



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
机械工业出版社精品教材

CHONGYA YU SULIAO CHENGXING SHEBEI

冲压与塑料成型设备

第2版

范有发◎主编



赠电子课件
教师免费下载



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
机械工业出版社精品教材

冲压与塑料成型设备

第2版

主编 范有发
参编 陈胤 范新风
主审 张磊明 翁其金



机械工业出版社

本书是在 2001 年出版的高职高专机电类规划教材《冲压与塑料成型设备》的基础上,根据目前新技术、新工艺、新装备的发展和高等职业教育人才培养的需要而修订的。全书共分 8 章,主要论述曲柄压力机、伺服压力机、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、数控液压折弯机、液压机、塑料挤出机、塑料注射机、塑料压延机和压铸机等设备的工作原理、结构、特点及应用,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,同时对镁合金压铸机及其附属设备也作了简要的介绍,力求突出内容的系统性、实用性和实践性。

本书可作为高等职业技术学院、应用型本科等院校模具设计与制造专业、材料成型加工(模具方向)类专业的规划教材,也可作为模具类专业、机械与控制类专业本科或专科成人教育的教材,还可供从事金属与塑料成型加工的工程技术人员参考。

本书第 1 版获得机械工业出版社精品教材和 2004~2007 年度畅销教材荣誉称号。

图书在版编目(CIP)数据

冲压与塑料成型设备/范有发主编. —2 版. —北京:机械工业出版社, 2010

普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 机械工业出版社精品教材
ISBN 978-7-111-28840-4

I. ①冲… II. ①范… III. ①冲压机-高等学校-教材②塑料成型加工设备-高等学校-教材 IV. ①TQ320.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 063920 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:郑丹 责任编辑:郑丹 刘远星 版式设计:霍永明

责任校对:申春香 封面设计:马精明 责任印制:李妍

北京诚信伟业印刷有限公司印刷

2010 年 7 月第 2 版第 1 次印刷

184mm×260mm·20.25 印张·498 千字

0001—4000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-28840-4

定价:35.00 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

读者服务部:(010) 68993821 封面无防伪标均为盗版

第2版前言

本书是在2001年出版的高职高专机电类规划教材《冲压与塑料成型设备》的基础上,根据目前新技术、新工艺、新装备的发展和高等职业教育人才培养的需要而修订的。

本书修订时,在板料冲压设备方面,增添了伺服压力机这一新型冲压设备的相关内容,补充了部分复习思考题;在塑料挤出成型设备方面,增加了双螺杆挤出机的内容;在专用塑料注射成型设备方面,补充了双(多)色注射机结构与使用方面的内容;在压铸机部分,增添了镁合金压铸机及其附属设备等内容。此外,还对第1版教材中存在的一些小错误和部分插图进行了相应的修正和更新,并对其中部分章节内容进行了修订和补充。修订后的教材(第2版)更注重内容的实用性和完整性,与现有生产工艺、设备和新技术靠得更近,更有利于高等教育应用型人才的培养,有利于提高学生的工程实践能力。

本书的参考教学时数为50~70学时,每章节后附有一定量的复习思考题,以便对课程内容进行及时的复习巩固。

本书可作为高等职业技术学院、应用型本科等院校模具设计与制造专业、材料成型加工(模具方向)类专业的规划教材,也可作为模具类专业、机械设备与控制类专业本科或专科成人教育的教材,还可供从事金属与塑料成型加工的工程技术人员参考。

本书由福建工程学院范有发主编,深圳市信息职业技术学院张磊明和福建工程学院翁其金教授主审。全书共8章,其中范有发编写第1章、第4章、第6章、第7章、第8章、第2章的2.7~2.9节和第3章的3.6节,福建工程学院陈胤编写第2章的2.1~2.6节、第3章的3.1~3.5节,福建工程学院范新风编写第5章。张磊明和翁其金两位教授在审稿过程中对本书提出了许多宝贵意见,在此表示衷心的感谢。此外,在第1版教材的使用过程中,许多读者也对本书提出了宝贵意见和建议,还有许多设备生产厂家和企业网站提供了大量的参考资料,对第2版的编写很有帮助,在此一并表示衷心的感谢。

由于修编时间紧迫,加之编者水平有限,错误之处在所难免,恳切希望广大读者批评指正。并请采用本教材的教师,通过E-mail告知姓名、院校及通信地址,以便进行交流,作者E-mail:youfa_fan@163.com。

编 者

第1版前言

本书是根据教育部“关于加强高职高专教育教材建设的若干意见”和国家机械工业局教材编辑室“关于组织新编高职模具专业教材的原则”以及《冲压与塑料成型设备》课程教学大纲编写的,是高等职业技术学院模具专业教学用书,也可供从事模具设计与制造的工程技术人员参考。

