


粉末冶金设备 手册



粉末冶金设备手册

【美】金属粉末工业联合会粉末冶金设备分会

北京粉末冶金研究所 译

 福建科学技术出版社

参加本书翻译人员：

王忠亿 杨沛标 鲁焕民 赵毓忠
马华农 苏步宇 唐华生

粉末冶金设备手册

〔美〕金属粉末工业联合会粉末冶金设备分会
北京粉末冶金研究所译

*

福建科学技术出版社出版
(福州得贵巷27号)

福建省新华书店发行
福建新华印刷厂印刷

开本850×1168毫米 1/32 6.125印张 140千字

1982年4月第1版

1982年4月第1次印刷

印数：1—1,800

书号：15211·15 定价：0.80元

译者前言

《粉末冶金设备手册》，是由美国金属粉末工业联合会（MPIF）粉末冶金设备分会所属会员供稿编辑而成的。这是一本很有实用价值的手册。

《手册》的重点是介绍模具结构、烧结炉和保护气氛以及等静压设备等。模具部分除压制成型模外，还介绍了整形模、精整模和热整形模等，并且都附有较完整的经验数据；压制设备着重介绍实现压制复杂零件、压制自动化的附件和动作分析以及等静压制（冷等静压与热等静压）的设备、工艺和发展状况。保护气氛介绍了氢气、氮气、吸热型和放热型气氛以及其它（包括真空）保护性气体的应用，还介绍了包括渗碳、渗氢和碳氮共渗等热处理所采用的气氛。烧结设备介绍了各种烧结炉的构造和用途，这些烧结炉工艺先进，操作合理，节省能源。同时还介绍了各种设备的材料、性能、检测手段和仪表等一些常识性的资料。

《手册》取材于目前国际上先进工业国家已经采用的设备、工具和方法，内容全面、系统，对我国粉末冶金现有设备的改造更新，采用先进技术，研制最新工艺手段等方面，均有可供借鉴之处。

目 录

导言	(1)
----	-------

第一章 压制设备

一、压机	(4)
------	-------

1.序言	(4)
------	-------

2.压机的类型	(5)
---------	-------

二、选用压机的基本要求	(8)
-------------	-------

1.压制压力	(8)
--------	-------

2.脱模压力	(9)
--------	-------

3.行程	(9)
------	-------

4.各种材料所需要的压制压力与压缩比	(11)
--------------------	--------

5.中间层	(12)
-------	--------

三、与制品分类有关的压机和模具系列	(13)
-------------------	--------

1.制品分类	(14)
--------	--------

2.压制的尺寸公差	(14)
-----------	--------

3.单向压机	(18)
--------	--------

4.双向压机	(21)
--------	--------

5.拉下式压机	(23)
---------	--------

6.多种动作的压机	(27)
-----------	--------

7. 转盘式压机	(32)
四、热成形	(35)
1. 压机种类	(36)
2. 制品加热	(39)
3. 送料机构和供料装置	(40)
4. 模具	(42)
5. 热精整	(44)
五、常见的精整和整形	(45)
六、压机的通用部分	(47)
1. 进料	(47)
2. 压机附件	(50)
3. 润滑	(53)
4. 压机的保养	(54)
5. 安全	(54)

第二章 模 具

七、粉末冶金模具及模具设计	(56)
1. 阴模	(56)
2. 冲头	(61)
3. 公差与间隙	(62)
4. 光洁度	(63)
5. 冲头座和阴模座	(63)
6. 精压模或整形模	(63)

第三章 等静压制设备

八、等静压制	(65)
1. 等静压制设备	(66)

- 2. 等静压制模 (75)
- 3. 热等静压制 (78)

第四章 烧结设备

九、金属粉末退火炉和还原炉 (81)

十、根据烧结原理制造的炉子 (82)

- 1. 低温带 (烧除室) (83)
- 2. 高温带 (86)
- 3. 冷却带 (86)
- 4. 马弗炉与壳式密封煤气加热炉的比较 (87)
- 5. 烧结时常用的保护气氛 (88)

