

前 言

在当今工业发达的国家,自动化生产设备(生产线)在各类制造业中比比皆是,生产过程的自动化不仅大大提高了生产率,把人们从繁重的劳动中解脱出来;而且对提高产品质量,降低制造成本,促进产业结构的合理化起到了积极的作用。由于自动化生产设备(生产线)集机械、自动控制、检测传感、信息处理等技术为一体,因此在某种意义上可以说自动化生产设备(生产线)的水平高低是衡量一个国家工业技术水平的综合指标。

在自动化生产设备(生产线)中机械和控制是两大基本的组成部分,其中机械部分又处于主导地位。作为一台自动化生产设备(生产线)的总体设计,首先要根据工件的特征(形状、尺寸、精度、材质、重量等)及工艺动作、过程的要求,进行机构选型并确定其配置方案;其次还要考虑检测元件的部署和对控制系统提出要求。事实上,总体设计特别是机械部分设计的优劣,对整个设备(生产线)的性能、成本、复杂程度等起着决定性作用。从而,为实现各种生产过程的自动化,能否设计出结构好、成本低且便于控制的机构是关键所在。

机械工程师都知道,机械零件的种类是有限的,但通过巧妙的组合,则可以产生形形色色的机械。进一步而言,各种机构的不同组合又可以创造出无数种装置或设备。因此,对于一名机械工程师来说,充分了解人类迄今为止所开发出的各种各样的机构是极为重要的。在文学界常有“读书破万卷,笔下能生花”的说法,同样作为从事机械设计的工程师,也只有博采众家,开阔思路,才能高屋建瓴,举一反三。

编者认为,从国外引进设备或生产线的确可以在较短的时间内提高我国的工业生产水平;但从长远来看,与之同时更应该注重学习、消化国外的先进技术特别是机构设计技术,进一步加强我国自动化机械设计的基本建设,并努力提高材料、工艺及元器件的水平,这样才能真正使我国的工业跨上一个新台阶。正是基于这个想法,编者收集了国外近年出版的多种图集、专著及有关杂志,考虑到实用性、新颖性、代表性和启发性,从其数千个机构实例中精心加以选择而编成此书。本书从实用出发,主要侧重于介绍自动化生产设备(生产线)中各种机构的基本结构、动作原理及其特点,没有过多地涉及机构的设计理论和计算方法,而以一幅图例配一段说明文的形式为读者提供了自动化机构设计构思的素材。编者相信,本书将能对读者了解国外的机构设计技术及推陈出新有所帮助。

本书分为五章,第一章 自动化基本机构;第二章 自动上料装置中的各种机构;第三章 自动夹紧机构;第四章 工业机械手;第五章 其他机构。全书共列举了497个机构,其中许多图例为立体图,可使读者一目了然。本书在编排上灵活采用了按机构的运动、用途及结构特点分类的方法,既有普遍性又有针对性,基本符合实际工作中机构选型的设计思路。另外附带说明的是:本书对选用图例中的投影法即第三角法基本未加改动,这一点请读者予以注意。

本书在编写过程中曾得到许多前辈和朋友们的支持和帮助,特别是北京航空航天大学郭可谦教授、铁道部科学研究院郭祥熹研究员对书稿提出了十分宝贵的意见,在此表示真诚的谢意。由于编者水平有限,书中定有许多错误和不妥之处,希望有关专家和读者给予批评指教。

编 者

1993年2月于北京

CA 976/04

目 录

第一章 自动化基本机构	1
§ 1 直线运动机构(图例 1~55)	3
§ 2 摆动机构(图例 56~82)	31
§ 3 回转机构(图例 83~104)	45
§ 4 复合运动机构(图例 105~126)	56
第二章 自动上料装置中的各种机构	67
§ 1 供料器(图例 127~138)	68
§ 2 利用振动式供料器及其它机构定向排列工件的方法(图 139~158)	75
§ 3 隔离机构(图例 159~184)	84
§ 4 合路机构(图例 185~194)	94
§ 5 分路机构(图例 195~201)	98
§ 6 上料机构(图例 202~219)	101
第三章 自动夹紧机构	110
§ 1 铰链杠杆夹紧机构(图例 220~255)	111
§ 2 偏心(凸轮)夹紧机构(图例 256~286)	128
§ 3 楔夹紧机构(图例 282~308)	138
§ 4 螺旋夹紧机构(图例 309~315)	150
§ 5 自动定心夹紧机构(图例 316~329)	153
§ 6 复合夹紧机构(图例 330~336)	160
§ 7 其它夹紧机构(图例 337~348)	164
第四章 工业机械手	169
§ 1 回转型机械手(图例 349~385)	171
§ 2 移动型机械手(图例 386~409)	187
§ 3 多指式机械手(图例 410~424)	196
§ 4 其它类型的机械手(图例 425~432)	203
第五章 其它机构	206
§ 1 弹簧的几种特殊应用(图例 433~437)	206
§ 2 输出运动可调机构(图例 438~447)	208
§ 3 单向机构(图例 448~452)	212
§ 4 快速松脱机构(图例 453~467)	214
§ 5 轴的定位锁紧机构(图例 468~476)	219
§ 6 销机构(图例 477~490)	222
§ 7 分度机构(图例 491~497)	227

第一章 自动化基本机构

任何复杂、庞大的自动化生产设备都可以分解为一个个相对简单的机构。机构是自动化生产设备最基本的组成部分。在实际应用中,机构的种类繁多,其结构及动作原理也各不相同,但它们都具有共同的特征,这就是传递、变换机械运动和力。所谓传递、变换机械运动,从根本上来说就是要使机构的输出运动满足一定的工作要求,如实现一定的运动、动作或轨迹。而对于某一确定的工作要求,又可以采用不同的机构来实现。因此,我们可以按机构的输出运动将机构加以分类。观察各种机构的输出运动,大致可归纳出三种基本类型:直线运动、摆动及回转。这三种基本运动的组合又可以派生出各种各样的复合运动,诸如:直线运动+摆动,直线运动+回转,直线运动+摆动+回转等等。这样,按照机构输出运动的基本类型,本章将机构分为:直线运动机构、摆动机构及回转机构三种基本机构;同时附加一节复合运动机构以进一步说明三种基本机构的应用。

另一方面,在实际应用中,机构的输出运动还必须满足一定的速度特性要求。一般地,常希望机构的从动件在行程两端点或起动、停止时的速度变化较为平缓,以避免冲击;或者为了节省时间,要求机构的从动件在空行程时具有急回运动特性等。在自动化生产设备中常用机构的输出速度特性通常可分为:

(1) 等速型 (见图 0 (A)、(B))

机构从动件在一个动作循环中,起动、换向及停止瞬时完成,往复或单向运动的速度相等且无变化。图中横坐标表示时间 t , 纵坐标表示速度 V 。

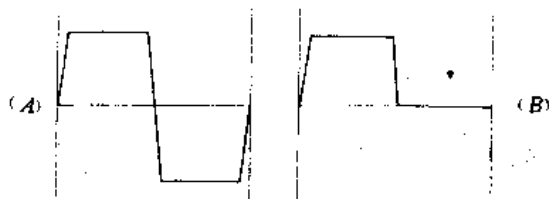


图 0 (A)

图 0 (B)

(2) 端点减速型 (见图 0 (C)、(D)、(E))

机构从动件在一个动作循环中,起动时速度渐增,停止时减速。

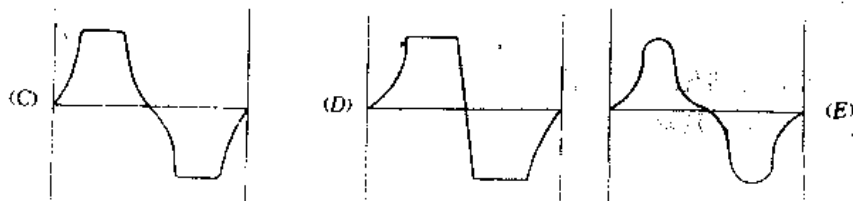


图 0 (C)

图 0 (D)

图 0 (E)

(3) 变速型 (见图 0 (F)、(G))

机构从动件在一个动作循环中, 速度按一定规律变化。在使用凸轮的机构中, 通过更换凸轮还可获得不同的速度变化规律。

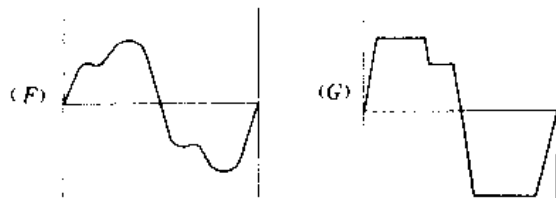


图 0 (F)

图 0 (G)

(4) 急回型 (见图 0 (H)、(I))

机构从动件在一个动作循环中的往复速度不同, 空程的速度大于工作行程的速度。

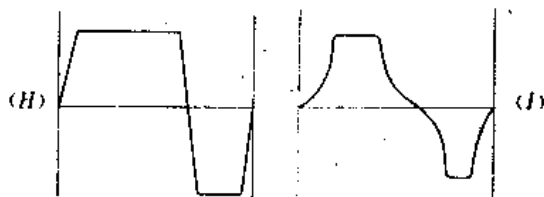


图 0 (H)

图 0 (I)

(5) 中间停止型

机构从动件在行程中间的某一位置, 依靠行程开关、电气回路的控制, 停顿一段时间后再行动作。

最后关于本章的内容再作几点说明:

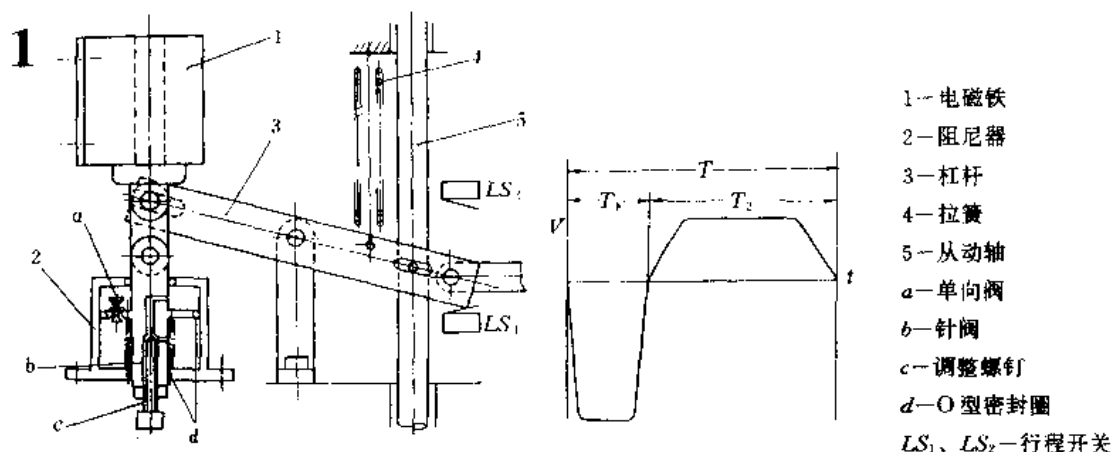
(1) 许多图例都给出了机构从动件的行程或摆角范围、速度特性曲线, 仅供读者参考。

(2) 一些图例的说明文中提到了机构所能承受的载荷, 其范围的基本划分如下:

- 轻载荷: 1kg 以下
- 中等载荷: 1~10kg
- 重载荷: 10~100kg

(3) 严格地讲, 自动化基本机构还应包括控制电路, 但由于本书重点放在机构的机械结构方面, 故将控制电路部分从略。

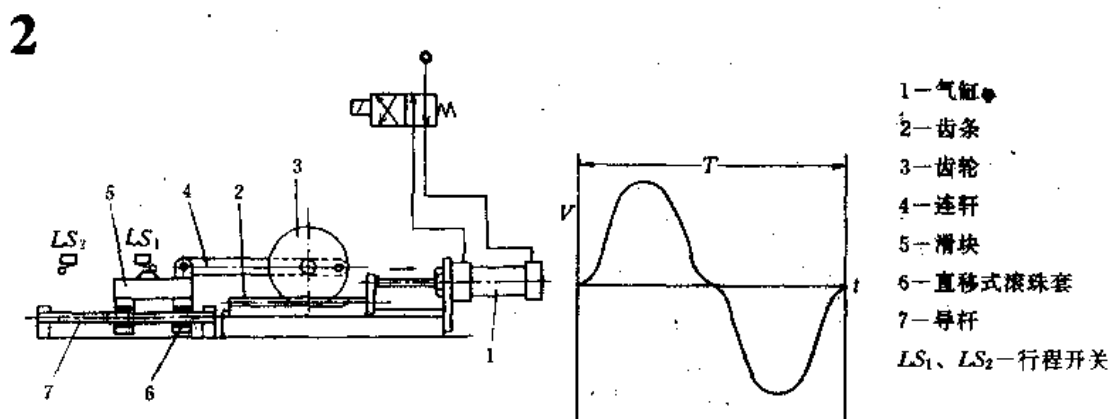
§ 1 直线运动机构



图为利用空气阻尼器使从动轴具有急回运动特性的机构。

电磁铁 1 的可动铁心（驱动轴）与结构形如气缸的阻尼器 2 相铰接，同时又以柱销和杠杆 3 左端的开口槽相配合。当从动轴 5 在拉簧 4 的作用下向上运动时（工作行程），电磁铁 1 的可动铁心将向下运动，由于阻尼器 2 下腔的空气只能经针阀 *b* 进入上腔，故形成阻尼而使从动轴 5 以较低的速度向上运动。反之，当杠杆 3 的右端触动行程开关 LS₂ 时，电磁铁 1 通电，其可动铁心向上运动，由于此时阻尼器 2 上腔的空气可通过单向阀 *a* 迅速排入下腔，故从动轴 5 能以较高的速度向下运动（空程）。

该机构适用于轻载荷，行程范围为 5~20mm。



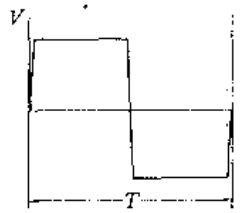
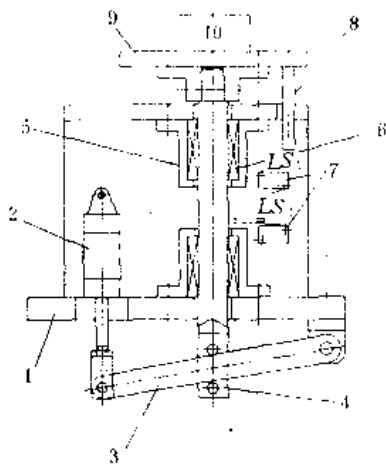
图为利用齿条齿轮的行程两端减速直线运动机构。

当采用气缸 1 直接驱动滑块 5 时，在行程两端往往难以实现减速，易引起冲击。但若在气缸 1 与滑块 5 之间，如图所示地加入齿条 2、齿轮 3 及连杆 4，则可使滑块 5 在其行程两端具有良好的减速特性。

该机构可用于中等载荷，行程范围为 50~150mm。

设计时可选取齿轮 3 的直径等于气缸 1 的行程，使其转角小于 180°；当对滑块 5 的定位精度要求较高时，亦可设置限位挡块。

3



- 1—安装板
- 2—气缸
- 3—杠杆
- 4—从动轴
- 5—轴承支座
- 6—轴承
- 7—行程开关
- 8—止转杆
- 9—承载台
- 10—工件

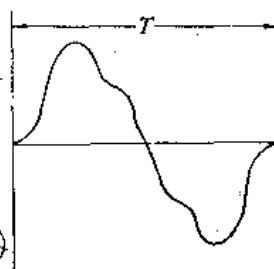
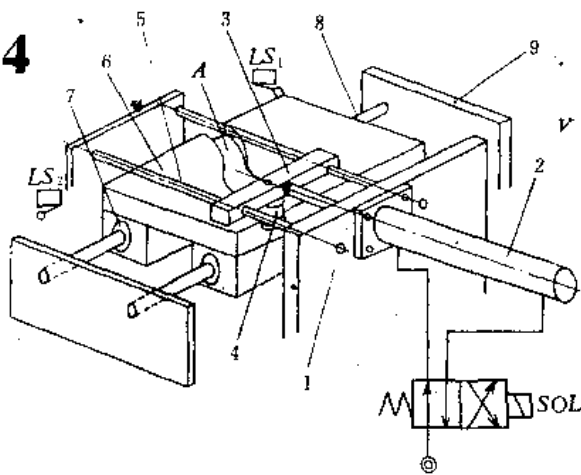
图为气缸通过杠杆驱动从动轴作上下往复运动的机构。

该机构具有力放大特性，适用于中等载荷；行程范围为 10~50mm。

设计要点：

- (1) 气缸 2 的安装方式应采用尾部耳轴式；
- (2) 在气缸 2 的行程两端点应采取缓冲措施；
- (3) 从动轴 4 与轴承 6 的配合部应有足够的精度及硬度；轴承 6 可采用直移式滚珠套或滑动轴承。

4



- 1、9—固定支板
- 2—气缸
- 3—滑块
- 4—滚轮
- 5、8—导杆
- 6—工作台
- 7—直移式滚珠套
- A—曲线槽
- LS₁、LS₂—行程开关

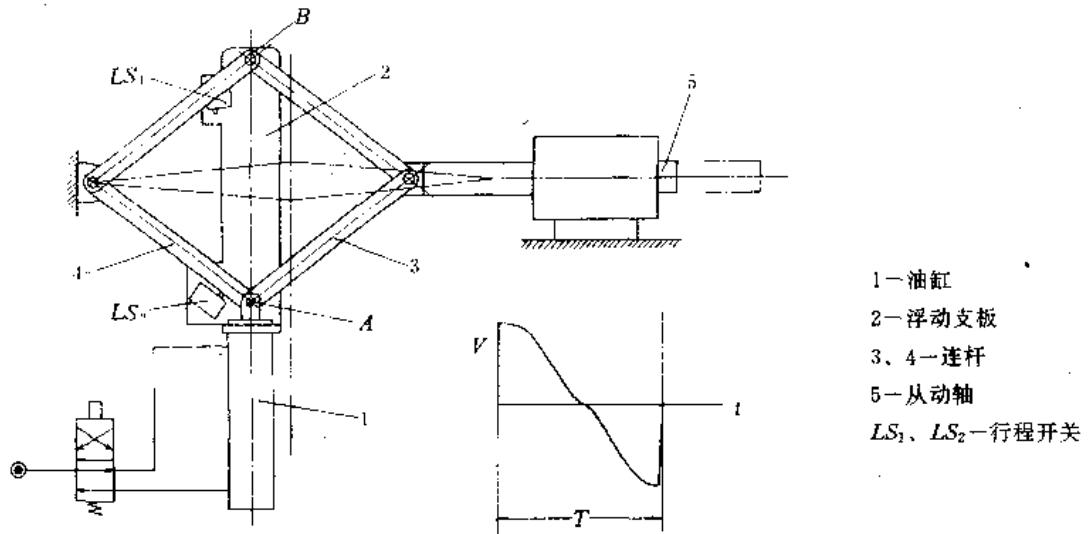
图为气缸驱动的变换直线运动方向的机构。

安装在滑块 3 上的滚轮 4 插在工作台 6 的曲线槽 A 中；当气缸 2 动作时，工作台 6 将在与气缸 2 轴线相垂直的方向上作往复直线运动。工作台 6 在行程的两端具有较平滑的减速特性。该机构适用于轻载荷，行程范围为 10~100mm。

设计要点：

- (1) 滑块 3、导杆 5、8 应具有足够的刚度，以避免气缸 2 的活塞杆承受过大的弯曲载荷；
- (2) 当要求工作台 6 有较高的定位精度时，应考虑滚轮 4 与曲线槽 A 的磨损。

5

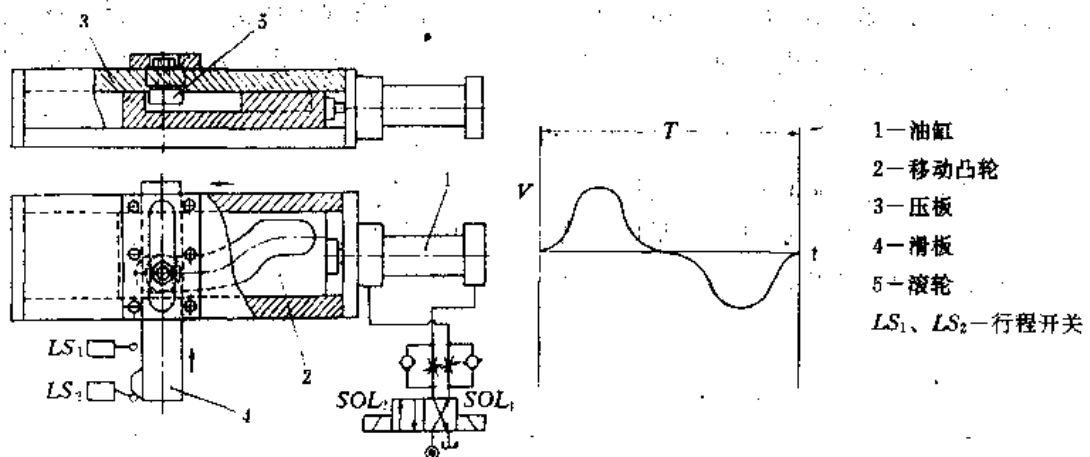


图为使油缸浮动的行程终端减速直线运动机构。

当欲用耳轴支承油缸但其支点又无处安装时,可采用图示的使油缸整体浮动的方法。油缸1的缸体固定在浮动支板2上,其活塞杆与连杆3、4相铰接;上侧的连杆3、4以销轴B相连,销轴B固结在浮动支板2上。当油缸1的活塞杆伸出时,浮动支板2向右下方移动,从动轴5向右运动,在行程的终端即当销轴A、B两点重合时,从动轴5可获得完全的减速特性。

该机构可用于中等载荷,行程为300mm。

6

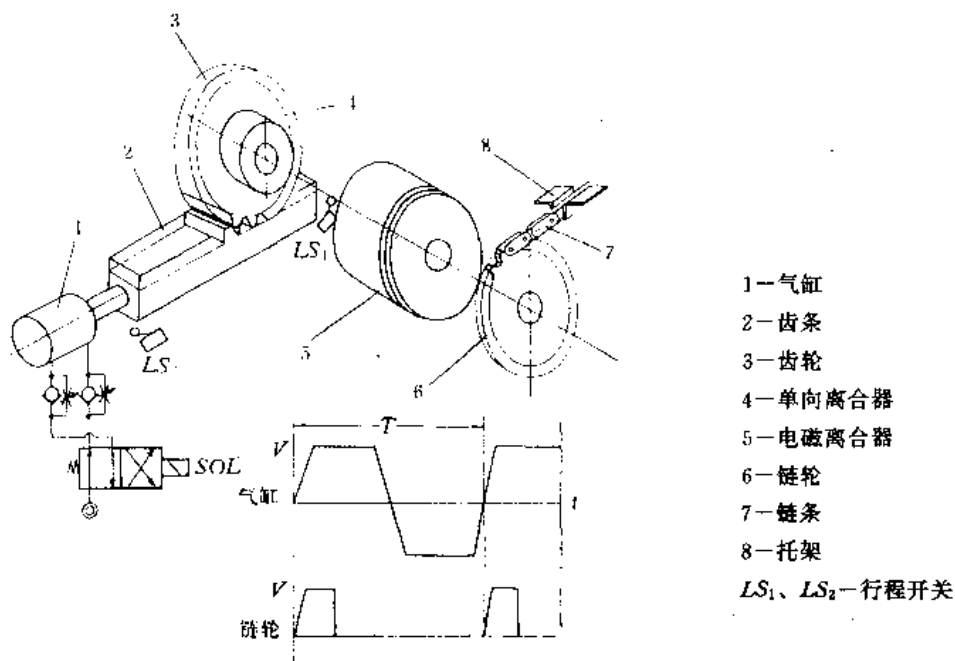


图为使用移动凸轮的任意变速机构。

安装在滑板4上的滚轮5与移动凸轮2的曲线槽相配合;当油缸1驱动移动凸轮2往复运动时,滑板4将在垂直于油缸1轴线的方向上作直线往复运动。通过更换移动凸轮2,可使滑板4获得不同速度特性的运动。

该机构能用于重载荷,行程为50mm。

7



图为步距可变的直线步进机构。

气缸 1 驱动齿条 2 作直线往复运动，通过齿轮 3、单向离合器 4 及电磁离合器 5 将运动传递给链轮 6，使其作单向间歇转动。利用定时器适当地选择电磁离合器 5 的通电时间，可使固结在链条 7 上的托架 8 在 10~300mm 的步距范围内实现直线步进运动。例如，若电磁离合器 5 仅在气缸 1 的活塞杆伸出过程中的一段时间内通电，则托架 8 将向左作步进运动，其步距为：

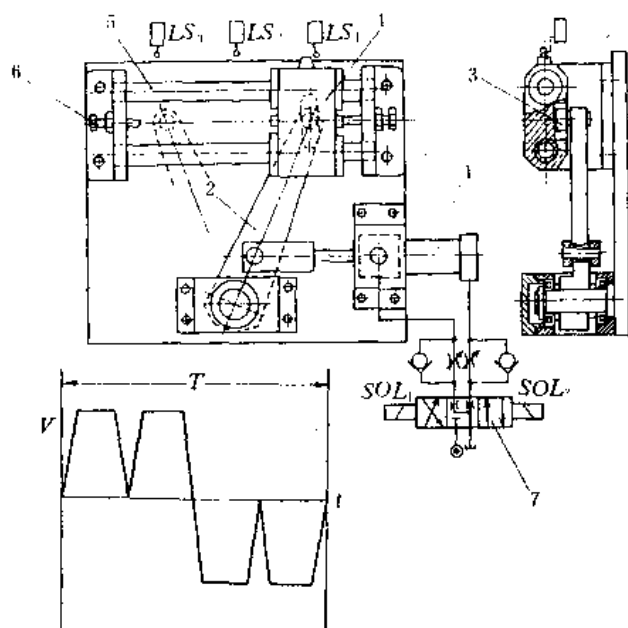
$$p = \frac{d}{D} \cdot V \cdot T$$

式中 d 是链轮 6 的节圆直径； D 是齿轮 3 的节圆直径；

V 是气缸 1 的平均速度； T 是电磁离合器 5 的通电时间。

该机构可用于工件的低速输送，能承受中等载荷。

8

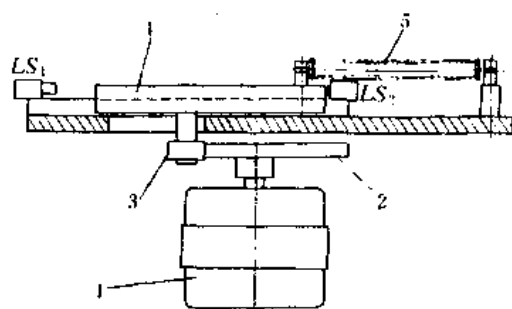


- 1—油缸
2—摇杆
3—滚轮
4—滑座
5—导杆
6—限位螺钉
7—换向阀
 LS_1 、 LS_2 、 LS_3 —行程开关

图为使从动件以高于油缸的最高速度运动的机构。该机构还可用于扩大油缸行程的场合。滑座4由两导杆5所支承，安装在摇杆2端部的滚轮3插在滑座4上的长孔中。当油缸1驱动摇杆2往复摆动时，滑座4将以高于油缸1的速度在行程500mm的范围内作往复直线运动。由于设置了行程开关 LS_3 及三位四通Y型换向阀7，故亦可使滑座4停顿在行程的中间位置。

该机构可用于自动化生产线中输送装置的驱动。

9



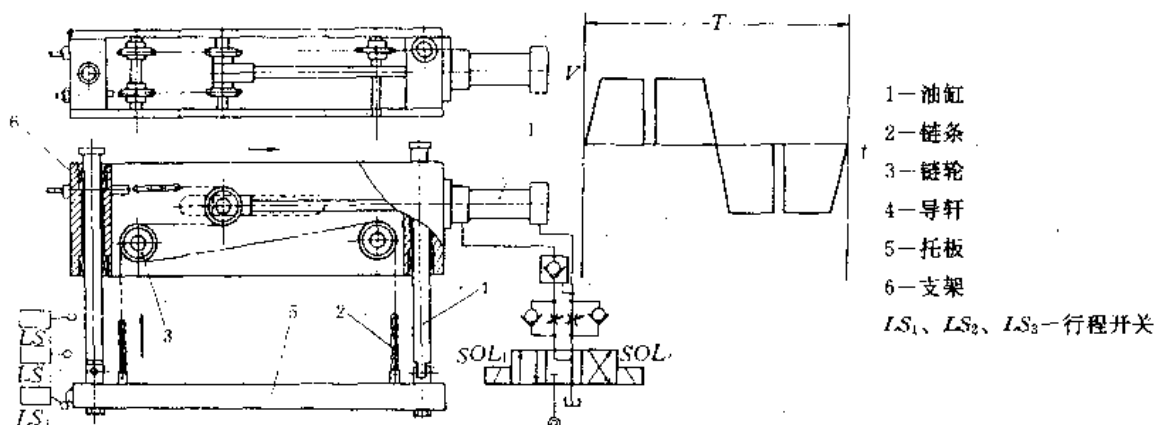
- 1—摆动气缸
2—凸轮
3—滚子
4—工作台
5—拉簧
 LS_1 、 LS_2 —行程开关

图为摆动气缸及凸轮驱动的直线往复运动机构。

安装在摆动气缸1（摆角为 270° ）的输出轴上的凸轮2驱动工作台4向左运动，回程则依靠拉簧5实现。为避免回程速度过高及保证滚子3始终与凸轮2相接触，应使拉簧5的弹性力与机构运动部分的质量相平衡，或改善凸轮2的廓线形状，也可采用形封闭的凸轮机构。工作台4的导轨以采用摩擦较小的结构为宜。

该机构的行程为50mm，可用于中等载荷。

10



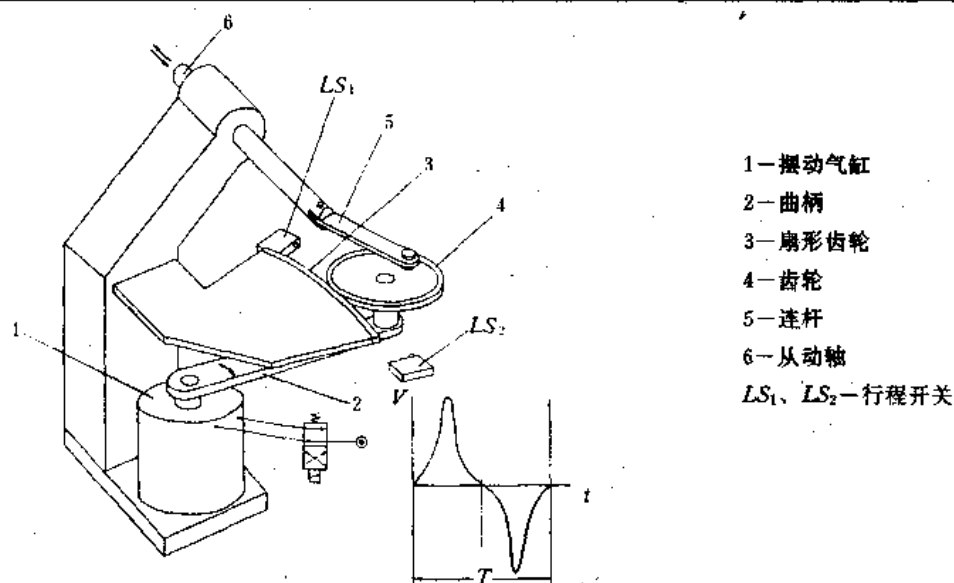
图为利用链条、链轮及导杆将油缸的水平往复运动变换为托板上下平行运动的机构。

两根链条2均为一端固定在支架6上，另一端通过两个或三个链轮3与托板5相连。托板5的行程为驱动油缸1行程的2倍。托板5依靠工件的自重下降（油缸1的前腔卸压）。

该机构适用于较长且较重工件的垂直上下搬运。

设计时需注意的是：导杆4与托板5应采用铰链连接；当两导杆4的间距较大时，宜采用直移式滚珠套导向以减小摩擦阻力。

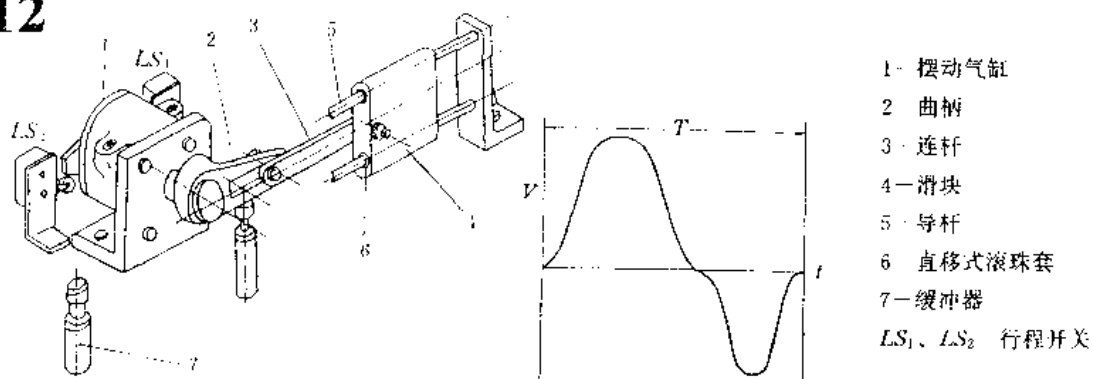
11



图为摆动气缸驱动的行程两端减速直线运动机构。

安装在曲柄2自由端的齿轮4与固定不动的扇形齿轮3相啮合，同时又通过连杆5和从动轴6铰接。当摆动气缸1驱动曲柄2摆动时，齿轮4将在扇形齿轮3上作纯滚动，并通过连杆5带动从动轴6作直线往复运动。当齿轮4的转角小于 180° 时，从动轴6在行程两端具有减速特性。若改变齿轮4与扇形齿轮3的啮合位置或改变其齿数比，则从动轴6亦可在行程中间的某范围内获得减速。

12

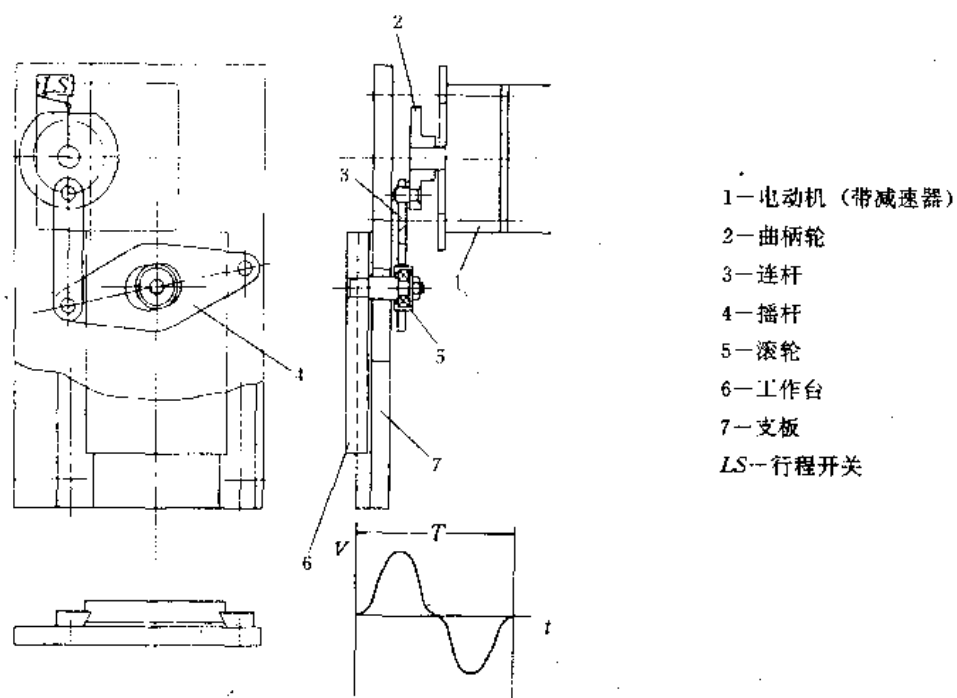


图为可获得长行程的直线往复运动机构。

该机构用于要求速度较高及行程较大的场合。当曲柄2的摆动范围为 $\pm 90^\circ$ 时，滑块4按简谐运动规律移动。在曲柄2摆动的两极限位置设有缓冲器7以减小冲击。

该机构的行程可达500mm，能承受中等载荷。

13

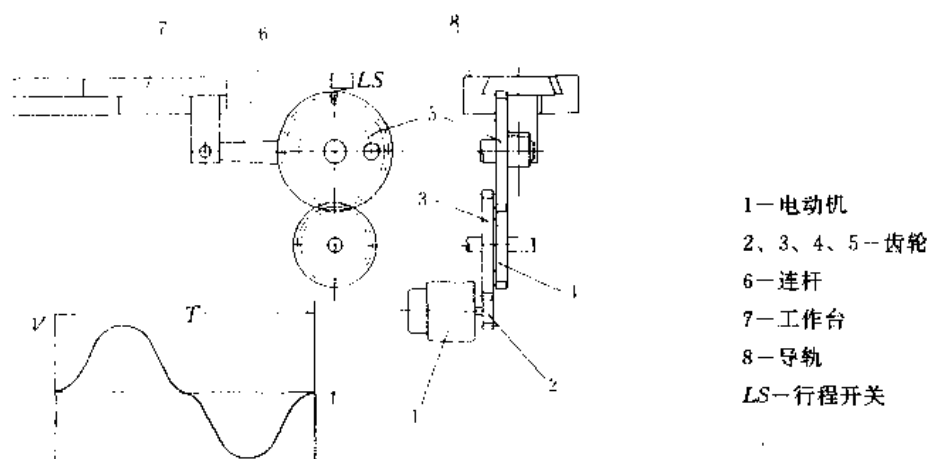


图为将曲柄运动变换为直线往复运动的机构。

电动机1驱动曲柄轮2连续转动，通过连杆3使摇杆4作往复摆动；在摇杆4杆长的 $1/2$ 处开有长孔，安装在工作台6上的滚轮5与之相配合，从而工作台6在摇杆4的带动下作直线往复运动，其行程等于曲柄轮2的半径（曲柄长度）。

该机构可用于中等载荷。

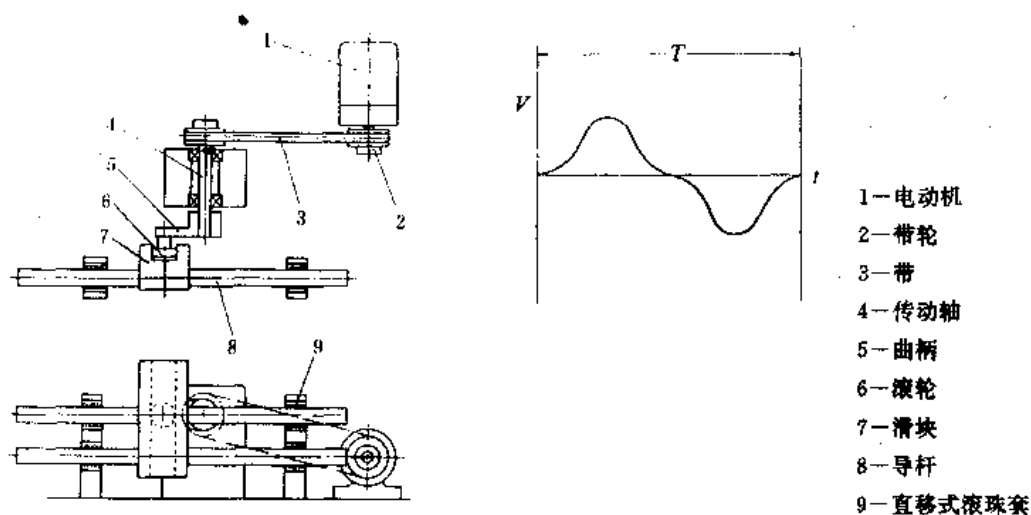
14



图为利用曲柄运动的行程两端减速直线运动机构。

由燕尾形导轨 8 支承的工作台 7 通过连杆 6 与齿轮 5 相铰接，齿轮 5 相当于曲柄轮。当齿轮 5 连续回转时，工作台 7 便沿导轨 8 作直线往复运动，且在行程两端具有良好的减速特性。该机构的行程范围为 50~100mm，可用于中等载荷。

15

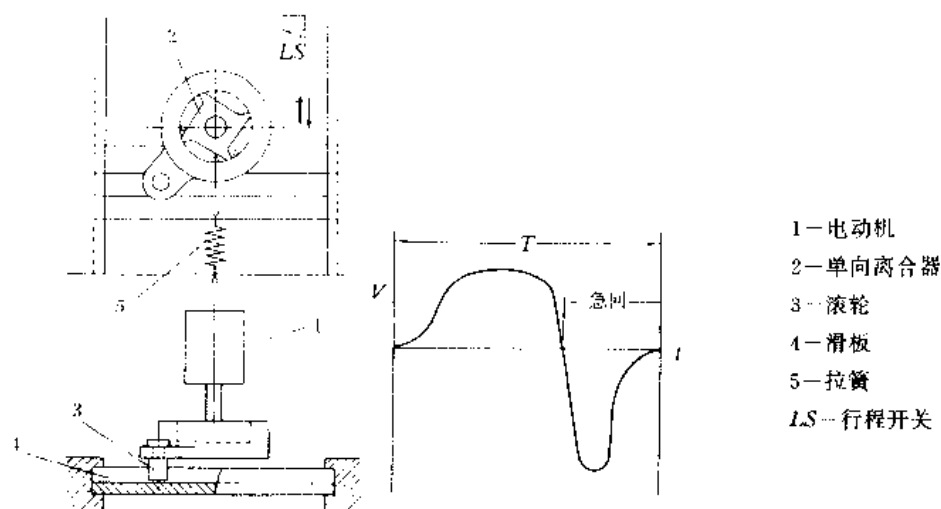


图为利用曲柄运动的行程两端减速直线运动机构。

两导杆 8 由直移式滚珠套 9 支承，并与开有凹槽的滑块 7 固定联接；曲柄 5 端部的滚轮 6 插在滑块 7 的凹槽中。当电动机 1 通过带传动使曲柄 5 连续回转时，滑块 7 即两导杆 8 将作直线往复运动，且在行程两端具有良好的减速特性。

该机构的行程范围为 50~100mm，适用于轻载荷。

16

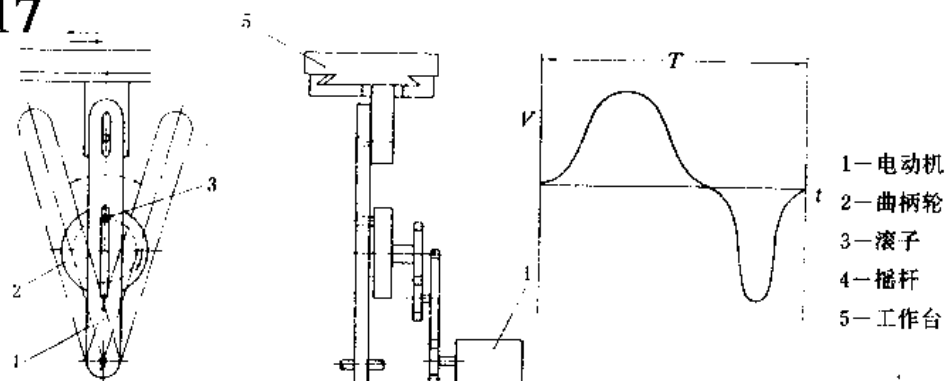


图为利用单向离合器的急回运动机构。

单向离合器 2 直接固定在电动机 1 的输出轴上，其外套筒上的摆臂端部装有滚轮 3，滚轮 3 插在滑板 4 的槽中。从俯视图所示的位置，当电动机 1 顺时针回转时，由于单向离合器 2 处于接合状态，故滑板 4 将在摆臂的带动下沿导轨运动；在行程端点，当滑板 4 触动行程开关 LS 后，电动机 1 将停止转动，滑板 4 则在拉簧 5 的作用下快速复位，此过程中单向离合器 2 处于分离状态。

该机构的行程范围为 50~100mm，可用于中等载荷。

17



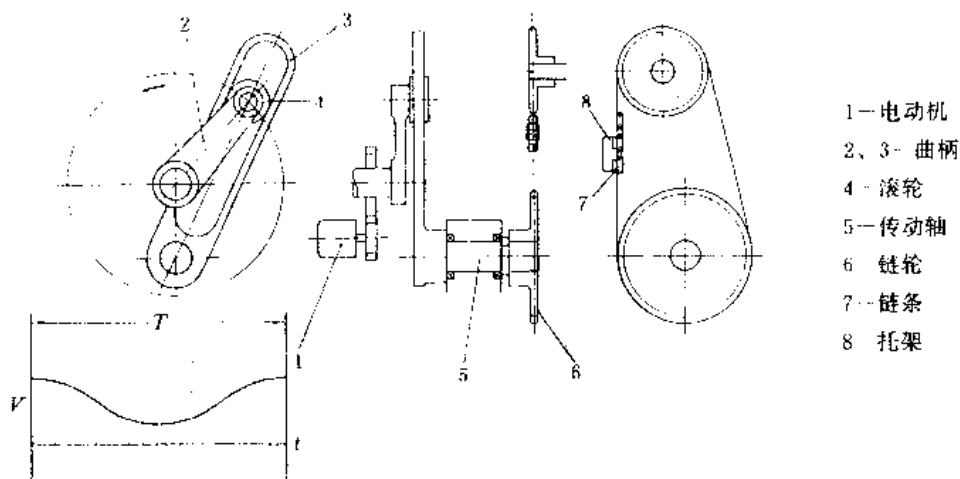
图为利用曲柄轮及摇杆的急回运动机构。

当电动机 1 经齿轮副驱动曲柄轮 2 沿图示方向连续回转时，安装在曲柄轮 2 上的滚子 3 将带动摇杆 4 绕支点摆动，使连于摇杆 4 端部的工作台 5 沿导轨作直线往复运动。从工作台 5 的速度曲线可见：工作台具有急回运动特性（向左运动时），且在行程端点具有良好的减速性。

改变滚子 3 的回转半径可实现工作台 5 的行程调整。

该机构的行程范围为 50~200mm，能用于中等载荷。

18

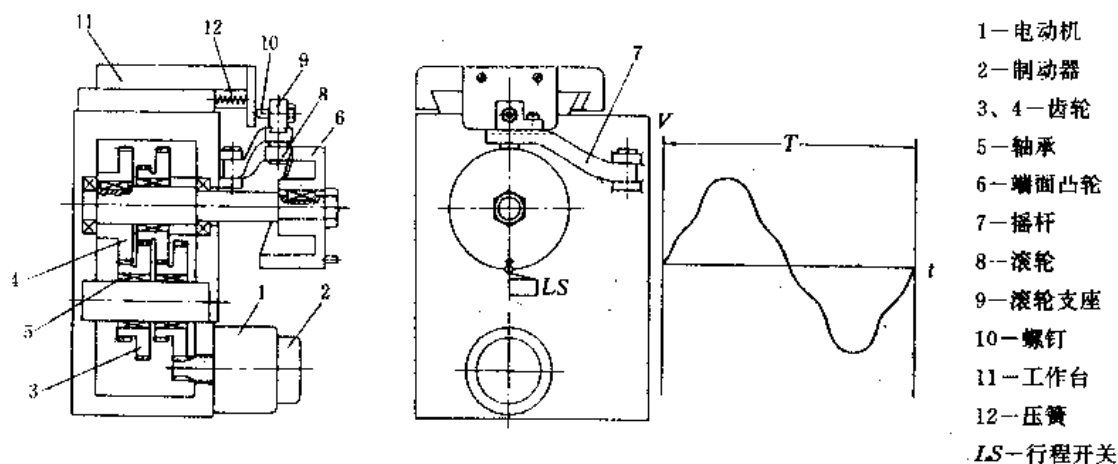


图为双曲柄式变速直线运动机构。

安装在曲柄2自由端的滚轮4插在曲柄3的长孔中，曲柄3与链轮6同轴。当电动机1通过齿轮副驱动曲柄2以匀速转动时，曲柄3及链轮6将作周期性变速转动，从而使安装在链条7上的托架8作周期性变速直线运动。

该机构可用于装配生产线中的零件输送，行程为600mm，能承受中等载荷。

19



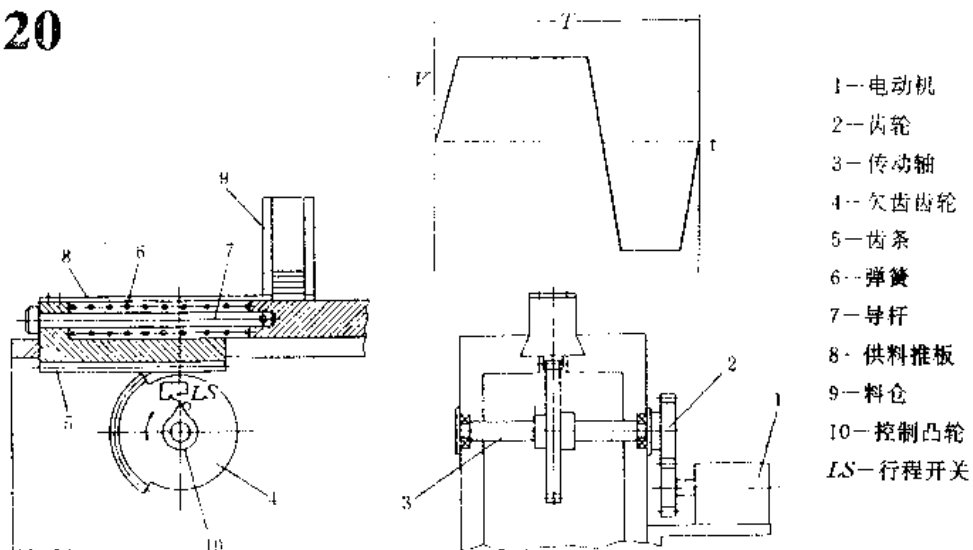
图为利用端面凸轮的任意变速直线运动机构。

由电动机1经四级齿轮减速驱动的端面凸轮6，通过摇杆7推动工作台11向左运动（工作行程），而工作台11的向右运动即空行程则依靠压簧12实现。

通过更换凸轮6可改变工作台11的速度特性；通过调整摇杆7上的滚轮支座9相对凸轮6的位置可实现工作台11行程的微调。另外，当对工作台11的初始位置有所要求时，可调节设置在滚轮支座9上的螺钉10。

该机构的行程范围为10~50mm，能承受中等载荷。

20

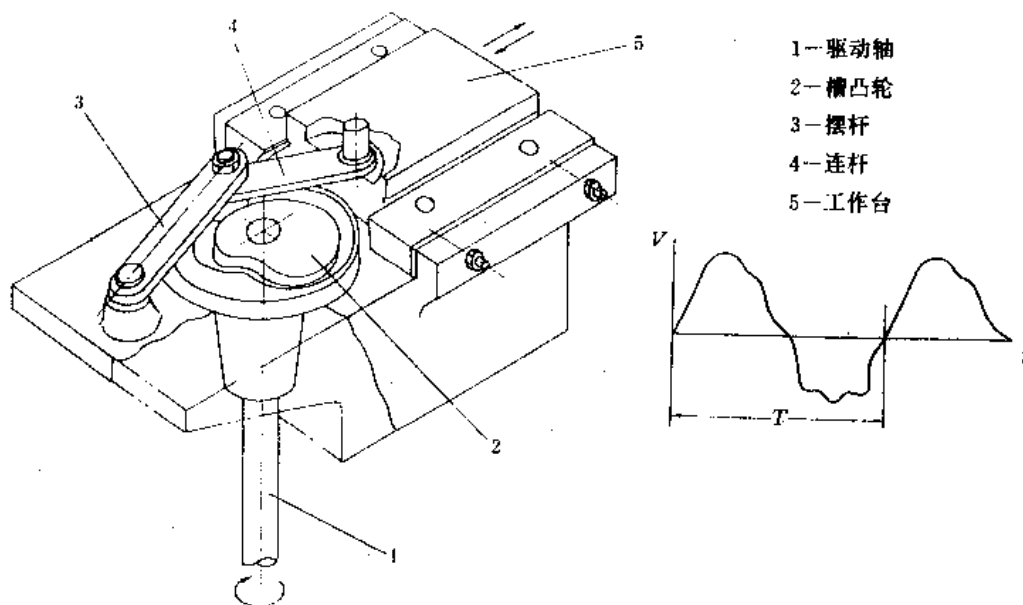


图为利用齿条与欠齿齿轮的急回运动机构。

该机构可用于装配生产线中从料仓推出工件的场合。供料推板 8 与齿条 5 相固结，其向右的运动即工作行程由欠齿齿轮 4 驱动齿条 5 实现，而空程的急回运动则依靠弹簧 6。

该机构的行程范围为 50~200mm，可用于中等载荷。

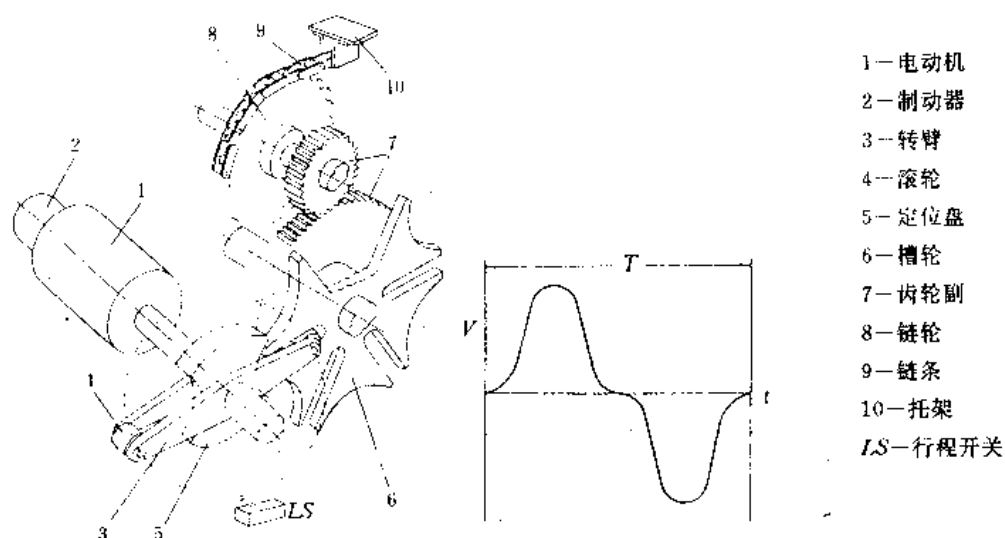
21



图为利用槽凸轮将连续转动变换为直线往复运动的机构。

安装在摆杆 3 与连杆 4 铰接点的滚轮插在槽凸轮 2 的槽中；当槽凸轮 2 在电动机（未画出）的驱动下连续转动时，通过连杆 4 将使工作台 5 作直线往复运动。工作台 5 的速度特性由槽凸轮 2 所决定，其行程范围为 10~50mm，可用于中速重载荷。

22

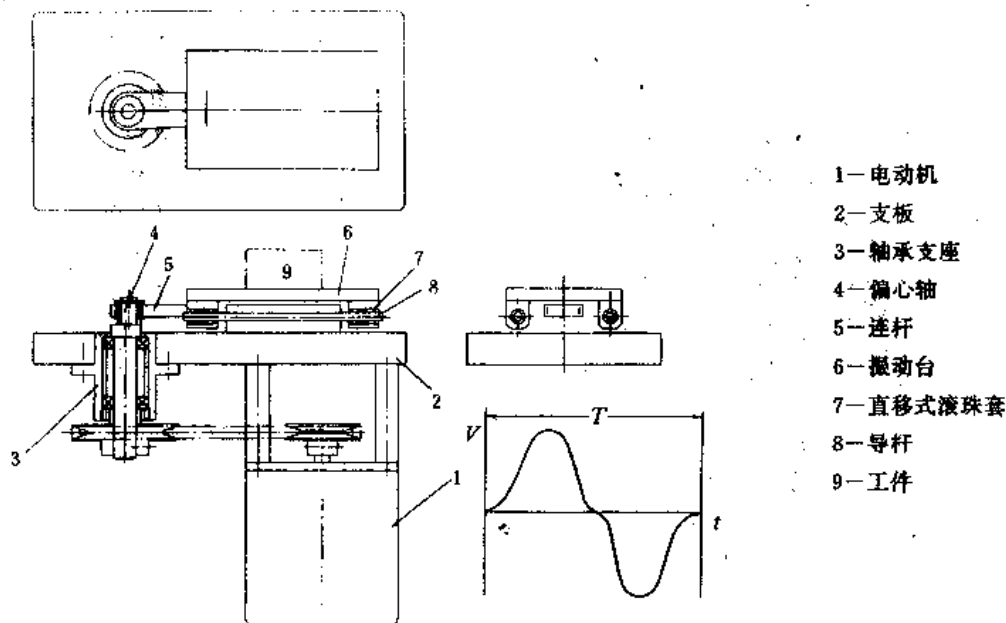


图为利用槽轮的间歇直线运动机构。

带有制动器 2 的电动机 1 通过外槽轮机构 (3、4、5、6) 及齿轮副 7 驱动链轮 8 间歇转动, 使安装在链条 9 上的托架 10 作间歇直线运动。槽轮 6 每转动半圈托架 10 停顿一次。通过改变齿轮副 7 的齿数比可调整托架 10 的行程。

该机构的行程范围为 50~200mm, 能用于中等载荷。

23



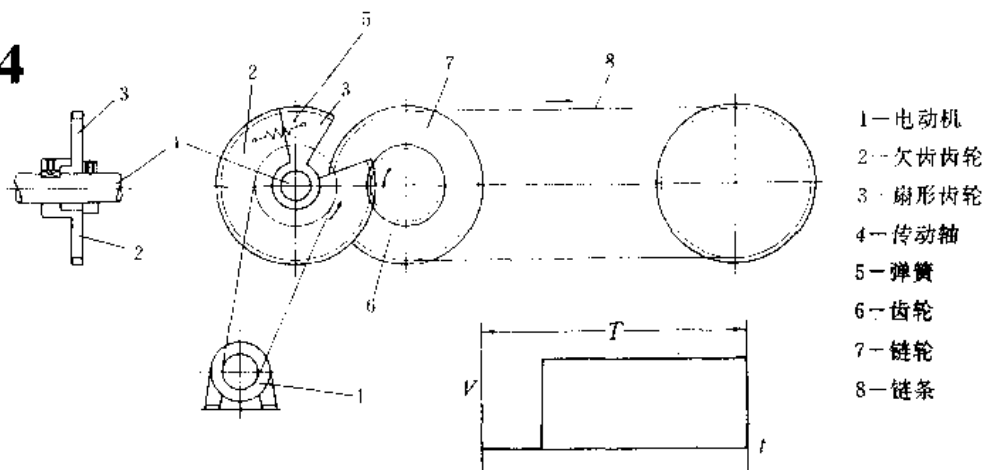
图为利用偏心轴获得水平直线振动的机构。

采用皮带传动可防止过载。振动台 6 的振幅由偏心轴 4 的偏心量所决定。

该机构的最大振幅为 5mm, 可用于中等载荷。

设计时应尽可能减小振动台 6 的质量及可动配合面的摩擦阻力。

24



- 1—电动机
- 2—欠齿齿轮
- 3—扇形齿轮
- 4—传动轴
- 5—弹簧
- 6—齿轮
- 7—链轮
- 8—链条

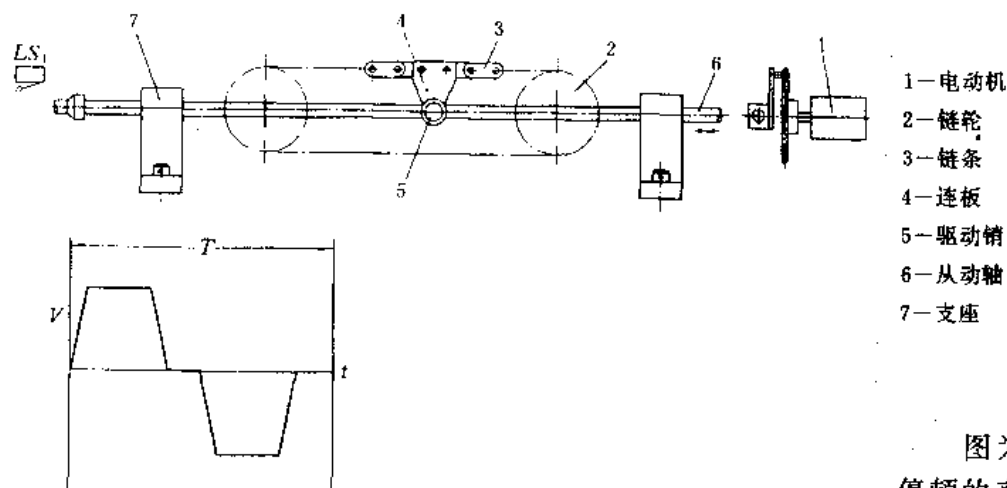
图为利用欠齿齿轮使链条作直线步进运动的机构。

电动机 1 经皮带传动驱动欠齿齿轮 2 连续回转，与之相啮合的齿轮 6 作间歇转动，由于链轮 7 与齿轮 6 同轴，故链条 8 作直线步进运动。

为了防止欠齿齿轮 2 与齿轮 6 进入啮合时产生冲击或干涉，在欠齿齿轮 2 的扇形缺口内（无齿部）又设置了扇形齿轮 3，其可相对于传动轴 4 摆动。在欠齿齿轮 2 与齿轮 6 的啮合过程中，扇形齿轮 3 在弹簧 5 的作用下如图所示地与欠齿齿轮 2 相贴合。

该机构的步进行程范围为 50~200mm，可用于工件的输送。

25



- 1—电动机
- 2—链轮
- 3—链条
- 4—连板
- 5—驱动销
- 6—从动轴
- 7—支座

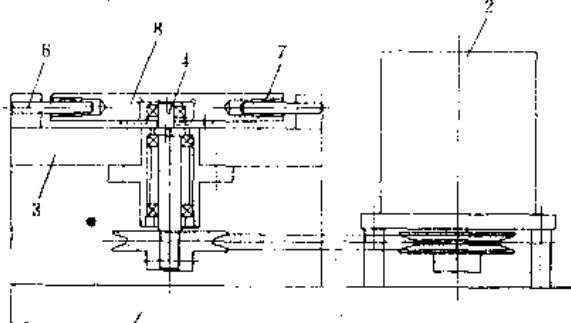
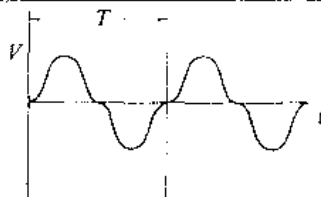
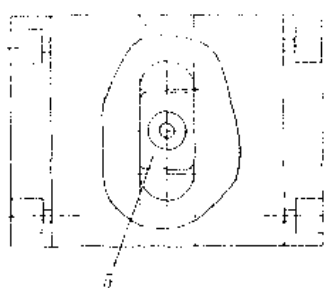
图为链式中间可停顿的直线往复运动机构。

两链轮 2 的直径相同，固定在从动轴 6 上的驱动销 5 与固定在链条 3 上的连板 4 相铰接；链轮 2、驱动销 5 及从动轴 6 三者的轴心位于同一平面内。

当电动机 1 驱动链轮 2 回转时，从动轴 6 便在驱动销 5 的带动下作直线运动。假设从动轴 6 向左运动，当驱动销 5 的轴线与左链轮 2 的轴心重合时，驱动销 5 将静止不动，而连板 4 则随链条 3 转过链轮 2 节圆周长的一半，即从动轴 6 在运动方向改变时将有一个停顿，其停顿时间取决于链轮 2 的直径和转速。从动轴 6 的行程与两链轮 2 的轴距相等。

该机构适用于轻载荷。

26

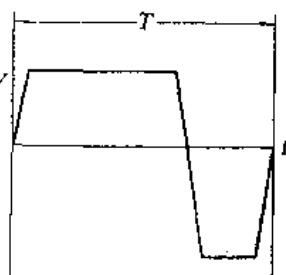
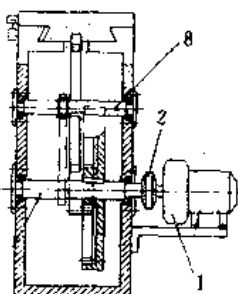
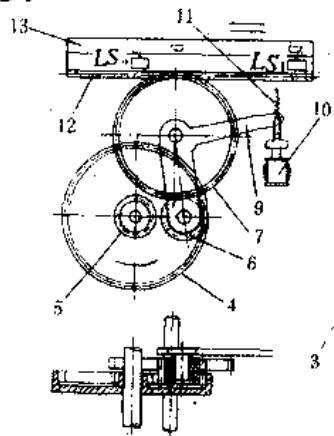


- 1—底板
- 2—电动机
- 3—支板
- 4—偏心轴
- 5—滑块
- 6—导杆
- 7—直移式滚珠套
- 8—振动台

图为产生水平直线振动的机构。

该机构与图 23 基本相同，区别仅在于用滑块 5 代替了连杆，滑块 5 与振动台 8 上的长孔相配合。由于滑块 5 的支承轴 4 相对于从动带轮偏心，故当电动机 2 连续回转时，振动台 8 将在水平方向产生振动。该机构的最大振幅为 5mm，可用于中等载荷。

27



- 1—电动机（带制动器）
- 2—联轴器
- 3—驱动轴
- 4、5、6、7—齿轮
- 8—从动轴
- 9—L形摆杆
- 10—电磁铁
- 11—弹簧
- 12—齿条
- 13—工作台
- LS₁、LS₂—行程开关

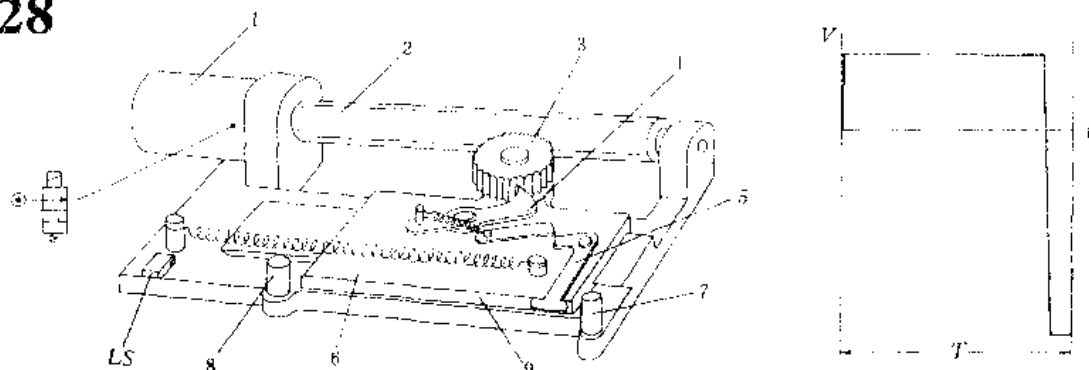
图为利用内、外齿轮的急回运动机构。

做成一体的内齿轮 4 和齿轮 5 固定在驱动轴 3 上；与固结在工作台 13 上的齿条 12 相啮合的齿轮 7 固定在从动轴 8 上；L 形摆杆 9 以从动轴 8 为支点，其一端装有始终与齿轮 7 保持啮合的齿轮 6，另一端与电磁铁 10 相连。

当齿轮 4、5 在电动机 1 的驱动下按图示方向回转时，若电磁铁 10 通电，L 形摆杆 9 将顺时针摆动使齿轮 6 与齿轮 5 相啮合，此时齿轮 7 作逆时针回转并通过齿条 12 推动工作台 13 向左移动（工作行程）；在行程的左端点，行程开关 LS₂ 动作，电磁铁 10 断电，L 形摆杆 9 在弹簧 11 的作用下回到图示位置，这时由于齿轮 6 与齿轮 4 处于啮合状态，故齿轮 7 的转向变为顺时针，从而使工作台 13 又向右移动（空程）。显然，由于齿轮 4 的直径大于齿轮 5 的直径，所以工作台 13 在空程具有急回特性。

该机构的行程范围为 50~500mm，可承受重载荷。

28



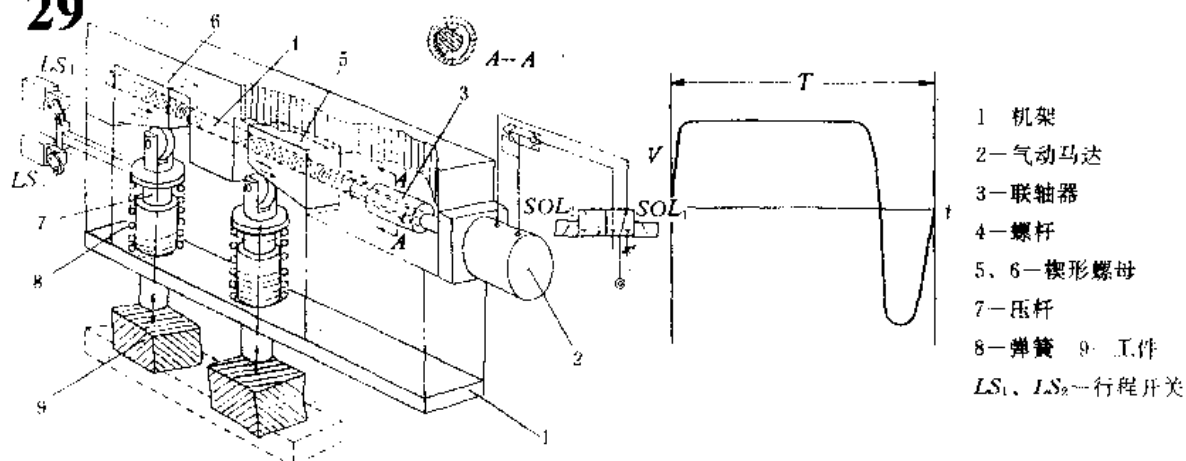
1 气动马达 2-螺杆 3-齿轮 4-棘爪 5-L形杠杆 6-复位弹簧 7、8-柱销 9-滑鞍 LS 行程开关

图为螺杆与弹簧等组成的急回运动机构。

滑鞍9上装有可自由转动的齿轮3作为螺母与螺杆2相啮合,在图示位置由于棘爪4将齿轮3锁定,故当螺杆2在气动马达1的驱动下回转时,将通过齿轮3使滑鞍9向右运动(工作行程);在行程的右端点,L形杠杆5碰上柱销7时,棘爪4将与齿轮3脱离,同时气动马达1亦停止转动(另一行程开关未画出),于是滑鞍9在复位弹簧6的作用下向左快速运动(急回空程);在行程的左端点,由于柱销8对L形杠杆5的阻挡,棘爪4将再次把齿轮3锁定,同时滑鞍9触动行程开关LS,使气动马达1动作,开始下一个往复运动循环。

该机构的行程为300mm,可用于中等载荷。

29



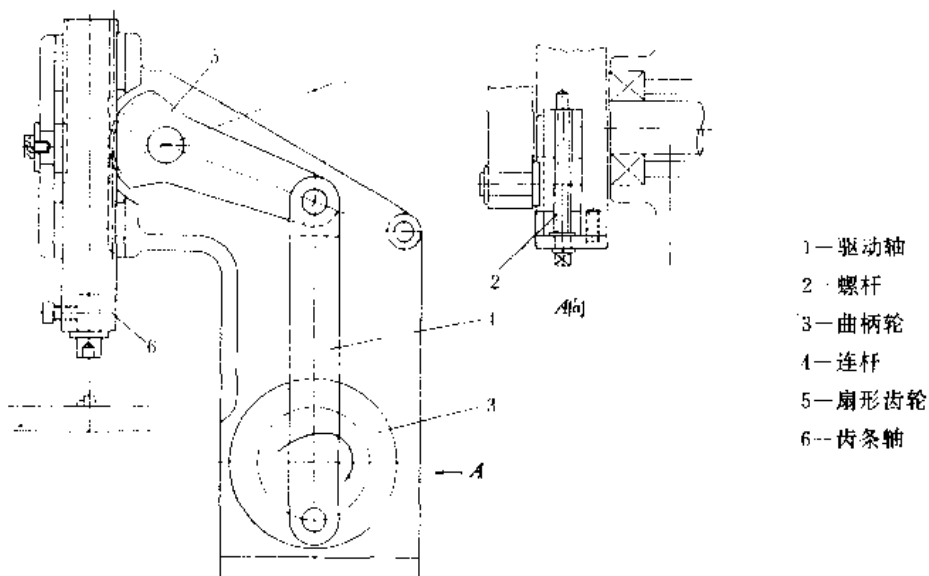
图为利用螺杆及楔形螺母的直线运动机构。

当气动马达2驱动具有左、右旋螺纹段的螺杆4逆时针转动时,楔形螺母5、6将沿轴向相互接近并推动垂直设置的两压杆7向下运动;反之,当螺杆4顺时针转动时,楔形螺母5、6将相互离开,而压杆7则依靠弹簧8复位。

在该机构中,由于螺杆4在轴向是浮动的,故当摩擦阻力很小时,两压杆7所受的力近似相等。当楔形螺母5、6相互离开,其大端分别与机架1接触后,螺杆4在轴向将被锁定。

该机构的行程范围为5~20mm,能承受重载荷,常用于工件的夹紧等。

30



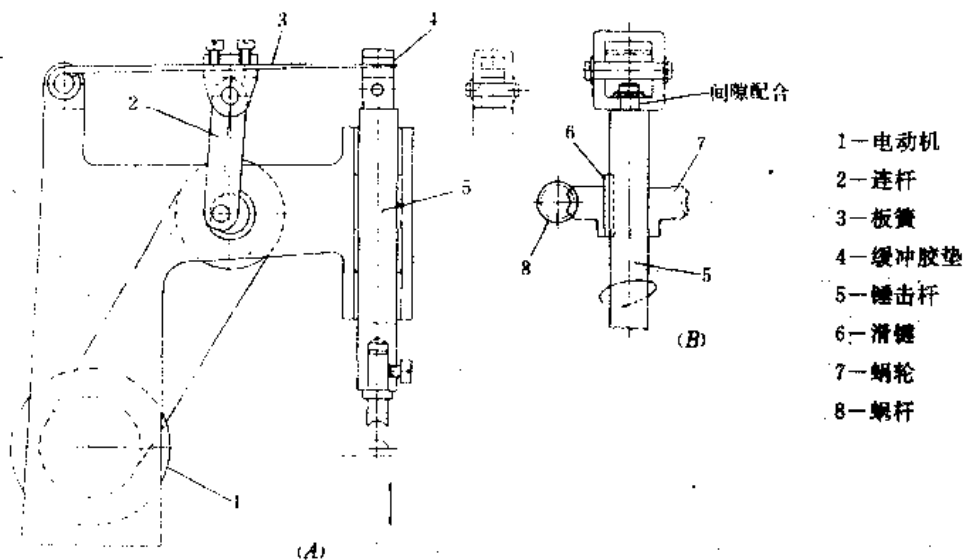
- 1—驱动轴
- 2—螺杆
- 3—曲柄轮
- 4—连杆
- 5—扇形齿轮
- 6—齿条轴

图为曲柄轮通过连杆及扇形齿轮驱动齿条轴上下运动的机构。

该机构的动作为：当电动机通过带传动（未画出）使曲柄轮 3 回转时，经连杆 4 带动扇形齿轮 5 绕其支点摆动，从而与之啮合的齿条轴 6 作上下往复运动。当需要改变齿条轴 6 的行程时，可利用螺杆 2 调整连杆 4 与曲柄轮 3 铰接点的回转半径即曲柄长度，见 A 向视图。

该机构的行程范围为 10~50mm，可承受中等载荷，常用于小型零件的压入装配。另外，若使齿条轴 6 具有双重结构，即在上下运动的同时还能回转，则该机构亦能用于铆接加工。

31



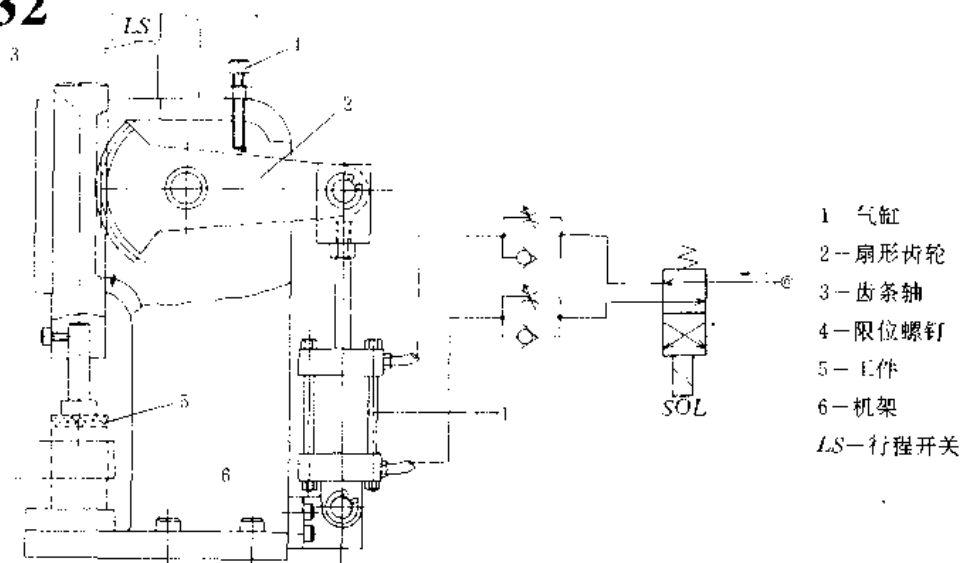
- 1—电动机
- 2—连杆
- 3—板簧
- 4—缓冲胶垫
- 5—锤击杆
- 6—滑键
- 7—蜗轮
- 8—蜗杆

图为利用偏心轴及板簧使锤击杆上下振动的机构。

如图 (A) 所示，电动机 1 通过带传动及连杆 2（其下端与从动带轮轴偏心地铰接）使板簧 3 绕其支点摆动，板簧 3 的自由端介于缓冲胶垫 4 与锤击杆 5 相连，从而锤击杆 5 在板簧 3 的带动下作上下振动。若欲使锤击杆 5 在作上下振动的同时又能回转，则可采用图 (B) 的结构，即以滑键 6 将蜗轮 7 安装在锤击杆 5 上，由蜗杆 8 通过蜗轮 7 驱动锤击杆 5 回转。

该机构的行程约为 5mm，常用于小型工件的铆接。

32

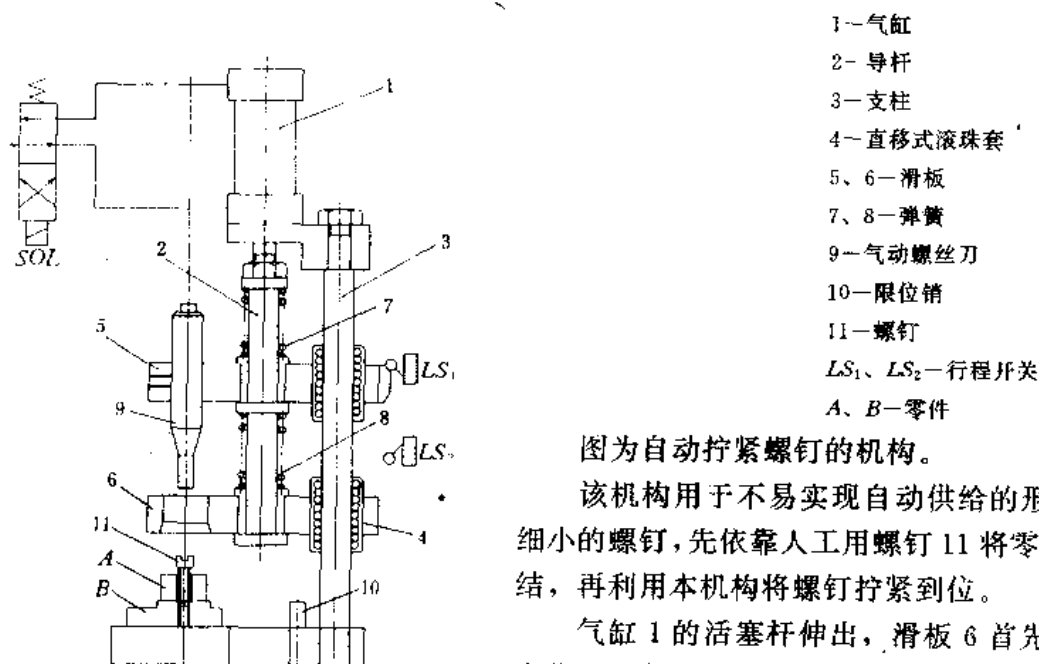


图为利用扇形齿轮放大气缸输出功率的上下运动机构。

采用尾部耳环安装的气缸 1 直接推动扇形齿轮 2 绕其支点摆动, 扇形齿轮 2 又带动与之相啮合的齿条轴 3 作上下往复运动。若适当选择扇形齿轮 2 的支点位置, 则可将气缸 1 的输出功率放大若干倍。当工件 5 的厚度不同时, 可利用限位螺钉 4 调整齿条轴 3 的下降行程。

该机构的行程范围为 10~50mm, 能承受重载荷。

33

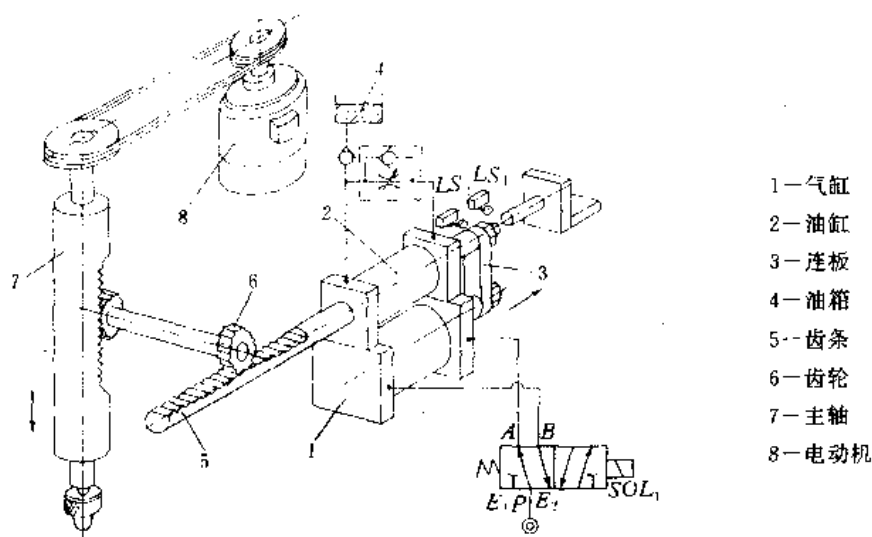


图为自动拧紧螺钉的机构。

该机构用于不易实现自动供给的形状特殊或细小的螺钉, 先依靠人工用螺钉 11 将零件 A、B 联结, 再利用本机构将螺钉拧紧到位。

气缸 1 的活塞杆伸出, 滑板 6 首先将零件 A 定位; 随着气缸 1 的活塞杆继续伸出, 弹簧 8 被压缩, 气动螺丝刀 9 与螺钉 11 接触后, 开始旋转并把螺钉 11 拧紧。弹簧 7、8 均起让位、缓冲作用。

34

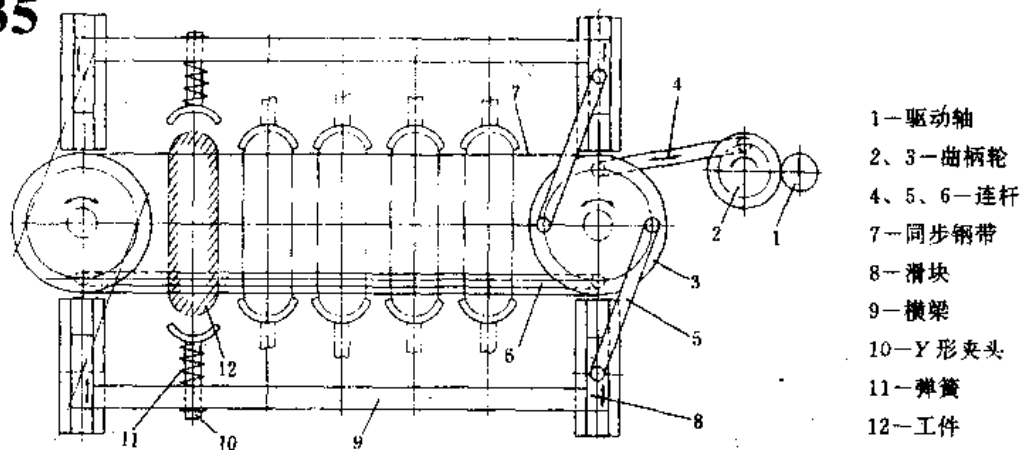


图为速度可调的直线运动机构。

在气缸 1 与齿轮 6 之间串入一双活塞杆油缸 2，油缸 2 的右活塞杆通过连板 3 与气缸 1 的活塞杆连接，其左活塞杆上制有齿条 5 和齿轮 6 相啮合；当气缸 1 的活塞杆向右运动时，由于油缸 2 的阻尼作用，钻床主轴 7 将以较低的速度下降；反之，当气缸 1 的活塞杆向左运动时，油缸 2 不起阻尼作用，钻床主轴 7 可快速上升。

该机构常用手动钻床的自动化改造，行程范围为 50~500mm，能承受中等载荷。

35

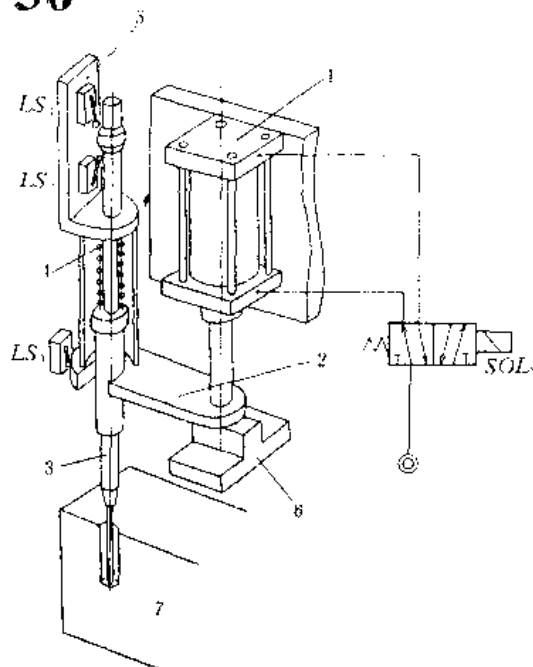


图为将曲柄运动变换为直线运动的机构。

该机构可用于同时夹持数个工作件的场合。驱动轴 1 通过齿轮传动（未画出）带动曲柄轮 2 回转，经连杆 4、6（或同步钢带 7）使两曲柄轮 3 作同步转动；在两曲柄轮 3 的端面上按图示位置又各铰接有两根连杆 5，安装在连杆 5 端部的滑块 8 可在导向槽内移动并分别与上、下横梁 9 相连。若使驱动轴 1 与曲柄轮 2 轴的速比为 2:1，则当驱动轴 1 每转动一周时，曲柄轮 2 将转动半圈并带动 Y 形夹头 10 完成一次夹紧或松开的动作。

该机构的行程范围为 10~100mm，能承受中等载荷。

36



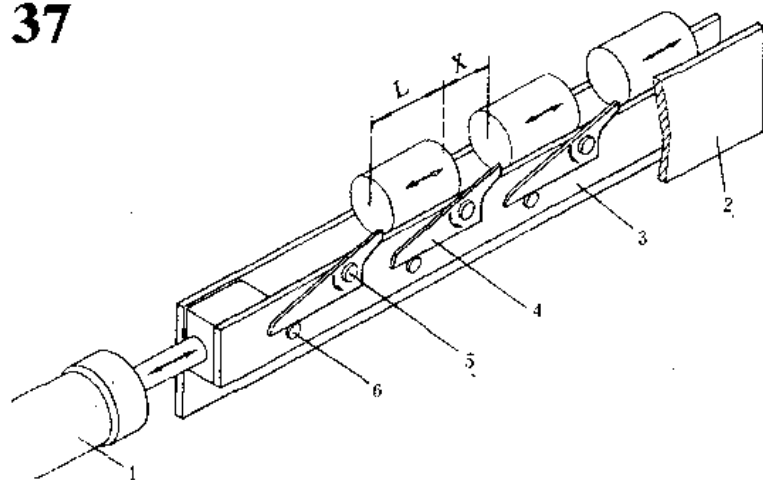
- 1—气缸
- 2—连板
- 3—检测杆
- 4—弹簧
- 5—支板
- 6—限位块
- 7—工件

LS_1 、 LS_2 、 LS_3 —行程开关

图为用于自动加工线中检测孔或槽加工与否的机构。

气缸1通过连板2带动检测杆3下降， LS_1 与限位块6限制了气缸1的活塞杆伸出量；此时，若检测杆3上端的轴肩位于 LS_2 与 LS_3 之间，即 LS_2 、 LS_3 均不动作时，表明孔（或槽）已加工且合格；若 LS_2 或 LS_3 动作则表明孔（或槽）过深或过浅，从而给出加工不合格的信号。

37



- 1—气缸
- 2—导轨
- 3—滑板
- 4—推爪
- 5—销轴
- 6—限位销

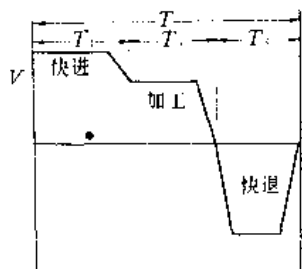
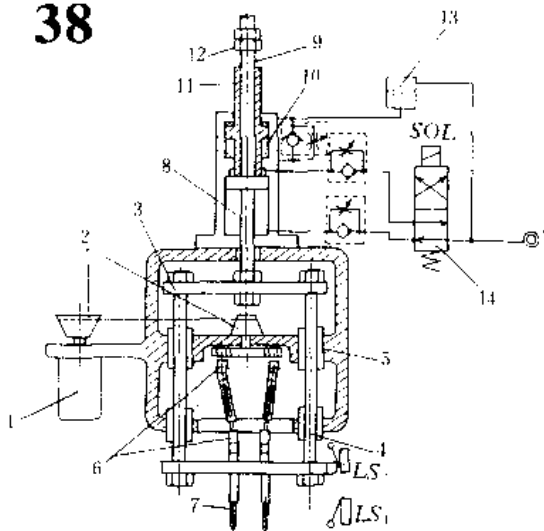
图为气缸驱动的直线步进输送机构。

工件由导轨2支承，在两导轨2之间、工件的正下方设有可往复运动的滑板3（与工件不接触），其上安装着若干可绕销轴5摆动的推爪4；在静止状态下，由于重力的作用推爪4的一端靠在限位销6上，另一端则与工件接触。

当气缸1驱动滑板3向右运动时，推爪4将推动工件在导轨2上滑动；当滑板3向左运动时，工件将保持静止不动，而推爪4则作顺时针摆动并从工件的下方随滑板3一起退回原位。设工件的长度为 L ，工件的间隔为 X ，若气缸1的行程为 $L+X$ ，则滑板3每往复运动一次，可将工件向右输送 $L+X$ 的距离。

该机构的缺点是：由于工件的惯性导致定位精度较差，故不适用于高速步进输送。

38



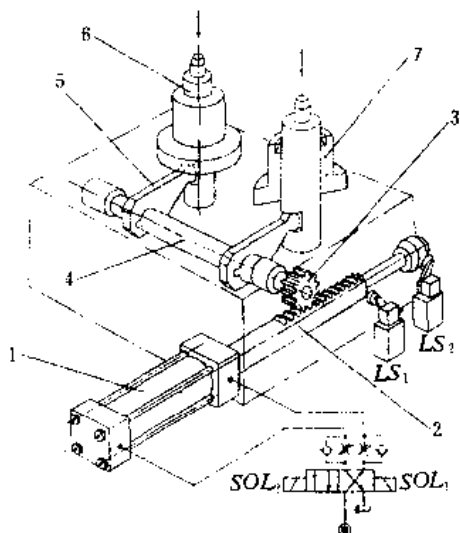
- 1—电动机
- 2—变速带轮
- 3—连接板 4—导杆
- 5—直移式滚珠套
- 6—万向联轴节
- 7—刀具 8—气缸
- 9—气缸活塞杆
- 10—油缸
- 11—油缸活塞杆
- 12—螺母
- 13—油箱
- 14—电磁换向阀
- LS_1 、 LS_2 —行程开关

图为将气缸与油缸相串联使刀具进行变速直线进给运动的机构。

从气缸 8、油缸 10 的联接方式可见，载荷由气缸 8 承受，油缸 10 实际上是一阻尼器。刀具 7 的回转运动由电动机 1 通过变速带轮 2 提供。刀具 7 的变速进给过程为：电磁换向阀 14 通电后，气缸活塞杆 9 首先向下运动即刀具 7 快速下降；当气缸活塞杆 9 上端的螺母 12 与油缸活塞杆 11 的上端面接触后，油缸 10 下腔的油将经节流阀流向上腔，从而对气缸活塞杆 9 形成阻尼，即刀具 7 变为低速进给（切削加工过程）。加工完成后，电磁换向阀 14 断电，气缸活塞杆 9 开始向上运动，此时由于油缸 10 上腔的油可经单向阀流向下腔，故气缸活塞杆 9 可带动刀具 7 快速上升。刀具 7 在进给过程中的变速位置可通过调整气缸活塞杆 9 上端的螺母 12 来改变。

该机构的行程范围为 50~100mm，能承受中等载荷。

39



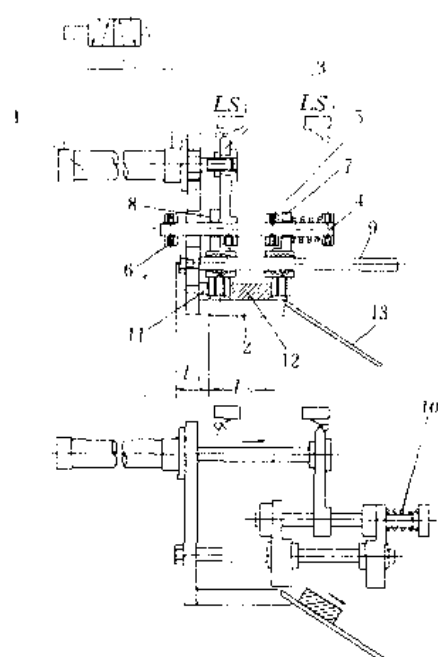
- 1—油缸
- 2—齿条
- 3—齿轮
- 4—转轴
- 5—拨杆
- 6—定位销
- 7—导向套
- LS_1 、 LS_2 —行程开关

图为齿条、齿轮及拨杆组成的直线运动机构。

该机构可用于使数个定位销同时上下运动的场合。油缸 1 通过齿条 2、齿轮 3 驱动固结在转轴 4 上的拨杆 5 摆动，拨杆 5 的自由端插在定位销 6 的凹槽中，随着拨杆 5 的摆动，定位销 6 上升或下降。

该机构的行程范围为 10~50mm，可用于中等载荷。

40



- 1—气缸
- 2—固定支板
- 3—连接板
- 4—驱动杆
- 5、6—轴环
- 7、8—滑板
- 9—导杆
- 10—弹簧
- 11—限位销
- 12—工件
- 13—料道
- LS_1 、 LS_2 —行程开关

图为双行程水平运动机构。

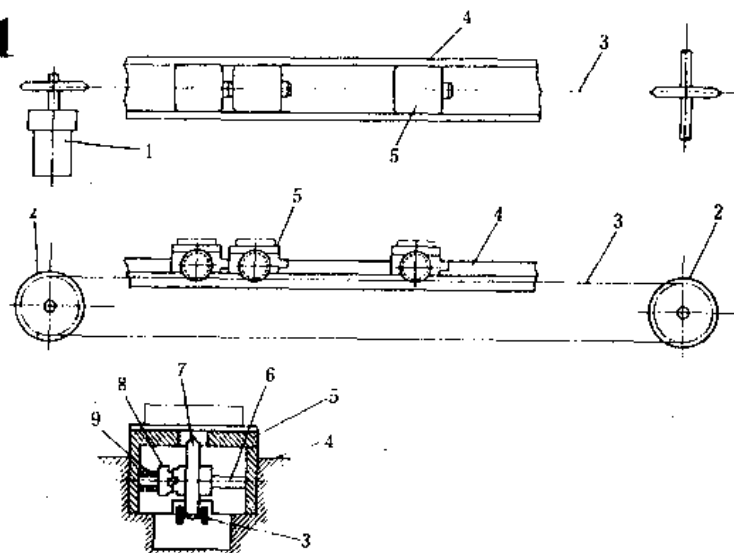
该机构常用于将轻型工件平滑地送入倾斜料道的场合。机构动作之前，工件 12 被夹在滑板 7、8

之间。当气缸 1 通过连板 3 使驱动杆 4 向右运动时，固结在驱动杆 4 上的轴环 5 首先与滑板 7 接触并推动其向右移动 l_1 ，在此过程中，滑板 8 与工件 12 保持静止不动；随着驱动杆 4 继续向右运动，在轴环 6 与滑板 8 相接触后，工件 12 将被滑板 8 向右推行 l_2 而滑入料道 13。