本书主要内容有:第一章概述,介绍冲压与塑料成型在工业中的地位,冲压与塑料成型的工艺过程,冲压与塑料成型设备的发展状况。第二章曲柄压力机,着重介绍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。第三章其他类型的冲压设备,简要介绍双动拉深压力机、摩擦压力机、精冲压力机、高速压力机、数控压力机及数控液压折弯机等。第四章液压机,以通用液压机为例,着重介绍其液压机工作原理、结构组成、特点和应用,同时简要介绍了双动拉深液压机。第五章塑料挤出成型设备,对塑料挤出成型的主机和辅机进行较具体的叙述。第六章塑料注射机,重点介绍注射机的注射装置和合模装置,并通过不同控制系统的典型机种实例,介绍了塑料注射机的机-电-液控制和操作系统的有关知识。第七章其他成型设备,主要介绍压延机及金属压铸机。全书每章节后附有适量的复习思考题,以便对课程内容进行及时的复习巩固。

本书由福建职业技术学院范有发主编,深圳市工业学校张磊明主审。全书共七章,其中范有发编写第一、第四、第六、第七章和第二章的第八节、第三章的第六节,福建职业技术学院陈胤编写第二章的第一节至第七节、第三章的第一节至第五节,浙江机电职业技术学院徐志扬编写第五章。

参加审稿会的有张磊明、翁其金、王贤坤、殷铨、伊启中、刘锡锋、王明哲、段来根、蔡冬根、范有发等。特别是深圳市工业学校的张磊明、福建职业技术学院的翁其金老师在审稿过程中对本书提出了许多宝贵意见,在此一并表示感谢。

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。

编者

青 岛

目 录

第2版前言

第1版前言

第1章 概述	1
1.1 冲压与塑料成型在工业生产中的地位	1
1.2 冲压生产基本工序和塑料成型主要方法	2
1.3 主要的冲压与塑料成型设备及其发展概况	3
第2章 曲柄压力机	6
2.1 概述	6
2.2 曲柄滑块机构	13
2.3 离合器与制动器	24
2.4 机身	34
2.5 传动系统	37
2.6 辅助装置	38
2.7 曲柄压力机的选择与使用	47
2.8 托克斯气液增力缸式冲压设备简介	55
2.9 伺服压力机	58
复习思考题	63
第3章 其他类型的冲压设备	66
3.1 双动拉深压力机	66
3.2 螺旋压力机	73
3.3 精冲压力机	84
3.4 高速压力机	93
3.5 数控冲模回转头压力机	100
3.6 数控液压折弯机	105
复习思考题	116
第4章 液压机	117
4.1 概述	117
4.2 液压机的结构	123
4.3 双动拉深液压机	128
复习思考题	133

第5章 塑料挤出成型设备	134
5.1 概述	134
5.2 挤出机的工作过程及控制参数	141
5.3 挤出机的主要零部件	143
5.4 挤出机的其他零部件	156
5.5 挤出机的控制	164
5.6 挤出成型辅机	168
5.7 双螺杆挤出机	177
复习思考题	181
第6章 塑料注射机	182
6.1 概述	182
6.2 注射机的基本参数与型号	186
6.3 注射机的注射装置	193
6.4 注射机的合模装置	205
6.5 液压和电气控制系统	215
6.6 注射机的调整和安全设施	231
复习思考题	247
第7章 新型专用注射机	248
7.1 双(多)色注射机	248
7.2 全电动注射机	257
7.3 反应注射机	260
7.4 高速精密注射机	262
7.5 热固性塑料注射机	263
7.6 排气式注射机	264
7.7 发泡注射机	265
复习思考题	266
第8章 其他成型设备	267
8.1 塑料压延机	267
8.2 压铸机	279
复习思考题	314
参考文献	316

概述

1.1 冲压与塑料成型在工业生产中的地位

1.1.1 冲压成形在工业中的地位

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的一种少无切削加工工艺。通常该加工方法在常温下进行,主要用于金属板料成形加工,故又称冷冲压或板料成形。冲压成形在较大批量生产条件下,虽然设备和模具资金投入大,生产要求高,但与其他加工方法(如锻造、铸造、焊接、机械切削加工等)相比较,具有以下优点:

- 1) 生产效率高,制品的再现性好,而且质量稳定。
- 2) 可实现少无切削加工。冲压件一般不需经机械加工即可进行表面处理或直接用于装配产品。
- 3) 材料利用率高。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。
- 4) 可生产其他加工方法难以实现的复杂零件。如计算机机箱结构件、汽车覆盖件以及飞机、导弹、枪弹、炮弹等航空国防工业产品。

因此,冲压生产在现代汽车、计算机与信息、家用电器、电机、仪器仪表、电子和国防工业等领域均得到广泛的应用。冲压已成为现代工业的先进加工方法之一,工业越发达的国家,其冲压技术的应用和研究也越深入和普遍,并以较高的速度发展。

1.1.2 塑料成型在工业中的地位

塑料工业是新兴产业之一,从第一次人工成功合成酚醛塑料算起,不过几十年的历史,然而它的发展速度却十分惊人,无论是在塑料材料的消耗量上,还是塑料品种的研究、开发应用上都相当迅猛。塑料制品的应用领域也在迅速扩大,塑料成型加工新技术也在不断创新发展中。据统计,世界范围内,塑料用量近几十年来几乎以每五年翻一番,预计今后将以每八年翻一番的增长速度持续高速发展。

塑料工业的发展之所以如此迅速,主要原因在于塑料材料具有优异的使用性能和成型性能,能够适应各种环境和性能要求,塑料成型加工技术不断获得突破和应用,具体如下:

