



职业教育机电类专业规划教材

机械工业出版社精品教材

冷冲压与塑料成型机械

范有发 主编

第2版



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

职业教育机电类专业规划教材
机械工业出版社精品教材

冷冲压与塑料成型机械

第2版

主 编 范有发
参 编 陈 胤 欧圣雅 徐志扬
主 审 翁其金



机械工业出版社

本书是根据职业教育机电类专业人才培养的需要进行修订的。全书共分六章,内容主要包括曲柄压力机、双动拉深压力机、螺旋压力机、精密冲压压力机、高速压力机、数控回转头压力机、数控液压折弯机、伺服压力机、液压机、塑料挤出机、塑料注射机、双(多)色注射机、全电动注射机、塑料压延机、塑料中空吹塑成型机和反应注射机等设备的结构、特点、工作原理及应用。其中,对曲柄压力机、数控冲压与塑料成型设备进行了较具体的叙述。本书在编写中增加了许多实物图片,力求突出内容的系统性、实用性和直观性。

本书适合作为职业技术学院模具专业教材,也可作为成人教育或专业技术培训教材,还可供从事金属与塑料成型加工的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

冷冲压与塑料成型机械/范有发主编. —2版. —北京:机械工业出版社, 2012. 3

职业教育机电类专业规划教材

ISBN 978-7-111-37485-5

I. ①冷… II. ①范… III. ①冷冲压—职业教育—教材 ②塑料成型加工设备—职业教育—教材 IV. ①TG38 ②TQ320.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第024267号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:汪光灿 责任编辑:汪光灿 王海霞

版式设计:霍永明 责任校对:申春香

封面设计:饶薇 责任印制:乔宇

北京瑞德印刷有限公司印刷(三河市胜利装订厂装订)

2012年6月第2版第1次印刷

184mm×260mm·18.75印张·462千字

0001—2000册

标准书号:ISBN 978-7-111-37485-5

定价:36.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者购书热线:(010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

本书第1版出版以来,承蒙广大读者的厚爱,陆续印刷了近20次,成为机械工业出版社精品教材。本书是在第1版教材的基础上,根据目前新技术、新工艺、新装备的发展,以及职业教育人才培养的特点组织编写的。

本书修订时,增加了伺服压力机、双螺杆挤出机、双(多)色注射机、全电动注射机等设备的结构和塑料注射机操作方法与使用维护方面的内容,对第1版教材中存在的一些问题和部分插图进行了相应的修正和更新,并对教材中部分章节的内容进行了修订和补充。修订后的教材更注重内容的实用性、完整性和直观性,与现代生产工艺、设备和新技术的距离靠得更近,众多实物图片的加入更有利于学生理解教材相关章节的内容和知识点,对职业教育人才的培养和学生实际操作能力的培养十分有益。本书在每章后附有一定量的复习思考题,以便教师引导学生对课程内容进行及时的复习巩固。

本书由福建工程学院范有发主编,并完成修订,由翁其金教授主审。本书第1版的编者有欧圣雅、陈胤、徐志扬,修订版保留了第1版的特点,包含了原作者的部分劳动成果。在教材的审稿过程中,翁其金教授对本书提出了许多宝贵意见,在此表示衷心的感谢。此外,许多设备生产厂家及其相关技术人员为本书提供了大量的参考资料,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,错误之处在所难免,恳切希望广大读者批评指正。并请采用此教材的教师通过E-mail告知姓名、院校及通信地址,以便进行交流。编者E-mail: youfa_fan@163.com。

编 者

目 录

前言

绪论	1
一、冷冲压成形工艺与设备概述	1
二、塑料成型工艺与设备概述	3
三、本课程的学习要求	4
第一章 曲柄压力机	5
第一节 曲柄压力机概述	5
一、曲柄压力机的分类	5
二、曲柄压力机的工作原理与结构组成	7
三、曲柄压力机的主要技术参数	8
四、曲柄压力机的型号	13
第二节 曲柄滑块机构	14
一、曲柄滑块机构的运动规律	14
二、曲柄压力机滑块许用负荷图	17
三、曲柄滑块机构的结构	17
第三节 离合器和制动器	24
一、刚性离合器	25
二、摩擦离合器—制动器	30
第四节 机身结构	35
一、机身的结构形式	35
二、机身变形对冲压工艺的影响	36
第五节 传动系统	37
一、传动系统的布局	37
二、离合器与制动器的安装位置	39
第六节 辅助装置	40
一、过载保护装置	40
二、拉深垫	42
三、滑块平衡装置	45
四、推件装置	46
第七节 曲柄压力机的选用	47
一、曲柄压力机的选择	47
二、压力机的使用与维护	51
三、压力机的常见故障及其排除方法	53
复习思考题	56