在该机构中，滑板 7 的行程为 $l_1 + l_2$ （略小于气缸 1 的行程），滑板 8 的行程为 l_2 ，二者顺序动作。

设计时，应尽量减小气缸 1、驱动杆 4 及导杆 9 的间距。

41

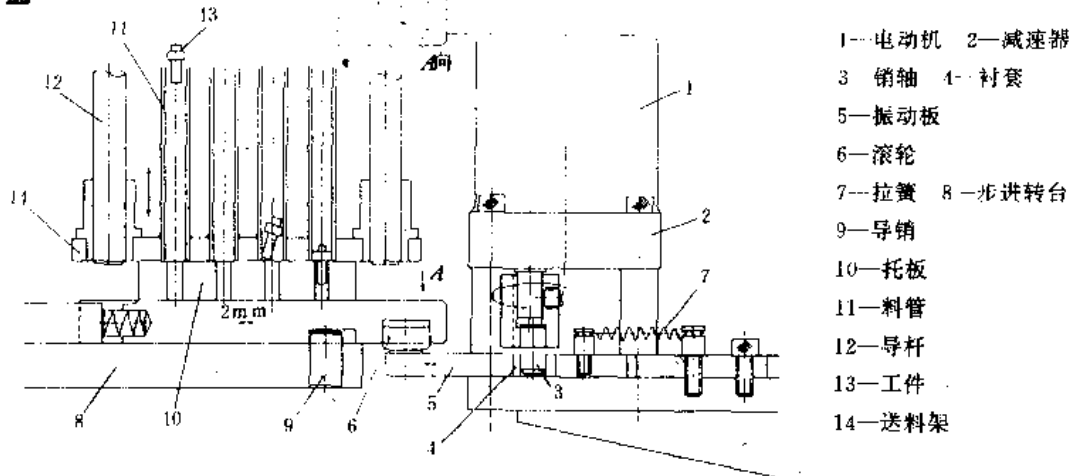


- 1—电动机（带减速器）
- 2—链轮
- 3—链条
- 4—导轨
- 5—随行工作台
- 6—固定轴
- 7—链轮
- 8—安全离合器
- 9—压簧

图为装有安全离合器的匀速直线运动机构。

在随行工作台 5 箱体内的固定轴 6 上装有可自由转动的链轮 7 及牙嵌式安全离合器 8，链轮 7 始终与链条 3 相啮合。在正常情况下，由于安全离合器 8 处于闭合状态，故链轮 7 不能转动而与随行工作台 5 固结为一体，从而当链条 7 在电动机 1 的驱动下运动时，随行工作台 5 将随之在导轨 4 上滑行。反之，若当随行工作台 5 在水平方向上超载过大时，安全离合器 8 将分离，从而导致链轮 7 空转，随行工作台 5 停止运动。

42



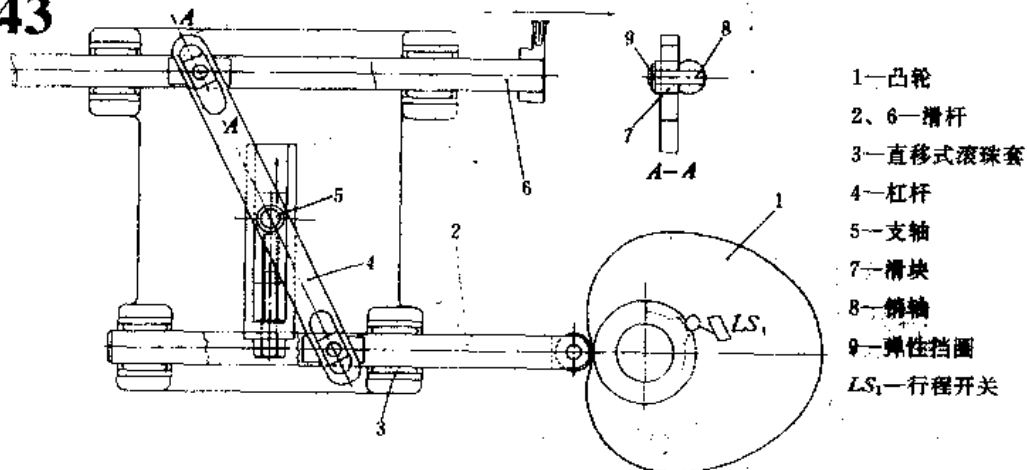
图为利用偏心轴的水平振动机构。

托板 10 安装在步进转台 8 上，可沿径向作微小移动。当欲将图示形状的工件 13 插入其上的定位孔时，常由于工件 13 不一定能以轴线垂直的姿态下落而卡滞在料管 11 与定位孔的接口处。为解决此问题，使托板 10 在工件 13 下落时能作适当的水平振动是十分有效的。驱动托板 10 振动的机构设置在步进转台 8 的外侧，其结构如图所示：在电动机 1 的输出轴上偏心地固结一销轴 3，其下端插在振动板 5 的长孔内（长孔垂直于图面）；振动板 5 左端上的滚轮 6 与托板 10 底面上的开口圆弧槽相配合（见 A 向视图）。

机构的动作循环为：步进转台 8 将托板 10 送至图示位置→电动机 1 启动，通过销轴 3 及振动板 5 带动托板 10 左右振动→气缸（未画出）推动送料架 14 下降到距托板 10 上表面的适当位置→工件 13 下落，进入定位孔→电动机 1 停止转动→气缸带动送料架 14 上升复位→步进转台 8 再行转动，将工件 13 送往下一工位。

注意：托板 10 的振幅大小应以落入定位孔后的工件 13 不受侧向力为前提来选取。

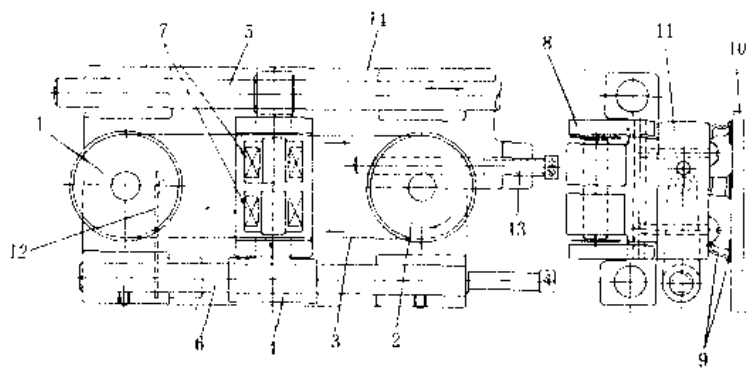
43



图为采用阿基米德曲线凸轮的等速水平往复运动机构。

阿基米德曲线凸轮 1 由电动机（未画出）驱动，通过滑杆 2、杠杆 4 带动滑杆 6 作等速水平往复运动。调整杠杆支轴 5 的位置可改变滑杆 6 的行程。

44



- 1- 主动带轮 2- 从动带轮
- 3- 钢带
- 4- 可动支架 5- 从动滑杆
- 6- 固定导杆 7- 直流电磁铁
- 8- 极片 9- 电刷、电极
- 10- 绝缘板
- 11- 行程开关
- 12- 开关控制杆
- 13- 钢带张紧调整螺杆
- 14- 机座

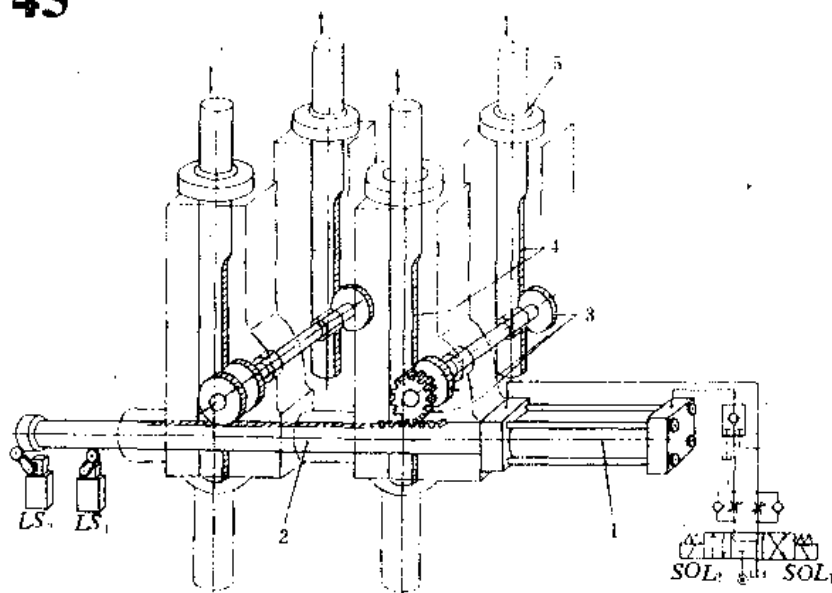
图为利用直流电磁铁及钢带的直线往复运动机构。

机构的组成为：可动支架4上装有两直流电磁铁7和行程开关11，其上端与从动滑杆5相固结，下端与固定导杆6为动配合；钢带3的上、下侧均穿过电磁铁7的衔铁与极片8的间隙；在机座14上还设有可调的开关控制杆12。

当主动带轮1在电动机（未画出）的驱动下沿图示方向连续旋转时，若上侧的电磁铁7通电，则其衔铁与极片8吸合把钢带3夹紧，从而可动支架4即从动滑杆5将与上侧钢带一起向右运动；在行程的右端点，当行程开关11碰触到开关控制杆12后，上侧的电磁铁7断电而下侧的电磁铁7则通电，此时从动滑杆5又跟随下侧的钢带向左运动。这样，随着两电磁铁7交替通断电，从动滑杆5将在水平方向上作往复直线运动。

该机构的行程范围为100~1000mm，适用于轻载荷。

45

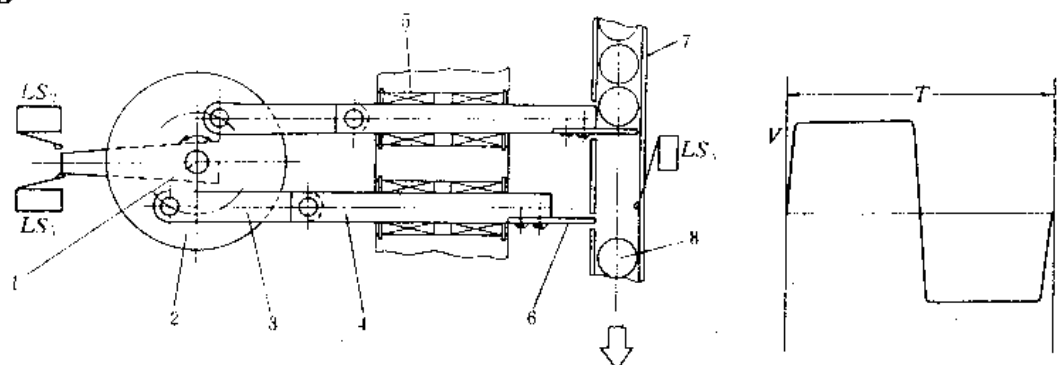


- 1- 油缸
- 2- 齿条
- 3- 齿轮
- 4- 顶杆（齿条）
- 5- 防尘密封圈
- LS₁、LS₂-行程开关

图为利用一个油缸1通过齿条齿轮副同时驱动四根顶杆4作同步上下运动的机构。

顶杆4的行程范围为50~500mm，可用于较重工件的举升。

46



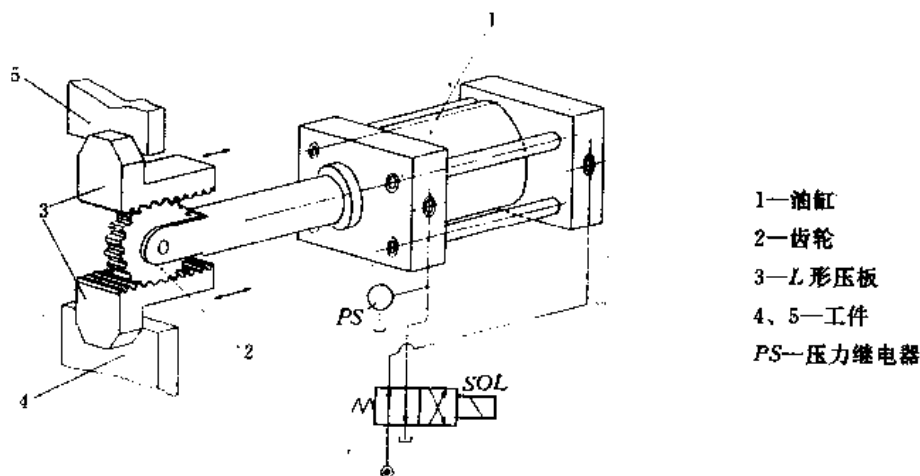
1—旋转电磁铁的输出轴 2—圆盘 3—连杆 4—滑杆 5—直移式滚珠套
6—挡板 7—料道 8—工件 LS_1 、 LS_2 、 LS_3 —行程开关

图为旋转电磁铁驱动的交叉往复直线运动机构。

在直流旋转电磁铁（未画出）的输出轴 1 上固结一圆盘 2，圆盘 2 上点对称地铰接两相同的连杆 3，连杆 3 的另一端又分别与两滑杆 4 相连。当圆盘 2 在旋转电磁铁的驱动下往复转动时，两滑杆 4 将交叉地伸出与缩回。

该机构的行程范围为 5~10mm，常作为小型工件的隔离机构应用在自动上料装置中。

47



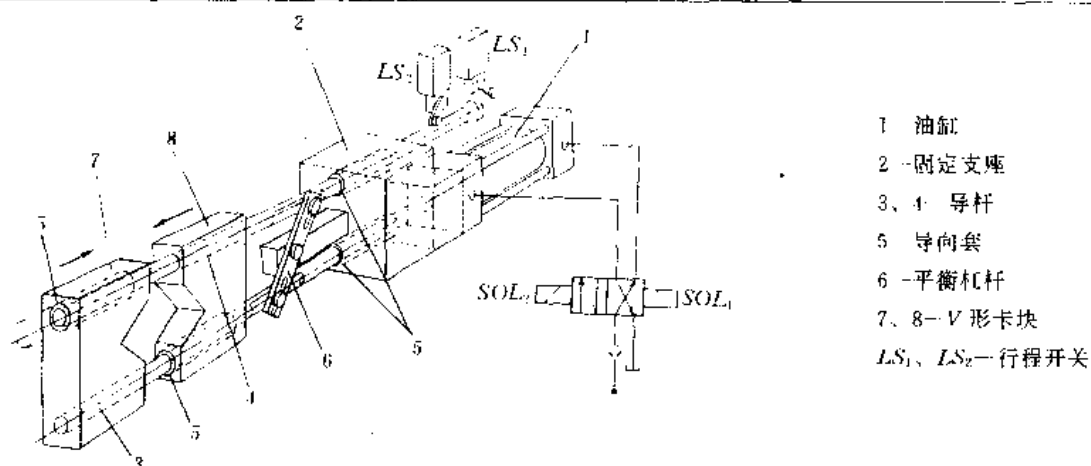
1—油缸
2—齿轮
3—L 形压板
4、5—工件
PS—压力继电器

图为平衡式直线运动机构。

该机构具有同时对厚度不同的工件施加相同作用力的特点。其结构及动作如图：在两 L 形压板 3 上均加工出齿条，并分别与安装在油缸 1 的活塞杆端部的齿轮 2 相啮合。当油缸 1 的活塞杆开始向右运动但两 L 形压板 3 均未与工件 4、5 相接触时，两 L 形压板 3 与齿轮 2 无相对运动，随之同步移向工件 4、5；然而，假设下侧的 L 形压板 3 首先与工件 4 接触，此时下侧的 L 形压板 3 便相当于一固定齿条，于是齿轮 2 将开始顺时针转动并推动上侧的 L 形压板 3 移向工件 5；当上侧的 L 形压板 3 亦与工件 5 接触时，齿轮 2 将停止转动并使两 L 形压板 3 以相同的作用力将工件 4、5 夹紧。

在该机构的制造及装配时，应尽可能使两 L 形压板 3 的导向部分处于相同的状态（指摩擦力）。

48



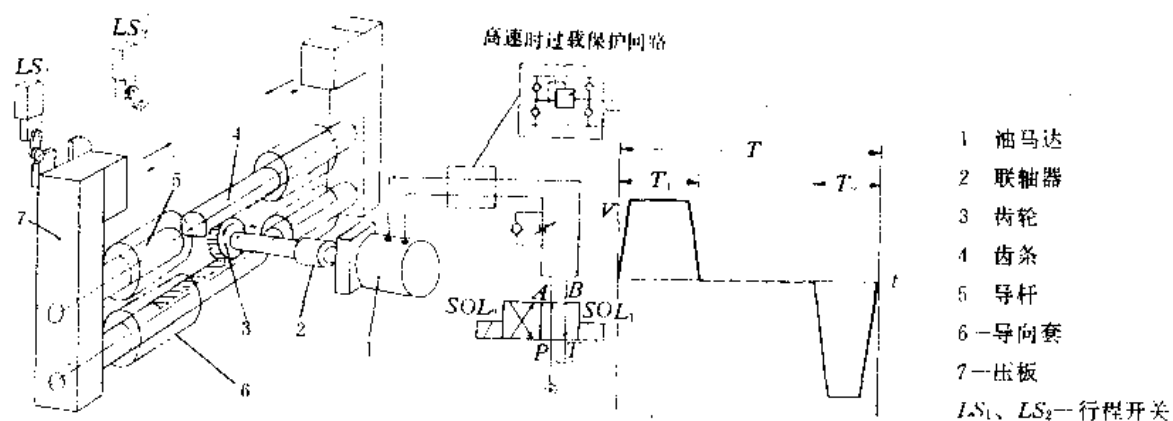
图为利用平衡杠杆的直线对向运动机构。

该机构组成为：V形卡块7、8分别与导杆3、4固定联结，导杆3、4又分别穿过V形卡块8、7上的导向套5；导杆3的右端直接与油缸1的活塞杆相连；平衡杠杆6的支点位于固定支座2上，其两端分别与长孔导杆3、4上的柱销配合。

当油缸1的活塞杆向右运动时，导杆3直接带动V形卡块7向右运动，与此同时通过平衡杠杆6使导杆4推动V形卡块8向左运动，V形卡块7、8的对向运动速度相同。反之，当油缸1的活塞杆向左运动时，V形卡块7、8将同步地相互离开。

该机构常用于工件的对心定位及夹紧，可产生较大的夹紧力。

49

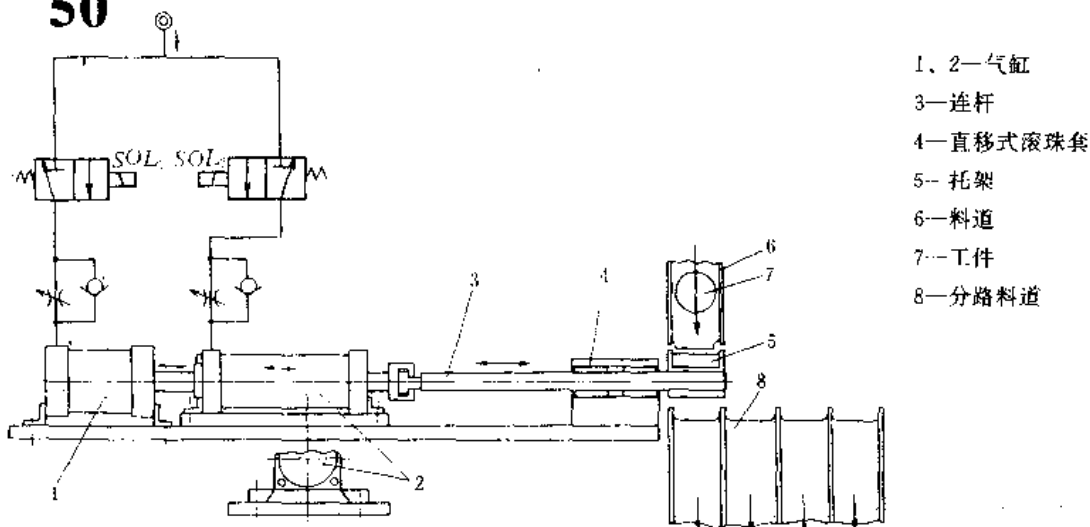


图为采用齿条、齿轮的直线对向运动机构。

在两压板7上按图示位置关系分别固结有齿条4及导杆5，并各由导向套6（固定在机架上，未画出）支承；两齿条4均与齿轮3相啮合。当齿轮3在油马达1的驱动下逆时针回转时，两压板7将在齿条4的带动下以相同的低速对向运动（油路中的单向节流阀起作用）；而当齿轮3顺时针回转时，两压板7将以较高的速度同步相互离开。

该机构可承受中等载荷，单个压板的行程范围为20~100mm，常用于工件的对心定位及夹紧。

50



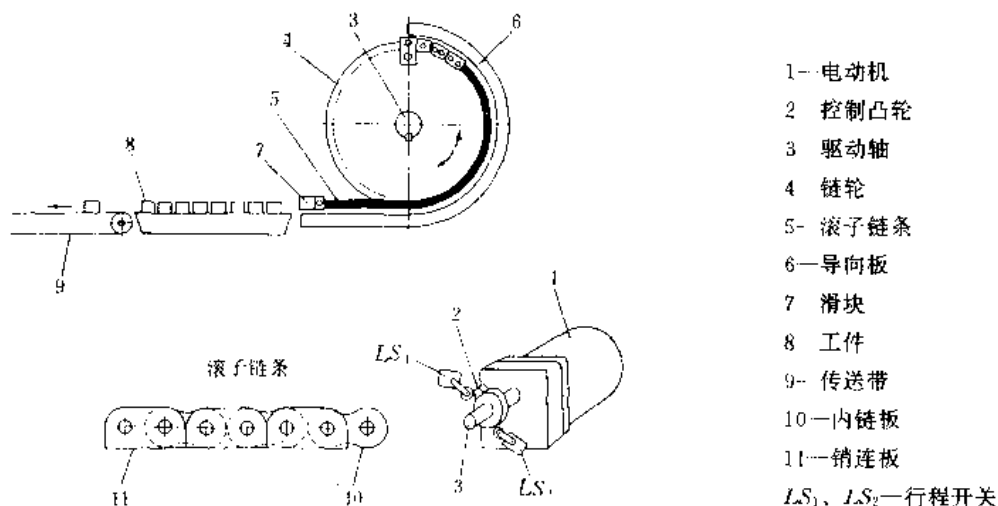
- 1、2—气缸
- 3—连杆
- 4—直移式滚珠套
- 5—托架
- 6—料道
- 7—工件
- 8—分路料道

图为将气缸串联的行程可变式直线运动机构。

两个行程不同的气缸 1、2 首尾相接，气缸 1 固定不动，气缸 2 可沿导轨滑动。当气缸 2 分别或同时动作时，通过连杆 3 与气缸 2 相连的托架 5 可获得四种不同的行程。为减小气缸 2 的管路移动量，气缸 1、2 的行程比可取为 1:2。

该机构可用于在自动化生产线中筛选零件合格与否，或按直径大小将零件分类，或将来自一路的成品分成四路的场合。

51



- 1—电动机
- 2—控制凸轮
- 3—驱动轴
- 4—链轮
- 5—滚子链条
- 6—导向板
- 7—滑块
- 8—工件
- 9—传送带
- 10—内链板
- 11—销连板
- LS_1 、 LS_2 —行程开关

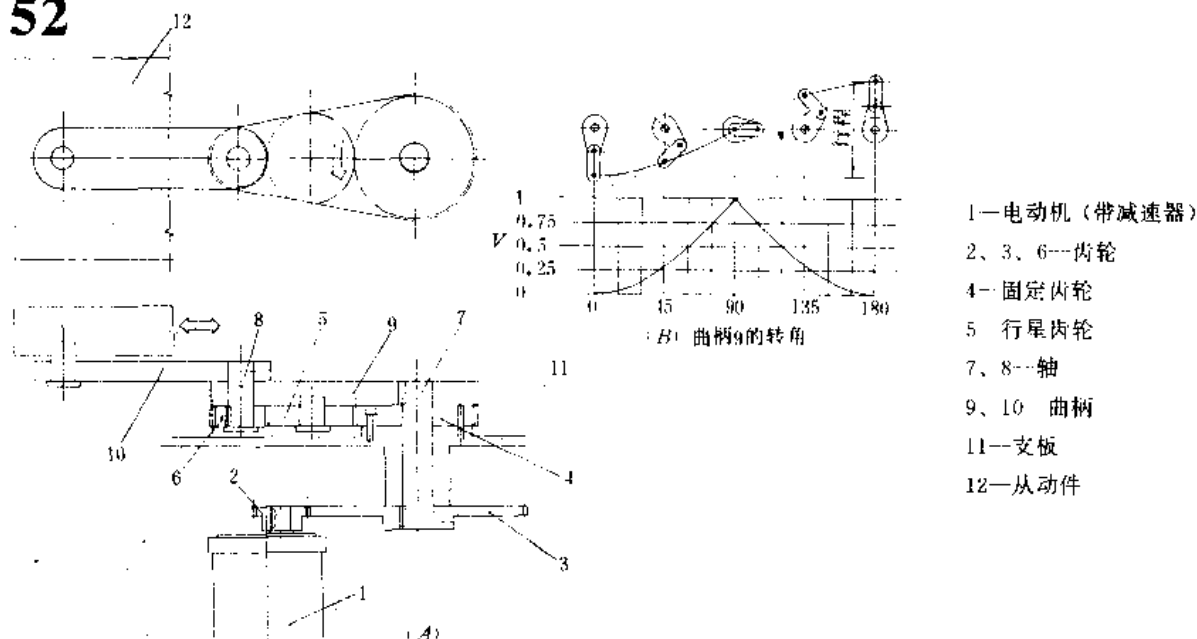
图为将摆动变换为直线运动的机构。

只能向链轮 4 中心弯曲的一段滚子链条 5 与链轮 4 相啮合，其一端固定在链轮 4 上，另一端与滑块 7 相连。

当链轮 4 在电动机 1 的驱动下作小于 180° 的摆动时，滑块 7 将在链条 5 的推动下沿导向板 6 作直线运动。滑块 7 的行程取决于链轮 4 的直径，最大可达 500mm。

该机构适用于要求行程较大、载荷较轻但空间上不允许采用气缸等驱动元件的场合。

52



图为齿轮与曲柄组成的直线往复运动机构。

机构的组成如图 (A) 所示, 当电动机 1 驱动曲柄 9 连续回转时, 曲柄 10 一方面随着曲柄 9 绕轴 7 公转, 同时又由于轴 8 上的齿轮 6 通过行星齿轮 5 与固定齿轮 4 的啮合而绕轴 8 自转。因而, 曲柄 10 自由端的轨迹为一直线, 其行程为曲柄 9、10 长度之和的 2 倍。

图 (B) 表明了曲柄 9 的转角 ϕ 与曲柄 10 自由端的速度 V 之间的关系。显而易见: 曲柄 10 的自由端在行程的两端点速度变化平稳, 无冲击现象。

53

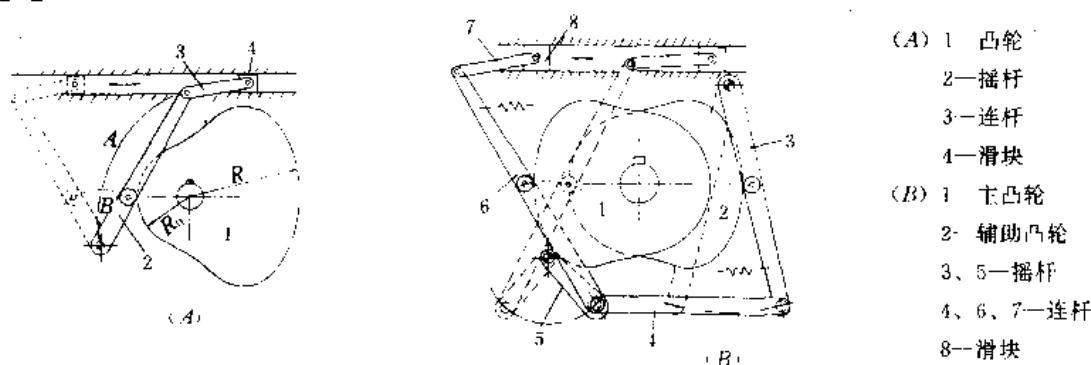
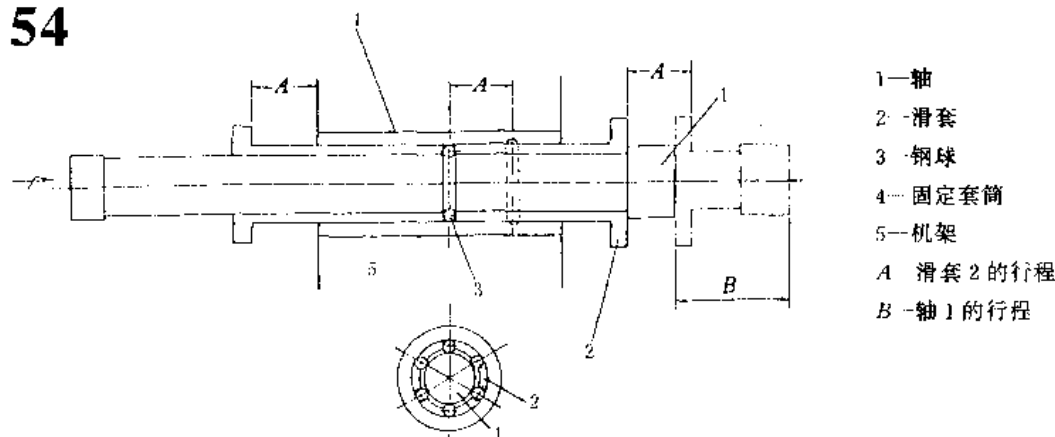


图 (A) 为利用一个凸轮驱动滑块作直线往复运动的例子。当欲扩大滑块 4 的行程时, 往往受到摇杆 2 的杠杆比 (一般地, $A/B \leq 3$) 和凸轮 1 的尺寸 (R/R_0) 及压力角的限制。

为了克服图 (A) 机构的缺点, 图 (B) 采用了两个凸轮即主凸轮 1 与辅助凸轮 2, 并引入了摇杆 5 等, 其结果使得主凸轮 1 的从动件 (即连杆 6, 相当于图 (A) 中的摇杆 2) 的支点浮动, 且总与滑块 8 的运动方向相反, 从而滑块 8 可获得较大的行程。

54



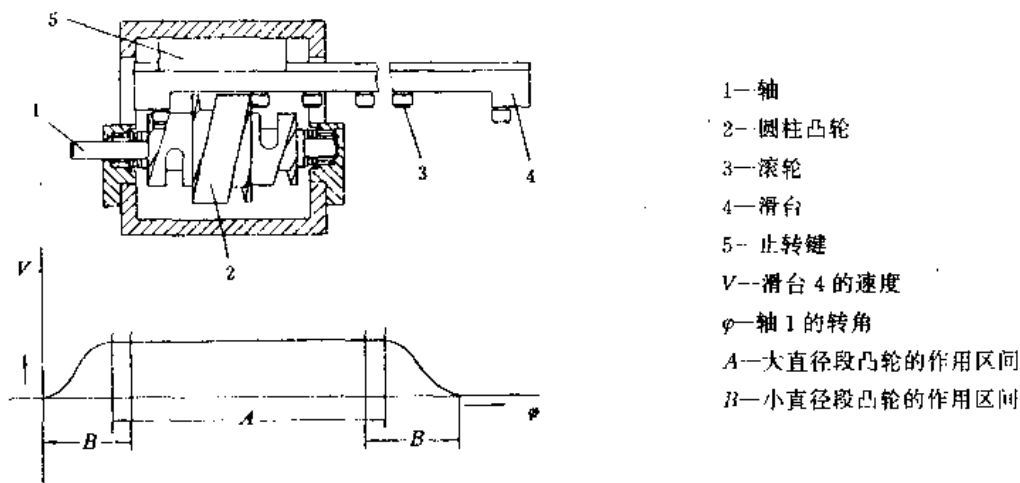
图为利用轴与滑套的组合实现两个从动件顺序直线运动的机构。

轴1与固定套筒4均开有环槽，深度为 h ；滑套2的壁厚为 t ，其周向均布6个圆孔(ϕ_d)，其中装有直径为 d 的钢球3。 h 、 t 、 d 的关系为： $d=t+h$ ， $h<t$ 。

机构的动作过程为：由图示位置，气缸（未画出）驱动轴1向右运动，由于钢球3嵌在轴1的环槽中，故滑套2亦与轴1一起向右运动；当滑套2左端的法兰盘与机架5接触时，滑套2便停止运动。与此同时，滑套2上的圆孔与固定套筒4的环槽相重合，随着气缸活塞杆继续向右运动，钢球3将被挤入固定套筒4的环槽中，从而轴1与滑套2脱离接触，轴1可继续向右运动直到气缸活塞杆达到其行程右端点。

若在滑套2与轴1的右端均装有从动件如刀具，则两刀具可顺序地到达不同的工作位置。

55



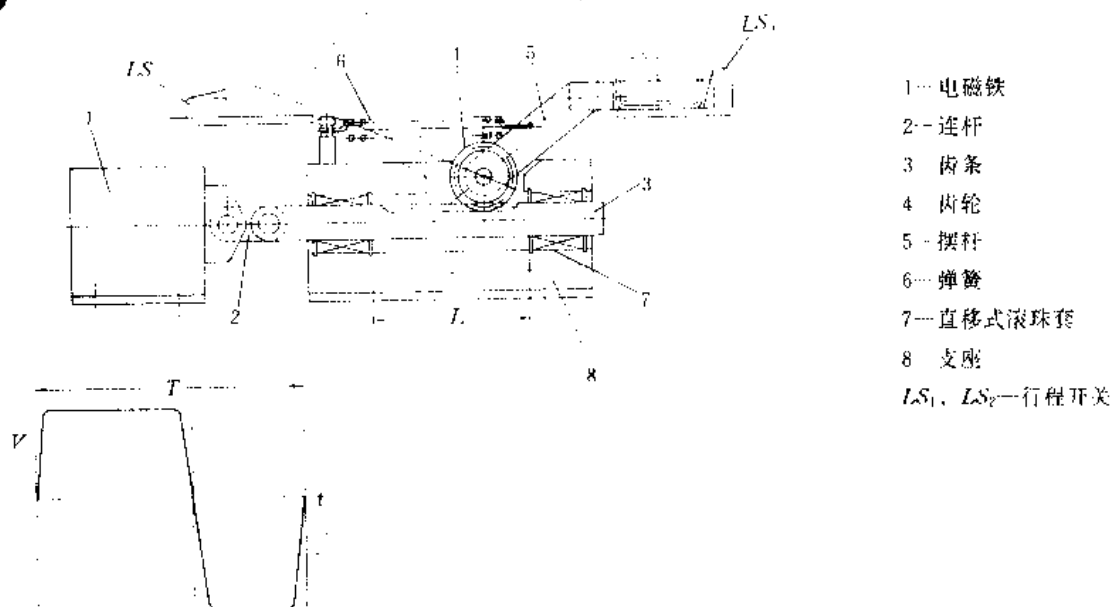
图为利用圆柱凸轮驱动滑台作往复直线运动的机构。

圆柱凸轮2由两部分组成，中间一段直径较大，用于驱动滑台4作匀速直线运动；其两端部分直径则较小，用于保证滑台4起动及停止时速度变化缓慢和定位。滑台4底面的两端各装一个滚轮3，分别与上述直径较小的两段凸轮啮合；中间部分的滚轮3为等距分布。

该机构的特点为：(1) 滑台4在行程两端的的速度变化平稳即无冲击；(2) 只采用带制动器的电动机就可获得较高的定位精度；(3) 增加滚轮数量即可加大滑台4的行程，而不必改变圆柱凸轮2的尺寸。

§ 2 摆动机构

56

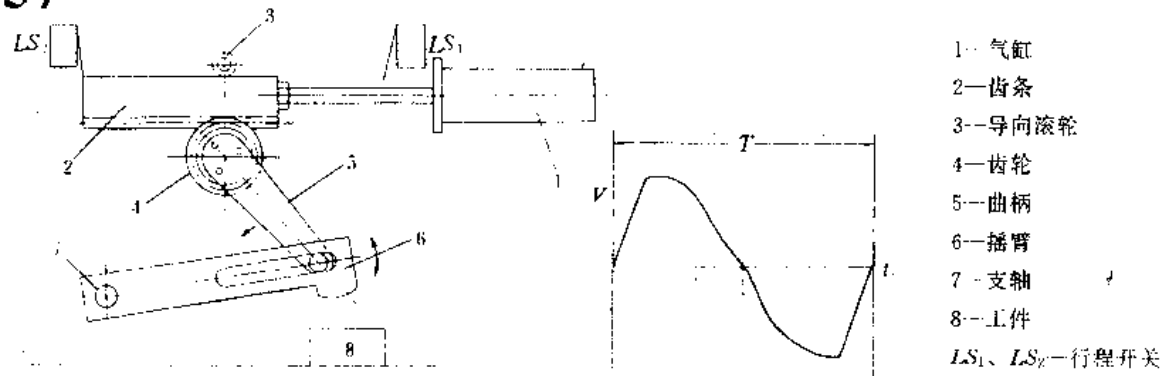


图为利用齿条及齿轮将电磁铁的直线运动变换为摆动的机构。

设计时需注意的，尽量减小摆动部分的质量；尺寸 L 的选取应以齿条 4 的有齿部不与支座 8 相干涉为前提。

该机构适用于轻载荷，可用于变换工件的姿态或在两输送带之间传递工件。

57

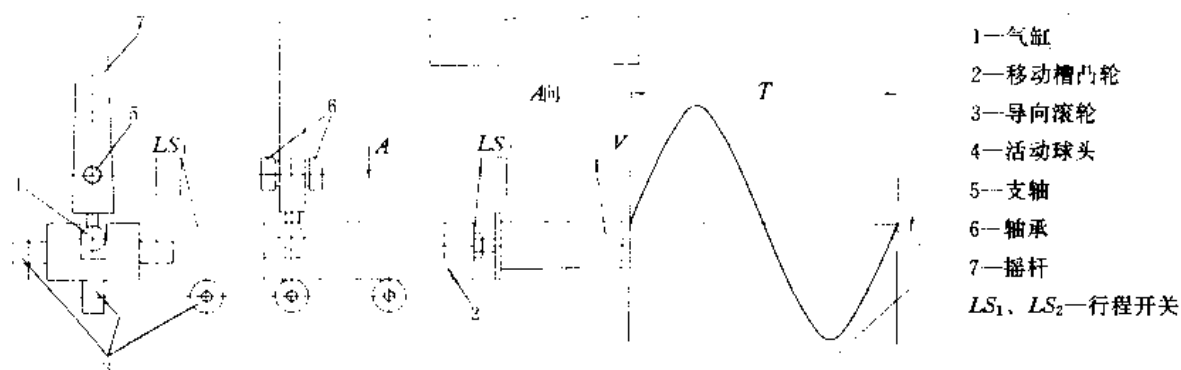


图为利用气缸推动齿条使曲柄带动摇臂绕支轴摆动的机构。

气缸 1 推动齿条 2 使固定在齿轮 4 轴上的曲柄 5 转动，曲柄 5 端部的柱销插在摇臂 6 的长孔中，带动摇臂 6 绕支轴 7 摆动。摇臂 6 在摆角两端具有减速特性。若将该机构用于工件的夹紧，则在理论上当曲柄 5 的轴线与摇臂 6 上的长孔相垂直时，夹紧力为最大。

该机构的摆角约为 20° ，可用于中等载荷。

58

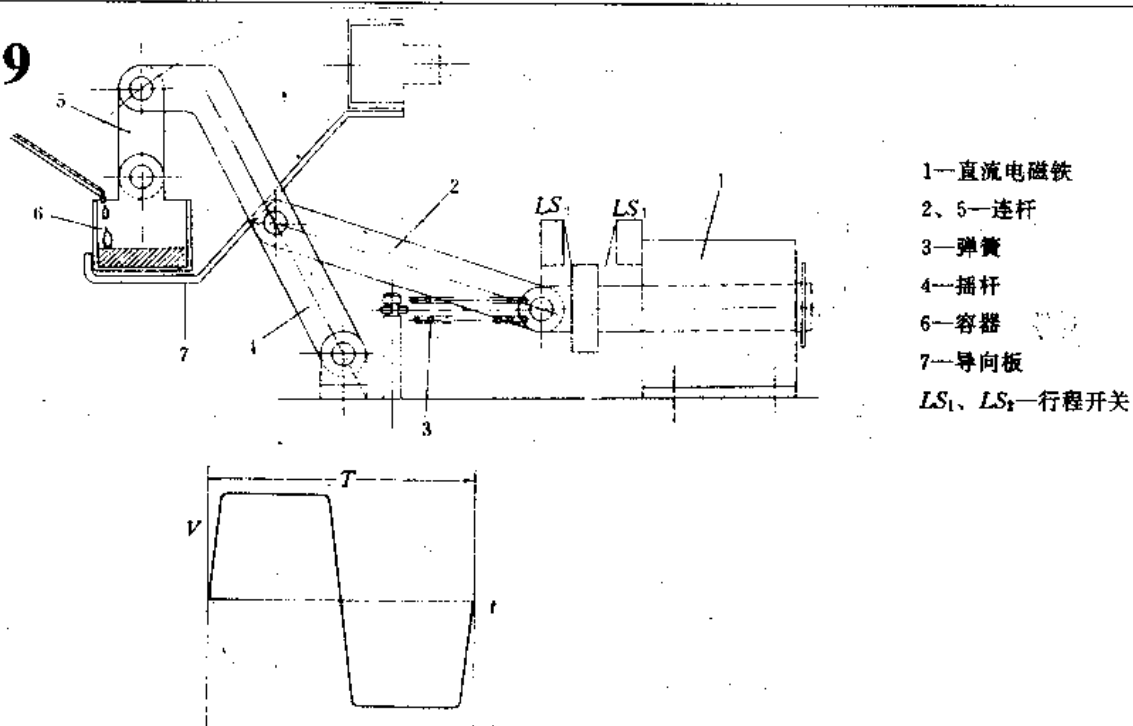


图为利用移动槽凸轮的摆动机构。

移动槽凸轮 2 的两侧及底面均设有导向滚轮 3，摇杆 7 下端的活动球头 4 位于凸轮 2 的槽中，当凸轮 2 在气缸 1 的驱动下左右运动时，摇杆 7 将绕其支轴 5 摆动。通过更换凸轮 2 可改变摇杆 7 的运动特性。

该机构可用于中等载荷。

59

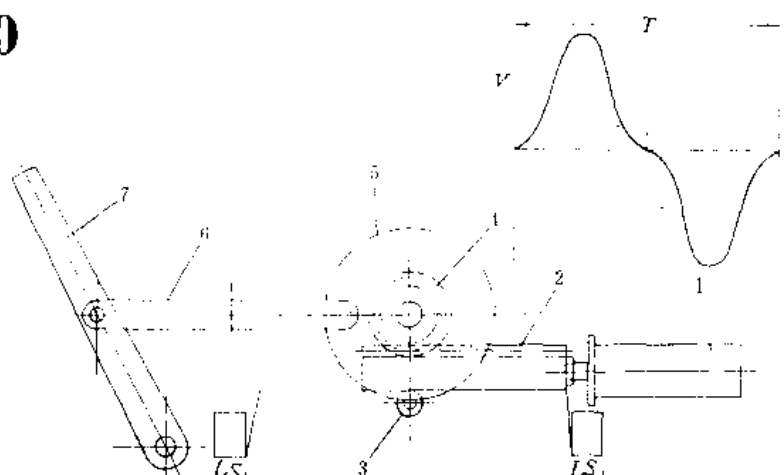


图为利用连杆将电磁铁的直线运动变换为摇杆摆动的机构。

作为一个应用实例，在欲定量输送粉状体或流体时，可如图所示地将容器 6 通过一短连杆 2 与摇杆 4 相铰接，并设置适当的导向板 7，从而当电磁铁 1 动作时，摇杆 4 将带动容器 6 按预定的轨迹及姿态到达所要求的位置。

该机构的摆角可达 90°，适用于轻载荷。

60



- 1—气缸
- 2—齿条
- 3—导向滚轮
- 4—齿轮
- 5—曲柄轮
- 6—连杆
- 7—摇杆

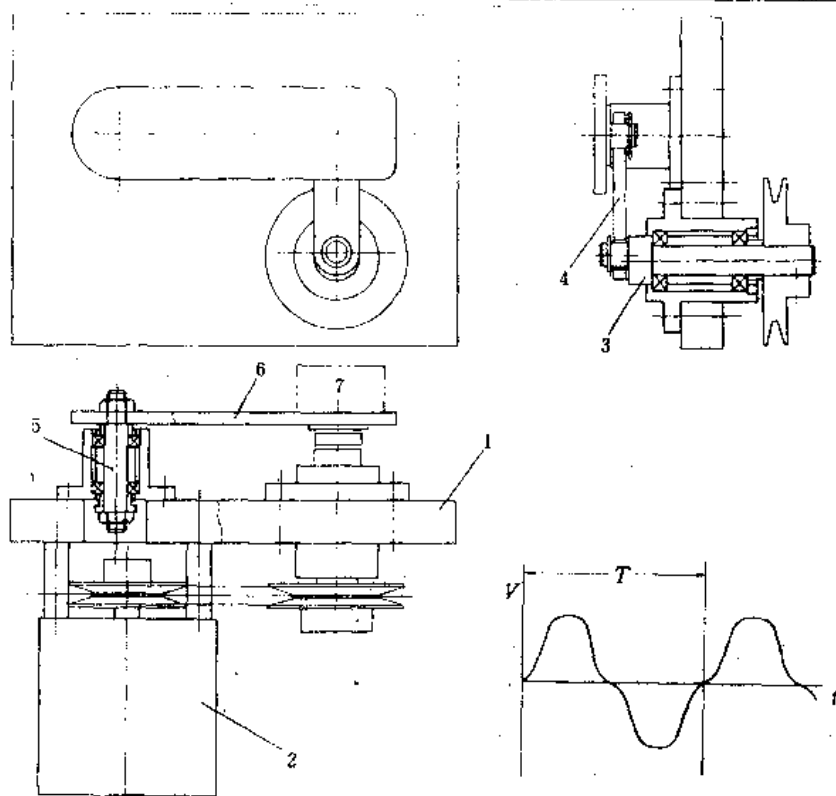
LS₁、LS₂—行程开关

图为利用曲柄轮的摆角两端减速摆动机构。

曲柄轮 5 与齿轮 4 同轴，并与摇杆 7 以连杆 6 相连。当气缸 1 推动齿条 2 运动时，可使摇杆 7 获得在摆角两端具有减速特性的摆动。

该机构的摆角可达 30°，可用于中等载荷。

61



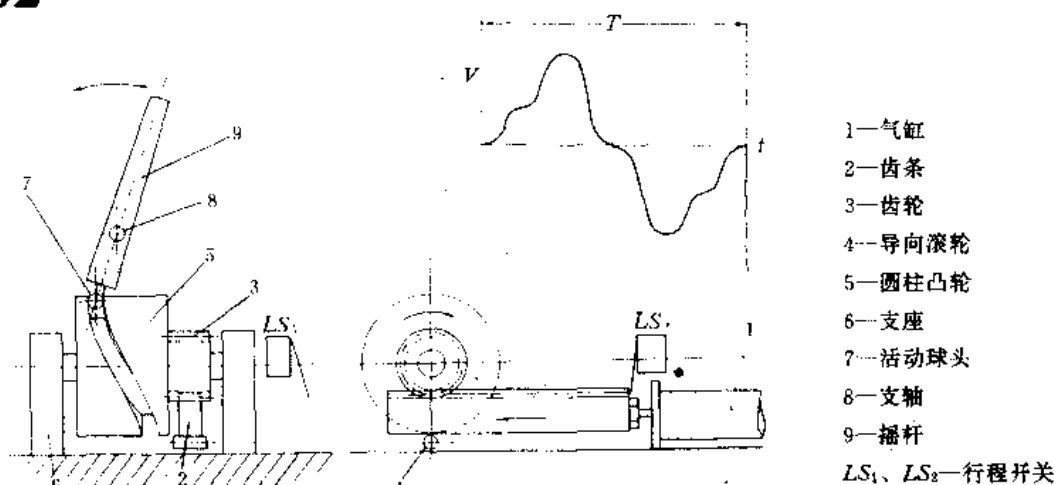
- 1—安装板
- 2—电动机
- 3—从动轴
- 4—连杆
- 5—支轴
- 6—摇板
- 7—工件

图为利用曲柄运动的连续摆动机构。

从动轴 3 上的偏心轴颈（相当于一小曲柄）通过连杆 4 与摇板 6 相连。当电动机 2 通过带传动使从动轴 3 连续回转时，摇板 6 将绕其支轴 5 作连续摆动。

该机构能承受中等载荷；常用于振动装置，但不适于高频或大振幅的场合。

62

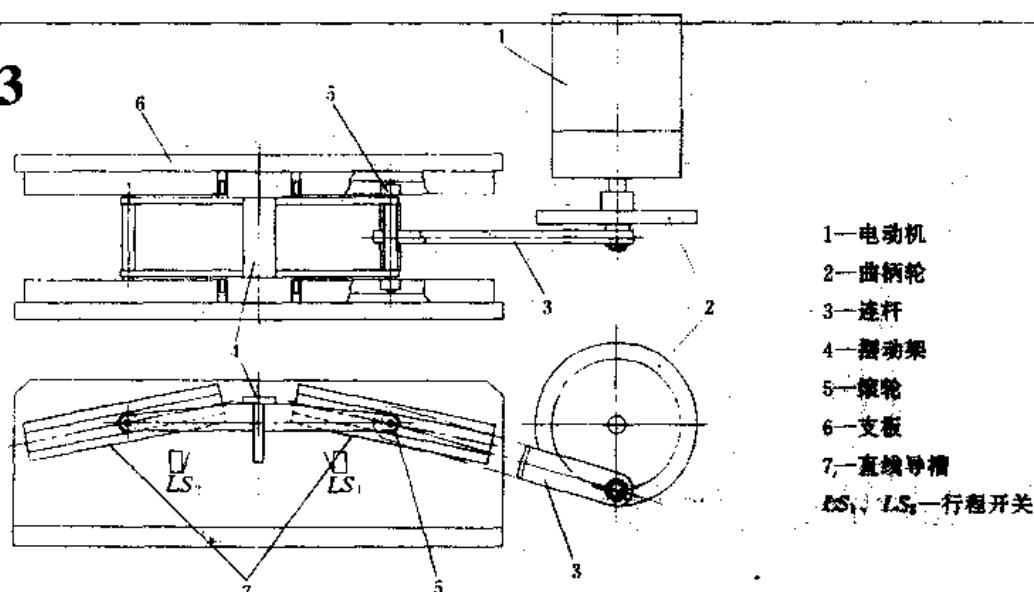


图为利用圆柱凸轮的摆动机构。

气缸 1 通过齿条 2 及齿轮 3 驱动固定在齿轮轴上的圆柱凸轮 5 转动，从而使摇杆 9 绕其支轴 8 摆动。在摆角的两端点，摇杆 9 具有减速性。若加长齿条 2 或减小齿轮 3 的直径，则气缸 1 的活塞杆每往复动作一次，摇杆 9 可摆动数次。

该机构可用于中等载荷。

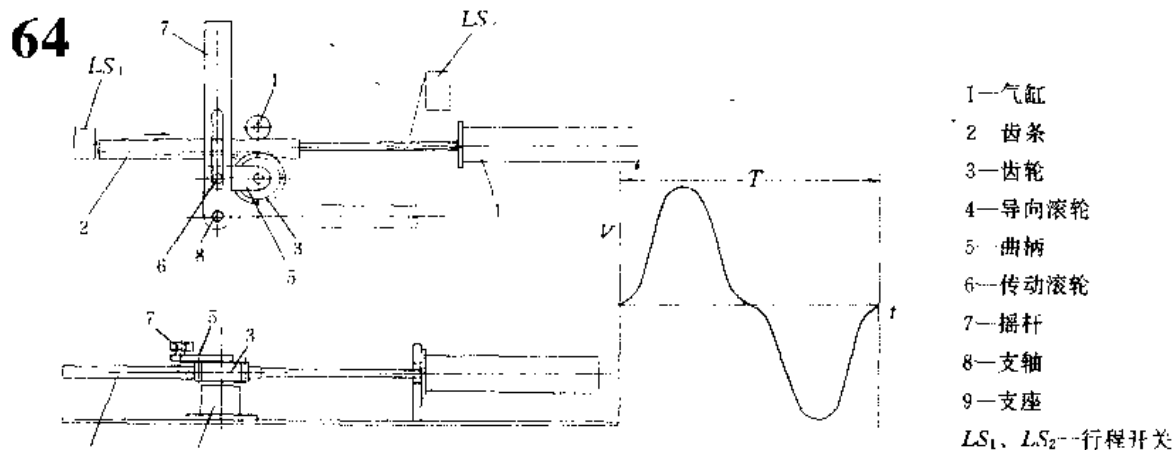
63



图为可获得大回转半径的摆动机构。

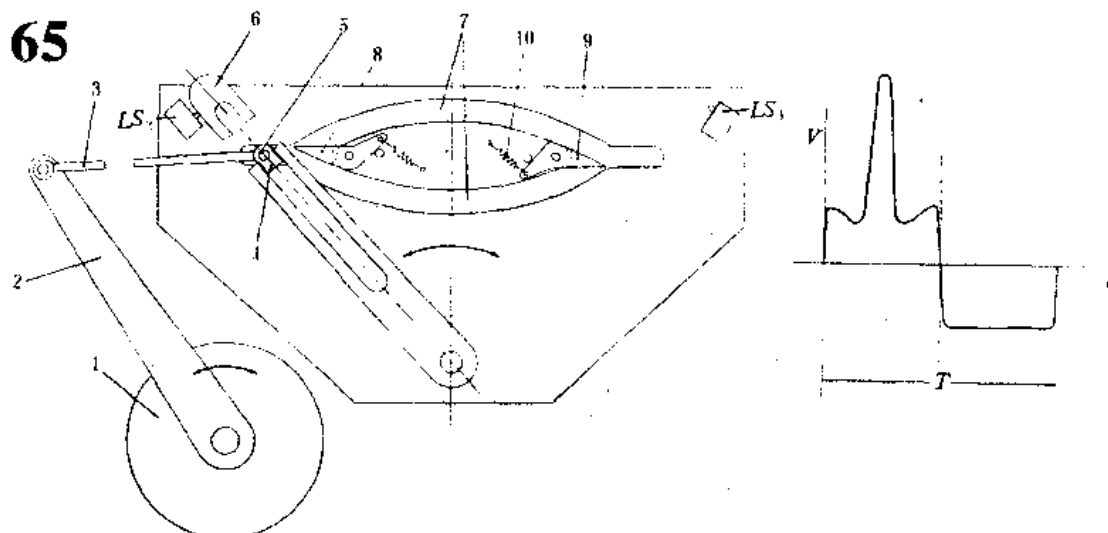
在摆动支架 4 两侧的支板 6 上各设有两段相互倾斜一定角度的直线导槽 7，摆动架 4 上的四个滚轮 5 分别插入其中。当电动机 1 通过曲柄轮 2 及连杆 3 驱动摆动架 4 往复运动时，其运动轨迹将为一圆弧曲线，且回转半径可达 10~20m。若调整两段直线导槽 7 的夹角，则可改变摆动架 4 的回转半径；作为极限情况，当两段直线导槽 7 的夹角为 180°时，摆动架 4 将作直线往复运动。

该机构的摆角可达 60°，能用于中等载荷。



图为齿条、齿轮及曲柄组成的摆动机构。

曲柄5的一端固定在齿轮3的轴上，另一端上的传动滚轮6插在摇杆7的长孔中。当气缸1驱动齿条2作直线往复运动时，摇杆7便在曲柄5的带动下作往复摆动，且在摆角的两端具有减速特性。当曲柄5的摆角为270°时，摇杆7的输出摆角为90°。

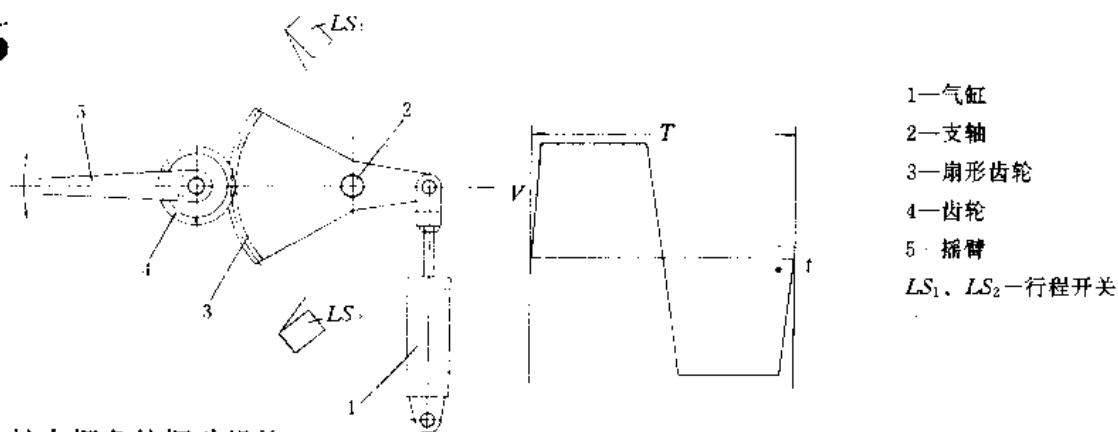


图为在往复过程中最大速度不同的摆动机构。

在连杆3的右端装有分别与摇杆6上的长孔和固定槽凸轮7相配合的滑块4和滚轮5；在上、下侧凸轮槽的两交界处设有挡爪8、9。从图示位置，当曲柄2在摆动气缸1的驱动下顺时针匀速摆动时，由于挡爪8的作用，连杆3上的滚轮5将沿下侧凸轮槽滚动，与此同时，连杆3上的滑块4沿着摇杆6上的长孔向下移动并带动其作顺时针变速摆动。当摇杆6从摆角的右端点回摆时，由于挡爪9的作用，连杆3上的滚轮5将进入上侧凸轮槽，由于上侧凸轮槽的中心曲线是以摇杆6的支点为圆心的一段圆弧，故摇杆6在逆时针摆动过程中为匀速。由摇杆6的速度特性曲线可见：摇杆6在顺逆时针摆动过程中的最大速度不同，但所需的时间则相等。

该机构的摆角范围为30°~90°，适用于轻载荷。

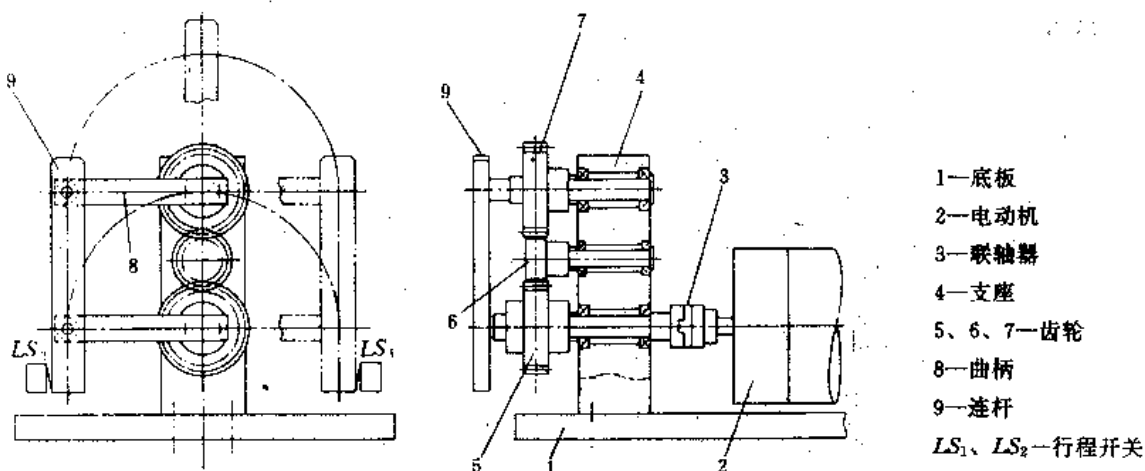
66



图为扩大摆角的摆动机构。

摇臂 5 固定在与扇形齿轮 3 相啮合的齿轮 4 的轴上，当气缸 1 驱动扇形齿轮 3 摆动时，摇臂 5 的摆角将大于扇形齿轮 3 的摆角。显然，若改变扇形齿轮 3 的杠杆比或减小齿轮 4 的直径，则可进一步扩大摇臂 5 的摆角。该机构适用于轻载荷。

67



图为利用连动齿轮的摆动机构。

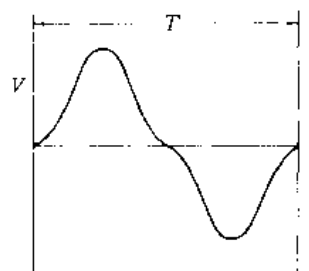
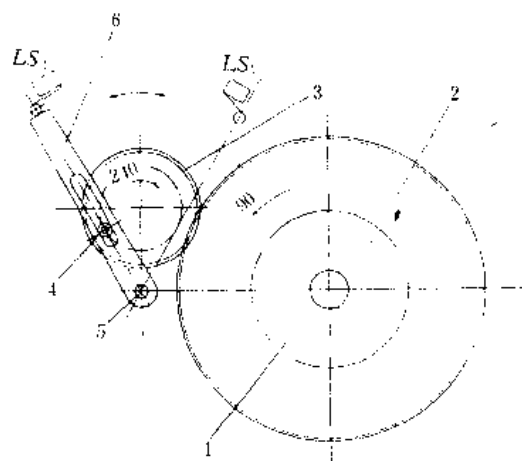
齿轮 5、7 的参数相同，其间介于小齿轮 6；在齿轮 5、7 的端面上各固结有等长的曲柄 8，两曲柄 8 的另一端以连杆 9 铰接；齿轮 5、7 的轴间连线、两曲柄 8 及连杆 9 构成一平行四边形；连杆 9 为本机构的从动件。

当电动机 2 驱动齿轮 5 顺时针转动时，齿轮 7 亦与齿轮 5 同向同速转动。故两曲柄 8 将带动连杆 9 在垂直平面内作平行移动。控制电动机 2 的转向，使两曲柄 8 在 180° 的范围内往复摆动，连杆 9 的运动轨迹如图中双点划线所示。

在设计及制造时需注意的：两曲柄 8 在摆动时应互不干涉；尽量减小齿轮副的侧隙。

该机构可用于盖章机或粘接剂的涂敷装置。

68



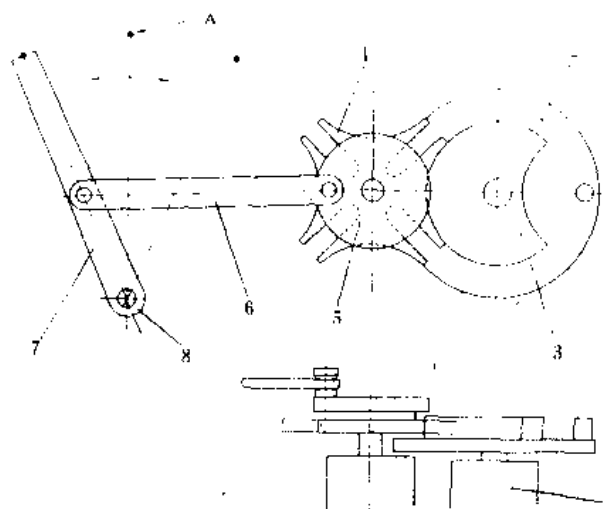
- 1—旋转电磁铁
- 2、3—齿轮
- 4—滚轮
- 5—支轴
- 6—摇杆
- LS₁、LS₂—行程开关

图为旋转电磁铁驱动的摆角两端减速摆动机构。

齿轮2固定在转角为90°的旋转电磁铁1的输出轴上,安装在齿轮3(相当于曲柄轮)上的滚轮4插在摇杆6的长孔中。设齿轮2、3的齿数比为8/3:1,则当齿轮2在旋转电磁铁1的驱动下转动90°时,齿轮3将转过240°,而摇杆6的摆角为60°。

该机构具有增速及在摆角两端减速的特点,适用于轻载荷。

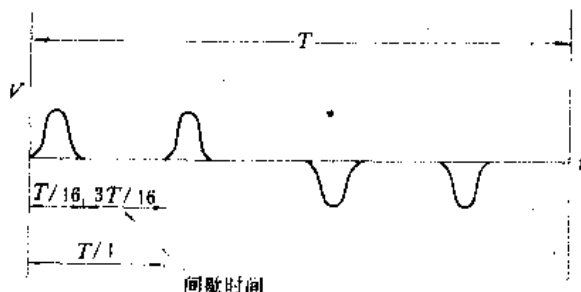
69



- 1—电动机
- 2—单销销轮
- 3—定位盘
- 4—槽轮
- 5—曲柄轮
- 6—连杆
- 7—摇杆
- 8—支轴
- A—中间停止位置

图为利用槽轮的间歇摆动机构。

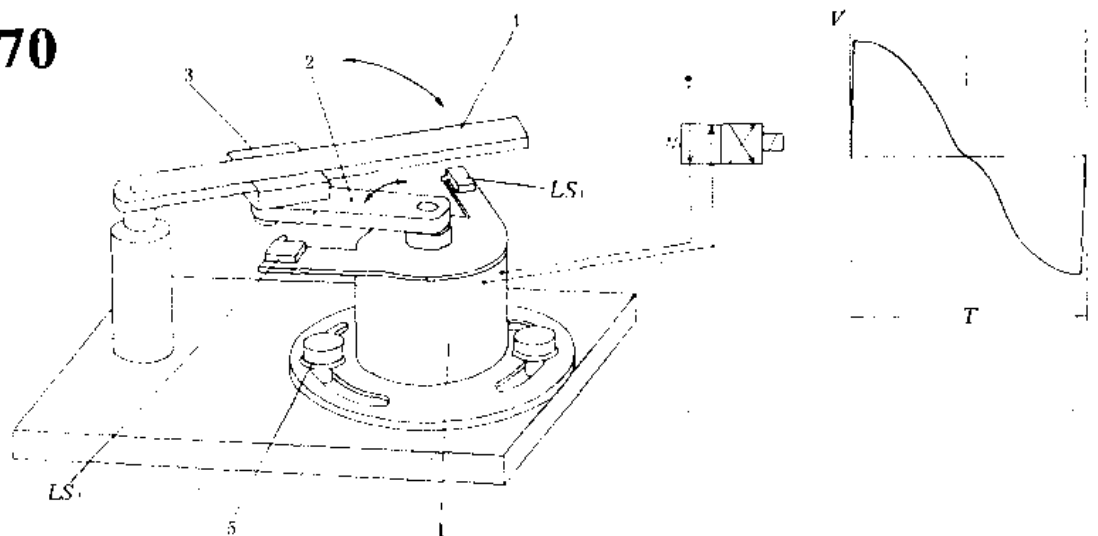
机构动作为:单销销轮2在电动机1的驱动下连续转动,而与之相啮合的四槽外槽轮4则作间歇转动并通过连杆6使摇杆7作周期性间歇摆动。由机构的速度特性曲线可见,摇杆7的动作与间歇时间比为1:3,在一个往复过程中摆动四次,在中间位置A及两端点均停顿。若



提高槽轮4与定位盘3的加工、装配精度,则可使摇杆7获得良好的摆动重复精度及在摆角两端的减速性。

该机构适用于轻载荷。

70



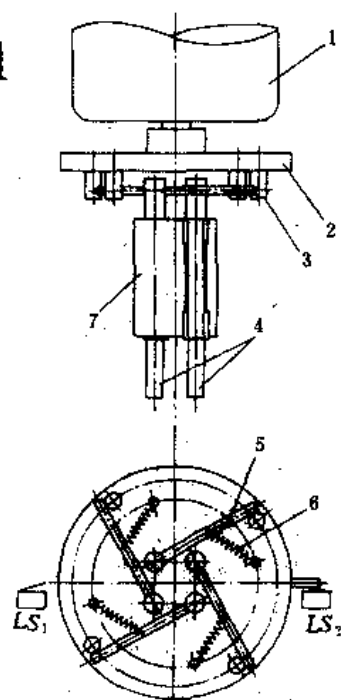
1—摆动气缸 2—曲柄 3—滑块 4—导杆 5—螺钉 LS₁、LS₂—行程开关

图为在摆角终点具有减速特性的摆动导杆机构。

安装在摆动气缸 1 输出轴上的曲柄 2 通过滑块 3 使导杆 4 摆动，从而将摆动气缸 1 的匀速摆动变换为导杆 4 在摆角终点减速的变速摆动。若改变摆动气缸 1 的安装角度，则可改变导杆 4 的摆角大小及其速度特性。

该机构的摆角可达 90°，能用于中等载荷。

71



1—摆动气缸
2—驱动圆盘
3—柱销
4—从动轴
5—摆杆
6—弹簧
7—支座
LS₁、LS₂—行程开关

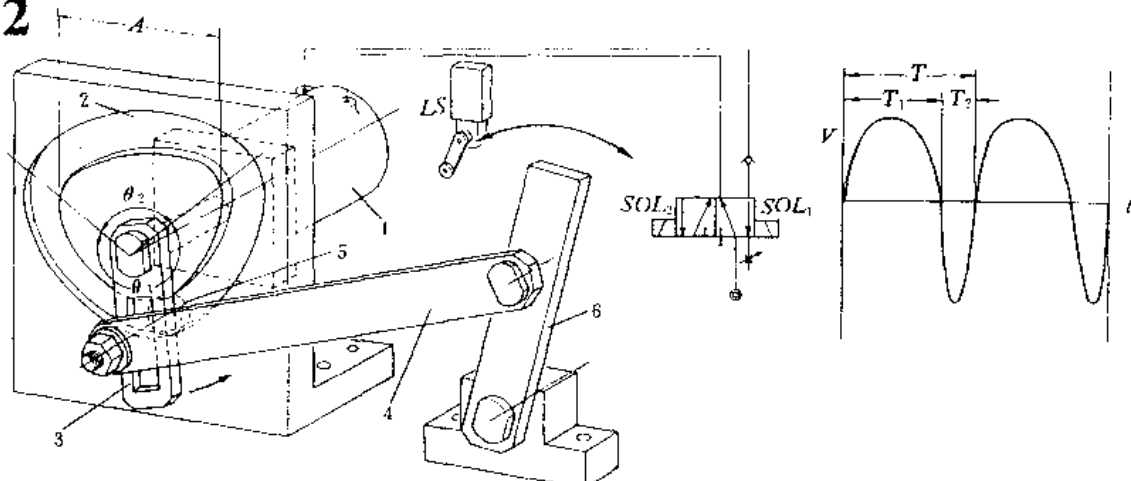
图为同时驱动四根从动轴摆动的机构。

驱动圆盘 2 与摆动气缸 1 的输出轴相联接，其端面上装有四个柱销 3；在四根并列的从动轴 4 的上端均固结有摆杆 5，其在弹簧 6 的作用下始终与柱销 3 保持接触。

当驱动圆盘 2 在摆动气缸 1 的带动下逆时针回转时，四个柱销 3 将同时分别拨动四根摆杆 5，从而使四根从动轴 4 同步地作逆时针转动；反之，当驱动圆盘 2 顺时针回转时，在弹簧 6 的作用下，从动轴 4 亦将顺时针转动。

该机构适用于轻载荷，从动轴 4 的转角亦即安装在从动轴 4 下端的从动件（未画出）的摆角可达 90°。

72



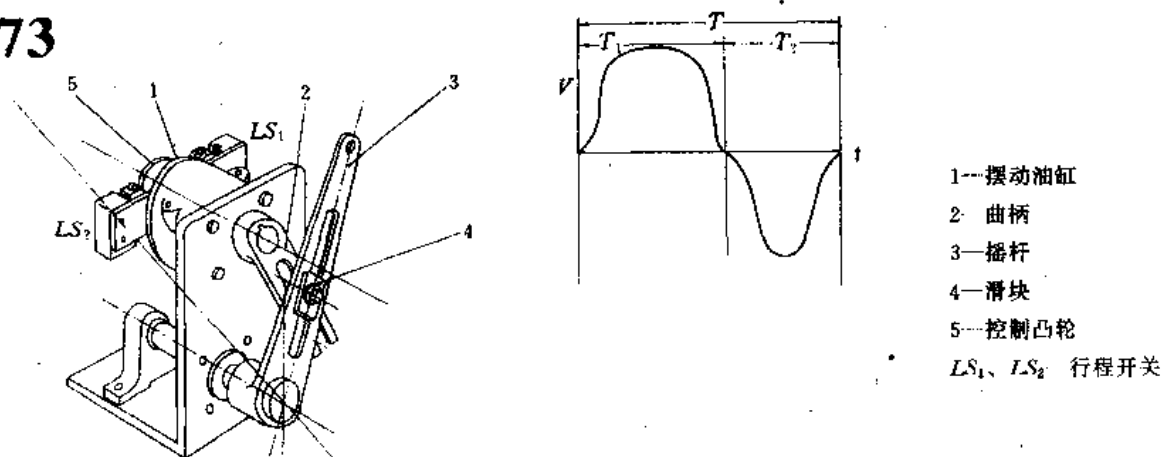
1—气动马达 2—固定槽凸轮（兼支板） 3—曲柄 4—连杆 5—滚轮 6—摇杆 LS—行程开关

图为利用固定槽凸轮改变曲柄长度的摆动机构。

开有长孔的曲柄3固定在气动马达1的输出轴上；连杆4的左端装有销轴（未画出）及滚轮5，销轴穿过曲柄3上的长孔使滚轮5插在固定槽凸轮2的槽中；连杆4的右端与摇杆6相铰接。当气动马达1驱动曲柄3沿图示方向匀速回转时，连杆4的左端将沿着固定槽凸轮2变速运动，同时带动摇杆6绕支点摆动，摇杆6具有如速度曲线所示的急回摆动特性。固定槽凸轮2的角度比 $\theta_1 : \theta_2$ 决定了摇杆6的往复时间比 $T_1 : T_2$ 。若固定槽凸轮2的尺寸 $A=100\text{mm}$ ，则摇杆6的摆动周期约0.3s。

该机构可用于中等载荷。

73



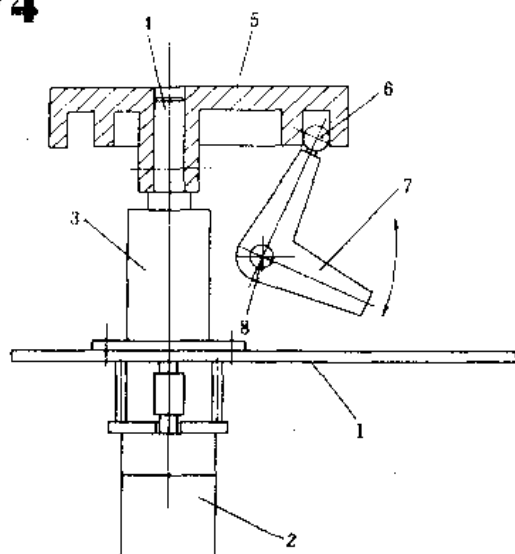
图为摆角可调且在摆角两端具有减速特性的摆动机构。

曲柄2直接固定在摆动油缸1的输出轴上；摇杆3的长孔内装有一滑块4，滑块4上的滚轮（未画出）插在曲柄2的开口槽中。当曲柄2的摆角一定时，调整滑块4在摇杆3上的位置（调整后用螺母锁定）亦即调整曲柄2的长度，可改变摇杆3的摆角。

当摆动油缸1的摆角为 180° 时，摇杆3在其摆角两端点可获得良好的减速性。

该机构的最大摆角为 90° ，可用于中等载荷。

74



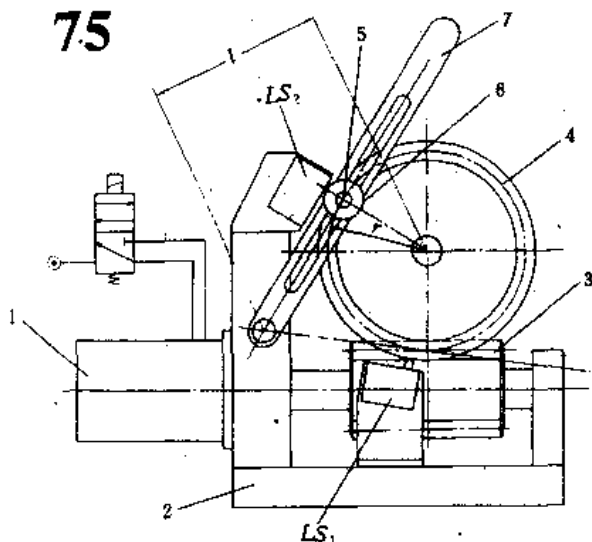
- 1—支板
- 2—电动机 (带减速器)
- 3—轴支座
- 4—转轴
- 5—端面槽圆盘
- 6—活动球头
- 7—摇臂
- 8—支轴

图为输出相位不同的摆动机构。

端面槽圆盘 5 偏心地固结在转轴 4 上, 摇臂 7 上的活动球头 6 插在端面槽圆盘 5 的槽中。电动机 2 驱动端面槽圆盘 5 连续回转时, 摇臂 7 绕其支轴 8 作往复摆动。若围绕转轴 4 在适当位置安装若干个摇臂, 则可得到一组相位不同的输出摆动。

该机构可用于中等载荷。

75



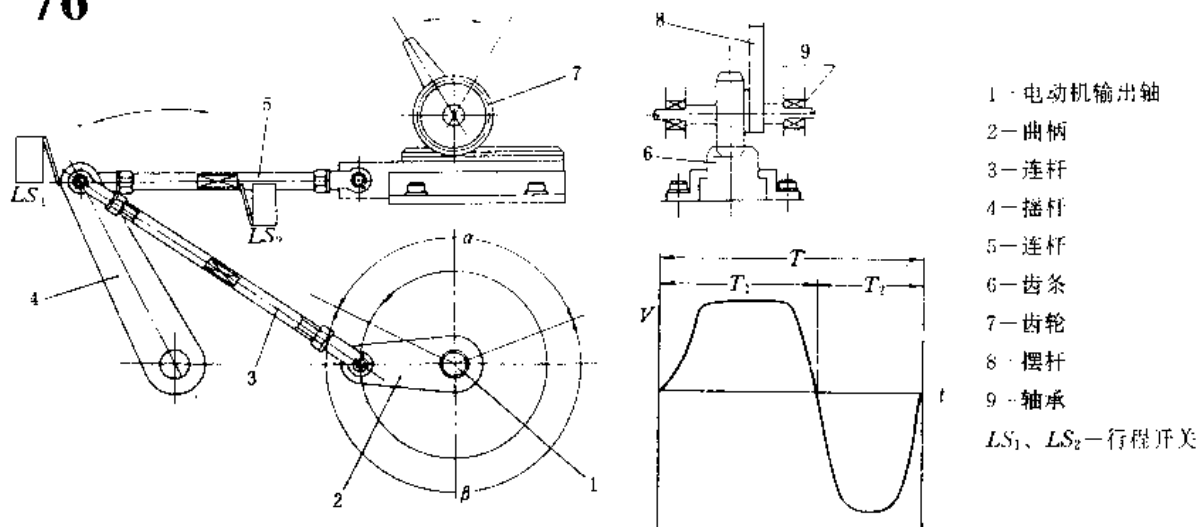
- 1—气动马达
- 2—支架
- 3—蜗杆
- 4—蜗轮
- 5—销轴
- 6—滚轮
- 7—摇杆
- LS_1 、 LS_2 —行程开关

图为利用蜗杆蜗轮的摆角终端减速摆动机构。

安装在蜗轮 4 上的销轴 5 插在摇杆 7 的长孔中, 滚轮 6 用于触动行程开关。当气动马达 1 通过蜗杆 3 驱动蜗轮 4 回转时, 蜗轮 4 将带动摇杆 7 绕其支点往复摆动, 摇杆 7 的摆动速度在顺时针方向 (工作行程) 较低, 而在逆时针方向 (空程) 则较高, 空程与工作行程的速比随着销轴 5 的回转半径 r 的增大或摇杆 7 支点与蜗轮轴的距离 l 的减小而增大。

该机构的摆角范围为 $10^\circ \sim 90^\circ$, 可用于中等载荷。

76

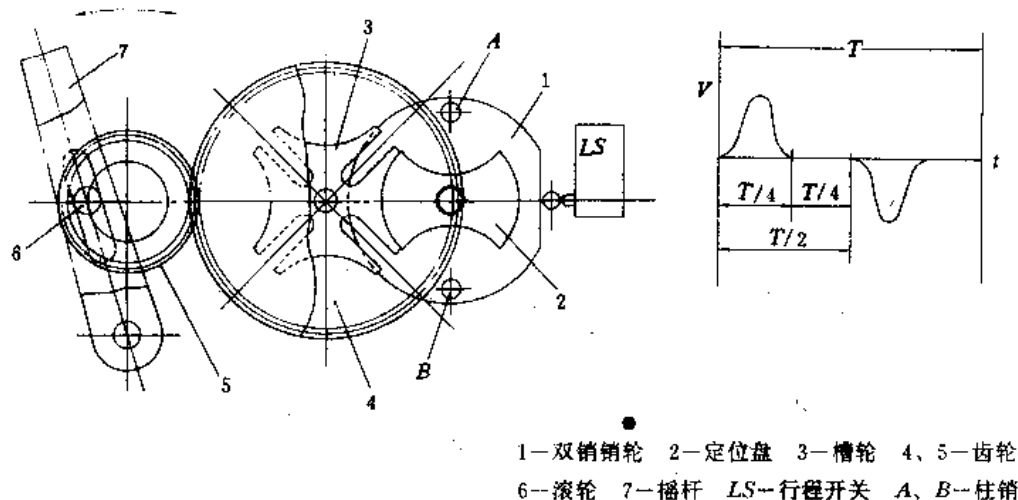


图为具有急回特性的摆动机构。

利用连杆 5 将具有急回特性的曲柄摇杆机构与齿条齿轮机构相连，摆杆 8 固结在齿轮 7 的轴上。当电动机（未画出）驱动曲柄 2 沿图示方向匀速回转时，摆杆 8 将与摇杆 4 的摆动方向相反，且顺时针摆动快（空程），逆时针摆动慢（工作行程）。若适当地调整齿条 6、齿轮 7 的参数，亦可将摇杆 4 的摆角在一定范围内放大或缩小。

该机构的摆角可达 120° ，适用于轻载荷。

77

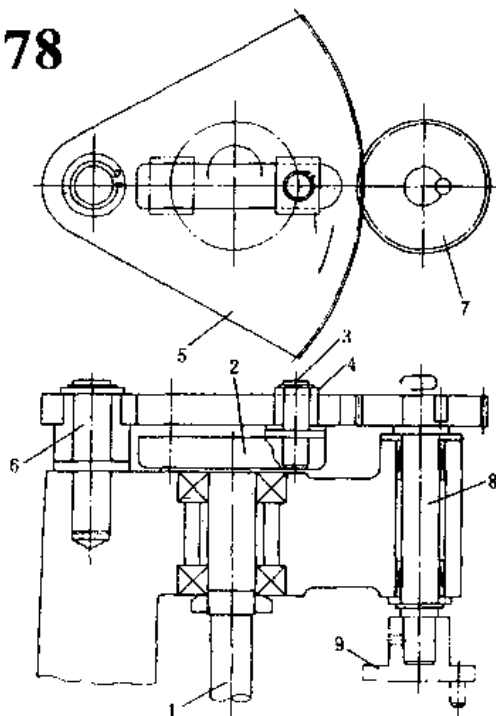


图为槽轮与齿轮组成的摆角两端减速摆动机构。

齿轮 4 与四槽外槽轮 3 同轴，齿轮 4、5 的齿数比为 $2:1$ ；在齿轮 5 的端面上装有滚轮 6 并使其插在摇杆 7 的长孔中，从而齿轮 5 亦相当于一曲柄轮。当电动机（未画出）驱动双销销轮 1 连续旋转时，槽轮 3 将作间歇转动，其每转动 90° 齿轮 5 便转过 180° 并带动摇杆 7 完成一次摆动，摇杆 7 在其摆角端点将有一停顿，如速度特性曲线所示。

该机构在摆角两端具有良好的减速性，适用于轻载荷。

78

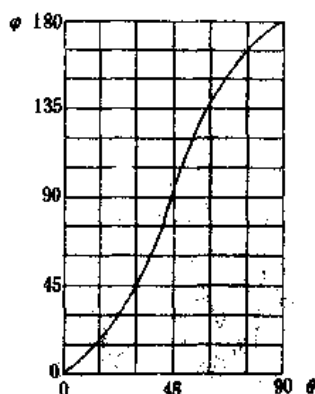
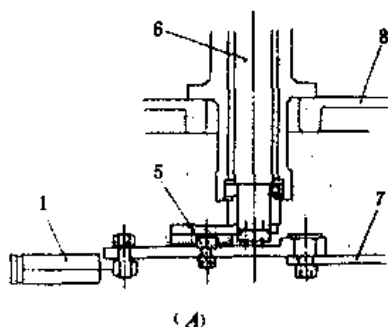
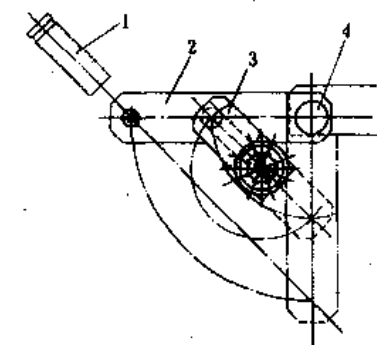


- 1—驱动轴 2—销轮 3—柱销 4—滑块
5—扇形齿轮 6—支轴 7—齿轮
8—从动轴 9—从动件

图为具有急回运动特性的摆动机构。驱动轴1的上端固结有销轮2，柱销3上的滑块4插在扇形齿轮5的长孔中。当驱动轴1每转动一周时，扇形齿轮5将绕其支轴6往复摆动一次，并带动与之相啮合的齿轮7作往复转动；齿轮7在顺时针方向上的转速（为工作行程）低于其在逆时针方向上的转速，即具有急回运动特性。

该机构能承受中等载荷，从动轴8的转角可达 360° 。

79



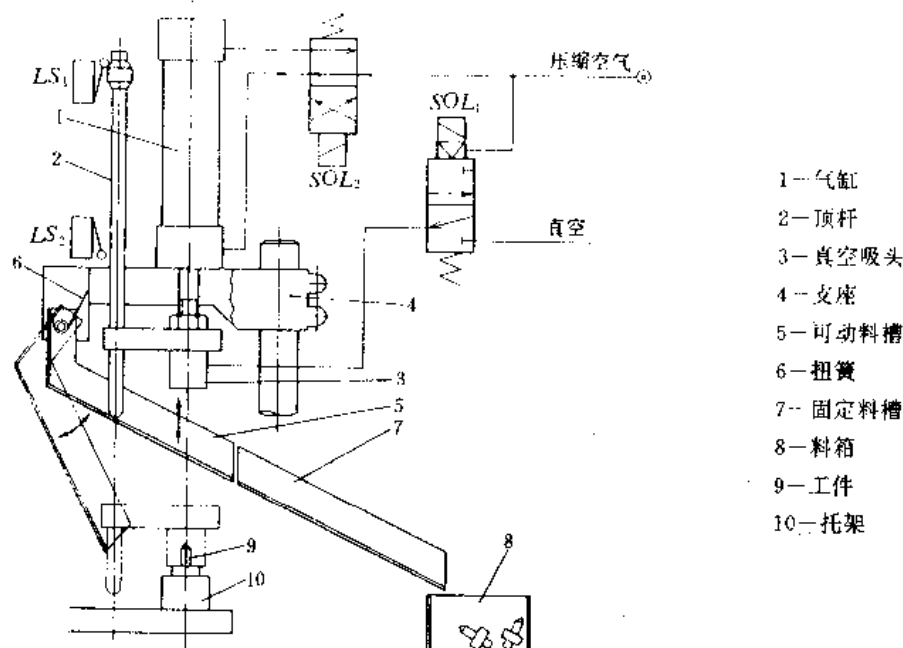
- 1—气缸
2、3—摆杆
4—支轴
5—滚轮
6—输出转轴
7、8—支架
 θ —摆杆2的转角
 ϕ —摆杆3的转角

图为气缸与摆杆组成的增倍摆动机构。

如图(A)所示，摆杆2由气缸1驱动可绕支轴4摆动 90° ，在其杆长的1/2处装有滚轮5，滚轮5置于摆杆3上的槽中，摆杆3与输出转轴6相固结；输出转轴6到支轴4的距离等于摆杆3的长度。

当气缸1驱动摆杆2作 90° 的往复摆动时，摆杆3（即输出转轴6）将作 180° 的往复摆动，亦即该机构对摆角、角速度具有增倍作用。另外，从图(B)又可知：摆杆3（即输出转轴6）在起动与停止时速度变化平稳，无冲击现象。

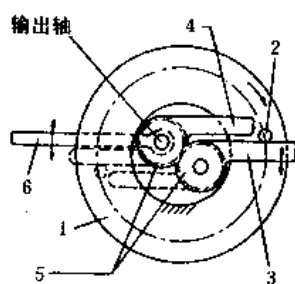
80



图为气缸驱动的能将轻型工件从托架上取出再送入料箱的直线运动并摆动的机构。

动作过程为：气缸1的活塞杆从图示位置开始下降，固结于其活塞杆左侧的顶杆2首先推动可动料槽5绕其支点顺时针摆动，以让出活塞杆下降的通路；在气缸1行程的下端点，安装在活塞杆端部的真空吸头3将工件9吸附，同时顶杆2上端的凸台触动行程开关 LS_2 使气缸1的活塞杆开始向上运动，可动料槽5则在扭簧6的作用下逆时针摆动复位；待气缸1的活塞杆缩回后，真空吸头3便在行程开关 LS_1 的控制下与大气接通，工件9落下并滑入料箱8。

81

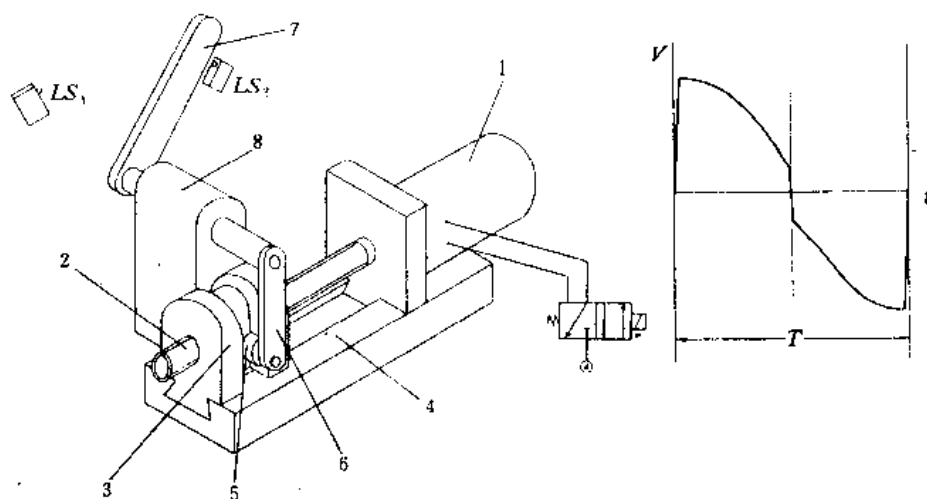


图为摆杆在 180° 范围内往复摆动的机构。

圆盘1上安装有柱销2；摆杆3、4的转轴上均固结有相同的小齿轮5，且二者相啮合；输出摆杆6与摆杆4同轴。

由图示位置，当圆盘1由电动机（未画出）驱动顺时针回转时，其上的柱销2将拨动摆杆3同向摆动，与此同时，摆杆3又通过小齿轮5带动摆杆4亦即输出摆杆6作逆时针摆动。圆盘1转过 180° 后，柱销2将与摆杆3脱离接触，转而推动摆杆4即输出摆杆6顺时针摆动，摆杆3则逆时针摆回到原位。因此，每当圆盘1连续回转一周时，输出摆杆6将在 180° 的范围内往复摆动一次。

82



1—气动马达 2—螺杆 3—螺母 4—导轨
5—滚轮 6、7—摇杆 8—支座
 LS_1 、 LS_2 —行程开关

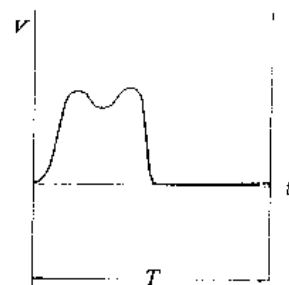
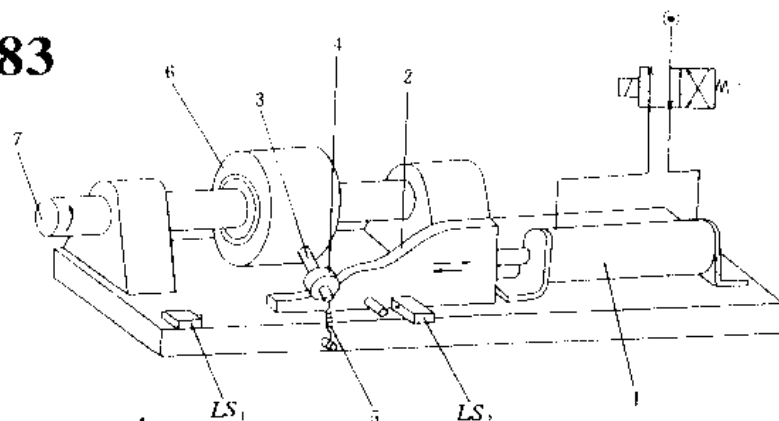
图为利用移动螺母驱动摇杆摆动的机构。

摇杆 6、7 同轴；安装在摇杆 6 自由端的滚轮 5 插在螺母 3 的槽中。当气动马达 1 驱动螺杆 2 回转时，螺母 3 将沿着燕尾形导轨 4 移动并带动摇杆 6 即摇杆 7 摆动。

该机构可用于中等载荷。

§3 回转机构

83



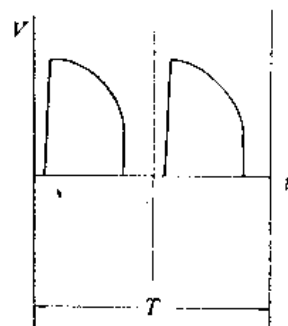
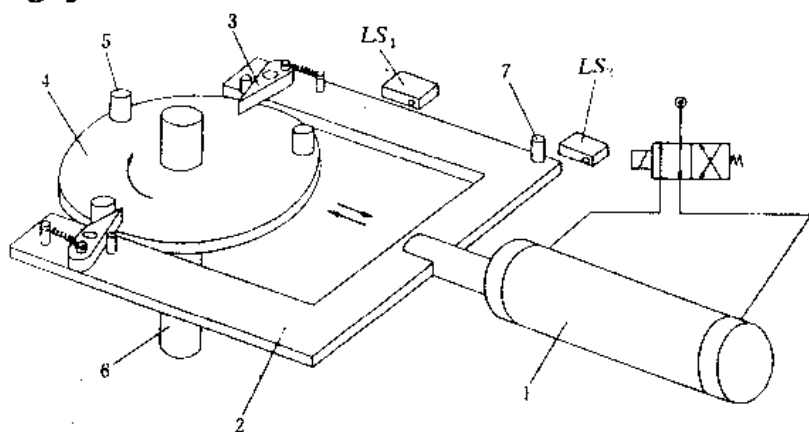
1—气缸 2—移动凸轮
3—摆杆 4—滚轮
5—弹簧 6—单向离合器
7—输出轴 LS_1 、 LS_2 行程开关

图为利用移动凸轮的任意变速间歇回转机构。

输出轴 7 上装有单向离合器 6，摆杆 3 固定在单向离合器 6 的外套筒上。当气缸 1 驱动移动凸轮 2 向左运动时，输出轴 7 按图示方向回转；而当移动凸轮 2 向右运动时，输出轴 7 将静止不动。通过更换移动凸轮 2 可使输出轴 7 获得不同的速度特性及回转角度。

该机构的最大间歇转角以不大于 45° 为宜，可用于重载荷。其缺点是：要保证滚轮 4 始终能与移动凸轮 2 保持线接触，移动凸轮 2 的设计及加工较为困难。

84



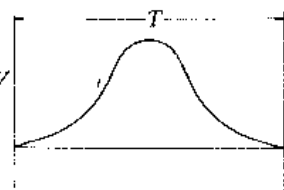
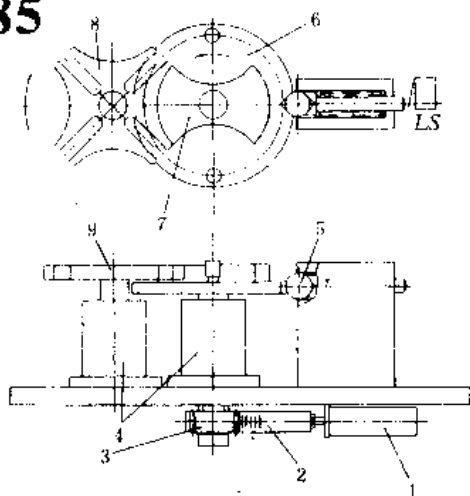
1—气缸 2—U形支板 3—棘爪 4—销轮
5—柱销 6—输出转轴 7—行程开关控制销 LS_1 、 LS_2 —行程开关

图为利用棘爪驱动销轮的间歇回转机构。

当气缸 1 驱动 U 形支板 2 往复运动时，安装在 U 形支板 2 上的两个棘爪 3 将分别推动销轮 4 回转；销轮 4 的间歇时间通过控制气缸 1 的动作来保证。

若适当地将柱销 5 非均布设置，则能使销轮 5 的回转角发生变化。另外，若改变柱销 5 的数量亦可改变销轮 4 在气缸 1 的一个往复动作过程中的间歇回转次数。当对销轮 4 停顿时的位置精度有所要求时，应设置定位机构。