- 1) 塑料质轻,比强度和比刚度高。用于各种机械、车辆、船舶、飞机、航天器,可大大减轻重量。
- 2) 化学稳定性好。塑料对酸、碱、盐、气体和蒸汽具有良好的耐蚀作用,新型工程塑料和塑料合金不但能耐受各种溶剂的腐蚀,还能在极端的环境中使用(如聚苯硫醚塑料可在 250℃ 高温和高湿条件下长期使用),可广泛用于制造化工设备和其他腐蚀条件下工作的



零部件。

3) 绝缘、绝热、隔声性能好。可用于电机、电器和电子工业中的结构零件和绝缘材料。

4) 耐磨性和自润滑性好, 摩擦因数小。可替代非铁金属制造轴承、轴瓦, 或用于制造齿轮、凸轮等机器零件, 还可作精密机床的导轨等。

5) 成型性、粘结性、着色性能好, 同时还具有多种防护性能。可用各种不同的成型方法制造不同的制品, 如包装业用的薄膜、泡沫塑料, 汽车工业的各种结构件和内饰件, 计算机、信息产品和便携式电子产品, 日用工业的各种管道、容器, 家电工业的机壳、结构件, 各种防水、防潮、防辐射制品等。

由于塑料的优良特性, 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、国防和航空航天以及日用工业等许多行业均获得广泛的应用。

塑料工业包括塑料原材料生产和塑料制品生产两个部分。塑料制品生产过程通常包括五大工序, 即塑料预处理(原料的预压、预热和干燥, 添加剂的预混等)、成型(注射、挤出、压缩模塑成型, 中空成型等)、机械加工(如车、铣、钻孔等)、修饰(抛光、喷涂、电镀等)和装配。其中塑料成型工序是必不可少的工艺过程, 而其他过程则可根据塑料的性质和制品的工艺要求的不同加以取舍。显然, 塑料成型在塑料工业乃至整个工业生产中的地位和作用都是十分重要的。

1.2 冲压生产基本工序和塑料成型主要方法

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, 共同发展。在介绍机械设备之前, 有必要对冲压生产的基本工序和塑料成型的主要方法作一简单介绍。

1.2.1 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, 所采用的工艺也不同, 但它的基本工序可以分为两大类, 即分离和成形工序(见表 1-1)。

表 1-1 冲压基本工序

分离工序							成形工序															复合工序		
普通冲裁							弯曲			拉深		成形								复合冲压	连续冲压	连续复合冲压		
落料	冲孔	切边	切断	切口	剖切	修整	精密冲裁	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				冷镦	冷挤压

分离工序是指被加工材料在外力作用下, 使材料沿一定的轮廓形状剪切破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, 误差大, 只能满足一般要求不高的产品需要, 或为后续工序提供毛坯。若要获得断面质量好、尺寸精度高的冲裁件, 则必须采用精密冲裁。它与普通冲裁的机理不同, 普通冲裁是以剪切撕裂形式实现材料分离的, 而精密冲裁则是以挤压变形实现材料分离的。



成形是指坯料在外力作用下,应力超过材料的屈服极限,经过塑性变形而得到一定形状和尺寸的零件的冲压工序。

此外,大批量生产中,为了提高生产效率,结合零件的结构特点和工艺要求,有时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。

1.2.2 塑料成型的主要方法

塑料的成型加工是使塑料原料转变为制品的重要环节。塑料材料虽然历史不长,但因其具有优良的特性和广泛的用途,在传统的压缩、传递、注射模塑、挤出、压延、搪塑和滚塑成型基础上,又发展了许多新的成型加工方法,如中空吹塑成型、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、微孔塑料注射成型等一系列新工艺。同时塑料制品还可进行二次加工,如车、铣、钻等机械加工,喷涂、浸渍、粘结、电镀等表面装饰处理,还可将塑料覆盖在金属或非金属的基体上,或是在塑料表面镀覆金属等。就塑料成型加工而言,最常用的是注射成型、挤出成型、吹塑成型、压缩成型和热成型,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%。

1.3 主要的冲压与塑料成型设备及其发展概况

1.3.1 冲压成形设备

冲压设备的类型很多,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代号列于表1-2中,以供参考。实际生产中,应用最广泛的是曲柄压力机、摩擦压力机和液压机。

表1-2 锻压机械分类代号

序号	类别名称	字母代号	序号	类别名称	字母代号
1	机械压力机	J	5	锻机	D
2	液压机	Y	6	剪切机	Q
3	自动锻压机	Z	7	弯曲校正机	W
4	锤	C	8	其他	T

由于采用现代化的冲压工艺生产产品具有效率高、质量好、能量省和成本低等特点,所以,少无切削加工的冷冲压工艺越来越多地代替切削、焊接和其他工艺,冲压设备在机床中所占的比例也越来越大。据资料介绍,冲压设备不仅向大型化、自动化发展,而且向高速化、精密化、数控智能化、微型化和“宜人化”方向发展。所谓宜人化,指机器不但易控、易修和安全,而且噪声低,振动小,造型和谐,色彩宜人等。例如,设备的大型化方面,美国的克利林公司(Clearing)首先研制成功了目前世界上最大的60000kN闭式双点压力机,用于汽车零件的生产。在液压机方面更是有许多100000kN以上的设备。高速化方面,目前行程次数在500~1100次/min的压力机已普遍应用,美国的明斯特(Minster)公司已生产出了250kN、2000次/min的高速压力机;瑞士博瑞达公司(Bruderer)2000年生产的高速压力机BSTA300的滑块行程次数可达2000次/min,



