

2007

标准分享网  
www.bzfxw.com

# 重型机械标准

## 第1卷

中国重型机械工业协会  
《重型机械标准》编写委员会 编

云南出版集团公司  
云南科技出版社



策划编辑：朱晓滨  
责任编辑：之 召  
特约编辑：方效良  
责任校对：肖 珍  
王经纬  
封面设计：王一楠

标准分享网  
[www.bzfxw.com](http://www.bzfxw.com)



中国重型机械工业协会



ISBN 978-7-5416-2707-1/TH·17  
总定价：920.00元

# 重型机械标准

2007



中国重型机械工业协会  
《重型机械标准》编写委员会  
编

云南出版集团公司  
云南科技出版社

· 昆明 ·

**图书在版编目(CIP)数据**

重型机械标准/中国重型机械工业协会等编.

昆明:云南科技出版社,2007.11

ISBN 978-7-5416-2707-1

I. 重... II. 中... III. 机械-标准-中国  
IV. TH-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 173718 号

云南出版集团公司

云南科技出版社出版发行

(昆明市环城西路 609 号云南新闻出版大楼 邮政编码:650034)

北京佳信达艺术印刷有限公司印刷

版权专有 翻印必究

---

开本:787mm×1092mm 1/16 总印张:248 总字数:3978 千字

2008 年 3 月第 1 版 2008 年 3 月第 1 次印刷

☆

书号:ISBN 978-7-5416-2707-1/TH·17

总定价:920.00 元



# 《重型机械标准》编写委员会

主任委员：汪建业

执行主任委员：王建国

副主任委员：胡觉凡(常务)

张启明

徐善继

陈坚兴

刘震

谭仁万

邵龙成

费学婷

王晓凌

张升奇

委员：苏静

张广勇

王晓鹏

刘勇

李彦峰

赵光发

付微

刘润林

周震

杨现利

黄丽达

杜长顺

戴国强

王建农

孟茂生

孙建民

李幼荃

李昌荣

张维新

董丽华

李克骞

高宇宏

李建新

中国重型机械工业协会

中国重型机械研究院

中国重型机械研究院

中国重型机械研究院

中国重型机械工业协会

中国重型机械研究院

中国第一重型机械集团公司

中国第二重型机械集团公司

大连重工·起重集团有限公司

北方重工集团有限公司

太原重型机械集团公司

中信重型机械公司

中国重型机械研究院

中国重型机械研究院

中国重型机械研究院

中国重型机械研究院

国家冶金重型机械质量监督检验中心

中国第二重型机械集团公司

中国第一重型机械集团公司

太原重型机械集团公司

上海重型机器厂有限公司

中信重型机械公司

中信重型机械公司

大连重工·起重集团有限公司

太原重型机械集团有限公司

德阳立式磨粉机有限公司

中钢集团重型机械股份有限公司

常州华立液压设备有限公司

太原液压研究所

中国重型机械工业协会

中国重型机械工业协会

中国重型机械工业协会

南通市南方液压设备有限公司

上海建设路桥机械设备有限公司

上海重型机器厂有限公司

# 《重型机械标准》审查委员会

## 主任委员:

汪建业

## 副主任委员:

谢东钢  
王建国(常务)  
马克  
曾祥东

## 委员:

徐善继  
邹胜  
赵凯军  
王吉生  
王继生  
叶志强  
程幸之  
项佩泽  
杨好志  
萧其林  
孟涛  
赵兵  
刘晓光  
毛天宏  
承洪宇  
王光儒  
向健康  
徐京鸿  
周维海

中国重型机械工业协会

中国重型机械研究院  
中国重型机械研究院  
中国第一重型机械集团公司  
中国第二重型机械集团公司

中国重型机械工业协会  
大连重工·起重集团有限公司  
北方重工集团有限公司  
太原重型机械集团公司  
中信重型机械公司  
上海重型机器厂有限公司  
上海建设路桥机械设备有限公司  
昆明力神重工有限公司  
北方重工集团有限公司  
中钢集团衡阳重机有限公司  
太原矿山机器集团有限公司  
中国机械工业集团公司  
中国第二重型机械集团公司  
德阳大型铸锻件研究所  
常州华立液压润滑设备有限公司  
中国第一重型机械集团公司  
中国第二重型机械集团公司  
中钢设备公司  
中国第一重型机械集团公司



# 前 言

重型机械广泛地应用于国民经济的各个领域,重型机械行业在国家的整个工业系统中占有十分重要的地位。经过半个多世纪的发展,我国重型机械制造业已经形成了自己的产品、技术和标准体系。重型机械标准就是结合重型机械产品大型化、连续化、自动化、成套化的特点而产生的自成体系的成套标准,它是重型机械制造业发展的重要技术支撑,对推动行业的技术进步发挥着重要作用。

《重型机械标准》(以下简称:《重标》)自 1958 年正式发布,至今近 50 年间已历经了四次全面修订,在全国累计发行近 50 万册。从 20 世纪 80 年代起,通过贯彻国家关于积极采用国际标准和国外先进标准的方针政策,使这套标准的技术水平有了大幅度的提高。《重标》不仅在重型、冶金及矿山机械行业得到贯彻和应用,而且在石油、化工、起重运输、轻工等行业的设备制造中也得到了广泛的应用,对推动行业技术进步、提高产品质量、降低成本和改善生产管理起到了重要的作用,得到了广大用户的欢迎和支持。此外,《重标》作为统一的设计、制造与检验依据,在大型成套设备及技术引进与合作生产中,也得到了国内外的广泛认可,已具有了良好的信誉和知名度。

随着机械工业技术的不断进步,国际上重型机械装备开始向着高速、高效、高自动化、低能耗的方向发展,国内外的相关标准也在不断变化和更新,《重标》(1998 版)已不能适应新形势的需要。为了适应国家装备制造业发展规划中对振兴重大装备制造业的要求,跟上国际相关领域的发展步伐,迫切需要对《重标》(1998 版)进行修订,以推动重型机械行业技术进步,促进产业技术升级,满足重型机械装备制造业持续发展的要求。为此,我们组织重型机械科研院所、生产企业和设计单位、大专院校及行业技术归口单位的专家、学者组成《重型机械标准》编写委员会,历时两年,对《重标》(1998 版)进行了重新编写和修订。

修订后的《重标》(2007 版)具有以下特点:

1. 按重型机械行业的特点和产品技术要求分为 18 部分,编入国内相关标准共 900 余项,内容齐全、配套,实用性强。

2. 《重标》(2007 版)内含 360 项重型机械联合企业标准(JB/ZQ),借鉴了国

外工业发达国家和企业的最新现行标准,使其保持了与国外同类标准的同步发展和技术先进性,有利于企业开拓市场、参与竞争。

3.《重标》(2007 版)全面贯彻了相关的国家现行基础标准,最大限度地保持了与国家标准的一致性和与国际标准的协调性。

4. 针对我国目前部分重型机械基础零部件在可靠性、技术性能指标、质量水准和品种方面与国外相比差距明显的现状,《重标》(2007 版)积极推广各企业的科研成果,扩充了通用零部件的品种,并将引进项目中或在国内独资的外商生产的先进基础零部件纳入了重标体系,从而显著地提高了《重标》(2007 版)自身的配套水平和综合技术水平。

我们相信,《重标》(2007 版)的出版,将对振兴重型装备制造业起到重要的技术基础效应,有力地推动我国重型机械装备的技术和质量水平上一个新的台阶,从而产生良好的社会效益和经济效益。

在《重标》(2007 版)的修订和编写过程中,得到了中国重型机械研究院、各大重型机械企业等单位的大力支持,在此表示衷心的感谢。由于《重标》(2007 版)的修订工作涉及专业面广、工作量大,加之我们的水平有限,不足之处在所难免,敬请读者指正。

中国重型机械工业协会  
《重型机械标准》编写委员会  
2008 年 1 月



# 目 录

## 第1部分 设计要素

国际单位制及其应用(根据 GB 3100—1993)	3
优先数和优先数系(根据 GB/T 321—2005)	18
标准尺寸(根据 GB/T 2822—2005)	21
圆锥的锥度与锥角系列(根据 GB/T 157—2001)	24
棱体的角度与斜度系列(根据 GB/T 4096—2001)	27
球面半径(根据 GB/T 6403.1—1986)	30
零件倒圆与倒角(根据 GB/T 6403.4—1986)	31
黑色金属硬度及强度换算值(根据 GB/T 1172—1999)	33
刚体转动件的平衡(JB/ZQ 4165—2006)	37
表面粗糙度 参数及其数值(根据 GB/T 1031—1995)	47
木制件表面粗糙度参数及其数值(根据 GB/T 12472—2003)	50
圆柱形轴伸(根据 GB/T 1569—2005)	53
圆锥形轴伸(根据 GB/T 1570—2005)	55
机器 轴高(根据 GB/T 12217—2005)	60
锯缝尺寸(JB/ZQ 4246—2006)	62
滚动轴承座剖分孔侧面刮光尺寸(JB/ZQ 4253—2006)	63
分度盘和标尺刻度(JB/ZQ 4260—2006)	64
滚花(根据 GB/T 6403.3—1986)	65
通风罩冲孔(JB/ZQ 4262—2006)	66
板材的冷弯(JB/ZQ 4261—2006)	67
镀硬铬(JB/ZQ 4268—2006)	70
过盈配合的油压装卸(根据 JB/T 6136—2007)	72
60°中心孔(根据 GB/T 145—2001)	80
75°中心孔(JB/ZQ 4236—2006)	83
90°中心孔(JB/ZQ 4237—2006)	84
中心孔简化表示法(JB/ZQ 4167—2006)	85
扳手空间(JB/ZQ 4005—2006)	88
对边和对角宽度尺寸(JB/ZQ 4263—2006)	90
紧固件 外螺纹零件的末端(根据 GB/T 2—2001)	93
普通螺纹收尾、肩距、退刀槽和倒角(根据 GB/T 3—1997)	96

紧固件 螺栓和螺钉通孔(根据 GB/T 5277—1985) .....	99
紧固件 铆钉用通孔(根据 GB/T 152.1—1988) .....	100
紧固件 沉头用沉孔(根据 GB/T 152.2—1988) .....	101
紧固件 圆柱头和外六角头螺钉用沉孔尺寸(JB/ZQ 4718—2006) .....	102
轴上固定螺钉用孔(JB/ZQ 4251—2006) .....	104
轴套的连接(JB/ZQ 4252—2006) .....	105
普通螺纹 内、外螺纹余留长度,钻孔余留深度,螺栓突出螺母的末端长度(JB/ZQ 4247—2006) .....	106
加工内螺纹前钻孔用麻花钻直径或车(镗)孔直径(JB/ZQ 4719—2006) .....	107
管螺纹 切制内、外螺纹前的毛坯尺寸(JB/ZQ 4168—2006) .....	112
内螺纹有效长度和钻(车)孔深度(JB/ZQ 4720—2006) .....	115
燕尾槽(JB/ZQ 4241—2006) .....	116
润滑油槽(根据 GB/T 6403.2—1986) .....	117
甩油槽(JB/ZQ 4244—2006) .....	119
迷宫式密封槽(JB/ZQ 4245—2006) .....	120
砂轮越程槽(根据 GB/T 6403.5—1986) .....	121
退刀槽(JB/ZQ 4238—2006) .....	123
T形槽(JB/ZQ 4240—2006) .....	127
铸件设计规范(JB/ZQ 4169—2006) .....	130
铸造内圆角(JB/ZQ 4255—2006) .....	136
铸造外圆角(JB/ZQ 4256—2006) .....	137
铸造过渡斜度(JB/ZQ 4254—2006) .....	138
轴承合金浇注用槽(JB/ZQ 4259—2006) .....	139
焊接设计规范(JB/ZQ 4170—2006) .....	141
焊接及相关工艺方法代号(根据 GB/T 5185—2005) .....	152
焊缝符号表示法(根据 GB/T 324—1988) .....	154
气焊、手工电弧焊及气体保护焊焊缝坡口的基本形式与尺寸(根据 GB/T 985— 1988) .....	166
埋弧焊焊缝坡口的基本形式和尺寸(根据 GB/T 986—1988) .....	172
地脚螺栓相关要素(JB/ZQ 4171—2006) .....	177
T形头地脚螺栓用单孔锚板(JB/ZQ 4172—2006) .....	182
T形头地脚螺栓用双联锚板(JB/ZQ 4721—2006) .....	184
设备基础内地脚螺栓预留孔及埋设件的简化表示法(JB/ZQ 4173—2006) .....	187

## 第2部分 公差与配合、形状和位置公差

极限与配合 词汇(根据 GB/T 1800.1—1997) .....	197
极限与配合 公差、偏差和配合的基本规定(根据 GB/T 1800.2—1998) .....	201
极限与配合 标准公差和基本偏差数值表(根据 GB/T 1800.3—1998) .....	204
极限与配合 标准公差等级和孔、轴的极限偏差表(根据 GB/T 1800.4—1999) .....	210



极限与配合 公差带和配合的选择(根据 GB/T 1801—1999)	251
极限与配合 尺寸大于 3150 至 10000mm 孔、轴公差与配合(JB/ZQ 4006—2006)	260
一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差(根据 GB/T 1804—2000)	263
公差尺寸 英寸和毫米的互换算(根据 GB/T 18776—2002)	264
极限与配合 过盈配合的计算和选用(根据 GB/T 5371—2004)	269
圆锥过盈配合的计算和选用(根据 GB/T 15755—1995)	276
配制配合(JB/ZQ 4716—2006)	287
滚动轴承与轴和外壳的配合(根据 GB/T 275—1993)	288
光滑工件尺寸的检验(根据 GB/T 3177—1997)	313
形状和位置公差 定义、符号和图样表示法(根据 GB/T 1182—1996)	316
形状和位置公差 未注公差值(根据 GB/T 1184—1996)	342
冷轧机机架尺寸、形位公差(JB/ZQ 4753—2006)	351
20 辊轧机机架尺寸、形位公差(JB/ZQ 4754—2006)	353
扁钢热轧机工作辊轴承座尺寸、形位公差(JB/ZQ 4280—2006)	355
轧机支承辊轴承座尺寸、形位公差(JB/ZQ 4279—2006)	358
冷(热)板(带)轧机机架底板尺寸、形位公差(JB/ZQ 4281—2006)	361
圆柱齿轮减速器箱体形位公差(JB/ZQ 4282—2006)	362
圆锥齿轮减速器箱体形位公差(JB/ZQ 4283—2006)	366
齿轮孔与轴的轻热压配合(带键)(JB/ZQ 4285—2006)	369
圆锥公差(根据 GB/T 11334—2005)	370
圆锥配合(根据 GB/T 12360—2005)	376
冲压件尺寸公差(根据 GB/T 13914—2002)	387
冲压件角度公差(根据 GB/T 13915—2002)	391
冲压件形状和位置未注公差(根据 GB/T 13916—2002)	393

### 第 3 部分 通用技术条件

生产设备安全卫生设计总则(根据 GB 5083—1999)	397
重型机械通用技术条件 产品检验(根据 JB/T 5000.1—2007)	404
重型机械通用技术条件 火焰切割件(根据 JB/T 5000.2—2007)	408
重型机械通用技术条件 焊接件(根据 JB/T 5000.3—2007)	415
重型机械通用技术条件 铸铁件(根据 JB/T 5000.4—2007)	423
重型机械通用技术条件 有色金属铸件(根据 JB/T 5000.5—2007)	430
重型机械通用技术条件 铸钢件(根据 JB/T 5000.6—2007)	436
重型机械通用技术条件 铸钢件补焊(根据 JB/T 5000.7—2007)	444
重型机械通用技术条件 锻件(根据 JB/T 5000.8—2007)	452
重型机械通用技术条件 切削加工件(根据 JB/T 5000.9—2007)	459
重型机械通用技术条件 装配(根据 JB/T 5000.10—2007)	466
重型机械通用技术条件 配管(根据 JB/T 5000.11—2007)	480
重型机械通用技术条件 涂装(根据 JB/T 5000.12—2007)	493

重型机械通用技术条件	包装(根据 JB/T 5000. 13—2007)	501
重型机械通用技术条件	铸钢件无损探伤(根据 JB/T 5000. 14—2007)	515
重型机械通用技术条件	锻钢件无损探伤(根据 JB/T 5000. 15—2007)	542
重型机械通用技术条件	锻钢件补焊(JB/ZQ 4722—2006)	561
重型机械液压系统通用技术条件(根据 JB/T 6996—2007)		565
液压系统工作介质使用规范(根据 JB/T 10607—2006)		580
气动系统通用技术条件(根据 GB/T 7932—2003)		590
防锈包装(根据 GB/T 4879—1999)		607
危险货物包装标志(根据 GB 190—1990)		612
包装储运图示标志(根据 GB/T 191—2000)		616
系列 1 集装箱 分类、尺寸和额定质量(根据 GB/T 1413—1998)		620
运输包装件质量界限(根据 GB/T 18923—2002)		625
道路车辆外廓尺寸、轴荷及质量限值(根据 GB 1589—2004)		630



## 第 1 部分

# 设计要素

主 编：张启明  
参加编写人员：赵光发 王晓鹏 刘润林



国际单位制的单位包括 SI 单位以及 SI 单位的倍数单位。  
SI 单位的倍数单位包括 SI 单位的十进倍数和分数单位。

1 SI 单位

1.1 SI 基本单位

国际单位制以表 1 中的 7 个基本单位为基础。

1.2 SI 导出单位

导出单位是用基本单位以代数形式表示的单位。这种单位符号中的乘和除采用数学符号。例如速度的 SI 单位为米每秒(m/s)。属于这种形式的单位称为组合单位。

某些 SI 导出单位具有国际计量大会通过的专门名称和符号,见表 2 和表 3。使用这些专门名称并用它们表示其他导出单位,往往更为方便、准确。如热和能量的单位通常用焦耳(J)代替牛顿米(N·m),电阻率的单位通常用欧姆米( $\Omega\cdot m$ )代替伏特米每安培(V·m/A)。

SI 单位弧度和球面度称为 SI 辅助单位,它们是具有专门名称和符号的量纲 1 的量的导出单位。在许多实际情况中,用专门名称弧度(rad)和球面度(sr)分别代替数字 1 是方便的。例如角速度的 SI 单位可写成弧度每秒(rad/s)。

用 SI 基本单位和具有专门名称的 SI 导出单位或(和)SI 辅助单位以代数形式表示的单位称为组合形式的 SI 导出单位。



表 1 SI 基本单位

量的名称	单位名称	单位符号	量的名称	单位名称	单位符号
长度	米	m	热力学温度	开[尔文]	K
质量	千克(公斤)	kg	物质的量	摩[尔]	mol
时间	秒	s	发光强度	坎[德拉]	cd
电流	安[培]	A			

表 2 包括 SI 辅助单位在内的具有专门名称的 SI 导出单位

量的名称	SI 导出单位		
	名称	符号	用 SI 基本单位和 SI 导出单位表示
[平面]角	弧度	rad	1rad=1m/m=1
立体角	球面度	sr	1sr=1m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> =1
频率	赫[兹]	Hz	1Hz=1s <sup>-1</sup>
力	牛[顿]	N	1N=1kg·m/s <sup>2</sup>
压力,压强,应力	帕[斯卡]	Pa	1Pa=1N/m <sup>2</sup>
能[量],功,热量	焦[耳]	J	1J=1N·m
功率,辐[射能]通量	瓦[特]	W	1W=1J/s
电荷[量]	库[仑]	C	1C=1A·s
电压,电动势,电位,(电势)	伏[特]	V	1V=1W/A
电容	法[拉]	F	1F=1C/V

表 2(续)

量的名称	SI 导出单位		
	名称	符号	用 SI 基本单位和 SI 导出单位表示
电阻	欧[姆]	$\Omega$	$1\Omega=1\text{V/A}$
电导	西[门子]	S	$1\text{S}=1\Omega^{-1}$
磁通[量]	韦[伯]	Wb	$1\text{Wb}=1\text{V}\cdot\text{s}$
磁通[量]密度,磁感应强度	特[斯拉]	T	$1\text{T}=1\text{Wb/m}^2$
电感	亨[利]	H	$1\text{H}=1\text{Wb/A}$
摄氏温度	摄氏度	$^{\circ}\text{C}$	$1^{\circ}\text{C}=1\text{K}$
光通量	流[明]	lm	$1\text{lm}=1\text{cd}\cdot\text{sr}$
[光]照度	勒[克斯]	lx	$1\text{lx}=1\text{lm/m}^2$

表 3 由于人类健康安全防护上的需要而确定的具有专门名称的 SI 导出单位

量的名称	SI 导出单位		
	名称	符号	用 SI 基本单位和 SI 导出单位表示
[放射性]活度	贝可[勒尔]	Bq	$1\text{Bq}=1\text{s}^{-1}$
吸收剂量 比授[予]能 比释动能	戈[瑞]	Gy	$1\text{Gy}=1\text{J/kg}$
剂量当量	希[沃特]	Sv	$1\text{Sv}=1\text{J/kg}$

1.3 SI 单位的倍数单位

表 4 给出了 SI 词头的名称、简称及符号(词头的简称为词头的中文符号)。词头用于构成倍数单位(十进倍数单位与分数单位),但不得单独使用。

表 4 SI 词头

因 数	词 头 名 称		符 号	因 数	词 头 名 称		符 号
	英 文	中 文			英 文	中 文	
$10^{24}$	yotta	尧[它]	Y	$10^{-1}$	deci	分	d
$10^{21}$	zetta	泽[它]	Z	$10^{-2}$	centi	厘	c
$10^{18}$	exa	艾[可萨]	E				
$10^{15}$	peta	拍[它]	P	$10^{-3}$	milli	毫	m
				$10^{-6}$	micro	微	$\mu$
$10^{12}$	tera	太[拉]	T	$10^{-9}$	nano	纳[诺]	n
$10^9$	giga	吉[咖]	G	$10^{-12}$	pico	皮[可]	p
$10^6$	mega	兆	M				
$10^3$	kilo	千	k	$10^{-15}$	femto	飞[母托]	f
				$10^{-18}$	atto	阿[托]	a
$10^2$	hecto	百	h	$10^{-21}$	zepto	仄[普托]	z
$10^1$	deca	十	da	$10^{-24}$	yocto	幺[科托]	y

词头符号与所紧接的单位符号应作为一个整体对待,它们共同组成一个新单位(十进倍数或分数单位),并具有相同的幂次,而且还可以和其他单位构成组合单位。

例:  $1\text{cm}^3 = (10^{-2}\text{m})^3 = 10^{-6}\text{m}^3$ ;  $1\mu\text{s}^{-1} = (10^{-6}\text{s})^{-1} = 10^6\text{s}^{-1}$ ;  $1\text{mm}^2/\text{s} = (10^{-3}\text{m})^2/\text{s} = 10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$ ;  $10^{-3}\text{tex}$  可写为  $\text{mtex}$ 。

不得使用重叠词头,如只能写  $\text{nm}$ ,而不能写  $\text{m}\mu\text{m}$ 。

## 2 SI 单位及其倍数单位的应用

2.1 SI 单位的倍数单位根据使用方便的原则选取。通过适当的选择,可使数值处于实用范围内。倍数单位的选取,一般应使量的数值处于 0.1~1000 之间。

例:  $1.2 \times 10^4\text{N}$  可写成  $12\text{kN}$ ;  $0.00394\text{m}$  可写成  $3.94\text{mm}$ ;  $1401\text{Pa}$  可写成  $1.401\text{kPa}$ ;  $3.1 \times 10^{-8}\text{s}$  可写成  $31\text{ns}$ 。

在某些情况下,习惯使用的单位可以不受上述限制。

如大部分机械制图使用的单位用毫米,导线截面积单位用平方毫米,领土面积用平方千米。

2.2 组合单位的倍数单位一般只用一个词头,并尽量用于组合单位中的第一个单位。

通过相乘构成的组合单位的词头通常加在第一个单位之前。

例如:力矩的单位  $\text{kN}\cdot\text{m}$ ,不宜写成  $\text{N}\cdot\text{km}$ 。

通过相除构成的组合单位,或通过乘和除构成的组合单位,其词头一般都应加在分子的第一个单位之前,分母中一般不用词头,但质量单位  $\text{kg}$  在分母中时例外。

例如:摩尔内能的单位  $\text{kJ}/\text{mol}$ ,不宜写成  $\text{J}/\text{mmol}$ ;质量能[量]单位可以是  $\text{kJ}/\text{kg}$ 。

当组合单位分母是长度、面积和体积单位时,分母中可以选用某些词头构成倍数单位。

例如:体积质量的单位可以选用  $\text{g}/\text{cm}^3$ 。

一般不在组合单位的分子分母中同时采用词头。

2.3 在计算中,为了方便,建议所有量均用 SI 单位表示,将词头用 10 的幂代替。

摄氏温度单位摄氏度,角度单位度、分、秒与时间单位日、时、分等不得用 SI 词头构成倍数单位。

## 3 单位名称

3.1 表 1~表 3 规定了单位的名称及其简称。它们用于口述,也可用于叙述性文字中。

3.2 组合单位的名称与其符号表示的顺序一致,符号中的乘号没有对应的名称,除号的对应名称为“每”字,无论分母中有几个单位,“每”字只出现一次。

例如:质量热容的单位符号为  $\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ,其名称为“焦耳每千克开尔文”,而不是“每千克开尔文焦耳”或“焦耳每千克每开尔文”。

3.3 乘方形式的单位名称,其顺序应为指数名称在前,单位名称在后,指数名称由相应的数字加“次方”二字构成。

例如:截面二次矩的单位符号为  $\text{m}^4$ ,其名称为“四次方米”。

3.4 当长度的二次和三次幂分别表示面积和体积时,则相应的指数名称分别为“平方”和“立方”,其他情况均应分别为“二次方”和“三次方”。

例如:体积的单位符号为  $\text{m}^3$ ,其名称为“立方米”;而截面系数的单位符号虽同是  $\text{m}^3$ ,但其名称为“三次方米”。

3.5 书写组合单位的名称时,不加乘或(和)除的符号或(和)其他符号。

例如:电阻率单位符号为  $\Omega\cdot\text{m}$ ,其名称为“欧姆米”,而不是“欧姆·米”、“欧姆-米”、“[欧姆]



[米]”等。

4 单位符号

4.1 单位符号和单位的中文符号的使用规则

- 4.1.1 单位和词头的符号用于公式、数据表、曲线图、刻度盘和产品铭牌等需要明了的地方,也用于叙述性文字中。
- 4.1.2 本标准各表中所给出的单位名称的简称可用作该单位的中文符号(简称“中文符号”)。
- 4.1.3 单位符号没有复数形式,符号上不得附加任何其他标记或符号。
- 4.1.4 摄氏度的符号℃可以作为中文符号使用。
- 4.1.5 不应在组合单位中同时使用单位符号和中文符号,例如:速度单位不得写作 km/小时。

4.2 单位符号和中文符号的书写规则

4.2.1 单位符号一律用正体字母,除来源于人名的单位符号第一字母要大写外,其余均为小写字母(升的符号 L 例外)。

例如:米(m);秒(s);坎[德拉](cd);安[培](A);帕[斯卡](Pa);韦[伯](Wb)等。

4.2.2 当组合单位是由两个或两个以上的单位相乘而构成时,其组合单位的写法可采用下列形式之一: $N \cdot m$ ;Nm。

注:第二种形式,也可以在单位符号之间不留空隙。但应注意,当单位符号同时又是词头符号时,应尽量将它置于右侧,以免引起混淆。如 mN 表示毫牛顿而非指米牛顿。

当用单位相除的方法构成组合单位时,其符号可采用下列形式之一: $m/s$ ;  $m \cdot s^{-1}$ ;  $\frac{m}{s}$ 。

除加括号避免混淆外,单位符号中的斜线(/)不得超过一条。在复杂的情况下,也可以使用负指数。

4.2.3 由两个或两个以上单位相乘所构成的组合单位,其中文符号形式为两个单位符号之间加居中圆点,例如:牛·米。

单位相除构成的组合单位,其中文符号可采用下列形式之一:米/秒;米·秒<sup>-1</sup>;  $\frac{米}{秒}$ 。

5 可与国际单位制单位并用的我国法定计量单位

5.1 由于实用上的广泛性和重要性,可与国际单位制单位并用的我国法定计量单位列于表 5。

表 5 可与国际单位制单位并用的我国法定计量单位

量的名称	单位名称	单位符号	与 SI 单位的关系
时间	分	min	1min=60s
	[小]时	h	1h=60min=3600s
	日,(天)	d	1d=24h=86400s
[平面]角	度	°	1°=( $\pi/180$ )rad
	[角]分	'	1'=(1/60)°=( $\pi/10800$ )rad
	[角]秒	"	1"=(1/60)'=( $\pi/648000$ )rad
体积	升	L,(l)	1L=1dm <sup>3</sup> =10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup>
质量	吨	t	1t=10 <sup>3</sup> kg
	原子质量单位	u	1u≈1.660540×10 <sup>-27</sup> kg

表 5(续)

量的名称	单位名称	单位符号	与 SI 单位的关系
旋转速度	转每分	r/min	1r/min = (1/60)s <sup>-1</sup>
长度	海里	n mile	1n mile = 1852m(只用于航行)
速度	节	kn	1kn = 1n mile/h = (1852/3600)m/s (只用于航行)
能	电子伏	eV	1eV ≈ 1.602177 × 10 <sup>-19</sup> J
级差	分贝	dB	
线密度	特[克斯]	tex	1tex = 10 <sup>-6</sup> kg/m
面积	公顷	hm <sup>2</sup>	1hm <sup>2</sup> = 10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup>

注:1 平面角单位度、分、秒的符号,在组合单位中应采用(°)、(′)、(″)的形式。例如,不用°/s 而用(°)/s。  
2 升的符号中,小写字母 l 为备用符号。  
3 公顷的国际通用符号为 ha。

5.2 根据习惯,在某些情况下,表 5 中的单位可以与国际单位制的单位构成组合单位。例如,kg/L,km/h。见附录 A 第 5 与第 6 栏。

附录 A(规范性附录) SI 单位的十进倍数与分数单位及可并用的某些其他单位示例

本附录给出了常用的大多数量的 SI 单位的十进倍数与分数单位以及可以使用的某些其他单位的示例。它只给以选择而并非限制,在各个技术领域中,以同样的方式表示量值当然是有益的。对于某些需要(例如,在科学和教育中的应用),选择 SI 单位的十进倍数与分数单位,比在表 A.1 中的示例有更大的灵活性。

表 A.1

在 GB 3102.1 ~3102.13 中 的项号	量	SI 单位	SI 单位的 倍数单位 的选择	SI 以外的单位		备注和有关用于专门 领域的单位的介绍
				单 位	(5)栏的倍 数单位	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
第 I 部分:GB 3102.1《空间和时间的量和单位》						
1-1	[平面]角	rad				当弧度不适用时,推荐 使用冈(gon = grade)及其 分数单位。 gon(冈), 1gon = $\frac{\pi}{200}$ rad
		弧度		°(度), 1° = $\frac{\pi}{180}$ rad		
			mrad	′(分), 1′ = (1/60)° ″(秒), 1″ = (1/60)′		
			μrad			

表 A.1(续)

在 GB 3102.1 ~3102.13 中 的项号	量	SI 单位	SI 单位的 倍数单位 的选择	SI 以外的单位		备注和有关用于专门 领域的单位的介绍
				单 位	(5)栏的倍 数单位	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1-2	立体角	sr 球面度				
1-3.1	长度	m 米	km  cm mm μm nm pm fm			1n mile = 1852m(准确 值)
1-5	面积	m <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>  dm <sup>2</sup> cm <sup>2</sup> mm <sup>2</sup>			hm <sup>2</sup> (公顷), 1hm <sup>2</sup> = 10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup> 公顷的国际符号为 ha
1-6	体积	m <sup>3</sup>	dm <sup>3</sup>  cm <sup>3</sup>  mm <sup>3</sup>	L,(l,升), 1L = 10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup> = 1dm <sup>3</sup>	hL, 1hL = 10 <sup>-1</sup> m <sup>3</sup>  cL, 1cL = 10 <sup>-5</sup> m <sup>3</sup> mL, 1mL = 10 <sup>-6</sup> m <sup>3</sup> = 1cm <sup>3</sup>	1964 年国际计量大会 宣布升(L)可以作为立 方分米(dm <sup>3</sup> )的专门名 称,并建议在高精度时不 要使用升
1-7	时间	s 秒	ks  ms μs ns	d(日), 1d = 24h (准确值) h(小时), 1h = 60min (准确值)  min(分), 1min = 60s (准确值)		其他单位,例如星期、 月和年(a)是通常使用的 单位

表 A.1(续)

在 GB 3102.1 ~3102.13 中 的项号	量	SI 单位	SI 单位的 倍数单位 的选择	SI 以外的单位		备注和有关用于专门 领域的单位的介绍
				单 位	(5)栏的倍 数单位	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1-8	角速度	rad/s				
1-10	速度	m/s			km/h, 1km/h = $\frac{1}{3.6}$ m/s	1kn = 1.852km/h (准确值) = 0.514444m/s 关于小时,参阅 1-7
1-11.1	加速度	m/s <sup>2</sup>		m/h		

## 第 II 部分:GB 3102.2《周期及其有关现象的量和单位》

2-3.1	频率	Hz 赫[兹]	THz GHz MHz kHz			
2-3.2	旋转频率	s <sup>-1</sup>		min <sup>-1</sup>		转每分(r/min)和转每秒 (r/s)大量用于旋转机械 <sup>1)</sup> 。 关于分,参阅 1-7
2-4	角频率	rad/s				

1) 参阅国际电工委员会出版物 27-1(1971)。

## 第 III 部分:GB 3102.3《力学的量和单位》

3-1	质量	kg 千克	Mg  g mg μg	t(吨), 1t = 10 <sup>3</sup> kg		
3-2	体积质量 [质量]密度	kg/m <sup>3</sup>	Mg/m <sup>3</sup> 或 kg/dm <sup>3</sup> 或 g/cm <sup>3</sup>	t/m <sup>3</sup> 或 kg/L	g/mL  g/L	关于升,参阅 1-6
3-5	线质量 线密度	kg/m	mg/m			1tex = 10 <sup>-6</sup> kg/m 单位 tex 用于纺织工业
3-7	转动惯量,(惯 性矩)	kg·m <sup>2</sup>				
3-8	动量	kg·m/s				
3-9.1	力	N 牛顿	MN kN  mN μN			

表 A. 1(续)

在 GB 3102.1 ~3102.13 中 的项号	量	SI 单位	SI 单位的 倍数单位 的选择	SI 以外的单位		备注和有关用于专门 领域的单位的介绍
				单 位	(5)栏的倍 数单位	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
3-11	动量矩 角动量	$\text{kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}$				
3-12.1	力矩	$\text{N}\cdot\text{m}$	$\text{MN}\cdot\text{m}$ $\text{kN}\cdot\text{m}$  $\text{mN}\cdot\text{m}$ $\mu\text{N}\cdot\text{m}$			
3-15.1	压力,压强	$\text{Pa}$ 帕[斯卡]	$\text{GPa}$ $\text{MPa}$ $\text{kPa}$ $\text{hPa}$  $\text{mPa}$ $\mu\text{Pa}$			bar(巴), $1\text{bar}=10^5\text{Pa}$ $1\text{mbar}=1\text{hPa}$
3-15.2	正应力	$\text{Pa}$	$\text{GPa}$ $\text{MPa}$ $\text{kPa}$			
3-23	[动力]粘度	$\text{Pa}\cdot\text{s}$	$\text{mPa}\cdot\text{s}$			P(泊) <sup>1)</sup> , $1\text{cP}=1\text{mPa}\cdot\text{s}$
3-24	运动粘度	$\text{m}^2/\text{s}$	$\text{mm}^2/\text{s}$			St(斯[托克斯]) <sup>1)</sup> , $1\text{cSt}=1\text{mm}^2/\text{s}$
3-25	表面张力	$\text{N}/\text{m}$	$\text{mN}/\text{m}$			
3-26.1 和 3-26.2	能[量]  功	$\text{J}$ 焦[耳]	$\text{EJ}$ $\text{PJ}$ $\text{TJ}$ $\text{GJ}$ $\text{MJ}$ $\text{kJ}$  $\text{mJ}$			
3-27	功率	$\text{W}$ 瓦[特]	$\text{GW}$ $\text{MW}$ $\text{kW}$  $\text{mW}$ $\mu\text{W}$			

1) 它们属于 CGS 制单位,不应与 SI 单位并用。



表 A.1(续)

在 GB 3102.1 ~3102.13 中 的项号	量	SI 单位	SI 单位的 倍数单位 的选择	SI 以外的单位		备注和有关用于专门 领域的单位的介绍
				单 位	(5) 栏的倍 数单位	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
第Ⅳ部分:GB 3102.4《热学的量和单位》						
4-1	热力学温度	K 开[尔文]				
4-2	摄氏温度	℃ 摄氏度				摄氏温度等于两热力学温度之差, $t = T - T_0$ $T_0 = 273.15\text{K}$
4-3.1	线[膨]胀系数	$\text{K}^{-1}$				
4-6	热  热量	  J	EJ PJ TJ GJ MJ kJ  mJ			
4-7	热流量	W	kW			
4-9	热导率, (导热系数)	$\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$				
4-10.1	传热系数	$\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$				
4-15	热容	J/K	kJ/K			
4-16.1	质量热容	J/(kg·K)	kJ/(kg·K)			
4-18	熵	J/K	kJ/K			
4-19	质量熵	J/(kg·K)	kJ/(kg·K)			
4-21.2	质量热力学能	J/kg	MJ/kg kJ/kg			
第Ⅴ部分:GB 3102.5《电学和磁学的量和单位》						
5-1	电流	A 安[培]	kA  mA μA nA pA			

表 A. 1(续)

在 GB 3102.1 ~3102.13 中 的项号	量	SI 单位	SI 单位的 倍数单位 的选择	SI 以外的单位		备注和有关用于专门 领域的单位的介绍
				单 位	(5)栏的倍 数单位	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
5-2	电荷[量]	C 库[仑]	kC  $\mu\text{C}$ nC pC	A·h, 1A·h= 3.6kC		
5-3	体积电荷 电荷[体]密度	$\text{C}/\text{m}^3$	$\text{GC}/\text{m}^3$ 或 $\text{C}/\text{mm}^3$ $\text{MC}/\text{m}^3$ 或 $\text{C}/\text{cm}^3$ $\text{kC}/\text{m}^3$  $\text{mC}/\text{m}^3$ $\mu\text{C}/\text{m}^3$			
5-4	面积电荷 电荷面密度	$\text{C}/\text{m}^2$	$\text{MC}/\text{m}^2$ 或 $\text{C}/\text{mm}^2$ $\text{C}/\text{cm}^2$ $\text{kC}/\text{m}^2$  $\text{mC}/\text{m}^2$ $\mu\text{C}/\text{m}^2$			
5-5	电场强度	$\text{V}/\text{m}$	$\text{MV}/\text{m}$ $\text{kV}/\text{m}$ 或 $\text{V}/\text{mm}$ $\text{V}/\text{cm}$  $\text{mV}/\text{m}$ $\mu\text{V}/\text{m}$			
5-6.1	电位,(电势)	V 伏[特]	MV kV	1		
5-6.2	电位差,(电势 差),电压		mV $\mu\text{V}$			
5-6.3	电动势					
5-7	电通[量]密度	$\text{C}/\text{m}^2$	$\text{C}/\text{cm}^2$ $\text{kC}/\text{m}^2$  $\text{mC}/\text{m}^2$ $\mu\text{C}/\text{m}^2$			

表 A.1(续)

在 GB 3102.1 ~3102.13 中 的项号	量	SI 单位	SI 单位的 倍数单位 的选择	SI 以外的单位		备注和有关用于专门 领域的单位的介绍
				单 位	(5)栏的倍 数单位	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
5-8	电通[量]	C	MC kC mC			
5-9	电容	F 法[拉]	mF $\mu$ F nF pF			
5-10.1	介电常数, (电容率)	F/m	$\mu$ F/m nF/m pF/m			
5-13	电极化强度	C/m <sup>2</sup>	C/cm <sup>2</sup> kC/m <sup>2</sup> mC/m <sup>2</sup> $\mu$ C/m <sup>2</sup>			
5-14	电偶极矩	C·m				
5-15	面积电流 电流密度	A/m <sup>2</sup>	MA/m <sup>2</sup> 或 A/mm <sup>2</sup> A/cm <sup>2</sup> kA/m <sup>2</sup>			
5-16	线电流 电流线密度	A/m	kA/m 或 A/mm A/cm			
5-17	磁场强度	A/m	kA/m 或 A/mm A/cm			
5-18.1	磁位差,(磁势 差)	A	kA mA			
5-19	磁通[量]密度 磁感应强度	T 特[斯拉]	mT $\mu$ T nT			

表 A.1(续)

在 GB 3102.1 ~3102.13 中 的项号	量	SI 单位	SI 单位的 倍数单位 的选择	SI 以外的单位		备注和有关用于专门 领域的单位的介绍
				单 位	(5)栏的倍 数单位	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
5-20	磁通[量]	Wb 韦[伯]	mWb			
5-21	磁矢位, (磁矢势)	Wb/m	kWb/m 或 Wb/mm			
5-22.1	自感	H 亨[利]				
5-22.2	互感		mH $\mu$ H nH pH			
5-24.1	磁导率	H/m	$\mu$ H/m nH/m			
5-27	[面]磁矩	A·m <sup>2</sup>				
5-28	磁化强度	A/m	kA/m 或 A/mm			
5-29	磁极化强度	T	mT			
(IEC 出版物 27-1:1971, 第 86 条)	磁偶极矩	N·m <sup>2</sup> /A 或 Wb·m				
5-33	[直流]电阻	$\Omega$ 欧[姆]	G $\Omega$ M $\Omega$ k $\Omega$  m $\Omega$ $\mu\Omega$			
5-34	[直流]电导	S 西[门子]	kS  mS $\mu$ S			
5-36	电阻率	$\Omega\cdot m$	G $\Omega\cdot m$ M $\Omega\cdot m$ k $\Omega\cdot m$  $\Omega\cdot cm$ m $\Omega\cdot m$ $\mu\Omega\cdot m$ n $\Omega\cdot m$			也可以使用 $\frac{\Omega\cdot mm^2}{m}$ (= $10^{-6}\Omega\cdot m = \mu\Omega\cdot m$ )

表 A.1(续)

在 GB 3102.1 ~3102.13 中 的项号	量	SI 单位	SI 单位的 倍数单位 的选择	SI 以外的单位		备注和有关用于专门 领域的单位的介绍
				单 位	(5)栏的倍 数单位	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
5-37	电导率	S/m	MS/m kS/m			
5-38	磁阻	H <sup>-1</sup>				
5-39	磁导	H				
5-44.1	阻抗,(复[数] 阻抗)	Ω	MΩ kΩ mΩ			
5-44.2	阻抗模,(阻抗)					
5-44.3	[交流]电阻					
5-44.4	电抗					
5-45.1	导纳,(复[数] 导纳)	S	kS mS μS			
5-45.2	导纳模,(导纳)					
5-45.3	[交流]电导					
5-45.4	电纳					
5-49	[有功]功率	W	TW GW MW kW mW μW nW			在电力技术中,有功功率用瓦特(W)表示,视在功率(apparent power)用伏[特]安[培](V·A)表示,无功功率(reactive power)用乏(var)表示
5-52	[有功]电能 [量]		TJ GJ MJ kJ	W·h 1W·h=3.6kJ (准确值)	TW·h GW·h MW·h kW·h	关于小时,参阅 1-7
第 VI 部分:GB 3102.6《光及有关电磁辐射的量和单位》						
6-3	波长	m	μm nm pm			



表 A. 1(续)

在 GB 3102.1 ~3102.13 中 的项号	量	SI 单位	SI 单位的 倍数单位 的选择	SI 以外的单位		备注和有关用于专门 领域的单位的介绍
				单 位	(5)栏的倍 数单位	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
6-7	辐[射]能	J				
6-10	辐[射]功率 辐[射能]通量	W				
6-13	辐[射]强度	W/sr				
6-14	辐[射]亮度, 辐射度	W/(sr·m <sup>2</sup> )				
6-15	辐[射]出[射] 度	W/m <sup>2</sup>				
6-16	辐[射]照度	W/m <sup>2</sup>				
6-29	发光强度	cd 坎[德拉]				
6-30	光通量	lm 流[明]				
6-31	光量	lm·s				1lm·h = 3600lm·s (准确值)
6-32	[光]亮度	cd/m <sup>2</sup>				
6-33	光出射度	lm/m <sup>2</sup>				
6-34	[光]照度	lx 勒[克斯]				
6-35	曝光量	lx·s				
6-36.1	光视效能	lm/W				
第Ⅵ部分:GB 3102.7《声学的量和单位》						
7-1	周期	s	ms μs			
7-2	频率	Hz	MHz kHz			
7-5	波长	m	mm			
7-8	体积质量 [质量]密度	kg/m <sup>3</sup>				
7.9.1	静压	Pa	mPa μPa			
7.9.2	(瞬时)声压					
7-11	(瞬时)[声]质 点速度	m/s	mm/s			

表 A.1(续)

在 GB 3102.1 ~3102.13 中 的项号	量	SI 单位	SI 单位的 倍数单位 的选择	SI 以外的单位		备注和有关用于专门 领域的单位的介绍
				单 位	(5)栏的倍 数单位	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
7-13	(瞬时)体积流 量,(体积速度)	$\text{m}^3/\text{s}$				
7-14.1	声速,(相速)	$\text{m/s}$				
7-16	声功率	$\text{W}$	$\text{kW}$  $\text{mW}$ $\mu\text{W}$ $\text{pW}$			
7-17	声强[度]	$\text{W}/\text{m}^2$	$\text{mW}/\text{m}^2$ $\mu\text{W}/\text{m}^2$ $\text{pW}/\text{m}^2$			
7-18.1	声阻抗	$\text{Pa}\cdot\text{s}/\text{m}^3$				
7-27.1	力阻抗	$\text{N}\cdot\text{s}/\text{m}$				
7-32.1	声阻抗率	$\text{Pa}\cdot\text{s}/\text{m}$				
7-33	声压级					$\text{B}$ (贝[尔]), $\text{dB}$ (分贝), $1\text{dB}=10^{-1}\text{B}$
7-35	声功率级					
7-46	隔声量					
7-47	吸声量	$\text{m}^2$				
7-48	混响时间	$\text{s}$				

注:表 A.1 中 SI 以外的单位,是表示由于实用中的重要性或由于专门领域的需要得到 CIPM 承认的 SI 以外的单位。

本标准规定了优先数系。本标准适用于各种量值的分级,特别是在确定产品的参数或参数系列时,应按本标准规定的基本系列值选用。

优先数系是公比为 $\sqrt[5]{10}$ 、 $\sqrt[10]{10}$ 、 $\sqrt[20]{10}$ 、 $\sqrt[40]{10}$ 、 $\sqrt[80]{10}$ ,且项值中含有10的整数幂的几何级数的常用圆整值。表1(基本系列)和表2(补充系列R80)中列出的1~10这个范围与其一致,这个优先数系可向两个方向无限延伸,表中值乘以10的正整数幂或负整数幂后即可得其他十进制项值。

优先数是符合R5、R10、R20、R40和R80系列的圆整值(见表1第1~第4列和表2)。

1 优先数系基本系列

R5、R10、R20和R40四个系列是优先数系中的常用系列(见表1)。

注:1 基本系列中的优先数常用值,对计算值的相对误差在+1.26%~−1.01%范围内。各系列的公比为:

R5: $q_5=(\sqrt[5]{10})\approx 1.60$

R10: $q_{10}=(\sqrt[10]{10})\approx 1.25$

R20: $q_{20}=(\sqrt[20]{10})\approx 1.12$

R40: $q_{40}=(\sqrt[40]{10})\approx 1.06$

2 常用值的相对误差= $\frac{\text{常用值}-\text{计算值}}{\text{计算值}}\times 100\%$ 。

2 优先数系补充系列R80

R80系列称为补充的系列(见表2),它的公比 $q_{80}=(\sqrt[80]{10})\approx 1.03$ ,仅在参数分级很细或基本系列中的优先数不能适应实际情况时,才可考虑采用。

表 1 基本系列

基本系列(常用值)				序号	理 论 值		基本系列和计算值 间的相对误差, %
R5	R10	R20	R40		对数尾数	计算值	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1.00	1.00	1.00	1.00	0	000	1.0000	0
			1.06	1	025	1.0593	+0.07
			1.12	2	050	1.1220	−0.18
			1.18	3	075	1.1885	−0.71
			1.25	4	100	1.2589	−0.71
			1.32	5	125	1.3335	−1.01
			1.40	6	150	1.4125	−0.88
			1.50	7	175	1.4962	+0.25
			1.60	8	200	1.5849	+0.95
			1.70	9	225	1.6788	+1.26

表 1(续)

基本系列(常用值)				序号	理 论 值		基本系列和计算值 间的相对误差, %
R5	R10	R20	R40		对数尾数	计算值	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
2.50	2.00	1.80	1.80	10	250	1.7783	+1.22
			1.90	11	275	1.8836	+0.87
		2.00	2.00	12	300	1.9953	+0.24
			2.12	13	325	2.1135	+0.31
		2.24	2.24	14	350	2.2387	+0.06
	2.50		2.36	15	375	2.3714	-0.48
		2.50	2.50	16	400	2.5119	-0.47
			2.65	17	425	2.6607	-0.40
			2.80	18	450	2.8184	-0.65
			3.00	19	475	2.9854	+0.49
4.00	3.15	3.15	3.15	20	500	3.1623	-0.39
			3.35	21	525	3.3497	+0.01
			3.55	22	550	3.5481	+0.05
			3.75	23	575	3.7584	-0.22
	4.00	4.00	4.00	24	600	3.9811	+0.47
			4.25	25	625	4.2170	+0.78
			4.50	26	650	4.4668	+0.74
			4.75	27	675	4.7315	+0.39
	5.00	5.00	5.00	28	700	5.0119	-0.24
			5.30	29	725	5.3088	-0.17
		5.60	30	750	5.6234	-0.42	
		6.00	31	775	5.9566	+0.73	
6.30	6.30	6.30	6.30	32	800	6.3096	-0.15
			6.70	33	825	6.6834	+0.25
		7.10	7.10	34	850	7.0795	+0.29
	8.00		7.50	35	875	7.4989	+0.01
		8.00	8.00	36	900	7.9433	+0.71
			8.50	37	925	8.4140	+1.02
		9.00	9.00	38	950	8.9125	+0.98
10.00	10.00	9.50	39	975	9.4406	+0.63	
		10.00	40	000	10.0000	0	

表 2 补充系列 R80

1.00	1.25	1.60	2.00	2.50	3.15	4.00	5.00	6.30	8.00
1.03	1.28	1.65	2.06	2.58	3.25	4.12	5.15	6.50	8.25
1.06	1.32	1.70	2.12	2.65	3.35	4.25	5.30	6.70	8.50
1.09	1.36	1.75	2.18	2.72	3.45	4.37	5.45	6.90	8.75
1.12	1.40	1.80	2.24	2.80	3.55	4.50	5.60	7.10	9.00
1.15	1.45	1.85	2.30	2.90	3.65	4.62	5.80	7.30	9.25
1.18	1.50	1.90	2.35	3.00	3.75	4.75	6.00	7.50	9.50
1.22	1.55	1.95	2.43	3.07	3.85	4.87	6.15	7.75	9.75

3 优先数系派生系列

3.1 派生系列是从基本系列或补充系列  $R_r$  中,每  $p$  项取值导出的系列,以  $R_{r/p}$  表示,比值  $r/p$  是 1~10、10~100 等各个十进制数内项值的分级数。

派生系列的公比为:

$$q_{r/p} = q_r^p = (\sqrt[p]{10})^p = 10^{p/r}$$

比值  $r/p$  相等的派生系列具有相同的公比,但其项值是多义的。例如,派生系列  $R_{10/3}$  的公比  $q_{10/3} = 10^{3/10} = 1.2589^3 \approx 2$ ,可导出三种不同项值的系列:

- 1.00,2.00,4.00,8.00
- 1.25,2.50,5.00,10.0
- 1.60,3.15,6.30,12.5

3.2 派生系列的一般情况

设: $r$  是基本系列的指数, $r=5,10,20$  或 40。

$p$  是派生系列的间距,即组成派生系列时,在基本系列中所要求的间隔项数。

派生系列公比是:

$$10^{p/r}$$

此外,如  $N$  是正整数,则派生系列的标志项是:

$$10^{N/40}$$

则派生系列记为:

$$R_{r/p}(\cdots 10^{N/40} \cdots)$$

最后,如  $X$  是任意整数(正、零或负整数),则派生系列的任意项为:

$$10^{N/40} \times 10^{(p/r)X} = 10^{(\frac{N}{40} + \frac{pX}{r})}$$

# 标准尺寸

根据 GB/T 2822—2005

1 本标准规定了0.01~20000mm 范围内机械制造业中常用的标准尺寸(直径、长度、高度等)系列,适用于有互换性或系列化要求的主要尺寸(如安装、连接尺寸、有公差要求的配合尺寸,决定产品系列的公称尺寸等)。其他结构尺寸也应尽量采用。对于由主要尺寸导出的因变量尺寸和工艺上工序间的尺寸,不受本标准限制。对已有专用标准规定的尺寸,可按专用标准选用。

2 尺寸0.01~20000mm 范围规定的系列见表1所示。表中列出的标准尺寸,是根据 GB/T 321 和《优先数和优先数化整值系列的选用指南》(GB/T 19764)选用的优先数及其化整值系列。选用优先数化整值系列规定的标准尺寸用 R' 表示。

3 选择标准尺寸系列及单个尺寸时,应首先在优先数系 R 系列中选取。应按 R10、R20、R40 的顺序,优先选用公比较大的基本系列及其单值。如果必须将数值圆整,可在相应的 R' 系列中选用标准尺寸,其优选顺序为 R'5、R'10、R'20、R'40。

4 除表1中列出的基本系列外,可采用某个基本系列导出的派生系列,也可采用复合系列。

表 1

0.01~0.1mm			0.1~1.0mm				1.0~10.0mm			
R'			R		R'		R		R'	
R'5	R'10	R'20	R10	R20	R'10	R'20	R10	R20	R'10	R'20
0.010	0.010	0.010	0.100	0.100	0.10	0.10	1.00	1.00	1.0	1.0
		0.011		0.112				1.12		1.1
		0.012		0.125				1.25		1.2
		0.014		0.140				1.40		1.4
0.016	0.016	0.016	0.160	0.160	0.16	0.16	1.60	1.60	1.6	1.6
		0.018		0.180				1.80		1.8
		0.020		0.200				2.00		2.0
		0.022		0.224				2.24		2.2
0.025	0.025	0.025	0.250	0.250	0.25	0.25	2.50	2.50	2.5	2.5
		0.028		0.280				2.80		2.8
		0.030		0.315				3.15		3.0
		0.035		0.355				3.55		3.5
0.040	0.040	0.040	0.400	0.400	0.40	0.40	4.00	4.00	4.0	4.0
		0.045		0.450				4.50		4.5
		0.050		0.500				5.00		5.0
		0.055		0.560				5.60		5.5
0.060	0.060	0.060	0.630	0.630	0.60	0.60	6.30	6.30	6.0	6.0
		0.070		0.710				7.10		7.0
		0.080		0.800				8.00		8.0
		0.090		0.900				9.00		9.0
0.100	0.100	0.100	1.000	1.000	1.00	1.00	10.00	10.00	10.0	10.0



表 1(续)

10~100mm						100~1000mm						1000~10000mm		
R			R'			R			R'			R		
R10	R20	R40	R'10	R'20	R'40	R10	R20	R40	R'10	R'20	R'40	R10	R20	R40
10.0	10.0		10	10		100	100	100	100	100	100	1000	1000	1000
	11.2			11				106			105			1060
							112	112		110	110		1120	1120
								118			120			1180
12.5	12.5	12.5	12	12	12	125	125	125	125	125	125	1250	1250	1250
		13.2			13			132			130			1320
	14.0	14.0		14	14		140	140		140	140		1400	1400
		15.0			15			150			150			1500
16.0	16.0	16.0	16	16	16	160	160	160	160	160	160	1600	1600	1600
		17.0			17			170			170			1700
	18.0	18.0		18	18		180	180		180	180		1800	1800
		19.0			19			190			190			1900
20.0	20.0	20.0	20	20	20	200	200	200	200	200	200	2000	2000	2000
		21.2			21			212			210			2120
	22.4	22.4		22	22		224	224		220	220		2240	2240
		23.6			24			236			240			2360
25.0	25.0	25.0	25	25	25	250	250	250	250	250	250	2500	2500	2500
		26.5			26			265			260			2650
	28.0	28.0		28	28		280	280		280	280		2800	2800
		30.0			30			300			300			3000
31.5	31.5	31.5	32	32	32	315	315	315	320	320	320	3150	3150	3150
		33.5			34			335			340			3350
	35.5	35.5		36	36		355	355		360	360		3550	3550
		37.5			38			375			380			3750
40.0	40.0	40.0	40	40	40	400	400	400	400	400	400	4000	4000	4000
		42.5			42			425			420			4250
	45.0	45.0		45	45		450	450		450	450		4500	4500
		47.5			48			475			480			4750
50.0	50.0	50.0	50	50	50	500	500	500	500	500	500	5000	5000	5000
		53.0			53			530			530			5300
	56.0	56.0		56	56		560	560		560	560		5600	5600
		60.0			60			600			600			6000
63.0	63.0	63.0	63	63	63	630	630	630	630	630	630	6300	6300	6300
		67.0			67			670			670			6700
	71.0	71.0		71	71		710	710		710	710		7100	7100
		75.0			75			750			750			7500
80.0	80.0	80.0	80	80	80	800	800	800	800	800	800	8000	8000	8000
		85.0			85			850			850			8500
	90.0	90.0		90	90		900	900		900	900		9000	9000
		95.0			95			950			950			9500
100.0	100.0	100.0	100	100	100	1000	1000	1000	1000	1000	1000	10000	10000	10000

表 1(续)

10000~20000mm		
R		
R10	R20	R40
10000	10000	10000
		10600
	11200	11200
		11800
12500	12500	12500
		13200
	14000	14000
		15000
16000	16000	16000
		17000
	18000	18000
		19000
20000	20000	20000

注：R'系列中的黑体字，为 R 系列相应各项优先数的化整值。

本标准规定了机械工程一般用途圆锥的锥度与锥角系列。本标准仅适用于光滑圆锥,不适用于锥螺纹、伞齿轮等。圆锥表面尺寸和公差注法见《技术制图 圆锥的尺寸和公差注法》(GB/T 15754)。

## 1 定义

1.1 圆锥表面 与轴线成一定角度,且一端相交于轴线的一条直线段(母线),围绕着该轴线旋转形成的表面(见图 1)。

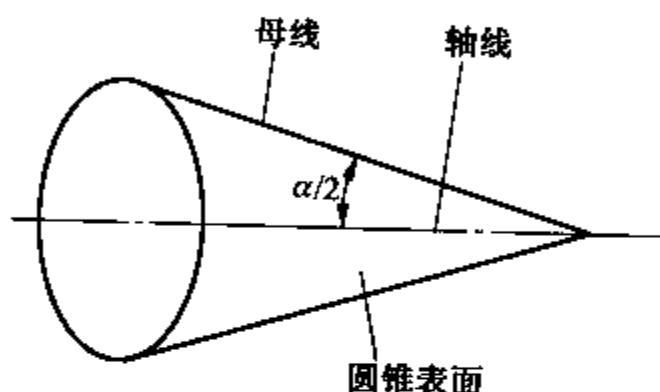


图 1

1.2 圆锥 由圆锥表面与一定尺寸所限定的几何体。

1.3 圆锥角( $\alpha$ ) 在通过圆锥轴线的截面内,两条素线间的夹角(见图 2)。

1.4 锥度( $C$ ) 两个垂直圆锥轴线截面的圆锥直径  $D$  和  $d$  之差与该两截面之间的轴向距离  $L$  之比(见图 2)。

$$C = \frac{D - d}{L}$$

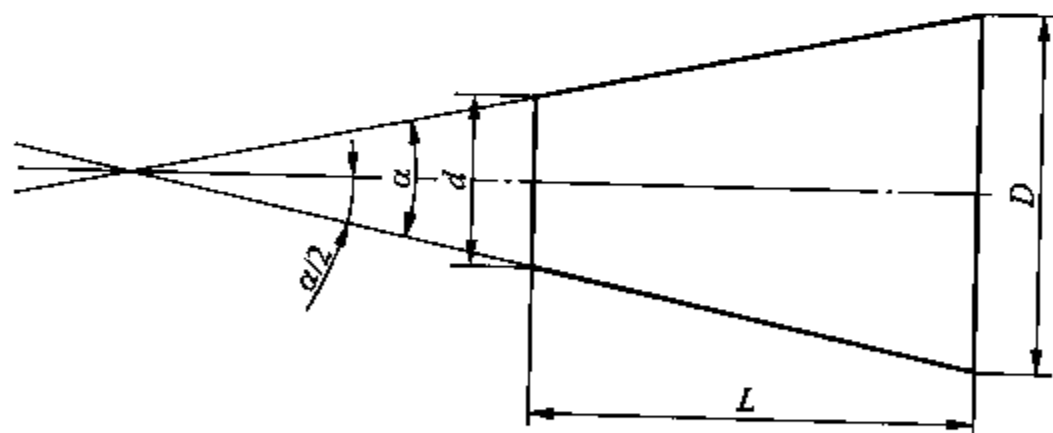


图 2

锥度  $C$  与圆锥角  $\alpha$  的关系为

$$C = 2 \tan \frac{\alpha}{2} = 1 : \frac{1}{2} \cot \frac{\alpha}{2}$$

锥度一般用比例或分式形式表示。

## 2 系列

2.1 一般用途圆锥的锥度与锥角系列见表 1。选用时,应优先选用系列 1,其次选用系列 2。

表 1 一般用途圆锥的锥度与锥角

基 本 值		推 算 值			
系列 1	系列 2	圆 锥 角 $\alpha$			锥度 C
		(°)(′)(″)	(°)	rad	
120°		—	—	2.09439510	1:0.2886751
90°		—	—	1.57079633	1:0.5000000
	75°	—	—	1.30899694	1:0.6516127
60°		—	—	1.04719755	1:0.8660254
45°		—	—	0.78539816	1:1.2071068
30°		—	—	0.52359878	1:1.8660254
1:3		18°55′28.7199″	18.92464442°	0.33029735	—
	1:4	14°15′0.1177″	14.25003270°	0.24870999	—
1:5		11°25′16.2706″	11.42118627°	0.19933730	—
	1:6	9°31′38.2202″	9.52728338°	0.16628246	—
	1:7	8°10′16.4408″	8.17123356°	0.14261493	—
	1:8	7°9′9.6075″	7.15266875°	0.12483762	—
1:10		5°43′29.3176″	5.72481045°	0.09991679	—
	1:12	4°46′18.7970″	4.77188806°	0.08328516	—
	1:15	3°49′5.8975″	3.81830487°	0.06664199	—
1:20		2°51′51.0925″	2.86419237°	0.04998959	—
1:30		1°54′34.8570″	1.90968251°	0.03333025	—
1:50		1°8′45.1586″	1.14587740°	0.01999933	—
1:100		0°34′22.6309″	0.57295302°	0.00999992	—
1:200		0°17′11.3219″	0.28647830°	0.00499999	—
1:500		0°6′52.5295″	0.11459152°	0.00200000	—

注：系列 1 中 120°~1:3 的数值近似按 R10/2 优先数系列，1:5~1:500 按 R10/3 优先数系列（见 GB/T 321）。

2.2 特定用途的圆锥参数见表2；主要用于表中右边最后一栏所指定的用途。

2.3 为了便于圆锥件的设计、生产和控制，表1、表2中给出了圆锥角或锥度的推算值，其有效位数可按需要确定。

表 2 特定用途的圆锥

基本值	推 算 值				用途
	圆锥角 $\alpha$			锥度 C	
	(°)(′)(″)	(°)	rad		
11°54′	—	—	0.20769418	1:4.7974511	纺织机械 和附件
8°40′	—	—	0.15126187	1:6.5984415	
7°	—	—	0.12217305	1:8.1749277	
1:38	1°30′27.7080″	1.50769667°	0.02631427	—	
1:64	0°53′42.8220″	0.89522834°	0.01562468	—	
7:24	16°35′39.4443″	16.59429008°	0.28962500	1:3.4285714	机床主轴 工具配合
1:12.262	4°40′12.1514″	4.67004205°	0.08150761	—	贾各锥度 No.2
1:12.972	4°24′52.9039″	4.41469552°	0.07705097	—	贾各锥度 No.1
1:15.748	3°38′13.4429″	3.63706747°	0.06347880	—	贾各锥度 No.33
6:100	3°26′12.1776″	3.43671600°	0.05998201	1:16.6666667	医疗设备
1:18.779	3°3′1.2070″	3.05033527°	0.05323839	—	贾各锥度 No.3
1:19.002	3°0′52.3956″	3.01455434°	0.05261390	—	莫氏锥度 No.5
1:19.180	2°59′11.7258″	2.98659050°	0.05212584	—	莫氏锥度 No.6
1:19.212	2°58′53.8255″	2.98161820°	0.05203905	—	莫氏锥度 No.0
1:19.254	2°58′30.4217″	2.97511713°	0.05192559	—	莫氏锥度 No.4
1:19.264	2°58′24.8644″	2.97357343°	0.05189865	—	贾各锥度 No.6
1:19.922	2°52′31.4463″	2.87540176°	0.05018523	—	莫氏锥度 No.3
1:20.020	2°51′40.7960″	2.86133223°	0.04993967	—	莫氏锥度 No.2
1:20.047	2°51′26.9283″	2.85748008°	0.04987244	—	莫氏锥度 No.1
1:20.288	2°49′24.7802″	2.82355006°	0.04928025	—	贾各锥度 No.0
1:23.904	2°23′47.6244″	2.39656232°	0.04182790	—	布朗夏普锥度 No.1 至 No.3
1:28	2°2′45.8174″	2.04606038°	0.03571049	—	复苏器(医用)
1:36	1°35′29.2096″	1.59114711°	0.02777599	—	麻醉器具
1:40	1°25′56.3516″	1.43231989°	0.02499870	—	

本标准规定了一般用途棱体的角度和斜度系列。角度系列从  $120^\circ \sim 0^\circ 30'$ , 斜度系列从  $1:10 \sim 1:500$ 。本标准适用于一般机械工程。

## 1 定义

1.1 棱体 由两个相交平面与一定尺寸所限定的几何体(见图1)。

注:这两个相交平面称为“棱面”,当有配合要求时称为“棱体的配合面”。两棱面的交线称为“棱边”。

1.2 多棱体 由几对相交平面与一定尺寸所限定的几何体(见图2)。

注:1 由两对相交平面与一定尺寸所限定的是双棱体(见图2)。

2 当各对平面相交到一点时,该多棱体是棱锥体(见图3)。

1.3 楔体 小角度的棱体。

1.4 导棱体、V形体、燕尾体 特定的大角度棱体(见图4和图5)。

注:这些特定的棱体常用于机床的导轨。

1.5 棱体角( $\beta$ ) 两相交棱面间的夹角(见图1)。

注:棱体配合面间的夹角称为“棱体的配合角”。

1.6 棱体中心平面( $E_M$ ) 通过棱边平分棱体角  $\beta$  的平面(见图7)。

1.7 棱体高 在平行于棱边并垂直于一个棱面的某指定截面上测量的高度(如图6中的  $H$  和  $h$ )。

1.8 棱体厚 在平行于棱边并垂直于棱体中心平面  $E_M$  的某指定截面上测量的厚度(如图7中的  $T$  和  $t$ )。

1.9 棱体斜度( $S$ ) 两指定截面的棱体高  $H$  和  $h$  之差与该两截面之间的距离  $L$  之比(见图6)。

$$S = \frac{H-h}{L}$$

棱体斜度  $S$  与棱体角  $\beta$  的关系为:  $S = \tan \beta = 1 : \cot \beta$

1.10 棱体比率( $C_p$ ) 两指定截面的棱体厚  $T$  和  $t$  之差与该两截面之间的距离  $L$  之比(见图7)。

$$C_p = \frac{T-t}{L}$$

棱体比率  $C_p$  与棱体角  $\beta$  的关系为:  $C_p = 2 \tan \frac{\beta}{2} = 1 : \frac{1}{2} \cot \frac{\beta}{2}$

## 2 系列

2.1 一般用途棱体的角度与斜度系列规定于表1。选用棱体角时,应优先选用系列1,其次选用系列2。

2.2 特定用途棱体参数见表2,只用于表中右边最后一栏所指定的用途。

2.3 为便于棱体的设计、生产和控制,表中给出了棱体角和棱体斜度所对应的棱体比率、斜度和角度的推算值,其有效位数可按需要确定。

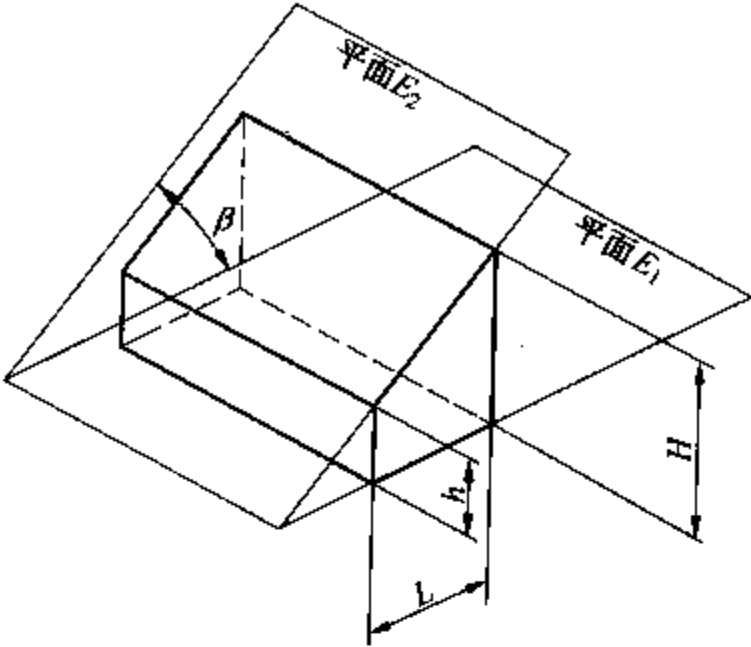


图 1 棱体或楔体

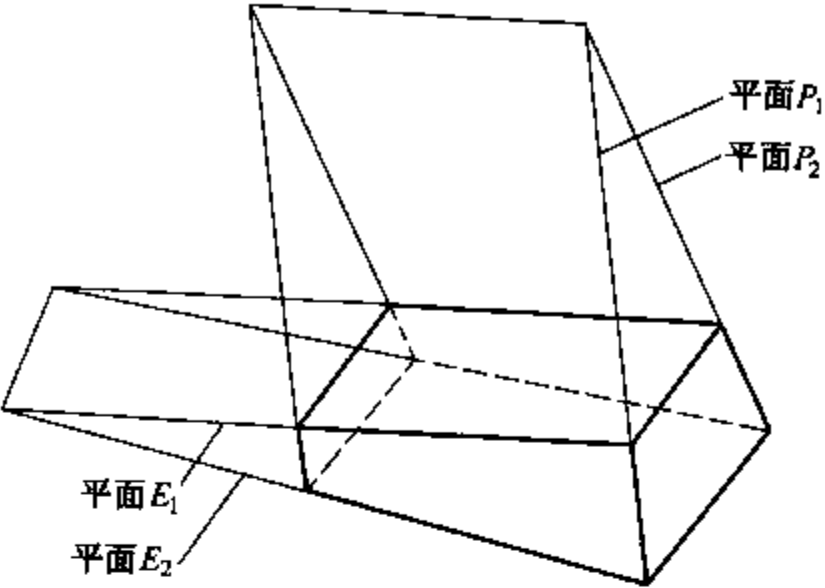


图 2 多(双)棱体

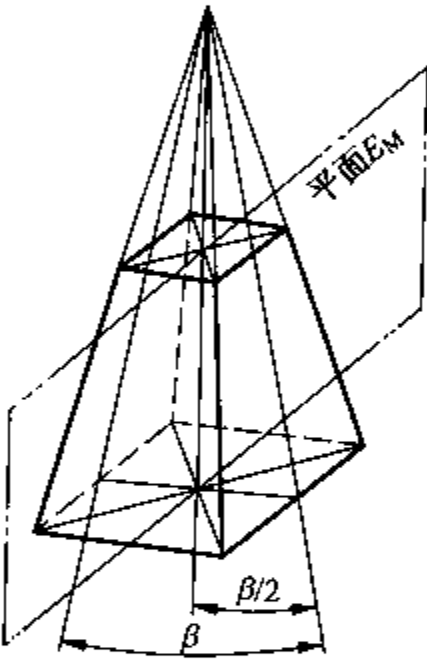


图 3 棱锥体

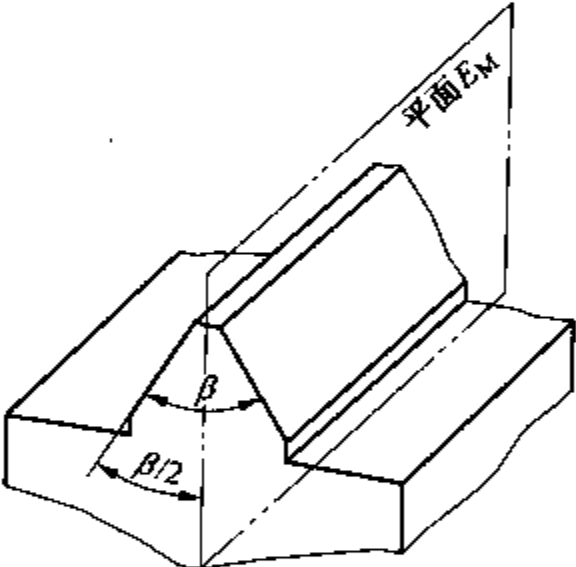


图 4 导棱体或 V 形体

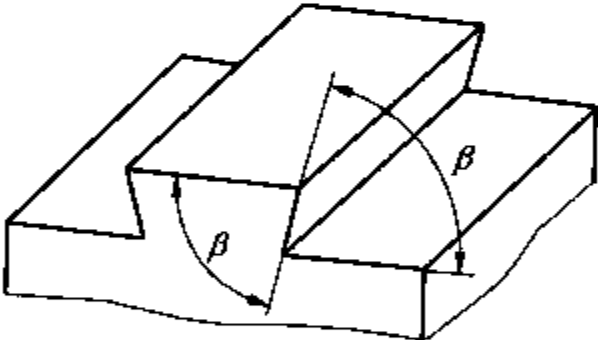


图 5 燕尾体

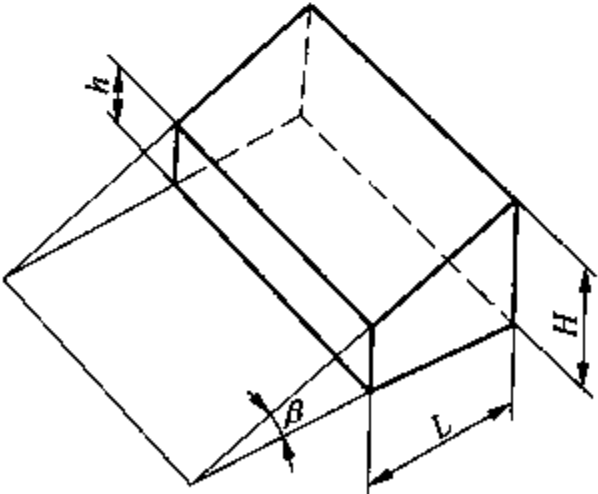


图 6 棱体高

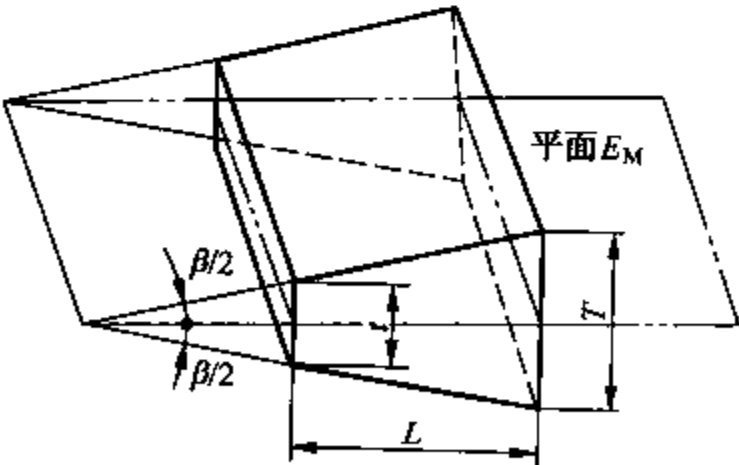


图 7 棱体厚

表 1 一般用途棱体的角度与斜度

基 本 值			推 算 值		
系列 1	系列 2	S	$C_p$	S	$\beta$
120°	—	—	1:0.288675	—	—
90°	—	—	1:0.500000	—	—
—	75°	—	1:0.651613	1:0.267949	—
60°	—	—	1:0.866025	1:0.577350	—
45°	—	—	1:1.207107	1:1.000000	—
—	40°	—	1:1.373739	1:1.191754	—
30°	—	—	1:1.866025	1:1.732051	—
20°	—	—	1:2.835641	1:2.747477	—
15°	—	—	1:3.797877	1:3.732051	—
—	10°	—	1:5.715026	1:5.671282	—
—	8°	—	1:7.150333	1:7.115370	—
—	7°	—	1:8.174928	1:8.144346	—
—	6°	—	1:9.540568	1:9.514364	—
—	—	1:10	—	—	5°42'38"
5°	—	—	1:11.451883	1:11.430052	—
—	4°	—	1:14.318127	1:14.300666	—
—	3°	—	1:19.094230	1:19.081137	—
—	—	1:20	—	—	2°51'44.7"
—	2°	—	1:28.644982	1:28.636253	—
—	—	1:50	—	—	1°8'44.7"
—	1°	—	1:57.294327	1:57.289962	—
—	—	1:100	—	—	0°34'25.5"
—	0°30'	—	1:114.590832	1:114.588650	—
—	—	1:200	—	—	0°17'11.3"
—	—	1:500	—	—	0°6'52.5"

表 2 特定用途的棱体

棱 体 角		推 算 值		用 途
$\beta$	$\beta/2$	$C_p$	S	
108°	54°	1:0.363271	—	V 形体
72°	36°	1:0.688191	—	
55°	27°30'	1:0.960491	1:0.700207	燕尾体
50°	25°	1:1.072253	1:0.839100	



球 面 半 径

根据 GB/T 6403.1—1986

1 一般机械零件的球面半径系列值按表 1, 优先选用表中第 1 系列。

表 1

mm

第 1 系列	第 2 系列	第 1 系列	第 2 系列	第 1 系列	第 2 系列	第 1 系列	第 2 系列	第 1 系列	第 2 系列	第 1 系列	第 2 系列
0.2		4.0		32		125		500		2000	
	0.3		5.0		36		140		560		2200
0.4		6.0		40		160		630		2500	
	0.5		8.0		45		180		710		2800
0.6		10		50		200		800		3200	
	0.8		12		56		220		900		
1.0		16		63		250		1000			
	1.2		18		71		280		1100		
1.6		20		80		320		1250			
	2.0		22		90		360		1400		
2.5		25		100		400		1600			
	3.0		28		110		450		1800		

2 球面半径的应用举例如图 1 所示。

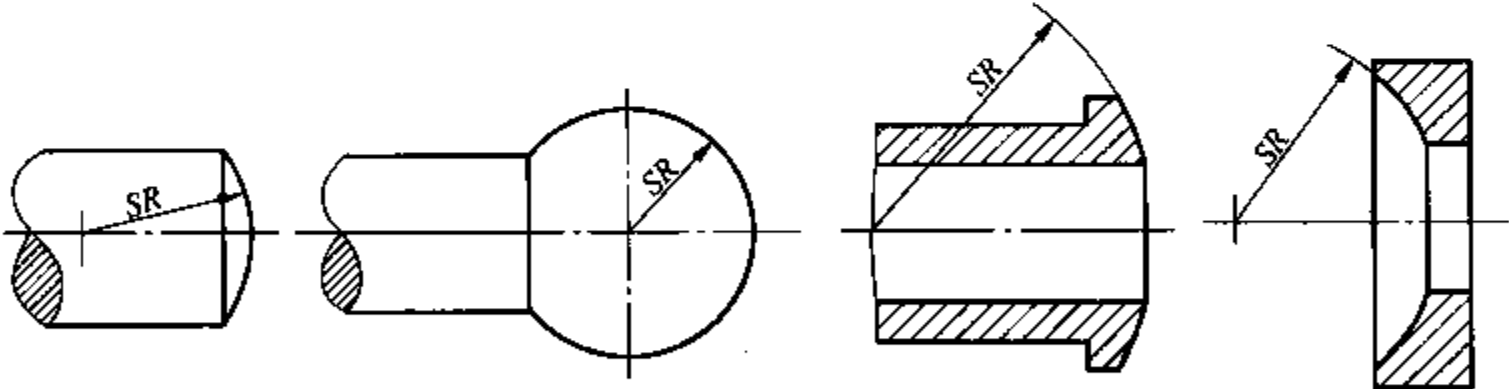


图 1

本标准适用于一般机械切削加工零件的外角和内角的倒圆、倒角。不适用于有特殊要求的倒圆、倒角。

1 倒圆、倒角型式如图 1 所示,其尺寸系列值按表 1。

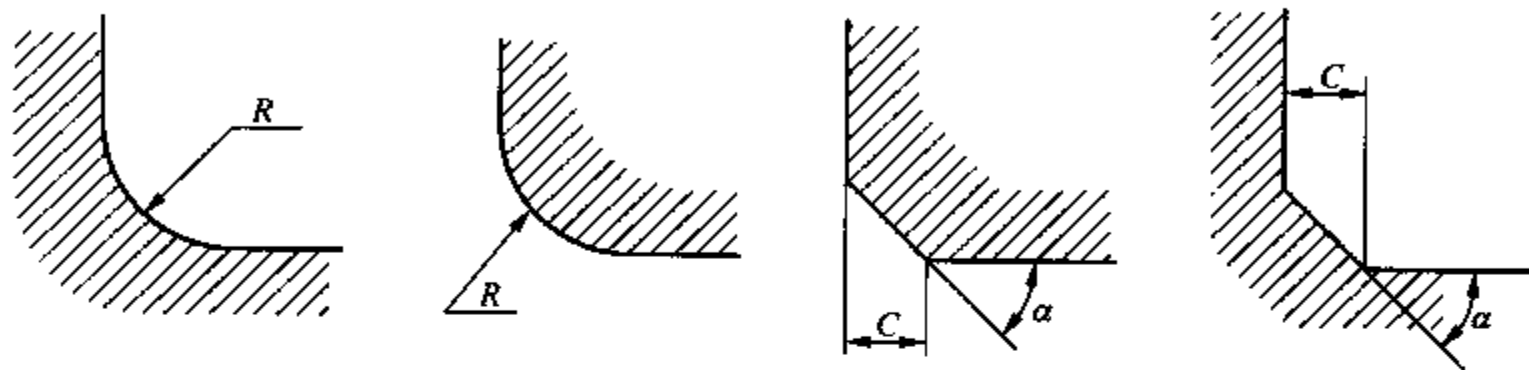


图 1

表 1

R 或 C	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.6	2.0	2.5	3.0
	4.0	5.0	6.0	8.0	10	12	16	20	25	32	40	50	—

mm

$\alpha$  一般采用  $45^\circ$ ,也可采用  $30^\circ$ 或  $60^\circ$ ,倒圆半径、倒角的尺寸标注按《机械制图 尺寸注法》(GB/T 4458.4)。

2 内角外角分别为倒圆、倒角(倒角为  $45^\circ$ )的四种装配方式如图 2 所示。 $R_1$ 、 $C_1$  的偏差为正; $R$ 、 $C$  的偏差为负。

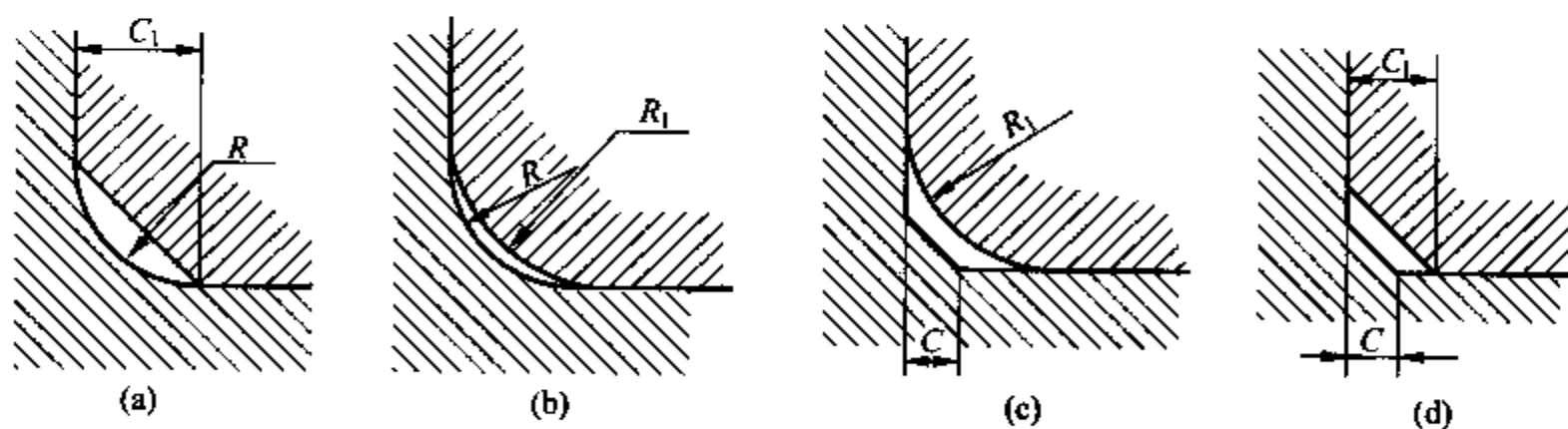


图 2

3  $R$ 、 $R_1$ 、 $C$ 、 $C_1$  应按以下要求确定:

3.1 内角倒圆,外角倒角时, $C_1 > R$ ,见图 2(a)。

3.2 内角倒圆,外角倒圆时, $R_1 > R$ ,见图 2(b)。

3.3 内角倒角,外角倒圆时, $C < 0.58R_1$ ,见图 2(c)。 $C_{max}$  与  $R_1$  的关系见附录 A。

3.4 内角倒角,外角倒角时, $C_1 > C$ ,见图 2(d)。

注:按上述关系装配时,内角与外角取值要适当,外角的倒圆或倒角过大会影响零件工作面;内角的倒圆或倒角过小会产生应力集中。

附录 A(规范性附录)  $C_{\max}$  与  $R_1$  的关系

本附录规定了内角倒角,外角倒圆(见图 A.1)时  $C$  的最大值  $C_{\max}$  与  $R_1$  的关系,见表 A.1。

表 A.1 mm

$R_1$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.6	2.0
$C_{\max}$	—	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0
$R_1$	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10	12	16	20	25
$C_{\max}$	1.2	1.6	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10	12

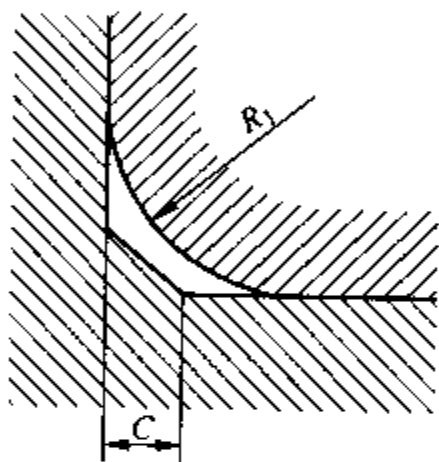


图 A.1

附录 B(资料性附录)  $C$  与  $R$  的推荐值

本附录给出了与直径  $\phi$  相应的倒角  $C$ 、倒圆  $R$  的推荐值,见表 B.1。

表 B.1 mm

$\phi$	~3	>3~6	>6~10	>10~18	>18~30	>30~50	>50~80	>80~120	>120~180
$C$ 或 $R$	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.6	2.0	2.5	3.0
$\phi$	>180~250	>250~320	>320~400	>400~500	>500~630	>630~800	>800~1000	>1000~1250	>1250~1600
$C$ 或 $R$	4.0	5.0	6.0	8.0	10	12	16	20	25

# 黑色金属硬度及强度换算值

根据 GB/T 1172—1999

本标准适用于碳钢、合金钢等钢种的硬度与强度的换算。

1 本标准所列换算值(见表 1、表 2)是对包括碳钢、铬钢、铬钒钢、铬镍钢、铬钼钢、铬镍钼钢、铬锰硅钢、超高强度钢、不锈钢等钢系中主要钢种进行实验的基础上制定的。

2 表 1 所列各钢系的换算值,适用于含碳量由低到高的钢种;表 2 主要适用于低碳钢。

3 本标准所列换算值只有当试件组织均匀一致时,才能得到较精确的结果,因此应尽量避免各种换算。

表 1

硬 度								抗 拉 强 度 $\sigma_b, \text{N/mm}^2$								
洛 氏		表面洛氏			维氏	布氏 ( $F/D^2=30$ )		碳钢	铬钢	铬钒 钢	铬镍 钢	铬钼 钢	铬镍 钼钢	铬锰 硅钢	超高 强度 钢	不锈钢
HRC	HRA	HR15N	HR30N	HR45N	HV	HBS	HBW									
20.0	60.2	68.8	40.7	19.2	226	225		774	742	736	782	747		781		740
20.5	60.4	69.0	41.2	19.8	228	227		784	751	744	787	753		788		749
21.0	60.7	69.3	41.7	20.4	230	229		793	760	753	792	760		794		758
21.5	61.0	69.5	42.2	21.0	233	232		803	769	761	797	767		801		767
22.0	61.2	69.8	42.6	21.5	235	234		813	779	770	803	774		809		777
22.5	61.5	70.0	43.1	22.1	238	237		823	788	779	809	781		816		786
23.0	61.7	70.3	43.6	22.7	241	240		833	798	788	815	789		824		796
23.5	62.0	70.6	44.0	23.3	244	242		843	808	797	822	797		832		806
24.0	62.2	70.8	44.5	23.9	247	245		854	818	807	829	805		840		816
24.5	62.5	71.1	45.0	24.5	250	248		864	828	816	836	813		848		826
25.0	62.8	71.4	45.5	25.1	253	251		875	838	826	843	822		856		837
25.5	63.0	71.6	45.9	25.7	256	254		886	848	837	851	831	850	865		847
26.0	63.3	71.9	46.4	26.3	259	257		897	859	847	859	840	859	874		858
26.5	63.5	72.2	46.9	26.9	262	260		908	870	858	867	850	869	883		868
27.0	63.8	72.4	47.3	27.5	266	263		919	880	869	876	860	879	893		879
27.5	64.0	72.7	47.8	28.1	269	266		930	891	880	885	870	890	902		890
28.0	64.3	73.0	48.3	28.7	273	269		942	902	892	894	880	901	912		901
28.5	64.6	73.3	48.7	29.3	276	273		954	914	903	904	891	912	922		913
29.0	64.8	73.5	49.2	29.9	280	276		965	925	915	914	902	923	933		924
29.5	65.1	73.8	49.7	30.5	284	280		977	937	928	924	913	935	943		936
30.0	65.3	74.1	50.2	31.1	288	283		989	948	940	935	924	947	954		947
30.5	65.6	74.4	50.6	31.7	292	287		1002	960	953	946	936	959	965		959
31.0	65.8	74.7	51.1	32.3	296	291		1014	972	966	957	948	972	977		971
31.5	66.1	74.9	51.6	32.9	300	294		1027	984	980	969	961	985	989		983
32.0	66.4	75.2	52.0	33.5	304	298		1039	996	993	981	974	999	1001		996
32.5	66.6	75.5	52.5	34.1	308	302		1052	1009	1007	994	987	1012	1013		1008

表 1(续)

硬 度								抗 拉 强 度 $\sigma_b, \text{N/mm}^2$								
洛 氏		表面洛氏			维氏	布氏 ( $F/D^2=30$ )		碳钢	铬钢	铬钒 钢	铬镍 钢	铬钼 钢	铬镍 钼钢	铬锰 硅钢	超高 强度 钢	不锈钢
HRC	HRA	HR15N	HR30N	HR45N	HV	HBS	HBW									
33.0	66.9	75.8	53.0	34.7	313	306		1065	1022	1022	1007	1001	1027	1026		1021
33.5	67.1	76.1	53.4	35.3	317	310		1078	1034	1036	1020	1015	1041	1039		1034
34.0	67.4	76.4	53.9	35.9	321	314		1092	1048	1051	1034	1029	1056	1052		1047
34.5	67.7	76.7	54.4	36.5	326	318		1105	1061	1067	1048	1043	1071	1066		1060
35.0	67.9	77.0	54.8	37.0	331	323		1119	1074	1082	1063	1058	1087	1079		1074
35.5	68.2	77.2	55.3	37.6	335	327		1133	1088	1098	1078	1074	1103	1094		1087
36.0	68.4	77.5	55.8	38.2	340	332		1147	1102	1114	1093	1090	1119	1108		1101
36.5	68.7	77.8	56.2	38.8	345	336		1162	1116	1131	1109	1106	1136	1123		1116
37.0	69.0	78.1	56.7	39.4	350	341		1177	1131	1148	1125	1122	1153	1139		1130
37.5	69.2	78.4	57.2	40.0	355	345		1192	1146	1165	1142	1139	1171	1155		1145
38.0	69.5	78.7	57.6	40.6	360	350		1207	1161	1183	1159	1157	1189	1171		1161
38.5	69.7	79.0	58.1	41.2	365	355		1222	1176	1201	1177	1174	1207	1187	1170	1176
39.0	70.0	79.3	58.6	41.8	371	360		1238	1192	1219	1195	1192	1226	1204	1195	1193
39.5	70.3	79.6	59.0	42.4	376	365		1254	1208	1238	1214	1211	1245	1222	1219	1209
40.0	70.5	79.9	59.5	43.0	381	370	370	1271	1225	1257	1233	1230	1265	1240	1243	1226
40.5	70.8	80.2	60.0	43.6	387	375	375	1288	1242	1276	1252	1249	1285	1258	1267	1244
41.0	71.1	80.5	60.4	44.2	393	380	381	1305	1260	1296	1273	1269	1306	1277	1290	1262
41.5	71.3	80.8	60.9	44.8	398	385	386	1322	1278	1317	1293	1289	1327	1296	1313	1280
42.0	71.6	81.1	61.3	45.4	404	391	392	1340	1296	1337	1314	1310	1348	1316	1336	1299
42.5	71.8	81.4	61.8	45.9	410	396	297	1359	1315	1358	1336	1331	1370	1336	1359	1319
43.0	72.1	81.7	62.3	46.5	416	401	403	1378	1335	1380	1358	1353	1392	1357	1381	1339
43.5	72.4	82.0	62.7	47.1	422	407	409	1397	1355	1401	1380	1375	1415	1378	1404	1361
44.0	72.6	82.3	63.2	47.7	428	413	415	1417	1376	1424	1404	1397	1439	1400	1427	1383
44.5	72.9	82.6	63.5	48.3	435	418	422	1438	1398	1446	1427	1420	1462	1422	1450	1405
45.0	73.2	82.9	64.1	48.9	441	424	428	1459	1420	1469	1451	1444	1487	1445	1473	1429
45.5	73.4	83.2	64.6	49.5	448	430	435	1481	1444	1493	1476	1468	1512	1469	1496	1453
46.0	73.7	83.5	65.0	50.1	454	436	441	1503	1468	1517	1502	1492	1537	1493	1520	1479
46.5	73.9	83.7	65.5	50.7	461	442	448	1526	1493	1541	1527	1517	1563	1517	1544	1505
47.0	74.2	84.0	65.9	51.2	468	449	455	1550	1519	1566	1554	1542	1589	1543	1569	1533
47.5	74.5	84.3	66.4	51.8	475		463	1575	1546	1591	1581	1568	1616	1569	1594	1562
48.0	74.7	84.6	66.8	52.4	482		470	1600	1574	1617	1608	1595	1643	1595	1620	1592
48.5	75.0	84.9	67.3	53.0	489		478	1626	1603	1643	1636	1622	1671	1623	1646	1623
49.0	75.3	85.2	67.7	53.6	497		486	1653	1633	1670	1665	1649	1699	1651	1674	1655
49.5	75.5	85.5	68.2	54.2	504		494	1681	1665	1697	1695	1677	1728	1679	1702	1689
50.0	75.8	85.7	68.6	54.7	512		502	1710	1698	1724	1724	1706	1758	1709	1731	1725
50.5	76.1	86.0	69.1	55.3	520		510		1732	1752	1755	1735	1788	1739	1761	

表 1(续)

硬 度								抗 拉 强 度 $\sigma_b, \text{N/mm}^2$								
洛 氏		表面洛氏			维氏	布氏 ( $F/D^2=30$ )		碳钢	铬钢	铬钒 钢	铬镍 钢	铬钼 钢	铬镍 钼钢	铬锰 硅钢	超高 强度 钢	不锈钢
HRC	HRA	HR15N	HR30N	HR45N	HV	HBS	HBW									
51.0	76.3	86.3	69.5	55.9	527		518		1768	1780	1786	1764	1819	1770	1792	
51.5	76.6	86.6	70.0	56.5	535		527		1806	1809	1818	1794	1850	1801	1824	
52.0	76.9	86.8	70.4	57.1	544		535		1845	1839	1850	1825	1881	1834	1857	
52.5	77.1	87.1	70.9	57.6	552		544			1869	1883	1856	1914	1867	1892	
53.0	77.4	87.4	71.3	58.2	561		552			1899	1917	1888	1947	1901	1929	
53.5	77.7	87.6	71.8	58.8	569		561			1930	1951			1936	1966	
54.0	77.9	87.9	72.2	59.4	578		569			1961	1986			1971	2006	
54.5	78.2	88.1	72.6	59.9	587		577			1993	2022			2008	2047	
55.0	78.5	88.4	73.1	60.5	596		585			2026	2058			2045	2090	
55.5	78.7	88.6	73.5	61.1	606		593								2135	
56.0	79.0	88.9	73.9	61.7	615		601								2181	
56.5	79.3	89.1	74.4	62.2	625		608								2230	
57.0	79.5	89.4	74.8	62.8	635		616								2281	
57.5	79.8	89.6	75.2	63.4	645		622								2334	
58.0	80.1	89.8	75.6	63.9	655		628								2390	
58.5	80.3	90.0	76.1	64.5	666		634								2448	
59.0	80.6	90.2	76.5	65.1	676		639								2509	
59.5	80.9	90.4	76.9	65.6	687		643								2572	
60.0	81.2	90.6	77.3	66.2	698		647								2639	
60.5	81.4	90.8	77.7	66.8	710		650									
61.0	81.7	91.0	78.1	67.3	721											
61.5	82.0	91.2	78.6	67.9	733											
62.0	82.2	91.4	79.0	68.4	745											
62.5	82.5	91.5	79.4	69.0	757											
63.0	82.8	91.7	79.8	69.5	770											
63.5	83.1	91.8	80.2	70.1	782											
64.0	83.3	91.9	80.6	70.6	795											
64.5	83.6	92.1	81.0	71.2	809											
65.0	83.9	92.2	81.3	71.7	822											
65.5	84.1				836											
66.0	84.4				850											
66.5	84.7				865											
67.0	85.0				879											
67.5	85.2				894											
68.0	85.5				909											

表 2

硬 度							抗拉强度 $\sigma_b$ N/mm <sup>2</sup>	硬 度							抗拉强度 $\sigma_b$ N/mm <sup>2</sup>
洛氏	表面洛氏			维氏	布氏			洛氏	表面洛氏			维氏	布氏		
HRB	HR15T	HR30T	HR45T	HV	HBS			HRB	HR15T	HR30T	HR45T	HV	HBS		
					$F/D^2$ = 10	$F/D^2$ = 30							$F/D^2$ = 10	$F/D^2$ = 30	
60.0	80.4	56.1	30.4	105	102		375	80.0	85.9	68.9	51.0	146	133		498
60.5	80.5	56.4	30.9	105	102		377	80.5	86.1	69.2	51.6	148	134		503
61.0	80.7	56.7	31.4	106	103		379	81.0	86.2	69.5	52.1	149	136		508
61.5	80.8	57.1	31.9	107	103		381	81.5	86.3	69.8	52.6	151	137		513
62.0	80.9	57.4	32.4	108	104		382	82.0	86.5	70.2	53.1	152	138		518
62.5	81.1	57.7	32.9	108	104		384	82.5	86.6	70.5	53.6	154	140		523
63.0	81.2	58.0	33.5	109	105		386	83.0	86.8	70.8	54.1	156		152	529
63.5	81.4	58.3	34.0	110	105		388	83.5	86.9	71.1	54.7	157		154	534
64.0	81.5	58.7	34.5	110	106		390	84.0	87.0	71.4	55.2	159		155	540
64.5	81.6	59.0	35.0	111	106		393	84.5	87.2	71.8	55.7	161		156	546
65.0	81.8	59.3	35.5	112	107		395	85.0	87.3	72.1	56.2	163		158	551
65.5	81.9	59.6	36.1	113	107		397	85.5	87.5	72.4	56.7	165		159	557
66.0	82.1	59.9	36.6	114	108		399	86.0	87.6	72.7	57.2	166		161	563
66.5	82.2	60.3	37.1	115	108		402	86.5	87.7	73.0	57.8	168		163	570
67.0	82.3	60.6	37.6	115	109		404	87.0	87.9	73.4	58.3	170		164	576
67.5	82.5	60.9	38.1	116	110		407	87.5	88.0	73.7	58.8	172		166	582
68.0	82.6	61.2	38.6	117	110		409	88.0	88.1	74.0	59.3	174		168	589
68.5	82.7	61.5	39.2	118	111		412	88.5	88.3	74.3	59.8	176		170	596
69.0	82.9	61.9	39.7	119	112		415	89.0	88.4	74.6	60.3	178		172	603
69.5	83.0	62.2	40.2	120	112		418	89.5	88.6	75.0	60.9	180		174	609
70.0	83.2	62.5	40.7	121	113		421	90.0	88.7	75.3	61.4	183		176	617
70.5	83.3	62.8	41.2	122	114		424	90.5	88.8	75.6	61.9	185		178	624
71.0	83.4	63.1	41.7	123	115		427	91.0	89.0	75.9	62.4	187		180	631
71.5	83.6	63.5	42.3	124	115		430	91.5	89.1	76.2	62.9	189		182	639
72.0	83.7	63.8	42.8	125	116		433	92.0	89.3	76.6	63.4	191		184	646
72.5	83.9	64.1	43.3	126	117		437	92.5	89.4	76.9	64.0	194		187	654
73.0	84.0	64.4	43.8	128	118		440	93.0	89.5	77.2	64.5	196		189	662
73.5	84.1	64.7	44.3	129	119		444	93.5	89.7	77.5	65.0	199		192	670
74.0	84.3	65.1	44.8	130	120		447	94.0	89.8	77.8	65.5	201		195	678
74.5	84.4	65.4	45.4	131	121		451	94.5	89.9	78.2	66.0	203		197	686
75.0	84.5	65.7	45.9	132	122		455	95.0	90.1	78.5	66.5	206		200	695
75.5	84.7	66.0	46.4	134	123		459	95.5	90.2	78.8	67.1	208		203	703
76.0	84.8	66.3	46.9	135	124		463	96.0	90.4	79.1	67.6	211		206	712
76.5	85.0	66.6	47.4	136	125		467	96.5	90.5	79.4	68.1	214		209	721
77.0	85.1	67.0	47.9	138	126		471	97.0	90.6	79.8	68.6	216		212	730
								97.5	90.8	80.1	69.1	219		215	739
77.5	85.2	67.3	48.5	139	127		475	98.0	90.9	80.4	69.6	222		218	749
78.0	85.4	67.6	49.0	140	128		480	98.5	91.1	80.7	70.2	225		222	758
78.5	85.5	67.9	49.5	142	129		484	99.0	91.2	81.0	70.7	227		226	768
79.0	85.7	68.2	50.0	143	130		489	99.5	91.3	81.4	71.2	230		229	778
79.5	85.8	68.6	50.5	145	132		493	100.0	91.5	81.7	71.7	233		232	788

## 刚体转动件的平衡

### 1 一般概念

具有一定转速的转动件(或称转子),由于材料组织不均匀、零件外形的误差、装配误差以及结构形状局部不对称等原因,使通过转子质心的主惯性轴与旋转轴线不相重合,因而旋转时,转子产生不平衡离心力。离心力的大小与转子的质量、转子质心对旋转轴线的偏移量即偏心距以及转子的转速有关。

因此,对于重型或高转速的转子,即使具有很小的偏心距,也会引起非常大的不平衡的离心力,成为轴或轴承的磨损,机器或基础振动的主要原因之一。

转子不平衡有两种情况。

a) 静不平衡——转子主惯性轴与旋转轴线不相重合,但相互平行,即转子质心不在旋转轴线上,如图 1 所示。当转子旋转时,将产生不平衡的离心力。

b) 动不平衡——转子的主惯性轴与旋转轴线交错,且相交于转子的质心上,即转子的质心在旋转轴线上,如图 2 所示。这时转子虽处于静平衡状态,但转子旋转时,将产生一不平衡力矩。

在多数情况下,转子既存在静不平衡,又存在动不平衡,这种情况称静动不平衡。此时,转子主惯性轴与旋转轴线既不重合,又不平行,如图 3 所示。当转子旋转时,产生一个不平衡的离心力和一个力矩。

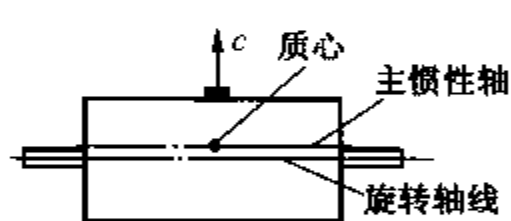


图 1

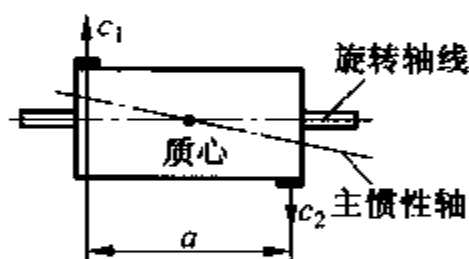


图 2

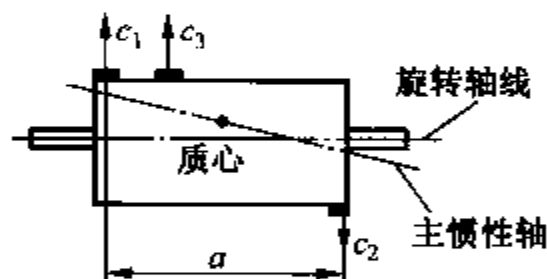


图 3

### 2 静不平衡

转子静不平衡只须在一个平面上(即校正平面)加(减)一个平衡量,就可以使转子达到平衡,故又称单面平衡。平衡量的数值和位置,在转子静力状态下确定,即将转子的轴颈搁置在水平刀刃支承上,加以观察,就可以看出其不平衡状态。质量较大的部分会向下转动,这种方法叫静平衡。

静平衡主要应用于转子端面之间的宽度比转子直径小得多的盘形转子,如齿轮、飞轮、皮带轮等。

### 3 动不平衡

转子动不平衡及静动不平衡必须在垂直于旋转轴的两个平面(即校正平面)内各加(减)一个平衡量,使转子达到平衡。平衡量的数值和位置,必须使转子在动力状态下,即转子在旋转的情况下确定,这种方法称动平衡。因需两个平面作平衡校正,故又称双面平衡。



动平衡主要应用于轴向长度较长的转子。校正平面应选择在间距尽可能最大的两个平面，为此，校正平面往往选择在转子的两个端面上。

转子动不平衡必须采用平衡试验机确定其平衡量的数值和位置，使转子平衡。该平衡机能辨一切静、动不平衡的分量，并指示出两个平衡面(端面)上不平衡量的位置和数值。

4 平衡品质等级与工作转速和许用不平衡度的关系

平衡品质等级  $G$  由许用不平衡度  $e_{\text{per}}(\mu\text{m})$  与转子最高工作角速度  $\omega(\text{rad/s})$  之积用 1000 除所得的值( $\text{mm/s}$ )来表示：

$$G = \frac{e_{\text{per}} \cdot \omega}{1000} \dots\dots\dots (1)$$

一般说来，转子质量  $m$  越大其许用不平衡量  $U_{\text{per}}$  也越大，因此可用式(2)所定义的许用不平衡度  $e_{\text{per}}$  来表示许用不平衡量与转子质量的关系：

$$e_{\text{per}} = \frac{U_{\text{per}}}{m} \dots\dots\dots (2)$$

在特殊情况下，即转子不平衡能简化为一个横截面内单个不平衡的等效系统而偶不平衡为零时，许用不平衡度  $e_{\text{per}}$  可与转子质心偏离轴线的许用质量偏心距等效。一般情况下，经双面平衡达到许用值后，等效质量偏心距  $e$  小于许用不平衡度  $e_{\text{per}}$ 。

平衡品质的等级规定为 11 级(见表 1)。表中每一个平衡品质等级包括从上限到零的许用不平衡度范围，平衡品质等级的上限由乘积  $e_{\text{per}} \cdot \omega$  确定，单位为  $\text{mm/s}$ ，平衡品质等级  $G$  由该乘积的值表示。

表 1 平衡品质等级表

平衡品质等级 $G$	G0.4	G1	G2.5	G6.3	G16	G40	G100	G250	G630	G1600	G4000
平衡品质等级值 $e_{\text{per}} \cdot \omega, \text{mm/s}$	$\leq 0.4$	$\leq 1$	$\leq 2.5$	$\leq 6.3$	$\leq 16$	$\leq 40$	$\leq 100$	$\leq 250$	$\leq 630$	$\leq 1600$	$\leq 4000$

按照本行业的具体情况，推荐选取 G16 和 G6.3 两档平衡品质等级。

G16:适用于所有机器零件、万向轴。G6.3:适用于飞轮，在运转平稳性上要求高的机器零件以及轴承负载能力有限的机器零件和机床零件。对于要求特别高的零件，还可以选取平衡品质等级 G2.5。

5 根据所选的平衡品质等级来确定许用不平衡量

由式(1)及式(2)导出：

$$e_{\text{per}} = 1000G / \omega \dots\dots\dots (3)$$

及 
$$U_{\text{per}} = e_{\text{per}} \cdot m \dots\dots\dots (4)$$

式中： $G$  ——平衡品质等级值， $\text{mm/s}$ ；  
 $\omega$  ——最高工作角速度， $\text{rad/s}$ ；( $\omega = 2\pi n / 60$ ， $n$  ——转速， $\text{r/min}$ )  
 $m$  ——转子质量， $\text{kg}$ ；  
 $e_{\text{per}}$  ——许用不平衡度， $\text{g} \cdot \text{mm/kg}$ ；  
 $U_{\text{per}}$  ——许用不平衡量， $\text{g} \cdot \text{mm}$ 。

## 6 转子许用不平衡量向校正平面的分配

### 6.1 单面(静)平衡

对于具有一个校正平面的转子,在该平面测量的许用不平衡量等于  $U_{\text{per}}$ 。

### 6.2 双面(动)平衡

本方法是适用于所有转子的通用方法。

令  $U_{\text{per I}}$  和  $U_{\text{per II}}$  分别为校正平面 I 和 II 上的许用不平衡量,其确定方法如下:

选择一个支承作为参考点,所有距离在该参考点到另一支承一侧时为正。

设支承间距为  $L$ ,参考支承到校正平面 I 的距离为  $a$ ,校正平面间距离为  $b$ (参见图 4)。

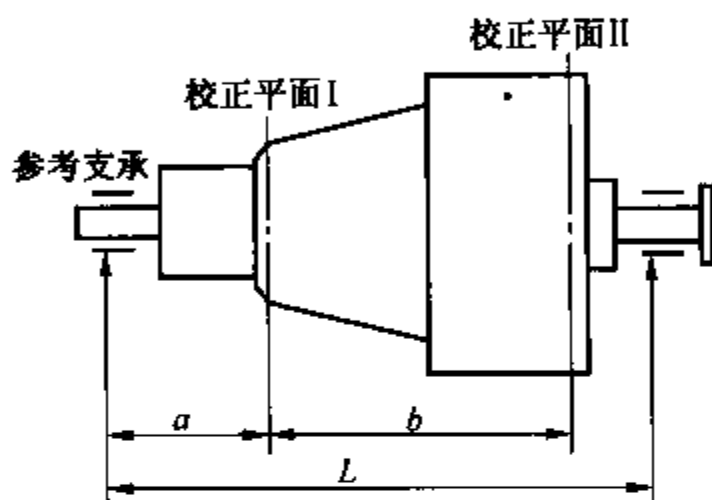


图 4 通用方法计算中所使用的转子参数

根据本节注 1 的定义确定参考支承的许用不平衡量与转子许用不平衡量  $U_{\text{per}}$  的比例为  $K$ ,则另一支承的许用不平衡量为  $(1-K)U_{\text{per}}$ ,两支承的许用不平衡量之和等于  $U_{\text{per}}$ 。

根据本节注 2 确定校正平面 II 及 I 上的许用不平衡量之比为  $R = U_{\text{per II}} / U_{\text{per I}}$ 。

按式(5)~式(8)计算  $U_{\text{per I}}$  的四个值:

$$U_{\text{per I}} = U_{\text{per}} \cdot \frac{KL}{(L-a) + R(L-a-b)} \quad (5)$$

$$U_{\text{per I}} = U_{\text{per}} \cdot \frac{KL}{(L-a) - R(L-a-b)} \quad (6)$$

$$U_{\text{per I}} = U_{\text{per}} \cdot \frac{(1-K)L}{a + R(a+b)} \quad (7)$$

$$U_{\text{per I}} = U_{\text{per}} \cdot \frac{(1-K)L}{a - R(a+b)} \quad (8)$$

从上述方程求得的值中选取绝对值最小的,作为校正平面 I 上的许用不平衡量  $U_{\text{per I}}$ 。

利用下式计算校正平面 II 上的许用不平衡量  $U_{\text{per II}}$ 。

$$U_{\text{per II}} = RU_{\text{per I}} \quad (9)$$

如果校正平面 I 及 II 上的剩余不平衡量都分别不超过  $U_{\text{per I}}$  和  $U_{\text{per II}}$ ,则转子具有所要求的平衡品质。

注:1  $K$  值取决于不同的设计及操作条件,多数情况下其值为 0.5;特殊情况下,如支承的载荷容量或刚度不同时,允许一支承相对于另一支承有不同的剩余不平衡量,这是需要的。这种情况下, $K$  值允许在 0.3 到 0.7 之间变化。 $K$  值的计算式为:

$K = \text{参考支承静载荷} / \text{总静载荷或转子质量}$

- 2 在实际应用的大多数场合,比例  $R$  应选为 1;特殊情况下,例如两个校正平面上的预期不平衡显著不同时,选用不同的  $R$  值更合适,各支承平面上的剩余不平衡量是独立于  $R$  值的。 $R$  值如超出 0.5~2.0 的范围是不实际的。 $R$  值的计算式为:

$R = \text{校正平面 I 与质心 S 间的距离} / \text{校正平面 II 与质心 S 间的距离}$

7 剩余不平衡量的确定

剩余不平衡量的确定应考虑下述各种误差。

7.1 仪器和测量方法的误差

在制造厂的平衡工艺过程及交货时由用户进行的平衡检验中,应该考虑由测量方法及测量设备所固有的不精确造成的可能误差。制造厂的平衡工艺必须保证转子剩余不平衡量低于适当的许用不平衡量,而用户验收的平衡检验应该允许有些偏差。所定的许用不平衡量  $U_{per}$  的许容偏差的大小取决于试验仪器的精度。作为实例,表 2 给出了适于两种情况的推荐许容偏差限。具体选用应由制造厂与用户协商确定。

表 2 许用不平衡量的许容偏差限

平衡品质等级	G0.4	G1	G2.5~G16
对转子制造厂家推荐 $U_{per}$ 的负偏差	-20%	-20%	-10%
对转子用户验收推荐 $U_{per}$ 的正偏差	+35%	+25%	+15%

7.2 驱动装置及附件的误差

在平衡过程中,特别是在检验剩余不平衡量时,必须考虑到与转子相联的驱动件可能带来较大的误差;此外用来支承不带自身轴承转子的支承装置也可能带来误差。下面列出了可能产生误差的实例,其中一些已在图 5 中标明:

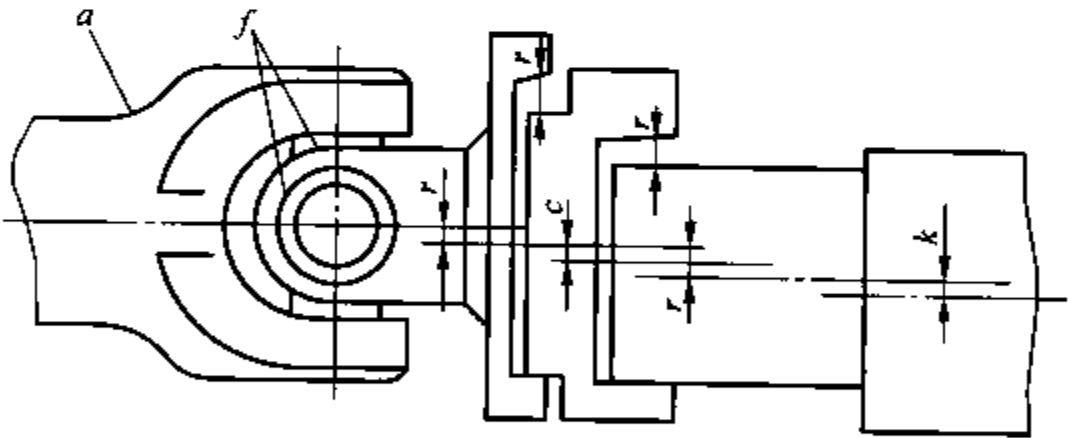


图 5 端驱动部件的误差来源

- a) 驱动轴固有不平衡;
- b) 心轴固有不平衡;
- c) 驱动元件的偏心及轴向跳动;
- d) 万向节的偏心及轴向跳动;
- e) 从动滚动轴承的偏心;
- f) 轴承安装的不对中;
- g) 轴颈及轴承表面的不同心;

- h) 经平衡后安装的滚动轴承的内圈的偏心及不垂直度;
- i) 转子带有两个以上的轴承;
- j) 键及键槽;
- k) 驱动连接部分的轴向及径向跳动;
- l) 拆卸及重新组装的误差;
- m) 零件松动;
- n) 溶液、固体夹杂物;
- o) 热及重力影响;
- p) 风阻力;
- q) 磁力影响;
- r) 安装间隙。

### 附录 A(资料性附录) 计算实例

本附录是 6.2 所给两校正平面转子许用不平衡量分配通用方法的数值计算实例。

转子种类:透平转子(参见图 A.1);平衡品质等级:G2.5;转子质量: $m = 3600\text{kg}$ ;工作转速: $n = 4950\text{r/min}$ 。

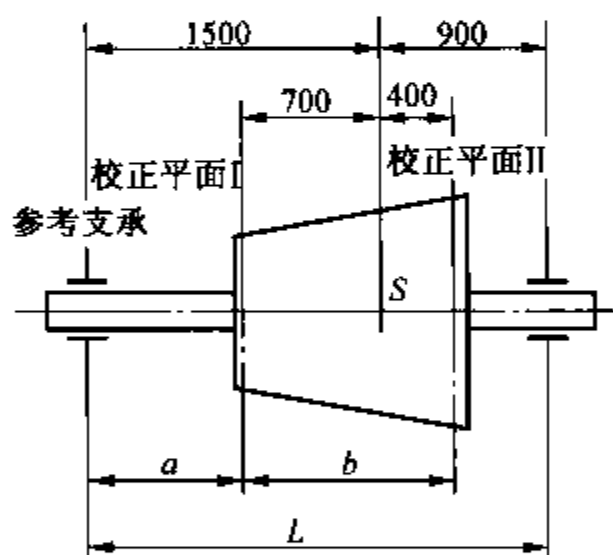


图 A.1 转子诸参数

许用不平衡度:

$$e_{\text{per}} = 2.5 \left( \frac{60}{2\pi \times 4950} \times 10^3 \right) \\ = 4.8 \text{g} \cdot \text{mm/kg}$$

许用不平衡量:

$$U_{\text{per}} = m \cdot e_{\text{per}} = 3600 \times 4.8 \\ = 17.3 \times 10^3 \text{g} \cdot \text{mm}$$

第一种情况:

$K = 0.5$ (参考支承处的许用不平衡量与转子许用不平衡量的比例系数)

$R = 1$ (两校正平面 I 及 II 上的许用不平衡量的比例系数)

根据式(5),  $U_{\text{per I}} = 9.9 \times 10^3 \text{ g} \cdot \text{mm}$

根据式(6),  $U_{\text{per I}} = 18.9 \times 10^3 \text{ g} \cdot \text{mm}$

根据式(7),  $U_{\text{per I}} = 7.7 \times 10^3 \text{ g} \cdot \text{mm}$

根据式(8),  $U_{\text{per I}} = -18.9 \times 10^3 \text{ g} \cdot \text{mm}$

其中绝对值最小的为:

$$U_{\text{per I}} = 7.7 \times 10^3 \text{ g} \cdot \text{mm}$$

又因  $U_{\text{per II}} = RU_{\text{per I}}$ , 故

$$U_{\text{per II}} = 7.7 \times 10^3 \text{ g} \cdot \text{mm}$$

转子许用不平衡量为:

$$U_{\text{per I}} + U_{\text{per II}} = 15.4 \times 10^3 \text{ g} \cdot \text{mm} < U_{\text{per}}$$

第二种情况:

$$K = \frac{900}{2400} = 0.375 \left( \frac{\text{参考支承静载荷}}{\text{总静载荷或转子质量}} \right)$$

$$R = \frac{700}{400} = 1.75 \left( \frac{\text{校正平面 I 与质心距离}}{\text{校正平面 II 与质心距离}} \right)$$

根据式(5)~式(8)分别有:

$$U_{\text{per I}} = 6.3 \times 10^3 \text{ g} \cdot \text{mm}$$

$$U_{\text{per I}} = 21.8 \times 10^3 \text{ g} \cdot \text{mm}$$

$$U_{\text{per I}} = 6.3 \times 10^3 \text{ g} \cdot \text{mm}$$

$$U_{\text{per I}} = -10.2 \times 10^3 \text{ g} \cdot \text{mm}$$

其中绝对值最小的为:

$$U_{\text{per I}} = 6.3 \times 10^3 \text{ g} \cdot \text{mm}$$

又因  $U_{\text{per II}} = RU_{\text{per I}}$ , 故

$$U_{\text{per II}} = 11.0 \times 10^3 \text{ g} \cdot \text{mm}$$

转子许用不平衡量为:

$$U_{\text{per I}} + U_{\text{per II}} = 17.3 \times 10^3 \text{ g} \cdot \text{mm} \leq U_{\text{per}}$$

## 附录 B(规范性附录) 转子平衡品质等级在图样上的标注方法

在刚性转子的零件图或部件图中标注转子平衡品质等级的规则如下:

- B.1 在图样的标题栏中应明确记入转子质量(单位:kg)。
- B.2 在图样的技术要求中应写明转子的最高工作转速(单位:r/min)。
- B.3 校正平面的位置应用细实线标出,并以尺寸线标明其与基准平面的距离;当校正平面与某一基准平面重合时,可以用尺寸界线表示校正平面的位置。
- B.4 单面(静)平衡以“○”号表示,双面(动)平衡以“⊖”号表示。
- B.5 平衡品质等级应记在由校正平面引出的指引线处,标注内容为平衡符号及平衡品质等级、校正方式。平衡品质等级后可用“:”号加注,对单面平衡可加注许用不平衡度或许用质量偏心距(参见图 B.1);对双面平衡可加注许用不平衡量(参见图 B.2)。双面平衡时,平衡品质等

级在任意一个校正平面上标注即可。

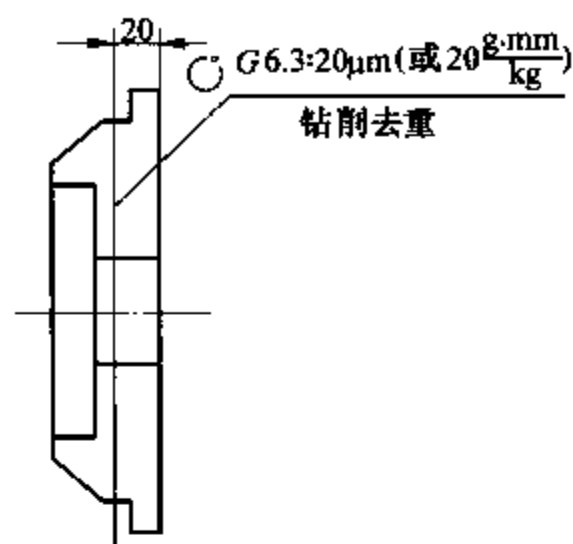


图 B.1 单面平衡

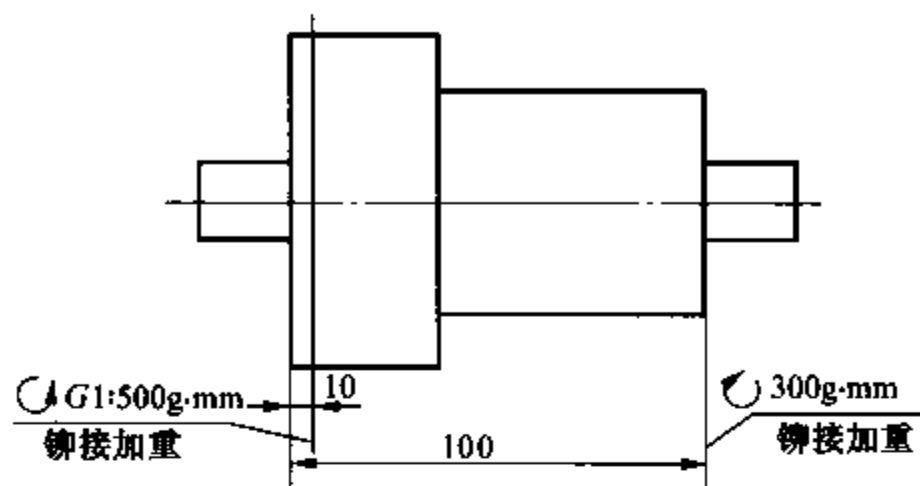


图 B.2 双面平衡

### 附录 C(资料性附录) 选择静平衡和动平衡的一般方法

关于转子是否需进行平衡,必须仔细考虑其必要性。为使转子达到平衡,将提高工件的加工成本。须知,由转子自身的不平衡引起的离心力,只是在较高转速的情况下才带来不利影响。

图 C.1 可作为选择静、动平衡的参考。其中  $b$ 、 $D$  和  $n$  分别表示转子的宽度、直径和每分钟转数。

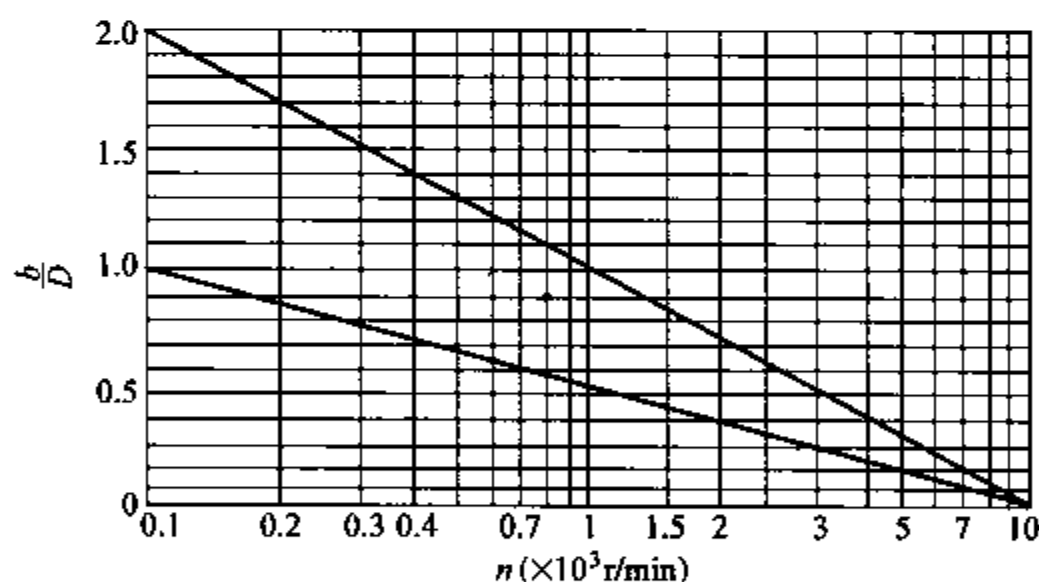


图 C.1

图 C.1 中的两条直线,大致表示静平衡的应用范围对零件的尺寸比  $\frac{b}{D}$  和每分钟转数  $n$  的关系。这里有两个极限,是因为:零件的转速  $n$  和宽径比  $\frac{b}{D}$ ,并不是决定静平衡应用范围的唯一因素。

一般在下斜线以下时,只考虑静平衡。上斜线以上时,要进行动平衡。在两斜线之间时,需根据转子的质量、制造工艺、加工情况以及转子轴承间的距离等因素,来确定是否需要进行动平衡。

附录 D(资料性附录) 确定剩余不平衡量的列线图

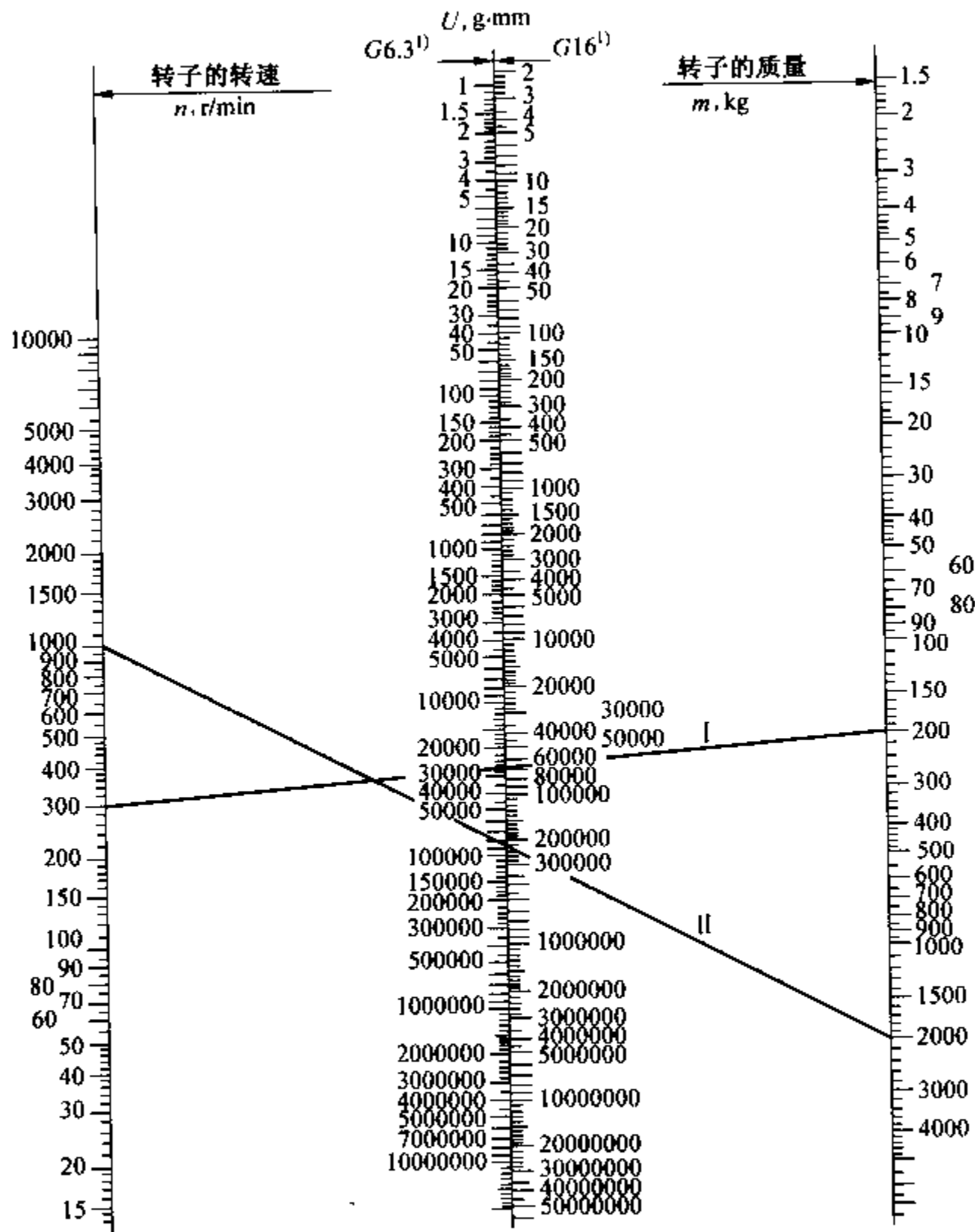


图 D.1 确定剩余不平衡量的列线图

1) 由于平衡机和装卡时的误差,为了使其具有可靠性,所以计算线图中所列的数值并不是理论上的许用值而是平均值。

例 1:确定盘状转子剩余不平衡量的实例。

平衡类型:静平衡

转子质量:  $m = 200\text{kg}$

最大工作转速:  $n_{\text{max}} = 300\text{r/min}$

平衡品质等级:G6.3

确定方法:[见列线图(图 D.1)中 I 线]

由列线图(图 D.1)左坐标查到  $n_{\max}$  值与右坐标查到  $m$  值,用直线将两者相连,和中间  $U$  值坐标相交,在 G6.3 侧得剩余不平衡量: $U=27000\text{g}\cdot\text{mm}$ 。

在半径  $r=500\text{mm}$  处(见图 D.2)检测时,允许的最大剩余不平衡质量为:

$$a = \frac{U}{r} = \frac{27000\text{g}\cdot\text{mm}}{500\text{mm}} = 54\text{g}$$

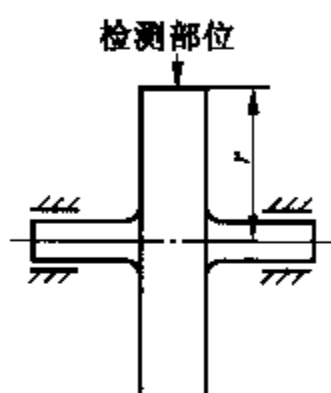


图 D.2

如不能在圆周上进行检测剩余不平衡质量,则应将其分配在两端面上。

例 2:确定圆柱形转子剩余不平衡量的实例。

平衡类型:动平衡

转子质量: $m=2000\text{kg}$

最大工作转速: $n_{\max}=1000\text{r/min}$

平衡品质等级:G16

确定方法:[见列线图(图 D.1)II 线]

用直线将列线图(图 D.1)坐标线上的  $n_{\max}$  值与  $m$  值相连,并和中间  $U$  值坐标相交,在 G16 侧得剩余不平衡量; $U=230000\text{g}\cdot\text{mm}$ 。

当两侧检测半径相等(见图 D.3), $r$  均为  $300\text{mm}$  时,允许的剩余不平衡质量为:

$$a = \frac{U}{2 \cdot r} = \frac{230000\text{g}\cdot\text{mm}}{2 \times 300\text{mm}} = 383\text{g}$$

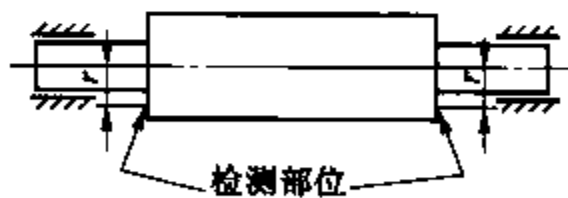


图 D.3

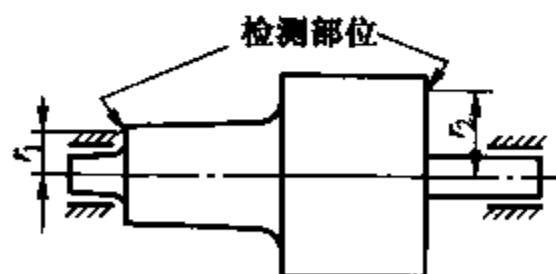


图 D.4

当上述条件不变, $U$  仍为  $230000\text{g}\cdot\text{mm}$ ,而两侧检测半径不等(见图 D.4),分别为  $r_1=200\text{mm}$ 、 $r_2=400\text{mm}$ ,此时,允许的剩余不平衡量分别为:

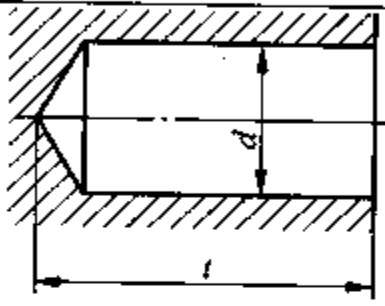
$$a_1 = \frac{U}{2 \cdot r_1} = \frac{230000\text{g}\cdot\text{mm}}{2 \times 200\text{mm}} = 575\text{g}; a_2 = \frac{U}{2 \cdot r_2} = \frac{230000\text{g}\cdot\text{mm}}{2 \times 400\text{mm}} = 287.5\text{g}$$



## 附录 E(资料性附录) 钢件去除金属质量

不平衡点去除材料质量见表 E.1。表中质量按材料密度为  $7.85\text{kg}/\text{dm}^3$  计算。

表 E.1

去除质量 g	钻孔直径 $d$ , mm															
	10	12	14.5	18	20	22	25	27	30	33	35	39	42	45	48	52
	钻孔深度 $t$ , mm															
10	18	14	11	9	8.5	8	8	7.5	—	—	—					
20	35	25	19	14	13	12	11	11	—	—	—					
30	51	36	27	19	17	15	14	13	12	—	—					
40	—	48	34	24	21	18	16	15	14	13	—					
50	—	59	42	29	25	22	19	17	16	15	14					
60	—	70	50	34	29	25	21	19	18	16	16	15	—	—	—	—
70	—	—	57	39	33	28	24	22	20	18	17	16	16	—	—	—
80	—	—	65	44	37	32	27	24	21	19	19	17	17	17	—	—
90	—	—	73	49	41	35	29	26	23	21	20	18	18	17	17	17
100	—	—	81	54	45	39	32	28	25	22	21	20	19	18	18	18
120	—	—	—	64	53	46	37	33	29	25	24	22	20	19	19	19
140	—	—	—	74	61	53	42	37	32	28	26	24	22	21	21	20
160	—	—	—	84	70	59	47	42	36	31	29	26	24	23	22	21
180	—	—	—	94	78	66	53	46	39	34	31	28	26	25	24	23
200	—	—	—	—	86	72	58	51	43	37	34	30	28	26	25	24
220	—	—	—	—	94	79	63	55	46	40	37	33	29	27	27	25
240	—	—	—	—	102	85	68	60	50	43	39	35	31	29	28	26
260	—	—	—	—	—	92	73	64	53	46	42	37	33	31	30	27
280	—	—	—	—	—	98	79	69	57	49	45	39	35	33	31	29
300	—	—	—	—	—	105	84	73	61	52	48	41	37	34	32	30
330	—	—	—	—	—	115	92	80	66	56	51	44	40	36	34	32
360	—	—	—	—	—	—	100	86	71	61	54	47	43	39	36	33
390	—	—	—	—	—	—	107	93	77	66	57	50	45	41	38	35
420	—	—	—	—	—	—	115	99	82	71	61	53	48	44	40	37
450	—	—	—	—	—	—	123	105	88	76	65	56	51	46	43	39
500	—	—	—	—	—	—	—	116	97	82	72	62	56	50	46	42
550	—	—	—	—	—	—	—	127	106	88	79	67	60	54	49	45
600	—	—	—	—	—	—	—	—	115	95	87	73	65	58	53	48

本标准适用于对工业制品的表面粗糙度的评定。

# 1 评定表面粗糙度的参数及其数值系列

1.1 本标准采用中线制评定表面粗糙度。

1.2 表面粗糙度参数从下列 3 项中选取：

$R_a$  ——轮廓算术平均偏差；

$R_z$  ——微观不平度十点高度；

$R_y$  ——轮廓最大高度。

1.3 在高度特性参数常用的参数值范围内 ( $R_a$  为  $0.025 \sim 6.3 \mu\text{m}$ ,  $R_z$  为  $0.1 \sim 25 \mu\text{m}$ ) 推荐优先选用  $R_a$ 。

1.4 轮廓算术平均偏差 ( $R_a$ ) 的数值规定于表 1。

表 1

$\mu\text{m}$

$R_a$	0.012	0.2	3.2	50
	0.025	0.4	6.3	100
	0.05	0.8	12.5	
	0.1	1.6	25	

1.5 微观不平度十点高度 ( $R_z$ ) 和轮廓最大高度 ( $R_y$ ) 的数值规定于表 2。

表 2

$\mu\text{m}$

$R_z, R_y$	0.025	0.4	6.3	100	1600
	0.05	0.8	12.5	200	
	0.1	1.6	25	400	
	0.2	3.2	50	800	

1.6 根据表面功能的需要,除表面粗糙度高度参数 ( $R_a, R_z, R_y$ ) 外可选用下列的附加评定参数：

$S_m$  ——轮廓微观不平度的平均间距；

$S$  ——轮廓的单峰平均间距；

$t_p$  ——轮廓支承长度率。

1.7 附加的评定参数轮廓微观不平度的平均间距 ( $S_m$ ) 和轮廓的单峰平均间距 ( $S$ ) 的数值规定于表 3；轮廓支承长度率 ( $t_p$ ) 的数值规定于表 4。

表 3

$\text{mm}$

$S_m, S$	0.006	0.1	1.6
	0.0125	0.2	3.2
	0.025	0.4	6.3
	0.05	0.8	12.5

表 4

$t_p, \%$	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90
-----------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

1.8 选用轮廓支承长度率参数时必须同时给出轮廓水平截距  $C$  值。它可用  $\mu\text{m}$  或  $R_y$  的百分数表示。

百分数系列如下： $R_y$  的 5%、10%、15%、20%、25%、30%、40%、50%、60%、70%、80%、90%。

1.9 轮廓的单峰(谷) $S$  的最小间距规定为取样长度  $l$  的 1%。轮廓峰(谷、单峰、单谷)的最小高度规定为轮廓最大高度  $R_y$  的 10%。对  $R_a$ 、 $R_z$  和  $R_y$  参数亦适用。

2 取样长度的数值和选用

2.1 取样长度( $l$ )的数值从表 5 给出的系列中选取。

表 5						
						mm
$l$	0.08	0.25	0.8	2.5	8	25

2.2 一般情况下,在测量  $R_a$ 、 $R_z$  和  $R_y$  时推荐按表 6 和表 7 选用对应的取样长度值,此时取样长度值的标注在图样上或技术文件中可省略。当有特殊要求时应给出相应的取样长度值,并在图样上或技术文件中注出。

表 6			表 7		
$R_a$ $\mu\text{m}$	$l$ mm	$l_n$ ( $l_n=5l$ ) mm	$R_z, R_y$ $\mu\text{m}$	$l$ mm	$l_n$ ( $l_n=5l$ ) mm
$\geq 0.008 \sim 0.02$	0.08	0.4	$\geq 0.025 \sim 0.10$	0.08	0.4
$> 0.02 \sim 0.1$	0.25	1.25	$> 0.10 \sim 0.50$	0.25	1.25
$> 0.1 \sim 2.0$	0.8	4.0	$> 0.50 \sim 10.0$	0.8	4.0
$> 2.0 \sim 10.0$	2.5	12.5	$> 10.0 \sim 50.0$	2.5	12.5
$> 10.0 \sim 80.0$	8.0	40.0	$> 50 \sim 320$	8.0	40.0

2.3 对于微观不平度间距较大的端铣、滚铣及其他大进给走刀量的加工表面,应按标准中规定的取样长度系列选取较大的取样长度值。

2.4 由于加工表面的不均匀性,在评定表面粗糙度时其评定长度应根据不同的加工方法和相应的取样长度来确定。一般情况下,当测量  $R_a$ 、 $R_z$  和  $R_y$  时推荐按表 6 和表 7 选取相应的评定长度值。如被测表面均匀性较好,测量时可选用小于  $5l$  的评定长度值;均匀性较差的表面可选用大于  $5l$  的评定长度值。

3 规定表面粗糙度要求的一般规则

3.1 在规定表面粗糙度要求时,必须给出表面粗糙度值和测定时的取样长度值两项基本要求,必要时也可规定表面加工纹理、加工方法或加工顺序和不同区域的粗糙度等附加要求。

3.2 表面粗糙度的注法应符合《机械制图 表面粗糙度符号、代号及其注法》(GB/T 131)的规定。

3.3 为保证制品表面质量,可按功能需要规定表面粗糙度参数值。否则,可不规定其参数值,也不需检查。

3.4 表面粗糙度各参数的数值是指在垂直于基准面的各截面上获得。对给定的表面如截面方向与高度参数( $R_a$ 、 $R_z$ 、 $R_y$ )最大值的方向一致时,则可不规定测量截面的方向,否则应在图样上标出。

3.5 对表面粗糙度的要求不适用于表面缺陷。在评定过程中不应把表面缺陷(如沟槽、气孔、

划痕等)包含进去。必要时,应单独规定对表面缺陷的要求。

3.6 根据表面功能和生产的经济合理性,当选用标准中表 1、表 2、表 3 系列值不能满足要求时,可选取补充系列值,见附录 A。

### 附录 A(规范性附录) 评定表面粗糙度参数的补充系列值

各参数的补充系列值按表 A.1、表 A.2、表 A.3 中规定选取。

表 A.1

$\mu\text{m}$

$R_a$	0.008	0.032	0.125	0.50	2.0	8.0	32
	0.010	0.040	0.160	0.63	2.5	10.0	40
	0.016	0.063	0.25	1.00	4.0	16.0	63
	0.020	0.080	0.32	1.25	5.0	20	80

表 A.2

$\mu\text{m}$

$R_z, R_y$	0.032	0.125	0.50	2.0	8.0	32	125	500
	0.040	0.160	0.63	2.5	10.0	40	160	630
	0.063	0.25	1.00	4.0	16.0	63	250	1000
	0.080	0.32	1.25	5.0	20	80	320	1250

表 A.3

$\text{mm}$

$S_m, S$	0.002	0.008	0.032	0.125	0.50	2.0	8.0
	0.003	0.010	0.040	0.160	0.63	2.5	10.0
	0.004	0.016	0.063	0.25	1.00	4.0	
	0.005	0.020	0.080	0.32	1.25	5.0	

本标准规定了评定木制件表面粗糙度的参数及其数值和一般规则。

本标准适用于木制件未经涂饰处理表面的粗糙度评定。

本标准也适用于采用单板、复面板木质基材、胶合板、木质刨花板、中密度纤维板等制成的制件未经涂饰处理表面的粗糙度评定。

1 术语和定义

本标准涉及的下列术语如取样长度、中线、轮廓算术平均偏差、轮廓最大高度、轮廓微观不平度的平均间距等,其定义见《产品几何技术规范 表面结构 轮廓法 表面结构的术语、定义及参数》(GB/T 3505)。

2 评定木制件表面粗糙度的参数及其数值

2.1 本标准采用中线制评定表面粗糙度。

2.2 木制件表面粗糙度参数从下列两项中选取:

$Ra$  ——轮廓算术平均偏差;

$Rz$  ——轮廓最大高度。

2.3 轮廓算术平均偏差( $Ra$ )的数值规定为:0.8,1.6,3.2,6.3,12.5,25,50 $\mu\text{m}$ 。

2.4 轮廓最大高度( $Rz$ )的数值规定为:3.2,6.3,12.5,25,50,100,200,400 $\mu\text{m}$ 。

3 取样长度的数值和选用

3.1 取样长度( $l_r$ )的数值规定为:0.8,2.5,8,25mm。

3.2 测量  $Ra$  和  $Rz$  时,可按表 1 和表 2 选用对应的取样长度,此时取样长度值的标注在图样上或技术文件中可以省略。当有特殊要求时,应给出相应的取样长度,并在图样上或技术文件中注出。

表 1

$Ra, \mu\text{m}$	0.8,1.6,3.2	6.3,12.5	25,50	100
$l_r, \text{mm}$	0.8	2.5	8.0	25

表 2

$Rz, \mu\text{m}$	3.2,6.3,12.5	25,50	100,200	400
$l_r, \text{mm}$	0.8	2.5	8	25

4 木制件表面粗糙度要求的一般规则

4.1 在规定木制件表面粗糙度要求时,对  $Ra$ 、 $Rz$  参数必须给出粗糙度参数值和测定时的取样长度两项基本要求,必要时也可规定构造纹理、加工工艺等附加要求。

4.2 木制件表面粗糙度的标注应符合 GB/T 131 的有关规定。

- 4.3 为了保证木制件表面质量,可按功能需要规定表面粗糙度参数值。
- 4.4 表面粗糙度各参数的数值是指在垂直于基准面的各截面上获得的。对给定的表面如截面方向与由加工产生的微观不平度幅度参数( $Ra$ 、 $Rz$ )最大值的方向一致时,可不规定其测量截面的方向,否则应在图样上标出。
- 4.5 用  $Ra$ 、 $Rz$  参数评定木制件表面粗糙度时,一般应避开剖切导管较集中的局部表面。若无法避开,则应在评定时除去剖切导管形成的凹坑(见图 1)。



图 1

- 4.6 对木制件表面粗糙度的要求不适用于表面缺陷。在评定时不应把表面缺陷(如裂纹、节子、纤维撕裂、表面碰伤、木刺等)包含在内,必要时,可单独规定对表面缺陷的限制。

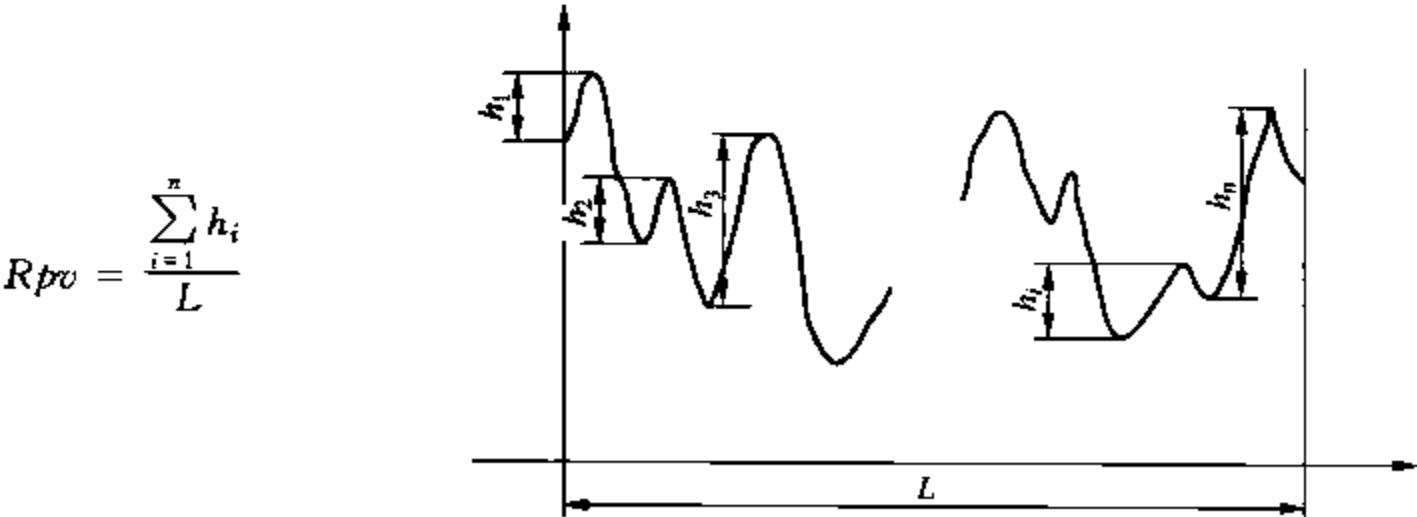
附录 A(规范性附录) 评定木制件表面粗糙度的附加参数和数值

- A.1 根据表面功能的需要,除表面粗糙度幅度参数( $Ra$ 、 $Rz$ )外,可再用轮廓微观不平度的平均间距( $RS_m$ )作为附加的评定参数。
- A.2 轮廓微观不平度的平均间距( $RS_m$ )的数值规定为:0.4,0.8,1.6,3.2,6.3,12.5mm。

附录 B(资料性附录) 评定木制件表面粗糙度的  $Rpv$  参数和数值

- B.1 为减小木材导管被剖切形成构造不平度对测量结果的影响,本附录给出评定木制件表面粗糙度参数  $Rpv$ ,该参数主要适用于有较粗管孔材表面粗糙度的评定。
- B.2 单个微观不平度高度之和在测量长度上的平均值( $Rpv$ )。

在给定测量长度( $L$ )内各单个微观不平度的高度( $h_i$ )之和除以该测量长度(见图 B.1),以单位  $\mu\text{m}/\text{mm}$  表示。其计算公式为:



$$Rpv = \frac{\sum_{i=1}^n h_i}{L}$$

图 B.1

- B.3 测量长度( $L$ )规定为 20~200mm。一般情况下选用 200mm,若被测表面幅面较小或微观不平度均匀性较好时可选用 20mm。
- B.4  $Rpv$  的数值为:6.3,12.5,25,50,100 $\mu\text{m}/\text{mm}$ 。

附录 C(资料性附录) 不同加工方法不同材质所能达到的粗糙度数值范围

本附录给出手光刨、砂光、机光刨、车削、纵铣、平刨、压刨等不同加工方法和柞木、水曲柳、刨花板、人造柚木、柳桉、红松等不同材质所能达到的粗糙度数值范围,见表 C.1。

表 C.1

加工方法	表面树种	参 数 值 范 围			加工方法	表面树种	参 数 值 范 围		
		$Ra, \mu\text{m}$	$Rz, \mu\text{m}$	$Rpv, \mu\text{m}/\text{mm}$			$Ra, \mu\text{m}$	$Rz, \mu\text{m}$	$Rpv, \mu\text{m}/\text{mm}$
手光刨	水曲柳	12.5~25	50~200	12.5~25	纵 铣	美松	3.2~12.5	25~100	12.5~25
	柞木	3.2~25	25~200	12.5~25		红松	6.3~12.5	25~100	12.5~25
	樟子松	3.2~25	25~100	6.3~25		落叶松	3.2~25	25~100	12.5~25
	落叶松	6.3~25	25~100	12.5~50		红杉	3.2~12.5	25~100	12.5~25
	柳桉	6.3~50	25~200	12.5~25		水曲柳	6.3~50	50~200	12.5~50
	美松	3.2~12.5	25~50	6.3~25	平 刨	柞木	6.3~50	50~200	12.5~50
	红杉	3.2~25	25~200	12.5~25		麻栎	3.2~25	25~200	12.5~50
	红松	3.2~12.5	25~50	12.5~25		桦木层压板	3.2~12.5	12.5~50	12.5~25
	色木	3.2~12.5	25~50	6.3~25		柳桉	6.3~50	50~200	12.5~50
	柞木	6.3~25	25~200	25~100		樟子松	3.2~25	25~100	12.5~25
砂 光	水曲柳	6.3~50	25~200	25~100		红松	3.2~25	25~100	12.5~25
	刨花板	6.3~50	50~200	12.5~50		美松	3.2~12.5	25~100	12.5~25
	人造柚木	3.2~25	12.5~200	25~100		枫杨	6.3~25	25~100	12.5~50
	柳桉	6.3~50	50~200	25~100		落叶松	3.2~25	25~100	12.5~25
	红松	3.2~12.5	25~100	12.5~50		红杉	6.3~50	50~100	12.5~25
	柞木	6.3~25	25~100	12.5~25		栲木	6.3~25	50~200	12.5~25
机光刨	红松	6.3~25	50~100	12.5~25	压 刨	水曲柳	3.2~50	25~200	12.5~50
	樟子松	6.3~25	25~100	12.5~25		柞木	6.3~25	25~200	12.5~50
	落叶松	6.3~25	25~100	12.5~25		麻栎	3.2~25	25~100	12.5~50
	红杉	6.3~25	25~100	12.5~50		桦木层压板	3.2~25	25~100	12.5~25
	美松	6.3~25	25~100	12.5~50		柳桉	6.3~50	50~200	12.5~50
	红松	3.2~25	25~100	—		美松	6.3~25	25~100	12.5~25
车 削	落叶松	3.2~12.5	25~100	—		樟子松	3.2~12.5	25~100	12.5~25
	樟子松	3.2~25	25~100	—		红杉	3.2~12.5	25~100	12.5~25
	红杉	12.5~25	50~100	—		美松	3.2~12.5	25~100	12.5~25
	美松	3.2~25	50~100	—		落叶松	3.2~25	25~100	12.5~25
	樟子松	3.2~12.5	25~100	12.5~25		柞木	6.3~25	25~100	12.5~25

注:除砂光、机光刨及手光刨的测量方向垂直于木材构造纹理外,其他加工方法的测量方向均平行于木材构造纹理方向。

本标准适用于一般机器之间的联结并传递转矩的场合。  
轴伸的长度分为长系列和短系列两种。  
轴伸直径的基本尺寸、极限偏差及长度系列应符合图 1 和表 1 的规定。  
若采用键联结时,键与键槽应符合有关键标准的规定。

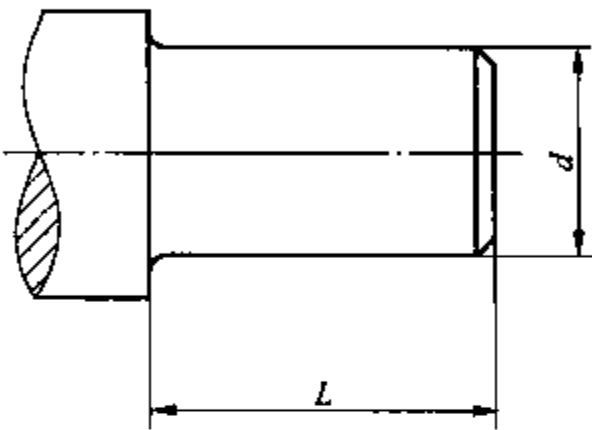


图 1

表 1 mm

<i>d</i>			<i>L</i>		<i>d</i>			<i>L</i>		
基本尺寸	极 限 偏 差		长系列	短系列	基本尺寸	极 限 偏 差		长系列	短系列	
6	+0.006 -0.002	j6	16	—	40	+0.018 +0.002	k6	110	82	
7	+0.007 -0.002				20					55
8			23							
9					20					
10			25	63						
11	28				65					
12			36			70				
14	42						71			
16			58	75						
18	80				+0.030 +0.011					
19			85			m6				
20	90	140								
22			95	105						
24	100				170					
25			105			130				
28	110	165								
30			120	210						
32	125				165					
35			130			210				
38	135	210								
			140	210						
	145				210					
			150			210				
	155	210								
			160	210						
	165				210					
			170			210				
	175	210								
			180	210						
	185				210					
			190			210				
	195	210								
			200	210						
	205				210					
			210			210				
	215	210								
			220	210						
	225				210					
			230			210				
	235	210								
			240	210						
	245				210					
			250			210				
	255	210								
			260	210						
	265				210					
			270			210				
	275	210								
			280	210						
	285				210					
			290			210				
	295	210								
			300	210						
	305				210					
			310			210				
	315	210								
			320	210						
	325				210					
			330			210				
	335	210								
			340	210						
	345				210					
			350			210				
	355	210								
			360	210						
	365				210					
			370			210				
	375	210								
			380	210						
	385				210					
			390			210				
	395	210								
			400	210						
	405				210					
			410			210				
	415	210								
			420	210						
	425				210					
			430			210				
	435	210								
			440	210						
	445				210					
			450			210				
	455	210								
			460	210						
	465				210					
			470			210				
	475	210								
			480	210						
	485				210					
			490			210				
	495	210								
			500	210						
	505				210					
			510			210				
	515	210								
			520	210						
	525				210					
			530			210				
	535	210								
			540	210						
	545				210					
			550			210				
	555	210								
			560	210						
	565				210					
			570			210				
	575	210								
			580	210						
	585				210					
			590			210				
	595	210								
			600	210						
	605				210					
			610			210				
	615	210								
			620	210						
	625				210					
			630			210				
	635	210								
			640	210						
	645				210					
			650			210				
	655	210								
			660	210						
	665				210					
			670			210				
	675	210								
			680	210						
	685				210					
			690			210				
	695	210								
			700	210						
	705				210					
			710			210				
	715	210								
			720	210						
	725				210					
			730			210				
	735	210								
			740	210						
	745				210					
			750			210				
	755	210								
			760	210						
	765				210					
			770			210				
	775	210								
			780	210						
	785				210					
			790			210				
	795	210								
			800	210						
	805				210					
			810			210				
	815	210								
			820	210						
	825				210					
			830			210				
	835	210								
			840	210						
	845				210					
			850			210				
	855	210								
			860	210						
	865				210					
			870			210				
	875	210								
			880	210						
	885				210					
			890			210				
	895	210								
			900	210						
	905				210					
			910			210				
	915	210								
			920	210						
	925				210					
			930			210				
	935	210								
			940	210						
	945				210					
			950			210				
	955	210								
			960	210						
	965				210					
			970			210				
	975	210								
			980	210						
	985				210					
			990			210				
	995	210								
			1000	210						
	1005				210					
			1010			210				
	1015	210								
			1020	210						
	1025				210					
			1030			210				
	1035	210								
			1040	210						
	1045				210					
			1050			210				
	1055	210								
			1060	210						
	1065				210					
			1070			210				
	1075	210								
			1080	210						
	1085				210					
			1090			210				
	1095	210								
			1100	210						
	1105				210					
			1110			210				
	1115	210								
			1120	210						
	1125				210					
			1130			210				
	1135	210								
			1140	210						
	1145				210					
			1150			210				
	1155	210								
			1160	210						
	1165				210					
			1170			210				
	1175	210								
			1180	210						
	1185				210					
			1190			210				
	1195	210								
			1200	210						
	1205				210					
			1210			210				
	1215	210								
			1220	210						
	1225				210					
			1230			210				
	1235	210								
			1240	210						
	1245				210					
			1250			210				
	1255	210								
			1260	210						
	1265				210					
			1270			210				
	1275	210								
			1280	210						
	1285				210					
			1290			210				
	1295	210								
			1300	210						
	1305				210					
			1310			210				
	1315	210								
			1320	210						
	1325				210					
			1330			210				
	1335	210								
			1340	210						
	1345				210					
			1350			210				
	1355	210								
			1360	210						
	1365				210					
			1370			210				
	1375	210								
			1380	210						
	1385				210					
			1390			210				
	1395	210								
			1400	210						
	1405				210					
			1410			210				
	1415	210								
			1420	210						
	1425				210					
			1430			210				
	1435	210								
			1440	210						
	1445				210					
			1450			210				
	1455	210								
			1460	210						
	1465				210					
			1470			210				
	1475	210								
			1480	210						
	1485				210					
			1490			210				
	1495	210								
			1500	210						
	1505				210					
			1510			210				
	1515	210								
			1520	210						
	1525				210					
			1530			210				
	1535	210								
			1540	210						
	1545				210					
			1550			210				
	1555	210								
			1560	210						
	1565				210					
			1570			210				
	1575	210								
			1580	210						
	1585				210					
			1590			210				
	1595	210								
			1600	210						
	1605				210					
			1610			210				
	1615	210								
			1620	210						
	1625				210					
			1630			210				
	1635	210								
			1640	210						
	1645				210					
			1650			210				
	1655	210								
			1660	210						
	1665				210					
			1670			210				
	1675	210								
			1680	210						
	1685				210					
			1690			210				
	1695	210								
			1700	210						
	1705				210					
			1710			210				
	1715	210								
			1720	210						
	1725				210					
			1730			210				
	1735	210								
			1740	210						
	1745				210					
			1750			210				
	1755	210								
			1760	210						
	1765				210					
			1770			210				
	1775	210								
			1780	210						
	1785				210					
			1790			210				
	1795	210								
			1800	210						
	1805				210					
			1810			210				
	1815	210								
			1820	210						
	1825				210					
			1830			210				
	1835	210								
			1840	210						
	1845				210					
			1850			210				
	1855	210								
			1860	210						
	1865				210					
			1870			210				
	1875	210								
			1880	210						
	1885				210					
			1890			210				
	1895	210								
			1900	210						
	1905				210					
			1910			210				
	1915	210								
			1920	210						
	1925				210					
			1930			210				
	1935	210								
			1940	210						
	1945				210					
			1950			210				
	1955	210								
			1960	210						
	1965				210					
			1970			210				
	1975	210								
			1980	210						
	1985				210					
			1990			210				
	1995	210								
			2000	210						
	2005				210					
			2010			210				
	2015	210								
			2020</							



表 1(续) mm

d		L		d		L	
基本尺寸	极限偏差	长系列	短系列	基本尺寸	极限偏差	长系列	短系列
130	+0.040 +0.015	250	200	340	+0.057 +0.021	550	450
140				360			
150				380			
160				400			
170				420			
180		300	240	440	+0.063 +0.023	650	540
190	+0.046 +0.017	350	280	450			
200				460			
220				480			
240				500			
250	+0.052 +0.020	410	330	530	+0.070 +0.026	800	680
260				560			
280				600			
300				630			
320		470	380				

注:直径大于 630~1250mm 轴伸的直径和长度系列可参见附录 A。

附录 A(规范性附录) 直径大于 630~1250mm 轴伸的直径和长度系列

直径大于 630~1250mm 轴伸的基本尺寸、极限偏差和长度系列按表 A.1 的规定。

表 A.1 mm

d		L	
基本尺寸	极限偏差 n6	长系列	短系列
670	+0.100 +0.050	900	780
710			
750			
800	+0.112 +0.056	1000	880
850			
900			
950	+0.132 +0.066	—	980
1000			1100
1060			
1120			1200
1180			
1250			1300

注:可根据产品的性能、特点和要求,按照 GB/T 1801 选用不同的极限偏差。

本标准规定了 1:10 圆锥形轴伸(以下简称圆锥形轴伸)的型式和尺寸。

本标准适用于一般机器之间的联结并传递转矩的场合。

## 1 型式和尺寸

圆锥形轴伸分为长系列和短系列两种。可制成带键槽或不带键槽的。

### 1.1 长系列

1.1.1 直径小于或等于 220mm 的圆锥形轴伸的型式和尺寸按图 1、图 2、表 1 的规定。带键时，键槽底面与轴线平行。

1.1.2 直径大于 220mm 的圆锥形轴伸的型式和尺寸按图 3、表 2 的规定。带键时，键槽底面与圆锥母线平行。

### 1.2 短系列

1.2.1 直径小于或等于 220mm 的圆锥形轴伸的型式和尺寸按图 1、图 2、表 3 的规定。带键时，键槽底面与轴线平行。

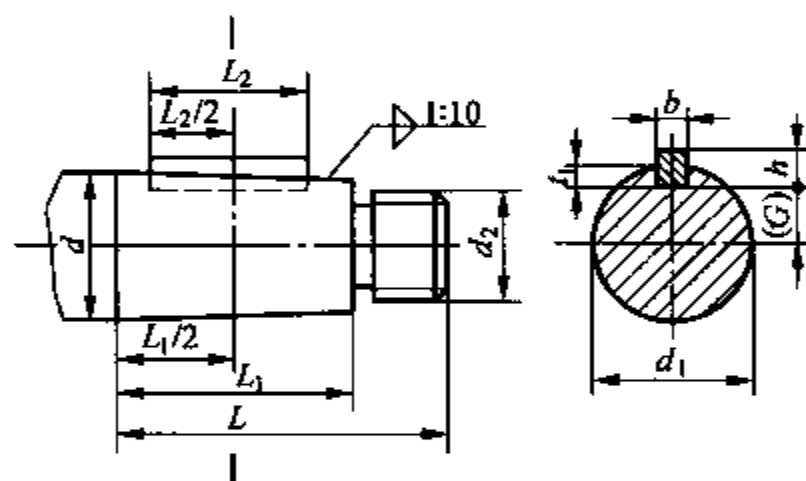


图 1

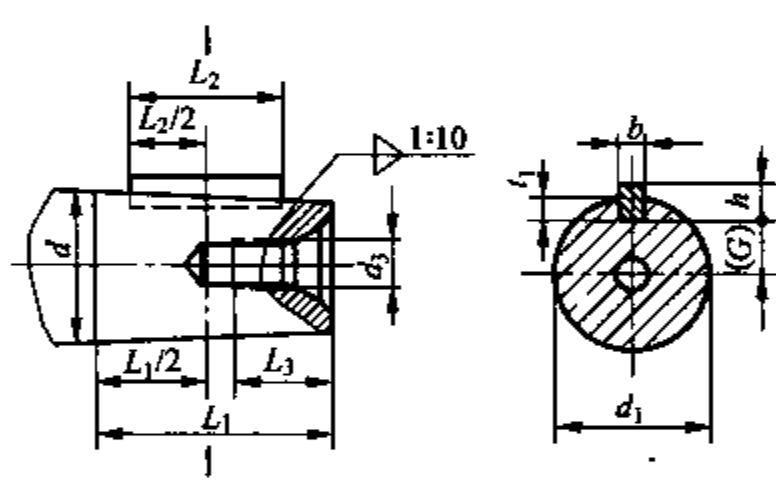


图 2

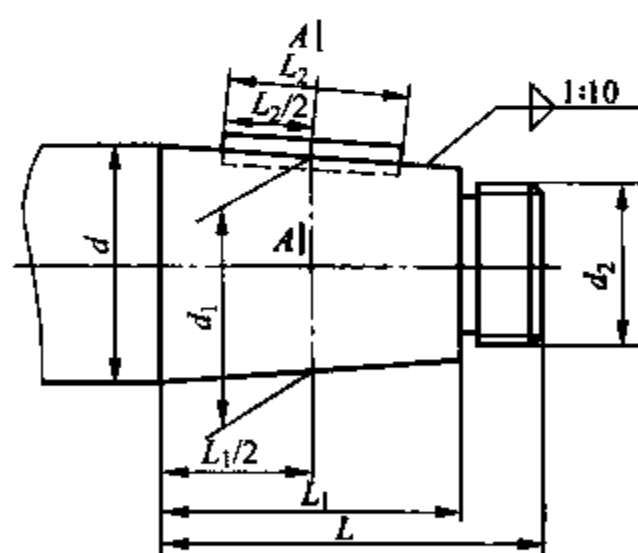
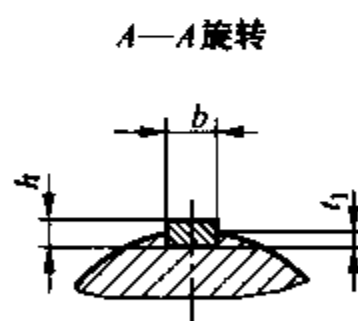


图 3



1.3 键槽的极限偏差应符合《平键 键槽的剖面尺寸》(GB/T 1095)的规定。

1.4 键的型式尺寸应符合《普通型 平键》(GB/T 1096)的规定。

1.5 螺纹的公差带选用 GB/T 197 中的 6H、6g。

1.6 中心孔应符合 GB/T 145 的规定。

- 1.7 螺纹退刀槽应符合 GB/T 3 的规定。
- 1.8 圆锥角公差按附录 A 选取。
- 1.9 圆锥形轴伸大端处键槽深度尺寸见附录 B。

表 1 mm

<i>d</i>	<i>L</i>	<i>L</i> <sub>1</sub>	<i>L</i> <sub>2</sub>	<i>b</i>	<i>h</i>	<i>d</i> <sub>1</sub>	<i>t</i> <sub>1</sub>	( <i>G</i> )	<i>d</i> <sub>2</sub>	<i>d</i> <sub>3</sub>	<i>L</i> <sub>3</sub>
6 7	16	10	6	—	—	5.5 6.5 7.4 8.4 9.25	—	—	M4	—	—
8 9	20	12	8			M6					
10 11	23	15	12						M8×1		
12 14	30	18	16								
16 18 19	40	28	25	M12×1.25							
20 22 24	50	36	32		M16×1.5						
25 28	60	42	36			M20×1.5					
30 32 35 38	80	58	50				M24×2				
40 42 45 48 50 55 56	110	82	70	M30×2							
60 63 65 70 71 75	140	105	100		M36×3						
80 85 90 95	170	130	110			M42×3					
100 110 120 125	210	165	140				M48×3				
130 140 150	250	200	180	M56×4							
					M64×4						
						M72×4					
							M80×4				
				M90×4							
					M100×4						
						M110×4					

表 1(续)

$d$	$L$	$L_1$	$L_2$	$b$	$h$	$d_1$	$t_1$	(G)	$d_2$	$d_3$	$L_3$
160	300	240	220	36	20	148	12	62	M125×4	—	
170						158		67			
180				168	71	M140×6					
190	350	280	250	40	22		176	13	75		
200							186		80		
220				206	15	88					

注:1 键槽深度  $t_1$  可由测量  $G$  来代替,或按附录 B 的规定。2  $L_2$  可根据需要选取小于表中的数值。

表 2

mm

$d$	$L$	$L_1$	$L_2$	$b$	$h$	$d_1$	$t_1$	$d_2$
240 250 260	410	330	280	50	28	223.5 233.5 243.5	17	M180×6 M200×6
280 300 320						261 281 301		M220×6 M250×6
340 360 380	550	450	400	70	36	317.5 337.5 357.5	22	M280×6 M300×6
400 420 440						373 393 413	25	M320×6 M350×6
450 460 480 500						423 433 453 473		M380×6 M420×6
530 560 600 630	800	680	500	100	50	496 526 566 596	31	M450×6 M500×6 M550×6

注: $L_2$  可根据需要选取表中的数值。

表 3

mm

$d$	$L$	$L_1$	$L_2$	$b$	$h$	$d_1$	$t_1$	(G)	$d_2$	$d_3$	$L_3$
16	28	16	14	3	3	15.2	1.8	5.8	M10×1.25	M4	10
18				4	4	17.2	2.5	6.1		M5	13
19						18.2		6.6			
20	36	22	20	4	4	18.9	2.5	6.9	M12×1.25	M6	16
22						20.9		7.9			
24				5	5	22.9	3	8.4			
25	42	24	22			23.8		8.9	M16×1.5	M8	19
28				26.8	10.4						

表 3(续) mm

$d$	$L$	$L_1$	$L_2$	$b$	$h$	$d_1$	$t_1$	( $G$ )	$d_2$	$d_3$	$L_3$		
30	58	36	32	5	5	28.2	3	11.1	M20×1.5	M10	22		
32				6	6	30.2	3.5	11.6					
35						33.2		13.1					
38						36.2		14.6					
40	82	54	50	10	8	37.3	5	13.6	M24×2	M12	28		
42						39.3		14.6					
45						42.3		16.1					
48						45.3		17.6					
50				12	8	47.3	5.5	18.6	M30×2	M16	36		
55						52.3		20.6					
56						53.3		21.1					
60						56.5		22.2					
63	105	70	63	16	10	59.5	6	23.7	M42×3	M20	42		
65						61.5		24.7					
70						66.5		26.2					
71						67.5		26.7					
75				18	11	71.5	7	28.7	M48×3	M24	50		
80						75.5		30.2					
85						80.5		32.7					
90						85.5		33.7					
95	130	90	80	22	14	90.5	9	36.2	M56×4	—	—		
100						94		38					
110						104		43					
120						114		47					
125				28	16	119	10	49.5	M64×4				
130						122.5		51.2					
140						132.5		55.2					
150						142.5		60.2					
160	165	120	110	32	18	151	11	63.5	M72×4				
170						161		68.5					
180						171		72.5					
190						179.5		76.7					
200				28	16	189.5	12	81.7	M80×4				
220						209.5		89.7					

1.5 $\mu\text{m}$ ;当圆锥长度  $L_1$  大于 250~630mm 时为 2.5 $\mu\text{m}$ 。在检验中接触率应不小于 70%。

表 A.1 mm

直径 $d$	$L_1$ 的轴向 极限偏差	直径 $d$	$L_1$ 的轴向 极限偏差	直径 $d$	$L_1$ 的轴向 极限偏差	直径 $d$	$L_1$ 的轴向 极限偏差
6~10	0 -0.22	32~50	0 -0.39	125~180	0 -0.63	320~400	0 -0.89
11~18	0 -0.27	55~80	0 -0.46	190~250	0 -0.72	420~500	0 -0.97
19~30	0 -0.33	85~120	0 -0.54	260~300	0 -0.81	530~630	0 -1.10

附录 B(规范性附录) 圆锥形轴伸大端处键槽深度尺寸

B.1 对键槽底面平行于轴线的键槽,当按照轴伸大端直径来检验键槽深度时,其数值应符合表 B.1 中  $t_2$  的规定。 $t_2$  的极限偏差与  $t_1$  的极限偏差相同。此时,表 1 和表 3 中的  $t_1$  作为参考尺寸。

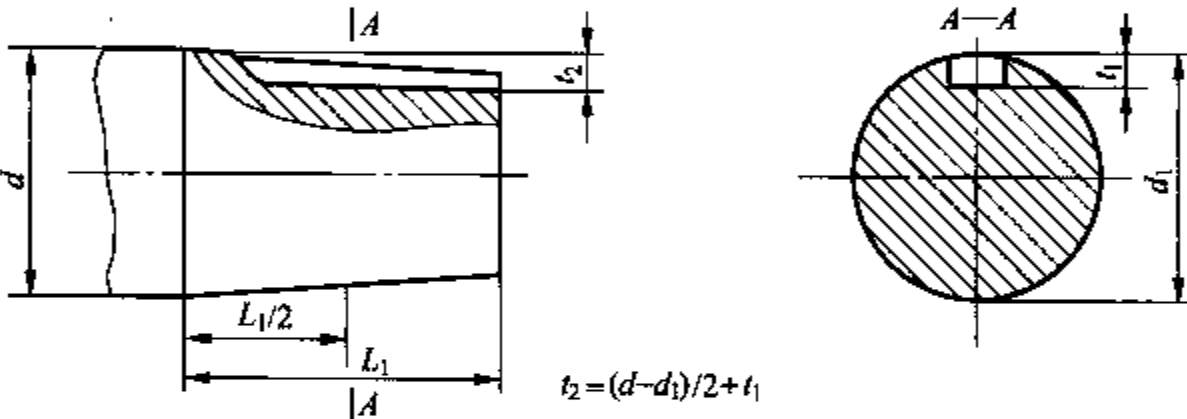


图 B.1

表 B.1 mm

$d$	$t_2$		$d$	$t_2$		$d$	$t_2$	
	长系列	短系列		长系列	短系列		长系列	短系列
11	1.6	—	40	7.1	6.4	95	12.3	11.3
12	1.7	—	42	7.1	6.4	100	13.1	12.0
14	2.3	—	45	7.1	6.4	110	13.1	12.0
16	2.5	2.2	48	7.1	6.4	120	14.1	13.0
18	3.2	2.9	50	7.1	6.4	125	14.1	13.0
19	3.2	2.9	55	7.6	6.9	130	15.0	13.8
20	3.4	3.1	56	7.6	6.9	140	16.0	14.8
22	3.4	3.1	60	8.6	7.8	150	16.0	14.8
24	3.9	3.6	65	8.6	7.8	160	18.0	16.5
25	4.1	3.6	70	9.6	8.8	170	18.0	16.5
28	4.1	3.6	71	9.6	8.8	180	19.0	17.5
30	4.5	3.9	75	9.6	8.8	190	20.0	18.3
32	5.0	4.4	80	10.8	9.8	200	20.0	18.3
35	5.0	4.4	85	10.8	9.8	220	22.0	20.3
38	5.0	4.4	90	12.3	11.3			

本标准适用于主动机器和从动机器。

1 术语和定义

轴高  $h$  从轴伸中心线到机器支承平面间的距离,该距离不包括安装时所用的垫片(衬垫),如果机器需要配备绝缘垫片时,其垫片的厚度应包括在内。

2 基本尺寸

2.1 轴高  $h$  的基本尺寸按 GB/T 321 分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ和Ⅳ四个系列,尺寸应符合图 1 和表 1 的规定。

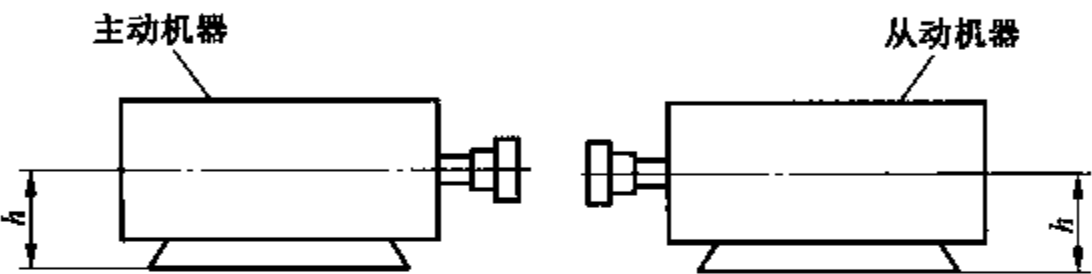


图 1

表 1 轴高的基本尺寸 mm

轴 高 $h$				轴 高 $h$				轴 高 $h$				轴 高 $h$			
Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
25	25	25	25				75				236			710	710
			26		80	80	80	250	250	250	250				750
		28	28			90	90				265		800	800	800
			30				95			280	280				850
	32	32	32	100	100	100	100				300			900	900
			34				105		315	315	315				950
		36	36			112	112				335	1000	1000	1000	1000
			38				118			355	355				1060
40	40	40	40		125	125	125				375			1120	1120
			42				132	400	400	400	400				1180
		45	45			140	140				425		1250	1250	1250
			48				150			450	450				1320
	50	50	50	160	160	160	160				475			1400	1400
			53				170		500	500	500				1500
		56	56			180	180				530	1600	1600	1600	1600
			60				190			560	560				
63	63	63	63		200	200	200				600				
			67				212	630	630	630	630				
		71	71			225	225				670				

注:优先选用第Ⅰ系列数值。如果不能满足需要时,可选用第Ⅱ系列的数值,其次选用第Ⅲ系列的数值,第Ⅳ系列的数值尽量不采用。

2.2 当轴高尺寸大于1600mm时,推荐选用 160~1000mm 范围内的数值再乘以 10。

3 公差

轴高的极限偏差和平行度公差适用于直接并装于同一共同底座的主动机器和从动机器,见图 2。

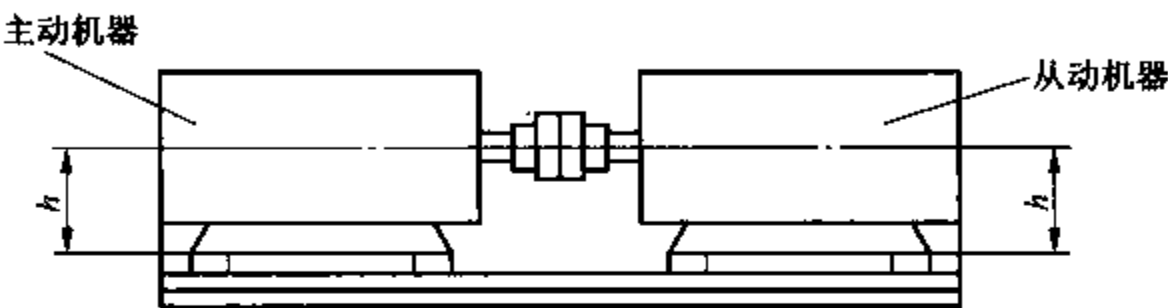


图 2

3.1 轴高的极限偏差一般应符合表 2 的规定。

表 2 轴高的极限偏差 mm

轴 高 $h$	电动机、从动机器 减速器	除电动机以外的 主动机器	轴 高 $h$	电动机、从动机器 减速器	除电动机以外的 主动机器
	极限偏差			极限偏差	
25~50	0 -0.4	+0.4 0	>630~ 1000	0 -1.5	+1.5 0
>50~250	0 -0.5	+0.5 0			
>250~630	0 -1.0	+1.0 0	>1000	0 -2.0	+2.0 0

注:对于支承平面不在底部的机器,选用极限偏差时应按轴伸轴线到机器底部的距离选取,即假设支承面是在机器底部的最低点。

3.2 机器底部到轴中心线的端点之间的平行度误差应符合表 3 的规定。

表 3 平行度误差最大值 mm

轴 高 $h$	平行度误差		
	$L < 2.5h$	$2.5h \leq L \leq 4h$	$L > 4h$
25~50	0.2	0.3	0.4
>50~250	0.25	0.4	0.5
>250~630	0.5	0.75	1.0
>630~1000	0.75	1.0	1.5
>1000	1.0	1.5	2.0

注:1  $L$  为轴的全长(一般应在轴的两端测量,若不能在两端点测量时,可取轴上任意两点,其测量结果应按轴的全长和该两点间的距离之比相应增大)。

2 对于支承平面不在底部的机器,选用平行度误差时, $h$  应按轴伸轴线到机器底部的距离选取,即假设支承面是在机器底部的最低点。



1 在设计有锯缝的零件时,应考虑金属锯片的尺寸,其尺寸系列按图 1 及表 1 所示。

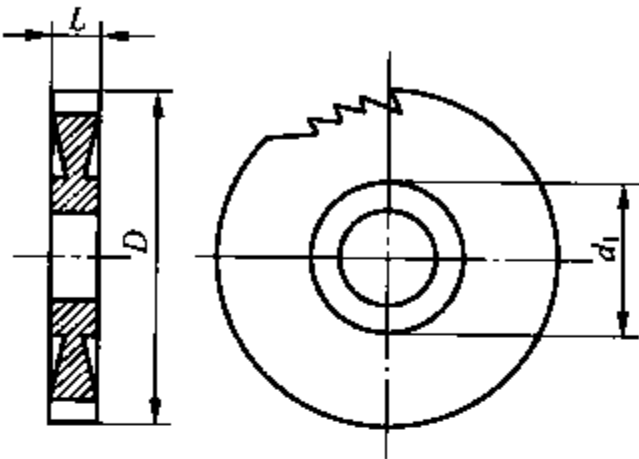


图 1

表 1

mm

D	$d_{1min}$	L										
		0.6	0.8	1.0	1.2	1.6	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0
80	34 (40)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
100			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
125				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
160	47				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
200	63					✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
250							✓	✓	✓	✓	✓	✓
315	80							✓	✓	✓	✓	✓

2 锯缝在图样上的标记方法如图 2 所示。

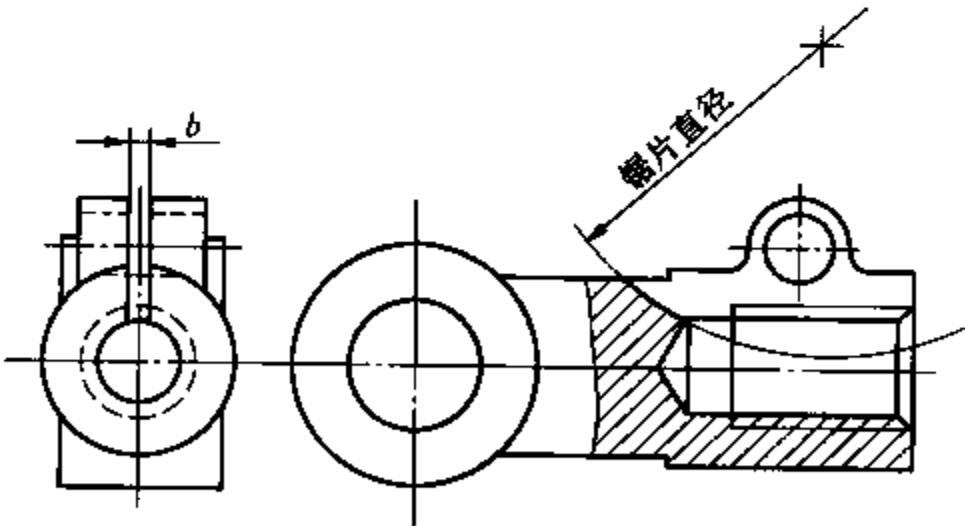


图 2

滚动轴承安装在减速器或轴承座孔内时,为消除由于孔变形或剖分面处存在毛刺等的影响,避免轴承被卡紧,应将剖分孔侧面刮光。刮光尺寸的推荐值如图 1、表 1 所示。

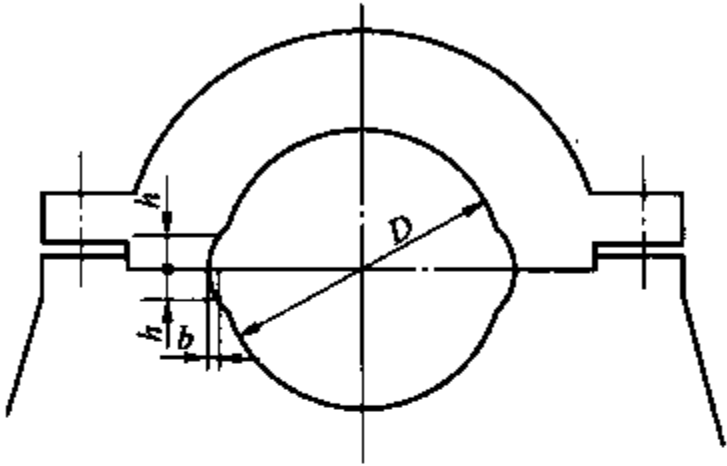


图 1

表 1 mm

轴承外径 $D$	$b$	$h$
$\leq 120$	0.10	10
$> 120 \sim 260$	0.15	15
$> 260 \sim 400$	0.20	20
$> 400$	0.25	30

注:本标准规定的孔侧面刮光的尺寸应注在零件图中。

型式及尺寸如图 1、表 1 所示。

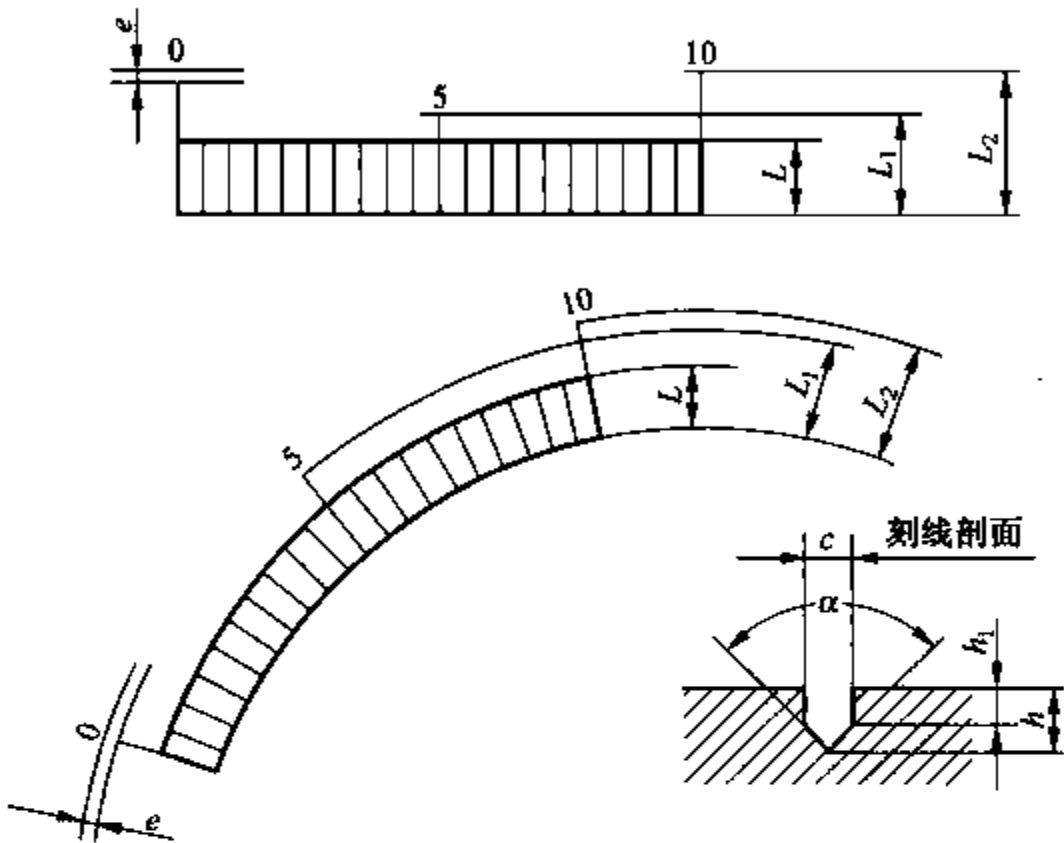


图 1

表 1

尺 寸		mm							
刻线类型	I	$2^{+0.2}_0$	$3^{+0.2}_0$	$4^{+0.3}_0$	$0.1^{+0.03}_0$	0.15~1.5	$0.2^{+0.08}_0$	$0.15^{+0.03}_0$	$15^\circ \pm 10'$
	II	$4^{+0.3}_0$	$5^{+0.3}_0$	$6^{+0.5}_0$	$0.1^{+0.03}_0$				
	III	$6^{+0.5}_0$	$7^{+0.5}_0$	$8^{+0.5}_0$	$0.2^{+0.03}_0$				
	IV	$8^{+0.5}_0$	$9^{+0.5}_0$	$10^{+0.5}_0$	$0.2^{+0.03}_0$		$0.25^{+0.08}_0$	$0.2^{+0.03}_0$	
	V	$10^{+0.5}_0$	$11^{+0.5}_0$	$12^{+0.5}_0$	$0.2^{+0.03}_0$				

- 注:1 数字可按打印字头型号选用。  
2 尺寸  $e$  的数值可在 0.15~1.5mm 中选择,但在一个零件中应相等。  
3 尺寸  $h_1$  在工作图上不必注出。

本标准适用于一般用途的圆柱表面滚花。

- 1 滚花的型式如图 1 所示。
- 2 滚花花纹的形状是假定工件的直径为无穷大时花纹的垂直截面,如图 2 所示。

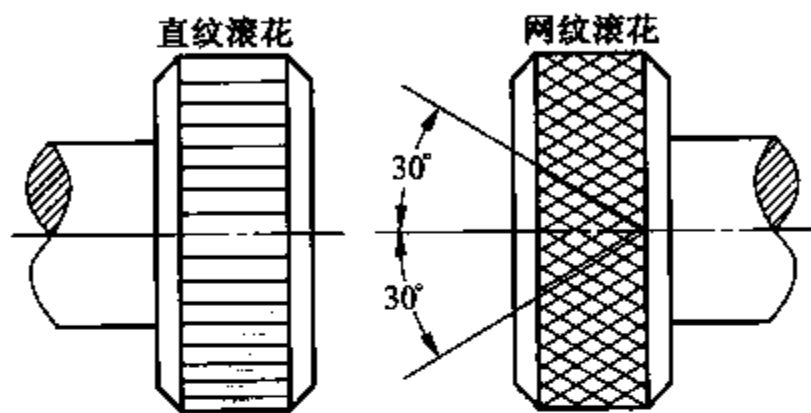


图 1

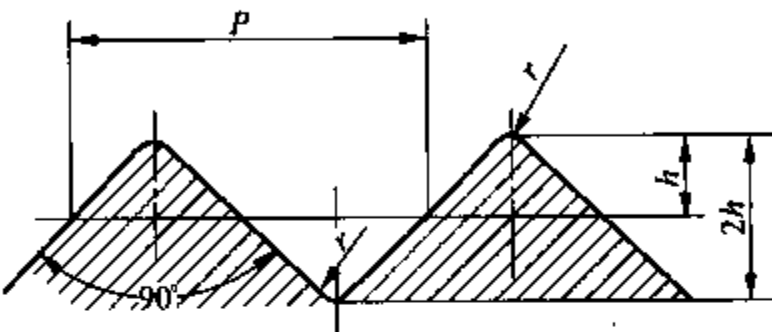


图 2

- 3 滚花的尺寸规格按表 1。

表 1 mm

模 数 $m$	$h$	$r$	节 距 $P$
0.2	0.132	0.06	0.628
0.3	0.198	0.09	0.942
0.4	0.264	0.12	1.257
0.5	0.326	0.16	1.571

注:表中  $h=0.785m-0.414r$ 。

- 4 标记:

模数  $m=0.3$  直纹滚花:

直纹  $m0.3$  GB/T 6403.3—1986

模数  $m=0.4$  网纹滚花:

网纹  $m0.4$  GB/T 6403.3—1986

- 5 滚花前工件表面的粗糙度的轮廓算术平均偏差  $Ra$  的最大允许值为  $12.5\mu m$ 。
- 6 滚花后工件直径大于滚花前直径,其值  $\Delta \approx (0.8 \sim 1.6)m$ ,  $m$  为模数。

通 风 罩 冲 孔

JB/ZQ 4262—2006  
代替 JB/ZQ 4262—1997

型式及尺寸如图 1、表 1 所示。

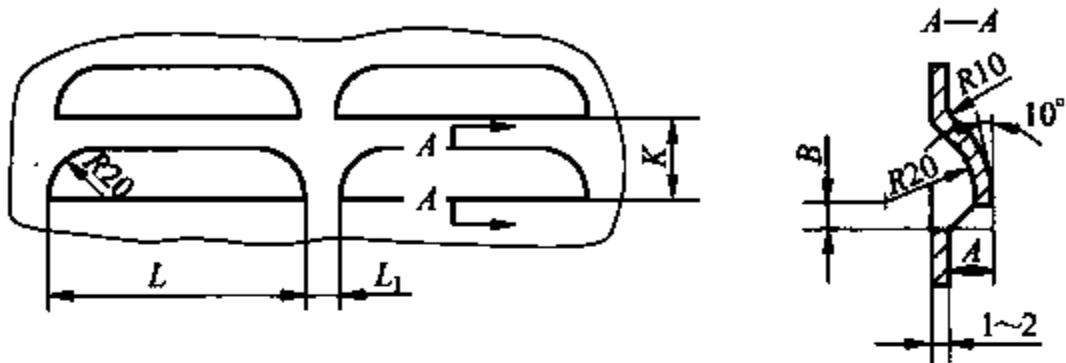


图 1

表 1

mm

A	B	K	L	L <sub>1</sub>
8	4	35	100	20
			150	
10	8	40	200	25
			250	

注：通风罩冲孔可以单排或多排使用，每排孔数自行决定，但每排间距不得小于  $L_1$ 。

板 材 的 冷 弯

JB/ZQ 4261—2006  
 代替 JB/ZQ 4261—1997

本标准适用于抗拉强度  $\sigma_b \leq 610\text{MPa}$  的一般结构钢钢板制品的冷弯曲。对于轧制的板材、带材、宽扁钢材等,最好在垂直于轧制方向进行弯曲,这样才具有较好的弯曲特性。

1 弯曲半径

1.1 为了使弯曲垫模有统一的圆弧半径,弯曲时弯曲半径  $r$ (见图 1)按表 1 选取。

表 1 mm

1	1.2	1.6	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	28	32	36	40	45	50	63	80	100
---	-----	-----	---	-----	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

1.2 开口角  $\beta \geq 60^\circ$  时的允许最小弯曲半径按表 2 的规定。

表 2 mm

钢的最低抗拉强度 $\sigma_b$ , MPa	垂直或沿轧制方向	板 厚 $s$														
		1	>1 ~1.5	>1.5 ~2.5	>2.5 ~3	>3 ~4	>4 ~5	>5 ~6	>6 ~7	>7 ~8	>8 ~10	>10 ~12	>12 ~14	>14 ~16	>16 ~18	>18 ~20
$\leq 420$	垂直	1	1.6	2.5	3	5	6	8	10	12	16	20	25	28	36	40
	沿	1	1.6	2.5	3	6	8	10	12	16	20	25	28	32	40	45
>420~500	垂直	1.2	2	3	4	5	8	10	12	16	20	25	28	32	40	45
	沿	1.2	2	3	4	6	10	12	16	20	25	32	36	40	45	50
>500~610	垂直	1.6	2.5	4	5	6	8	10	12	16	20	25	32	36	45	50
	沿	1.6	2.5	4	5	8	10	12	16	20	25	32	36	40	50	63

注:当开口角  $\beta < 60^\circ$  时,允许最小弯曲半径可按下一档较高的数值选用。

1.3 最小弯曲半径的极限偏差按表 3 的规定。

表 3 mm

钢的最低抗拉强度 $\sigma_b$ , MPa	板 厚 $s$			钢的最低抗拉强度 $\sigma_b$ , MPa	板 厚 $s$		
	$\leq 3$	>3~8	>8~20		$\leq 3$	>3~8	>8~20
$\leq 420$	+0.5 0	+1 0	+1.5 0	>500~610	+1 0	+2 0	+3 0
>420~500	+0.8 0	+1.5 0	+2 0				

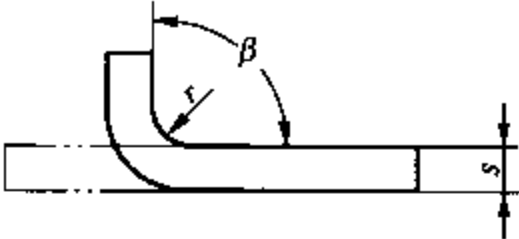
1.4 用机器弯曲钢材时,短边长度  $b$  约为  $4r$ ,如图 2 所示。

1.5 弯曲轮廓线角度的极限偏差按表 4,见图 3。

表 4

弯边长度 $a$ 或 $b$ (以短边为公称尺寸), mm	$\leq 30$	>30~50	>50~80	>80~120	>120
$\beta$ 角的极限偏差	$\pm 2^\circ$	$\pm 1^\circ 45'$	$\pm 1^\circ 30'$	$\pm 1^\circ 15'$	$\pm 1^\circ$

注:表中的数值只适用于  $r:s=4$ 。当  $r:s$  的数值较大时,由于回弹作用,必须考虑较大的偏差。



$r$ —弯曲半径; $\beta$ —开口角度

图 1



图 2

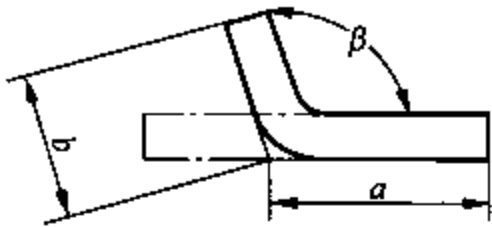


图 3

2 展开长度的计算

2.1 展开长度  $L = a + b + v$ , 其中  $v$  为补偿值。当开角  $\beta = 0^\circ \sim 65^\circ$  时,  $v$  为负值或正值, 当  $\beta > 65^\circ$  时,  $v$  为负值。  $L$  必须圆整到整数。见图 4~图 6。

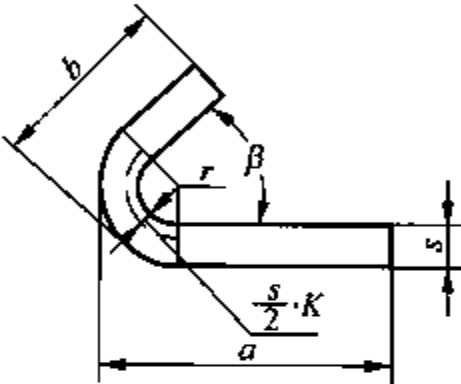


图 4

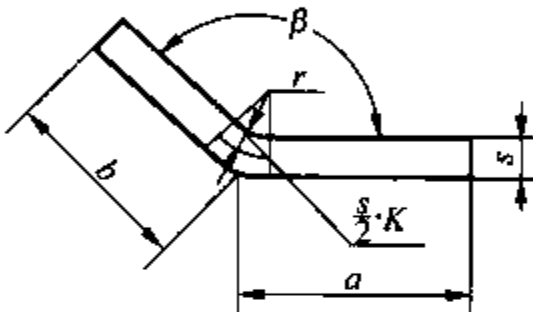


图 5

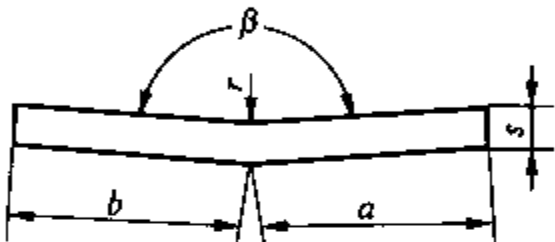


图 6

$\beta = 0^\circ \sim 90^\circ$ :

$$v = \pi \cdot \left( \frac{180^\circ - \beta}{180^\circ} \right) \cdot \left( r + \frac{s}{2} \cdot K \right) - 2(r + s)$$

$\beta > 90^\circ \sim 165^\circ$ :

$$v = \pi \cdot \left( \frac{180^\circ - \beta}{180^\circ} \right) \cdot \left( r + \frac{s}{2} \cdot K \right) - 2(r + s) \cdot \tan \frac{180^\circ - \beta}{2}$$

$\beta > 165^\circ \sim 180^\circ$ :

$$v = 0$$

修正系数

$$K = 0.65 + \frac{1}{2} \lg \frac{r}{s} \quad (r : s > 5 \text{ 时, 此公式不适用。取 } K = 1)$$

2.2 展开长度的计算示例(见图7~图9)。

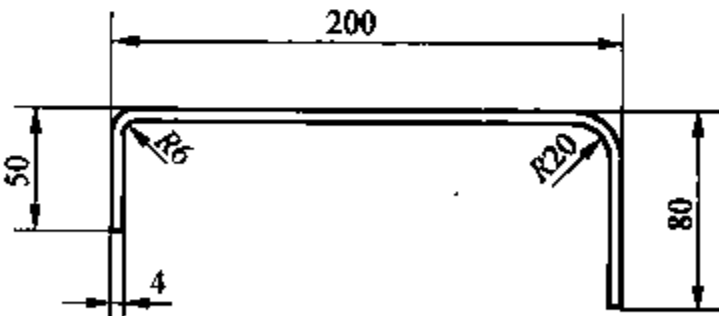


图 7

例 1: 材料 Q235, 抗拉强度  $\sigma_b = 370 \sim 460 \text{ MPa}$

弯边长度之和:  $50 + 200 + 80 = 330 \text{ mm}$

当  $\beta = 90^\circ$ ,  $r = 6\text{mm}$ ,  $s = 4\text{mm}$ ,  $v = -8.26$

当  $\beta = 90^\circ$ ,  $r = 20\text{mm}$ ,  $s = 4\text{mm}$ ,  $v = \frac{-13.44}{= -21.7}$

展开长度  $L = 330 - 21.7 = 308.3 \approx 309\text{mm}$

例 2: 材料 Q235, 抗拉强度  $\sigma_b = 370 \sim 460\text{MPa}$

弯边长度之和:  $50 + 170 + 246 + 50 = 516\text{mm}$

当  $\beta = 90^\circ$ ,  $r = 20\text{mm}$ ,  $s = 12\text{mm}$ ,  $v = -25.41$

当  $\beta = 45^\circ$ ,  $r = 20\text{mm}$ ,  $s = 12\text{mm}$ ,  $v = -6.12$

当  $\beta = 135^\circ$ ,  $r = 32\text{mm}$ ,  $s = 12\text{mm}$ ,  $v = \frac{-7.25}{= -38.78}$

展开长度  $L = 516 - 38.78 = 477.22 \approx 478\text{mm}$

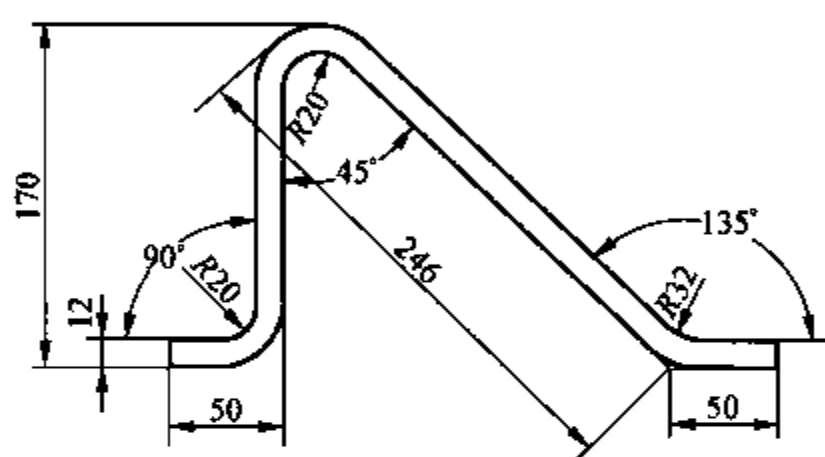


图 8

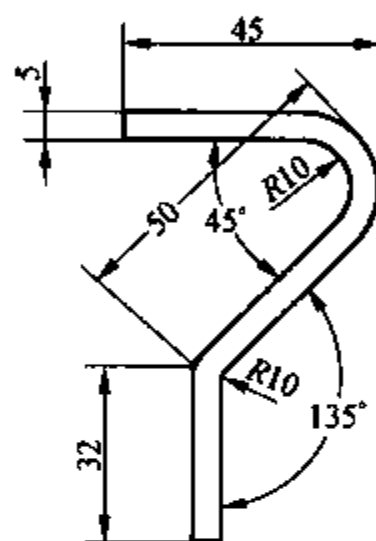


图 9

例 3: 材料 16Mn, 拉抗强度  $\sigma_b = 510\text{MPa}$

弯边长度之和  $45 + 50 + 32 = 127\text{mm}$

当  $\beta = 45^\circ$ ,  $r = 10\text{mm}$ ,  $s = 5\text{mm}$ ,  $v = -1.72$

当  $\beta = 135^\circ$ ,  $r = 10\text{mm}$ ,  $s = 5\text{mm}$ ,  $v = \frac{-3.00}{= -4.72}$

展开长度  $L = 127 - 4.72 = 122.28 \approx 123\text{mm}$



镀硬铬是在母体材料上镀一层铬的薄膜,以提高耐磨性和在一定介质中的防腐蚀能力。也可用于磨损零件尺寸的修复。

## 1 对被镀母材的要求

几乎所有金属材料都可用来镀铬,但下述几种材料镀铬是困难的:

含碳(C)量很高的钢( $C > 0.90\%$ );含硅(Si)量很高的钢( $Si > 1.00\%$ );含铬(Cr)、钨(W)较高的钢;灰口铸铁;球墨铸铁;镁;含镁铝材。

如果铸钢件的表面无金属杂物及发裂时,也可以镀铬。

## 2 镀铬前母体的状态

镀铬前被镀母体的表面粗糙度应与镀铬后的表面粗糙度一致。表面硬度应为 40~60HRC,否则,镀层被压入母材。已淬过火的钢需要镀铬时,硬度不应大于 60HRC,否则,镀层容易脱落。此外,淬火钢应在 180~200℃ 下进行退火,以免使用时镀层上出现裂纹或裂缝。

## 3 镀铬层的硬度

镀铬层的硬度可达 900~1000HV;工作温度在 100℃ 时硬度降至 830HV;工作温度在 150℃ 时硬度降至 750HV;工作温度在 250℃ 时硬度降至 700HV;工作温度在 500℃ 时硬度急骤下降。

## 4 镀铬层厚度

镀铬层约为 30μm 时最为经济,因为它对磨损和腐蚀起着很好的保护作用。如果由于磨损需要进行补偿时,镀铬厚度可达 800μm,但不经济。

## 5 图样标注

根据产品设计者对零件的要求,提出:成品件的尺寸和公差;成品件的镀铬层厚度;镀铬层的硬度(HV);表面粗糙度: $Ra0.8\mu m$  用于要求不高的表面; $Ry3.2\mu m$  用于密封和旋转的表面。

上述标注是最低要求。根据特殊情况,如用户的要求,也可低于此要求。图 1 和图 2 是镀硬铬举例。

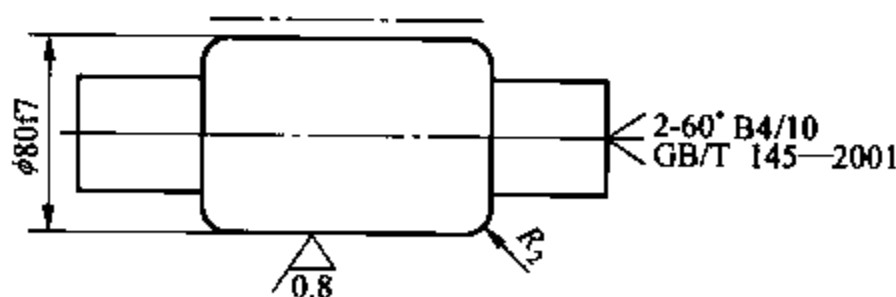
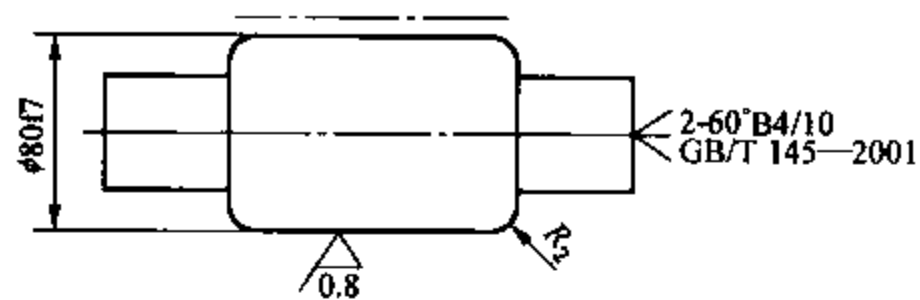


图 1 一般情况



镀铬层厚度 30 $\mu$ m; 硬度 900~1000HV  
镀铬前表面淬火, 硬度 50~55HRC(硬度值根据所选用的材料而定)  
淬硬层深度  $t=2$ mm

图 2 镀铬表面承受冲击和压力负荷

轴类零件必须预先考虑带有中心孔, 棱角必须倒圆, 最大半径不限, 最小半径不应小于 1mm。

本标准规定了过盈配合油压装卸的结构设计规范和装卸要求等内容。

本标准适用于按照《极限与配合 过盈配合的计算和选用》(GB/T 5371)计算和选用的锻钢件和铸钢件过盈配合的油压装卸。

1 结构设计规范

1.1 过盈联结型式

过盈联结共分为五种型式,见图 1~图 5。其中图 1 所示型式仅适用于油压拆卸;图 2、图 3、图 4 和图 5 四种型式可用油压直接安装和拆卸。

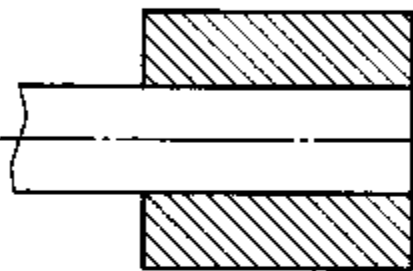


图 1 圆柱形过盈联结

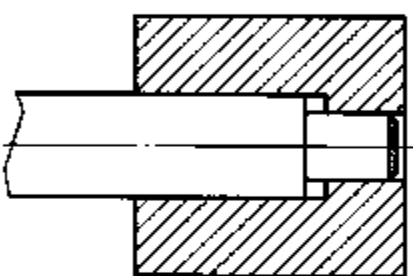


图 2 阶梯圆柱形过盈联结

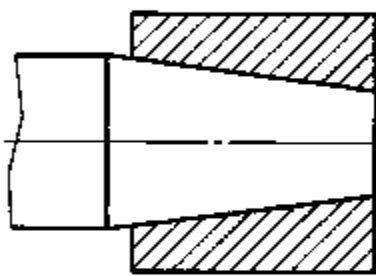


图 3 圆锥形过盈联结

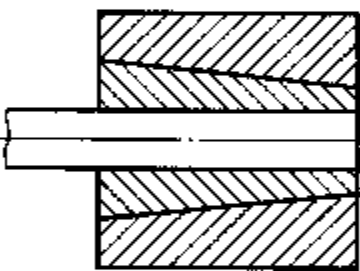


图 4 外圆锥形带中间套过盈联结

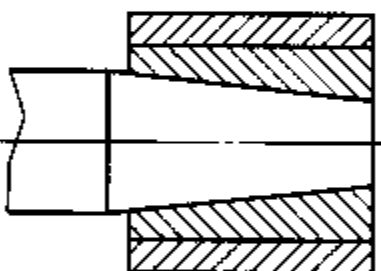


图 5 内圆锥形带中间套过盈联结

1.2 环形槽和油孔

环形槽应布置在一个零件上,并与油孔相通,型式见图 6、图 7。环形槽和油孔的尺寸见表 1。

表 1 环形槽和油孔尺寸

$d$	$b$	$d_1$	$H$	$r_1$	$r_2$	$d$	$b$	$d_1$	$H$	$r_1$	$r_2$
$\leq 30$	2.5	2	0.5	2	0.4	$>250\sim 300$	8	6	1.5	6	1.6
$>30\sim 50$	3	2.5	0.5	2.5	0.4	$>300\sim 400$	10	7	2	7	1.6
$>50\sim 100$	4	3	0.8	3	0.6	$>400\sim 500$	12	8	2.5	8	2.5
$>100\sim 150$	5	4	1	4	1	$>500\sim 650$	14	10	3	10	2.5
$>150\sim 200$	6	5	1.25	4.5	1	$>650\sim 800$	16	12	3	12	2.5
$>200\sim 250$	7	5	1.5	5	1.6	$>800\sim 1000$	18	12	4	12	2.5

1.3 进(排)油口联接螺纹

进(排)油口联接螺纹型式、尺寸见图 8 和表 2,螺纹规格适用的轴径见表 3。

表 2 进(排)油口联接螺纹尺寸

$d_2$	$d_1$	$\alpha$	$l_1$	$l_2$	$d_2$	$d_1$	$\alpha$	$l_1$	$l_2$
M10×1-6H	$\leq 5$	120°	10	12	M18×1.5-6H	$\leq 8$	120°	16	19
M140×1.5-6H	$\leq 8$	120°	12	15	M27×2-6H	$\leq 12$	120°	18	22

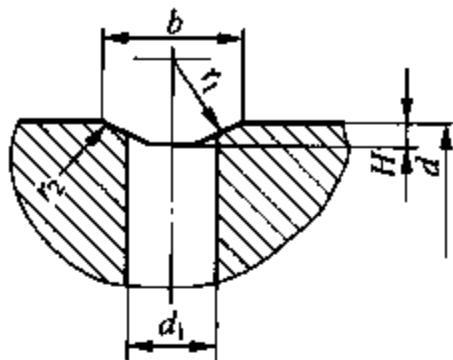


图 6 轴上的环形槽和油孔

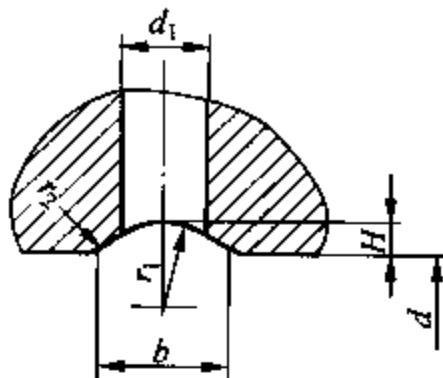


图 7 孔上的环形槽和油孔

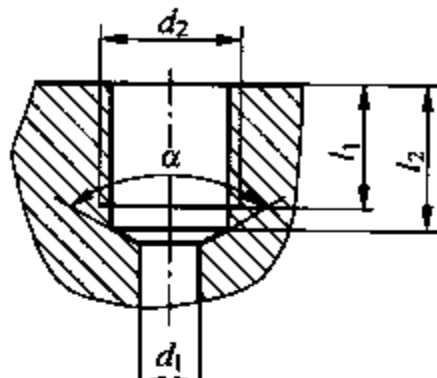


图 8 进(排)油口联接螺纹

表 3 螺纹规格适用的轴径

mm

d	进(排)油口联接螺纹				d	进(排)油口联接螺纹			
	M10×1 -6H	M14×1.5 -6H	M18×1.5 -6H	M27×2 -6H		M10×1 -6H	M14×1.5 -6H	M18×1.5 -6H	M27×2 -6H
≤30	△	△	△	—	>250~300	—	△	△	△
>30~50	△	△	△	—	>300~400	—	△	△	△
>50~100	△	△	△	—	>400~500	—	△	△	△
>100~150	△	△	△	—	>500~650	—	—	—	△
>150~200	△	△	△	—	>650~800	—	—	—	△
>200~250	—	△	△	—	>800~1000	—	—	—	△

1.4 环形槽的数量及分布

环形槽的数量及分布取决于联结零件的结构形状和结合长度,环形槽的分布应保证在安装和拆卸过程中使整个结合面上有分布均匀的压力油膜。因此环形槽应布置在零件拆卸开时最后接触的接合端附近。

1.4.1 圆柱形过盈联结环形槽的分布见图9~图12,分布尺寸见表4。对于壁厚不均匀的包容件,布置环形槽时应考虑改善压力的分布,环形槽应布置在辐板和凸缘的下方,见图13~图15。

表 4 圆柱形过盈联结环形槽的分布尺寸

mm

图号	L	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	环形槽数量
图 9、图 10	≤100	(0.3~0.4)L	—	1
图 11、图 12	>100~300	0.25L	(0.5~0.6)L	2
	>300~600	0.20L		3
	>600	0.15L		4

注:当环形槽的数量为 3 或 4 个时,其第三和第四环形槽应均匀布置在 l<sub>1</sub> 至 l<sub>2</sub> 区间。

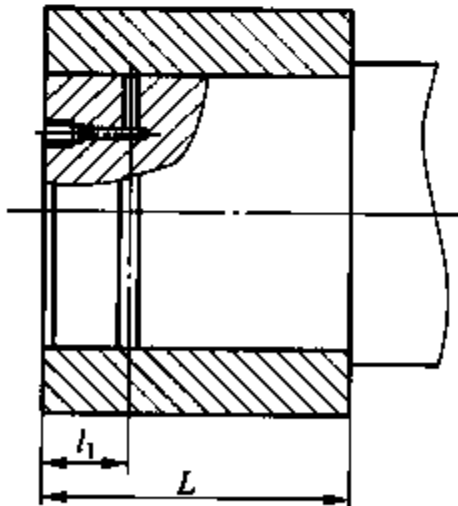


图 9 轴上有环形槽

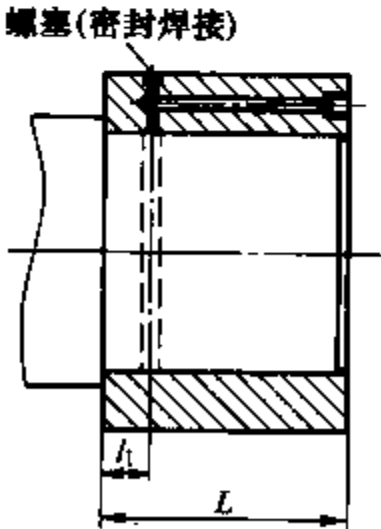


图 10 孔上有环形槽

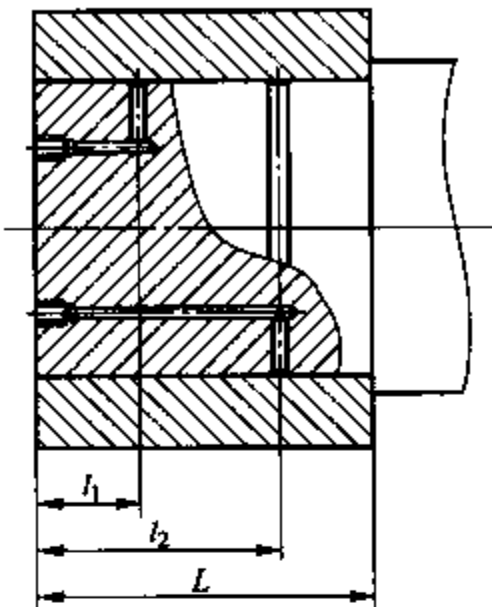


图 11 轴上有 2 个环形槽

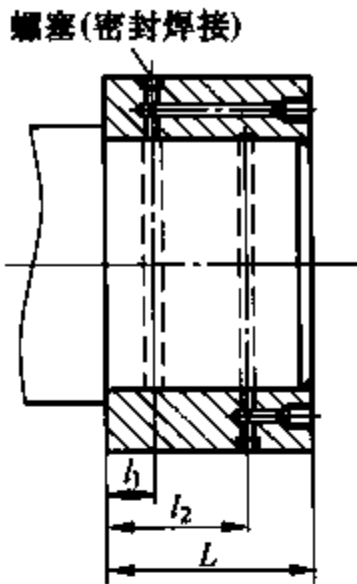


图 12 孔上有 2 个环形槽

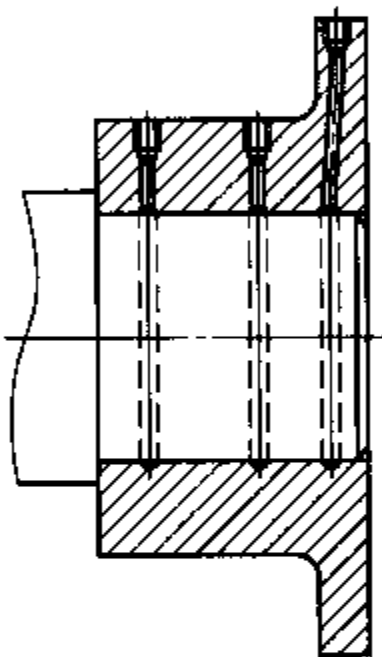


图 13 包容件侧面有凸缘的圆柱形过盈联结

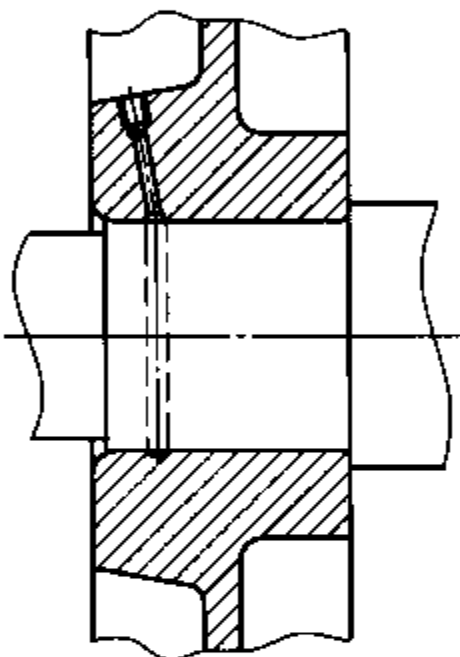


图 14 包容件带单辐板的圆柱形过盈联结

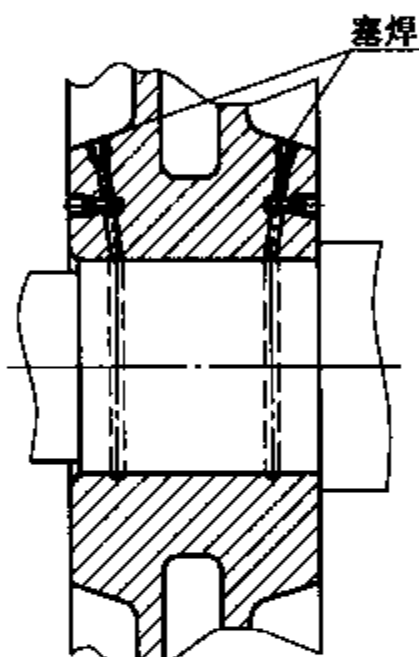


图 15 包容件带双辐板的圆柱形过盈联结

1.4.2 滚动轴承用圆柱形过盈联结环形槽的分布见图16~图 18,尺寸见表 5。

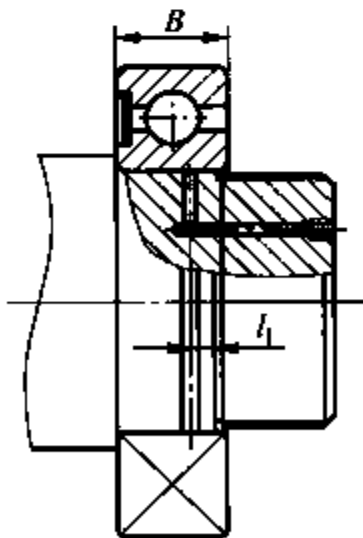


图 16 一个滚动轴承的圆柱形轴(有 1 个环形槽)

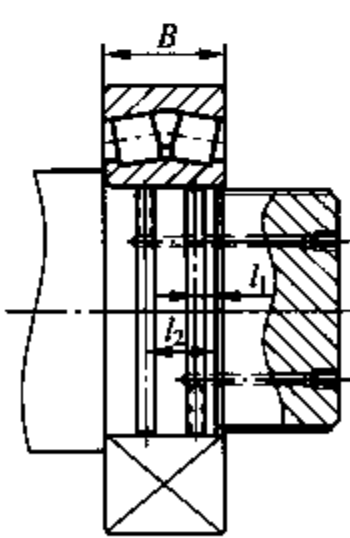


图 17 一个滚动轴承的圆柱形轴(有 2 个环形槽)

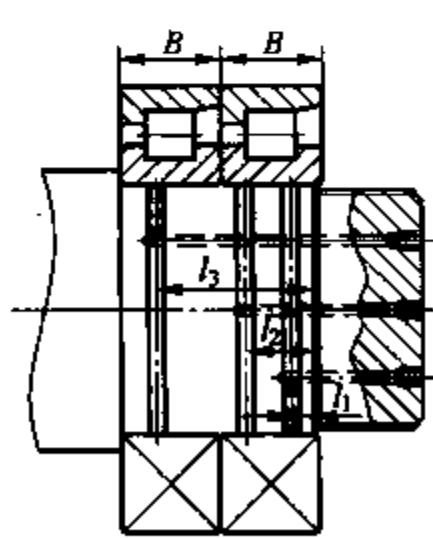


图 18 两个滚动轴承的圆柱形轴(有 3 个环形槽)

表 5 滚动轴承用圆柱形过盈联结环形槽的分布尺寸

mm

图 号	$B$	$l_1$	$l_2$	$l_3$
图 16	$\leq 100$	$(0.3 \sim 0.4)B$	—	—
图 17	$> 100$	$0.2B$	$(0.5 \sim 0.6)B$	—
图 18	任意	$0.2B$	$0.6B$	$(1.2 \sim 1.3)B$

1.4.3 圆锥形过盈联结在包容件壁厚均匀时,布置 1 个环形槽, $l_1 = (0.3 \sim 0.4)L$  或  $l_1 = (0.3 \sim 0.4)B$ ,见图 19~图 24。当包容件的壁厚变化时,应布置 2 个环形槽,见图 25。

1.4.4 为便于拆卸,设计时应注意包容件的孔表面不超出被包容件上相对应的结合表面,见图 26、图 27。

1.4.5 为了使装配完成后,结合面间的高压油易于排出,包容件或被包容件的结合面上应有与环形槽相通的螺旋油槽。但油槽不得延伸到结合面外,尺寸见图 28。

### 1.5 阶梯圆柱形过盈联结尺寸

阶梯圆柱形过盈联结尺寸见图 29。

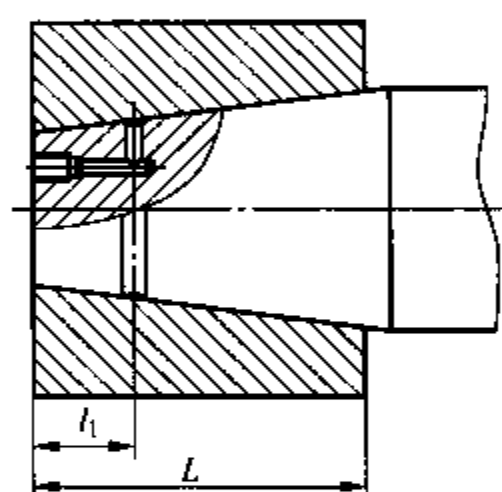


图 19 圆锥形轴上有环形槽的过盈联结

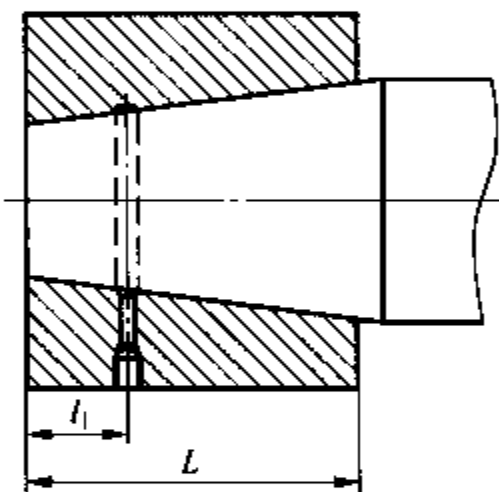


图 20 圆锥形孔上有环形槽的过盈联结

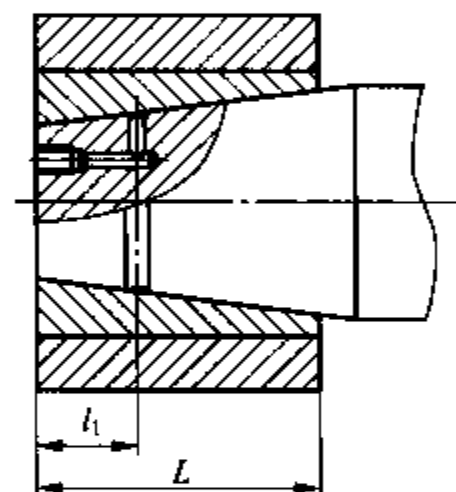


图 21 外圆锥形带中间套轴上有环形槽的过盈联结

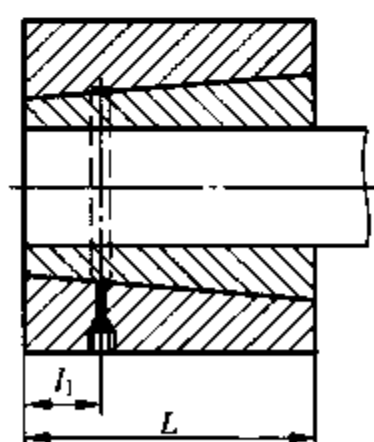


图 22 外圆锥形带中间套孔上有环形槽的过盈联结

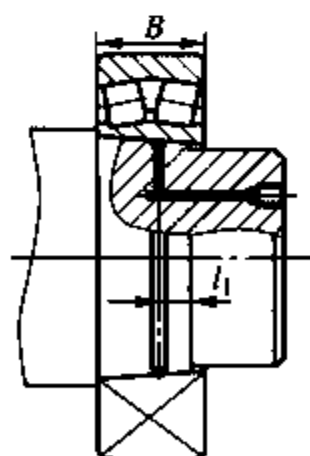


图 23 圆锥形轴上装一个滚动轴承的过盈联结

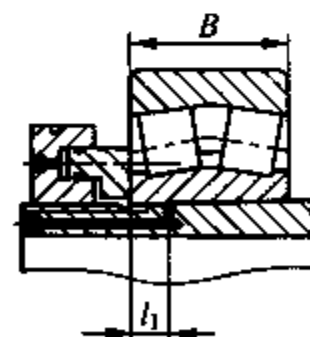


图 24 在紧定套上装一个滚动轴承的过盈联结

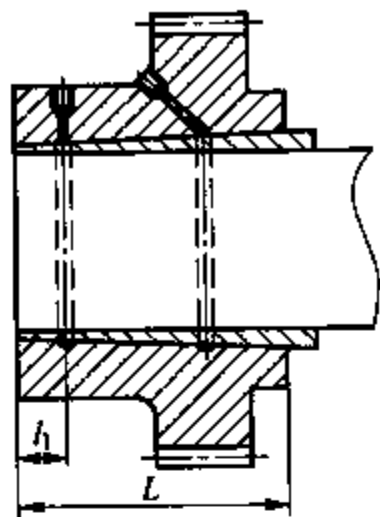


图 25 带中间套、包容件侧面有凸缘的外圆锥形过盈联结

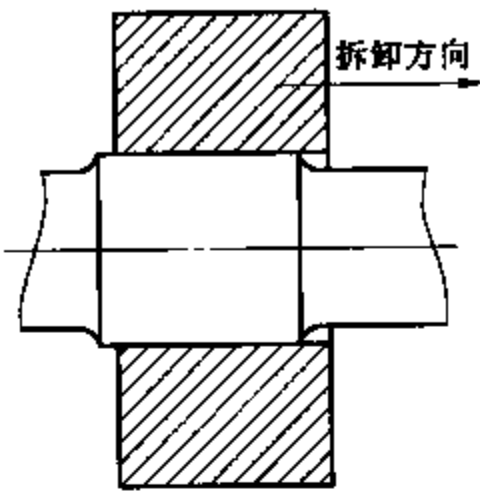


图 26 无轴肩的过盈联结

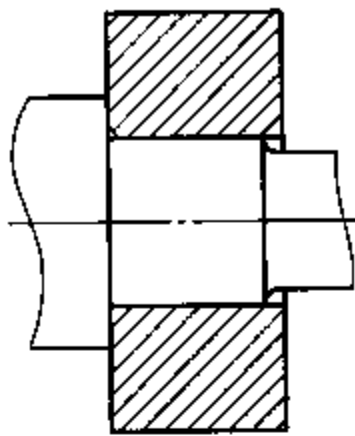
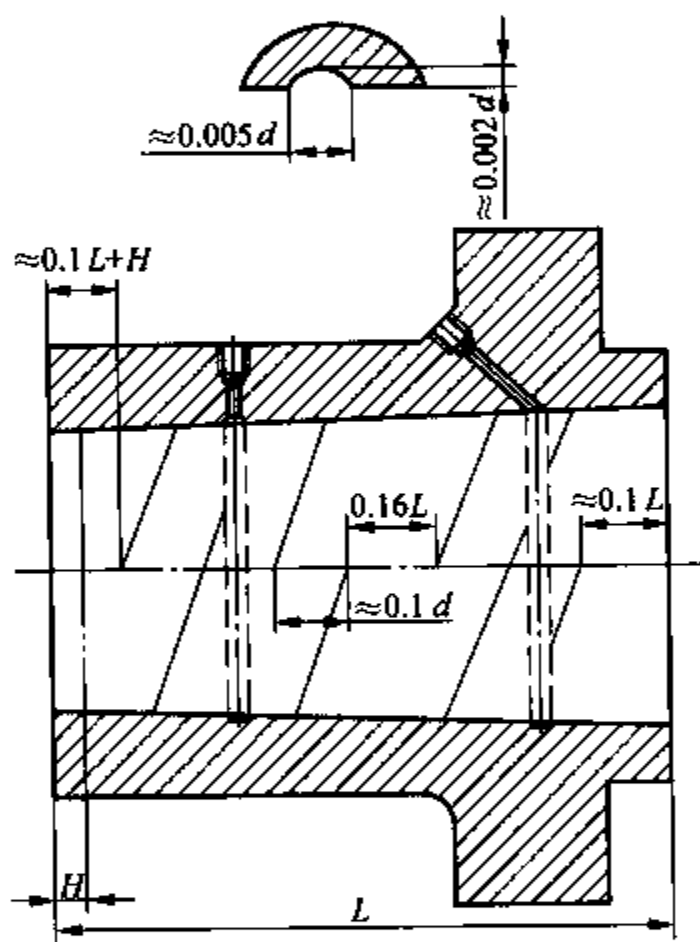
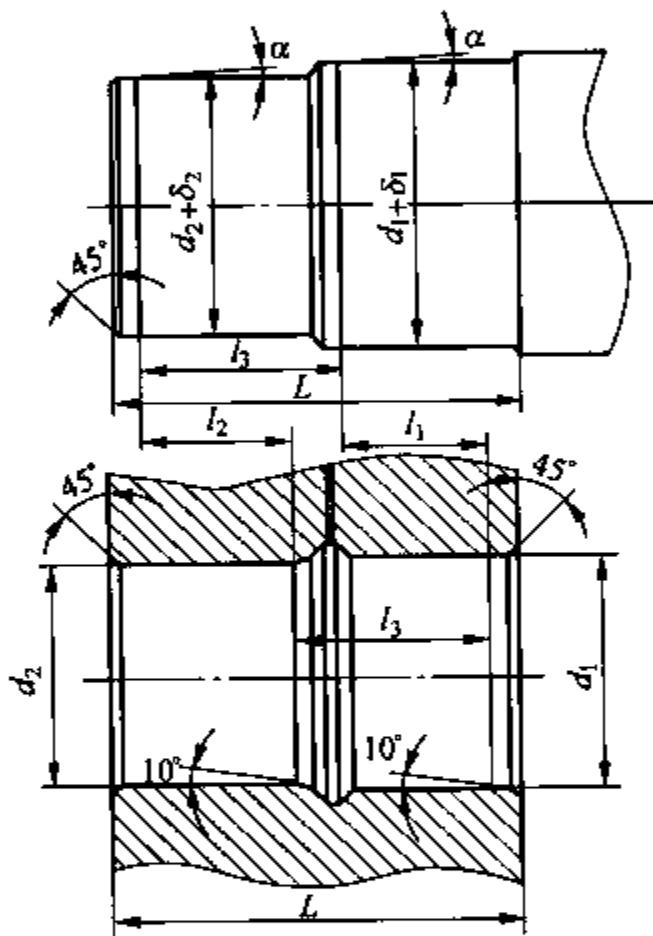


图 27 有轴肩的过盈联结



H为压入行程

图 28



$d_1, d_2$ —直径;  $\delta_1, \delta_2$ —过盈尺寸;  $l_1, l_2$ —接合长度;  $l_3$ —密封锥间的距离;  $\alpha$ —密封锥倾角;  $\alpha = 0.5^\circ \sim 1.5^\circ$  (根据过盈量的大小选择)

图 29 阶梯圆柱形过盈联结尺寸

## 2 装卸要求

### 2.1 一般要求

2.1.1 安装前应清除油孔及环形槽的杂质和毛刺,用 NY-190 号溶剂油仔细地清洗净结合面、油孔及环形槽。安装完后用螺塞将油孔堵塞死。

2.1.2 结合面不得有裂纹、划痕和缺陷。

2.1.3 为了安全地进行安装和拆卸,安装和拆卸前必须采取安全预防措施,应由有经验的人员操作和监视。

2.1.4 油压安装和拆卸用的介质,应选用运动粘度为 46~68cSt(温度为 40℃ 时)的矿物油。结合压力高时宜选用粘度较大的矿物油。

2.1.5 计算材料是否产生塑性变形,应以安装拆卸时的油压力计算。

2.1.6 计算压入力和压出力时,应按安装和拆卸时的摩擦系数进行计算。

2.1.7 高压油泵的加压应逐渐连续加压,达到要求的计算压力并保持稳定,方可安装和拆卸。

## 2.2 圆柱形过盈联结的安装和拆卸

2.2.1 圆柱形过盈联结,一般是采用加热包容件或冷却被包容件的方法进行安装。

2.2.2 拆卸时,可同时向圆柱面和轴向加压,但轴向的油压力  $P_2$  约为圆柱面油压力  $P_1$  的  $1/5$ ,当圆柱面的油压力达到计算的拆卸压力时,即可将包容件(或被包容件)不间断地拉出,在拉出过程中应特别注意安全,同时应保持油的压力稳定(见图 30)。

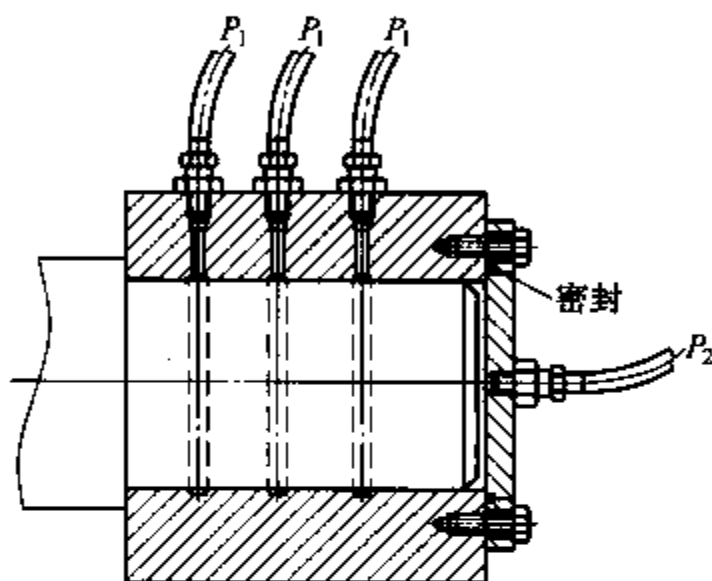


图 30 圆柱形过盈联结的拆卸

## 2.3 阶梯圆柱形过盈联结的安装与拆卸

2.3.1 阶梯圆柱形过盈联结和结合长度为  $l_1$  和  $l_2$  (见图 29),安装过程油压是通过包容件的  $10^\circ$  导向锥与被包容件的  $\alpha$  锥体良好接触形成密封获得的。两个零件的  $l_3$  尺寸应符合要求。

2.3.2 旋紧手柄使包容件  $10^\circ$  导向锥与被包容件的  $\alpha$  锥体部分良好接触形成压力区域,压力油使包容件和被包容件变形形成油膜,在轴向力的作用下,使包容件或被包容件轴向移动完成安装(见图 31)。

2.3.3 拆卸时,当压力油使两个零件产生变形形成油膜后,在轴向力的作用下轴开始移动,这时应特别注意由于阶梯形圆柱  $d_1$ 、 $d_2$  尺寸不同,在轴向产生的力将大于开始施加的轴向力,所以在拆卸时,事先应采取好安全措施,防止拆卸结束后,轴(或轴套)被弹出。

## 2.4 圆锥形过盈联结的安装与拆卸(见图 32)

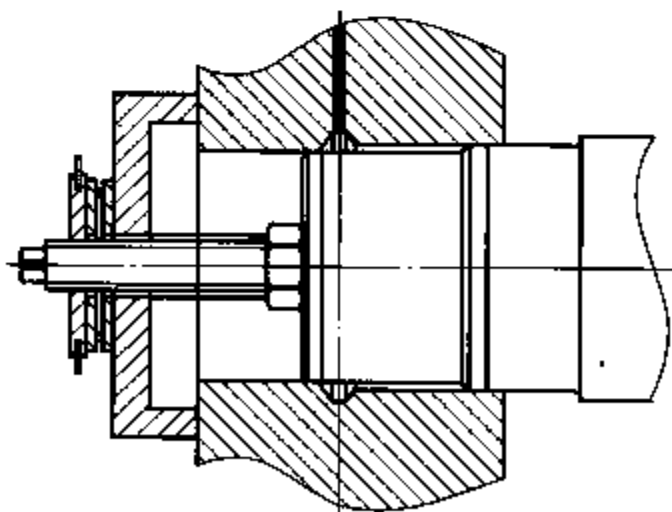


图 31

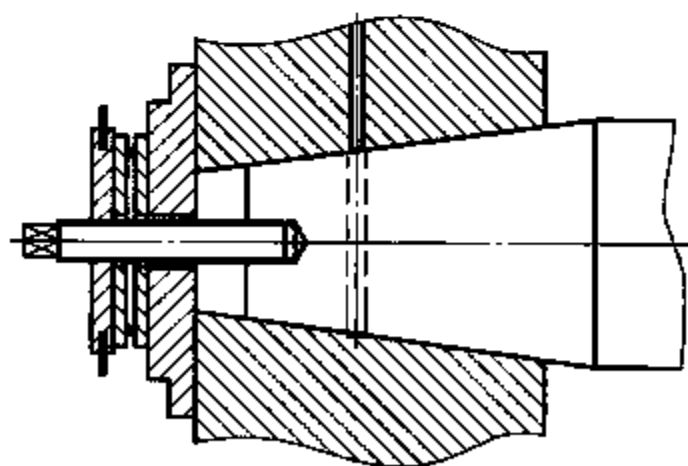


图 32



2.4.1 安装时压入行程的起点,根据联结情况采用以下方法之一:

- a) 以中间套的平均直径位置为压入行程的起点;
- b) 用手推移包容件和中间套至不动为止,以此状态下的位置为压入行程的起点;
- c) 施加压入力的 5% 的力,以此状态下的位置为压入行程的起点。