85

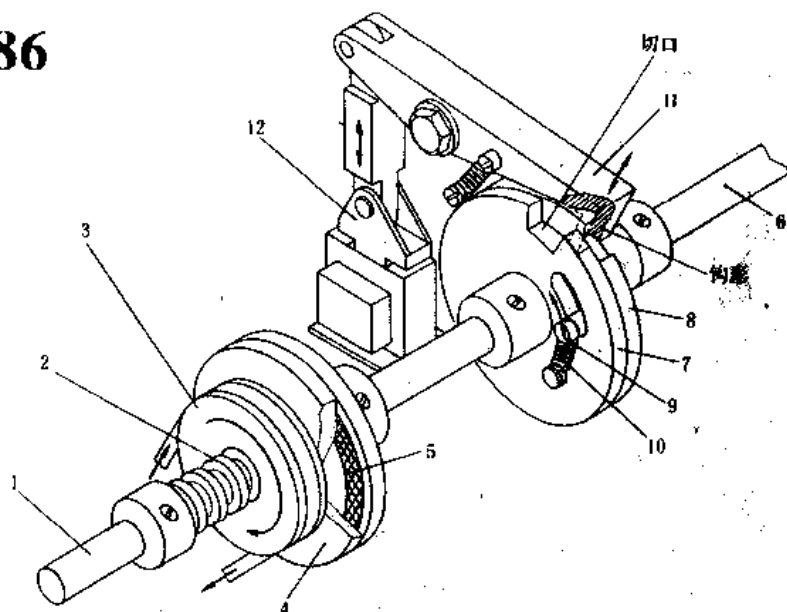


- 1—气缸
- 2—齿条
- 3—齿轮 (带单向离合器)
- 4—支座
- 5—定位器
- 6—销轮
- 7—定位盘
- 8—槽轮
- 9—输出轴

图为利用带有单向离合器的齿轮及槽轮等将气缸的直线往复运动变换为单向间歇转动的机构。

由速度特性曲线可见, 槽轮 8 输出的间歇转动在起始及停止时具有良好的减速特性。该机构的间歇转角为 90° , 适用于轻载荷。

86



- 1—驱动轴 2—压簧
- 3—带轮 4、5—摩擦盘
- 6—从动轴 7、8—定位盘
- 9—柱销 10—拉簧
- 11—定位杆 12—电磁铁

图为 360° 间歇回转机构。

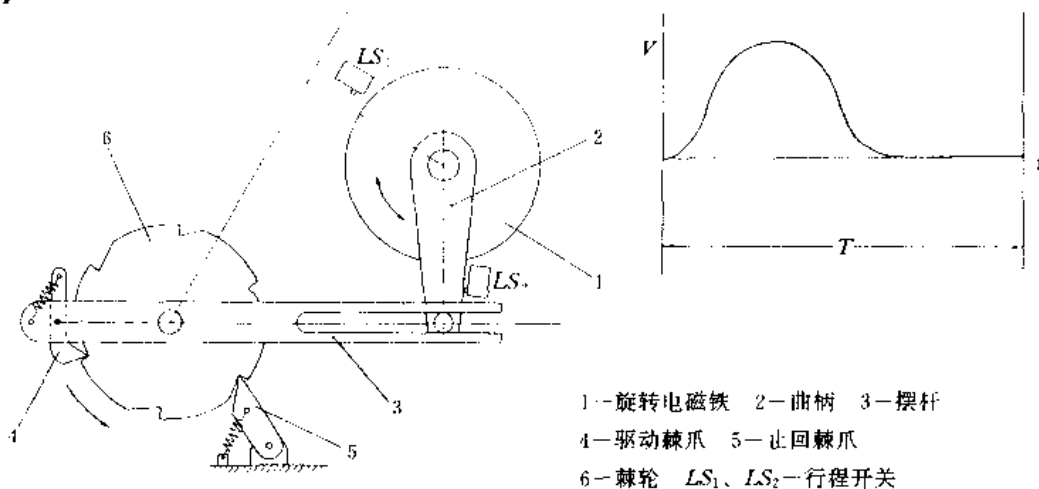
带轮 3 与摩擦盘 4 相固结, 可在驱动轴 1 上滑移; 摩擦盘 5 固定在从

动轴 6 上。定位盘 7 固定在从动轴 6 上, 而定位盘 8 则可相对从动轴 6 转动, 其转动范围由定位盘 7 上的长孔所限定; 定位盘 7、8 的直径相同且均开有切口, 不同的是, 定位盘 8 上切口的一侧边沿径向突出, 形成一凸台; 在静止状态下由于拉簧 10 的作用, 定位盘 7、8 上的切口相互错开, 定位杆 11 (右端为钩形) 不能同时嵌入两切口而仅能卡住定位盘 8 上的凸台。

该机构的动作过程为: 连续旋转的带轮 3 通过摩擦盘 4、5 驱动定位盘 7、8 顺时针转动, 由于定位盘 8 上的切口超前于定位盘 7 上的切口, 故定位盘 8 上的凸台将先碰到定位杆 11 而被锁定, 定位盘 7 则仍能继续转动; 待定位盘 7、8 的两切口对齐后, 定位杆 11 将同时嵌入两切口, 从而使从动轴 6 停止转动; 此时若给电磁铁 11 一个窄脉冲信号使之动作, 则可解除定位杆 11 对从动轴 6 的约束, 于是定位盘 8 在拉簧 11 的作用下迅速复位, 同时定位盘 7、8 将保持图示的相对位置关系一起回转 360° 。其后, 定位杆 11 再一次卡住定位盘 7 上的凸台, 把从动轴 6 锁定。

控制电磁铁 11 的动作信号间隔, 可使从动轴 6 获得不同停顿时间的 360° 间歇转动。

87

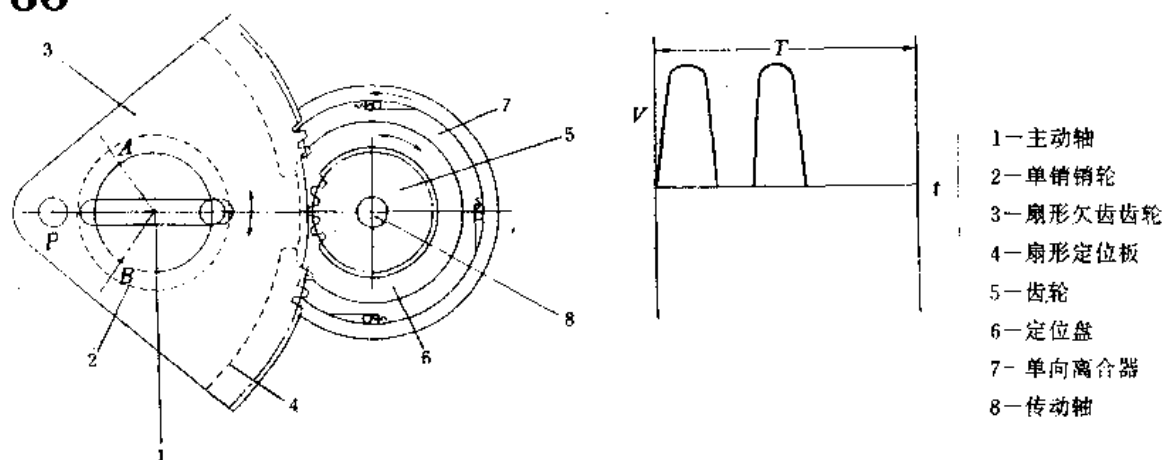


图为利用曲柄与摆杆将旋转电磁铁的往复摆动变换为棘轮单向间歇回转的机构。

通过改变旋转电磁铁 1 的摆角范围或其相对于棘轮 6 轴心的位置,可使棘轮 6 的动程大小发生变化,并在间歇转角的两端获得不同的减速特性。

该机构的间歇转角范围为 $10^{\circ} \sim 60^{\circ}$, 适用于轻载荷。

88



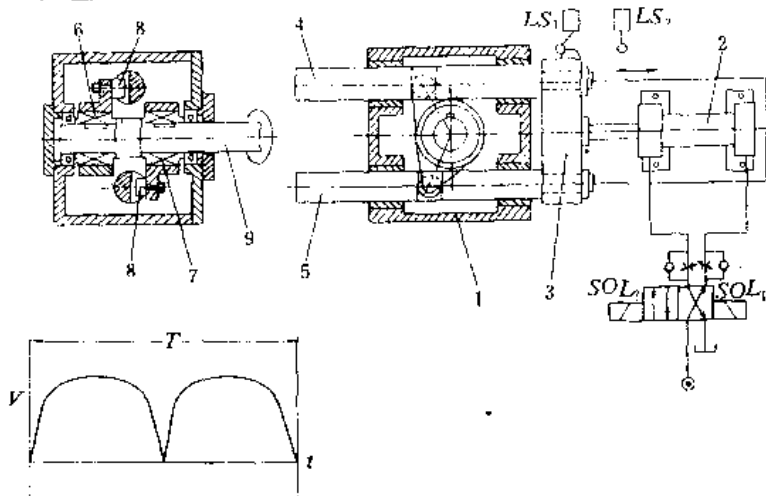
图为利用扇形欠齿齿轮的间歇回转机构。

上动轴 1 上装有单销销轮 2, 其上的柱销插在扇形欠齿齿轮 3 的长孔中; 扇形定位板 4 与扇形欠齿齿轮 3 同轴 (P 点)。传动轴 8 上装有齿轮 5、定位盘 6 及单向离合器 7, 单向离合器 7 的外套筒为本机构的从动件。

设在电动机(未画出)的驱动下单销销轮2顺时针转动一周,当柱销从A点转向B点时,扇形欠齿齿轮3将通过齿轮5使单向离合器7的外套筒沿逆时针方向转动——停顿——转动;当柱销由B点转向A点时,扇形欠齿齿轮3将逆时针快速回摆并带动齿轮5作顺时针转动,此时单向离合器7的外套筒保持静止不动。

该机构的间歇转角可达 180° , 适用于轻载荷。

91



1-机座 2-油缸 3-连板
4、5-滑杆 6、7-单向离合器
8-滚轮 9-输出转轴
 LS_1 、 LS_2 -行程开关

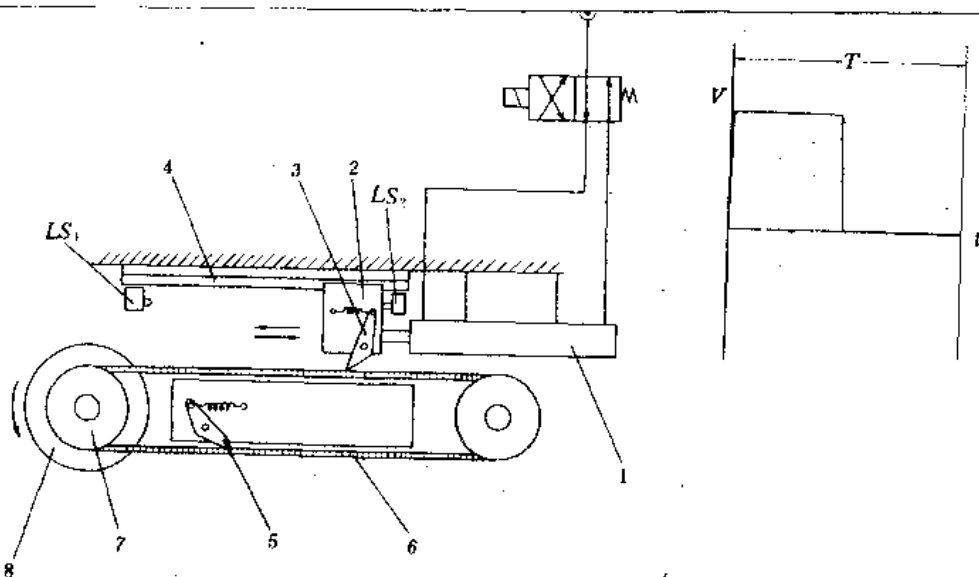
图为利用两个单向离合器的步进回转机构。

如图所示,滑杆4、5通过连板3与油缸2的活塞杆相连;输出转轴9的轴线与油缸2的轴线相垂直并位于滑杆4、5之间;按空转方向相同,将单向离合器6、7的内座圈用键固结于

输出转轴9上,其外套筒上的滚轮8则分别插在滑杆4、5上的槽中。假设单向离合器6、7的空转方向为顺时针,当油缸2的活塞杆伸出时,单向离合器6接合,单向离合器7分离,输出转轴9作逆时针转动;反之,当油缸2的活塞杆缩回时,单向离合器6分离,而单向离合器7则接合,输出转轴9仍作逆时针转动。这样,在油缸2的活塞杆往复运动的过程中,单向离合器6、7将交替地带动输出转轴9作逆时针步进回转,从而有效的利用了油缸2的空程。

该机构可用于重载荷。

92



1-油缸 2-滑块 3-驱动棘爪 4-导轨 5-止回棘爪 6-链条 7-链轮 8-输出轮

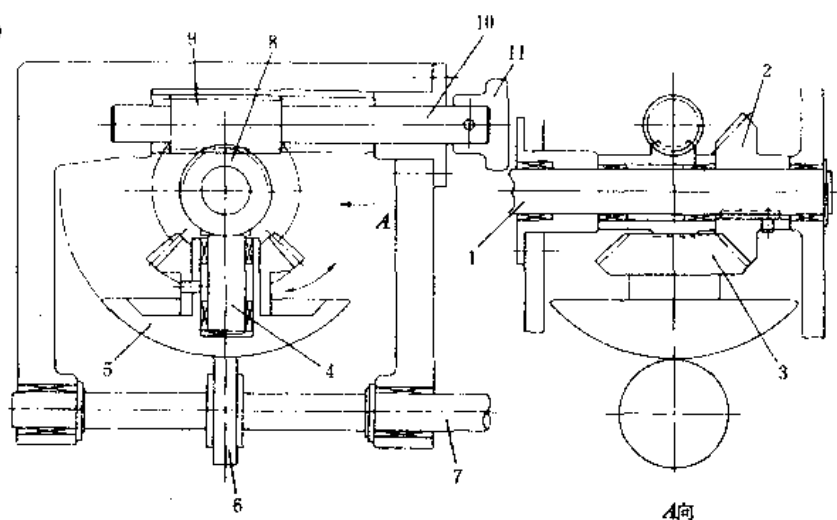
图为利用棘爪驱动链条的间歇回转机构。

当油缸1推动滑块2向左运动时,安装在滑块2上的驱动棘爪3将拨动链条6向左运动,使链轮7即输出轮8逆时针回转。

当滑块2向右运动时,驱动棘爪在链条7上滑过,止回棘爪5则卡住链条6使输出轮8不能反转并得到定位。

若油缸1的行程大于链轮7的周长,则可使输出轮8的间歇回转角度大于 360° 。该机构可用于中等载荷。

93



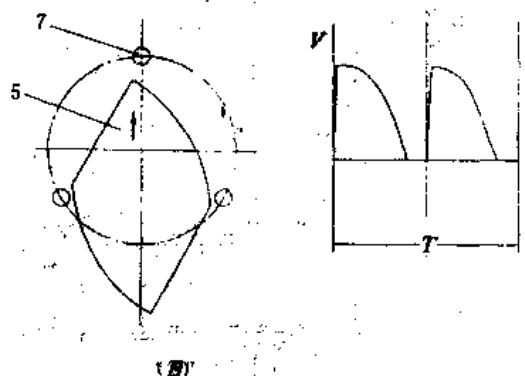
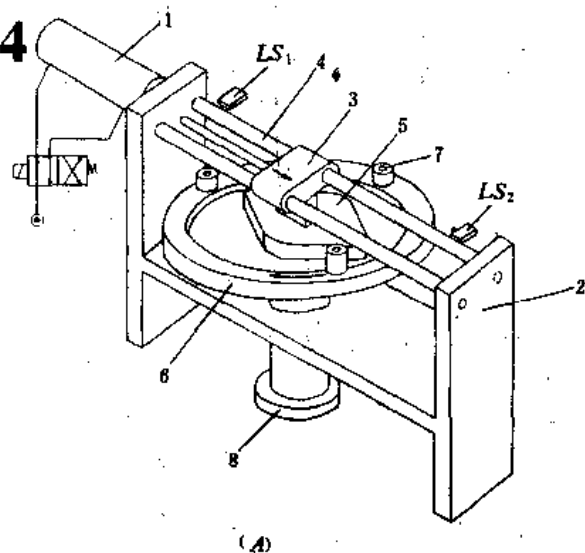
- 1—主动轴
- 2、3—圆锥齿轮
- 4—支轴
- 5—球面轮
- 6—摩擦轮
- 7—从动轴
- 8—欠齿蜗轮
- 9—蜗杆
- 10—调整轴
- 11—手轮

图为圆锥齿轮与球面轮组成的变速回转机构。

圆锥齿轮 2 固定在主动轴 1 上，欠齿蜗轮 8 可相对主动轴 1 转动，支轴 4 与欠齿蜗轮 8 相固结，其上装有圆锥齿轮 3 及球面轮 5。当电动机（未画出）驱动主动轴 1 回转时，运动经圆锥齿轮 2、3（速比为 1:1）、球面轮 5 及摩擦轮 6 传递给从动轴 7。此时若转动蜗杆 9，欠齿蜗轮 8 将带动球面轮 5 绕其球心摆动，从而改变了球面轮 5 与摩擦轮 6 的切点位置，使从动轴 7 的转速或转向发生变化。

该机构适用于轻载荷。

94



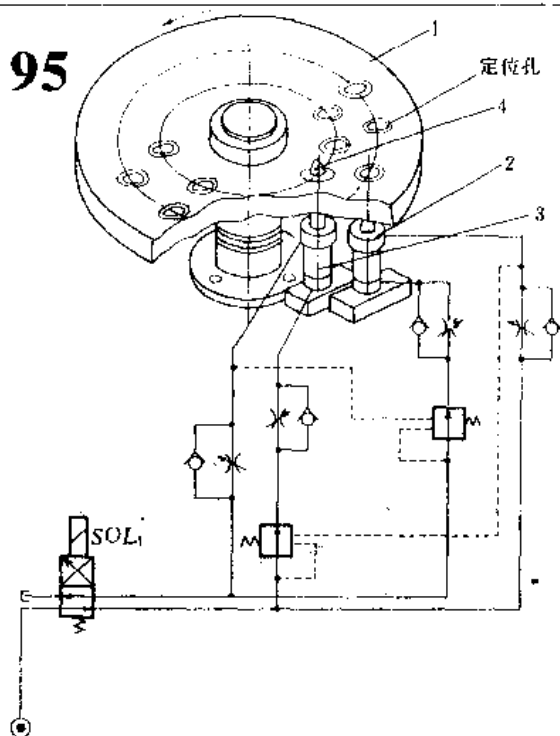
- 1—油缸 2—支架 3—滑块 4—导杆
- 5—移动凸轮 6—销轮 7—柱销
- 8—输出轴 LS₁、LS₂—行程开关

图为利用移动凸轮驱动销轮的间歇回转机构。

销轮 6 上均布三个柱销 7；移动凸轮 5 固结在滑块 3 的下面，其形状及柱销 7 的位置关系如图 (B) 所示。当移动凸轮 5 在油缸 1 的推动下按图示方向运动时，移动凸轮 5 只与一个柱销 7 相接触并推动销轮 6 转过 60°；而当移动凸轮 5 反向运动时，其又与另一个柱销 7 相接触，使销轮 6 又转过 60°。销轮 6 的间歇时间依靠控制气缸 1 的停顿来保证。

当对销轮 6 间歇时的定位精度有要求时，可在输出轴 8 处设置定位机构。该机构可用于中等载荷。

95



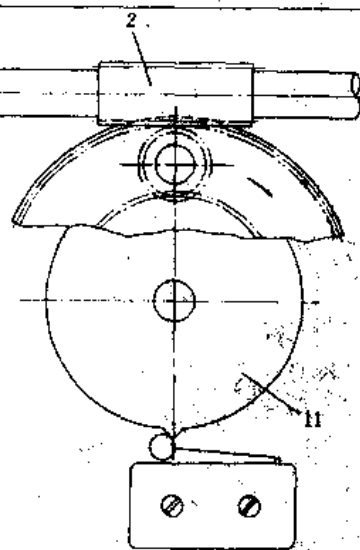
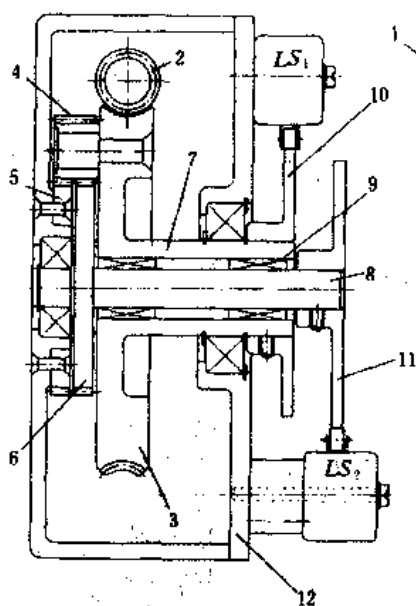
1—转台 2、3—油缸 4—圆头锥销

图为利用圆头锥销驱动的小转角间歇回转机构。

转台 1 上开有两圈数量相同的定位孔，内、外圈孔在圆周方向上相互错开一微小角度；垂直设置在转台 1 下面的油缸 2、3 位于同一径向线上，油缸活塞杆的端部均装有圆头锥销 4。当两圆头锥销在油缸 2、3 的驱动下轮流插入转台 1 的内、外圈定位孔时，转台 1 将以微小角度作间歇回转。显然，圆头锥销 4 在转台 1 的停顿时间内亦起定位作用。

该机构的最大间歇转角为 5° ，适用于轻载荷。

96



1—驱动轴
2—蜗杆
3—蜗轮
4—行星齿轮
5—固定齿轮
6—齿轮
7、8—传动轴
9—滚针轴承
10、11—控制凸轮
12—机架
LS₁、LS₂—行程开关

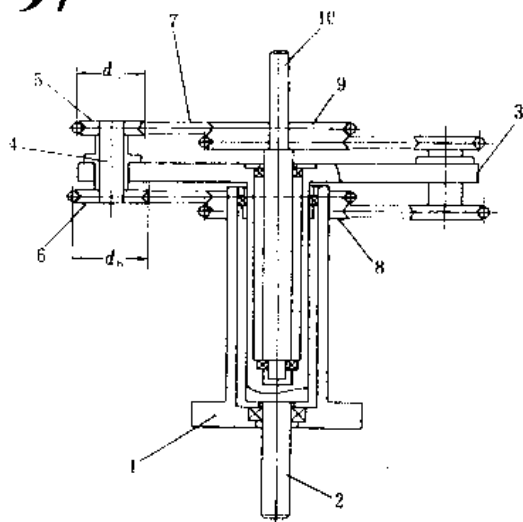
图为利用蜗轮蜗杆及行星齿轮的大传动比减速回转机构。

由驱动轴 1 经蜗杆 2 (单头)、蜗轮 3 (齿数 100) 至传动轴 7 的传动比为 100；由传动轴 7 至传动轴 8，通过安装在蜗轮 3 端面上的行星齿轮 4 同时与固定于机架 12 上的固定齿轮 5 (齿数 100) 及传动轴 7 上的齿轮 6 (齿数 99) 相啮合，传动比亦为 100；从而驱动轴 1 每转动一圈，传动轴 7、8 将分别转动 $1/100$ 及 $1/10000$ 圈。

为了改善啮合质量和提高传动的承载能力，行星齿轮 4、固定齿轮 5 及齿轮 6 以采用变位齿轮为宜。

若在传动轴 7、8 上分别设置控制凸轮 10、11，则可通过行程开关 LS₁、LS₂ 控制机构的输出运动。

97



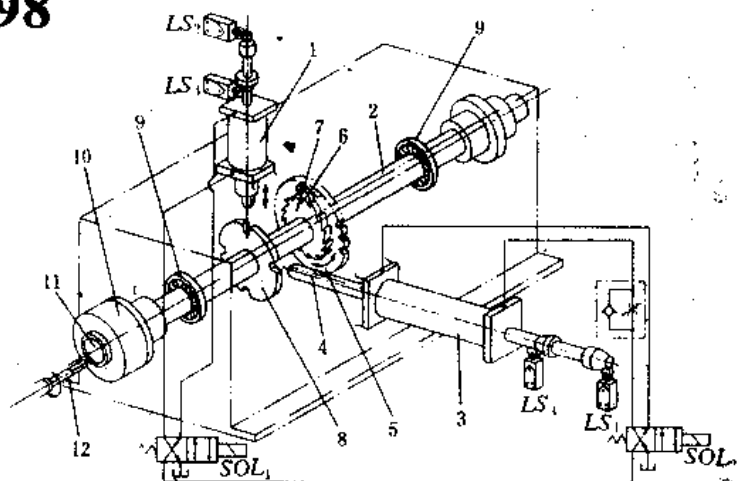
- 1—支座 2—输入轴 3—转盘 4—支轴
5、6—行星带轮 7—圆带
8—固定带轮 9—从动带轮 10—输出轴

图为利用带传动获得大减速比的回转机构。

输出轴 10 插在中空的输入轴 2 中，以轴承支承；在与输入轴 2 连为一体的转盘 3 上固结有两对行星带轮 5、6，它们分别通过圆带 7 与输出轴 10 上的从动带轮 9 及支座 1 上的固定带轮 8 相连。当输入轴 2 在电动机（未画出）的驱动下旋转时，行星带轮 5、6 将随着转盘 3 回转并通过从动带轮 9 带动输出轴 10 旋转。

若行星带轮 5 的直径 $d_5 = 90\text{mm}$ ，行星带轮 6 的直径 $d_6 = 100\text{mm}$ ，则该机构的减速比为 $1/100$ ；反之，若 $d_5 = 100\text{mm}$ 、 $d_6 = 90\text{mm}$ ，则当输入轴 2 反转时，才能得到同上的减速比；而当 $d_5 = d_6$ 时，输出轴 10 将不能旋转。另外，若改变从动带轮 9 与固定带轮 8 的直径比，亦可获得上述结果。

98



- 1、3—油缸
2—输出轴
4—齿条
5—齿轮
6—棘爪
7—棘轮
8—定位盘
9—轴承
10—夹具
11—工件
12—刀具
 $LS_1 \sim LS_4$ —行程开关

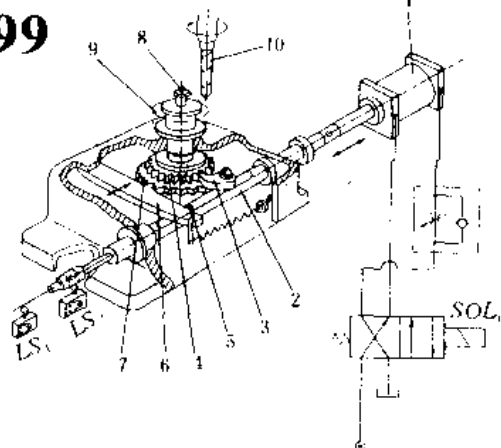
图为油缸通过齿条齿轮驱动棘轮的卧式分度机构。

棘轮 7 及定位盘 8 固定在输出轴 2 上；齿轮 5 可相对输出轴 2 转动，其端面上装有与棘轮 7 相啮合的棘爪 6。

机构的动作过程为： SOL_1 首先通电，油缸 1 的活塞杆（相当于定位销）上升退出定位盘 8 上的定位槽；然后 SOL_2 通电，油缸 3 的活塞杆伸出，推动齿条 4 并通过齿轮 5 及棘爪 6 使棘轮 7 即输出轴 2 顺时针转动；当行程开关 LS_3 被触动时， SOL_1 断电，油缸 1 的活塞杆下降插入定位盘 8 的另一个定位槽，将输出轴 2 锁定；同时 LS_4 使 SOL_2 断电，油缸 3 带动齿条 4 退回。

该机构的分度角可达 180° ，能承受中等载荷。

99



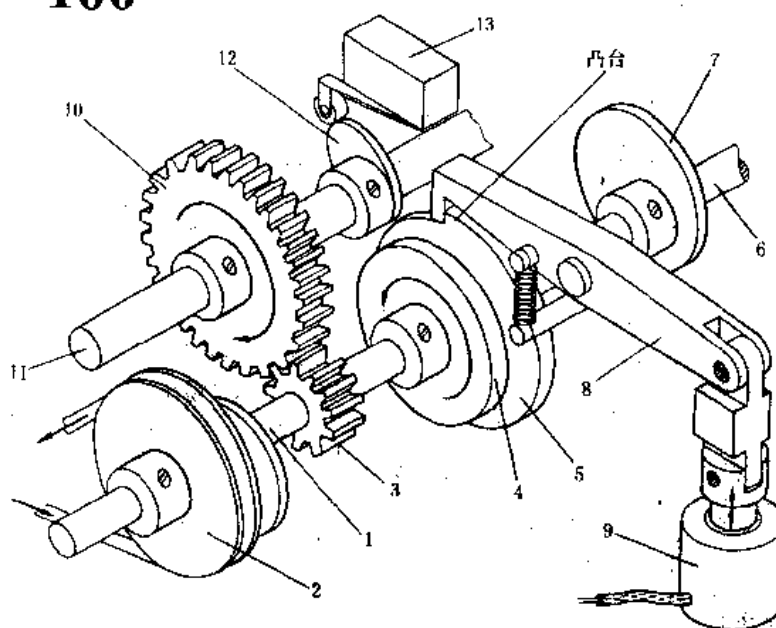
- 1—油缸 2—滑杆 3—棘爪 4—棘轮
5—柱销 6—定位杆 7—定位齿盘 8—夹具
9—工件 10—刀具 LS_1 、 LS_2 —行程开关

图为油缸驱动棘轮的立式分度机构。

由图示位置,电磁换向阀通电,油缸1驱动滑杆2向左运动,滑杆2上的柱销5首先使定位杆6脱离定位齿盘7,随后棘爪3推动棘轮4作顺时针转动;当油缸1的活塞杆触动行程开关 LS_1 时,电磁换向阀断电,油缸1又带动滑杆2向右运动,定位杆6则在弹簧的作用下迅速摆向定位盘7将棘轮轴锁定。

该机构的分度角可达 30° ,能承受中等载荷,常用于在工件的圆周上等分地钻、铰孔的场合。

100



- 1—主动轴 2—带轮
3、10—齿轮 4、5—摩擦盘
6—从动轴 7—凸轮
8—定位杆 9—电磁铁
11—控制轴 12—控制凸轮
13—微动开关

图为主动轴转动 $T-1$ 圈后从动轴可与主动轴同步转动一圈的机构。

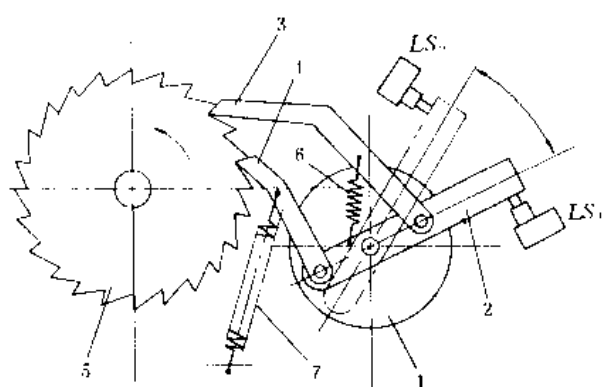
主动轴1与从动轴6同轴线,通过摩擦盘4、5相联接;齿轮3、10分别固结在主动轴1及控制轴11上,其齿数比 $Z_{10}/Z_3 = T$;定位杆8的右端与电磁铁9相连,左端卡在位于从动轴6

一侧的摩擦盘5的凸台上,使从动轴6不能逆时针回转。

由图示位置,当主动轴1逆时针转动了 $T-1$ 圈后,控制轴11转动了 $(T-1)/T$ 圈(此过程中从动轴6受定位杆8的约束保持静止不动),此时,控制凸轮12压下常开微动开关13而产生一窄脉冲信号使电磁铁9动作,于是定位杆8沿顺时针方向摆动,解除了对从动轴6的锁定,从动轴6开始随主动轴8转动;当从动轴6转动一圈后,定位杆8再次将其锁定。这样便实现了主动轴1转动 $T-1$ 圈后,从动轴6随之同步转动一圈的要求。

该机构可应用于当要求某组不同的动作(可在主动轴1上设置凸轮组)重复 $T-1$ 次后,再加入一次另一种动作(由从动轴6上的凸轮7驱动)的场合。

101



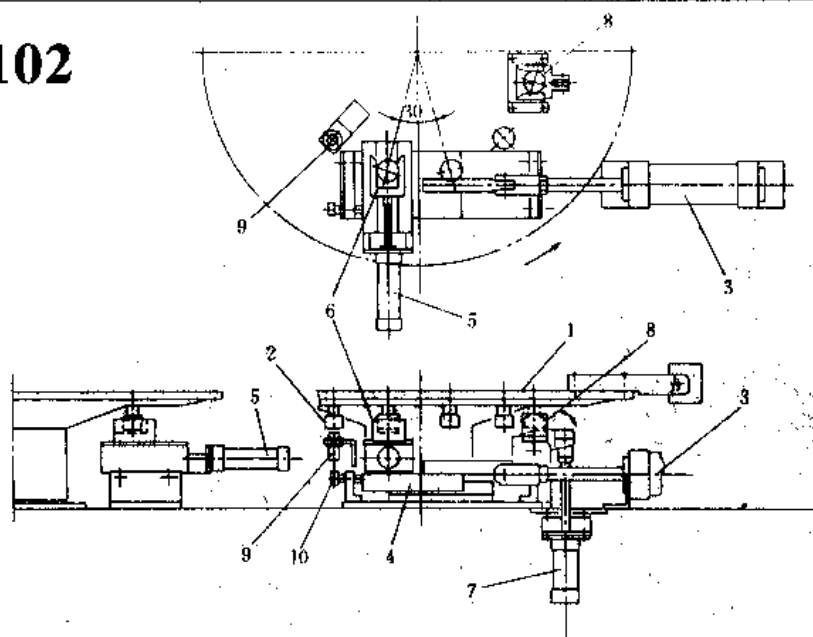
1—旋转电磁铁 2—摆杆 3、4—棘爪
5—棘轮 6、7—拉簧 LS_1 、 LS_2 —行程开关

图为旋转电磁铁与棘轮组成的间歇回转机构。

由图示位置，旋转电磁铁 1 通电，摆杆 2 作逆时针摆动并通过棘爪 3 拨动棘轮 5 转过一个齿，棘爪 4 则在棘轮 5 上滑动；当摆杆 2 碰到行程开关 LS_2 时，电磁铁 1 断电，摆杆 2 回摆复位，在此过程中棘爪 4 又拨动棘轮 5 转过一个齿；从而每当摆杆 2 往复摆动一次时，棘轮 5 将转过其两个齿所对应的角度。

该机构适用于轻载荷。

102



1—转台 2—滚轮
3、5、7—气缸
4—滑板 6、8—卡块
9—接近开关
10—限位螺钉

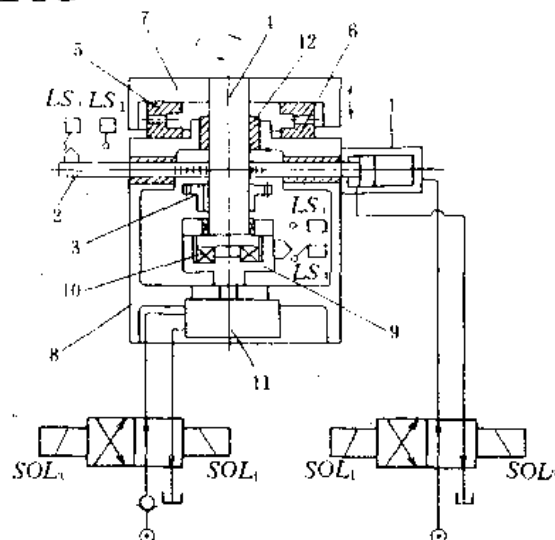
图为气缸直接驱动的立式分度机构。

机构的组成如图：转台 1 的下面均布 12 个滚轮 2；气缸 3 的活塞杆与滑板 4 铰接；气缸 5 安装在滑板 4 上，卡块 6 固结于其活塞杆端部；卡块 8 可绕支点摆动并与气缸 7 的活塞杆相连；接近开关 9 用于检测转台 1 的位置。

该机构的动作过程为：气缸 7 的活塞杆缩回，卡块 8 与滚轮 2 相脱离→气缸 3 带动滑板 4 右移，由于气缸 5 的活塞杆处于伸出状态即卡块 6 卡住了一个滚轮 2，故转台 1 随着滑板 4 的右移作逆时针回转→转台 1 转过 30° 后，接近开关 9 发出信号，气缸 7 驱动卡块 8 逆时针摆动将另一个滚轮 2 卡住，从而把转台 1 锁定→气缸 5 的活塞杆缩回→气缸 3 推动滑板 4 向左运动→气缸 5 的活塞杆伸出，卡块 6 又将一个滚轮 2 卡住。至此，一个分度动作过程结束。

该机构的分度角为 30° ，可用于 12 工位的加工、装配作业。

103



1、11—油缸 2—齿条 3—齿轮 4—转轴
5、6—弧齿盘 7—转台 8—机架 9—支座
10—推力轴承 12—滑动轴承
 $LS_1 \sim LS_3$ —行程开关

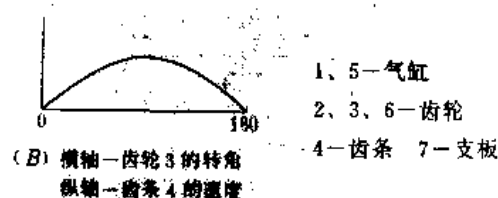
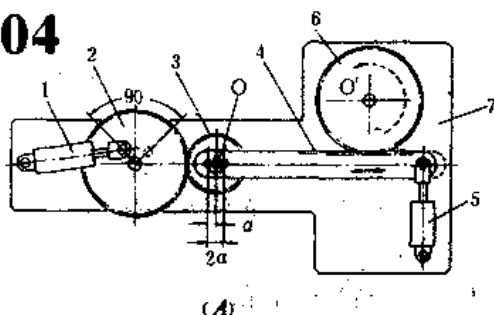
图为采用弧齿盘的立式分度机构。

弧齿盘 5、6 (Gleason 齿形) 分别固定在转台 7 的下端面及机架 8 上; 转轴 4 上装有齿轮 3, 其下端的支座 9 与油缸 11 相连; 水平设置的油缸 1 与齿条 2 相连。

机构的动作过程为: 由图示位置机构被启动, SOL_2 通电, 油缸 11 推动转轴 4 上升, 使弧齿盘 5、6 相分离, 同时又使齿轮 3 与齿条 2 进入啮合; 当油缸 11 达到行程的上端点后, 行程开关 LS_3 动作 → 油缸 11 静止不动; SOL_1 通电, 油缸 1 带动齿条 2 向右运动并通过齿轮 3 驱动转台 7 回转, 分度运动结束后 LS_1 动作 → 油缸 1 静止不动; SOL_4 通电, 油缸 11 带动转轴 4 下降使齿轮 3 与齿条 2 相分离, 同时使弧齿盘 5、6 完全啮合将转台 7 锁定; LS_2 动作 → SOL_2 通电, 油缸 1 推动齿条 2 向左运动回到图示位置, 一个分度运动结束, 等待下一启动信号。

该机构的特点是: 分度精度高; 定位刚度大; 在保证两弧齿盘 5、6 正确啮合的前提下, 改变油缸 1 的行程可获得不同的分度角 ($10^\circ \sim 90^\circ$); 可用于重载荷。

104



图为气缸与齿条、齿轮组成的高速分度机构。

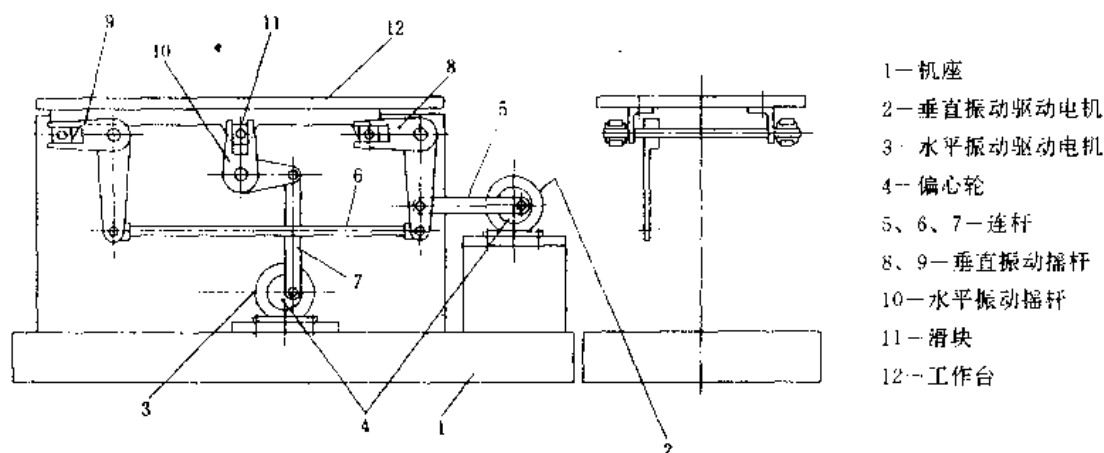
气缸 1 可驱动齿轮 2 回转 90° ; 齿轮 2、3 的齿数比为 2:1; 齿条 4 与固定在分度轴 O' 上的齿轮 6 相啮合, 其左端铰接在齿轮 3 的端面上 (铰接点距齿轮 3 的轴心 O 为 a , 相当于形成一个长度为 a 的曲柄), 其右端与气缸 5 相连。

机构的一个动作循环为: 由图 (A) 所示的位置, 气缸 1 推动齿轮 2 顺时针转动 90° , 齿轮 3 则逆时针转动 180° , 与此同时齿条 4 向右移动 $2a$ 并驱动齿轮 6 即分度轴回转。当气缸 1 开始带动齿轮 2 逆时针转动即齿条 4 开始向左运动时, 气缸 5 的活塞杆缩回, 使齿条 4 与齿轮 6 脱离啮合; 待齿条 4 向左移动 $2a$ 后, 气缸 5 的活塞杆又伸出, 使齿条 4 与齿轮 6 再次啮合, 从而实现了分度轴的间歇回转。

由图 (B) 所示的曲线可见: 齿条 4 即分度轴在起动与停止时速度变化平稳, 没有突变。故该机构可用于分度角小, 分度速度高且转动惯量大的场合。

§ 4 复合运动机构

105

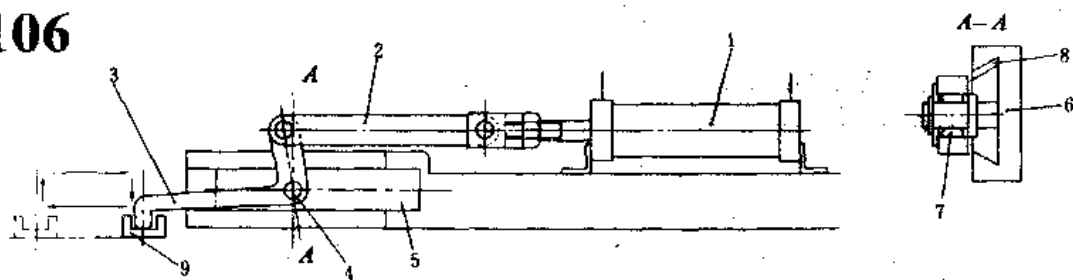


图为垂直与水平振动的复合振动机构。

当电动机 2、3 只有一个工作时，则又可使工作台 12 只获得一个方向的振动。

设计时应尽量减小运动部分的质量及各运动副的摩擦。该机构的垂直、水平振动的幅度各为 10~30mm，可用于中等载荷。

106



1—气缸 2—连杆 3—L形送料爪 4—销轴 5—滑块 6—导轨 7—滚针轴承 8—镶条 9—工件

图为气缸驱动送料爪实现矩形运动的机构。

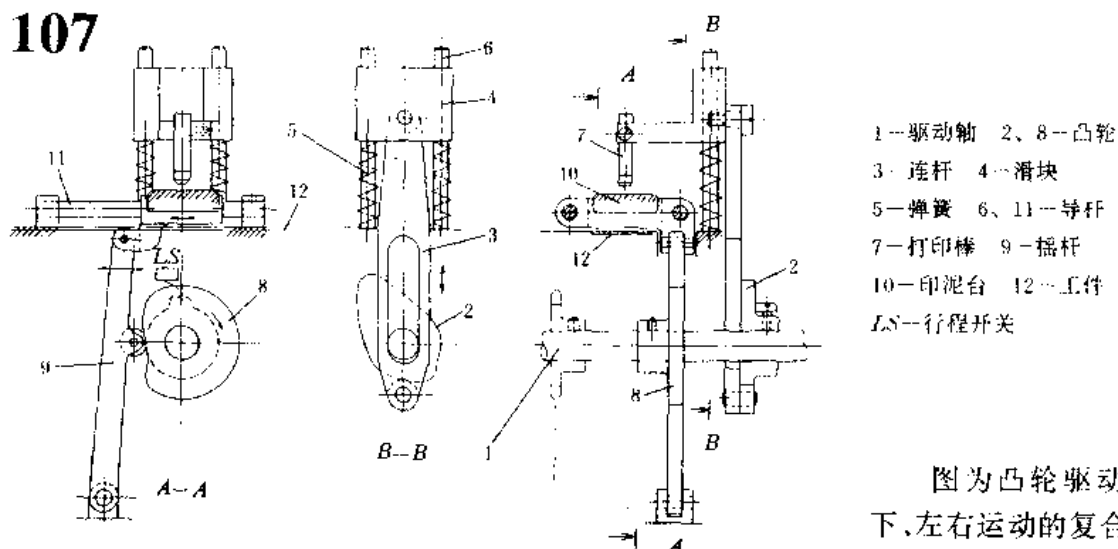
气缸 1 的活塞杆通过连杆 2 与 L 形送料爪 3 相连，送料爪 3 的摆动支点（销轴 4）位于可沿燕尾形导轨（见图 A-A）移动的滑块 5 上。

当气缸 1 的活塞杆开始向左运动时，滑块 5 静止不动，送料爪 3 则绕销轴 4 作逆时针摆动，待送料爪 3 的自由端与工件 9 接触后，送料爪 3 将停止摆动并和滑块 5 一起被气缸 1 推动而向左运动；在行程的左端点，当气缸 1 的活塞杆开始向右运动时，送料爪 3 首先沿顺时针方向摆动，碰到限位挡块后（图中未画出）才与滑块 5 一起由气缸 1 带动向右运动。从而，每当气缸 1 的活塞杆往复动作一次时，送料爪 3 自由端的运动轨迹为一矩形。

在该机构中采用燕尾形导轨 6 的目的是为了通过调整镶条 8 使滑块 5 与导轨 6 之间具有适当的摩擦力，以保证送料爪动作的稳定性。

该机构结构简单，适用于移送杯形工件的场合。

107



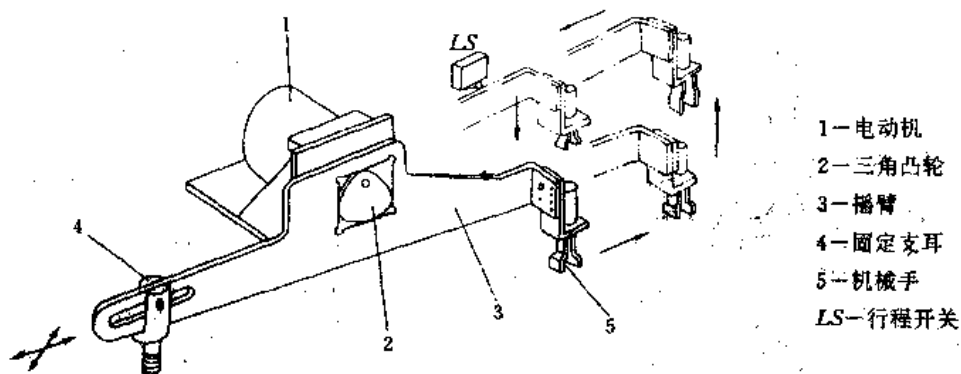
图为凸轮驱动的上、下、左右运动的复合运动机构。

该机构常用于在带状“工件”上打印标签或盖章的场合。

机构的动作循环为：带状“工件”12位于印泥台10的下方，由其它机构步进地向右输送（见图A-A）；从图示位置，当带状“工件”12步进运动时，打印棒7由凸轮2驱动向下运动，在印泥台10上蘸取油墨后随即上升，同时印泥台10在凸轮8的驱动下向左运动；当带状“工件”12停顿时，打印棒7将再次下降，在带状“工件”12上打印，打印完毕后打印棒7又上升，印泥台10则向右运动（在弹簧的作用下，未画出）回到打印棒7的正下方。

设计时应注意的是：凸轮2每回转一周，打印棒7应作两次上下往复运动，且两次动作的行程及速度不同。

108

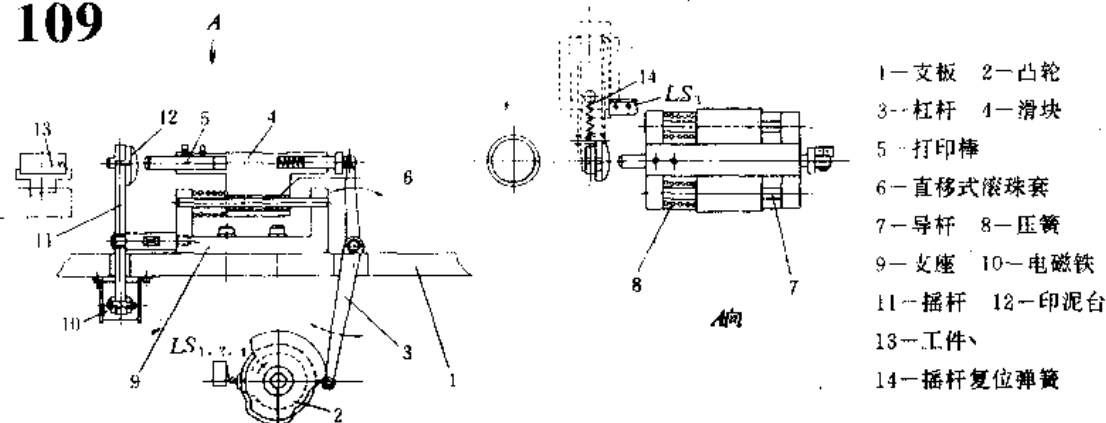


图为利用三角凸轮（等宽凸轮）实现正方形运动轨迹的机构。

固结在电动机1的输出轴上的三角凸轮2插在摇臂3上的方孔中；摇臂3的左端部开有长孔与固定支耳4相铰接。当电动机1驱动三角凸轮2逆时针回转时，摇臂3的右端将按图中的箭头指向作正方形运动。若在摇臂3的右端安装机械手5，则该机构可用于工件的抓取、移送。

该机构适用于轻载荷，正方形运动的行程范围为10~100mm。

109

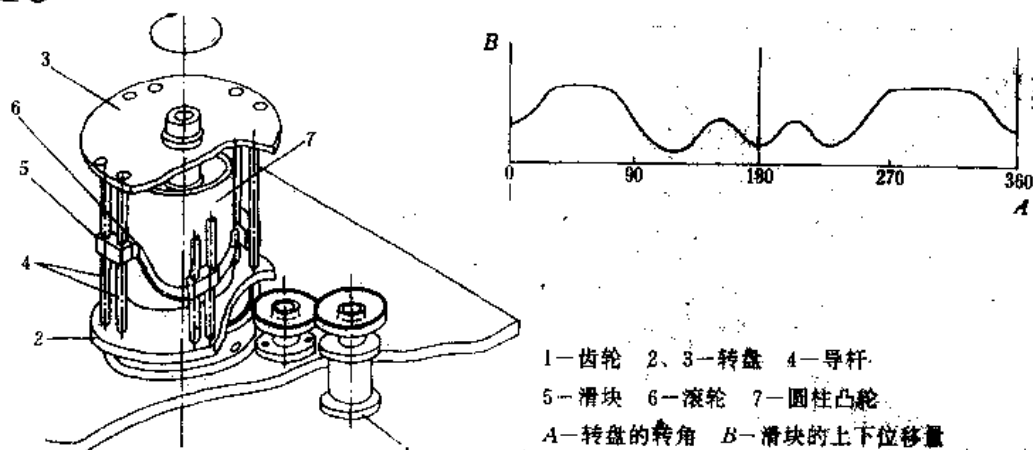


图为凸轮与电磁铁分别驱动的复合运动机构。

该机构与图例 107 类似，可用于在工件上打印标记。固结有打印棒 5 的滑块 4 由凸轮 2 驱动可沿导杆 7 左右往复运动；印泥台 12 安装在摇杆 11 的端部，由电磁铁 10 带动可在垂直于打印棒 5 轴线的平面内往复摆动。

机构的动作过程为：印泥台 12 位于图示位置，打印棒 5 在凸轮 2 的驱动下向左运动，蘸完油墨后又向右运动→电磁铁 10 动作，印泥台 12 摆动以让出打印棒 5 的通路→打印棒 5 再行向左运动至工件 13 进行打印→打印棒 5 右移复位→电磁铁 10 断电，印泥台 12 在压簧 8 的作用下复位。

110

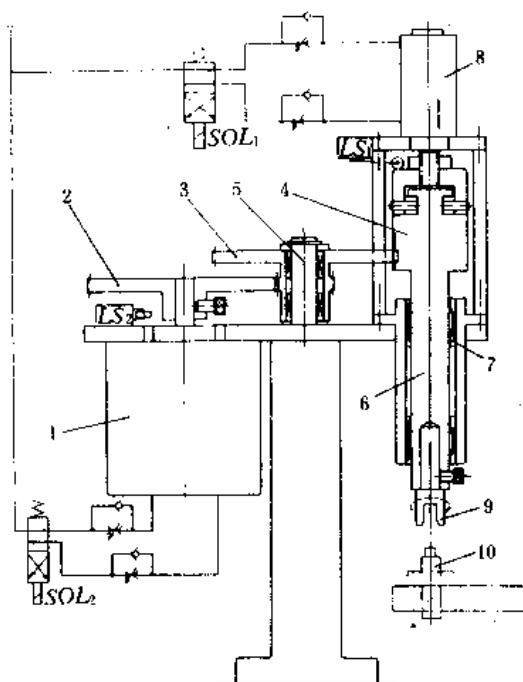


图为可回转与上下移动的复合运动机构。

转盘 2、3 以均布的若干对导杆 4 连为一体，每对导杆 4 上均有一滑块 5，安装在滑块 5 上的滚轮 6 插在固定的中空圆柱凸轮 7 的曲线槽中。当电动机（未画出）通过齿轮传动使转盘 2、3 回转时，滑块 5 将一方面随之回转，同时又沿着导杆 4 按固定圆柱凸轮 7 的升程—转角规律作上下移动。

该机构常用于液体自动灌装机械，能承受中等载荷，滑块 8 的行程范围为 10~300mm。

113



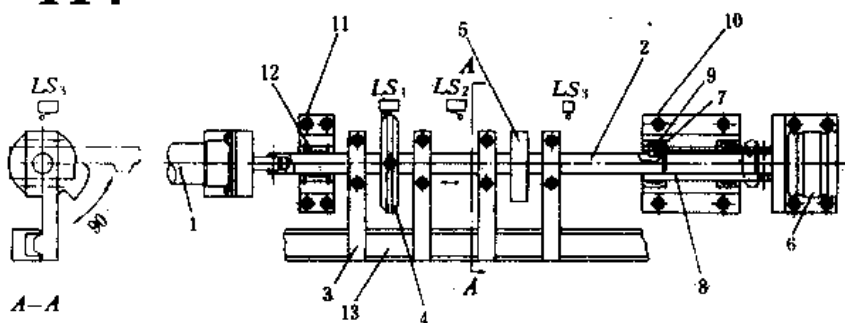
- 1—摆动气缸
- 2、3、4—齿轮
- 5—传动轴
- 6—主轴
- 7—轴承
- 8—直动气缸
- 9—工具
- 10—工件

图为气缸驱动的上下、回转运动的复合运动机构。

主轴 6 上制有宽直齿轮 4，以保证主轴 6 上下运动时始终能与传动轴 5 上的窄直齿轮 3 相啮合；主轴 6 上端的结构可使直动气缸 8 的活塞杆不随其回转。

该机构的动作过程为：直动气缸 8 推动主轴 6 下降→270°摆动气缸 1 通过两级齿轮传动（增速）驱动主轴 6 回转；进行加工或装配作业→直动气缸 8 带动主轴 6 上升复位。

114



- 1—直动气缸 2—转轴
- 3—卡爪
- 4—行程开关控制板
- 5—转动检测凸轮
- 6—摆动气缸 7—滑键
- 8—套筒 9—滚针轴承
- 10、11—支座
- 12—套移式滚珠套
- 13—导轨
- LS₁~LS₃——行程开关

图为摆动与直线往复运动的复合运动机构。

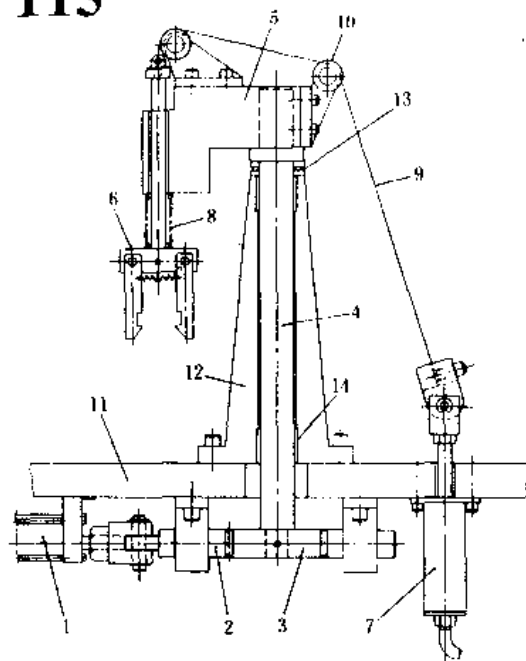
转轴 2 上固结有若干卡爪 3 和行程开关控制板 4 及转动检测凸轮 5；转轴 2 左端与直动气缸 1 相连，右端通过滑键 7、套筒 8 与摆动气缸 6 相连。

机构的动作过程为：直动气缸 1 推动转轴 2 向右运动，LS₂ 动作→摆动气缸 6 驱动转轴 2 即卡爪 3 摆动 90°，LS₃ 动作→直动气缸 1 带动转轴 2 向左运动，复位后 LS₁ 动作→摆动气缸 6 回摆复位。

该机构可用于中型工件的输送、定位或夹紧装置。

设计时应注意的是：转轴 2 与直动气缸 1 连接部的结构应保证使直动气缸 1 的活塞杆不受扭矩。

115



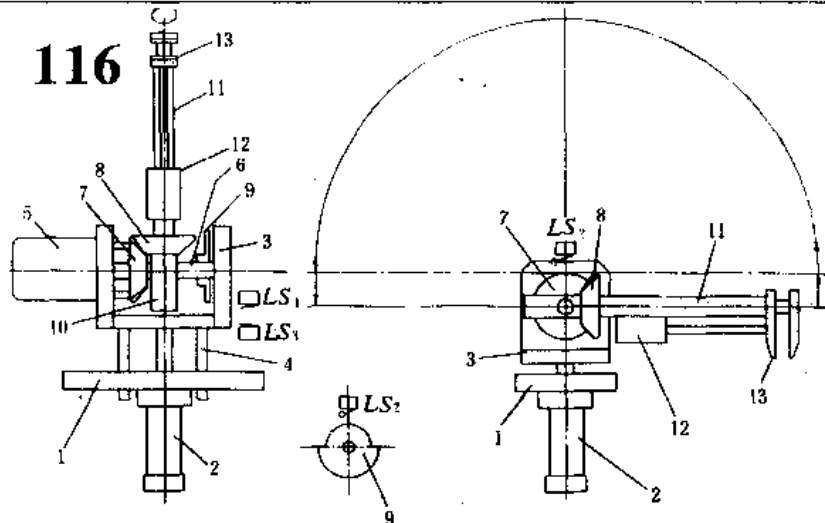
- 1、7—气缸 2—齿条 3—齿轮 4—转轴
5—摇臂 6—机械手 8—弹簧
9—钢丝绳 10—导轮
11—底板 12—支座 13—推力轴承 14—轴套

图为摆动及上下运动的复合运动机构。

气缸 1 通过齿条 2、齿轮 3 使固结于转轴 4 上端的摇臂 5 在水平面内往复摆动，在摇臂 5 的摆动范围内，安装在摇臂 5 端部的机械手 6 又可在气缸 7 的驱动下向上运动，或依靠重力及弹簧 8 向下运动。从而，利用该机构可将工件沿一圆弧轨迹从一个工位搬运到另一个工位。

该机构与能实现同样运动的机构相比，具有结构简单、制造成本低的特点。由于摇臂 5 的摆角过大时，钢丝绳 9 有可能与导轮 10 相脱离，故该机构的摆动范围不宜过大。

116



- 1—固定支板 2—气缸
3—U形支架 4—导杆
5—电动机 6—转轴
7、8—圆锥齿轮
9—控制凸轮
10—摇臂支座 11—摇臂
12—电磁铁 13—卡爪
LS₁~LS₃—行程开关

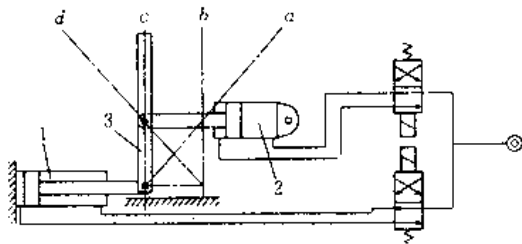
图为摇臂可自转并在摆角两端点作平行移动的复合运动机构。

U 形支架 3 由两导杆 4 支承可在气缸 2 的驱动下作上下移动，U 形支架 3 上载有电动机 5，并固定一圆锥齿轮 7，摇臂支座 10 固结在转轴 6 上，摇臂 11 具有双重结构，既可随转轴 6 作往复摆动，同时又可通过其上的圆锥齿轮 8 与圆锥齿轮 7 相啮合绕其自身轴线转动。摇臂 11 的自由端装有由电磁铁 12 驱动开闭的卡爪 13。

摇臂 11 的摆角为 180° ；当圆锥齿轮 7、8 的齿数比为 $1:1$ 时，摇臂 11 的自转角亦为 180° ；而当齿数比为 $1:2$ 时，摇臂 11 的自转角则为 90° 。

该机构常用于抓取移送轻型工件。

117

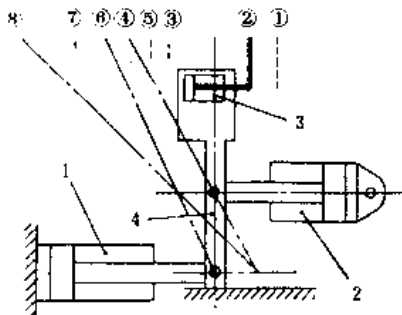


1、2 气缸 3 连杆

图为利用两个相同的气缸使连杆自由端获得 4 个确定位置的机构。

连杆 3 的一端与气缸 1 的活塞杆相铰接；在连杆 3 的中部开有长孔，通过滚轮或圆柱销（未画出）与气缸 2 的活塞杆相连。利用气缸 1、2 的活塞杆伸出与缩回的动作组合，可使连杆 3 的自由端获得如图所示的 4 个确定位置。亦即位置 *a* 为气缸 1、2 的活塞杆均缩回；位置 *b* 为气缸 1 的活塞杆伸出，气缸 2 的活塞杆缩回；位置 *c* 为气缸 1 的活塞杆缩回，气缸 2 的活塞杆伸出；位置 *d* 为气缸 1、2 的活塞杆均伸出。

118



1、2、3—气缸 4—连杆

图为利用三个气缸获得 8 个确定位置的机构。

该机构与图例 117 的不同之处：在连杆 4 的自由端又设置了一小气缸 3，从而利用三个气缸的活塞杆伸出与缩回的动作组合（见从动件位置与气缸动作关系表），可使安装在气缸 3 的活塞杆端部的从动件获得 8 个确定位置。

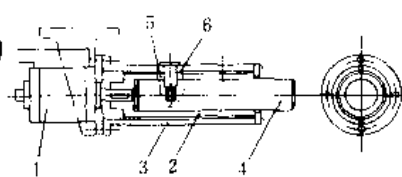
该机构可应用在自动上料装置中，把来自一路料道的工作按一定要求自动分成 8 路向后续工序输送。

从动件位置与气缸动作关系表

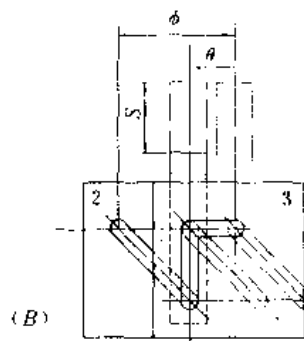
位置号	气缸 1	气缸 2	气缸 3
①	×	×	0
②	×	×	×
③	0	×	0
④	0	×	×
⑤	×	0	0
⑥	×	0	×
⑦	0	0	0
⑧	0	0	×

注：0—气缸的活塞杆伸出 ×—气缸的活塞杆缩回

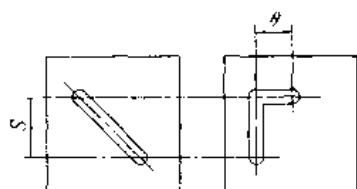
119



(A)



(B)



(a)

(b)

(C)

图(A) 1—摆动气缸

2—内套筒

3—外套筒

4—输出轴

5、6—滚轮

图(B) S—输出轴的直线运动行程

 ϕ —摆动气缸的摆角 θ —输出轴的转角

图(C) (a) 内套筒 2 的展开图 S—输出轴的直线运动行程

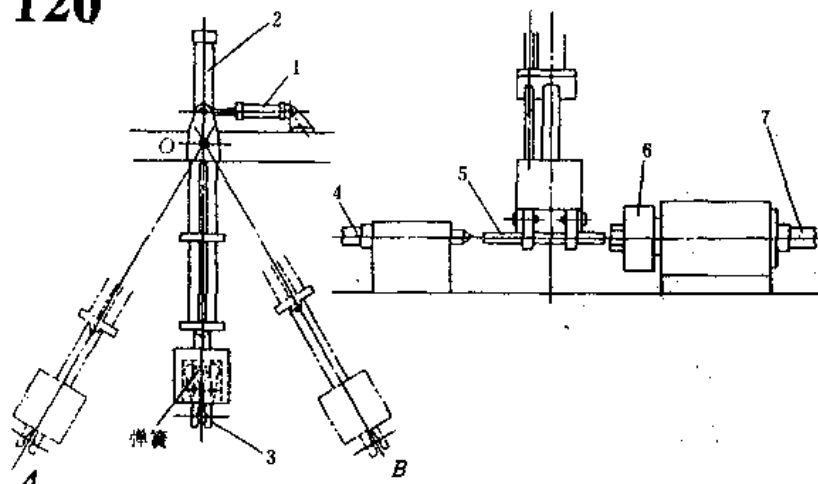
(b) 外套筒 3 的展开图 θ —输出轴的转角

图为直线运动与转动的复合运动机构。

机构的组成为：摆动气缸 1（或摆动油缸）与内套筒 2 相连；外套筒 3 固定不动；内套筒 2 与外套筒 3 上分别制有如图 (B) 中所示的斜长孔与 T 形孔；在输出轴 4 上层迭设置的两滚轮（或滑块）5、6 分别嵌入内、外套筒 2、3 的孔中。内套筒 2 与外套筒 3 及输出轴 4 均为动配合。

当摆动气缸 1 驱动内套筒 2 顺时针转动后又逆时针转动时，输出轴 4 的动作为：前进（伸出）→顺时针转动→逆时针转动→后退（缩回），如图 (C) 所示。

120



1、2、4、7—气缸

3—机械手

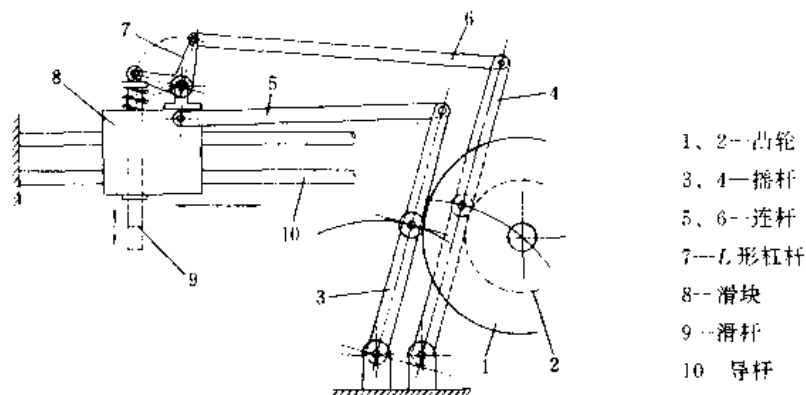
5—工件

6—夹具

图为在轴类工件自动加工线中用于车床的自动上、下料机械手，是直线运动与摆动的复合运动机构。

机构的上料动作过程：气缸 1 的活塞杆缩回，气缸 2 的活塞杆伸出，机械手 3（依靠弹簧力夹紧工件）在 A 处抓取工件 5→气缸 2 的活塞杆缩回→气缸 1 的活塞杆伸出，推动气缸 2 及机械手 3 绕 O 点逆时针摆动→气缸 2 的活塞杆伸出将工件 5 送至 B 处，使其轴线与夹具中心重合→气缸 4 驱动顶尖将工件 5 推入夹具 6→气缸 2 的活塞杆缩回，等待工件被加工后卸料。

121

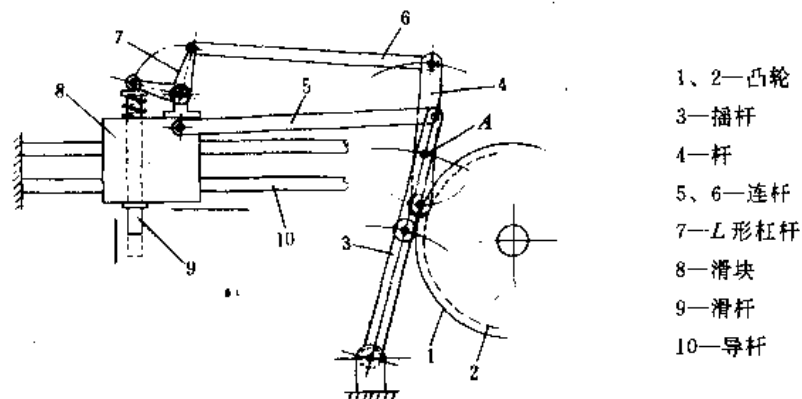


图为利用两个凸轮实现水平、垂直复合运动的机构。

凸轮 1 通过摇杆 3、连杆 5 带动滑块 8 作水平往复运动；同时凸轮 2 通过摇杆 4、连杆 6 及 L 形杠杆 7 驱动滑杆 9 相对于滑块 8 作垂直往复运动。若在滑杆 9 的下端安装上机械手，则该机构可用于抓取移送工件。

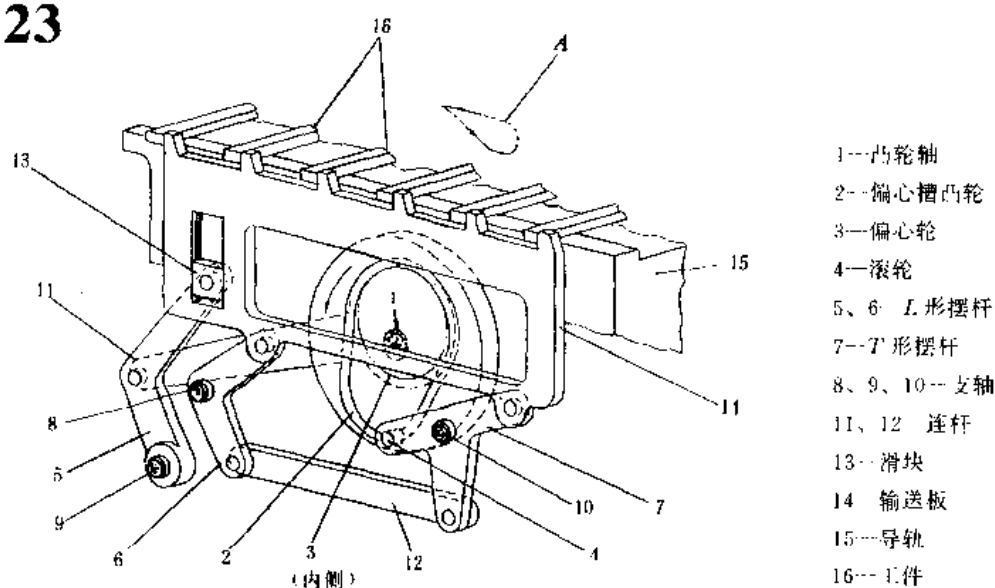
一般地，这种机构适用于垂直运动行程小于水平运动行程的场合。

122



该机构的输出运动与图例 121 相同，但结构上有所不同，即凸轮 2 的从动件——杆 4 的支点 A 位于摇杆 3 上。从而杆 4 将一边相对摇杆 3 摆动，同时又在凸轮 2 的驱动下绕支点 A 转动。该机构在设计上比前例复杂，确定杆 4 的杠杆比、支点 A 的位置及凸轮 2 的参数时既要满足对滑杆 9 垂直运动的要求，又要消除凸轮 1 对滑杆 9 垂直运动的影响。但该机构与前例相比具有结构紧凑、重量较轻的特点。

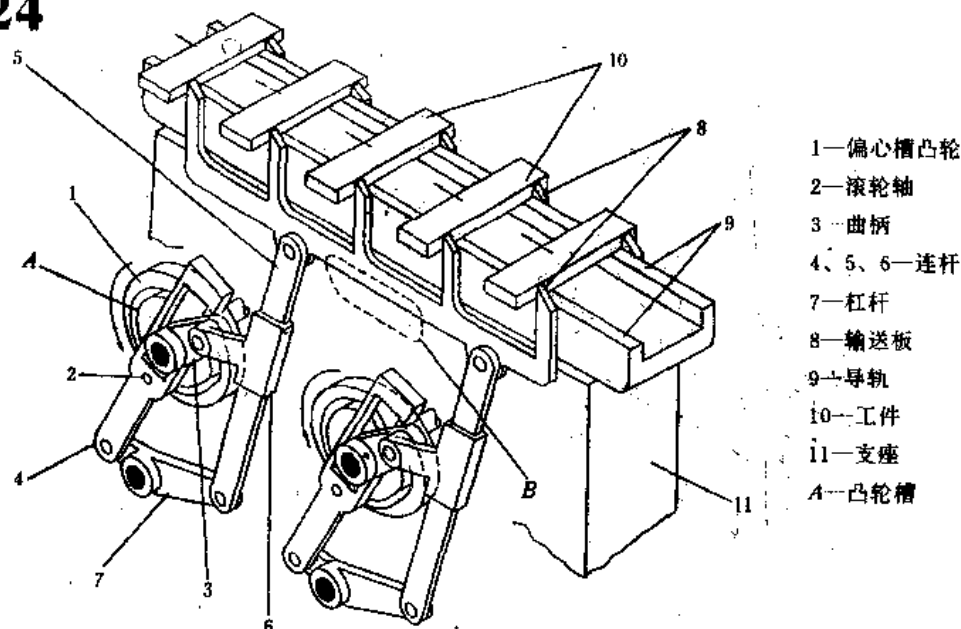
123



图为利用偏心槽凸轮及杆系的步进输送机构。

偏心槽凸轮 2 与偏心轮 3 为一体，通过杆系与输送板 14 相连。当凸轮轴 1 逆时针回转时，偏心槽凸轮 2 使输送板 14 产生上下运动，而偏心轮 3 则使其左右运动。输送板 14 的运动轨迹如封闭曲线 A 所示，其中直线段为工作行程（方向由右向左），推动工件 16 左移；曲线段为空程（具有急回特性），工件 16 保持静止不动。

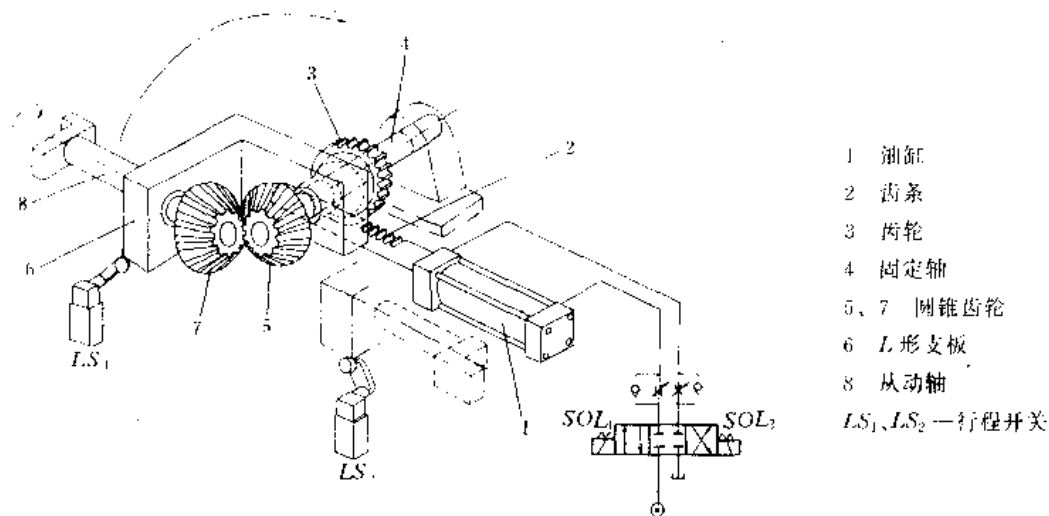
124



图为利用偏心槽凸轮及杆系的步进输送机构。

输送板 8 的上下运动由偏心槽凸轮 1 通过连杆 4、杠杆 7 及连杆 5 驱动，其左右往复运动依靠曲柄 3 及连杆 6 产生。输送板 8 的运动轨迹如封闭线 B 所示，具有急回特性。

125



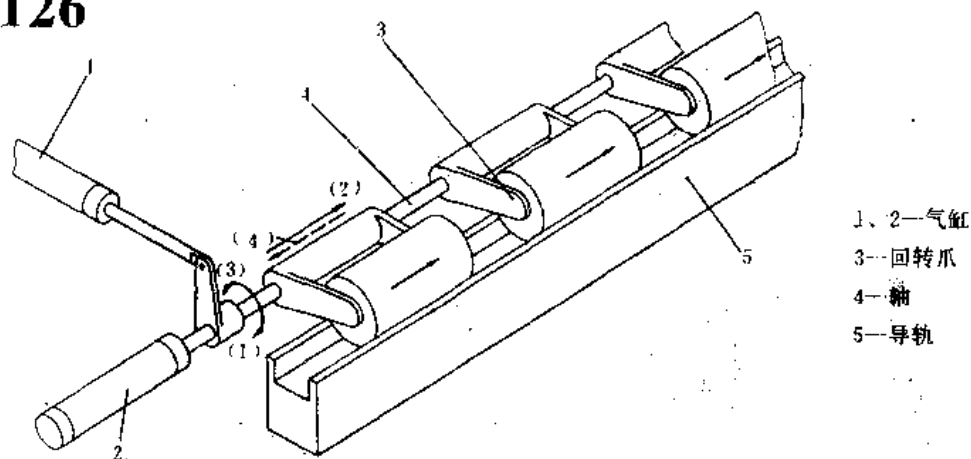
图为利用圆锥齿轮实现自转与公转的复合运动机构。

圆锥齿轮 5 固结在固定轴 4 的端部，与安装在从动轴 8 上的圆锥齿轮 7 相啮合；齿轮 3 与 L 形支板连为一体，可相对于固定轴 4 转动；从动轴 8 通过轴承支承在 L 形支板 6 上。当油缸 1 驱动齿条 2 运动时，从动轴 8 将随着 L 形支板 6 公转同时又绕其自身轴线自转。

改变圆锥齿轮 5、7 的齿数比便可改变从动轴 8 自转与公转的角度比；若设公转角为 180° ，则当齿数比为 1:1 或 2:1 时，从动轴 8 的自转角度将分别为 180° 或 360° 。

该机构常用于移送工件或改变工件姿态的机械手，能承受较大的载荷。

126



图为气缸驱动的步进输送机构。

本图所示的机构，克服了图例 37 中由于惯性所引起的问题。该机构的动作顺序为：气缸 1 驱动回转爪 3 摆到图示位置卡住工件→气缸 2 推动轴 4 将工件向右输送→气缸 1 驱动回转爪 3 脱离工件，工件保持静止不动→气缸 2 带动回转爪 3 左移复位。

第二章 自动上料装置中的各种机构

在自动化加工、装配生产线中，能自动完成将工件（或零件，以下同）向加工或装配机械供给并上料的装置，称为自动上料装置。

统计表明：在工件的加工、装配过程中，工件的供给、上料、下料及搬运等工序所需费用约占全部费用的 1/3 以上，所费工时约占全部工时的 2/3 以上，而且绝大多数事故都发生在这些工序中。尤其是在成批大量生产的场合，当要求生产率很高且机动工时很短时，上下料是一项重复而繁重的作业。所以，为了提高生产率、减轻作业者的劳动强度、保证安全生产，实现上下料自动化是很有意义的。

自动上料装置通常由供料器、隔离机构、分路机构、合路机构、上料机构及输送机构等组成。根据自动化加工、装配生产线的不同，自动上料装置的组成又可分为以下几种情形：

(1) 一台供料器向一台加工或装配机械供给工件

供料器 → 隔离机构 → 上料机构 → 加工或装配机械

(2) 一台供料器向数台加工或装配机械供给工件

上料机构 → 加工或装配机械 A

供料器 → 隔离机构 → 分路机构 → 上料机构 → 加工或装配机械 B

上料机构 → 加工或装配机械 C

(3) 数台供料器向一台加工或装配机械供给工件

供料器 A

供料器 B → 合路机构 → 隔离机构 → 上料机构 → 加工或装配机械

供料器 C

由上可见，在自动上料装置中，供料器、隔离机构及上料机构是最基本的三个组成部分。各机构之间的连接通常使用料道或其它输送机构。在实际应用中，上述各机构往往不是彼此独立的，有时一个机构既能将工件隔离又能将其分路，或既能将工件隔离又能上料。

关于自动下料装置，本章不拟详细介绍。一般地讲，下料装置比上料装置较易实现，利用推杆、顶板及机械手等即可将工件从加工、装配位置卸下，然后送往下道工序。有时下料装置又常与上料装置结合在一起。

在这里还应说明的是：加工、装配生产线的自动化水平，主要取决于上下料装置的自动化程度。按上下料装置的自动化程度来划分，加工、装置生产线的自动化实际上有下述三个不同层次的含义：

(1) 半自动化：工件的上下料为手工作业，仅加工或装配为自动进行。

(2) 自动化：又称为料道式或料仓式自动化。其特征是：先以手工作业将一定数量的工件按所要求的方向和姿态装入料仓，再把料仓装在加工(装配)机械上，其后工件的上料、加工(装配)及下料由机械自动进行。

(3) 全自动化：除了工件的上料、加工(装配)及下料是自动进行之外，工件的供给也是自动进行的。亦即使用具有定向排列工件能力的供料器（自动将散乱的工件按所要求的方向和姿态排列）通过料道或输送机构向加工、装配机械供给工件，且供料器中的工件可一次性大量投入。

经验表明：在自动化加工、装配生产线中，工件的自动上料是最重要的环节。可以说全自动化的90%在于能否实现工件的自动上料。当然，在很多情况下，并非自动化程度愈高愈好。例如，在下述场合以采用半自动化为宜：

- (a) 小批量生产；
- (b) 工件种类过多；
- (c) 不允许工件表面有划痕；
- (d) 切屑易缠绕刀具；
- (e) 工件的形状过于复杂或即便简单但难于自动定向排列；
- (f) 经费或技术上的不足。

另外，在进行自动上料装置的设计时，还应注意两个问题：

(1) 以易实现自动上料为前提改进零件设计

以往的零件设计只要能满足使用要求及降低成本即可。但为了实现自动化加工或装配，进一步还应考虑能否容易实现自动上料。特别在自动装配线中，最大的问题是零件的自动上料。不同的零件设计往往会使自动化加工、装配生产线的制造成本存在很大差异。

(2) 自动上料时的工件取向

加工、装配机构中的夹具，按工件进入夹具的方向，大致可分为垂直与水平两种。从自动上料的难易程度及稳定性来看，工件从水平方向进入夹具为宜。在半自动化的场合，垂直或水平装夹，仅考虑手工作业的操作性能即可；但在自动化或全自动化生产线中，则应尽量避免垂直装夹。例如，当向垂直孔装入工件时，一般必须使用机器人或具有机械手的自动上料装置，这样势必导致自动化生产线的成本提高及机构复杂。

§1 供料器

供料器是一种能在一定时间内不断向加工或装配机械自动供给工件的装置。

供料器的构成一般为：驱动源、料斗、取料元件、定向排列元件、剔除器及排出料道。

根据用途供料器可分为：

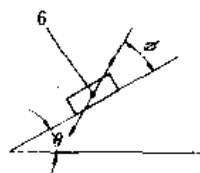
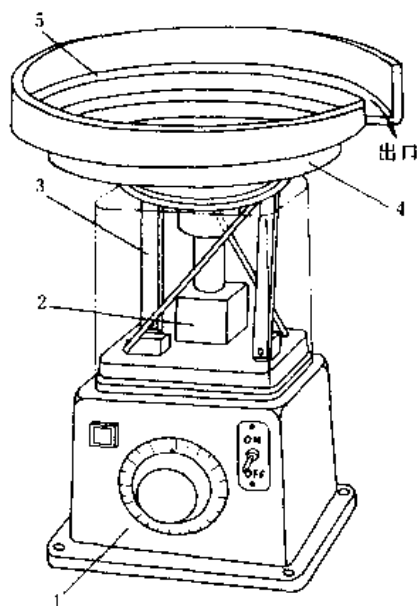
通用型：如振动式供料器，适用于多种类型的工件；

专用型：根据特定工件的形状、尺寸、材料等特点所设计的供料器。

按照供料器的运动特征，供料器又可分为：振动式、回转式、摆动式、直线往复运动式等。

对具有方向性的工件，有些供料器还具备在供给工件的同时将工件按所需方向及姿态进行定向排列的功能。

127



- 1 底座 (振动调整器)
- 2 电磁铁
- 3 支承弹簧板
- 4 料斗
- 5 螺旋轨道
- 6 工件
- θ —螺旋轨道的升角
- ϕ —振动角

图为振动式供料器的基本结构。

在具有料斗的供料器中,振动式供料器应用得最为广泛,其优点很多。例如:有广泛的通用性,适用于多种工件,易于实现定向排列;动作平稳,工件的划伤程度远低于其它种类的供料器;工件的供给速度较高且易于调整等。其缺点是:一般不适用于有油污、潮湿、很轻的薄片或细小工件;有时产生噪声等。

(1) 振动供料原理

如图所示,经调制的脉冲电压加在电磁铁 2 上时,电磁铁 2 将振动传递给料斗 4,由于支承弹簧板 3 的作用,使料斗 4 同时产生垂直振动及绕料斗 4 中心垂线的扭转振动。料斗 4 中的工件由于上述复合振动将沿螺旋轨道 5 爬升,被送至出料口。

在料斗 4 的螺旋轨道 5 上,根据工件的形状和方向的要求设有定向排列元件,仅使具有正确姿势和取向的工件通过,其它工件则被排回料斗 4 内。

(2) 关于料斗

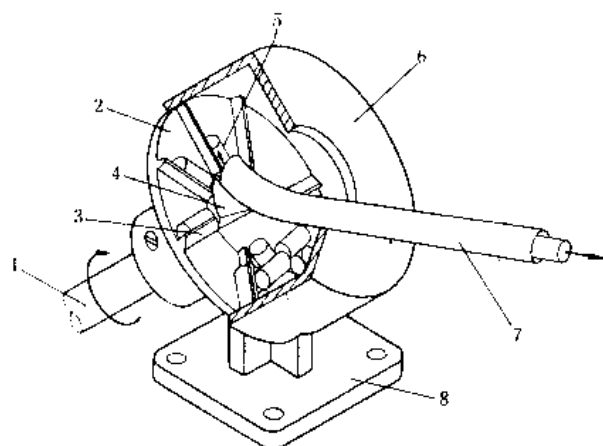
- 螺旋轨道可设置数条,类似于多头螺纹。
- 设工件的长度为 L ,料斗的直径为 D ,则 D 与 L 应满足: $D \geq (10 \sim 15) \cdot L$
- 由于工件的供给速度随螺旋轨道的摩擦系数增大而增加,故有时在螺旋轨道的表面上铺敷橡胶或塑料等。同时,因为橡胶具有缓冲作用,所以也用于消除工件与料斗碰撞时所产生的噪声。

- 在一定条件下,工件的供给速度与料斗的振动频率成反比。

(3) 增加供给量的方法

- 通过调整脉冲电压改变料斗的振幅。
- 采用两条以上的螺旋轨道。
- 使用多重料斗
- 尽快整理定向排列完毕的工件。
- 增加振动供料器的台数。

128

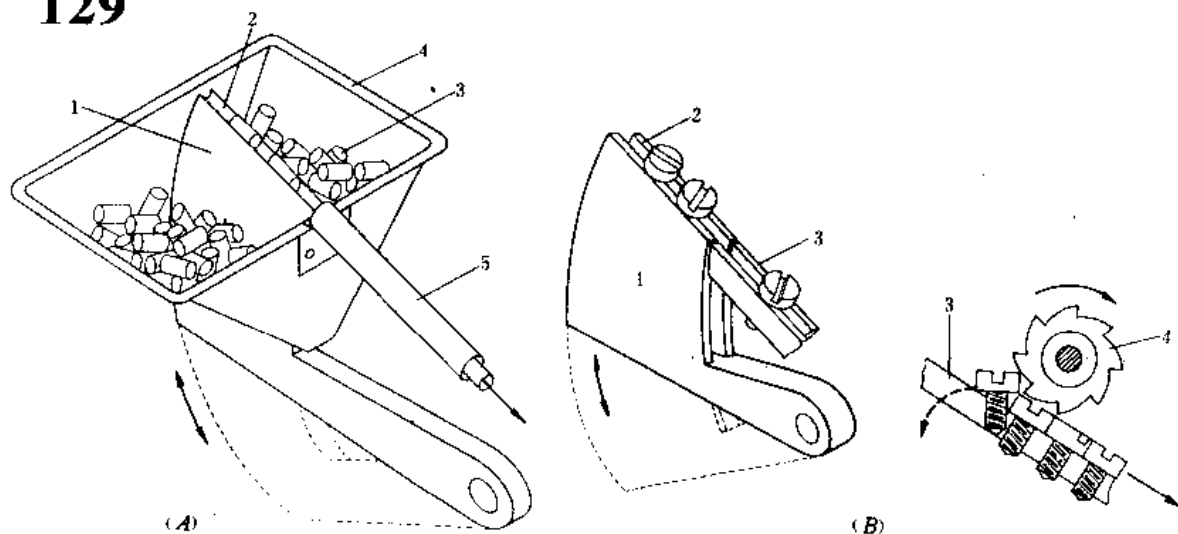


- 1 轴
- 2 圆盘
- 3 取料板
- 4 挡料块
- 5 工件
- 6 固定料斗
- 7 受料管
- 8 支座

图为回转式供料器。

当轴 1 驱动圆盘 2 回转时，取料板 3 把工件 5 带到受料管 7 的入口处，在重力的作用下工件 5 将自动滑入受料管 7。应当注意的是，当工件 5 未完全进入受料管 7 时，圆盘 2 无法继续回转，故圆盘 2 的回转以间歇式为宜。若将受料管 7 改为双导轨式的料道，则也可实现带肩类工件的定向排列供给。

129



(A) 1—扇形取料板 2—导向槽 3—工件 4—固定料斗 5—受料管

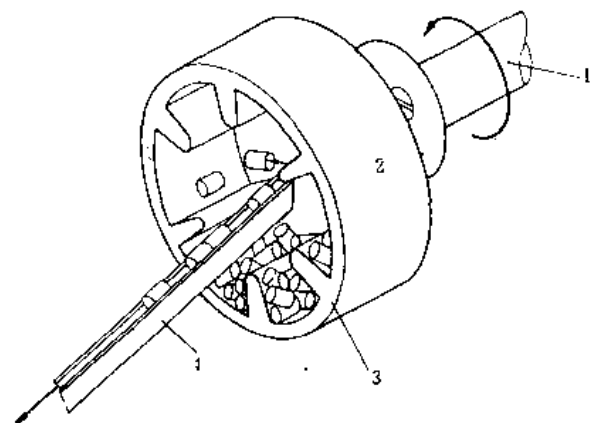
(B) 1—扇形取料板 2—夹板滑槽 3—料道 4—棘轮

图为摆动式供料器。

扇形取料板 1 在固定料斗 4 内上下往复摆动，将落入其端面导向槽内的工件排出固定料斗 4。图(A) 适用于圆柱形工件；图(B) 则适用于螺钉、铆钉类工件。在图(B) 中为了避免工件不规则的排列可在料道 3 的入口处设置棘轮 4，将取向不正确的工件剔回料斗。

与回转式供料器相比，摆动式供料器所造成的工件划伤较轻。

130

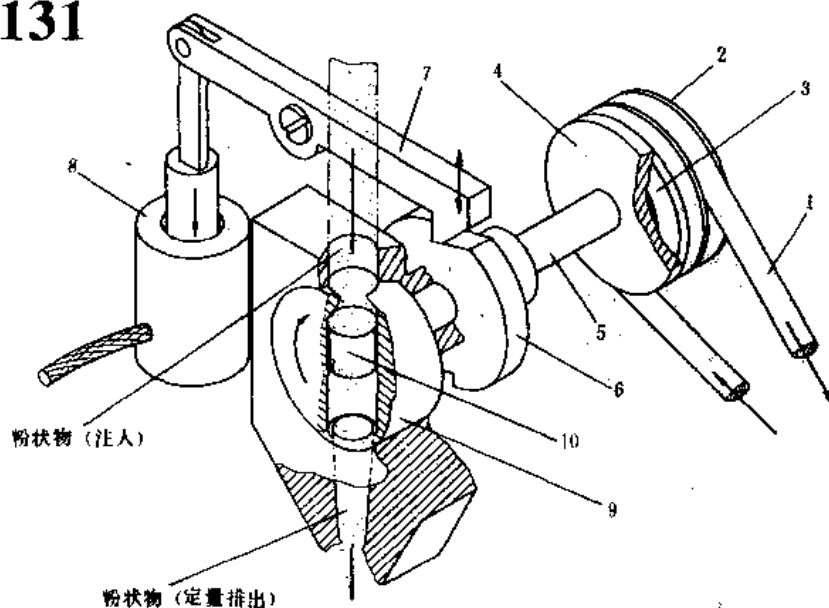


- 1 轴
- 2 滚筒
- 3 取料板
- 4 滑槽

图为回转式供料器。

随着滚筒 2 的回转，工件被取料板 3 由滚筒 2 的底部带到高处，使之散落在滑槽 4 上，取向正确的工件可沿滑槽 4 排出。滚筒 2 可连续回转，但考虑到离心力的作用，其转速不宜过高。根据工件的形状特征，滑槽 4 的截面形状可以是夹板式或鞍形等。

131



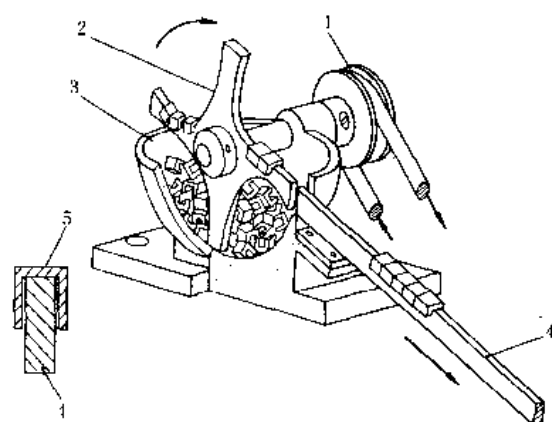
- 1—带
- 2—从动带轮
- 3、4—摩擦盘
- 5—轴
- 6 定位盘
- 7—定位杆
- 8—电磁铁
- 9—圆板
- 10—柱塞

图为粉状物的定量供料器（图中粉状物是注入）。

圆板 9 可作 180° 间歇转动，其上开有径向通孔，两端的口径略小，内装有可上下滑动的柱塞 10。当圆板 9 位于图示位置时粉状物被注入，柱塞 10 自然下沉并封住粉状物的通路；待粉状物注满后圆板 9 旋转 180° ，在柱塞 10 的作用下粉状物被全部排出；与此同时，粉状物又从另一侧的孔口注入圆板 9。这样，圆板 9 每转动 180° 便可实现粉状物的定量供给。

圆板 9 的旋转由从动带轮 2 通过摩擦盘 3、4 驱动；每旋转 180° 后的停顿则由与电磁铁 8 相连的定位杆 7 卡入定位盘 10 来保证。

132



- 1—带轮
- 2—十字形桨叶
- 3—固定料斗
- 4—导轨
- 5—工件

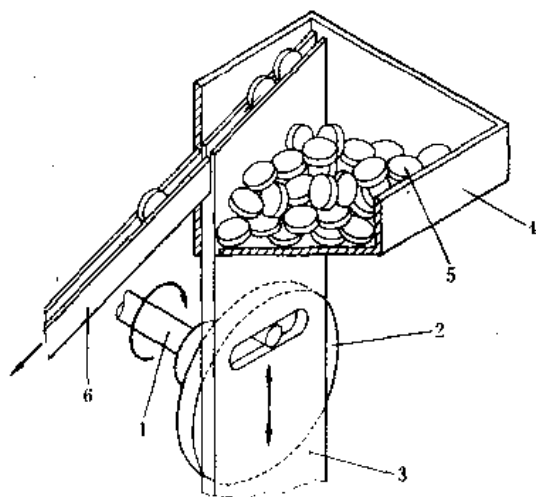
图为桨叶式供料器。

十字形桨叶 2 在料斗 4 内转动，不断地将 I 形工件挂起，依靠重力将其送上导轨 4。若在桨叶 2 上开出型槽并配置剔除器，也可用于小螺钉、铆钉等的自动供给。

十字形桨叶 2 可以连续回转，但尽可能采用间歇转动，以使工件有充分的时间滑上导轨 4。桨叶板的曲线应适当弯曲，以便能挂起较多的工件。

该供料器不适用于易相互缠绕的工件。

133



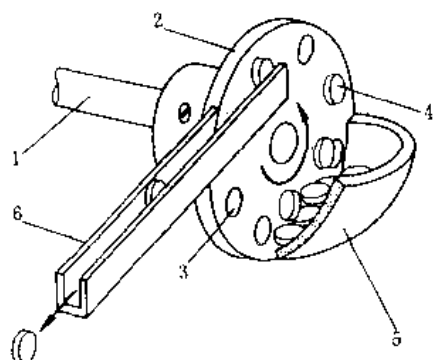
- 1—轴
- 2—销轮
- 3—推板
- 4—固定料斗
- 5—工件
- 6—料道