BSTA2500 (最新机型) 的公称压力 2500kN, 下止点位置精度可控制在 0.01mm 左右, 滑块行程次数在 100 ~ 750 次/min; 日本电产京利株式会社 (KYORI) 生产的 Mach 系列超高速精密压力机, 最高行程次数可达到 4000 次/min。

随着计算机技术的发展和运用, 冲压设备的单机自动化 (如数控压力机、数控剪切机、数控折弯机等) 和全自动生产线已应用得十分普遍, 具有自由曲线控制的伺服压力机、伺服折弯机和大型冲压中心等新型冲压设备也得到了推广应用, 为计算机控制的自动化生产车间的建立打下了坚实的基础并开辟了广阔的前景。在近年的国际机床展览会上展出的锻压机械中, 采用数控的占绝大多数, 并具有一定的智能化, 可以人机对话, 编程十分方便。日本会田公司生产的 2000kN “冲压中心” 采用 CNC 系统, 只需 5min 时间就可完成自动换模、换料和调整工艺参数等工作。目前在工业发达国家中不仅广泛推广应用数控系统, 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, 出现以成组加工的自动化冲压工段。同时借助于 CAD/CAM 技术, 进一步推广和发展多工位压力机 (包括多工位冲压液压机), 出现了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 ~ 70m 长的自动线来生产载重汽车的门板。

精密冲压方面, 目前生产精冲压力机的公司主要集中在瑞士、德国和英国。精密冲裁可以部分代替铣削、滚齿、钻孔和铰孔等工序, 特别是机械手表的精密齿轮, 精冲后可直接使用。目前精冲压力机已发展到 25000kN, 精冲工艺水平达到: 最大板厚 25mm, 尺寸公差等级相当于我国 IT6 ~ IT8 级, 冲切面表面粗糙度 $R_a = 0.20 \sim 16\mu\text{m}$, 垂直度误差小于 30', 毛刺高度小于 0.03mm, 因而精密冲裁技术和设备获得了迅速的发展。

国际标准化组织 (ISO) 推荐的噪声标准, 要求连续工作 8h 的工作环境中, 操作者感受到的噪声声压级不得超过 85 ~ 90dB, 大部分国家规定为 90dB, 瑞典等少数国家甚至规定为 85dB。因此许多国家冲压机械制造厂家都十分重视解决噪声问题, 如德国舒勒 (Schuler) 公司 1974 年生产的 1250kN 高速冲裁压力机, 行程次数达 400 次/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, 当行程次数为 1100 次/min 时, 噪声为 99dB, 当压力机封闭时降至 83dB。参加第二届世界机床展览会 (1977 年) 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”的其他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。

1.3.2 塑料成型设备

塑料成型设备的类型也很多, 主要有各种模塑成型设备和压延机等。模塑成型设备有挤出机、注射机、浇铸机、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。生产中应用最广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约占塑料制品总产量的一半, 注射成型生产的制品占 30% ~ 40%, 这个比例还在扩大。就成型设备而言, 注射机的产量最大, 据统计, 全世界注射机的产量, 近 10 年来增加了 10 倍, 每年出产的台数约占整个塑料设备产量的 50%, 成为塑料设备生产中增长最快、产量最多的机种。

从塑料成型设备的发展趋势看, 世界各国近年来都向大型、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。目前, 日本生产的



SN120P 塑料注射机的注射压力高达 460MPa, 制品公差可控制为 0.02 ~ 0.03mm。用全电动注射机生产精密塑件, 制品精度可达微米级, 重复精度可达 0.1%。重量为 10^{-4} g 的注射制品成型加工装备、直径为 1mm 的塑料管生产设备和 3mL 的中空吹塑机等均已投入实际生产; 小轿车车身板生产用的 8000kN 合模力的大型注射机也已开发出来, 直径 2000mm 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。日本已提出开发重量为 10^{-4} g 的注射成型加工装备; 用于替代人体血管的直径小于 0.5mm 的塑料管生产设备等; 工业用各种大型塑料制品的生产, 诸如小型快艇、运动艇的生产, 洲际长途输液输气用的超大直径塑料管生产, 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。

我国塑料工业是建国后才兴起的, 虽与发达国家相比有一定差距, 但发展速度极快。目前, 我国不仅能生产品种比较齐全的塑料成型设备, 并能生产一些大型精密、自动化程度高的塑料成型设备, 打破了这类设备依赖进口的格局, 如我国已能生产注射量达 30000cm³ 的大型注射机、螺杆直径达 $\phi 250$ mm 的塑料挤出机、压制力达 20000kN 的塑料层压机以及大型精密压延机等。同时, 挤出机、注射机、压延机等都已系列化。随着我国改革开放的深入和现代高技术的应用, 必将为塑料工业及塑料设备的发展带来勃勃生机。