第二章 新型、专用压力机	58
第一节 双动拉深压力机	58
一、双动拉深压力机的特点	58
二、双动拉深压力机的结构	59
第二节 螺旋压力机	65
一、螺旋压力机的工作原理和分类	65
二、摩擦压力机	67
三、螺旋压力机的工艺特性	71
第三节 精密冲裁压力机	71
一、精密冲裁工艺对压力机的要求	71
二、精密冲裁压力机的类型和结构	73
三、精密冲裁压力机的辅助装置	77
第四节 高速压力机	80
一、高速压力机的类型与技术参数	80
二、高速压力机的特点及结构	84
第五节 数控冲模回头压力机	90
一、数控冲模回头压力机的工作原理、特点及应用	91
二、数控冲模回头压力机的结构及技术参数	92
第六节 数控液压折弯机	95
一、滑块的垂直往复运动	95
二、后挡料机构的移动	97
三、数控折弯机的操作	97
第七节 伺服压力机	102
一、伺服压力机的工作原理	102
二、伺服压力机的特点	104
三、伺服压力机的应用	105
复习思考题	107
第三章 液压机	108
第一节 液压机概述	108
一、液压机的工作原理	108
二、液压机的特点与应用	108
三、液压机的分类	109

四、液压机的技术参数及型号	112	二、双螺杆挤出机的类型	174
第二节 液压机的结构	116	三、双螺杆挤出机的结构	175
一、本体部分	116	四、双螺杆挤出机的发展	176
二、动力部分——液压泵	119	复习思考题	177
三、液压及操纵系统	119	第五章 塑料注射机	178
第三节 双动拉深液压机	121	第一节 塑料注射机概述	178
一、双动拉深液压机的特点及应用	121	一、注射机的工作原理	178
二、双动拉深液压机的结构	121	二、注射机的基本结构	178
三、双动拉深液压机的控制	121	三、注射机的类型与特点	178
复习思考题	125	四、注射成型工艺过程	181
第四章 塑料挤出机	126	第二节 注射机的型号与基本参数	182
第一节 塑料挤出机概述	126	一、注射机的规格型号	182
一、塑料挤出成型的特点	126	二、注射机的基本参数	183
二、塑料挤出成型过程和设备组成	126	第三节 注射机的注射装置	189
三、挤出机的分类	127	一、注射装置的形式	189
四、单螺杆挤出机的技术参数及型号	127	二、注射装置的主要零部件	193
第二节 挤出机的工作原理及控制参数	132	第四节 注射机的合模装置	201
一、挤出机的工作原理	132	一、合模装置的基本要求	201
二、挤出成型过程的控制参数	133	二、合模装置的类型	201
第三节 挤出机的主要零部件	134	三、模板间距调节装置	209
一、螺杆	134	四、顶出装置	211
二、料筒	146	第五节 注射机的动力和控制系统	211
第四节 挤出机的其他零部件	148	一、普通继电器控制注射机的液压系统	211
一、传动系统	148	二、普通继电器控制注射机的电气系统	214
二、加热与冷却装置	150	三、PLC 控制注射机的液压系统	219
三、加料装置	153	四、PLC 控制注射机的电气控制系统	222
四、分流板与过滤网	155	五、计算机控制注射机的液压系统	226
第五节 挤出机的控制	156	六、计算机控制注射机的控制系统	226
一、温度的测量与控制	156	第六节 注射机的安全设施	228
二、物料压力的测量与控制	158	一、人身的安全保护	228
三、转速的控制	158	二、设备的安全保护	229
四、过载保护和其他安全防护	159	三、模具的安全保护	229
第六节 挤出成型辅机	160	第七节 注射机的操作与维护	230
一、吹塑薄膜辅机	161	一、注射机的安全操作规程	230
二、挤管辅机	167	二、注射机操作前的准备	231
三、挤板(片)辅机	170	三、注射机的调试方法	231
第七节 双螺杆挤出机	172	四、注射机的操作	232
一、双螺杆挤出机概述	172	五、注射机的故障分析与维护	242

第八节 双(多)色注射机	245	第六章 其他塑料成型机械	264
一、双(多)色注射机的分类与主要技 术参数	248	第一节 塑料压延机	264
二、双(多)色注射机的结构	251	一、塑料压延机概述	264
三、双(多)色注射成型工艺的辅助 装置	252	二、压延成型原理	267
第九节 全电动注射机	255	三、压延机的主要技术参数	268
一、全电动注射机的特点与应用	255	四、辊筒	271
二、全电动注射机的结构	257	第二节 塑料中空吹塑成型机	277
第十节 其他专用注射机	259	一、塑料中空吹塑成型机概述	277
一、高速、精密注射机	259	二、中空吹塑成型机的组成与分类	279
二、热固性塑料注射机	260	三、中空吹塑成型机的基本结构	282
三、排气式注射机	261	四、中空吹塑成型机的主要技术参数	286
复习思考题	263	第三节 反应注射机	288
		复习思考题	291
		参考文献	292

绪 论

一、冷冲压成形工艺与设备概述

1. 冲压成形工艺的特点

冲压是利用压力机和冲压模具对材料施加压力，使其分离或产生塑性变形，以获得具有一定形状和尺寸的制品的一种材料成形加工方法，由于它多用于金属板材的冲压成形加工，故又称为板料成形。通常，将常温下的冲压生产称为冷冲压成形，将把坯料加热到较高温度后所进行的冲压生产称为温热冲压或热冲压成形。冲压成形与其他加工方法（如锻造、铸造、焊接、机械切削加工等）相比，具有以下特点：