图为推板式供料器。

推板 3 的斜端面上制有导向槽，销轮 2 驱动其在固定料斗 4 内作上下往复运动；随着推板 3 由下往上运动，部分工件 5 将落入其导向槽内，当推板 3 上升至图示位置并作短暂停顿时，工件 5 便依靠自重滑入料道 6 中。

该供料器适用于圆柱形、环形及球形工件的供给，但不具备定向排列工件的功能。

134

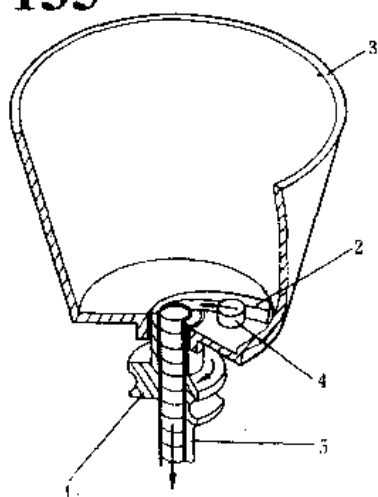


- 1—轴
- 2—圆盘
- 3—磁铁
- 4—被吸附的工作
- 5—固定料斗
- 6—料道

图为嵌有磁铁的回转圆盘式供料器。

轴 1 带动圆盘 2 在固定料斗 5 中连续转动，磁铁 3 将工件吸附，在料道 6 的入口处工件与圆盘 2 相分离（由于料道 6 底面的阻挡）而被排出。该供料器适用于无需区别工件的正反面及工件的材质为铁磁性金属的场合，但又不宜用于剩磁保持能力过强的工件，否则当继续进行切削加工时，切屑易附着在工件上。

135



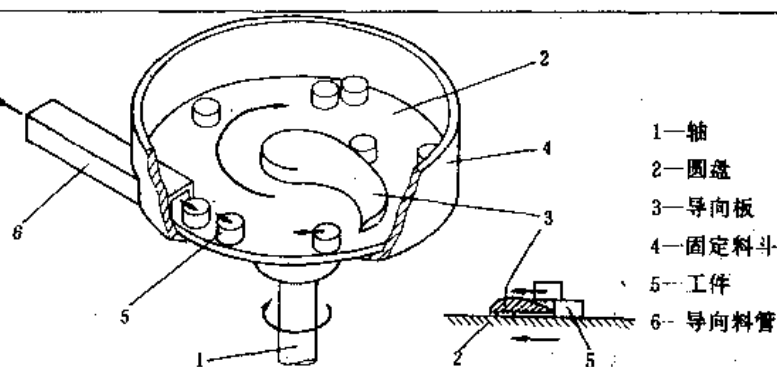
- 1—带轮
- 2—弯杆
- 3—固定料斗
- 4—工件
- 5—受料管

图为回转弯杆式供料器。

该供料器适用于无需区别正反面且较短的圆柱形工件。带轮 1 与弯杆 2 相固结，当弯杆 2 在固定料斗 3 的底面连续回转时，工件 4 将沿弯杆 2 的内侧移向固定料斗 3 的中心，并落入受料管 5。

该供料器的特征是运动平稳，供给速度与固定料斗 3 中的工件数量无关。

136

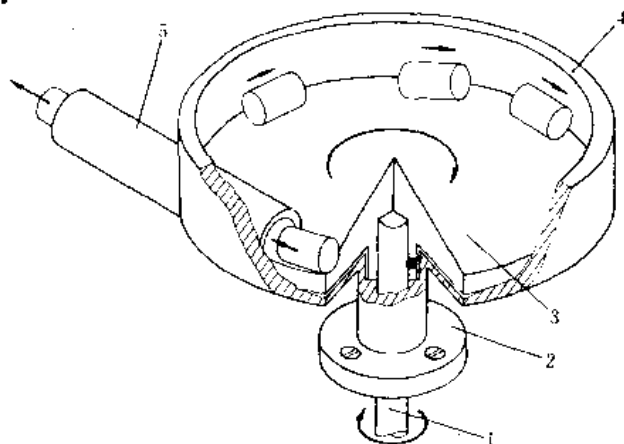


- 1—轴
- 2—圆盘
- 3—导向板
- 4—固定料斗
- 5—工件
- 6—导向料管

图为具有固定导向板的回转式供料器。

导向板 3 与固定料斗 4 相固结，其端部到固定料斗 4 内壁的距离略大于工件 5 的直径。当轴 1 带动圆盘 2 回转时，在导向板 3 的作用下，工件 5 被送入设置在圆盘 2 切线方向上的导向料管 6 中。调节圆盘 2 的转速，可控制供给工件的速度。

137



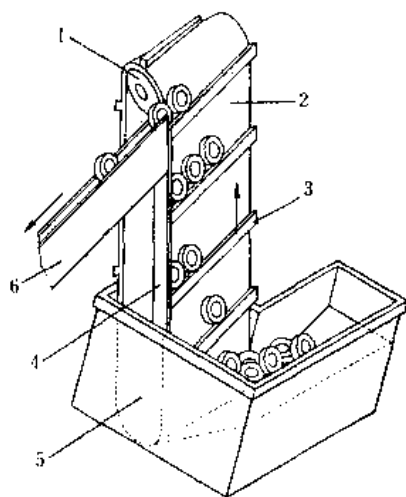
- 1—轴
- 2—轴承支座
- 3—锥形圆盘
- 4—固定料斗
- 5—导向料管

图为离心式供料器。

该供料器适用于圆柱形工件的供给。当锥形圆盘 3 以一定转速回转时，由于锥度和离心力的双重作用，工件将处于回转半径最大处，即沿着固定料斗 4 的内壁纵向排列并被盘底的摩擦力推入导向料管 5。

有资料表明：当工件直径=8mm，长度=25mm，料斗直径=300mm，锥形圆盘的转速=76r/min 时，该供料器每分钟可供给工件 25 个。

138



- 1—主动带轮
- 2—带
- 3—取料板
- 4—挡板
- 5—固定料斗
- 6—料道

图为带式供料器。

带 2 的表面上倾斜地固结有取料板 3，当主动带轮 1 驱动带 2 按图示方向运动时，取料板 3 将不断地从固定料斗 5 内把工件提起，在料道 6 的入口处工件在重力的作用下滚入其中。

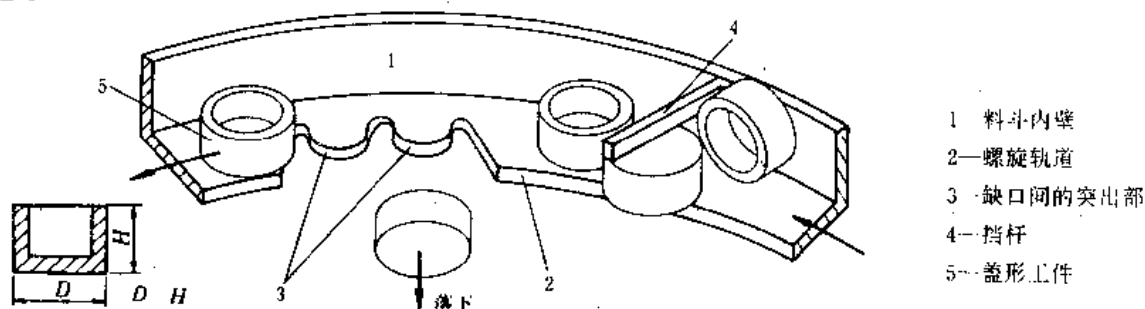
该供料器无定向排列工件的功能，仅适用于环状、球形等无需区别正反面的工件。例如，可用于轴承圈的切削加工完毕后再向磨床输送的场合，此时能获得较高的供给速度。

§2 利用振动式供料器及其它机构定向排列工件的方法

本节主要介绍在振动式供料器料斗内部或在料斗外部利用其它机构定向排列工件的若干方法。

一般地, 工件按其形状可大致分为对称与不对称、有方向性与无方向性两种。在自动化加工或装配生产线中, 通常要求工件被整齐一致地供给, 所以按加工或装配的需要将工件以确定的方向及姿势进行排列是很有必要的。

139



图为盖形工件的定向排列。

若要求盖形工件5开口朝上地排出料斗, 可在螺旋轨道2上制出图示形状的缺口。当工件5开口朝上时可通过缺口; 而当工件5开口朝下时, 则由于其重心位于支承面之外且缺口间的突出部3亦卡入其开口中, 使之受阻无法通过, 在料斗的振动作用下落回料斗内。

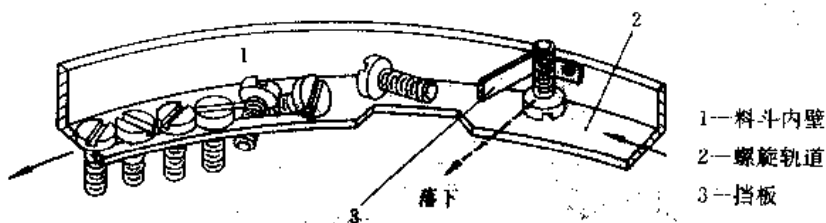
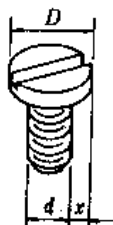
另外, 工件5的外径 D 与高度 H 的关系应满足 $D > H$, 否则难以实现其开口向上的定向排列。

在高速供给工件的场合, 为了提高定向排列精度, 可设置2~3处缺口。

140

$$\frac{D-d}{2} = X$$

$$X \geq 0.2$$

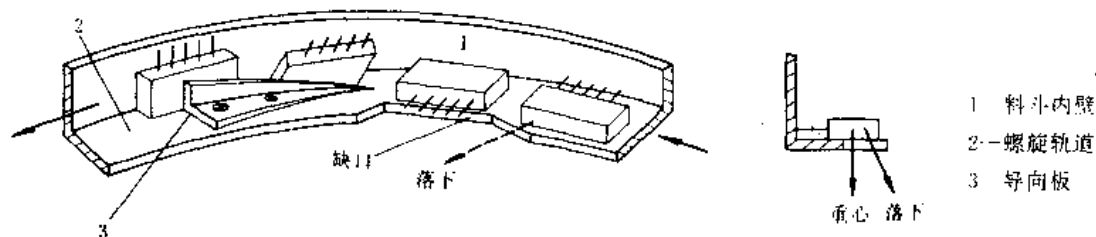


图为螺钉等带肩类工件的定向排列。

当螺钉等带肩类工件的杆部较长, 在重力作用下容易呈吊挂状时, 可采用图示的料斗轨道结构进行定向排列。

为了提高定向排列的精度并使排出料道制作简单, 设计这类零件时应满足 $X = (D - d) / 2 \geq 0.2$ 。

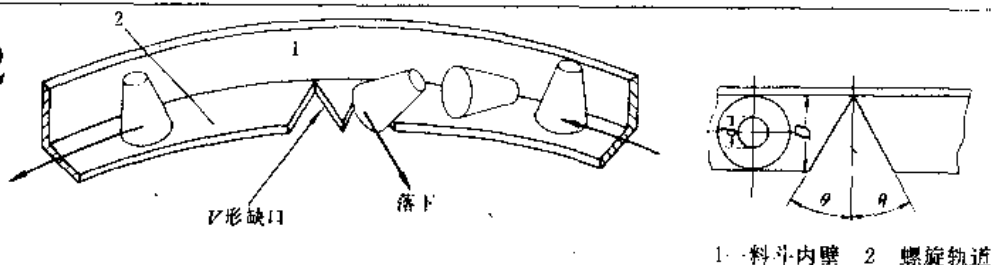
141



图为长方形块状工件的定向排列。

以定向排列集成电路块为例，在螺旋轨道 2 上开出缺口，当集成电路块有导线的一侧面向料斗内壁 1 时，在重力的作用下其将落回料斗中，反之则能通过。设置在缺口左侧的导向板 3 可使集成电路块导线朝上进行排列，以防止损伤导线或挂在排出料道上。

142



图为平截圆锥形工件的定向排列。

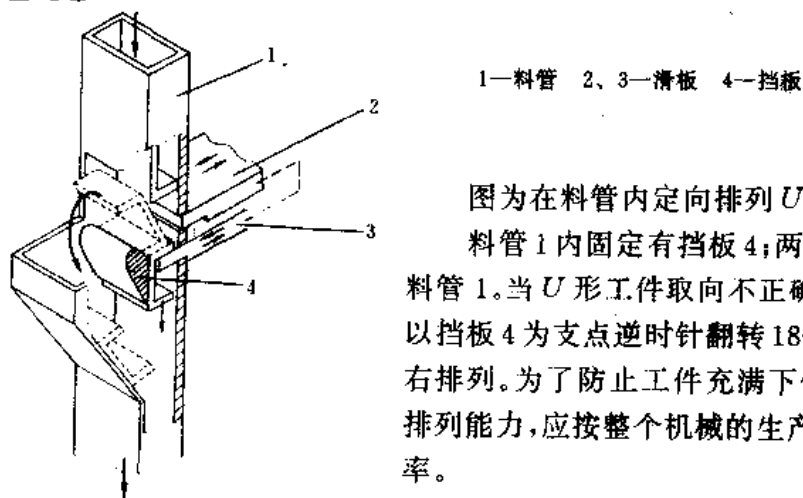
在螺旋轨道 2 上开出 V 形缺口，当工件大端向下时，可跨越 V 形缺口通过；当工件横卧或小端向下时，则将落回料斗内。设 V 形缺口的半角为 θ ，螺旋轨道 2 的宽度为 D ，工件的小端直径为 d ，则当：

$2D \sin \theta < d$ 时，工件可全部通过 V 形缺口，无定向排列功能；

$2D \sin \theta = d$ 时，小端向下的工件亦有可能通过 V 形缺口；

$2D \sin \theta > d$ 时，可实现工件大端向下的定向排列。

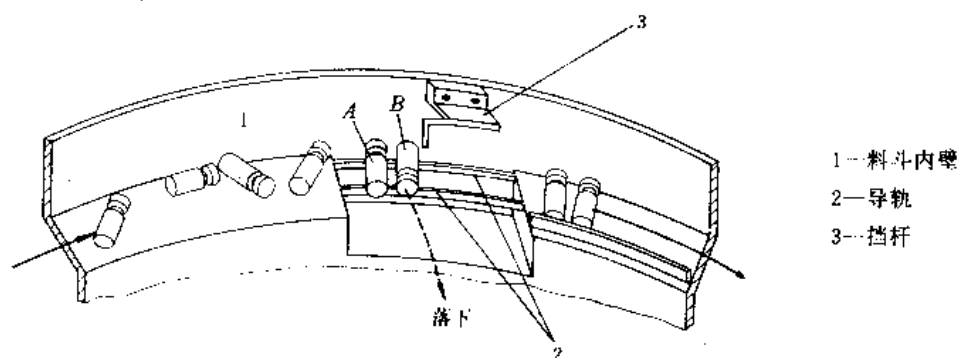
143



图为在料管内定向排列 U 形工件。

料管 1 内固定有挡板 4；两滑板 2、3 可交替地插入、退出料管 1。当 U 形工件取向不正确（虚线）时，滑板 2 将推动其以挡板 4 为支点逆时针翻转 180°，从而 U 形工件均以开口向右排列。为了防止工件充满下侧料管而使该机构失去定向排列能力，应按整个机械的生产节拍控制滑板 2、3 的动作频率。

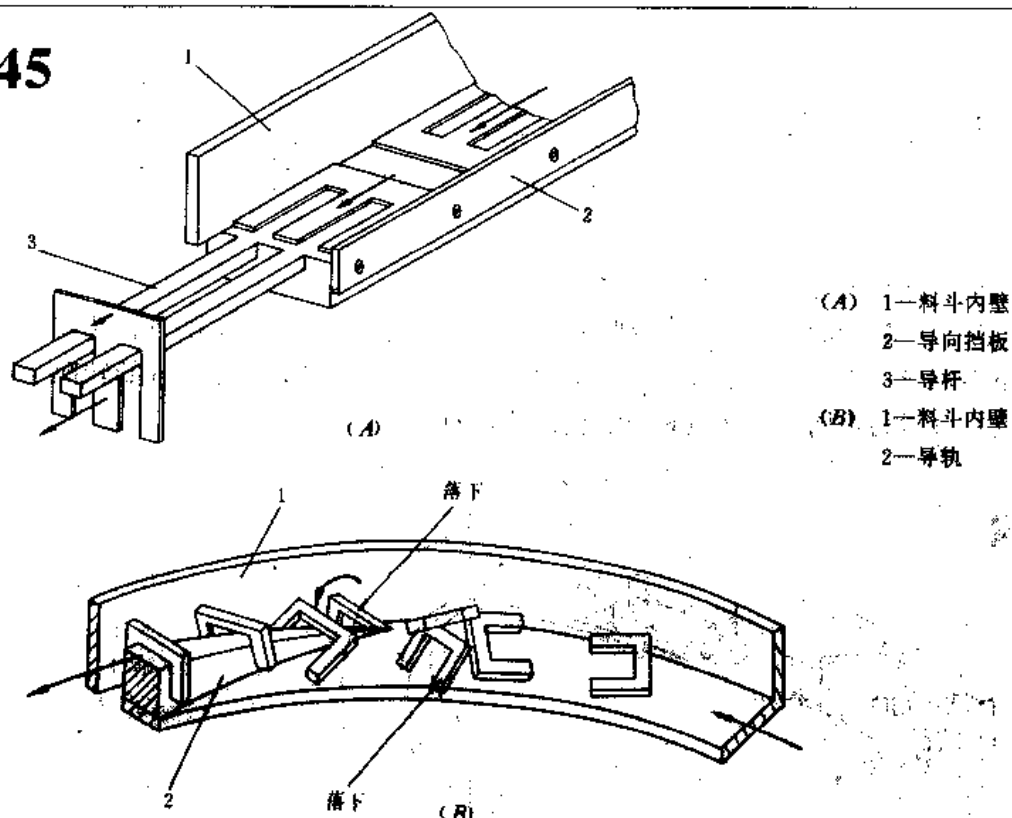
144



图为带环槽圆柱形工件的定向排列。

当环槽偏于圆柱的一端时,可将螺旋轨道断开一段,在该处跨设两条导轨2。导轨2的宽度略小于工件的槽宽,其间距使处于A状态工件的环槽恰好与外侧的导轨2相嵌合,而处于B状态工件的环槽则不与导轨2相嵌合;因此,由于挡杆3(宽度略小于工件的槽宽)的作用,处于B状态的工件将被拨回料斗中,而处于A状态的工件则可通过。

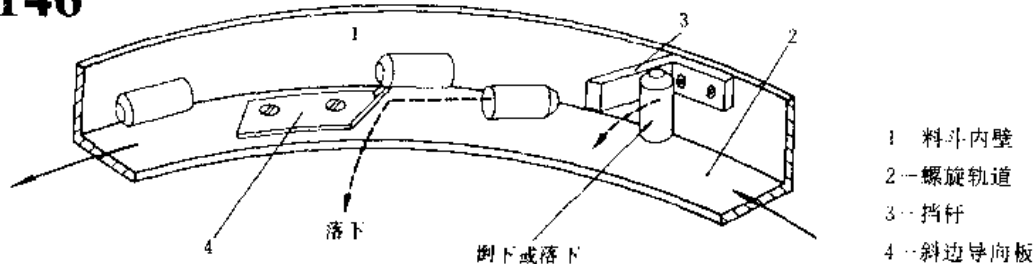
145



对W或U形工件可采用图示的悬吊式方法进行定向排列。

由于这类工件易相互钩挂或层迭,故有必要进行隔离,但不宜采用挡板的方法以避免工作堵塞。

146

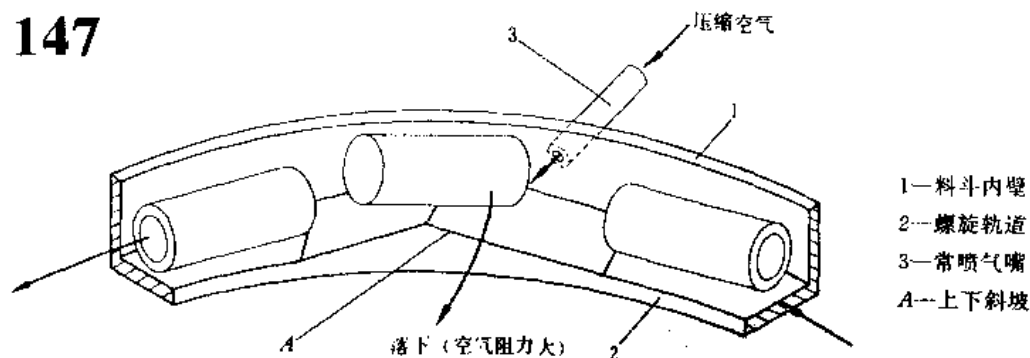


图为—端具有大倒角的圆柱形工件的定向排列。

普通圆柱形工件的定向排列往往很困难,但若在其—端制出充分大的倒角,则较为容易实现定向排列。倒角越大,定向排列精度越高且供给速度亦可增加。

如图所示在螺旋轨道 2 上设置—斜边导向板 4,若工件有倒角的一端在前则可越过,反之工件将撞在斜边导向板 4 上并沿其斜边落回料斗。为了提高定向排列精度,可在螺旋轨道 2 上设置多处斜边导向板 4。

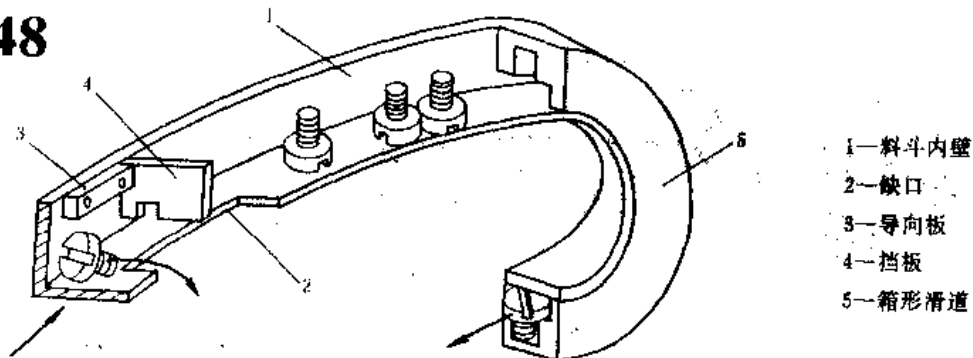
147



图为利用空气阻力定向排列杯形工件。

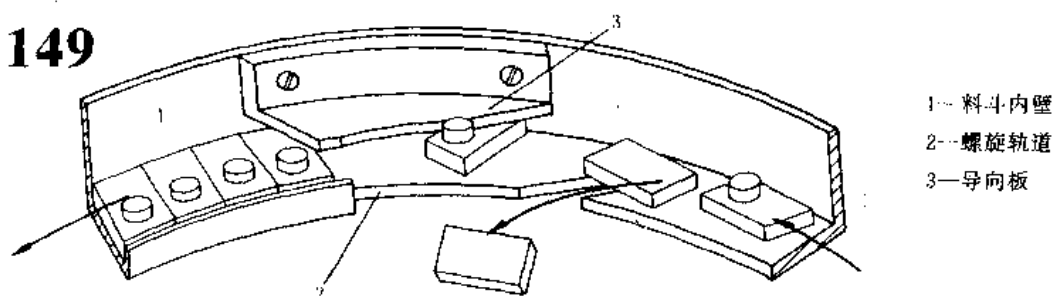
对于重量轻且较长的杯形工件,若要求其沿螺旋轨道 2 纵向排列,则可在螺旋轨道 2 上设置—处上下斜坡 A;在料斗内壁 1 的适当位置安装—常喷气嘴 3,当工件开始转向下坡时,利用其两端的空气阻力不同,可实现杯口朝前的定向排列。

148



图为将螺钉类工件在料斗内以杆部朝上定向排列后,再使其翻转 180°排出料斗的方法。在料斗出口处安装—半圆的箱形滑道 5,工件通过该段滑道后自动实现了翻转。

149

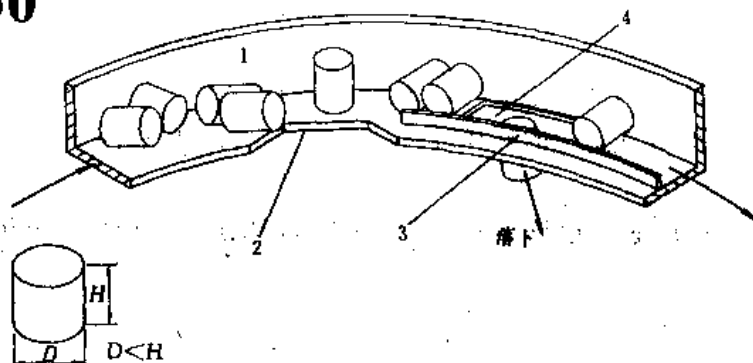


- 1—料斗内壁
2—螺旋轨道
3—导向板

图为利用螺旋轨道上的空槽进行正、反面选择的定向排列。

当工件表面有圆凸台且有必要选择正、反面时，可在螺旋轨道 2 上开出与料斗径向成一定角度的空槽。若工件的圆凸台朝下且陷入该空槽时，由于料斗的扭转振动，工件将被排回到料斗中；反之，当工件的圆凸台朝上时，工件将能越过空槽并在导向板 3 的作用下如图所示地排列。

150

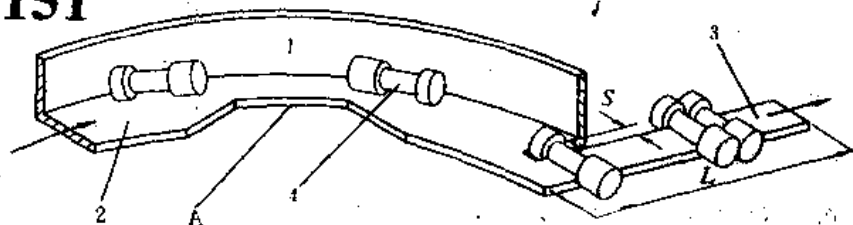


- 1—料斗内壁
2—缺口
3—导向板
4—落料孔

图为利用落料孔定向排列圆柱形工件。

图示工件的直径为 D ，高度为 H ，且 $D < H$ ，在料斗的螺旋轨道上纵向地开有一 $H' \times D'$ 的长方形落料孔 4 (H' 、 D' 分别大于 H 、 D)。当工件从落料孔 4 上通过时，显然竖立或纵卧的工件将落回料斗，而横卧的工件则由于导向板 3 的作用可通过。

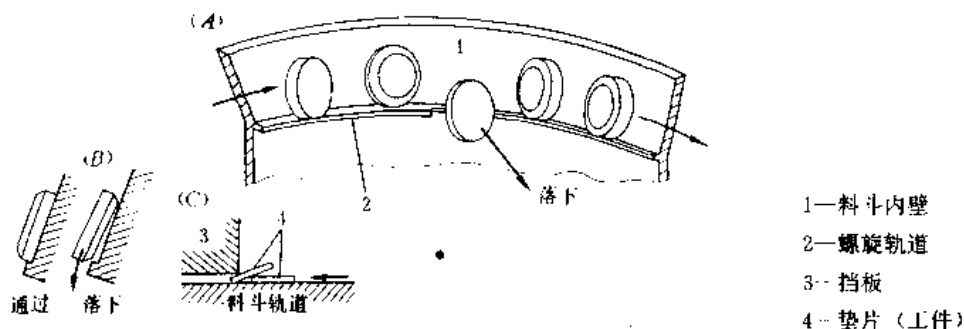
151



- 1—料斗内壁
2—螺旋轨道
3—导向板
4—工件
A—缺口

对图示形状的工件，若要求其取向一致地纵向排出料斗将十分困难。为此，在料斗的出口处设置了导向板 3，其宽度略小于工件细径部的长度，并适当选择间隙 S 使之略大于工件短粗端的长度，从而工件能以短粗端靠左、横向排出料斗。导向板 3 的长度 L 不宜过大，否则由于振动而易引起工件跳动及产生噪音。

152

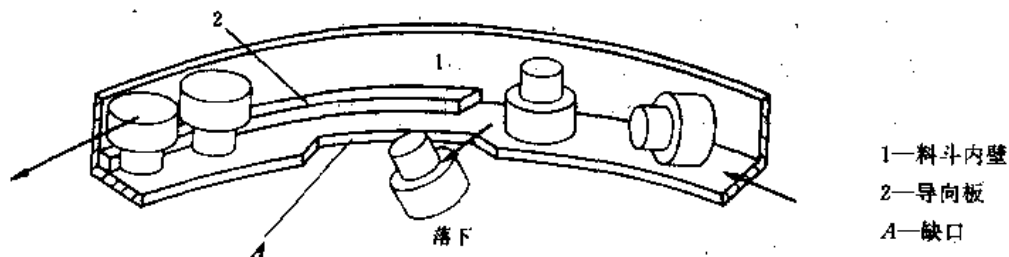


图为垫片类工件的定向排列。

供给垫片类工件时，若对其正反面有方向要求，可根据其倒角或圆弧半径的差别进行定向及排列。因此，在满足使用要求的范围内，其倒角及圆弧半径应尽可能取较大的数值。如图(A)、(B)所示，螺旋轨道2的宽度略大于垫片4的厚度，而其中一段（定向段）则小于垫片4的厚度；当垫片4有倒角的一侧面向料斗中心时，垫片4可通过该定向段，否则将落回料斗中。当垫片4的倒角充分大时，螺旋轨道2的选择段可做得较宽，从而可提高定向的稳定性及实现高速供给。

图(C)是垫片4在螺旋轨道上处于横卧姿态被供给的情形，为了避免垫片4相互重迭，在螺旋轨道上方设置了挡板3。

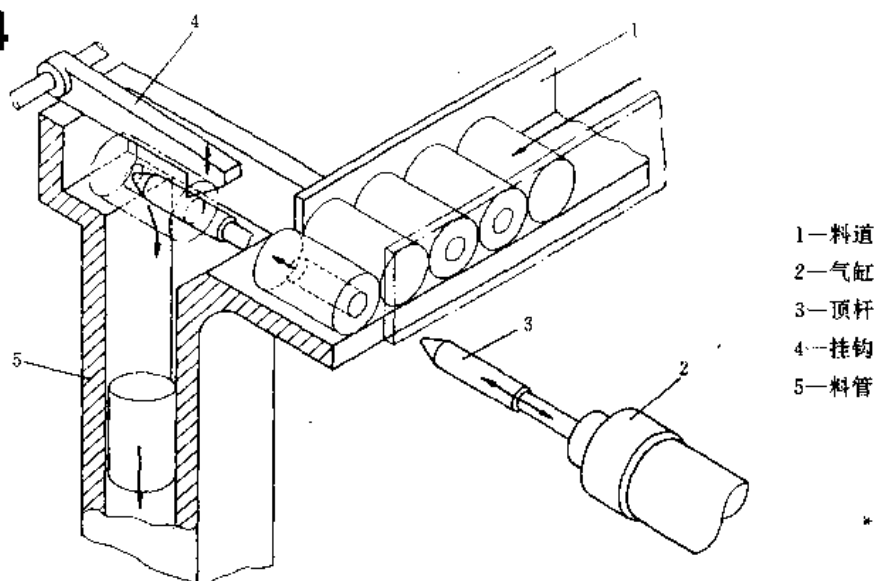
153



图为短阶梯轴类工件的定向排列。

若要求短阶梯轴类工件以小端朝下进行排列，可在料斗的螺旋轨道上制出缺口A并设置导向板2。当工件小端朝上时，由于受导向板2的阻挡将会落回料斗。导向板2的尺寸与缺口A的大小根据工件的尺寸确定。

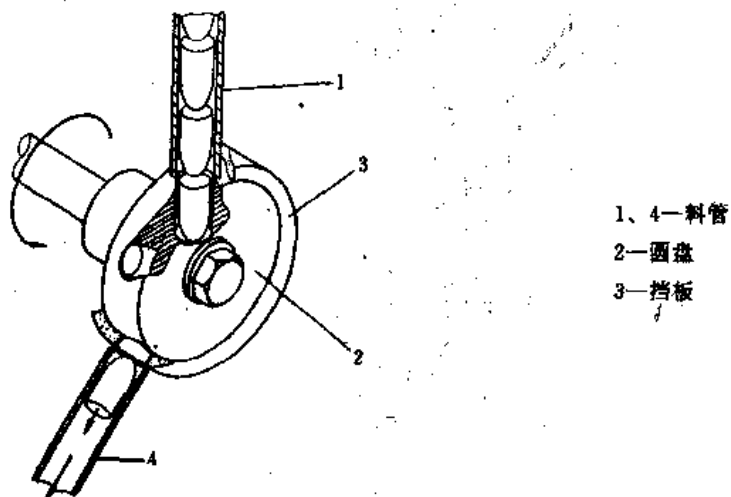
154



图为在料斗外使具有轴向盲孔（深度约为工件长度的 $1/2$ ）的圆柱形工件以有孔端向下排列的机构。

顶杆 3 直接与气缸 2 的活塞杆相固结，作直线往复运动。若料道 1 上的工件有孔端朝右，顶杆 3 将插进其孔并把它推到料管 5 入口的左侧；顶杆 3 退回时，工件被挂钩 4 挡住，在重力的作用下顺时针转动 90° 以有孔端向下落入料管 5。反之，当工件的有孔端朝左时，挂钩 4 不起作用，顶杆 3 直接把工件推入料管 5。

155

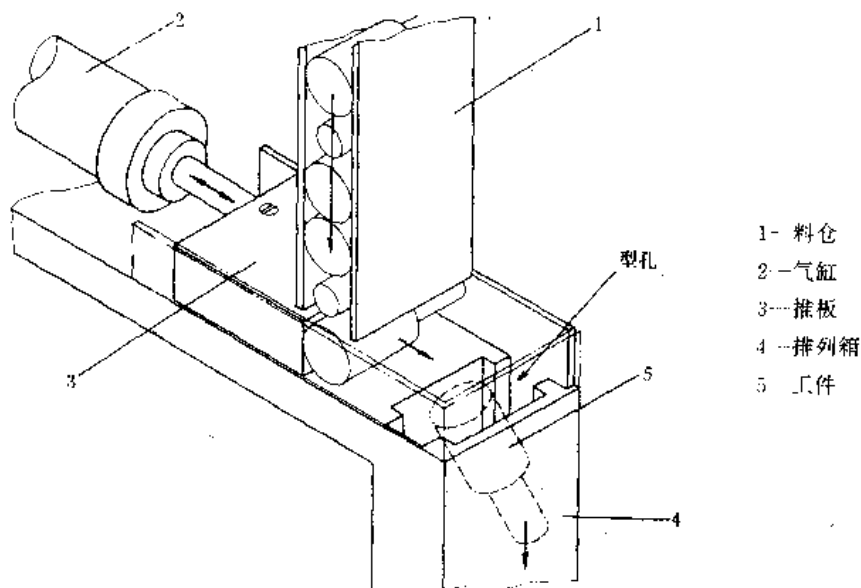


图为在料斗外改变工件排列方向的机构。

位于料管 1、4 之间的圆盘 2 圆周上均布 X 个能容纳工件的径向盲孔，并作 $360^\circ/X$ 间歇转动。工件被料斗定向后在料管 1 内以圆头朝下排列，经圆盘 2 再进入料管 4 时则变成圆头朝上。

该机构的特点是：将工件翻转的同时又将其逐个隔离。

156

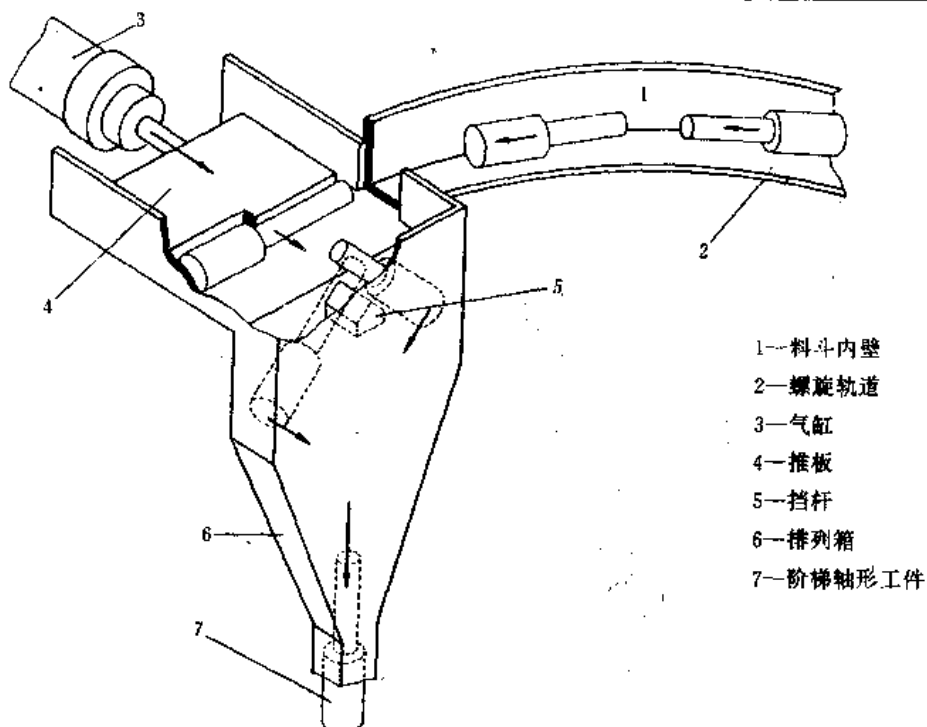


- 1—料仓
- 2—气缸
- 3—推板
- 4—排列箱
- 5—工件

图为在供料器外使阶梯轴形工件 5 以小端朝下的定向排列。

排列箱 4 的入口为中间宽、两端窄的型孔。当推板 2 将工件 5 横向推到排列箱 4 的入口处时，工件 5 的大端无法通过型孔的任何一侧较窄部分，而其小端则能通过，从而工件 5 转位 90° 以小端朝下落入排列箱 4。

157



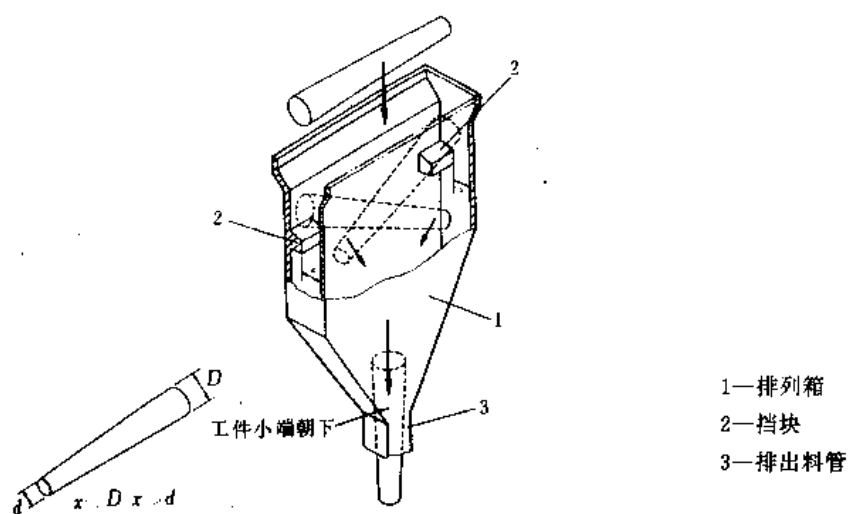
- 1—料斗内壁
- 2—螺旋轨道
- 3—气缸
- 4—推板
- 5—挡杆
- 6—排列箱
- 7—阶梯轴形工件

图为振动供料器仅用于工件的供给而不具备定向排列工件的功能时，在供料器外对工件进行的定向排列。

来自供料器的阶梯轴形工件 7 被推板 4 横向推入排列箱 6，在排列箱 6 的入口处设有挡杆 5，由于其阻挡及重力的作用，阶梯轴形工件 6 将以挡杆 5 的刃口为支点转动并均以大端朝下落入排列箱 6。

应注意的是：当排列箱 6 中充满工件时，无法继续进行定向排列。

158



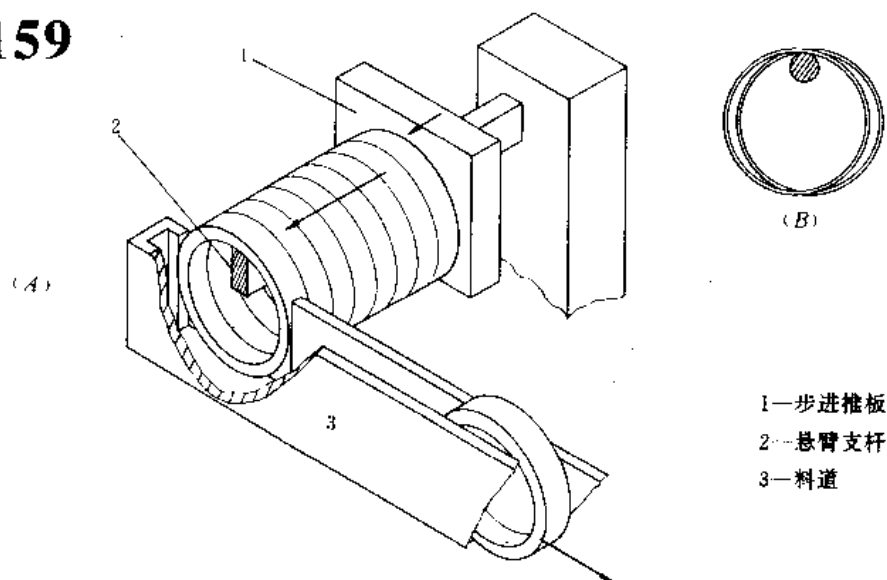
图为在料斗外定向排列圆锥销。

排列箱 1 入口的两端设有挡块 2，间隙 x 与圆锥销大、小端直径 D 、 d 的关系为 $d < x < D$ 。当圆锥销横向落入排列箱 1 时，其大端受到挡块 2 的阻挡，其小端则能通过间隙 x ，从而圆锥销将转位 90° 以小端朝下落入排出料管 3。

§ 3 隔离机构

定向排列好的工件被连续地送往加工或装配机械时，通常需要逐个或成组隔离。因此，一方面应根据各种工件的形状、材料、重量及表面状况适当选择隔离方式；另一方面还要按照整个机械的工作节拍确定隔离时间。

159



- 1—步进推板
- 2—悬臂支杆
- 3—料道

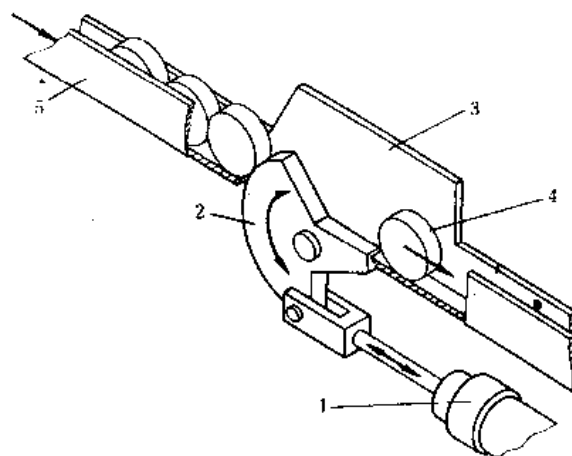
图为适用于环状工件的悬臂支杆式隔离机构。

该机构的特点是结构简单，工件容量较大。

悬臂支杆 2 若为圆形截面，则从图 (B) 可见，由于仅有一个支点，工件易相互错开，故一般采用矩形截面。

位于工件后面的步进推板 1，按照所要求的节拍每次移动与工件厚度相同的距离，将工件逐个推入料道 3。当 $D/t=10$ 时 (D —工件外径， t —工件厚度)，该机构的隔离效果最好。

160

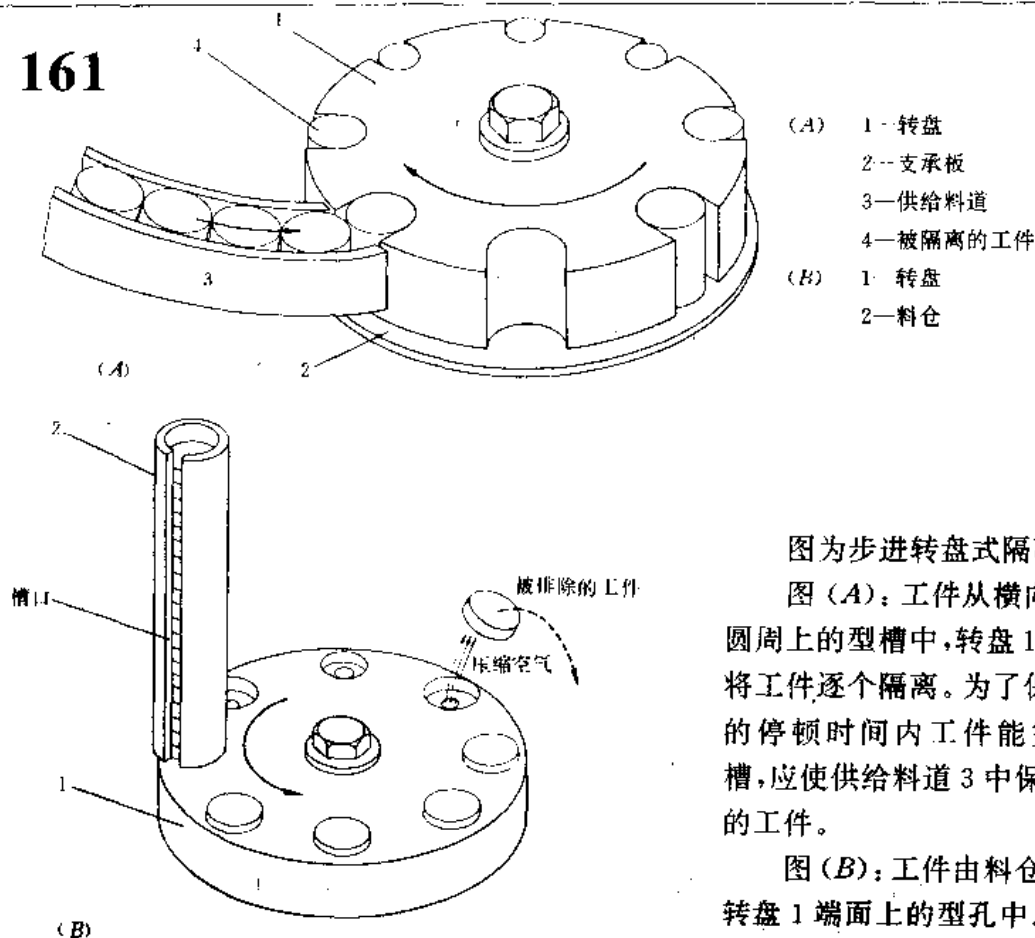


- 1—气缸
- 2—平板凸轮
- 3—挡板
- 4—被隔离的工件
- 5—料道

图为平板凸轮式隔离机构。

气缸 1 驱动平板凸轮 2 每往复摆动一次可隔离一个工件。该机构适用于可在重力作用下滚动的工件，如短圆柱、环形及球形工件。

161



图为步进转盘式隔离机构。

图(A): 工件从横向滑入转盘1圆周上的型槽中, 转盘1作步进转动将工件逐个隔离。为了保证在转盘1的停顿时间内工件能完全滑入型槽, 应使供给料道3中保持足够数量的工件。

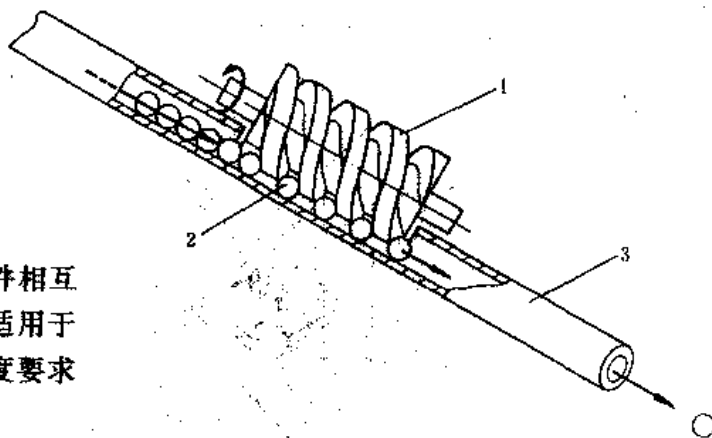
图(B): 工件由料仓2垂直落入转盘1端面上的型孔中。

162

- 1—螺杆
- 2—工件
- 3—料管

图为螺杆式隔离机构。

螺杆1连续转动, 其螺牙将工件相互隔离, 同时又有推送作用。该机构适用于小的球、柱类工件, 对螺杆1的精度要求不高。

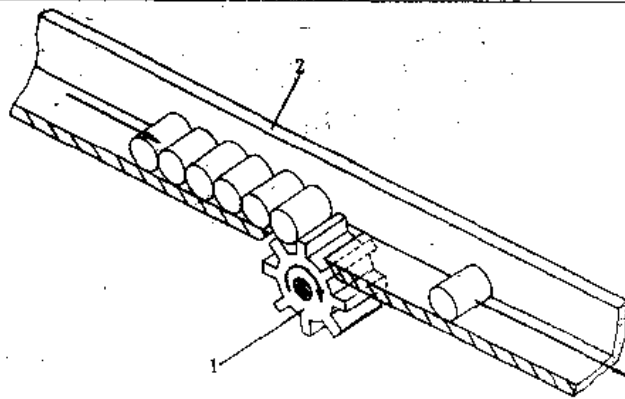


163

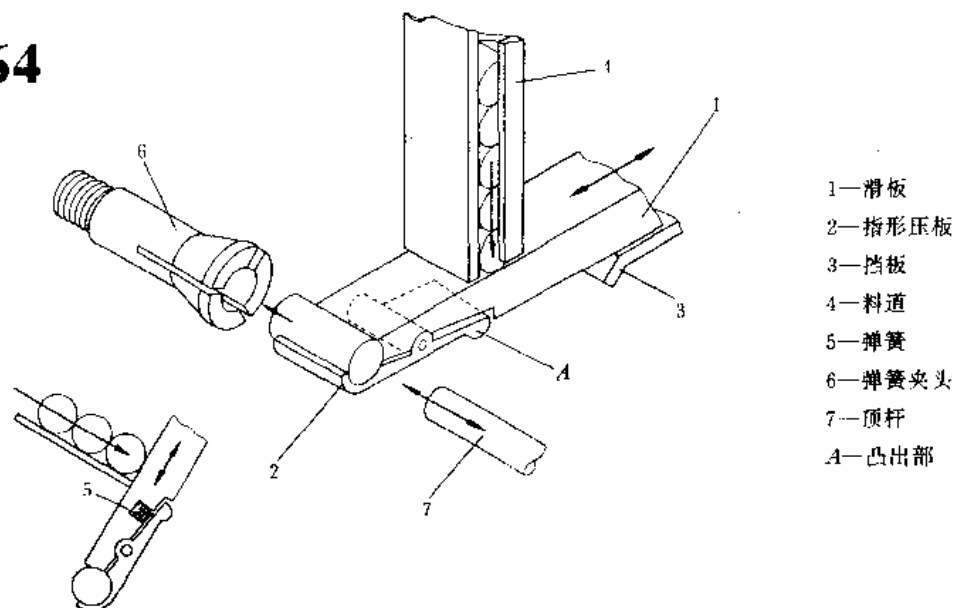
- 1—星轮
- 2—料道

图为星轮式隔离机构。

连续或间歇转动的星轮1将依靠重力进入其两齿之间的工件逐个隔离并排出, 可有效地避免工件之间的相互干涉现象。



164



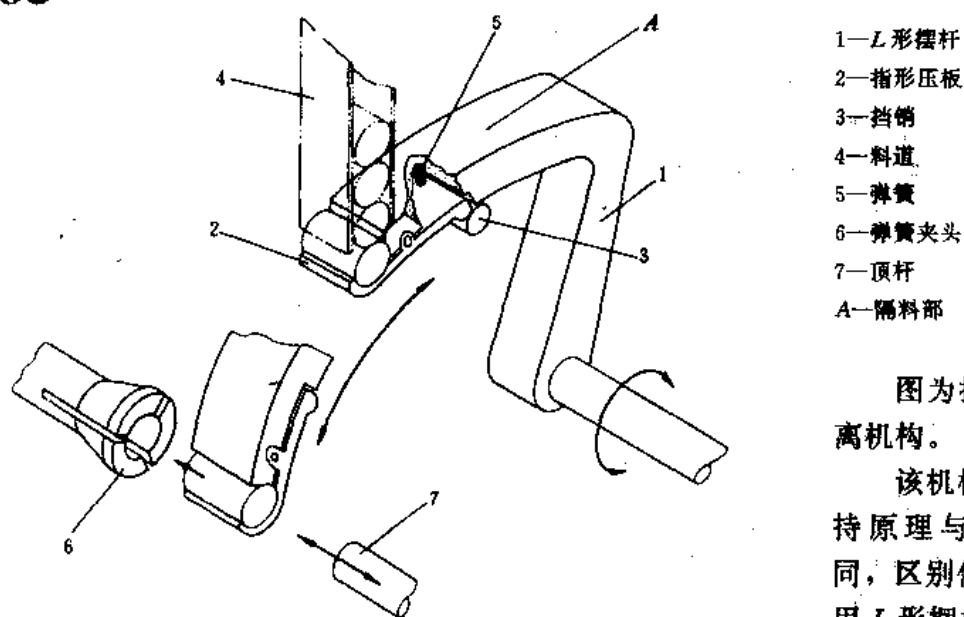
- 1—滑板
- 2—指形压板
- 3—挡板
- 4—料道
- 5—弹簧
- 6—弹簧夹头
- 7—顶杆
- A—凸出部

图为指形压板式隔离机构。

滑板 1 由气缸（未画出）驱动作往复直线运动，其端部装有可转动的指形压板 2。当滑板 1 沿图示方向后退，指形压板 2 上的凸出部 A 碰到挡板 3 时，指形压板 2 将逆时针转动一定角度，料道 4 中的一个工件便落入其上的半圆槽中；当滑板 1 再向前运动时，在弹簧 5 的作用下指形压板 2 将工件夹紧。

该机构适用于直径差别较小的圆柱形工件。指形压板 2 的夹持力可通过更换弹簧 5 进行调节。

165

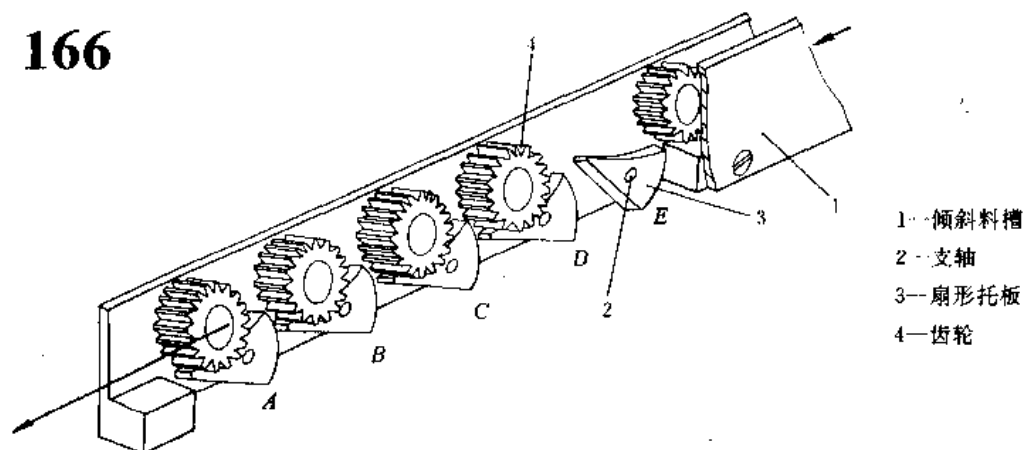


- 1—L形摆杆
- 2—指形压板
- 3—挡销
- 4—料道
- 5—弹簧
- 6—弹簧夹头
- 7—顶杆
- A—隔料部

图为指形压板式隔离机构。

该机构的隔离及夹持原理与图例 164 相同，区别仅在于该机构用 L 形摆杆 1 代替了滑板。适用于空间上不允许采用滑板的场合。

166

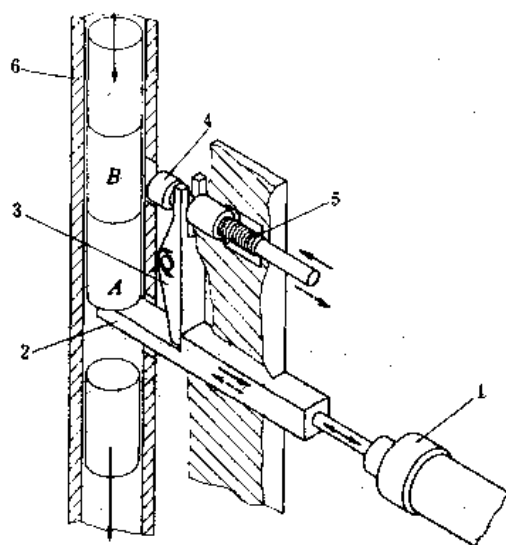


- 1—倾斜料槽
- 2—支轴
- 3—扇形托板
- 4—齿轮

图为利用倾斜料槽隔离并输送齿轮类工件的机构。

在倾斜料槽 1 上设置若干扇形托板 3，其能绕支轴 2 转动。扇形托板 3 的重心位于支轴 2 的右侧，其上无齿轮时处于状态 E。当扇形托板 3 上有齿轮时，二者的合成重心移至支轴 2 的左侧，即扇形托板 3 将逆时针转动一定角度（限位块未画出），并阻止下一个齿轮滚动，使各个齿轮之间互不接触，如状态 A~D。从而，一系列齿轮将保持一定间隔被顺序地送往加工或装配机械。

167



- 1—气缸
- 2—滑板
- 3—杠杆
- 4—顶杆
- 5—弹簧
- 6—料管

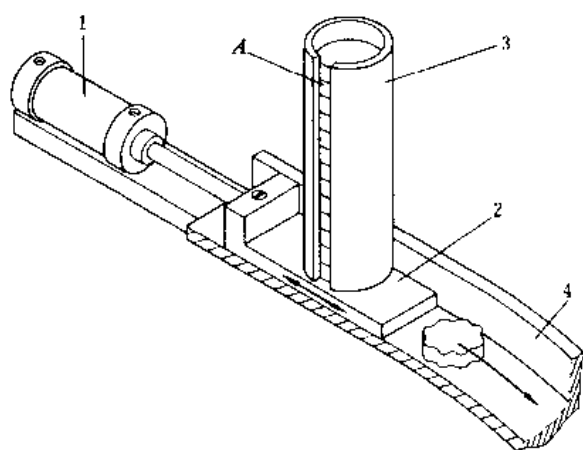
图为隔离接触紧密工件的机构。

当垂直料管 6 内的工件接触紧密而毫无间隙时，可采用图示的滑板 2 与顶杆 4 的连动机构。

当气缸 1 驱动滑板 2 沿图中实线箭头方向后退但仍支承着工件 A 时，顶杆 4 在弹簧 5 的作用下把工件 B 压住；随着滑板 2 继续后退，工件 A 便失去支承而落下，工件 B 则仍由于顶杆 4 的锁定于原位不动。当滑板 2 再行插入料管 6 时，通过杠杆 3 解除了顶杆 4 对工件 B 的约束，使其落在滑板 2 上，从而实现了逐个隔离工件。

若改变滑板 2 与顶杆 4 的间距，也可实现一次隔离两个或三个工件。

168



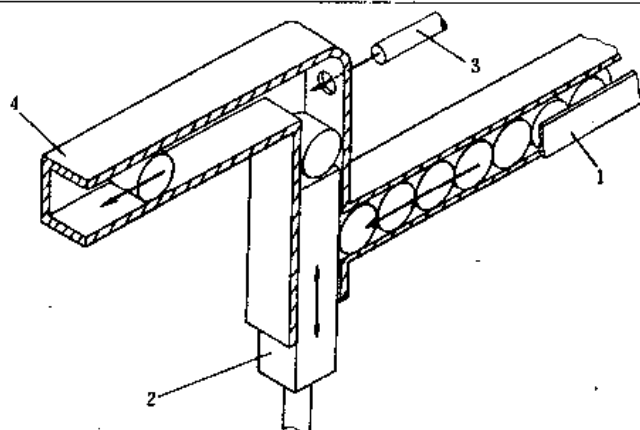
- 1—气缸
- 2—推板
- 3—料仓
- 4—料道
- A—槽口

图为可防止工件相互啮合的隔离机构。

用料道供给齿轮或圆周上有滚花的圆片、环类工件时，常常发生

卡滞或相互干涉的现象。若采用图示机构则可简单地解决此问题。将工件层迭平放在料仓 3 中，气缸 1 驱动推板 2 在料仓 3 与料道 4 之间往复运动；推板 2 处于行程的左端点时，工件在重力的作用下落在料道 4 上；推板 2 向右运动时，将落下的工件与上面的工件相隔离并把其推送到所要求的位置。

169

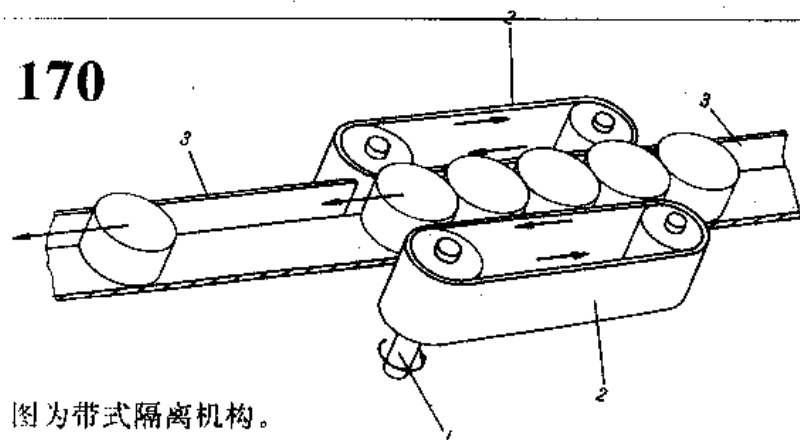


- 1、4—料道
- 2—滑块
- 3—顶杆

图为将定向排列好的工件隔离并向高处输送的机构。

滑块 2 与顶杆 3 均由气缸（未画出）驱动按一定顺序作往复运动。滑块 2 将来自料道 1 的工件逐个隔离并送到料道 4 的入口处，顶杆 3 随即把工件推入料道 4 中。

170

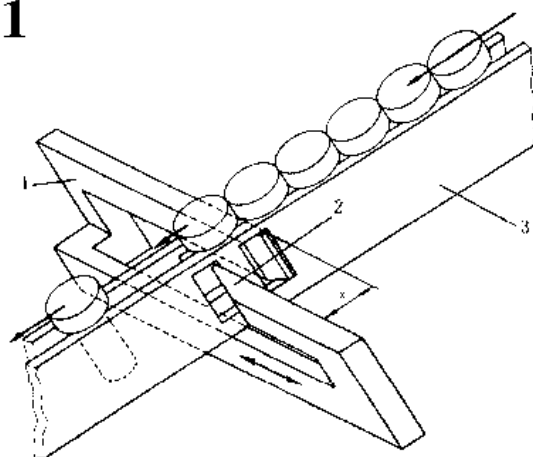


- 1—驱动轴
- 2—带
- 3—料道

图为带式隔离机构。

工件滑入带 2 之间后，受摩擦力的作用随带 2 匀速移动，并相互保持一定的间隔逐个与带 2 相脱离。该机构的特点是：工件表面不易划伤且运动平稳、噪声小。

171

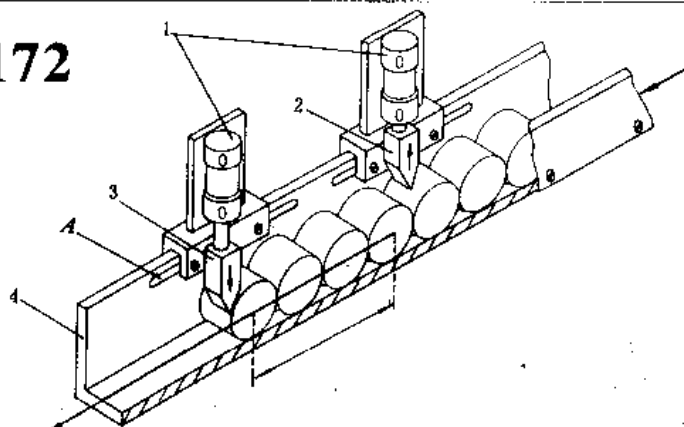


1、2 滑板 3—料道

图为连动双滑板式隔离机构。

滑板 1、2 连成一体，相互错开 x (大小取决于一次欲隔离的工件个数)，由气缸或凸轮驱动可横穿料道 3 作直线往复运动，滑板 1 穿入料道 3 时，滑板 2 则退出；或反之。从而排列在料道 3 中的工件被隔离并排出。

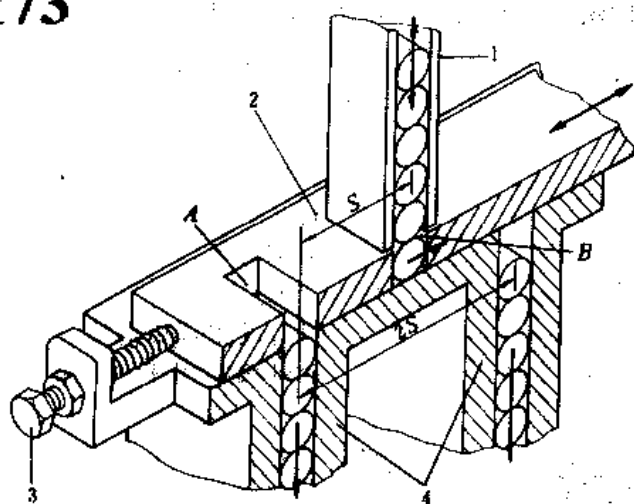
172

1—气缸
2、3—隔离爪
4—料道
A—长孔

图为可调隔离机构。

当一次隔离的工件数量或工件的大小经常变化时，可采用图示的方法。设置在料道 4 上方的隔离爪 2、3 的间距能根据需要调整；隔离爪 2、3 分别由相同的气缸 1 驱动交替地下降、上升。

173

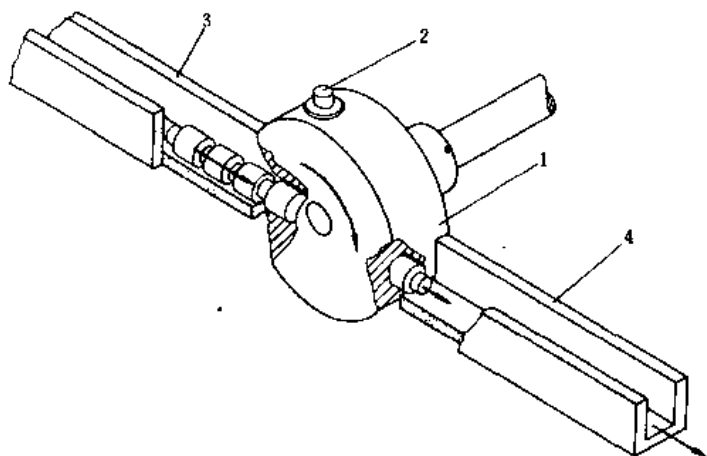
1—供给料道
2—滑板
3—限位螺钉
4—排出料道
A、B—隔离槽

图为滑板式隔离机构。

滑板 2 的厚度与工件的直径(或厚度)相等，在其上开出间距为 S 的两个隔离槽 A、B，其形状与工件在水平面上的投影相同；两排出料道 4 的间距为 $2S$ 。

当滑板 2 在气缸(未画出)的驱动下作水平往复运动时，供给料道 1 的工件将被逐个隔离并分配给两个排出料道 4。

174

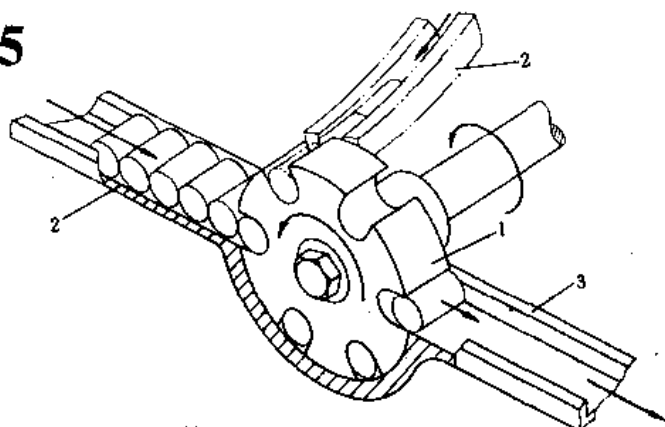


- 1—圆盘
- 2—工件
- 3、4—料道

图为反转隔离机构。

圆盘 1 的圆周上均布若干个型孔，当其按图示方向间歇转动时，料道 3 中的工件被相互隔离并转位 180° 。料道 3、4 应保持足够的倾角，以使工件能在重力作用下自动滑入或离开圆盘 1 上的型孔。

175

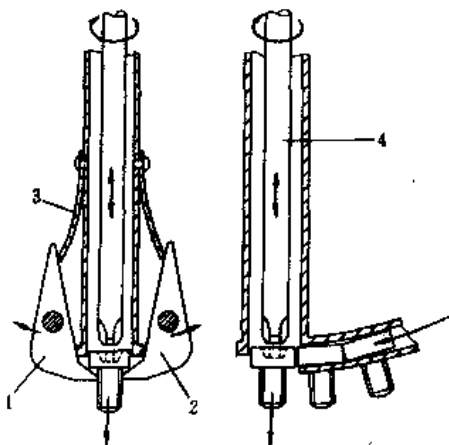


- 1—槽轮
- 2—供给料道
- 3—排出料道

图为槽轮式隔离机构。

如图所示，利用槽轮 1 隔离工件时，供给料道 2 与排出料道 3 不一定非在同一条直线上。在工件可平滑进入槽轮 1 的前提下，供给料道 2 的位置亦可如图中双点划线所示，即工件以纵向流入，经槽轮 1 隔离后被横向排出。槽轮 1 以间歇转动为宜。该机构不适用于易相互缠绕、干涉的工件。

176

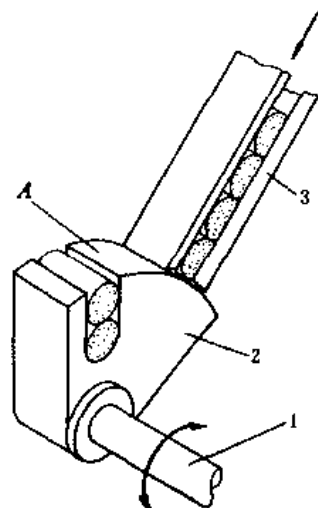


- 1、2—卡爪
- 3—板簧
- 4—电动螺丝刀

图为爪式隔离机构。

本机构适用于自动化装配线中隔离螺钉、铆钉类工件。来自送料器的螺钉先被卡爪 1、2 夹持，再被电动螺丝刀 4 推出并拧入相应的螺纹孔中，此时螺丝刀杆相当于隔离元件。当螺丝刀杆回位后，下一个螺钉又进入卡爪 1、2 之间。

177

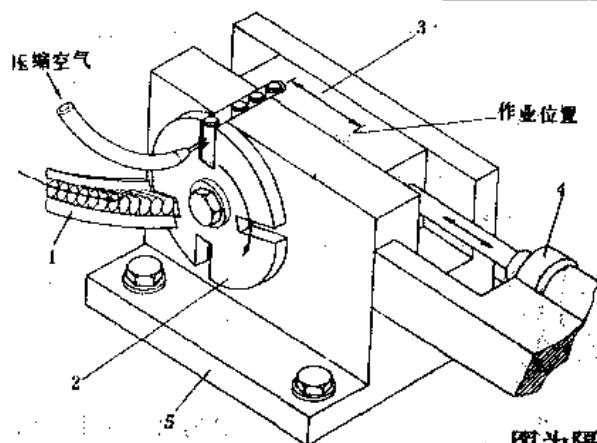


- 1—轴
- 2—扇形板
- 3—料道
- A—隔料圆弧面

图为摆动式隔离机构。

在扇形板 2 上制有可容纳工件的型槽，当型槽对准料道 3 的出口时，一个或两个工件在重力作用下自动落入其中；当扇形板 2 逆时针摆动时，扇形板 2 的隔料圆弧面 A 将后续的工件挡住，从而将工件隔离。

178

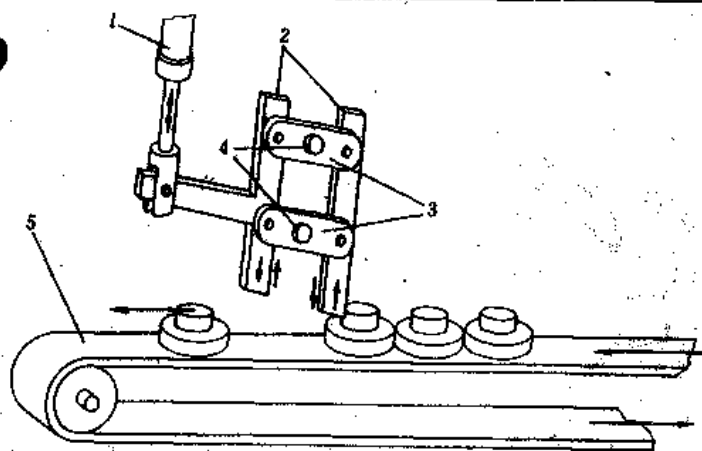


- 1—料道
- 2—分度圆盘
- 3—滑板
- 4—气缸
- 5—夹具体

图为隔离与供给难以竖立的工件的机构。

在自动化生产线中，有时要求工件以竖立的状态被上料，但工件的长径比较大时（如图示的圆柱形工件），则往往不易实现。这时，可先使工件横卧将其输送至作业位置附近，再用分度圆盘 2 将其隔离并竖起，利用压缩空气把工件推入夹具体 5 上的过孔槽内，最后具有定位槽的滑块 3 由气缸 4 驱动将工件移至作业位置。

179

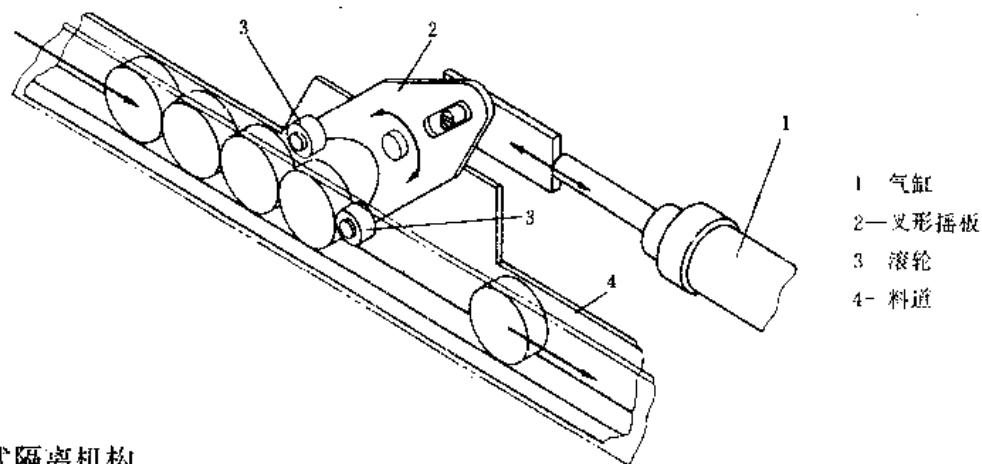


- 1—气缸
- 2—隔料杆
- 3—连杆
- 4—支轴
- 5—输送带

图为平行四边形隔离机构。

两隔料杆 2 与两连杆 3 组成平行四边形，当气缸 1 的活塞杆往复运动时，两隔料杆 2 将交替上下运动，使排列在输送带 5 上的工件逐个进入两隔料杆 2 之间，被相互隔离后排出。

180



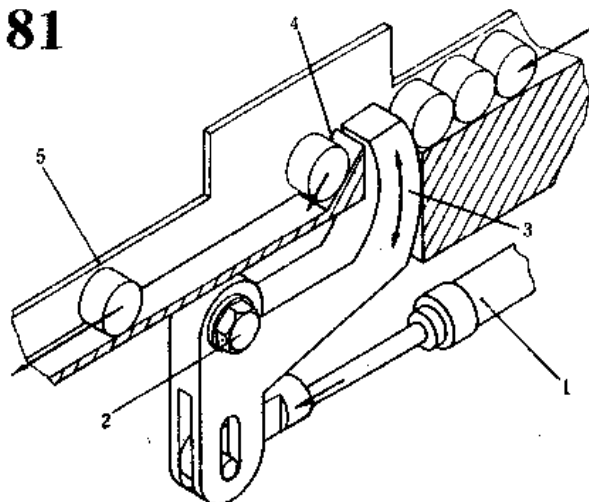
- 1—气缸
- 2—叉形摇板
- 3—滚轮
- 4—料道

图为摇板式隔离机构。

叉形摇板 2 的端部装有两个滚轮 3，由气缸 1 驱动作往复摆动；顺时针摆动时接受一个工件，逆时针摆动时把该工件与其它工件相隔离并将其排出。

该机构的特点是：由于叉形摇板 2 通过滚轮 3 与工件接触，故可减轻工件的表面划伤。

181

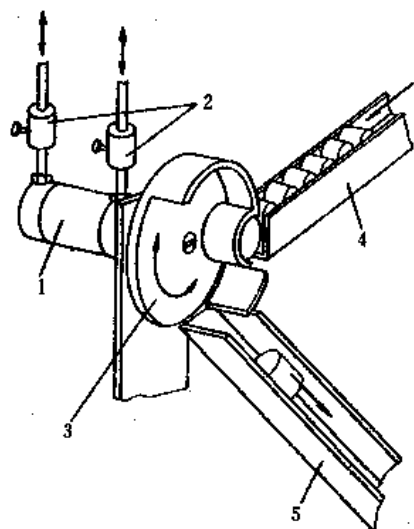


- 1—气缸
- 2—支轴
- 3—杠杆
- 4—挡块
- 5—料道

图为杠杆式隔离机构。

气缸 1 驱动杠杆 3 每往复摆动一次，可将受阻于挡块 4 右侧的一个工件托起，使之越过挡块 4 而与其它工件相隔离并被排出。

182

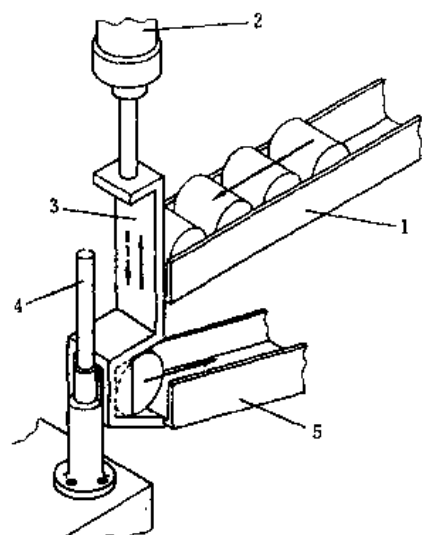


- 1—摆动气缸
- 2—调速阀
- 3—隔料板
- 4—供给料道
- 5—排出料道

图为使用摆动气缸的隔离机构。

该机构结构简单，隔离工件的速度较高，可改变工件的取向及流向。

183

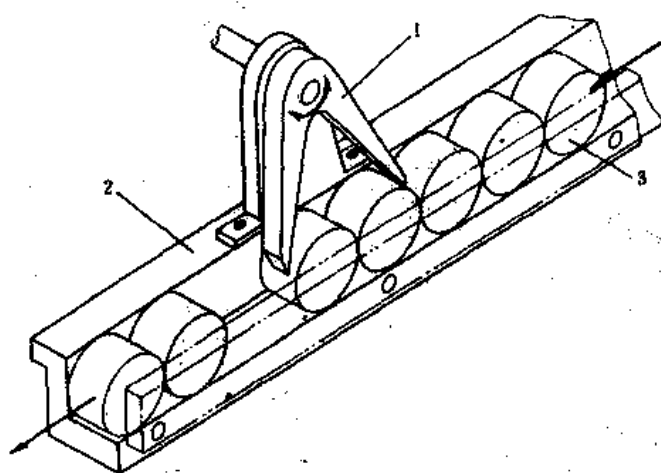


- 1—供给料道
- 2—气缸
- 3—隔料板
- 4—导杆
- 5—排出料道

图为高处供给料道与低处排出料道之间的隔离机构。

在自动化生产线中由于空间的限制等，供给料道 1 与排出料道 5 的相对位置常常如图所示，即排出料道 5 位于供给料道 1 的正下方且流向相反。这时可使用由气缸 2、隔料板 3 及导杆 4 组成的简单机构，将工件逐个隔离、排出。

184



- 1—拨叉
- 2—料道
- 3—工件

图为拨叉式隔离机构。

拨叉 1 顺时针摆动时，位于其两叉之间的工件可排出，而后续工件则被挡住；拨叉 1 逆时针摆动时，后续工件又进入其两叉之间。

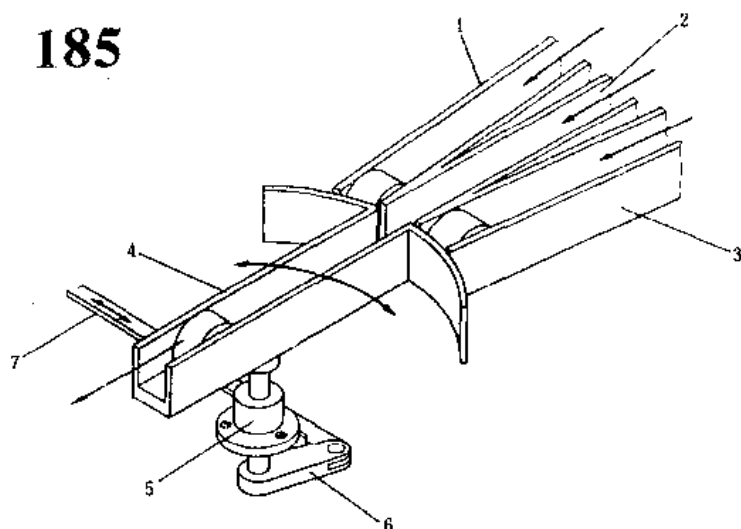
改变拨叉 1 的张角可实现一次隔离 1~3 个工件。

拨叉 1 的摆动频率即隔离工件的速度可根据加工或装配机械的动作节拍而定。

§ 4 合路机构

在自动化生产线中，有时要用数台供料器向一台加工或装配机械供给工件；有时要从数台加工机械将加工完毕的工件往一处集中，以进行检验或计数。这时，就要求将来自数路料道上的工件汇集于一路料道中，即所谓工件的合路。

185



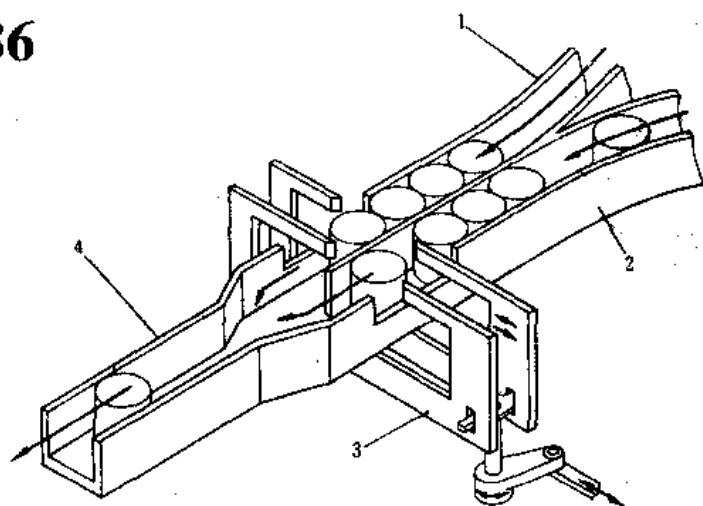
- 1、2、3—支路料道
- 4—合路料道
- 5—轴支座
- 6—曲柄
- 7—连杆

图为料道摆动式合路机构。

合路料道 4 作间歇摆动，顺序地与各支路料道 1、2、3 对接，从而使工件合为一路。合路料道 4 端部的弧形板可阻止等待合路的工件。

当支路料道为两条时，可用气缸驱动合路料道 4；而当三路以上时则用凸轮驱动为宜。

186

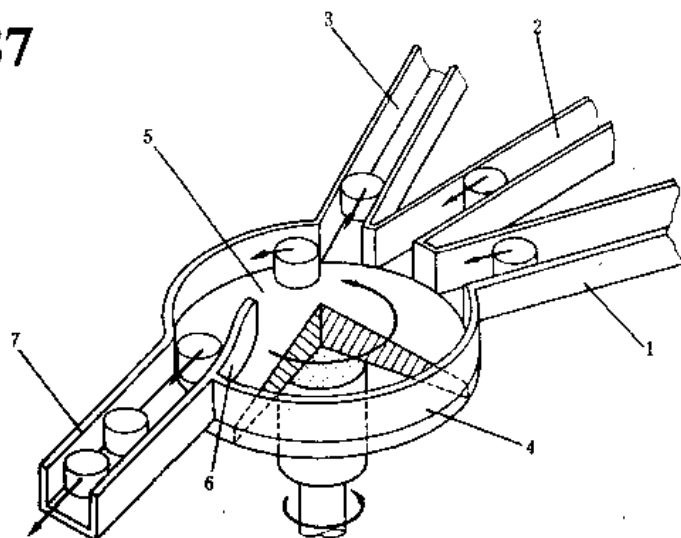


- 1、2—支路料道
- 3—双联梭式隔离机构
- 4—合路料道

图为双联梭式合路机构。

当使两支路料道 1、2 的工件自然合路时，往往由于工件形状的缘故，在汇合点处易发生堵塞。为此，可在汇合点处设置如图所示的双联梭式隔离机构 3，既能有效地防止堵塞，又能按加工机械的生产节拍将工件合路。

187

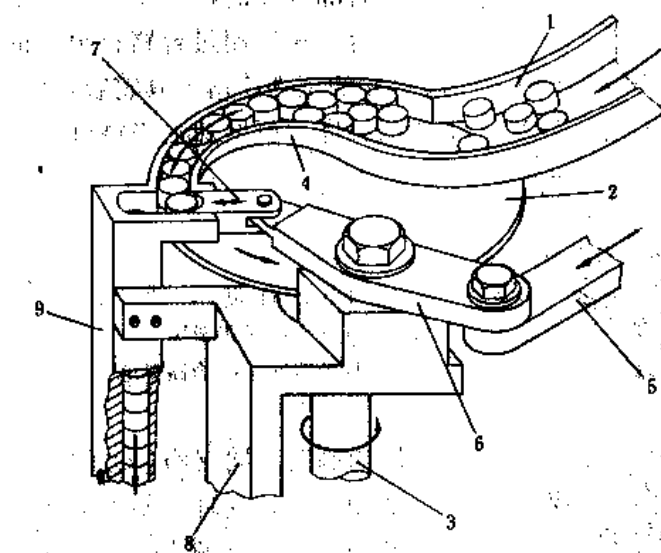


- 1、2、3—支路料道
- 4—料斗
- 5—圆锥板
- 6—固定导向板
- 7—合路料道

图为圆锥板式合路机构。

来自支路料道 1、2、3 的工件进入料斗 4 后，在圆锥板 5 的回转与固定导向板 6 的作用下，将沿着料斗 4 的内壁向合路料道 7 集中，由于工件间的相互推挤而形成一路排出。圆锥板 5 的转速可根据工件的形状及材质通过试验确定。

188

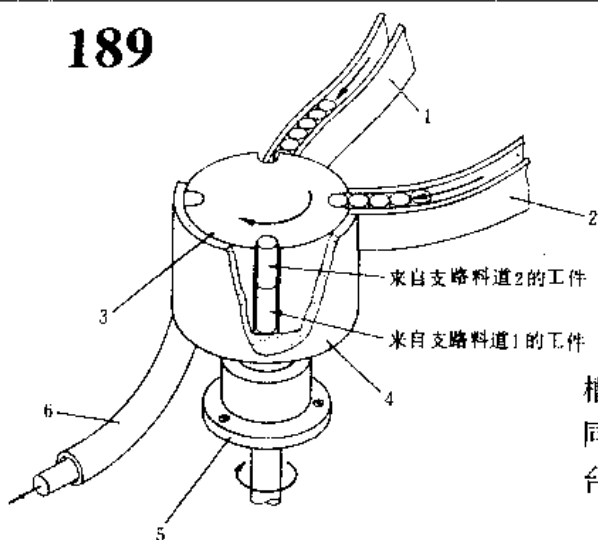


- 1—供给料道
- 2—圆板
- 3—转轴
- 4—导向板
- 5—连杆
- 6—杠杆
- 7—推杆
- 8—支座
- 9—合路料道

图为圆板式合路机构。

圆板 2 作匀速回转，来自料道 1 的排列散乱的工件在圆板 2 及导向板 4 的作用下，排成一路移至合路料道 9 的入口；在加工机械生产节拍的 control 下，推杆 7 将工件逐个推入合路料道 9。该机构适用于从大量切断加工工序向后续工序输送圆柱形工件的场合。

189



1、2—支路料道

3—分度转台

4—挡板

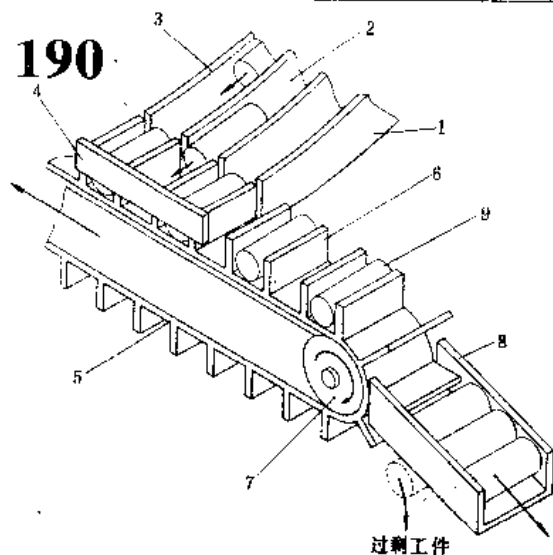
5—轴支座

6—合路料管

· 图为分度转台式合路机构。

分度转台 3 作间歇转动，其圆周上均布有型槽。支路料道 1、2 相对于分度转台 3 的高度位置不同，故来自支路料道 1、2 的工件将分别进入分度转台 3 之型槽的下部与上部。该机构将两路工件合为一路线能一次向加工或装配机械供给两个工件。

190



1、2、3—支路料道

4—挡板 5—传送带

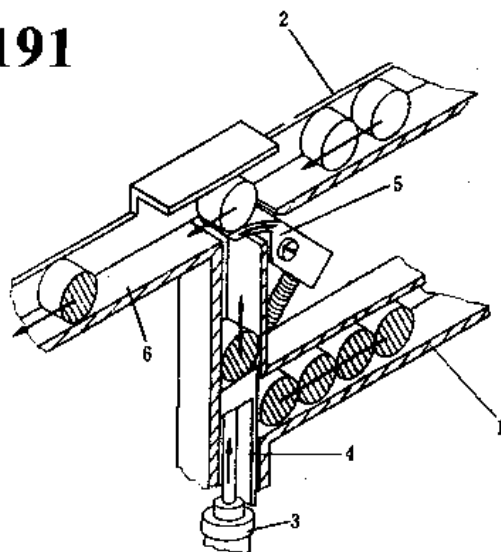
6—隔板 7—驱动轮

8—合路料道 9—工件

图为带式合路机构。

装有隔板 6 的传送带 5 作步进或低速运动。当合路速度超过合路料道 8 的容纳能力时，过剩的工件将落入其它容器中。增加传送带 5 的长度，可增加支路料道的数量。

191



1—下层支路料道 2—上层支路料道

3—气缸 4—L形滑块

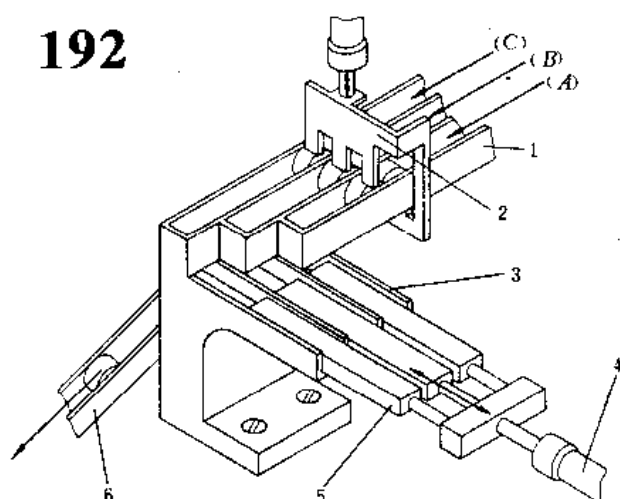
5—摆动挡板 6—合路料道

图为高度不同支路料道的合路机构。

如图所示，气缸 3 驱动 L 形滑块 4 将下层支路料道 1 的工件举起，顶开摆动挡板 5 而进入合路料道 6；随后摆动挡板 5 在弹簧的作用下插入 L 形滑块 4 与工件之间将垂直料道封住，使上层支路料道 2 的工件得以通过。

当上层支路料道 2 充满工件时，摆动挡板 5 不能被来自下层支路料道 1 的工件顶开，所以应在上层支路料道 2 处设置检测元件，以便控制气缸 3 的动作。

192

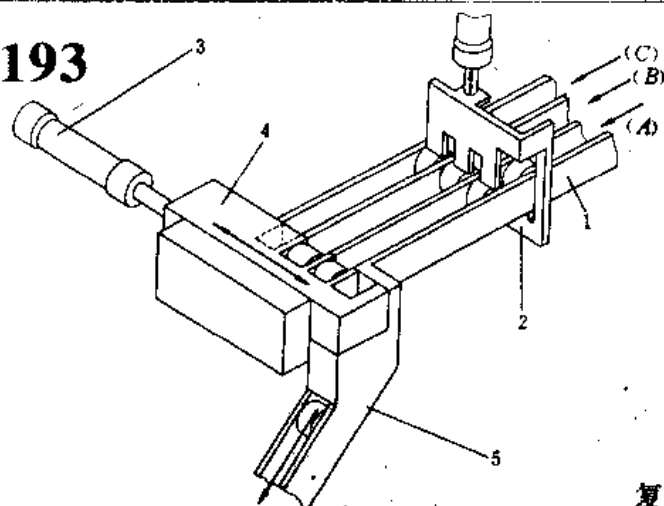


- 1—支路料道 2—隔离机构
3—过渡料道 4—气缸 5—推杆
6—合路料道

图为直线往复运动式合路机构。

通过隔离机构 2 的工件落入过渡料道 3 后, 气缸 4 驱动推杆 5 将它们推入合路料道 6。若使隔离机构 2 在推杆 5 每完成一个工作循环后再动作, 且每动作一次各支路料道排出一个工件, 则可实现工件始终以 (A)、(B)、(C) 的顺序合路。

193

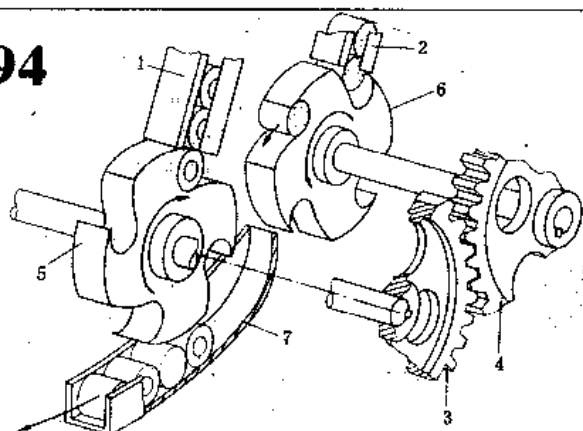


- 1—支路料道
2—隔离机构
3—气缸
4—滑块
5—合路料道

图为直线往复运动式合路机构。

滑块 4 由气缸 3 驱动作低速直线往复运动, 其上制有三个可容纳工件的型槽, 各支路料道的工件通过隔离机构 2 后滚入滑块 4 的型槽中, 滑块 4 向右运动便把工件送入合路料道 5。若控制隔离机构 2 每当滑块 4 退回后动作一次, 且各支路料道均排出一个工件, 则可保证工件始终以 (A)、(B)、(C) 的顺序合路。

194



- 1、2—支路料道
3、4—齿轮
5、6—隔料轮
7—合路料道

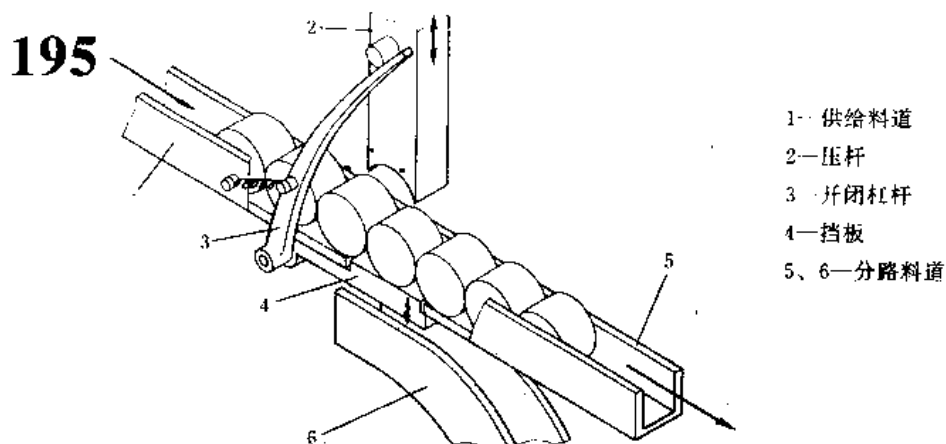
图为交替供给异类工件的合路机构。

依靠齿轮 3、4 啮合 (齿数比为 1:1) 而同步反向转动的隔料轮 5、6 分别将支路料道 1、2 的工件隔离, 使两路不同的工件在合路料道 7 中交替排列。因合路料道 7 的尺寸一定, 故两种工件的形状、尺寸应基本相同。为防止合路后的工件过多而溢出及保证两种工件交替排列, 隔料轮 5、6 的转速应按加工机械的生产节拍确定, 且隔料轮 5、6 要保持正确的相位关系。

