

中华人民共和国国家标准

UDC 621.882  
.2/.6  
:539.3  
GB 3098.1—82  
(1988年确认)

# 紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱

Mechanical properties of fasteners  
bolts, screws and studs

## 1 引言

本标准等效采用国际标准ISO898/1—1978《紧固件机械性能—第1部分：螺栓、螺钉和螺柱》。

本标准适用于由碳钢或合金钢制造的、任何形状的、螺纹直径为3~39mm的螺栓、螺钉和螺柱。其螺纹尺寸及公差按GB 193—81、GB 196—81和GB 197—81规定。

本标准不适用于紧定螺钉及类似的不规定抗拉强度的螺纹紧固件。

本标准未规定可焊接性、耐腐蚀性及工作温度高于+300℃或低于-50℃的机械性能要求。

注：① 对于螺纹直径>39mm的螺栓、螺钉和螺柱，只要机械性能符合本标准的性能等级，亦可按相应的标记制度作出标记。

② 用易切钢制造的螺栓、螺钉和螺柱不能用于+250℃以上。

## 2 引用标准

- GB 193 普通螺纹直径与螺距系列
- GB 196 普通螺纹基本尺寸
- GB 197 普通螺纹公差与配合
- GB 231 金属布氏硬度试验方法
- GB 230 金属洛氏硬度试验法
- GB 4340 金属维氏硬度试验方法
- GB 228 金属拉力试验法
- GB 229 金属材料夏比(U型缺口)冲击试验方法
- GB 5277 紧固件 螺栓和螺钉通孔

## 3 标记制度

螺栓、螺钉和螺柱性能等级的标记制度如表1所示。

表 1 性能等级

公称抗拉强度 $\sigma_b, N/mm^2$	300 400 500 600 700 800 900 1000 1200 1400																																																																																																																																																										
	最小伸长率 $\delta_5, \%$	7													8				6.8						12.9			9									10.9				10			5.8					9.8					12							8.8						14		4.8											16													18													20			5.6										22		4.6											25	3.6												30										
	8				6.8						12.9			9									10.9				10			5.8					9.8					12							8.8						14		4.8											16													18													20			5.6										22		4.6											25	3.6												30																								
	9									10.9				10			5.8					9.8					12							8.8						14		4.8											16													18													20			5.6										22		4.6											25	3.6												30																																					
	10			5.8					9.8					12							8.8						14		4.8											16													18													20			5.6										22		4.6											25	3.6												30																																																		
	12							8.8						14		4.8											16													18													20			5.6										22		4.6											25	3.6												30																																																															
	14		4.8											16													18													20			5.6										22		4.6											25	3.6												30																																																																												
	16													18													20			5.6										22		4.6											25	3.6												30																																																																																									
	18													20			5.6										22		4.6											25	3.6												30																																																																																																						
	20			5.6										22		4.6											25	3.6												30																																																																																																																			
	22		4.6											25	3.6												30																																																																																																																																
	25	3.6												30																																																																																																																																													
	30																																																																																																																																																										

屈服点与抗拉强度的关系

屈服比	.6	.8	.9
$\frac{\text{公称屈服点 } (\sigma_s) \text{ 或公称屈服强度 } (\sigma_{0.2})}{\text{公称抗拉强度 } (\sigma_b)} \times 100\%$	60	80	90

注：9.8级仅适用于螺纹直径 $<16\text{mm}$ 的规格。

性能等级的标记代号由“.”隔开的两部分数字组成：

第一部分数字（“.”前）表示公称抗拉强度（ $\sigma_b$ ）的1/100；

第二部分数字（“.”后）表示公称屈服点（ $\sigma_s$ ）或公称屈服强度（ $\sigma_{0.2}$ ）与公称抗拉强度（ $\sigma_b$ ）比值（屈服比）的10倍。

这两部分数字的乘积为公称屈服点（ $\sigma_s$ ）或公称屈服强度（ $\sigma_{0.2}$ ）的1/10。

根据本标记制度的规定，各性能等级的最小屈服点（ $\sigma_{s, \min}$ ）或最小屈服强度（ $\sigma_{0.2, \min}$ ）和最小抗拉强度（ $\sigma_{b, \min}$ ）等于或大于其公称值。

注：对标准紧固件所采用的性能等级，在相应的产品标准中给出。对非标准紧固件，可参照类似的标准紧固件选用。

#### 4 材料

表 2 规定了各性能等级适用的钢材。

对性能等级为8.8~12.9级的紧固件，表 2 规定的最低回火温度，是必须遵循的。

根据供需双方协议，当供方能够保证机械性能时，可以采用表2以外的材料和热处理。

表 2 材料

性能等级	材 料 和 热 处 理	化 学 成 分, %				最低回火温度 ℃
		C		P	S	
		min	max	max	max	
3.6	低碳钢	—	0.20	0.05	0.06	—
4.6	低碳钢或中碳钢	—	0.55	0.05	0.06	—
4.8						
5.6	低碳钢或中碳钢	0.15	0.55	0.05	0.06	—
5.8		—				
6.8		—				
8.8	低碳合金钢（如硼或锰或铬）淬火并回火	0.15	0.35	0.04	0.05	340
	中碳钢，淬火并回火	0.25	0.55	0.04	0.05	450
9.8	低碳合金钢（如硼或锰或铬），淬火并回火	0.15	0.35	0.04	0.05	340
	中碳钢，淬火并回火	0.25	0.55	0.04	0.05	410
10.9	低碳合金钢（如硼或锰或铬），淬火并回火	0.15	0.35	0.04	0.05	340
10.9	中碳钢，淬火并回火	0.25	0.55	0.04	0.05	425
	或低、中碳合金钢（如硼或锰或铬），淬火并回火	0.20	0.55			
	或合金钢，淬火并回火	0.20	0.55	0.035	0.035	
12.9	合金钢，淬火并回火	0.20	0.50	0.035	0.035	380