1) 生产效率高，制品形状和尺寸一致性好，质量稳定。

2) 冲压生产可实现少屑加工或无屑加工，制品一般不需要机加工即可进行表面处理或直接用于产品装配。

3) 板料冲压件的质量小、结构刚性好，材料利用率高。

4) 可成形各种薄壁复杂件，如汽车覆盖件、计算机机箱、易拉罐等包装容器，飞机、导弹、火箭外壳等航空航天和国防工业产品。

冲压生产在汽车、计算机、电子、通信、家电、电动机、仪器仪表、航空航天和国防等领域得到了广泛应用。冲压成形已成为大批量、高效率生产各种金属制品的重要手段，工业越发达的国家，其冲压技术的应用与研究就越深入和普遍，并以较快的速度发展。

2. 冷冲压生产的基本工序

根据冲压件的形状、尺寸、精度要求、生产批量和所用材料性质等的不同，所采用的冲压成形工艺也不同，但其基本工序一般可分为分离和成形两大类，见表 0-1。

表 0-1 冷冲压基本工序

分离工序							成形工序													复合工序		
普通冲裁						精密冲裁	弯 曲			拉 深		成 形								复合冲压	级进冲压	级进复合冲压
落料	冲孔	切边	切断	切口	剖切		修整	压弯	卷边	扭曲	普通拉深	变薄拉深	压凹	翻边	胀形	缩径	整形	校正	压印			

分离工序是指在外力的作用下，使被加工材料沿一定的轮廓形状剪切断裂而分离的冲压工序，通常称为冲裁。普通冲裁获得的零件断面质量较差、尺寸精度较低，只能满足要求不太高的产品需要，或者为后续工序提供毛坯。而精密冲裁则可获得断面质量好、尺寸精度高的冲裁件。

成形工序是指在外力的作用下，使材料屈服，产生塑性变形，以获得具有一定形状和尺寸的零件的冲压工序。

此外，在大批量生产中，为了提高生产效率，有时可以结合零件的结构特点和工艺要

求,将两个或两个以上不同的冲压工序复合在一起同时冲压成形,称之为复合工序。如落料-冲孔、落料-拉深-切边、落料-冲孔-翻边复合等。

3. 冷冲压生产设备

为适应不同的冲压工艺和产品生产要求,冲压生产所用的设备类型很多。我国将锻压机分为机械压力机、液压机、自动锻压机、锤锻机、剪切机、弯曲校正机及其他8大类,其中多数设备可用于冷冲压生产。在实际生产中,曲柄压力机、板料折弯机和液压机的应用最广。

随着机械、电子、信息和材料等技术的高速发展,冲压生产设备得到了快速的发展。在近年举办的国际金属板材成形设备展览会上,大量展出了日本、意大利、瑞士、瑞典、德国、美国 and 我国的各类冷冲压生产设备,其发展趋势是不仅向大型化、自动化发展,而且向高速化、精密化、数控智能化、微型化和节能环保等方向发展。德国舒勒(Schuler),日本川崎(Kawasaki)、会田(AIDA)、村田(Murata)、小松(Komatsu)等一些国际知名公司的最新产品,其性能达到了相当高的水平。

各国最新开发的各类冷冲压设备具有如下特点:

1) 大量采用新材料、新结构,尽量减少运动部件的质量。例如,日本京利(Kyori)公司生产的Mach系列超高速精密压力机的滑块采用了陶瓷-铝合金复合材料,使运动部件的质量得到了进一步减少,使惯性力下降了40%,其最高行程次数可达到4000次/min;而瑞士布鲁德罗(Bruderer)公司的250kN压力机也可达到1500次/min。

2) 尽量减少温度、导向精度对滑块运动精度的影响,从而显著改善了滑块的运动特性。例如,日本BeatANEX系列高速压力机采用对称曲柄-肘杆机构,其连杆和肘杆的热变形互相抵消,不但减少了热变形对滑块运动位置精度的影响,而且降低了滑块在下止点附近的速度,提高了加工性能。日本京利公司的Mach系列产品则采用新型的动静压混合导向机构,以提高滑块的导向精度,可将压力机下止点的位置精度控制在0.01mm左右。瑞士布鲁德罗公司产品的导向轴承可自动补偿热变形,还设有油-水冷却器以控制温度的变化,确保其工作精度。

3) 设备的自动化水平和工作可靠性得到了进一步提高。例如,瑞士布鲁德罗压力机采用了CNC控制,其图形显示、滑块位置、送料长度等均能实现实时检测和控制;采用人机对话界面操作,系统可存储500套模具的参数,大大节省了换模调节时间;选择适当的数据接口和控制系统平台还可实现数据的网络化管理。

4) 采用新的伺服驱动方式,大大改善了设备的性能。例如,数控回转头压力机采用液压伺服驱动技术,使步冲频率提高到600次/min以上。折弯机采用交流伺服电动机-滚珠丝杠驱动后,克服了液压系统速度切换时的短暂停顿现象,使滑块运动更加敏捷,整体效率较液压式提高了1倍以上。而伺服曲柄压力机可根据实际需要来调整滑块行程,且在一个工作循环中,曲柄无需完成360°旋转,只要进行一定角度的摆动即可完成冲压工作,从而缩短了工作循环时间,更加高效节能。

