

普通中等专业教育机电类规划教材

冷冲压与塑料 成型机械

福建高级工业专门学校 欧圣雅 主编

机械工业出版社

本书共分六章,内容包括:曲柄压力机、其它类型的冲压设备、液压机、塑料挤出成型设备、塑料注射机和其它成型设备。集冷冲压塑料成型和金属压铸三种机械设备于一书,重点介绍设备的工作原理、结构、特性和应用,同时对挤出理论也作了简要介绍。本书力求突出实用性,重在培养学生的应用和设计能力。

本书系中等专业学校模具专业的专业课教材,也可作为职业大学、电大、职业中专、职业高中用教材,并可供从事金属和塑料成型的技术人员参考。

冷冲压与塑料成型机械

福建高级工业专门学校 欧圣雅 主编

*

责任编辑:杨燕 曹俊玲 版式设计:冉晓华

封面设计:郭景云 责任校对:魏俊云

责任印制:王国光

*

机械工业出版社出版(北京市百万庄大街22号)

邮政编码:100037

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

机械工业出版社京丰印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092¹/₁₆·印张 17·插页 2·字数 423 千字

1998年5月第1版第1次印刷

印数 0001—4000 定价:21.50元

*

ISBN 7-111-05948-4/TG·1178(课)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

ISBN 7-111-05948-4



9 787111 059486 >



前 言

本书是根据国家机械工业部中等专业学校模具设计与制造专业教学计划和冷冲压与塑料成型机械课程教学大纲编写的，并经机械工业部模具专业教学指导委员会审定，作为模具专业的专业课教材，也可供从事金属和塑料成型的技术人员参考。

本教材集冷冲压、塑料成型和金属压铸三种机械设备于一书，主要讲授常用的有代表性的机械设备，兼顾部分新的先进机械设备，重点介绍设备的工作原理、结构、特性和应用，同时对挤出理论等也作了简要介绍。

编写力求做到通俗实用，内容精选，插图恰当、清晰、形象。每章后附有复习思考题，便于教学。

全书共分六章，包括：曲柄压力机，其它类型的冲压设备（双动拉深压力机、螺旋压力机、精冲压力机、高速压力机、数控冲模回转头压力机），液压机，塑料挤出成型设备，塑料注射机，其它成型设备（塑料压延机、压铸机）。

本书由福建高级工业专门学校欧圣雅主编，杭州机械工业学校胡国松主审。参加编写的有陈胤、徐志扬。具体分工如下：绪论、第三章、第五章、第六章由欧圣雅编写；第一章、第二章由陈胤编写；第四章由徐志扬编写。

参加审稿会的有胡国松、翁其金、马亶华、罗晓晔、陈胤、徐志扬、欧圣雅。福建高级工业专门学校连赛英、福日公司陈吉钊、福建华侨塑料厂林锦新对本教材的编写给予大力支持，在此一并深表感谢。

由于编者水平有限，教材中难免存在缺点和不足之处，恳请读者批评指正。

编者

1997年11月

目 录

前言	
绪论	1
一、冲压与塑料成型在工业生产中的地位	1
二、冲压生产基本工序和塑料成型主要方法	2
三、主要的冲压和塑料成型机械及其发展概况	3
四、本课程的内容和要求	5
第一章 曲柄压力机	7
第一节 概述	7
一、曲柄压力机的用途和分类	7
二、曲柄压力机的工作原理与结构组成	9
三、曲柄压力机的主要技术参数	10
四、曲柄压力机的型号	15
第二节 曲柄滑块机构	16
一、曲柄滑块机构的运动规律	16
二、曲柄滑块机构的受力分析	19
三、曲柄压力机滑块许用负荷图	21
四、曲柄滑块机构的结构	21
第三节 离合器和制动器	28
一、刚性离合器	29
二、摩擦离合器—制动器	34
三、带式制动器	37
第四节 机身	39
一、机身的结构形式	39
二、机身变形对冲压工艺的影响	40
第五节 传动系统	41
一、传动系统的布置方式	41
二、离合器和制动器的安装位置	42
第六节 辅助装置	43
一、过载保护装置	43
二、拉深垫	48
三、滑块平衡装置	52
四、顶料装置	53
第七节 冲压压力机的选择与使用	54
一、冲压压力机的选择	54
二、压力机的正确使用与维护	59
三、压力机常见的故障及排除方法	62
四、压力机上冲模的安装与拆卸	65
复习思考题	67
第二章 其它类型的冲压设备	69
第一节 双动拉深压力机	69
一、双动拉深压力机的工艺特点	69
二、双动拉深压力机的结构	70
第二节 螺旋压力机	77
一、螺旋压力机的工作原理和分类	77
二、摩擦压力机	77
三、液压螺旋压力机	83
四、电动螺旋压力机	85
五、螺旋压力机的工艺特性	85
六、离合器式螺旋压力机	86
第三节 精冲压力机	88
一、精冲工艺对压力机的要求	88
二、精冲压力机的类型和结构示例	89
三、精冲压力机的辅助装置	95
第四节 高速压力机	98
一、高速压力机的类型与技术参数	98
二、高速压力机的特点和结构	100
第五节 数控冲模回转头压力机	106
一、工作原理、特点及应用	106
二、结构及技术参数	106
复习思考题	111
第三章 液压机	112
第一节 液压机的工作原理	112
第二节 液压机的特点与应用	112
第三节 液压机的分类	113
第四节 液压机的技术参数及型号	115
第五节 液压机的结构	119
一、本体部分	119
二、动力部分——液压泵	121
三、操纵及液压系统	121
复习思考题	124