十一、燃料加热炉 (90)

- 1. 马弗炉 (90)
- 2. 辐射管式炉 (91)
- 3. 燃料加热炉的经济性 (92)
- 4. 半马弗炉 (93)

十二、电加热炉 (94)

- 1. 镍铬合金电热元件 (94)
- 2. 非金属电热元件 (96)
- 3. 难熔金属电热元件 (98)

十三、气氛对加热元件的影响 (100)

- 1. 氧化性气氛——空气 (105)
- 2. 还原性气氛 (106)
- 3. 含有硫、铅或锌污染介质的气氛 (109)
- 4. 真空 (110)

十四、气氛对耐火材料的影响 (111)

- 1. 一氧化碳的影响 (112)

2. 氢气的影响·····	(115)
3. 还原反应对露点的影响·····	(115)
4. 气氛对耐火材料热损失的影响·····	(116)
十五、炉内制品的传送·····	(116)
1. 网带传送式电炉·····	(116)
2. 拱形炉·····	(118)
3. 辊道炉底式连续炉·····	(121)
4. 推料式电炉·····	(122)
5. 梁式步进炉·····	(122)
6. 间歇式电炉·····	(126)
十六、与烧结炉不同的热处理炉·····	(131)
1. 渗碳和碳氮共渗炉·····	(131)
2. 蒸气氧化处理或发蓝处理炉·····	(134)
3. 真空热处理炉·····	(135)
十七、烧结炉的温度控制·····	(138)
1. 间歇控制·····	(138)
2. 比例控制·····	(138)
3. 热电偶·····	(141)
十八、炉内保护气氛及气体发生器·····	(144)
1. 氢·····	(145)
2. 氮·····	(158)
3. 氢—氮混合气·····	(158)
4. 改型碳氢化合气体·····	(161)
5. 氩和氮·····	(171)
6. 真空·····	(171)
十九、气体的分析和控制仪器·····	(175)
1. 奥萨特气体分析仪·····	(175)

导 言

粉末冶金是制造各种结构零件和轴承的一种工艺，是将各种粉末混匀，在模具内压制所需的外形，压坯于可控气氛中烧结，使金属颗粒的接触表面以冶金方式结合起来，得到所需要的性能。本手册讨论了压机，模具、整形和精整，烧结以及各种气氛的影响等问题。

可用于压制的金属粉末，粒度大多在—80目到—325目。大多数的金属粉末可用普通方法压制成形，如铝、铁、合金钢、铜、黄铜、青铜、镍和镍合金等。同时，碳黑、石墨、塑料、碳化物、陶瓷以及金属和陶瓷的混合料也可用粉末冶金方法成形。

早期的粉末冶金制品是轴承和垫圈，它们是机械性能低的、形状简单的零件。由于压机、模具、粉末原材料和烧结炉等的不断改进，这就为生产更大、更复杂、更强韧的零件提供了手段。现在，用粉末冶金方法生产的法兰、轮毂、芯轴、带沉头孔的零件及其组合零件，已经普遍应用。

粉末冶金制品具有很多其他金属加工的制品所没有的独特优点，例如：

(1) **可严格控制质量。**粉末冶金工作者已能对其产品进行从粉末到最终制品的全面质量控制，并能在生产材料的同时生产成品。这样，成品的性能和特性就能符合使用的要求。保证了表面光洁度，消除了局部内应力，排除了夹杂，保证了公差范围，以及排除影响生产速度和质量的其他因素。现在可以向用户保证提供质量均匀性能良好的制品。

(2) **按需要确定成分，可以使互相不能熔混的材料结合在一起，以获得冶炼方法所不能获得的特殊性能。**性质相差很远的金属和非金属以及其他添加材料，都可以经混合而制成零件，这种

零件具有优异的性能。陶瓷和金属可以相混合。碳与铜也可以混合，制成具有良好的导电、抗磨损性能的电刷。采用冶炼方法使钨和银熔融是不可能的，但是采用粉末冶金工艺，制成的电触头和开关装置，却把钨和银的特性结合在一起了。铜、锡、铁、铅以及石墨可制成高强度的材料。现在能否通过粉末冶金技术把任何材料结合在一起，只是受研究水平和实践的限制。