5) 减少滑块变形、改善误差补偿,提高了弯曲精度。小松PAS系列折弯机加大了滑块尺寸,其质量增加到原来的3倍,而刚度则增加到原来的3.8倍,使工作时的滑块变形大大减小。滑块的挠度补偿除采用楔块、液压等传统补偿方式外,一些折弯机在滑块上还安装了四个独立的驱动装置,自动计算补偿曲线,分配各轴运动进行补偿。天田公司则采用了自动

挠度补偿机构,此机构可自动补偿滑块的挠度变形,无需复杂的计算;并推出了一种数字角度测量仪 DIGIPRO,它与折弯机控制软件 OPERATEUR 结合,能对弯曲回弹角进行精确修正。

6) 实现了冲压过程的闭环控制。日本小松和会田的交流伺服曲柄压力机,其伺服电动机经一级齿轮传动直接驱动曲柄-连杆机构工作,中间无离合器,并设置了位移传感器检测滑块的运动,实现闭环控制。滑块的运动曲线不再是正弦曲线,而是根据工艺要求进行优化设计的任意曲线,并可在控制器中预存适于冲裁、拉深、压印、弯曲等工艺及不同材料的特性曲线,使用时可根据不同工艺、不同材料直接调用不同曲线,显著提高了压力机的加工性能,扩大了加工范围。

7) 更加环保、节能、降噪。伺服压力机的曲柄只做小角度的摆动,且省去了飞轮和离合器,进一步降低了能耗,与常规曲柄压力机比较,节能超过 30%。另外,它可按特殊设计的工作特性曲线进行冲压生产,准确控制冲裁时冲头的速度,从而减少了冲裁的振动和噪声,提高了模具的使用寿命。据小松公司提供的数据,该压力机的冲裁噪声较常规曲柄压力机降低了 10dB。又由于没有空转,不工作时可以完全没有噪声,达到静音冲压的效果。冲压生产的节能、环保和设备“宜人化”是新型设备开发的重要趋势。

二、塑料成型工艺与设备概述

1. 塑料成型工艺及其应用

塑料工业的发展历史虽然只有短短的几十年,但它的发展速度却十分惊人。据统计,全世界塑料用量近十年来几乎以每五年翻一番的速度增长,预计今后将以每八年翻一番的速度持续高速发展。除塑料材料的年消耗量快速增长外,塑料品种也不断增加,出现了许多新型工程塑料,用以替代部分金属制品。塑料制品的应用领域不断扩大,塑料成型技术得到了不断的创新和发展。

塑料制品的生产过程通常包括塑料预处理(原料的预压、预热和干燥、添加剂预混等)、成型(注射、挤出、压缩模塑成型、中空成型等)、后处理(如机械加工、退火或调湿处理、表面抛光、喷涂、电镀等)和装配等工序。其中,塑料成型工序是必不可少的工序,其他工序则可根据塑料制品要求的不同进行取舍。

塑料成型是塑料原料转变为制品的重要环节,塑料成型方法除传统的压缩、传递、注射、挤出、压延、中空吹塑、搪塑和滚塑成型外,近年又发展了许多新的成型加工方法,如多层复合挤出成型、发泡成型、反应注射成型、精密注射成型、气体辅助注射成型、热流道注射成型、双色或多色注射成型、叠层注射与多模注射成型、微孔塑料注射和挤出成型等。目前,塑料最常用的成型方法有注射、挤出、吹塑、压缩成型和热成型,尤其是注射和挤出成型,其制品数量占塑料制品总量的 80% 左右。

塑料的优良特性和塑料制品生产的方便性,使它的应用领域不断扩大,在汽车、计算机、信息、电子、机电、仪器仪表、医疗、纺织、轻工、建筑、国防和航空航天及日用工业等许多行业均得到了广泛的应用。

2. 塑料成型设备

塑料成型设备的类型很多,包括各种模塑成型设备和非模成型设备(如压延机等)。模塑成型设备有挤出机、注射机、中空成型机、发泡成型机、塑料液压机,以及与之配套的辅助设备。生产中,挤出机和注射机的应用最广,其次是液压机和压延机。从塑料制品的总

量上看,挤出成型制品的产量约占总产量的一半,注射成型制品占总产量的30%~40%,这个比例还在扩大。而在塑料成型设备生产中,注射机的产量最大,据统计,全世界注射机的产量近十年增加了10倍,每年注射机的产量(台数)约占所有塑料设备产量的50%,成为塑料设备生产中增长最快、产量最多的机型。

随着科学技术的发展,塑料成型设备正向大型、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)方向发展。目前,日本SN120P塑料注射机的注射压力高达460MPa,制品公差可控制在0.02~0.03mm。采用全电动注射机可生产精度达微米级的精密塑件,其重复精度可达0.1%。万分之一克的微型塑件注射成型设备、直径1mm的塑料管挤出设备和容积仅3mL的中空吹塑机等均已投入实际应用;合模力达8000kN的大型注射机已用于轿车车身零件的生产;直径2m的塑料管、宽10m的片材和5000L的中空容器等大型塑料制品生产设备也已商业化。日本已提出开发质量为十万分之一克的注射成型设备,以及用于替代人体血管的直径小于0.5mm的塑料管生产设备等;各种大型塑料制品(如小型快艇、运动艇、超大直径的洲际长途输油输气塑料管道、10000L甚至更大容积的塑料储装容器等)的生产都已有需求,这类设备的开发已在进行中。目前,德国生产的大型造粒用单螺杆挤出机,其螺杆直径达700mm,产量为36000kg/h。