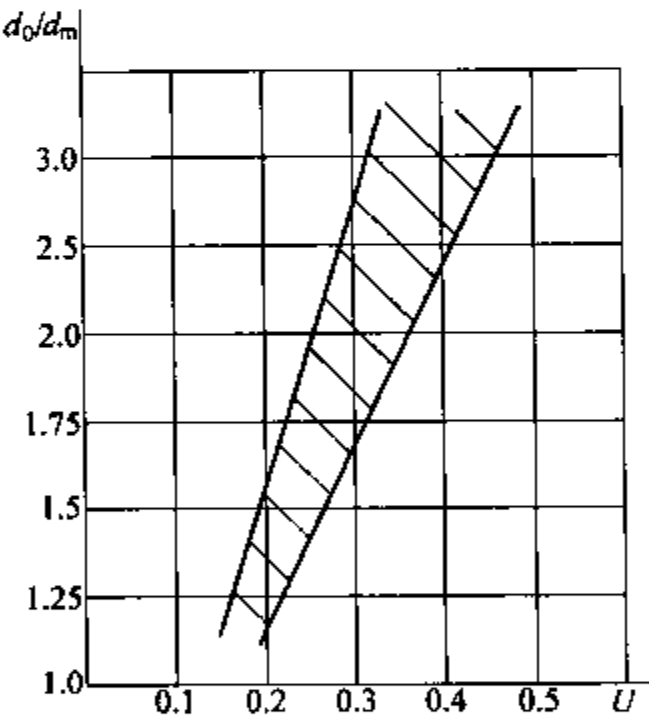
2.4.2 在连续注入压力油的同时,用安装工具(或液压装置)推动轴和中间套达到规定的装配位置。

2.4.3 安装时的压入力按式(1)计算:

$$P_1 = (p_{fmin} + \Delta p_f + U \cdot p_{fmin}) \pi d_m l_f (\mu + C/2) \dots\dots\dots (1)$$

式中:  $P_1$  ——压入力, N;

- $p_{fmin}$  ——传递负荷所需的最小结合压力, MPa;
- $\Delta p_f$  ——中间套变形所需的压力(无中间套的圆锥联结, 无此值), MPa;
- $U \cdot p_{fmin}$  ——油压增量, MPa,  $U$  值见图 33, 应选其小值;
- $d_m$  ——圆锥结合面的平均直径, mm;
- $l_f$  ——结合长度, mm;
- $\mu$  ——液体摩擦系数;
- $C$  ——结合圆锥的锥度。



注: 图中  $d_m$  为包容件外径, mm。

图 33

2.4.4 拆卸时的压出力按式(2)计算:

$$P_2 = (p_{fmin} + \Delta p_f + U \cdot p_{fmin}) \pi d_m l_f (\mu - C/2) \dots\dots\dots (2)$$

式中:  $P_2$  ——压出力, N;

- $p_{fmin}$  ——传递负荷所需的最小结合压力, MPa;
- $\Delta p_f$  ——中间套变形所需的压力(无中间套的圆锥联结, 无此值), MPa;
- $U \cdot p_{fmin}$  ——油压增量, MPa,  $U$  值见图 33, 应选其大值;
- $d_m$  ——圆锥结合面的平均直径, mm;

$l_f$ ——结合长度,mm;

$\mu$ ——液体摩擦系数;

$C$ ——结合圆锥的锥度。

2.4.5 结合面锥度大的联结,当  $\mu - C/2 < 0$  时,有自卸能力,拆卸时应采取安全措施,防止联结件弹出。

## 附录 A(资料性附录) 实现过盈联结的尺寸公差和表面要求

### A.1 尺寸公差

#### A.1.1 圆柱面过盈联结

A.1.1.1 当采用基轴制时,被包容件的尺寸公差带为: $d \leq 180\text{mm}$ ,取 h6; $d > 180\text{mm}$ ,取 h7。

包容件的公差等级为: $d \leq 180\text{mm}$ ,取 IT6; $d > 180\text{mm}$ ,取 IT7。

A.1.1.2 当采用基孔制时,包容件的尺寸公差带为: $d \leq 180\text{mm}$ ,取 H6; $d > 180\text{mm}$ ,取 H7。

被包容件的公差等级为: $d \leq 180\text{mm}$ ,取 IT6; $d > 180\text{mm}$ ,取 IT7。

A.1.1.3 圆柱结合面的圆柱度公差应小于或等于尺寸公差的 1/4。

#### A.1.2 圆锥面过盈联结

A.1.2.1 中间套与相关件圆柱面的公差配合:

$L \leq 180\text{mm}$  时,一般取 H7/h6; $L > 180\text{mm}$  时,外锥面中间套取 F8/h7,内锥面中间套取 H8/f7。

A.1.2.2 圆锥结合面的公差是指平均直径的公差,当采用基轴制时,被包容件的公差带为:

$d_m \leq 180\text{mm}$ ,取 h6; $d_m > 180\text{mm}$ ,取 h7。

包容件的公差等级为:

$d_m \leq 180\text{mm}$ ,取 IT6; $d_m > 180\text{mm}$ ,取 IT7。

A.1.2.3 圆锥结合面的圆锥角公差为《圆锥公差》(GB/T 11334)中的 AT5,用圆锥环规(或者塞规)检验时,研合的轴向力应不大于 100N,涂层厚度应符合《圆锥量规公差与技术条件》(GB/T 11852)附录 A 的规定,圆锥面的接触率不小于 75%。

### A.2 表面粗糙度

A.2.1 环形槽圆角处的表面粗糙度参数  $R_a$  值为  $3.2\mu\text{m}$ 。

A.2.2 圆柱结合面的表面粗糙度:轴的表面粗糙度参数  $R_a$  值为  $0.8\mu\text{m}$ 。

$d \leq 180\text{mm}$  时,孔表面粗糙度参数  $R_a$  值为  $0.8\mu\text{m}$ ;

$d > 180\text{mm}$  时,孔表面粗糙度参数  $R_a$  值为  $1.6\mu\text{m}$ 。

A.2.3 圆锥结合面的表面粗糙度参数  $R_a$  值为  $0.4\mu\text{m}$ 。

1 A型中心孔的型式和尺寸见图 1 和表 1。

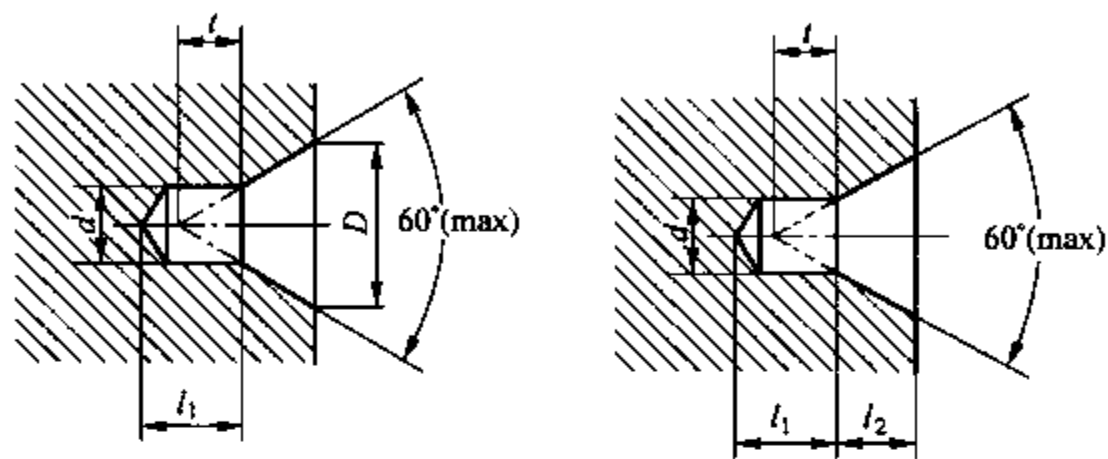


图 1

表 1

mm

d	D	l <sub>2</sub>	t	d	D	l <sub>2</sub>	t
			参考尺寸				参考尺寸
1.00	2.12	0.97	0.9	4.00	8.50	3.90	3.5
(1.25)	2.65	1.21	1.1	(5.00)	10.60	4.85	4.4
1.60	3.35	1.52	1.4	6.30	13.20	5.98	5.5
2.00	4.25	1.95	1.8	(8.00)	17.00	7.79	7.0
2.50	5.30	2.42	2.2	10.00	21.20	9.70	8.7
3.15	6.70	3.07	2.8				

- 注:1 尺寸  $l_1$  取决于中心钻的长度  $l_1$ ,即使中心钻重磨后再使用,此值也不应小于  $t$  值。  
2 表中同时列出了  $D$  和  $l_2$  尺寸,制造厂可任选其中一个尺寸。  
3 括号内的尺寸尽量不采用。

2 B型中心孔的型式和尺寸见图 2 和表 2。

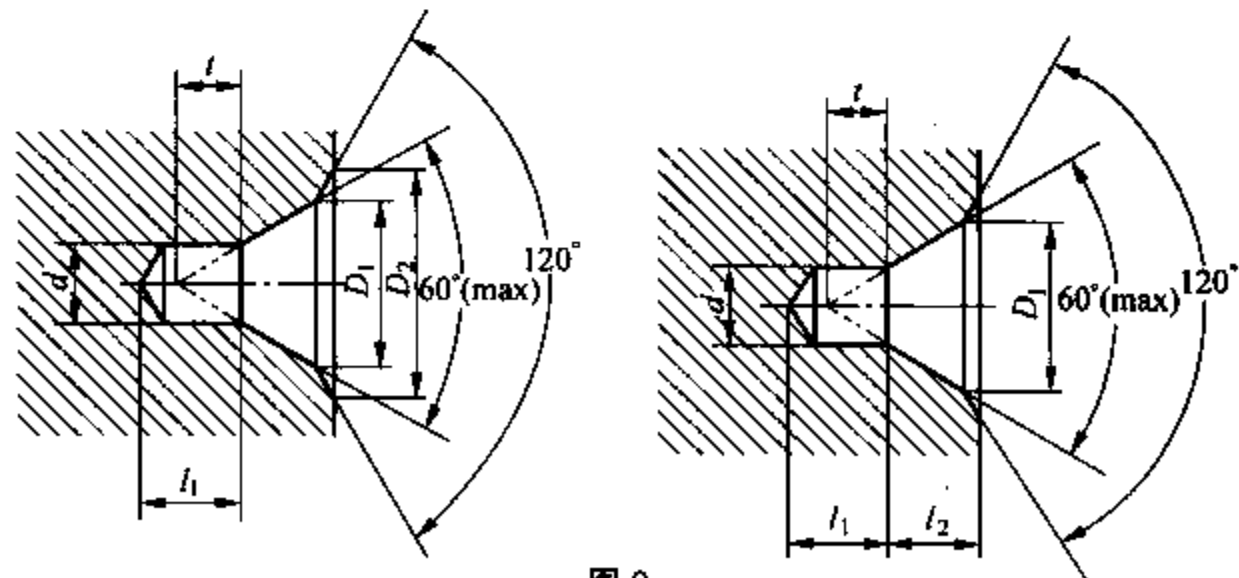


图 2

表 2

mm

$d$	$D_1$	$D_2$	$l_2$	$t$	$d$	$D_1$	$D_2$	$l_2$	$t$
				参考尺寸					参考尺寸
1.00	2.12	3.15	1.27	0.9	4.00	8.50	12.50	5.05	3.5
(1.25)	2.65	4.00	1.60	1.1	(5.00)	10.60	16.00	6.41	4.4
1.60	3.35	5.00	1.99	1.4	6.30	13.20	18.00	7.36	5.5
2.00	4.25	6.30	2.54	1.8	(8.00)	17.00	22.40	9.36	7.0
2.50	5.30	8.00	3.20	2.2	10.00	21.20	28.00	11.66	8.7
3.15	6.70	10.00	4.03	2.8					

- 注:1 尺寸  $l_1$  取决于中心钻的长度  $l_1$ ,即使中心钻重磨后再使用,此值也不应小于  $t$  值。  
2 表中同时列出了  $D_2$  和  $l_2$  尺寸,制造厂可任选其中一个尺寸。  
3 尺寸  $d$  和  $D_1$  与中心钻的尺寸一致。  
4 括号内的尺寸尽量不采用。

3 C型中心孔的型式和尺寸见图 3 和表 3。

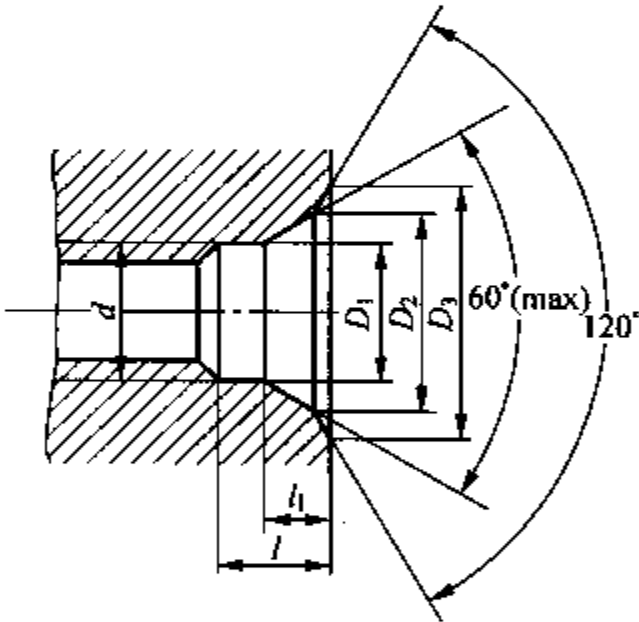


图 3

表 3

mm

$d$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$l$	$l_1$	$d$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$l$	$l_1$
					参考尺寸						参考尺寸
M3	3.2	5.3	5.8	2.6	1.8	M10	10.5	14.9	16.3	7.5	3.8
M4	4.3	6.7	7.4	3.2	2.1	M12	13.0	18.1	19.8	9.5	4.4
M5	5.3	8.1	8.8	4.0	2.4	M16	17.0	23.0	25.3	12.0	5.2
M6	6.4	9.6	10.5	5.0	2.8	M20	21.0	28.4	31.3	15.0	6.4
M8	8.4	12.2	13.2	6.0	3.3	M24	26.0	34.2	38.0	18.0	8.0

4 R 型中心孔的型式和尺寸见图 4 和表 4。

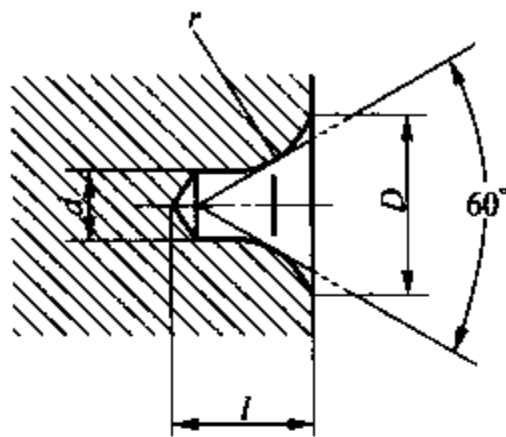


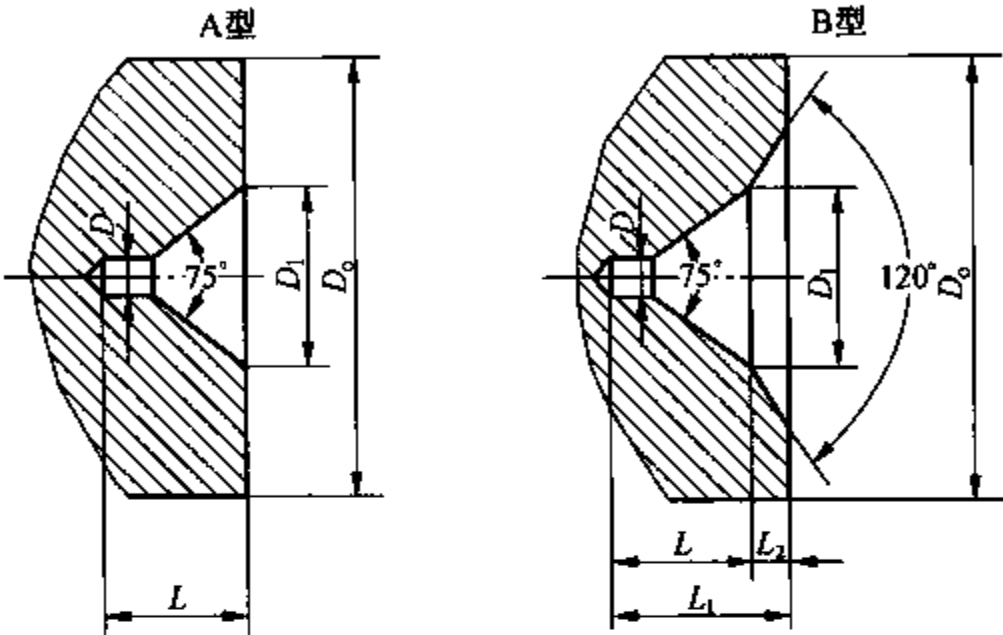
图 4

表 4 mm

<i>d</i>	<i>D</i>	<i>l<sub>min</sub></i>	<i>r</i>		<i>d</i>	<i>D</i>	<i>l<sub>min</sub></i>	<i>r</i>	
			max	min				max	min
1.00	2.12	2.3	3.15	2.50	4.00	8.50	8.9	12.50	10.00
(1.25)	2.65	2.8	4.00	3.15	(5.00)	10.60	11.2	16.00	12.50
1.60	3.35	3.5	5.00	4.00	6.30	13.20	14.0	20.00	16.00
2.00	4.25	4.4	6.30	5.00	(8.00)	17.00	17.9	25.00	20.00
2.50	5.30	5.5	8.00	6.30	10.00	21.20	22.5	31.50	25.00
3.15	6.70	7.0	10.00	8.00					

注：括号内的尺寸尽量不采用。

型式和尺寸见图 1 和表 1。



注：中心孔的表面粗糙度按用途自行规定。

图 1

表 1

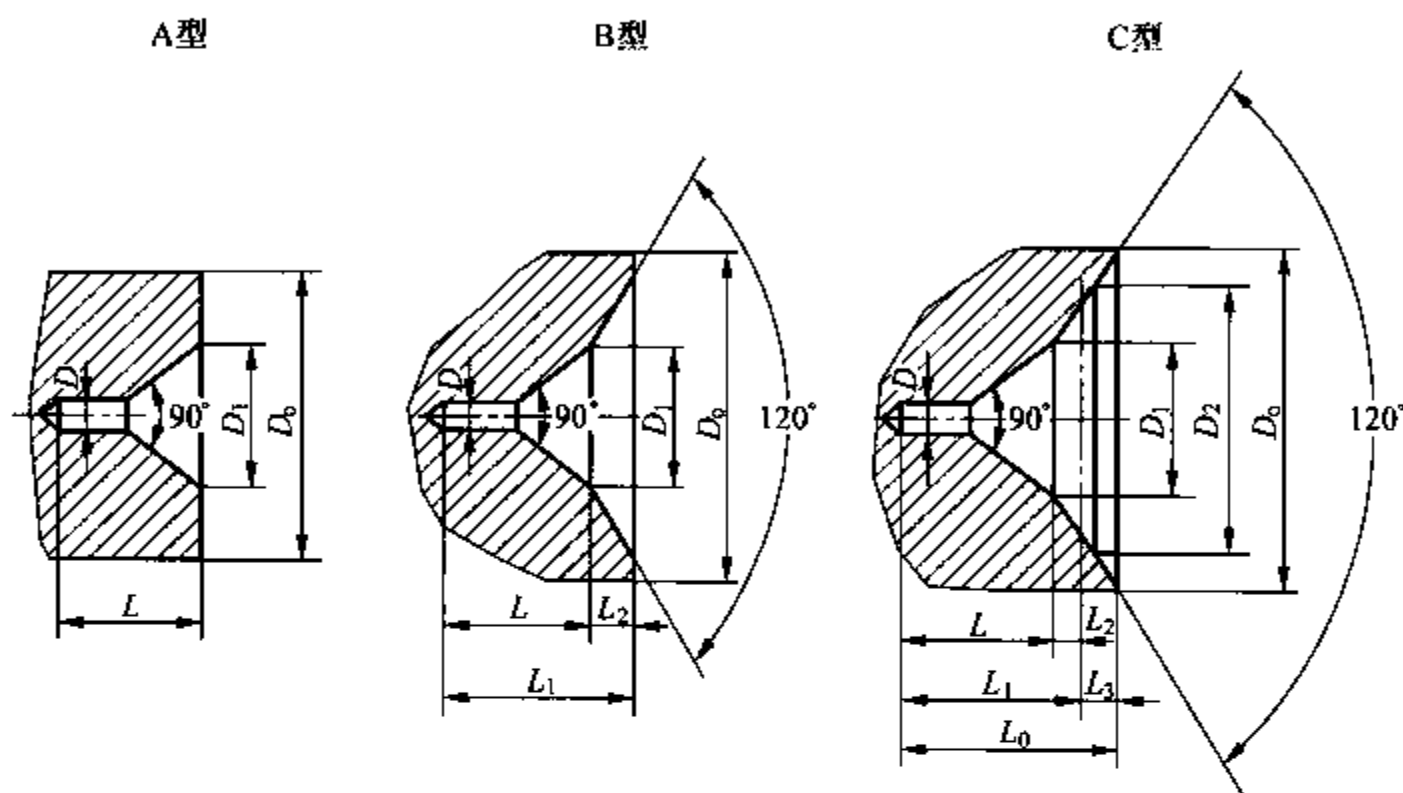
mm

规 格 <i>D</i>	<i>D</i> <sub>1</sub>	<i>L</i>	<i>L</i> <sub>1</sub>	<i>L</i> <sub>2</sub>	选择中心孔的参考数据	
					毛坯轴端直径 <i>D</i> <sub>0</sub> min	毛坯质量,kg max
3	9	7	8	1	30	200
4	12	10	11.5	1.5	50	360
6	18	14	16	2	80	800
8	24	19	21	2	120	1500
12	36	28	30.5	2.5	180	3000
20	60	50	53	3	260	9000
30	90	70	74	4	360	20000
40	120	95	100	5	500	35000
45	135	115	121	6	700	50000
50	150	140	148	8	900	80000

注：1 中心孔的尺寸主要根据轴端直径 *D*<sub>0</sub> 和零件毛坯总质量（如轴上装有齿轮、齿圈及其他零件等）来选择。若毛坯总质量超过表中 *D*<sub>0</sub> 相对应的质量时，则依据毛坯质量确定中心孔尺寸。

2 当加工零件毛坯总质量超过 5000kg 时，一般宜选择 B 型中心孔。

型式和尺寸见图 1 和表 1。



注：中心孔的表面粗糙度按用途自行规定。

图 1

表 1

mm

规 格 $D$	$D_1$	$D_2$	$L$	$L_1$	$L_2$	$L_3$	$L_0$	选择中心孔的参考数据	
								毛坯轴端直径 $D_0$ min	毛坯质量, kg max
14	56	77	36	38.5	2.5	6	44.5	250	5000
16	64	85	40	42.5	2.5	6	48.5	300	10000
20	80	108	50	53	3	8	61	400	20000
24	96	124	60	64	4	8	72	500	30000
30	120	155	80	84	4	10	94	600	50000
40	160	195	100	105	5	10	115	800	80000
45	180	222	110	116	6	12	128	900	100000
50	200	242	120	128	8	12	140	1000	150000

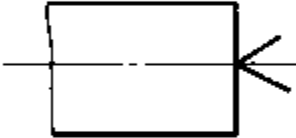
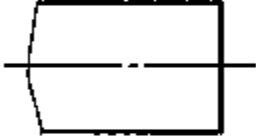
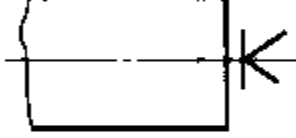
- 注：1 中心孔的尺寸主要根据轴端直径  $D_0$  和零件毛坯总质量（如轴上装有齿轮、齿圈及其他零件等）来选择。若毛坯总质量超过表中  $D_0$  相对应质量时，则依据毛坯质量确定中心孔尺寸。
- 2 当加工零件毛坯总质量超过 5000kg 时，一般宜选择 B 型中心孔。
- 3 C 型中心孔是属于中间型式，在制造时要考虑到在机床上加工去掉余量“ $L_3$ ”以后，应与 B 型中心孔相同。

中心孔简化表示法

JB/ZQ 4167—2006  
代替 JB/ZQ 4167—1997

- 1 本标准规定了符合 GB/T 145—2001 中的 A 型、B 型、C 型和 R 型中心孔和 JB/ZQ 4236—2006、JB/ZQ 4237—2006 规定型式尺寸的中心孔在机械图样中的简化表示方法。
- 2 在图样上的标注：
- 2.1 中心孔简化表示法包括以下内容：
- a) 表示在完工零件上的中心孔是否需要保留的图符(见表 1)；
  - b) 选用中心孔的中心角；
  - c) 选用中心孔的型号规格；
  - d) 选用中心孔的标准编号。

表 1

要求	在完工的零件上 要求保留中心孔	在完工零件上的中心孔 是否保留都可以	在完工的零件上 不允许保留中心孔
图符			

- 2.2 当标准中心孔采用简化表示时,在图样上不必绘制详细结构,只需按中心孔简化表示法的内容顺序标注即可。
- 2.3 中心孔的标注说明见表 2。

表 2

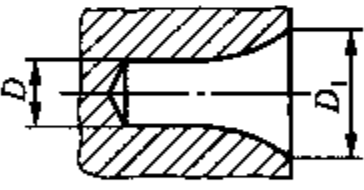
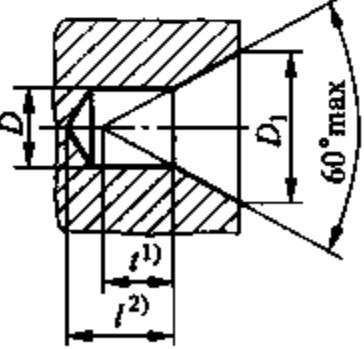
中心孔标准编号	中心孔的型式		标记示例	标注说明
GB/T 145—2001	60°	R 型(弧形)	GB/T 145-R3.15/6.7	$D = 3.15\text{mm}$ $D_1 = 6.7\text{mm}$ 
		A 型 (不带保护锥)	GB/T 145-A4/8.5	$D = 4\text{mm}$ $D_1 = 8.5\text{mm}$ 



表 2(续)

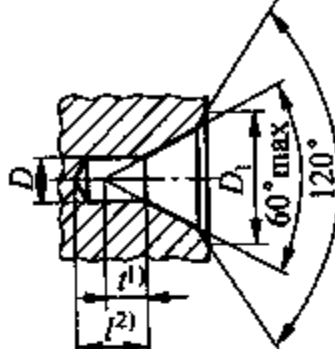
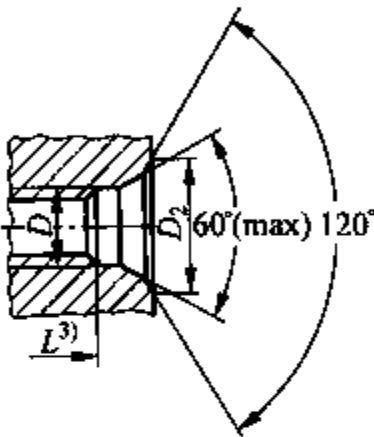
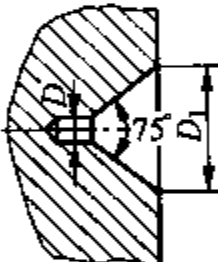
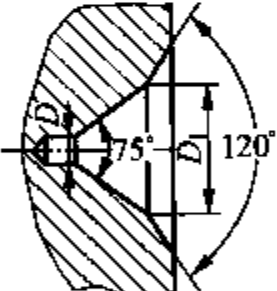
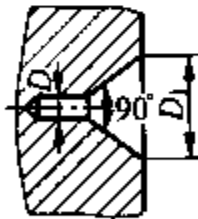
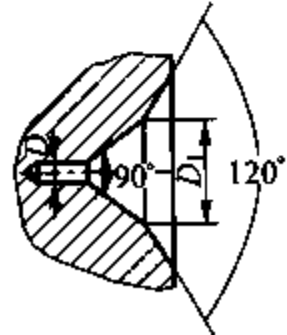
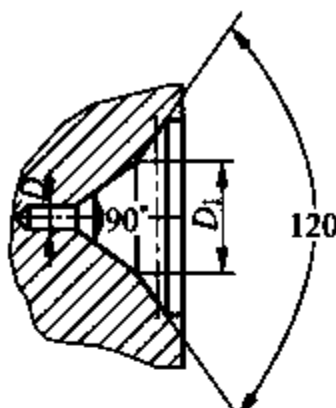
中心孔标准编号	中心孔的型式	标记示例	标注说明
GB/T 145—2001	60°	B 型 (带保护锥)	GB/T 145-B2.5/8  $D = 2.5\text{mm}$ $D_1 = 8\text{mm}$ 
	60°	C 型 (带螺纹)	GB/T 145-CM10L30/16.3  $D = \text{M10}$ $L = 30\text{mm}$ $D_2 = 16.3\text{mm}$ 
JB/ZQ 4236—2006	75°	A 型 (不带保护锥)	JB/ZQ 4236-A8/24  $D = 8\text{mm}$ $D_1 = 24\text{mm}$ 
	75°	B 型 (带保护锥)	JB/ZQ 4236-B20/60  $D = 20\text{mm}$ $D_1 = 60\text{mm}$ 
JB/ZQ 4237—2006	90°	A 型 (不带保护锥)	JB/ZQ 4237-A20/80  $D = 20\text{mm}$ $D_1 = 80\text{mm}$ 
	90°	B 型 (带保护锥)	JB/ZQ 4237-B30/120  $D = 30\text{mm}$ $D_1 = 120\text{mm}$ 

表 2(续)

中心孔标准编号	中心孔的型式		标记示例	标注说明	
JB/ZQ 4237—2006	90°	C 型 (带保护锥)	JB/ZQ 4237-C40/160	$D = 40\text{mm}$ $D_1 = 160\text{mm}$	

- 1) 尺寸  $t$  见 GB/T 145—2001。
- 2) 尺寸  $l$  取决于中心钻的长度,不能小于  $t$ 。
- 3) 尺寸  $L$  取决于零件的功能要求。

2.4 在图形中如需指明中心孔标记中的标准编号时,也可按图1、图 2、图 3 和图 4 的方法标注。

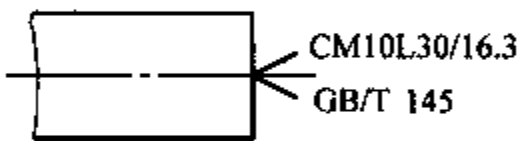


图 1

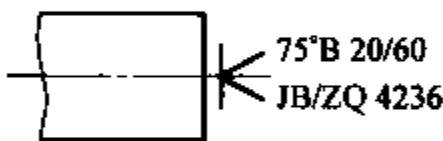


图 2

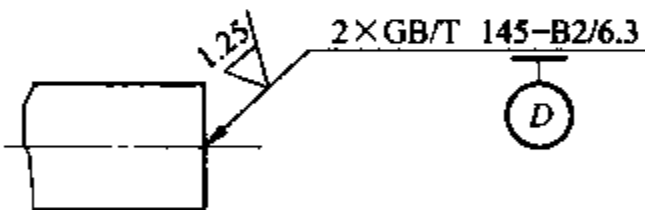


图 3

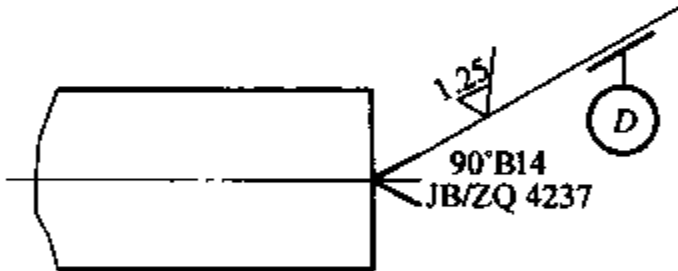


图 4

- 2.5 如同一轴线两端中心孔相同,可只在其一端标出,见图 3。
- 2.6 中心孔工作表面的粗糙度标在引出线上,见图 3 和图 4。
- 2.7 以中心孔的轴线为基准时,其基准代号的标注方法见图 3 和图 4。
- 3 在不致引起误解时,可省略标记中的标准编号,见图 5。

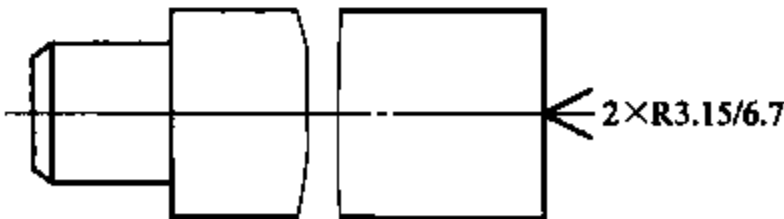


图 5

扳手空间应符合图 1～图 8 和表 1 的规定。

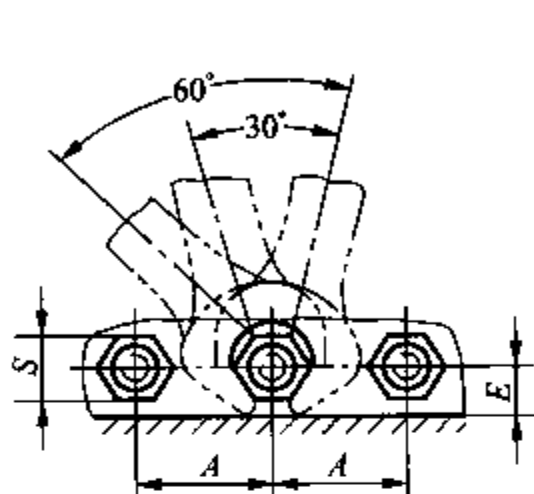


图 1

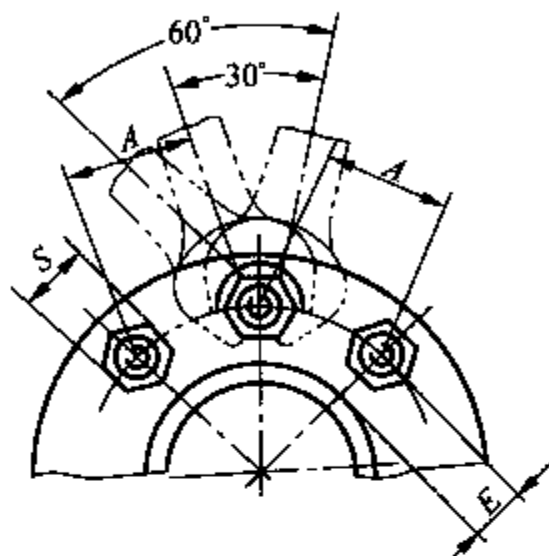


图 2

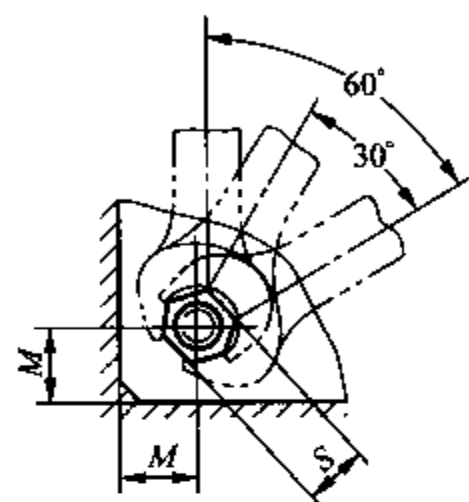


图 3

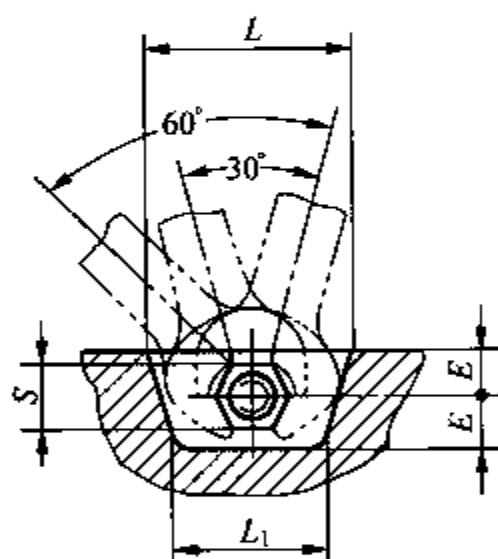


图 4

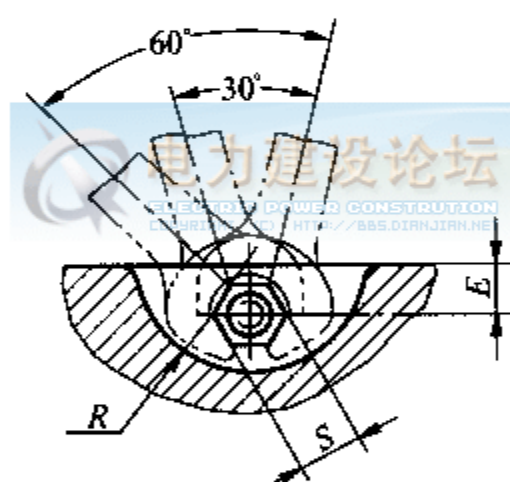


图 5

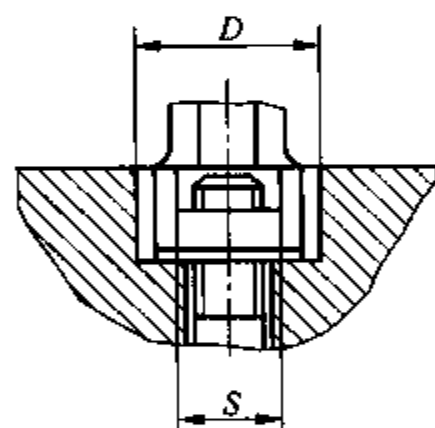


图 6

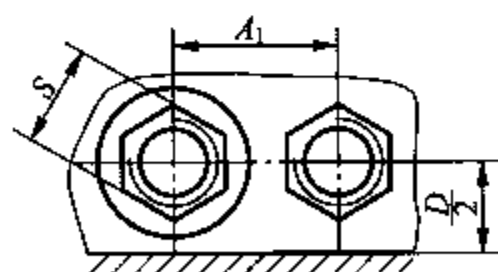


图 7

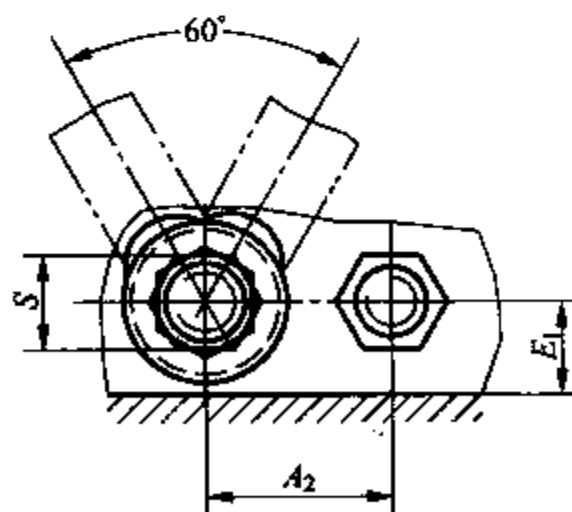


图 8

表 1

mm

螺纹直径 $d$	S	A	$A_1$	$A_2$	E	$E_1$	M	L	$L_1$	R	D
3	5.5	18	12	12	5	7	11	30	24	15	14
4	7	20	16	14	6	7	12	34	28	16	16
5	8	22	16	15	7	10	13	36	30	18	20
6	10	26	18	18	8	12	15	46	38	20	24
8	13	32	24	22	11	14	18	55	44	25	28
10	16	38	28	26	13	16	22	62	50	30	30
12	18	42	—	30	14	18	24	70	55	32	—
14	21	48	36	34	15	20	26	80	65	36	40
16	24	55	38	38	16	24	30	85	70	42	45
18	27	62	45	42	19	25	32	95	75	46	52
20	30	68	48	46	20	28	35	105	85	50	56
22	34	76	55	52	24	32	40	120	95	58	60
24	36	80	58	55	24	34	42	125	100	60	70
27	41	90	65	62	26	36	46	135	110	65	76
30	46	100	72	70	30	40	50	155	125	75	82
33	50	108	76	75	32	44	55	165	130	80	88
36	55	118	85	82	36	48	60	180	145	88	95
39	60	125	90	88	38	52	65	190	155	92	100
42	65	135	96	96	42	55	70	205	165	100	106
45	70	145	105	102	45	60	75	220	175	105	112
48	75	160	115	112	48	65	80	235	185	115	126
52	80	170	120	120	48	70	84	245	195	125	132
56	85	180	126	—	52	—	90	260	205	130	138
60	90	185	134	—	58	—	95	275	215	135	145
64	95	195	140	—	58	—	100	285	225	140	152
68	100	205	145	—	65	—	105	300	235	150	158
72	105	215	155	—	68	—	110	320	250	160	168
76	110	225	—	—	70	—	115	335	265	165	—
80	115	235	165	—	72	—	120	345	275	170	178
85	120	245	175	—	75	—	125	360	285	180	188
90	130	260	190	—	80	—	135	390	310	190	208
95	135	270	—	—	85	—	140	405	320	200	—
100	145	290	215	—	95	—	150	435	340	215	238
105	150	300	—	—	98	—	155	450	350	220	—
110	155	310	—	—	100	—	160	460	360	225	—
115	165	330	—	—	108	—	170	495	385	245	—
120	170	340	—	—	108	—	175	505	400	250	—
125	180	360	—	—	115	—	185	535	420	270	—
130	185	370	—	—	115	—	190	545	430	275	—
140	200	385	—	—	120	—	205	585	465	295	—
150	210	420	310	—	130	—	215	625	495	310	350

对边和对角宽度尺寸

JB/ZQ 4263—2006  
代替 JB/ZQ 4263—1986

对边和对角宽度尺寸见图 1～图 4 和表 1。

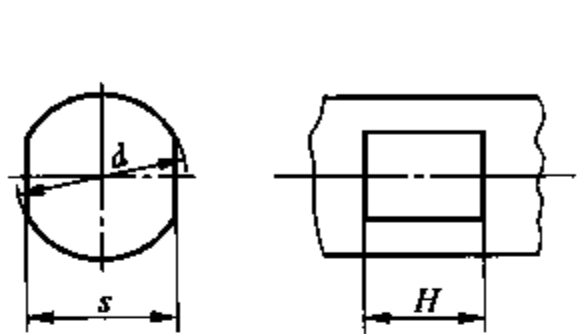


图 1

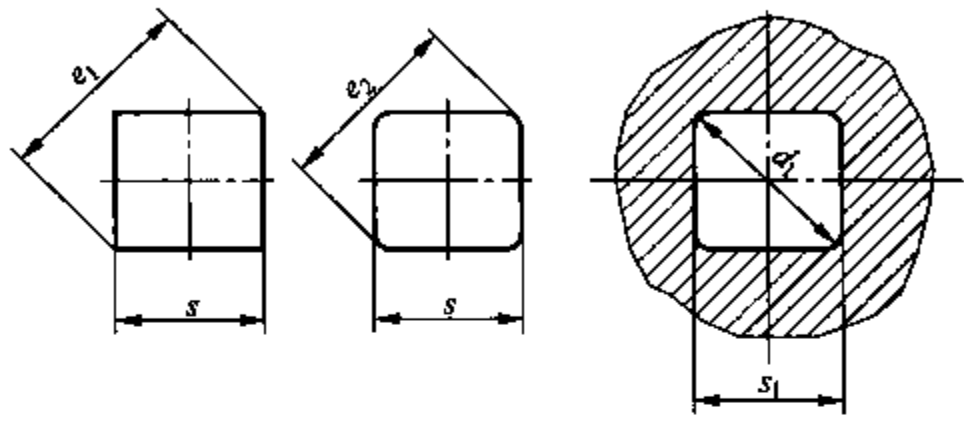


图 2

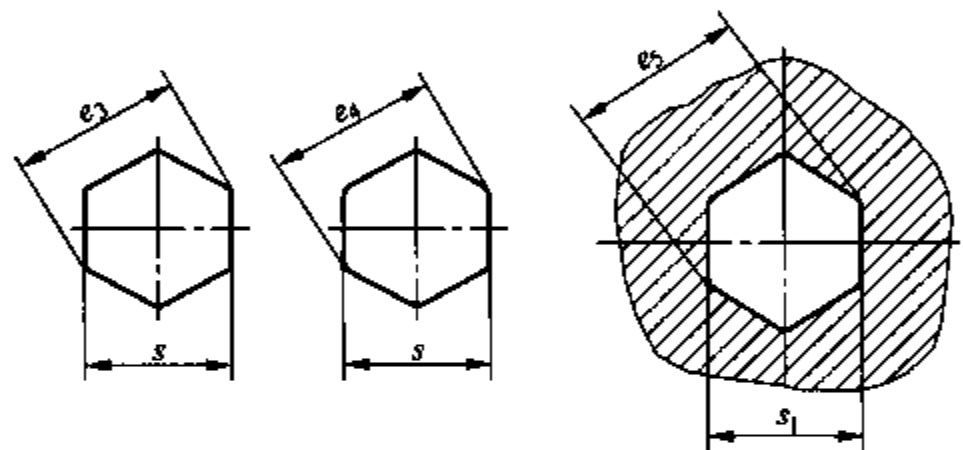


图 3

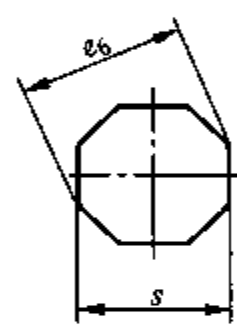


图 4

表 1 mm

对边基本宽度			d	H	四边形			六边形			八边形
s、s <sub>1</sub>	偏差				e <sub>1</sub>	e <sub>2</sub> (h11)	d <sub>1</sub> min	e <sub>3</sub> min	e <sub>4</sub>	e <sub>5</sub> min	e <sub>6</sub> min
	Δs	Δs <sub>1</sub>									
5	h14	E12	6	7	7.1	6.5	6.6	5.45	—	5.75	—
5.5			7	8	7.8	7	7.2	6.01		6.32	
6			7	8	8.5	8	8.1	6.58		6.90	
7			8	8	9.9	9	9.1	7.71		8.10	
8			9	8	11.3	10	10.1	8.84		9.21	
9			10	8	12.7	12	12.1	9.92		10.32	
10			12	10	14.1	13	13.1	11.05		11.51	
11			13	10	15.6	14	14.1	12.12		12.63	
12			14	10	17.0	16	16.1	13.25		13.75	
13			15	10	18.4	17	17.1	14.38		14.96	

表 1(续)

mm

对边基本宽度			d	H	四边形			六边形			八边形
s、s <sub>1</sub>	偏差				e <sub>1</sub>	e <sub>2</sub> (h11)	d <sub>1</sub> min	e <sub>3</sub> min	e <sub>4</sub>	e <sub>5</sub> min	e <sub>6</sub> min
	Δs	Δs <sub>1</sub>									
14	h14	E12	16	12	19.8	18	18.1	15.51	—	16.10	—
15		D12	17	12	21.2	20	20.2	16.64		17.22	
16			18	12	22.6	21	21.2	17.77		18.32	
17			19	12	24	22	22.2	18.90		19.53	
18			21	12	25.4	23.5	23.7	20.03		21.10	
19	h15		22	14	26.9	25	25.2	21.10		21.85	—
20			23	14	28.3	26	26.2	22.23		23.05	
21			24	14	29.7	27	27.2	23.36		24.20	22.7
22			25	14	31.1	28	28.2	24.49		25.35	23.8
23			26	14	32.5	30.5	30.7	25.62		26.32	24.9
24			28	14	33.9	32	32.2	26.75		27.65	26
25			29	16	35.5	33.5	33.7	27.88		28.82	27
26			31	16	36.8	34.5	34.7	29.01		29.96	28.1
27			32	16	38.2	36	36.2	30.14		31.12	29.1
28			33	18	39.6	37.5	37.7	31.27		32.44	30.2
30			35	18	42.4	40	40.2	33.53		34.52	32.5
32			38	20	45.3	42	42.2	35.72		36.81	34.6
34			40	20	48	46	46.2	37.72		39.10	36.7
36			42	22	50.9	48	48.2	39.98		41.61	39
41			48	22	58	54	54.2	45.63		46.95	44.4
46			52	25	65.1	60	60.2	51.28		52.80	49.8
50			58	25	70.7	65	65.2	55.80		57.20	54.1
55			65	28	77.8	72	72.2	61.31		62.98	59.5
60			70	30	84.8	80	80.2	66.96		68.80	64.9
65	h16		75	32	91.9	85	85.2	72.61		74.42	70.3
70			82	35	99	92	92.2	78.26		80.01	75.7
75			88	35	106	98	98.2	83.91		85.70	81.2
80			92	38	113	105	105.2	89.56		91.45	86.6
85			98	40	120	112	112.2	95.07		97.10	92.0
90			105	42	127	118	118.2	100.72		102.80	97.4
95			110	45	134	125	125.2	106.37		108.50	103
100			115	45	141	132	132.2	112.02		114.20	108
105			122	48	148	138	138.2	117.67		119.90	114
110	128		50	156	145	145.2	123.32	125.60		119	

表 1(续)

mm

对边基本宽度			d	H	四边形			六边形			八边形	
S、S <sub>1</sub>	偏差				e <sub>1</sub>	e <sub>2</sub> (h11)	d <sub>1</sub> min	e <sub>3</sub> min	e <sub>4</sub>	e <sub>5</sub> min	e <sub>6</sub> min	
	Δs	Δs <sub>1</sub>										
115	h16		132	52	163	152	152.2	128.97	—	131.40	124	
120			140	55	170	160	160.2	134.62		137.00	130	
130			150	58	184	170	170.2	145.77		148.50	141	
135			158	62	191	178	178.2	151.42		154.15	146	
145			168	66	205	190	190.2	162.72		165.50	157	
150			D12		—	—	—	—	168.37	165	171.22	162
155									174.02	170	176.90	168
165									185.32	180	188.32	179
170									190.97	186	194.00	184
175									196.62	192	199.80	189
180									202.27	198	205.50	195
185	207.75	205							211.12	200		
190	213.40	210							216.85	206		
200	224.70	220							228.21	216		
210	236.00	232							239.62	227		
220	247.30	242							251.10	238		
230	258.60	255							262.42	249		
235	264.25	260							268.15	254		
245	275.55	270							279.52	265		
255	286.68	280							291.10	276		
265	297.98	290							302.40	287		
270	303.63	298							308.20	292		
280	314.93	308							319.50	303		
290	326.23	320							330.90	314		
300	337.53	330							342.42	325		
310	348.83	340							353.80	335		
320	360.02	352							365.10	346		
330	371.32	362							376.50	357		
340	382.62	375							388.00	368		
350	393.92	385							399.40	379		
365	410.87	400							416.50	395		
380	427.82	420							433.50	411		
395	444.77	435							450.60	427		
410	461.55	452							467.80	444		
425	478.50	470							484.80	460		
440	495.45	485							502.00	476		
455	512.40	500							519.00	492		
470	529.35	518							536.20	509		
480	540.65	528							547.52	519		
495	557.60	545							564.60	536		
510	—	560							—	552		
525	—	580							—	568		

本标准规定了外螺纹零件如螺栓和螺钉推荐使用的末端型式与尺寸。

每一种末端型式规定了一个代号。需要对螺纹紧固件规定某种末端时,推荐使用代号。

1 紧固件公称长度以内的末端,应按图 1 和表 1 的规定。

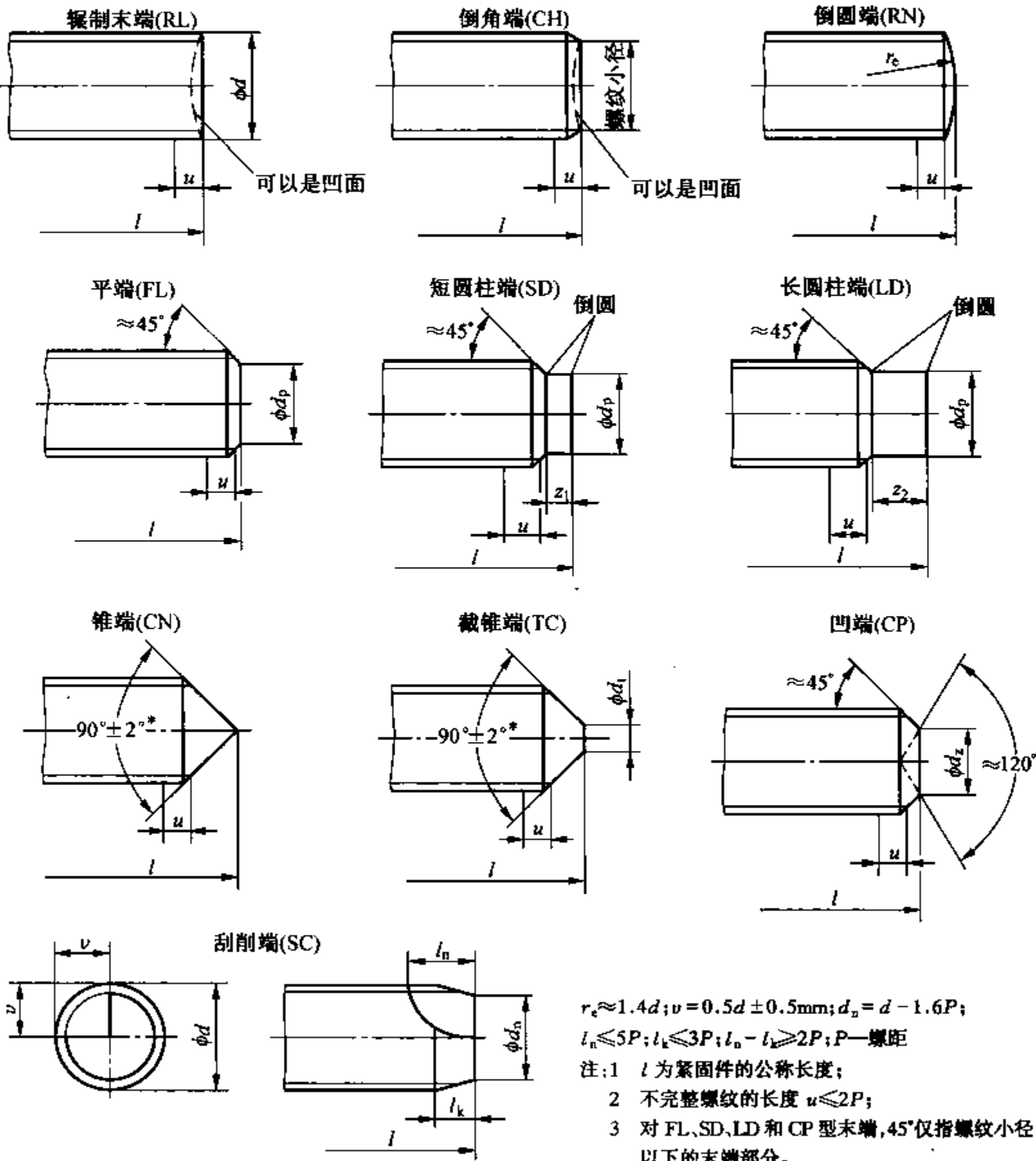


图 1 公称长度以内的末端型式

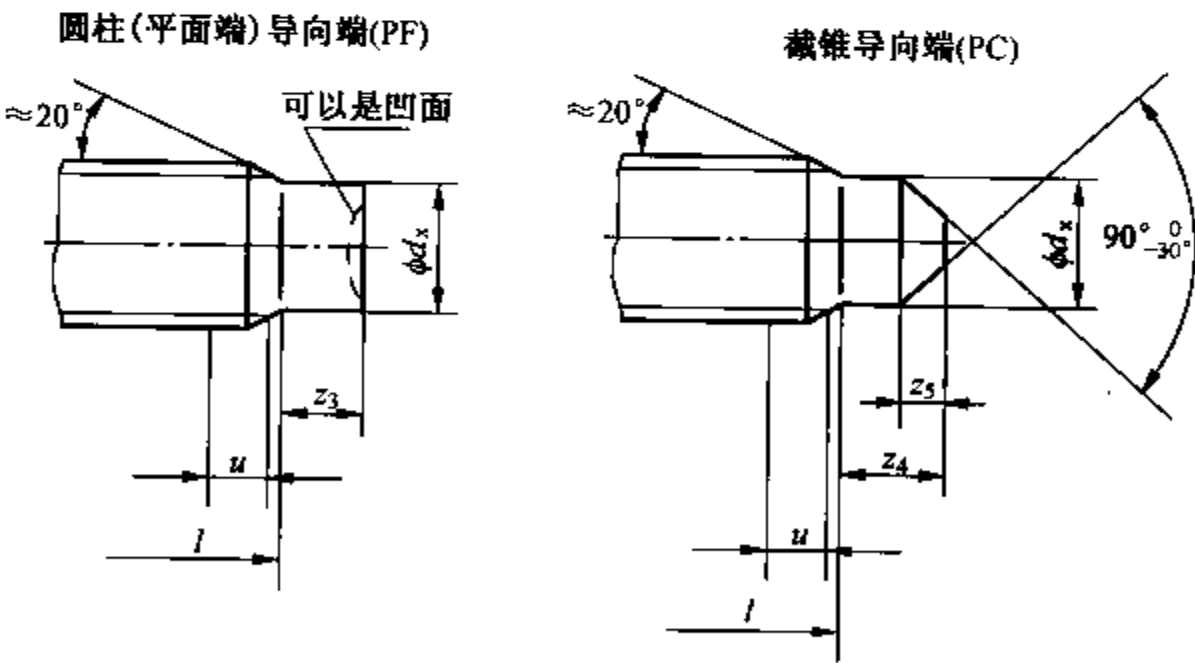


表 1 尺寸 mm

螺纹直径 $d^{(1)}$	$d_p$ h14 <sup>2)</sup>	$d_i^{(3)}$ h16	$d_z$ h14	$z_1$ + IT14 <sup>4)</sup> 0	$z_2$ + IT14 <sup>4)</sup> 0	螺纹直径 $d^{(1)}$	$d_p$ h14 <sup>2)</sup>	$d_i^{(3)}$ h16	$d_z$ h14	$z_1$ + IT14 <sup>4)</sup> 0	$z_2$ + IT14 <sup>4)</sup> 0
1.6	0.8	—	0.8	0.4	0.8	14	10	4	8.5	3.5	7
1.8	0.9	—	0.9	0.45	0.9	16	12	4	10	4	8
2	1	—	1	0.5	1	18	13	5	11	4.5	9
2.2	1.2	—	1.1	0.55	1.1	20	15	5	14	5	10
2.5	1.5	—	1.2	0.63	1.25	22	17	6	15	5.5	11
3	2	—	1.4	0.75	1.5	24	18	6	16	6	12
3.5	2.2	—	1.7	0.88	1.75	27	21	8	—	6.7	13.5
4	2.5	—	2	1	2	30	23	8	—	7.5	15
4.5	3	—	2.2	1.12	2.25	33	26	10	—	8.2	16.5
5	3.5	—	2.5	1.25	2.5	36	28	10	—	9	18
6	4	1.5	3	1.5	3	39	30	12	—	9.7	19.5
7	5	2	4	1.75	3.5	42	32	12	—	10.5	21
8	5.5	2	5	2	4	45	35	14	—	11.2	22.5
10	7	2.5	6	2.5	5	48	38	14	—	12	24
12	8.5	3	8	3	6	52	42	16	—	13	26

- 1) 对  $d < M1.6$  的规格,末端的尺寸和公差应经协议。
- 2) 公称尺寸小于或等于 1mm 时,公差按 h13。
- 3) 对  $d \leq M5$  的规格,截面锥端上没有平面( $d_i$ )部分,其端部可以倒圆。
- 4) 公称尺寸小于或等于 1mm 时,公差按  $^{+IT13}_0$ 。

2 紧固件公称长度以外的末端,应按图 2 和表 2、表 3 或表 4 的规定。



注:1 不完整螺纹的长度  $u \leq 2P$ ;  $P$ —螺距。  
2 20°仅指螺纹小径以下的末端部分。

图 2 公称长度以外的末端型式

表 2 粗牙螺纹用圆柱导向端(PF)尺寸

mm

螺纹规格		M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M20	M24
$d_x^{1)}$	max	2.9	3.8	4.5	6.1	7.8	9.4	11.1	13.1	16.3	19.6
	min	2.7	3.6	4.3	5.9	7.6	9.1	10.8	12.8	15.9	19.2
$z_3$	$+IT17$ 0	2	2.5	3	4	5	6	7	8	10	12

1) 在特殊情况下,如有不同要求,其直径尺寸必须单独协议。

表 3 粗牙螺纹用截锥导向端(PC)尺寸

mm

螺纹规格		M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M20	M24
$d_x^{1)}$	max	2.9	3.8	4.5	6.1	7.8	9.4	11.1	13.1	16.3	19.6
	min	2.7	3.6	4.3	5.9	7.6	9.1	10.8	12.8	15.9	19.2
$z_4$	$+IT17$ 0	2	2.5	3	4	5	6	7	8	10	12
$z_5$	max	1.0	1.50	2	2.5	3.0	3.5	4	4.5	5	6
	min	0.5	0.75	1	1.5	1.5	2.0	2	2.5	3	4

1) 在特殊情况下,如有不同要求,其直径尺寸必须单独协议。

表 4 细牙螺纹用截锥导向端(PC)尺寸

mm

螺纹规格		M8×1	M10×1	M12×1.5	M14×1.5	M16×1.5
$d_x$	max	6.3	8.0	9.6	11.40	13.50
	min	6.08	7.78	9.38	11.13	13.23
$z_4$	$+IT17$ 0	4	5	6	7	8
$z_5$	max	2.5	3	3.5	4	4.5
	min	1.5	1.5	2	2	2.5

本标准规定了一般紧固连接用普通螺纹的收尾、肩距、退刀槽和倒角尺寸。

与普通螺纹牙型相同或相近螺纹(例如:过渡配合螺纹、大间隙螺纹、超细牙螺纹和小螺纹等)的收尾、肩距、退刀槽和倒角可参照采用本标准的数值。

## 1 外螺纹

1.1 外螺纹收尾和肩距的型式与尺寸按图 1 和表 1 的规定。螺纹收尾的牙底圆弧半径不应小于对完整螺纹所规定的最小牙底圆弧半径。

1.2 外螺纹退刀槽的型式与尺寸按图 2 和表 1 的规定。过渡角( $\alpha$ )不应小于  $30^\circ$ 。

1.3 外螺纹始端端面的倒角一般为  $45^\circ$ ,也可采用  $60^\circ$ 或  $30^\circ$ 倒角;倒角深度应大于或等于螺纹牙型高度。对搓(滚)丝加工的外螺纹,其始端不完整螺纹的轴向长度不能大于  $2P$ 。

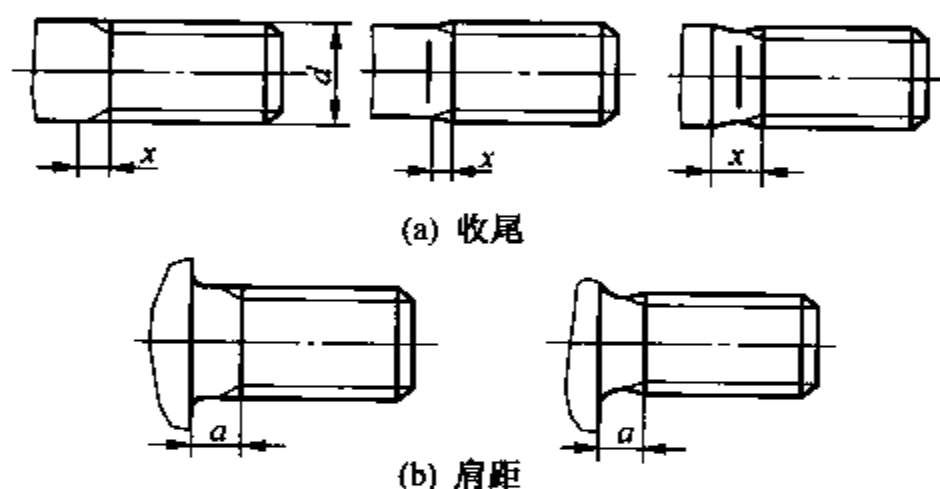


图 1 外螺纹的收尾和肩距

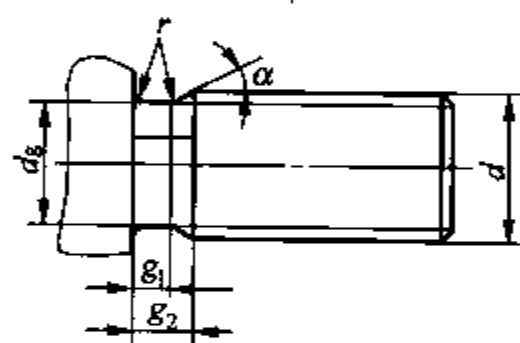


图 2 外螺纹退刀槽

## 2 内螺纹

2.1 内螺纹收尾和肩距的型式与尺寸按图 3 和表 2 的规定。

2.2 内螺纹退刀槽的型式与尺寸按图 4 和表 2 的规定。

2.3 内螺纹入口端面的倒角一般为  $120^\circ$ ,也可采用  $90^\circ$ 倒角;端面倒角直径为: $(1.05 \sim 1)D$ 。

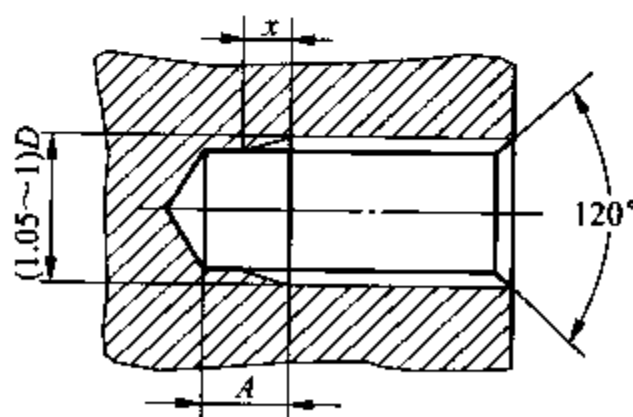


图 3 内螺纹收尾和肩距

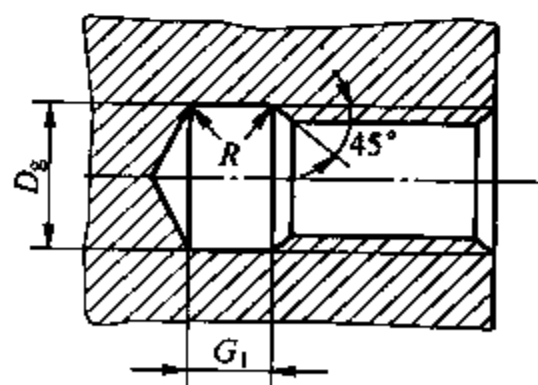


图 4 内螺纹退刀槽

表 1 外螺纹的收尾、肩距和退刀槽

mm

螺距 $P$	收 尾 $x$ max		肩 距 $a$ max			退 刀 槽			
	一般	短的	一般	长的	短的	$g_1$ min	$g_2$ max	$d_g$	$r$ $\approx$
0.25	0.6	0.3	0.75	1	0.5	0.4	0.75	$d-0.4$	0.12
0.3	0.75	0.4	0.9	1.2	0.6	0.5	0.9	$d-0.5$	0.16
0.35	0.9	0.45	1.05	1.4	0.7	0.6	1.05	$d-0.6$	0.16
0.4	1	0.5	1.2	1.6	0.8	0.6	1.2	$d-0.7$	0.2
0.45	1.1	0.6	1.35	1.8	0.9	0.7	1.35	$d-0.7$	0.2
0.5	1.25	0.7	1.5	2	1	0.8	1.5	$d-0.8$	0.2
0.6	1.5	0.75	1.8	2.4	1.2	0.9	1.8	$d-1$	0.4
0.7	1.75	0.9	2.1	2.8	1.4	1.1	2.1	$d-1.1$	0.4
0.75	1.9	1	2.25	3	1.5	1.2	2.25	$d-1.2$	0.4
0.8	2	1	2.4	3.2	1.6	1.3	2.4	$d-1.3$	0.4
1	2.5	1.25	3	4	2	1.6	3	$d-1.6$	0.6
1.25	3.2	1.6	4	5	2.5	2	3.75	$d-2$	0.6
1.5	3.8	1.9	4.5	6	3	2.5	4.5	$d-2.3$	0.8
1.75	4.3	2.2	5.3	7	3.5	3	5.25	$d-2.6$	1
2	5	2.5	6	8	4	3.4	6	$d-3$	1
2.5	6.3	3.2	7.5	10	5	4.4	7.5	$d-3.6$	1.2
3	7.5	3.8	9	12	6	5.2	9	$d-4.4$	1.6
3.5	9	4.5	10.5	14	7	6.2	10.5	$d-5$	1.6
4	10	5	12	16	8	7	12	$d-5.7$	2
4.5	11	5.5	13.5	18	9	8	13.5	$d-6.4$	2.5
5	12.5	6.3	15	20	10	9	15	$d-7$	2.5
5.5	14	7	16.5	22	11	11	17.5	$d-7.7$	3.2
6	15	7.5	18	24	12	11	18	$d-8.3$	3.2
参考值	$\approx 2.5P$	$\approx 1.25P$	$\approx 3P$	$= 4P$	$= 2P$	—	$\approx 3P$	—	—

注:1 应优先选用“一般”长度的收尾和肩距;“短”收尾和“短”肩距仅用于结构受限制的螺纹件上;产品等级为 B 或 C 级的螺纹紧固件可采用“长”肩距。

2  $d$  为螺纹公称直径代号。

3  $d_g$  公差为: h13( $d > 3\text{mm}$ ); h12( $d \leq 3\text{mm}$ )。

表 2 内螺纹的收尾、肩距和退刀槽 mm

螺距 $P$	收 尾 $x$		肩 距 $A$		退 刀 槽			
	max				$G_1$		$D_g$	$R \approx$
	一般	短的	一般	长的	一般	短的		
0.25	1	0.5	1.5	2	—	—	$D+0.3$	—
0.3	1.2	0.6	1.8	2.4				
0.35	1.4	0.7	2.2	2.8				
0.4	1.6	0.8	2.5	3.2				
0.45	1.8	0.9	2.8	3.6				
0.5	2	1	3	4	2	1		0.2
0.6	2.4	1.2	3.2	4.8	2.4	1.2		0.3
0.7	2.8	1.4	3.5	5.6	2.8	1.4		0.4
0.75	3	1.5	3.8	6	3	1.5		0.4
0.8	3.2	1.6	4	6.4	3.2	1.6		0.4
1	4	2	5	8	4	2	$D+0.5$	0.5
1.25	5	2.5	6	10	5	2.5		0.6
1.5	6	3	7	12	6	3		0.8
1.75	7	3.5	9	14	7	3.5		0.9
2	8	4	10	16	8	4		1
2.5	10	5	12	18	10	5		1.2
3	12	6	14	22	12	6		1.5
3.5	14	7	16	24	14	7		1.8
4	16	8	18	26	16	8		2
4.5	18	9	21	29	18	9		2.2
5	20	10	23	32	20	10		2.5
5.5	22	11	25	35	22	11		2.8
6	24	12	28	38	24	12		3
参考值	$=4P$	$=2P$	$\approx 6 \sim 5P$	$\approx 8 \sim 6.5P$	$=4P$	$=2P$	—	$\approx 0.5P$

- 注:1 应优先选用“一般”长度的收尾和肩距;容屑需要较大空间时可选用“长”肩距,结构限制时可选用“短”收尾。
- 2 “短”退刀槽仅在结构受限制时采用。
- 3  $D_g$  公差为 H13。
- 4  $D$  为螺纹公称直径代号。

## 1 尺寸

如图 1 和表 1 所示。

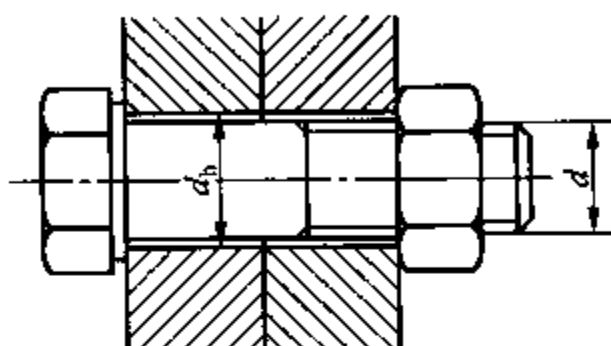


图 1

表 1

mm

螺纹规格 $d$	通孔 $d_h$			螺纹规格 $d$	通孔 $d_h$			螺纹规格 $d$	通孔 $d_h$		
	精装配	中等装配	粗装配		精装配	中等装配	粗装配		精装配	中等装配	粗装配
M1	1.1	1.2	1.3	M14	15	15.5	16.5	M64	66	70	74
M1.2	1.3	1.4	1.5	M16	17	17.5	18.5	M68	70	74	78
M1.4	1.5	1.6	1.8	M18	19	20	21	M72	74	78	82
M1.6	1.7	1.8	2	M20	21	22	24	M76	78	82	86
M1.8	2	2.1	2.2	M22	23	24	26	M80	82	86	91
M2	2.2	2.4	2.6	M24	25	26	28	M85	87	91	96
M2.5	2.7	2.9	3.1	M27	28	30	32	M90	93	96	101
M3	3.2	3.4	3.6	M30	31	33	35	M95	98	101	107
M3.5	3.7	3.9	4.2	M33	34	36	38	M100	104	107	112
M4	4.3	4.5	4.8	M36	37	39	42	M105	109	112	117
M4.5	4.8	5	5.3	M39	40	42	45	M110	114	117	122
M5	5.3	5.5	5.8	M42	43	45	48	M115	119	122	127
M6	6.4	6.6	7	M45	46	48	52	M120	124	127	132
M7	7.4	7.6	8	M48	50	52	56	M125	129	132	137
M8	8.4	9	10	M52	54	56	62	M130	134	137	144
M10	10.5	11	12	M56	58	62	66	M140	144	147	155
M12	13	13.5	14.5	M60	62	66	70	M150	155	158	165
								M160	165	168	175

## 2 公差

如无特殊要求,通孔公差按下列规定:

精装配系列:H12;

中等装配系列:H13;

粗装配系列:H14。

如有必要避免通孔边缘与螺栓头下圆角发生干涉时,建议倒角。

铆钉用通孔的尺寸见图 1 和表 1。

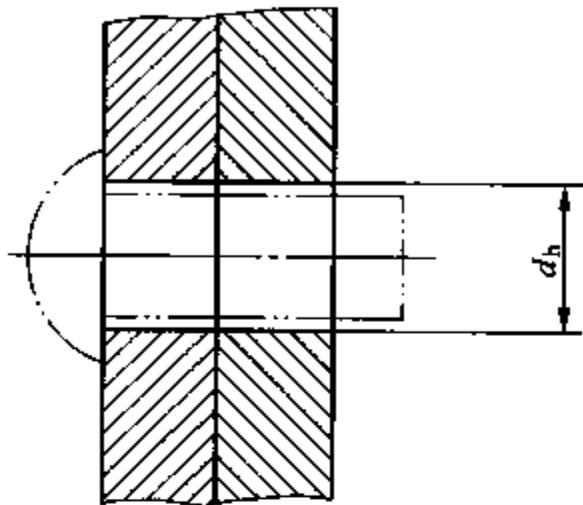


图 1

表 1

表 1																mm
铆钉公称直径 $d$		0.6	0.7	0.8	1	1.2	1.4	1.6	2	2.5	3	3.5	4	5	6	8
$d_h$ 精装配		0.7	0.8	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	2.1	2.6	3.1	3.6	4.1	5.2	6.2	8.2
铆钉公称直径 $d$		10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	36				
$d_h$	精装配	10.3	12.4	14.5	16.5	—	—	—	—	—	—	—				
	粗装配	11	13	15	17	19	21.5	23.5	25.5	28.5	32	38				

沉头用沉孔的尺寸见图 1、表 1~表 3。

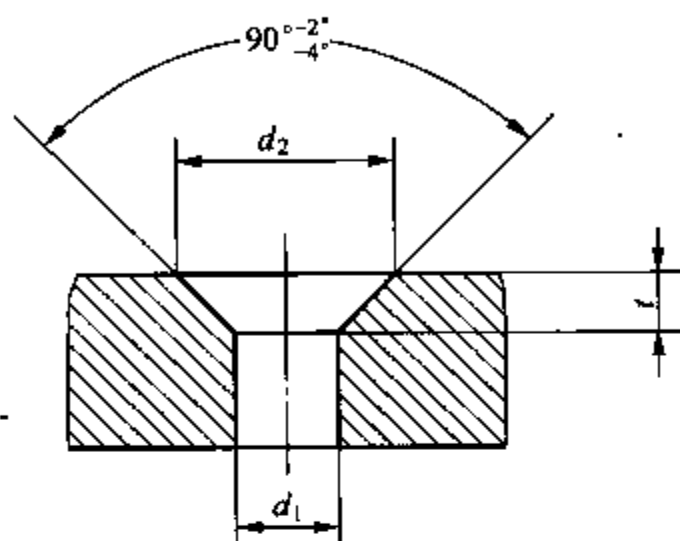


图 1

1 沉头螺钉及半沉头螺钉用的沉孔尺寸见表 1。

表 1

mm

螺纹规格	M1.6	M2	M2.5	M3	M3.5	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M20
$d_2$ (H13)	3.7	4.5	5.6	6.4	8.4	9.6	10.6	12.8	17.6	20.3	24.4	28.4	32.4	40.4
$t \approx$	1	1.2	1.5	1.6	2.4	2.7	2.7	3.3	4.6	5.0	6.0	7.0	8.0	10.0
$d_1$ (H13)	1.8	2.4	2.9	3.4	3.9	4.5	5.5	6.6	9	11	13.5	15.5	17.5	22

2 沉头自攻螺钉及半沉头自攻螺钉用的沉孔尺寸见表 2。

表 2

mm

螺钉规格	ST2.2	ST2.9	ST3.5	ST4.2	ST4.8	ST5.5	ST6.3	ST8	ST9.5
$d_2$ (H13)	4.4	6.3	8.2	9.4	10.4	11.5	12.6	17.3	20
$t \approx$	1.1	1.7	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	4.6	5.2
$d_1$ (H13)	2.4	3.1	3.7	4.5	5.1	5.8	6.7	8.4	10

3 沉头木螺钉及半沉头木螺钉用的沉孔尺寸见表 3。

表 3

mm

公称规格	1.6	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	7	8	10
$d_2$ (H13)	3.7	4.5	5.4	6.6	7.7	8.6	10.1	11.2	12.1	13.2	15.3	17.3	21.9
$t \approx$	1.0	1.2	1.4	1.7	2.0	2.2	2.7	3.0	3.2	3.5	4.0	4.5	5.8
$d_1$ (H13)	1.8	2.4	2.9	3.4	3.9	4.5	5.0	5.5	6.0	6.6	7.6	9.0	11.0



本标准适用于《内六角圆柱头螺钉》(GB/T 70.1)、《开槽圆柱头螺钉》(GB/T 65)、《十字槽圆柱头螺钉》(GB/T 822)、《内六角圆柱头螺钉》(JB/ZQ 4352)、《薄形内六角圆柱头螺钉》(JB/ZQ 4725)圆柱头内六角螺钉、外六角头螺栓和六角螺母。

圆柱头内六角螺钉的沉孔尺寸按图 1、表 1 的规定。

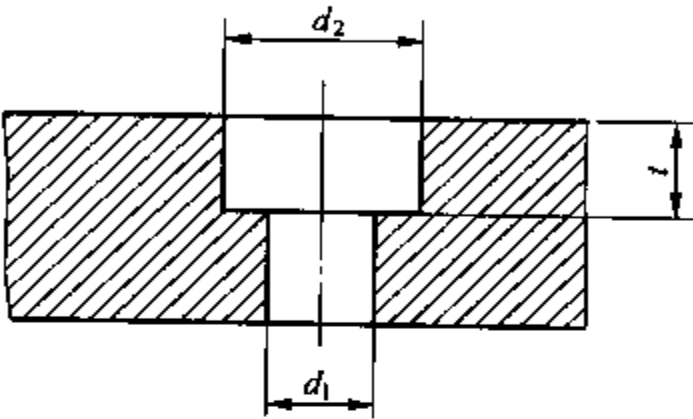


图 1

表 1

mm

螺纹 规格 代号	$d_1$	$d_2$ (H13)	$l$			
			适用 GB/T 70.1, JB/ZQ 4352		适用 GB/T 65, GB/T 822, JB/ZQ 4725	
			无垫圈	加 JB/ZQ 4340 垫圈	无垫圈	加 JB/ZQ 4340 垫圈
M2.5	3	5	—	—	2.2	—
M3	3.5	6.5	—	—	2.5	—
M3.5	4	7	—	—	3.0	—
M4	4.5	8	4.6	5	3.2	3.6
M5	5.5	10	5.7	6.5	4.0	4.8
M6	6.6	11	6.8	7.5	4.7	5.5
M8	9	15	9	10	6.0	7
M10	11	18	11	12.5	7.0	8.5
M12	13.5	20	13	14.5	8.0	9.5
M14	15.5	23	15	—	9.0	—
M16	17.5	26	17.5	19	10.5	12
M18	19.5	30	19.5	—	11.5	—
M20	22	33	21.5	23	12.5	14
M22	24	36	23.5	—	14.5	—
M24	26	40	25.5	27.5	15.5	17.5
M27	30	44	28.5	—	17.5	—
M30	33	50	32	34	19.5	21.5
M33	36	55	35	—	21.5	—

表 1(续)

mm

螺纹 规格 代号	$d_1$	$d_2$ (H13)	$t$			
			适用 GB/T 70.1, JB/ZQ 4352		适用 GB/T 65, GB/T 822, JB/ZQ 4725	
			无垫圈	加 JB/ZQ 4340 垫圈	无垫圈	加 JB/ZQ 4340 垫圈
M36	39	58	38	—	23.5	—
M42	45	69	44	—	—	—
M48	52	78	50	—	—	—
M56	62	93	58	—	—	—
M64	70	107	66	—	—	—
M72	78	118	74	—	—	—
M80	86	132	82	—	—	—
M90	96	145	92	—	—	—
M100	107	160	102	—	—	—

注:如采用 GB/T 93 弹簧垫圈,  $t$  值可适当增加。

2 外六角头螺栓和六角螺母用沉孔尺寸按图 2、表 2 的规定。

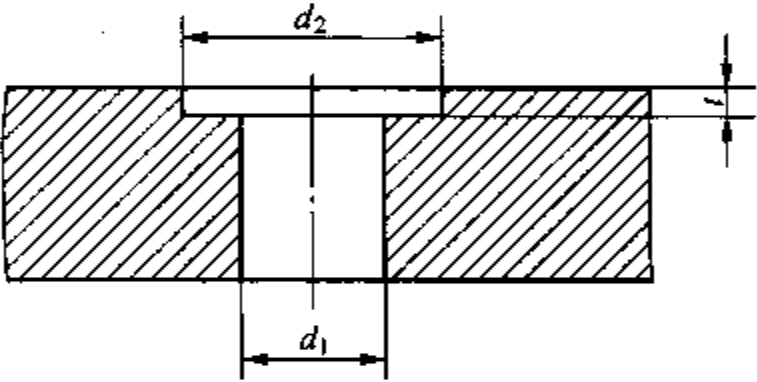


图 2

表 2

mm

螺纹 规格	$d_1$	$d_2$ (H13)	螺纹 规格	$d_1$	$d_2$ (H13)	螺纹 规格	$d_1$	$d_2$ (H13)	螺纹 规格	$d_1$	$d_2$ (H13)
M1.6	1.8	5	M10	11	22	M27	30	53	M72	78	132
M2	2.4	6	M12	13.5	26	M30	33	61	M80	86	150
M2.5	2.9	8	M14	15.5	30	M33	36	66	M90	96	170
M3	3.4	9	M16	17.5	33	M36	39	71	M100	107	190
M4	4.5	10	M18	19.5	36	M42	45	82	M110	117	200
M5	5.5	11	M20	22	40	M48	52	98	M125	132	240
M6	6.6	13	M22	24	43	M56	62	112	M140	147	260
M8	9	18	M24	26	48	M64	70	125	M160	168	290

注:1 尺寸  $t$  只要能切制出与通孔轴线垂直的圆平面即可。

2 尺寸  $d_2$  仅适合标准对边宽度的六角头螺栓和六角螺母。

固定螺钉用孔尺寸见图 1～图 3 和表 1。

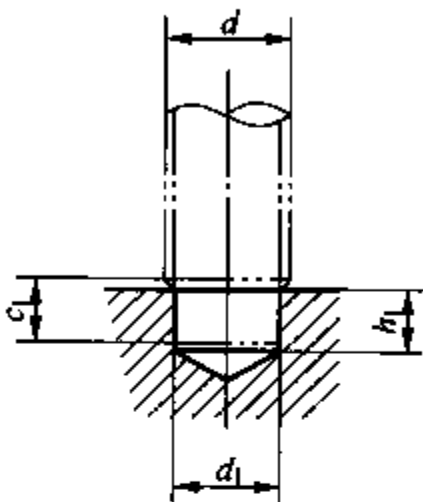


图 1

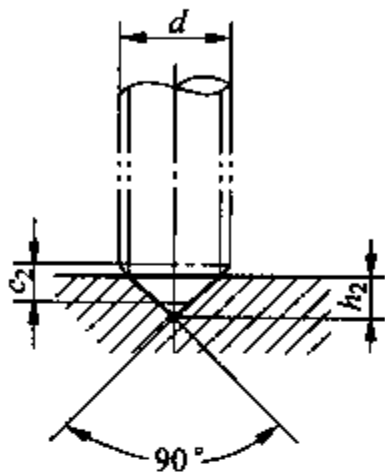


图 2

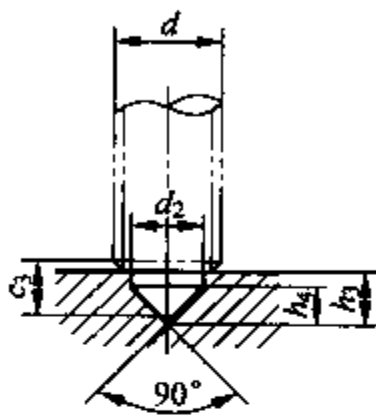


图 3

表 1

mm

$d$	3	4	6	8	10	12	16	20	24
$d_1$			4.5	6	7	9	12	15	18
$d_2$					7	9	12	15	
$c_1$			4	5	6	7	8	10	12
$c_2$	1.5	2	3	3	3.5	4	5	6	
$c_3$					6	7	8	10	
$h_1 \geq$			4	5	6	7	8	10	12
$h_2$	1.5	2	3	3	3.5	4	5	6	
$h_3 \leq$					6	7	8	10	
$h_4$					3.5	4.5	6	7.5	

注：工作图上除  $c_1$ 、 $c_2$  和  $c_3$  外，其他尺寸应全部注出。

轴套的连接尺寸见图 1 和表 1。

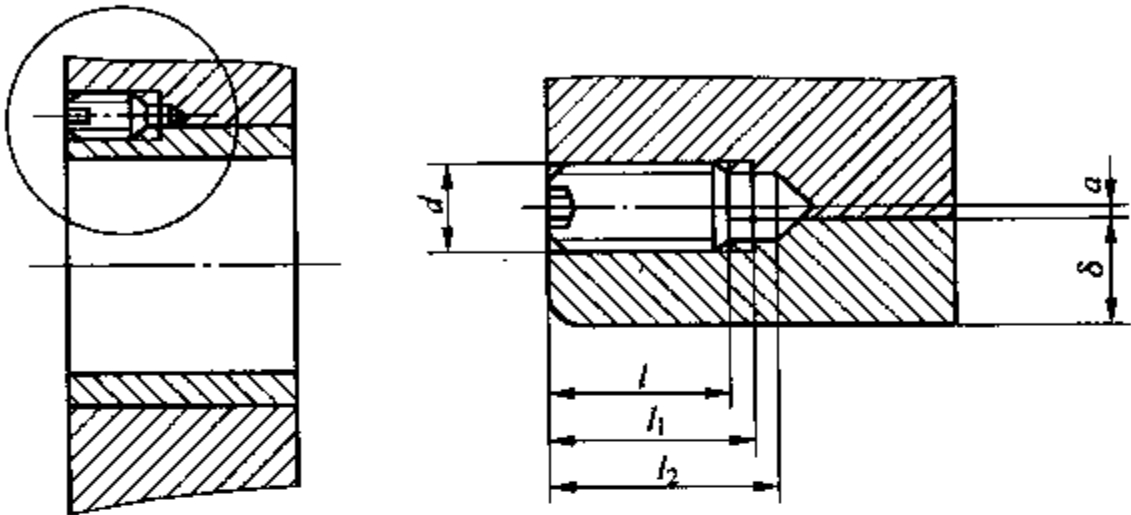


图 1

表 1

mm

轴套的厚度 $\delta$	螺 钉			$l_1$	$l_2$	$a$
	$d$	$l$	数 量			
5	M6	16	1	19	21	1
7.5	M8	20	2	25	28	1
10	M10	25	2	31	34	1.5
$\geq 15$	M16	40	2	48	52	2

- 注:1 螺钉推荐按 GB/T 73 或 GB/T 77 选用。
- 2 固定薄轴套于较大零件时,表中所有尺寸的螺钉允许越级采用,但必须将“尺寸  $a$ ”相应地增加 1 倍。如  $\delta = 5\text{mm}$  的套可用 M8 的螺钉固定,此时“ $a$ ”不是 1mm,而是 2mm。

普通螺纹 内、外螺纹余留长度, 钻孔余留深度, 螺栓突出螺母的末端长度

JB/ZQ 4247—2006  
代替 JB/ZQ 4247—1997

尺寸见图 1~图 2 和表 1。

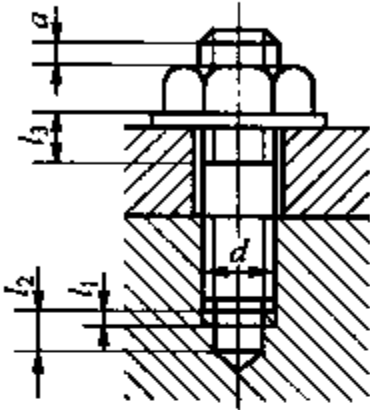


图 1

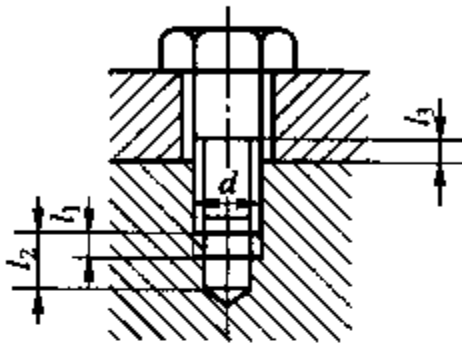


图 2

表 1 mm

螺距 <i>P</i>	螺 纹 直 径		余留长度			末端长度 <i>a</i>
	粗 牙	细 牙	内螺纹 <i>l</i> <sub>1</sub>	钻 孔 <i>l</i> <sub>2</sub>	外螺纹 <i>l</i> <sub>3</sub>	
<i>P</i>		<i>d</i>	<i>l</i> <sub>1</sub>	<i>l</i> <sub>2</sub>	<i>l</i> <sub>3</sub>	<i>a</i>
0.5	3	5	1	4	2	1~2
0.7	4	—	1.5	5	2.5	2~3
0.75	—	6		6		
0.8	5	—		—		
1	6	8, 10, 14, 16, 18	2	7	3.5	2.5~4
1.25	8	12	2.5	9	4	
1.5	10	14, 16, 18, 20, 22, 24, 27, 30, 33	3	10	4.5	3.5~5
1.75	12	—	3.5	13	5.5	
2	14, 16	24, 27, 30, 33, 36, 39, 45, 48, 52	4	14	6	4.5~6.5
2.5	18, 20, 22	—	5	17	7	
3	24, 27	36, 39, 42, 45, 48, 56, 60, 64, 72, 76	6	20	8	5.5~8
3.5	30	—	7	23	10	
4	36	56, 60, 64, 68, 72, 76	8	26	11	7~11
4.5	42	—	9	30	12	
5	48	—	10	33	13	10~15
5.5	56	—	11	36	16	
6	64, 72, 76	—	12	40	18	

# 加工内螺纹前钻孔用麻花钻直径或车(镗)孔直径 JB/ZQ 4719—2006

本标准规定了公制粗牙普通螺纹、细牙普通螺纹和统一英寸制粗牙(UNC)、细牙(UNF)螺纹加工前钻孔用麻花钻头直径或车(镗)孔直径尺寸。

1 加工公制粗牙普通螺纹按表 1 的规定。

表 1

mm

粗 牙 普 通 螺 纹						麻花钻直径 $d$
螺纹代号	螺 距 $P$	内 螺 纹 小 径 $D_1$				
		5H max	6H max	7H max	5H、6H、7H min	
M3	0.5	2.571	2.599	2.639	2.459	2.50
M4	0.7	3.382	3.422	3.466	3.242	3.30
M5	0.8	4.294	4.334	4.384	4.134	4.20
M6	1	5.107	5.153	5.217	4.917	5.00
M8	1.25	6.859	6.912	6.983	6.647	6.80
M10	1.5	8.612	8.676	8.751	8.376	8.50
M12	1.75	10.371	10.441	10.531	10.106	10.20
M16	2	11.135	14.210	14.310	13.835	14.00
M18	2.5	15.649	15.744	15.854	15.294	15.50
M20		17.649	17.744	17.854	17.294	17.50
M24	3	21.152	21.252	21.382	20.752	21.00
M27		24.152	24.252	24.382	23.752	24.00
M30	3.5	26.661	26.771	26.921	26.211	26.50
M33		29.661	29.771	29.921	29.211	29.50
M36	4	32.145	32.270	32.420	31.670	32.00
M39		35.145	35.270	35.420	34.670	35.00
M42	4.5	37.659	37.799	37.979	37.129	37.50
M45		40.659	40.799	40.979	40.129	40.50
M48	5	43.147	43.297	43.487	42.587	43.00
M52		47.147	47.297	47.487	46.587	47.00
M56	5.5	50.646	50.796	50.996	50.046	50.50
M60		54.646	54.796	54.996	54.046	54.00
M64	6	58.135	58.305	58.505	57.505	58.00
M68		62.135	62.305	62.505	61.505	62.00

2 加工公制细牙普通螺纹按表 2 的规定。

表 2

mm

细 牙 普 通 螺 纹						麻花钻直径 $d$
螺纹代号	螺 距 $P$	内 螺 纹 小 径 $D_1$				
		5H max	6H max	7H max	5H、6H、7H min	
M8×1	1	7.107	7.153	7.217	6.917	7.00
M10×1		9.107	9.153	9.217	8.917	9.00
M12×1		11.107	11.153	11.217	10.917	11.00
M14×1		13.107	13.153	13.217	12.917	13.00
M16×1		15.107	15.153	15.217	14.917	15.00
M18×1		17.107	17.153	17.217	16.917	17.00
M20×1		19.107	19.153	19.217	18.917	19.00
M22×1		21.107	21.153	21.217	20.917	21.00
M24×1		23.107	23.153	23.217	22.917	23.00
M27×1		26.107	26.153	26.217	25.917	26.00
M30×1		29.107	29.153	29.217	28.917	29.00
M10×1.25	1.25	8.859	8.912	8.982	8.647	8.80
M12×1.25		10.859	10.912	10.982	10.647	10.80
M14×1.25		12.859	12.912	12.982	12.647	12.80
M12×1.5	1.5	10.612	10.676	10.751	10.376	10.50
M14×1.5		12.612	12.676	12.751	12.376	12.50
M16×1.5		14.612	14.676	14.751	14.376	14.50
M18×1.5		16.612	16.676	16.751	16.376	16.50
M20×1.5		18.612	18.676	18.751	18.376	18.50
M22×1.5		20.612	20.676	20.751	20.376	20.50
M24×1.5		22.612	22.676	22.751	22.376	22.50
M27×1.5		25.612	25.676	25.751	25.376	25.50
M30×1.5		28.612	28.676	28.751	28.376	28.50
M33×1.5		31.612	31.676	31.751	31.376	31.50
M35×1.5		33.612	33.676	33.751	33.376	33.50
M36×1.5		34.612	34.676	34.751	34.376	34.50
M39×1.5		37.612	37.676	37.751	37.376	37.50
M40×1.5		38.612	38.676	38.751	38.376	38.50
M42×1.5		40.612	40.676	40.751	40.376	40.50
M45×1.5		43.612	43.676	43.751	43.376	43.50
M48×1.5		46.612	46.676	46.751	46.376	46.50
M50×1.5		48.612	48.676	48.751	48.376	48.50
M52×1.5		50.612	50.676	50.751	50.376	50.50
M18×2	2	16.135	16.210	16.310	15.835	16.00
M20×2		18.135	18.210	18.310	17.835	18.00
M22×2		20.135	20.210	20.310	19.835	20.00
M24×2		22.135	22.210	22.310	21.835	22.00
M27×2		25.135	25.210	25.310	24.835	25.00
M30×2		28.135	28.210	28.310	27.835	28.00
M33×2		31.135	31.210	31.310	30.835	31.00
M36×2		34.135	34.210	34.310	33.835	34.00
M39×2		37.135	37.210	37.310	36.835	37.00
M42×2		40.135	40.210	40.310	39.835	40.00
M45×2		43.135	43.210	43.310	42.835	43.00
M48×2		46.135	46.210	46.310	45.835	46.00

表 2(续)

mm

细 牙 普 通 螺 纹						麻花钻直径 $d$
螺纹代号	螺 距 $P$	内 螺 纹 小 径 $D_1$				
		5H max	6H max	7H max	5H、6H、7H min	
M52×2	2	50.135	50.210	50.310	49.835	50.00
M55×2		53.135	53.210	53.310	52.835	53.00
M56×2		54.135	54.210	54.310	53.835	54.00
M60×2		58.135	58.210	58.310	57.835	58.00
M64×2		62.135	62.210	62.310	61.835	62.00
M65×2		63.135	63.210	63.310	62.835	63.00
M68×2		66.135	66.210	66.310	65.835	66.00
M72×2		70.135	70.210	70.310	69.835	70
M75×2		73.135	73.210	73.310	72.835	73
M76×2		74.135	74.210	74.310	73.835	74
M80×2		78.135	78.210	78.310	77.835	78
M85×2		83.135	83.210	83.310	82.835	83
M90×2		88.135	88.210	88.310	87.835	88
M95×2		93.135	93.210	93.310	92.835	93
M100×2		98.135	98.210	98.310	97.835	98
M105×2		103.135	103.210	103.310	102.835	—
M110×2		108.135	108.210	108.310	107.835	—
M115×2		113.135	113.210	113.310	112.835	—
M120×2		118.135	118.210	118.310	117.835	—
M125×2		123.135	123.210	123.310	122.835	—
M130×2		128.135	128.210	128.310	127.835	—
M140×2		133.135	133.210	133.310	137.835	—
M150×2		148.135	148.210	148.310	147.835	—
M30×3	3	27.152	27.252	27.382	26.752	27.00
M33×3		30.152	30.252	30.382	29.752	30.00
M36×3		33.152	33.252	33.382	32.752	33.00
M39×3		36.152	36.252	36.382	35.752	36.00
M42×3		39.152	39.252	39.382	38.752	39.00
M45×3		42.152	42.252	42.382	41.752	42.00
M48×3		45.152	45.252	45.382	44.752	45.00
M52×3		49.152	49.252	49.382	48.752	49.00
M56×3		53.152	53.252	53.382	52.752	53.00
M58×3		55.152	55.252	55.382	54.752	55.00
M60×3		57.152	57.252	57.382	56.752	57.00
M64×3		61.152	61.252	61.382	60.752	61.00
M68×3		65.152	65.252	65.382	64.752	65.00
M72×3		69.152	69.252	69.382	68.752	69.00
M76×3		73.152	73.252	73.382	72.752	73.00
M80×3		77.152	77.252	77.382	76.752	77.00
M85×3		82.152	82.252	82.382	81.752	82.00
M90×3		87.152	87.252	87.382	86.752	87.00
M100×3		97.152	97.252	97.382	96.752	97.00
M110×3		107.152	107.252	107.382	106.752	—
M125×3		122.152	122.252	122.382	121.752	—
M140×3		137.152	137.252	137.382	136.752	—



表 2(续)

mm

细 牙 普 通 螺 纹						麻花钻直径 <i>d</i>
螺纹代号	螺 距 <i>P</i>	内 螺 纹 小 径 <i>D</i> <sub>1</sub>				
		5H max	6H max	7H max	5H、6H、7H min	
M160×3	3	157.152	157.252	157.382	156.752	—
M170×3		167.152	167.252	167.382	166.752	—
M180×3		177.152	177.252	177.382	176.752	—
M190×3		187.152	187.252	187.382	186.752	—
M200×3		197.152	197.252	197.382	196.752	—
M42×4	4	38.145	38.270	38.420	37.670	38.00
M45×4		41.145	41.270	41.420	40.670	41.00
M48×4		44.145	44.270	44.420	43.670	44.00
M52×4		48.145	48.270	48.420	47.670	48.00
M56×4		52.145	52.270	52.420	51.670	52.00
M60×4		56.145	56.270	56.420	55.670	56.00
M64×4		60.145	60.270	60.420	59.670	58.00
M68×4		64.145	64.270	64.420	63.670	64.00
M72×4		68.145	68.270	68.420	67.670	68.00
M76×4		72.145	72.270	72.420	71.670	72.00
M80×4		76.145	76.270	76.420	75.670	76.00
M85×4		81.145	81.270	81.420	80.670	81.00
M90×4		86.145	86.270	86.420	85.670	86.00
M100×4		96.145	96.270	96.420	95.670	96.00
M110×4		106.145	106.270	106.420	105.670	—
M125×4		121.145	121.270	121.420	120.670	—
M140×4	136.145	136.270	136.420	135.670	—	
M160×4	156.145	156.270	156.420	155.670	—	
M72×6	6	66.135	66.305	66.505	65.505	66.00
M80×6		74.135	74.305	74.505	73.505	74.00
M90×6		84.135	84.305	84.505	83.505	84.00
M100×6		94.135	94.305	94.505	93.505	94.00
M110×6		104.135	104.305	104.505	103.505	—
M125×6		119.135	119.305	119.505	118.505	—
M140×6		134.135	134.305	134.505	133.505	—
M160×6		154.135	154.305	154.505	153.505	—
M180×6		174.135	174.305	174.505	173.505	—
M200×6		194.135	194.305	194.505	193.505	—
M220×6		214.135	214.305	214.505	213.505	—
M250×6		244.135	244.305	244.505	243.505	—
M280×6		274.135	274.305	274.505	273.505	—

3 加工统一英寸制粗牙(UNC)螺纹按表 3 的规定。

表 3

螺纹代号	每寸 牙数	内螺纹小径 $D_1$ , mm						麻花钻 直径 $d$ mm
		公差等级						
		1B		2B		3B		
		min	max	min	max	min	max	
1/4-20 UNC	20	4.978	5.175	4.978	5.175	4.978	5.175	5.00
3/8-16 UNC	16	7.798	8.153	7.798	8.153	7.798	8.082	8.00
1/2-13 UNC	13	10.592	11.024	10.592	11.024	10.592	10.881	11.00
5/8-11 UNC	11	13.386	13.868	13.386	13.868	13.386	13.693	13.50
3/4-10 UNC	10	16.307	16.840	16.307	16.840	16.307	16.624	16.50
7/8-9 UNC	9	19.177	19.761	19.177	19.761	19.177	19.510	19.50
1-8 UNC	8	21.971	22.606	21.971	22.606	21.971	22.344	22.00
1 1/8-7 UNC	7	24.638	25.349	24.638	25.349	24.638	25.083	25.00
1 1/4-7 UNC	7	27.813	28.524	27.813	28.524	27.813	28.258	28.00
1 1/2-6 UNC	6	33.528	34.290	33.528	34.290	33.528	34.026	34.00
1 3/4-5 UNC	5	38.964	39.827	38.964	39.827	38.964	39.561	39.00
2-4.5 UNC	4.5	44.679	45.593	44.679	45.593	44.679	45.367	45.00
2 1/4-4.5 UNC	4.5	51.029	51.943	51.029	51.943	51.029	51.717	51.00
2 1/2-4 UNC	4	56.617	57.582	56.617	57.582	56.617	57.389	57.00
2 3/4-4 UNC	4	62.967	63.932	62.967	63.932	62.967	63.739	63.00
3-4 UNC	4	69.317	70.282	69.317	70.282	69.317	70.089	70.00
3 1/2-4 UNC	4	82.017	82.982	82.017	82.982	82.017	82.789	82.00
4-4 UNC	4	94.717	95.682	94.717	95.682	94.717	95.489	95.00

4 加工统一英寸制细牙(UNF)螺纹按表 4 的规定。

表 4

螺纹代号	每寸 牙数	内螺纹小径 $D_1$ ,mm						麻花钻 直径 $d$ mm
		公差等级						
		1B		2B		3B		
		min	max	min	max	min	max	
1/4-28 UNF	28	5.360	5.588	5.360	5.588	5.360	5.563	5.50
3/8-24 UNF	24	8.382	8.636	8.382	8.636	8.382	8.565	8.50
1/2-20 UNF	20	11.328	11.608	11.328	11.608	11.328	11.660	11.50
5/8-18 UNF	18	14.351	14.681	14.351	14.681	14.351	14.554	14.50
3/4-16 UNF	16	17.323	17.678	17.323	17.678	17.323	17.546	17.50
7/8-14 UNF	14	20.269	20.676	20.269	20.676	20.269	20.493	20.50
1-12 UNF	12	23.114	23.571	23.114	23.571	23.114	23.363	23.50
1 1/8-12 UNF	12	26.289	26.746	26.289	26.746	26.289	26.538	26.50
1 1/4-12UNF	12	29.464	29.921	29.464	29.921	29.464	29.713	29.50
1 1/2-12 UNF	12	35.814	36.271	35.814	36.271	35.814	36.063	36.00

5 麻花钻直径符合《直柄麻花钻》(GB/T 6135.2~6135.4)和《锥柄麻花钻》(GB/T 1438.1~1438.4)的规定。

本标准适用于 55°密封管螺纹(GB/T 7306.1, GB/T 7306.2)、55°非密封管螺纹(GB/T 7307)和 60°密封管螺纹(GB/T 12716)加工螺纹前的毛坯尺寸。

- 1 55°密封管螺纹的毛坯尺寸应符合图 1、图 2(a)、图 3 及表 1 的规定。
- 2 55°非密封管螺纹的毛坯尺寸应符合图 2、表 2 的规定。
- 3 60°密封管螺纹的毛坯尺寸应符合图 1、图 2(a)、图 3 及表 3 的规定。

注:1 当内螺纹底径由车(镗)削制出时,其公差为 H10。  
2 本标准中各项尺寸均不包含螺纹倒角在内。

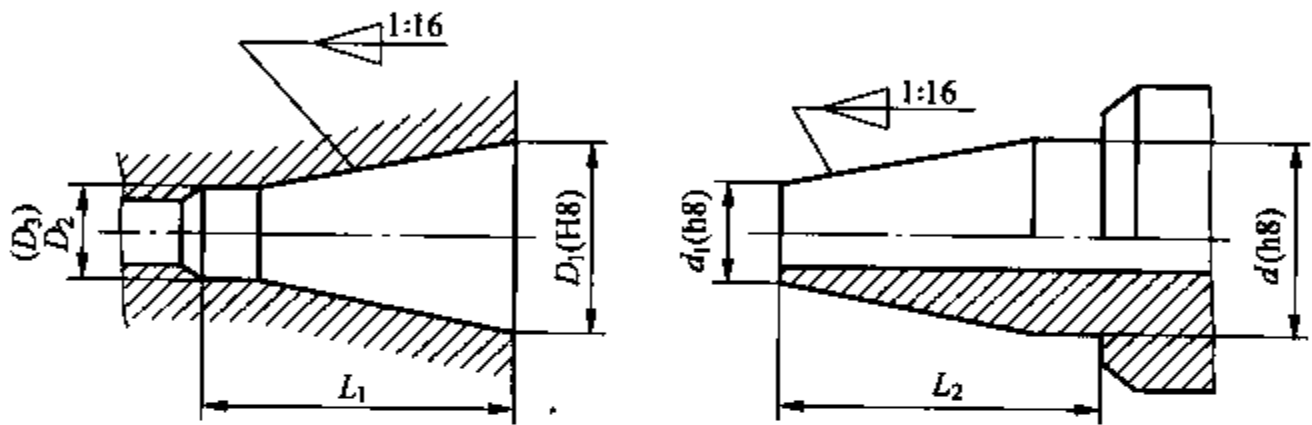


图 1

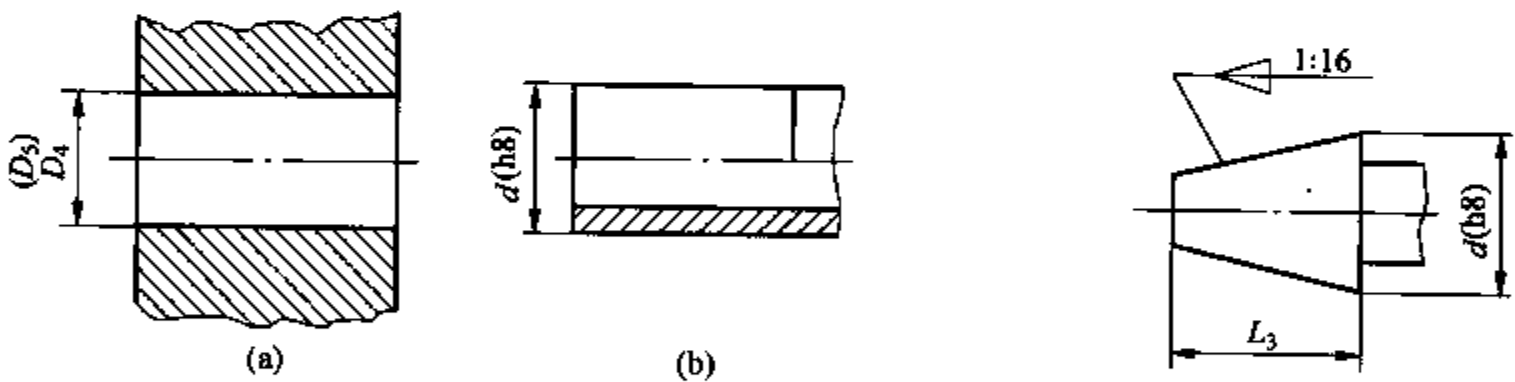


图 2

图 3

表 1

mm

尺寸代号 (GB/T 7306)	圆柱内螺纹 Rp		圆锥内螺纹 Rc				圆锥外螺纹 R			
	钻(扩)孔 底径	车(镗)孔 底径	柱孔坯 底径	锥孔坯		底孔深	圆锥大端 (圆柱) 直径 d	圆锥小端 直径 d <sub>1</sub>	端肩距	螺塞长
	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>2</sub>	底径 D <sub>3</sub>	锥孔大径 D <sub>1</sub>	L <sub>1</sub> max			L <sub>2</sub> max	L <sub>3</sub>
1/16	6.60	6.55	6.40	6.20	6.56	15	7.8	7.45	12.5	9
1/8	8.60	8.55	8.40	8.20	8.57	15	9.8	9.45	12.5	9
1/4	11.50	11.45	11.20	11.00	11.45	22	13.5	13.00	18.5	11

表 1(续)

mm

尺寸代号 (GB/T 7306)	圆柱内螺纹 Rp		圆锥内螺纹 Rc				圆锥外螺纹 R			
	钻(扩)孔 底径 $D_4$	车(镗)孔 底径 $D_5$	柱孔坯 底径 $D_2$	锥 孔 坯		底孔深 $L_1$ mm	圆锥大端 (圆柱) 直径 $d$	圆锥小端 直 径 $d_1$	端肩距 $L_2$ max	螺塞长 $L_3$
				底 径 $D_3$	锥孔大径 $D_1$					
3/8	15.00	14.95	14.75	14.50	14.95	22	16.8	16.25	19.0	12
1/2	18.75	18.65	18.25	18.00	18.63	30	21.1	20.40	25.0	15
3/4	24.25	24.15	23.75	23.50	24.12	31	26.5	25.80	26.5	17
1	30.50	30.35	29.75	29.50	30.29	38	33.4	32.55	31.8	19
1 1/4	39.00	39.00	38.30	38.00	38.95	40	42.1	41.10	34.2	22
1 1/2	45.00	44.90	44.20	44.00	44.85	40	48.0	47.00	34.2	23
2	57.00	56.70	55.80	55.50	56.66	45	59.8	58.60	38.5	26
2 1/2	73.00	72.30	71.20	70.90	72.23	50	75.4	74.05	43.0	30
3	85.00	85.00	83.70	83.50	84.93	53	88.1	86.55	46.0	32
3 1/2	—	97.45	96.10	95.80	97.37	55	100.6	98.90	47.8	35
4	—	110.15	108.60	108.3	110.10	59	113.3	111.40	52.0	38
5	—	135.50	133.80	133.5	135.50	63	138.8	136.60	56.5	42
6	—	160.90	159.20	158.8	160.90	63	164.2	162.00	56.5	42

表 2

mm

尺寸代号 (GB/T 7307)	内 螺 纹 G		外螺纹 G	尺寸代号 (GB/T 7307)	内 螺 纹 G		外螺纹 G
	钻(扩)孔 底径 $D_4$	车(镗)孔 底径 $D_5$	坯 径 $d$		钻(扩)孔 底径 $D_4$	车(镗)孔 底径 $D_5$	坯 径 $d$
1/16	6.80	6.75	7.7	1 3/4	51.00	51.30	53.7
1/8	8.80	8.75	9.7	2	57.00	57.15	59.6
1/4	11.80	11.80	13.1	2 1/4	63	63.25	65.7
3/8	15.25	15.30	16.6	2 1/2	73	72.70	75.1
1/2	19.00	19.00	20.9	2 3/4	79	79.00	81.5
5/8	21.00	21.00	22.9	3	85	85.40	87.8
3/4	24.50	24.55	26.4	3 1/2	98	97.85	100.3
7/8	28.25	28.30	30.2	4	—	110.50	113.0
1	30.75	30.80	33.2	4 1/2	—	123.20	125.7
1 1/8	35.50	35.45	37.8	5	—	135.90	138.4
1 1/4	39.50	39.45	41.9	5 1/2	—	148.60	151.1
1 1/2	45.00	45.35	47.8	6	—	161.30	163.8

表 3 mm

尺寸代号 (GB/T 12716)	圆柱内螺纹 NPSC	圆 锥 内 螺 纹 NPT				圆 锥 外 螺 纹 NPT			
	螺孔坯底径 $D_4$	柱孔坯 底径 $D_2$	锥 孔 坯		底孔深 $L_1$ max	圆锥大端 (圆柱) 直径 $d$	圆锥小端 直径 $d_1$	端肩距 $L_2$ max	螺塞长 $L_3$
			底 径 $D_3$	锥孔大径 $D_1$					
1/16	—	6.25	6.00	6.39	15	8.00	7.62	13	9
1/8	8.6	8.50	8.40	8.74	15	10.30	9.95	13	9
1/4	11.2	11.10	10.80	11.36	23	13.80	13.25	19	12
3/8	14.5	14.70	14.25	14.80	23	17.20	16.65	20	12
1/2	18.0	18.00	17.60	18.32	30	21.40	20.70	25	15
3/4	23.5	23.25	23.00	23.67	30	26.70	26.00	26	15
1	29.5	29.25	28.75	29.69	37	33.40	32.50	32	19
1¼	38.0	38.00	37.50	38.45	38	42.20	41.30	32	19
1½	44.0	44.25	43.50	44.52	38	48.30	47.30	33	20
2	56.0	56.25	55.50	56.56	39	60.40	59.40	34	20
2¼	67.0	67.00	66.10	67.62	57	73.10	71.60	50	30
3	83.0	83.00	81.90	83.53	59	89.00	87.30	51	34
3¼	96.0	95.50	94.50	96.24	60	101.70	100.00	52	34
4	109	108.00	107.10	108.90	61	114.40	112.50	54	37
5	—	135	133.90	135.90	64	141.40	139.40	56	38
6	—	162	160.50	162.70	67	168.40	166.20	59	42
8	—	213	210.90	213.40	72	219.20	216.70	64	46
10	—	267	264.40	267.20	77	273.10	270.30	70	51
12	—	317	314.80	318.00	82	324.00	320.80	75	58
14O.D.	—	349	346.50	350.00	87	355.50	352.40	80	60
16O.D.	—	400	397.00	401.00	92	406.40	402.80	86	63
18O.D.	—	451	447.50	451.50	98	457.00	453.30	90	66
20O.D.	—	502	498.00	502.20	102	507.70	503.80	94	70
24O.D.	—	603	599.00	603.50	106	609.00	604.80	100	75

注：O.D. 是英文管子外径(outside diameter)的缩写。

本标准适用于非密封管螺纹和米制普通螺纹的联结。

- 1 非密封管螺纹内螺纹的有效长度和钻(车)孔深度按图 1、表 1 的规定。
- 2 米制普通螺纹内螺纹的有效长度和钻(车)孔深度按图 2、图 3 和表 2 的规定。

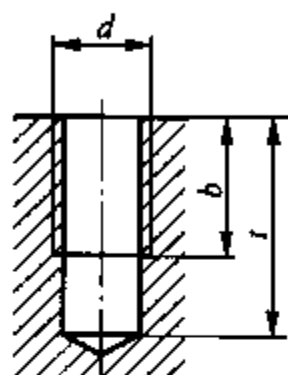


图 1

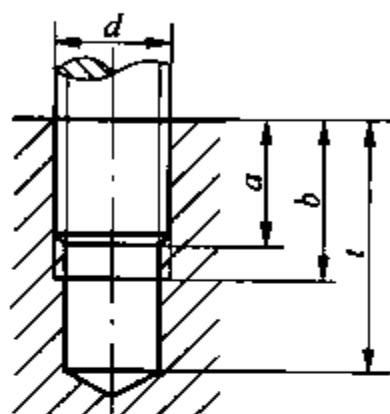


图 2

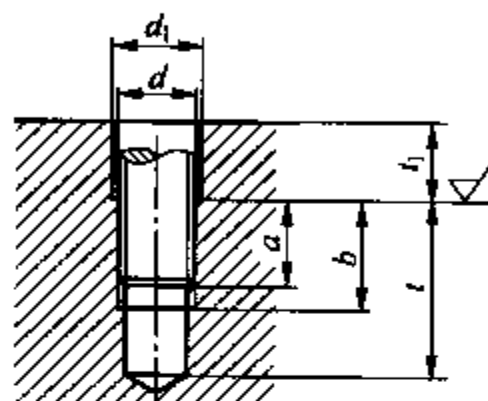


图 3

表 1

mm

$d$	$b_{\min}$	$t$	$d$	$b_{\min}$	$t$	$d$	$b_{\min}$	$t$	$d$	$b_{\min}$	$t$
G1/8	8	13	G1	18	28	G2 1/2	24	34	G5	45	55
G1/4	12	18	G1 1/4	20	30	G3	30	40	G5 1/2		
G3/8			G1 1/2	22	32	G3 1/2			G6		
G1/2	14	22	G1 3/4	24	34	G4	35	45			
G3/4	16	24	G2	24	34	G4 1/2	40	50			

表 2

mm

$d$	$a$	$b$	$t$	$d_1^{+1}_0$	$t_1$	$d$	$a$	$b$	$t$	$d_1^{+1}_0$	$t_1$
M4	5	7	11	—	—	M48	60	65	86	58	115
M5	6.5	9	14	8.5	8	M56	70	75	100	66	131
M6	7.5	10	16	10.2	11	M64	80	86	110	—	—
M8	10	13	20	11.9	17	M72×6	90	95	119	—	—
M10	12	15	23	14.1	22	M80×6	100	106	130	—	—
M12	15	18	27	17.6	27	M90×6	112	118	142	—	—
M16	20	24	34	22	39	M100×6	125	132	156	—	—
M20	25	29	41	28	50	M110×6	137	143	167	—	—
M24	30	34	48	32	61	M125×6	156	162	186	—	—
M30	38	42	58	37.6	78	M140×6	175	182	206	—	—
M36	45	49	66	43	96	M160×6	200	206	230	—	—
M42	52	56	75	50	114	—	—	—	—	—	—

注： $t_1$  值亦可按协议确定，并尽量取小值。

燕尾槽尺寸见图 1 和表 1。

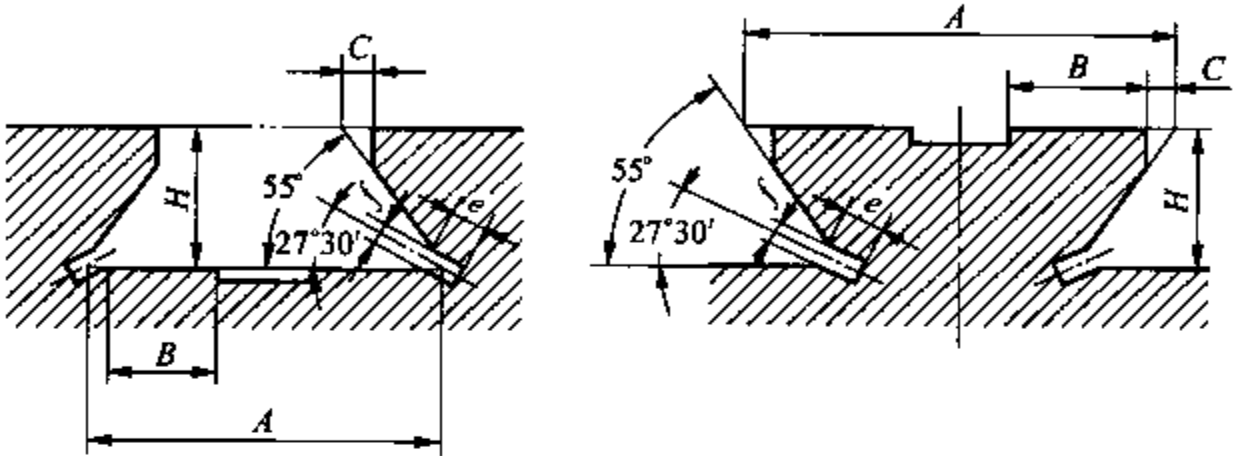


图 1

表 1

	mm									
A	40~65	50~70	60~90	80~125	100~160	125~200	160~250	200~320	250~400	320~500
B	12	16	20	25	32	40	50	65	80	100
C	1.5~5									
e	2		3				4			
f	2		3				4			
H	8	10	12	16	20	25	32	40	50	65

注:1 “A”的系列为:40,45,50,60,65,70,80,90,100,110,125,140,160,180,200,225,250,280,320,360,400,450,500。

2 “C”为推荐值。

## 1 滑动轴承上用的润滑槽型式和尺寸

1.1 径向轴承的润滑槽型式如图 1 所示。图 1(a)、(b)、(c)、(d)用于轴瓦、轴套,图 1(e)用于轴上。

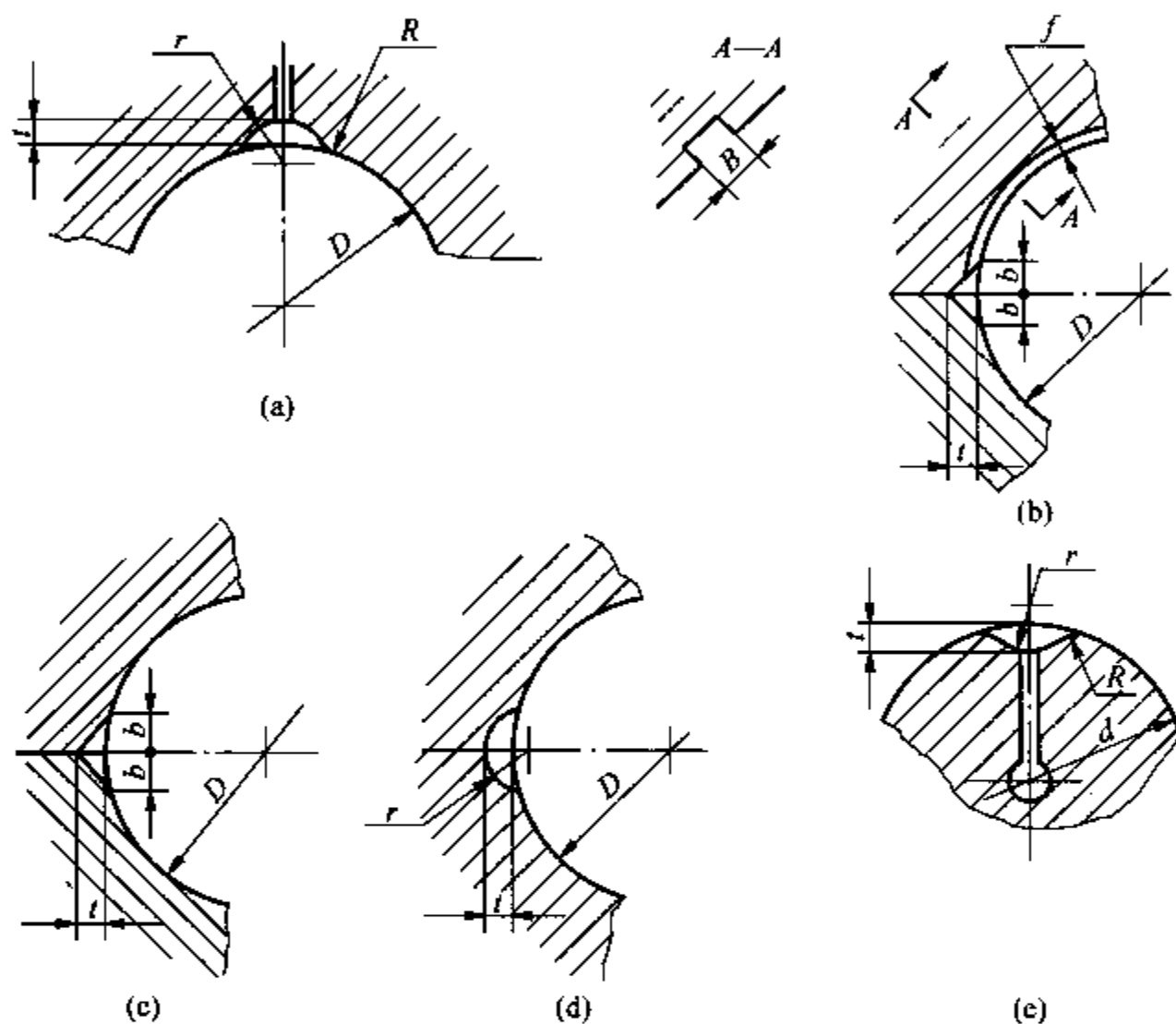
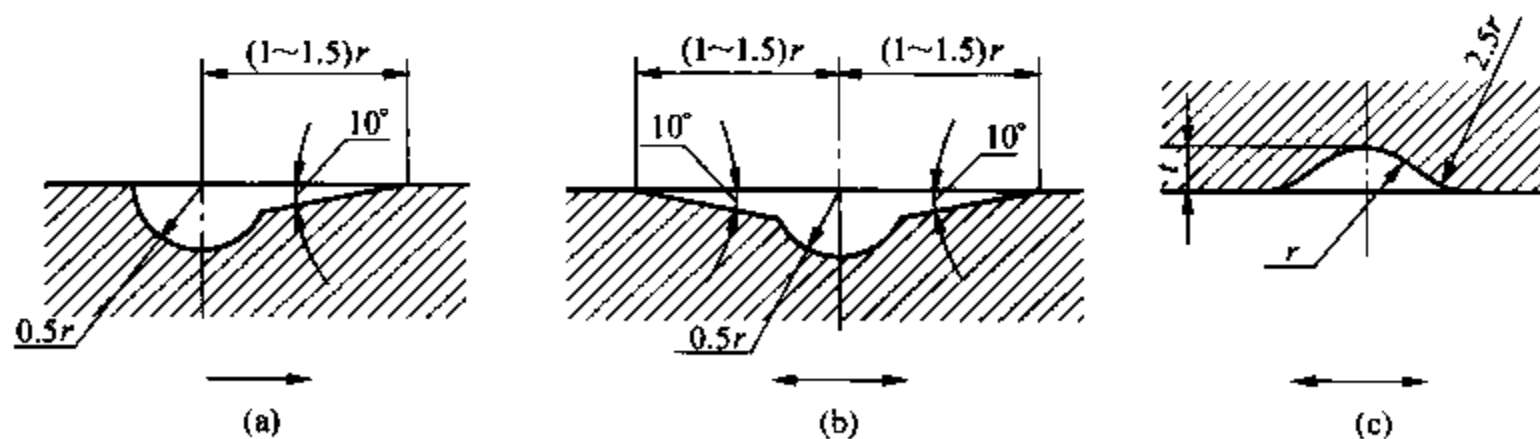


图 1

1.2 推力轴承的润滑槽型式如图 2 所示,图 2(a)、(b)用于推力轴承上,图 2(c)用于轴端面上。



注:图中箭头说明运动为单向或双向。

图 2



1.3 滑动轴承上用的润滑槽结构尺寸按表 1。

		表 1						mm
直 径		<i>t</i>	<i>r</i>	<i>R</i>	<i>B</i>	<i>f</i>	<i>b</i>	
<i>D</i>	<i>d</i>							
≤50		0.8	1.0	1.0	—	—	—	
		1.0	1.6	1.6	—	—	—	
		1.6	3.0	6.0	5.0	1.6	4.0	
>50~120		2.0	4.0	10	8.0	2.0	6.0	
		2.5	5.0	16	10	2.0	8.0	
		3.0	6.0	20	12	2.5	10	
>120		4.0	8.0	25	16	3.0	12	
		5.0	10	32	20	3.0	16	
		6.0	12	40	25	4.0	20	

2 平面上用的润滑槽型式和尺寸

2.1 平面上用润滑槽型式如图 3、图 4 所示。

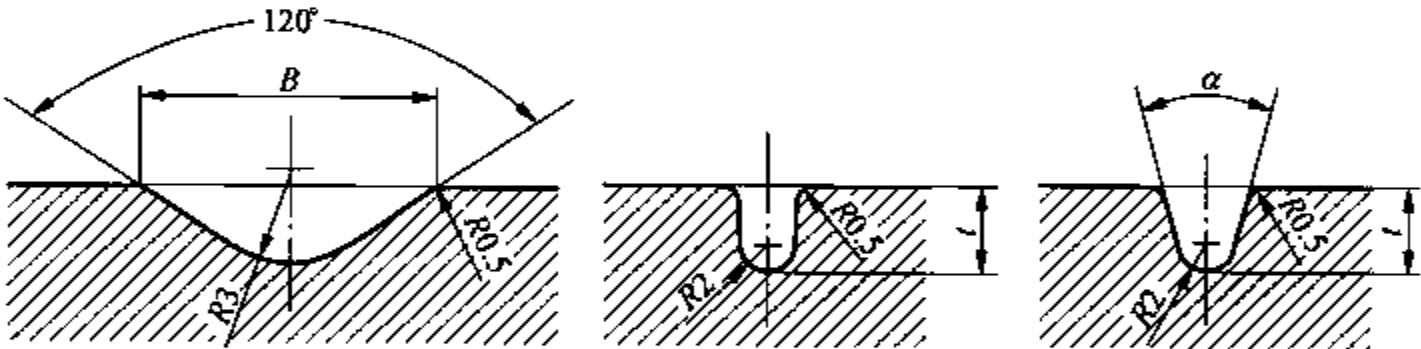


图 3

2.2 图 3 所示润滑槽尺寸如下：

*B*: 4, 6, 10, 12, 16mm;  $\alpha$ : 15°, 30°, 45°; *t*: 3, 4, 5mm。

2.3 图 4 所示润滑槽尺寸按表 2。

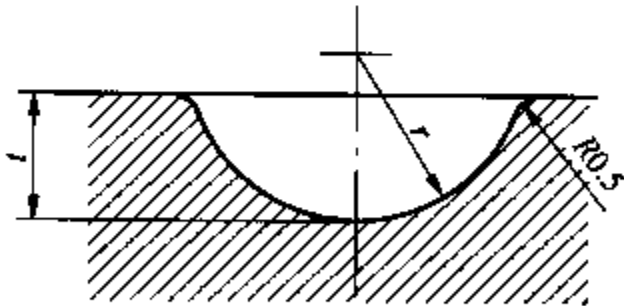


图 4

表 2				mm
<i>t</i>	1.0	1.6	2.0	
<i>r</i>	1.6	2.5	4.0	

3 修棱

标准中未注明尺寸的棱边按小于 0.5mm 倒圆。

甩油槽尺寸见图 1、图 2 和表 1。

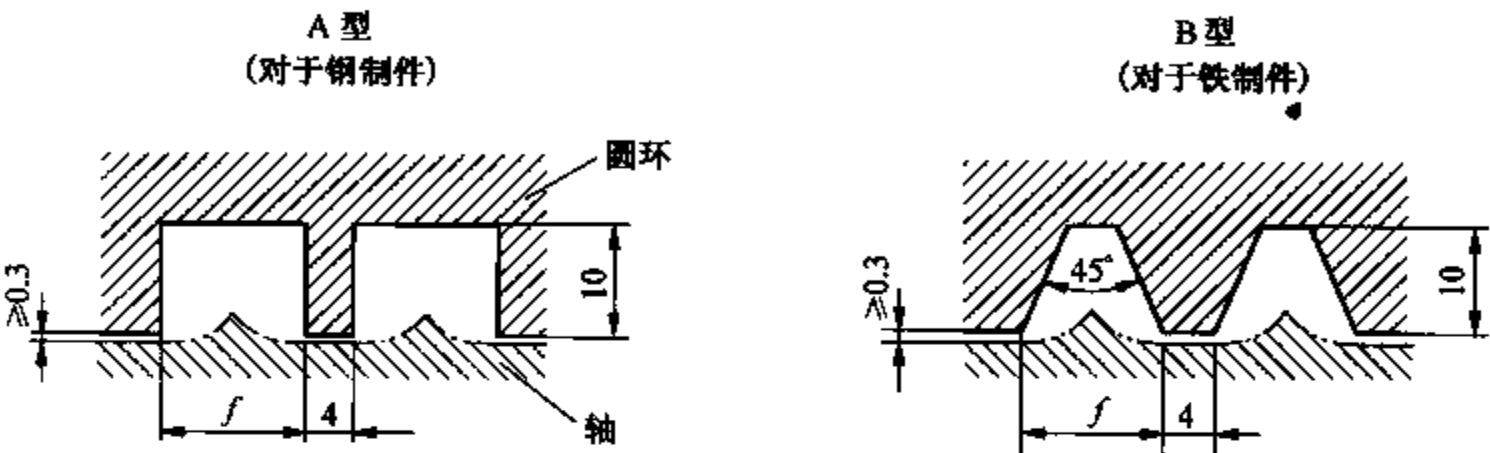


图 1

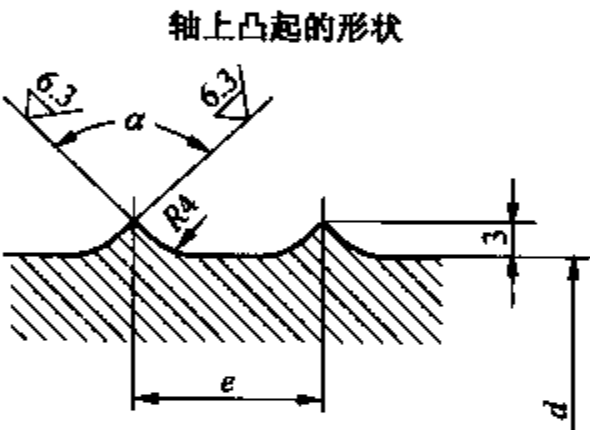
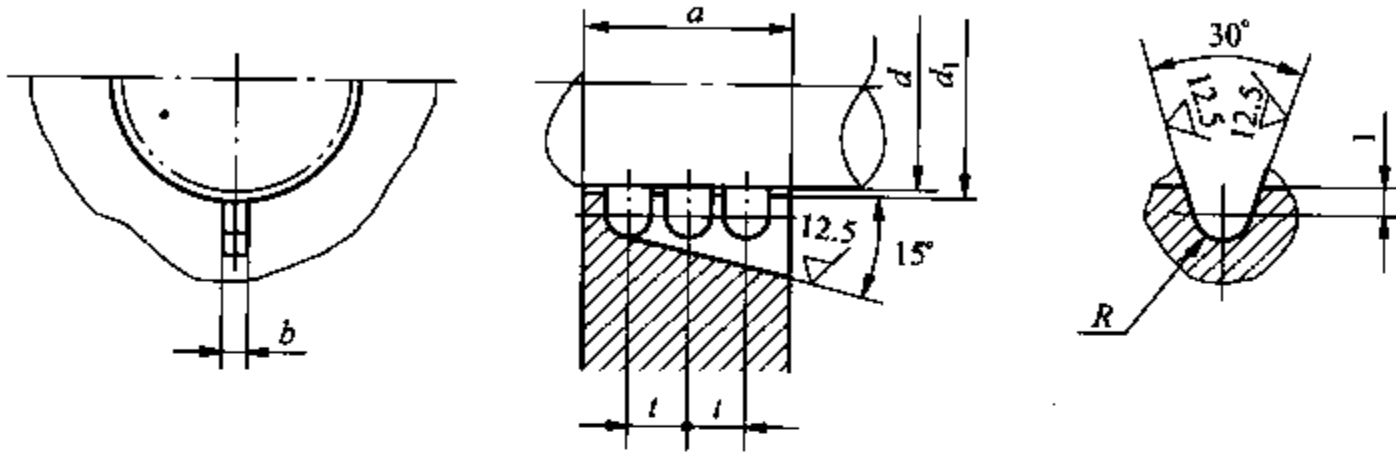


图 2

表 1

轴径 $d$ mm	槽 $f$ mm	凸 起 部	
		$\alpha$ (°)	$e$ mm
$\leq 154$	17	120	21
$> 154$	12	90	16

迷宫式密封槽尺寸见图 1 和表 1。



$d_1 = d + 1; a_{\min} = nt + R; n$ —槽数

图 1

表 1

mm

轴 径 $d$	$R$	$t$	$b$	轴 径 $d$	$R$	$t$	$b$
25~80	1.5	4.5	4	>120~180	2.5	7.5	6
>80~120	2	6	5	>180	3	9	7

注:1 表中  $R, t, b$  尺寸,在个别情况下可用于与表中不对应的轴径上。

2 一般  $n=2\sim4$  个,使用 3 个的较多。

1 回转面及端面砂轮越程槽

1.1 回转面及端面砂轮越程槽的型式如图 1 所示。

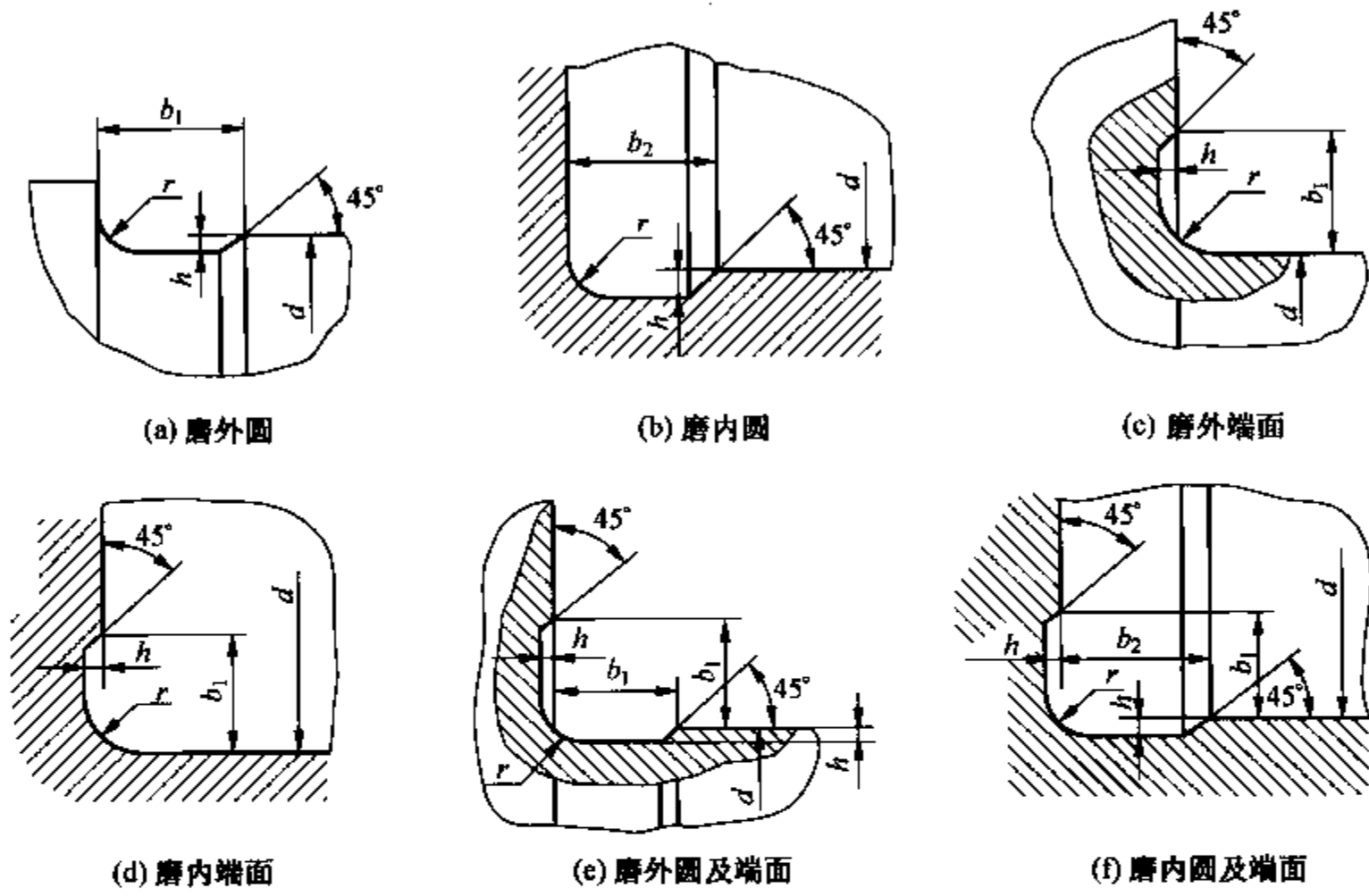


图 1

1.2 回转面及端面砂轮越程槽的尺寸按表 1。

表 1									mm
$b_1$	0.6	1.0	1.6	2.0	3.0	4.0	5.0	8.0	10
$b_2$	2.0	3.0		4.0		5.0		8.0	10
$h$	0.1	0.2		0.3	0.4		0.6	0.8	1.2
$r$	0.2	0.5		0.8	1.0		1.6	2.0	3.0
$d$	~10			10~50		50~100		>100	

注:1 越程槽内两直线相交处,不允许产生尖角。  
2 越程槽深度  $h$  与圆弧半径  $r$ ,要满足  $r < 3h$ 。

- 1.3 磨削具有数个直径的工件时,可使用同一规格的越程槽。
- 1.4 直径  $d$  值大的零件,允许选择小规格的砂轮越程槽。
- 1.5 砂轮越程槽的尺寸公差和表面粗糙度根据该零件的结构、性能确定。

2 平面砂轮越程槽

平面砂轮越程槽的型式如图 2 所示,尺寸按表 2。

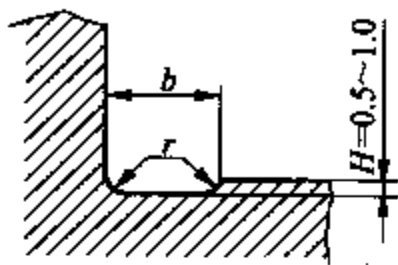


图 2

表 2 mm

<i>b</i>	2	3	4	5
<i>r</i>	0.5	1.0	1.2	1.6

3 V 形砂轮越程槽

V 形砂轮越程槽的型式如图 3 所示,尺寸按表 3。

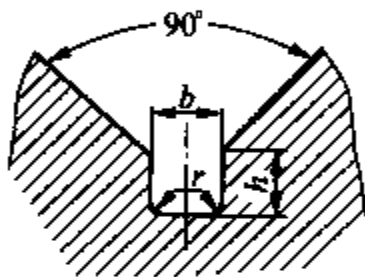


图 3

表 3 mm

<i>b</i>	2	3	4	5
<i>h</i>	1.6	2.0	2.5	3.0
<i>r</i>	0.5	1.0	1.2	1.6

4 燕尾导轨砂轮越程槽

燕尾导轨砂轮越程槽的型式如图 4 所示,尺寸按表 4。

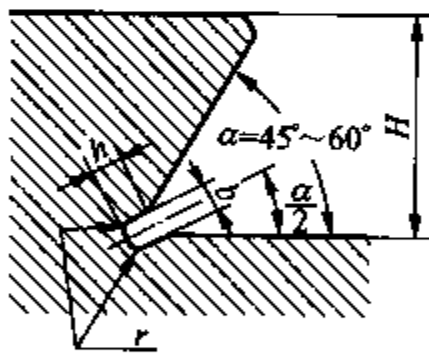


图 4

表 4 mm

<i>H</i>	≤5	6	8	10	12	16	20	25	32	40	50	63	80
<i>b</i>	1	2	3		4		5		6		7		8
<i>h</i>	1.5	3	4		5		7		8		1.6		2.0
<i>r</i>	0.5	0.5	1.0		1.6		1.6		1.6		1.6		2.0

5 矩形导轨砂轮越程槽

矩形导轨砂轮越程槽的型式如图 5 所示,尺寸按表 5。

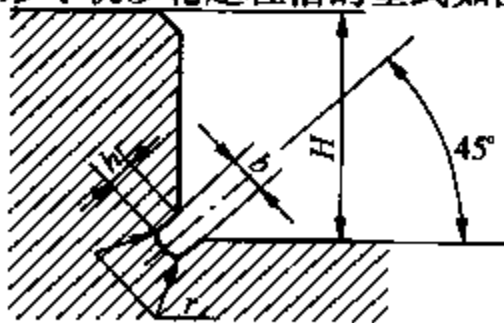


图 5

表 5 mm

<i>H</i>	8	10	12	16	20	25	32	40	50	63	80	100
<i>b</i>	2		3		5		8		1.6		2.0	
<i>h</i>	1.6		2.0		3.0		5.0		1.6		2.0	
<i>r</i>	0.5		1.0		1.6		1.6		1.6		2.0	

1 外圆退刀槽及相配件的倒角和倒圆

1.1 适用于交变载荷,也可用于一般载荷的磨削件。

A 型(轴的配合表面需磨削,轴肩不磨削),见图 1。

B 型(轴的配合表面及轴肩皆需磨削),见图 1。

退刀槽的各部尺寸见表 1;相配件的倒角和倒圆见表 2 和图 2。

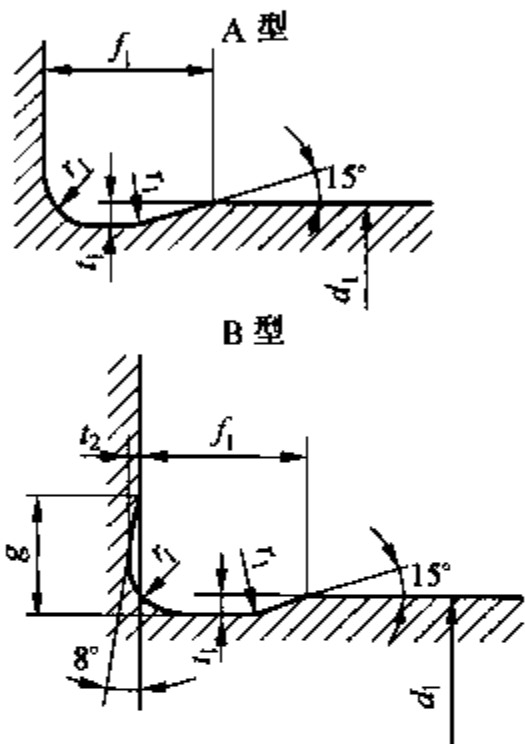


图 1

表 1 mm

$r_1$	$t_1^{+0.1}_0$	$f_1$	$g \approx$	$t_2^{+0.05}_0$	推荐的配合直径 $d_1$	
					用在一般 载荷	用在交变 载荷
0.6	0.2	2	1.4	0.1	>10~18	—
0.6	0.3	2.5	2.1	0.2	>18~80	
1	0.4	4	3.2	0.3	>80	
1	0.2	2.5	1.8	0.1	—	>18~50
1.6	0.3	4	3.1	0.2		>50~80
2.5	0.4	5	4.8	0.3		>80~125
4	0.5	7	6.4	0.3		>125

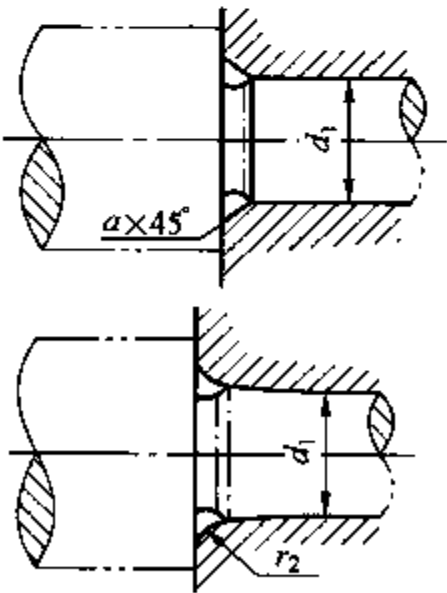


图 2

表 2 mm

退刀槽 尺 寸	倒角最小值 $a$		倒圆最小值 $r_2$	
	A 型	B 型	A 型	B 型
$r_1 \times t_1$				
0.6×0.2	0.4	0.1	1	0.3
0.6×0.3	0.3	0	0.8	0
1×0.2	0.8	0	1.5	0
1×0.4	0.6	0.4	2	1
1.6×0.3	1.3	0.6	3.2	1.4
2.5×0.4	2.0	1.0	5.2	2.4
4×0.5	3.5	2.0	8.8	5

1.2 适用于对受载无特殊要求的磨削件。

C 型(轴的配合表面需磨削,轴肩不磨削),见图 3。

D 型(轴的配合表面不磨削,轴肩需磨削),见图 3。

E 型(轴的配合表面及轴肩皆需磨削),见图 3。

F 型(相配件为锐角的轴的配合表面及轴肩皆需磨削),见图 4。

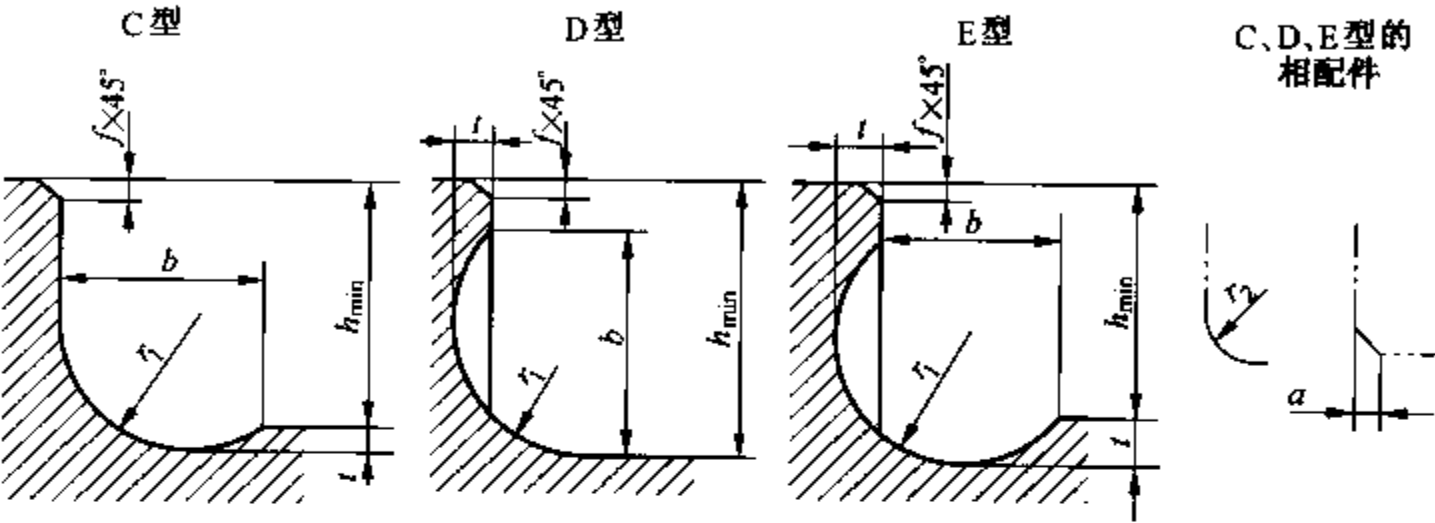


图 3

C、D、E 型退刀槽及相配件的各部尺寸见表 3。

表 3

mm

轴						相 配 件 (孔)			
$h_{\min}$	$r_1$	$t$	$b$		$f_{\max}$	$a$	偏 差	$r_2$	偏 差
			C、D 型	E 型					
2.5	1.0	0.25	1.6	1.1	0.2	1	+0.6	1.2	+0.6
4	1.6	0.25	2.4	2.2	0.2	1.6	+0.6	2.0	+0.6
6	2.5	0.25	3.6	3.4	0.2	2.5	+1.0	3.2	+1.0
10	4.0	0.4	5.7	5.3	0.4	4.0	+1.0	5.0	+1.0
16	6.0	0.4	8.1	7.7	0.4	6.0	+1.6	8.0	+1.6
25	10.0	0.6	13.4	12.8	0.4	10.0	+1.6	12.5	+1.6
40	16.0	0.6	20.3	19.7	0.6	16.0	+2.5	20.0	+2.5
60	25.0	1.0	32.1	31.1	0.6	25.0	+2.5	32.0	+2.5

F 型退刀槽的各部尺寸见表 4。

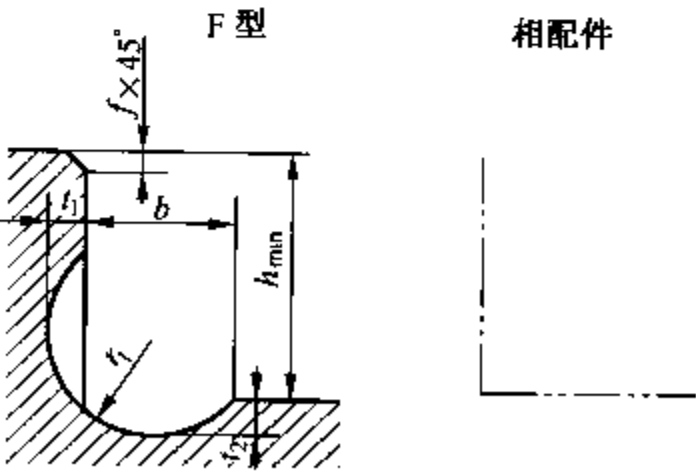


图 4

表 4

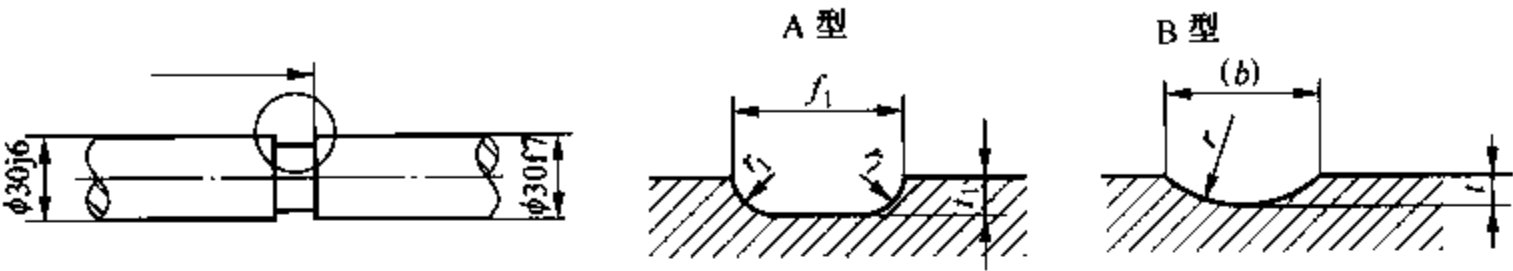
mm

轴					
$h_{\min}$	$r_1$	$t_1$	$t_2$	$b$	$f_{\max}$
4	1.0	0.4	0.25	1.2	0.2
5	1.6	0.6	0.4	2.0	
8	2.5	1.0	0.6	3.2	
12.5	4.0	1.6	1.0	5.0	0.4
20	6.0	2.5	1.6	8.0	
30	10.0	4.0	2.5	12.5	

注： $r_1=10$  不适用于精整辊。

2 公称直径相同具有不同配合的退刀槽

公称直径相同具有不同配合的退刀槽见图 5 和表 5。



注:1 A型退刀槽各部尺寸根据直径  $d_1$  的大小按表 1 选取。  
2 B型退刀槽各部尺寸见表 5。

图 5

表 5 mm

$r$	$t$	$b \approx$	$r$	$t$	$b \approx$	$r$	$t$	$b \approx$
2.5	0.25	2.2	6	0.4	4.3	16	0.6	8.7
4	0.4	3.5	10	0.6	6.8	25	1.0	14.0

3 带槽孔的退刀槽

带槽孔的退刀槽见图 6。退刀槽直径  $d_2$  可按选用的平键或楔键而定。退刀槽的深度  $t_2$  一般为 20mm,如因结构上的原因  $t_2$  的最小值不得小于 10mm。

4 插齿空刀槽

插齿空刀槽各部尺寸见图 7 和表 6。

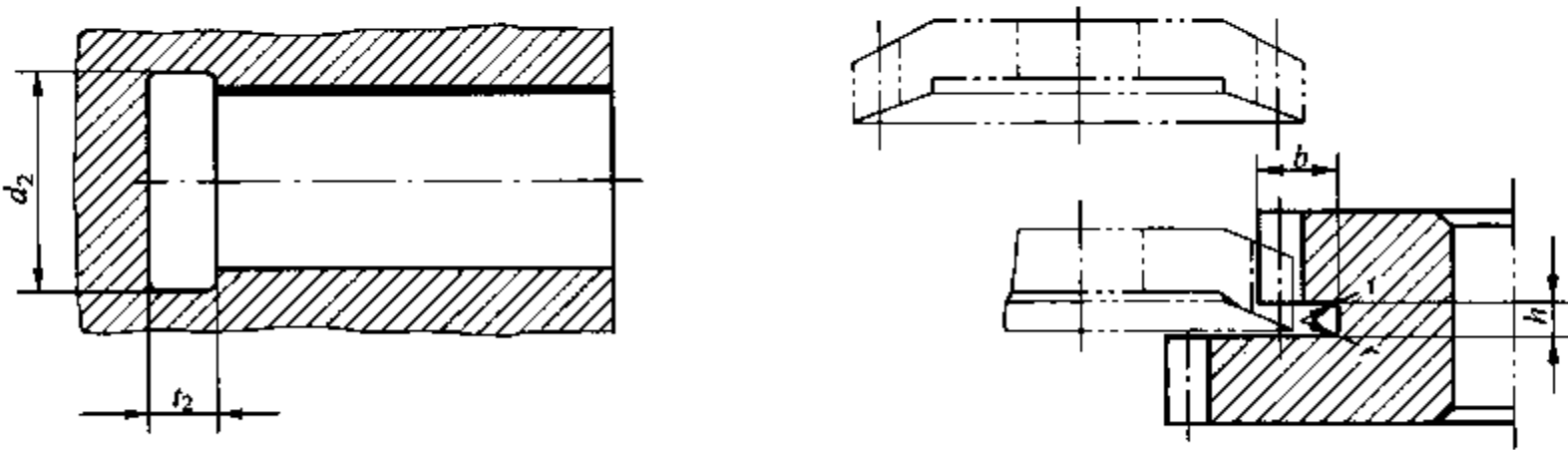


图 6

图 7

表 6 mm

模数	2	2.5	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	22	25
$h_{\min}$	5	6			7			8			9			10			12
$b_{\min}$	5	6	7.5	10.5	13	15	16	19	22	24	28	33	38	42	46	51	58
$r$	0.5			1.0													



5 滚人字齿轮退刀槽

滚人字齿轮退刀槽各部尺寸见图 8 和表 7。

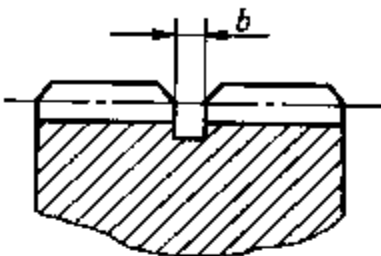


图 8

表 7

mm

法向模数 $m_n$	螺旋角				法向模数 $m_n$	螺旋角			
	25°	30°	35°	40°		25°	30°	35°	40°
	退刀槽最小宽度 $b$					退刀槽最小宽度 $b$			
4	46	50	52	54	18	164	175	184	192
5	58	58	62	64	20	185	198	208	218
6	64	66	72	74	22	200	212	224	234
7	70	74	78	82	25	215	230	240	250
8	78	82	86	90	28	238	252	266	278
9	84	90	94	98	30	246	260	276	290
10	94	100	104	108	32	264	270	300	312
12	118	124	130	136	36	284	304	322	335
14	130	138	146	152	40	320	330	350	370
16	148	158	165	174					

注：退刀槽深度由设计者决定。

6 退刀槽的粗糙度

退刀槽的粗糙度一般选用 $\sqrt[3.2]{}$ ，根据需要也可选用 $\sqrt[1.6]{}$ 、 $\sqrt[0.8]{}$ 、 $\sqrt[0.4]{}$ 。

T 形 槽

JB/ZQ 4240—2006  
代替 JB/ZQ 4240—1997

1 T形槽的基本型式尺寸按图 1 及表 1 所示。

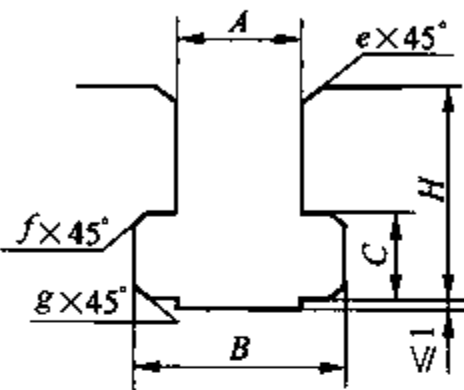


图 1

表 1

mm

A	B	C	H		e	f	g	螺栓螺纹规格 d
			铸 铁	钢/铸钢				
12	21	9	22	18	1	0.6	1	M10
14	25	11	25	22	1.6		1.6	M12
18	32	14	35	28		M16		
22	40	18	42	35		2.5	M20	
28	50	22	52	40			M24	
35	60	28	68	52			M30	
42	72	35	82	62	2.5	1.6	4	M36
48	85	40	92	70		2	6	M42
56	95	44	102	80				M48
63	105	45	110	90	4	—	—	M56
71	115	50	125	95				M64
80	125	50	140	105				M72×6
(90)	155	63	155	118				M80×6

- 注：1 带( )的规格尽量不用。
- 2 A 为 12~56 可选用《T 形槽用螺栓》(GB/T 37)；A 为 63~90 可选用《T 形头地脚螺栓》(JB/ZQ 4362)。

2 与 T 形槽相连接的紧固件除选用 T 形头螺栓外,也可以选用螺柱。当选用螺柱连接时,与之相配的 T 形槽用螺母的型式尺寸,按图 2 及表 2 所示。

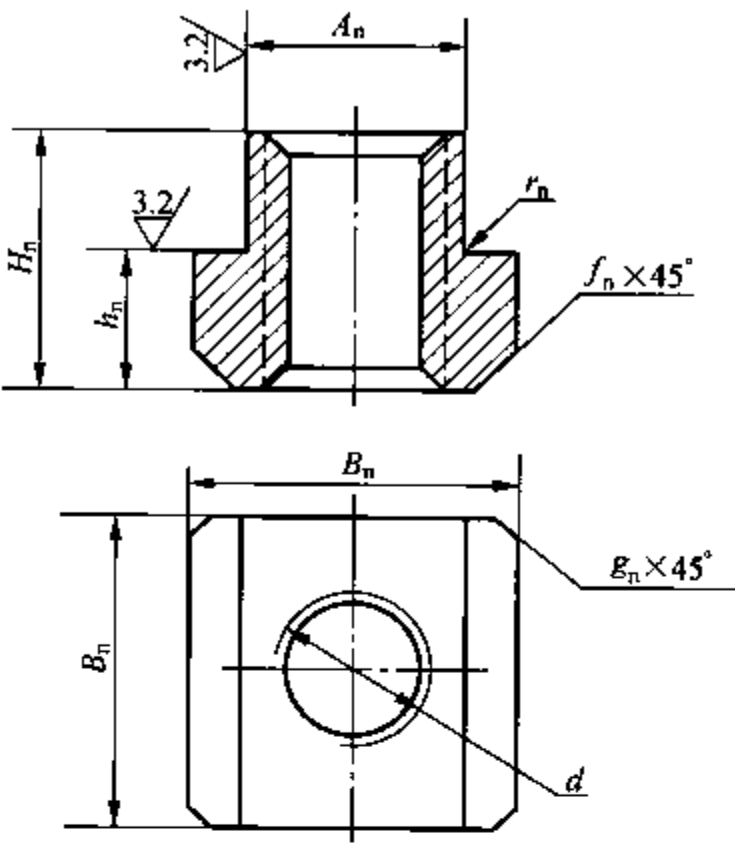


图 2

表 2

mm

A	A <sub>n</sub>	B <sub>n</sub>	H <sub>n</sub>	h <sub>n</sub>	f <sub>n</sub>	g <sub>n</sub>	r <sub>n</sub>	螺纹规格 d
12	12	18	15	8	2.5	—	0.4	M10
14	14		18	9				M12
18	18		24	12				M16
22	22		30	15				M20
28	28	45	35	19	4	—	0.5	M24
35	36		46	25				M30
42	42		56	32				M36
48	48		62	35				M42
56	54	85	72	40	6	3	0.8	M48
63	63		82	40				M56
71	71		85	45				M64
80	80		98	48				M72×6
(90)	90	125	108	58	8	12	1	M80×6

注:1 带( )的规格尽量不用。  
2 A 为 12~56 推荐选用《双头螺柱  $b_m=1.25d$ 》(GB/T 898);A 为 63~90 推荐选用《双头螺柱( $b_m=1.25d$ )》(JB/ZQ 4325)。

3 T形槽不通端的尺寸,依成孔方法(切制孔、铸孔)和连接用紧固件而异。其型式尺寸按图 3 及表 3 所示。

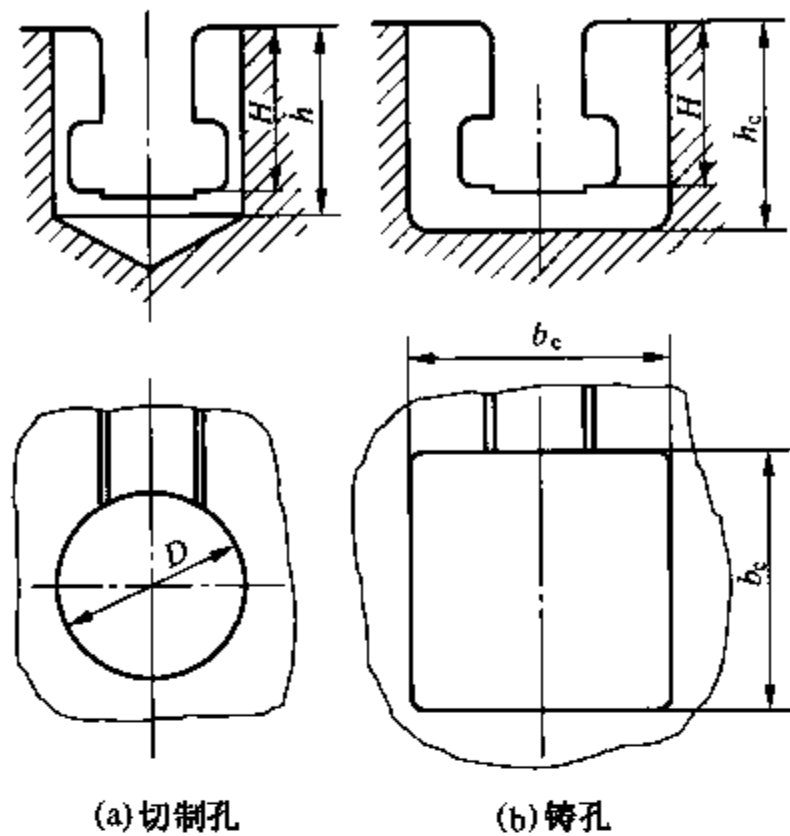


图 3

表 3

mm

A	切制孔		铸 孔		A	切制孔		铸 孔	
	D	h	b <sub>c</sub>	h <sub>c</sub>		D	h	b <sub>c</sub>	h <sub>c</sub>
12	28	H + 3	—	—	48	110	H + 5	105	H + 7
14	35				54	120		115	H + 8
18	42				63	132		115	
22	52				71	145		125	
28	65				80	155		135	
36	80	H + 5	85	H + 7	(90)	165		155	
42	95		95						

注：带( )的规格尽量不用。

- 4 当采用多个 T 形槽时,根据需要可选定其中一个(一般选中间槽)为基准槽,对其他槽按 GB/T 1182 提出位置误差要求。
- 槽宽 A 的极限偏差按 GB/T 1801 对基准槽为 H8,其他槽为 H12。
- 5 T 形槽及不通端孔的表面粗糙度,对基准槽宽 A 两侧表面为 Ra1.6μm;其他槽宽 A 两侧表面为 Ra6.3μm;其余加工表面为 Ra12.5μm;铸造表面为 Ra100μm。
- 6 不通端铸孔的尺寸公差按《铸件 尺寸公差与机械加工余量》(GB/T 6414)为 CT14 级。
- 7 T 形槽用螺母的材质一般选 45 钢,热处理硬度 35HRC,表面氧化。表面粗糙度除注明者外均为 Ra6.3μm。螺纹公差为 7H。

## 1 铸件材料

### 1.1 灰铸铁(HT)

允许任意选型,有较好的阻尼性、切削性、耐热性、耐磨性和耐蚀性。收缩率低(0.8%);对压力负荷不敏感,对拉、弯、碰擦敏感。设计工件时应避免拉力负荷。密度  $7.25\text{kg}/\text{dm}^3$ 。

### 1.2 铸钢(ZG)

具有好造型性和高抗张强度,浇铸性能比灰铸铁差。收缩率高(1.7%),密度  $7.85\text{kg}/\text{dm}^3$ 。

### 1.3 球墨铸铁(QT)

以石墨存在的碳,几乎完全以球状出现,它具有灰铸铁(低熔点、易加工、高耐磨、流动性好)和铸钢(高强度、高韧性、抗扭曲、热稳定性好)的优点。根据铸件的组织和结构收缩率为 0%~2%,密度  $7.1\sim 7.3\text{kg}/\text{dm}^3$ 。

## 2 铸件尺寸公差

按《铸件 尺寸公差与机械加工余量》(GB/T 6414)中的小批和单件生产铸件的尺寸公差等级。

## 3 铸件结构设计

铸件材料从液态转变到固体时发生体积减少称之为收缩。收缩能在铸件的内部或表面引起缩孔、应力和裂纹等结构缺陷。

### 3.1 缩孔(见表 1)

因为浇铸后,首先是铸件外表面先硬化,所以由于收缩的缘故,常常在铸件的内部产生空隙,这种空隙称为缩孔。任何部位只要收缩的程度严重就会有缩孔,例如:大的铸件,厚的断面,在浇铸后由于材料处于液态的时间较长,凝固时,在壁或筋的过渡位置以及厚的轮壳、吊耳、法兰等处和必需留有加工余量的地方,也会产生缩孔。

### 3.2 应力和裂纹(见表 2)

这是由于厚和薄的断面冷却不均匀而导致不同的收缩率所产生的,力求逐渐改变断面并采用对称的壁厚,应避免锐角和锐边。

## 4 形状的合理设计

浇铸材料虽然具有可任意成形的优点,但仍然力求一些简单的结构形状。为能使模型和加工费用低廉并且避免废品,对于采用浇铸法成形困难的物件(例如:空心铸件芯子长度比芯子直径大),为避免不必要的费用,将铸件分成各个部分,加工后再把它们焊接起来,这样具有一定的优点(见表 3)。

表 1

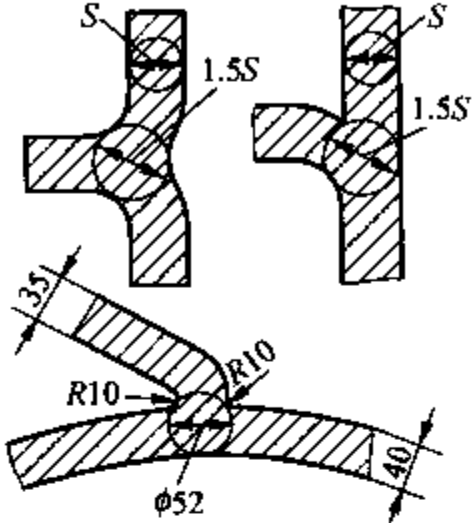
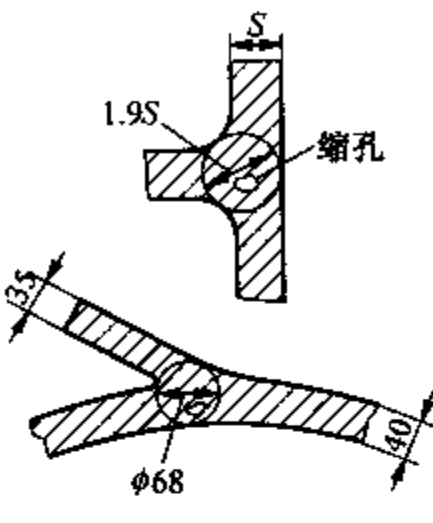
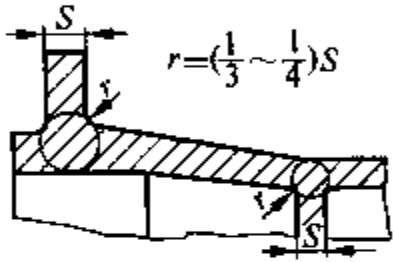
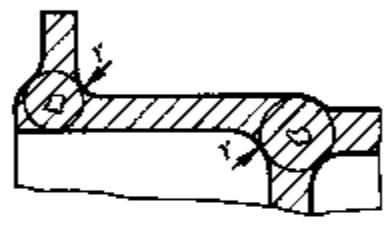
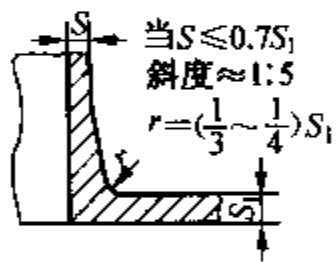
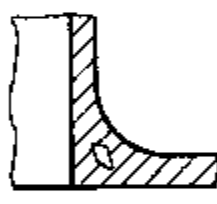
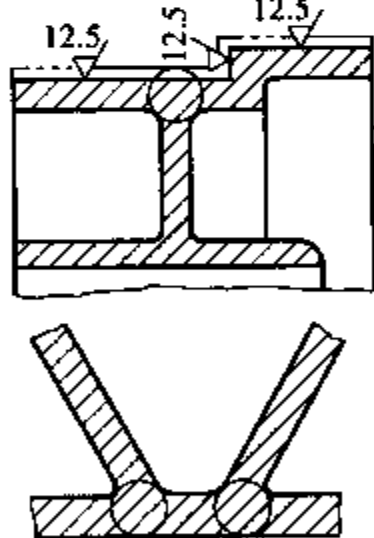
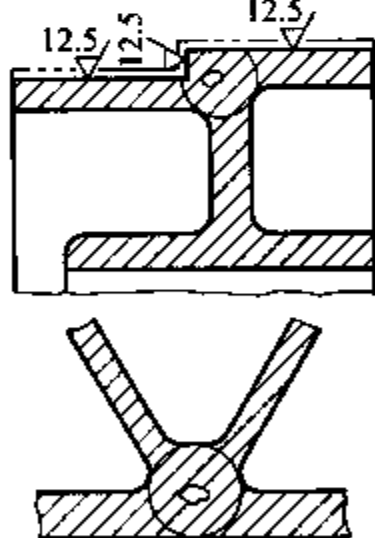
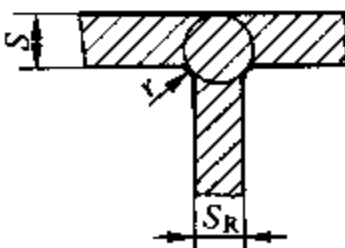
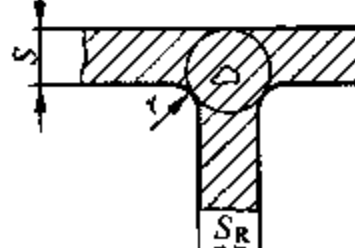
正 确	错 误	说 明
		<p>在交叉区内的最大圆的直径不应大于 1.5S(壁厚)</p>
		<p>圆的直径太大会导致材料凝结, 并且产生缩孔。圆的尺寸要适度, 并且逐渐过渡</p>
		<p>圆直径及过渡区太大, 会产生缩孔</p>
		<p>筋的配置, 要避免材料凝结</p>
		<p>筋厚 <math>S_R = (0.6 \sim 0.8)S</math>  <math>r = (\frac{1}{3} \sim \frac{1}{4})S_R</math></p>

表 2

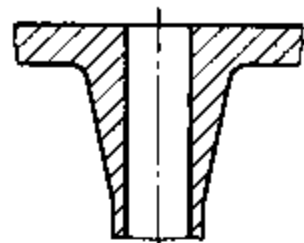
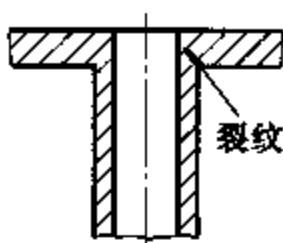
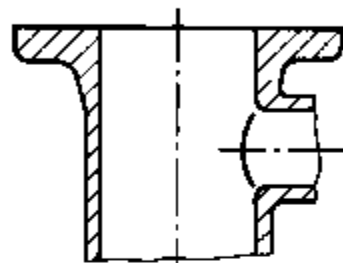
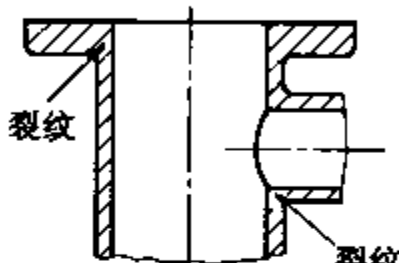
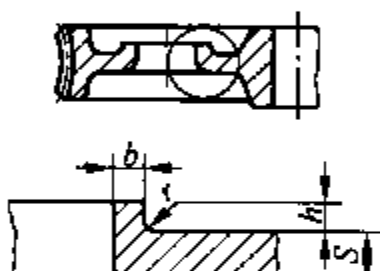
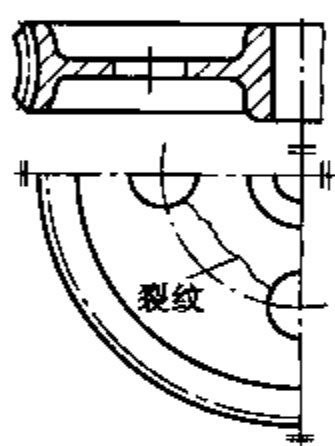
正 确	错 误	说 明										
		由于裂纹的危险,因此要避免锐角,应考虑让断面逐渐过渡										
		考虑让断面逐渐改变,同时要有足够的过渡圆弧										
 <table data-bbox="196 1499 717 1587"><tr><td><math>S</math></td><td><math>5 \sim 8</math></td><td><math>&gt;8 \sim 12</math></td><td><math>&gt;12 \sim 20</math></td><td><math>&gt;20</math></td></tr><tr><td><math>r_{\min}</math></td><td>4</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr></table> <p><math>b-h=(0.5 \sim 0.6)S</math></p>	$S$	$5 \sim 8$	$>8 \sim 12$	$>12 \sim 20$	$>20$	$r_{\min}$	4	6	8	10		轮圈收缩引起应力,两孔之间的裂纹可以通过周围的凸缘来避免
$S$	$5 \sim 8$	$>8 \sim 12$	$>12 \sim 20$	$>20$								
$r_{\min}$	4	6	8	10								

表 3

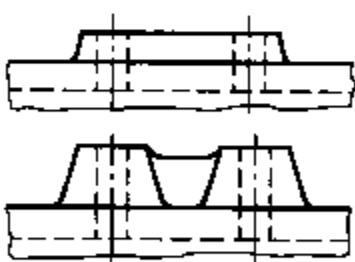
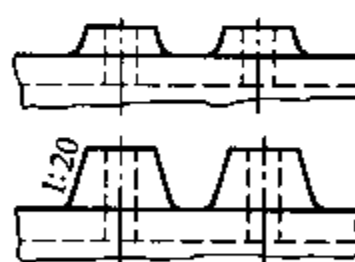
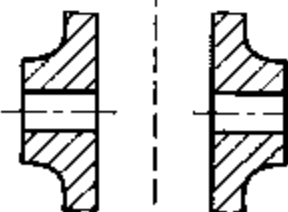
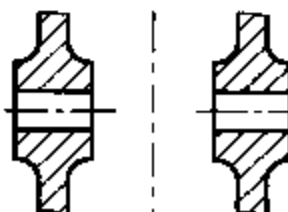
正 确	错 误	说 明
		相邻孔的凸台较小时就铸成同一平面,如果凸台的尺寸较大,可用一根辅筋将其两个凸台连接起来。浇铸斜度(如 1:20)不必表明
		考虑铸造工艺简单,加固凸台应布置在臂的一侧(外侧)

表 3(续)

正 确	错 误	说 明
		如果可能的话, 尽量考虑平直面; 也就是没有加工余量。如果必须规定轴向长度, 那就钻铰孔
		避免夹砂, 对于支承面采取铰孔或划平, 以保证夹紧长度 $x$ 尺寸

## 5 型芯的合理设计

型芯提高了铸件的费用, 由于型芯位移使废品的危险增大了, 力求通过结构造型简单的浇铸件避免型芯(见表 4)。

表 4

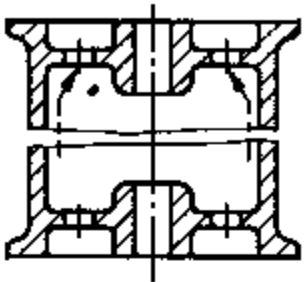
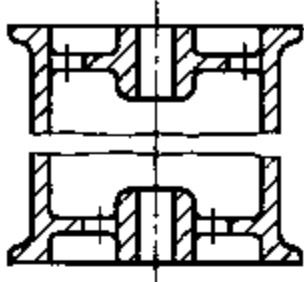
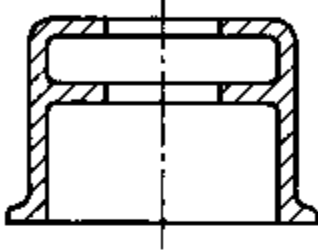
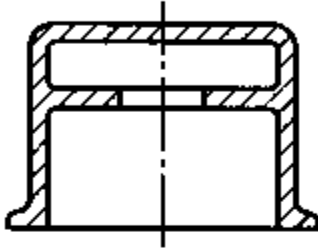
正 确	错 误	说 明
		通过适当的结构避免型芯
		扣入的法兰需要一个型芯, 筋的预留孔提高了型芯箱的费用
		避免内凹

## 6 浇铸和清砂

结构的壁厚和断面应考虑到它们能方便地被液体材料注满和模型的去除。要考虑到空气和浇铸时新产生的气体能从空腔向上泄漏, 为了减少气孔形成的危险, 应尽可能避免大面积的水平面和不透气的角形。内外两面要考虑清理工具能伸得进、碰得到(见表 5)。



表 5

正 确	错 误	说 明
		设置通风孔,但因考虑到型芯的位移不能将通风孔设置在壁旁
		大一些的型芯,需设置足够的排砂孔

7 合理的加工结构

适合于加工的结构,应考虑到现有的机器、工具和加工的可能性,并且保证后道工序的加工(见表 6)。

表 6

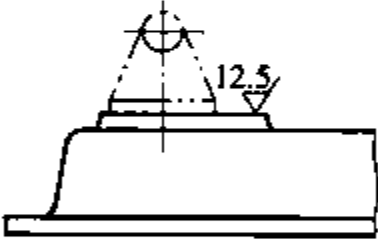
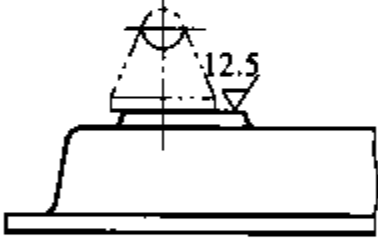
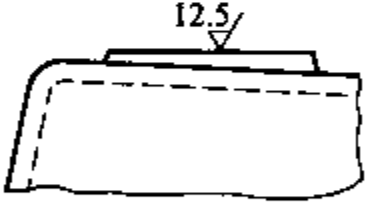
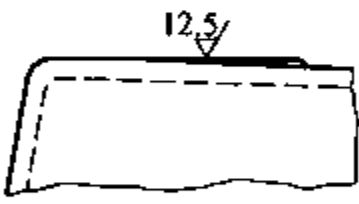
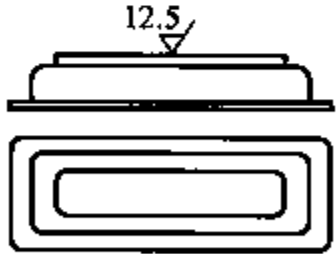
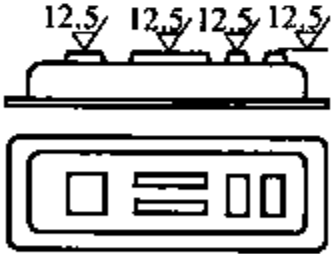
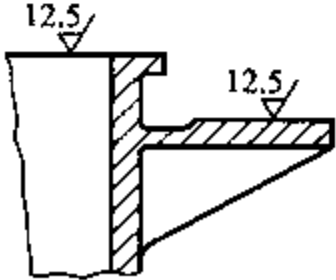
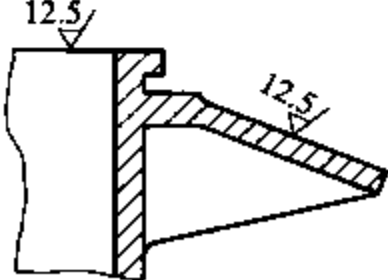
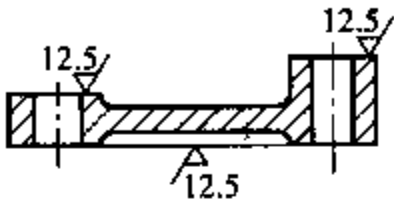
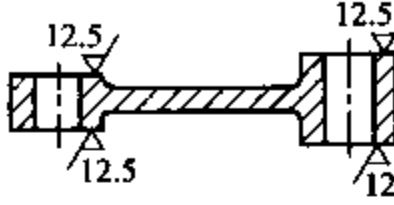
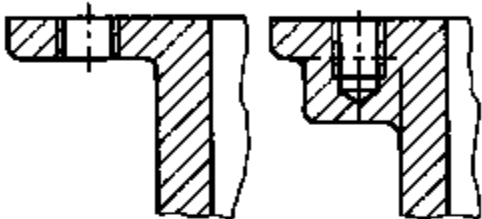
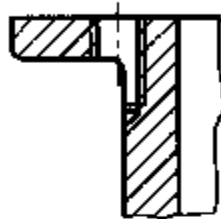
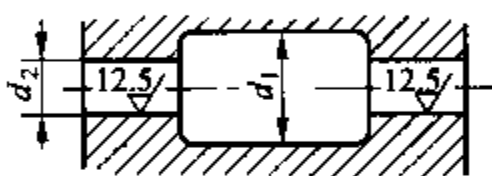
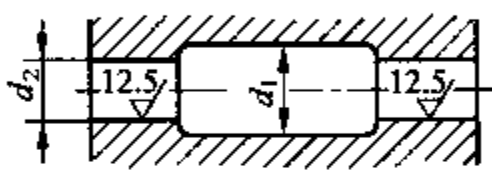
正 确	错 误	说 明
		结合面尽可能考虑得大一些,因为由于装配面的收缩往往会影响到结合面的减小
		加工表面应有凸缘,否则粗糙面铸壳会磨损工具,平直的表面例外
		并排凸出的数个凸缘、板块或平面应尽可能组合在一个平面上
		经加工的平面应平行或垂直地放置在定位平面上

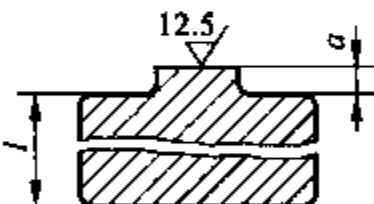
表 6(续)

正 确	错 误	说 明
		为能使这些平面在一次 工作程序中加工出来,平 行布置的加工面尽可能在 一个平面内
		为避免断裂的危险,钻 头不能在交接处钻穿,应 扩大法兰或者配置加固凸 台
		如型芯直径减小时,必 须注意:只有当 $d_2 >$ $50\text{mm}$ , $d_1 \geq d_2 + 30\text{mm}$ 时, 否则应作成直通孔

8 其他

8.1 凸出部分(最小尺寸)见表 7。

表 7

公称尺寸(壁厚) $l$		$\leq 180$	$> 180 \sim 500$	$> 500 \sim 1250$	$> 1250 \sim 2500$	$> 2500$	
$a$ (凸台)	铸钢	5	8	12	16	20	
	灰铸铁 球墨铸铁	4	6	10	13	17	

8.2 最小的可浇铸的壁厚:铸钢为 8mm;灰铸铁和球墨铸铁为 5mm。

不是一律能达到这个壁厚,它们取决于工件的尺寸和形状。

8.3 铸钢件的内半径按 JB/ZQ 4255 的规定。

8.4 关于检查、处理或制作的特殊要求见有关规定。

铸造内圆角

JB/ZQ 4255—2006  
代替 JB/ZQ 4255—1997

铸造内圆角的型式尺寸见图 1~图 4、表 1~表 2。

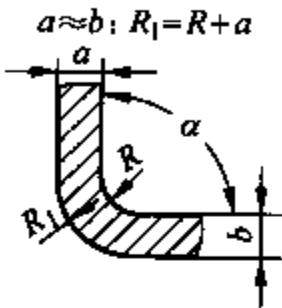


图 1

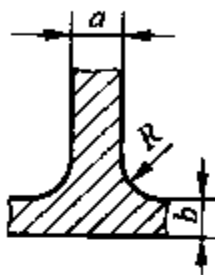


图 2

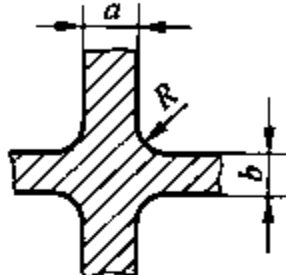


图 3

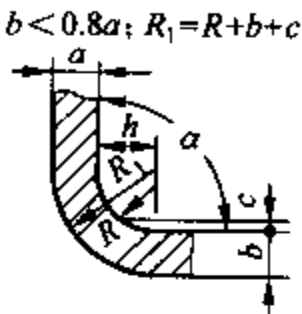


图 4

表 1 “R”值

mm

$\frac{a+b}{2}$	$\alpha$											
	$\leq 50^\circ$		$> 50^\circ \sim 75^\circ$		$> 75^\circ \sim 105^\circ$		$> 105^\circ \sim 135^\circ$		$> 135^\circ \sim 165^\circ$		$> 165^\circ$	
	钢	铁	钢	铁	钢	铁	钢	铁	钢	铁	钢	铁
$\leq 8$	4	4	4	4	6	4	8	6	16	10	20	16
9~12	4	4	4	4	6	6	10	8	16	12	25	20
13~16	4	4	6	4	8	6	12	10	20	16	30	25
17~20	6	4	8	6	10	8	16	12	25	20	40	30
21~27	6	6	10	8	12	10	20	16	30	25	50	40
28~35	8	6	12	10	16	12	25	20	40	30	60	50
36~45	10	8	16	12	20	16	30	25	50	40	80	60
46~60	12	10	20	16	25	20	35	30	60	50	100	80
61~80	16	12	25	20	30	25	40	35	80	60	120	100
81~110	20	16	25	20	35	30	50	40	100	80	160	120
111~150	20	16	30	25	40	35	60	50	100	80	160	120
151~200	25	20	40	30	50	40	80	60	120	100	200	160
201~250	30	25	50	40	60	50	100	80	160	120	250	200
251~300	40	30	60	50	80	60	120	100	200	160	300	250
$> 300$	50	40	80	60	100	80	160	120	250	200	400	300

表 2 “c”和“h”值

mm

$b/a$		$\leq 0.4$	$> 0.4 \sim 0.65$	$> 0.65 \sim 0.8$	$> 0.8$
$c \approx$		$0.7(a-b)$	$0.8(a-b)$	$a-b$	—
$h \approx$	钢	$8c$			
	铁	$9c$			

铸造外圆角的型式尺寸见图 1 和表 1。

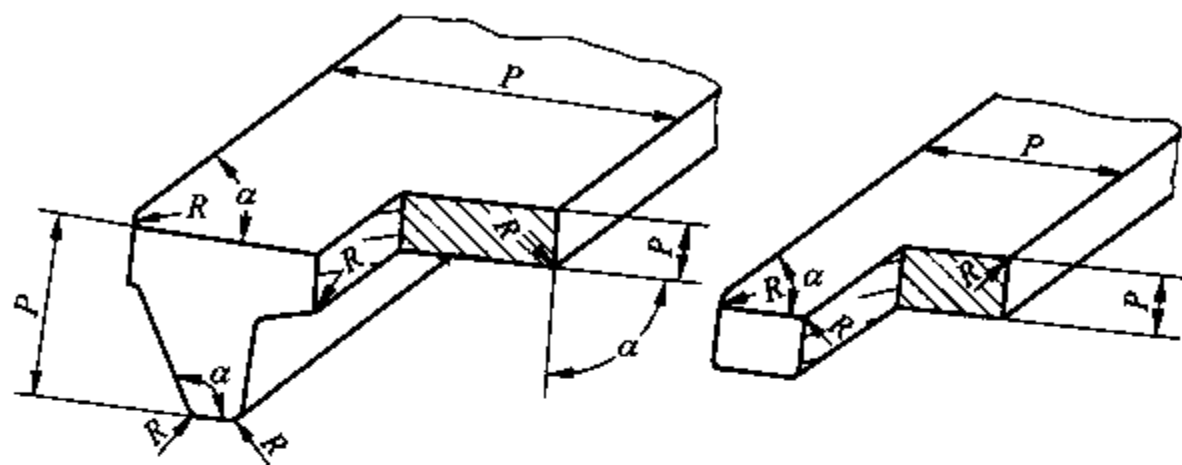


图 1

表 1 “R”值

mm

P	$\alpha$					
	$\leq 50^\circ$	$> 50^\circ \sim 75^\circ$	$> 75^\circ \sim 105^\circ$	$> 105^\circ \sim 135^\circ$	$> 135^\circ \sim 165^\circ$	$> 165^\circ$
$\leq 25$	2	2	2	4	6	8
$> 25 \sim 60$	2	4	4	6	10	16
$> 60 \sim 160$	4	4	6	8	16	25
$> 160 \sim 250$	4	6	8	12	20	30
$> 250 \sim 400$	6	8	10	16	25	40
$> 400 \sim 600$	6	8	12	20	30	50
$> 600 \sim 1000$	8	12	16	25	40	60
$> 1000 \sim 1600$	10	16	20	30	50	80
$> 1600 \sim 2500$	12	20	25	40	60	100
$> 2500$	16	25	30	50	80	120

注:1 P 为表面的最小边尺寸。

2 如一铸件按表可选出许多不同的圆角“R”时,应尽量减少或只取一适当的“R”值以求统一。

本标准适用于减速器的机体、机盖、联接管、汽缸以及其他各种联接法兰等铸件的过渡部分尺寸。

型式尺寸见图 1 和表 1。

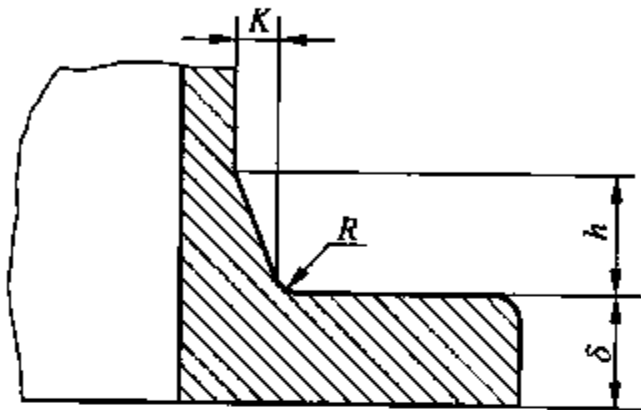


图 1

表 1

mm

铸铁和铸钢件的壁厚 $\delta$	$K$	$h$	$R$
10~15	3	15	5
>15~20	4	20	5
>20~25	5	25	5
>25~30	6	30	8
>30~35	7	35	8
>35~40	8	40	10
>40~45	9	45	10
>45~50	10	50	10
>50~55	11	55	10
>55~60	12	60	15
>60~65	13	65	15
>65~70	14	70	15
>70~75	15	75	15

A型 ( $d \leq 300\text{mm}$ )

B型 ( $d > 300\text{mm}$ )

C型 ( $d > 300\text{mm}$ )

纵向槽

$Z$ —在半圆周上的槽数

铸铁:  $D_2 \geq 1.2D_1$

钢:  $D_2 \approx (1.1 \sim 1.14)D_1$

图 1

表 1

mm

轴 径 $d$	浇 注 尺 寸																
	浇注厚度 $\delta$		$h$	$H$	$H_1$	$H_2$	$L$	$L_1$	$L_2$	$L_3$	$L_4$	$l$	$l_1$	$l_2$	$R$	$C$	$Z, Z_1$
	铸铁	钢															
30~50	2.5	2	—	6	—	—	—	—	—	—	3	1	2	—	3	1	—
>50~80	3	2.5	2	8	—	—	20	9	50	10	4	1	3	—	4	1	2
>80~100	3.5	3	2	10	—	—	25	10	60	12	5	1.5	4	—	4	2	2
>100~150	3.5	3	2.5	12	—	—	30	10	80	14	6	1.5	5	—	6	2	3
>150~200	4	3.5	2.5	16	—	—	35	15	90	16	7	1.5	5	—	8	3	3
>200~300	5	4	3	20	—	—	40	18	100	18	8	2	6	—	12	5	3
>300~400	6	4	3	25	35	15	—	20	110	20	8	2	6	11	15	5	3
>400~500	7	5	3	30	40	15	—	25	130	22	10	2	8	12	20	6	3
>500~650	7	5	3	35	45	15	—	30	150	22	10	2.5	8	13	25	7	3
>650~800	7	5	3	40	50	20	—	30	160	22	12	2.5	9	13	30	10	3
>800~1000	8	6	4	45	55	20	—	35	160	24	12	3	9	15	30	10	4
>1000~1300	8	6	4	50	60	30	—	40	170	24	15	3	12	17	40	15	4

- 注:1 纵向槽  $Z$  平均分布于圆周上。  
2 本标准所规定的纵向槽数  $Z$  是最少的必要数量,但径向槽数  $Z_1$  在轴衬全长上不许大于 4 个。  
3 轴衬材料为铸铁时,径向槽和纵向槽的数量,应按表内的规定增加 1.5~2 倍。  
4 对重要的轴承,受有相当的轴向力和冲击等情况下,为取得较大的支承面,轴承端部结构型式可按 B、C 型选择。如无轴向力,可不带支承面。  
5 燕尾槽全部按表面粗糙度  $Ra$  的最大允许值为  $25\mu\text{m}$  加工。  
6 轴承合金层不应有气泡、气孔、杂质和脱落等缺陷。

## 1 金属的可焊性

1.1 金属的可焊性,是指被焊金属材料在采用一定的焊接工艺方法、工艺材料、工艺参数及结构型式条件下,获得优质焊接接头的难易程度。

同一金属材料,采用不同焊接方法或材料,其可焊性可能有很大差别。

可焊性有两方面:

a) 工艺可焊性 主要指焊接接头出现各种裂纹的可能性,亦称抗裂性。

b) 使用可焊性 主要指焊接接头在使用中的可靠性,包括焊接接头的机械性能(强度、延性、韧性、硬度以及抗裂纹扩展的能力等)和其他特殊性能(如耐热、耐蚀、耐低温、抗疲劳、抗时效等)。

可通过碳当量公式的估算或可焊性试验对可焊性进行评价。

1.2 碳当量法是根据化学成分对钢材焊接热影响区淬硬性的影响程度粗略地评价焊接时产生冷裂纹倾向及脆化倾向的一种估算方法。

碳钢及低合金结构钢常用的碳当量公式(国际焊接学会推荐的)如下:

$$C_E = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

对合金成分为  $C \leq 0.5\%$ 、 $Mn \leq 1.6\%$ 、 $Cr \leq 1\%$ 、 $Ni \leq 3.5\%$ 、 $Mo \leq 0.6\%$ 、 $Cu \leq 1\%$  的合金钢,其碳当量公式推荐如下:

$$C_E = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + V}{5} + \frac{Ni}{15} + \frac{Mo + Si}{4} + \frac{Cu}{13} + \frac{P}{2}$$

根据经验:

当  $C_E < 0.4\%$  时,钢材的淬硬倾向不明显,可焊性优良,焊接时不必预热。

当  $C_E = (0.4 \sim 0.6)\%$  时,钢材的淬硬倾向逐渐明显,需要采取适当预热,控制线能量等工艺措施。

当  $C_E > 0.6\%$  时,淬硬倾向强,属于较难焊的钢材,需采取较高的预热温度和严格的工艺措施。

## 2 设计措施

### 2.1 调节焊接应力

a) 尽量减少焊缝的数量和尺寸。

b) 避免焊缝过分集中,焊缝间应保持足够的距离(见图 1、图 2)。

c) 采用刚性较小的接头形式。例如用翻边联接代替插入式管联接,降低焊缝的拘束度(见图 3)。

d) 在残余应力为拉应力的区域内,应该避免几何不连续性,以免内应力在该处进一步提高(见图 4)。

e) 经常用收缩切口来减少收缩应力(见图 5)。



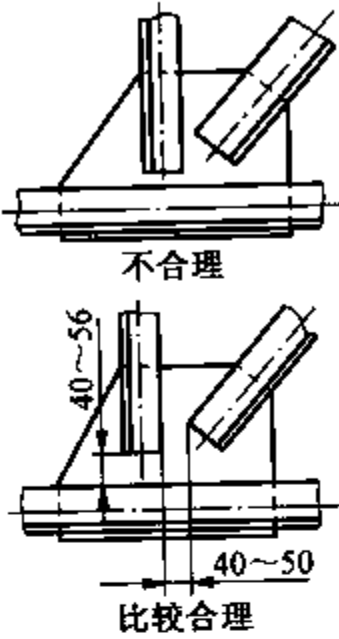


图1 焊接节点

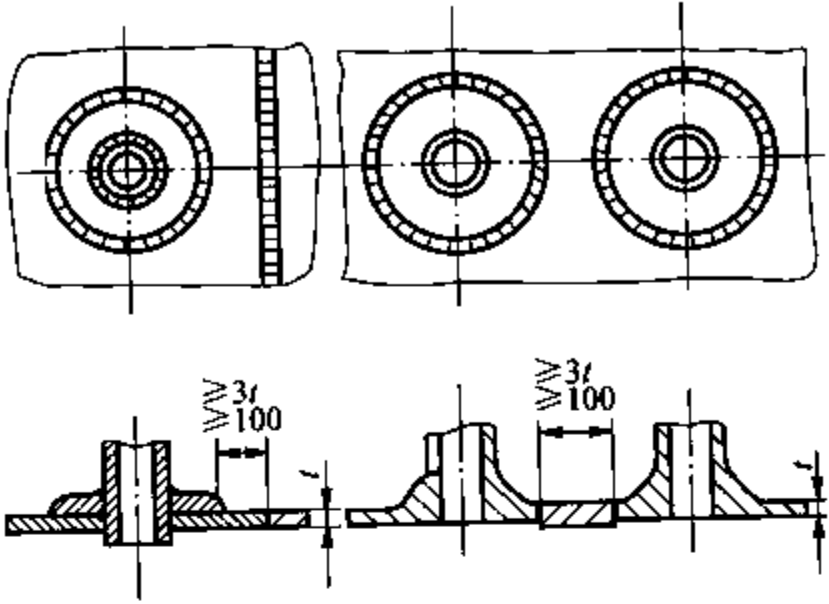


图2 容器接管焊缝

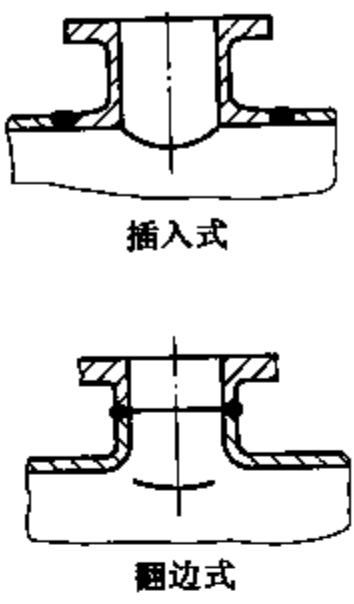


图3 焊接管联接

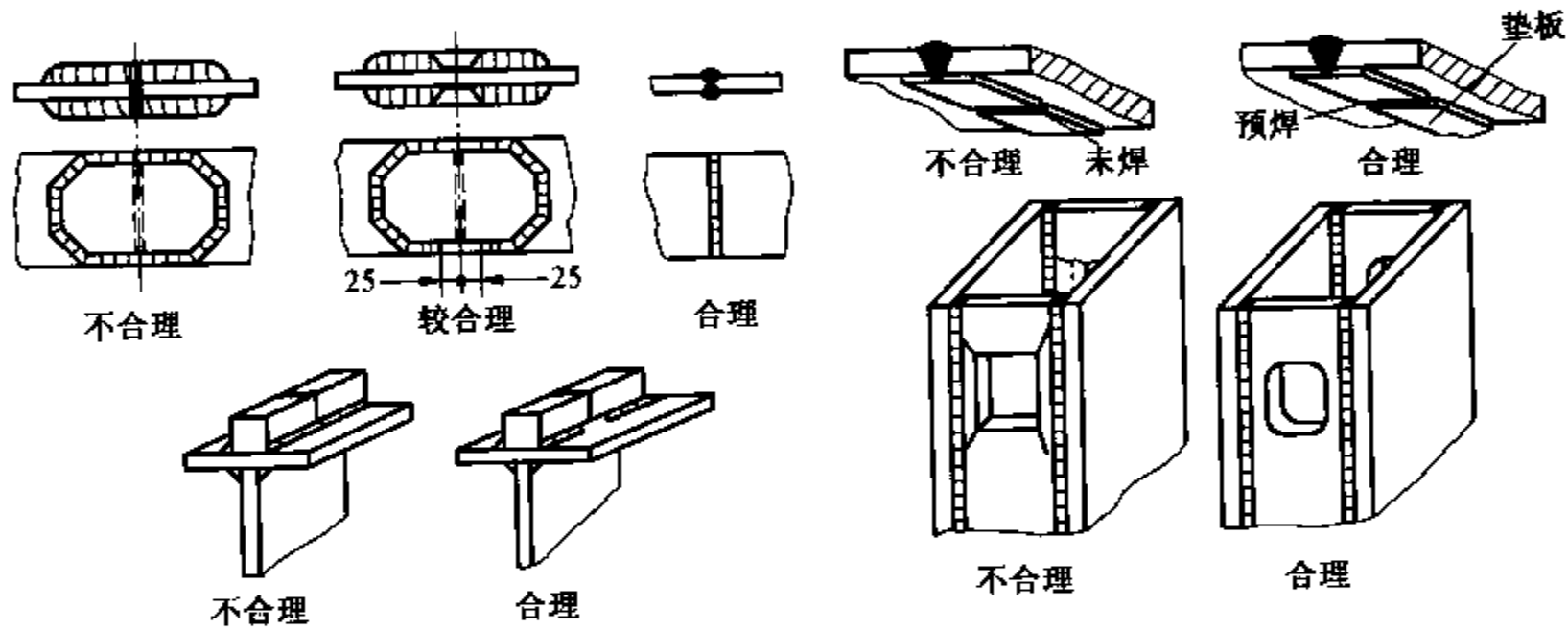


图4 避免应力集中

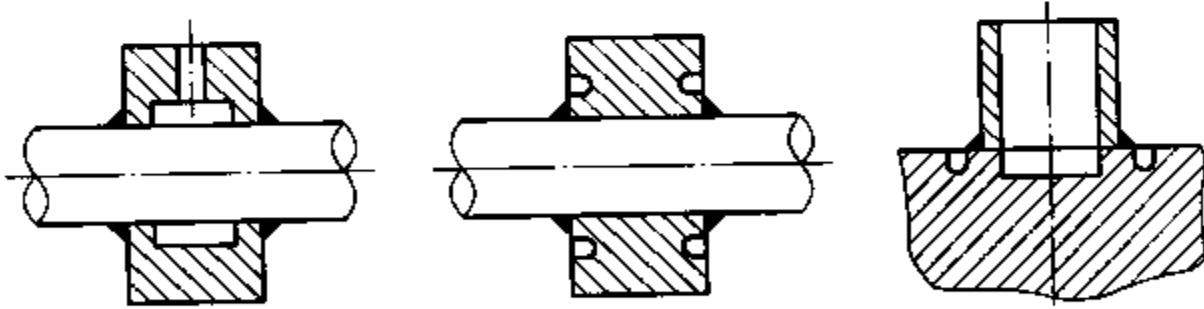


图5 收缩切口

## 2.2 预防焊接变形

a) 选用合理的焊缝尺寸和型式。在保证结构有足够承载能力的前提下,应采用尽量小的焊缝尺寸。对仅起连系作用的和受力不大按强度计算尺寸甚小的角焊缝,应按板厚选取工艺上可能的最小尺寸。

采用图6中的X形坡口可减少对接接头的角变形。

在薄板结构中采用接触点焊来代替熔化焊缝可以减少变形,减少焊后校正工序。

采用断续焊缝以减少收缩变形。但是在动载荷作用下,增加应力集中的影响。

b) 尽可能减少焊缝的数量。适当选择壁板的厚度,可减少肋板的数量,从而减少焊接和变形校正量。对自重要求不严格的结构,这样做即使重量稍大,还是比较经济的。采用压型结构代替肋板结构对防止薄板结构的变形十分有效(见图 7)。

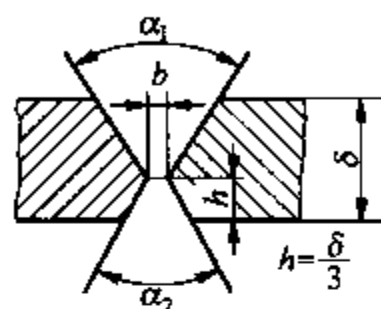


图 6

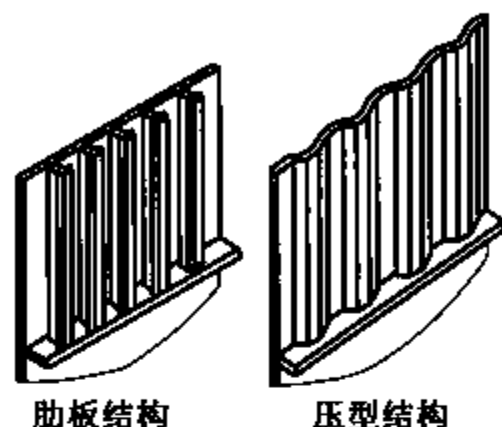


图 7

合理地选择肋板的形状和布置,可减少焊缝并有可能提高肋板的加固效果。例如用槽钢来加固轴承座,比采用辐射形肋板效果更好,焊缝也较少(见图 8)。

c) 合理安排焊缝位置。焊缝对称于构件截面的中性轴,或使焊缝接近中性轴,可减少弯曲变形,见图 9。图中(a)弯曲变形大,(b)和(c)可避免弯曲变形。

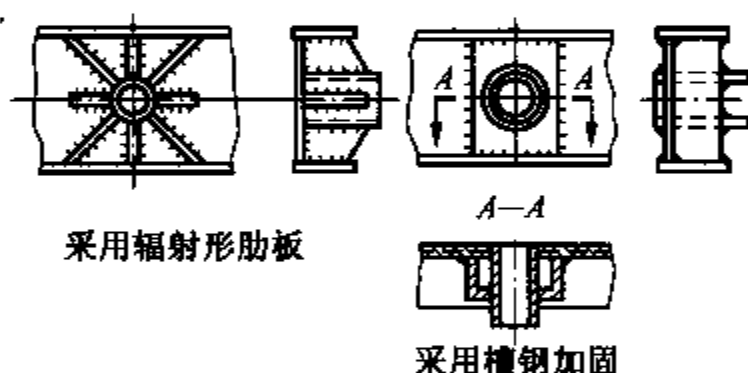


图 8

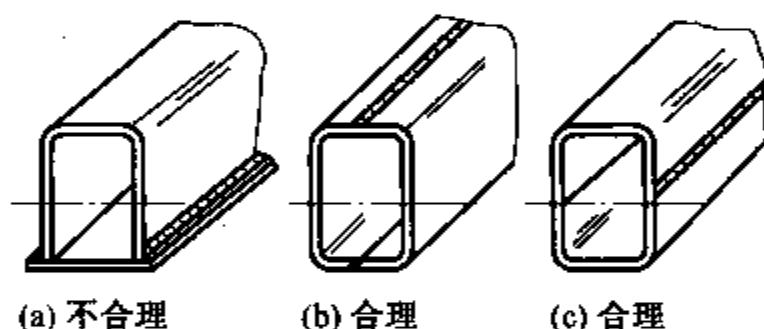


图 9

图 10(a)中的焊缝集中在截面中性轴下方,而(b)中的安排则较为合理。

图 11 表明为减少收缩力矩,焊缝应相对中性轴 S 对称布置。如有困难,则应使较厚的焊缝布置在靠近中性轴,较薄的焊缝布置在另一面。

相交焊缝应该交错布置,见图 12。特别是在厚截面时必须避免交叉焊缝。

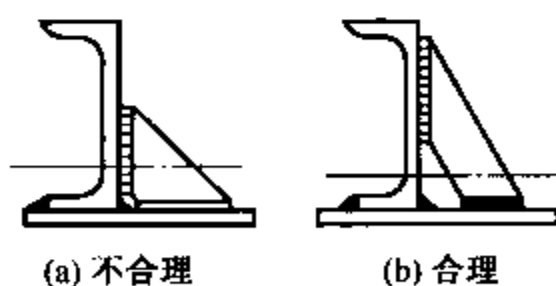


图 10

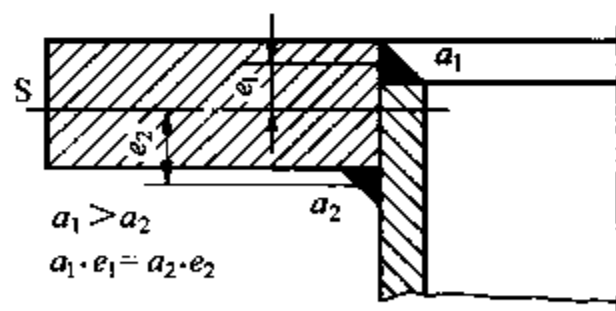


图 11



图 12

d) 采用接触点焊代替熔化焊接头。采用接触点焊的接头,如蒙皮用接触点代替熔化焊,可减小变形。

## 2.3 防止层状撕裂

焊接时母材内微小的层状偏析,在多层焊的过程中,因受垂直于板面的拉伸应力作用,在焊接构件中沿钢板轧层形成的呈阶梯状的一种裂纹称为层状撕裂。

在焊接结构中,尤其是使用较厚钢板时,应特别注意层状撕裂。因为在厚度方向上焊接十字接头、T形接头和斜接接头时,工件上始终承受因收缩产生的焊接应力。

2.3.1 材料的选择

层状撕裂随着材料中夹杂物、硫化物、硅酸盐、氧化物的数量、平行于表面夹杂物面积的增大以及其密集程度的增加而增加。

以钢材厚度方向的拉力试件所达到的断面收缩率( $Z_D$ )平均值,分成三个质量等级:Z15、Z25、Z35。《厚度方向性能钢板》(GB/T 5313)规定了钢材中硫含量(熔炼分析)的最低要求,见表 1。

表 1

$\sum_{n=A}^E (\psi_z)_n, \%$	质量等级	Z 向性能级别	厚度方向受载时的断面收缩率 $\psi_z$		按 GB/T 5313 规定相应的材料含硫量, %
			平均值, %	单个试件允许的最小值, %	
$\leq 10$	—	—	—	—	—
11~20	1	Z15	15	10	$\leq 0.01$
21~30	2	Z25	25	15	$\leq 0.007$
$> 30$	3	Z35	35	25	$\leq 0.005$

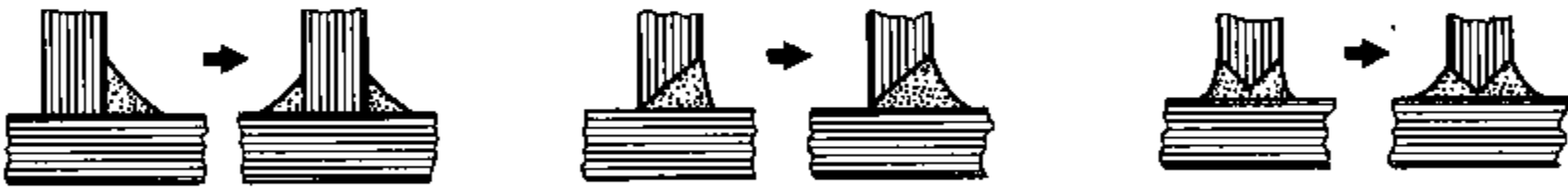
注:平均值是指 3 个单个试件的平均值。

上海宝钢企业标准 BQB 350《厚度方向性能热轧钢板》是作为 BQB 303《热连轧结构钢板和钢带》中三个牌号:StE255、StE355 及 SM50B(钢板厚度大于或等于 10mm)在有厚度方向性能要求时的补充,该标准同样也将厚度方向性能分为 Z15、Z25、Z35 三个级别。

2.3.2 选择焊接接头及施焊工艺

图中箭头方向表示可能减少层状撕裂的焊接接头。

a) 增大焊缝与板面的接触面积。



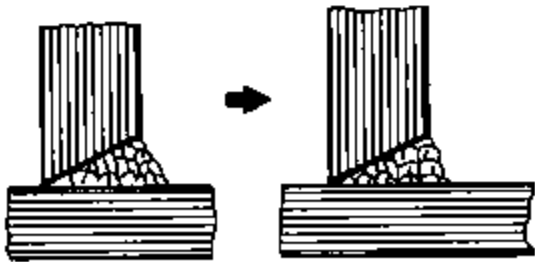
b) 选择坡口角度适宜,减少空腔体积。



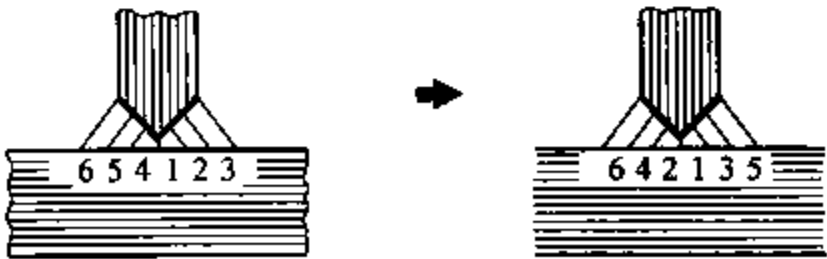
c) 减少焊道数量。



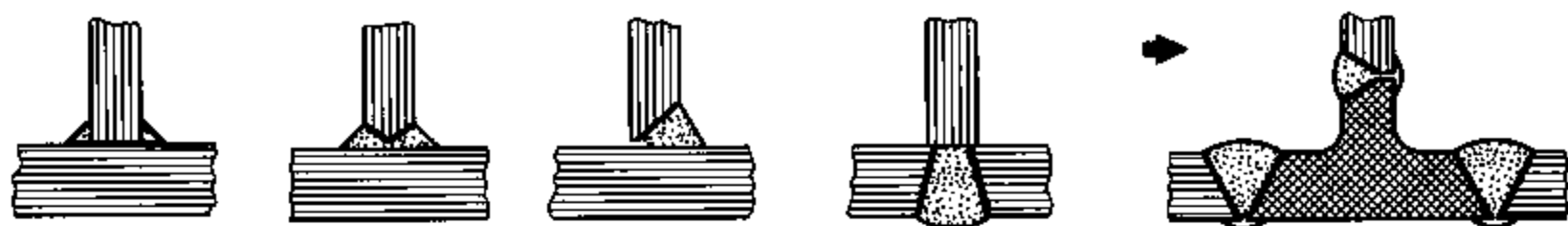
d) 改变焊道焊接次序。



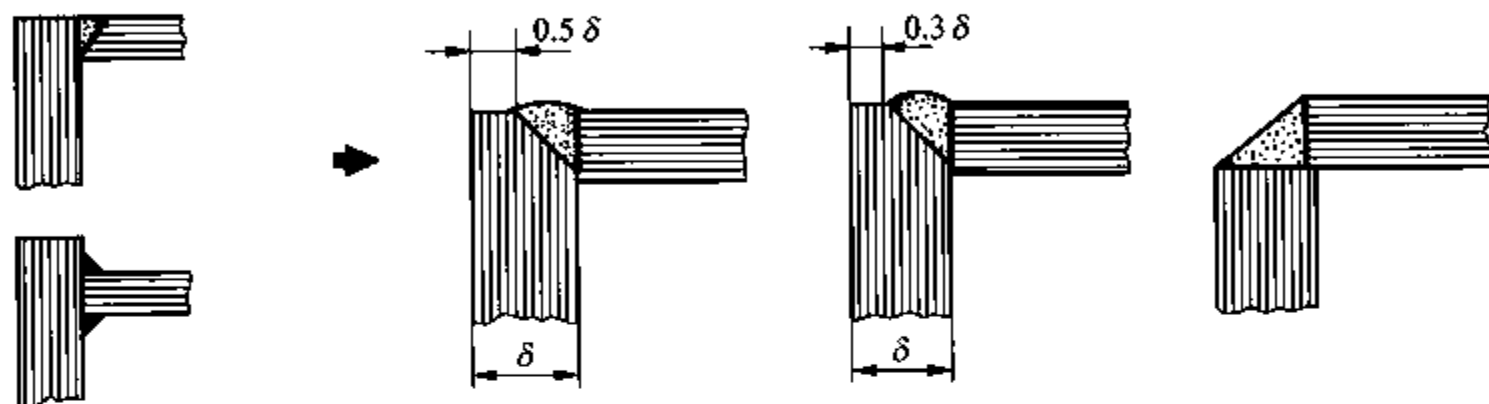
e) 对称焊缝,焊道采用对称焊接次序。



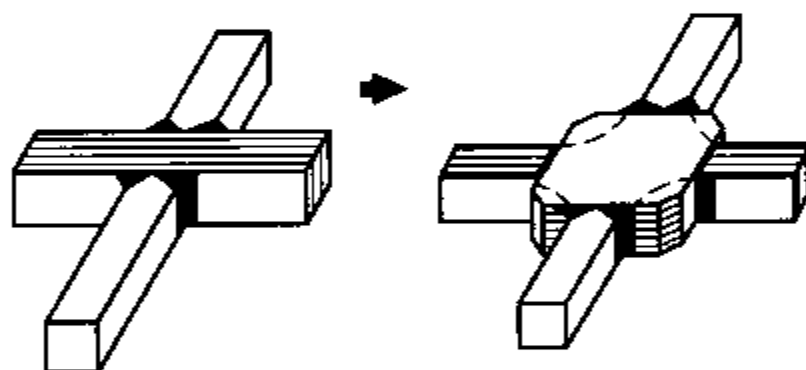
f) 将钢材厚度方向全部熔透。用三板式焊缝或与成形件相结合的对接焊缝来代替 T 形结构中的双边角焊缝、K 形焊缝和单边 V 形焊缝。



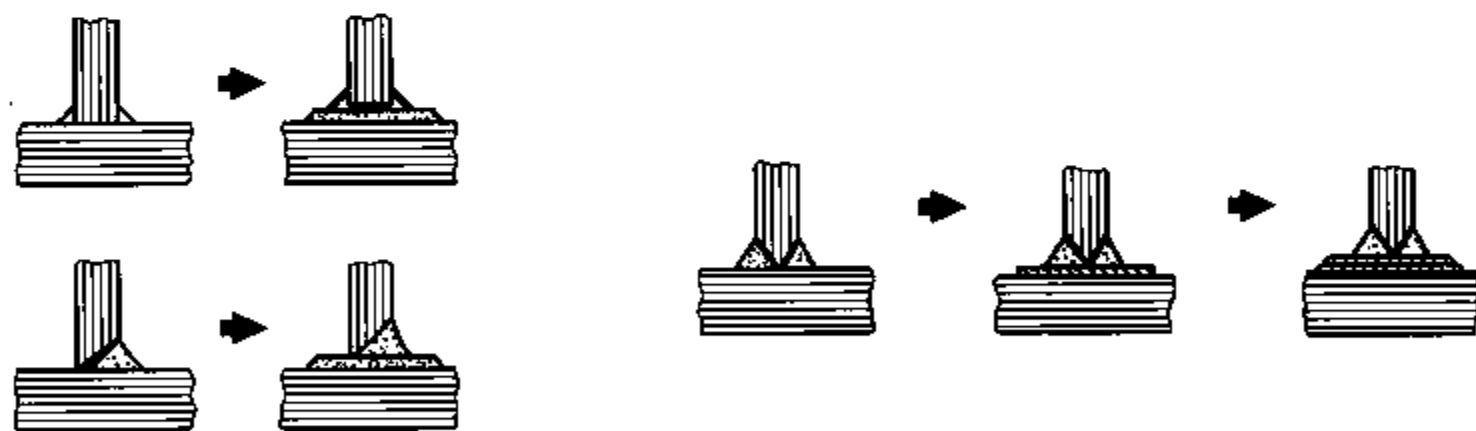
g) 角接头通过焊缝准备以便在板厚方向达到全部或部分熔透焊接。



h) 加中间块焊接,代替十字交叉件结构。



i) 在承载方向上,加焊变形能力大的焊接材料,增加缓冲层,扩大连接面。



j) 预热是减少层状撕裂的工艺措施之一,它的目的是降低冷却速度,使收缩的范围增大。

必须注意,本措施仅涉及在焊接结构中避免层状撕裂的、单独的可能措施。从这个意义上来说,有时一些对其他方面认为有利的因素,在这里却被认为是不可取的。例如,受振动和冲击负荷的构件,采用 K 形焊缝较双边角焊缝为佳,然而按表 2 可知,双边角焊缝却较 K 形焊缝不易造成层状撕裂。在这种情况下,如按载荷来决定焊缝形式时,对层状撕裂的危险,则应采取其他的相应措施。

表 2


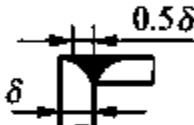
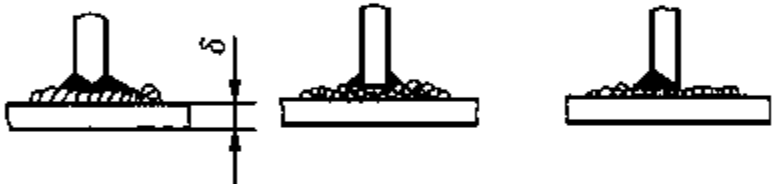
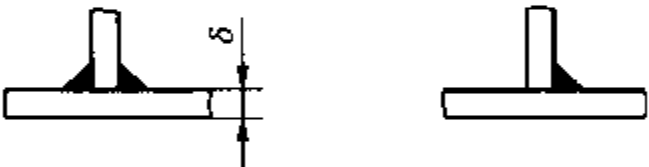
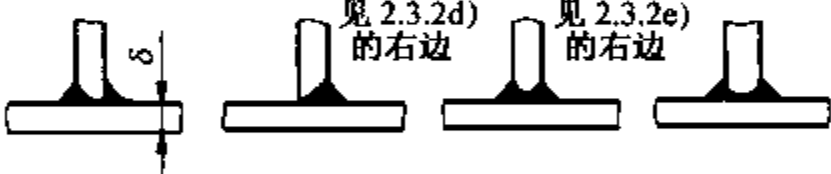


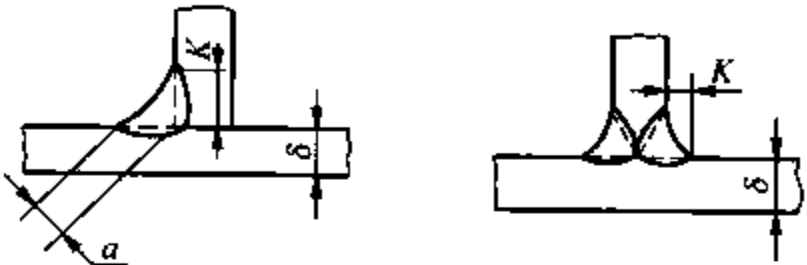
影 响 因 素			$[\psi_z]_n$
A	焊角尺寸 $K^{1)}$	当 $K \leq 50\text{mm}$ 时 $(\psi_z)_A = 0.3K \quad K = \sqrt{2}a$ 由此得出如:	$\left. \begin{matrix} 3 \\ 6 \\ 9 \\ 12 \\ 15 \end{matrix} \right\}^{2)}$
		$K = 10\text{mm}$ $K = 20\text{mm}$ $K = 30\text{mm}$ $K = 40\text{mm}$ $K = 50\text{mm}$	
B	焊缝形式和焊缝位置		-25
			-10
			-5
			0
			3
			5
			8
C	在钢板厚度方向全熔焊接的刚性焊缝	当钢板厚度 $\delta \leq 60\text{mm}$ 时 适用 $(\psi_z)_C = 0.2\delta^{2)}$ 例如就下列值得出:	$\left. \begin{matrix} 4 \\ 8 \\ 12 \end{matrix} \right\}^{2)}$
D	结构刚度	刚度低:能自由收缩,如T形接头	0
		刚度中等:在一定条件下可收缩,如箱形梁的横板	3
		刚度高:收缩受阻,如交叉的周围焊透的梁	5

表 2(续)

影 响 因 素			$[\psi z]_n$
E	焊接工艺	不预热 预热温度 100℃ 以上	0 - 8

- 1)  $a$  —— 焊缝计算厚度;  
 $K$  —— 焊角尺寸;  
 $\delta$  —— 材料厚度。
- 2) 如在构件厚度方向上受压, 主要受静压(如支架的地脚板), 其值减半。



2.3.3 确定厚度方向受载时必需的断面收缩率 $[\psi z]_n$

厚度方向必需的断面收缩率, 根据构件不同情况, 表 2 列出了各影响因素的断面收缩率 $[\psi z]_n$  ( $n$  自 A 至 E)

必需的断面收缩率的和  $\sum_{n=A}^E [\psi z]_n$  可由下式求得:

$$\sum_{n=A}^E [\psi z]_n = [\psi z]_A + [\psi z]_B + [\psi z]_C + [\psi z]_D + [\psi z]_E$$

表 2 中当 $[\psi z]_n$  为负数时, 表示该影响因素对层状撕裂的作用, 在一定范围内能与另一些影响因素的作用相抵消。

表 2 中的 D 项是与结构的刚度有关的影响因素, 对所选用的结构, 在进行特性分析和估计时要慎重。

根据表 2 及公式计算得的 $[\psi z]_n$  值是参考值。如果要使其结果具有统计上的可靠性, 还要作更多的层状撕裂情况分析。

2.3.4 选择材料的质量等级

依据必需的断面收缩率  $\sum_{n=A}^E [\psi z]_n$ , 按相应的材料厚度方向拉力试件的断面收缩率  $\psi z$ , 照表 1 选择不同质量等级的带钢、钢板和宽扁钢。

依据厚度方向必需的断面收缩率的和  $\sum_{n=A}^E [\psi z]_n$  确定材料质量等级的示例如表 3 所示。

表 3

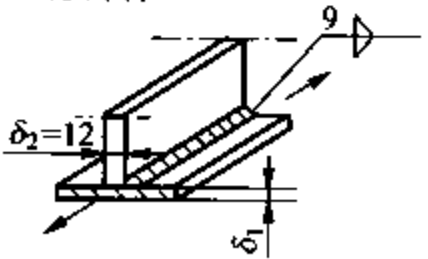
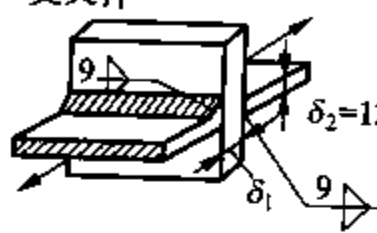
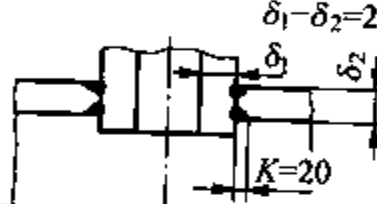
序号	构 件	[ψz] <sub>n</sub> 影 响 因 素					Σ <sub>n=A</sub> <sup>E</sup> [ψz] <sub>n</sub>	质量等级	
		A	B	C	D	E			
1	T形焊件	δ <sub>1</sub>							
		15	3	0	3	0	0	6	—
		20	3	0	4	0	0	7	—
		30	3	0	6	0	0	9	—
		50	3	0	10	0	0	13	1

表 3(续)

序号	构 件	[ $\psi z$ ] <sub>n</sub> 影 响 因 素					$\sum_{n=A}^E [\psi z]_n$	质量等级	
		A	B	C	D	E			
2	交叉件 	$\delta_1$							
	15	3	0	3	3	0	9	—	
	20	3	0	4	3	0	10	—	
	30	3	0	6	3	0	12	1	
	50	3	0	10	3	0	16	1	
3	焊入的加强件 	$\delta_1 - \delta_2 = 25$	不 预 热				0	22	2
	$\delta_1$	6	5	6	5				
		预 热				-8	16	1	
	$K=20$	6	5	6	5				

3 角焊缝的计算厚度(a)

如果角焊缝在较小负荷下,不必计算强度的话,则可按下列经验公式确定其全部或部分下凹焊缝的高度(见图 13)。

双面角焊缝  $a \geq 0.3 \times \delta$

单面角焊缝  $a \geq 0.6 \times \delta$

尺寸 a 是按照连接钢板中较薄的钢板考虑的,出于经济的原因,a 不应超过 12mm。如果由于负载原因,需要 a 大于 12mm,则应选择其他形式的焊缝。

4 经济性

4.1 焊缝形式的选择

对于一个焊接结构的设计也应考虑其经济性。如同一结构中尽可能选用厚度相同的钢板,并且要考虑钢板的大小,使剩下余料最少,以提高钢材利用率。对经济性有较大影响的是选择焊缝的形式和焊接方法以及与此关连的坡口角度。

例如,对于 V 形焊缝,准备成本较低,但由于有较大的焊接空腔使焊接成本提高。对于 X 形焊缝,准备成本高,但焊接空腔则较小。在对接焊缝中可以适当选择焊缝形式,以便减小焊缝体积,降低焊接成本。

在角焊缝中应尽量采取双面角焊缝,因为它所需的焊接金属量比单面角焊缝少。此外,双面角焊缝能承受较高负载,焊接变形也较小(见图 14)。但如果其中有一面难以施焊,或处于强迫位置时,则此时单面角焊缝是经济的。

4.2 焊缝位置对经济性的影响

在设计时选择焊缝位置,应尽可能选横焊或平焊(见图 15)。应尽量避免强迫位置的焊接(见图 16)。

各类焊接位置施焊所需时间比如表 4 所示。

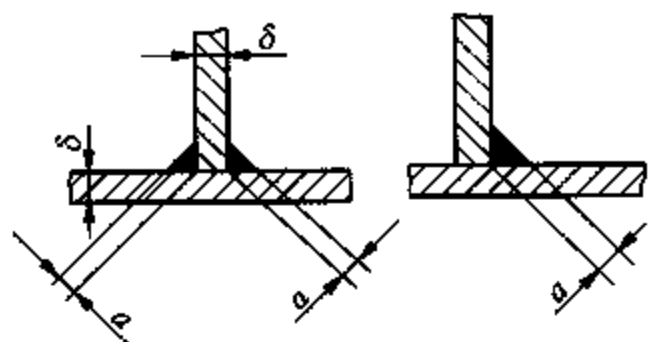


图 13

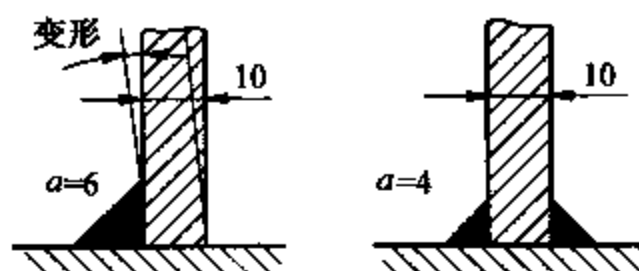


图 14

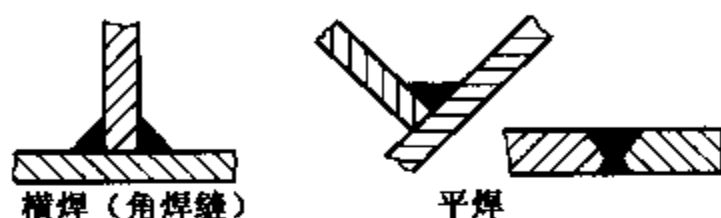


图 15



图 16 强迫位置焊接

表 4

焊接位置种类	横焊(角焊缝)	平 焊	仰 焊	立 焊	横焊(对接焊缝)
施焊时间比	1.3	1.0	2.5	2.2	1.8

### 4.3 设计举例

下述例子是指手工焊接或小批量生产的情况而言。

a) 法兰焊接 使用角焊缝连接,由于焊缝准备成本低,因此是经济的(见图 17)。

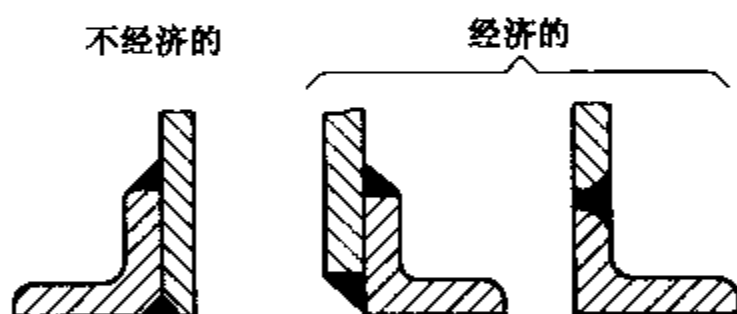


图 17

b) 定心 工件在焊接前,在正常情况下,不需要过高地定中心(见图 18)。

c) 切削加工法兰 光滑表面和配合面不通过焊缝(见图 19)。

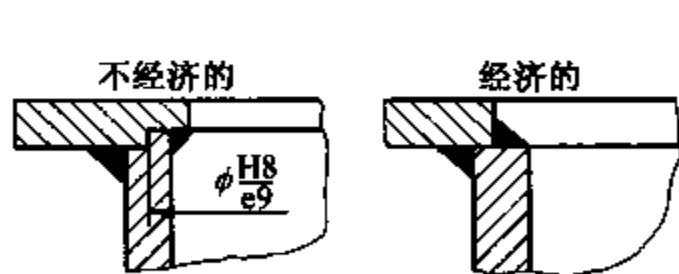


图 18

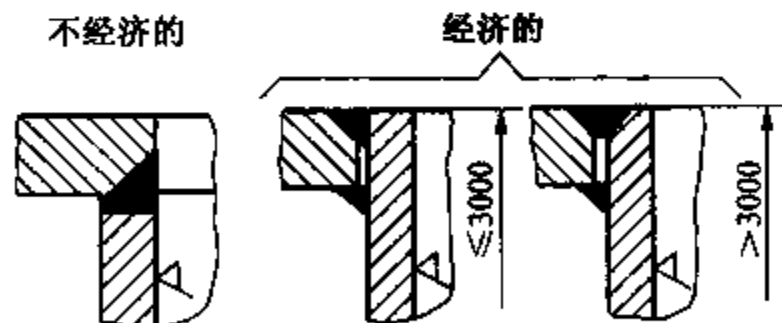


图 19

## 5 结构设计举例

5.1 在较小的构件中,应避免进行内部焊接。当结构允许的情况下应该采用外部容易焊接的



槽焊。焊缝计算厚度  $a > 12\text{mm}$  时, 应采用单边 V 形焊缝或 V 形焊缝(见图 20)。  
箱形焊接结构应该由带边缘钢板或型材拼焊(见图 21)。



图 20

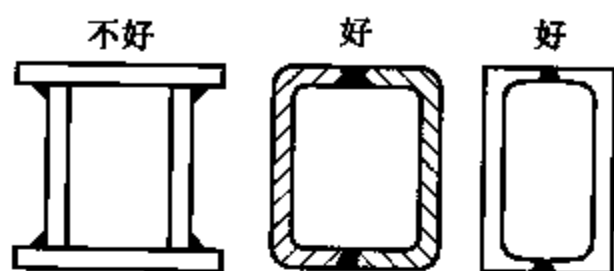


图 21

5.2 盖板与侧板焊接时, 应按板的厚度选择不同的角接接头(见图 22)。

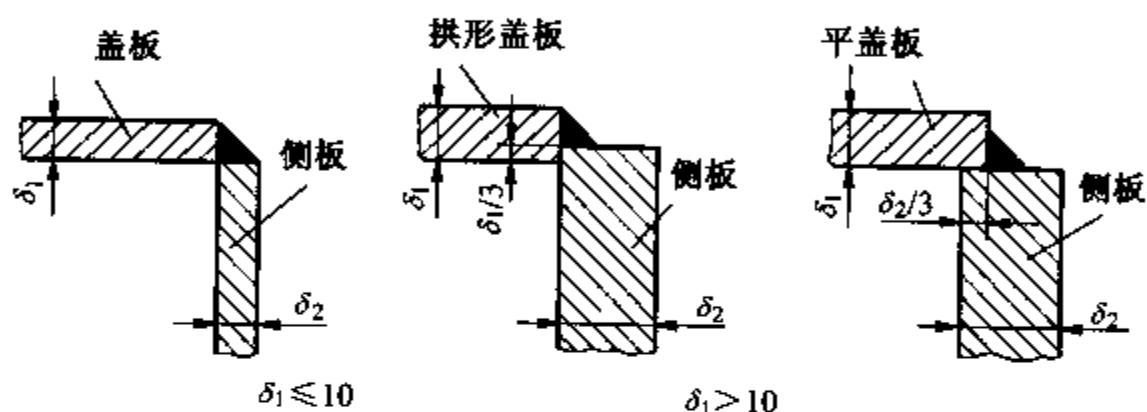


图 22

5.3 焊缝的根部要避免处于受拉应力的状态, 因此焊缝的布置应如图 23 所示。

5.4 在承受弯曲负载处, 应尽可能避免横向焊缝(见图 24)。

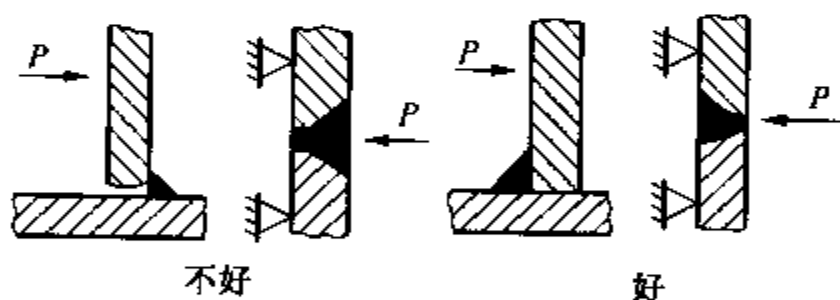


图 23

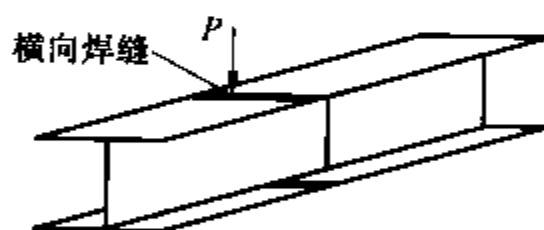


图 24

5.5 在角形连接中, 应避免外向开口的焊缝(防止生锈)。在要求密封和承受动载荷时, 应在内部增加焊缝(见图 25)。

5.6 如图 26 所示的缘、辐、毂之类零件组焊时, 对于两面进行机械加工的, 间隙为  $0.2 \sim 0.3\text{mm}$  (见图 26); 对于毛坯件或气割件, 其间隙为  $1 \sim 2\text{mm}$ 。

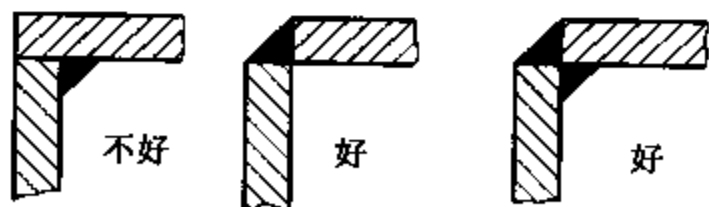


图 25

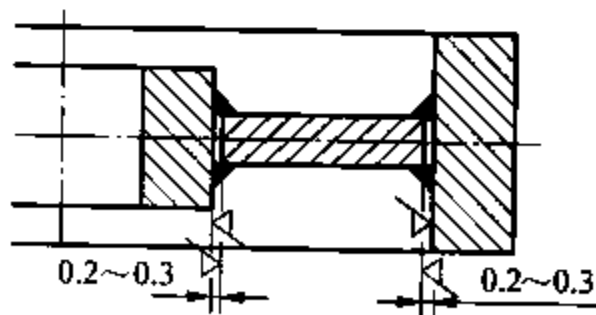


图 26

5.7 在焊接加固件时,应将焊缝中的一段予以断开,或增加一个通气孔,以便在加热或冷却时,空气能够流动,避免受压导致焊件翘曲(见图 27)。

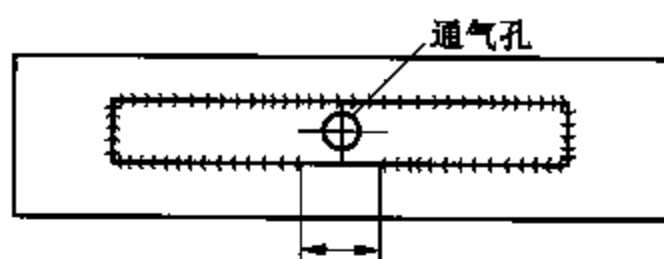


图 27

5.8 钢板厚度超过25mm时,箱体(如齿轮箱等)的角接焊缝,为了改善可见棱边的外观,焊成如图 28 所示的情形。

5.9 剖分面尽可能不要被焊缝断开(见图29)。

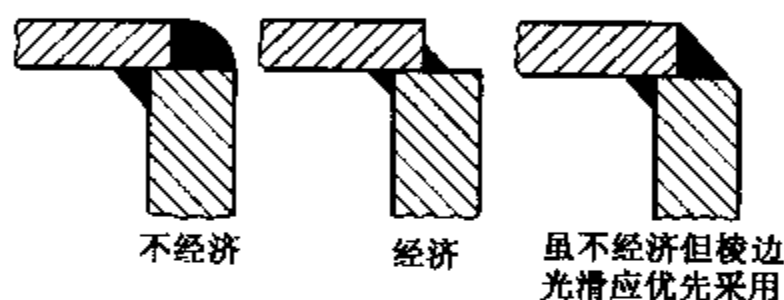


图 28

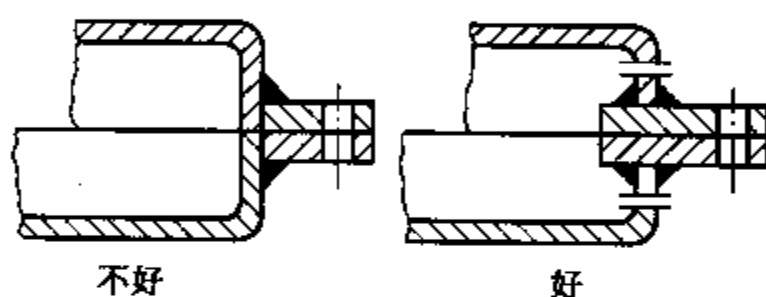


图 29

5.10 如果封闭箱体要进行退火,则应钻以  $\phi 5 \sim \phi 10\text{mm}$  的通气孔。退火后如果需要,再加以堵塞(见图 30)。