第四章 塑料挤出成型设备	125	五、注射机的基本参数及型号编制	188
第一节 概述	125	第二节 注射装置	197
一、塑料挤出成型特点和应用	125	一、注射装置的形式	197
二、塑料挤出成型过程和挤出成型设备的组成	125	二、注射装置的主要零部件	200
三、挤出机的分类	127	第三节 注射机的合模装置	209
四、单螺杆挤出机的技术参数及型号	127	一、对合模装置的基本要求	209
第二节 挤出机的工作过程与挤出成型理论	131	二、合模装置的组成、类型与特点	209
一、挤出机的工作过程	131	三、模板距离调节机构	217
二、描述挤出成型过程的主要参量	131	四、顶出装置	218
三、物料在螺杆中的流动理论	134	第四节 液压和电气控制系统	218
第三节 挤出机的工作特性	143	一、XS-ZY-125注射机的液压系统	218
一、螺杆特性线	143	二、XS-ZY-125注射机电气系统	222
二、口模特性线	143	三、XS-ZY-1000注射机液压系统	224
三、挤出机的工作图	144	四、XS-ZY-1000注射机电气系统	227
第四节 挤出机的主要零部件	145	第五节 注射机的调整和安全设施	230
一、螺杆	145	一、注射机的调整	230
二、料筒	157	二、注射机的安全设施	233
第五节 挤出机的其它零部件	159	第六节 专用注射机简介	234
一、传动系统	159	一、热固性塑料注射机	235
二、加热与冷却装置	163	二、低发泡注射机	236
三、加料装置	166	三、双色(或多色)注射机	236
四、分流板与过滤网	167	复习思考题	237
第六节 挤出机的控制	169	第六章 其它成型设备	238
一、温度的测量与控制	169	第一节 塑料压延机	238
二、物料压力的测量与控制	171	一、概述	238
三、转速的控制	172	二、压延成型原理	241
四、过载保护和其它安全防护	173	三、压延机的主要技术参数	243
第七节 挤出成型辅机	173	四、辊筒	245
一、吹塑薄膜辅机	174	第二节 压铸机	251
二、挤管辅机	180	一、压力铸造的特点及压铸件生产工艺过程	251
三、挤板(片)辅机	182	二、压铸机的分类、型号和技术参数	252
复习思考题	183	三、几种类型压铸机的成型原理、优缺点与应用	253
第五章 塑料注射机	185	四、压铸机的基本结构组成	256
第一节 概述	185	五、压铸机的主要机构(以J1113A为例)	257
一、注射机的注射成型原理与特点	185	复习思考题	264
二、注射机的基本结构组成和功用	185	主要参考文献	265
三、注射机的类型及其特点和应用	186		
四、注射成型工艺过程	187		

绪 论

一、冲压与塑料成型在工业生产中的地位

冲压是利用压力机和冲模对材料施加压力，使其分离或产生塑性变形，以获得一定形状和尺寸的制品（即零件或坯件）的一种少无切削加工工艺。这种加工方法多在常温下进行，主要用于金属板料加工，故又称冷冲压或板料冲压。虽然冲压生产对冲压模制造的技术要求比较高，生产周期较长，成本也较高，但在大批量生产的情况下，冲压与锻造、铸造、焊接、切削加工方法比较，无论在技术上，还是在经济方面都具有显著的优越性，如生产效率高；制品的尺寸精度高，而且质量稳定，一般不需要再进行机械加工即可供装配使用；材料利用率高，而且在节省原材料消耗的情况下，能获得强度高、刚度好、重量轻的制品；能够加工其它方法难以实现的某些复杂零件。因此，它在现代汽车、农业机械、电机、仪器仪表、电子和国防工业，以及日常生活用品的生产中得到广泛应用。据粗略统计，汽车制造业 60%~70% 的零件是采用冲压制成的。在电子产品中，冲压件的数量占零件总数的 85% 以上，在电机和仪器仪表生产中，有 60%~70% 的零件是冲压件，飞机、导弹、枪弹、炮弹等航天国防工业，冲压件生产也占很大的比例。冲压已经成为现代先进的加工方法之一，当今许多国家都十分重视冲压技术的研究和应用，工业发达的国家，其冲压生产均相当发达，并不断地在研究和发 展之中，以促进工业建设的进程。

塑料工业是随着近代科学技术进步和工业生产发展而形成的新兴工业，它包含塑料生产和塑料制品生产两个生产系统，它们是一个体系的两个连续部分。由于塑料具有质轻、比强度高，摩擦系数小，电绝缘性能和化学稳定性好，良好的消声隔音作用，容易成型加工，可焊性好，能很好地与金属、木材等其它材料相嵌接等一系列优点，特别是工程塑料不仅可以大量地取代金属和其它材料作为代用品，而且正逐渐地发展成为具有特殊性能，能够适应特殊工作环境，为一般材料所不能代替的特殊功能材料，又由于塑料的原材料来源丰富，所以塑料工业虽然是年轻的工业，其发展速度是很快的。塑料的应用领域不断扩大，从日常生活到机电、仪器仪表、医疗、纺织、轻工、建筑以及国防等许多工业部门都应用塑料制成的零件和制品。就世界范围看，近几十年塑料的产量几乎每五年翻一番（见表 0-1），即使在 1973 年和 1979 年出现石油危机，工业发展受到很大冲击的情况下，以石油为主要原料的塑料产量仍以较快的速度增长（年增长率平均达 6%~7%，其中，工程塑料的年增长率更高，美国为 13% 左右，西欧约为 8.5%），这是因为在石油危机期间，塑料代替金属使用（如 1t 塑料代替 5t 有色金属计算），节约能源所发挥的作用越来越显得重要。1979 年世界塑料产量已超过 6 300 万 t，据预测，到 2010 年左右全世界塑料产量以重量计也将超过钢的产量。在近代工业发展中，作为四大工程材料（钢铁、木材、水泥和塑料）之一的塑料产量，其年增长率总是居于首位。所以从塑料工业发展的一个侧面，大致上可以看出一个国家工业发展的水平。

塑料工业包括塑料原材料生产和塑料制品生产两个系统，塑料制品生产是塑料生产的延续。要使塑料变成有应用价值的生产资料和生活资料，必须经过成型阶段。因为塑料制品生产，从其完整的生产过程来讲包括五大工序，即塑料预处理（对某些塑料在成型前进行预压

或预热、干燥等)、成型(将粉状或粒状、分散体的各种形态塑料制成所需形状的制品或坯件)、机械加工(在成型过程不能完成或达不到要求而进行的补充工序,如车、铣、钻孔、加工螺纹等)、修饰(为了美化制品表面质量或为其它目的而进行的抛光、滚花、上彩等)和装配(将有的零件采取焊接等方法装配起来)。在上述诸工序中的塑料成型工序是必须经过的工艺流程,没有塑料成型便没有塑料制品生产,而其它工序则可根据塑料的性质和制品的工艺要求等具体情况而决定取舍。显而易见,塑料成型在塑料工业乃至整个工业生产中的地位和作用是十分重要的。

表 0-1 近 50 年世界塑料产量递增情况

年 份	1924	1930	1935	1939	1944	1950	1955	1960	1965	1970	1975
产量/10 ⁴ t	5.9	8.0	16	34	60	162	320	750	1460	3100	4114