我国的塑料工业与发达国家相比虽有一定差距,但发展速度也非常迅猛。目前,我国不仅能生产品种齐全的塑料成型设备,而且实现了挤出机、注射机、压延机等设备的系列化,并能生产大型、精密、自动化程度高的塑料成型设备(如注射量达30000cm³的大型注射机、螺杆直径达 ϕ 250mm的挤出机、压制力达20000kN的层压机,以及大型精密压延机等),打破了这类设备依赖进口的局面。

三、本课程的学习要求

产品生产与其材料、生产工艺、模具和设备是紧密相关的,它们构成了产品生产的四大要素。由于产品的种类繁多,所用设备的种类也很多,因此,本书仅选择若干具有代表性的冲压与塑料成型设备进行比较详细的介绍,其余设备只做简单介绍,力图通过典型设备的结构分析和介绍,使学生掌握常用设备的选择、使用和维护方法,能够解决设备的常见故障,并对今后的进一步学习和工作起到举一反三、触类旁通的作用。

通过本课程的学习,应达到如下要求:

- 1) 了解冲压与塑料成型主要设备的结构特点、工作原理、技术指标与性能,掌握主要设备与模具的关系,并能根据产品的生产工艺要求合理地选用设备。
- 2) 能够根据工艺要求和设备说明书,正确使用、调整和维护主要设备,并具有分析和排除常见故障的能力。
- 3) 在学习过程中,应注意将理论知识与生产实际相结合,充分利用生产实习和综合实践环节的学习机会,仔细观察、分析设备的工作原理和动作过程,使所学知识得到巩固和升华。

第一章 曲柄压力机

第一节 曲柄压力机概述

一、曲柄压力机的分类

曲柄压力机（冲床）属于机械传动类压力机，它为冲压模具提供生产所需的动力和运动，依靠冲压模具完成各种冲压工艺，生产出半成品或制品。曲柄压力机在汽车、农用机械、电动机、仪表、电子、医疗器械、国防、航空航天及日用品等工业部门得到了广泛的应用。

为适应不同零件冲压生产的工艺要求，需要采用不同类型的曲柄压力机，它们的结构形式和工作特点各不相同。通常可按曲柄压力机的工艺用途及结构特点进行分类。

曲柄压力机按工艺用途不同，可分为通用压力机和专用压力机两大类。通用压力机可用于冲裁、弯曲、成形、浅拉深等多种冲压工艺；专用压力机的用途较为单一，它是针对某一特殊工艺开发的，如双动拉深压力机、板料折弯机、剪板机、冷镦机、高速压力机、精压机、热模锻压力机等。

曲柄压力机按机身结构形式不同，可分为开式压力机、半闭式压力机和闭式压力机。开式压力机的机身形状类似于英文字母 C，如图 1-1 所示。其机身工作区域三面敞开，操作空间大，但机身刚度相对较差，工作时机身会产生角变形，影响冲压精度，因此，开式压力机的公称压力一般在 2000kN 以下。按立柱结构不同，开式压力机又可分为单柱压力机和双柱压力机两种。图 1-2 所示为开式双柱固定台（偏心式）压力机，其机身工作区域也是三面敞开的，方便实现前后和左右两种送料方式。此外，开式压力机按照工作台结构不同，可分为可倾台式压力机（图 1-1）和固定台式压力机（图 1-2），早期的升降台式压力机因工作台的整体刚度差，模具闭合高度调节困难，已很少使用。开式压力机按连接曲柄和滑块的连杆数不同可分为开式单点压力机（图 1-1、图 1-2）和开式双点压力机（图 1-3）。

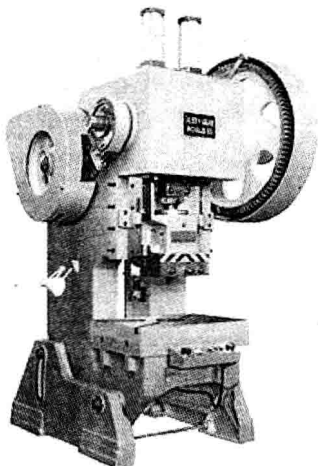


图 1-1 J23 系列开式双柱
可倾式压力机

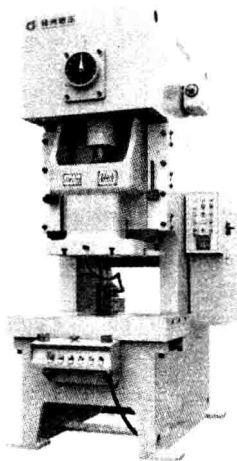


图 1-2 JH21 系列开式双柱
固定台式压力机

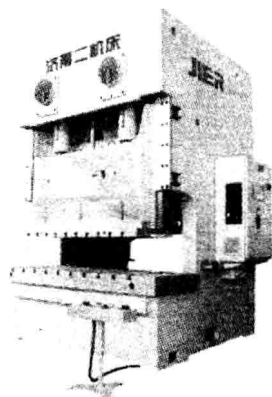


图 1-3 J25-200 型开式
双点压力机

闭式压力机的机身左右两侧封闭, 机身呈框架结构(图 1-4), 刚度好、冲压精度高; 但操作空间较小, 操作人员只能从前后两面接近模具, 操作不太方便。目前, 公称压力超过 2500kN 的中、大型压力机几乎都采用闭式机身结构。为了改善闭式压力机的操作空间和送料的方便性, 近年出现了半闭式机身结构的压力机(图 1-5), 它在封闭机身前方两侧开有较大的窗口, 可供操作者接近模具或进行左右送料。