(3) 特异的物理性能。粉末冶金制品既可以是低密度高孔隙度的，又可以是高密度而孔隙很少的，其抗拉强度也可由低变得很高、性质相差很远的材料，可以压成多层的，以得到在两个相对表面上具有不同性能的制品。

含油轴承是只有通过粉末冶金工艺才能获得良好性能的零件。控制零件的孔隙，以浸渗油或其他润滑剂，使其具有自润滑性。由金属粉末制得的齿轮和其他零件具有消声性能，工作噪音较小。此外，粉末冶金齿轮还保持了锻制齿轮的全部特性。

(4) 减少了机械加工和精加工。可以生产各种规格品种的高精度零件，这些零件不需要进一步的处理和加工。锻造的齿轮和凸轮，要大量机加工费用，不如采用金属粉末制造便宜。零件的埋头孔、法兰、轮毂及孔可同时成形。键和其他紧固件可与零件作为一个整体一起成形。只要制品设计许可，通常把两个或更多的零件组合成一体来制造。

(5) 材料利用率高，经济效果显著。由于减少了机加工和精加工，就成为少无切削零件。采用粉末冶金制品，也减少了棒材、杆材、厚板、薄板和带材的存贮量。

(6) 重复性高，零件尺寸自始至终保持不变。在大批量生产中制品的重复性取决于压制粉末的模具。只有在模具磨损后，制品才会发生尺寸变化。当采用硬质合金模具时，只有生产了数万件制品后，才能检验出零件尺寸发生的变化。