§ 5 分路机构

工件的分路与工件的合路正相反，是将来自一路的工件分成两路或多路。在自动化加工、装配生产线中，下述场合必须设有工件的分路机构。

- (1) 供料器的供给能力很大，可同时向两台以上的加工或装配机械供给工件；
- (2) 工件从生产能力大的机械流向生产能力小的机械；
- (3) 在自动检查工件装置中，欲将合格品与不合格品分离；
- (4) 将来自某一自动成组生产线的工件向另一自动成组生产线分配；
- (5) 将工件分成几列，向加热用或喷涂用传送带供给。



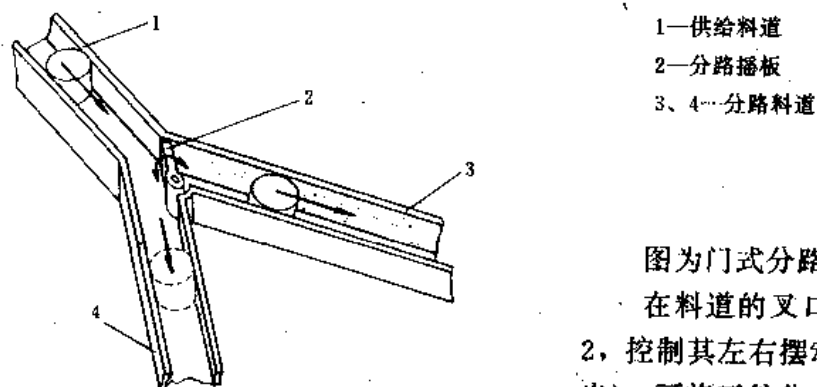
图为压入式分路机构。

在分路点的上方设有可上下运动的压杆 2；压杆 2 正下方的料道底部开有长孔，在弹簧力的作用下长孔通常被挡板 4 封住，工件的重量不足以将挡板 4 打开。

当压杆 2 向下运动且其端部刚与某工件接触时，压杆 2 上的柱销通过开闭杠杆 3 将挡板 4 打开；随着压杆 2 继续向下运动，该工件被压入分路料道 6，与此同时后续工件亦被挡住。

改变分路料道 6 的安装位置，可改变该路工件的流向。

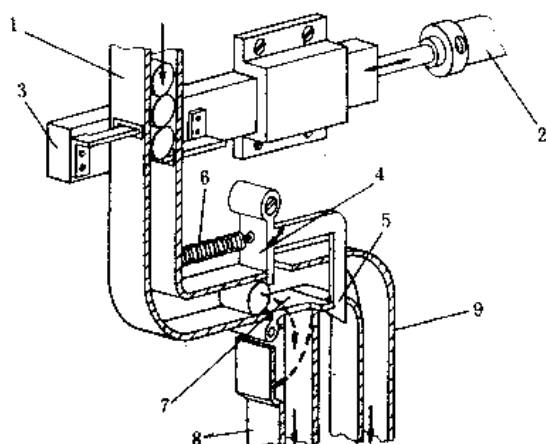
196



图为门式分路机构。

在料道的叉口处设有分路摇板 2，控制其左右摆动（驱动机构未画出），可将工件分成两路向加工或装配机械供给。

197



- 1—供给料道
- 2—气缸
- 3—隔料杆
- 4—检测板
- 5—挂钩
- 6—拉簧
- 7—挡板
- 8、9—分路料道

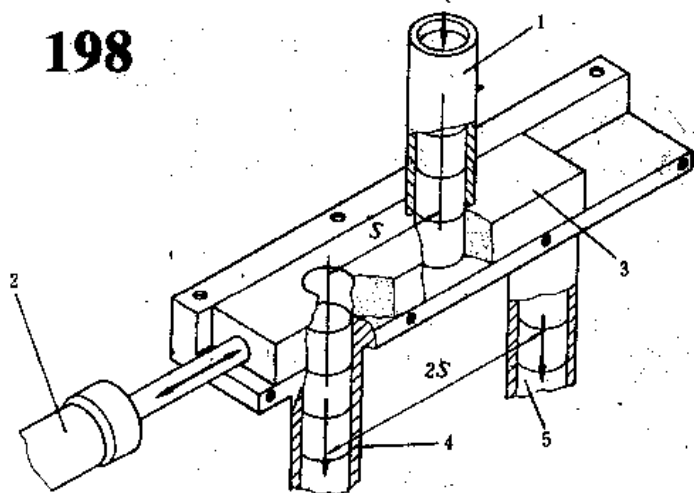
图为能区别工件外径大小的分路机构。

由于供给料道 1 转弯处圆弧的作用，通过隔料杆 3 的工件将以较高的速度冲向检测板 4。当工件的直径小于检测板 4 下的间隙高度时，工件可越过分路料道 8 而落入分路料道 9；反之，直径大的工件将撞击检测板 4，使连在检测板 4 上的挂钩 5 与挡板 7 相脱离，挡板 7 在工件的重力作用下被打开，从而工件落入了分路料道 8。

在设计检测板 4 上的拉簧 6 及挡板 7 支轴上的扭簧（未画出）时，应保证：

- (1) 大直径工件能撞开检测板 4 上的挂钩 5；
- (2) 大直径工件的重量可压开挡板 7；
- (3) 挡板 7 打开后可自动复位。

198



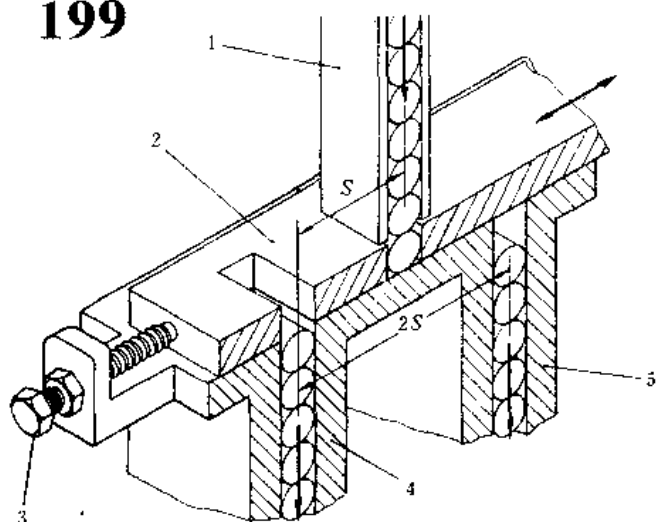
- 1—供给料管
- 2—气缸
- 3—滑板
- 4、5—分路料管

图为滑板式分路机构。

滑板 3 在气缸 2 的驱动下作往复运动，将供给料管 1 的工件等量地分配给分路料管 4、5。工件在进入及离开滑板 3 的通孔时，滑板应有一定的停顿时间。

若分路料管 4、5 的间距为 $2S$ ，则气缸 2 的行程及滑板 3 上的孔距均应为 S 。

199



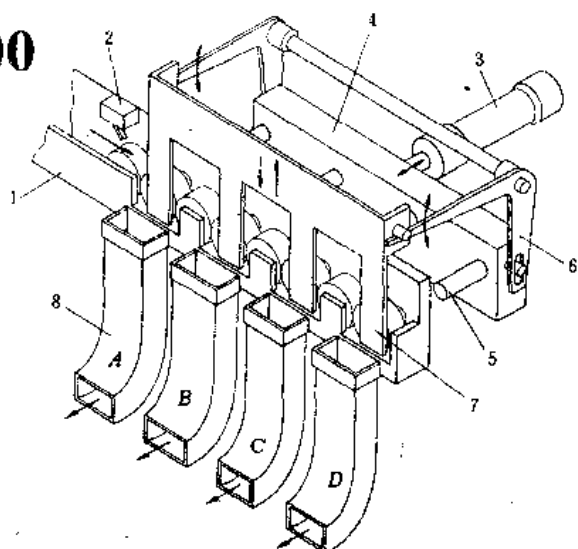
- 1 供给料道
- 2 滑板
- 3—限位螺栓
- 4、5—分路料道

图为滑板式分路机构。

本图所示的机构与上例基本相同，区别仅在于工件横向地进入及排出分路机构。当在滑板 2 行程的一端设有可调限位螺栓 3 时，驱动气缸或凸轮（未画出）的行程可取得略大些，从而使机构易于制造。

该机构不适用于易相互啮合的工件。

200

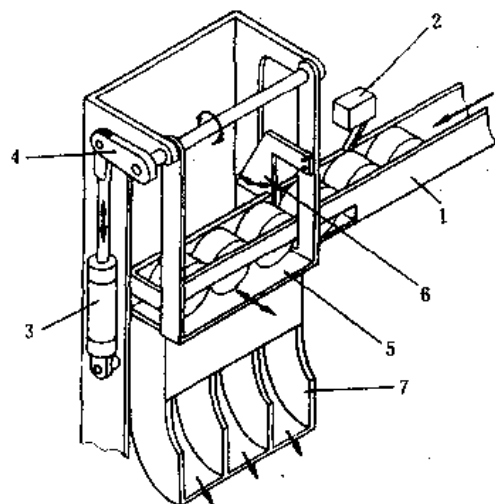


- 1—供给料道
- 2—检测元件
- 3—气缸
- 4—连板
- 5—推杆
- 6—杠杆
- 7—挡板
- 8—分路料管 (A、B、C、D)

图为推杆式分路机构。

为等量地向各分路料管 8 分配工件，可在供给料道 1 上设置一检测元件 2，当供给料道 1 的右段充满工件时，检测元件 2 便发出信号使气缸 3 动作；随着推杆 5 接近工件，与其连动的杠杆 6 将把挡板 7 打开，工件被同时推入各分路料管 8（每个分路料管一个工件）。

201



- 1—供给料道 2—检测元件 3—气缸
- 4—摇杆 5—陷阱盖 6—挡板 7—分路料道

图为陷阱式分路机构。

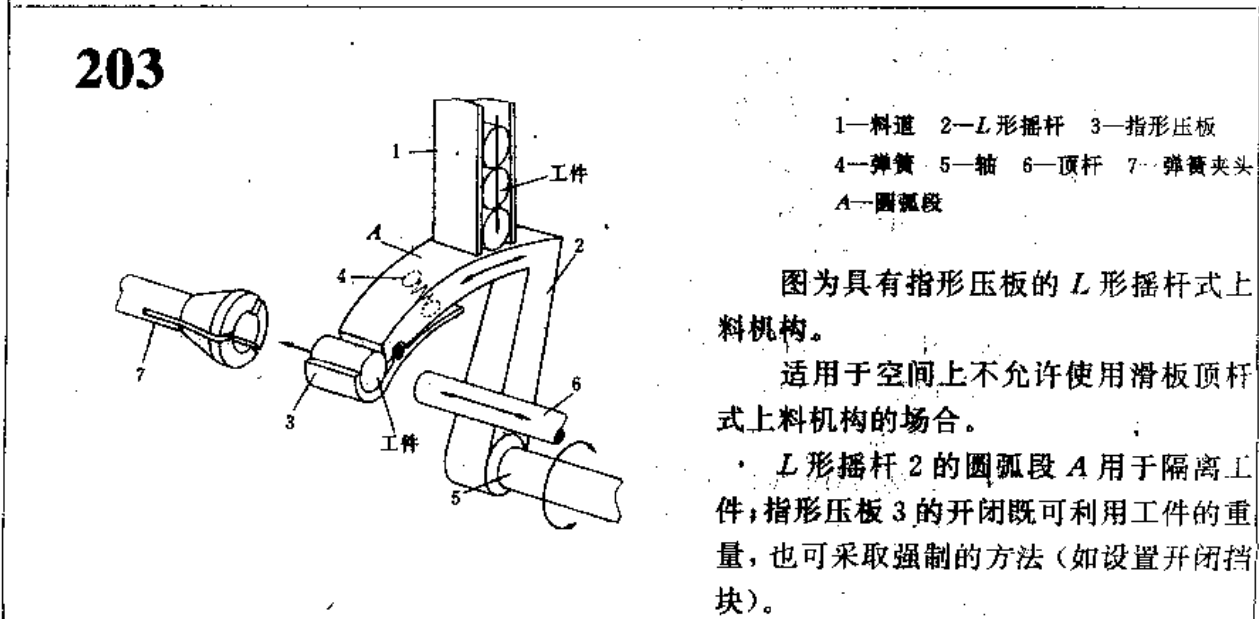
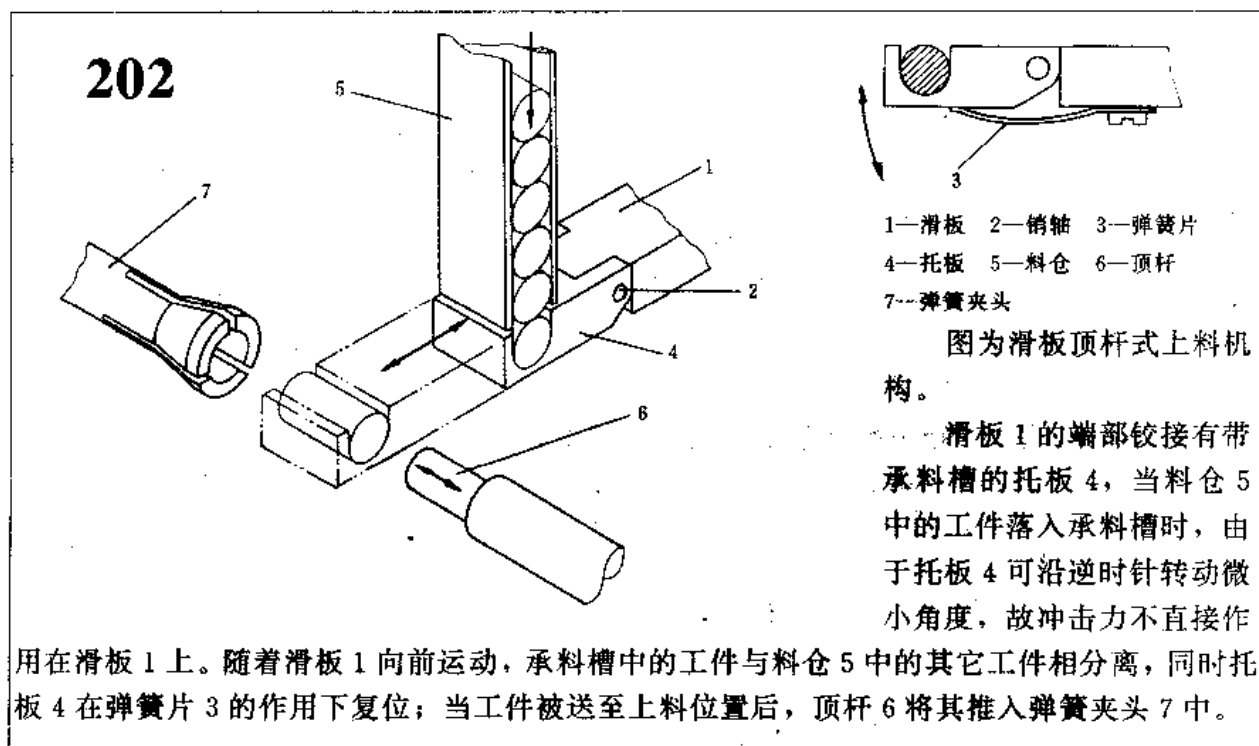
当陷阱盖 5 上充满工件后，检测元件 2 发出信号，气缸 3 驱动摇杆 4 逆时针摆动将陷阱盖 5 打开，其上的工件分别落入各分路料道 7 中，与此同时固定在陷阱盖 5 上的挡板 6 把后面的工件挡住。

§ 6 上料机构

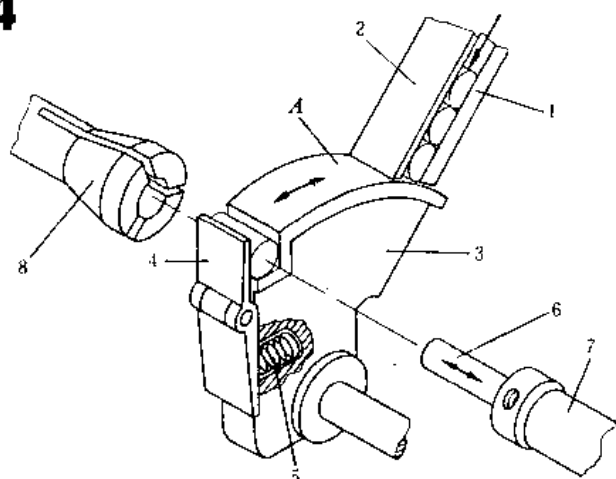
工件的上料通常是指将定向排列好的工件装入加工机械夹具中的作业，是自动上料装置中最为复杂的一环。上料机构的设计，关键在于根据工件的形状、重量、特性及加工机械的夹具等选择最适当的上料方法。

零件的装配由于在某种意义上与工件上料极为相似，故本节将若干可完成自动装配零件的机构也归类于上料机构。

一般地，工件的隔离机构与上料机构是彼此独立的，但有时则可用一个机构顺序完成两个动作。



204



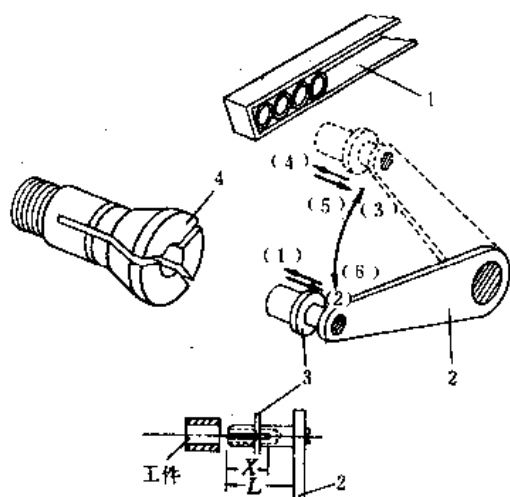
- 1—料道
- 2—盖板
- 3—摇块
- 4—压板
- 5—弹簧
- 6—顶杆（或气缸活塞杆）
- 7—气缸
- 8—弹簧夹头
- A—隔料圆弧部

图为摇块顶杆式上料机构。

当摇块 3 顺时针摆动使其上的槽口对准料道 1 的出口时，盖板 2 把压板 4 顶开，一个工件落入槽内。当摇块 3 逆时针摆动时，其隔料圆弧部 A 把后续工件挡住，同时压板 4 在弹簧 5 的作用下将槽中的工件夹紧；摇块 3 摆至上料位置，顶杆 6 由气缸 7 驱动将工件推入弹簧夹头 8 中。

该机构的特点是：由于槽中的工件处于被夹紧的状态，故摇块 3 能以较高的速度摆动。

205



- 1—料道
- 2—摇杆
- 3—弹性销
- 4—弹簧夹头

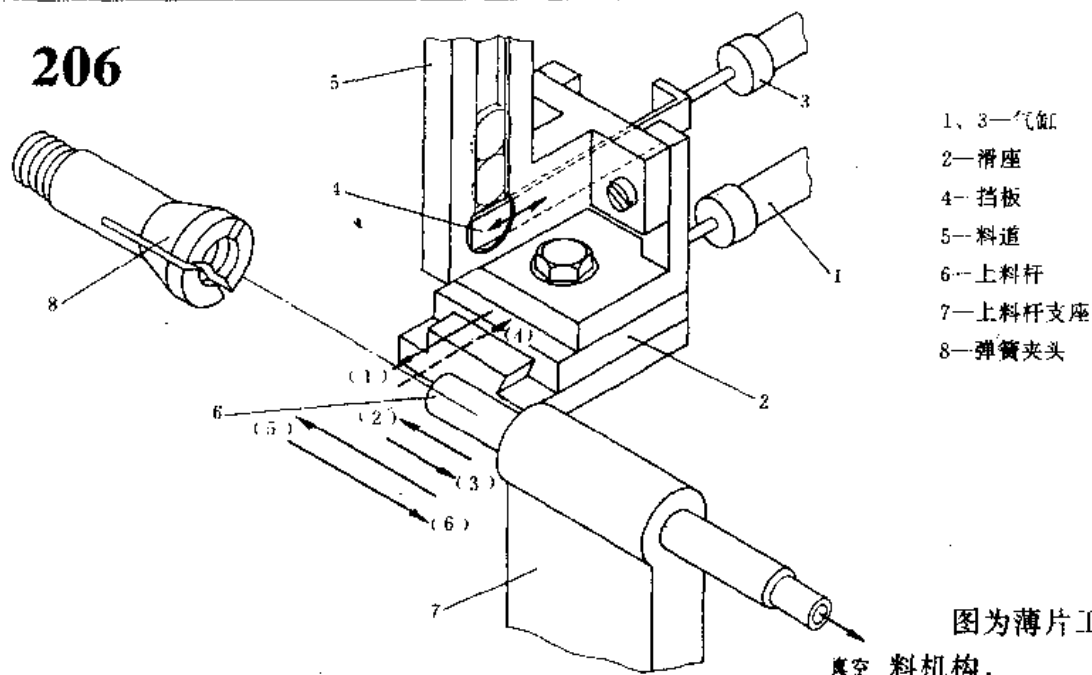
图为使用摇杆与弹性销的上料机构。

摇杆 2 除可作摆动外，还可沿摆动轴线方向作直线移动；其端部装有可抓取套筒形工件的弹性销 3。该机构的动作顺序为：(1)→(2)→(3)→(4)→(5)→(6)；其中动作 (1) (4) 为摇杆 2 作直线移动，前者将工件插入弹簧夹头 4，后者是弹性销 3 抓取工件。

为了保证弹性销 3 长期具有必要的弹性张力，其长度 L 及开缝长度 x 应取较大的值。

插入工件时，若弹簧夹头 4 静止不动，弹性销 3 与摇杆 2 可采用固定联结；若弹簧夹头处于旋转状态，则应在弹性销 3 与摇杆 2 之间加入轴承。

206

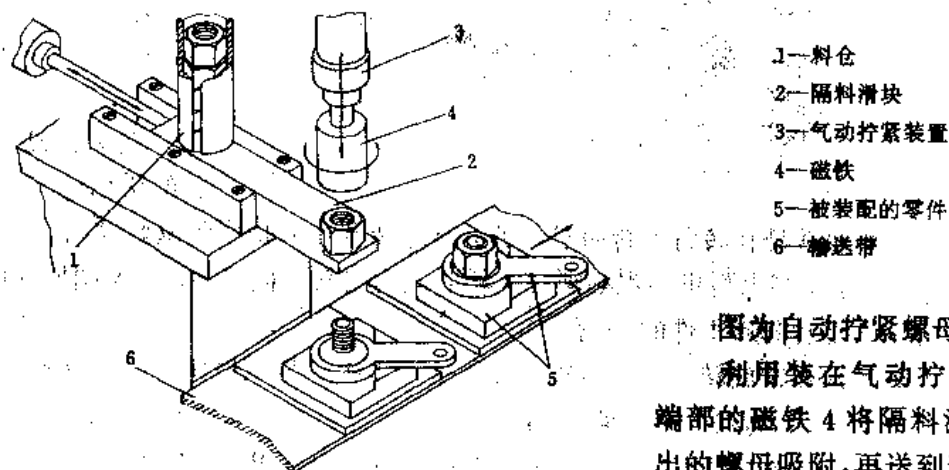


图为薄片工件的上料机构。

薄片工件的上料通常是较为困难的。首先必须保证薄片工件在料道中具有正确的姿势，避免重迭或倾倒；其次还必须解决如何夹持的问题。本图所示的机构是能有效地进行薄片工件上料的一例。

该机构的动作顺序是：(1) 气缸 1 推动载有气缸 3 与料道 5 的滑座 2 向前运动，使工件的中心位于上料杆 6 与弹簧夹头 8 的轴线上→(2) 上料杆支座 7 左移，当上料杆 6 接近工件时，气缸 3 动作将挡板 4 打开；上料杆 6 依靠真空将工件吸附→(3) 上料杆支座 7 右移，取出工件之后，气缸 3 立即动作将挡板 4 关闭→(4) 气缸 1 带动滑座 2 后退复位→(5) 上料杆支座 7 再次左移，将工件插入弹簧夹头 8→(6) 上料杆支座 7 右移回到初始位置。

207



图为自动拧紧螺母机构。

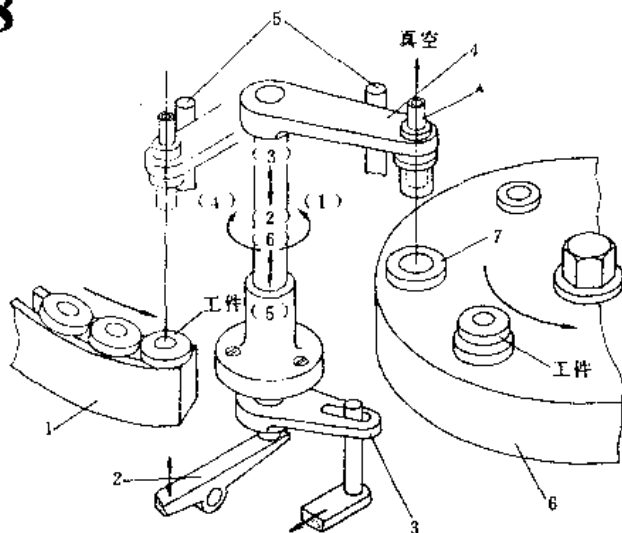
利用装在气动拧紧装置 3 端部的磁铁 4 将隔料滑块 2 排出的螺母吸附，再送到装配位置

进行拧紧作业。

当螺母为非磁性材料时，可采用真空吸附的方法。

设计时应注意隔离上料、拧紧及输送机构三者之间的动作协调关系。

208



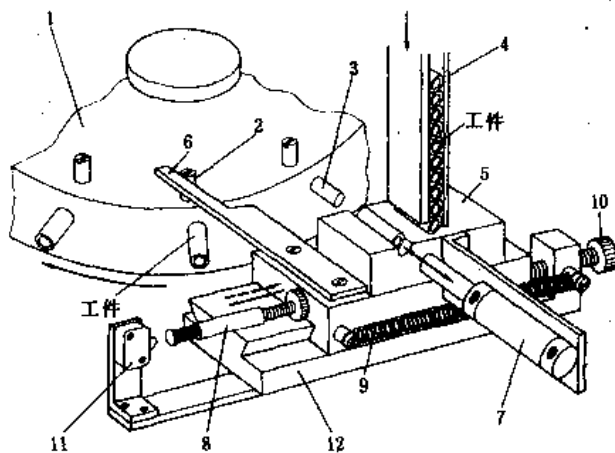
- 1 料道
- 2—上下运动驱动杆
- 3—摆杆
- 4—机械手
- 5—限位杆
- 6—分度转台
- 7—夹具
- A—夹持部

图为机械手式上料机构。

该机构为向分度转台上料的例子。当机械手 4 抓取到工件后，将从图示双点划线位置按 (1) → (6) 的顺序把工件装入分度转台 6 上的夹具 7 中。机械手 4 的上下运动与摆动可用凸轮或气缸分别驱动。

若工件有中心通孔，机械手 4 的夹持部 A 可采用弹性销等；否则以采用真空吸头为宜。

209



- 1—转台 2—拨销
- 3—定位销 4—料道
- 5—滑座 6—同步板
- 7—气缸 8—开关顶杆
- 9—拉簧 10—限位螺栓
- 11—限位开关
- 12—导轨

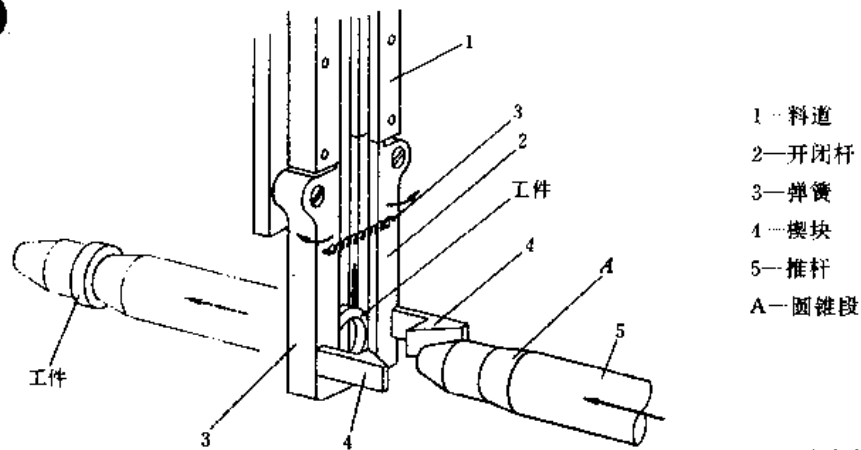
图为向连续旋转转台上料的机构。

向转台上料通常是在转台停顿时进行的，亦即转台一般是作间歇转动的。显然，若要向连续旋转的转台上料，则上料机构也必须在上料时间内与转台同步运动。本图所示的机构是向连续旋转的转台供给套筒形工件的一例。

转台 1 顺时针连续旋转，其上的拨销 2 通过同步板 6 带动滑座 5 向左移动；当开关顶杆 8 触动限位开关 11 时，气缸 7 即行动作，将工件推到转台 1 的定位销 3 上；随着转台 1 继续旋转，拨销 2 将与同步板 6 脱离接触，滑座 5 则在拉簧 9 的作用下快速右移复位。其后另一个工件又落入滑座 5 上的承料槽中，等待着下一个拨销 2 的到来。

为了使工件能准确地套在定位销 3 上，可通过调整限位螺栓 10、开关顶杆 8 及料道 4 相对滑座 5 的位置来保证。

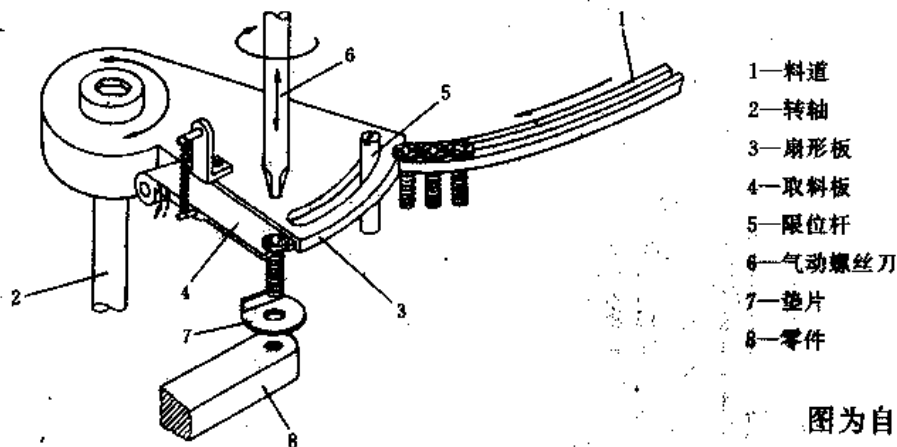
210



图为中心推杆式上料机构。

该机构最适于姿态稳定性较差的环类工件的上料。如图所示, 由于两开闭杆 2 的内侧均有与料道 1 相同的导向槽, 故逐个落入其内的工件可保持原有的姿态不变。推杆 5 的端部由一段具有大倒角的圆柱 (直径略小于工件内径) 和一段圆锥 A 所组成。当推杆 5 向左运动时, 其圆柱段首先插入工件, 继之其圆锥段 A 通过楔块 4 使开闭杆 2 向外摆动张开, 从而推杆 5 可将工件带出送到上料位置。当推杆 5 向右退出后, 开闭杆 2 在弹簧 3 的作用下闭合复位。

211



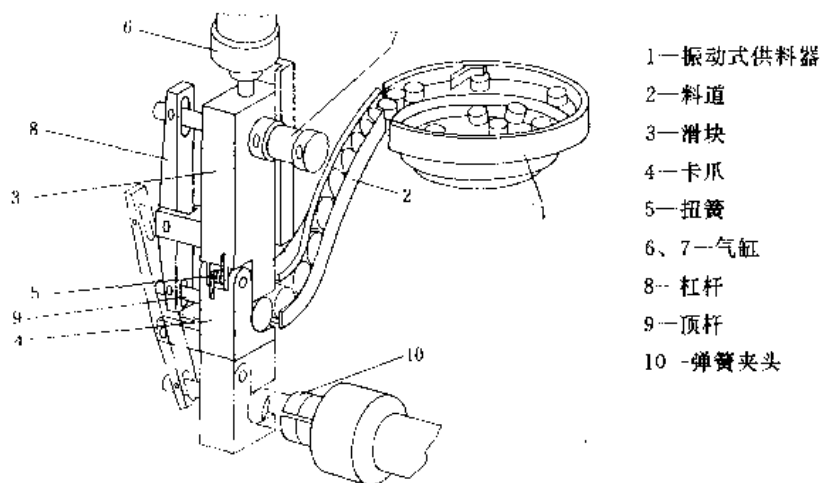
图为自动供给、拧紧小螺钉的机构。

在扇形板 3 的一直边上装有可向下摆动的取料板 4, 其端部开有可吊挂一个螺钉的缺口。当扇形板 3 逆时针摆到使取料板 4 的缺口与料道 1 的出口相对齐的位置时, 螺钉可滑入取料板 4 的缺口并呈吊挂姿势; 当扇形板 3 顺时针摆动将螺钉送到装配位置时, 气动螺丝刀 6 开始下降并进行旋入作业; 取料板 4 随着螺钉的向下运动而下摆, 在螺钉被旋入一定长度后, 其与螺钉相脱离并在弹簧的作用下复位。

在进行该机构的设计时应注意:

- (1) 取料板 4 的长度应以螺钉被旋入一定长度后取料板才与螺钉脱开为条件选取。
- (2) 螺钉的公称直径、长度及头部直径的尺寸关系必须保证螺钉能在料道 1 内呈稳定的吊挂姿势。

212

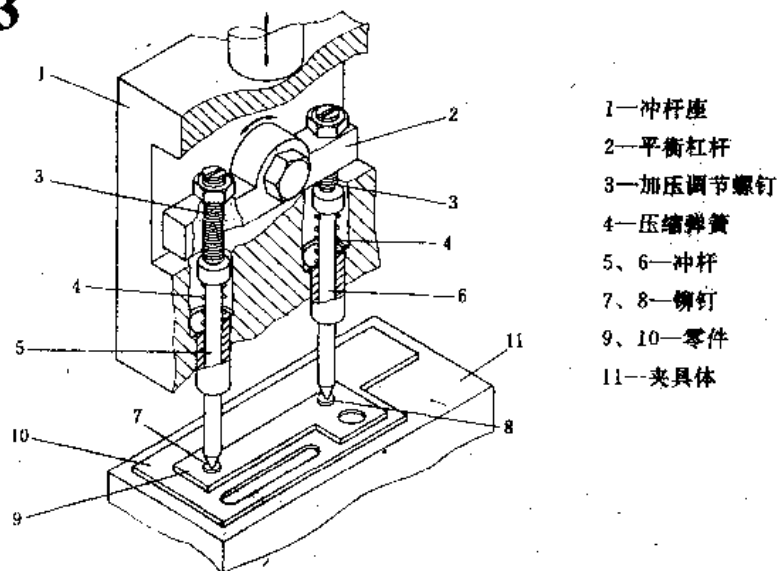


图为滑块式上料机构。

经振动式供料器 1 定向排列的工件，通过螺旋形料道 2 取向由竖立变为横卧。当一个工件进入卡爪 4 内后，气缸 6 开始驱动滑块 3 下降，把卡爪 4 内的工件与其它工件相隔离并将其送至上料位置；随后气缸 7 动作，通过杠杆 8、推杆 9 将工件推入弹簧夹头 10 中。

该机构由于惯性较大，故不适用于高速上料的场合。

213

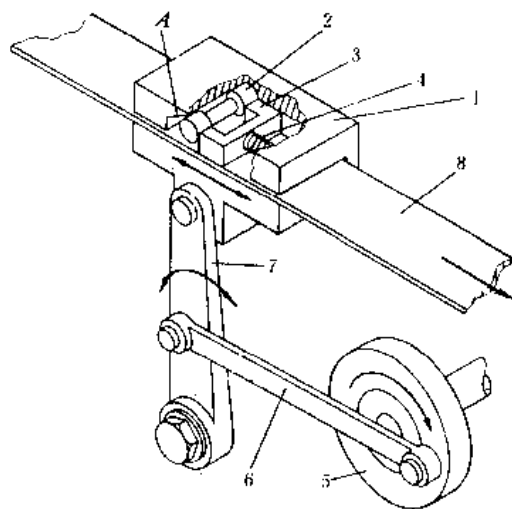


图为均衡加力机构。

该机构是为了解决在同时铆接两个铆钉时常常出现加力不均的问题而设计的。

平衡杠杆 2 的支点位于冲杆 5、6 间距的等分处，压缩弹簧 4 使冲杆 5、6 与加压调节螺钉 3 保持接触。当机构工作时，若冲杆 5、6 所受的力不相等，则平衡杠杆 2 将立即发生转动，使其力的差值为零，从而保证了铆钉 7、8 所受的力相等。若冲杆座 1 的行程一定，则通过调整加压调节螺钉 3 可改变冲击力的大小。

214



- 1—上料体
- 2—滚柱
- 3—滚柱压块
- 4—弹簧
- 5—曲柄轮
- 6—连杆
- 7—摇杆
- 8—带材
- A—斜面

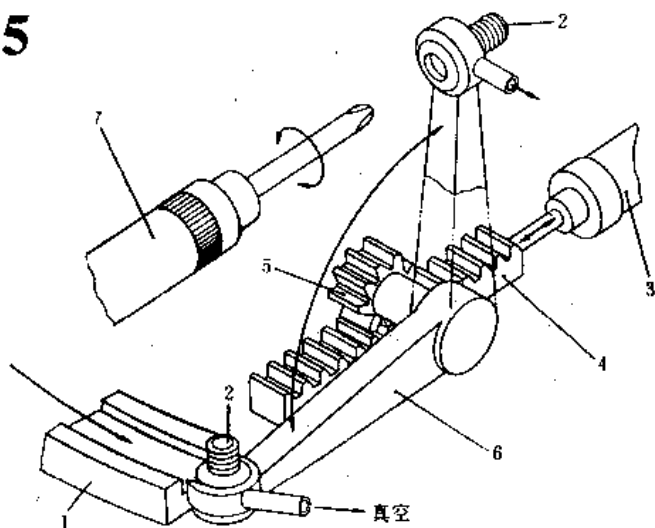
图为连续带材的步进上料机构。

如图所示，上料体 1 的内腔有一斜面 A，并装有滚柱 2、滚柱压块 3 及弹簧 4。

当曲柄轮 5 通过连杆 6、摇杆 7 驱动上料体 1 向右运动时，由于滚柱 2 在弹簧 4 的作用下具有向左运动的趋势，于是便被楔紧在斜面 A 与带材 8 之间，使带材 8 也随上料体 1 一起右移，这样便完成了上料动作。当上料体 1 向左运动时，因滚柱 2 与斜面 A 脱离了接触不能再夹紧带材 8，故此时带材 8 静止不动，于是上料体 1 完成了空程复位。

注意：上料体斜面 A 与带材 8 之间的夹角应小于斜面 A 与滚柱 2、带材 8 与滚柱 2 的两摩擦角之和。

215



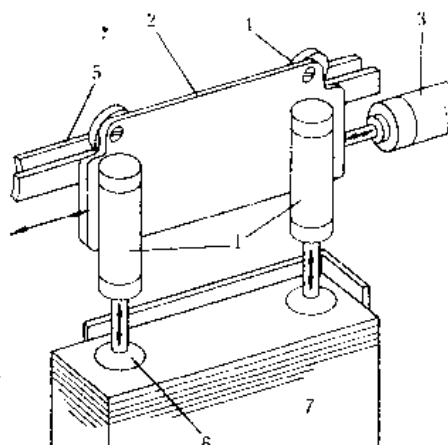
- 1—料道
- 2—小螺钉
- 3—气缸
- 4—齿条
- 5—齿轮
- 6—摇杆
- 7—气动螺丝刀

图为自动拧入小螺钉的机构。

来自料道 1 的小螺钉 2 被真空吸附在摇杆 6 端部的半圆窝内；气缸 3 通过齿条 4、齿轮 5 驱动摇杆 6 摆动，将小螺钉 2 送到装配位置进行拧紧作业。

若调整气缸 3 的行程，也可将小螺钉 2 送到处于倾斜的装配位置。

216



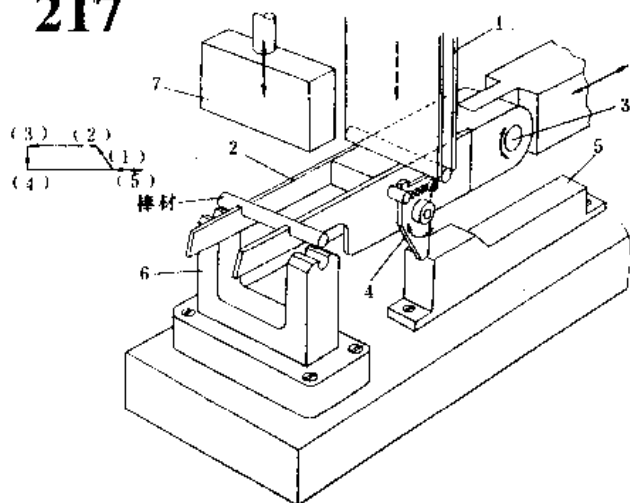
- 1—提料气缸
- 2—滑板
- 3—横向送料气缸
- 4—滚轮
- 5—导轨
- 6—真空吸盘
- 7—薄板材

图为真空吸盘式薄板材上料机构。

薄板材的上料常用该图所示的机构。在两垂直提料气缸 1 的活塞杆端部安装有真空吸盘 6，当薄板材被吸住提起后，横向送料气缸 3 动作，将薄板材 7 送至上料位置。设计时应注意的是：

- (1) 若薄板材 7 较长或其堆放位置距加工位置较远时，应采用其它大行程横向送料机构。
- (2) 随着上料的进行，薄板材 7 的堆积高度将逐渐降低，故提料气缸 1 的行程应大于薄板材 7 堆积高度的最大减少量。
- (3) 两真空吸盘 6 的吸附及两气缸 1 的提升动作以顺序进行为宜，即当某一吸盘动作且与之相连的活塞杆略微上提后，另一吸盘及气缸再行动作。这样，可有效地避免由于薄板材之间易相互粘结而一次提起两张以上的现象。

217



- 1—料道
- 2—送料架
- 3—销轴
- 4—摇爪
- 5—靠模
- 6—固定承料架
- 7—压铁

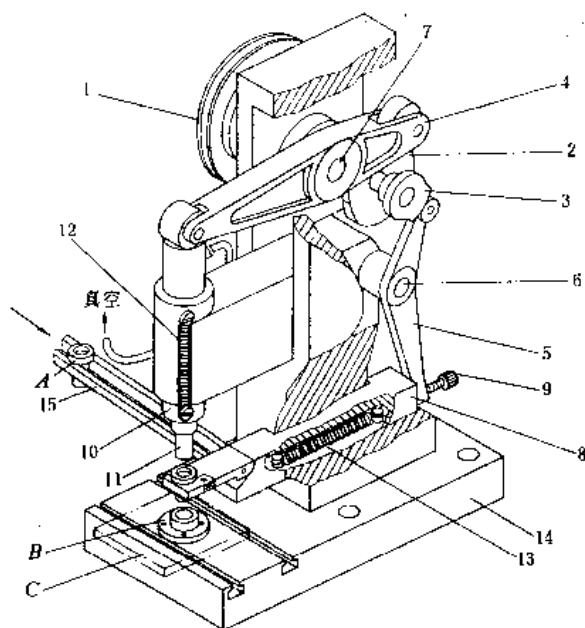
图为棒材的上料机构。

该机构的上料动作顺序如图中左侧图线所示：(1) → (2) 为接取棒材；(3) → (4) 为向固定承料架 6 上料；(5) 为回程。

送料架 2 的往复运动可用气缸驱动，其绕销轴 3 的上下摆动由摇爪 4 及靠模 5 提供。

在料道 1 的上部应设置隔离机构，以使棒材逐个地落入送料架 2 的槽口。送料架 2 的端部应具有如图所示的斜面，以便其回程时能顺利地地从被夹紧的棒材下方退出。

218

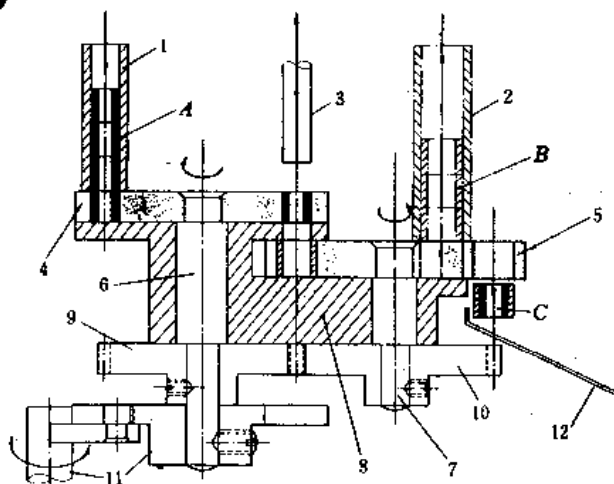


- 1 带轮
- 2、3—凸轮
- 4、5—杠杆
- 6、7—支轴
- 8 隔料板
- 9—调整螺钉
- 10—滑柱
- 11—真空吸头
- 12、13—弹簧
- 14—底座
- 15—料道
- A、B—零件
- C—组装板

图为凸轮驱动的插入装配机构。

该机构可完成把零件 A 插入零件 B 的装配作业，其动作顺序是：隔料板 8 将来自料道 15 的零件 A 夹持，在凸轮 3（通过杠杆 5）的驱动下，零件 A 被送到图示位置；与凸轮 3 同轴的凸轮 2 通过杠杆 4 推动滑柱 10 下降，其端部的真空吸头 11 将零件 A 吸住后，滑柱 10 又在弹簧 12 的作用下上升，使零件 A 与隔料板 8 脱开，随即隔料板 8 在弹簧 13 的作用下后退复位；最后，滑柱 10 由凸轮 2 驱动再次下降，把零件 A 插入到零件 B 的孔中。

219



- 1、2—料仓
- 3—压杆
- 4、5—转台
- 6、7—轴
- 8—支座
- 9、10—齿轮
- 11—槽轮机构
- 12—排出料道
- A、B—零件
- C—压入装配后的部件

图为使用转台与料仓的压入装配机构。

料仓 1、2 分别向转台 4、5 供给零件 A、B，在转台 4、5 重合的位置，压杆 3 将零件 A 压入零件 B。压入装配后的部件 C 在转台 5 的另一侧自动落入排出料道 12。两转台轴 6、7 的下端各装有相同的齿轮 9、10，其中在轴 6 上又装有槽轮机构 11，用来驱动转台 4、5 作同步间歇转动。

在进行该机构的设计时，应避免使压入力直接作用在转台上。

第三章 自动夹紧机构

夹紧机构是夹具的重要组成部分,夹具又是机械加工、装配过程中不可缺少的工艺装备,零件的加工精度和生产率在很大程度上取决于夹具的优劣。据有关资料统计:当使用通用机床进行机械加工时,一个零件的实际加工时间往往不超过总工时的 50%,而其余时间则消耗在工件的装夹(定位及夹紧)、卸下、加工机械的控制、加工过程中的测量以及切屑的清扫上。其中工件装夹时间所占的比例:车床为 30%,钻床为 40%,铣床为 60%,磨床为 12%等。由此可见,为了提高生产率、降低作业者的劳动强度,其方法之一就是发展以夹具为中心的自动化,其中首要的又是实现夹紧机构的自动化。

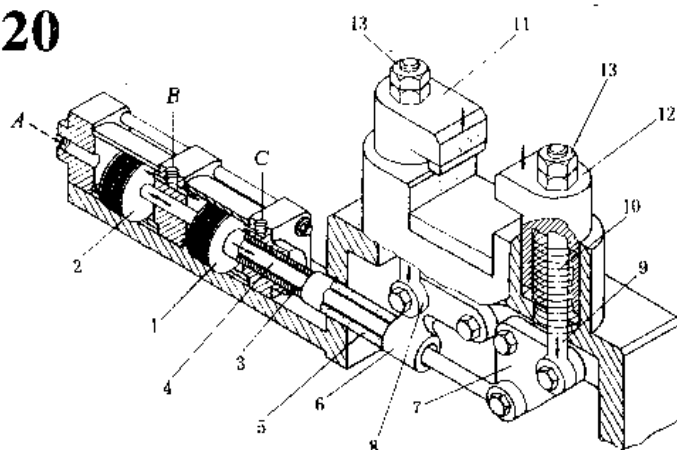
根据夹具的自动化程度可分为:自动化夹具与半自动化夹具。两者的主要区别在于后者的工件定位是由人工完成的。自动化夹具通常用于工件由自动上料装置供给的场合,夹具的定位、夹紧动作按照自动化生产线的工作节拍自动地完成。

自动化夹具在结构及设计要求上与普通手动夹具有许多共同之处,但考虑到自动化生产线中工件是由自动上料装置供给的特点,故在设计自动化夹具时还应注意下列几点:(1)结构上便于工件的自动上、下料,下料通道要畅通。(2)切屑及切削液容易排出,根据需要有时应设置强制清扫机构。(3)工件的定位方法简单、可靠;定位元件可微调。(4)有足够的夹紧力且其大小可调整。(5)对易磨损件进行必要的表面硬化处理,且易于更换。(6)夹具的可拆联结部应设置定位销。(7)对圆形截面的工件除有特殊要求外应尽可能使用弹簧夹头。(8)为便于工件的自动上料及切屑的清除等,工件在夹具中的姿势以横卧为宜。

在生产实际中,由于加工机械及工件的种类很多,所以自动化夹具也是形形色色的。一般地,从自动化夹具的动力源来看,以气动、液压用得最多,其次是电动、磁力及真空等。另一方面从自动化夹具将驱动力转换为夹紧力的机构来看,有铰链杠杆夹紧机构、偏心(凸轮)夹紧机构、楔夹紧机构、螺旋夹紧机构、自动定心夹紧机构、复合夹紧机构以及直接利用气缸或油缸的夹紧机构等。本章主要侧重于介绍夹具中自动夹紧机构的基本结构及动作原理,并按上述思路加以分类;同时还给出了若干手动夹紧机构的例子,实际上对很多手动夹紧机构进行适当的改造,引入动力源即可实现自动化。

§ 1 铰链杠杆夹紧机构

220



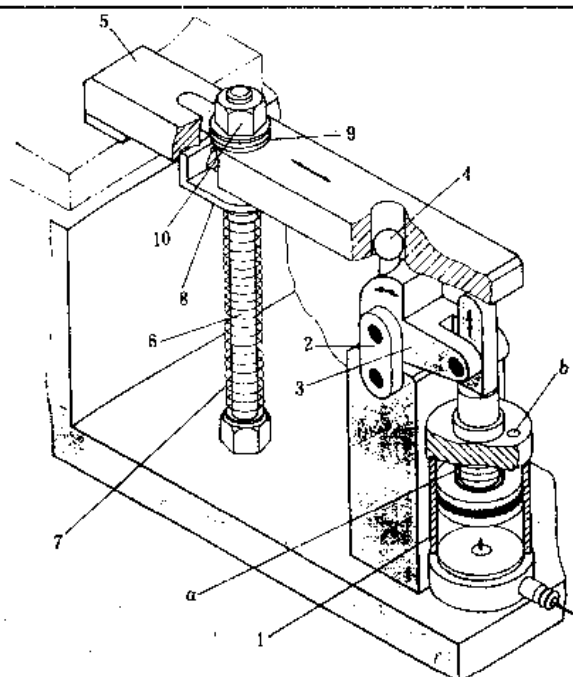
- 1、2—活塞
3、4—活塞杆
5—中间套
6、7 摇板
8、9—拉杆
10—弹簧
11、12 压铁
13 调节螺母
A、B、C—气口

夹紧机构的气缸结构
如图所示。

当气缸的气口 B 进气时，活塞杆 3、4 分别按图示方向运动，通过摇板 6、7 及拉杆 8、9 使压铁 11、12 下移将工件夹紧；反之，当气口 A、C 进气时，压铁 11、12 在弹簧 10 的作用下上升将工件松开。

利用调节螺母 13 可改变夹紧力的大小。

221

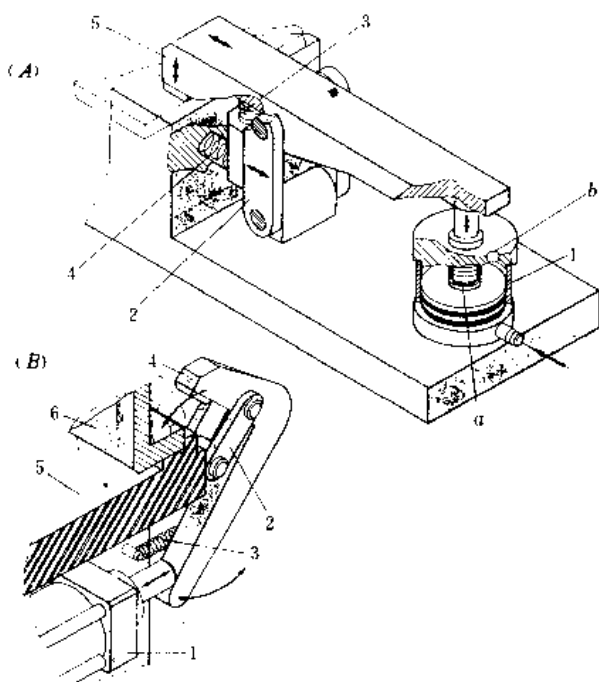


- 1—气缸
2—摇杆
3—L 形杠杆
4—钢球
5—压板
6—支柱
7—弹簧
8—支板
9—球面垫圈
10—调节螺母
a—活塞复位弹簧
b—排气孔

气缸 1 的活塞杆顶在压板 5 的右端。L 形杠杆 3 上固结一钢球 4，钢球 4 插在压板 5 的孔中。

当气缸 1 的活塞杆伸出时，压板 5 一方面被钢球 4 拨动向左移动，另一方面又在气缸 1 的活塞杆直接作用下作逆时针摆动，在左移行程的端点，压板 5 进一步摆动把工件夹紧。当气缸 1 的活塞杆缩回时，压板 5 则作顺时针摆动与右移的复合运动将工件松开。

222



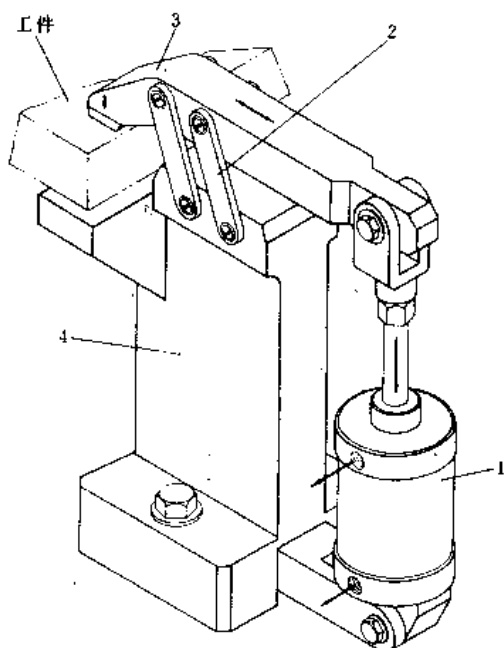
- (A) 1—气缸
2—摇杆
3、4—压缩弹簧
5—压板
a—活塞复位弹簧
b—排气孔
- (B) 1—气缸
2—摇杆
3—拉伸弹簧
4—L形压板
5—夹具体
6—工件

图 (A)、(B) 中的压板均由摇杆支承, 当气缸活塞杆缩回时, 摇杆在弹簧的作用下作平面运动向外让开, 便于工件的装卸。

在图 (A) 的场合, 当气缸 1 的活塞杆伸出时, 压板 5 首先随摇杆 2 向左摆动并前进, 待压板 5 的前端到达夹紧位置后, 便作逆时针转动把工件夹紧。设计时应注意的是: 弹簧 3 的刚度应大于弹簧 4 的刚度; 前者用于使压板 5 抬起, 后者使摇杆 2 回摆。

图 (B) 与图 (A) 的主要区别在于弹簧的设置方法不同。

223



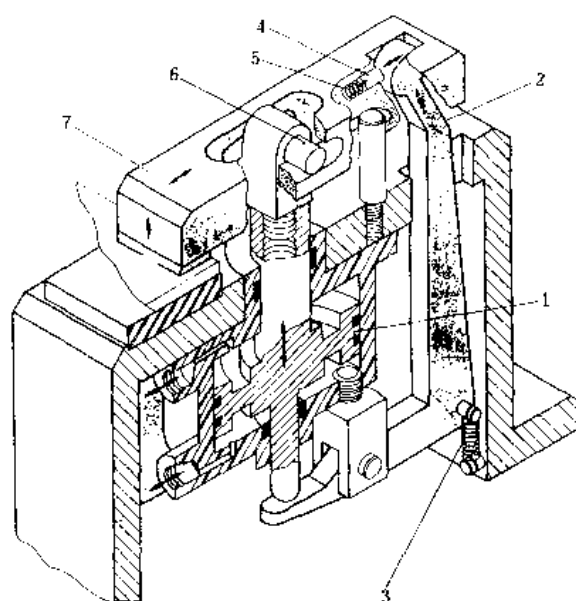
- 1—气缸
2—摇杆
3—压板
4—夹具体

压板 3 由两根等长的摇杆 2 支承, 与夹具体 4 构成平行四边形机构。当气缸 1 的活塞杆上下运动时, 压板 3 将始终平行于夹具体 4 的水平基面, 完成前进→夹紧→松

开→后退的动作。

根据工件的形状, 可适当设计压板 3 的头部, 以保证工件便于装卸。

224

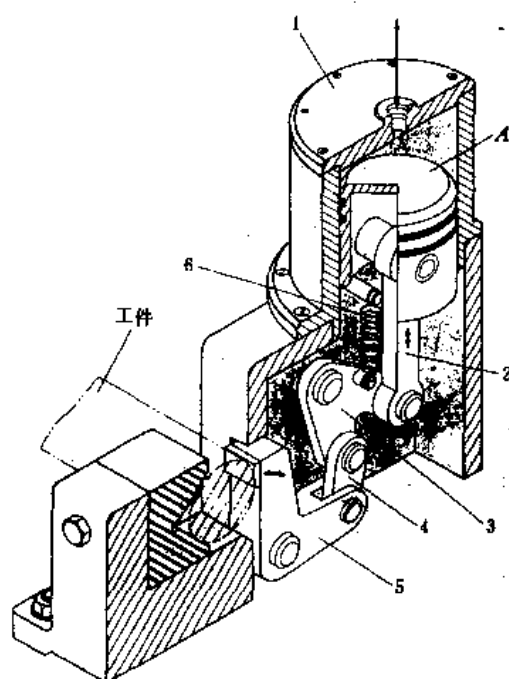


- 1—气缸
- 2—L形杠杆
- 3—拉簧
- 4—顶销
- 5—压簧
- 6—销轴
- 7—压板

图为使用一个双作用双活塞杆气缸（或油缸）实现压板滑动与摆动（夹紧）的机构。

气缸1的上活塞杆端部的销轴6与压板7侧面的长孔相配合，其作用为带动压板7绕支点摆动夹紧或放松工件。气缸1的下活塞杆与L形杠杆2相接触，通过其驱动压板7前后滑动。装在压板7上的顶销4与L形杠杆2的上端部（圆形）相接触，用来吸收L形杠杆2在逆时针摆动时的过摆量。

225

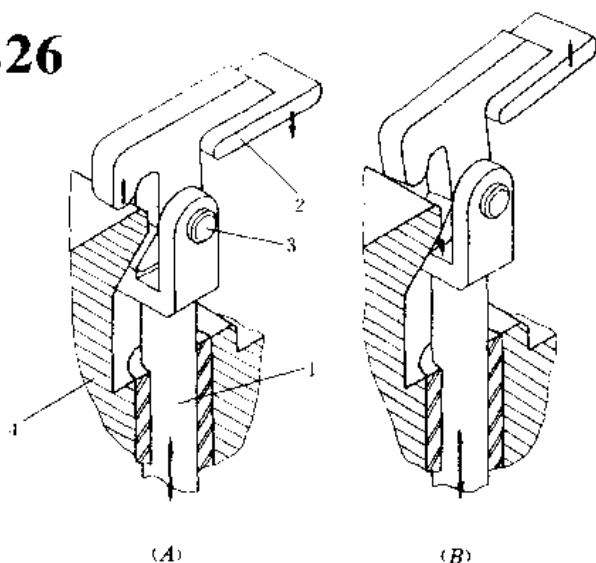


- 1—气缸
- 2、4—连杆
- 3—角形摇板
- 5—L形压板
- 6—拉簧
- A—活塞

图为类似发动机活塞结构的气动夹紧机构。

压缩空气作用于活塞A的力经连杆2→角形摇板3→连杆4传递给L形压板5，活塞A（或L形压板5）的复位依靠拉簧6来实现。

226

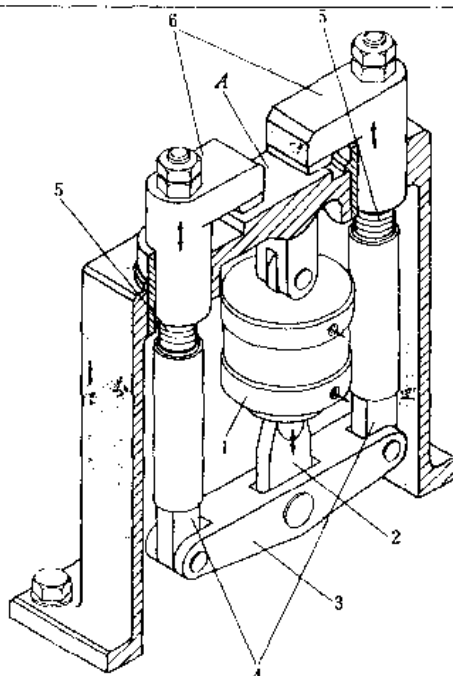


1—拉杆 2—压板 3—销轴
4—夹具体

图 (A)、(B) 分别为夹紧与松开工件时，压板 2 的叉形尾部与夹具体 4 的突出部之间的相互位置关系。

压板 2 的尾部呈叉形，夹具体 4 的突出部位位于两叉之间，压板 2 与拉杆 1 相铰接，拉杆 1 可由气缸或凸轮驱动。

227

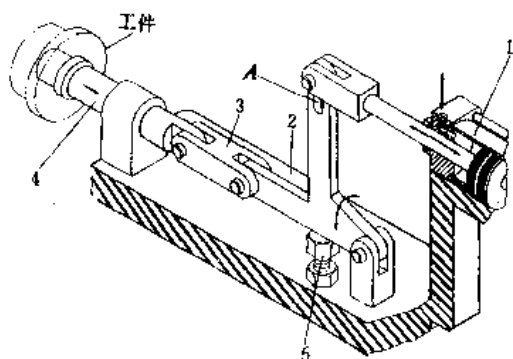


1—气缸 2—连杆 3—平衡杠杆 4—拉杆
5—压簧 6—L形压铁 A—工件定位面

图为利用一个气缸通过平衡杠杆使两个 L 形压铁产生相同夹紧力的自动夹紧机构。

气缸 1 的活塞杆经连杆 2 铰接在平衡杠杆 3 的中点处，当两 L 形压铁 6 的夹紧力不相等时，平衡杠杆 3 将绕其中点转动，直到两 L 形压铁 6 的夹紧力相等为止。

228

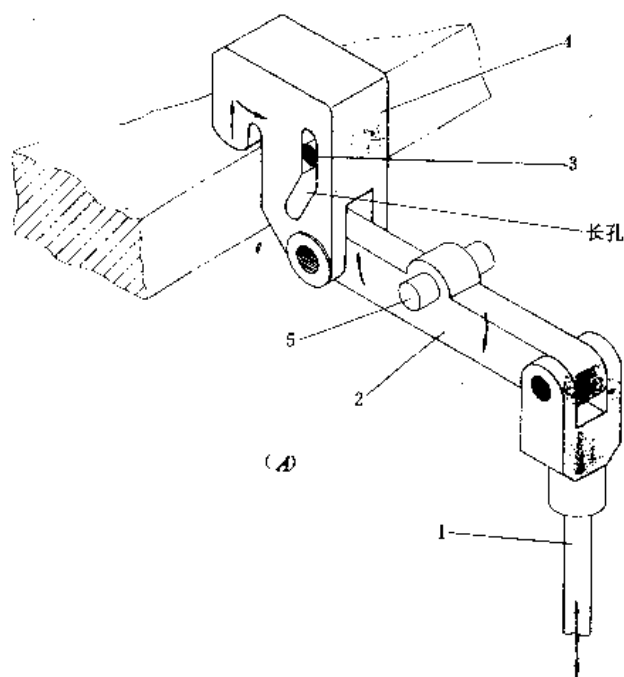


1—气缸
2—摇杆
3—连杆
4—顶杆
5—限位螺钉
A—长孔

该机构处于夹紧工件的状态，由于摇杆 2 与连杆 3 成一直线，故机构出现死点位置而自锁。此时，即使气缸 1 的右腔卸压，该夹紧机构仍能可靠工作。

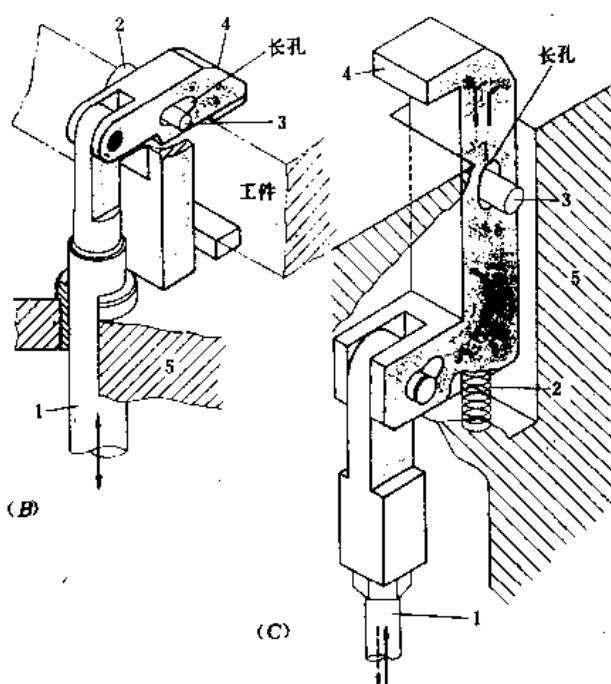
由于气缸 1 的缸体固定不动，所以摇杆 2 与其活塞杆的连接部采用了长孔、销轴连接方式。

229



(A)

- (A) 1—气缸活塞杆
2—杠杆
3—导销
4—压板
5—支轴



(B)

- (B) 1—气缸活塞杆
2—支座
3—导销
4—压板
5—夹具体

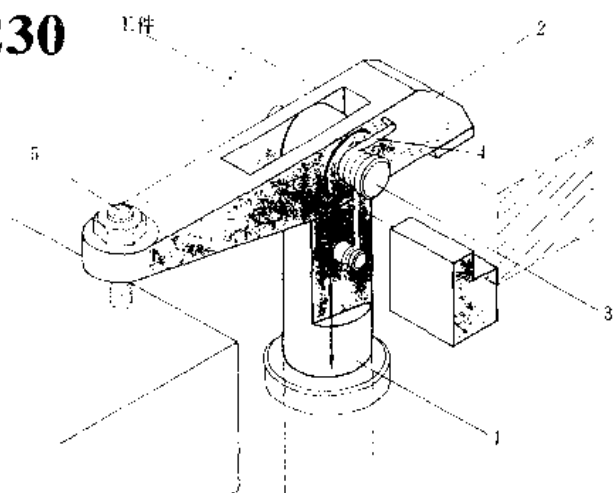
(C)

- (C) 1—气缸活塞杆
2—压簧
3—导销
4—压板
5—夹具体

图 (A) (B) (C) 均为根据压板 4 的形状在其上开出长孔, 固定在夹具体 5 上的导销 3 (亦为压板 4 的支承轴) 与长孔相配合的机构。

当气缸活塞杆 1 上下运动时, 压板 4 将在导销 3 的约束下作复合运动, 完成夹紧或松开工件的动作。在松开工件时, 各例中的压板 4 均能从夹紧位置让开, 便于工件的装卸。

230

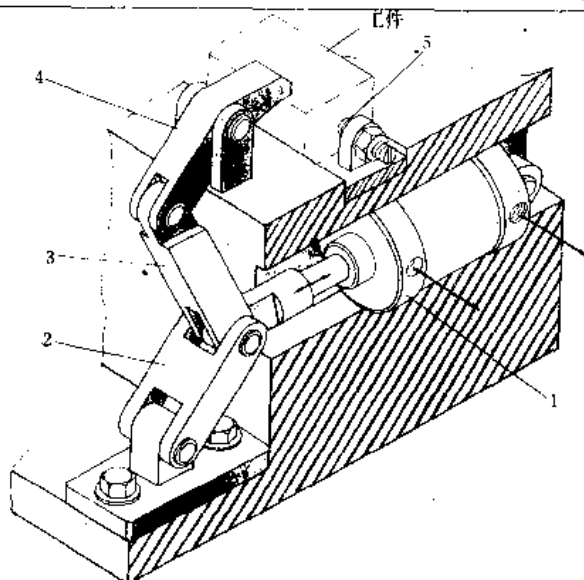


- 1—拉杆 2—压板 3 销轴
4—扭簧 5 调节螺钉

该机构由于销轴 3 上装有扭簧 4, 故当拉杆 1 向上运动时, 压板 2 将在扭簧 4 的作用下可靠地作逆时针摆动把工件松开, 同时扩大了装卸工件的操作空间。

利用调节螺钉 5 可改变夹紧行程。

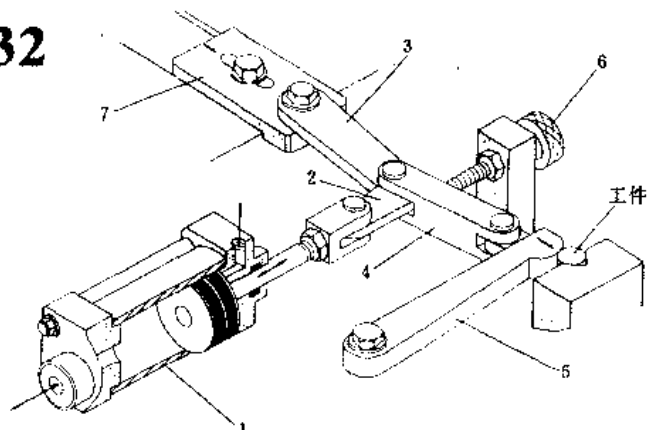
231



- 1—气缸 2 摇杆 3—连杆
4 压板 5—定位螺钉

该机构由气缸 1、摇杆 2、连杆 3 及压板 4 组成。为了避免在机构的死点位置(摇杆 2 与连杆 3 位于同一直线)压板 4 处于不稳定状态, 应适当选择气缸 1 的行程。

232

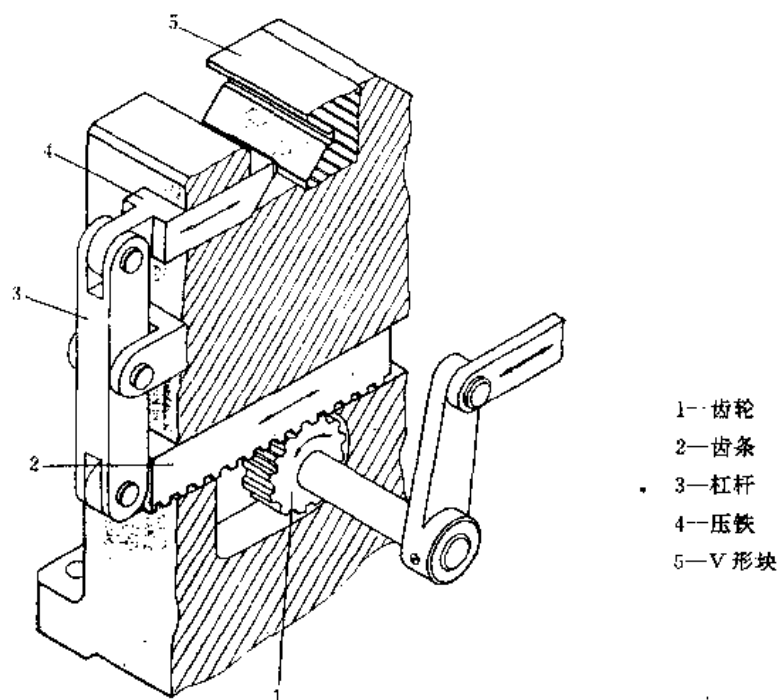


- 1—气缸
2、4—连杆
3—摇杆
5—压杆
6—限位螺钉
7—支板

该机构利用了连杆机构在死点位置附近的增力特性, 以较小的气缸(或油缸)推力, 即可对工件产生很大的夹紧力。

图中的限位螺钉 6 一方面用于阻止摇杆 3 与连杆 4 的铰接点越过死点, 同时又可调整夹紧力的大小。另外, 由于摇杆 3 的支点为可调结构, 从而使该夹紧机构能适应尺寸在一定范围内变化的工件。

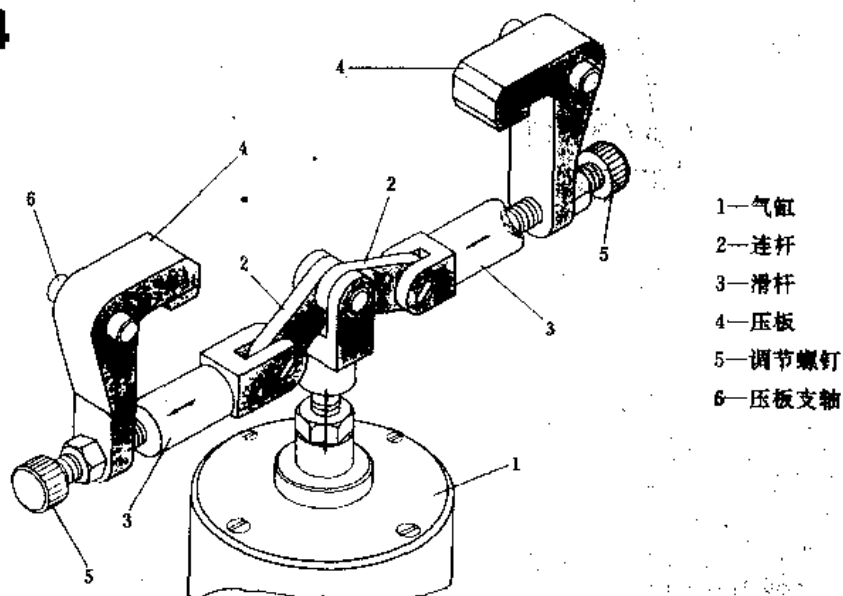
233



- 1—齿轮
- 2—齿条
- 3—杠杆
- 4—压铁
- 5—V形块

该机构气缸或油缸通过齿轮 1，齿条 2 驱动杠杆 3 摆动，使压铁 4 往复滑动将工件夹紧或放松。

234



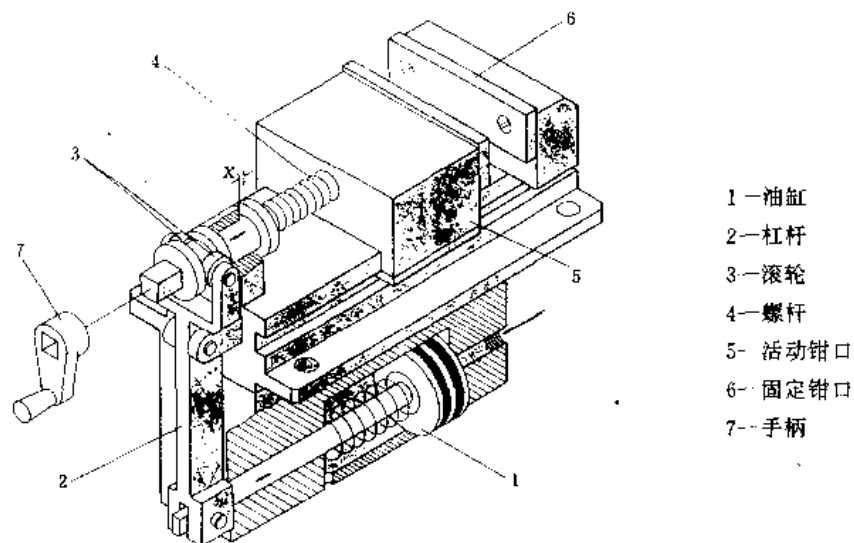
- 1—气缸
- 2—连杆
- 3—滑杆
- 4—压板
- 5—调节螺钉
- 6—压板支轴

该机构气缸 1 的活塞杆向下运动为夹紧工件，反之则为松开工件。利用调节螺钉 5，可分别改变左、右侧压板 4 的夹紧力。

注(1) 图中滑杆 3 的导向部分未画出；

注(2) 由于滑杆 3 与压板 4 为浮动接触，故松开工件时可利用弹簧或适当设计压板 4 的形状依靠重力复位。

235

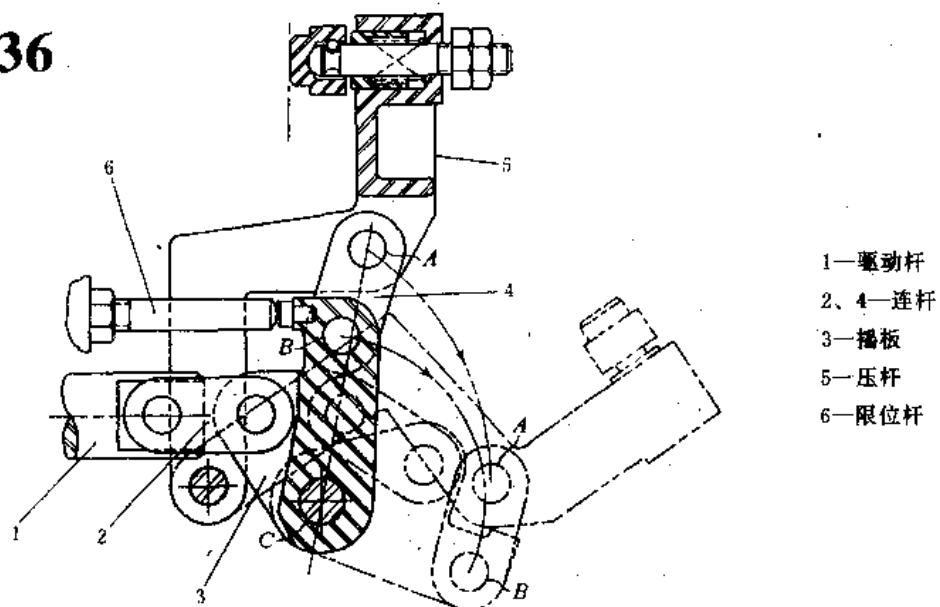


图为液压虎钳。

杠杆 2 上端的滚轮 3 嵌在螺杆 4 的环形槽中，其下端与油缸 1 的活塞杆相铰接；适当地选择杠杆比，可使活动钳口 5 的夹紧行程 $X=3\sim 7\text{mm}$ 。当油缸 1 的活塞杆伸出时，杠杆 2 作顺时针摆动，同时带动螺杆 4 即活动钳口 5 向右运动把工件夹紧。

若需调节活动钳口 5 的位置（为适应不同尺寸的工件）时，用手柄 7 拧动螺杆 4 即可。

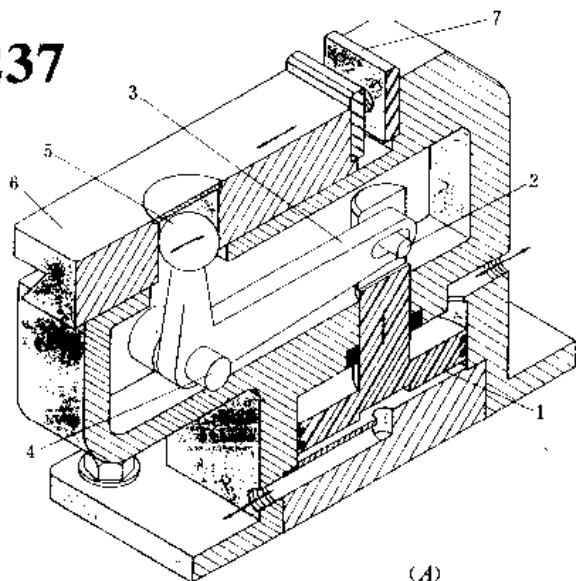
236



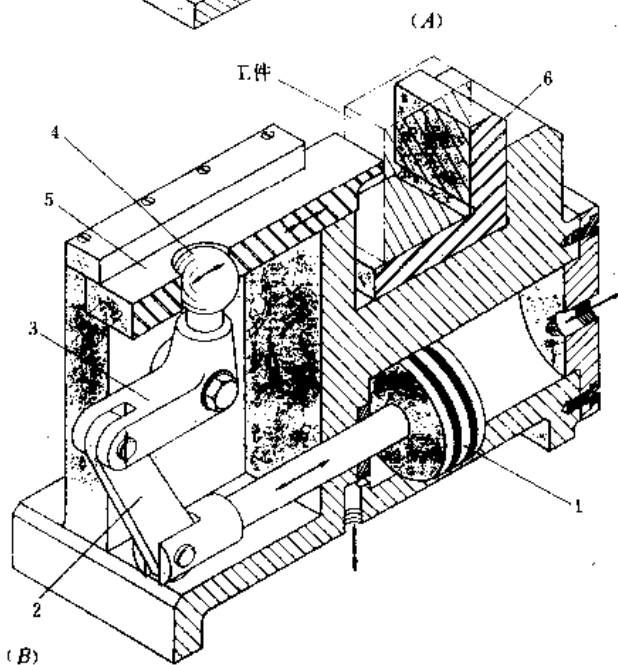
该机构当驱动杆 1 左右移动时，通过连杆 2、摇板 3 及连杆 4 带动压杆 5 夹紧或松开工件。压杆 5 头部的结构可防止夹紧力过大。

图为机构处于夹紧工件的状态，此时 B 点略偏离死点位置位于 A、C 点连线的左侧，但摇板 3 受限位杆 6 的限制，故夹紧状态是稳定的。

237



- (A) 1—气缸
2—拨销
3—杠杆
4—支轴
5—球头
6—活动钳口
7—垫铁

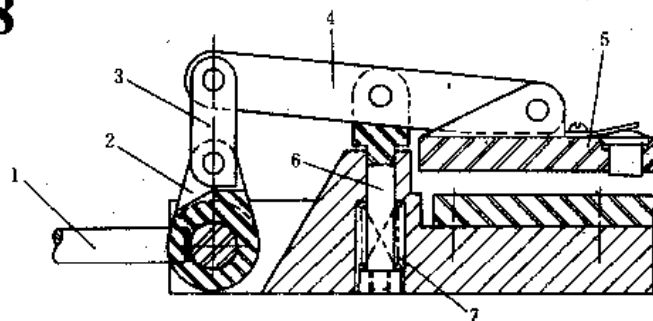


- (B) 1—气缸
2—连杆
3—杠杆
4—球头
5—活动钳口
6—垫铁（可更换）

图 (A)、(B) 均为气动虎钳。

两机构动作原理基本相同，即气缸通过杠杆驱动活动钳口移动，夹紧或松开工件。在结构上两者的不同之处为：图 (A) 中的气缸 1 垂直设置，其活塞杆与杠杆 3 以拨销 2 插入长孔的结构相连；在图 (B) 中气缸 1 横卧，其活塞杆通过连杆 2 与杠杆 3 相连，固定钳口为可更换结构。

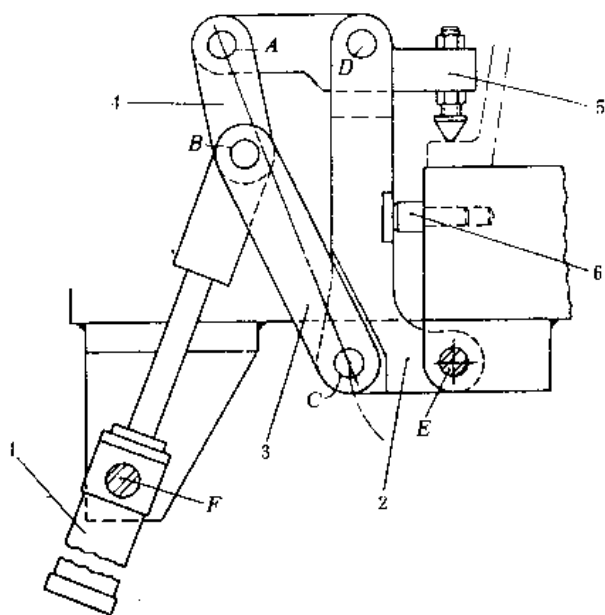
238



- 1—手柄
2—摆杆
3—连杆
4—杠杆
5—压块
6—支承杆
7—弹簧

该机构利用手柄 1 逆时针转动摆杆 2 时，杠杆 4 将绕其支点顺时针摆动，于是铰接在杠杆 4 右端的压板 5 将工件压紧（图示位置）。此时，由于连杆 3 与摆杆 2 成一直线，故机构实现自锁。另外，当工件厚度增大时，杠杆 4 的支承杆 6 可自动向上浮动，能防止夹紧力过大。

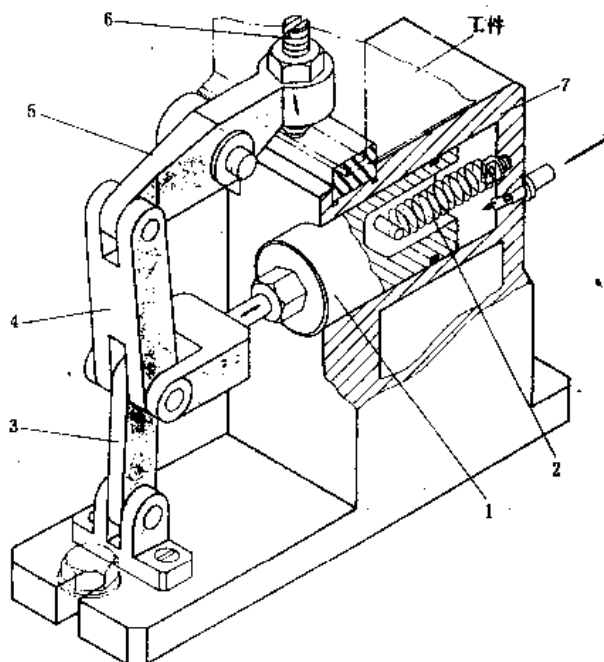
239



- 1—气(油)缸
- 2—L形摆杆
- 3、4—连杆
- 5—压杆
- 6—限位销

该机构除E、F为固定铰接支点外,其它(A~D)均为浮动铰接点。夹紧工件时,气(油)缸1的活塞杆伸出,L形摆杆2绕E点顺时针摆动,连杆3、4及压杆5则作平面运动;当L形摆杆2碰到限位销6时,连杆3将绕C点作顺时针摆动并通过连杆4带动压杆5将工件夹紧。此时,由于连杆3已靠在L形摆杆2的限位面上,使B点不能达到机构的死点位置,故气(油)缸1活塞的后腔在夹紧过程中应始终保持足够的压力。

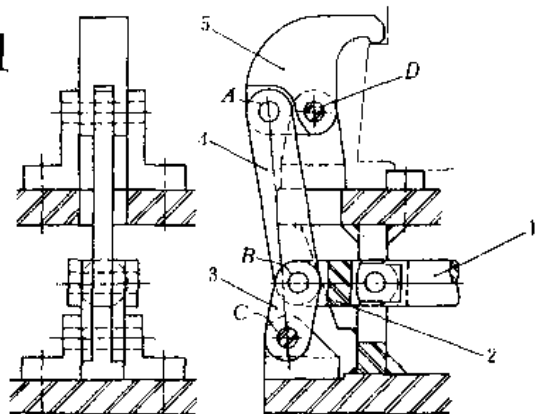
240



- 1—柱塞
- 2—拉簧
- 3—摇杆
- 4—连杆
- 5—压板
- 6—调节螺钉

该机构中的驱动元件采用图示结构的柱塞式气缸。利用调节螺钉6,可限制柱塞1的行程及避免摇杆3与连杆4的铰接点处于死点位置。松开工件时柱塞1依靠拉簧2缩回。

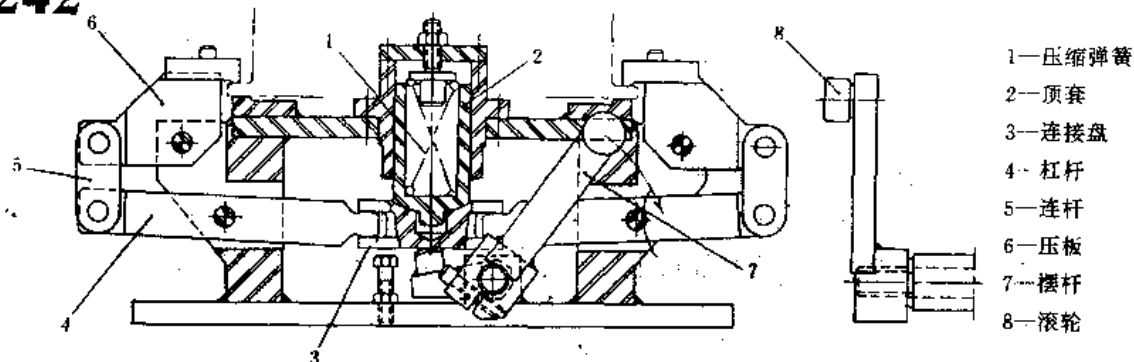
241



- 1—气(油)缸活塞杆
2、4—连杆
3—摇杆
5—压板

该机构气(油)缸活塞杆1通过连杆2驱动摇杆3绕支轴C逆时针摆动,摇杆3又通过连杆4推动压板5绕支轴D顺时针摆动将工件夹紧。此时,B点位于A、C点连线的右侧,即机构未达到死点位置,故要求气(油)缸能在行程的左端点锁定。

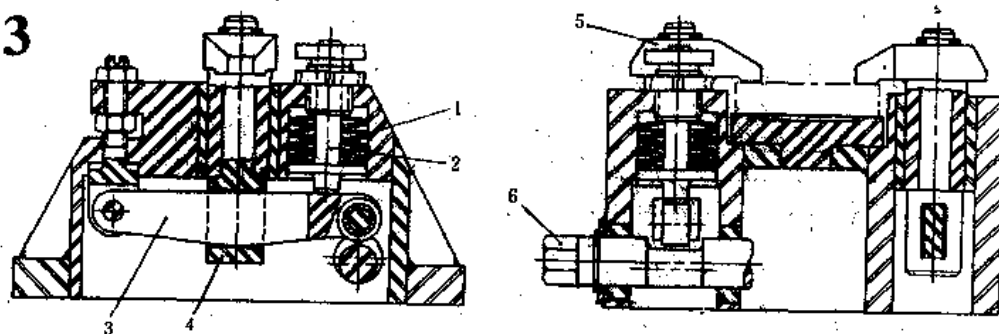
242



- 1—压缩弹簧
2—顶套
3—连接盘
4—杠杆
5—连杆
6—压板
7—摆杆
8—滚轮

该机构依靠压缩弹簧1的弹性力将工件夹紧。由于连接盘3处于浮动状态且与顶套2以球面相接触,故两压板6对工件的夹紧力大小相等。松开工件时,顺时针转动摆杆7,连接盘3将向上移动,通过杠杆4及连杆5带动压板6向外摆动与工件脱离。

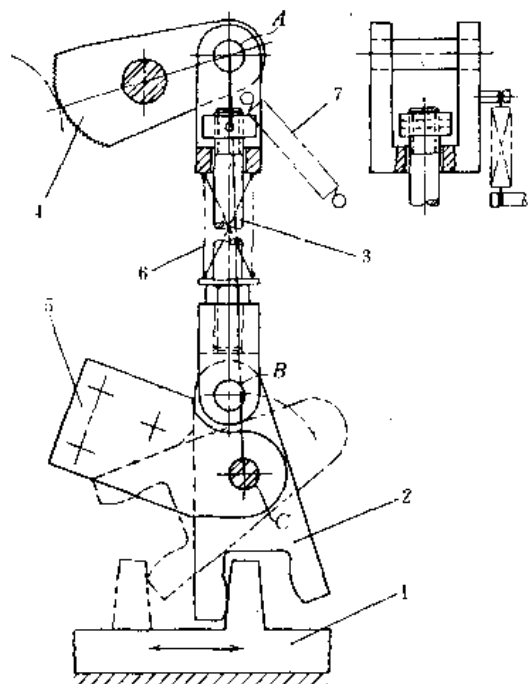
243



- 1—螺旋弹簧 2—顶杆 3—杠杆 4—滑柱 5—压板 6—偏心轴

该机构螺旋弹簧1通过顶杆2、杠杆3及滑柱4将力传递给压板5(以上构件均为两个),使工件被夹紧。松开工件时,偏心轴6由图示位置转动180°,同时驱动两杠杆3克服弹簧力向上摆动,使两压板5把工件松开。

244

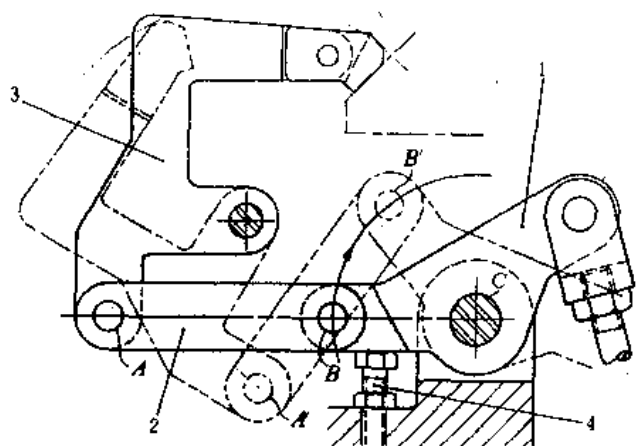


- 1—拨杆
- 2—杠杆
- 3—弹性连杆
- 4—偏心卡爪
- 5—限位板
- 6—压缩弹簧
- 7—拉伸弹簧
- A、B—销轴
- C—支轴

该机构气缸(未画出)驱动拨杆1向右运动,杠杆2将绕支轴C逆时针摆动并通过弹性连杆3带动偏心卡爪4逆时针摆向工件并把它夹紧。此时,尽管B点越过机构的死点位置,但由于限位板5等的作用,即使气缸发生故障,机构仍能可靠地保持夹紧状态。

安装在弹性连杆3上的压缩弹簧6的主要作用为产生弹性夹紧力并使杠杆2稳定地靠在限位板5上。拉伸弹簧7(弹性系数较小)则用于防止偏心卡爪4在夹紧工件的过程中产生振动。

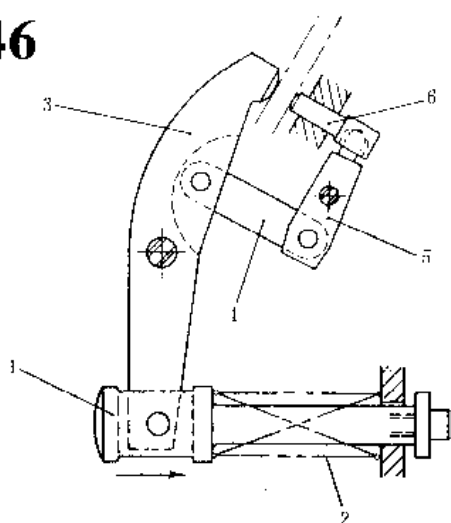
245



- 1—杠杆
- 2—连杆
- 3—F形压杆
- 4—限位螺栓

该机构杠杆1由气(油)缸驱动逆时针摆动时,F形压杆3将工件夹紧;反之则松开工件。图为夹紧工件的状态,杠杆1与连杆2的铰接点B位于点A、C的连线上,故该机构具有自锁性。

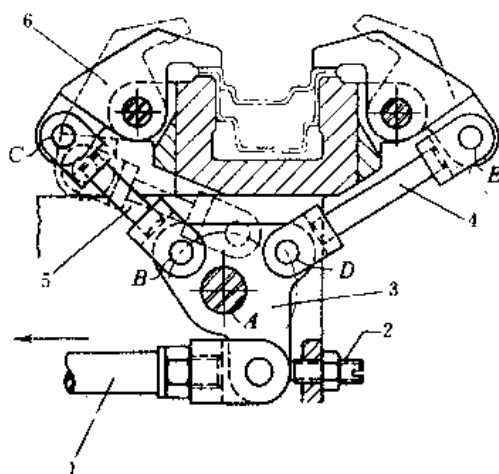
246



- 1—滑杆
- 2—压缩弹簧
- 3—压杆
- 4—连杆
- 5—杠杆
- 6—顶销

该机构压杆 3 与顶销 6 依靠弹簧力将工件夹紧。松开工件时，向右推动滑杆 1，压缩弹簧 2 被进一步压缩，从而压杆 3 将绕支轴逆时针摆动，同时通过连杆 4 带动杠杆 5 作顺时针摆动使顶销 6 亦脱离工件。