5.11 焊接件在要求水、油密封的情况下,不允许液体从螺纹孔和其他类似地方泄出,因此在强度允许情况下,应设有内部密封焊缝(见图 31)。



图 30

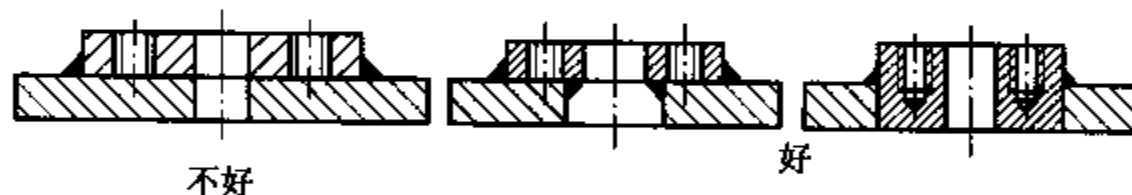


图 31

5.12 薄钢板烧焊时,有发生拱起的倾向。为了以后的加工表面避免出现拱起现象,应考虑开孔焊接(见图 32)。

5.13 对于直接传递负载的焊接件,采用整体嵌接为好(见图 33)。

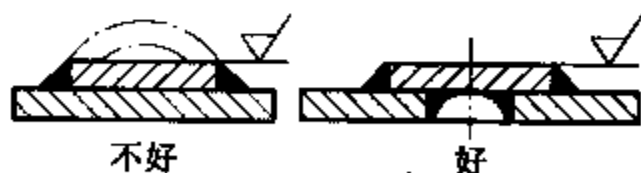


图 32

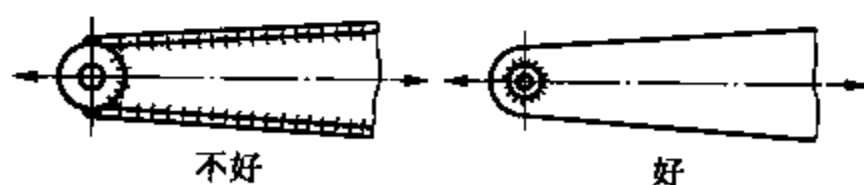


图 33

本标准规定了焊接及相关工艺方法代号。这种代号体系可用于计算机、图样、工作文件和焊接工艺规程等。本标准所涉及的焊接及相关工艺方法,其定义按照 GB/T 3375 的相关规定。

1 电弧焊

- 101 金属电弧焊
- 11 无气体保护的电弧焊
  - 111 手弧焊
  - 112 重力焊
  - 113 光焊丝电弧焊
  - 114 自保护药芯焊丝电弧焊
  - 115 涂层焊丝电弧焊
  - 118 躺焊
- 12 埋弧焊
  - 121 单丝埋弧焊
  - 122 带极埋弧焊
  - 123 多丝埋弧焊
  - 124 添加金属粉末的埋弧焊
  - 125 药芯焊丝埋弧焊
- 13 熔化极气体保护电弧焊
  - 131 熔化极惰性气体保护电弧焊(MIG)
  - 135 熔化极非惰性气体保护电弧焊(MAG)
  - 136 非惰性气体保护的药芯焊丝电弧焊
  - 137 惰性气体保护的药芯焊丝电弧焊
- 14 非熔化极气体保护电弧焊
  - 141 钨极惰性气体保护电弧焊(TIG)
  - (149) 原子氢焊
- 15 等离子弧焊
  - 151 等离子 MIG 焊
  - 152 等离子粉末堆焊
- 18 其他电弧焊方法
  - (181) 碳弧焊
  - 185 磁激弧对焊

2 电阻焊

- 21 点焊
  - 211 单面点焊
  - 212 双面点焊
- 22 缝焊
  - 221 搭接缝焊
  - 222 压平缝焊
- 225 薄膜对接缝焊
- 226 加带缝焊
- 23 凸焊
  - 231 单面凸焊
  - 232 双面凸焊
- 24 闪光焊
  - 241 预热闪光焊
  - 242 无预热闪光焊
- 25 电阻对焊
- 29 其他电阻焊方法
  - 291 高频电阻焊

3 气焊

- 31 氧燃气焊
  - 311 氧乙炔焊
  - 312 氧丙烷焊
- 313 氢氧焊
- (32) 空气燃气焊
  - (321) 空气乙炔焊
  - (322) 空气丙烷焊

4 压力焊

- 41 超声波焊
- 42 摩擦焊
- (43) 锻焊
- 44 高机械能焊
  - 441 爆炸焊
  - 45 扩散焊

## 47 气压焊

## 48 冷压焊

## 5 高能束焊

## 51 电子束焊

## 512 非真空电子束焊

## 521 固体激光焊

## 511 真空电子束焊

## 52 激光焊

## 522 气体激光焊

## 7 其他焊接方法

## 71 铝热焊

## 753 红外线焊

## 785 电容放电螺柱焊

## 72 电渣焊

## 77 冲击电阻焊

## 786 带点火嘴的电容放电螺

## 73 气电立焊

## 78 螺柱焊

## 柱焊

## 74 感应焊

## (781) 电弧螺柱焊

## 787 带易熔颈箍的电弧螺柱

## 741 感应对焊

## 782 电阻螺柱焊

## 焊

## 742 感应缝焊

## 783 带瓷箍或保护气体的电

## 788 摩擦螺柱焊

## 75 光辐射焊

## 弧螺柱焊

## (752) 弧光光束焊

## 784 短路电弧螺柱焊

## 8 切割和气刨

## 81 火焰切割

## 83 等离子弧切割

## 871 空气电弧气刨

## 82 电弧切割

## 84 激光切割

## 872 氧电弧气刨

## 821 空气电弧切割

## 86 火焰气刨

## 88 等离子气刨

## 822 氧电弧切割

## 87 电弧气刨

## 9 硬钎焊、软钎焊及钎接焊

## 91 硬钎焊

## 924 真空硬钎焊

## 949 扩散软钎焊

## 911 红外线硬钎焊

## 93 其他硬钎焊

## 951 波峰软钎焊

## 912 火焰硬钎焊

## 94 软钎焊

## 952 烙铁软钎焊

## 913 炉中硬钎焊

## 941 红外线软钎焊

## (953) 刮擦软钎焊

## 914 浸渍硬钎焊

## 942 火焰软钎焊

## 954 真空软钎焊

## 915 盐浴硬钎焊

## 943 炉中软钎焊

## 956 拖焊

## 916 感应硬钎焊

## 944 浸渍软钎焊

## 96 其他软钎焊

## (917) 超声波硬钎焊

## 945 盐浴软钎焊

## 97 钎接焊

## 918 电阻硬钎焊

## 946 感应软钎焊

## 971 气体钎接焊

## 919 扩散硬钎焊

## 947 超声波软钎焊

## 972 电弧钎接焊

## (923) 摩擦硬钎焊

## 948 电阻软钎焊

注:带( )的焊接及工艺方法代号新设计及其技术文件中不得选用。

本标准规定了焊缝符号表示方法。本标准适用于金属熔化焊及电阻焊。

1 总则





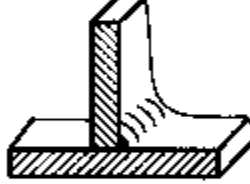
















- 1.1 为了简化,图样上的焊缝一般应采用本标准规定的焊缝符号表示。但也可采用技术制图方法表示。
- 1.2 焊缝符号应明确地表示所要说明的焊缝,而且不使图样增加过多的注解。
- 1.3 焊缝符号一般由基本符号与指引线组成。必要时还可以加上辅助符号、补充符号和焊缝尺寸符号。图形符号的比例、尺寸和在图样上的标注方法,按技术制图有关规定。
- 1.4 为了方便,允许制定专门的说明书或技术条件,用以说明焊缝尺寸和焊接工艺等内容。必要时也可在焊缝符号中表示这些内容。

2 符号

2.1 基本符号

基本符号是表示焊缝横截面形状的符号,见表 1。

表 1 基本符号












序号	名 称	示 意 图	符 号	序号	名 称	示 意 图	符 号
1	卷边焊缝 <sup>1)</sup> (卷边完全熔化)		八	9	封底焊缝		
2	I 形焊缝			10	角焊缝		
3	V 形焊缝		∨	11	塞焊缝或槽焊缝		
4	单边 V 形焊缝		∨				
5	带钝边 V 形焊缝		Y	12	点焊缝		
6	带钝边 单边 V 形焊缝		Y				
7	带钝边 U 形焊缝		Y	13	缝焊缝		
8	带钝边 J 形焊缝		μ				

1) 不完全熔化的卷边焊缝用 I 形焊缝符号来表示,并加注焊缝有效厚度 S,见表 5。

2.2 辅助符号

辅助符号是表示焊缝表面形状特征的符号,不需要确切地说明焊缝的表面形状时,可以不用辅助符号。辅助符号及应用示例见表 2。



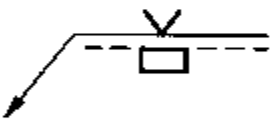

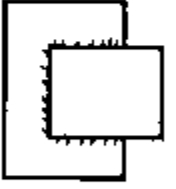



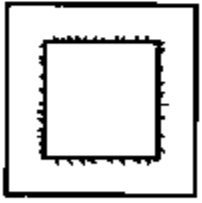


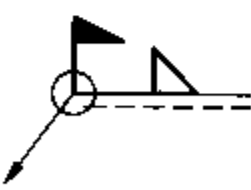
表 2 辅助符号及应用示例

序号	名称	辅助符号	说 明	应 用 示 例		
				焊缝名称	示意图	焊缝符号
1	平面符号		焊缝表面齐平 (一般通过加工)	平面 V 形对接焊缝		
				平面封底 V 形焊缝		
2	凹面符号		焊缝表面凹陷	凹面角焊缝		
3	凸面符号		焊缝表面凸起	凸面 X 形对接焊缝		

2.3 补充符号

补充符号是为了补充说明焊缝的某些特征而采用的符号,补充符号及应用示例见表 3。

表 3 补充符号及应用示例

序号	名称	补充符号	意 义	应 用 示 例		
				举 例	示意图	标注示例
1	带垫板符号 <sup>1)</sup>		表示焊缝底部有垫板	背面底部有垫板的 V 形焊缝		
2	三面焊缝符号 <sup>1)</sup>		表示三面带有焊缝	三面带有焊缝的工件,焊接方法为手工电弧焊		
3	尾部符号		可参照 GB/T 5185 标注焊接方法等内容			
4	周围焊缝符号		表示环绕工件周围焊缝			
5	现场符号		表示在现场或工地上进行焊接	在现场沿工件周围施焊		

1) ISO 2553 标准未作规定。

3 符号在图样上的位置

3.1 基本要求

完整的焊缝表示方法除了上述基本符号、辅助符号、补充符号以外,还包括指引线、一些尺

寸符号及数据。

指引线一般由带有箭头的指引线(简称箭头线)和两条基准线(一条为实线,另一条为虚线)两部分组成。如图 1 所示。

3.2 箭头线和接头的关系

图 2 和图 3 给出的示例说明下列术语的含义:

- a) 接头的箭头侧;
- b) 接头的非箭头侧。

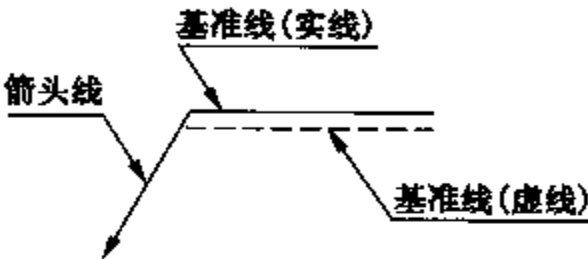
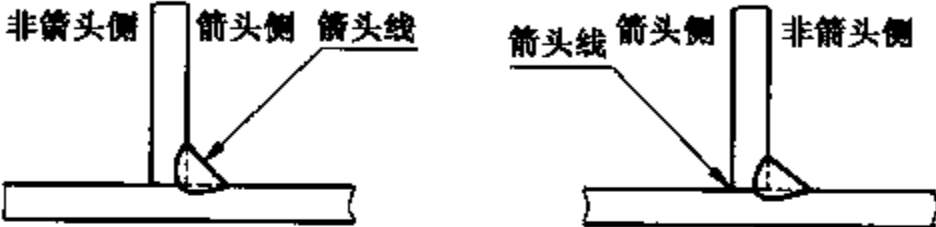


图 1 指引线



(a) 焊缝在箭头侧 (b) 焊缝在非箭头侧

图 2 带单角焊缝的 T 形接头

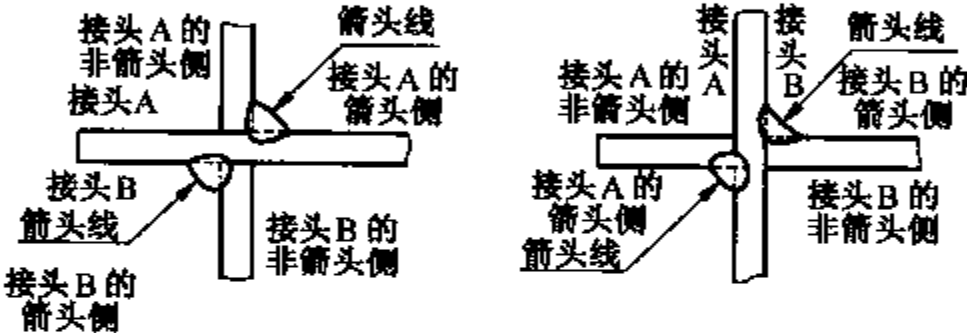


图 3 双角焊缝十字接头

3.3 箭头线的位置

箭头线相对焊缝的位置一般没有特殊要求,见图 4(a)、图 4(b)。但是在标注 V、Y、J 形焊缝时,箭头线应指向带有坡口一侧的工件,见图 4(c)、图 4(d)。必要时,允许箭头线弯折一次,见图 5。

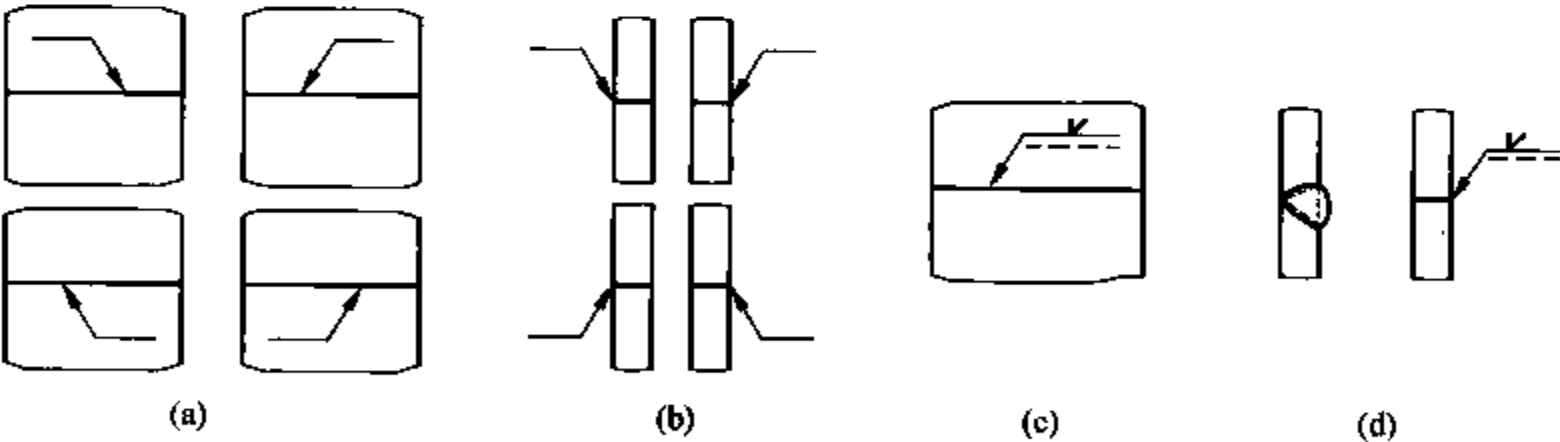


图 4 箭头线的位置

3.4 基准线的位置

基准线的虚线可以画在基准线的实线下侧或上侧。  
基准线一般应与图样的底边相平行,但在特殊条件下亦可与底边相垂直。

3.5 基本符号相对基准线的位置

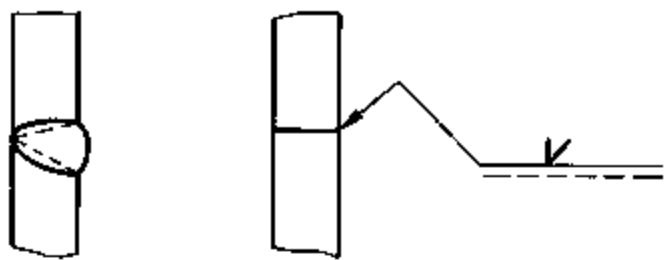


图 5 弯折的箭头线

为了能在图样上确切地表示焊缝的位置,特将基本符号相对基准线的位置作如下规定:

- a) 如果焊缝在接头的箭头侧,则将基本符号标在基准线的实线侧,见图 6(a);
- b) 如果焊缝在接头的非箭头侧,则将基本符号标在基准线的虚线侧,见图 6(b);
- c) 标对称焊缝时,可不加虚线,见图 6(c)。

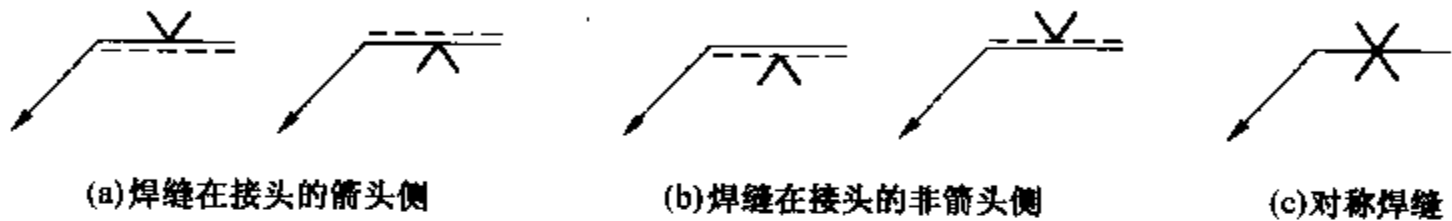


图 6 基本符号相对基准线的位置

4 焊缝尺寸符号及其标注位置

4.1 一般要求

4.1.1 基本符号必要时可附带有尺寸符号及数据,这些尺寸符号见表 4。

表 4 焊缝尺寸符号

符号	名称	示意图	符号	名称	示意图	符号	名称	示意图
$\delta$	工件厚度		$d$	熔核直径		$l$	焊缝长度	
$p$	钝边		$\alpha$	坡口角度		$e$	焊缝间距	
$H$	坡口深度		$\beta$	坡口面角度		$N$	相同焊缝数量符号	
$K$	焊角尺寸		$b$	根部间隙		$c$	焊缝宽度	
$S$	焊缝有效厚度		$n$	焊缝段数		$h$	余高	
$R$	根部半径							

4.1.2 焊缝尺寸符号及数据的标注原则如图 7。



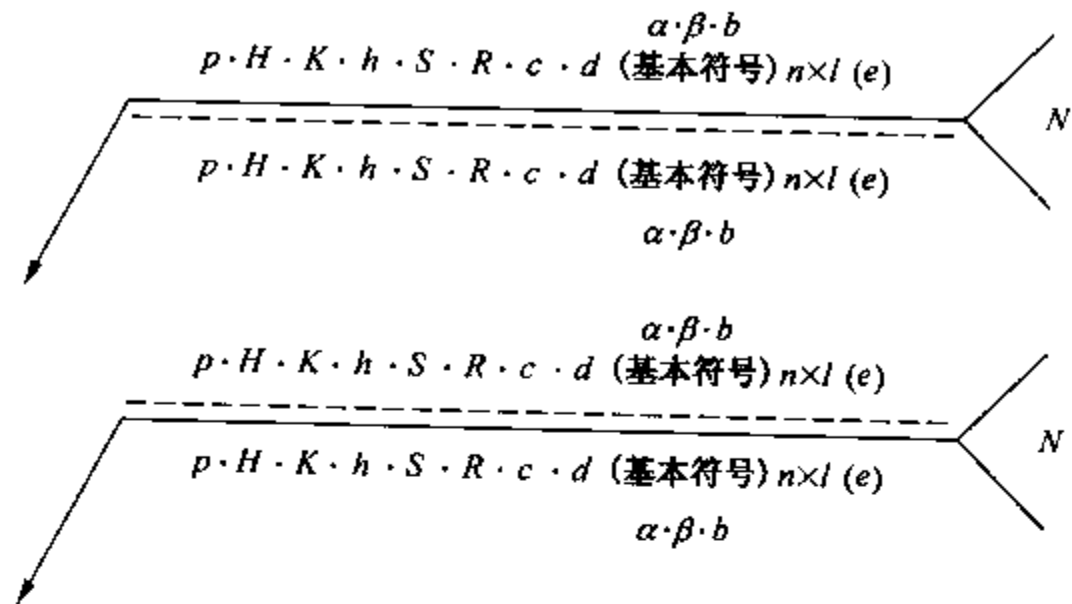


图 7 焊缝尺寸的标注原则

- a) 焊缝横截面上的尺寸标在基本符号的左侧；
  - b) 焊缝长度方向尺寸标在基本符号的右侧；
  - c) 坡口角度、坡口面角度、根部间隙等尺寸标在基本符号的上侧或下侧；
  - d) 相同焊缝数量符号标在尾部；
  - e) 当需要标注的尺寸数据较多又不易分辨时，可在数据前面增加相应的尺寸符号。
- 当箭头线方向变化时，上述原则不变。
- 焊缝尺寸的标注示例见表 5。

表 5 焊缝尺寸的标注示例

序号	名 称	示 意 图	焊缝尺寸符号	示 例
1	对接焊缝		S: 焊缝有效厚度	$s \nabla$
				$s \parallel$
				$s \Upsilon$
2	卷边焊缝		S: 焊缝有效厚度	$s \parallel$
				$s \cup$
3	连续角焊缝		K: 焊角尺寸	$K \triangle$

表 5(续)

序号	名 称	示 意 图	焊缝尺寸符号	示 例
4	断续角焊缝		$l$ : 焊缝长度(不计弧坑) $e$ : 焊缝间距 $n$ : 焊缝段数 $K$ : 见序号 3	$K \triangle n \times l(e)$
5	交错断续角焊缝			$\frac{K}{K} \triangle \frac{n \times l}{n \times l} \begin{matrix} / \\ \backslash \end{matrix} \begin{matrix} (e) \\ (e) \end{matrix}$
6	塞焊缝或槽焊缝		$c$ : 槽宽	$c \sqcap n \times l(e)$
			$d$ : 孔的直径	$d \sqcap n \times (e)$
7	缝焊缝		$c$ : 焊缝宽度	$c \ominus n \times l(e)$
8	点焊缝		$e$ : 间距 $d$ : 焊点直径	$d \bigcirc n \times (e)$

## 4.2 关于尺寸符号的说明

4.2.1 确定焊缝位置的尺寸不在焊缝符号中给出,而是将其标注在图样上。

4.2.2 在基本符号的右侧无任何标注且又无其他说明时,意味着焊缝在工件的整个长度上是连续的。

4.2.3 在基本符号的左侧无任何标注且又无其他说明时,表示对接焊缝要完全焊透。

4.2.4 塞焊缝、槽焊缝带有斜边时,应该标注孔底部的尺寸。

## 附录 A(资料性附录) 符号应用举例

### A.1 基本符号的应用举例。

基本符号的应用举例见表 A.1。

### A.2 基本符号的组合举例。

基本符号的组合举例见表 A.2。

### A.3 基本符号与辅助符号的组合举例。

基本符号与辅助符号的组合应用举例见表 A.3。

### A.4 特殊情况举例。

喇叭形焊缝、单边喇叭形焊缝、堆焊缝及锁边焊缝的标注见表 A.4。

A.5 错误标注示例见表 A.5。

表 A.1 基本符号应用举例

序号	符号	示意图	图 示 法	标 注 方 法	
1	八				
2					
3	V				
4	∇				
5	Y				
6	∩				
7	∪				
8	∩				
9	△				

表 A.1(续)

序号	符号	示意图	图 示 法	标 注 方 法
9				
10				
11				
12				

表 A.2 基本符号的组合举例

序号	符号组合	示意图	图 示 法	标 注 方 法
1				

表 A.2(续)

序号	符号组合	示意图	图 示 法	标 注 方 法	
2	双面 				
3	∨ ┐				
4	双面 ∨				
5	双面 ┐				
6	双面 Y				
7	双面 ┐				
8	双面 ┐				
9	双面 ┐				
10	∨ Y				
11	△				

表 A.2(续)



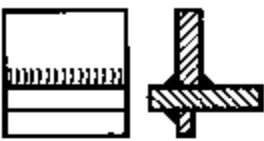
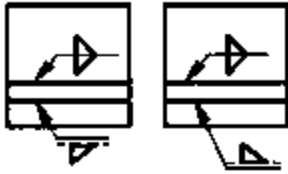
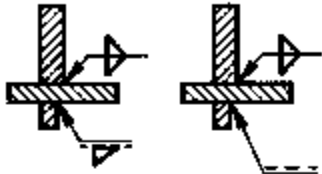
序号	符号 组合	示 意 图	图 示 法	标 注 方 法	
11					

表 A.3 基本符号与辅助符号的组合举例


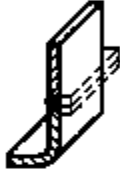
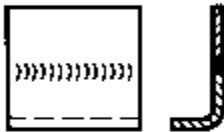





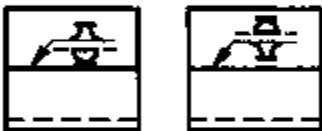


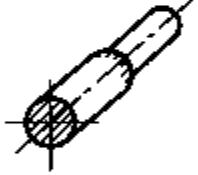



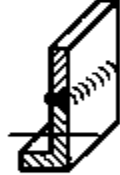
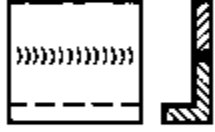
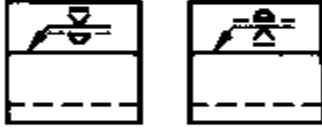
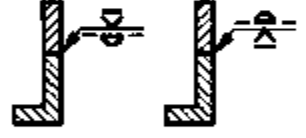


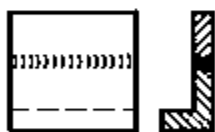

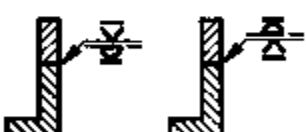


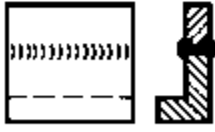
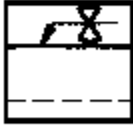
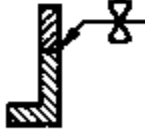


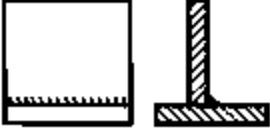


序号	符号 组合	示 意 图	图 示 法	标 注 方 法	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					

表 A.4 特殊焊缝的标注

序号	符号	示意图	图 示 法	标 注 方 法	
1					
2					
3					
4					

表 A.5 错误标注示例

序号	示 意 图	图 示 法	标 注 方 法		错误标法
1			—		
2					
3			—		

表 A.5(续)

序号	示意图	图示法	标注方法		错误标法
4					
5			—		
6			—		
7			—		
8					

注：当箭头线指不到所要表示的接头时，不可采用焊缝符号标注方法。



气焊、手工电弧焊及气体保护焊焊缝坡口的基本形式与尺寸

根据 GB/T 985—1988

本标准规定了钢焊接接头的各种坡口形式与坡口尺寸。  
本标准适用于气焊(用于薄板)、手工电弧焊及气体保护焊焊接的碳钢、低合金钢焊接接头。  
1 焊缝坡口的基本形式及尺寸按表 1 的规定。

表 1 焊缝坡口的基本形式与尺寸

序号	工件厚度 $\delta$ mm	名称	符号	坡口形式	焊缝形式	坡口尺寸					说明
						$\alpha^\circ$ ( $\beta^\circ$ )	$b$ mm	$p$ mm	$H$ mm	$R$ mm	
1	1~2	卷边坡口				—	—	—	—	1~2	大多不加填充材料
2	1~3	I 形坡口				—	0~1.5	—	—	—	
	3~6						0~2.5				
3	2~4	I 形带垫板坡口				—	0~3.5	—	—	—	
4	3~26	Y 形坡口				40~60	0~3	1~4	—	—	
5	>16	V 形带垫板坡口				(5~15)	6~15	—	—	—	

表 1(续)

序号	工件厚度 $\delta$ mm	名称	符号	坡口形式	焊缝形式	坡口尺寸					说明
						$\alpha^\circ$ ( $\beta^\circ$ )	$b$ mm	$p$ mm	$H$ mm	$R$ mm	
6	6~26	Y形带垫板坡口				45~55	3~6	0~2	—	—	
7	>20	VY形坡口				(8~10) 60~70	0~3	1~3	8~10	—	* 原标准无此符号—编者注
8	20~60	带钝边U形坡口				(1~8)	0~3	1~3	—	6~8	
9	12~60	双Y形坡口				40~60	0~3	1~3	—	—	
10	>10	双V形坡口				40~60	0~3	—	$\delta/2$	—	
11	>10	2/3双V形坡口				40~60	0~3	—	$\delta/3$	—	

表 1(续)

序号	工件厚度 $\delta$ mm	名称	符号	坡口形式	焊缝形式	坡口尺寸					说明
						$\alpha^\circ$ ( $\beta^\circ$ )	$b$ mm	$p$ mm	$H$ mm	$R$ mm	
12	>30	双 U 形坡口带钝边				(1~8)	0~3	2~4	$(\delta-p)/2$	6~8	
13	>30	UY 形坡口				(1~8) 40~60	0~3	2~4	$(\delta-p)/2$	6~8	
14	3~40	单边 V 形坡口				(35~50)	0~4	—	—	—	
15	>16	单边 V 形带垫板坡口				(12~30)	6~10	—	—	—	
16	6~15	V 形带垫板坡口				30~40	3~5	—	—	—	
	>15					20~30	5~8	—	—	—	
17	>16	带钝边 J 形坡口				(10~20)	0~3	2~4	—	6~8	
18	>30	带钝边双 J 形坡口				(10~20)	0~3	2~4	—	6~8	

表 1(续)

序号	工件厚度 $\delta$ mm	名称	符号	坡口形式	焊缝形式	坡口尺寸					说明
						$\alpha^\circ$ ( $\beta^\circ$ )	$b$ mm	$p$ mm	$H$ mm	$R$ mm	
19	>10	双单边 V形坡口				(35 ~ 50)	0~ 3	—	$\delta/2$	—	
20	2~8	I形坡口				—	0~ 2	—	—	—	
21	4~30	错边 I形坡口				—	0~ 2	—	—	—	$a$ 值由 设计确定
22	12~30	Y形坡口				40~ 50	0~ 2	0~ 3	—	—	
23	6~30	带钝边 单边 V形坡口				(35 ~ 50)	0~ 3	1~ 3	—	—	

表 1(续)

序号	工件厚度 $\delta$ mm	名称	符号	坡口形式	焊缝形式	坡口尺寸					说明
						$\alpha^\circ$ ( $\beta^\circ$ )	$b$ mm	$p$ mm	$H$ mm	$R$ mm	
23	6~30	带钝边 单边 V 形 坡口				(35 ~ 50)	0~ 3	1~ 3	—	—	
24	20~40	带钝边双 单边 V 形 坡口				(35 ~ 50)	0~ 3	1~ 3	—	—	
25	20~40	带钝边双 单边 V 形 坡口				(40 ~ 50)	0~ 3	1~ 3	—	—	
26	2~30	I 形坡口				—	0~ 2	—	—	—	仅适用于薄板
27	2~30	I 形坡口				—	0~ 2	—	—	—	$i$ 值由设计确定
28	1~3	锁边坡口				30~ 60 (0~ 8)	—	—	—	—	
29	>2	塞焊坡口				—	—	—	—	—	孔径 $\phi \geq (0.8 \sim 2)\delta$ 且 $\leq 10$ , 若为长孔 $L$ 由设计确定, 塞焊点间距由设计确定

2 不同厚度的钢板对接接头的两板厚度差( $\delta - \delta_1$ )不超过表 2 规定时则焊缝坡口的基本形式与尺寸按较厚板的尺寸数据来选取;否则,应在厚板上作出如图 1 所示的单面或双面削薄,其削薄长度  $L \geq 3(\delta - \delta_1)$ 。

表 2 mm

较薄板厚度 $\delta_1$	$\geq 2 \sim 5$	$> 5 \sim 9$	$> 9 \sim 12$	$> 12$
允许厚度差( $\delta - \delta_1$ )	1	2	3	4

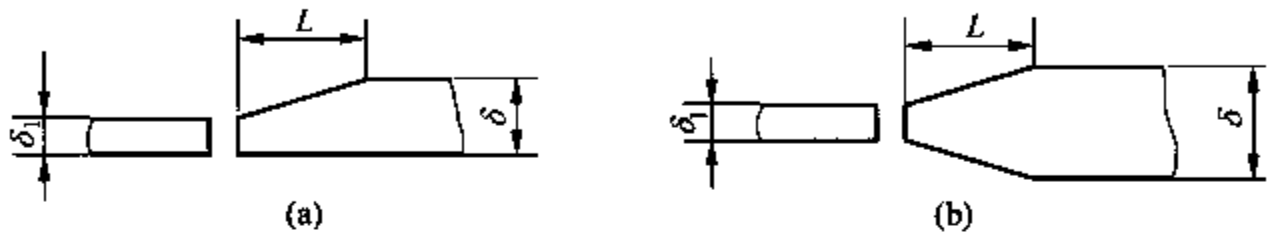


图 1

- 3 钝边和坡口面应去除毛刺。
- 4 本标准中的各种焊缝符号及标注方法按 GB/T 324 中有关规定执行。  
焊接方法代号按 GB/T 5185 执行。
- 5 特殊需要的坡口形式和尺寸,可根据具体情况自行规定。
- 6 焊接接头为了达到全熔透的目的,允许进行清根焊接。

埋弧焊焊缝坡口的基本形式和尺寸

根据 GB/T 986—1988

本标准规定了埋弧焊焊缝坡口的基本形式和尺寸。本标准适用于碳钢和低合金钢埋弧焊焊接接头。

- 1 埋弧焊焊缝坡口的基本形式和尺寸应符合表 1 的规定。
- 2 焊缝在图样中的表示符号应符合 GB/T 324 的规定。
- 3 为了获得全焊透焊缝,允许焊缝清根。

表 1

序号	工件厚度 $\delta$ mm	名称	符号	坡口形式	焊缝形式	坡口尺寸					说 明	
						$\alpha(\beta)$ (°)	$b$ mm	$p$ mm	$H$ mm	$R$ mm		
1	3~10	I 形坡口				—	0~1	—	—	—	焊缝有效厚度值由设计者确定	
2	3~6					—	0~1	—	—	—	封底焊道允许采用任何明弧焊	
3	6~20					—	0~2.5	—	—	—	允许后焊侧采用碳弧气刨清根	
4	6~12						—	0~4	—	—	—	需采用 HD <sup>1)</sup> 和 TD <sup>2)</sup> 保护熔池
5	6~24						—	0~4	—	—	—	需采用 HD 保护熔池同序号 3
6	3~12	L 形带垫板坡口				—	0~5	—	—	—		
7	10~20	带钝边单边 V 形坡口	Y			(35~50)	0~4	5~8	—	—	同序号 4	
8							0~2.5	6~10	—	—	同序号 3	

表 1(续)

序号	工件厚度 $\delta$ mm	名称	符号	坡口形式	焊缝形式	坡口尺寸					说 明
						$\alpha(\beta)$ (°)	$b$ mm	$p$ mm	$H$ mm	$R$ mm	
9	10~30	带钝边 单边 V 形带垫 板坡口				(20~40)	2~5	0~4	—	—	
10	16~30	带钝边 单边 V 形锁边 坡口				(20~40)	2~5	0~4	—	—	
11	20~50	带钝边 J 形坡口				(6~12)	0~2	6~10	—	3~10	
12	10~24	Y 形坡口				50~80	0~	5~8	—	—	同序号 4
13	10~30					40~80	2.5	6~10	—	—	同序号 3
14	10~30	Y 形带 垫板坡口				40~60	2~5	2~5	—	—	
15	16~30	Y 形锁 边坡口				40~60	2~5	2~5	—	—	
16	6~16	反 Y 形 坡口				60~70	0~3	—	5~10	—	坡口侧采用手工明弧焊,同序号 3
17	30~60	VY 形复 合坡口				(8~12) 65~72	0~2.5	1~3	8~12	—	底焊缝采用任何明弧焊,全焊透至 H 高度



表 1(续)

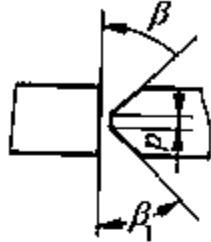


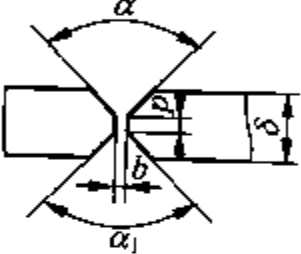


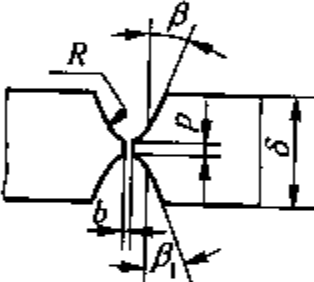
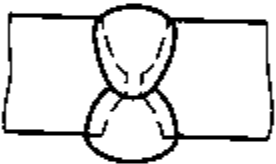

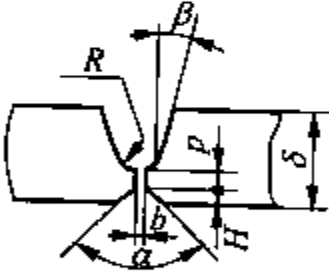


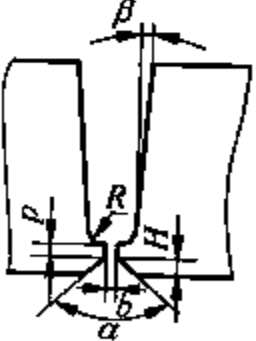
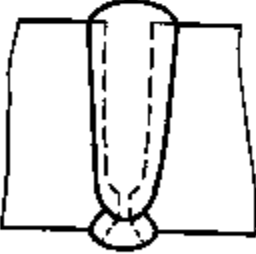

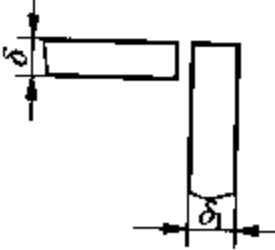

序号	工件厚度 $\delta$ mm	名称	符号	坡口形式	焊缝形式	坡口尺寸					说 明
						$\alpha(\beta)$ (°)	$b$ mm	$p$ mm	$H$ mm	$R$ mm	
18	20~30	带钝边 双单边 V形坡口	K			$\beta =$ (45~60) $\beta_1 =$ (40~50)	0~2.5	5~10	—	—	允许采用 不对称坡口
19	24~60	双Y形坡口				$\alpha =$ 50~80 $\alpha_1 =$ 50~60	0~2.5	5~10	—	—	1. $\alpha = \alpha_1$ 时,只标出 $\alpha$ 值 2. 允许采用 角度不对称,高度 不对称,角度、高度 都不对称的 双“Y”坡口
20	50~160	带钝边 双U形坡口				(5~12)	0~2.5	6~10	—	6~10	1. $\beta = \beta_1$ 时,只标出 $\beta$ 值 2. 允许采用 角度不对称,高度 不对称,角度、高度 都不对称的 双“U”坡口
21	40~160	UY形坡口				(5~10) 70~80	0~2.5	2~3	9~11	8~11	同序号 2
22	60~250	窄间隙坡口				(1~3) 70~80	0~2	1.5~2.5	9~11	8~11	1. 窄间隙 坡口适用于 首层焊一道, 以后每层焊 两道 2. 内坡口 侧采用任何 明弧焊
23	6~14	I形坡口				—	0~2.5	—	—	—	$\delta > \delta_1$ 同序号 2

表 1(续)

序号	工件厚度 $\delta$ mm	名称	符号	坡口形式	焊缝形式	坡口尺寸					说 明
						$\alpha(\beta)$ (°)	$b$ mm	$p$ mm	$H$ mm	$R$ mm	
24	10~20	带钝边 单边 V形坡口				(35~45)	0~2.5	0~3	—	—	同序号 2
25	20~40	带钝边 双面 单边 V形坡口				$\beta =$ (35~45) $\beta_1 =$ (40~50)	0~2.5	1~3	0~10	—	同序号 2
26	30~120	带钝边 J形单 边 V形组 合坡口				$\beta$ (10~20) $\beta_1$ (40~50)	0~2.5	1~3	0~10	7~10	同序号 2
27	2~60	I形坡口				—	0~3	—	—	—	
28						—	0~2	—	—	—	
29	10~24	带钝边 单边 V形坡口				(35~45)	0~2.5	3~7	—	—	同序号 2
30	10~40	带钝边 双单边 V形坡口				(10~50)	0~2.5	3~5	—	—	允许采用 对称坡口

表 1(续)

序号	工件厚度 $\delta$ mm	名称	符号	坡口形式	焊缝形式	坡口尺寸					说 明
						$\alpha(\beta)$ (°)	$b$ mm	$p$ mm	$H$ mm	$R$ mm	
31	30~60	带钝边 双 J 形 坡口				(30~50)	0~2.5	3~5	—	5~7	同序号 3
32	3~12	搭 接 接 头				—	0~1	—	—	—	搭接长度 l 根据具体 情况定

- 1) HD 表示采用焊剂垫。  
2) TD 表示采用铜垫。

4 不同厚度钢板对接焊缝坡口的基本形式和尺寸：  
不同厚度钢板对接焊的重要受力接头，如果两板厚度差 $(\delta - \delta_1)$ 符合表 2 规定时，其坡口尺寸按厚板的厚度选择，否则，厚钢板要按图 1 规定削薄。厚板单面削薄按图 1(a)规定，双面削薄按图 1(b)规定，削薄长度 $L \geq 3(\delta - \delta_1)$ 。

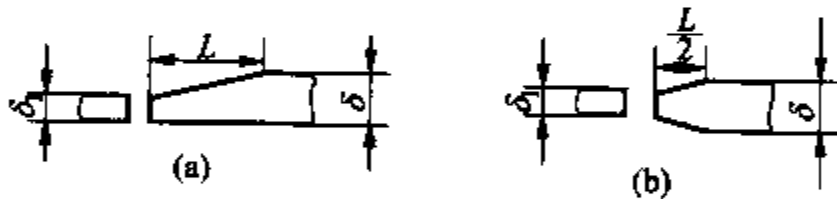


图 1

表 2

mm				
薄板厚度	$\geq 2 \sim 5$	$> 5 \sim 9$	$> 9 \sim 12$	$> 12$
允许厚度差 $(\delta - \delta_1)$	1	2	3	4

5 特殊需要的焊缝坡口形式和尺寸，可根据具体情况自行规定。

本标准对与地脚螺栓相关的要素和零部件的主要尺寸做了系统的规定,方便基础设计和施工的要求。

- 1 基础(地基)要素见表 1。
- 2 相关零件主要尺寸见表 2。



表 1(续)

地脚螺栓直径 $d_1$	$e_1^{+2}_0$ mm	$e_2^{+2}_0$ mm	$d_3$ mm	$d_2^{+2}_0$ mm	$f$ mm	$L_2$ mm	质量 kg/m	$t_1$ mm	$t_2$ mm	$\phi \square^e$ mm	质量, kg		$W$ mm	质量, kg		$H$ mm	$A$ mm	质量, kg		$d_2$ mm	$t$ mm	质量, kg	
											500 mm 长度	每增 加 10 mm 长度		1000 mm 长度	每增 加 10 mm 长度			500 mm 长度	每增 加 10 mm 长度			500 mm 长度	每增 加 10 mm 长度
M24	27	54	28	24	5	100	3.55	500	100	100	2.22	0.036	500	3.66	0.035	100	200	1.76	0.035	30	210	0.505	0.036
M30	34	68	35	30	5	120	5.55	600	100	120	3.63	0.055	600	5.77	0.056	130	300	2.76	0.06	36	280	0.857	0.055
M36	40	82	40	36	5	160	8	700	100	140	5.51	0.08	700	8.36	0.08	130	300	3.97	0.08	42	300	1.32	0.08
M42	47	94	48	42	5	180	10.87	800	100	160	7.83	0.109	800	11.5	0.109	160	400	5.4	0.11	48	350	1.94	0.109
M48	53	102	54	48	5	210	14.2	1000	100	180	10.65	0.142	1000	15.1	0.142	160	400	7.1	0.14	55	400	2.76	0.142
M56	62	116	62	56	10	250	19.33	1100	100	210	15.27	0.193	1100	20.7	0.19	180	500	9.6	0.19	62	500	3.87	0.193
M64	70	128	70	64	10	280	25.25	1300	100	250	21.09	0.253	1300	27.4	0.25	—	—	—	—	72	600	5.1	0.252
M72×6	78	142	80	72	10	300	31.96	1400	100	290	27.81	0.32	1400	34.4	0.32	—	—	—	—	—	—	—	—
M80×6	87	154	90	80	15	320	39.46	—	—	—	—	—	1600	43.5	0.39	—	—	—	—	—	—	—	—
M90×6	97	170	100	90	15	360	49.94	—	—	—	—	—	1800	55.4	0.50	—	—	—	—	—	—	—	—
M100×6	107	185	110	100	15	400	61.65	—	—	—	—	—	2000	69.2	0.62	—	—	—	—	—	—	—	—
M110×6	118	205	120	110	15	440	74.6	—	—	—	—	—	2200	84.6	0.75	—	—	—	—	—	—	—	—
M125×6	133	230	135	125	15	500	96.33	—	—	—	—	—	2500	110.7	0.96	—	—	—	—	—	—	—	—
M140×6	148	255	150	140	15	560	120.8	—	—	—	—	—	2800	141	1.21	—	—	—	—	—	—	—	—
M160×6	168	290	170	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3200	185.7	1.58	—	—	—	—	—	—	—	—

表 2

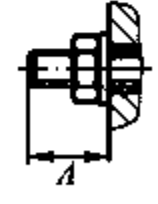
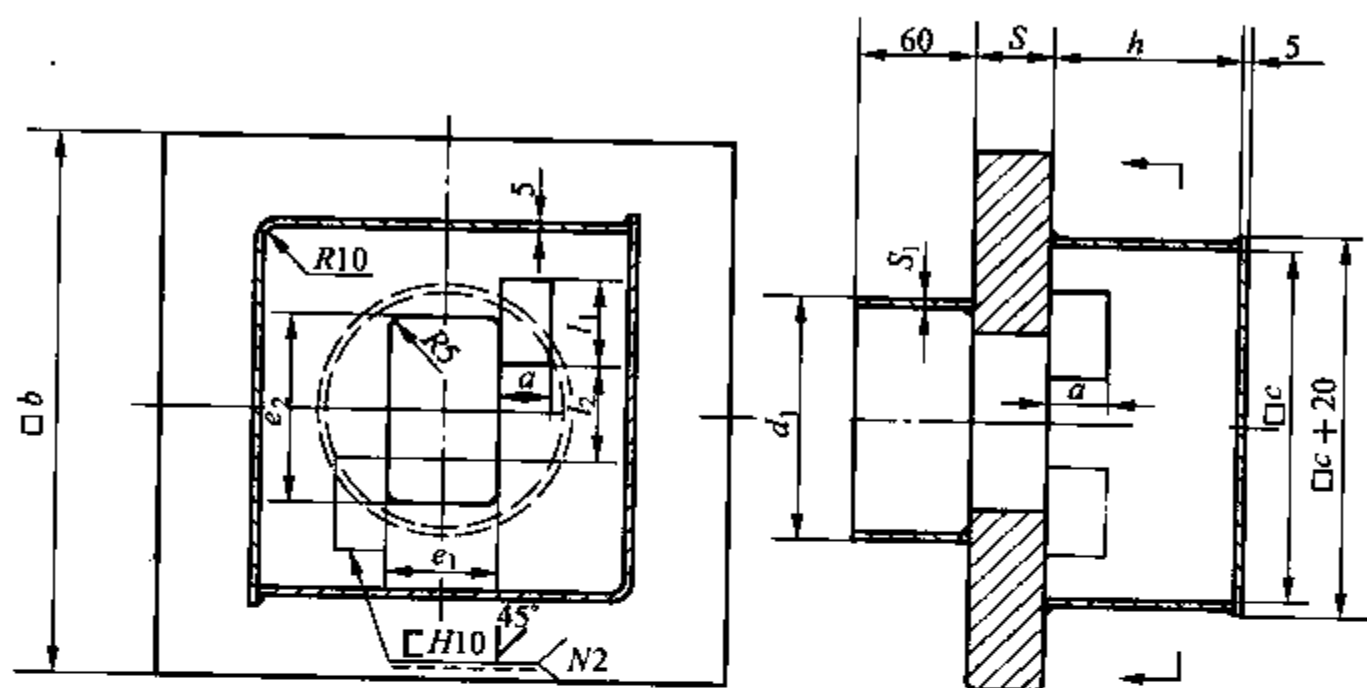
地脚螺栓直径 $d_1$	螺栓露 头尺寸		矩形垫圈 JB/ZQ 4755				垫圈 JB/ZQ 4080				螺母 ≤M64 按GB/T 6170 >M64 按JB/ZQ 4330		锚板 单孔按 JB/ZQ 4172 双孔按 JB/ZQ 4721				基础孔护管 GB/T 8162					
			$d_2$ mm	$a$ mm	$b$ mm	$s$ mm	质量 kg	$d_2$ mm	$D$ mm	$s$ mm	质量 kg	$m$ mm	质量 kg	$b_1$ mm	$a$ mm	$t_1$ mm	质量 kg	$D_0$ mm	$d_2$ mm	$s$ mm	质量 kg/m	
	$V^{+10}_0$ , mm	JB/ZQ 4080																				JB/ZQ 4755
M8	20	—	—	—	—	—	—	8.4	16	2.5	0.003	6.8	0.004	—	—	—	—	—	—	—	—	—
M10	25	—	—	—	—	—	—	10.5	20	2.5	0.005	8.4	0.008	—	—	—	—	—	—	—	—	—
M12	30	—	—	—	—	—	—	13	24	3	0.008	10.8	0.012	—	—	—	—	—	—	—	—	—
M16	35	—	—	—	—	—	—	17	30	4	0.015	14.8	0.029	—	—	—	—	—	—	—	—	—
M20	40	—	—	—	—	—	—	21	35	4.5	0.026	18	0.052	—	—	—	—	—	—	—	—	—
M24	50	60	25	50	80	10	0.28	25	45	5	0.04	21.5	0.089	180	20	75	7.5	114	106	4	10.85	
M30	60	75	31	60	90	15	0.55	31	55	6	0.08	25.6	0.184	210	25	90	11.5	—	—	—	—	—

表 2(续)

地脚螺栓直径 $d_1$	$V_{0-10}^{+10}$ , mm		$d_2$	$a$	$b$	$s$	质量 kg	$d_2$	$D$	$s$	质量 kg	$m$	质量 kg	$b_1$	$a$	$t_1$	质量 kg	$D_0$	$d_2$	$s$	质量 kg/m
	JB/ZQ 4080	JB/ZQ 4755	mm	mm	mm	mm	kg	mm	mm	mm	kg	mm	kg	mm	mm	mm	kg	mm	mm	mm	kg/m
M36	80	90	37	70	100	20	0.94	37	65	7	0.129	31	0.317	240	30	110	17	140	131	4.5	15.04
M42	90	105	43	80	115	25	1.49	43	75	8	0.209	34	0.503	270	30	120	22				
M48	100	120	50	90	130	30	2.28	50	90	10	0.368	38	0.774	300	35	140	30				
M56	120	135	58	100	145	30	2.83	58	100	11	0.52	45	1.10	330	35	150	36	180	170	5	21.58
M64	130	155	66	110	160	35	3.93	66	110	11	0.601	51	1.51	370	40	175	50	194	184	5	23.3
M72×6	150	170	74	120	180	35	4.79	74	120	12	0.751	58	2.67	410	40	190	62.5				
M80×6	160	190	82	130	200	40	6.52	82	140	14	1.111	64	3.44	450	40	205	74.5	219	207	6	31.52
M90×6	180	220	93	145	220	50	9.9	93	160	16	1.672	72	4.93	500	50	235	108.5	245	232	6.5	38.23
M100×6	200	240	104	160	240	50	11.8	104	175	16	1.954	80	6.82	550	50	255	129	273	260	6.5	42.72
M110×6	220	265	114	180	260	60	17.3	114	185	16	2.094	88	8.2	600	60	285	182	299	284	7.5	53.91
M125×6	250	305	125	205	290	70	25.5	129	220	22	4.308	100	13	660	60	315	220	325	310	7.5	58.72
M140×6	280	340	144	230	320	80	36.1	144	240	22	4.995	112	17.5	750	80	355	366	351	335	8	67.67
M160×6	320	395	164	260	350	100	54.9	164	270	22	6.24	128	26.5	850	80	365	466	402	384	9	87.22



1 本标准适用于 T 形头地脚螺栓规格为 M24~M160 的预埋式单孔锚板,其形式和尺寸见图 1 和表 1。



11

- 2 锚板材质一般采用 Q235A。
- 3 除图上已注明的焊缝处,其余焊缝为连续角焊缝,焊角高  $K$  为 4mm。
- 4 T 形头地脚螺栓按 JB/ZQ 4362 选用。
- 5 锚板围管及基础孔护管按《结构用无缝钢管》(GB/T 8162)选用,材质一般采用 10 或 20 号钢。亦可用钢板弯制。
- 6 T 形头地脚螺栓用锚板在基础内预埋形式见图 2。

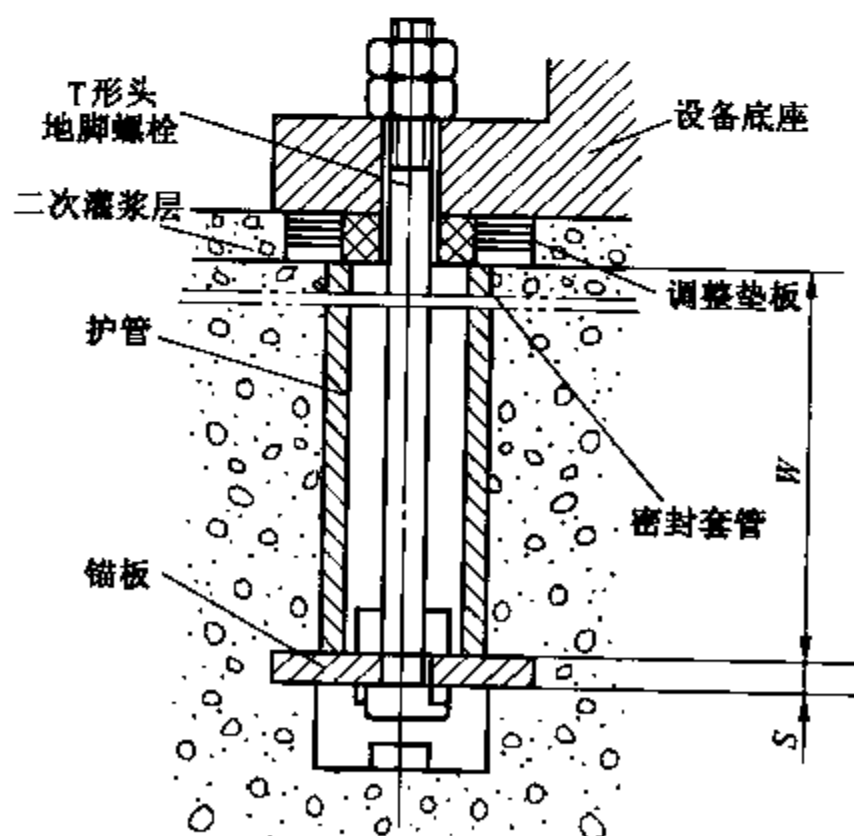


图 2

表 1

mm

型号	S	b	$e_1^{+2}_0$	$e_2^{+2}_0$	a	$l_1$	$l_2$	c	h	W	T形头 地脚 螺栓	锚板围管 $d_1 \times S_1$	每件质 量, kg ≈	基础孔护管 外径×管厚
24	20	180	27	54	20	40	28	130	50	500	M24	φ83×3.5	7.0	φ114×4
30	25	210	34	68			34	140	60	600	M30	φ95×3.5	11.0	
36	30	240	40	82			40	160	75	700	M36	φ121×4	17.0	φ140×4.5
42		270	47	94	30	50	46	180	85	800	M42		22	
48	35	300	53	102			52	200	100	1000	M48	φ140×4.5	30	φ180×5
56		330	62	116			60	220	110	1100	M56		36	
64	40	370	70	128			68	240	130	1300	M64	φ168×4	50	φ194×5
72		410	78	142			76	280	145	1400	M72×6	φ194×5	63	φ219×6
80		450	87	154	40	80	84	300	160	1600	M80×6		75	
90	50	500	97	170			94	320	180	1800	M90×6	φ219×6	109	φ245×6.5
100		550	107	185			104	350	200	2000	M100×6	φ245×6.5	129	φ273×6.5
110	60	600	118	205	50	100	114	380	220	2200	M110×6	φ273×6.5	182	φ299×7.5
125		660	133	230			129	400	250	2500	M125×6	φ299×7.5	220	φ325×7.5
140	80	750	148	255	60	120	144	460	270	2800	M140×6	φ325×7.5	366	φ351×8
160		850	168	290			164	500	280	3200	M160×6	φ377×9	466	φ402×9

标记示例:

T形头地脚螺栓 M48 用单孔锚板的标记为:

单孔锚板 48 JB/ZQ 4172—2006

1 本标准适用于 T 形头螺栓规格为 M24 ~ M160 × 6 的预埋式双联锚板,其型式与尺寸见图 1 和表 1。

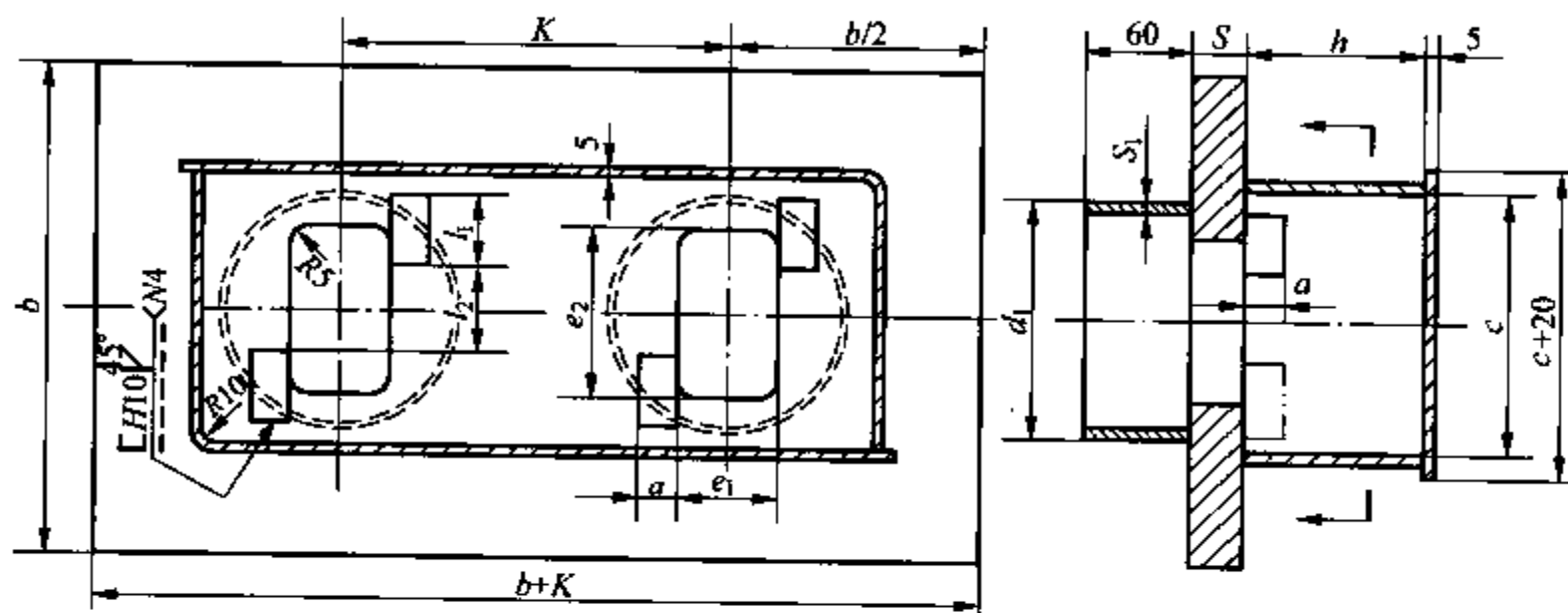


图 1

- 2 锚板材质一般采用 Q235A。
- 3 除图上已注明的焊缝处,其余焊缝为连续角焊缝,焊角高  $K$  为 4mm。
- 4 T 形头地脚螺栓按 JB/ZQ 4362 选用。
- 5 锚板围管及基础孔护管按《结构用无缝钢管》(GB/T 8162)选用,材质一般采用 10 或 20 号钢。亦可用钢板弯制。

T 形头地脚螺栓用双联锚板在基础内预埋形式见图 2。

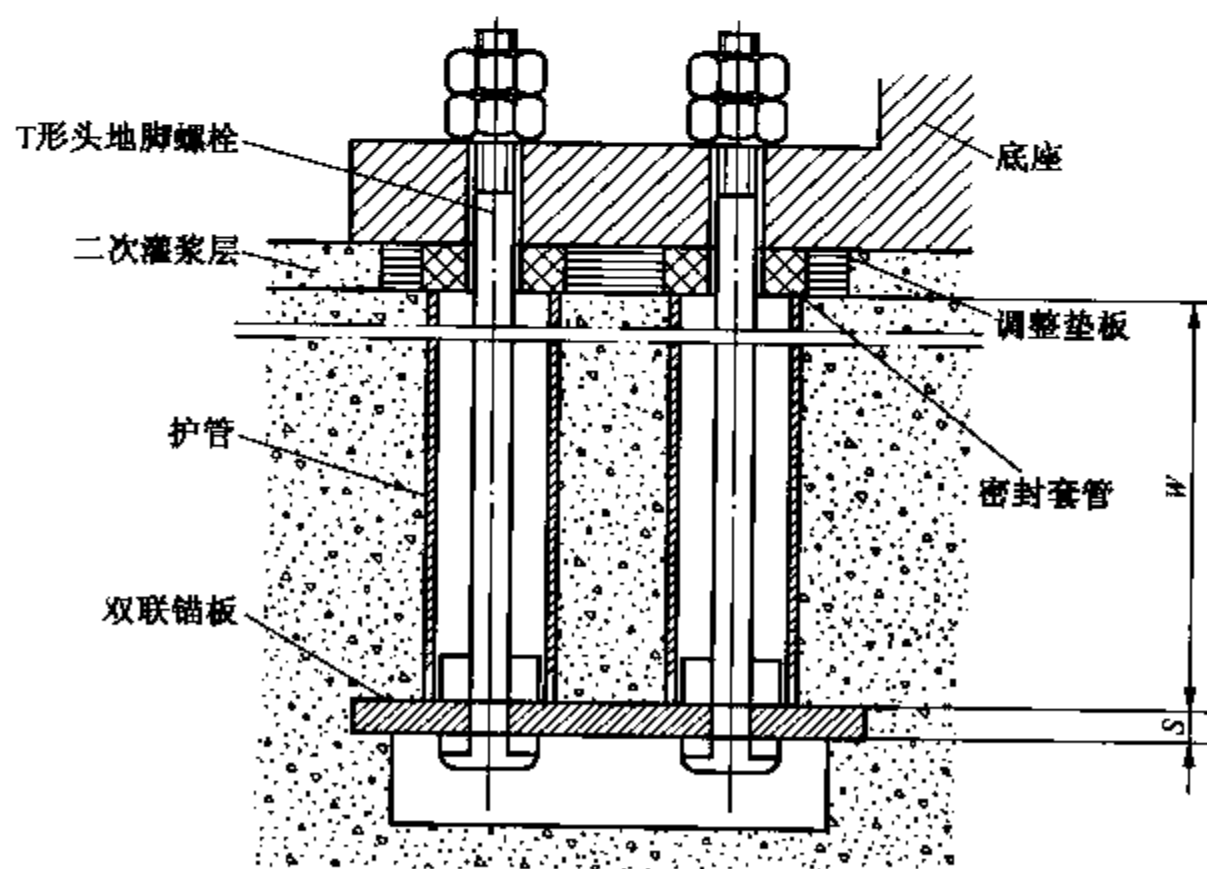


图 2

表 1

mm

型号	K	a	b	c	$e_1^{+2}_0$	$e_2^{+2}_0$	h	$l_1$	$l_2$	W	S	锚板围管 $d_1 \times S_1$	每件质量 $\approx$ kg	T形头 地脚螺栓	基础孔护管 外径 $\times$ 壁厚
24	100	20	180	130	27	54	50	40	28	500	20	$\phi 83 \times 3.5$	12	M24	$\phi 114 \times 4$
	125												13		
	160												14		
30	130	20	210	140	34	68	60	40	34	600	25	$\phi 95 \times 3.5$	19	M30	
	160												20		
	200												22		
36	150	20	240	160	40	82	75	40	40	700	30	$\phi 121 \times 4$	28	M36	$\phi 140 \times 4.5$
	170												29		
	220												33		
42	160	30	270	180	47	94	85	50	46	800	30	$\phi 121 \times 4$	35	M42	
	210												39		
	240												41		
48	170	30	300	200	53	102	100	50	52	1000	35	$\phi 140 \times 4.5$	47	M48	$\phi 180 \times 5$
	210												51		
	250												55		
	290												59		
56	180	30	330	220	62	116	110	50	60	1100	35	$\phi 140 \times 4.5$	55	M56	
	220												59		
	260												64		
	300												68		
64	200	30	370	240	70	128	130	50	68	1300	40	$\phi 168 \times 4$	76	M64	$\phi 194 \times 5$
	250												83		
	300												90		
	350												97		
72	220	40	410	280	78	142	145	80	76	1400	40	$\phi 194 \times 5$	96	M72 $\times$ 6	$\phi 219 \times 6$
	270												104		
	320												112		
	400												124		
80	250	40	450	300	87	154	160	80	84	1600	40	$\phi 194 \times 5$	116	M80 $\times$ 6	
	300												124		
	360												134		

表 1(续)

mm

型号	K	a	b	c	$e_1^{+2}_0$	$e_2^{+2}_0$	h	$l_1$	$l_2$	W	S	锚板围管 $d_1 \times S_1$	每件质量 ≈kg	T形头 地脚螺栓	基础孔护管 外径×壁厚
80	450	40	450	300	87	154	160	80	84	1600	40	φ194×5	149	M80×6	φ219×6
90	290	40	500	320	97	170	180	80	94	1800	50	φ219×6	171	M90×6	φ245×6.5
	340												182		
	410												198		
	480												214		
100	320	40	550	320	107	185	200	80	104	2000	50	φ245×6.5	204	M100×6	φ273×6.5
	390												222		
	460												239		
	540												258		
110	360	50	600	380	118	205	220	100	114	2200	60	φ273×6.5	292	M110×6	φ299×7.5
	430												314		
	520												342		
	600												368		
125	400	50	660	400	133	230	250	100	129	2500	60	φ299×7.5	350	M125×6	φ325×7.5
	470												374		
	570												409		
	660												441		
140	460	60	750	460	148	255	270	120	144	2800	80	φ325×7.5	589	M140×6	φ351×8
	560												640		
	670												696		
	780												753		
160	500	60	850	500	168	290	280	120	164	3200	80	φ377×9	733	M160×6	φ402×9
	600												791		
	720												860		
	840												929		

标记示例:

T形头地脚螺栓 M64,螺孔中心距 K=300mm 用双联锚板的标记为:

锚板 64×300 JB/ZQ 4721—2006

# 设备基础内地脚螺栓预留孔及埋设件的简化表示法

JB/ZQ 4173—2006  
代替 JB/ZQ 4173—1997

本标准规定了设备设计人员提出有关设备基础及地脚螺栓方面要求时,在土建任务书图样中的一般表示法。

## 1 图线及剖面符号。

图线及剖面符号均应符合《机械制图 图样画法 图线》(GB/T 4457.4)及《机械制图 剖面符号》(GB/T 4457.5)的规定。

a) 设备(包括主、辅机、操作台、支架等由设备设计提供制造图样的其他辅助零部件、构件)的轮廓,采用双点划线;中心线采用细点划线。

b) 基础的分界线及范围线采用细实线。

c) 基础内的地脚螺栓预留孔,除“预留调整孔型”的图符外伸十字线为粗实线外,其余的图符圆和圆内图形的线条均为细实线。

d) 不设调整孔的“直埋型”地脚螺栓的十字图符为粗实线。

e) 一次浇注的混凝土基础剖面符号按 GB/T 4457.5 要求绘制;为区别于一次浇注的混凝土基础剖面采用类似混凝土剖面符号,仅将其间的不规则空心圈改变为不规则粗黑点的方法,作为二次灌浆层的剖面符号。如图 1 所示。



图 1

## 2 基础内地脚螺栓预留孔的类型和图符。

### 2.1 类型

#### 2.1.1 预留调整孔型

在基础内已埋设有地脚螺栓,并在上部预留调整孔。该预留孔的尺寸参见《直角地脚螺栓》(JB/ZQ 4364)。

#### 2.1.2 预留埋设孔型

在基础内并未预埋地脚螺栓,而是预留有埋入地脚螺栓的孔,设备安装时,通过二次灌浆将悬吊在设备底座上的地脚螺栓固定在基础内。该预留孔的尺寸参见《地脚螺栓》(JB/ZQ 4363)。

#### 2.1.3 预埋锚板型

在基础内预埋有固定 T 形头地脚螺栓用的锚板及为安装 T 形头地脚螺栓的基础孔护管。锚板及护管的尺寸参见 JB/ZQ 4172 和 JB/ZQ 4721。

#### 2.1.4 预留螺柱孔型

在悬空基础上预留地脚螺柱用孔,其型式和尺寸见《地脚螺柱》(JB/ZQ 4756)。

#### 2.1.5 化学锚栓孔

在地基上采用钻孔或者预留孔,装入锚栓后用粘接剂注入,其型式和尺寸见《化学锚栓》

(JB/ZQ 4757)。

2.2 预留(埋)孔类型图符

2.2.1 各类预留(埋)孔的图符如图 2 所示。

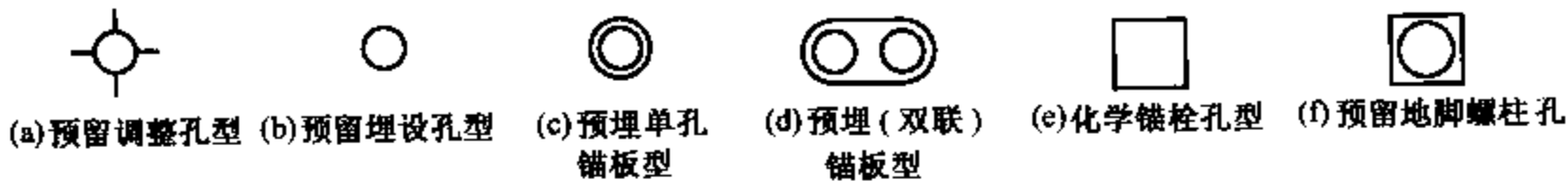


图 2

2.2.2 在图样上绘制的图符其尺寸按以下规定,并不受图样自身比例制约。

除“预埋单孔锚板型”的图符内圆直径约为 4mm,外圆直径约为 6mm 外,其余预留孔的图符圆直径约为 4mm;“预留调整孔型”图符的外伸粗十字线,每端的长度约为 2mm。

2.2.3 在图样上采用图符表示基础上的各型地脚螺栓预留(埋)孔时,推荐用列表注明图符意义,如表 1 所示。

表 1

地脚螺栓孔类型	预留孔图符	地脚螺栓螺纹规格 $d$	地脚螺栓孔类型	预留孔图符	地脚螺栓螺纹规格 $d$

2.2.4 在图样上采用中心线来定位螺栓孔中心时,中心线不通过图符。为了使预留调整孔的图符与预留埋设孔的图符相互不致产生混淆,故预留调整孔型或预留埋设孔型的图符与中心线之间应留有明显的间隙,且不可以点相邻,如图 3 所示。



图 3

2.3 地脚螺栓螺纹规格表示法

表示预留孔中所埋设的地脚螺栓螺纹规格的方法有二,一为图符法,二为旁注法。一般同一图样只采用同一方法。

2.3.1 基础平面图上地脚螺栓螺纹规格的图符表示法如表 2 所示。当需要同时标注地脚螺栓露出底座底面的“露头”尺寸时,采用不带箭头的指引线指向(但不进入)所指图符中心,在指引线的水平线上注写露头尺寸,如图 4 所示。

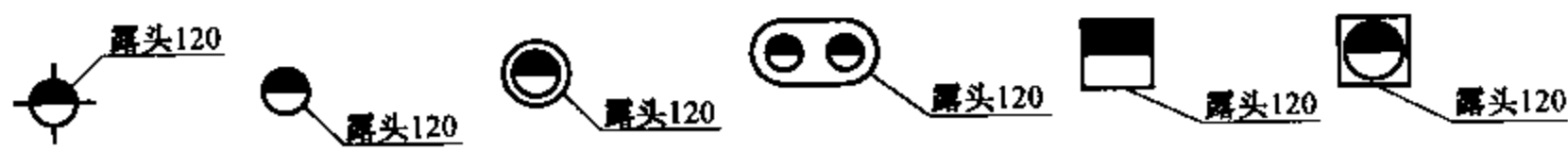


图 4

表 2

地脚螺栓	规格	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42	M48	M56	M64	M72 × 6	M80 × 6	M90 × 6	M100 × 6	M110 × 6	M125 × 6	M140 × 6	M160 × 6
	图形符号																				
T形头地脚螺栓 JB/ZQ 4362	单孔锚板	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	双联锚板	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
地脚螺栓 JB/ZQ 4363															—	—	—	—	—	—	—
直角地脚螺栓 (可调) JB/ZQ 4364		—	—	—									—	—	—	—	—	—	—	—	—
化学锚栓 JB/ZQ 4757		—	—											—	—	—	—	—	—	—	—
地脚螺栓 JB/ZQ 4756		—	—	—	—	—															—

地脚螺栓的类型



表 2 所示图符的基本形态是以图样边框底线为基准作出的,它与地脚螺栓预留(埋)孔组在图样上具体布置方向无关。

采用双联锚板时,表示锚板的长圆应按实际方向绘制。其中表示地脚螺栓螺纹规格图符的基本形态按以上规定绘制,与双联锚板具体布置方向无关。在图上需标注锚板的两预留孔间的间距,但可不按比例,如图 5 所示。

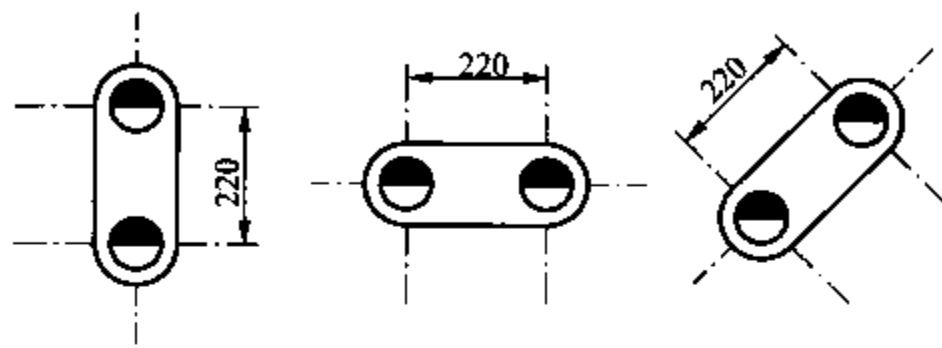


图 5

2.3.2 基础平面图上地脚螺栓螺纹规格的旁注表示法,采用不带箭头的指引线指向(但不进入)所指表示预留(埋)孔类型的图符,在指引线的水平线上注写螺纹规格,如图 6(a)所示。如同时需要标注地脚螺栓的“露头”尺寸时,则延伸指引线并在外层水平线上注写露头尺寸,如图 6(b)所示。

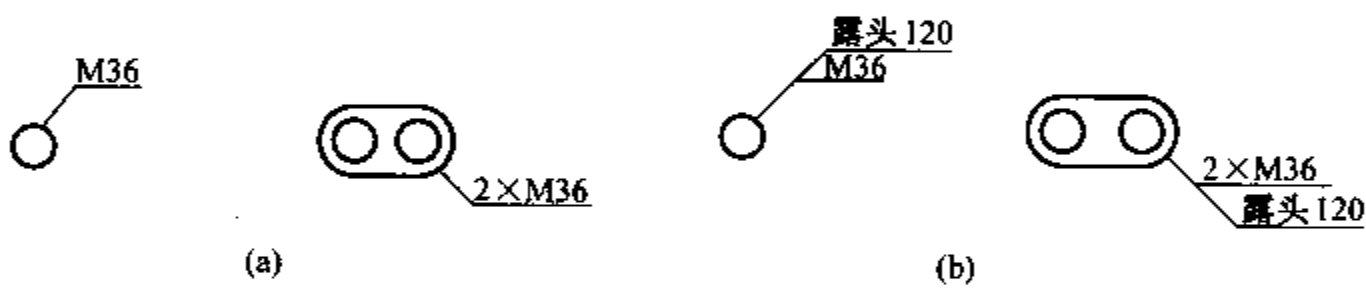


图 6

3 在基础平面图上,对不设调整孔或不设预留(埋)孔而直接埋入基础内的地脚螺栓,不分螺纹规格,其图符均采用粗实线画出的“十”字图形,线长一般为 3mm,并不受图样自身比例制约。

地脚螺栓螺纹规格及螺栓露头尺寸的标注,采用不带箭头的指引线指向“十”字图形的中心,在指引线由内向外的两条平行的水平线上,分别注写螺纹规格和露头尺寸,如图 7 所示。

4 在基础剖面图上,标注预留孔或预埋锚板等的有关尺寸时,应从一次浇注面起标注深度尺寸,同时标注出二次灌浆层的厚度尺寸,如图 8 所示。

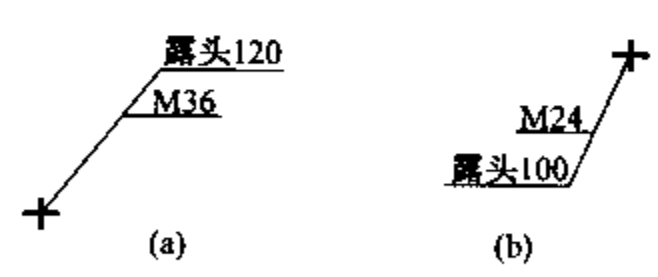


图 7

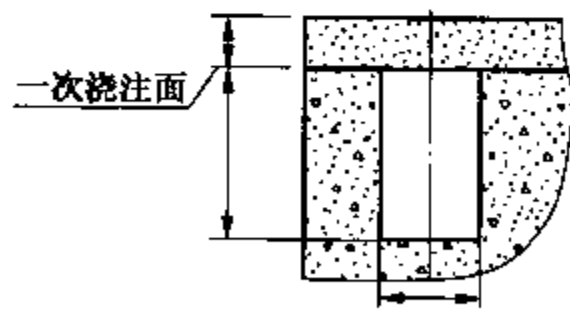


图 8

5 在基础平面上表示底座时,只需用封闭的双点划线,将底座的外轮廓形状画出即可。每一个由双点划线围成的图形,为一个标注地脚螺栓组序号和露头尺寸的区域。

在该区域范围内的地脚螺栓组,其规格(型式、螺纹规格、长度等)及露头尺寸全部相同时,

只须在该区域内择一进行标记即可,如图 9 所示。

在该区域范围内的地脚螺栓组,其规格及露头尺寸不尽相同时,须在图符及示出地脚螺栓组的底座处,同时加注字母 A、B……以资识别,如图 10 所示。

分属两个或以上区域的地脚螺栓组或地脚螺栓孔,应分别按以上要求编写序号及标注露头尺寸。

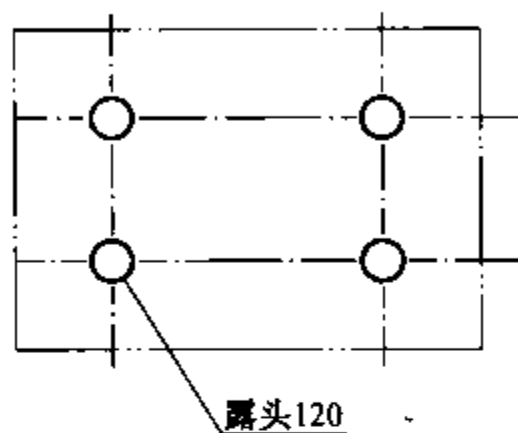


图 9

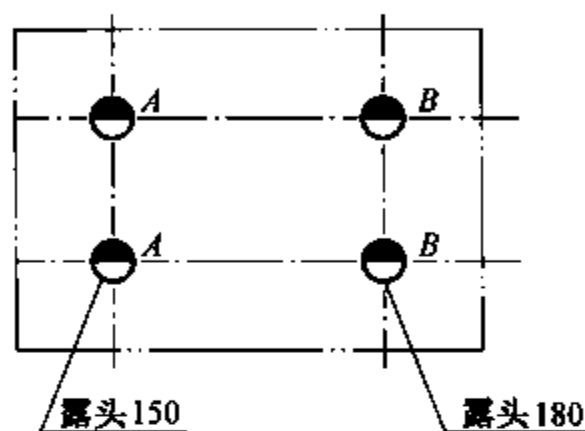


图 10

6 在安装地脚螺栓处标注的露头尺寸,表示地脚螺栓自安装在该处的设备底座底平面(也即包括二次灌浆层在内的设备基础与设备底座底平面的交接平面)开始至螺栓末端的长度。

露头尺寸选取值  $L$  可由下式得之:

$$L = h + s + \sum m + (1/3 \sim 2/3)d$$

式中:  $h$  —— 紧固地脚螺栓处的底座高;

$s$  —— 垫圈厚;

$\sum m$  —— 螺母总高;

$d$  —— 螺栓直径。

## 7 标高及数值

### 7.1 标高

7.1.1 土建任务书图样中所标注的标高,指设备设计要求的最终标高。因此,对于安装设备处所示的标高值,为设备底座底面处的标高值。

7.1.2 标高符号一般采用图 11(a) 的形式。当注写位置不够时,也可采用图 11(b) 的形式。其主体形状为等腰直角三角形,三角形高  $h$  约为 3.5~5mm,用细实线绘制,在标高符号的水平线处标注有关标高的数值。

7.1.3 在立(剖)面图上表示标高的符号,其尖端应指至被注的高度。尖端可向下,也可向上,如图 12 所示。

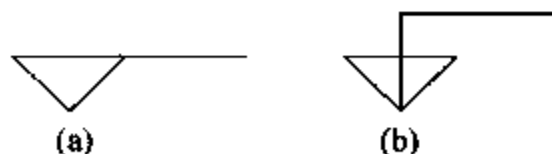


图 11



图 12

7.1.4 在平面图上表示标高,一般情况如图 13(a) 所示;在较窄的平面上,用末端带粗圆点的指引线引出如图 13(b) 的方式标注。

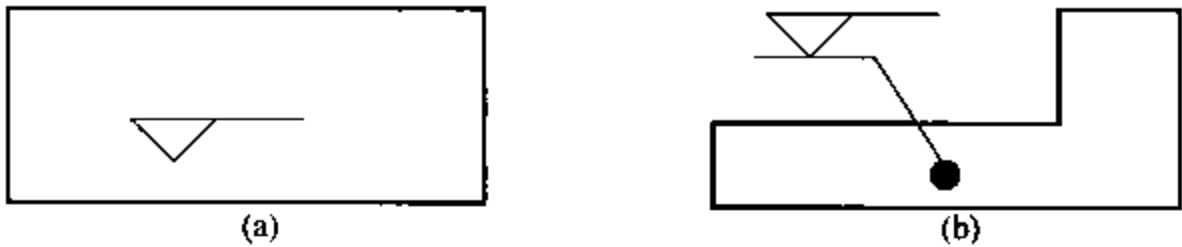


图 13

7.2 数值

7.2.1 标高数值的计量单位一般为 mm,以 mm 为单位时,不需标注计量单位的代号或名称;当采用以 m 为单位时,则必须注明相应的计量单位的代号或名称,并注写至小数点以后第三位。

7.2.2 零点标高在零值前应加注“±”号,正标高前可不加“+”号,但负标高前必须加注“-”号。

例:±0、14000、-200、±0.000m、14.000m、-0.200m。

7.2.3 标高的数值应一律标注在标高符号非尖端侧的水平线处,如图 14 所示。

7.2.4 为在平面图上表示二次灌浆层的厚度值,可将该值加上圆括号后,标注在标高符号尖端侧的水平线处,如图 15 所示。图中 200 表示包括二次灌浆层在内的该基础面的最终标高为 +200mm,二次灌浆层厚为 50mm。

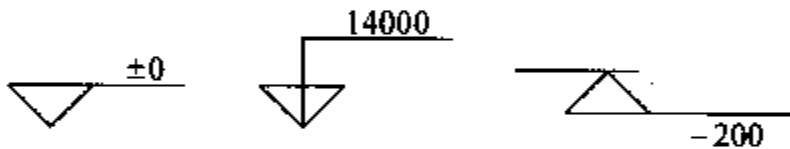


图 14

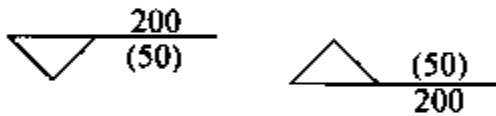


图 15

附录 A(规范性附录) 地脚螺栓组及埋设件在设备图样上的表示方法

地脚螺栓组及其他埋设件的质量,需计入设备总质量时,在设备图样上按下述规定编写序号,并在图样明细栏中填入有关内容;必要时也可在该处注出露头尺寸。

A.1 在不致引起误解情况下,可在设备图样(一般指单机总图)立面视图的底座安装地脚螺栓处绘出相同规格的地脚螺栓组(螺栓、螺母、垫圈、锚板等)中的任意一组(绘制时,螺栓下部一般可断裂),并给出序号和露头尺寸,如图 A.1 所示。

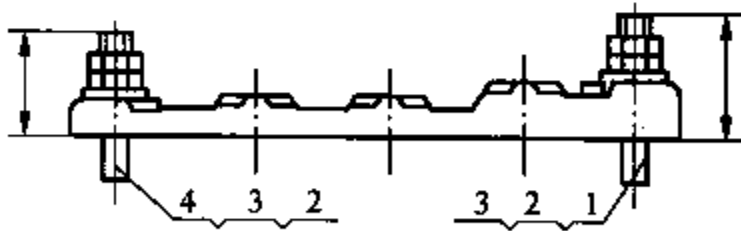


图 A.1

A.2 当利用平面图来标注地脚螺栓组的序号及露头尺寸时,与地脚螺栓埋设的型式无关,均采用粗实线绘制成的“十”字图符(线长约 3mm)来表示。

当绘制的平面图仅为标注地脚螺栓组序号和露头尺寸时,可采用示意方法,在该图上方写明“地脚螺栓布置图”字样。将底座外轮廓用表示范围的细实线示出,每一个用细实线围成的图形为一个标注地脚螺栓组序号和露头尺寸的区域。

在该区域范围内的地脚螺栓组,其型式规格及露头尺寸全部相同时,只需在该区域内择一进行标注即可。

在该区域范围内的地脚螺栓组,其型式规格及露头尺寸不尽相同时,采用在图符旁标注字母的方法来区别,然后各择一进行标注。

分属两个或以上区域的地脚螺栓组,应分别按以上要求进行标注,如图 A.2 所示。

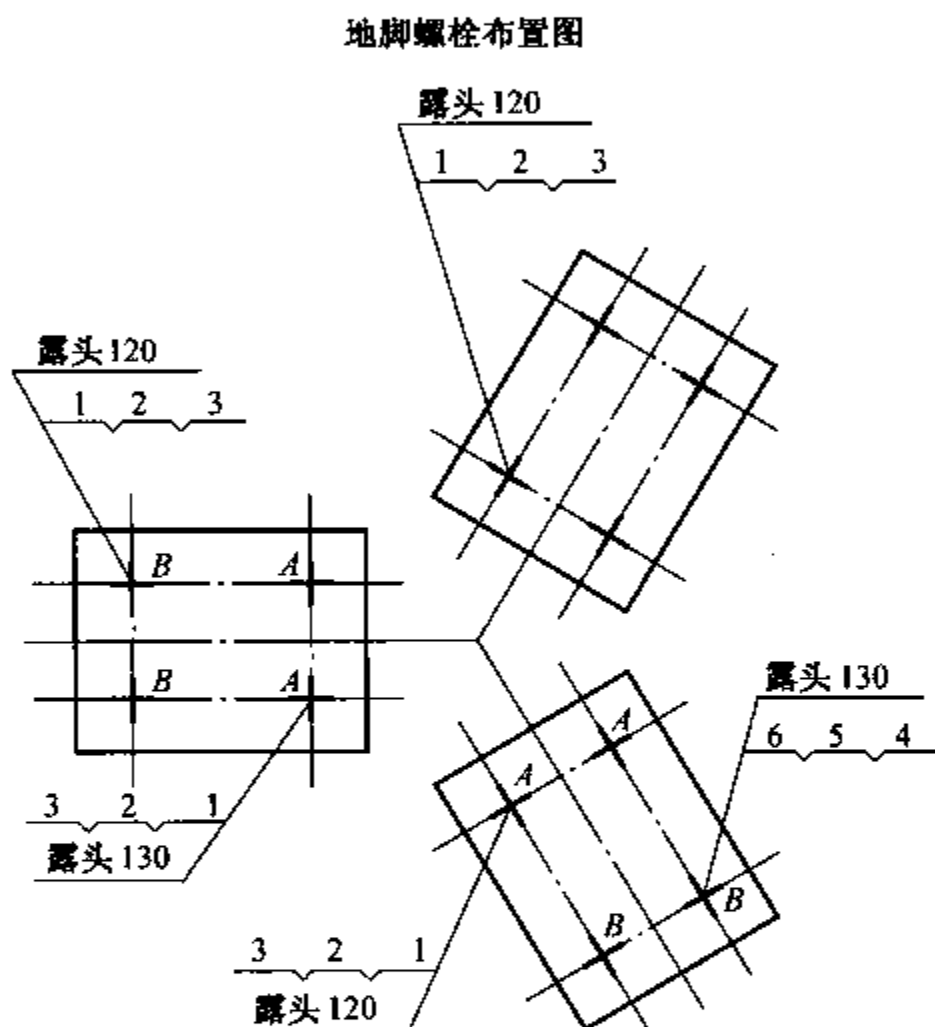


图 A.2

A.3 在基础内预埋设的其他构件,应在设备总图中按机械制图规定绘出并给出埋设件的定位尺寸、编制序号。此时,相关基础部分用双点划线画出,如图 A.3 所示。

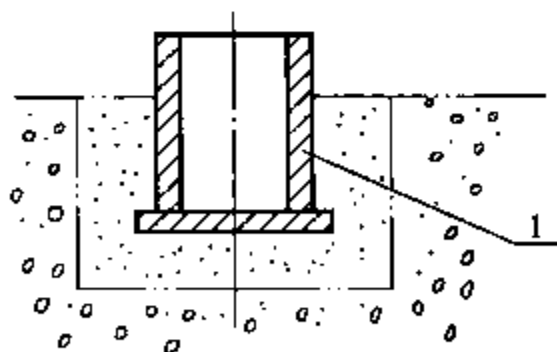


图 A.3



Ⓜ 重型机械标准

## 第 2 部分

# 公差与配合、形状和位置公差

主 编：刘 震

参加编写人员：付 微 惠雪亮 王定华



本标准确定了极限与配合的基本术语,适用于各技术标准、文件以及科技出版物等。

1 轴(shaft) 通常,指工件的圆柱形外表面,也包括非圆柱形外表面(由两平行平面或切面形成的被包容面)。

1.1 基准轴(basic shaft) 在基轴制配合中选作基准的轴。对本标准极限与配合制,即上偏差为零的轴。

2 孔(hole) 通常,指工件的圆柱形内表面,也包括非圆柱形内表面(由两平行平面或切面形成的包容面)。

2.1 基准孔(basic hole) 在基孔制配合中选作基准的孔。对本标准极限与配合制,即下偏差为零的孔。

3 尺寸(size) 以特定单位表示线性尺寸值的数值。

3.1 基本尺寸(basic size) 通过它应用上、下偏差可算出极限尺寸的尺寸(见图 1)。

注:基本尺寸可以是一个整数或一个小数值,例如 32;15;8.75;0.5;……等等。

3.2 实际尺寸(actual size) 通过测量获得的某一孔、轴的尺寸。

3.2.1 局部实际尺寸(actual local size) 一个孔或轴的任意横截面中的任一距离,即任何两相对点之间测得的尺寸。

3.3 极限尺寸(limits of size) 一个孔或轴允许的尺寸的两个极端。实际尺寸应位于其中,也可达到极限尺寸。

3.3.1 最大极限尺寸(maximum limit of size) 孔或轴允许的最大尺寸(见图 1)。

3.3.2 最小极限尺寸(minimum limit of size) 孔或轴允许的最小尺寸(见图 1)。

4 极限制(limit system) 经标准化的公差与偏差制度。

5 零线(zero line) 在极限与配合图解中,表示基本尺寸的一条直线,以其为基准确定偏差和公差(见图 1)。

通常,零线沿水平方向绘制,正偏差位于其上,负偏差位于其下(见图 2)。

6 偏差(deviation) 某一尺寸(实际尺寸、极限尺寸,等等)减其基本尺寸所得的代数差。

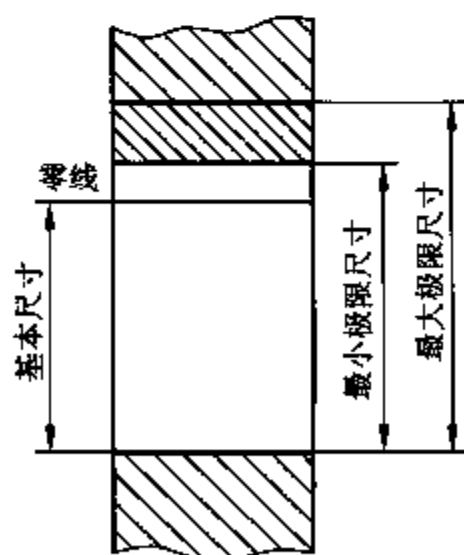


图 1 基本尺寸、最大极限尺寸和最小极限尺寸

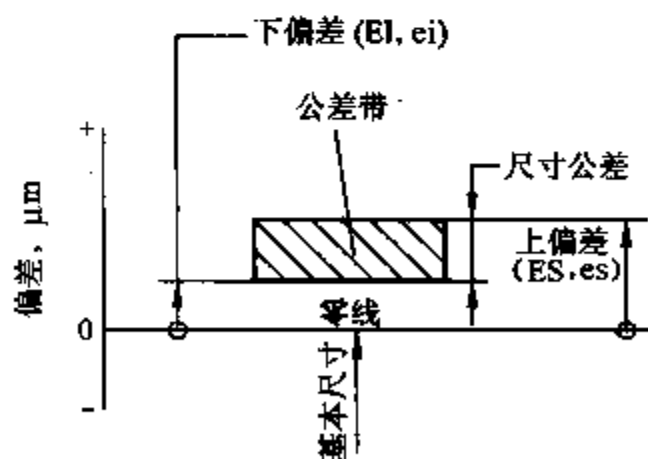


图 2 公差带图解



## 6.1 极限偏差(limit deviations) 上偏差和下偏差。

注:轴的上、下偏差代号用小写字母  $es, ei$ ;孔的上、下偏差代号用大写字母  $ES, EI$  表示(见图 2)。

### 6.1.1 上偏差( $ES, es$ )(upper deviation) 最大极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差(见图 2)。

### 6.1.2 下偏差( $EI, ei$ )(lower deviation) 最小极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差(见图 2)。

## 6.2 基本偏差(fundamental deviation) 在本标准极限与配合制中,确定公差带相对零线位置的那个极限偏差(见图 2)。

注:它可以是上偏差或下偏差,一般为靠近零线的那个偏差,如图 2 为下偏差。

## 7 尺寸公差(简称公差)(size tolerance) 最大极限尺寸减最小极限尺寸之差,或上偏差减下偏差之差。它是允许尺寸的变动量。

注:尺寸公差是一个没有符号的绝对值。

### 7.1 标准公差(IT)(standard tolerance) 本标准极限与配合制中,所规定的任一公差。

注:字母 IT 为“国际公差”的符号。

### 7.2 标准公差等级(standard tolerance grades) 在本标准极限与配合制中,同一公差等级(例如 IT7)对所有基本尺寸的一组公差被认为具有同等精确程度。

### 7.3 公差带(tolerance zone) 在公差带图解中,由代表上偏差和下偏差或最大极限尺寸和最小极限尺寸的两条直线所限定的一个区域。它是由公差大小和其相对零线的位置如基本偏差来确定(见图 2)。

### 7.4 标准公差因子( $i, I$ )(standard tolerance factor) 在本标准极限与配合制中,用以确定标准公差的基本单位,该因子是基本尺寸的函数。

注:1 标准公差因子  $i$  用于基本尺寸至 500mm。

2 标准公差因子  $I$  用于基本尺寸大于 500mm。

## 8 间隙(clearance) 孔的尺寸减去相配合的轴的尺寸之差为正(见图 3)。

### 8.1 最小间隙(minimum clearance) 在间隙配合中,孔的最小极限尺寸减轴的最大极限尺寸之差(见图 4)。

### 8.2 最大间隙(maximum clearance) 在间隙配合或过渡配合中,孔的最大极限尺寸减轴的最小极限尺寸之差(见图 4 和图 5)。

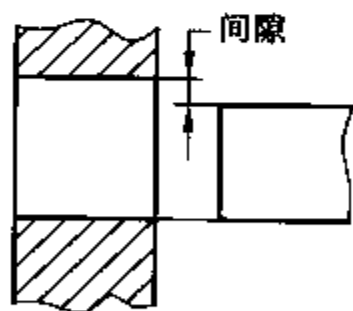


图 3 间隙

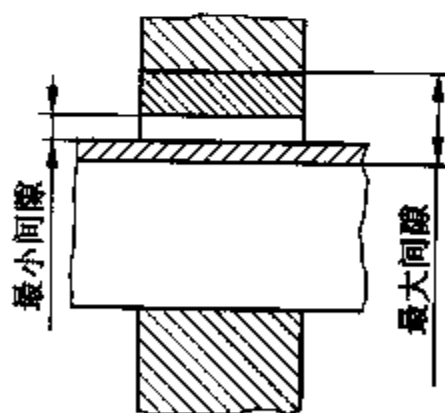


图 4 间隙配合

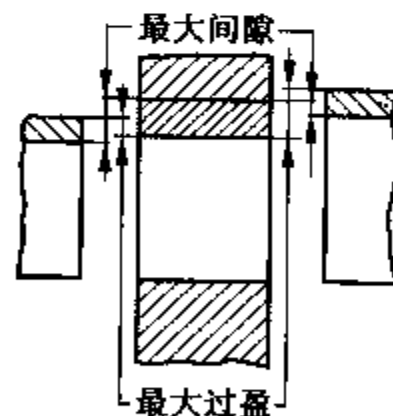


图 5 过渡配合

## 9 过盈(interference) 孔的尺寸减去相配合的轴的尺寸之差为负(见图 6)。

### 9.1 最小过盈(minimum interference) 在过盈配合中,孔的最大极限尺寸减轴的最小极限尺寸之差(见图 7)。

### 9.2 最大过盈(maximum interference) 在过盈配合或过渡配合中,孔的最小极限尺寸减轴的最大极限尺寸之差(见图 5 和图 7)。

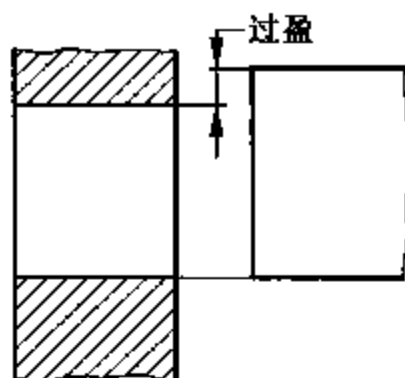


图6 过盈

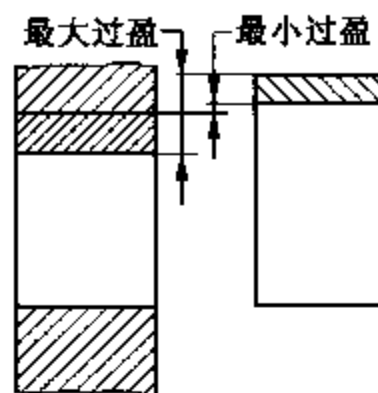


图7 过盈配合

10 配合(fit) 基本尺寸相同的,相互结合的孔和轴公差带之间的关系。

10.1 间隙配合(clearance fit) 具有间隙(包括最小间隙等于零)的配合。此时,孔的公差带在轴的公差带之上(见图8)。

10.2 过盈配合(interference fit) 具有过盈(包括最小过盈等于零)的配合。此时,孔的公差带在轴的公差带之下(见图9)。

10.3 过渡配合(transition fit) 可能具有间隙或过盈的配合。此时,孔的公差带与轴的公差带相互交叠(见图10)。

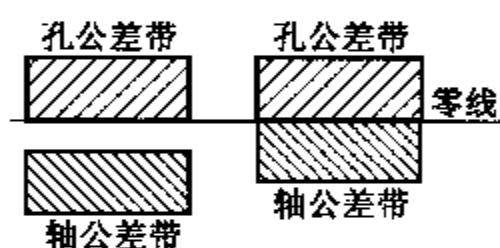


图8 间隙配合的示意图

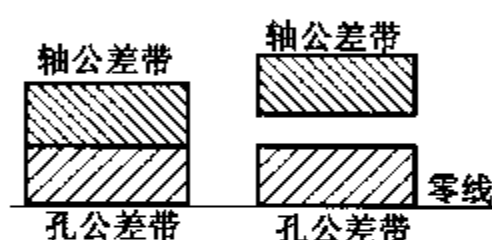


图9 过盈配合的示意图



图10 过渡配合的示意图

10.4 配合公差(variation of fit) 组成配合的孔、轴公差之和。它是允许间隙或过盈的变动量。

注:配合公差是一个没有符号的绝对值。

11 配合制(fit system) 同一极限制的孔和轴组成配合的一种制度。

11.1 基轴制配合(shaft-basis system of fits) 基本偏差为一定的轴的公差带,与不同基本偏差的孔的公差带形成各种配合的一种制度。

对本标准极限与配合制,是轴的最大极限尺寸与基本尺寸相等、轴的上偏差为零的一种配合制(见图11)。

11.2 基孔制配合(hole-basis system of fits) 基本偏差为一定的孔的公差带,与不同基本偏差的轴的公差带形成各种配合的一种制度。

对本标准极限与配合制,是孔的最小极限尺寸与基本尺寸相等、孔的下偏差为零的一种配合制(见图12)。

12 最大实体极限(MML)(maximum material limit) 对应于孔或轴最大实体尺寸的那个极限尺寸,即:

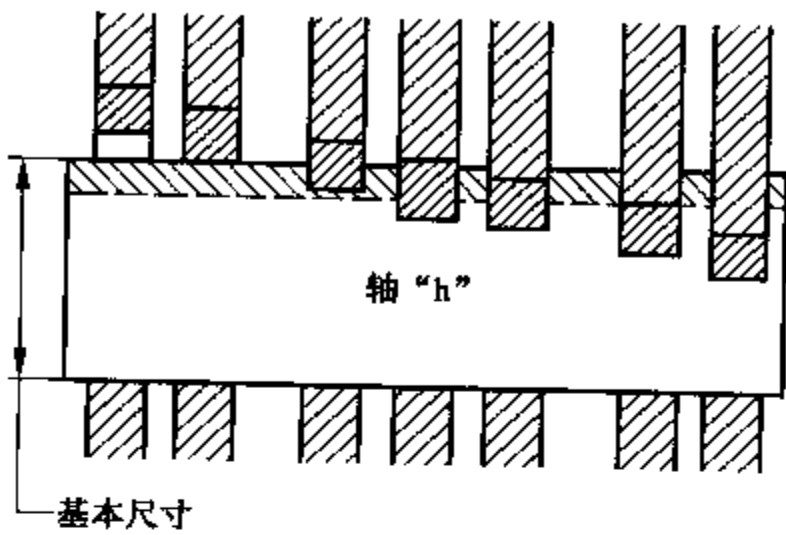
- 轴的最大极限尺寸;
- 孔的最小极限尺寸。

最大实体尺寸是孔或轴具有允许的材料量为最多时状态下的极限尺寸。

13 最小实体极限(LML)(least material limit) 对应于孔或轴最小实体尺寸的那个极限尺寸,即:

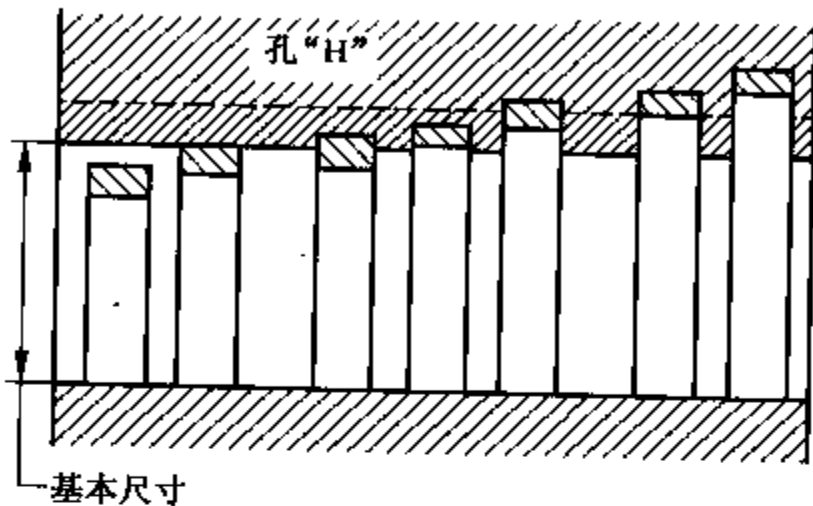
- 轴的最小极限尺寸；
- 孔的最大极限尺寸。

最小实体尺寸是孔或轴具有允许的材料量为最少时状态下的极限尺寸。



- 注：1 水平实线代表孔或轴的基本偏差。  
2 虚线代表另一极限，表示孔和轴之间可能的不同组合与它们的公差等级有关。

图 11 基轴制配合



- 注：1 水平实线代表孔或轴的基本偏差。  
2 虚线代表另一极限，表示孔和轴之间可能的不同组合与它们的公差等级有关。

图 12 基孔制配合

# 极限与配合 公差、偏差 和配合的基本规定

根据 GB/T 1800.2—1998

本标准规定了极限与配合的公差、偏差与配合的代号、表示及解释和配合分类。  
本标准适用于圆柱及非圆柱形光滑工件的尺寸。

## 1 公差、偏差和配合的代号、表示及解释

### 1.1 标准公差等级代号

标准公差等级代号用符号 IT 和数字组成,例如:IT7。当其与代表基本偏差的字母一起组成公差带时,省略 IT 字母,如 h7。

标准公差等级分 IT01、IT0、IT1 至 IT18 共 20 级。基本尺寸至 3150mm 的各级的标准公差数值见《极限与配合 标准公差和基本偏差数值表》(GB/T 1800.3)。

### 1.2 偏差代号

#### 1.2.1 基本偏差代号

基本偏差代号,对孔用大写字母 A,……,ZC 表示;对轴用小写字母 a,……,zc 表示(图 1),各 28 个。其中,基本偏差 H 代表基准孔;h 代表基准轴。

注:为避免混淆,不用下列字母:I,i;L,l;O,o;Q,q;W,w。

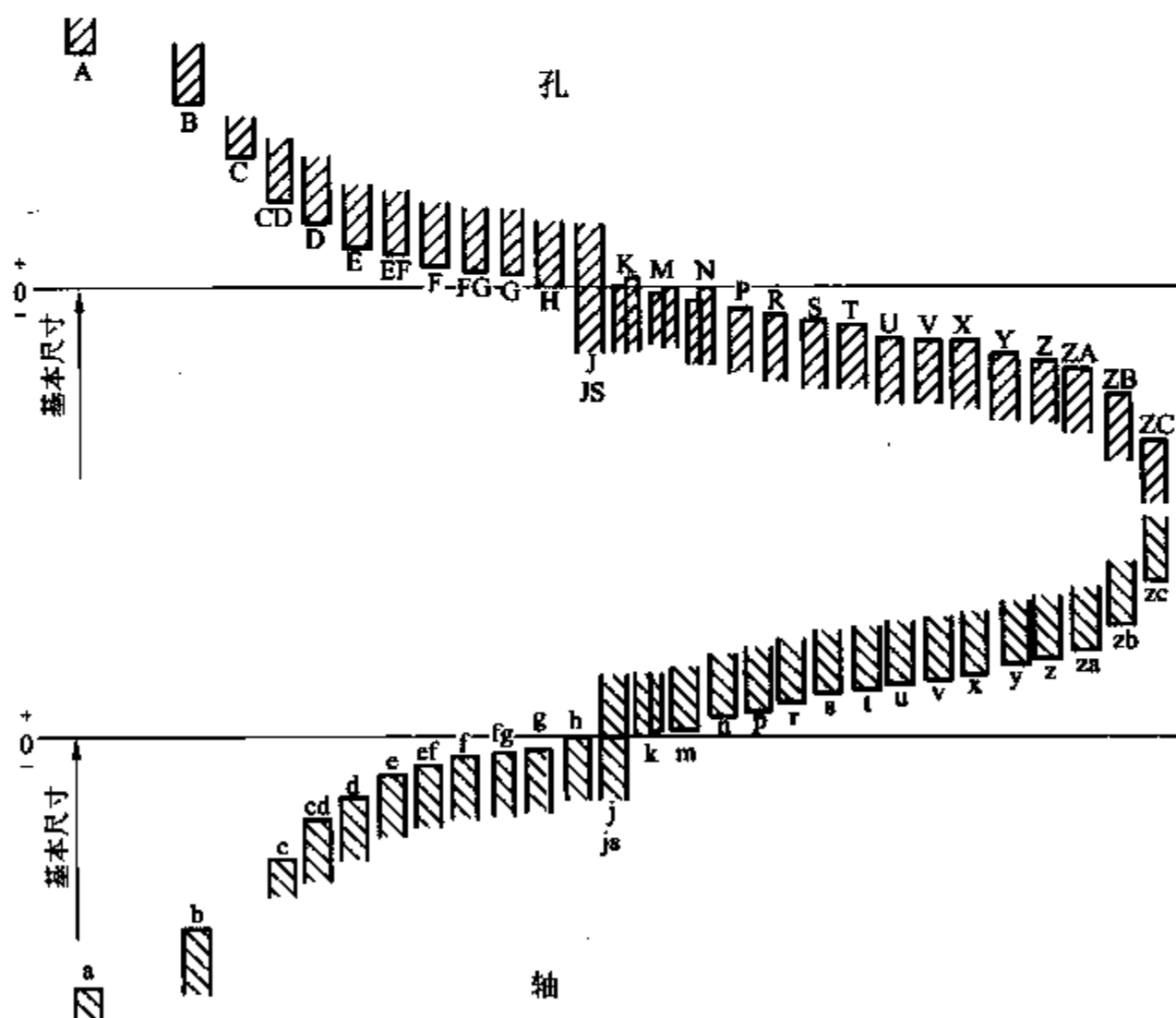


图 1 基本偏差系列

基本尺寸至 3150mm 的轴、孔的基本偏差数值见 GB/T 1800.3。

#### 1.2.2 上偏差代号

上偏差的代号,对孔用大写字母“ES”表示,对轴用小写字母“es”表示。

### 1.2.3 下偏差代号

下偏差的代号,对孔用大写字母“EI”表示,对轴用小写字母“ei”表示。

### 1.3 公差带的表示

公差带用基本偏差的字母和公差等级数字表示。

例如:H7 孔公差带; h7 轴公差带。

### 1.4 注公差尺寸的表示

注公差的尺寸用基本尺寸后跟所要求的公差带或(和)对应的偏差值表示。

例如:32H7;80js15;100g6;100 $\pm\frac{0.012}{0.034}$ ;100g6( $\pm\frac{0.01}{0.03}$ )。

当使用有限的字母组的装置传输信息时,例如电报,在标注前加注以下字母:

对孔为 H 或 h;对轴为 S 或 s。

例如:50H5 或为 H50H5 或 h50h5;50h6 或为 S50H6 或 s50h6。

这种表示方法不能在图样上使用。

### 1.5 配合的表示

配合用相同的基本尺寸后跟孔、轴公差带表示。孔、轴公差带写成分数形式,分子为孔公差带,分母为轴公差带。

例如:52H7/g6 或 52  $\frac{H7}{g6}$ 。

当使用有限的字母组的装置传输信息时,例如电报,在标注前加注以下字母:

对孔为 H 或 h;对轴为 S 或 s。

例如:52H7/g6 或为 H52H7/S52G6 或 h52h7/s52g6。

### 1.6 注公差尺寸的解释

#### 1.6.1 公差标注按 GB/T 4249《公差原则》

在图样上注明“公差原则按 GB/T 4249”的工件公差应按 1.6.1.1 和 1.6.1.2 解释。

1.6.1.1 线性尺寸公差:线性尺寸公差仅控制要素的局部实际尺寸(两点法测量),不控制要素本身的形状误差(如圆柱要素的圆度和轴线直线度误差或平行平面要素的平面度误差)。尺寸公差也不能控制单一要素的几何相关要素。

1.6.1.2 包容要求:结合零件具有配合功能的单一要素,不论是圆柱表面还是两平行表面,图样上应在其尺寸极限偏差或公差带代号之后加注符号“Ⓢ”。这表明尺寸和形状彼此相关,并且不能超越以工件最大实体尺寸形成的理想包容面。

#### 1.6.2 公差标注不按 GB/T 4249《公差原则》

在图样上未注明“公差原则按 GB/T 4249”的工件公差在规定的长度内应按下列方式解释。

a) 对孔:与实际孔表面内接的最大理想圆柱体直径应不小于孔的最大实体极限;孔上任何位置的最大直径应不超出孔的最小实体极限。

b) 对轴:与实际轴表面外接的最小理想圆柱体直径应不大于轴的最大实体极限;轴上任何位置的最小直径应不小于轴的最小实体极限。

上述解释意味着,如果工件处处位于最大实体极限,则该工件将具有理想的圆和直线,即理想圆柱。

除另有规定外,在上述要求的条件下,理想圆柱误差可达到给定的直径公差的全值。

注:在特殊情况下,由上述解释允许的最大形状误差可能太大,导致装配件不能达到令人满意的功能作用。

在此情况下,可对形状给定独立公差,如圆柱度和(或)直线度。

2 配合分类

配合分基孔制配合和基轴制配合。在一般情况下,优先选用基孔制配合。如有特殊需要,允许将任一孔、轴公差带组成配合。

配合有间隙配合、过渡配合和过盈配合。属于哪一种配合取决于孔、轴公差带的相互关系。  
基孔制(基轴制)配合中;  
基本偏差 a 至 h(A 至 H)用于间隙配合;  
基本偏差 j 至 zc(J 至 ZC)用于过渡配合和过盈配合。

3 基准温度

本极限与配合制规定的尺寸基准温度是 20℃。

4 图解表示

图 2 用图解表示了 GB/T 1800.1 中确定的主要术语。  
实际上,可使用如图 3 所示的示意图表示。通常工件的轴线始终位于图的下方(在图中不示出)。该图例中,孔的两个偏差均为正,轴的两个偏差均为负。

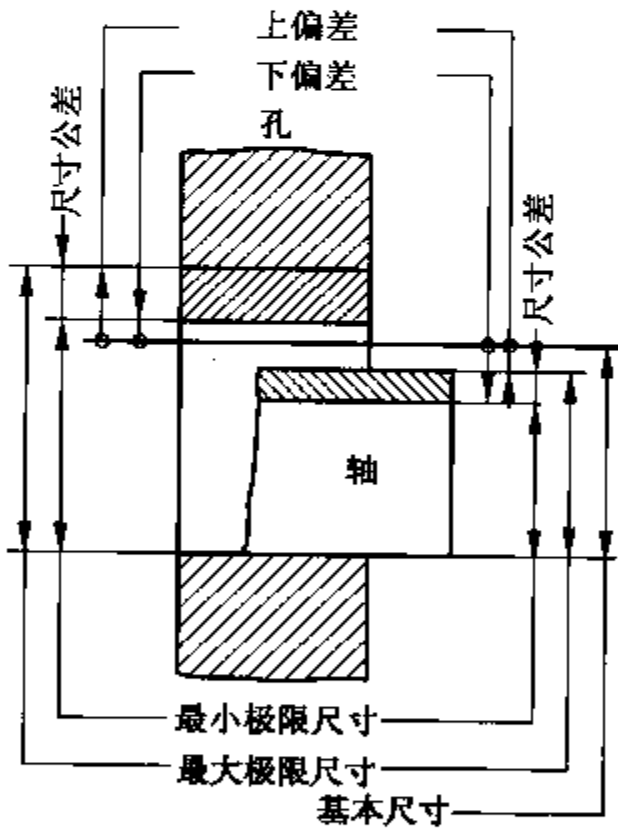


图 2 术语图解

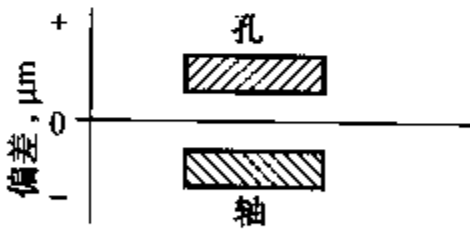


图 3 公差带示意图

本标准规定了极限与配合的标准公差和基本偏差数值表及其由来。应用本极限与配合时，表列数值是权威的。

本标准适用于圆柱及非圆柱形光滑工件的尺寸。

1 基本尺寸至3150mm 的标准公差

1.1 在 GB/T 1800.3 的附录 A(本标准略)中给出了计算标准公差的公式和数值修约规则。

1.2 基本尺寸至3150mm 的标准公差等级 IT1 至 IT18 的公差数值规定于表 1。

注：基本尺寸至 500mm 的标准公差等级 IT01 和 IT0 的公差数值在 GB/T 1800.3 的附录 A 中给出。

2 基本尺寸至3150mm的基本偏差

2.1 在 GB/T 1800.3 的附录 A 中给出了计算基本偏差的公式和数值修约规则。

2.2 轴的基本偏差(js 见 2.4)。轴的基本偏差 a 至 h 和 k 至 zc 及其“+”或“-”号见图 1 所示。轴的基本偏差数值规定于表 2。轴的另一个偏差,下偏差(ei)和上偏差(es)可由轴的基本偏差的标准公差(IT)求得(见图 1)。

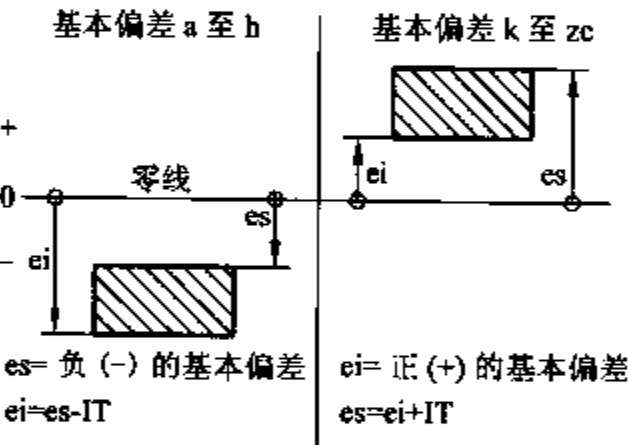


图 1 轴的偏差

表 1 标准公差数值

基本尺寸		标准公差等级																	
mm		IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
大于	至	μm											mm						
—	3	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0.1	0.14	0.25	0.4	0.6	1	1.4
3	6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30	48	75	0.12	0.18	0.3	0.48	0.75	1.2	1.8
6	10	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36	58	90	0.15	0.22	0.36	0.58	0.9	1.5	2.2
10	18	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0.18	0.27	0.43	0.7	1.1	1.8	2.7
18	30	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0.21	0.33	0.52	0.84	1.3	2.1	3.3
30	50	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0.25	0.39	0.62	1	1.6	2.5	3.9
50	80	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0.3	0.46	0.74	1.2	1.9	3	4.6

表 1(续)

基本尺寸 mm		标准公差等级																	
		IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
大于	至	μm												mm					
80	120	2.5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0.35	0.54	0.87	1.4	2.2	3.5	5.4
120	180	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0.4	0.63	1	1.6	2.5	4	6.3
180	250	4.5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0.46	0.72	1.15	1.85	2.9	4.6	7.2
250	315	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0.52	0.81	1.3	2.1	3.2	5.2	8.1
315	400	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0.57	0.89	1.4	2.3	3.6	5.7	8.9
400	500	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0.63	0.97	1.55	2.5	4	6.3	9.7
500	630	9	11	16	22	32	44	70	110	175	280	440	0.7	1.1	1.75	2.8	4.4	7	11
630	800	10	13	18	25	36	50	80	125	200	320	500	0.8	1.25	2	3.2	5	8	12.5
800	1000	11	15	21	28	40	56	90	140	230	360	560	0.9	1.4	2.3	3.6	5.6	9	14
1000	1250	13	18	24	33	47	66	105	165	260	420	660	1.05	1.65	2.6	4.2	6.6	10.5	16.5
1250	1600	15	21	29	39	55	78	125	195	310	500	780	1.25	1.95	3.1	5	7.8	12.5	19.5
1600	2000	18	25	35	46	65	92	150	230	370	600	920	1.5	2.3	3.7	6	9.2	15	23
2000	2500	22	30	41	55	78	110	175	280	440	700	1100	1.75	2.8	4.4	7	11	17.5	28
2500	3150	26	36	50	68	96	135	210	330	540	860	1350	2.1	3.3	5.4	8.6	13.5	21	33

注:1 基本尺寸大于 500mm 的 IT1 至 IT5 的标准公差数值为试行的。

2 基本尺寸小于或等于 1mm 时,无 IT14 至 IT18。

2.3 孔的基本偏差(JS 见 2.4)。孔的基本偏差 A 至 H 和 K 至 ZC 及其“+”或“-”号见图 2 所示。孔的基本偏差数值规定于表 3。孔的另一个偏差,上偏差(ES)和下偏差(EI)可由孔的基本偏差和标准公差(IT)求得(见图 2)。

2.4 基本偏差 js 和 JS。

基本偏差 js 和 JS 是标准公差(IT)带对称分布于零线的两侧(见图 3),即:

对 js:  $es = +\frac{IT}{2}$ ;  $ei = -\frac{IT}{2}$ ; 对 JS:  $ES = +\frac{IT}{2}$ ;  $EI = -\frac{IT}{2}$ 。

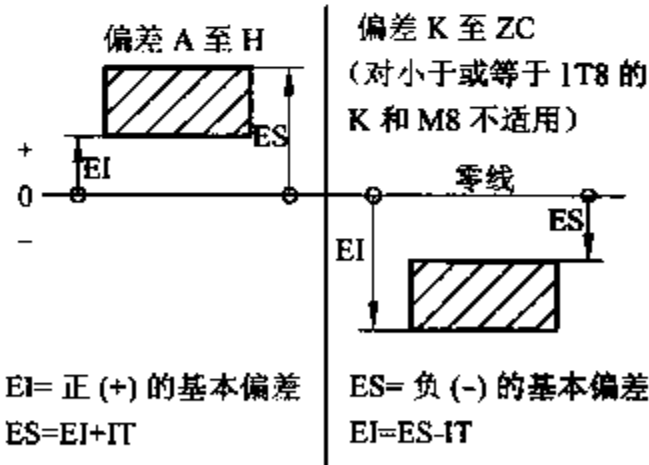


图 2 孔的偏差

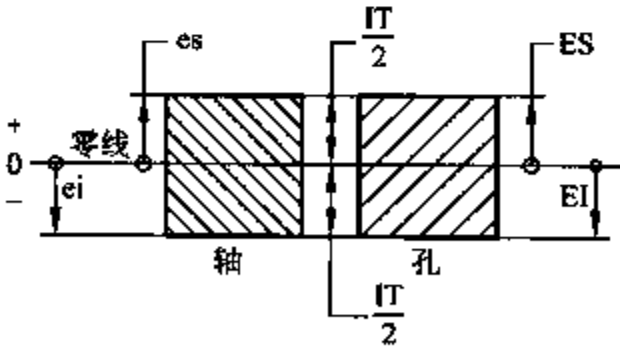


图 3 偏差 js 和 JS

2.5 基本偏差 j 和 J。大部分基本偏差 j 和 J 是标准公差(IT)带不对称分布于零线的两侧。



表 2 轴的基本偏差数值

基本尺寸 mm		基本偏差数值														
		上偏差 es, $\mu\text{m}$												下偏差 ei, $\mu\text{m}$		
		所有标准公差等级												IT5 至 IT6	IT7	IT8
														IT4 至 IT7	$\leq \text{IT3}$ $> \text{IT7}$	
大于	至	a	b	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	js	j	k	
—	3	-270	-140	-60	-34	-20	-14	-10	-6	-4	-2	0		-2	-4	0
3	6	-270	-140	-70	-46	-30	-20	-14	-10	-6	-4	0		-2	-4	0
6	10	-280	-150	-80	-56	-40	-25	-18	-13	-8	-5	0		-2	-5	0
10	14	-290	-150	-95		-50	-32		-16		-6	0		-3	-6	0
14	18														+1	0
18	24	-300	-160	-110		-65	-40		-20		-7	0		-4	-8	0
24	30														+2	0
30	40	-310	-170	-120		-80	-50		-25		-9	0		-5	-10	0
40	50	-320	-180	-130											+2	0
50	65	-340	-190	-140		-100	-60		-30		-10	0		-7	-12	0
65	80	-360	-200	-150											+2	0
80	100	-380	-220	-170		-120	-72		-36		-12	0		-9	-15	0
100	120	-410	-240	-180											+3	0
120	140	-460	-260	-200		-145	-85		-43		-14	0		-11	-18	0
140	160	-520	-280	-210											+3	0
160	180	-580	-310	-230		-170	-100		-50		-15	0		-13	-21	0
180	200	-660	-340	-240											+4	0
200	225	-740	-380	-260		-190	-110		-56		-17	0		-16	-26	0
225	250	-820	-420	-280											+4	0
250	280	-920	-480	-300		-210	-125		-62		-18	0		-18	-28	0
280	315	-1050	-540	-330											+4	0
315	355	-1200	-600	-360		-230	-135		-68		-20	0		-20	-32	0
355	400	-1350	-680	-400											+5	0
400	450	-1500	-760	-440		-260	-145		-76		-22	0			0	0
450	500	-1650	-840	-480											0	0
500	560					-290	-160		-80		-24	0			0	0
560	630														0	0
630	710					-320	-170		-86		-26	0			0	0
710	800														0	0
800	900					-350	-195		-98		-28	0			0	0
900	1000														0	0
1000	1120					-390	-220		-110		-30	0			0	0
1120	1250														0	0
1250	1400					-430	-240		-120		-32	0			0	0
1400	1600														0	0
1600	1800					-480	-260		-130		-34	0			0	0
1800	2000														0	0
2000	2240					-520	-290		-145		-38	0			0	0
2240	2500														0	0
2500	2800														0	0
2800	3150														0	0

偏差 =  $\pm \frac{IT_n}{2}$ , 式中  $IT_n$  是 IT 值数

表 2(续)

基本尺寸 mm		基本偏差数值													
		下偏差 $e_i, \mu\text{m}$													
		所有标准公差等级													
大于	至	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc
—	3	+2	+4	+6	+10	+14		+18		+20		+26	+32	+40	+60
3	6	+4	+8	+12	+15	+19		+23		+28		+35	+42	+50	+80
6	10	+6	+10	+15	+19	+23		+28		+34		+42	+52	+67	+97
10	14	+7	+12	+18	+23	+28		+33		+40		+50	+64	+90	+130
14	18								+39						
18	24	+8	+15	+22	+28	+35		+41	+47	+54	+63	+73	+98	+136	+188
24	30						+41								
30	40	+9	+17	+26	+34	+43	+48	+60	+68	+80	+94	+112	+148	+200	+274
40	50						+54	+70	+81	+97	+114	+136	+180	+242	+325
50	65	+11	+20	+32	+41	+53	+66	+87	+102	+122	+144	+172	+226	+300	+405
65	80				+43	+59	+75	+102	+120	+146	+174	+210	+274	+360	+480
80	100	+13	+33	+37	+51	+71	+91	+124	+146	+178	+214	+258	+335	+445	+585
100	120				+54	+79	+104	+144	+172	+210	+254	+310	+400	+525	+690
120	140	+15	+27	+43	+63	+92	+122	+170	+202	+248	+300	+365	+470	+620	+800
140	160				+65	+100	+134	+190	+228	+280	+340	+415	+535	+700	+900
160	180				+68	+108	+146	+210	+252	+310	+380	+465	+600	+780	+1000
180	200	+17	31	+50	+77	+122	+166	+236	+284	+350	+425	+520	+670	+880	+1150
200	225				+80	+130	+180	+258	+310	+385	+470	+575	+740	+960	+1250
225	250				+84	+140	+196	+284	+340	+425	+520	+640	+820	+1050	+1350
250	280	+20	+34	+56	+94	+158	+218	+315	+385	+475	+580	+710	+920	+1200	+1550
280	315				+98	+170	+240	+350	+425	+525	+650	+790	+1000	+1300	+1700
315	355	+21	+37	+62	+108	+190	+268	+390	+475	+590	+730	+900	+1150	+1500	+1900
355	400				+114	+208	+294	+435	+530	+660	+820	+1000	+1300	+1650	+2100
400	450	+23	+40	+68	+126	+232	+330	+490	+595	+740	+920	+1100	+1450	+1850	+2400
450	500				+132	+252	+360	+540	+660	+820	+1000	+1250	+1600	+2100	+2600
500	560	+26	+44	+78	+150	+280	+400	+600							
560	630				+155	+310	+450	+660							
630	710	+30	+50	+88	+175	+340	+500	+740							
710	800				+185	+380	+560	+840							
800	900	+34	+56	+100	+210	+430	+620	+940							
900	1000				+220	+470	+680	+1050							
1000	1120	+40	+66	+120	+250	+520	+780	+1150							
1120	1250				+260	+580	+840	+1300							
1250	1400	+48	+78	+140	+300	+640	+960	+1450							
1400	1600				+330	+720	+1050	+1600							
1600	1800	+58	+92	+170	+370	+820	+1200	+1850							
1800	2000				+400	+920	+1350	+2000							
2000	2240	+68	+110	+195	+440	+1000	+1500	+2300							
2240	2500				+460	+1100	+1650	+2500							
2500	2800	+76	+135	+240	+550	+1250	+1900	+2900							
2800	3150				+580	+1400	+2100	+3200							

注:1 基本尺寸小于或等于 1mm 时,基本偏差 a 和 b 均不采用。

2 公差带 js7 至 js11,若  $IT_n$  值数是奇数,则取偏差  $= \pm \frac{IT_n - 1}{2}$ 。

表 3 孔的基本偏差数值

基本尺寸 mm		基本偏差数值																	
		下偏差 EI, $\mu\text{m}$												上偏差 ES, $\mu\text{m}$					
		所有标准公差等级												IT6	IT7	IT8	$\leq \text{IT8}$	$> \text{IT8}$	$\leq \text{IT8}$
大于	至	A	B	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	JS	J			K		M
—	3	+270	+140	+60	+34	+20	+14	+10	+6	+4	+2	0	偏差 = $\pm \frac{\text{IT}_n}{2}$ , 式中 $\text{IT}_n$ 是 IT 值数	+2	+4	+6	0	0	-2
3	6	+270	+140	+70	+46	+30	+20	+14	+10	+6	+4	0		+5	+6	+10	-1+ $\Delta$		-4+ $\Delta$
6	10	+280	+150	+80	+56	+40	+25	+18	+13	+8	+5	0		+5	+8	+12	-1+ $\Delta$		-6+ $\Delta$
10	14	+290	+150	+95		+50	+32		+16		+6	0		+6	+10	+15	-1+ $\Delta$		-7+ $\Delta$
14	18													+6	+10	+15	-1+ $\Delta$		-7+ $\Delta$
18	24	+300	+160	+110		+65	+40		+20		+7	0		+8	+12	+20	-2+ $\Delta$		-8+ $\Delta$
24	30													+8	+12	+20	-2+ $\Delta$		-8+ $\Delta$
30	40	+310	+170	+120		+80	+50		+25		+9	0		+10	+14	+24	-2+ $\Delta$		-9+ $\Delta$
40	50	+320	+180	+130										+10	+14	+24	-2+ $\Delta$		-9+ $\Delta$
50	65	+340	+190	+140		+100	+60		+30		+10	0		+13	+18	+28	-2+ $\Delta$		-11+ $\Delta$
65	80	+360	+200	+150										+16	+22	+34	-3+ $\Delta$		-13+ $\Delta$
80	100	+380	+220	+170		+120	+72		+36		+12	0		+16	+22	+34	-3+ $\Delta$		-13+ $\Delta$
100	120	+410	+240	+180										+18	+26	+41	-3+ $\Delta$		-15+ $\Delta$
120	140	+460	+260	+200		+145	+85		+43		+14	0		+18	+26	+41	-3+ $\Delta$		-15+ $\Delta$
140	160	+520	+280	+210										+22	+30	+47	-4+ $\Delta$		-17+ $\Delta$
160	180	+580	+310	+230		+170	+100		+50		+15	0		+22	+30	+47	-4+ $\Delta$		-17+ $\Delta$
180	200	+660	+340	+240										+25	+36	+55	-4+ $\Delta$		-20+ $\Delta$
200	225	+740	+380	+260		+190	+110		+56		+17	0		+25	+36	+55	-4+ $\Delta$		-20+ $\Delta$
225	250	+820	+420	+280										+29	+39	+60	-4+ $\Delta$		-21+ $\Delta$
250	280	+920	+480	+300		+210	+125		+62		+18	0		+29	+39	+60	-4+ $\Delta$		-21+ $\Delta$
280	315	+1050	+540	+330										+33	+43	+66	-5+ $\Delta$		-23+ $\Delta$
315	355	+1200	+600	+360		+230	+135		+68		+20	0		+33	+43	+66	-5+ $\Delta$		-23+ $\Delta$
355	400	+1350	+680	+400															
400	450	+1500	+760	+440		+260	+145		+76		+22	0					0		-26
450	500	+1650	+840	+480															
500	560					+290	+160		+80		+24	0					0		-30
560	630																		
630	710					+320	+170		+86		+26	0					0		-34
710	800																		
800	900					+350	+195		+98		+28	0				0		-40	
900	1000																		
1000	1120					+390	+220		+110		+30	0				0		-48	
1120	1250																		
1250	1400					+430	+240		+120		+32	0				0		-58	
1400	1600																		
1600	1800					+480	+260		+130		+34	0				0		-68	
1800	2000																		
2000	2240					+520	+290		+145		+38	0				0		-76	
2240	2500																		
2500	2800																		
2800	3150																		

偏差 =  $\pm \frac{\text{IT}_n}{2}$ , 式中 IT<sub>n</sub> 是 IT 值数

表 3(续)

基本尺寸 mm		基本偏差数值															Δ 值						
		上偏差 ES, μm																					
		>IT8	≤IT8	>IT8	≤IT7	标准公差等级大于 IT7											标准公差等级						
大于	至	M	N		P 至 ZC	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z	ZA	ZB	ZC	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8
—	3	-2	-4	-4	在大于 IT7 的相应数值上增加一个 Δ 值	-6	-10	-14		-18		-20		-26	-32	-40	-60	0	0	0	0	0	0
3	6	-4	-8+Δ	0		-12	-15	-19		-23		-28		-35	-42	-50	-80	1	1.5	1	3	4	6
6	10	-6	-10+Δ	0		-15	-19	-23		-28		-34		-42	-52	-67	-97	1	1.5	2	3	6	7
10	14	-7	-12+	0		-18	-23	-28		-33		-40		-50	-64	-90	-130	1	2	3	3	7	9
14	18		Δ							-39	-45		-60	-77	-106	-150							
18	24	-8	-15+	0		-22	-28	-35		-41	-47	-54	-63	-73	-98	-136	-188	1.5	2	3	4	8	12
24	30		Δ						-41	-48	-55	-64	-75	-88	-118	-160	-218						
30	40	-9	-17+	0		-26	-34	-43		-48	-60	-68	-80	-94	-112	-148	-200	1.5	3	4	5	9	14
40	50		Δ						-54	-70	-81	-97	-114	-136	-180	-242	-325						
50	65	-11	-20+	0		-32	-41	-53	-66	-87	-102	-122	-144	-172	-226	-300	-406	2	3	5	6	11	16
65	80		Δ						-63	-75	-102	-120	-146	-174	-210	-274	-360						
80	100	-13	-23+	0		-37	-51	-71	-91	-124	-146	-178	-214	-258	-336	-445	-586	2	4	5	7	13	19
100	120		Δ						-54	-79	-104	-144	-172	-210	-254	-310	-400						
120	140								-63	-92	-122	-170	-202	-248	-300	-366	-470						
140	160	-15	-27+	0		-43	-65	-100	-134	-190	-228	-280	-340	-415	-535	-700	-900	3	4	6	7	15	23
160	180		Δ						-68	-108	-146	-210	-252	-310	-380	-465	-600						
180	200								-77	-122	-166	-236	-284	-350	-425	-520	-670						
200	225	-17	-31+	0		-50	-80	-130	-180	-258	-310	-385	-470	-575	-740	-960	-1250	3	4	6	9	17	26
225	250		Δ						-84	-140	-196	-284	-340	-425	-520	-640	-800						
250	280	-20	-34+	0		-56	-94	-158	-218	-315	-385	-475	-580	-710	-920	-1200	-1550	4	4	7	9	20	29
280	315		Δ						-98	-170	-240	-350	-425	-525	-650	-790	-1000						
315	355	-21	-37+	0		-62	-108	-190	-268	-390	-475	-590	-730	-900	-1150	-1500	-1900	4	5	7	11	21	32
355	400		Δ						-114	-208	-294	-435	-530	-660	-820	-1000	-1300						
400	450	-23	-40+	0		-68	-126	-232	-330	-490	-595	-740	-920	-1100	-1450	-1850	-2400	5	5	7	13	23	34
450	500		Δ						-132	-252	-360	-540	-660	-820	-1000	-1250	-1600						
500	560	-26				-78	-150	-280	-400	-600													
560	630		-44				-155	-310	-450	-660													
630	710	-30				-88	-175	-340	-500	-740													
710	800		-50			-185	-380	-560	-840														
800	900	-34			-100	-210	-430	-620	-940														
900	1000		-56			-220	-470	-680	-1050														
1000	1120	-40			-120	-250	-520	-780	-1150														
1120	1250		-66			-260	-580	-840	-1300														
1250	1400	-48			-140	-300	-640	-960	-1450														
1400	1600		-78			-330	-720	-1050	-1600														
1600	1800	-58			-170	-370	-820	-1200	-1850														
1800	2000		-92			-400	-920	-1350	-2000														
2000	2240	-68			-195	-440	-1000	-1500	-2300														
2240	2500		-110			-460	-1100	-1650	-2500														
2500	2800	-76			-240	-550	-1250	-1900	-2900														
2800	3150		-135			-580	-1400	-2100	-3200														

注:1 基本尺寸小于或等于 1mm 时,基本偏差 A 和 B 及大于 IT8 的 N 均不采用。

2 公差带 JS7 至 JS11,若  $IT_n$  值数是奇数,则取偏差 =  $\pm \frac{IT_n - 1}{2}$ 。

3 对小于或等于 IT8 的 K、M、N 和小于或等于 IT7 的 P 至 ZC,所需 Δ 值从表内右侧选取。

例如:18~30mm 段的 K7:Δ=8μm,所以 ES=-2+8=+6μm

18~30mm 段的 S6:Δ=4μm,所以 ES=-35+4=-31μm

4 特殊情况:250~315mm 段的 M6,ES=-9μm(代替 -11μm)。

# 极限与配合 标准公差等级 和孔、轴的极限偏差表

根据 GB/T 1800.4—1999

本标准的表 1 为标准公差数值,同 GB/T 1800.3 的表 1。

表 2 孔 A、B 和 C 的极限偏差

μm

基本尺寸 mm		A					B						C						
大于	至	9	10	11	12	13	8	9	10	11	12	13	8	9	10	11	12	13	
—	3	+295	+310	+330	+370	+410	+154	+165	+180	+200	+240	+280	+74	+85	+100	+120	+160	+200	
		+270	+270	+270	+270	+270	+140	+140	+140	+140	+140	+140	+140	+60	+60	+60	+60	+60	+60
3	6	+300	+318	+345	+390	+450	+158	+170	+188	+215	+260	+320	+88	+100	+118	+145	+190	+250	
		+270	+270	+270	+270	+270	+140	+140	+140	+140	+140	+140	+140	+70	+70	+70	+70	+70	+70
6	10	+316	+338	+370	+430	+500	+172	+186	+208	+240	+300	+370	+102	+116	+138	+170	+230	+300	
		+280	+280	+280	+280	+280	+150	+150	+150	+150	+150	+150	+150	+80	+80	+80	+80	+80	+80
10	18	+333	+360	+400	+470	+560	+177	+193	+220	+260	+330	+420	+122	+138	+165	+205	+275	+365	
		+290	+290	+290	+290	+290	+150	+150	+150	+150	+150	+150	+150	+95	+95	+95	+95	+95	+95
18	30	+352	+384	+430	+510	+630	+193	+212	+244	+290	+370	+490	+143	+162	+194	+240	+320	+440	
		+300	+300	+300	+300	+300	+160	+160	+160	+160	+160	+160	+160	+110	+110	+110	+110	+110	+110
30	40	+372	+410	+470	+560	+700	+209	+232	+270	+330	+420	+560	+159	+182	+220	+280	+370	+510	
		+310	+310	+310	+310	+310	+170	+170	+170	+170	+170	+170	+170	+120	+120	+120	+120	+120	+120
40	50	+382	+420	+480	+570	+710	+219	+242	+280	+340	+430	+570	+169	+192	+230	+290	+380	+520	
		+320	+320	+320	+320	+320	+180	+180	+180	+180	+180	+180	+180	+130	+130	+130	+130	+130	+130
50	65	+414	+460	+530	+640	+800	+236	+264	+310	+380	+490	+650	+186	+214	+260	+330	+440	+600	
		+340	+340	+340	+340	+340	+190	+190	+190	+190	+190	+190	+190	+140	+140	+140	+140	+140	+140
65	80	+434	+480	+550	+660	+820	+246	+274	+320	+390	+500	+660	+196	+224	+270	+340	+450	+610	
		+360	+360	+360	+360	+360	+200	+200	+200	+200	+200	+200	+200	+150	+150	+150	+150	+150	+150
80	100	+467	+520	+600	+730	+920	+274	+307	+360	+440	+570	+760	+224	+257	+310	+390	+520	+710	
		+380	+380	+380	+380	+380	+220	+220	+220	+220	+220	+220	+220	+170	+170	+170	+170	+170	+170
100	120	+497	+550	+630	+760	+950	+294	+327	+380	+460	+590	+780	+234	+267	+320	+400	+530	+720	
		+410	+410	+410	+410	+410	+240	+240	+240	+240	+240	+240	+240	+180	+180	+180	+180	+180	+180
120	140	+560	+620	+710	+860	+1090	+323	+360	+420	+510	+660	+890	+263	+300	+360	+450	+600	+830	
		+460	+460	+460	+460	+460	+260	+260	+260	+260	+260	+260	+260	+200	+200	+200	+200	+200	+200
140	160	+620	+680	+770	+920	+1150	+343	+380	+440	+530	+680	+910	+273	+310	+370	+460	+610	+840	
		+520	+520	+520	+520	+520	+280	+280	+280	+280	+280	+280	+280	+210	+210	+210	+210	+210	+210
160	180	+680	+740	+830	+980	+1210	+373	+410	+470	+560	+710	+940	+293	+330	+390	+480	+630	+860	
		+580	+580	+580	+580	+580	+310	+310	+310	+310	+310	+310	+310	+230	+230	+230	+230	+230	+230
180	200	+775	+845	+950	+1120	+1380	+412	+455	+525	+630	+800	+1060	+312	+355	+425	+530	+700	+960	
		+660	+660	+660	+660	+660	+340	+340	+340	+340	+340	+340	+340	+240	+240	+240	+240	+240	+240
200	225	+855	+925	+1080	+1200	+1460	+452	+495	+565	+670	+840	+1100	+332	+375	+445	+550	+720	+980	
		+740	+740	+740	+740	+740	+380	+380	+380	+380	+380	+380	+380	+260	+260	+260	+260	+260	+260
225	250	+935	+1005	+1110	+1280	+1540	+492	+535	+605	+710	+880	+1140	+352	+395	+465	+570	+740	+1000	
		+820	+820	+820	+820	+820	+420	+420	+420	+420	+420	+420	+420	+280	+280	+280	+280	+280	+280

表 2(续)

 $\mu\text{m}$ 

基本尺寸 mm		A					B						C					
大于	至	9	10	11	12	13	8	9	10	11	12	13	8	9	10	11	12	13
250	280	+1050 +920	+1130 +920	+1240 +920	+1440 +920	+1730 +920	+561 +480	+610 +480	+690 +480	+800 +480	+1000 +480	+1290 +480	+381 +300	+430 +300	+510 +300	+620 +300	+820 +300	+1110 +300
280	315	+1180 +1080	+1260 +1080	+1370 +1080	+1570 +1080	+1860 +1080	+621 +540	+670 +540	+750 +540	+860 +540	+1060 +540	+1350 +540	+411 +330	+460 +330	+540 +330	+650 +330	+850 +330	+1140 +330
315	355	+1340 +1200	+1430 +1200	+1560 +1200	+1770 +1200	+2000 +1200	+689 +600	+740 +600	+830 +600	+960 +600	+1170 +600	+1490 +600	+449 +360	+500 +360	+590 +360	+720 +360	+930 +360	+1250 +360
355	400	+1490 +1350	+1580 +1350	+1710 +1350	+1920 +1350	+2240 +1350	+769 +680	+820 +680	+910 +680	+1040 +680	+1250 +680	+1570 +680	+489 +400	+540 +400	+630 +400	+760 +400	+970 +400	+1290 +400
400	450	+1655 +1500	+1750 +1500	+1900 +1500	+2130 +1500	+2470 +1500	+857 +760	+915 +760	+1010 +760	+1160 +760	+1390 +760	+1730 +760	+537 +440	+595 +440	+690 +440	+840 +440	+1070 +440	+1410 +440
450	500	+1805 +1650	+1900 +1650	+2080 +1650	+2280 +1650	+2620 +1650	+937 +840	+995 +840	+1090 +840	+1240 +840	+1470 +840	+1810 +840	+577 +480	+635 +480	+730 +480	+880 +480	+1110 +480	+1450 +480

注:基本尺寸小于 1mm 时,各级的 A 和 B 均不采用。

表 3 孔 CD、D 和 E 的极限偏差

 $\mu\text{m}$ 

基本尺寸 mm		CD					D									E					
大于	至	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10	11	12	13	5	6	7	8	9	10	
—	3	+40	+44	+48	+59	+74	+26	+30	+34	+45	+60	+80	+120	+160	+18	+20	+24	+28	+39	+54	
		+34	+34	+34	+34	+34	+20	+20	+20	+20	+20	+20	+20	+20	+20	+14	+14	+14	+14	+14	+14
3	6	+54	+58	+64	+76	+94	+38	+42	+48	+60	+78	+105	+150	+210	+25	+28	+32	+38	+50	+68	
		+46	+46	+46	+46	+46	+30	+30	+30	+30	+30	+30	+30	+30	+30	+20	+20	+20	+20	+20	+20
6	10	+65	+71	+78	+92	+114	+49	+55	+62	+76	+98	+130	+190	+260	+31	+34	+40	+47	+61	+83	
		+56	+56	+56	+56	+56	+40	+40	+40	+40	+40	+40	+40	+40	+40	+25	+25	+25	+25	+25	+25
10	18						+61	+68	+77	+93	+120	+160	+230	+320	+40	+43	+50	+59	+75	+102	
							+50	+50	+50	+50	+50	+50	+50	+50	+50	+32	+32	+32	+32	+32	+32
18	30						+78	+86	+98	+117	+149	+195	+275	+395	+49	+53	+61	+73	+92	+124	
							+65	+65	+65	+65	+65	+65	+65	+65	+65	+40	+40	+40	+40	+40	+40
30	50						+96	+105	+119	+142	+180	+240	+330	+470	+61	+66	+75	+89	+112	+150	
							+80	+80	+80	+80	+80	+80	+80	+80	+80	+50	+50	+50	+50	+50	+50
50	80						+119	+130	+146	+174	+220	+290	+400	+560	+73	+79	+90	+106	+134	+180	
							+100	+100	+100	+100	+100	+100	+100	+100	+100	+60	+60	+60	+60	+60	+60
80	120						+142	+155	+174	+207	+260	+340	+470	+660	+87	+94	+107	+125	+159	+212	
							+120	+120	+120	+120	+120	+120	+120	+120	+120	+72	+72	+72	+72	+72	+72
120	180						+170	+185	+208	+245	+305	+395	+545	+775	+103	+110	+125	+148	+185	+245	
							+145	+145	+145	+145	+145	+145	+145	+145	+145	+85	+85	+85	+85	+85	+85
180	250						+199	+216	+242	+285	+355	+460	+630	+890	+120	+129	+146	+172	+215	+285	
							+170	+170	+170	+170	+170	+170	+170	+170	+170	+100	+100	+100	+100	+100	+100

表 3(续) μm

基本尺寸 mm		CD					D										E				
大于	至	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10	11	12	13	5	6	7	8	9	10	
250	315						+222 +190	+242 +190	+271 +190	+320 +190	+400 +190	+510 +190	+710 +190	+1000 +190	+133 +110	+142 +110	+162 +110	+191 +110	+240 +110	+320 +110	
315	400						+246 +210	+267 +210	+299 +210	+350 +210	+440 +210	+570 +210	+780 +210	+1100 +210	+150 +125	+161 +125	+182 +125	+214 +125	+265 +125	+355 +125	
400	500						+270 +230	+293 +230	+327 +230	+385 +230	+480 +230	+630 +230	+860 +230	+1200 +230	+162 +135	+175 +135	+198 +135	+232 +135	+290 +135	+385 +135	
500	630						+304 +260	+330 +260	+370 +260	+435 +260	+540 +260	+700 +260	+960 +260	+1360 +260		+189 +145	+215 +145	+255 +145	+320 +145	+425 +145	
630	800						+340 +290	+370 +290	+415 +290	+490 +290	+610 +290	+790 +290	+1090 +290	+1540 +290		+210 +160	+240 +160	+285 +160	+360 +160	+480 +160	
800	1000						+376 +320	+410 +320	+460 +320	+550 +320	+680 +320	+880 +320	+1220 +320	+1720 +320		+226 +170	+260 +170	+310 +170	+400 +170	+530 +170	
1000	1250						+416 +350	+455 +350	+515 +350	+610 +350	+770 +350	+1010 +350	+1400 +350	+2000 +350		+261 +195	+300 +195	+360 +195	+455 +195	+615 +195	
1250	1600						+468 +390	+515 +390	+585 +390	+700 +390	+890 +390	+1170 +390	+1640 +390	+2340 +390		+298 +220	+345 +220	+415 +220	+530 +220	+720 +220	
1600	2000						+522 +430	+580 +430	+660 +430	+800 +430	+1030 +430	+1350 +430	+1930 +430	+2730 +430		+332 +240	+390 +240	+470 +240	+610 +240	+840 +240	
2000	2500						+590 +480	+655 +480	+760 +480	+920 +480	+1180 +480	+1580 +480	+2230 +480	+3280 +480		+370 +260	+435 +260	+540 +260	+700 +260	+960 +260	
2500	3150						+655 +520	+730 +520	+850 +520	+1060 +520	+1380 +520	+1870 +520	+2620 +520	+3820 +520		+425 +290	+500 +290	+620 +290	+830 +290	+1150 +290	

注：各级的 CD 主要用于精密机械和钟表制造业。

表 4 孔 EF 和 F 的极限偏差 μm

基本尺寸 mm		EF								F							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	10
—	3	+12 +10	+13 +10	+14 +10	+16 +10	+20 +10	+24 +10	+35 +10	+50 +10	+8 +6	+9 +6	+10 +6	+12 +6	+16 +6	+20 +6	+31 +6	+46 +6
3	6	+16.5 +14	+18 +14	+19 +14	+22 +14	+26 +14	+32 +14	+44 +14	+62 +14	+12.5 +10	+14 +10	+15 +10	+18 +10	+22 +10	+28 +10	+40 +10	+58 +10
6	10	+20.5 +18	+22 +18	+24 +18	+27 +18	+33 +18	+40 +18	+54 +18	+76 +18	+15.5 +13	+17 +13	+19 +13	+22 +13	+28 +13	+35 +13	+49 +13	+71 +13
10	18									+19 +16	+21 +16	+24 +16	+27 +16	+34 +16	+43 +16	+59 +16	+86 +16
18	30									+24 +20	+26 +20	+29 +20	+33 +20	+41 +20	+53 +20	+72 +20	+104 +20
30	50									+29 +25	+32 +25	+36 +25	+41 +25	+50 +25	+64 +25	+87 +25	+125 +25

表 4(续)

 $\mu\text{m}$ 

基本尺寸 mm		EF								F							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	10
50	80											+43 +30	+49 +30	+60 +30	+76 +30	+104 +30	
80	120											+51 +36	+58 +36	+71 +36	+90 +36	+123 +36	
120	180											+61 +43	+68 +43	+83 +43	+106 +43	+143 +43	
180	250											+70 +50	+79 +50	+96 +50	+122 +50	+165 +50	
250	315											+79 +56	+88 +56	+108 +56	+137 +56	+186 +56	
315	400											+87 +62	+98 +62	+119 +62	+151 +62	+202 +62	
400	500											+95 +68	+108 +68	+131 +68	+165 +68	+223 +68	
500	630												+120 +76	+146 +76	+186 +76	+251 +76	
630	800												+130 +80	+160 +80	+205 +80	+280 +80	
800	1000												+142 +86	+176 +86	+226 +86	+316 +86	
1000	1250												+164 +98	+203 +98	+263 +98	+358 +98	
1250	1600												+188 +110	+235 +110	+305 +110	+420 +110	
1600	2000												+212 +120	+270 +120	+350 +120	+490 +120	
2000	2500												+240 +130	+305 +130	+410 +130	+570 +130	
2500	3150												+280 +145	+355 +145	+475 +145	+685 +145	

注:各级的 EF 主要用于精密机械和钟表制造业。

表 5 孔 FG 和 G 的极限偏差

 $\mu\text{m}$ 

基本尺寸 mm		FG								G							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	10
—	3	+6 +4	+7 +4	+8 +4	+10 +4	+14 +4	+18 +4	+29 +4	+44 +4	+4 +2	+5 +2	+6 +2	+8 +2	+12 +2	+16 +2	+27 +2	+42 +2
3	6	+8.5 +6	+10 +6	+11 +6	+14 +6	+18 +6	+24 +6	+36 +6	+54 +6	+6.5 +4	+8 +4	+9 +4	+12 +4	+16 +4	+22 +4	+34 +4	+52 +4



表 5(续)

μm

基本尺寸 mm		FG								G							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	10
6	10	+10.5 +8	+12 +8	+14 +8	+17 +8	+23 +8	+30 +8	+44 +8	+66 +8	+7.5 +5	+9 +5	+11 +5	+14 +5	+20 +5	+27 +5	+41 +5	+63 +5
10	18									+9 +6	+11 +6	+14 +6	+17 +6	+24 +6	+33 +6	+49 +6	+76 +6
18	30									+11 +7	+13 +7	+16 +7	+20 +7	+28 +7	+40 +7	+59 +7	+91 +7
30	50									+13 +9	+16 +9	+20 +9	+25 +9	+34 +9	+48 +9	+71 +9	+109 +9
50	80											+23 +10	+29 +10	+40 +10	+56 +10		
80	120											+27 +12	+34 +12	+47 +12	+66 +12		
120	180											+32 +14	+39 +14	+54 +14	+77 +14		
180	250											+35 +15	+44 +15	+61 +15	+87 +15		
250	315											+40 +17	+49 +17	+69 +17	+98 +17		
315	400											+43 +18	+54 +18	+75 +18	+107 +18		
400	500											+47 +20	+60 +20	+83 +20	+117 +20		
500	630												+66 +22	+92 +22	+132 +22		
630	800												+74 +24	+104 +24	+149 +24		
800	1000												+82 +26	+116 +26	+166 +26		
1000	1250												+94 +28	+133 +28	+193 +28		
1250	1600												+108 +30	+155 +30	+225 +30		
1600	2000												+124 +32	+182 +32	+262 +32		
2000	2500												+144 +34	+209 +34	+314 +34		
2500	3150												+173 +38	+248 +38	+368 +38		

注:各级的 FG 主要用于精密机械和钟表制造业。

表 6 孔 H 的极限偏差

基本尺寸 mm		H																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
		偏差																	
大于	至	mm																	
		μm																	
—	3	+0.8 0	+1.2 0	+2 0	+3 0	+4 0	+6 0	+10 0	+14 0	+25 0	+40 0	+60 0	+0.1 0	+0.14 0	+0.25 0	+0.4 0	+0.6 0		
3	6	+1 0	+1.5 0	+2.5 0	+4 0	+5 0	+8 0	+12 0	+18 0	+30 0	+48 0	+75 0	+0.12 0	+0.18 0	+0.3 0	+0.48 0	+0.75 0	+1.2 0	+1.8 0
6	10	+1 0	+1.5 0	+2.5 0	+4 0	+6 0	+9 0	+15 0	+22 0	+36 0	+58 0	+90 0	+0.15 0	+0.22 0	+0.36 0	+0.58 0	+0.9 0	+1.5 0	+2.2 0
10	18	+1.2 0	+2 0	+3 0	+5 0	+8 0	+11 0	+18 0	+27 0	+43 0	+70 0	+110 0	+0.18 0	+0.27 0	+0.43 0	+0.7 0	+1.1 0	+1.8 0	+2.7 0
18	30	+1.5 0	+2.5 0	+4 0	+6 0	+9 0	+13 0	+21 0	+33 0	+52 0	+84 0	+130 0	+0.21 0	+0.33 0	+0.52 0	+0.84 0	+1.3 0	+2.1 0	+3.3 0
30	50	+1.5 0	+2.5 0	+4 0	+7 0	+11 0	+16 0	+25 0	+39 0	+62 0	+100 0	+160 0	+0.25 0	+0.39 0	+0.62 0	+1 0	+1.6 0	+2.5 0	+3.9 0
50	80	+2 0	+3 0	+5 0	+8 0	+13 0	+19 0	+30 0	+46 0	+74 0	+120 0	+190 0	+0.3 0	+0.46 0	+0.74 0	+1.2 0	+1.9 0	+3 0	+4.6 0
80	120	+2.5 0	+4 0	+6 0	+10 0	+15 0	+22 0	+35 0	+54 0	+87 0	+140 0	+220 0	+0.35 0	+0.54 0	+0.87 0	+1.4 0	+2.2 0	+3.5 0	+5.4 0
120	180	+3.5 0	+5 0	+8 0	+12 0	+18 0	+25 0	+40 0	+63 0	+100 0	+160 0	+250 0	+0.4 0	+0.63 0	+1 0	+1.6 0	+2.5 0	+4 0	+6.3 0
180	250	+4.5 0	+7 0	+10 0	+14 0	+20 0	+29 0	+46 0	+72 0	+115 0	+185 0	+290 0	+0.46 0	+0.72 0	+1.15 0	+1.85 0	+2.9 0	+4.6 0	+7.2 0
250	315	+6 0	+8 0	+12 0	+16 0	+23 0	+32 0	+52 0	+81 0	+130 0	+210 0	+320 0	+0.52 0	+0.81 0	+1.3 0	+2.1 0	+3.2 0	+5.2 0	+8.1 0
315	400	+7 0	+9 0	+13 0	+18 0	+25 0	+36 0	+57 0	+89 0	+140 0	+230 0	+360 0	+0.57 0	+0.89 0	+1.4 0	+2.3 0	+3.6 0	+5.7 0	+8.9 0
400	500	+8 0	+10 0	+15 0	+20 0	+27 0	+40 0	+63 0	+97 0	+155 0	+250 0	+400 0	+0.63 0	+0.97 0	+1.55 0	+2.5 0	+4 0	+6.3 0	+9.7 0
500	630	+9 0	+11 0	+16 0	+22 0	+32 0	+44 0	+70 0	+110 0	+175 0	+280 0	+440 0	+0.7 0	+1.1 0	+1.75 0	+2.8 0	+4.4 0	+7 0	+11 0
630	800	+10 0	+13 0	+18 0	+25 0	+36 0	+50 0	+80 0	+125 0	+200 0	+320 0	+500 0	+0.8 0	+1.25 0	+2 0	+3.2 0	+5 0	+8 0	+12.5 0

表 6(续)

基本尺寸 mm		H																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
大于		偏差																	
至		mm																	
		$\mu\text{m}$																	
800	1000	+11 0	+15 0	+21 0	+28 0	+40 0	+56 0	+90 0	+140 0	+230 0	+360 0	+560 0	+0.9 0	+1.4 0	+2.3 0	+3.6 0	+5.6 0	+9 0	+14 0
1000	1250	+13 0	+18 0	+24 0	+33 0	+47 0	+66 0	+105 0	+165 0	+260 0	+420 0	+660 0	+1.05 0	+1.65 0	+2.6 0	+4.2 0	+6.6 0	+10.5 0	+16.5 0
1250	1600	+15 0	+21 0	+29 0	+39 0	+55 0	+78 0	+125 0	+195 0	+310 0	+500 0	+780 0	+1.25 0	+1.95 0	+3.1 0	+5 0	+7.8 0	+12.5 0	+19.5 0
1600	2000	+18 0	+25 0	+35 0	+46 0	+65 0	+92 0	+150 0	+230 0	+370 0	+600 0	+920 0	+1.5 0	+2.3 0	+3.7 0	+6 0	+9.2 0	+15 0	+23 0
2000	2500	+22 0	+30 0	+41 0	+55 0	+78 0	+110 0	+175 0	+280 0	+440 0	+700 0	+1100 0	+1.75 0	+2.8 0	+4.4 0	+7 0	+11 0	+17.5 0	+28 0
2500	3150	+26 0	+36 0	+50 0	+68 0	+96 0	+135 0	+210 0	+330 0	+540 0	+860 0	+1350 0	+2.1 0	+3.3 0	+5.4 0	+8.6 0	+13.5 0	+21 0	+33 0

注:1 IT14 至 IT18 只用于大于 1mm 的基本尺寸。  
2 基本尺寸大于 500~3150mm, IT1 至 IT5 的偏差值,为试用的。

表 7 孔 JS 的极限偏差

基本尺寸 mm		JS																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
大于		偏差																	
至		mm																	
		μm																	
—	3	±0.4	±0.6	±1	±1.5	±2	±3	±5	±7	±12	±20	±30	±0.05	±0.07	±0.125	±0.2	±0.3		
3	6	±0.5	±0.75	±1.25	±2	±2.5	±4	±6	±9	±15	±24	±37	±0.06	±0.09	±0.15	±0.24	±0.375	±0.6	±0.9
6	10	±0.5	±0.75	±1.25	±2	±3	±4.5	±7	±11	±18	±29	±46	±0.075	±0.11	±0.18	±0.29	±0.45	±0.75	±1.1
10	18	±0.6	±1	±1.5	±2.5	±4	±5.5	±9	±13	±21	±36	±55	±0.09	±0.135	±0.215	±0.35	±0.55	±0.9	±1.35
18	30	±0.75	±1.25	±2	±3	±4.5	±6.5	±10	±16	±26	±42	±65	±0.105	±0.165	±0.26	±0.42	±0.65	±1.05	±1.65
30	50	±0.75	±1.25	±2	±3.5	±5.5	±8	±12	±19	±31	±50	±80	±0.125	±0.195	±0.31	±0.5	±0.8	±1.25	±1.95
50	80	±1	±1.5	±2.5	±4	±6.5	±9.5	±15	±23	±37	±60	±95	±0.15	±0.23	±0.37	±0.6	±0.95	±1.5	±2.3
80	120	±1.25	±2	±3	±5	±7.5	±11	±17	±27	±43	±70	±110	±0.175	±0.27	±0.435	±0.7	±1.1	±1.75	±2.7

表 7(续)

基本尺寸 mm		H																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
		偏差																	
大于	至	μm																	
		mm																	
120	180	±1.75	±2.5	±4	±6	±9	±12.5	±20	±31	±50	±80	±125	±0.2	±0.315	±0.5	±0.8	±1.25	±2	±3.15
180	250	±2.25	±3.5	±5	±7	±10	±14.5	±23	±36	±57	±92	±145	±0.23	±0.36	±0.575	±0.925	±1.45	±2.3	±3.6
250	315	±3	±4	±6	±8	±11.5	±16	±26	±40	±65	±105	±160	±0.28	±0.405	±0.65	±1.05	±1.6	±2.6	±4.05
315	400	±3.5	±4.5	±6.5	±9	±12.5	±18	±28	±44	±70	±115	±180	±0.285	±0.445	±0.7	±1.15	±1.8	±2.85	±4.45
400	500	±4	±5	±7.5	±10	±13.5	±20	±31	±48	±77	±125	±200	±0.315	±0.485	±0.775	±1.25	±2	±3.15	±4.85
500	630	±4.5	±5.5	±8	±11	±16	±22	±35	±55	±87	±140	±220	±0.35	±0.55	±0.875	±1.4	±2.2	±3.5	±5.5
630	800	±5	±6.5	±9	±12.5	±18	±25	±40	±62	±100	±160	±250	±0.4	±0.625	±1	±1.6	±2.5	±4	±6.25
800	1000	±5.5	±7.5	±10.5	±14	±20	±28	±45	±70	±115	±180	±280	±0.45	±0.7	±1.15	±1.8	±2.8	±4.5	±7
1000	1250	±6.5	±9	±12	±16.5	±23.5	±33	±52	±82	±130	±210	±330	±0.525	±0.825	±1.3	±2.1	±3.3	±5.25	±8.25
1250	1600	±7.5	±10.5	±14.5	±19.5	±27.5	±39	±62	±97	±155	±250	±390	±0.625	±0.975	±1.55	±2.5	±3.9	±6.25	±9.75
1600	2000	±9	±12.5	±17.5	±23	±32.5	±46	±75	±115	±185	±300	±460	±0.75	±1.15	±1.85	±3	±4.6	±7.5	±11.5
2000	2500	±11	±15	±20.5	±27.5	±39	±55	±87	±140	±220	±350	±550	±0.875	±1.4	±2.2	±3.5	±5.5	±8.75	±14
2500	3150	±13	±18	±25	±34	±48	±67.5	±105	±165	±270	±430	±675	±1.05	±1.65	±2.7	±4.3	±6.75	±10.5	±16.5

注:1 为避免相同值的重复,表列值以“ $\pm X$ ”给出,可为  $ES = +X$ 、 $EI = -X$ ,例如,  $^{+0.23}_{-0.23}\text{mm}$ 。

2 IT14 至 IT18 只用于大于 1mm 的基本尺寸。

3 基本尺寸大于 500 ~ 3150mm, IT1 至 IT5 的偏差值,为试用的。

表 8 孔 J 和 K 的极限偏差

μm

基本尺寸,mm		J				K							
大于	至	6	7	8	9	3	4	5	6	7	8	9	10
—	3	+2 -4	+4 -6	+6 +8		0 -2	0 -3	0 -4	0 -6	0 -10	0 -14	0 -25	0 -40
3	6	+5 -3	±6	+10 -8		0 -2.5	+0.5 -3.5	0 -5	+2 -6	+3 -9	+5 -13		
6	10	+5 -4	+8 -7	+12 -10		0 -2.5	+0.5 -3.5	+1 -5	+2 -7	+5 -10	+6 -16		
10	18	+6 -5	+10 -8	+15 -12		0 -3	+1 -4	+2 -6	+2 -9	+6 -12	+8 -19		
18	30	+8 -5	+12 -9	+20 -13		-0.5 -4.5	0 -6	+1 -8	+2 -11	+6 -15	+10 -23		
30	50	+10 -6	+14 -11	+24 -15		-0.5 -4.5	+1 -6	+2 -9	+3 -13	+7 -18	+12 -27		
50	80	+13 -6	+18 -12	+28 -18				+3 -10	+4 -15	+9 -21	+14 -32		
80	120	+16 -6	+22 -13	+34 -20				+2 -13	+4 -18	+10 -25	+16 -38		
120	180	+18 -7	+26 -14	+41 -22				+3 -15	+4 -21	+12 -28	+20 -43		
180	250	+22 -7	+30 -16	+47 -25				+2 -18	+5 -24	+13 -33	+22 -50		
250	315	+25 -7	+36 -16	+55 -26				+3 -20	+5 -27	+16 -36	+25 -56		
315	400	+29 -7	+39 -18	+60 -29				+3 -22	+7 -29	+17 -40	+28 -61		
400	500	+33 -7	+43 -20	+66 -31				+2 -25	+8 -32	+18 -45	+29 -68		
500	630								0 -44	0 -70	0 -110		
630	800								0 -50	0 -80	0 -125		
800	1000								0 -56	0 -90	0 -140		
1000	1250								0 -66	0 -105	0 -165		
1250	1600								0 -78	0 -125	0 -195		
1600	2000								0 -92	0 -150	0 -230		
2000	2500								0 -110	0 -175	0 -280		
2500	3150								0 -135	0 -210	0 -330		

注:1 J9、J10 等公差带对称于零线,其偏差值可见 JS9、JS10 等。  
2 基本尺寸大于 3mm 时,大于 IT8 的 K 的偏差值不作规定。  
3 基本尺寸大于 3~6mm 的 J7 的偏差值与对应尺寸段的 JS7 等值。

表9 孔 M 和 N 的极限偏差

 $\mu\text{m}$ 

基本尺寸 mm		M								N							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	10
—	3	-2 -4	-2 -5	-2 -6	-2 -8	-2 -12	-2 -16	-2 -27	-2 -42	-4 -6	-4 -7	-4 -8	-4 -10	-4 -14	-4 -18	-4 -29	-4 -44
3	6	-3 -5.5	-2.5 -6.5	-3 -8	-1 -9	0 -12	+2 -16	-4 -34	-4 -52	-7 -9.5	-6.5 -10.5	-7 -12	-5 -13	-4 -16	-2 -20	0 -30	0 -48
6	10	-5 -7.5	-4.5 -8.5	-4 -10	-3 -12	0 -15	+1 -21	-6 -42	-6 -64	-9 -11.5	-8.5 -12.5	-8 -14	-7 -16	-4 -19	-3 -25	0 -36	0 -58
10	18	-6 -9	-5 -10	-4 -12	-4 -15	0 -18	+2 -25	-7 -50	-7 -77	-11 -14	-10 -15	-9 -17	-9 -20	-5 -23	-3 -30	0 -43	0 -70
18	30	-6.5 -10.5	-6 -12	-5 -14	-4 -17	0 -21	+4 -29	-8 -60	-8 -92	-13.5 -17.5	-13 -19	-12 -21	-11 -24	-7 -28	-3 -36	0 -52	0 -84
30	50	-7.5 -11.5	-6 -13	-5 -16	-4 -20	0 -25	+5 -34	-9 -71	-9 -109	-15.5 -19.5	-14 -21	-13 -24	-12 -28	-8 -33	-3 -42	0 -62	0 -100
50	80			-6 -19	-5 -24	0 -30	+5 -41					-15 -28	-14 -33	-9 -39	-4 -50	0 -74	0 -120
80	120			-8 -23	-6 -28	0 -35	+6 -48					-18 -33	-16 -38	-10 -45	-4 -58	0 -87	0 -140
120	180			-9 -27	-8 -33	0 -40	+8 -55					-21 -39	-20 -45	-12 -52	-4 -67	0 -100	0 -160
180	250			-11 -31	-8 -37	0 -46	+9 -63					-25 -45	-22 -51	-14 -60	-5 -77	0 -115	0 -185
250	315			-13 -36	-9 -41	0 -52	+9 -72					-27 -50	-25 -57	-14 -66	-5 -86	0 -130	0 -210
315	400			-14 -39	-10 -46	0 -57	+11 -78					-30 -55	-26 -62	-16 -73	-5 -94	0 -140	0 -230
400	500			-16 -43	-10 -50	0 -63	+11 -86					-33 -60	-27 -67	-17 -80	-6 -103	0 -155	0 -250
500	630				-26 -70	-26 -96	-26 -136						-44 -88	-44 -114	-44 -154	-44 -219	
630	800				-30 -80	-30 -110	-30 -155						-50 -100	-50 -130	-50 -175	-50 -250	
800	1000				-34 -90	-34 -124	-34 -174						-56 -112	-56 -146	-56 -196	-56 -286	
1000	1250				-40 -106	-40 -145	-40 -205						-66 -132	-66 -171	-66 -231	-66 -326	
1250	1600				-48 -126	-48 -173	-48 -243						-78 -156	-78 -203	-78 -273	-78 -388	
1600	2000				-58 -150	-58 -208	-58 -288						-92 -184	-92 -242	-92 -322	-92 -462	
2000	2500				-68 -178	-68 -243	-68 -348						-110 -220	-110 -285	-110 -390	-110 -550	
2500	3150				-76 -211	-76 -286	-76 -406						-135 -270	-135 -345	-135 -465	-135 -675	

注:公差带 N9、N10 和 N11 只用于大于 1mm 的基本尺寸。

表 10 孔 P 的极限偏差

 $\mu\text{m}$ 

基本尺寸 mm		P							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10
—	3	-6 -8	-6 -9	-6 -10	-6 -12	-6 -16	-6 -20	-6 -31	-6 -46
3	6	-11 -13.5	-10.5 -14.5	-11 -16	-9 -17	-8 -20	-12 -30	-12 -42	-12 -60
6	10	-14 -16.5	-13.5 -17.5	-13 -19	-12 -21	-9 -24	-15 -37	-15 -51	-15 -73
10	18	-17 -20	-16 -21	-15 -23	-15 -26	-11 -29	-18 -45	-18 -61	-18 -88
18	30	-20.5 -24.5	-20 -26	-19 -28	-18 -31	-14 -35	-22 -55	-22 -74	-22 -106
30	50	-24.5 -28.5	-23 -30	-22 -33	-21 -37	-17 -42	-26 -65	-26 -88	-26 -126
50	80			-27 -40	-26 -45	-21 -51	-32 -78	-32 -106	
80	120			-32 -47	-30 -52	-24 -59	-37 -91	-37 -124	
120	180			-37 -55	-36 -61	-28 -68	-43 -106	-43 -143	
180	250			-44 -64	-41 -70	-33 -79	-50 -122	-50 -165	
250	315			-49 -72	-47 -79	-36 -88	-56 -137	-56 -186	
315	400			-55 -80	-51 -87	-41 -98	-62 -151	-62 -202	
400	500			-61 -88	-55 -95	-45 -108	-68 -165	-68 -223	
500	630				-78 -122	-78 -148	-78 -188	-78 -253	
630	800				-88 -138	-88 -168	-88 -213	-88 -288	
800	1000				-100 -156	-100 -190	-100 -240	-100 -330	
1000	1250				-120 -186	-120 -225	-120 -285	-120 -380	
1250	1600				-140 -218	-140 -265	-140 -335	-140 -450	
1600	2000				-170 -262	-170 -320	-170 -400	-170 -540	
2000	2500				-195 -305	-195 -370	-195 -475	-195 -635	
2500	3150				-240 -375	-240 -450	-240 -570	-240 -780	

表 11 孔 R 的极限偏差

 $\mu\text{m}$ 

基本尺寸 mm		R							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10
—	3	-10 -12	-10 -13	-10 -14	-10 -16	-10 -20	-10 -24	-10 -35	-10 -50
3	6	-14 -16.5	-13.5 -17.5	-14 -19	-12 -20	-11 -23	-15 -33	-15 -45	-15 -63
6	10	-18 -20.5	-17.5 -21.5	-17 -23	-16 -25	-13 -28	-19 -41	-19 -55	-19 -77
10	18	-22 -25	-21 -26	-20 -28	-20 -31	-16 -34	-23 -50	-23 -66	-23 -93
18	30	-26.5 -30.5	-26 -32	-25 -34	-24 -37	-20 -41	-28 -61	-28 -80	-28 -112
30	50	-32.5 -36.5	-31 -38	-30 -41	-29 -45	-25 -50	-34 -73	-34 -96	-34 -134
50	65			-36 -49	-35 -54	-30 -60	-41 -87		
65	80			-38 -51	-37 -56	-32 -62	-43 -89		
80	100			-46 -61	-44 -66	-38 -73	-51 -105		
100	120			-49 -64	-47 -69	-41 -76	-54 -108		
120	140			-57 -75	-56 -81	-48 -88	-63 -126		
140	160			-59 -77	-58 -83	-50 -90	-65 -128		
160	180			-62 -80	-61 -86	-53 -93	-68 -131		
180	200			-71 -91	-68 -97	-60 -106	-77 -149		
200	225			-74 -94	-71 -100	-63 -109	-80 -152		
225	250			-78 -98	-75 -104	-67 -113	-84 -156		
250	280			-87 -110	-85 -117	-74 -126	-94 -175		
280	315			-91 -114	-89 -121	-78 -130	-98 -179		
315	355			-101 -126	-97 -133	-87 -144	-108 -197		
355	400			-107 -132	-103 -139	-93 -150	-114 -203		



表 11(续)

$\mu\text{m}$

基本尺寸 mm		R							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10
400	450			- 119 - 146	- 113 - 153	- 103 - 166	- 126 - 223		
450	500			- 125 - 152	- 119 - 159	- 109 - 172	- 132 - 229		
500	560				- 150 - 194	- 150 - 220	- 150 - 260		
560	630				- 155 - 199	- 155 - 225	- 155 - 265		
630	710				- 175 - 225	- 175 - 255	- 175 - 300		
710	800				- 185 - 235	- 185 - 265	- 185 - 310		
800	900				- 210 - 266	- 210 - 300	- 210 - 350		
900	1000				- 220 - 276	- 220 - 310	- 220 - 360		
1000	1120				- 250 - 316	- 250 - 355	- 250 - 415		
1120	1250				- 260 - 326	- 260 - 365	- 260 - 425		
1250	1400				- 300 - 378	- 300 - 425	- 300 - 495		
1400	1600				- 330 - 408	- 330 - 455	- 330 - 525		
1600	1800				- 370 - 462	- 370 - 520	- 370 - 600		
1800	2000				- 400 - 492	- 400 - 550	- 400 - 630		
2000	2240				- 440 - 550	- 440 - 615	- 440 - 720		
2240	2500				- 460 - 570	- 460 - 635	- 460 - 740		
2500	2800				- 550 - 685	- 550 - 760	- 550 - 880		
2800	3150				- 580 - 715	- 580 - 790	- 580 - 910		

表 12 孔 S 的极限偏差

 $\mu\text{m}$ 

基本尺寸 mm		S							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10
—	3	-14 -16	-14 -17	-14 -18	-14 -20	-14 -24	-14 -28	-14 -39	-14 -54
3	6	-18 -20.5	-17.5 -21.5	-18 -23	-16 -24	-15 -27	-19 -37	-19 -49	-19 -67
6	10	-22 -24.5	-21.5 -25.5	-21 -27	-20 -29	-17 -32	-23 -45	-23 -59	-23 -81
10	18	-27 -30	-26 -31	-25 -33	-25 -36	-21 -39	-28 -55	-28 -71	-28 -98
18	30	-33.5 -37.5	-33 -39	-32 -41	-31 -44	-27 -48	-35 -68	-35 -87	-35 -119
30	50	-41.5 -45.5	-40 -47	-39 -50	-38 -54	-34 -59	-43 -82	-43 -105	-43 -143
50	65			-48 -61	-47 -66	-42 -72	-53 -99	-53 -127	
65	80			-54 -67	-53 -72	-48 -78	-59 -105	-59 -133	
80	100			-66 -81	-64 -86	-58 -93	-71 -125	-71 -158	
100	120			-75 -89	-72 -94	-66 -101	-79 -133	-79 -166	
120	140			-86 -104	-85 -110	-77 -117	-92 -155	-92 -192	
140	160			-94 -112	-93 -118	-85 -125	-100 -163	-100 -200	
160	180			-102 -120	-101 -126	-93 -133	-108 -171	-108 -208	
180	200			-116 -136	-113 -142	-105 -151	-122 -194	-122 -237	
200	225			-124 -144	-121 -150	-113 -159	-130 -202	-130 -245	
225	250			-134 -154	-131 -160	-123 -169	-140 -212	-140 -255	
250	280			-151 -174	-149 -181	-138 -190	-158 -239	-158 -288	
280	315			-163 -186	-161 -193	-150 -202	-170 -251	-170 -300	
315	355			-183 -208	-179 -215	-169 -226	-190 -279	-190 -330	
355	400			-201 -226	-197 -233	-187 -244	-208 -297	-208 -348	
400	450			-225 -252	-219 -259	-209 -272	-232 -329	-232 -387	
450	500			-245 -272	-239 -279	-229 -292	-252 -349	-252 -407	
500	560				-280 -324	-280 -350	-280 -390		
560	630				-310 -354	-310 -380	-310 -420		

表 12(续)

 $\mu\text{m}$ 

基本尺寸 mm		S							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10
630	710				-340 -390	-340 -420	-340 -465		
710	800				-380 -430	-380 -460	-380 -505		
800	900				-430 -486	-430 -520	-430 -570		
900	1000				-470 -526	-470 -560	-470 -610		
1000	1120				-520 -586	-520 -625	-520 -685		
1120	1250				-580 -646	-580 -685	-580 -745		
1250	1400				-640 -718	-640 -765	-640 -835		
1400	1600				-720 -798	-720 -845	-720 -915		
1600	1800				-820 -912	-820 -970	-820 -1050		
1800	2000				-920 -1012	-920 -1070	-920 -1150		
2000	2240				-1000 -1110	-1000 -1175	-1000 -1280		
2240	2500				-1100 -1210	-1100 -1275	-1100 -1380		
2500	2800				-1250 -1385	-1250 -1460	-1250 -1580		
2800	3150				-1400 -1535	-1400 -1610	-1400 -1730		

表 13 孔 T 和 U 的极限偏差

 $\mu\text{m}$ 

基本尺寸 mm		T				U					
大于	至	5	6	7	8	5	6	7	8	9	10
—	3					-18 -22	-18 -24	-18 -28	-18 -32	-18 -43	-18 -58
3	6					-22 -27	-20 -28	-19 -31	-23 -41	-23 -53	-23 -71
6	10					-26 -32	-25 -34	-22 -37	-28 -50	-28 -64	-28 -86
10	18					-30 -38	-30 -41	-26 -44	-33 -60	-33 -76	-33 -103
18	24					-38 -47	-37 -50	-33 -54	-41 -74	-41 -93	-41 -125
24	30	-38 -47	-37 -50	-33 -54	-41 -74	-45 -54	-44 -57	-40 -61	-48 -81	-48 -100	-48 -132
30	40	-44 -55	-43 -59	-39 -64	-48 -87	-56 -67	-55 -71	-51 -76	-60 -99	-60 -122	-60 -160

表 13(续)

 $\mu\text{m}$ 

基本尺寸 mm		T				U					
大于	至	5	6	7	8	5	6	7	8	9	10
40	50	-50 -61	-49 -65	-45 -70	-54 -93	-66 -77	-65 -81	-61 -86	-70 -109	-70 -132	-70 -170
50	65		-60 -79	-55 -85	-66 -112		-81 -100	-76 -106	-87 -133	-87 -161	-87 -207
65	80		-69 -88	-64 -94	-75 -121		-96 -115	-91 -121	-102 -148	-102 -176	-102 -222
80	100		-84 -106	-78 -113	-91 -145		-117 -139	-111 -146	-124 -178	-124 -211	-124 -264
100	120		-97 -119	-91 -126	-104 -158		-137 -159	-131 -166	-144 -198	-144 -231	-144 -284
120	140		-115 -140	-107 -147	-122 -185		-163 -188	-155 -195	-170 -233	-170 -270	-170 -330
140	160		-127 -152	-119 -159	-134 -197		-183 -208	-175 -215	-190 -253	-190 -290	-190 -350
160	180		-139 -164	-131 -171	-146 -209		-203 -228	-195 -235	-210 -273	-210 -310	-210 -370
180	200		-157 -186	-149 -195	-166 -238		-227 -256	-219 -265	-236 -308	-236 -351	-236 -421
200	225		-171 -200	-163 -209	-180 -252		-249 -278	-241 -287	-258 -330	-258 -373	-258 -443
225	250		-187 -216	-179 -225	-196 -268		-275 -304	-267 -313	-284 -356	-284 -399	-284 -469
250	280		-209 -241	-198 -250	-218 -299		-306 -338	-295 -347	-315 -396	-315 -445	-315 -525
280	315		-231 -263	-220 -272	-240 -321		-341 -373	-330 -382	-350 -431	-350 -480	-350 -560
315	355		-257 -293	-247 -304	-268 -357		-379 -415	-369 -426	-390 -479	-390 -530	-390 -620
355	400		-283 -319	-273 -330	-294 -383		-424 -460	-414 -471	-435 -524	-435 -575	-435 -665
400	450		-317 -357	-307 -370	-330 -427		-477 -517	-467 -530	-490 -587	-490 -645	-490 -740
450	500		-347 -387	-337 -400	-360 -457		-527 -567	-517 -580	-540 -637	-540 -695	-540 -790
500	560		-400 -444	-400 -470	-400 -510		-600 -644	-600 -670	-600 -710		
560	630		-450 -494	-450 -520	-450 -560		-660 -704	-660 -730	-660 -770		
630	710		-500 -550	-500 -580	-500 -625		-740 -790	-740 -820	-740 -865		
710	800		-560 -610	-560 -640	-560 -685		-840 -890	-840 -920	-840 -965		
800	900		-620 -676	-620 -710	-620 -760		-940 -996	-940 -1030	-940 -1080		
900	1000		-680 -736	-680 -770	-680 -820		-1050 -1106	-1050 -1140	-1050 -1190		
1000	1120		-780 -846	-780 -885	-780 -945		-1150 -1216	-1150 -1255	-1150 -1315		

表 13(续)

μm

基本尺寸 mm		T				U					
大于	至	5	6	7	8	5	6	7	8	9	10
1120	1250		-840 -906	-840 -945	-840 -1005		-1300 -1366	-1300 -1405	-1300 -1465		
1250	1400		-960 -1038	-960 -1085	-960 -1155		-1450 -1528	-1450 -1575	-1450 -1645		
1400	1600		-1050 -1128	-1050 -1175	-1050 -1245		-1600 -1678	-1600 -1725	-1600 -1795		
1600	1800		-1200 -1292	-1200 -1360	-1200 -1430		-1850 -1942	-1850 -2000	-1850 -2080		
1800	2000		-1350 -1442	-1350 -1500	-1350 -1580		-2000 -2092	-2000 -2150	-2000 -2230		
2000	2240		-1500 -1610	-1500 -1675	-1500 -1780		-2300 -2410	-2300 -2475	-2300 -2580		
2240	2500		-1650 -1760	-1650 -1825	-1650 -1930		-2500 -2610	-2500 -2675	-2500 -2780		
2500	2800		-1900 -2035	-1900 -2110	-1900 -2230		-2900 -3035	-2900 -3110	-2900 -3230		
2800	3150		-2100 -2235	-2100 -2310	-2100 -2430		-3200 -3335	-3200 -3410	-3200 -3530		

注:基本尺寸至 24mm 的 T5 至 T8 的偏差值未列入表内,建议以 U5 至 U8 代替。如非要 T5 至 T8,则可按 GB/T 1800.3 计算。

表 14 孔 V、X 和 Y 的极限偏差

μm

基本尺寸 mm		V				X						Y				
大于	至	5	6	7	8	5	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10
—	3					-20 -24	-20 -26	-20 -30	-20 -34	-20 -45	-20 -60					
3	6					-27 -32	-25 -33	-24 -36	-28 -46	-28 -58	-28 -76					
6	10					-32 -38	-31 -40	-28 -43	-34 -56	-34 -70	-34 -92					
10	14					-37 -45	-37 -48	-33 -51	-40 -67	-40 -83	-40 -110					
14	18	-36 -44	-36 -47	-32 -50	-39 -66	-42 -50	-42 -53	-38 -56	-45 -72	-45 -88	-45 -115					
18	24	-44 -53	-43 -56	-39 -60	-47 -80	-51 -60	-50 -63	-46 -67	-54 -87	-54 -106	-54 -138	-59 -72	-55 -76	-63 -96	-63 -115	-63 -147
24	30	-52 -61	-51 -64	-47 -68	-55 -88	-61 -70	-60 -73	-56 -77	-64 -97	-64 -116	-64 -148	-71 -84	-67 -88	-75 -108	-75 -127	-75 -159
30	40	-64 -75	-63 -79	-59 -84	-68 -107	-76 -87	-75 -91	-71 -96	-80 -119	-80 -142	-80 -180	-89 -105	-85 -110	-94 -133	-94 -156	-94 -194
40	50	-77 -88	-76 -92	-72 -97	-81 -120	-93 -104	-92 -108	-88 -113	-97 -136	-97 -159	-97 -197	-109 -125	-105 -130	-114 -153	-114 -176	-114 -214
50	65		-96 -115	-91 -121	-102 -148		-116 -135	-111 -141	-122 -168	-122 -196		-138 -157	-133 -163	-144 -190		
65	80		-114 -133	-109 -139	-120 -166		-140 -159	-135 -165	-146 -192	-146 -220		-168 -187	-163 -193	-174 -220		

表 14(续)

 $\mu\text{m}$ 

基本尺寸 mm		V				X						Y				
大于	至	5	6	7	8	5	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10
80	100		-139 -161	-133 -168	-146 -200		-171 -193	-165 -200	-178 -232	-178 -265		-207 -229	-201 -236	-214 -268		
100	120		-165 -187	-159 -194	-172 -226		-203 -225	-197 -232	-210 -264	-210 -297		-247 -269	-241 -276	-254 -308		
120	140		-195 -220	-187 -227	-202 -265		-241 -266	-233 -273	-248 -311	-248 -348		-293 -318	-285 -325	-300 -363		
140	160		-221 -246	-213 -253	-228 -291		-273 -298	-265 -305	-280 -343	-280 -380		-333 -358	-325 -365	-340 -403		
160	180		-245 -270	-237 -277	-252 -315		-303 -328	-295 -335	-310 -373	-310 -410		-373 -398	-365 -405	-380 -443		
180	200		-275 -304	-267 -313	-284 -356		-341 -370	-333 -379	-350 -422	-350 -465		-416 -445	-408 -454	-425 -497		
200	225		-301 -330	-293 -339	-310 -382		-376 -405	-368 -414	-385 -457	-385 -500		-461 -490	-453 -499	-470 -542		
225	250		-331 -360	-323 -369	-340 -412		-416 -445	-408 -454	-425 -497	-425 -540		-511 -540	-503 -549	-520 -592		
250	280		-376 -408	-365 -417	-385 -466		-466 -498	-455 -507	-475 -556	-475 -605		-571 -603	-560 -612	-580 -661		
280	315		-416 -448	-405 -457	-425 -506		-516 -548	-505 -557	-525 -606	-525 -655		-641 -673	-630 -682	-650 -731		
315	355		-464 -500	-454 -511	-475 -564		-579 -615	-569 -626	-590 -679	-590 -730		-719 -755	-709 -766	-730 -819		
355	400		-519 -555	-509 -566	-530 -619		-649 -685	-639 -696	-660 -749	-660 -800		-809 -845	-799 -856	-820 -909		
400	450		-582 -622	-572 -635	-595 -692		-727 -767	-717 -780	-740 -837	-740 -895		-907 -947	-897 -960	-920 -1017		
450	500		-647 -687	-637 -700	-660 -757		-807 -847	-797 -860	-820 -917	-820 -975		-987 -1027	-977 -1040	-1000 -1097		

注:1 基本尺寸至 14mm 的 V5 至 V8 的偏差值未列入表内,建议以 X5 至 X8 代替。如非要 V5 至 V8,则可按 GB/T 1800.3 计算。

2 基本尺寸至 18mm 的 Y6 至 Y10 的偏差值未列入表内,建议以 Z6 至 Z10 代替。如非要 Y6 至 Y10,则可按 GB/T 1800.3 计算。

表 15 孔 Z 和 ZA 的极限偏差

 $\mu\text{m}$ 

基本尺寸 mm		Z						ZA					
大于	至	6	7	8	9	10	11	6	7	8	9	10	11
—	3	-26 -32	-26 -36	-26 -40	-26 -51	-26 -66	-26 -86	-32 -38	-32 -42	-32 -46	-32 -57	-32 -72	-32 -92
3	6	-32 -40	-31 -43	-35 -53	-35 -65	-35 -83	-35 -110	-39 -47	-38 -50	-42 -60	-42 -72	-42 -90	-42 -117
6	10	-39 -48	-36 -51	-42 -64	-42 -78	-42 -100	-42 -132	-49 -58	-46 -61	-52 -74	-52 -88	-52 -110	-52 -142
10	14	-47 -58	-43 -61	-50 -77	-50 -93	-50 -120	-50 -160	-61 -72	-57 -75	-64 -91	-64 -107	-64 -134	-64 -174
14	18	-57 -68	-53 -71	-60 -87	-60 -103	-60 -130	-60 -170	-74 -85	-70 -88	-77 -104	-77 -120	-77 -147	-77 -187

表 15(续)

 $\mu\text{m}$ 

基本尺寸 mm		Z						ZA					
大于	至	6	7	8	9	10	11	6	7	8	9	10	11
18	24	-69 -82	-65 -86	-73 -106	-73 -125	-73 -157	-73 -203	-94 -107	-90 -111	-98 -131	-98 -150	-98 -182	-98 -228
24	30	-84 -97	-80 -101	-88 -121	-88 -140	-88 -172	-88 -218	-114 -127	-110 -131	-118 -151	-118 -170	-118 -202	-118 -248
30	40	-107 -123	-103 -128	-112 -151	-112 -174	-112 -212	-112 -272	-143 -159	-139 -164	-148 -187	-148 -210	-148 -248	-148 -308
40	50	-131 -147	-127 -152	-136 -175	-136 -198	-136 -236	-136 -296	-175 -191	-171 -196	-180 -219	-180 -242	-180 -280	-180 -340
50	65		-161 -191	-172 -218	-172 -246	-172 -292	-172 -362		-215 -245	-226 -272	-226 -300	-226 -346	-226 -416
65	80		-199 -229	-210 -256	-210 -284	-210 -330	-210 -400		-263 -293	-274 -320	-274 -348	-274 -394	-274 -464
80	100		-245 -280	-258 -312	-258 -345	-258 -398	-258 -478		-322 -357	-335 -389	-335 -422	-335 -475	-335 -555
100	120		-297 -332	-310 -364	-310 -397	-310 -450	-310 -530		-387 -422	-400 -454	-400 -487	-400 -540	-400 -620
120	140		-350 -390	-365 -428	-365 -465	-365 -525	-365 -615		-455 -495	-470 -533	-470 -570	-470 -630	-470 -720
140	160		-400 -440	-415 -478	-415 -515	-415 -575	-415 -665		-520 -560	-535 -598	-535 -635	-535 -695	-535 -785
160	180		-450 -490	-465 -528	-465 -565	-465 -625	-465 -715		-585 -625	-600 -663	-600 -700	-600 -760	-600 -850
180	200		-503 -549	-520 -592	-520 -635	-520 -705	-520 -810		-653 -699	-670 -742	-670 -785	-670 -855	-670 -960
200	225		-558 -604	-575 -647	-575 -690	-575 -760	-575 -865		-723 -769	-740 -812	-740 -855	-740 -925	-740 -1030
225	250		-623 -669	-640 -712	-640 -755	-640 -825	-640 -930		-803 -849	-820 -892	-820 -935	-820 -1005	-820 -1110
250	280		-690 -742	-710 -791	-710 -840	-710 -920	-710 -1030		-900 -952	-920 -1001	-920 -1050	-920 -1130	-920 -1240
280	315		-770 -822	-790 -871	-790 -920	-790 -1000	-790 -1110		-980 -1032	-1000 -1081	-1000 -1130	-1000 -1210	-1000 -1320
315	355		-879 -936	-900 -989	-900 -1040	-900 -1130	-900 -1260		-1129 -1186	-1150 -1239	-1150 -1290	-1150 -1380	-1150 -1510
355	400		-979 -1036	-1000 -1089	-1000 -1140	-1000 -1230	-1000 -1360		-1279 -1336	-1300 -1389	-1300 -1440	-1300 -1530	-1300 -1660
400	450		-1077 -1140	-1100 -1197	-1100 -1255	-1100 -1350	-1100 -1500		-1427 -1490	-1450 -1547	-1450 -1605	-1450 -1700	-1450 -1850
450	500		-1227 -1290	-1250 -1347	-1250 -1405	-1250 -1500	-1250 -1650		-1577 -1640	-1600 -1697	-1600 -1755	-1600 -1850	-1600 -2000

表 16 孔 ZB 和 ZC 的极限偏差

 $\mu\text{m}$ 

基本尺寸 mm		ZB					ZC				
大于	至	7	8	9	10	11	7	8	9	10	11
—	3	-40 -50	-40 -54	-40 -65	-40 -80	-40 -100	-60 -70	-60 -74	-60 -85	-60 -100	-60 -120
3	6	-46 -58	-50 -68	-50 -80	-50 -98	-50 -125	-79 -88	-80 -98	-80 -110	-80 -128	-80 -155

表 16(续)

 $\mu\text{m}$ 

基本尺寸 mm		ZB					ZC				
大于	至	7	8	9	10	11	7	8	9	10	11
6	10	-61 -76	-67 -89	-67 -103	-67 -125	-67 -157	-91 -106	-97 -119	-97 -133	-97 -155	-97 -187
10	14	-83 -101	-90 -117	-90 -133	-90 -160	-90 -200	-123 -141	-130 -157	-130 -173	-130 -200	-130 -240
14	18	-101 -119	-108 -135	-108 -151	-108 -178	-108 -218	-143 -161	-150 -177	-150 -193	-150 -220	-150 -260
18	24	-128 -149	-136 -169	-136 -188	-136 -220	-136 -266	-180 -201	-188 -221	-188 -240	-188 -272	-188 -318
24	30	-152 -173	-160 -193	-160 -212	-160 -244	-160 -290	-210 -231	-218 -251	-218 -270	-218 -302	-218 -348
30	40	-191 -216	-200 -239	-200 -262	-200 -300	-200 -360	-265 -290	-274 -313	-274 -336	-274 -374	-274 -434
40	50	-233 -258	-242 -281	-242 -304	-242 -342	-242 -402	-316 -341	-325 -364	-325 -387	-325 -425	-325 -485
50	65	-289 -319	-300 -346	-300 -374	-300 -420	-300 -490	-394 -424	-405 -451	-405 -479	-405 -525	-405 -595
65	80	-349 -379	-360 -406	-360 -434	-360 -480	-360 -550	-469 -499	-480 -526	-480 -554	-480 -600	-480 -670
80	100	-432 -467	-445 -499	-445 -532	-445 -585	-445 -665	-572 -607	-585 -639	-585 -672	-585 -725	-585 -805
100	120	-512 -547	-525 -579	-525 -612	-525 -665	-525 -745	-677 -712	-690 -744	-690 -777	-690 -830	-690 -910
120	140	-605 -645	-620 -683	-620 -720	-620 -780	-620 -870	-785 -825	-800 -863	-800 -900	-800 -960	-800 -1050
140	160	-685 -725	-700 -763	-700 -800	-700 -860	-700 -950	-885 -925	-900 -963	-900 -1000	-900 -1060	-900 -1150
160	180	-765 -805	-780 -843	-780 -880	-780 -940	-780 -1030	-985 -1025	-1000 -1063	-1000 -1100	-1000 -1160	-1000 -1250
180	200	-863 -909	-880 -952	-880 -995	-880 -1065	-880 -1170	-1133 -1179	-1150 -1222	-1150 -1265	-1150 -1335	-1150 -1440
200	225	-943 -989	-960 -1032	-960 -1075	-960 -1145	-960 -1250	-1233 -1279	-1250 -1322	-1250 -1365	-1250 -1435	-1250 -1540
225	250	-1033 -1079	-1050 -1122	-1050 -1165	-1050 -1235	-1050 -1340	-1333 -1379	-1350 -1422	-1350 -1465	-1350 -1535	-1350 -1640
250	280	-1180 -1232	-1200 -1281	-1200 -1330	-1200 -1410	-1200 -1520	-1530 -1582	-1550 -1631	-1550 -1680	-1550 -1760	-1550 -1870
280	315	-1280 -1332	-1300 -1381	-1300 -1430	-1300 -1510	-1300 -1620	-1680 -1732	-1700 -1781	-1700 -1830	-1700 -1910	-1700 -2020
315	355	-1479 -1536	-1500 -1589	-1500 -1640	-1500 -1730	-1500 -1860	-1879 -1936	-1900 -1989	-1900 -2040	-1900 -2130	-1900 -2260
355	400	-1629 -1686	-1650 -1739	-1650 -1790	-1650 -1880	-1650 -2010	-2079 -2136	-2100 -2189	-2100 -2240	-2100 -2330	-2100 -2460
400	450	-1827 -1890	-1850 -1947	-1850 -2005	-1850 -2100	-1850 -2250	-2377 -2440	-2400 -2497	-2400 -2555	-2400 -2650	-2400 -2800
450	500	-2077 -2140	-2100 -2197	-2100 -2255	-2100 -2350	-2100 -2500	-2577 -2640	-2600 -2697	-2600 -2755	-2600 -2850	-2600 -3000



表 17 轴 a、b 和 c 的极限偏差

基本尺寸 mm		a					b					c					
大于	至	9	10	11	12	13	8	9	10	11	12	13	8	9	10	11	12
—	3	-270 -295	-270 -310	-270 -330	-270 -370	-270 -410	-140 -154	-140 -165	-140 -180	-140 -200	-140 -240	-140 -280	-60 -74	-60 -85	-60 -100	-60 -120	-60 -160
3	6	-270 -300	-270 -318	-270 -345	-270 -390	-270 -450	-140 -158	-140 -170	-140 -188	-140 -215	-140 -260	-140 -320	-70 -88	-70 -100	-70 -118	-70 -145	-70 -190
6	10	-280 -316	-280 -338	-280 -370	-280 -430	-280 -500	-150 -172	-150 -186	-150 -208	-150 -240	-150 -300	-150 -370	-80 -102	-80 -116	-80 -138	-80 -170	-80 -230
10	18	-290 -333	-290 -360	-290 -400	-290 -470	-290 -560	-150 -177	-150 -193	-150 -220	-150 -260	-150 -330	-150 -420	-95 -122	-95 -138	-95 -165	-95 -205	-95 -275
18	30	-300 -352	-300 -384	-300 -430	-300 -510	-300 -630	-160 -193	-160 -212	-160 -244	-160 -290	-160 -370	-160 -490	-110 -143	-110 -162	-110 -194	-110 -240	-110 -320
30	40	-310 -372	-310 -410	-310 -470	-310 -560	-310 -700	-170 -209	-170 -232	-170 -270	-170 -330	-170 -420	-170 -560	-120 -159	-120 -182	-120 -220	-120 -280	-120 -370
40	50	-320 -382	-320 -420	-320 -480	-320 -570	-320 -710	-180 -219	-180 -242	-180 -280	-180 -340	-180 -430	-180 -570	-130 -169	-130 -192	-130 -230	-130 -290	-130 -380
50	65	-340 -414	-340 -460	-340 -530	-340 -640	-340 -800	-190 -236	-190 -264	-190 -310	-190 -380	-190 -490	-190 -650	-140 -186	-140 -214	-140 -260	-140 -330	-140 -440
65	80	-360 -434	-360 -480	-360 -550	-360 -660	-360 -820	-200 -246	-200 -274	-200 -320	-200 -390	-200 -500	-200 -660	-150 -196	-150 -224	-150 -270	-150 -340	-150 -450
80	100	-380 -467	-380 -520	-380 -600	-380 -730	-380 -920	-220 -274	-220 -307	-220 -360	-220 -440	-220 -570	-220 -760	-170 -224	-170 -257	-170 -310	-170 -390	-170 -520
100	120	-410 -497	-410 -550	-410 -630	-410 -760	-410 -950	-240 -294	-240 -327	-240 -380	-240 -460	-240 -590	-240 -780	-180 -234	-180 -267	-180 -320	-180 -400	-180 -530
120	140	-460 -560	-460 -620	-460 -710	-460 -860	-460 -1090	-260 -323	-260 -360	-260 -420	-260 -510	-260 -660	-260 -890	-200 -263	-200 -300	-200 -360	-200 -450	-200 -600
140	160	-520 -620	-520 -680	-520 -770	-520 -920	-520 -1150	-280 -343	-280 -380	-280 -440	-280 -530	-280 -680	-280 -910	-210 -273	-210 -310	-210 -370	-210 -460	-210 -610
160	180	-580 -680	-580 -740	-580 -830	-580 -980	-580 -1210	-310 -373	-310 -410	-310 -470	-310 -560	-310 -710	-310 -940	-230 -293	-230 -330	-230 -390	-230 -480	-230 -630
180	200	-660 -775	-660 -845	-660 -950	-660 -1120	-660 -1380	-340 -412	-340 -455	-340 -525	-340 -630	-340 -800	-340 -1060	-240 -312	-240 -355	-240 -425	-240 -530	-240 -700
200	225	-740 -855	-740 -925	-740 -1030	-740 -1200	-740 -1460	-380 -452	-380 -495	-380 -565	-380 -670	-380 -840	-380 -1100	-260 -332	-260 -375	-260 -445	-260 -550	-260 -720

表 17(续)

基本尺寸 mm		a						b						c						$\mu\text{m}$
大于	至	9	10	11	12	13	8	9	10	11	12	13	8	9	10	11	12	13	12	
225	250	-820 -935	-820 -1005	-820 -1110	-820 -1280	-820 -1540	-420 -492	-420 -535	-420 -605	-420 -710	-420 -880	-420 -1140	-280 -352	-280 -395	-280 -465	-280 -570	-280 -740	-280 -1140	-280 -880	
250	280	-920 -1050	-920 -1130	-920 -1240	-920 -1440	-920 -1730	-480 -561	-480 -610	-480 -690	-480 -800	-480 -1000	-480 -1290	-300 -381	-300 -430	-300 -510	-300 -620	-300 -820	-480 -1290	-480 -1000	
280	315	-1050 -1180	-1050 -1260	-1050 -1370	-1050 -1570	-1050 -1860	-540 -621	-540 -670	-540 -750	-540 -860	-540 -1060	-540 -1350	-330 -411	-330 -460	-330 -540	-330 -650	-330 -850	-540 -1350	-540 -1060	
315	355	-1200 -1340	-1200 -1430	-1200 -1560	-1200 -1770	-1200 -2090	-600 -689	-600 -740	-600 -830	-600 -960	-600 -1170	-600 -1490	-360 -449	-360 -500	-360 -590	-360 -720	-360 -930	-600 -1490	-600 -1170	
355	400	-1350 -1490	-1350 -1580	-1350 -1710	-1350 -1920	-1350 -2240	-680 -769	-680 -820	-680 -910	-680 -1040	-680 -1250	-680 -1570	-400 -489	-400 -540	-400 -630	-400 -760	-400 -970	-680 -1570	-680 -1250	
400	450	-1500 -1655	-1500 -1750	-1500 -1900	-1500 -2130	-1500 -2470	-760 -857	-760 -915	-760 -1010	-760 -1160	-760 -1390	-760 -1730	-440 -537	-440 -595	-440 -690	-440 -840	-440 -1070	-760 -1730	-760 -1390	
450	500	-1650 -1805	-1650 -1900	-1650 -2050	-1650 -2280	-1650 -2620	-840 -937	-840 -995	-840 -1090	-840 -1240	-840 -1470	-840 -1810	-480 -577	-480 -635	-480 -730	-480 -880	-480 -1110	-840 -1810	-840 -1470	

注:基本尺寸小于 1mm 时,各级的 a 和 b 均不采用。

表 18 轴 cd 和 d 的极限偏差

 $\mu\text{m}$ 

基本尺寸 mm		cd						d								
大于	至	5	6	7	8	9	10	5	6	7	8	9	10	11	12	13
—	3	-34 -38	-34 -40	-34 -44	-34 -48	-34 -59	-34 -74	-20 -24	-20 -26	-20 -30	-20 -34	-20 -45	-20 -60	-20 -80	-20 -120	-20 -160
3	6	-46 -51	-46 -54	-46 -58	-46 -64	-46 -76	-46 -94	-30 -35	-30 -38	-30 -42	-30 -48	-30 -60	-30 -78	-30 -105	-30 -150	-30 -210
6	10	-56 -62	-56 -65	-56 -71	-56 -78	-56 -92	-56 -114	-40 -46	-40 -49	-40 -55	-40 -62	-40 -76	-40 -98	-40 -130	-40 -190	-40 -260
10	18							-50 -58	-50 -61	-50 -68	-50 -77	-50 -93	-50 -120	-50 -160	-50 -230	-50 -320
18	30							-65 -74	-65 -78	-65 -86	-65 -98	-65 -117	-65 -149	-65 -195	-65 -275	-65 -395
30	50							-80 -91	-80 -96	-80 -105	-80 -119	-80 -142	-80 -180	-80 -240	-80 -330	-80 -470
50	80							-100 -113	-100 -119	-100 -130	-100 -146	-100 -174	-100 -220	-100 -290	-100 -400	-100 -560
80	120							-120 -135	-120 -142	-120 -155	-120 -174	-120 -207	-120 -260	-120 -340	-120 -470	-120 -660
120	180							-145 -163	-145 -170	-145 -185	-145 -208	-145 -245	-145 -305	-145 -395	-145 -545	-145 -775
180	250							-170 -190	-170 -199	-170 -216	-170 -242	-170 -285	-170 -355	-170 -460	-170 -630	-170 -890
250	315							-190 -213	-190 -222	-190 -242	-190 -271	-190 -320	-190 -400	-190 -510	-190 -710	-190 -1000
315	400							-210 -235	-210 -246	-210 -267	-210 -299	-210 -350	-210 -440	-210 -570	-210 -780	-210 -1100
400	500							-230 -257	-230 -270	-230 -293	-230 -327	-230 -385	-230 -480	-230 -630	-230 -860	-230 -1200
500	630									-260 -330	-260 -370	-260 -435	-260 -540	-260 -700		
630	800									-290 -370	-290 -415	-290 -490	-290 -610	-290 -790		
800	1000									-320 -410	-320 -460	-320 -550	-320 -680	-320 -880		
1000	1250									-350 -455	-350 -515	-350 -610	-350 -770	-350 -1010		
1250	1600									-390 -515	-390 -585	-390 -700	-390 -890	-390 -1170		
1600	2000									-430 -580	-430 -660	-430 -800	-430 -1030	-430 -1350		
2000	2500									-480 -655	-480 -760	-480 -920	-480 -1180	-480 -1580		
2500	3150									-520 -730	-520 -850	-520 -1060	-520 -1380	-520 -1870		

注:各级的 cd 主要用于精密机械和钟表制造业。

表 19 轴 e 和 ef 的极限偏差

 $\mu\text{m}$ 

基本尺寸 mm		e						ef							
大于	至	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	10
—	3	-14 -18	-14 -20	-14 -24	-14 -28	-14 -39	-14 -54	-10 -12	-10 -13	-10 -14	-10 -16	-10 -20	-10 -24	-10 -35	-10 -50
3	6	-20 -25	-20 -28	-20 -32	-20 -38	-20 -50	-20 -68	-14 -16.5	-14 -18	-14 -19	-14 -22	-14 -26	-14 -32	-14 -44	-14 -62
6	10	-25 -31	-25 -34	-25 -40	-25 -47	-25 -61	-25 -83	-18 -20.5	-18 -22	-18 -24	-18 -27	-18 -33	-18 -40	-18 -54	-18 -76
10	18	-32 -40	-32 -43	-32 -50	-32 -59	-32 -75	-32 -102								
18	30	-40 -49	-40 -53	-40 -61	-40 -73	-40 -92	-40 -124								
30	50	-50 -61	-50 -66	-50 -75	-50 -89	-50 -112	-50 -150								
50	80	-60 -73	-60 -79	-60 -90	-60 -106	-60 -134	-60 -182								
80	120	-72 -87	-72 -94	-72 -107	-72 -126	-72 -159	-72 -212								
120	180	-85 -103	-85 -110	-85 -125	-85 -148	-85 -185	-85 -245								
180	250	-100 -120	-100 -129	-100 -146	-100 -172	-100 -215	-100 -285								
250	315	-110 -133	-110 -142	-110 -162	-110 -191	-110 -240	-110 -320								
315	400	-125 -150	-125 -161	-125 -182	-125 -214	-125 -265	-125 -355								
400	500	-135 -162	-135 -175	-135 -198	-135 -232	-135 -290	-135 -385								
500	630		-145 -189	-145 -215	-145 -255	-145 -320	-145 -425								
630	800		-160 -210	-160 -240	-160 -285	-160 -360	-160 -480								
800	1000		-170 -226	-170 -260	-170 -310	-170 -400	-170 -530								
1000	1250		-195 -261	-195 -300	-195 -360	-195 -455	-195 -615								
1250	1600		-220 -298	-220 -345	-220 -415	-220 -530	-220 -720								
1600	2000		-240 -332	-240 -390	-240 -470	-240 -610	-240 -840								
2000	2500		-260 -370	-260 -435	-260 -540	-260 -700	-260 -960								
2500	3150		-290 -425	-290 -500	-290 -620	-290 -830	-290 -1150								

注:各级的 ef 主要用于精密机械和钟表制造业。

表 20 轴  $f$  和  $fg$  的极限偏差 $\mu\text{m}$ 

基本尺寸 mm		$f$								$fg$							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	10
—	3	-6 -8	-6 -9	-6 -10	-6 -12	-6 -16	-6 -20	-6 -31	-6 -46	-4 -6	-4 -7	-4 -8	-4 -10	-7 -14	-4 -18	-4 -29	-4 -44
3	6	-10 -12.5	-10 -14	-10 -15	-10 -18	-10 -22	-10 -28	-10 -40	-10 -58	-6 -8.5	-6 -10	-6 -11	-6 -14	-6 -18	-6 -24	-6 -36	-6 -54
6	10	-13 -15.5	-13 -17	-13 -19	-13 -22	-13 -28	-13 -35	-13 -49	-13 -71	-8 -10.5	-8 -12	-8 -14	-8 -17	-8 -23	-8 -30	-8 -44	-8 -66
10	18	-16 -19	-16 -21	-16 -24	-16 -27	-16 -34	-16 -43	-16 -59	-16 -86								
18	30	-20 -24	-20 -26	-20 -29	-20 -33	-20 -41	-20 -53	-20 -72	-20 -104								
30	50	-25 -29	-25 -32	-25 -36	-25 -41	-25 -50	-25 -64	-25 -87	-25 -125								
50	80		-30 -38	-30 -43	-30 -49	-30 -60	-30 -76	-30 -104									
80	120		-36 -46	-36 -51	-36 -58	-36 -71	-36 -90	-36 -123									
120	180		-43 -55	-43 -61	-43 -68	-43 -83	-43 -106	-43 -143									
180	250		-50 -64	-50 -70	-50 -79	-50 -96	-50 -122	-50 -165									
250	315		-56 -72	-56 -79	-56 -88	-56 -108	-56 -137	-56 -185									
315	400		-62 -80	-62 -87	-62 -98	-62 -119	-62 -151	-62 -202									
400	500		-68 -88	-68 -95	-68 -108	-68 -131	-68 -165	-68 -223									
500	630				-76 -120	-76 -146	-76 -186	-76 -251									
630	800				-80 -130	-80 -160	-80 -205	-80 -280									
800	1000				-86 -142	-86 -176	-86 -226	-86 -316									
1000	1250				-98 -164	-98 -203	-98 -263	-98 -358									
1250	1600				-110 -188	-110 -235	-110 -305	-110 -420									
1600	2000				-120 -212	-120 -270	-120 -350	-120 -490									
2000	2500				-130 -240	-130 -305	-130 -410	-130 -570									
2500	3150				-145 -280	-145 -355	-145 -475	-145 -685									

注:各级的  $fg$  主要用于精密机械和钟表制造业。

表 21 轴 g 的极限偏差

 $\mu\text{m}$ 

基本尺寸 mm		g							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10
—	3	-2 -4	-2 -5	-2 -6	-2 -8	-2 -12	-2 -16	-2 -27	-2 -42
3	6	-4 -6.5	-4 -8	-4 -9	-4 -12	-4 -16	-4 -22	-4 -34	-4 -52
6	10	-5 -7.5	-5 -9	-5 -11	-5 -14	-5 -20	-5 -27	-5 -41	-5 -63
10	18	-6 -9	-6 -11	-6 -14	-6 -17	-6 -24	-6 -33	-6 -49	-6 -76
18	30	-7 -11	-7 -13	-7 -16	-7 -20	-7 -28	-7 -40	-7 -59	-7 -91
30	50	-9 -13	-9 -16	-9 -20	-9 -25	-9 -34	-9 -48	-9 -71	-9 -109
50	80		-10 -18	-10 -23	-10 -29	-10 -40	-10 -56		
80	120		-12 -22	-12 -27	-12 -34	-12 -47	-12 -66		
120	180		-14 -26	-14 -32	-14 -39	-14 -54	-14 -77		
180	250		-15 -29	-15 -35	-15 -44	-15 -61	-15 -87		
250	315		-17 -33	-17 -40	-17 -49	-17 -69	-17 -98		
315	400		-18 -36	-18 -43	-18 -54	-18 -75	-18 -107		
400	500		-20 -40	-20 -47	-20 -60	-20 -83	-20 -117		
500	630				-22 -66	-22 -92	-22 -132		
630	800				-24 -74	-24 -104	-24 -149		
800	1000				-26 -82	-24 -116	-26 -166		
1000	1250				-28 -94	-28 -133	-28 -193		
1250	1600				-30 -108	-30 -155	-30 -225		
1600	2000				-32 -124	-32 -182	-32 -262		
2000	2500				-34 -144	-34 -209	-34 -314		
2500	3150				-38 -173	-38 -248	-38 -368		

表 22 轴 h 的极限偏差

基本尺寸 mm		h																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
大于	至	μm																	
		mm																	
—	3	0 -0.8	0 -1.2	0 -2	0 -3	0 -4	0 -6	0 -10	0 -14	0 -25	0 -40	0 -60	0 -0.1	0 -0.14	0 -0.25	0 -0.4	0 -0.6		
3	6	0 -1	0 -1.5	0 -2.5	0 -4	0 -5	0 -8	0 -12	0 -18	0 -30	0 -48	0 -75	0 -0.12	0 -0.18	0 -0.3	0 -0.48	0 -0.75	0 -1.2	0 -1.8
6	10	0 -1	0 -1.5	0 -2.5	0 -4	0 -6	0 -9	0 -15	0 -22	0 -36	0 -58	0 -90	0 -0.15	0 -0.22	0 -0.36	0 -0.58	0 -0.9	0 -1.5	0 -2.2
10	18	0 -1.2	0 -2	0 -3	0 -5	0 -8	0 -11	0 -18	0 -27	0 -43	0 -70	0 -110	0 -0.18	0 -0.27	0 -0.43	0 -0.7	0 -1.1	0 -1.8	0 -2.7
18	30	0 -1.5	0 -2.5	0 -4	0 -6	0 -9	0 -13	0 -21	0 -33	0 -52	0 -84	0 -130	0 -0.21	0 -0.33	0 -0.52	0 -0.84	0 -1.3	0 -2.1	0 -3.3
30	50	0 -1.5	0 -2.5	0 -4	0 -7	0 -11	0 -16	0 -25	0 -39	0 -62	0 -100	0 -160	0 -0.25	0 -0.39	0 -0.62	0 -1	0 -1.6	0 -2.5	0 -3.9
50	80	0 -2	0 -3	0 -5	0 -8	0 -13	0 -19	0 -30	0 -46	0 -74	0 -120	0 -190	0 -0.3	0 -0.46	0 -0.74	0 -1.2	0 -1.9	0 -3	0 -4.6
80	120	0 -2.5	0 -4	0 -6	0 -10	0 -15	0 -22	0 -35	0 -54	0 -87	0 -140	0 -220	0 -0.35	0 -0.54	0 -0.87	0 -1.4	0 -2.2	0 -3.5	0 -5.4
120	180	0 -3.5	0 -5	0 -8	0 -12	0 -18	0 -25	0 -40	0 -63	0 -100	0 -160	0 -250	0 -0.4	0 -0.63	0 -1	0 -1.6	0 -2.5	0 -4	0 -6.3
180	250	0 -4.5	0 -7	0 -10	0 -14	0 -20	0 -29	0 -46	0 -72	0 -115	0 -185	0 -290	0 -0.46	0 -0.72	0 -1.15	0 -1.85	0 -2.9	0 -4.6	0 -7.2
250	315	0 -6	0 -8	0 -12	0 -16	0 -23	0 -32	0 -52	0 -81	0 -130	0 -210	0 -320	0 -0.52	0 -0.81	0 -1.3	0 -2.1	0 -3.2	0 -5.2	0 -8.1
315	400	0 -7	0 -9	0 -13	0 -18	0 -25	0 -36	0 -57	0 -89	0 -140	0 -230	0 -360	0 -0.57	0 -0.89	0 -1.4	0 -2.3	0 -3.6	0 -5.7	0 -8.9
400	500	0 -8	0 -10	0 -15	0 -20	0 -27	0 -40	0 -63	0 -97	0 -155	0 -250	0 -400	0 -0.63	0 -0.97	0 -1.55	0 -2.5	0 -4	0 -6.3	0 -9.7
500	630	0 -9	0 -11	0 -16	0 -22	0 -32	0 -44	0 -70	0 -110	0 -175	0 -280	0 -440	0 -0.7	0 -1.1	0 -1.75	0 -2.8	0 -4.4	0 -7	0 -11
630	800	0 -10	0 -13	0 -18	0 -25	0 -36	0 -50	0 -80	0 -125	0 -200	0 -320	0 -500	0 -0.8	0 -1.25	0 -2	0 -3.2	0 -5	0 -8	0 -12.5

表 22(续)

基本尺寸 mm	h																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	偏差																	
大于	μm																	
至	mm																	
800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-11	-15	-21	-28	-40	-56	-90	-140	-230	-360	-560	-0.9	-1.4	-2.3	-3.6	-5.6	-9	-14
1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-13	-18	-24	-33	-47	-66	-105	-165	-260	-420	-660	-1.05	-1.65	-2.6	-4.2	-6.6	-10.5	-16.5
1250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-15	-21	-29	-39	-55	-78	-125	-195	-310	-500	-780	-1.25	-1.95	-3.1	-5	-7.8	-12.5	-19.5
1600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-18	-25	-35	-46	-65	-92	-150	-230	-370	-600	-920	-1.5	-2.3	-3.7	-6	-9.2	-15	-23
2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-22	-30	-41	-55	-78	-110	-175	-280	-440	-700	-1100	-1.75	-2.8	-4.4	-7	-11	-17.5	-28
2500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-26	-36	-50	-68	-96	-135	-210	-330	-540	-860	-1350	-2.1	-3.3	-5.4	-8.6	-13.5	-21	-33

注:1 IT14 和 IT18 只用于大于 1mm 的基本尺寸。  
2 基本尺寸大于 500~3150mm, IT1 和 IT5 的偏差值为试用的。

表 23 轴 js 的极限偏差

基本尺寸 mm	js																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	偏差																	
大于	μm																	
至	mm																	
—	±0.4	±0.6	±1	±1.5	±2	±3	±5	±7	±12	±20	±30	±0.05	±0.07	±0.125	±0.2	±0.3		
3	±0.5	±0.75	±1.25	±2	±2.5	±4	±6	±9	±15	±24	±37	±0.06	±0.09	±0.15	±0.24	±0.375	±0.6	±0.9
6	±0.5	±0.75	±1.25	±2	±3	±4.5	±7	±11	±18	±29	±45	±0.075	±0.11	±0.18	±0.29	±0.45	±0.75	±1.1
10	±0.6	±1	±1.5	±2.5	±4	±5.5	±9	±13	±21	±35	±55	±0.09	±0.135	±0.215	±0.35	±0.55	±0.9	±1.35
18	±0.75	±1.25	±2	±3	±4.5	±6.5	±10	±16	±26	±42	±65	±0.105	±0.165	±0.26	±0.42	±0.65	±1.05	±1.65
30	±0.75	±1.25	±2	±3.5	±5.5	±8	±12	±19	±31	±50	±80	±0.125	±0.195	±0.31	±0.5	±0.8	±1.25	±1.95
50	±1	±1.5	±2.5	±4	±6.5	±9.5	±15	±23	±37	±60	±95	±0.15	±0.23	±0.37	±0.6	±0.95	±1.5	±2.3
80	±1.25	±2	±3	±5	±7.5	±11	±17	±27	±43	±70	±110	±0.175	±0.27	±0.435	±0.7	±1.1	±1.75	±2.7



表 23(续)

基本尺寸 mm		js																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
大于	至	偏差																	
		μm									mm								
120	180	±1.75	±2.5	±4	±6	±9	±12.5	±20	±31	±50	±80	±125	±0.2	±0.315	±0.5	±0.8	±1.25	±2	±3.15
180	250	±2.25	±3.5	±5	±7	±10	±14.5	±23	±36	±57	±92	±145	±0.23	±0.36	±0.575	±0.925	±1.45	±2.3	±3.6
250	315	±3	±4	±6	±8	±11.5	±16	±26	±40	±65	±105	±160	±0.26	±0.405	±0.65	±1.05	±1.6	±2.6	±4.05
315	400	±3.5	±4.5	±6.5	±9	±12.5	±18	±28	±44	±70	±115	±180	±0.285	±0.445	±0.7	±1.15	±1.8	±2.85	±4.45
400	500	±4	±5	±7.5	±10	±13.5	±20	±31	±48	±77	±125	±200	±0.315	±0.485	±0.775	±1.25	±2	±3.15	±4.85
500	630	±4.5	±5.5	±8	±11	±16	±22	±35	±55	±87	±140	±220	±0.35	±0.55	±0.875	±1.4	±2.2	±3.5	±5.5
630	800	±5	±6.5	±9	±12.5	±18	±25	±40	±62	±100	±160	±250	±0.4	±0.625	±1	±1.6	±2.5	±4	±6.25
800	1000	±5.5	±7.5	±10.5	±14	±20	±28	±45	±70	±115	±180	±280	±0.45	±0.7	±1.15	±1.8	±2.8	±4.5	±7
1000	1250	±6.5	±9	±12	±16.5	±23.5	±33	±52	±82	±130	±210	±330	±0.525	±0.825	±1.3	±2.1	±3.3	±5.25	±8.25
1250	1600	±7.5	±10.5	±14.5	±19.5	±27.5	±39	±62	±97	±155	±250	±390	±0.625	±0.975	±1.55	±2.5	±3.9	±6.25	±9.75
1600	2000	±9	±12.5	±17.5	±23	±32.5	±46	±75	±115	±185	±300	±460	±0.75	±1.15	±1.85	±3	±4.6	±7.5	±11.5
2000	2500	±11	±15	±20.5	±27.5	±39	±55	±87	±140	±220	±350	±550	±0.875	±1.4	±2.2	±3.5	±5.5	±8.75	±14
2500	3150	±13	±18	±25	±34	±48	±67.5	±105	±165	±270	±430	±675	±1.05	±1.65	±2.7	±4.3	±6.75	±10.5	±16.5

注:1 为避免相同值的重复,表列值以“±X”给出,可为 es = +X、ei = -X,例如,  $\pm 0.23\text{mm}$ 。

2 IT14 至 IT18 只用于大于 1mm 的基本尺寸。

3 基本尺寸大于 500~3150mm, IT1 至 IT5 的偏差值为试用的。

表 24 轴 j 和 k 的极限偏差

基本尺寸 mm		k																	
		j									k								
大于	至	5	6	7	8	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
—	3	±2	+4 -2	+6 -4	+8 -6	+2 0	+3 0	+4 0	+6 0	+10 0	+14 0	+25 0	+40 0	+60 0	+100 0	+140 0			
3	6	+3 -2	+6 -2	+8 -4		+2.5 0	+5 +1	+6 +1	+9 +1	+13 +1	+18 0	+30 0	+48 0	+75 0	+120 0	+180 0			
6	10	+4 -2	+7 -2	+10 -5		+2.5 0	+5 +1	+7 +1	+10 +1	+16 +1	+22 0	+36 0	+58 0	+90 0	+150 0	+220 0			
10	18	+5 -3	+8 -3	+12 -6		+3 0	+6 +1	+9 +1	+12 +1	+19 +1	+27 0	+43 0	+70 0	+110 0	+180 0	+270 0			

表 24(续)

基本尺寸 mm		j								k												
大于	至	5	6	7	8	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13						
18	30	+5 -4	+9 -4	+13 -8		+4 0	+8 +2	+11 +2	+15 +2	+23 +2	+33 0	+52 0	+84 0	+130 0	+210 0	+330 0						
30	50	+6 -5	+11 -5	+15 -10		+4 0	+9 +2	+13 +2	+18 +2	+27 +2	+39 0	+62 0	+100 0	+160 0	+250 0	+390 0						
50	80	+6 -7	+12 -7	+18 -12			+10 +2	+15 +2	+21 +2	+32 +2	+46 0	+74 0	+120 0	+190 0	+300 0	+460 0						
80	120	+6 -9	+13 -9	+20 -15			+13 +3	+18 +3	+25 +3	+38 +3	+54 0	+87 0	+140 0	+220 0	+350 0	+540 0						
120	180	+7 -11	+14 -11	+22 -18			+15 +3	+21 +3	+28 +3	+43 +3	+63 0	+100 0	+160 0	+250 0	+400 0	+630 0						
180	250	+7 -13	+16 -13	+25 -21			+18 +4	+24 +4	+33 +4	+50 +4	+72 0	+115 0	+185 0	+290 0	+460 0	+720 0						
250	315	+7 -16	+16 -16	+26 -26			+20 +4	+27 +4	+36 +4	+56 +4	+81 0	+130 0	+210 0	+320 0	+520 0	+810 0						
315	400	+7 -18	+18 -18	+29 -28			+22 +4	+29 +4	+40 +4	+61 +4	+89 0	+140 0	+230 0	+360 0	+570 0	+890 0						
400	500	+7 -20	+20 -20	+31 -32			+25 +5	+32 +5	+45 +5	+68 +5	+97 0	+155 0	+250 0	+400 0	+630 0	+970 0						
500	630								+44 0	+70 0	+110 0	+175 0	+280 0	+440 0	+700 0	+1100 0						
630	800								+50 0	+80 0	+125 0	+200 0	+320 0	+500 0	+800 0	+1250 0						
800	1000								+56 0	+90 0	+140 0	+230 0	+360 0	+560 0	+900 0	+1400 0						
1000	1250								+66 0	+105 0	+165 0	+260 0	+420 0	+660 0	+1050 0	+1650 0						
1250	1600								+78 0	+125 0	+195 0	+310 0	+500 0	+780 0	+1250 0	+1950 0						
1600	2000								+92 0	+150 0	+230 0	+370 0	+600 0	+920 0	+1500 0	+2300 0						
2000	2500								+110 0	+175 0	+280 0	+440 0	+700 0	+1100 0	+1750 0	+2800 0						
2500	3150								+135 0	+210 0	+330 0	+540 0	+860 0	+1350 0	+2100 0	+3300 0						

注:j5、j6和j7的某些极限值与js5、js6和js7一样用“±X”表示。

注: j5、j6 和 j7 的某些极限值与 js5、js6 和 js7 一样用“±X”表示。

表 25 轴 m 和 n 的极限偏差

 $\mu\text{m}$ 

基本尺寸 mm		m							n						
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	3	4	5	6	7	8	9
—	3	+4 +2	+5 +2	+6 +2	+8 +2	+12 +2	+16 +2	+27 +2	+6 +4	+7 +4	+8 +4	+10 +4	+14 +4	+18 +4	+29 +4
3	6	+6.5 +4	+8 +4	+9 +4	+12 +4	+16 +4	+22 +4	+34 +4	+10.5 +8	+12 +8	+13 +8	+16 +8	+20 +8	+26 +8	+38 +8
6	10	+8.5 +6	+10 +6	+12 +6	+15 +6	+21 +6	+28 +6	+42 +6	+12.5 +10	+14 +10	+16 +10	+19 +10	+25 +10	+32 +10	+46 +10
10	18	+10 +7	+12 +7	+15 +7	+18 +7	+25 +7	+34 +7	+50 +7	+15 +12	+17 +12	+20 +12	+23 +12	+30 +12	+39 +12	+55 +12
18	30	+12 +8	+14 +8	+17 +8	+21 +8	+29 +8	+41 +8	+60 +8	+19 +15	+21 +15	+24 +15	+28 +15	+36 +15	+48 +15	+67 +15
30	50	+13 +9	+16 +9	+20 +9	+25 +9	+34 +9	+48 +9	+71 +9	+21 +17	+24 +17	+28 +17	+33 +17	+42 +17	+56 +17	+79 +17
50	80		+19 +11	+24 +11	+30 +11	+41 +11				+28 +20	+33 +20	+39 +20	+50 +20		
80	120		+23 +13	+28 +13	+35 +13	+48 +13				+33 +23	+38 +23	+45 +23	+58 +23		
120	180		+27 +15	+33 +15	+40 +15	+55 +15				+39 +27	+45 +27	+52 +27	+67 +27		
180	250		+31 +17	+37 +17	+46 +17	+63 +17				+45 +31	+51 +31	+60 +31	+77 +31		
250	315		+36 +20	+43 +20	+52 +20	+72 +20				+50 +34	+57 +34	+66 +34	+86 +34		
315	400		+39 +21	+46 +21	+57 +21	+78 +21				+55 +37	+62 +37	+73 +37	+94 +37		
400	500		+43 +23	+50 +23	+63 +23	+86 +23				+60 +40	+67 +40	+80 +40	+103 +40		
500	630				+70 +26	+96 +26						+88 +44	+114 +44		
630	800				+80 +30	+110 +30						+100 +50	+130 +50		
800	1000				+90 +34	+124 +34						+112 +56	+146 +56		
1000	1250				+106 +40	+145 +40						+132 +66	+171 +66		
1250	1600				+126 +48	+173 +48						+156 +78	+203 +78		
1600	2000				+150 +58	+208 +58						+184 +92	+242 +92		
2000	2500				+178 +68	+243 +68						+220 +110	+285 +110		
2500	3150				+211 +76	+286 +76						+270 +135	+345 +135		

表 26 轴 p 的极限偏差

 $\mu\text{m}$ 

基本尺寸 mm		p							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10
—	3	+8 +6	+9 +6	+10 +6	+12 +6	+16 +6	+20 +6	+31 +6	+46 +6
3	6	+14.5 +12	+16 +12	+17 +12	+20 +12	+24 +12	+30 +12	+42 +12	+60 +12
6	10	+17.5 +15	+19 +15	+21 +15	+24 +15	+30 +15	+37 +15	+51 +15	+73 +15
10	18	+21 +18	+23 +18	+26 +18	+29 +18	+36 +18	+45 +18	+61 +18	+88 +18
18	30	+26 +22	+28 +22	+31 +22	+35 +22	+43 +22	+55 +22	+74 +22	+106 +22
30	50	+30 +26	+33 +26	+37 +26	+42 +26	+51 +26	+65 +26	+88 +26	+126 +26
50	80		+40 +32	+45 +32	+51 +32	+62 +32	+78 +32		
80	120		+47 +37	+52 +37	+59 +37	+72 +37	+91 +37		
120	180		+55 +43	+61 +43	+68 +43	+83 +43	+106 +43		
180	250		+64 +50	+70 +50	+79 +50	+96 +50	+122 +50		
250	315		+72 +56	+79 +56	+88 +56	+108 +56	+137 +56		
315	400		+80 +62	+87 +62	+98 +62	+119 +62	+151 +62		
400	500		+88 +68	+95 +68	+108 +68	+131 +68	+165 +68		
500	630				+122 +78	+148 +78	+188 +78		
630	800				+138 +88	+168 +88	+213 +88		
800	1000				+156 +100	+190 +100	+240 +100		
1000	1250				+186 +120	+225 +120	+285 +120		
1250	1600				+218 +140	+265 +140	+335 +140		
1600	2000				+262 +170	+320 +170	+400 +170		
2000	2500				+305 +195	+370 +195	+475 +195		
2500	3150				+375 +240	+450 +240	+570 +240		

表 27 轴 r 的极限偏差 μm

基本尺寸 mm		r							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10
—	3	+12 +10	+13 +10	+14 +10	+16 +10	+20 +10	+24 +10	+35 +10	+50 +10
3	6	+17.5 +15	+19 +15	+20 +15	+23 +15	+27 +15	+33 +15	+45 +15	+63 +15
6	10	+21.5 +19	+23 +19	+25 +19	+28 +19	+34 +19	+41 +19	+55 +19	+77 +19
10	18	+26 +23	+28 +23	+31 +23	+34 +23	+41 +23	+50 +23	+66 +23	+93 +23
18	30	+32 +28	+34 +28	+37 +28	+41 +28	+49 +28	+61 +28	+80 +28	+112 +28
30	50	+38 +34	+41 +34	+45 +34	+50 +34	+59 +34	+73 +34	+96 +34	+134 +34
50	65		+49 +41	+54 +41	+60 +41	+71 +41	+87 +41		
65	80		+51 +43	+56 +43	+62 +43	+72 +43	+89 +43		
80	100		+61 +51	+66 +51	+73 +51	+86 +51	+105 +51		
100	120		+64 +54	+69 +54	+76 +54	+89 +54	+108 +54		
120	140		+75 +63	+81 +63	+88 +63	+103 +63	+126 +63		
140	160		+77 +65	+83 +65	+90 +65	+105 +65	+128 +65		
160	180		+80 +68	+86 +68	+93 +68	+108 +68	+131 +68		
180	200		+91 +77	+97 +77	+106 +77	+123 +77	+149 +77		
200	225		+94 +80	+100 +80	+109 +80	+126 +80	+152 +80		
225	250		+98 +84	+104 +84	+113 +84	+130 +84	+156 +84		
250	280		+110 +94	+117 +94	+126 +94	+146 +94	+175 +94		
280	315		+114 +98	+121 +98	+130 +98	+150 +98	+179 +98		
315	355		+126 +108	+133 +108	+144 +108	+165 +108	+197 +108		
355	400		+132 +114	+139 +114	+150 +114	+171 +114	+203 +114		
400	450		+146 +126	+153 +126	+166 +126	+189 +126	+223 +126		
450	500		+152 +132	+159 +132	+172 +132	+195 +132	+229 +132		
500	560				+194 +150	+220 +150	+260 +150		
560	630				+199 +155	+225 +155	+265 +155		

表 27(续)

 $\mu\text{m}$ 

基本尺寸 mm		r							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10
630	710				+225 +175	+255 +175	+300 +175		
710	800				+235 +185	+265 +185	+310 +185		
800	900				+266 +210	+300 +210	+350 +210		
900	1000				+276 +220	+310 +220	+360 +220		
1000	1120				+316 +250	+355 +250	+415 +250		
1120	1250				+326 +260	+365 +260	+425 +260		
1250	1400				+378 +300	+425 +300	+495 +300		
1400	1600				+408 +330	+455 +330	+525 +330		
1600	1800				+462 +370	+520 +370	+600 +370		
1800	2000				+492 +400	+550 +400	+630 +400		
2000	2240				+550 +440	+615 +440	+720 +440		
2240	2500				+570 +460	+635 +460	+740 +460		
2500	2800				+685 +550	+760 +550	+880 +550		
2800	3150				+715 +580	+790 +580	+910 +580		

表 28 轴 s 的极限偏差

 $\mu\text{m}$ 

基本尺寸 mm		s							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10
—	3	+16 +14	+17 +14	+18 +14	+20 +14	+24 +14	+28 +14	+39 +14	+54 +14
3	6	+21.5 +19	+23 +19	+24 +19	+27 +19	+31 +19	+37 +19	+49 +19	+67 +19
6	10	+25.5 +23	+27 +23	+29 +23	+32 +23	+38 +23	+45 +23	+59 +23	+81 +23
10	18	+31 +28	+33 +28	+36 +28	+39 +28	+46 +28	+55 +28	+71 +28	+98 +28
18	30	+39 +35	+41 +35	+44 +35	+48 +35	+56 +35	+68 +35	+87 +35	+119 +35
30	50	+47 +43	+50 +43	+54 +43	+59 +43	+68 +43	+82 +43	+105 +43	+143 +43
50	65		+61 +53	+66 +53	+72 +53	+83 +53	+99 +52	+127 +53	
65	80		+67 +59	+72 +59	+78 +59	+89 +59	+105 +59	+133 +59	

表 28(续) μm

基本尺寸 mm		s							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10
80	100		+ 81 + 71	+ 86 + 71	+ 93 + 71	+ 106 + 71	+ 125 + 71	+ 158 + 71	
100	120		+ 89 + 79	+ 94 + 79	+ 101 + 79	+ 114 + 79	+ 133 + 79	+ 166 + 79	
120	140		+ 104 + 92	+ 110 + 92	+ 117 + 92	+ 132 + 92	+ 155 + 92	+ 192 + 92	
140	160		+ 112 + 100	+ 118 + 100	+ 125 + 100	+ 140 + 100	+ 163 + 100	+ 200 + 100	
160	180		+ 120 + 108	+ 126 + 108	+ 133 + 108	+ 148 + 108	+ 171 + 108	+ 208 + 108	
180	200		+ 136 + 122	+ 142 + 122	+ 151 + 122	+ 168 + 122	+ 194 + 122	+ 237 + 122	
200	225		+ 144 + 130	+ 150 + 130	+ 159 + 130	+ 176 + 130	+ 202 + 130	+ 245 + 130	
225	250		+ 154 + 140	+ 160 + 140	+ 169 + 140	+ 186 + 140	+ 212 + 140	+ 255 + 140	
250	280		+ 174 + 158	+ 181 + 158	+ 190 + 158	+ 210 + 158	+ 239 + 158	+ 288 + 158	
280	315		+ 186 + 170	+ 193 + 170	+ 202 + 170	+ 222 + 170	+ 251 + 170	+ 300 + 170	
315	355		+ 208 + 190	+ 215 + 190	+ 226 + 190	+ 247 + 190	+ 279 + 190	+ 330 + 190	
355	400		+ 226 + 208	+ 233 + 208	+ 244 + 208	+ 265 + 208	+ 297 + 208	+ 348 + 208	
400	450		+ 252 + 232	+ 259 + 232	+ 272 + 232	+ 295 + 232	+ 329 + 232	+ 387 + 232	
450	500		+ 272 + 252	+ 279 + 252	+ 292 + 252	+ 315 + 252	+ 349 + 252	+ 407 + 252	
500	560				+ 324 + 280	+ 350 + 280	+ 390 + 280		
560	630				+ 354 + 310	+ 380 + 310	+ 420 + 310		
630	710				+ 390 + 340	+ 420 + 340	+ 465 + 340		
710	800				+ 430 + 380	+ 460 + 380	+ 505 + 380		
800	900				+ 486 + 430	+ 520 + 430	+ 570 + 430		
900	1000				+ 526 + 470	+ 560 + 470	+ 610 + 470		
1000	1120				+ 586 + 520	+ 625 + 520	+ 685 + 520		
1120	1250				+ 646 + 580	+ 685 + 580	+ 745 + 580		
1250	1400				+ 718 + 640	+ 765 + 640	+ 835 + 640		
1400	1600				+ 798 + 720	+ 845 + 720	+ 915 + 720		

表 28(续)

 $\mu\text{m}$ 

基本尺寸 mm		s							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10
1600	1800				+912 +820	+970 +820	+1050 +820		
1800	2000				+1012 +920	+1070 +920	+1150 +920		
2000	2240				+1110 +1000	+1175 +1000	+1280 +1000		
2240	2500				+1210 +1100	+1275 +1100	+1380 +1100		
2500	2800				+1385 +1250	+1460 +1250	+1580 +1250		
2800	3150				+1535 +1400	+1610 +1400	+1730 +1400		

表 29 轴 t 和 u 的极限偏差

 $\mu\text{m}$ 

基本尺寸 mm		t				u				
大于	至	5	6	7	8	5	6	7	8	9
—	3					+22 +18	+24 +18	+28 +18	+32 +18	+43 +18
3	6					+28 +23	+31 +23	+35 +23	+41 +23	+53 +23
6	10					+34 +28	+37 +28	+43 +28	+50 +28	+64 +28
10	18					+41 +33	+44 +33	+51 +33	+60 +33	+76 +33
18	24					+50 +41	+54 +41	+62 +41	+74 +41	+93 +41
24	30	+50 +41	+54 +41	+62 +41	+74 +41	+57 +48	+61 +48	+69 +48	+81 +48	+100 +48
30	40	+59 +48	+64 +48	+73 +48	+87 +48	+71 +60	+76 +60	+85 +60	+99 +60	+122 +60
40	50	+65 +54	+70 +54	+79 +54	+93 +54	+81 +70	+86 +70	+95 +70	+109 +70	+132 +70
50	65	+79 +66	+85 +66	+96 +66	+112 +66	+100 +87	+106 +87	+117 +87	+133 +87	+161 +87
65	80	+88 +75	+94 +75	+105 +75	+121 +75	+115 +102	+121 +102	+132 +102	+148 +102	+176 +102
80	100	+106 +91	+113 +91	+126 +91	+145 +91	+139 +124	+146 +124	+159 +124	+178 +124	+211 +124
100	120	+119 +104	+126 +104	+139 +104	+158 +104	+159 +144	+166 +144	+179 +144	+198 +144	+231 +144
120	140	+140 +122	+147 +122	+162 +122	+185 +122	+188 +170	+195 +170	+210 +170	+233 +170	+270 +170
140	160	+152 +134	+159 +134	+174 +134	+197 +134	+208 +190	+215 +190	+230 +190	+253 +190	+290 +190
160	180	+164 +146	+171 +146	+186 +146	+209 +146	+228 +210	+235 +210	+250 +210	+273 +210	+310 +210



表 29(续)

 $\mu\text{m}$ 

基本尺寸 mm		t				u				
大于	至	5	6	7	8	5	6	7	8	9
180	200	+186 +166	+195 +166	+212 +166	+238 +166	+256 +236	+265 +236	+282 +236	+308 +236	+351 +236
200	225	+200 +180	+209 +180	+226 +180	+252 +180	+278 +258	+287 +258	+304 +258	+330 +258	+373 +258
225	250	+216 +196	+225 +196	+242 +196	+268 +196	+304 +284	+313 +284	+330 +284	+356 +284	+399 +284
250	280	+241 +218	+250 +218	+270 +218	+299 +218	+338 +315	+347 +315	+367 +315	+396 +315	+445 +315
280	315	+263 +240	+272 +240	+292 +240	+321 +240	+373 +350	+382 +350	+402 +350	+431 +350	+480 +350
315	355	+293 +268	+304 +268	+325 +268	+357 +268	+415 +390	+426 +390	+447 +390	+479 +390	+530 +390
355	400	+319 +294	+330 +294	+351 +294	+383 +294	+460 +435	+471 +435	+492 +435	+524 +435	+575 +435
400	450	+357 +330	+370 +330	+393 +330	+427 +330	+517 +490	+530 +490	+553 +490	+587 +490	+645 +490
450	500	+387 +360	+400 +360	+423 +360	+457 +360	+567 +540	+580 +540	+603 +540	+637 +540	+695 +540
500	560		+444 +400	+470 +400			+644 +600	+670 +600	+710 +600	
560	630		+494 +450	+520 +450			+704 +660	+730 +660	+770 +660	
630	710		+550 +500	+580 +500			+790 +740	+820 +740	+865 +740	
710	800		+610 +560	+640 +560			+890 +840	+920 +840	+965 +840	
800	900		+676 +620	+710 +620			+996 +940	+1030 +940	+1080 +940	
900	1000		+736 +680	+770 +680			+1106 +1050	+1140 +1050	+1190 +1050	
1000	1120		+846 +780	+885 +780			+1216 +1150	+1255 +1150	+1315 +1150	
1120	1250		+906 +840	+945 +840			+1366 +1300	+1405 +1300	+1465 +1300	
1250	1400		+1038 +960	+1085 +960			+1528 +1450	+1575 +1450	+1645 +1450	
1400	1600		+1128 +1050	+1175 +1050			+1678 +1600	+1725 +1600	+1795 +1600	
1600	1800		+1292 +1200	+1350 +1200			+1942 +1850	+2000 +1850	+2080 +1850	
1800	2000		+1442 +1350	+1500 +1350			+2092 +2000	+2150 +2000	+2230 +2000	
2000	2240		+1610 +1500	+1675 +1500			+2410 +2300	+2475 +2300	+2580 +2300	
2240	2500		+1760 +1650	+1825 +1650			+2610 +2500	+2675 +2500	+2780 +2500	
2500	2800		+2035 +1900	+2110 +1900			+3035 +2900	+3110 +2900	+3230 +2900	