注：① 用再回火试验检查最低回火温度。

② 3.6、4.6、4.8、5.8、6.8级允许采用易切钢制造，其硫、磷及铅的最大含量为：硫0.34%；磷0.11%；铅0.35%。

③ 对于8.8级，为保证良好的淬透性，螺纹直径>20mm的紧固件，必须采用对10.9级规定的合金钢。

④ 合金钢应含有一种或几种铬、镍、钼或钒的合金元素。

⑤ 对10.9、12.9性能等级的材料，应具有良好的淬透性。以保证螺纹截面的芯部在淬火后、回火前得到约90%的马氏体组织。

⑥ 由低碳马氏体钢制造的产品，应在性能等级代号下加一横线，即10.9。

⑦ 对于8.8级、螺纹直径>20mm的紧固件，可以采用425℃的最低回火温度。

## 5 机械性能

在常温下按第8章规定的方法进行试验时，螺栓、螺钉和螺柱的机械性能应符合表3规定。

表 3 螺栓、螺钉和螺柱的机械性能

分项条号	机械性能		性能等级											
			3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8 <M16   >M16		9.8	10.9	12.9	
5.1 和 5.2	抗拉强度 $\sigma_b, N/mm^2$	公称	300	400		500		600	800	800	900	1000	1200	
		min	330	400	420	500	520	600	800	830	900	1040	1220	
5.3	维氏硬度HV <sub>30</sub>	min	95	120	130	155	160	190	250	255	290	320	385	
		max	250						320	335	336	380	435	
5.4	布氏硬度HB $P=30D^2$ (HB<140时, $P=10D^2$ )	min	90	114	124	147	152	181	238	242	276	304	366	
		max	242						304	318	342	361	414	
5.5	洛氏硬度HR	min	HRB	52	67	70	80	83	89	—				
			HRC	—						22	23	28	32	39
		max	HRB	100						—				
			HRC	—						32	34	37	39	44
5.6	表面硬度HV <sub>0.3</sub>	max	—						注 <sup>⑤</sup>					
5.7	屈服点 $\sigma_s, N/mm^2$	公称	180	240	320	300	400	480						
		min	190	240	340	300	420	480						
5.8	屈服强度 $\sigma_{0.2}, N/mm^2$	公称	—						640	640	720	900	1080	
		min	—						640	660	720	940	1100	
5.9	保证应力	$S_p/\sigma_{s\min}$ 或 $S_p/\sigma_{0.2\min}$	0.94	0.94	0.91	0.94	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.88	0.88	
		$S_p, N/mm^2$	180	230	310	280	380	440	580	600	660	830	970	
5.10	伸长率 $\delta_5, \%$	min	25	22	14	20	10	8	12	12	10	9	8	
5.11	楔负载强度	对螺栓和螺钉(不包括螺柱)的数值等于最小抗拉强度见5.2条												
5.12	冲击吸收功 $A_{KU}, J$	min	—			25	—		30	30	25	20	15	
5.13	头部坚固性	在头部及钉杆与头部交接的圆角处不应产生任何裂缝												
5.14	螺纹未脱碳层的最小高度E	—						$\frac{1}{2}H_1$		$\frac{2}{3}H_1$	$\frac{3}{4}H_1$			
	全脱碳层的最大深度G, mm	—						0.015						