二、冲压生产基本工序和塑料成型主要方法

无论冲压件还是塑料制品,产品的名目都很多,不同产品的生产工艺过程不尽相同,甚至完全不同。工艺与机械设备关系密切,从某种意义上讲,机械设备是为工艺服务的,它要满足产品生产过程的工艺要求,而两者又相互促进,并驾齐驱。在介绍机械设备之前,有必要对冲压的基本工序和塑料成型的主要方法作简单介绍。

(一) 冲压生产基本工序

由于冲压件的形状、尺寸、精度要求、生产批量和所选用的材料性质等的不同,所采用的工艺也不相同,但它的基本工序可以分为两大类,即分离和成型(见表 0-2)。

表 0-2 冲压基本工序

分离 工序	普通 冲裁	剪裁(切断)	成形 工序	弯曲	压弯	成形 工序	压印			
		落料			卷边			顶墩		
		冲孔			扭曲			冷挤压		
		切边		拉深	变薄拉深			立体成形		
		切口			不变薄拉深					
		剖切		成形	校平(平面整形)			复合 工序	复合冲压	
		整修			整形(立体整形)					连续冲压
		精密冲裁			翻边					
	卷缘									
	胀形									
			缩径							

分离工序是指被加工材料在外力作用下,使材料沿着封闭或不封闭的轮廓剪裂而分离的冲压工序,通常称为冲裁。冲裁加工既可以直接冲制成品零件,也可以为弯曲、拉深、成型等下一道工序准备毛坯。根据作用不同,冲裁包括剪裁(切断)、落料、冲孔等工序。按照对冲裁件断面质量和精度的要求不同,所采用冲裁机理也不同,有以破坏形式实现分离的普通冲裁和以变形形式实现分离的精密冲裁两种形式。普通冲裁获得的冲件断面质量差、公差大,只能满足一般要求不高的产品需要,或提供毛坯。对于批量生产,精度要求高,为了提高生产效率,往往采用精密冲裁,它可以直接从板料中冲制精密零件。

成形是指坯料在外力作用下,应力超过材料的屈服点,经过塑性变形而得到一定形状和尺寸的零件的冲压工序,它包括弯曲,拉深冷挤压、压印等工序。

此外,对于生产批量大、尺寸小、精度高的冲压件,为了提高生产效率,在生产中常常

不是采用若干分散的单一工序逐一进行加工，而是采用工序集中的方法，即将两个或两个以上的单一工序集中在同一副冲模内完成，称其为复合工序。这些不同的单一工序，可以根据实际情况进行组合，例如落料—冲孔、落料—拉深—切边、落料—冲孔—弯曲等等。

(二) 塑料成型的主要方法

塑料的成型加工是使塑料成为有实际应用价值的塑料制品的重要环节。虽然塑料工业是较为年轻的工业，其制品生产的某些方法起源于橡胶和冶金等工业部门，以及仿照金属、木材等的加工方法，但由于塑料具有优异的性能和很高的使用价值，随着塑料生产能力的迅速提高以及品种和品级的增加，塑料的成型加工方法也发展很快，目前已发展成一整套适合于各种塑料性能特点的成型加工方法，如各种模塑、层压、压延等。也可以采用车、铣、刨、磨、刮、锉、钻等进行二次加工，还可以采用喷涂、浸渍、粘结等方法，将塑料覆盖在金属或非金属的基体上，或者在塑料表面镀覆金属。就塑料成型加工而言，最主要的是注射成型、挤出成型，吹塑成型、压制成型和热成型，尤其是注射成型和挤出成型，其制品约占整个塑料制品的 80% 左右。

三、主要的冲压和塑料成型机械及其发展概况

冲压机械的类型很多，以适应不同的冲压工艺要求，在我国锻压机械的八大类中，它就占了一半以上。为了表述得简明和系统，现将我国锻压机械的分类和冲压机械的名称代号列于表中（见表 0-3）。在这些冲压机械中，应用最广泛的是电动机械压力机中的曲柄压力机、摩擦压力机等，其次是液压机。

表 0-3 锻压机械分类代号

序号	类别名称	汉语简称及拼音	拼音代号
1	机械压力机	机 Ji	J
2	液压机	液 Ye	Y
3	自动锻压机	自 Zi	Z
4	锤	锤 Chui	C
5	锻机	锻 Duan	D
6	剪切机	切 Qie	Q
7	弯曲校正机	弯 Wan	W
8	其它	它 Ta	T

由于采用现代化的冲压工艺生产工件具有效率高、质量好、能量省和成本低等特点，所以，少无切削的冷冲压工艺越来越多地代替切削工艺和其它工艺。冲压机械在机床中所占的比例也越来越大。据有关资料介绍，在一些工业先进的国家，冲压设备在机床中占的比例已接近 50%。70 年代以来，这些国家冲压机械领域发生了巨大的变化，不仅研制并生产大型和高速的压力机，同时向着自动化、精密化、“宜人化”的方向发展。所谓宜人化，不但包括机器的易控、易调、易修和安全，而且包括噪声低、振动小、造型和谐、色彩宜人等内容。

例如，美国克利林公司（Clearing）首先研制成功了目前世界上最大的 60 000kN 闭式双点压力机，用于生产汽车大梁。随后的 1978 年，日本的日立造船公司为前苏联制造了与克利林公司同样结构和吨位的压力机。这种压力机，为了减小振动和噪声，在机器的四角下各设有由 50 个弹簧组成的缓冲器，还采用卷料和一整套附属装置。全部机组由四人操作，钢板开

卷后通过第一校平机、喷丸清理机、第二校平机和飞剪机，剪成一定长度坯料后，通过润滑油槽由真空吸料器送入压力机，在压力机一次行程中完成冲孔和落料。冲成的坯料自动堆叠在一起，换模后再将经过冲孔及落料的坯料送入压力机进行冲压成形，只需一次行程即冲制成卡车的纵梁。用于冲裁 $1\ 830\text{mm} \times 8\ 890\text{mm}$ 的钢板，冲裁件的尺寸精度可达 $\pm 0.254\text{mm}$ ，成形公差为 0.79mm 。

“高速”的概念在不断变化，目前还没有一个公认的定义，应当根据压力机的标称压力和行程加以综合考虑。根据现代的技术水平，对于 $1\ 000\text{kN}$ 以下的小型压力机，以 $500\text{次}/\text{min}$ 以上定为高速比较恰当。由于卷料的广泛应用和自动送料装置的不断完善，行程次数在 $500\text{次}/\text{min}$ 以上的压力机已普遍应用，目前日本至少有 10 家生产高速压力机的公司，美国明斯特 (Minster) 公司已生产 250kN 、 $2\ 000\text{次}/\text{min}$ 的高速压力机。