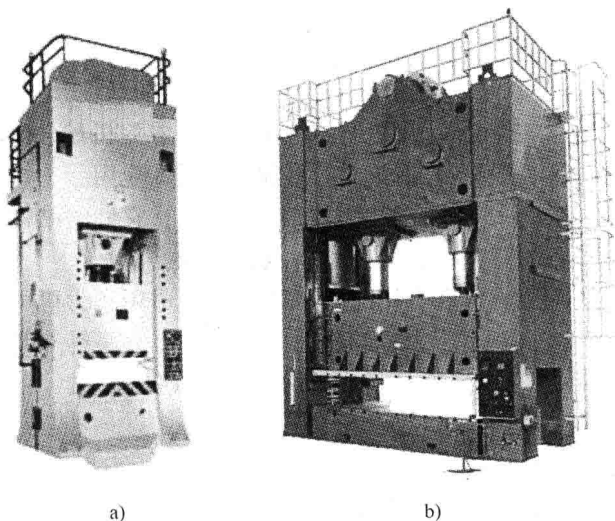


图 1-4 闭式压力机

a) JH31-250 型闭式单点压力机 b) JC36-630 型闭式双点压力机



图 1-5 JA35-400 型半闭式双点压力机

同样, 闭式压力机按连接曲柄和滑块的连杆数量不同, 可分为单点压力机、双点压力机和四点压力机, 如图 1-6 所示。连杆数主要根据滑块面积的大小和吨位而定, 连杆数量越多, 滑块承受偏心负荷的能力越大。

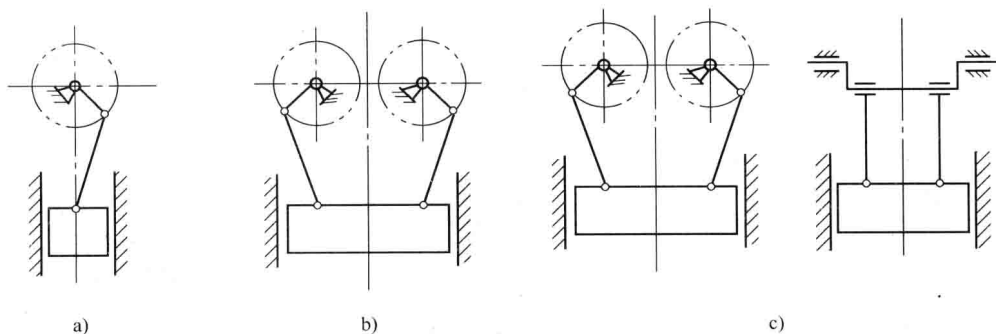


图 1-6 压力机按点数(连杆数)分类

a) 单点压力机 b) 双点压力机 c) 四点压力机

曲柄压力机按运动滑块的数量不同, 可分为单动压力机、双动压力机和三动压力机, 如图 1-7 所示。目前单动压力机使用最多, 双动压力机和三动压力机使用相对较少, 主要用于拉深成形工艺。

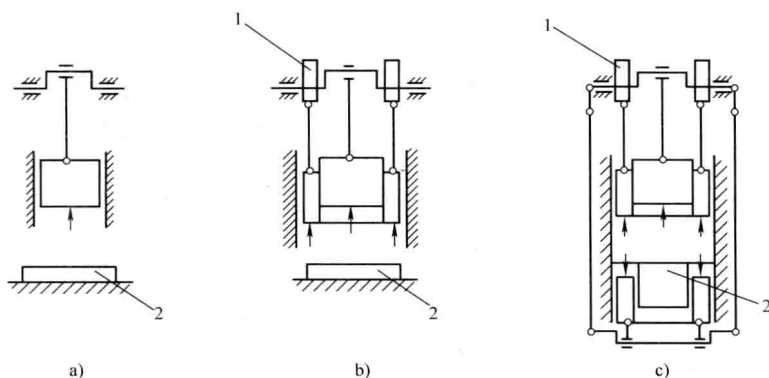


图 1-7 压力机按运动滑块数分类

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

二、曲柄压力机的工作原理与结构组成

无论何种类型的曲柄压力机，其工作原理和基本结构组成都是相同的。图 1-1 所示的开式双柱可倾式压力机的传动原理如图 1-8 所示，电动机 1 的能量和运动通过带传动传递给中间传动轴 4，再由齿轮传递给曲轴 9，经连杆 11 带动滑块 12 做上下直线移动，从而将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 固定于滑块上，下模 14 固定于工作台垫板 15 上，压力机便能对置于上、下模间的板料加压，将其冲压成工件。为了对滑块运动进行控制，曲轴两端分别装有离合器 7 和制动器 10，以实现滑块的间歇或连续运动。压力机在整个工作周期内有负荷的工作时间很短，大部分时间为空行程运动。为了有效地利用能量，减小电动机功率，曲柄压力机均装有飞轮，以起到储能作用。图 1-8 中的大带轮 3 和大齿轮 6 均起储能的作用。