塑料注射成型是塑料加工中应用最广泛、产量最大的成型方法。其原理是将塑料颗粒或粉末放入注射机的料筒中, 通过加热使其熔融, 然后在高压下注入模具型腔, 冷却固化后得到所需形状的塑料制品。塑料注射成型设备主要由注射机、模具和冷却系统组成。注射机是实现塑料注射成型的关键设备, 其结构复杂, 工作可靠, 操作方便。模具是决定塑料制品形状和尺寸精度的重要因素, 其设计制造要求高, 使用寿命长。冷却系统是保证塑料制品质量的重要环节, 其设计合理与否直接影响到制品的成型效率和成本。

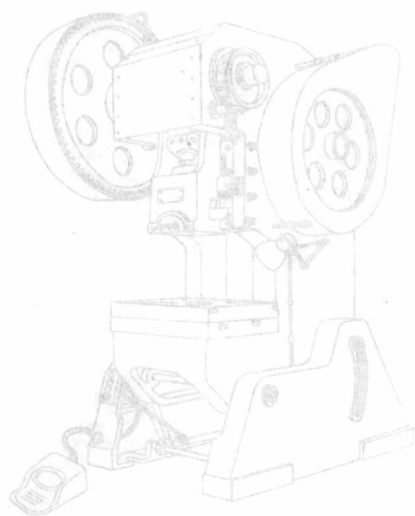


图 1-1 塑料注射成型机

塑料注射成型机的主要组成部分包括料筒、加热器、 reciprocating sleeve (往复套筒) 和 reciprocating plunger (往复柱塞)。料筒是塑料颗粒或粉末的容器, 其内壁涂有防粘剂, 以防止塑料在料筒内结块。加热器安装在料筒外部, 通过电加热使塑料熔融。reciprocating sleeve 和 reciprocating plunger 是注射机的核心部件, 它们通过往复运动将熔融塑料注入模具型腔。注射机的结构紧凑, 操作方便, 是塑料加工中不可或缺的设备。图 1-1 展示了塑料注射成型机的详细结构, 包括料筒、加热器、 reciprocating sleeve 和 reciprocating plunger 等部件。

第 2 章

曲柄压力机

2.1 概述

2.1.1 曲柄压力机的用途和分类

压力机是用来为模具中的材料实现压力加工提供动力和运动的设备。曲柄压力机属于机械传动类压力机，是重要的压力加工设备，能进行各种冲压工艺加工，直接生产出半成品或制品。因此，曲柄压力机在汽车、农用机械、电机电器、仪表、电子、医疗机械、国防、航空航天以及日用品等领域得到了广泛的应用。

生产中为适应不同零件的工艺要求，采用各种不同类型的曲柄压力机，这些压力机都有自己独特的结构形式和作用特点。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、剪板机、冷镦自动机、高速压力机、精压机、热模锻压力机等，都属于专用压力机。

按机身结构形式不同，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于英文字母 C，如图 2-1 所示，其机身工作区域三面敞开，操作空间大，但机身刚度差，压力机在工作负荷下会产生角变形，影响精度。所以，这类压力机的吨位比较小，一般在 2000kN 以下。开式压力机又可分为单柱和双柱压力机两种，图 2-2 所示为单柱偏心式压力机，其机身工作区域也是前面及左右三向敞开，但后壁无开口。图 2-1 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。双柱式压力机可实现前后送料和左右送料两种操作方式。此外，开式压力机按照工作台的结构不同可分为可倾式压力机（图 2-1）、固定台式压力机（图 2-2）、升降台式压力机（图 2-3）。

闭式压力机机身左右两侧是封闭的，如图 2-4 所示，只能从前后两个方向接近模具，操作空间较小，操作不太方便。但因机身形状组成一个框架，刚度好，压力机精度高。所以，压力超过 2500kN 的大、中型压力机，几乎都采用此种结构形式。