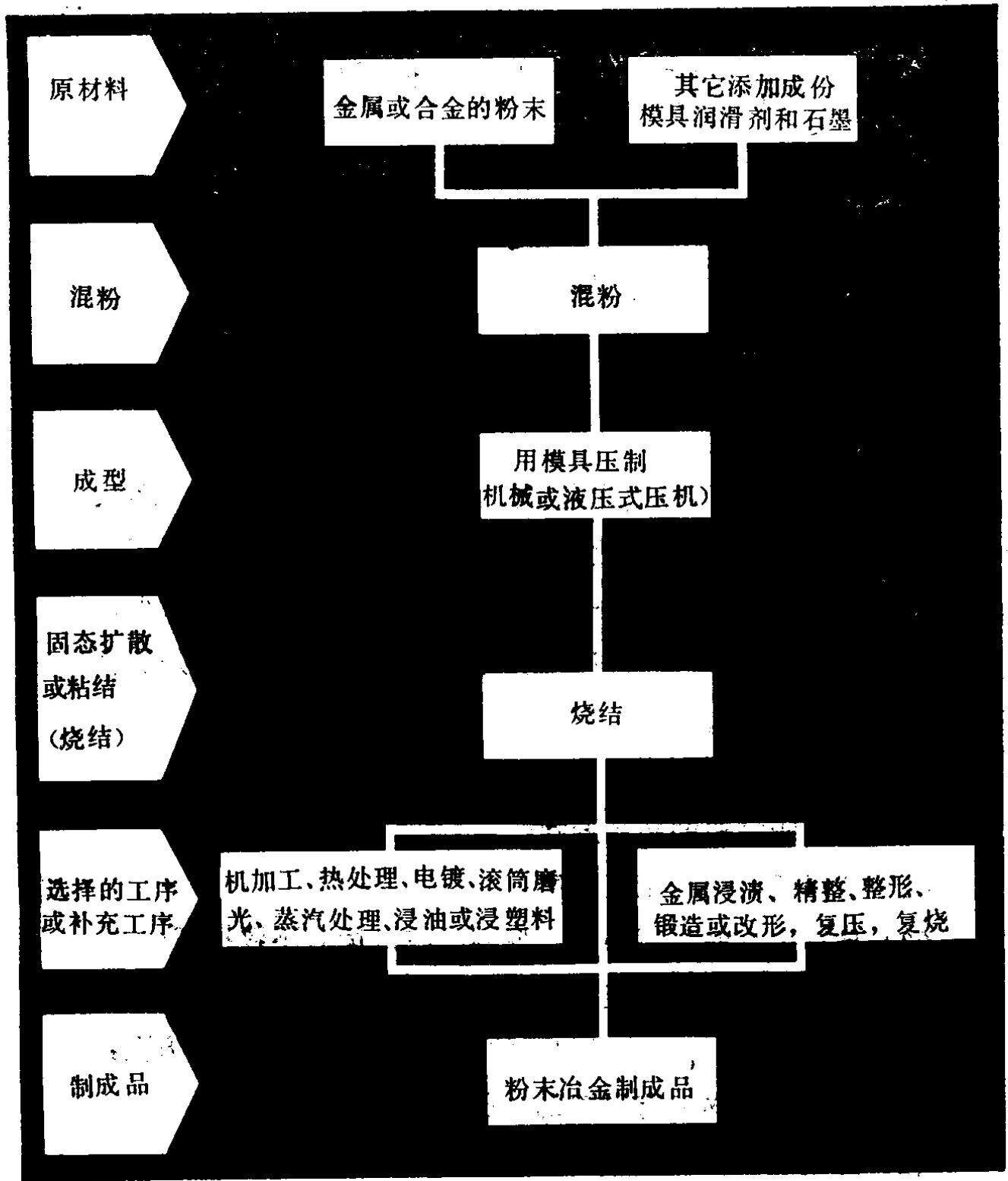


图1 粉末冶金工艺流程

第一章 压制设备

一、压机

1. 序言

压制、压实、成形等这些名词的含意都是指粉末压成为坯块的过程。压机的功用是把松散的粉末变为更密实的形体即压坯。给压机下个定义就是：它是一种产生压力的机器，其载荷大小、压制方向、行程和速度是可以控制的。这些可控制的条件是所有压机的最主要的参数。

压制的目的是：

- (1) 得到所需要的制品形状；
- (2) 获得所要求的压坯密度；
- (3) 具有足够的压坯强度，使制品在搬运时不致损坏；
- (4) 使粉末颗粒紧密接触，以便于烧结。

对所有金属粉末压机的最起码的要求应包括以下几个方面：

- (1) 在压制方向上有足够的总压力和压坯脱模压力；
- (2) 压制和脱模的行程与速度可以控制；
- (3) 可调的模具充填装置；
- (4) 压机行程的控制；
- (5) 供料和压坯移送系统。

2. 压机的类型

压机有三种基本类型：第一类是机械式压机，它应用最广泛。这类压机包括单冲头和转盘式；第二类是液压式，这类压机只有单冲头式一种；第三类为混合式，这类压机近年来应用日益广泛，它是把机械、液压式气动结合起来压制零件。