表 29(续)

 $\mu\text{m}$ 

基本尺寸 mm		t				u				
大于	至	5	6	7	8	5	6	7	8	9
2800	3150		+2235 +2100	+2310 +2100			+3335 +3200	+3410 +3200	+3530 +3200	

注:基本尺寸至 24mm 的 t5 至 t8 的偏差值未列入表内,建议以 u5 至 u8 代替。如非要 t5 至 t8,则可按 GB/T 1800.3 计算。

表 30 轴 v、x 和 y 的极限偏差

 $\mu\text{m}$ 

基本尺寸 mm		v				x						y				
大于	至	5	6	7	8	5	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10
—	3					+24 +20	+26 +20	+30 +20	+34 +20	+45 +20	+60 +20					
3	6					+33 +28	+36 +28	+40 +28	+46 +28	+58 +28	+76 +28					
6	10					+40 +34	+43 +34	+49 +34	+56 +34	+70 +34	+92 +34					
10	14					+48 +40	+51 +40	+58 +40	+67 +40	+83 +40	+110 +40					
14	18	+47 +39	+50 +39	+57 +39	+66 +39	+53 +45	+56 +45	+63 +45	+72 +45	+88 +45	+115 +45					
18	24	+56 +47	+60 +47	+68 +47	+80 +47	+63 +54	+67 +54	+75 +54	+87 +54	+106 +54	+138 +54	+76 +63	+84 +63	+96 +63	+115 +63	+147 +63
24	30	+64 +55	+68 +55	+76 +55	+88 +55	+73 +64	+77 +64	+85 +64	+97 +64	+116 +64	+148 +64	+88 +75	+96 +75	+108 +75	+127 +75	+159 +75
30	40	+79 +68	+84 +68	+93 +68	+107 +68	+91 +80	+96 +80	+105 +80	+119 +80	+142 +80	+180 +80	+110 +94	+119 +94	+133 +94	+156 +94	+194 +94
40	50	+92 +81	+97 +81	+106 +81	+120 +81	+108 +97	+113 +97	+122 +97	+136 +97	+159 +97	+197 +97	+130 +114	+139 +114	+153 +114	+176 +114	+214 +114
50	65	+115 +102	+121 +102	+132 +102	+148 +102	+135 +122	+141 +122	+152 +122	+168 +122	+196 +122	+242 +122	+163 +144	+174 +144	+190 +144		
65	80	+133 +120	+139 +120	+150 +120	+166 +120	+159 +146	+165 +146	+176 +146	+192 +146	+220 +146	+266 +146	+193 +174	+204 +174	+220 +174		
80	100	+161 +146	+168 +146	+181 +146	+200 +146	+193 +178	+200 +178	+213 +178	+232 +178	+265 +178	+318 +178	+236 +214	+249 +214	+268 +214		
100	120	+187 +172	+194 +172	+207 +172	+226 +172	+225 +210	+232 +210	+245 +210	+264 +210	+297 +210	+350 +210	+276 +254	+289 +254	+308 +254		
120	140	+220 +202	+227 +202	+242 +202	+265 +202	+266 +248	+273 +248	+288 +248	+311 +248	+348 +248	+408 +248	+325 +300	+340 +300	+363 +300		
140	160	+246 +228	+253 +228	+268 +228	+291 +228	+298 +280	+305 +280	+320 +280	+343 +280	+380 +280	+440 +280	+365 +340	+380 +340	+403 +340		
160	180	+270 +252	+277 +252	+292 +252	+315 +252	+328 +310	+335 +310	+350 +310	+373 +310	+410 +310	+470 +310	+405 +380	+420 +380	+443 +380		
180	200	+304 +284	+313 +284	+330 +284	+356 +284	+370 +350	+379 +350	+396 +350	+422 +350	+465 +350	+535 +350	+454 +425	+471 +425	+497 +425		
200	225	+330 +310	+339 +310	+356 +310	+382 +310	+405 +385	+414 +385	+431 +385	+457 +385	+500 +385	+570 +385	+499 +470	+516 +470	+542 +470		
225	250	+360 +340	+369 +340	+386 +340	+412 +340	+445 +425	+454 +425	+471 +425	+497 +425	+540 +425	+610 +425	+549 +520	+566 +520	+592 +520		

表 30(续)

μm

基本尺寸 mm		v				x						y				
大于	至	5	6	7	8	5	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10
250	280	+408 +385	+417 +385	+437 +385	+466 +385	+498 +475	+507 +475	+527 +475	+556 +475	+605 +475	+685 +475	+612 +580	+632 +580	+661 +580		
280	315	+448 +425	+457 +425	+477 +425	+506 +425	+548 +525	+557 +525	+577 +525	+606 +525	+655 +525	+735 +525	+682 +650	+702 +650	+731 +650		
315	355	+500 +475	+511 +475	+532 +475	+564 +475	+615 +590	+626 +590	+647 +590	+679 +590	+730 +590	+820 +590	+766 +730	+787 +730	+819 +730		
355	400	+555 +530	+566 +530	+587 +530	+619 +530	+685 +660	+696 +660	+717 +660	+749 +660	+800 +660	+890 +660	+856 +820	+877 +820	+909 +820		
400	450	+622 +595	+635 +595	+658 +595	+692 +595	+767 +740	+780 +740	+803 +740	+837 +740	+895 +740	+990 +740	+960 +920	+983 +920	+1017 +920		
450	500	+687 +660	+700 +660	+723 +660	+757 +660	+847 +820	+860 +820	+883 +820	+917 +820	+975 +820	+1070 +820	+1040 +1000	+1063 +1000	+1097 +1000		

注:1 基本尺寸至 14mm 的 v5 至 v8 的偏差值未列入表内,建议以 x5 至 x8 代替。如非要 v5 至 v8,则可按 GB/T 1800.3 计算。  
2 基本尺寸至 18mm 的 y6 至 y10 的偏差值未列入表内,建议以 z6 至 z10 代替。如非要 y6 至 y10,则可按 GB/T 1800.3 计算。

表 31 轴 z 和 za 的极限偏差

μm

基本尺寸 mm		z						za					
大于	至	6	7	8	9	10	11	6	7	8	9	10	11
—	3	+32 +26	+36 +26	+40 +26	+51 +26	+66 +26	+86 +26	+38 +32	+42 +32	+46 +32	+57 +32	+72 +32	+93 +32
3	6	+43 +35	+47 +35	+53 +35	+65 +35	+83 +35	+110 +35	+50 +42	+54 +42	+60 +42	+72 +42	+90 +42	+117 +42
6	10	+51 +42	+57 +42	+64 +42	+78 +42	+100 +42	+132 +42	+61 +52	+67 +52	+74 +52	+88 +52	+110 +52	+142 +52
10	14	+61 +50	+68 +50	+77 +50	+93 +50	+120 +50	+160 +50	+75 +64	+82 +64	+91 +64	+107 +64	+134 +64	+174 +64
14	18	+71 +60	+78 +60	+87 +60	+103 +60	+130 +60	+170 +60	+88 +77	+95 +77	+104 +77	+120 +77	+147 +77	+187 +77
18	24	+86 +73	+94 +73	+106 +73	+125 +73	+157 +73	+203 +73	+111 +98	+119 +98	+131 +98	+150 +98	+182 +98	+228 +98
24	30	+101 +88	+109 +88	+121 +88	+140 +88	+172 +88	+218 +88	+131 +118	+139 +118	+151 +118	+170 +118	+202 +118	+248 +118
30	40	+128 +112	+137 +112	+151 +112	+174 +112	+212 +112	+272 +112	+164 +148	+173 +148	+187 +148	+210 +148	+248 +148	+308 +148
40	50	+152 +136	+161 +136	+175 +136	+198 +136	+236 +136	+296 +136	+196 +180	+205 +180	+219 +180	+242 +180	+280 +180	+340 +180
50	65	+191 +172	+202 +172	+218 +172	+246 +172	+292 +172	+362 +172	+245 +226	+256 +226	+272 +226	+300 +226	+346 +226	+416 +226
65	80	+229 +210	+240 +210	+256 +210	+284 +210	+330 +210	+400 +210	+293 +274	+304 +274	+320 +274	+348 +274	+394 +274	+464 +274
80	100	+280 +258	+293 +258	+312 +258	+345 +258	+398 +258	+478 +258	+357 +335	+370 +335	+389 +335	+422 +335	+475 +335	+555 +335
100	120	+332 +310	+345 +310	+364 +310	+397 +310	+450 +310	+530 +310	+422 +400	+435 +400	+454 +400	+487 +400	+540 +400	+620 +400

表 31(续)

 $\mu\text{m}$ 

基本尺寸 mm		z						za					
大于	至	6	7	8	9	10	11	6	7	8	9	10	11
120	140	+390 +365	+405 +365	+428 +365	+465 +365	+525 +365	+615 +365	+495 +470	+510 +470	+533 +470	+570 +470	+630 +470	+720 +470
140	160	+440 +415	+455 +415	+478 +415	+515 +415	+575 +415	+665 +415	+560 +535	+575 +535	+598 +535	+635 +535	+695 +535	+785 +535
160	180	+490 +465	+505 +465	+528 +465	+565 +465	+625 +465	+715 +465	+625 +600	+640 +600	+663 +600	+700 +600	+760 +600	+850 +600
180	200	+549 +520	+566 +520	+592 +520	+635 +520	+705 +520	+810 +520	+699 +670	+716 +670	+742 +670	+785 +670	+855 +670	+960 +670
200	225	+604 +575	+621 +575	+647 +575	+690 +575	+760 +575	+865 +575	+769 +740	+786 +740	+812 +740	+855 +740	+925 +740	+1030 +740
225	250	+669 +640	+686 +640	+712 +640	+755 +640	+825 +640	+930 +640	+849 +820	+866 +820	+892 +820	+935 +820	+1005 +820	+1110 +820
250	280	+742 +710	+762 +710	+791 +710	+840 +710	+920 +710	+1030 +710	+952 +920	+972 +920	+1001 +920	+1050 +920	+1130 +920	+1240 +920
280	315	+822 +790	+842 +790	+871 +790	+920 +790	+1000 +790	+1110 +790	+1032 +1000	+1052 +1000	+1081 +1000	+1130 +1000	+1210 +1000	+1320 +1000
315	355	+936 +900	+957 +900	+989 +900	+1040 +900	+1130 +900	+1260 +900	+1186 +1150	+1207 +1150	+1239 +1150	+1290 +1150	+1380 +1150	+1510 +1150
355	400	+1036 +1000	+1057 +1000	+1089 +1000	+1140 +1000	+1230 +1000	+1360 +1000	+1336 +1300	+1357 +1300	+1389 +1300	+1440 +1300	+1530 +1300	+1660 +1300
400	450	+1140 +1100	+1163 +1100	+1197 +1100	+1255 +1100	+1350 +1100	+1500 +1100	+1490 +1450	+1513 +1450	+1547 +1450	+1605 +1450	+1700 +1450	+1850 +1450
450	500	+1290 +1250	+1313 +1250	+1347 +1250	+1405 +1250	+1500 +1250	+1650 +1250	+1640 +1600	+1663 +1600	+1697 +1600	+1755 +1600	+1850 +1600	+2000 +1600

表 32 轴 zb 和 zc 的极限偏差

 $\mu\text{m}$ 

基本尺寸 mm		zb					zc				
大于	至	7	8	9	10	11	7	8	9	10	11
—	3	+50 +40	+54 +40	+65 +40	+80 +40	+100 +40	+70 +60	+74 +60	+85 +60	+100 +60	+120 +60
3	6	+62 +50	+68 +50	+80 +50	+98 +50	+125 +50	+92 +80	+98 +80	+110 +80	+128 +80	+155 +80
6	10	+82 +67	+89 +67	+103 +67	+125 +67	+157 +67	+112 +97	+119 +97	+133 +97	+155 +97	+187 +97
10	14	+108 +90	+117 +90	+133 +90	+160 +90	+200 +90	+148 +130	+157 +130	+173 +130	+200 +130	+240 +130
14	18	+126 +108	+135 +108	+151 +108	+178 +108	+218 +108	+168 +150	+177 +150	+193 +150	+220 +150	+260 +150
18	24	+157 +136	+169 +136	+188 +136	+220 +136	+266 +136	+209 +188	+221 +188	+240 +188	+272 +188	+318 +188
24	30	+181 +160	+193 +160	+212 +160	+244 +160	+290 +160	+239 +218	+251 +218	+270 +218	+302 +218	+348 +218
30	40	+225 +200	+239 +200	+262 +200	+300 +200	+360 +200	+299 +274	+313 +274	+336 +274	+374 +274	+434 +274
40	50	+267 +242	+281 +242	+304 +242	+342 +242	+402 +242	+350 +325	+364 +325	+387 +325	+425 +325	+485 +325
50	65	+330 +300	+346 +300	+374 +300	+420 +300	+490 +300	+435 +405	+451 +405	+479 +405	+525 +405	+595 +405

表 32(续)

μm

基本尺寸 mm		zb					zc				
大于	至	7	8	9	10	11	7	8	9	10	11
65	80	+390 +360	+406 +360	+434 +360	+480 +360	+550 +360	+510 +480	+526 +480	+554 +480	+600 +480	+670 +480
80	100	+480 +445	+499 +445	+532 +445	+585 +445	+665 +445	+620 +585	+639 +585	+672 +585	+725 +585	+805 +585
100	120	+560 +525	+579 +525	+612 +525	+665 +525	+745 +525	+725 +690	+744 +690	+777 +690	+830 +690	+910 +690
120	140	+660 +620	+683 +620	+720 +620	+780 +620	+870 +620	+840 +800	+863 +800	+900 +800	+960 +800	+1050 +800
140	160	+740 +700	+763 +700	+800 +700	+860 +700	+950 +700	+940 +900	+963 +900	+1000 +900	+1060 +900	+1150 +900
160	180	+820 +780	+843 +780	+880 +780	+940 +780	+1030 +780	+1040 +1000	+1063 +1000	+1100 +1000	+1160 +1000	+1250 +1000
180	200	+926 +880	+952 +880	+995 +880	+1065 +880	+1170 +880	+1196 +1150	+1222 +1150	+1265 +1150	+1335 +1150	+1440 +1150
200	225	+1006 +960	+1032 +960	+1075 +960	+1145 +960	+1250 +960	+1296 +1250	+1322 +1250	+1365 +1250	+1435 +1250	+1540 +1250
225	250	+1096 +1050	+1122 +1050	+1165 +1050	+1235 +1050	+1340 +1050	+1396 +1350	+1422 +1350	+1465 +1350	+1535 +1350	+1640 +1350
250	280	+1252 +1200	+1281 +1200	+1330 +1200	+1410 +1200	+1520 +1200	+1620 +1550	+1631 +1550	+1680 +1550	+1760 +1550	+1870 +1550
280	315	+1352 +1300	+1381 +1300	+1430 +1300	+1510 +1300	+1620 +1300	+1752 +1700	+1781 +1700	+1830 +1700	+1910 +1700	+2020 +1700
315	355	+1557 +1500	+1589 +1500	+1640 +1500	+1730 +1500	+1860 +1500	+1957 +1900	+1989 +1900	+2040 +1900	+2130 +1900	+2260 +1900
355	400	+1707 +1650	+1739 +1650	+1790 +1650	+1880 +1650	+2010 +1650	+2157 +2100	+2189 +2100	+2240 +2100	+2330 +2100	+2460 +2100
400	450	+1913 +1850	+1947 +1850	+2005 +1850	+2100 +1850	+2250 +1850	+2463 +2400	+2497 +2400	+2555 +2400	+2650 +2400	+2800 +2400
450	500	+2163 +2100	+2197 +2100	+2255 +2100	+2350 +2100	+2500 +2100	+2663 +2600	+2697 +2600	+2755 +2600	+2850 +2600	+3000 +2600

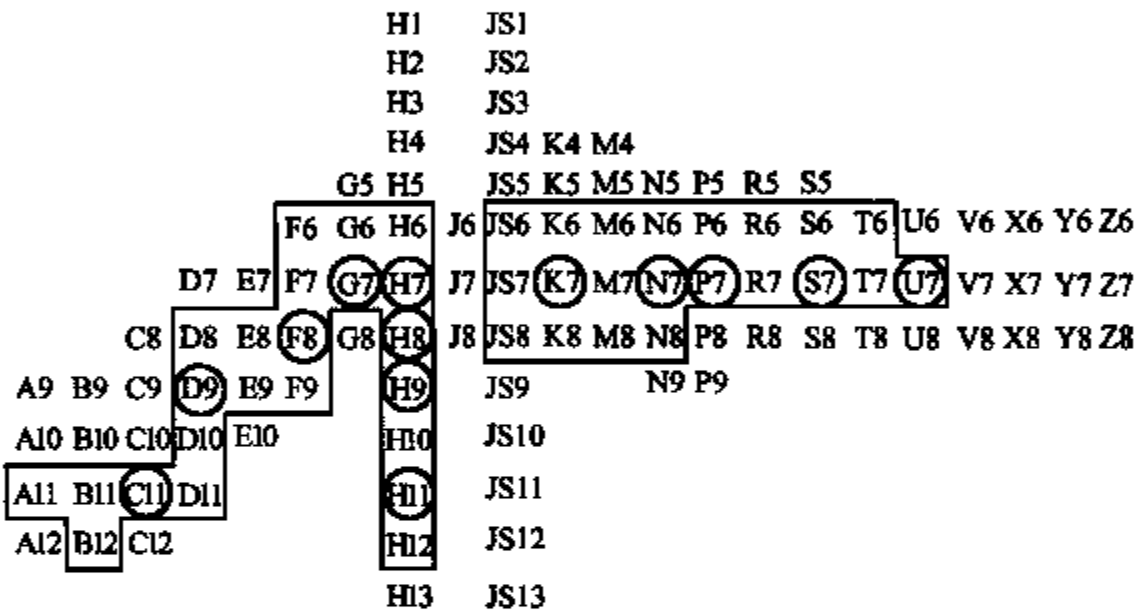
本标准规定了基本尺寸至 3150mm 的孔、轴公差带和配合的选择。  
关于极限与配合的术语、符(代)号及基本规定等见标准 GB/T 1800.1 和 GB/T 1800.2。

1 公差带的选择

1.1 孔公差带

1.1.1 基本尺寸至500mm的孔公差带

基本尺寸至 500mm 的孔公差带规定如下,相应的极限偏差见 GB/T 1800.4 中的表 2 至表 15。选择时,应优先选用圆圈中的公差带,其次选用方框中的公差带,最后选用其他的公差带。



1.1.2 基本尺寸大于500~3150mm的孔公差带

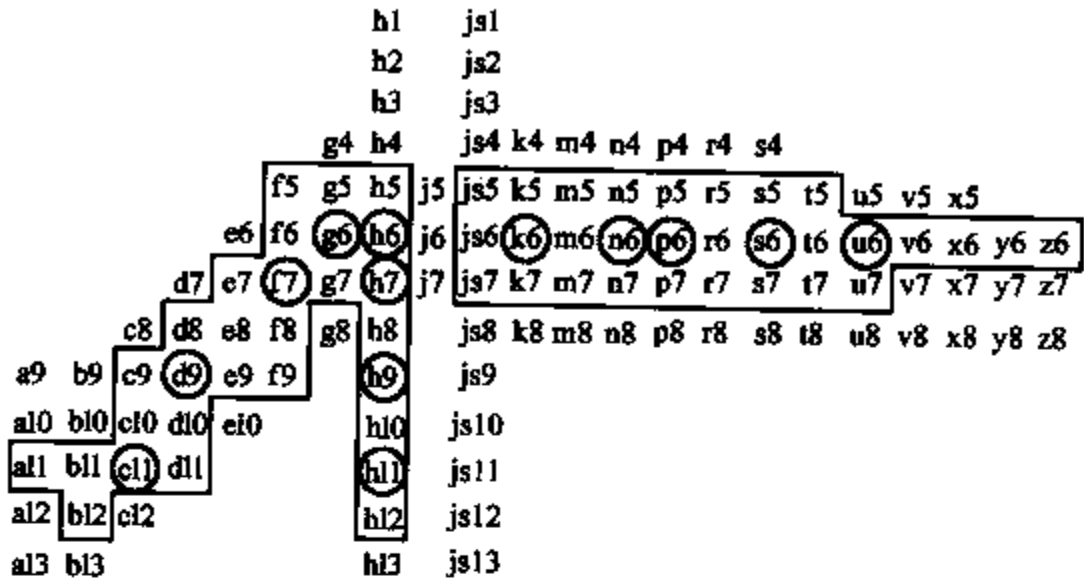
基本尺寸大于 500~3150mm 的孔公差带规定如下,相应的极限偏差见 GB/T 1800.4 中的表 3 至表 9。选择时,按需要选用适合的公差带。

			G6	H6	JS6	K6	M6	N6
		F7	G7	H7	JS7	K7	M7	N7
D8	E8	F8		H8	JS8			
D9	E9	F9		H9	JS9			
D10				H10	JS10			
D11				H11	JS11			
				H12	JS12			

1.2 轴公差带

1.2.1 基本尺寸至500mm 的轴公差带

基本尺寸至 500mm 的轴公差带规定如下,相应的极限偏差见 GB/T 1800.4 中的表 17 至表 31。选择时,应优先选用圆圈中的公差带,其次选用方框中的公差带,最后选用其他的公差带。



1.2.2 基本尺寸大于500~3150mm的轴公差带

基本尺寸大于 500~3150mm 的轴公差带规定如下,相应的极限偏差见 GB/T 1800.4 中的表 18 至表 29。选择时,按需要选用适合的公差带。

				g6	h6	js6	k6	m6	n6	p6	r6	s6	t6	u6
			f7	g7	h7	js7	k7	m7	n7	p7	r7	s7	t7	u7
d8	e8	f8			h8	js8								
d9	e9	f9			h9	js9								
d10					h10	js10								
d11					h11	js11								
					h12	js12								

2 配合的选择

2.1 基本尺寸至500mm的配合

基本尺寸至 500mm 的基孔制优先和常用配合规定于表 1,基轴制的优先和常用配合规定于表 2,其极限间隙或极限过盈见附录 A。选择时,首先选用表中的优先配合,其次选用常用配合。

2.2 基本尺寸大于500~3150mm的配合

基本尺寸大于 500~3150mm 的配合一般采用基孔制的同级配合。根据零件制造特点,如采用配制配合,可按附录 B 的规定。

表 1 基孔制优先、常用配合

基准孔	轴																				
	a	b	c	d	e	f	g	h	js	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z
	间隙配合								过渡配合				过盈配合								
H6						$\frac{H6}{f5}$	$\frac{H6}{g5}$	$\frac{H6}{h5}$	$\frac{H6}{js5}$	$\frac{H6}{k5}$	$\frac{H6}{m5}$	$\frac{H6}{n5}$	$\frac{H6}{p5}$	$\frac{H6}{r5}$	$\frac{H6}{s5}$	$\frac{H6}{t5}$					
H7						$\frac{H7}{f6}$	$\frac{H7}{g6}$	$\frac{H7}{h6}$	$\frac{H7}{js6}$	$\frac{H7}{k6}$	$\frac{H7}{m6}$	$\frac{H7}{n6}$	$\frac{H7}{p6}$	$\frac{H7}{r6}$	$\frac{H7}{s6}$	$\frac{H7}{t6}$	$\frac{H7}{u6}$	$\frac{H7}{v6}$	$\frac{H7}{x6}$	$\frac{H7}{y6}$	$\frac{H7}{z6}$

表 1(续)

基准孔	轴																				
	a	b	c	d	e	f	g	h	js	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z
	间隙配合								过渡配合				过盈配合								
H8					$\frac{H8}{e7}$	$\frac{H8}{f7}$	$\frac{H8}{g7}$	$\frac{H8}{h7}$	$\frac{H8}{js7}$	$\frac{H8}{k7}$	$\frac{H8}{m7}$	$\frac{H8}{n7}$	$\frac{H8}{p7}$	$\frac{H8}{r7}$	$\frac{H8}{s7}$	$\frac{H8}{t7}$	$\frac{H8}{u7}$				
				$\frac{H8}{d8}$	$\frac{H8}{e8}$	$\frac{H8}{f8}$		$\frac{H8}{h8}$													
H9			$\frac{H9}{c9}$	$\frac{H9}{d9}$	$\frac{H9}{e9}$	$\frac{H9}{f9}$		$\frac{H9}{h9}$													
H10			$\frac{H10}{c10}$	$\frac{H10}{d10}$				$\frac{H10}{h10}$													
H11	$\frac{H11}{a11}$	$\frac{H11}{b11}$	$\frac{H11}{c11}$	$\frac{H11}{d11}$				$\frac{H11}{h11}$													
H12		$\frac{H12}{b12}$						$\frac{H12}{h12}$													

注:1  $\frac{H6}{n5}$ 、 $\frac{H7}{p6}$  在基本尺寸小于或等于 3mm 和  $\frac{H8}{r7}$  在小于或等于 100mm 时,为过渡配合。  
2 标注▴的配合为优先配合。

表 2 基轴制优先、常用配合

基准轴	孔																				
	A	B	C	D	E	F	G	H	JS	K	M	N	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z
	间隙配合								过渡配合				过盈配合								
h5						$\frac{F6}{h5}$	$\frac{G6}{h5}$	$\frac{H6}{h5}$	$\frac{JS6}{h5}$	$\frac{K6}{h5}$	$\frac{M6}{h5}$	$\frac{N6}{h5}$	$\frac{P6}{h5}$	$\frac{R6}{h5}$	$\frac{S6}{h5}$	$\frac{T6}{h5}$					
h6						$\frac{F7}{h6}$	$\frac{G7}{h6}$	$\frac{H7}{h6}$	$\frac{JS7}{h6}$	$\frac{K7}{h6}$	$\frac{M7}{h6}$	$\frac{N7}{h6}$	$\frac{P7}{h6}$	$\frac{R7}{h6}$	$\frac{S7}{h6}$	$\frac{T7}{h6}$	$\frac{U7}{h6}$				
h7					$\frac{E8}{h7}$	$\frac{F8}{h7}$		$\frac{H8}{h7}$	$\frac{JS8}{h7}$	$\frac{K8}{h7}$	$\frac{M8}{h7}$	$\frac{N8}{h7}$									
h8				$\frac{D8}{h8}$	$\frac{E8}{h8}$	$\frac{F8}{h8}$		$\frac{H8}{h8}$													
h9				$\frac{D9}{h9}$	$\frac{E9}{h9}$	$\frac{F9}{h9}$		$\frac{H9}{h9}$													
h10				$\frac{D10}{h10}$				$\frac{H10}{h10}$													
h11	$\frac{A11}{h11}$	$\frac{B11}{h11}$	$\frac{C11}{h11}$	$\frac{D11}{h11}$				$\frac{H11}{h11}$													
h12		$\frac{B12}{h12}$						$\frac{H12}{h12}$													

注:标注▴的配合为优先配合。



附录 A(规范性附录) 基本尺寸至500mm 的优先、常用配合极限间隙或极限过盈

表 A.1 极限间隙或极限过盈 μm

基孔制	$\frac{H6}{f5}$	$\frac{H6}{g5}$	$\frac{H6}{h5}$	$\frac{H7}{f6}$	$\frac{H7}{g6}$	$\frac{H7}{h6}$	$\frac{H8}{e7}$	$\frac{H8}{f7}$	$\frac{H8}{g7}$	$\frac{H8}{h7}$	$\frac{H8}{d8}$	$\frac{H8}{e8}$	$\frac{H8}{f8}$	$\frac{H8}{h8}$	$\frac{H9}{c9}$	$\frac{H9}{d9}$	
基轴制	$\frac{F6}{h5}$	$\frac{G6}{h5}$	$\frac{H6}{h5}$	$\frac{F7}{h6}$	$\frac{G7}{h6}$	$\frac{H7}{h6}$	$\frac{E8}{h7}$	$\frac{F8}{h7}$		$\frac{H8}{h7}$	$\frac{D8}{h8}$	$\frac{E8}{h8}$	$\frac{F8}{h8}$	$\frac{H8}{h8}$		$\frac{D9}{h9}$	
基本尺寸 mm	间隙配合																
大于	至																
—	3	+16 +6	+12 +2	+10 0	+22 +6	+18 +2	+16 0	+38 +14	+30 +6	+26 +2	+24 0	+48 +20	+42 +14	+34 +6	+28 0	+110 +60	+70 +20
3	6	+23 +10	+17 +4	+13 0	+30 +10	+24 +4	+20 0	+50 +20	+40 +10	+34 +4	+30 0	+66 +30	+56 +20	+46 +10	+36 0	+130 +70	+90 +30
6	10	+28 +13	+20 +5	+15 0	+37 +13	+29 +5	+24 0	+62 +25	+50 +13	+42 +5	+37 0	+84 +40	+69 +25	+57 +13	+44 0	+152 +80	+112 +40
10	14	+35 +16	+25 +6	+19 0	+45 +16	+35 +6	+29 0	+77 +32	+61 +16	+51 +6	+45 0	+104 +50	+86 +32	+70 +16	+54 0	+181 +95	+136 +50
14	18	+42 +20	+29 +7	+22 0	+54 +20	+41 +7	+34 0	+94 +40	+74 +20	+61 +7	+54 0	+131 +65	+106 +40	+86 +20	+66 0	+214 +110	+169 +65
18	24	+52 +25	+36 +9	+27 0	+66 +25	+50 +9	+41 0	+114 +50	+89 +25	+73 +9	+64 0	+158 +80	+128 +50	+103 +25	+78 0	+244 +120	+204 +80
24	30	+62 +30	+42 +10	+32 0	+79 +30	+59 +10	+49 0	+136 +60	+106 +30	+86 +10	+76 0	+192 +100	+152 +60	+122 +30	+92 0	+288 +140	+248 +100
30	40	+73 +36	+49 +12	+37 0	+93 +36	+69 +12	+57 0	+161 +72	+125 +36	+101 +12	+89 0	+228 +120	+180 +72	+144 +36	+108 0	+344 +170	+294 +120
40	50	+86 +43	+57 +14	+43 0	+108 +43	+79 +14	+65 0	+188 +85	+146 +43	+117 +14	+103 0	+271 +145	+211 +85	+169 +43	+126 0	+400 +200	+345 +145
50	65	+99 +50	+64 +15	+49 0	+125 +50	+90 +15	+75 0	+218 +100	+168 +50	+133 +15	+118 0	+314 +170	+244 +100	+194 +50	+144 0	+470 +240	+400 +170
65	80															+490 +260	+400 +170
80	100															+510 +280	
100	120																
120	140																
140	160																
160	180																
180	200																
200	225																
225	250																

表 A.1(续)

 $\mu\text{m}$ 

基孔制	$\frac{H6}{f5}$	$\frac{H6}{g5}$	$\frac{H6}{h5}$	$\frac{H7}{f6}$	$\frac{H7}{g6}$	$\frac{H7}{h6}$	$\frac{H8}{e7}$	$\frac{H8}{f7}$	$\frac{H8}{g7}$	$\frac{H8}{h7}$	$\frac{H8}{d8}$	$\frac{H8}{e8}$	$\frac{H8}{f8}$	$\frac{H8}{h8}$	$\frac{H8}{c9}$	$\frac{H8}{d9}$
基轴制	$\frac{F6}{h5}$	$\frac{G6}{h5}$	$\frac{H6}{h5}$	$\frac{F7}{h6}$	$\frac{G7}{h6}$	$\frac{H7}{h6}$	$\frac{E8}{h7}$	$\frac{F8}{h7}$		$\frac{H8}{h7}$	$\frac{D8}{h8}$	$\frac{E8}{h8}$	$\frac{F8}{h8}$	$\frac{H8}{h8}$		$\frac{D9}{h9}$
基本尺寸 mm	间隙配合															
大于 至																
250 280	+111	+72	+55	+140	+101	+84	+243	+189	+150	+133	+352	+272	+218	+162	+560	+450
280 315	+56	+17	0	+56	+17	0	+110	+56	+17	0	+190	+110	+56	0	+300	+190
315 355	+123	+79	+61	+155	+111	+93	+271	+208	+164	+146	+388	+303	+240	+178	+590	+490
355 400	+62	+18	0	+62	+18	0	+125	+62	+18	0	+210	+125	+62	0	+330	+210
400 450	+135	+87	+67	+171	+123	+103	+295	+228	+180	+160	+424	+329	+262	+194	+640	+540
450 500	+68	+20	0	+68	+20	0	+135	+68	+20	0	+230	+135	+68	0	+360	+230
															+480	+230
基孔制	$\frac{H9}{e9}$	$\frac{H9}{f9}$	$\frac{H9}{h9}$	$\frac{H10}{c10}$	$\frac{H10}{d10}$	$\frac{H10}{h10}$	$\frac{H11}{a11}$	$\frac{H11}{b11}$	$\frac{H11}{c11}$	$\frac{H11}{d11}$	$\frac{H11}{h11}$	$\frac{H12}{b12}$	$\frac{H12}{h12}$	$\frac{H6}{js5}$		
基轴制	$\frac{E9}{h9}$	$\frac{F9}{h9}$	$\frac{H9}{h9}$		$\frac{D10}{h10}$	$\frac{H10}{h10}$	$\frac{A11}{h11}$	$\frac{B11}{h11}$	$\frac{C11}{h11}$	$\frac{D11}{h11}$	$\frac{H11}{h11}$	$\frac{B12}{h12}$	$\frac{H12}{h12}$		$\frac{JS6}{h5}$	
基本尺寸 mm	间隙配合														过渡配合	
大于 至																
— 3	+64	+56	+50	+140	+100	+80	+390	+260	+180	+140	+120	+340	+200	+8	+7	
	+14	+6	0	+60	+20	0	+270	+140	+60	+20	0	+140	0	-2	-3	
3 6	+80	+70	+60	+166	+126	+96	+420	+290	+220	+180	+150	+380	+240	+10.5	+9	
	+20	+10	0	+70	+30	0	+270	+140	+70	+30	0	+140	0	-2.5	-4	
6 10	+97	+85	+72	+196	+156	+116	+460	+330	+260	+220	+180	+450	+300	+12	+10.5	
	+25	+13	0	+80	+40	0	+280	+150	+80	+40	0	+150	0	-3	-4.5	
10 14	+118	+102	+86	+235	+190	+140	+510	+370	+315	+270	+220	+510	+360	+15	+13.5	
14 18	+32	+16	0	+95	+50	0	+290	+150	+95	+50	0	+150	0	-4	-5.5	
18 24	+144	+124	+104	+278	+233	+168	+560	+420	+370	+325	+260	+580	+420	+17.5	+15.5	
24 30	+40	+20	0	+110	+65	0	+300	+160	+110	+65	0	+160	0	-4.5	-6.5	
30 40	+174	+149	+124	+320	+280	+200	+630	+490	+440			+670		+21.5	+19	
	+50	+25	0	+120	+80	0	+310	+170	+120	+400	+320	+170	+500	-5.5	-8	
40 50				+330			+640	+500	+450	+80	0	+680	0			
				+130			+320	+180	+130			+180				
50 65	+208	+178	+148	+380	+340	+240	+720	+570	+520			+790		+25.5	+22.5	
	+60	+30	0	+140	+100	0	+340	+190	+140	+480	+380	+190	+600	-6.5	-9.5	
65 80				+390			+740	+580	+530	+100	0	+800	0			
				+150			+360	+200	+150			+200				
80 100	+246	+210	+174	+450	+400	+280	+820	+660	+610			+920		+29.5	+26	
	+72	+36	0	+170	+120	0	+380	+220	+170	+560	+440	+220	+700	-7.5	-11	
100 120				+460			+850	+680	+620	+120	0	+940	0			
				+180			+410	+240	+180			+240				

表 A.1(续)

μm

基孔制	$\frac{H9}{e9}$	$\frac{H9}{f9}$	$\frac{H9}{h9}$	$\frac{H10}{c10}$	$\frac{H10}{d10}$	$\frac{H10}{h10}$	$\frac{H11}{a11}$	$\frac{H11}{b11}$	$\frac{H11}{c11}$	$\frac{H11}{d11}$	$\frac{H11}{h11}$	$\frac{H12}{b12}$	$\frac{H12}{h12}$	$\frac{H6}{js5}$			
基轴制	$\frac{F9}{h9}$	$\frac{F9}{h9}$	$\frac{H9}{h9}$		$\frac{D10}{h10}$	$\frac{H10}{h10}$	$\frac{A11}{h11}$	$\frac{B11}{h11}$	$\frac{C11}{h11}$	$\frac{D11}{h11}$	$\frac{H11}{h11}$	$\frac{B12}{h12}$	$\frac{H12}{h12}$		$\frac{JS6}{h5}$		
基本尺寸 mm	间隙配合														过渡配合		
大于	至																
120	140				+520 +200			+960 +460	+760 +260	+700 +200			+1060 +260				
140	160	+285 +85	+243 +43	+200 0	+530 +210	+465 +145	+320 0	+1020 +520	+780 +280	+710 +210	+645 +145	+500 0	+1080 +280	+800 0	+34 -9	+30.5 -12.5	
160	180				+550 +230			+1080 +580	+810 +310	+730 +230			+1110 +310				
180	200				+610 +240			+1240 +660	+920 +340	+820 +240			+1260 +340				
200	225	+330 +100	+280 +50	+230 0	+630 +260	+540 +170	+370 0	+1320 +740	+960 +380	+840 +260	+750 +170	+580 0	+1300 +380	+920 0	+39 -10	+34.5 -14.5	
225	250				+650 +280			+1400 +820	+1000 +420	+860 +280			+1340 +420				
250	280	+370 +110	+316 +56	+260 0	+720 +300	+610 +190	+420 0	+1560 +920	+1120 +480	+940 +300	+830 +190	+640 0	+1520 +480	+1040 0	+43.5 -11.5	+39 -16	
280	315				+750 +330			+1690 +1050	+1180 +540	+970 +330			+1580 +540				
315	355	+405 +125	+342 +62	+280 0	+820 +360	+670 +210	+460 0	+1920 +1200	+1320 +600	+1080 +360	+930 +210	+720 0	+1740 +600	+1140 0	+48.5 -12.5	+43 -18	
355	400				+860 +400			+2070 +1350	+1400 +680	+1120 +400			+1820 +680				
400	450	+445 +135	+378 +68	+310 0	+940 +440	+730 +230	+500 0	+2300 +1500	+1560 +760	+1240 +440	+1030 +230	+800 0	+2020 +760	+1260 0	+53.5 -13.5	+47 -20	
450	500				+980 +480			+2450 +1650	+1640 +840	+1280 +480			+2100 +840				
基孔制	$\frac{H6}{k5}$		$\frac{H6}{m5}$		$\frac{H7}{js6}$		$\frac{H7}{k6}$		$\frac{H7}{m6}$		$\frac{H7}{n6}$		$\frac{H8}{js7}$		$\frac{H8}{k7}$		
基轴制		$\frac{K6}{h5}$		$\frac{M6}{h5}$		$\frac{JS6}{h6}$		$\frac{K7}{h6}$		$\frac{M7}{h6}$		$\frac{N7}{h6}$		$\frac{JS8}{h7}$		$\frac{K8}{h7}$	
基本尺寸 mm	过渡配合																
大	至																
—	3	+6 -4	+4 -6	+4 -6	+2 -8	+13 -3	+11 -5	+10 -6	+6 -10	±8	+4 -12	+6 -10	+2 -14	+19 -5	+17 -7	+14 -10	+10 -14
3	6	+7 -6		+4 -9		+16 -4	+14 -6	+11 -9		+8 -12		+4 -16		+24 -6	+21 -9	+17 -13	
6	10	+8 -7		+3 -12		+19.5 -4.5	+16 -7	+14 -10		+9 -15		+5 -19		+29 -7	+26 -11	+21 -16	
10	14	+10		+4		+23.5	+20	+17		+11		+6		+36	+31	+26	
14	18	-9		-15		-5.5	-9	-12		-18		-23		-9	-13	-19	
18	24	±11		+5		+27.5	+23	+19		+13		+6		+43	+37	+31	
24	30			-17		-6.5	-10	-15		-21		-28		-10	-16	-23	
30	40	+14		+7		+33	+28	+23		+16		+8		+51	+44	+37	
40	50	-13		-20		-8	-12	-18		-25		-33		-12	-19	-27	

表 A.1(续)

 $\mu\text{m}$ 

基孔制	$\frac{H6}{k5}$	$\frac{H6}{m5}$	$\frac{H7}{js6}$	$\frac{H7}{k6}$	$\frac{H7}{m6}$	$\frac{H7}{n6}$	$\frac{H8}{js7}$	$\frac{H8}{k7}$								
基轴制	$\frac{K6}{h5}$	$\frac{M6}{h5}$	$\frac{JS6}{h6}$	$\frac{K7}{h6}$	$\frac{M7}{h6}$	$\frac{N7}{h6}$	$\frac{JS8}{h7}$	$\frac{K8}{h7}$								
基本尺寸 mm	过渡配合															
大 至																
50 65	+17	+8	+39.5	+34	+28	+19	+10	+61	+53	+44						
65 80	-15	-24	-9.5	-15	-21	-30	-39	-15	-23	-32						
80 100	+19	+9	+46	+39	+32	+22	+12	+71	+62	+51						
100 120	-18	-28	-11	-17	-25	-35	-45	-17	-27	-38						
120 140	+22	+10	+52.5	+45	+37	+25	+13	+83	+71	+60						
140 160	-21	-33	-12.5	-20	-28	-40	-52	-20	-31	-43						
160 180																
180 200	+25	+12	+60.5	+52	+42	+29	+15	+95	+82	+68						
200 225	-24	-37	-14.5	-23	-33	-46	-60	-23	-36	-50						
225 250																
250 280	+28	+12	+14	+68	+58	+48	+32	+18	+107	+92	+77					
280 315	-27	-43	-41	-16	-26	-36	-52	-66	-26	-40	-56					
315 355	+32	+15	+75	+64	+53	+36	+20	+117	+101	+85						
355 400	-29	-46	-18	-28	-40	-57	-73	-28	-44	-61						
400 450	+35	+17	+83	+71	+58	+40	+23	+128	+111	+92						
450 500	-32	-50	-20	-31	-45	-63	-80	-31	-48	-68						
基孔制	$\frac{H8}{m7}$	$\frac{H8}{n7}$	$\frac{H8}{p7}$	$\frac{H6}{n5}$	$\frac{H6}{p5}$	$\frac{H6}{r5}$	$\frac{H6}{s5}$	$\frac{H6}{t5}$	$\frac{H7}{p6}$							
基轴制	$\frac{M8}{h7}$	$\frac{N8}{h7}$	$\frac{N6}{h5}$	$\frac{P6}{h5}$	$\frac{R6}{h5}$	$\frac{S6}{h5}$	$\frac{T6}{h5}$	$\frac{P7}{h6}$								
基本尺寸 mm	过渡配合				过盈配合											
大于 至																
— 3	+12	+8	+10	+6	+8	+2	0	0	-2	-4	-6	-8	-10	—	+4	0
	-12	-16	-14	-18	-16	-8	-10	-10	-12	-14	-16	-18	-20	—	-12	-16
3 6	+14	+10	+6	0	-4	-7	-11	—	0							
	-16	-20	-24	-13	-17	-20	-24	—	-20							
6 10	+16	+12	+7	-1	-6	-10	-14	—	0							
	-21	-25	-30	-16	-21	-25	-29	—	-24							
10 14	+20	+15	+9	-1	-7	-12	-17	—	0							
14 18	-25	-30	-36	-20	-26	-31	-36	—	-29							
18 24	+25	+18	+11	-2	-9	-15	-22	—	-1							
24 30	-29	-36	-43	-24	-31	-37	-44	-28	-35							
								-50								
30 40	+30	+22	+13	-1	-10	-18	-27	-32	-1							
	-34	-42	-51	-28	-37	-45	-54	-59	-42							
40 50								-38								
								-65								

表 A.1(续)

μm

基孔制	$\frac{H8}{m7}$	$\frac{H8}{n7}$	$\frac{H8}{p7}$	$\frac{H6}{n5}$	$\frac{H6}{p5}$	$\frac{H6}{r5}$	$\frac{H6}{s5}$	$\frac{H8}{t5}$	$\frac{H7}{p6}$							
基轴制	$\frac{M8}{h7}$	$\frac{N8}{h7}$		$\frac{N6}{h5}$	$\frac{P6}{h5}$	$\frac{R6}{h5}$	$\frac{S6}{h5}$	$\frac{T6}{h5}$		$\frac{P7}{h6}$						
基本尺寸 mm	过渡配合					过盈配合										
大于	至															
50	65	+35 -41	+26 -50	+14 -62	-1 -33	-13 -45	-22 -54 -24 -56	-34 -66 -40 -72	-47 -79 -56 -88	-2 -51						
65	80															
80	100	+41 -48	+31 -58	+17 -72	-1 -38	-15 -52	-29 -66 -32 -69	-49 -86 -57 -94	-69 -106 -82 -119	-2 -59						
100	120															
120	140						-38 -81	-67 -110	-97 -140							
140	160	+48 -55	+36 -67	+20 -83	-2 -45	-18 -61	-40 -83	-75 -118	-109 -152	-3 -68						
160	180						-43 -86	-83 -126	-121 -164							
180	200						-48 -97	-93 -142	-137 -186							
200	225	+55 -63	+41 -77	+22 -96	-2 -51	-21 -70	-51 -100	-101 -150	-151 -200	-4 -79						
225	250						-55 -104	-111 -160	-167 -216							
250	280	+61 -72	+47 -86	+25 -108	-2 -57	-24 -79	-62 -117	-126 -181	-186 -241	-4 -88						
280	315						-66 -121	-138 -193	-208 -263							
315	355	+68 -78	+52 -94	+27 -119	-1 -62	-26 -87	-72 -133	-154 -215	-232 -293	-5 -98						
355	400						-78 -139	-172 -233	-258 -319							
400	450	+74 -86	+57 -103	+29 -131	0 -67	-28 -95	-86 -153	-192 -259	-290 -357	-5 -108						
450	500						-92 -159	-212 -279	-320 -387							
基孔制	$\frac{H7}{r6}$	$\frac{H7}{s6}$	$\frac{H7}{t6}$	$\frac{H7}{u6}$	$\frac{H7}{v6}$	$\frac{H7}{x6}$	$\frac{H7}{y6}$	$\frac{H7}{z6}$	$\frac{H8}{r7}$	$\frac{H8}{s7}$	$\frac{H8}{t7}$	$\frac{H8}{u7}$				
基轴制	$\frac{R7}{h6}$	$\frac{S7}{h6}$	$\frac{T7}{h6}$	$\frac{U7}{h6}$												
基本尺寸 mm	过盈配合															
大于	至															
—	3	0 -16	-4 -20	-4 -20	-8 -24	—	-8 -24	-12 -28	—	-10 -26	—	-16 -32	+4 -20	0 -24	—	-4 -28
3	6	-3 -23	-7 -27	—	-11 -31	—	-16 -36	—	-23 -43	+3 -27	-1 -31	—	-5 -35			

表 A.1(续)

 $\mu\text{m}$ 

基孔制	$\frac{H7}{r6}$	$\frac{H7}{s6}$	$\frac{H7}{t6}$	$\frac{H7}{u6}$	$\frac{H7}{v6}$	$\frac{H7}{x6}$	$\frac{H7}{y6}$	$\frac{H7}{z6}$	$\frac{H8}{r7}$	$\frac{H8}{s7}$	$\frac{H8}{t7}$	$\frac{H8}{u7}$
基轴制	$\frac{R7}{h6}$	$\frac{S7}{h6}$	$\frac{T7}{h6}$	$\frac{U7}{h6}$								
基本尺寸 mm	过盈配合											
大于 至												
6 10	-4 -28	-8 -32	—	-13 -37	—	-19 -43	—	-27 -51	+3 -34	-1 -38	—	-6 -43
10 14	-5 -34	-10 -39	—	-15 -44	—	-22 -51	—	-32 -61	+4 -41	-1 -46	—	-6 -51
14 18					-21 -50	-27 -56	—	-42 -71				
18 24	-7 -41	-14 -48	—	-20 -54	-26 -60	-33 -67	-42 -76	-52 -86	+5 -49	-2 -56	—	-8 -62
24 30			-20 -54	-27 -61	-34 -68	-43 -77	-54 -88	-67 -101			-8 -62	-15 -69
30 40	-9 -50	-18 -59	-23 -64	-35 -76	-43 -84	-55 -96	-69 -110	-87 -128	+5 -59	-4 -68	-9 -73	-21 -85
40 50			-29 -70	-45 -86	-56 -97	-72 -113	-89 -130	-111 -152			-15 -79	-31 -95
50 65	-11 -60	-23 -72	-36 -85	-57 -106	-72 -121	-92 -141	-114 -163	-142 -191	+5 -71	-7 -83	-20 -96	-41 -117
65 80	-13 -62	-29 -78	-45 -94	-72 -121	-90 -139	-116 -165	-144 -193	-180 -229	+3 -73	-13 -89	-29 -105	-56 -132
80 100	-16 -73	-36 -93	-56 -113	-89 -146	-111 -168	-143 -200	-179 -236	-223 -280	+3 -86	-17 -106	-37 -126	-70 -159
100 120	-19 -76	-44 -101	-69 -126	-109 -166	-137 -194	-175 -232	-219 -276	-275 -332	0 -89	-25 -114	-50 -139	-90 -179
120 140	-23 -88	-52 -117	-82 -147	-130 -195	-162 -227	-208 -273	-260 -325	-325 -390	0 -103	-29 -132	-59 -162	-107 -210
140 160	-25 -90	-60 -125	-94 -159	-150 -215	-188 -253	-240 -305	-300 -365	-375 -440	-2 -105	-37 -140	-71 -174	-127 -230
160 180	-28 -93	-68 -133	-106 -171	-170 -235	-212 -277	-270 -335	-340 -405	-425 -490	-5 -108	-45 -148	-83 -186	-147 -250
180 200	-31 -106	-76 -151	-120 -195	-190 -265	-238 -313	-304 -379	-379 -454	-474 -549	-5 -123	-50 -168	-94 -212	-164 -282
200 225	-34 -109	-84 -159	-134 -209	-212 -287	-264 -339	-339 -414	-424 -499	-529 -604	-8 -126	-58 -176	-108 -226	-186 -304
225 250	-38 -113	-94 -169	-150 -225	-238 -313	-294 -369	-379 -454	-474 -549	-594 -669	-12 -130	-68 -186	-124 -242	-212 -330
250 280	-42 -126	-106 -190	-166 -250	-263 -347	-333 -417	-423 -507	-528 -612	-658 -742	-13 -146	-77 -210	-137 -270	-234 -367
280 315	-46 -130	-118 -202	-188 -272	-298 -382	-373 -457	-473 -557	-598 -682	-738 -822	-17 -150	-89 -222	-159 -292	-269 -402
315 355	-51 -144	-133 -226	-211 -304	-333 -426	-418 -511	-533 -626	-673 -766	-843 -936	-19 -165	-101 -247	-179 -325	-301 -447
355 400	-57 -150	-151 -244	-237 -330	-378 -471	-473 -566	-603 -696	-763 -856	-943 -1036	-25 -171	-119 -265	-205 -351	-346 -492
400 450	-63 -166	-169 -272	-267 -370	-427 -530	-532 -635	-677 -780	-857 -960	-1037 -1140	-29 -189	-135 -295	-233 -393	-393 -553
450 500	-69 -172	-189 -292	-297 -400	-477 -580	-597 -700	-757 -860	-937 -1040	-1187 -1290	-35 -195	-155 -315	-263 -423	-443 -603

注:1 表中“+”值为间隙量,“-”值为过盈量。

2 标注  $\frac{H7}{r6}$  的配合为优先配合。3  $\frac{H6}{n5} \setminus \frac{H7}{p6}$  在基本尺寸小于或等于 3mm 时,为过渡配合。4  $\frac{H8}{r7}$  在小于或等于 100mm 时,为过渡配合。

极限与配合  
尺寸大于 3150 至 10000mm 孔、轴公差与配合

JB/ZQ 4006—2006  
代替 JB/ZQ 4006—1997

1 标准公差

标准公差 IT6 至 IT18 的数值见表 1。

表 1 标准公差数值

μm

基本尺寸,mm		公差等级 IT												
大于	至	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
3150	4000	165	260	410	660	1050	1650	2600	4100	6600	10500	16500	26000	41000
4000	5000	200	320	500	800	1300	2000	3200	5000	8000	13000	20000	32000	50000
5000	6300	250	400	620	980	1600	2500	4000	6200	9800	16000	25000	39000	61000
6300	8000	310	490	760	1200	1950	3100	4900	7600	12000	19500	31000	49000	76000
8000	10000	380	600	940	1500	2400	3800	6000	9400	15000	24000	38000	61000	95000

2 公差带

2.1 轴的极限偏差见表 2。

表 2 轴的极限偏差

μm

基本尺寸 mm	公差带													
	c	d		e		f			h					
	11	9	10	8	9	7	8	9	6	7	8	9	10	11
>3150~ 3550	-2800 -4450	-580	-580	-320	-320	-160	-160	-160	0	0	0	0	0	0
>3550~ 4000	-3100 -4750	-1240	-1630	-730	-980	-420	-570	-820	-165	-260	-410	-660	-1050	-1650
>4000~ 4500	-3500 -5500	-640	-640	-350	-350	-175	-175	-175	0	0	0	0	0	0
>4500~ 5000	-3900 -5900	-1440	-1940	-850	-1150	-495	-675	-975	-200	-320	-500	-800	-1300	-2000
>5000~ 5600	-4300 -6800	-720	-720	-380	-380	-190	-190	-190	0	0	0	0	0	0
>5600~ 6300	-4800 -7300	-1700	-2270	-1000	-1360	-590	-810	-1170	-250	-400	-620	-980	-1550	-2500
>6300~ 7100	-5400 -8500	-800	-800	-420	-420	-210	-210	-210	0	0	0	0	0	0
>7100~ 8000	-6200 -9300	-2000	-2750	-1180	-1620	-700	-970	-1410	-310	-490	-760	-1200	-1950	-3100
>8000~ 9000	-6800 -10600	-880	-880	-460	-460	-230	-230	-230	0	0	0	0	0	0
>9000~ 10000	-7600 -11400	-2380	-3280	-1400	-1960	-830	-1170	-1730	-380	-600	-940	-1500	-2400	-3800

表 2(续) μm

基本尺寸 mm	公差带									
	js				p		r		s	
	7*	8*	9*	10*	6	7	6	7	6	7
>3150~3550	± 130	± 205	± 330	± 525	+ 455 + 290	+ 550 + 290	+ 845 + 680	+ 940 + 680	+ 1765 + 1600	+ 1860 + 1600
>3550~4000							+ 885 + 720	+ 980 + 720	+ 1915 + 1750	+ 2010 + 1750
>4000~4500	± 160	± 250	± 400	± 650	+ 560 + 360	+ 680 + 360	+ 1040 + 840	+ 1160 + 840	+ 2200 + 2000	+ 2320 + 2000
>4500~5000							+ 1100 + 900	+ 1220 + 900	+ 2400 + 2200	+ 2520 + 2200
>5000~5600	± 200	± 310	± 490	± 775	+ 690 + 440	+ 810 + 440	+ 1300 + 1050	+ 1450 + 1050	+ 2750 + 2500	+ 2900 + 2500
>5600~6300							+ 1350 + 1100	+ 1500 + 1100	+ 3050 + 2800	+ 3200 + 2800
>6300~7100	± 245	± 380	± 600	± 975	+ 850 + 540	+ 1030 + 540	+ 1610 + 1300	+ 1790 + 1300	+ 3510 + 3200	+ 3690 + 3200
>7100~8000							+ 1710 + 1400	+ 1890 + 1400	+ 3810 + 3500	+ 3990 + 3500
>8000~9000	± 300	± 470	± 750	± 1200	+ 1060 + 680	+ 1280 + 680	+ 2030 + 1650	+ 2250 + 1650	+ 4380 + 4000	+ 4600 + 4000
>9000~10000							+ 2130 + 1750	+ 2350 + 1750	+ 4780 + 4400	+ 5000 + 4400

注:符号“\*”用于标注公差的非配合长度尺寸。

2.2 孔的极限偏差见表3。

表 3 孔的极限偏差 μm

基本尺寸 mm	公差带								
	C	D			E		F		
	11	9	10	11	8	9	7	8	9
>3150~3550	+ 4450 + 2800	+ 1210 + 580	+ 1630 + 580	+ 2230 + 580	+ 730 + 320	+ 980 + 320	+ 420 + 160	+ 570 + 160	+ 820 + 160
>3550~4000	+ 4750 + 3100								
>4000~4500	+ 5500 + 3500	+ 1440 + 640	+ 1940 + 640	+ 2640 + 640	+ 850 + 350	+ 1150 + 350	+ 495 + 175	+ 675 + 175	+ 975 + 175
>4500~5000	+ 5900 + 3900								
>5000~5600	+ 6800 + 4300	+ 1700 + 720	+ 2270 + 720	+ 3220 + 720	+ 1000 + 380	+ 1360 + 380	+ 590 + 190	+ 810 + 190	+ 1170 + 190
>5600~6300	+ 7300 + 4800								
>6300~7100	+ 8500 + 5400	+ 2000 + 800	+ 2750 + 800	+ 3900 + 800	+ 1180 + 420	+ 1620 + 420	+ 700 + 210	+ 970 + 210	+ 1410 + 210
>7100~8000	+ 9300 + 6200								
>8000~9000	+ 10600 + 6800	+ 2380 + 880	+ 3280 + 880	+ 4680 + 880	+ 1400 + 460	+ 1960 + 460	+ 830 + 230	+ 1170 + 230	+ 1730 + 230
>9000~10000	+ 11400 + 7600								



表 3(续)

μm

基本尺寸 mm	公差带								
	H					JS			
	7	8	9	10	11	7*	8*	9*	10*
>3150~3550	+260	+410	+660	+1050	+1650	±130	±205	±330	±525
>3550~4000	0	0	0	0	0				
>4000~4500	+320	+500	+800	+1300	+2000	±160	±250	±400	±650
>4500~5000	0	0	0	0	0				
>5000~5600	+400	+620	+980	+1550	+2500	±200	±310	±490	±775
>5600~6300	0	0	0	0	0				
>6300~7100	+490	+760	+1200	+1950	+3100	±245	±380	±600	±975
>7100~8000	0	0	0	0	0				
>8000~9000	+600	+940	+1500	+2400	+3800	±300	±470	±750	±1200
>9000~10000	0	0	0	0	0				

注:符号“\*”用于标注公差的非配合长度尺寸。

一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差 根据 GB/T 1804—2000

本标准适用于金属切削加工的尺寸,也适用于一般的冲压加工的尺寸。非金属材料和其他工艺方法加工的尺寸可参照采用。

1 一般公差

指在车间一般加工条件下可保证的公差。采用一般公差的尺寸,在该尺寸后不注出极限偏差。

2 一般公差的公差等级和极限偏差数值

一般公差分精密 f、中等 m、粗糙 c、最粗 v 共 4 个公差等级。按未注公差的线性尺寸和角度尺寸分别给出了各公差等级的极限偏差数值。

2.1 线性尺寸

线性尺寸的极限偏差数值见表 1;倒圆半径和倒角高度尺寸的极限偏差数值见表 2。

表 1 线性尺寸的极限偏差数值 mm

公差等级	尺寸分段							
	0.5~3	>3~6	>6~30	>30~120	>120~400	>400~1000	>1000~2000	>2000~4000
f(精密级)	±0.05	±0.05	±0.1	±0.15	±0.2	±0.3	±0.5	—
m(中等级)	±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2
c(粗糙级)	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2	±3	±4
v(最粗级)	—	±0.5	±1	±1.5	±2.5	±4	±6	±8

表 2 倒圆半径与倒角高度尺寸的极限偏差数值 mm

公差等级	尺寸分段			
	0.5~3	>3~6	>6~30	>30
f(精密级)	±0.2	±0.5	±1	±2
m(中等级)				
c(粗糙级)	±0.4	±1	±2	±4
v(最粗级)				

注:倒圆半径与倒角高度的含义参见 GB/T 6403.4。

2.2 角度尺寸

角度尺寸的极限偏差数值见表 3,其值按角度短边长度确定。对圆锥角按圆锥素线长度确定。

表 3 角度尺寸的极限偏差数值

公差等级	长度,mm				
	≤10	>10~50	>50~120	>120~400	>400
精密 f	±1°	±30′	±20′	±10′	±5′
中等 m					
粗糙 c	±1°30′	±1°	±30′	±15′	±10′
最粗 v	±3°	±2°	±1°	±30′	±20′

3 一般公差的图样表示法

若采用本标准规定的一般公差,应在图样标题栏附近或技术要求、技术文件(如企业标准)中注出本标准号及公差等级代号,例如选取中等级时,标注为:

GB/T 1804-m

本标准规定了英寸和毫米间相互换算的方法,以保证互换算后规定公差的互换性。

## 1 英寸换算为毫米

### 1.1 方法 A(一般规则)

- 对每个英寸尺寸,仅考虑其最大和最小两个极限。
- 用换算式  $1\text{in}=25.4\text{mm}$  准确地将两对应的极限值换算为毫米(可查附录 A)。
- 按原英寸公差(即英寸的两个极限之差)将换算结果修约为如表 1 所列的最接近的舍入值。

使用此方法,在最不利的极端情况下能保证原规定的两个极限值换算后的修约误差都将不超过公差值的 2%。

### 1.2 方法 B(按专门的协议)

两极限向公差带内修约,即上极限修约到比其略小的值,下极限修约到比其略大的值。其余的与方法 A 相同。

表 1

原英寸公差		修约到的位数	原英寸公差		修约到的位数
$\geq$	$<$		$\geq$	$<$	
in	in	mm	in	in	mm
0.00001	0.0001	0.00001	0.01	0.1	0.01
0.0001	0.001	0.0001	0.1	1	0.1
0.001	0.01	0.001			

### 1.3 换算举例

假设某一尺寸用英寸表达如下: $1.950 \pm 0.016 (=1.966, 1.934)$

查附录 A,得两极限尺寸为:49.9364 和 49.1236

原公差等于  $0.032\text{in}$ ,在表 1 的  $0.01\text{in}$  和  $0.1\text{in}$  之间。

采用方法 A,要修约舍入到  $0.01\text{mm}$  位数的最接近的毫米值为:49.94 和 49.12

按照方法 B,两极限向公差带内修约后的极限尺寸的毫米值为:49.93 和 49.13

## 2 毫米换算为英寸

### 2.1 方法 A(一般规则)

- 对每个毫米尺寸,仅考虑其最大和最小两个极限。
- 用换算式  $1\text{mm}=1/25.4\text{in}$  准确地将两对应的极限值换算为英寸(可查附录 B)。
- 按原毫米公差(即毫米的两极限之差)将换算结果修约为如表 2 所列的最接近的舍入值。

使用此方法,在最不利的极端情况下能保证原规定的两极限值换算后的修约误差都将不超过公差值的 2.5%。

### 2.2 方法 B(按专门的协议)

两极限向公差带内修约,即上极限修约到比其略小的值,下极限修约到比其略大的值。其

余的与方法 A 相同。

表 2

原毫米公差		修约到的位数	原毫米公差		修约到的位数
$\geq$	$<$		$\geq$	$<$	
mm	mm	in	mm	mm	in
0.0005	0.005	0.000001	0.5	5	0.001
0.005	0.05	0.00001	5	50	0.01
0.05	0.5	0.0001			

2.3 换算举例

假设一尺寸用毫米表示如下： $49.5 \pm 0.4 (= 49.9, 49.1)$   
查附录 B,得两极限尺寸为:1.9645670 和 1.9330709  
原公差等于 0.8mm,在表 2 的 0.5mm 和 5mm 之间。  
采用方法 A,要修约舍入到 0.001in 位数的最接近的英寸值为:1.965 和 1.933  
按照方法 B,两极限向公差带内修约后的极限尺寸的英寸值为:1.964 和 1.934

3 专用的方法

3.1 修约到最接近的舍入值

若要修约的数值正处于两最近似的舍入值中间,则最好取其平均值。

3.2 基本尺寸和偏差

为避免修约误差的积累,主要应转换其极限尺寸。对由一个基本尺寸和两个偏差表示的尺寸,应换算其极限尺寸。

然而(当指定用方法 B 时除外),制造者可以原公差为基础,任意分别将基本尺寸为最接近的舍入值,换算每个偏差至公差带内。它比方法 A 更能保证其互换性,但转换后的公差将会减少。

3.3 与测量不确定度相应的极限

若表 1、表 2 给出的最小公差修约对现有测量不确定度来说过小,则应单独确定符合互换性的各极限尺寸。

例如:若测量精度被限于  $\pm 0.001\text{mm}$ ,则  $(1 \pm 0.0005)\text{in}$  的换算值可修约到 25.413mm 和 25.387mm,以代替 25.4127 和 25.3873mm,此时,该两极限尺寸的修约误差都没有超过公差的 1.2%。

3.4 位置公差

如用坐标的理论正确尺寸表示一个点,该点的尺寸公差用位置度公差表示,则理论正确尺寸应独立换算到最接近的舍入值,而偏差应向公差带内转换。全部转换都依原公差而定。

3.5 与无公差的坐标尺寸相关的公差尺寸

若注公差尺寸位于一平面上,而该平面的位置由无公差的坐标尺寸给定,(例如某些圆锥面的尺寸标注),则

- a) 随意换算修约坐标尺寸至最接近的舍入值;
- b) 在由修约得到的坐标尺寸表示的平面上,以换算过来的测量单位精确计算规定的公差带的最大和最小极限尺寸;

c) 按本标准的规定修约这些极限尺寸。

例如：假定锥度为 0.05 的某一圆锥体，在由无公差的位置尺寸 0.93in 表示的坐标面上的直径为  $(1 \pm 0.002)$ in。由于圆锥的锥度，公差带的极限尺寸取决于坐标面的位置。因此，如把尺寸  $0.93\text{in} = 23.622\text{mm}$  修约为 23.6mm，比修约前减少了 0.022mm，当把两原极限尺寸精确地换算为毫米时，在修约前应用  $0.022\text{mm} \times 0.05 = 0.0011\text{mm}$  进行适当的修正。

附录 A(规范性附录) 英寸到毫米的换算表

## A.1 分数英寸

表 A.1

in		mm	in		mm
1/64	0.015625	0.396875	33/64	0.515625	13.096875
1/32	0.031250	0.793750	17/32	0.531250	13.493750
3/64	0.046875	1.190625	35/64	0.546875	13.890625
1/16	0.062500	1.587500	9/16	0.562500	14.287500
5/64	0.078125	1.984375	37/64	0.578125	14.684375
3/32	0.093750	2.381250	19/32	0.593750	15.081250
7/64	0.109375	2.778125	39/64	0.609375	15.478125
1/8	0.125000	3.175000	5/8	0.625000	15.875000
9/64	0.140625	3.571875	41/64	0.640625	16.271875
5/32	0.156250	3.968750	21/32	0.656250	16.668750
11/64	0.171875	4.365625	43/64	0.671875	17.065625
3/16	0.187500	4.762500	11/16	0.687500	17.462500
13/64	0.203125	5.159375	45/64	0.703125	17.859375
7/32	0.218750	5.556250	23/32	0.718750	18.256250
15/64	0.234375	5.953125	47/64	0.734375	18.653125
1/4	0.250000	6.350000	3/4	0.760000	19.050000
17/64	0.265625	6.746875	49/64	0.765625	19.446875
9/32	0.281250	7.143750	25/32	0.781250	19.843750
19/64	0.296875	7.540625	51/64	0.796875	20.240625
5/16	0.312500	7.937500	13/16	0.812500	20.637500
21/64	0.328125	8.334375	53/64	0.828125	21.034375
11/32	0.343750	8.731250	27/32	0.843750	21.431250
23/64	0.359375	9.128125	55/64	0.859375	21.828125
3/8	0.375000	9.525000	7/8	0.875000	22.225000
25/64	0.390625	9.921875	57/64	0.890625	22.621875
13/32	0.406250	10.318750	29/32	0.906250	23.018750
27/64	0.421875	10.715625	59/64	0.921875	23.415625
7/16	0.437500	11.112500	15/16	0.937500	23.812500
29/64	0.453125	11.509375	61/64	0.953125	24.209375
15/32	0.468750	11.906250	31/32	0.968750	24.606250
31/64	0.484375	12.303125	63/64	0.984375	25.003125
1/2	0.500000	12.700000	1	1.000000	25.400000

## A.2 小数英寸和整数英寸

表 A.2

in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm
0.001	0.0254	0.007	0.1778	0.04	1.016	0.1	2.54	0.7	17.78
0.002	0.0508	0.008	0.2032	0.05	1.270	0.2	5.08	0.8	20.32
0.003	0.0762	0.009	0.2286	0.06	1.524	0.3	7.62	0.9	22.86
0.004	0.1016	0.01	0.254	0.07	1.778	0.4	10.16		
0.005	0.1270	0.02	0.508	0.08	2.032	0.5	12.70		
0.006	0.1524	0.03	0.762	0.09	2.286	0.6	15.24		

表 A.3

in	mm	in	mm	in	mm	in	mm
1	25.4	26	660.4	51	1295.4	76	1930.4
2	50.8	27	685.8	52	1320.8	77	1955.8
3	76.2	28	711.2	53	1346.2	78	1981.2
4	101.6	29	736.6	54	1371.6	79	2006.6
5	127.0	30	762.0	55	1397.0	80	2032.0
6	152.4	31	787.4	56	1422.4	81	2057.4
7	177.8	32	812.8	57	1447.8	82	2082.8
8	203.2	33	838.2	58	1473.2	83	2108.2
9	228.6	34	863.6	59	1498.6	84	2133.6
10	254.0	35	889.0	60	1524.0	85	2159.0
11	279.4	36	914.4	61	1549.4	86	2184.4
12	304.8	37	939.8	62	1574.8	87	2209.8
13	330.2	38	965.2	63	1600.2	88	2235.2
14	355.6	39	990.6	64	1625.6	89	2260.6
15	381.0	40	1016.0	65	1651.0	90	2286.0
16	406.4	41	1041.4	66	1676.4	91	2311.4
17	431.8	42	1066.8	67	1701.8	92	2336.8
18	457.2	43	1092.2	68	1727.2	93	2362.2
19	482.6	44	1117.6	69	1752.6	94	2387.6
20	508.0	45	1143.0	70	1778.0	95	2413.0
21	533.4	46	1168.4	71	1803.4	96	2438.4
22	558.8	47	1193.8	72	1828.8	97	2463.8
23	584.2	48	1219.2	73	1854.2	98	2489.2
24	609.6	49	1244.6	74	1879.6	99	2514.6
25	635.0	50	1270.0	75	1905.0	100	2540.0

## 附录 B(规范性附录) 毫米到英寸的换算表

表 B.1

mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in
0.001	0.0000394	0.007	0.0002756	0.04	0.0015748	0.1	0.0039370	0.7	0.0275591
0.002	0.0000787	0.008	0.0003150	0.05	0.0019685	0.2	0.0078740	0.8	0.0314961
0.003	0.0001181	0.009	0.0003543	0.06	0.0023622	0.3	0.0118110	0.9	0.0354331
0.004	0.0001575	0.01	0.0003937	0.07	0.0027559	0.4	0.0157480		
0.005	0.0001969	0.02	0.0007874	0.08	0.0031496	0.5	0.0196850		
0.006	0.0002362	0.03	0.0011811	0.09	0.0035433	0.6	0.0236220		

表 B.2

mm	in	mm	in	mm	in	mm	in
1	0.0393701	26	1.0236220	51	2.0078740	76	2.9921260
2	0.0787402	27	1.0629921	52	2.0472441	77	3.0314961
3	0.118102	28	1.1023622	53	2.0866142	78	3.0708661
4	0.1574803	29	1.1417323	54	2.1259842	79	3.1102362
5	0.1968504	30	1.1811024	55	2.1653543	80	3.1496063
6	0.2362205	31	1.2204724	56	2.2047244	81	3.1889764
7	0.2755906	32	1.2598425	57	2.2440945	82	3.2283465
8	0.3149606	33	1.2992126	58	2.2834646	83	3.2677165
9	0.3543307	34	1.3385827	59	2.3228346	84	3.3070866
10	0.3937008	35	1.3779528	60	2.3622047	85	3.3464567
11	0.4330709	36	1.4173228	61	2.4015748	86	3.3858268
12	0.4784409	37	1.4566929	62	2.4409449	87	3.4251968
13	0.5118110	38	1.4960630	63	2.4803150	88	3.4645669
14	0.5511811	39	1.5354331	64	2.5196850	89	3.5039370
15	0.5905312	40	1.5748031	65	2.5590551	90	3.5433071
16	0.6290213	41	1.6141732	66	2.5984252	91	3.5826772
17	0.6692913	42	1.6535433	67	2.6377953	92	3.6220472
18	0.7086614	43	1.6929134	68	2.6771654	93	3.6614173
19	0.7480315	44	1.7322834	69	2.7165354	94	3.7007874
20	0.7874016	45	1.7716535	70	2.7559055	95	3.7401575
21	0.8267717	46	1.8110236	71	2.7952756	96	3.7795276
22	0.8661417	47	1.8503937	72	2.8346457	97	3.8188976
23	0.9055118	48	1.8897638	73	2.8740157	98	3.8582677
24	0.9448819	49	1.9291339	74	2.9133858	99	3.8976378
25	0.9842520	50	1.9685039	75	2.9527559	100	3.9370079

1 术语

- 1.1 过盈量  $\delta$  过盈的绝对值。
- 1.2 基本过盈量  $\delta_b$  选择过盈配合的基准值。对基孔制配合,其值等于轴的基本偏差的绝对值;对基轴制配合,其值等于孔的基本偏差的绝对值(见图 1)。

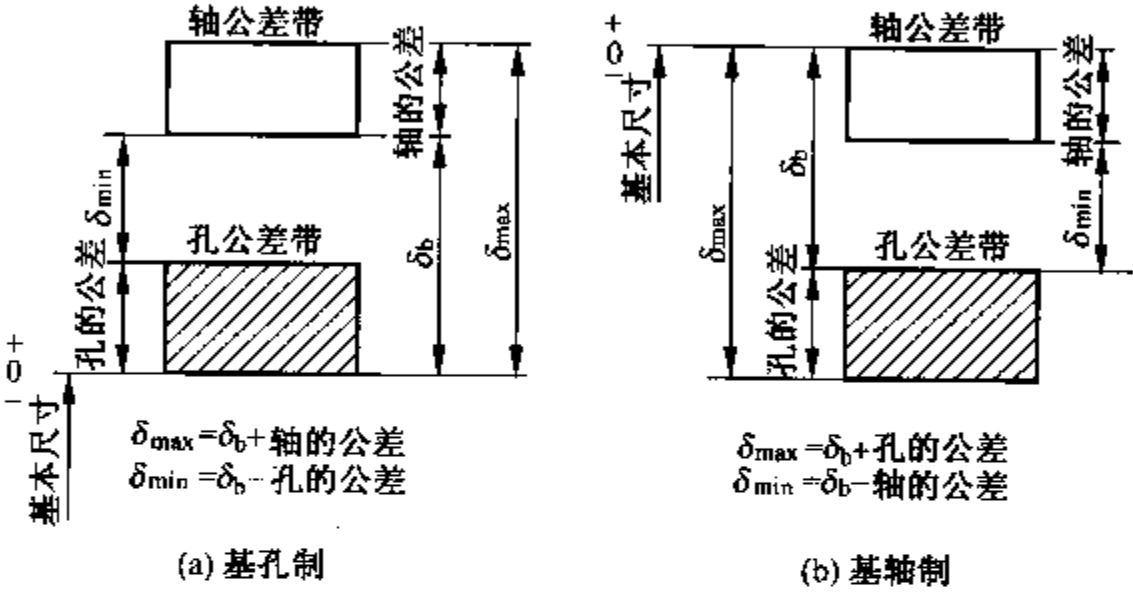


图 1

- 1.3 过盈联接 利用过盈量使包容件和被包容件形成的固定联结。
- 1.3.1 纵向过盈联接 用压入法实现的过盈联接。
- 1.3.2 横向过盈联接 用胀缩法实现的过盈联接。
- 1.4 结合面 在过盈联结中,包容件和被包容件相接触的表面。
- 1.5 结合直径  $d_f$  结合面的基本直径(见图 2)。
- 1.6 结合长度  $l_f$  结合面的基本长度(见图 2)。
- 1.7 直径比  $q$  相配合的包容件和被包容件的小直径与大直径的比值。包容件直径比  $q_a$  等于结合直径  $d_f$  除以包容件外径  $d_a$ (见图 2)。被包容件直径比  $q_i$  等于被包容件内径  $d_i$ (见图 2)除以结合直径  $d_f$ 。
- 1.8 相对过盈量 过盈量  $\delta$  与结合直径  $d_f$  的比值。
- 1.9 压平深度  $S$  包容件或被包容件结合面的表面粗糙度,  $S_a$  或  $S_i$ (见图 3)。

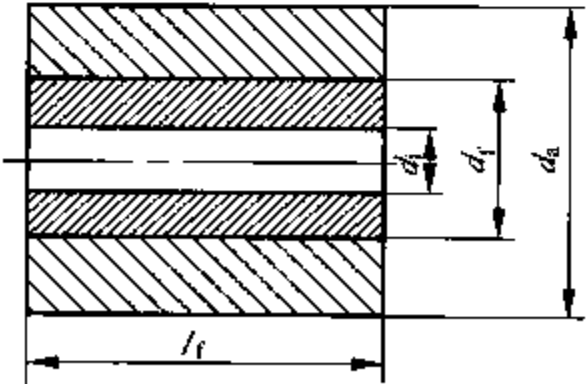


图 2

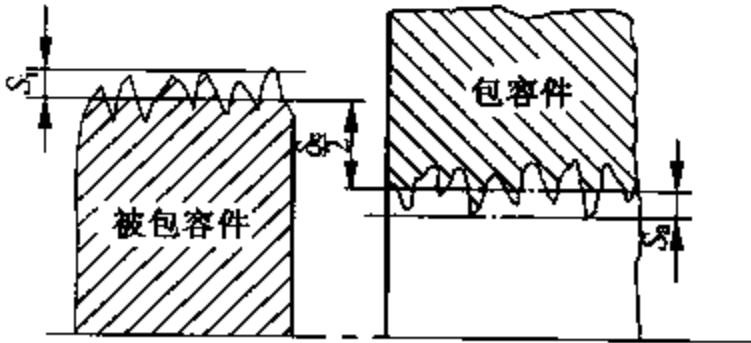


图 3



- 1.10 压平量 由于压平深度而使过盈量减小的部分。其值等于包容件的压平深度  $S_a$  和被包容件的压平深度  $S_i$  之和的 2 倍。
- 1.11 结合压力  $p_f$  作用在结合面上的压力。
- 1.12 直径变化量  $e$  由于结合压力而使相配合的孔、轴直径变化的量。包容件直径变化量  $e_a$  为包容件内径的扩大量。被包容件直径变化量  $e_i$  为被包容件外径的缩小量。
- 1.13 有效过盈量  $\delta_e$  在过盈联结中起作用的过盈量。其值等于包容件直径变化量  $e_a$  和被包容件直径变化量  $e_i$  之和。
- 1.14 压入力  $P_{xi}$  在实现纵向过盈联结的过程中施加的最大轴向力。
- 1.15 压出力  $P_{xe}$  在解脱过盈联结的过程中施加的最大轴向力。

2 符号

计算用的主要符号、含义和单位列于表 1。

表 1

符号	含义	单位	符号	含义	单位	符号	含义	单位
$\delta$	过盈量	mm	$S_a$	包容件的压平深度	mm	$F_t$	传递力	N
$\delta_e$	有效过盈量	mm	$S_i$	被包容件的压平深度	mm	$\mu$	摩擦系数	—
$\delta_b$	基本过盈量	mm	$e_a$	包容件直径变化量	mm	$\nu$	泊松比	—
$d_f$	结合直径	mm	$e_i$	被包容件直径变化量	mm	$\sigma_s$	屈服极限	MPa
$d_a$	包容件外径	mm	$p_f$	结合压力	MPa	$\sigma_b$	强度极限	MPa
$d_i$	被包容件内径	mm	$P_{xi}$	压入力	N	$E$	弹性模量	MPa
$l_f$	结合长度	mm	$P_{xe}$	压出力	N	$R_z$	微观不平度十点高度	mm
$q_a$	包容件直径比	—	$F_x$	轴向力	N	$R_a$	轮廓算术平均偏差	mm
$q_i$	被包容件直径比	—	$M$	转矩	N·mm			

注：除另有说明外，表中符号加下标“a”表示包容件；加“i”表示被包容件。

3 计算和选用

3.1 计算基础

3.1.1 本计算以两个简单厚壁圆筒在弹性范围内的联结为计算基础。弹性范围系指包容件和被包容件由于结合压力而产生的变形与应力成线性关系，亦即联结件的应力低于其材料的屈服强度( $\sigma_s$  或  $\sigma_{0.2}$ )。

3.1.2 计算的假定条件

- a) 包容件与被包容件处于平面应力状态，即轴向应力  $\sigma_x=0$ ；
- b) 包容件与被包容件在结合长度上结合压力为常数；
- c) 材料的弹性模量为常数；
- d) 计算的强度理论，按变形能理论。

3.1.3 直径变化量的计算公式

- a) 包容件直径变化量  $e_a$

$$e_a = \frac{p_f \cdot d_f}{E_a} \left( \frac{1 + q_a^2}{1 - q_a^2} \right) + \frac{p_f \cdot d_f}{E_a} \nu_a$$

$$= \frac{p_f \cdot d_f}{E_a} \left( \frac{1 + q_a^2}{1 - q_a^2} + \nu_a \right)$$

b) 被包容件直径变化量  $e_i$

$$\begin{aligned} e_i &= \frac{p_f \cdot d_f}{E_i} \left( \frac{1 + q_i^2}{1 - q_i^2} \right) - \frac{p_f \cdot d_f}{E_i} \nu_i \\ &= \frac{p_f \cdot d_f}{E_i} \left( \frac{1 + q_i^2}{1 - q_i^2} - \nu_i \right) \end{aligned}$$

c) 有效过盈量  $\delta_e$

$$\delta_e = e_a + e_i$$

3.1.4 对于几何形状特殊或具有特殊应力的过盈联结,需进行附加计算。

3.2 计算方法

过盈联结采用公式法进行计算,也可采用图算法进行计算,图算法见附录 B(本标准略)。

3.3 计算公式

3.3.1 过盈联结传递负荷所需的最小过盈量,可按表 2 的公式进行计算。

表 2

序号	计算内容	计算公式	说 明
1	传递负荷所需的最小结合压力	传递转矩	$p_{f \min} = \frac{2M}{\pi \cdot d_f^2 \cdot l_f \cdot \mu}$
		承受轴向力	$p_{f \min} = \frac{F_x}{\pi \cdot d_f \cdot l_f \cdot \mu}$
		传递力	$p_{f \min} = \frac{F_t}{\pi \cdot d_f \cdot l_f \cdot \mu}$ $F_t = \sqrt{F_x^2 + \left( \frac{2M}{d_f} \right)^2}$
2	包容件直径比	$q_a = \frac{d_f}{d_a}$	
3	被包容件直径比	$q_i = \frac{d_i}{d_f}$	对实心轴 $q_i = 0$
4	包容件传递负荷所需的最小直径变化量	$e_{a \min} = p_{f \min} \frac{d_f}{E_a} \cdot C_a$	$C_a = \frac{1 + q_a^2}{1 - q_a^2} + \nu_a$ $C_a$ 值可查表 4
5	被包容件传递负荷所需的最小直径变化量	$e_{i \min} = p_{f \min} \frac{d_f}{E_i} \cdot C_i$	$C_i = \frac{1 + q_i^2}{1 - q_i^2} - \nu_i$ $C_i$ 值可查表 4
6	传递负荷所需的最小有效过盈量	$\delta_{e \min} = e_{a \min} + e_{i \min}$	
7	考虑压平量的最小过盈量	$\delta_{\min} = \delta_{e \min} + 2(S_a + S_i)$	对纵向过盈联结取: $S_a = 1.6Ra_a$ $S_i = 1.6Ra_i$

3.3.2 过盈联结件不产生塑性变形所允许的最大有效过盈量,可按表 3 的公式进行计算。

表 3

序号	计算内容	计算公式	说明
1	包容件不产生塑性变形所允许的最大结合压力	塑性材料: $p_{fs\max} = a\sigma_{ss}$ 脆性材料: $p_{fs\max} = b \frac{\sigma_{bs}}{2 \sim 3}$	$a = \frac{1 - q_a^2}{\sqrt{3 + q_a^4}}$ $b = \frac{1 - q_a^2}{1 + q_a^2}$ $a、b$ 值可查图 4
2	被包容件不产生塑性变形所允许的最大结合压力	塑性材料: $p_{fi\max} = c\sigma_{si}$ 脆性材料: $p_{fi\max} = c \frac{\sigma_{bi}}{2 \sim 3}$	$c = \frac{1 - q_i^2}{2}$ $c$ 值可查图 4 实心轴 $q_i = 0$ 此时 $c = 0.5$
3	联结件不产生塑性变形的最大结合压力	$p_{t\max}$ 取 $p_{fs\max}$ 和 $p_{fi\max}$ 中的较小者	
4	联结件不产生塑性变形的传递力	$F_t = p_{t\max} \cdot \pi \cdot d_f \cdot l_f \cdot \mu$	$\mu$ 值可查附录 A 中表 A.1 或表 A.2
5	包容件不产生塑性变形所允许的最大直径变化量	$e_{a\max} = \frac{p_{t\max} \cdot d_f}{E_a} \cdot C_a$	$C_a = \frac{1 + q_a^2}{1 - q_a^2} + \nu_a$ $C_a$ 值可查表 4
6	被包容件不产生塑性变形所允许的最大直径变化量	$e_{i\max} = \frac{p_{t\max} \cdot d_f}{E_i} \cdot C_i$	$C_i = \frac{1 + q_i^2}{1 - q_i^2} - \nu_i$ $C_i$ 值可查表 4
7	联结件不产生塑性变形所允许的最大有效过盈量	$\delta_{c\max} = e_{a\max} + e_{i\max}$	

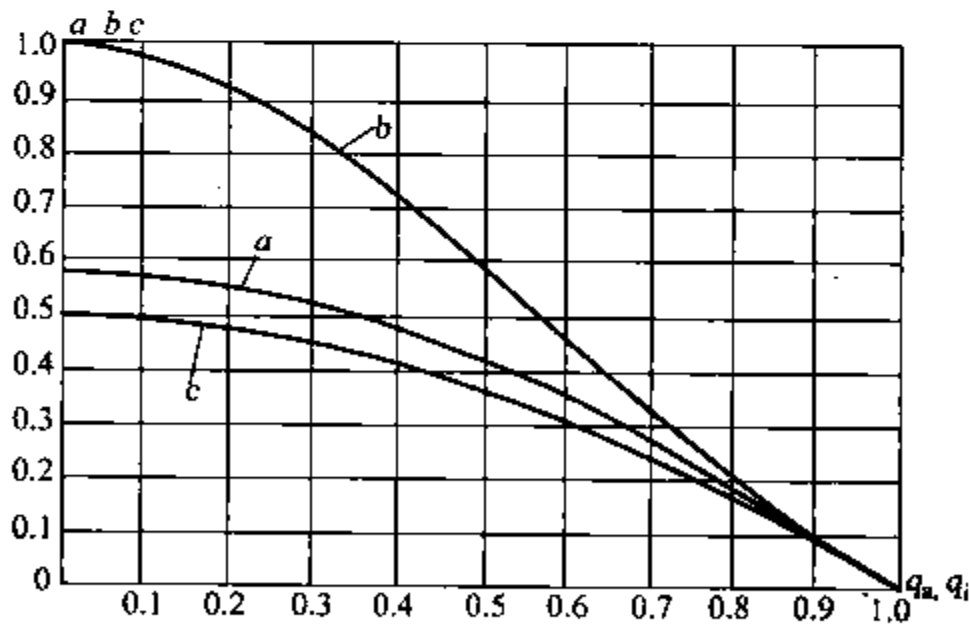


图 4

表 4 系数  $C_a$  和  $C_i$

$q_s$ 或 $q_i$	$C_a$		$C_i$		$q_s$ 或 $q_i$	$C_a$		$C_i$	
	$\nu_s=0.3$	$\nu_s=0.25$	$\nu_i=0.3$	$\nu_i=0.25$		$\nu_s=0.3$	$\nu_s=0.25$	$\nu_i=0.3$	$\nu_i=0.25$
0	—	—	0.700	0.750	0.53	2.081	2.031	1.481	1.531
0.10	1.320	1.270	0.720	0.770	0.56	2.214	2.164	1.614	1.664
0.14	1.340	1.290	0.740	0.790	0.60	2.425	2.375	1.825	1.875
0.20	1.383	1.333	0.783	0.833	0.63	2.616	2.566	2.016	2.066
0.25	1.433	1.383	0.833	0.883	0.67	2.929	2.879	2.329	2.379
0.28	1.470	1.420	0.870	0.920	0.71	3.333	3.283	2.733	2.783
0.31	1.512	1.426	0.912	0.962	0.75	3.871	3.821	3.271	3.321
0.35	1.579	1.529	0.979	1.029	0.80	4.855	4.805	4.255	4.305
0.40	1.681	1.631	1.081	1.131	0.85	6.507	6.457	5.907	5.957
0.45	1.808	1.758	1.208	1.258	0.90	9.826	9.776	9.226	9.276
0.50	1.967	1.917	1.367	1.417					

3.4 配合的选择

3.4.1 过盈配合按 GB/T 1800.2~GB/T 1800.4 和 GB/T 1801 的规定选择。

3.4.2 选出的配合,其最大过盈量 $[\delta_{\max}]$ 和最小过盈量 $[\delta_{\min}]$ 应满足下列要求:

a) 保证过盈联结传递给定的负荷

$$[\delta_{\min}]>\delta_{\min}$$

b) 保证联结件不产生塑性变形

$$[\delta_{\max}]\leqslant\delta_{e\max}$$

3.4.3 配合的选择步骤

a) 初选基本过盈量  $\delta_b$

一般情况,可取  $\delta_b\approx(\delta_{\min}+\delta_{e\max})/2$ ;

当要求有较多的联结强度储备时,可取

$$\delta_{e\max}>\delta_b>(\delta_{\min}+\delta_{e\max})/2$$

当要求有较多的联结件材料强度储备时,可取

$$\delta_{\min}<\delta_b<(\delta_{\min}+\delta_{e\max})/2$$

b) 按初选的基本过盈量  $\delta_b$  和结合直径  $d_f$ ,由图 5 查出配合的基本偏差代号。

c) 按基本偏差代号和  $\delta_{e\max}$ 、 $\delta_{\min}$ ,由 GB/T 1801 和 GB/T 1800.4 确定选用的配合和孔、轴公差带。

3.5 校核计算

过盈联结的最小传递力  $F_{t\min}$  和联结件的最大应力  $\sigma_{\max}$ ,可按表 5 的公式进行校核计算。

表 5

序号	计算内容	计算公式	说明
1	最小传递力	$F_{t\min}=[p_{t\min}]\cdot\pi\cdot d_f\cdot l_f\cdot\mu$	$[p_{t\min}]=\frac{[\delta_{\min}]-2(S_s+S_i)}{d_f\cdot\left(\frac{C_s}{E_s}+\frac{C_i}{E_i}\right)}$

表 5(续)

序号	计算内容	计算公式	说明
2	包容件的最大应力	塑性材料: $\sigma_{s\max} = \frac{[p_{f\max}]}{a}$ 脆性材料: $\sigma_{s\max} = \frac{[p_{f\max}]}{b}$	$[p_{f\max}] = \frac{[\delta_{\max}]}{d_f \cdot \left( \frac{C_a}{E_a} + \frac{C_i}{E_i} \right)}$
3	被包容件的最大应力	$\sigma_{i\max} = \frac{[p_{f\max}]}{c}$	

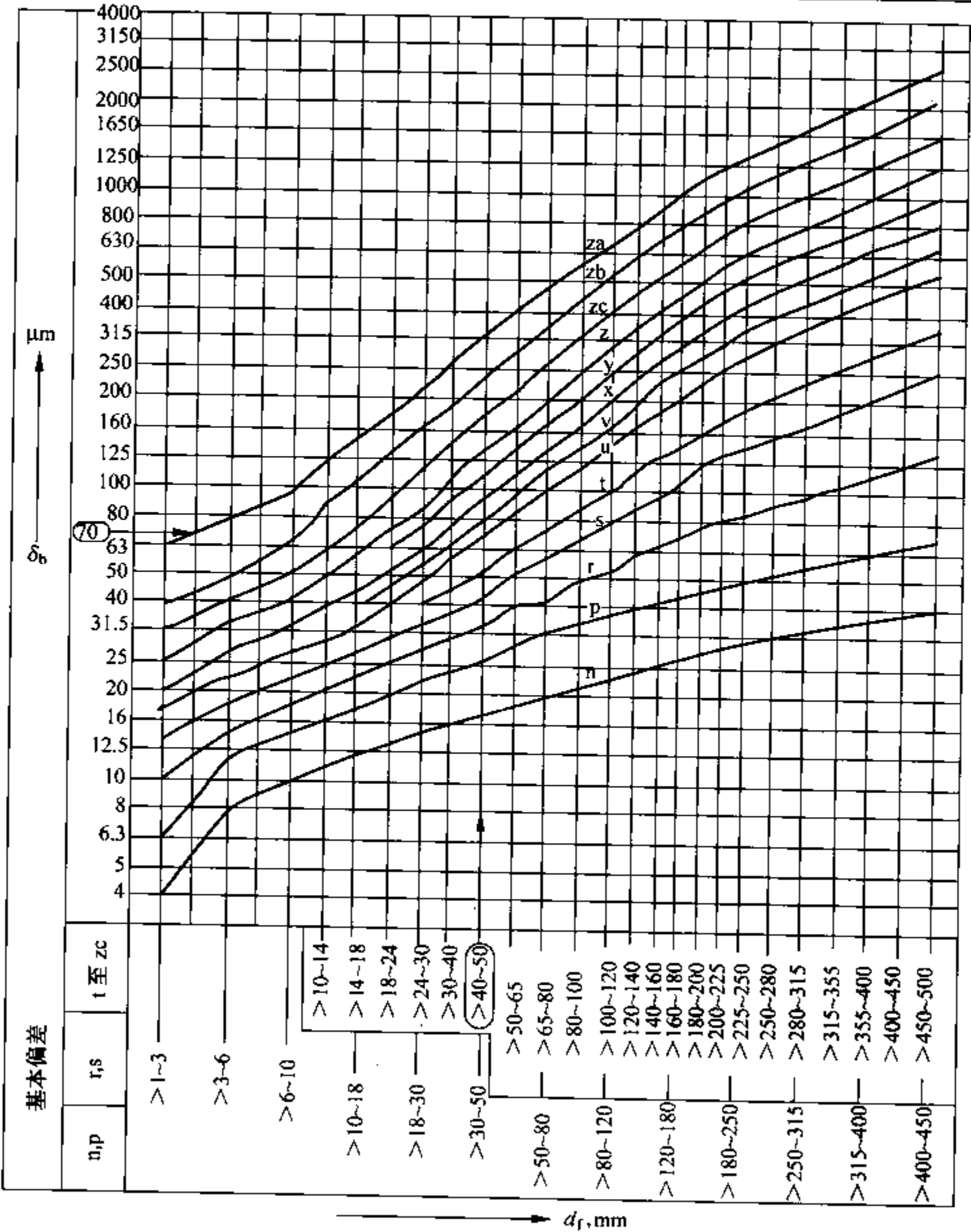


图 5

3.6 包容件的外径扩大量和被包容件的内径缩小量

包容件的外径扩大量和被包容件的内径缩小量可按表6的公式进行计算。

表 6

序号	计算内容	计算公式	说明
1	包容件的外径扩大量	$\Delta d_s = \frac{2p_f \cdot d_s \cdot q_s^2}{E_s(1 - q_s^2)}$	$p_f$ 取 $[p_{f \max}]$ 或 $[p_{f \min}]$
2	被包容件的内径缩小量	$\Delta d_i = \frac{2p_f \cdot d_i}{E_i(1 - q_i^2)}$	$p_f$ 取 $[p_{f \max}]$ 或 $[p_{f \min}]$

附录 A(资料性附录) 常用材料的摩擦系数、弹性模量、泊松比和线膨胀系数表

表 A.1 纵向过盈联结的摩擦系数

材料	摩擦系数 $\mu$		材料	摩擦系数 $\mu$	
	无润滑	有润滑		无润滑	有润滑
钢-钢	0.07~0.16	0.05~0.13	钢-青铜	0.15~0.2	0.03~0.06
钢-铸钢	0.11	0.08	钢-铸铁	0.12~0.15	0.05~0.10
钢-结构钢	0.10	0.07	铸铁-铸铁	0.15~0.25	0.05~0.10
钢-优质结构钢	0.11	0.08			

表 A.2 横向过盈联结的摩擦系数

材料	结合方式、润滑	摩擦系数 $\mu$
钢-钢	油压扩径,压力油为矿物油	0.125
	油压扩径,压力油为甘油,结合面排油干净	0.18
	在电炉中加热包容件至 300℃	0.14
	在电炉中加热包容件至 300℃以后,结合面脱脂	0.2
钢-铸铁	油压扩径,压力油为矿物油	0.1
钢-铝镁合金	无润滑	0.10~0.15

表 A.3 弹性模量、泊松比和线膨胀系数

材料	弹性模量 $E$ MPa ≈	泊松比 $\nu$ ≈	线膨胀系数 $\alpha$ $10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	
			加热 ≈	冷却 ≈
碳钢、低合金钢、合金结构钢	200000~235000	0.3~0.31	11	-8.5
灰口铸铁 HT150 HT200	70000~80000	0.24~0.25	10	-8
灰口铸铁 HT250 HT300	105000~130000	0.24~0.26	10	-8
可锻铸铁	90000~100000	0.25	10	-8
非合金球墨铸铁	160000~180000	0.28~0.29	10	-8
青铜	85000	0.35	17	-15
黄铜	80000	0.36~0.37	18	-16
铝合金	69000	0.32~0.36	21	-20
镁合金	40000	0.25~0.3	25.5	-25

本标准适用于光滑圆锥面在弹性范围内利用油压装拆的过盈联结计算和过盈配合的选用。

1 符号

计算用的主要符号、含义和单位见表 1。

表 1

符号	含 义	单位	符号	含 义	单位
$\delta$	过盈量	mm	$F_x$	轴向力	N
$\delta_e$	有效过盈量	mm	$F_i$	传递力	N
$d_{f1}$	结合面最小圆锥直径	mm	$P_{xi}$	压入力	N
$d_{f2}$	结合面最大圆锥直径	mm	$P_{xe}$	压出力	N
$d_m$	结合面平均圆锥直径	mm	$\Delta p_l$	中间套变形所需压力	MPa
$d_a$	包容件外径	mm	$E_a$	轴向位移量	mm
$d_i$	被包容件内径	mm	$d$	中间套圆柱面直径	mm
$l_f$	结合长度	mm	$d_{f1}$	中间套最小圆锥直径	mm
$C$	结合面锥度	—	$d_{f2}$	中间套最大圆锥直径	mm
$q_a$	包容件直径比	—	$X$	中间套与相关件配合间隙	mm
$q_i$	被包容件直径比	—	$K$	安全系数	—
$S_a$	包容件压平深度	mm	$\mu$	摩擦系数	—
$S_i$	被包容件压平深度	mm	$\nu$	泊松比	—
$e_a$	包容件直径变化量	mm	$\sigma_s$	屈服极限	MPa
$e_i$	被包容件直径变化量	mm	$\sigma_b$	强度极限	MPa
$p_l$	结合压力	MPa	$E$	弹性模量	MPa
$p_x$	装拆油压	MPa	$Ra$	轮廓算术平均偏差	mm
$M$	转矩	N·mm			

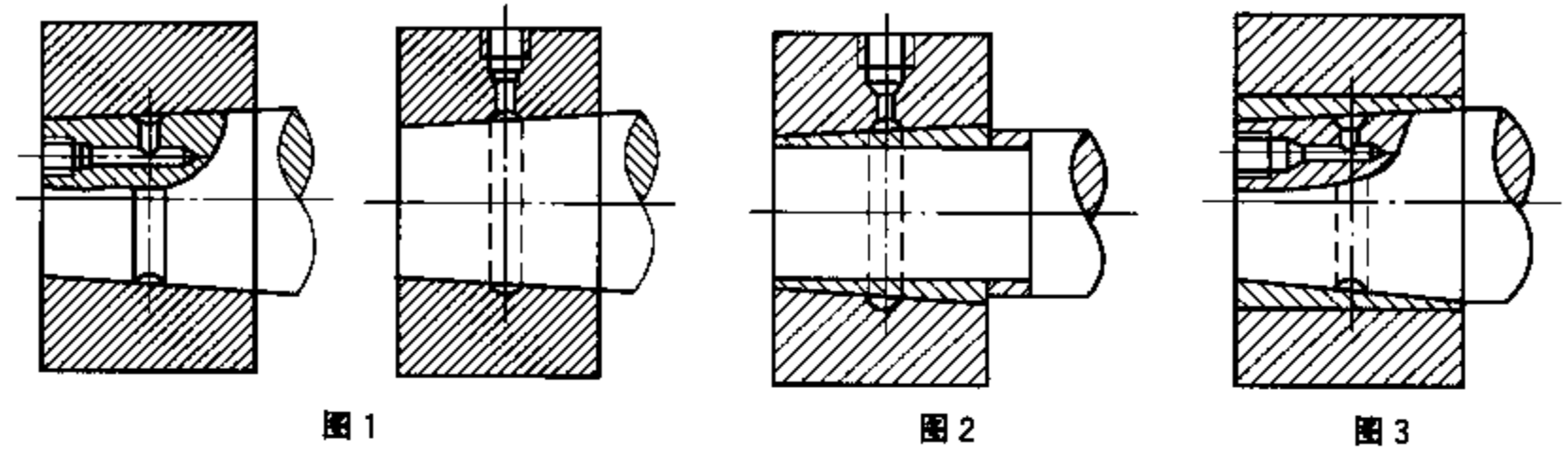
注：除另有说明外，表中符号加下标“a”表示包容件；加“i”表示被包容件。

2 圆锥过盈联结的型式及用途

圆锥过盈联结有以下两种型式：

- a) 不带中间套的圆锥过盈联结(见图 1)。用于中、小尺寸,或不需多次装拆的联结

b) 带中间套的圆锥过盈联结(见图 2、图 3)。用于大型、重载和需多次装拆的联结。图 2 为带外锥面中间套的圆锥过盈联结;图 3 为带内锥面中间套的圆锥过盈联结。



3 计算和选用

3.1 计算基础与假定条件

本计算以两个简单厚壁圆筒在弹性范围内的联结为计算基础。  
计算的假定条件为:包容件与被包容件处于平面应力状态,即轴向应力  $\sigma_z=0$ ;包容件与被包容件在结合长度上结合压力为常数;材料的弹性模量为常数;计算的强度理论,按变形能理论。

3.2 计算要点

圆锥面过盈联结的计算与 GB/T 5371 规定的圆柱面过盈联结计算相同,但同时应注意下列各点:

- a) 结合直径  $d_f$  应以结合面平均圆锥直径  $d_m$  代替,即:  $d_m=(d_{f1}+d_{f2})/2$ 。
- b) 材料是否产生塑性变形,应以装拆油压进行计算。装拆油压一般比实际结合压力大 10%。
- c) 用油压装拆时,结合面间存在油膜,因此装拆时的摩擦系数与联结工作时的摩擦系数不同。在联结工作时的摩擦系数,推荐取  $\mu=0.12$ ;用油压装拆时的摩擦系数,推荐取  $\mu=0.02$ 。
- d) 圆锥过盈联结的锥度  $C$ ,推荐选用 1:20、1:30、1:50。其结合长度推荐为  $l_f \leq 1.5d_m$ 。

3.3 计算公式

3.3.1 圆锥过盈联结传递负荷所需的最小过盈量,可按表 2 的公式进行计算。

表 2

序号	计算内容		计算公式	说明
1	传递负荷所需的最小结合压力	传递转矩	$p_{fmin}=\frac{2M \cdot K}{\pi \cdot d_m^2 \cdot l_f \cdot \mu}$	根据联结的重要程度,推荐 $K=1.2 \sim 3$ 。 联结工作时摩擦系数, $\mu$ 值查 GB/T 5371 中附录 A, 推荐 $\mu=0.12$ $F_t=\sqrt{F_x^2+\left(\frac{2M}{d_m}\right)^2}$
		承受轴向力	$p_{fmin}=\frac{F_x \cdot K}{\pi \cdot d_m \cdot l_f \cdot \mu}$	
		传递力	$p_{fmin}=\frac{F_t \cdot K}{\pi \cdot d_m \cdot l_f \cdot \mu}$	
2	包容件直径比		$q_s=d_m/d_s$	



表 2(续)

序号	计算内容	计算公式	说明
3	被包容件直径比	$q_i = d_i/d_m$	对实心轴 $q_i = 0$
4	包容件传递负荷所需的最小直径变化量	$e_{a\min} = p_{f\min} \cdot (d_m/E_a) \cdot C_a$	$C_a = \frac{1+q_a^2}{1-q_a^2} + \nu_a$ $C_a$ 值可查 GB/T 5371 中表 4
5	被包容件传递负荷所需的最小直径变化量	$e_{i\min} = p_{f\min} \cdot \frac{d_m}{E_i} \cdot C_i$	$C_i = \frac{1+q_i^2}{1-q_i^2} - \nu_i$ $C_i$ 值可查 GB/T 5371 中表 4
6	传递负荷所需的最小有效过盈量	$\delta_{e\min} = e_{a\min} + e_{i\min}$	
7	考虑压平量的最小过盈量	$\delta_{\min} = \delta_{e\min} + 2 \times (S_a + S_i)$	不带中间套: $S_a = 1.6Ra_a; S_i = 1.6Ra_i$ 带中间套: $S_a = 1.6(Ra_a + Ra_{aa})$ $S_i = 1.6(Ra_i + Ra_{ii})$

3.3.2 圆锥过盈联结件不产生塑性变形所允许的最大有效过盈量,可按表 3 的公式进行计算。

表 3

序号	计算内容	计算公式	说明
1	包容件不产生塑性变形所允许的最大结合压力	塑性材料: $p_{fa\max} = a \cdot \sigma_{sa}$ 脆性材料: $p_{fa\max} = b \cdot \frac{\sigma_{sa}}{2 \sim 3}$	$a = \frac{1-q_a^2}{\sqrt{3+q_a^4}}, b = \frac{1-q_a^2}{1+q_a^2}$ $a、b$ 值可查 GB/T 5371 中图 4
2	被包容件不产生塑性变形所允许的最大结合压力	塑性材料: $p_{fi\max} = c \cdot \sigma_{si}$ 脆性材料: $p_{fi\max} = c \cdot \frac{\sigma_{si}}{2 \sim 3}$	$c = \frac{1-q_i^2}{2}, c$ 值可查 GB/T 5371 中图 4 对实心轴 $q_i = 0$ , 此时 $c = 0.5$
3	联结件不产生塑性变形的最大结合压力	$p_{f\max}$ 取 $p_{fa\max}$ 和 $p_{fi\max}$ 中的较小者	
4	包容件不产生塑性变形所允许的最大直径变化量	$e_{a\max} = \frac{p_{f\max} \cdot d_m}{E_a} \cdot C_a$	$C_a = \frac{1+q_a^2}{1-q_a^2} + \nu_a$ $C_a$ 值可查 GB/T 5371 中表 4
5	被包容件不产生塑性变形所允许的最大直径变化量	$e_{i\max} = \frac{p_{f\max} \cdot d_m}{E_i} \cdot C_i$	$C_i = \frac{1+q_i^2}{1-q_i^2} - \nu_i$ $C_i$ 可查 GB/T 5371 中表 4
6	联结件不产生塑性变形所允许的最大有效过盈量	$\delta_{e\max} = e_{a\max} + e_{i\max}$	

3.4 圆锥过盈配合的选用

3.4.1 过盈配合联结件的圆锥公差按 GB/T 11334 给定。即:给出圆锥的理论正确圆锥角  $\alpha$  (或锥度  $C$ ) 和圆锥直径公差  $T_D$ , 由  $T_D$  确定两个极限圆锥。此时,圆锥角误差和圆锥的形状误差均应在极限圆锥所限定的区域内。

当圆锥角公差、圆锥的形状公差有更高的要求时,可再给出圆锥角公差  $AT$ 、圆锥的形状公差  $T_F$ 。此时,  $AT$  和  $T_F$  仅占  $T_D$  的一部分。

3.4.2 选出的配合,其最大过盈量 $[\delta_{\max}]$ 和最小过盈量 $[\delta_{\min}]$ 应满足下列要求:

- a) 保证过盈联结传递给定的负荷:  $[\delta_{\min}] > \delta_{\min}$ 。

b) 保证联结件不产生塑性变形: $[\delta_{\max}] \leq \delta_{e\max}$ 。

3.4.3 配合的选择步骤:

3.4.3.1 对结构型圆锥过盈配合

a) 确定配合基准制,推荐优先选用基孔制。

b) 初选基本过盈量  $\delta_b$

一般情况,可取  $\delta_b \approx (\delta_{\min} + \delta_{e\max})/2$

当要求有较多的联结强度储备时,可取  $\delta_{e\max} > \delta_b > (\delta_{\min} + \delta_{e\max})/2$

当要求有较多的联结件材料强度储备时,可取  $\delta_{\min} < \delta_b < (\delta_{\min} + \delta_{e\max})/2$

c) 按初选的基本过盈量  $\delta_b$  和以基本圆锥直径(一般取最大圆锥直径)为基本尺寸,由 GB/T 5371 中图 5 查出配合的基本偏差代号。

d) 按查出的基本偏差代号、基本圆锥直径和  $\delta_{e\max}$ 、 $\delta_{\min}$ ,由 GB/T 1801 确定选用的配合和内、外圆锥直径公差带。

3.4.3.2 对位移型圆锥过盈配合

a) 确定内、外圆锥直径公差带,其基本偏差,推荐选用 H、h、JS、js,公差等级按 GB/T 1800.3~GB/T 1800.4 选取。

b) 对有基面距要求的圆锥过盈配合,应根据基面距的尺寸公差要求,按 GB/T 12360 附录 C 计算选取内、外圆锥直径公差带。

c) 按 3.4.2 的规定,由 GB/T 1801 给出的极限过盈量(或自行确定)选取配合的最大过盈量 $[\delta_{\max}]$ 和最小过盈量 $[\delta_{\min}]$ 。

d) 按 $[\delta_{\min}]$ 和 $[\delta_{\max}]$ 计算轴向位移极限值  $E_{a\min}$ 、 $E_{a\max}$  和轴向位移公差  $T_E$ 。

$E_{a\min} = [\delta_{\min}]/C; E_{a\max} = [\delta_{\max}]/C; T_E = E_{a\max} - E_{a\min}$

3.5 采用油压装拆圆锥过盈联结时,装配和拆卸的参数可按表 4 的公式进行计算。

表 4

序号	计算内容	计算公式	说 明
1	确定中间套尺寸	外锥面中间套: $d_{f1} = 1.03d + 3$ $d_{f2} = d_{f1} + Cl_f$ 内锥面中间套: $d_{f2} = 0.97d - 3$ $d_{f1} = d_{f2} - Cl_f$	带中间套的圆锥过盈联结须进行此项计算
2	中间套与相关件圆柱面配合	外锥面中间套: 推荐: $d \leq 100\text{mm}$ 时按 $\frac{G6}{h5}$ $d > 100 \sim 200\text{mm}$ 时按 $\frac{G7}{h6}$ $d > 200\text{mm}$ 时按 $\frac{G7}{h7}$ 内锥面中间套: 推荐: $d \leq 100\text{mm}$ 时按 $\frac{H6}{n5}$ $d > 100\text{mm}$ 时按 $\frac{H7}{p6}$	
3	中间套与相关件圆柱面配合极限间隙	按 GB/T 1800.3~GB/T 1800.4 的规定计算: $X_{\min}; X_{\max}$	计算中间套变形所需压力时按最大间隙

表 4(续)

序号	计算内容	计算公式	说 明
4	轴向位移的极限值	不带中间套: $E_{a\min} = \frac{1}{C} \cdot [\delta_{\min}] ; E_{a\max} = \frac{1}{C} \cdot [\delta_{\max}]$ 带中间套: $E_{a\min} = \frac{1}{C} \cdot  [\delta_{\min}] + X_{\max} $ $E_{a\max} = \frac{1}{C} \cdot  [\delta_{\max}] + X_{\max} $	
5	装配时中间套变形所需压力	$\Delta p_f = \frac{E \cdot X_{\max}}{2d} \cdot [1 - (\frac{d}{d_m})^2]$	
6	配合的最大结合压力	不带中间套: $[p_{f\max}] = \frac{[\delta_{\max}]}{d_m \left( \frac{C_a}{E_a} + \frac{C_i}{E_i} \right)}$ 带中间套: $[p_{f\max}] = \frac{[\delta_{\max}]}{d_m \left( \frac{C_a}{E_a} + \frac{C_i}{E_i} \right)} + \Delta p_f$	
7	装拆油压	$p_x = 1.1 \cdot [p_{f\max}]$	应使 $p_x < p_{f\max}$ , 否则应重新选择材料
8	压入力	$P_{xi} = p_x \cdot \pi \cdot d_m \cdot l_f \cdot \left( \mu + \frac{C}{2} \right)$	油压装配时的摩擦系数, 推荐 $\mu = 0.02$
9	压出力	$P_{xe} = p_x \cdot \pi \cdot d_m \cdot l_f \cdot \left( \mu - \frac{C}{2} \right)$	油压拆卸时的摩擦系数, 推荐 $\mu = 0.02$ , 当 $(\mu - C/2)$ 出现负数时, 其压出力为负值。应注意采用安全措施, 防止弹出

3.6 圆锥过盈联结的验算可按表 5 的公式进行计算。

表 5

序号	计算内容		计算公式	说明
1	最小结合压力		$[p_{f\min}] = \frac{[\delta_{\min}] - 2(S_a + S_i)}{d_m \cdot \left( \frac{C_a}{E_a} + \frac{C_i}{E_i} \right)}$	$S_a$ 和 $S_i$ 按表 2 序号 7 的规定
2	最小传递负荷	传递转矩	$M_{\min} = \frac{[p_{f\min}] \cdot \pi \cdot d_m^2 \cdot l_f \cdot \mu}{2}$	联结工作时的摩擦系数 $\mu$ 值查 GB/T 5371 中附录 A, 推荐 $\mu = 0.12$
		传递力	$F_{t\min} = [p_{f\min}] \cdot \pi \cdot d_m \cdot l_f \cdot \mu$	
3	包容件最大应力		塑性材料: $\sigma_{a\max} = \frac{p_x}{a}$ 脆性材料: $\sigma_{a\max} = \frac{p_x}{b}$	
4	被包容件最大应力		$\sigma_{i\max} = \frac{p_x}{c}$	

3.7 包容件的外径扩大量和被包容件的内径缩小量, 可按表 6 的公式进行计算。

表 6

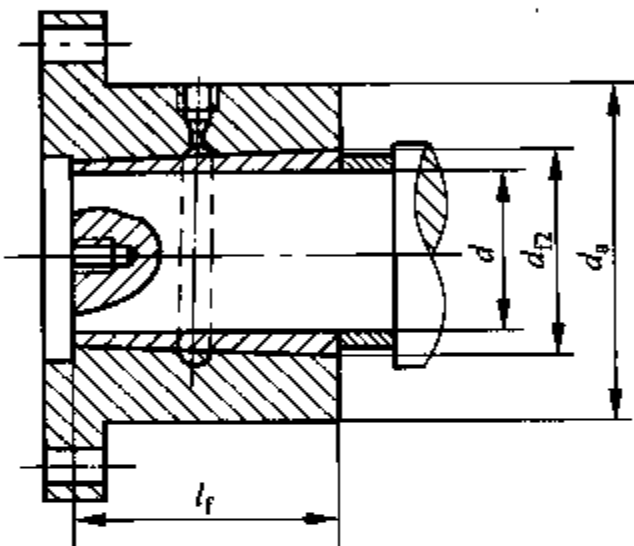
序号	计算内容	计算公式	说明
1	包容件的外径扩大量	$\Delta d_a = \frac{2 p_f \cdot d_a \cdot q_a^2}{E_a \cdot (1 - q_a^2)}$	$p_f$ 取 $[p_{f \max}]$ 或 $[p_{f \min}]$
2	被包容件的内径缩小量	$\Delta d_i = \frac{2 p_f \cdot d_i}{E_i \cdot (1 - q_i^2)}$	$p_f$ 取 $[p_{f \max}]$ 或 $[p_{f \min}]$

附录 A(资料性附录) 圆锥过盈配合计算举例

本附录给出了圆锥过盈配合的计算举例。

A.1 已知条件见表 A.1。

表 A.1



材料:  
包容件与被包容件  
35CrMo  
调质硬度 269~302HB  
中间套:  
45  
调质硬度 241~286HB

序号	名 称	符 号	数 值	单 位
1	包容件外径	$d_a$	460	mm
2	被包容件内径	$d_i$	0	mm
3	结合面最大圆锥直径	$d_{\varnothing}$	320	mm
4	结合面长度	$l_f$	400	mm
5	结合面锥度	$C$	1:50	
6	中间套圆柱面直径	$d$	300	mm
7	包容件和被包容件屈服强度	$\sigma_m = \sigma_n$	540	MPa
8	包容件和被包容件弹性模量	$E_a = E_i$	210000	MPa
9	中间套弹性模量	$E$	210000	MPa
10	包容件和被包容件泊松比	$\nu_a = \nu_i$	0.3	
11	传递转矩	$M$	370	kN·m
12	承受轴向力	$F_x$	470	kN
13	圆锥结合面轮廓算术平均偏差	$Ra_a = Ra_i$	0.0016	mm
14	圆柱结合面轮廓算术平均偏差	$Ra_m = Ra_u$	0.0016	mm

A.2 计算步骤和结果见表A.2。

表 A.2

序号	计算内容	计算公式和计算结果	说明
1	传递负荷所需的最小结合压力	$p_{f \min} = \frac{F_t \cdot K}{\pi \cdot d_m \cdot l_t \cdot \mu}$ $= \frac{2388472 \times 1.5}{\pi \times 316 \times 400 \times 0.12}$ $= 75.2 \text{ MPa}$	<p>根据联结特性,取 <math>K = 1.5</math></p> $F_t = \sqrt{F_x^2 + \left(\frac{2M}{d_m}\right)^2}$ $= \sqrt{470000^2 + \left(\frac{2 \times 370000000}{316}\right)^2}$ $= 2388472 \text{ N}$ $d_m = d_2 - \frac{C \cdot l_t}{2}$ $= 320 - \frac{\frac{1}{50} \times 400}{2} = 316$
2	包容件直径比	$q_a = \frac{d_m}{d_a} = \frac{316}{460} = 0.6870$	
3	被包容件直径比	$q_i = \frac{d_i}{d_m} = \frac{0}{316} = 0$	对实心轴 $q_i = 0$
4	包容件传递负荷所需的最小直径变化量	$e_{a \min} = p_{f \min} \cdot \frac{d_m}{E_a} \cdot C_a$ $= 75.2 \times \frac{316}{210000} \times 3.0877$ $= 0.3494 \text{ mm}$	$C_a = \frac{1 + q_a^2}{1 - q_a^2} + \nu_a$ $= \frac{1 + 0.6870^2}{1 - 0.6870^2} + 0.3$ $= 3.0877$
5	被包容件传递负荷所需的最小直径变化量	$e_{i \min} = p_{f \min} \cdot \frac{d_m}{E_i} \cdot C_i$ $= 75.2 \times \frac{316}{210000} \times 0.7$ $= 0.0792 \text{ mm}$	$C_i = \frac{1 + q_i^2}{1 - q_i^2} - \nu_i$ $= 1 - 0.3$ $= 0.7$
6	传递负荷所需的最小有效过盈量	$\delta_{e \min} = e_{a \min} + e_{i \min}$ $= 0.3494 + 0.0792$ $= 0.4286 \text{ mm}$	
7	考虑压平量的最小过盈量	$\delta_{\min} = \delta_{e \min} + 2(S_a + S_i)$ $= 0.4286 + 2[1.6 \times (0.0016 + 0.0016) + 1.6 \times (0.0016 + 0.0016)]$ $= 0.4491 \text{ mm}$	$S_a = 1.6 \cdot (Ra_a + Ra_{as})$ $S_i = 1.6 \cdot (Ra_i + Ra_{is})$
8	包容件不产生塑性变形所允许的最大结合压力	$p_{fa \max} = a \cdot \sigma_{sa}$ $= 0.2941 \times 540$ $= 158.8 \text{ MPa}$	$a = \frac{1 - q_a^2}{\sqrt{3 + q_a^4}} = \frac{1 - 0.6870^2}{\sqrt{3 + 0.6870^4}}$ $= 0.2941$
9	被包容件不产生塑性变形所允许的最大结合压力	$p_{fi \max} = c \cdot \sigma_{si}$ $= 0.5 \times 540$ $= 270 \text{ MPa}$	$c = \frac{1 - q_i^2}{2} = \frac{1 - 0}{2}$ $= 0.5$
10	联结件不产生塑性变形的最大结合压力	$p_{f \max} = 158.8 \text{ MPa}$	取 $p_{fa \max}$ 和 $p_{fi \max}$ 中的较小者
11	包容件不产生塑性变形所允许的最大直径变化量	$e_{a \max} = \frac{p_{f \max} \cdot d_m}{E_a} \cdot C_a$ $= \frac{158.8 \times 316}{210000} \times 3.0877$ $= 0.7378 \text{ mm}$	<p>见序号 4</p> $C_a = 3.0877$

表 A.2(续)

序号	计算内容	计算公式和计算结果	说明
12	被包容件不产生塑性变形所允许的最大直径变化量	$e_{i\max} = \frac{p_{i\max} \cdot d_m}{E_i} \cdot C_i$ $= \frac{158.8 \times 316}{210000} \times 0.7$ $= 0.1673\text{mm}$	见序号 5 $C_i = 0.7$
13	联结件不产生塑性变形所允许的最大有效过盈量	$\delta_{e\max} = e_{s\max} + e_{i\max}$ $= 0.7378 + 0.1673$ $= 0.9051\text{mm}$	

A.3 选择配合的步骤和结果见表A.3。

表 A.3

序号	项目	结果	说明
1	选择配合的要求	$[\delta_{\min}] > 0.4491\text{mm}; [\delta_{\max}] < 0.9051\text{mm}$	
2	确定内、外圆锥直径公差带	选取:内锥 H7;外锥 h6	
3	选定过盈量	$\frac{\text{H7}}{\text{x6}}; [\delta_{\min}] = 0.533\text{mm}; [\delta_{\max}] = 0.626\text{mm}$	已考虑了安全系数,故使 $[\delta_{\min}]$ 接近 $\delta_{\min}$

A.4 采用油压装拆参数的计算步骤和结果,见表A.4。

表 A.4

序号	项目	计算公式和计算结果	说明
1	中间套与相关件圆柱面的配合间隙	选配合 $\phi 300 \frac{\text{G7}}{\text{h7}}$ $X_{\max} = 0.121\text{mm}; X_{\min} = 0.052\text{mm}$	查 GB/T 1801
2	轴向位移的极限值	$E_{a\max} = \frac{[\delta_{\max}] + X_{\max}}{C} = \frac{0.626 + 0.121}{1/50}$ $= 37.35\text{mm}$ $E_{a\min} = \frac{[\delta_{\max}] + X_{\max}}{C} = \frac{0.533 + 0.121}{1/50}$ $= 32.7\text{mm}$	
3	装配时中间套变形所需的压力	$\Delta p_f = \frac{E \cdot X_{\max}}{2d} \cdot \left[ 1 - \left( \frac{d}{d_m} \right)^2 \right]$ $= \frac{210000 \times 0.121}{2 \times 300} \times \left[ 1 - \left( \frac{300}{316} \right)^2 \right]$ $= 4.18\text{MPa}$	
4	实际最大结合压力	$[p_{f\max}] = \frac{[\delta_{\max}]}{d_m \cdot \left( \frac{C_s}{E_s} + \frac{C_i}{E_i} \right)} + \Delta p_f$ $= \frac{0.626}{316 \times \left( \frac{3.0877}{210000} + \frac{0.7}{210000} \right)} + 4.18$ $= 114\text{MPa}$	

表 A.4(续)

序号	项目	计算公式和计算结果	说明
5	装拆油压	$p_x = 1.1 \cdot (p_{\max})$ $= 1.1 \times 114 = 125.4 \text{MPa}$	
6	压入力	$P_{\text{入}} = p_x \cdot \pi \cdot d_m \cdot l_f \cdot \left( \mu + \frac{C}{2} \right)$ $= 125.4 \times \pi \times 316 \times 400 \times \left[ 0.02 + \frac{1/50}{2} \right]$ $= 1493.88 \text{kN}$	取 $\mu = 0.02$
7	压出力	$P_{\text{出}} = p_x \cdot \pi \cdot d_m \cdot l_f \cdot \left( \mu - \frac{C}{2} \right)$ $= 125.4 \times \pi \times 316 \times 400 \times \left[ 0.02 - \frac{1/50}{2} \right]$ $= 497.96 \text{kN}$	取 $\mu = 0.02$

A.5 校核计算见表A.5。

表 A.5

序号	项 目	计算公式和计算结果	说 明
1	实际最小结合压力	$[p_{f \min}] = \frac{[\delta_{\min}] - 2(S_a + S_i)}{d_m \cdot \left( \frac{C_a}{E_a} + \frac{C_i}{E_i} \right)}$ $= \frac{0.533 - 2 \times (0.00512 + 0.00512)}{316 \times \left( \frac{3.0877}{210000} + \frac{0.7}{210000} \right)}$ $= 89.92 \text{MPa}$	$S_a = 1.6 \times (0.0016 + 0.0016)$ $= 0.00512 \text{mm}$ $S_i = 1.6 \times (0.0016 + 0.0016)$ $= 0.00512 \text{mm}$
2	传递最小负荷	传递转矩 $M_{\min} = \frac{[p_{f \min}] \cdot \pi \cdot d_m^2 \cdot l_f \cdot \mu}{2}$ $= \frac{89.92 \times \pi \times 316^2 \times 400 \times 0.12}{2}$ $= 677 \text{kN} \cdot \text{m}$	取 $\mu = 0.12$
		传递力 $F_{f \min} = [p_{f \min}] \cdot \pi \cdot d_m \cdot l_f \cdot \mu$ $= 89.92 \times \pi \times 316 \times 400 \times 0.12$ $= 4284.84 \text{kN}$	
3	包容件最大应力	$\sigma_{a \max} = \frac{p_x}{a} = \frac{125.4}{0.2941} = 426.4 \text{MPa} < \sigma_{sa}$	
4	被包容件最大应力	$\sigma_{i \max} = \frac{p_x}{c} = \frac{125.4}{0.5} = 250.8 \text{MPa} < \sigma_{si}$	

A.6 计算包容件外径扩大量见表A.6。

表 A.6

序号	项 目	计算公式和计算结果	说 明
1	包容件外径扩大量	$\Delta d_{a \max} = \frac{2[p_{f \max}] \cdot d_a \cdot q_a^2}{E_a \cdot (1 - q_a^2)}$ $= \frac{2 \times 114 \times 460 \times 0.6870^2}{210000 \times (1 - 0.6870^2)} = 0.4464 \text{mm}$ $\Delta d_{a \min} = \frac{2[p_{f \min}] \cdot d_a \cdot q_a^2}{E_a \cdot (1 - q_a^2)}$ $= \frac{2 \times 89.92 \times 460 \times 0.6870^2}{210000 \times (1 - 0.6870^2)} = 0.3521 \text{mm}$	

## 附录 B(资料性附录) 实现圆锥过盈联结的一般要求

## B.1 结构要求

B.1.1 为降低圆锥面过盈联结两端的应力集中,在包容件或被包容件端部可采用卸载槽、过渡圆弧等结构形式。

B.1.2 联结件材料相同时,为避免粘着和装拆时表面擦伤,包容件和被包容件的结合面应具有不同的表面硬度。

B.1.3 为便于装拆,在包容件结合面的两端加工成  $15^\circ$  的倒角,或在被包容件两端加工成过渡圆槽。

B.1.4 进油孔和进油环槽,可以设在包容件上,也可以设在被包容件上,以结构设计允许和装拆方便为准。进油环槽的位置,应放在大约位于包容件的重心处,但不能离两端太近,以免影响密封性。

B.1.5 进油环槽的边缘必须倒圆,以免影响结合面压力油的挤出。

B.1.6 为使油压分布均匀,并能迅速建立油压和释放油压,应在包容件或被包容件结合面上刻排油槽:

- a) 在被包容件的结合面上,沿轴向刻有 4~8 条均匀分布的细刻线(见图 B.1)。
- b) 也可在包容件的结合面上,刻一条螺旋形的细刻线(见图 B.2)。

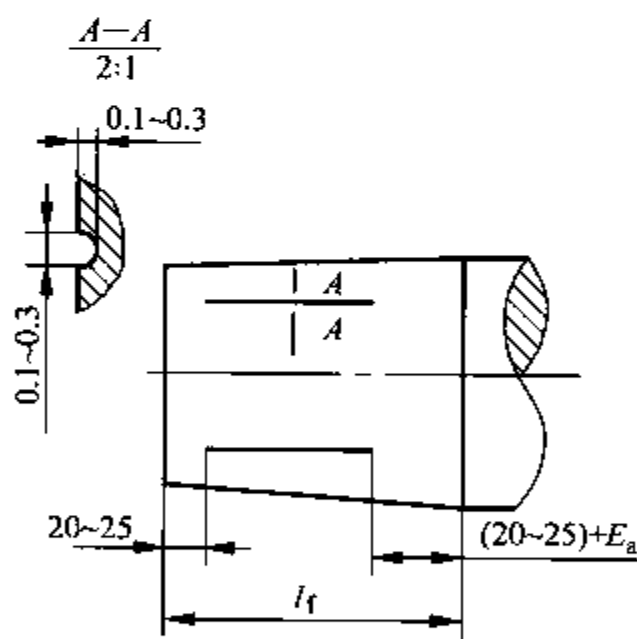


图 B.1

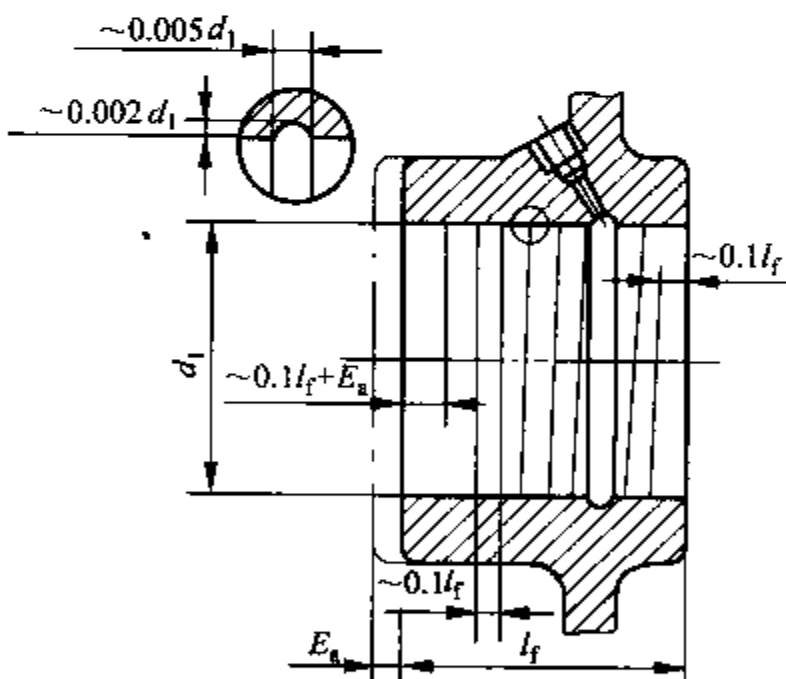


图 B.2

B.1.7 需多次装拆或大尺寸圆锥过盈联结,应采用中间套。中间套一般采用 45 碳素结构钢,并经调质处理,其硬度 241~286HB。

B.1.8 经多次装拆的圆锥过盈联结,由于表面压平过盈量减小,设计压入行程应比计算值加大 0.5~1mm。

## B.2 对结合面的要求

B.2.1 尺寸精度。包容件最大圆锥直径公差按 GB/T 1800.3~1800.4 规定的 IT6 或 IT7 选取;被包容件的最大圆锥直径公差按 GB/T 1800.3~1800.4 规定的 IT5 或 IT6 选取。



### B.2.2 表面粗糙度:

对圆锥面:当  $d_m \leq 180\text{mm}$  时,  $Ra \leq 0.8\mu\text{m}$ ;  $d_m > 180\text{mm}$  时,  $Ra \leq 1.6\mu\text{m}$ 。

对圆柱面:  $Ra \leq 1.6\mu\text{m}$ 。

### B.2.3 接触精度。圆锥面接触率,应不低于 80%。

## B.3 压力油的选择

### B.3.1 通常使用矿物油,推荐油在 50℃ 时的运动粘度为 $30 \sim 45\text{mm}^2/\text{s}$ 。

### B.3.2 油应清洁,不得含有杂质和污物。

## B.4 装配和拆卸

### B.4.1 装配

#### B.4.1.1 将联结件的结合面擦净,并涂以润滑油。

#### B.4.1.2 将联结件装在一起,用手推移包容件,直至推不动时为止,以此状态下的位置为压入行程的起点。

#### B.4.1.3 压装开始时,轴向压力不能过大。以后随着油压的加大而逐步提高,但不能超过最大轴向压力。

#### B.4.1.4 压装之后,轴向压力应继续保持 15~30min,以免包容件脱出。

#### B.4.1.5 压装后应放置 3h 才可承受负荷。

#### B.4.1.6 压装速度一般为 $2 \sim 5\text{mm/s}$ 。

### B.4.2 拆卸

#### B.4.2.1 拆卸时高压油应缓慢注入,需 5~10min 才可将套脱开。

#### B.4.2.2 拆卸时油的压力一般不超过规定值。当拆卸困难时,可适当提高油压,但最大不得超过规定值的 10%。

#### B.4.2.3 锥度大的圆锥过盈联结件,在油压下脱开时有自卸能力 ( $\mu - C/2 < 0$ ),必须采取防护措施,防止包容件自动弹出。

大尺寸(大于 500mm)零件除采用互换性生产外,根据其制造特点,可采用配制配合。

- 1 配制配合是以一个零件的实际尺寸为基数,来配制另一个零件的一种工艺措施。
- 2 配制配合一般用于公差等级较高、单件小批生产的配合零件。

是否采用配制配合由设计人员根据零件的生产和使用情况决定。

- 3 对配制配合零件的一般要求:

- 3.1 先按互换性生产选取配合。配制的结果应满足此配合公差。

一般选择较难加工,但能得到较高测量精度的那个零件(在多数情况下是孔)作为先加工件,给它一个比较容易达到的公差或按“未注公差尺寸的极限偏差”加工。

- 3.2 配制件(多数情况下是轴)的公差可按 3.1 所定的配合公差来选取。所以配制件的公差比采用互换性生产时单个零件的公差要宽。

配制件的偏差和极限尺寸以先加工件的实际尺寸为基数来确定。

- 3.3 配制配合是关于尺寸公差方面的技术规定,不涉及其他技术要求,如零件的形状和位置公差、表面粗糙度等,不因采用配制配合而降低。

- 3.4 测量对保证配合性质有很大关系,要注意温度、形状和位置误差对测量结果的影响。配制配合应采用尺寸相互比较的测量方法;在同样条件下测量,使用同一基准装置或校对量具,由同一组计量人员进行测量等,以提高测量精度。

- 4 在图样上的标注方法:

用代号 MF 表示配制配合,借用基准孔的代号 H 或基准轴的代号 h,表示先加工件。在装配图和零件图的相应部位均应标出。装配图上还要标明按互换性生产时的配合要求。

标注方法举例如下:

基本尺寸为  $\phi 3000\text{mm}$  的孔和轴,要求配合的最大间隙为  $0.450\text{mm}$ ,最小间隙为  $0.140\text{mm}$ ,按互换性生产可选用  $\phi 3000\text{H}6/\text{f}6$  或  $\phi 3000\text{F}6/\text{h}6$ 。其最大间隙为  $0.415\text{mm}$ ,最小间隙为  $\phi 0.145\text{mm}$ ,现确定采用配制配合。

- 4.1 在装配图上标注为:

$\phi 3000\text{H}6/\text{f}6$  MF (先加工件为孔)或  $\phi 3000\text{F}6/\text{h}6$  MF (先加工件为轴)

- 4.2 若先加工件为孔,给一个较容易达到的公差,例如 H8,在零件图上标注为:

$\phi 3000\text{H}8$  MF

若按“未注公差尺寸的极限偏差”加工,则标注为:

$\phi 3000$  MF

- 4.3 配制件为轴,根据已确定的配合公差选取合适的公差带,例如 f7,此时其最大间隙为  $0.355\text{mm}$ ,最小间隙为  $0.145\text{mm}$ ,图上标注为:

$\phi 3000\text{f}7$  MF 或  $\phi 3000 \begin{smallmatrix} 0.145 \\ 0.355 \end{smallmatrix} \text{MF}$

- 5 配制件极限尺寸的计算。

以 4 中的举例,用尽可能准确的测量方法测出先加工件(孔)的实际尺寸,例如为  $\phi 3000.195\text{mm}$ ,则配制件(轴)的极限尺寸计算如下:

最大极限尺寸 =  $3000.195 - 0.145 = 3000.050\text{mm}$

最小极限尺寸 =  $3000.195 - 0.355 = 2999.840\text{mm}$

本标准规定了在一般工作条件下的滚动轴承(以下简称轴承)与轴和外壳的配合选择的基本原则和要求。

注:系指主机对旋转精度、运转平稳性、工作温度等无特殊要求的安装情况。

本标准规定的配合适用于下列情况:

- a) 轴承外形尺寸符合《滚动轴承 圆锥滚子轴承外形尺寸方案》(GB/T 273.1);《滚动轴承 推力轴承外形尺寸方案》(GB/T 273.2);《滚动轴承 向心轴承外形尺寸方案》(GB/T 273.3),且公称内径  $d \leq 500\text{mm}$ ,公称外径  $D \leq 500\text{mm}$ ;
- b) 轴承公差符合《滚动轴承 公差》(GB/T 307.1)中的 G、E(Ex);
- c) 轴承游隙符合《滚动轴承 径向游隙》(GB/T 4604)中 0 组;
- d) 轴为实心或厚壁钢制轴;
- e) 外壳为铸钢或铸铁制件。

本标准不适用于无内(外)圈轴承和特殊用途轴承(如飞机机架轴承,仪器轴承)。

1 配合选择的基本原则

1.1 轴承套圈相对于负荷的状况

相对于负荷方向旋转或摆动的套圈,应选择过盈配合或过渡配合。相对于负荷方向固定的套圈,应选择间隙配合。

当以不可分离型轴承作游动支承时,则应以相对于负荷方向为固定的套圈作为游动套圈,选择间隙配合或过渡配合。

1.2 负荷的类型和大小

当受冲击负荷或重负荷时,一般应选择比正常、轻负荷时更紧密的配合。对向心轴承负荷的大小用径向当量动负荷  $P_r$  与径向额定动负荷  $C_r$  的比值区分,见表1。负荷越大配合过盈越大。

表 1

负荷大小	轻负荷	正常负荷	重负荷
$P_r/C_r$	$\leq 0.07$	$>0.07 \sim 0.15$	$>0.15$

1.3 轴承尺寸大小

随着轴承尺寸的增大,选择的过盈配合过盈越大,间隙配合间隙越大。

1.4 轴承游隙

采用过盈配合会导致轴承游隙的减小,应检验安装后轴承的游隙是否满足使用要求,以便正确选择配合及轴承游隙。

1.5 其他因素的影响

轴和轴承座的材料、强度和导热性能,从外部进入支承的以及在轴承中产生的热的导热途径和热量,支承安装和调整性能等都影响公差带的选择。

1.6 公差等级的选择

与轴承配合的轴或外壳孔的公差等级与轴承精度有关。与 G、E(Ex)级公差轴承配合的

轴,其公差等级一般为 IT6,外壳孔一般为 IT7。

对旋转精度和运转平稳性有较高要求的场合,在提高轴承公差等级的同时,轴承配合部位也应按相应精度提高。

1.7 公差带的选择

向心轴承和轴的配合 轴公差带代号按表 2 选择;

向心轴承和外壳的配合 孔公差带代号按表 3 选择;

推力轴承和轴的配合 轴公差带代号按表 4 选择;

推力轴承和外壳的配合 孔公差带代号按表 5 选择。

向心轴承圆锥滚子轴承与轴、外壳孔配合的计算值见附录 A。

表 2 向心轴承和轴的配合 轴公差带代号

圆 柱 孔 轴 承						
运转状态		负荷状态	深沟球轴承、调心球轴承和角接触球轴承	圆柱滚子轴承和圆锥滚子轴承	调心滚子轴承	公差带
说明	举例		轴承公称内径,mm			
旋 转 的 内 圈 负 荷 及 摆 动 负 荷	一般通用机械、电动机、机床主轴、泵、内燃机、正齿轮传动装置、铁路机车车辆轴箱、破碎机等	轻负荷	≤18	—	—	h5
			>18~100	≤40	≤40	j6 <sup>1)</sup>
			>100~200	>40~140	>40~100	k6 <sup>1)</sup>
			—	>140~200	>100~200	m6 <sup>1)</sup>
		正常负荷	≤18	—	—	j5 js5
			>18~100	≤40	≤40	k5 <sup>2)</sup>
			>100~140	>40~100	>40~65	m5 <sup>2)</sup>
			>140~200	>100~140	>65~100	m6
			>200~280	>140~200	>100~140	n6
			—	>200~400	>140~280	p6
			—	—	>280~500	r6
		重负荷		>50~140	>50~100	n6
	>140~200		>100~140	p6 <sup>3)</sup>		
	>200		>140~200	r6		
	—		>200	r7		
固 定 的 内 圈 负 荷	静止轴上的各种轮子,张紧轮绳轮、振动筛、惯性振动器	所有负荷	所有尺寸			f6
						g6 <sup>1)</sup>
						h6
						j6
仅有轴向负荷			所有尺寸			j6、js6
圆 锥 孔 轴 承						
所有负荷	铁路机车车辆轴箱		装在退卸套上的所有尺寸			h8(IT6) <sup>5)、4)</sup>
	一般机械传动		装在紧定套上的所有尺寸			h9(IT7) <sup>5)、4)</sup>

- 1) 凡对精度有较高要求的场合,应用 j5、k5……代替 j6、k6……。
- 2) 圆锥滚子轴承、角接触球轴承配合对游隙影响不大,可用 k6、m6 代替 k5、m5。
- 3) 重负荷下轴承游隙应选大于 0 组。
- 4) 凡有较高精度或转速要求的场合,应选用 h7(IT5)代替 h8(IT6)等。
- 5) IT6、IT7 表示圆柱度公差、数值。

表 3 向心轴承和外壳的配合 孔公差带代号

运转状态		负荷状态	其他状况	公差带 <sup>1)</sup>	
说明	举例			球轴承	滚子轴承
固定的 外圈负荷	一般机械、铁路机车 车辆轴箱、电动机、泵、 曲轴主轴承	轻、正常、重	轴向易移动,可采用剖分式外壳	H7、G7 <sup>2)</sup>	
		冲击	轴向能移动,可采用整体或剖分 式外壳	J7、JS7	
轻、正常					
摆动负荷			正常、重	轴向不移动,采用整体式外壳	K7
	冲击		M7		
旋转的 外圈负荷	张紧滑轮、轮毂轴承	轻	J7		K7
		正常	K7、M7		M7、N7
		重	—	N7、P7	

- 1) 并列公差带随尺寸的增大从左至右选择,对旋转精度有较高要求时,可相应提高一个公差等级。  
2) 不适用于剖分式外壳。

表 4 推力轴承和轴的配合 轴公差带代号

运转状态	负荷状态	推力球和推力滚子轴承	推力调心滚子轴承 <sup>2)</sup>	公差带
		轴承公称内径,mm		
仅有轴向负荷		所有尺寸		j6、js6
固定的轴圈负荷	径向和轴向 联合负荷	—	≤250	j6
		—	>250	js6
—		≤200	k6 <sup>1)</sup>	
—		>200~400	m6	
—		>400	n6	
旋转的轴圈负荷 或摆动负荷				

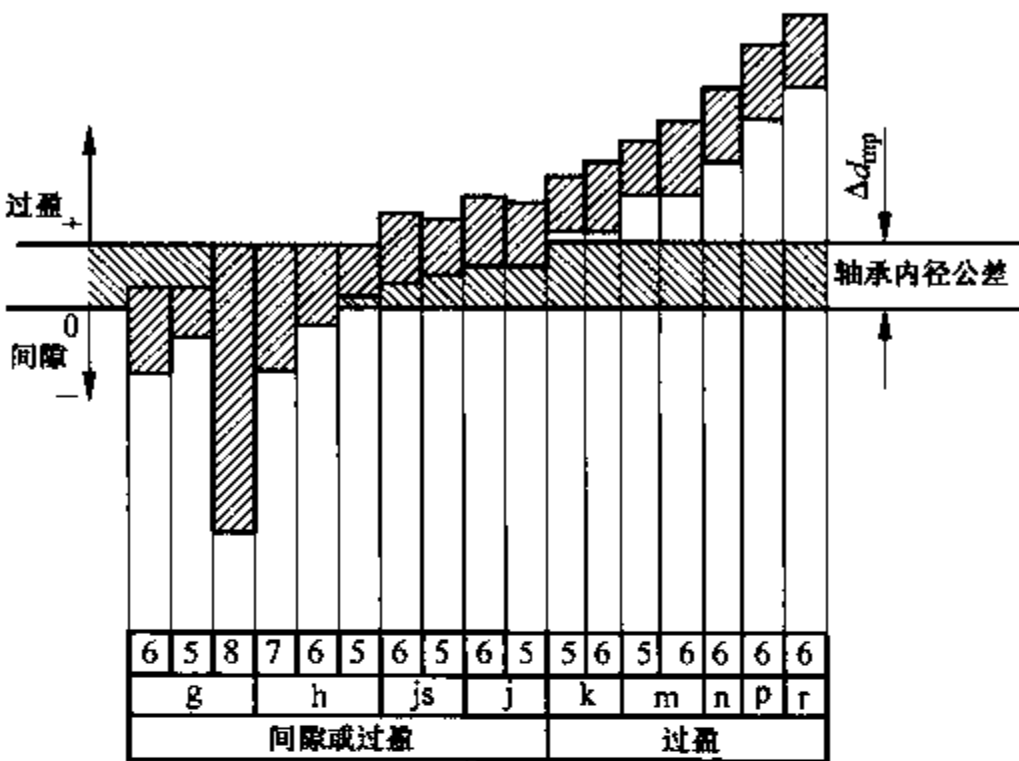
- 1) 要求较小过盈时,可分别用 j6、k6、m6 代替 k6、m6、n6。  
2) 也包括推力圆锥滚子轴承,推力角接触球轴承。

表 5 推力轴承和外壳的配合 孔公差带代号

运转状态	负荷状态	轴承类型	公差带	备 注
仅有轴向负荷		推力球轴承	H8	
		推力圆柱、圆锥滚子轴承	H7	
		推力调心滚子轴承		外壳孔与座圈间间隙为0.001 D(D 为轴承公称外径)
固定的座圈 负荷	径向和轴向 联合负荷	推力角接触球轴承、推力调心滚 子轴承、推力圆锥滚子轴承	H7	
旋转的座圈负 荷或摆动负荷			K7	普通使用条件
			M7	有较大径向负荷时

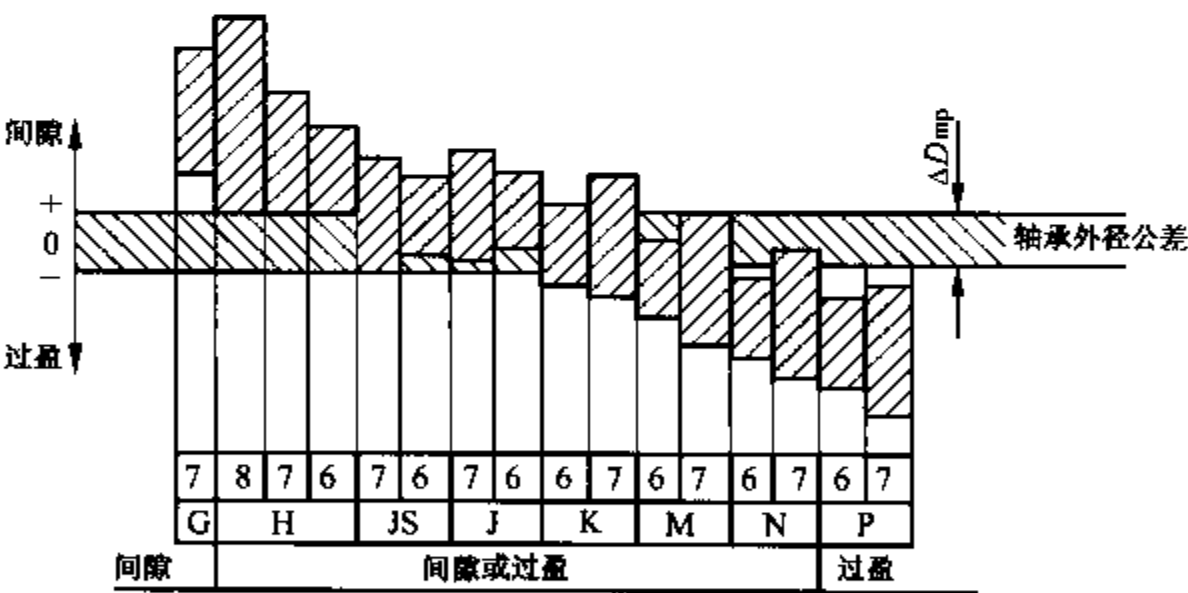
2 轴承与轴和外壳配合的常用公差带

轴承与轴和外壳配合的常用公差带见图 1 和图 2。



注： $\Delta d_{mp}$ 为轴承内圈单一平面平均内径的偏差。

图 1 轴承与轴配合常用公差带关系图



注： $\Delta D_{mp}$ 为轴承外圈单一平面平均外径的偏差。

图 2 轴承与外壳配合常用公差带关系图

3 配合面及端面的形状和位置公差

轴颈和外壳孔表面的圆柱度公差,轴肩及外壳孔肩的端面圆跳动按表 6 的规定(见图 3、图 4)。

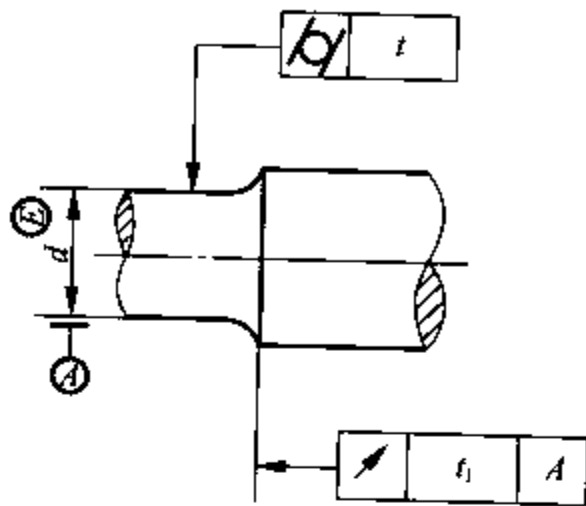


图 3

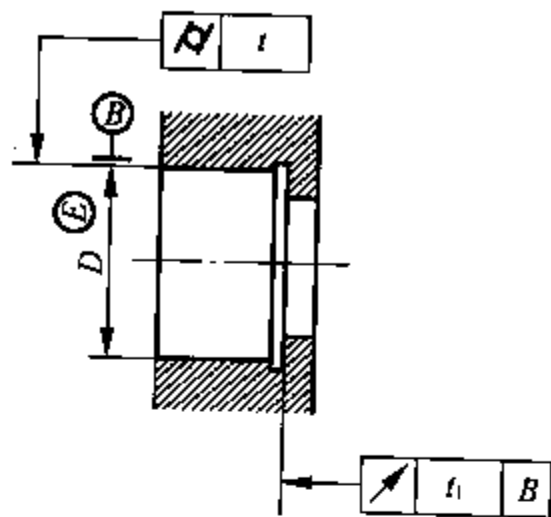


图 4

表 6 轴和外壳的形位公差

基本尺寸 mm		圆柱度 $t$				端面圆跳动 $t_1$			
		轴颈		外壳孔		轴肩		外壳孔肩	
		轴承公差等级							
		G	E(Ex)	G	E(Ex)	G	E(Ex)	G	E(Ex)
超过	到	公差值, $\mu\text{m}$							
	6	2.5	1.5	4	2.5	5	3	8	5
6	10	2.5	1.5	4	2.5	6	4	10	6
10	18	3.0	2.0	5	3.0	8	5	12	8
18	30	4.0	2.5	6	4.0	10	6	15	10
30	50	4.0	2.5	7	4.0	12	8	20	12
50	80	5.0	3.0	8	5.0	15	10	25	15
80	120	6.0	4.0	10	6.0	15	10	25	15
120	180	8.0	5.0	12	8.0	20	12	30	20
180	250	10.0	7.0	14	10.0	20	12	30	20
250	315	12.0	8.0	16	12.0	25	15	40	25
315	400	13.0	9.0	18	13.0	25	15	40	25
400	500	15.0	10.0	20	15.0	25	15	40	25

4 配合表面及端面的粗糙度

轴颈和外壳孔的配合表面的粗糙度按表 7 的规定。

表 7 配合面的表面粗糙度

轴或轴承座直径 mm		轴或外壳配合表面直径公差等级									$\mu\text{m}$
		IT7			IT6			IT5			
		表面粗糙度									
超过	到	$R_z$	$R_a$		$R_z$	$R_a$		$R_z$	$R_a$		
			磨	车		磨	车		磨	车	
—	80	10	1.6	3.2	6.3	0.8	1.6	4	0.4	0.8	
80	500	16	1.6	3.2	10	1.6	3.2	6.3	0.8	1.6	
端面		25	3.2	6.3	25	3.2	6.3	10	1.6	3.2	

附录 A(规范性附录) 配合的计算值

表 A.1 向心轴承(圆锥滚子轴承除外)G 级公差轴承与轴的配合

基本尺寸 mm		轴承内径偏差 $\Delta d_{mp}$ $\mu m$		轴 公 差 带									
				g6		g5		h6		h5		j5	
				轴颈直径的极限偏差									
大于	至	上偏差	下偏差	$\mu m$									
3	6	0	-8	-4	-12	-4	-9	0	-8	0	-5	+3	-2
6	10	0	-8	-5	-14	-5	-11	0	-9	0	-6	+4	-2
10	18	0	-8	-6	-17	-6	-14	0	-11	0	-8	+5	-3
18	30	0	-10	-7	-20	-7	-16	0	-13	0	-9	+5	-4
30	50	0	-12	-9	-25	-9	-20	0	-16	0	-11	+6	-5
50	80	0	-15	-10	-29	-10	-23	0	-19	0	-13	+6	-7
80	120	0	-20	-12	-34	-12	-27	0	-22	0	-15	+6	-9
120	140	0	-25	-14	-39	-14	-32	0	-25	0	-18	+7	-11
140	160												
160	180												
180	200	0	-30	-15	-44	-15	-35	0	-29	0	-20	+7	-13
200	225												
225	250												
250	280	0	-35	-17	-49	-17	-40	0	-32	0	-23	+7	-16
280	315												
315	355	0	-40	-18	-54	-18	-43	0	-36	0	-25	+7	-18
355	400												
400	450	0	-45	-20	-60	-20	-47	0	-40	0	-27	+7	-20
450	500												
基本尺寸,mm				间隙或过盈, $\mu m$									
大于	至	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈
3	6	12	4	9	4	8	8	5	8	2	11		
6	10	14	3	11	3	9	8	6	8	2	12		
10	18	17	2	14	2	11	8	8	8	3	13		
18	30	20	3	16	3	13	10	9	10	4	15		
30	50	25	3	20	3	16	12	11	12	5	18		



表 A.1(续)

基本尺寸 mm		轴 公 差 带									
		g6		g5		h6		h5		j5	
		轴颈直径的极限偏差									
		间隙或过盈, $\mu\text{m}$									
大于	至	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈
50	80	29	5	23	5	19	15	13	15	7	21
80	120	34	8	27	8	22	20	15	20	9	26
120	140	39	11	32	11	25	25	18	25	11	32
140	160										
160	180										
180	200	44	15	35	15	29	30	20	30	13	37
200	225										
225	250										
250	280	49	18	40	18	32	35	23	35	16	42
280	315										
315	355										
355	400	54	22	43	22	36	40	25	40	18	47
400	450										
450	500										
60	25	47	25	40	45	27	45	20	52		

基本尺寸 mm		轴承内径偏差 $\Delta d_{\text{mp}}$ $\mu\text{m}$		轴 公 差 带									
				j6		js6		k5		k6		m5	
				轴颈直径的极限偏差									
				$\mu\text{m}$									
大于	至	上偏差	下偏差										
3	6	0	-8	+6	-2	+4	-4	+6	+1	+9	+1	+9	+4
6	10	0	-8	+7	-2	+4.5	-4.5	+7	+1	+10	+1	+12	+6
10	18	0	-8	+8	-3	+5.5	-5.5	+9	+1	+12	+1	+15	+7
18	30	0	-10	+9	-4	+6.5	-6.5	+11	+2	+15	+2	+17	+8
30	50	0	-12	+11	-5	+8	-8	+13	+2	+18	+2	+20	+9
50	80	0	-15	+12	-7	+9.5	-9.5	+15	+2	+21	+2	+24	+11
80	120	0	-20	+13	-9	+11	-11	+18	+3	+25	+3	+28	+13
120	140	0	-25	+14	-11	+12.5	-12.5	+21	+3	+28	+3	+33	+15
140	160												
160	180												
180	200	0	-30	+16	-13	+14.5	-14.5	+24	+4	+33	+4	+37	+17
200	225												
225	250												
250	280	0	-35	—	—	+16	-16	+27	+4	+36	+4	+43	+20
280	315												
315	355												
355	400	0	-40	—	—	+18	-18	+29	+4	+40	+4	+46	+21
400	450												
450	500												
0	-45	—	—	+20	-20	+32	+5	+45	+5	+50	+23		

表 A.1(续)

基本尺寸 mm		轴 公 差 带											
		j6		js6		k5		k6		m5			
		轴颈直径的极限偏差											
		间隙或过盈, $\mu\text{m}$				过盈, $\mu\text{m}$							
大于	至	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最小	最大	最小	最大	最小	最大		
3	6	2	14	4	12	1	14	1	17	4	17		
6	10	2	15	4.5	12.5	1	15	1	18	6	20		
10	18	3	16	5.5	13.5	1	17	1	20	7	23		
18	30	4	19	6.5	16.5	2	21	2	25	8	27		
30	50	5	23	8	20	2	25	2	30	9	32		
50	80	7	27	9.5	24.5	2	30	2	36	11	39		
80	120	9	33	11	31	3	38	3	45	13	48		
120	140	11	39	12.5	37.5	3	46	3	53	15	58		
140	160												
160	180												
180	200	13	46	14.5	44.5	4	54	4	63	17	67		
200	225												
225	250												
250	280	—	—	16	51	4	62	4	71	20	78		
280	315												
315	355	—	—	18	58	4	69	4	80	21	86		
355	400												
400	450	—	—	20	65	5	77	5	90	23	95		
450	500												
基本尺寸 mm		轴承内径偏差 $\Delta d_{\text{mp}}$ $\mu\text{m}$		轴 公 差 带									
				m6		n6		p6		r6		r7	
				轴颈直径的极限偏差									
大于	至	上偏差	下偏差	$\mu\text{m}$									
3	6	0	-8	+12	+4	+16	+8	+20	+12	—	—	—	—
6	10	0	-8	+15	+6	+19	+10	+24	+15	—	—	—	—
10	18	0	-8	+18	+7	+23	+12	+29	+18	—	—	—	—
18	30	0	-10	+21	+8	+28	+15	+35	+22	—	—	—	—
30	50	0	-12	+25	+9	+33	+17	+42	+26	—	—	—	—
50	80	0	-15	+30	+11	+39	+20	+51	+32	—	—	—	—
80	120	0	-20	+35	+13	+45	+23	+59	+37	—	—	—	—
120	140	0	-25	+40	+15	+52	+27	+68	+43	+88	+63	—	—
140	160									+90	+65		
160	180									+93	+68		

表 A.1(续)

基本尺寸 mm		轴承内径偏差 $\Delta d_{mp}$ $\mu m$		轴 公 差 带									
				m6		n6		p6		r6		r7	
				轴颈直径的极限偏差									
大于	至	上偏差	下偏差	$\mu m$									
180	200	0	- 30	+ 46	+ 17	+ 60	+ 31	+ 79	+ 50	+ 106	+ 77	+ 123	+ 77
200	225									+ 109	+ 80	+ 126	+ 80
225	250									+ 113	+ 84	+ 130	+ 84
250	280	0	- 35	+ 52	+ 20	+ 66	+ 34	+ 88	+ 56	+ 126	+ 94	+ 146	+ 94
280	315									+ 130	+ 98	+ 150	+ 98
315	355	0	- 40	+ 57	+ 21	+ 73	+ 37	+ 98	+ 62	+ 144	+ 108	+ 165	+ 108
355	400									+ 150	+ 114	+ 171	+ 114
400	450	0	- 45	+ 63	+ 23	+ 80	+ 40	+ 108	+ 68	+ 166	+ 126	+ 189	+ 126
450	500									+ 172	+ 132	+ 195	+ 132
基本尺寸, mm				过盈, $\mu m$									
大于	至	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大
3	6	4	20	8	24	12	28	—	—	—	—	—	—
6	10	6	23	10	27	15	32	—	—	—	—	—	—
10	18	7	26	12	31	18	37	—	—	—	—	—	—
18	30	8	31	15	38	22	45	—	—	—	—	—	—
30	50	9	37	17	45	26	54	—	—	—	—	—	—
50	80	11	45	20	54	32	68	—	—	—	—	—	—
80	120	13	55	23	65	37	79	—	—	—	—	—	—
120	140	15	65	27	77	43	93	63	113	—	—	—	—
140	160							65	115				
160	180							68	118				
180	200	17	76	31	90	50	109	77	136	77	153	80	156
200	225							80	139	80	156		
225	250							84	143	84	160		
250	280	20	87	34	101	56	123	94	161	94	181	98	185
280	315							98	165	98	185		
315	355	21	97	37	113	62	138	108	184	108	205	114	211
355	400							114	190	114	211		
400	450	23	108	40	125	68	153	126	211	126	234	132	240
450	500							132	217	132	240		

表 A.2 向心轴承(圆锥滚子轴承除外)G 级公差轴承与外壳的配合

基本尺寸 mm		轴承外径偏差 $\Delta D_{mp}$ $\mu m$		外壳孔公差带											
				G7		H8		H7		H6		J7		J6	
				外壳孔直径的极限偏差											
大于	至	上偏差	下偏差	$\mu m$											
10	18	0	-8	+24	+6	+27	0	+18	0	+11	0	+10	-8	+6	-5
18	30	0	-9	+28	+7	+33	0	+21	0	+13	0	+12	-9	+8	-5
30	50	0	-11	+34	+9	+39	0	+25	0	+16	0	+14	-11	+10	-6
50	80	0	-13	+40	+10	+46	0	+30	0	+19	0	+18	-12	+13	-6
80	120	0	-15	+47	+12	+54	0	+35	0	+22	0	+22	-13	+16	-6
120	150	0	-18	+54	+14	+63	0	+40	0	+25	0	+26	-14	+18	-7
150	180	0	-25	+54	+14	+63	0	+40	0	+25	0	+26	-14	+18	-7
180	250	0	-30	+61	+15	+72	0	+46	0	+29	0	+30	-16	+22	-7
250	315	0	-35	+69	+17	+81	0	+52	0	+32	0	+36	-16	+25	-7
315	400	0	-40	+75	+18	+89	0	+57	0	+36	0	+39	-18	+29	-7
400	500	0	-45	+83	+20	+97	0	+63	0	+40	0	+43	-20	+33	-7
基本尺寸,mm		间隙, $\mu m$		间隙或过盈, $\mu m$											
大于	至	最大	最小	最大间隙	最大过盈	最大间隙	最大过盈	最大间隙	最大过盈	最大间隙	最大过盈	最大间隙	最大过盈	最大间隙	最大过盈
10	18	32	6	35	0	26	0	19	0	18	8	14	5		
18	30	37	7	42	0	30	0	22	0	21	9	17	5		
30	50	45	9	50	0	36	0	27	0	25	11	21	6		
50	80	53	10	59	0	43	0	32	0	31	12	26	6		
80	120	62	12	69	0	50	0	37	0	37	13	31	6		
120	150	72	14	81	0	58	0	43	0	44	14	36	7		
150	180	79	14	88	0	65	0	50	0	51	14	43	7		
180	250	91	15	102	0	76	0	59	0	60	16	52	7		
250	315	104	17	116	0	87	0	67	0	71	16	60	7		
315	400	115	18	129	0	97	0	76	0	79	18	69	7		
400	500	128	20	142	0	108	0	85	0	88	20	78	7		

表 A.2(续)

基本尺寸 mm		轴承外径偏差 $\Delta D_{mp}$ $\mu m$		外壳孔公差带									
				JS7		JS6		K6		K7		M6	
				外壳孔直径的极限偏差									
大于	至	上偏差	下偏差	$\mu m$									
10	18	0	-8	+9	-9	+5.5	-5.5	+2	0	+6	-12	-4	-15
18	30	0	-9	+10	-10	+6.5	-6.5	+2	-11	+6	-15	-4	-17
30	50	0	-11	+12	-12	+8	-8	+3	-13	+7	-18	-4	-20
50	80	0	-13	+15	-15	+9.5	-9.5	+4	-15	+9	-21	-5	-24
80	120	0	-15	+17	-17	+11	-11	+4	-18	+10	-25	-6	-28
120	150	0	-18	+20	-20	+12.5	-12.5	+4	-21	+12	-28	-8	-33
150	180	0	-25	+20	-20	+12.5	-12.5	+4	-21	+12	-28	-8	-33
180	250	0	-30	+23	-23	+14.5	-14.5	+5	-24	+13	-33	-8	-37
250	315	0	-35	+26	-26	+16	-16	+5	-27	+16	-36	-9	-41
315	400	0	-40	+28	-28	+18	-18	+7	-29	+17	-40	-10	-46
400	500	0	-45	+31	-31	+20	-20	+8	-32	+18	-45	-10	-50
基本尺寸, mm				间隙或过盈, $\mu m$									
大于	至	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈
10	18	17	9	13.5	5.5	10	9	14	12	4	15		
18	30	19	10	15.5	6.5	11	11	15	15	5	17		
30	50	23	12	19	8	14	13	18	18	7	20		
50	80	28	15	22.5	9.5	17	15	22	21	8	24		
80	120	32	17	26	11	19	18	25	25	9	28		
120	150	38	20	30.5	12.5	22	21	30	28	10	33		
150	180	45	20	37.5	12.5	29	21	37	28	17	33		
180	250	53	23	44.5	14.5	35	24	43	33	22	37		
250	315	61	26	51	16	40	27	51	36	26	41		
315	400	68	28	58	18	47	29	57	40	30	46		
400	500	76	31	65	20	53	32	63	45	35	50		
基本尺寸 mm		轴承外径偏差 $\Delta D_{up}$ , $\mu m$		外壳孔公差带									
				M7		N6		N7		P6		P7	
				外壳孔直径的极限偏差									
大于	至	上偏差	下偏差	$\mu m$									
10	18	0	-8	0	-18	-9	-20	-5	-23	-15	-26	-11	-29
18	30	0	-9	0	-21	-11	-24	-7	-28	-18	-31	-14	-35

表 A.2(续)

基本尺寸 mm		轴承外径偏差 $\Delta D_{mp}$ $\mu m$		外壳孔公差带									
				M7	N6		N7		P6		P7		
				外壳孔直径的极限偏差									
大于	至	上偏差	下偏差	$\mu m$									
30	50	0	-11	0	-25	-12	-28	-8	-33	-21	-37	-17	-42
50	80	0	-13	0	-30	-14	-33	-9	-39	-26	-45	-21	-51
80	120	0	-15	0	-35	-16	-38	-10	-45	-30	-52	-24	-59
120	150	0	-18	0	-40	-20	-45	-12	-52	-36	-61	-28	-68
150	180	0	-25	0	-40	-20	-45	-12	-52	-36	-61	-28	-68
180	250	0	-30	0	-46	-22	-51	-14	-60	-41	-70	-33	-79
250	315	0	-35	0	-52	-25	-57	-14	-66	-47	-79	-36	-88
315	400	0	-40	0	-57	-26	-62	-16	-73	-51	-87	-41	-98
400	500	0	-45	0	-63	-27	-67	-17	-80	-55	-95	-45	-108
基本尺寸,mm				间隙或过盈, $\mu m$						过盈, $\mu m$			
大于	至	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最小	最大	最小	最大		
10	18	8	18	-1	20	3	23	7	26	3	29		
18	30	9	21	-2	24	2	28	9	31	5	35		
30	50	11	25	-1	28	3	33	10	37	6	42		
50	80	13	30	-1	33	4	39	13	45	8	51		
80	120	15	35	-1	38	5	45	15	52	9	59		
120	150	18	40	-2	45	6	52	18	61	10	68		
150	180	25	40	5	45	13	52	11	61	3	68		
180	250	30	46	8	51	16	60	11	70	3	79		
250	315	35	52	10	57	21	66	12	79	1	88		
315	400	40	57	14	62	24	73	11	87	1	98		
400	500	45	63	18	67	28	80	10	95	0	108		

注：“-”号表示过盈。

表 A.3 向心轴承(圆锥滚子轴承除外)E 级公差轴承与轴的配合

基本尺寸 mm		轴承内径偏差 $\Delta d_{mp}$ $\mu m$		轴 公 差 带									
				g6		g5		h6		h5		j5	
				轴颈直径的极限偏差									
大于	至	上偏差	下偏差	$\mu m$									
3	6	0	-7	-4	-12	-4	-9	0	-8	0	-5	+3	-2
6	10	0	-7	-5	-14	-5	-11	0	-9	0	-6	+4	-2

表 A.3(续)

基本尺寸 mm		轴承内径偏差 $\Delta d_{mp}$ $\mu m$		轴 公 差 带									
				g6		g5		h6		h5		j5	
				轴颈直径的极限偏差									
大于	至	上偏差	下偏差	$\mu m$									
10	18	0	-7	-6	-17	-6	-14	0	-11	0	-8	+5	-3
18	30	0	-8	-7	-20	-7	-16	0	-13	0	-9	+5	-4
30	50	0	-10	-9	-25	-9	-20	0	-16	0	-11	+6	-5
50	80	0	-12	-10	-29	-10	-23	0	-19	0	-13	+6	-7
80	120	0	-15	-12	-24	-12	-27	0	-22	0	-15	+6	-9
120	140	0	-18	-14	-39	-14	-32	0	-25	0	-18	+7	-11
140	160												
160	180												
180	200	0	-22	-15	-44	-15	-35	0	-29	0	-20	+7	-13
200	225												
225	250												
250	280	0	-25	-17	-49	-17	-40	0	-32	0	-23	+7	-16
280	315												
315	355	0	-30	-18	-54	-18	-43	0	-36	0	-25	+7	-18
355	400												
400	450	0	-35	-20	-60	-20	-47	0	-40	0	-27	+7	-20
450	500												
基本尺寸,mm				间隙或过盈, $\mu m$									
大于	至	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈
3	6	12	3	9	3	8	7	5	7	2	10		
6	10	14	2	11	2	9	7	6	7	2	11		
10	18	17	1	14	1	11	7	8	7	3	12		
18	30	20	1	16	1	13	8	9	8	4	13		
30	50	25	1	20	1	16	10	11	10	5	16		
50	80	29	2	23	2	19	12	13	12	7	18		
80	120	34	3	27	3	22	15	15	15	9	21		
120	140	39	4	32	4	25	18	18	18	11	25		
140	160												
160	180												

表 A.3(续)

基本尺寸 mm		轴 公 差 带											
		g6		g5		h6		h5		j5			
		轴颈直径的极限偏差											
		间隙或过盈, $\mu\text{m}$											
大于	至	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈		
180	200	44	7	35	7	29	22	20	22	13	29		
200	225												
225	250												
250	280	49	8	40	8	32	25	23	25	16	32		
280	315												
315	355	54	12	43	12	36	30	25	30	18	37		
355	400												
400	450	60	15	47	15	40	35	27	35	20	42		
450	500												
基本尺寸 mm		轴承内径偏差 $\Delta d_{\text{mp}}$ $\mu\text{m}$		轴 公 差 带									
				j6		js6		k5		k6		m5	
				轴颈直径的极限偏差									
大于	至	上偏差	下偏差	$\mu\text{m}$									
3	6	0	-7	+6	-2	+4	-4	+6	+1	+9	+1	+9	+4
6	10	0	-7	+7	-2	+4.5	-4.5	+7	+1	+10	+1	+12	+6
10	18	0	-7	+8	-3	+5.5	-5.5	+9	+1	+12	+1	+15	+7
18	30	0	-8	+9	-4	+6.5	-6.5	+11	+2	+15	+2	+17	+8
30	50	0	-10	+11	-5	+8	-8	+13	+2	+18	+2	+20	+9
50	80	0	-12	+12	-7	+9.5	-9.5	+15	+2	+21	+2	+24	+11
80	120	0	-15	+13	-9	+11	-11	+18	+3	+25	+3	+28	+13
120	140	0	-18	+14	-11	+12.5	-12.5	+21	+3	+28	+3	+33	+15
140	160												
160	180												
180	200	0	-22	+16	-13	+14.5	-14.5	+24	+4	+33	+4	+37	+17
200	225												
225	250												
250	280	0	-25	—	—	+16	-16	+27	+4	+36	+4	+43	+20
280	315												
315	355	0	-30	—	—	+18	-18	+29	+4	+40	+4	+46	+21
355	400												
400	450	0	-35	—	—	+20	-20	+32	+5	+45	+5	+50	+23
450	500												



表 A.3(续)

基本尺寸 mm		轴 公 差 带									
		j6		js5		k5		k6		m5	
		轴颈直径的极限偏差									
		间隙或过盈, $\mu\text{m}$				过盈, $\mu\text{m}$					
大于	至	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最小	最大	最小	最大	最小	最大
3	6	2	13	4	11	1	13	1	16	4	16
6	10	2	14	4.5	11.5	1	14	1	17	6	19
10	18	3	15	5.5	12.5	1	16	1	19	7	22
18	30	4	17	6.5	14.5	2	19	2	23	8	25
30	50	5	21	8	18	2	23	2	28	9	30
50	80	7	24	9.5	21.5	2	27	2	33	11	36
80	120	9	28	11	26	3	33	3	40	13	43
120	140	11	32	12.5	30.5	3	39	3	46	15	51
140	160										
160	180										
180	200	13	38	14.5	36.5	4	46	4	55	17	59
200	225										
225	250										
250	280	—	—	16	41	4	52	4	61	20	68
280	315										
315	355	—	—	18	48	4	59	4	70	21	76
355	400										
400	450	—	—	20	55	5	67	5	80	23	85
450	500										

基本尺寸 mm		轴承内径偏差 $\Delta d_{mp}$ $\mu\text{m}$		轴 公 差 带									
				m6		n6		p6		r6		r7	
				轴颈直径的极限偏差									
				$\mu\text{m}$									
大于	至	上偏差	下偏差										
3	6	0	-7	+12	+4	+16	+8	+20	+12	—	—	—	—
6	10	0	-7	+15	+6	+19	+10	+24	+15	—	—	—	—
10	18	0	-7	+18	+7	+23	+12	+29	+18	—	—	—	—
18	30	0	-8	+21	+8	+28	+15	+35	+22	—	—	—	—
30	50	0	-10	+25	+9	+33	+17	+42	+26	—	—	—	—
50	80	0	-12	+30	+11	+39	+20	+51	+32	—	—	—	—
80	120	0	-15	+35	+13	+45	+23	+59	+37	—	—	—	—
120	140	0	-18	+40	+15	+52	+27	+68	+43	+88	+63	—	—
140	160									+90	+65		
160	180									+93	+68		

表 A.3(续)

基本尺寸 mm		轴承内径偏差 $\Delta d_{mp}$ $\mu m$		轴 公 差 带									
				m6		n6		p6		r6		r7	
				轴颈直径的极限偏差									
大于	至	上偏差	下偏差	$\mu m$									
180	200	0	- 22	+ 46	+ 17	+ 60	+ 31	+ 79	+ 50	+ 106	+ 77	+ 123	+ 77
200	225									+ 109	+ 80	+ 126	+ 80
225	250									+ 113	+ 84	+ 130	+ 84
250	280	0	- 25	+ 52	+ 20	+ 66	+ 34	+ 88	+ 56	+ 126	+ 94	+ 146	+ 94
280	315									+ 130	+ 98	+ 150	+ 98
315	355	0	- 30	+ 57	+ 21	+ 73	+ 37	+ 98	+ 62	+ 144	+ 108	+ 165	+ 108
355	400									+ 150	+ 114	+ 171	+ 114
400	450	0	- 35	+ 63	+ 23	+ 80	+ 40	+ 108	+ 68	+ 166	+ 126	+ 189	+ 126
450	500									+ 172	+ 132	+ 195	+ 132
基本尺寸,mm				过盈, $\mu m$									
大于	至	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大
3	6	4	19	8	23	12	27	—	—	—	—	—	—
6	10	6	22	10	26	15	31	—	—	—	—	—	—
10	18	7	25	12	30	18	36	—	—	—	—	—	—
18	30	8	29	15	36	22	43	—	—	—	—	—	—
30	50	9	35	17	43	26	52	—	—	—	—	—	—
50	80	11	42	20	51	32	63	—	—	—	—	—	—
80	120	13	50	23	60	37	74	—	—	—	—	—	—
120	140	15	58	27	70	43	86	63	106	—	—	—	—
140	160							65	108				
160	180							68	111				
180	200	17	68	31	82	50	101	77	128	77	145	80	148
200	225							80	131	80	148		
225	250							84	135	84	152		
250	280	20	77	34	91	58	113	94	151	94	171	108	195
280	315							98	155	98	175		
315	355	21	87	37	103	62	128	108	174	108	195	114	201
355	400							114	180	114	201		
400	450	23	98	40	115	68	143	126	201	126	224	132	230
450	500							132	207	132	230		

表 A.4 向心轴承(圆锥滚子轴承除外)E 级公差轴承与外壳的配合

基本尺寸 mm		轴承外径偏差 $\Delta D_{op}$ $\mu\text{m}$		外壳孔公差带											
				G7		H8		H7		H6		J7		J6	
				外壳孔直径的极限偏差											
大于	至	上偏差	下偏差	$\mu\text{m}$											
10	18	0	-7	+24	+6	+27	0	+18	0	+11	0	+10	-8	+6	-5
18	30	0	-8	+28	+7	+33	0	+21	0	+13	0	+12	-9	+8	-5
30	50	0	-9	+34	+9	+39	0	+25	0	+16	0	+14	-11	+10	-6
50	80	0	-11	+40	+10	+46	0	+30	0	+19	0	+18	-12	+13	-6
80	120	0	-13	+47	+12	+54	0	+35	0	+22	0	+22	-13	+16	-6
120	150	0	-15	+54	+14	+63	0	+40	0	+25	0	+26	-14	+18	-7
150	180	0	-18	+54	+14	+63	0	+40	0	+25	0	+26	-14	+18	-7
180	250	0	-20	+61	+15	+72	0	+46	0	+29	0	+30	-16	+22	-7
250	315	0	-25	+69	+17	+81	0	+52	0	+32	0	+36	-16	+25	-7
315	400	0	-28	+75	+18	+89	0	+57	0	+36	0	+39	-18	+29	-7
400	500	0	-33	+83	+20	+97	0	+63	0	+40	0	+43	-20	+33	-7
基本尺寸,mm		间隙, $\mu\text{m}$		间隙或过盈, $\mu\text{m}$											
大于	至	最大	最小	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈
10	18	31	6	34	0	25	0	18	0	17	8	13	5		
18	30	36	7	41	0	29	0	21	0	20	9	16	5		
30	50	43	9	48	0	34	0	25	0	23	11	10	6		
50	80	51	10	57	0	41	0	30	0	29	12	24	6		
80	120	60	12	67	0	48	0	35	0	35	13	29	6		
120	150	69	14	78	0	55	0	40	0	41	14	33	7		
150	180	72	14	81	0	58	0	43	0	44	14	36	7		
180	250	81	15	92	0	66	0	49	0	50	16	42	7		
250	315	94	17	106	0	77	0	57	0	61	16	50	7		
315	400	103	18	117	0	85	0	64	0	67	18	57	7		
400	500	116	20	130	0	96	0	73	0	76	20	66	7		

表 A.4(续)

基本尺寸 mm		轴承外径偏差 $\Delta D_{mp}$ $\mu m$		外壳孔公差带									
				JS7		JS6		K6		K7		M6	
				外壳孔直径的极限偏差									
大于	至	上偏差	下偏差	$\mu m$									
10	18	0	-7	+9	-9	+5.5	-5.5	+2	-9	+6	-12	-4	-15
18	30	0	-8	+10	-10	+6.5	-6.5	+2	-11	+6	-15	-4	-17
30	50	0	-9	+12	-12	+8	-8	+3	-13	+7	-18	-4	-20
50	80	0	-11	+15	-15	+9.5	-9.5	+4	-15	+9	-21	-5	-24
80	120	0	-13	+17	-17	+11	-11	+4	-18	+10	-25	-6	-28
120	150	0	-15	+20	-20	+12.5	-12.5	+4	-21	+12	-28	-8	-33
150	180	0	-18	+20	-20	+12.5	-12.5	+4	-21	+12	-28	-8	-33
180	250	0	-20	+23	-23	+14.5	-14.5	+5	-24	+13	-33	-8	-37
250	315	0	-25	+26	-26	+16	-16	+5	-27	+16	-36	-9	-41
315	400	0	-28	+28	-28	+18	-18	+7	-29	+17	-40	-10	-46
400	500	0	-33	+31	-31	+20	-20	+8	-32	+18	-45	-10	-50
基本尺寸, mm				间隙或过盈, $\mu m$									
大于	至	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最小 间隙	最大 过盈	最小 间隙	最大 过盈	最小 间隙	最大 过盈	最小 间隙	最大 过盈
10	18	16	9	12.5	5.5	9	9	13	12	3	15		
18	30	18	10	14.5	6.5	10	11	14	15	4	17		
30	50	21	12	17	8	12	13	16	18	5	20		
50	80	26	15	20.5	9.5	15	15	20	21	6	24		
80	120	30	17	24	11	17	18	23	25	7	28		
120	150	35	20	27.5	12.5	19	21	27	28	7	33		
150	180	38	20	30.5	12.5	22	21	30	28	10	33		
180	250	43	23	34.5	14.5	25	24	33	33	12	37		
250	315	51	26	41	16	30	27	41	36	16	41		
315	400	56	28	46	18	35	29	45	40	18	46		
400	500	64	31	53	20	41	32	51	45	23	50		
基本尺寸 mm		轴承外径偏差 $\Delta D_{mp}$ $\mu m$		外壳孔公差带									
				M7		N6		N7		P6 <sub>s</sub>		P7	
				外壳孔直径的极限偏差									
大于	至	上偏差	下偏差	$\mu m$									
10	18	0	-7	0	-18	-9	-20	-5	-23	-15	-26	-11	-29
18	30	0	-8	0	-21	-11	-24	-7	-28	-18	-31	-14	-35

表 A.4(续)

基本尺寸 mm		轴承外径偏差 $\Delta D_{mp}$ $\mu m$		外壳孔公差带									
				M7		N6		N7		P6		P7	
				外壳孔直径的极限偏差									
大于	至	上偏差	下偏差	$\mu m$									
30	50	0	-9	0	-25	-12	-28	-8	-33	-21	-37	-17	-42
50	80	0	-11	0	-30	-14	-33	-9	-39	-26	-45	-21	-51
80	120	0	-13	0	-35	-16	-38	-10	-45	-30	-52	-24	-59
120	150	0	-15	0	-40	-20	-45	-12	-52	-36	-61	-28	-68
150	180	0	-18	0	-40	-20	-45	-12	-52	-36	-61	-28	-68
180	250	0	-20	0	-46	-22	-51	-14	-60	-41	-70	-33	-79
250	315	0	-25	0	-52	-25	-57	-14	-66	-47	-79	-36	-88
315	400	0	-28	0	-57	-26	-62	-16	-73	-51	-87	-41	-98
400	500	0	-33	0	-63	-27	-67	-17	-80	-55	-95	-45	-108
基本尺寸,mm				间隙或过盈, $\mu m$				过盈, $\mu m$					
大于	至	最小 间隙	最大 过盈	最小 间隙	最大 过盈	最小 间隙	最大 过盈	最小	最大	最小	最大		
10	18	7	18	-2	20	2	23	8	26	4	29		
18	30	8	21	-3	24	1	28	10	31	6	35		
30	50	9	25	-3	28	1	33	12	37	8	42		
50	80	11	30	-3	33	2	39	15	45	10	51		
80	120	13	35	-3	38	3	45	17	52	11	59		
120	150	15	40	-5	45	3	52	21	61	13	68		
150	180	18	40	-2	45	6	52	18	61	10	68		
180	250	20	46	-2	51	6	60	21	70	13	79		
250	315	25	52	0	57	11	66	22	79	11	88		
315	400	28	57	2	62	12	73	23	87	13	98		
400	500	33	63	6	67	16	80	22	95	12	108		

注：“-”号表示过盈。

表 A.5 圆锥滚子轴承(G、Ex 公差级)与轴的配合

基本尺寸 mm		轴承内径偏差 $\Delta d_{mp}$ $\mu m$		轴 公 差 带									
				f6		g6		g5		h6		h5	
				轴颈直径的极限偏差									
大于	至	上偏差	下偏差	$\mu m$									
10	18	0	-12	-16	-27	-6	-17	-6	-14	0	-11	0	-8
18	30	0	-12	-20	-33	-7	-20	-7	-16	0	-13	0	-9

表 A.5(续)

基本尺寸 mm		轴承内径偏差 $\Delta d_{mp}$ $\mu m$		轴 公 差 带									
				f6		g6		g5		h6		h5	
				轴颈直径的极限偏差									
大于	至	上偏差	下偏差	$\mu m$									
30	50	0	-12	-25	-41	-9	-25	-9	-20	0	-16	0	-11
50	80	0	-15	-30	-49	-10	-29	-10	-23	0	-19	0	-13
80	120	0	-20	-36	-58	-12	-34	-12	-27	0	-22	0	-15
120	140	0	-25	-43	-68	-14	-39	-14	-32	0	-25	0	-18
140	160												
160	180												
180	200	0	-30	-50	-79	-15	-44	-15	-35	0	-29	0	-20
200	225												
225	250												
250	280	0	-35	-56	-88	-17	-49	-17	-40	0	-32	0	-23
280	315												
315	355	0	-40	-62	-98	-18	-54	-18	-43	0	-36	0	-25
355	400												
400	450	0	-45	-68	-108	-20	-60	-20	-47	0	-40	0	-27
450	500												
基本尺寸,mm				间隙, $\mu m$		间隙或过盈, $\mu m$							
大于	至	最大	最小	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈
10	18	27	4	17	6	14	6	11	12	8	12		
18	30	33	8	20	5	16	5	13	12	9	12		
30	50	41	13	25	3	20	3	16	12	11	12		
50	80	49	15	29	5	23	5	19	15	13	15		
80	120	58	16	34	8	27	8	22	20	15	20		
120	140	68	18	39	11	32	11	25	25	18	25		
140	160												
160	180												
180	200	79	20	44	15	35	15	29	30	20	30		
200	225												
225	250												
250	280	88	21	49	18	40	18	32	35	23	35		
280	315												

表 A.5(续)

基本尺寸 mm				轴 公 差 带									
				f6		g6		g5		h6		h5	
				轴颈直径的极限偏差									
				间隙, $\mu\text{m}$		间隙或过盈, $\mu\text{m}$							
大于	至	最大	最小	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈		
315	355	98	22	54	22	43	22	36	40	25	40		
355	400												
400	450	108	23	60	25	47	25	40	45	27	45		
450	500												
基本尺寸 mm		轴承内径偏差 $\Delta d_{\text{mp}}$ $\mu\text{m}$		轴 公 差 带									
				j5		j6		js6		k5		k6	
				轴颈直径的极限偏差									
大于	至	上偏差	下偏差	$\mu\text{m}$									
10	18	0	-12	+5	-3	+8	-3	+5.5	-5.5	+9	+1	+12	+1
18	30	0	-12	+5	-4	+9	-4	+6.5	-6.5	+11	+2	+15	+2
30	50	0	-12	+6	-5	+11	-5	+8	-8	+13	+2	+18	+2
50	80	0	-15	+6	-7	+12	-7	+9.5	-9.5	+15	+2	+21	+2
80	120	0	-20	+6	-9	+13	-9	+11	-11	+18	+3	+25	+3
120	140	0	-25	+7	-11	+14	-11	+12.5	-12.5	+21	+3	+28	+3
140	160												
160	180												
180	200	0	-30	+7	-13	+16	-13	+14.5	-14.5	+24	+4	+33	+4
200	225												
225	250												
250	280	0	-35	+7	-16	—	—	+16	-16	+27	+4	+36	+4
280	315												
315	355	0	-40	+7	-18	—	—	+18	-18	+29	+4	+40	+4
355	400												
400	450	0	-45	+7	-20	—	—	+20	-20	+3	+5	+45	+5
450	500												
基本尺寸, mm				间隙或过盈, $\mu\text{m}$								过盈, $\mu\text{m}$	
大于	至	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最小	最大
10	18	3	18	3	20	5.5	17.5	—	—	—	—	—	—
18	30	4	18	4	21	6.5	18.5	2	23	2	23	2	27
30	50	5	18	5	23	8	20	2	25	2	25	2	30
50	80	7	21	7	27	9.5	24.5	2	30	2	30	2	36

表 A.5(续)

基本尺寸 mm		轴 公 差 带											
		j5		j6		js6		k5		k6			
		轴颈直径的极限偏差											
		间隙或过盈, $\mu\text{m}$								过盈, $\mu\text{m}$			
大于	至	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最小	最大		
80	120	9	26	9	33	11	31	3	38	3	45		
120	140	11	32	11	39	12.5	37.5	3	46	3	53		
140	160												
160	180												
180	200	13	37	13	46	14.5	44.5	4	54	4	63		
200	225												
225	250												
250	280	16	42	—	—	16	51	4	62	4	71		
280	315												
315	355												
355	400	18	47	—	—	18	58	4	69	4	80		
400	450												
450	500												
基本尺寸 mm		轴承内径偏差 $\Delta d_{\text{np}}$ $\mu\text{m}$		轴 公 差 带									
				m5		m6		n6		p6		r6	
				轴颈直径的极限偏差									
				$\mu\text{m}$									
大于	至	上偏差	下偏差										
10	18	0	-12	+15	+7	+18	+7	+23	+12	+29	+18	—	—
18	30	0	-12	+17	+8	+21	+8	+28	+15	+35	+22	—	—
30	50	0	-12	+20	+9	+25	+9	+33	+17	+42	+26	—	—
50	80	0	-15	+24	+11	+30	+11	+39	+20	+51	+32	—	—
80	120	0	-20	+28	+13	+35	+13	+45	+23	+59	+37	—	—
120	140	0	-25	+33	+15	+40	+15	+52	+27	+88	+43	+88	+63
140	160											+90	+65
160	180											+93	+68
180	200	0	-30	+37	+17	+46	+17	+60	+31	+79	+50	+106	+77
200	225											+109	+80
225	250											+113	+84
250	280	0	-35	+43	+20	+52	+20	+66	+34	+88	+56	+126	+94
280	315											+130	+98
315	355											+144	+108
355	400	0	-40	+46	+21	+57	+21	+73	+37	+98	+62	+150	+114
400	450											+166	+126
450	500											+172	+132



表 A.5(续)

基本尺寸 mm		轴 公 差 带									
		m5		m6		n6		p6		r6	
		轴颈直径的极限偏差									
		过盈, $\mu\text{m}$									
大于	至	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大
10	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	50	9	32	9	37	—	—	—	—	—	—
50	80	11	39	11	45	20	54	—	—	—	—
80	120	13	48	13	55	23	65	37	79	—	—
120	140	15	58	15	65	27	77	43	93	63	113
140	160									65	115
160	180									68	118
180	200	17	67	17	67	31	90	50	109	77	136
200	225									80	139
225	250									84	143
250	280	20	78	20	87	34	101	56	123	94	161
280	315									98	165
315	355	21	86	21	97	37	113	62	138	108	184
355	400									114	190
400	450	23	95	23	108	40	125	68	153	126	211
450	500									132	217

表 A.6 圆锥滚子轴承(G、Ex 公差级) 与外壳的配合

基本尺寸 mm		轴承外径偏差 $\Delta D_{np}$ $\mu m$		外壳孔公差带											
				G7		H8		H7		H6		J7		J6	
				外壳孔直径的极限偏差											
大于	至	上偏差	下偏差	$\mu m$											
30	50	0	-14	+34	+9	+39	0	+25	0	+16	0	+14	-11	+10	-6
50	80	0	-16	+40	+10	+46	0	+30	0	+19	0	+18	-12	+13	-6
80	120	0	-18	+47	+12	+54	0	+35	0	+22	0	+22	-13	+16	-6
120	150	0	-20	+54	+14	+63	0	+40	0	+25	0	+26	-14	+18	-7
150	180	0	-25	+54	+14	+63	0	+40	0	+25	0	+26	-14	+18	-7
180	250	0	-30	+61	+15	+72	0	+46	0	+29	0	+30	-16	+22	-7
250	315	0	-35	+69	+17	+81	0	+52	0	+32	0	+36	-16	+25	-7
315	400	0	-40	+75	+18	+89	0	+57	0	+36	0	+39	-18	+29	-7
400	500	0	-45	+83	+20	+97	0	+63	0	+40	0	+43	-20	+33	-7

表 A.6(续)

基本尺寸 mm		外壳孔公差带											
		G7		H8		H7		H6		J7		J6	
		外壳孔直径的极限偏差											
		间隙, $\mu\text{m}$		间隙或过盈, $\mu\text{m}$									
大于	至	最大	最小	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈
30	50	48	9	50	0	39	0	30	0	28	11	24	6
50	80	56	10	59	0	46	0	35	0	34	12	29	6
80	120	65	12	69	0	53	0	40	0	40	13	34	6
120	150	74	14	81	0	60	0	45	0	46	14	38	7
150	180	79	14	88	0	65	0	50	0	51	14	43	7
180	250	91	15	102	0	76	0	59	0	60	16	52	7
250	315	104	17	116	0	87	0	67	0	71	16	60	7
315	400	115	18	129	0	97	0	76	0	79	18	69	7
400	500	128	20	142	0	108	0	85	0	88	20	78	7

基本尺寸 mm		轴承外径偏差 $\Delta D_{\text{mp}}$ $\mu\text{m}$		外壳孔公差带									
				JS7		JS6		K6		K7		M6	
				外壳孔直径的极限偏差									
				$\mu\text{m}$									
大于	至	上偏差	下偏差										
30	50	0	-14	+12	-12	+8.5	-8.5	+3	-13	+7	-18	-4	-20
50	80	0	-16	+15	-15	+9.5	-9.5	+4	-15	+9	-21	-5	-24
80	120	0	-18	+17	-17	+11	-11	+4	-18	+10	-25	-6	-28
120	150	0	-20	+20	-20	+12.5	-12.5	+4	-21	+12	-28	-8	-33
150	180	0	-25	+20	-20	+12.5	-12.5	+4	-21	+12	-28	-8	-33
180	250	0	-30	+23	-23	+14.5	-14.5	+5	-24	+13	-33	-8	-37
250	315	0	-35	+26	-26	+16	-16	+5	-27	+16	-36	-9	-41
315	400	0	-40	+28	-28	+18	-18	+7	-29	+17	-40	-10	-46
400	500	0	-45	+31	-31	+20	-20	+8	-32	+18	-45	-10	-50

基本尺寸, mm		间隙或过盈, $\mu\text{m}$											
大于	至	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈
30	50	26	12	22	8	17	13	21	18	10	20		
50	80	31	15	25.5	9.5	20	15	25	21	11	24		
80	120	35	17	29	11	22	18	28	25	12	28		
120	150	40	20	32.5	12.5	24	21	32	28	12	33		
150	180	45	20	37.5	12.5	29	21	37	28	17	33		

表 A.6(续)

基本尺寸 mm				外壳孔公差带									
				JS7		JS6		K6		K7		M6	
				外壳孔直径的极限偏差									
				间隙或过盈, $\mu\text{m}$									
大于	至	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈		
180	250	53	23	44.5	14.5	35	24	43	33	22	37		
250	315	61	26	51	16	40	27	51	36	26	41		
315	400	68	28	58	18	47	29	57	40	30	46		
400	500	76	31	65	20	53	32	63	45	35	50		

基本尺寸 mm		轴承外径偏差 $\Delta D_{np}$ $\mu\text{m}$		外壳孔公差带									
				M7		N6		N7		P6		P7	
				外壳孔直径的极限偏差									
大于	至	上偏差	下偏差	$\mu\text{m}$									
30	50	0	-14	0	-25	-12	-28	-8	-33	-21	-37	-17	-42
50	80	0	-16	0	-30	-14	-33	-9	-39	-26	-45	-21	-51
80	120	0	-18	0	-35	-16	-38	-10	-45	-30	-52	-24	-59
120	150	0	-20	0	-40	-20	-45	-12	-52	-36	-61	-28	-68
150	180	0	-25	0	-40	-20	-45	-12	-52	-36	-61	-28	-68
180	250	0	-30	0	-46	-22	-51	-14	-60	-41	-70	-33	-79
250	315	0	-35	0	-52	-25	-57	-14	-66	-47	-79	-36	-88
315	400	0	-40	0	-57	-26	-62	-16	-73	-51	-87	-41	-98
400	500	0	-45	0	-63	-27	-67	-17	-80	-55	-95	-45	-108

基本尺寸, mm		间隙或过盈, $\mu\text{m}$						过盈, $\mu\text{m}$			
大于	至	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最大 间隙	最大 过盈	最小	最大	最小	最大
30	50	14	25	2	28	6	33	7	37	3	42
50	80	16	30	2	33	7	39	10	45	5	51
80	120	18	35	2	38	8	45	12	52	6	59
120	150	20	40	0	45	8	52	16	61	8	68
150	180	25	40	5	45	13	52	11	61	3	68
180	250	30	46	8	51	16	60	11	70	3	79
250	315	35	52	10	57	21	66	12	79	1	88
315	400	40	57	14	62	24	73	11	87	1	98
400	500	45	63	18	67	28	80	10	95	0	108

本标准规定了光滑工件尺寸检验的验收原则、验收极限、计量器具的测量不确定度允许值和计量器具选用原则。

本标准适用于用普通计量器具如游标卡尺、千分尺及车间使用的比较仪等,对图样上注出的公差等级为 6~18 级(IT6~IT18)、基本尺寸至 500mm 的光滑工件尺寸的检验。

本标准也适用于对一般公差尺寸的检验。

## 1 总则

### 1.1 验收原则

所用验收方法应只接收位于规定的尺寸极限之内的工件。

### 1.2 验收方法的基础

由于计量器具和计量系统都存在内在误差,故任何测量都不能测出真值。另外,多数计量器具通常只用于测量尺寸,不测量工件上可能存在的形状误差。因此,对遵循包容要求的尺寸,工件的完善检验还应测量形状误差(如圆度、直线度),并把这些形状误差的测量结果与尺寸的测量结果综合起来,以判定工件表面各部位是否超出最大实体边界。

考虑到在车间实际情况下,通常:工件的形状误差取决于加工设备及工艺设备的精度;工件合格与否,只按一次测量来判断;对于温度、压陷效应等,以及计量器具和标准器的系统误差均不进行修正。因此,任何检验都存在误判。为保证验收质量,本标准规定了验收极限、计量器具的测量不确定度允许值和计量器具选用原则。

### 1.3 标准温度

测量的标准温度为 20℃。

如果工件与计量器具的线膨胀系数相同,测量时只要计量器具与工件保持相同的温度,可以偏离 20℃。

## 2 验收极限

验收极限是检验工件尺寸时判断合格与否的尺寸界限。本标准规定按验收极限验收工件。

### 2.1 验收极限方式的确定

验收极限可以按照下列两种方式之一确定:

a) 验收极限是从规定的最大实体极限(MML)和最小实体极限(LML)分别向工件公差带内移动一个安全裕度(A)来确定,如图 1 所示。A 值按工件公差(T)的 1/10 确定,其数值见表 1。

孔尺寸的验收极限:

上验收极限 = 最小实体极限(LML) - 安全裕度(A)

下验收极限 = 最大实体极限(MML) + 安全裕度(A)

轴尺寸的验收极限:

上验收极限 = 最大实体极限(MML) - 安全裕度(A)

下验收极限 = 最小实体极限(LML) + 安全裕度(A)

b) 验收极限等于规定的最大实体极限(MML)和最小实体极限(LML),即 A 值等于零。

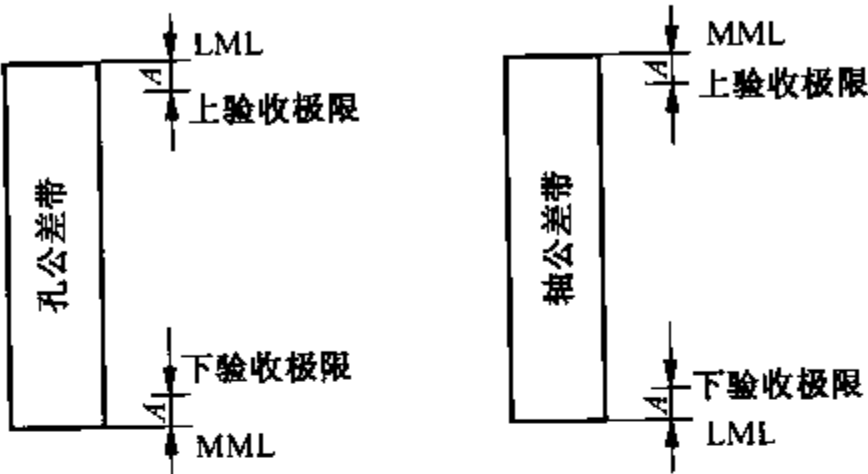


图 1

2.2 验收极限方式的选择

验收极限方式的选择要结合尺寸功能要求及其重要程度、尺寸公差等级、测量不确定度和工艺能力等因素综合考虑。

- a) 对遵循包容要求的尺寸、公差等级高的尺寸,其验收极限按 2.1 a)确定;
- b) 当工艺能力指数  $C_p \geq 1$  时,其验收极限可以按 2.1 b)确定;但对遵循包容要求的尺寸,其最大实体极限一边的验收极限仍应按 2.1 a)确定;
- c) 对偏态分布的尺寸,其验收极限可以仅对尺寸偏向的一边按 2.1 a)确定;
- d) 对非配合和一般公差的尺寸,其验收极限按 2.1 b)确定。

3 计量器具的选择

3.1 计量器具选用原则

按照计量器具所引起的测量不确定度的允许值( $u_1$ )(简称计量器具的测量不确定度允许值)选择计量器具。选择时,应使所选用的计量器具的测量不确定度数值等于或小于选定的  $u_1$  值。

计量器具的测量不确定度允许值( $u_1$ )按测量不确定度( $u$ )与工件公差的比值分档:对 IT6~IT11 的分为 I、II、III 三档,对 IT12~IT18 的分为 I、II 两档。测量不确定度( $u$ )的 I、II、III 三档值,分别为工件公差的 1/10、1/6、1/4。计算器具的测量不确定度允许值( $u_1$ )约为测量不确定度( $u$ )的 0.9 倍,其三档数值列于表 1 中。

3.2 计量器具的测量不确定度允许值( $u_1$ )的选定

选用表 1 中计量器具的测量不确定度允许值( $u_1$ ),一般情况下,优先选用 I 档,其次选用 II 档、III 档。

4 仲裁

对测量结果的争议,可以采用更精确的计量器具或按事先双方商定的方法解决。

表 1 安全裕度(A)与计量器具的测量不确定度允许值( $u_1$ )

公差等级		6			7			8			9			10			11			$\mu\text{m}$											
基本尺寸, mm		T	A	$u_1$			T	A	$u_1$			T	A	$u_1$			T	A	$u_1$												
大于	至			I	II	III			I	II	III			I	II	III			I	II	III										
—	3	6	0.6	0.54	0.9	1.4	10	1.0	0.9	1.5	2.3	14	1.4	1.3	2.1	3.2	25	2.5	2.3	3.8	5.6	40	4.0	3.6	6.0	9.0	6.0	5.4	9.0	14	
3	6	8	0.8	0.72	1.2	1.8	12	1.2	1.1	1.8	2.7	18	1.8	1.6	2.7	4.1	30	3.0	2.7	4.5	6.8	48	4.8	4.3	7.2	11	7.5	6.8	11	17	
6	10	9	0.9	0.81	1.4	2.0	15	1.5	1.4	2.3	3.4	22	2.2	2.0	3.3	5.0	36	3.6	3.3	5.4	8.1	58	5.8	5.2	8.7	13	9.0	8.1	14	20	
10	18	11	1.1	1.0	1.7	2.5	18	1.8	1.7	2.7	4.1	27	2.7	2.4	4.1	6.1	43	4.3	3.9	6.5	9.7	70	7.0	6.3	11	16	110	11	10	17	25
18	30	13	1.3	1.2	2.0	2.9	21	2.1	1.9	3.2	4.7	33	3.3	3.0	5.0	7.4	52	5.2	4.7	7.8	12	84	8.4	7.6	13	19	130	13	12	20	29
30	50	16	1.6	1.4	2.4	3.6	25	2.5	2.3	3.8	5.6	39	3.9	3.5	5.9	8.8	62	6.2	5.6	9.3	14	100	10	9.0	15	23	160	16	14	24	36
50	80	19	1.9	1.7	2.9	4.3	30	3.0	2.7	4.5	6.8	46	4.6	4.1	6.9	10	74	7.4	6.7	11	17	120	12	11	18	27	190	19	17	29	43
80	120	22	2.2	2.0	3.3	5.0	35	3.5	3.2	5.3	7.9	54	5.4	4.9	8.1	12	87	8.7	7.8	13	20	140	14	13	21	32	220	22	20	33	50
120	180	25	2.5	2.3	3.8	5.6	40	4.0	3.6	6.0	9.0	63	6.3	5.7	9.5	14	100	10	9.0	15	23	160	16	15	24	36	250	25	23	38	56
180	250	29	2.9	2.6	4.4	6.5	46	4.6	4.1	6.9	10	72	7.2	6.5	11	16	115	12	10	17	26	185	19	17	28	42	290	29	26	44	65
250	315	32	3.2	2.9	4.8	7.2	52	5.2	4.7	7.8	12	81	8.1	7.3	12	18	130	13	12	19	29	210	21	19	32	47	320	32	29	48	72
315	400	36	3.6	3.2	5.4	8.1	57	5.7	5.1	8.4	13	89	8.9	8.0	13	20	140	14	13	21	32	230	23	21	35	52	360	36	32	54	81
400	500	40	4.0	3.6	6.0	9.0	63	6.3	5.7	9.5	14	97	9.7	8.7	15	22	155	16	14	23	35	250	25	23	38	56	400	40	36	60	90

公差等级		12			13			14			15			16			17			18									
基本尺寸, mm		T	A	$u_1$			T	A	$u_1$			T	A	$u_1$			T	A	$u_1$			T	A	$u_1$					
大于	至			I	II	III			I	II	III			I	II	III			I	II	III			I	II	III			
—	3	100	10	9.0	15	140	14	13	21	250	25	23	38	400	40	36	60	600	60	54	90	1000	100	90	150	1400	140	135	210
3	6	120	12	11	18	180	18	16	27	300	30	27	45	480	48	43	72	750	75	68	110	1200	120	110	180	1800	180	160	270
6	10	150	15	14	23	220	22	20	33	360	36	32	54	580	58	52	87	900	90	81	140	1500	150	140	230	2200	220	200	330
10	18	180	18	16	27	270	27	24	41	430	43	39	65	700	70	63	110	1100	110	100	170	1800	180	160	270	2700	270	240	400
18	30	210	21	19	32	330	33	30	50	520	52	47	78	840	84	76	130	1300	130	120	200	2100	210	190	320	3300	330	300	490
30	50	250	25	23	38	390	39	35	59	620	62	56	93	1000	100	90	150	1600	160	140	240	2500	250	220	380	3900	390	350	580
50	80	300	30	27	45	460	46	41	69	740	74	67	110	1200	120	110	180	1900	190	170	290	3000	300	270	450	4600	460	410	690
80	120	350	35	32	53	540	54	49	81	870	87	78	130	1400	140	130	210	2200	220	200	330	3500	350	320	530	5400	540	480	810
120	180	400	40	36	60	630	63	57	95	1000	100	90	150	1600	160	150	240	2500	250	230	380	4000	400	360	600	6300	630	570	940
180	250	460	46	41	69	720	72	65	110	1150	115	100	170	1850	180	170	280	2900	290	260	440	4600	460	410	690	7200	720	650	1080
250	315	520	52	47	78	810	81	73	120	1300	130	120	190	2100	210	190	320	3200	320	290	480	5200	520	470	780	8100	810	730	1210
315	400	570	57	51	86	890	89	80	130	1400	140	130	210	2300	230	210	350	3600	360	320	540	5700	570	510	850	8900	890	800	1330
400	500	630	63	57	95	970	97	87	150	1500	150	140	230	2500	250	230	380	4000	400	360	600	6300	630	570	950	9700	970	870	1450

形状和位置公差  
定义、符号和图样表示法

根据 GB/T 1182—1996

1 符号

- 1.1 公差特征项目的符号见表 1。  
1.2 被测要素、基准要素的标注要求及其他附加符号见表 2。

表 1











公差		特征项目	符号	有或无 基准要求	公差		特征项目	符号	有或无 基准要求
形状	形状	直线度	—	无	位置	定向	平行度	//	有
		平面度		无			垂直度		有
		圆度	○	无			倾斜度		有
		圆柱度		无		定位	位置度		有或无
		形状 或位置	轮廓	线轮廓度				有或无	同轴(同心)度
面轮廓度				有或无			对称度		有
						跳动	圆跳动		有
							全跳动		有

表 2

说 明		符 号	说 明		符 号
被测要素的标注	直接		包容要求		
	用字母		最大实体要求		
基准要素的标注			最小实体要求		
			可逆要求		
基准目标的标注			延伸公差带		
			自由状态(非刚性零件)条件		
理论正确尺寸			全周(轮廓)		

2 公差框格

2.1 公差要求在矩形方框中给出,该方框由两格或多格组成。框格中的内容从左到右按以下次序填写(见图1、图2、图3、图4)。

- 公差特征的符号;
- 公差值用线性值,如公差带是圆形或圆柱形的则在公差值前加注“ $\phi$ ”;如是球形的则加注“ $S\phi$ ”;
- 如需要,用一个或多个字母表示基准要素或基准体系(见图2、图3和图4)。

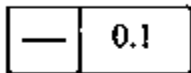


图 1

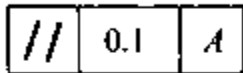


图 2

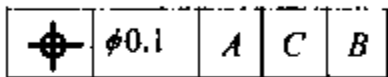


图 3

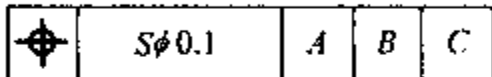


图 4

2.2 当一个以上要素作为被测要素,如 6 个要素,应在框格上方标明,如“6×”、“6 槽”(见图 5)。

2.3 如对同一要素有一个以上的公差特征项目要求时,为方便起见可将一个框格放在另一个框格的下面(见图 6)。

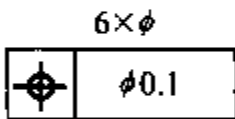


图 5

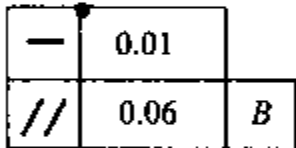


图 6

2.4 如要求在公差带内进一步限定被测要素的形状,则应在公差值后面加注符号(见表 3)。

表 3

含 义	符 号	举 例
只许中间向材料内凹下	(—)	
只许中间向材料外凸起	(+)	
只许从左至右减小	(▷)	
只许从右至左减小	(◁)	

3 被测要素

用带箭头的指引线将框格与被测要素相连,按以下方式标注:

- 当公差涉及轮廓线或表面时(见图 7 和图 8),将箭头置于要素的轮廓线或轮廓线的延



长线上(但必须与尺寸线明显地分开);

——当指向实际表面时(见图 9),箭头可置于带点的参考线上,该点指在实际表面上;

——当公差涉及轴线、中心平面或由带尺寸要素确定的点时,则带箭头的指引线应与尺寸线的延长线重合(见图 10、图 11 和图 12)。

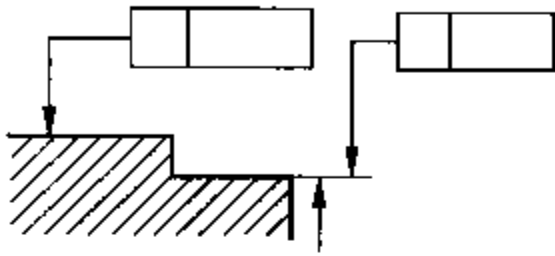


图 7

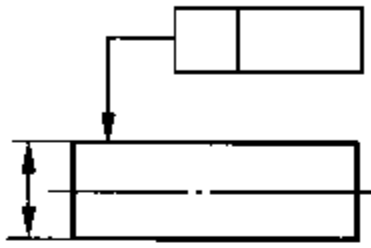


图 8

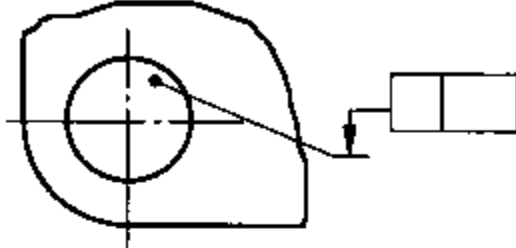


图 9

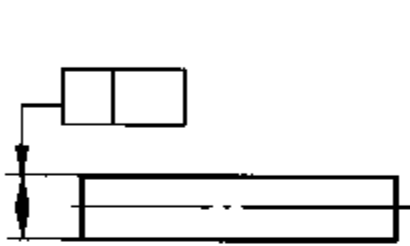


图 10

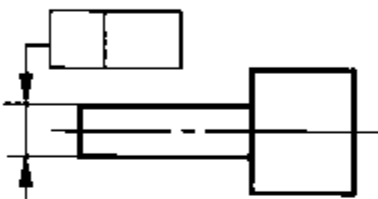


图 11

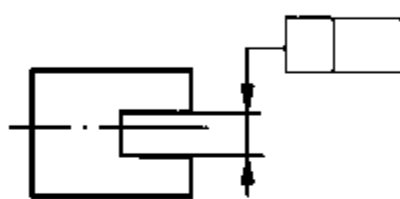


图 12

#### 4 公差带

4.1 除非另有规定(见图 17 和图 18),公差带的宽度方向就是给定的方向(见图 13 和图 14)或垂直于被测要素的方向(见图 15 和图 16)。

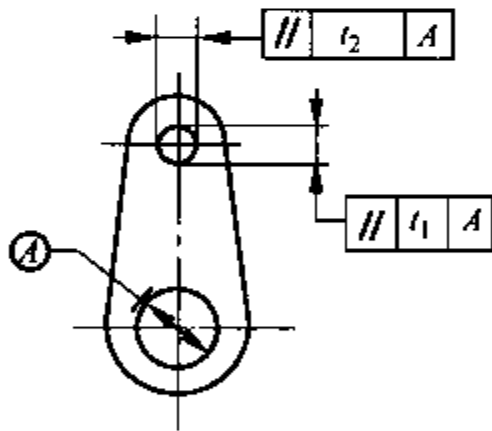


图 13

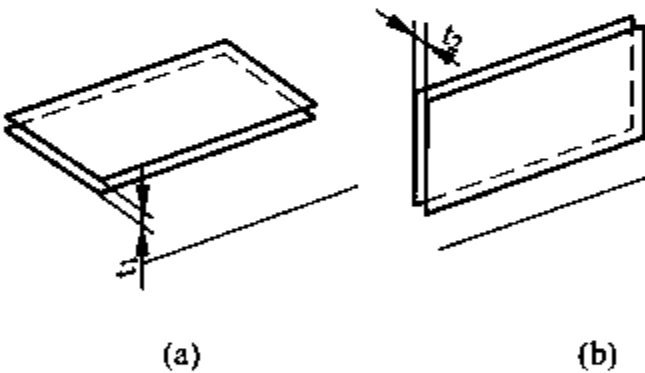


图 14

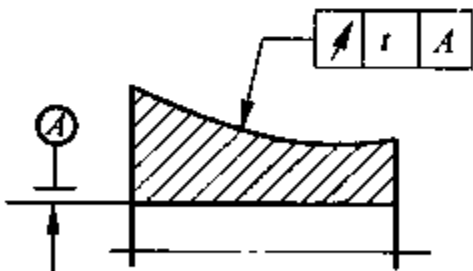


图 15

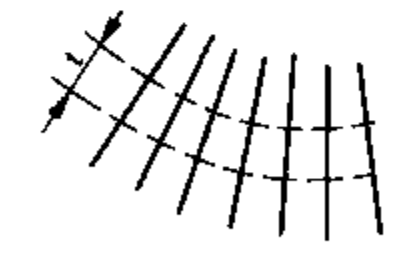


图 16

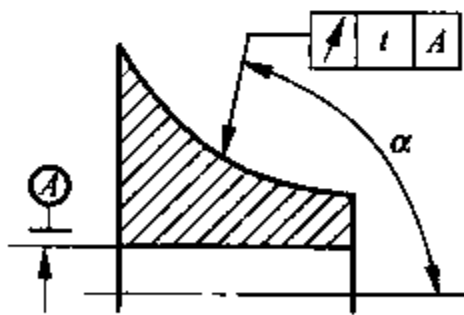


图 17

对于圆度,公差带的宽度是形成两同心圆的半径方向。

注:图 17 中的角度  $\alpha$  (包括  $90^\circ$ ) 必须注出。

4.2 如在公差值前加注“ $\phi$ ”,则公差带是圆柱形或圆形;如加注“ $S\phi$ ”,则是球形(见图 19 和图 20)。

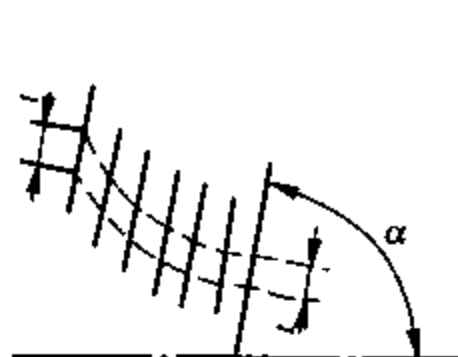


图 18

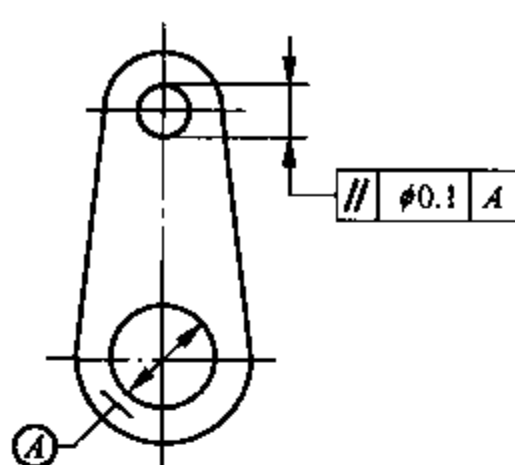


图 19

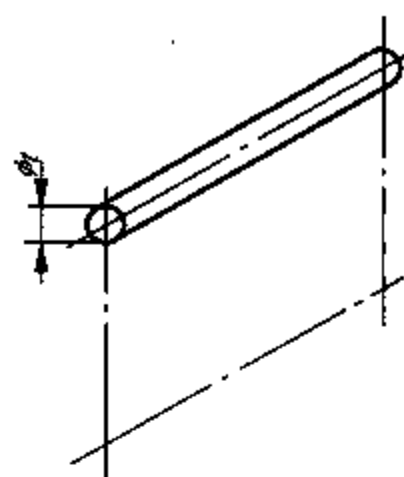


图 20

4.3 对几个表面有同一数值的公差带要求,其表示法可按图 21 和图 22 所示。

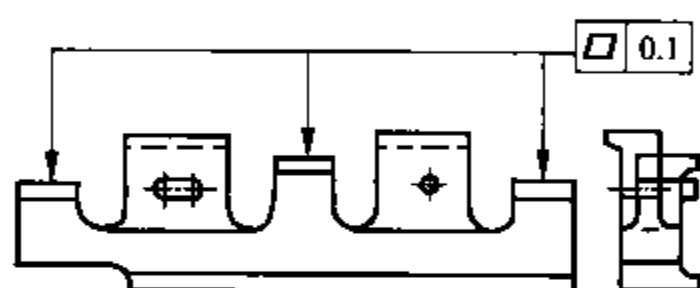


图 21

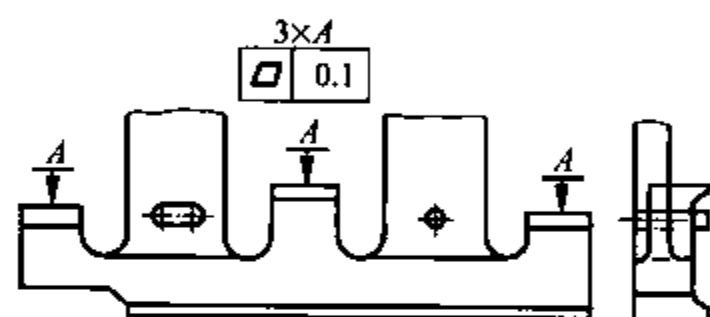


图 22

4.4 用同一公差带控制几个被测要素时,应在公差框格上注明“共面”或“共线”(见图 23 和图 24)。

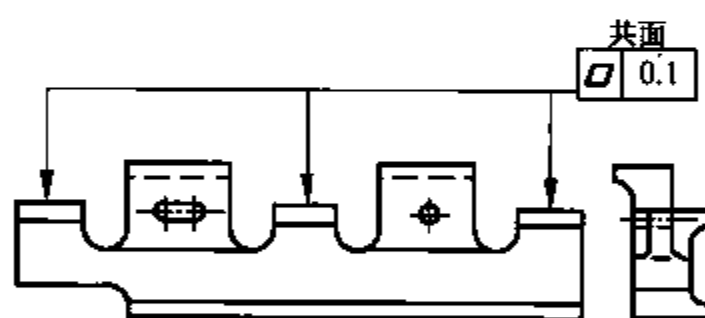


图 23

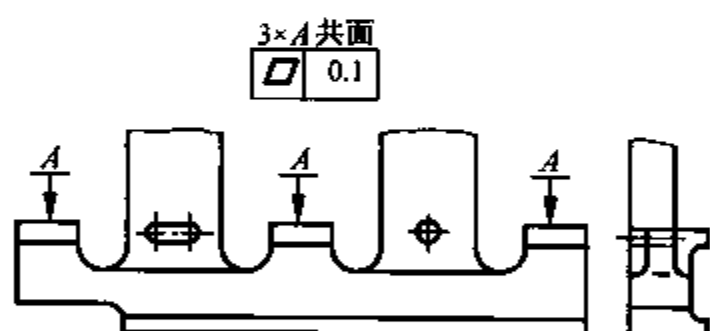


图 24

## 5 基准

5.1 相对于被测要素的基准,由基准字母表示。带小圆的大写字母用细实线与粗的短横线相连(见图 25),表示基准的字母也应注在公差框格内(见图 26)。

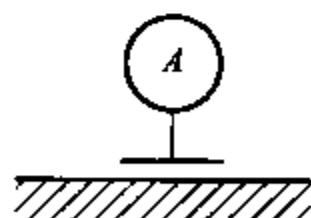


图 25

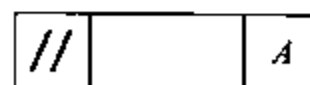


图 26

注:ISO 1101 中规定的基准符号为



和。

## 5.2 带有基准字母的短横线应置放于：

——当基准要素是轮廓线或表面时(见图 27),在要素的外轮廓上或在它的延长线上(但应与尺寸线明显地错开),基准符号还可置于用圆点指向实际表面的参考线上(见图 28);

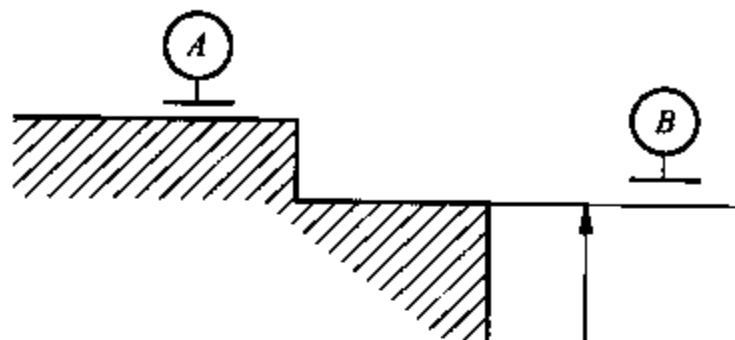


图 27

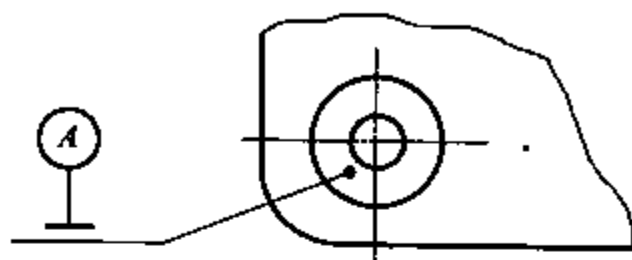


图 28

——当基准要素是轴线或中心平面或由带尺寸的要素确定的点时,则基准符号中的线与尺寸线一致(见图 29、图 30 和图 31)。如尺寸线处安排不下两个箭头,则另一箭头可用短横线代替(见图 30 和图 31)。

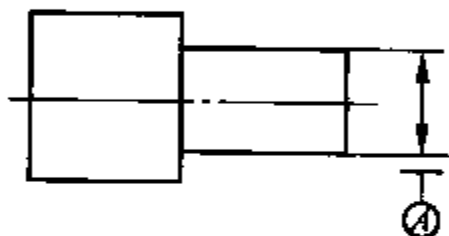


图 29

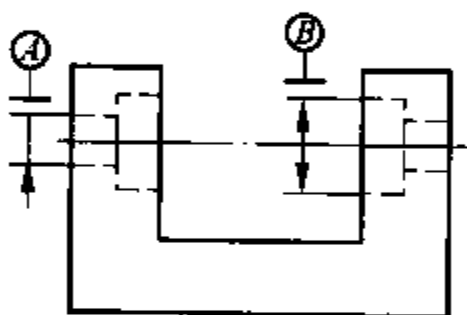


图 30

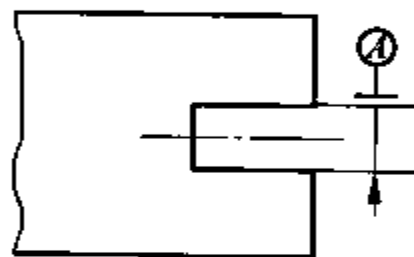


图 31

## 5.3 单一基准要素用大写字母表示(见图 32)。

由两个要素组成的公共基准,用由横线隔开的两个大写字母表示(见图 33)。

由两个或三个要素组成的基准体系,如多基准组合,表示基准的大写字母应按基准的优先次序从左至右分别置于各格中(见图 34)。

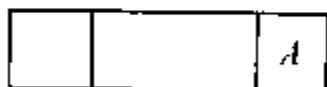


图 32

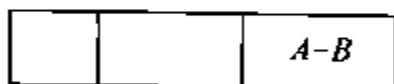


图 33

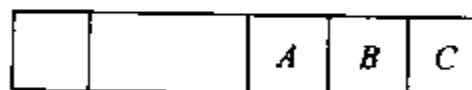


图 34

为不致引起误解,字母 E、I、J、M、O、P、L、R、F 不采用。

## 5.4 任选基准的标注方法见图35。

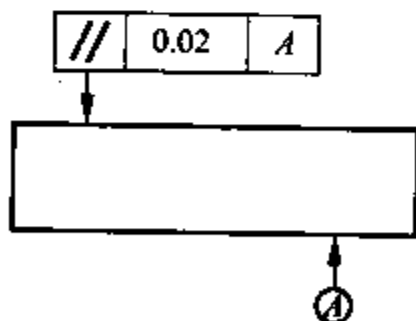


图 35

## 6 特殊表示法

### 6.1 全周符号

形位公差特征项目如轮廓度公差适用于横截面内的整个外轮廓线或整个外轮廓面时,应采

用全周符号,见图 36 和图 37。

## 6.2 螺纹、齿轮和花键标注

在一般情况下,螺纹轴线作为被测要素或基准要素均为中径轴线,如采用大径轴线则应用“MD”表示,采用小径轴线用“LD”表示(见图 38 和图 39)。

由齿轮和花键轴线作为被测要素或基准要素时,节径轴线用“PD”表示,大径(对外齿轮是顶圆直径,对内齿轮是根圆直径)轴线用“MD”表示,小径(对外齿轮是根圆直径,对内齿轮是顶圆直径)轴线用“LD”表示。

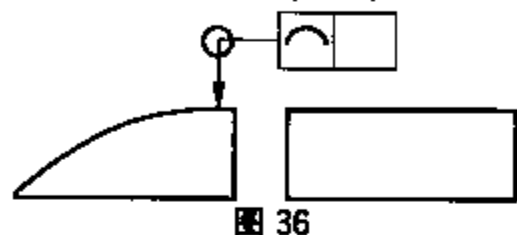


图 36

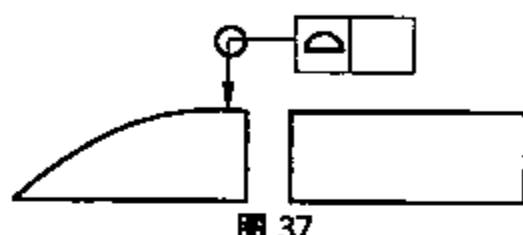


图 37

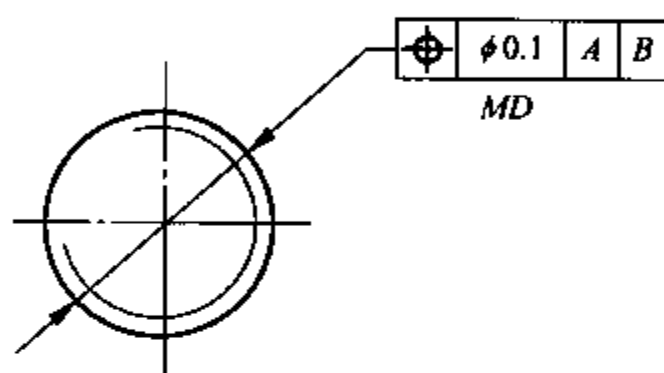


图 38

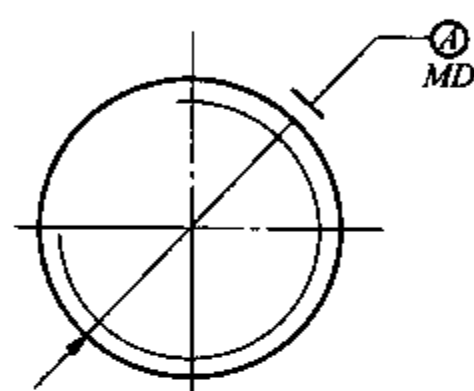


图 39

## 7 局部限制的规定

7.1 如对同一要素的公差值在全部被测要素内的任一部分有进一步的限制时,该限制部分(长度或面积)的公差值要求应放在公差值的后面,用斜线相隔。这种限制要求可以直接放在表示全部被测要素公差要求的框格下面(见图 40)。

7.2 如仅要求要素某一部分的公差值,则用粗点划线表示其范围,并加注尺寸(见图 41、图 42)。

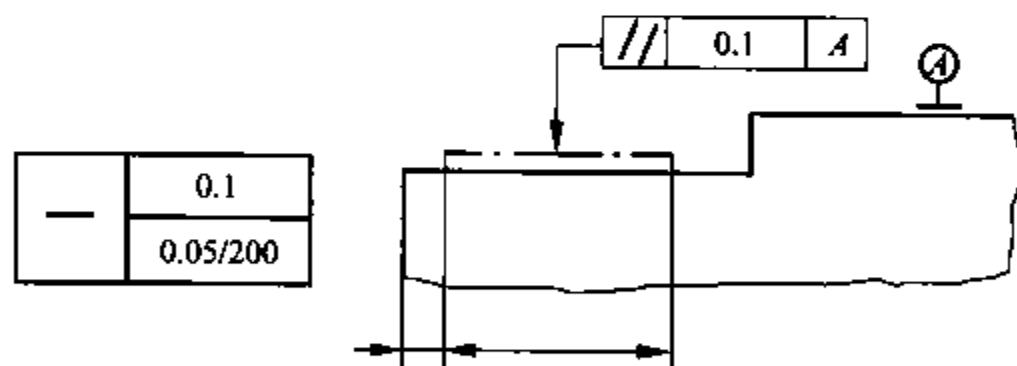


图 40

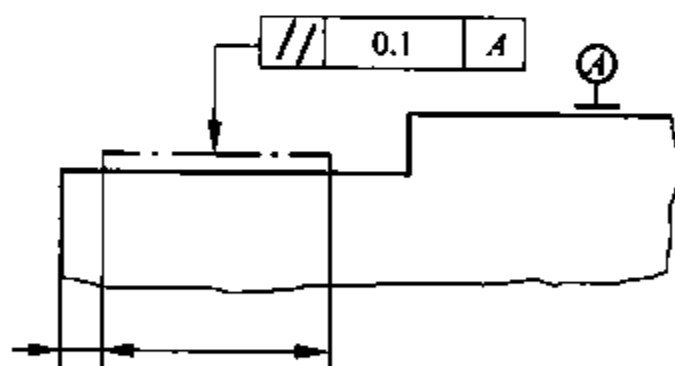


图 41

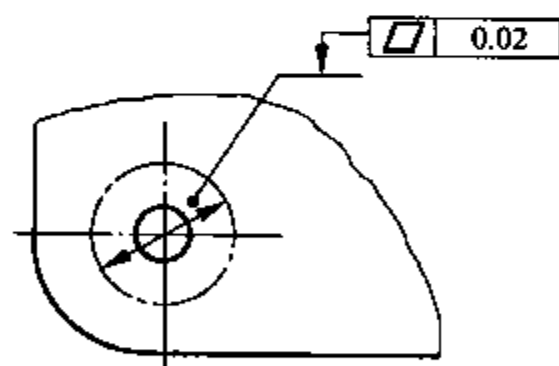


图 42

7.3 如仅要求要素的某一部分作为基准,则该部分应用粗点划线表示并加注尺寸(见图 43)。

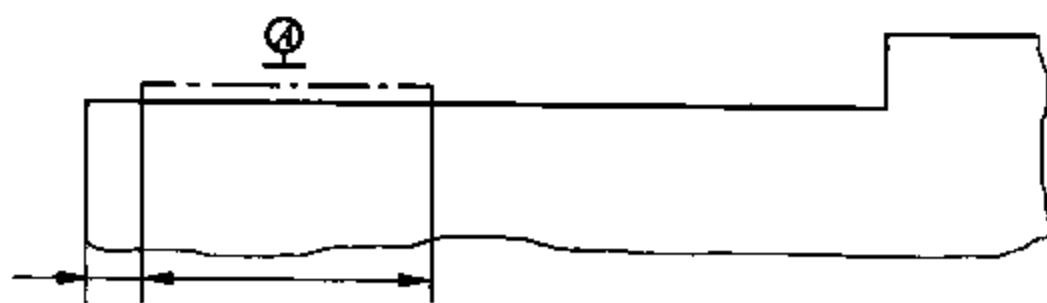


图 43

7.4 对要素的形状误差在公差带内有进一步限制的要求时,其标注见 2.4。

8 理论正确尺寸

对于要素的位置度、轮廓度或倾斜度,其尺寸由不带公差的理论正确位置、轮廓或角度确定,这种尺寸称“理论正确尺寸”。

理论正确尺寸应围以框格,零件实际尺寸仅是由在公差框格中位置度、轮廓度或倾斜度公差来限定(见图 44 和图 45)。

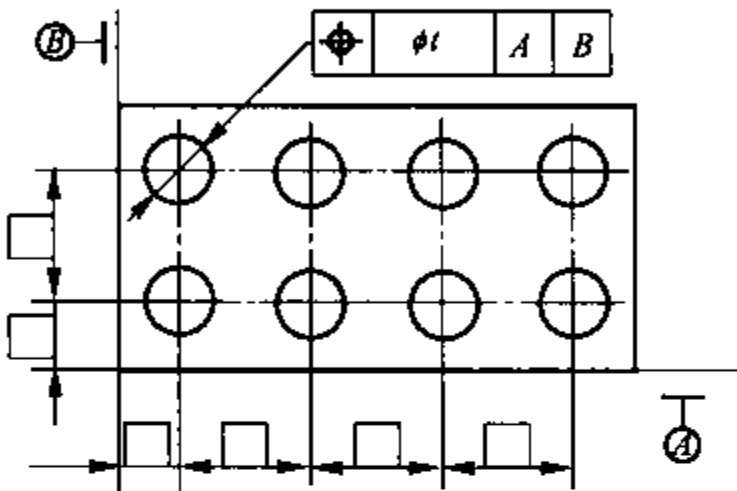


图 44

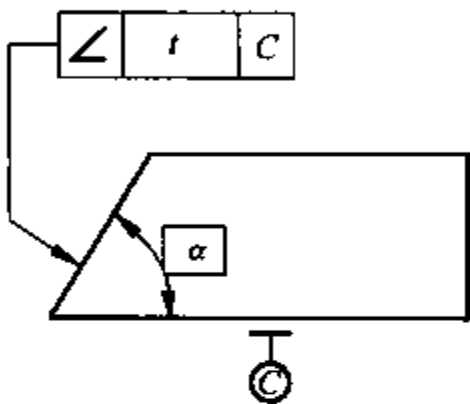


图 45

9 延伸公差带

延伸公差带用符号Ⓟ表示(见图 46)。

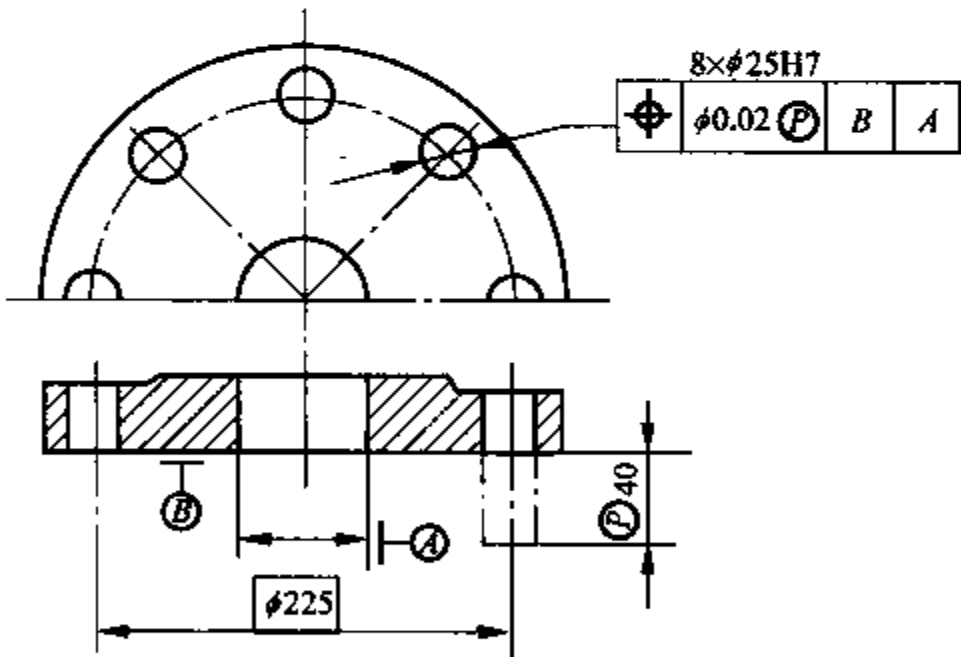


图 46

10 最大实体要求

最大实体要求用符号Ⓜ表示,此符号置于给出的公差值或基准字母的后面,或同时置于两者后面(见图 47、图 48 和图 49),详见《形状和位置公差 最大实体要求、最小实体要求和可逆要求》(GB/T 16671)。

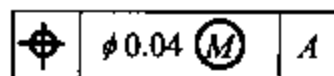


图 47

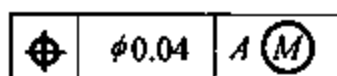


图 48

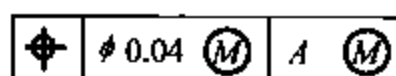


图 49

## 11 最小实体要求

最小实体要求用符号Ⓛ表示,此符号置于给出的公差值或基准字母的后面,或同时置于两者后面(见图 50 和图 51),详见 GB/T 16671。



图 50

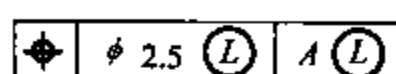


图 51

## 12 自由状态条件

对于非刚性零件的自由状态条件用符号ⓕ表示,此符号置于给出的公差值后面(见图 52 和图 53)。

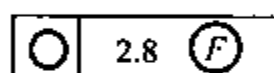


图 52

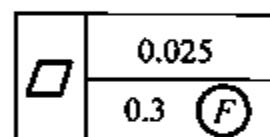


图 53

## 13 基准目标

当需要在基准要素上指定某些点、线或局部表面来体现各基准平面时,应标注基准目标。基准目标按下列方法标注在图样上:

- 当基准目标为点时,用“×”表示(见图 54)。
- 当基准目标为线时,用细实线表示,并在棱边上加“×”(见图 55)。

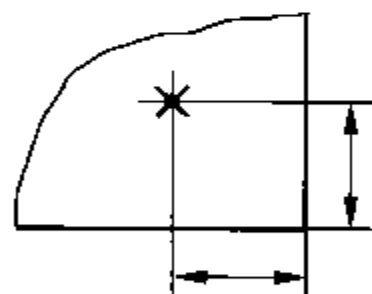


图 54



图 55

- 当基准目标为局部表面时,用双点划线绘出该局部表面的图形,并画上与水平成 45°的细实线(见图 56)。

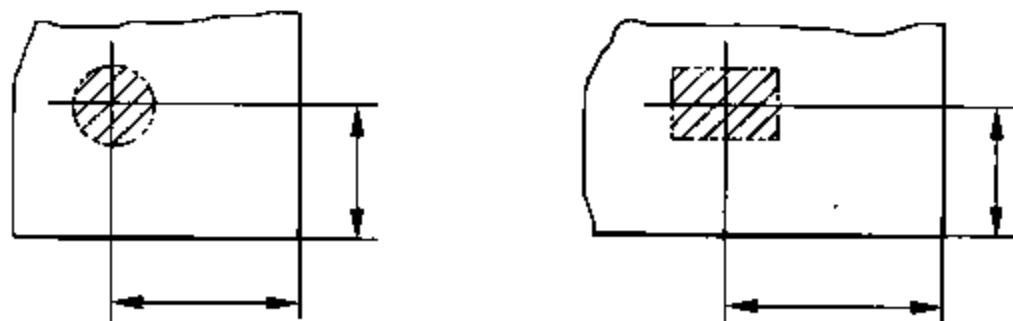


图 56

基准目标代号在图样中的标注见图 57。

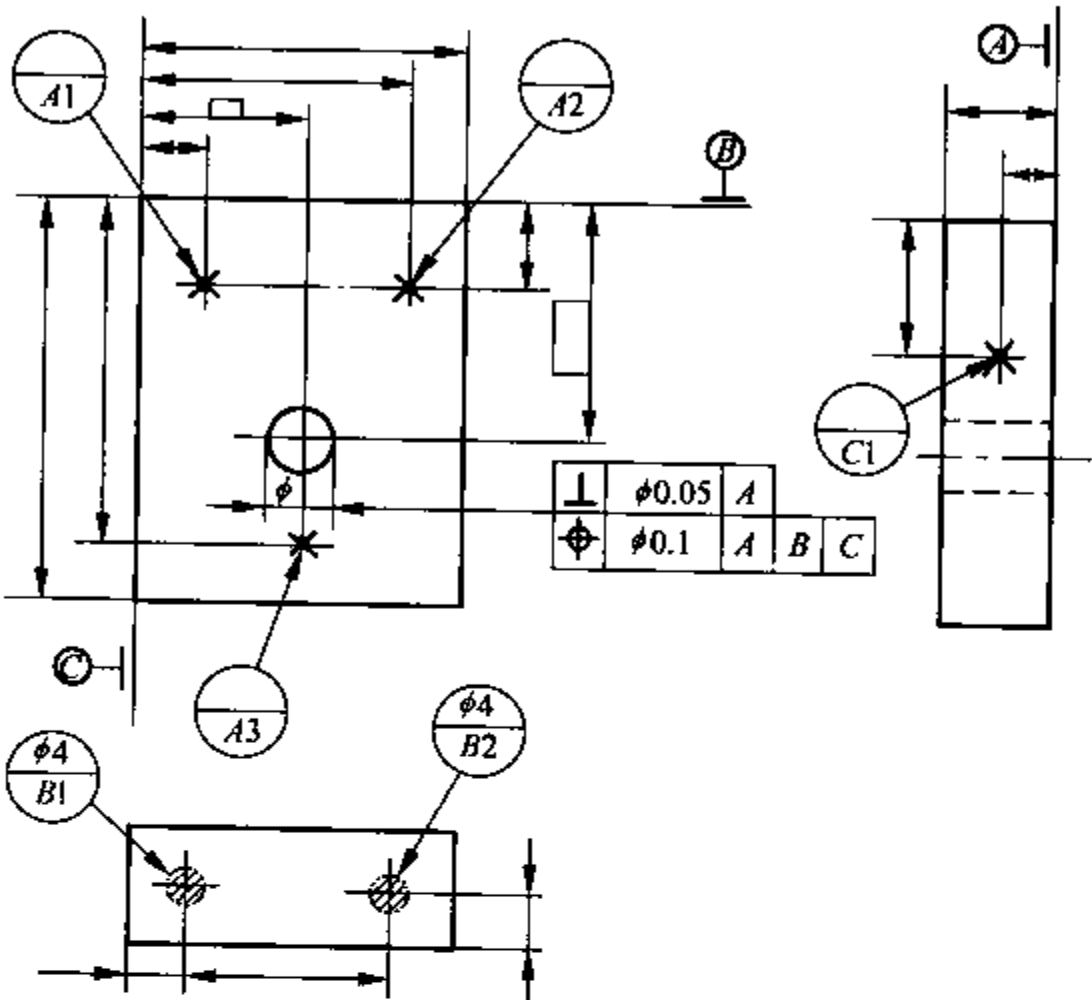


图 57

14 形位公差之间的相互关系

当有功能要求时,要素的形位精度可由一个或几个公差特征项目来控制。当要素的形位精度由某一特征的公差来限时,某些情况下该要素的其他误差也同时被该公差控制(如平面度公差同时控制直线度误差)。另一些情况则不控制其他误差(如直线度公差控制平面度误差)。