按运动滑块的数量，曲柄压力机可分为单动、

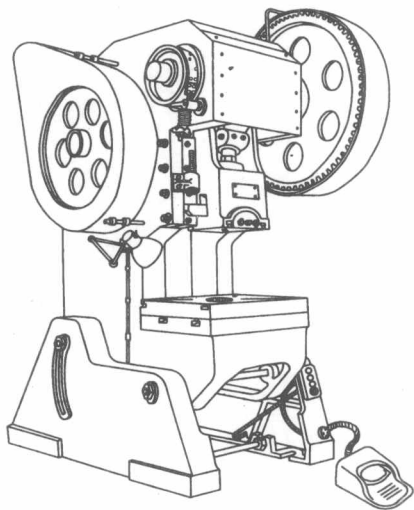


图 2-1 开式双柱可倾式压力机

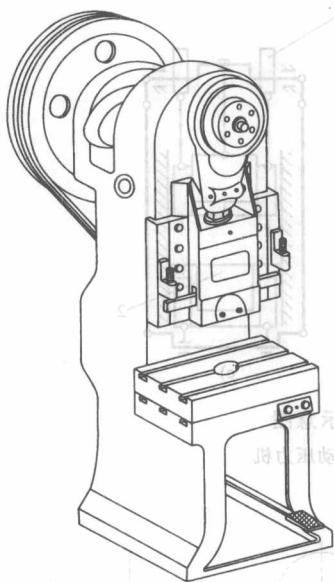


图 2-2 单柱固定台式压力机

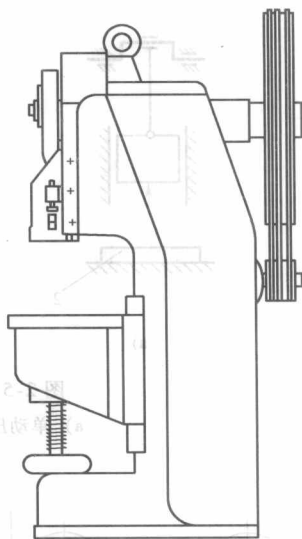


图 2-3 升降台式压力机

双动和三动压力机,如图 2-5 所示。目前使用最多的是单动压力机,双动和三动压力机主要用于拉深工艺。

按连接曲柄和滑块的连杆数,曲柄压力机可分为单点、双点和四点压力机,如图 2-6 所示。曲柄连杆数的设置主要根据滑块面积的大小和吨位而定。点数越多,滑块承受偏心负荷能力越大。

2.1.2 曲柄压力机的工作原理与结构组成

尽管曲柄压力机类型众多,但其工作原理和基本组成是相同的,本章主要介绍常用曲柄压力机的工作原理和结构组成。图 2-1 所示的开式双柱可倾式压力机(JC 23-63)的运动原理如图 2-7 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递给中间传动轴 4,再由齿轮传动给曲轴 9,经连杆 11 带动滑块 12 作上下直线移动。因此,曲轴的旋转运动通过连杆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、下模间的材料加压,依靠模具将其制成工件,实现压力加工。由于工艺需要,曲轴两端分别装有离合器 7 和制动器 10,以实现滑块的间歇运动或连续运动。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,起到储能作用。该机上,大带轮 3 和大齿轮 6 均起飞轮的作用。该机上,大带轮 3 和大齿轮 6 均起飞轮的作用。

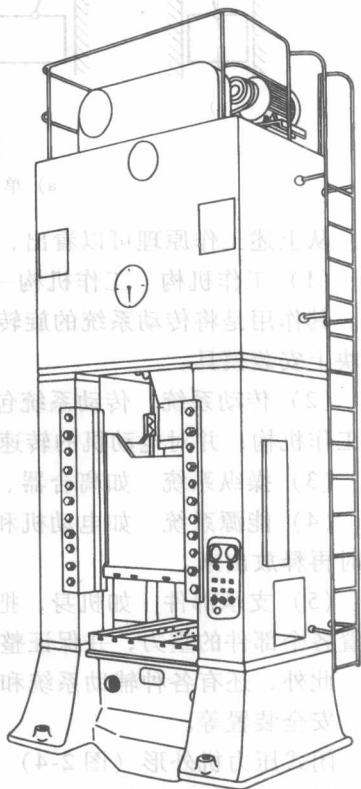


图 2-4 闭式压力机

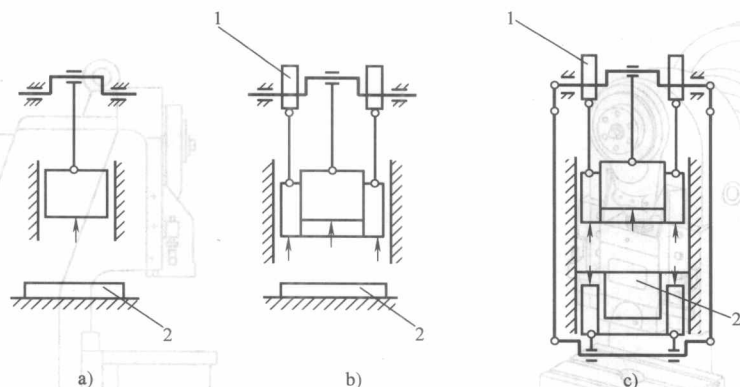


图 2-5 压力机按运动滑块数分类示意图

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

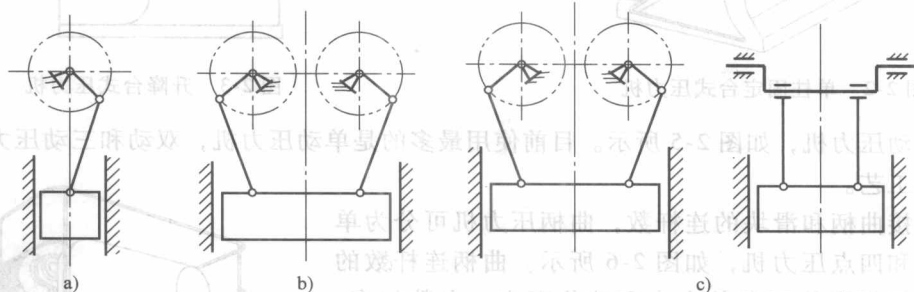


图 2-6 压力机按点数分类示意图

a) 单点压力机 b) 双点压力机 c) 四点压力机

从上述工作原理可以看出，曲柄压力机一般由以下几个部分组成：

(1) 工作机构 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换为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 传动系统包括带传动和齿轮传动等机构。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，获得所需的行程次数。