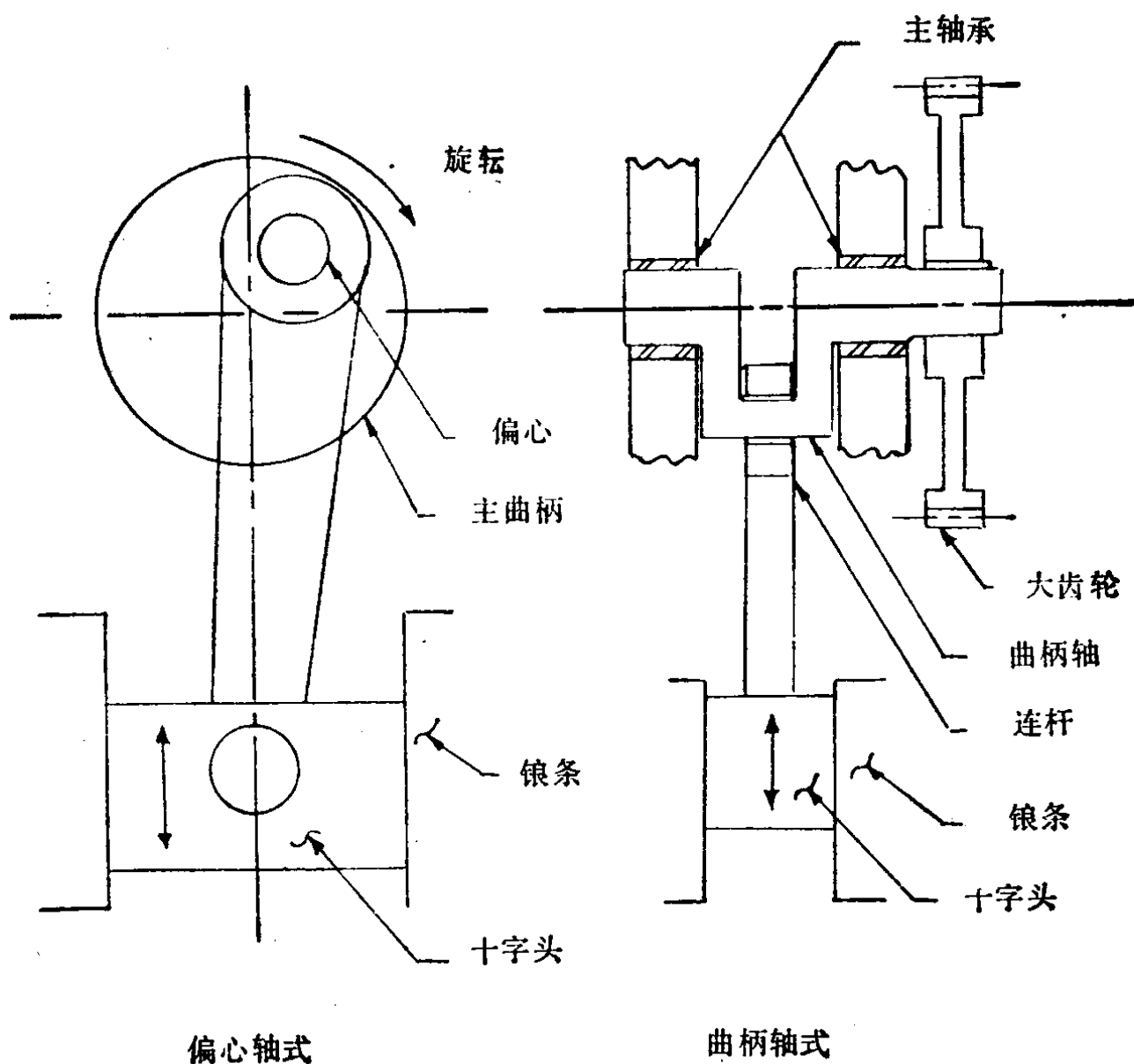


图2 偏心式机械压机

(1) 机械式压机

机械式压机的形式，完全取决于动作构件的安排。这些构件

的安排是可以改变的。因此就出现了多种用途的各式各样的机械压机。

机械式压机最普通的形式是偏心式的或是曲轴式的。他们都是把迴转运动转换为往复运动（见图2）。这种结构可以在最大的压力点（下死点）上（在这点上最终压制速度是低的）。达到高负荷、低转矩的要求。

这类压机一般都是从上部加压。在曲轴、偏心或是连杆臂上装有调节机构，用来控制直线滑块或十字头的行程。

第二种最普通的机械式压机是杠杆式或绞结式的，其动作通常是由一个偏心来完成的。这个偏心能使绞结的连杆臂或杠杆伸直，连杆臂或杠杆的上端固定在（压机的）上方，而连杆下端在导向机构中做受控制的精确运动。这种杠杆式的设计，便可在低