15 形位公差带的定义

本条规定了不同公差特征项目的形位公差带及其定义,示图和解释仅说明与规定有关的内容(见表 4)。

表 4

mm

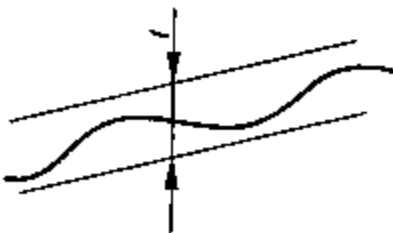

符号	公差带定义	标注和解释
15.1 直线度公差		
—	在给定平面内,公差带是距离为公差值 $t$ 的两平行直线之间的区域 	被测表面的素线必须位于平行于图样所示投影面且距离为公差值 0.1 的两平行直线内 

表 4(续)

mm

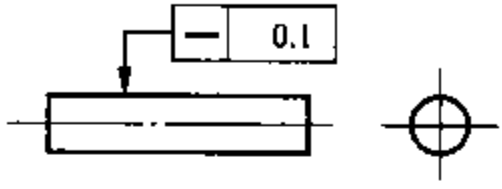
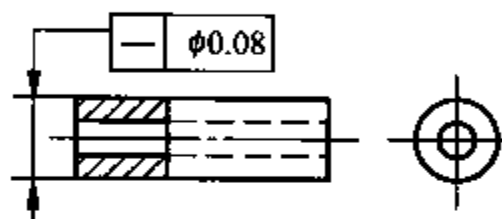

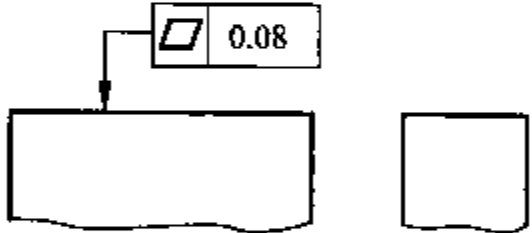

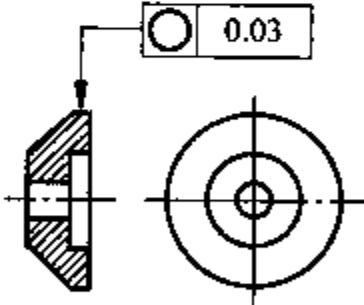
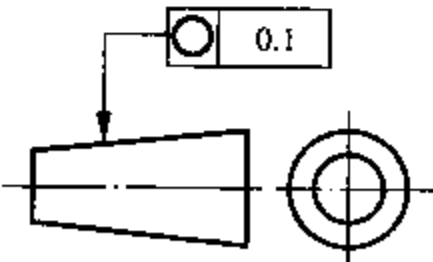
符号	公差带定义	标注和解释
—	在给定方向上公差带是距离为公差值 $t$ 的两平行平面之间的区域	被测圆柱面的任一素线必须位于距离为公差值 0.1 的两平行平面之内 
	如在公差值前加注 $\phi$ , 则公差带是直径为 $t$ 的圆柱面内的区域	被测圆柱面的轴线必须位于直径为公差值 $\phi 0.08$ 的圆柱面内 
15.2 平面度公差		
	公差带是距离为公差值 $t$ 的两平行平面之间的区域	被测表面必须位于距离为公差值 0.08 的两平行平面内 
15.3 圆度公差		
	公差带是在同一正截面上, 半径差为公差值 $t$ 的两同心圆之间的区域	被测圆柱面任一正截面的圆周必须位于半径差为公差值 0.03 的两同心圆之间 
		被测圆锥面任一正截面上的圆周必须位于半径差为公差值 0.1 的两同心圆之间 



表 4(续)

mm

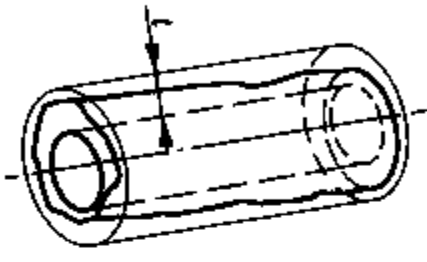
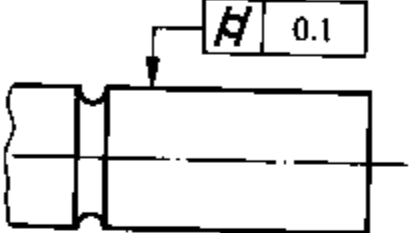

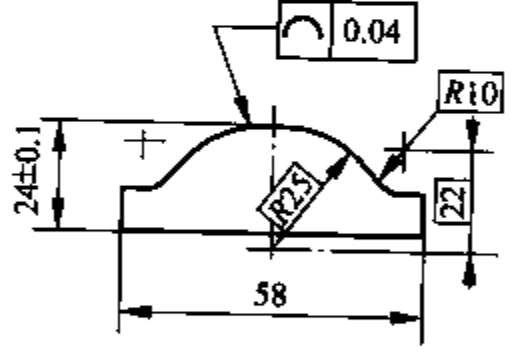
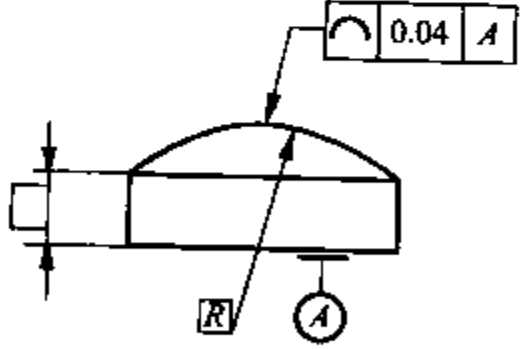
符号	公差带定义	标注和解释
15.4 圆柱度公差		
$\phi$	<p>公差带是半径差为公差值 <math>t</math> 的两同轴圆柱面之间的区域</p> 	<p>被测圆柱面必须位于半径差为公差值 0.1 的两同轴圆柱面之间</p> 
15.5 线轮廓度公差		
$\cup$	<p>公差带是包络一系列直径为公差值 <math>t</math> 的圆的两包络线之间的区域。诸圆的圆心位于具有理论正确几何形状的线上</p>  <p><math>d = t</math></p> <p>无基准要求的线轮廓度公差见图(a);有基准要求的线轮廓度公差见图(b)</p>	<p>在平行于图样所示投影面的任一截面上,被测轮廓线必须位于包络一系列直径为公差值 0.04 且圆心位于具有理论正确几何形状的线上的两包络线之间</p>  <p>(a)</p>  <p>(b)</p>

表 4(续)

mm


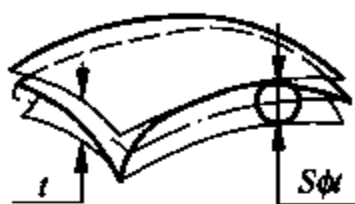
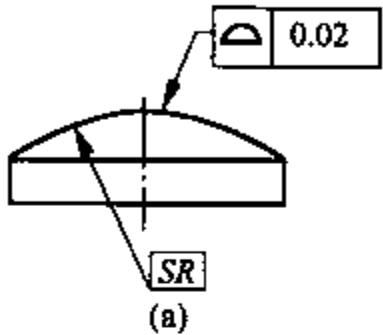
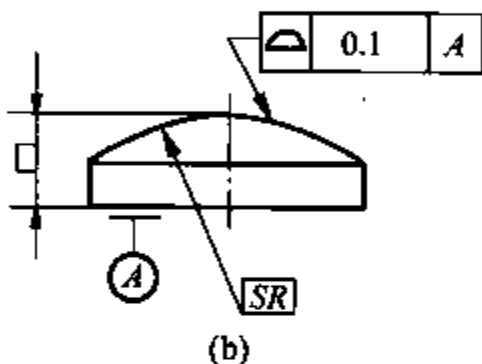

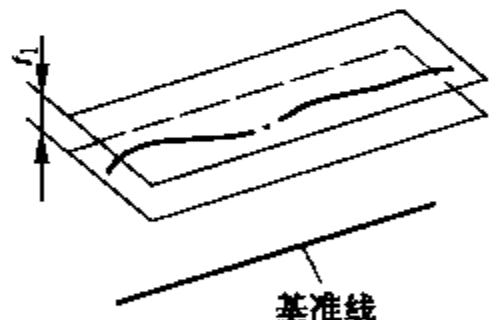
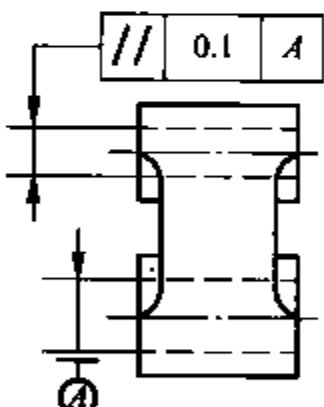
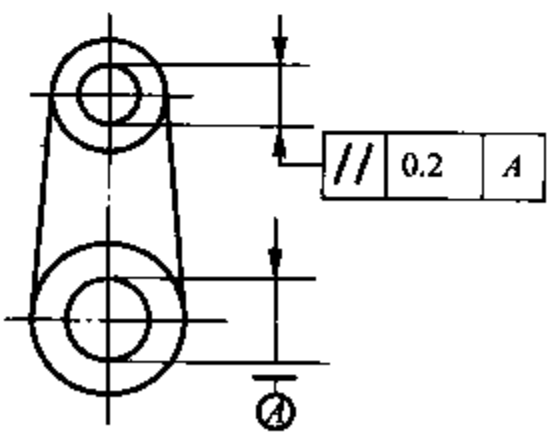
符号	公差带定义	标注和解释
15.6 面轮廓度公差		
	<p>公差带是包络一系列直径为公差值 <math>t</math> 的球的两包络面之间的区域, 诸球的球心应位于具有理论正确几何形状的面上的</p>  <p><math>d = t</math></p> <p>无基准要求的面轮廓度公差见图(a); 有基准要求的面轮廓度公差见图(b)</p>	<p>被测轮廓面必须位于包络一系列球的两包络面之间, 诸球的直径为公差值 0.02, 且球心位于具有理论正确几何形状的面上的两包络面之间</p>  <p>(a)</p>  <p>(b)</p>
15.7 平行度公差		
15.7.1 线对线平行度公差		
	<p>公差带是距离为公差值 <math>t</math> 且平行于基准线、位于给定方向上的两平行平面之间的区域</p>  <p>基准线</p>	<p>被测轴线必须位于距离为公差值 0.1 且在给定方向上平行于基准轴线的两平行平面之间</p>  <p>被测轴线必须位于距离为公差值 0.2 且在给定方向上平行于基准轴线的两平行平面之间</p> 

表 4(续)

mm

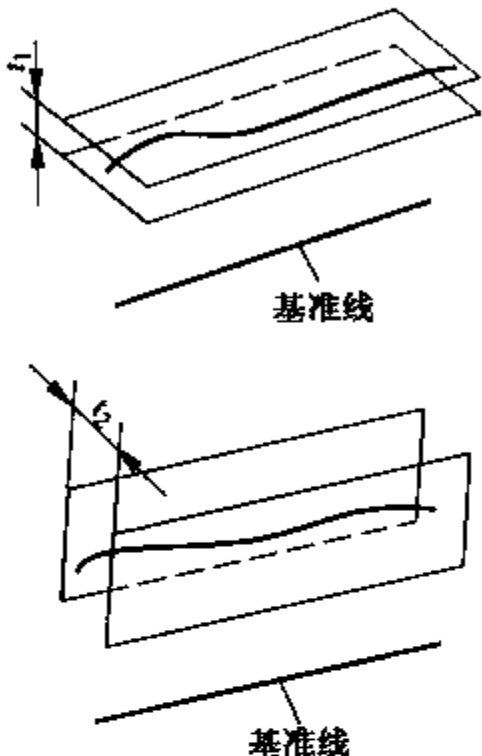
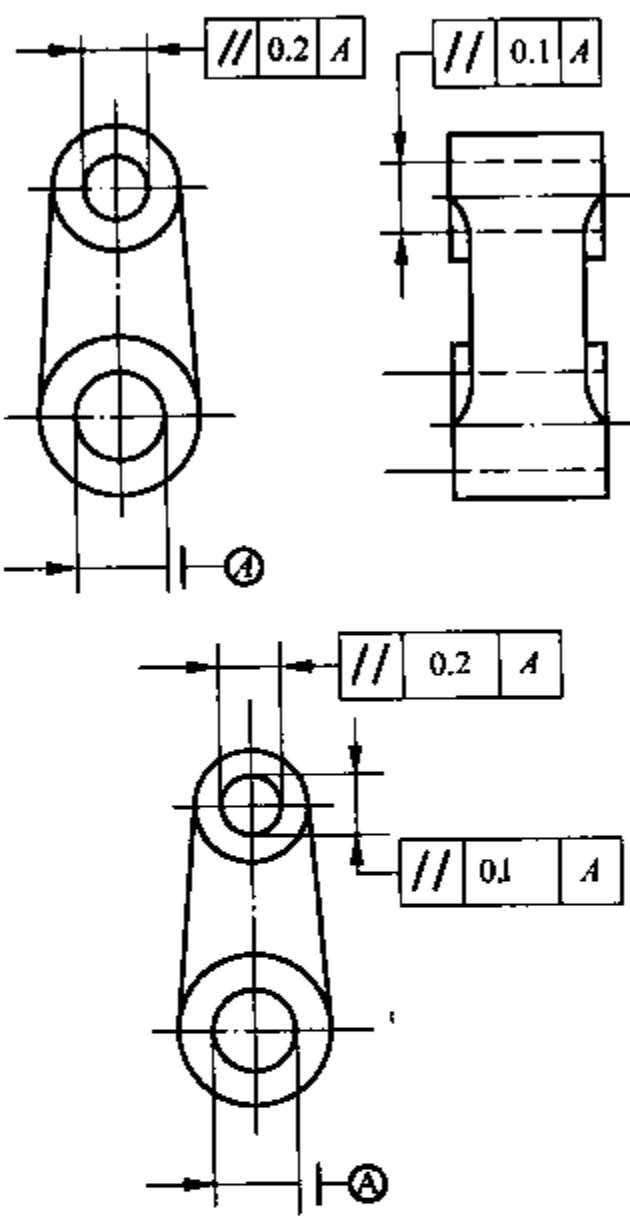
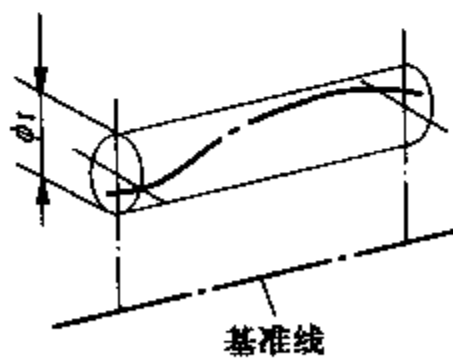
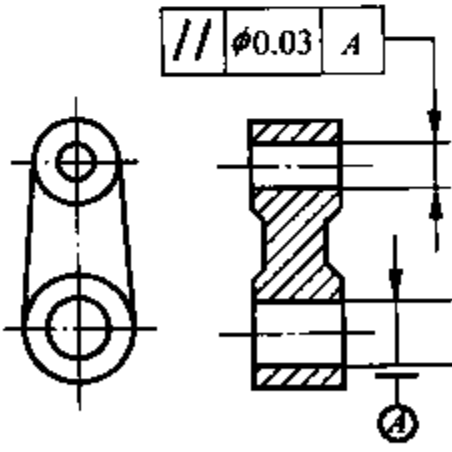
符号	公差带定义	标注和解释
//	<p>公差带是两对互相垂直的距离分别为 <math>t_1</math> 和 <math>t_2</math> 且平行于基准线的两组平行平面之间的区域</p> 	<p>被测轴线必须位于距离分别为公差值 0.2 和 0.1, 在给定的互相垂直方向上且平行于基准轴线的两组平行平面之间</p> 
	<p>如在公差值前加注 <math>\phi</math>, 公差带是直径为公差值 <math>t</math> 且平行于基准线的圆柱面内的区域</p> 	<p>被测轴线必须位于直径为公差值 0.03 且平行于基准轴线的圆柱面内</p> 

表 4(续)

mm

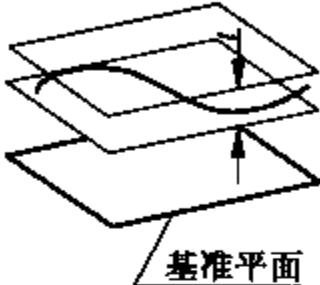
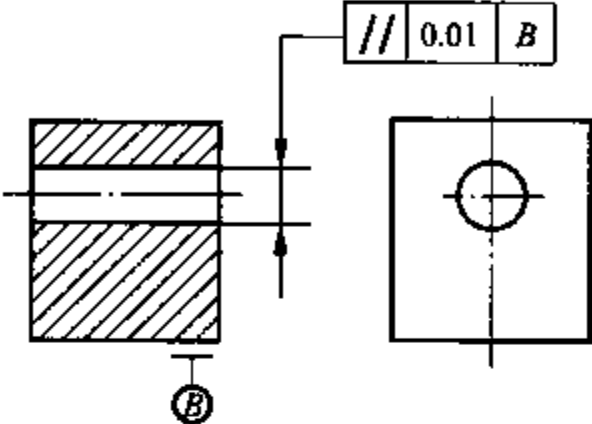
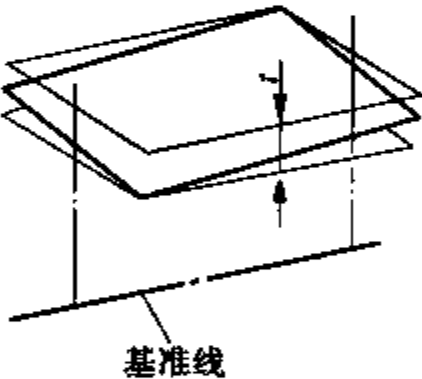
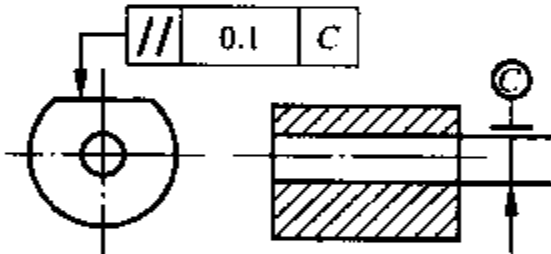
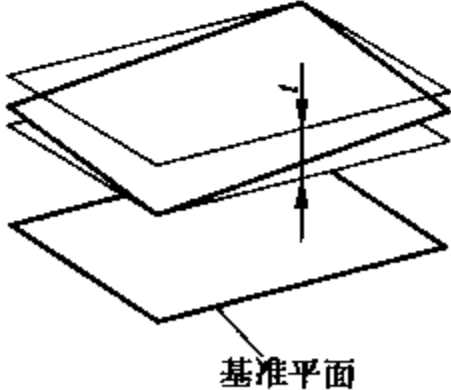
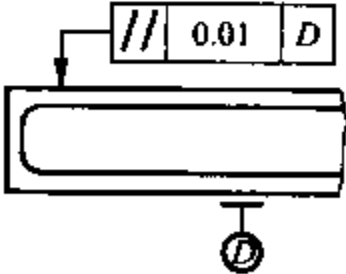
符号	公差带定义	标注和解释
//	15.7.2 线对面平行度公差	
	公差带是距离为公差值 $t$ 且平行于基准平面的两组平行平面之间的区域	被测轴线必须位于距离为公差值 0.01 且平行于基准表面 B(基准平面)的两平行平面之间
		
	15.7.3 面对线平行度公差	
	公差带是距离为公差值 $t$ 且平行于基准线的两平行平面之间的区域	被测表面必须位于距离为公差值 0.1 且平行于基准线 C(基准轴线)的两平行平面之间
		
	15.7.4 面对面平行度公差	
	公差带是距离为公差值 $t$ 且平行于基准面的两平行平面之间的区域	被测表面必须位于距离为公差值 0.01 且平行于基准表面 D(基准平面)的两平行平面之间
		

表 4(续)

mm

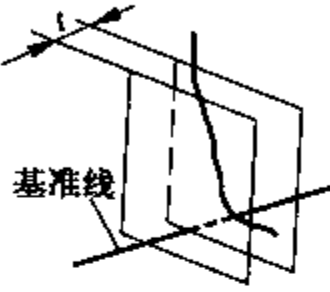
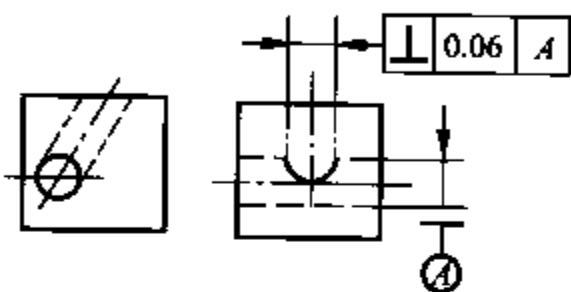
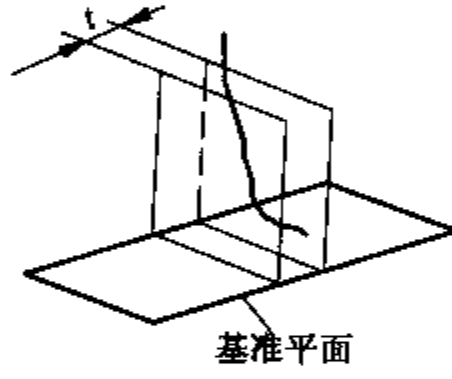
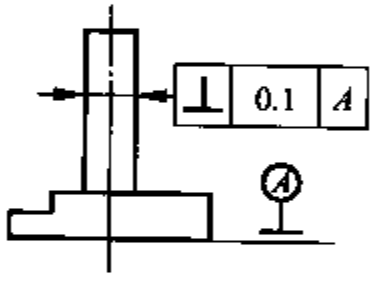
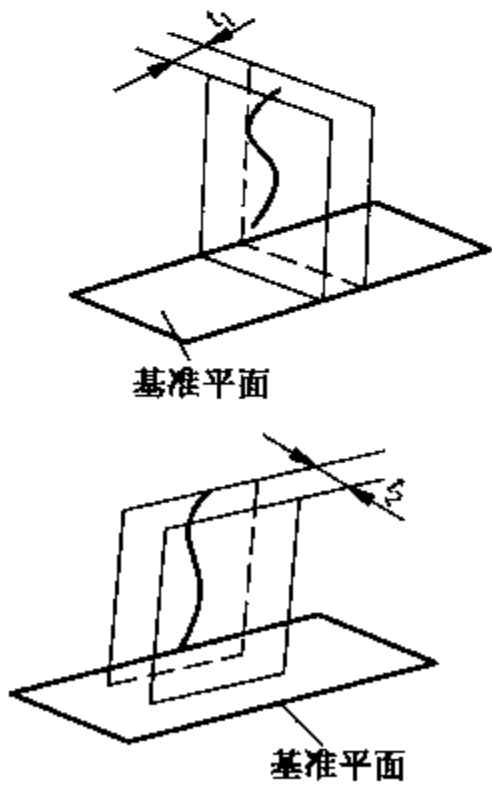
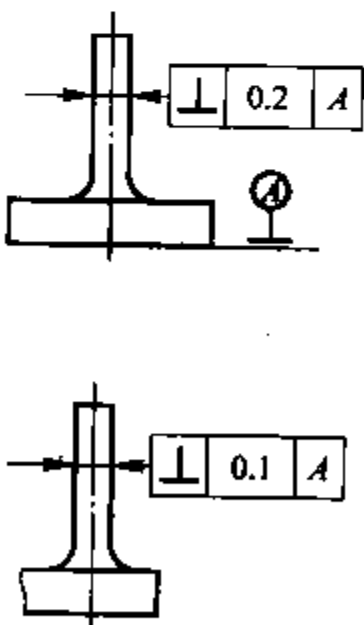
符号	公差带定义	标注和解释
15.8 垂直度公差		
15.8.1 线对线垂直度公差		
	公差带是距离为公差值 $t$ 且垂直于基准线的两平行平面之间的区域	被测轴线必须位于距离为公差值 0.06 且垂直于基准线 A(基准轴线)的两平行平面之间
		
15.8.2 线对面垂直度公差		
	在给定方向上,公差带是距离为公差值 $t$ 且垂直于基准面的两平行平面之间的区域	在给定方向上被测轴线必须位于距离为公差值 0.1 且垂直于基准表面 A 的两平行平面之间
		
	公差带是互相垂直的距离分别为 $t_1$ 和 $t_2$ 且垂直于基准面的两对平行平面之间的区域	被测轴线必须位于距离分别为公差值 0.2 和 0.1 的互相垂直且垂直于基准平面的两对平行平面之间
		

表 4(续)

mm

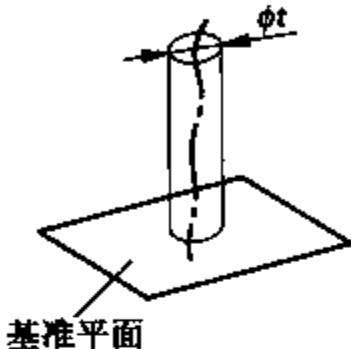
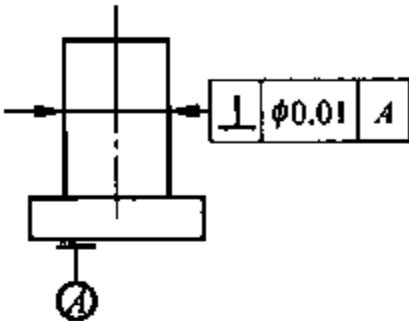

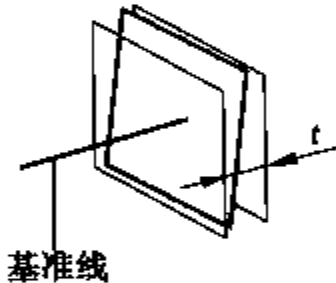
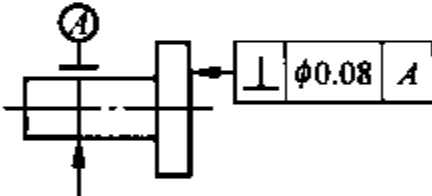
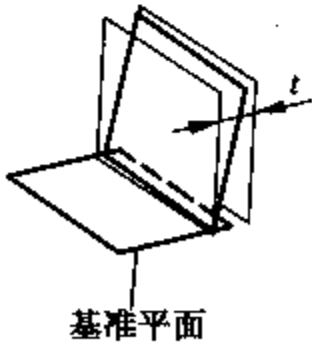
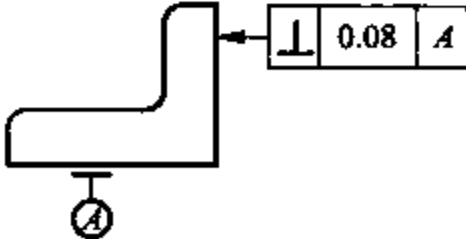
符号	公差带定义	标注和解释
	<p>如公差值前加注 <math>\phi</math>, 则公差带是直径为公差值 <math>t</math> 且垂直于基准面的圆柱面内的区域</p> 	<p>被测轴线必须位于直径为公差值 <math>\phi 0.01</math> 且垂直于基准面 A(基准平面)的圆柱面内</p> 
15.8.3 面对线垂直度公差		
	<p>公差带是距离为公差值 <math>t</math> 且垂直于基准线的两平行平面之间的区域</p> 	<p>被测面必须位于距离为公差值 0.08 且垂直于基准线 A(基准轴线)的两平行平面之间</p> 
15.8.4 面对面垂直度公差		
	<p>公差带是距离为公差值 <math>t</math> 且垂直于基准面的两平行平面之间的区域</p> 	<p>被测面必须位于距离为公差值 0.08 且垂直于基准平面 A 的两平行平面之间</p> 

表 4(续)

mm

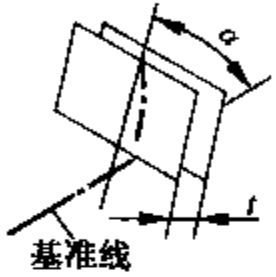
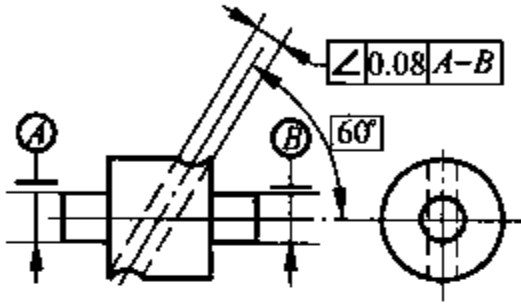
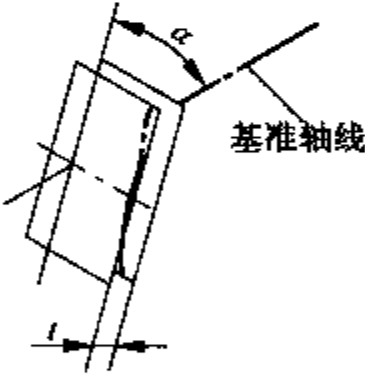
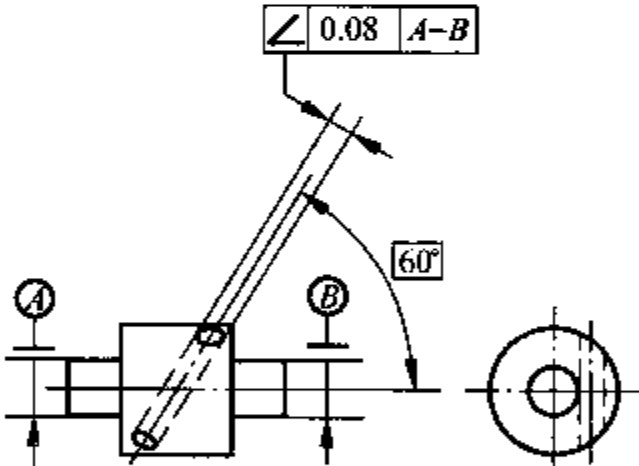
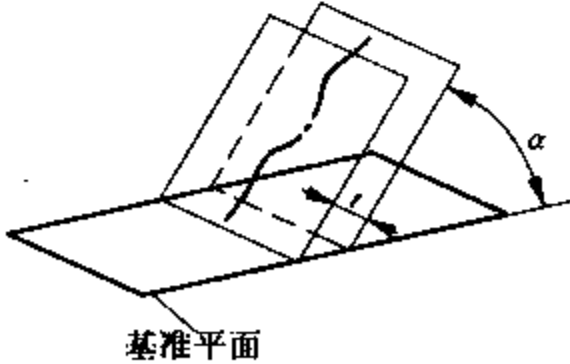
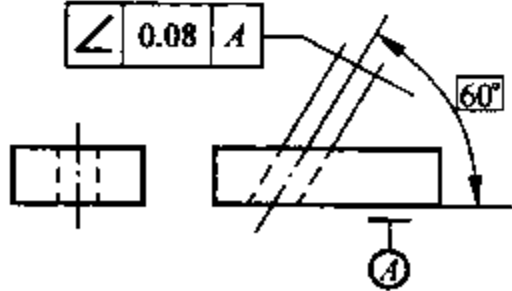
符号	公差带定义	标注和解释
15.9 倾斜度公差		
15.9.1 线对线倾斜度公差		
	<p>被测线和基准线在同一平面内:公差带是距离为公差值 <math>t</math> 且与基准线成一给定角度的两平行平面之间的区域</p> 	<p>被测轴线必须位于距离为公差值 0.08 且与 A-B 公共基准线成一理论正确角度的两平行平面之间</p> 
	<p>被测线与基准线不在同一平面内:公差带是距离为公差值 <math>t</math> 且与基准成一给定角度的两平行平面之间的区域。如被测线与基准不在同一平面内,则被测线应投影到包含基准轴线并平行于被测轴线的平面上,公差带是相对于投影到该平面的线而言</p> 	<p>被测轴线投影到包含基准轴线的平面上,它必须位于距离为公差值 0.08 并与 A-B 公共基准线成理论正确角度 <math>60^\circ</math> 的两平行平面之间</p> 
15.9.2 线对面倾斜度公差		
	<p>公差带是距离为公差值 <math>t</math> 且与基准成一给定角度的两平行平面之间的区域</p> 	<p>被测轴线必须位于距离为公差值 0.08 且与基准面 A(基准平面)成理论正确角度 <math>60^\circ</math> 的两平行平面之间</p> 

表 4(续)

mm

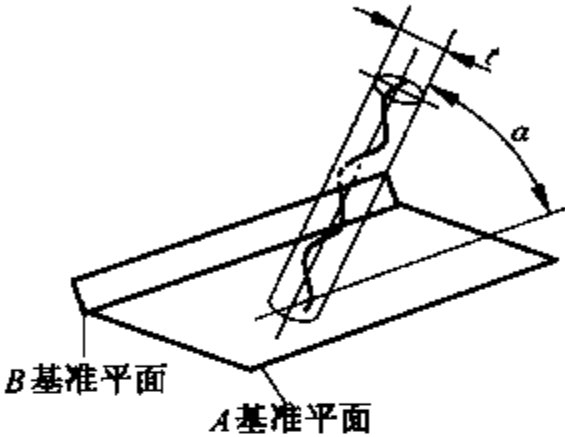
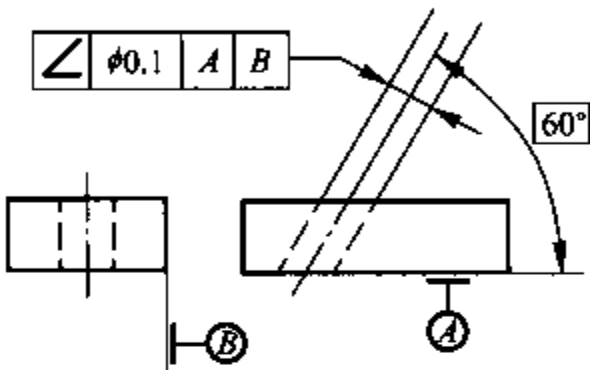

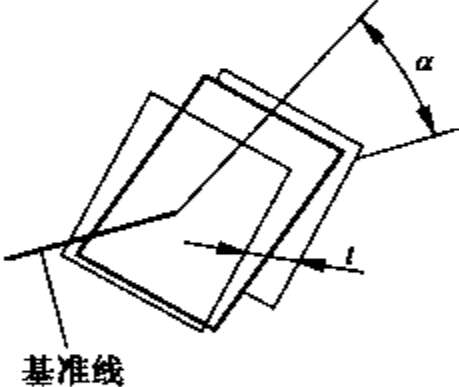
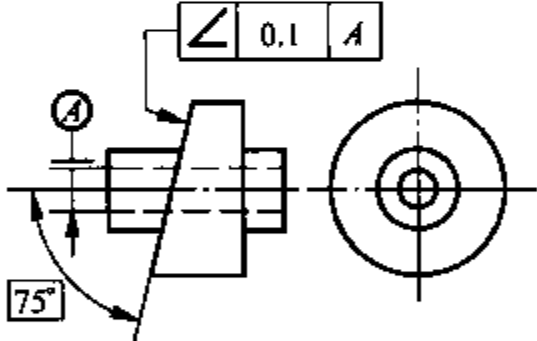
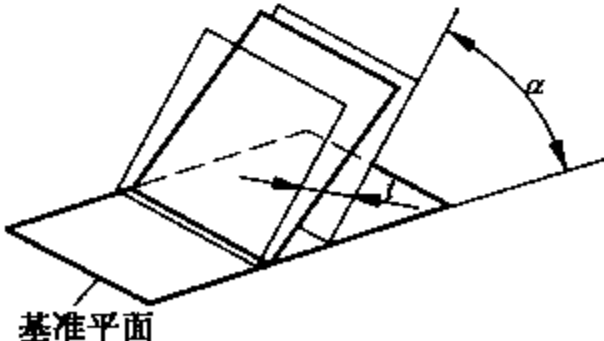
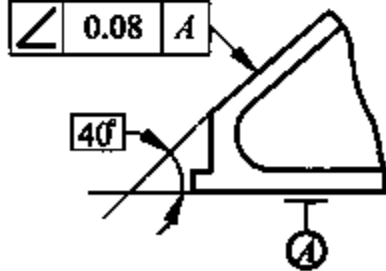
符号	公差带定义	标注和解释
	<p>如在公差值前加注 <math>\phi</math>, 则公差带是直径为公差值 <math>t</math> 的圆柱面内的区域, 该圆柱面的轴线应与基准平面呈一给定的角度并平行于另一基准平面</p> 	<p>被测轴线必须位于直径为公差值 <math>\phi 0.1</math> 的圆柱面公差带内, 该公差带的轴线应与基准表面 A (基准平面) 呈理论正确角度 <math>60^\circ</math> 并平行于基准平面 B</p> 
15.9.3 面对线倾斜度公差		
	<p>公差带是距离为公差值 <math>t</math> 且与基准线成一给定角度的两平行平面之间的区域</p> 	<p>被测表面必须位于距离为公差值 0.1 且与基准线 A (基准轴线) 成理论正确角度 <math>75^\circ</math> 的两平行平面之间</p> 
15.9.4 面对面倾斜度公差		
	<p>公差带是距离为公差值 <math>t</math> 且与基准面成一给定角度的两平行平面之间的区域</p> 	<p>被测表面必须位于距离为公差值 0.08 且与基准面 A (基准平面) 成理论正确角度 <math>40^\circ</math> 的两平行平面之间</p> 



表 4(续)

mm

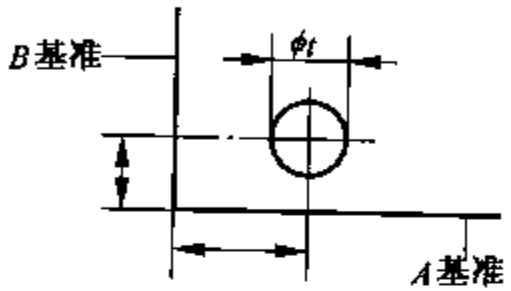
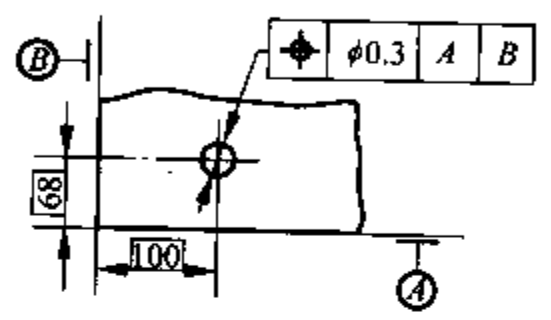
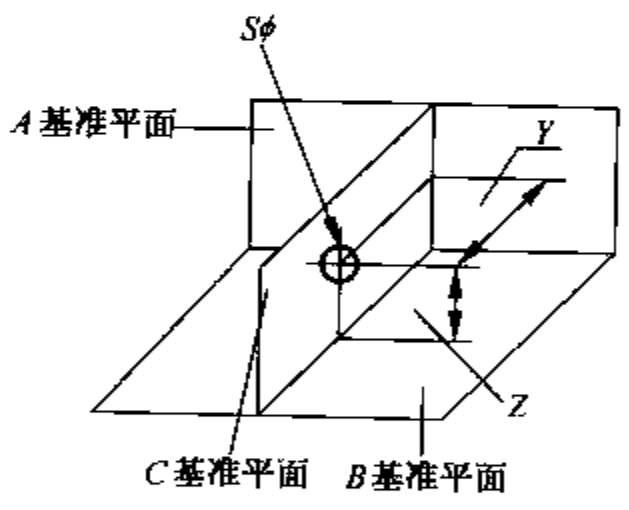
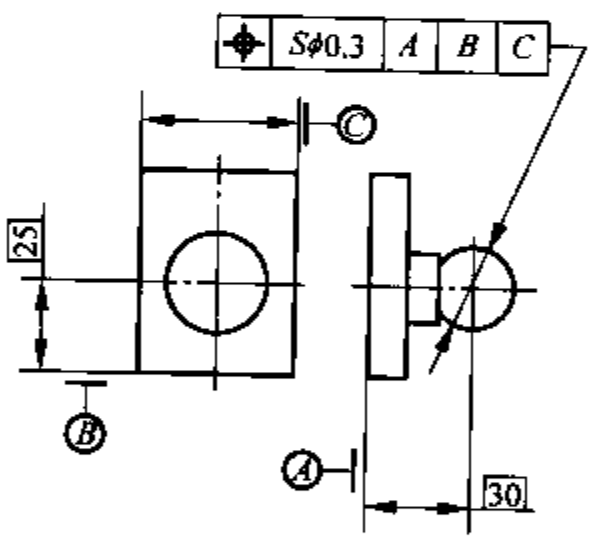
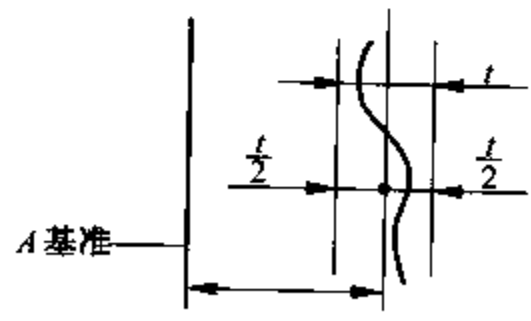
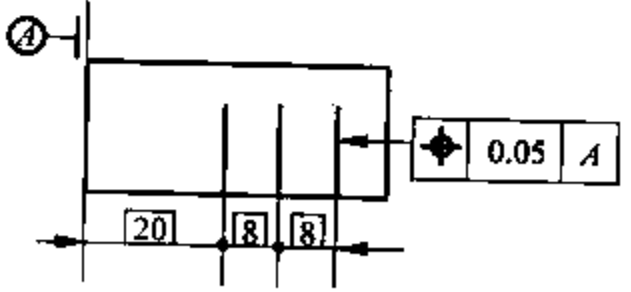
符号	公差带定义	标注和解释
15.10 位置度公差		
15.10.1 点的位置度公差		
	<p>如公差值前加注 <math>\phi</math>,公差带是直径为公差值 <math>t</math> 的圆内的区域。圆公差带的中心点的位置由相对于基准 A 和 B 的理论正确尺寸确定</p> 	<p>两个中心线的交点必须位于直径为公差值 0.3 的圆内,该圆的圆心位于由相对基准 A 和 B(基准直线)的理论正确尺寸所确定的点的理想位置上</p> 
	<p>如公差值前加注 <math>S\phi</math>,公差带是直径为公差值 <math>t</math> 的球内的区域。球公差带的中心点的位置由相对于基准 A、B 和 C 的理论正确尺寸确定</p> 	<p>被测球的球心必须位于直径为公差值 0.3 的球内。该球的球心位于由相对基准 A、B、C 的理论正确尺寸所确定的理想位置上</p> 
15.10.2 线位置度公差		
	<p>公差带是距离为公差值 <math>t</math> 且以线的理想位置为中心线对称配置的两平行直线之间的区域。中心线的位置由相对于基准 A 的理论正确尺寸确定,此位置度公差仅给定一个方向</p> 	<p>每根刻线的中心线必须位于距离为公差值 0.05 且由相对于基准 A 的理论正确尺寸所确定的理想位置对称的诸两平行直线之间</p> 

表 4(续)

mm


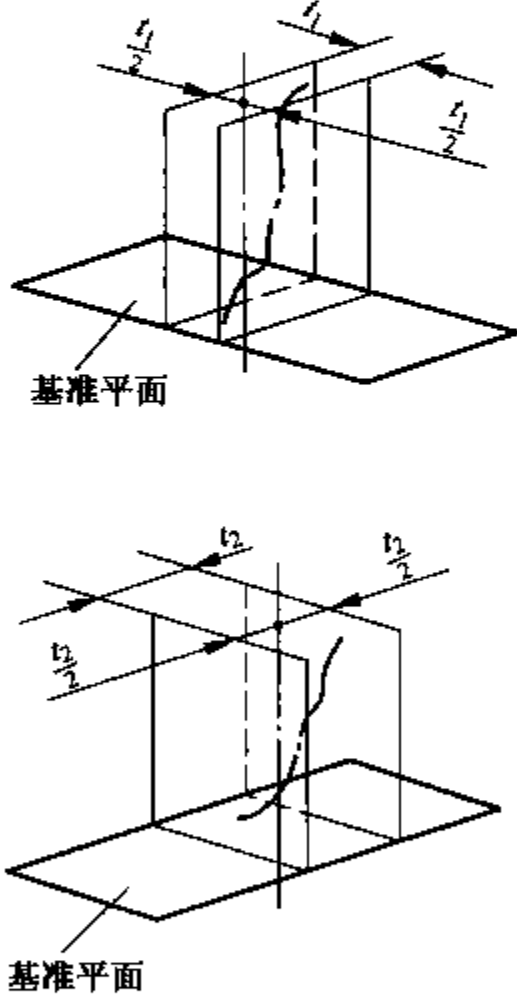
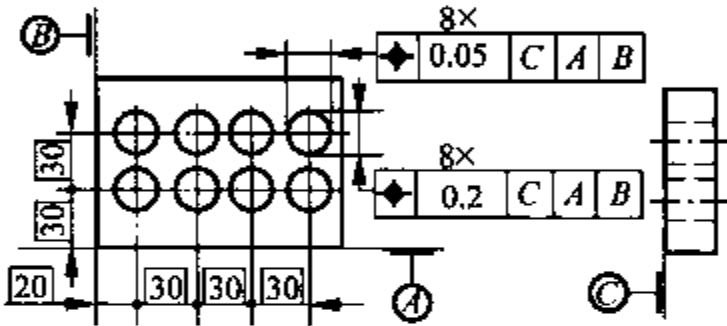

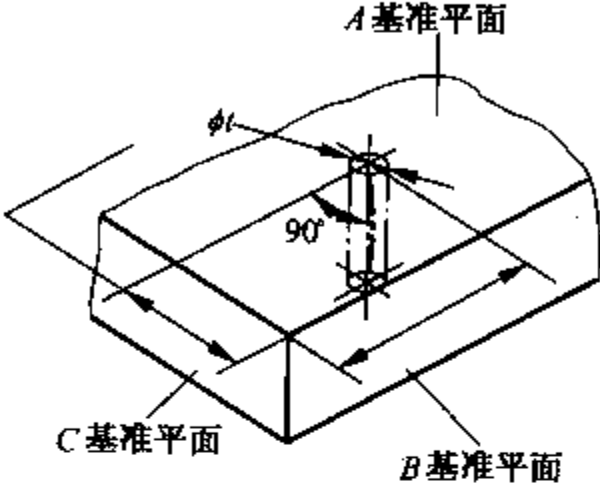
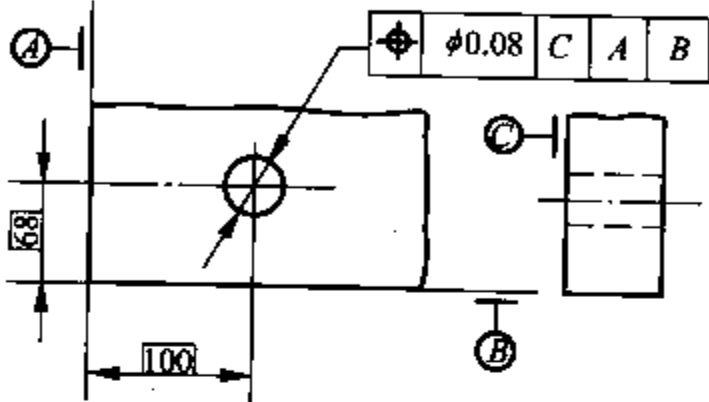
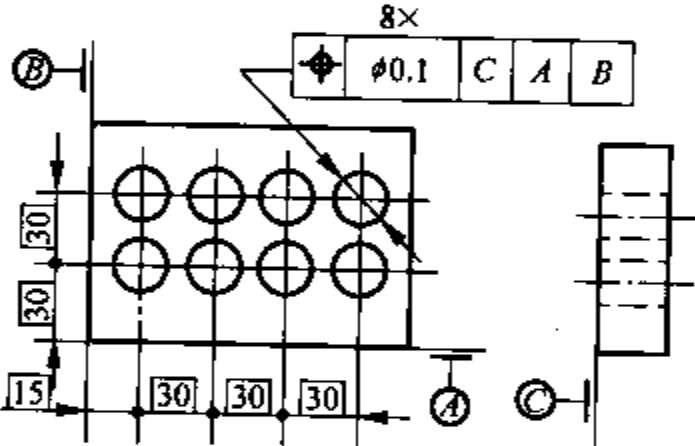
符号	公差带定义	标注和解释
	<p>公差带是两对互相垂直的距离分别为 <math>t_1</math> 和 <math>t_2</math> 且以轴线的理想位置为中心对称配置的两平行平面之间的区域。轴线的理想位置是由相对于三基面体系的理论正确尺寸确定的,此位置度公差相对于基准给定互相垂直的两个方向</p> <div><p>基准平面</p><p>基准平面</p></div>	<p>各个被测孔的轴线必须分别位于两对互相垂直的距离分别为公差值 0.05 和 0.2,由相对于 C、A、B 基准表面(基准平面)理论正确尺寸所确定的理想位置对称配置的两平行平面之间</p> <div></div>

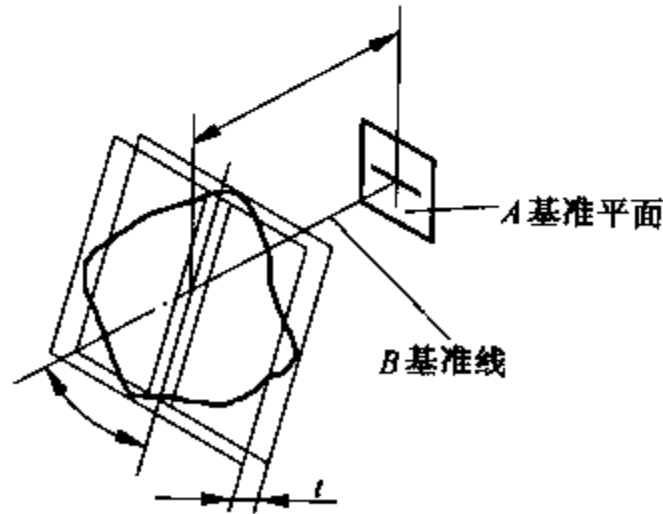
表 4(续)

mm

符号	公差带定义	标注和解释
	<p>如在公差值前加注 <math>\phi</math>, 则公差带是直径为 <math>t</math> 的圆柱面内的区域。公差带的轴线的位置由相对于三基面体系的理论正确尺寸确定</p> 	<p>被测轴线必须位于直径为公差值 <math>\phi 0.08</math> 且以相对于 C、A、B 基准表面(基准平面)的理论正确尺寸所确定的理想位置为轴线的圆柱面内</p>  <p>每个被测轴线必须位于直径为公差值 <math>\phi 0.1</math>, 由以相对于 C、A、B 基准表面(基准平面)的理论正确尺寸所确定的理想位置为轴线的圆柱面内</p> 

15.10.3 平面或中心平面的位置度公差

公差带是距离为公差值  $t$  且以面的理想位置为中心对称配置的两平行平面之间的区域。面的理想位置是由相对于三基面体系的理论正确尺寸确定的



被测表面必须位于距离为公差值 0.05, 由以相对于基准线 B(基准轴线)和基准表面 A(基准平面)的理论正确尺寸所确定的理想位置对称配置的两平行平面之间

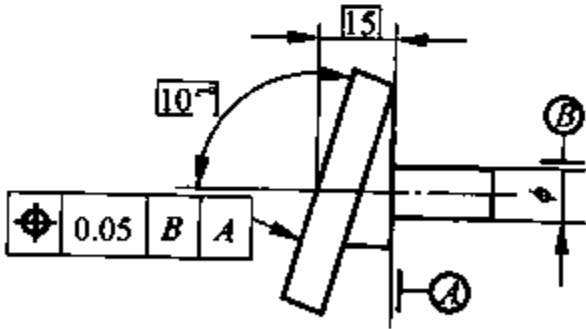


表 4(续)

mm

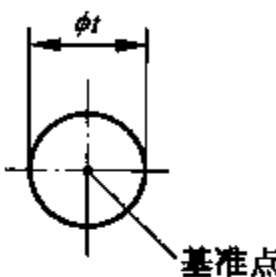
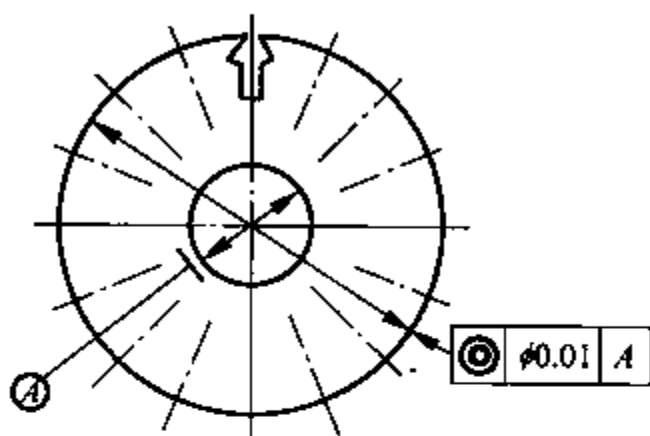
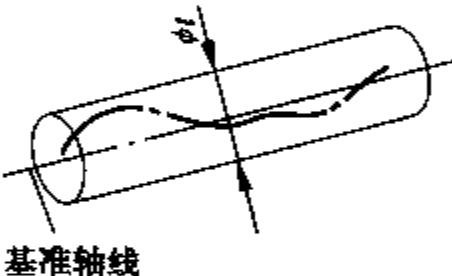
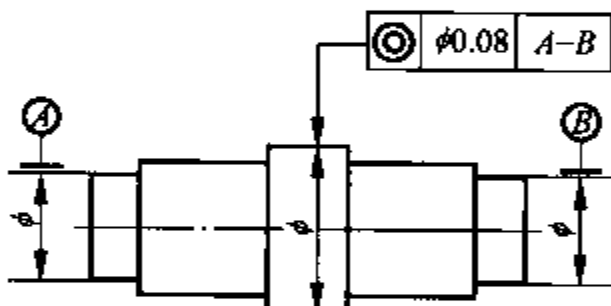
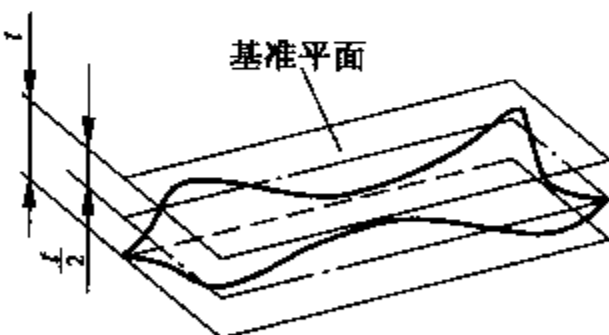
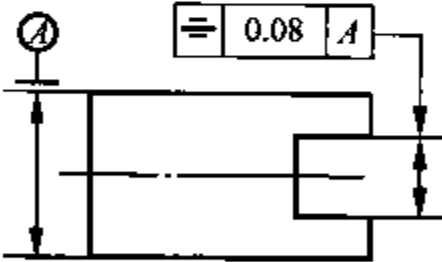
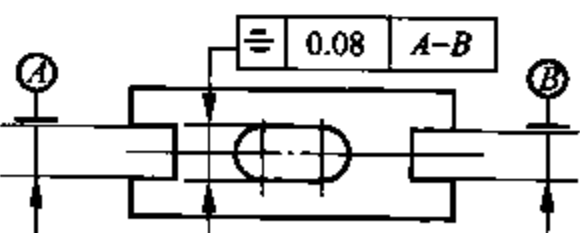
符号	公差带定义	标注和解释
15.11 同轴度公差		
◎	<p>15.11.1 点的同轴度公差</p> <p>公差带是直径为公差值 <math>\phi t</math> 且与基准圆心同心的圆内的区域</p> 	<p>外圆的圆心必须位于直径为公差值 <math>\phi 0.01</math> 且与基准圆心同心的圆内</p> 
	<p>15.11.2 轴线的同轴度公差</p> <p>公差带是直径为公差值 <math>\phi t</math> 的圆柱面内的区域,该圆柱面的轴线与基准轴线同轴</p> 	<p>大圆柱面的轴线必须位于直径为公差值 <math>\phi 0.08</math> 且与公共基准线 A-B(公共基准轴线)同轴的圆柱面内</p> 
15.12 对称度公差		
≡	<p>15.12.1 中心平面的对称度公差</p> <p>公差带是距离为公差值 <math>t</math> 且相对基准的中心平面对称配置的两平行平面之间的区域</p> 	<p>被测中心平面必须位于距离为公差值 0.08 且相对于基准中心平面 A 对称配置的两平行平面之间</p>  <p>被测中心平面必须位于距离为公差值 0.08 且相对于公共基准中心平面 A-B 对称配置的两平行平面之间</p> 

表 4(续)

mm

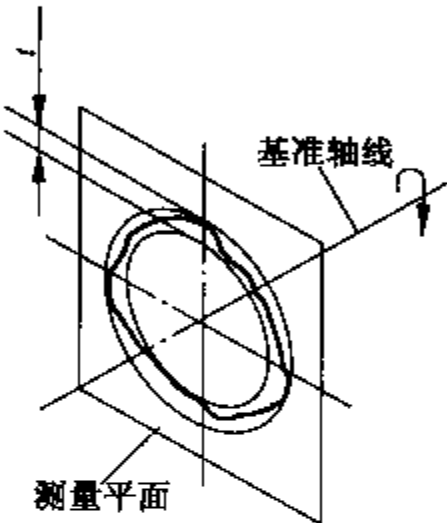
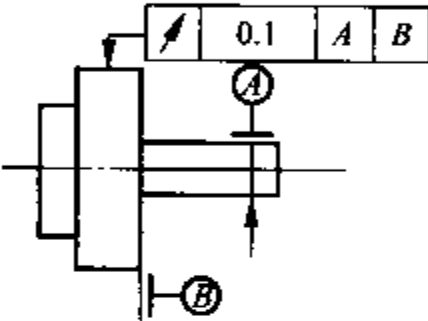
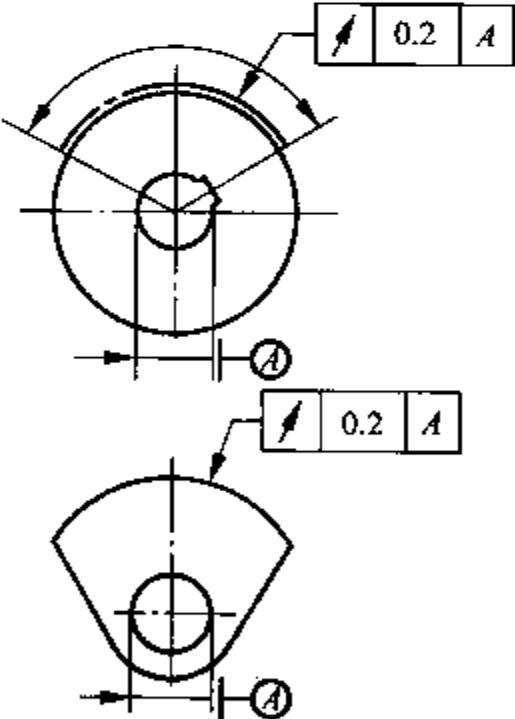
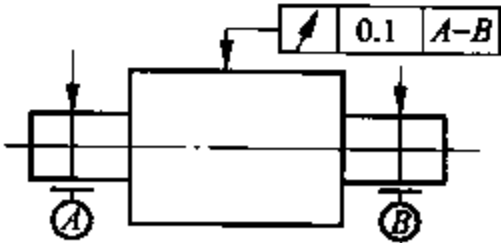
符号	公差带定义	标注和解释
15.13 圆跳动公差	<p>圆跳动公差是被测要素某一固定参考点围绕基准轴线旋转一周时(零件和测量仪器间无轴向位移)允许的最大变动量 <math>t</math>, 圆跳动公差适用于每一个不同的测量位置</p> <p>注: 圆跳动可能包括圆度、同轴度、垂直度或平面度误差, 这些误差的总值不能超过给定的圆跳动公差</p>	
15.13.1 径向圆跳动公差	<p>公差带是在垂直于基准轴线的任一测量平面内、半径差为公差值 <math>t</math> 且圆心在基准轴线上的两同心圆之间的区域</p>  <p>跳动通常是围绕轴线旋转一整周, 也可对部分圆周进行限制</p>	<p>当被测要素围绕基准线 <math>A</math> (基准轴线) 并同时受基准表面 <math>B</math> (基准平面) 的约束旋转一周时, 在任一测量平面内的径向圆跳动量均不得大于 0.1</p>  <p>被测要素绕基准线 <math>A</math> (基准轴线) 旋转一个给定的部分圆周时, 在任一测量平面内的径向圆跳动量均不得大于 0.2</p>  <p>当被测要素围绕公共基准线 <math>A-B</math> (公共基准轴线) 旋转一周时, 在任一测量平面内的径向圆跳动量均不得大于 0.1</p> 

表 4(续)

mm

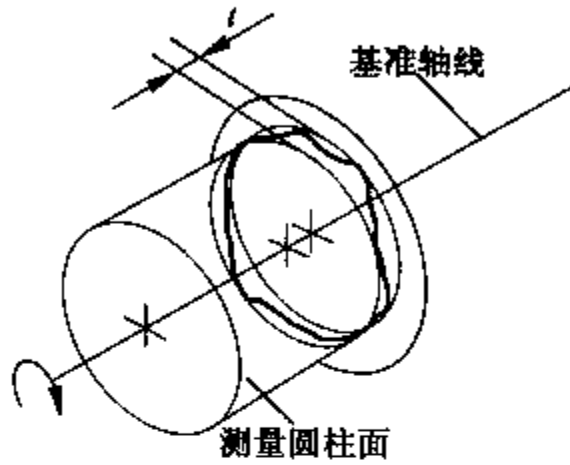
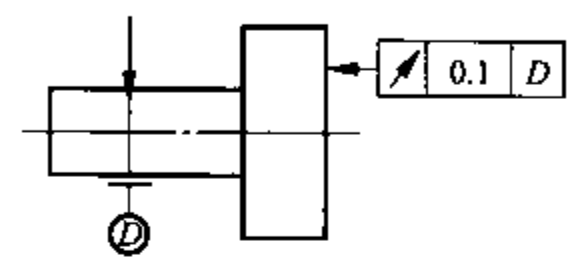
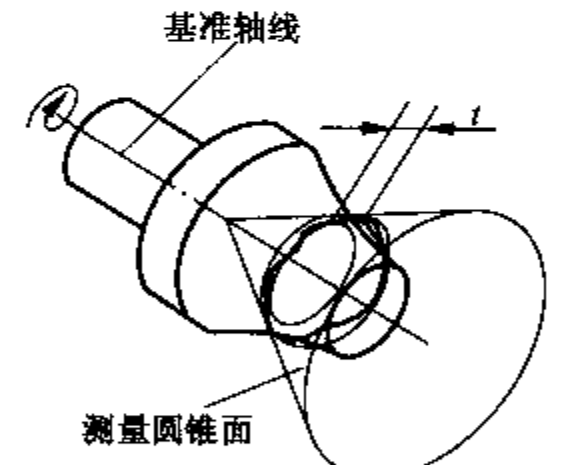
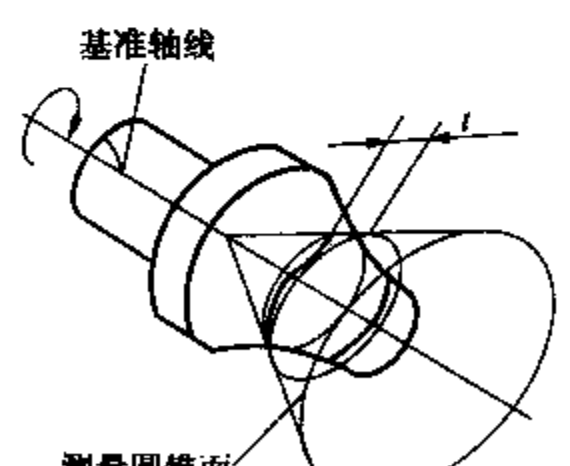
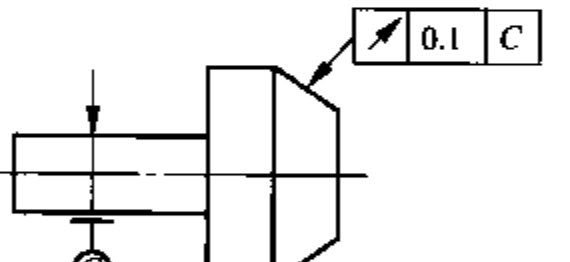
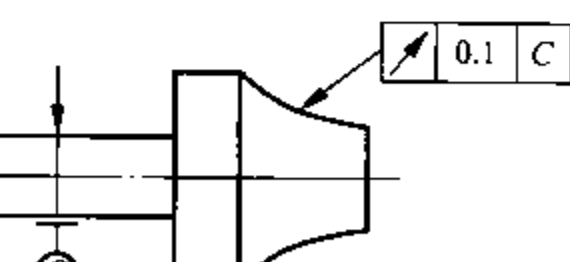
符号	公差带定义	标注和解释
15.13.2	端面圆跳动公差	
	<p>公差带是在与基准同轴的任一半径位置的测量圆柱面上距离为 <math>t</math> 的两圆之间的区域</p> 	<p>被测面围绕基准线 <math>D</math> (基准轴线) 旋转一周时, 在任一测量圆柱面内轴向的跳动量均不得大于 0.1</p> 
15.13.3	斜向圆跳动公差	
	<p>公差带是在与基准同轴的任一测量圆锥面上距离为 <math>t</math> 的两圆之间的区域 除另有规定, 其测量方向应与被测面垂直</p>  	<p>被测曲面绕基准线 <math>C</math> (基准轴线) 旋转一周时, 在任一测量圆锥面上的跳动量均不得大于 0.1</p>  <p>被测曲面绕基准线 <math>C</math> (基准轴线) 旋转一周时, 在任一测量圆锥面上的跳动量均不得大于 0.1</p> 

表 4(续)

mm

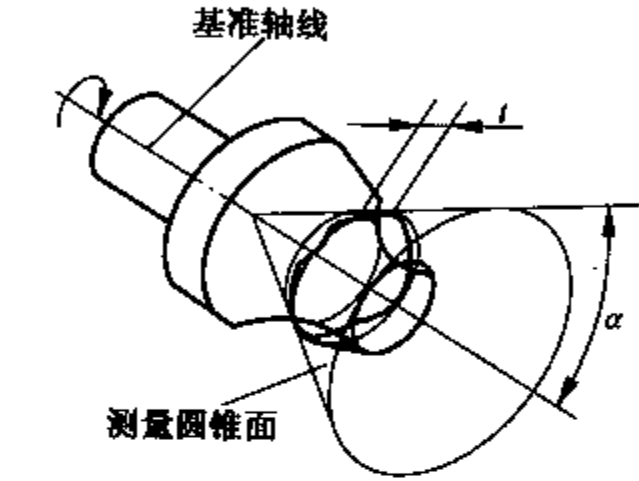
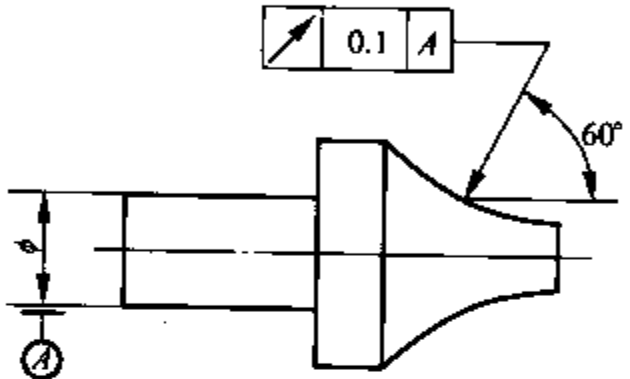
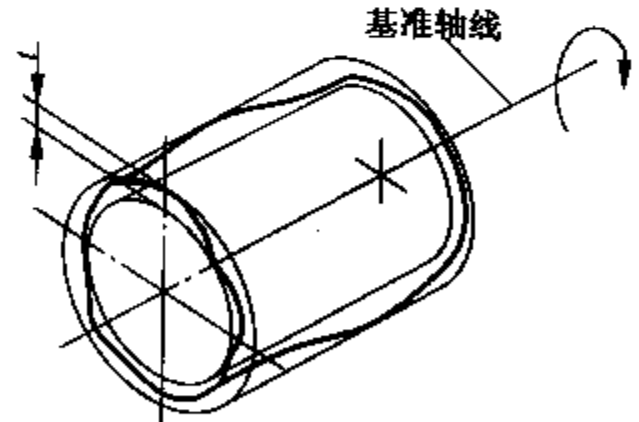
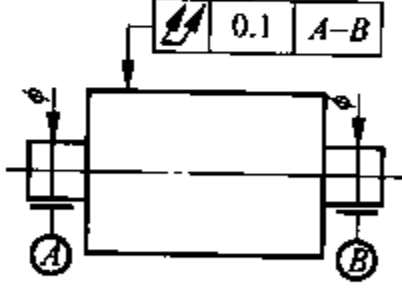
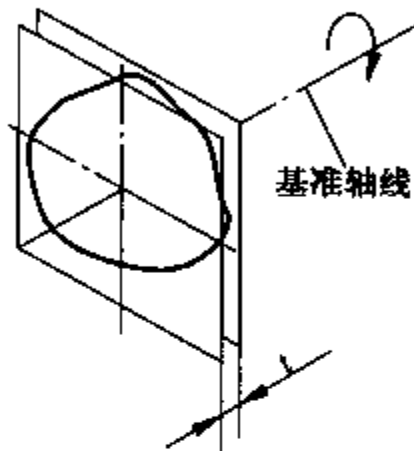
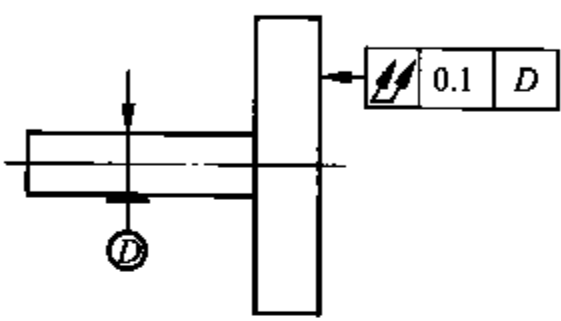
符号	公差带定义	标注和解释
	15.13.4 斜向(给定角度的)圆跳动公差	
	<p>公差带是在与基准同轴的任一给定角度的测量圆锥面上,距离为公差值 <math>t</math> 的两圆之间的区域</p> 	<p>被测面绕基准线 A(基准轴线)旋转一周时,在给定角度为 <math>60^\circ</math> 的任一测量圆锥面上的跳动量均不得大于 0.1</p> 
	15.14 全跳动公差	
	15.14.1 径向全跳动公差	
	<p>公差带是半径差为公差值 <math>t</math> 且与基准同轴的两圆柱面之间的区域</p> 	<p>被测要素围绕公共基准线 A-B 作若干次旋转,并在测量仪器与工件间同时作轴向的相对移动时,被测要素上各点间的示值差均不得大于 0.1。测量仪器或工件必须沿着基准轴线方向并相对于公共基准线 A-B 移动</p> 

表 4(续)

mm

符号	公差带定义	标注和解释
	<p>15.14.2 端面全跳动公差</p> <p>公差带是距离为公差值 <math>t</math> 且与基准垂直的两平行平面之间的区域</p>  <p>基准轴线</p>	<p>被测要素围绕基准轴线 <math>D</math> 作若干次旋转,并在测量仪器与工件间作径向相对移动时,在被测要素上各点间的示值差均不得大于 0.1。测量仪器或工件必须沿着轮廓具有理想正确形状的线和相对于基准轴线 <math>D</math> 的正确方向移动</p> 



本标准主要适用于用去除材料方法形成的要素,也可用于其他方法形成的要素,但使用时应确定本部门的制造精度是否在本标准规定的未注公差值之内。

1 通则

本标准所规定的公差等级考虑了各类工厂的一般制造精度,如由于功能要求需对某个要素提出更高的公差要求时,应按照 GB/T 1182 的规定在图样上直接标注;更粗的公差要求只有对工厂有经济效益时才需注出。

在图样或有关文件中采用本标准规定的形位公差未注公差时,应按照本标准第 3 章的规定进行标注,它适用于所有没有单独标注形位公差的要素。

除本标准规定的各项目未注公差外,其他项目如线轮廓度、面轮廓度、倾斜度、位置度和全跳动均应由各要素的注出或未注形位公差、线性尺寸公差或角度公差控制。

2 形位公差的未注公差值

2.1 形状公差的未注公差值

2.1.1 直线度和平面度

表 1 给出了直线度和平面度的未注公差值。在表 1 中选择公差值时,对于直线度应按其相应线的长度选择;对于平面度应按其表面的较长一侧或圆表面的直径选择。

表 1 直线度和平面度的未注公差值 mm

公差等级	基本长度范围					
	≤10	>10~30	>30~100	>100~300	>300~1000	>1000~3000
H	0.02	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4
K	0.05	0.1	0.2	0.4	0.6	0.8
L	0.1	0.2	0.4	0.8	1.2	1.6

2.1.2 圆度

圆度的未注公差值等于标准的直径公差值,但不能大于表 4 中的径向圆跳动值(见附录 A 中图 A.2)。

2.1.3 圆柱度

圆柱度的未注公差值不作规定。

- 注:1 圆柱度误差由三个部分组成:圆度、直线度和相对素线的平行度误差,而其中每一项误差均由它们的注出公差或未注公差控制。
- 2 如因功能要求,圆柱度应小于圆度、直线度和平行度的未注公差的综合结果,应在被测要素上按 GB/T 1182 的规定注出圆柱度公差值。
- 3 采用包容要求。

2.2 位置公差的未注公差值

2.2.1 平行度

平行度的未注公差值等于给出的尺寸公差值,或是直线度和平面度未注公差值中的相应公差值取较大者。应取两要素中的较长者作为基准,若两要素的长度相等则可选任一要素为基准(见附录 A 的图 A.4)。

2.2.2 垂直度

表 2 给出了垂直度的未注公差值。取形成直角的两边中较长的一边作为基准,较短的一边作为被测要素;若两边的长度相等则可取其中的任意一边作为基准。

表 2 垂直度未注公差值 mm

公差等级	基本长度范围			
	≤100	>100~300	>300~1000	>1000~3000
H	0.2	0.3	0.4	0.5
K	0.4	0.6	0.8	1
L	0.6	1	1.5	2

2.2.3 对称度

表 3 给出了对称度的未注公差值。应取两要素中较长者作为基准,较短者作为被测要素;若两要素长度相等则可选任一要素为基准。

注:对称度的未注公差值用于至少两个要素中的一个为中心平面,或两个要素的轴线相互垂直,见附录 A 图 A.5。

表 3 对称度未注公差值 mm

公差等级	基本长度范围			
	≤100	>100~300	>300~1000	>1000~3000
H	0.5			
K	0.6		0.8	1
L	0.6	1	1.5	2

2.2.4 同轴度

同轴度的未注公差值未作规定。

在极限状况下,同轴度的未注公差值可以和表 4 中规定的径向圆跳动的未注公差值相等。应选两要素中的较长者为基准,若两要素长度相等则可选任一要素为基准。

2.2.5 圆跳动

表 4 给出了圆跳动(径向、端面和斜向)的未注公差值。

对于圆跳动的未注公差值,应以设计或工艺给出的支承面作为基准,否则应取两要素中较长的一个作为基准;若两要素的长度相等则可选任一要素为基准。

表 4 圆跳动的未注公差值 mm

公差等级	H	K	L
圆跳动公差值	0.1	0.2	0.5

3 未注公差值的图样表示法

若采用本标准规定的未注公差值,应在标题栏附近或在技术要求、技术文件中注出标准号

及公差等级代号：

GB/T 1184 - ×

4 拒收

除另有规定,当零件要素的形位误差超出未注公差值而零件的功能没有受到损害时,不应按惯例拒收。

附录 A(规范性附录) 形位公差未注公差值的示例和解释

A.1 形位公差未注公差值的适用范围

形位公差的未注公差值适用于遵守独立原则的零件要素,也适用于某些遵守包容要求的零件要素,在要素处处都是最大实体尺寸时也适用(示例见图 A.1)。

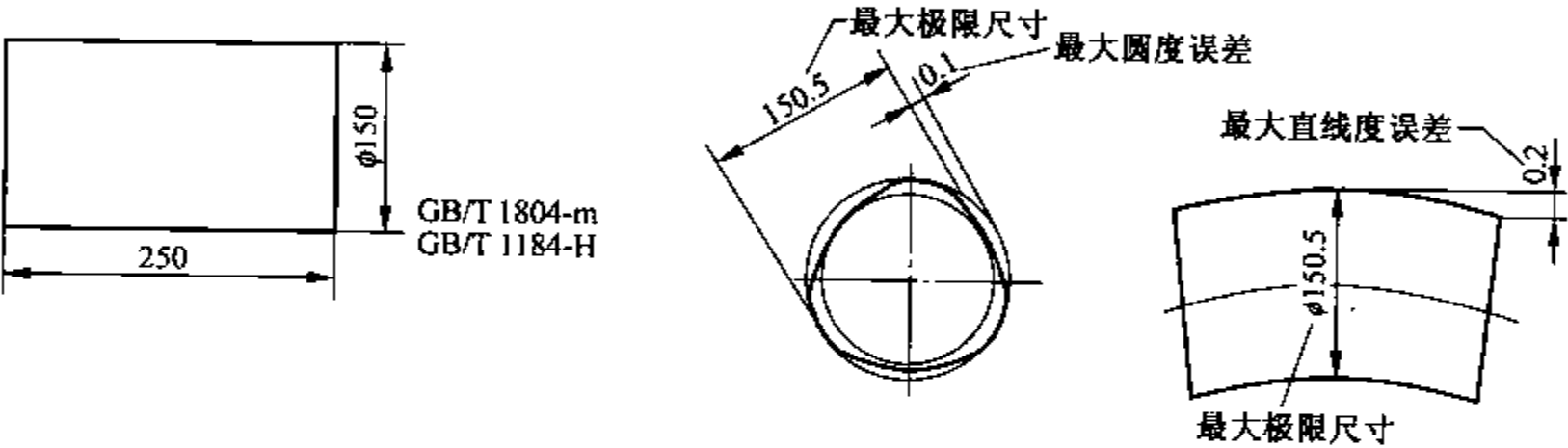


图 A.1 独立原则:在同一要素上的最大允许误差

A.2 圆度的未注公差示例

示例见图 A.2。

示例	图样上的标注	圆度公差带	示例	图样上的标注	圆度公差带
1			2		

图 A.2 圆度未注公差示例

示例 1:圆要素注出直径公差值  $25_{-0.1}^0$ ,圆度未注公差值等于尺寸公差值 0.1。

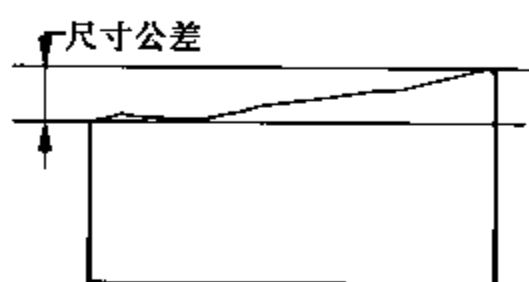
示例 2:圆要素直径采用未注公差值,按 GB/T 1804 中的 m 级。

A.3 圆柱度(见 2.1.3)

由于圆度、直线度和相对素线的平行度同时受到尺寸公差的限制,因此它们综合形成的未注公差值应小于上述三种公差值的综合结果。为简单起见,可采用包容要求⑤或注出圆柱度公差。

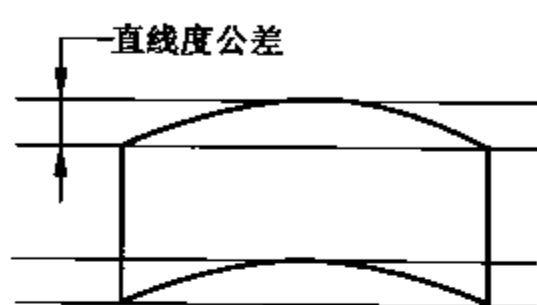
#### A.4 平行度

由于形位公差采用公差带的概念,平行度误差可由尺寸公差值控制(见图 A.3);如果要素处处均为最大实体尺寸,则由直线度、平面度控制(见图 A.4)。



平行度误差小于或等于尺寸公差值

图 A.3 平行度未注公差示例

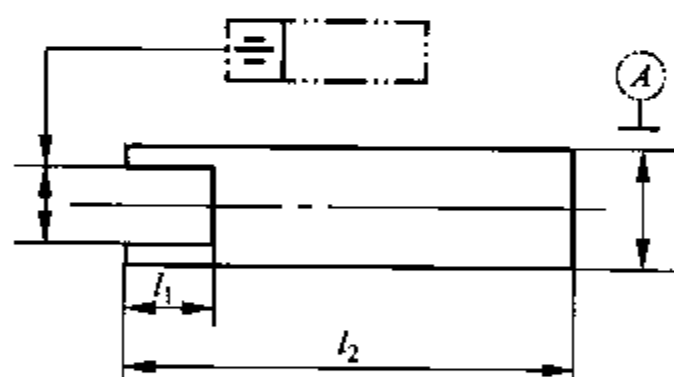


平行度误差小于或等于直线度公差

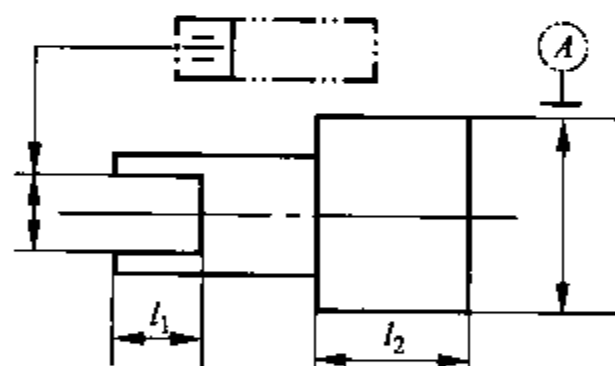
图 A.4 平行度未注公差示例

#### A.5 对称度

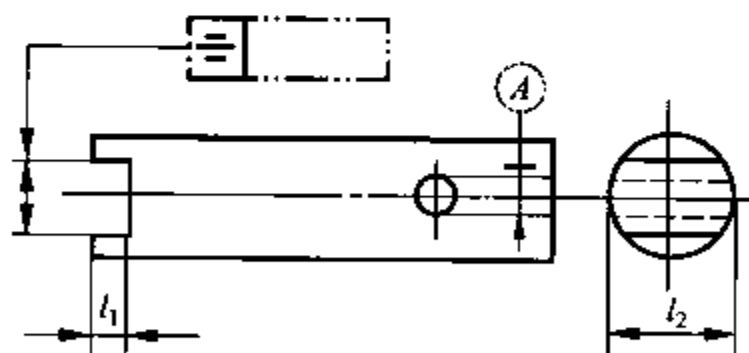
对称度应取较长要素为基准,如两要素长度相等则可选任一要素为基准。示例见图 A.5。



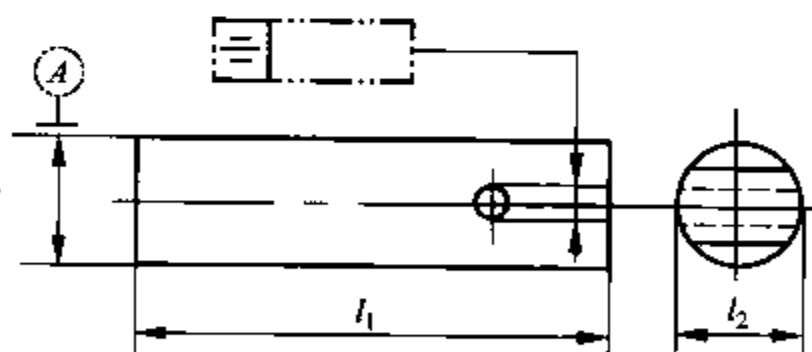
(a)基准: 较长要素 ( $l_2$ )



(b)基准: 较长要素 ( $l_2$ )



(c)基准: 较长要素 ( $l_2$ )

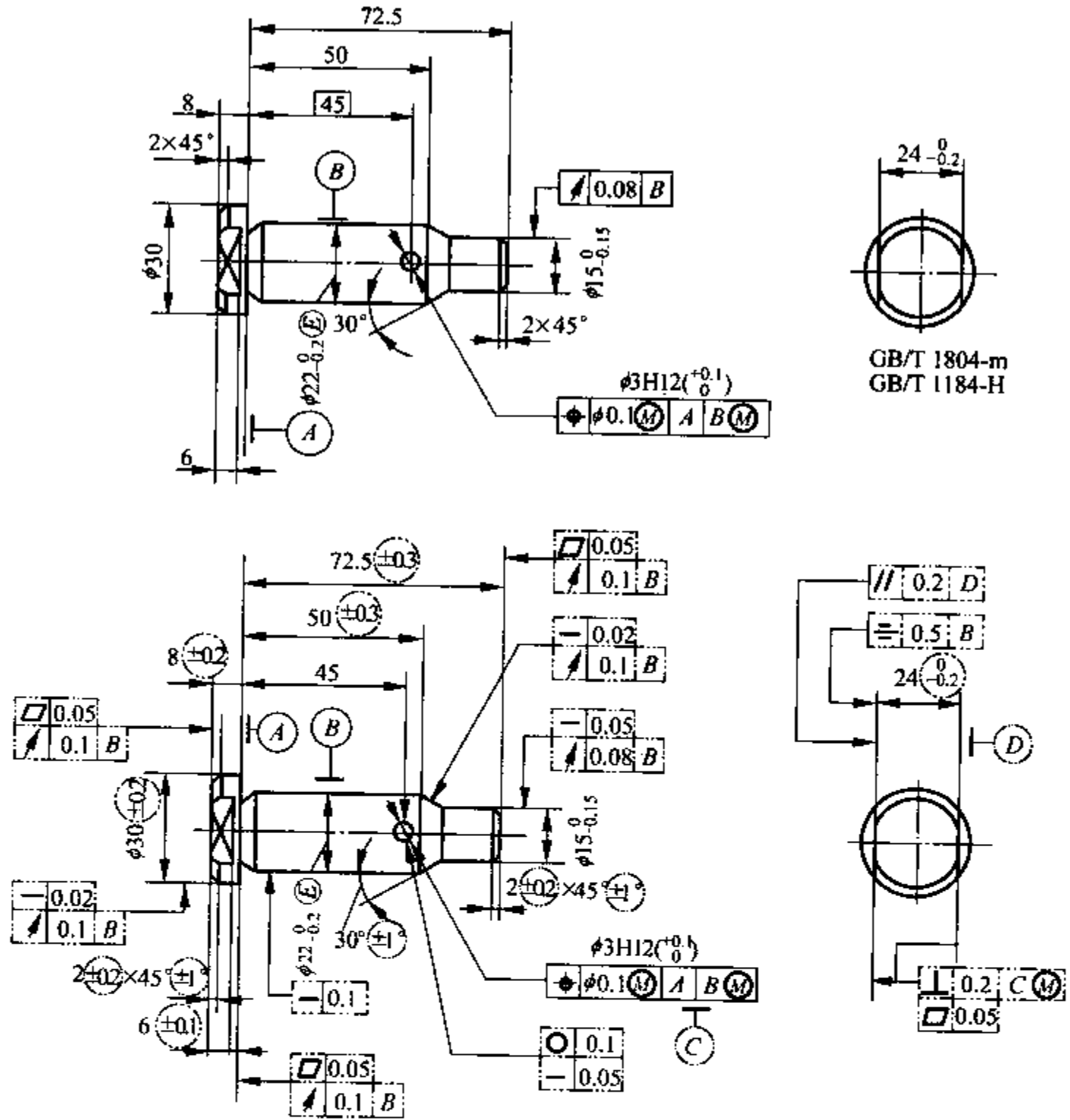


(d)基准: 较长要素 ( $l_1$ )

图 A.5 对称度示例

#### A.6 图样综合示例

综合图样示例及解释见图 A.6。



注:1 用细双点划线表示的公差值(框格或图)是未注公差值,由于车间加工时能达到或小于 GB/T 1184 所规定的未注公差值,因此,该公差值在车间加工时能自动达到,通常不要求检查。  
2 有些公差值同时限制了该要素上的其他项目的误差,如垂直度公差也限制了直线度误差,因而图中没有表示所有的未注公差值。

图 A.6 图样示例

附录 B(规范性附录) 图样上注出公差值的规定

B.1 本附录提出了下列项目的公差值或数系表:

- a) 直线度、平面度(表 B.1);
- b) 圆度、圆柱度(表 B.2);
- c) 平行度、垂直度、倾斜度(表 B.3);
- d) 同轴度、对称度、圆跳动和全跳动(表 B.4);

e) 位置度数系(表 B.5)。

B.2 本附录提出的公差值是以零件和量具在标准温度(20℃)下测量为准。

B.3 公差值的选用原则:

B.3.1 根据零件的功能要求,并考虑加工的经济性和零件的结构、刚性等情况,按表中数系确定要素的公差值。并考虑下列情况:

- a) 在同一要素上给出的形状公差值应小于位置公差值。如要求平行的两个表面,其平面度公差值应小于平行度公差值;
- b) 圆柱形零件的形状公差值(轴线的直线度除外)一般情况下应小于其尺寸公差值;
- c) 平行度公差值应小于其相应的距离公差值。

B.3.2 对于下列情况,考虑到加工的难易程度和除主参数外其他参数的影响,在满足零件功能的要求下,适当降低 1~2 级选用。

- a) 孔相对于轴;
- b) 细长比较大的轴或孔;
- c) 距离较大的轴或孔;
- d) 宽度较大(一般大于 1/2 长度)的零件表面;
- e) 线对线和线对面相对于面对面的平行度;
- f) 线对线和线对面相对于面对面的垂直度。

表 B.1 直线度、平面度

主参数 L mm	公差等级											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	公差值, μm											
≤10	0.2	0.4	0.8	1.2	2	3	5	8	12	20	30	60
>10~16	0.25	0.5	1	1.5	2.5	4	6	10	15	25	40	80
>16~25	0.3	0.6	1.2	2	3	5	8	12	20	30	50	100
>25~40	0.4	0.8	1.5	2.5	4	6	10	15	25	40	60	120
>40~63	0.5	1	2	3	5	8	12	20	30	50	80	150
>63~100	0.6	1.2	2.5	4	6	10	15	25	40	60	100	200
>100~160	0.8	1.5	3	5	8	12	20	30	50	80	120	250
>160~250	1	2	4	6	10	15	25	40	60	100	150	300
>250~400	1.2	2.5	5	8	12	20	30	50	80	120	200	400
>400~630	1.5	3	6	10	15	25	40	60	100	150	250	500
>630~1000	2	4	8	12	20	30	50	80	120	200	300	600
>1000~1600	2.5	5	10	15	25	40	60	100	150	250	400	800
>1600~2500	3	6	12	20	30	50	80	120	200	300	500	1000
>2500~4000	4	8	15	25	40	60	100	150	250	400	600	1200
>4000~6300	5	10	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1500
>6300~10000	6	12	25	40	60	100	150	250	400	600	1000	2000

主参数  $L$  图例

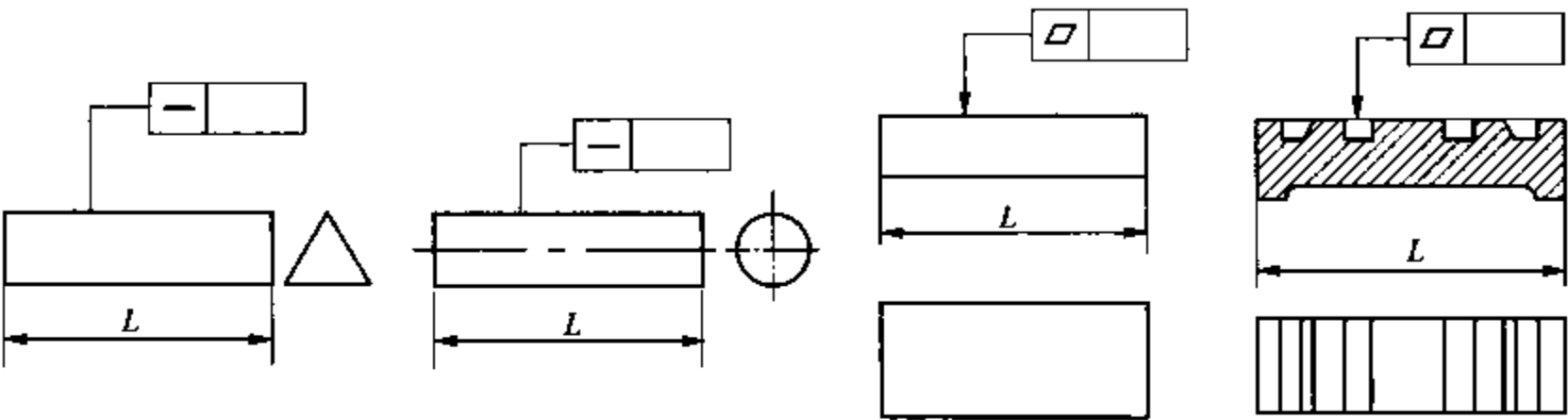


表 B.2 圆度、圆柱度

主参数 $d(D)$ mm	公差等级												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	公差值, $\mu\text{m}$												
$\leq 3$	0.1	0.2	0.3	0.5	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25
$> 3 \sim 6$	0.1	0.2	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30
$> 6 \sim 10$	0.12	0.25	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36
$> 10 \sim 18$	0.15	0.25	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43
$> 18 \sim 30$	0.2	0.3	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52
$> 30 \sim 50$	0.25	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62
$> 50 \sim 80$	0.3	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	13	19	30	46	74
$> 80 \sim 120$	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	6	10	15	22	35	54	87
$> 120 \sim 180$	0.6	1	1.2	2	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100
$> 180 \sim 250$	0.8	1.2	2	3	4.5	7	10	14	20	29	46	72	115
$> 250 \sim 315$	1.0	1.6	2.5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130
$> 315 \sim 400$	1.2	2	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140
$> 400 \sim 500$	1.5	2.5	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155

主参数  $d(D)$  图例

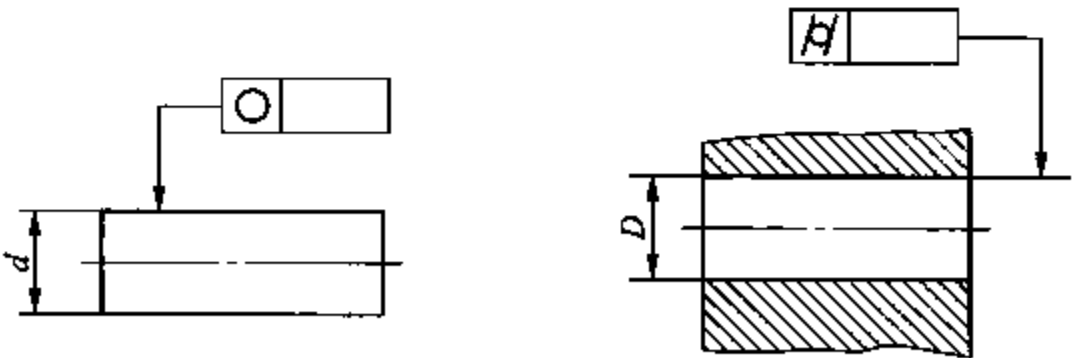


表 B.3 平行度、垂直度、倾斜度

主参数 $L, d(D)$ mm	公差等级											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	公差值, $\mu\text{m}$											
$\leq 10$	0.4	0.8	1.5	3	5	8	12	20	30	50	80	120
$> 10 \sim 16$	0.5	1	2	4	6	10	15	25	40	60	100	150
$> 16 \sim 25$	0.6	1.2	2.5	5	8	12	20	30	50	80	120	200
$> 25 \sim 40$	0.8	1.5	3	6	10	15	25	40	60	100	150	250
$> 40 \sim 63$	1	2	4	8	12	20	30	50	80	120	200	300
$> 63 \sim 100$	1.2	2.5	5	10	15	25	40	60	100	150	250	400
$> 100 \sim 160$	1.5	3	6	12	20	30	50	80	120	200	300	500
$> 160 \sim 250$	2	4	8	15	25	40	60	100	150	250	400	600
$> 250 \sim 400$	2.5	5	10	20	30	50	80	120	200	300	500	800
$> 400 \sim 630$	3	6	12	25	40	60	100	150	250	400	600	1000
$> 630 \sim 1000$	4	8	15	30	50	80	120	200	300	500	800	1200
$> 1000 \sim 1600$	5	10	20	40	60	100	150	250	400	600	1000	1500
$> 1600 \sim 2500$	6	12	25	50	80	120	200	300	500	800	1200	2000
$> 2500 \sim 4000$	8	15	30	60	100	150	250	400	600	1000	1500	2500
$> 4000 \sim 6300$	10	20	40	80	120	200	300	500	800	1200	2000	3000
$> 6300 \sim 10000$	12	25	50	100	150	250	400	600	1000	1500	2500	4000

主参数  $L, d(D)$  图例

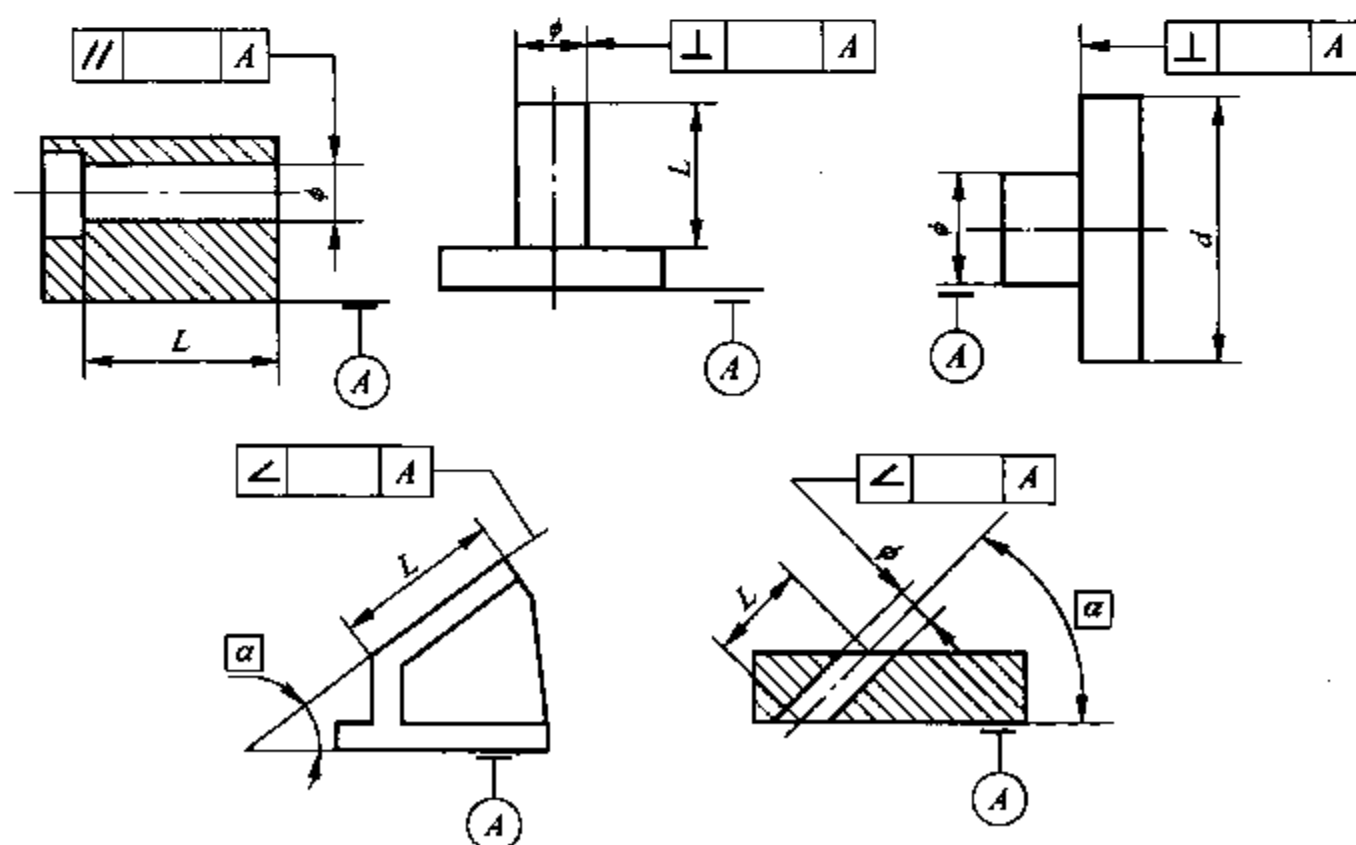
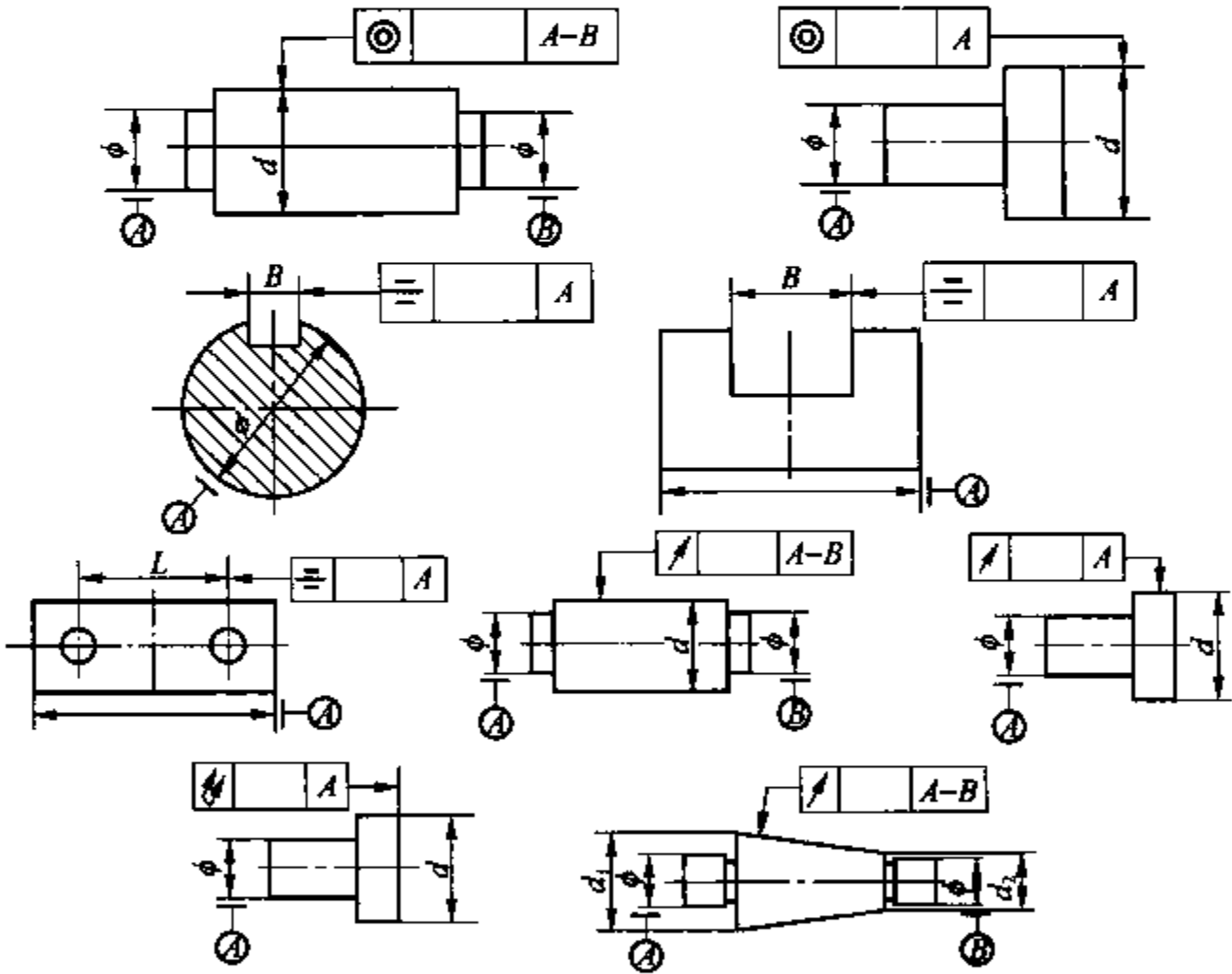




表 B.4 同轴度、对称度、圆跳动和全跳动

主参数 $d(D), B, L$ mm	公差等级											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	公差值, $\mu\text{m}$											
$\leq 1$	0.4	0.6	1.0	1.5	2.5	4	6	10	15	25	40	60
$> 1 \sim 3$	0.4	0.6	1.0	1.5	2.5	4	6	10	20	40	60	120
$> 3 \sim 6$	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	12	25	50	80	150
$> 6 \sim 10$	0.6	1	1.5	2.5	4	6	10	15	30	60	100	200
$> 10 \sim 18$	0.8	1.2	2	3	5	8	12	20	40	80	120	250
$> 18 \sim 30$	1	1.5	2.5	4	6	10	15	25	50	100	150	300
$> 30 \sim 50$	1.2	2	3	5	8	12	20	30	60	120	200	400
$> 50 \sim 120$	1.5	2.5	4	6	10	15	25	40	80	150	250	500
$> 120 \sim 250$	2	3	5	8	12	20	30	50	100	200	300	600
$> 250 \sim 500$	2.5	4	6	10	15	25	40	60	120	250	400	800
$> 500 \sim 800$	3	5	8	12	20	30	50	80	150	300	500	1000
$> 800 \sim 1250$	4	6	10	15	25	40	60	100	200	400	600	1200
$> 1250 \sim 2000$	5	8	12	20	30	50	80	120	250	500	800	1500
$> 2000 \sim 3150$	6	10	15	25	40	60	100	150	300	600	1000	2000
$> 3150 \sim 5000$	8	12	20	30	50	80	120	200	400	800	1200	2500
$> 5000 \sim 8000$	10	15	25	40	60	100	150	250	500	1000	1500	3000
$> 8000 \sim 10000$	12	20	30	50	80	120	200	300	600	1200	2000	4000

主参数  $d(D), B, L$  图例



当被测要素为圆锥面时, 取  $d = \frac{d_1 + d_2}{2}$

表 B.5 位置度数系

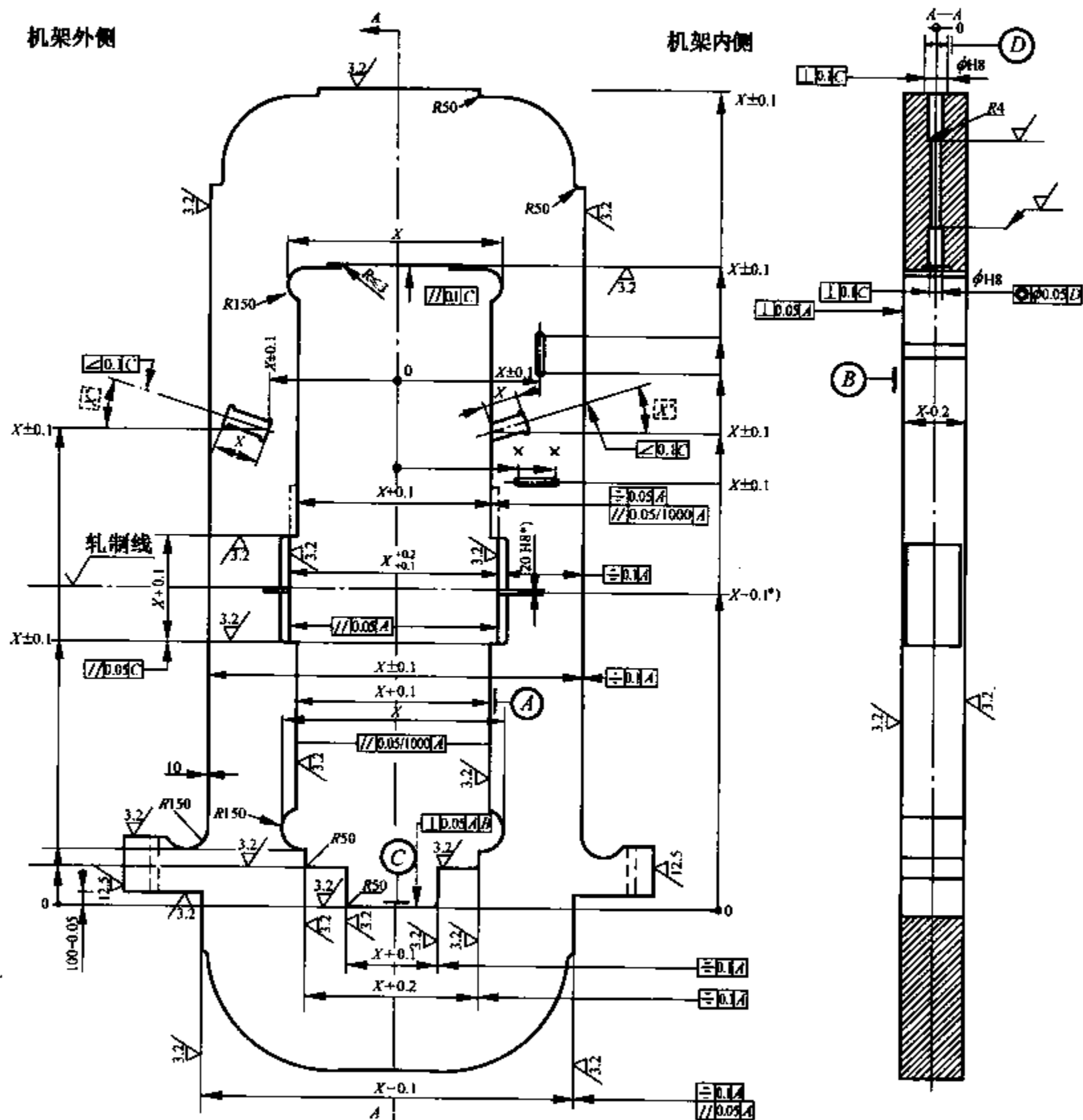
$\mu\text{m}$

1	1.2	1.5	2	2.5	3	4	5	6	8
$1 \times 10^n$	$1.2 \times 10^n$	$1.5 \times 10^n$	$2 \times 10^n$	$2.5 \times 10^n$	$3 \times 10^n$	$4 \times 10^n$	$5 \times 10^n$	$6 \times 10^n$	$8 \times 10^n$

注:  $n$  为正整数。

本标准规定了轧机机架的制造结构及尺寸公差、形位公差标注形式。尺寸示例仅用于钻孔和制模。

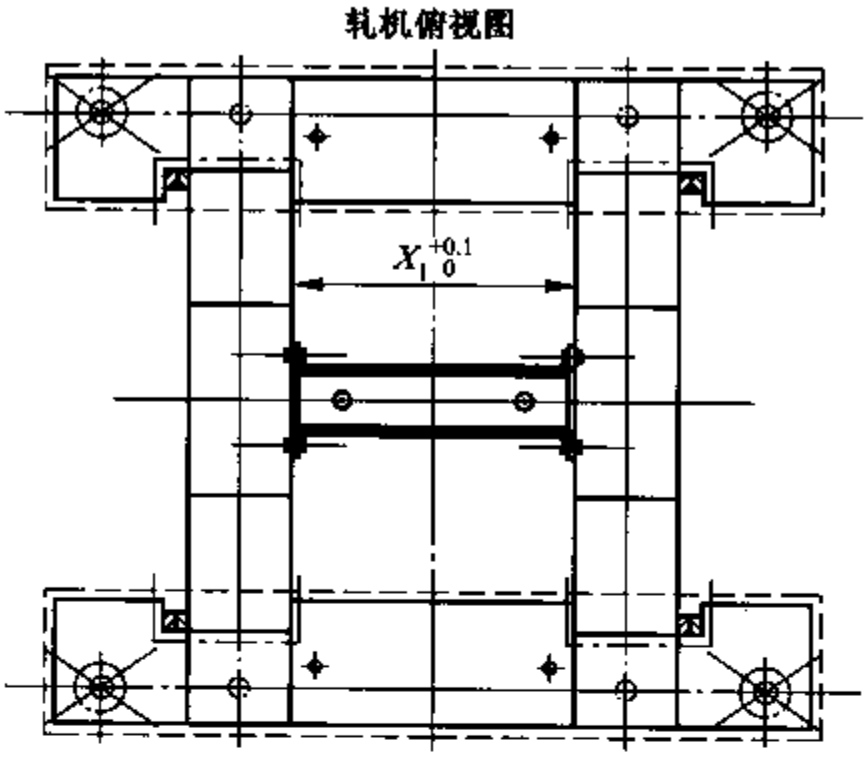
1 轧机机架。



※ 机架外侧，键槽的上边缘 = 轧制线。

- 注：1 所有圆弧，除 R150 和 R50 之外，其余推荐为 R6。个别情况下，R100 可以代替 R150。  
2 如果机架窗口下表面和机架下支承面处于同一高度，需要在机架下支承面上标注  $\sqrt{0.05C}$ 。  
3 对于钻孔布置和其他尺寸标注，可以参考上图中的标注形式。

2 轧机上横梁。

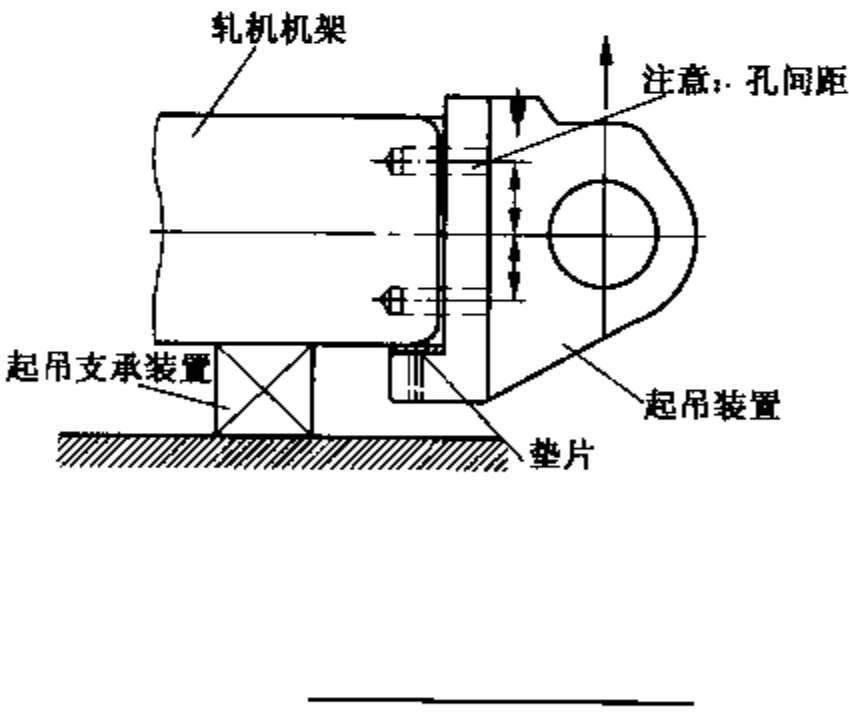


上横梁的尺寸 + 底板厚度 =  $X_1^{+0.1}_0$

- 3 在将滑板粘合到机架上时,必须严格保证胶的厚度。
- 4 机架从侧面起吊的装置。

轧机机架从侧面起吊的装置种类很多。因此,起吊装置上的孔间距必须符合轧机的设计要求。

机架总重: 机架+弯辊块+配管+调整缸等, max.1200 kN



本标准规定了 20 辊轧机机架尺寸公差和形位公差标注形式。

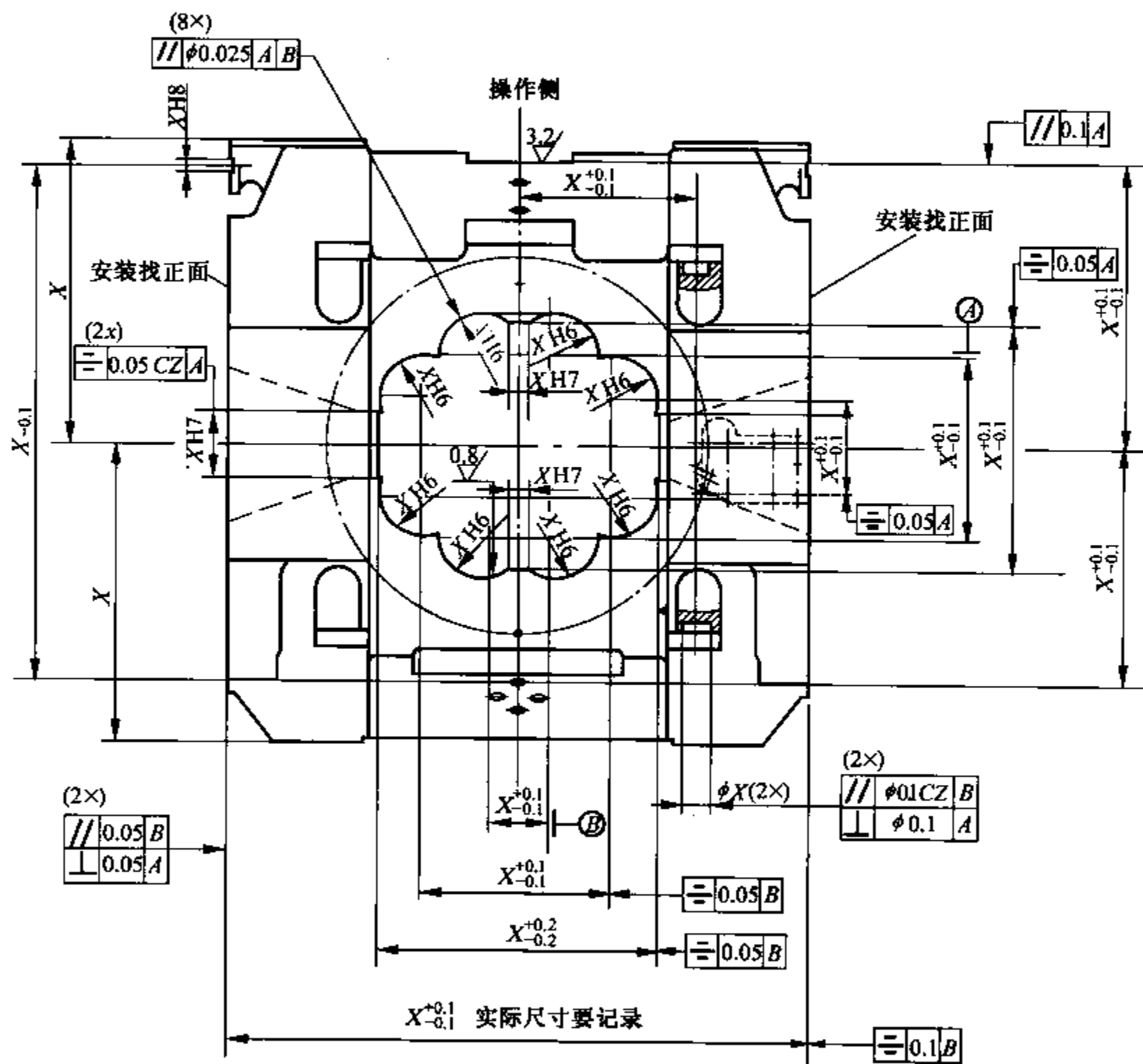


Figure 1

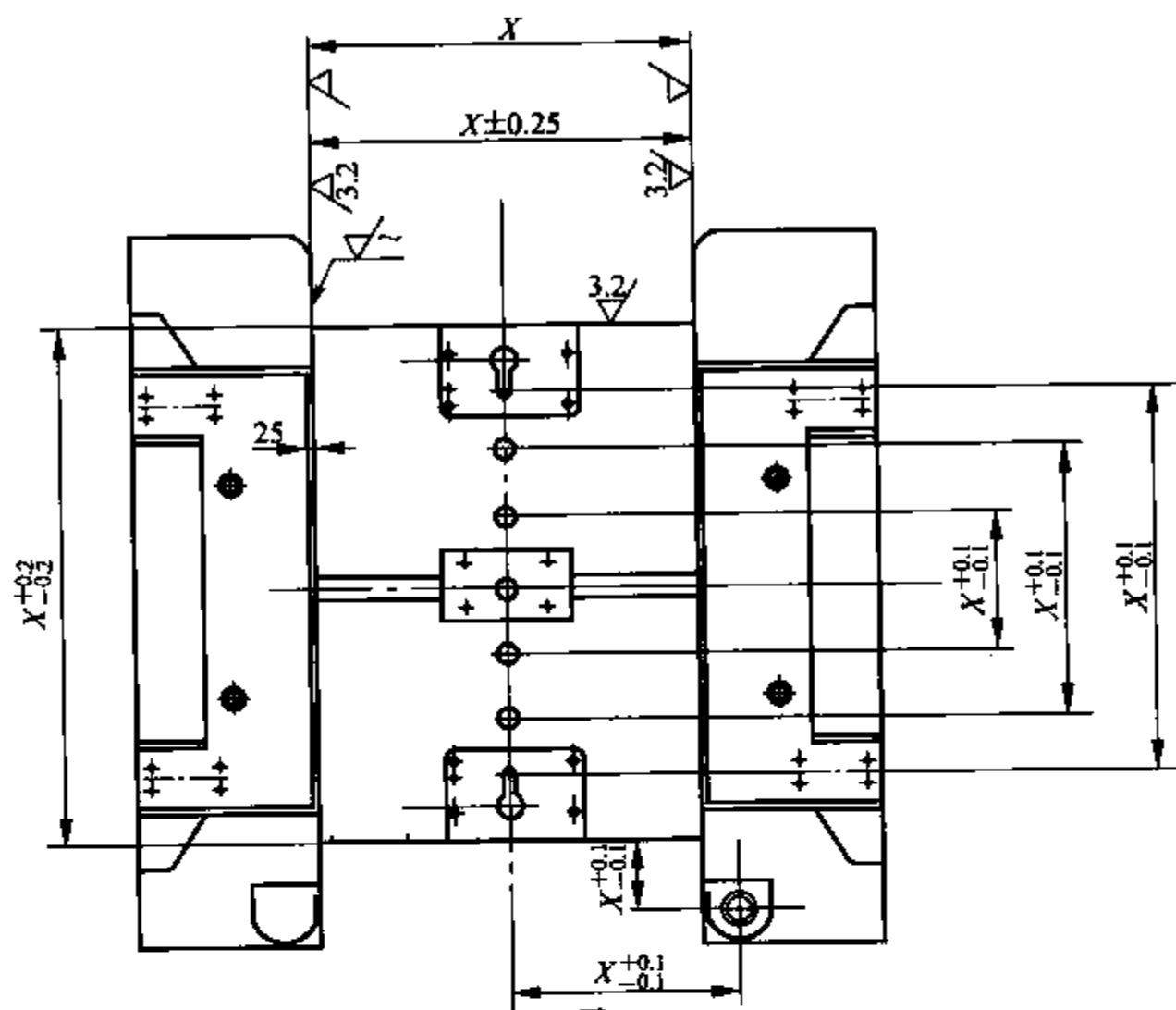


圖 2

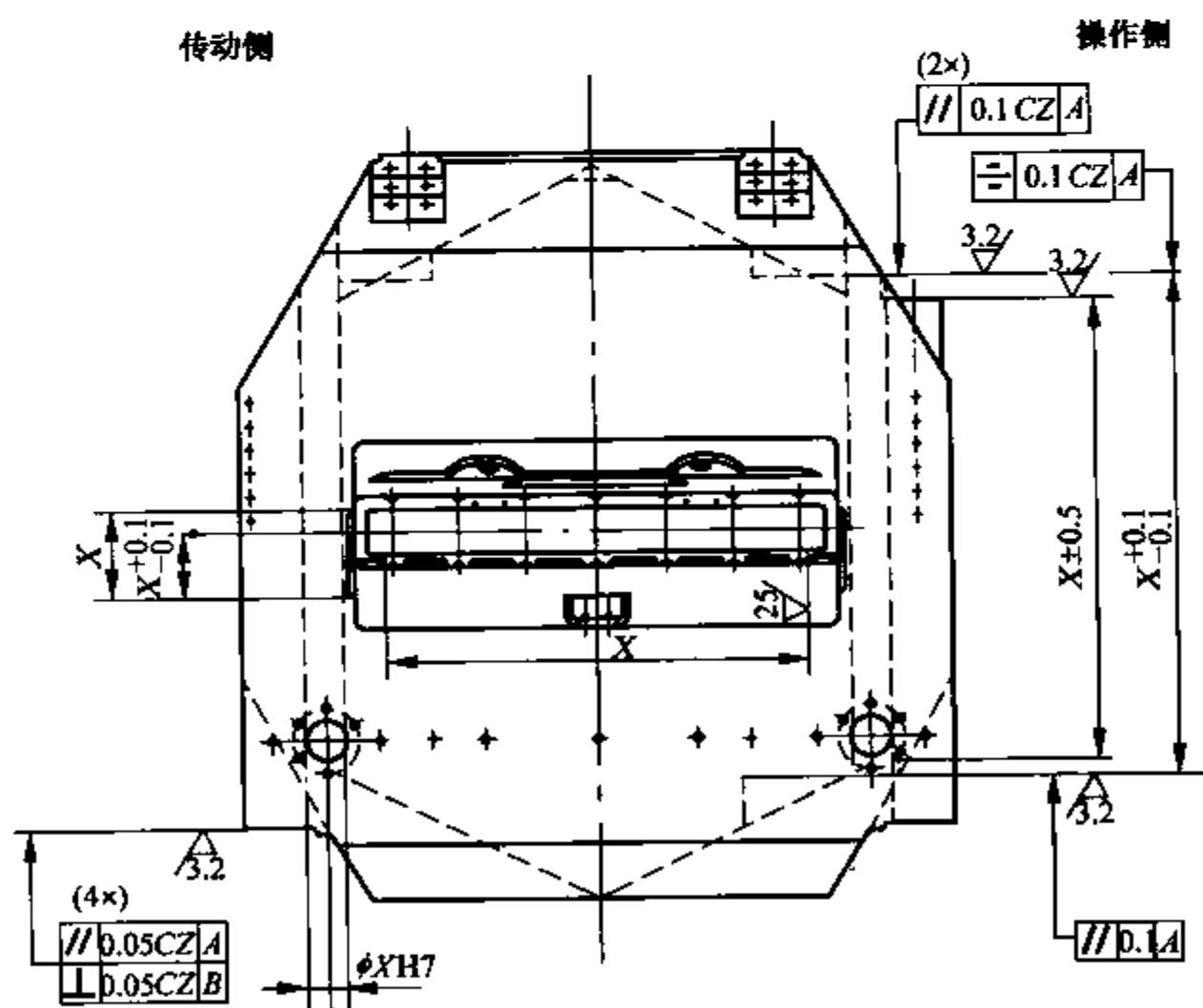
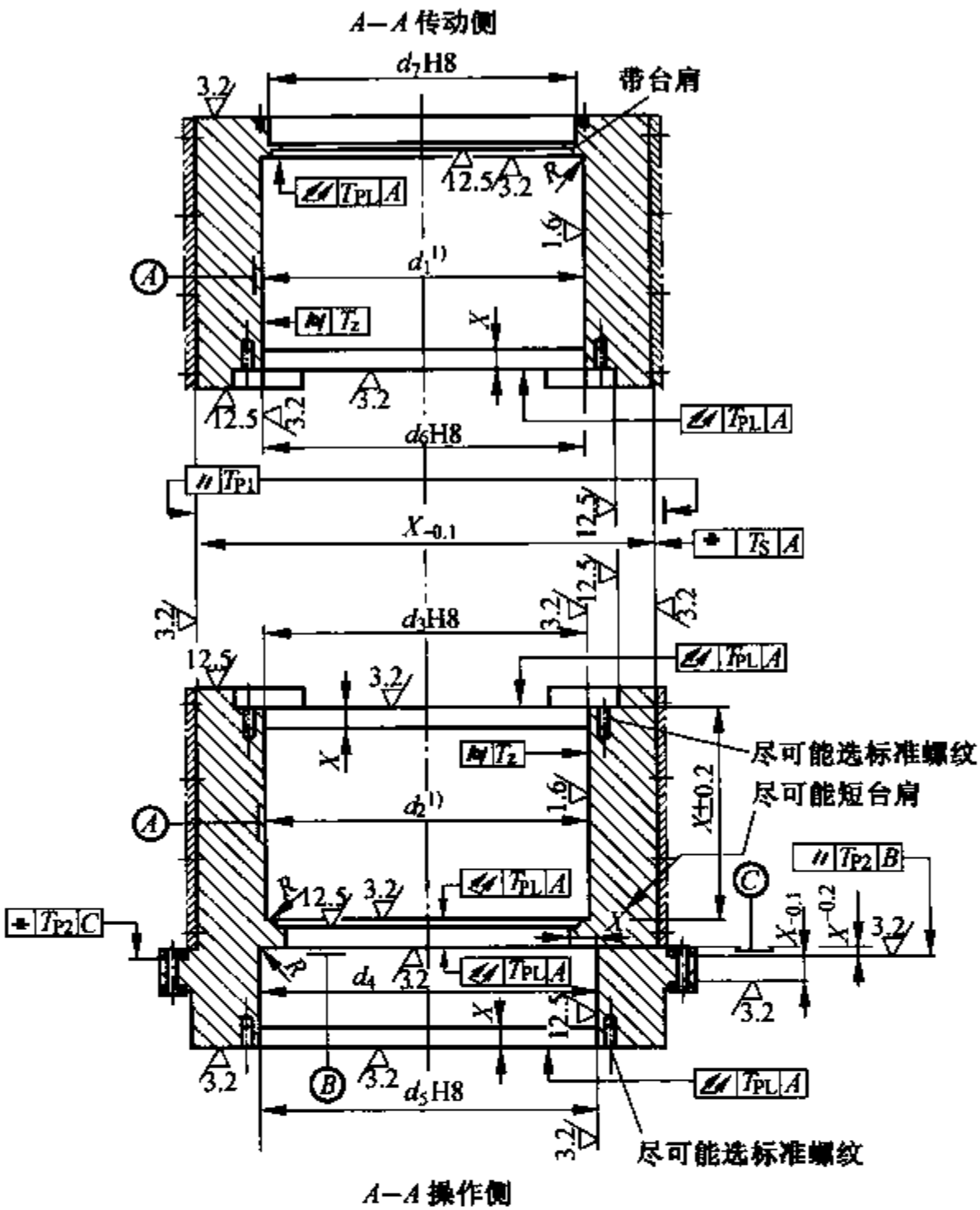


圖 3



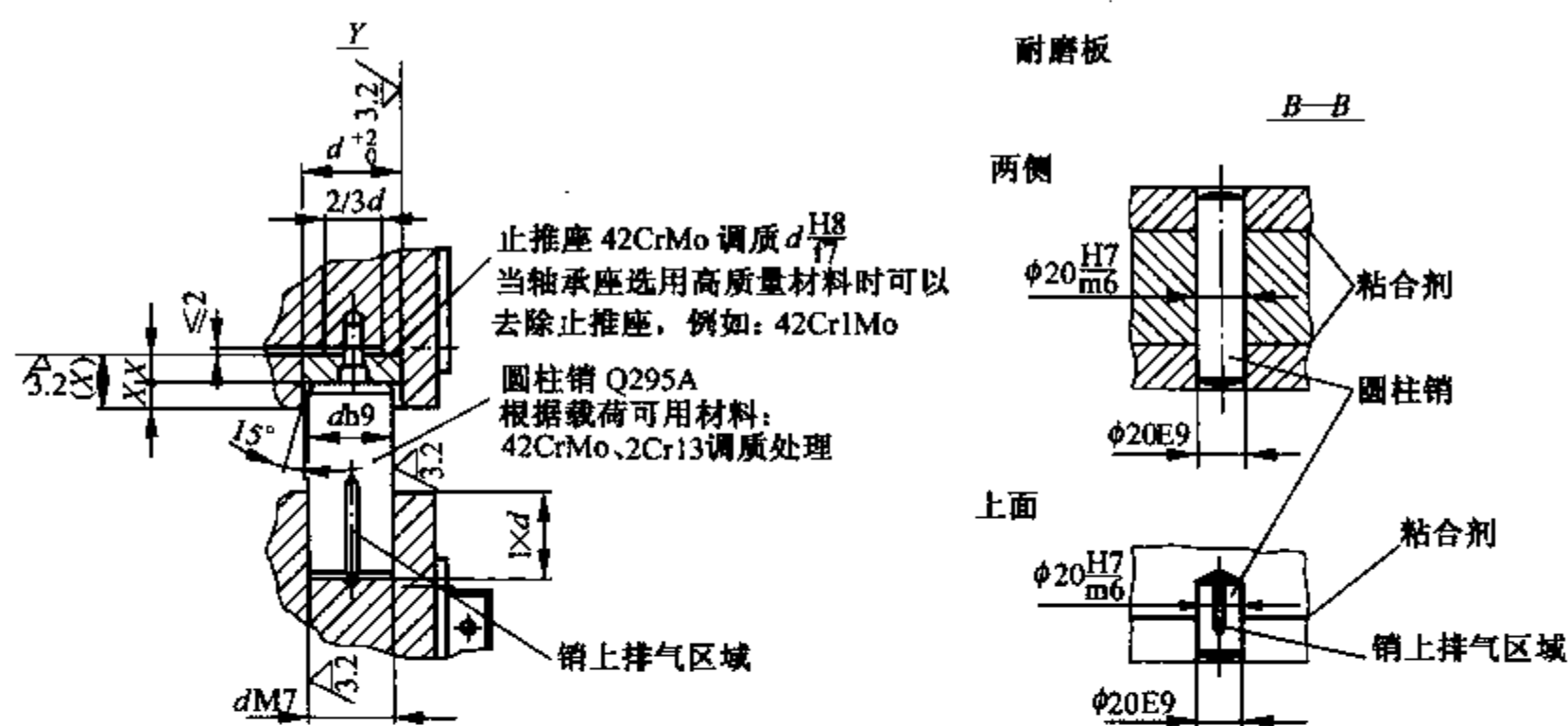


1) 公差应满足轴承制造厂技术要求。

mm

符号	说明	允许的形位公差		
		轴承孔 $d_1$ 和 $d_2$		
		$\leq 315$	$> 315 \sim 630$	$> 630 \sim 1000$
	$T_{PL}$ 端面对轴承孔 $d_1$ 和 $d_2$ 的全跳动	0.05		0.1
	$T_{P1}$ 外导向面平行度公差	0.05	0.1	
	$T_{P2}$ 锁紧面之间对称度公差及锁紧面对孔 $d_4$ 端面的平行度公差	0.07		0.1
	$T_Z$ 轴承孔 $d_1$ 和 $d_2$ 的圆柱度公差	滚动轴承 IT6/2, 油膜轴承 IT6		
	$T_S$ 外导向面与轴承孔 $d_1$ 和 $d_2$ 的对称度公差	轴承孔 $d_1$ 和 $d_2$		
		$\leq 500$	$> 500 \sim 1000$	
		0.1	0.2	

考虑制造原因,在工作辊轴承座图样中应采用本标准中使用的尺寸、形位公差标注形式。此标注形式也适用于其他类似轧辊轴承座的形位公差及尺寸公差的标注。



## 2 材料

根据载荷情况:粗轧机 ZG20Mn 正火处理;

精轧机 ZG35SiMn 或 ZG42Cr1Mo 调质处理。

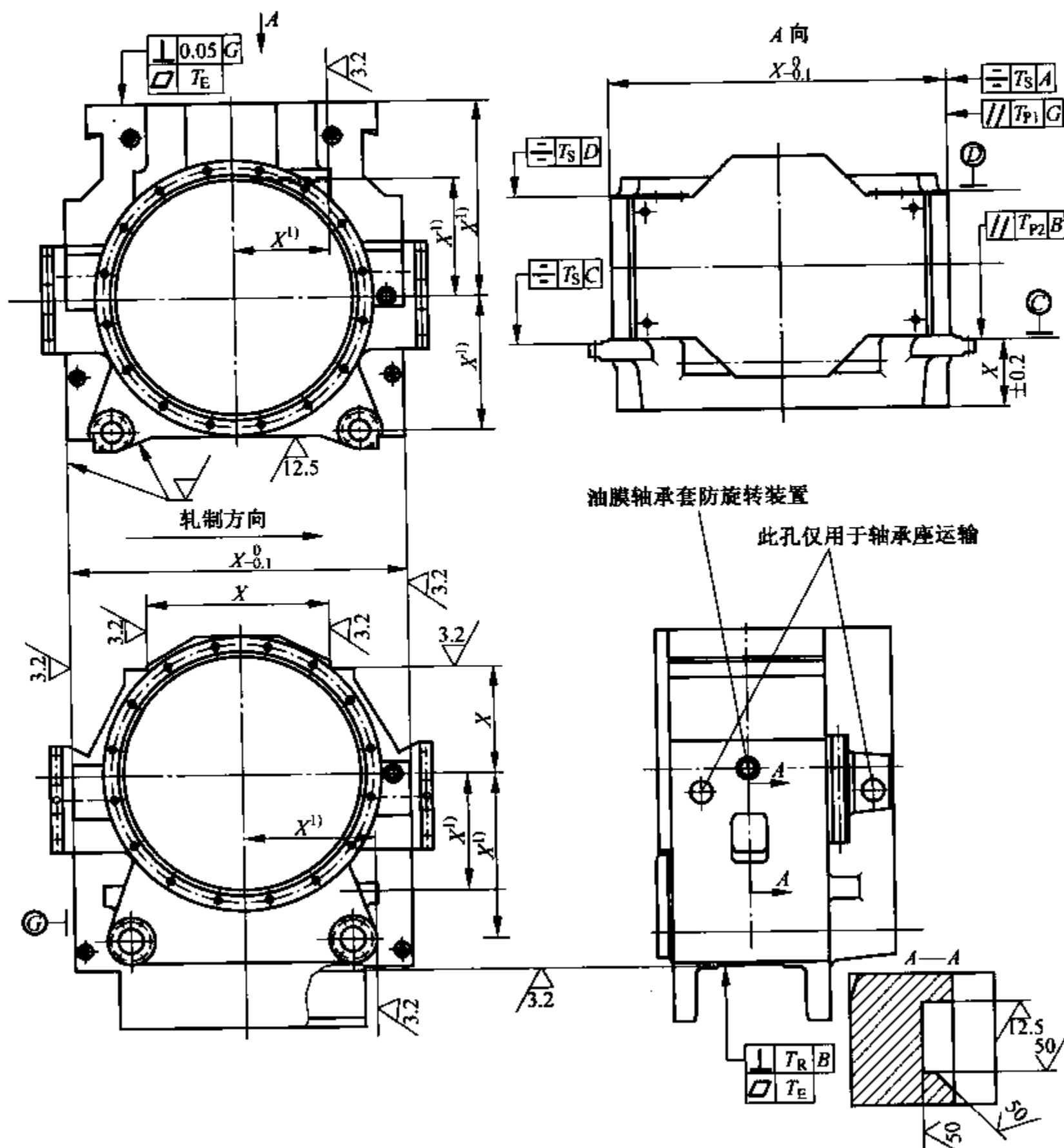
## 3 无损探伤按 JB/T 5000.14 进行。



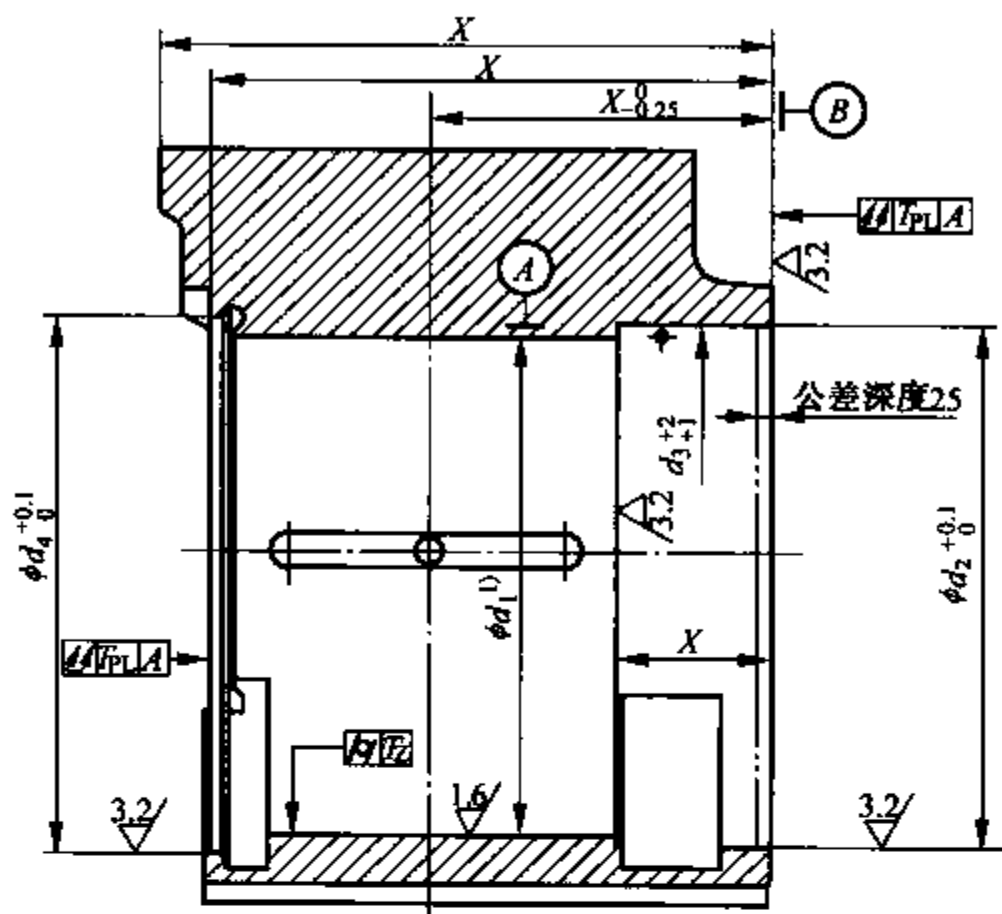
### 轧机支承辊轴承座尺寸、形位公差

考虑制造原因,在支承辊轴承座图样中应采用本标准中使用的尺寸、形位公差标注形式。

### 1 尺寸标注和公差(示例)



1) 油膜轴承制造厂提出的要求。



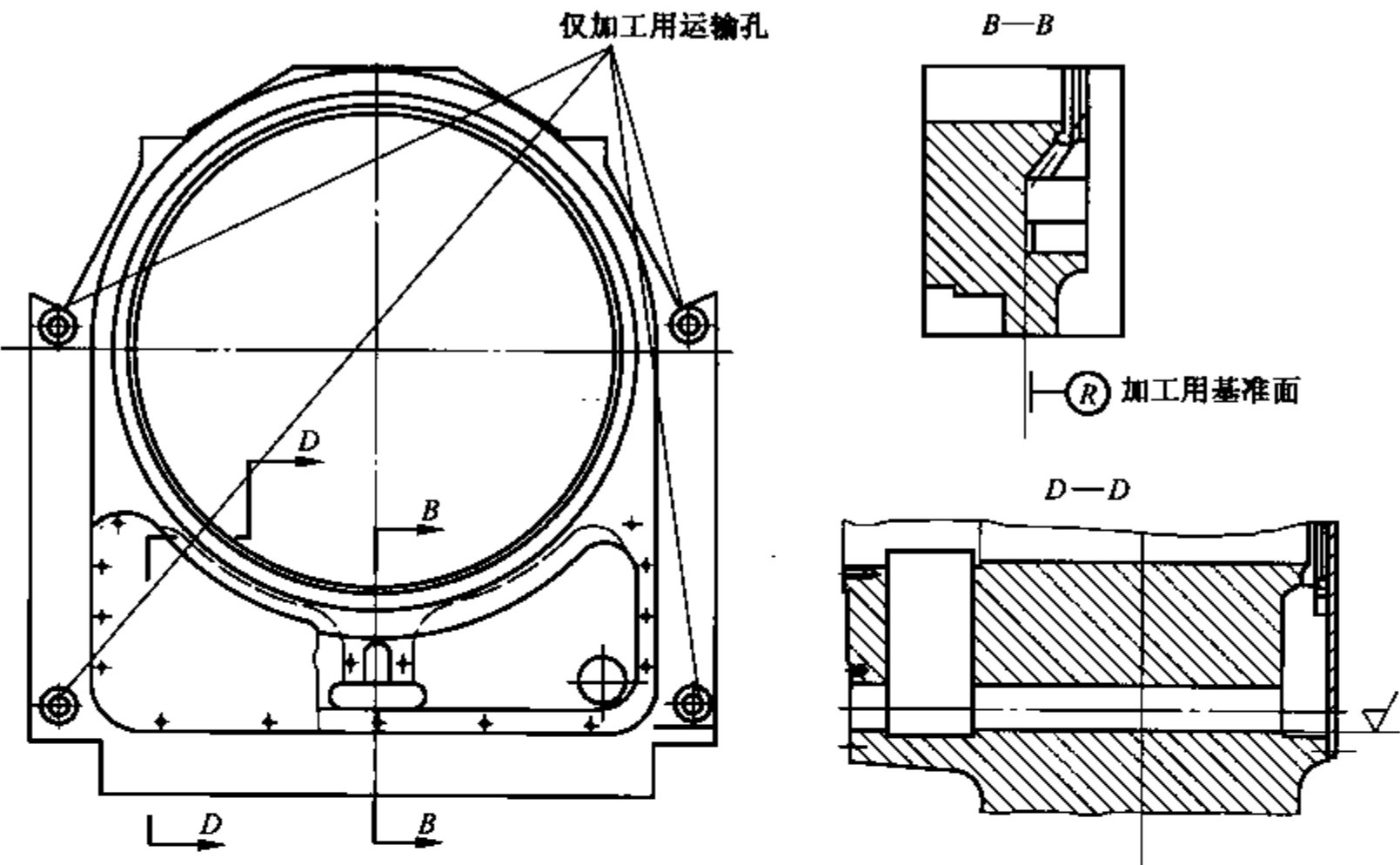
mm

符号和缩写		说明	允许的形位公差 轴承孔 $d_1$			
			$\leq 315$	$>315 \sim 630$	$>630 \sim 1000$	$>1000 \sim 1600$
	$T_E$	止推板表面平面度公差	0.025		0.05	
	$T_{PL}$	相对于轴承孔 $d_1$ 的端面全跳动	0.05		0.1	
	$T_{P1}$	外导向面之间的平行度公差	0.05	2)		
	$T_{P2}$	锁紧销孔端面和孔 $d_2$ 前端面之间平行度和同轴度公差	0.07		0.1	
	$T_R$	止推板表面相对于外导向面的垂直度公差	0.05/1000			
	$T_S$	相对于轴承孔 $d_1$ 外导向面的对称度公差	0.1		0.2	
	$T_Z$	轴承孔 $d_1$ 圆柱度公差	油膜(Morgoil)轴承 IT6, 滚动轴承 IT6/2			

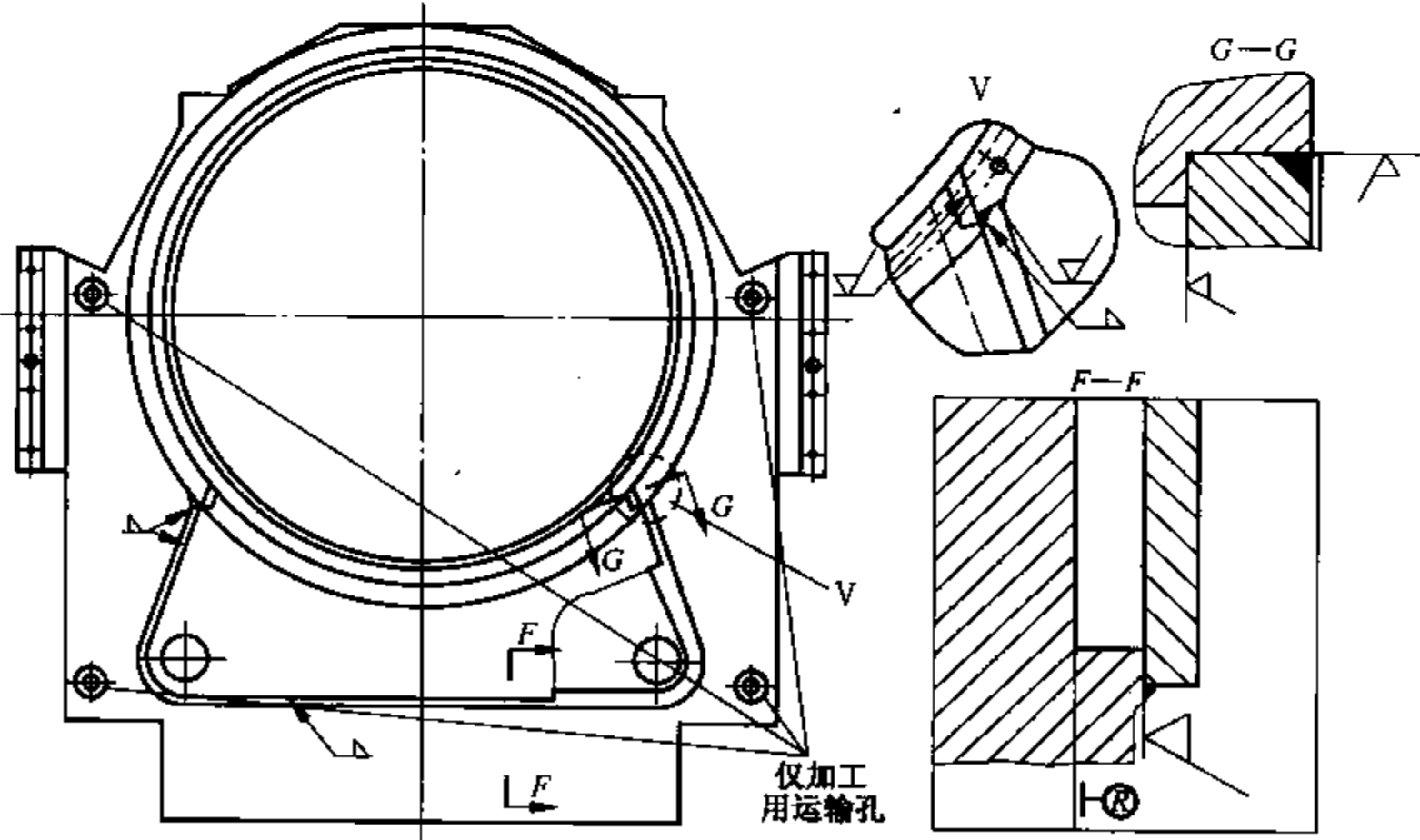
- 1) 公差应满足轴承制造厂技术要求,对于油膜轴承直径小于 315mm 为 +0.05mm;直径大于 315mm 为 +0.1mm。
- 2) 未列入,包括在尺寸公差要求中。

2 实际类型(示例)

2.1 材料:QT400-15

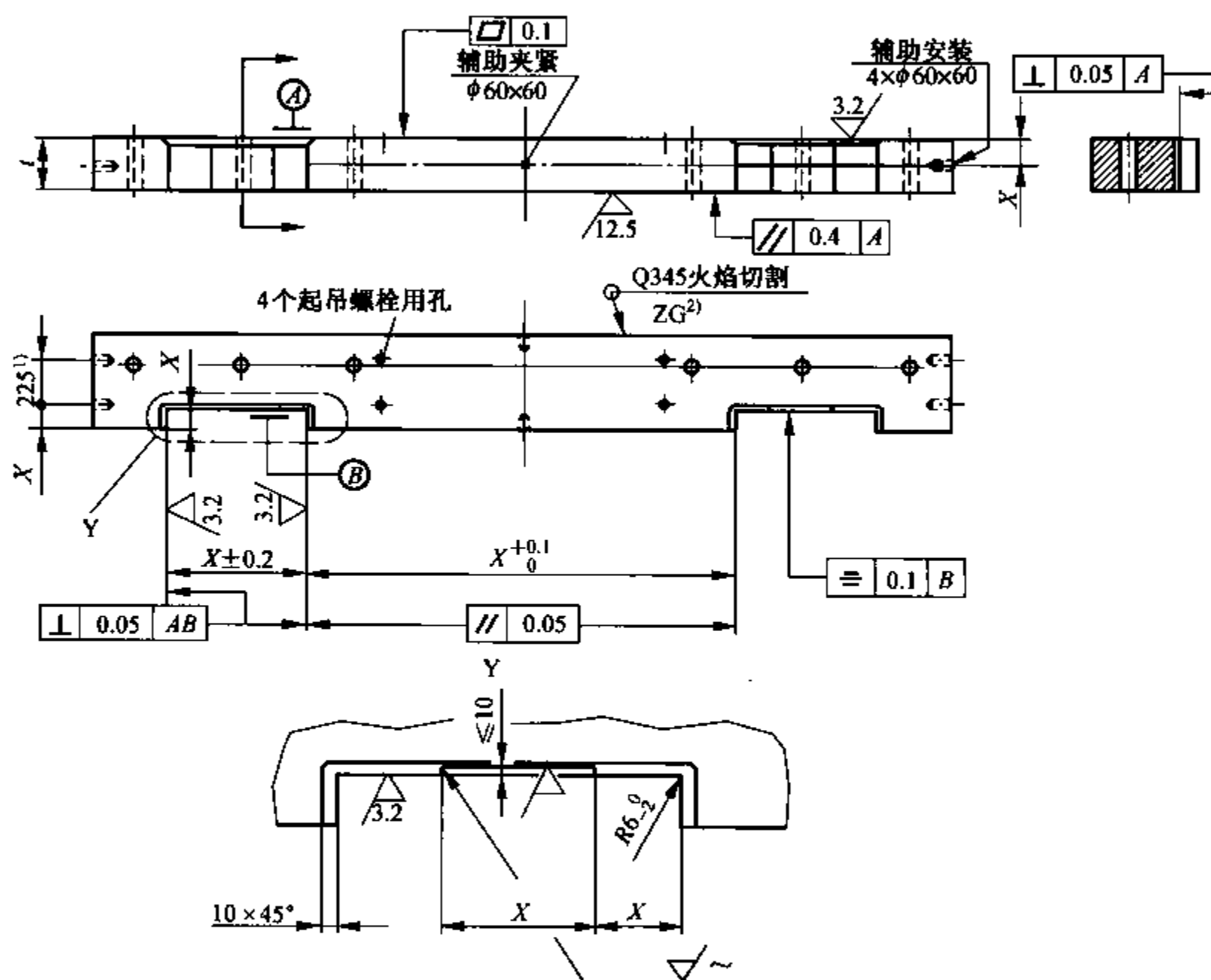


2.2 材料 ZG20Mn



本标准适用于轧机机架底板设计,标准中统一了尺寸公差、形位公差以及安装和夹紧辅助措施。

## 1 尺寸标注和公差(示例)



1) 加工坡口范围的尺寸;

2) 需要焊接时,焊缝区域必须清除黑皮。

对于其他类型的底板,形位公差和尺寸公差可参考本标准。

## 2 材料

Q345 超声波探伤要求,  $t \leq 270\text{mm}$  等级 2,  $t > 270\text{mm}$  等级 3, 并提供超声波探伤证书和合格证。  $t \leq 400\text{mm}$  板材;  $t > 400\text{mm}$  锻件。

例外情况: ZG230-450 (材料成本要与 Q345 相当); ZG270-500,  $C \leq 0.25\%$ 。

本标准适用于轧钢设备圆柱齿轮减速器箱体的公差和一般形位公差要求。

1 中心距公差

表 1 中给出的数值与 GB/T 1800.4 标准中公差带 js7 规定基本一致。

表 1

中心距 $a$ mm	>80 ~120	>120 ~180	>180 ~250	>250 ~315	>315 ~400	>400 ~500	>500 ~630	>630 ~800
公差, $\mu\text{m}$	$\pm 17$	$\pm 20$	$\pm 23$	$\pm 26$	$\pm 28$	$\pm 31$	$\pm 35$	$\pm 40$
中心距 $a$ mm	>800 ~1000	>1000 ~1250	>1250 ~1600	>1600 ~2000	>2000 ~2500	>2500 ~3150	>3150 ~4000	—
公差, $\mu\text{m}$	$\pm 45$	$\pm 52$	$\pm 62$	$\pm 75$	$\pm 87$	$\pm 105$	$\pm 138$	—

2 轴承端面距离  $f$  的公差

表 2 给出了轴承端面距离  $f$  的公差。

表 2

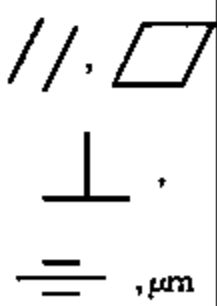
mm

轴承端面距离 $f$	>30~120	>120~400	>400~1000	>1000~2000	>2000~4000
公差	$\pm 0.15$	$\pm 0.20$	$\pm 0.30$	$\pm 0.50$	$\pm 0.80$

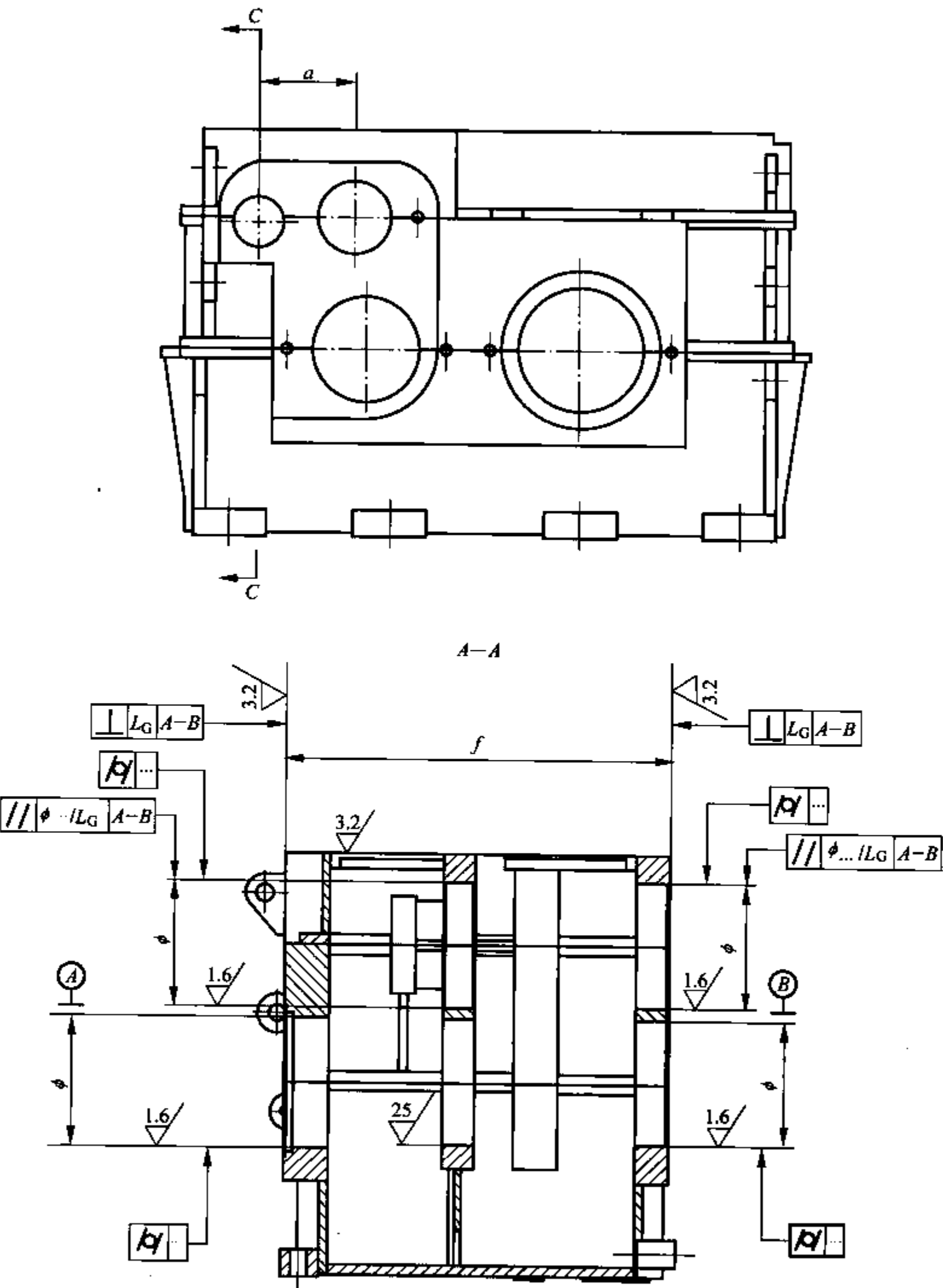
3 允许的形位公差

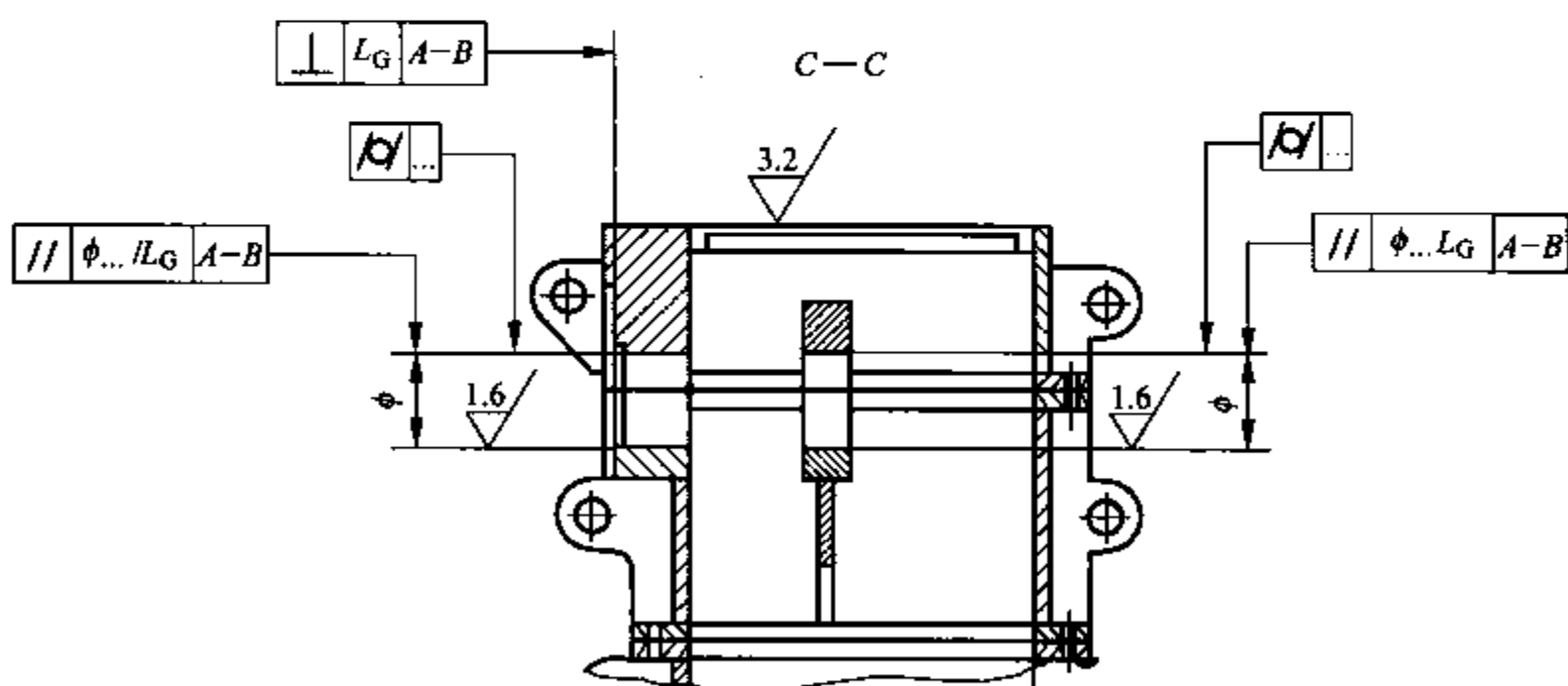
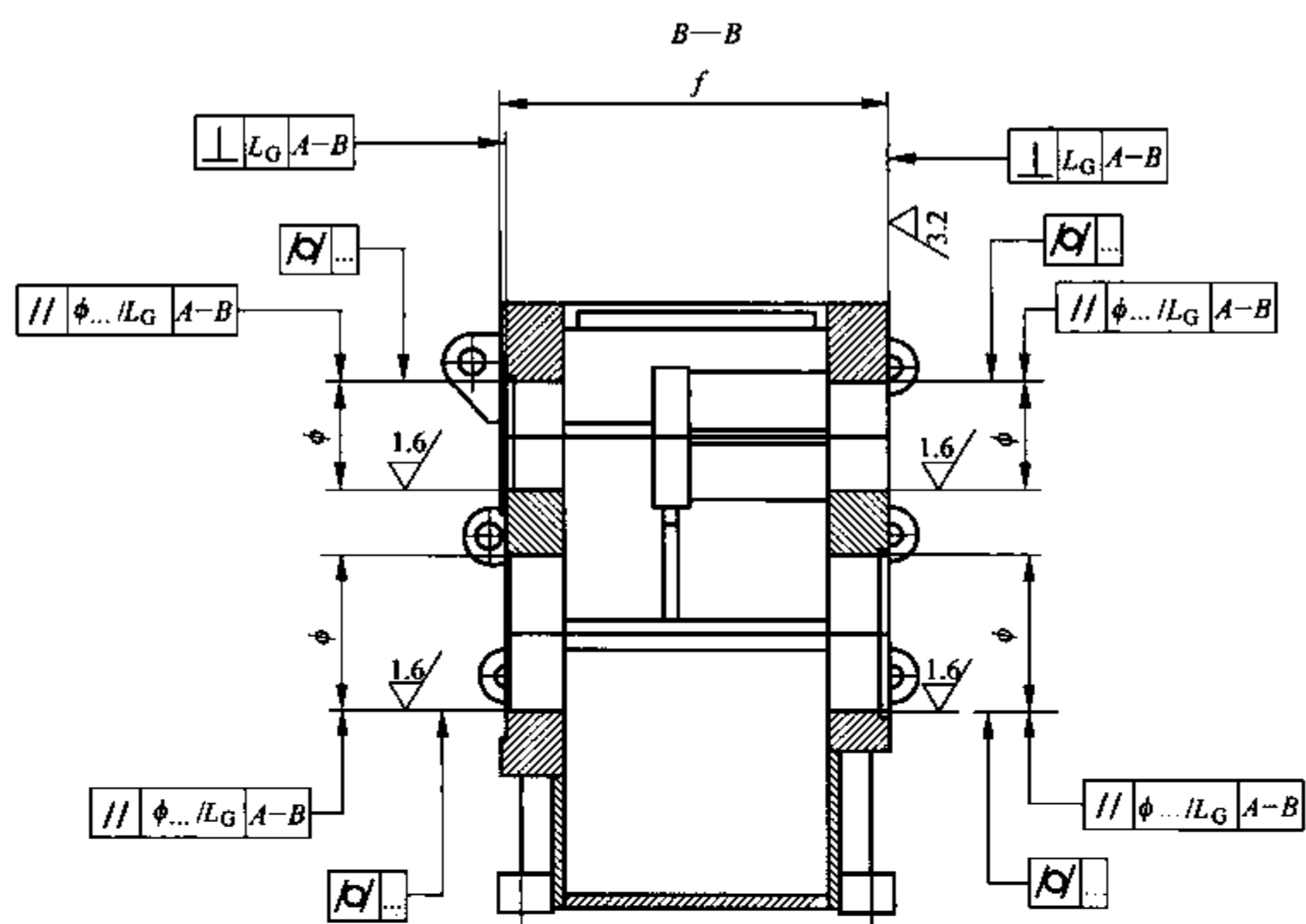
表 3 给出了轴承孔端面的垂直度,箱体轴线的平行度,接合面和支承面的平行度和对称度,接合面的平面度公差。

表 3

轴承中心矩 $L_G$ mm	$\leq 50$	>50 ~125	>125 ~280	>280 ~560	>560 ~1000	>1000 ~1600	>1600 ~2500	>2500 ~4000
 , $\mu\text{m}$	16	20	25	32	40	50	63	80









本标准适用于轧钢设备的圆锥齿轮减速器箱体的公差和一般形位公差要求。

1 轴承端面距离  $f$  的公差

表 1 中给出的数值与 GB/T 1800.4 标准中公差带 js7 规定基本一致。

表 1 mm

轴承端面距离 $f$	>30~120	>120~400	>400~1000	>1000~2000	>2000~4000
公差	±0.15	±0.20	±0.30	±0.50	±0.80

2 形位公差

表 2 给出箱体轴线的平行度和垂直度公差、支承面和接合面的平行度及平面度公差、轴承孔端面的跳动的公差。示例见图 1。

表 2

轴承中心距 $L_G$ mm	≤50	>50 ~125	>125 ~280	>280 ~560	>560 ~1000	>1000 ~1600	>1600 ~2500	>2500 ~4000
$//, \perp$ $\square \uparrow, \mu\text{m}$	16	20	25	32	40	50	63	80

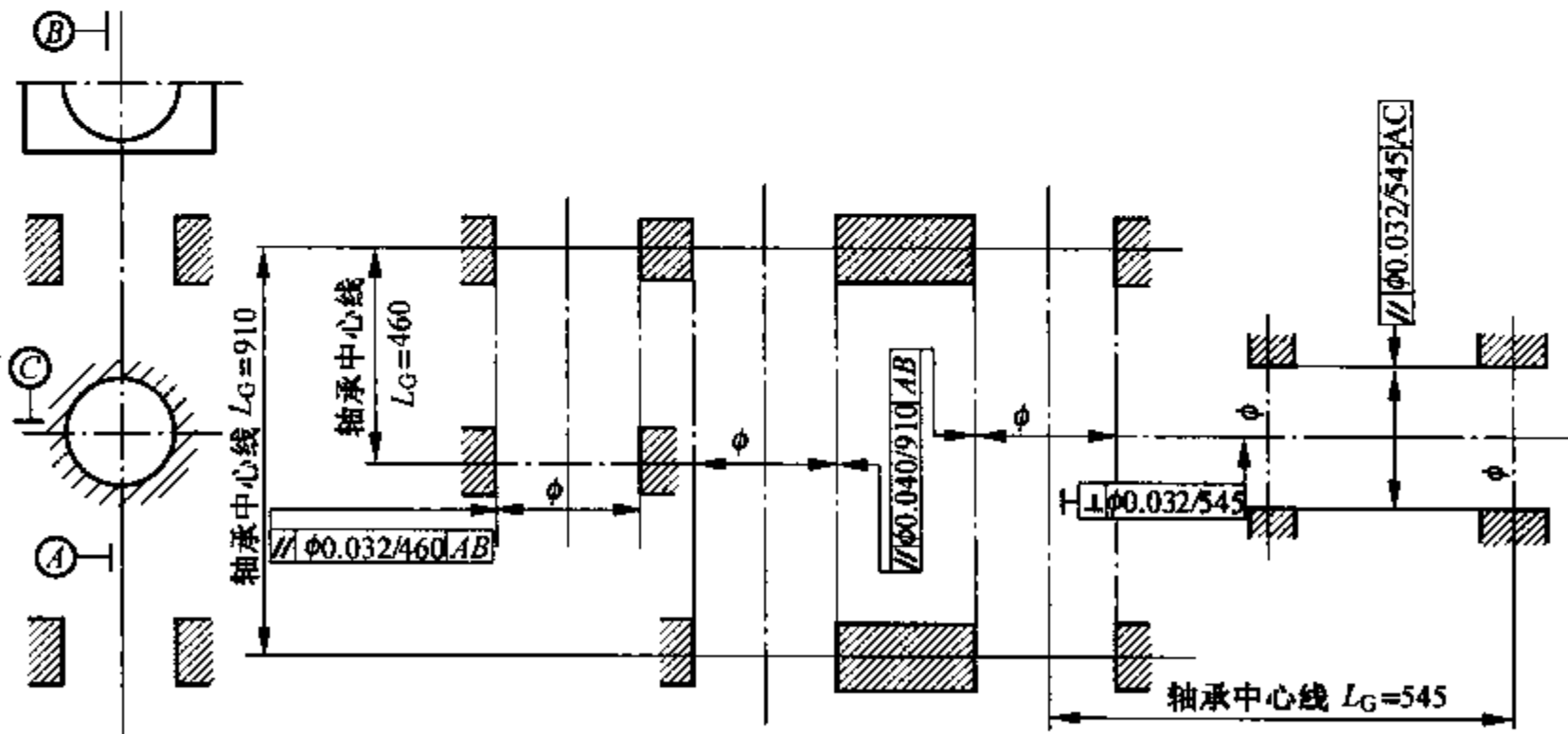


图 1

该示例表示箱体轴线在  $L_G = 545/460/910$  长度上相对于 A、B 或 C 轴线的平行度公差必须位于直径  $0.032(0.040)\text{mm}$  的公差范围内,同时,在最小  $L_G = 545\text{mm}$  上轴线的容许垂直度公差必须在直径  $0.032\text{mm}$  的公差范围内。圆柱形公差区域将限制箱体轴线的倾斜度误差和箱体轴线的偏差不超过中心距最大允许公差。

3 轴承孔的圆柱度公差

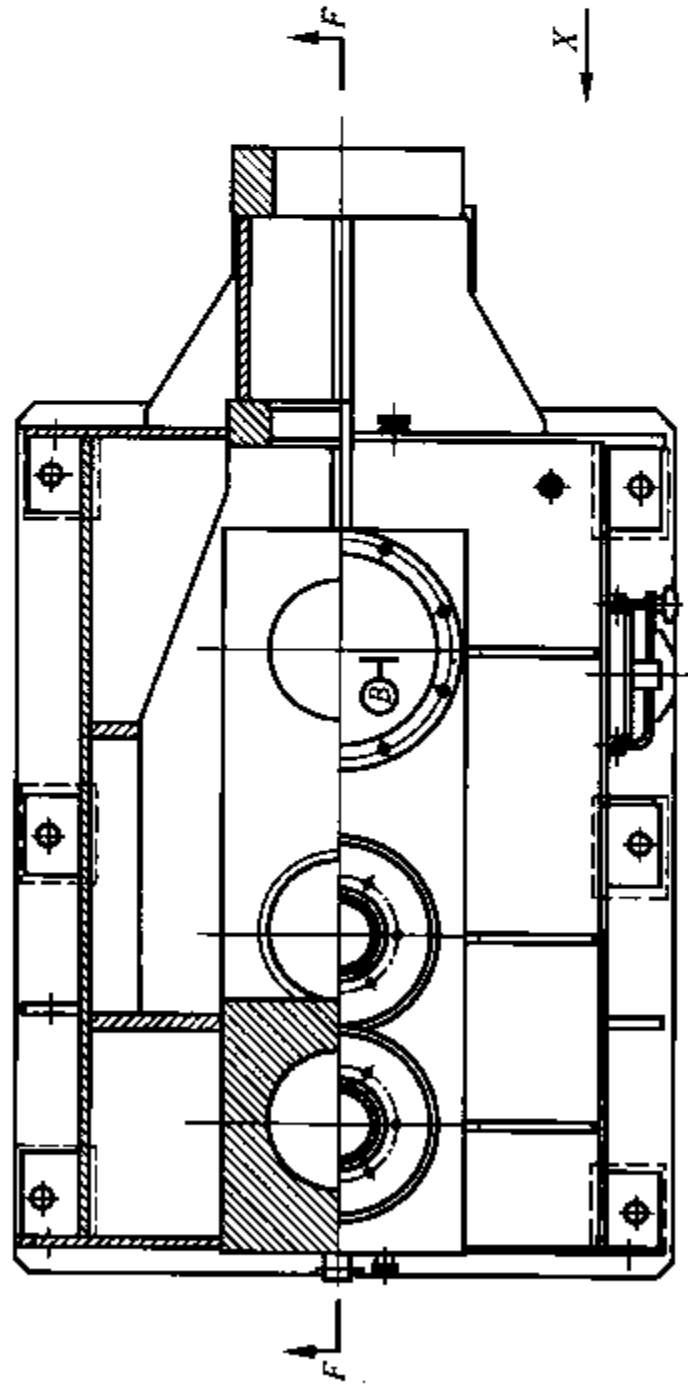
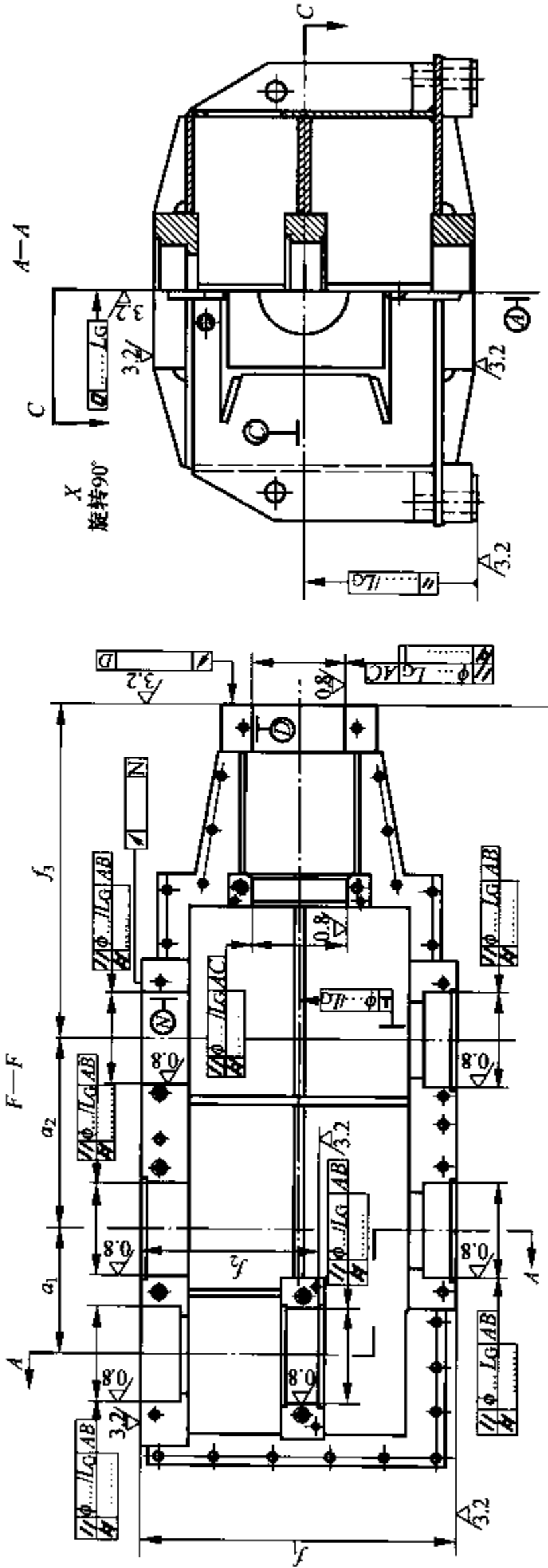
表 3 中给出数值为轴承制造商的要求,同时确定了轴承孔圆柱度的容许公差,名义尺寸小于或等于  $180\text{mm}$  时,按 GB/T 1800 中 IT5/2 规定,大于  $180\text{mm}$  时,按 GB/T 1800 中 IT6/2。

表 3

轴承孔,mm	>80 ~120	>120 ~180	>180 ~250	>250 ~315	>315 ~400	>400 ~500	>500 ~630	>630 ~800	>800 ~1000
圆柱度, $\mu\text{m}$	8	9	15	16	18	20	22	25	28

4 减速器箱体形位公差标注

减速器箱体的形位公差标注示例见图 2。



中心距“a”的容许公差：见JB/ZQ 4282表1  
容许的形位公差

图 2

# 齿轮孔与轴的轻热压配合(带键)

JB/ZQ 4285—2006  
代替 JB/ZQ 4285—1997

为了保证齿轮的传动精度和精确啮合,防止齿轮孔与轴之间因产生间隙而导致腐蚀现象,齿轮和齿轮轴应采用轻度热压配合的方式进行装配。轻度热压配合过盈量见表 1,该表仅适用于键联结的情况。当轴采用 h6 时,应将轴的名义尺寸加一增大量。

表 1

mm

基本尺寸 $d$	孔公差	轴		相对过盈量 $\Delta \times 10^{-3}$
		增大量	公差	
>50~65	$H6 \begin{pmatrix} +0.019 \\ 0 \end{pmatrix}$	—	$n6 \begin{pmatrix} +0.039 \\ +0.020 \end{pmatrix}$	$\geq 0.015 \sim 0.780$
>65~80		—		$\geq 0.013 \sim 0.600$
>80~100	$H6 \begin{pmatrix} +0.022 \\ 0 \end{pmatrix}$	—	$p6 \begin{pmatrix} +0.059 \\ +0.037 \end{pmatrix}$	$\geq 0.150 \sim 0.738$
>100~120		—		$\geq 0.125 \sim 0.590$
>120~140	$H6 \begin{pmatrix} +0.025 \\ 0 \end{pmatrix}$	+0.09	$h6 \begin{pmatrix} 0 \\ -0.025 \end{pmatrix}$	$\geq 0.285 \sim 0.750$
>140~160		+0.10		$\geq 0.312 \sim 0.715$
>160~180		+0.11		$\geq 0.333 \sim 0.688$
>180~200	$H7 \begin{pmatrix} +0.046 \\ 0 \end{pmatrix}$	+0.14	$h6 \begin{pmatrix} 0 \\ -0.029 \end{pmatrix}$	$\geq 0.325 \sim 0.780$
>200~225		+0.15		$\geq 0.334 \sim 0.750$
>225~250		+0.16		$\geq 0.340 \sim 0.710$
>250~280	$H7 \begin{pmatrix} +0.052 \\ 0 \end{pmatrix}$	+0.18	$h6 \begin{pmatrix} 0 \\ -0.032 \end{pmatrix}$	$\geq 0.343 \sim 0.720$
>280~315		+0.20		$\geq 0.370 \sim 0.715$
>315~355	$H7 \begin{pmatrix} +0.057 \\ 0 \end{pmatrix}$	+0.23	$h6 \begin{pmatrix} 0 \\ -0.036 \end{pmatrix}$	$\geq 0.385 \sim 0.730$
>355~400		+0.24		$\geq 0.368 \sim 0.675$
>400~450	$H7 \begin{pmatrix} +0.063 \\ 0 \end{pmatrix}$	+0.27	$h6 \begin{pmatrix} 0 \\ -0.040 \end{pmatrix}$	$\geq 0.371 \sim 0.675$
>450~500		+0.30		$\geq 0.394 \sim 0.667$
>500~560	$H7 \begin{pmatrix} +0.070 \\ 0 \end{pmatrix}$	+0.34	$h6 \begin{pmatrix} 0 \\ -0.044 \end{pmatrix}$	$\geq 0.404 \sim 0.680$
>560~630		+0.38		$\geq 0.422 \sim 0.679$
>630~710	$H7 \begin{pmatrix} +0.080 \\ 0 \end{pmatrix}$	+0.43	$h6 \begin{pmatrix} 0 \\ -0.050 \end{pmatrix}$	$\geq 0.423 \sim 0.683$
>710~800		+0.48		$\geq 0.438 \sim 0.676$
>800~900	$H7 \begin{pmatrix} +0.090 \\ 0 \end{pmatrix}$	+0.55	$h6 \begin{pmatrix} 0 \\ -0.056 \end{pmatrix}$	$\geq 0.449 \sim 0.687$
>900~1000		+0.62		$\geq 0.474 \sim 0.689$

本标准适用于锥度  $C$  从 1:3 至 1:500、长度  $L$  从 6~630mm 的光滑圆锥。本标准中的圆锥角公差也适用于按 GB/T 4096 给定的棱体的角度与斜度。

## 1 术语和定义

GB/T 157 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

### 1.1 公称圆锥

由设计给定的理想形状的圆锥(见图 1)。公称圆锥可用两种形式确定:

a) 一个公称圆锥直径(最大圆锥直径  $D$ 、最小圆锥直径  $d$ 、给定截面圆锥直径  $d_x$ )、公称圆锥长度  $L$ 、公称圆锥角  $\alpha$  或公称锥度  $C$ ;

b) 两个公称圆锥直径和公称圆锥长度  $L$ 。

1.2 实际圆锥 实际存在并与周围介质分隔的圆锥。

1.3 实际圆锥直径  $d_a$  实际圆锥上的任一直径(见图 2)。

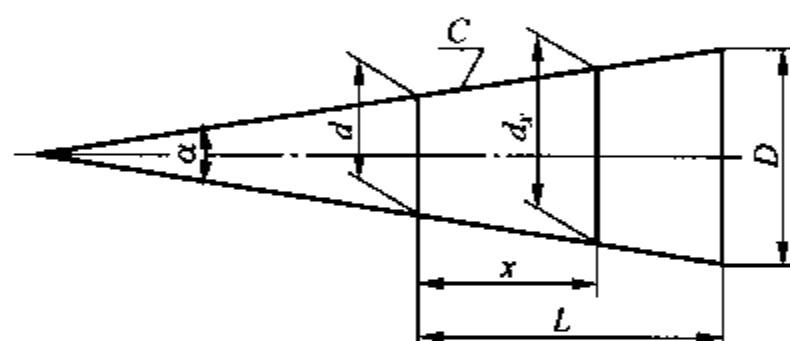


图 1

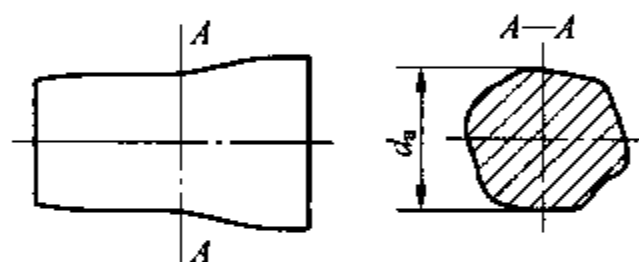


图 2

1.4 实际圆锥角 实际圆锥的任一轴向截面内,包容其素线且距离为最小的两对平行直线之间的夹角(见图 3)。

1.5 极限圆锥 与公称圆锥共轴且圆锥角相等,直径分别为上极限直径和下极限直径的两个圆锥。在垂直圆锥轴线的任一截面上,这两个圆锥的直径差都相等(见图 4)。

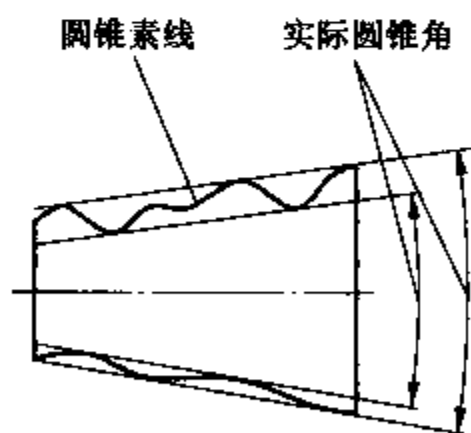


图 3

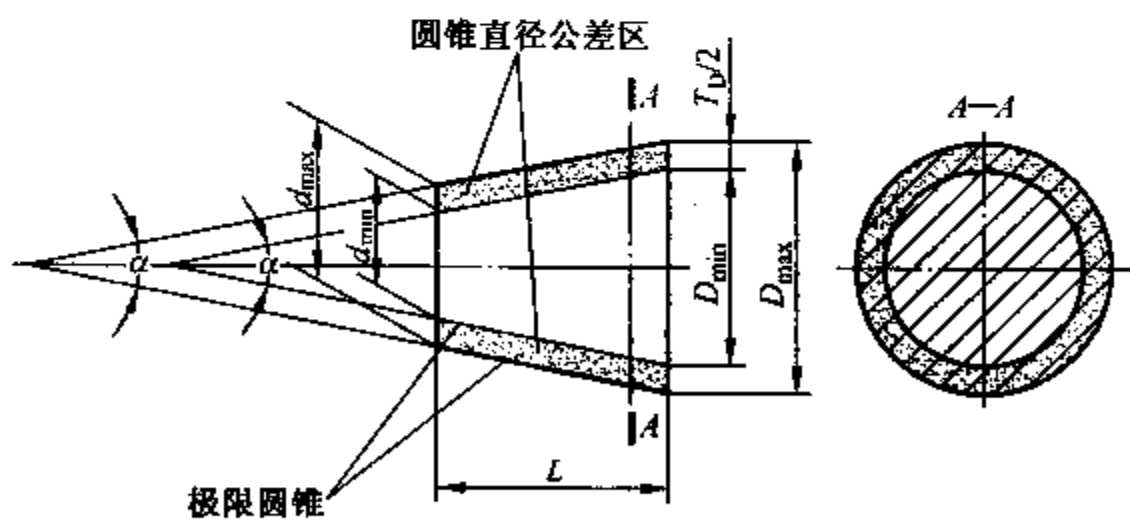


图 4

1.6 极限圆锥直径 极限圆锥上的任一直径。例如图 4 中的  $D_{\max}$ 、 $D_{\min}$ 、 $d_{\max}$ 、 $d_{\min}$ 。

1.7 极限圆锥角 允许的上极限或下极限圆锥角(见图 5)。

1.8 圆锥直径公差  $T_D$  圆锥直径的允许变动量(见图 4)。

注:圆锥直径公差是一个没有符号的绝对值。

1.9 圆锥直径公差区 两个极限圆锥所限定的区域。用示意图表示在轴向截面内的圆锥直径公差区时,如图 4 所示。

1.10 圆锥角公差  $AT(AT_\alpha$  或  $AT_D)$  圆锥角的允许变动量(见图 5)。

注:圆锥角公差是一个没有符号的绝对值。

1.11 圆锥角公差区 两个极限圆锥角所限定的区域。用示意图表示圆锥角公差区时,如图 5 所示。

1.12 给定截面圆锥直径公差  $T_{DS}$  在垂直圆锥轴线的给定截面内,圆锥直径允许的变动量(见图 6)。

注:给定截面圆锥直径公差是一个没有符号的绝对值。

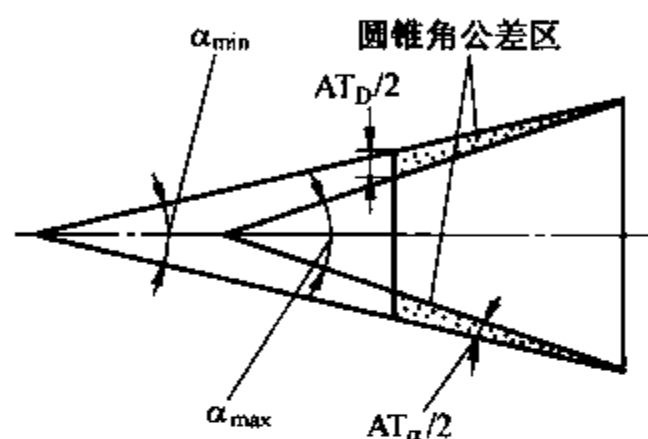


图 5

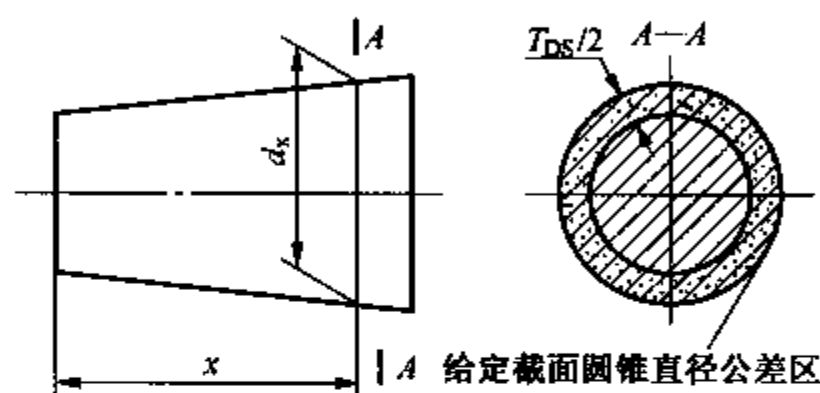


图 6

1.13 给定截面圆锥直径公差区 在给定的圆锥截面内,由两个同心圆所限定的区域。用示意图表示给定截面圆锥直径公差区时,如图 6 所示。

## 2 圆锥公差的项目和给定方法

### 2.1 圆锥公差的项目

- 圆锥直径公差  $T_D$ ;
- 圆锥角公差  $AT$ ,用角度值  $AT_\alpha$ ,或线性值  $AT_D$  给定;
- 圆锥的形状公差  $T_F$ ,包括素线直线度公差和截面圆度公差;
- 给定截面圆锥直径公差  $T_{DS}$ 。

### 2.2 圆锥公差的给定方法

a) 给出圆锥的公称圆锥角  $\alpha$ (或锥度  $C$ )和圆锥直径公差  $T_D$ 。由  $T_D$  确定两个极限圆锥。此时圆锥角误差和圆锥的形状误差均应在极限圆锥所限定的区域内。当对圆锥角公差、圆锥的形状公差有更高的要求时,可再给出圆锥角公差  $AT$ 、圆锥的形状公差  $T_F$ 。此时, $AT$  和  $T_F$  仅占  $T_D$  的一部分。

b) 给出给定截面圆锥直径公差  $T_{DS}$ 和圆锥角公差  $AT$ 。此时,给定截面圆锥直径和圆锥角应分别满足这两项公差的要求。 $T_{DS}$ 和  $AT$  的关系见图 7。该方法是在假定圆锥素线为理想直线的情况下给出的。当对圆锥形状公差有更高的要求时,可再给出圆锥的形状公差  $T_F$ 。

## 3 圆锥公差数值

### 3.1 圆锥直径公差 $T_D$

圆锥直径公差  $T_D$ ,以公称圆锥直径(一般取最大圆锥直径  $D$ )为公称尺寸,按 GB/T 1800.3规定的标准公差选取。

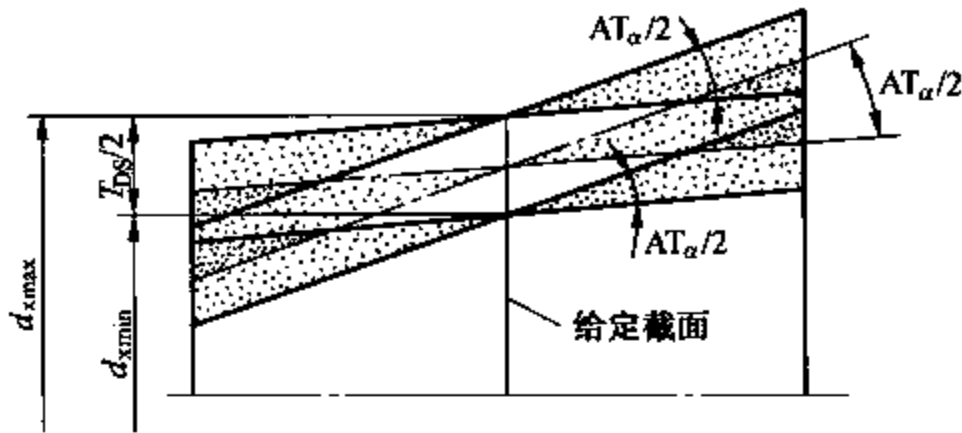


图 7

3.2 给定截面圆锥直径公差  $T_{DS}$

给定截面圆锥直径公差  $T_{DS}$ ，以给定截面圆锥直径  $d_x$  为公称尺寸，按 GB/T 1800.3 规定的标准公差选取。

3.3 圆锥角公差  $AT$

3.3.1 圆锥角公差  $AT$  共分 12 个公差等级，用  $AT1$ 、 $AT2$ 、……、 $AT12$  表示。圆锥角公差的数值见表 1。表 1 中数值用于棱体的角度时，以该角短边长度作为  $L$  选取公差值。

如需要更高或更低等级的圆锥角公差时，按公比 1.6 向两端延伸得到。更高等级用  $AT0$ 、 $AT01$ 、……表示，更低等级用  $AT13$ 、 $AT14$ 、……表示。

3.3.2 圆锥角公差可用两种形式表示：

- a)  $AT_\alpha$ ——以角度单位微弧度或以度、分、秒表示；
- b)  $AT_D$ ——以长度单位微米表示。

$AT_\alpha$  和  $AT_D$  的关系如下：

$$AT_D = AT_\alpha \times L \times 10^{-3}$$

式中： $AT_D$  单位为  $\mu\text{m}$ ； $AT_\alpha$  单位为  $\mu\text{rad}$ ； $L$  单位为  $\text{mm}$ 。

$AT_D$  值应按上式计算，表 1 中仅给出与圆锥长度  $L$  的尺寸段相对应的  $AT_D$  范围值。 $AT_D$  计算结果的尾数按 GB/T 8170 的规定进行修约，其有效位数应与表 1 中所列该  $L$  尺寸段的最大范围值的位数相同。

3.3.3 表 1 中  $AT_D$  取样举例：

例 1： $L$  为 63mm，选用  $AT7$ ，查表 1 得  $AT_\alpha$  为  $315\mu\text{rad}$  或  $1'05''$ ， $AT_D$  为  $20\mu\text{m}$ 。

例 2： $L$  为 50mm，选用  $AT7$ ，查表 1 得  $AT_\alpha$  为  $315\mu\text{rad}$  或  $1'05''$ ，则：

$$AT_D = AT_\alpha \times L \times 10^{-3} = 315 \times 50 \times 10^{-3} = 15.75\mu\text{m}$$

取  $AT_D$  为  $15.8\mu\text{m}$ 。

3.4 圆锥角的极限偏差

圆锥角的极限偏差可按单向或双向(对称或不对称)取值(见图 8)。

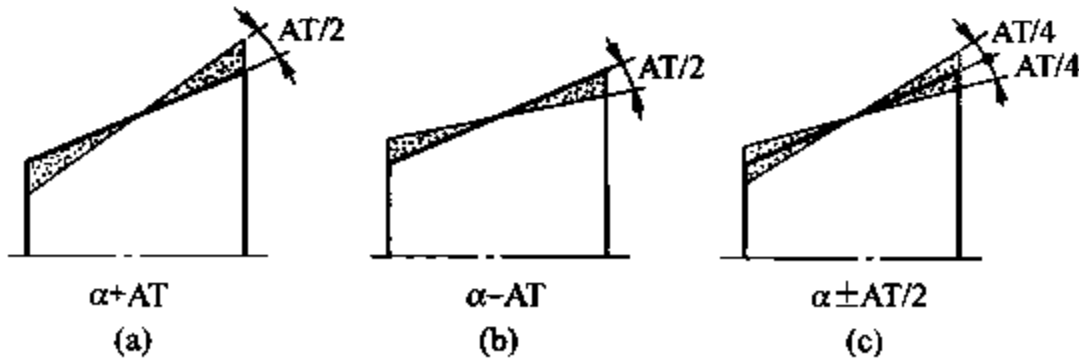


图 8

## 3.5 圆锥的形状公差

圆锥的形状公差推荐按 GB/T 1184—1996 中附录 B“图样上注出公差值的规定”选取。

表 1 圆锥角公差数值

公称圆锥 长度 $L$ mm		圆锥角公差等级								
		AT1			AT2			AT3		
		AT <sub>a</sub>		AT <sub>D</sub>	AT <sub>a</sub>		AT <sub>D</sub>	AT <sub>a</sub>		AT <sub>D</sub>
大于	至	$\mu\text{rad}$	( $''$ )	$\mu\text{m}$	$\mu\text{rad}$	( $''$ )	$\mu\text{m}$	$\mu\text{rad}$	( $''$ )	$\mu\text{m}$
自 6	10	50	10	>0.3~0.5	80	16	>0.5~0.8	125	26	>0.8~1.3
10	16	40	8	>0.4~0.6	63	13	>0.6~1.0	100	21	>1.0~1.6
16	25	31.5	6	>0.5~0.8	50	10	>0.8~1.3	80	16	>1.3~2.0
25	40	25	5	>0.6~1.0	40	8	>1.0~1.6	63	13	>1.6~2.5
40	63	20	4	>0.8~1.3	31.5	6	>1.3~2.0	50	10	>2.0~3.2
63	100	16	3	>1.0~1.6	25	5	>1.6~2.5	40	8	>2.5~4.0
100	160	12.5	2.5	>1.3~2.0	20	4	>2.0~3.2	31.5	6	>3.2~5.0
160	250	10	2	>1.6~2.5	16	3	>2.5~4.0	25	5	>4.0~6.3
250	400	8	1.5	>2.0~3.2	12.5	2.5	>3.2~5.0	20	4	>5.0~8.0
400	630	6.3	1	>2.5~4.0	10	2	>4.0~6.3	16	3	>6.3~10.0

公称圆锥 长度 $L$ mm		圆锥角公差等级								
		AT4			AT5			AT6		
		AT <sub>a</sub>		AT <sub>D</sub>	AT <sub>a</sub>		AT <sub>D</sub>	AT <sub>a</sub>		AT <sub>D</sub>
大于	至	$\mu\text{rad}$	( $''$ )	$\mu\text{m}$	$\mu\text{rad}$	( $''$ )( $''$ )	$\mu\text{m}$	$\mu\text{rad}$	( $''$ )( $''$ )	$\mu\text{m}$
自 6	10	200	41	>1.3~2.0	315	1'05"	>2.0~3.2	500	1'43"	>3.2~5.0
10	16	160	33	>1.6~2.5	250	52"	>2.5~4.0	400	1'22"	>4.0~6.3
16	25	125	26	>2.0~3.2	200	41"	>3.2~5.0	315	1'05"	>5.0~8.0
25	40	100	21	>2.5~4.0	160	33"	>4.0~6.3	250	52"	>6.3~10.0
40	63	80	16	>3.2~5.0	125	26"	>5.0~8.0	200	41"	>8.0~12.5
63	100	63	13	>4.0~6.3	100	21"	>6.3~10.0	160	33"	>10.0~16.0
100	160	50	10	>5.0~8.0	80	16"	>8.0~12.5	125	26"	>12.5~20.0
160	250	40	8	>6.3~10.0	63	13"	>10.0~16.0	100	21"	>16.0~25.0
250	400	31.5	6	>8.0~12.5	50	10"	>12.5~20.0	80	16"	>20.0~32.0
400	630	25	5	>10.0~16.0	40	8"	>16.0~25.0	63	13"	>25.0~40.0

公称圆锥 长度 $L$ mm		圆锥角公差等级								
		AT7			AT8			AT9		
		AT <sub>a</sub>		AT <sub>D</sub>	AT <sub>a</sub>		AT <sub>D</sub>	AT <sub>a</sub>		AT <sub>D</sub>
大于	至	$\mu\text{rad}$	( $''$ )( $''$ )	$\mu\text{m}$	$\mu\text{rad}$	( $''$ )( $''$ )	$\mu\text{m}$	$\mu\text{rad}$	( $''$ )( $''$ )	$\mu\text{m}$
自 6	10	800	2'45"	>5.0~8.0	1250	4'18"	>8.0~12.5	2000	6'52"	>12.5~20
10	16	630	2'10"	>6.3~10.0	1000	3'26"	>10.0~16.0	1600	5'30"	>16~25
16	25	500	1'43"	>8.0~12.5	800	2'45"	>12.5~20.0	1250	4'18"	>20~32
25	40	400	1'22"	>10.0~16.0	630	2'10"	>16.0~20.5	1000	3'26"	>25~40
40	63	315	1'05"	>12.5~20.0	500	1'43"	>20.0~32.0	800	2'45"	>32~50
63	100	250	52"	>16.0~25.0	400	1'22"	>25.0~40.0	630	2'10"	>40~63
100	160	200	41"	>20.0~32.0	315	1'05"	>32.0~50.0	500	1'43"	>50~80



表 1(续)

公称圆锥 长度 L mm		圆 锥 角 公 差 等 级								
		AT7			AT8			AT9		
		AT <sub>a</sub>		AT <sub>D</sub>	AT <sub>a</sub>		AT <sub>D</sub>	AT <sub>a</sub>		AT <sub>D</sub>
		μrad	(')(")	μm	μrad	(')(")	μm	μrad	(')(")	μm
大于	至									
160	250	160	33"	>25.0~40.0	250	52"	>40.0~63.0	400	1'22"	>63~100
250	400	125	26"	>32.0~50.0	200	41"	>50.0~80.0	315	1'05"	>80~125
400	630	100	21"	>40.0~63.0	160	33"	>63.0~100.0	250	52"	>100~160

公称圆锥 长度 L mm		圆 锥 角 公 差 等 级								
		AT10			AT11			AT12		
		AT <sub>a</sub>		AT <sub>D</sub>	AT <sub>a</sub>		AT <sub>D</sub>	AT <sub>a</sub>		AT <sub>D</sub>
		μrad	(')(")	μm	μrad	(')(")	μm	μrad	(')(")	μm
大于	至									
自 6	10	3150	10'49"	>20~32	5000	17'10"	>32~50	8000	27'28"	>50~80
10	16	2500	8'35"	>25~40	4000	13'44"	>40~63	6300	21'38"	>63~100
16	25	2000	6'52"	>32~50	3150	10'49"	>50~80	5000	17'10"	>80~125
25	40	1600	5'30"	>40~63	2500	8'35"	>63~100	4000	13'44"	>100~160
40	63	1250	4'18"	>50~80	2000	6'52"	>80~125	3150	10'49"	>125~200
63	100	1000	3'26"	>63~100	1600	5'30"	>100~160	2500	8'35"	>160~250
100	160	800	2'45"	>80~125	1250	4'18"	>125~200	2000	6'52"	>200~320
160	250	630	2'10"	>100~160	1000	3'26"	>160~250	1600	5'30"	>250~400
250	400	500	1'43"	>125~200	800	2'45"	>200~320	1250	4'18"	>320~500
400	630	400	1'22"	>160~250	630	2'10"	>250~400	1000	3'26"	>400~630

注:1μrad 等于半径为 1m、弧长为 1μm 所对应的圆心角。5μrad≈1"(秒);300μrad≈1'(分)。

附录 A(资料性附录) 圆锥直径公差所能限制的最大圆锥角误差

A.1 本附录按标准中 2.2 a)所规定的方法,给出圆锥长度 L 为 100mm、圆锥直径公差 T<sub>D</sub>所能限制的最大圆锥角误差 Δα<sub>max</sub>。

表 A.1

圆锥直径 公差等级	圆 锥 直 径,mm						
	≤3	>3~6	>6~10	>10~18	>18~30	>30~50	>50~80
	Δα <sub>max</sub> ,μrad						
IT3	20	25	25	30	40	40	50
IT4	30	40	40	50	60	70	80
IT5	40	50	60	80	90	110	130
IT6	60	80	90	110	130	160	190
IT7	100	120	150	180	210	250	300
IT8	140	180	220	270	330	390	460
IT9	250	300	360	430	520	620	740
IT10	400	480	580	700	840	1000	1200

表 A.1(续)

圆锥直径 公差等级	圆锥直径,mm						
	≤3	>3~6	>6~10	>10~18	>18~30	>30~50	>50~80
	Δα <sub>max</sub> , μrad						
IT11	600	750	900	1000	1300	1600	1900
IT12	1000	1200	1500	1800	2100	2500	3000
IT13	1400	1800	2200	2700	3300	3900	4600
IT14	2500	3000	3600	4300	5200	6200	7400
IT15	4000	4800	5800	7000	8400	10000	12000
IT16	6000	7500	9000	11000	13000	16000	19000
IT17	10000	12000	15000	18000	21000	25000	30000
IT18	14000	18000	22000	27000	33000	39000	46000

圆锥直径 公差等级	圆锥直径,mm					
	>80~120	>120~180	>180~250	>250~315	>315~400	>400~500
	Δα <sub>max</sub> , μrad					
IT3	60	80	100	120	130	150
IT4	100	120	140	160	180	200
IT5	150	180	200	230	250	270
IT6	220	250	290	320	360	400
IT7	350	400	460	520	570	630
IT8	540	630	720	810	890	970
IT9	870	1000	1150	1300	1400	1550
IT10	1400	1600	1850	2100	2300	2500
IT11	2200	2500	2900	3200	3600	4000
IT12	3500	4000	4600	5200	5700	6300
IT13	5400	6300	7200	8100	8900	9700
IT14	8700	10000	11500	13000	14000	15500
IT15	14000	16000	18500	21000	23000	25000
IT16	22000	25000	29000	32000	36000	40000
IT17	35000	40000	46000	52000	57000	63000
IT18	54000	63000	72000	81000	89000	97000

注:圆锥长度不等于 100mm 时,需将表中的数值乘以 100/L, L 的单位为 mm。

A.2 当圆锥公差按本标准 2.2 a)所规定的方法给定时,推荐在圆锥直径的极限偏差后标注“Ⓣ”符号,例如:

$$\phi 50^{+0.039}_0 \text{Ⓣ}$$

本标准适用于锥度  $C$  从  $1:3 \sim 1:500$ , 长度  $L$  从  $6 \sim 630\text{mm}$ , 直径至  $500\text{mm}$  光滑圆锥的配合。其公差的给定方法, 按 GB/T 11334—2005《圆锥公差》中 4.2a) 的规定。即: “给出公称圆锥的圆锥角  $\alpha$  (或锥度  $C$ ) 和圆锥直径公差  $T_D$ , 由  $T_D$  确定两个极限圆锥。此时, 圆锥角误差和圆锥的形状误差均在极限圆锥所限定的区域内”。

## 1 术语和定义

GB/T 157 和 GB/T 11334 确立的、以及下列术语和定义适用于本标准。

1.1 圆锥配合 圆锥配合有结构型圆锥配合和位移型圆锥配合两种。

1.1.1 结构型圆锥配合 由圆锥结构确定装配位置, 内、外圆锥公差区之间的相互关系。

结构型圆锥配合可以是间隙配合、过渡配合或过盈配合。图 1 为由轴肩接触得到间隙配合的结构型圆锥配合示例, 图 2 为由结构尺寸  $a$  得到过盈配合的结构型圆锥配合示例。

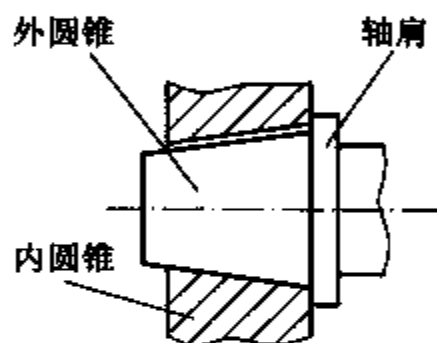


图 1

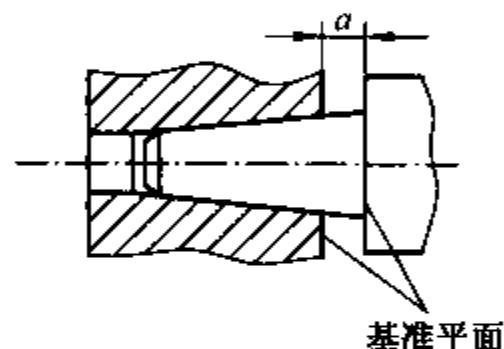


图 2

1.1.2 位移型圆锥配合 内、外圆锥在装配时作一定相对轴向位移 ( $E_a$ ) 确定的相互关系。

位移型圆锥配合可以是间隙配合或过盈配合。图 3 为给定轴向位移  $E_a$  得到间隙配合的位移型圆锥配合示例, 图 4 为给定装配力  $F_s$  得到过盈配合的位移型圆锥配合示例。

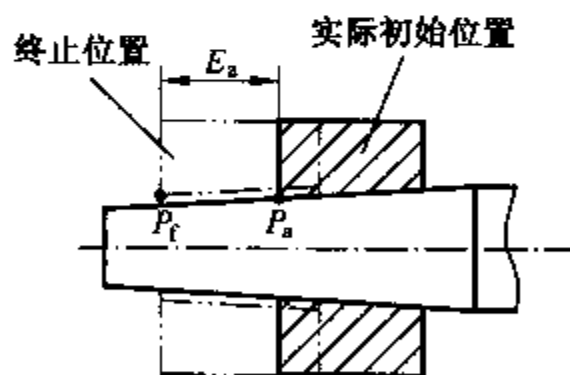


图 3

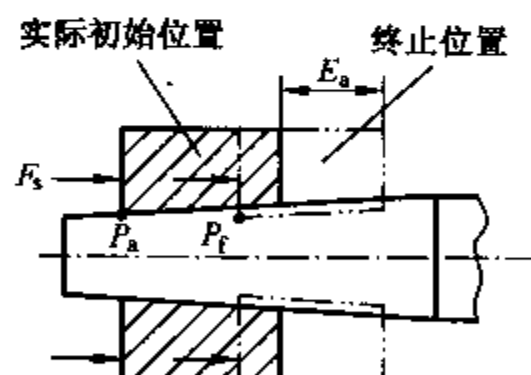


图 4

1.1.2.1 初始位置  $P$  在不施加力的情况下, 相互结合的内、外圆锥表面接触时的轴向位置。

1.1.2.2 极限初始位置  $P_1$ 、 $P_2$  初始位置允许的界限。

极限初始位置  $P_1$  为内圆锥的下极限圆锥和外圆锥的上极限圆锥接触时的位置 (见图 5)。

极限初始位置  $P_2$  为内圆锥的上极限圆锥和外圆锥的下极限圆锥接触时的位置 (见图 5)。

1.1.2.3 初始位置公差  $T_P$  初始位置允许的变动量。它等于极限初始位置  $P_1$  和  $P_2$  之间的距离 (见图 5)。

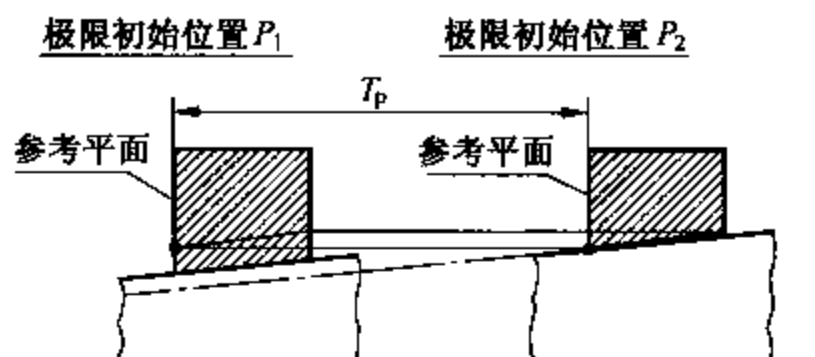


图 5

$$T_P = \frac{1}{C} (T_{Di} + T_{De})$$

式中  $C$ ——锥度；

$T_{Di}$ ——内圆锥直径公差；

$T_{De}$ ——外圆锥直径公差。

1.1.2.4 实际初始位置  $P_a$  相互结合的内、外实际圆锥的初始位置(见图 3、图 4)。它应位于极限初始位置  $P_1$  和  $P_2$  之间。

1.1.2.5 终止位置  $P_f$  相互结合的内、外圆锥,为使其终止状态得到要求的间隙或过盈,所规定的相互轴向位置(见图 3、图 4)。

1.1.2.6 装配力  $F_s$  相互结合的内、外圆锥,为在终止位置( $P_f$ )得到要求的过盈所施加的轴向力(见图 4)。

1.1.2.7 轴向位移  $E_a$  相互结合的内、外圆锥,从实际初始位置( $P_a$ )到终止位置( $P_f$ )移动的距离(见图 3)。

1.1.2.8 最小轴向位移  $E_{a \min}$  在相互结合的内、外圆锥的终止位置上,得到最大间隙或最大过盈的轴向位移。

1.1.2.9 最大轴向位移  $E_{a \max}$  在相互结合的内、外圆锥的终止位置上,得到最大间隙或最大过盈的轴向位移。图 6 为在终止位置上得到最大、最小过盈的示例。

1.1.2.10 轴向位移公差  $T_E$  轴向位移允许的变动量。它等于最大轴向位移( $E_{a \max}$ )与最小轴向位移( $E_{a \min}$ )之差(见图 6)。

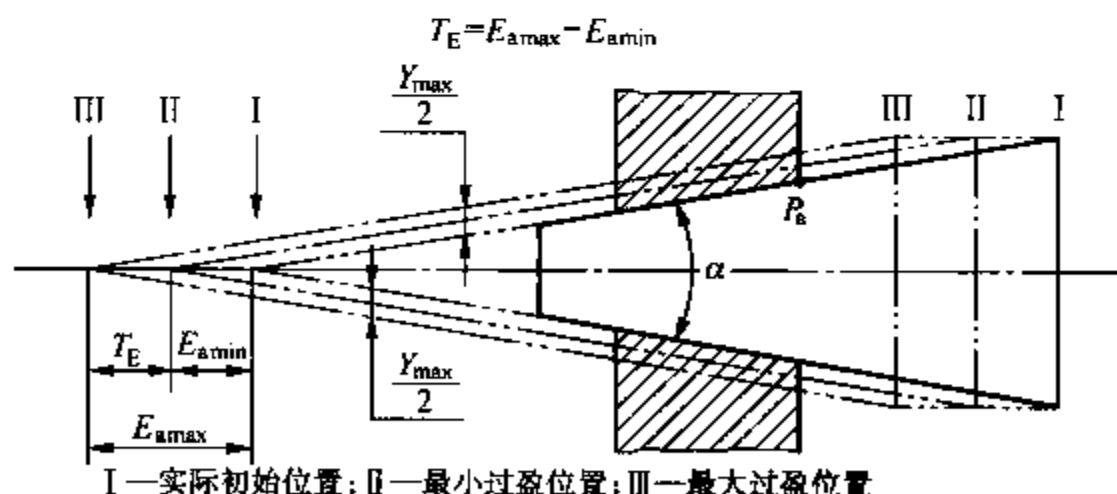


图 6

1.2 圆锥直径配合量  $T_{Di}$  圆锥配合在配合直径上允许的间隙或过盈的变动量。

注 1:圆锥直径配合量是一个没有符号的绝对值。

注 2:对于结构型圆锥配合,圆锥直径间隙配合量是最大间隙( $X_{\max}$ )与最小间隙( $X_{\min}$ )之差;圆锥直径过盈

配合量是最小过盈( $Y_{\min}$ )与最大过盈( $Y_{\max}$ )之差;圆锥直径过渡配合量是最大间隙( $X_{\max}$ )与最大过盈( $Y_{\max}$ )之差。圆锥直径配合量也等于内圆锥直径公差( $T_{Di}$ )与外圆锥直径公差( $T_{De}$ )之和。即:

$$\text{圆锥直径间隙配合量 } T_{Di} = X_{\max} - X_{\min}$$

$$\text{圆锥直径过盈配合量 } T_{Di} = Y_{\min} - Y_{\max}$$

$$\text{圆锥直径过渡配合量 } T_{Di} = X_{\max} - T_{\max}$$

$$\text{圆锥直径配合量 } T_{Di} = T_{Di} + T_{De}$$

注 3:对于位移型圆锥配合,圆锥直径间隙配合量是最大间隙( $X_{\max}$ )与最小间隙( $X_{\min}$ )之差,圆锥直径过盈配合量是最小过盈( $Y_{\min}$ )与最大过盈( $Y_{\max}$ )之差;也等于轴向位移公差( $T_E$ )与锥度( $C$ )之积。即:

$$\text{圆锥直径间隙配合量 } T_{Di} = X_{\max} - X_{\min} = T_E \times C$$

$$\text{圆锥直径过盈配合量 } T_{Di} = Y_{\min} - Y_{\max} = T_E \times C$$

## 2 圆锥配合的一般规定

2.1 结构型圆锥配合推荐优先采用基孔制。内、外圆锥直径公差带代号及配合按 GB/T 1801 选取。如 GB/T 1801 给出的常用配合仍不能满足需要,可按 GB/T 1800.3 规定的基本偏差和标准公差组成所需配合。

2.2 位移型圆锥配合的内、外圆锥直径公差带代号的基本偏差推荐选用 H、h;JS、js。其轴向位移的极限值按 GB/T 1801 规定的极限间隙或极限过盈来计算。

2.3 位移型圆锥配合的轴向位移极限值( $E_{a \min}$ 、 $E_{a \max}$ )和轴向位移公差( $T_E$ )按下列公式计算:

a) 对于间隙配合:

$$\begin{aligned} E_{a \min} &= (1/C) \times |X_{\min}| \\ E_{a \max} &= (1/C) \times |X_{\max}| \\ T_E &= E_{a \max} - E_{a \min} \\ &= (1/C) \times |X_{\max} - X_{\min}| \end{aligned}$$

式中: $C$ ——锥度;

$X_{\max}$ ——配合的最大间隙;

$X_{\min}$ ——配合的最小间隙。

b) 对于过盈配合:

$$\begin{aligned} E_{a \min} &= (1/C) \times |Y_{\min}| \\ E_{a \max} &= (1/C) \times |Y_{\max}| \\ T_E &= E_{a \max} - E_{a \min} \\ &= (1/C) \times |Y_{\max} - Y_{\min}| \end{aligned}$$

式中: $C$ ——锥度;

$Y_{\max}$ ——配合的最大过盈;

$Y_{\min}$ ——配合的最小过盈。

## 附录 A(资料性附录) 圆锥角偏离公称圆锥角时对圆锥配合的影响

A.1 内、外圆锥的圆锥角偏离其公称圆锥角的圆锥角偏差,影响圆锥配合表面的接触质量和

对中性能。由圆锥直径公差( $T_D$ )限制的最大圆锥角误差( $\Delta\alpha_{\max}$ )在 GB/T 11334 附录 A 中给出。在完全利用圆锥直径公差带时,圆锥角极限偏差可达  $\pm \Delta\alpha_{\max}$ 。

A.2 为使圆锥配合尽可能获得较大的接触长度,应选取较小的圆锥直径公差( $T_D$ ),或在圆锥直径公差区内给出更高要求的圆锥角公差。如在给定圆锥直径公差( $T_D$ )后,还需给出圆锥角公差(AT),它们之间的关系应满足下列条件:

a) 圆锥角规定为单向极限偏差(+AT 或 -AT)时:

$$AT_D < \Delta\alpha_{D\max} = T_D$$
$$AT_\alpha < \Delta\alpha_{\max} = \frac{T_D}{L} \times 10^3$$

式中:  $AT_D$  ——以长度单位表示的圆锥角公差,  $\mu\text{m}$ ;  
 $AT_\alpha$  ——以角度单位表示的圆锥角公差,  $\mu\text{rad}$ ;  
 $\Delta\alpha_{D\max}$  ——以长度单位表示的最大圆锥角误差,  $\mu\text{m}$ ;  
 $L$  ——公差圆锥长度,  $\text{mm}$ 。

b) 圆锥角规定为对称极限偏差( $\pm \frac{AT}{2}$ )时:

$$\frac{AT_D}{2} < \Delta\alpha_{D\max} = T_D$$
$$\frac{AT_\alpha}{2} < \Delta\alpha_{\max} = \frac{T_D}{L} \times 10^3$$

满足上列公式而确定的圆锥角公差数值应圆整到 GB/T 11334 中 AT 公差系列的数值(一般应小一些)。

A.3 内、外圆锥的圆锥角偏差给定的方向及其组合,影响配合圆锥初始接触的部位,其影响情况列于表 A.1。

A.3.1 当要求初始接触部位为最大圆锥直径时,应规定圆锥角为单向极限偏差,外圆锥为正(+ $AT_e$ ),内圆锥为负(- $AT_i$ )。

A.3.2 当要求接触部位为最小圆锥直径时,应规定圆锥角为单向极限偏差,外圆锥为负(- $AT_e$ ),内圆锥为正(+ $AT_i$ )。

A.3.3 当对初始接触部位无特殊要求,而要求保证配合圆锥角之间的差别为最小时,内、外圆锥角的极限偏差的方向应相同,可以是对称的( $\pm \frac{AT_e}{2}, \pm \frac{AT_i}{2}$ ),也可以是单向的(+ $AT_e$ 、+ $AT_i$  或 - $AT_e$ 、- $AT_i$ )。

表 A.1

公称圆锥角	圆锥角偏差		简 图	初始接触部位
	内圆锥	外圆锥		
$\alpha$	+ $AT_i$	- $AT_e$		最小圆锥直径
	- $AT_i$	+ $AT_e$		最大圆锥直径

表 A.1(续)

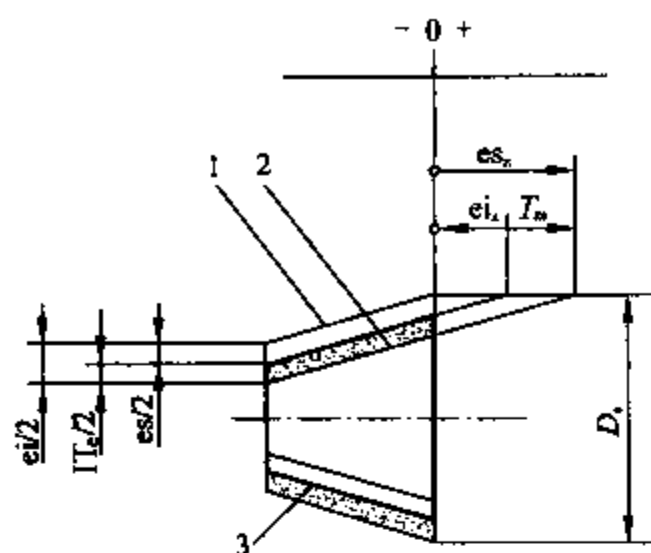
公称圆锥角	圆锥角偏差		简 图	初始接触部位
	内圆锥	外圆锥		
$\alpha$	$+AT_i$	$+AT_e$		视实际圆锥角而定。可能在最大圆锥直径( $\alpha_e > \alpha_i$ 时),也可能在最小圆锥直径( $\alpha_i > \alpha_e$ 时)
	$-AT_i$	$-AT_e$		
	$\pm \frac{AT_i}{2}$	$\pm \frac{AT_e}{2}$		
	$\pm \frac{AT_i}{2}$	$+AT_e$		可能在最大圆锥直径( $\alpha_e > \alpha_i$ 时),也可能在最小圆锥直径( $\alpha_i > \alpha_e$ 时),最小圆锥直径接触的可能性比较大
	$-AT_i$	$\pm \frac{AT_e}{2}$		
	$\pm \frac{AT_i}{2}$	$-AT_e$		可能在最大圆锥直径( $\alpha_e > \alpha_i$ 时),也可能在最小圆锥直径( $\alpha_i > \alpha_e$ 时),最大圆锥直径接触的可能性比较大
	$+AT_i$	$\pm \frac{AT_e}{2}$		

附录 B(资料性附录) 内圆锥或外圆锥的圆锥轴向极限偏差的计算

本附录给出了圆锥配合的内圆锥或外圆锥直径极限偏差转换为轴向极限偏差的计算方法,可用以确定圆锥配合的极限初始位置和圆锥配合后基准平面之间的极限轴向距离;当用圆锥量规检验圆锥直径时,可用以确定与圆锥直径极限偏差相应的圆锥量规的轴向距离。

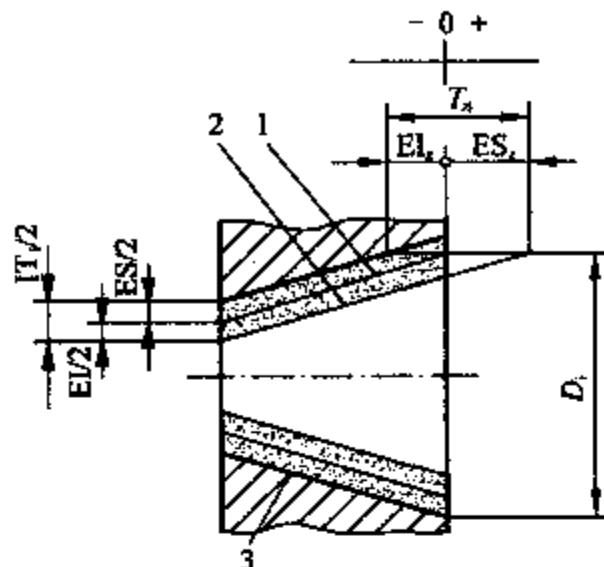
B.1 圆锥轴向极限偏差的概念

圆锥轴向极限偏差是圆锥的某一极限圆锥与其公称圆锥轴向位置的偏离(见图 B.1、图 B.2)。规定下极限圆锥与公称圆锥的偏离为轴向上偏差( $es_z$ 、 $ES_z$ )；上极限圆锥与公称圆锥的偏离为轴向下偏差( $ei_z$ 、 $EI_z$ )。轴向上偏差与轴向下偏差之代数差的绝对值为轴向公差( $T_z$ )。



1—公称圆锥;2—下极限圆锥;3—上极限圆锥

图 B.1 外圆锥轴向极限偏差示意图



1—公称圆锥;2—下极限圆锥;3—上极限圆锥

图 B.2 内圆锥轴向极限偏差示意图

## B.2 圆锥轴向极限偏差的计算

### B.2.1 轴向上偏差

$$\text{外圆锥: } es_2 = -\frac{1}{C} \times ei$$

$$\text{内圆锥: } ES_2 = -\frac{1}{C} \times EI$$

### B.2.2 轴向下偏差

$$\text{外圆锥: } ei_2 = -\frac{1}{C} \times es$$

$$\text{内圆锥: } EI_2 = -\frac{1}{C} \times ES$$

### B.2.3 轴向基本偏差

$$\text{外圆锥: } e_z = -\frac{1}{C} \times \text{直径基本偏差}$$

$$\text{内圆锥: } E_z = -\frac{1}{C} \times \text{直径基本偏差}$$

### B.2.4 轴向公差

$$\text{外圆锥: } T_{ze} = \frac{1}{C} \times IT_e$$

$$\text{内圆锥: } T_{zi} = \frac{1}{C} \times IT_i$$

## B.3 圆锥轴向极限偏差计算用表

B.3.1 锥度  $C=1:10$  时,按 GB/T 1800.3 规定的基本偏差计算所得的外圆锥的轴向基本偏差( $e_z$ )列于表 B.1。

表 B.1 锥度  $C=1:10$  时,外圆锥的轴向基本偏差( $e_z$ )数值

mm

基本偏差	a	b	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	js	j
公称尺寸	公称等级												
大于	至	所有等级											
—	3	+2.7	+1.4	+0.6	+0.34	+0.20	+0.14	+0.1	+0.06	+0.04	+0.02	0	



表 B.1(续)

mm

基本偏差		a	b	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	js	j				
公称尺寸		公称等级																
大于	至	所有等级												5,6	7	8		
3	6	+2.7	+1.4	+0.7	+0.46	+0.30	+0.2	+0.14	+0.1	+0.06	+0.04	0		+0.02	+0.04	—		
6	10	+2.8	+1.5	+0.8	+0.56	+0.40	+0.25	+0.18	+0.13	+0.08	+0.05	0		+0.02	+0.05	—		
10	14	+2.9	+1.5	+0.95	—	+0.50	+0.32	—	+0.16	—	+0.06	0		+0.03	+0.06	—		
14	18																	
18	24	+3	+1.6	+1.1	—	+0.65	+0.4	—	+0.20	—	+0.07	0		+0.04	+0.08	—		
24	30																	
30	40	+3.1	+1.7	+1.2	—	+0.80	+0.5	—	+0.25	—	+0.09	0		+0.05	+0.1	—		
40	50	+3.2	+1.8	+1.3														
50	65	+3.4	+1.9	+1.4	—	+1	+0.60	—	+0.3	—	+0.1	0		+0.07	+0.12	—		
65	80	+3.6	+2	+1.5														
80	100	+3.8	+2.2	+1.7	—	+1.2	+0.72	—	+0.36	—	+0.12	0		+0.09	+0.15	—		
100	120	+4.1	+2.4	+1.8														
120	140	+4.6	+2.6	+2	—	+1.45	+0.85	—	+0.43	—	+0.14	0		+0.11	+0.18	—		
140	160	+5.2	+2.8	+2.1														
160	180	+5.8	+3.1	+2.3	—	+1.7	+1	—	+0.50	—	+0.15	0		+0.13	+0.21	—		
180	200	+6.6	+3.4	+2.4														
200	225	+7.4	+3.8	+2.6	—	+1.9	+1.1	—	+0.56	—	+0.17	0		+0.16	+0.26	—		
225	250	+8.2	+4.2	+2.8														
250	280	+9.2	+4.8	+3	—	+2.1	+1.25	—	+0.62	—	+0.18	0	+0.18	+0.28	—			
280	315	+10.5	+5.4	+3.3														
315	355	+12	+6	+3.6	—	+2.3	+1.35	—	+0.68	—	+0.2	0	+0.20	+0.32	—			
355	400	+13.5	+6.8	+4														
400	450	+15	+7.6	+4.4	—	+2.3	+1.35	—	+0.68	—	+0.2	0	+0.20	+0.32	—			
450	500	+16.5	+8.4	+4.8														
基本偏差		k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc		
公称尺寸		公差等级																
大于	至	≤3, >7	4至7	所有等级														
—	3	0	0	-0.02	-0.04	-0.06	-0.1	-0.14	—	-0.18	—	-0.20	—	-0.26	-0.32	-0.4	-0.6	
3	6	0	-0.01	-0.04	-0.08	-0.12	-0.15	-0.19	—	-0.23	—	-0.28	—	-0.35	-0.42	-0.5	-0.8	
6	10	0	-0.01	-0.06	-0.1	-0.15	-0.19	-0.23	—	-0.28	—	-0.34	—	-0.42	-0.52	-0.67	-0.97	
10	14	0	-0.01	-0.07	-0.12	-0.18	-0.23	-0.28	—	-0.33	—	-0.4	—	-0.5	-0.64	-0.9	-1.3	
14	18																	
18	24	0	-0.01	-0.07	-0.12	-0.18	-0.23	-0.28	—	-0.33	-0.39	-0.45	—	-0.6	-0.77	-1.08	-1.5	
24	30																	
										-0.41	-0.48	-0.55	-0.64	-0.75	-0.88	-1.18	-1.6	-2.18

表 B.1(续)

mm

基本偏差		k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc												
公称尺寸		公差等级																										
大于	至	≤3, >7	4至7	所有等级																								
30	40	0	-0.02	-0.09	-0.17	-0.26	-0.34	-0.43	-0.48	-0.6	-0.68	-0.8	-0.94	-1.12	-1.48	-2	-2.74											
40	50								-0.54	-0.7	-0.81	-0.97	-1.14	-1.36	-1.80	-2.42	-3.25											
50	65	0	-0.02	-0.11	-0.2	-0.32	-0.41	-0.53	-0.66	-0.87	-1.02	-1.22	-1.44	-1.72	-2.25	-3	-4.05											
65	80																	-0.43	-0.59	-0.75	-1.02	-1.2	-1.46	-1.74	-2.1	-2.74	-3.6	-4.8
80	100	0	-0.03	-0.13	-0.23	-0.37	-0.51	-0.71	-0.91	-1.24	-1.46	-1.78	-2.14	-2.58	-3.35	-4.45	-5.85											
100	120																	-0.54	-0.79	-1.04	-1.44	-1.72	-2.10	-2.54	-3.1	-4	-5.25	-6.9
120	140	0	-0.03	-0.15	-0.27	-0.43	-0.63	-0.92	-1.22	-1.7	-2.02	-2.48	-3	-3.65	-4.7	-6.2	-8											
140	160																	-0.65	-1	-1.34	-1.9	-2.28	-2.8	-3.4	-4.15	-5.35	-7	-9
160	180																	-0.68	-1.08	-1.46	-2.1	-2.52	-3.1	-3.8	-4.65	-6	-7.8	-10
180	200	0	-0.04	-0.17	-0.31	-0.5	-0.77	-1.22	-1.66	-2.36	-2.84	-3.5	-4.25	-5.2	-6.7	-8.8	-11.5											
200	225																	-0.80	-1.3	-1.8	-2.58	-3.1	-3.85	-4.7	-5.75	-7.4	-9.6	-12.5
225	250																	-0.84	-1.4	-1.96	-2.84	-3.4	-4.25	-5.2	-6.4	-8.2	-10.5	-13.5
250	280	0	-0.04	-0.2	-0.34	-0.56	-0.94	-1.58	-2.18	-3.15	-3.85	-4.75	-5.8	-7.1	-9.2	-12	-15.5											
280	315																	-0.98	-1.7	-2.4	-3.5	-4.25	-5.25	-6.5	-7.9	-10	-13	-17
315	355	0	-0.04	-0.21	-0.37	-0.62	-1.08	-1.9	-2.68	-3.9	-4.75	-5.9	-7.3	-9	-11.5	-15	-19											
355	400																	-1.14	-2.08	-2.94	-4.35	-5.3	-6.6	-8.2	-10	-13	-16.5	-21
400	450	0	-0.05	-0.23	-0.4	-0.68	-1.26	-2.32	-3.3	-4.9	-5.95	-7.4	-9.2	-11	-14.5	-18.5	-24											
450	500																	-1.32	-2.52	-3.6	-5.4	-6.6	-8.2	-10	-12.5	-16	-21	-26

B.3.2 锥度  $C=1:10$  时,按 GB/T 1800.3 规定的标准公差计算所得的轴向公差  $T_z$  的数值列于表 B.2。

B.3.3 当锥度  $C$  不等于  $1:10$  时,圆锥的轴向基本偏差和轴向公差按表 B.1、表 B.2 给出的数值,乘以表 B.3、表 B.4 的换算系数进行计算。

B.3.4 基孔制的轴向极限偏差按表 B.1、表 B.2、表 B.3 和表 B.4 中的数值由下列公式计算:

a) 对内圆锥:

基本偏差为 H 时:

$$ES_z = 0$$

$$EI_z = -T_{zi}$$

b) 对外圆锥:

基本偏差为 a 到 g 时:

$$es_z = e_z + T_{ze}$$

$$ei_z = e_z$$

基本偏差为 h 时:

$$es_z = +T_{ze}$$

$$ei_z = 0$$

基本偏差为 js 时:

$$es_z = +\frac{T_z}{2}$$

$$ei_z = -\frac{T_z}{2}$$

基本偏差为 j 到 zc 时:

$$es_z = e_z$$

$$ei_z = e_z - T_z$$

表 B.2 锥度 C=1:10 时,轴向公差(T<sub>z</sub>)数值 mm

公称尺寸		公差等级									
大于	至	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12
—	3	0.02	0.03	0.04	0.06	0.10	0.14	0.25	0.40	0.60	1
3	6	0.025	0.04	0.05	0.08	0.12	0.18	0.30	0.48	0.75	1.2
6	10	0.025	0.04	0.06	0.09	0.15	0.22	0.36	0.58	0.90	1.5
10	18	0.03	0.04	0.08	0.11	0.18	0.27	0.43	0.70	1.1	1.8
18	30	0.04	0.05	0.09	0.13	0.21	0.33	0.52	0.84	1.3	2.1
30	50	0.04	0.07	0.11	0.16	0.25	0.39	0.62	1	1.6	2.5
50	80	0.05	0.08	0.13	0.19	0.30	0.46	0.74	1.2	1.9	3
80	120	0.06	0.10	0.15	0.22	0.35	0.54	0.87	1.4	2.2	3.5
120	180	0.08	0.12	0.18	0.25	0.40	0.63	1	1.6	2.5	4
180	250	0.10	0.14	0.20	0.29	0.46	0.72	1.15	1.85	2.9	4.6
250	315	0.12	0.16	0.23	0.32	0.52	0.81	1.3	2.1	3.2	5.2
315	400	0.13	0.18	0.25	0.36	0.57	0.89	1.4	2.3	3.6	5.7
400	500	0.15	0.20	0.27	0.40	0.63	0.97	1.55	2.5	4	6.3

表 B.3 一般用途圆锥的换算系数

基本值		换算系数	基本值		换算系数	基本值		换算系数
系列 1	系列 2		系列 1	系列 2		系列 1	系列 2	
1:3		0.3	1:10		1	1:50		5
	1:4	0.4		1:12	1.2	1:100		10
1:5		0.5		1:15	1.5	1:200		20
	1:6	0.6	1:20		2	1:500		50
	1:7	0.7	1:30		3			
	1:8	0.8		1:40	4			

表 B.4 特殊用途圆锥的换算系数

基本值	换算系数	基本值	换算系数	基本值	换算系数
18°30′	0.3	1:12.972	1.3	1:19.254	1.92
11°54′	0.48	1:15.748	1.57	1:19.264	1.92
8°40′	0.66	1:16.666	1.67	1:19.922	1.99
7°40′	0.75	1:18.779	1.8	1:20.020	2
7:24	0.34	1:19.002	1.9	1:20.047	2
1:9	0.9	1:19.180	1.92	1:20.228	2
1:12.262	1.2	1:19.212	1.92		

附录 C(资料性附录) 基准平面极限初始位置和极限终止位置的计算

本附录给出了由相互配合的圆锥基准平面之间的距离(基面距)确定的极限初始位置和极限终止位置的计算方法。

C.1 基准平面间极限初始位置的计算

C.1.1 由内、外圆锥基准平面之间的距离确定的极限初始位置  $Z_{p\min}$  和  $Z_{p\max}$  的计算公式列于表 C.1。

注:对于结构型圆锥配合,极限初始位置仅对过盈配合有意义,且在必要时才需计算。

表 C.1

已知参数	基准平面的位置	计 算 公 式	
		$Z_{p\min}$	$Z_{p\max}$
圆锥直径极限偏差	在锥体大直径端(图 C.1)	$Z_p + \frac{1}{C}(ei - ES)$	$Z_p + \frac{1}{C}(es - EI)$
	在锥体小直径端(图 C.2)	$Z_p + \frac{1}{C}(EI - es)$	$Z_p + \frac{1}{C}(ES - ei)$
圆锥轴向极限偏差	在锥体大直径端(图 C.1)	$Z_p + EI_z - es_z$	$Z_p + ES_z - ei_z$
	在锥体小直径端(图 C.2)	$Z_p + ei_z - ES_z$	$Z_p + es_z - EI_z$

注:表中  $Z_p = Z_e - Z_i$ ; 在外圆锥距基准平面为  $Z_e$  处的  $d_{xe}$  和内圆锥距基准平面为  $Z_i$  处的  $d_{xi}$  是相等的。

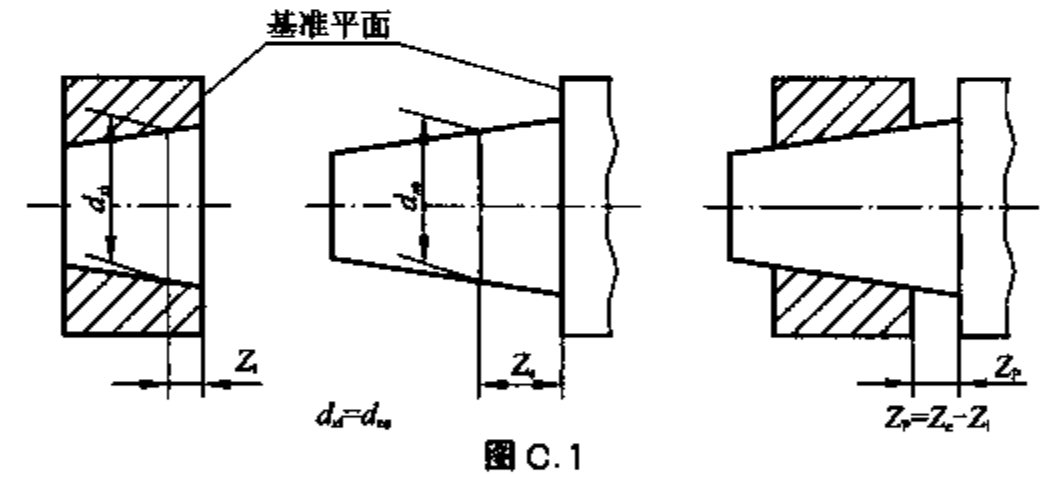


图 C.1

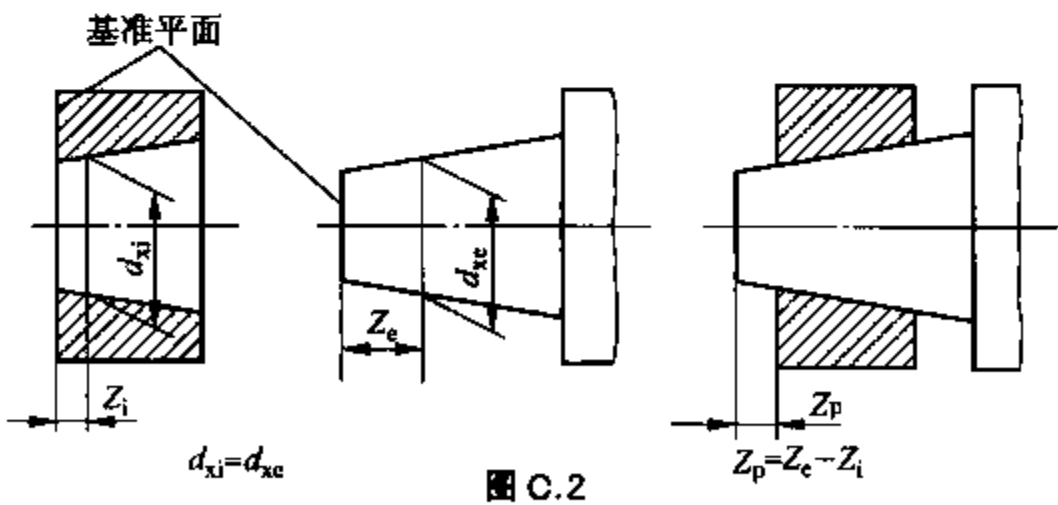


图 C.2

C.1.2 对本标准 2.2 规定的位移型圆锥配合,可按轴向公差进行简化计算,其计算公式列于表 C.2。

表 C.2

配合圆锥直径公差带 位置的组合	基准平面的位置	计 算 公 式	
		$Z_{p\ min}$	$Z_{p\ max}$
$\frac{H}{h}$	在锥体大直径端(图 C.1)	$Z_p - (T_{ze} + T_{zi})$	$Z_p$
	在锥体小直径端(图 C.2)	$Z_p$	$Z_p + (T_{ze} + T_{zi})$
$\frac{JS}{js}$	在锥体大直径端(图 C.1)	$Z_p - \frac{1}{2}(T_{ze} + T_{zi})$	$Z_p + \frac{1}{2}(T_{ze} + T_{zi})$
	在锥体小直径端(图 C.2)	$Z_p - \frac{1}{2}(T_{ze} + T_{zi})$	$Z_p + \frac{1}{2}(T_{ze} + T_{zi})$

C.2 基准平面间极限终止位置的计算

C.2.1 对于位移型圆锥配合,基准平面之间极限终止位置  $Z_{pl\ min}$ 、 $Z_{pl\ max}$  的计算公式列于表 C.3。

表 C.3

已 知 参 数	基准平面的位置	计 算 公 式	
		$Z_{pl\ min}$	$Z_{pl\ max}$
间隙配合轴向位移 $E_a$	在锥体大直径端(图 C.1)	$Z_{p\ min} + E_{a\ min}$	$Z_{p\ max} + E_{a\ max}$
	在锥体小直径端(图 C.2)	$Z_{p\ min} - E_{a\ max}$	$Z_{p\ max} - E_{a\ min}$
过盈配合轴向位移 $E_a$	在锥体大直径端(图 C.1)	$Z_{p\ min} - E_{a\ max}$	$Z_{p\ max} - E_{a\ min}$
	在锥体小直径端(图 C.2)	$Z_{p\ min} + E_{a\ min}$	$Z_{p\ max} + E_{a\ max}$