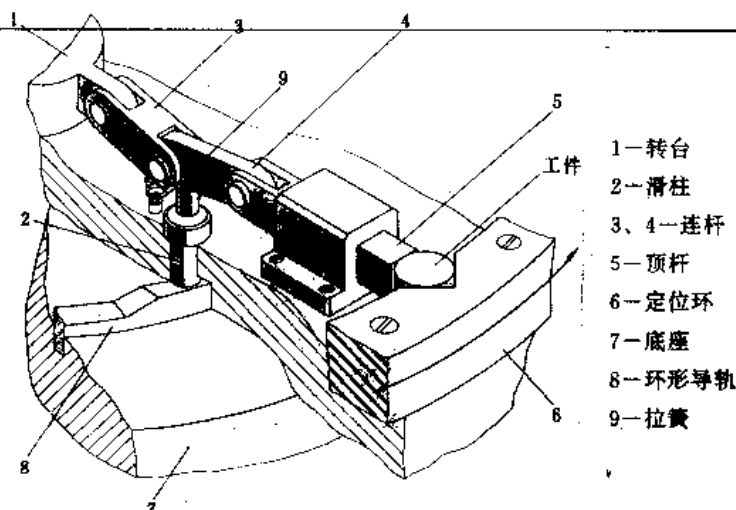
247



- 1—气（油）缸活塞杆
- 2—限位螺钉
- 3—三角摇板
- 4、5—连杆
- 6—压板

该机构气（油）缸活塞杆 1 向右推动三角摇板 3 摆至图示位置，连杆 4、5 分别带动两压板 6 摆向工件将其夹紧。此时，铰接点 A、B、C 及 A、D、E 均为三点连成直线，即机构处于死点位置而自锁。当气（油）缸活塞杆 1 向左运动时，工件被松开。

248

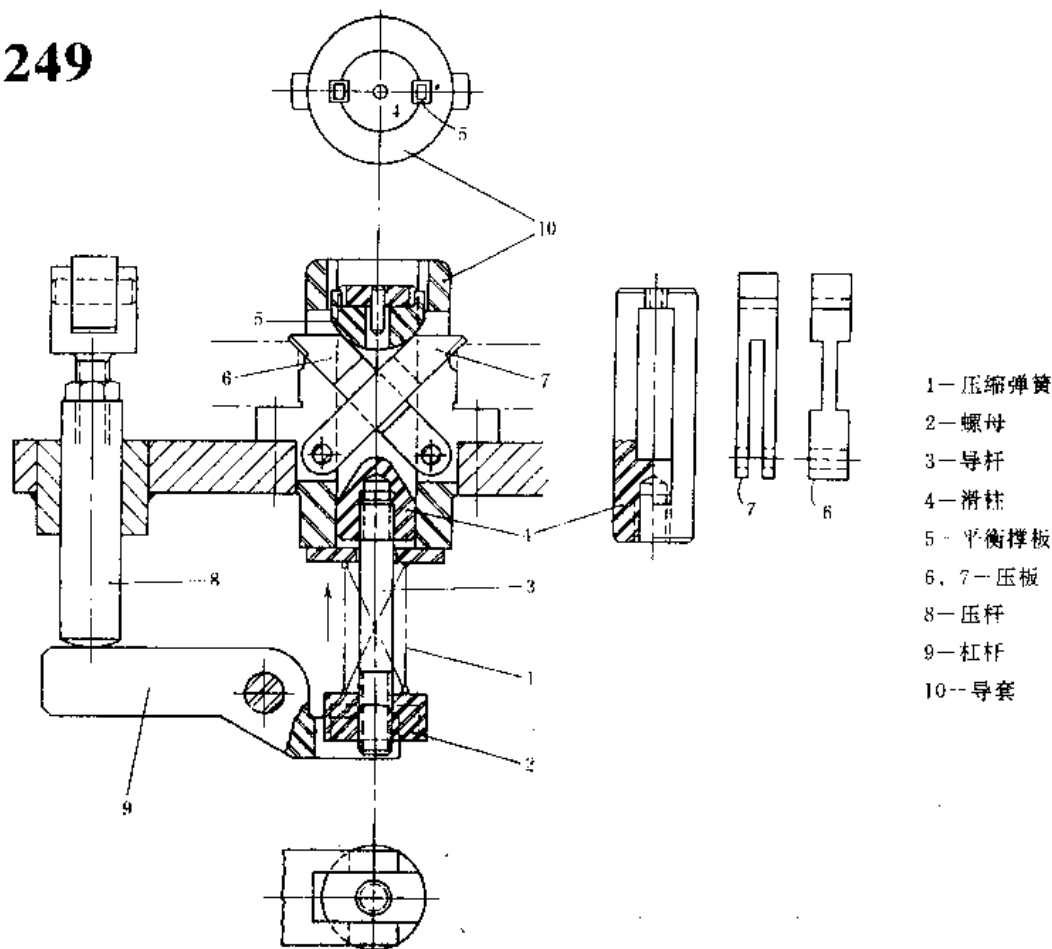


- 1—转台
- 2—滑柱
- 3、4—连杆
- 5—顶杆
- 6—定位环
- 7—底座
- 8—环形导轨
- 9—拉簧

图为自动夹紧和松开工件的机构。

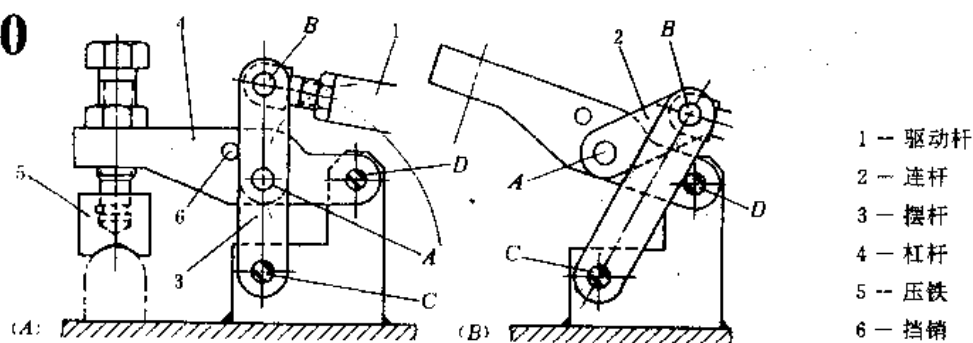
转台 1 上均布若干如图所示的夹紧机构；在底座 7 上装有环形导轨 8，其高度根据各工位的要求而变化。当转台 1 在电动机驱动下（间歇）转动时，滑柱 2 将随环形导轨 8 的高度变化上升或下降，并通过连杆 3、4 使顶杆 5 伸出或缩回，从而实现了自动夹紧和松开工件的动作。

249



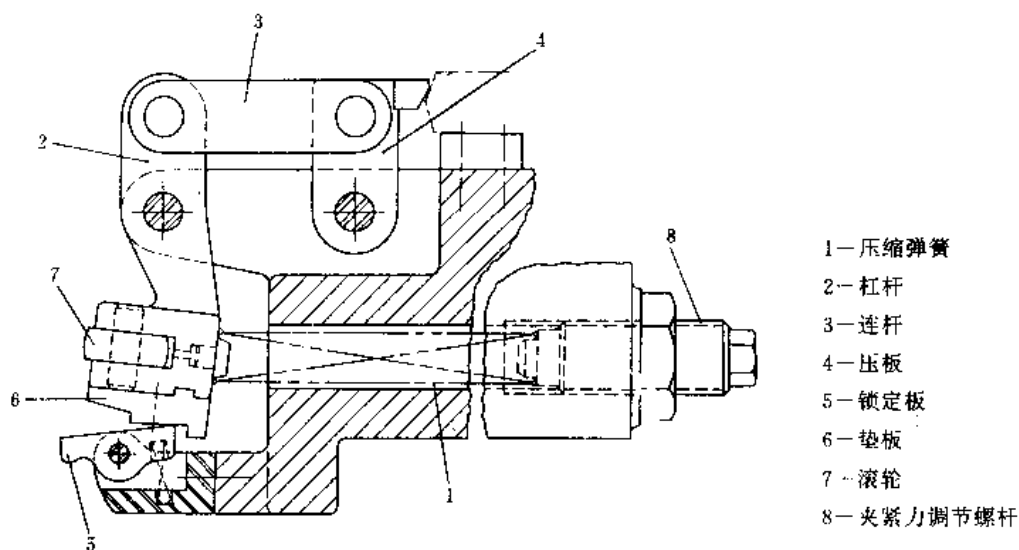
该机构的夹紧力由压缩弹簧 1 产生，经螺母 2、导杆 3、滑柱 4 及平衡撑板 5 传递给压板 6、7，使它们同时向外摆动将工件夹紧。松开工件时，凸轮（未画出）驱动压杆 8 下降，通过杠杆 9 等推动滑柱 4 上升，滑柱 4 的长孔下端（呈凸起状）将迫使压板 6、7 均向内摆动退到导套 10 中，从而工件可被卸下。

250



该机构中 A、B、C、D 分别为浮动铰接点或固定铰接支点。当驱动杆 1 推动摆杆 3 逆时针摆动时，杠杆 4 在连杆 2 的带动下亦作逆时针摆动，压铁 5 将工件夹紧。当 A 位于 B、C 的连线上时，夹紧力为最大且因机构处于死点位置而自锁（图 A）。为防止机构越过死点，在杠杆 4 上设置了挡销 6。

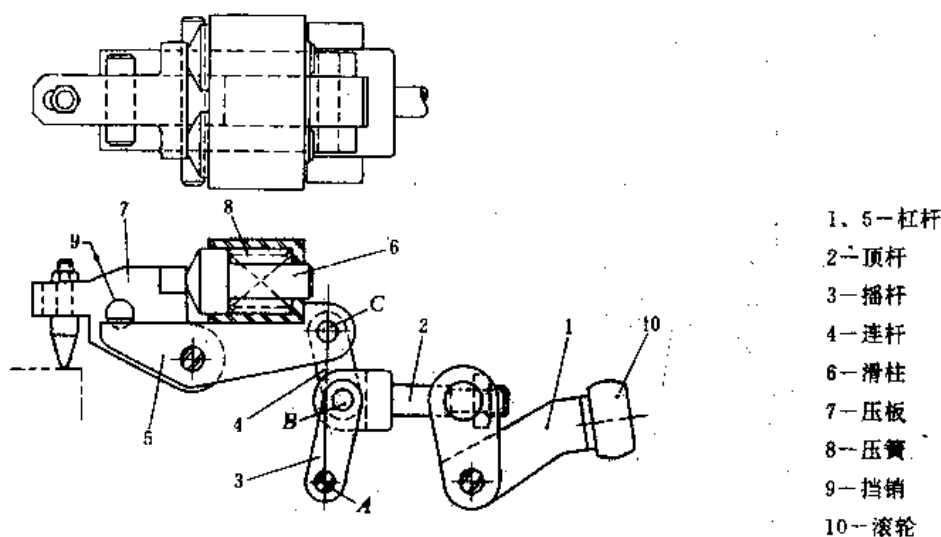
251



该机构压板 4 处于将工件夹紧的位置，其动力来自于压缩弹簧 1。

松开工件时，凸轮（未画出）通过滚轮 7 驱动杠杆 2 克服弹簧阻力作逆时针摆动，连杆 3 将带动压板 4 摆离工件。当欲使压板 4 保持松开工件时的状态，顺时针扳动锁定板 5 使之与安装在杠杆 2 下端的垫板 6 成面接触即可。

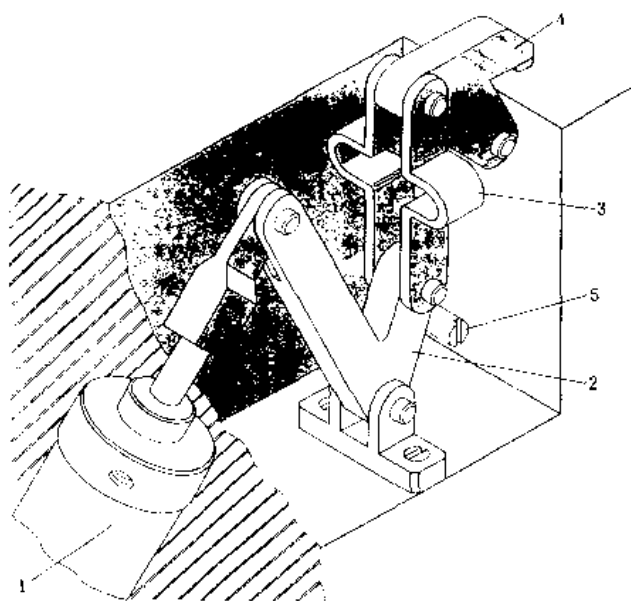
252



该机构夹紧工件的动作过程为：凸轮（未画出）驱动杠杆 1 逆时针转动 → 顶杆 2 向左移动 → 摇杆 3 逆时针转动并通过连杆 4 推动杠杆 5 逆时针摆动 → 位于杠杆 5 上的滑柱 6 顶住与杠杆 5 同轴的压板 7 使之将工件夹紧。此时，由于 B 点未到达点 A、C 的连线，故该机构依靠凸轮保持夹紧状态。

设置在滑柱 6 处的压簧 8 用于防止夹紧力过大。

253

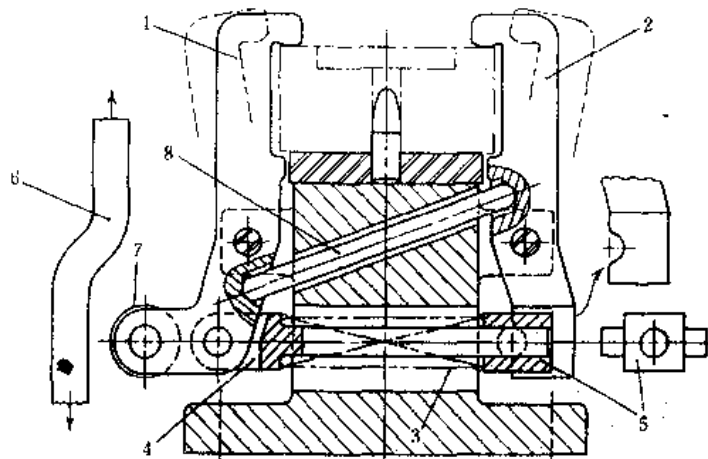


- 1—气缸
- 2—杠杆
- 3—弹性连杆
- 4—压板
- 5—限位销
- 6—夹具体

图为采用了 S 形弹性连杆 3 而获得弹性夹紧力的机构。

当不需要很大的夹紧力及工件的尺寸公差较大时,可在驱动力源与夹紧元件之间加入弹性元件,利用弹性力来夹紧工件。

254

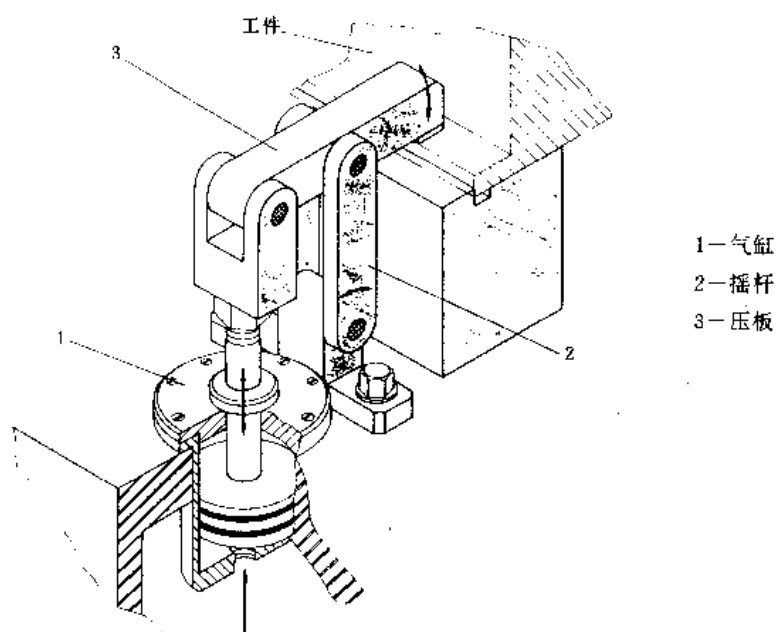


- 1、2—压杆
- 3—压缩弹簧
- 4—导杆
- 5—滑套
- 6—驱动弯板
- 7—滚轮
- 8—滑杆

该机构压杆 1、2 在压缩弹簧 3 的作用下处于将工件夹紧时的状态。压缩弹簧 3 的导杆 4 之左端与压杆 1 相铰接,其右端则通过滑套 5 的两柱销与压杆 2 叉形尾部的半圆槽浮动配合。

当驱动弯板 6 (相当于移动凸轮) 向下运动时,压杆 1 将被迫绕其支轴作逆时针摆动,同时压杆 1 又通过滑杆 8 推动压杆 2 顺时针摆动,从而工件被松开。

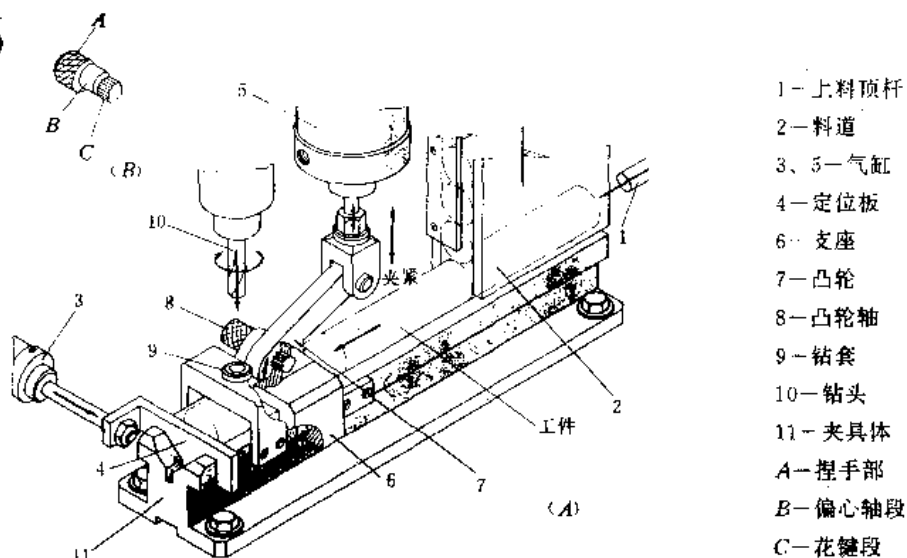
255



该机构压板 3 与摇杆 2 相铰接，当气缸 1 的活塞杆缩回即松开工件时，压板 3 将随着摇杆 2 的逆时针摆动而向后运动，同时又作逆时针转动。从而压板 3 让开了压紧位置，便于从垂直方向装卸工件。

§ 2 偏心（凸轮）夹紧机构

256



- 1—上料顶杆
- 2—料道
- 3、5—气缸
- 4—定位板
- 6—支座
- 7—凸轮
- 8—凸轮轴
- 9—钻套
- 10—钻头
- 11—夹具体
- A—捏手部
- B—偏心轴段
- C—花键段

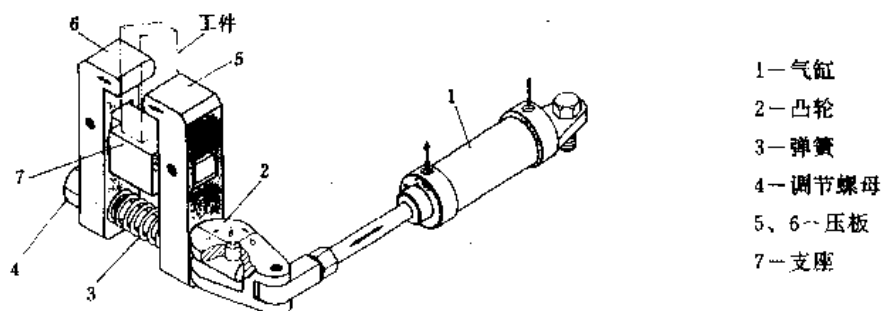
图(A)为将工件夹紧在V形槽上的机构。当上料顶杆1通过两个待加工工件与定位板4共同将位于加工位置的工件轴向定位后,气缸5动作,使凸轮7顺时针转动将工件夹紧在V形槽上。加工完毕后,气缸3带动定位板4退出V形槽,气缸5驱动凸轮7逆时针转动将工件松开,上料顶杆1左移将加工完的工件排出,同时又把另一个待加工工件推到加工位置。

为了提高夹紧的可靠性,凸轮7的廓线可采用阿基米德螺旋线,从而使其在夹紧工件时具有自锁性。另外还应注意:由于凸轮7对工件产生夹紧力时有轴向分力,故在确定凸轮7的夹紧转动方向时应使轴向分力指向定位板4。

图(B)为凸轮轴8的结构,其用于夹紧力的微调。调整方法为:拔出凸轮轴8使其花键段C与凸轮支座6上的花键槽脱离啮合,转过一个齿或几个齿后,再将其插入凸轮支座6,从而改变了凸轮7的偏心量亦即改变了夹紧力。

该机构既可用于钻削也可用于铣削。

257

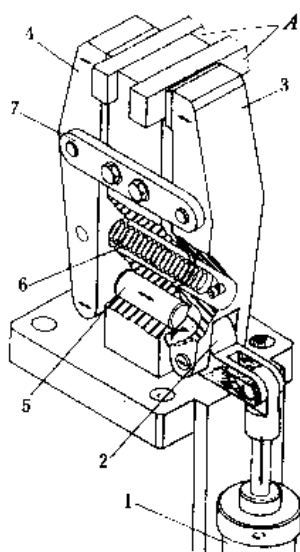


- 1—气缸
- 2—凸轮
- 3—弹簧
- 4—调节螺母
- 5、6—压板
- 7—支座

图为依靠弹簧力将工件夹紧、利用凸轮(或偏心轮)松开工件的机构。

在该机构中,凸轮2不需要具有自锁性,但气缸1的活塞杆在行程两端点以能定位为宜。

258



1—气缸 2—凸轮 3、4—压板

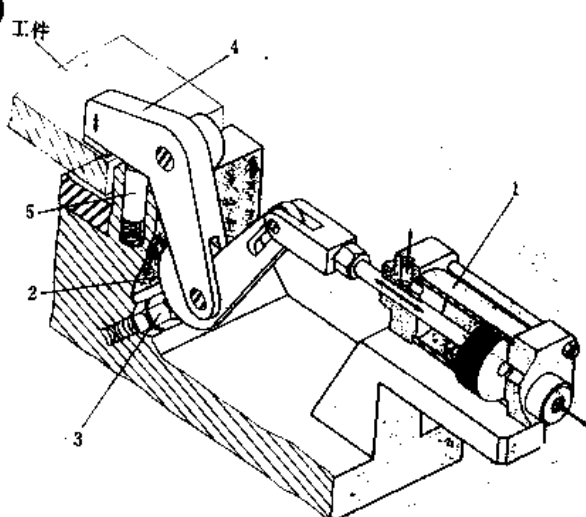
5—滑杆 6—拉簧 7—支板 A—工件

该机构压板 3 的下端装有一凸轮 2，其与压板 4（下端）之间介于一滑杆 5，在拉簧 6 的作用下，凸轮 2 及压板 4 始终与滑杆 5 保持接触。当气缸 1 驱动凸轮 2 转动并使压板 3 逆时针转动时，压板 4 将在滑杆 5 的作用下同时作顺时针转动，从而将图示的两个工件同时被夹紧。

若压板 3、4 的尺寸相同，则它们对工件的夹紧力亦相同。

若凸轮 2 的廓线为阿基米德螺线，则该夹紧机构具有自锁性。

259



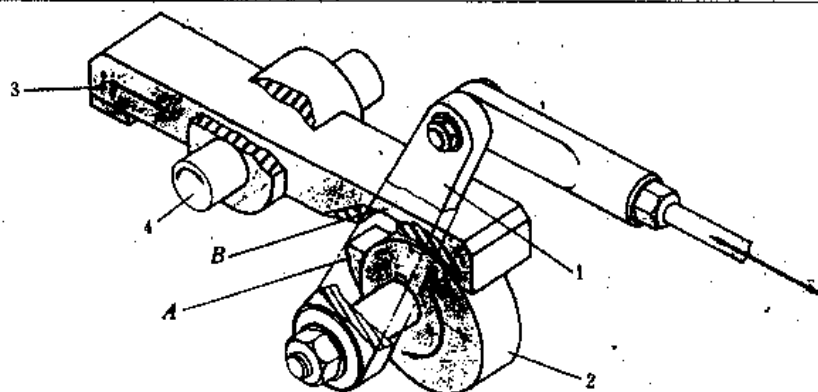
1—气缸 2—凸轮 3—支承螺钉

4—L形压板 5—顶销

该机构当气缸 1 推动凸轮 2 逆时针转动时，一端铰接在凸轮 2 上的 L 形压板 4 将作逆时针摆动，把工件夹紧。反之，当气缸 1 的活塞杆缩回时，L 形压板 4 作顺时针摆动将工件松开。

通过调节支承螺钉 3 可以补偿凸轮 2 的磨损。

260



1—摇杆

2—凸轮

3—压板

4—支轴

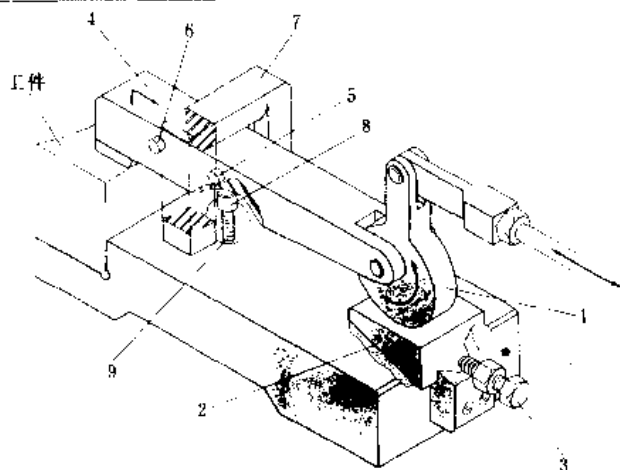
A—凸爪

B—横槽

图为利用一个凸轮使压板完成前进→下摆夹紧→抬起松开→后退动作的机构。

支轴 4 的结构如图所示，压板 3 穿过其上的矩形孔，既可滑动又可随之摆动。凸轮 2 逆时针转动时，其上的凸爪 A 首先拨动压板 3 前进，随后又使其逆时针摆动将工件夹紧。松开工件时则反之。

261

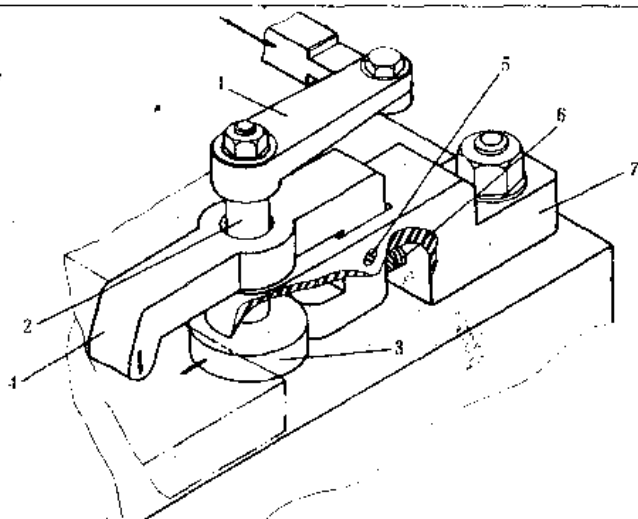


- 1—偏心轮
- 2—楔块
- 3—调节螺钉
- 4—压板
- 5、6—挡销
- 7—门形支架
- 8—顶销
- 9—弹簧

该机构夹具体上的顶销8依靠弹簧9将压板4顶靠在门形支架7的横梁下侧,压板4在纵向可浮动亦即其支点位置是变化的。当气缸(未画出)驱动偏心轮1逆时针转动时,压板4首先向前滑动并同时摆动,待其侧面的挡销5碰到门形支架7的立柱后,压板4又进一步摆动将工件夹紧。

为了适应工件厚度在一定范围内的变化及补偿偏心轮1的磨损,可调整楔块2。

262

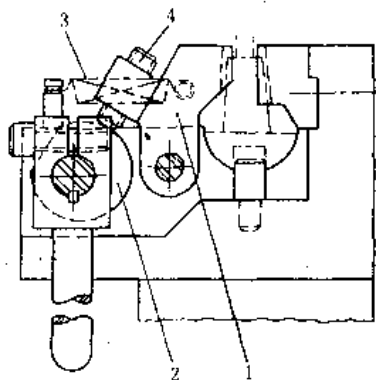


- 1—杠杆
- 2—凸轮轴
- 3—二重偏心凸轮
- 4—压板
- 5—支轴
- 6—压簧
- 7—支板

图为使用一个二重偏心凸轮从两个方向同时将工件夹紧的机构。

当气缸(未画出)驱动凸轮3逆时针(夹紧方向)转动时,凸轮3的一侧直接与工件接触产生水平夹紧力,同时,另一侧则推动图示形状的压板4绕支轴5下摆从垂直方向将工件夹紧。当凸轮3顺时针转动时,压板4在压簧6的作用下抬起将工件松开。

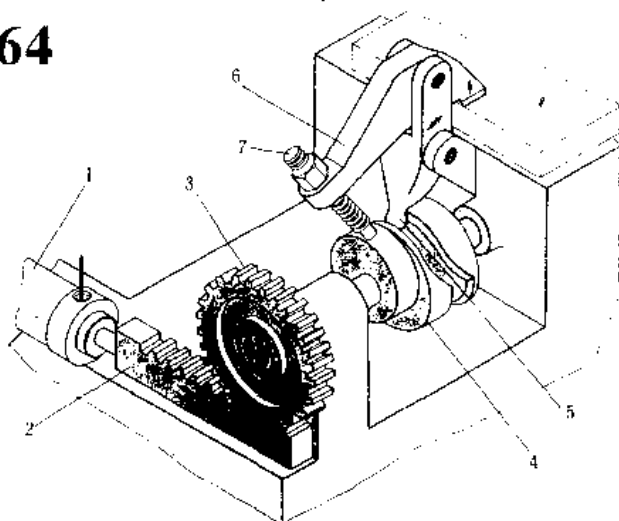
263



- 1—压铁
- 2—凸轮
- 3—弹簧
- 4—螺钉

该机构压铁1由凸轮2驱动夹紧工件,松开工件时依靠弹簧3复位。螺钉4用于补偿凸轮2的磨损或调节夹紧量大小。

264

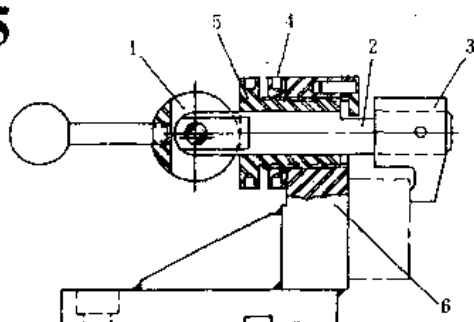


- 1—气缸
- 2—齿条
- 3—齿轮
- 4—复合凸轮
- 5—叉形支架
- 6—压板
- 7—螺栓

该机构复合凸轮 4 由盘形凸轮与圆柱凸轮所组成，盘形凸轮的从动件为压板 6，圆柱凸轮的从动件为叉形支架 5。当气缸 1 通过齿条 2 及齿轮 3 驱动复合凸轮 4 转动时，压板 6 一方面随着叉形支架 5 摆动，同时又绕着叉形支架 5 上的支轴摆动，其复合运动为：前进或后退 + 摆动 → 夹紧或松开工件。

通过调整螺栓 7 可改变夹紧力的大小。

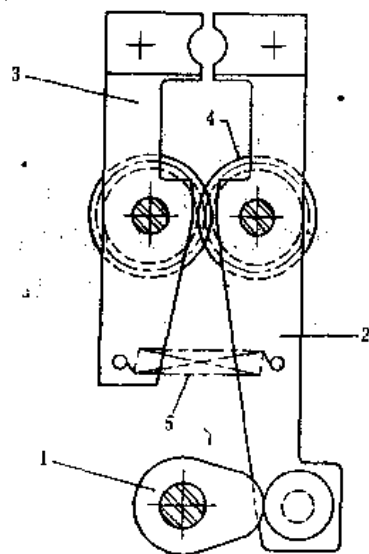
265



- 1—偏心轮 2—拉杆 3—压铁
- 4—锁定螺母 5—导向套 6—夹具体

逆时针转动偏心轮 1，拉杆 2 将带动压铁 3 左移将工件夹紧。当工件厚度尺寸改变时，可松开锁定螺母 4，调整导向套 5 相对夹具体 6 的位置。

266

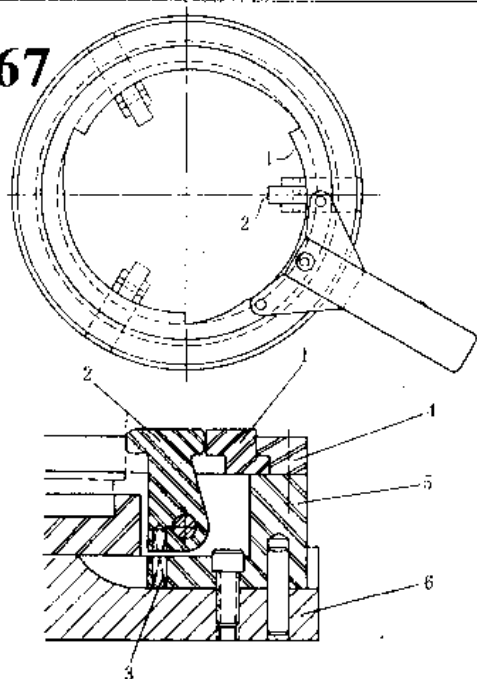


- 1—凸轮 2、3—压板
- 4—齿轮 5—拉伸弹簧

该机构压板 2、3 分别与相互啮合的齿轮 4 相固结，齿轮副的传动比为 1:1。当凸轮 1 驱动压板 2 逆时针摆动时，压板 3 随之作顺时针同步摆动，将工件定心并夹紧。

松开工件时，压板 2、3 依靠拉伸弹簧 5 复位。

267

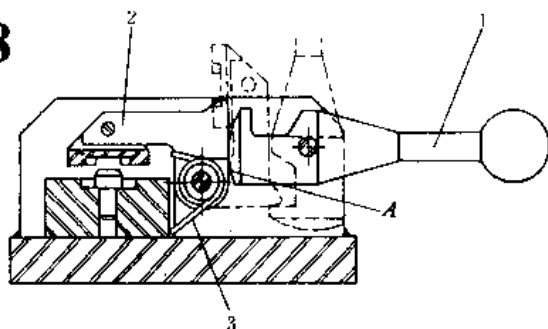


- 1—径向内凸轮
- 2—卡爪
- 3—弹簧
- 4—压环
- 5—支圈
- 6—底座

图为对工件的外圆柱表面进行自动定心及夹紧的机构。

顺时针转动径向内凸轮 1，三个卡爪 2 将同时绕各自的支轴摆向工件将其定心并夹紧。逆时针转动径向内凸轮 1，卡爪 2 在弹簧 3 的作用下复位。

268

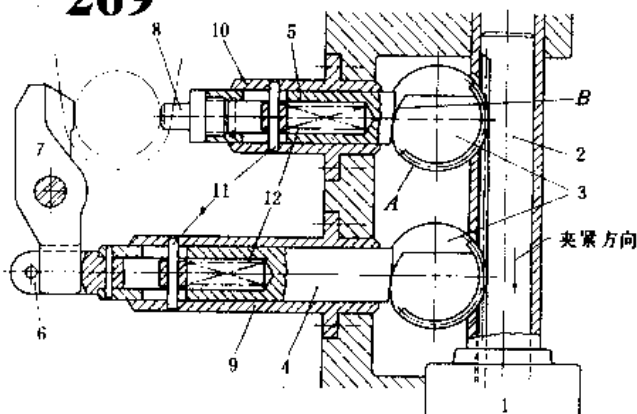


- 1—手柄 2—压板 3—扭簧 A—凸轮段

由图示位置逆时针转动手柄 1，压板 2 将在扭簧 3 的作用下绕其支轴顺时针转至虚线位置，给装卸工件让出了充分的

空间。夹紧工件时，反向转动手柄 1，其左端的钩形部首先拨动压板 2 右端的突出部使之逆时针摆向工件；随即手柄 1 的凸轮段 A 又迫使压板 2 将工件夹紧。

269



- 1—气(油)缸 2—齿条 3—传动轮
- 4、5—滑柱 6—拨爪 7—压板
- 8—顶销 9、10—固定导套 11—柱销
- 12—复位弹簧 A—欠齿齿轮 B—凸轮

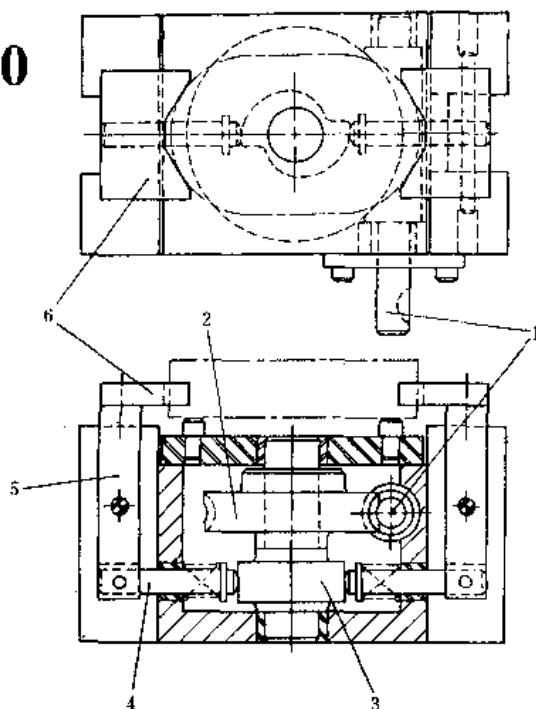
该机构的两个传动轮 3 均由欠齿齿轮 A 和凸轮 B 两部分构成，其中欠齿齿轮 A 与齿条 2 相啮合，凸轮 B 与滑柱 4、5 保持接触。

夹紧工件时，气(油)缸 1 驱动齿条 2 向下运动，经两传动轮 3 使滑柱 4、5 同时向左移动，滑柱 4 通过拨爪 6 带动压板 7 顺时针摆动，而滑柱 5 (右端装有顶销 8) 则直接移

向工件，最后压板 7 与顶销 8 将工件定心并夹紧。

设置在固定导套 9、10 上的柱销 11 既用于防止滑柱 4、5 转动同时又是复位弹簧 12 的支座。

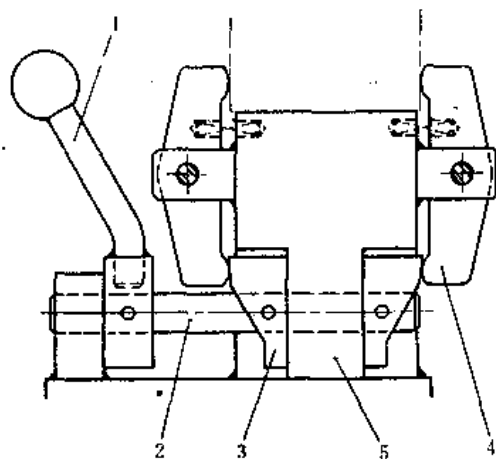
270



- 1—蜗杆
- 2—蜗轮
- 3—凸轮
- 4—滑杆
- 5—杠杆
- 6—V形卡块

该机构当蜗杆 1 驱动蜗轮 2 顺时针转动时,固结在蜗轮轴上的凸轮 3 将通过两滑杆 4 使两杠杆 5 对向摆动,即两 V 形卡块 6 将同时夹紧工件且夹紧力相等

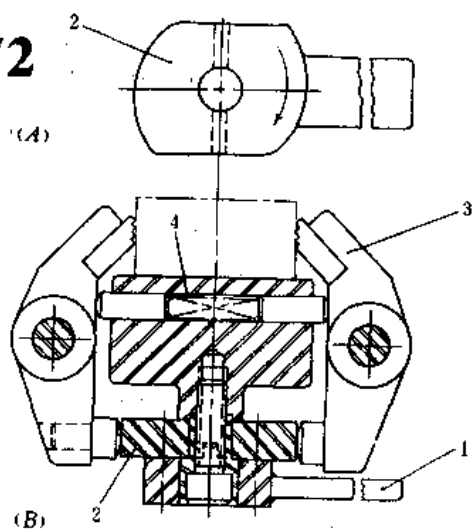
271



- 1—手柄
- 2—轴
- 3—端面凸轮
- 4—压板
- 5—支座

转动该机构手柄 1 时,安装在轴 2 上的两个相同的端面凸轮 3 将同时驱动两压板 4 绕各自支轴摆动,定心夹紧或松开工件。

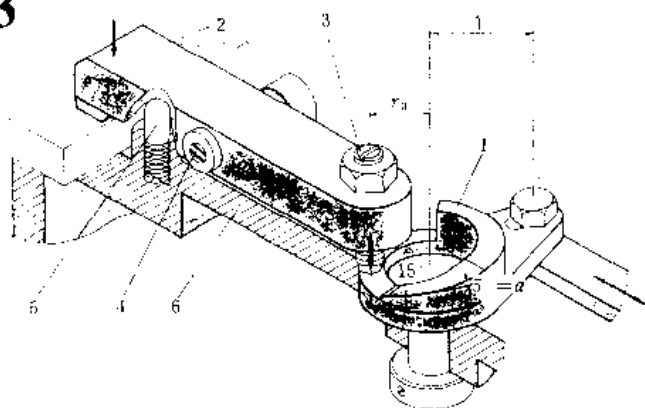
272



- 1—手柄 2—凸轮
- 3—杠杆 4—压缩弹簧

该机构手柄 1 上的凸台嵌入凸轮 2 端面的凹槽中,以螺钉将二者相连。凸轮 2 的形状如图(A)所示。当利用手柄 1 按图中箭头方向转动凸轮 2 时,两杠杆 3 将同时摆向工件将其定心并夹紧。松开工件时,杠杆 3 依靠压缩弹簧 4 复位。

273



- 1- 端面凸轮
- 2- 压板
- 3- 夹紧力调节螺钉
- 4- 支轴
- 5- 顶销
- 6- 夹具体

该机构当气缸（未画出）驱动端面凸轮顺时针转动时，压板 2 右端介于夹紧力调节螺钉 3 将沿着凸轮 1 的斜面上升。凸轮 1 的斜面由两段组成，倾斜角分别为 15°、5°。15°的斜面使压板 2 快速接近工件，5°的斜面则使其夹紧工件。设凸轮 1 作用于夹紧力调节螺钉 3 的力为 W ，则：

$$W = Q \frac{l}{r_0} \times \frac{1}{\lg(\alpha + \phi_1) + \lg \phi_2}$$

式中 Q 是气缸加于凸轮外伸臂端部的力；

l 是凸轮外伸臂的长度（即图中尺寸线 1）；

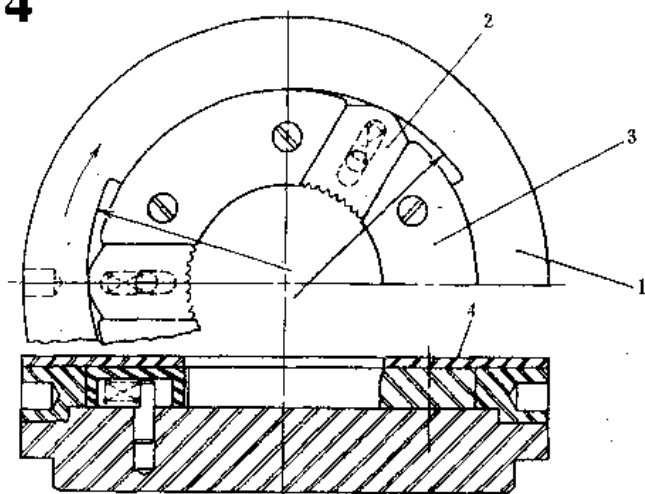
r_0 是凸轮的平均半径；

α 是凸轮的夹紧角 $\alpha = 5^\circ$ ；

ϕ_1 是夹紧力调节螺钉与凸轮夹紧斜面之间的摩擦角；

ϕ_2 是凸轮与夹具体本体之间的摩擦角。

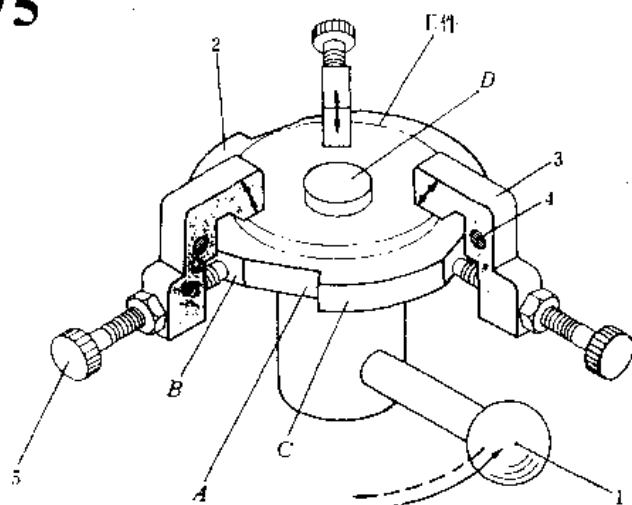
274



- 1- 径向内凸轮
- 2- 滑块
- 3- 隔板
- 4- 端盖

该机构径向内凸轮 1 沿图示箭头方向转动时，三个均布的滑块 2 在凸轮曲面的作用下移向工件，使工件外径定心并被夹紧。

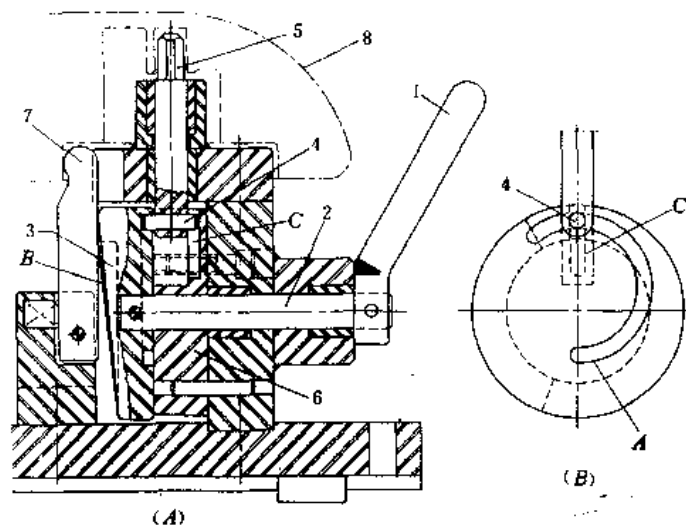
275



- 1—手柄
- 2—凸轮
- 3—卡爪
- 4—支轴
- 5—调整螺钉
- A—松开斜面
- B—夹紧斜面
- C—夹紧定位圆弧段
- D—定位凸柱

该机构凸轮 2 的廓线被三等分，每部分均由三段所组成，即松开斜面 A，夹紧斜面 B 及夹紧定位圆弧段 C。三个相同的卡爪 3 均布在凸轮 2 的外周，依靠重力的作用卡爪 3 上的调整螺钉 5 始终与凸轮 2 保持接触。当逆时针转动手柄 1 时，三个卡爪 3 将绕各自支轴 4 摆动，同时将圆板形工件夹紧。

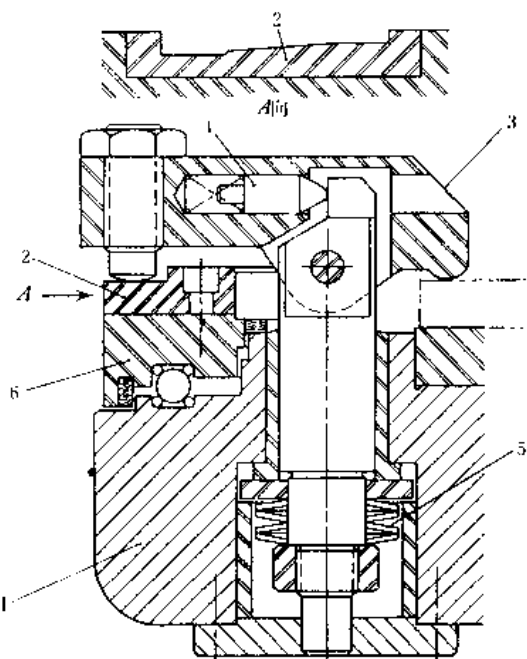
276



- 1—手柄
- 2—轴
- 3—复合凸轮
- 4—柱销
- 5—定位销
- 6—垫板
- 7—压板
- 8—工件

该机构的结构如图 (A) 所示。其中复合凸轮 3 由盘槽凸轮 A (见图 (B)) 与端面凸轮 B 所构成；安装在定位销 5 下端的柱销 4 的左、右端分别插在复合凸轮 3 的凹槽 A 与垫板 6 的止转槽 C 中。夹紧工件时，转动手柄 1，复合凸轮 3 首先通过柱销 4 驱动定位销 5 向上移动将工件定位，随即复合凸轮 3 的端面 B 推动压板 7 绕其支轴逆时针摆动将工件夹紧。

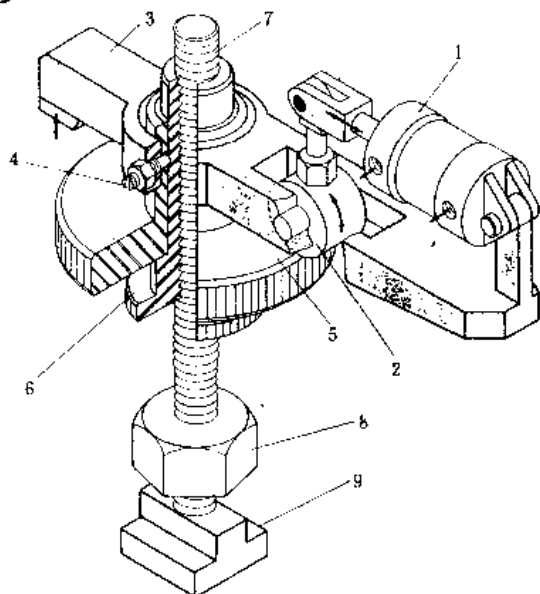
277



- 1—夹具体
- 2—凸轮
- 3—压板
- 4—锥头顶销
- 5—螺旋弹簧
- 6—圆环

在圆形夹具体 1 上均布数个如图所示的夹紧机构，其中凸轮 2 固定在可转动的圆环 6 上，其廓线形状如向视图 A 所示。当利用气缸等驱动圆环 6 转动时，凸轮 2 将使压板 3 夹紧或松开工件；锥头顶销 4 用于使压板 3 复位，螺旋弹簧 5 则起防止夹紧力过大的作用。

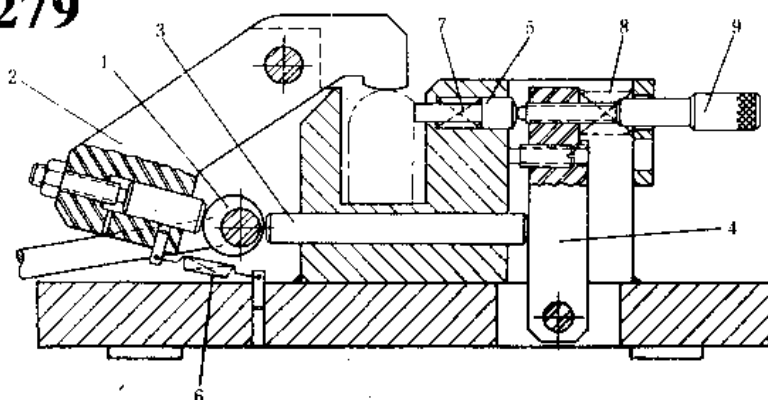
278



- 1—气缸
- 2—偏心轮
- 3—压板
- 4—支轴
- 5—支承盘
- 6—高度调节螺套
- 7—螺柱
- 8—锁定螺母
- 9—T形螺母

该机构气缸 1 与偏心轮 2 均安装在压板 3 上，当气缸 1 驱动偏心轮 2 转动时，压板 3 将绕其支轴 4 摆动，完成夹紧或放松（注：压板 3 的合成重心应位于支轴 4 的右侧，在重力作用下压板 3 可作顺时针摆动）工件的动作。拧动高度调节螺套 6 可改变压板 3 相对于工件定位平面的高度尺寸，从而该夹紧机构可用于厚度不同的工件。在调整高度时需注意的是：当压板 3 夹紧工件时，应保证偏心轮 2 处于自锁状态。

279

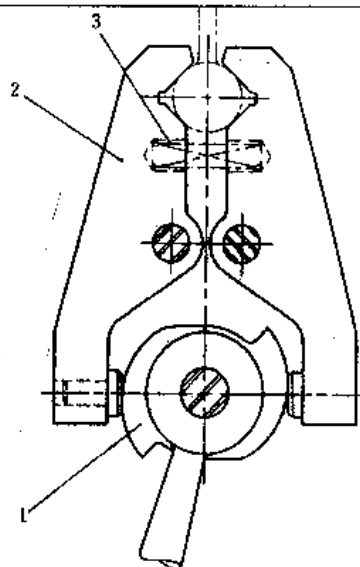


- 1—偏心轮
- 2—压板
- 3—滑杆
- 4—摆杆
- 5—定位杆
- 6、7、8—弹簧
- 9—调节螺杆

该机构处于夹紧工件的状态。其夹紧工件的过程为：装上工件后，偏心轮 1 开始转动，在达到图示位置前，摆杆 4 在弹簧 8 的作用下首先作逆时针摆动，使滑杆 3 左移，并通过调节螺杆 9 推动定位杆 5 亦左移将工件顶靠在左侧定位面；同时压板 2 在偏心轮 1 的驱动下顺时针摆动向定位完毕的工件并将其夹紧。

弹簧 6、7 分别用于保证压板 2 与定位杆 5 的复位。设计时应注意使弹簧 8 比之弹簧 7 有足够大的弹性力。

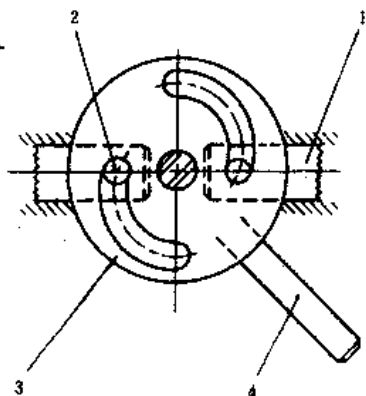
280



- 1—凸轮
- 2—压板
- 3—弹簧

转动凸轮 1 即可使两压板 2 将工件定心并夹紧。凸轮 1 的廓线采用阿基米德曲线，具有自锁性。

281



- 1—滑块 2—圆柱销 3—圆盘 4—手柄

图为将具有内定位面的工件定心并夹紧的机构。

安装在滑块 1 上的圆柱销 2 插在圆盘 3 上的偏心槽中。顺时针转动圆盘时，可使两滑块 1 以等速向外移动，将具有内定位面的工件定心并夹紧。

§ 3 楔夹紧机构

282

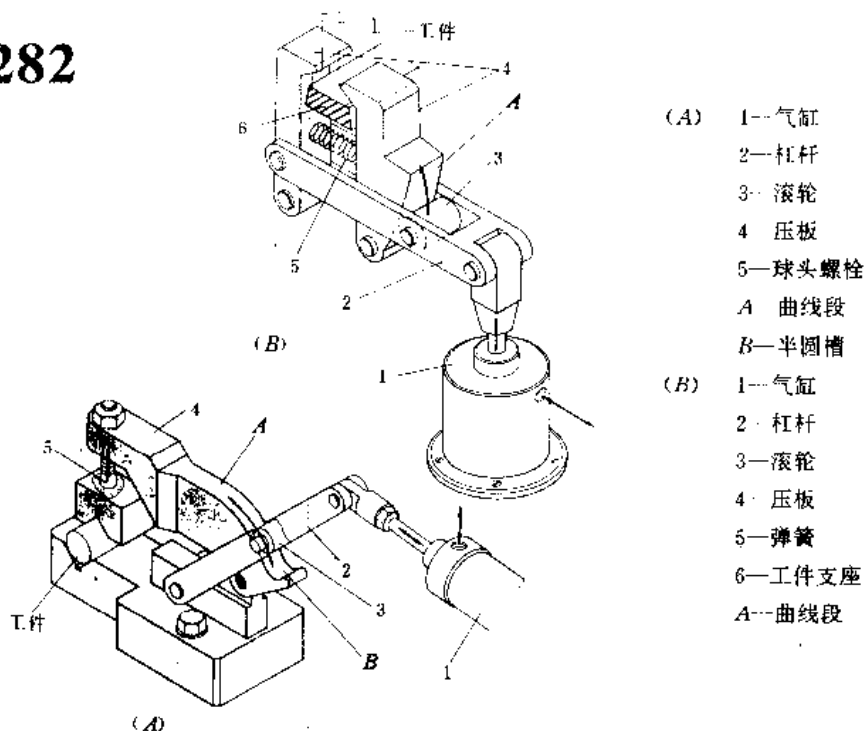
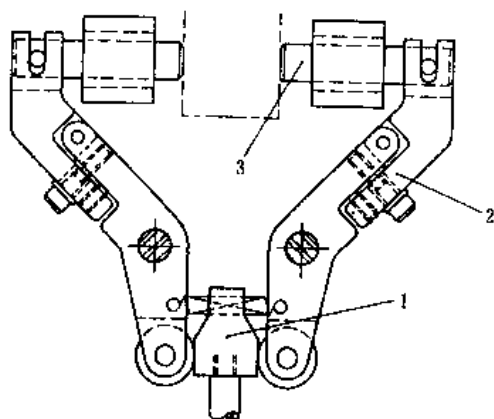


图 (A)、(B) 均为利用压板背部上的曲线段与杠杆上的滚轮相互作用产生夹紧力的机构。

在图 (A) 中, 当杠杆 2 在气缸 1 的驱动下逆时针摆动时, 压板 4 将工件夹紧; 反之则松开。在松开过程中, 压板 4 的抬起依靠杠杆 2 上的滚轮 3 卡入其尾部的半圆槽 B 后, 杠杆 2 继续右摆来实现。通过调整压板 4 端部的球头螺栓 5 可改变夹紧力的大小或适应不同尺寸的工件。

图 (B) 为双压板结构, 杠杆 2 的支点位于左侧压板 4 上, 杠杆 2 上的滚轮 3 与右侧压板 4 背部的曲线段 A 相接触; 当气缸 1 的活塞杆伸出时, 两压板 4 摆向工件将其夹紧。

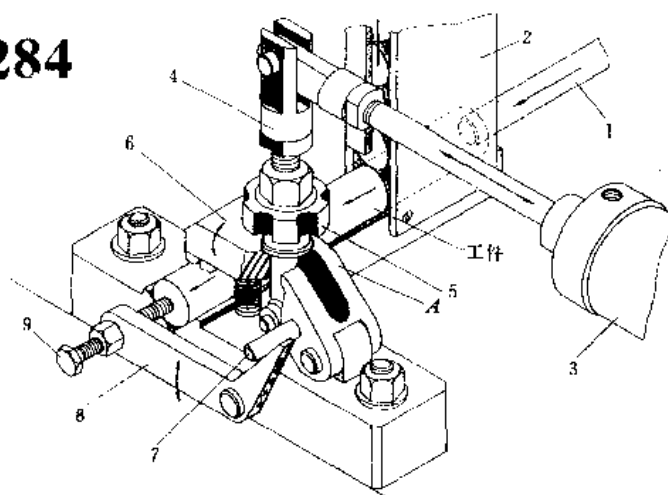
283



1—双斜面楔块 2—杠杆 3—压杆

该机构当双斜面楔块 1 被气缸或油缸驱动作上下运动时, 两杠杆 2 将带动两压杆 3 左右滑动将工件夹紧或松开。为保证准确的定心, 杠杆 2 具有如图所示的可调结构。

284



- 1—上料顶杆
- 2—料道
- 3—气缸
- 4—摇杆
- 5—调节螺母
- 6—压板
- 7—拨销
- 8—杠杆
- 9—定位螺栓

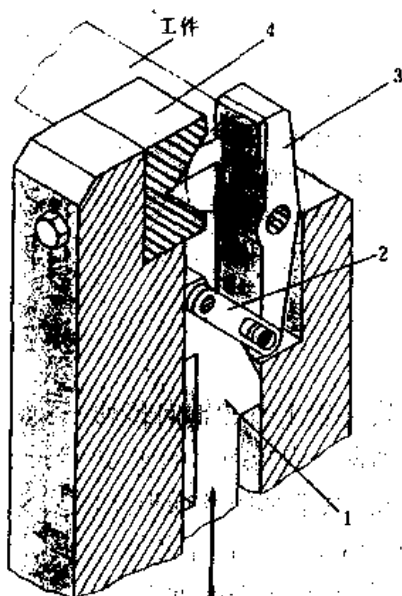
该机构当上料顶杆 1 将料道 2 中的圆柱形工件推向 V 形槽时, 气缸 3 的活塞杆开始向左运动并通过摇杆 4 驱动压板 6 作逆时针摆动; 同时杠杆 8 在重力的作用下摆到图示位置, 固定在其端部的定位螺栓 9 将工件挡住。随着气缸 3 的活塞杆进一步向左运动, 由于摇杆 4 上的调节螺母 5 与压板 6 上侧弯曲部 A 的相互作用产生夹紧力, 从而使压板 6 将工件夹紧。

加工结束后 (图中未画出加工机械), 气缸 3 的活塞杆向右运动将工件松开, 压板 6 则在弹簧的作用下离开工件, 同时其上的拨销 7 带动杠杆 8 顺时针摆动让开工件的下料通路。

图中上料顶杆 1 的作用: (1) 隔离工件; (2) 上料的同时又将加工完毕的工件推出; (3) 将被加工工件顶紧在定位螺栓 9 上。

该机构夹紧力的大小可通过调节螺母 5 进行微调。

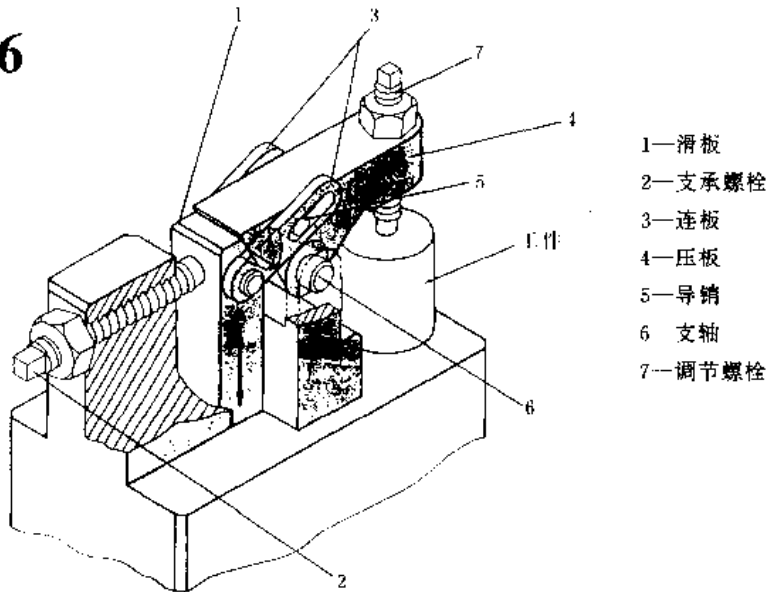
285



- 1—楔块
- 2—连板
- 3—压板
- 4—V形块

该机构楔块 1 在气缸或其它驱动元件的推动下向上运动时, 其斜面直接作用于压板 3 的尾部, 使其逆时针摆动将工件夹紧。当楔块 1 下移时, 铰接在其端部的连板 2 将带动压板 3 顺时针摆动把工件松开。

286

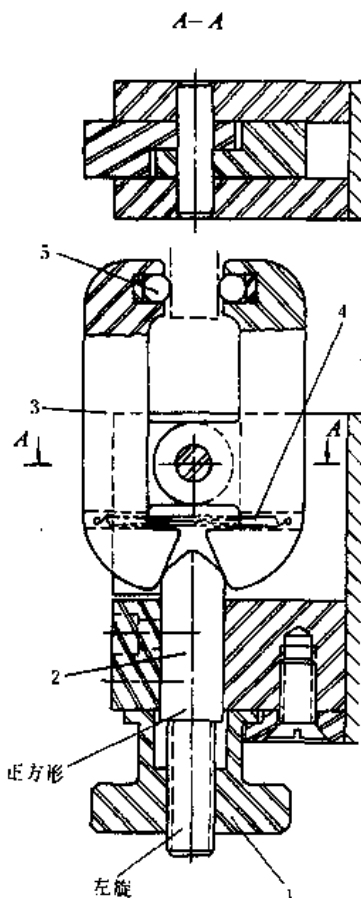


- 1—滑板
- 2—支承螺栓
- 3—连板
- 4—压板
- 5—导销
- 6—支轴
- 7—调节螺栓

该机构的夹紧动作是利用滑板端部的斜面与压板尾部的曲面相互作用来完成的。当滑板1向下运动即松开工件时，连板3将带动压板4作较大角度的逆时针摆动。

由图可见，驱动力点至支轴6的距离小于夹紧点到支轴6的距离，故不能获得较大的夹紧力，从而该夹紧机构主要用于装配作业。

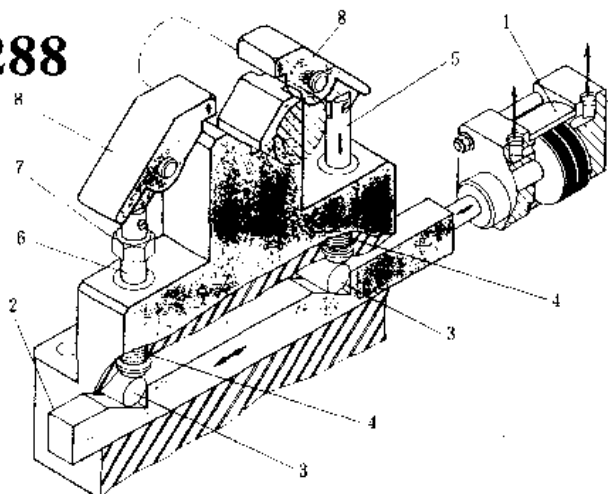
287



- 1—手轮
- 2—顶杆
- 3—杠杆
- 4—拉伸弹簧
- 5—圆柱体

该机构手轮1不能轴向移动，而顶杆2则不能转动。因此，当顺时针转动手轮1时，顶杆2将向上运动，其端部的斜面迫使两杠杆3绕各自支轴摆动，将工件定心并夹紧。反之，当顶杆2向下运动时，杠杆3在拉伸弹簧4的作用下复位将工件松开。

288

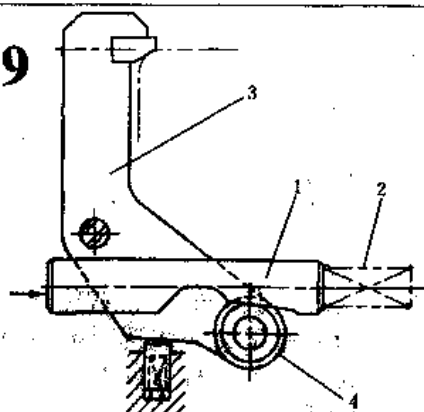


- 1—气缸
- 2—滑杆
- 3—滚柱
- 4—压簧
- 5、6—顶杆
- 7—锁定螺母
- 8—压板

该机构滑杆 2 上开有两处楔槽，槽中放有滚柱 3；压簧 4 使顶杆 5、6 始终与滚柱 3 保持接触。当气缸 1 带动滑杆 2 右移时，由于斜楔作用，顶杆 5、6 将被滚柱 3 向上推动，使两压板 8 同时摆向工件将其夹紧。反之，当气缸 1 驱动滑杆 2 左移时，两压板 8 把工件松开。

为了使两压板 8 的夹紧力相等，在顶杆 6 上制有调整螺纹（未画出）与锁定螺母 7。

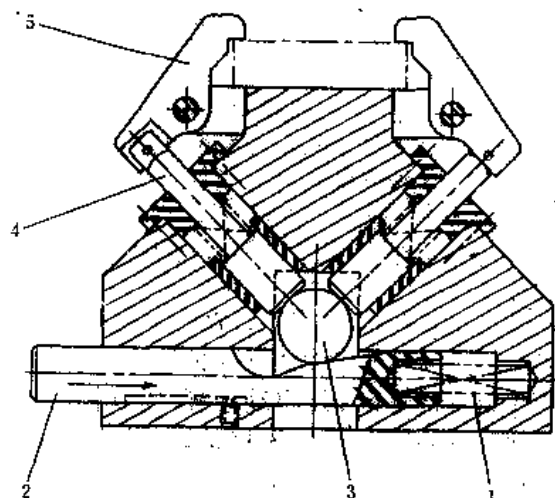
289



- 1—楔杆
- 2—弹簧
- 3—杠杆
- 4—滚轮

该机构楔杆 1 在弹簧 2 的作用下使杠杆（压板）3 保持着夹紧工作的状态。松开工件时，必须借助凸轮或气缸等向右推动楔杆 1。

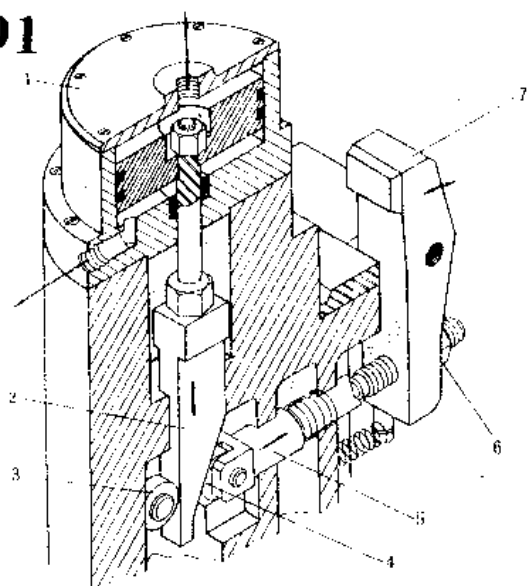
290



- 1—压缩弹簧
- 2—楔柱
- 3—钢球
- 4—顶杆
- 5—压杆

该机构压缩弹簧 1 通过楔柱 2 驱动钢球 3 向上移动，将力传递给两顶杆 4，从而使两压杆 5 将工件夹紧。松开工件时利用凸轮等推动楔柱 2 向右移动即可使工件松脱。

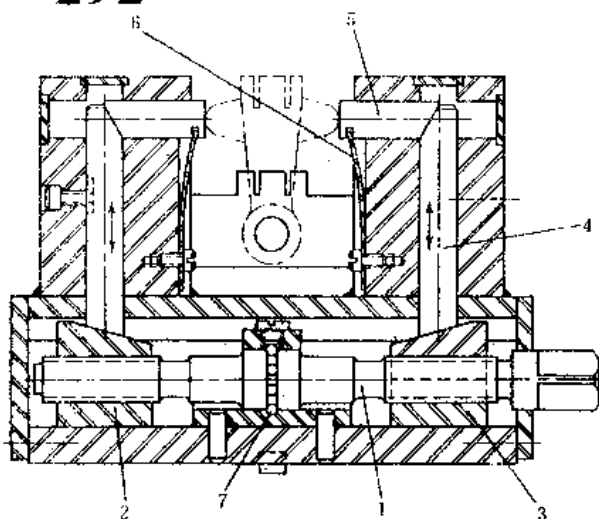
291



- 1—气缸 2—楔块 3、4 滚轮 5 滑杆
6—调节螺母 7—压板

该机构当气缸1的活塞杆向下运动时,楔块2介于滚轮4推动滑杆5向右移动,从而使压板7绕支点逆时针摆动将工件夹紧。当气缸1的活塞杆带动楔块2向上运动时,在弹簧力的作用下,滑杆5向左移动,压板7作顺时针摆动将工件松开。图中滚轮3起支承及减小摩擦力的作用。

292

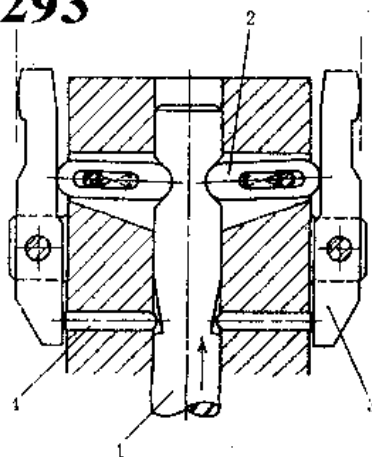


- 1—螺杆
2、3—螺母
4—传力杆
5—压杆
6—弹簧片
7—钢球

转动螺杆1时,其上的左、右旋梯形螺纹将带动具有斜面的螺母2、3同速对向移动或反向离开,同时通过两传力杆4使两压杆5将工件定心夹紧或松开。

弹簧片6用于松开工件时使压杆5复位;钢球7起减小摩擦及防止轴向间隙的作用。螺母3为拼合结构。

293

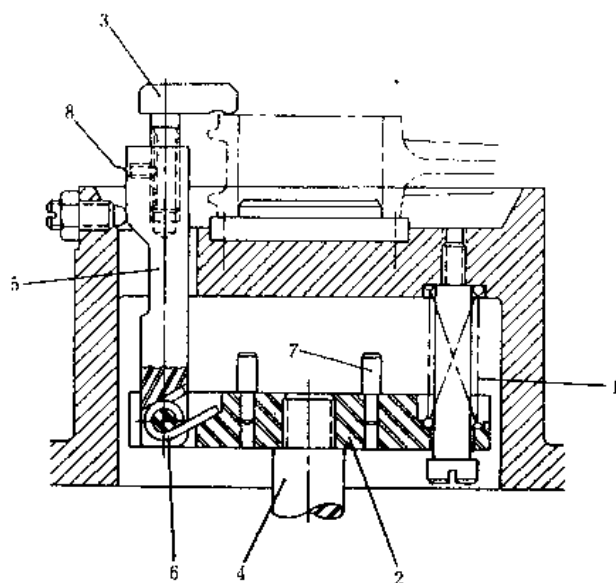


- 1—滑柱
2—浮动连杆
3—压板
4—顶杆

图为机构夹紧工件时的状态,滑柱1将两浮动连杆2同时向外顶出,使两压板3把工件夹紧。

当滑柱1向下运动时,两浮动连杆2均随之向下摆动并在其长孔中的弹簧作用下向内移动;与此同时,滑柱1上的斜面则推动两顶杆4使两压板3松开工件并向内摆动复位。

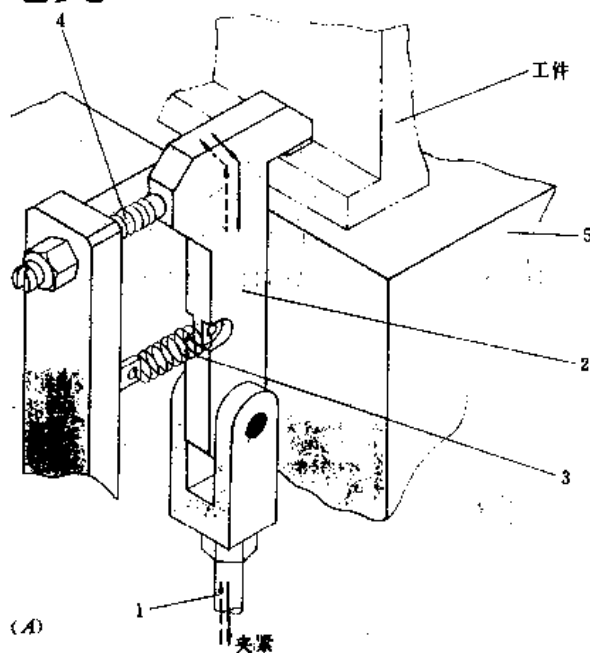
294



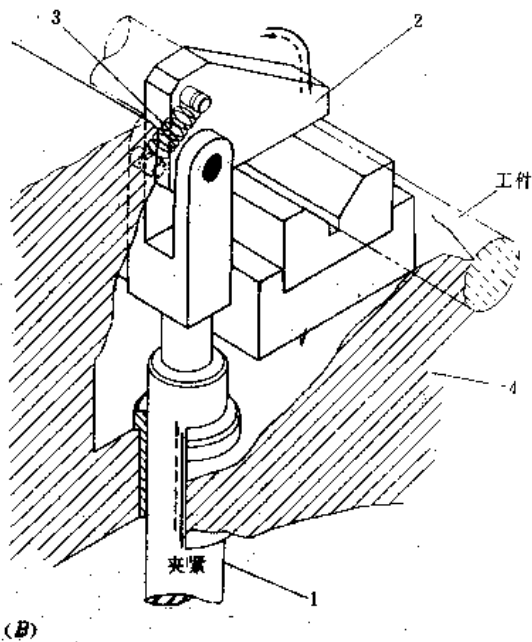
- 1—压缩弹簧
- 2—托板
- 3—卡爪
- 4—顶杆
- 5—拉杆
- 6—扭簧
- 7—限位销
- 8—导向螺钉

该机构三个压缩弹簧 1 通过托板 2 迫使三个卡爪 3 向下将工件夹紧。松开工件时，顶杆 4 推动托板 2 向上移动，由于拉杆 5 具有图示形状的凹槽及其支轴处装有扭簧 6，故拉杆 5 即卡爪 3 将在随托板 2 向上运动的同时并向外摆动使工件松脱。

295



(A) 1—拉杆 2—压铁 3—拉簧
4—支承调节螺栓 5—夹具体

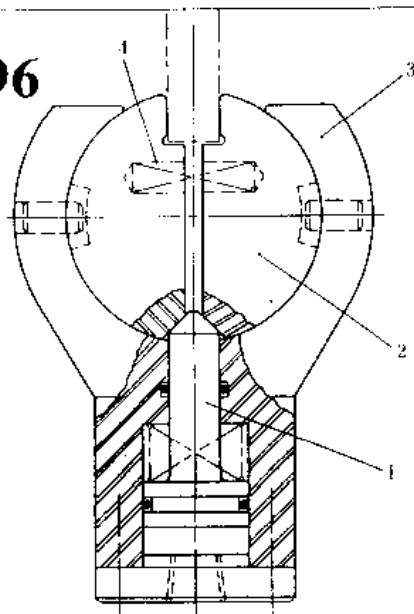


(B) 1—拉杆 2—压铁
3—拉簧 4—夹具体

图(A)(B)均为利用压铁的特殊形状与拉簧相配合实现压铁在松开工件时自动退让，便于装卸工件的机构。

拉杆 1 向下运动为夹紧工件，反之则将工件松开。夹紧工件时，压铁 2 的支点在图(A)中为支承调节螺栓 4；在图(B)中则是依靠夹具体 4 上的突出部。

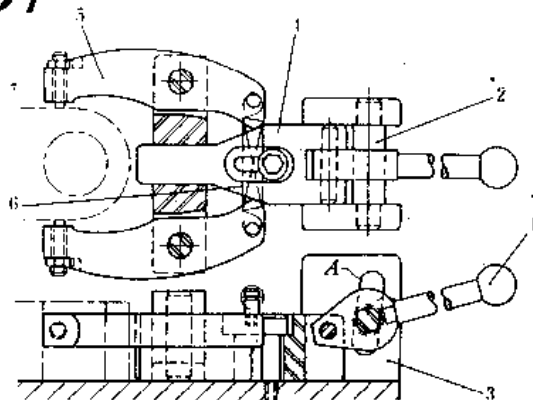
296



- 1—油缸活塞杆
- 2 压板
- 3—夹具体
- 4 弹簧

该机构的油缸活塞杆 1 向上运动时,其锥形端部作用于两半圆形压板 2 的法向分力将迫使其同时沿夹具体 3 的内圆弧面滑动,至图示位置将工件定心并夹紧。油缸的下腔卸压后,压板 2 在弹簧 4 的作用下自行复位。

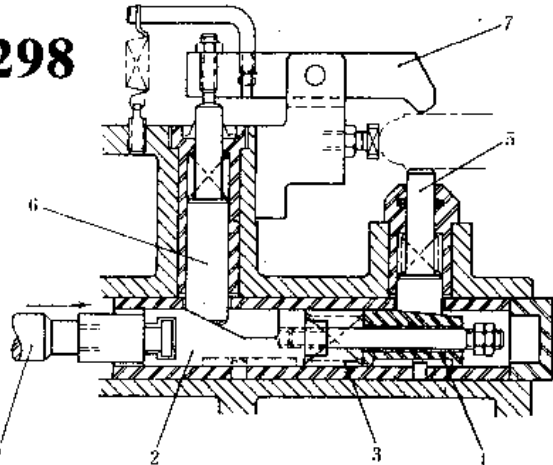
297



- 1—手柄
- 2—销轴
- 3—夹具体
- 4—双斜面楔块
- 5—杠杆
- 6—拉簧
- A—长孔

该机构手柄 1 上的销轴 2 插在夹具体 3 上的长孔 A 中,其左端又与双斜面楔块 4 相铰接。当压下手柄 1 时,销轴 2 沿长孔 A 滑动而使楔块 4 左移,在楔块 4 斜面的作用下,两杠杆 5 同时绕各自支轴摆动将工件定心并夹紧。

298

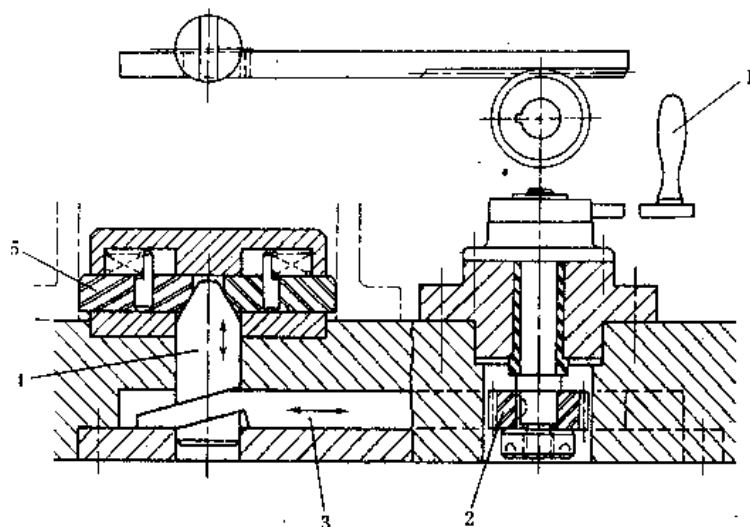


- 1—气(油)缸活塞杆
- 2、4—楔块
- 3—弹簧
- 5—顶销
- 6—顶杆
- 7—压板

图为利用压板与可动顶销将工件夹紧的机构。

当气(油)缸驱动楔块 2 向右运动时,一方面介于弹簧 3 (防止夹紧力过大) 推动楔块 4 向右移动,使顶销 5 向上伸出支承住工件;另一方面楔块 2 又通过顶杆 6 迫使压板 7 顺时针摆动将工件夹紧。

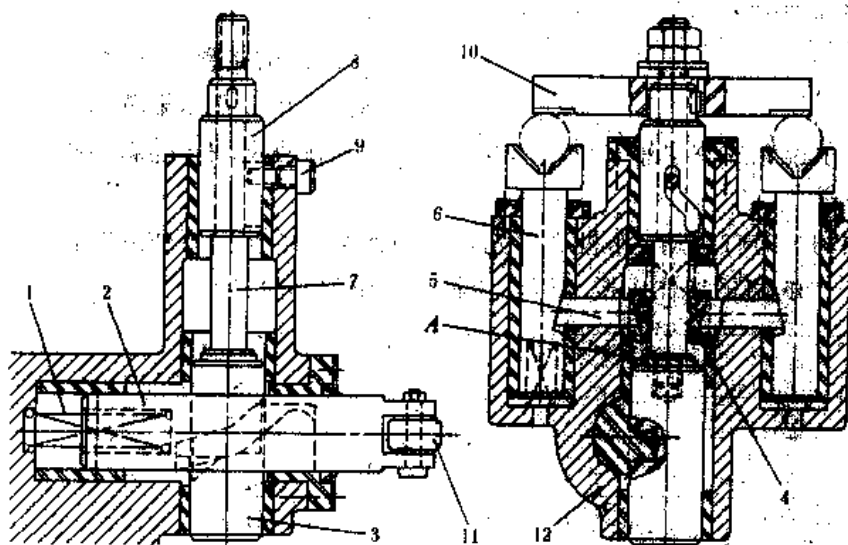
299



- 1—手柄
- 2—齿轮
- 3—齿条
- 4—楔柱
- 5—压铁

当转动手柄 1 使齿轮 2 带动齿条 3 向左移动时,在齿条 3 左端的斜面作用下,楔柱 4 将向上运动并推动两压铁 5 同时向外伸出,将工件定心并夹紧。该机构是利用齿条 3 与楔柱 4 相互接触处的斜面保持自锁的。

300



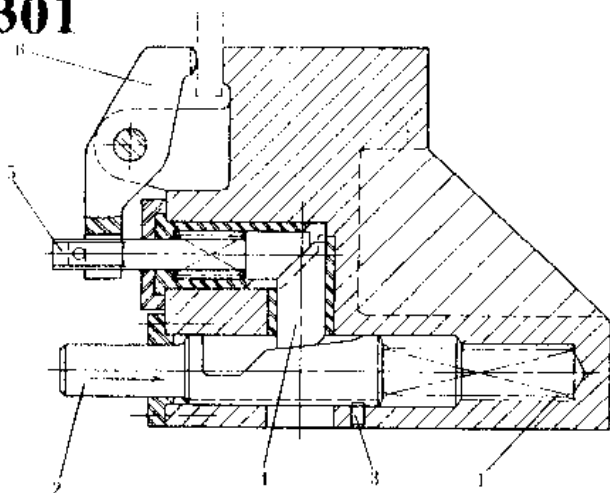
- 1—压缩弹簧
- 2、3—滑柱
- 4—锥套
- 5—顶销
- 6—工件支承柱
- 7—拉杆
- 8—套筒
- 9—导销
- 10—压板
- 11—滚轮
- 12—夹具体
- A—轴肩

图为平行式多件夹紧的机构。

夹紧工件的动作过程为:压缩弹簧 1 驱动滑柱 2 向右移动,由于滑柱 2 上的斜凸台与滑柱 3 的凹槽相配合,故滑柱 3 将向下运动,当其轴肩 A 与锥套 4 脱离接触后,锥套 4 便由于压簧的作用而向下移动并通过两顶销 5 将工件支承柱 6 锁定;与此同时和拉杆 7 以间隙配合的套筒 8 借助其上的螺旋槽和导销 9 的相互作用带动压板 10 自动回转 90°至图示位置,最后随着滑柱 3 进一步向下运动,压板 10 同时将两个工件夹紧。

松开工件时依靠凸轮向左推动滑柱 2,其它各构件的动作与上述相反。

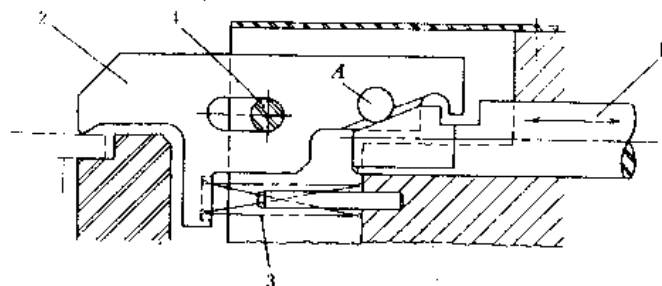
301



- 1—压缩弹簧
- 2—楔柱
- 3—导销
- 4—斜端滑柱
- 5—顶杆
- 6—压板

该机构压缩弹簧1经楔柱2、斜端滑柱4及顶杆5将力传递给压板6，使之绕支轴顺时针摆动将工件夹紧。松开工件时利用凸轮或气缸等向右推动楔柱2即可。

302

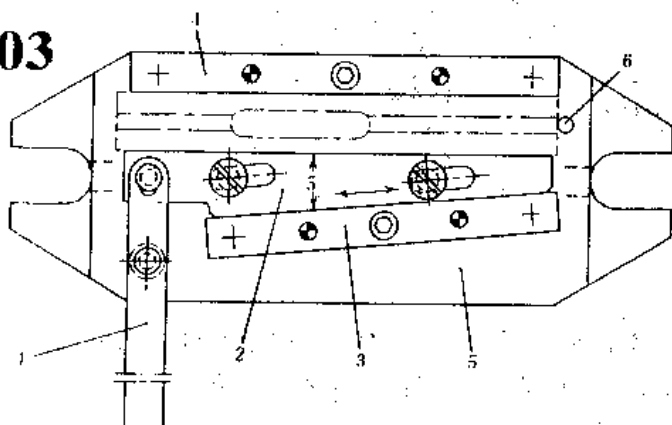


- 1—驱动轴
- 2—压板
- 3—压缩弹簧
- 4—导销
- A—圆柱体（固定在压板2上）

该机构夹紧工件时：驱动轴1向左运动，压板2在压缩弹簧3的作用下与之同步向左运动；至图示位置后驱动轴1继续左移，压板2则在驱动轴1的斜面推动下绕导销4逆时针摆动将工件夹紧。

松开工件时，驱动轴1向右运动，压板2首先在压缩弹簧3的作用下作顺时针摆动与工件脱离接触，待驱动轴1上的凹槽挂住压板2后，压板2始随之右移复位。

303

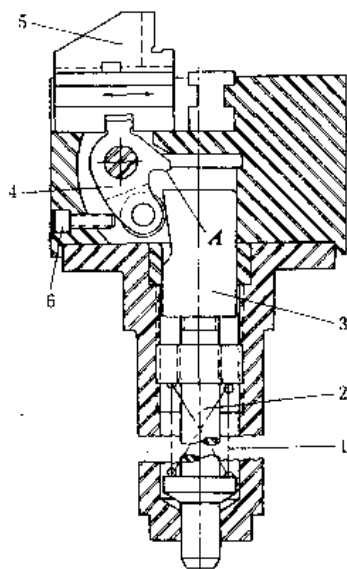


- 1—杠杆
- 2—楔板
- 3、4—导向板
- 5—夹具体
- 6—挡销

图为杠杆楔板夹紧机构。

顺时针转动杠杆1，楔板2向右移动夹紧工件。楔板2的倾斜角为 5° 。导向板3、4若与夹具体5为组装结构，则除了使用螺钉联结外还应采用定位销。

304



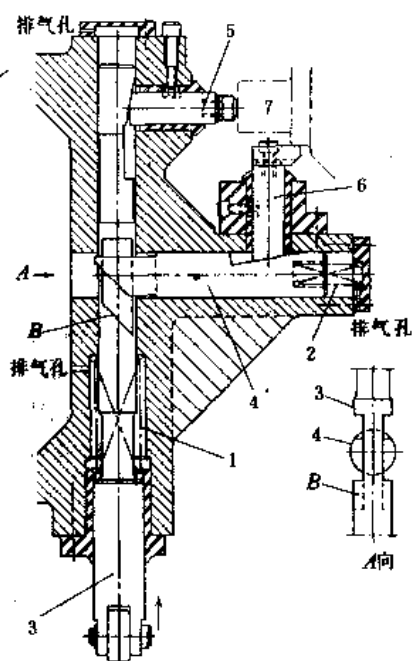
- 1—压缩弹簧
- 2—导杆
- 3—楔柱
- 4—拨杆
- 5—钳口
- 6—限位螺钉

图为具有三个活动钳口 5（相间 120° ）的虎钳式夹紧机构。

夹紧工件时，压缩弹簧 1 迫使具有三个斜面的楔柱 3 向下移动，其斜面推动拨杆 4 顺时针摆动，从而三个钳口 5 同时向机构中心移动将工件定心并夹紧。

松开工件时，利用凸轮向上推动导杆 2，楔柱 3 的端部将与拨杆 4 的 A 部相接触并使之逆时针摆动，三个钳口 5 同时向外移动使工件松脱。

305

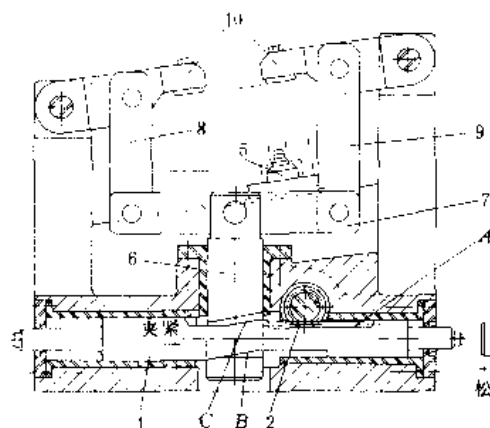


- 1、2—压缩弹簧
- 3、4—楔杆
- 5、6—顶杆
- 7—工件

该机构依靠压缩弹簧 1、2 分别驱动楔杆 3、4 下移及左移，使顶杆 5、6 从水平和垂直方向将工件夹紧。

当利用凸轮向上推动楔杆 3 时，其斜面 B 将迫使楔杆 4 右移，从而顶杆 5、6 不再施力于工件使之松脱。

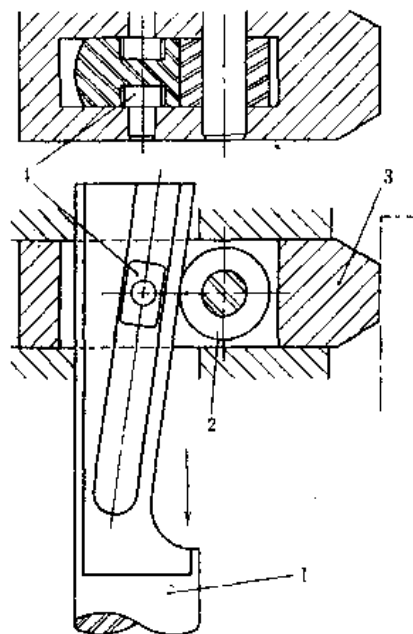
306



- 1—滑柱
- 2—齿轮
- 3—盘槽凸轮
- 4—销轴
- 5—定位销
- 6—拉杆
- 7—杠杆
- 8、9—连杆
- 10—压板
- A—齿条 B、C—斜面
- D—凹槽 E—非圆曲线线段
- F—圆弧段

该机构滑柱1上制有齿条A及斜面B、C,当滑柱1被气缸(未画出)驱动向右运动时,首先齿条A通过齿轮2带动与其同轴的盘槽凸轮3逆时针转动,介于插在凸轮槽中的销轴4,定位销5被推动上升而将工件定位。随着滑柱1继续向右运动,定位销5将保持不动,而拉杆6则在滑柱1的斜面B作用下向下移动,经杠杆7及连杆8、9使两压板10摆向工件并将其夹紧。

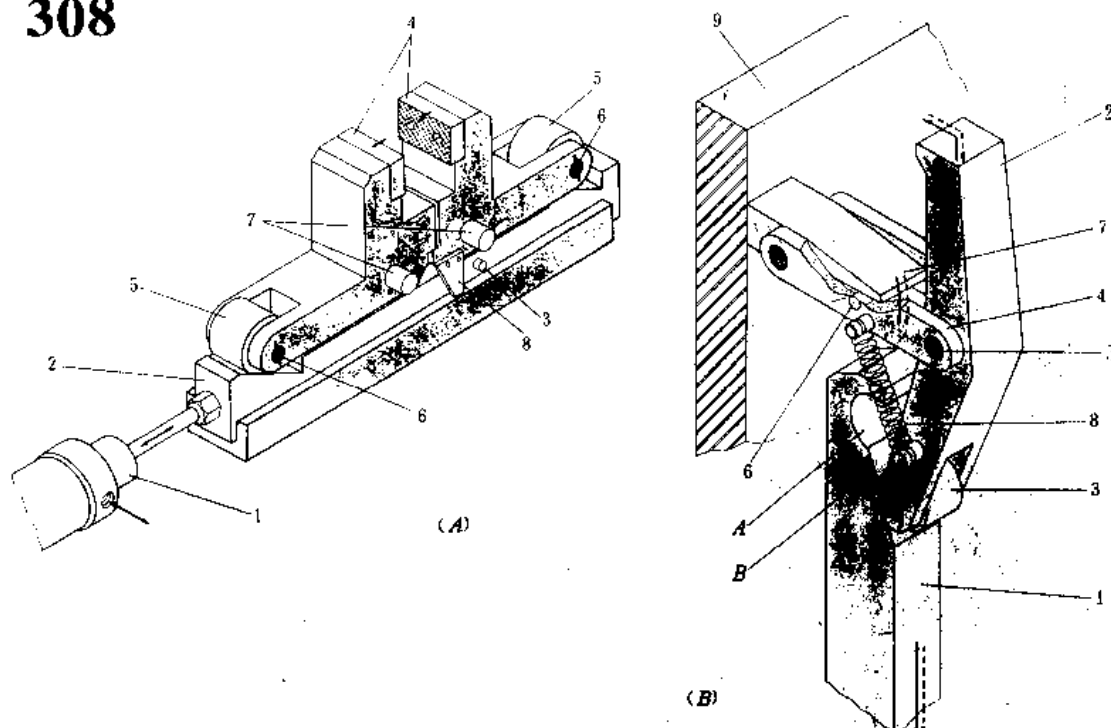
307



- 1—拉杆
- 2—滚轮
- 3—压铁
- 4—滑键

该机构拉杆1向下运动时,拉杆1斜面通过滚轮2(起减小摩擦的作用)推动压铁3移向工件并将其夹紧;拉杆1向上运动时,依靠滑键4带动压铁3离开工件。

308



- (A) 1—气缸 2—滑杆 3—拨销 4—压铁
5—滚轮 6—滚轮轴 7—支轴 8—复位板
- (B) 1—滑杆 2—压板 3—滚轮 4—摇杆
5—销轴 6—挡销 7—限位板 8—拉簧 9—夹具体 A—半圆槽 B—斜面