注: ① 8.8级第二栏 (>M16), 对钢结构用螺栓为>M12。

② 9.8级仅适用于螺纹直径<16mm的规格。

③ 当屈服点 $\sigma_s$ 不能测定时, 允许以测量屈服强度 $\sigma_{0.2}$ 的方法代替。

④ 冲击吸收功 $A_{KU}$ 按GB 229附录图A1的试样。

⑤ 表面硬度不应比芯部硬度高出30个维氏硬度值, 但对10.9级的表面硬度应不大于390HV<sub>30</sub>。

### 6 机械性能的试验项目

用第8章规定的方法对螺栓、螺钉和螺柱按表5规定的A类或B类项目进行试验。

B类项目适用于螺栓、螺钉和螺柱实物的常规检验。

对表4标记“○”的紧固件用B类项目进行仲裁。

A类项目适用于机加工试件和螺杆上无螺纹部分的截面积小于螺纹应力截面积的螺栓、螺钉及螺柱。

对螺纹直径>4mm并且长度≥3d的紧固件(表4标记“●”)用A类项目进行仲裁。



表6 粗牙螺纹的最小拉力载荷

螺纹直径 <i>d</i> mm	螺距 <i>P</i> mm	公称应力 截面积 <i>A<sub>s</sub></i> mm <sup>2</sup>	性能等级									
			3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
			最小拉力载荷 ( <i>A<sub>s</sub> × σ<sub>b</sub></i> ), N									
3	0.5	5.03	1660 (169)	2010 (205)	2110 (215)	2510 (256)	2620 (267)	3020 (308)	4020 (410)	4530 (462)	5230 (533)	6140 (626)
3.5	0.6	6.78	2240 (228)	2710 (276)	2850 (291)	3390 (346)	3520 (359)	4070 (415)	5420 (552)	6100 (622)	7050 (719)	8270 (843)
4	0.7	8.78	2900 (296)	3510 (358)	3690 (376)	4390 (448)	4560 (465)	5270 (537)	7020 (716)	7900 (805)	9130 (931)	10700 (1090)
5	0.8	14.2	4690 (478)	5680 (579)	5960 (608)	7100 (724)	7380 (752)	8520 (869)	11400 (1160)	12800 (1300)	14800 (1500)	17300 (1760)
6	1	20.1	6630 (676)	8040 (820)	8440 (860)	10000 (1020)	10500 (1070)	12100 (1230)	16100 (1640)	18100 (1850)	20900 (2130)	24500 (2500)
7	1	28.9	9540 (972)	11600 (1180)	12100 (1230)	14400 (1470)	15000 (1530)	17300 (1760)	23100 (2350)	26000 (2650)	30100 (3070)	35300 (3600)
8	1.25	36.6	12100 (1230)	14600 (1490)	15400 (1570)	18300 (1870)	19000 (1940)	22000 (2240)	29300 (2990)	32900 (3350)	38100 (3880)	44700 (4560)
10	1.5	58.0	19100 (1950)	23200 (2360)	24400 (2490)	29000 (2960)	30200 (3080)	34800 (3550)	46400 (4730)	52200 (5320)	60300 (6150)	70800 (7220)
12	1.75	84.3	27800 (2830)	33700 (3440)	35400 (3610)	42200 (4300)	43800 (4460)	50600 (5160)	67400* (6870)	75900 (7740)	87700 (8940)	103000 (10500)
14	2	115	38000 (3870)	46000 (4690)	48300 (4920)	57500 (5860)	59800 (6090)	69000 (7030)	92000* (9380)	104000 (10600)	120000 (12200)	140000 (14300)
16	2	157	51800 (5280)	62800 (6400)	65900 (6720)	78500 (8000)	81600 (8320)	94200 (9600)	126000* (12800)	141000 (14400)	163000 (16600)	192000 (19600)
18	2.5	192	63400 (6460)	76800 (7830)	80600 (8220)	96000 (9790)	99800 (10200)	115000 (11700)	159000 (16200)	—	200000 (20400)	234000 (23900)
20	2.5	245	80800 (8240)	98000 (9990)	103000 (10500)	122000 (12400)	127000 (12900)	147000 (15000)	203000 (20700)	—	255000 (26000)	299000 (30500)
22	2.5	303	100000 (10200)	121000 (12300)	127000 (12900)	152000 (15500)	158000 (16100)	182000 (18600)	251000 (25600)	—	315000 (32100)	370000 (37700)
24	3	353	116000 (11800)	141000 (14400)	148000 (15100)	176000 (18000)	184000 (18800)	212000 (21600)	293000 (29900)	—	367000 (37400)	431000 (43900)
27	3	459	151000 (15400)	184000 (18800)	193000 (19700)	230000 (23400)	239000 (24400)	275000 (28000)	381000 (38800)	—	477000 (48600)	560000 (57100)
30	3.5	561	185000 (18900)	224000 (22800)	236000 (24100)	280000 (28500)	292000 (29800)	337000 (34400)	466000 (47500)	—	583000 (59400)	684000 (69700)
33	3.5	694	229000 (23300)	278000 (28300)	291000 (29700)	347000 (35400)	361000 (36800)	416000 (42400)	576000 (58700)	—	722000 (73600)	847000 (86300)
36	4	817	270000 (27500)	327000 (33300)	343000 (35000)	408000 (41600)	425000 (43300)	490000 (49900)	678000 (69100)	—	850000 (86600)	997000 (102000)
39	4	976	322000 (32800)	390000 (39800)	410000 (41800)	488000 (49700)	508000 (51800)	586000 (59700)	810000 (82600)	—	1020000 (104000)	1190000 (121000)

注：① 括号内的数值，以kgf计。

② 对钢结构用螺栓，在表内数值上带“\*”记号者，分别以70000、95500及130000N代替。

表 7 粗牙螺纹的保证载荷

螺纹 直径 $d$ mm	螺距 $P$ mm	公称应力 截面积 $A_s$ mm <sup>2</sup>	性 能 等 级									
			3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
			保 证 载 荷 ( $A_s \times S_p$ ), N									
3	0.5	5.03	905 (92.3)	1160 (118)	1560 (159)	1410 (144)	1910 (195)	2210 (225)	2920 (298)	3320 (338)	4170 (425)	4880 (497)
3.5	0.6	6.78	1220 (124)	1560 (159)	2100 (214)	1900 (194)	2580 (263)	2980 (304)	3930 (401)	4470 (456)	5630 (574)	6580 (671)
4	0.7	8.78	1580 (161)	2020 (206)	2720 (277)	2460 (251)	3340 (340)	3860 (393)	5090 (519)	5790 (590)	7290 (743)	8520 (869)
5	0.8	14.2	2560 (261)	3270 (333)	4400 (449)	3980 (406)	5400 (550)	6250 (637)	8240 (840)	9370 (955)	11800 (1200)	13800 (1410)
6	1	20.1	3620 (369)	4620 (471)	6230 (635)	5630 (574)	7640 (779)	8840 (901)	11700 (1190)	13300 (1356)	16700 (1700)	19500 (1990)
7	1	28.9	5200 (530)	6650 (678)	8960 (913)	8090 (825)	11000 (1120)	12700 (1290)	16800 (1710)	19100 (1947)	24000 (2450)	28000 (2850)
8	1.25	36.6	6590 (672)	8420 (858)	11300 (1150)	10200 (1040)	13900 (1420)	16100 (1640)	21200 (2160)	24200 (2467)	30400 (3100)	35500 (3620)
10	1.5	58.0	10400 (1060)	13300 (1356)	18000 (1830)	16200 (1650)	22000 (2240)	25500 (2600)	33600 (3430)	38300 (3904)	48100 (4900)	56300 (5740)
12	1.75	84.3	15200 (1550)	19400 (1978)	26100 (2660)	23600 (241)	32000 (3260)	37100 (3780)	48900* (4980)	55600 (5668)	70000 (7140)	81800 (8340)
14	2	115	20700 (2110)	26400 (2691)	35600 (3630)	32200 (3280)	43700 (4450)	50600 (5160)	66700* (6800)	75900 (7737)	95400 (9720)	112000 (11400)
16	2	157	28300 (2880)	36100 (3680)	48700 (4960)	44000 (4490)	59700 (6090)	69000 (7030)	91100* (9290)	104000 (10601)	130000 (13300)	152000 (15500)
18	2.5	192	34500 (3530)	44200 (4506)	59500 (6070)	53800 (5480)	73000 (7440)	84500 (8610)	115000 (11700)	—	159000 (16200)	186000 (19000)
20	2.5	245	44100 (4500)	56400 (5749)	76000 (7750)	68600 (6990)	93100 (9490)	108000 (11000)	147000 (15000)	—	203000 (20700)	238000 (24300)
22	2.5	303	54500 (5560)	69700 (7105)	93900 (9570)	84800 (8640)	115000 (11700)	133000 (13600)	182000 (18600)	—	251000 (25600)	294000 (30000)
24	3	353	63500 (6470)	81200 (8277)	109000 (11100)	98800 (10100)	134000 (13700)	155000 (15800)	212000 (21600)	—	293000 (29900)	342000 (35000)
27	3	459	82600 (8420)	106000 (10805)	142000 (14500)	129000 (13100)	174000 (17700)	202000 (20600)	275000 (28000)	—	381000 (38800)	445000 (45400)
30	3.5	561	101000 (10300)	129000 (13150)	174000 (17700)	157000 (16000)	213000 (21700)	247000 (25200)	337000 (34400)	—	466000 (47500)	544000 (55500)
33	3.5	694	125000 (12700)	160000 (16310)	215000 (21900)	194000 (19800)	264000 (26900)	305000 (31100)	416000 (42400)	—	576000 (58700)	673000 (68600)
36	4	817	147000 (15000)	188000 (19164)	253000 (25800)	229000 (23300)	310000 (31600)	359000 (36600)	490000 (49900)	—	678000 (69100)	792000 (80700)
39	4	976	176000 (17900)	224000 (22834)	303000 (30900)	273000 (27800)	371000 (37800)	429000 (43700)	586000 (59700)	—	810000 (82600)	947000 (96500)