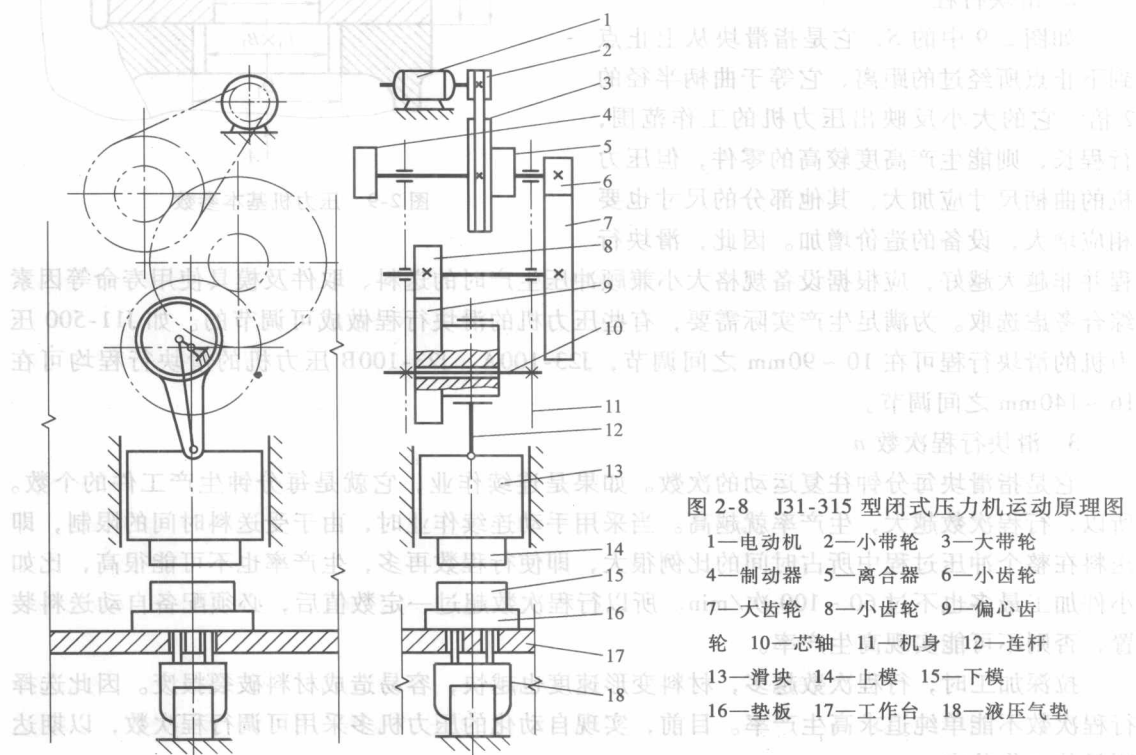
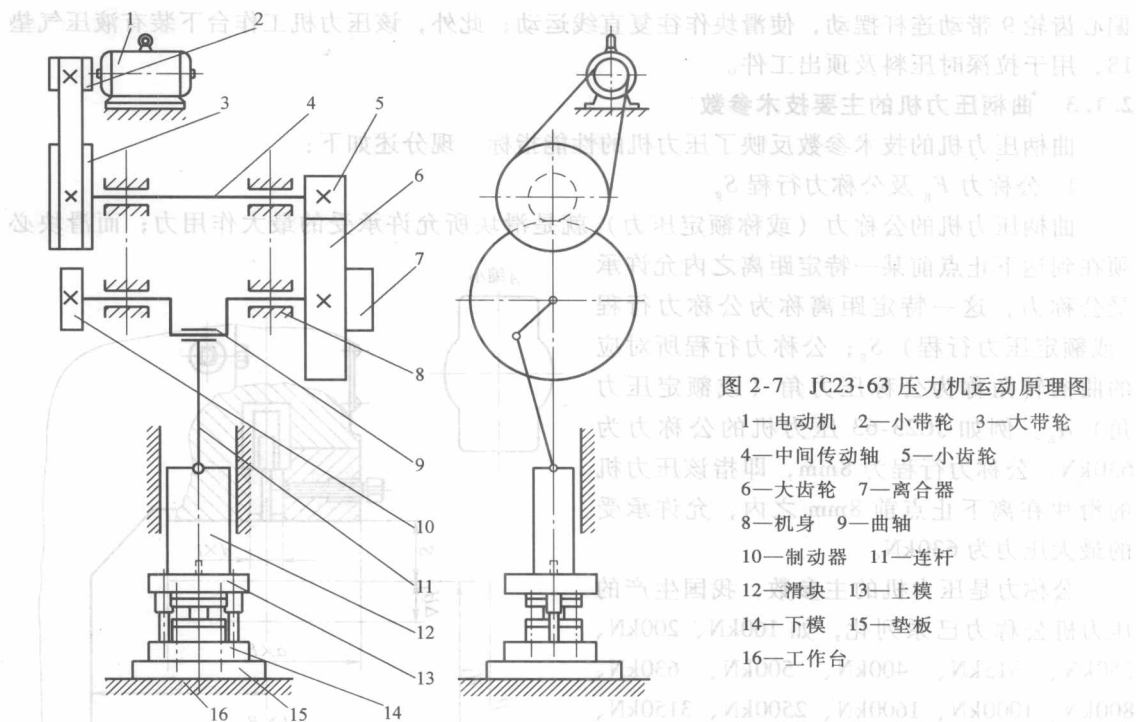
(3) 操纵系统 如离合器、制动器及其控制装置。用来控制压力机安全、准确地运转。