随着微处理器的完善和价格的不断降低，为冲压生产由单机自动化、单台自动机和半自动线迅速地全自动线过渡，并为实现计算机分级管理控制的自动化车间建立了可靠的基础和广阔的前景。覆盖件自动冲压线，在 1974 年以前西德奥贝尔汽车公司就有了 80 条左右，其中的 22 条为全自动线，占 27.5% 。当时日本丰田汽车公司的全自动线占冲压线总数的 13% ，据介绍，至 1976 年日本汽车工业公司的覆盖件冲压线中，已有 70% 是全自动线，而且有 35% 左右的高级同步自动线。以生产车板为例，生产率高达 $72\text{件}/\text{h}$ (日本小松)，德国舒勒 (Schuler) 公司的生产率更高 ($900\text{件}/\text{h}$)。美国伯利斯公司生产 12 种大型冲压件的半自动线生产率也达到了 $600\text{件}/\text{h}$ 。1982 年在日本大阪国际机床展览会上，展出的 55 台锻压机械中，采用数控的占 19 台，可以人机对话，编程十分方便。日本会田公司生产的 $2\ 000\text{kN}$ “冲压中心”采用微机控制，只需 5min 时间便完成了自动换模、换料和调整工艺参数工作。目前在主要工业国家中不仅广泛推广微机数控 (CNC) 系统，以控制操作程序、工艺参数、模具和材料的更换等，并进行自动监控和诊断工作，而且在多品种的中小批量生产中，出现以成组加工原理为基础的“群控”的自动化冲压工段，不再是一台计算机直接控制多台机器，而是多台计算机分级管理、控制多台机器的系统。80 年代开始在逐渐推广采用计算机辅助设计和制造系统 (CAD/CAM) 方面，以及进一步推广和发展多工位压力机 (包括多工位冲压液压机) 方面也均取得较大进展。出现了越来越多的多工位压力机代替各种大、中、小型冲压自动线，甚至采用十多米长的超大型多工位压力机取代 $60\sim 70\text{m}$ 长的自动线来生产载重汽车的门板。

在精密冲压方面，目前国外生产精冲压力机的公司就有 20 多家，主要集中在瑞士、西德和英国。至 1977 年全世界拥有精冲压力机 $1\ 600$ 台左右，大部分也是集中在西欧 (占 $1\ 000$ 台以上)，日本 $160\sim 170$ 台，前苏联从瑞士进口 100 台，美国进口 150 台。日本主要靠引进技术，目前也已经有了 5 家公司生产精冲压力机。精密冲裁可以部分代替铣削、滚齿、钻孔和铰孔等工序，因而获得了迅速的发展。目前精冲压力机已发展到 $25\ 000\text{kN}$ ，精冲工艺水平达到：最大板厚 25mm ，尺寸精度相当于我国 IT6~IT8 级，冲切面粗糙度 $R_a=0.20\sim 16\mu\text{m}$ ，垂直角度 $89^\circ 30'$ ，飞边高度小于 0.03mm 。

国际标准化组织 (ISO) 推荐的噪声标准，要求在连续 8h 的工作环境中，工作者所感受到的噪声声压级不得超过 $85\sim 90\text{dB}$ 。现在许多国家都已规定为 90dB ，瑞典等少数国家甚至规定为 85dB 。一般还都规定每提高 5dB ，工作时间应减半。因此许多国家冲压机械制造厂都相当重视解决噪声问题，有些已达到较好的水平，例如：德国舒勒公司 1974 年生产的 $1\ 250\text{kN}$ 高速冲裁压力机，行程次数 $400\text{次}/\text{min}$ ，在操作位置测定，空运转时的噪声为 84dB ，负载工

作时为 95dB。该公司同年生产的自动冲槽机，当行程次数 1100 次/min 时，噪声为 99dB，当压力机封闭时降至 83dB；2 000kN 的制币机，行程次数高达 200 次/min，噪声也只有 83dB。参加 1977 年第二届世界机床展览会的德国瓦格纳公司生产的 6300 型液压机，在厚 12mm 的钢锻件上冲六个孔和两个槽的表演中，几乎没有什么噪声。许多国家在降低噪声的措施上，以及“宜人化”的其它方面都做了大量工作，并继续研究和尝试，可望取得更大的成效。

塑料成型机械的类型也很多，可以说有多少种成型方法，相应地就有多少种成型机械，有各种模塑成型机械和压延机等等。模塑机械包括挤出机、注射机、浇铸机、真空成型机、液压机等。在生产中最常用的是挤出机和注射机，其次是液压机和压延机。挤出成型生产的制品产量占首位（占整个塑料制品总产量的一半以上），注射成型生产的制品占 25%~30%。就成型机械而言，注射机的产量最大。据统计，全世界注射机的产量，近 10 年来增加 10 倍，每年出产的台数约占整个塑料机械产量的 50%，成为塑料机械生产中增长最快、生产量最多的机种。

从塑料成型机械的发展趋势看，世界各国在近年来都向大型、高速、高效、精密、特殊用途、连续化和自动化，以及小型和超小型（指注射机）的方向发展。

我国塑料工业是建国后才兴起的，虽不及先进工业国家，但发展的速度是喜人的。目前，我国不仅能生产品种比较齐全的塑料成型机械，并能生产一些大型精密的塑料成型机械，如注射量达 30 000cm³ 的大型注射机，螺杆直径为 $\phi 250$ mm 的塑料挤出机，压制力达 20 000kN 的塑料层压机，以及 70mm \times 1 800mm 的大型精密压延机等等。同时，挤出机、注射机、压延机等都已系列化。随着改革开放的深化，我国的塑料工业及塑料成型机械将获得更大的发展。

四、本课程的内容和要求

从冲压件或塑料制品生产的工艺过程可知：材料、模具和机械设备构成产品生产的三大要素。由于冲压件或塑料制品的种类很多，因而设备的类型也很多。本课程选择了在生产中具有代表性的常用的若干设备进行比较详细的介绍，其余设备作简单介绍。力图通过典型设备的分析介绍和某些设备的扼要介绍，培养学生分析问题和解决问题的能力，在掌握了基本知识和分析方法的基础上，为今后进一步学习和工作起到举一反三、触类旁通的作用。本课程分为六章。