注：① 括号内的数值，以kgf计。

② 对钢结构用螺栓，在表内数值带“\*”记号者，分别以50700、68800及94500N代替。

表 8 细牙螺纹的最小拉力载荷

螺纹 直径 $d$ mm	螺距 $P$ mm	公称应力 截面积 $A_s$ mm <sup>2</sup>	性 能 等 级									
			3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
			最 小 拉 力 载 荷 ( $A_s \times \sigma_b$ ), N									
8	1	39.2	12900 (1310)	15700 (1600)	16500 (1680)	19600 (2000)	20400 (2080)	23500 (2400)	31400 (3200)	35300 (3600)	40800 (4160)	47800 (4870)
10	1	64.5	21300 (2170)	25800 (2630)	27100 (2760)	32200 (3280)	33500 (3410)	38700 (3940)	51600 (5260)	58000 (5910)	67100 (6840)	78700 (8020)
10	1.25	61.2	20200 (2060)	24500 (2500)	25700 (2620)	30600 (3100)	31800 (3240)	36700 (3740)	49000 (4990)	55100 (5620)	63600 (6480)	74700 (7610)
12	1.25	92.1	30400 (3100)	36800 (3750)	38700 (3940)	46000 (4690)	47900 (4880)	55300 (5640)	73700 (7510)	82900 (8450)	95800 (9770)	112000 (11400)
12	1.5	88.1	29100 (3000)	35200 (3600)	37000 (3770)	44000 (4490)	45800 (4670)	52900 (5390)	70500 (7190)	79300 (8080)	91600 (9340)	107000 (10900)
14	1.5	125	41200 (4200)	50000 (5100)	52500 (5350)	62500 (6370)	65000 (6630)	75000 (7640)	100000 (10200)	112000 (11400)	130000 (13300)	152000 (15500)
16	1.5	167	55100 (5620)	66800 (6810)	70100 (7150)	83500 (8510)	86800 (8850)	100000 (10200)	134000 (13700)	150000 (15300)	174000 (17700)	204000 (20800)
18	1.5	216	71300 (7290)	86400 (8810)	90700 (9250)	108000 (11000)	112000 (11400)	130000 (13300)	179000 (18200)	—	225000 (22900)	264000 (26900)
20	1.5	272	89800 (9150)	109000 (11100)	114000 (11600)	136000 (13900)	141000 (14400)	163000 (16600)	226000 (23000)	—	283000 (28800)	332000 (33800)
22	1.5	333	110000 (11200)	133000 (13600)	140000 (14300)	166000 (16900)	173000 (17600)	200000 (20400)	276000 (28100)	—	346000 (35300)	406000 (41400)
24	2	384	127000 (12900)	154000 (15700)	161000 (16400)	192000 (19600)	200000 (20400)	230000 (23400)	319000 (32500)	—	399000 (40700)	468000 (47700)
27	2	496	164000 (16700)	198000 (20200)	208000 (21200)	248000 (25300)	258000 (26300)	298000 (30400)	412000 (42000)	—	516000 (52600)	605000 (61700)
30	2	621	205000 (20900)	248000 (25300)	261000 (26600)	310000 (31600)	323000 (32900)	373000 (38000)	515000 (52500)	—	646000 (65900)	758000 (77300)
33	2	761	251000 (25600)	304000 (31000)	320000 (32600)	380000 (38700)	396000 (40400)	457000 (46600)	632000 (64400)	—	791000 (80600)	928000 (94600)
36	3	865	285000 (29100)	346000 (35300)	363000 (37000)	432000 (44000)	450000 (45900)	519000 (52900)	718000 (73200)	—	900000 (91700)	1060000 (108000)
39	3	1030	340000 (34700)	412000 (42000)	433000 (44100)	515000 (52500)	536000 (54600)	618000 (63000)	855000 (87200)	—	1070000 (109000)	1260000 (128000)