从上述工作原理可知，曲柄压力机通常由以下部分组成。

(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。其作用是将飞轮的旋转运动转换为滑块的往复直线运动，承受和传递冲压的工作压力，并在滑块上安装模具。

(2) 传动系统 包括带传动和齿轮传动等机构。它将电动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，以获得所需的滑块行程次数。

(3) 操纵系统 包括离合器、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 包括电动机和飞轮，飞轮能将电动机空程运转时的能量储存起来，在冲压时再释放出来。

(5) 支承部件 如机身，它把压力机的所有机构连接在一起，承受全部工作变形力和各种装置的重力，并保证整机所要求的精度和强度。

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

图 1-9 所示为 J31-315 型闭式压力机原理图，与图 1-8 相比，其传动系统中多了一级齿轮传动；工作机构的曲柄由偏心齿轮的偏心距代替，工作时由偏心齿轮 9 带动连杆摆动，使

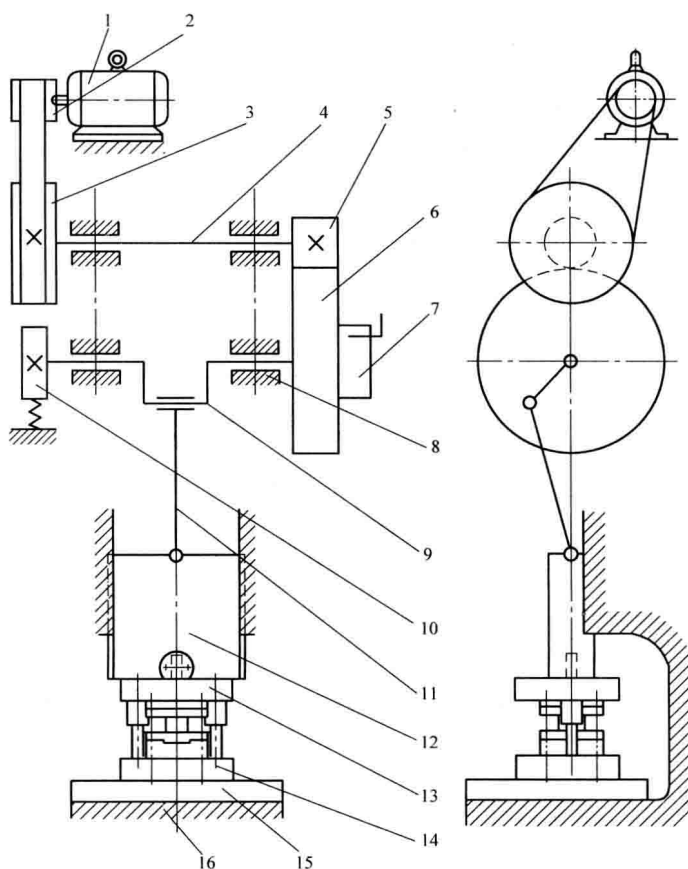


图 1-8 JC23-63 型压力机传动原理图

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

滑块做往复直线运动；此外，该压力机的工作台下装有液压气垫 18，用于拉深成形时坯料的压料及工件的顶出。

三、曲柄压力机的主要技术参数

曲柄压力机的技术参数能较全面地反映压力机的工作能力和性能，其主要技术参数有公称压力、滑块行程、滑块行程次数、最大装模高度等。

1. 公称压力 F_g 及公称压力行程 S_g

曲柄压力机的公称压力（即额定压力）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允许承受公称压力，这一特定距离称为公称压力行程（或额定压力行程） S_g ，公称压力行程所对应的曲柄转角称为公称压力角（或额定压力角） α_g 。例如，JC23-16 压力机的公称压力为 160kN，公称压力行程为 5mm，即指该压力机的滑块在离下止点前 5mm 之内，允许承受的最大压力为 160kN。

公称压力是压力机的主参数（单位为 kN），我国生产的压力机的公称压力已系列化，如 160kN、200kN、250kN、315kN、400kN、500kN、630kN、800kN、1 000kN、1 600kN、2 500kN、3 150kN、4 000kN、6 300kN 等。

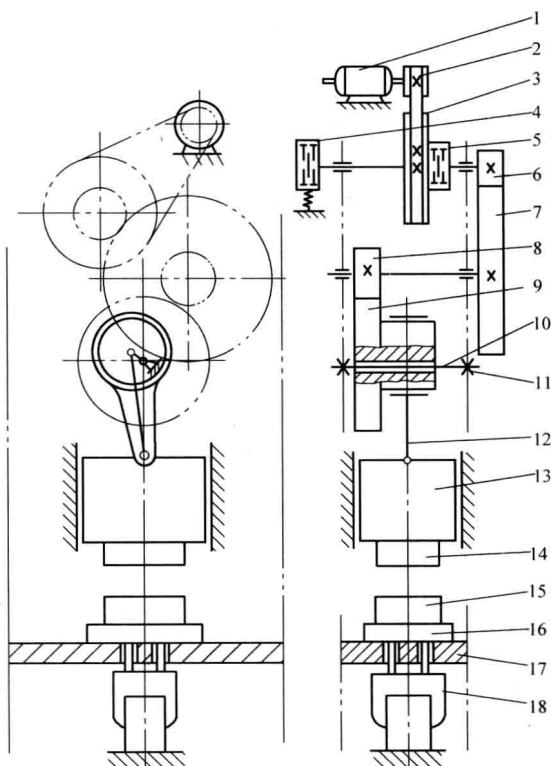


图 1-9 J31-315 压力机原理图

1—电动机 2—小带轮 3—大带轮 4—制动器 5—离合器 6、8—小齿轮 7—大齿轮 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