注:表中  $Z_{p\ min}$ 、 $Z_{p\ max}$  的值用本附录表 C.1 的公式确定。

C.2.2 对于结构型圆锥配合,基准平面之间的极限终止位置由设计给定,不需要进行计算(见图 1、图 2)。

# 冲压件尺寸公差

根据 GB/T 13914—2002

本标准适用于金属板材平冲压件和成形冲压件。

## 1 公差等级、符号、代号及数值

1.1 平冲压件尺寸公差分11个等级,即:ST1、ST2至ST11。其中ST表示平冲压件尺寸公差,公差等级用阿位伯数字表示。从ST1至ST11等级依次降低。

平冲压件尺寸公差适用于平冲压件,也适用于成形冲压件上经冲裁工序加工而成的尺寸。

平冲压件尺寸公差数值按表1的规定。

表1 平冲压件尺寸公差

mm

基本尺寸		板材厚度		公差等级										
大于	至	大于	至	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6	ST7	ST8	ST9	ST10	ST11
—	1	—	0.5	0.008	0.010	0.015	0.020	0.03	0.04	0.06	0.08	0.12	0.16	—
		0.5	1	0.010	0.015	0.020	0.03	0.04	0.06	0.08	0.12	0.16	0.24	—
		1	1.5	0.015	0.020	0.03	0.04	0.06	0.08	0.12	0.16	0.24	0.34	—
1	3	—	0.5	0.012	0.018	0.026	0.036	0.05	0.07	0.10	0.14	0.20	0.28	0.40
		0.5	1	0.018	0.026	0.036	0.05	0.07	0.10	0.14	0.20	0.28	0.40	0.56
		1	3	0.026	0.036	0.05	0.07	0.10	0.14	0.20	0.28	0.40	0.56	0.78
		3	4	0.034	0.05	0.07	0.09	0.13	0.18	0.26	0.36	0.50	0.70	0.98
3	10	—	0.5	0.018	0.026	0.036	0.05	0.07	0.10	0.14	0.20	0.28	0.40	0.56
		0.5	1	0.026	0.036	0.05	0.07	0.10	0.14	0.20	0.28	0.40	0.56	0.78
		1	3	0.036	0.05	0.07	0.10	0.14	0.20	0.28	0.40	0.56	0.78	1.10
		3	6	0.046	0.06	0.09	0.13	0.18	0.26	0.36	0.48	0.68	0.98	1.40
		6		0.06	0.08	0.11	0.16	0.22	0.30	0.42	0.60	0.84	1.20	1.60
10	25	—	0.5	0.026	0.036	0.05	0.07	0.10	0.14	0.20	0.28	0.40	0.56	0.78
		0.5	1	0.036	0.05	0.07	0.10	0.14	0.20	0.28	0.40	0.56	0.78	1.10
		1	3	0.05	0.07	0.10	0.14	0.20	0.28	0.40	0.56	0.78	1.10	1.50
		3	6	0.06	0.09	0.13	0.18	0.26	0.36	0.50	0.70	1.00	1.40	2.00
		6		0.08	0.12	0.16	0.22	0.32	0.44	0.60	0.88	1.20	1.60	2.40
25	63	—	0.5	0.036	0.05	0.07	0.10	0.14	0.20	0.28	0.40	0.56	0.78	1.10
		0.5	1	0.05	0.07	0.10	0.14	0.20	0.28	0.40	0.56	0.78	1.10	1.50
		1	3	0.07	0.10	0.14	0.20	0.28	0.40	0.56	0.78	1.10	1.50	2.10
		3	6	0.09	0.12	0.18	0.26	0.36	0.50	0.70	0.98	1.40	2.00	2.80
		6		0.11	0.16	0.22	0.30	0.44	0.60	0.86	1.20	1.60	2.20	3.00
63	160	—	0.5	0.04	0.06	0.09	0.12	0.18	0.26	0.36	0.50	0.70	0.98	1.40
		0.5	1	0.06	0.09	0.12	0.18	0.26	0.36	0.50	0.70	0.98	1.40	2.00
		1	3	0.09	0.12	0.18	0.26	0.36	0.50	0.70	0.98	1.40	2.00	2.80

表 1(续) mm

基本尺寸		板材厚度		公差等级										
大于	至	大于	至	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6	ST7	ST8	ST9	ST10	ST11
63	160	3	6	0.12	0.16	0.24	0.32	0.46	0.64	0.90	1.30	1.80	2.50	3.60
		6		0.14	0.20	0.28	0.40	0.56	0.78	1.10	1.50	2.10	2.90	4.20
160	400	—	0.5	0.06	0.09	0.12	0.18	0.26	0.36	0.50	0.70	0.98	1.40	2.00
		0.5	1	0.09	0.12	0.18	0.26	0.36	0.50	0.70	1.00	1.40	2.00	2.80
		1	3	0.12	0.18	0.26	0.36	0.50	0.70	1.00	1.40	2.00	2.80	4.00
		3	6	0.16	0.24	0.32	0.46	0.64	0.90	1.30	1.80	2.60	3.60	4.80
		6		0.20	0.28	0.40	0.56	0.78	1.10	1.50	2.10	2.90	4.20	5.80
400	1000	—	0.5	0.09	0.12	0.18	0.24	0.34	0.48	0.66	0.94	1.30	1.80	2.60
		0.5	1	—	0.18	0.24	0.34	0.48	0.66	0.94	1.30	1.80	2.60	3.60
		1	3	—	0.24	0.34	0.48	0.66	0.94	1.30	1.80	2.60	3.60	5.00
		3	6	—	0.32	0.45	0.62	0.88	1.20	1.60	2.40	3.40	4.60	6.60
		6		—	0.34	0.48	0.70	1.00	1.40	2.00	2.80	4.00	5.60	7.80
1000	6300		0.5	—	—	0.26	0.36	0.50	0.70	0.98	1.40	2.00	2.80	4.00
		0.5	1	—	—	0.36	0.50	0.70	0.98	1.40	2.00	2.80	4.00	5.60
		1	3	—	—	0.50	0.70	0.98	1.40	2.00	2.80	4.00	5.60	7.80
		3	6	—	—	—	0.90	1.20	1.60	2.20	3.20	4.40	6.20	8.00
		6		—	—	—	1.00	1.40	1.90	2.60	3.60	5.20	7.20	10.00

1.2 成形冲压件尺寸公差分 10 个等级,即:FT1、FT2 至 FT10。FT 表示成形冲压件尺寸公差,公差等级用阿拉伯数字表示。从 FT1 至 FT10 等级依次降低。  
成形冲压件尺寸公差数值按表 2 的规定。

表 2 成形冲压件尺寸公差 mm

基本尺寸		板材厚度		公差等级									
大于	至	大于	至	FT1	FT2	FT3	FT4	FT5	FT6	FT7	FT8	FT9	FT10
—	1	—	0.5	0.010	0.016	0.026	0.04	0.06	0.10	0.16	0.26	0.40	0.60
		0.5	1	0.014	0.022	0.034	0.05	0.09	0.14	0.22	0.34	0.50	0.90
		1	1.5	0.020	0.030	0.05	0.08	0.12	0.20	0.32	0.50	0.90	1.40
1	3	—	0.5	0.016	0.026	0.040	0.07	0.11	0.18	0.28	0.44	0.70	1.00
		0.5	1	0.022	0.036	0.06	0.09	0.14	0.24	0.38	0.60	0.90	1.40
		1	3	0.032	0.05	0.08	0.12	0.20	0.34	0.54	0.86	1.20	2.00
		3	4	0.04	0.07	0.11	0.18	0.28	0.44	0.70	1.10	1.80	2.80
3	10	—	0.5	0.022	0.036	0.06	0.09	0.14	0.24	0.38	0.60	0.96	1.40
		0.5	1	0.032	0.05	0.08	0.12	0.20	0.34	0.54	0.86	1.40	2.20
		1	3	0.05	0.07	0.11	0.18	0.30	0.48	0.76	1.20	2.00	3.20
		3	6	0.06	0.09	0.14	0.24	0.38	0.60	1.00	1.60	2.60	4.00
		6		0.07	0.11	0.18	0.28	0.44	0.70	1.10	1.80	2.80	4.40

表 2(续)

mm

基本尺寸		板材厚度		公差等级									
大于	至	大于	至	FT1	FT2	FT3	FT4	FT5	FT6	FT7	FT8	FT9	FT10
10	25	—	0.5	0.030	0.05	0.08	0.12	0.20	0.32	0.50	0.80	1.20	2.00
		0.5	1	0.04	0.07	0.11	0.18	0.28	0.46	0.72	1.10	1.80	2.80
		1	3	0.06	0.10	0.16	0.26	0.40	0.64	1.00	1.60	2.60	4.00
		3	6	0.08	0.12	0.20	0.32	0.50	0.80	1.20	2.00	3.20	5.00
		6		0.10	0.14	0.24	0.40	0.62	1.00	1.60	2.60	4.00	6.40
25	63	—	0.5	0.04	0.06	0.10	0.16	0.26	0.40	0.64	1.00	1.60	2.60
		0.5	1	0.06	0.09	0.14	0.22	0.36	0.58	0.90	1.40	2.20	3.60
		1	3	0.08	0.12	0.20	0.32	0.50	0.80	1.20	2.00	3.20	5.00
		3	6	0.10	0.16	0.26	0.40	0.66	1.00	1.60	2.60	4.00	6.40
		6		0.11	0.18	0.28	0.46	0.76	1.20	2.00	3.20	5.00	8.00
63	160	—	0.5	0.05	0.08	0.14	0.22	0.36	0.56	0.90	1.40	2.20	3.60
		0.5	1	0.07	0.12	0.19	0.30	0.48	0.78	1.20	2.00	3.20	5.00
		1	3	0.10	0.16	0.26	0.42	0.68	1.10	1.80	2.80	4.40	7.00
		3	6	0.14	0.22	0.34	0.54	0.88	1.40	2.20	3.40	5.60	9.00
		6		0.15	0.24	0.38	0.62	1.00	1.60	2.60	4.00	6.60	10.00
160	400	—	0.5	—	0.10	0.16	0.26	0.42	0.70	1.10	1.80	2.80	4.40
		0.5	1	—	0.14	0.24	0.38	0.62	1.00	1.60	2.60	4.00	6.40
		1	3	—	0.22	0.34	0.54	0.88	1.40	2.20	3.40	5.60	9.00
		3	6	—	0.28	0.44	0.70	1.10	1.80	2.80	4.40	7.00	11.00
		6		—	0.34	0.54	0.88	1.40	2.20	3.40	5.60	9.00	14.00
400	1000	—	0.5	—	—	0.24	0.38	0.62	1.00	1.60	2.60	4.00	6.60
		0.5	1	—	—	0.34	0.54	0.88	1.40	2.20	3.40	5.60	9.00
		1	3	—	—	0.44	0.70	1.10	1.80	2.80	4.40	7.00	11.00
		3	6	—	—	0.56	0.90	1.40	2.20	3.40	5.60	9.00	14.00
		6		—	—	0.62	1.00	1.60	2.60	4.00	6.40	10.00	16.00

1.3 冲压件未注尺寸公差按本标准规定系列,由相应的技术文件作出具体规定。

## 2 冲压件尺寸极限偏差

平冲压件、成形冲压件尺寸的极限偏差按下述规定选取。

2.1 孔(内形)尺寸的极限偏差取表中给出的公差数值,冠以“+”作为上偏差,下偏差为0。

2.2 轴(外形)尺寸的极限偏差取表中给出的公差数值,冠以“-”号作为下偏差,上偏差为0。

2.3 孔中心距、孔边距、弯曲、拉深与其他成形方法而成的长度、高度及未注公差尺寸的极限偏差,取表中给出的公差值的一半,冠以“±”号分别作为上、下偏差。

## 3 公差等级选用

平冲压件、成形冲压件尺寸公差等级选用见附录 A。



附录 A(规范性附录) 公差等级选用

A.1 平冲压件尺寸公差等级选用按表 A.1 的规定。

表 A.1

加工方法	尺寸类型	公差等级										
		ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6	ST7	ST8	ST9	ST10	ST11
精密冲裁	外形											
	内形											
	孔中心距											
	孔边距											
普通冲裁	外形											
	内形											
	孔中心距											
	孔边距											
成形冲压 平面冲裁	外形											
	内形											
	孔中心距											
	孔边距											

A.2 成形冲压件尺寸公差等级选用按表 A.2 的规定。

表 A.2

加工方法	尺寸类型	公差等级									
		FT1	FT2	FT3	FT4	FT5	FT6	FT7	FT8	FT9	FT10
拉深	直径										
	高度										
带凸缘 拉深	直径										
	高度										
弯曲	长度										
其他成形方法	直径										
	高度										
	长度										

本标准适用于金属板材冲裁与弯曲的零件。

1 公差等级、符号、代号及数值

1.1 冲压件冲裁角度公差分 6 个等级,即:AT1、AT2 至 AT6。AT 表示冲压件冲裁角度公差,公差等级用阿位伯数字表示。从 AT1 至 AT6 等级依次降低。

冲压件冲裁角度公差数值按表 1 的规定。

表 1 冲压件冲裁角度公差

公差等级	短 边 尺 寸,mm						
	≤10	>10~25	>25~63	>63~160	>160~400	>400~1000	>1000
AT1	0°40′	0°30′	0°20′	0°12′	0°5′	0°4′	—
AT2	1°	0°40′	0°30′	0°20′	0°12′	0°6′	0°4′
AT3	1°20′	1°	0°40′	0°30′	0°20′	0°12′	0°6′
AT4	2°	1°20′	1°	0°40′	0°30′	0°20′	0°12′
AT5	3°	2°	1°20′	1°	0°40′	0°30′	0°20′
AT6	4°	3°	2°	1°20′	1°	0°40′	0°30′

1.2 冲压件弯曲角度公差分 5 个等级,即 BT1、BT2 至 BT5。BT 表示冲压件弯曲角度公差,公差等级用阿拉伯数字表示。从 BT1 至 BT5 等级依次降低。

冲压件弯曲角度公差数值按表 2 的规定。

表 2 冲压件弯曲角度公差

公差等级	短 边 尺 寸,mm						
	≤10	>10~25	>25~63	>63~160	>160~400	>400~1000	>1000
BT1	1°	0°40′	0°30′	0°16′	0°12′	0°10′	0°8′
BT2	1°30′	1°	0°40′	0°20′	0°16′	0°12′	0°10′
BT3	2°30′	2°	1°30′	1°15′	1°	0°45′	0°30′
BT4	4°	3°	2°	1°30′	1°15′	1°	0°45′
BT5	6°	4°	3°	2°30′	2°	1°30′	1°

1.3 未注角度公差按本标准规定系列,由相应的技术文件作出具体的规定。

2 冲压件角度的极限偏差

冲压件冲裁角度与弯曲角度的极限偏差按下述规定选取。

2.1 依据使用的需要选用单向偏差。

2.2 未注公差的角度极限偏差,取表中给出的公差值的一半,冠以“±”号分别作为上、下偏差。

3 公差等级选用

冲压件角度公差等级选用见附录 A。

附录 A(规范性附录) 公差等级选用

A.1 冲压件冲裁角度公差等级按表 A.1 选取。

表 A.1 冲压件冲裁角度选用表

材料厚度 mm	公差等级					
	AT1	AT2	AT3	AT4	AT5	AT6
≤3						
>3						

A.2 冲压件弯曲角度公差等级按表 A.2 选取。

表 A.2 冲压件弯曲角度选用表

材料厚度 mm	公差等级				
	BT1	BT2	BT3	BT4	BT5
≤3					
>3					

本标准适用于金属板材冲压件。

1 公差等级及数值

1.1 直线度、平面度未注公差值按表 1 的规定,平面度未注公差应选择较长的边长作为主参数。

表 1 mm

公差等级	主 参 数(L、H、d)						
	≤10	>10~25	>25~63	>63~160	>160~400	>400~1000	>1000
1	0.06	0.10	0.15	0.25	0.40	0.60	0.90
2	0.12	0.20	0.30	0.50	0.80	1.20	1.80
3	0.25	0.40	0.60	1.00	1.60	2.50	4.00
4	0.50	0.80	1.20	2.00	3.20	5.00	8.00
5	1.00	1.60	2.50	4.00	6.50	10.00	16.00

主参数 L、H、d 选用示例见图 1。

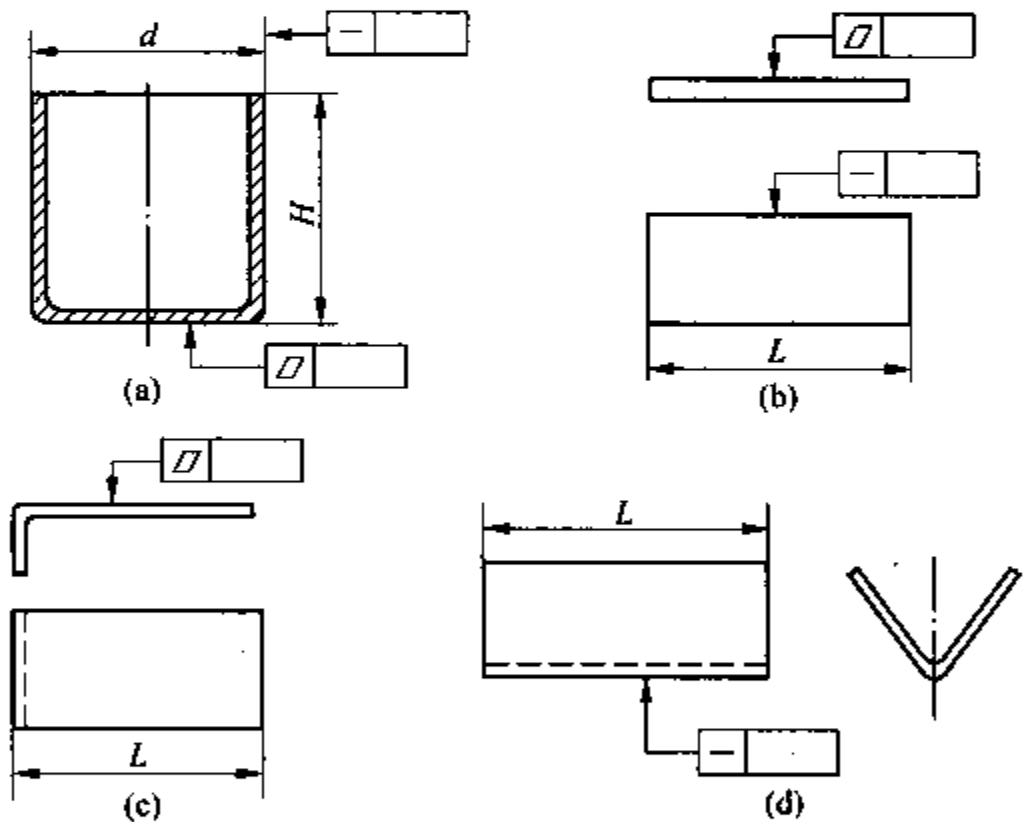


图 1

1.2 同轴度、对称度未注公差值应按表 2 的规定。主参数 B、D、d、L 选用示例见图 2。

表 2 mm

公差等级	主 参 数(B、D、d、L)							
	≤3	>3~10	>10~25	>25~63	>63~160	>160~400	>400~1000	>1000
1	0.12	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.80	1.00
2	0.25	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.60	2.00
3	0.50	0.80	1.20	1.60	2.00	2.50	3.20	4.00
4	1.00	1.60	2.50	3.20	4.00	5.00	6.50	8.00

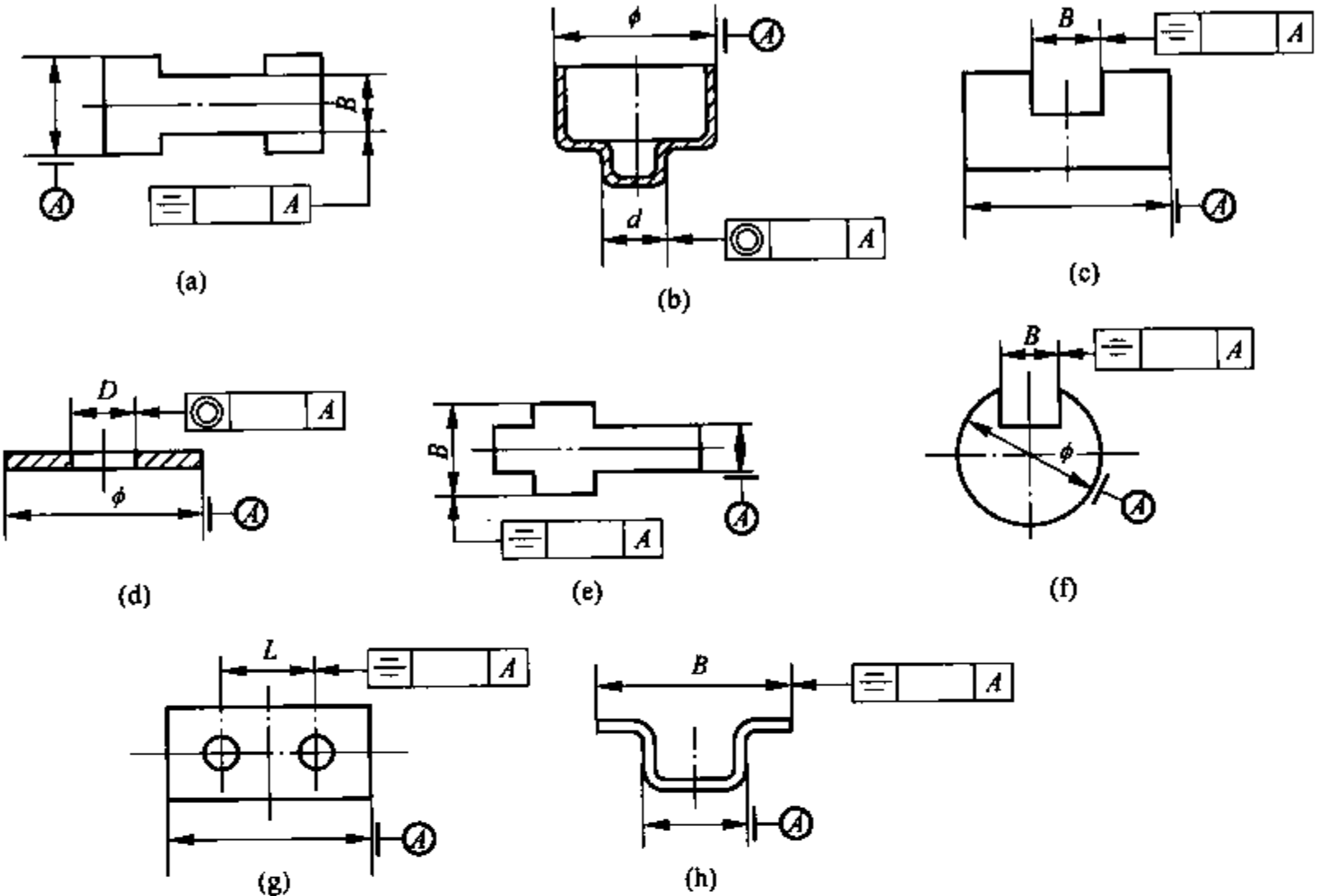


图 2

1.3 圆度未注公差

圆度未注公差值应不大于相应尺寸公差值。

1.4 圆柱度未注公差

圆柱度未注公差由其圆度、素线的直线度未注公差值和要素的尺寸公差分别控制。

1.5 平行度未注公差

平行度未注公差由平行要素的平面度或直线度的未注公差值和平行要素间的尺寸公差分别控制。

1.6 垂直度、倾斜度未注公差

垂直度、倾斜度未注公差由角度公差和直线度公差值分别控制。

## 第 3 部分

# 通用技术条件



主 编：胡觉凡  
参加编写人员：张启明 王国恕 陈清阳 段秀明  
付 微 王周寒 姚大勇 郭 峰  
赵宗立 周周震 刘 震 关 明  
魏国君 范吕慧



本标准适用于除空中、水上交通工具,水上设施,电气设备以及核能设备之外的各类生产设备。

本标准是各类生产设备安全卫生设计的基础标准。制订各类生产设备安全卫生设计的专用标准,应符合本标准的规定,并使其具体化。

## 1 定义

1.1 生产设备 生产过程中,为生产、加工、制造、检验、运输、安装、储存、维修产品而使用的各种机器、设施、装置和器具。

1.2 安全卫生防护装置 配置在生产设备上,起保障人员、生产过程和设备安全卫生作用的附属物件或设施。

## 2 基本原则

2.1 生产设备及其零部件,必须有足够的强度、刚度、稳定性和可靠性。在按规定条件制造、运输、储存、安装和使用,不得对人员造成危险。

2.2 生产设备在正常生产和使用过程中,不应向工作场所和大气排放超过国家标准规定的有害物质,不应产生超过国家标准规定的噪声、振动、辐射和其他污染。对可能产生的有害因素,必须在设计上采取有效防护措施。

2.3 设计生产设备,应体现人类工效学原则,最大限度地减轻生产设备对操作者造成的体力、脑力消耗以及心理紧张状况。

2.4 设计生产设备,应通过下列途径保证其安全卫生:

- a) 选择最佳设计方案并进行安全卫生评价;
- b) 对可能产生的危险因素和有害因素采取有效防护措施;
- c) 在运输、储存、安装、使用和维修等技术文件中写明安全卫生要求。

2.5 设计生产设备,当安全卫生技术措施与经济效益发生矛盾时,应优先考虑安全卫生技术上的要求,并按下列等级顺序选择安全卫生技术措施:

a) 直接安全卫生技术措施——生产设备本身应具有本质安全卫生性能,即保证设备即使在异常情况下,也不会出现任何危险和产生有害作用;

b) 间接安全卫生技术措施——若直接安全卫生技术措施不能实现或不能完全实现时,则必须在生产设备总体设计阶段,设计出其效果与主体先进性相当的安全卫生防护装置。安全卫生防护装置的设计、制造任务不应留给用户去承担。

c) 提示性安全卫生技术措施——若直接和间接安全卫生技术措施不能实现或不能完全实现时,则应以说明书或在设备上设置标志等适当方式说明安全使用生产设备的条件。

2.6 生产设备在规定的整个使用期限内,均应满足安全卫生要求。对于可能影响安全操作、控制的零部件、装置等应规定符合产品标准要求的安全性指标。



### 3 一般要求

#### 3.1 适应性

在规定使用期限内,生产设备应满足使用环境要求,特别是满足防腐蚀、耐磨损、抗疲劳、抗老化和抵御失效的要求。

#### 3.2 材料

3.2.1 用于制造生产设备的材料,在规定使用期限内必须能承受在规定使用条件下可能出现的各种物理的、化学的和生物的作用。

3.2.2 在正常使用环境下,对人有危害的材料不宜用来制造生产设备。若必须使用时,则应采取可靠的安全卫生技术措施以保障人员的安全和健康。

3.2.3 生产设备及其零部件的安全使用期限,应小于其材料在使用条件下的老化或疲劳期限。

3.2.4 易被腐蚀或空蚀的生产设备及其零部件应选用耐腐蚀或耐空蚀材料制造,并应采取防蚀措施。同时,应规定检查和更换周期。

3.2.5 禁止使用能与工作介质发生反应而造成危害(爆炸或生成有害物质等)的材料。

3.2.6 处理可燃气体、易燃和可燃液体的设备,其基础和本体应使用非燃烧材料制造。

#### 3.3 稳定性

3.3.1 生产设备不应在振动、风载或其他可预见的外载荷作用下倾覆或产生允许范围外的运动。

3.3.2 生产设备若通过形体设计和自身的质量分布不能满足或不能完全满足稳定性要求时,则必须采取某种安全技术措施,以保证其具有可靠的稳定性。

3.3.3 对有司机驾驶或操纵并有可能发生倾覆的可行驶生产设备,其稳定系数必须大于 1 并应设计倾覆保护装置。

3.3.4 若所要求的稳定性必须在安装或使用地点采取特别措施或确定的使用方法才能达到时,则应在生产设备上标出,并在使用说明书中详细说明。

3.3.5 对有抗地震要求的生产设备,应在设计上采取特殊抗震安全卫生措施,并在说明书中明确指出该设备所能达到的抗地震烈度能力及有关要求。

#### 3.4 表面、角和棱

在不影响使用功能的情况下,生产设备可被人员接触到的部分及其零部件应设计成不带易伤人的锐角、利棱、凹凸不平的表面和较突出的部位。

#### 3.5 操纵器、信号和显示器

##### 3.5.1 操纵器。

设计、选用和配置操纵器应与人体操作部位的特性(特别是功能特性)以及控制任务相适应,除应符合《操纵器一般人类工效学要求》(GB/T 14775)规定外,还应满足以下要求:

——生产设备关键部位的操纵器,一般应设电气或机械联锁装置;

——对可能出现误动作或被误操作的操纵器,应采取必要的保护措施。

##### 3.5.2 信号和显示器。

设计、选用和配置信号与显示器,应适应人的感觉特性并满足以下要求:

a) 信号和显示器应在安全、清晰、迅速的原则下,根据工艺流程、重要程度和使用频繁程度,配置在人员易看到和易听到的范围内。信号和显示器的性能、形式和数量,应与信息特性相

适应。当其数量较多时,应根据其功能和显示的种类分区排列。区与区之间要有明显界限;

b) 信号和显示器应清晰易辨、准确无误并应消除眩光、频闪效应,与操作者的距离、角度应适宜;

c) 当多种视觉信号和显示器放在一起时,与背景间及相互间的颜色、亮度和对比度应适宜;

d) 生产设备上易发生故障或危险性较大的区域,应配置声、光或声、光组合的报警装置。事故信号,宜能显示故障的位置和种类。危险信号,应具有足够强度并与其他信号有明显区别,其强度应明显高于生产设备使用现场其他声、光信号的强度。

### 3.6 控制系统

#### 3.6.1 控制和调节装置。

3.6.1.1 控制装置应保证,当动力源发生异常(偶然或人为地切断或变化)时,也不会造成危险。必要时,控制装置应能自动切换到备用动力源和备用设备系统。

3.6.1.2 自动或半自动控制系统应设有必要的保护装置,以防止控制指令紊乱。同时,在每台设备上还应辅以能单独操纵的手动控制装置。

3.6.1.3 对复杂的生产设备和重要的安全系统,应配置自动监控装置。

3.6.1.4 重要生产设备的控制装置应安装在使操作人员能看到整个设备动作的位置上。对于某些在启动设备时看不见全貌的生产设备,应配置开车预警信号装置。预警信号装置应有足够的报警时间。

3.6.1.5 控制系统应保证,即使系统发生故障或损坏时也不致造成危害。系统内关键的元器件、控制阀等均应符合可靠性指标要求。

3.6.1.6 控制装置和作为安全技术措施的离合器、制动装置和联锁装置,应具有良好的可靠性并符合其产品标准规定的可靠性指标要求。

3.6.1.7 调节装置应采用自动联锁装置,以防止误操作和自动调节、自动操纵线(管)路等的误通断。

#### 3.6.2 紧急开关。

3.6.2.1 若存在下列情况的可能性之一时,生产设备则必须配置紧急开关:

- 发生事故或出现设备功能紊乱时,不能迅速通过停车开关来终止危险的运行;
- 不能通过一个开关迅速中断若干个能造成危险的运动单元;
- 由于切断某个单元会导致其他危险;
- 在操纵台处不能看到所控制的全貌。

3.6.2.2 紧急开关必须有足够的数量,应在所有控制点和给料点都能迅速而无危险地触及到。紧急开关的形状应有别于一般开关,其颜色应为红色或有鲜明的红色标记。

3.6.2.3 生产设备由紧急开关停车后,其残余能量可能引起危险时,必须设有与之联动的减缓运行或防逆转装置。必要时,应设有能迅速制动的安全装置。

#### 3.6.3 意外启动的预防。

3.6.3.1 对于在调整、检查、维修时需要察看危险区域或人体局部(手或臂)需要伸进危险区域的生产设备,设计上必须采取防止意外启动措施:

——在对危险区域进行防护(例如机械式防护)的同时,还应能强制切断设备的启动控制和动力源系统;

- 在总开关柜上设有多把锁,只有开启全部锁时才能合闸;
- 控制或联锁元件应直接位于危险区域,并只能由此处起动或停车;
- 用可拔出的开关钥匙;

——设备上具有多种操纵和运转方式的选择器,应能锁闭在按预定的操作方式所选择的位置上。选择器的每一位置,仅能与一种操纵方式或运转方式相对应。

- 使设备势能处于最小值。

3.6.3.2 生产设备因意外起动可能危及人身安全时,必须配置起强制作用的安全防护装置。必要时,应配置两种以上互为联锁的安全装置,以防止意外起动。

3.6.3.3 当动力源因故偶然切断后又重新自动接通时,控制装置应能避免生产设备产生危险运转。

### 3.7 工作位置

生产设备上供人员作业的工作位置应安全可靠。其工作空间应保证操作人员的头、臂、手、腿、足在正常作业中有充分的活动余地。危险作业点应留有足够的退避空间。

操作位置高度在距地面 20m 以上的生产设备,宜配置安全可靠的载人升降附属设备。

#### 3.7.1 操作姿势。

生产设备上的操作位置,宜能保证操作者交替采用坐姿和立姿。通常宜优先设计坐姿。

#### 3.7.2 座位。

生产设备上设置的座位应适合人体需要和功能的发挥。必要时,座位应能适当进行高度、角度和水平调节。

座位结构、尺寸应符合人类工效学原则并应满足工作需要和不易疲劳的要求。只要空间尺寸允许,座位必须设有保护人体腰椎的腰靠。设计时,可按《工作座椅一般人类工效学要求》(GB/T 14774)执行。

供司机操作作用的座位,应保证司机承受的振动降到合理的最低程度。座位的固定应使其能承受住所有的,特别是倾覆时所承受的负荷。

#### 3.7.3 操纵室。

3.7.3.1 操纵室必须保证人员操作的安全、方便和舒适。同时宜保证操作者在座位上能直接控制全部操作部位及操作件并使其具有良好的视野。

3.7.3.2 操纵室应采用防火材料制造,其门窗透光部分应采用透明易清洗的安全材料制造,并应保证操作者在操纵室内就能擦拭。必要时,应在门窗透光部分上配置擦拭装置。

3.7.3.3 操纵室应具有防御外界有害作用(如噪声、振动、粉尘、毒物、热辐射和落物等)的良好性能。当操纵室工作环境温度低于  $-5^{\circ}\text{C}$  或高于  $35^{\circ}\text{C}$  时,应配置空调装置或安全的采暖、降温装置。

3.7.3.4 操纵室应保证操作人员在事故状态下能安全撤出。对有可能发生倾覆的可行驶生产设备,除应设置保护操纵室的安全支撑外,还应设置能从里面打开的紧急安全出口。

#### 3.7.4 防滑和防高处坠落。

设计操作位置,必须充分考虑人员脚踏和站立的安全性。

a) 若操作人员经常变换工作位置,则必须在生产设备上配置安全走板。安全走板的宽度应不小于 500mm;

b) 若操作人员进行操作、维护、调节的工作位置在坠落基准面 2m 以上时,则必须在生产

设备上配置供站立的平台和防坠落的护栏、护板或安全圈等。设计梯子、钢平台和防护栏杆,按《固定式钢直梯安全技术条件》(GB 4053.1)、《固定式钢斜梯安全技术条件》(GB 4053.2)、《固定式工业防护栏杆安全技术条件》(GB 4053.3)、《固定式工业钢平台》(GB 4053.4)执行。

c) 生产设备应具有良好的防渗漏性能。对有可能产生渗漏的生产设备,应有适宜的收集和排放装置,必要时,应设有特殊防滑地板。

### 3.8 照明

3.8.1 生产设备必须保证操作点和操作区域有足够的照度,但要避免各种频闪效应和眩光现象。对可移动式设备,其灯光设计按有关专业标准执行。其他设备,照明设计按《工业企业照明设计标准》(GB 50034)执行。

3.8.2 生产设备内部需要经常观察的部位,应备有照明装置或符合安全电压要求的电源插座。

### 3.9 吊装和搬运

3.9.1 能够用手工进行搬运的生产设备,必须设计成易于搬运或在其上设有能进行安全搬运的部位或部件(如把手)。

3.9.2 因质量、尺寸、外形等因素限制而不能用手工进行搬运的生产设备,应在外形设计上采取措施,使之适应于一般起吊装置吊装或在其上设计出供起吊的部位或部件(如起吊孔、起吊环等)。设计吊装位置,必须保证吊装平稳并能避免发生倾覆或塑性变形。

### 3.10 检查和维修

3.10.1 设计生产设备,必须考虑检查和维修的安全性、方便性。必要时,应随设备配备专用检查、维修工具或装置。

3.10.2 需要进行检查和维修的部位,必须能处于安全状态。需要定期更换的部件,必须保证其装配和拆卸没有危险。

3.10.3 需进入内部检查、维修的生产设备,特别是缺氧和含有毒介质的设备,必须设有明显的提示操作人员采用安全措施的标志。

3.10.4 在检查、维修时,对断开动力源之后仍有可能存在残余能量的生产设备,设计上必须保证其能量可被安全释放或消除。

3.10.5 动力源切断后再重新接通时会对检查、维修人员构成危险的生产设备,必须设有止动联锁控制装置。

## 4 特殊要求

### 4.1 可动零部件

4.1.1 人员易触及的可动零部件,应尽可能封闭或隔离。

4.1.2 对操作人员在设备运行时可能触及的可动零部件,必须配置必要的安全防护装置。

4.1.3 对运行过程中可能超过极限位置的生产设备或零部件,应配置可靠的限位装置。

4.1.4 若可动零部件(含其载荷)所具有的动能或势能可能引起危险时,则必须配置限速、防坠落或防逆转装置。

4.1.5 设计安全防护装置,应满足下列要求:

——使操作者触及不到运转中的可动零部件。其防护距离应符合《机械安全 防止上肢触及危险区的安全距离》(GB 12265.1)、《机械安全 防止下肢触及危险区的安全距离》(GB 12265.2)和《机械安全 避免人体各部位挤压的最小间隙》(GB 12265.3)的要求;

——在操作者接近可动零部件并有可能发生危险的紧急情况下,设备应不能起动或能立即自动停机、制动;

——避免在安全防护装置和可动零部件之间产生接触危险;

——安全防护装置应便于调节、检查和维修,并不得成为危险源;

——安全防护装置应符合产品标准规定的可靠性指标要求。

4.1.6 以操作人员的操作位置所在平面为基准,凡高度在 2m 之内的所有传动带、转轴、传动链、联轴节、带轮、齿轮、飞轮、链轮、电锯等外露危险零部件及危险部位,都必须设置安全防护装置。

#### 4.2 高速旋转与易飞出物

4.2.1 高速旋转零部件必须配置具有足够强度、刚度和合适形状、尺寸的防护罩,必要时,应在设计中规定此类零部件的检查周期和更换标准。

4.2.2 生产设备运行过程中或突然中断动力源时,若运动部位的紧固联接件或被加工物料等有松脱或飞甩的可能性,则应在设计中采取防松脱措施,配置防护罩或防护网等安全防护装置。

#### 4.3 过冷与过热

若生产设备的灼热或过冷部位可能造成危险,则必须配置防接触屏蔽。

#### 4.4 防火与防爆

4.4.1 生产、使用、储存和运输易燃易爆物质和可燃物质的生产设备,应根据其燃点、闪点、爆炸极限等不同性质采取相应预防措施:

——实行密闭;

——严禁跑、冒、滴、漏;

——配置监测报警、防爆泄压装置及消防安全设施;

——避免摩擦撞击;

——消除接近燃点、闪点的高温因素;

——消除电火花和静电积聚;

——设置惰性气体(氮气、二氧化碳、水蒸气等)置换及保护系统;

——在输送可燃气体管道和放空管道上设置水封、阻火器等安全装置;

——进行抗震设计等。

4.4.2 爆炸和火灾危险场所使用的电气设备,必须符合相应的防爆等级并按有关标准执行。

爆炸和火灾危险场所使用的仪器、仪表必须具有与之配套使用的电气设备相应的防爆等级。

4.4.3 因物料爆聚、分解反应造成超温、超压可能引起火灾、爆炸危险的生产设备,应设置报警信号系统、自动和手动紧急泄压排放装置。

4.4.4 对有突然超压或瞬间分解爆炸危险物料的生产设备,应装设爆破板等安全设施。

#### 4.5 液压和气压

使用压力介质的生产设备,必须保证充填、应用、回收和清除过程的安全,特别是:

——应能避免排出带压液体或气体造成危险;

——隔离能源装置必须可靠;

——高压管道的固定必须可靠,应能承受住预定的内、外载荷。

#### 4.6 噪声和振动

能产生噪声和振动的各类生产设备,都必须在产品标准中明确规定噪声、振动指标限值,并在设计中采取有效防治措施。对固有强噪声、强振动设备,宜设置隔离或遥控装置。

生产设备噪声、振动的限值指标应符合《工业企业噪声控制设计规范》(GB J87)和《作业场所局部振动卫生标准》(GB 10434)的规定。

#### 4.7 粉尘和毒物

4.7.1 凡工艺过程中能产生粉尘、有害气体和其他毒物的生产设备,应尽量采用自动加料、自动卸料和密闭装置,并必须设置吸收、净化、排放装置或能与净化、排放系统联接的接口,以保证工作场所和排放的有害物浓度符合国家标准规定。

4.7.2 对于有毒、有害物质的密闭系统,应避免跑、冒、滴、漏。必要时,应配置监测、报警装置。对生产过程中尘、毒危害严重的生产设备,必须设计、安装可靠的事故处理装置及应急防护设施。

#### 4.8 放(辐)射

凡能产生放(辐)射的生产设备,必须采取有效的屏蔽措施,并应尽量采用远距离操作或自动化作业。同时,应充有监测、报警和联锁装置。

#### 4.9 激光

设计生产设备上配置的激光装置必须达到如下要求:

- 能阻止无意发射;
- 有效屏蔽。屏蔽应能防止应用发射、反射或散射及二次辐射对人员造成伤害;
- 用于观察和调节激光装置的光学仪器必须安全可靠,并不得成为激光辐射危险源。

#### 4.10 雷击

在使用过程中有可能遭受雷击的生产设备,必须采取适当的防护措施,以使雷击时产生的电荷被安全、迅速导入大地。

### 5 其他

5.1 生产设备易发生危险的部位必须有安全标志。安全标志的图形、符号、文字、颜色等均必须符合《安全色》(GB 2893)、《安全标志》(GB 2894)、《起重机械危险部位与标志》(GB 15052)等标准规定。

5.2 在生产设备使用说明书中除含有必要的技术内容外,还必须包括搬运、储存、安装、调试、操作、维修、保养该生产设备的专项安全卫生要求内容。

本标准规定了重型机械产品(主要包括冶炼、轧制、重型锻压机械、连铸机械、矿山机械等和与其配套的机械和其他机械)的零部件、配套件及外购半成品(原材料)的一般检验要求。

凡图样、技术文件和订货技术要求无特殊要求时,应符合本标准的规定。

本标准不适用于压力容器。

## 1 产品检验依据

- a) 订货合同和订货技术条件;
- b) 符合 a) 规定的产品图样、设计文件、制造工艺与有关技术标准。

## 2 产品检验的一般要求

### 2.1 半成品(原材料)

半成品是指经过轧制、拉伸、挤压或采用其他方法制造的型材、棒材、管材、板材、条材、带材、盘条和其他类似的产品,其横截面沿长度方向不变。

2.1.1 半成品入厂必须有验收记录,并查证半成品的质量合格证、化学成分与力学性能试验报告。

2.1.2 对材料牌号不明的半成品,应由具有相应资质的检验单位对其检验确定其牌号且提供检验报告方可使用。

2.1.3 根据使用要求,必须对以下半成品进行的检验结果提供书面证明。

- a) 厚度大于或等于 100mm 且屈服极限大于或等于 250MPa 的钢板超声波检测和硬度检验。
- b) 屈服极限大于或等于 250MPa 的非合金钢:直径大于或等于 150mm 的圆钢;边长大于或等于 500mm 的方钢;宽度大于或等于 150mm、厚度大于或等于 100mm 的扁钢等均应进行超声检验、抗拉强度和硬度检验。
- c) 屈服极限大于或等于 350MPa 的合金钢;直径大于或等于 80mm 的圆钢;边长大于或等于 80mm 的方钢;宽度大于或等于 80mm,且厚度大于或等于 80mm 的扁钢等。必须通过化学分析并进行抗拉强度和硬度检验。
- d) 耐热钢:如果在订货合同和图样上有要求,对耐热钢半成品除了进行化学分析外,每个炉号和每个热处理件在允许的最高工作温度条件下,还要求做高温拉力试验。
- e) 钢管:外径大于或等于 38mm,且壁厚大于或等于 5mm 的钢管必须按供货技术条件出具检验证明。

### 2.2 外购件、机电配套件与涂料

- a) 优先选用设计文件推荐生产厂家的产品;
- b) 凡实施生产许可证产品,应查验生产厂生产许可证与产品质量合格证;
- c) 不得使用未经鉴定与无产品质量合格证的产品。

### 2.3 设备制造厂自制配套件

- a) 按图样、技术文件及有关标准进行出厂试验与验收;
- b) 由质量检验部门提供产品检验报告与质量合格证;
- c) 外协配套件应选用有资质评定合格的供方。

### 2.4 火焰切割件

- a) 按 JB/T 5000.2 中检验条款的规定进行检验;

b) 切割面垂直度、切割面粗糙度及切割件尺寸偏差的图样标注应符合表 1 的规定。

表 1

JB/T 5000.2		图样标注	JB/T 5000.2		图样标注
切割面垂直度等级	1 级	标 注	切割面粗糙度等级	2 级	不 注
	2 级	不 注	切割件尺寸偏差等级	A 级	标 注
切割面粗糙度等级	1 级	标 注		B 级	不 注

2.5 焊接件

- a) 按 JB/T 5000.3 中检验条款的规定进行检验；
- b) 焊缝缺陷等级、焊接件尺寸偏差及形位公差

表 2

JB/T 5000.3			图样标注	JB/T 5000.3		图样标注
焊缝质量评定级别	AS	AK	标 注	尺寸与角度偏差等级	A 级	标 注
	BS	BK			B 级	不 注
	CS	CK			C 级	标 注
焊缝缺陷等级		I 级	标 注	形位公差等级	E 级	标 注
		II 级			F 级	不 注
		III 级	标 注		G 级	标 注

2.6 铸铁

- a) 铸铁件按 JB/T 5000.4 中检验条款的规定进行检验；
- b) 有色金属铸件按 JB/T 5000.5 中检验条款的规定进行检验；
- c) 铸钢件按 JB/T 5000.6 中检验条款的规定进行检验；
- d) 铸件尺寸公差与表面粗糙度的图样标注应符合表 3 的规定。

2.7 锻件

- a) 锻件按 JB/T 5000.8 中的检验条款的规定进行检验；
- b) 锻件检验级别与尺寸公差的图样标注应符合表 4 的规定。

表 3

JB/T 5000.4~5000.6		铸件毛坯基本尺寸	尺寸公差等级	图样标注
铸件尺寸公差等级	铸铁件	>25~100mm	CT11	不 注
		>100~2500mm	CT12	
		>2500~6300mm	CT13	
		>6300~10000mm	CT14	
		其他等级		标 注
	有色金属铸件	≤25mm	CT9	不 注
		>25~250mm	CT10	
		>250~4000mm	CT11	
		>4000~10000mm	CT12	
		其他等级		标 注
	铸钢件	>16~250mm	CT13	不 注
		>250~4000mm	CT14	
		>4000~10000mm	CT15	
		其他等级		标 注



表 3(续)

JB/T 5000.4~5000.6		铸件毛坯基本尺寸	尺寸公差等级	图样标注
铸件表面 粗糙度 $\mu\text{m}$	铸 铁 件	手工干型	$Ra\leq 50$	不 注
		机器干型	$Ra\leq 50$	
		湿 型	$Ra\leq 100$	
	有色金属 铸 件	砂 型	$Ra\leq 50$	不 注
		金属型和离心铸造	$Ra\leq 25$	
	铸 钢 件	5t 以下(含 5t)铸件	$Ra\leq 100$	不 注
		5t 以上铸件	$Rz\leq 800$	

表 4

JB/T 5000.8		图样标注	JB/T 5000.8		图样标注
锻件级别	I 级	不 注	锻件级别	IV 级	标 注
	II 级	标 注		V 级	
	III 级		锻件尺寸公差	按图样和订货要求	标 注

2.8 切削加工件

- a) 切削加工件按 JB/T 5000.9 中检验条款的规定进行检验;
- b) 尺寸公差、形位公差及表面粗糙度的图样标注应符合表 5 的规定。

表 5

JB/T 5000.9		图样标注
尺寸公差	JB/T 5000.9 中表 3 和表 4	不 注
角度公差	JB/T 5000.9 中表 5	
形位公差	JB/T 5000.9 中表 6、表 7、表 8、表 9 和表 10	
表面粗糙度	JB/T 5000.9 中表 12 的规定	

注:不符合表 5 规定的要求均应标注。

- 2.9 产品装配按 JB/T 5000.10 中检验条款的规定进行检验。
- 2.10 产品配管按 JB/T 5000.11 中检验条款的规定进行检验。
- 2.11 涂装按 JB/T 5000.12 中检验条款的规定进行检验;除锈等级与腐蚀类别应符合表 6 的规定。

表 6

JB/T 5000.12		图样标注
除锈等级	按 JB/T 5000.12 中表 1 选定	标 注
腐蚀类别	C1 至 C5	
涂层厚度	按 JB/T 5000.12 中表 B.2 选定	
面漆颜色	按照用户要求规定。用户无要求时,可按 JB/T 5000.12 中表 4、表 5 的颜色选定	

- 2.12 产品包装按 JB/T 5000.13 中检验条款的规定进行检验。
- 2.13 生产厂对产品的制造质量负责,加工后产品不允许有加工残留物存在(如焊渣、松散的毛

刺、铁屑、钻孔用乳化液等),并进行外观检查,保证产品清洁,机加工表面和非加工表面除涂装部分外,应进行防锈和防腐处理。

2.14 对特殊装置的检验,例如起重装置、压力罐装置等必须按照相关标准或有关法律规程进行验收检查。

### 3 检验记录

3.1 2.1~2.11 中指明的产品质量合格证、产品质量证明书及产品检验报告的格式,由供货厂按有关标准规定执行。

3.2 产品质量检验记录的种类:

- a) 主要零件检验记录(包括火焰切割件、焊接件、铸件、锻件、切削加工件)。
- b) 零件化学成分、力学性能、金相组织、无损探伤检验报告。
- c) 原材料、配套件、密封件、涂料、粘接剂产品质量证明书及合格证。
- d) 装配与试车检验报告。

3.3 产品质量检验记录,由制造厂质量检验部门填报与汇总,并建立产品质量档案。如合同约定由第三方对产品质量进行监理,监理方可以见证制造厂的检验过程和检验结果。

3.4 根据订货合同的要求,产品质量检验记录可作为产品质量合格证的附件,提供给用户。

3.5 用户参加联合检验的项目,应在合同中注明。制造厂应将联合检验项目的进度安排提前通知用户。

本标准规定了火焰切割件的切割表面质量要求、检测要求以及切割质量等级要求。  
本标准适用于厚度为 6~300mm 的低碳钢、中碳钢及普通低合金钢的火焰切割。

## 1 术语和定义

1.1 火焰切割 利用气体火焰的热能将工件切割处预热到一定温度后,喷出高速切割氧流,使其燃烧并放出热量实现切割的方法。火焰切割又称气割。

1.2 垂直度公差 在本部分中指在垂直于基准平面与切割长度方向的给定截面内的切割表面轮廓线的垂直度公差。其公差带是距离为公差值  $t$  且垂直于基准平面和切割长度方向的两平行直线之间的区域,见图 1。

1.3 倾斜度公差 在本部分中指在垂直于基准平面与切割长度方向的给定截面内的切割表面轮廓线的倾斜度公差。其公差带是距离为公差值  $t$ 、与基准平面成一给定角度并垂直于切割长度方向的两平行直线之间的区域,见图 2。

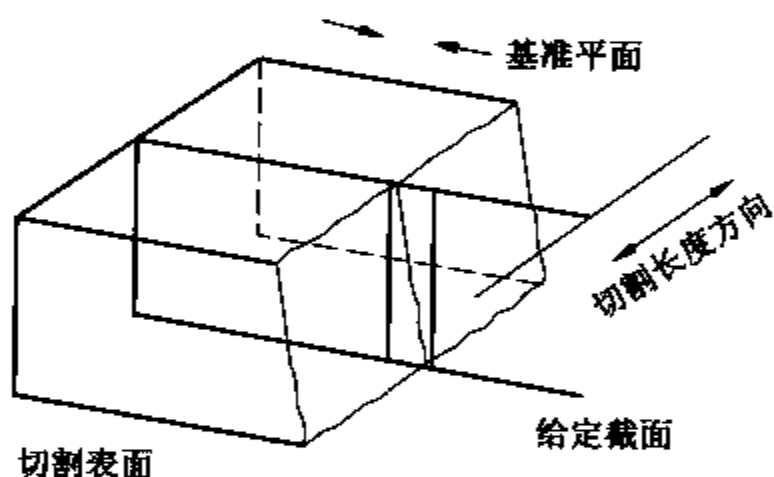


图 1

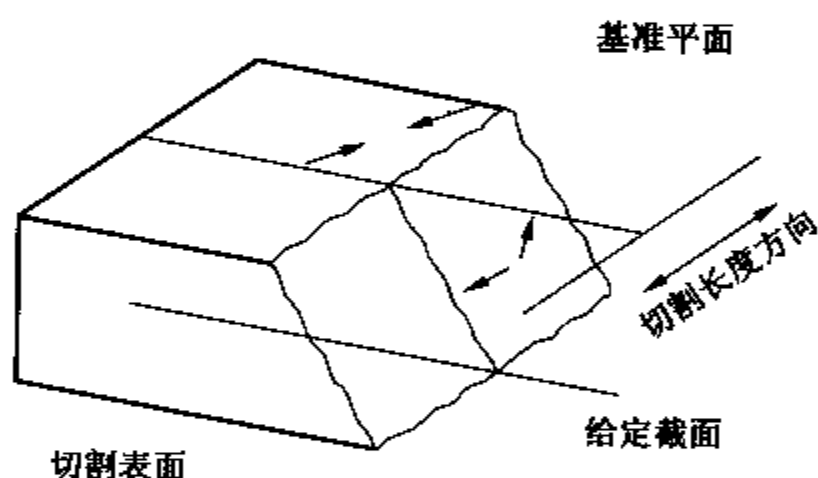


图 2

1.4 表面粗糙度 指加工表面上具有的较小间距和峰谷所组成的微观几何形状特征。一般由所采用的加工方法和其他因素形成。

1.5 微观不平度十点高度( $R_z$ ) 取样长度内 5 个最大的轮廓峰高的平均值与 5 个最大的轮廓谷深的平均值之和(见图 3)。

$$R_z = \frac{\sum_{i=1}^5 y_{pi} + \sum_{i=1}^5 y_{vi}}{5}$$

式中,  $y_{pi}$  是第  $i$  个最大的轮廓峰高;  $y_{vi}$  是第  $i$  个最大的轮廓谷深。图 3 中  $l$  为取样长度。

1.6 坡口精度 指坡口角度  $\theta(\theta_1, \theta_2)$  的公差和坡口深度  $H(H_1, H_2)$  的公差(见图 4)。

1.7 表面缺陷 切割过程中,由于间断或震动等原因,在切割面上产生明显局部沟痕,使该处表面粗糙度质量突然降低,称为表面缺陷。

1.8 上缘熔化 切割面上缘经高温熔化而形成圆角,并相伴产生珠状纹迹或飞溅颗粒的现象。

1.9 挂渣 切割过程中被氧吹除并粘附于切割面下方的熔融金属及其氧化物。

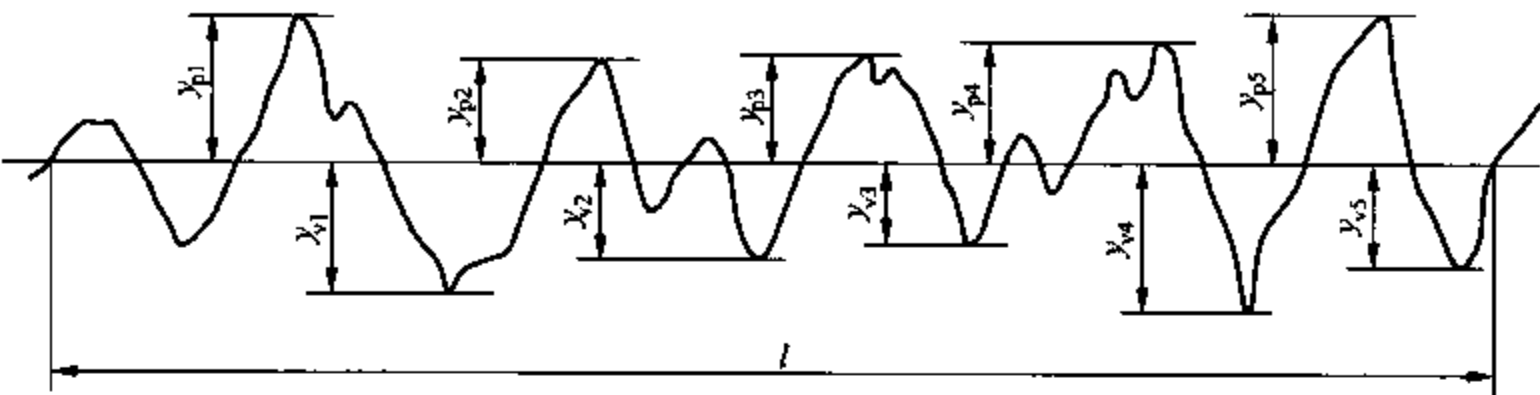


图 3



图 4

2 火焰切割表面质量要求

2.1 垂直度公差和倾斜度公差应符合表 1 的规定。

表 1 切割面的垂直度公差和倾斜度公差

切割厚度 $\delta$		6~10	>10 ~20	>20 ~40	>40 ~60	>60 ~80	>80 ~100	>100 ~130	>130 ~160	>160 ~200	>200 ~250	>250 ~300
公差 $t$	1 级	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.7	2.0	2.4	2.9	3.4
	2 级	1.2	1.3	1.6	1.9	2.2	2.5	3.0	3.4	4.0	4.8	5.5

- 注:1 当切割厚度  $\delta$  大于 300mm 时,推荐按下式计算  $t$  值:1 级: $t=0.4+0.01\delta$ ;2 级: $t=1+0.015\delta$ 。
- 2 当图样上标注出切割件长度尺寸极限偏差时,垂直度公差和倾斜度公差应满足包容要求,即当切割件实际长度尺寸(指尺寸线垂直于切割长度方向的尺寸)达到最大实体尺寸时,垂直度和倾斜度实际误差只能发生在最大实体边界内,不能超出边界外(即只能向实体内偏斜)。
- 3 采用手持割炬切割时,欲实现本表数值要求有一定困难,下料时应尽量避免采用(非等级要求的切割面除外)。

2.2 表面粗糙度  $Rz$  应符合表 2 的规定。

表 2 切割面的表面粗糙度

		mm						
切割厚度		6~25	>25~50	>50~100	>100~150	>150~200	>200~250	>250~300
粗糙度 $Rz, \mu m$	1 级	100	100	200	240	280	350	420
	2 级	160	200	250	300	400	500	600

注:采用手持割炬切割时,欲实现本表数值要求有一定困难,故下料过程中应避免采用手持割炬切割。受条件限制不得不采用时,应尽量使用靠板等辅助工装,否则应进行割后打磨,以满足本表粗糙度要求(非等级要求的切割面除外)。

2.3 长度尺寸偏差应符合表 3 的规定。

表 3 切割面的长度尺寸极限偏差 mm

级别	公称尺寸	切割厚度						
		6~10	>10~50	>50~100	>100~150	>150~200	>200~250	>250~300
		长度尺寸极限偏差						
A 级	≤315	±0.5	±0.7	±1.0	±2.0	±2.5	—	—
	>315~1000	±0.7	±1.0	±2.0	±2.5	±3.0	±3.5	±4.0
	>1000~2000	±1.0	±1.5	±2.5	±3.0	±3.5	±4.0	±5.0
	>2000~4000	±1.5	±2.0	±3.0	±4.0	±4.5	±5.0	±6.0
	>4000~6000	±2.0	±2.5	±3.5	±4.5	±5.0	±6.0	±7.0
	>6000	±2.5	±3.0	±4.0	±5.0	±6.0	±7.0	±8.0
B 级	≤315	±1.0	±1.5	±2.5	±3.0	±3.0	—	—
	>315~1000	±2.0	±2.5	±3.5	±4.0	±4.5	±4.5	±5.0
	>1000~2000	±2.5	±3.0	±4.0	±5.0	±6.0	±6.0	±7.0
	>2000~4000	±3.0	±3.5	±4.5	±6.0	±7.0	±7.0	±8.0
	>4000~6000	±4.0	±4.5	±5.5	±7.0	±8.0	±9.0	±10.0
	>6000	±5.0	±5.5	±6.5	±8.0	±9.0	±10.0	±12.0

注：表中极限偏差数值适用于图样上未注公差的尺寸。

2.4 坡口角度及深度偏差应符合表 4 的规定。

表 4 切割面的坡口角度及深度极限偏差

级别	坡口角度 $\theta(\theta_1, \theta_2)$ 极限偏差, (°)	钝边高度 $p \leq 4\text{mm}$	钝边高度 $p > 4\text{mm}$
		坡口深度 $H(H_1, H_2)$ 极限偏差, mm	
1 级	±2.5	±0.5	±1.0
2 级	±5	±1.0	±2.0

注：坡口角度和坡口深度极限偏差用于图样上标注坡口角度及钝边高度的场合；当图样上未标注坡口角度及钝边高度而工艺要求制作坡口时，应按照 GB/T 985、GB/T 986 规定的角度范围和钝边高度范围进行制作和检查。

2.5 表面缺陷应符合表 5 的规定。

表 5 切割面的表面缺陷要求

级别	缺陷宽度, mm	缺陷深度, mm	缺陷间距, m
1 级	≤3	≤1	≥3
2 级	≤5	≤1.5	≥2

注：1 宽度、深度或间距超过本表要求的缺陷，应采用焊补方法将其填满磨平（非等级切割除外）。  
2 暴露于产品外观表面的缺陷，未超过本表要求时亦应打磨光滑。

2.6 上缘熔化程度应符合表 6 的规定。

表 6 切割面的上缘熔化程度要求

级别	上缘熔塌圆角半径 $r$	目视熔化状态
1 级	$r \leq 0.5 \Delta a$	仅有细微的圆弧连续纹迹,无明显的熔融金属颗粒飞溅
2 级	$r \leq \Delta a$	上缘有明显且连续的珠状纹迹,并伴有熔融金属颗粒飞溅

注:1  $r$  及  $\Delta a$  见图 5 及表 8。  
2 熔塌圆角半径超过本表要求、熔珠飞溅严重且连成条状时,应作等级外处理。

2.7 挂渣应符合表 7 的规定。

表 7 切割面的挂渣要求

级别	挂渣清除难易程度
1 级	挂渣较少,可轻易剥离和清除;清理后无明显痕迹
2 级	挂渣较多,经敲击可清理干净;清理后有一定痕迹

注:挂渣与母材融成一体、非铲削不能清除、铲后其分离部位有明显金属撕裂痕迹时,为不合格,应打磨消除残余挂渣。

3 检测要求

3.1 检测垂直度和倾斜度误差时,按图 5 和表 8 的规定确定检测范围  $a$  (扣除  $\Delta a$  后的剩余部分)。

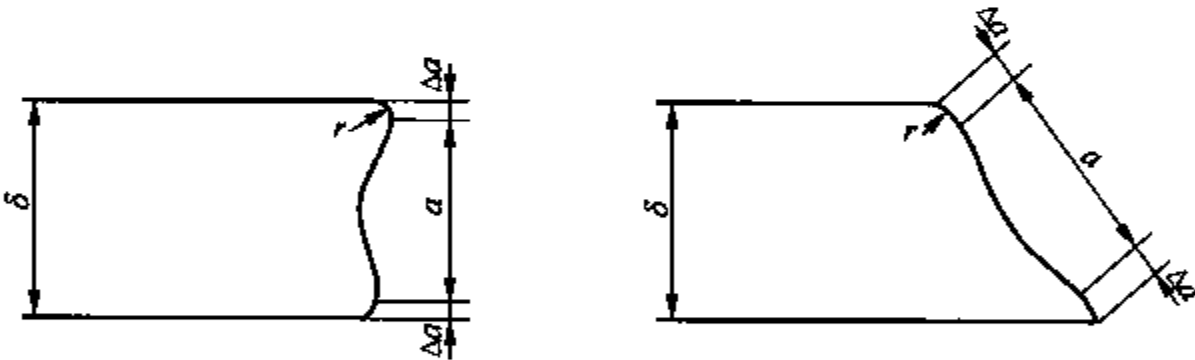


图 5

表 8 垂直度和倾斜度的检测范围

								mm
切割厚度 $\delta$	6~10	>10 ~20	>20 ~40	>40 ~100	>100 ~150	>150 ~200	>200 ~250	>250 ~300
$\Delta a$	0.6	1.0	1.5	2.0	3.0	5.0	8.0	10.0

- 3.2 检测切割面垂直度、倾斜度、表面粗糙度时,按下列要求确定检测部位:
- a) 检测部位不应存在表面缺陷。
  - b) 检测部位不应紧靠切割面长度方向的端部,至少应相距一个切割厚度尺寸。
  - c) 检测部位的测量基准面(工件的上表面)应平整、洁净。
  - d) 评定表面粗糙度的基准线应选在切割面上距工件基准面 2/3 处,且与基准面平行。

3.3 检测部位的数量按表 9 规定选取。

表 9 检测部位的数量要求

切割表面质量		切割面长度,mm			测量部位分布
		≤500	>500~1000	>1000	
项目	级别	测量部位数量			沿切割面长度方向均布
垂直度、倾斜度	1	2	3	5	
	2	1	2	3	
表面粗糙度 (Rz)	1	2	3	5	
	2	1	2	3	
坡口精度	1	2	3	5	
	2	1	2	3	

注:测量部位应尽量选择误差较大处。

4 检测方法

切割质量检测参照表 10 的规定进行。

表 10 切割质量检测

项 目	检测方法	量 具
垂直度、倾斜度	以工件上表面为基准面进行检测	角尺、塞尺、测量钢丝
表面粗糙度 Rz	与样板比较	切割表面质量样板
尺寸精度	端头对齐拉直	钢直尺、钢卷尺
坡口精度	深度、高度测量	钢直尺、深度卡尺、焊口检测器
	角度测量	焊口检测器、角度规、专用样板
表面缺陷	目视检查	钢直尺、钢卷尺、放大镜
上缘熔化	目视检查	放大镜
挂渣	清渣检查	—

5 切割质量等级

5.1 切割质量等级要求见表 11。

表 11 切割质量等级要求

项 目	切割质量等级		项 目	切割质量等级	
	I 级	II 级		I 级	II 级
垂直度、倾斜度	1 级	2 级	表面缺陷	1 级	2 级
表面粗糙度 Rz	1 级	2 级	上缘熔化	1 级	2 级
尺寸精度	A 级	B 级	挂渣	1 级	1 级或 2 级
坡口精度	1 级	2 级	注:坡口表面粗糙度均为 2 级。		

5.2 无特殊要求时,产品零件的切割质量等级通常选用 II 级。

5.3 关键件、重要件的主要表面,其切割质量等级应选用 I 级。

## 6 标注方法

6.1 选用Ⅱ级质量等级时,在图样和工艺文件中可省略标注。

6.2 选用Ⅰ级质量等级时,按以下方法进行标注(标注时,箭头应指向切割表面的投影轮廓线):

粗糙度  $R_z$  - 质量等级

示例:粗糙度为  $R_z100\mu\text{m}$ ,选用Ⅰ级质量等级的切割表面标注为:

$R_z100 - \text{I}$

6.3 对允许作非等级切割的辅助件、次要件,应在图样或工艺文件中加以说明。

## 附录 A(资料性附录) 切割余量与最小切割直径

A.1 割缝宽度留量见表 A.1。

表 A.1 割缝宽度留量

mm

切割厚度	5~10	>10~20	>20~40	>40~60	>60~100	>100~150	>150~180	>180~250	>250~300
普通割嘴号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
割缝宽度	2	2.5	3	3.5	5	6.5	7	8	9
快速割嘴号	1	2	3	4	5	6	7	—	—
割缝宽度	1	1.5	2	2.3	3.4	4	4.5	—	—

A.2 切割件预留机械加工余量见表 A.2。

表 A.2 切割件预留机械加工余量

mm

留量部位 及相关项目	切割长度 $L$ 或直径 $D$	工件厚度				
		$\leq 25$	>25~50	>50~100	>100~200	>200~300
		加工余量				
工件外形	$\leq 100$	3.0	4.0	5.0	8.0	9.5
	>100~250	3.5	4.5	5.5	8.5	10.0
	>250~630	4.0	5.0	6.0	9.0	10.5
	>630~1000	4.5	5.5	6.5	9.5	11.0
	>1000~1600	5.0	6.0	7.0	10.0	11.5
	>1600~2500	5.5	6.5	7.5	10.5	12.0
	>2500~4000	6.0	7.0	8.0	11.0	12.5
	>4000~5000	6.5	7.5	8.5	11.5	13.0



表 A.2(续)								mm
留量部位 及相关项目		切割长度 $L$ 或直径 $D$	工件厚度					
			$\leq 25$	$> 25 \sim 50$	$> 50 \sim 100$	$> 100 \sim 200$	$> 200 \sim 300$	
			加工余量					
孔 及 端 面	单孔	—	5	7	10	12	14	
	单一端面	—	3	4	6	7	8	
	相邻孔及 相邻端面	—	中心距或端面距离(与基准间距离)					
		—	$\leq 1000$	$> 1000 \sim 1500$	$> 1500 \sim 2000$	$> 2000 \sim 3000$	$> 3000 \sim 4000$	
		—	孔与中心距或端面与端面距离有关的余量增值					
—		3	4	5	6	7		
加工余量及其 切割极限偏差		—	加工余量					
		—	$\leq 6$	$6 \sim 12$	$> 12 \sim 16$	$> 16 \sim 18$	$> 18$	
		—	加工余量切割极限偏差					
		—	$\pm 1$	$\pm 2$	$\pm 3$	$\pm 4$	$\pm 5$	

- 注:1 端面余量为单面余量。  
2 加工余量切割极限偏差包含号料极限偏差在内。  
3 切割厚度大于 100mm 时,割内孔前应先钻引割孔( $\phi 20 \sim \phi 30\text{mm}$ )。

A.3 火焰切割机所能切割的最小直径见表 A.3。

表 A.3 火焰切割机所能切割的最小直径								mm
切割厚度	$\leq 50$	$> 50 \sim 70$	$> 70 \sim 100$	$> 100 \sim 150$	$> 150 \sim 200$	$> 200 \sim 250$	$> 250 \sim 300$	$> 300$
最小切割直径	50	70	80	100	120	150	180	200

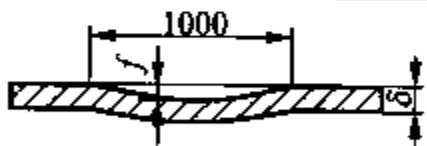
本标准规定了钢制焊接件的技术要求、检验方法及图样标注。  
本标准适用于重型机械及零部件中焊条电弧焊、气体保护焊和埋弧焊焊接的钢制焊接件。  
凡产品图样、技术文件和订货技术条件无特殊要求时,均应符合本标准的规定。

1 一般要求

- 1.1 焊接件的制造应符合设计图样、工艺文件和本标准的规定。
- 1.2 用于制造焊接件的原材料(钢板、型钢和钢管等)的钢号、规格及尺寸应符合设计图样的要求,材料代用应按有关规定办理代用单。
- 1.3 用于制造焊接件的原材料、焊接材料(焊条、焊丝、焊剂、保护气体等)进厂时,须经质量检查部门根据供货单位提供的合格证明书、相应的国家(行业)标准及订货要求,按照工厂“原材料入厂验收规则”验收后,方准入库。
- 1.4 对于无合格证明书的原材料和焊接材料,须按相关标准进行检验和鉴定,确定其牌号、成分和性能合格后方可使用。
- 1.5 严禁使用牌号不明及未经过质量检查部门验收的各种材料。
- 1.6 焊接材料的使用及管理须符合《焊接材料质量管理规程》(JB/T 3223)的规定。
- 1.7 火焰切割件的质量须符合 JB/T 5000.2 的规定。
- 1.8 焊接件涂装前要进行表面除锈处理,质量须符合 JB/T 5000.12 的规定。

2 钢材的初步矫正

- 2.1 各种钢材在划线前,其公差不符合本标准 2.2,2.3 规定者,均须矫正以达到要求的公差。
- 2.2 钢板局部的平面度不应超过表 1 的规定。

表 1			mm
1000 长度内平面度允许值 $f$	测量工具	简 图	
厚度 $\delta \leq 14, f \leq 2$	1000 长平尺		
厚度 $\delta > 14, f \leq 1$			

- 2.3 型钢在划线前各种变形超过表 2 规定时须经矫正后可划线,且局部波状及平面度在每 1000mm 长度内不超过 2mm。

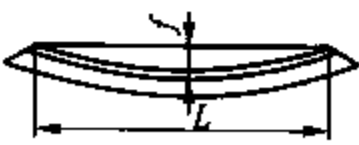
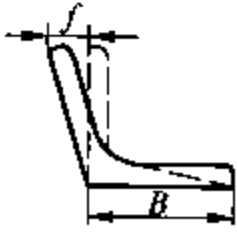
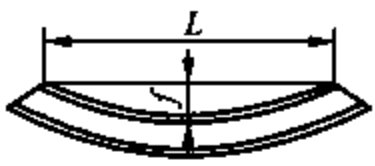
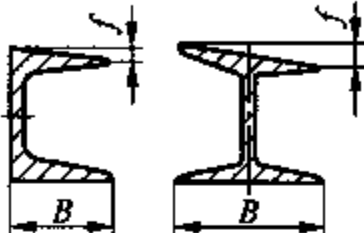
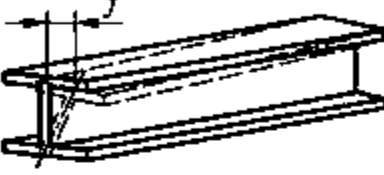
表 2					mm
角钢	全长直线度 $f \leq 1.5L/1000$		角钢	翼缘板宽倾斜不成 90° 按翼缘板宽(B)计算: $f \leq B/100$ , 但不大于 1.5(不等边角钢按宽翼缘板宽度计算)	

表 2(续)						mm
槽钢与 工字钢挠 度	全长直线度 $f \leq 1.5L/1000$		槽钢与 工字钢歪 扭	腿宽倾斜 $f \leq B/100$		
槽钢与 工字钢歪 扭	歪扭 当 $L \leq 10000$ 时: $f \leq 3$ 当 $L > 10000$ 时: $f \leq 5$					

3 钢材的成型弯曲

3.1 钢材的卷圆弯曲,当弯曲半径(内半径)大于下列数值时,可冷弯(见图 1)。但是不管冷弯还是热弯,均应将弯曲部分附近钢板棱角进行倒棱处理。

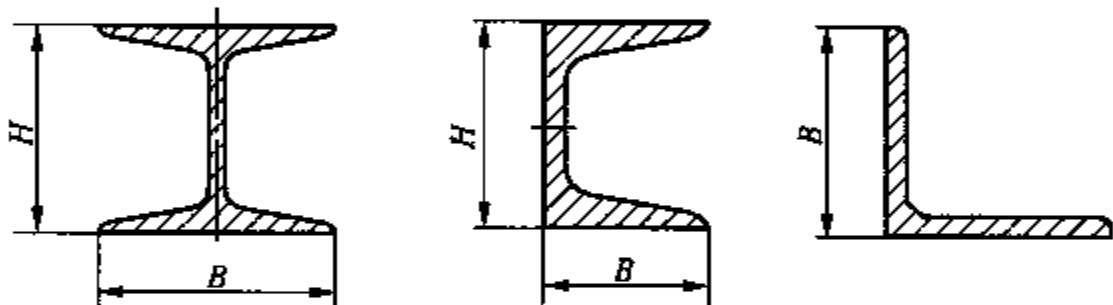


图 1

- 3.1.1 钢板:对于低合金钢  $R \geq 25\delta$ ;对于低碳钢  $R \geq 20\delta$ 。 $R$  为弯曲半径; $\delta$  为钢板厚度。
  - 3.1.2 工字钢: $R \geq 25H$  或  $R \geq 25B$ (随弯曲方向而定); $H$  为工字钢高; $B$  为工字钢宽。
  - 3.1.3 槽钢: $R \geq 45B$  或  $R \geq 25H$ (随弯曲方向而定); $H$  为槽钢高; $B$  为槽钢宽。
  - 3.1.4 角钢: $R \geq 45B$ ; $B$  为角钢边宽(对不等边角钢随弯曲方向而定)。
- 3.2 钢材的卷圆弯曲,当弯曲半径(内半径)小于 3.1 规定的数值时,需根据具体情况由工艺员确定是否在热弯或冷弯后进行退火热处理。
- 3.3 弯曲成型的筒体尺寸允差按图 2、表 3 的规定。

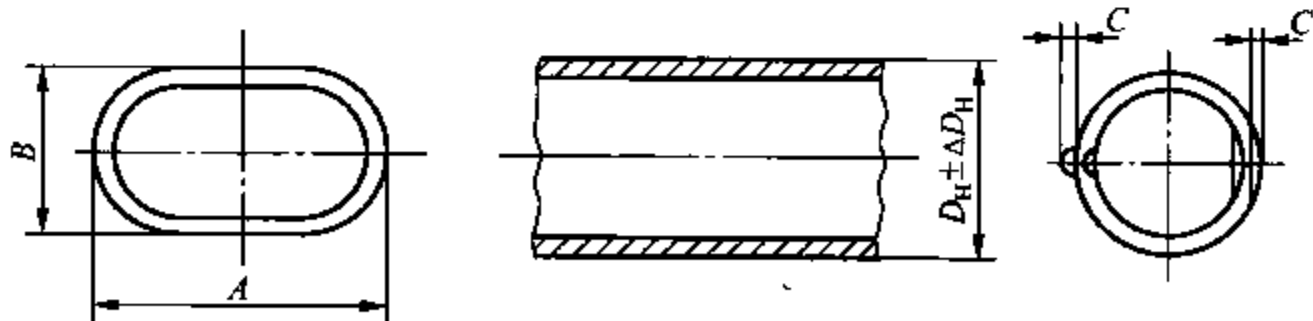


图 2

表 3 mm

外径 $D_H$	允 差			
	$\Delta D_H$	当筒体壁厚为下列数值的圆度 $A-B$		弯角 $C$
		$\leq 30$	$> 30$	
$\leq 500$	$\pm 4$	6	4	3
$> 500 \sim 1000$	$\pm 5$	8	5	3
$> 1000 \sim 1500$	$\pm 7$	11	7	4
$> 1500 \sim 2000$	$\pm 9$	14	9	4
$> 2000 \sim 2500$	$\pm 11$	17	11	5
$> 2500 \sim 3000$	$\pm 13$	20	13	5
$> 3000$	$\pm 15$	23	15	6

注：要求筒体内外表面或单面机械加工时，其卷圆成型校圆后，筒体圆度值可取表中的 1/2。

3.4 筒体与筒体对接环缝或筒体纵缝的错边量  $e$  不得大于厚度的 20% 且最大不超过 4mm(见图 3、图 4)。

3.5 管子的弯曲成型,热弯时,加热温度为 900~1000℃。弯曲过程中温度不得低于 700℃,冷弯应在专用的弯管机上进行。

3.6 管子的弯曲半径  $R$ (见图 5),应符合 JB/T 5000.11 中的有关规定:



图 3



图 4

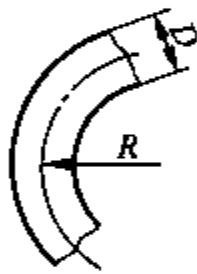


图 5

$D \leq 42\text{mm}, R \geq 2.5D$  ..... (1)

$D > 42\text{mm}, R \geq 3D$  ..... (2)

式中： $R$  ——弯曲半径；

$D$  ——管子外径。

3.7 管子的弯曲半径允差、圆度允差及允许的波纹深度按表 4 的规定。

表 4 mm

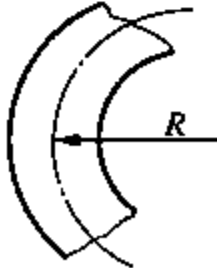
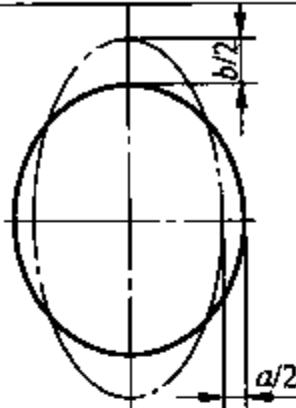

允差名称		管子外径											示意图
		30	38	50	60	70	83	102	108	127	150	200	
弯曲半径 R 的允差	R = 75~125	±2	±2	±3	±3	±4	—	—	—	—	—	—	
	R = 160~300	±1	±1	±2	±2	±3	—	—	—	—	—	—	
	R = 400	—	—	—	—	—	±5	±5	±5	±5	±5	±5	
	R = 500~1000	—	—	—	—	—	±4	±4	±4	±4	±4	±4	
	R > 1000	—	—	—	—	—	±3	±3	±3	±3	±3	±3	

表 4(续) mm

允差名称		管子外径											示意图
		30	38	50	60	70	83	102	108	127	150	200	
在弯曲半 径处的圆度 <i>a</i> 或 <i>b</i>	<i>R</i> = 75	3.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	<i>R</i> = 100	2.5	3.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	<i>R</i> = 125	2.3	2.6	3.6	—	—	—	—	—	—	—	—	
	<i>R</i> = 160	1.7	2.1	3.2	—	—	—	—	—	—	—	—	
	<i>R</i> = 200	—	1.7	2.8	3.6	—	—	—	—	—	—	—	
	<i>R</i> = 300	—	1.6	2.6	3.0	1.6	5.8	—	—	—	—	—	
	<i>R</i> = 400	—	—	—	2.4	3.8	5.0	7.2	8.1	—	—	—	
	<i>R</i> = 500	—	—	—	1.8	3.1	4.2	6.2	7.0	7.6	—	—	
	<i>R</i> = 600	—	—	—	1.5	2.3	3.4	5.1	5.9	6.5	7.5	—	
	<i>R</i> = 700	—	—	—	1.2	1.9	2.5	3.6	4.4	5.0	6.0	7.0	
弯曲处的波纹 <i>a</i>		—	1.0	1.5	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	

3.8 管子弯曲后壁厚减薄量(受拉面):

3.8.1 冷弯壁厚减薄率 *C* 不大于 15%, 并按下式计算:

$C = (T - T_1) / T \times 100\%$  ..... (3)

式中: *C* ——管子壁厚减薄率, %;

*T* ——弯曲前管子壁厚, mm;

*T*<sub>1</sub> ——弯曲后管子壁厚, mm。

3.8.2 热弯减薄量不大于壁厚的 20%。

4 焊接装配

- 4.1 焊接装配应根据设计图样及工艺要求进行。
- 4.2 焊接装配前应检查每一零件的几何尺寸和外观质量是否符合设计图样及工艺要求, 对不符合要求的零件不准进行装配。
- 4.3 焊接装配时所使用的量具及工具应保证安全、准确。
- 4.4 焊接装配所使用的铸铁或铸钢平台的平面度为小于或等于 1mm/m<sup>2</sup>, 整块平台的平面度为小于或等于 1.5mm/m<sup>2</sup>, 两块以上平台拼装成的平台的平面度为小于或等于 2mm/m<sup>2</sup>。
- 4.5 焊接装配应考虑焊接时焊工操作的难易程度, 从而制定出最合理的装配顺序。
- 4.6 焊接装配间隙应符合图样及有关标准的要求, 在个别情况下, 对无间隙和间隙公差在 2mm 以下的对接焊缝和角焊缝, 其局部最大间隙应小于连接件最小壁厚的 30%, 且最大的局部间隙不得大于 5mm 并且长度要小于该焊缝总长的 20%。
- 4.7 焊接装配定位焊:
  - 4.7.1 装配定位焊所使用的焊接材料的性能应与正式焊缝焊接时所使用的材料性能相同。
  - 4.7.2 当正式焊缝焊接需要预热时, 装配定位焊时也要预热, 而且预热温度要比正式预热温度高 30℃ 以上。
  - 4.7.3 定位(点)焊焊缝的长度和焊角大小应由工艺员根据具体的焊接件结构情况确定, 定位(点)焊焊缝表面应无裂纹、夹渣及气孔等缺陷。

4.8 禁止在工件的非焊接区任意引弧。

5 焊接

5.1 一般要求。

5.1.1 焊工应经过专门培训,合格后才能担任焊接工作。

5.1.2 若钢材没有进行预处理,焊接前应预先清除焊接区域的表面污物,如铁锈氧化皮、油污、油漆等影响焊缝质量的杂质,清理区域为离焊缝边缘不小于 20mm。

5.1.3 在露天焊接时,如遇下雨、下雪、大雾及大风等情况,如未加保护措施,不得进行焊接。

5.2 焊前预热。

5.2.1 低碳钢的焊接件一般无须预热就可进行焊接,但当环境温度低于 0℃ 或者厚度较大时,焊前也必须根据工艺要求进行预热和缓冷。

5.2.2 低合金结构钢的焊接件必须考虑碳当量、构件厚度、焊接接头的拘束度、环境温度以及所使用的焊接材料等因素确定焊接预热温度,表 5 给出了推荐的预热温度。当采用非低氢焊接材料焊接时应适当降低临界板厚或者适当提高预热温度。具体构件的预热温度由焊接技术人员根据具体情况确定。

表 5

钢号	厚度,mm	焊前预热,℃	钢号	厚度,mm	焊前预热,℃
Q295	—	不预热	Q390	>32	≥100
Q345	>40	≥100	Q420	—	≥100
Q390	≤32	不预热	Q460	—	≥150

5.2.3 不同材质之间焊接预热温度按焊接性差的一种选定。

5.2.4 同种材质而厚度不同时,焊接预热温度按厚度大的选定。

5.2.5 预热区域为焊缝每侧距焊缝中心不小于 2δ(δ 为板厚),且不小于 75mm。

5.2.6 特殊材料或特殊结构焊接预热温度、层间温度、后热或焊后热处理按工艺要求进行。

5.2.7 对于图样要求全熔透的焊缝,则设计必须在该焊缝处加以标注,并注明探伤方法、执行的探伤标准和探伤级别。

5.2.8 如果图样没有特殊要求,所有焊缝应该进行完整连续的周边焊。

5.2.9 如果图样没有特殊要求,部件焊接完成后,所有零件的外露棱边应该进行倒棱处理。

5.3 焊接件未注尺寸与形位公差。

5.3.1 长度尺寸公差:

表 6 所列的长度尺寸未注极限偏差适用于焊接零件和焊接件的长度尺寸,如外部尺寸、内部尺寸、台阶尺寸、宽度和中心距尺寸等,一般选 B 级可不标注,选用其他精度等级均应在图样上标注。

表 6

mm

精度等级	公 称 尺 寸									
	>30 ~120	>120 ~400	>400 ~1000	>1000 ~2000	>2000 ~4000	>4000 ~8000	>8000 ~12000	>12000 ~16000	>16000 ~20000	>20000
A	±1	±1	±2	±3	±4	±5	±6	±7	±8	±9
B	±2	±2	±3	±4	±6	±8	±10	±12	±14	±16
C	±3	±4	±5	±8	±11	±14	±18	±21	±24	±27

注:公称尺寸小于 30mm,允许偏差 ±1mm。

5.3.2 角度公差：

角度未注极限偏差按表 7 的规定。角度偏差的公称尺寸以短边为基准边,其长度从图样标明的基准点算起,见图 6～图 10。如在图样上不标注角度、而只标注长度尺寸,则允许偏差应以 mm/m 计。一般选 B 级可不标注,选用其他精度等级均应在图样上标注。

表 7

精度等级	公称尺寸(短边长度),mm					
	≤315	>315~1000	>1000	≤315	>315~1000	>1000
	偏差 Δα,(°)			偏差 e,mm		
A	±20′	±15′	±10′	±6	±4.5	±3
B	±45′	±30′	±20′	±13	±9	±6
C	±1°	±45′	±30′	±18	±13	±9

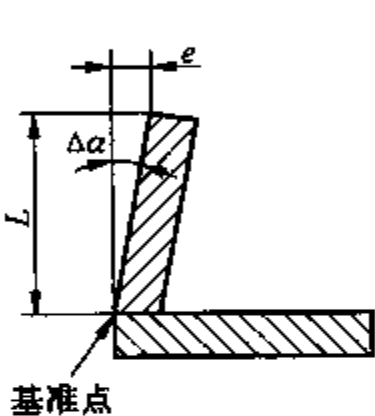


图 6

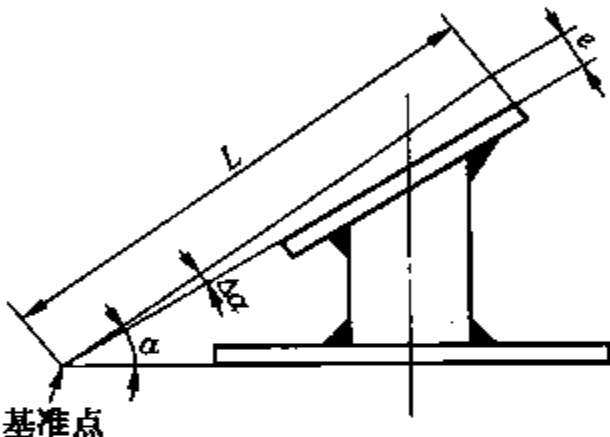


图 7

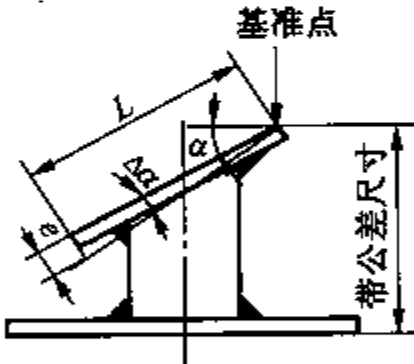


图 8

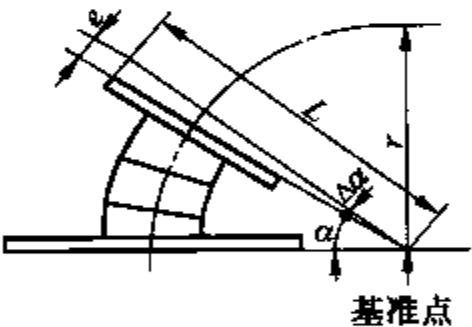


图 9

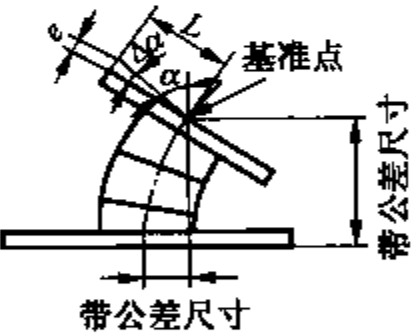


图 10

5.3.3 焊接件的形位公差：

焊接件的未注直线度、平面度和平行度公差应符合表 8 的规定。一般选 F 级,图样上可不标注,选其他等级在图样上均应标注。

表 8

mm

精度等级	公 称 尺 寸									
	>30 ~120	>120 ~400	>400 ~1000	>1000 ~2000	>2000 ~4000	>4000 ~8000	>8000 ~12000	>12000 ~16000	>16000 ~20000	>20000
E	0.5	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
F	1.0	1.5	3.0	4.5	6.0	8.0	10	12	14	16
G	1.5	3.0	5.5	9.0	11	16	20	22	25	25

5.3.4 焊接件的尺寸公差与形位公差精度等级选用见表 9。

表 9

精度等级		应 用 范 围
长度尺寸、角度	形位公差	
A	E	尺寸精度要求高、重要的焊接件
B	F	比较重要的结构、焊接和矫直产生的热变形小,成批生产
C	G	一般结构,如箱体结构、焊接和矫直产生的热变形大

5.4 焊缝质量要求和缺陷分级按《焊接质量保证 钢熔化焊接头的要求和缺陷分级》(GB/T 12469),钢结构焊缝外形尺寸按《钢结构焊缝 外形尺寸》(JB/T 7949)的规定执行。焊缝质量评定级别按表 10 规定执行,且在图样上进行标注。

表 10

焊缝质量评定级别		GB/T 12469 中焊 接头缺陷分级
对接焊缝	角焊缝和其他焊缝	
AS	AK	I
BS	BK	II
CS	CK	III

5.5 筋板倒角尺寸按图 11、图 12 和图 13,尺寸 L 按表 11 选择,选择的大小要保证焊件定位后能在筋板下进行焊接。

如果外形允许,则厚度 12mm 以下筋板可以采用剪切,这时倒角尺寸采用图 11。

当筋板厚度大于 12mm 以及由于外形的原因,不管怎样处理,筋板都必须从钢板上气割下来时,倒角尺寸采用图 12。

表 11

筋 板 厚 度		筋 板 厚 度		筋 板 厚 度		mm
L 或 r		L 或 r		L 或 r		
≤12	25	>12~30	40	>30	50	

不重要的焊接件,筋板宽度 100mm 以下,位置紧凑,筋板可不进行倒角焊接,图样不要求专门标注(见图 13)。因为强度方面的原因,密封焊接时应避免这种形式的筋板。

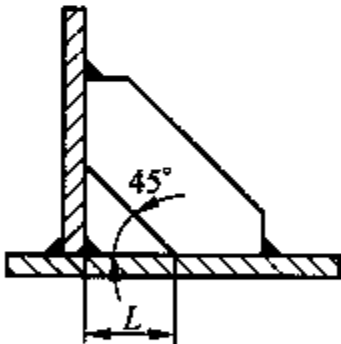


图 11

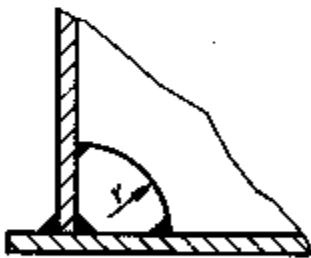


图 12

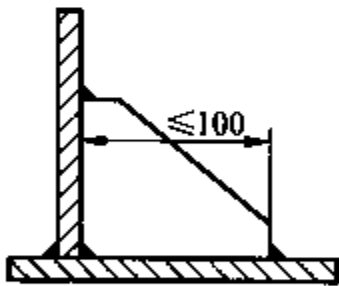


图 13

5.6 焊接件的消除应力处理

5.6.1 焊接件焊后消除应力处理可按《碳钢、低合金钢焊接构件 焊后热处理方法》(JB/T 6046)或《振动时效效果 评定方法》(JB/T 5926)的规定进行。

5.6.2 有密封内腔的焊接件,在热处理之前,应在中间隔板或盖板上适当的位置加工  $\phi 10\text{mm}$  的孔(设计应在图样上注明此孔的位置),使其空腔与外界相通。在盖板上钻的孔,热处理后要重新堵上。

6 焊接结构件加工余量

焊接结构件加工余量应符合表 12 的规定。



表 12mm

公称尺寸	余 量	公称尺寸	余 量	公称尺寸	余 量
≤250	3~4	>2000~4000	8~12	>10000~12000	20~22
>250~800	4~6	>4000~7000	12~16	>12000~25000	22~26
>800~2000	6~8	>7000~10000	16~20		

7 焊接接头及坡口型式与尺寸

焊接接头及坡口型式与尺寸应符合 GB/T 985 与 GB/T 986 的规定。在保证焊缝有效厚度及焊接质量的前提下,制造厂可按焊接方法的不同采用与图样不同的坡口形式。

8 检验

- 8.1 焊缝的型式尺寸和焊接件的形状尺寸应符合图样、工艺文件和本标准的要求。
- 8.2 制造厂应提供焊接件的检验报告及合格证。
- 8.3 盛水试漏、液压试验、气密性试验、煤油渗漏试验可参照《钢制焊接常压容器》(JB/T 4735)中相关规定执行。
- 8.4 焊缝超声波探伤应符合《钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级》(GB/T 11345)的规定。
- 8.5 焊缝射线探伤应符合 GB/T 3323 的规定。
- 8.6 焊缝表面磁粉探伤应符合《焊缝磁粉检验方法和缺陷磁痕的分级》(JB/T 6061)的规定。
- 8.7 焊缝需要返修时,需按返修工艺文件执行。
- 8.8 需要进行力学性能试验的焊缝,应在图样或订货技术要求中注明。焊缝的力学性能试验种类、试样尺寸按《焊接接头 机械性能试验取样方法》(GB/T 2649)、《焊接接头 冲击试验方法》(GB/T 2650)、《焊接接头 拉伸试验方法》(GB/T 2651)、《焊缝及熔敷 金属拉伸试验方法》(GB/T 2652)、《焊接接头 弯曲及压扁试验方法》(GB/T 2653)、《焊接接头及堆焊 金属硬度试验方法》(GB/T 2654)的规定执行。试样焊后与工件经过相同的热处理并预先经过外观无损探伤检查。

9 图样标注

- 9.1 图样上的焊缝符号的标注方法,应符合 GB/T 324 的有关规定。
- 9.2 焊缝探伤所采用的标准以及级别要在图样中标明。
- 9.3 焊接件焊后是否消除应力处理以及种类应在图样或有关技术文件中规定。
- 9.4 对有预热要求的焊缝应在图样或有关技术文件中标明预热温度。
- 9.5 设计人员根据焊接件的技术要求填写表 13 并将此表贴在焊接件图样的右上部,也可采取其他形式标注。

表 13

焊接件技术要求					
通用技术要求	JB/T 5000.3	形位公差精度等级		退火(振动)	是/否
焊缝质量评定级别		密封性试验	是/否	除锈	是/否
尺寸公差精度等级		耐压试验	是/否		

注:1 表 13 印制剪贴或制成图章加盖在图样上均可。  
2 也可补充其他技术要求。

本标准规定了铸铁件的技术要求、试验方法、检验规则、标志与质量证明书。

本标准适用于重型机械中用砂型或导热性与砂型相仿的铸型中铸造的灰铸铁件、球墨铸铁件和耐热铸铁件。

1 技术要求

1.1 铸铁件牌号、化学成分和力学性能

1.1.1 灰铸铁件的牌号和力学性能应符合 GB/T 9439 的规定,化学成分由供方自行决定,但应达到 GB/T 9439 规定的牌号及相应的力学性能指标。如需方对化学成分有特殊要求时由供需双方商定。

1.1.2 球墨铸铁件的牌号和力学性能应符合 GB/T 1348 的规定,化学成分由供方自行决定,但应达到 GB/T 1348 规定的牌号及相应的力学性能指标。如需方对化学成分有特殊要求时由供需双方商定。

1.1.3 耐热铸铁件的牌号、化学成分和力学性能应符合 GB/T 9437 的规定。

1.2 尺寸公差及公差带的分布

1.2.1 铸件尺寸公差应符合《铸件 尺寸公差与机械加工余量》(GB/T 6414)的规定,常用等级代号与公差见表 1。同一铸件应选用同一种公差等级,公差等级按毛坯铸件基本尺寸选取。

1.2.2 铸件尺寸公差带应相对于毛坯铸件基本尺寸对称分布,即公差的一半位于基本尺寸之上,另一半位于基本尺寸之下(见图 1)。有特殊要求时,公差带也可以不对称分布,但应在图样上标注或技术文件中规定。

毛坯铸件基本尺寸包括必要的机械加工余量(见图 1),分为下列三种情况:

- a) 图样中标注的两个非机械加工面间尺寸;
- b) 图样中标注的非机械加工内外径、圆角和圆弧;
- c) 图样中标注的机械加工尺寸加上加工余量(见图 1)。

表 1 铸铁件尺寸公差

mm

毛坯铸件基本尺寸	公差等级								
	CT8	CT9	CT10	CT11	CT12	CT13	CT14	CT15	CT16
≤25	1.2	1.7	2.4	3.2	4.6	6.0	8.0	10.0	12.0
>25~40	1.3	1.8	2.6	3.6	5.0	7.0	9.0	11.0	14.0
>40~63	1.4	2.0	2.8	4.0	5.6	8.0	10.0	12.0	16.0
>63~100	1.6	2.2	3.2	4.4	6.0	9.0	11.0	14.0	18.0
>100~160	1.8	2.5	3.6	5.0	7.0	10.0	12.0	16.0	20.0
>160~250	2.0	2.8	4.0	5.6	8.0	11.0	14.0	18.0	22.0
>250~400	2.2	3.2	4.4	6.2	9.0	12.0	16.0	20.0	25.0
>400~630	2.6	3.6	5.0	7.0	10.0	14.0	18.0	22.0	28.0
>630~1000	2.8	4.0	6.0	8.0	11.0	16.0	20.0	25.0	32.0
>1000~1600	3.2	4.6	7.0	9.0	13.0	18.0	23.0	29.0	37.0

表 1(续) mm

毛坯铸件基本尺寸	公差等级								
	CT8	CT9	CT10	CT11	CT12	CT13	CT14	CT15	CT16
>1600~2500	3.8	5.4	8.0	10.0	15.0	21.0	26.0	33.0	42.0
>2500~4000	4.4	6.2	9.0	12.0	17.0	24.0	30.0	38.0	49.0
>4000~6300	—	7.0	10.0	14.0	20.0	28.0	35.0	44.0	56.0
>6300~10000	—	—	11.0	16.0	23.0	32.0	40.0	50.0	64.0

注:1 尺寸公差<sub>不包括起模斜度</sub>。  
2 图样及技术文件未作规定时,小批和单件生产铸铁件的尺寸公差等级按黑框推荐的等级选取;成批和大量生产铸铁件的尺寸公差等级相应提高两级。

铸件有倾斜的部位,其尺寸公差带应沿倾斜面对称分布(见图 2)。

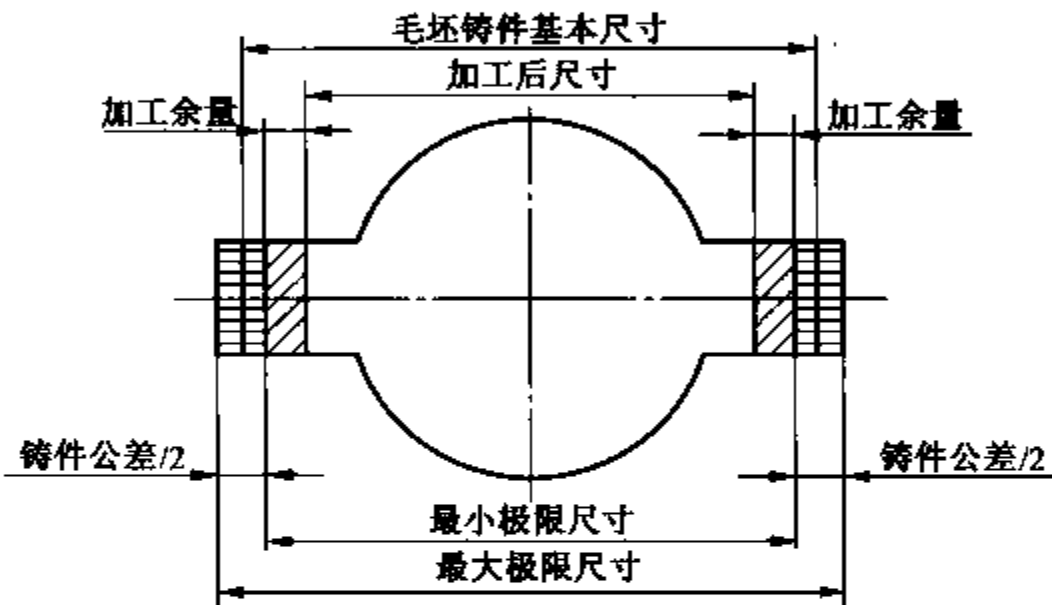


图 1 尺寸公差与极限尺寸

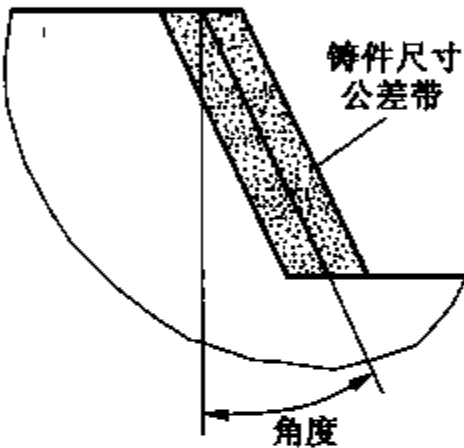


图 2 倾斜部位的尺寸公差带

1.2.3 除非另有规定,壁厚尺寸公差等级可降一级选用。例如,如果图样上标注的一般尺寸公差为 CT12,则壁厚尺寸公差为 CT13。

1.2.4 非机械加工铸造内、外圆角或圆弧其最小极限尺寸为图样标注尺寸,最大极限尺寸为图样标注尺寸加表 1 中公差值。

为减少产生裂纹的危险,内圆角根据工件壁厚应保证表 2 中的最小值。

表 2 内圆角 mm

壁厚	≤10	>10~30	>30
最小内圆角	6	10	0.33×壁厚

1.2.5 起模斜度

铸件的起模斜度满足了铸件和铸模、模型和铸模之间的相互分离要求,由此造成的与毛坯铸件公称形状相比的尺寸和形状变化不记入公差范围。起模斜度相对于毛坯铸件基本尺寸对称分布。推荐的起模斜度见表 3。

1.3 错型(错箱)

除非另有规定,错型值应处在表 1 所规定的公差范围内(见图 3)。当需要进一步限制错型时,应在图样上注明最大错型值。

表 3 起模斜度

高度,mm	≤18	>18 ~30	>30 ~50	>50 ~80	>80 ~180	>180 ~250	>250 ~315	>315 ~400	>400 ~500
起模斜度	(°)					mm			
	2.0	1.5	1.0	0.75	0.5	1.5	2.0	2.5	3.5
高度,mm	>500 ~630	>630 ~800	>800 ~1000	>1000 ~1250	>1250 ~1600	>1600 ~2000	>2000 ~2500	>2500 ~3150	>3150 ~4000
起模斜度	mm								
	3.5	4.5	5.5	7.0	9.0	11.0	13.5	17.0	21.0

注:高度>180~250mm 以上的“起模斜度”是宽度之差。

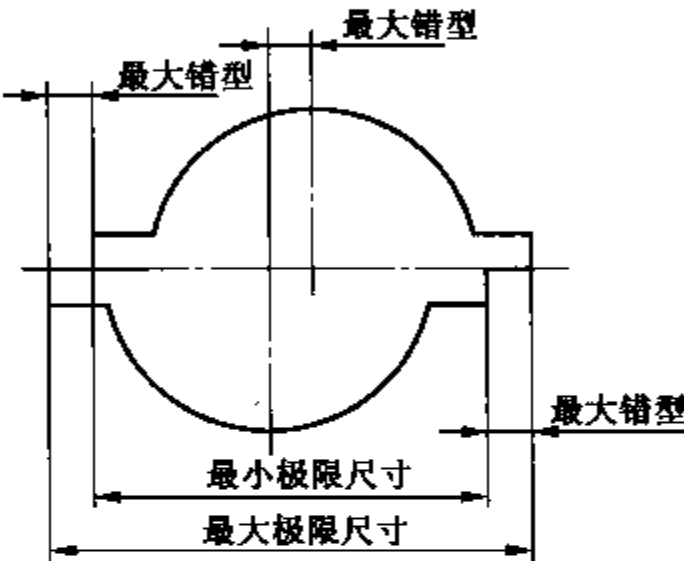


图 3 最大错型

1.4 加工余量

除非另有规定,要求的机械加工余量适用于整个毛坯铸件,即对所有需机械加工的表面只规定一个值,且该值应根据最终机械加工后成品铸件的最大外形尺寸,在表 4 中按相应的尺寸范围选取。

表 4 铸件加工余量 mm

铸件最大尺寸	加工余量			
	小批和单件生产		成批和大量生产	
	底面和侧面单个面	孔和顶面加量	底面和侧面单个面	孔和顶面加量
≤180	4	2	3	2
>180~500	5		4	
>500~800	6		5	
>800~1250	8		7	
>1250~1600	10		8	
>1600~2500	12	3	10	3
>2500~3150	15	4	13	4
>3150~6300	17		14	
>6300~10000	20	5	17	5

注:1 机械加工余量不包括起模斜度。  
2 “铸件最大尺寸”是指铸件最终机械加工后的最大轮廓尺寸。

铸件某一部位在铸态下的最大尺寸应不超过成品尺寸与要求的加工余量及铸造总公差之和(见图 1)。当采用斜度时,由斜度引起的铸件最大尺寸变化应另外考虑,如图 2 所示。

1.4.1 加工余量是指一个面的加工余量,数值见表 4。一个旋转体或两个面需加工的表面总加工余量应按表 4 的 2 倍计算。

1.4.2 加工余量按铸件最大尺寸选取。

1.4.3 对于有二次加工(指粗加工后返回铸造车间精整修或二次时效后精加工)的铸件,其加工余量为表 4 的 1.2~1.5 倍。

1.4.4 铸件毛坯尺寸计算示例见表 5。铸铁圆环(单件生产)见图 4。铸件尺寸公差等级 CT12。

铸铁圆环最大尺寸  $\phi 1000\text{mm}$ ,每个面加工余量按表 4。

表 5 铸铁圆环毛坯尺寸

mm

加工件公称尺寸	加工余量	尺寸公差	铸件毛坯尺寸	
			最小尺寸	最大尺寸
1000	$+2\times 8$	$\pm 5.5$	1010.5	1021.5
500	$-2\times 8$ $-2\times 2$	$\pm 5$	475	485
100	$+2\times 8$ $+1\times 2$	$\pm 3$	115	121

注:铸件毛坯尺寸不包括起模斜度。

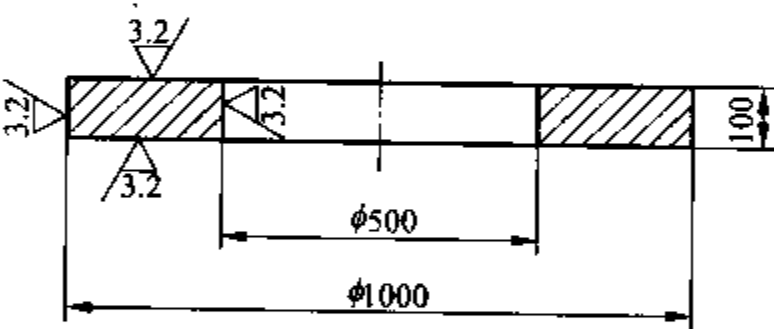


图 4 铸铁圆环

1.5 铸件的几何形状、尺寸

铸件的几何形状、尺寸应符合图样或订货技术条件的要求。

1.6 铸件的热处理

对铸件有人工时效处理(低温退火)或其他热处理要求时,应在图样或订货技术文件中注明。

1.7 铸件质量公差

铸件质量公差按《铸件重量公差》(GB/T 11351)规定执行。当铸件质量公差作为验收依据时,应在图样或技术文件中注明。

1.8 铸件的冒口切割余量及其处理方法

1.8.1 铸件的冒口切割余量按表 6。

1.8.2 当铸件冒口设置在非加工面上时,应刨磨修平达到表面质量要求。

1.8.3 铸件冒口一般应在热处理前去除。

1.9 表面质量要求

1.9.1 铸件上的型砂、芯砂、芯骨、多肉、粘砂、夹砂等应铲磨平整,清理干净。

- 1.9.2 对错型、凸台铸偏等应给予修正,达到圆滑过渡,以保证外观质量。
- 1.9.3 铸件表面铸造缺陷,在不影响使用性能的情况下,经清理后符合下列情况者允许存在:
- a) 加工面上的缺陷,经加工应能除去;
  - b) 铸件非加工外表面凹坑不得超过表 7 的规定。

表 6 铸件的冒口切割余量 mm

冒口残留痕迹	冒口根部最大尺寸									
	≤60	>60 ~100	>100 ~200	>200 ~300	>300 ~400	>400 ~500	>500 ~600	>600 ~800	>800 ~1000	>1000
最大凸起值	4	5	7	10	14	16	18	25	32	50
凹陷	不得超过该处加工余量的 1/2,最小要有 3~5mm 的机械加工余量									

表 7 在 100mm×100mm 范围内允许的凹坑大小

铸件质量	≤2000kg	>2000kg
凹坑尺寸和数量	φ2~3mm,深 2mm,3 个	φ3~6mm,深 3mm,3 个
注:1 质量不大于 2000kg 的铸件,不大于 φ2mm 的散存凹坑不计。		
2 质量大于 2000kg 的铸件,不大于 φ3mm 的散存凹坑不计。		

- 1.9.4 铸件非加工表面的皱褶,深度小于 2mm,间距应大于 100mm。
- 1.9.5 铸件不允许存在的缺陷:
- a) 影响铸件使用性能的铸造缺陷,如裂纹、冷隔、缩孔、夹渣等;
  - b) 重要的螺纹孔、滚动元件的工作面、滚轮的踏面等表面的铸造缺陷;
  - c) 非加工表面导致泄漏的缺陷;
  - d) 在订货文件中注明的其他重要工作面上的缺陷。
- 1.9.6 铸件非加工表面的粗糙度的要求:
- 1.9.6.1 铸件非加工表面的粗糙度应符合表 8 的规定。

表 8 铸件非加工表面粗糙度 μm

手工干型	机器干型	湿型
$Ra \leq 50$	$Ra \leq 50$	$Ra \leq 100$

- 1.9.6.2 铸件表面粗糙度以《表面粗糙度比较样块 铸造表面》(GB/T 6060.1)规定的比较样块或自制的比较样件对比检查。比较样件由供需双方协商选定和确定。铸件表面有 80% 面积不低于比较样块时,则认为合格。铸件表面经检验人员确认不低于比较样件时也认为合格。
- 1.9.6.3 铸件表面粗糙度不含 1.9.3 和 1.9.4 允许的缺陷。
- 1.9.7 铸件如喷丸处理则表面粗糙度以喷丸处理后为准。
- 1.10 铸件的补焊
- 1.10.1 铸件的保证使用性能和外观质量的情况下,经技术检验部门同意及需方认可才能进行补焊。
- 1.10.2 补焊时必须将补焊部位清理干净、露出母材,以保证补焊质量。补焊时应根据铸件的材质、形状、结构和使用要求等制订可靠的补焊工艺并在补焊过程中严格执行。
- 1.10.3 精度稳定性要求较高,且在补焊过程中有可能产生较大应力的铸件应进行消除应力处理,但冷加工后发现的缺陷采用铸 308 焊条补焊的除外。

### 1.11 喷丸、涂底漆

1.11.1 机器产品铸件的非加工表面均需喷丸处理或滚筒清理处理,达到清洁度 Sa2½ 级的要求。喷丸粒度应满足铸件表面质量要求。

1.11.2 铸件在最后喷丸处理后 6h 内即应涂底漆。涂底漆时,铸件本身温度和环境温度不得低于涂漆允许的温度。涂漆前,铸件上的粉尘等物应用无油无水压缩空气或吸尘器清理干净。

1.11.3 有关涂漆的要求按 JB/T 5000.12 的规定。

## 2 试验方法

2.1 灰铸铁件试验方法应符合 GB/T 9439 的规定。

2.2 球墨铸铁件试验方法应符合 GB/T 1348 的规定。

2.3 耐热铸铁件试验方法应符合 GB/T 9437 的规定。

## 3 检验规则

### 3.1 检验权利和检验地点

3.1.1 铸件应由供方技术检验部门检验和验收。需方有权对铸件进行检验。需方要求参加供方检验时,双方应商定提交检验的日期。若需方在商定的时间未能到场,供方可自行检验,并将检验结果提交需方。

3.1.2 除供需双方商定只能在需方检验外,最终检验一般在供方进行。供需双方对铸件质量发生争议时,检验可在双方商定的第三方进行。

### 3.2 批量的划定

3.2.1 由同一包铁水浇注的铸件为一个批量。

3.2.2 每一批铸件的最大质量为清铲完重 2000kg 的铸件。经供需双方同意,批量的质量可以变动。

3.2.3 如果一个铸件的质量大于或等于 2000kg 时,就单成为一个批量。

3.2.4 当连续不断地熔化大量同一牌号的铁水时,以 2h 内所浇注的铸件为一个批量。

### 3.3 试验次数、试验结果的评定和复验

3.3.1 检验抗拉强度或冲击值时,每批至少取 1 根抗拉试样或一组(3 根)冲击试样进行试验。试验结果符合要求,则该批铸件为合格;如果试验结果达不到要求,再用双倍同批试样进行复验。

3.3.2 当复验结果都达到要求时,则该批铸件为合格;如果复验中有 1/2 达不到要求时,则该批铸件为不合格。若因热处理不当造成不合格时,允许再次热处理,但重复热处理的次数不得超过 2 次。

3.3.3 耐热铸铁件每一批铸件应进行一次化学成分的分析,若化学成分不合格,允许用双倍同批试样重新复验一次,试样全合格时为合格。

3.3.4 铸件以铸态供货时,如果性能达不到要求,经需方同意,供方可将铸件和其代表的试块进行热处理后重新试验。

### 3.4 几何形状和尺寸

首批铸件和重要铸件,应按图样规定逐件检查几何形状和尺寸。一般铸件及用保证尺寸稳定性方法生产出来的铸件可以抽查,抽查的方法按双方商定的方式进行。

3.5 铸件表面质量

按 1.9 要求验收。

3.6 试验的有效性

如果不是由于铸件本身的质量问题,而是由于下列原因之一造成试验结果不符合要求时,则该试验无效。

- a) 试样在试验机上的装卡不当或试验机的操作不当;
- b) 试样有铸造缺陷或试样切削加工不当;
- c) 拉伸试样在标距外断裂;
- d) 试样拉伸、冲击后在断口上有铸造缺陷。

3.7 铸铁件的理化检查项目

见附录 A。

4 标志与质量证明书

4.1 重要或单独订货的铸件上应有制造厂的标志。

4.2 标志的位置、尺寸和方法应由供需双方商定,但要注意不使铸件质量受到损伤。

4.3 出厂铸件应附有供方检验部门签章的质量证明书,质量证明书应包括下列内容:

- a) 制造厂名或工厂标志;
- b) 零件号或订货合同号;
- c) 材料牌号;
- d) 主要检验结果。

附录 A(规范性附录) 铸铁件的理化检验

A.1 铸铁件的理化检验项目见表 A.1。

表 A.1 铸铁件的理化检验项目

材料	化学成分	力学性能				金相
		抗拉强度	伸长率	冲击韧度	硬度	
灰铸件	-	+			-	-
球墨铸铁	-	+	+	-	-	-
耐热铸铁	+	-			-	-

注:“+”为必检项目,“-”为抽检项目。



本标准规定了有色金属铸件的技术要求、试验方法、验收规则和标志与包装。  
本标准适用于重型机械用砂型、金属型、离心铸造方法生产的铜合金、铝合金、锌合金铸件。

1 技术要求

1.1 化学成分及力学性能

- 1.1.1 铝合金铸件的化学成分及力学性能应符合 GB/T 1173 的规定。
- 1.1.2 锌合金铸件的化学成分及力学性能应符合 GB/T 1175 的规定。
- 1.1.3 铜合金铸件的化学成分及力学性能应符合 GB/T 1176 的规定。
  - 1.1.3.1 对承受重载荷、用于关键部位的铜合金铸件,如蜗轮、轮缘、压下螺母和铸件最大尺寸大于 500mm 的铜合金铸件,以力学性能为主要验收依据。化学成分允许略有偏差,允许偏差值为各主要成分百分含量上、下限的 10%。
  - 1.1.3.2 对承受轻载荷、用于一般部位且铸件最大尺寸不大于 500mm 的各种衬套、轴瓦以及滑板类铜合金铸件,化学成分或力学性能均可作为验收依据,两项中有一项合格即可视为合格,另一项只作参考,但必须有数据。

1.2 尺寸公差及公差带的配置

- 1.2.1 尺寸公差应符合《铸件 尺寸公差与机械加工余量》(GB/T 6414)的规定,常用等级代号与公差见表 1。同一铸件选用同一公差等级,公差等级按毛坯铸件基本尺寸选取。

表 1 铸件尺寸公差数值 mm

毛坯铸件基本尺寸	公差等级					
	CT8	CT9	CT10	CT11	CT12	CT13
≤25	1.2	1.7	2.4	3.2	4.6	6
>25~40	1.3	1.8	2.6	3.6	5.0	7
>40~63	1.4	2.0	2.8	4.0	5.6	8
>63~100	1.6	2.2	3.2	4.4	6.0	9
>100~160	1.8	2.5	3.6	5.0	7.0	10
>160~250	2.0	2.8	4.0	5.6	8.0	11
>250~400	2.2	3.2	4.4	6.2	9.0	12
>400~630	2.6	3.6	5.0	7.0	10.0	14
>630~1000	2.8	4.0	6.0	8.0	11.0	16
>1000~1600	3.2	4.6	7.0	9.0	13.0	18
>1600~2500	3.8	5.4	8.0	10.0	15.0	21
>2500~4000	4.4	6.2	9.0	12.0	17.0	24
>4000~6300	—	7.0	10.0	14.0	20.0	28
>6300~10000	—	—	11.0	16.0	23.0	32

- 注:1 单件、小批量生产按黑线框内的公差等级选取。
- 2 成批、大量生产比单件、小批量生产相应提高两级选取公差等级。
- 3 凡图样及技术文件未作规定时,应符合粗线框中的公差等级。

1.2.2 铸件尺寸公差带应相对于毛坯铸件基本尺寸对称分布,即公差的一半位于基本尺寸之上,另一半位于基本尺寸之下(见图 1)。有特殊要求时,公差带也可以不对称分布,但应在图样上标注或技术文件中规定。

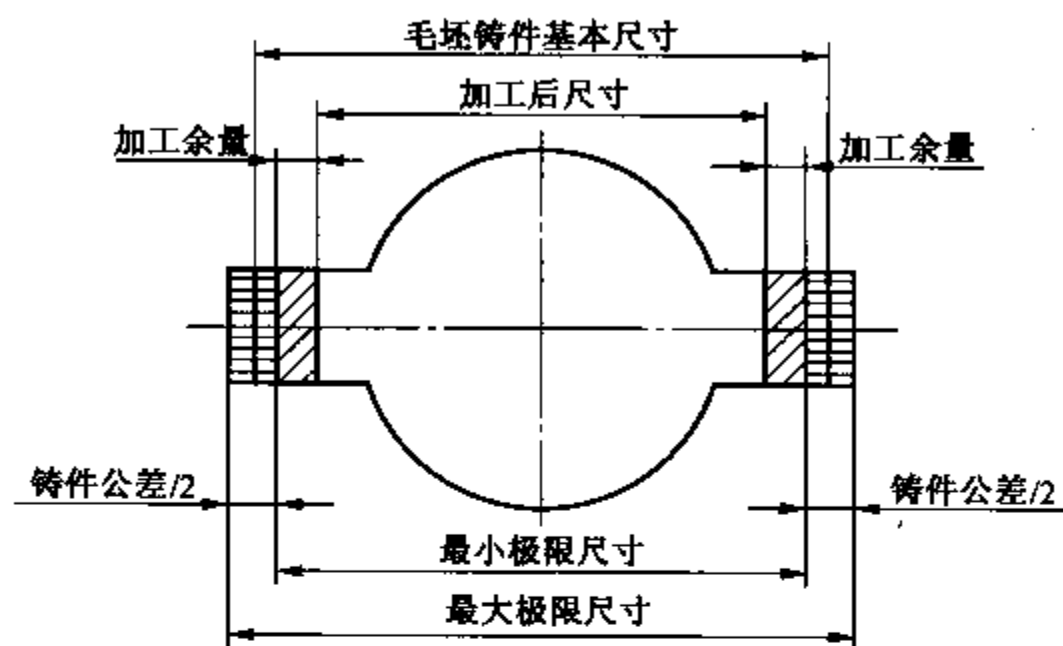


图 1 尺寸公差与极限尺寸

毛坯铸件基本尺寸指:

- a) 图样中标注的两个非机械加工面间尺寸;
- b) 图样中标注的非机械加工内、外径,圆角和圆弧;
- c) 图样中标注的机械加工尺寸加上加工余量(见图 1)。

1.2.3 壁厚尺寸公差等级一般可降一级选用。即图样上一般尺寸公差为 CT10,则壁厚尺寸公差为 CT11。

1.2.4 非机械加工铸造内、外圆角或圆弧,其最小极限尺寸为图样标注尺寸,最大极限尺寸为图样标注尺寸加上公差值。

1.2.5 铸件有倾斜的部位,其尺寸公差带应沿倾斜面对称配置(见图 2)。

### 1.3 错型(错箱)

除非另有规定,错型值应处在表 1 所规定的公差范围内(见图 3)。当需进一步限制错型时,应在图样上注明最大错型值。

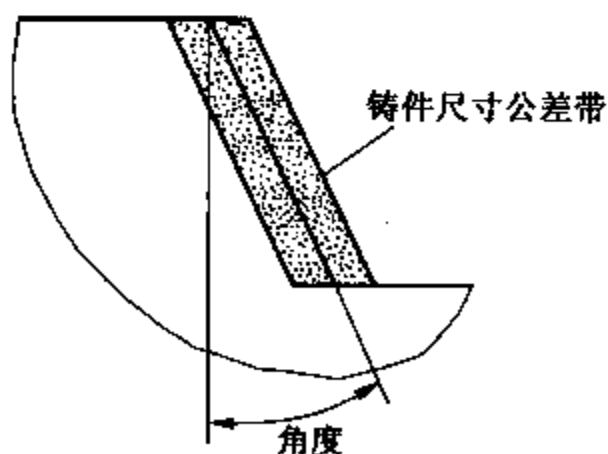


图 2 倾斜部位的尺寸公差带

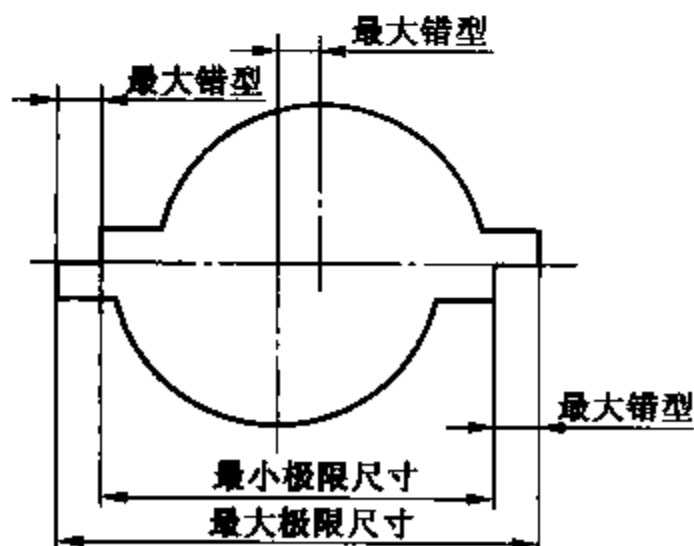


图 3 最大错型

1.4 加工余量

1.4.1 毛坯铸件的加工余量是指一个面的加工余量。一个旋转体或两个面需加工的表面加工余量应按 2 倍计算。

1.4.2 加工余量按铸件最大尺寸从表 2 中选取。

表 2 铸件加工余量 mm

铸件 最大尺寸	加工余量			
	单件、小批		成批、大批	
	底、侧面	孔和顶面加量	底、侧面	孔和顶面加量
≤100	2.5	2	1.5	2
>100~160	3.5		2	
>160~250	4.5		3	
>250~400	5.5		4	
>400~630	6		4.5	
>630~1000	7		5	
>1000~1600	8	3	6	3
>1600~2500	9		7	
>2500~4000	12		8	
>4000~6300	16	4	10	4
>6300~10000	20		12	

注：铸件最大尺寸是指最终机械加工后铸件的最大轮廓尺寸。

1.5 计算毛坯铸件尺寸示例(见表 3)

表 3 尺寸示例 mm

加工后尺寸	加工余量	尺寸公差按 CT11	毛坯铸件	
			最小尺寸	最大尺寸
1000	+2×7	±4.5	1009.5	1018.5
500	-2×7    -2×2	±3.5	478.5	485.5
100	+2×7    +2	±2.5	113.5	118.5

注：毛坯铸件尺寸未计起模斜度。

铜合金圆环见图 4。铸件尺寸公差等级 CT11。铸件最大尺寸 φ1000mm。每个面加工余量按表 2。

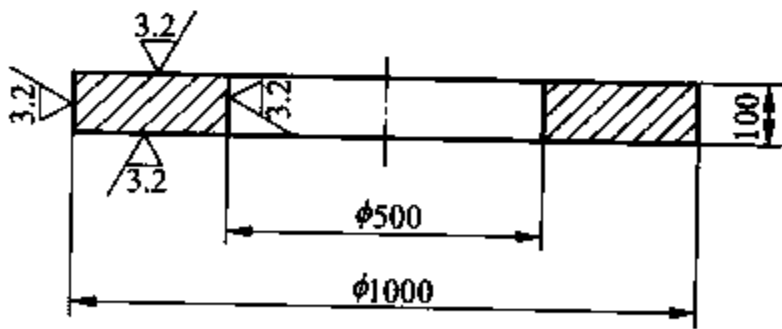


图 4 铜合金圆环

1.6 几何形状、尺寸

铸件的几何形状、尺寸应符合图样或订货技术条件的要求。铸件的几何形状和尺寸应逐件进行检查,如果是成批生产的铸件,可以抽查,抽查方法由供需双方协商。

1.7 表面质量要求

1.7.1 铸件非加工表面的粗糙度,砂型铸造  $Ra \leq 50\mu m$ ,金属型和离心铸造  $Ra \leq 25\mu m$ 。

1.7.2 铸件表面粗糙度以《表面粗糙度比较样块 铸造表面》(GB/T 6060.1)规定的比较样块或自制的比较样件对比检查。比较样件由供需双方协商选定和确定。铸件表面有 80% 面积不低于比较样块时,则认为合格。铸件表面经检验人员确认不低于比较样件时,也认为合格。

1.7.3 铸件应清除浇冒口、飞刺等。非加工表面上的浇冒口残留量要铲平、磨光,达到表面质量要求。加工表面上的浇冒口残留量高度按表 4 的规定。

表 4 加工表面的浇冒口残留量 mm

铸件最大尺寸	浇冒口残留高度	铸件最大尺寸	浇冒口残留高度
$\leq 600$	$\leq 5$	$> 1200$	$\leq 15$
$> 600 \sim 1200$	$\leq 10$		

1.7.4 铸件上的型砂、芯砂及芯骨应清除干净。

1.7.5 铸件上不允许有冷隔、裂纹、穿透性气孔、缩松、氧化物、夹渣等影响使用性能的缺陷存在。

1.7.6 铸件非加工表面允许有直径不大于 3mm、深度不大于该处壁厚 1/3、每平方分米内其数量不多于 2 处的单个缺陷存在。但在缺陷背面的对应位置上,不允许同时存在缺陷。若有更高要求,应在图样或订货协议中注明。

1.7.7 铸件的加工表面允许有经机械加工可以去掉的任何铸造缺陷。但必须对缺陷加以清理,以便确认能否在加工时去掉。

1.7.8 铸件必须进行内部缺陷检查时,应在图样中明确规定或在订货协议中商定。

1.7.9 对要求气密性或盛放液体的铸件,应按图样或订货协议的规定进行气密性或渗透性试验。

1.8 缺陷的修整

1.8.1 下列情况不允许修补:

- a) 与易燃、易爆或剧毒物质接触的承压或密封部位;
- b) 承受高温、高压、强腐蚀的部位;
- c) 螺纹部位、重载荷的主要承载部位;
- d) 铸件上的冷隔及严重的砂眼、气孔、渣孔、缩松和夹渣等缺陷。

1.8.2 除 1.8.1 规定的情况外,铸件上需要焊补,并且确定可以焊补的缺陷均要焊补或用其他可行的方法进行修补。

1.8.3 焊补时应仔细清理表面,并制定焊接工艺,确保焊接质量。焊接后应进行适当的热处理。

1.8.4 铸件如发生变形允许矫正。矫正后,应检验几何尺寸及有无裂纹等。

2 试验方法

2.1 铝合金铸件的化学成分及力学性能的试验方法应符合 GB/T 1173 的规定。

2.2 锌合金铸件的化学成分及力学性能的试验方法应符合 GB/T 1175 的规定。

2.3 铜合金铸件的化学成分及力学性能的试验方法应符合 GB/T 1176 的规定。

### 3 验收规则

#### 3.1 检验权利和检验地点

3.1.1 铸件应由供方技术检验部门检验和验收。

3.1.2 需方要求参加供方检验时,双方应商定提交检验的日期。若需方在商定的时间内未能到场,供方可自行检验,并将检验结果提交需方。

3.1.3 除供需双方商定只能在需方检验外,最终检验应在供方进行。

3.1.4 供需双方对铸件质量发生争议时,检验可在双方商定的第三方进行。

#### 3.2 铸件批次的组成

3.2.1 同一熔炼炉次,在 8h 以内浇注的,总量不超过 1000kg,全部铸件采用同一热处理工艺的铸件,可视为一个批次进行检验。

3.2.2 在生产稳定的情况下(包括原材料、熔炼工艺、试验方法、检验等工序的稳定),在一个班次 8h 之内浇注的,不同熔炼炉次的同一合金,采用同一热处理工艺的全部铸件,可视为一个批次进行检验。

3.2.3 不同熔炼炉次的同一合金,浇注一个铸件,符合 3.2.2 要求时,可作为一个批次检验。否则,对各不同熔炼炉次都需要检验其单铸试样的力学性能。

#### 3.3 试样

3.3.1 铜合金铸件单铸试样的形状和尺寸应符合 GB/T 1176 中附录 A 的规定。

3.3.2 铝合金铸件单铸试样的形状和尺寸应符合 GB/T 1173 中 2.3 的规定。

3.3.3 锌合金铸件单铸试样的形状和尺寸应符合 GB/T 1175 中 4.4 的规定。

3.3.4 单铸试样的铸型应使用与铸件相同的铸型材料,且应与铸件同批浇注。需热处理后供货的铸件,单铸试样应与铸件一起进行热处理。

3.3.5 试样因有缺陷而造成试验结果不合格,应重新取样试验,无备用试样时可取本体试样。本体试样的切取部位及尺寸由供需双方商定。

3.3.6 本体试样的抗拉强度平均值应不小于单铸试样的 80%,伸长率不小于单铸试样的 50%。

#### 3.4 试验次数、试验结果的评定和复验

3.4.1 化学成分和力学性能的试验次数为每批取样一组。对试验次数有特殊要求的,应由供需双方协商决定。

3.4.2 化学成分试样一组 2 根,允许首次检验 1 根。只要其中 1 根符合要求,则该批铸件为合格。如果 2 根试样的分析结果都不合格,则该批铸件为不合格。

3.4.3 力学性能试样一组 3 根,首次检验 1 根。测定的力学性能如果符合要求,则该批铸件为合格。如不符合要求,允许用另外 2 根试样进行复验。

3.4.4 复验若 2 根试样都达到要求,则该批铸件仍为合格;若复验结果中仍有 1 根达不到要求,则该批铸件为不合格。

#### 3.5 铸件几何形状、尺寸和表面质量的验收

3.5.1 铸件几何形状、尺寸的验收应符合 1.6 的要求。

3.5.2 铸件表面质量的验收应符合 1.7 的要求。

### 3.6 试验的有效性

抗拉试验由于下列情况之一使得试验结果不符合要求时,则该试验无效,应重新进行试验:

- a) 试样在试验机上安装不当或试验机的操作不当;
- b) 试样有铸造缺陷或试样切削加工不当;
- c) 试样断在标距外;
- d) 试样拉断后断口上有铸造缺陷。

3.7 拉伸性能检验按《金属材料 室温拉伸试验方法》(GB/T 228)进行。

3.8 硬度检验按《金属布氏硬度试验 第 1 部分:试验方法》(GB/T 231.1)进行。

3.9 硬度检验与拉伸性能试验同时进行且验收方法一致。如仅仅硬度指标不合格,一般不作为报废依据,除非用户在铸件图样或有关文件中另有明确规定。

## 4 标志与包装

### 4.1 标志与质量证明书

4.1.1 经检验合格的铸件,应有供方技术检验部门的合格印记。

4.1.2 标志的位置、尺寸和方法应由供需双方商定,但要注意不使铸件质量受到损伤。

4.1.3 铸件出厂应附有供方技术检验部门签章的质量证明书,证明书应包括下列内容:

- a) 供方名称;
- b) 零件号或订货合同号;
- c) 材质牌号;
- d) 各项检验结果。

### 4.2 包装

铸件包装应符合 JB/T 5000.13 的规定。

---

本标准规定了重型机械用碳钢和低合金钢铸件的技术要求、试验方法与检验规则、标志与包装等。

本标准适用于砂型或导热性与砂型相当的铸型中铸造的碳钢和低合金钢铸件。

本标准不适用于高锰钢、耐热钢和不锈钢等特殊钢种。

1 技术要求

1.1 牌号、化学成分和力学性能

1.1.1 碳钢牌号、化学成分和力学性能应符合表 1 和表 2 的规定。

表 1 碳钢的化学成分

材料牌号	元素含量≤, %									
	C	Si	Mn	S	P	残余元素				
						Ni	Cr	Cu	Mo	V
ZG200-400	0.20	0.50	0.8	0.04	0.04	0.30	0.35	0.30	0.20	0.05
ZG230-450	0.30		0.90							
ZG270-500	0.40									
ZG310-570	0.50									
ZG340-640	0.60	0.60								

注:1 各牌号对上限每减少 0.01 % 的碳,可增加 0.04 % 的锰,ZG 200-400 的锰至多为 1.00 %,其余四个牌号的锰至多为 1.20 %。  
2 残余元素总量不大于 1.00 %。如需方无要求,残余元素可不进行分析。

表 2 碳钢的力学性能

材料牌号	力学性能≥					
	屈服强度 $\sigma_s$ 或 $\sigma_{0.2}$ MPa	抗拉强度 $\sigma_b$ MPa	伸长率 $\delta$ %	收缩率 $\psi$ %	冲击吸收功	
					$A_{KV}, J$	$A_{KU}, J$
ZG200-400	200	400	25	40	30	47
ZG230-450	230	450	22	32	25	35
ZG270-500	270	500	18	25	22	27
ZG310-570	310	570	15	21	15	24
ZG340-640	340	640	10	18	10	16

注:1 需方无要求时,  $A_{KV}$ 、 $A_{KU}$ 由供方任选一种。  
2 表中所列的各牌号性能适用于厚度不大于 100mm 的铸件。当铸件厚度大于 100mm 时,表中规定的屈服强度仅供设计参考。

1.1.2 低合金钢牌号、化学成分和力学性能应符合表 3 和表 4 的规定。

1.2 表面质量

1.2.1 铸件上的粘砂、夹砂、飞边、毛刺、浇冒口和氧化皮等应清除干净。

1.2.2 铸件表面粗糙度应符合表 5 的规定。

表 3 低合金钢的化学成分

材料牌号	元素含量, %								
	C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Cu
ZG20Mn	0.16~ 0.22	0.60~ 0.80	1.00~ 1.30	≤0.035	≤0.035	—	≤0.40	—	—
ZG25Mn	0.20~ 0.30	0.30~ 0.45	1.10~ 1.30			—	—	—	≤0.30
ZG30Mn	0.27~ 0.34	0.30~ 0.50	1.20~ 1.50			—	—	—	—
ZG35Mn	0.30~ 0.40	0.60~ 0.80	1.10~ 1.40			—	—	—	—
ZG40Mn	0.35~ 0.45	0.30~ 0.45	1.20~ 1.50			—	—	—	—
ZG65Mn	0.60~ 0.70	0.17~ 0.37	0.90~ 1.20			—	—	—	—
ZG40Mn2	0.35~ 0.45	0.20~ 0.40	1.60~ 1.80			—	—	—	—
ZG50Mn2	0.45~ 0.55		1.50~ 1.80			—	—	—	—
ZG35SiMnMo	0.32~ 0.40	1.10~ 1.40	1.10~ 1.40			—	—	0.20~ 0.30	≤0.30
ZG35CrMnSi	0.30~ 0.40	0.50~ 0.75	0.90~ 1.20			0.50~ 0.80	—	—	—
ZG20MnMo	0.17~ 0.23	0.20~ 0.40	1.10~ 1.40			—	—	0.20~ 0.35	≤0.30
ZG55CrMnMo	0.50~ 0.60	0.25~ 0.60	1.20~ 1.60			0.60~ 0.90	—	0.20~ 0.30	≤0.30
ZG40Cr1	0.35~ 0.45	0.20~ 0.40	0.50~ 0.80			0.80~ 1.10	—	—	—
ZG34Cr2Ni2Mo	0.30~ 0.37	0.30~ 0.60	0.60~ 1.00			1.40~ 1.70	1.40~ 1.70	0.15~ 0.35	—
ZG20CrMo	0.17~ 0.25	0.20~ 0.45	0.50~ 0.80			0.50~ 0.80	—	0.40~ 0.60	—
ZG35Cr1Mo	0.30~ 0.37	0.30~ 0.50				0.80~ 1.20	≤0.03	0.20~ 0.30	≤0.25
ZG42Cr1Mo	0.38~ 0.45	0.30~ 0.60	0.60~ 1.00			0.90~ 1.20		0.15~ 0.25	—
ZG50Cr1Mo	0.46~ 0.54	0.25~ 0.50	0.50~ 0.80			0.35~ 0.85	0.40~ 0.80	0.35~ 0.50	—
ZG28NiCrMo	0.25~ 0.30	0.30~ 0.80	0.60~ 0.80			0.60~ 0.90	0.60~ 1.10	0.35~ 0.50	—
ZG30NiCrMo	0.25~ 0.35	0.30~ 0.60	0.70~ 1.00			0.40~ 0.90	0.60~ 0.90	0.40~ 0.50	—
ZG35NiCrMo	0.30~ 0.37	0.60~ 0.90				—	—	—	—

注:残余元素含量,  $\text{Ni} \leq 0.30\%$ ,  $\text{Cr} \leq 0.30\%$ ,  $\text{Cu} \leq 0.25\%$ ,  $\text{Mo} \leq 0.15\%$ ,  $\text{V} \leq 0.05\%$ , 残余元素总量不大于 1.00%。如需方无要求, 残余元素含量不作为验收依据。



表 4 低合金钢的力学性能

材料牌号	热处理状态	力学性能							
		$\sigma_s$ MPa	$\sigma_b$ MPa	$\delta_5$ %	$\psi$ %	$A_{KU}$ J	$A_{KV}$ J	$A_{KDVm}$ J	HB
ZG20Mn	正火 + 回火	≥285	≥495	≥18	≥31	≥39	—	—	≥145
	调质	≥300	500~650	≥24	—	—	≥45	—	150~190
ZG25Mn	正火 + 回火	≥295	≥490	≥20	≥35	47	—	—	156~197
ZG30Mn	正火 + 回火	≥300	≥550	≥18	≥30	—	—	—	≥163
ZG35Mn	正火 + 回火	≥345	≥570	≥12	≥20	≥24	—	—	156~197
	调质	≥415	≥640	≥12	≥25	≥27	—	≥27	207~241
ZG40Mn	正火 + 回火	≥295	≥640	≥12	≥30	—	—	—	≥163
ZG65Mn	正火 + 回火	不规定	不规定	—	—	—	—	—	—
ZG40Mn2	正火 + 回火	≥395	≥590	≥20	≥40	—	≥30	—	≥179
	调质	≥685	≥835	≥13	≥45	≥35	—	≥35	269~302
ZG50Mn2	正火 + 回火	≥445	≥785	≥18	≥37	—	—	—	—
ZG35SiMnMo	正火 + 回火	≥395	≥640	≥12	≥20	≥24	—	—	—
	调质	≥490	≥690	≥12	≥25	≥27	—	≥27	—
ZG35CrMnSi	正火 + 回火	≥345	690	≥14	≥30	—	—	—	≥217
ZG20MnMo	正火 + 回火	≥295	490	≥16	—	≥39	—	—	≥156
ZG55CrMnMo	正火 + 回火	不规定	不规定	—	—	—	—	—	—
ZG40Cr1	正火 + 回火	≥345	≥630	≥18	≥26	—	—	—	≥212
ZG34Cr2Ni2Mo	调质	≥700	950~1000	≥12	—	—	≥32	—	240~290
ZG20CrMo	调质	≥245	≥460	≥18	≥30	≥24	—	—	—
ZG35Cr1Mo	调质	≥490	690~830	≥11	—	—	—	≥21	—
ZG42Cr1Mo	调质	≥510	740~880	≥12	—	—	—	≥27	200~250
ZG50Cr1Mo	调质	≥520	740~880	≥11	—	—	—	≥34	220~260
ZG28NiCrMo	—	≥420	≥630	≥20	≥40	—	—	—	—
ZG30NiCrMo	—	≥590	≥730	≥17	≥35	—	—	—	—
ZG35NiCrMo	—	≥660	≥830	≥14	≥30	—	—	—	—

注:1 需方无要求时, $A_{KU}$ 、 $A_{KV}$ 、 $A_{KDVm}$ 由供方任选一种。

2 HB 不作为验收依据,仅供设计参考。

表 5 铸件表面粗糙度

铸件质量,kg	表面粗糙度参数值, $\mu m$	铸件质量,kg	表面粗糙度参数值, $\mu m$
≤5000	$Ra \leq 100$	>5000	$Rz \leq 800$

1.2.3 铸件缺陷补焊区在非加工表面时,铸件表面粗糙度应符合 1.2.2 的规定;铸件缺陷补焊

区在加工表面时,焊补量应满足加工量的要求。

1.2.4 铸件冒口切割痕迹在非加工表面,要切割平整,铸件冒口切割余量在加工表面时,应满足表 6 的规定。

表 6 铸件冒口切割余量 mm

材质	冒口尺寸					
	≤100×100	≤300×300	≤500×500	≤700×700	≤900×900	>900×900
碳钢	3~8	5~10	7~15	9~18	12~22	15~25

注:合金钢铸件加工面冒口切割余量值可加大 20%~50%。

1.3 焊补

当需方允许对铸件缺陷进行焊补但无要求时,供方可对铸件缺陷焊补,焊补应按 JB/T 5000.7 的规定执行。

1.4 尺寸公差

1.4.1 公差等级按《铸件 尺寸公差与机械加工余量》(GB/T 6414)的 CT13~CT15,公差值见表 7。公差等级按毛坯铸件最大尺寸选取,属于此铸件的所有较小尺寸的公差等级与铸件的最大尺寸的公差等级相同。

表 7 铸件尺寸公差值 mm

毛坯铸件基本尺寸	铸件尺寸公差值				
	CT12	CT13	CT14	CT15	CT16
≤10~16	4.4	—	—	—	—
>16~25	4.6	6	8	10	12
>25~40	5	7	9	11	14
>40~63	5.6	8	10	12	16
>63~100	6	9	11	14	18
>100~160	7	10	12	16	20
>160~250	8	11	14	8	22
>250~400	9	12	16	20	25
>400~630	10	14	18	22	28
>630~1000	11	16	20	25	32
>1000~1600	13	18	23	29	37
>1600~2500	15	21	26	33	42
>2500~4000	17	24	30	38	49
>4000~6300	20	28	35	44	56
>6300~10000	23	32	40	50	64

- 注:1 毛坯铸件基本尺寸是指机械加工前毛坯铸件的尺寸,包括加工余量和起模斜度。  
2 壁厚采用低一级的公差等级。  
3 设计时推荐选用粗线框格内公差值。

1.4.2 公差带应对称于毛坯铸件基本尺寸配置,即公差值的一半取正值,另一半取负值(见图 1)。有特殊要求时,公差带也可非对称配置,但应在基本尺寸后单独标注。例如:95±3 或 200<sub>-3</sub><sup>3</sup>。

1.4.3 错型(见图 2)值应位于表 6 的公差值之内。设计时若进一步限制错型值,应在图样上注明最大错型值。

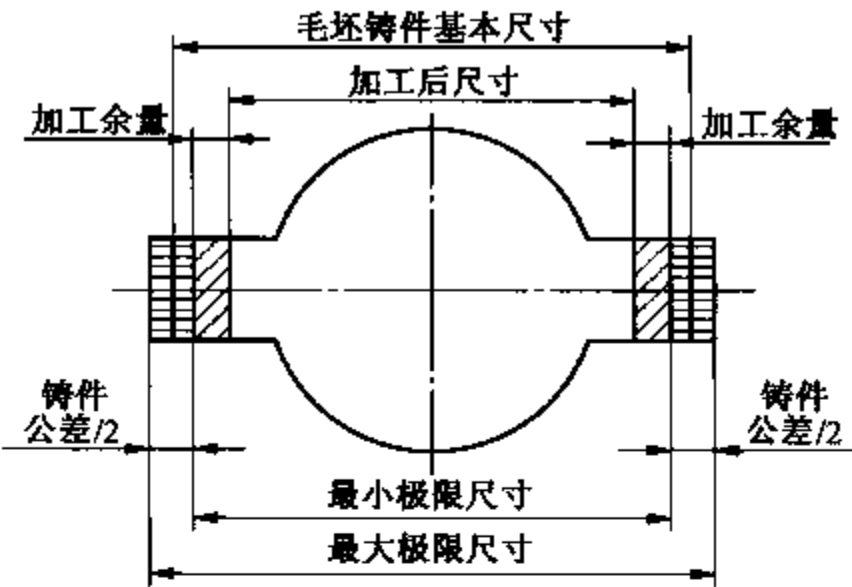


图1 尺寸公差与极限尺寸

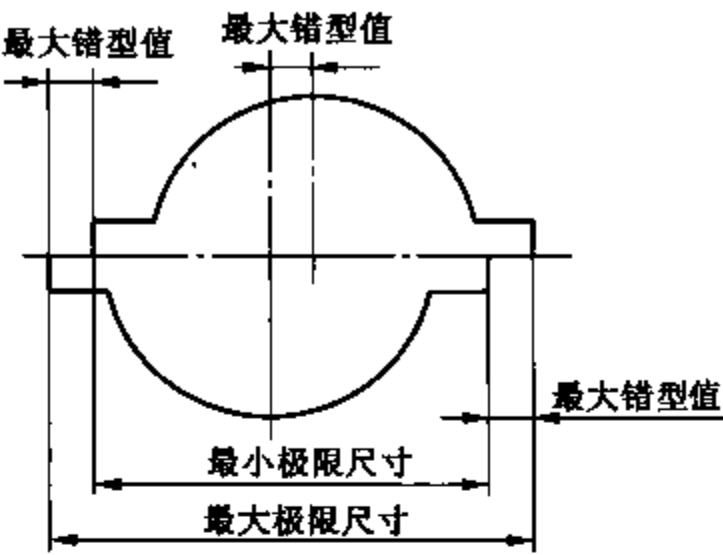


图2 最大错型

1.4.4 壁厚尺寸公差等级应比该铸件选取的公差等级低一级,例如:该铸件选取的公差等级为CT13级,则壁厚尺寸公差等级应为CT14级。

1.4.5 铸件非加工的内、外圆角或圆弧,其最小极限尺寸为图样标注尺寸,最大极限尺寸为图样标注尺寸加上公差值。

1.4.6 斜面公差应沿斜面对称配置。

1.5 加工余量

1.5.1 加工余量应符合表8的规定,要求的加工余量按最终机械加工后成品铸件的最大轮廓尺寸(见图3)选取。属于此铸件的所有较小尺寸的加工余量与最大轮廓尺寸的加工余量相同。

1.5.2 加工余量是指一个面的加工余量,对于柱面或两面加工的铸件,铸件轮廓尺寸应为最终机械加工后成品尺寸与2倍加工余量之和。

表8 加工余量 mm

最大轮廓尺寸	加工余量		最大轮廓尺寸	加工余量		最大轮廓尺寸	加工余量	
	一个面	顶面加量		一个面	顶面加量		一个面	顶面加量
≤30	4	2	>500~800	10	3	>2500~3150	18	5
>30~50	5		>800~1250	12		>3150~4000	20	
>50~180	6		>1250~1600	14		>4000~6300	25	
>180~315	7		>1600~2500	16	4	>6300~10000	30	
>315~500	8						7	

注:加工余量不包括起模斜度。

1.5.3 毛坯铸件的最大尺寸应不超过加工后尺寸与要求的加工余量及铸造总公差之和(见图1)。

1.5.4 毛坯铸件尺寸计算示例见表9。铸钢圆盘见图4。铸件尺寸公差等级CT14级(按表7)。铸件最大轮廓尺寸 $\phi 1000\text{mm}$ 。一个面加工余量12mm(按表8)。

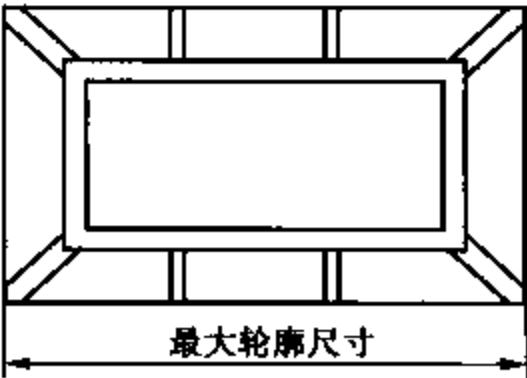


图3 最终机械加工后成品铸件的最大轮廓尺寸

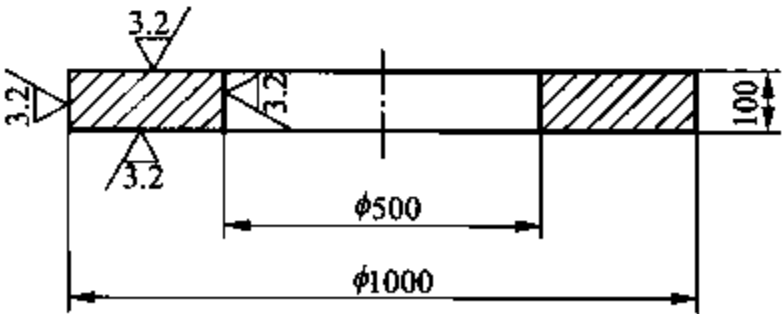


图4 铸钢圆盘

表 9 铸钢圆盘毛坯尺寸 mm

加工后尺寸	加工余量	尺寸公差	毛坯铸件	
			最小尺寸	最大尺寸
1000	+ 2×12	±10	1014	1034
500	- 2×12	±9	467	485
100	+ 2×12    + 1×3	±5.5	121.5	132.5

注:毛坯铸件尺寸未计起模斜度尺寸。

1.5.5 图样上特殊表面应单独标注加工余量。

1.6 质量偏差

铸件的质量偏差为铸件的实际质量与公称质量差占铸件公称质量的百公比。确定铸件公称质量,应根据铸造工艺计算质量为准,或以首件(首批)合格的实际质量(平均质量)值为准。铸件的质量上偏差应符合表 10 的规定。非特殊要求,不作验收依据。

表 10 铸件质量偏差

公称质量,kg	≤200	>200~ 500	>500~ 1000	>1000~ 5000	>5000~ 10000	>10000~ 30000	>30000~ 50000	>50000
铸件质量上偏差,%	8	7.5	7	6.5	6	5.5	5	4.5

1.7 起模斜度

铸件的起模斜度应符合《铸件模样 起模斜度》(JB/T 5105)的规定。

1.8 弯曲率

在非加工表面,铸件的弯曲量占被检测面长度的百分比。铸件的弯曲变形应符合表 11 的规定。

表 11 铸件弯曲率

被检测面长度,mm	≤200	>200~500	>500~1000	>1000~2500	>2500
弯曲率,%	1.0	0.8	0.6	0.4	0.3

2 试验方法与检验规则

2.1 化学分析

2.1.1 钢的化学成分应按熔炼炉次逐炉进行检验。

2.1.2 化学分析用试块应在浇注过程中制取。化学分析取样方法应按《钢的化学分析用试样取法及成品化学成分允许偏差》(GB/T 222)的规定执行。

2.1.3 化学分析方法应按《钢铁及合金化学分析方法》(GB/T 223)的规定执行。

2.1.4 化学分析结果应符合表 1 或表 3 的规定。对两炉以上合浇的铸件,以“权重法”分析结果为准进行验收。

2.2 力学性能试验

2.2.1 力学性能用单铸试块应符合图 5 的规定。当需方无要求时,试块类型由供方任选一种。当需方要求本体试样时由供需方协议商定。

2.2.2 拉伸试验按《金属拉伸试验方法》(GB/T 228)的规定执行。

2.2.3 冲击试验按《金属夏比缺口冲击试验方法》(GB/T 229)或《大型碳素结构钢锻件》(JB/T 6397)中附录 A 的规定执行。

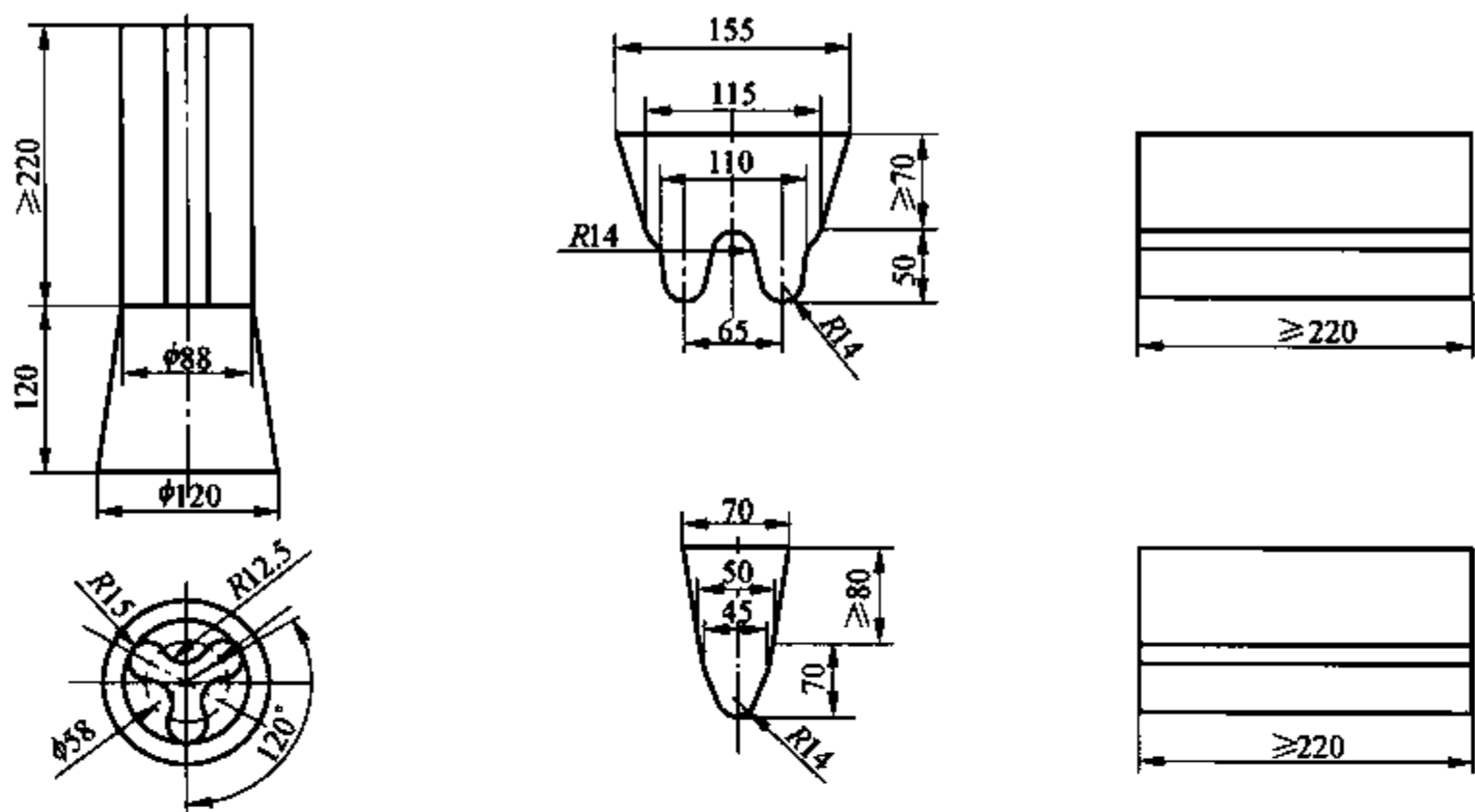


图 5 力学性能用单铸试块

2.2.4 布氏硬度试验按《金属布氏硬度试验方法》(GB/T 231.1)的规定执行或按其他硬度试验方法执行并换算成布氏硬度值。

2.2.5 力学性能试验对同冶炼炉次又同热处理炉次的铸件取 1 个拉伸试样、3 个冲击试样,拉伸试验结果与 3 个冲击试样试验结果的平均值都应符合表 2 或表 4 的规定,其中 1 个冲击试样的试验结果可低于规定值,但不得低于规定值的 2/3。

当某项力学性能试验结果不符合规定时,供方应对该项进行复试,复试拉伸试样结果时,取 2 个备用的拉伸试样,2 个试验结果都应符合表 2 或表 4 的规定。复试冲击试验结果时,取 3 个备用的冲击试样进行试验,该结果与原结果相加重新计算平均值,该平均值应符合表 2 或表 4 的规定,且 6 个冲击值中低于规定平均值的,不超过 2 个;低于规定平均值 2/3 的,不超过 1 个。

当复试结果不符合规定时,应对试块和铸件重新同炉热处理,并重新取样试验。但未经需方同意,重新热处理不应超过 2 次(回火除外)。

2.3 表面检验

2.3.1 铸件表面粗糙度评定方法按《表面粗糙度比较样块 铸造表面》(GB/T 6060.1)和《铸造表面粗糙度 评定方法》(GB/T 15056)的规定执行。

2.3.2 铸件表面用目视检验。

2.4 尺寸检验

2.4.1 铸件尺寸和几何形状检验应使用量具、样板或划线检查。

2.4.2 铸件产生的变形可通过矫正的方法消除。

3 标志与包装

3.1 标志与质量证明书

3.1.1 标志

每个铸件应做下列标志或其中的一部分:

- a) 供方厂名或标识;

- b) 供方铸字号;
- c) 需方要求的其他标志。

当无法在铸件上做出标志时,标志可打印在附于铸件的标签上。

### 3.1.2 质量证明书

经检验合格的铸件都应附有质量证明书。证明书包括:

- a) 供方厂名或标识;
- b) 铸件名称;
- c) 图样号或定货合同号;
- d) 材料牌号和炉号、供货状态;
- e) 化学成分、力学性能及无损检测结果;
- f) 出厂日期等。

### 3.2 涂装与包装

铸件在检验合格后应进行涂装,涂装应符合 JB/T 5000.12 的规定,包装应符合 JB/T 5000.13 的规定。

---

本标准规定了铸钢件补焊的焊前准备技术要求、补焊技术要求、焊后热处理及检验等内容。  
本标准适用于碳钢、低合金钢和高锰钢铸钢件缺陷在精加工前的补焊。

## 1 焊前准备技术要求

### 1.1 缺陷清理和坡口形式

1.1.1 补焊前应先将缺陷彻底清除,坡口面应修得平整圆滑,不得存有尖角。

1.1.2 根据铸钢件缺陷情况,对于补焊区域缺陷可采用铲挖、磨削、碳弧气刨、气割或机械加工等方法清除。对于焊接性差的铸钢件,采用碳弧气刨和气割清理缺陷时,应先按表 1 预热,再清理缺陷,碳弧气刨后须打磨去除增碳层。

1.1.3 补焊区域及坡口周围 20mm 以内的粘砂、油污、水、铁锈等杂质要彻底清除,应打磨至露出金属表面光泽,特别是使用碱性焊条,更应做好清洁工作。

1.1.4 对裂纹性缺陷,为防止裂纹扩展,可先在裂纹两个端点钻直径不小于  $\phi 10\text{mm}$  的止裂孔后,再开坡口。

1.1.5 铸钢件缺陷补焊的坡口形式可按表 2 选择。

1.1.6 在补焊前,应采用超声波探伤(UT)或磁粉探伤(MT)或渗透探伤(PT)及其他方法,按相关规定对铸钢件补焊位置进行检验,以证实缺陷被完全清除。

### 1.2 焊前预热

1.2.1 焊前预热的温度按表 1 执行。表 1 以外的钢种的预热温度按附录 A 中 A.2 执行。

1.2.2 预热方式有两种,即整体预热和局部预热。

当采用局部预热时,无论缺陷有多大,缺陷处每边预热范围的宽度应不小于补焊部位铸钢件壁厚的 2 倍,并不得小于 75mm。

1.2.3 在补焊的全过程中,铸钢件预热区的温度不得低于表 1 中规定的预热温度的下限。

### 1.3 焊接材料的选择与使用

1.3.1 需要补焊的铸钢件的化学成分和力学性能应符合 GB/T 5680、JB/T 5000.6 和 JB/T 6404 规定,根据需要补焊的铸钢件的材料和焊缝强度的要求,按表 3、表 4 规定选择焊接材料。

1.3.2 用于铸钢件缺陷补焊的焊条,应符合《堆焊焊条》(GB/T 984)、《碳钢焊条》(GB/T 5117)、《低合金钢焊条》(GB/T 5118)和《焊接材料质量管理规程》(JB/T 3223)的规定。用于铸钢件缺陷补焊的焊丝,应符合《碳钢药芯焊丝》(GB/T 10045)、《低合金钢药芯焊丝》(GB/T 17493)和《气体保护焊用碳钢、低合金钢焊丝》(GB/T 8110)的规定。焊接材料的质量管理要符合 JB/T 3223 的规定。

1.3.3 焊条在使用前应烘干。如果焊条说明书中无特殊规定,酸性焊条应视受潮情况在 75~150℃ 烘干并保温 1~2h;碱性低氢型焊条应在 350~450℃ 烘干并保温 1~2h,烘干的焊条应放在 100~150℃ 保温箱内,离现场较远时,应带焊条保温筒(带电源)。随用随取,使用时注意保持干燥。

1.3.4 低氢型碱性焊条在常温下放置超过 4h,应重新烘干。重复烘干次数不得超过 3 次。

### 1.4 焊接环境

不宜在空气对流的场所进行补焊,室温不低于 10℃。

表 1 铸钢件补焊的预热温度

类别	材料牌号	预热温度,℃	备 注
碳素铸钢	ZG200-400	—	不预热
	ZG230-450		
	ZG270-500	100~150	一般不预热。形状复杂、缺陷大、刚度大时须预热
	ZG310-570	200~350	
	ZG340-640		
低合金铸钢	ZG20Mn	150~200	严格控制温度
	ZG25Mn		
	ZG30Mn	200~250	裂纹倾向大,严格控制温度
	ZG35Mn	200~250	
	ZG40Mn	250~300	
	ZG40Mn2		
	ZG50Mn2	350~450	
	ZG35SiMnMo	250~350	裂纹倾向大,严格控制温度
	ZG35CrMnSi		
	ZG20MnMo	150~200	严格控制温度
	ZG55CrMnMo	350~450	焊接性能差,应严格控制温度
	ZG40Cr1		
	ZG34Cr2Ni2Mo		
	ZG20CrMo	200~250	裂纹倾向大,严格控制温度
	ZG35Cr1Mo	250~350	
	ZG42Cr1Mo	350~450	焊接性能差,严格控制温度
	ZG50Cr1Mo		
	ZG28NiCrMo	250~300	裂纹倾向大,严格控制温度
	ZG30NiCrMo	300~350	
	ZG35NiCrMo		
高锰钢	ZGMn13-1	—	不预热,在水韧处理后补焊
	ZGMn13-2		
	ZGMn13-3		
	ZGMn13-4		
	ZGMn13-5		

表 2 补焊坡口形式

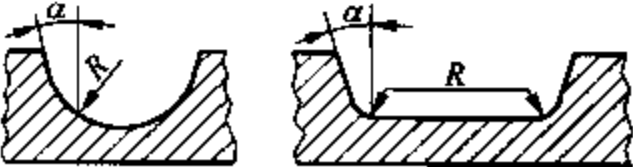
缺陷	焊缝名称	坡口形式	坡口尺寸
未穿透性 裂纹或孔穴	U 形或方、 圆形		$\alpha > 10^\circ$ $R \geq 5\text{mm}$



表 2(续)

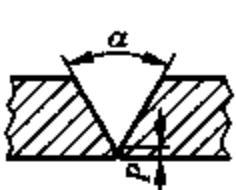
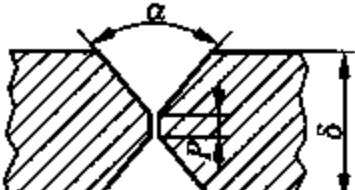
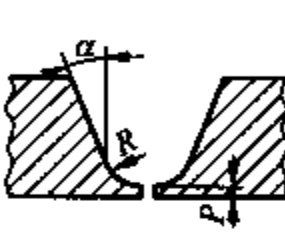
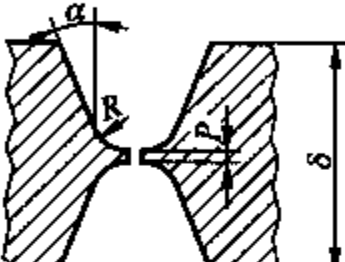
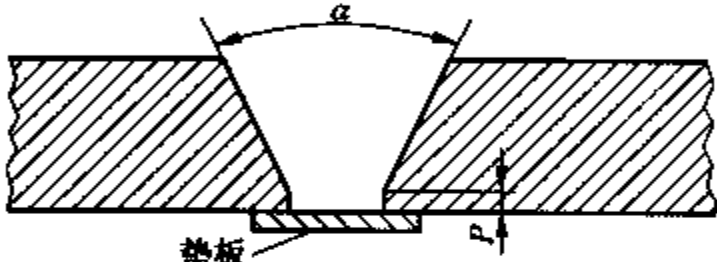


缺陷	焊缝名称	坡口形式	坡口尺寸
穿透性裂纹	钝边 V 形或钝边 X 形	 	$\alpha = 20^{\circ} \sim 120^{\circ}$ $P = 3 \sim 5\text{mm}$ $\delta < 70\text{mm}$
穿透性裂纹	U 形或双 U 形	 	$\alpha > 10^{\circ}$ $P = 3 \sim 5\text{mm}$ $R \geq 5\text{mm}$ $\delta \geq 70\text{mm}$
穿透性裂纹或孔穴、坡口间隙太大	带垫板钝边 V 形		$\alpha = 20^{\circ} \sim 120^{\circ}$ $P = 3 \sim 5\text{mm}$ 垫板为相同材料或性能相差不大的低碳钢板。厚度与间隙大小有关,最小不得小于 5mm
尺寸较大的穿透性缺陷	带镶块的钝边 V 形或钝边 X 形	 	$\alpha = 20^{\circ} \sim 120^{\circ}$ $P = 3 \sim 5\text{mm}$ 镶块采用同材料铸件

表 3 铸钢件补焊用焊条

类别	铸钢牌号	不要求等级强度或高温性能或耐蚀性能		要求等级强度或高温性能或耐蚀性能	
		焊条型号	焊条牌号	焊条型号	焊条牌号
碳素铸钢	ZG200-400	E4303	J422	E4303, E4315	J422, J427
	ZG230-450				
	ZG270-500	E4303, E4315	J422, J427	E5016, E5015	J506, J507
	ZG310-570	E5016, E5015	J506, J507	E5516-G, E5515-G	J556, J557
	ZG340-640			E6016-D1, E6015-D1	J606, J607
低合金铸钢	ZG20Mn	E4303, E4315	J422, J427	E5016, E5015	J506, J507
	ZG25Mn				

表 3(续)

类别	铸钢牌号	不要求等级强度或高温性能或耐蚀性能		要求等级强度或高温性能或耐蚀性能	
		焊条型号	焊条牌号	焊条型号	焊条牌号
低合金铸钢	ZG30Mn	E5016, E5015	J506, J507	E5516-G, E5515-G	J556, J557
	ZG40Mn			E6016-D1, E6015-D1	J606, J607
	ZG40Mn2				
	ZG40Mn2 <sup>a</sup>	E6016-D1, E6015-D1	J606, J607	E7515-G	J757
	ZG50Mn2				
	ZG35Mn	E5016, E5015	J506, J507	E6016-D1, E6015-D1	J606, J607
	ZG35SiMnMo				
	ZG35SiMnMo <sup>a</sup>	E6016-D1, E6015-D1	J606, J607	E7015-D2	J707
	ZG35CrMnSi				
	ZG20MnMo	E4316, E4315	J426, J427	E5016, E5015	J506, J507
	ZG55CrMnMo	EDRCrMnMo-15	D397	EDRCrMnMo-15	D397
	ZG40Cr1	E5016, E5015	J506, J507	E6016-D1, E6015-D1	J606, J607
	ZG34Cr2Ni2Mo <sup>a</sup>	E7015-D2, E7015-G	J707, J757	E8515-G	J857, J857Cr
	ZG20CrMo	E5503-B1	R302 R307 R317	E5503-B2	R317 R327 R337
		E5515-B1		E5515-B2	
		E5503-B2		E5515-B2-V	
		E5515-B2		E5518-B2-VW	
		E5515-B2-V		E5515-B2-VNb	
	ZG35Cr1Mo	E5016, E5015	J506, J507	E6016-D1, E6015-D1	J606, J607
	ZG35Cr1Mo <sup>a</sup>	E5016, E6016-D1	J506, J606	E7515-G	J757
	ZG42Cr1Mo <sup>a</sup>				
	ZG50Cr1Mo <sup>a</sup>				
	ZG28NiCrMo	E5016, E5015	J506, J507	E6016-D1, E6015-D1	J606, J607
	ZG30NiCrMo	E5016, E6016-D1	J506, J606	E7015-D2	J707, J707Ni
	ZG35NiCrMo			E7515-G	J757, J757Ni
高锰钢	ZGMn13-1	EDMn-A-16 EDMn-B-16	D256, D266	EDMn-A-16 EDMn-B-16	D256, D266
	ZGMn13-2				
	ZGMn13-3				
	ZGMn13-4				
	ZGMn13-5				

注: 由于某些钢种在不同的热处理状态(调质或正火+回火)下, 其强度差别很大, 所以选用的焊条型号也不相同。

<sup>a</sup> 热处理状态为调质状态, 焊接在调质后进行。

表 4 铸钢件补焊用焊丝

类别	材料牌号	CO <sub>2</sub> 焊填充焊丝及保护气体			
		实芯焊丝	保护气体	药芯焊丝	保护气体
碳素铸钢	ZG200-400	ER49-1 ER50-6	CO <sub>2</sub> 或 Ar + CO <sub>2</sub>	E501T-1	CO <sub>2</sub> 或 Ar + CO <sub>2</sub>
	ZG230-450				
	ZG270-500				
	ZG310-570	ER55-D2	CO <sub>2</sub> 或 Ar + CO <sub>2</sub>	E551T1-A1	CO <sub>2</sub> 或 Ar + CO <sub>2</sub>
	ZG340-640			E601T1-K2	
低合金铸钢	ZG20Mn	ER50-6	CO <sub>2</sub> 或 Ar + CO <sub>2</sub>	E501T-1	CO <sub>2</sub> 或 Ar + CO <sub>2</sub>
	GS20Mn5				
	GS25Mn				
	ZG30Mn	ER55-D2	CO <sub>2</sub> 或 Ar + CO <sub>2</sub>	E601T1-D1	CO <sub>2</sub> 或 Ar + CO <sub>2</sub>
	ZG40Mn				
	ZG40Mn2				
	ZG40Mn2 <sup>a</sup>	ER69-3	CO <sub>2</sub> 或 Ar + CO <sub>2</sub>	E700T5-D2 E701T1-K1	CO <sub>2</sub> 或 Ar + CO <sub>2</sub>
	ZG50Mn2				
	GS30Mn5	ER55-D2	CO <sub>2</sub> 或 Ar + CO <sub>2</sub>	E601T1-D1	CO <sub>2</sub> 或 Ar + CO <sub>2</sub>
	ZG35Mn				
	ZG35SiMnMo				
	ZG35SiMnMo <sup>a</sup>	ER69-3	CO <sub>2</sub> 或 Ar + CO <sub>2</sub>	E701T1-K2	CO <sub>2</sub> 或 Ar + CO <sub>2</sub>
	ZG35CrMnSi				
	ZG20MnMo	ER49-1	CO <sub>2</sub> 或 Ar + CO <sub>2</sub>	E501T-1	CO <sub>2</sub> 或 Ar + CO <sub>2</sub>
	ZG55CrMnMo	—	—	YD337-1	CO <sub>2</sub> 或 Ar + CO <sub>2</sub>
	ZG40Cr1	ER55-D2	CO <sub>2</sub> 或 Ar + CO <sub>2</sub>	E601T1-D1	CO <sub>2</sub> 或 Ar + CO <sub>2</sub>
	ZG34Cr2Ni2Mo <sup>a</sup>	—	—	YD337-1	CO <sub>2</sub> 或 Ar + CO <sub>2</sub>
	ZG20CrMo	ER55-B2-MnV	CO <sub>2</sub> 或 Ar + CO <sub>2</sub>	YR301-1	CO <sub>2</sub> 或 Ar + CO <sub>2</sub>
	ZG35Cr1Mo	ER50-6	CO <sub>2</sub> 或 Ar + CO <sub>2</sub>	E501T-1	CO <sub>2</sub> 或 Ar + CO <sub>2</sub>
	ZG35Cr1Mo <sup>a</sup>	ER69-3	CO <sub>2</sub> 或 Ar + CO <sub>2</sub>	E751T1-K4	CO <sub>2</sub> 或 Ar + CO <sub>2</sub>
	ZG42Cr1Mo <sup>a</sup>				
	ZG50Cr1Mo <sup>a</sup>				
	ZG28NiCrMo	ER55-D2	CO <sub>2</sub> 或 Ar + CO <sub>2</sub>	E601T1-D1	CO <sub>2</sub> 或 Ar + CO <sub>2</sub>
	ZG30NiCrMo	ER69-3	CO <sub>2</sub> 或 Ar + CO <sub>2</sub>	E701T1-K2	CO <sub>2</sub> 或 Ar + CO <sub>2</sub>
	ZG35NiCrMo			E751T1-K4	

注:1 由于某些钢种在不同热处理状态(调质或正火+回火)下,其强度差别很大,所以选用的焊丝型号也不相同。  
2 以上所选焊接填充材料均作为参考,不作为唯一指定材料。

<sup>a</sup> 热处理状态为调质状态。在调质后进行补焊。

## 2 补焊技术要求

2.1 承担补焊工作的焊工,应在取得指定部门的资格认证后,才能进行操作。

2.2 当发生下列情况之一,应对焊工进行重新考核:

- a) 当焊工已经有 6 个月或 6 个月以上未按本标准操作时;
- b) 当有理由对焊工焊出满足本标准的焊缝的能力有疑问时。

2.3 铸钢件缺陷的补焊应在铸钢件消除铸造应力后进行。

2.4 缺陷允许补焊的范围应按图样或订货技术条件等有关规定执行。

2.5 在条件允许的情况下,尽可能在水平位置施焊。

2.6 焊工施焊时的引弧点,不允许在工件焊缝外的母材上引弧。焊缝区外的母材应避免有电弧擦伤,母材上出现的电弧擦伤应打磨光滑并进行检查,不得有裂纹等缺陷存在。

2.7 对于要求预热的材料,当需要进行多层焊时,其层间温度应等于或稍高于预热温度,如果层间温度低于预热温度,应重新进行预热。

2.8 补焊工作在条件许可的情况下,应连续进行。若中断时,应采取保温措施,再次补焊时,应符合 1.2.1 的规定。

2.9 补焊时,焊条不应作过大的横向摆动。摆动幅度不得超过焊条直径的 3 倍。长度大的焊缝应分段退焊,交错焊接,对补焊区域大的位置,应尽可能采用多层多道焊,减少焊接应力的产生。

2.10 对于 CO<sub>2</sub> 焊要注意以下几点要求:

- a) 操作时保持一定的焊丝干伸长度,不要忽高忽低。
- b) 焊接区域的风速限制在 1.0m/s 以下,否则应采用防风装置。
- c) 操作时如发现送丝不均匀、导电嘴孔径磨损等,影响焊接过程稳定性的情况时,应停止施焊,排除故障。
- d) 应经常清理送丝软管内和导电嘴孔径内的污物。
- e) 半自动焊接时,送丝软管的曲率半径不得小于 150mm。

2.11 补焊过程中,若发现裂纹、未熔合、未焊缝、夹渣、气孔等影响质量的缺陷时,应及时报告检查员,并采取措施清除缺陷。在确认缺陷已被清除后,才能继续补焊。

2.12 对于加垫板的焊缝与双面焊缝,背面要进行清根。清根处应露出无缺陷的金属,之后进行探伤加以确认。

2.13 对于加镶块及穿透性裂纹处于孔腔(孔腔内部操作人员无法操作)位置时,只做单面焊接,背面不清根。

2.14 铸钢件表面堆焊时,焊道间的重叠量不得小于焊道宽度的 1/3。

2.15 补焊刚性较大的铸钢件或多层施焊时,除第一层焊道和最后一层焊道外,其余各层焊道,都应用风铲适度锤击。

## 3 焊后消除应力处理

3.1 当铸钢件补焊部位的坡口深度超过所在部位壁厚的 20% 或 25mm(以两者中较小者为准)时,补焊后均应进行消除应力处理。

3.2 有必要时可在补焊到坡口深度的 1/3~1/2 处进行一次中间消除应力处理,消除应力处理后继续施焊,最后再做一次消除应力处理。

- 3.3 根据铸钢件材料、结构及缺陷等因素,必要时在焊后立即进行消除应力处理。
- 3.4 焊后消应力热处理温度应低于性能回火温度 20~80℃,保温时间根据缺陷焊接厚度来决定,每 25mm 保温 1h,最低保温时间在 3h 以上。
- 3.5 整体入炉消除应力处理应保留自动记录处理曲线。

4 检验

- 4.1 检验人员应按本标准的规定,对补焊区域缺陷的清理、坡口的开制情况、焊工资格以及焊条的烘干情况进行检查。经检查合格后,才能补焊。
- 4.2 补焊后焊接部位应符合图样和技术要求规定,焊缝的评定见附录 B 并按铸钢件相同的标准进行检验。
- 4.3 对铸钢件重大缺陷及出口产品的补焊时,应有补焊技术记录。补焊技术记录应及时、正确、真实地记录补焊过程中的实际情况。

附录 A(规范性附录) 预热温度补充规定

- A.1 碳钢及合金钢常用的碳当量计算公式(国际焊接学会 IIW 推荐)见式(A.1):  
$$C_E(\%) = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15 \dots\dots\dots (A.1)$$
- A.2 碳钢及低合金钢预热温度公式(经验公式)见(A.2):  
$$T = C_E \times 360 \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:  $T$ ——预热温度,℃;  
 $C_E$ ——碳当量,%。

- A.3  $CO_2$  气体保护焊焊丝干伸长公式(经验公式)见(A.3):  
$$L = (10 \sim 15)d \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:  $L$ ——干伸长度,mm;  
 $d$ ——焊丝直径,mm。

- A.4 碳当量小于 0.4% 的铸钢件一般不需要热焊,但当存在下列情况之一时,应预热到 100~150℃ 后,再进行补焊:
  - a) 补焊的铸钢件是重要件时;
  - b) 补焊的铸钢件刚性很大时;
  - c) 车间作业环境的温度不高于 10℃。
- A.5 预热温度的测定应在距补焊区熔合线影响区一侧 75~100mm 处进行。

附录 B(规范性附录) 焊缝的评定

缺陷限值按表 B.1 的规定执行。

表 B.1

序号	缺陷名称	GB/T 6417 代号	说 明	缺陷质量分级限值		
				一般 D	中等 C	严格 B
1	裂纹	100	除显微裂纹( $h_1 \leq 1\text{mm}^2$ )、弧坑裂纹(见序号 2)以外的所有裂纹	不允许		
2	弧坑裂纹	104	—	允许	不允许	
3	铜夹杂	3024	—	不允许		
4	未熔合	401	—	允许,但是间断性的,而且不得造成表面开裂	不允许	
5	电弧擦伤	601	—	验收准则可能受热处理影响。是否允许取决于母材种类,特别是母材对裂纹的敏感性		
6	咬边	5011 5012	要求平滑过渡	$h \leq 1.5\text{mm}$	$h \leq 1.0\text{mm}$	$h \leq 0.5\text{mm}$
7	飞溅	602	—	允许	不允许	

注:GB/T 6417《金属熔化焊焊缝缺陷分类及说明》。

本标准规定了一般用途大型锻件的技术要求、检验规则、试验方法、质量合格证书及标志等。

本标准适用于水(油)压机和锻锤自由锻造的碳素钢和合金结构钢大型锻件的订货、制造与检验。

## **1 订货要求**

1.1 需方应在订货合同或订货协议中写明锻件采用的标准、锻件组别、钢号、相应的技术要求和检验项目以及其他附加说明。

1.2 需方应提供订货图样。

1.3 当需方有补充要求时,应经供需双方商定。

## **2 技术要求**

### **2.1 制造工艺**

#### **2.1.1 冶炼。**

如需方无特殊要求,冶炼方法由供方自行决定。

#### **2.1.2 锻造。**

2.1.2.1 钢锭上部和下部均应有足够的切除量,以确保成品锻件无缩孔和严重的偏析。

2.1.2.2 锻件应在有足够能力的锻压机上锻造成形,以保证锻件内部充分锻透。

2.1.2.3 用钢锭锻造时,未经镦粗者,其锻造比一般不小于 3;经镦粗者,锻造比不小于 2.5。法兰部分的锻造比不小于 1.7。当采用先进锻造方法时,其锻造比可适当减小。

2.1.2.4 用锻材或轧材锻造时,锻造比一般不小于 1.5,法兰的锻造比不小于 1.3。

2.1.2.5 锻件锻后以一定的方式进行热处理,以减小锻造应力,并使其具有良好的机械加工性能,对于以锻后热处理作为最终热处理的锻件,要求热处理后应满足图样技术要求。

2.1.2.6 锻件的形状和尺寸应符合锻件图样和工艺文件的要求。

#### **2.1.3 热处理。**

锻件的最终热处理应按订货合同或图样上规定的交货状态进行。

#### **2.1.4 机械加工。**

锻件机械加工应符合订货图样规定的尺寸和表面粗糙度。

### **2.2 化学成分**

钢的化学成分应符合订货合同或图样指定标准的规定。

### **2.3 力学性能**

锻件的力学性能应符合指定标准或图样的规定。

### **2.4 其他**

当需方认为有必要时,可提出探伤、高温强度、低温韧性、晶粒度、夹杂物、金相组织及其他补充要求,检验方法和验收标准由双方协商确定。

3 检验规则与试验方法

3.1 化学成分分析

3.1.1 熔炼分析。

3.1.1.1 应在每炉(包)钢水浇注时取样分析。对于多炉合浇的大钢锭,应报告权重法结果。

3.1.1.2 如果取样或试验不符合要求时,可在钢锭或锻件近表面的适当部位取替代试样。

3.1.2 成品分析。

如需方提出要求,可在锻件上取样进行成品分析。圆盘件或其他实心件取自 1/2 半径至外径之间的任一点,空心件或环件取自内、外表面之间的 1/2 处,也可以取自力学性能试样上。成品分析可以代替熔炼分析。对于规定元素的成品分析允许偏差按表 1 或表 2 的规定。

表 1 普通碳素钢和低合金钢成品化学成分允许偏差

元素	成分范围 %	截面积,cm <sup>2</sup>					
		≤650	>650 ~1300	>1300 ~2600	>2600 ~5200	>5200 ~10400	>10400
C		+0.02, -0.02① +0.03, -0.02②	±0.04	±0.04	±0.05	±0.06	±0.06
Mn	≤0.80 >0.80	+0.05, -0.03 +0.10, -0.08	±0.05 ±0.10	±0.05 ±0.11	±0.06 ±0.12	±0.07 ±0.12	±0.08 ±0.13
Si	≤0.35 >0.35	±0.03 ±0.05	±0.03 ±0.05	±0.04 ±0.06	±0.04 ±0.07	±0.05 ±0.07	±0.06 ±0.09
S	≤0.050	+0.005	+0.005	+0.005	+0.005	+0.006	+0.006
P	≤0.050	+0.005	+0.006	+0.008	+0.008	+0.010	+0.015

注:1 截面积指锻件毛坯状态(不包括内孔)时的最大横截面积。

2 成分范围指锻件规定钢号的成分范围。

① 适用于低合金钢。

② 适用于普通碳素结构钢。

表 2 优质碳钢和合金结构钢成品化学成分允许偏差

元素	规定化学 成分范围 %	截面积,cm <sup>2</sup>					
		≤650	>650 ~1300	>1300 ~2600	>2600 ~5200	>5200 ~10400	>10400
C	≤0.25 >0.25~0.50 ≥0.50	±0.03	±0.03 ±0.04 ±0.05	±0.03 ±0.04 ±0.05	±0.04 ±0.05 ±0.06	±0.05 ±0.06 ±0.07	±0.05 ±0.06 ±0.07
Si	≤0.35 >0.35	±0.02 ±0.05	±0.03 ±0.06	±0.04 ±0.06	±0.04 ±0.07	±0.05 ±0.07	±0.06 ±0.09



表 2(续)

元素	规定化学 成分范围 %	截面积,cm <sup>2</sup>					
		≤650	>650 ~1300	>1300 ~2600	>2600 ~5200	>5200 ~10400	>10400
Mn	≤0.90	±0.03	±0.04	±0.05	±0.06	±0.07	±0.08
	0.90	±0.06	±0.06	±0.07	±0.08	±0.08	±0.09
P	≤0.050	+0.008	+0.008	+0.010	+0.010	+0.015	+0.015
S	≤0.030	+0.005	+0.005	+0.005	+0.005	+0.006	+0.006
	>0.030	+0.010	+0.010	+0.010	+0.010	+0.015	+0.015
Cr	≤0.90	±0.03	±0.04	±0.04	±0.05	±0.05	±0.06
	>0.90~2.10	±0.05	±0.06	±0.06	±0.07	±0.07	±0.08
	>2.10~10.00	±0.10	±0.10	±0.10	±0.14	±0.15	±0.16
Ni	≤1.00	±0.03	±0.03	±0.03	±0.03	±0.03	±0.03
	>1.00~2.00	±0.05	±0.05	±0.05	±0.05	±0.05	±0.05
	>2.00~5.30	±0.07	±0.07	±0.07	±0.07	±0.07	±0.07
Mo	≤0.20	±0.01	±0.02	±0.02	±0.02	±0.03	±0.03
	>0.20~0.40	±0.02	±0.03	±0.03	±0.03	±0.04	±0.04
	>0.40~1.15	±0.03	±0.04	±0.05	±0.06	±0.07	±0.08
V	≤0.10	±0.01	±0.01	±0.01	±0.01	±0.01	±0.01
	>0.10~0.25	±0.02	±0.02	±0.02	±0.02	±0.02	±0.02
	>0.25~0.50	±0.03	±0.03	±0.03	±0.03	±0.03	±0.03
Nb	≤0.14	±0.02	±0.02	±0.02	±0.02	±0.03	±0.03
	>0.14~0.50	±0.06	±0.06	±0.06	±0.06	±0.07	±0.08
Ti	≤0.85	±0.05	±0.05	±0.05	±0.05	±0.05	±0.05
W	≤1.00	±0.05	±0.05	±0.05	±0.06	±0.06	±0.07
	>1.00~4.00	±0.09	±0.09	±0.10	±0.12	±0.12	±0.14
Al	>0.15~0.50	±0.05	±0.05	±0.06	±0.07	±0.07	±0.08
	>0.50~2.00	±0.10	±0.10	±0.10	±0.12	±0.12	±0.14

注:截面积指锻件毛坯状态(不包括内孔)时的最大横截面积。

3.1.3 化学成分分析方法按《钢铁及合金化学分析方法》(GB/T 223)。

3.2 力学性能试验

3.2.1 检验项目和取样数量。

锻件的力学性能检验项目和取样数量按需方选定的锻件组别确定见表 3。

表 3 锻件验收分组

锻件 级别	检验项目	组批条件	抽样规定	
			力学性能	硬度
I	不检验	—	—	—
II	HB	同钢号、同 热处理炉次、 外形尺寸相同 或相近的锻件	—	每批检验 5%，但不少于 5 件，同一 锻件硬度差不超过 40HB，同一批锻件 硬度差不超过 50HB，试验件至少测一 处，锻件较长或形状复杂，则在锻件的 头、尾、中间各测一处
III	HB	单件	—	每件均受检验，硬度差不超过 40HB， 锻件较长或形状复杂，在头、尾和中间 各测一处
IV	$\sigma_s(\sigma_{0.2})$ $\sigma_b$ 、 $\delta$ 、 $\psi$ $A_K$ HB	同钢号、同 热处理炉次、 外形尺寸相同 或相近的锻件	每批抽检数量 2%，但不得少于 2 件，同一锻件只取一组试样，即 1 个 拉伸、2 个冲击。需方有特殊要求 时也可增加试样数量	每件均受检验，硬度差不超过 40HB， 锻件较长或形状复杂，在头、尾和中间 各测一处
V	$\sigma_s(\sigma_{0.02})$ $\sigma_b$ 、 $\delta$ 、 $\psi$ $A_K$ HB	单件	每件均受检验，取一组试样即 1 个拉伸、2 个冲击。需方有特殊要 求时，可增加试样数量	每件均受检验，硬度差不超过 40HB，锻件较长或形状复杂，在头、尾 和中间各测一处

注：1 对于Ⅳ、Ⅴ组锻件，当力学性能作为验收指标时，则 HB 不作为验收指标，仅用于检验零件硬度的均匀性。当 HB 必须作为验收指标时，应在图样或技术文件中注明。  
2 除Ⅰ组锻件在图样中不需注明外，其余各组均需注明锻件组别。如不注明则按相应检验项目的较低组别执行。

3.2.2 取样位置。

锻件在相当于钢锭一端有足够的加长、加高或加大部位取样，取样位置见图 1～图 4。

3.2.2.1 实心轴类锻件的试样取在离表面 1/3 半径处，对方形和长方形的锻件，取自截面对角线距角顶点 1/6 处(见图 1)。

3.2.2.2 空心锻件的试样应取在 1/2 壁厚上(见图 2)。

3.2.2.3 圆盘锻件当在外径加大部位取样时，试样应取在加大部位的 1/2 高度上，当锻件厚度大于 200mm 时，允许并排切取试样；当在加高部位取样时，试样取自距外缘 1/3 半径处，当锻件加高部分大于 200mm 时，允许并排切取试样(见图 3)。

3.2.2.4 环形锻件在加大部位取样时，应取在 1/2 高度上，当加大部位大于 200mm 时，允许在近 1/2 处并排切取试样；在加高部位取样，应取在 1/2 壁厚处，当锻件壁厚大于 200mm 时，允许在壁厚的近 1/2 处并排切取试样(见图 4)。

3.2.2.5 当锻件取样部位壁厚小于 200mm 时，允许在边缘取样。

3.2.3 取样方向。

3.2.3.1 轴类、筒形和以拔长变形为主的锻件，其拉伸、冲击试样取轴向(纵向)。当取横向或切向时，其力学性能指标应按表 4 规定的百分数降低。

3.2.3.2 环类、盘类和以镦粗变形为主的锻件，其拉伸、冲击试样取切向。

3.2.3.3 对于环类、盘类锻件,如在外圆处切取轴向(零件轴心线方向)试样时,其力学性能降低数值按表 4 的横向值。

3.2.4 试验方法。

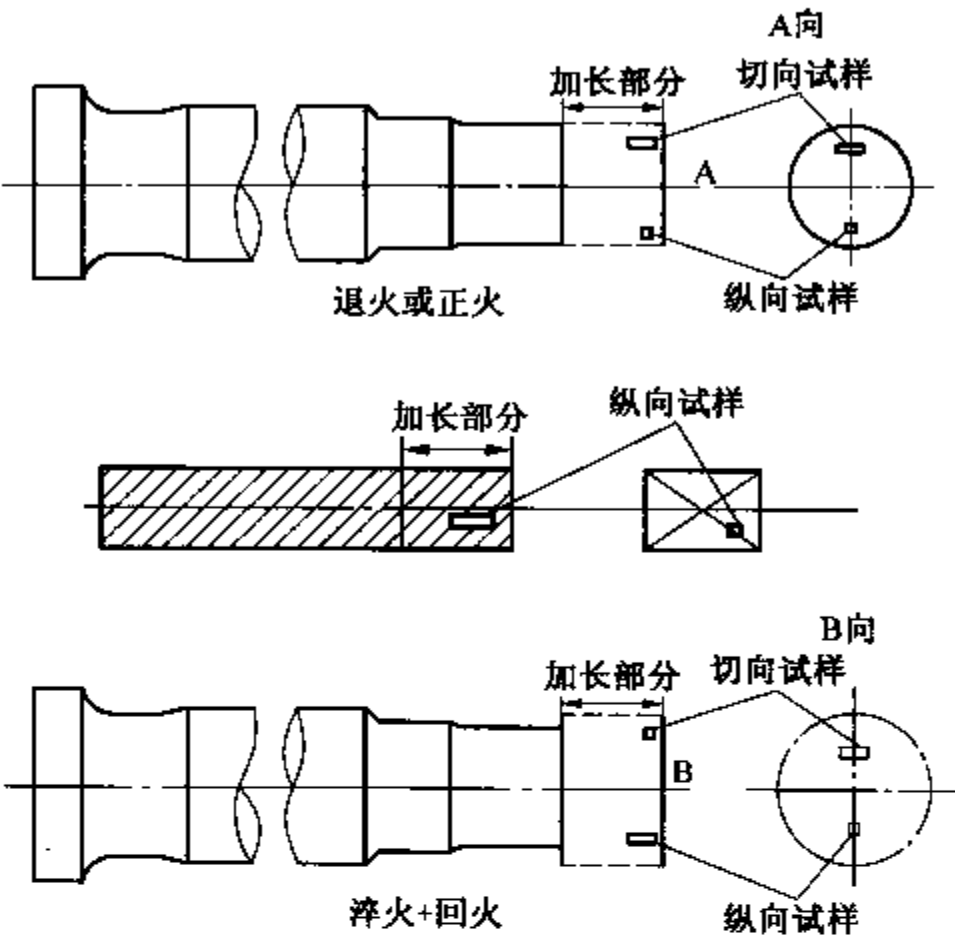


图 1 轴或方形、长方形锻形

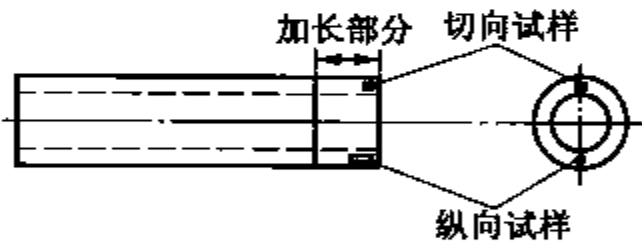


图 2 空心锻件

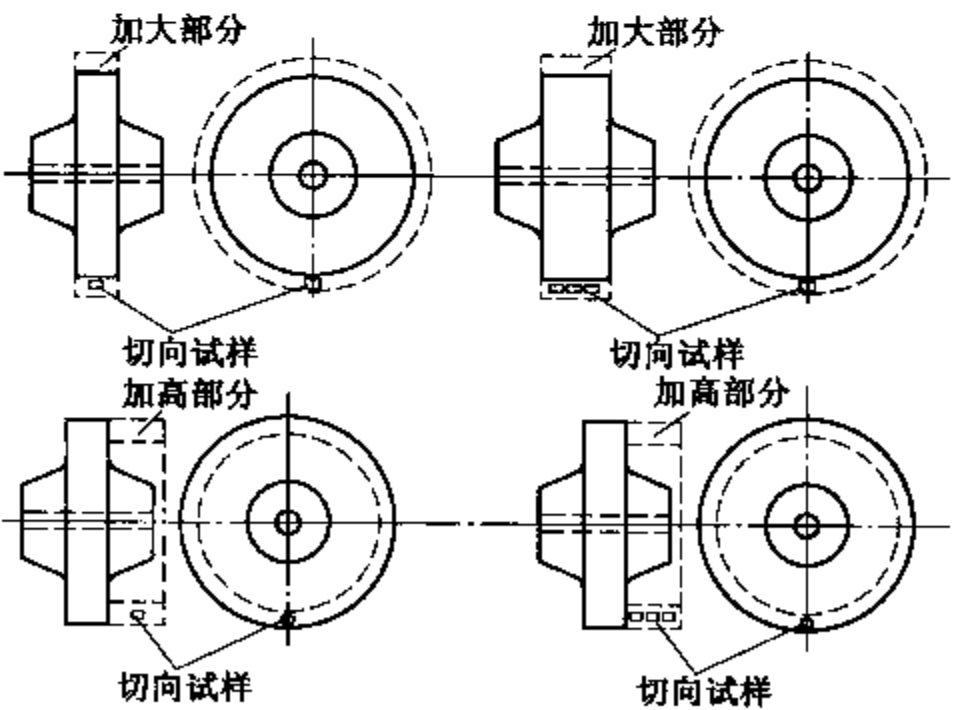


图 3 圆盘锻件

3.2.4.1 常温拉伸试验按《金属拉伸试验方法》(GB/T 228)规定。高温拉伸按《金属材料 高温拉伸试验》(GB/T 4338)规定。

3.2.4.2 常温  $A_{KU}$ 冲击试验、常温  $A_{KV}$ 、低温  $A_{KV}$ 按《金属夏比缺口冲击试验方法》(GB/T 229)规定。

3.2.4.3 布氏硬度试验按《金属布氏硬度试验方法》(GB/T 231)规定。

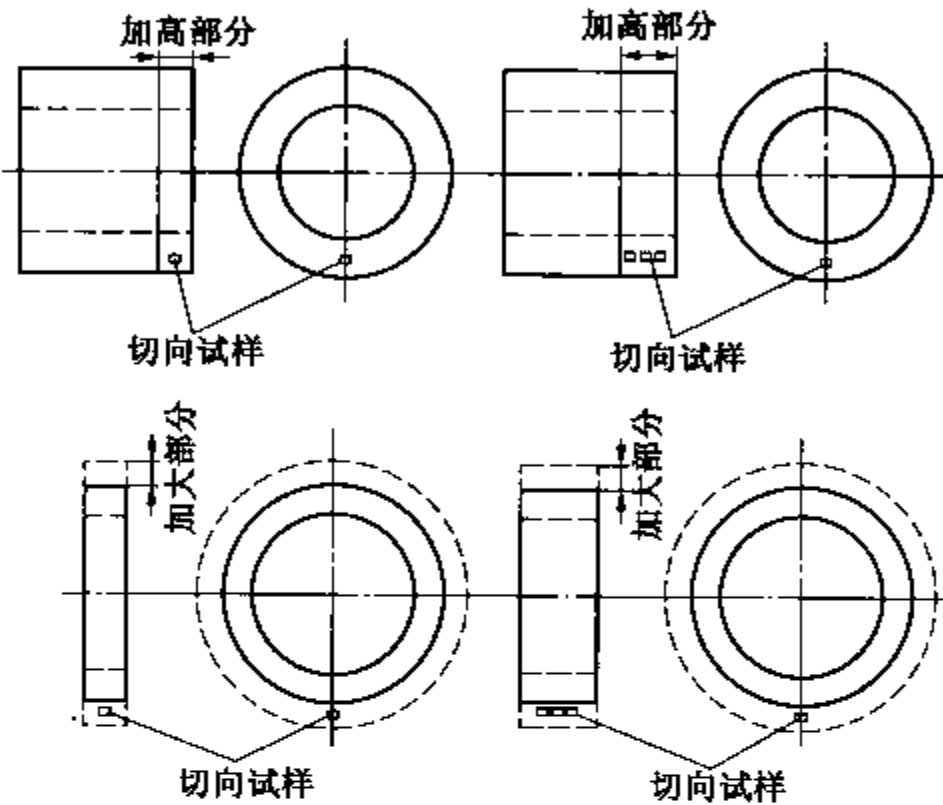


图 4 环类锻件

表 4 切向、横向力学性能指标降低量

力学性能	试样方向	电炉钢					
		1~25t 钢锭锻造锻件			>25t 钢锭锻造锻件		
		锻造比			锻造比		
		2~3	>3~5	>5	2~3	>3~5	>5
		%					
$\sigma_b$	切向	5	5	5	5	5	5
	横向	5	5	5	5	5	5
$\sigma_s(\sigma_{0.2})$	切向	5	5	5	5	5	5
	横向	5	5	5	5	5	5
$\delta$	切向	25	25	35	30	35	40
	横向	25	25	35	30	35	40
$\psi$	切向	20	20	35	30	35	40
	横向	20	20	35	30	35	40
$A_K$	切向	25	25	35	30	35	40
	横向	25	25	35	30	35	40

3.2.4.4 钢的晶粒度按《金属平均晶粒度测定法》(GB/T 6394)评级。夹杂物按《钢中非金属夹杂物显微评定方法》(GB/T 10561)评级。

3.2.4.5 钢的低倍组织及缺陷按《钢的低倍组织及缺陷酸蚀试验法》(GB/T 226)和《结构钢低倍组织缺陷评级图》(GB/T 1979)试验和评级。

3.2.4.6 超声波探伤、磁粉探伤方法推荐按 JB/T 5000.15 的规定。

#### 4 验收、复验和重新热处理

4.1 锻件不允许有肉眼可见的裂纹、折叠和其他影响使用的外观缺陷,局部缺陷可以清除,但清理深度不得超过加工余量的 75%。锻件非加工面上的缺陷应清理干净并圆滑过渡,清理深度不得超过生产厂的锻件尺寸偏差。对超过加工余量和锻件尺寸偏差的缺陷,在征得需方同意后方可清除并补焊。

4.2 锻件不允许存在白点、内部裂纹和残余缩孔。

4.3 在力学性能试验时,如果试验的试样有缺陷,只要不是因裂纹和白点而使力学性能不符合要求,就允许重新取样试验,作为初次试验结果。

4.4 当某项力学性能初试结果不符合要求时,允许在靠近不合格试样的相邻位置取双倍试样进行该项的复试,复试结果应全部满足要求。复试后任何一项结果仍不合格时,锻件可以进行重新热处理,并重新取样试验。重新热处理(重新奥氏体化)的次数不得超过 2 次。

#### 5 质量合格证书

质量合格证书内容包括:锻件名称、牌号、质量、数量;合同号、图号、炉号、锻件号;合同和图样中规定的各种检验结果。

#### 6 打印包装

6.1 供方在锻件相当于钢锭水口端打印合同号、炉号、锻件号。

6.2 经机械加工的锻件表面要防锈保护。锻件进行包装,以避免运输中损伤。

本标准规定了切削加工的一般要求和未注公差,对键槽、孔径和孔距、中心孔、未注表面粗糙度以及允许选用的刀具形状等提出了具体要求。  
本标准适用于重型机械产品零件的切削加工。  
凡产品图样、技术文件无特殊要求时,均应符合本标准的规定。

1 一般要求

- 1.1 零件加工后应符合产品图样和技术文件及本标准的要求。
- 1.2 零件应按工序检查、验收,在前道工序检查合格后方可转入下道工序。
- 1.3 铸钢件、铸铁件、有色金属铸件、锻件加工后如发现有砂眼、缩孔、夹渣、裂纹等缺陷时,在不降低零件强度和使用性能的前提下,允许按照相关标准的有关规定修补,经检验合格后方可继续加工。
- 1.4 加工后的零件不允许有毛刺,除产品图样有要求外,不允许有尖棱、尖角。
  - 1.4.1 零件图样中未注明倒角时,应按图 1 和表 1 规定倒角,非回转体类零件的倒角参照表 1 执行,主参数  $D(d)$ 取倒角相邻两几何要素中较短者。

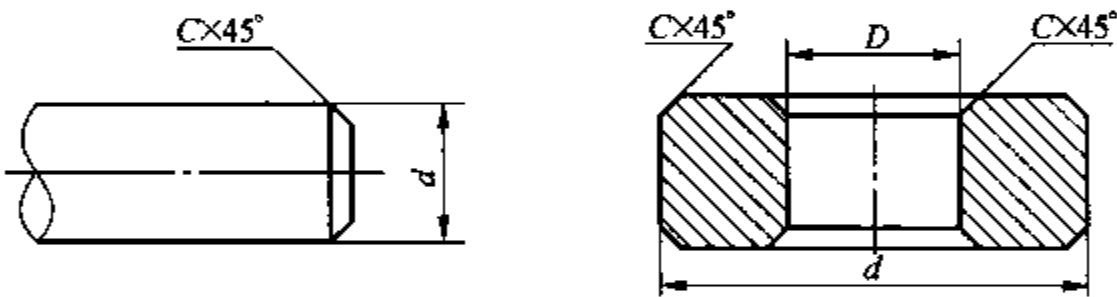


图 1

表 1 未注倒角尺寸

mm

$D(d)$	$\leq 100$	$> 100 \sim 1000$	$> 1000$
$C$	$0.3 \sim 0.5$	$0.5 \sim 2$	$2 \sim 3$

- 1.4.2 零件图样中未注明倒圆尺寸又无清根要求时,应按图 2 和表 2 的规定倒圆,非回转体类零件的倒圆尺寸参照表 2 执行,主参数  $d$  取圆角相邻两几何要素中较短者。

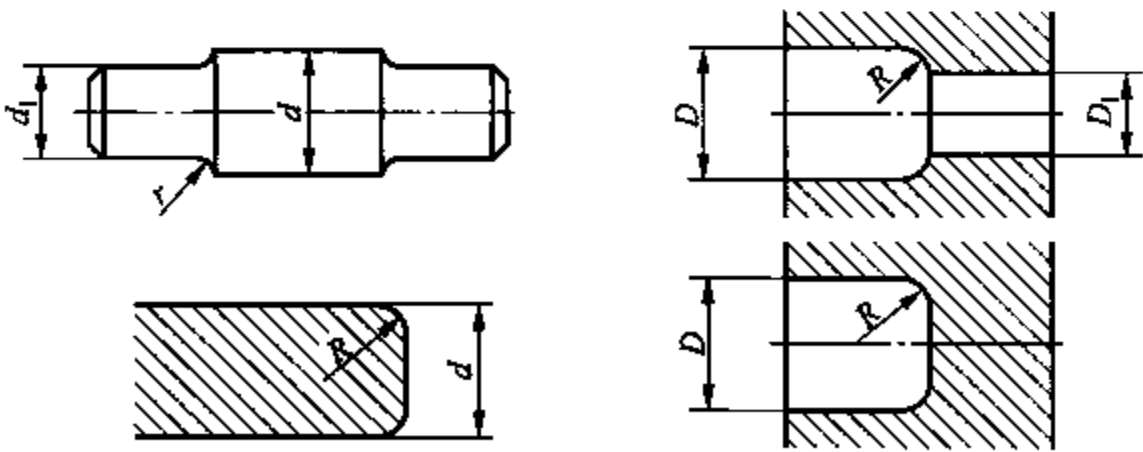


图 2

表 2 未注倒圆尺寸

mm

$D-D_1$ $d-d_1$	$\leq 4$	$>4\sim 12$	$>12\sim 30$	$>30\sim 80$	$>80\sim 140$	$>140\sim 200$	$>200\sim 320$	$>300\sim 500$
$D,d$	$>3\sim 10$	$>10\sim 30$	$>30\sim 80$	$>80\sim 260$	$>260\sim 630$	$>630\sim 1000$	$>1000\sim 1600$	$>1600\sim 2500$
$R,r$	0.4	1	2	4	8	12	16	20

1.5 精加工后的零件不允许直接摆放在地面上,应采取必要的支撑、保护措施。加工面不允许有锈蚀和影响性能、寿命或外观的磕碰、划伤等缺陷。

1.6 精加工后的配合面、磨擦面和定位面等工作表面不允许打印标记。

1.7 最终工序为热处理的零件,热处理后表面不应有氧化皮。精加工后的配合面、齿面不应有退火、发蓝、变色的现象。

2 未注公差

2.1 长度尺寸、倒圆半径或倒角高度、角度尺寸

2.1.1 适用对象:适用于两个切削加工面之间未注明公差要求的尺寸(通过锯、切截短的零件的尺寸未注公差单独规定)。

未注公差适用于:

- 长度尺寸,如:外部尺寸、内部尺寸、台阶尺寸、直径、距离尺寸。
- 倒圆半径和倒角高度。
- 角度尺寸,包括注有角度的和不注角度的尺寸,如正多边形的角。
- 组合在一起的零件加工的长度和角度尺寸。

未注公差不适用于:

- 括号内的辅助尺寸。
- 方框中的理论尺寸。
- 孔中心距、孔的分布圆直径。
- 由装配而形成的长度和角度尺寸。
- 分度圆直径尺寸及周节对应的圆心角。
- $0^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $180^\circ$ 或 0 距离的标注。

2.1.2 铸件、火焰切割件和锻件上的一个非加工表面和另一个加工表面之间的尺寸,如未单独给出公差,可采用有关毛坯标准的未注公差。

2.1.3 精度等级按 GB/T 1804 中的 m 级。

2.1.4 长度尺寸的未注极限偏差应符合表 3 的规定。

表 3 长度尺寸的未注极限偏差

mm

精度	公称尺寸的极限偏差										
	0.5~6	$>6$ ~30	$>30$ ~120	$>120$ ~400	$>400$ ~1000	$>1000$ ~2000	$>2000$ ~4000	$>4000$ ~8000	$>8000$ ~12000	$>12000$ ~16000	$>16000$ ~20000
m(中级)	$\pm 0.1$	$\pm 0.2$	$\pm 0.3$	$\pm 0.5$	$\pm 0.8$	$\pm 1.2$	$\pm 2$	$\pm 3$	$\pm 4$	$\pm 5$	$\pm 6$
锯切	$\pm 1$				$\pm 2$			$\pm 3$			

注:公称尺寸小于 0.5mm,偏差直接标注在公称尺寸上。

2.1.5 倒圆半径和倒角高度的未注极限偏差应符合表 4 的规定。

表 4 倒圆半径和倒角高度的未注极限偏差 mm

公称尺寸	0.5~3	>3~6	>6~30	>30~120	>120~400
精度	m(中级)				
极限偏差	±0.2	±0.5	±1	±2	±3

注:公称尺寸小于 0.5mm,偏差直接标注在公称尺寸上。

2.1.6 角度(斜度)尺寸的未注极限偏差应符合表 5 的规定。

表 5 角度尺寸的未注极限偏差

精度	短边公称尺寸(mm)的极限角度偏差				
	≤10	>10~50	>50~120	>120~400	>400
m(中级)	±1°	±0°30′	±0°20′	±0°10′	±0°5′
正切值	0.0175	0.0087	0.0058	0.0029	0.0015
c(粗级)	±1°30′	±1°	±0°30′	±0°15′	±0°10′
用于润滑孔					
正切值	0.0262	0.0175	0.0087	0.0044	0.0029

注:以 mm 为单位的最大允许偏差按正切值×短边计算。如需提高精度须在图样上作相应标记。

2.2 形位公差

2.2.1 适用对象:适用于切削加工方法形成的几何要素。

2.2.2 公差等级按 GB/T 1184 中的 H 级。

2.2.3 形状公差:

2.2.3.1 直线度和平面度的未注公差按表 6 的规定。

表 6 直线度和平面度的未注公差 mm

公称尺寸	≤10	>10~30	>30~100	>100~300	>300~1000	>1000~3000	>3000~6000	>6000
精度	H 级							
公差值	0.02	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.7	1.0

注:对于平面度应按其表面的较长一侧或圆表面的直径选择。

2.2.3.2 形状公差受到尺寸公差范围的限制,圆度、圆柱度、线轮廓度和面轮廓度未注公差值应小于其未注尺寸公差值。

2.2.4 位置公差:

2.2.4.1 平行度的未注公差值取两平行要素的直线度(平面度)和其之间尺寸的未注公差值中较大者。直线度(平面度)的未注公差值以要素中较长者为基准。

2.2.4.2 垂直度的未注公差应符合表 7 的规定。

2.2.4.3 倾斜度的未注公差应符合表 5 的规定。

2.2.4.4 非回转对称要素的对称度未注公差应符合表 8 的规定。当对称要素中的一个为回转对称,另一个为非回转对称时(如:万向轴的轴头和套筒),未注公差同样适用。

2.2.4.5 同轴度和圆跳动(径向、端面、斜向)的未注公差应符合表 9 的规定。

表 7 垂直度未注公差 mm

基本尺寸	≤100	>100~300	>300~1000	>1000~3000	>3000
精度	H 级				
公差值	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6



表 8 对称度未注公差		mm
公差等级	对称度公差	
H	0.5	

表 9 跳动未注公差			mm
公差等级	跳动公差	同轴度公差	
H	0.1	0.1	

3 键槽对称度未注公差



键槽的对称度未注公差应符合表 10 的规定。

表 10 键槽对称度未注公差									mm
键槽宽度	>1~3	>3~6	>6~10	>10~18	>18~30	>30~50	>50~120	>120~250	
公差	0.02	0.025	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.10	

4 螺孔和光孔未注位置度公差

表 11 适用于用螺栓或螺钉连接的螺孔和光孔,光孔的孔径按 GB/T 5277 规定的中等装配尺寸给出,粗配合光孔的位置度公差可参照本规定。

位置度公差的标注排除了误差积累。即各个孔距尺寸表示无偏差的理论正确坐标尺寸,螺孔和光孔的未注圆柱形位置度公差应符合表 11 中列出的位置度公差。

表 11 螺孔和光孔未注位置度公差																				mm
螺纹规格		M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42	M48	M56	M64	M72	M80	M90	M100
光孔		4.5	5.5	6.6	9	11	13.5	17.5	22	26	33	39	45	52	62	70	78	86	96	107
位置度公差	 螺栓连接的 光孔	φ0.25		φ0.3	φ0.5		φ0.75		φ1.0		φ1.5		φ2.0	φ3.0				φ3.5		
	 螺钉连接的 螺孔和光孔	φ0.125		φ0.15	φ0.25		φ0.375		φ0.5		φ0.75		φ1.0	φ1.5				φ1.75		

5 螺纹

- 5.1 普通螺纹精度按 GB/T 197 规定的 6H/6g 执行。
- 5.2 普通螺纹收尾、肩距、退刀槽和倒角尺寸按 GB/T 3 执行。
- 5.3 加工的螺纹表面不允许有黑皮、磕碰、乱扣和毛刺等缺陷。
- 5.4 内、外螺纹旋入侧在加工螺纹前必须倒角,外螺纹为 45°,内螺纹为 60°,倒角深度等于牙型高度。
- 5.5 普通螺纹表面粗糙度:内螺纹 Ra 值不大于 12.5μm,外螺纹 Ra 值不大于 6.3μm。

6 中心孔

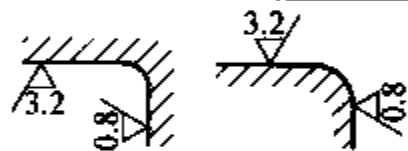
- 6.1 中心孔需保留或去除,应在图样上注明;若未注明,则视为中心孔保留或去除均可。

- 6.2 中心孔的类型、尺寸按相应标准执行。
- 6.3 中心孔锥面的表面粗糙度:用于粗加工时  $Ra$  值不大于  $6.3\mu\text{m}$ ;用于精加工时  $Ra$  值不大于  $3.2\mu\text{m}$ ;用于精密零件加工时  $Ra$  值不大于  $1.6\mu\text{m}$ 。

7 未注表面粗糙度

图样上未标注的表面粗糙度要求,按表 12 的规定。

表 12 未注表面粗糙度

未注明粗糙度数值的表面(例如:锯切平面的表面等)	$\frac{50}{\sqrt{\text{ }}$
$\phi 40$ 以下的孔、长孔、轴端挡板槽、粗加工件、焊接坡口	$\frac{25}{\sqrt{\text{ }}$
螺栓接触面: ——轧制钢板 ——其他毛坯表面 ——螺栓垂直处	$\frac{6.3}{\sqrt{\text{ }}$ $\frac{6.3}{\sqrt{\text{ }}$ $\frac{6.3}{\sqrt{\text{ }}$
退刀槽、楔键和平键槽、润滑槽、静密封表面、平面挡圈槽	$\frac{6.3}{\sqrt{\text{ }}$
圆角及倒角: 内倒圆(倒角)与它相连的精表面相同,外倒圆(倒角)与它相连的粗表面相同	

8 允许按刀具形状加工的规定

图样上按下面例子所示标注时,对不影响零件功能的倒圆、棱角、配合键槽、钻孔底部或埋头孔平面由相应的刀具轮廓形成,但应按图样标注的情形与功能表面交界的位置确定允许变更的尺寸范围。

8.1 车、铣加工的倒圆和棱角可采用下列刀具轮廓(见图 3)。

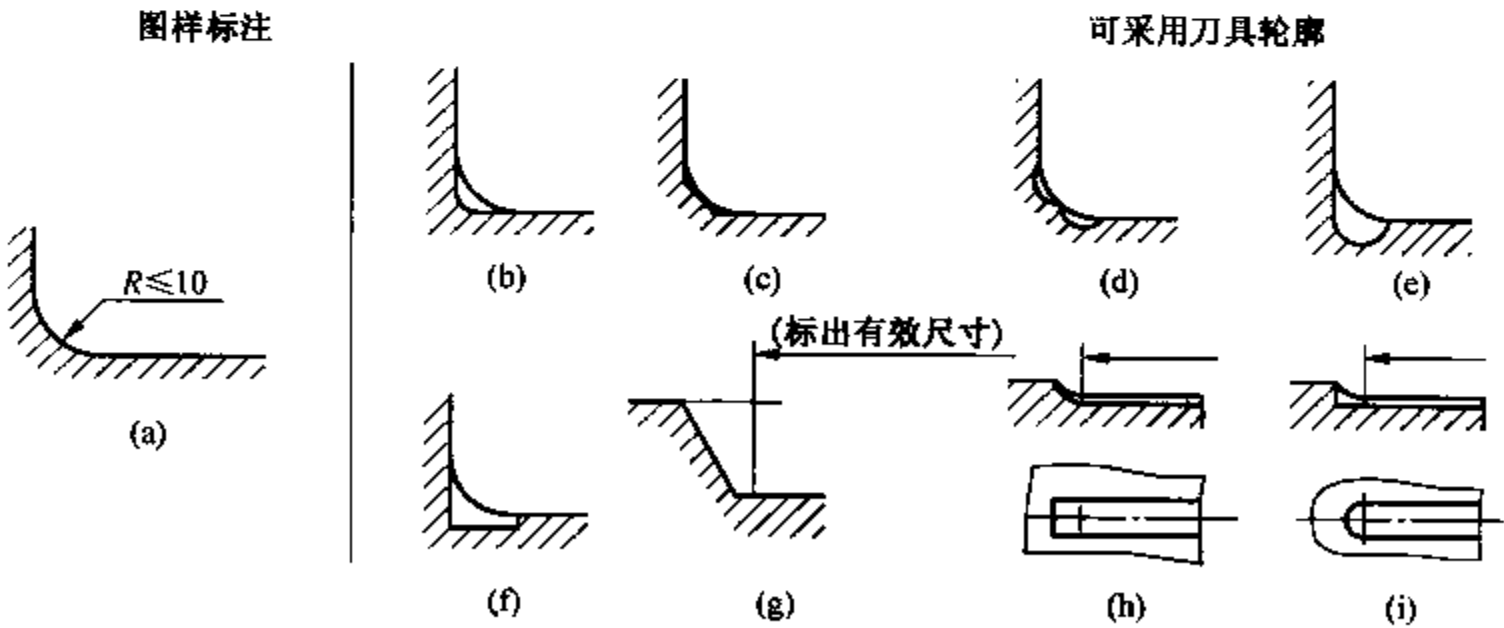


图 3

8.2 钻孔时的端面形状见图 4。

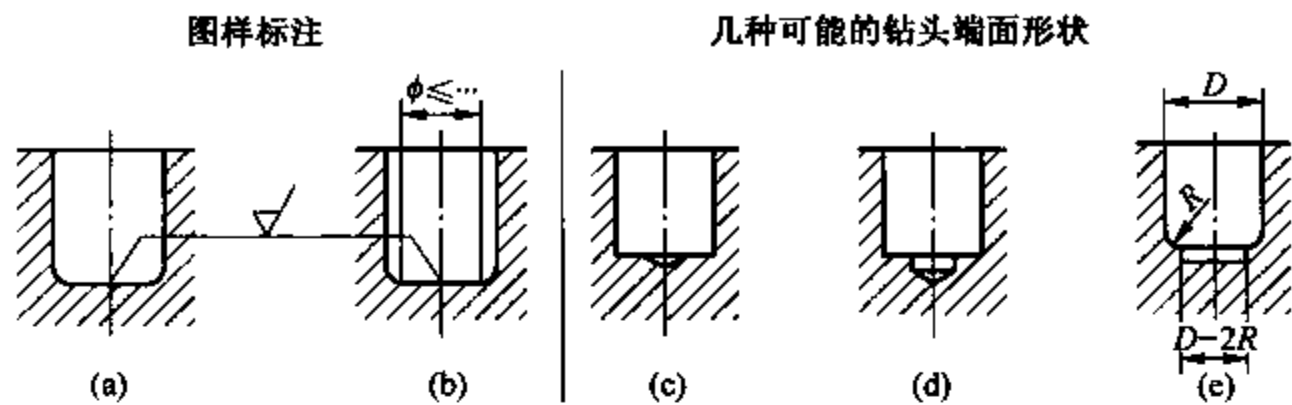


图 4

8.3 埋头孔平面见图 5。

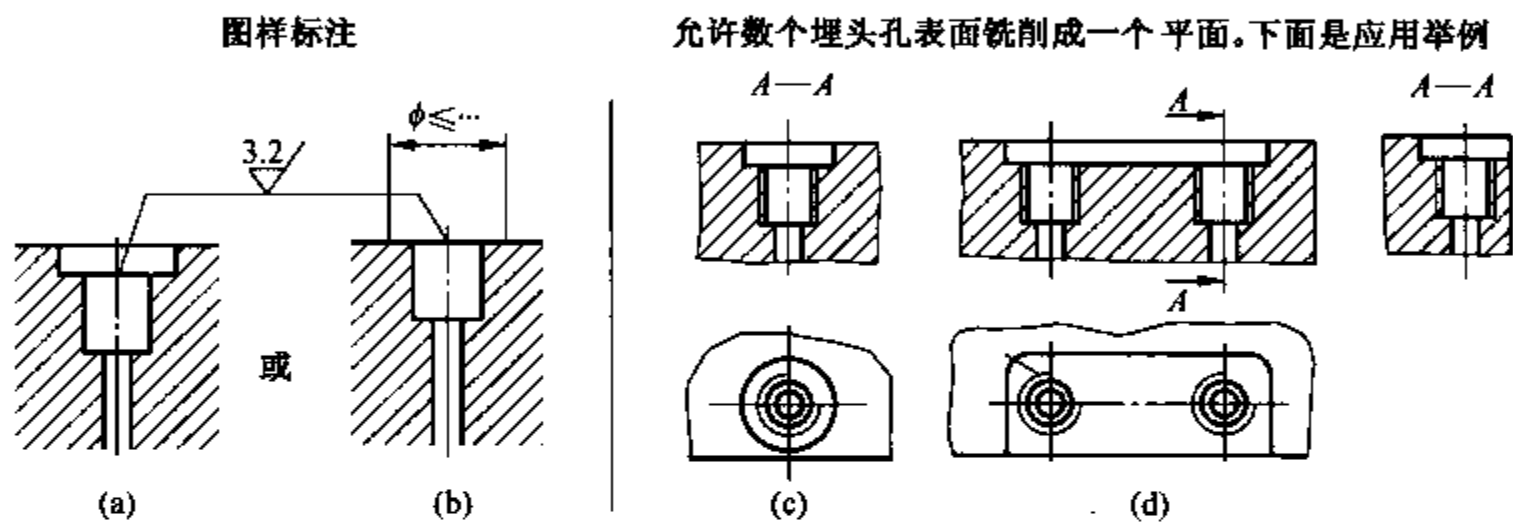


图 5

8.4 阶梯孔的钻头选择见图 6。

在加工阶梯深孔(或加工直径可选择的光孔)时,如在图样上没有详细说明,钻孔的选用由制造厂家决定。

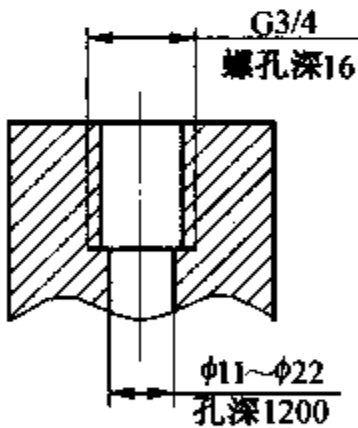


图 6

9 滚压

9.1 滚压方法和目的

滚压分光整和强化两种方法,两种方法的实质区别在于其达到的目的不同。

光整的目的是取得规定的粗糙度。强化的目的是形成残余压应力和提高表面硬度。

强化是指采用机械方式对表面层进行压实,它是一种可靠有效的方法。它的作用是基于三个组合在一起同时起效果的物理效应。

——形成残余压应力;

- 通过变形提高表面硬度；
- 通过消除不平度达到光滑。

## 9.2 滚压准备

首先进行车削、钻孔、镗孔。

建议工件在切削加工完时,在机器上张紧,进行光整和强化。有滚压要求时,应在图样上注明光整滚压或强化滚压。

## 9.3 滚压表面

滚压时要在整个过程中对加工参数不断进行检查(压力,进给,速度和滚压效果)。

用滚压方法精加工的表面,滚压后不得有脱皮现象。一般光整加工滚压次数为 1~2 次,强化加工最好不超过 3~5 次。强化滚压约提高表层硬度 30%。

---

本标准规定了重型机械产品装配的一般要求、装配部件的形位公差、装配连接方法、典型部件装配、总装及试车等通用技术要求。

本标准适用于重型机械产品的装配。

除产品图样、技术文件和订货技术条件有特殊要求外,均应符合本标准的规定。

## 1 装配的一般要求

1.1 进入装配的零件及部件(包括外购件、外协件),均必须具有检验部门的合格证方能进行装配。

1.2 零件在装配前必须清理和清洗干净,不得有毛刺、飞边、氧化皮、锈蚀、切屑、油污、着色剂、防锈油和灰尘等。

1.3 装配前应对零、部件的主要配合尺寸,特别是过盈配合尺寸及相关精度进行复查。经钳工修整的配合尺寸,必须由检验部门复检。

1.4 装配过程中的机械加工工序应符合 JB/T 5000.9 的有关规定;焊接工序应符合 JB/T 5000.3 有关规定。

1.5 除有特殊要求外,装配前必须将零件的尖角和锐边倒钝。

1.6 装配过程中零件不允许磕碰、划伤和锈蚀。

1.7 输送介质的孔要用照明法或通气法检查是否畅通。

1.8 装配后无法再进入的部位要先涂底漆和面漆。油漆未干的零、部件不得进行装配。

1.9 机座、机身等机器的基础件,装配时应校正水平(或垂直)。其校正精度,对结构简单、精度低的机器不低于 0.2mm/m;对结构复杂、精度高的机器不低于 0.1mm/m。

1.10 零、部件的各润滑点装配后必须注入适量的润滑油(或脂)。

## 2 装配部件的形位公差

2.1 本形位公差是指装配部件被测要素的未注形位公差,主参数  $L \leq 1000\text{mm}$  见表 1,主参数  $L > 1000 \sim 10000\text{mm}$  见表 2。

2.2 形位公差主参数是指装配时相关部件被测要素的长度尺寸。

2.3 当相关技术文件中未注明形位公差时,一般使用公差等级中的 m 等级,如与 m 等级不相符的形位公差要求时,应在所属产品图样或检验大纲中注明。

## 3 装配连接方法

### 3.1 螺钉、螺栓连接

3.1.1 螺钉、螺栓和螺母紧固时严禁打击或使用不合适的旋具和扳手。紧固后螺钉槽、螺母和螺钉、螺栓头部不得损坏。

3.1.2 图样或工艺文件中有规定拧紧力矩要求的紧固件,必须采用力矩扳手并按规定的拧紧力矩紧固;未规定拧紧力矩的紧固件,其拧紧力矩可参考附录 A。

表 1 装配部件的未注形位公差 ( $L \leq 1000\text{mm}$ )

mm

特性	公差等级				特性	公差等级			
	sf	f	m	g		sf	f	m	g
平面度公差	0.05	0.1	0.2	0.5	倾斜度	0.03	0.1	0.2	0.5
平行度公差	0.03	0.1	0.2	0.5	水平度	0.05	0.1	0.2	0.5
垂直度公差	0.05	0.1	0.2	0.5	同轴度	0.03	0.1	0.2	0.5

表 2 装配部件的未注形位公差 ( $L > 1000 \sim 10000\text{mm}$ )

mm

主参数 $L$		$>1000 \sim 1600$	$>1600 \sim 2500$	$>2500 \sim 4000$	$>4000 \sim 6300$	$>6300 \sim 10000$
公差等级	sf(0.05mm/m)	0.08	0.11	0.14	0.22	0.35
	f(0.10mm/m)	0.16	0.21	0.28	0.40	0.70
	m(0.20mm/m)	0.32	0.43	0.56	0.88	1.40
	g(0.50mm/m)	0.80	1.06	1.40	2.20	3.50

注:表 1 的特性适用于表 2。

3.1.3 同一零件用多件螺钉(螺栓)紧固时,各螺钉(螺栓)需交叉、对称、逐步、均匀拧紧。如有定位销,应从靠近该销的螺钉(螺栓)开始。

3.1.4 螺钉、螺栓和螺母拧紧后,其支承面应与被紧固零件贴合。

3.1.5 螺母拧紧后,螺栓、螺钉头应露出螺母端面 2~3 个螺距。

3.1.6 沉头螺钉紧固后,沉头不得高出沉孔端面。

3.1.7 严格按照图样及技术文件上规定性能等级的紧固件装配,不允许用低性能紧固件替代高性能紧固件。

### 3.2 销连接

3.2.1 圆锥销装配时应与孔进行涂色检查,其接触率应不小于配合长度的 60%,并分布均匀。

3.2.2 定位销端面一般应突出零件表面。带螺尾圆锥销装入相关零件后,其大端应沉入孔内。

3.2.3 开口销装入相关件后,其尾部须分开,其扩角为  $60^\circ \sim 90^\circ$ 。

### 3.3 键联接

3.3.1 平键装配时,不得配制成阶梯形。

3.3.2 平键与轴上键槽两侧面应均匀接触,其配合面不得有间隙。钩头键、楔键装配后,其接触面积应不小于工作面积的 70%,且不接触部分不得集中于一端。外露部分应为斜面的 10%~15%。

3.3.3 花键装配时,同时接触的齿数不小于  $2/3$ ,接触率在键齿的长度和高度方向不得低于 50%。

3.3.4 滑动配合的平键(或花键)装配后,相配件须移动自如,不得有松紧不均现象。

### 3.4 铆钉连接

3.4.1 铆接时不得损坏被铆接零件的表面,也不得使被铆接的零件变形。

3.4.2 除特殊要求外,一般铆接后不得出现松动现象,铆钉头部必须与被铆零件紧密接触并应光滑圆整。

### 3.5 粘合连接

3.5.1 粘结剂牌号必须符合设计或工艺要求并采用在有效期限内的粘合剂。

3.5.2 被粘接的表面必须做好预处理,彻底清除油污、水膜、锈迹等杂质。

3.5.3 粘接时粘结剂应涂得均匀。固化的温度、压力、时间等必须严格按工艺或粘接剂使用说明的规定执行。

3.5.4 粘接后应清除流出的多余粘结剂。

### 3.6 过盈连接

#### 3.6.1 压装。

3.6.1.1 压装时压装的方法可参考附录 B 选取,压入力的计算可参考附录 C。

3.6.1.2 压装的轴或套允许有引入端,其导向锥角  $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ ,导锥长度等于或小于配合长度的 15%。

3.6.1.3 实心轴压入盲孔时允许开排气槽,槽深不大于 0.5mm。

3.6.1.4 压入件表面除特殊要求外,压装时须涂清洁的润滑剂。

3.6.1.5 采用压力机压装时,其压力机的压力一般为所需压入力的 3~3.5 倍。压装过程中压力变化应平稳。

#### 3.6.2 热装。

3.6.2.1 热装的加热方法可参考附录 B 选取。

3.6.2.2 热装零件的加热温度根据零件材质、结合直径、过盈量及热装的最小间隙等确定,确定方法见附录 D。

3.6.2.3 用油加热零件的加热温度须比所用油的闪点低  $20 \sim 30^{\circ}\text{C}$ 。

3.6.2.4 热装后零件应自然冷却,不准急冷。

3.6.2.5 零件热装后必须紧靠轴肩或其他相关定位面,冷缩后的间隙不得大于配合长度尺寸的  $0.3\text{mm}/\text{m}$ 。

#### 3.6.3 冷装。

3.6.3.1 冷装时常用的冷却方法可参考附录 B 选取。

3.6.3.2 冷装时零件的冷却温度及时间的确定方法可参见附录 E。

3.6.3.3 被冷却零件取出后应立即装入包容件。对零件表面有厚霜者,不得装配,应重新冷却。

#### 3.6.4 胀套。

3.6.4.1 胀套与结合件的配合表面必须干净无污物,无腐蚀,无损伤。装前均匀涂一层不含  $\text{MoS}_2$  等添加剂的润滑油。

3.6.4.2 胀套螺栓必须使用力矩扳手,并对称、交叉、逐步、均匀拧紧。

3.6.4.3 螺栓的拧紧力矩  $T_A$  值按设计图样或工艺文件规定,亦可参考附录 A 并按下列步骤进行:

- a) 以  $T_A/3$  值拧紧;
- b) 以  $T_A/2$  值拧紧;
- c) 以  $T_A$  值拧紧;
- d) 以  $T_A$  值检查全部螺栓。

## 4 典型部件装配

### 4.1 滚动轴承装配

4.1.1 轴承外圈与开式轴承座及轴承盖的半圆孔不准有卡住现象,装配时允许整修半圆孔,修整尺寸不应超过表 3 规定值。

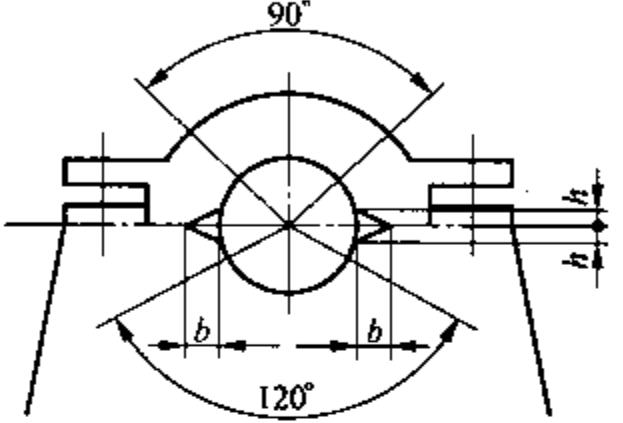
4.1.2 轴承外圈与开式轴承座及轴承盖的半圆孔应接触良好,用涂色检验时,与轴承座对称于

中心线 120°、与轴承盖在对称于中心线 90°的范围内应均匀接触。在上述范围内用塞尺检查时, 0.03mm 的塞尺不得插入外圈宽度的 1/3。

4.1.3 轴承内圈端面应紧靠轴向定位面,其允许最大间隙:对圆锥滚子轴承和角接触球轴承为 0.05mm;其他轴承为 0.1mm。

4.1.4 轴承外圈装配后与定位端轴承盖端面应接触均匀。

表 3 轴承盖(座)修整尺寸 mm

	轴承外径 $D$	$b$	$h$
	$\leq 120$	$\leq 0.10$	$\leq 10$
	$> 120 \sim 260$	$\leq 0.15$	$\leq 15$
	$> 260 \sim 400$	$\leq 0.20$	$\leq 20$
	$> 400$	$\leq 0.25$	$\leq 30$

4.1.5 采用润滑脂润滑的轴承,装配后应注入相当于轴承空腔容积约 30%~50%的符合规定的清洁润滑脂。凡稀油润滑的轴承,不准加润滑脂。

4.1.6 轴承热装时,其加热温度应不高于 100℃。轴承冷装时,其冷却温度应不低于 -80℃。

4.1.7 可拆卸轴承装配时,必须严格按原组装位置,不得装反或与别的轴承混装。对可调头装的轴承,装配时应将轴承的标记端朝外。

4.1.8 在轴的两端装配径向间隙不可调的向心轴承,且轴向位移是以两端端盖限定时,其一端必须留有轴向间隙  $C$ (如图 1)。 $C$  值的大小按式(1)计算。

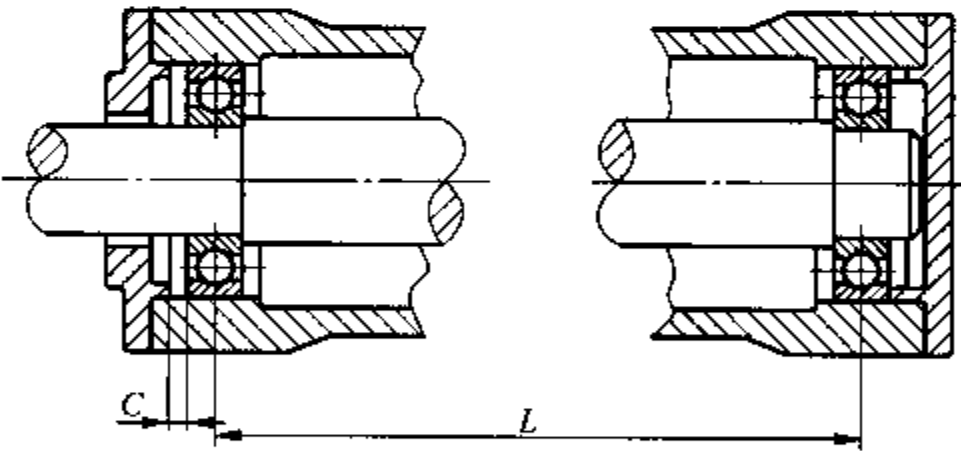


图 1

$C = \alpha \cdot \Delta t \cdot L + 0.15 \dots\dots\dots (1)$

式中: $\alpha$  ——轴材料线膨胀系数,对钢: $\alpha = 12 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ ;  
 $\Delta t$  ——轴最高工作温度与环境温度之差, $^\circ\text{C}$ ;  
 $L$  ——两轴承中心距,mm;  
0.15 ——轴热胀后剩余间隙,mm。

一般情况取  $\Delta t = 40^\circ\text{C}$ ,故装配时只需根据  $L$  尺寸,即可按简易公式(2)计算  $C$  值。

$C = 0.0005L + 0.15 \dots\dots\dots (2)$

4.1.9 单列圆锥滚子轴承、角接触球轴承、双向推力球轴承轴向游隙按表 4 调整。双列和四列圆锥滚子轴承装配时应检查其轴向游隙并应符合表 5 和表 6 的要求。



4.1.10 滚动轴承装好后用手转动应灵活、平稳。

表 4 角接触球轴承、单列圆锥滚子轴承、双向推力球轴承轴向游隙 mm

轴承内径	角接触球轴承轴向游隙		单列圆锥滚子轴承轴向游隙		双向推力球轴承轴向游隙	
	轻系列	中及重系列	轻系列	轻宽中及中宽系列	轻系列	中及重系列
≤30	0.02~0.06	0.03~0.09	0.03~0.10	0.04~0.11	0.03~0.08	0.05~0.11
>30~50	0.03~0.09	0.04~0.10	0.04~0.11	0.05~0.13	0.04~0.10	0.06~0.12
>50~80	0.04~0.10	0.05~0.12	0.05~0.13	0.06~0.15	0.05~0.12	0.07~0.14
>80~120	0.05~0.12	0.06~0.15	0.06~0.15	0.07~0.18	0.06~0.15	0.10~0.18
>120~150	0.06~0.15	0.07~0.18	0.07~0.18	0.08~0.20	—	—
>150~180	0.07~0.18	0.08~0.20	0.09~0.20	0.10~0.22	—	—
>180~200	0.09~0.20	0.10~0.22	0.12~0.22	0.14~0.24	—	—
>200~250	—	—	0.18~0.30	0.18~0.30	—	—

表 5 双列圆锥滚子轴承轴向游隙 mm

轴承内径	轴向游隙		轴承内径	轴向游隙	
	一般情况	内圈比外圈温度高 25~30℃		一般情况	内圈比外圈温度高 25~30℃
≤80	0.10~0.20	0.30~0.40	>225~315	0.30~0.40	0.70~0.8
>80~180	0.16~0.25	0.40~0.50	>315~580	0.40~0.50	0.90~1.00
>180~225	0.20~0.30	0.50~0.60			

表 6 四列圆锥滚子轴承的轴向游隙 mm

轴承内径	轴向游隙	轴承内径	轴向游隙
>120~180	0.15~0.25	>500~630	0.30~0.40
>180~315	0.20~0.30	>630~800	0.35~0.45
>315~400	0.25~0.35	>800~1000	0.35~0.45
>400~500	0.30~0.40	>1000~1250	0.40~0.50

4.2 滑动轴承装配

4.2.1 上、下轴瓦应按加工时的配对标记装配。

4.2.2 上、下轴瓦的接合面要紧密贴合,用 0.05mm 塞尺检查不得插入。

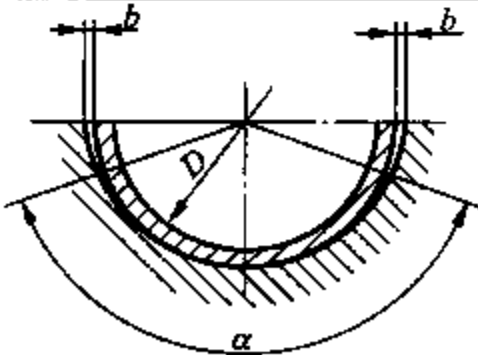
4.2.3 轴瓦垫片应平整无棱刺,形状应与瓦口相同,其宽度和长度比瓦口面的相应尺寸小 1~2mm。垫片与轴颈必须有 1~2mm 的间隙,两侧厚度应一致,其允差应小于 0.2mm。

4.2.4 用定位销固定轴瓦时,应在保证瓦口面和端面与相关轴承孔的开合面和端面保持平齐状态下钻铰、配销。销钉装入后不得松动,销端面应低于轴瓦内孔 1~2mm。

4.2.5 上、下轴瓦外圆与相关轴承座孔应接触良好,在允许接触角内的接触率应符合表 7 要求。

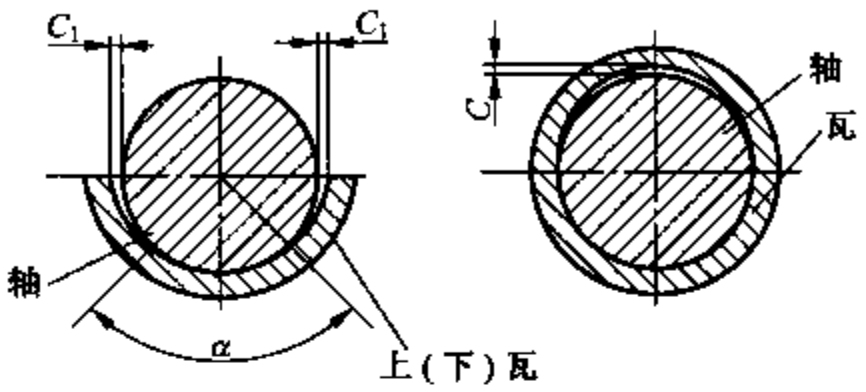
表 7 上、下轴瓦外圆与相关轴承座孔的接触要求

项 目		接触要求	
		上瓦	下瓦
接触角 $\alpha$	稀油润滑	$130^{\circ} \pm 5^{\circ}$	$150^{\circ} \pm 5^{\circ}$
	油脂润滑	$120^{\circ} \pm 5^{\circ}$	$140^{\circ} \pm 5^{\circ}$
$\alpha$ 角内接触率		≥60%	≥70%
瓦侧间隙 $b$ , mm		$D \leq 200\text{mm}$ 时, 0.05mm 塞尺不准插入	
		$D > 200\text{mm}$ 时, 0.10mm 塞尺不准插入	



4.2.6 上、下轴瓦内孔与相关轴颈接触角  $\alpha$  以外的部分均需加工出油楔(表 8 图示之  $C_1$ )。楔形从瓦口开始由最大逐步过渡到零,楔形最大值按表 8 的规定。

表 8 上、下轴瓦油楔尺寸

油楔最大值 $C_1$		
稀油润滑	$C_1 \approx C$	
油脂润滑	距瓦两端面 10~15mm 范围内 $C_1 \approx C$	
	中间部位 $C_1 \approx 2C$	

注:  $C$  值为轴的最大配合间隙。

- 4.2.7 轴瓦内孔刮研后,应与相关轴颈接触良好。在接触角范围内的接触斑点按表 9 规定。
- 4.2.8 整体轴套的装配可根据过盈的大小采用压装或冷装。
- 4.2.9 轴套装入机件后,轴套内径与轴配合应符合设计要求,必要时可以适当的修刮来保证。两件结合面经着色研合,接触痕迹应均匀分布,其未接触部分按限定区域内不得超过表 10 限定的方块值。
- 4.2.10 球面轴承的球体与球面座应均匀接触,用涂色法检查,其接触率不应小于 70%。