注：括号内的数值，以kgf计。



表 9 细牙螺纹的保证载荷

螺纹直径 <i>d</i> mm	螺距 <i>P</i> mm	公称应力 截面积 <i>A<sub>s</sub></i> mm <sup>2</sup>	性 能 等 级									
			3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
			保 证 载 荷 ( <i>A<sub>s</sub> × S<sub>p</sub></i> ), N									
8	1	39.2	7060 (720)	9020 (919)	12200 (1240)	11000 (1120)	14900 (1520)	17200 (1750)	22700 (2310)	25900 (2640)	32500 (3310)	38000 (3870)
10	1	64.5	11600 (1180)	14800 (1509)	20000 (2040)	18100 (1850)	24500 (2500)	28400 (2900)	37400 (3810)	42600 (4342)	53500 (5450)	62600 (6380)
10	1.25	61.2	11000 (1120)	14100 (1437)	19000 (1940)	17100 (1740)	23300 (2380)	26900 (2740)	35500 (3620)	40400 (4118)	50800 (5180)	59400 (6060)
12	1.25	92.1	16600 (1690)	21200 (2161)	28600 (2920)	25800 (2630)	35000 (3570)	40500 (4130)	53400 (5440)	60800 (6198)	76400 (7790)	89300 (9100)
12	1.5	88.1	15900 (1620)	20300 (2069)	27300 (2780)	24700 (2520)	33500 (3410)	38800 (4000)	51100 (5210)	58100 (5922)	73100 (7450)	85500 (8720)
14	1.5	125	22500 (2290)	28800 (2936)	38800 (3960)	35000 (3570)	47500 (4840)	55000 (5610)	72500 (7390)	82500 (8410)	104000 (10600)	121000 (12300)
16	1.5	167	30100 (3070)	38400 (3914)	51800 (5280)	46800 (4770)	63500 (6470)	73500 (7490)	96900 (9880)	110000 (11213)	139000 (14200)	162000 (16500)
18	1.5	216	38900 (3970)	49700 (5066)	67000 (6830)	60500 (6170)	82100 (8370)	95000 (9680)	130000 (13300)	—	179000 (18200)	210000 (21400)
20	1.5	272	49000 (4990)	62600 (6381)	84300 (8590)	76200 (7770)	103000 (10500)	120000 (12200)	163000 (16600)	—	226000 (23000)	264000 (26900)
22	1.5	333	59900 (6110)	76700 (7818)	103000 (10500)	93200 (9500)	127000 (12900)	147000 (15000)	200000 (20400)	—	276000 (28100)	323000 (32900)
24	2	384	69100 (7040)	88300 (9001)	119000 (12100)	108000 (11000)	146000 (14900)	169000 (17200)	230000 (23400)	—	319000 (32500)	372000 (37900)
27	2	496	89300 (9100)	114000 (11621)	154000 (15700)	139000 (14200)	188000 (19200)	218000 (22200)	298000 (30400)	—	412000 (42000)	481000 (49000)
30	2	621	112000 (11400)	143000 (14577)	193000 (19700)	174000 (17700)	236000 (24100)	273000 (27800)	373000 (38000)	—	515000 (52500)	602000 (61400)
33	2	761	137000 (14000)	175000 (17839)	236000 (24100)	213000 (21700)	289000 (29500)	335000 (34100)	457000 (46600)	—	632000 (64400)	738000 (75200)
36	3	865	156000 (15900)	199000 (20285)	268000 (27300)	242000 (24700)	329000 (33500)	381000 (38800)	519000 (53000)	—	718000 (73200)	839000 (85500)
39	3	1030	185000 (18900)	237000 (24159)	319000 (32500)	288000 (29400)	391000 (39900)	453000 (46200)	618000 (63000)	—	855000 (87200)	999000 (102000)

注：括号内的数值，以kgf计。

## 8 试验方法

### 8.1 机加工试件的拉力试验

按图 1 及 GB 228-76 对机加工试件进行拉力试验。检验以下性能：

- 抗拉强度  $\sigma_b$ ；
- 屈服点  $\sigma_s$  或屈服强度  $\sigma_{0.2}$ ；
- 伸长率  $\delta_5$ 。

$$\delta_5 = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \times 100\%$$

对螺纹直径 > 16 mm，并经过热处理的螺栓、螺钉和螺柱，当加工试件时，其杆部直径的减小量，

不应超过试件原有直径的25%（截面积约为44%）。

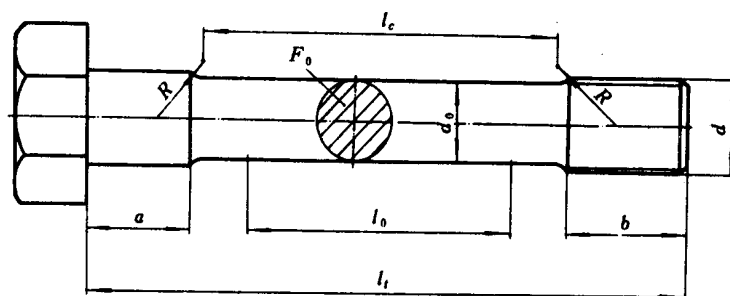


图1 拉力试验的试件

$d$ —外螺纹大径； $d_0$ —试件直径（ $d_0 < \text{外螺纹小径}$ ）；  
 $b$ —螺纹长度（ $b > d$ ）； $l_0 = 5d_0$  或  $5.65\sqrt{F_0}$ ；  
 $l_c$ —直线部分的长度 =  $(l_0 + d_0)$ ； $l_1$ —试件的总长度 =  $(l_c + 2R + a + b)$ ； $l_2$ —断裂后的长度；  
 $F_0$ —横截面积； $R$ —圆角半径（ $R > 4 \text{ mm}$ ）；  
 $a > 0$

### 8.2 螺栓、螺钉和螺柱实物的拉力试验

本试验目的是测定紧固件实物的抗拉强度。其试验方法与机加工试件相同。抗拉强度根据螺纹应力截面积进行计算。

$$\text{螺纹应力截面积: } A_s = \frac{\pi}{4} \left( \frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2$$

式中： $d_2$ ——外螺纹中径（公称尺寸），mm；

$d_3$ ——螺纹的计算直径 =  $d_1 - \frac{H}{6}$ ，mm；

$d_1$ ——外螺纹小径（公称尺寸），mm；

$H$ ——螺纹原始三角形高度，mm。

对螺栓、螺钉进行试验时，承受拉力载荷的未旋合的螺纹长度应为6倍螺距（ $6P$ ）。如不能保证“ $6P$ ”，试验方法由供需双方协议；对螺柱进行试验时，应将螺柱的拧入端拧紧于专用夹具中，当试验拉力达到表6或表8规定的最小拉力载荷（ $A_s \times \sigma_b$ ）时，不得断裂。当载荷大于（ $A_s \times \sigma_b$ ）直至拉断，断裂应发生在杆部或螺纹部分，而不应发生在头与杆部的交接处。