第一章：曲柄压力机。在这章中着重介绍在冲压生产中常用的典型设备、通用压力机的结构组成、工作原理、结构特点、使用性能、技术参数与型号。它是本课程的重点内容之一。

第二章：其它类型的冲压设备。在本章中简单介绍双动拉深压力机、螺旋摩擦压力机、精冲压力机、高速压力机和数控冲模回转头压力机。

第三章：液压机。液压机应用范围很广，它是冲压工艺和塑料成型的通用设备。虽然各种用途的液压机各具有某些自身的特点，但共性部分居多。本章以通用液压机为例，主要介绍其液压传动工作原理、结构组成，特点和应用。

第四章：塑料挤出成型设备。其中塑料挤出机是塑料制品加工量最大的一种设备，也是塑料成型机械中较多的机种之一，对挤出成型辅机以及具有普遍和重要意义的挤出理论亦作一定的阐述。

第五章：塑料注射成型机。它是塑料成型机械中数量最多、应用最广泛的机种。也是本书的重点。本章重点介绍注射机的注射装置和合模装置，并通过典型机种的机—电—液联合

循环实例的介绍，掌握整机控制的知识。

第六章：其它成型设备介绍。在塑料制品生产中，塑料压延机是仅次于挤出机和注射机的重要塑料成型设备。为此，在本章中选入压延机。此外，为拓宽知识，还对压铸机作一定篇幅的介绍。

通过本课程的学习，应达到以下要求：

1) 了解冲压和塑料成型主要设备的工作原理、结构特点、技术性能；掌握主要设备与模具的关系。从而，能根据工艺要求合理选用设备。

2) 根据工艺要求和设备说明书，能正确使用，调整和维护主要设备，并具有分析和排除一般故障的能力。

3) 结合基础课和技术基础课的知识，具有设计和改装主要设备部分零件的初步能力。

第一章 曲柄压力机

第一节 概 述

一、曲柄压力机的用途和分类

压力机就是用来对放置于模具中的材料实现压力加工的机械。对被加工材料施加压力的反作用力，由机械本身承受。压力机可根据产生与传递压力的机理来分类：使用液体传递压力的为液压机；使用气体传递压力的为气动压力机；以电磁力做功的称为电磁压力机；以机械机构传递压力的即为机械传动类压力机，曲柄压力机属于机械传动类压力机，它是重要的锻压设备。它能进行各种冲压和模锻工艺，直接生产出零件或毛坯。因此，曲柄压力机在汽车、拖拉机、电器、仪表、电子、医疗机械、动力机械、国防以及日用品等工业部门得到了广泛的应用。

在生产中，为了适应不同的工艺要求，采用各种不同类型的曲柄压力机。这些压力机都具有自己的独特结构形式及作用特点。通常可根据曲柄压力机的工艺用途及结构特点进行分类。

按工艺用途曲柄压力机可分为通用压力机和专用压力机两大类。通用压力机适用于多种工艺用途，如冲裁、弯曲、成形、浅拉深等。而专用压力机用途较单一，如拉深压力机、板料折弯机、剪切机、挤压机、冷镦自动机、高速压力机、板冲多工位自动机、精压机、热模锻压力机等，都属于专用压力机。

按机身的结构形式不同，曲柄压力机可分为开式压力机和闭式压力机。

开式压力机的机身形状类似英文字母C，如图1-1所示，其机身前面及左右均敞开，操作空间大。但机身刚度差，压力机在工作负荷的作用下会产生角变形，影响精度。所以，这类压力机的吨位都比较小，一般在2 000kN以下。开式压力机又可分为

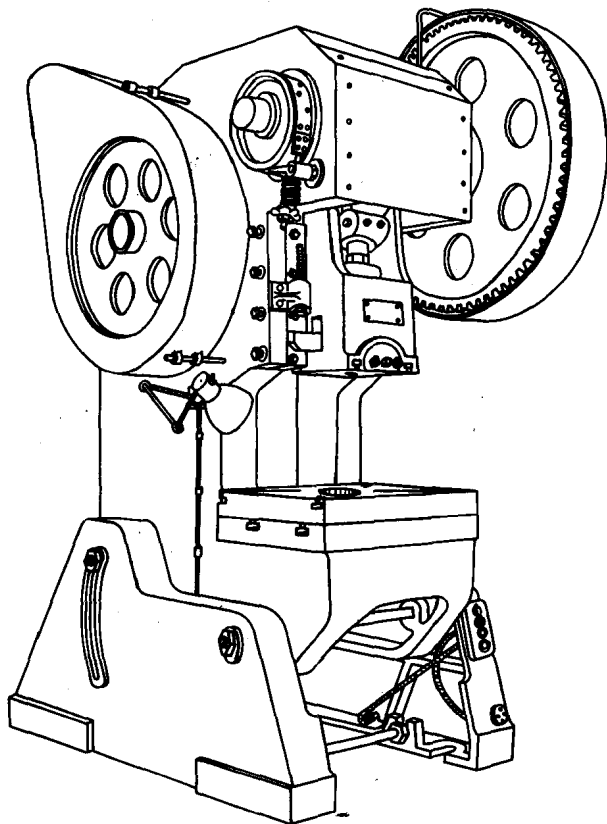


图 1-1 开式双柱可倾式压力机

单柱压力机和双柱压力机两种。图1-2所示为单柱压力机，其机身也是前面及左右三向敞开，但后壁无开口。图1-1所示的双柱压力机，其机身后壁有开口，形成两个立柱，故称双柱压力机。双柱压力机便于向后方排料。此外，开式压力机按照工作台的结构特点又可分为可倾台式压力机（见图1-1）、固定台式压力机（见图1-2）、升降台式压力机（见图1-3）。