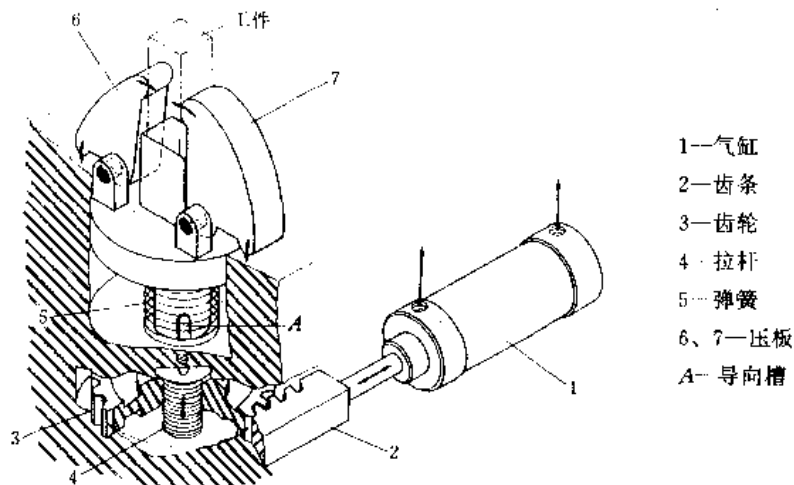
图(A)、(B)均为利用斜面夹紧工件的机构。

图(A)的滑杆2上的两处斜面分别与两压铁4上的滚轮5相接触,当气缸1推动滑杆2向右运动时,在斜面的作用下,两压铁4将绕各自的支轴7对向摆动把工件夹紧。当气缸1的活塞杆缩回时,滑杆2上的拨销3与右侧压铁4上的复位板8相撞,将两压铁4强行打开使工件松脱。

在图(B)中,滑杆1向上运动为夹紧工件。松开工件的过程为:滑杆1向下运动→压板2上的滚轮3落入滑杆1端部的半圆槽A中,压板2摆离工件→滑杆1继续向下运动,摇杆4顺时针摆动,使压板2下移。

§ 4 螺旋夹紧机构

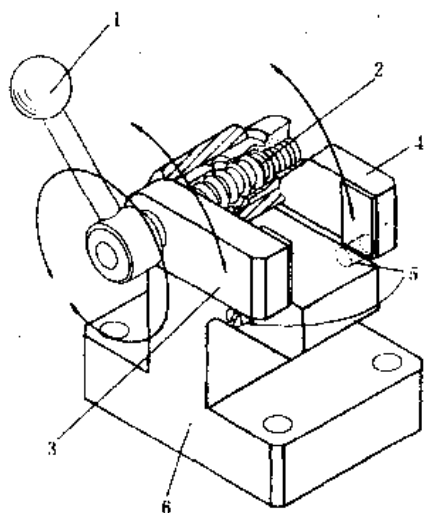
309



- 1—气缸
- 2—齿条
- 3—齿轮
- 4—拉杆
- 5—弹簧
- 6、7—压板
- A—导向槽

该机构齿轮3与拉杆4之间以螺纹相结合,固定在机架上的止转销插在拉杆4光轴段上的导向槽A中。当气缸1通过齿条2驱动齿轮3转动时,齿轮3将带动拉杆4上下运动,从而实现了压板6、7的夹紧—松开动作。弹簧5的作用主要是为了消除机构的滑动部分在垂直方向上的间隙。

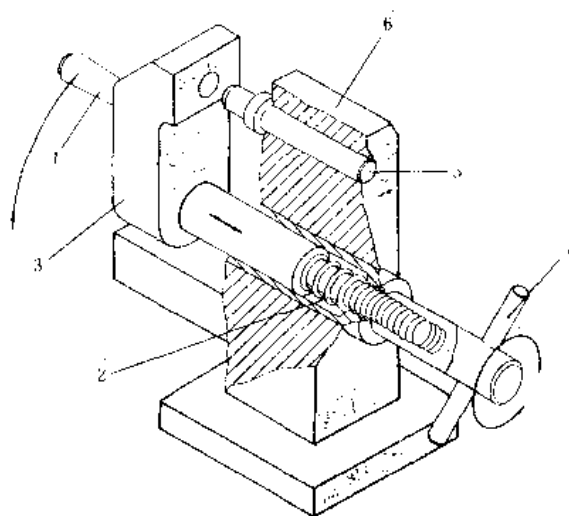
310



- 1—手柄
- 2—压缩弹簧
- 3、4—压铁
- 5—挡销
- 6—夹具体

该机构压铁3、4分别装在手柄轴的左、右螺纹段上,在压缩弹簧2的作用下,螺纹副的摩擦力增大。因此,当夹紧工件即顺时针转动手柄1时,由于摩擦力的作用,两压铁3、4首先随手柄1作同向转动,待压铁3、4碰到挡销5后,继续转动手柄1,压铁3、4才移向工件而将其夹紧。同样地松开工件后,压铁3、4仍依靠摩擦力作用而与手柄1一起逆时针转动复位。

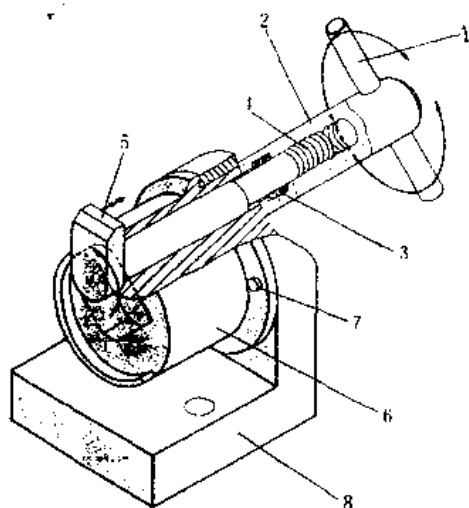
311



- 1—手柄
- 2—弹簧
- 3—压铁
- 4—手把
- 5—定位销
- 6—夹具体

该机构压铁 3 为可摆动结构，夹具体 6 上设有定位销 5。当工件被定位后（工件上有定位孔），将压铁 3 扳到图示位置，然后转动手柄 1 使压铁 3 移向工件，待定位销 5 进入压铁 3 上的让销孔后，再进一步转动手柄 1 将工件夹紧。

312

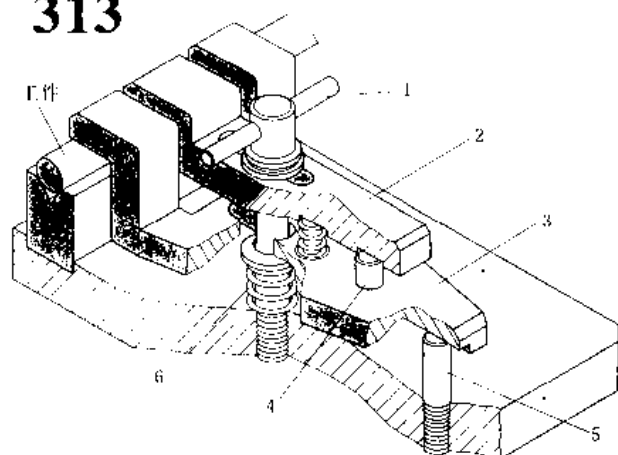


- 1—手柄
- 2—内螺纹套
- 3—摩擦环
- 4—压铁轴
- 5—压铁
- 6—定位圆柱
- 7—定位销
- 8—夹具体

图为用于套筒形或环形工件的夹紧机构。

装入工件前压铁 5 处于图中双点划线所示的位置；装入工件后，当转动手柄 1 欲夹紧工件时，由于在内螺纹套 2 与压铁轴 4 之间装有摩擦环 3，故压铁 5 首先随手柄 1 同向转动至图示位置并被工件定位圆柱 6 端面上的半凸环挡住；进一步转动手柄 1，压铁 5 无法继续转动而只能移向工件将其夹紧。

313

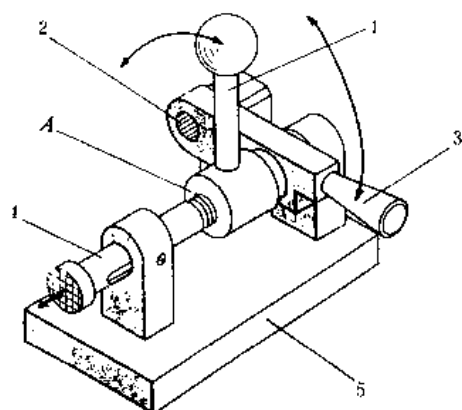


- 1—T形手把
- 2、3 压铁
- 4、5—导向销
- 6—弹簧

图为具有双联压铁 2、3 的拉出形夹紧机构。

该机构可同时夹紧尺寸公差不同的两种工件。加工完毕后，松开 T 形手把 1，将压铁 3 后拉，同时压铁 2 也在导向销 4 的带动下随之后退，让出卸料空间。

314

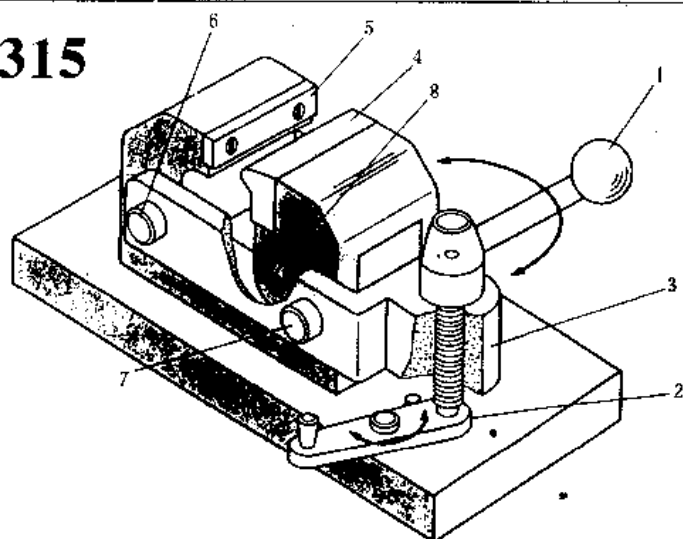


- 1—手柄
- 2—支轴
- 3—摆杆
- 4—顶杆
- 5—夹具体
- A—螺纹

该机构具有快速接近、松开工件的特点，图为其夹紧工件的状态。当欲松开工件

时，首先稍微转动手柄 1 使摆杆 3 不受压力，随即将摆杆 3 提起，再向后拉动手柄 1，从而顶杆 4（不能转动）将快速后退等于摆杆 3 厚度的距离。

315

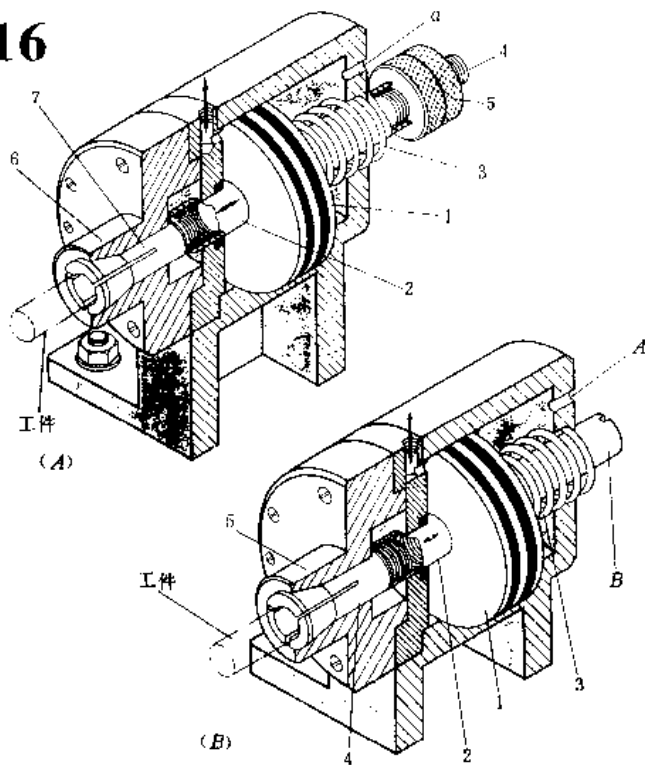


- 1—手柄
- 2—辅助摆杆
- 3—Y形杠杆
- 4—活动钳口
- 5—固定钳口
- 6—Y形杠杆支轴
- 7—销轴
- 8—活动钳口支轴

该机构与图例 314 所示机构类似。利用辅助摆杆 2 使活动钳口 4 能快速接近和离开工件。图为夹紧工件时的状态。其松开工件的过程为：逆时针扳动手柄 1→顺时针转动辅助摆杆 2 使之与螺杆脱离接触→放下手柄 1→Y 形杠杆 3 作顺时针摆动同时带动活动钳口 4（摆动）离开工件。

§ 5 自动定心夹紧机构

316



- (A) 1—气缸活塞 2 气缸活塞杆
3—复位弹簧 4 拉杆
5—调节圆螺母 6—导向锥套
7—弹性筒夹 a 排气孔
- (B) 1—气缸活塞 2 气缸活塞杆
3—复位弹簧 4—弹性筒夹
5—导向锥套 A—排气孔
B—槽

图(A)、(B)均为直接利用气缸(大缸径、短行程、单作用式)开闭弹簧夹头的机构。

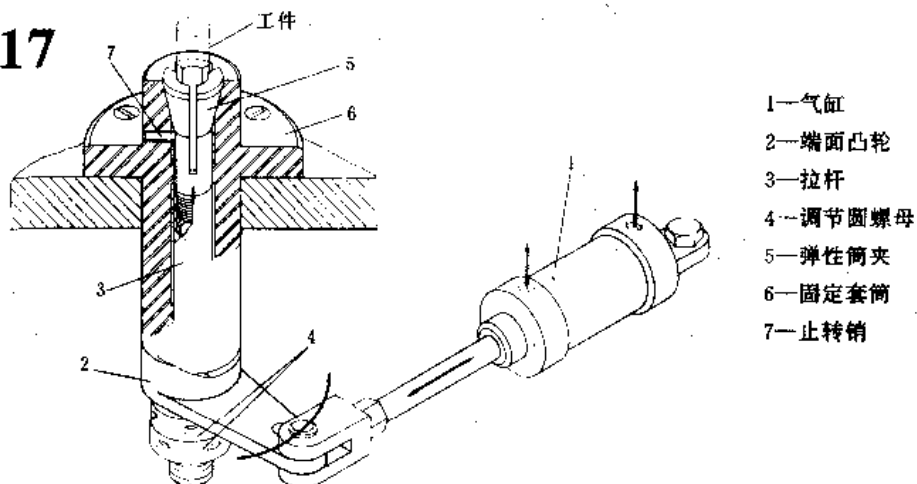
图(A):弹性筒夹7的拉杆4穿过中空的气缸活塞杆2,拉杆4的尾部装有夹紧量调节圆螺母5。当气缸左腔通入压缩空气时,其活塞杆2通过夹紧量调节圆螺母5使拉杆4向右运动,弹性筒夹7在

导向锥套6的作用下将轴类工件定心夹紧。

图(B):动作原理与图(A)相同,区别在于气缸活塞杆2即为弹性筒夹4的拉杆。

(注:本图及后面有些图中省略了弹簧夹头中的止转元件)

317

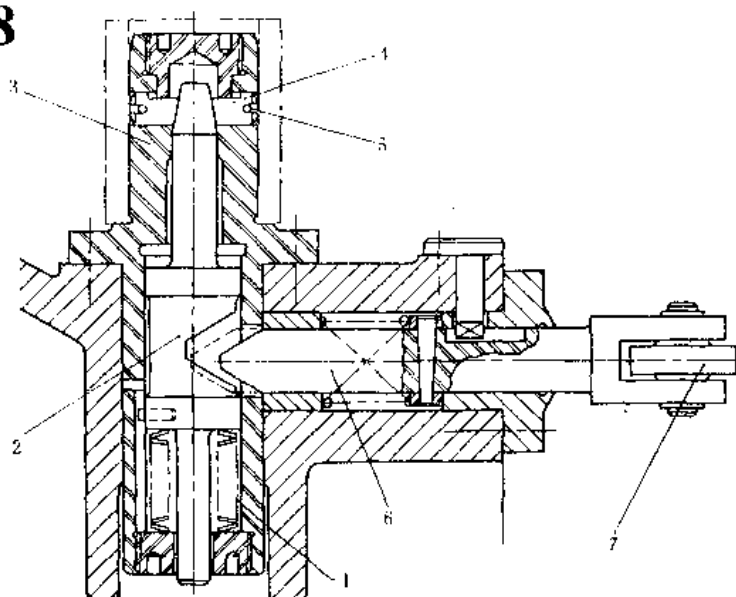


- 1—气缸
2—端面凸轮
3—拉杆
4—调节圆螺母
5—弹性筒夹
6—固定套筒
7—止转销

在固定套筒6的端面上制出与端面凸轮2形状相同的斜面,当气缸1驱动端面凸轮2转动时,拉杆3将作上下运动,使弹性筒夹5松开或夹紧工件。

为防止拉杆3偏斜,应使端面凸轮2及固定套筒6的端面上至少具有2个对称分布的斜面,每个斜面的中心角为 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 。

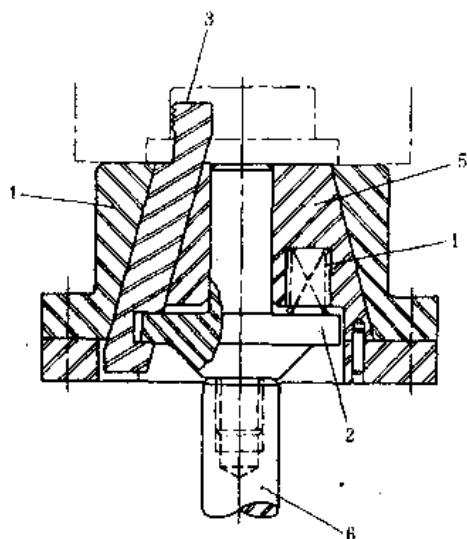
318



- 1—压缩弹簧
- 2—滑杆
- 3—心轴
- 4—顶销
- 5—弹簧
- 6—楔柱
- 7—滚轮

该机构压缩弹簧 1 通过滑杆 2 依靠其锥面将三个均布在心轴 3 上的顶销 4 向外推出把工件定心并夹紧。松开工件时，楔柱 6 被凸轮驱动向左运动，其端部的斜面作用于滑杆 2 上的 V 形槽使之向下移动；与此同时，顶销 4 在弹簧 5 的作用下向中心收缩，工件即可卸下。

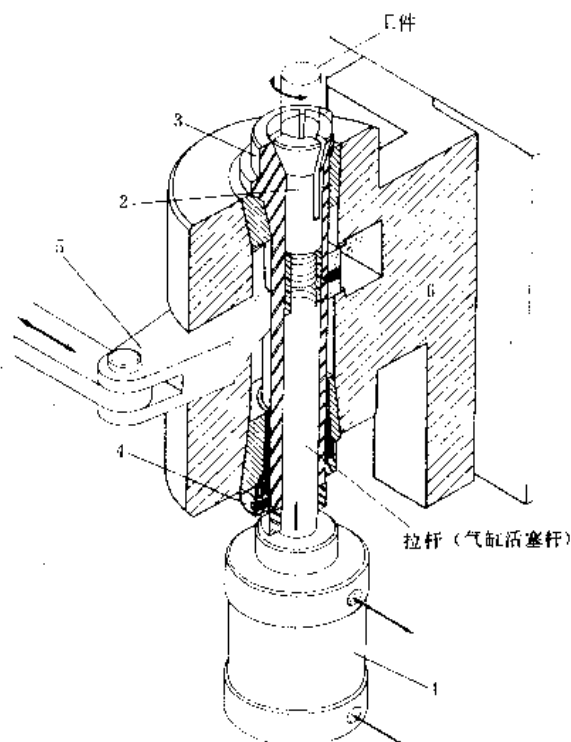
319



- 1—压缩弹簧
- 2—圆盘
- 3—卡爪
- 4—固定锥套
- 5—锥体
- 6—顶杆

该机构压缩弹簧 1 与卡爪 3 均为 3 个，呈 120°间隔分布。在图示状态，压缩弹簧 1 施力于圆盘 2，使之向下拉动卡爪 3，由于固定内锥套 4 与锥体 5 的作用，卡爪 3 在径向产生向外的位移分量，将工件的内孔定心并夹紧。当顶杆 6 推动圆盘 2 向上移动时，卡爪 3 的径向位移分量指向夹具中心，因此工件被松开。

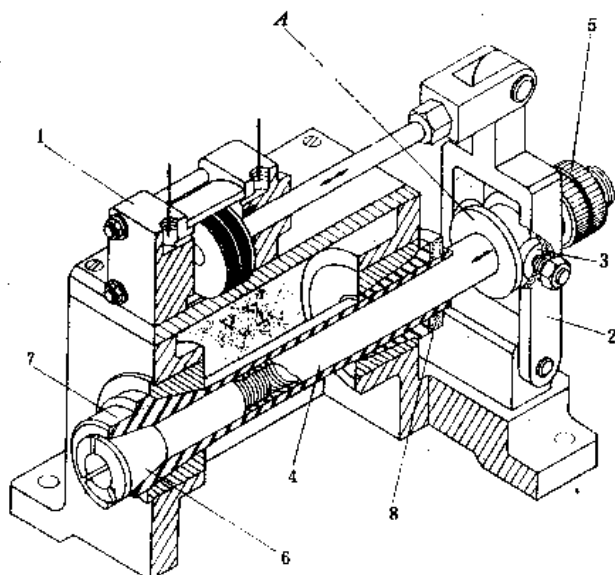
320



- 1—夹紧气缸
- 2—弹性筒夹
- 3—主轴
- 4—滑动轴承予紧圆螺母
- 5—摆杆
- 6—夹具体

该机构弹性筒夹2与夹紧气缸1的活塞杆直接相连；整个弹簧夹头（包括夹紧气缸1）由滑动轴承支承在夹具体6上，主轴3的中部固结有摆杆5，摆杆5可由气缸驱动，从而使工件被夹紧后能在一定范围内转动。

321

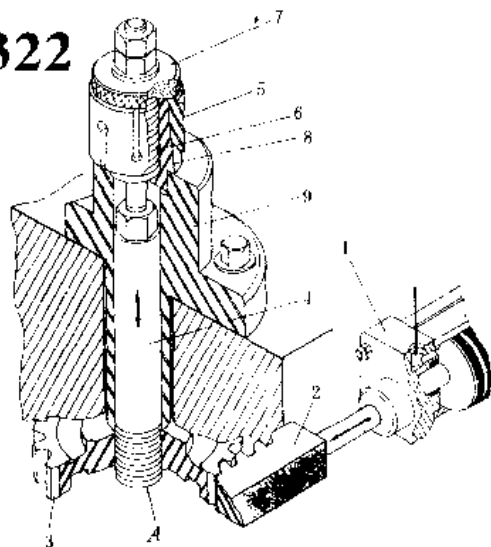


- 1—气（油）缸
- 2—Ⅱ形摆杆
- 3—滚轮
- 4—拉杆
- 5、8—调节圆螺母
- 6—弹性筒夹
- 7—主轴
- A—环槽

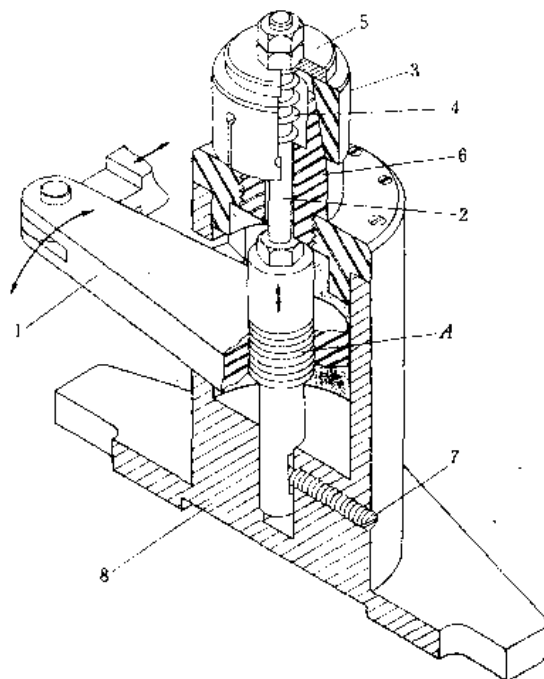
该机构气（油）缸1的活塞杆与Ⅱ形摆杆2相铰接，安装在摆杆2上的两滚轮3插在拉杆4的环槽A中。当气（油）缸1驱动摆杆2绕其支点摆动时，通过滚轮3使拉杆4左右移动，带动弹性筒夹6夹紧或放松工件。

另外，根据需要还可在主轴7两支承部之间加入齿轮齿条机构，使该夹具又具有分度功能。

322



(A)



(B)

- (A) 1—气缸 2—齿条 3—齿轮
4—拉杆 5—弹性筒夹 6—弹簧
7—压板 8—锥套 9—夹具体
A—多头梯形螺纹

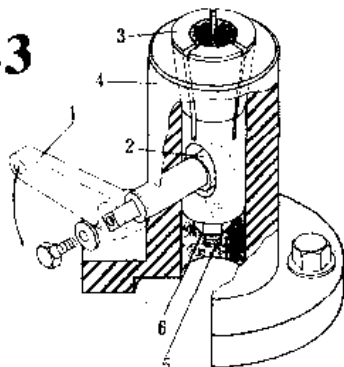
- (B) 1—摆杆 2—拉杆 3—弹性筒夹
4—弹簧 5—压板 6—锥套
7—止转螺钉 8—夹具体
A—多头梯形螺纹

图(A)、(B)均为以套筒类工件内表面定心的弹簧心轴。

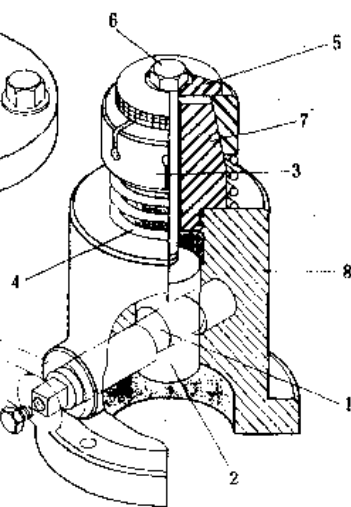
图(A): 拉杆4与齿轮3以多头梯形螺纹副A(右旋)相配合, 当气缸1通过齿条2驱动齿轮3逆时针转动时, 拉杆4将带动弹性筒夹5下移, 依靠锥套8的作用使弹性筒夹5向外涨开将工件夹紧。

图(B)为以摆杆1代替了齿条齿轮机构的例子。

323



(A)



(B)

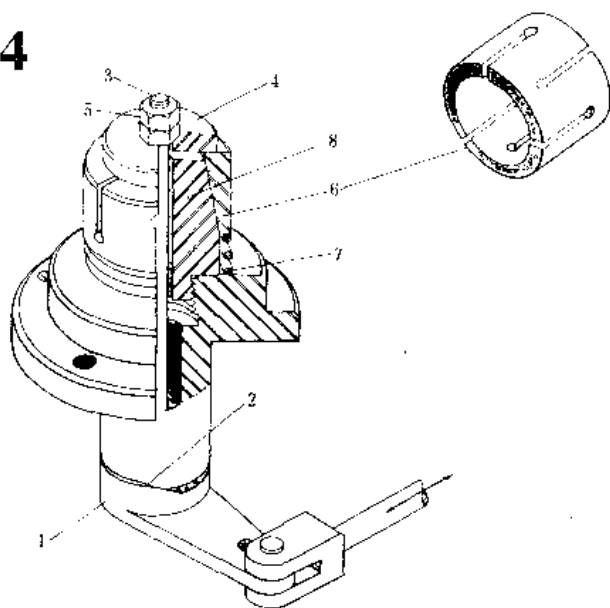
- (A) 1—摆杆 2—偏心轴
3—弹性筒夹 4—夹具体
5—调节螺钉 6—锁定螺母

- (B) 1—偏心轴 2—滑柱
3—弹性筒夹 4—弹簧 5—压板
6—调节螺栓 7—外锥套
8—夹具体

图为利用偏心轴带动弹簧夹头(图(A))或弹簧心轴(图(B))夹紧、放松工件的机构。

驱动偏心轴回转采用杠杆或齿条齿轮机构均可。

324

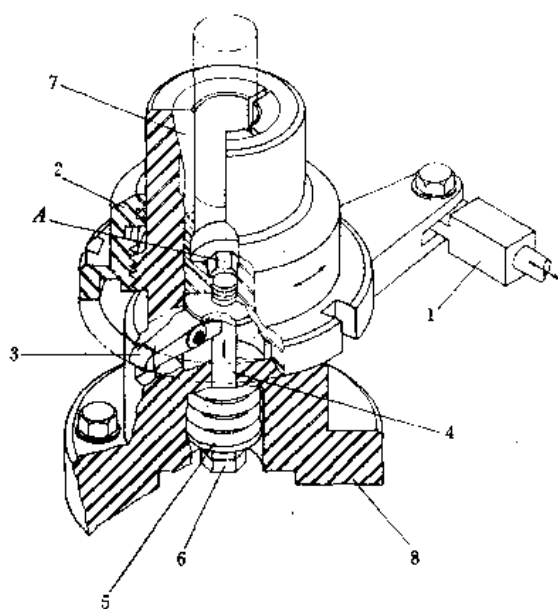


- 1—可动端面凸轮
- 2—固定端面凸轮 (夹具体)
- 3—拉杆
- 4—压板
- 5—调节螺母
- 6—弹性筒夹
- 7—弹簧
- 8—外锥套

图为利用可动端面凸轮 1 与固定端面凸轮 2 相互作用带动拉杆 3 向下移动, 使弹性筒夹 6 向外涨开把工件夹紧的机构。

松开工件时, 弹性筒夹 6 依靠弹簧 7 复位。可动端面凸轮 1 的驱动力源可根据需要选用气缸或油缸等。

325

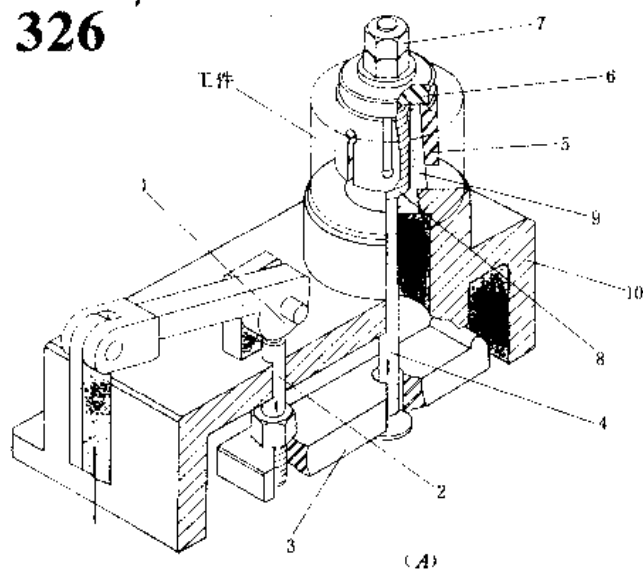


- 1—驱动杆
- 2—环形螺母
- 3—开锁杠杆
- 4—拉杆
- 5—弹簧
- 6—调节螺母
- 7—弹性筒夹
- 8—夹具体
- A—内六角孔

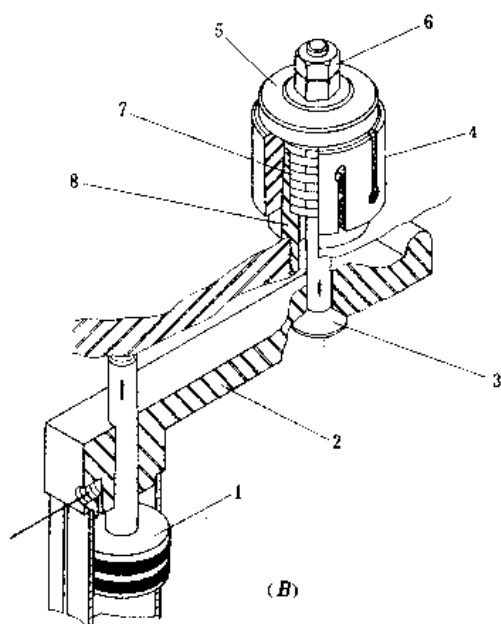
图为利用弹簧力迫使弹性筒夹变形来夹紧工件的机构。

弹性筒夹 7 在弹簧 5 的作用下处于常闭 (夹紧) 状态。当欲装卸工件时, 驱动杆 1 推动环形螺母 2 (右旋螺纹) 顺时针转动, 其端面压下开锁杠杆 3 而使弹性筒夹 7 上移并张开。

326



(A) 1—偏心轮 2—压杆 3—杠杆 4—拉杆
5—弹性筒夹 6—压板 7—调节螺母
8—弹簧 9—外锥套 10—夹具体



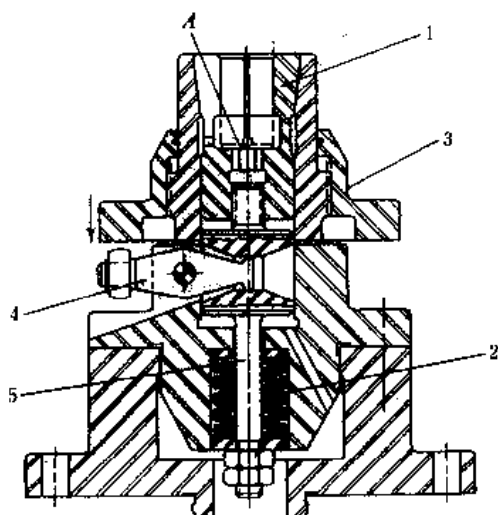
(B) 1—气缸 2—杠杆 3—拉杆
4—弹性筒夹 5—压板
6—调节螺母 7—弹簧
8—外锥套

图为利用杠杆带动拉杆开闭弹簧心轴的两个机构。

在图(A)中气缸(未画出)通过偏心轮1将运动和力传递给杠杆3;图(B)则是气缸1的缸体直接与杠杆2相连。两图中的杠杆均有力放大作用。

夹紧工件时,两图中的杠杆均绕支点逆时针摆动,同时带动拉杆下移使弹性筒夹涨开而将工件夹紧。

327

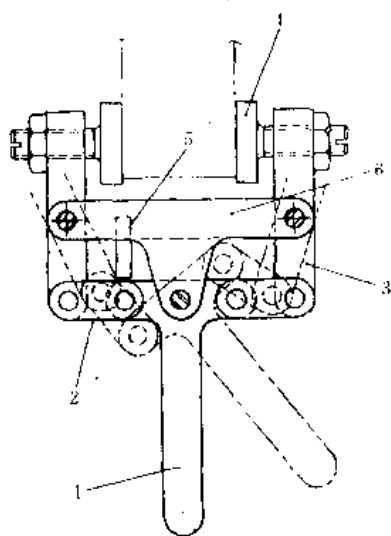


1—弹性筒夹
2—蝶形弹簧
3—螺套
4—拨叉
5—滑杆

该机构弹性筒夹1在蝶形弹簧2的作用下处于收缩夹紧工件的状态。松开工件时,转动螺套3使之向下移动,其端面将推动拨叉4绕支轴逆时针摆动,通过滑杆5使弹性筒夹1向上移动,从而工件被松开。

弹性筒夹1的A部为内六角孔,便于当工件尺寸变化时更换弹性筒夹。

328

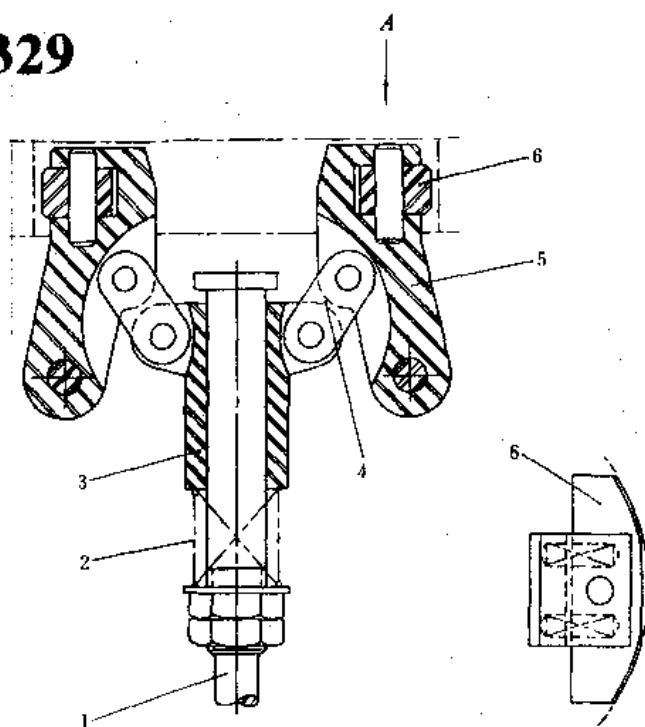


1—T形手柄 2—连杆 3—摆杆
4—压铁 5—限位销 6—固定支板

图为杠杆式自动定心夹紧机构。

该机构的结构是对称的,图示状态为夹紧工件。若逆时针转动T形手柄1,则两摆杆3将同时摆离工件,如图中双点划线所示。

329



1—驱动杆 2—压缩弹簧
3—套筒 4—连杆
5—摆杆 6—压铁

图为以工件内圆柱表面定位的自动定心夹紧机构。

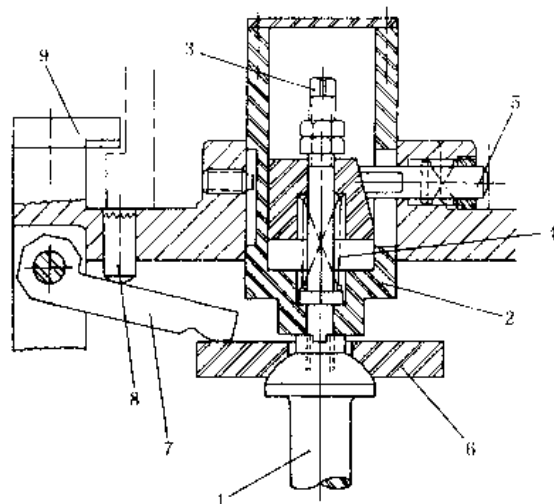
驱动杆1向上运动时,通过压缩弹簧2使套筒3沿驱动杆1向上滑动,于是两连杆4便推动两摆杆5同时向外摆动,将工件定心并夹紧。

驱动杆1向下运动时,依靠其上端的凸肩带动套筒3下移,使两摆杆5松开工件并复位。

安装在摆杆5的压铁6具有如向视图A所示的结构,以保证其与工件的可靠接触及自动定心作用。

§ 6 复合夹紧机构

330

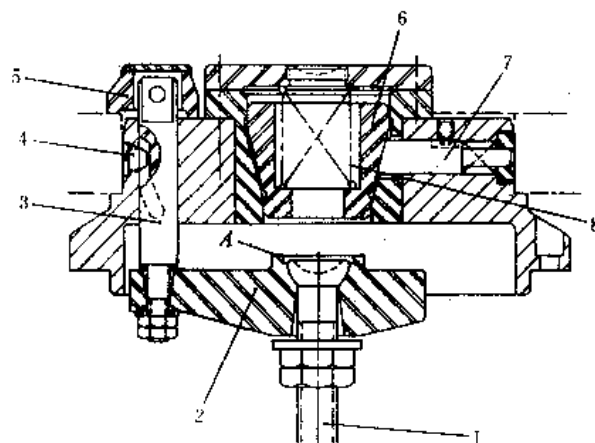


- 1—顶杆
- 2—导套
- 3—滑柱
- 4—弹簧
- 5—柱销
- 6—圆盘
- 7—摆杆
- 8—顶柱
- 9—定位挡块

图为可将具有凸缘及内圆柱定位面的工件自动定心并顶起夹紧的机构。

其夹紧工件的基本动作为：定心→顶起→夹紧。具体过程是：当气（油）缸或凸轮驱动顶杆 1 向上运动时，导套 2 亦随之上升，具有三个斜面的滑柱 3 在弹簧 4 的作用下在导套 2 内向上滑动而使三个 120° 均布的柱销 5 同时向外伸出将工件定心；随着顶杆 1 继续向上运动，圆盘 6 将带动摆杆 7 向上摆动并通过顶柱 8（三个）把工件顶靠在定位挡块 9 上，最后柱销 5 与顶柱 8 同时将工件夹紧。

331

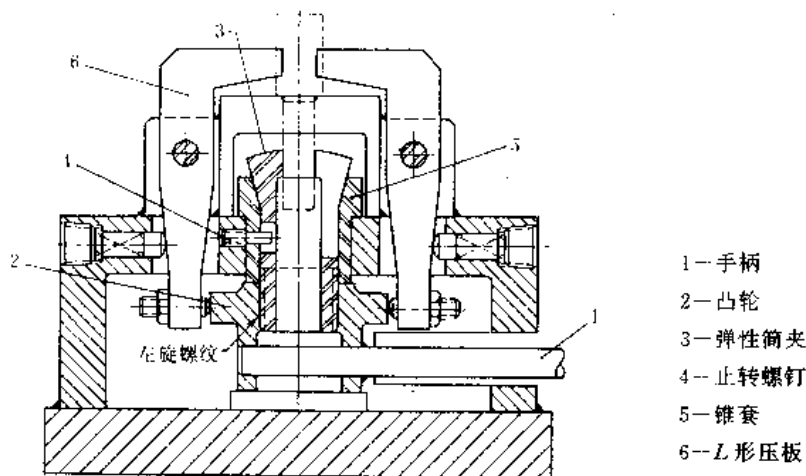


- 1—驱动杆
- 2—耳轴板
- 3—滑柱
- 4—螺钉
- 5—卡爪
- 6—锥套
- 7—顶销
- 8—压缩弹簧

图为以工件上的圆孔内表面定心并从圆孔内侧向下夹紧工件的机构。

压缩弹簧 8 为顶销 7 向外伸出的驱动力源。该机构松开工件的过程为：当驱动杆 1（可由气缸或凸轮驱动）推动耳轴板 2 向上运动时，由于滑柱 3 上的螺旋线槽与夹具体上的螺钉 4 相互作用，故滑柱 3 将一边上升一边转动，使卡爪 5 转向夹具中心以保证工件能被卸下；随着驱动杆 1 继续向上运动，耳轴板 2 的凸台部 A 将迫使锥套 6 上移，于是顶销 7 在复位弹簧的作用下缩回，最后工件被完全松开。

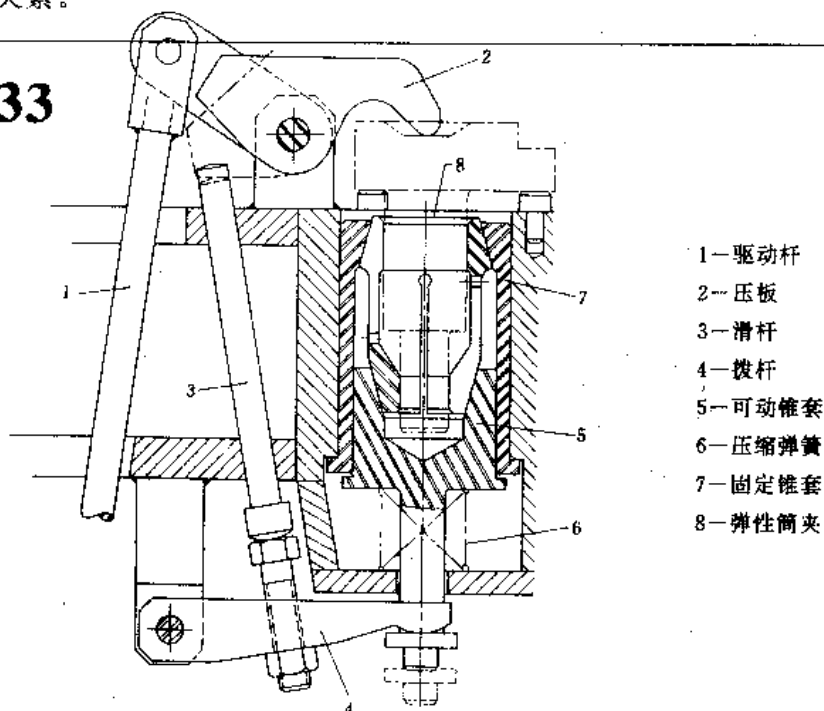
332



图为利用弹簧夹头与压板共同夹紧阶梯轴形工件的机构。

当通过手柄1顺时针转动（俯视）凸轮2时，由于凸轮2的内孔与弹性筒夹3以左旋螺纹相连，且弹性筒夹3受止转螺钉4的限制不能回转，故其将向下移动并在锥套5的作用下收缩变形，使工件的细径段定心被夹紧；另一方面，凸轮2又迫使两L形压板6对向摆动将工件的粗径段夹紧。

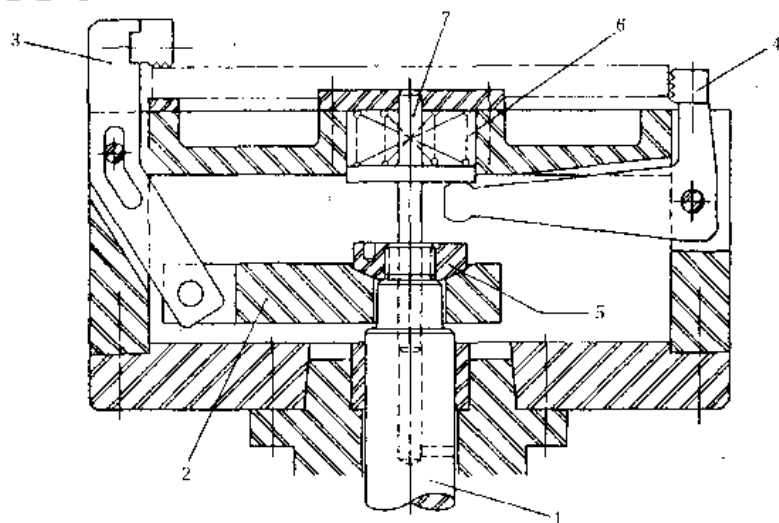
333



该机构的夹紧力源为压缩弹簧6，利用双重弹簧夹头（即弹性筒夹的两端均为开有轴向槽的锥面）的弹性变形将工件的阶梯轴部分定心夹紧，同时又以压板2向下压紧工件。

松开工件的过程为：驱动杆1带动压板2逆时针摆离工件→压板2的尾部通过滑杆3推动拨杆4向下摆动→可动锥套5向下移动→位于可动锥套5与固定锥套7之间的弹性筒夹8张开→工件全部松脱。

334

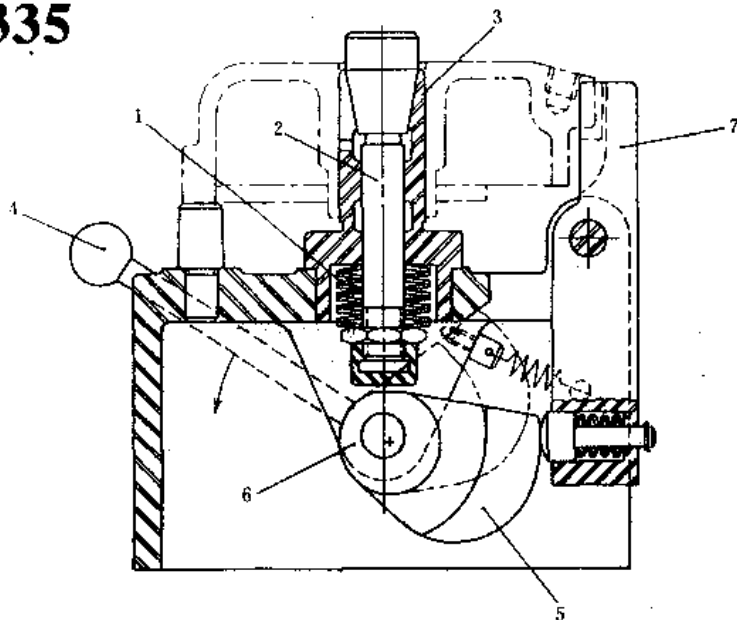


- 1—滑柱
- 2—耳轴板
- 3—压板
- 4—卡爪
- 5—螺母
- 6—组合压缩弹簧
- 7—导杆

图为以三个 120° 均布的卡爪将工件外圆定心后, 再利用三个同样 120° 均布的压板把工件夹紧的机构。

夹紧工件时的动作过程为: 滑柱 1 带动耳轴板 2 向下运动, 使压板 3 向内摆动并下移; 同时卡爪 4 由于不再受螺母 5 的限制, 便在组合压缩弹簧 6 的作用下向内摆动而将工件定心; 随着滑柱 1 继续向下运动, 压板 3 将工件夹紧。

335

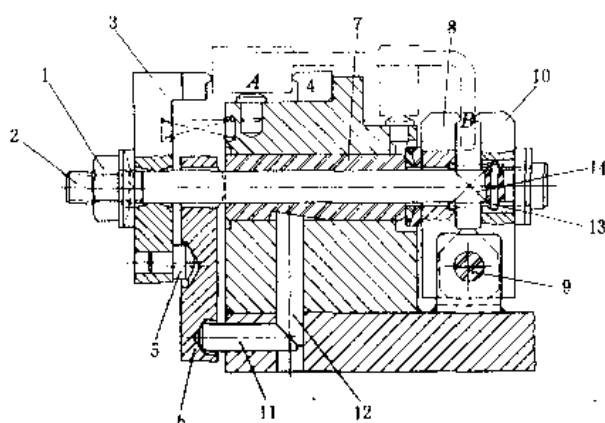


- 1—螺旋弹簧
- 2—拉杆
- 3—弹性筒夹
- 4—手柄
- 5—凸轮
- 6—偏心轮
- 7—压板

该机构螺旋弹簧 1 通过拉杆 2 使弹性筒夹 3 向外涨开将工件定心并夹紧; 同时, 压板 7 又在凸轮 5 的作用下从右侧施加于工件另一夹紧力。

松开工件的过程为: 逆时针转动手柄 4 时, 压板 7 将首先绕其支轴顺时针摆动与工件脱离接触; 随后偏心轮 6 又推动拉杆 2 向上移动, 弹性筒夹 3 自动恢复变形将工件松开。

336



- 1—螺母
- 2—螺栓
- 3、6—压板
- 4—固定挡块
- 5—顶销
- 7—导套
- 8、10—卡爪
- 9—支轴
- 11、12—滑柱
- 13—圆柱销
- 14—弹簧

该机构夹紧如图所示形状的工件时，拧动螺母 1 使螺栓 2 向左移动，机构中各构件的运动分两路进行，同时将工件的 A、B 部夹紧，亦即：

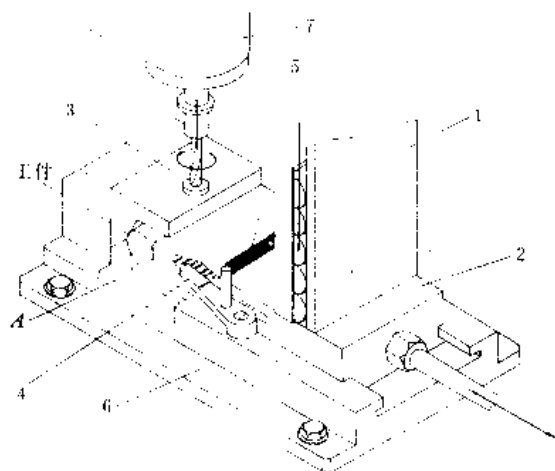
(1) 压板 3 向右移动，与固定挡块 4 一起将工件的 A 部夹紧；

(2) 顶销 5 通过压板 6 推动导套 7 向右移动，使卡爪 8 绕支轴 9 顺时针摆动，同时卡爪 10 在螺栓 2 右端的垫圈带动下绕同一支轴 9 作逆时针摆动，从而卡爪 8、10 将工件的 B 部夹紧。压板 6 通过滑柱 11、12 借助于斜面将导套 7 锁定。

圆柱销 13 一方面限制螺栓 2 转动，同时又作为弹簧 14 的支座。

§ 7 其它夹紧机构

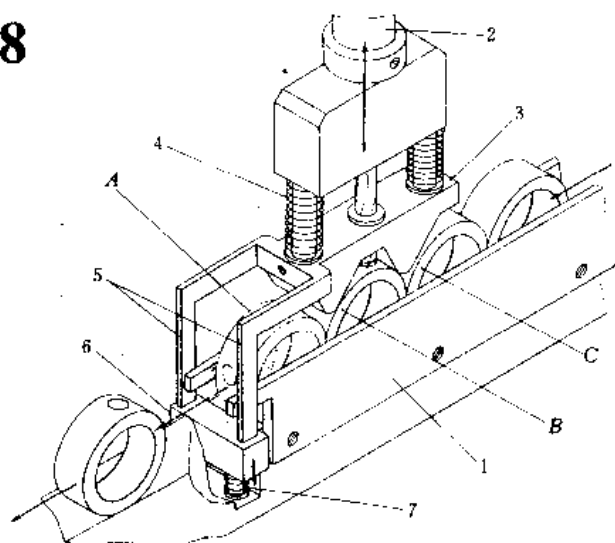
337



- 1—料道
- 2—滑板
- 3—固定钳口
- 4—拨杆
- 5—拉簧
- 6—夹具体
- 7—钻床
- A—排出孔

该机构在图示位置，由气缸（或油缸）驱动的滑板 2 将工件顶紧在固定钳口 3 上。钻削加工结束后，气缸带动滑板 2 向右运动，设置在滑板 2 两侧的拨杆 4 把工件从滑板 2 的承料槽中拨出，使之落入排出孔 A 内。滑板 2 运动到行程的右端点，料道 1 中最下面的工件又落入其承料槽中，从而当气缸再推动滑板 2 左移时，将再一次完成隔离工件→上料→夹紧。

338

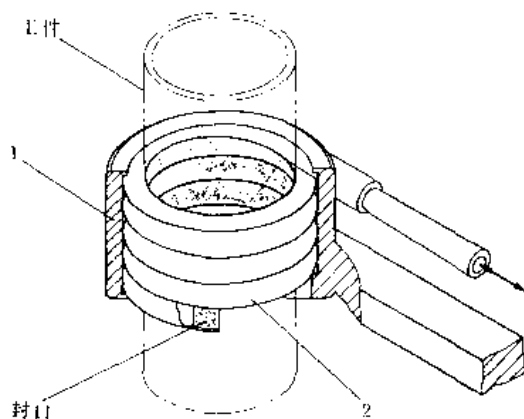


- 1—料道
- 2—钻床主轴
- 3—压板
- 4、7—压簧
- 5—压杆
- 6—限位块
- A、B、C—工件

图为单轴立式钻床上使用的简易自动化夹紧机构。

该机构用于加工套筒工件上的一个径向孔。该机构的一个动作循环为：钻床主轴 2 下降之前，工件 A（已加工）被限位块 6 挡住。钻床主轴 2 带动压板 3 一起下降，压板 3 上的 V 形槽将工件 B 对中定位同时把工件 A、B、C 相隔离，此时固定在压板 3 上的压杆 5 将限位块 6 压下，使工件 A 依靠重力排出。随着钻床主轴 2 继续下降，压簧 4（两个）所产生的弹性力通过压板 3 将工件 B 夹紧并开始钻孔加工。加工结束后，钻床主轴 2 上升，压板 3 及压杆 5 亦随之上升，限位块 6 则依靠压簧 7 复位，又将工件 B 挡住。

339

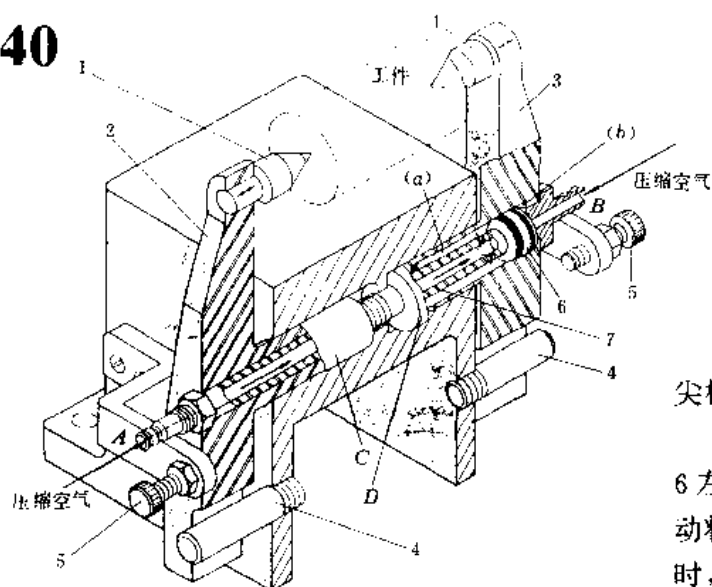


1—保持架 2—薄壁软管

图为对易碎或薄壁易变形的套筒形工件可采用的夹紧机构。

在套筒形保持架 1 的内侧将耐油薄壁软管 2 盘成螺旋状，一端封住，另一端通入压缩空气，利用薄壁软管 2 的径向膨胀将工件夹紧。

340

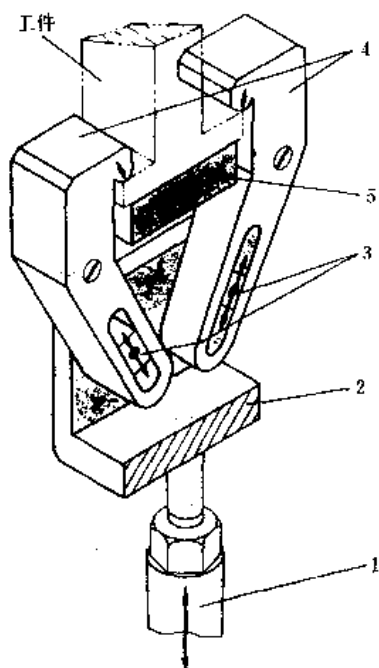


1 顶尖 2、3—顶尖支座
4—导销 5—限位螺钉 6—活塞
7—活塞杆 A、B—气口
C、D—顶尖支座滑动套筒部

图为压缩空气驱动自动双顶尖机构。

当压缩空气由气口 A 进入活塞 6 左侧的 (a) 腔时，两顶尖 1 对向移动将工件顶紧；反之，当 (b) 腔进气时，两顶尖 1 将工件松开。

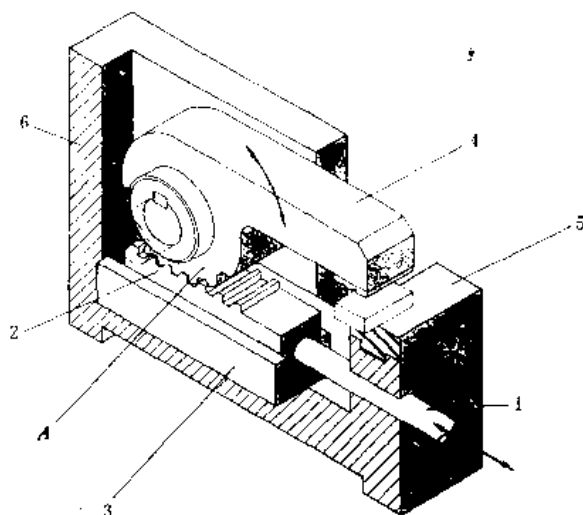
341



1—气缸活塞杆 2—滑鞍 3—滑块
4—压板 5—工件支板

该机构的滑鞍 2 与气缸活塞杆 1 直接相连，铰接在滑鞍 2 上的两滑块 3 分别位于两压板 4 上的长孔中。当气缸活塞杆 1 向下运动即滑鞍 2 下移时，两压板 4 将在滑块 3 的作用下对向摆动把工件夹紧。反之则将工件松开。

342

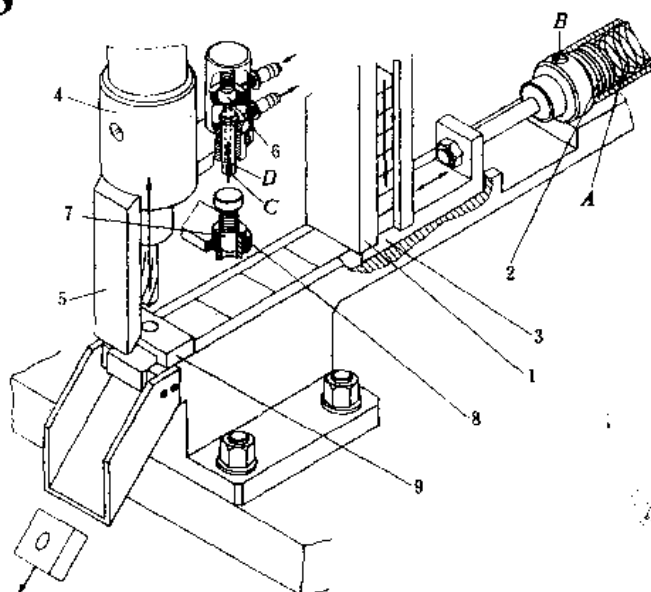


- 1—气（油）缸活塞杆 2—齿条
- 3—导轨 4—压板
- 5—工件支承台
- 6—夹具体 A—欠齿齿轮

该机构压板 4 的尾部（即支点部）为如图所示的欠齿齿轮 A，其与齿条 2 相啮合。当气缸驱动齿条 2 作往复直线运动时，压板 4 可在 90° 的范围内摆动，夹紧或松开工件。

该机构结构简单，便于装卸工件。

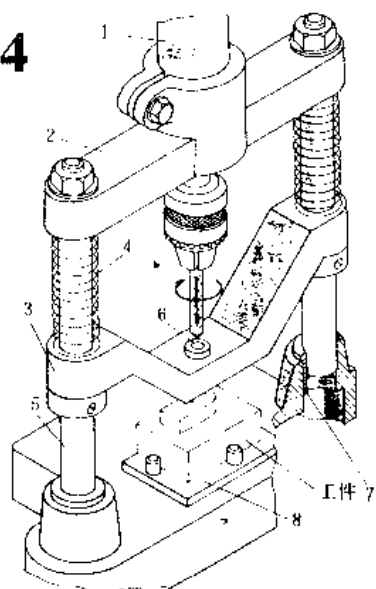
343



- 1—料道
- 2—气缸
- 3—隔料板
- 4—钻床主轴
- 5—定位板
- 6—三通阀
- 7—开阀销
- 8—弹簧
- 9—盖板
- A—弹簧
- B—气口
- C—顶杆
- D—排气孔

钻床主轴 4 按一定生产节拍作上下往复运动，其上安装有如图所示的定位板 5 及三通阀 6。由图示位置，钻床主轴 4 下降，三通阀 6 的顶杆 C 碰到开阀销 7 时，压缩空气进入气缸 2 的左腔，其活塞杆向右运动，垂直料道 1 中的一个工件落入导向槽内，同时气缸 2 中的弹簧 A 被压缩；钻床主轴 4 继续下降，其下方的工件被定位板 5 定位并压紧，接着进行钻削加工。加工结束后，钻床主轴 4 上升，三通阀 6 关闭，气缸 2 左腔的压缩空气经三通阀顶杆 C 的排气孔 D 排出，其活塞杆在弹簧 A 的作用下向左运动将水平导向槽内的工件与垂直料道 1 中的工件隔离，同时将加工完毕的工件排出并把另一个工件推到加工位置。

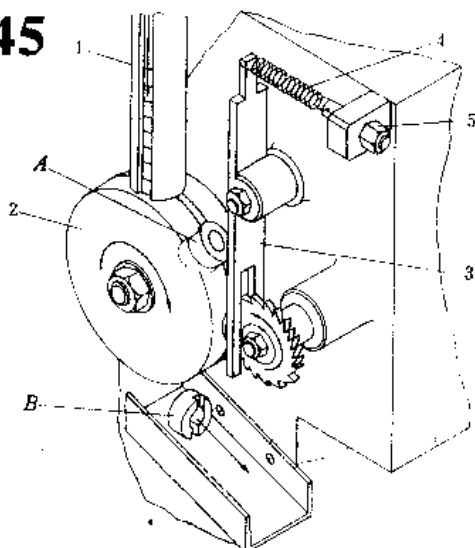
344



1—钻床主轴 2—连板 3—压板 4—弹簧
5—导杆 6—钻套 7—导套 8—定位板

当工件被定位后，钻床主轴 1 开始下移，首先压板 3 与工件相接触；当钻床主轴 1 继续下移时，弹簧 4 被逐渐压缩，其所产生的弹性力通过压板 3 将工件夹紧，且夹紧力随着钻削加工的进行不断增大，至加工结束时夹紧力达到最大值。

345

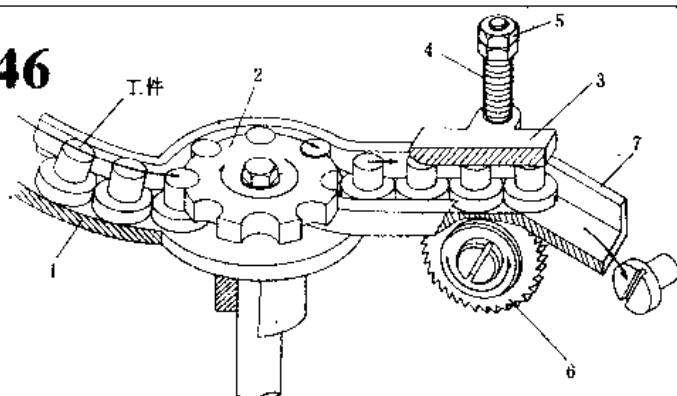


1—料道 2—转盘 3—压板 4—弹簧
5—调节螺母 A—待加工工件 B—已加工工件

图为用于在环形工件端面铣槽的连续加工夹紧机构。

工件依靠重力落入转盘 2 的定位孔中，转盘 2 沿图示方向低速回转，在加工过程中工件被压板 3 压住。由于该机构的夹紧力不大，故不适用于精度要求高的场合。

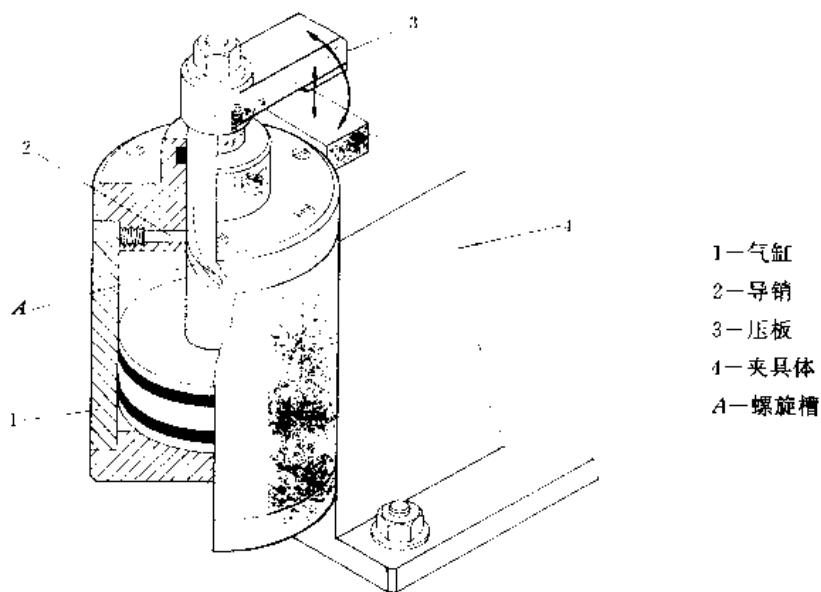
346



1—供给料道 2—槽轮 3—压板
4—弹簧 5—调节螺母 6—铣刀
7—排出料道

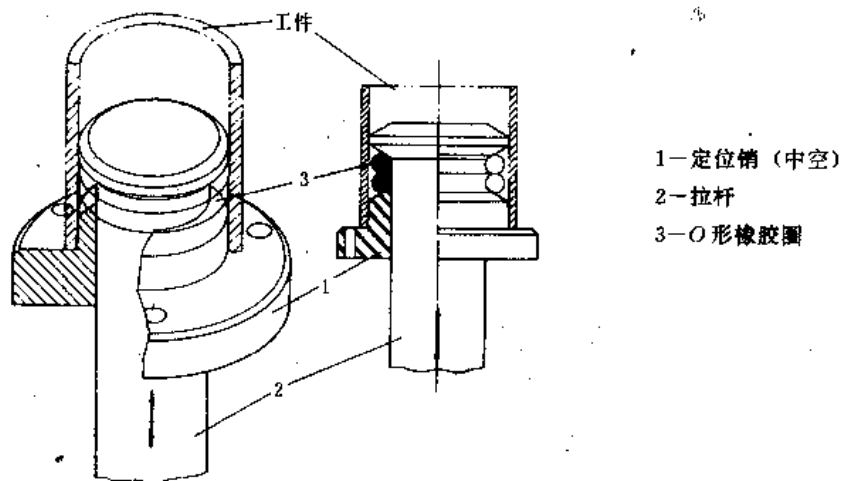
该机构的槽轮 2 将来自供给料道 1 的工件隔离后送到加工位置，进行开槽加工。工件的定位实际上依靠槽轮 2 右侧的水平料道中充满工件来实现的。而夹紧则依靠位于工件上方的压板 3。设计时应注意的是：铣刀 6 的转向应与工件的流动方向相反；压板 3 对工件的压紧力应能调整。

347



该机构气缸 1 的活塞杆上开有螺旋槽 A，固定在缸体上的导销 2 插在槽中，压板 3 直接固结在气缸活塞杆的端部。当气缸 1 的上腔进气时，压板 3 将一边作逆时针转动一边向下运动，把工件夹紧。反之，当气缸 1 的下腔进气时，压板 3 将向上运动并作顺时针转动。若螺旋槽 A 在水平面上的投影长度为活塞杆周长的 $1/4$ ，则压板 3 的转动范围为 90° 。因此，该机构可为装卸工件提供充裕的作业空间。

348



图为从内侧将薄壁套筒形工件夹紧的机构。

定位销 1 的圆柱段外径及拉杆 2 头部圆柱段的直径与工件的内径为小间隙配合，在拉杆 2 上装有两个尺寸适当的 O 形橡胶圈 3。当拉杆 2 向下运动时，由于定位销 1 及拉杆 2 头部锥面的作用，O 形橡胶圈 3 将产生均匀的径向变形把工件夹紧。夹紧力的大小可通过改变拉杆 2 的下移量来进行调整。

第四章 工业机械手

工业机械手是在工业生产过程中使用的一种能按给定程序、轨迹和要求实现抓取、搬运工件或操纵工具的自动化装置,由执行机构(手部、手腕、手臂、立柱及行走机构)、驱动系统和控制系统所组成。在执行机构中,手部直接与工件或工具相接触,是机械手的关键部件之一。本章主要介绍机械手的各种手部结构,但为方便计,在以后的图例说明中均简称为机械手。

机械手的手部通常包含手指(或卡爪等)、传力机构及驱动元件。根据工件和使用要求的不同,其结构亦各不相同,一般可大致按下述四种方法进行分类。

(1) 按夹持工件的方式分类:有手指式(两指或多指,又进一步分为外抓和内卡)、吸盘式(真空吸盘、气流负压吸盘、挤压排气吸盘、电磁吸盘)和其它形式(托持、勺式、钩式、弹性涨紧式等)。

(2) 按传力机构分类:有滑槽杠杆式、连杆杠杆式、斜楔杠杆式、齿轮齿条式、弹簧杠杆式、凸轮杠杆式等。

(3) 按驱动元件分类:有气动、液压及电动(电动机或电磁铁)驱动。

(4) 按手指的夹持动作分类:有回转型(单支点回转型、双支点回转型)、移动型、回转或移动型多指式及其它类型。

本章采用了第(4)种分类方法。

设计机械手的手部结构之前,首先应当确认下列各种因素及整个机械手的性能要求。

(1) 工件的情况

- 基本形状(板、块、圆棒、方棒、球体等)。
- 局部形状(凸台、缺口、孔、槽等)。
- 基本尺寸(基本形状的尺寸,如厚度、高度、宽度、直径及长度等)。
- 重量(总重量、重量分布、重心位置、密度等)。
- 变形特性(弹性、刚性、塑性、柔软性等)。
- 易损性(脆性、是否易划伤等)。
- 特殊性(高精度、危险性、高低温性、高价格、磁性、附着性等)。
- 稳定性(是否易滑动、滚动及倾倒等)。

(2) 环境条件

- 工件的分布(单个、多个排列或散乱)。
- 工件被放置的状态(平面、槽、凹处、箱中、落下等)。
- 工件被放置的位置及姿态(规定、不确定、精度、方向性等)。
- 作业空间的大小(高度、宽度、深度、开口角等)。
- 作业空间内有无静止或运动的障碍物。
- 高低温、高湿度、特殊气体、磁场、电场、在水或油中等。

(3) 作业要求

- 工件批量的大小。
- 工件形状、尺寸的变化。
- 抓取、搬运方式:托持、夹持、推动或吸附等。

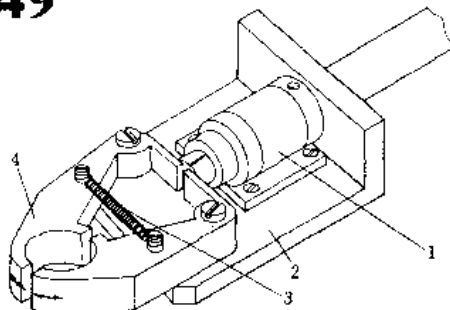
• 卸下工件时要求放置、插入或压入等。

根据上述诸约束条件，设计机械手的手部结构时主要应考虑的问题是：

- (1) 手指或吸盘具有足够的夹紧力或吸附力；
- (2) 手指具有适当的开闭范围；
- (3) 保证工件在手部中准确定位；
- (4) 具有足够的强度和刚度；
- (5) 结构紧凑、重量轻且其重心应尽可能位于手腕的回转轴线上；
- (6) 便于与手腕联结；
- (7) 根据夹紧力、速度要求、重量和体积的限制、安全性、使用寿命、价格及整个机械手的动力源情况选择适当的驱动元件与传力机构；
- (8) 在手部设置检测元件的必要性；
- (9) 是否需要通用性。

§1 回转型机械手

349



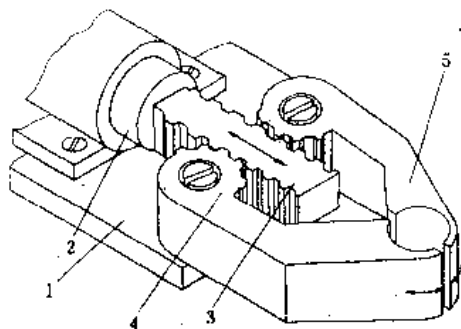
1—气缸（或电磁铁） 2—支承板
3—拉簧 4—手指

图为杠杆式机械手。

手指4依靠拉簧3处于常闭状态。气缸1的活塞杆伸出时，手指4张开。

更换拉簧3可改变夹紧力的大小。

350



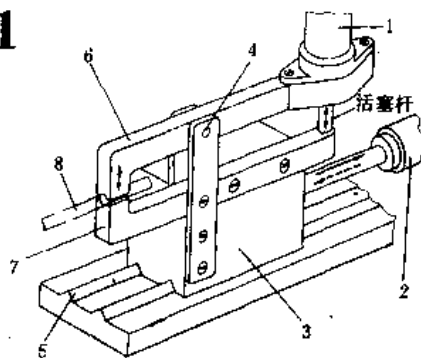
1—支承板 2—气缸活塞杆 3—齿条
4—齿轮 5—手指

图为齿轮齿条式机械手。

双面齿条3与气缸活塞杆2相连，齿轮4与手指5制成一体。当气缸活塞杆2伸出或缩回时，手指5张开或闭合。

该机构的缺点是：当气缸发生故障时，工件可能松脱。

351



1、2—气缸
3—滑块
4—支轴
5—导轨
6—可动手指
7—固定手指
8—线材

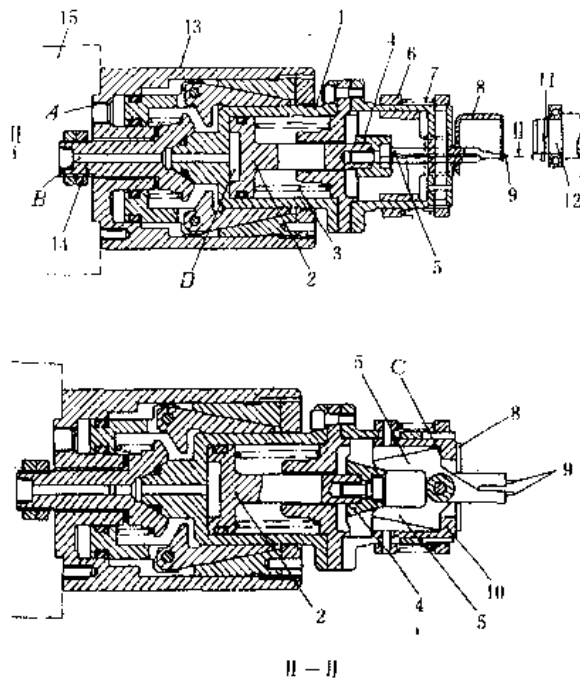
图为用于抓取线材的夹钳式机械手。

气缸1呈倒置，其缸体、活塞杆分别与可动手指6、固定手指7相连；当其缸体向上或向下运动时，可动手指6将绕支轴4转动，完成夹紧或松开线材8的动作。

气缸2与滑块3相连，用于驱动机械手左右移动。

考虑到磨损及适应不同尺寸（形状）的工件，应将手指6、7的端部设计成可更换结构。

352



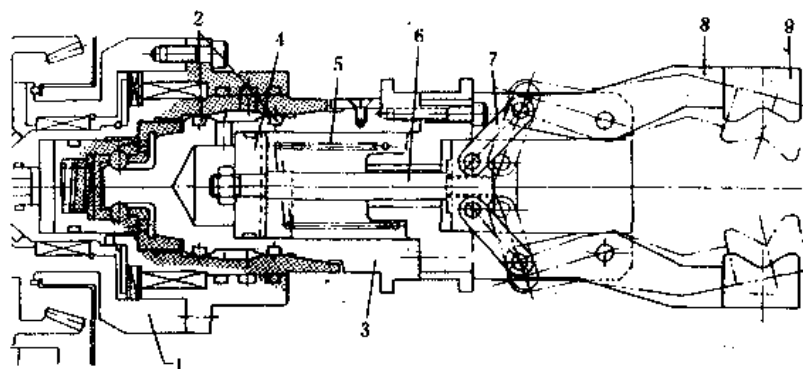
- 1—气缸
- 2—活塞
- 3、7—弹簧
- 4—模块
- 5—杠杆
- 6—滑环
- 8—压板
- 9—手指
- 10—滑套
- 11—弹簧挡圈
- 12—轴
- 13—连接机构
- 14—座轴
- 15—手臂
- A、B—气口
- C—肩部
- D—压力腔

图为机械手可更换结构的例子。

连接机构 13 相当于一弹簧夹头，气缸 1 及其以右的部分为装配弹簧挡圈用的机械手。

该机械手的动作过程为：手臂 15 首先向右移动，使两手指 9 插入弹簧挡圈 11（处于自然状态）的工具孔中；然后气口 B 进气，活塞 2 向右移动，与之相固结的模块 4 驱动杠杆 5 转动，使手指 9 把弹簧挡圈 11 撑开。与此同时，杠杆 5 的肩部 C 又推动滑套 10 亦向右移动，安装在其上的压板 8 顶住弹簧挡圈 11 的上部。以此状态手臂 15 进一步向右移动，最后把弹簧挡圈 11 嵌入轴 12。

353



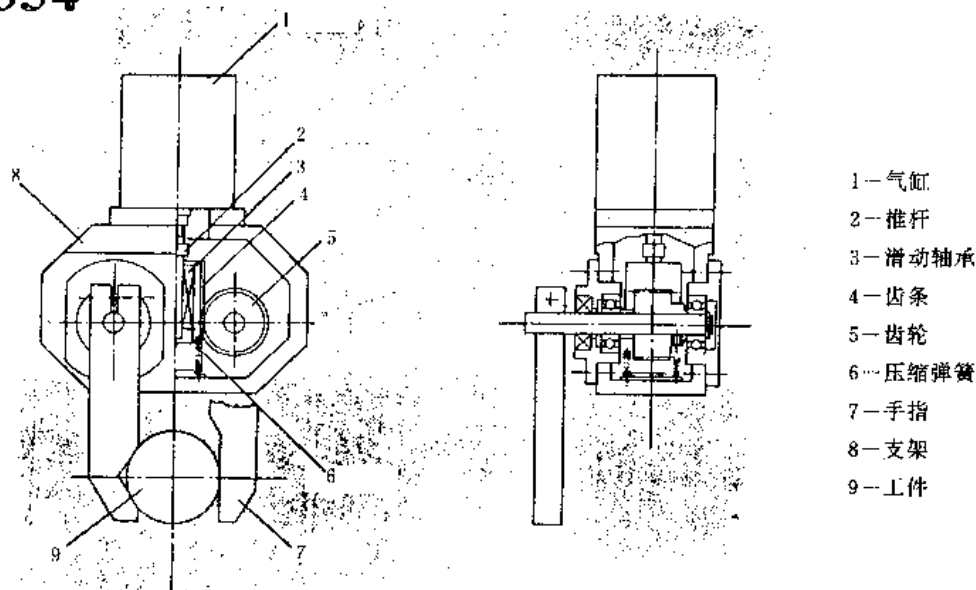
- 1—手腕部
- 2—O形密封圈
- 3—缸体
- 4—活塞
- 5—弹簧
- 6—活塞杆
- 7—连杆
- 8—杠杆（手指）
- 9—卡爪

图中阴影部的右侧为连杆杠杆式机械手，手腕部 1 为机械手可更换结构。

气缸活塞杆 6 右移，杠杆（手指）8 闭合将工件夹紧；反之，杠杆（手指）8 依靠气缸内的弹簧 5 张开复位。

该机械手的抓重范围：1~5kg

354



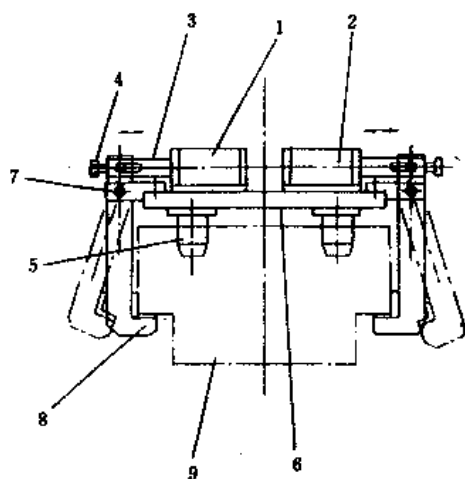
- 1—气缸
- 2—推杆
- 3—滑动轴承
- 4—齿条
- 5—齿轮
- 6—压缩弹簧
- 7—手指
- 8—支架
- 9—工件

图为齿轮齿条式机械手。

推杆 2 与气缸 1 的活塞杆相连；齿条 4 固定在滑动轴承 3 的外侧，故推杆 2 与齿条 4 可相对运动。图为手指 7 处于闭合的状态，其对工件 9 的夹紧力由压缩弹簧 6 所产生。

松开工件时，气缸 1 的活塞杆伸出，推杆 2 的凸肩部碰到滑动轴承 3 后，齿条 4 才开始随之下降并推动齿轮 5 回转使手指 7 张开。

355



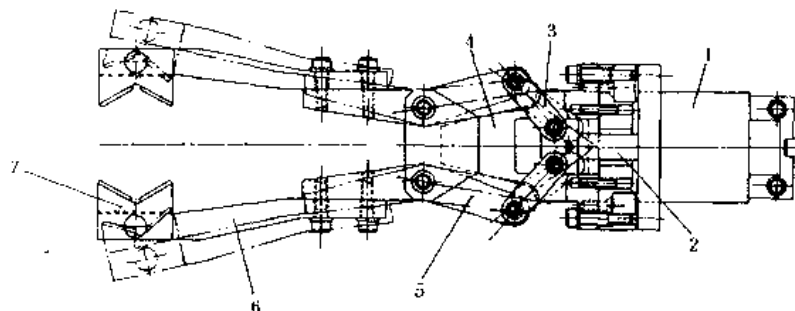
- 1、2—电动机
- 3—回转/直线运动转换机构
- 4—限位螺钉
- 5—定位销
- 6—支承板
- 7—支轴
- 8—钩爪
- 9—工件

图为双指外钩式机械手。

电动机 1、2 通过回转/直线运动转换机构 3，分别驱动两钩爪 8 向内转动将工件 9 钩住。定位销 5 插入工件 9 上的孔中，以防止其从侧面脱落。

在该机械手中，驱动力源亦可用气缸代替电动机。

356

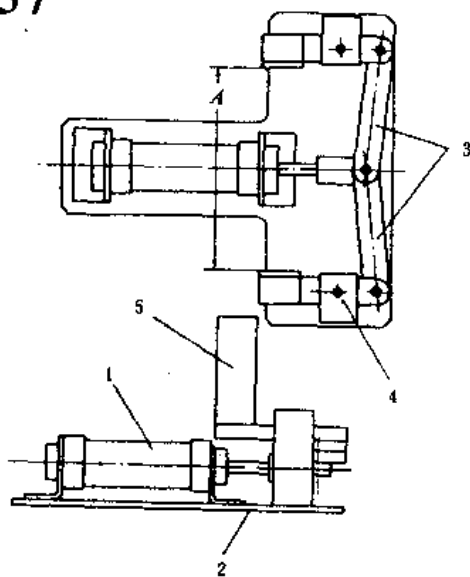


- 1—气缸
- 2—活塞杆
- 3—连杆
- 4—支架
- 5—杠杆
- 6—手指
- 7—卡爪

图为连杆杠杆式机械手。

该机械手由气缸 1 驱动手指 6 开闭；抓重约为 2~3kg；可根据工件的形状、大小更换手指。

357

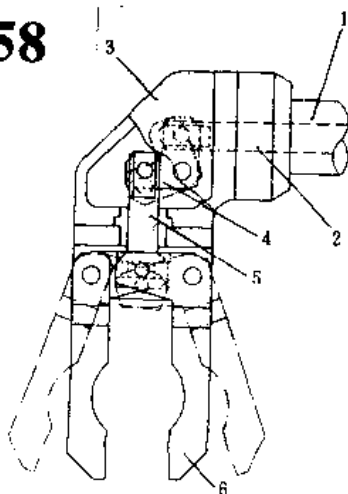


- 1—气缸
- 2—安装板
- 3—连杆
- 4—支轴
- 5—手指
- A—工件宽度

图为适用于夹持盒类工件的机械手。

气缸 1 的活塞杆伸出时，通过连杆 3 驱动手指 5 绕支轴 4 向内转动把工件夹紧；反之将工件松开。

358

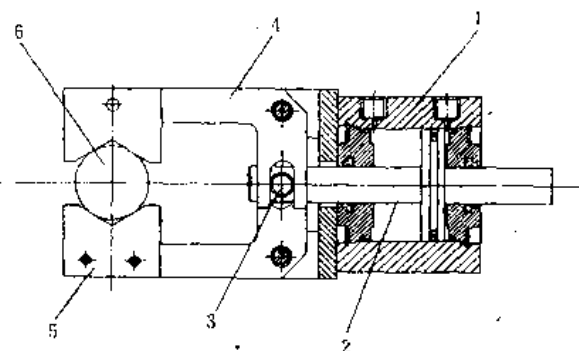


- 1—手臂
- 2—气缸活塞杆
- 3—支架
- 4—摆杆
- 5—滑杆
- 6—手指

图为用于一般机械加工、装配作业中移送零件的机械手。

安装在手指 6 上的柱销插在滑杆 5 下端的环槽中。当气缸活塞杆 2 通过摆杆 4 驱动滑杆 5 上下移动时，手指 6 将绕支轴转动，张开或闭合。开闭角为 45°，抓重为 15kg。

359



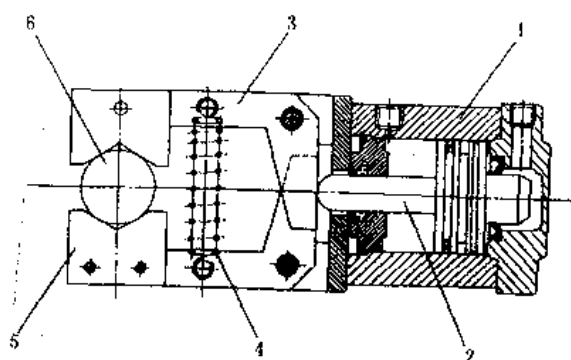
- 1—气缸
- 2—活塞杆
- 3—销
- 4—杠杆
- 5—卡爪
- 6—工件

图为滑槽杠杆式机械手。

两 L 形杠杆 4 的开口槽与安装在气缸活塞杆 2 端部的销 3 相配合。当气缸活塞杆 2 向右或向左运动时，杠杆 4 绕支轴转动即卡爪 5 将工件 6 夹紧或放松。

该机械手的夹紧力大小取决于气缸 1 的空气压力，因此应根据工件的性质在气动回路中设置压力调整环节。

360



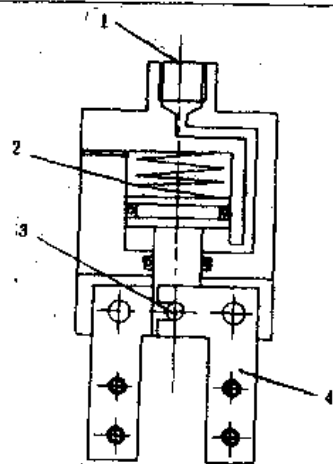
- 1—气缸
- 2—活塞杆
- 3—杠杆
- 4—拉簧
- 5—卡爪
- 6—工件

图为弹簧杠杆式机械手。

杠杆 3 的闭合即卡爪 5 夹紧工件 6 依靠拉簧 4 的弹性力；气缸活塞杆 2 伸出时，杠杆 3 张开。

根据对夹紧力大小的要求适当地选择拉簧 4，并使气缸 1 的内右端部具有节流缓冲结构，可保证机械手在夹紧工件时动作平稳。

361

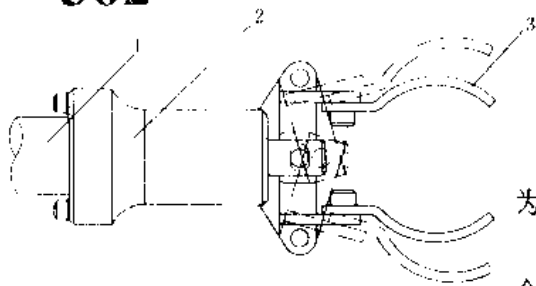


- 1—气口
- 2—弹簧
- 3—销
- 4—手指

图为单作用气缸驱动的滑槽杠杆式机械手。

手指为常开型，其开闭角：19°，抓重量：1kg；可根据工件的形状、尺寸安装不同的卡爪。

362

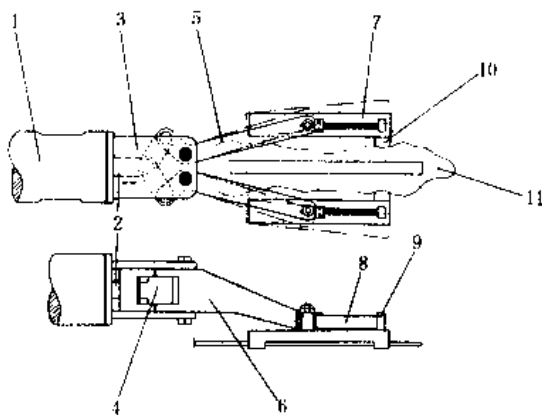


1—手臂 2—气缸 3—手指

图为能以较高速度移送工件的机械手。其基本结构为滑槽杠杆式，适用于重量为 2kg 以下的工件。

气缸 2 的活塞杆伸出，手指 3 张开；反之手指 3 闭合将工件夹紧。由于手指 3 具有板簧特性，故夹紧力为手指 3 变形所产生的弹性力。

363



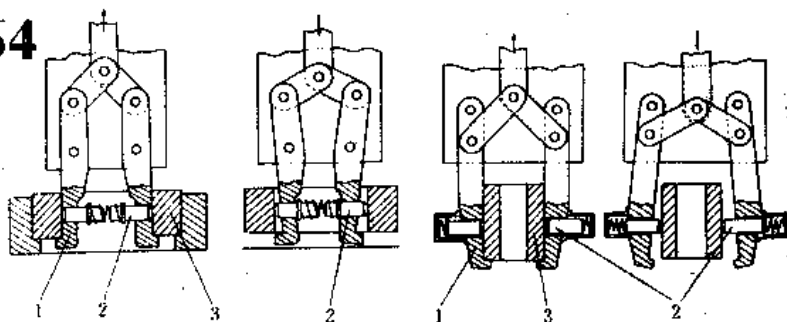
1—手腕部
2—驱动杆
3—支板
4—连杆
5—杠杆
6—销轴
7—手指
8—板簧
9—支座
10—支承钉
11—工件

图为可用于夹持形状复杂工件的机械手。

手指 7 与杠杆 5 以销轴 6 相铰接，板簧 8 的左、右端分别固定在杠杆 5 及支座 9 上。当驱动杆 2 向右移动通过连杆 4 使杠杆 5 转向工件时，由于工件 11 的表面不平，势必造成手指 7 上的四个支承钉 10 不能全部与其相接触，此时，手指 7 将在工件 11 的反作用力与杠杆 5 的驱动力的共同作用下，克服板簧 8 的弹性约束力绕销轴 6 相对于杠杆 5 发生转动，直到四个支承钉 10 均与工件 11 达到接触并最后将工件 11 夹紧为止。

松开工件后，手指 7 又在板簧 8 的作用下恢复到与杠杆 5 初始的相对位置。

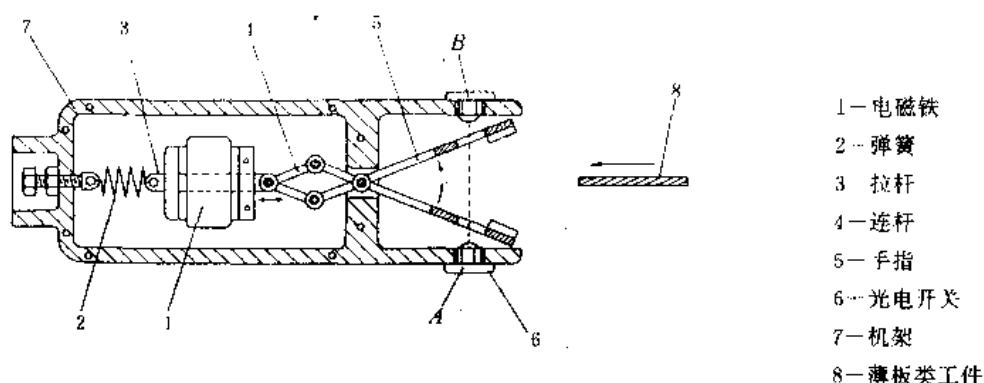
364



1—手指 2—顶销 3—工件

图为在手指上装有顶销的钩式机械手。可使两手指与工件保持良好的接触，提高夹持的可靠性。

365



图为适用于夹持薄板类工件并具有判断工件有无功能的机械手。

电磁铁 1 处于通电状态，拉杆 3 位于行程的右端点，手指 5 被撑开。当工件 8 进入两手指 5 之后，光电开关 6（由投光器 A 与接收器 B 构成）发出信号，使电磁铁 1 断电，拉杆 3 在弹簧 2 的作用下向左移动，通过连杆 4 带动手指 5 闭合将工件 8 夹紧。

366

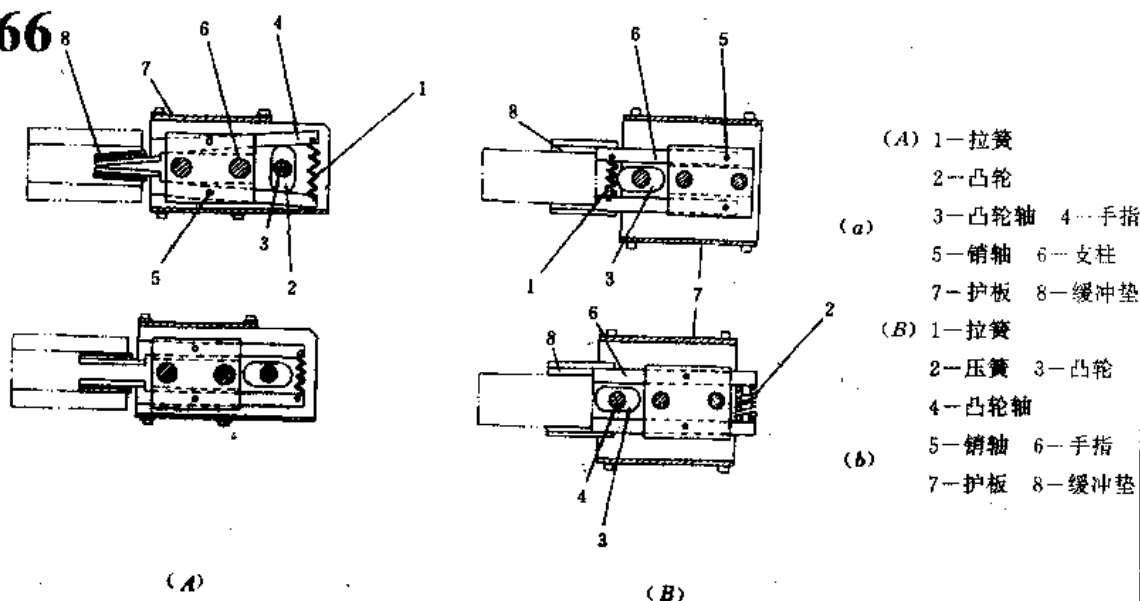
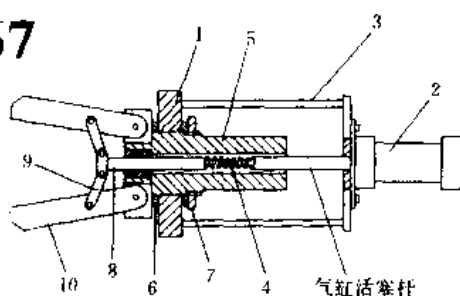


图 (A)、(B) 为采用凸轮与弹簧驱动手指开闭的机械手。

图 (A) 为内卡式。凸轮 2 迫使手指 4 呈闭合状，插入工件的孔内后，凸轮 2 转动 90° 拉簧 1 使手指 4 张开而将工件夹紧。

图 (B) 为外夹式的两例。其中 (a) 是利用设在凸轮 3 左侧的拉簧 1，使手指 6 将工件夹紧。(b) 则为依靠位于凸轮 3 右侧的压簧 2 使手指 6 对工件产生夹紧力。手指 6 的张开均依靠凸轮 3。