为避免试件承受横向载荷，试验机的夹具应能自动定心，试验时夹头的移动速度，不应超过25mm/min。

### 8.3 硬度试验

常规检查在去除试件的电镀或其他涂层并经适当加工后进行。螺栓、螺钉和螺柱的硬度在头部、末端或杆部进行测定。

如果超出最高硬度，则应在距末端一个螺纹直径的截面上，距中心1/2半径处再次试验。验收时，如有争议，应以维氏硬度试验（HV30）为仲裁试验。

表面硬度应在末端或六角面上测定。为保证测定的准确性，被测部位应经过研磨或抛光。

8.3.1 维氏硬度试验按GB 4340规定。

8.3.2 布氏硬度试验按GB 231规定。

8.3.3 洛氏硬度试验按GB 230规定。

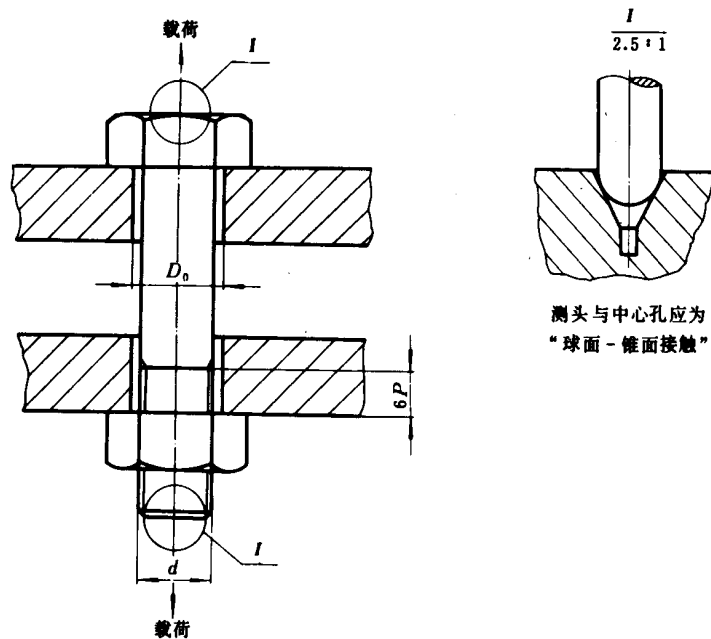
### 8.4 保证载荷试验

螺栓、螺钉和螺柱的保证载荷试验包括下列内容：

a. 按表7或表9施加规定的保证载荷（见图2），对螺柱进行试验时，应将拧入机体端（或等长双头螺柱的任一端）拧紧于专用夹具中；

b. 测量由于施加保证载荷引起的永久伸长量。

施加载荷后的永久伸长量（包括测量误差）不应大于 $12.5\mu\text{m}$ 。



$D_0$  按GB 5277 对中等装配的规定。

图2 螺栓、螺钉保证载荷试验

永久伸长量在带球面测头的专用检具上测量，总的测量误差不应大于 $\pm 5\mu\text{m}$ 。

紧固件每端应打一 $60^\circ$ 中心孔。测量时测头与锥孔应为“球面-锥面接触”。

为避免试件承受横向载荷，试验机的夹具应能自动定心。试验时夹头的移动速度不应超过 $3\text{mm}/\text{min}$ 。施加保证载荷应持续15秒钟。

为消除不同螺纹长度对伸长量的影响，螺母上方未旋合的螺纹长度应等于6倍螺距（ $6P$ ）。

当试件不能满足上述要求时（如，不能保证“ $6P$ ”、“球面-锥面接触”），试验方法由供需双方协议。

第一次施加保证载荷时，有可能由于螺杆或螺纹部分的弯曲或测量误差等影响导致紧固件产生明显的伸长（ $>12.5\mu\text{m}$ ）。为了避免产生误判，应进行第二次试验。再次试验施加的载荷比规定值增大3%。如果增加载荷后的再次伸长量不超过 $12.5\mu\text{m}$ ，仍可认为符合要求。

### 8.5 楔负载试验

螺栓、螺钉（不包括螺柱）的楔负载试验按图3进行。

试验的楔垫按表10规定。

进行试验时承受拉力载荷的未旋合的螺纹长度 $\geq 1d$ 。当试验拉力达到表6或表8规定的最小拉力载荷（ $A_s \times \sigma_b$ ）时，不得断裂。当载荷大于（ $A_s \times \sigma_b$ ）直至拉断，断裂应发生在杆部或螺纹部分，而不应发生在头部、支承面与螺杆过渡圆角处。

带全螺纹的螺栓或螺钉，如果断裂是在螺纹部分，即使在拉断时裂缝已延伸或扩展到头杆交接处

的圆角表面或头部，仍应视为符合本试验要求。

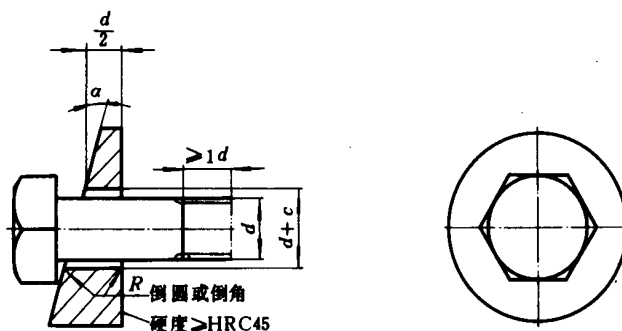


图 3 螺栓、螺钉的楔负载试验

表 10 楔垫尺寸

螺纹直径 <i>d</i> mm	<i>c</i> mm	<i>R</i> mm	角 度 $\alpha \pm 30'$			
			用于杆部无螺纹部分的长度 $> 2d$ 的螺栓和螺钉		用于全螺纹或无螺纹部分的长度 $< 2d$ 的螺栓和螺钉	
			性 能 等 级		性 能 等 级	
			3.6、4.6、4.8、5.6、 5.8、8.8、9.8、10.9	6.8、12.9	3.6、4.6、4.8、5.6、 5.8、8.8、9.8、10.9	6.8、12.9
$< 6$	0.5	0.7				
$> 6 \sim 12$	0.8	0.8	$10^\circ$	$6^\circ$	$6^\circ$	$4^\circ$
$> 12 \sim 20$	1.6	1.3				
$> 20 \sim 39$	3.2	1.6	$6^\circ$	$4^\circ$	$4^\circ$	$4^\circ$