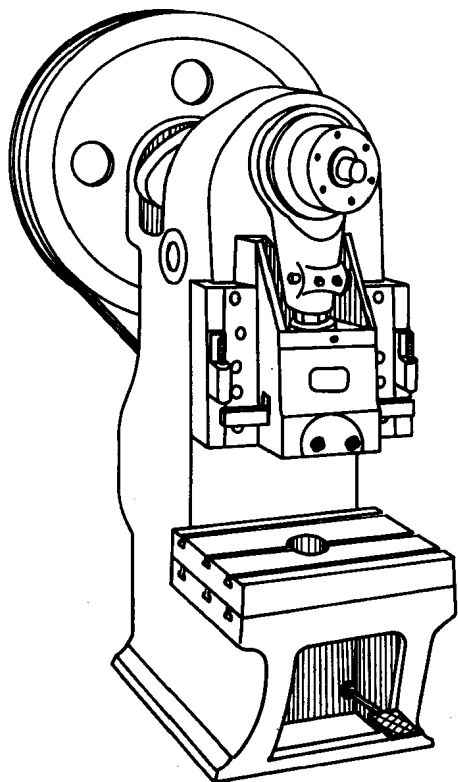


图 1-2 单柱固定台式压力机

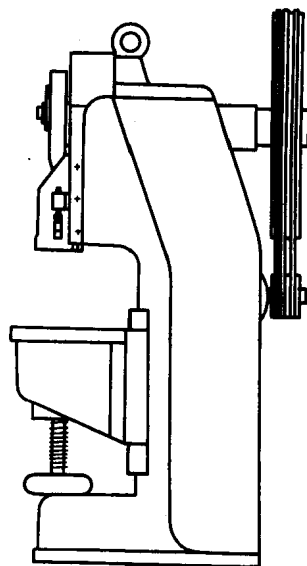


图 1-3 升降台式压力机

闭式压力机机身左右两侧是封闭的，如图1-4所示，只能从前后方向接近模具，且装模距离远，操作不太方便。但因为机身形状对称，刚度高，压力机精度好。所以，压力超过2500kN的大、中型压力机，几乎都采用此种形式，某些精度要求较高的小型压力机也采用此种形式。

按运动滑块的个数，曲柄压力机可分为单动、双动和三动压力机，如图1-5所示。目前使用最多的是单动压力机，双动和三动压力机则主要用于拉深工艺。

按与滑块相连的曲柄连杆数，曲柄压力机可分为单点、双点和四点压力机，如图1-6所示。曲柄连杆数的设置主要根据滑块面积的大小和使用目的而定。点数多的，滑块承受偏心负荷的能力大。

此外，按传动机构的位置，可将曲柄压力机分为上传动式和底传动式两类。底传动压力机的传动机构设于工作台的下面，如图1-7所示，其重心低、稳定性好，但要建造相当大的地坑，且维修较困难。

本章主要介绍通用曲柄压力机，在JB/GQ2003—84型谱中，第1至第3组属于通用压力机。

二、曲柄压力机的工作原理与结构组成

尽管曲柄压力机有各种类型,但其工作原理和基本组成是相同的。图 1-1 所示的开式双柱可倾压力机的运动原理如图 1-8 所示,其工作原理如下:电动机 1 的能量和运动通过带传动传给中间传动轴 4,再由齿轮传动传给曲轴 9,连杆 11 上端套在曲轴上,下端与滑块 12 铰接,

因此,曲轴的旋转运动通过连杆转变为滑块的往复直线运动。将上模 13 装在滑块上,下模 14 装在工作台垫板 15 上,压力机便能对置于上、下模间的材料做功,将其制成工件,实现压力加工。由于工艺操作的需要,滑块有时运动,有时停止,因此装有离合器 7 和制动器 10。压力机在整个工作周期内进行工艺操作的时间很短,即有负荷的工作时间很短,大部分时间为无负荷的空程运动。为了使电动机的负荷较均匀,有效地利用能量,因而装有飞轮,在该机上,大带轮 3 和大齿轮 6 均起飞轮的作用。

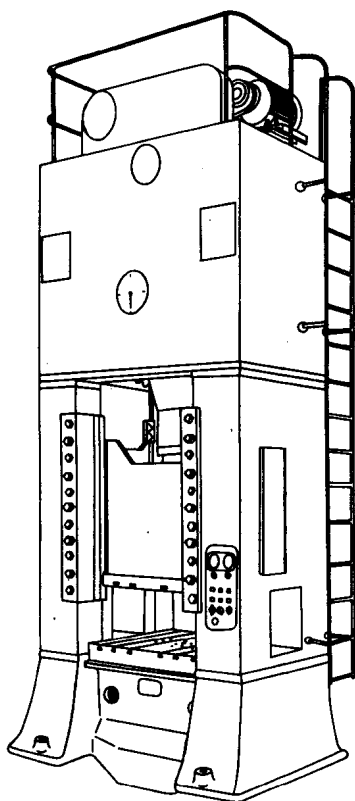


图 1-4 闭式压力机

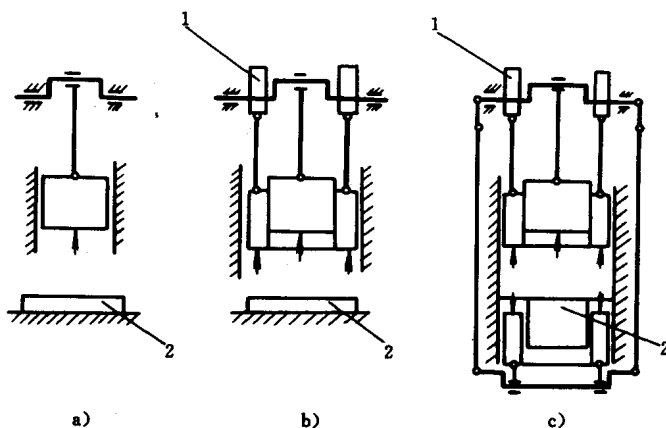


图 1-5 压力机分类示意图 I

a) 单动压力机 b) 双动压力机 c) 三动压力机
1—凸轮 2—工作台

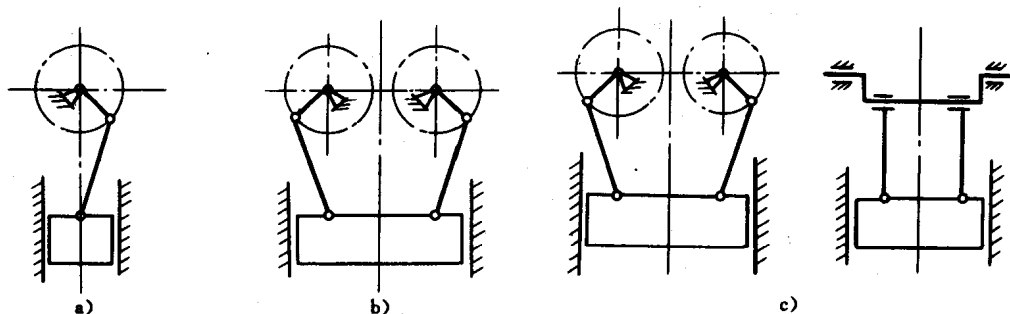


图 1-6 压力机分类示意图 II

a) 单点压力机 b) 双点压力机 c) 四点压力机

从上述的工作原理可以看出，曲柄压力机一般由以下几个基本部分组成：

1) 工作机构 一般为曲柄滑块机构，由曲轴、连杆、滑块、导轨等零件组成。其作用是将传动系统的旋转运动变成滑块的往复直线运动；承受和传递工作压力；在滑块上安装模具。