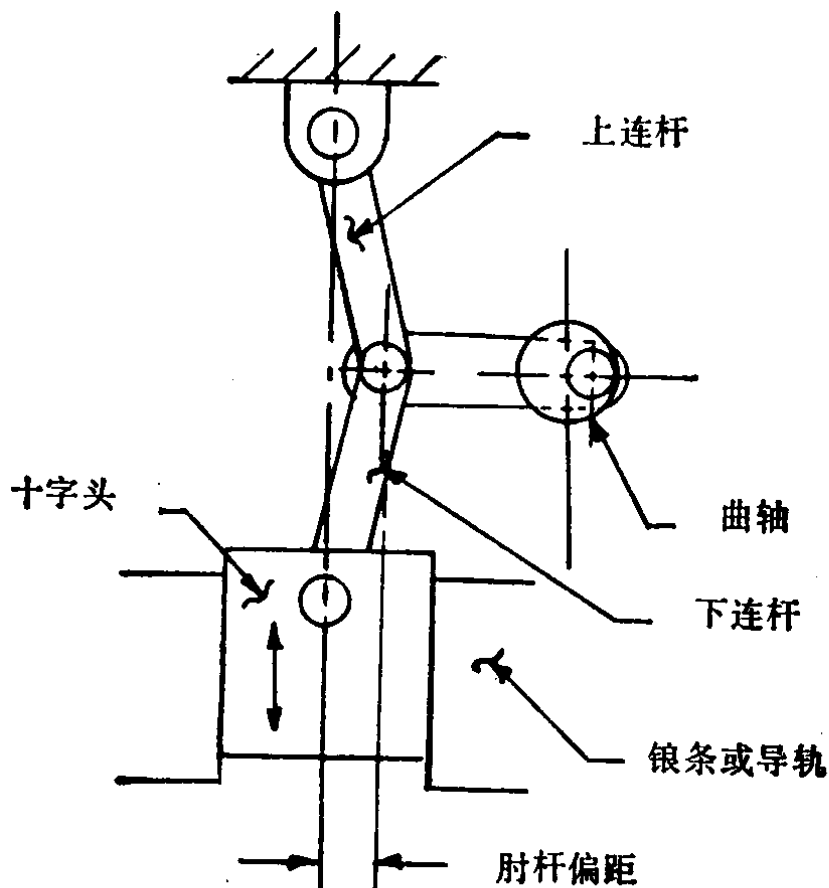


图3 杠杆机构

的动力下使压机产生很高的压力，而且可在接近压制行程的末端得到最低的压制速度，而这个最低速度就使压机在完成一个压制循环后具有一种自然的保压过程。（见图3）。

第三类机械式压机是凸轮压机。这类压机利用凸轮和与之配套的杠杆装置把旋转运动转换为往复运动。压制速度、压制动作及时间都用改变凸轮的大小和形状来控制（见图4）。

最后要提到的机械式压机就是转盘式压机。这种压机在一个普通的模架上安装着多个冲头和阴模，这个模架就是围绕压机中心轴或机架旋转的圆盘或迴转头。这就为安装压机的凸轮提供了一个固定的基准点。凸轮为上下冲头提供了往复运动。转盘式压机最适合于大批量生产。一般来讲，它的吨位是4~100吨，生产率大约为每分钟几件至几百件，这要由材料的流动性、制品的外形与尺寸及压制吨位来决定。