表 9 上下轴瓦内孔与相关轴颈的接触要求

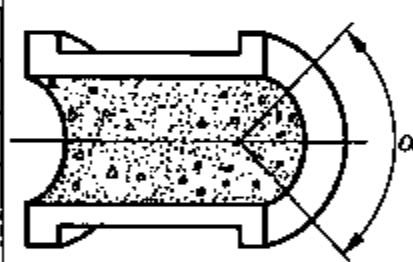
接触角 $\alpha$		$\alpha$ 角范围内接触斑点, 点数/25mm×25mm				
稀油 润滑 120°	油脂 润滑 90°	轴转速	轴瓦内径, mm			
		r/min	≤180	>180~360	>360~500	
		≤300	4	3	2	
		>300~500	5	4	3	
		>500~1000	6	5	4	
		>1000	8	6	5	

表 10 均匀接触限定值

长度参数范围	限定方块值	长度参数范围	限定方块值
≤200	25×25	>800~1600	80×80
>200~400	40×40	>1600	100×100
>400~800	60×60		

注:1 长度参数范围系指长方形平面的长度,对于圆柱面和弧面按其展开图形的长度。

2 如果结合面宽度尺寸小于或等于所选档次中限定方块值的边长时,可降到相应档次(结合面)的宽度大于限定方块值边长的档次使用。

- 4.2.11 合金轴承衬的刮研接触要求按 4.2.7 的规定。刮削量不得大于合金轴承衬壁厚的 1/30。
- 4.2.12 合金轴承衬表面呈黄色时不准使用,在规定的接触角内不准有缝隙现象;在接触角外的缝隙面积不得大于非接触区总面积的 10%。
- 4.3 齿轮与齿轮箱装配
- 4.3.1 齿轮(蜗轮)基准端面与轴肩(或定位套端面)应贴合,用 0.05mm 塞尺检查不得插入,并应保证齿轮基准端面与轴线的垂直度要求。

- 4.3.2 相啮合的圆柱齿轮副,二齿宽中心平面的轴向位置偏差应符合如下规定:
- a) 当齿宽  $B \leq 100\text{mm}$  时,位置偏差  $\Delta B < 0.05B$ ;
  - b) 当齿宽  $B > 100\text{mm}$  时,位置偏差  $\Delta B < 5\text{mm}$ 。
- 4.3.3 齿轮(蜗轮)副啮合时的齿面接触斑点不小于表 11 的规定。接触斑点的分布位置应趋近于齿面中部,齿顶和齿端棱边不允许有接触。
- 4.3.4 齿轮(蜗轮)副装配后应检查齿侧间隙,并符合图样或工艺文件要求。
- 4.3.5 圆锥齿轮应按加工配对编号装配。
- 4.3.6 齿轮箱与盖的结合面应接触良好。在自由状态下,箱盖与箱体的间隙不应超过表 12 的规定值;紧固后用 0.05mm 塞尺检查,局部插入不应超过结合面宽的 1/3。
- 4.3.7 齿轮传动装置装配后,应按设计或工艺要求进行空运转试车。应运转平稳、无异常噪音。

表 11 齿面接触斑点

精度等级	圆柱齿轮		圆锥齿轮		蜗轮	
	沿齿高	沿齿长	沿齿高	沿齿长	沿齿高	沿齿长
	%					
5	55	80	65~85	60~80	65	60
6	50	70	55~75	50~70		
7	45	60			40~70	30~65
8	40	50				
9	30	40	30~60	25~55	45	40
10	25	30				
11	20	30			30	30

表 12 箱盖与箱体在自由状态下的允许间隙

mm

齿轮箱长度	$\leq 1000$	$> 1000 \sim 2000$	$> 2000 \sim 3000$	$> 3000 \sim 4000$
箱体与箱盖间隙	$\leq 0.08$	$\leq 0.12$	$\leq 0.15$	$\leq 0.20$

- 4.3.8 齿轮箱的清洁度应符合《齿轮传动装置清洁度》(JB/T 7929)的规定。
- 4.4 带轮与链传动装配
- 4.4.1 平行传动轴的带轮,两轴线平行度公差为  $0.15L/1000$  ( $L$  为两轴中心距,单位为 mm),两轮的轮宽中间平面应在同一平面上,公差为 0.5mm。
- 4.4.2 主动链轮与从动链轮的齿宽中心平面应重合,其偏移误差不大于  $1.5L/1000$  ( $L$  为两链轮的中心距,单位为 mm)。
- 4.4.3 链条与链轮啮合时,链条工作边必须拉紧并应保证啮合平稳。
- 4.4.4 链条非工作边的初垂度按两链轮中心距的 1%~5% 调整。
- 4.5 联轴器装配
- 4.5.1 每套联轴器在拆装过程中,必须与原装配组合一致。
- 4.5.2 刚性联轴器装配时,两轴线的径向位移应小于 0.03mm。
- 4.5.3 挠性、齿式、轮胎、链条联轴器装配时,其装配精度应符合表 13 的规定。

表 13 联轴器装配精度

联轴器轴孔直径, mm	两轴线的同轴度公差 (圆跳动),mm	两轴线的 角度偏差	联轴器轴孔直径, mm	两轴线的同轴度公差 (圆跳动),mm	两轴线的 角度偏差
≤100	0.05	0.05°	>450~560	0.15	0.20°
>100~180			>560~630		
>180~250		0.10	0.10°	>630~710	0.20
>250~315	>710~800				
>315~450			0.15°		

注:1 两个半联轴器均须做转动测量,这样可以补偿其外圆的圆度偏差。

2 用百分表测量,两轴线间差值是表列公差之半。

3 两轴线的角度偏差可用百分表检测,或塞尺检查联轴器两法兰间的间隙。

#### 4.6 制动器和离合器装配

##### 4.6.1 制动带与制动板铆接后必须贴紧,局部间隙应符合以下要求:

- 制动轮直径小于 500mm 时,局部间隙小于或等于 0.3mm;
- 制动轮直径大于或等于 500mm 时,局部间隙小于或等于 0.5mm;
- 塞尺插入深度小于或等于带宽的 1/3,且全长上不得多于 2 处。

##### 4.6.2 制动带与制动板铆接时,铆钉头应埋入制动带厚度的 1/3,制动带不许有铆裂现象。

##### 4.6.3 带式制动器在自由状态时,制动带与制动轮之间的间隙为 1~2mm。

##### 4.6.4 块式制动器在自由状态时,制动块与制动轮之间的间隙为 0.25~0.50mm。

##### 4.6.5 片式摩擦离合器在自由状态时,主动盘与被动盘必须彻底分离。

##### 4.6.6 干式摩擦片必须干燥、清洁,工作面不允许沾上油污和杂物。

##### 4.6.7 离合器的摩擦片接触面积不小于总摩擦面积的 75%。

#### 4.7 液压缸、气缸及密封件装配

##### 4.7.1 组装前严格检查并清除零件加工时残留的锐角、毛刺和异物,保证密封件装入时不被擦伤。

##### 4.7.2 装配时必须十分注意密封件的工作方向,O 形圈与保护挡环并用时应注意挡环的位置。

##### 4.7.3 对弹性较差的密封件,必须采用具有扩张或收缩功能的工装进行装配。

##### 4.7.4 带双向密封圈的活塞装入盲孔油缸时,应采用引导工装,不允许用螺钉旋具硬塞。

##### 4.7.5 液压缸、气缸装配后要进行密封及动作试验,达到如下要求:

- 行程符合要求;
- 运行平稳,无卡阻和爬行现象;
- 无外部渗漏现象,内部渗漏按图样要求。

##### 4.7.6 各种密封毡圈、毡垫、石棉绳、皮碗等密封件装配前必须浸透油;钢纸板用热水泡软;紫铜垫作退火处理。

#### 4.8 管路装配

管路装配要求应符合 JB/T 5000.11 和 JB/T 6996 的有关规定。

#### 5 其他

##### 5.1 平面刮研。

##### 5.1.1 平面刮研时必须使用相应的精度等级的平板或平尺。推拉平板或平尺时应沿水平方向施力,严禁在平板或平尺顶面施力。

##### 5.1.2 相关两个平面需互研时,只能在两个平面各自按平板或平尺刮研接近合格后方准互研。

5.1.3 被刮研表面的接触斑点不少于表 14 的规定。

表 14 刮研表面接触斑点		点数/25mm×25mm
滑动速度, m/s	接触面积小于或等于 0.2m <sup>2</sup>	接触面积大于 0.2m <sup>2</sup>
≤0.5	3	2
0.5~1.5	4	3

5.2 锥轴伸与轴孔配合表面接触应均匀,着色研合检验时其接触率不低于 70%。

5.3 平衡实验要求。

5.3.1 有平衡力矩要求的零、部件,装配时应按规定进行静平衡或动平衡试验。

5.3.2 对有静平衡试验要求而未注明具体要求时,则按《刚性转子平衡品质 许用不平衡的确定》(GB/T 9239)中 G16 级执行。

5.3.3 对转动零部件的不平衡质量可用下述方法进行校正:

- a) 用补焊、喷镀、粘接、铆接、螺纹连接等加配质量(配重);
- b) 用钻削、磨削、铣削、刨削等去除局部质量(去重);
- c) 在平衡槽中改变平衡块的数量或质量。

5.3.4 用加配质量的方法校正时,必须固定可靠,以防在工作过程中松动或飞出。

5.3.5 用去除质量的方法校正时,注意不得影响零件的刚度、强度和外观。

5.3.6 对组合式转动体,经总体平衡后不得再任意移动、调换零件。

5.4 装配打印。

5.4.1 机器在装配中如有不允许用户在安装时互换的零件或变更相关件的装配位置,且这些零、部件装配后又需拆开包装的,则必须打出能够容易识别原装配关系的钢印或粘贴标签。

5.4.2 装配中已配好的管路又需拆开包装的,在联接处必须粘贴标签或牵挂钢印标牌。

5.4.3 同一打印组的编号必须一致,同一台产品中不同打印组的编号不得重复。

5.4.4 打印的字迹必须清晰、整齐。

5.4.5 打印的位置应靠近相关件联接处的非滑动面上。若是毛坯,则在磨出的平面上打印;若在大件上打印,则应用红漆圈上方框。各打印处不准涂油漆或腻子,但必须涂防锈油。

6 总装及试车

6.1 产品出厂前必须进行总装。对于特大型产品或成套的设备,因受制造厂条件所限而不能总装的,应进行试装。试装时必须保证所有连接或配合部位均应符合设计要求。

6.2 产品总装后均应按产品标准和有关技术文件的规定进行试车和检验。对于特大型产品或成套的设备,因受制造厂条件限制而不能试车时,则应按有关合同或协议执行。

6.3 试车一般要求:

6.3.1 产品运转为双向旋转的,必须双向试车;运转为单向的,试车方向必须与工作方向一致。

6.3.2 拖动产品的试车工具的转速应符合产品工作要求,允许偏差为±10%。

6.3.3 随机的气、液管路应按 JB/T 5000.11 的规定进行清洗和防锈处理。

6.3.4 产品试车前,随机的润滑管、液压管应先单独进行循环清洗。清洁度应符合 JB/T 5000.11 的相关规定。

6.4 空运转试车:

6.4.1 凡机器产品(包括成套设备中的单机),都应按相关技术文件的要求在装配后进行空运转试车(包括手动盘车试验)。

- 6.4.2 单机空运转试车,对需手动盘车设备,不少于 3 个全行程;对连续运转的设备,试车时间不少于 2h;对往复运动的设备,全行程往复不少于 5 次。
- 6.4.3 对有多种动作程序的设备,各动作要进行联动程序的连续操作或模拟操作,运转 5 次以上,各动作应平稳、到位、无故障。
- 6.5 负荷及工艺性试车按产品标准、技术文件或合同规定进行。
- 6.6 试车过程中轴承温度应符合图样或工艺要求,在图样及工艺未作规定时应符合表 15 规定。
- 6.7 有压力要求的设备(如液压机),应对密封及系统进行密封耐压试验。如技术文件无明确试压要求时,其试验压力为工作压力的 100%~125%。保压 5~10min,不得渗漏。
- 6.8 产品在总装及试车过程中,应做好关键件配合尺寸、单配件尺寸及试车的各项记录并作为产品技术档案存档。

表 15 轴承试车时的温升要求

项 目		温升	最高温度	项 目		温升	最高温度
		℃				℃	
滚动轴承	空运转试车	≤35	≤85	滑动轴承	空运转试车	≤20	≤70
	负荷试车	≤45	≤85		负荷试车	≤30	≤70

- 注:1 最高温度是指实测最高温度。
- 2 运转规定时间内每相隔 30min 测温一次,做好记录。若 30min 内温度变化小于或等于 0.5℃,则为最终温度。

附录 A(资料性附录) 一般连接螺栓拧紧力矩

一般连接螺栓拧紧力矩见表 A.1。

表 A.1

力学性能等级	螺纹规格 $d$ ,mm												
	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42	M48	M56	M64
	拧紧力矩 $T_A$ ,N·m												
5.6	3.3	8.5	16.5	28.7	70	136.3	235	472	822	1319	1991	3192	4769
8.8	7	18	35	61	149	290	500	1004	1749	2806	4236	6791	10147
10.9	9.9	25.4	49.4	86	210	409	705	1416	2466	3957	5973	9575	14307
12.9	11.8	30.4	59.2	103	252	490	845	1697	2956	4742	7159	11477	17148
A2-70	5	12.8	24.9	43.3	105.8	205.9	355	713	1242	1992	3008	4822	7204

力学性能等级	螺纹规格 $d$ ,mm					
	M72×6	M80×6	M90×6	M100×6	M110×6	M125×6
	拧紧力矩 $T_A$ ,N·m					
5.6	6904	9573	13861	19327	25756	37733
8.8	14689	20368	29492	41122	54799	80284
10.9	20712	40494	41584	57982	77267	113200
12.9	24824	34422	49841	69496	92610	135680
A2-70	10429	14461	20939	29197	38907	57002

- 注:1 适用于粗牙螺栓、螺钉。
- 2 拧紧力矩允许偏差为±5%。
- 3 摩擦系数为  $\mu=0.125$ 。
- 4 所给数值为使用润滑剂的螺栓,对于无润滑剂螺栓的拧紧力矩应为表中值的 133%。

附录 B(资料性附录) 过盈连接各种装配方法的工艺特点及适用范围

过盈连接各种装配方法的工艺特点及适用范围见表 B.1。

表 B.1

装配方法		主要设备和工具	工艺特点	使用范围
压装	冲击压入	手锤或用重物冲击	简便,但导向性不易控制,易出现歪斜	适用于配合面要求较低或其长度较短、过渡配合的连接件,如销、键、短轴等,多用于单件生产
	工具压入	螺旋式、杠杆式、气动式压入工具	导向性比冲击压入好,生产率较高	适用于不宜用压力机压入的小尺寸连接件,如小型轮圈、轮毂、齿轮、套筒、连杆、衬套和一般要求的滚动轴承等。多用于小批生产
	压力机压入	齿条式、螺旋式、杠杆式、气动式压力机和液压机	压力范围由 10 ~ 10000kN,配合夹具可提高导向性	适用于中型和大型连接件,如车轮、飞轮、齿圈、轮毂、连杆衬套、滚动轴承等,易于实现压合过程自动化,成批生产中广泛采用
	液压垫压入	液压垫(一般用厚2~3mm的钢板制成空心,注入压力液体)	压力常在 10000kN 以上	用于压入行程短的大型、重型连接件,多用于单件或小批生产以代替大型压力机
热装	火焰加热	喷灯、氧乙炔、丙烷加热器炭炉	加热温度低于 350℃,丙烷(或其他气体燃料)。加热器热量集中,加热温度易于控制,操作简便	适用于局部受热和热胀尺寸要求严格控制的中型和大型连接件,如汽轮机、鼓风机、透平压缩机的叶轮、组合式曲轴的曲柄等
	介质加热	沸水槽,蒸汽加热槽,热油槽	沸水槽加热温度 80 ~ 100℃,蒸汽加热槽可达 120℃,热油槽加热可达 90~320℃,均可使连接件除油干净、热胀均匀	适用于过盈量较小的连接件,如滚动轴承、液体静压轴承、连杆衬套、齿轮。对忌油连接件,如氧压缩机上的连接件,需用沸水槽或蒸汽加热槽加热
	电阻加热和辐射加热	电阻炉,红外线辐射加热箱	加热温度可达 400℃ 以上,热胀均匀,表面洁净,加热温度易于自动控制	适用于小型和中型连接件,大型连接件需专用设备,成批生产中广泛应用
	感应加热	感应加热器	加热温度可达 400℃ 以上,加热时间短,调节温度方便,热效率高	适用于采用特重型和重型过盈配合的中型和大型连接件,如汽轮机叶轮、大型压榨机部件等
冷装	干冰冷缩	干冰冷缩装置(或以酒精、丙酮、汽油为介质)	可冷至 - 78℃,操作简便	适用于过盈量小的小型连接件和薄壁衬套等
	低温箱冷缩	各种类型低温箱	可冷至 - 40 ~ + 140℃。冷缩均匀,表面洁净,冷缩温度易于自动控制,生产率高	适用于配合面精度较高的连接件,在热态下工作的薄壁套筒件,如发动机气门座圈等
	液氮冷缩	移动式或固定式液氮槽	可冷至 - 195℃,冷缩时间短,生产率高	适用于过盈量较大的连接件,如发动机主、副连杆衬套等,在过盈连接装配自动化中常采用
	液氧冷缩	移动式或固定式液氧槽	可冷至 - 180℃,冷缩时间短,生产率高	

附录 C(资料性附录) 压装时压入力的计算公式

C.1 压入力  $P$  的计算按(C.1)式。

$$P = p_{f\max} \pi d_f L_f \mu \dots\dots\dots (C.1)$$

式中: $P$ ——压入力,N;  
 $p_{f\max}$ ——结合表面承受的最大单位压力,N/mm<sup>2</sup>;  
 $d_f$ ——结合直径,mm;  
 $L_f$ ——结合长度,mm;  
 $\mu$ ——结合表面摩擦系数,见表 C.1。

表 C.1

材料	摩擦系数 $\mu$		材料	摩擦系数 $\mu$	
	无润滑	有润滑		无润滑	有润滑
钢-钢	0.07~0.16	0.05~0.13	钢-青铜	0.15~0.20	0.03~0.06
钢-铸钢	0.11	0.07	钢-铸铁	0.12~0.15	0.05~0.10
钢-结构钢	0.10	0.08	铸铁-铸铁	0.15~0.25	0.05~0.10
钢-优质结构钢	0.11	0.07	—	—	—

C.2 最大单位压力  $p_{f\max}$  的计算按(C.2)式。

$$p_{f\max} = \frac{\delta_{\max}}{d_f \left( \frac{C_a}{E_a} + \frac{C_i}{E_i} \right)} \dots\dots\dots (C.2)$$

式中: $\delta_{\max}$ ——最大过盈量,mm;  
 $C_a$ 、 $C_i$ ——系数,见式(C.3)、式(C.4);  
 $E_a$ 、 $E_i$ ——分别为包容件和被包容件的材料弹性模量,N/mm<sup>2</sup>,见表 C.2。

C.3 系数  $C_a$ 、 $C_i$  的计算按(C.3)和(C.4)式。

$$C_a = (d_a^2 + d_i^2) / (d_a^2 - d_i^2) + \nu \dots\dots\dots (C.3)$$

$$C_i = (d_i^2 + d_a^2) / (d_i^2 - d_a^2) - \nu \dots\dots\dots (C.4)$$

式中: $d_a$ 、 $d_i$ ——分别为包容件外径和被包容件内径(实心轴  $d_i=0$ ),mm;  
 $\nu$ ——泊松系数,见表 C.2。

表 C.2

材 料	弹性模量 $E$ kN/mm <sup>2</sup>	泊松系数 $\nu$	线膨胀系数 $\alpha$ , 10 <sup>-6</sup> /℃	
			加热	冷却
碳钢、低合金钢、合金结构钢	200~235	0.30~0.31	11	-8.5
灰口铸铁:HT150 HT200	70~80	0.24~0.25	11	-9
灰口铸铁:HT250 HT300	105~130	0.24~0.26	10	-8
可锻铸铁	90~100	0.25		
非合金球墨铸铁	160~180	0.28~0.29	17	-15
青铜	85	0.35		
黄铜	80	0.36~0.37		
铝合金	69	0.32~0.36		
镁铝合金	40	0.25~0.30	25.5	-25



附录 D(资料性附录) 热装时加热温度和时间的确定

D.1 热装时包容件的加热温度可按推荐公式(D.1)计算:

$$t_n = e_{ot}/\alpha d_f + t = (\Delta_1 + \Delta_2)/\alpha d_f + t \dots\dots\dots (D.1)$$

式中: $t_n$ ——包容件加热温度,℃;  
 $e_{ot}$ ——包容件内径的热胀量,mm(等于过盈量  $\Delta_1$  与热装时的最小间隙  $\Delta_2$  之和);  
 $\alpha$ ——材料的线膨胀系数,1/℃,见表 C.2(加热);  
 $d_f$ ——结合直径,mm;  
 $t$ ——环境温度,℃。

D.2 热装时所需的最小间隙  $\Delta_2$  按表 D.1 选取。  
D.3 加热和保温时间的经验数据,一般可按每厚 10mm 需要 10min 的加热时间,每厚 40mm 需要 10min 的保温时间。  
D.4 应用举例:

已知包容件为钢制件,其结合直径  $d_f=150\text{mm}$ ,最大过盈量  $\Delta_1=0.117\text{mm}$ ,求热装时加热温度。

表 D.1 mm

结合直径	>80	>100	>120	>150	>180	>220	>260	>310	>360	>440	>500
$d_f$	~100	~120	~150	~180	~220	~260	~310	~360	~440	~500	~560
装配间隙	0.1	0.12	0.20	0.25	0.30	0.38	0.46	0.54	0.66	0.75	0.84
$\Delta_2$											
结合直径	>560	>630	>710	>800	>900	>1000	>1120	>1250	>1400	>1600	>1800
$d_f$	~630	~710	~800	~900	~1000	~1120	~1250	~1400	~1600	~1800	~2000
装配间隙	0.94	1.10	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20	2.60	2.90	3.20
$\Delta_2$											

注:热装时所需的最小间隙的  $\Delta_2$  经验数据为配合直径的 1/1000~1.5/1000mm。

解:查表 C.2,钢制零件受热时的线膨胀系数  $\alpha=11\times10^{-6}/\text{℃}$   
查表 D.1,热装时所需的最小间隙  $\Delta_2=0.20\text{mm}$   
取环境温度  $t=25\text{℃}$   
 $t_n=(\Delta_1 + \Delta_2)/\alpha d_f + t = (0.117 + 0.20)/(11\times10^{-6}\times150) + 25 = 217\text{℃}$

附录 E(资料性附录) 冷装时冷却温度和时间的确定

E.1 冷装时的冷却温度应控制合适,可按推荐公式(E.1)计算:

$$t_c = e_{it}/\alpha d_f = 2\Delta_1/\alpha d_f \dots\dots\dots (E.1)$$

式中: $t_c$ ——冷却温度,℃  
 $e_{it}$ ——被包容件外径的冷缩量,mm,(按经验数据取为结合面过盈量  $\Delta_1$  的 2 倍);

$\alpha$  ——材料的线膨胀系数,  $1/^\circ\text{C}$ , 见表 C.2(冷却);  
 $d_i$  ——结合直径, mm。

E.2 零件的冷却时间按式(E.2)计算:

$$T_c = k\delta + 6 \dots\dots\dots (E.2)$$

式中:  $T_c$  ——零件冷却所需的时间, min;  
 $\delta$  ——被冷却零件的最大半径或壁厚, mm;  
 $k$  ——与零件材质和冷却介质有关的综合系数(见表 E.1), min/mm。

表 E.1 综合系数  $k$

零件材质		钢	铸铁	黄铜	青铜	零件材质		钢	铸铁	黄铜	青铜
冷却介质	液态氮	1.2	1.3	0.8	0.9	冷却介质	液态氧	1.4	1.5	1.0	1.1

E.3 冷却剂工作温度见表 E.2。

表 E.2

干冰加酒精或丙酮	-78℃	液态氮	-120℃	液态氧	-180℃	液态氮	-195℃
----------	------	-----	-------	-----	-------	-----	-------

E.4 应用举例:

已知被包容件为钢制件, 其结合直径  $d_i = 150\text{mm}$ , 最大过盈量  $\Delta_1 = 0.090\text{mm}$ , 求冷装时冷却温度和冷却时间。

解: 查表 C.2, 钢制零件冷却时的线膨胀系数  $\alpha = -8.5 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ , 则零件的冷却温度:

$$t_c = 2\Delta_1 / \alpha d_i = (2 \times 0.090) / (-8.5 \times 10^{-6} \times 150) = -141^\circ\text{C}$$

采用液态氮冷却, 则零件冷却时间:

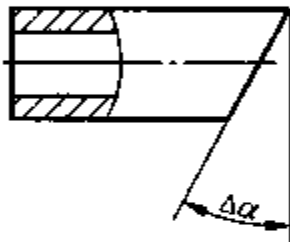
$$T_c = k\delta + 6 = 1.2 \times 75 + 6 = 96\text{min}$$

本标准规定了配管的技术和安全要求。  
本标准适用于重型机械产品本体上的油润滑、脂润滑、液压、气动和工业用水配管。  
本标准不适用于压力容器配管。

1 配管制作技术要求

- 1.1 管材、零部件配管前的检查：
- 1.1.1 制造厂自制的零部件，应经质量检验部门检验合格后方可装配。
- 1.1.2 外购的材料和零部件，应符合 JB/T 5000.1 的有关规定。
- 1.1.3 确认管子的管径、材质及壁厚。
- 1.2 管子应用锯切割，也可以使用砂轮切割，但不允许使用火焰切割。切割管子断面的垂直度应符合表 1 的规定。

表 1

项 目	图 示	要 求
断面与管子轴线垂直度		$\Delta\alpha \leq 30'$

- 1.3 装配前所有管子应去除管端飞边、毛刺并倒角。用压缩空气或其他方法清除管子内壁附着的杂物及浮锈。不锈钢管路的制作与碳钢管路的制作应隔离，防止不锈钢管路受到污染。管子下料时，应考虑留有足够的余量，便于弯曲夹持，调整补偿。
- 1.4 管子弯曲半径及公差：
- 1.4.1 管子弯曲一般应在弯管机上常温下进行。弯曲半径  $R$  按图 1、式(1)和式(2)的规定。管子热弯时，应符合 JB/T 5000.3 的有关规定。

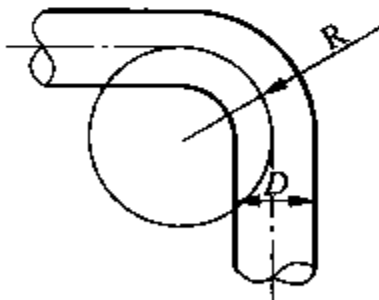


图 1

$$D \leq 42\text{mm}, R \geq 2.5D \dots\dots\dots (1)$$
$$D > 42\text{mm}, R \geq 3D \dots\dots\dots (2)$$

式中： $R$  ——弯曲半径；  
 $D$  ——管子外径。

1.4.2 弯制焊接钢管时，应使焊缝位于弯曲方向的侧面。

### 1.4.3 弯曲半径偏差:

- a) 管子外径  $D$  不小于 30mm 时,弯曲半径偏差应符合 JB/T 5000.3 的有关规定。
- b) 管子外径  $D$  小于 30mm 时,弯曲半径偏差不大于  $\pm 1\text{mm}$ 。

### 1.5 管子弯曲处圆度公差及波纹深度:

1.5.1 管子外径  $D$  不小于 30mm 时,圆度公差及波纹深度应符合 JB/T 5000.3 中表 4 的规定。

1.5.2 管子外径  $D$  小于 30mm 时,圆度公差  $E$  不大于 10%,应符合图 2 和式(3)的规定,并不允许出现波纹和扭曲。

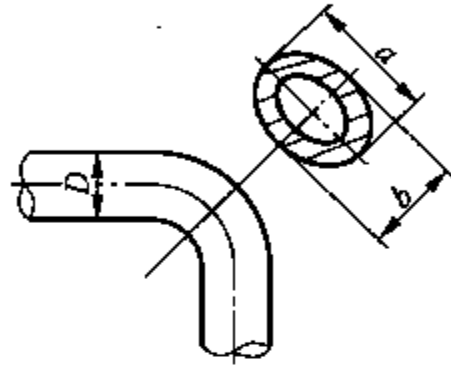


图 2

$$E = (a - b) / D \times 100\% \quad \text{..... (3)}$$

式中:  $E$ ——圆度公差, %;

$D$ ——管子外径, mm;

$a$ ——长轴直径, mm;

$b$ ——短轴直径, mm。

1.6 管子冷弯曲壁厚减薄率  $C$  不大于 15%,按式(4)计算:

$$C = (T - T_1) / T \times 100\% \quad \text{..... (4)}$$

式中:  $C$ ——壁厚减薄率, %;

$T$ ——弯曲前管子壁厚, mm;

$T_1$ ——弯曲后管子壁厚, mm。

注:用管头做试件弯曲后解剖检查,也可用超声波测厚仪检查。

### 1.7 管路未注公差:

对于未完全确定尺寸并可以自由敷设的管路,主要应确保其功能。长度尺寸未注公差应符合表 2(外部尺寸、内部尺寸、台阶尺寸)中 C 级,角度尺寸未注公差应符合表 3 中 C 级,直线度、平面度和平行度公差应符合表 4 中 F 级。

对于完全确定了尺寸的管路(例如:预制管图),长度尺寸未注公差应符合表 2(外部尺寸、内部尺寸、台阶尺寸)中 B 级,角度尺寸未注公差应符合表 3 中 B 级,直线度、平面度和平行度公差应符合表 4 中 F 级。

1.8 安装接头时要注意螺纹的清洁、润滑以及制造厂的装配说明。安装不锈钢接头时,螺纹及接头锁紧螺母的接触面要涂上足够的润滑剂,以防止接头锁死。

1.9 使用由两种不同材料制成的法兰,留在管子上的部分(法兰和焊缝金属)出于酸洗的原因必须与管子的材料相同。酸洗过程之前可以拆卸下来的所有管路元件(法兰等)均可用表面处理过的(镀锌、镀铬、镀镍等)钢制成。

表 2 mm

长度尺寸极限偏差											
公差等级	2~30	>30~120	>120~400	>400~1000	>1000~2000	>2000~4000	>4000~8000	>8000~12000	>12000~16000	>16000~20000	>20000
B	±1	±2	±2	±3	±4	±6	±8	±10	±12	±14	±16
C	±1	±3	±4	±6	±8	±11	±14	±18	±21	±24	±27

表 3

角 度 公 差						
公差等级	公称尺寸范围(短边长度),mm					
	≤400	>400~1000	>1000	≤400	>400~1000	>1000
	允许偏差,(°)、(′)			允许偏差的正切值		
B	±45′	±30′	±20′	0.013	0.009	0.006
C	±1°	±45′	±30′	0.018	0.013	0.009

表 4 mm

直线度、平面度、平行度公差										
公差等级	公称尺寸范围(面的长边长度)									
	>30 ~120	>120~ 400	>400~ 1000	>1000~ 2000	>2000~ 4000	>4000~ 8000	>8000~ 12000	>12000~ 16000	>16000~ 20000	>20000
	F 1	1.5	3	4.5	6	8	10	12	14	16

- 1.10 管螺纹加工应分别符合 GB/T 7306.1、GB/T 7306.2、GB/T 7307 和 GB/T 12716 规定。
- 1.11 用于固定管夹、支座等部件的机体表面应平直,不应影响管路整齐排列,否则应修整。预制完成的管路在储运过程中应防止磕碰、踩压和弯曲变形。
- 1.12 在机体上排列的各种管路应相互不干涉,又便于拆装。同平面交叉的管路不得接触。自重回油管道,在配管时应具有最小 1:100 的斜度。
- 1.13 装配前,所有钢管(包括预制成型管路)都要进行酸洗、中和、清洗吹干及防锈处理。焊后的不锈钢管只清洗,不防锈。镀锌管、不锈钢管及铜管不酸洗,不防锈。酸洗应按 JB/T 5000.12 中附录 A 的规定。为了不使防锈漆产生化学分解,在酸洗磷化处理 48h 后,外表面才可涂防锈漆,磷化膜的质量应保证包装、涂装前不生锈。涂装应符合 JB/T 5000.12 有关规定。
- 1.14 装配时,对管夹、支座、法兰及接头等用螺纹连接固定的部位要拧紧,防止松动。对于压力大于或等于 16MPa 的液压管路应使用端面带有弹性密封件的连接件。直边尺寸及角度偏差应符合图 3 和图 4 的规定。
- 1.15 用胶带密封的螺纹接头不得留有胶带毛边。密封带缠绕时,应保持密封带清洁,不许粘附灰尘及其他杂物。
- 1.16 管螺纹部位缠绕密封带时,应从根部向前右缠绕,管端剩 1~2 牙,见图 5。对小于 3/8 的管螺纹在缠绕密封胶带时,用 1/2 胶带宽度进行缠绕。

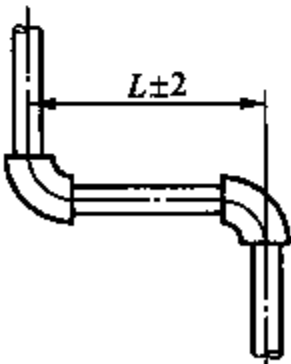


图 3

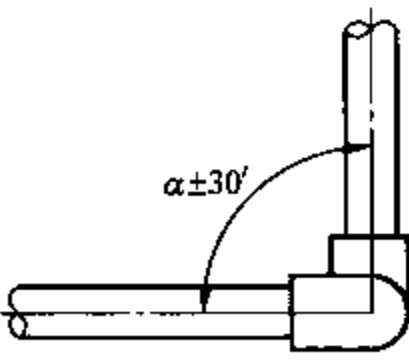


图 4

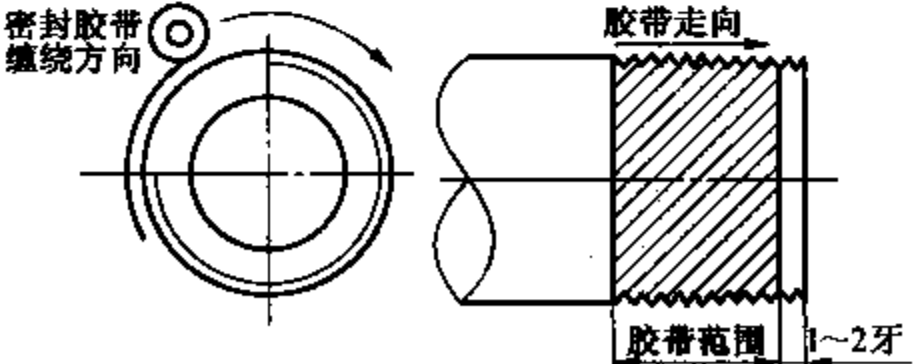


图 5

- 1.17 已密封的零件需修复时,要将内、外螺纹上附着的密封带完全除去。
- 1.18 采用卡套式管接头连接的钢管应先酸洗,然后将卡套预先紧固在管端上。卡套式管接头应按 GB/T 3765 中附录 A 装配。装配时应先将卡套用专用工具或手工挤压在管端上,挤压后保证卡套在管端上沿轴向不窜动,径向能稍转动。挤压卡套前,先将压紧螺母套在管子上,卡套方向不要装错,各接触部位涂少量润滑油。
- 1.19 密封及耐压试验:
- 1.19.1 预制完成的管子焊接部位都要进行耐压试验。试验压力为工作压力的 1.5 倍,保压 10min,应无泄漏及其他异常现象发生。试验完成的管子应做标记。
- 1.19.2 对装配完成的管路按不同的系统做密封及耐压试验。
- 1.19.2.1 对脂润滑管路双线式系统试验压力为系统工作压力的 1.25 倍。非双线式系统试验压力为系统工作压力。达到试验压力后,保压 10min,检查各处应无泄漏。
- 1.19.2.2 油润滑系统管路以工作压力的 1.25 倍进行压力试验,保压 10min,再降至工作压力进行全面检查,应无泄漏及其他异常现象发生。
- 1.19.2.3 对气压系统管路,以工作压力的 1.15 倍进行压力试验,保压 10min,再降至工作压力进行全面检查,应无泄漏和变形。
- 1.19.2.4 液压及工业用水系统管路试验压力应符合表 5 要求。保压 10min,应无泄漏。

表 5 MPa

系统工作压力 $p_s$	<16.0	16.0~31.5	>31.5
试验压力	$1.50p_s$	$1.25p_s$	$1.15p_s$

- 1.20 配管解体或转运时,必须将管路的分离口用胶布或塑料管堵封口,防止任何杂物进入,并拴标签。标签上记入装配位置号。
- 1.21 固定管件用的支架、管夹等,若图样中未规定布置方式,管子外径大于 25mm 时两个固定点的间距不得超过表 6 中给出的数值。在可以松开的连接件和弯路附近亦应加装固定件。具体位置可按实际需要调整。管子外径不大于 25mm 的管夹装配位置及装配方法见附录 A。

表 6

管子外径 $\phi$ ,mm	>25~38	>38~89	>89
最大间距,m	1.5	2.5	3.0

- 1.22 对分解包装发运的管路,应将设计图样给出的打印记号书写在印刷的纸标签上,并装入塑料袋中,拴在管子上。
- 1.23 冲洗检验:工业用水管路经酸洗、预装完成后,要进行通水冲洗检验(阀类件除外),保证达到管路清洁度要求,见表 7。对于脂润滑系统,在配管完成后,拆下各给脂装置(分配阀等)入口的连接,进行油脂清洗。直至流出的油脂清洁无异色后再进行连接。对于普通油润滑,液压系统应通油清洗,清洗一段时间后用清洗液清洗过的烧杯或玻璃杯采 100mL 的清洗液放在明亮的场所 30min 后,目测确认无杂质后为合格。对于清洁度高于此要求的油润滑,液压系统应在图样上注明清洁度要求。

表 7

管路名称	入口压力、流量	出口处液体状态	出口液体过滤要求	备注
等通径的工业用水管路	选择适当的压力和流量,使管内液体达到紊流状态	液柱离开管口水平喷射长度不小于100mm	用 180~240 目的过滤网接 2min 目测,无残留物为合格	在冲洗过程中,用木棒或塑料棒逐段敲击,使杂质冲洗下去

1.24 完全按图样预装完成的管路,要结合总装要求,留出调整管,最后确定尺寸。

2 配管焊接技术要求

2.1 焊工应经过专门培训,合格后,才能担任配管的焊接工作。

2.2 焊接钢管时,对于液压、润滑管路必须用钨极氩弧焊或钨极氩弧焊打底,压力超过 21MPa 时应同时在管内部通约 5L/min 氩气。其他管路一般也采用钨极氩弧焊或钨极氩弧焊打底。焊缝单面焊双面成型。焊缝不得有未熔合、未焊透、夹渣等缺陷。有缺陷的焊缝必须清除缺陷后再补焊。补焊焊缝应整齐一致并应去除表面飞溅物。

2.3 配管对接焊的坡口形状、尺寸,见表 8。

2.4 管与管(或接头)对接焊的错位公差  $e$  不大于  $0.15t$ ,最大不超过 1.5mm,见图 6。

2.5 管子与法兰插入焊焊接要求见图 7(适用于  $t$  不大于 16mm)、式(5)、式(6)与式(7):

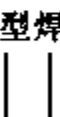
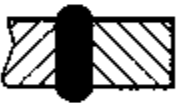
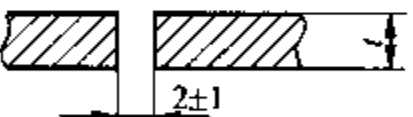


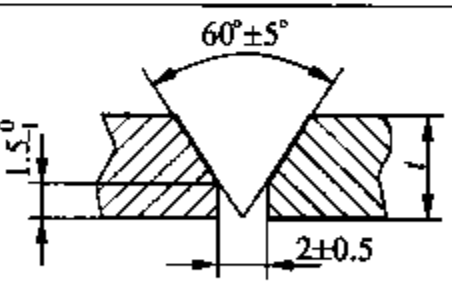
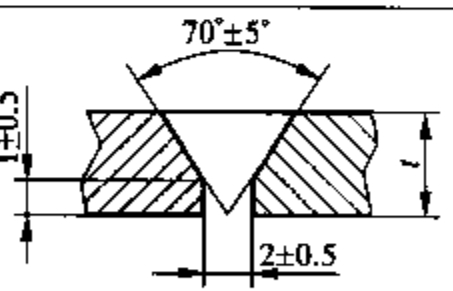


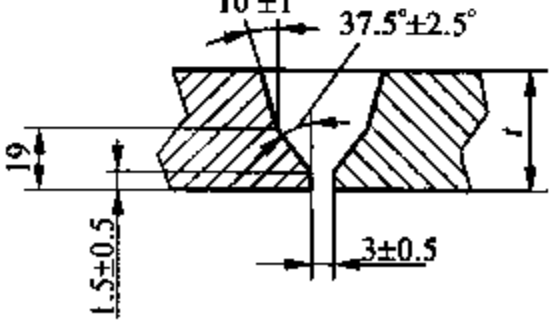
$$K_1 = (1.0 \sim 1.4)t \dots\dots\dots (5)$$

$$K_2 = (0.75 \sim 1.0)t \dots\dots\dots (6)$$

$$L = K_2 + (0 \sim 2) \dots\dots\dots (7)$$

式中: $t$ ——管壁厚,mm;  
 $K_1$ ——外侧焊脚高,mm;  
 $K_2$ ——内侧焊脚高,mm;  
 $L$ ——管插入后的余量,mm。

表 8 mm

管壁厚 $t$	焊缝符号	图示	用焊条电弧焊焊接的坡口形状	用气体保护焊焊接的坡口形状
$\leq 2.0$	I 型焊缝 			
$> 2.0 \sim 20$	Y 型焊缝 			
$> 20$	U 型焊缝 			

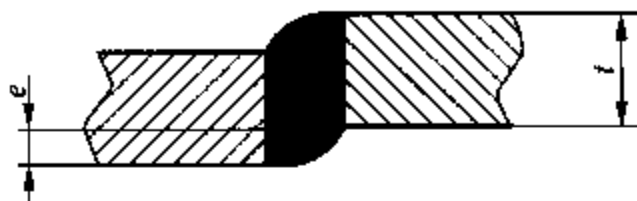


图 6

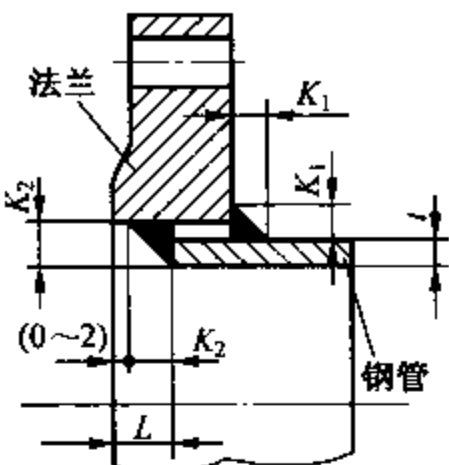


图 7

2.6 法兰焊接位置偏差：  
2.6.1 焊接法兰时，如图样无特殊要求，其螺栓孔中心线不得与管子的铅垂、水平中心线相重合，而应如图 8 所示对称配置。

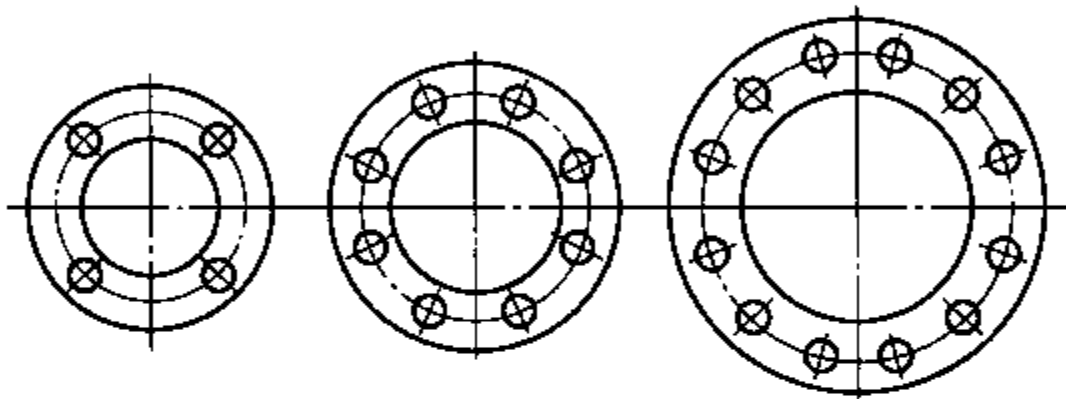


图 8

2.6.2 法兰焊接后，螺栓孔的位置偏差  $\Delta\alpha$  不大于  $30'$  或符合表 9 规定的公差  $a$  值。

表 9			mm
螺孔直径 $d$	图 示	公差 $a$	
$\leq 26$		$\leq 1.0$	
$> 26$		$\leq 1.5$	

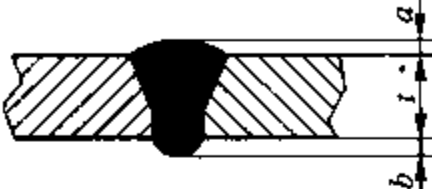
2.6.3 法兰焊接倾斜度  $\Delta\beta$  不大于  $30'$  或符合表 10 规定的公差  $a$  值。

表 10			mm
管子外径	图 示	公差 $a$	
$\leq 48$		$\leq 0.6$	
60~89		$\leq 0.8$	
114~159		1	




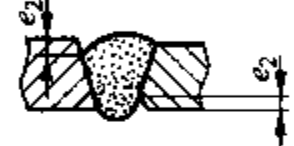


2.7 管子对接焊时,焊缝外凸高  $a$  和内凸高  $b$  应符合表 11 的规定值;当焊缝外凸高  $a$  和内凸高  $b$  超差时,应用砂轮修磨达到要求。

表 11 mm

管壁厚 $t$	图 示	外凸高 $a$	内凸高 $b$
$\leq 12$		0.5~1.5	0~1.0
$> 12 \sim 25$		0.5~2.5	

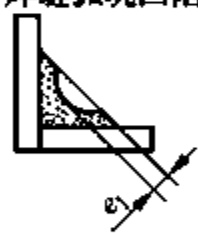
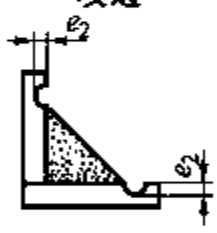

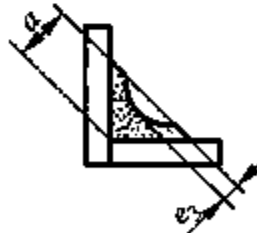
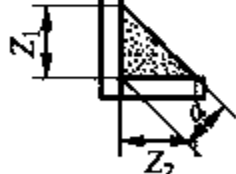
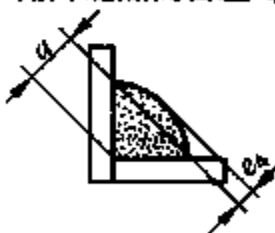
2.8 管子对接焊缝外观检查应符合表 12 的规定。焊接飞溅物应清除。

表 12 mm

项目 图示	焊缝弧坑凹陷 	裂纹	咬边 	
	要求		不允许	不允许
项目 图示	焊瘤 	未焊满 	鳞状波纹高低不一致或太高, 波纹形成不均匀	焊缝宽窄不均匀
	要求	不允许	不允许	$\leq 1.2$

2.9 管子角焊缝外观检查应符合表 13 的规定。焊接飞溅物应清除。

表 13 mm

项目 图示	焊缝弧坑凹陷 	裂纹	咬边 	焊瘤 
要求	不允许	不允许	$e_2 \leq 0.3$	不允许
项目 图示	角焊缝下凹 	焊脚 $Z_1$ 、 $Z_2$ 不等边 $\Delta Z = Z_2 - Z_1$ 	角焊缝加高公差 $e_4$ 	鳞状波纹不一致
要求	不允许	$a \leq 4, \Delta Z \leq 2$ $a = 5 \sim 8, \Delta Z \leq 3$ $a = 9 \sim 12, \Delta Z \leq 3.5$	$a \leq 4, e_4 \leq 2$ $a = 5 \sim 8, e_4 \leq 2$ $a = 9 \sim 12, e_4 \leq 2.5$	$\leq 1.2$

2.10 支管焊接在主管上,其支管中心线对主管中心线左或右的偏差  $\Delta A$  不大于 1mm,见图 9。角度及垂直度偏差  $\Delta \alpha$  不大于  $30'$ ,见图 10 和图 11。

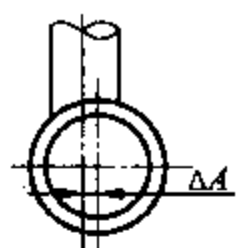


图 9



图 10

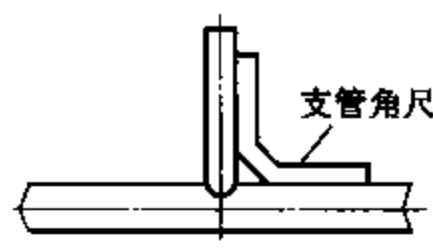


图 11

2.11 装配及定位点焊,一般应在平台上进行。

2.12 管子的定位点焊既要注意能恢复到规定公差内,又要在圆周均匀分布。只要在搬运及焊接中不产生歪斜,点焊定位的点数应尽量少,且焊接强度要小。耐压部分的焊接接头点焊部分与正式焊接焊缝熔为一体,所以点焊应与正式焊接的条件相同。

2.13 重要部位的定位点焊应避免在正式焊接部位上或者在正式焊接时考虑将点焊部分加工掉,也可以采用 2.14 的方法。

2.14 附具的点焊应尽量避免在应力集中部位。焊缝不应有多余长度。注意点焊处钢管不应发生咬边。管子对接焊后,去掉临时定位附具,并将点焊处打磨光滑,见图 12。

2.15 直管点焊定位时,要用直尺等工具修正管子外径的错位,应符合 2.4 的要求,见图 13。

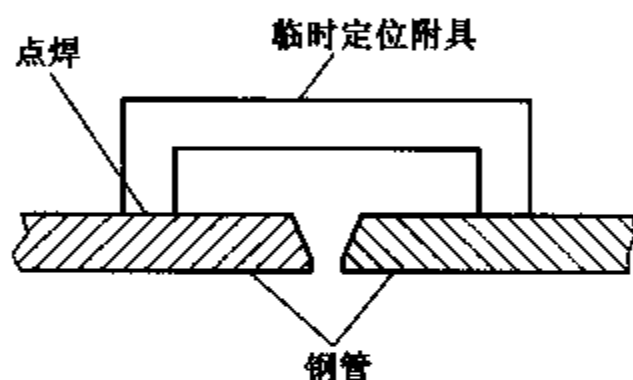


图 12



图 13

2.16 法兰点焊定位时,利用管法兰角尺和水平尺相对管子中心线直角装焊。弯头点焊定位时,用角尺保证直角装焊。垂直度公差均为  $30'$ ,见图 14 和图 15。

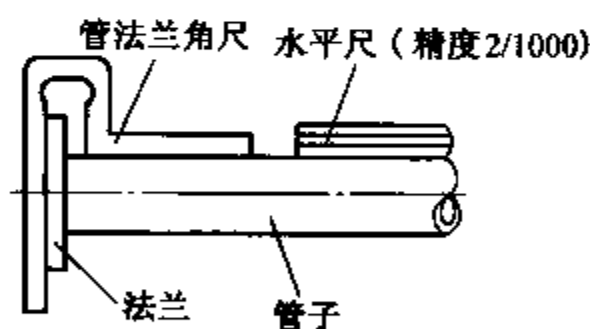


图 14

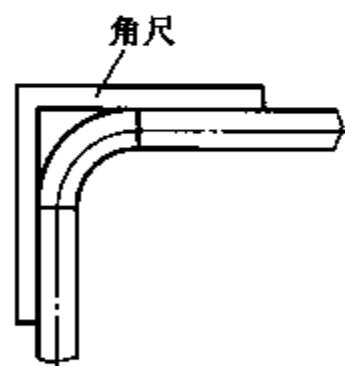


图 15

2.17 利用水平尺或弯尺,保证法兰上螺栓孔位置偏差符合 2.6.2 要求后点焊定位,见图 16。

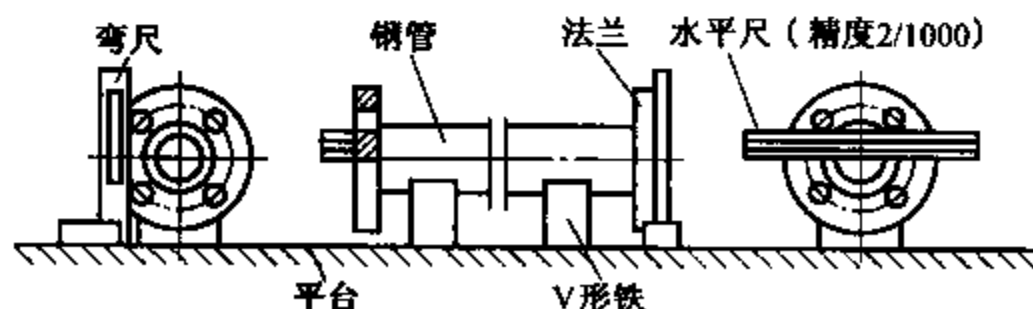


图 16

2.18 利用支管长度标尺控制插入焊的支管长度尺寸,见图 17。

2.19 支座等部件点焊定位时,点焊长度  $L_1$  为 5~10mm,点焊距离  $L$  为 100mm,见图 18。管子点焊定位时可沿圆周均匀点焊 3~4 点。

2.20 支架焊接后的尺寸公差和形状、位置公差应符合 JB/T 5000.3 中未注公差的规定。

2.21 焊接时的注意事项:

- a) 当钢管温度低于 0℃ 时,不准焊接;
- b) 焊接位置尽量采用平焊;
- c) 严禁在管子上打火引弧;
- d) 不同焊层的起点和终点不要集中在一处,应错开 10~20mm;
- e) 在下次焊层开始焊接前,应彻底清除焊渣和各种缺陷;
- f) 清除咬边、凹坑等缺陷时,应在缺陷前后 10~20mm 范围内用砂轮打磨扩展,然后进行补焊。

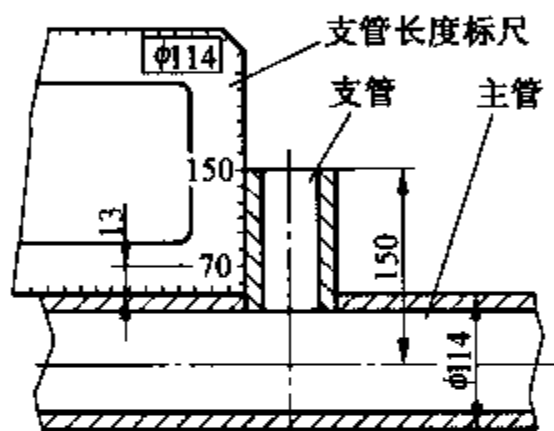


图 17

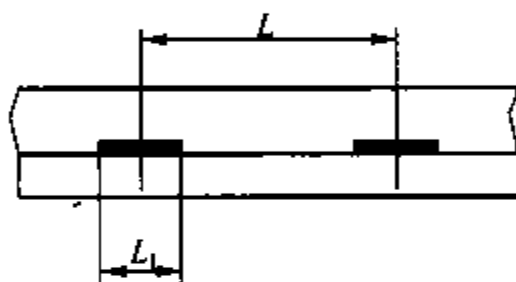


图 18

### 3 安全要求

#### 3.1 配管安全要求:

- 3.1.1 如在高处配管,要准备好脚手架、防护网及防护人员的安全带等安全物品。
- 3.1.2 严禁用配管的管路、泵、阀及管路附件作脚手架和攀登物。
- 3.1.3 尽量避免上、下两层作业,如必须进行,要联系好、戴安全帽、两层中间放置可靠的隔离物,以防工具等物坠落伤人。
- 3.1.4 使用弯管机、切割机等机床工具时,要按使用要求进行,严禁违章作业。

#### 3.2 焊接安全要求:

- 3.2.1 严格按焊接安全操作规程的有关规定进行施工。
- 3.2.2 严禁用管路(特别是装有易燃介质的管路)作为地线。
- 3.2.3 为防止弧光伤害,除焊工戴好防护用具外,对周围的人要设遮光装置。
- 3.2.4 与焊工配合的其他操作者,在施工时应戴好防护眼镜。
- 3.2.5 焊接镀锌钢管或钢板时,可能引起氧化锌中毒。除戴防毒口罩外,作业场所应注意通风排气。
- 3.2.6 因火花可能造成火灾或爆炸危险时,采取防止火花落下措施或请专人看守,准备好消防器材。

#### 3.3 试压安全要求:

- 3.3.1 试压现场应有明显的标志,严禁非工作人员进入试压区域内,试压件四周应设置防护板。泵和操作人员应距防护板 5~10m。
- 3.3.2 试压要有专人指挥,专人操作。
- 3.3.3 试压时要逐级增压(5MPa 为一级),每级持续 2~3min,严禁超压。达到试验压力后,保压时间按 1.19 的规定。
- 3.3.4 管路应设放气阀,充液体的管路内气体应排尽,泵和管路末端各装一块压力表(刻度极限值应大于试验压力的 1.5 倍)。
- 3.3.5 试压时,如发现有异常现象应立即停止试验,查明原因并及时处理。
- 3.3.6 试压前仔细检查预制件螺纹紧固及支架的牢固性,防止试压时由于支架不稳造成不良后果。
- 3.3.7 试压过程中,不准敲击振动及焊补焊缝。
- 3.3.8 试压过程中,如发现有泄漏处要先卸压,确认无压力后再进行处理。

#### 附录 A(规范性附录) 管夹装配位置及装配方法

A.1 本附录适用于管子外径不大于 25mm 配管用管夹的装配。

A.2 连续直线配管没有接头的场合:

A.2.1 水平配管时,间隔应小于 1500mm,见图 A.1。

A.2.2 垂直配管时,间隔应小于 2000mm,见图 A.2。

A.3 连续直线配管有管接头的场合:

A.3.1 水平配管时:

- 接头间隔为 600~1500mm 时,按图 A.3 装配;
- 接头间隔为 300~600mm 时,按图 A.4 装配;
- 接头间隔不大于 300mm 时,按图 A.5 装配;

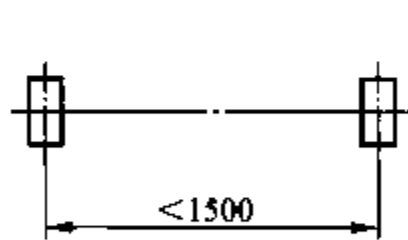


图 A.1

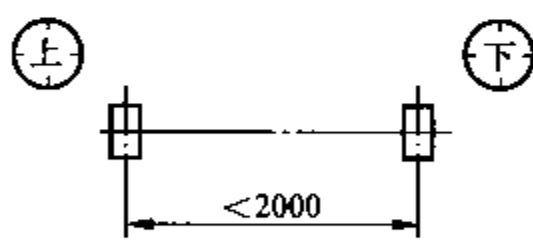


图 A.2

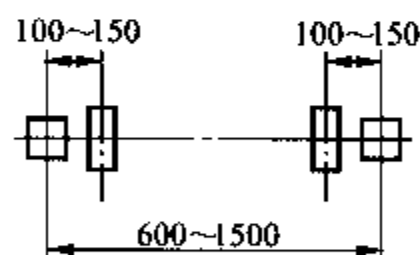


图 A.3

A.3.2 垂直配管时:

- 接头间隔为 600~2000mm 时,按图 A.6 装配;
- 接头间隔为 300~600mm 时,按图 A.4 装配;
- 接头间隔不大于 300mm 时,按图 A.5 装配;

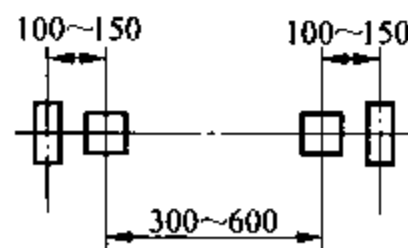


图 A.4

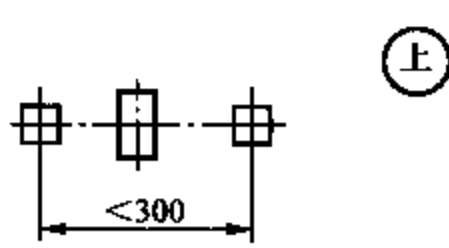


图 A.5

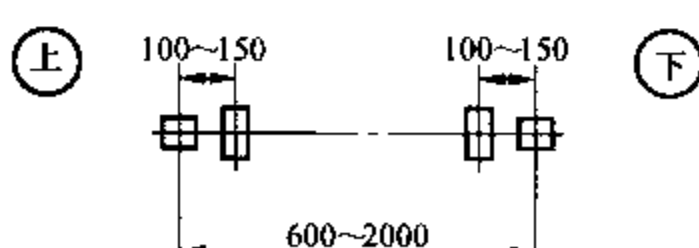


图 A.6

A.4 不是直线配管的场合：

A.4.1 当  $L_1$  不大于 300mm, 且  $L_2$  不大于 350mm 时, 按图 A.7 装配; 当  $L_1$  大于 300mm, 且  $L_2$  大于 350mm 时, 按图 A.8 装配。

A.4.2 其他情况的配管按图 A.9 和图 A.10 装配管夹。

A.5 运转时(包括试运转), 管子的振动振幅大于 1mm 时, 应在其发生最大振幅附近装配管夹。

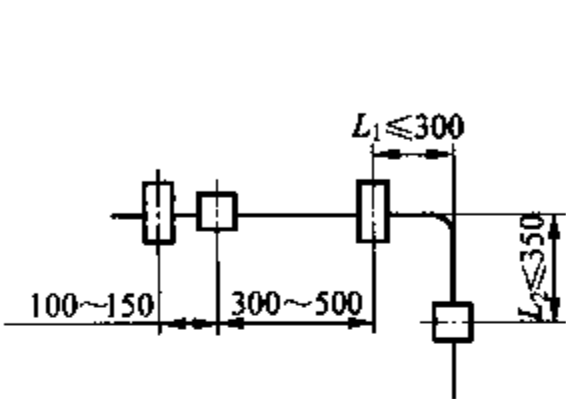


图 A.7

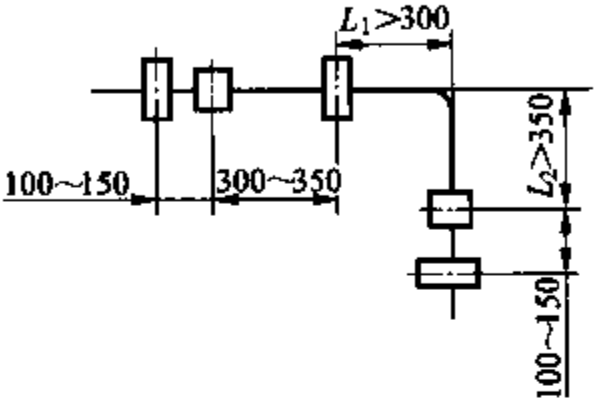


图 A.8

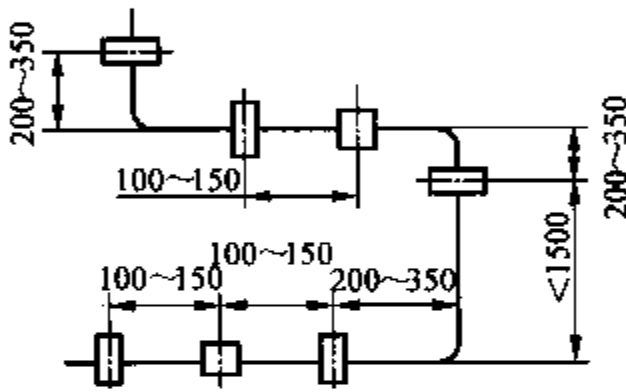


图 A.9

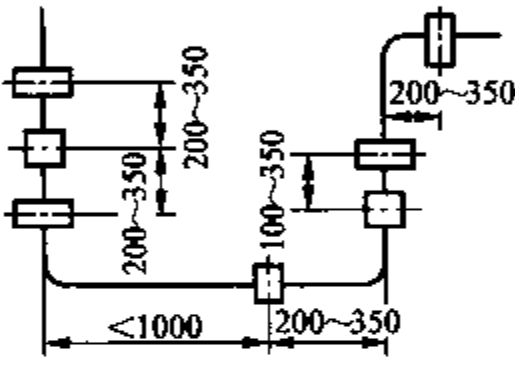


图 A.10

附录 B(资料性附录) 配管预制品图

B.1 绘制配管预制品图, 有利于缩短配管工作时间, 有利于改善产品装配、配管的作业环境, 也是采用数控弯管机的前提条件。

配管预制品图主要适用于重复生产产品, 适用于产品配管预制过程中测量、记载、记录配管走向和尺寸。重复生产产品的配管预制品图, 要根据首台配管的记录和经验绘制。

B.2 配管预制品图的投影法选用正等轴测图, 正等轴测图的坐标及画法见图 B.1, 图 B.2 图形绘制列表说明见表 B.1。

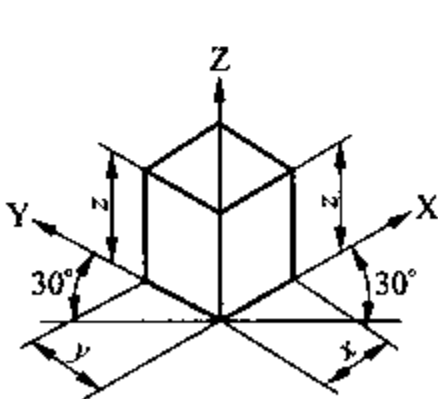


图 B.1

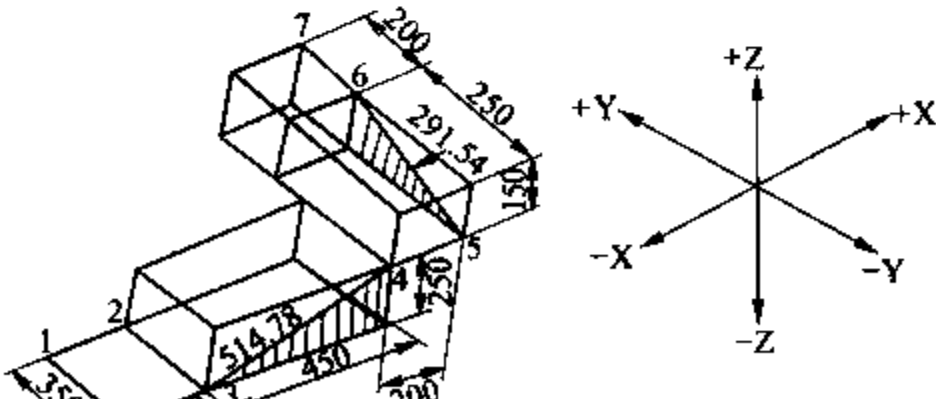


图 B.2

B.3 管路零、部件的表示符号:在配管预制品图中,管路各种零部件的表示符号按表 B.2 图形符号、表 B.3 管夹的表示符号和表 B.4 其他管路零部件的表示符号规定。

B.4 配管预制品图的画法举例及说明:

图 B.3 是连铸机中扇形段 4 段和 7 段部分配管预制品图。

表 B.1

线段	坐标方位	坐标上的尺寸	线段实际长度	线段	坐标方位	坐标上的尺寸	线段实际长度
1-2	+X	205	250	4-5	+X	200	200
2-3	-Y	350	350	5-6	+Y	250	291.54
3-4	+X	450	514.78	6-7	+Z	150	
	+Z	250			+Y	200	200

表 B.2

名称	图形符号(可采用其中任一种符号)		名称	图形符号(可采用其中任一种符号)	
弯头			管帽		
三通			管接头		

表 B.3

名称	管夹符号	图形符号	名称	管夹符号	图形符号
水平压着的管夹			带有橡胶垫的管夹或塑料管夹		
垂直压着的管夹					

表 B.4

名称	图形符号(可采用其中任一种符号)		名称	图形符号(可采用其中任一种符号)	
法兰盘			液压缸		
截止阀					

图 B.3 配管预制品图可分为三条主管路(1)、(2)、(3),以法兰盘、截止阀和三通为分离点,又可分为若干小段。例如 H47-2-A(其中“H”表示扇形段。47 表示 4 段和 7 段,2 表示第二条主管路,A 表示第一小段)。

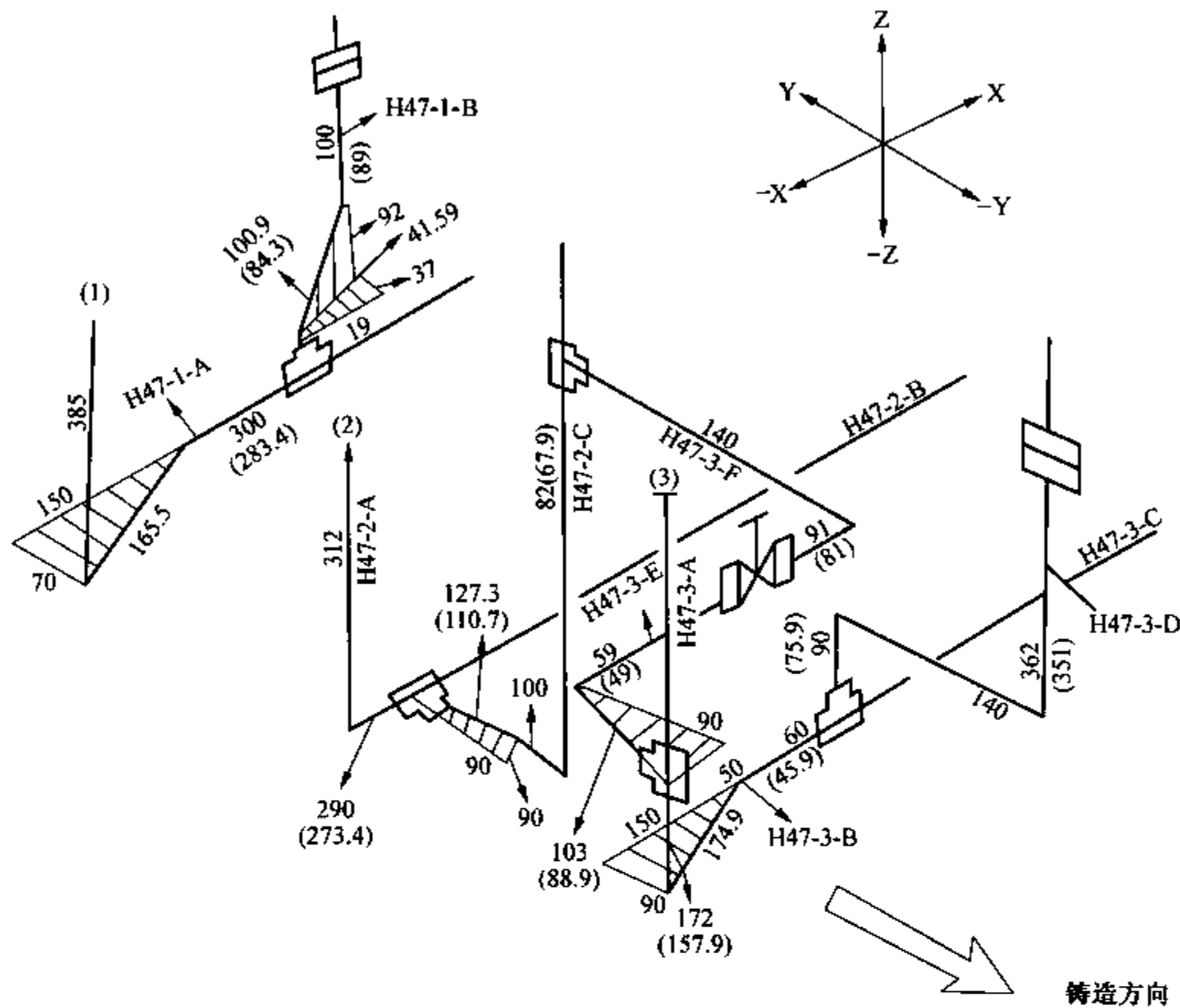


图 B.3

说明 1:主管路(1)中几段尺寸的计算和标注:

a) H47-1-A 中,接近三通的一段管子设计尺寸为 300mm,查《锻钢制承插焊管件》(GB/T 14383)三通中心到管子插入部端面为 16mm,考虑到焊接时的热膨胀影响,管子端面与三通结合面留有间隙 0.5~1.0mm,现取 0.6mm,则管子实际长度为 283.4mm,计算得:  $300 - 16 - 0.6 = 283.4\text{mm}$ 。

b) H47-1-B 管子与三通插入焊设计尺寸为 100.9mm,管子实际长度 84.3mm,由计算得  $\sqrt{19^2 + 37^2} = 41.59\text{mm}$ ,  $\sqrt{41.59^2 + 92^2} - 16 - 0.6 = 84.3\text{mm}$ 。

说明 2:主管路(2)中几段尺寸的计算和标注:

a) H47-2-A 中,接近三通的一段管子,设计尺寸为 290mm,管子实际长度由计算得:  $290 - 16 - 0.6 = 273.4\text{mm}$ 。

b) H47-2-C 中,接近三通的一段管子,设计尺寸为 127.3mm,管子实际长度由计算得:  $\sqrt{90^2 + 90^2} - 16 - 0.6 = 110.7\text{mm}$ 。

说明 3:主管路(3)中几段尺寸的计算和标注:

a) H47-3-D 中,接近法兰盘的一段管子是插入焊,设计尺寸为 362mm,管子实际尺寸由法兰盘中心减去 11mm,计算得:  $362 - 11 = 351\text{mm}$ 。

b) 47-3-E 中,接近截止阀的一段管子是插入焊,设计尺寸为 59mm,管子实际尺寸由截止阀中心减去 10mm,计算得:  $59 - 10 = 49\text{mm}$ 。

本标准规定了重型机械产品及其零部件的涂装技术要求及检测要求。

本标准主要适用于钢铁产品的表面涂装。凡合同文件无特殊要求的,其产品表面的涂装均应符合本标准的规定。

1 技术要求

1.1 涂装前的表面处理

所有用于设备制造的钢铁原材料,涂漆前均需进行表面除锈处理。

所有需要进行涂装的钢铁原材料或制件表面,在涂漆前必须将铁锈、氧化皮、油脂、灰尘、泥土、盐和污物等清除干净。

1.1.1 除锈前,应先用有机溶剂、碱液、乳化剂、蒸汽等除去钢铁表面的油脂、污垢。

1.1.2 钢铁表面除锈方法、除锈等级及适用范围见表 1。表 1 中 Sa 及 St 各等级的除锈要求及评定方法按《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》(GB/T 8923)的规定。

酸洗除锈方法及处理要求详见附录 A。

1.1.3 焊接件在组装焊接后需要进行热处理的,应将除锈工序放在热处理之后进行。

表 1 除锈方法、除锈等级及适用范围

除锈方法	除锈等级	适 用 范 围
	GB/T 8923	
喷射或 抛射除锈	Sa2	辅助部件或辅助设备及用于轻度腐蚀性环境中的钢铁制件表面; 与混凝土接触或埋入其中的钢铁制件表面
	Sa2½	主要部件或主要设备及用于腐蚀性较强的环境中的钢铁制件表面; 长期在潮湿、潮热、盐雾等环境下作业的钢铁制件表面; 与高温接触并且需要涂耐热漆的钢铁制作表面
	Sa3	与液体介质或腐蚀性介质接触的表面,如油箱、减速机箱、水箱等内表面
手工或动力 工具除锈	St2	与高温接触但不需要涂耐热漆的钢铁制件
	St3	受设备限制,无法进行喷丸除锈的特大钢铁构件; 钢铁构件形状特殊无法进行喷丸除锈的部位
酸洗除锈		设备上的各类钢制管道;不能喷丸的薄板件(壁厚小于 5mm); 结构复杂的中、小型零件

1.1.4 喷(抛)丸除锈用的磨料可采用铸铁(钢)丸粒、钢丝段、铜矿渣等,所用弹丸应带有棱角。铸、锻件用的钢铁弹丸直径不得大于 2mm;钢板及型钢用的钢铁弹丸直径为 0.6~1.2mm;喷砂用的石英砂、铜矿渣直径不得大于 2.5mm。处理后的表面粗糙度不得大于 100μm。

1.1.5 经喷丸或手工除锈、动力工具除锈后的待涂表面,应立即涂底漆,其间隔时间不得大于 6h(空气相对湿度大于 70%的环境区域,其间隔时间不得大于 4h)。酸洗除锈后经过磷化处理的待涂表面,涂底漆的间隔时间不得小于 48h(在北方冬季寒冷的气候环境下,其间隔时间不得小于 72h),涂漆前表面不得出现返锈和污染现象。

1.1.6 用于制造机器构件的钢铁板材及型材,厚度大于 5mm 的,应预先进行喷(抛)丸除锈,除锈质量等级应达到 Sa2½级;厚度小于 5mm 的,可进行化学处理(酸洗、冲洗、中和、钝化或磷化



等),其除锈质量等级应达到附录 A 的有关规定,并在规定的时间范围内涂保养底漆(车间底漆)。预处理时的漆膜厚度及涂料选择推荐如下:

- a) 推荐漆膜(干膜)厚度:15~25μm。
- b) 推荐涂料品种:无机硅酸锌(车间)底漆、环氧底漆、环氧富锌底漆、磷酸锌底漆、铁红环氧脂底漆等。
- c) 所用的底漆必须是产品配套漆系中的品种或与配套漆系中的底漆相适应的漆种。

1.2 机器产品的防腐蚀涂层设计

1.2.1 机器产品的环境腐蚀类别见表 2。常用涂料推荐品种见表 3。推荐面漆颜色见表 4。涂层耐久性与预期防腐年限及涂层厚度的对应关系见附录 B。

表 2 机器产品的环境腐蚀类别

类别	典型环境	类别	典型环境
C1	空气洁净、有保温设施的建筑物内部(室内)	C4	工业及沿海区域、化工厂
C2	边远地区,低污染区域	C5I	高湿度的工业区域及严酷环境
C3	城市及工业环境,二氧化硫含量、湿度为中等程度的生产区域	C5M	高盐度的海洋、近海、港湾、沿海区域

注:本表中的类别及典型环境的划分符合 ISO 12944 的相关规定。

表 3 常用涂料推荐品种

类别	推荐品种	厚度要求
底漆	铁红醇酸底漆、铁红环氧脂底漆、硅酸锌防锈漆、磷酸锌底漆、环氧富锌底漆等	各种涂料的涂层厚度(干膜),根据涂料配套漆系确定
中间漆	环氧云母氧化铁漆,环氧中间漆、磷酸锌底漆等	
面漆	醇酸磁漆、氯化橡胶面漆、聚氨酯面漆、丙烯酸磁漆、醇酸铝粉漆、环氧面漆等	
耐油漆	过氯乙烯油箱漆、环氧耐油漆、聚氨酯耐油漆、硝基内用磁漆(底、面漆应配套,且涂层不宜太厚)等	
耐高温漆	无机硅酸锌底漆、有机硅耐热漆、醇酸铝粉漆、各色硼钡漆等	
耐潮湿漆	氯化橡胶漆、焦油环氧沥青防锈漆等	

1.2.2 产品设计工程师应根据表 2 确定机器产品的环境腐蚀类别,根据表 4 选择产品的主体面漆颜色,并将所确定的内容在产品图样或技术文件中予以注明。如:“产品使用环境类别为 C3,面漆颜色为 59 橘黄(YR 04)”。

1.2.3 产品防腐蚀工程师应根据产品设计工程师对产品环境腐蚀类别、主体面漆颜色的要求,参考附录 B 及表 3 的有关规定,进行产品的防腐蚀设计。该设计包括:

- a) 确定涂料配套漆系(涂料品种、涂层厚度);
- b) 确定产品主体及各部位、各系统颜色;
- c) 编制“产品涂装工艺说明”。

1.2.4 所选定的涂料配套漆系中的所有涂料,原则上应是同一厂家或同一品牌的产品。

1.3 机器产品特殊部位的涂装要求

1.3.1 铆接件相互接触的表面,在连接前必须涂以厚度为 30~40μm 的底漆。所用涂料品种应是涂料配套漆系中的漆种。搭接边缘应用油漆、腻子或粘合剂封闭。在加工或焊接过程中损坏的漆面,应重新进行表面处理和涂装。

1.3.2 不封闭的箱形梁、箱形结构的内表面,各类安全罩的内表面等,无特殊要求时,一般须涂 60~80μm 厚的底漆;封闭的箱形梁、箱形结构的内表面不涂漆。

1.3.3 装配后不能靠近、无法涂装的部位,应在装配前完成涂漆。

1.3.4 有涂漆要求的有色金属表面,应根据不同情况,选用相适应的底漆、面漆。如锌表面应选用磷化底漆或磷酸锌底漆等。面漆(或中间漆)要与底漆配套。

1.3.5 钢制容器内部的涂装(无人孔的除外),应根据容器内工作介质的性质选择油漆或涂硬膜防锈油。不锈钢容器不涂漆。

1.3.6 工矿车辆、冶金车辆的碰头车钩以及转向架中的铸造侧架、铸造摇枕、车轮、轮轴等,如无特殊要求,应涂清油或清漆,涂层厚度不低于  $30\mu\text{m}$ 。

1.3.7 高强度螺栓联接件结合面,应根据摩擦系数的不同或按图样要求,在喷砂后涂高固体分、高锌粉含量(80%)的无机富锌底漆(如 Interzinc22 \* 底漆),厚度为  $60\mu\text{m}$ 。或者涂刷两层过氯乙烯可剥清漆(两层之间贴一层纱布)加以保护,联接前再将可剥清漆剥除。必要时,表面还应使用薄铁皮加以覆盖。

1.3.8 属下列情况之一的,不进行涂装。

- a) 产品或部件与混凝土接触或埋入混凝土中的部位、紧贴耐火材料的部位;
- b) 机械加工的配合面、工作面、摩擦面;
- c) 配管的各種閥、泵及法兰表面;
- d) 不锈钢制件表面;
- e) 钢丝绳、地脚螺栓及其底板;
- f) 电镀表面、无特殊要求的有色金属表面;
- g) 非金属制件表面;
- h) 电机等外购机电配套件表面。

#### 1.4 涂漆颜色要求

1.4.1 机器产品的面漆颜色应符合合同要求。合同中无规定的,按表 4 的推荐选取颜色。

表 4 机器产品的推荐面漆颜色

产品类型	推荐面漆颜色	产品类型	推荐面漆颜色
热轧设备	30 淡绿(G02)、24 湖绿(BG02)、28 苹果绿(G01)、32 中绿(G04)、31 艳绿(G03)	矿山设备	28 苹果绿(G01)、40 豆绿(GY01)、48 淡黄(Y06)、60 橘红(R05)、黑色
冷轧设备	24 湖绿(BG02)、28 苹果绿(G01)、40 豆绿(GY01)、10 天(酞)蓝(PB09)	焦炉机械、煤气设备	72 中灰(B02)、28 苹果绿(G01)、38 纺绿(GY02)、淡海(铁)蓝(B11)
装卸机械	59 橘黄(YR04)、60 橘红(R05)、72 中灰(B02)、57 棕(YR05)	工矿车辆	59 橘黄(YR04)、60 橘红(R05)、32 中灰(B02)、黑色
连铸设备	28 苹果绿(G01)、38 纺绿(GY02)、银白、30 淡绿(G02)	冶金车辆	黑色
冶金机械	28 苹果绿(G01)、73 淡灰(B03)、黑色	破碎机械	73 淡灰(B03)
锻压机械	28 苹果绿(G01)、30 淡绿(G02)、24 湖绿(BG02)、32 中绿(G04)、6 海蓝(PB05)	造矿烧结设备	38 纺绿(GY02)
		人造板设备	24 湖绿(BG02)
		橡胶设备	24 湖绿(BG02)
		水泥设备	73 淡灰(B03)

1.4.2 除用户有特殊要求外,“产品涂装工艺说明”中提到的油漆颜色,均应符合 GSB 05-1426 中标示的颜色。

1.4.3 机器产品的特殊部位按表 5 的规定选择面漆颜色。

表 5 机器产品特殊部位的推荐面漆颜色

产品特殊部位名称	面漆颜色	产品特殊部位名称	面漆颜色
油箱、减速机内壁及其内部零件的涂漆表面	奶油色(Y03)	盖板、走台板、铺板、楼梯板	与主机同色或绿色(GY02)
栏杆、扶手	黄色(Y06、Y07、Y08)	机械停止按钮、制动及停车装置的操纵手柄;机器转动部件的裸露部分,如飞轮、齿轮、带轮等的轮辐部分;指示器上各种表头的极限位置的刻度	大红色(R03)
操纵室的顶棚及内壁	半光浅色漆		
操纵室地板	铁红色(R01)		

注:表中有关大红色的使用规定符合《安全色》(GB 2893)的相关规定。

1.4.4 有暂时或永久性危险的机械部位或装置,应涂以宽度约 100mm、与水平面成 45°斜角、颜色为黄、黑相间的“虎皮”状警示条纹。同一条棱线两侧的条纹倾斜方向应相反。如果表面面积较小,条纹宽度可以适当缩小,但黄条纹与黑条纹每种不得少于 2 条。

前述有暂时或永久性危险的机械部位或装置包括:各种机械在工作或移动时容易产生碰撞的部位,如移动式起重机的外伸腿、起重机的吊钩滑轮侧板、起重臂的顶端、四轮配重;平顶拖车的排障器及侧面栏杆;门式起重机门架下端;剪板机的压紧装置;冲床的滑块等。

1.4.5 机器产品配管的面漆颜色应与机器的面漆颜色相同。距机器 1m 以外的配管颜色,应符合表 6 关于基本识别色的规定。

表 6 8 种基本识别色及其色标

输送介质种类	基本识别色	色标(GSB 05-1426)	输送介质种类	基本识别色	色标(GSB 05-1426)
水	艳绿	G03	酸或碱	紫	P02
水蒸气	大红	R03	可燃液体	棕	YR05
空气	淡灰	B03	其他液体	黑	—
气体	中黄	Y07	氧	淡蓝	PB06

注:本表符合《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》(GB/T 7231)的相关规定。

1.5 涂装施工要求

1.5.1 环境要求。

1.5.1.1 一般情况下,涂装施工环境温度不得低于 5℃,相对湿度应不大于 85%。对北方地区的冬季施工,应尽量选用适合低温下施工和固化的油漆。

1.5.1.2 雨、雪、雾天气及风力超过 4 级时,禁止在室外施工。待涂装表面有结霜、结露的,不许施工。

1.5.1.3 涂装及固化过程中,涂装件表面温度不得超过 60℃。禁止漆膜在烈日下暴晒。

1.5.1.4 施工区域必须保持空气流通。涂装及固化过程中应无粉尘及其他异物飞扬。

1.5.2 施工要求。

1.5.2.1 涂装时,应严格遵守各种涂料对温度、湿度等的要求,遵守重涂间隔时间及调配方法的有关规定。

1.5.2.2 施工前,如发现涂料出现胶化、结块等异常现象,应停止调配和施工。

1.5.2.3 涂装施工过程中,应注意各种施工方法对漆膜的影响。要尽量保证漆膜的均匀,不可

漏涂。对于边、角、夹缝、螺钉头、铆接缝、焊缝等部位要先涂刷,然后再大面积涂装。

1.5.2.4 对焊后或装配后无法涂漆的构件部件,应在焊前或组装前涂漆。

1.5.2.5 两种不同颜色的涂层交界处,其界面必须明显、整齐。

1.5.2.6 需经常拆装的零件,其相互连接处的油漆面必须平整。缝线应明显,不得出现漆膜崩落、界线不分或漆成一片等现象。

1.5.2.7 喷涂施工时,应对产品不需涂装的部位进行遮盖,防止误涂。

1.5.2.8 机器产品表面是否需要刮腻子,应在图样或技术文件中注明。刮腻子时,应先涂底漆,底漆干燥后再进行刮腻子操作。刮腻子一般进行 1~2 次,每次厚度约为 0.5~1mm,局部最大总厚度不得超过 5mm。腻子干燥后须对表面进行打磨,打磨后的腻子表面应平整、光滑、牢固、无裂纹。

1.5.2.9 机器产品的最后一遍面漆一般应在总装试车完成后再进行涂装。

1.5.2.10 对安装过程中损坏的漆膜应进行修补。修补前应对表面进行清理。修补部分对周围涂层的覆盖宽度应不少于 50mm(损坏面积较小时,修补的面积应比损坏的面积大 1 倍以上)。修补应符合相关工艺或标准的规定。补漆部位的颜色、涂层厚度应与周围的颜色、涂层厚度一致。

1.5.3 涂装安全及通风要求。

涂装预处理的施工安全及通风要求按《涂装作业安全规程 涂漆前处理工艺安全及其通风净化》(GB 7692)的有关规定执行。

涂装施工中的安全及通风要求按《涂装作业安全规程 涂漆工艺安全及其通风净化》(GB 6514)的有关规定执行。

## 2 涂装质量控制与检测

2.1 涂料质量的检测按涂料说明书规定的方法进行。

a) 涂料说明书中规定的检测方法,必须符合相关国家标准的规定。

b) 对于配套漆系中的涂料,若其说明书中无检测项目或指标,而使用厂防腐蚀工程师认为确有必要了解的,则涂料供应商应无条件提供由国家质量技术监督部门出具的该项目或指标的检测报告。

2.2 涂料供应商在向使用厂提供涂料时,必须附带本批次涂料的产品合格证和检测报告,否则涂料使用厂有权拒收。

2.3 使用涂料的企业的质量管理部门,对涂料供应商提供的涂料产品质量负有日常监督职责。

2.4 涂料的调配应严格按照说明书的规定和要求进行。

2.5 施工时,应经常用湿膜测厚仪测定漆膜厚度,以便更准确地控制干膜厚度。

2.6 漆膜的干膜厚度检测,应在涂料说明书规定的干燥时间以外进行。

2.7 漆膜外观应满足以下要求:底漆、中层漆、面漆漆膜不允许有针孔、气泡、裂纹、咬底、渗色、漏涂、流挂、局部剥落等缺陷;面漆表面应平整均匀、漆膜丰满、色泽一致。检查方法经协商可采用肉眼或用 5 倍放大镜观察。

2.8 涂层厚度的检测应在每一涂层干燥后进行。全部涂层涂装完毕后,再检测总厚度。检测方法是:用电磁式膜厚仪检测,每 10m<sup>2</sup>(漆膜面积不足 10m<sup>2</sup> 的按 10m<sup>2</sup> 计)作为一处,管路等细长体每 3~4m 长作为一处,每处测 3~5 点。每处所测各点厚度的平均值,不得低于规定涂层

总厚度的 90%,且不高 于 120%。每处所测各点厚度中的最小值不应小于规定涂层总厚度的 70%。

### 3 涂层脱离底材的抗性评定

涂层脱离底材的抗性评定按以下方法进行:选六块规格为 200mm×200mm 的试板,经表面处理后,涂上与产品相同的涂层漆系。抗性评定在漆膜实干后进行(根据用户要求,可分层逐次评定或最终一次性评定),最终的评定经协商可采用画叉法或划格法进行。

画叉法:用锋利的刀片或保险刀片在试板表面划一个夹角为 60°的叉,刀痕要划至钢板,然后贴上宽度为 25mm 的专业压敏胶带,使胶带紧贴漆膜,然后用手迅速扯起,刀痕两边涂层被揭下的总宽度若不超过 2mm 即为合格。

划格法:按《色漆和清漆 漆膜的划格试验》(GB/T 9286)的相关规定进行评定。其评定结果应不低于附录 C 中的 2 级要求。

## 附录 A(规范性附录) 酸洗

### A.1 适用范围及质量要求

A.1.1 本附录符合《涂装前钢材表面预处理规范》(SY/T 0407)的相关规定,适用于钢材表面的酸洗处理。

A.1.2 可用化学和电解两种方法做酸洗处理。酸洗后钢材表面应没有肉眼可见的氧化皮、锈和旧涂层。

A.1.3 钢材表面的腐蚀程度应适合规定的涂装要求。

A.1.4 允许酸洗后的钢材表面的颜色在均匀性上受钢材的钢号、原始锈蚀程度、外形、轧制或加工痕迹以及腐蚀方式的影响。

### A.2 酸洗前的表面处理

A.2.1 按照 SY/T 0407 中规定的方法,除掉钢材表面上绝大部分油、油脂、润滑剂和其他污物(不包括氧化皮、氧化物和锈)。

A.2.2 宜用工具除锈方法或喷(射)除锈方法(只要求达到 Sa1 级),除掉表面上大部分氧化皮、锈和旧涂层,以缩短酸洗除锈的时间。

### A.3 酸洗方法及要求

A.3.1 将钢材表面浸入常温下的硫酸、盐酸或磷酸溶液中,酸洗液中应加入足量缓蚀剂,以减少对基层金属的腐蚀,直到所有的氧化皮和锈全部除掉后,用淡水充分冲洗,再做钝化处理。

A.3.2 将钢材表面浸入 60℃ 以上、浓度为 5%~10%(按质量计)的硫酸溶液中,酸洗液中应加入足量缓蚀剂,直至所有的氧化皮和锈全部除掉后再用淡水充分冲洗,最后将钢材表面放在 80℃ 左右、含 0.3%~0.5%磷酸铁、浓度为 1%~2%(按质量计)的磷酸溶液中浸泡 1~5min。

A.3.3 将钢材表面浸入 75~80℃、体积分数为 5%的硫酸溶液中,酸洗液中应加入足量缓蚀剂,直至所有的氧化皮和锈全部除掉后再用 75~80℃ 的热水冲洗 2min,最后用 85℃ 以上的钝

化液浸泡 2min 以上。钝化液中应含有 0.75% 的重铬酸钠或 0.5% 左右的正磷酸。

A.3.4 将钢材放置在酸或碱电解槽中电解。电解中若工件作为阴极,应作适当处理以防止或减少氢脆现象的发生。如果在碱溶液中进行电解,电解后需用热水充分冲洗,接着在稀磷酸或稀重铬酸盐的溶液中浸泡,直至残留在表面上的碱迹全部清除为止。

A.3.5 酸洗处理应满足下列要求:

- a) 硫酸槽中所溶铁的含量不应超过 6%,盐酸槽中所溶铁的含量不应超过 10%。
- b) 必须用纯净的淡水或蒸馏水作溶液或冲洗液。在冲洗过程中,必须连续不断地向冲洗槽中注入清水,使每升水中携带的酸及可溶盐的总量不超过 2g。
- c) 从酸洗槽中取出的钢材应在该槽上方短时悬挂,沥净大部分酸洗液。
- d) 酸洗后必须除掉有害的酸洗残渣、未发生反应的酸或碱、金属沉积物和其他有害污物。
- e) 不应将酸洗后的钢材垒起来使表面互相接触,应在表面完全干燥后再重叠。
- f) 必须在可见锈出现之前进行涂装。

A.4 安全措施

A.4.1 应设置足够的通风设施,以保证工作人员的身体健康并应限制氢气的浓度,使其在爆炸的极限范围以下。

A.4.2 操作人员应戴护目镜。

A.4.3 工作人员必须穿戴橡皮围裙、橡皮靴子、橡胶手套。

A.4.4 酸洗和电解过程中所产生的废液的排放,应按国家现行的有关标准执行。

A.4.5 酸洗和电解过程所使用的化学药品的搬运和储存应符合国家现行的有关规定。

A.4.6 必须将浓酸缓慢地倒入水或稀酸中,而且应边倒边搅动。

附录 B(资料性附录) 涂层耐久性

涂层耐久性与预期防腐年限及涂层厚度的对应关系符合 ISO 12944 的相关规定。

B.1 涂层耐久性与预期防腐年限的对应关系见表 B.1。

表 B.1 涂层耐久性与预期防腐年限的对应关系

类别	预期防腐年限	类别	预期防腐年限
高耐久性	预期防腐年限为 15 年以上	低耐久性	预期防腐年限为 5 年以下
中耐久性	预期防腐年限为 5~15 年		

B.2 涂层厚度与预期防腐年限的对应关系见表 B.2。

表 B.2 涂层厚度与预期防腐年限的对应关系

环境类别	厚度范围,μm	预期防腐年限	环境类别	厚度范围,μm	预期防腐年限
C2	80	低(2~5 年)	C4	160~200	低(2~5 年)
	80~120	中(5~15 年)		200~240	中(5~15 年)
	160~200	高(>15 年)		240~320	高(>15 年)
C3	120~160	低(2~5 年)	C5I C5M	200	低(2~5 年)
	160~200	中(5~15 年)		240~280	中(5~15 年)
	200~240	高(>15 年)		280~400	高(>15 年)

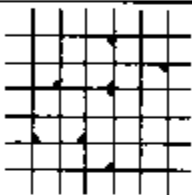
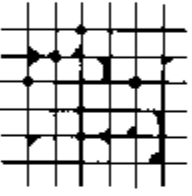

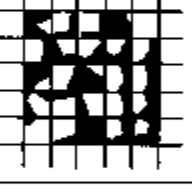
注:因 C1 为空气洁净的室内环境,所以在本表中未列出其涂层厚度与预期防腐年限的对应关系。

预期防腐年限的选择应符合合同的规定。合同无规定的,按低档年限(2~5 年)进行涂层设计。

附录 C(规范性附录) 漆膜划格试验结果分级

漆膜的划格试验结果分级符合 GB/T 9286 的相关规定。漆膜的划格试验结果分级见表 C.1。

表 C.1 试验结果分级

分级	说 明	发生脱落的十字交叉 切割区的表面外观
0	切割边缘完全平滑,无一格脱落	
1	在切口交叉处有少许涂层脱落,但交叉切割面积受影响不能明显大于 5%	
2	在切口交叉处和/或沿切口边缘有涂层脱落,受影响的交叉切割面积明显大于 5%,但不能明显大于 15%	
3	涂层沿切割边缘部分或全部以大碎片脱落,和/或在格子不同部位上部分或全部剥落,受影响的交叉切割面积明显大于 15%,但不能明显大于 35%	
4	涂层沿切割边缘大碎片脱落,和/或一些方格部分或全部出现脱落。受影响的交叉切割面积明显大于 35%,但不能明显大于 65%	
5	剥落的程度超过 4 级	

本标准规定了重型机械产品的运输包装方式、技术要求和试验方法等。

本标准适用于重型机械产品的运输包装。

## **1 包装类别**

**1.1 1类包装:**用衬有防水材料的木板箱包装,货物装在铝箔或等效的铝箔袋中并放入相应的干燥剂;保证期为24个月。木板箱按《框架木箱》(GB/T 7284)、《滑木箱》(GB/T 18925)或《普通木箱》(GB/T 12464)之有关规定。

适宜货物:易生锈的机器设备和电气材料,装配管子等。

**1.2 2类包装:**在1类包装的基础上,再加一层木板箱,箱与箱之间使用按货物易损程度选定的缓冲垫层材料(要标注加速度值),为悬浮式包装。

适宜货物:极易损坏的电气和控制材料等。

**1.3 3类包装:**在1类包装的基础上再装入0.2mm厚的聚乙烯袋中(或者等效的铝箔);保证期为24个月。

适宜货物:易生锈的机器设备和电气材料,装配管子等。

**1.4 4类包装:**用衬有防水材料的木板箱包装,但不带铝箔和聚乙烯袋装,箱子上加通风罩。

适宜货物:耐冲击,抗腐蚀的零部件(简单的机械结构件、螺栓、管道等)。

**1.5 5类包装:**花格箱,按 GB/T 7284、GB/T 18925 或 GB/T 12464 之有关规定。

适宜货物:抗腐蚀并对一般的运输性机械损伤也不敏感的部件,各种类型的容器等。

**1.6 6类包装:**捆装。

适宜货物:按长度计算的钢管(未酸洗)和不锈钢管,不要求为防止一般性机械损伤采取保护措施,而只是作为发货单元放在一起的结构件、支架等。

**1.7 7类包装:**敞装(托盘结构)。

适宜货物:不易损坏、抗锈蚀或尺寸超出通常的装载截面的机器部件。

**1.8 8类包装:**局部包装。

适宜货物:单件质量超过30t及尺寸超出通常的装载截面的部件。这些部件对锈蚀及运输中的机械损伤均不敏感。只将其机加工面用板条围起来。

**1.9 9类包装:**危险品包装。

适宜货物:各种运输途径(海运、陆运、铁路运输和空运)所规定的危险品。

**1.10 10类包装:**裸装。

适宜货物:运输过程中无需特别保护的部件。

**1.11 11类包装:**运输包装(不保证库存防锈期)。

适宜货物:只需考虑装卸、运输过程中的保护而不需考虑储存的部件。要对这些部件采取必要的运输保护,如:使用挂车须用的支座及吊装用的吊具和护具等保护措施,使其不因气候影响和运输过程中的机械作用而受损害。

**1.12 12类包装:**集装箱包装。装在运输船底部,货物应用铝箔密封并放入适量干燥剂,确保耐用6个月。



适宜货物：易生锈的机器设备和电气材料，装配管子等。

1.13 13 类包装：拖船包装。

适宜货物：用可以直接存放货物的载重设备运输的部件。要对这些部件采取必要的适合拖船装卸、运输的保护措施。

1.14 常见包装型式的结构示例及适用范围见附录 A。

2 包装材料

2.1 木材

2.1.1 种类。框架木箱主要受力构件用材以落叶松、松木、冷杉、云杉、槭木、榆木为主，也可使用其强度与之相同或更大的木材，其他构件用材应在保证箱强度的前提下选用适当材料。

2.1.2 含水率。木材的含水率一般不大于 20%，但滑木、辅助滑木、花格箱等用的木材含水率可在 24% 以下。

2.1.3 缺陷。木材的允许缺陷限度按 GB/T 13384 的规定。但出口包装不能有树皮、腐朽、虫眼等缺陷。

2.1.4 尺寸偏差。木构件的宽度与厚度尺寸偏差按表 1 的规定。

表 1 木构件的宽度与厚度尺寸偏差 mm

尺寸范围	偏差	尺寸范围	偏差	尺寸范围	偏差
≤20	-1~+2	>20~100	±2	>100	±3

2.1.5 木材的许用强度。木箱用木材的许用强度应不低于表 2 的规定。

表 2 木材的许用强度 MPa

抗弯强度 $f_b$	(顺纹)抗压强度 $f_c$	(顺纹)抗拉强度 $f_t$
11.0	7.0	14.0

2.1.6 木材的除虫害处理。需要时，应对所使用的木材进行药物熏蒸、加热等除虫害处理。

2.2 胶合板

一般选用《胶合板 普通胶合板通用技术条件》(GB/T 9846.3)中规定的Ⅲ类或性能与之同等以上的其他胶合板与其他材质的胶合板，如选用竹胶板，其性能应符合《竹编胶合板》(GB/T 13123)的规定。

2.3 适用于 9 类包装的材料

只能使用按规定经过了结构型式检验的容器。

3 包装件的结构

3.1 概况

3.1.1 包装件极限尺寸和极限质量如下：长 1190cm、宽 240cm、高 240cm、质量 20000kg。

3.1.2 对超极限的包装件，应由包装方案制定部门在包装前与运输或用户等有关部门协商确定包装件的尺寸和质量。

3.1.3 空运包装件最大尺寸要逐件与空运或用户等有关部门协商确定。

3.2 1~4 类和 13 类包装用木板箱

3.2.1 木板箱的结构型式特点如下：

- a) 这些木板箱至少应能两个叠放运输；
- b) 木板箱和花格箱的叠放压力可达  $10\text{kN/m}^2$ ，顶盖载荷  $5\text{kN/m}^2$ 。
- c) 质量达到 3t 的木板箱要加起吊护铁，盖上加护棱(钢板最小厚度 3mm)；
- d) 木板箱应能承受装卸时绳子的紧固力；
- e) 木板箱可用起重装置及平地运输工具搬运。

3.2.2 箱子的端木与滑木要用螺栓紧固，其螺栓直径及钻孔最大直径见表 3。

表 3 螺栓直径及钻孔最大直径

包装货物净重,kg	螺栓规格	钻孔最大直径,mm	包装货物净重,kg	螺栓规格	钻孔最大直径,mm
≤700	M10	11	>7500~25000	M16	17
>700~7500	M12	13	>25000	M20	21

3.2.3 箱盖底面要用密封剂防潮。

3.2.4 箱底要留出冷凝水和逸入潮气的排出孔或排出槽，箱子的这些部位要采取防止害虫侵入的措施。

3.3 5 类包装用的花格箱

木板箱(见 3.2)的结构也适用于相同尺寸的花格箱。作为承重部位，花格箱的箱底应完全封闭。端面、侧面和箱盖用板不少于面积的 2/3，有时为了堆码起见，花格箱的箱盖可采用完全封闭形式。

3.4 6 类包装用的捆装

3.4.1 结构特点：

- a) 这些货捆至少应能两个叠放运输；
- b) 这些货捆在装卸时应能承受绳子的紧固力；
- c) 可用起重装置及平地运输工具搬运。

3.4.2 捆装包括木夹、槽钢夹、钢带捆扎、镀锌铁线捆扎等。

3.4.3 捆扎适用于管材、圆钢、型钢及简易结构件的包装发运。

3.4.4 长度小于 5.5m 的产品应捆扎或紧固不少于 3 处，5.5m 到 10m 的产品应捆扎不少于 5 处，大于 10m 的产品相隔 3m 应捆扎一处。

3.4.5 直径不等的管材捆扎时，先将直径小的捆在一起，捆扎应牢固，经多次起吊搬运后，不得出现可能窜出件的松动和散捆。

3.4.6 在捆扎和紧固处应利用适当的减震材料保护，以防直接与产品接触。

3.4.7 按产品质量适当加木材、胶合板或橡胶制品等来进行中间垫层并用夹紧螺栓固定防滑。

3.4.8 用螺栓固定时，其外露部分要用带槽盖板护住，盖板用钉子固定。

3.4.9 薄壁管材不允许捆扎，应用木箱包装，管子层数以不大于 20 层为宜，以防压扁、压弯。

3.4.10 水泥磨、球磨机中数量多的带孔衬板，可用螺柱将其串成若干个包装单元，每串质量控制在 2500kg 以下，并在两端加起吊角钢(槽钢)。

3.5 7 类包装用托盘结构

3.5.1 托盘的结构特点如下：

- a) 这些托盘至少应能两个叠放运输；
- b) 质量超过 3t 时捆绳部位要加起吊护铁；
- c) 这些托盘在装卸时应能承受绳子的紧固力；

d) 可用起重装置及平地运输工具搬运。

3.5.2 托盘结构用木材和钢材均可。

3.5.3 托盘上若无法直接用螺栓固定,可用钢带与其固定,但要避免产品与钢带直接接触。

3.5.4 托盘的长度和宽度一般不小于产品的尺寸。

3.5.5 托盘端部要倒成 45°角,其尺寸不小于滑木厚度的 30%。

3.5.6 必要时要在产品与托盘之间及产品与固定材料之间加相应的缓冲垫。

3.6 8 类包装用的局部包装

3.6.1 局部包装的结构特点如下:

- a) 质量超过 3t 时捆绳部位要加起吊护铁;
- b) 包装件应能承受装卸时绳子的紧固力;
- c) 可用起重装置及平地运输工具搬运。

3.6.2 机加工表面在进行防腐或防锈处理后要全部进行围装保护。

3.6.3 仪表配件和外凸部分要全部围装并加缓冲垫。

3.7 9 类包装用的危险品包装

在制定装箱单时要特别注意有关危险品组合包装最大量的规定。

3.8 11 类包装用的运输包装

运输包装的特点如下:

- a) 运输包装件至少应能两个叠放运输;
- b) 在装卸时应能承受绳子的紧固力;
- c) 可用起重装置及平地运输工具搬运;
- d) 采取防止气候影响和运输过程中机械作用的保护措施。

3.9 12 类包装用的集装箱包装

集装箱包装时,集装箱的内部尺寸应考虑。

4 包装件的固定

4.1 计算负荷

对运输安全起关键作用的惯性力来自实际情况中的加速度值和减速度值。表 4 列出各种运输方式中出现的加速度值。

表 4 出现加速度时的  $a$  值(正常运行时的最大值) m/s<sup>2</sup>

运输方式	加速度 $a$ 值			运输方式	加速度 $a$ 值		
	水平方向		铅垂方向		水平方向		铅垂方向
	向前或向后	侧向			向前或向后	侧向	
铁路运输	4.0	0.5	0.3	远洋航运	0.25	0.25	1.0
公路运输	0.8	0.5	1.0	空运	1.5	1.5	3

注:多种方式联合运输时考虑最高值。

4.2 包装件的固定

4.2.1 产品应垫稳、卡紧、固定于包装箱内,防止货物在运输过程中窜动或移动。常用的方法参见附录 B。

4.2.2 产品要经分散载荷的枕木与箱底结构用螺栓紧固在一起。螺栓之间及螺栓与木纹方向

上负载边缘的最小间距为  $7d$  ( $d$  为螺栓直径),但至少为 4cm。

4.2.3 产品中可运动部分的固定,应达到固定在包装箱底部结构上的要求。

4.2.4 底部有地脚孔的产品,应利用该孔将其固定在包装底座上,固定用螺栓应用快干油漆封严,以防螺栓松动。对木夹、垫木上及衬板串装上的螺栓,把紧后应用点焊防止松动。

4.2.5 产品与加固件的接触部分要用缓冲材料保护,固定部位的选择要考虑对产品的影响。

## 5 包装要求

### 5.1 一般包装要求

5.1.1 产品包装应根据产品的特点及储运条件采用不同的包装型式和防护方法。

5.1.2 产品包装应符合科学、经济、牢固、美观、适销的要求。在正常储运条件下,应保证产品自制造厂包装之日起 12 个月内不致因包装不善而产生锈蚀、长霉、降低精度、残损或散失等现象。特殊情况按供需双方协议执行。

5.1.3 包装设计应根据产品特点、储运、装卸条件和用户要求进行,做到包装紧凑、防护周密、安全可靠。

5.1.4 包装箱顶部型式一般为平顶,如不经海运且无堆码要求时也可采用非平顶。

5.1.5 同一包装箱的箱板色泽应基本一致,外表面应平整,无明显毛刺和虫眼(已修补的虫眼例外)。

5.1.6 产品经检验合格,做好防护和其他有关内包装,随机文件齐全,并符合内销或出口要求,方可进行外包装。

5.1.7 采用集装箱运输的产品,应符合集装箱的要求。集装箱外部尺寸、额定质量和最小内部尺寸要求按 GB/T 1413 的有关规定。

5.1.8 产品包装环境应清洁、干燥,无有害介质。包装箱内应清洁、干燥,无异物。

5.1.9 包装箱或产品零部件的最大外形尺寸、质量应符合国内外运输方面有关超限超重的规定。

5.1.10 特大、特重零部件,以铁路运输需用特殊车辆时,应绘出装车加固结构图,并注明最大外形尺寸、质心位置。

5.1.11 焊、铸件或加工精度较低的零部件,应尽量采用裸装、捆扎等包装形式。

5.1.12 装箱件的清点以装箱单为依据(任何一种包装形式均应填写装箱单)。装箱编号以分数形式表示:分母为总箱数,分子为顺序数。

5.1.13 产品应按包装设计图样要求进行包装,图中无法绘出的加固方法应在技术要求中加以说明。

5.1.14 在一个包装箱(件)中只能装同台次产品的零部件。

5.1.15 内销产品在储运、装卸条件允许的情况下,尽量以完整的机器(部件)包装发至用户。一般情况下,分箱越少越好。但对经海运又多次装卸的产品,其每箱质量不大于 3000kg 为宜。

5.1.16 为缩小包装件的体积,产品的突出部分尽可能拆下,单独做油封包装,固定在同一箱内或另装其他箱中。

5.1.17 电器、仪器、仪表与机械产品混装时,应带有原包装或做单独包装处理。对已安装在机械设备上的电器件或仪器、仪表,如其位置突出且易被碰着时,则应采取特殊的防护措施。

5.1.18 设备上有特殊防护要求的零部件应尽可能拆下,按特殊要求另行包装。

- 5.1.19 包装前应除去产品在试车时各部分积存的各种污物。如：润滑油、乳化液、水、铁屑、棉纱等。并按《防锈包装》(GB/T 4879)的要求进行防锈、清洗、涂油。
- 5.1.20 产品应在油漆干燥、检验合格并经采取防锈、防霉等防护措施后，方可按装箱单进行装箱。装箱时应有人监装，以防漏装、错装。
- 5.1.21 包装箱内每一单体零部件均应系有识别标签。
- 5.1.22 包装箱内所装实物的名称、规格、数量与标签及装箱单所列的内容三者应完全一致。
- 5.1.23 产品装箱时应使其质心位置居中靠下，质心偏高者应尽可能采用卧式包装或采取稳固措施。
- 5.1.24 需要堆放包装的零部件，应将精度低、质量大、体积大的零部件放在下部。
- 5.1.25 在不影响精度的情况下，产品上能够运动的零部件应移至使其具有最小外形尺寸的位置，并加以固定。
- 5.1.26 需拆下的螺栓、螺母、垫圈等紧固件及其他易散失的小件，应先分类用聚乙烯薄膜或防潮蜡纸包扎，系好标签，集中装入小麻袋或聚丙烯编织袋内，再放入包装箱中。也可装入纸板盒内或小包装箱中，再装入大包装箱内。
- 5.1.27 以金属结构型式的包装架或托盘进行包装的产品，应将产品与包装架或托盘固定在一起(卡压或螺栓连接等)。
- 5.1.28 加工精度较高或怕磕碰的零件装箱时，应采取隔垫措施。清洗或酸洗过的钢管两端用塑料盖(管堵)封死。所有带螺纹的管件、杆件、地脚螺栓等全部螺纹，采取防锈措施后，均用塑料网套、聚丙烯编织布或强度较好的其他防护材料缠绕，然后扎紧，以防碰伤螺纹。
- 5.1.29 密封罩若被固定元件(如螺栓)戳破，则应在罩内、罩外均用密封件和密封剂修补完全，使其不透水蒸气(见图 1)。穿过橡胶垫的螺栓用孔直径不得大于螺栓杆的直径。

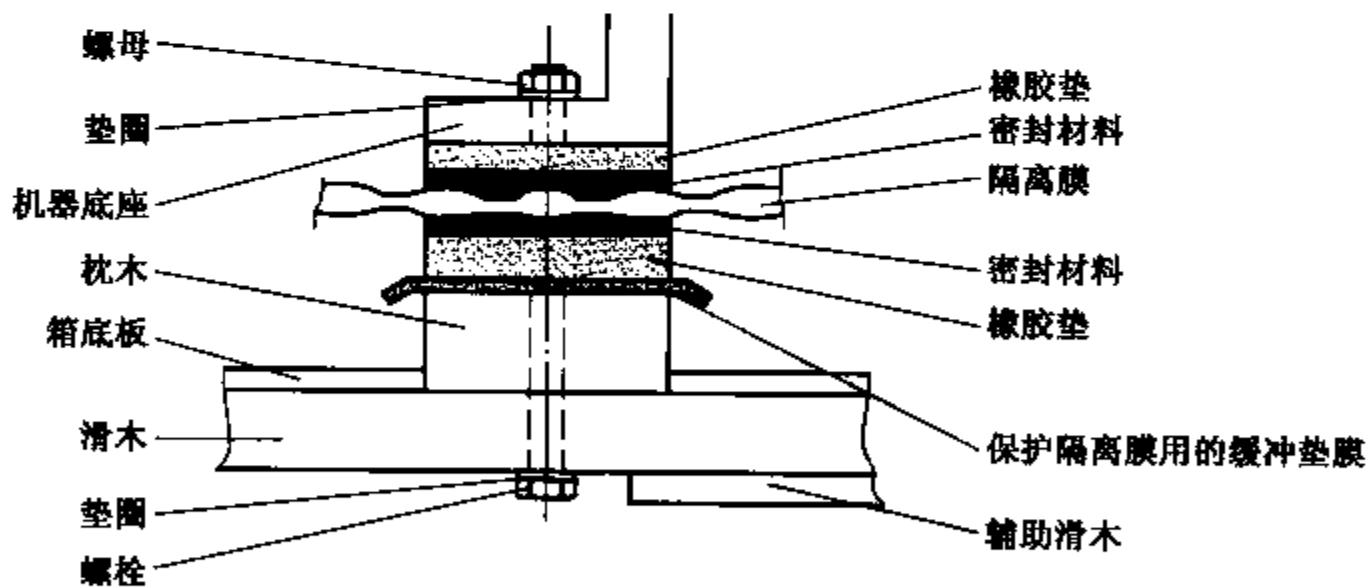


图 1

- 5.1.30 传动带、橡胶运输带等应拆下用牛皮纸(不得用油纸)或塑料薄膜包装，固定在箱内适当的位置，切勿与油脂接触。
- 5.1.31 电动机、电器装置等，应用塑料罩、绝缘纸或防水纸等密封好。对密封包装的产品，其密封袋或密封箱内应放入干燥剂。

5.1.32 一般情况下,装箱时零部件不得与箱板或框架木方直接接触,其距离为 30~50mm。

5.1.33 裸装件、敞装件和花格箱内的机件上的润滑油孔、螺孔、销孔等,采取防锈措施后,全部用塑料堵(盖)、复合胶带或其他防护材料封死,以防沙尘及雨水侵入。

5.1.34 包装准备工作一切就绪后,应经检查人员进行检查,其检查的内容应包括制箱材料、结构、尺寸和组装情况,产品的装箱状况及产品在箱内的固定、防护包装等。检查的结果应符合包装图样和本标准的有关规定,方可封箱。

## 5.2 特殊包装要求

5.2.1 防护包装:内包装材料应符合《防护用内包装材料》(GB/T 12339)的规定。

5.2.2 防水包装:应符合《防水包装》(GB/T 7350)的规定。对于出口包装箱的防水等级,普通封闭箱应选用 B 类 3 级以上,滑木箱应选用 B 类 2 级以上。

5.2.3 防潮包装:应符合《防潮包装》(GB/T 5048)的规定。出口包装的防潮等级应为 1、2 级。

5.2.4 防霉包装:应符合《防霉包装》(GB/T 4768)的规定。

5.2.5 防锈包装:应符合《防锈包装》(GB/T 4879)的规定。产品重要的金属加工表面不得与包装箱底板、紧固木方或压板直接接触。应用防锈、防潮及缓冲材料加以衬垫隔开(见图 2)。

5.2.6 防震包装:

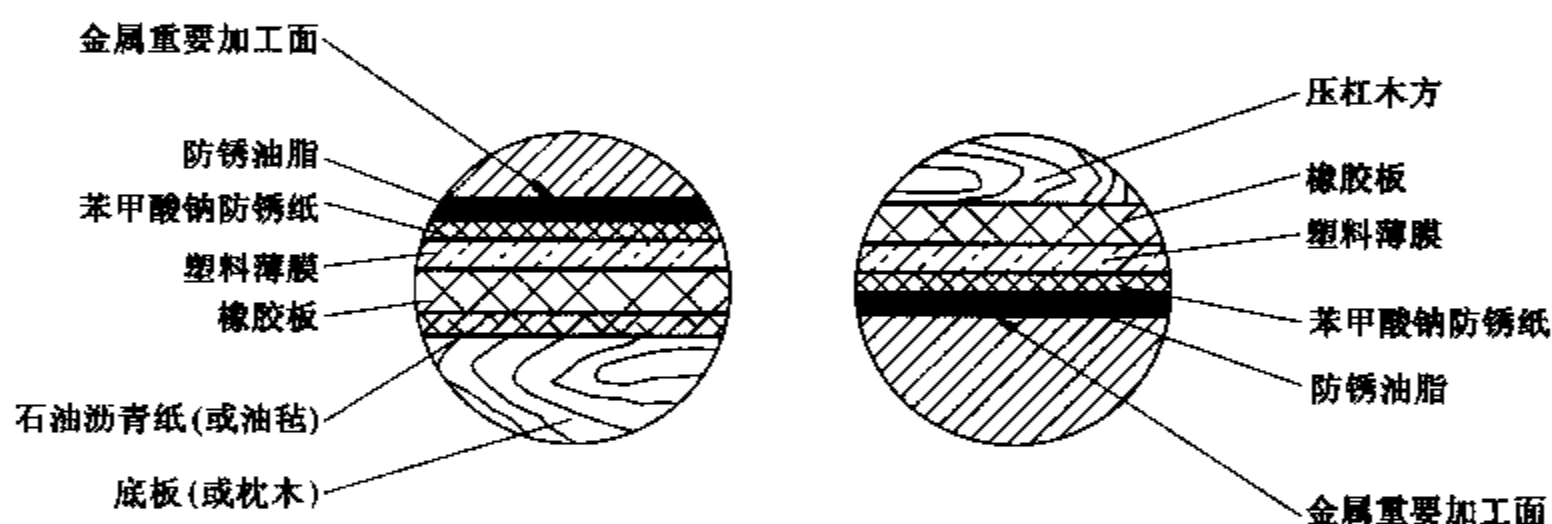


图 2

a) 防震包装可采用衬垫缓冲材料、泡沫塑料成型盒或弹簧悬吊等;

b) 缓冲材料应具有质地柔软、不易虫蛀、不易长霉和不易疲劳变形等特点。常用缓冲材料有:干木丝、聚苯乙烯泡沫塑料、高发泡聚胺酯塑料、低发泡和高发泡聚乙烯、聚丙烯、复合发泡塑料、海绵橡胶、塑料气垫、气垫薄膜、金属弹簧等。缓冲材料应紧贴(或紧固)于产品(或内包装箱、盒)和外包装箱内壁之间。

5.2.7 防震包装的设计方法可采用《缓冲包装设计方法》(GB/T 8166)规定的方法。

## 5.3 铁路运输包装要求

5.3.1 凡经铁路运输的产品,均应符合铁路部门运输的有关规定,确保产品安全地运到用户。

5.3.2 包装设计时,要根据产品实际最大外形尺寸和总质量选用各种车辆,应充分利用容积和载重量。

5.3.3 对包装长度在 3.2m 以内的机件,应特别注意机件在箱内横向窜动或滚动,应采取相应措施加以固定。

5.3.4 装车时应注意体积小、质量大的零件与车体接触的面积,如砧座之类零件会出现质量集

中现象,应采取措施增加该类件与车体接触面积。

5.3.5 装车时产品应配置均衡,不得偏重一侧或一端。必要时应采取配重措施。

5.3.6 产品装车后,重车的质心高从轨面起不得超过 2m。

5.3.7 设计产品包装时,应不超过机车车辆限界尺寸(见附录 C 中图 C.1)。如无法解决时,可按一、二级超限的装载限界进行包装(见附录 C 中图 C.2、图 C.3)。

## 6 试验方法

应根据产品本身特点和要求,以及实际流通环境条件,适当选做《包装 运输包装件 防霉试验方法》(GB/T 4857.21)、GB/T 5048、GB/T 4879 和《大型运输包装件试验方法》(GB/T 5398)中有关项目的试验。

## 7 抽样方法和检验规则

按《运输包装件抽样检验》(GB/T 15172)的规定进行。

## 8 包装标志

8.1 包装标志应包括产品标志、包装储运指示标志和收发货标志。

8.2 产品所有发货件应喷涂或系挂相应的发货标志和储运标志。在漏模上,应用黑色或红色油墨或油漆清晰地喷涂。字迹要清楚、整齐、美观。

8.3 采用封闭箱及花格箱包装时,在箱的两侧面喷涂包装标志。花格箱无法喷涂时,可在标志处钉胶合板。

8.4 对于敞装件或裸装件,如果表面涂层在现场完成,除另有规定外,标志可直接喷涂在设备的两侧。

8.5 对敞装件,捆扎件或裸装件,不宜直接在件上喷涂标志的,则可用标牌或标签系挂在件上,每个件至少系挂 2 个。

8.6 喷涂文字的尺寸,根据书写面积的大小而定。不允许采用高度尺寸小于 2cm 的字体。

8.7 发货标志按《运输包装收发货标志》(GB/T 6388)的规定。

8.8 对于质量超过 3t 或接近 3t 且偏重的货物,需喷涂起吊位置和重心。

8.9 包装箱起吊线的位置无论上部或下部均应对称于质心的两侧。

8.10 储运标志应符合 GB/T 191 的规定。

8.11 危险货物包装标志,应符合 GB 190 的规定。

8.12 外购件利用原包装箱时,应换成主机厂的标志。

8.13 箱面应注明油封日期,便于按时维修保养。

## 9 随机文件

9.1 有关随机文件,应放在总箱数的第一箱内,并应在此箱面上注明“随机文件在此”的字样。

9.2 随每台产品供给用户的随机文件(产品证明书、说明书、安装图、易损件图、装箱单等)应用塑料袋封装,放在总箱数的第一箱内。

9.3 一台产品如分多箱包装,应有一份总装箱单放入第一箱内。

9.4 每个包装单元(包括封闭箱、花格箱、敞装、捆扎等)均应带一份本箱所包装零部件的装箱

单,用塑料袋包装好后,装入装箱单罩内,然后将罩钉在箱的端壁上方。无箱壁的包装可钉在滑木侧面或其他方木上。

附录 A(资料性附录) 包装型式

包装型式见表 A.1。

表 A.1 包装型式

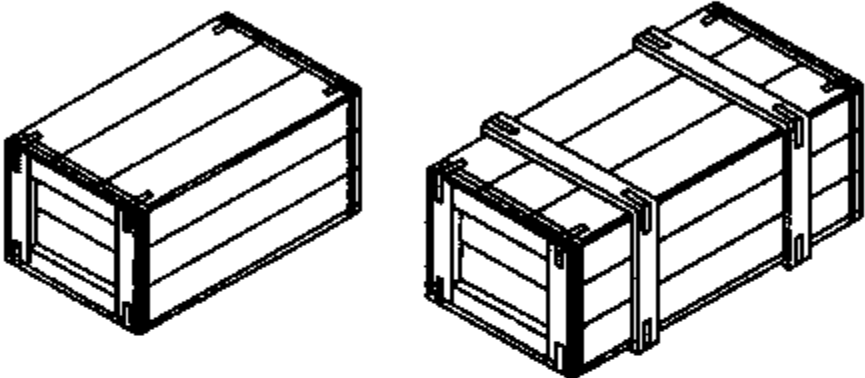
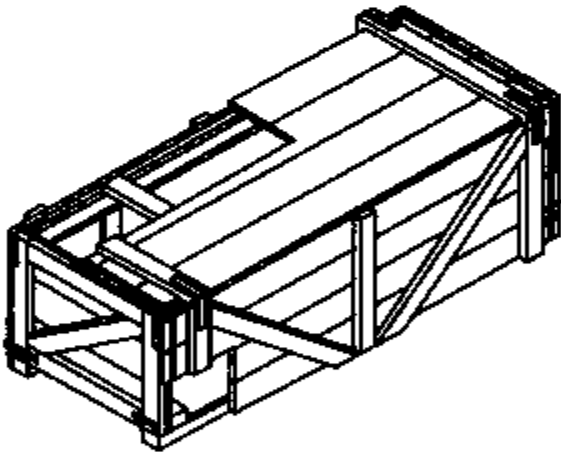
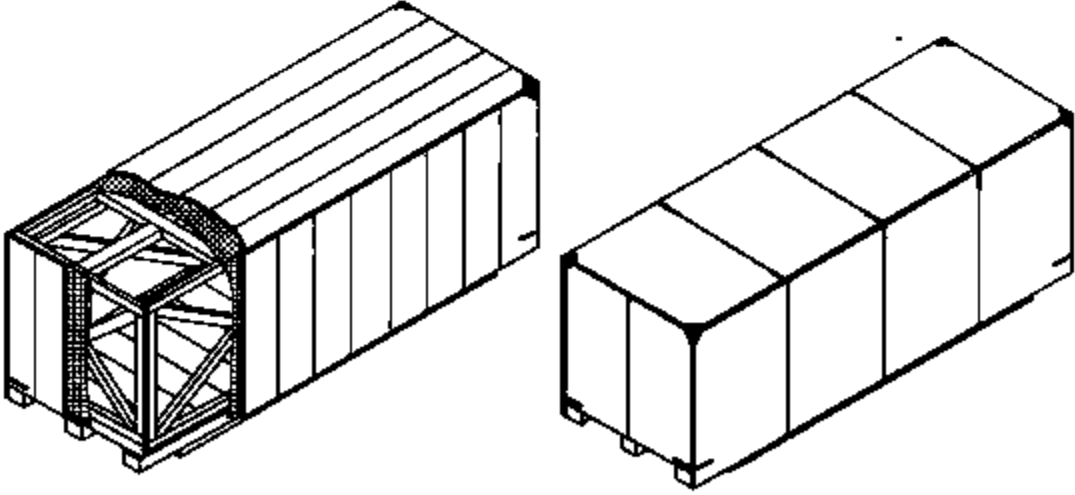
包装型式			适用范围	结构示例
箱 装	普通木箱	封闭箱	内尺寸长、宽、高之和在 2600mm 以下、内装物在 200kg 以下的木箱。适用于有防雨、防潮、防锈、防震等防护要求的产品附件	
	滑木箱	封闭箱	适用于内装物质量在 1500kg 以下的滑木箱。主要用于需要防水、防潮的内装物,或用于防止内装物脱落的情况	
	框架木箱	封闭箱	质量在 500kg 以上,有防雨、防潮、防锈、防震等防护要求的大型产品	



表 A.1(续)

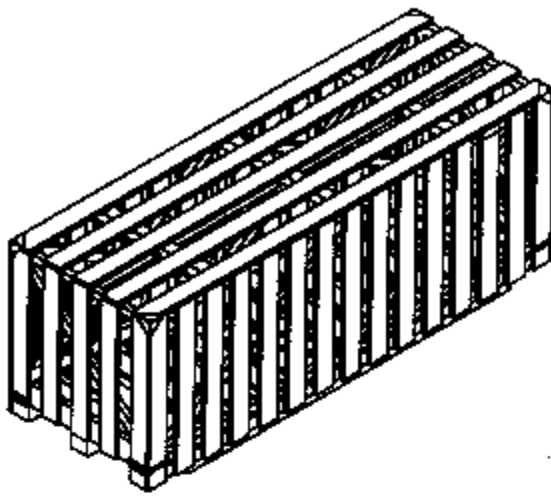

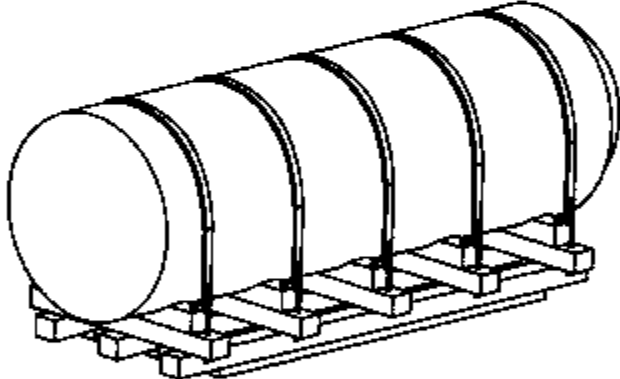
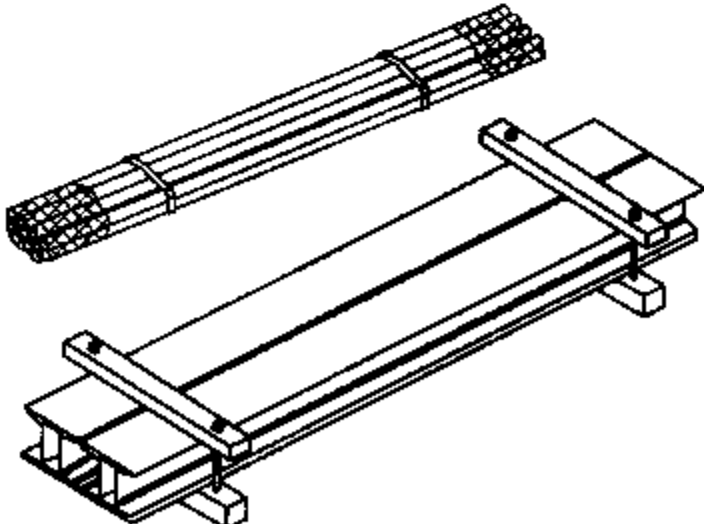
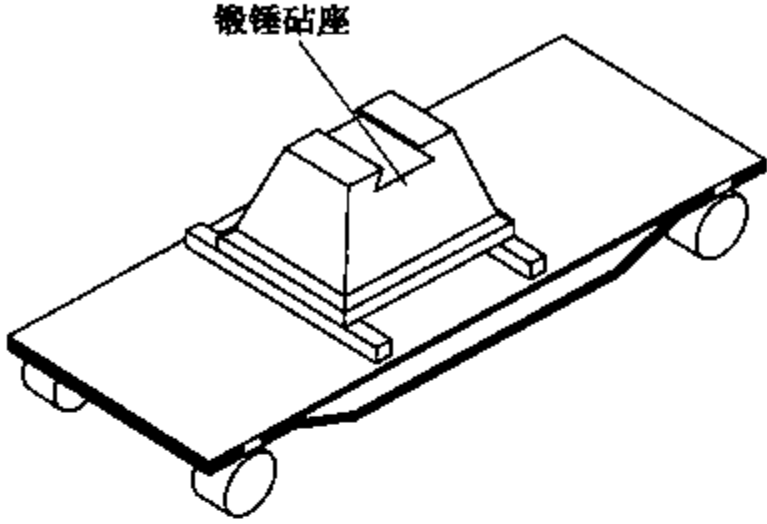
包装型式			适用范围	结构示例
箱	框架木箱	花格箱	质量在 500kg 以上,无防雨、防潮、防锈、防震等防护要求或仅需局部保护的大型产品	
局部包装			裸装和散装中,局部进行特殊防护包装的产品,如:球磨机中的中空轴轴颈、大型减速器的人轴、出轴端等	
散装			需要固定在包装底盘上方可进行吊运与放置的产品,如:焊接的大型圆柱形筒体等	
捆装(包括木夹板式包装)			外表粗糙或用聚丙烯编织布或其他强度较好的耐用材料防护后进行捆扎的产品,如:金属结构件、管束、各种杆件、铸造件等	

表 A.1(续)

包装型式	适用范围	结构示例
裸装	无防护要求,不需要或受体积限制不能装箱的产品。 如一般露天使用的设备、起重机桥架、大型桁架、铸件、砧座、焊接件等	

附录 B(资料性附录) 产品的紧固方法

机电产品在包装箱内的紧固方法有:螺栓紧固、压杆紧固、挂钩紧固、木块定位紧固和钢带紧固等。

应根据产品的特点、储运装卸条件选择单项或组合使用:

B.1 螺栓紧固是机电产品最常见的一种紧固方法。利用产品的地脚螺栓孔,将产品固定在包装底座(包装底盘)上,主要有两种类型:

a) 借用于螺栓、螺母和垫圈,利用产品的地脚螺栓孔,将产品固定在滑木上,见图 B.1;

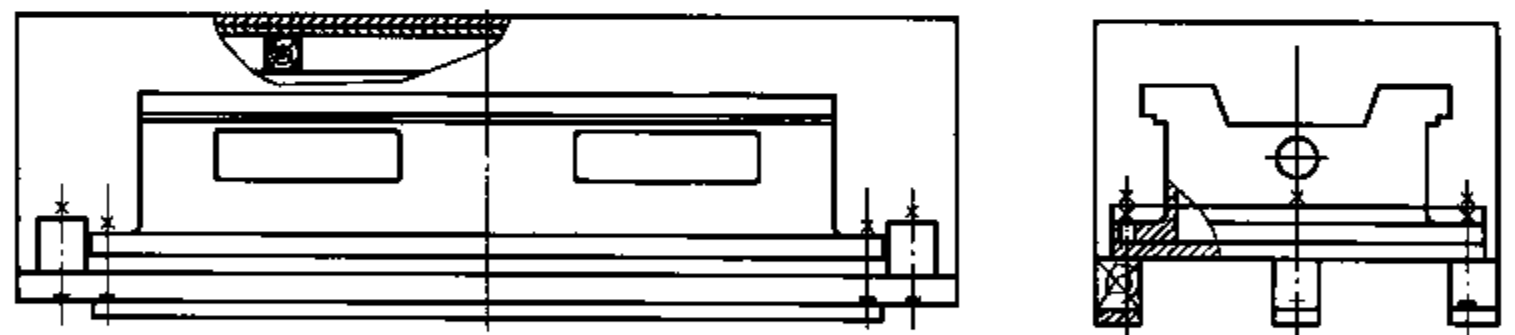


图 B.1

b) 利用地脚螺栓孔将产品固定在承载枕木上,见图 B.2。

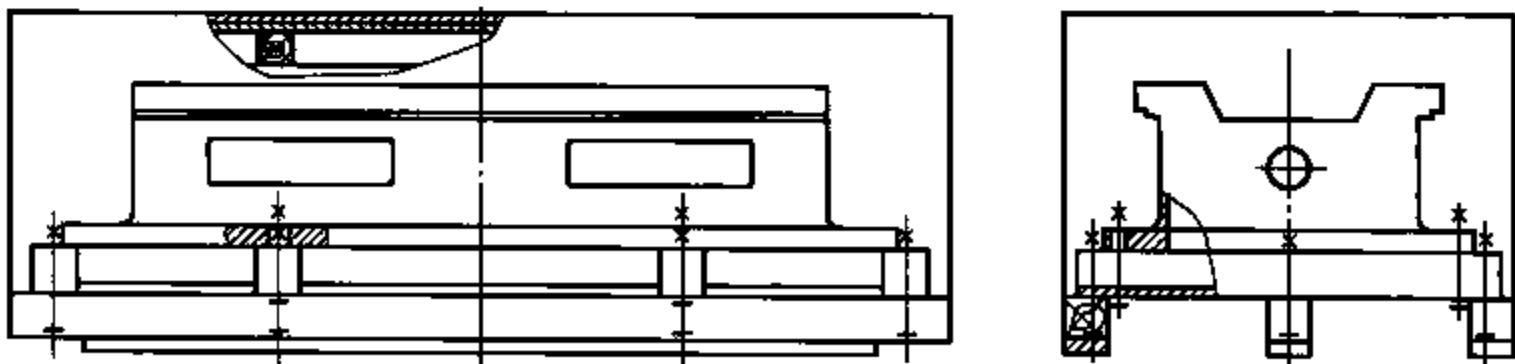


图 B.2

B.2 压杆紧固是利用压杆将产品固定在包装底座上,见图 B.3。

B.3 木块定位紧固是用与产品轮廓相吻合的木块将产品卡紧的紧固方法,见图 B.4。木块与包装底座可用钢钉钉合,但大型产品应用螺栓把合。

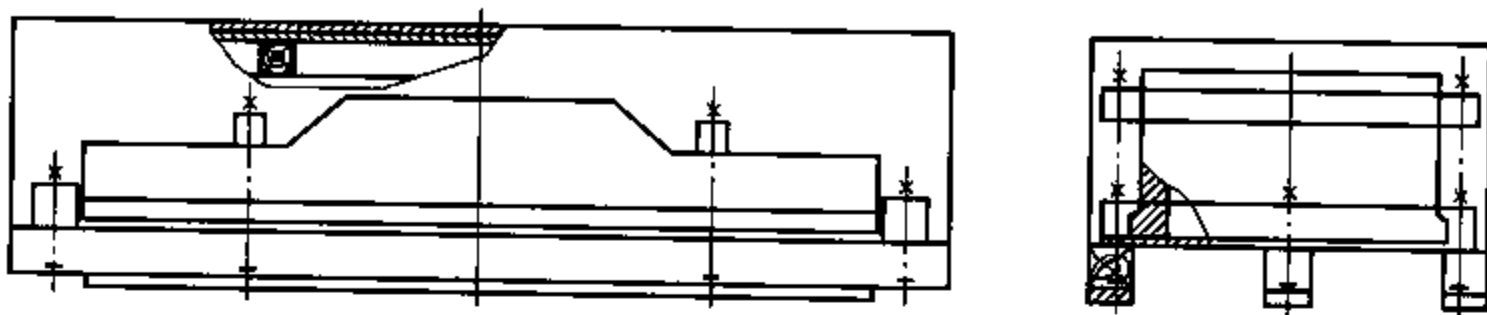


图 B.3

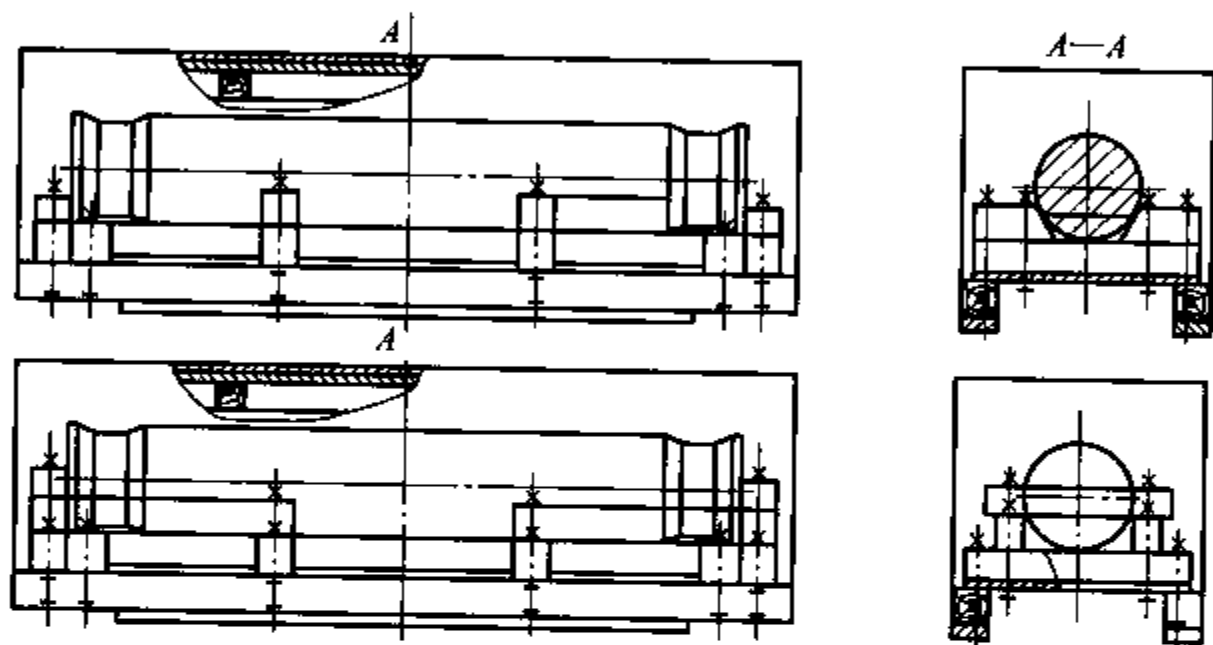


图 B.4

B.4 钢带紧固是利用钢带将外形呈圆柱形的产品固定在包装底盘上的紧固方法,见图 B.5。

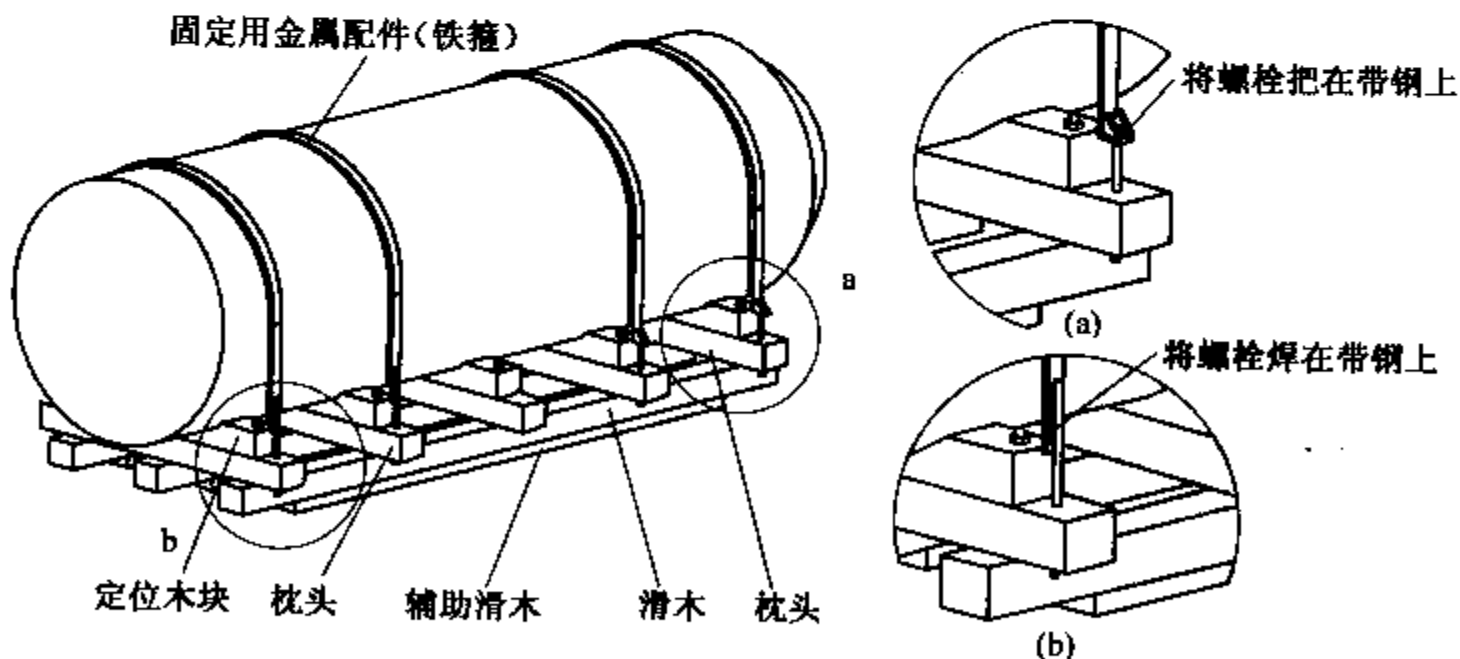


图 B.5

B.5 几种紧固方法的组合使用,见图 B.6。

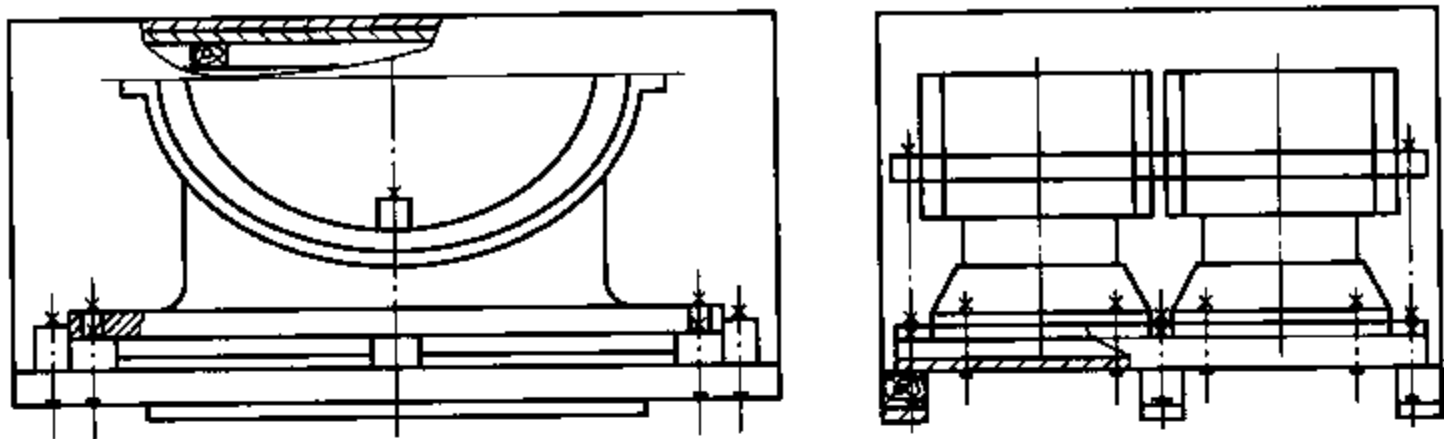


图 B.6

附录 C(规范性附录) 限界图

C.1 机车车辆限界见图 C.1。

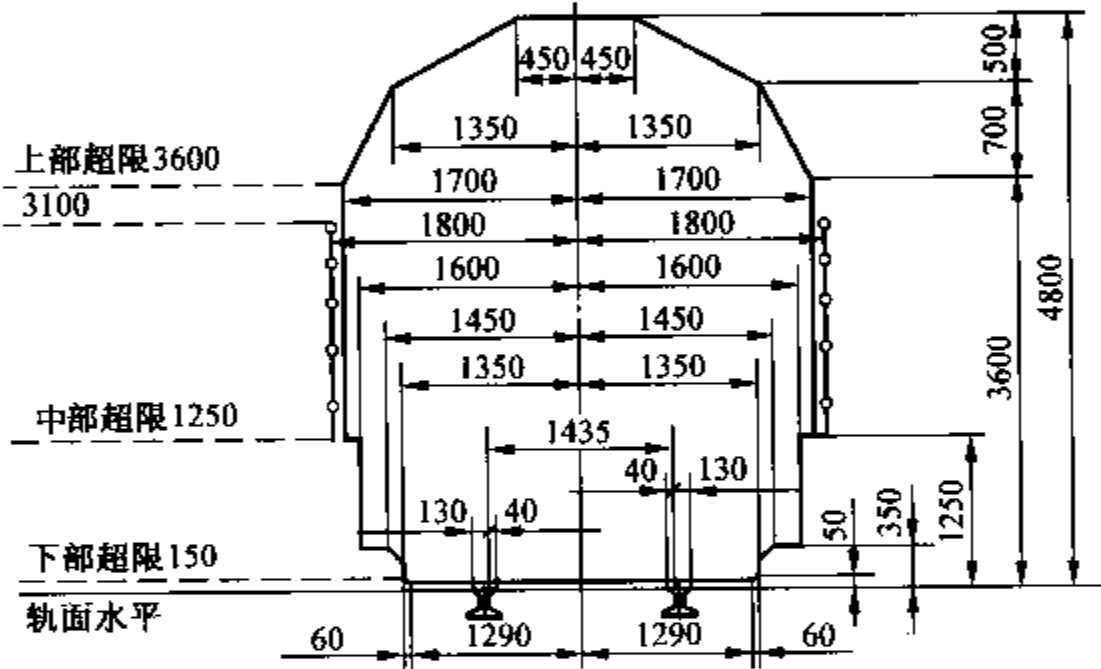


图 C.1

C.2 一级超限见图 C.2。

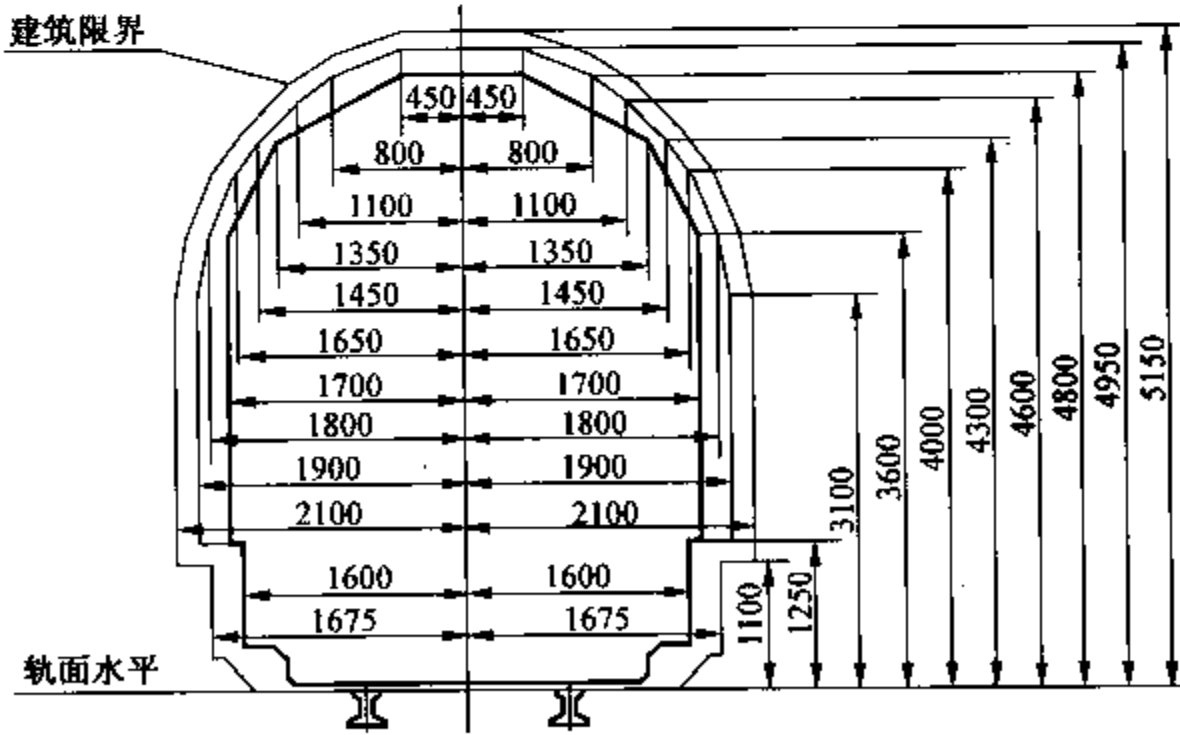


图 C.2

C.3 二级超限见图 C.3。

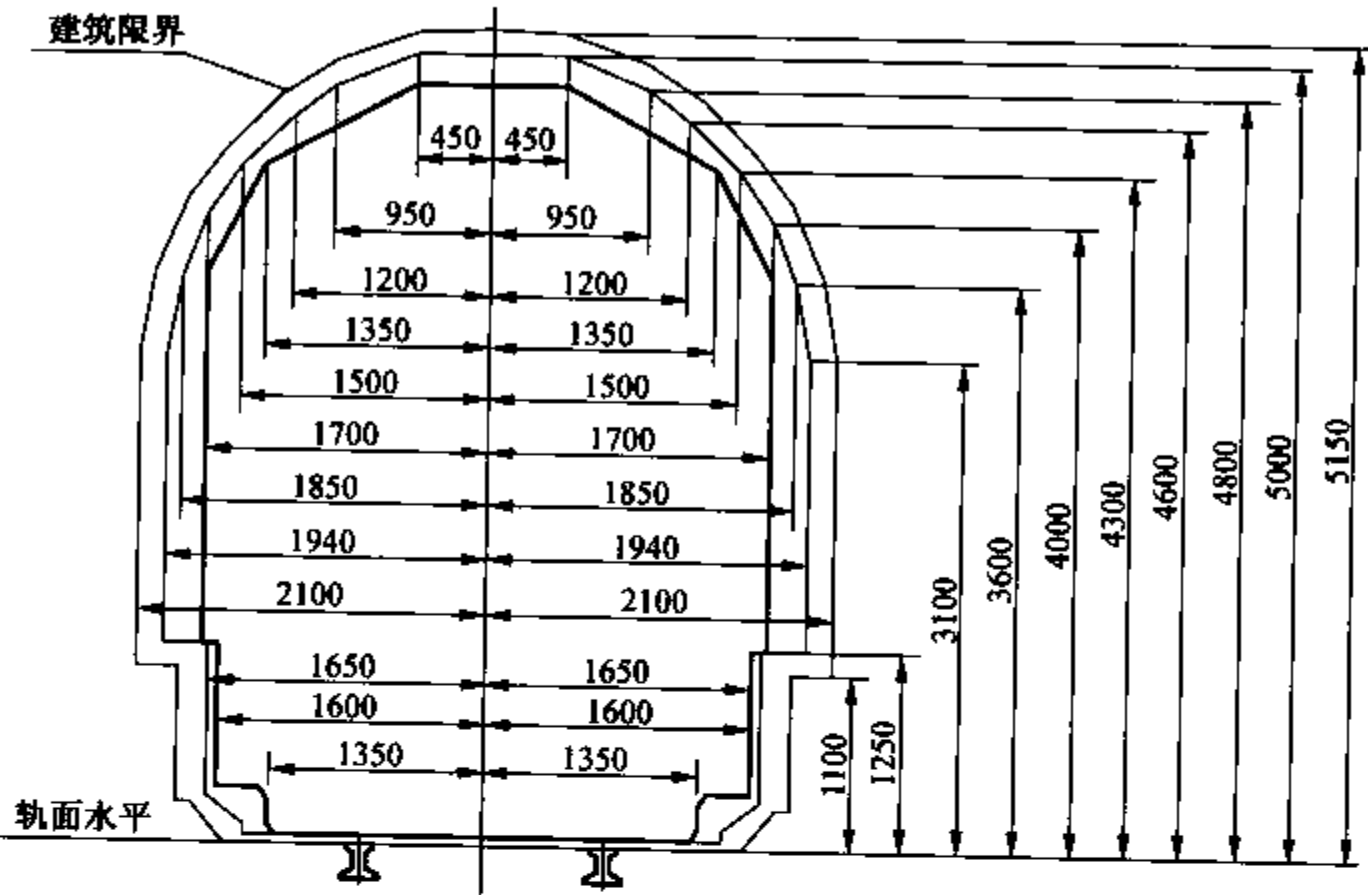


图 C.3

# 重型机械通用技术条件

## 铸钢件无损探伤

根据 JB/T 5000.14—2007

本标准规定了铸钢件的超声波探伤、射线探伤、磁粉探伤和渗透探伤及其相应的质量等级。

本标准适用于重型机械用铸钢件。其中,超声波探伤适用于厚度不小于 30mm 的碳钢和低合金钢铸件,不适用于奥氏体铸钢件。射线探伤适用于厚度 5~300mm 的铸钢件。磁粉探伤适用于铁素体铸钢件表面及近表面缺陷的检验。渗透探伤适用于铸钢件表面开口性缺陷的检验。

凡采用本标准规定的无损检验方法,应在产品图样、技术文件和订货技术条件中注明探伤方法、部位、深度范围及质量等级等。

### 1 术语

1.1 线性显示 线性缺陷显示,其长度应大于其宽度的 3 倍。

1.2 非线性显示 非线性缺陷显示,其长度应小于其宽度的 3 倍。

1.3 密集缺陷显示 当相邻两个缺陷显示之间的距离小于其中较大缺陷显示长度的 2 倍时,这类缺陷显示即为密集缺陷显示。

1.4 成排缺陷显示 至少 3 个线性缺陷显示或者非线性缺陷显示,且它们在连线上的间距小于 2mm 者,即可认为是成排缺陷显示。

### 2 一般要求

#### 2.1 应用原则

2.1.1 检测方法和质量验收等级的选择应就锻件的具体使用和种类确定,并符合相应技术文件的要求。

2.1.2 凡要求用表面检测的铁磁性锻件,应优先选用磁粉检测方法。若因结构形状及资源条件等原因不能使用磁粉检测时,才选用渗透检验。

#### 2.2 检测档案

2.2.1 当按本标准对锻件进行检测时,必要时可按本部分的规定制定出符合有关规范要求的无损检验规程。

2.2.2 检验程序及结果应正确、完整并有相应责任人员签名认可。检测记录、报告等保存期不得少于 5 年。5 年后,若用户需要可转交用户保管。

2.2.3 检测档案中,对于检测人员承担检测项目的相应资格等级和有效期应有记录。

2.2.4 检验所用仪器、设备的性能应定期检定,并有检定记录,合格后才能使用。

#### 2.3 检测人员

2.3.1 凡从事无损检测的人员,应持有国家相关部门颁发的相应资格证书。

2.3.2 无损检测人员技术等级分为高、中、初级。取得不同无损检测方法的各技术等级人员只能从事与该等级相对应的无损检测工作,并负相应的技术责任。

2.3.3 凡从事无损检测工作的人员,除具有良好的身体素质外,视力必须满足下列要求:

- a) 校正视力不得低于 5.0(小数记录值为 1.0),并 1 年检查一次。

b) 凡从事表面检测工作的人员不得有色盲。

3 质量等级

3.1 等级分类

外部质量等级的分类,应依据表 1 和表 2 的规定进行磁粉检验或渗透检验。有异议时,表 1 和表 2 中的值应是强制性的。

内部质量等级的分类,应依据表 3 和表 4 中的规定进行超声波检验或射线检验。

表 1 按附录 A 做磁粉检验时最大允许缺陷显示  
(评定框尺寸:105mm×148mm)

质量等级	应记录的最小缺陷显示的直径或长度	非线性缺陷显示 (成排缺陷显示除外)		线性缺陷显示或成排缺陷显示					
		总面积	单个缺陷显示的长度	最大允许长度					
				单个线性缺陷显示或成排缺陷显示	全部线性缺陷显示或成排缺陷显示	单个线性缺陷显示或成排缺陷显示	全部线性缺陷显示或成排缺陷显示	单个线性缺陷显示或成排缺陷显示	全部线性缺陷显示或成排缺陷显示
				受检部位的铸件厚度,mm					
	mm	mm <sup>2</sup>	mm	mm					
01	0.3	—	1	1	1	1	1	2	2
1	1.5	10	2	2	4	3	6	5	10
2	2	35	4	4	6	6	12	10	20
3	3	70	6	6	10	9	18	15	30
4	5	200	10	10	18	18	27	30	45
5	5	500	16	18	25	27	40	45	70

- 注:1 在评定框内最多可以有 2 个达到允许最大长度的缺陷显示。  
2 在一组成排缺陷显示的第一个缺陷显示开始到最后一个缺陷显示末端之间距离称为成排缺陷显示长度。  
3 质量等级 01 仅用于承受高负荷的小铸件和机械加工面。

3.2 质量等级的选择

3.2.1 关于铸钢件外部和内部允许的缺陷,可在材料标准中或者在按 3.1 划分质量等级的订单中予以规定。为此应根据负荷的大小、方式和分布考虑下列各项:

3.2.1.1 对于铸件的不同区域可商定不同的质量等级。在这种情况下,应明确规定有关的区域,即:

- a) 给出其位置、长度和宽度;
- b) 对于焊缝各端面 and 3.2.3 所述特殊边缘区,另外给出其深度。

3.2.1.2 对于内部和外部的质量,可以商定为相同的质量等级也可以商定为不同的质量等级。

3.2.1.3 质量等级 1 级仅用于焊接和按照 3.2.3 的特殊边缘区。

3.2.1.4 铸件的形状影响其质量和可探性。此外,铸件的可探性也与其表面状态有关。

3.2.2 如果订货时没有商定质量等级,而且材料标准也没有其他规定,则应适用质量等级 5 的

要求。

3.2.3 在特殊情况下,对于图 1 的边缘区外层(或称特殊边缘区),对剩余壁厚可以商定一个较高的,即数字较低的质量等级,例如制造厂的机械加工面。

3.2.4 对于焊接件的制造,只要订货时没有其他要求,应与基体材料的要求相同。

表 2 按附录 B 进行渗透检验时最大允许缺陷显示  
(评定框尺寸:148mm×105mm)

质量等级	应记录的最小缺陷显示的直径或长度	非线性缺陷显示 (成排缺陷显示除外)		线性缺陷显示或成排缺陷显示					
		缺陷显示个数	缺陷显示长度	最大允许长度					
				单个线性缺陷显示或成排缺陷显示	全部线性缺陷显示或成排缺陷显示	单个线性缺陷显示或成排缺陷显示	全部线性缺陷显示或成排缺陷显示	单个线性缺陷显示或成排缺陷显示	全部线性缺陷显示或成排缺陷显示
				受检部位的铸件厚度,mm					
	mm	个	mm	mm					
01	0.3	—	1	1	1	1	1	2	2
1	1.5	8	3	2	4	3	6	5	10
2	2	8	6	4	6	6	12	10	20
3	3	12	9	6	10	10	18	18	30
4	5	20	14	10	18	18	27	30	45
5	5	32	21	18	25	27	40	45	70

注:1 在一组成排缺陷显示的第一个缺陷显示开始到最后一个缺陷显示末端之间的距离,称为成排缺陷显示长度。  
2 质量等级 01 仅用于承受高负荷的小铸件和机械加工面。  
3 单个缺陷显示大小的分布频率应大致符合附录 B 图例的说明,但不得有缺陷显示大于本表的数值。  
如果在评定框面积内除非线性缺陷显示外还有线性缺陷显示,则应满足线性缺陷显示的要求,此外,还应将非线性缺陷显示数量包括在内。

表 3 按附录 C 进行超声波检验时缺陷的最大允许值

评 定 项 目		1)	质 量 等 级												
			1	2			3			4			5		
			受检部位的铸件壁厚,mm												
			1)	≤50	>50 ~100	>100 ~600	≤50	>50 ~100	>100 ~600	≤50	>50 ~100	>100 ~600	≤50	>50 ~100	>100 ~600
按附录 C 的检验等级															
1	—	—	I										II		
非延伸性缺陷															
2	最大平底孔当量 直径,mm	中心	≤3	参看序号 10d)										非决定性作用	
		边缘													



表 3(续)

评定项目		1)	质量等级												
			1	2			3			4			5		
			受检部位的铸件壁厚,mm												
			1)	≤50	>50 ~100	>100 ~600	≤50	>50 ~100	>100 ~600	≤50	>50 ~100	>100 ~600	≤50	>50 ~100	>100 ~600
非延伸性缺陷															
3	每 1dm <sup>2</sup> 受检面积中记录的缺陷数目(个)	a) 如果在任何情况下缺陷间距 A(见图 2)大于声束直径,则下列最大值应有效:													
		中心	≤3	≤3	≤3	≤3	≤5	≤5	≤5	非决定性作用					
		边缘	≤3	≤3	≤3	≤3	≤5	≤5	≤5						
b) 当 2 个或多个缺陷之间的距离 A(见图 2)等于或小于声束直径时,即使 a)中最大值未被超过,也按序号 10 和序号 11 执行															
延伸性缺陷															
4	最大平底孔当量直径,mm	中心	不允许	参看序号 10 d)										非决定性作用	
		边缘	≤3												
5	2MHz 时底波衰减量,如果不是由于铸件形状或耦合不良引起的	中心	6dB	12dB(75%)										20dB	
		边缘	(50%)											(90%)	
6	缺陷深度与受检部位铸件厚度之比的最大值,%	中心	不允许	15	15	15	15	15	15	15	15	15	25	25	25
		边缘		10	10	10	10	10	10	10	10	10	15	15	15
7	缺陷宽度 B≤声束直径时的缺陷最大长度 L,mm	中心		75	75	100	75	75	120	100	100	150	100	100	150
		边缘		75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
8	最大单个缺陷面积,cm <sup>2</sup> (见图 2)	中心		100	100	150	150	150	200	150	150	200	300	300	400
		边缘		6	10	10	6	20	20	20	20	20	40	40	40
9	缺陷总面积最大值,cm <sup>2</sup> (见图 2)	中心		100	150	150	150	200	200	150	200	200	300	400	400
		边缘		100	100	100	100	100	100	100	150	150	150	200	200
	评定框面积,cm <sup>2</sup>			1500 (≈39×39)				1000 (≈32×32)							
特殊评定的缺陷															
10	有缺陷显示区域为以下四种之一者:														
	a) 认为铸件中的缺陷对声束反射不利;														
	b) 认为长度或深度有明显面积性密集缺陷存在;														
	c) 认为裂纹或有明显影响铸件可用性的其他缺陷存在,例如泄漏;														
	d) 壁厚小于或等于 50mm,平底孔当量直径超过 8mm 的缺陷,或壁厚大于 50mm,平底孔当量直径超过 8mm 且位于边缘区内的缺陷。														
即使以上缺陷没有超过本标准记录限,也应做记录,并需与用户商定。裂纹是不允许的,除非断裂力学试验证明该裂纹是无妨碍的。															

表 3(续)

评定项目	1)	质量等级											
		1	2			3			4			5	
		受检部位的铸件壁厚,mm											
		1)	≤50	>50 ~100	>100 ~600	≤50	>50 ~100	>100 ~600	≤50	>50 ~100	>100 ~600	≤50	>50 ~100

一般规定

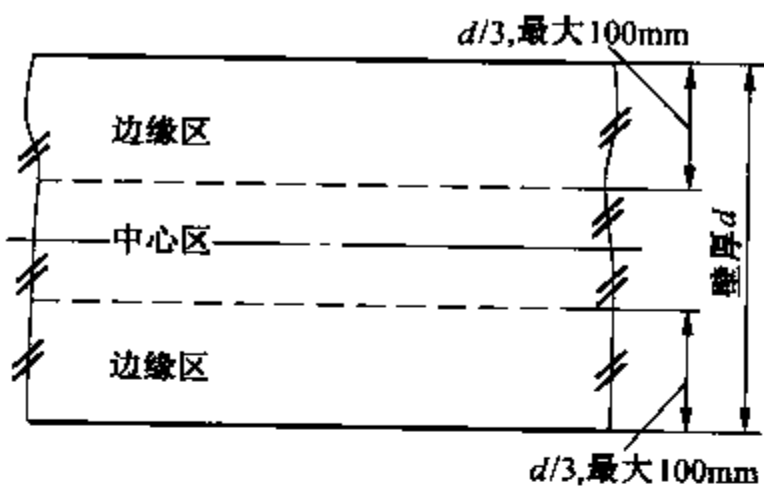
11	如果结果不明确或与上述要求不符,则应增加射线检验。 如果超声波检验发现有能测出面积的缺陷,而射线检验又检测不出缺陷,不能排除存在着裂纹,应按序号 10 的规定执行。
----	---

- 1) 参看 3.2.1.3。
- 注:1 当对延伸性缺陷和非延伸性缺陷分类以序号 3 中的 a)和 b)所列根据非延伸性缺陷间距进行子分类存在疑问时,应使用直径为 24mm,频率为 2~2.25MHz 的直探头,或使用声速特性与上述探头相同的探头进行检验。
- 2 在缺陷显示范围内,对于质量等级为 2~5 的区域,允许局部底波衰减量为 100%。
- 3 在质量等级 2~5 级时,从中心到边缘区的缺陷在厚度方向上最大尺寸为壁厚的 15%(最大 50mm),而位于边缘区的缺陷,其尺寸不得超过壁厚的 10%(最大 25mm)。
- 4 如果中心区的单个缺陷,在厚度方向上的尺寸小于或等于 10%的壁厚,并且判定为中心缩孔,在质量等级为 2~4 时,则允许比本表规定值高出 50%。当质量等级为 5 时,其允许值不受限制。

表 4 按附录 D 进行射线检验时缺陷的最大允许值

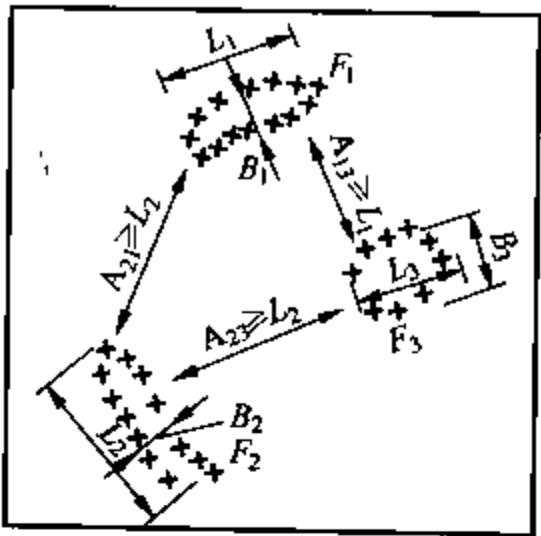
缺陷类型	公称厚度 mm	质量等级					缺陷类型	公称厚度 mm	质量等级				
		1	2	3	4	5			1	2	3	4	5
气孔	≤10	3	4	6	9	14	线状缩孔	≤10	12	23	45	75	120
	>10~20	4	6	9	14	21		>10~20					
	>20~40	6	10	15	22	32		>20~40	18	36	63	100	145
	>40~80	8	16	24	32	42		>40~80	30	63	110	160	230
	>80~120	10	19	28	38	49		>80~120					
	>120	12	22	32	42	56		>120	50	110	145	180	250
夹砂、夹渣	≤10	3	4	6	9	14	树枝状缩孔	≤10	250	450	800	1600	3600
	>10~20	4	6	9	14	21		>10~20					
	>20~40	6	10	15	22	32		>20~40	600	900	1650	2700	6300
	>40~80	8	16	24	32	42		>40~80	800	1350	2700	5400	9000
	>80~120	10	19	28	38	49		>80~120					
	>120	12	22	32	42	56		>120	1000	2000	3000	8000	12000

- 注:1 裂纹、冷铁完全未熔合和泥芯撑完全未溶合性质的缺陷不允许。
- 2 气孔、夹砂和夹渣类缺陷以点数计。
- 3 线状缩孔缺陷以 mm 为单位计。
- 4 树枝状缩孔缺陷以 mm<sup>2</sup> 为单位计。
- 5 缺陷位于评定框边界时,框外部分应计算。



(壁厚区域的划分以铸件加工后的尺寸为基准)

图 1 铸件壁厚区域划分



单个面积  $F$  指其与相邻面积的距离  $A$  大于两个相邻面积中任一最大尺寸  $L$  的面积。示例中  $F_1, F_2, F_3$  是单个面积, 而总面积是  $F_1 + F_2 + F_3$ 。缺陷面的尺寸  $L, B$  为探头扫描缺陷面时从其中心点连线得出的。声程大时应考虑声学特性测定实际的缺陷面积。

图 2 表 3 中缺陷的“单个面积”和“总面积”的说明

4 检验方法

4.1 磁粉检验或渗透检验

为了证实铸钢件已经满足表 1 或表 2 规定的外部质量要求, 应使用附录 A 规定的磁粉检验或附录 B 规定的渗透检验。对于不能磁化的钢种应使用渗透检验, 对于可以磁化的钢种(铁磁性的)应优先使用磁粉检验。

检验机械加工表面时, 如果没有其他商定应使用磁粉检验。

4.2 超声波检验或射线检验

4.2.1 如果订货时没有其他商定, 则应由制造厂来选定检验方法。这时应当注意下列各项: 对于奥氏体材料, 只能用射线检验。对于铁素体钢(包括珠光体钢和马氏体钢)应由供需双方商定采用超声波检验或射线检验。

4.2.2 超声波检验应按附录 C 进行。Ⅰ级检验适用质量等级 1~4, Ⅱ级检验适用质量等级 5。

4.2.3 射线检验应按附录 D 进行。

附录 A(规范性附录) 铸钢件表面磁粉检验

A.1 方法原理

在被磁化的工件上, 当缺陷垂直切割磁力线时, 缺陷处即产生漏磁通。不同的磁粉探伤方法, 其磁化方法和为显示漏磁场所使用的检验介质的种类也各不相同。

缺陷显示的形态与钢铸件中相对于磁力线方向的缺陷取向密切相关。平行于磁力线方向

的缺陷不能被显示出来,所以应选择合适的磁力线方向。

## A.2 检验前的商定

检验范围、铸件的受检部位、铸件受检部位缺陷的允许尺寸和个数、必要时应进行退磁。

## A.3 磁化装置

应熟知磁化装置的各项参数。

## A.4 磁化方法

直接通电周向磁化、触头和磁轭磁化、通电导棒磁化。

## A.5 磁化电流的种类

直流电、交流电、非滤波的脉动直流电(半波整流、全波整流)、脉冲电流。

## A.6 磁化的校验

通过下述方法以证实是否已磁化:测定切向磁场强度、磁化装置制造厂提供的技术资料、计算评定或者测定电流强度。

## A.7 显示漏磁场的检验介质

磁粉和载液的混合物组成检验介质。按照载液的种类,检验介质可分为湿式检验介质和干式检验介质。根据磁粉的目视特性,检验介质又可分为荧光检验介质和非荧光检验介质。

注:探伤灵敏度由于检验介质的性能而受到影响,所以校核检验介质的性能是必要的。检验介质的性能及其测定在《磁粉探伤用磁粉 技术条件》(JB/T 6063)中已予阐述。检验介质性能的有效监测可采用相适应的试块予以进行,在用泵进行循环时尤为必要。

## A.8 受检表面的准备

受检表面应干净,油、油脂、沙粒和氧化皮及其他妨碍缺陷磁痕辨认的物质均不允许存在。所需的表面状态可通过喷丸、打磨或机械加工的方法予以达到。

注:所需的表面状态取决于是否易于识别或确定缺陷。对于表面状态的要求,建议按表面粗糙度试块在订货时商定表面粗糙度。

受检表面与检验介质之间应有足够的对比度。必要时应施加对比介质。光滑的非金属涂层,例如涂料或者对比剂,其厚度可允许约为  $30\mu\text{m}$ ,但应注意检验灵敏度的降低。

## A.9 探伤操作

### A.9.1 磁化

如果在订货时没有其他规定,应在受检表面上两个相互垂直的方向进行磁化。

切向磁场强度应为  $2\sim 6\text{kA/m}$ 。

对于电流强度和磁场强度,建议测定并指明是实际值或是有效值,假如测定值为其他值时,应加以说明。例如算术平均值或者最大值。

注:磁粉探伤时,如果采用触头法磁化时,则应根据采用电流的种类和强度决定触头间距,推荐每  $25\text{mm}$  触

头间距的磁化电流为 90~110A,以保证工件充分被磁化,并按 A.6 进行校核。

为避免灼伤工件,触头与受检表面接触且有效导电后,才应施加电压,在切断电流后才应将电极移去。建议使用铜质或铝质的易熔触头。如有必要,应检查铸件上触头触点处是否有灼烧点,若发现灼烧点可进行打磨,并采用磁轭法磁化和触头法磁化或渗透检验方法对该处重新进行检验。

#### A.9.2 检验介质的施加

磁化时,湿式检验介质以浇流方式施加,干式检验介质可采用喷粉器加以喷洒,磁悬液中的磁粉在使用前应很好地进行搅拌,在磁化过程中检验介质的施加时间应约为 3s,喷洒结束和磁化结束之间的时间称之为后磁化时间,后磁化时间应至少为 1s。

如果使用直流电,经整流的交流电或磁轭和触头磁化,且材料具有足够的剩磁(如具有高矫顽力的硬磁材料),则可采用剩磁法进行检查。这时检验介质是在磁化后施加。

#### A.9.3 受检表面的照明度

缺陷评定时,受检区域应有足够的照明。使用非荧光检验介质,其照明强度应至少为 500lx。

使用荧光检验介质,应在暗室使用紫外光进行检查。在受检表面测定其强度应至少为  $8\text{W}/\text{m}^2$ ,如有可能,为  $15\text{W}/\text{m}^2$ 。紫外光强度的测定装置必须匹配有一套紫外辐射源。

#### A.10 缺陷显示的评定

缺陷显示应按照其大小和个数加以评定。缺陷显示的允许尺寸和个数应在订货时商定,评定的质量等级见表 1。

#### A.11 退磁

检验结束后,铸件还存在剩磁。如果剩磁对铸件的使用性有影响。则铸件必须退磁,这种要求应在订货时予以规定。

#### A.12 检验报告

检验报告至少包括以下资料:

A.12.1 铸件的资料:工件名称、熔炼炉号和材质,必要时模型号或图号和序号;受检铸件的订货依据和检验报告。

A.12.2 检验任务的资料:检验范围、受检部位、允许限、必要时其他内容。

A.12.3 检验规程和结果判定的资料:表面状态、磁化方法种类、检验装置、检验介质、磁化的校验、与本标准的偏差、检验结果及其判定、检验地点、日期和检验员姓名。

### 附录 B(规范性附录) 铸钢件渗透检验

#### B.1 检验的型式和目的

采用渗透剂检查表面裂纹的方法用于检查工件表面的开口性缺陷,例如裂纹、铸疤、折痕、气孔、粘砂缺陷。

## B.2 检验前的商定

在订货时应商定下列各项:检验范围;铸件需检验部位;铸件受检部位的缺陷显示的允许尺寸和个数(见本标准表 2)。

## B.3 渗透探伤剂及其检查

渗透探伤剂包括渗透剂、乳化剂、清洗剂、显像剂。不同型号渗透探伤剂不能混用。并且,渗透剂、显像剂的质量必须进行控制。

### B.3.1 渗透剂的控制

a) 参比渗透剂:每一批新的渗透剂中取 500mL 作为样品。储藏在密封的玻璃容器中,储存温度为 16~52℃,并避免阳光照射。

b) 各种渗透剂的密度应根据制造厂说明书的规定经常校验并保持其密度不变。校验方法是采用密度计测定。

c) 各种渗透剂的浓度应根据制造厂说明书规定经常校验。

d) 着色渗透剂的浓度的校验方法:将 10mL 校验的渗透剂和参比渗透剂分别注入到盛有 90mL 无色煤油或其他惰性溶剂的量筒中,搅拌均匀。然后把两种试剂分别放在比色计纳式试管中进行颜色浓度的比较。如果被校验渗透剂与参比渗透剂的颜色浓度差超过 20%,就应作为不合格。

e) 对正在使用的渗透剂应做外观检验。如发现有明显的混浊或沉淀物、变色或难以清洗,应予报废。

f) 对荧光渗透剂的荧光性能也应经常校验,其荧光效率不得低于 75%。校验的方法按《无损检测 渗透检测和磁粉检测 观察条件》(GB/T 5097)的附录 A 测定。

g) 对渗透剂中氯、氟、硫含量需加以限制时,可由制造厂和用户双方协商决定。

h) 各种渗透剂用对比试块与参比渗透剂进行性能对比试验,当被检渗透剂显示缺陷的能力低于参比渗透剂时应报废。

### B.3.2 显像剂的控制

a) 对干式显像剂应经常检查,如发现粒子凝聚、有显著残留荧光、性能低下者要废弃。

b) 显像剂的浓度应保持在制造厂规定的工作浓度范围内,其密度也应经常进行校验。渗透剂必须装在密封容器中,放在低温暗处保存。显像剂和快干显像剂必须装在密闭容器中保存。

## B.4 受检表面的准备

受检表面的质量和状态可在订货时加以确定。各种妨碍探伤的表面异物必须清理干净,表面粗糙度的准备范围应从规定的探伤部位四周向外扩展 25mm。

## B.5 检验方法和操作

### B.5.1 渗透探伤方法

B.5.1.1 探伤方法的分类:探伤前应考虑铸钢件表面出现的缺陷类型和大小、铸钢件的用途、表面粗糙度、数量和尺寸以及探伤剂的性质,按表 B.1 和表 B.2 选择探伤方法并可将表 B.1 和表 B.2 的符号组合起来表示探伤方法。

例如：FA-W 表示用水洗型荧光渗透液和湿式显像剂的方法。

B.5.1.2 渗透探伤方法的选用：渗透探伤方法的选用可根据被检工件的表面粗糙度、要求达到的探伤灵敏度、探伤批量大小和探伤现场的水源、电源等条件来决定。

B.5.1.3 对于表面光洁且探伤灵敏度要求高的工件，宜采用后乳化型着色法或后乳化型荧光法，也可采用溶剂去除型荧光法。

B.5.1.4 对于表面粗糙且探伤灵敏度要求低的工件，宜采用水洗型着色法或水洗型荧光法。

B.5.1.5 对于现场无水源电源的场所，探伤方法宜采用溶剂去除型着色法。

B.5.1.6 对于大型工件的局部探伤，宜采用溶剂去除型着色法或溶剂去除型荧光法。

B.5.1.7 对于批量大的探伤件，宜采用水洗型着色法或水洗型荧光法。

B.5.1.8 荧光渗透法比着色渗透法有较高的探伤灵敏度。

B.5.2 探伤操作

根据不同的探伤方法按表 B.3 确定探伤操作程序。

B.5.2.1 前处理。

a) 铸钢件表面在施加渗透剂前，必须彻底清除妨碍渗透剂渗入缺陷的油脂及污物等附着物以及残留在缺陷中的油脂及水分。

表 B.1 按渗透剂种类分类的探伤方法

名称	方 法	符号	名称	方 法	符号
荧光渗透探伤	水洗型荧光渗透液方法	FA	着色渗透探伤	水洗型着色渗透液方法	VA
	后乳化型荧光渗透液方法	FB		溶剂去除型着色渗透液方法	VC
	水洗型着色渗透液方法	FC			

注：后乳化型荧光渗透液的乳化剂有油基和水基两种。

表 B.2 按显像方法分类的探伤方法

名称	方 法	符号	名称	方 法	符号
干式显像法	干式显像剂方法	D	湿式显像法	快干式显像剂方法	S
湿式显像法	湿式显像剂方法	W	无显像法	不用显像剂方法	N

表 B.3 探伤操作程序

所使用的渗透剂和显像剂种类	探伤方法符号	探伤操作程序									
		前处理	渗透	乳化	清洗	去除	干燥	显像	干燥	观察	后处理
水洗型荧光渗透剂—干式显像剂	FA-D	○	—○	—	—○	—	—○	—○	—	—○	—○
水洗型荧光渗透液或水洗型着色渗透液—湿式显像剂	FA-W VA-W	○	—○	—	—○	—	—○	—○	—	—○	—○
水洗型荧光渗透液或水洗型着色渗透液—快干式显像剂	FA-S VA-S	○	—○	—	—○	—	—○	—○	—	—○	—○
水洗型荧光渗透液—不用显像剂	FA-N	○	—○	—	—○	—	—○	—	—	—○	—○
后乳化型荧光渗透液—干式显像剂	FB-D	○	—○	—○	—○	—	—○	—○	—	—○	—○
后乳化型荧光渗透液—湿式显像剂	FB-W	○	—○	—○	—○	—	—○	—○	—	—○	—○

表 B.3(续)

所使用的渗透剂和 显像剂种类	探伤方 法符号	探伤操作程序									
		前处理	渗透	乳化	清洗	去除	干燥	显像	干燥	观察	后处理
后乳化型荧光渗透液—快 干式显像剂	FB-S	○	—○	—○	—○	—	—○	—○	—	—○	—○
溶剂去除型荧光渗透液— 干式显像剂	FC-D	○	—○	—	—	—○	—	—○	—	—○	—○
溶剂去除型荧光渗透液或 溶剂去除型着色渗透液—湿 式显像剂	FC-W VC-W	○	—○	—	—	—○	—	—○	—○	—○	—○
溶剂去除型荧光渗透液或 溶剂去除型着色渗透液—快 干式显像剂	FC-S VC-S	○	—○	—	—	—○	—	—○	—	—○	—○
溶剂去除型荧光渗透液— 不用显像剂	FC-N	○	—○	—	—	—○	—	—	—	—○	—○

b) 根据附着物的种类、污染程度不同,可分别采用溶剂清洗、蒸汽清洗、涂膜剥离、碱洗和酸洗等方法进行清除处理。

c) 铸钢件渗透探伤前不宜喷丸。如喷丸,渗透前必须进行酸洗处理。

d) 铸钢件表面进行局部探伤时,前处理范围应从要求探伤部位向外扩展 25mm。

e) 处理后铸钢件表面上残留的溶剂、清洗剂和水分等必须充分干燥。

B.5.2.2 渗透处理。

a) 渗透处理可根据铸钢件的数量、尺寸、形状及渗透剂的种类选用浸渍、喷洒和涂刷等方法,要求探伤部位必须全部被渗透剂湿润,渗透要充分。

b) 渗透时间取决于渗透剂的种类、渗透方法,在 16~52℃ 范围内渗透时间通常在 5~25min 之内。渗透时间不应少于渗透剂制造厂推荐的时间。

c) 在进行乳化或清洗处理前,铸件表面所附着的残余渗透剂尽可能滴干。

B.5.2.3 乳化处理。

a) 乳化处理前先用水予以清洗,然后采用浸渍、喷洒等方法将乳化剂施加于铸钢件表面,乳化必须均匀。

b) 乳化时间取决于乳化剂和渗透剂的性能及铸钢件的表面粗糙度。规定乳化时间是指便于清洗处理的最长时间,原则上用油基乳化剂的乳化时间在 2min 之内;用水基乳化剂的乳化时间在 5min 之内。

B.5.2.4 清洗处理及去除处理。

a) 清洗处理是为了除去附着在被检物表面的残余渗透剂,在处理过程中既要防止处理不足而造成对缺陷显示迹痕识别的困难,也要防止处理过度而使渗入缺陷中的渗透剂也被洗掉。用荧光渗透剂时,可在紫外线照射下观察清洗程度。

b) 水洗型及后乳化型渗透液均用水清洗。使用喷嘴时的水压不大于 340kPa,水温最好为 40~50℃。

c) 采用清洗剂去除渗透液时应使用蘸有清洗剂的布或纸按同一方向擦拭,不得将被检件浸于清洗剂中或过量地使用清洗剂。

B.5.2.5 干燥处理。



- a) 铸钢件表面的干燥温度应在 52℃ 以下,干燥时间通常为 5~10min。
- b) 使用干式或快干式显像剂时,干燥处理应在显像处理前进行。
- c) 用清洗剂时,应自然干燥或用布、纸按同一方向擦干,不得加热干燥。

#### B.5.2.6 显像处理。

- a) 用干式显像剂时,把铸钢件埋在显像剂中或者喷成粉雾均匀地覆盖在整个铸钢件表面上,并保持一定时间。
- b) 用湿式显像剂时,铸钢件经过清洗处理后可直接浸入湿式显像剂中,也可选用喷洒和涂刷的方法。显像时应使附着于铸钢件表面的显像剂迅速干燥。
- c) 用快干式显像剂时,干燥后再喷洒或涂刷显像剂但不可把清洗后的铸钢件浸于显像剂中。喷涂上显像剂后应进行自然干燥或用室温空气吹干。
- d) 用湿式及快干式显像剂时,显像剂应喷涂薄而均匀,以略能看出铸钢件表面为宜,不要在同一部位上反复涂敷。
- e) 显像时间取决于显像剂的种类、预计的缺陷种类和大小以及处理的温度等因素。在 16~52℃ 范围内一般显像时间 75~15min,但不能低于显像剂制造厂家所规定的显示时间。

#### B.5.2.7 观察。

- a) 观察显示的迹痕应在显像剂施加后 7~30min 内进行。如显示迹痕的大小不过分扩大,则可超过上述时间观察。
- b) 荧光渗透探伤时,在黑光灯下进行观察,观察前要有 5min 以上时间使眼睛适应暗室环境。黑光灯的紫外线波长应为 320~400nm。距黑光灯滤光板 400mm 处的黑光辐射照度应不低于  $800\mu\text{W}/(\text{C}\cdot\text{m}^2)$ 。
- c) 着色渗透探伤时,被检表面可见光照度不少于 500lx
- d) 当出现显示迹痕时,必须确定此痕迹是真缺陷还是假缺陷显示。必要时应使用 5~10 倍放大镜进行观察。如无法确定,则应进行复验或用其他方法进行验证。

#### B.5.2.8 复验。

发现下列情况必须从前处理开始重新进行检验:

- a) 发现探伤过程中操作方法有错误;
- b) 难以确定迹痕是真缺陷还是假缺陷;
- c) 如果对缺陷显示迹痕难于按标准进行等级分类时,也必须通过复验或用其他适当的方法加以验证;
- d) 经返修后的部位;
- e) 探伤结束时,用对比试块验证渗透剂已失效;
- f) 其他的必要进行复验的部位。

#### B.5.2.9 后处理。

- a) 观察后,为了防止残留的渗透剂和显像剂对铸钢件表面产生腐蚀或影响其使用,应采用 B.5.2.4 的方法给予清除。
- b) 铸钢件加工表面去除显像剂后工件应予以干燥,必要时加以防腐保护。

### B.6 缺陷显示的评定

缺陷显示应按其大小和个数予以评定,缺陷显示的允许尺寸和个数在订货时予以确定,评

定的质量等级见本标准表 2。

## B.7 检验报告

检验报告应参照本标准并至少包括以下数据：

B.7.1 铸件数据：同 A.12.1。

B.7.2 检验任务的资料：同 A.12.2。

B.7.3 检验规程和结果判定的资料：表面状况、渗透剂探伤型号、渗透时间和显像时间，必要乳化时间、铸件的受检温度、与本标准的偏差、检验结果及其判定、检验地点、日期和检验员姓名。

## 附录 C(规范性附录) 铸钢件超声波检验

### C.1 检验原则与目的

本附录叙述了采用脉冲回波法，对铁素体钢铸件内部缺陷进行检查的超声波检验方法。

### C.2 适用范围

本规范适用于壁厚小于或等于 600mm 经热处理的合金和非合金铁素体钢铸件的检验。对于壁厚大于 600mm 的铸件，应对记录限和检验方法另行加以商定。

有关铸件超声可探性以及应记录的回波记录限问题，按照 C.7 和 C.8.6 划分检验等级。这种分级是取决于铸件实际使用时承受的载荷，订货时供需双方必须予以商定。如有偏离本标准的规定，供需双方也可协商。

### C.3 检验前的协商

订货时需商定下列事宜：检验范围(见 C.8.1)；检验等级(见 C.8.6)；评定标准(见 C.11)。

### C.4 受检铸件的准备

C.4.1 在超声波探伤之前，铸钢件应至少进行一次奥氏体化热处理。

C.4.2 最终验收的超声波探伤的探伤时期应安排在最终热处理和粗加工之后进行。

C.4.3 铸件应安排在外观检查合格后进行超声探伤，铸件的探伤面及底面应无影响超声波探伤的异物，已加工的表面应达到  $R_a$  值不大于  $6.3\mu\text{m}$ ，未加工的表面应达到  $R_a$  值等于或小于  $12.5\mu\text{m}$ 。

C.4.4 妨碍超声波探伤的机械加工工序应安排在超声波探伤之后进行。

### C.5 检验系统

#### C.5.1 超声波检验设备

超声波检验设备必须具有下列性能：

- a) 在钢中纵、横波调整范围从 20mm 至 2m 连续可调；
- b) 增益按 2dB 分档，可调节范围至少为 80dB，调节精度为 1dB；

- c) 水平线性和垂直线性应优于调整范围的 5% 或示波屏高度的 5%;
- d) 对于脉冲回波法,可采用公称频率为 1~6MHz 单晶片探头以及双晶直探头。

#### C.5.2 探头与检验频率

根据铸件不同的几何形状和需检出缺陷类别的差异,可分别采用直探头或斜探头,或两种探头同时采用,近表面区也可使用 SE(双晶)直探头或斜探头。横波检验时,斜探头折射角可在  $35^{\circ}$ ~ $70^{\circ}$  之间,公称频率应在 1~6MHz 范围内。

#### C.5.3 灵敏度的检定

检验系统的灵敏度检定必须至少保证能调整到 C.8.4 所要求的检验灵敏度。

#### C.5.4 耦合剂

耦合剂应能润湿整个受检表面,并且具有足够的导声性能。

调整仪器和检验工件时应采用同一种耦合剂。

### C.6 探伤仪的调整

#### C.6.1 距离的校准

探伤仪示波屏上距离的校准必须采用直探头或斜探头在标准试块上进行。

有时,还应考虑铸件与标准试块的声速差异。

采用直探头时,距离的校准可直接在铸件本体上进行。

#### C.6.2 增益的校准

增益的校准是通过向一个合适的反射体发射声波而进行的,例如,铸件的背面,或《超声波探伤用 1 号标准试块技术条件》(JB/T 10063)标准试块的圆弧面。

被检深度范围内的回波高度,通过一个以 mm 为单位的平底孔的直径,用 AVG 方法加以表示。

### C.7 超声可探性的确认

探伤前必须进行可探性判断,符合要求后才能进行探伤检验。先将仪器“抑制”旋钮置于零位,使用频率 2~2.5MHz 中任一频率的纵波直探头,对铸钢件的最大探测距离处(最厚处)或反射杂波最多处进行探测;若此时的噪声信号反射幅度比选定为纵波同声程探伤灵敏度的反射回波低 8dB 以上时,则该铸件适合超声波探伤(即可探性符合要求)。

如果不能满足上述要求,可降低探伤频率至 1MHz 再按上述方法测试,若此时满足上述要求的话,可以采用这种频率探伤,但这时必须在探伤报告中加以说明。

如果降低频率测试的结果仍不能满足超声波可探性的要求,则应采用热处理的方法来改善铸件透声性,并在满足超声探伤的可探性要求后才能进行超声波探伤。

### C.8 检验的实施

#### C.8.1 检验范围

经商定的铸件受检部位,采用最合适的探伤方法时,只要铸件形状允许的区域都应全部进行检验。

#### C.8.2 检验规程概述

声波入射方向和合适探头的选择取决于铸件的外形、可能发生的铸件缺陷和可能在制造焊

接时发生的缺陷。因此,最合适的检验规程应由制造厂决定。应注意铸件的关键部位,最好的办法是编制书面的检验规程。制造焊接以及制造过程中有可能产生裂纹的所有部位,可采用斜探头检验。

对于检验等级Ⅰ级,铸件需检查的部位应尽可能至少用直探头从两面进行检验。对于只能从一面进行检验的部位,采用直探头和双晶探头检查近表面区域的缺陷。对于只能从一面进行检验,而且壁厚小于 600mm 的部位,只用双晶探头即可。铸件采用单面探伤时,如探头近区出现反射点,则应使用近区分辨力的探头。

如果铸件的最终用途要求特殊的检验方法,需方必须及时通知制造厂。

### C.8.3 扫查速度

检验时,探头移动速度不得大于 10cm/s,扫查线应彼此紧靠且重叠,以便扫查全部受检体积。一般来说,约重叠晶片直径的 1/4。但在特殊情况下,还需根据探头的结构而定。

### C.8.4 检验灵敏度

原则上,最好是在铸件上调节检验系统灵敏度。若不可能,则应使用 JB/T 10063 标准试块,在测定耦合补偿量时,既要考虑耦合面的表面质量,还要考虑底面的表面质量,因其影响底波高度(用作基准)。

扫查时,应把增益提高到在示波屏能见到干扰背景(扫查灵敏度)。最大被检深度处的平底孔的回波高度应至少为示波屏高度的 2/5,即表示有足够超声波可探性。

如果在检查缺陷时,发现可疑部位,即底波衰减超过允许值,这时不得不局部地采用降低检验灵敏度进行检查,在这种情况下应定量地求出底波衰减值。

在调定斜探头检验灵敏度时应注意到:垂直于耦合面的平面状缺陷的回波高度应小于 3mm 平底孔当量直径的记录限。

此时,检验灵敏度应调整得使这种反射体在示波屏上能清晰地见到其动态回波图形(见图 C.3)。

推荐斜探头的灵敏度直接在实际的平面状缺陷(在深度方向延伸的裂纹)或在垂直于耦合面并对声束而言无限远的壁上进行校核,同时还应使探头底面能与铸件外形相吻合。

注:如果既检查缺陷而又同时观察底波时,则最好使用带有可调节底波下降量的仪器。

如果由于受检部位的不同而表面质量有所变化,可能造成检验灵敏度的急剧变化。这种情况下,应遵守本条款第二段所述的调节扫查灵敏度的条件。

采用双晶直探头检验时,灵敏度应在铸件上耦合面与底面尽可能是准确平行的部位内进行调整。如果不可能,则要使用有平行面的试块或钻浅孔的试块。

### C.8.5 各类回波

有下列几种回波可能在铸件探伤时出现:

- a) 缺陷回波;
- b) 不是因为铸件形状或耦合而引起的底波衰减。

以上两种回波既可单独出现,也可同时出现,都应注意并分别予以评定。

回波高度以平底孔当量直径大小表示;底波衰减量是由底波高度的下降量以 dB 表示。

### C.8.6 记录限及应记录的回波

除另有协定外,凡是达到或超过下列限定的所有回波或底波衰减量均应加以记录。不论回波高度大小如何,下列回波均应予以记录。

- a) 带有纵向或深度方向延伸的连成一片的缺陷回波；
- b) 处于声波入射不合适位置的铸造缺陷回波。

凡是在表 C.1 规定的记录限以上的回波高度均应加以记录。

所有探出应记录的缺陷部位均应作出标记,并应在检验报告中加以说明。缺陷位置用网格框加以表示,并以草图或照片的形式提供资料。

表 C.1 铁素体钢铸件超声波检验记录限

壁厚 mm	记录限				
	检验等级 I		检验等级 II		检验等级 I 和 II  底波衰减量 dB
	平底孔当量直径				
	非延伸性 <sup>1)</sup> mm	延伸性 <sup>1)</sup> mm	非延伸性 <sup>1)</sup> mm	延伸性 <sup>1)</sup> mm	
≤100	4	3	8	6	12
>100~600	6	3	6	6	12
焊接坡口	3	3	3	3	12

1) 见本标准表 3。

C.9 缺陷的检验

所有探出应记录的缺陷均需进行详尽的分析,以便对这些缺陷的形状、种类、大小和位置有全面的了解。这可以通过改变超声波检验方法和用射线检验方法予以实施。

C.10 测定缺陷大小

注:要借助足够精度的超声波检验方法测定缺陷尺寸,只有在一定的条件下才有可能(例如,对缺陷类型的了解,缺陷的基本几何形状,声束对缺陷的最佳入射等)。通常,钢铸件不能满足这些条件。大的铸造缺陷也可把它看成是许多小的应记录缺陷。通过改变扫查方向或角度,有助于对缺陷的全面了解。为了简化和统一全部操作程序,达成了下列协议。

C.10.1 按延伸情况划分缺陷

C.10.1.1 非延伸性缺陷

实际尺寸小于或等于探头在缺陷处声束直径的缺陷称为非延伸缺陷。声束直径可以从相应的探头说明书或声波曲线图中查出。

声束直径(−6dB)与声程的关系,对于最常用的探头见图 C.1,或用下述方程式标出:

$$D_B(-6dB) \approx \lambda \cdot S / D = D \cdot S / (4 \cdot N) \dots\dots\dots (C.1)$$

- 式中:  $D_B(-6dB)$ ——声束直径;  
 $\lambda$ ——波长;  
 $D$ ——晶片直径;  
 $S$ ——声程;  
 $N$ ——近场区长度( $N \approx D^2 / (4\lambda)$ )。

C.10.1.2 延伸性缺陷。

实际尺寸大于探头在缺陷处声束直径的缺陷称为延伸性缺陷。

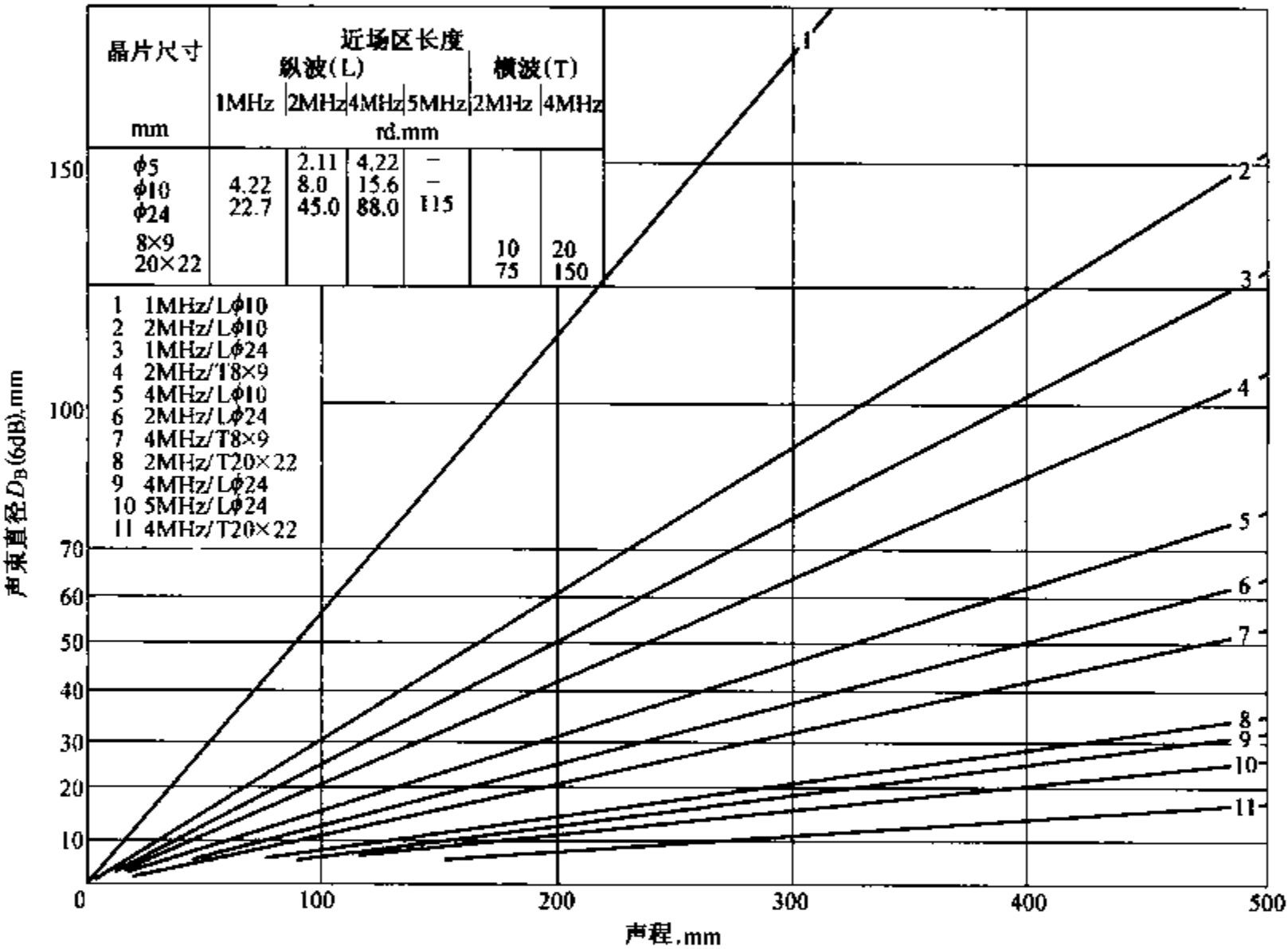
C.10.2 平行于受检面的缺陷尺寸的测定

在确定缺陷尺寸时,建议尽可能采用近场区长度尽量与入射到缺陷的声程相一致的探头。

通过探头在受检面上扫查,确认底波下降部位。

- a) 回波高度下降至表 C.1 规定记录限以下 6dB 的缺陷,必须予以记录。
  - b) 回波高度下降至最大回波高度以下 6dB(半波高法)的按 C.8.6 a)和 b)所述的缺陷。
- 关于底波衰减,一般采用半波高法。尽可能准确地对这些探测点作出标记(例如:直探头的探头中心,斜探头的人射点)。

将各标记点连成一条外形轮廓线即给出缺陷的延伸尺寸。对于斜探头,只要被检工件的几何外形允许,将缺陷的各边沿点利用距离投影原理将其投影到探伤面上。标记点间距峰值已列入图 C.1,图 C.1 表示所测得的缺陷的声程。



(曲线 4、7、8 和 11 为双轴椭圆声束截面的小型斜探头绘制而成的)

图 C.1 近场区长度和常用单晶片探头远场区声束直径(6dB)与声程关系的近似值

若所测得的峰值间距位于探头声束直径曲线以下或者正好在曲线上,或者此距离小于或等于按公式(C.1)根据测得的声程计算出来的声束直径,那么,这种缺陷定义为非延性缺陷。若位于曲线以上或大于按公式(C.1)的计算值,则应记录测得的延伸尺寸。

C. 10.3 垂直于受检面的缺陷尺寸的测定

推荐采用在缺陷部位声束直径尽可能小的探头(聚焦探头的焦点或双晶斜探头的自然焦点)。依缺陷种类不同,可采用下列方法:

- a) 从两相对面(图 C.2)垂直入射声波;
- b) 斜角入射声波。

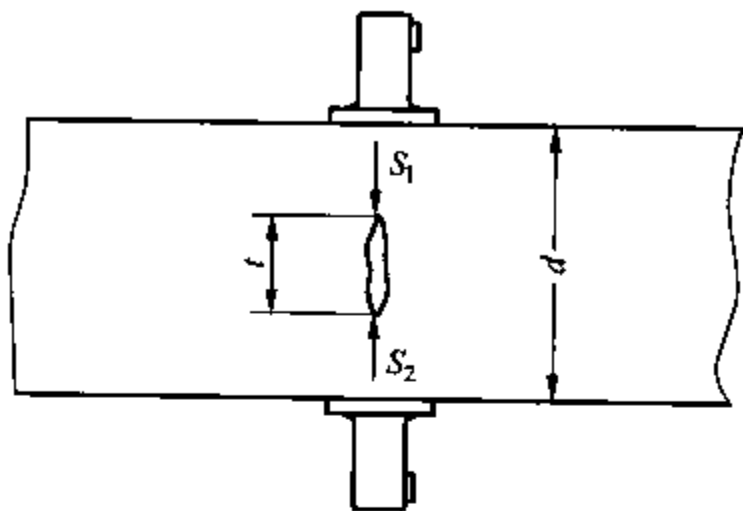


图 C.2 直探头测定深度方向的延伸尺寸  $l = d - (S_1 + S_2)$

平面状缺陷的深度方向上的延伸尺寸,通过斜角入射声波可以在缺陷边沿上各自测得的声程差而求得。

对于深度约为 50mm 以内的近表面缺陷,可采用下法来评定其深度方向上的延伸尺寸。

采用双晶斜探头(具有顶角;横波),把被测缺陷深度方向的最大回波高度调至 100% 示波屏高度,通过探头对缺陷的垂直移动,找出回波高度下降至 10% 示波屏高度处,从声程  $S_1$  和  $S_2$  以及折射角即可算出缺陷在深度方向上的延伸尺寸(图 C.3)。

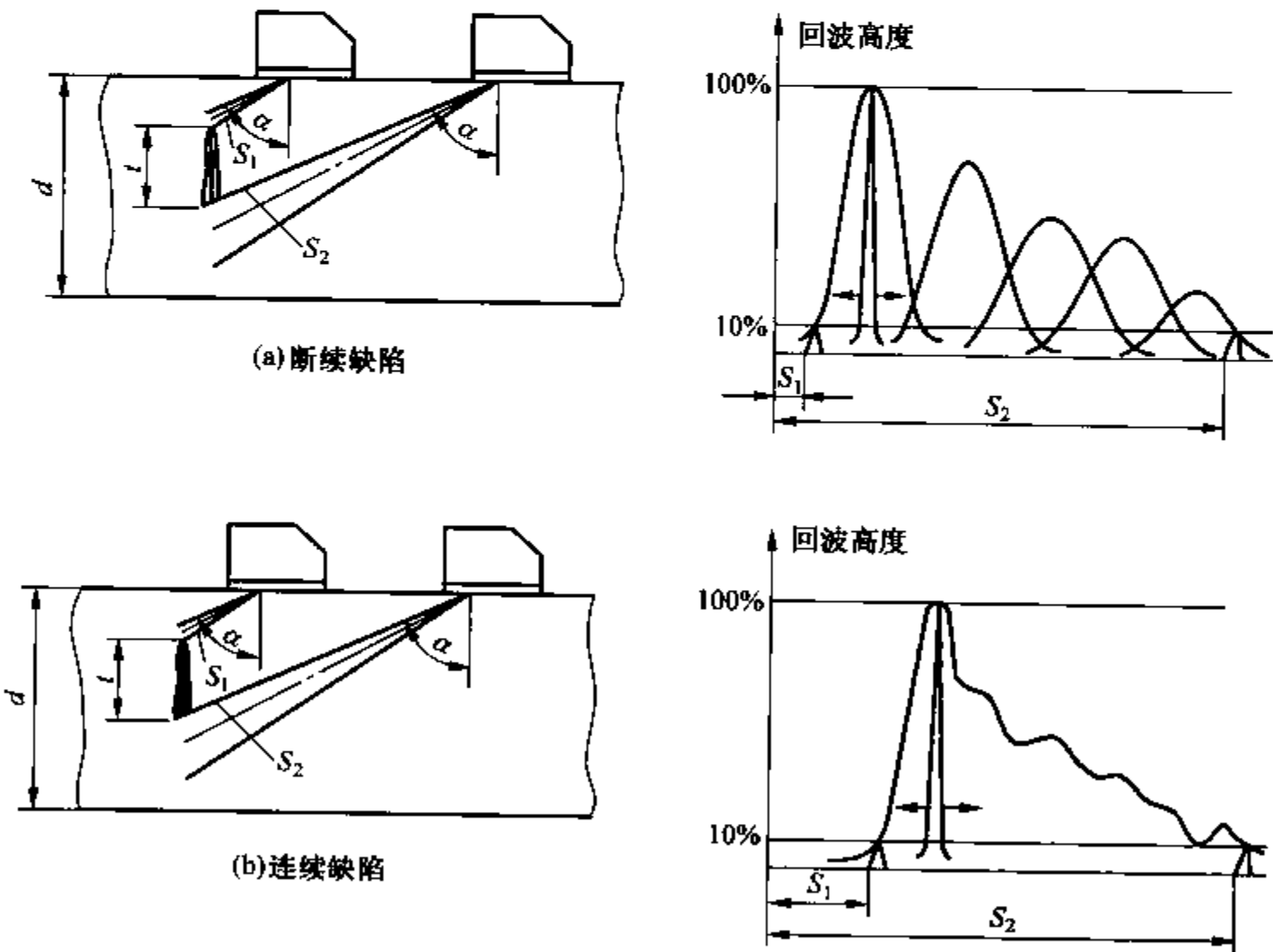


图 C.3 斜探头测定垂直于受检面的延伸性缺陷的延伸尺寸和回波动态特性曲线  
延伸尺寸  $l = (S_2 - S_1) \cos \alpha$

### C.11 回波的评定

有关回波的评定及其准确性的约定,应由供需双方商定,评定的质量等级见本标准表 3。

### C.12 检验报告

检验报告必须包括下列数据:

- a) 受检工件的标识数据;
- b) 检验范围;
- c) 采用的探伤仪型号;
- d) 探头型号、检验方法和检验部位;
- e) 灵敏度调节所需的全部数据;
- f) 超声可探性的数据;
- g) 需记录回波的缺陷位置的记述(例如:草图或照片)以及所有能表示特性的数据,例如:平底孔当量直径、底波衰减量、深度位置和深度方向上的延伸尺寸、长度和面积(在检验等级 II 级中关于缺陷的记述,可另行商定);
- h) 检验日期和检验人员姓名。

## 附录 D(规范性附录) 铸钢件射线透照检验及其质量等级

### D.1 像质级别

射线照相像质分为 A 级和 B 级。A 级适用于结构复杂、检验区厚度差较大的工件,一般照相技术即可达到 A 级要求;B 级适用于检验区厚度差小、近似于平板的工件,A 级照相检出能力不充分的场合。

### D.2 合约双方协定

合约双方应事先进行协商,对铸件射线照相检验范围、像质级别、照相方法、缺陷允许范围进行规定。

### D.3 设备与器材

#### D.3.1 透照设备

可使用 X 光机、电子加速器和  $\gamma$  射线装置。

#### D.3.2 感光材料

采用《无损检测 工业射线照相胶片 第 1 部分:工业射线照相胶片系统的分类》(GB/T 19348.1)规定的照相胶片,选用金属箔增感屏。A 级或 B 级照相适用的胶片与增感屏组合见表 D.1 规定。

#### D.3.3 像质计

使用《线型像质计》(JB/T 7902)规定的一般选用 R'20 的 FE 型象质计。



表 D.1 胶片等级与增感屏

射线装置	透照厚度 mm	胶片等级 <sup>(1)</sup>		金属箔增感屏种类与厚度	
		A 级照相	B 级照相	A 级照相	B 级照相
≤100kV X 射线装置		T3	T2	不使用,或使用厚度≤0.03mm 的铅箔增感前屏及后屏	
>100~150kV X 射线装置		T3	T2	≤0.15mm, 铅前屏及后屏	
>150~250kV X 射线装置				0.02~0.15mm, 铅前屏及后屏	
>250~500kV X 射线装置	≤50	T3	T2	0.02~0.2mm, 铅前屏及后屏	
	>50		T3	0.1~0.3mm, 铅前屏 <sup>2)</sup> ; 0.02~0.3mm, 铅后屏	
<sup>192</sup> Ir		T3	T2	0.02~0.2mm, 铅前屏	0.1~0.2mm, 铅前屏 <sup>2)</sup>
				0.02~0.2mm 铅后屏	
<sup>60</sup> Co	≤100	T3	T3	0.25~0.7mm 钢或铜, 前屏及后屏 <sup>3)</sup>	
	>100				
>1~4MeV X 射线装置	≤100	T3	T3	0.25~0.7mm 钢或铜, 前屏及后屏 <sup>3)</sup>	
	>100				
>4~12MeV X 射线装置	≤100	T2	T2	≤1mm, 钢、铜或钛前屏 <sup>4)</sup> ; ≤1mm 铜、钢或≤0.5mm 钛后屏 <sup>4)</sup>	
	>100~300	T3	T2		
	>300		T3		
>12MeV X 射线装置	≤100	T2	—	≤1mm 钛前屏 <sup>5)</sup> , 不用后屏	
	>100~300	T3	T2		
	>300		T3	≤1mm 钛前屏 <sup>5)</sup> , ≤0.5mm 钛后屏	

- 1) 不妨使用更高级别的胶片。
- 2) 筒装胶片前放置小于或等于 0.03mm 铅前屏时,不妨在工件与胶片间放置 0.1mm 的铅质滤光板。
- 3) A 级照相时,可以使用 0.5~2.0mm 的铅屏。
- 4) A 级照相时,经合约双方协商,可以使用 0.5~1.0mm 的铅屏。
- 5) 经协商也可使用钨屏。

D.3.4 观片灯

应满足《工业射线照相底片 观片灯》(JB/T 7903)的规定,或具有同等性能。

D.4 透照方法

D.4.1 透照方向

射线束应对准检验区中心,并与工件表面垂直。但当认为从别的方向进行透照更有利于缺陷的检出时,则不受此条款限制。

D.4.2 像质计放置

D.4.2.1 按图 D.1~图 D.4 所示照相布置,将含有应识别钢丝(见表 D.3 规定)在内的像质计置于工件源侧表面,与工件一起被透照。如果像质计难于放置在源侧表面,则可以紧贴胶片侧表面放置,但透照时像质计至胶片的距离应为应识别钢丝线径(见表 D.3 规定)的 10 倍以上,同时要在像质计上放置标记“F”且其影像应出现在底片上。

D.4.2.2 透照厚度变化较小时,在能代表透照厚度的部位放置 1 个像质计。

D.4.2.3 透照厚度变化较大时,在能代表透照厚度较厚的部位和较薄的部位分别放置 1 个像

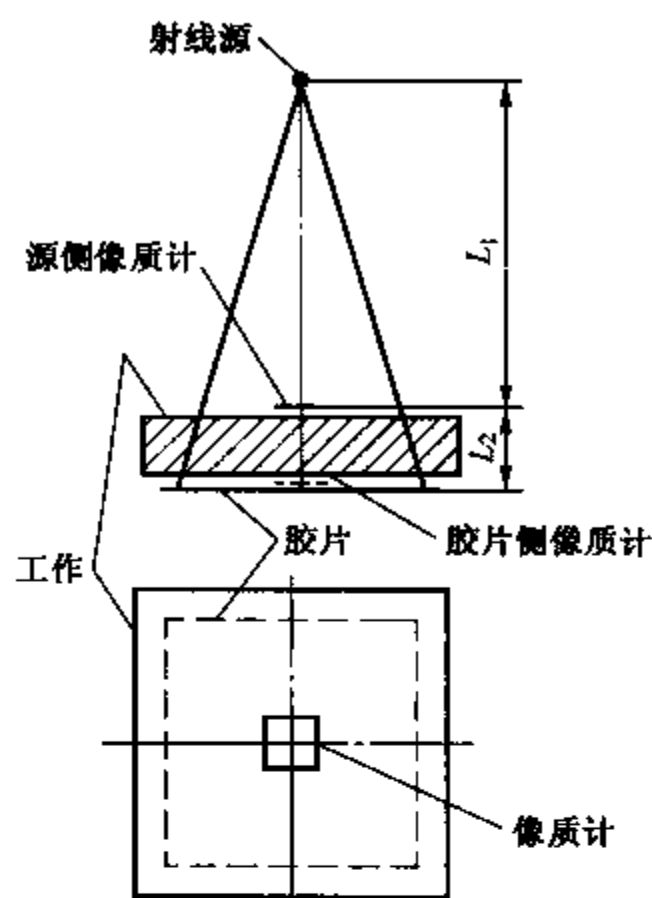


图 D.1 平板形工件照相布置

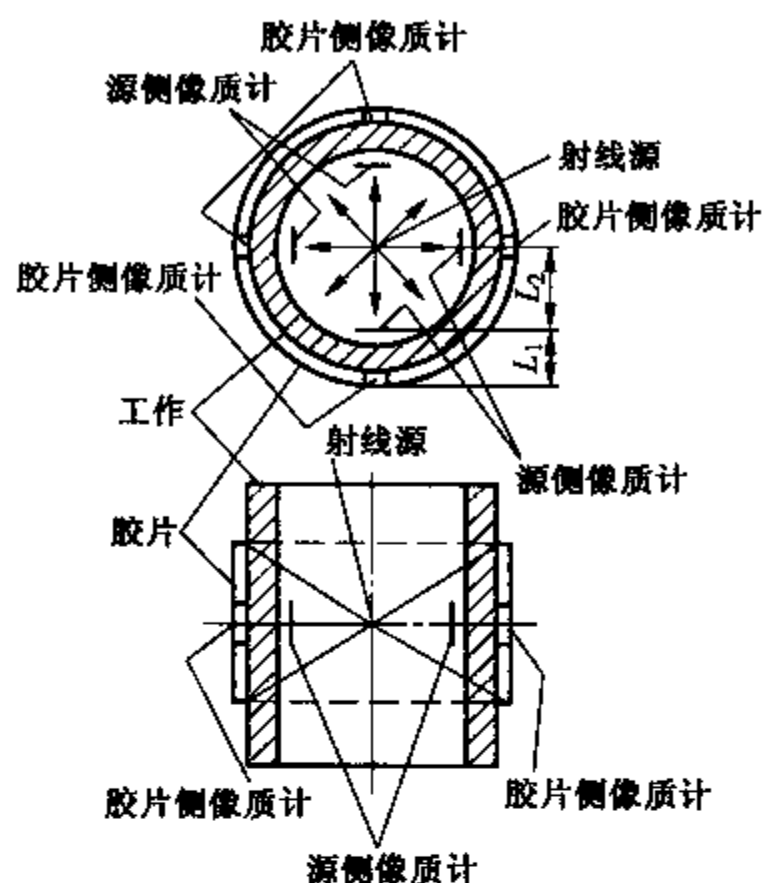


图 D.2 筒形工件照相布置(内透法)

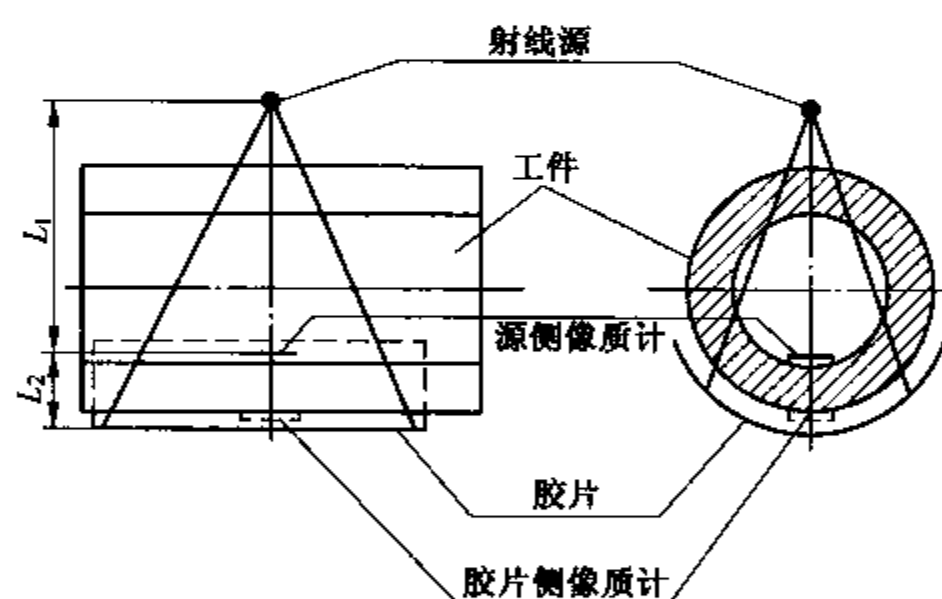


图 D.3 筒形工件照相布置(双壁单影法)

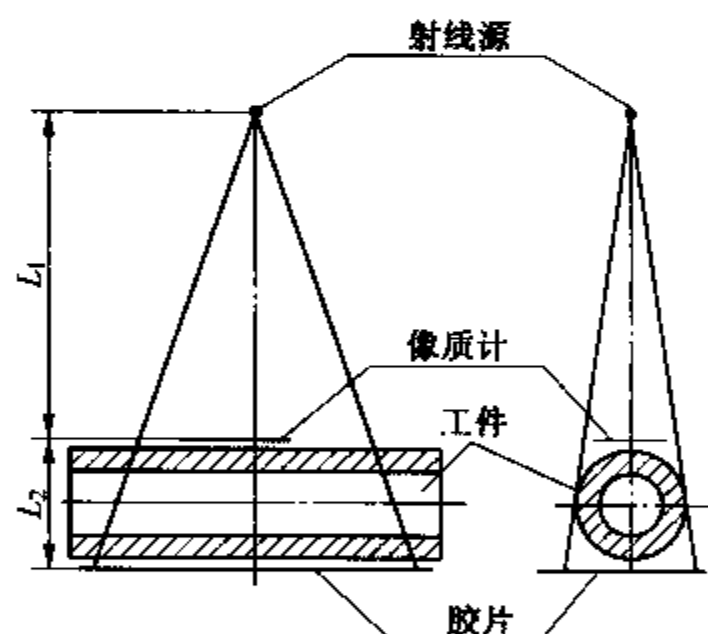


图 D.4 筒形工件照相布置(双壁双影法)

质计。

D.4.2.4 筒形工件按图 D.2 进行周向全景照相时,一般放置 4 个像质计,分布在圆周的 4 等分位置。

#### D.4.3 照相布置

射线源、像质计、胶片间的相对位置见图 D.1~图 D.4。

a) 射线源至工件的最短距离( $L_1$ ),由焦点尺寸  $f$ 、工件源侧表面至胶片的距离  $L_2$  决定,必须满足下述公式(D.1)或公式(D.2)的要求:

$$\text{A 级照相: } L_1/f \geq 7.5L_2^{2/3} \quad \text{..... (D.1)}$$

$$\text{B 级照相: } L_1/f \geq 15L_2^{2/3} \quad \text{..... (D.2)}$$

式中, $f$ 、 $L_1$ 、 $L_2$  的单位为 mm。

$L_2$  小于公称厚度的 1.2 倍时,上述公式及图 D.7 中的  $L_2$  值取公称厚度值。

b) 可以用图 D.7 查出射线源至工件的最短距离  $L_1$  值。

c) 上述几何条件不能满足时,如果像质要求能够满足,则可不受该最短距离  $L_1$  值规定的限制。

D.4.4 透照区标记

照相时,检验区表面应放置标记,其影像应出现在照相底片上。照相底片必须与检验区一一对应。

D.4.5 胶片搭接

需要 2 张或 2 张以上胶片对工件进行分割照相检验时,胶片间必须有一定的重叠区,此时,在工件表面放置的搭接标记应出现在底片上。

D.4.6 X 射线管电压及射线源的选择

最高允许 X 射线管电压不得超过图 D.5 的规定。此外, $\gamma$  射线和 1MeV 以上 X 射线适用透照厚度范围见表 D.2 规定。但如果表 D.3 的像质要求能够满足,则可不受此限制。

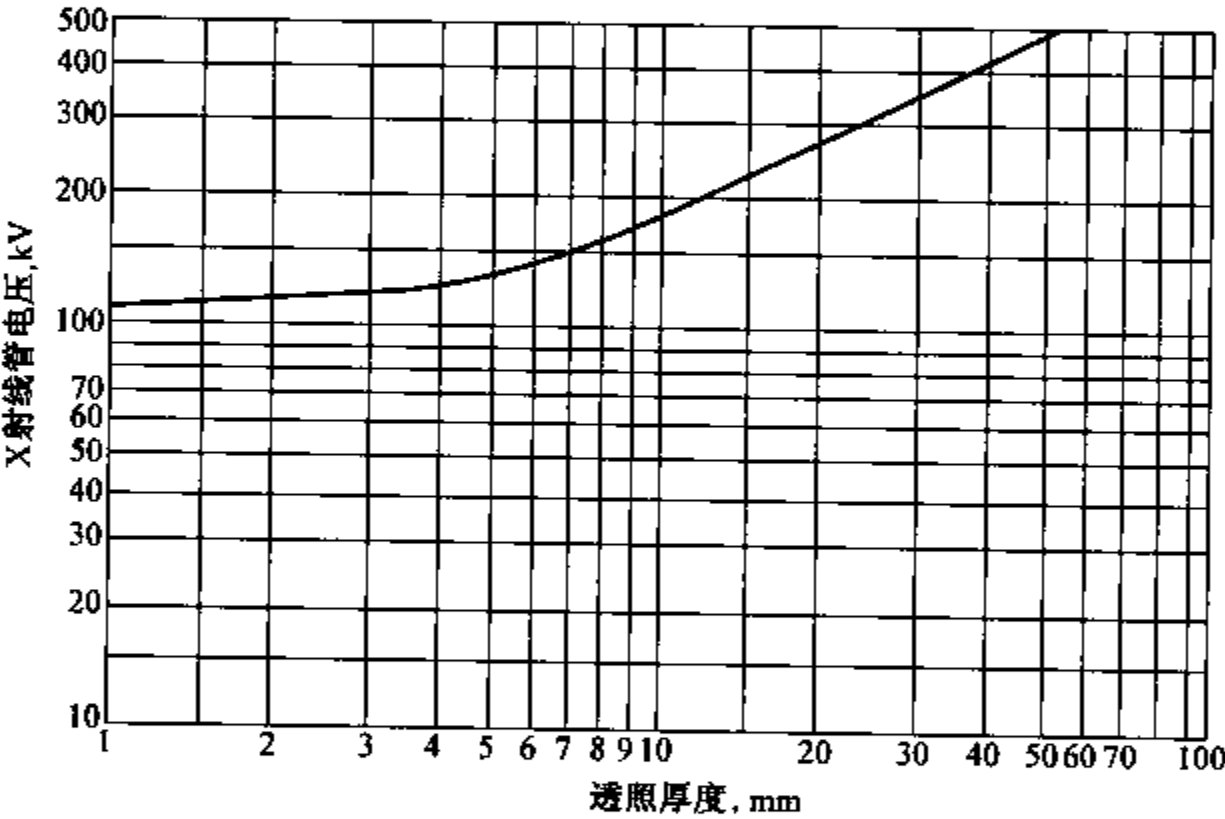


图 D.5 500kV 以下 X 射线装置最高管电压与透照厚度的关系

表 D.2  $\gamma$  射线和 1MeV 以上 X 射线适用透照厚度

射线源	适用透照厚度,mm		射线源	适用透照厚度,mm	
	A 级检验	B 级检验		A 级检验	B 级检验
$^{192}\text{Ir}$	20~100	20~90	X 射线 4~12MeV	50 以上	80 以上
$^{60}\text{Co}$	40~200	60~150	X 射线 12MeV 以上	80 以上	100 以上
X 射线 1~4MeV	30~200	50~180			

D.4.7 胶片与增感屏

X 射线、 $\gamma$  射线与不同透照厚度对应的胶片及增感屏组合由表 D.1 规定。但如果满足表 D.3 的像质要求,则可不受此限制。

D.4.8 多层胶片法

工件形状复杂、厚度变化较大时,可以采用图 D.6 所示的多层胶片法进行照相。该方法是

将 2 张或 2 张以上感光度相同或不同的胶片装入同一暗盒进行照相。

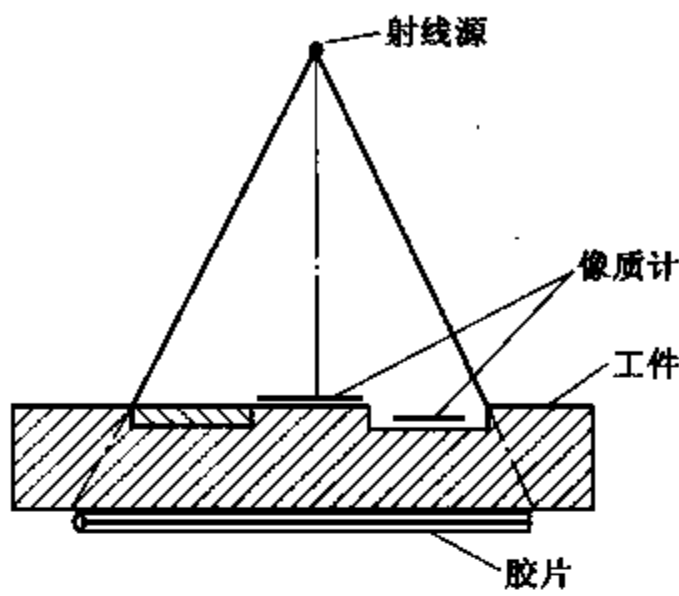


图 D.6 多张胶片照相法

D.5 底片质量要求

D.5.1 应识别的像质计最小线径

射线底片上应识别的像质计最小线径必须在表 D.3 规定值以下。

表 D.3 应识别的像质计最小线径

透照厚度,mm		应识别 最小线径 mm	透照厚度,mm		应识别 最小线径 mm
A 级	B 级		A 级	B 级	
<5	<6.4	0.10	>50~63	>56~70	1.00
≥5~6.4	≥6.4~8	0.125	>63~80	>70~90	1.25
>6.4~8	>8~10	0.16	>80~100	>90~120	1.60
>8~10	>10~13	0.20	>100~140	>120~150	2.00
>10~13	>13~16	0.25	>140~180	>150~190	2.50
>13~16	>16~20	0.32	>180~225	>190~240	3.20
>16~20	>20~25	0.40	>225~280	>240~300	4.00
>20~26	>25~32	0.50	>280~360	>300~380	5.00
>26~32	>32~45	0.63	>360	>380	6.30
>32~50	>45~56	0.80	—	—	—

D.5.2 底片黑度

a) 检验区内缺陷影像外的底片黑度必须在表 D.4 规定范围内。但若能达到 D.5.1 规定的像质要求,也可不受此限制。

表 D.4 黑度范围

检验级别	黑度范围	检验级别	黑度范围
A 级	1.0~4.0	B 级	1.5~4.0

b) 多张胶片照相法,单片观察时底片黑度必须满足表 D.4 要求;叠片观察时单片黑度最低应在 0.8 以上、叠片黑度最高应在 4.0 以下。

D.5.3 胶片处理

不能产生妨碍缺陷评定的伪缺陷影像。

D.6 底片观察

D.6.1 观片灯

根据底片黑度,按表 D.5 类别,使用 D.3.4 规定的观片灯对底片进行观察。

表 D.5 观片灯的适用范围

底片黑度	观片灯亮度,cd/m <sup>2</sup>	底片黑度	观片灯亮度,cd/m <sup>2</sup>
≤1.5	1000	≤3.5	30000
≤2.5	10000	≤4.5	300000

D.6.2 观察方法

在暗室使用适合底片尺寸的遮光罩对底片进行观察。

D.7 散射线屏蔽

使胶片感光的散射线是引起像质降低的一个重要原因,尤其对 150~400kV 范围的 X 射线更为明显。

降低散射线影响的方法如下:

- a) 在 X 射线装置窗口放置照射筒或准直装置,将射线束控制在检验区所需的最小范围内。另外,在暗盒背面、侧面放置 1~4mm 厚铅版,以屏蔽来自物体反射的散射线。
- b) 周向全景曝光中无法使用限制射线束的装置时,尽可能在宽敞的透照室内进行照相。工件尽可能远离周围物体,相距较近的物体应覆盖上铅版。
- c) 用铅字“B”验证背散射的影响。铅字“B”高 10mm、最小厚度 1.5mm,紧贴暗盒背面放置。胶片处理后若底片上看不到该铅字的影像,则可认为未受到背散射的影响。

D.8 缺陷影像质量评级方法

D.8.1 评级步骤

缺陷影像(以下简称缺陷)的质量评级按如下步骤进行:

- a) 按 D.6 规定观察底片。
- b) 确认底片符合 D.5 的像质要求。
- c) 确定缺陷性质,缺陷分为气孔、夹砂及夹渣、缩孔、裂纹。
- d) 确认被检铸件的公称厚度值。
- e) 评定视野由公称厚度值决定,且取最小公称厚度值。
- f) 测量缺陷尺寸,并规定:
  - 观片后,仅对判断为缺陷的影像进行测量,不明阴影排除在外。
  - 仅对影像的清晰部分进行测量,虚影部分不计入。
  - 2 个或 2 个以上缺陷在底片上重叠时,分别进行测量。
- g) 缺陷评级方法如下:
  - 气孔类缺陷按 D.8.2.1 换算出缺陷点数,然后按本标准表 4 评级。
  - 夹砂及夹渣类缺陷按 D.8.2.1 换算出缺陷点数,然后按本标准表 4 评级。
  - 缩孔类缺陷,先按其影像形状分为线状缩孔或树枝状缩孔。线状缩孔按 D.8.2.2 测量长度,然后再按本标准表 4 评级;树枝状缩孔按 D.8.2.2 测量面积,然后按本标准表

4 评级。

- 气孔、夹砂及夹渣、缩孔类缺陷评级时,表 D.8 和表 D.10 给出了不计入评定的最大缺陷尺寸。当按表中“1 级”对应尺寸去除不计缺陷后评定结果为 1 级时即定为 1 级;按表中“1 级”对应尺寸去除不计缺陷后评定结果为 2 级或 2 级以上,按表中“2 级和 2 级以上”对应尺寸去除不计缺陷后评定结果为 1 级时,则应定为 2 级;评定结果为 2 级或以上时,其结果即为最终级别。
- 如果同时存在 2 种或以上缺陷,就应当分别评级。在有必要确定其综合级别时,可取其中级别数较大(等级低)者为其综合级别。

在同一评定视野内,最低等级包括 2 种以上缺陷时,综合级别应降低 1 级。但是,在各种缺陷都独自为 1 级时,只有超过缺陷点数、缺陷长度或缺陷面积允许限度 1/2 的缺陷在 2 种以上时,综合级别才定为 2 级。

此外,按表 D.8 和表 D.10 中“2 级和 2 级以上”对应尺寸去除不计缺陷后评为 1 级、但按“1 级”对应尺寸去除不计缺陷后评为 2 级时,如果还有混合存在的缺陷定为 2 级,则综合级别应降低到 3 级。

D.8.2 缺陷点数、缺陷长度、缺陷面积

D.8.2.1 气孔、夹砂及夹渣类缺陷的点数。

换算缺陷点数时,应将表 D.6 规定的评定框置于检验区内缺陷点数最多的区域。单个缺陷,根据其尺寸按表 D.7 换算其点数。表 D.8 规定了不计点数的缺陷尺寸,在测量缺陷尺寸以确定是否计入其点数时,仅测量缺陷影像黑度较高区域的尺寸,不包括周围的虚影部分。

评定框内存在多个缺陷时,将各单个缺陷的点数相加,换算其总点数。

评级时,只计算评定框内缺陷的总点数,但如果评定框外的缺陷正好位于评定框的边界上,则该缺陷的点数应计入总点数中。

表 D.6 气孔、夹砂夹渣类缺陷评定框 mm

公称厚度	≤10	>10~20	>20~40	>40~80	>80~120	>120
评定框直径	20	30	50		70	

表 D.7 缺陷尺寸与点数

缺陷尺寸 mm	≤2.0	>2.0 ~4.0	>4.0 ~6.0	>6.0 ~8.0	>8.0 ~10.0	>10.0 ~15.0	>15.0 ~20.0	>20.0 ~25.0	>25.0 ~30.0
缺陷点数	1	2	3	5	8	12	16	20	40

表 D.8 不计点数的缺陷的最大尺寸 mm

评定级别	公 称 厚 度					
	≤10	>10~20	>20~40	>40~80	>80~120	>120
1 级	0.4	0.5	1.0		1.5	
2 级和 2 级以上	0.7	1.0	1.5		2.0	

D.8.2.2 缩孔类缺陷的长度和面积。

评定框应置于检验区内缩孔长度或面积最大的区域。2 个以上缩孔密集分布时,评定框内应尽可能多地包括最长的和面积最大的缺陷。当大缺陷的尺寸超过评定框的直径时,最大缺陷置于评定框的中心位置。评定框的尺寸见表 D.9 规定。不评定缺陷的最大长度或面积见表

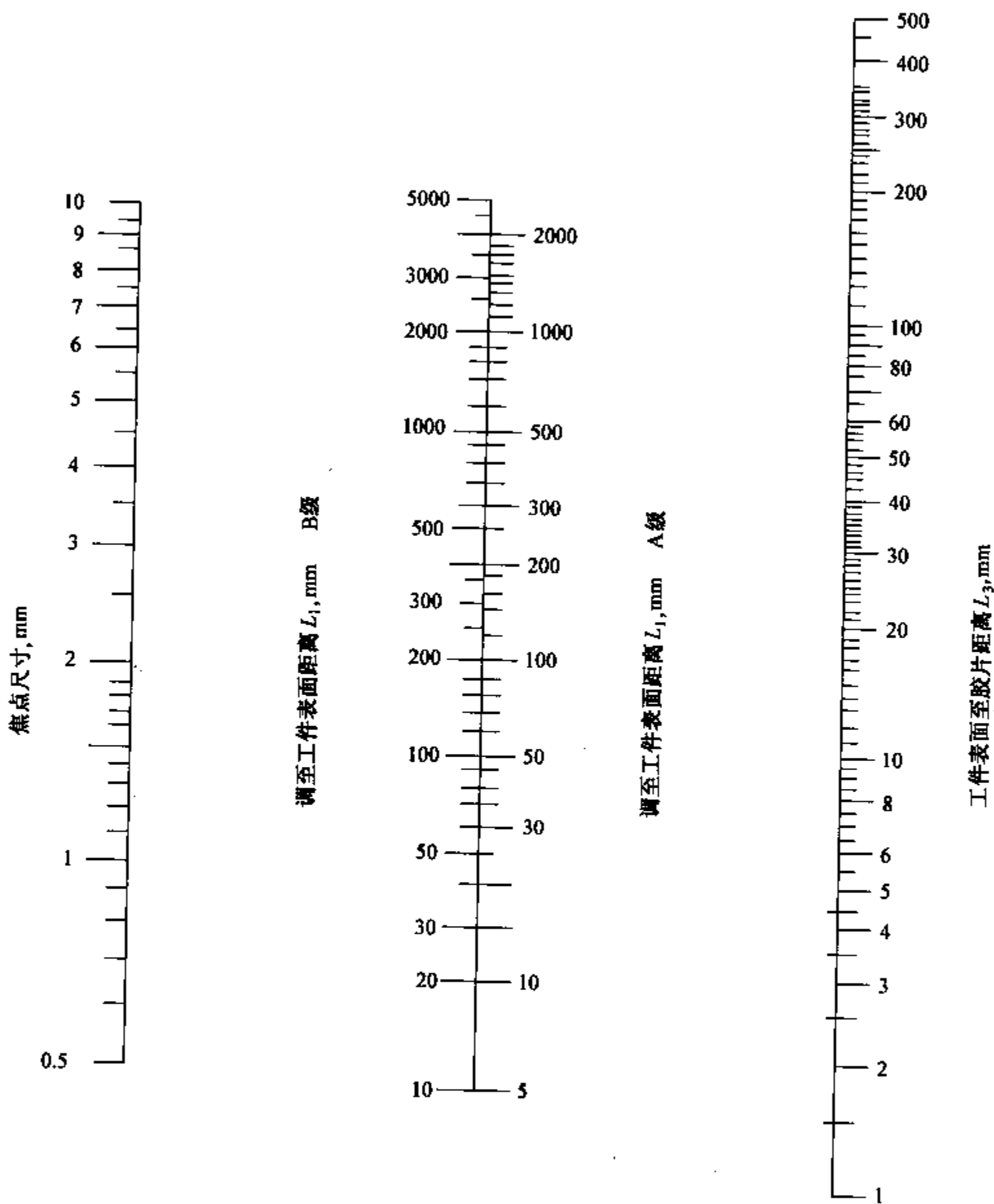


图 D.7 由工件表面至胶片的距离( $L_2$ )和射线源尺寸( $f$ )  
决定源至工件表面最短距离( $L_1$ )的诺模图

D.10规定。

- a) 线状缩孔的长度,取连续状态的缺陷的最大长度。2 个以上的缩孔,取各自长度的总和为该组线状缩孔的总长度。如果评定框外的缺陷正好位于评定框边界上,框外缺陷也应测量进去。
- b) 树枝状缩孔的面积,应取连续状态缺陷的最大长度与垂直方向上最大宽度的乘积。如

果评定框外的缺陷正好位于评定框边界上,测量时框外缺陷应包括在内。当树枝状缩孔中混存有线状缩孔时,将线状缩孔当作树枝状缩孔处理,但只取其 1/3 长度值,以 mm 为单位并圆整为整数值。

表 D.9 缩孔类缺陷评定框 mm

公称厚度	≤10	>10~20	>20~40	>40~80	>80~120	>120
评定框直径	50		70			

表 D.10 不评定缺陷的最大长度或面积

评定级别		公称厚度,mm					
		≤10	>10~20	>20~40	>40~80	>80~120	>120
1 级	线状,mm	5.0					
	树枝状,mm <sup>2</sup>	10					
2 级和	线状,mm	5.0		10		20	
以上	树枝状,mm <sup>2</sup>	30		50		90	

D.8.3 缺陷影像分级

D.8.3.1 气孔类缺陷。根据气孔缺陷的点数,按本标准表 4 评级。此外,单个气孔尺寸超过 1/2 公称厚度或 15mm,即为不允许。

D.8.3.2 夹砂及夹渣类缺陷。根据夹砂或夹渣缺陷的点数,按本标准表 4 评级。此外,单个夹砂或夹渣的尺寸超过公称厚度值或 30mm,即为不允许。

D.8.3.3 缩孔类缺陷。线状缩孔和树枝状缩孔按本标准表 4 评级。

D.8.3.4 裂纹类缺陷。裂纹类缺陷不允许。

D.9 记录

探伤报告中应记录以下事项:

检验实施部门;产品名称;照相日期;底片编号;材质;公称厚度;透照厚度;照相设备;射线源尺寸;管电压或 γ 源类别;管电流或 γ 源活度;曝光时间;胶片等级;增感屏;像质计;源至胶片距离;底片像质(像质计可识别的最小线径、黑度范围);检验部位及相关事项;检验人员资格及签名;其他事项。



# 重型机械通用技术条件

## 锻钢件无损探伤

根据 JB/T 5000.15—2007

本标准规定了锻钢件的超声波、磁粉和渗透检测方法及其质量等级。

本标准适用于重型机械用锻钢件的无损探伤。

采用本标准规定的无损探伤方法,可能会涉及危害性材料、操作及设备,参加无损检验人员应遵守有关安全防护和保健规程。

对锻件无损探伤的方法、部位及质量等级应在锻件图样、技术文件和订货技术条件中注明。

### 1 术语

1.1 单个缺陷 间距大于 50mm,当量直径不小于起始记录当量值的缺陷。

1.2 密集区缺陷 在荧光屏扫描线相当于 50mm 声程范围内同时有 5 个或 5 个以上缺陷反射信号;或在 50mm×50mm 检测面上同一深度内有 5 个或 5 个以上缺陷反射信号。

1.3 延伸性缺陷 缺陷连续回波高度至少在一个方向上不得低于起始记录当量值,其延伸长度应大于缺陷容许的最大当量直径。延伸性缺陷的延伸尺寸采用半波高度法测定(6dB 法)。在测定延伸尺寸时应考虑探头的声域特性进行修正。

1.4 缺陷引起的底波降低量 BG/BF(dB) 在缺陷附近完好区内第一次底波幅度 BG 与缺陷区内第一次底波幅度 BF 之比,用声压级(dB)表示。

### 2 一般要求

#### 2.1 选择原则

2.1.1 检测方法和质量验收等级的选择应就锻件的具体使用和种类确定,并符合相应技术文件的要求。

2.1.2 凡要求用表面检测的铁磁性锻件,应优先选用磁粉检测方法。若因结构形状及资源条件等原因不能使用磁粉检测时,才选用渗透检验。

#### 2.2 检测档案

2.2.1 当按本标准对锻件进行检测时,必要时可按本标准的规定制定出符合有关规范要求的无损检验规程。

2.2.2 检验程序及结果应正确、完整并有相应责任人员签名认可。检测记录、报告等保存期不得少于 5 年。5 年后,若用户需要可转交用户保管。

2.2.3 检测档案中,对于检测人员承担检测项目的相应资格等级和有效期应有记录。

2.2.4 检验所用仪器、设备的性能应定期检定,并有检定记录,合格后才能使用。

#### 2.3 检测人员

2.3.1 凡从事无损检测的人员,应持有国家相关部门颁发的相应资格证书。

2.3.2 无损检测人员技术等级分为高、中、初级。取得不同无损检测方法的各技术等级人员只能从事与该等级相对应的无损检测工作,并负相应的技术责任。

2.3.3 凡从事无损检测工作的人员,除具有良好的身体素质外,视力必须满足下列要求:

- a) 校正视力不得低于 5.0(小数记录值为 1.0),并 1 年检查一次。
- b) 凡从事表面检测工作的人员不得有色盲。

### 3 超声波探伤及其质量等级

#### 3.1 检验依据

- 3.1.1 用户或设计工艺部门对锻钢件超声波探伤的有关要求。
- 3.1.2 建立灵敏度的方法、仪器设备的选用、性能的测试等应与本标准中规定一致。

#### 3.2 仪器设备

- 3.2.1 使用脉冲反射式超声波探伤仪,至少具有 1~5MHz 的频率范围。
- 3.2.2 超声波探伤仪的垂直线性至少在屏高 80% 内呈线性显示,其误差在  $\pm 5\%$  以内,水平线性误差为  $\pm 2\%$ 。仪器的线性应按《A 型脉冲反射式超声波探伤仪通用技术条件》(JB/T 10061)的要求进行检定。
- 3.2.3 仪器的灵敏度余量应在 30dB 以上,其测定方法按 JB/T 10061 的要求进行。

#### 3.3 探头

- 3.3.1 各种探头应在标定的频率下使用,原则上采用 2~2.5MHz、晶片直径 10~30mm 的直探头。斜探头的折射角应为  $35^\circ \sim 70^\circ$ ,斜探头的有效晶片面积应为  $20 \sim 625 \text{mm}^2$ 。
- 3.3.2 探头主声束应无明显的双峰,声束线偏斜应小于  $2^\circ$ 。
- 3.3.3 可更换其他探头来评定缺陷和对缺陷准确定位。
- 3.3.4 探头性能测试方法见《超声探伤用探头性能测试方法》(JB/T 10062)。

#### 3.4 耦合剂

- 3.4.1 耦合剂应具有良好的润湿性,可使用机油、甘油、浆糊或水作为耦合剂。对于成品锻件推荐使用 30# 机油作为耦合剂。
- 3.4.2 不同的耦合剂不能进行对比,因此,探伤系统性能测试、灵敏度调节和校正等必须和探伤时使用的耦合剂相同。

#### 3.5 试块

- 3.5.1 试块应采用与被检工件相同或近似声学性能的材料制成。该材料用直探头检测时,不得有大于  $\phi 2 \text{mm}$  平底孔当量直径的缺陷。
- 3.5.2 校准用反射体可采用平底孔和 V 形槽等,校准时探头主声束应对准反射体,且与平底孔的反射面相垂直,与 V 形槽轴线相垂直。
- 3.5.3 试块的外形尺寸应能代表被检工件的特征,试块厚度应与被检工件的厚度相对应。其误差不超过探测厚度的 10%。
- 3.5.4 试块的制造要求应符合《超声波检验用钢制对比试块的制作与校验》(GB/T 11259)的规定。
- 3.5.5 现场检测时,也可采用其他型式的等效试块。

#### 3.6 系统组合性能的测试

见《A 型脉冲反射式超声系统工作性能测试方法》(JB/T 9214)。

#### 3.7 探伤前锻件的准备

- 3.7.1 除定货时另有规定外,轴类锻件径向探伤时应加工出圆柱形表面,轴向探伤时两端面应加工成与锻件轴向垂直的平面,饼形和矩形锻件其表面加工成平面,且相互平行。

3.7.2 除定货时另有规定外,锻件表面的粗糙度  $Ra$  值不得超过  $6.3\mu\text{m}$ 。

3.7.3 锻件探伤面应无异物存在,如氧化皮、油漆、污物等。

3.8 探伤规程

3.8.1 一般规则。

3.8.1.1 除由于倒圆、钻孔等造成锻件的截面和局部外形改变而不可能进行探伤外要尽可能对整个锻件进行超声波探伤。

3.8.1.2 锻件应在力学性能热处理后(不包括去应力处理)、精加工成形前进行超声波探伤,如果经热处理后锻件的外形不可能进行全面探伤,则允许在性能热处理前进行超声波探伤,但热处理后应尽可能全面地对锻件进行超声波复探。

3.8.1.3 探头每次移动至少有 15% 的重合,以确保能完全扫查整个锻件。探头扫查速度:手工操作时不得超过  $150\text{mm/s}$ ,自动探伤时不得超过  $1000\text{mm/s}$ 。

3.8.1.4 要尽可能在两个相互垂直的方向上对锻件的所有截面进行扫查。

3.8.1.5 对于饼形锻件,除至少从一个平面扫查外,还应尽可能从圆周面进行径向扫查。

3.8.1.6 对于圆柱形实心或空心锻件进行探伤时,除要从径向进行扫查外,还应从轴向进行辅助扫查。

3.8.1.7 对于环形和筒形锻件的探伤,要同时参照附录 A 的规定。

3.8.1.8 制造厂或用户进行复查或重新评定时,要尽可能用可比较的仪器、探头和耦合剂。

3.8.1.9 锻件探伤可在静止状态下进行,也可在转动状态下(用车床或转胎转动)进行。如果用户未作规定,制造厂可以任意选择。

3.8.1.10 锻件厚度大于  $400\text{mm}$  时,应从相互平行的相对面进行探伤。

3.8.2 探伤灵敏度。

3.8.2.1 原则上采用 AVG 法确定探伤灵敏度,对于因几何形状所限和探测厚度接近近场区长度的锻件则采用试块比较法。

3.8.2.2 探伤灵敏度以起始记录当量值为准,其基准波高不得低于满屏高的 40%。

3.8.2.3 对缺陷进行评定时,应在锻件完好部位调节评价灵敏度。

3.8.2.4 探伤灵敏度的重新校验:

a) 遇下列情况之一时,必须对探伤灵敏度进行重新校验:

——校正后的探头、耦合剂和仪器旋钮等发生任何改变时;

——外部电源电压波动较大或操作者怀疑探伤灵敏度有变动时;

——连续工作达 4h 及工作结束时。

b) 当探伤灵敏度降低 2dB 以上时,应重新对锻件进行全面复探;提高 2dB 以上时,应对所有的记录信号进行重新评定。

3.8.2.5 探伤灵敏度的调节方法:

a) 对于实心圆柱形和探伤面与反射面平行的锻件,当声程大于 3 倍近场时计算所需增加的 dB 值应使用式(1)。

$$\text{dB} = 20\lg(2\lambda \cdot S / \pi\phi^2) \dots\dots\dots (1)$$

式中:  $S$  ——声程, mm;

$\lambda$  ——波长, mm;

$\phi$  ——探伤灵敏度当量直径, mm。

b) 对于空心圆柱形锻件,当声程大于 3 倍近场时,计算所需增加的 dB 值应使用式(2)。

$$\text{dB} = 20 \lg(2\lambda \cdot S / \pi \phi^2) \pm 10 \lg(D/d) \dots\dots\dots (2)$$

式中:  $D$ ——工件外径, mm;

$d$ ——工件内径, mm;

+——内孔探测,凹面反射;

-——工件外圆径向探测,凸面反射。

其余符号与 3.8.2.5 a) 相同。

### 3.8.3 锻件可探性的测定。

当探伤灵敏度确定之后,以探伤灵敏度为基准,信噪比大于或等于 6dB,则认为该锻件具有足够的可探性,否则由供需双方协商处理。

### 3.8.4 材质衰减系数的测定。

3.8.4.1 当声程大于 3 倍近场时,在锻件无缺陷区域内,至少选取 3 处具有代表性的部位测出  $B_1/B_2$  之 dB 差值,即第一次底波高度  $B_1$  与第二次底波高度  $B_2$  之间的 dB 差值。材质衰减系数  $\alpha$  (dB/mm) 的计算应按式(3)。

$$\alpha = (B_1/B_2 - 6) / 2S \dots\dots\dots (3)$$

式中:  $S$  ——声程, mm。

3.8.4.2 当材质衰减系数  $\alpha$  超过 0.004dB/mm 时,必须对探伤结果给予修正。

### 3.8.5 远场区声束直径的计算。

6dB 声束直径的计算应使用式(4)。

$$d_6 = \lambda \cdot S / T_S \dots\dots\dots (4)$$

式中:  $T_S$ ——晶片直径, mm;

$d_6$ ——6dB 声束直径, mm。

其余符号与 3.8.2.5 a) 相同。

### 3.8.6 缺陷当量大小的确定。

#### 3.8.6.1 AVG 法定量:

当声程大于 3 倍近场时,计算缺陷当量直径的大小应使用式(5)。

$$B/B_f = 20 \lg[2 \cdot \lambda \cdot x_f^2 / (\pi S \cdot \phi_f^2)] + 2\alpha(x_f - S) \dots\dots\dots (5)$$

式中:  $\alpha$ ——材质衰减系数, dB/mm;

$x_f$ ——缺陷深度, mm;

$\phi_f$ ——缺陷当量直径, mm;

$B/B_f$ ——底波与缺陷回波的 dB 差, dB。

其余符号与 3.8.2.5 a) 相同。

#### 3.8.6.2 试块法定量:

a) 当声程大于 3 倍近场时,计算缺陷当量直径的大小应使用式(6)。

$$\Delta = 40 \lg[\phi_f \cdot x / (\phi \cdot x_f)] + 2\alpha x - 2\alpha_f x_f \dots\dots\dots (6)$$

式中:  $\Delta$  ——缺陷与试块平底孔之 dB 差值, dB;

$\alpha$  ——材质衰减系数(对比试块), dB/mm;

$\alpha_f$ ——缺陷处材质衰减系数, dB/mm;  
 $x$ ——平底孔的深度, mm。

其余符号与 3.8.6.1 相同。

b) 当声程小于 3 倍近场时,应用试块直接比较或用实测的 AVG 曲线来定缺陷当量直径的大小。

3.9 缺陷的记录

3.9.1 记录当量直径不小于起始记录当量的缺陷及其在锻件上的坐标位置。

3.9.2 密集区缺陷的记录。

- a) 记录密集区的分布范围。
- b) 记录密集区中最大当量直径的缺陷深度、当量及其在锻件上的坐标位置。

3.9.3 延伸性缺陷的记录。记录延伸性缺陷的深度、长度范围、最大当量及起点和终点的位置坐标。

3.9.4 缺陷引起的底波降低量 BG/BF(dB)的记录。记录缺陷附近完好区内第一次底波幅度 BG 与缺陷区内第一次底波幅度 BF 达同一基准波高时的 dB 差值。

3.10 质量等级

- 3.10.1 锻件中小于起始记录当量的单个、分散缺陷不计。
- 3.10.2 凡判定为裂纹、白点、缩孔类型的缺陷不允许存在。
- 3.10.3 除因几何原因造成底波衰减外,任何底波衰减不允许超过 26dB。
- 3.10.4 表 1 中给出锻钢件中不同缺陷类型的质量等级的容许值。

表 1 不同缺陷类型的质量等级划分

缺陷类别	等级				
	I	II	III	IV	V
起始记录当量值 $\phi$ , mm	1.6	2	3	5	8
单个缺陷最大允许当量值 $\phi f$ , mm	2	3	5	8	12
缺陷任一方向上延伸的最大长度, mm	不允许	30	40	60	80
缺陷处底波降低量的最大允许值, dB	6	8	12	16	20
密集区缺陷最大允许范围, mm <sup>3</sup>	125×10 <sup>3</sup>	250×10 <sup>3</sup>	500×10 <sup>3</sup>	1000×10 <sup>3</sup>	3000×10 <sup>3</sup>

- 注:1 不同缺陷类型的质量等级是相互独立的,由设计等部门根据工件实际情况规定不同缺陷类型的质量等级。
- 2 密集区缺陷范围的计算是以密集区最大长度范围×最大宽度范围×最大深度范围。相邻密集区间的间距不得小于 150mm。否则,应视为一个密集区。存在多个密集区时,应分别计算其密集区范围,然后累积求和,按累积值评定。若密集区深度范围小于或等于 50mm 时,则按 50mm 计算其深度范围。若密集区长度范围小于或等于 50mm 时,则按 50mm 计算其长度范围。
- 3 由于超声波探伤存在局限性和不足,除了从生产工艺、缺陷产生的部位及其大致走向和分布能对缺陷性质进行估判外,纯粹从超声波探伤技术上是无法对缺陷进行定性的。因此,在使用 3.11.2 时,最好要用其他有效方法对缺陷定性进行辅助说明,如缺陷已露出表面、金相检验等方法。
- 4 用户有特殊要求时,其质量验收条款也可由供需双方具体制定。

### 3.11 超声波检验报告

超声波检验报告中应包含以下内容:

- 3.11.1 检验所使用的规范标准,要求的质量验收等级,所用的检验方法,所用探头的规格、频率、探伤灵敏度及其调节方法,仪器型号,锻件表面状态和检验时期。
- 3.11.2 制造厂标志号、产品合同号、锻件名称、图号、材质、炉号、卡号等。
- 3.11.3 应绘出工件草图,标明锻件的实际外形尺寸,因几何形状等因素影响而未探伤区域的尺寸及缺陷定位坐标原点。
- 3.11.4 缺陷记录应包含坐标位置、当量以及大致分布状况。
- 3.11.5 检验结果的评定。
- 3.11.6 检验日期与检验人员签名。

## 4 磁粉探伤及其质量等级

### 4.1 检验依据

- 4.1.1 用户或设计工艺部门对锻钢件磁粉探伤的有关要求。
- 4.1.2 建立灵敏度的方法、仪器设备的选用、磁化方法的选择、磁场强度的要求等应与本标准一致。
- 4.1.3 要说明是否有退磁要求和退磁需要达到的程度。

### 4.2 检测表面要求

- 4.2.1 磁粉检验的灵敏度同受检锻件的表面状态有很大关系。若不规则的表面状态影响缺陷的显示或评定时,则必须用打磨、机械加工或其他方法处理受检表面。
- 4.2.2 被检区表面及邻近 50mm 范围内应无脏物、油脂、棉纤维、氧化皮或其他影响磁粉检验的异物存在。
- 4.2.3 对异物的清除可采用任何不影响磁粉探伤的方法进行处理。
- 4.2.4 为了能检测出细小的缺陷,锻件表面的粗糙度  $R_a$  值一般不得大于  $6.3\mu\text{m}$ 。
- 4.2.5 检测表面的温度:干法时,应小于  $300^\circ\text{C}$ ;湿法时,应为  $10\sim 50^\circ\text{C}$ 。

### 4.3 检验时期

- 4.3.1 除需方另有规定外,磁粉验收检验应在锻件经最终热处理和精加工后进行。
- 4.3.2 采用半波整流、直流及直接磁化时,磁粉验收检验可以在精加工前但加工余量不得超过 3mm。

### 4.4 设备和磁粉

- 4.4.1 磁粉探伤设备以及特殊类型的设备必须符合《磁粉探伤机》(JB/T 8290)的要求。
- 4.4.2 设备校验按国标要求,至少每年校验 1 次。若停止使用 1 年以上,则在第一次使用前进行校验。
- 4.4.3 磁粉及磁悬液。
  - 4.4.3.1 磁粉应具有高导磁率和低剩磁性质,磁粉之间应无相互吸引。用磁粉称量法检验时,其称量值应大于 7g。
  - 4.4.3.2 磁粉粒度应均匀,湿法用磁粉的平均粒度为  $2\sim 10\mu\text{m}$ ,最大粒度应小于  $45\mu\text{m}$ ;干法用磁粉的平均粒度值应小于  $90\mu\text{m}$ ,最大粒度应小于  $180\mu\text{m}$ 。
  - 4.4.3.3 磁粉颜色可选用红、黄、蓝、白、黑等,选取原则应视工件表面而定,与工件表面颜色必

须具有较高的对比度。

4.4.3.4 湿粉法应以煤油或水作为分散媒介。以水为媒介时,应加入适当的防锈剂和表面活性剂,磁悬液粘度应控制在  $5000 \sim 20000 \text{ Pa} \cdot \text{s}$  内( $25^\circ\text{C}$ )。

4.4.3.5 磁悬液浓度应根据磁粉种类、粒度、施加方法和时间具体确定,一般情况下,非荧光:  $10 \sim 25 \text{ g/L}$ ; 荧光:  $1 \sim 3 \text{ g/L}$ ,其分散媒介不得具有荧光特性。

4.4.3.6 对于循环使用的磁悬液,应定期对磁悬液浓度进行测定,测定前应充分搅拌均匀(搅拌时间不少于  $30 \text{ min}$ )。一般情况下,要求每  $100 \text{ mL}$  磁悬液中,非荧光磁粉的沉淀体积为  $1.2 \sim 2.4 \text{ mL}$ ,荧光为  $0.1 \sim 0.5 \text{ mL}$ 。

4.4.3.7 荧光法检测时,所使用的紫外线灯在工件表面的紫外线强度应不低于  $1000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  其波长应在  $320 \sim 400 \text{ nm}$  的范围内。其间接评定方法见《无损检测 渗透检测和磁粉检测 观察条件》(GB/T 5097)。

4.4.4 辅助设备。

为保证磁粉检测工作的顺利进行,应备有如下辅助设备:

磁场强度计;灵敏度试片(试块);磁悬液浓度测定管;2~10 倍放大镜;光照度计;紫外线灯;紫外线强度计。

4.5 磁化方法

4.5.1 方法和材料。

4.5.1.1 作为检验介质使用的铁磁粉既可以是干的,也可以是湿的;并且可以是荧光的,也可以是非荧光的。

4.5.1.2 可以在工件上直接通以电流,使锻件磁化;也可以用中心导体或线圈在工件上产生感应磁场,使锻件磁化。可以用交流电作磁化电源,也可以用直流电作磁化电源。在周向磁化中,由于交流电的“集肤效应”会降低探测缺陷的最大深度,所以在主要探测表层以下的缺陷时应采用直流电源。

4.5.1.3 可采用下列五种磁化方法的一种或几种的组合:

触头法;纵向磁化法;周向磁化法;磁轭法;多向磁化法。

4.5.2 磁粉检验方法。

4.5.2.1 连续法。在磁化电流不中断、外加磁场起作用的同时,在受检锻件表面施用磁粉或磁悬液进行检查。在提供连续电流的情况下,最短的通电持续时间应为  $0.2 \sim 0.5 \text{ s}$ 。

4.5.2.2 波动法。本方法仅限于采用直流电时。先施以较高的磁化力,然后把磁化力降至较低值并在保持这一较低的磁化力值的条件下施加磁粉或磁悬液。

4.5.2.3 剩磁法。在切断磁化电流、移去外加磁场后施加检验介质,利用工件上的剩磁进行检查。此方法一般不用来检测铸件,若要使用,必须取得用户同意。

4.5.3 磁化方向。除多向磁化法外,对每个检验部位至少应分别检验 2 次,磁化方向应大致垂直。不允许同时进行 2 个或 2 个以上方向的磁化。

4.5.4 磁化类型。

4.5.4.1 纵向磁化。磁力线一般平行于锻件轴线,有确定的磁极。一般用螺线管(见图 1)、磁轭(见图 2)或直接缠绕电缆线来进行磁化(见图 3)。

4.5.4.2 周向磁化。磁力线一般垂直于锻件轴线,无确定的磁极。一般用工件直接通电法(见图 4)、导体感应法(见图 5)、导线穿孔感应法(见图 6)或触头法来实现磁化(见图 7)。

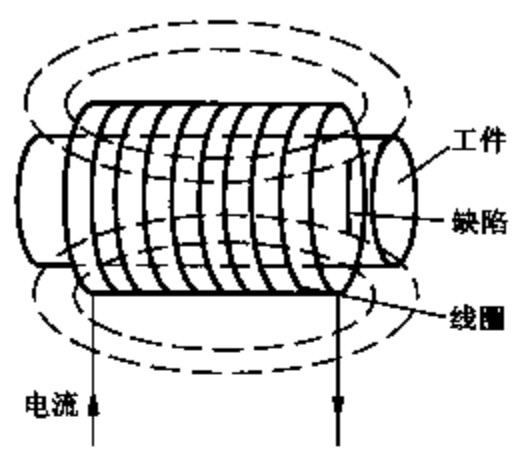


图 1 螺线管法

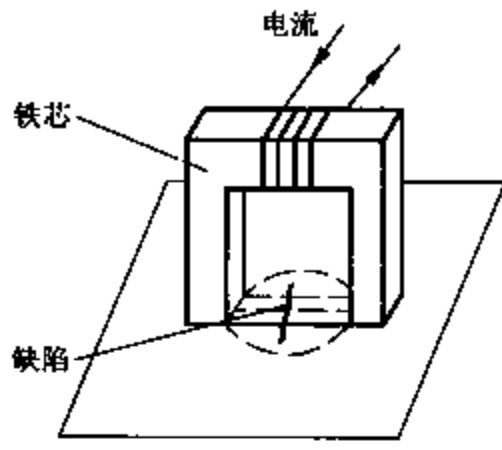


图 2 磁轭法

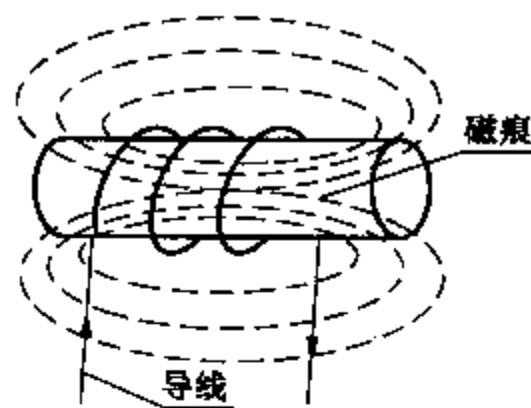


图 3 直接缠绕法

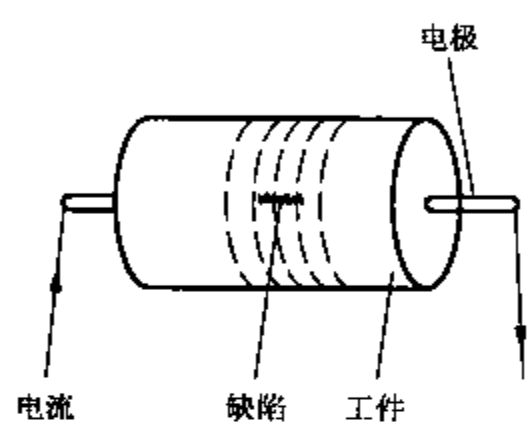


图 4 直接通电法

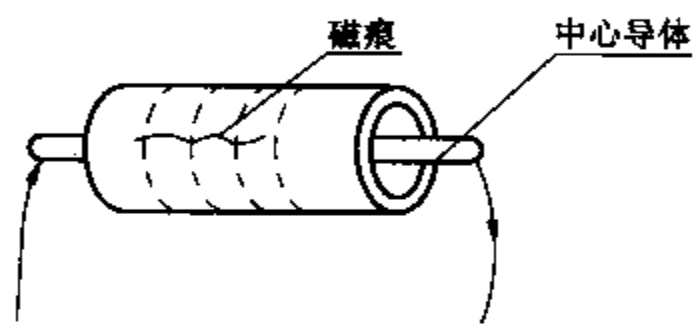


图 5 导体感应法

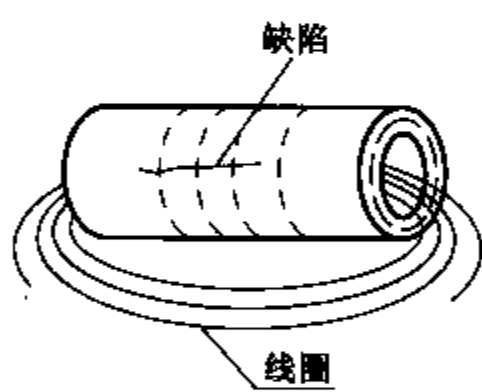


图 6 导线穿孔感应法

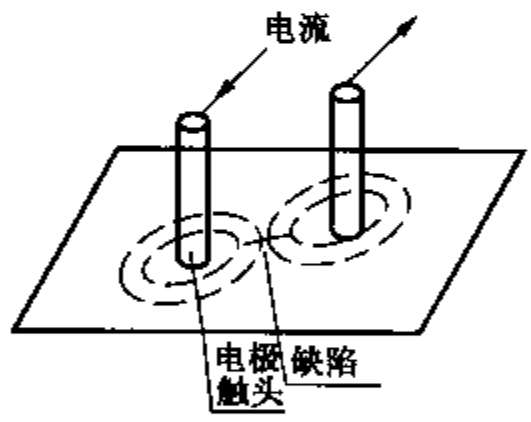


图 7 触头法

4.6 灵敏度试片

4.6.1 A 型灵敏度试片。

A 型灵敏度试片仅适用于连续法,以测定被检工件表面的有效磁场强度和方向、有效检测范围以及磁化方向是否能有效检出缺陷。磁化电流应能使试片的磁痕清晰显示。A 型灵敏度试片分高、中、低三档,其几何尺寸见图 8,型号及槽深见表 2。

表 2 A 型灵敏度试片

型号	相对槽深, $\mu\text{m}$	灵敏度	材 质
A-15/100	15/100	高	超高纯低碳纯铁, $C < 0.03\%$ $H_0 < 80\text{A/m}$ , 经退火处理
A-30/100	30/100	中	
A-60/100	60/100	低	

注:相对槽深中分子表示刻槽深度,分母表示试片厚度。 $H_0$ —剩余磁场强度。



4.6.2 C型灵敏度试片。

由于尺寸关系,A型灵敏度试片使用不便时可用C型灵敏度试片,其几何尺寸见图9,型号及槽深见表3。

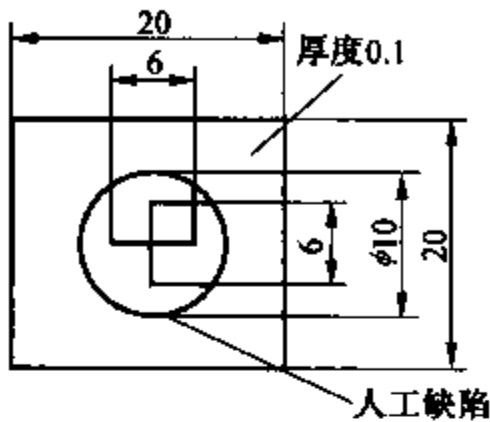


图8 A型灵敏度试片

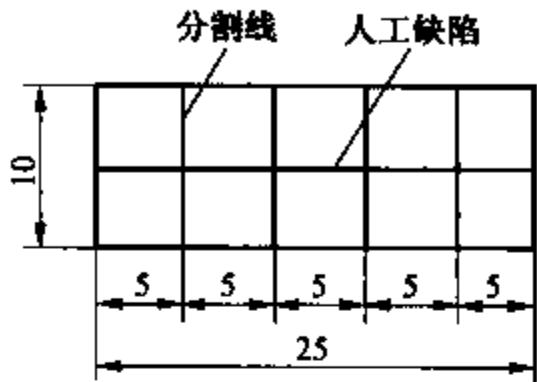


图9 C型灵敏度试片

表3 C型灵敏度试片

型号	厚度	人工缺陷深度	材质
C	50	8	超高纯低碳纯铁,C<0.03%, $H_0<80\text{A/m}$ ,经退火处理

4.6.3 磁场指示器。

只能粗略地检验工件表面的磁场方向、有效检测范围以及磁化方法是否正确,不能作为磁场强度及其分布的定量指示,其几何尺寸见图10。

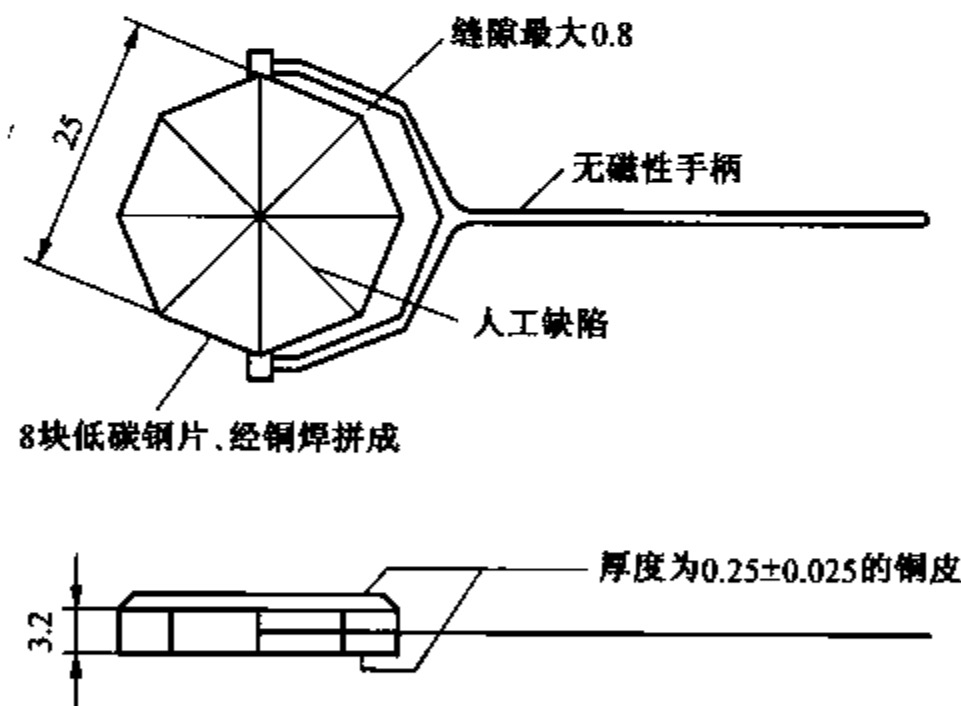


图10 磁场指示器

4.6.4 灵敏度试片使用方法。

4.6.4.1 使用A型或C型灵敏度试片时,应将人工缺陷一面紧贴工件表面。为确保接触良好,可使用不影响人工缺陷显示的任何有效方法将试片贴紧。测试时应使用连续法。

4.6.4.2 使用磁场指示器时,应将其平放在被检面上,以是否出现“\*”形磁痕显示来判定工件磁化适当与否。

4.7 磁场强度

4.7.1 采用的最小磁场强度应能显示所有有异议的缺陷并能加以区分。最大的磁场强度应恰好低于磁粉在工件表面开始产生过度粘附这一临界点。

## 4.7.2 磁化参数。

## 4.7.2.1 采用线圈法。

a) 低填充线圈法:当采用低填充线圈法对工件进行纵向磁化时,工件的直径(或截面对角线上的最大尺寸)应不大于固定环状线圈内径的 10%。工件可偏心放置在线圈中。偏心放置时,计算安匝数应使用式(7)。

$$NI = 45000 / (L/D) \pm 10\% \quad (7)$$

正中放置时,计算安匝数应使用式(8)。

$$NI = 1720R / [6(L/D) - 5] \pm 10\% \quad (8)$$

式中:  $N$  ——线圈匝数;

$I$  ——电流值, A;

$L$  ——工件长度, mm;

$D$  ——工件直径或截面对角线上最大尺寸, mm;

$R$  ——线圈半径, mm。

b) 高填充线圈法:当采用高填充线圈法或电缆缠绕式线圈法对工件进行纵向磁化时,计算安匝数应使用式(9)。

$$NI = 35000 / (L/D + 2) \pm 10\% \quad (9)$$

式中符号与 4.7.2.1 a) 中相同。

c) 上述公式适用于  $D < 460\text{mm}$  且  $(L/D)$  大于或等于 3 的锻件。对于  $(L/D)$  小于 3 的锻件,可利用磁极加长块来提高长径比或采用灵敏度试片实测来决定安匝数;对于  $(L/D)$  大于或等于 10 的锻件,  $(L/D)$  的值只取 10。

d) 线圈的有效磁化区距线圈端部一个线圈半径内。

e) 锻件较长时,应分段磁化且应有 10% 检测长度的重叠区。

4.7.2.2 对于大锻件 ( $D > 460\text{mm}$ ), 磁化电流应当在 12000~45000 安匝范围内。一般采用灵敏度试片来校验磁场强度(见 4.6)。

4.7.2.3 对于采用绕制线圈进行周向磁化时,所用磁化电流是 4.7.2.1 b) 给定的安匝数除以线圈匝数所得的商。

4.7.2.4 如果电流直接通过锻件进行磁化,则每毫米直径(或与电流相垂直的截面对角线上最大尺寸)  $D$  所使用的电流值见表 4。

表 4 不同直径的磁化电流值

工件外径 $D$ mm	交流电流值 $I$ A/mm	直流或整流电流值 $I$ A/mm	工件外径 $D$ mm	交流电流值 $I$ A/mm	直流或整流电流值 $I$ A/mm
$\leq 125$	12~18	24~36	$> 250$	2~8	4~16
$> 125 \sim 250$	8~12	16~24			

对于空心锻件应按工件壁厚计算。在上述各种情况下,都应使用灵敏度试片来验证磁化力是否适当(见 4.6)。

4.7.2.5 中心导体法:中心导体被广泛使用于磁粉检测,它提供:

a) 管状零件内径上的一个周向磁场,用直接通电法是不能实现这一点的。

b) 一种零件非接触的磁化方法,能有效地消除烧伤零件的可能性。

c) 对于环形零件,在工序上它比直接通电法好得多。

d) 一般希望中心导体安放在中心以能一次磁化零件的整个圆周。所得到的磁场相对于

零件的轴线是同心的,并且在内径处达到最大。用设置在中心的中心导体时,磁化电流的要求和具有同样外径的实心零件一样,因此可应用相同的准则(见 4.7.2.4)。中心导体安放在中心的各种方法是很容易设计的。

e) 当磁化电流能力不足时,常借助偏移中心导体的方法,例如在零件外径很大以及为了对小零件方便的情况。对这些例子,表 5 提供了有关使用偏移中心导体法的磁化准则。要注意的是由于整个圆周都应被检查到,因此要将零件反复多次放置在中心导体上,并允许有 10% 的磁性重叠。沿圆周的磁化有效检测区大约为中心导体直径的 4 倍。

表 5 使用中心导体法时选择电流值的准则

中心导体直径 mm	试件截面厚度 mm	安培值 ± 10 % A	中心导体直径 mm	试件截面厚度 mm	安培值 ± 10 % A
12.5	3	500	37.5	3	750
	6	750		6	1000
	9	1000		9	1250
	12	1250		12	1500
25	3	1000	50	3	1250
	6	1250		6	1500
	9	1500		9	1750
	12	1750		12	2000

注:对于壁厚大于 12.5mm 的空心试件,每增加 3mm,电流值增加 250A(表 5 中数值适用于经热处理达到 124MPa 或更高值的材料;对于较低热处理值的材料,必须另行确定其合适的电流值)。

4.7.2.6 触头法:

a) 用触头进行局部周向磁化时,磁场强度同所采用的电流强度成正比,也随两触头的间距和被检截面厚度的不同而变化。

b) 材料厚度小于 20mm 时,每毫米触头间距应选用 3~4A 的磁化力;大于 20mm 时,选用 4~5A 的磁化力。

c) 触头间距应控制在 75~200mm 之间,通电时间不宜过长。为避免烧伤工件,可采用不影响检测灵敏度的任何有效方法使触头与工件保持良好的接触。断路电压不得超过 24V。

d) 检验时应当有足够的重叠区,以保证在设定灵敏度下达到 100% 的覆盖。

4.7.2.7 磁轭法:

a) 磁极间距应控制在 50~200mm 之间,在此间距内磁轭的提升力:交流电磁铁磁轭至少应有 45N;直流电磁铁磁轭至少应有 180N。

b) 有效检查区域应限制在两磁极连线两侧 1/4 最大磁极间距内。磁极间距每次应有 25mm 以上的重叠。

4.8 磁粉、磁悬液的施加

4.8.1 当锻件得到适当磁化后,可采用下述方法之一施加磁粉。

4.8.1.1 用干粉法时,可以使用手动筛、机械筛、喷粉器或机械鼓风机等施加磁粉。筛子只能用于朝上平放的表面,喷粉器和鼓风机则可用于立面和朝下的表面。磁粉应均匀地施加到锻件表面上;干粉的颜色应具有适当的对比度;磁粉不宜施加得过多;吹去多余的磁粉时,应注意操作,不要破坏磁痕。

4.8.1.2 用湿法时,应采用软管浇淋或浸渍法将磁悬液完全覆盖被检表面。

4.8.1.3 用连续法时,磁化电流应在施加磁悬液之前接通,然后一边施加磁悬液一边磁化,使被检面被磁悬液覆盖,且至少反复磁化 2 次,磁化时间为 1~3s。停施磁悬液后,应继续磁化 1s 以上。施加磁悬液时应注意流动的磁悬液不得破坏已形成的磁痕。

4.8.1.4 用剩磁法时,磁化 0.25~1.0s 后,切断磁化电流,施加磁粉。当采用冲击电流时,磁化时间应不少于 0.01s,且至少反复磁化 3 次以上。必须注意在施加磁粉或磁悬液之前,任何磁性物体不得接触被检工件的检测面。

## 4.9 退磁

4.9.1 当工件中的残余剩磁影响后续的加工或对工件使用有影响时,应予进行退磁处理。

4.9.2 退磁效果一般用剩磁检查仪或强度计测定,具体数值应根据加工和使用的具体情形而定。

4.9.3 退磁方法可选用任何有效的方法。

## 4.10 复验

当出现下列情况之一时,需进行复验:

- a) 检测结束时,用灵敏度试片验证检测灵敏度不符合要求;
- b) 发现检测过程中操作方法有误或操作技术条件改变时;
- c) 不能确认的磁痕显示;
- d) 供需双方有争议或认为有其他需要时;
- e) 经返修后的部位。

## 4.11 磁痕分类

以下规则应适用(见图 11)。

a) 当一个磁痕不与其他任何磁痕排成一行,或虽与另一磁痕排成一行,但彼此间距大于两磁痕中较长磁痕长度的 5 倍时,应视为“单个”磁痕。

b) 成排磁痕是 2 个(或更多)排成一行的磁痕,如果两磁痕间的距离小于较长磁痕长度的 5 倍时,应视为 1 个连续磁痕来评定。成排磁痕的长度为 2 个最外侧磁痕相对两端的距离。

c) 累积长度是评定框(即 148mm×105mm 或 = A6 图幅)内检出的所有磁痕长度的总和。

注:锻件中的缺陷磁痕通常是线性的。因此,本标准只考虑线性磁痕,即磁痕长度至少是其宽度的 3 倍。

d) 检验者应进行所需的检验和观察,以消除伪磁痕。

注:由于磁写、截面变化处或不同导磁性的材料边界处的乱真影响,可能产生伪磁痕。

## 4.12 记录限和验收标准

5 种质量等级应适用于锻件或锻件的各部分。

检验前,供方和需方应就适用的质量等级达成协议。表 6 列出了应适用于 5 种质量等级的记录限和验收标准,如果达成协议,可以采用不同于表 6 的记录限和验收标准。

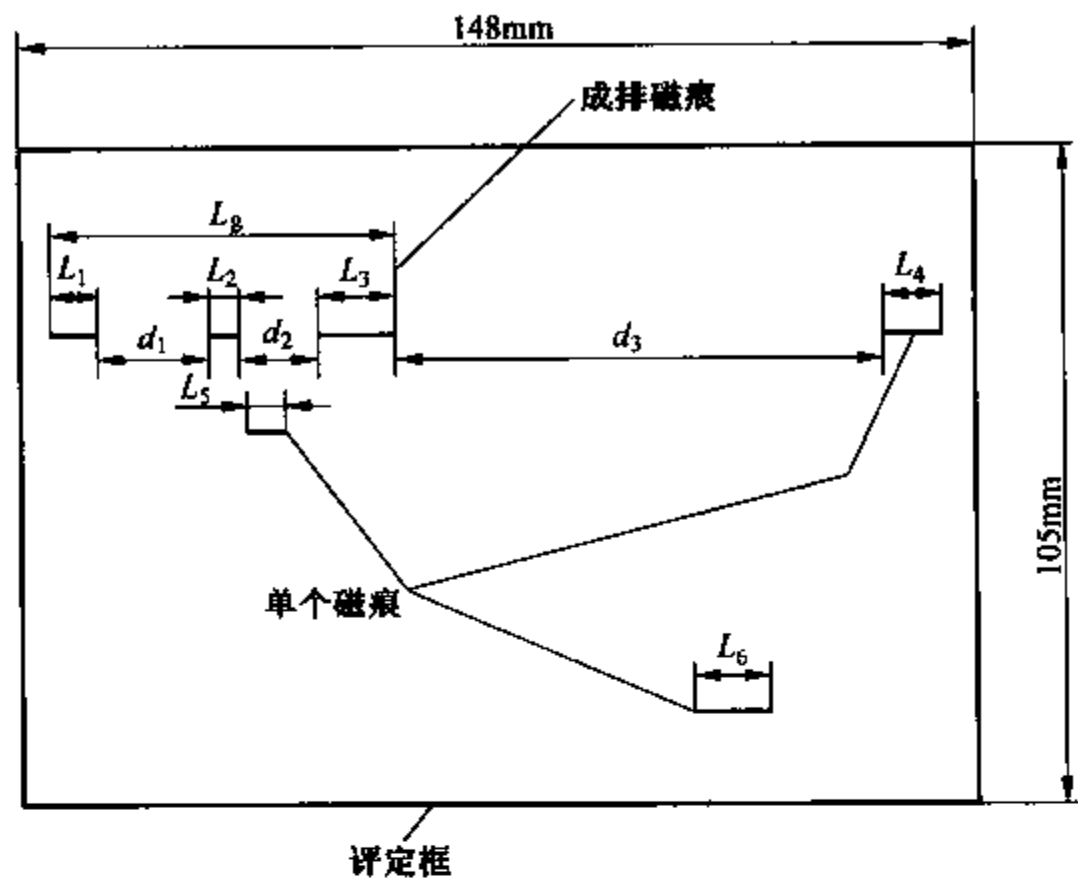
## 4.13 磁粉检验报告

磁粉检验报告中应包含以下内容:

a) 检验所使用的规范标准,要求的质量验收等级,所用的仪器名称与规格、型号,锻件表面状态和检验时期。

b) 磁粉种类和磁悬液浓度以及施加方法、磁化方法与规范要求、检测灵敏度校验与试片规格型号。

c) 制造厂标志号、产品合同号、锻件名称、图号、材质、炉号、卡号。



- 注:1 评定框=148mm×105mm(即 A6 图幅)。  
2  $d_1 < 5L_1; d_2 < 5L_3; d_3 > 5L_3$ 。  
3  $L_1, L_2$  和  $L_3$ =排列性磁(液)痕的单个磁痕长度。  
4 成排磁(液)痕的总长  $L_g = (L_1 + d_1) + (L_2 + d_2) + L_3$ 。  
5  $L_4, L_5$  和  $L_6$ =单个磁(液)痕的长度。  
6  $L_g + L_4 + L_5 + L_6$ =评定框内的磁(液)痕的累积长度。  
7 评定框内缺陷总数是 4(标识是  $L_g, L_4, L_5$  和  $L_6$ ),见表 6(表 7)。

图 11 线性磁(液)痕的分类

- d) 缺陷记录与工件草图、检验结果的评定。
- e) 检验日期与检验人员签名。

表 6

参数	质量等级				
	1	2	3	4	5
记录限:磁痕长度,mm	≥1	≥2	≥2	≥3	≥5
单个磁痕允许的最大长度 L 和成排磁痕允许的最大长度 $L_g$ ,mm	2	4	8	12	20
评定框内允许的磁痕累积最大长度,mm	5	24	36	50	75
评定框内允许的最大磁痕数量,个	5	7	10	12	15

注:质量等级 1 不适用于单边机械加工余量大于 1mm 的受检表面。  
质量等级 2 不适用于单边机械加工余量大于 3mm 的受检表面。

5 渗透探伤及其质量等级

5.1 检验依据

用户或设计工艺部门对锻钢件渗透探伤的有关要求。

## 5.2 检测表面要求

5.2.1 被检区表面及邻近 25mm 范围内应干燥且无脏物、油脂、棉纤维、氧化皮、油或其他掩盖表面开口缺陷的异物。

5.2.2 对异物的清除可采用任何不影响渗透探伤的方法进行清洗。

5.2.3 锻件机加工面粗糙度  $Ra$  值最大为  $6.3\mu m$ ,若能证明其表面状态不影响渗透探伤,可不受此限制。

5.2.4 检测表面的温度应控制在  $15\sim 50^{\circ}C$  内。

## 5.3 检测材料

5.3.1 渗透检测材料一般包括渗透剂、乳化剂、清洗剂 and 显像剂。

5.3.2 渗透检测材料的质量控制应满足《控制渗透探伤材料质量的方法》(JB/T 9216)标准的要求。

5.3.3 检测剂必须具有良好的检测性能,对工件无腐蚀,对人体基本无毒害作用。

5.3.4 对于镍基合金材料,一定量检测剂蒸发后残渣中的硫元素含量的质量比不得超过 1%。如有更高要求,可由供需双方另行商定。

5.3.5 对于奥氏体钢和钛及钛合金材料,一定量检测剂蒸发后残渣中的氯、氟元素含量的质量比不得超过 1%。如有更高要求,可由供需双方另行商定。

5.3.6 检测剂中氟、氯、硫元素含量的测定方法可按下述进行:

取检测剂试样 100g,放在直径 150mm 的表面蒸发皿中沸水浴加热 60min,进行蒸发,如蒸发后留下的残渣超过 0.005g,则应分析氟、氯、硫元素的含量。

5.3.7 对于同一检测工件,不能混用不同类型的检测剂。

## 5.4 对比试块

5.4.1 对比试块主要用于检验检测剂性能及操作工艺。

5.4.2 对比试块分为铝合金试块和镀铬试块。

5.4.3 对比试块的制作:

a) 铝合金试块:将一块 LY12 硬铝合金试块用喷灯在上半部和下半部的中央部位加热至  $510\sim 530^{\circ}C$ ,然后迅速投入冷水中,通过淬火处理使试块表面产生条状和网状裂纹;再在试块中间加工一个直槽,使得试块分成两部分,并分别标以 A、B 记号,以便进行不同检测剂及不同工艺的对比试验。其规格尺寸如图 12 中所示。

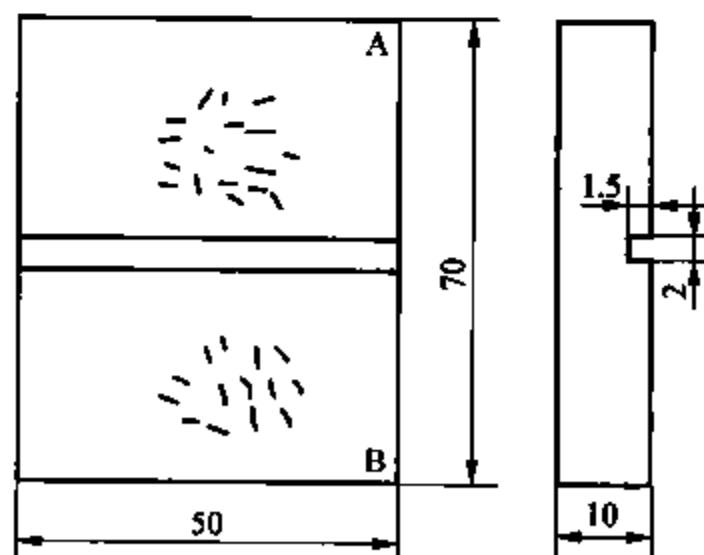


图 12 铝合金对比试块

b) 镀铬试块:将一块尺寸为  $130\text{mm} \times 40\text{mm} \times 4\text{mm}$ 、材料为 0Cr18Ni9Ti 或其他不锈钢材料的试块上单面镀镍  $(30 \pm 1.5)\mu\text{m}$ ,在镀镍层上再镀铬  $0.5\mu\text{m}$ ,然后退火。在未镀面上,以直径 10mm 的钢球,用布氏硬度法按 7500N、10000N、12500N 打三点硬度,使镀层上形成三处辐射状裂纹。

#### 5.4.4 对比试块的清洗和保存。

对比试块使用后要进行彻底清洗。清洗时,通常是用丙酮仔细擦洗后,再放入装有丙酮和无水酒精的混合液(混合比为 1:1)的密闭容器中保存,或用其他等效方法保存。

### 5.5 渗透检验方法分类及选用

#### 5.5.1 渗透检验方法分类及代号。

5.5.1.1 按渗透剂种类分为着色渗透(V)和荧光渗透(F);按操作分为水洗型(A)、后乳化型(B)、溶剂去除型(C)。以上一共可组合成六种渗透探伤方法。

5.5.1.2 按显像剂类型分为干式(D)、快干式(S)、湿式(W)、无显像式(N)渗透探伤。

#### 5.5.1.3 各种方法组合的检测步骤:

a) 渗透探伤的检测步骤一般有:前处理、渗透、乳化、去除多余渗透剂、干燥、显像、干燥、观察、后处理;

b) 各种组合方法的检测步骤均包括:前处理、渗透、去除多余渗透剂、观察、后处理;

c) 后乳化型在渗透后要进行乳化;

d) 水洗型和后乳化型在显像前要进行干燥;

e) 无显像式均无显像和干燥处理;

f) 湿法显像后要进行干燥处理。

#### 5.5.2 渗透检验方法的选用。

5.5.2.1 渗透检验方法的选用应根据被检工件表面粗糙度、渗透检验灵敏度、检验批量大小和检验环境等条件来决定。

5.5.2.2 对于表面光洁且检验灵敏度要求高的工件,宜采用后乳化型着色法或后乳化型荧光法,也可采用溶剂去除型荧光法。

5.5.2.3 对于表面粗糙且检验灵敏度要求较低或批量较大的工件,宜采用水洗型着色法或后乳化水洗型荧光法。

5.5.2.4 现场无水源、电源的检验宜采用溶剂去除型着色法。

5.5.2.5 大工件局部检验宜采用溶剂去除型着色法或溶剂去除型荧光法。

### 5.6 操作规程

#### 5.6.1 预清洗。

5.6.1.1 所有待检区域在涂敷渗透剂前必须按 4.2 要求进行预清洗。

5.6.1.2 清洗后的干燥。清洗好的工件应进行干燥。干燥的方法一般有在干燥炉内加热工件、采用红外线灯烘烤、用热压缩空气吹干或在环境温度下晾干等。但施加渗透剂前工件温度不得超过  $50^{\circ}\text{C}$ 。

#### 5.6.2 施加渗透剂。

5.6.2.1 施加渗透剂的有效方法有多种,诸如浸渍、涂刷、淋流或喷涂等,具体应根据工件大小、形状、数量以及检测部位等来选择施加方法。

5.6.2.2 渗透剂在工件上的保持时间(渗透作用时间)的长短由制造厂推荐。一般情况下,在  $15 \sim 50^{\circ}\text{C}$  内,渗透时间应不少于 10min。在渗透期间内,必须保持渗透剂湿润。

### 5.6.3 去除多余渗透剂。

5.6.3.1 在清洗工件被检表面多余的渗透剂时,应注意防止过度清洗而使检测质量下降,同时也注意防止清洗不足而影响缺陷识别。用荧光渗透剂时,可在紫外灯照射下边观察边清洗。

5.6.3.2 水洗型和后乳化型渗透剂可直接用水冲洗工件,冲洗时可用自动、半自动手工喷水或浸渍装置去除多余渗透剂。消除的程度取决于水压、水温 and 冲洗时间。无特殊要求时,水压不得超过 0.34MPa。冲洗时,水柱与工件表面应有一定角度,不能垂直于受检表面冲洗。

5.6.3.3 在特殊应用的场合中,如果没有合适的水洗装置,也可用一种干净的吸湿材料蘸水擦拭表面上的渗透剂直至除去多余渗透剂为止。

5.6.3.4 使用后乳化型渗透剂时,乳化剂应采用喷涂或浸渍的方法施加,乳化时间取决于乳化剂的类型(快反应式、慢反应式、油基式或水基式)、缺陷类型以及工件表面状态。一般要求在 5min 以内完成。

5.6.3.5 清除多余溶剂清洗型渗透剂时,可用干净不起毛的擦布尽可能把绝大部分多余渗透剂擦去,之后用擦布蘸些溶剂再擦工件表面,直至完全除去多余渗透剂。为了防止将渗入缺陷内的渗透剂去除掉,禁止往复擦拭或直接用溶剂冲洗工件表面。

### 5.6.4 工件的干燥。

5.6.4.1 在施加湿态显像剂之后或施加干式显像剂之前,工件都要进行干燥处理。

5.6.4.2 干燥处理的方法和要求按 5.6.1.2。

5.6.4.3 采用溶剂清洗时,应自然干燥。

5.6.4.4 干燥时间通常为 5~10min。

### 5.6.5 显像。

5.6.5.1 使用干式显像剂时,须经干燥处理,再用适当方法将显像剂均匀地喷洒在整个被检表面上并保持一段时间。

5.6.5.2 使用湿式显像剂时,在被检面经过清洗处理后,可直接将显像剂喷洒或涂刷到被检面上或将工件浸入到显像剂中,然后迅速排除多余显像剂,再进行干燥处理。

5.6.5.3 使用快干式显像剂时,经干燥处理后,再将显像剂喷洒或涂刷到被检面上然后应进行自然干燥或用低温空气吹干。

5.6.5.4 显像剂在使用前应充分搅拌均匀,施加显像剂时应薄而均匀,不可在同一部位反复多次施加显像剂。

5.6.5.5 喷施显像剂时,喷嘴离被检面距离为 300~400mm,喷洒方向应与被检面成 30°~40° 夹角。

5.6.5.6 禁止在被检面上倾倒快干式显像剂,以免冲洗或溶解掉缺陷内的渗透剂。

5.6.5.7 显像时间取决于显像剂种类、缺陷大小以及被检工件表面温度,一般不应少于 7min。

### 5.6.6 观察。

5.6.6.1 观察显示迹痕应在显像剂施加后 7~30min 内进行。若显示迹痕的大小不发生变化,观察时间可适当延长。

5.6.6.2 着色渗透检测时,观察应在被检表面可见光照度大于 500lx 的条件下进行。

5.6.6.3 荧光渗透检测时,所用紫外灯在工件表面的紫外线强度应大于  $1000\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ,紫外线波长应在 0.32~0.40 $\mu\text{m}$  的范围内。观察前要有 5min 以上时间使眼睛适应暗室。暗室内可见光照度应小于 20lx。

5.6.6.4 当出现显示迹痕时,必须确定显示迹痕是真缺陷还是假缺陷。必要时应用 2~10 倍



放大镜进行观察或进行复验。

5.6.7 复验。

5.6.7.1 当出现下列情况之一时,需进行复验:

- a) 检测结束时,用对比试块验证渗透剂已失效;
- b) 发现检测过程中操作方法有误或操作技术条件改变时;
- c) 供需双方有争议或认为有其他需要时;
- d) 经返修后的部位。

5.6.7.2 当决定进行复验时,必须对被检面进行彻底清洗,以去除前次检测时所留下的痕迹。必要时,应用有机溶剂进行浸泡。当确认清洗干净后,按 5.6.1~5.6.6 的规定进行复验。

5.6.8 后处理。

检测结束后,为防止残留的渗透剂和显像剂腐蚀被检工件表面或影响其使用,必须对工件上的检测剂进行清除。清除时可采用对工件使用或后续工序无影响的任何有效方法进行。

5.7 液痕分类

以下规则应适用(见图 11)。

a) 当一个线性液痕不与其他任何线性液痕排成一行,或虽与另一线性液痕排成一行,但彼此间距大于两液痕中较长液痕长度的 5 倍时,应视为“单个”液痕。

b) 成排线性液痕是 2 个(或更多)排成一行的线性液痕,如果两液痕间的距离小于或等于较长液痕长度的 5 倍时,应视为 1 个连续液痕来评定。成排液痕的长度为 2 个最外侧液痕相对两端的距离。

c) 线性液痕累积长度是评定框(即 148mm×105mm 或 = A6 图幅)内检出的所有线性液痕长度的总和。

注:线性液痕是长度至少是其宽度的 3 倍的液痕。

d) 圆形液痕是长度小于或等于其宽度 3 倍的液痕。

e) 不应考虑由于零件的几何外形原因(截面变化或凹槽等)或表面粗糙度(疤痕或机械加工刀痕)产生的伪液痕。

5.8 记录限和验收标准

5 种质量等级应适用于锻件或锻件的各部分。

检验前,供方和需方应就适用的质量等级达成协议。表 7 列出了应适用于 5 种质量等级的记录限和验收标准。如果达成协议,可以采用不同于表 7 的记录限和验收标准。

表 7

参 数	质 量 等 级				
	1	2	3	4	5
记录限,mm	≥1	≥3	≥3	≥5	≥7
单个线性液痕允许的最大长度 $L$ 和成排液痕允许的最大长度 $L_g$ ,mm	2	4	8	12	20
评定框内允许的线性液痕累积最大长度,mm	5	24	36	50	75
评定框内允许的单个圆形液痕的尺寸,mm	3	8	12	20	30
评定框内允许的最大液痕数量,个	5	7	10	12	15

注:质量等级 1 级不适用于单边机械加工余量大于或等于 0.5mm 的受检区域。

表内的值适用于液痕尺寸,不适用于缺陷的表面范围。

5.9 渗透检验报告

渗透检验报告中应包含以下内容:

- a) 检验所使用的规范标准,要求的质量验收等级,所用的检验方法及检测剂的名称与规格型号,锻件表面状态和检验时期(热处理状态)。
- b) 制造厂标志号,产品合同号,锻件名称、图号、材质、炉号、卡号。
- c) 缺陷记录与工件草图、检验结果的评定。
- d) 检验日期与检验人员签名等。

## 附录 A(规范性附录) 锻钢件横波探伤方法和质量验收要求

### A.1 适用范围

凡轴向长度大于 50mm,内外直径之比不小于 75% 的筒形环形锻件,均可选用本附录所规定的方法,沿锻钢件圆周面进行超声横波探伤。

### A.2 探头

A.2.1 探头频率主要为 2.5MHz,也可用 2MHz。

A.2.2 探头晶片面积为  $100\sim 400\text{mm}^2$ 。

A.2.3 原则上采用 K1 探头,但根据锻钢件几何形状的多样性,也可采用其他 K 值探头,以能检测整个锻件体积为选用原则。

### A.3 校验试块

A.3.1 可利用被探锻件的壁厚或长度上的加工余量部分制作校验试块,在锻件的内外表面分别沿轴向和周向加工出平行的 V 形槽作为标准刻槽。V 形槽长度为 25mm,角度为  $60^\circ$ ,深度为锻件最大壁厚的 3% 或 6mm(二者取较小值),具体制作见图 A.1。

A.3.2 也可使用单独的校验试块,其试块的材质、热加工工艺和壁厚均与被探锻件相同,表面粗糙度应与被探锻件相近,但不得优于被探锻件。

A.3.3 生产一批同类锻件时,可取其中一件制作单独的校验试块。

### A.4 探伤灵敏度调节

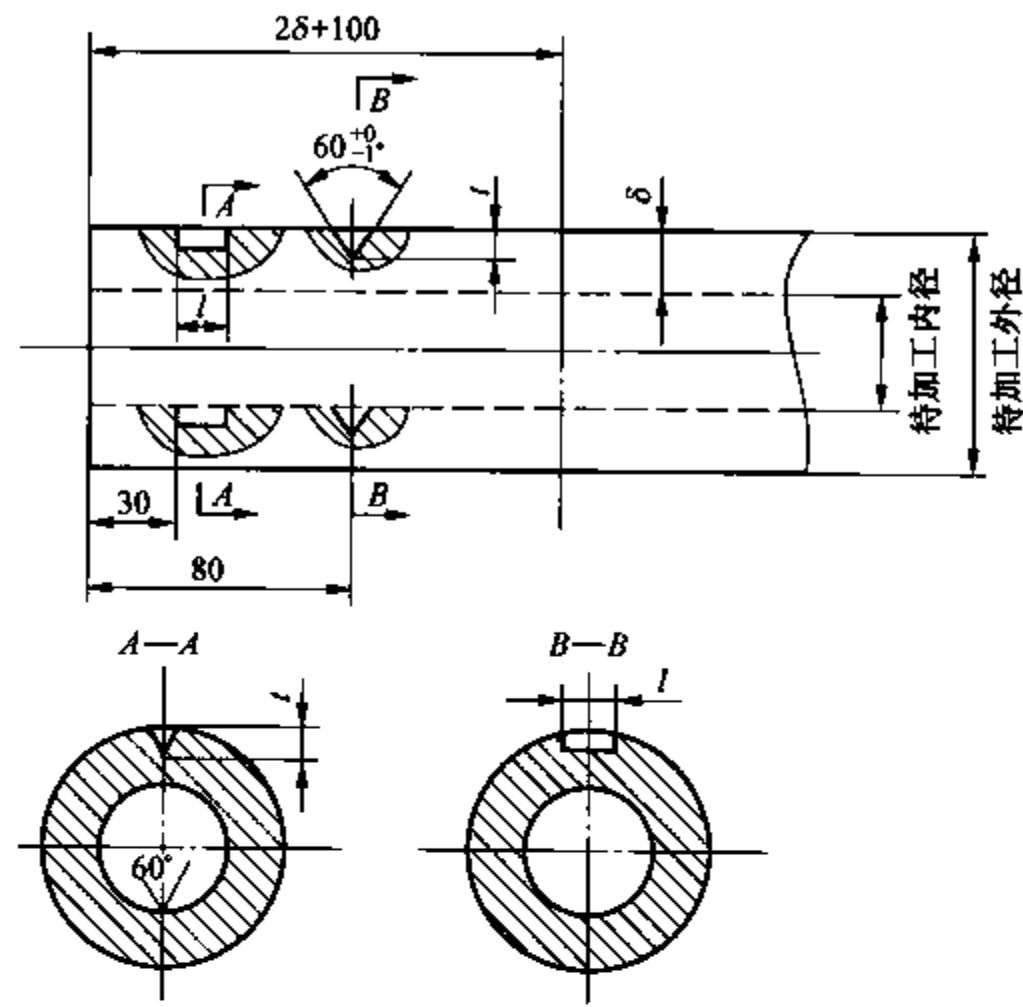
将探头从锻件外圆面对准内圆面的 V 形槽,移动探头并调整增益,使最大反射波高达全屏高的 75%,将该波高值在面板上描一点;再移动探头对准外圆面的 V 形槽,保持仪器增益不变,将最大反射波高值在面板上再描一点;然后过这两点作一直线,称为全波幅灵敏度参考线。再下降 6dB 作一平行于全波幅灵敏度参考线的直线,称为半波幅灵敏度参考线。

### A.5 探伤操作

A.5.1 探伤扫查方向如图 A.2 所示。

A.5.2 手工探伤时,探头扫查速度不得超过  $150\text{mm/s}$ 。自动探伤时,探头扫查速度不得超过  $1000\text{mm/s}$ 。

A.5.3 扫查时探头晶片要有 15% 的重叠。



1.  $t = 3\% \delta$  或 6mm, 二者取较小值; 2. 槽深公差范围:  $t - \frac{0}{2\%}$  但应大于  $t - \frac{0}{0.03}$ ; 3.  $l = 25\text{mm}$ ; 4. V形角度为  $60^\circ - \frac{0}{1.0}$ ; 5. 槽底部的平面宽度不能大于 V形槽深度  $t$  的 20%。

图 A.1 V形校正槽示意图

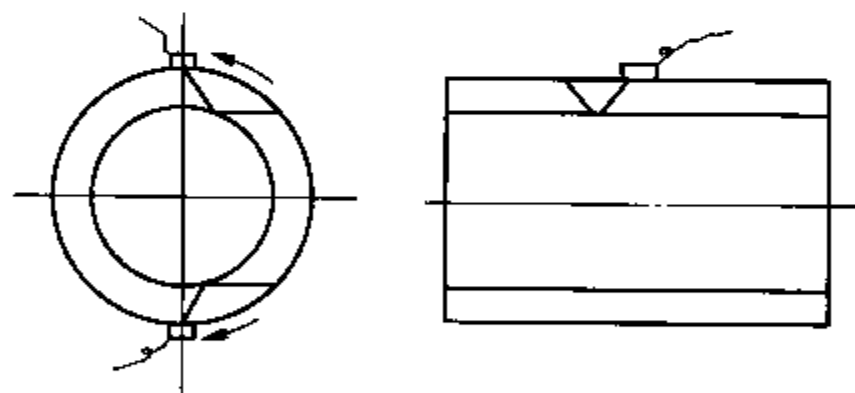


图 A.2 探伤扫查方向示意图

A.6 记录及评定

- A.6.1 记录超过半波幅灵敏度参考线的缺陷信号和位置分布。
- A.6.2 锻件存在超过全波幅灵敏度参考线的缺陷时为缺陷超标件。
- A.6.3 判定存在裂纹的锻件为不合格件。

本标准规定了锻钢件补焊的焊前准备技术要求,补焊技术要求,焊后热处理及检验等内容。  
本标准适用于出厂产品和技措产品、设备备件的锻钢件的碳素钢和表 1 所列合金结构钢锻件的精加工前的补焊。  
本标准不适用于焊后需要进行表面淬火或处于表面淬火状态下的工件的补焊。  
凡产品图样、技术文件和订货技术条件无特殊要求时,均应符合本标准的规定。

1 焊前准备

- 1.1 焊前需将工件上的缺陷清理干净,对重要件上重要部位的缺陷需用无损探伤方法检查并确认清理范围,在清理后用磁粉、着色或酸洗等方法确认缺陷彻底清理干净。
- 1.2 缺陷可用机械加工、风铲、碳弧气刨、砂轮等方法去除。对毛坯件上较大的缺陷,可用气割方法处理。
- 1.3 具有淬硬倾向的碳钢和各种合金钢锻件,在用气割或碳弧气刨方法清理缺陷时,必须进行预热,预热温度与补焊预热温度相同,见表 1。
- 1.4 用气割方法清理缺陷时,为防止裂纹扩展,在割裂纹前应先在裂纹两端钻孔。所用钻头直径根据工件厚度确定,一般用  $\phi 10 \sim \phi 40\text{mm}$ 。钻孔位置在距裂纹尖端  $10 \sim 15\text{mm}$ 。钻孔深度应超过裂纹深度  $3 \sim 5\text{mm}$ 。

表 1 各种锻钢件预热温度及焊条选择

钢的焊接性能	钢号	预热温度	焊条牌号	备 注
良好	15,20,25	不预热	J422,J423 J427,J507	
较好	35	原则上不需预热,补焊量大或重要件补焊时需要预热 $100 \sim 150^{\circ}\text{C}$	J422,J423 J427,J507	J422 焊条仅用于非重要件和要求不高的场合
	20SiMn	一般不需预热,补焊重要件预热 $100 \sim 150^{\circ}\text{C}$	J506 J507	
	20MnMo 18MnMoNb	预热 $100 \sim 150^{\circ}\text{C}$ 预热 $180 \sim 250^{\circ}\text{C}$	J707 J7407Nb	
	21CrMo10	$200 \sim 250^{\circ}\text{C}$	R307	
较差	45	预热 $200 \sim 300^{\circ}\text{C}$	J506	Z-70 焊条仅在焊后需要进行调质处理时使用
	35SiMn 40Mn	预热 $200 \sim 250^{\circ}\text{C}$	J507 Z-70*	
	34CrMo1 35SiMnMo 40Cr 40Mn2 42SiMn	预热 $250 \sim 300^{\circ}\text{C}$	J506 J507 J607 J707 Z-70	J506、J507 适用于补焊要求不高的场合。J707、Z-70 用于焊后需要调质处理的场合

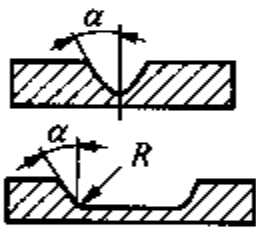
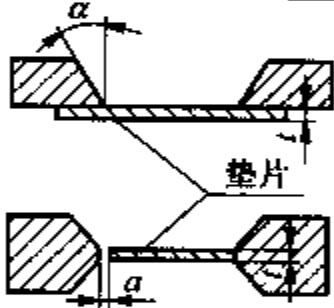
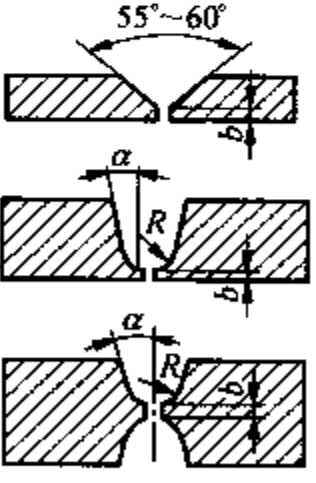
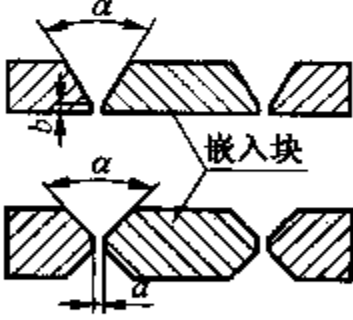
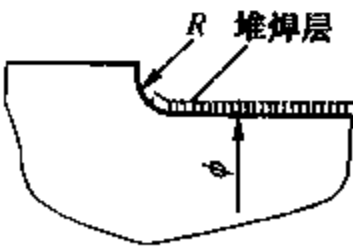
表 1(续)

钢的焊接性能	钢号	预热温度	焊条牌号	备 注
不好	37SiMn2MoV	预热 300~350℃	J875 J857Cr Z-70	
	50 55	预热 250~350℃	J507 J607	J507 用于要求不高的场合
	55Cr	预热 300~350℃	J707 Z-70	

注:Z-70 为一重自制焊条。

- 1.5 在选择清理方法和清理缺陷过程中,应本着既要保证缺陷彻底清除,又要尽可能少去掉基体金属,以减少补焊工作量和有助于减少焊接应力。
- 1.6 根据工件结构、缺陷性质按表 2 加工出合理的坡口形式。坡口不应妨碍焊接操作。
- 1.7 缺陷周围 50mm 范围内的基体上如有油、锈、氧化铁皮等影响焊接质量的脏物,在焊前应清理干净。
- 1.8 在正式焊接前,应用酸洗等方法检查坡口部位,确认缺陷已全部清除后方可施焊。

表 2 补焊坡口型式

缺陷性质	坡口形式及说明	缺陷性质	坡口形式及说明
重皮、夹杂物、未穿透裂纹或表层孔穴	 <p><math>\alpha=10^{\circ}\sim15^{\circ}</math> <math>R=6\sim10\text{mm}</math></p>	穿透性缺陷坡口间隙过大	 <p><math>\alpha=10^{\circ}\sim15^{\circ}</math> <math>a=2\sim3\text{mm}</math> <math>t=5\sim6\text{mm}</math></p> <p>工艺垫片采用低碳钢或与工件基体相同的材料,若用低碳钢板做坡口中间垫板时,是否将垫板残留在焊缝里,由工艺部门决定</p>
各类穿透缺陷	 <p><math>\alpha=10^{\circ}\sim15^{\circ}</math> <math>R=6\sim10\text{mm}</math> <math>b=2\sim4\text{mm}</math></p> <p>根据工件的壁厚选择坡口</p>	空间尺寸较大的穿透性缺陷	 <p><math>\alpha=55^{\circ}\sim60^{\circ}</math> <math>a=2\sim3\text{mm}</math> <math>b=2\sim4\text{mm}</math></p> <p>嵌入块金属的成分应与基体相似,块的四周不能有直棱直角存在</p>
		小于公称尺寸不符合图样要求	 <p><math>R\geq6\sim8\text{mm}</math></p> <p>堆焊基面与基体交界处应留圆角</p>

## 2 焊前预热和焊后热处理

- 2.1 补焊件的焊前预热见表 1。焊后热处理要求,由下述主要因素确定:工件的材质;工件的结构特点;对工件的技术要求;补焊件的热处理状态;工件的加工状态。
- 2.2 焊前预热可采用整体预热或局部预热。预热时,要防止急剧加热或加热不均匀现象,对已达到加工精度的工件,要有防止变形和保护精度的措施。采用局部预热方法时,应保证离焊口边界 80~100mm 范围内母材的温度不低于规定的预热温度。
- 2.3 当补焊部位坡口深度超过所在部位壁厚 20% 或 25mm(以两者中较小为准)时,补焊后均应进行消除应力热处理,保温时间以补焊缺陷深度每 25mm 保温 1h 计算。
- 2.4 焊后热处理一般须在补焊工作结束后立即进行。个别情况焊后不能立即进行热处理时,应对补焊处采取保温和缓冷措施。
- 2.5 工件在最终热处理前补焊,并焊后能立即进行最终热处理时,允许以最终热处理代替焊后热处理,工件在最终热处理后补焊时,焊后回火温度应低于最终热处理工艺规定的回火温度 30~50℃。

## 3 焊条的选择和烘干

- 3.1 根据工件的材质、重要性和技术要求,按表 1 选用焊条。
- 3.2 对承受重负荷,特别是承受动负荷的重要工件,应选用与基体强度相当的低氢型焊条进行补焊。
- 3.3 用于锻钢件补焊的焊条,应符合《堆焊焊条》(GB/T 984)、《碳钢焊条》(GB/T 5117)、《低合金钢焊条》(GB/T 5118)和《焊接材料质量管理规程》(JB/T 3223)的规定。
- 3.4 焊条在使用前必须烘干。如果焊条说明书中无特殊要求,酸性焊条应在 75~150℃ 烘干 1~2h,碱性焊条应在 350~400℃ 烘干 1~2h,并应放在 100~150℃ 保温筒(箱)内,随用随取。
- 3.5 低氢型焊条烘干后在常温下放置超过 4h,应重新烘干,其烘干次数不得超过 3 次。

## 4 补焊工艺

- 4.1 补焊尽量选择平焊、横焊位置,不宜在空气对流的场所进行补焊,室温不低于 10℃。(当室温低于 10℃ 时,工件预热温度应提高 50℃ 并采取保温和补充加热措施)。
- 4.2 若在一个工件上有多处缺陷,应先焊小缺陷,后补焊较大缺陷,最后补焊穿透性缺陷。
- 4.3 若一个裂纹出现数个分支,应先焊分支裂纹,后焊主裂纹。
- 4.4 焊接电流按表 3 选择。
- 4.5 要尽量采用短弧操作。
- 4.6 为保证与基体金属熔合良好,焊接双面坡口时,必须进行清根。
- 4.7 相邻焊道间必须熔合良好。
- 4.8 补焊过程中,应仔细清理熔渣和大颗粒的金属飞溅物。在多层焊时,每焊完一层后必须清理一次。

表 3 焊接电流的选择

焊条牌号	焊条直径,mm			焊条牌号	焊条直径,mm		
	φ3.2	φ4	φ5		φ3.2	φ4	φ5
	焊接电流,A				焊接电流,A		
J422,J423	90~130	160~210	200~260	Z-70,ZD50	90~120	140~180	170~220
J427,J507,J607	90~120	140~180	170~230	A102,A107 A132,A137	80~110	120~160	160~200
J707,J707Nb	90~120		170~220				
J857,J857Ni							

- 4.9 多层焊时,应使各层的起弧和收弧位置相互错开,熄弧时弧坑必须填满。
- 4.10 补焊刚性大的锻件或多层焊时,除第一层和最后一层外,其余各层的每一焊道都应用平圆头风铲适度锤击,以释放应力。
- 4.11 需要在预热条件下进行补焊的补焊操作应连续进行,若不能连续补焊时,应对工件采取保温措施。

5 补焊质量检验

- 5.1 补焊质量检验应由与补焊有关的检验部门负责。
- 5.2 补焊质量检验内容:
- 5.2.1 缺陷清理、坡口制备和其他焊前准备工作是否符合第 1 章的要求。
- 5.2.2 焊前预热和焊后热处理的执行情况。
- 5.2.3 焊条的选择和烘干是否合理。
- 5.2.4 补焊工艺的执行情况。
- 5.2.5 检查最后的补焊质量。如:补焊区是否存在裂纹、未焊透、夹渣和密集气孔等焊接缺陷;工件的几何尺寸是否符合图样要求。并依此判定补焊是否合格并提出处理意见。
- 5.3 根据补焊件的技术要求和补焊的结构及具体条件提出适当的方法(宏观、磁粉、着色、超声波)进行焊后质量检查。
- 5.4 对于焊前准备工作(如焊前缺陷清理、坡口制备)不符合工艺要求和执意不执行补焊工艺,检查人员有权停止补焊工作,并及时向有关人员反映。
- 5.5 首次补焊不合格时,允许按本标准再进行补焊,但同一部位的补焊次数不应多于 3 次。调质后的锻件同一部位的补焊次数不应多于 2 次。超过上述次数时,需经有关部门同意后方可进行补焊。
- 5.6 本标准与专用补焊工艺有抵触时,按专用工艺执行。

本标准规定了冶金、轧制及重型锻压等机械设备(以下简称机械设备)液压系统的通用技术条件。以上机械设备的液压系统(以下简称系统)可根据本标准的原则,结合有关标准加以具体化,补充制订相应的设计、制造与验收的技术要求。

本标准适用于机械设备公称压力不大于 31.5MPa 的液压系统。

## 1 一般要求

### 1.1 基本要求

人员安全;工作安全可靠;运转正常;节能、效率高;噪音低;无外漏;原理简单、完善;维修方便;系统寿命长;成本低廉。

### 1.2 设计条件

技术协议和(或)设计任务书必须明确以下内容:

- a) 机械设备的主要用途;
- b) 机械设备的工艺流程、动作及周期;
- c) 系统使用地区的气候情况、系统周围的环境温度、湿度及其变化范围;
- d) 液压执行元件、液压泵站、液压阀台(组、架)及其他液压装置的安装位置[如室内或室外安装;固定机械设备或行走机械设备上的安装;地下室、地平面或高架(层)的安装等]。必要时应提供机械设备布置图;
- e) 采用水冷却系统的冷却水的最高入口水温、水质情况及供水压力;
- f) 对于高粉尘、高温、强辐射、易腐蚀、易燃(爆)环境;外界扰动(如冲击、振动等);高海拔(1000m 以上);严寒地带以及高精度、高可靠性等特殊情况下的系统设计、制造及使用要求;
- g) 液压执行机构的力能、运动参数;安装方式和有关的特殊要求(如保压、泄压、同步精度及动态特性等);
- h) 系统操作运行的自动化程度和联锁要求;
- i) 系统使用的工作油(液)的种类;
- j) 明确用户电网参数。

### 1.3 安全要求

系统的设计应考虑各种可能发生的事故。系统的功能设置,元件的选择、应用、配置和调节等,应首先考虑人员的安全和事故发生时设备损坏最小。

#### 1.3.1 系统中必须有过压保护。

1.3.2 系统的设计与调整必须使冲击压力最小。冲击力不致影响设备的正常工件和引起危险。

1.3.3 系统的设计应考虑失压、失控(如意外断电等),防止液压执行机构产生失控运动和引起危险。

1.3.4 元件的使用必须符合相应的使用特性、技术参数和性能。

1.3.5 元件的安装位置必须能安全方便地进行调整与操作。

1.3.6 元件的操作和调整必须符合制造厂的规定。



1.3.7 系统设计应符合《生产设备安全卫生设计总则》(GB 5083)等有关安全技术标准及工业卫生的规定。

1.4 节能要求

设计系统时,应考虑提高系统效率(如使用节能元件、节能回路等),使系统的发热减至最小程度。

1.5 工作温度

1.5.1 系统的工作油(液)温度范围必须满足元件及油液的使用要求。

1.5.2 为保证正常的工作油(液)温度,应根据使用条件设置热交换装置或提高油箱自身的热交换能力,将其温度控制在规定要求范围内。一般情况下,液压泵的吸入口油温不得超过60℃,液温不得超过40℃。在设计规定的最低温度时,系统必须能正常工作。

1.6 管路流速

系统金属管路的油液流速推荐值见表1。

表 1

管路类型	管路代号	压力,MPa	允许流速,m/s	管路类型	管路代号	压力,MPa	允许流速,m/s
吸油管路	S	—	0.5~2	压油管路	P	>16~31.5	5~6
压油管路	P	≤2.5	2.5~3	回油管路	O	—	1.5~3
		>2.5~6.3	3~4	泄油管路	L	—	1
		>6.3~16	4~5				

1.7 噪声

1.7.1 设计系统时,应采取降低噪声的措施,系统噪声应符合有关标准的规定。

1.7.2 特殊情况下,对于噪声超过标准规定的液压泵站应隔离安装。

1.8 选件依据

1.8.1 系统中的所有元件、辅助元件、密封件及紧固件等应符合相关的标准规定或符合有关部门批准生产的产品图样和技术文件的规定。

1.8.2 外购件的质量应符合相应标准及批准生产的产品图样和技术文件的规定,且必须具有相应质量等级的合格证。

1.8.3 对重要的外购件必须按性能要求验收。

1.8.4 在保管、运输及系统装配过程中造成的锈蚀、摔伤、变形等影响产品质量的外购件不得投入使用。

1.8.5 对密封失效和污染的外购件,必须更换密封和清洗后方可使用。

1.9 清洁度控制

1.9.1 元件、辅助元件等的清洁度应符合有关标准或规范的规定,系统组装过程中应保持其清洁度。

1.9.2 必须清除油路块、接头、金属管端口上的金属毛刺及油路块内部孔道交叉部位的金属毛刺。

1.9.3 钢板、钢管必须除锈,且应符合3.2 b)的规定。

1.9.4 系统在装配前,接头、管路、通道(包括铸造型芯孔、钻孔等)及油箱等件必须按有关工艺规范清洗干净。不允许有目测可见的污染物(如铁屑、纤维状杂质、焊渣等)存在,且应维护它们

的清洁度。

1.9.5 装配后的系统应进行冲洗。冲洗要求应符合第 12 章及有关清洗规范规定。

1.9.6 为防止污染系统,开式油箱应设置空气滤清器;系统回路中应设置滤油器;伺服阀、比例阀的压力口处应设置无旁通的滤油器。

1.9.7 注入系统的新油(液)必须经过过滤,过滤精度不得低于设计要求。

1.9.8 重型机械液压系统总成出厂清洁度要求见表 2。

表 2

等级	GB/T 14039	12/9	13/10	14/11	15/12	16/13	17/14	18/15	19/16	20/17	21/18
	NAS1638	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
类 型	精密电液伺服系统	—	—	—							
	伺服系统			—	—	—					
	电液比例系统					—	—	—			
	高压系统				—	—	—	—			
	中压系统						—	—	—	—	
	低压系统							—	—	—	—
	一般机器液压系统						—	—	—	—	—
	行走机械液压系统				—	—	—	—	—		
	冶金轧制设备液压系统				—	—	—	—	—		
	重型锻压设备液压系统				—	—	—	—	—		

GB/T 14039《液压传动、油液、固体颗粒污染等级代号》。

NAS 1638《液压系统油液清洁度等级》。

## 1.10 制造依据

系统制造应符合供需双方协议,应符合有关单位审查、批准、生效的设计图样、技术文件以及相应的标准、工艺规范的规定。

## 1.11 维护基本要求

1.11.1 元件应位于易拆装之处,必须有足够的空间,使维护方便。

1.11.2 当系统中的元件拆卸时,不得使工作油(液)大量流失,尽量减少拆卸邻近的元件、部件,且不要求油箱排油等。

1.11.3 在使用和安装条件许可下,系统应设置接油盘。

1.11.4 在满足维护条件下,系统管路可拆装处应尽可能少。管路敷设位置应便于装拆,且不妨碍生产人员的行走及机电设备的维护和检修。

1.11.5 大型液压装置应设置蹬架或扶梯等设施。

1.11.6 系统中应设置必要的压力测量点、排气点、工作油(液)采样点、加油口及排油口。

1.11.7 液压装置如有电器接线,应设置接线盒。

## 1.12 起重措施

所有质量超过 15kg 的元件、零部件必须能方便地起吊或设置起吊装置。

### 1.13 安装、使用和维护资料

1.13.1 设计单位必须向用户提供系统的土建任务书。

1.13.2 设计单位必须向用户提供下述图样资料：

- a) 系统原理图,包括元件的型号、名称、规格、数量和制造厂家的明细表；
- b) 系统的电气和(或)机械控制元件操作时间程序表；
- c) 系统设备安装图或按协议规定的其他图样；
- d) 备件清单。

1.13.3 设计单位必须向用户提供系统使用说明书,其内容主要包括：

- a) 机械设备的主要用途；
- b) 系统的主要作用、组成及主要技术参数；
- c) 系统的工作原理与使用说明；
- d) 系统正常工作的条件、要求,如：正常工作油(液)温范围；油液清洁度要求；油箱注油(液)高度；油液品种代号及工作粘度范围；注油(液)要求等；
- e) 系统的调试方法、步骤、操作要求及注意事项；
- f) 定期测试、维护保养的测试点、加油口、排油口、采样口、滤油器等的位置。
- g) 系统常见故障及排除方法,特殊元件、部件的维修方法；
- h) 密封件的储存条件和储存期限；
- i) 随机附带的工具,易损密封件(不包括外购件的密封件)明细表。

### 1.14 验收资料

系统总成出厂试验大纲及验收技术文件应由设计单位制定或用户、制造单位和设计单位协定,且主要涉及如下内容：

- a) 试验的目的、要求、条件、方法、步骤及注意事项；
- b) 耐压试验及记录表；
- c) 油液清洁度采样检测报告；
- d) 系统回路功能的试验及记录表；
- e) 系统元件跑合试验及记录表；
- f) 系统回路静、动态性能试验(如保压、速度调节、同步、定位及调节精度等)及记录表；
- g) 系统标志标定及记录表；
- h) 系统噪声检测及记录表。

### 1.15 标志

1.15.1 原理图标志。

1.15.1.1 元件的图形符号应符合有关标准或元件专业生产厂家样本的规定。

1.15.1.2 计量单位应符合国家标准规定。

1.15.1.3 液压执行机构应以示意性简图表示,且标注名称。对应的液压缸或液压马达应标注规格参数及油口尺寸。

1.15.1.4 主管路(如压力管路、回油管路、泄油管路等)和连接液压执行元件的管路应标注管路外径和壁厚。

1.15.1.5 压力控制元件应标注压力调定值。

1.15.1.6 压力充气元件或部件应标注充气压力。

- 1.15.1.7 温度控制元件应标注温度调定值。
- 1.15.1.8 电机和电气触点、电磁线圈应标注代号。
- 1.15.1.9 每个元件应编上数字件号,相同型号的元件同时应标注其排列顺序号。
- 1.15.1.10 构成独立液压装置的液压回路应采用双点划线划分区域和标注代号。
- 1.15.1.11 系统内部各组装部件之间的接口应标注代号。

#### 1.15.2 设备标志。

系统设备上对元件等进行标志时,标志必须与图样标志一致。

- 1.15.2.1 压油管路、回油管路和泄油管路的主管路应分别标示“P”、“O”、“L”字样标志。连接液压执行元件的管路应标示管路代号。
- 1.15.2.2 系统中元件接口应按元件厂家规定标示代号(加油口代号)。
- 1.15.2.3 液压操作装置(如手动、脚踏、电控阀及组件等)、压力表等件应标示作用功能标志。
- 1.15.2.4 液压装置主管路(如压油管路、回油管路、泄油管路)的出口连接处,涂敷 100mm 宽的色环面漆。用以表示不同类别功能的管路。色着应符合设计要求规定。非液压装置上的主管路外表面涂漆色着与色环色着对应、相同。
- 1.15.2.5 液压装置上的接线盒接线应标示线号。
- 1.15.2.6 液压装置应标示产品铭牌,外购元件必须附带铭牌。
- 1.15.2.7 液压泵应标示泵轴旋转方向标志。

#### 1.15.3 标志设置要求。

液压装置上的标志必须醒目、清楚、持久、规整。标志的打印、喷涂、粘贴及装订位置,不得因更换元件后而失去标志。

#### 1.16 操作力

设计时,应使手动、脚踏控制机构上的力不超过下列数值:

手指:10N;手腕:40N;单手臂:150N;双手臂:250N;脚踏:78N。

#### 1.17 拧紧力矩

接头、螺塞、元件紧固件的拧紧力矩应符合有关规范或生产厂家的规定。

### 2 液压油(液)

#### 2.1 基本要求:

- 2.1.1 必须说明系统中规定使用的液压油(液)品种、特性。
- 2.1.2 对于所选用的液压油(液),设计系统时必须考虑与下列物质的相适应性:
  - a) 系统中与液压油(液)相接触的金属材料、密封件等非金属材料。
  - b) 保护性涂层材料以及其他会与系统发生关系的液体等,例如油漆、处理液、防锈油(液)以及维修油液;
  - c) 与溢出或泄漏的液压油(液)相接触的材料,例如电缆、电线等。

2.2 使用液压液作为传动介质时,系统中所采用的通用元件应考虑降额使用(如压力、转速等)。

2.3 系统中液压油(液)的使用应符合《润滑剂、工业用油和相关产品(L类)的分类 第2部分:H组(液压系)》(GB/T 7631.2)和有关油(液)品专业厂家规定,且考虑其温度、压力使用范围及其特殊性。

## 2.4 液压油(液)在使用过程中应注意的事项:

2.4.1 在系统规定的工作油液的温度范围内,所选择的油液的粘度范围应符合元件的使用条件。

2.4.2 不同类型的液压油(液)不宜互相调和,不同厂家生产的相同牌号液压油(液),一般也不能混合使用。若要混合使用时,必须进行小样混合试验。检查有否物理变化和化学反应。必要时应与油品制造厂协商认定。

2.4.3 在使用过程中,必须对液压油(液)理化指标和清洁度进行定期检验,确定液压油(液)能否再使用。一般3个月检查一次,最长不超过6个月。

## 2.5 液压油(液)的维护:

必须定期检查系统中油液的粘度、酸值、水分、清洁度等品质,如不符合质量要求时,应全部更换。

## 2.6 其他:

液压油(液)的供应单位必须提供使用液压油(液)时的人员劳动卫生要求,失火时产生的毒气和窒息的危险及废液处理问题等方面的资料。

## 3 铸件、锻件、焊接件和管件的质量

### 3.1 基本要求:

3.1.1 金属材料牌号应符合图样要求。

3.1.2 金属材料的化学成分、机械性能必须符合有关标准规定。

3.1.3 铸件、锻件、焊件和管件的质量应符合有关标准规定。

### 3.2 焊件坯料、管件应符合下列要求:

a) 焊接坯料(板材、型材等)的金属表面涂漆前均需进行表面除锈处理,清除铁锈、氧化皮、油脂、泥土等污物;

b) 焊接坯料及管件必须除锈,除锈质量应符合 JB/T 5000.12 规定,除锈后按相应标准和规范进行防锈;

c) 焊接坯料的成型形状公差应符合 JB/T 5000.3 规定;

d) 焊接坯料下料的断面表面粗糙度  $Ra$  值为  $25\mu\text{m}$ ;

e) 管件下料端面不得有挤起形状,端面应平齐,与管子轴线的垂直度公差为管子外径的1%;

f) 焊接坯料及管件的焊接坡口应机加工,且符合有关标准规定。

### 3.3 焊接件的焊接接头形式应符合有关标准规定。

3.4 管路焊接的接口应做到内壁平齐:工作压力低于  $6.3\text{MPa}$  的管道,内壁错边量不大于  $2\text{mm}$ ;工作压力等于或高于  $6.3\text{MPa}$  的管道,内壁错边量不大于  $1\text{mm}$ 。

3.5 对不影响使用和外观的铸件、锻件缺陷,在保证使用质量的条件下,允许按有关标准和规定进行焊补。

## 4 焊接要求

### 4.1 基本要求

4.1.1 焊接件、管路的焊接应按有关标准和工艺进行。

4.1.2 管路的焊缝质量应符合 BS 和 BK 级(见 JB/T 5000.3)。

4.1.3 油箱(罐)、管路应按有关标准做渗漏或压力试验。

## 4.2 油箱(罐)焊接

4.2.1 开式矩形油箱内壁采用满焊连续焊缝。开式圆筒形油箱(罐)内壁焊缝应高出内壁,高度应符合有关标准规定。

4.2.2 压力式油箱(罐)的设计、焊接应符合压力容器的有关标准。

4.2.3 涂装完毕的油箱再次装焊时,应避免油箱内壁涂层脱落。

## 4.3 管路焊接

4.3.1 钢管管路应采用氩弧焊焊接或氩弧焊封底电弧焊充填焊。

4.3.2 管路对焊,内壁的焊缝应高出内壁,其高度应符合 JB/T 5000.11 规定。

4.3.3 管路焊缝返修应制订工艺措施,同一部位的焊缝返修次数不得超过 2 次。

4.3.4 管路焊接时,应将焊接热区内的密封圈拆除,避免过热老化。

## 5 加工质量

5.1 无保留要求的锐棱、尖角应倒棱和修钝。

5.2 加工表面不应有锈蚀、毛刺、碰伤、划伤和其他缺陷。

5.3 图样中未注明公差要求的切削加工件,其尺寸偏差、形位公差以及螺纹精度均应符合制造厂所规定的标准等级。

## 6 外漏

系统在规定的使用期限内正常工作油温上限位运转时,全部管路、元件、可拆接合面、活动连接的密封处应密封良好,不得有油液的外漏现象。

## 7 液压执行元件

### 7.1 液压缸

7.1.1 设计或选用液压缸时,必须对行程、负载和装配条件加以充分的考虑,以防活塞杆在外伸工况时产生不正常的弯曲。

7.1.2 液压缸的安装必须符合设计图样和(或)制造厂的规定。

7.1.3 安装液压缸时,如果结构允许,进出油口的位置必须在最上面。必须装成使其能自动放气或装有方便的放气阀。

### 7.2 液压马达

7.2.1 液压马达与被驱动装置之间的联轴器型式及安装要求应符合制造厂的规定。

7.2.2 外露的旋转轴和联轴器必须有防护罩。

7.2.3 在应用液压马达时,必须考虑它的起动力矩、失速力矩、负载变化、负载动能以及低速性等因素的影响。

### 7.3 安装底座

液压执行元件的安装底座必须具有足够的刚性,保证执行机构正常工作。

## 8 系统设备总成

### 8.1 液压泵装置

8.1.1 液压泵与原动机之间的联轴器的型式及安装要求必须符合制造厂的规定。

8.1.2 外露的旋转轴、联轴器必须安装防护罩。

8.1.3 液压泵与原动机的安装底座必须有足够的刚性,以保证运转时始终同轴。

8.1.4 液压泵的进油管路应短而直,避免拐弯增多,断面突变。在规定的油液粘度范围内,必须使泵的进油压力和其他条件符合泵制造厂的规定值。

8.1.5 液压泵的进油管路密封必须可靠,不得吸入空气。

8.1.6 高压、大流量的液压泵装置推荐采用:

- a) 泵进油口设置橡胶弹性补偿接管。
- b) 泵出油口连接高压软管;
- c) 泵装置底座设置弹性减震垫。

### 8.2 油箱装置

#### 8.2.1 油箱。

8.2.1.1 油箱设计应符合下述基本要求:

- a) 油箱公称容量应符合《液压泵站油箱容量系列》(JB/T 7938)的规定;
- b) 在系统正常工作条件下,特别是系统中没有安装冷却器时,必须能充分散发液压油(液)的热量;
- c) 具有较慢的循环速度,以便析出混入油液中的空气和沉淀油液中较重的杂质;
- d) 油箱的回油口与泵的进油口应远离,可用挡流板或其他措施进行隔离,但不能妨碍油箱的清洗;
- e) 在正常工况下,必须容纳全部从系统中流来的液压油(液)。

#### 8.2.1.2 油箱材料。

一般油箱应采用碳素钢板制作,重要油箱和特殊油箱可采用不锈钢板制作。

8.2.1.3 油箱结构应符合下列基本要求:

- a) 油箱必须有足够的强度、刚度,以免装上各类组件和罐油后发生较大变形;
- b) 油箱底部应高于安装面 150mm 以上,以便搬移、放油和散热;
- c) 必须有足够的支承面积,以便在装配和安装时用垫片和楔块等进行调整;
- d) 油箱内表面应保持平整,少装结构件,以便清理内部污垢;
- e) 为了清洗油箱应配置一个或一个以上的手孔或人孔;
- f) 油箱底部的形状必须能将液压油(液)放净,并在底部设置放油口;
- g) 油箱箱盖、侧壁上的手孔、人孔以及安装其他组件的孔口或基板位置均应焊装凸台法兰(如盲孔法兰、通孔法兰等);
- h) 可拆卸的盖板,其结构必须能阻止杂质进入油箱;
- i) 穿过油箱壁板的管子均应有效密封。

#### 8.2.2 油箱辅件设置要求。

8.2.2.1 重要油箱应设置油液扩散器或消泡装置。

8.2.2.2 开式油箱顶部应设置空气滤清器以及注油(液)器。空气滤清器的过滤精度应与系统

清洁度要求相符合。空气滤清器的最大压力损失应不影响液压系统的正常工作。

8.2.2.3 油箱必须设置液位计,其位置应安放在液压泵吸入口附近,用以显示油箱液面位置。重要油箱应加设液位开关,用以油箱高、低限液位的监测与发讯。

8.2.2.4 油箱应设置油液温度计以及油温检测元件。用以目测油液温度及油液温度设定值的发讯。

8.2.2.5 压力式隔离型油箱应安装低压报警器,压力式充气型油箱应设置气动安全阀和压力表及压力报警器。

### 8.3 其他辅件及要求

#### 8.3.1 热交换器。

系统应根据使用要求设置加热器或冷却器,且应符合下列基本要求:

- a) 加热器的表面耗散功率不得超过  $0.7\text{W}/\text{cm}^2$ ;
- b) 安装在油箱上的加热器的位置必须低于油箱低极限液面位置;
- c) 使用热交换器时,应有液压油(液)和冷却(或加热)介质的测温点;
- d) 使用热交换器时,可采用自动温控装置,以保持液压油(液)的温度在正常的工作范围内;
- e) 用户必须使用制造厂规定的冷却介质,如使用特种冷却介质或水而水源很脏,水质有腐蚀性,水量不足时,必须向制造厂提出;
- f) 采用空气冷却器时,应防止进排气通路被遮闭或堵塞。

#### 8.3.2 滤油器。

8.3.2.1 为了消除液压油(液)中的有害杂质,系统中必须装有滤油器,滤油器的过滤精度应符合元件及系统的使用要求。

8.3.2.2 为了指示滤油器何时需要清洗和更换滤芯,必须装有污染指示器或设有测试装置。

8.3.2.3 在用户特别提出系统不停车而能更换滤芯时,应满足用户要求。

8.3.2.4 液压泵的进油口根据使用要求可设置吸油滤油器,推荐采用网式旁通型。吸油滤油器的容量选择与安装应使冷起动的泵进口压力符合 8.1.4 的规定。

8.3.2.5 如使用磁性滤油器,在维护和使用中应防止吸附着的杂质掉落在油液中。

8.3.2.6 使用滤油器时,其公称流量不得小于实际的过滤油液的流量,应有一定的富余量。

8.3.2.7 对连续工作的大型液压泵站,推荐采用单独的冷却循环过滤系统。

#### 8.3.3 蓄能器。

8.3.3.1 蓄能器的回路中应设置释放及切断蓄能器中的液体的元件。供充气、检修或长时间停机使用。

8.3.3.2 蓄能器做液压油源时,它与液压泵之间应装设单向阀,以防止泵停止工作时,蓄能器中压力油倒流使泵产生反向运转。

8.3.3.3 当机械设备停车时,系统仍要利用蓄能器中有压液体来工作的情况下,必须在靠近蓄能器的明显处示出安全使用说明,其中应包括“注意,压力容器”的字样。

8.3.3.4 蓄能器的排放速率必须与系统使用要求相符,并不得超过制造厂的规定值。

8.3.3.5 蓄能器(包括气体加载式蓄能器)充气气体种类和安装必须符合制造厂的规定。

8.3.3.6 蓄能器的安装位置必须远离热源。

8.3.3.7 蓄能器在卸压前不得拆卸,禁止在蓄能器上进行焊接、铆接或机加工。

#### 8.3.4 压力表。



8.3.4.1 压力表的量程一般应为额定压力的 1.5~2 倍。

8.3.4.2 使用压力表应设置压力表开关及压力阻尼装置,便于维护、精确检测及延长寿命。

8.3.5 密封件。

8.3.5.1 密封件的材料必须与它相接触的介质相容。

8.3.5.2 密封件的使用压力、温度以及密封件的安装应符合有关标准规定。

8.3.5.3 随机附带的密封件,在制造厂规定的储存条件下,储存 1 年内可以使用。

8.4 液压阀的安装

8.4.1 阀的安装方式应符合制造厂规定。

8.4.2 板式阀或插装阀必须有正确定向措施。

8.4.3 为了保证安全,阀的安装必须考虑重力、冲击、振动对阀内主要零件的影响。

8.4.4 阀用连接螺钉的性能等级必须符合制造厂的要求,不得随意代换。

8.5 油路块

8.5.1 油路块推荐选用 35 号或 45 号锻钢,并进行调质处理。

8.5.2 油路块上安装元件的加工面质量必须符合元件制造厂规定。

8.5.3 油路块上安装元件的螺孔之间的尺寸公差必须保证阀的互换性。

8.5.4 油路块内的油路通道必须在整个工作温度和系统通流能力范围内,使流体流经通道产生的压降不会对系统的效率和响应产生不利影响。

## 9 管路

9.1 管件材料

9.1.1 系统管路可采用钢管、铜管、胶管、尼龙管等。

9.1.2 管路采用钢管时,推荐使用 10、15、20 号钢无缝钢管,特殊和重要系统应采用不锈钢无缝钢管。

9.2 管件公差要求

管子的精度等级应与所采用的管路辅件相适应。管件的最低精度必须符合 GB/T 8163 的规定。

9.3 管路安装

管路安装应遵循下列要求:

a) 管路敷设、安装应按有关工艺规范进行;

b) 管路敷设、安装应防止元件、液压装置受到污染;

c) 管路应在自由状态下进行敷设,焊装后的管路固定和连接不得施加过大的径向力强行固定和连接;

d) 管路的排列和走向应整齐一致,层次分明,尽量采用水平或垂直布管;

e) 相邻管路的管件轮廓边缘的距离不应小于 10mm;

f) 管路避免无故使用短管件进行拼焊。

9.4 管沟敷设

管路在管路沟槽中的敷设和沟槽要求应符合 JB/ZQ 4396 的规定。

9.5 管子弯曲

9.5.1 现场制作的管子弯曲推荐采用弯管机冷弯。

9.5.2 弯管的最小弯曲半径应符合有关标准规定。

9.5.3 管子弯曲处应圆滑,不应有明显的凹痕、波纹及压扁现象(短长轴比不应小于 0.75)。

## 9.6 软管

9.6.1 软管的通径选择应符合有关规范规定。

9.6.2 软管敷设应符合 JB/ZQ 4398 的规定,但必须考虑以下要求:

- a) 使长度尽可能短,以避免机械设备在运行中发生软管严重弯曲变形;
- b) 在安装或使用时的扭转变形最小;
- c) 不应使软管位于易磨损之处,否则应予以保护;
- d) 如软管自重会引起过分变形时,软管应有充分的支托或使管端下垂布置。

9.6.3 如软管的故障会引起危险,必须限制使用软管或予以屏蔽。

9.6.4 靠近热源或热辐射安装的软管应采用隔热套保护。

## 9.7 管路固定

9.7.1 管夹和管路支撑架应符合有关标准规定。

9.7.2 管子弯曲处两直边应用管夹固定。

9.7.3 管子在其端部与沿其长度上应采用管夹加以牢固支承,管夹间距应符合表 3 的规定。

表 3

mm

管子外径	管夹间距	管子外径	管夹间距	管子外径	管夹间距	管子外径	管夹间距
≤10	≤1000	>25~50	≤2000	>80~120	≤4000	>170	5000
>10~25	≤1500	>50~80	≤3000	>120~170	≤5000	—	—

9.7.4 管子不得直接焊在支架上或管夹上。

9.7.5 管路不允许用来支承设备和油路板或作为人行过桥。

## 9.8 管路采样点

管路上推荐设置采样点,采样点应符合《飞机液压系统污染测试在系统管路上采集液样的方法》(GJB 380.2)的规定。

## 10 电器配线

10.1 设备上的电器配线应符合下列基本要求:

- a) 配线种类应符合电气设计要求;
- b) 接线盒、线槽、线管应符合有关标准规定。

10.2 线路敷设应符合有关标准和技术要求规定。

## 11 控制

### 11.1 回路保护装置

11.1.1 如回路中工作压力或流量超过规定而可能引起危险或事故时,必须有保护装置。

11.1.2 调整压力和流量的控制元件,必须制造和装配成能防止调整值超出铭牌上标明的工作范围。在重新调整之前,必须一直保持调整装置的调整值。

11.1.3 当系统处于停车位置,液压油(液)从阀、管路和执行元件泄回油箱会引起机械设备损坏或造成危险时,必须有防止液压油(液)泄回油箱的措施。

11.1.4 系统回路必须设计成能在液压执行元件启动、停车、空转、调整和液压故障等工况下,防止失控运动与不正常的运作顺序(特别是作垂直和倾斜运动时)。需保持自身位置的执行元件,必须设置失效保护作用的阀来控制。

11.1.5 在压力控制与流量控制回路中,元件的选用和设置应考虑工作压力、温度与负载的变化对元件与回路的响应、重复性和稳定性的影响。

11.1.6 采用中央液压泵站和多个独立阀台(架)组成的系统,每个阀台(架)上应设置自动或手动的切断主油路油流的阀件,当某一阀台(架)的控制区域有故障时,可及时切断该阀台(架)的供油,且不影响其余阀台(架)控制区的工作。

11.1.7 当整个机械设备上有一个以上相互联系的人工控制或(和)自动控制动作时,如任何一个动作故障会引起人身危险和设备损坏时、或必须按一定规程进行动作,否则机械设备将发生干涉等情况时,必须设联锁保护(包括操作联锁保护)。

## 11.2 人工控制装置

11.2.1 设备必须有紧急制动或紧急返回控制,以确保安全。

11.2.2 对紧急制动和紧急返回控制的要求:

- a) 必须容易识别;
- b) 必须设置在每个操作人员工作位置处,并且在所有工作条件下操作方便,为了实现这些要求,可增加一些附加控制装置;
- c) 必须立即动作;
- d) 必须与其他控制装置的调节或节流装置在功能上不能相互干扰,且不受它们的影响;
- e) 不得要求任何一个执行元件输入能量;
- f) 只能用一个人工控制装置去完成全部紧急操纵;
- g) 在从伺服阀来的执行元件管路上,可设置足够的紧急制动阀。

11.2.3 紧急制动后,循环的再起不得引起设备损坏或造成危险。如需执行元件重新回到启动位置,必须具有安全的手动控制装置。

11.2.4 手控杆的运动方向不得引起操作混淆,例如:向上拨动手控杆时不应使执行元件向下动作。

11.2.5 对于多个执行元件的顺序控制回路或自动控制回路,为了调整每个执行元件的行程,必须设有单独的人工调整装置。

## 11.3 阀的控制

11.3.1 设计或安装机械操纵阀时,过载或超程不得引起事故。

11.3.2 脚踏操作阀必须设有防护罩,或采取其他保护措施,以防止意外触动。

11.3.3 手动操作阀操作杆的工作位置应有清晰的标牌或形象化的符号表示。

11.3.4 除非另行说明,电磁阀必须有用手动操作的按钮,并避免该设施的误动作。

11.3.5 阀的电控电源、气控气源及液控液源的参数必须符合阀的动作要求。

## 11.4 控制装置的安装要求

11.4.1 所有控制装置的布置位置,必须防止下列不利因素:

- a) 失灵和预兆事故;
- b) 高温;
- c) 腐蚀性气体;

- d) 油(液)污染电控装置;
- e) 振动和高粉尘;
- f) 易燃、易爆。

11.4.2 各种控制装置必须位于调节和维修方便之处。

11.4.3 人控装置应符合下列基本要求:

- a) 置于操作者的正常工作位置附近并能够摸得到;
- b) 不得要求操作者把手伸过或越过转动或运转的机械设备、零部件去操作控制装置;
- c) 不妨碍设备操作者的正常工作活动。

11.4.4 尽量采用位置顺序控制。当单独用压力顺序控制或时间控制将会因顺序失灵而可能损坏设备时,必须采用位置顺序控制。

11.5 回路相互关系

系统某一部分的工况不得对其他部分造成不利影响。

11.6 伺服控制回路

伺服阀与相关的执行元件的安装位置应尽可能靠近,以减少阀与执行元件间所包含液体的容积。阀的安装与布置及方向应符合阀制造厂的要求。推荐单独设置泵源。

11.7 液压泵站控制要求

重要的液压泵站的自动控制应具有下列基本功能:

- a) 油(液)箱次低液位自动报警,最低限液位的自动报警和自动切断液压泵驱动装置;
- b) 滤油器污染报警;
- c) 油液最高油(液)温报警;
- d) 热交换装置根据油液温度讯号自动工作;
- e) 主压力油(液)的失压报警;
- f) 液压泵的工作信号指示。

12 冲洗

12.1 液压装置装配完毕后,必须按有关工艺规范做循环冲洗。其清洁度应符合附录 A 或设计要求规定。

12.2 系统的循环冲洗应符合下列要求:

- a) 滤油精度应高于系统设计要求;
- b) 冲洗液应与系统工作油液和接触到的液压装置的材质相适应;
- c) 冲洗液的粘度宜低,流动应呈紊流状态;
- d) 冲洗液的温度:高水基不超过 50℃;液压油不超过 60℃;
- e) 伺服阀和比例阀应拆掉,换上冲洗板。

13 试验

13.1 系统应按试验大纲和制造厂试验规范进行性能试验。

13.2 试验必须进行记录,记录的参数值必须与实测参数值相一致。

14 涂装

14.1 基本要求

- a) 涂料必须适应于工作油液及环境;
- b) 涂装材料的质量必须符合有关标准的规定;
- c) 涂装方法和步骤应符合有关工艺规范规定;
- d) 涂装的涂层厚度和漆膜划格试验应符合 JB/T 5000.12 的规定。

## 14.2 色着要求

14.2.1 油箱内壁建议选用奶油色等浅色颜色。

14.2.2 整个液压装置外表面涂色应一致(包括液压装置上的管路),且色着应符合用户提供的色板要求。

14.2.3 液压装置上的主管路及非液压装置上的主管路(如车间管路等)的涂敷色着要求应符合 1.15.2.4 的规定。

## 15 包装、运输及储存

15.1 液压设备的包装、防锈措施、日期及包括储运标志符合双方协议、JB/T 5000.13、《机电产品包装通用技术条件》(GB/T 13384)、GB/T 191、GB/T 4879 规定以及设计要求规定。

15.2 基本要求。

15.2.1 液压设备必须分段运输时,对已拆下的管路与它们相应的端孔或接头均必须标上识别标志。

15.2.2 应排掉液压设备中的工作油(液)和冷却器中的水。

15.2.3 必须按要求对液压设备进行防锈保护(包括设备内部容腔)。

15.2.4 重要仪表、零散件应单独包装,再装入包装箱。

15.2.5 液压设备的外露孔口应用密封帽或用塑料薄膜捆扎封闭。

15.2.6 液压设备外露的螺纹、玻璃仪表应加以保护。

15.2.7 液压设备的零散件、部件等应有标签,标签必须清楚、正确、持久、耐用,应与图样相对应。

15.2.8 包装运输前,充气式蓄能器应卸除高压,保持 0.15~0.3MPa 剩余压力。

15.3 液压设备包装必须考虑运输、装卸时的振动、冲击对其的影响,并且在搬动期间不得窜动。

15.4 液压设备包装必须完好,防止损坏、变形以及面漆擦伤。

15.5 防锈剂要求。

15.5.1 防锈剂质量应符合有关标准规定。

15.5.2 液压设备内腔防锈时采用的防锈剂种类、化学性质应与所要求使用的液压油(液)和所接触到的材料相适应。

## 附录 A(资料性附录) 液压系统总成冲洗清洁度等级标准

A.1 每一清洁度等级一般由两个代表每 100mL 工作介质中固体污染物颗粒数的代码组成,其中一个代码代表大于  $5\mu\text{m}$  的颗粒数,另一个代码代表大于  $15\mu\text{m}$  的颗粒数,两个代码间用一根斜线分隔。即:清洁度等级=大于  $5\mu\text{m}$  的颗粒数代码/大于  $15\mu\text{m}$  的颗粒数代码。

例如:清洁度等级 18/13,代码 18 表示大于  $5\mu\text{m}$  的颗粒数为  $130 \times 10^3 \sim 250 \times 10^3$  个,代码 13 表示大于  $15\mu\text{m}$  颗粒数为  $4 \times 10^3 \sim 8 \times 10^3$  个。

A.2 常用的清洁度等级见表 A.1。

表 A.1

等级	每 100mL 工作介质的污染物颗粒数		等级	每 100mL 工作介质的污染物颗粒数	
	$>5\mu\text{m}$	$>15\mu\text{m}$		$>5\mu\text{m}$	$>15\mu\text{m}$
20/17	$500 \times 10^3 \sim 1 \times 10^6$	$64 \times 10^3 \sim 130 \times 10^3$	16/12	$32 \times 10^3 \sim 64 \times 10^3$	$2 \times 10^3 \sim 4 \times 10^3$
20/16	$500 \times 10^3 \sim 1 \times 10^6$	$32 \times 10^3 \sim 64 \times 10^3$	16/11	$32 \times 10^3 \sim 64 \times 10^3$	$1 \times 10^3 \sim 2 \times 10^3$
20/15	$500 \times 10^3 \sim 1 \times 10^6$	$16 \times 10^3 \sim 32 \times 10^3$	16/10	$32 \times 10^3 \sim 64 \times 10^3$	$500 \sim 1 \times 10^3$
20/14	$500 \times 10^3 \sim 1 \times 10^6$	$8 \times 10^3 \sim 16 \times 10^3$	15/12	$130 \times 10^3 \sim 250 \times 10^3$	$2 \times 10^3 \sim 4 \times 10^3$
19/16	$250 \times 10^3 \sim 500 \times 10^3$	$32 \times 10^3 \sim 64 \times 10^3$	15/11	$130 \times 10^3 \sim 250 \times 10^3$	$1 \times 10^3 \sim 2 \times 10^3$
19/15	$250 \times 10^3 \sim 500 \times 10^3$	$16 \times 10^3 \sim 32 \times 10^3$	15/10	$130 \times 10^3 \sim 250 \times 10^3$	$500 \sim 1 \times 10^3$
19/14	$250 \times 10^3 \sim 500 \times 10^3$	$8 \times 10^3 \sim 16 \times 10^3$	15/9	$130 \times 10^3 \sim 250 \times 10^3$	$250 \sim 500$
19/13	$250 \times 10^3 \sim 500 \times 10^3$	$4 \times 10^3 \sim 8 \times 10^3$	14/11	$8 \times 10^3 \sim 16 \times 10^3$	$1 \times 10^3 \sim 2 \times 10^3$
18/15	$130 \times 10^3 \sim 250 \times 10^3$	$16 \times 10^3 \sim 32 \times 10^3$	14/10	$8 \times 10^3 \sim 16 \times 10^3$	$500 \sim 1 \times 10^3$
18/14	$130 \times 10^3 \sim 250 \times 10^3$	$8 \times 10^3 \sim 16 \times 10^3$	14/9	$8 \times 10^3 \sim 16 \times 10^3$	$250 \sim 500$
18/13	$130 \times 10^3 \sim 250 \times 10^3$	$4 \times 10^3 \sim 8 \times 10^3$	14/8	$8 \times 10^3 \sim 16 \times 10^3$	$130 \sim 250$
18/12	$130 \times 10^3 \sim 250 \times 10^3$	$2 \times 10^3 \sim 4 \times 10^3$	13/10	$4 \times 10^3 \sim 8 \times 10^3$	$50 \sim 1 \times 10^3$
17/15	$64 \times 10^3 \sim 130 \times 10^3$	$8 \times 10^3 \sim 16 \times 10^3$	13/9	$4 \times 10^3 \sim 8 \times 10^3$	$250 \sim 500$
17/13	$64 \times 10^3 \sim 130 \times 10^3$	$4 \times 10^3 \sim 8 \times 10^3$	13/8	$4 \times 10^3 \sim 8 \times 10^3$	$130 \sim 250$
17/12	$64 \times 10^3 \sim 130 \times 10^3$	$2 \times 10^3 \sim 4 \times 10^3$	12/9	$2 \times 10^3 \sim 4 \times 10^3$	$250 \sim 500$
17/11	$64 \times 10^3 \sim 130 \times 10^3$	$1 \times 10^3 \sim 2 \times 10^3$	12/8	$2 \times 10^3 \sim 4 \times 10^3$	$130 \sim 250$
16/13	$32 \times 10^3 \sim 64 \times 10^3$	$4 \times 10^3 \sim 8 \times 10^3$	11/8	$1 \times 10^3 \sim 2 \times 10^3$	$130 \sim 250$

本标准适用于一般工业设备用液压系统和行走机械液压系统。

本标准中工作介质指液压油液,包括矿物油型液压油和合成烃型液压油以及合成液压液和环境可接受液压液。

对于以难燃液压液为工作介质的使用规范,应按照《难燃液压液使用导则》(GB/T 16898)的规定。

## 1 术语和定义

《流体传动系统及元件 术语》(GB/T 17446)中确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

1.1 矿物油型液压油 通过物理蒸馏方法从石油中提炼出的基础油称为矿物油(包括部分非深度加氢基础油)。

1.2 合成烃型液压油 使用通过化学合成获得的基础油(其成分多数并不直接存在于石油中)调配成的液压油。

1.3 合成型液压液 使用通过化学合成获得的基础液(其成分多数并不直接存在于石油中)调配成的液压液,或通过化学方法直接合成的液压液。

1.4 环境可接受液压液 废弃后可被环境微生物分解,最终被无机化而成为自然界中碳元素循环的一个组成部分的液压液。

## 2 工作介质的选择

### 2.1 概述

正确选用工作介质对液压系统适应各种环境条件和工作状况的能力、延长系统和元件的寿命、提高设备运转的可靠性、防止事故发生等方面都有重要意义。

选择工作介质主要应从工作介质的化学特性和使用的环境条件来考虑,而对物理特性,如:粘度,各种类型工作介质都有多种规格供选择。

工作介质的选择应按《润滑剂、工业用油和相关产品(L类)的分类 第2部分:H组(液压系统)》(GB/T 7631.2),或参考本标准附录A。工作介质的粘度等级应按《工业液体润滑剂 ISO 粘度分类》(GB/T 3141)(40℃运动粘度)的规定。

选择工作介质应从以下方面综合考虑:

a) 首先应考虑使用的安全性,如:环境有无高温、起火和爆炸的危险,如果有则应考虑使用难燃液压液。

b) 一般应优先考虑使用矿物油型液压油和合成烃型液压油,并应根据液压系统工作介质的使用条件,如:液压泵的类型、工作压力、工作温度和温度范围、系统元件选用的密封材料、元件的材料及系统运转和维修时间等,进行选择。

c) 应考虑工作介质的经济性和可操作性。

### 2.2 根据工作环境选择

2.2.1 应考虑液压系统的工作环境,如:室内、露天、地下、水上、内陆沙漠、热带或处于冬、夏温差大的寒冷地区等,以及固定式或移动式工作方式。若液压系统靠近有 300℃ 以上高温的表面热源或有明火场所,应选用难燃液压液。

液压系统对工作介质有特殊要求时,用户应与供应商协商。  
按工作环境和使用工况选择工作介质见表 1。

表 1

使用工况		系统压力:<6.3MPa 系统温度:<50℃	系统压力:6.3MPa~ 16MPa 系统温度:<50℃	系统压力:6.3MPa~ 16MPa 系统温度:50~80℃	系统压力:>16MPa 系统温度:80~ 120℃
工作环境	室内—固定液 压设备	HH、HL、HM	HL、HM	HM	HM(优等品)
	露天—寒区和 严寒区	HH、HR、HM	HV、HS	HV、HS	HV(优等品) HS(优等品)
	高温热源或明 火附近	HFAE、HFAS	HFB、HFC	HFDR	HFDR

2.2.2 当液压系统工作在环保特性要求高的场合时,应选择下列环境可接受液压液:

- HETG ——甘油三酸酯系列环境可接受液压液;
- HEPG ——聚乙二醇系列环境可接受液压液;
- HEES ——合成酯系列环境可接受液压液;
- HEPR ——聚 α 烯烃和相关烃类产品系列环境可接受液压液。

2.3 根据液压系统工作温度选择

应考虑液压系统所处的环境温度和工作介质工作时的温度,主要对工作介质的粘温性、热安定性和液压系统的低温启动性提出要求。

2.3.1 不同液压系统工作温度所适应的工作介质品种见表 2。

表 2

液压系统工作温度,℃	< - 10	- 10 ~ + 80	> + 80
工作介质(液压油)品种	HV、HS	HH、HL、HR、HM、HV、HS	HM(优等品)、HV、HS

- 注:1 HV、HS 具有良好的低温特性,可用于 - 10℃ 以下,具体适用温度与供应商协商。  
2 HM(优等品)、HV、HS 具有良好的高温特性,可用于 80℃ 以上,具体适用温度与供应商协商。

工作介质的起始温度决定于工作环境温度,在寒冷地区野外工作时,当环境温度在 - 5 ~ - 25℃ 时,可用 HV 低温抗磨液压油;当环境温度在 - 5 ~ - 40℃ 时,可用具有更好低温性能的 HS 低凝抗磨液压油;环境温度低于 - 40℃ 使用的工作介质应与供应商协商确定。

2.3.2 工作介质的工作温度对液压系统是相当重要的。温度过高,会加速其氧化变质,氧化生成的酸性物质对液压系统的元件有腐蚀作用并会污染工作介质。长时间在高温下工作,工作介质的寿命会大大缩短。

液压系统中工作介质适宜的工作温度范围见表 3。

表 3

工作介质类型	连续工作状态 ℃	最高温度 ℃	工作介质类型	连续工作状态 ℃	最高温度 ℃
矿物油型或合成烃型液 压油(HL、HM、HV、HS)	- 40 ~ + 80	120	磷酸酯型液压液(HFDR)	- 20 ~ + 100	150
			水包油型液压液(HFAE)	5 ~ 50	65
水—乙二醇型液压液 (HFC)	- 20 ~ + 50	70	油包水型液压液(HFB)	5 ~ 50	65



2.4 根据工作压力选择

主要对工作介质的润滑性和极压抗磨性提出要求。对于高压系统的液压元件,特别是液压泵中处于边界润滑状态的摩擦副,由于正压力加大、转速高,使摩擦磨损条件趋于苛刻,为了得到正常的润滑,防止金属直接接触,减少磨损,应选择具有优良极压抗磨性的 HM 液压油。

当液压系统选择水—乙二醇液压液和磷酸酯液压液作为工作介质时,液压泵或液压系统的工作压力和最高工作转速应相比矿物油型液压油(如:HM 抗磨液压油)降级使用,具体应根据元件供应商的技术资料确定。

按液压系统和液压泵的工作压力选用工作介质见表 4。

表 4

工作压力,MPa	<6.3	6.3~16	>16
液压油品种	HH、HL、HM	HM、HV、HS	HM(优等品)、HV、HS

2.5 根据液压泵类型选择

根据液压泵类型选择工作介质主要考虑液压泵的类型,如齿轮泵、叶片泵、柱塞泵等,同时应考虑液压泵的工况,如功率、转速、压力、流量,以及液压泵的材质等因素。通常应优先选用液压油。对于低压液压泵可以采用 HL 液压油,对于中、高压液压泵应选用 HM、HV、HR、HS 液压油。

- a) 齿轮泵为主油泵的液压系统采用 HH、HL、HM 液压油。16MPa 以上压力的齿轮泵应优先选用 HM 液压油。
- b) 叶片泵为主油泵的液压系统不管其压力高低应选用 HM、HV、HR、HS 液压油。高压时应使用高压型 HM、HV、HR、HS 液压油。
- c) 柱塞泵为主油泵的液压系统可用 HM、HV、HS 液压油。高压柱塞泵应选用含锌量低于 0.07% (一般为 0.03%~0.04%) 的低锌或不含锌及其他金属盐的无灰 HM(优等品)、HV、HS 液压油。

当液压系统中的液压元件(包括泵、阀等)有铜和镀银部件时,高锌抗磨剂会对这类部件产生腐蚀磨损,应选用低锌或无灰抗磨液压油或液压液。

2.6 工作介质粘度的选择

粘度是工作介质的重要使用性能之一,粘度选择偏高会引起系统功率损失过大,偏低则会降低液压泵的容积效率、增加磨损、增大泄漏。

工作介质粘度的选择应考虑工作介质的粘度—温度特性,并应考虑液压系统的设计特点、工作温度和工作压力。在液压系统中,液压泵是对粘度变化最敏感元件之一。一般情况下,环境温度和工作温度低时,应选择粘度低(牌号小)的工作介质。反之,应选择粘度高(牌号大)的工作介质,并应保证系统主要元件对粘度范围的要求。系统其他元件应根据所选定的工作介质粘度范围进行设计和选择。

对于不同液压泵类型和工作压力所推荐的工作介质粘度等级见表 5。

2.7 工作介质污染度等级的确定

液压系统对工作介质污染度的要求,可根据液压系统中主要液压元件对污染的敏感程度和系统控制精度的要求而定,或按照主要液压元件产品说明书的要求,确定工作介质的可接受污染度。

表 5

液压泵类型	工作压力 MPa	粘度等级(40℃)		液压泵类型	工作压力 MPa	粘度等级(40℃)	
		工作温度 <50℃	工作温度 50~80℃			工作温度 <50℃	工作温度 50~80℃
叶片泵	<6.3	32,46	46,68	径向柱塞泵	<6.3	32,46,68	100,150
	>6.3	46,68	68,100		>6.3	68,100	100,150
齿轮泵	<6.3	32,46	46,68	轴向柱塞泵	<6.3	32,46	68,100
	>6.3	46,68	68,100		>6.3	46,68	100,150

对于不同液压元件及系统类型所推荐的、可接受的工作介质固体颗粒污染度等级见表 6。

表 6

污染度等级		主要工作元件	系统类型	过滤精度	
GB/T 14039	NAS1638			$\beta_{x(c)} \geq 100$ 用 ISO MTD 校准	$\beta_x \geq 100$ 用 ACFTDI 校准
- /13/10	4	高压柱塞泵、伺服阀、高性能比例阀	要求高可靠性并对污染十分敏感的控制 系统,如:实验室和航 空航天设备	4~5	1~3
- /15/12	6	高压柱塞泵、伺服阀、比例阀、高压液压 阀	高性能伺服系统和 高压长寿命系统,如: 飞机、高性能模拟试验 机,大型重要设备	5~6	3~5
- /16/13	7	高压柱塞泵、叶片 泵、比例阀、高压液压 阀	要求较高可靠性 的高压系统	6~10	5~10
- /18/15	9	柱塞泵、叶片泵、中 高压常规液压阀	一般机械和行走机 械液压系统,中等压力 系统	10~14	10~15
- /19/16	10	叶片泵、齿轮泵、常 规液压阀	大型工业用低压液 压系统,农机液压系统	14~18	15~20
- /20/17	11	齿轮泵、低压液压阀	低压系统,一般农机 液压系统	18~25	20~30

注:1 NAS1638 为美国国家宇航标准。表中所列其等级与 GB/T 14039 的等级是近似对应关系,仅供参考。

2 ISO MTD 是国际标准中级试验粉末,为现行国家(国际)标准校准物质。

3 ACFTDI 是一种作为校准物质的细试验粉末,目前已停止使用,被 ISO MTD 替代。

\* 过滤比  $\beta_{x(c)}$  和  $\beta_x$  的定义见 GB/T 20079。

2.8 采购

采购工作介质时应要求供应商提供产品合格证和产品性能检测报告。

2.9 其他要求

选用工作介质时,还要考虑工作介质与液压系统中的密封材料、金属材料、塑料、橡胶、过滤材料和涂料、油漆的适应性。

常用工作介质与各种材料的适应性参见附录 B。  
常用工作介质与密封材料相适应的关系见表 7。

表 7

工作介质类型	相适应的密封材料
矿物油型或合成烃型液压油(HL、HM、HV、HS)	丁腈橡胶、聚氨酯、聚四氟乙烯
水-乙二醇型液压液(HFC)	丁腈橡胶、聚四氟乙烯、聚酰氨
磷酸酯型液压油(HFDR)	氟橡胶、聚四氟乙烯、聚酰氨、硅橡胶
水包油型液压液(HFAE)	丁腈橡胶、聚酰氨、聚氨酯、聚四氟乙烯、氟橡胶、硅橡胶、氯丁橡胶
油包水型液压液(HFB)	

注：详细的对应关系需参照相关产品的具体说明。

当用户有特殊用途要求或国家标准和行业标准中无适用的工作介质时,建议用户与工作介质的供应商联系。

3 工作介质的使用

3.1 概述

在工作介质的使用过程中,应定期检测其品质指标,当出现下列情况之一时,应采取必要的控制措施,及时处理或更换工作介质:

- a) 工作温度超过规定范围:过高的工作温度会加速工作介质的氧化,缩短使用寿命。
- b) 颗粒污染度超过规定等级:严重的颗粒污染会造成机械磨损,使元件表面特性下降,导致系统功能失效。
- c) 水污染:水会加速工作介质的变质,降低润滑性能,腐蚀元件表面,并且低温下结冰会成为颗粒污染。
- d) 空气污染:空气进入工作介质会产生气蚀、振动和噪声,使液压元件动态性能下降,增加功率消耗,并加速工作介质的老化。
- e) 化学物质污染:酸、碱类化学物质会腐蚀元件,使其表面性能下降。

3.2 污染控制

工作介质的污染是导致液压系统故障的主要原因,实施污染控制就是使液压系统的工作介质达到要求的可接受污染度等级,是提高液压系统工作可靠性和延长元件使用寿命的重要途径之一。因此建议对液压系统和工作介质采取以下污染控制措施:

- a) 应保证在清洁的环境中进行系统装配,受污染的元件在装入系统前应清洗干净;
- b) 系统组装前应对管路和油箱进行清洗(包括酸洗和表面处理);
- c) 系统组装后应对油箱、管道、阀块、液压元件进行循环冲洗和过滤;
- d) 加入系统的工作介质应过滤(包括新购的工作介质);
- e) 油箱应采取密封措施并安装空气滤清器,防止外部污染物侵入系统;
- f) 应对液压元件的油封或防尘圈等外露密封件采取保护措施,以避免因密封件的损坏导致外部污染物进入元件和系统;
- g) 保持工作环境和工具的清洁,彻底清除与工作介质不相容的清洗液和脱脂剂;
- h) 系统维修后应对工作介质循环过滤,并清洗整个系统;
- i) 系统工作初期应通过专门装置排放空气,防止空气混入工作介质;
- j) 过滤净化,滤除系统及元件工作中产生的污染颗粒;

k) 控制油温,防止高温使工作介质老化析出污染物。

### 3.3 过滤

3.3.1 为防止外界污染物侵入油箱,应在油箱通气口安装空气滤清器,对进入油箱的空气进行过滤。

3.3.2 为保证系统及系统各元件对工作介质的污染度要求,应根据需要在吸油管路、回油管路和关键元件之前安装不同性能的过滤器。

3.3.3 在为系统补充工作介质时,应使用过滤装置对补充的工作介质进行过滤;即使是新油也应过滤后加注。

3.3.4 为减小系统过滤器的负荷,维持工作介质的清洁度,可在液压系统内设置旁路循环过滤装置,该装置独立于主系统外,并可用于为液压系统补充工作介质时的过滤。

3.3.5 当工作介质的含水量超过规定指标时,应使用集过滤、聚结、分离功能于一体的过滤脱水装置,或使用其他方法清除工作介质中的水分。

### 3.4 补充工作介质

3.4.1 系统运行过程中会因为泄漏等损失造成油箱工作介质减少,当低于最低液位要求时,系统需要补充工作介质。补入的新工作介质应为同一制造商、同一牌号、同一类型、同一粘度等级的产品。

3.4.2 补充工作介质前,应对剩余工作介质的性能进行分析。如果性能劣化严重,达到工作介质更换指标,则必须更换,否则劣化的旧工作介质会加速新工作介质的老化。

### 3.5 更换工作介质

3.5.1 液压系统的工作介质应根据实际使用情况定期检查,以确定是否需要更换。L-HL 型液压油的换油标准可参考 SH/T 0476, L-HM 型液压油的换油标准可参考 SH/T 0599。如果系统对更换工作介质有特殊要求,则应按照系统的规定更换。

3.5.2 更换工作介质时应对液压系统进行清洗,并更换全部过滤器的滤芯。更换工作介质的程序与新系统加注工作介质时相同。

### 3.6 工作介质的维护

工作介质的维护就是要控制液压系统运行中工作介质的污染和变质,液压系统污染源来自多方面,重视系统维护并采取必要措施控制污染能有效延长工作介质的使用寿命。

一般应考虑在以下方面采取措施;

a) 油箱应保持密封;

b) 避免工作中的外漏油液或检修过程中的脏油直接进入系统;

c) 杜绝与工作介质不相容的溶剂或介质进入系统;

d) 定期检查;

e) 按照液压系统使用要求,定期或根据过滤器的压差报警信号更换过滤器的滤芯。除非滤芯上有明确说明,否则滤芯不可冲洗后重复使用。

### 3.7 工作介质的检测

#### 3.7.1 工作介质理化性能检测。

工作介质的理化性能检测是用来检测新工作介质的各项性能是否达到相关技术标准,或用来检测工作介质在工作一段时间后工作性能的退化程度,并作为按照理化性能判断工作介质更换的依据。

新工作介质的理化性能检测的主要项目包括:运动粘度(40℃)、粘度指数、闪点、倾点、水分、抗乳化性、抗泡性、空气释放性、中和值等。

矿物油型和合成烃型液压油的理化性能及质量指标可参考《矿物油型和合成烃型液压油》(GB/T 11118.1)。

### 3.7.2 工作介质污染度检测。

#### 3.7.2.1 一般要求。

a) 工作介质污染度检测包括对新购入和正在使用的工作介质污染度的检测,并作为判断工作介质污染度是否符合液压系统设计要求的依据;

b) 为了保证工作介质污染度检测结果的准确性,从工作介质中提取液样及液样的传递、处理、检测过程,应防止对液样的二次污染,不应使用易脱落纤维的抹布;

c) 为了保证液样污染度检测结果的真实性,被测液样应具有代表性。因此,在液样的提取和处理过程中,应严格按标准规定的程序操作,使污染物颗粒充分均匀地悬浮;

d) 当工作介质为 L-HFAE、L-HFAS、L-HFB、L-HFC 等混合型液压油时,不宜采用以遮光原理工作的自动颗粒计数器检测。

#### 3.7.2.2 检测用容器。

工作介质污染度检测用的容器包括取样容器、检测中处理样品和清洗系统的容器等。

为了防止容器对检测样品造成二次污染,应按《液压油液取样容器 净化方法的鉴定和控制》(GB/T 17484)的规定进行容器净化。净化后容器的污染度应至少优于被测样品两个污染度等级。即:如果要求被测样品的污染度等级为 - /15/12,则净化后的容器污染度等级应为 - /13/10。

#### 3.7.2.3 工作介质取样。

a) 管路取样:工作介质取样一般应选择管路取样。管路取样是在运行中的液压系统管路中提取工作介质样品。管路取样是油液污染度检测的关键环节,应按《液压颗粒污染分析 从工作系统管路中提取液样》(GB/T 17489)规定的程序进行。应尽量避免在系统高压工作条件下取样,如果必须,一定要由有经验的操作者进行取样,并在取样时作好安全防护,防止人身受到伤害或油液大量外泄;也可通过外接在线自动颗粒计数器的检测接口取样。

b) 油箱取样:油箱取样是在液压系统管路上无法安装取样器或取样有危险的情况下,采取的取样方式。在油箱中取样非常容易对系统造成二次污染,应按 GB/T 17489 规定的程序进行。

注:在油桶中取样可参照上述规定。

#### 3.7.2.4 检测环境。

工作介质的污染度检测应在清洁的环境中进行。如果被测液样的污染度等级优于《液压传动 油液 固体颗粒污染等级代号》(GB/T 14039—2002)规定的 - /15/12,检测宜在符合 GB 50073—2001 规定的 7 级环境条件下进行。

#### 3.7.2.5 检测方法。

工作介质的污染度检测可根据检测仪器分别采用自动颗粒计数法和显微镜计数法。

a) 自动颗粒计数法:自动颗粒计数法是采用自动颗粒计数器或油液污染度检测仪进行工作介质污染度检测的方法。分为离线式检测和在线式检测两种方式。采用离线式检测的具体操作方法应按照 ISO 11500 的规定。采用在线式检测的具体操作方法应按照仪器制造商产品

使用说明书的规定。

b) 显微镜计数法:显微镜计数法是采用显微镜通过人工计数或计算机自动记数进行检测工作介质污染度的方法。具体操作应按 GB/T 20082 的规定。

### 3.8 安全与环保

一般矿物油型液压油和合成烃型液压油对人体是无害的(少数人可能对某种油液会产生过敏反应)。

难燃液压液的部分添加剂可能对人体有害,使用时应遵守产品说明书中的相关安全防护规定。

在对液压系统工作介质进行正常操作时,一般不需要特殊的预防和保护,工作环境应具有良好的通风。当工作介质可能接触到眼睛或手时,需佩戴防护眼镜和防护手套。应避免吸入和吞食工作介质。

使用时应注意避开火源。

一般常用工作介质不是环境可接受的,是不可生物降解的,使用中不应随意排放,并应避免泄漏,防止其流入下水道、水源或低洼地域造成环境污染。

### 4 工作介质的储存

工作介质应储存在密闭容器内,放置在干燥通风并远离火源的场所。

储存工作介质的最高环境温度不得超过 45℃。

### 5 工作介质废弃处理

工作介质的废弃处理应遵守《中华人民共和国液体废弃物污染环境防治法》和地方各项环保法规。不应随意倾倒或遗弃使用过的液压系统工作介质,造成环境污染。

工作介质报废后,应委托有资质的专业公司回收处理,或按照当地环保部门要求或委托的专门机构进行处理。禁止自行烧掉或随意排放。

## 附录 A(资料性附录) H 组(液压系统)常用工作介质的牌号及主要应用

液压系统常用工作介质应按 GB/T 7631.2 规定的牌号选择。液压系统常用工作介质的牌号及主要应用见表 A.1。

表 A.1

工作介质 工作介质牌号及粘度等级	组成、特性和主要应用介绍
L-HH 15;22;32; 46;68;100; 150	本产品为无(或含有少量)抗氧剂的精制矿物油 适用于对液压油无特殊要求(如:低温性能、防锈性、抗乳化性和空气释放能力等)的一般循环润滑系统、低压液压系统和有十字头压缩机曲轴箱等的循环润滑系统。也可适用于轻负荷传动机械、滑动轴承和滚动轴承等油浴式非循环润滑系统 无本产品时可选用 L-HL 液压油
L-HL 15;22;32; 46;68;100	本产品为精制矿物油,并改善其防锈和抗氧性的液压油 常用于低压液压系统,也可适用于要求换油期较长的轻负荷机械的油浴式非循环润滑系统 无本产品时可用 L-HM 液压油或用其他抗氧防锈型液压油

表 A. 1(续)

工作介质 工作介质牌号及粘度等级	组成、特性和主要应用介绍
L-HM 15;22;32;46;68;100;150	本产品为在 L-HL 液压油基础上改善其抗磨性的液压油 适用于低、中、高压液压系统,也可用于中等负荷机械润滑部位和对液压油有低温性能要求的液压系统 无本产品时,可选用 L-HV 和 L-HS 液压油
L-HV 15;22;32;46;68;100	本产品为在 L-HM 液压油基础上改善其粘温性的液压油 适用于环境温度变化较大和工作条件恶劣的低、中、高压液压系统和中等负荷的机械润滑部位,对油有更高的低温性能要求 无本产品时,可选用 L-HS 液压油
L-HR 15;32;46	本产品为在 L-HL 液压油基础上改善其粘温性的液压油 适用于环境温度变化较大和工作条件恶劣的(野外工程和远洋船舶等)低压液压系统和其他轻负荷机械的润滑部位。对于有银部件的液压元件,在北方可选用 L-HR 油,而在南方可选用对青铜或银部件无腐蚀的无灰型 HM 和 HL 液压油
L-HS 10;15;22;32;46	本产品为无特定难燃性的合成液,它可以比 L-HV 液压油的低温粘度更小 主要应用同 L-HV 油,可用于北方寒季,也可全国四季通用
L-HG 32;68	本产品为在 L-HM 液压油基础上改善其粘温性的液压油 适用于液压和导轨润滑系统合用的机床,也可适用于要求有良好粘附性的机械润滑部位
L-HFAE 7;10;15;22;32	本产品为水包油型(O/W)乳化液,也是一种乳化型高水基液,通常含水 80% 以上,低温性、粘温性和润滑性差,但难燃性好,价格便宜 适用于煤矿液压支架静压液压系统和不要求回收废液、不要求具有良好润滑性,但要求有良好难燃性的液压系统或机械设备 使用温度为 5~50℃
L-HFAS 7;10;15;22;32	本产品为水的化学溶液,是一种含有化学品添加剂的高水基液,通常呈透明状的真溶液。低温性、粘温性和润滑性差,但难燃性好,价格便宜 适用于需要难燃液的低压液压系统和金属加工等机械 使用温度为 5~50℃
L-HFB 32;46;68;100	本产品为油包水型(W/O)乳化液,通常含油 60% 以上,其余为水和添加剂,低温性差,难燃性比 L-HFDR 液差 适用于冶金、煤矿等行业的中压和高压,高温和易燃场合的液压系统 使用温度为 5℃~50℃
L-HFC 22;32;46;68	本产品通常为含乙二醇或其他聚合物的水溶液,低温性、粘温性和对橡胶的适应性好。它的难燃性较好,但比 L-HFDR 液差 适用于冶金和煤矿等行业低压和中压液压系统 使用温度为 -20~+50℃
L-HFDR 15;22;32;46;68;100	本产品通常为无水的磷酸酯作基础液加入各种添加剂而制得,难燃性好,但粘温性和低温性较差,对丁腈橡胶和氯丁橡胶的适应性不好 适用于冶金、火力发电、燃气轮机等高温高压下操作的液压系统 使用温度 -20~+100℃

注:工作介质牌号说明:牌号 L-HM46,L-润滑剂类、H 液压油液组、M-防锈抗氧和抗磨型、46-粘度等级。

附录 B(资料性附录) 常用工作介质与材料的适应性

液压系统常用工作介质与各种材料的适应性见表 B.1。

表 B.1

材 料		HM 油 抗磨液压油	HFAS 液 水的化学溶液	HFB 液 油包水乳化液	HFC 液 水-乙二醇液	HFDR 液 磷酸酯无水合成液
金属	铁	适应	适应	适应	适应	适应
	铜、黄铜	无灰 HM 适应	适应	适应	适应	适应
	青铜	不适应(含硫剂油)	适应	适应	有限适应	适应
	锡和锌	适应	不适应	适应	不适应	适应
	铝	适应	不适应	适应	有限适应	适应
	铅	适应	适应	不适应	不适应	适应
	镁	适应	不适应	不适应	不适应	适应
	锡和镍	适应	适应	适应	适应	适应
涂料和 油漆	普通耐油工业涂料	适应	不适应	不适应	不适应	不适应
	环氧型与酚醛型	适应	适应	适应	适应	适应
	搪瓷	适应	适应	适应	适应	适应
塑料和 树脂	丙烯酸树脂	适应	适应	适应	适应	不适应
	苯乙烯树脂	适应	适应	适应	适应	不适应
	环氧树脂	适应	适应	适应	适应	适应
	硅树脂	适应	适应	适应	适应	适应
	酚醛树脂	适应	适应	适应	适应	适应
	聚氯乙烯塑料	适应	适应	适应	适应	不适应
	尼龙	适应	适应	适应	适应	适应
	聚丙烯塑料	适应	适应	适应	适应	适应
	聚四氟乙烯塑料	适应	适应	适应	适应	适应
橡胶	天然橡胶	不适应	适应	不适应	适应	不适应
	氯丁橡胶	适应	适应	适应	适应	不适应
	丁腈橡胶	适应	适应	适应	适应	不适应
	丁基橡胶	不适应	不适应	不适应	适应	适应
	乙丙橡胶	不适应	适应	不适应	适应	适应
	聚氨酯橡胶	适应	有限适应	不适应	不适应	有限适应
	硅橡胶	适应	适应	适应	适应	适应
	氟橡胶	适应	适应	适应	适应	适应
其他密 封材料	皮革	适应	不适应	有限适应	不适应	有限适应
	含橡胶浸渍的塞子	适应	适应	不适应	不适应	有限适应
过滤 材料	醋酸纤维	适应	适应	适应	适应	适应
	金属网	同上述金属	同上述金属	同上述金属	同上述金属	同上述金属
	白土	适应	不适应	不适应	不适应	适应



本标准规定了在工业生产过程中使用的气动系统的通用技术条件,以此作为对供需双方的一种指导,来保证:安全性;系统的连续运行;维护容易和经济;系统的使用寿命长。

本标准不适用于工厂中的空气压缩机及与配气系统连接的典型装置。

## 1 术语和定义

《流体传动系统及元件 术语》(GB/T 17446)确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

- 1.1 执行元件 把流体能量转换成机械能的元件(例如马达、气缸)。
- 1.2 试运行 需方正式验收系统的程序。
- 1.3 元件 气压传动系统的一个功能部分,由一个或多个零件组成的独立单元(例如:气缸、马达、阀或过滤器等,但不包括管路系统)。
- 1.4 控制机构 给元件提供输入信号的装置(例如:操纵杆、电磁铁)。
- 1.5 应急控制 把系统带入安全状态的控制功能。
- 1.6 功能标牌 包含描述手动操作装置的功能(如:开/关、上/下)或系统执行的功能状态(例如:夹紧、提升、前进)的信息的标识牌。
- 1.7 中性气性 这种气体与空气的特性类似,所不同的是它在压力和温度的作用下不起反应。
- 1.8 操作装置 给控制机构提供输入信号的装置(例如凸轮、电开关)。
- 1.9 管路 管接头、卡箍和连接件与硬管或软管的任何组合,这种组合可使流体在元件之间流动。
- 1.10 气动技术 用空气或中性气体作为流体传动介质的科学和技术。
- 1.11 需方 规定对机器、装置、系统或元件的要求,并评定产品是否满足这些要求的一方。
- 1.12 供方 承包提供满足需方要求的产品的一方。
- 1.13 系统 由相互连接的元件组成的传递和控制流体能量的装置。

## 2 要求

### 2.1 概述

在第2章中给出的要求,适用于本标准范围内的所有系统。

2.1.1 说明书:气动系统应按系统供方提供的说明书和建议进行安装和使用。

2.1.2 语言\*:供需双方应商定用于机器标志和适用文件的语言。供方应负责保证译文与原文具有同样的含义。

### 2.2 危险\*

供需双方商定时,应对附录B中所列危险进行评价。这种评价可以包括气动系统对机器的其他部分、系统或环境的影响。附录B中列出的标准可用于这类评价。

只要可行,就应通过设计消除所确认的那些危险。若做不到这一点,则设计应包含针对这些危险的防范措施。

### 2.3 安全性要求

2.3.1 设计方面的考虑:在设计气动系统时,应考虑到系统的全部动作要求和用途。

气动系统的设计以及元件的选择、使用、安装和调整应保证系统能不间断地工作、延长寿命和操作安全。

一旦出现故障,首要考虑人员的安全,并尽量减少对设备和环境的损害。另外,还应考虑到在预期的操作和使用中可能出现的故障模式。

**2.3.2 元件的选择:**系统中的所有元件都应进行选择或指定,以确保其使用的安全性。当系统投入预期的使用时,元件应在其额定的极限范围内工作。应选择或指定元件以保证系统在预定运行中能可靠地工作。尤其应注意某些元件的故障模式,它们如果失灵或出现故障可能会使整个系统产生危险。

**2.3.3 意外压力:**系统的所有部件应在设计上或以其他保护措施,防止压力超过系统或系统任何部分的最高工作压力及各具体元件的额定压力。

系统的设计、制造和调整,应使冲击压力和增压压力减至最低。冲击压力和增压压力不应引起危险。

应考虑由于阻塞、压降和泄漏等原因影响元件安全工作的后果。

**2.3.4 机械运动:**无论是预期的还是意外的机械运动(包括加速、减速或物体的提升/夹持),都不应造成对人员有危险的状态。

**2.3.5 噪声:**当排气造成的声压等级超过了适用的法规和标准的许可时,排气口应使用消声器。在排气口使用的消声器本身不应产生危险。消声器不宜产生有害的背压。

**2.3.6 泄漏:**泄漏(内泄漏或外泄漏)不应引起危险。

**2.3.7 空气中的有害物质:**系统的设计、制造和(或)配备,应使排气中的有害物质在空气中传播所引起的危害降低到最小。

## 2.4 系统要求\*

供需双方应确定系统运行和功能的技术规范,其中包括:工作压力范围;工作温度范围;所使用流体的类型;循环速率;负载循环特性;元件的使用寿命;动作顺序润滑;起吊要求;应急和安全性的要求;油漆和防护性涂料的详细要求。

## 2.5 现场条件\*

**2.5.1 技术要求\*:**供需双方应确定现场条件,系统设计时应考虑这些条件。例如:

- a) 设备的环境温度范围;
- b) 设备的环境湿度范围;
- c) 可用的公共设施,例如:电、水及废物的处理;
- d) 电网的详细资料,例如:电压及其波动范围、频率、可用的功率(如果受限制)等等;
- e) 对电气线路的保护;
- f) 安装位置超过海拔 1000m 以上的高度;
- g) 压缩空气的压力、流动能力、湿度和清洁度(如果气动系统中没有包括来自气源的上述条件的规定);
- h) 振动源;
- i) 应急措施,例如发生起火、爆炸或其他意外事件的可能性,以及相应可行的应急措施;
- j) 异常的环境条件;
- k) 防护要求;
- l) 法律因素,包括对环境的规定;

m) 其他安全性和特殊性要求。

2.5.2 图样\*:供方应提供由供需双方共同商定的系统图样,它们包括;

- a) 平面布置图,其中包括位置和安装尺寸;
- b) 基础要求,其中包括地基的承载能力;
- c) 供水要求;
- d) 供电要求;
- e) 管路布置(经商定,也可以使用照片表示)。

### 3 系统设计

#### 3.1 回路图

供方应提供符合 ISO 1219-2《流体传动系统和元件 图形符号和回路图 第2部分:回路图》的回路图。该回路图反映系统设计,标识元件并满足第2章的要求。

下列资料应包含在回路图中或附加文件中:

- a) 所有装置的名称、目录编号、系列号或设计编号,以及制造商或供方名称的标识;
- b) 硬管的口径、壁厚和技术条件及软管总成的通径和技术条件;
- c) 各气缸的内径、活塞杆直径、行程长度、估算的预期工作所需的最大力和速度;
- d) 各气马达预期工作所需的排气量、最大输出转矩、转速和旋转方向;
- e) 压力控制阀的压力设定值;
- f) 滤网、过滤器和替换滤芯的型号;
- g) 当规定时,给出时间顺序图表,例如循环的时间范围和数据或文字,或二者兼有。该图表表示出执行的操作,包括相关的电控、机械控制和执行器的功能;
- h) 气路块内各气路的清晰指示,为此,可以采用边界线或边框线,边界线内仅包括安装在气路块上或气路块内的元件的符号;
- i) 各个执行元件沿各个方向的功能的清晰指示;
- j) 所有元件或气路块的气口标识(与在元件或气路块上标明的一致);
- k) 所有电信号转换器的标识,与在电路图上标明的一致。

#### 3.2 标识

3.2.1 元件:供方应提供下列详细资料,如可能,应在所有元件上以永久和明显的形式表示出来:

- a) 制造商或供方的名称和简要地址;
- b) 制造商或供方的产品标识;
- c) 额定压力;
- d) 表1为各种元件提供所需的附加信息;
- e) 符合《液压气动图形符号》(GB/T 786.1)的图形符号,包括全部气口的正确标记。

在可用空间不足,可能导致文字太小而看不清楚场合,可将资料提供在补充材料上,如:说明/维修手册、目录活页或辅助标签上。

可以在元件上或补充材料中给出的供选择的信息见表1。

表 1 可以在元件上或补充材料中给出的附加信息

元件	必需的信息	可选择的信息	备注
气马达	旋转方向	耗气量	
摆动马达	回转角度,排气量		
气缸	缸内径,行程长度		
电磁阀	电压,AC 频率或 DC 功率或 VA	防护等级 (IP 额定值)	符合《外壳防护等级 (IP 代码)》(GB 4208)
方向控制阀	工作压力范围,气口尺寸		可用额定压力替代
压力开关	工作压力范围,压差范围, 开关承受电压电流的能力	防护等级 (IP 额定值)	可用额定压力替代 符合 GB 4208
过滤器	流动方向,过滤精度( $\mu\text{m}$ ),气口尺寸		见 ISO 5782-1
减压阀	流动方向,气口尺寸	压力调节范围	见 ISO 6953-1
油雾油	流动方向,气口尺寸	最小工作流量,喷油阀调节方向	见 ISO 6301-1
软管	生产日期(年/季)	名义直径(内径)	

注:所有元件的额定温度可以任选。

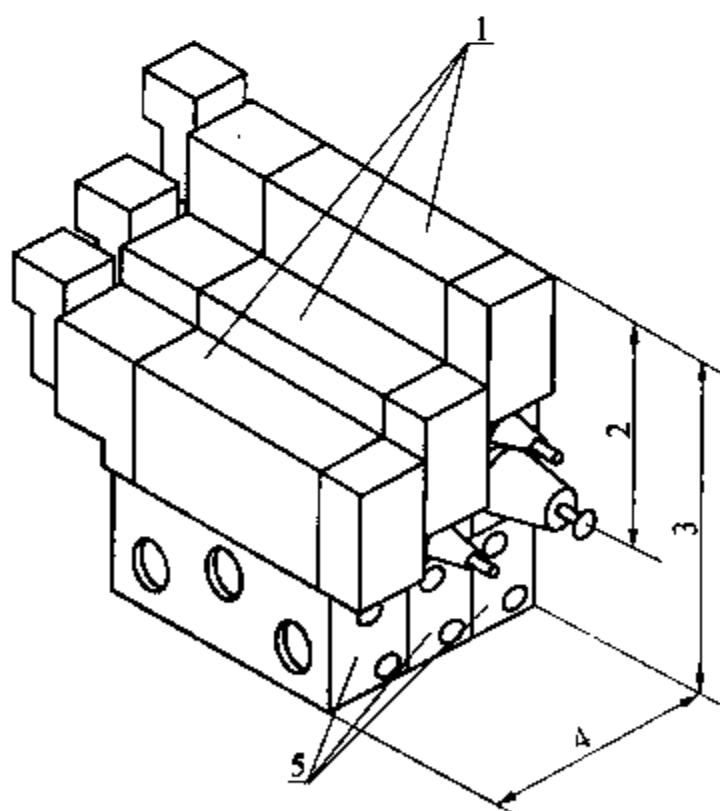
ISO 5782-1《气压传动 压缩空气过滤器 第 1 部分:商务文件和具体要求中应包含的主要特性》

ISO 6301-1《气压传动 压缩空气油雾器 第 1 部分:供应商文件和产品标志要求中应包含的主要特性》

ISO 6953-1《气压传动 压缩空气调压阀和带过滤器的调压阀 第 1 部分:商务文件中包含的主要特性及产品标识要求》

3.2.2 系统内的元件:应给气动系统中的每个元件一个唯一的元件号和(或)字母,此元件号应用在所有的原理图、清单和图样中标识该元件,并应清晰和永久地标注在元件的安装位置附近,而不是标注在该元件上。

集成安装元件(见图 1),其顺序应清晰地标明在该集成件安装位置的附近,而不是标在集装元件上。



1—单个阀;2—叠加组件;3—组;4—集成组件;5—单个集成底板

注:该图表示一个三组的完整集成组件,其中二组是在集成底板上装有叠加组件,另一组是在集成底板上装有单个阀。

图 1 集成组件

**3.2.3 气口:**所有气口都应有清晰明显的标识,该标识应与回路图上的资料一致。

当元件带有由供方提供的标准气口标识时,这些标识应以与回路图一致的标识进行增补(见 3.2.1 和 3.2.2)。

**3.2.4 阀的控制机构。**

**3.2.4.1 非电的控制机构。**非电的阀控制机构及其功能应采用与回路图相同标识清晰和永久地标明。

**3.2.4.2 电的控制机构。**电的控制机构(电磁铁及其附带的插头或电缆)应采用相同的标识标明在电路图和气路图中。

**3.2.5 内部装置:**设置于集成气路板、安装板、底座或管接头内的阀和其他功能装置(如堵头和通道、梭阀、单向阀等)应在装入口处标上标识。如果装入口位于一个或几个元件之下时,则应在这个(些)元件附近设置标识,并标明“内装”字样。

**3.2.6 功能标牌:**每个控制台(站)都应在便于观察的位置上安装一个功能标牌。功能标牌上的信息应恰当易懂,并应提供所控制的各个系统功能的明确标识。

**3.3 安装、使用和维修**

**3.3.1** 应按照供方提供的说明书和建议选择、使用和安装元件及管路。宜选择按照认可的国家标准或国际标准制造的元件。供方应为需方提供详细的安装和使用方法,包括对完成这些工作的人员进行必要的专门培训。

**3.3.2 元件更换:**元件在安装时应考虑到如何在不拆卸其他机件的情况下方便地进行更换。

**3.3.3 维修要求:**系统中的元件,包括配管,应易于接近,并且其设置的位置应不妨碍系统的调整和维修。应考虑定期维修,并且维修工作不应要求拆卸其相邻的部件。供方应为需方提供进行定期维修和规定的检修或更换元件应遵守的详细程序,包括对完成这些工作的人员进行必要的专门培训。

**3.3.4 起吊设施:**质量超过 15kg 的所有元件或部件应有起吊设施。

**3.4 标准件的使用**

为便于维修和更换,系统供方提供的元件宜使用市场上通用的零件(键、轴承、填料,密封件、垫圈、插头、紧固件等)和零件连接尺寸(轴和花键的规格、气口的尺寸、底板、安装面或插装孔等),它们应符合相应的国家标准规定,并带有统一编号。

**3.5 密封件和密封装置**

- a) 不应受空气、水汽、温度和所使用的流体或润滑油脂的不利影响;
- b) 应能与邻近接触的材料相容;
- c) 应是当发生磨损后仍能保证无泄漏密封的型式;
- d) 在确定使用之前,宜进行尽可能接近实际使用条件的试验;
- e) 应按照供方的建议储存;
- f) 应在其自身寿命限期内使用。

**3.6 维修和操作资料**

系统供方应为需方提供所有气动设备的维修和操作资料。它们应包括:

- a) 说明起动和停机的步骤;
- b) 给出要求减压的规程,并且标出系统中靠通常排气装置不能减压的那些部分;
- c) 说明调整的步骤;

d) 指出外部的润滑点,要求的润滑剂类型和遵守的润滑周期;

e) 标明需要定期维护的排水口、过滤器、测试点等位置;

f) 说明特殊组件的维修程序;

g) 进一步给出市场能买到的或按国家标准统一编号制造的气动元件内零件的标识;该标识应是元件制造商的零件号或是由采用的国家标准所规定的编号;

h) 列出推荐的备件。

### 3.7 操作和维修手册

系统供方应提供系统操作与维修的手册,其中包括在 3.6 中描述的要求以及关于元件和管路的说明和(或)维修资料。

## 4 能量转换元件

### 4.1 气马达和摆动马达

4.1.1 保护措施:气马达和摆动马达应安装在对可预见损害有防护的地方,或安装适当的防护装置。应对旋转轴和联轴器采取适当保护,以防止人员遭受危险。

4.1.2 安装:气马达和摆动马达安装在驱动组件上,应具有足够的刚性,以确保其始终同轴和适应负载转矩。应考虑防止来自末端和侧向的力所造成的意外损害。

4.1.2.1 侧向负载:气马达、摆动马达和驱动装置的侧向负载应限制在供方推荐的极限范围之内。

4.1.2.2 驱动联轴器:驱动联轴器采用的类型,应是经供方同意的,适合安装和符合同轴度公差要求的类型。联轴器的选择和安装应符合气马达或摆动马达的供方规定的安装方式和同轴度公差要求。

4.1.3 负载和速度:起动和停止的转矩,负载变化的影响,以及动负载的动能,是气马达和摆动马达应用中应当考虑的。

### 4.2 气缸

注:许多气缸是为特定的工业应用类型设计的,其中包括旋转的、回转的、无杆的、绳索的、焊接的、铸铁的、气囊式等等。

4.2.1 适用性:气缸应按下列特性设计和(或)选择。

4.2.1.1 抗纵弯性:应注意气缸的行程长度、负载及气缸的安装,以避免气缸的活塞杆在任一位置产生弯曲或纵弯曲。

4.2.1.2 负载和超载:在遇到超载或持续负载的应用场合,应有足够的结构强度和(或)压力支承强度。

4.2.1.3 安装额定值:应按要求的负载选择安装附件。附件的尺寸、安装和强度的设计应能承受全行程范围内的任何一个限定位置上的最大负载。

注:气缸的额定压力仅能反映缸体的耐压能力,未考虑安装附件的力传递能力。供方或制造商宜核算安装附件的额定值。

4.2.1.4 结构负载:当气缸用作限位装置时,气缸的尺寸及其安装应按机械部件被限制时产生的最大负载来选择,因为这种负载与通常的工作负载相比会超出很多。

4.2.1.5 抗冲击和振动:安装或连接在气缸上的任何元件都应采取防松措施,以防由冲击和振动而引起的松动。

4.2.2 安装和找正:安装时,气缸应找正使负载力作用在其中心轴线上。不应使任何侧向或径向负载作用于气缸,除非采取相应的措施补偿这类负载。非刚性安装的气缸应按照供方提供的技术规范使用。

4.2.2.1 安装布置:安装面不应造成气缸扭曲,并应留有热膨胀余量。气缸的安装应易于接近,便于维修、调整缓冲装置和气缸的整体更换。

4.2.2.2 安装紧固件:安装气缸及其附件用的紧固件的设计和安装,应能承受所有可预见的力。宜尽量避免紧固件承受剪切力。脚架式安装的气缸应具有承受剪切载荷的措施,胜于仅仅依靠紧固件。安装的紧固件应有足够的抗倾覆力矩的能力。

4.2.2.3 找正:安装面的设计应防止在安装时气缸出现变形。气缸的安装应可避免在工作期间受到意外的横向负载。

4.2.3 缓冲装置和减速装置:气缸运行终点在端盖处时,应装缓冲装置或提供一个外部能量吸收装置,将有害的机械冲击力降低到最小。

4.2.4 行程终端限位器:当行程长度由外部的行程终端限位器确定时,应提供一个装置来锁定该可调终端限位器。在使用终端限位器的场合,所用的缓冲器都应始终有效。

4.2.5 活塞行程:活塞的行程应始终大于或等于其标称行程。

4.2.6 活塞杆:活塞杆宜受到保护,以防可能出现的凹痕、刮痕、腐蚀等损伤。为了便于装配,带外螺纹或内螺纹的活塞杆端部应有适合标准扳手的扁平面。当活塞杆太细无法设置扁平面的情况下,可以省去。

4.2.7 维修:活塞杆上的密封件、密封组件及其他易损件应易于更换。

4.2.8 单作用气缸:单作用气缸宜有可防止任何液体或外部物体侵入的排气口。单作用气缸的排气口的设计和/或定位应避免流体排放时对人员造成伤害。

#### 4.3 储气罐和其他辅助设备

系统(工厂动力系统除外)配备储气罐或其他辅助设备时,应考虑如下要求:

- a) 有足够的容量以保持所需压力的稳定;
- b) 按照可适用规则进行设计、制造和贴标签;
- c) 必要时,提供合适的压力测量装置;
- d) 设计有排水口,并保证在回收冷却水的地方不造成冰冻;
- e) 在气源关闭时,能排气或与气动系统隔离。隔离的储气罐上应配有手动排气阀,并应安装适当的、永久性的维修警告标牌。

## 5 阀

### 5.1 阀的选择

阀的类型选择应考虑其正确的功能、密封性及抗御可预见的机械和环境影响的能力。

### 5.2 阀的安装

阀体不宜依靠管路来支撑。装拆时,宜尽量不扰动管路。阀在安装时宜考虑以下几点:

- a) 容易靠近,便于装拆、维修和调整;
- b) 重力、冲击和振动对阀的影响,尽量减小可能由此引起的偏离;
- c) 留有足够的空间,以便安放螺栓和(或)使用扳手以及连接电气线路;
- d) 确保阀正确地安装在基座上的措施,例如:安装螺栓的图示、气口标识和其他的标识;

- e) 流量控制阀宜安装在气缸的气口上或者附近;
- f) 带有机械操作控制机构(阀的控制器)的阀安装时,其操作装置的部位不能被损坏。

### 5.3 集成气路板

当3个或更多的阀紧靠在一起,使用同一进气口时,宜采用集成气路板。

- 5.3.1 表面平面度和表面粗糙度:集成气路板表面平面度和粗糙度应符合阀供方的推荐值。
- 5.3.2 变形:集成气路板在正常的工作压力和温度条件下,不应产生引起元件故障的变形。
- 5.3.3 安装:集成气路板的安装应牢固、可靠。
- 5.3.4 内部通道:内部通道,包括型芯孔和钻削孔,应无有害的杂质,如氧化皮、毛刺、切屑等。这些杂质会使管路限流或被气流冲出引起任何元件,包括密封件和密封装置的故障和(或)损坏。

### 5.4 电控阀

- 5.4.1 电气连接:阀与电源的连接应符合相应的标准,例如:《机械安全 机械电气设备 第1部分:通用技术条件》(GB 5226.1)。对于有危险性的工作场合,应采用适当的防护等级(例如:防爆、防水)。

- 5.4.2 接线盒:在阀需要配备接线盒时,接线盒的制作应符合下列要求:

- a) 按 GB 4208 选定相应的防护等级;
- b) 为固定的接线端子和端子的连线(包括连线的附加长度)留有足够的空间;
- c) 为电气罩盖配有防松紧固件,例如在螺栓上加装弹簧垫圈;
- d) 为电气罩盖加装合适的保险装置,例如金属链;
- e) 连接的电缆线不应该绷得太紧。

- 5.4.3 电磁铁:应选择电磁铁(如:工作频率、额定温度),保证在标称电压变化 $\pm 10\%$ 的范围内能正常工作,还包括按照 GB 4208 的规定选定防护等级。

- 5.4.4 手动越权控制:当不能使用电气控制时,如果为了安全和其他的原因需要操作电控阀,那么宜备有手动越权控制装置。该装置的设计或选择应能保证其不发生意外的误操作,并当手动控制解除时应自动复位,除非另有规定。

### 5.5 阀功能的一致性

在阀体上标明图形符号时,该符号的方向应与阀总成的实际功能方向一致。

### 5.6 安全阀

气路内的压力随时有可能超出元件或管路的额定压力,因此在其附近应安装安全阀。

### 5.7 快排阀

快排阀的安装应保证排出的气体不会造成对人员的伤害。

## 6 气源处理元件

注:气源处理元件的选择与使用取决于使用场所的流量和压力要求,以及可供系统用的流量和压力,还取决于气源处理元件所处的环境条件(见 2.4)。

### 6.1 过滤

- 6.1.1 过滤器和分离器:为了去除系统中压缩空气的有害物质,应提供过滤装置。
- 6.1.2 过滤精度:过滤精度应与元件要求 and 环境条件一致。
- 6.1.3 过滤器压力。



6.1.3.1 压降:如果过滤器的性能变差会导致危险时,应明确指出这种恶化作用。在供方的技术规范中应限定通过过滤元件的最大压降。

6.1.3.2 波动:过滤器不宜安装在压力波动可能会影响其过滤效率的回路中。

6.1.4 维护保养措施:过滤器和分离器应能在不影响管路的情况下进行清洗和排水。因此,应采用可拆装或可更换滤芯的空气过滤器。如果过滤器滤芯的额定值有一种以上,应标明其额定值。

6.1.5 安装位置:过滤器和分离器尽可能安装在离被保护设备最近的地方。既要靠近,又应留有足够的空间,以便更换过滤器滤芯。

6.1.6 排水装置:宜采用排水装置排除过滤器和分离器析出的水分,最好采用自动排水型。必要时,应有防冻措施,以免冻坏。

## 6.2 压力调节

系统的压力应控制在其安全压力范围内,例如:使用调压阀来控制时,宜为自动调节型。

防止系统超压的最好方法是安装一个或多个压力溢流阀来控制系统各部分的压力,压力损失或临界压降应不会使人员受到伤害。

减压阀并不能用作安全的降压装置,即使它具有足够的降压能力,也决不应该是防止超压的唯一装置。

应依据调压范围和空气流量来选用调压阀(见 ISO 6953-1)。

## 6.3 润滑

### 6.3.1 润滑液。

6.3.1.1 相容性:必要时,宜为系统推荐合适的润滑液。这种润滑液应与系统中所有的元件、合成橡胶、塑料管和软管相容。润滑液不应注入任何不需润滑的元件之中,除非供方有特殊规定。

6.3.1.2 处理的预防措施:供方宜提供特定润滑液的危险性的详细资料(2.2 中规定)。这类信息宜包括:保健方面的要求;毒性;一旦起火,出现窒息的危险性;生物降解能力;处理的方法。

### 6.3.2 油雾器。

6.3.2.1 油雾器的使用:需要时,应使用油雾器向系统提供润滑。

6.3.2.2 油雾器的安装位置:气路上的油雾器(除再循环型和喷射型外)应安装在需要润滑部件的上游。在那些需要润滑而又无法安装普通油雾器的情况下,宜使用再循环型或喷射型油雾器。油雾器宜安装在既靠近需要润滑的部件,又便于维修的地方。

6.3.3 油雾器的注油:油雾器应设计成能在工作地面上加注润滑油,并不需挪动管路。高度难以接近的油雾器应使用一根加长的注油管,以便能站在地面上注油。

## 6.4 防护罩

6.4.1 气源处理装置上的非金属杯:为防止过滤器、分离器、过滤减压阀和油雾器上的非金属杯损坏对人员造成伤害,当它的额定压力(以 MPa 或 bar 为单位)与空杯容积(单位为 L)的乘积大于  $0.1\text{MPa}\cdot\text{L}$  ( $1\text{bar}\cdot\text{L}$ ) 时,杯子外部宜加装防护罩。

6.4.2 气源处理装置上的金属杯:为防止在某些环境里使用塑料杯可能损坏,或无法加装防护罩的场合,宜使用金属杯。

## 6.5 空气干燥器

在需要减少水汽含量的场合,应使用干燥器。使用干燥器的类型取决于环境和系统的要

求,它们可以在下述四种主要类型中选择:冷冻型、干燥剂型、薄膜型、吸湿型。

干燥器类型的选择应按空气的流量和干燥度要求来确定。干燥器宜在工作地面上能进行维修。

7 管路

7.1 一般要求

用于系统的管路应符合相应的国家标准。管材的设计和选择应考虑现场条件。为减少空气损耗和提供最佳响应时间,宜将执行元件与方向控制阀之间的容积减到最小。

7.1.1 流量。通过管路的额定流量:

- a) 不应产生过分的温度变化或压力降;
  - b) 不宜超过表 2 所推荐的最大流量。
- 宜避免管内径的突然变化而引起的流量的变化。

表 2 用于气动系统管路中的最大推荐流量

工作压力		管路内径,mm								
		6	9	13	16	22	28	36	43	50
MPa	(bar)	最大推荐流量,L/s (ANR <sup>a</sup> )								
0.020	(0.2)	0.18	0.41	0.91	1.7	2.5	4.8	9.8	15	28
0.040	(0.4)	0.28	0.62	1.4	2.6	3.9	7.3	15	22	43
0.063	(0.63)	0.38	0.85	1.9	3.5	5.2	9.9	20	30	59
0.080	(0.8)	0.44	1.0	2.2	4.1	6.2	12	24	36	70
0.100	(1.0)	0.52	1.2	2.6	4.9	7.3	14	28	42	82
0.125	(1.25)	0.62	1.4	3.1	5.8	8.6	16	33	50	97
0.160	(1.6)	0.75	1.7	3.8	7.0	10	20	40	61	120
0.200	(2.0)	0.91	2.0	4.5	8.4	13	24	48	74	140
0.250	(2.5)	1.1	2.5	5.5	10	15	29	58	89	170
0.315	(3.15)	1.3	3.0	6.7	12	19	35	71	110	210
0.400	(4.0)	1.6	3.7	8.3	15	23	43	88	130	260
0.500	(5.0)	2.0	4.6	10	19	28	53	110	160	320
0.630	(6.3)	2.5	5.6	13	23	35	66	130	200	390
0.800	(8.0)	3.1	7.0	16	29	44	82	170	250	490
1.000	(10.0)	3.9	8.7	19	36	54	100	210	310	610
1.250	(12.5)	4.8	10	24	45	67	130	260	390	750
1.600	(16.0)	6.1	13	31	57	85	160	330	490	950

注:这些流量是根据在 20℃,通过长 30m 的 ISO 65《符合 ISO7-1 适用于车螺纹的碳钢管》规定的精制钢管时,在下列压降下确定的:

当内径是 6、9、13 和 16(mm)时,压降为 10%;当内径为 22、28、36、43 和 50(mm)时,压降为 5%。

<sup>a</sup> 符合 ISO 8778《气压传动 标准参考大气》的规定。

7.1.2 管接头和连接器的使用:在系统中宜尽量减少管接头和连接器的使用数量。

7.1.3 布局设计:管路布局宜避免它被当做踏板或梯子使用。外部负载不宜加在管路上。管

路不应用来支承元件,造成过度的负载施加在管路上。这种负载可能由元件的质量、冲击、振动和冲击压力引起。管路上的每个连接件都应易于拧紧而不影响其邻近的管路和装置,尤其是在有柔性管和(或)软管汇集处的管接头。

7.1.4 管路的安装:管路标识或安装宜采用这样的方式,即不致产生接错而引起故障或危险。为了防止可预见的损坏,无论是刚性还是柔性管路,安装时应尽可能消除安装应力,并易于靠近,便于元件的调整、维修、更换或生产作业。

7.1.5 跨越通道的管路:跨越通道的管路应不影响通道的正常使用。可根据现场实情,埋在地下或安装在离地面 2.2m 的高度以上。这类管路应易于靠近,有牢固的支承。必要时,还应有防止外部损坏的措施。

7.2 管路和管子的要求\*

材料、弯曲半径、弯曲性能等宜符合国家相关标准。选用的塑料管应不受系统中任何流体的有害影响。若不适合或不容许用塑料管时,需方应详细说明。

7.3 管路的支承

7.3.1 支承间隔:任何材质的管路应在其两端或沿其长度方向相隔一定的距离,用合适的支承件牢固地支承。表 3 给出了管路支承件之间最大距离的推荐值。

表 3 管路支承件之间的最大距离

管道类型	标称管外径,mm	支承件之间的最大距离,m	管道类型	标称管外径,mm	支承件之间的最大距离,m
1/8~1/4	≤10	1	1~2	>25 和 ≤50	2
3/8~3/4	>10 和 ≤25	1.5	>2	>50	3

7.3.2 安装:支承件应不损害管件或降低流量。

7.3.3 组件间的管路:当设备是由若干互不相联的组件构成时,宜使用刚性安装的隔壁式终端接头或终端多歧接头支承和连接组件之间的管路。

7.4 杂质

管路,包括型芯孔和钻削孔,应排除如氧化皮、毛刺和切屑等杂质,因为它们会使管路限流或被气流冲出引起包括密封件和密封填料的任何元件发生故障和(或)损坏。

7.5 软管总成

7.5.1 要求:软管总成应:

- a) 用未经装配使用过的软管,并符合相关国家标准中规定的各项性能要求;
- b) 标明软管的生产日期(年份和季度);
- c) 提供由软管制造商推荐的最长储存期限;
- d) 提供由系统供方推荐的使用寿命;
- e) 在软管制造商推荐的额定压力范围内使用;
- f) 不承受超出制造商推荐的冲击或冲击压力。

7.5.2 软管的安装:软管的弯曲半径不宜小于制造商推荐的最小值。软管总成的安装应:

- a) 具有必要的最小长度,以避免在元件工作期间软管产生急剧地折曲和拉紧;
- b) 在安装和使用期间,尽量减小其扭曲度。例如,旋转管接头被卡住的情况;
- c) 被布置或保护,使软管外皮的摩擦损伤减至最少;
- d) 加以支承,如果软管总成的质量可能引起过度变形时采用。

7.5.3 失效的保护措施:如果软管总成或塑料管的失效会构成击打的危险,应将其固定或遮挡。如果软管总成或塑料管的失效会造成流体喷射危险,应将其遮护。

## 7.6 快换接头

选用的快换接头,在其连接和拆卸时应满足:

- a) 快换接头不应以危险方式施力将其分开;
- b) 压缩空气的排放不会产生危险;
- c) 在可能存在危险的地方,应设置一个可控制的压力释放系统。

## 7.7 管路的拆卸

管路的拆卸宜不影响非管路上安装的元件和不使用特殊工具。

# 8 控制系统

## 8.1 无指令动作

控制系统的设计应能在整个工作循环周期内,包括启动、关闭、空转、设定及气源故障时,防止出现无指令动作和气动执行元件不正确的动作顺序,尤其是在进行垂直方向和倾斜方向动作时。

## 8.2 系统保护

### 8.2.1 气源截止阀。

8.2.1.1 所有的气动系统的主气路应备有卸压功能的截止阀。该阀平时应锁定在“关”的位置上,并能安全地卸去所有系统压力,非控制的测量回路中 0.16MPa(1.6bar)或更低的压力除外。

8.2.1.2 如果截止阀的快速打开会使执行机构运动失控,应增加一只软启动(慢启动)阀。

8.2.2 控制或动力源的失效:无论使用何种类型的控制或动力源(如电的、气动的等)开关来控制能源的“开”或“关”,能源下降、能源的切断或恢复(意外的或故意的),应不致产生危险。

8.2.3 外部负载:当较强的外部负载作用于执行元件上时,应采取措施防止产生其无法接受的压力。

## 8.3 元件

8.3.1 可调整的控制机构:压力和流量的控制元件在其额定值范围内应是可调的。这种调整可以超出其额定值,其额定值不是最大可调节极限。可调节控制机构应保持在规定范围内的设定值,直到重新设定。

8.3.2 稳定性:应选择适当的压力和流量控制阀,以保证在工作压力、工作温度和负载变化时不会引起故障和危险。为了控制系统的稳定性,宜同样考虑与系统特性相关的一些条件。

8.3.3 抗干扰性:在压力或流量未经许可的变动可能引起故障和危险的场合,压力和流量控制机构或其外壳应具有特定的抗干扰装置。

8.3.4 手动操纵杆:手动操纵杆的运动方向不能混淆。例如:操纵杆向上时,被控设备就不应向下运动。

8.3.5 系统设定控制:对于系统设定,提供的任何手动控制都不应引起危险或损坏。

8.3.6 双手控制:双手控制装置不应作为保护操作者的唯一措施。如果需要用双手控制装置时,它们应:

- a) 在整个设备运行周期内使每个控制保持动作状态,或者保持到运行周期中危险终止为止;
- b) 在整个操作过程中务必同时使用双手,这样可以保护双手,以免被夹住;

c) 设计时应做到,在每一控制点上,不用双手控制,设备就不会运转。只有在两个操作周期之间才能松手。

8.3.7 带有偏置弹簧或定位器的阀。有些执行元件要求能保持一定的状态或在选定的位置,为了安全起见,万一控制系统失效,应靠一个带有偏置弹簧或定位器的阀控制,使它到达安全位置。

#### 8.4 带有伺服阀或比例阀的控制系统

在用伺服阀或比例阀控制执行元件的地方,控制系统的故障会使执行元件引起危险,这时应提供能保持或恢复控制这些执行元件的措施或方法。

由伺服阀或比例阀进行速度控制的执行元件,如其发生意外运动而造成危险时,应提供一种能保持或促使该执行元件运动到安全位置的方法或措施。

#### 8.5 其他设计考虑

8.5.1 系统参数的监控:在系统中,运行参数的变化可能产生危险时,应对系统运行参数,例如温度、压力,提供明确的指示。

8.5.2 测试点:在系统中宜提供易于接近的测试口。当有几种压力需要测试时,应考虑设立一个共用的测试台。

8.5.3 背压:在用组合阀、集成阀或其他共用排气管路的地方,系统设计时宜特别考虑如何避免背压的干扰,因为它会影响系统功能和安全性。

8.5.4 关联装置的控制:当一个系统中具有一个以上的内部相互联系的自动和(或)手动控制装置,并且这些装置中的任何一个发生故障都可能造成危险时,就应提供联锁或其他保护性措施。如有可能,这种联锁宜能中断所有的操作,并且应确保这类中断本身不会引起危险和损害。

#### 8.5.5 顺序控制。

8.5.5.1 位置顺序控制:在用压力顺序控制或时间顺序控制出现故障,而其本身又可能产生危险或损坏的场合,应使用位置传感器作顺序控制。只要有可能,通常都应使用位置顺序控制。

8.5.5.2 位置传感器的安装位置:如果位置传感器的位置在完成一次动作顺序或一个循环时间后发生了变化,就应将它恢复到原来的位置上。否则,就应对动作顺序或循环时间作重新调整。

#### 8.6 控制装置和布置

8.6.1 保护:所有控制装置的位置和固定都应有适当的防护措施,以防止:故障和可预见性的损坏;高温;腐蚀性气体。

8.6.2 易接近:为了方便调整和维修,控制装置应便于接近。自动控制装置的定位和安装应易于接近,以便于维修。并且它离工作地面的高度最低不得低于0.6m,最高不高于1.8m,除非其尺寸、功能或管路安装方式要求它们改变位置。

8.6.3 手动控制装置:手动控制装置的定位和安装应:

- a) 将控制装置安置在操作人员通常工作位置能到达的范围内;
- b) 不得要求操作者越过正在转动或运动的设备后才能操纵控制装置;
- c) 不得妨碍操作者进行所需的正常作业;
- d) 使其设计、选择和安装都不致让操作人员面临人身危险。

#### 8.6.4 外壳和箱体。

8.6.4.1 材料:自动控制装置的外壳、罩盖和门的材料,应使用金属板材或获得批准的代用材

料。

#### 8.6.4.2 外壳和箱体的门和罩盖应：

- a) 在打开后,保持束缚状态,以防丢失;
- b) 在打开时,不得露出带电的电气端子和接点;
- c) 为了密封起见,建议使用有定位的紧固件或紧固机构;
- d) 当需方有特殊要求时,配有锁紧装置\*;
- e) 便于开关。

8.6.4.3 维修空间:控制装置的箱体、外壳、门、罩盖的尺寸及内部安排,应考虑留有足够的维修空间。

### 8.7 紧急控制装置

每个系统都应有一个紧急停止或紧急控制装置,以保证系统的最大安全。

8.7.1 紧急控制装置的要求:当气动系统使用紧急停止或紧急复位控制装置时,它们应:

- a) 易被识别;
- b) 安置在每个操作人员的工作位置旁,并且在任何工作条件下都能很快地接近和操作它。为实现这一要求,可能需要附加的控制;
- c) 直接操作;
- d) 独立并且不受其他控制或节流调整的影响;
- e) 所有的紧急控制功能不需要一个以上手动控制的操作;
- f) 不产生额外的危险;
- g) 任何控制机构不需另配能源。

8.7.2 系统的重新启动:在紧急停止或复位后,需重新启动系统不应引起危险或损坏。

## 9 诊断和监控

### 9.1 压力测量

压力测量装置应按系统的最大工作压力值选择。

测量装置的测量范围应是:若压力稳定,最大工作压力不得超过最大刻度值的 75%;压力周期变化不得超过最大刻度值的 65%。

压力测量装置作为系统的永久性装置时,它们应得到保护,不受压力快速升降的影响。

### 9.2 电气指示器

电气设备宜装有指示器,它能显示出各个元件上的电信号。

## 10 清洗和涂漆

在设备作外部清洗和涂漆时,敏感材料应予以保护,避免接触不相容的液体。

在涂漆时,所有铭牌、数据标记和不宜涂漆的地方(如:活塞杆、指示灯等)应遮盖住,待涂漆后再将其移去。

## 11 运输的准备工作

### 11.1 管路的标识

当系统结构需要分段运输时,卸下的管路和其相应端口和(或)连接件应作上标识。

## 11.2 包装

所有设备都应包装完好,保证在运输途中不被损坏、变形、沾染污垢、腐蚀,并应保护好设备上的标识。

## 11.3 外露部分的保护

在运输途中,暴露在外的孔口、外螺纹应得到保护。这些保护只有在安装之前才能卸去。

## 12 试运行

### 12.1 检验试验\*

应进行充分的性能试验,以确定其是否符合合同的规定。这些试验可包括模拟操作或子系统和元件的分别试验。供需双方应商定进行这类试验的地点。

### 12.2 噪声

安装完毕的气动系统和元件在工作时产生的噪声等级应按国家标准或其他相应的标准测量,并控制在规定的范围内。

### 12.3 流体的泄漏\*

除正常的空气消耗外,不应有任何可听得到的泄漏声。进一步的要求,应由供需双方协商同意。

气动系统中的泄漏应在安装过程中妥善解决。泄漏常由易被忽视的螺纹配合引起。同时也应重视诸如插入式接头一类的连接技术,因为气动系统常使用能随着组件一起运动的软管。

### 12.4 应提供的最终资料

需方应获得一套完整的关于系统交付验收的资料。该资料应包括下列信息:

- a) 气动系统的技术规格表;
- b) 符合 ISO 1219-2 的最终回路图(见 3.1);
- c) 零部件明细表;
- d) 顺序说明;
- e) 功能图表;
- f) 安装图(见 2.5.2);
- g) 维修和操作资料及手册(见 3.6 和 3.7);
- h) 性能试验报告;
- i) 流体条件要求。

以上各项都应与系统最后验收相一致。

### 12.5 更改\*

每当供方做出给需方带来影响的更改时,都应记录这些更改并通知需方。

经供、需双方约定,对现存数据资料进行修改或取消时,需方应提出一份修改后的气动系统技术规格表或类似的文件,文件上详细说明气动系统的修改内容和生效日期。供方在收到和接受该修改过的文件后应予以确认。

## 13 标注说明(引用本标准)

当遵守本标准时,在供、需双方的合同中和验收资料中,以及适当时在产品目录、销售文件和报价单中,可使用下列说明:

“本气动系统符合 GB/T 7932—2003《气动系统通用技术条件》，包括供、需双方间的附加协议。”

### 附录 A(资料性附录) 需要供方与需方商定的项目

以下所列是需要供、需双方商定要求和(或)责任的条款和分条款,在正文中用星号(\*)标出。

条款或分条款编号	标题	条款或分条款编号	标题
2.1.2	语言	7.2	管路和管子的要求
2.2	危险	8.6.4.2 d)	门和罩盖的型式(锁定方法)
2.4	系统要求	12.1	试运行—检验试验
2.5	现场条件	12.3	试运行—流体的泄漏
2.5.1	技术要求	12.5	试运行—更改
2.5.2	图样		

### 附录 B(资料性附录) 危险情况一览表

表 B.1 列出了使用气动系统时可能产生的危险。

表 B.1 危险情况一览表

危险类型	有关条款			本标准的相关条款 或其他相关标准
	ISO/TR 12100-1:1992	ISO/TR 12100-2:1992	ISO/TR 12100-2:1992 附录 A	
机械类危险 —形状;	4.2		1.3,1.4,1.3.7	2.3.2, 2.3.3, 2.3.4,2.3.6,2.5.1,
—相对位置; —质量和稳定性(元件的势能); —质量和速度(元件的动能); —机械强度不足; —势能由下列方式聚积: —弹性元件(弹簧); —液压、气压; —真空; —泄漏	4.2		1.3,1.4,1.3.7	3.2.1,3.3.1,3.3.2 3.6,4.1.1,4.2.7, 6.2,6.4.1,7.1.3, 7.1.4,7.1.5,7.1.6, 7.2,7.5.1,7.5.2, 7.6,7.3,7.4,11
电气类危险				2.3.5,2.5.1, 5.4.1,GB 5226.1
由于人员可能的接触,火焰、 爆炸以及热辐射引起烧伤和烫伤的危险				2.5.1,12.2
噪声产生的危险				2.3.5,12.2
电磁场引起的危险,尤其是无 指令的动作		3.7.11	1.5.10,1.5.11	EN 50081-1, EN 50082-1
由机械加工使用和耗损的材 料和物体所产生的危险			1.5.13	



表 B.1(续)

危险类型	有关条款			本标准的相关条款 或其他相关标准
	ISO/TR 12100-1:1992	ISO/TR 12100-2:1992	ISO/TR 12100-2:1992 附录 A	
接触或吸入有害的液体、气体、烟雾和灰尘而造成的危险				2.3.7,4.2.8,12.4
燃烧或爆炸的危险				2.5.1
由能源不足,机械零件损坏和其他功能失控造成的危险	5.2.2	3	1.2	
能源不足(能量和/或控制回路的) —能源变化; —意外启动; —因指令下达过早而停车的故障; —机器的运动部件或由机械夹持的零件坠落或甩出; —阻碍自动或手动停止; —防护装置不可靠	3.1.6	3.7	1.2.6	2.5.1,5.4.3, 5.4.4,8.2.2
机器零部件或流体意外的弹出或喷射	4.2.1	3.8.4	1.3.2,1.3.3	2.5.1,7.5.3
控制系统故障或失灵(意外启动或超负荷)	3.15,3.16,3.17	3.7	1.2.7,1.6.3	6.2,8.1,8.2.2, 8.2.3,8.3.1,8.3.2, 8.3.3,8.3.7,8.4, 8.5.4,8.5.5.1, EN 954-1
装配错误			1.5.4	2.5.1,3.2,5.1, 5.2,7.1.3,7.1.4, 7.1.5,7.2,7.5.2, 7.6,7.3,11
由安全措施和/或暂时失灵或错误定位引起的危险,如: —启动和停止装置; —安全标志和记号; —各种类型的警报装置和信息; —电源通断装置; —应急装置; —为了安全调节和维护保养所用的必要设备及附件	3.3,3.11	4  3.7 3.6,7.5.2,5.3,5.4 5.4  6.2.2 6.1 3.12,6.2.1, 6.2.3,6.2.6	  1.2.3,1.2.4  1.7.0,1.7.1  1.6.3 1.6.3 1.1.2 f),1.1.5	  8.2.2 3.6 3.2,6.1.3.1,8.5.1  3.6 EN 418 3.3.2,4.1.1,4.2.4, 6.4.1,7.5.3,8.3.1 8.3.3

本标准规定了包装的防锈等级、要求、包装方法、试验方法和标志。  
本标准适用于产品的金属表面在流通过程中为防止锈蚀而进行的包装。

1 术语

- 1.1 间接防锈 不直接对产品的金属表面进行防锈处理的防锈方法。
- 1.2 直接防锈 将防锈物质直接涂覆在产品金属表面的防锈方法。

2 防锈包装等级

- 2.1 产品需要防锈包装时,必须在产品技术文件中规定产品包装的防锈包装等级要求。
- 2.2 包装的防锈等级应根据产品的抗锈性能力、流通环境、包装容器的结构、包装材料的一般性能等因素来确定。
- 2.3 防锈包装等级分为:1 级包装、2 级包装、3 级包装。详见表 1。

表 1 防锈包装等级

级别	防锈期限	要 求
1 级包装	3~5 年内	水蒸气很难渗入,透入的微量水蒸气被干燥剂吸收。产品经防锈包装的清洗、干燥后,产品表面完全无油污、水痕,用附录 A 中的 A.3、A.4 的方法单独使用或组合使用
2 级包装	2~3 年内	仅少量水蒸气可透入。产品经防锈包装的清洗、干燥后,产品表面完全无油污、汗迹及水痕,用附录 A 中的 A.3、A.4 的方法单独使用或组合使用
3 级包装	2 年内	仅有部分水蒸气可透入。产品经防锈包装的清洗、干燥后,产品表面无污物及油迹,用附录 A 中的 A.3、A.4 的方法单独使用或组合使用

3 要求

- 3.1 一般要求
  - 3.1.1 确定防锈包装等级,并按等级要求包装,在防锈期限内保障产品不产生锈蚀。
  - 3.1.2 防锈包装操作过程应连续,如果中断应采取暂时性的防锈处理。
  - 3.1.3 防锈包装操作过程中应避免手汗等有机污染物污染产品。
  - 3.1.4 需进行防锈处理的产品,如处于热状态时,为了避免防锈剂受热流失或分解,应冷却到接近室温后再进行处理。
  - 3.1.5 涂覆防锈剂的产品,如果需要包敷内包装材料时,应使用中性、干燥、清洁的包装材料。
  - 3.1.6 采用防锈剂防锈的产品,在启封使用时,一般应除去防锈剂。产品在涂覆或除去防锈剂会影响产品的性能时,应不使用防锈剂。
- 3.2 材料要求
  - 3.2.1 间接防锈可选用下列材料:干燥剂(硅胶、蒙脱石等)、气相缓蚀剂(亚硝酸二环己胺、苯并三氮唑等)。

3.2.2 直接防锈可选用下列材料:防锈油、防锈脂、防锈纸、防锈剂、防锈液、气相防锈油、气相防锈纸等。

3.2.3 产品使用的防锈材料,其质量应符合有关产品标准的规定。

3.2.4 干燥剂应符合《防潮包装》(GB/T 5048)的有关规定。

3.2.5 气相防锈包装材料应符合《气相防锈包装材料选用通则》(GB/T 14188)的有关规定。

3.2.6 内防护包装材料应符合《防护用内包装材料》(GB/T 12339)的有关规定。

3.2.7 防锈包装材料除应进行必要的有关试验外,包装材料的相容性应符合《包装材料试验方法 相容性》(GB/T 16265)的有关规定,包装材料的接触腐蚀应符合《包装材料试验方法 接触腐蚀》(GB/T 16266)的有关规定,包装材料的气相缓蚀能力应符合《包装材料试验方法 气相缓蚀能力》(GB/T 16267)的有关规定。

3.2.8 必要时应采用湿度指示卡、湿度指示剂和湿度指示装置,并应尽量远离干燥剂。湿度指示卡应符合《湿度指示卡规范》(GJB 2494)的有关规定。

### 3.3 环境要求

防锈包装操作应在清洁、干燥、温差变化小的环境中进行。

## 4 防锈包装方法

4.1 防锈包装分为清洁、干燥、防锈和包装四个步骤。

4.2 产品应根据下列条件确定防锈包装方法:

- a) 产品的特征与表面加工的程度;
- b) 运输与储存的期限;
- c) 运输与储存的环境条件;
- d) 产品在流通过程中包装件所承受的载荷程度;
- e) 防锈包装等级。

4.3 确定防锈包装方法后,可选用附录 A 中 A.1 的方法进行清洗,除去表面的尘埃、油脂残留物、汗迹及其他异物。

4.4 产品的金属表面在清洗后,可选用附录 A 中 A.2 的方法立即进行干燥。

4.5 产品的金属表面在进行清洗、干燥后,可选用附录 A 中表 A.3 的方法进行防锈。

4.6 产品的金属表面在进行清洗、干燥和防锈后,可选用附录 A 中表 A.4 的方法进行包装。

## 5 试验方法

5.1 防锈包装试验按《防护包装规范》(GJB 145A)中的周期暴露试验 A 的规定进行。1 级包装可选择 3 个周期暴露试验。2 级包装可选择 2 个周期暴露试验。3 级包装可选择 1 个周期暴露试验。

5.2 经周期暴露试验后,启封检查内装产品和所选材料有无锈蚀、老化、破裂或其他异常变化。

## 6 标志

应在包装件外部按 GB/T 191 的规定标识包装件“怕湿”、“怕热”标志。

附录 A(规范性附录) 防锈包装方法

A.1 清洗

可选用表 A.1 的方法进行清洗。

表 A.1 清洗方法

代号	名称	方 法
Q1	溶剂清洗法	在室温下,将产品全浸、半浸在规定的溶剂中,用刷洗、擦洗等方式进行清洗。大件产品可采用喷洗。洗涤时应注意防止产品表面凝露,并应注意安全
Q2	清除汗迹法	在室温下,将产品在置换型防锈油中进行浸洗、摆洗或刷洗。高精密小件产品可在适当的装置中用温甲醇清洗
Q3	蒸汽脱脂清洗法	用卤代烃清洗剂,在蒸汽清洗机或其他装置中对产品进行蒸汽脱脂。此法适用于除去油脂状的污染物
Q4	碱液清洗法	将产品在碱液中浸洗、煮洗或压力喷洗
Q5	乳剂清洗法	将产品在乳剂清洗液中浸洗或喷淋冲洗
Q6	表面活性剂清洗法	制品在离子表面活性剂或非离子表面活性剂的水溶液中浸洗、泡刷洗或压力喷洗
Q7	电解清洗法	将产品浸渍在电解液中进行电解清洗
Q8	超声波清洗法	将产品浸渍在各种清洗溶液中,使用超声波进行清洗

A.2 干燥

可按表 A.2 的方法进行干燥。

表 A.2 干燥方法

代号	名称	方 法
G1	压缩空气吹干法	用经过干燥的清洁压缩空气吹干
G2	烘干法	在烘箱或烘房内干燥
G3	红外线干燥法	用红外灯或远红外线装置直接进行干燥
G4	擦干法	用清洁、干燥的布擦干,注意不允许有纤维物残留在产品上
G5	滴干、晾干法	用溶剂清洗,表面活性剂清洗或置换型防锈油清洗的产品,可用本方法干燥
G6	脱水法	用水基清洗剂清洗的产品,清洗完毕后,应立即采用脱水油进行干燥

A.3 防锈

可选择表 A.3 的方法进行防锈。

A.4 包装

可选择表 A.4 的方法进行包装。

表 A.3 防锈方法

代号	名称	方 法
F1	防锈油脂浸涂法	将产品完全浸渍在防锈油中,涂覆防锈油膜
F2	防锈油脂刷涂法	在产品表面刷涂防锈油脂
F3	防锈油脂充填法	在产品内腔充填防锈油脂,充填时应注意使内腔表面全部涂覆,且应留有空隙,并不应泄漏
F4	气相缓蚀剂法	按产品的要求,采用粉剂、片剂或丸剂状气相缓蚀剂,散布或装入干净的布袋或盒内
F5	气相防锈纸法	对形状比较简单而容易包扎的产品,可用气相防锈纸包封,包封时要求接触或接近金属表面
F6	气相防锈塑料薄膜法	产品要求包装外观透明时,采用气相防锈塑料薄膜袋热压焊封

表 A.4 包装方法

代号	名称	方法	适用等级
B1	一般防潮、防水包装	制品经清洗、干燥后,直接采用防潮、防水包装材料进行包装	3 级包装
B2	防锈油脂的包装		
B2-1	涂覆防锈油脂	制品直接涂覆硬膜防锈油脂,不需采用内包装	3 级包装
B2-2	涂防锈油脂,包覆防锈纸	制品涂防锈油脂后,采用耐油性、无腐蚀内包装材料包封	3 级包装
B2-3	涂防锈油脂,塑料袋包装	制品涂防锈油脂后,装入塑料薄膜制作的袋中,根据需要 用粘胶带密封或热压焊封	1 级包装 2 级包装
B2-4	涂防锈油脂,铝塑薄膜包装	制品涂防锈油脂后,装入铝塑薄膜制作的容器中,热压焊封	1 级包装 2 级包装
B3	气相防锈材料包装		1 级包装 2 级包装 3 级包装
B3-1	气相缓蚀剂包装	使用粉剂、片剂、丸剂状的气相缓蚀剂的方法与 F4 相同	
B3-2	气相防锈纸包装	与 F5 相同。必要时,再加密封包装	
B3-3	气相塑料薄膜包装	与 F6 相同	
B4	密封容器包装		1 级包装 2 级包装
B4-1	金属刚性容器密封包装	制品涂防锈油脂后,用防锈耐油脂包装材料包扎和充填缓冲材料,装入金属刚性容器密封。需要时,可作减压处理	
B4-2	非金属刚性容器密封包装	采用防潮包装材料制作的容器,将防锈后的制品装入,用热压焊封或其他方法密封	
B4-3	刚性容器中防锈油浸泡的包装	制品装入刚性容器(金属或非金属)中,用防锈油完全浸渍,然后进行密封	
B5	密封系统的防锈包装	制品内腔密封系统刷涂、喷涂或注入气相防锈油。气相防锈油的用量通常按内腔空间计算,以 6kg/m <sup>3</sup> 为宜	3 级包装
B6	可剥性塑料包装		1 级包装 2 级包装

表 A.4(续)

代号	名称	方法	适用等级
B6-1	涂覆热浸型可剥性塑料包装	制品长期封存或防止机械碰伤,采用涂覆热浸可剥性塑料包装。需要时,在制品外按其形状包扎无腐蚀的纤维织物(布)或铝箔后,再涂覆热浸型可剥性塑料	
B6-2	涂覆溶剂型可剥性塑料包装	制品的孔穴处充填无腐蚀性材料后,在室温下一次涂覆或多次涂覆溶剂型可剥性塑料。多次涂覆时,每次涂覆后必须待溶剂完全挥发后,再涂覆	
B7	贴体包装	制品进行防锈后,使用硝基纤维、醋酸纤维、乙基丁基纤维或其他塑料膜片作透明包装,真空成形	2 级包装
B8	充氮包装	制品装入密封性良好的金属容器、非金属容器或透湿度小、气密性好、无腐蚀性的包装材料制作的袋中,充氮密封包装。制品可密封内腔,经清洗、干燥后,直接充氮密封	1 级包装 2 级包装
B9	干燥空气封存包装	制品进行防锈后,放入防潮包装材料制作的容器中,并在容器中放入干燥剂,然后密封。金属刚性按 B4-1 方法进行,非金属刚性容器按 B4-2 方法进行	1 级包装
B9-1	刚性容器干燥空气封存		
B9-2	套封包装		

本标准规定了危险货物包装图示标志(以下简称标志)的种类、名称、尺寸及颜色等。  
本标准适用于危险货物的运输包装。

1 标志的图形和名称

标志的图形共 21 种,19 个名称,其图形分别标示了 9 类危险货物的主要特性(见表 1)。  
标志图形须符合标志 1~21 的规定(见表 1)。

表 1







标志号、标志名称及 对应的危险货物类项号	标志图形	标志号、标志名称及 对应的危险货物类项号	标志图形
标志 1 爆炸品 1.1 1.2 1.3	 (符号:黑色,底色:橙红色)	标志 4 易燃气体 2.1	 (符号:黑色或白色,底色:正红色)
标志 2 爆炸品 1.4	 (符号:黑色,底色:橙红色)	标志 5 不燃气体 2.2	 (符号:黑色或白色,底色:绿色)
标志 3 爆炸品 1.5	 (符号:黑色,底色:橙红色)	标志 6 有毒气体 2.3	 (符号:黑色,底色:白色)

表 1(续)
















标志号、标志名称及 对应的危险货物类项号	标志图形	标志号、标志名称及 对应的危险货物类项号	标志图形
标志 7 易燃液体 3	 (符号:黑色或白色,底色:正红色)	标志 12 有机过氧化物 5.2	 (符号:黑色, 底色:柠檬黄色)
标志 8 易燃固体 4.1	 (符号:黑色, 底色:白色红条)	标志 13 剧毒品 6.1	 (符号:黑色, 底色:白色)
标志 9 自燃物品 4.2	 (符号:黑色, 底色:上白下红)	标志 14 有毒品 6.1	 (符号:黑色, 底色:白色)
标志 10 遇湿易燃物品 4.3	 (符号:黑色或白色,底色:蓝色)	标志 15 有害品 (远离食品) 6.1	 (符号:黑色, 底色:白色)
标志 11 氧化剂 5.1	 (符号:黑色, 底色:柠檬黄色)	标志 16 感染性物品 6.2	 (符号:黑色, 底色:白色)



表 1(续)

标志号、标志名称及 对应的危险货物类项号	标志图形	标志号、标志名称及 对应的危险货物类项号	标志图形
标志 17 一级放射性物品 7	 (符号:黑色,底色: 白色,附一条红竖条)	标志 20 腐蚀品 8	 (符号:上黑下白, 底色:上白下黑)
标志 18 二级放射性物品 7	 (符号:黑色,底色: 上黄下白,附二条红竖条)		
标志 19 三级放射性物品 7	 (符号:黑色,底色: 上黄下白,附三条红竖条)	标志 21 杂类 9	 (符号:黑色,底色:白色)

注:表中对应的危险货物类项号及各标志角号是按《危险货物分类和品名编号》(GB 6944)的规定编号的。

2 标志的尺寸、颜色

2.1 标志的尺寸

标志的尺寸一般分为 4 种,见表 2。

表 2 mm

号别	尺寸		号别	尺寸	
	长	宽		长	宽
1	50	50	3	150	150
2	100	100	4	250	250

注:如遇特大或特小的运输包装件,标志的尺寸可比表 2 的规定适当扩大或缩小。

2.2 标志的颜色

标志的颜色按标志 1~21 的规定(见表 1)。

### 3 标志的使用方法

3.1 标志的标打,可采用粘贴、钉附及喷涂等方法。

3.2 标志的位置规定如下:

箱状包装:位于包装端面或侧面的明显处;

袋、捆包装:位于包装明显处;

桶形包装:位于桶身或桶盖;

集装箱、成组货物:粘贴四个侧面。

3.3 每种危险品包装件应按其类别贴相应的标志。但如果某种物质或物品还有属于其他类别的危险性质,包装上除了粘贴该类标志作为主标志以外,还应粘贴表明其他危险性的标志作为副标志,副标志图形的下角不应标有危险货物的类项号。

3.4 储运的各种危险货物性质的区分及其应标打的标志,应按《危险货物分类和品名编号》(GB 6944)、《危险货物物品名表》(GB 12268)及有关国家运输主管部门规定的危险货物安全运输管理的具体办法执行,出口货物的标志应按我国执行的有关国际公约(规则)办理。

3.5 标志应清晰,并保证在货物储运期内不脱落。

3.6 标志应由生产单位在货物出厂前标打,出厂后如改换包装,其标志由改换包装单位标打。

本标准规定了包装储运图示标志的名称、图形、尺寸、颜色及使用方法。  
本标准适用于各种货物的运输包装。

## 1 标志的名称和图形

图示标志共 17 种,其名称和图形如表 1 所示。

## 2 标志的尺寸和颜色

### 2.1 标志的尺寸

标志尺寸一般分为 4 种,见表 2。

如遇特大或特小的运输包装件,标志的尺寸可以比表 2 的规定适当扩大或缩小。

### 2.2 标志的颜色

标志颜色应为黑色。

如果包装的颜色使得黑色标志显得不清晰,则应在印刷面上用适当的对比色,最好以白色作为图示标志的底色。

应避免采用易于同危险品标志相混淆的颜色。除非另有规定,一般应避免采用红色、橙色或黄色。

## 3 标志的使用方法

### 3.1 标志的打印

可采用印刷、粘贴、拴挂、钉附及喷涂等方法打印标志。印刷时,外框线及标志名称都要印上;喷涂时,外框线及标志名称可以省略。

### 3.2 标志的数目和位置

3.2.1 一个包装件上使用相同标志的数目,应根据包装件的尺寸和形状决定。

3.2.2 标志在各种包装件上的粘贴位置:

- a) 箱类包装:位于包装端面或侧面;
- b) 袋类包装:位于包装明显处;
- c) 桶类包装:位于桶身或桶盖;
- d) 集装单元货物:应位于四个侧面。

3.2.3 下列标志的使用应按如下规定:

a) 标志 1“易碎物品”应标在包装件所有四个侧面的左上角处(见表 1 标志 1 的使用示例)。

b) 标志 3“向上”应标在与标志 1 相同的位置上(见表 1 中标志 3 示例 a 所示)。当标志 1 和标志 3 同时使用时,标志 3 应更接近包装箱角(见表 1 标志 3 示例 b 所示)。

c) 标志 7“质心”应尽可能标在包装件所有六个面的质心位置上,否则至少也应标在包装件四个侧面及端面的质心位置上(见表 1 标志 7 的使用示例)。

d) 标志 11“由此夹起”:

- 1) 只能用于可夹持的包装件；
- 2) 标志应标在包装件的两个相对面上,以确保作业时标志在叉车司机的视线范围内。
- e) 标志 16“由此吊起”至少贴在包装件的两个相对面上(见表 1 标志 16 的使用示例)。

表 1 标志名称和图形

序号	标志名称	标志图形	含义	备注/示例
1	易碎物品		运输包装件内装易碎品,因此搬运时应小心轻放	见 3.2.3 a)。使用示例: 
2	禁用手钩		搬运运输包装件时禁用手钩	
3	向上		表明运输包装件的正确位置是竖直向上	见 3.2.3 b)。使用示例: 
4	怕晒		表明运输包装件不能直接照晒	
5	怕辐射		包装物品一旦受辐射便会完全变质或损坏	

表 1(续)


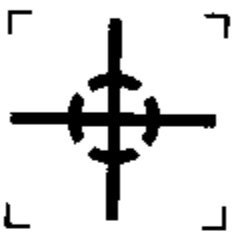
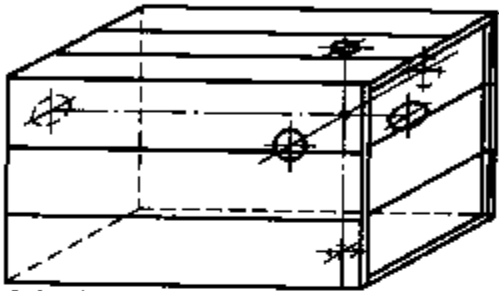
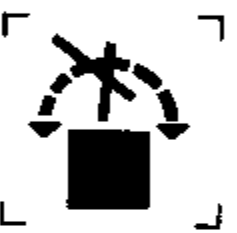
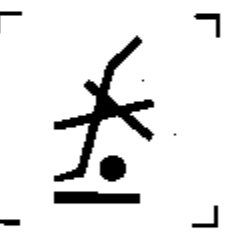
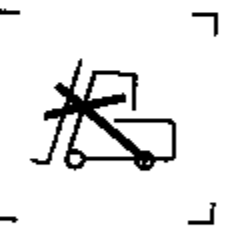
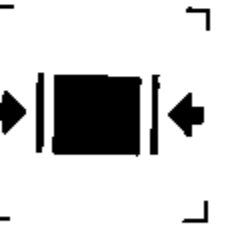

序号	标志名称	标志图形	含义	备注/示例
6	怕雨		包装件怕雨淋	
7	质心		表明一个单元货物的质心	见 3.2.3 c)。使用示例：  本标志应标在实际的质心位置上
8	禁止翻滚		不能翻滚运输包装	
9	此面禁用手推车		搬运货物时此面禁放手推车	
10	禁用叉车		不能用升降叉车搬运的包装件	
11	由此夹起		表明装运货物时夹钳放置的位置	见 3.2.3 d)
12	此处不能卡夹		表明装卸货物时此处不能用夹钳夹持	

表 1(续)

序号	标志名称	标志图形	含义	备注/示例
13	堆码质量极限		表明该运输包装件所能承受的最大质量极限	
14	堆码层数极限		相同包装的最大堆码层数, $n$ 表示层数极限	
15	禁止堆码		该包装件不能堆码并且其上也不能放置其他负载	
16	由此吊起		起吊货物时挂链条的位置	见 3.2.3 e)。使用示例:  本标志应标在实际的起吊位置上
17	温度极限		表明运输包装件应该保持的温度极限	

表 2 标志尺寸

mm

序号	尺寸		序号	尺寸	
	长	宽		长	宽
1	70	50	3	210	150
2	140	100	4	280	200

本标准根据集装箱外部尺寸确定了系列 1 集装箱的分类,并规定了相应的额定质量,同时确定了某些型号集装箱的最小内部尺寸和门框开口尺寸。

本标准所列的集装箱适用于国际联运。

本标准扼要地规定了系列 1 集箱装的外部尺寸和部分内部尺寸。每种型号集装箱的具体尺寸已列入 ISO 1496 的相应部分。

1 定义

1.1 集装箱 集装箱是一种运输设备,应具备下列条件:

- a) 具有足够的强度,可长期反复使用;
- b) 适用一种或多种运输方式运送货物,途中无需倒装;
- c) 设有供快速装卸的装置,便于从一种运输方式转到另一种运输方式;
- d) 便于箱内货物装满和卸空;
- e) 内容积等于或大于 1m<sup>3</sup>(35.3ft<sup>3</sup>)。

“集装箱”这一术语既不包括车辆也不包括一般包装。

1.2 ISO 集装箱 完全按照现行 ISO 集装箱标准制造的集装箱。

1.3 额定质量 R 为集装箱的总质量,在运营中为最大值,在试验中为最小值。

1.4 公称尺寸 不考虑公差并将其化整到最接近整数的尺寸称之为公称尺寸。

1.5 内部尺寸 指在不考虑顶角件伸入箱内部分的条件下,集装箱的内接最大矩形六面体的尺寸。

除另有规定者外,内部尺寸与内部净空尺寸是同义词。

1.6 门框开口 通常对设在集装箱端部的门孔称为门框开口,也即按箱内最大平行六面体的宽度和高度设置门孔,使货物能无阻碍地进入集装箱。

2 分类及型号

系列 1 各种型号集装箱的宽度均为 2438mm(8ft)。

各种型号集装箱的公称长度见表 1。

箱高为 2896mm(9ft 6in)的集装箱,其型号定为 1AAA 和 1BBB 型。

箱高为 2591mm(8ft 6in)的集装箱,其型号定为 1AA、1BB 和 1CC 型。

箱高为 2438mm(8ft)的集装箱,其型号定为 1A、1B、1C 和 1D 型。

箱高小于 2438mm(8ft)的集装箱,其型号定为 1AX、1BX、1CX 和 1DX 型。

注:上面规定中所用的字母“X”除了指集装箱的高度尺寸在 0 至 2438mm(8ft)外,无其他特殊含义。

表 1 公称长度

集装箱型号	公称长度		集装箱型号	公称长度		集装箱型号	公称长度		集装箱型号	公称长度	
	m	ft		m	ft		m	ft		m	ft
1AAA 1AA 1A 1AX	12 <sup>1)</sup>	40 <sup>1)</sup>	1BBB 1BB 1B 1BX	9	30	1CC 1C 1CX	6	20	1D 1DX	3	10

1) 某些国家对车辆和装载货物的总长度有法规限制。

### 3 尺寸、公差和额定质量

#### 3.1 尺寸测量的温度条件

集装箱的尺寸和公差是指在 20℃ (68°F) 时的测量值, 在其他温度条件下的测量值应作相应调整。

#### 3.2 外部尺寸、公差和额定质量

##### 3.2.1 外部尺寸和公差

表 2 所示的外部尺寸和允许公差适用于各种类型集装箱, 但对允许降低高度的罐式集装箱、敞顶集装箱、干散货集装箱、平台集装箱和台架式集装箱除外。

##### 3.2.2 额定质量

表 2 所示的额定质量适用于各种类型集装箱, 但对 1BBB、1BB、1B、1BX、1CC、1C 和 1CX 型箱在某些特殊情况下其额定质量可允许超过表列数据, 它们也可作为 ISO 集装箱对待, 但其最大总质量(R)不得超过 30480kg, 并按该值进行试验和标记(见 1.3)。

注意: 现在往往在某些特殊运输中根据某些专用集装箱的需求, 出现了有一定数量的长度和宽度类似 ISO 系列 1 的集装箱, 但其额定质量和高度超过本标准的规定, 这类集装箱不能参与国际多式联运, 其运输需作特殊安排。

#### 3.3 内部尺寸和门框开口尺寸

##### 3.3.1 顶角件伸入箱内的部分

顶角件伸入箱内的部分不作为减少集装箱的内部尺寸(见表 3)。

##### 3.3.2 一般货物通用集装箱(见 ISO 1496-1)

这类集装箱的箱型代码应与《集装箱代码、识别和标记》(GB/T 1836)的规定相一致。

###### 3.3.2.1 最小内部尺寸。

集装箱的内部尺寸应尽可能取大值。

- 箱型代码为 G0 的封闭式集装箱应符合表 3 规定的最小内部长度、宽度和高度的要求;
- 箱型代码为 G3 在侧部设有局部开口的集装箱应符合表 3 规定的最小内部长度和高度的要求;
- 箱型代码为 G5 的活顶式集装箱应符合表 3 规定的最小内部长度和宽度的要求;
- 箱型代码为 G2 和 G4 在侧部和顶部设有开口的集装箱应符合表 3 规定的最小内部长度的要求;
- 箱型代码为 G1 的带透气孔封闭式集装箱应符合表 3 规定的最小内部长度、宽度和高度的要求;
- 箱型代码为 V0 的封闭式通风集装箱应符合表 3 规定的最小内部长度、宽度和高度的要求。

###### 3.3.2.2 最小门框开口尺寸。

1A、1B、1C 和 1D 型(箱型代码为 G0、G1 和 G3)一端开门的封闭式集装箱, 其门框开口尺寸应与该箱横断面的内部高度和宽度尺寸相等, 至少不能小于表 3 所列数据。

1AA、1BB 和 1CC 型(箱型代码为 G0、G1 和 G3)一端开门的封闭式集装箱, 其门框开口尺寸应与该箱横断面的内部高度和宽度尺寸相等, 至少不能小于表 3 所列数据。



1AAA 和 1BBB 型(箱型代码为 G0、G1 和 G3)一端开门的封闭式集装箱,其门框开口尺寸应与该箱横断面的内部高度和宽度尺寸相等,至少不能小于表 3 所列数据。

表 2 系列 1 集装箱外部尺寸、允许公差和额定质量

集装箱 箱型号	长度 L				宽度 W				高度 H				额定质量 R <sup>1)</sup> (总质量)	
	mm	公差 mm	ft in	公差 in	mm	公差 mm	ft	公差 in	mm	公差 mm	ft in	公差 in	kg	lb
1AAA	12192	0 -10	40	0 -3/8	2438	0 -5	8	0 -3/16	2896 <sup>2)</sup>	0 -5	9 6 <sup>2)</sup>	0 -3/16	30480 <sup>2)</sup>	67 200 <sup>2)</sup>
1AA									2591 <sup>2)</sup>	0 -5	8 6 <sup>2)</sup>	0 -3/16		
1A									2438	0 -5	8	0 -3/16		
1AX									<2438	—	<8	—		
1BBB	9125	0 -10	29 11¼	0 -3/16	2438	0 -5	8	0 -3/16	2896 <sup>2)</sup>	0 -5	9 6 <sup>2)</sup>	0 -3/16	25400 <sup>2)</sup>	56000 <sup>2)</sup>
1BB									2591 <sup>2)</sup>	0 -5	8 6 <sup>2)</sup>	0 -3/16		
1B									2438	0 -5	8	0 -3/16		
1BX									<2438	—	<8	—		
1CC	6058	0 -6	19 10½	0 -1/4	2438	0 -5	8	0 -3/16	2591 <sup>2)</sup>	0 -5	8 6 <sup>2)</sup>	0 -3/16	24000 <sup>2)</sup>	52900 <sup>2)</sup>
1C									2438	0 -5	8	0 -3/16		
1CX									<2438	—	—	—		
1D	2991	0 -5	9 9¾	0 -3/16	2438	0 -5	8	0 -3/16	2438	0 -5	8	0 -3/16	10160	22400
1DX									<2438	—	<8	—		

- 1) 见 3.2.2。
- 2) 某些国家对车辆和装载货物的总高度有法规限制(如铁路和公路部门)。

表 3 系列 1 通用集装箱最小内部尺寸和门框开口尺寸

mm

集装箱 型号	最小内部尺寸			最小门框开口尺寸		集装箱 型号	最小内部尺寸			最小门框开口尺寸	
	高度	宽度	长度	高度	宽度		高度	宽度	长度	高度	宽度
1AAA	集装箱外部高度尺寸减 241	2330	11998	2566		1B	集装箱外部高度尺寸减 241	2330	8931	2134	
1AA			11998	2261		1CC			5867	2261	
1A			11998	2134		1C			5867	2134	
1BBB			8931	2566		1D			2802	2134	
1BB			8931	2261	2286						

### 3.3.3 保温集装箱[见《系列 1 集装箱的技术要求和试验方法 保温集装箱》(GB/T 7392)]

保温集装箱的内部尺寸和门框开口尺寸应尽可能取大值。门框开口尺寸应与该箱横断面的内部相应尺寸一致。

保温集装箱的内部尺寸应从撑挡、隔壁、顶部风道和底部风道等的内表面测量起(有该等设施者)。

箱型代码为 R0、R1、R2、R3、H0、H1、H2、H5 和 H6 的保温集装箱其最小内部宽度应为 2218mm(7ft 2<sup>5</sup>/<sub>8</sub>in)。

### 3.3.4 其他类型集装箱

集装箱的内部尺寸、门框开口和端部开口尺寸应尽量大。

### 3.4 角件的定位

集装箱角件沿箱长和箱宽方向的开孔中心距离和对角线长度差值见附录 A 所示。

## 附录 A(规范性附录) 角件

角件的定位尺寸(角件孔中心距离  $S$ 、 $P$  和对角线长度差值  $K_1$ 、 $K_2$ )见表 A.1 和图 A.1。

表 A.1

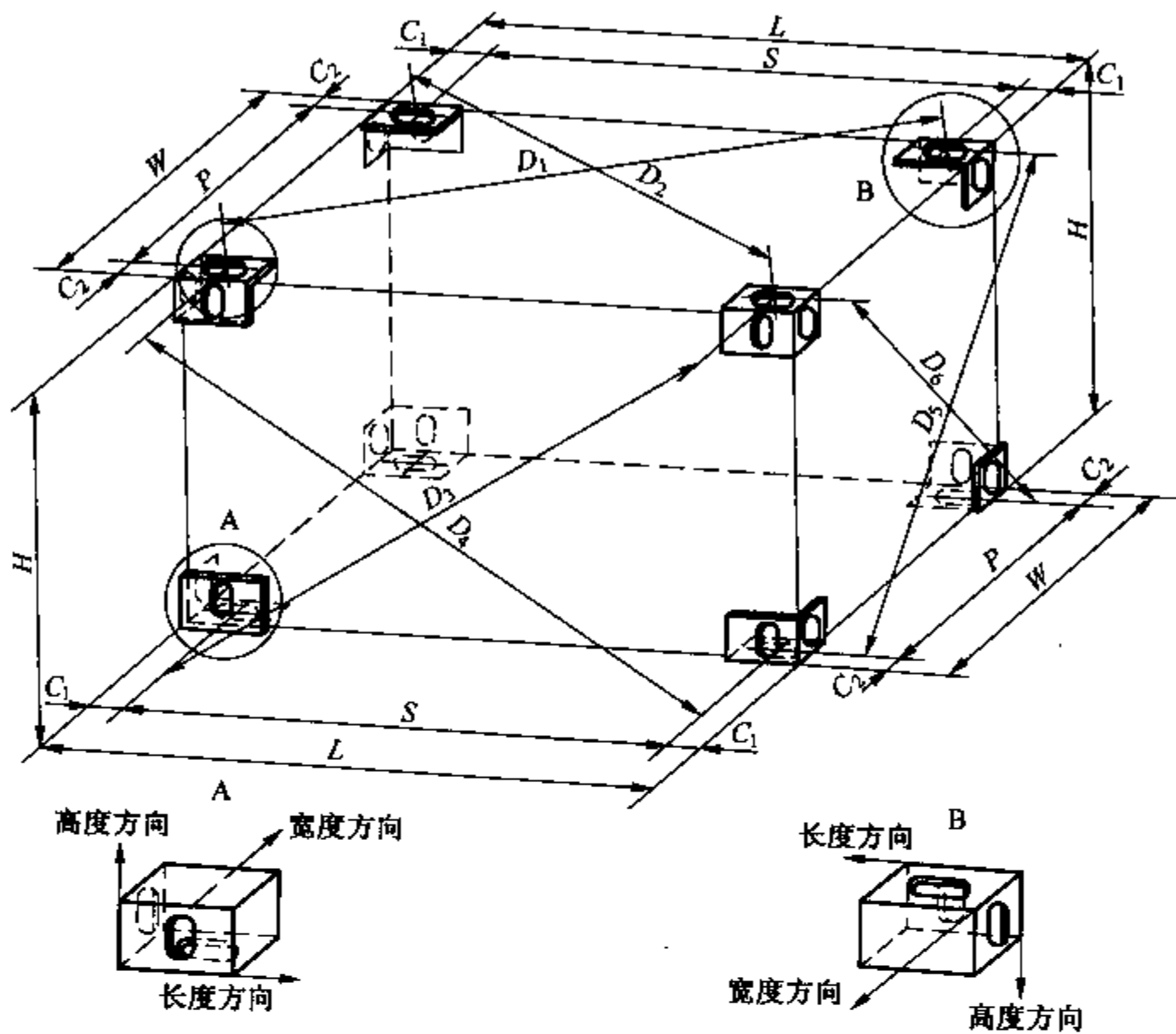
集装箱型号	$S$			$P$			$K_1$ 最大 <sup>1)</sup>		$K_2$ 最大 <sup>2)</sup>	
	mm	ft	in	mm	ft	in	mm	in	mm	in
1AAA 1AA 1A 1AX	11985	39	3 7/8	2259	7	4 31/32	19	3/4	10	3/8
1BBB 1BB 1B 1BX	8918	29	3 1/8	2259	7	4 31/32	16	5/8	10	3/8
1CC 1C 1CX	5853	19	2 7/16	2259	7	4 31/32	13	1/2	10	3/8
1D 1DX	2787	9	1 23/32	2259	7	4 31/32	10	3/8	10	3/8

注:制造部门应注意保证基准尺寸  $S$  和  $P$  的精度。

$S$  和  $P$  的公差由本标准规定的集装箱总长度和宽度以及 ISO 1161 角件结构尺寸的公差进行控制。

1)  $K_1$  是  $D_1$  和  $D_2$  或  $D_3$  和  $D_4$  之差,即  $K_1 = |D_1 - D_2| = |D_3 - D_4|$ 。

2)  $K_2$  是  $D_5$  和  $D_6$  之差,即  $K_2 = |D_5 - D_6|$ 。



$C_1$ —角件结构尺寸  $101.5-0.5\text{mm}(4-\frac{1}{16}\text{in})$ ;  $C_2$ —角件结构尺寸  $89-0.5\text{mm}(3\frac{1}{2}-\frac{1}{16}\text{in})$ ;  $D$ —角件孔中心对角距离, 即  $D_1, D_2, D_3, D_4, D_5$  和  $D_6$  六个尺寸;  $H$ —集装箱外部高度;  $L$ —集装箱外部长度;  $P$ —沿宽度方向的角件孔中心距离;  $S$ —沿长度方向的角件孔中心距离;  $W$ —集装箱外部宽度

注: 沿相应边测量集装箱的外部长度  $L$ 、外部高度  $H$  和外部宽度  $W$ 。

图 A. 1

本标准适用于经由公路、铁路、水路、航空运输的运输包装件的设计和运输。

1 定义

- 通用质量 适用于某种运输方式的主要运输工具承载能力的运输包装件最大质量。
- 允许质量 适用于某种运输方式的某种运输工具承载能力的运输包装件最大质量。

2 运输包装件质量界限

用于公路、铁路、水路运输的运输包装件最大质量为 4500kg。

2.1 公路运输

运输包装件通用质量为 500kg。运输包装件允许质量为 18650kg,超出此限时,应作为特殊运输。

根据不同的货车车型,其运输包装件的质量应小于该车型车厢的最小载质量,最大质量应小于该车型车厢的最大载质量,公路主要货车车型载质量范围见表 1。具体质量按公路运输工具载质量确定,见附录 A。

表 1 公路主要货车车型载质量范围 kg

车型	载质量		车型	载质量		车型	载质量	
	最小	最大		最小	最大		最小	最大
轻型货车	500	3000	重型货车	8000	18650	挂车	—	10000
中型货车	4500	6000	厢式货车	3000	5000	厢式挂车	—	4500

2.2 铁路运输

运输包装件通用质量应为 30000kg。运输包装件允许质量应为 65000kg,超出此界限时,应作为特殊运输。

根据不同的货车车型,其运输包装件的质量应小于该车型车厢的最小载质量,最大质量应小于该车型车厢的最大载质量,铁路主要货车车型载质量范围见表 2。具体质量按铁路运输工具载质量确定,见附录 B。

表 2 铁路主要货车车型载重量范围 kg

车型	载质量		车型	载质量	
	最小	最大		最小	最大
棚车	50000	60000	敞车	50000	65000
平车	60000	65000	保温车	30000	46000

2.3 水路运输

运输包装件底面每平方米的通用质量为 500kg。运输包装件底面每平方米的允许质量为 10000kg,超出此界限时,应作为特殊运输。

根据不同的船型,其运输包装件的单位面积质量应分别小于该船型载货部位的单位面积最小载质量;单位面积最大质量应分别小于该船型载货部位的单位面积最大载质量,水路运输主要船型载货部位的单位面积载质量范围见表 3。具体质量按水路运输工具单位面积载质量确

定,见附录 C。

表 3 水路主要船舶载货部位单位面积载质量范围

船舶	单位面积载质量,kg/m <sup>2</sup>		船舶	单位面积载质量,kg/mm <sup>2</sup>	
	最小	最大		最小	最大
海船	500	10000	河船	1220	10000

2.4 航空运输

运输包装件底面每平方米的通用质量为 400kg。运输包装件底面每平方米的允许质量为 1952kg,超出此界限时,应作为特殊运输。

具体单位面积质量按航空运输工具单位面积载质量确定,见附录 D。

根据不同的航空集装箱或集装板单元,其运输包装件质量应分别小于该航空集装箱或集装板单元载质量,见表 4 和表 5。

表 4 航空集装箱载质量

型式	载质量	型式	载质量
LD-2	1224	LD-3	1587

表 5 航空集装板载质量

型式	载质量	型式	载质量
P1P	4626	P6P	5103

2.5 集装箱运输(航空运输除外)

运输包装件通用质量为最小额定质量 10160kg 减去空箱质量。运输包装件允许质量为最大额定质量 30480kg 减去空箱质量。

根据不同的箱型,其运输包装件质量为该箱型额定质量减去空箱质量,具体质量按《系列 1 集装箱 分类、尺寸和额定质量》(GB/T 1413)的集装箱额定质量确定,见附录 E。

附录 A(资料性附录) 公路运输载质量

表 A.1 中给出的公路运输主要货车车型载质量是在实际中常用的车型载质量。

表 A.1 公路主要货车车型载质量

序号	种类	车型	载质量	序号	种类	车型	载质量
1	轻型货车	WHQ1020S	500	11	中型货车	CA111K2P	6000
2	轻型货车	CA1026LF	700	12	中型货车	CA111K2PL1	6000
3	轻型货车	YC1021QS	1075	13	中型货车	CA111K2PL2	6000
4	轻型货车	JX1030	1250	14	中型货车	EQ140	5000
5	轻型货车	SXZ1032	1250	15	中型货车	EQ1116G	6000
6	轻型货车	NJ1061	3000	16	中型货车	EQ1116G18D	6000
7	中型货车	CA1091	5000	17	中型货车	EQ1116H	6000
8	中型货车	CA1092PK2L2	5000	18	中型货车	LZ1090D	5000
9	中型货车	CA1092PK2L3	5000	19	中型货车	LZ1090DJ	5000
10	中型货车	CA1092PK2L4	5000	20	中型货车	LZ1090DK	5000

表 A.1(续)

kg

序号	种类	车型	载质量	序号	种类	车型	载质量
21	中型货车	LZ1090FK	5000	33	重型货车	CQ19210	10650
22	中型货车	QD1090KL2	5000	34	重型货车	CQ30290	18650
23	中型货车	QD1090KL4	5000	35	厢式货车	EQ140SA	5000
24	中型货车	QD3090K	4500	36	厢式货车	解放 141	5000
25	中型货车	NJD1100DK	5000	37	厢式货车	南京东风	4500
26	中型货车	NJD1112DP	5000	38	厢式货车	NJT5110XLD	5000
27	中型货车	NJD1113DP	5000	39	厢式货车	NJT5113XLD	5000
28	中型货车	吉尔 130	6000	40	厢式货车	武汉东风加长	5000
29	中型货车	R10.215F	5000	41	厢式货车	SG5060	3000
30	中型货车	IFW50L	5000	42	挂车	东风	10000
31	重型货车	日本尼桑	8000	43	挂车	东风	10000
32	重型货车	CQ1260.01	15150	44	厢式挂车	东风	4500

## 附录 B(资料性附录) 铁路运输载质量

表 B.1 中给出的铁路运输主要货车车型载质量是在实际中常用的车型载质量。

表 B.1 铁路主要货车车型载质量

kg

序号	种类	车型	载质量	序号	种类	车型	载质量
1	棚车	P13	60000	22	敞车	C50	50000
2	棚车	P50	50000	23	敞车	C50	50000
3	棚车	P50	50000	24	敞车	C60	60000
4	棚车	P60	60000	25	敞车	C61	61000
5	棚车	P61	60000	26	敞车	C62	60000
6	棚车	P62	60000	27	敞车	C62A	60000
7	平车	N6	60000	28	保温车	B6	45000
8	平车	N12	60000	29	保温车	B8	37000
9	平车	N13	60000	30	保温车	B11	30000
10	平车	N15	65000	31	保温车	B12A	45000
11	平车	N16	65000	32	保温车	B17	40000
12	平车	N17	60000	33	保温车	B17	40000
13	平车	N17	60000	34	保温车	B17-1	40000
14	平车	N17	60000	35	保温车	B17-3	40000
15	平车	N60	60000	36	保温车	B18	40000
16	敞车	C16	65000	37	保温车	B18-1	40000
17	敞车	C16	60000	38	保温车	B19	40000
18	敞车	C50	50000	39	保温车	B19-1	40000
19	敞车	C50	50000	40	保温车	B20	40000
20	敞车	C50	50000	41	保温车	B21	46000
21	敞车	C50	50000	42	保温车	B22	46000

附录 C(资料性附录) 水路运输单位面积载质量

C.1 表 C.1 中给出的远洋、沿海主要杂货船载货部位单位面积载质量,是在实际中常用的载货部位单位面积载质量。

表 C.1 海上(远洋、沿海)主要杂货船载货部位单位面积载质量 kg/m<sup>2</sup>

船型种类	货舱号	单位面积载质量	船型种类	货舱号	单位面积载质量
1	I	1750	16	I、II	2000
2	I	2100	17	I	2500
3	I、II	2000	18	I、II	1750
4	I、II	2600	19	I	500
5	I	1700		II	3000
6	I	2000		III	2500
7	I、II	1600		IV	10000
8	II	1760	20	I	2000
9	I、II、III	850~4420		II	2500
10	I	1500~4500		III	3000
	II	1300	21	I	2000
11	I	2000	22	I	2500
12	I、II	2500	23	I	2000
13	I、II	2000	24	I	7000
14	I、II、III	1200~8000	25	I	2000
15	I	1500			
	II	2500			
	III	10000			

C.2 表 C.2 中给出的内河主要货船载货部位单位面积载质量,是在实际中使用较多的载货部位单位面积载质量。

表 C.2 内河(包括长江)主要货船载货部位单位面积载质量 kg/m<sup>2</sup>

船型种类	单位面积载质量	船型种类	单位面积载质量	船型种类	单位面积载质量
1	6000	13	8000	25	6000
2	7500	14	8000	26	2500
3	8000	15	3000	27	1500
4	8000	16	3000	28	1780
5	1500	17	10000	29	1800
6	3000	18	3000	30	1400
7	8000	19	3000	31	2650
8	8000	20	1500	32	2650
9	8000	21	1220	33	2850
10	3000	22	1220	34	10000
11	1400	23	3000	35	10000
12	2500	24	6000	36	8000

C.3 每件运输货物的质量应大于 10kg。

附录 D(资料性附录) 航空运输单位面积载质量

D.1 表 D.1 中给出的航空运输主要机型单位面积载质量是在实际中常用的飞机货舱单位面积载质量。

表 D.1 航空运输主要机型货舱单位面积载质量 kg/m<sup>2</sup>

序号	机型	货舱	单位面积载质量	序号	机型	货舱	单位面积载质量
1	747-400COMBI	主货舱	1952	9	MD-11(AY)	后下货舱	732
		下货舱	976	10	DC-10-30(AY)	前下货舱	732
2	747-200 全货机	主货舱	1952			后下货舱	732
		下货舱	976	11	AIRBUS A300-600	前下货舱	732
3	747-200COMBI	主货舱	1952			后下货舱	732
		下货舱	976	12	L-1011	下货舱	738
4	747-400 全客机	下货舱	976	13	AIRBUS A310-200	前下货舱	732
5	747SP	下货舱	976			后下货舱	732
6	767-200	前下货舱	976	14	IL-86	下货舱	400
		后下货舱	976	15	TU-154	前货舱	600
7	767-300	前下货舱	976			后货舱	600
		后下货舱	976	16	ATR-72	前货舱	510
8	707C 货机	主货舱	976			后货舱	510
9	MD-11(AY)	前下货舱	732				

D.2 航空运输超限货物规定。

非宽体飞机载运的货物,每件货物质量一般不超过 80kg;宽体飞机载运的货物,每件货物质量一般不超过 250kg。

附录 E(资料性附录) 集装箱额定质量

集装箱额定质量按 GB/T 1413 的规定,见表 E.1。

表 E.1 集装箱额定质量 kg

集装箱型号	额定质量(总质量)	集装箱型号	额定质量(总质量)	集装箱型号	额定质量(总质量)
1AAA	30480	1CC	24000	1DX	10160
1AA	30480	1C	24000		
1A	30480	1D	10160		



本标准适用于在道路上使用的汽车(最大设计总质量超过 26000kg 的汽车起重机除外)、挂车及汽车列车。本标准不适用于军队装备的专用车辆。

1 车辆外廓尺寸要求

1.1 车辆外廓尺寸限值

汽车、挂车及汽车列车的外廓尺寸应不超过表 1 规定最大限值。

表 1 汽车、挂车及汽车列车外廓尺寸的最大限值

表1 汽车、挂车及汽车列车外廓尺寸的最大限值					mm			
车辆类型					车长 <sup>a)</sup>	车宽	车高	
汽车	三轮汽车 <sup>b,c</sup>				4600	1600	2000	
	货车 <sup>e,f</sup> 及 半挂牵引车	最高设计车速小于70km/h的四轮货车 <sup>d</sup>			6000	2000	2500	
		二轴	最大设计总质量小于或等于3500kg			6000	2500 <sup>h)</sup>	4000
			最大设计总质量大于3500kg,且小于或等于8000kg			7000 <sup>g</sup>		
			最大设计总质量大于8000kg,且小于或等于12000kg			8000 <sup>g</sup>		
			最大设计总质量大于12000kg			9000 <sup>g</sup>		
		三轴	最大设计总质量小于或等于20000kg			11000		
			最大设计总质量大于20000kg			12000		
		四轴			12000	2500 <sup>h)</sup>	4000 <sup>i</sup>	
	乘用车 及客车	乘用车及二轴客车			12000			
		三轴客车			13700			
		单铰接客车			18000			
挂车	半挂车 <sup>j</sup>	一轴			8600	2500 <sup>h)</sup>	4000	
		二轴			10000 <sup>k</sup>			
		三轴			13000 <sup>l</sup>			
	中置轴(旅居)挂车				8000	2500 <sup>h)</sup>	4000	
	其他挂车	最大设计总质量小于或等于10000kg			7000			
		最大设计总质量大于10000kg			8000			
汽车 列车	铰接列车				16500 <sup>m</sup>	2500 <sup>h),n</sup>	4000 <sup>o</sup>	
	货车列车				20000			

- <sup>a</sup> 挂车车长为挂车最前端至最后端的距离;
- <sup>b</sup> 即原三轮农用运输车,下同;
- <sup>c</sup> 当采用方向盘转向、由传动轴传递动力、具有驾驶室且驾驶员座椅后设计有物品放置空间时,车长、车宽、车高的限值分别为 5200mm、1800mm、2200mm;
- <sup>d</sup> 指低速载货汽车,即原四轮农用运输车,下同;
- <sup>e</sup> 车长限值不适用于不以运输为目的的专用作业车;
- <sup>f</sup> 最大设计总质量不超过 26000kg 的汽车起重机的车长限值为 13000mm;
- <sup>g</sup> 当货厢与驾驶室分离且货厢为整体封闭式时,车长限值增加 1000mm;
- <sup>h</sup> 对于货厢为整体封闭式的厢式货车(且货厢与驾驶室分离)、整体封闭式厢式半挂车及整体封闭式厢式汽车列车,以及车长大于 11000mm 的客车,车宽最大限值为 2550mm;
- <sup>i</sup> 定线行驶的双层客车车高最大限值为 4200mm;
- <sup>j</sup> 运送不可拆解物体的低平板专用半挂车车宽限值 3000mm;车长限值不适用于运送不可拆解物体的低平板专用半挂车、运送车辆的专用半挂车(但与牵引车组成的列车长度需符合本标准规定)和运送单箱长度大于 12.2m(40ft)集装箱的框架式集装箱半挂车;

表 1(续)

- <sup>k</sup> 对于整体封闭式厢式半挂车、集装箱半挂车,以及组成五轴汽车列车的罐式半挂车,车长最大限值为 13000mm;
- <sup>l</sup> 自 2008 年 1 月 1 日起,在高等级公路上使用的整体封闭式厢式半挂车,车长最大限值为 14600mm;
- <sup>m</sup> 运送不可拆解物体的低平板列车和运送单箱长度大于 12.2m(40ft)集装箱的框架式集装箱列车除外;自 2008 年 1 月 1 日起,与整体封闭式厢式半挂车组成的铰接列车在高等级公路上使用时,车长最大限值为 18100mm;
- <sup>n</sup> 运送不可拆解物体的低平板挂车列车车宽限值 3000mm;
- <sup>o</sup> 对于集装箱挂车列车指装备空集装箱时的高度。2007 年 1 月 1 日以前,集装箱挂车列车的车高最大限值为 4200mm。

1.2 车辆外廓尺寸的其他要求

- 1.2.1 当汽车或汽车列车处于满载状态、外后视镜底边离地高度小于 1800mm 时,其单侧外伸量不得超出汽车或汽车列车最大宽度处 200mm。外后视镜底边离地高度大于或等于 1800mm 时,其单侧外伸量不得超出汽车或汽车列车最大宽度处 250mm。
- 1.2.2 汽车的顶窗、换气装置等处于开启状态时不得超出车高 300mm。
- 1.2.3 汽车的后轴与挂车的前轴之间的距离不得小于3.00m(牵引中置轴挂车除外)。
- 1.2.4 汽车和汽车列车(不计具有作业功能的专用装置的突出部分)必须能在同一个车辆通道圆内通过,车辆通道圆的外圆直径  $D_1$  为 25.00m,车辆通道圆的内圆直径  $D_2$  为 10.60m。汽车和汽车列车由直线行驶过渡到上述圆周运动时,任何部分超出直线行驶时的车辆外侧面垂直面的值(车辆外摆值)  $T$  不得大于 0.80m(单铰接客车的车辆外摆值  $T$  不得大于 1.20m),测量方法见附录 A。

2 车辆的最大允许轴荷限值

2.1 单轴

汽车及挂车单轴的最大允许轴荷不得超过表 2 规定的最大限值。

表 2 汽车及挂车单轴的最大允许轴荷的最大限值 kg

车辆类型		最大允许轴荷最大限值
挂车及二轴货车	每侧单轮胎	6000 <sup>a</sup>
	每侧双轮胎	10000 <sup>b</sup>
客车、半挂牵引车及三轴以上(含三轴)货车	每侧单轮胎	7000 <sup>a</sup>
	每侧双轮胎	非驱动轴 10000 <sup>b</sup>
		驱动轴 11500

- <sup>a</sup> 安装名义断面宽度超过 400(公制系列)或 13.00(英制系列)轮胎的车轴,其最大允许轴荷不得超过规定的各轮胎负荷之和,且最大限值为 10000kg;
- <sup>b</sup> 装备空气悬架时最大允许轴荷的最大限值为 11500kg。

2.2 并装轴

汽车及挂车并装轴的最大允许轴荷不得超过表 3 规定的最大限值。

2.3 其他类型的车轴

对于其他类型的车轴,其最大允许轴荷不得超过该轴轮胎数×3000kg。

表 3 汽车及挂车并装轴的最大允许轴荷的最大限值 kg

车辆类型			最大允许轴荷最大限值
汽车	并装双轴	并装双轴的轴距小于 1000mm	11500
		并装双轴的轴距大于或等于 1000mm,且小于 1300mm	16000
		并装双轴的轴距大于或等于 1300mm,且小于 1800mm	18000 <sup>a</sup>
挂车	并装双轴	并装双轴的轴距小于 1000mm	11000
		并装双轴的轴距大于或等于 1000mm,且小于 1300mm	16000
		并装双轴的轴距大于或等于 1300mm,且小于 1800mm	18000
		并装双轴的轴距大于或等于 1800mm	20000
	并装三轴	相邻两轴之间距离小于或等于 1300mm	21000
		相邻两轴之间距离大于 1300mm,且小于或等于 1400mm	24000

<sup>a</sup> 驱动轴为每轴每侧双轮胎且装备空气悬架时,最大允许轴荷的最大限值为 19000kg。

3 车辆总质量限值

汽车、挂车及汽车列车的最大允许总质量不得超过各车轴最大允许轴荷之和,且不得超过表 4 规定的最大限值。货车、挂车的最大设计总质量不得小于表 4 规定的最小限值。

表 4 汽车、挂车及汽车列车最大允许总质量的最大限值及最大设计总质量的最小限值 kg

车辆类型			最大允许总质量 最大限值	最大设计总质量 最小限值
汽车	三轮汽车		2000 <sup>a</sup>	—
	乘用车		4500	
	客车	二轴客车	18000	
		三轴客车	25000 <sup>b</sup>	
		单铰接客客车	28000	
	半挂牵引车	二轴半挂牵引车	18000	
		三轴半挂牵引车	25000 <sup>b</sup>	
	货车	二轴货车	16000 <sup>c,d</sup>	—
		三轴货车	25000 <sup>b</sup>	16000
		具有双转向轴的四轴汽车	31000 <sup>e</sup>	24000
挂车	半挂车	一轴半挂车	18000	10000
		二轴半挂车	35000	19000 <sup>f</sup>
		三轴半挂车	40000	28000 <sup>f</sup>
	其他挂车	二轴挂车,每轴每侧为单轮胎	12000	8000
		二轴挂车,一轴每侧为单轮胎、 另一轴每侧为双轮胎	16000	11000
		二轴挂车,每轴每侧为双轮胎	20000	14000
汽车列车	二轴汽车和一轴挂车组成的汽车列车		27000	—
	二轴汽车和二轴挂车组成的汽车列车		35000 <sup>g</sup>	
	具有五轴的汽车列车		43000	
	具有六轴的汽车列车		49000	

<sup>a</sup> 当采用方向盘转向、由传动轴传递动力、具有驾驶室且驾驶员座椅后设计有物品放置空间时,最大允许总质量最大限值为 3000kg;  
<sup>b</sup> 当驱动轴为每轴每侧双轮胎且装备空气悬架时,最大允许总质量的最大限值为 26000kg;  
<sup>c</sup> 当驱动轴为每轴每侧双轮胎且装备空气悬架时,最大允许总质量的最大限值为 17000kg;  
<sup>d</sup> 对于最高设计车速小于 70km/h 的四轮货车,最大允许总质量的最大限值为 4500kg;  
<sup>e</sup> 当驱动轴为每轴每侧双轮胎且装备空气悬架时,最大允许总质量的最大限值为 32000kg;  
<sup>f</sup> 不适用于运送车辆的专用半挂车;  
<sup>g</sup> 驱动轴为每轴每侧双轮胎并装备空气悬架、且半挂车的两轴之间的距离  $d \geq 1800\text{mm}$  的铰接列车,最大允许总质量的最大限值为 37000kg。

#### 4 其他要求

- 4.1 汽车或汽车列车驱动轴的轴荷不得小于汽车或汽车列车最大总质量的25%。
- 4.2 四轴汽车(自卸车除外)的最大允许总质量的数值(单位:t)不能超过其最前轴至最后轴的距离的数值(单位:m)的5倍。
- 4.3 挂车及二轴货车的货箱栏板高度不得超过600mm,二轴自卸车、三轴及三轴以上货车的货箱栏板高度不得超过800mm,三轴及三轴以上自卸车的货箱栏板高度不得超过1500mm。
-

[ G e n e r a l   I n f o r m a t i o n ]

书名 = 重型机械标准 第1卷

作者 = 中国重型机械工业协会，《重型机械标准》编写委员会编

页数 = 633

出版社 = 云南科技出版社

出版日期 = 2008 . 3

SS号 = 12103471

DX号 = 000007417767