2) 传动系统 包括带传动和齿轮传动等机构。将电机的能量和运动传递给工作机构；并对电动机的转速进行减速使滑块获得所需的行程次数。

3) 操纵系统 如离合器、制动器及其控制装置。用来控制压力机安全、准确地运转。

4) 能源系统 如电动机和飞轮。飞轮能将电动机空程运转时的能量吸收积蓄起来，在冲压时再释放出来。

5) 支承部件 如机身，把压力机所有的机构联结起来，承受全部工作变形力和各种装置的各个部件的重力，并保证全机所要求的精度和强度。

此外，还有各种辅助系统与附属装置，如润滑系统、顶件装置、保护装置、滑块平衡装置、安全装置等。

闭式压力机外形(见图 1-4)与开式压力机有很大差别。而它们的工作原理和结构基本组成是相同的。图 1-9 所示为 J31-315 型闭式压力机的运动原理图，与图 1-8 相比较，它只是在传动系统中多了一级齿轮传动；工作机构中曲柄的具体形式是偏心齿轮式，而不是曲轴式，即由偏心齿轮 9 带动连杆摆动，从而带动滑块作往复直线运动；此外，该压力机工作台下装有顶件装置，即液压气垫 18，可作为拉深时压料及顶出模内的工件用。

三、曲柄压力机的主要技术参数

曲柄压力机的技术参数反映了压力机的工艺能力及有关生产率等指标。现分述如下：

1. 标称压力 F_g 及标称压力行程 S_g

曲柄压力机的标称压力(或称额定压力)就是滑块所允许承受的最大作用力，而滑块必须在到达下止点前某一特定距离之内才允许承受标称压力，这一特定距离称为标称压力行程(或额定压力行程) S_g ，标称压力行程所对应的曲柄转角称为标称压力角(或额定压力角) α_g 。例如 JC23-63 压力机的标称压力为

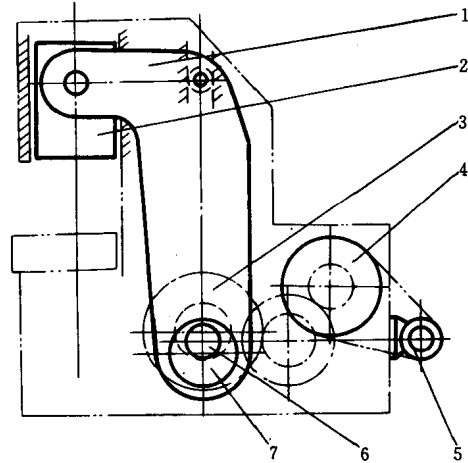


图 1-7 底传动压力机

1—连杆 2—滑块 3—齿轮 4—大带轮 5—电动机
6—偏心轴 7—偏心套

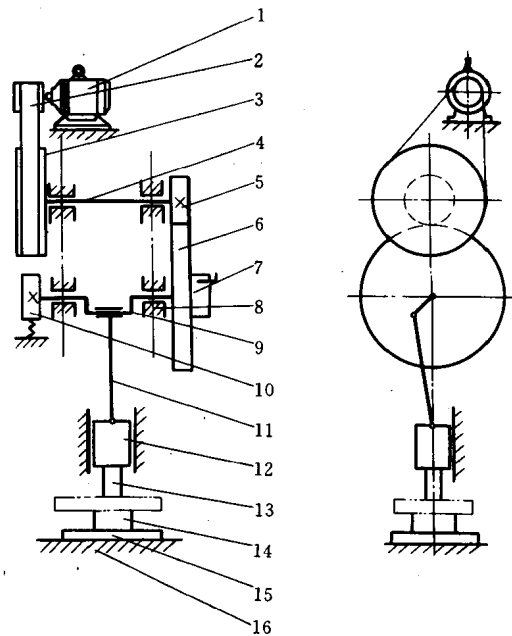


图 1-8 JC23-63 压力机运动原理图

1—电动机 2—小带轮 3—大带轮 4—中间传动轴
5—小齿轮 6—大齿轮 7—离合器 8—机身 9—曲轴
10—制动器 11—连杆 12—滑块 13—上模 14—下模
15—垫板 16—工作台

630kN, 标称压力行程为 8mm, 即指该压力机的滑块在离下止点前 8mm 之内, 允许承受的最大压力为 630kN。

标称压力是压力机的主参数。我国生产的压力机标称压力已经系列化了。例如 160kN、200kN、250kN、315kN、400kN、500kN、630kN、800kN、1000kN、1600kN、2500kN、3150kN、4000kN、6300kN 等。这个系列是从生产实践中归纳整理后制订的, 既能满足生产需要, 又不致使曲柄压力机的规格过多, 给制造带来困难。

2. 滑块行程

如图 1-10 中的 S , 它是指滑块从上止点到下止点所经过的距离。它是曲柄偏心量的 2 倍。它的大小也反映压力机的工作范围。行程长, 则能生产高度较高的零件, 通用性大。但压力机的曲柄尺寸要加大, 随之而来的是齿轮模数和离合器尺寸均要增大, 压力机造价增加, 而且工作时模具的导柱、导套可能脱离, 影响工件精度和模具寿命。因此, 滑块行程并非越大越好, 应根据加工行程的需要与作业中监视送料形式和取件的需要, 以及模具导向件工作要求等情况来选取。为满足生产实际的需要, 有些压力机的行程长度作成可调节的。如 J11-50 压力机的滑块行程可在 10~90mm 之间调节, J23-100A、J23-100B 压力机的滑块行程均可在 16~140mm 之间调节。

3. 滑块行程次数 n

它是指滑块每分钟往复运动的次数。如果是连续作业, 它就是每分钟生产工件的个数。所以, 行程次数越大, 生产率就越高。然而, 当采用手动连续作业时, 由于受送料时间的限制, 即送料在整个作业中所占时间的比例很大, 即使行程数再多, 生产率也不可能很高, 比如小件加工最多也不过 60~100 次/min。所以, 行程次数超过一定数值后, 必需配备自动送料装置, 否则不可能实现高生产率。