对C级（粗制）产品，楔垫圆角*R*按下式计算：

$$R = r_{\max} + 0.2 \text{ mm}$$

$$r_{\max} = \frac{d_{a \max} - d_{s \min}}{2}$$

式中： $d_{a \max}$ ——支承面与螺杆过渡圆角的最大直径；

$d_{s \min}$ ——螺杆的最小直径。

### 8.6 机加工试件的冲击试验

冲击试验按GB 229 规定进行，其试样按GB 229 附录图 7 规定。

仅对螺纹直径 $> 16 \text{ mm}$ 的紧固件进行试验。

试件沿螺杆纵向并靠近表面选取。试件无刻槽的一边也应靠近螺杆表面。

### 8.7 头部坚固性试验

对 $< M16$ ，并且长度太短而不能进行楔负载试验的螺栓和螺钉按图 4 进行头部坚固性试验。

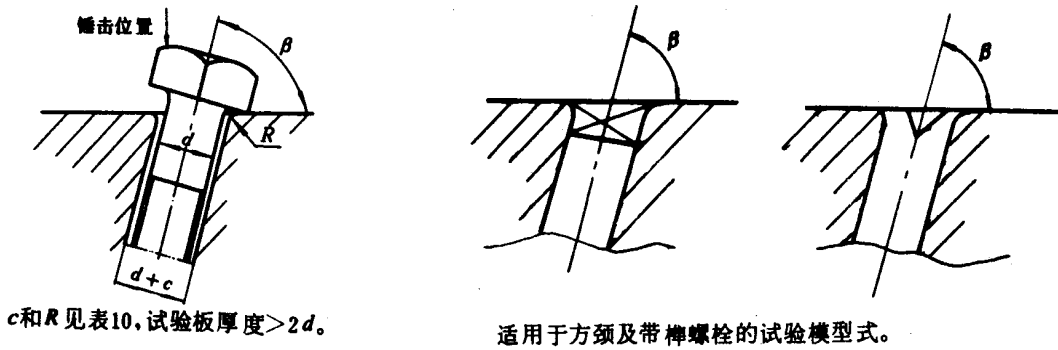


图4 头部坚固性试验

表11  $\beta$ 角的数值

性能等级	3.6	4.6	5.6	4.8	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
$\beta$ 角	60°			80°						

用锤打击使螺栓或螺钉的头部弯曲 $90^\circ - \beta$ 角;在头部、支承面与螺杆过渡圆角处,不应产生任何裂缝。

带全螺纹的螺栓或螺钉,只要未发生掉头现象,即使在第一扣螺纹上出现了裂缝,仍应视为符合本试验要求。

本试验也可用于较长的螺栓或螺钉,但仲裁时,以楔负载试验为准。

### 8.8 脱碳试验

脱碳试验用于测定基体金属区的高度( $E$ )和全脱碳层的深度( $G$ )(见图5)。试验在螺纹的纵向截面上进行。测量方法可用金相法(8.8.2.1)或显微硬度法(8.8.2.2)。

测得 $E$ 的最小值和 $G$ 的最大值应符合表3规定。

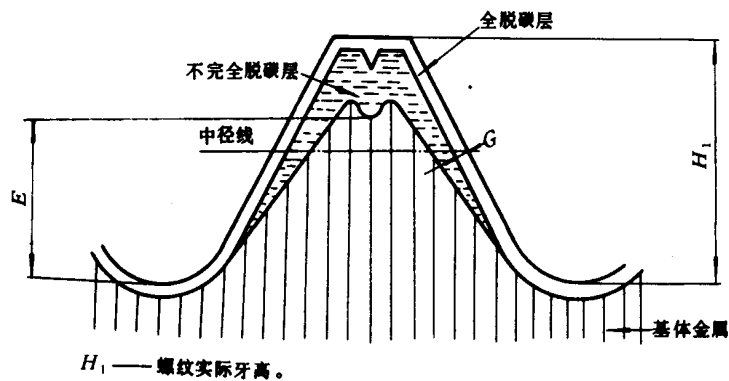


图5 脱碳层

#### 8.8.1 定义

##### 8.8.1.1 基体金属的硬度:

在沿中心到表面的方向上,恰好在显示渗碳或脱碳所形成的硬度增加或减少之前的硬度。

##### 8.8.1.2 脱碳:

指黑色金属材料(钢)表面碳的损耗。

8.8.1.3 不完全脱碳:

由于碳的损耗已使得回火马氏体轻度变色, 而且硬度也明显地比相邻基体硬度低的脱碳。

8.8.1.4 全脱碳:

由于碳全部损耗, 在金相检查时只能看到铁素体组织的脱碳。

8.8.1.5 碳还原:

在适当的控制气氛中加热时, 使脱碳表面碳还原的过程。

8.8.1.6 渗碳:

增加表面含碳量, 使其超过基体金属含碳量的过程。

8.8.2 测量方法

8.8.2.1 金相法

本方法可同时测定E和G值。

从距螺栓、螺钉或螺柱末端约一个螺纹直径的部位, 沿螺纹中心线截取一纵向截面的试件。试件应安装在夹具上或嵌入塑性材料后再进行研磨和抛光, 直到可进行金相检查为止。

试件用3%的硝酸酒精溶液浸蚀。

显示组织后的试样应放大100×检查脱碳层。

脱碳层深度的测量可借助带刻度的目镜测微尺读数, 如有毛玻璃屏的显微镜, 可直接在玻璃屏上测量。

8.8.2.2 显微硬度法

本方法仅适用于 $P > 1.25$  mm的螺纹。对不完全脱碳和渗碳, 应用显微硬度法进行仲裁试验。

测量方法如图6所示, 测定1、2及3点的硬度, E值按表3规定, 采用载荷为0.3kgf。

第3点的硬度在螺纹的中径线上测定, 并且在测定第1点和第2点硬度的相邻牙上。

第2点的维氏硬度值应等于或大于第1点的硬度值减去30个维氏硬度值。未脱碳层的最低高度E, 按表12规定。

第3点的维氏硬度值等于或小于第1点的硬度值加上30个维氏硬度单位。高于30个维氏硬度值, 表示已渗碳。

全脱碳层超过了表3规定的最大值, 则不采用硬度法。

注: 应当注意区分硬度的增加是由于渗碳, 还是由于热处理或表面冷作硬化而引起的。还应注意到脱碳能由冷作硬化得到补偿。

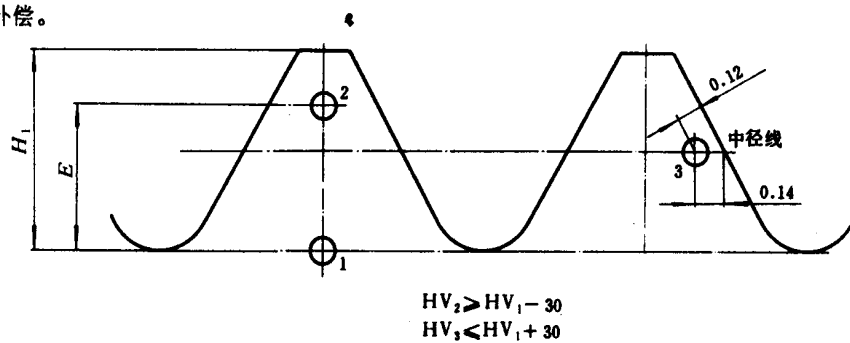


图6 脱碳层的硬度测量法

表12  $H_1$ 和E的数值

螺距 P		0.5	0.6	0.7	0.8	1	1.25	1.5	1.75	2	2.5	3	3.5	4	
$H_1$		0.307	0.368	0.429	0.491	0.613	0.767	0.920	1.074	1.227	1.534	1.840	2.147	2.454	
$E_{min}$	性能等级	8.8、9.8	0.154	0.184	0.215	0.245	0.307	0.384	0.460	0.537	0.614	0.767	0.920	1.074	1.227
		10.9	0.205	0.245	0.286	0.327	0.409	0.511	0.613	0.716	0.818	1.023	1.227	1.431	1.636
		12.9	0.230	0.276	0.322	0.368	0.460	0.575	0.690	0.806	0.920	1.151	1.380	1.610	1.841

注:  $P < 1$  mm时, 仅用金相法。

### 8.9 再回火试验

对8.8~12.9级的紧固件应进行再回火试验。试验前应测定试件的硬度,并按表2规定的最低回火温度低10℃的温度进行再回火。保温30分钟。回火后再次测定硬度。在同一试样上试验前后三点硬度平均值之差,不应超过20个维氏硬度值。

## 9 标志方法

### 9.1 代号

标志代号按表13规定。

表 13 标志代号

性能等级	3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
标志代号	3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9

注:① 代号中的“.”可以省略。

② 当采用低碳马氏体钢时,对性能等级为10.9级的(见表2),应在代号下加一横线,即10.9。

### 9.2 性能等级的标志

#### 9.2.1 六角头螺栓和螺钉

六角头螺栓和螺钉应按第3章对性能等级规定的标记代号进行标志。

性能等级4.6、5.6以及>8.8级的必须标志。在头部顶面用凸字或凹字标志,或在头部侧面用凹字标志(见图7)。

螺纹直径>5mm的六角头螺栓和螺钉才需要标志。

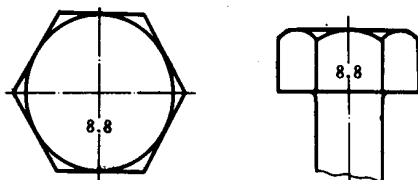


图 7 六角头螺栓和螺钉标志示例

#### 9.2.2 内六角圆柱头螺钉

内六角圆柱头螺钉应按第3章对性能等级规定的标记代号进行标志。

性能等级>8.8级的必须标志。最好在头部顶面用凸字或凹字标志,或在头部侧面用凹字标志(见图8)。

对螺母规定的“时钟面法”标志方法,也可以用于小规格的内六角圆柱头螺钉。

螺纹直径>5mm的内六角圆柱头螺钉才需要标志。

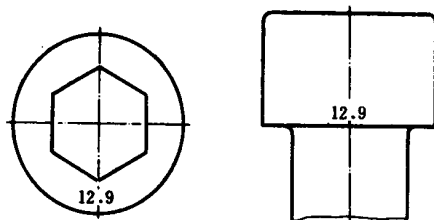


图 8 内六角圆柱头螺钉标志示例

#### 9.2.3 螺柱

螺柱应按第3章对性能等级规定的标记代号进行标志。

性能等级 $\geq 8.8$ 级的必须标志。最好在螺纹部分的末端用凹字标志(见图9)。对过盈配合的螺柱,标志应在拧入螺母端。

螺纹直径 $\geq 5$  mm的螺柱才需要标志。



图9 螺柱的标志示例

允许选用表14规定的标志方法。

表14 螺柱的标志

性能等级	8.8	9.8	10.9	12.9
标志	○	+	□	△

#### 9.2.4 其他型式的螺栓和螺钉

对国家标准中规定的其他型式的螺栓和螺钉,参照9.2.1和9.2.2款的规定标志。

#### 9.3 左旋螺纹的标志

左旋螺纹的螺栓和螺钉,应按图10规定的方法,在头部顶面或末端进行标志。对螺柱,标志应在拧入螺母端。

六角头螺栓和螺钉,允许选用图11所示的左旋螺纹标志。

螺纹直径 $\geq 5$  mm的螺栓、螺钉和螺柱必须标志。

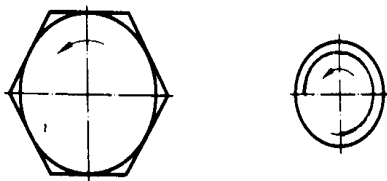


图10 左旋螺纹标志

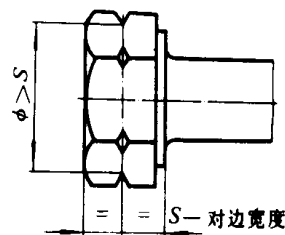


图11 允许的左旋螺纹标志

#### 9.4 标志的选择

9.1~9.3条规定允许选用的标志,应由制造者选定。

#### 9.5 商标(鉴别)

对所有标志性能等级的产品,在产品上必须制出商标(鉴别)。



附录 A  
不同温度下的机械性能  
(参考件)

表 A 1

性能等级	温 度, °C				
	+ 20	+ 100	+ 200	+ 250	+ 300
	屈服点 $\sigma_s$ 或屈服强度 $\sigma_{0.2}$ , N/mm <sup>2</sup>				
5.6	300	270	230	215	195
8.8	640	590	540	510	480
10.9	940	875	790	745	705
12.9	1100	1020	925	875	825

## 附加说明:

本标准由中华人民共和国机械工业部提出。

本标准由机械工业部标准化研究所负责起草。

本标准于1982年5月首次发布。

本标准于1988年4月确认。