2. 滑块行程 S

如图 1-10 所示, 滑块行程是指滑块从上止点到下止点所经过的距离, 它等于曲柄半径的 2 倍。它的大小可反映出压力机的工作范围, 行程长, 则能生产高度较高的零件。但滑块行程并非越大越好, 而是应根据设备规格大小, 冲压时的送料、取件, 以及模具寿命等因素综合考虑。曲拐式和偏心齿轮式曲柄压力机的滑块行程一般是可调的, 以满足生产实际的需要。例如, J11-500 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

滑块行程次数是指滑块每分钟往复运动的次数, 行程次数越高, 生产率就越高。当采用单次行程方式工作时, 因受送料时间的限制, 即使行

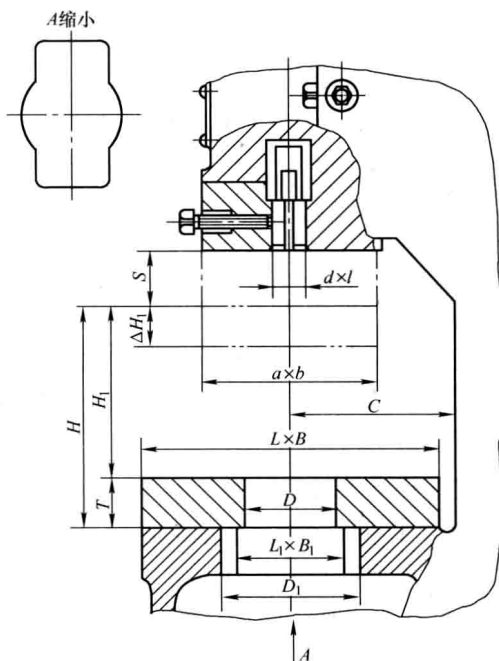


图 1-10 曲柄压力机与模具的相关技术参数

程次数再多,生产率也不可能很高(如小件冲压一般为60~100次/min)。所以行程次数超过一定数值后,必须配备自动送料装置,才能提高生产率。对于拉深成形工序,行程次数越多,材料变形速度越快,容易造成工件的破裂报废。目前,自动化程度高的压力机的行程次数通常是可调的,以便行程次数达到最佳工作状态要求。

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,其大小限制了压力机所使用模具的高度。当装模高度调节装置将滑块调整到最高位置时,装模高度达到最大值,称为最大装模高度(图1-10中的 H_1)。当滑块调整到最低位置时为最小装模高度。与装模高度性质相同的参数还有封闭高度(图1-10中的 H 是最大封闭高度),它是指滑块在下止点时,滑块下表面到工作台上表面的距离,它与装模高度之差等于工作台垫板的厚度 T 。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 。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。装模高度及其调节量越大,对模具的适应性也越强;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,需增加垫板,给使用带来不便。同时,装模高度调节量越大,连杆长度则越长,刚度会下降。因此,只要满足使用要求即可,不必使装模高度及其调节量过大。

5. 工作台板及滑块底面尺寸

工作台板及滑块底面尺寸的大小决定了压力机工作空间的平面尺寸大小。工作台板(垫板)的上平面用“左右×前后”尺寸表示(图1-10中的 $L \times B$),滑块下平面也用“左右×前后”尺寸表示(图1-10中的 $a \times b$)。闭式压力机的滑块与工作台板的尺寸基本相同,而开式压力机滑块的下平面尺寸则小于工作台板尺寸。所以,开式压力机所用模具上模的外形尺寸不宜大于滑块下平面的尺寸,否则,当滑块在上止点时,可能造成上模与压力机导轨产生干涉。

6. 工作台孔尺寸

如图1-10所示,工作台孔尺寸为 $L_1 \times B_1$ (左右×前后)、 D_1 (直径),用做向下出料或安装顶出装置的空间。

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,其值影响到向后送料或出件机构的安装空间;对于闭式压力机,其值限制了模具和加工板料的最大宽度。

喉深是开式压力机特有的参数,它指的是滑块中心线至机身前后方向的距离(图1-10中的 C)。喉深限制了被加工件的尺寸,也会影响压力机机身的刚度。

8. 模柄孔尺寸

模柄孔尺寸用“直径×孔深”表示(图1-10中的 $d \times l$),模柄孔用于固定上模,冲模模柄尺寸应与模柄孔尺寸相适应。大型压力机不用模柄孔固定上模,而是在滑块底面开设T形槽,用螺钉紧固上模。

表1-1、表1-2是我国部分通用压力机的技术参数。