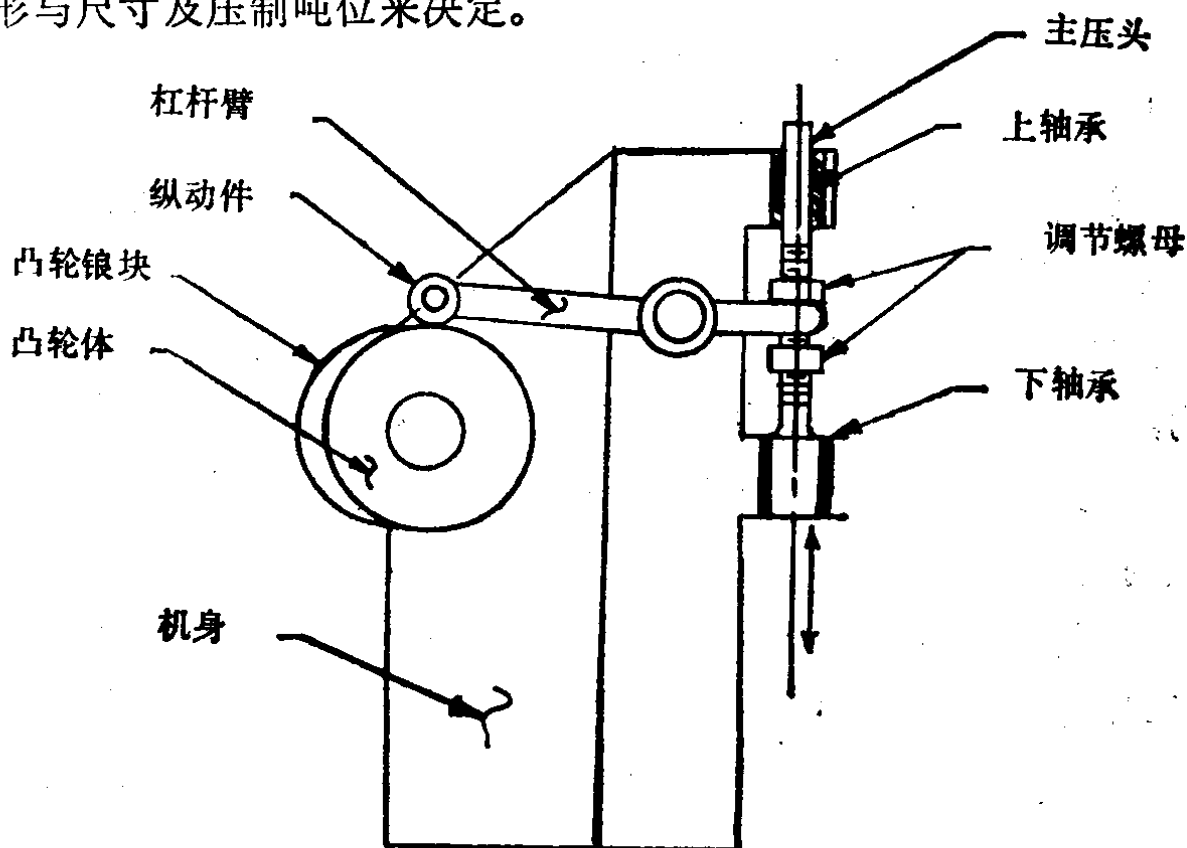


图4 凸轮作用原理

总之，不论是单冲头的还是转盘式的机械压机，在每个工作循环中的压制和脱模阶段都利用了飞轮的能量。由于压机在一个压制和脱模周期里所用负荷可以看做是不连续的，而飞轮有与压机驱动部分保持一起旋转的这种特性。这就可以降低压机驱动马达的功率。

(2) 液压机

液压机可用于生产各种类型的制品。有几个机器制造厂家大量生产10~3000吨的液压机。到现在为止还没有液压式的转盘压机。但可以把液压的控制元件用到转盘压机上。

液压机可采用单向压制、浮动阴模、双向压制、多模板和浮动模与拉下式组合模具等几种形式。可安装组合模组的压机无论有无可移动的组合模具都能使用。

二、选用压机的基本要求

选用压制系统时，吨位和行程是重要的考虑因素。所有的压机制造厂都在自己的产品说明书资料栏里列出了吨位和行程的大小。其中所列的吨位表示压机在压制过程中所能发挥的最大的压力，而在这个最大的压力下，压机的部件又能保持一定的寿命。行程是指冲头的行程，其大小（以英吋为单位）表明了模具的充填高度和脱模行程。

压制一个多台阶的制品时，除了有足够的吨位和行程的压机外，还要用单独的模具组件支撑制品上的每一个分开的台阶。其最终目的是控制制品各部分的密度，使所有台阶上的密度达到一致。

1. 压制压力

一个压机的压制吨位，是表示所要求的总的载荷，是材料的