(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储存起来，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连接起来，承受全部工作变形力和各种装置各个部件的重力，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、保护装置、滑块平衡装置、安全装置等。

闭式压力机外形（图 2-4）与开式压力机有很大差别，但它们的工作原理和结构组成是相同的。图 2-8 所示为 J31-315 型闭式压力机的运动原理图，与图 2-7 相比较，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,使滑块作往复直线运动;此外,该压力机工作台下装有液压气垫 18,用于拉深时压料及顶出工件。

2.1.3 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性能指标。现分述如下:

1. 公称力 F_g 及公称力行程 S_g

曲柄压力机的公称力(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允许承受公称力,这一特定距离称为公称力行程(或额定压力行程) S_g ;公称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 JC23-63 压力机的公称力为 630kN,公称力行程为 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。

公称力是压力机的主参数,我国生产的压力机公称力已系列化,如 160kN、200kN、250kN、315kN、400kN、500kN、630kN、800kN、1000kN、1600kN、2500kN、3150kN、4000kN、6300kN 等。

2. 滑块行程

如图 2-9 中的 S ,它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,但压力机的曲柄尺寸应加大,其他部分的尺寸也要相应增大,设备的造价增加。因此,滑块行程并非越大越好,应根据设备规格大小兼顾冲压生产时的送料、取件及模具使用寿命等因素综合考虑选取。为满足生产实际需要,有些压力机的滑块行程做成可调节的。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

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。当采用手动连续作业时,由于受送料时间的限制,即送料在整个冲压过程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,必须配备自动送料装置,否则不可能实现高生产率。

拉深加工时,行程次数越多,材料变形速度也越快,容易造成材料破裂报废。因此选择行程次数不能单纯追求高生产率。目前,实现自动化的压力机多采用可调行程次数,以期达到最佳工作状态。

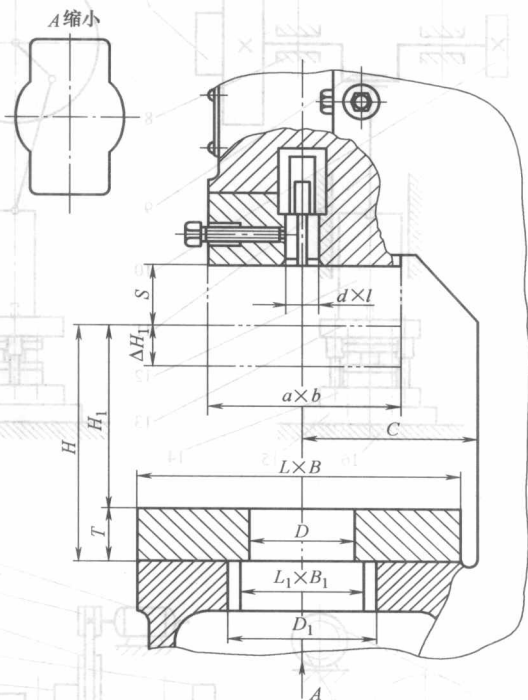


图 2-9 压力机基本参数

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 2-9 中的 H_1)。将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 2-9 中的 H 是最大封闭高度。装模高度和封闭高度均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, 给使用带来不便。同时, 装模高度调节量越大, 连杆长度越长, 刚度会下降。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, 用“左右×前后”的尺寸表示, 如图 2-9 中的 $L \times B$ 。滑块下平面, 也用“左右×前后”的尺寸表示, 如图 2-9 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的上模外形尺寸不宜大于滑块下平面尺寸, 否则, 当滑块在上止点时, 可能造成上模与压力机导轨干涉。

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 2-9 所示, 用作向下出料或安装顶出装置的空间。

7. 立柱间距和喉深 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送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, 它是指滑块中心线至机身的前后方向的距离, 如图 2-9 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 2-1、表 2-2 是我国生产的部分通用压力机的主要技术参数。

表 2-1 部分开式压力机的主要技术参数

压力机型号	J23-3.15	J23-6.3	J23-10	J23-16F	JH23-25	JH23-40	JC23-63	J11-50	J11-100	JA11-250	JH21-80	JA21-160	J21-400A
公称压力/kN	31.5	63	100	160	250	400	630	500	1000	2500	800	1600	4000
滑块行程/mm	25	35	45	70	75	80	120	10~90	20~100	120	160	160	200
滑块行程次数/(次/min)	200	170	145	120	80	55	50	90	65	37	40~75	40	25
最大封闭高度/mm	120	150	180	205	260	330	360	270	420	450	320	450	550