拉深加工时, 加工速度过快, 会造成材料破损以至不能继续加工, 而加工速度与行程次数成正比关系。因此, 选择行程次数不能单纯追求高生产率。目前, 实现了自动化的压力机多半采用可调行程次数, 以期达到根据产品大小及变形特点选择最适当的行程次数的目的。

4. 最大装模高度 H_1 及装模高度调节量 ΔH_1

装模高度是指滑块在下止点时, 滑块下表面到工作台垫板上表面的距离。当装模高度调

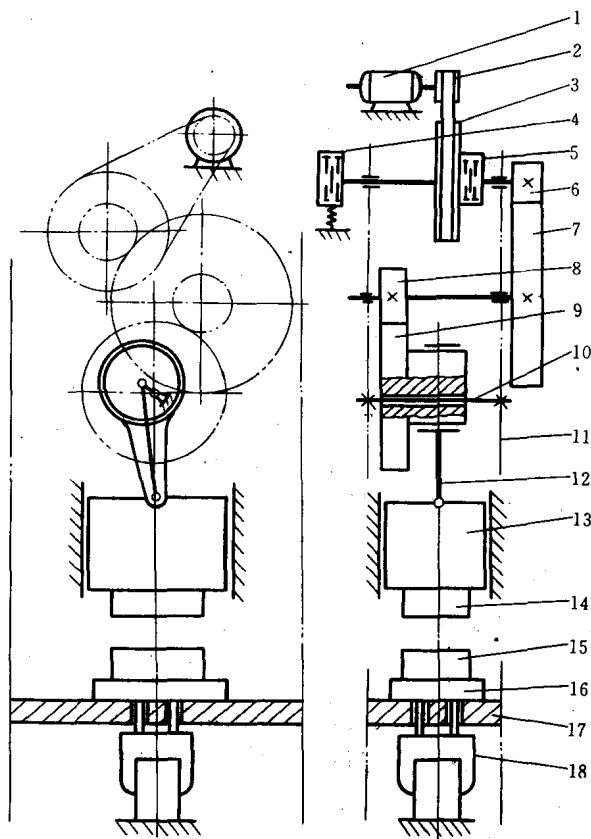


图 1-9 J31—315 压力机运动原理图

- 1—电动机 2—小带轮 3—大带轮 4—制动器 5—离合器
6—小齿轮 7—大齿轮 8—小齿轮 9—偏心齿轮 10—芯棒
11—机身 12—连杆 13—滑块 14—上模 15—下模
16—垫板 17—工作台 18—液压气垫

节装置将滑块调整到最高位置时,装模高度达最大值,称为最大装模高度(图1-10中的 H_1)。滑块调整到最低位置时,得到最小装模高度。与装模高度并行的参数尚有封闭高度。所谓封闭高度是指滑块在下止点时,滑块下表面到工作台上表面的距离,它和装模高度之差等于工作台垫板的厚度 T 。图1-10中的 H 是最大封闭高度。装模高度和封闭高度都表示压力机所能使用的模具高度。模具的闭合高度应小于压力机的最大装模高度或最大封闭高度。装模高度调节装置所能调节的距离,称为装模高度调节量 ΔH_1 。装模高度及其调节量越大,对模具的适应性也越大,但装模高度大,压力机也随之增高,且安装高度较小的模具时,需附加垫板,给工作带来不便。同时,装模高度调节量越大,价格越高,而且刚度也会下降。因此,只要满足使用要求,没有必要使装模高度及其调节量过大。

5. 工作台板及滑块底面尺寸

它是指压力机工作空间的平面尺寸。工作台板(垫板)的上平面(安装下模部分),用“左右×前后”的尺寸表示,如图1-10中的 $L \times B$ 。滑块下平面,也用“左右×前后”的尺寸表示,如图1-10中的 $a \times b$ 。闭式压力机,其滑块尺寸和工作台板的尺寸大致相同,而开式压力机滑块下平面尺寸小于工作台板尺寸。所以,开式压力机所用模具尺寸要依滑块底面尺寸而定。不过,许多开式压力机,滑块在上止点时,其底面仍低于导轨,这样就可以安装比滑块底面大的上模了。这种情况虽然使用方便,但产品精度会受一定的影响。

6. 工作台孔尺寸

工作台孔尺寸 $L_1 \times B_1$ (左右×前后)、 D_1 (直径),如图1-10,用作排除工件或废料、或安装顶出装置。

7. 立柱间距 A 和喉深 C

立柱间距是指双柱式压力机立柱内侧面之间的距离。对于开式压力机,其值主要关系到向后侧排料或出件机构的安装。对于闭式压力机,其值直接限制了模具和加工板料的最宽尺寸。

喉深是开式压力机特有的参数,它是指滑块的中心线至机身的前后方向距离,如图1-10中的 C 。喉深直接限制加工件的尺寸,也与压力机机身的刚度有关。

8. 模柄孔尺寸

模柄孔尺寸 $d \times l$ 是“直径×孔深”,冲模模柄尺寸应和模柄孔尺寸相适应。大型压力机没有模柄孔,而是开设T形槽,以T形槽螺钉紧固上模。

表1-1、表1-2是我国生产的部分通用压力机的技术参数。

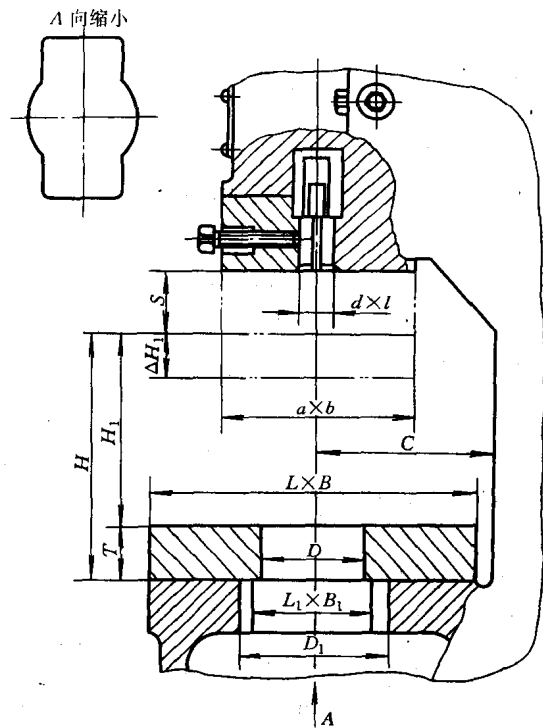


图1-10 压力机基本参数