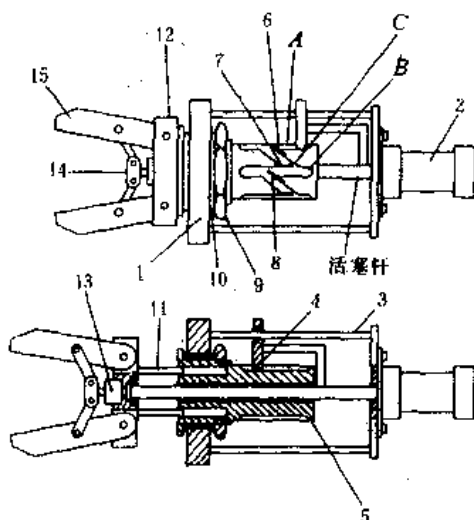
367



- 1—支板 2—气缸 3—连接杆 4—拉簧
5—手指支座 6—垫片 7—螺母
8—拉杆 9—连杆 10—手指

图为可避免损伤工件表面的连杆杠杆式机械手。气缸2的活塞杆不直接驱动连杆9，而是通过拉簧4与拉杆8相连，拉杆8再与连杆9铰接。拉簧4既能传递力及运动又起到缓冲作用。当气缸2的活塞杆向右运动时，拉簧4带动拉杆8右移，通过连杆9使手指10闭合以弹性力将工件夹紧，从而可避免损伤工件表面。

368



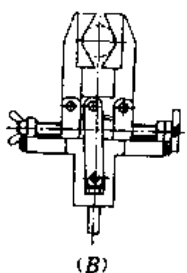
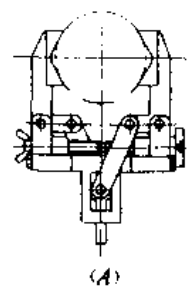
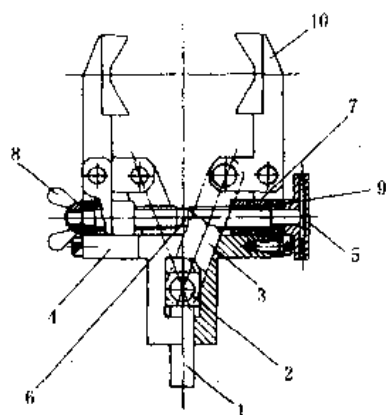
- 1—支板
2—气缸
3—连接杆
4—导销
5—圆柱凸轮
6、7、8—弹簧片
9—螺母
10—轴承
11—导杆
12—手指支座
13—气缸
14—连杆
15—手指
A、B—轴向槽
C—斜槽

图为既能伸缩又能回转的机械手。

手指15的开闭由气缸13驱动；手指支座12可相对气缸2的活塞杆转动，其伸缩（即左右运动）与回转的驱动力源为气缸2。

该机械手的动作过程为：与支板1相连的手臂（未画出）带动机械手接近工件后，气缸2动作，其活塞杆驱动手指支座12向左运动，与此同时，与气缸2的活塞杆相连的导销4沿圆柱凸轮5上的轴向槽A向左滑动；待工件位于两手指15之间后，气缸13的活塞杆缩回，通过连杆14使手指15闭合将工件夹紧。随后，气缸2又带动手指支座12向右运动，导销4开始仍沿着轴向槽A向右滑动，但碰到弹簧片6时则被导入斜槽C而进入轴向槽B的右段；由于导销4受连接杆3的约束不能作周向运动，故实际上圆柱凸轮4将相对于导销4及气缸2的活塞杆发生转动，同时通过导杆11带动手指支座12一起转动。这样，手指15夹持着工件，在气缸2的活塞杆缩回过程中，经历了直线运动→转动→直线运动。其转动角等于圆柱凸轮5上的两轴向槽之间距所对应的中心角。

369



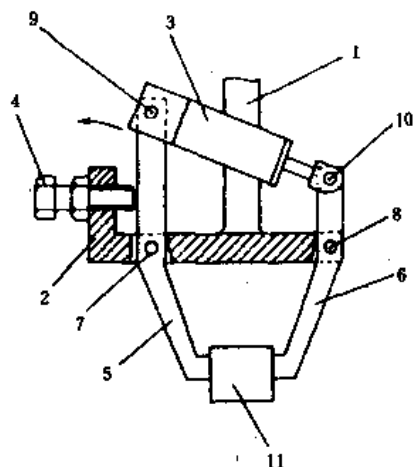
- 1—拉杆
- 2—销轴
- 3—连杆
- 4—支座
- 5—调节手轮
- 6—螺杆
- 7—螺母
- 8—锁紧螺母
- 9—侧板
- 10—手指

图为能夹持直径大小不同工件的机械手。

拉杆 1 由气缸驱动上下移动，经连杆 3 带动手指 10 绕其支轴转动，张开或闭合。

手指 10 的转动支轴位于螺母 7 上，两螺母 7 分别与螺杆 6 的两段旋向不同的螺纹段相配合；螺杆 6 由侧板 9 支承，不能轴向运动。当利用调节手轮 5 转动螺杆 6 时，两螺母 7 将对向或反向移动，即两手指 10 的转动支轴之间的距离将发生变化，从而使该机械手能夹持直径大小不同的工件，如图 (A)、(B) 所示。

370



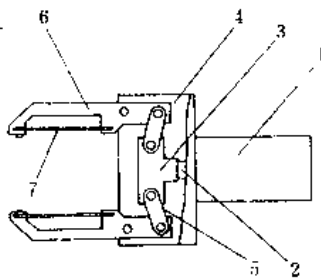
- 1—手臂
- 2—支板
- 3—气缸
- 4—限位螺钉
- 5、6—手指
- 7、8、9、10—销轴
- 11—工件

图为以一侧手指为定位基准的机械手。

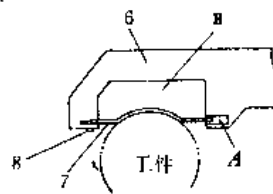
气缸 3 的缸体、活塞杆分别与手指 5、6 的上端相铰接，处于浮动状态；销轴 7、9 的间距大于销轴 8、10 的间距。

夹持工件的过程为：在气缸 3 的活塞杆全部缩回即手指 5、6 处于张开的状态下，手臂 1 下降到使工件 11 处于手指 5、6 之间的位置；此时气缸 3 开始动作，其缸体、活塞杆分别向左、向右运动，使手指 5、6 绕各自支点销轴 7、8 向内转动；由于手指 5 对工件 11 的作用力大于手指 6 对工件 11 的作用力，故工件 11 首先被向右推动；当手指 5 碰到限位螺钉 4 后便停止转动，而手指 6 则继续转动，并以手指 5 为定位基准将工件 11 夹紧。

371



(A)



(B)

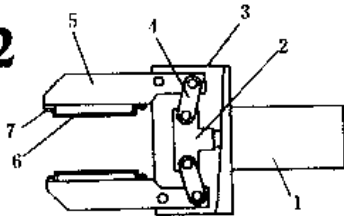
- 1—气缸 2—气缸活塞杆
3—连接块 4—支板
5—连杆 6—手指
7—弹簧片 8—螺钉
A—导槽 B—切口

图为适于夹持易变形、易损坏的圆柱形工件的机械手。

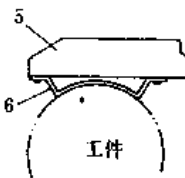
在手指6的内侧装有弹簧片7，其一端用螺钉8固定，另一端则插在导槽A中处于浮动状态。当气缸1通过连杆5驱动手指6闭合时，弹簧片7产生与工件表面轮廓吻合的弯曲变形，使工件的被夹持部受到均匀的弹性夹紧力。

另外，根据工件的性质，通过更换弹簧片7即可达到调整夹紧力的目的。

372



(A)



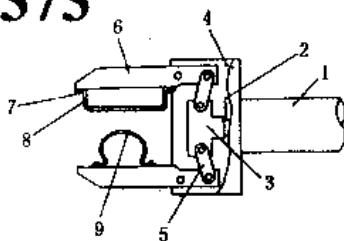
(B)

- 1—气缸 2—连接块
3—支板 4—连杆
5—手指 6—弹簧片
7—螺钉

图为适于夹持表面易损或易变形工件的机械手。

两手指5的内侧均装有Π形的弹簧片6，其两端用螺钉7固定。当手指5闭合时，弹簧片6将产生变形，并与工件保持面接触，对工件施加弹性夹紧力。

373



(A)



(B)

- 1—气缸 2—气缸活塞杆
3—连接块 4—支板
5—连杆 6—手指
7—螺钉 8、9—弹簧片

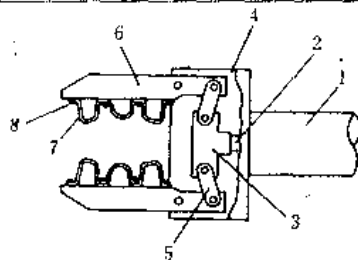
图为适于夹持断面形状特殊且易损坏工件的机械手。

对断面形状较为特殊且易损坏工件，可在手指6的内侧安装图示形状的弹簧片8、9，其两端均用螺钉7固定。手指6闭合时，弹簧片8、9将产生变形并与工件表面紧密贴合而将其夹紧。

根据工件的性质、形状等不同，可采用材质、刚性或形状不同的弹簧片。

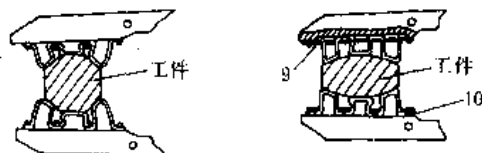
374

(A)



- 1—气缸 2—气缸活塞杆
3—连接块 4—支板
5—连杆 6—手指
7—弹簧片 8—螺钉
9—安装板 10—压板

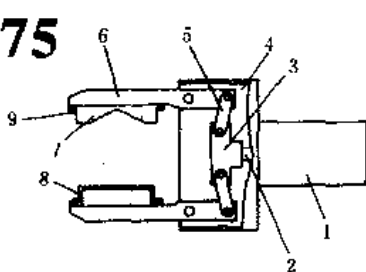
(B)



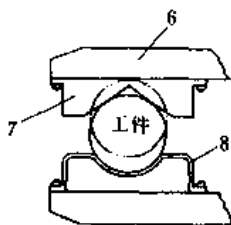
图为适于夹持断面为多边形等特殊形状工件的机械手。

在两手指 6 的内侧各安装三个 Π 形弹簧片 7，中间弹簧片的弹性较之两侧的为大。弹簧片 7 的固定方式可直接用螺钉或用压板等，如图 (B) 所示。这种手指结构的特点与前几例类似，可用于夹持断面为多边形等特殊形状的工件。

375



(A)



(B)

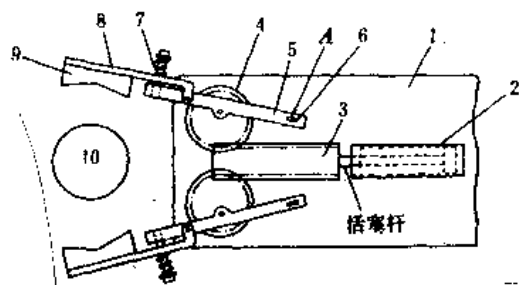
- 1—气缸 2—气缸活塞杆
3—连接块 4—支板
5—连杆 6—手指
7—V 形垫块 8—弹簧片
9—螺钉

图为适于夹持表面易损或易变形的圆柱形工件的机械手。

两手指 6 的内侧分别装有 V 形垫块 7 (非弹性材料) 与 Π 形弹簧片 8。手指 6 闭合时，弹簧片 8 产生变形，将工件压紧在 V 形垫块 7 上。

与前述两手指均与工件为弹性接触相比，工件在该手指结构中的定位精度较高，即工件的轴心能准确地位于 V 形垫块 7 的中心线上。

376



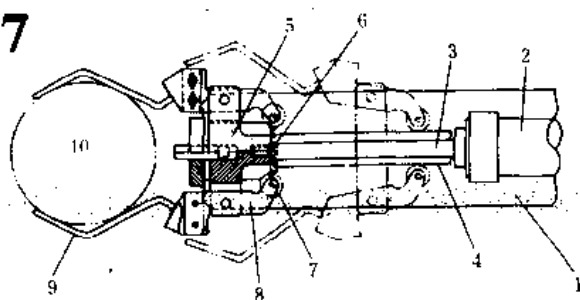
- 1—支板 2—气缸 3—齿条 4—齿轮
5—摆杆 6—销轴 7—压簧 8—手指
9—垫块 10—工件 A—长孔

图为能避免对工件产生过大夹紧力的机械手。

摆杆 5 与齿轮 4 的铰接点偏离齿轮 4 的转轴；固定在支板 1 上的销轴 6 插在摆杆 5 尾部的长孔中。当气缸 2 通过齿条 3 驱动齿轮 4 转动时，摆杆 5 将作摆动与直线运动的复合运动，使两手指 8 张开或闭合，其开闭速度的变化具有正弦特性。

夹持工件时，由于手指 8 可相对于摆杆 5 向外转动，故能避免对工件产生过大的夹紧力。

377



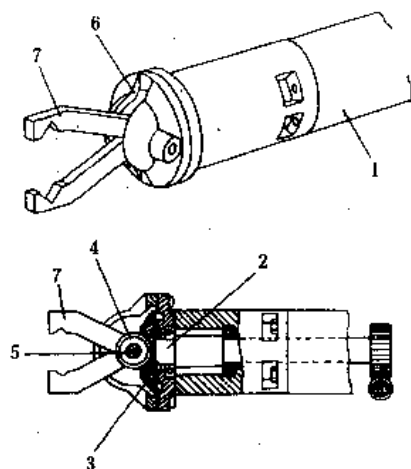
- 1—支板 2—气缸
- 3—活塞杆 4—靠模
- 5—连接块 6—拉簧
- 7—滚子 8—杠杆
- 9—手指 10—工件

图为利用靠模控制手指开闭动作的机械手。

靠模 4 固定在支板 1 上，连接块 5 固结于气缸活塞杆 3 的端部；杠杆 8 与连接块 5 相铰接，左端安装着手指 9，右端装有滚轮 7；拉簧 6 连在两杠杆 8 的右端之间，使滚轮 7 与靠模 4 保持接触。

当气缸活塞杆 3 缩回时，两手指 9 处于张开状态，如图中双点划线所示。随着气缸活塞杆 3 伸出，待工件 10 位于两手指 9 之间后，在靠模 4 的作用下两滚子 7 的间距开始增大，即杠杆 8 开始对向转动，直到手指 9 将工件 10 夹紧。

378



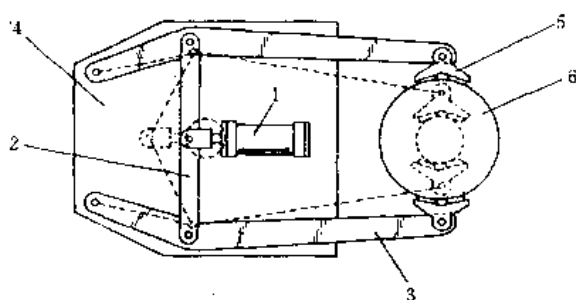
- 1—手臂
- 2—驱动轴
- 3—主动伞齿轮
- 4—从动伞齿轮
- 5—转轴
- 6—转轴支座
- 7—手指

图为利用伞齿轮传动的具有单支点回转型手指的机械手。

两个从动伞齿轮 4 同时与主动伞齿轮 3 相啮合；两个手指 7 分别固结在各从动伞齿轮 4 的转轴 5 上；两个转轴 5 同轴线。当驱动轴 2 带动主动伞齿轮 3 回转时，通过从动伞齿轮 4 使两手指 7 绕各自的转轴 5 对向或反向转动，将工件夹紧或放松。

若驱动轴 2 的输入扭矩不变，则上述齿轮副的传动比决定了转轴 5 的输出扭矩；亦即当主动伞齿轮 3 到从动伞齿轮 4 的传动比一定时，手指 7 对工件的夹紧力与开闭角度（即工件的大小）无关为一常量。

379

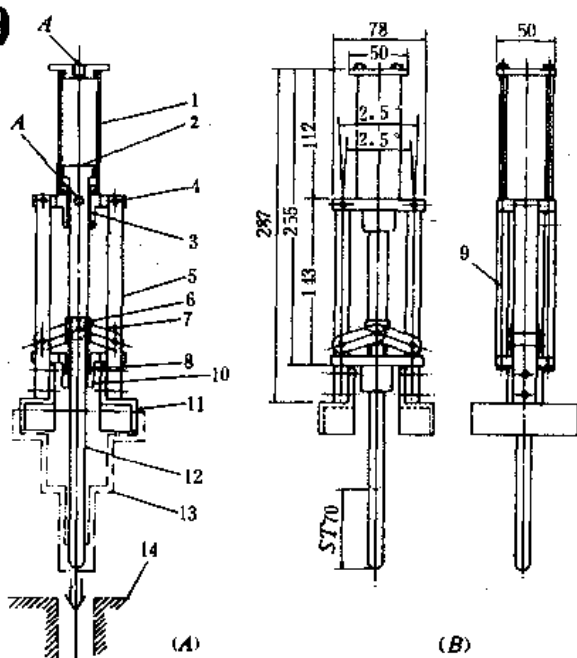


- 1—气缸
- 2—连杆
- 3—杠杆
- 4—支板
- 5—V形卡爪
- 6—工件

气缸1的活塞杆伸出时,通过连杆2使两杠杆3对向转动,V形卡爪5将工件6夹紧;反之则松开工件。

由于卡爪5可相对于杠杆3转动,故无论工件直径的大小,工件轴心到杠杆3两回转支点连线的距离均保持不变。

380



- 1—气缸
- 2—活塞
- 3—活塞杆导套
- 4—销轴
- 5—杠杆
- 6—滑套
- 7—连杆
- 8—弹簧
- 9—固定连杆
- 10—导套
- 11—手指
- 12—定心杆
- 13—工件
- 14—夹具
- A—气口

图为具有自动定心机能的机械手。

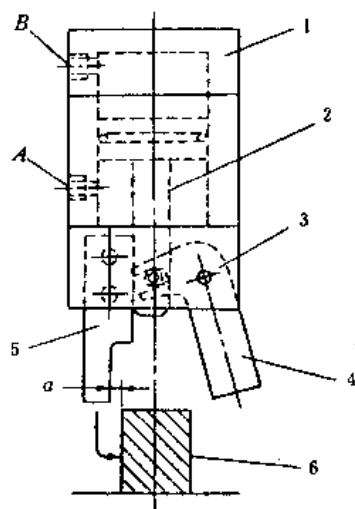
该机械手可将图示形状的工作13定心并夹紧,依靠手臂(未画出)的运动把工作13插入夹具14的定位孔中。

(1) 夹持工件的动作过程: 气缸活塞2向下运动,与气缸活塞杆相固结的定心杆12首先插进工件13下端的孔内将其定心;随后气缸活塞2继续向下运动,活塞杆端部与滑套6接触并推动其下移,通过连杆7使安装在杠杆5下端的手指11向外张开,从内侧把工件13夹紧。

(2) 主要技术规格—驱动源: 200~700kPa²的压缩空气,可搬重量: 1kg,夹紧力: 200N,手指开闭速度: 30次/分,本体重量: 1.5kg,定心动作行程: 70mm,手指开闭角: 5°。

(3) 特点: 利用一个气缸顺序地完成了定心及夹紧动作;传力机构具有力放大特性;可实现小间隙配合的装配作业。

381



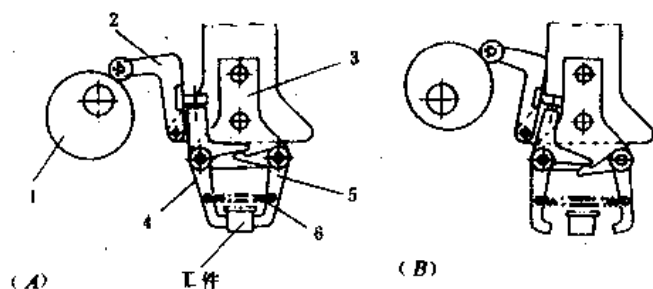
- 1—气缸
- 2—活塞杆
- 3—支轴
- 4—可动手指
- 5—固定手指
- 6—工件
- A、B—气口

图为非对称滑槽杠杆式机械手。

气缸活塞杆 2 向下运动时，驱动可动手指 4 绕支轴 3 转动，把工件 6 推向固定手指 5 并将其夹紧。

该机构具有夹持工件后定心精度较高的优点。但机械手接近工件时为了避免固定手指 5 碰撞工件 6，必须使之与工件 6 保持一定的距离 a ；下降到位后，机械手又须向右横移 a ，从而使机械手的运动轨迹复杂。

382

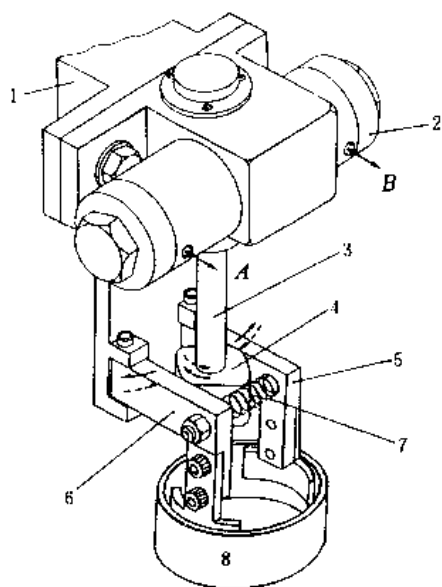


- 1—偏心轮
- 2—杠杆
- 3—支板
- 4、5—手指
- 6—拉簧

图 (A) 为手指 4、5 在拉簧 6 的作用下闭合把工件夹紧的情形。图 (B) 为偏心轮 1 通过杠杆 2 驱动手指 4 顺时针转动，与此同时手指 4 又拨动手指 5 作逆时针转动，从而工件被松开的情形。手指 4、5 在各自支点部均向内伸出一段并相互搭靠；手指 4 与杠杆 2 为浮动接触。

该机械手的缺点是结构上不够紧凑。设计时应注意使手指 4、5 的搭靠点位于两手指的对称中心线上，以保证两手指同步闭合和张开。

383



- 1—手臂 2—摆动气缸
3—摆动气缸输出轴 4—凸轮
5、6—手指 7—拉簧
8—工件 A、B—进(排)气口

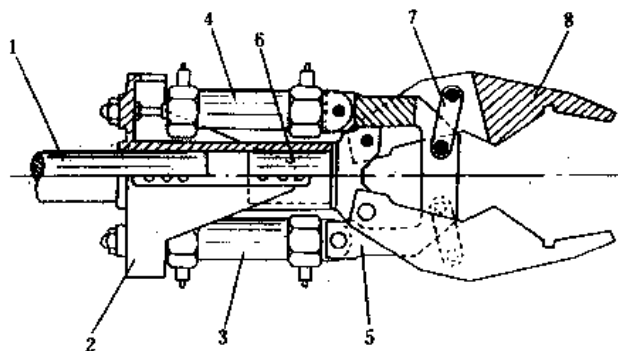
图为适于抓取环类工件的内卡式双指机械手。

摆动气缸2的摆角范围为 $0\sim 180^\circ$ ，其通过凸轮4驱动手指5、6绕各自支轴转动张开将工件8夹紧。松开工件时，手指5、6依靠拉簧7复位。

采用摆动气缸作为手指的驱动力源具有下列特点：

- (1) 在摆动气缸的摆角范围内可任意设定角度，因而容易实现手指开闭量的无级调整，可适应不同尺寸的工件；
- (2) 结构紧凑、可获得较大的夹紧力；
- (3) 夹紧力大小可调。

384



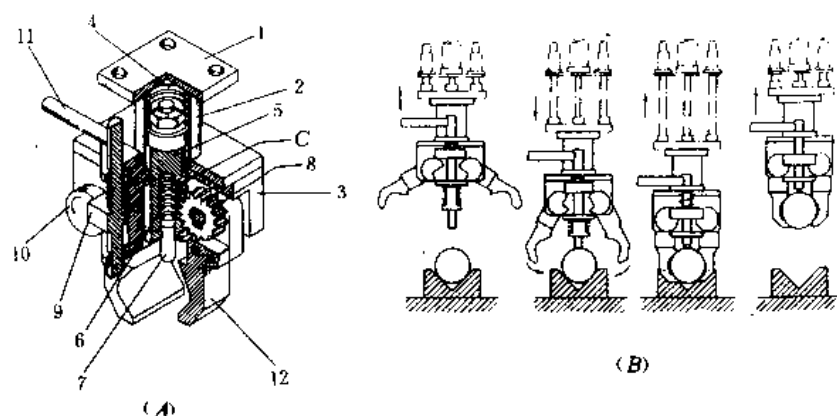
- 1—手臂
2—支承套
3、4—气缸
5—U形板
6—手指支座
7—连杆
8—手指

图为将两个气缸并联驱动手指开闭的机械手。

气缸3、4的活塞杆均固定在支承套2上，其两缸体与U形板5相铰接。当气缸3、4的缸体同步向左或向右移动时，U形板5将通过连杆7带动两手指8闭合或张开。

与通常的传力机构为连杆杠杆式的机械手相比，由于该机械手中连杆7的两铰接点均位于手指8支点的右侧（按图示位置），故该机械手的轴向尺寸较小，结构紧凑。

385



1—联结板 2—套筒 3—支座 4、6—弹簧
5—滑柱 7—压杆 8—齿轮 9—锁定块
10—定位盘 11—开锁杆 12—手指 C—齿条段

图 (A) 为机械手的结构, 图 (B) 为其夹持工件的过程。

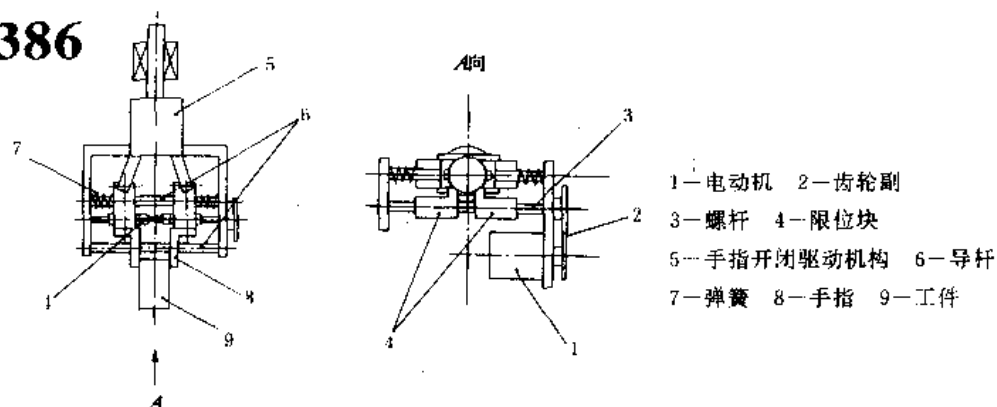
未夹持工件时, 手指 12 在弹簧 4 的作用下处于常开状态。齿轮 8、定位盘 10 及手指 12 固结在同一轴上。

当机械手移向工件时, 压杆 7 首先与工件接触; 随着机械手继续下降, 弹簧 6 将迫使滑柱 5 相对于支座 3 的速度减慢, 从而使与滑柱 5 上的齿条段 C 相啮合的齿轮 8 发生转动, 亦即两手指 12 闭合把工件夹紧。与此同时, 锁定块 9 卡入定位盘 10 的缺口将手指 12 锁定。机械手把工件移送到另一工位后, 利用其它机构向上推动开锁杆 11, 由于弹簧 4 的作用, 手指 12 可自动向外张开。

该机械手的特点是: 省去了诸如气缸等驱动元件; 能可靠地保持夹紧工件的状态。其缺点为: 松开工件时需借助于外力开锁, 只适用于一种直径的工件。

§ 2 移动型机械手

386



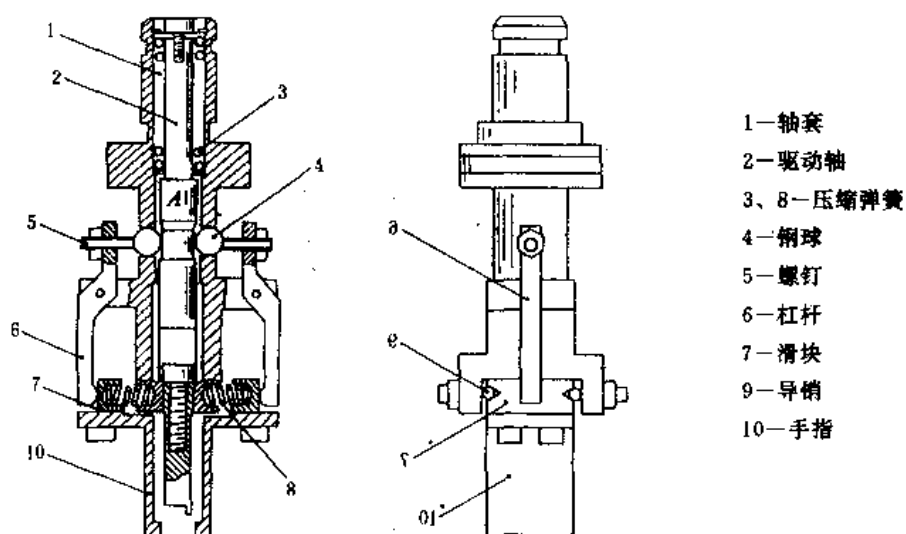
- 1—电动机 2—齿轮副
3—螺杆 4—限位块
5—手指开闭驱动机构 6—导杆
7—弹簧 8—手指 9—工件

图为能在一定范围适应尺寸不同的工件且夹紧力可调定的机械手。

根据工件的尺寸,电动机1通过齿轮副2驱动螺杆3回转,使两限位块4对向或反向移动,将两手指8闭合时的相互距离设定。

手指开闭驱动机构5动作,在弹簧7的作用下手指8沿导杆6平行移动将工件9夹紧。

387

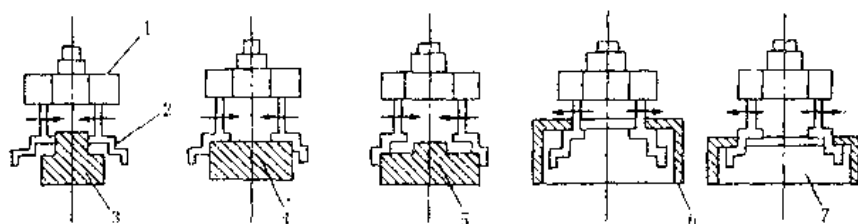


- 1—轴套
2—驱动轴
3、8—压缩弹簧
4—钢球
5—螺钉
6—杠杆
7—滑块
9—导销
10—手指

由图示位置,当驱动轴2在气压或油压的作用下向下移动时,其直径较大的A部把钢球4向外推出,通过螺钉5使杠杆6向内摆动,杠杆6的下端又推动滑块7即两手指10沿导销9平行对向移动,将工件抓起。

驱动力消失后,驱动轴2、手指10分别依靠压缩弹簧3、8复位。

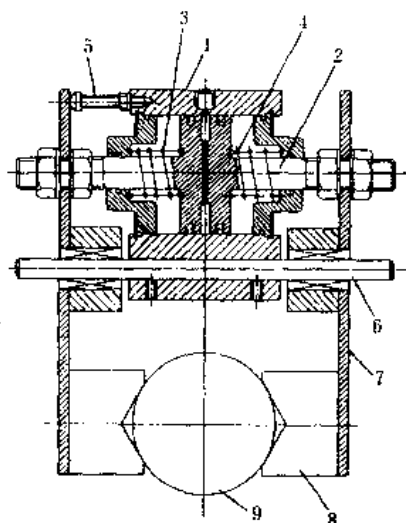
388



图为可用于 5 种工件的平行移动型机械手。前三种手指 2 向内移动，从外侧夹持工件 3、4、5。后两种手指 2 向外移动，从内侧夹持工件 6、7。

- 1—手指驱动机构
- 2—手指
- 3、4、5、6、7—工件

389



- 1—气缸
- 2—活塞杆
- 3、4—弹簧
- 5—限位螺钉
- 6—导杆
- 7—手指
- 8—卡爪
- 9—工件

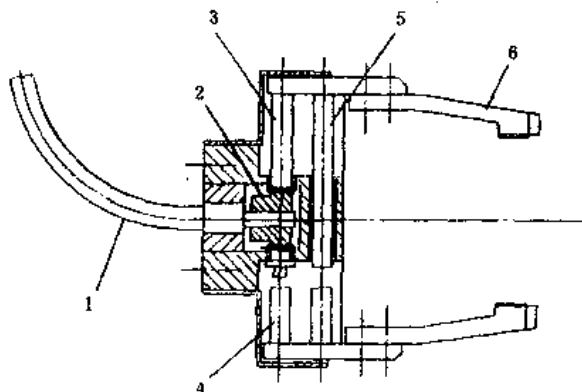
图为手指具有浮动特性的平行移动型机械手。

如图所示，抓取工件 9 时气缸 1 卸压，两手指 7 在压缩弹簧 3、4 的作用下对向平行移动将工件夹紧。限位螺钉 5 用于保证工件 9 相对于机械手具有正确的位置，因此，应使弹簧 3 的刚度大于弹簧 4 的刚度。

松开工件时，气缸 1 的两活塞向外移动使手指 7 张开。

由于两手指 7 具有浮动特性，即使工件处于定位精度较差的夹具或托盘中，也能依靠弹簧 3、4 将其夹持。

390

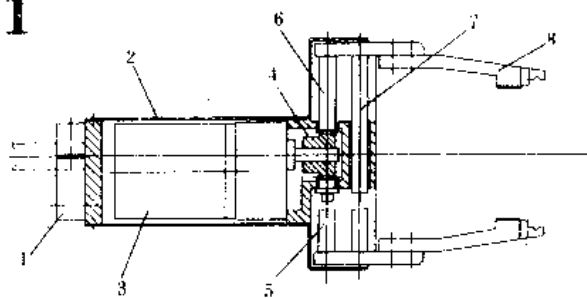


- 1—挠性轴 2—齿轮
- 3、4—齿条
- 5—导杆 6—手指

图为平行移动型齿轮齿条式机械手。

机械手上没有安装驱动元件，齿轮 2 通过挠性轴 1 与位于他处的电动机或气动马达相连，从而减轻了机械手部分的重量。

391

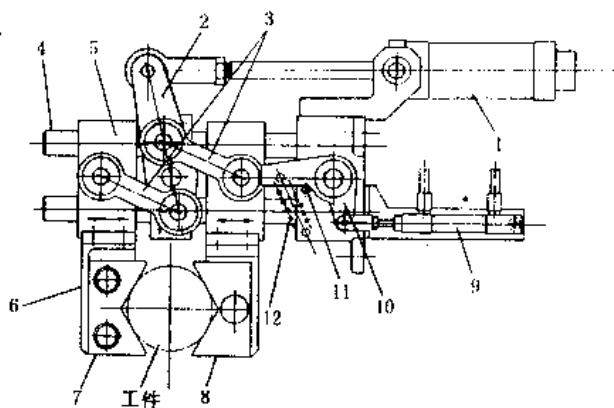


1—支架 2—护罩 3—电动机 4—齿轮 5、6—齿条 7—导杆 8—手指

图为平行移动型齿轮齿条式机械手。

与图例 390 类似,区别只在于齿轮 4 直接与电动机 3 相连。齿轮 4 通过齿条 5、6 带动手指 8 沿导杆 7 (两根) 移动,完成开闭动作。

392



1、9—气缸
2—摆杆
3—连杆
4—导杆
5—滑块
6—手指
7、8—V形卡爪
10—锁紧杠杆
11—限位销
12—拉簧

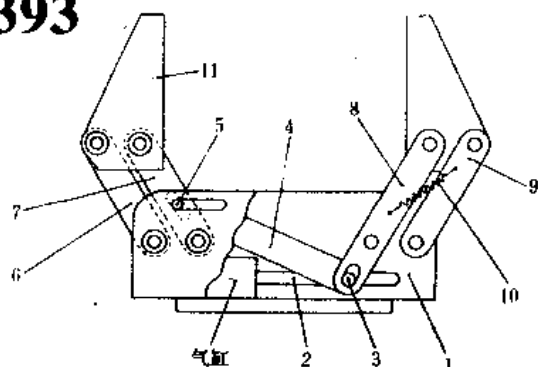
图为平行移动型连杆杠杆式机械手。

气缸 1 的活塞杆伸出时,通过摆杆 2、连杆 3 带动两滑块 5 对向移动,V 形卡爪 7、8 将工件夹紧。反之则将工件松开。

卡爪 7 固定在左侧手指 6 上,而卡爪 8 则可相对右侧手指 6 作一定角度的转动,以消除卡爪的装配误差,保证其与工件的 4 点接触。

夹紧工件时,锁紧杠杆 10 在拉簧 12 的作用下将右侧滑块 5 锁定,可防止气动回路发生故障时工件脱落。气缸 9 用于解除锁定。

393

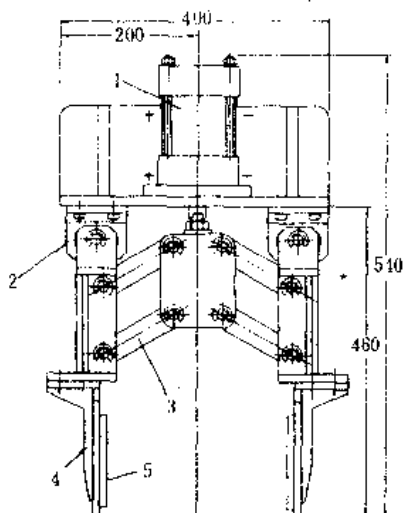


1—支板 2—气缸活塞杆 3、5—销 4—连杆 6、7、8、9—摆杆 10—拉簧 11—手指

图为平行移动型连杆杠杆式机械手。

安装在气缸活塞杆 2 上的销 3 插在摆杆 8 的长孔中;气缸活塞杆 2 又以连杆 4 与摆杆 7 相连,连杆 4 左端的销 5 同时与支板 1 上的水平长孔及摆杆 7 上的轴向长孔相配合。当气缸活塞杆 2 伸出时,两手指 11 将对向移动把工件夹紧;反之则松开工件。

394

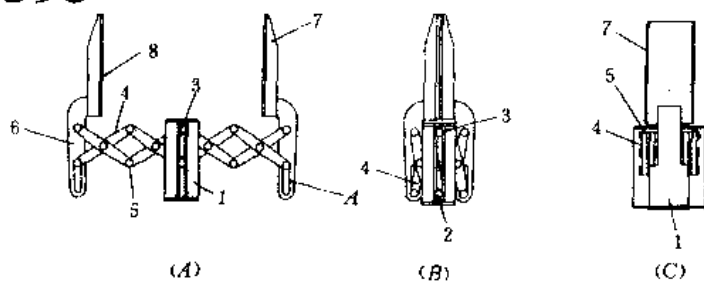


- 1—气缸 2—手指支座
3—连杆 4—手指
5—接触传感器

图为平行移动型连杆式机械手。

安装在手指 4 上端的销轴与手指支座 2 上的长孔相配合。气缸 1 的活塞杆伸出时,两手指 4 在平行连杆 3 的带动下向外移动,反之则闭合将工件夹紧。

395



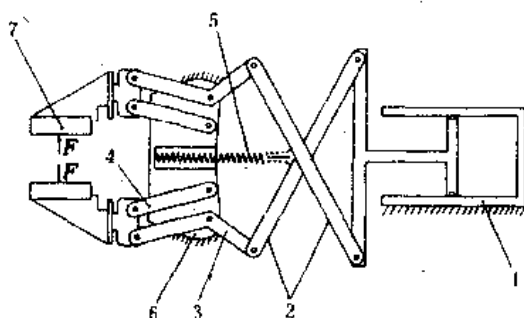
- 1—固定支座 2—驱动轴
3—固定轴 4—连杆
5—销 6—指座
7—手指 8—垫片
A—滑槽

图为大张量平行移动型机械手。

驱动轴 2 向上运动时,通过多重平行四边形连杆机构,使两手指 7 向外同步移动而张开,如图 (A) 所示;反之,两手指 7 则闭合,如图 (B) 所示。

该机械手的优点是:在最大张量的范围内可夹持任意尺寸的工件;手指完全闭合时体积小,便于设置或存贮;能在空间狭窄的条件下作业。

396



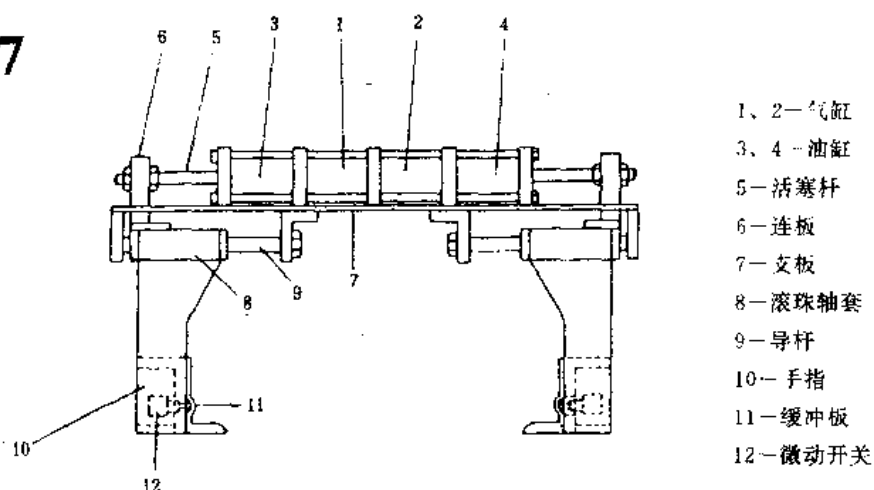
- 1—气缸 2—连杆 3、4—摆杆
5—压缩弹簧 6—固定连接板 7—手指

图为平行移动型连杆杠杆式机械手。

气缸 1 的活塞杆向左运动时,连杆 2 将推动摆杆 3 绕支点转动,与之平行设置的摆杆 4 亦作同步转动,从而使两手指 7 对向移动将工件夹紧。

气缸 1 卸压后,依靠压缩弹簧 5 其活塞杆右移复位,同时手指 7 张开。

397

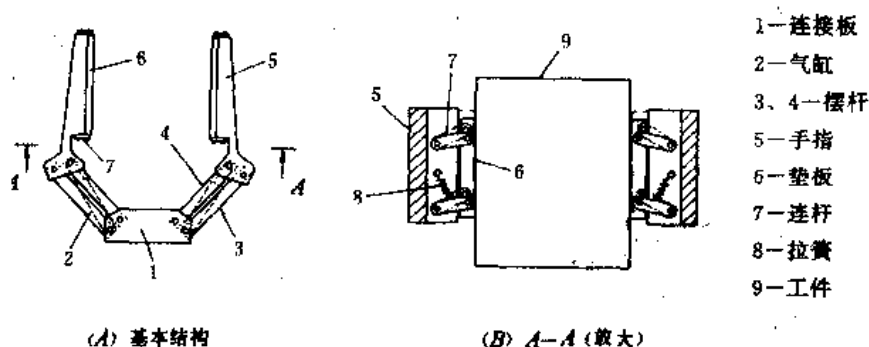


图为手指开闭速度可调的平行移动型机械手。

气缸 1、2 分别与油缸 3、4 相串联，构成两个阻尼调速气缸，通过连板 6 分别驱动手指 10 沿导杆 9 移动，闭合或分开。利用液体的不可压缩性和控制液体的排量可达到调整手指移动速度的目的。

在手指 10 与工件相接触部位安装有微动开关 12，用于判断工件有无及防止夹紧力过大。

398

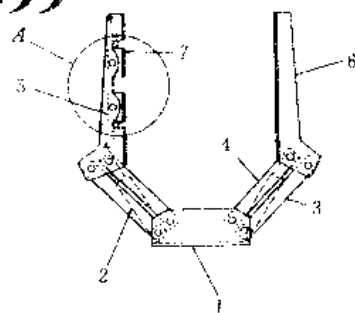


图为能根据工件的重量自动调整夹紧力的机械手。

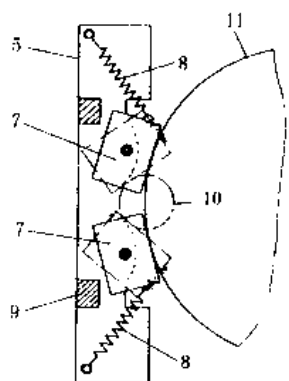
图 (A) 为该机械手的基本结构。连接板 1 与手臂 (未画出) 相连；气缸 2 的缸体、活塞杆分别与连接板 1、手指 5 相铰接；连接板 1、摆杆 3、4 及手指 5 组成平行四边形机构。当两个气缸 2 的活塞杆同时伸出或缩回时，两手指 5 将平行移动，闭合或张开。

手指 5 内侧的结构如图 (B) 所示，垫板 6 的两端面各通过一对平行连杆 7 与手指 5 相铰接。未夹持工件时，垫板 6 在拉簧 8 的作用下与手指 5 保持接触。当两手指 5 闭合夹住工件 9 并将其提起时，由于工件 9 与垫板 6 之间的摩擦力作用，连杆 7 将克服拉簧 8 的弹簧力向下摆动，使两垫板 6 的间距缩小，从而工件 9 被楔紧。根据工件 9 的重量不同，连杆 7 向下摆动的角度将不同，因此手指 5 对工件 9 的夹紧力可实现自动调整。

399



(A) 基本结构



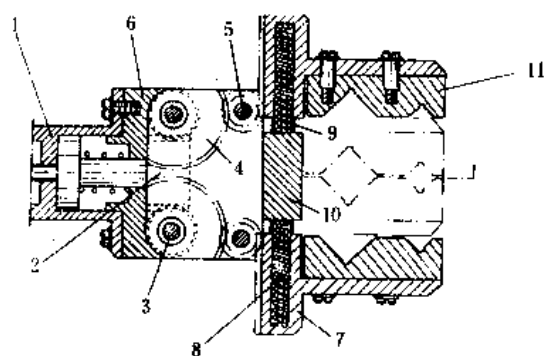
(B) A部放大

- 1—连接板
- 2—气缸
- 3、4—摆杆
- 5、6—手指
- 7—垫块
- 8—拉簧
- 9—限位挡块
- 10、11—工件

该机械手的基本结构如图(A)所示,与图例398相同,手指5、6各由一个气缸驱动开闭。不同之处在于手指具有图(B)所示的结构,即可夹持截面为矩形的工件,又可夹持圆柱类工件。

手指6的内侧为平面,手指5的内侧则装有两个可转动的垫块7。在通常情况下,垫块7在拉簧8的作用下靠在限位挡块9上,其右侧面与手指5的内侧面位于同一平面上,此时该机械手可夹持截面形状为矩形的工件。当夹持圆柱类工件时,手指5上的两垫块7可绕各自支轴转动,并同手指6一起与工件形成三点接触;当工件的直径大小变化时(如图(B)中的工件10、11),由于垫块7可自动地调整转动角度,故仍能可靠地将工件夹紧。

400



- 1—气缸 2—齿条
- 3、5—齿轮 4—扇形齿轮
- 6—支架 7—手指
- 8—压簧 9—导杆
- 10—固定挡块 11—V形垫铁

图为平行移动型齿轮齿条式机械手。

齿条2固定在气缸1的活塞杆的端部并与齿轮3相啮合;扇形齿轮4与齿轮3固结在同一转轴上;齿轮5同时与扇形齿轮4及手指7上的齿条相啮合。手指7在压簧8的作用下处于常开状态。夹紧工件时,压缩空气使气缸1的活塞杆向右移动,夹紧力及运动经齿条2→齿轮3→扇形齿轮4→齿轮5→手指7上的齿条,传递给手指7,使之对向移动将工件夹紧。

气缸1卸压后,其活塞杆与手指7均依靠弹簧复位。

401

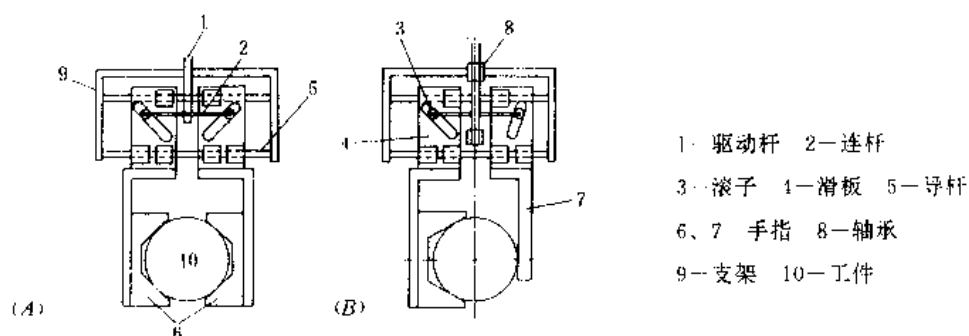
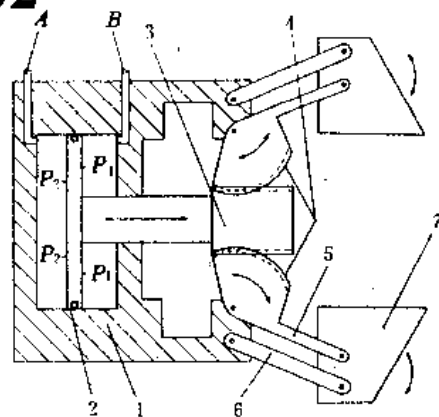


图 (A): 安装在连杆 2 两端的滚子 3 插在滑板 4 上的斜长孔中。当驱动杆 1 带动连杆 2 上下移动时, 滚子 3 作用于滑板 4 的水平分力将使滑板 4 亦即手指 6 沿导杆 5 平行对向或反向移动, 即夹紧或放松工件。

图 (B) 的结构与图 (A) 基本类似, 区别在于图 (B) 中的两手指为非对称。因此, 为使工件 10 相对于机械手的位置保持不变, 手指 7 的行程应小于手指 6 的行程, 从而右侧滑板 4 的斜长孔与驱动杆 1 的夹角较小。

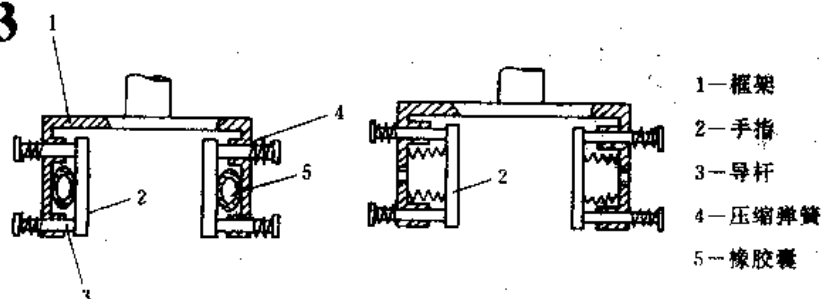
402



气缸 1 通过齿条 3、扇形齿轮 4 驱动两对平行摆杆 5、6 摆动, 使手指 7 作平行移动, 夹紧或放松工件。

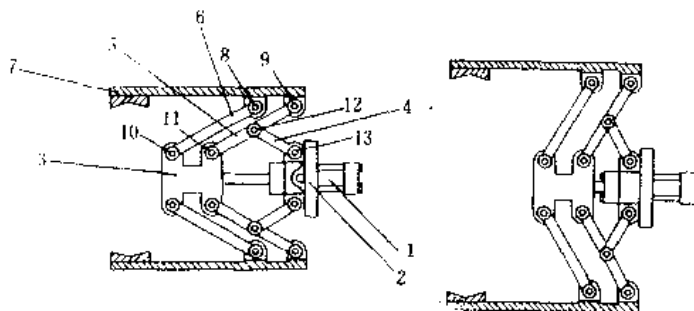
摆杆 5 可与扇形齿轮 4 制成一体, 也可分别加工以螺钉相连。

403



在框架 1 与手指 2 之间装有橡胶囊 5, 将流体 (压缩空气或液压油) 充入后, 依靠其膨胀变形迫使两手指 2 对向移动将工件夹紧。流体排出后, 手指 2 在压缩弹簧 4 的作用下复位, 工件被松开。

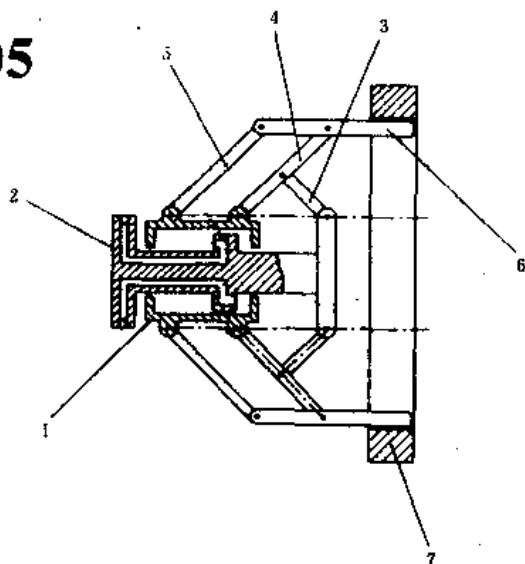
404



- 1—油缸 2—固定支板
- 3—连接块 4—连杆
- 5、6—摆杆 7—手指
- 8、9、10、11、12、13—销轴

连杆4的一端铰接在摆杆5的中点，另一端与固定支板2相连。连接块3、摆杆5、6及手指7组成平行四边形机构。油缸1、连接块3、连杆4及摆杆5又构成 *Scott—Russel* 机构。这种机构的特点是：当连接块3作直线运动时，销轴8、9的连线始终平行于连接块3的运动方向。从而，当油缸1的活塞杆伸出或缩回时，两手指7将平行地作对向直线运动，闭合或张开。

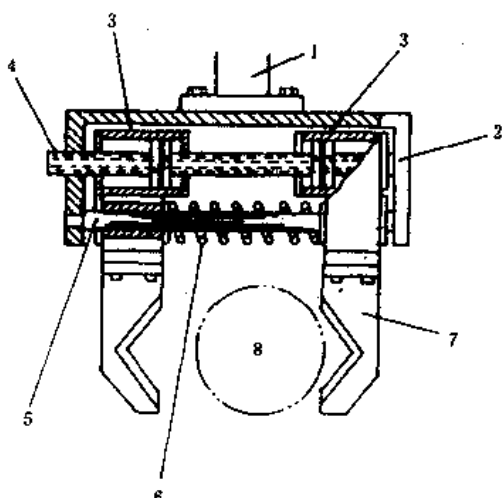
405



- 1—气缸缸体 2—活塞杆 3—连杆
- 4、5—摆杆 6—手指 7—工件

气缸缸体1、摆杆4、5及手指6构成平行四边形机构；压缩空气的通路设置在活塞杆2中。当气缸的右腔进气时，活塞杆2向左运动，通过连杆3使手指平行向外移动，从内侧将工件7夹紧。反之，两手指6则闭合把工件松开。

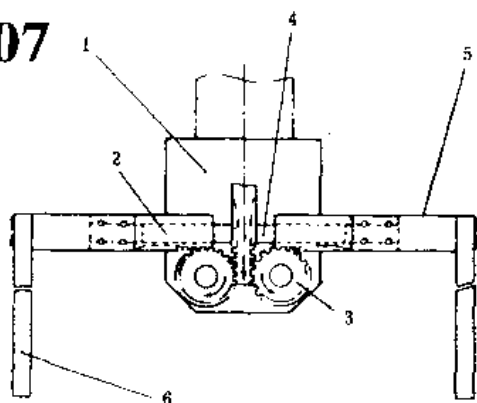
406



- 1—手臂 2—支座 3—气缸缸体
- 4—气缸活塞杆 5—导杆
- 6—弹簧 7—手指 8—工件

气缸活塞杆4固定在支座2上静止不动，气缸缸体3与手指7相连。当左侧气缸的右腔与右侧气缸的左腔进气时，两缸体3将相对于活塞杆4移动，同时带动两手指7沿导杆5相互接近把工件夹紧。反之，两手指7则依靠弹簧6向外移动而复位。

407

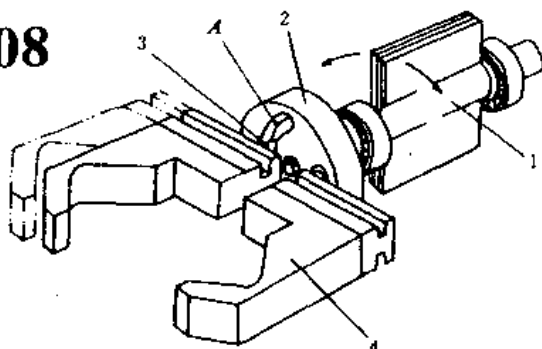


- 1—支座 2—齿条 3—齿轮
4—导杆 5—横梁 6—手指

图为平行移动型齿轮齿条式机械手。

齿轮 3 同时与齿条 2 及横梁 5 上的齿条段相啮合。当齿条 2 (可由气缸驱动) 向下运动时, 通过两个齿轮 3 将分别带动两横梁 5 沿导杆 4 对向移动, 从而手指 6 把工件夹紧。

408

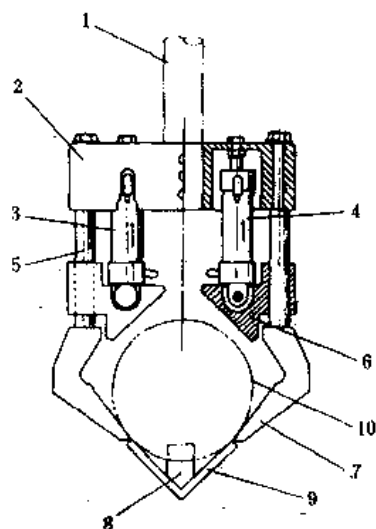


- 1—驱动轴
2—盘槽凸轮
3—柱销
4—手指
A—曲线槽

图为平行移动型凸轮式机械手。

盘槽凸轮 2 上具有两段曲线槽, 安装在手指 4 上的柱销 3 插在其中。当驱动轴 1 转动时, 盘槽凸轮 2 将通过柱销 3 带动手指 4 沿导轨 (未画出) 对向或反向移动, 即夹紧或放松工件。

409



- 1—手臂
2—支座
3、4—气缸
5—导杆
6—可动手指
7—固定手指
8—限位块
9—V形料道
10—工件

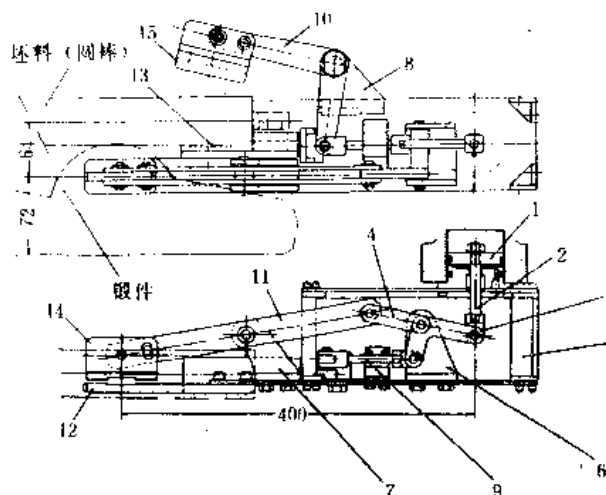
图为用于从 V 形料道上抓取圆柱形工件的机械手。

工件 10 到来前, 机械手与 V 形料道 9 的相对位置如图所示。工件 10 滑进两固定手指 7 之间后被限位块 8 挡住, 气缸 3、4 同时推动两可动手指 6 向下移动, 将工件 10 压紧在固定手指 7 上; 随后手臂 1 带动机械手上升将工件 10 取走。

设计固定手指 7 时应考虑 V 形料道 9 的张角; 通过调节压缩空气的压力、流量能改变可动手指 6 对工件的作用力及其移动速度。

§ 3 多指式机械手

410

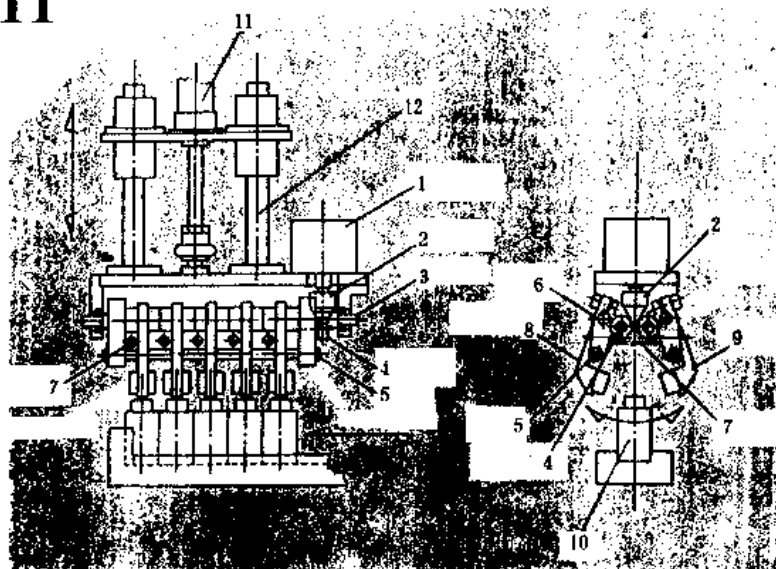


- 1—气缸
- 2—活塞杆
- 3、4—摆杆
- 5—框架
- 6、7、8—支座
- 9—拉杆
- 10、11—杠杆
- 12、13—固定卡爪
- 14、15—可动卡爪

图为用于锻造作业的夹钳式机械手。

利用一个气缸同时驱动两对手指开闭，可根据坯料（圆棒）在锻打过程中的形状改变使用不同的手指（12—14 或 13—15）。可抓重量最大为 20kg。

411



- 1、11—气缸
- 2—圆锥顶柱
- 3—轴
- 4—滚轮
- 5—连杆
- 6—杠杆
- 7—拉簧
- 8、9—手指
- 10—工件
- 12—导杆

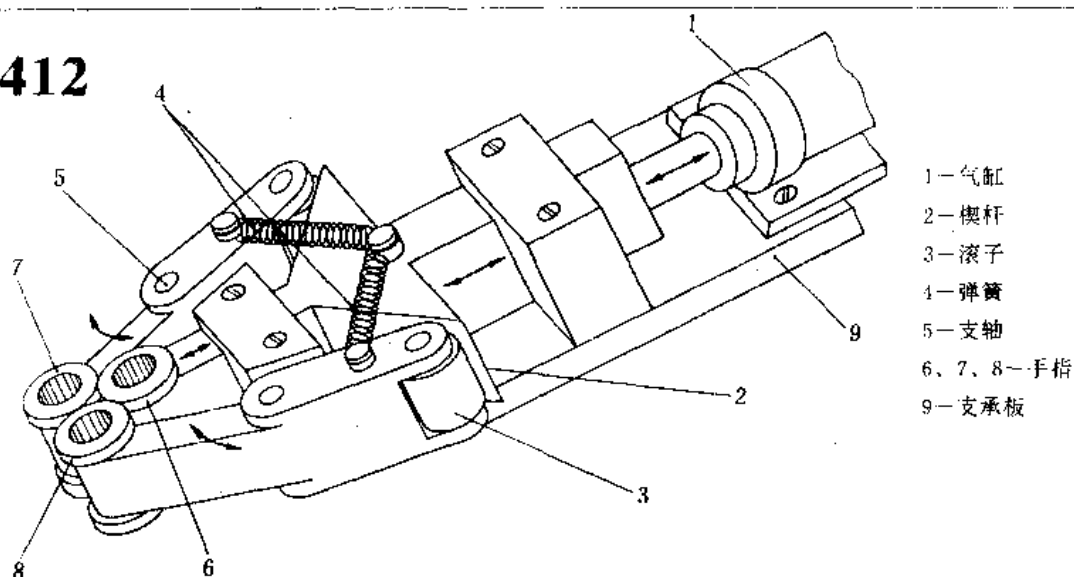
图为利用一个气缸同时驱动数对手指抓取数个工件的机械手。

圆锥顶柱 2 安装在气缸 1 的活塞杆端部；杠杆 6 固定在轴 3 上，连杆 5 将 4 个杠杆 6 两两相连；手指 8、9 相对于轴 3 可自由转动并以拉簧 7 相连搭靠在连杆 5 的外侧。

当气缸 1 的活塞杆伸出时，圆锥顶柱 2 插入两滚轮 4 之间迫使杠杆 6 向外摆动，从而连杆 5 将拨动数对手指 8、9 同时张开将工件放松。反之，当气缸 1 的活塞杆缩回时，手指 8、9 在拉簧 7 的作用下闭合将工件夹紧。

由于各对手指相互独立且夹紧力为弹簧力，故即使工件的被夹持部精度不一致，该机械手仍能同时将数个工件可靠地夹紧。

412

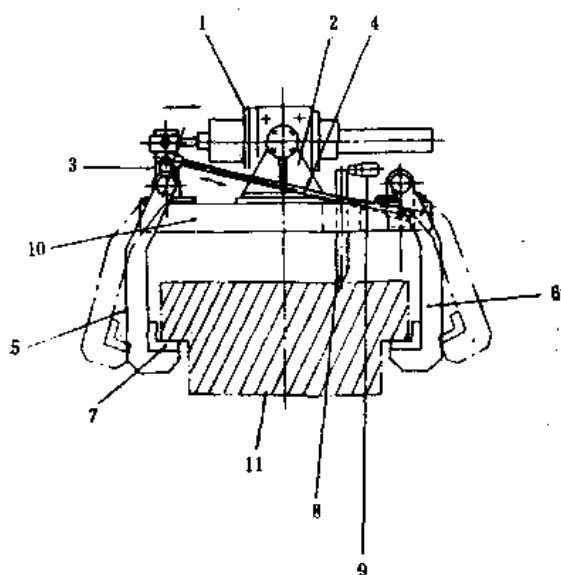


- 1—气缸
- 2—楔杆
- 3—滚子
- 4—弹簧
- 5—支轴
- 6、7、8—手指
- 9—支承板

图为适用于圆柱形工件具有自动定心作用的三指式机械手。

当气缸 1 的活塞杆伸出时，手指 6 直接移向工件，而手指 7、8 则在楔杆 2 的斜面推动下绕支轴 5 向内摆动，三个手指将工件定心并夹紧。松开工件时，手指 6 随气缸 1 的活塞杆右移，手指 7、8 在弹簧 4 的作用下向外摆动复位。

413



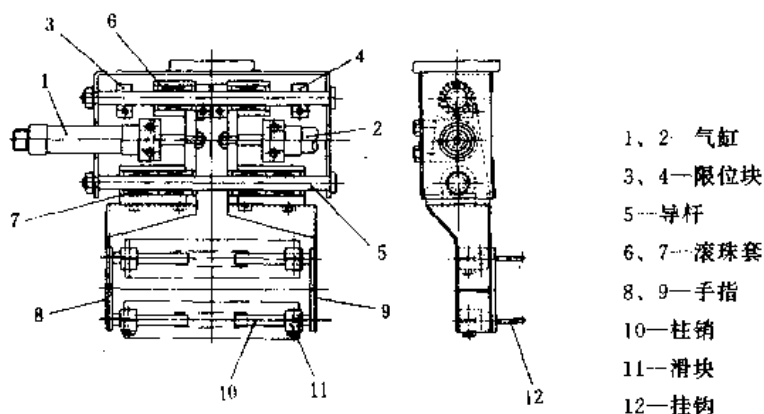
- 1—电动机
- 2—耳轴支座
- 3—摇杆
- 4—连杆
- 5、6—摆杆
- 7—卡爪
- 8—检测杆
- 9—微动开关
- 10—框架
- 11—工件

图为四指钩式机械手。

电动机 1 经过运动转换后（回转→直线运动）驱动摇杆 3 摆动；由于摆杆 5（两根）与摇杆 3 固结于同一轴上，摆杆 6（两根）通过连杆 4 与摇杆 3 相连，从而 4 根摆杆 5、6 可同时开闭，将工件 11 松开或钩住。

检测杆用于机械手接近工件时，判断工件有无并当机械手下降到位后给电动机 1 发出动作信号。

414



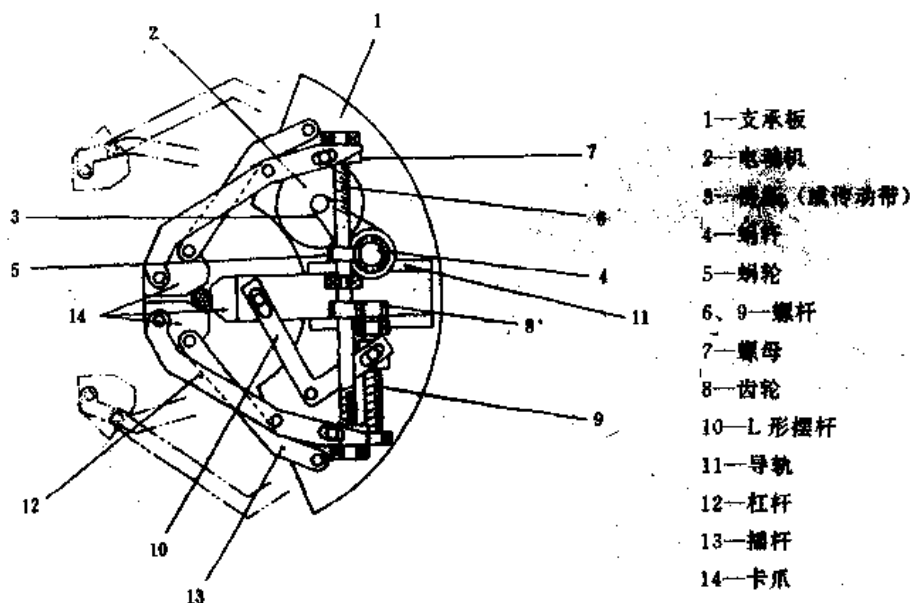
- 1、2—气缸
- 3、4—限位块
- 5—导杆
- 6、7—滚珠套
- 8、9—手指
- 10—柱销
- 11—滑块
- 12—挂钩

图为可同时夹持、搬运数个管形工件的机械手。

挂钩 12 固结在滑块 11 上；根据管子的长短调整滑块 11 在柱销 10 上的位置，然后用螺钉锁紧。

气缸 1、2 分别驱动手指 8、9 沿导杆 5 平行移动，使挂钩 11 从管子的两端插入或脱离。

415

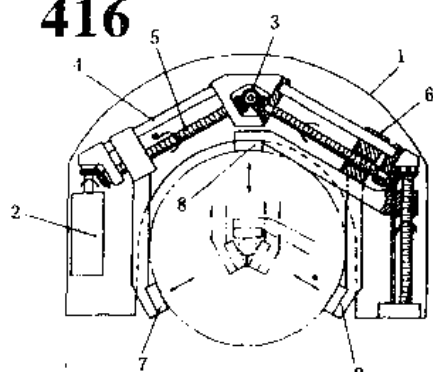


- 1—支承板
- 2—电动机
- 3—链条（或传动带）
- 4—蜗杆
- 5—蜗轮
- 6、9—螺杆
- 7—螺母
- 8—齿轮
- 10—L形摆杆
- 11—导轨
- 12—杠杆
- 13—插杆
- 14—卡爪

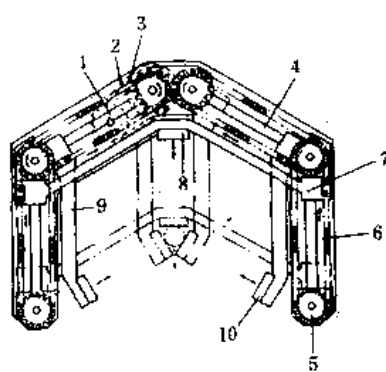
图为三爪自动定心机械手。

电动机 2 通过链条（或传动带）3、蜗杆 4 及蜗轮 5 驱动螺杆 6 转动，螺杆 6 又通过两齿轮 8 把运动传递给螺杆 9；安装在螺杆 6 左、右螺旋段上的两螺母 7 分别带动杠杆 12 绕支点摆动，使上下两卡爪 14 平行移动，闭合或分开；与此同时，螺杆 9 上的螺母 7 带动 L 形摆杆 10 摆动，L 形摆杆 10 又拨动中间卡爪 14，使之沿导轨 11 左右运动，与上下两卡爪一起同时将工件夹紧或松开。

416



(A)



(B)

- (A) 1—支承板 2—电动机
3—伞齿轮 4—导杆
5—丝杠 6—螺母
7、8、9—手指

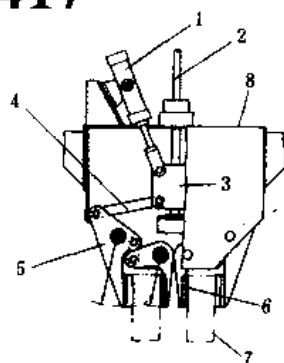
- (B) 1—驱动轮 2—带
3—从动轮 4—导杆
5—链轮 6—链条
7—滑块 8、9、10—手指

图(A)、(B)均为三指自动定心机械手。

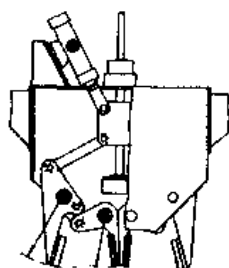
图(A): 三根丝杠5通过5个伞齿轮3相串联, 手指7、8、9分别与三个螺母6相固结。当电动机2回转时, 三个手指将同时移动, 闭合或分开。

图(B): 电动机(未画出)通过带传动驱动四根封闭链条6运动, 使固结在其上的四个滑块7分别沿四根导杆4移动, 从而手指8、9、10将同时闭合或张开即夹紧或松开工件。

417



(A)



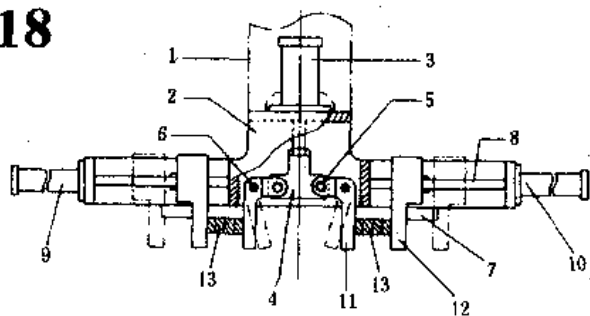
(B)

- 1—气缸 2—导杆 3—滑块 4—连杆
5、6—手指 7—工件 8—框架

图为利用一个气缸驱动两对手指开闭、夹持两个工件的机械手。

手指5、6之间以小连杆(如图中虚线所示)联结, 滑块3通过连杆4分别与两手指5相连。气缸1推动滑块3下降时, 手指5、6闭合(图(A)), 反之则将工件7松开(图(B))。

418

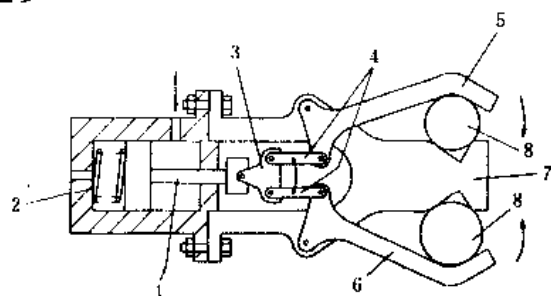


- 1—手腕部 2—支座
3、9、10—气缸
4—连板 5—梭销
6—支轴 7—支板
8—导杆
11、12—手指
13—工件

图为可同时夹持两个工件的机械手。

气缸3通过连板4可使两手指11绕支轴6转动, 气缸9、10则各推动一个手指12沿导杆8作直线运动; 当三个气缸的活塞杆均伸出时, 该机械手可同时夹持两个工件。

419

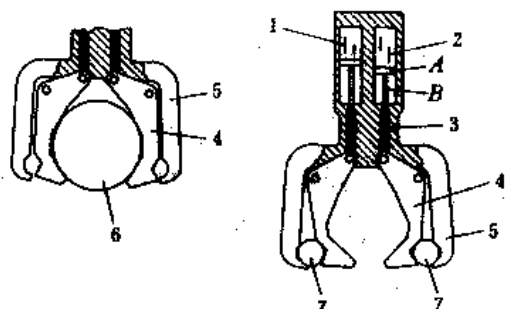


- 1—气缸活塞杆
- 2—弹簧
- 3—连接块
- 4—连杆
- 5、6—手指
- 7—工件支座
- 8—工件

图为同时夹持两个工件的连杆杠杆式机械手。

气缸活塞杆 1 向左移动，通过连接块 3、连杆 4 带动手指 5、6 绕各自支轴向内摆动，使工件 8 被夹紧在支座 7 上（相当于固定手指）。松开工件时，依靠弹簧 2 手指 5、6 张开。

420



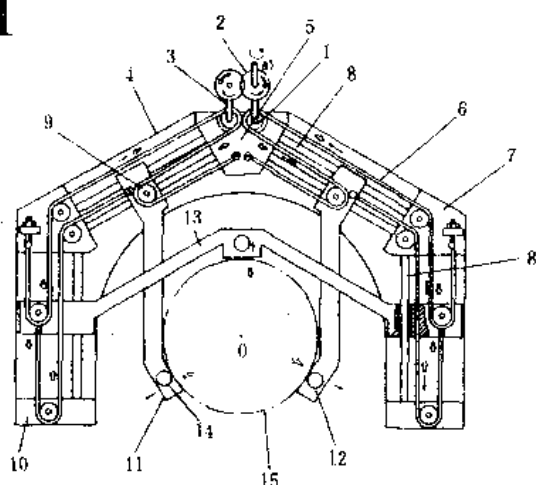
- 1、2—气缸
- 3—连杆
- 4—可动手指
- 5—固定手指
- 6、7—工件
- A—活塞
- B—活塞杆

图为可用于夹持大小两种圆柱形工件的机械手。

(1) 抓取直径较大的工件 6 时，气缸 1、2 的活塞 A 均处于其行程的下端点，两可动手指 4 呈张开状；待工件 6 位于两手指之间后，气缸 1、2 的活塞 A 开始向上运动，两可动手指 4 将工件 6 夹紧。

(2) 抓取直径较小的工件 7 时，气缸 1、2 的活塞 A 处于其行程的上端点，两可动手指 4 呈闭合状；两个工件 7 进入可动手指 4 与固定手指 5 之间后，气缸 1、2 的活塞 A 同时向下运动，两工件 7 被同时夹紧。

421

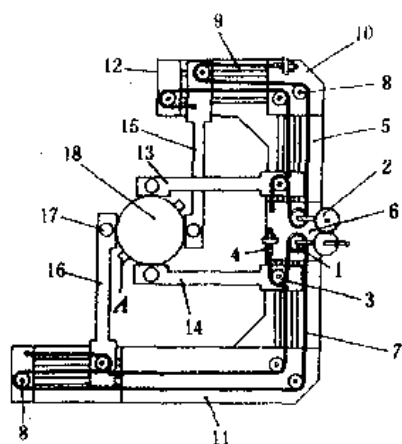


- 1—驱动轮
- 2—齿轮
- 3—转轴
- 4—U形框架
- 5、7、10—支座
- 6—传动带
- 8—导杆
- 9—动滑轮
- 11、12、13—手指
- 14—柱销
- 15—工件

图为利用挠性传动带与滑轮传递运动及夹紧力的三指机械手。

驱动轮 1 直接带动右侧的滑轮机构，同时又通过两齿轮 2（齿数比 1 : 1）将运动传递给左侧的滑轮机构，使手指 11、12、13 同步移向或离开中心 O。该机械手即可从外侧夹持圆柱形工件，又可利用手指上的柱销 14 从内侧夹持环、套类工件。

422



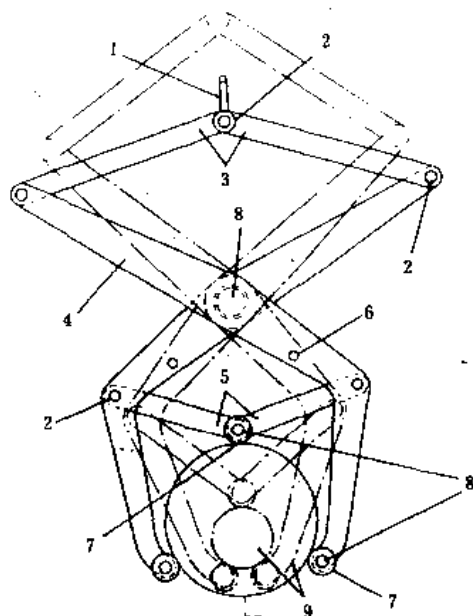
- 1—驱动轮
- 2—齿轮
- 3—动滑轮
- 4—调整螺栓
- 5—框架
- 6、10、11、12—支座
- 7—带
- 8—定滑轮
- 9—导杆
- 13、14、15、16—手指
- 17—柱销
- 18—工件
- A—凸台

图为具有四个移动型手指的机械手。

该机械手的传力机构与图例 421 相同。四个手指可从上下左右四个方向同时移向工件，从外侧或内侧将其夹紧。

当工件表面具有如图所示的凸台 A 时，若使之处于互成直角的两相邻手指之间的位置，则仍不妨碍夹紧。

423

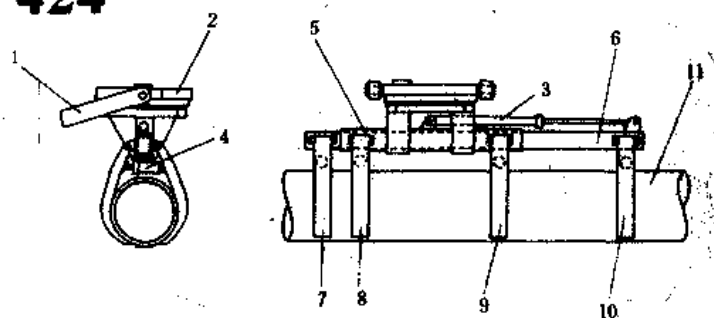


- 1—挂钩
- 2—连接销
- 3、5—连杆
- 4—杠杆
- 6—限位销
- 7—滚子
- 8—销轴
- 9—工件

图为适用于圆柱形工件的吊钩式机械手。

夹持力依靠工件的自重产生，机械手以安装在两连杆 5 铰接处及杠杆 4 自由端的滚子 7 与工件成三点接触，能可靠地夹持直径不同的工件。

424



- 1—手臂
- 2—吊架
- 3、4—气缸（或油缸）
- 5—固定梁
- 6—可动梁
- 7、8、9、10—卡爪
- 11—工件

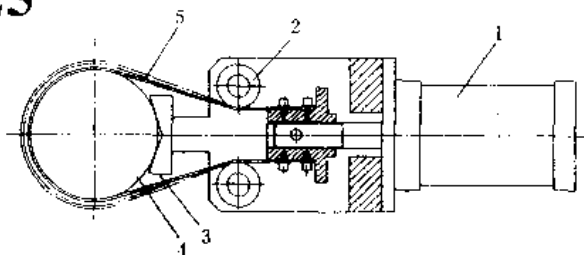
图为具有四对卡爪、适用于抓接管类工件的机械手。

每对卡爪之间均安装有气缸 4，用于驱动卡爪完成开闭动作。

可动梁 6 在气缸 3 的驱动下能相对固定梁 5 运动，从而使卡爪 7、10 相对于卡爪 8、9 的位置可调。例如，当手臂 1 的水平运动受到限制时，通过调整卡爪 7、10 的位置，可使工件 11 被夹持部位的分布较为合理。

§ 4 其它类型的机械手

425



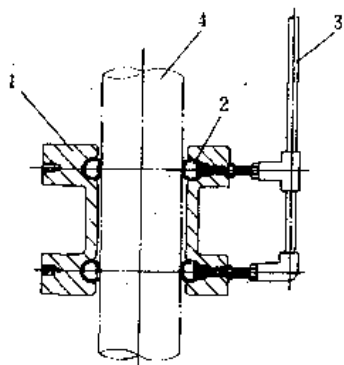
- 1—气缸
- 2—导轮
- 3—托块
- 4—钢带
- 5—工件

图为利用钢带夹持工件的机械手。

气缸 1 的活塞杆缩回时，钢带 4 两端受拉，从而将工件 5 压紧在托块 3 上。只要工件被夹持部为光滑表面，均可采用这种手部结构。

其缺点类似于图例 381，使机器人的手臂增加了一个动作。

426



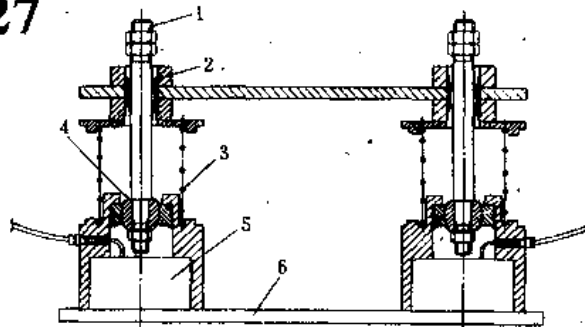
- 1—支架 2—软管
- 3—供气管道 4—工件

图为夹持圆柱形工件的机械手。

呈封闭形的软管 2 套住工件 4 后，通入压缩空气使其膨胀即可将工件 4 夹紧。

该手部结构简单、重量轻，适用于夹持圆柱形工件。

427



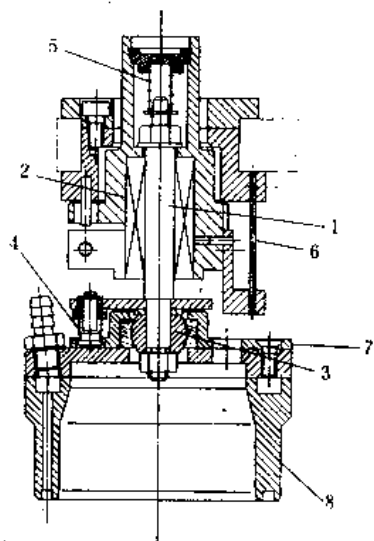
- 1—滑杆
- 2—滑动轴承
- 3—弹簧
- 4—球面轴承
- 5—电磁吸盘
- 6—工件

图为利用电磁吸盘吸附工件的机械手。

电磁吸盘 5 由永久磁铁与线圈组成，通电时为消磁（松开工件），断电时为励磁（吸附工件），故可避免因故障停电而使工件 6 脱落的现象。

当工件较大而采用两个以上电磁吸盘时，电磁吸盘的支承部应具有上下浮动及摆动功能（如本例），以防止工件弯曲所造成的吸附不良。

428



- 1—导杆
- 2—滑动轴承
- 3—球面轴承
- 4、5—压缩弹簧
- 6—弹性连杆
- 7—支座
- 8—真空吸盘

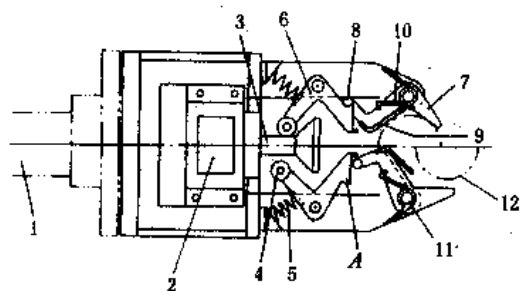
图为真空吸盘式机械手。

可用于最小配合间隙为 0.02mm 的装配作业，而不依赖于机器人的精度。

真空吸盘 8 安装在具有 6 个自由度浮动功能的支座 7 上。球面轴承 3 可使真空吸盘 8 绕 X、Y、Z 轴作微小转动；导杆 1 保证其能上下移动（Z 方向）；弹性连杆 6 则使之能在水平面内（XY 平面）位移。

气动管路的设置应尽量减小对真空吸盘 8 动作的阻力。

429



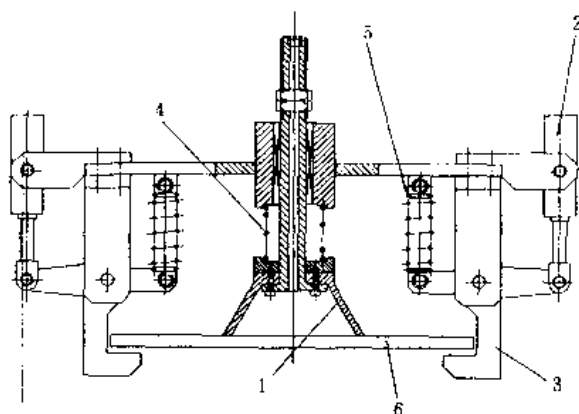
- 1—手臂
- 2—气缸（或电磁铁）
- 3—楔杆
- 4、8—滚子
- 5—压缩弹簧
- 6—杠杆
- 7—手指
- 9—板簧
- 10—扭簧
- 11—销轴
- 12—工件

图为利用手臂的运动使手指闭合将工件夹紧的机械手。

手指 7 处于常开状态，如图中下侧手指所在的位置。当手臂 1 向右运动板簧 9 碰到工件 12 后，由于工件 12 对手指 7 的反作用力，手指 7 将绕销轴 11 转动，同时其左端的滚子 8 沿着杠杆 6 的右端面滚动，待滚子 8 落入杠杆 6 上的圆弧槽 A 后，手指 7 便停止转动而将工件 12 夹紧，如图中的上侧手指所处的位置。手指 7 对工件 12 的夹紧驱动力由压缩弹簧 5 产生，板簧 9 起缓冲作用。

松开工件时，楔杆 3 在气缸（或电磁铁）2 的带动下向左运动，其斜面迫使杠杆 6 摆动而与手指 7 脱钩，手指 7 在扭簧 10 的作用下张开复位。

430



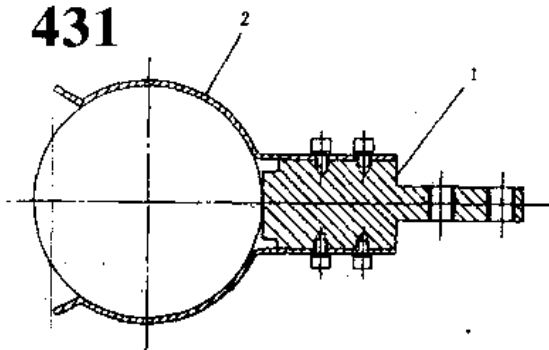
- 1—吸盘 2—气缸
3—钩爪 4—压簧
5—拉簧 6—工件

图为真空吸盘式手部结构。

对面积较大且表面光滑的薄板形工件常采用这种机械手。

为了防止机械手上升较快时的空气阻力及气动回路发生故障等所造成的工件脱落,该机械手设置了由气缸2、钩爪3及拉簧5等所组成的辅助夹持机构,从而提高了该机械手的可靠性。

431

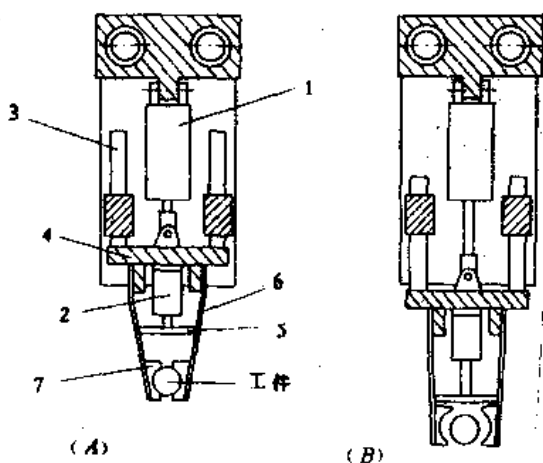


- 1—支座 2—弹簧片

弹簧片2即为手指,其夹放工件的动作依靠手臂的运动来实现。如手臂运动到使弹簧片2与工件接触时,弹簧片2受到工件的反作用力而张开,随后将工件夹紧。

该手部结构只适用于抓取轻型工件。

432



- 1、2—气缸 3—导杆
4—连板 5—撑板
6—手指 7—垫块

手指6为一对弹簧片,依靠其弹性力将工件夹紧,如图(A)所示。垫块7具有包容工件的形状,以避免高速移送工件时发生脱落。

松开工件时,气缸2的活塞杆伸出,撑板5迫使手指6向外张开,见图(B)。气缸1的作用是驱动手指6上下运动,完成提起或放下工件的动作。

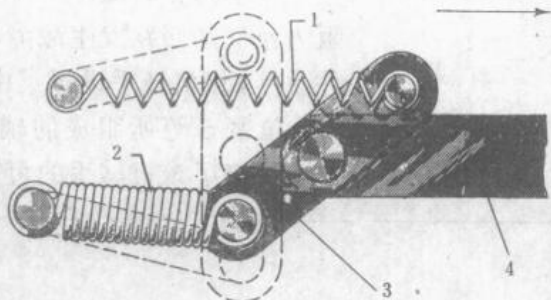
该机械手适用于抓取、移送较小及易损的工件。

第五章 其它机构

本章介绍了一些各具特色的机构，大多可作为辅助机构用于自动化或半自动化装置中，由于内容较为零散，故相对于前四章而称为其它机构。

§ 1 弹簧的几种特殊应用

433

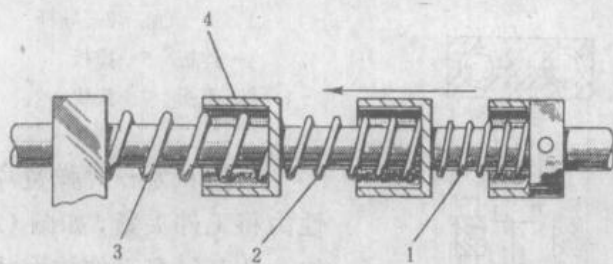


1、2—弹簧
3—连杆
4—拉杆

图为刚度 C 不同的两弹簧 1、2 ($C_1 < C_2$) 相并联。当拉杆 4 向右移动时，弹簧 1 首先被拉伸，连杆 3 如图所示地作顺时针转动；随着拉杆 4 继续右移弹簧 2 开始变形，拉杆 4 所受的弹性阻力增大。

当要求运动构件（与拉杆 4 右端相连）在行程过程中弹性阻力与位移的关系图线为渐增折线型时，可采用本例所示的方法。

434



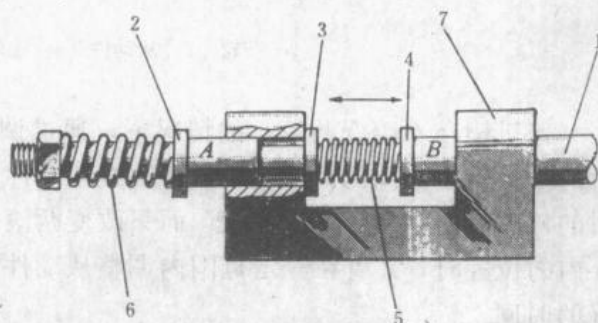
1、2、3—弹簧 4—滑套

图为三个刚度 C 不同的压缩弹簧 1、2、3 相串联， $C_1 < C_2 < C_3$ 。当外力作用于右侧第一个滑套 4 时，串联弹簧的当量刚度分三段变化：

$$\frac{C_1 \cdot C_2 \cdot C_3}{C_2 \cdot C_3 + C_1 \cdot C_3 + C_1 \cdot C_2} \rightarrow \frac{C_2 \cdot C_3}{C_2 + C_3} \rightarrow C_3$$

即弹性阻力与滑套 4 的位移关系图线为渐增折线型。该方法可用于缓冲装置。

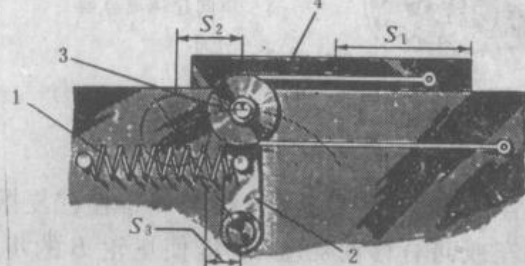
435



1—轴 2、3、4—挡环
5、6—弹簧 7—支座

该机构轴 1 的 A、B 段以螺纹相连；挡环 2 与轴 1 的 A 段，挡环 3、4 与轴 1 的 B 段均为动配合；弹簧 5 的刚度小于弹簧 6 的刚度。从而当轴 1 向左运动时，弹簧 5 被压缩（如图示状态），弹性阻力较小；反之弹簧 6 被压缩，弹性阻力较大。

436

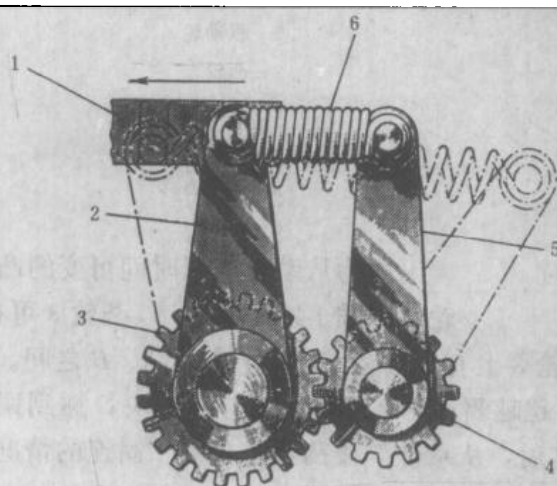


1—弹簧 2—摆杆
3—动滑轮 4—滑块
 S_1 —滑块 4 的行程
 S_2 —动滑轮 3 的位移量
 S_3 —弹簧 1 的变形量

在一般机构中常直接将弹簧与运动部件相连，例如作为运动部件空行程复位的驱动力源，此时弹簧的变形量与运动部件的行程相等，弹簧内的张力变化较大。

该机构拉伸弹簧 1 通过摆杆 2、动滑轮 3 与滑块 4 联结，从而使弹簧 1 的变形量小于滑块 4 的行程，即减小了弹簧 1 内的张力变化。

437



1—滑杆
2、5—摆杆
3、4—齿轮
6—弹簧

该机构当滑杆 1 向左运动时，摆杆 2 随之逆时针摆动；与此同时，摆杆 2 又通过齿轮 3、4 带动摆杆 5 顺时针摆动，从而安装在摆杆 2、5 之间的弹簧 6 被拉伸且其变形量大于滑杆 1 的位移量。

