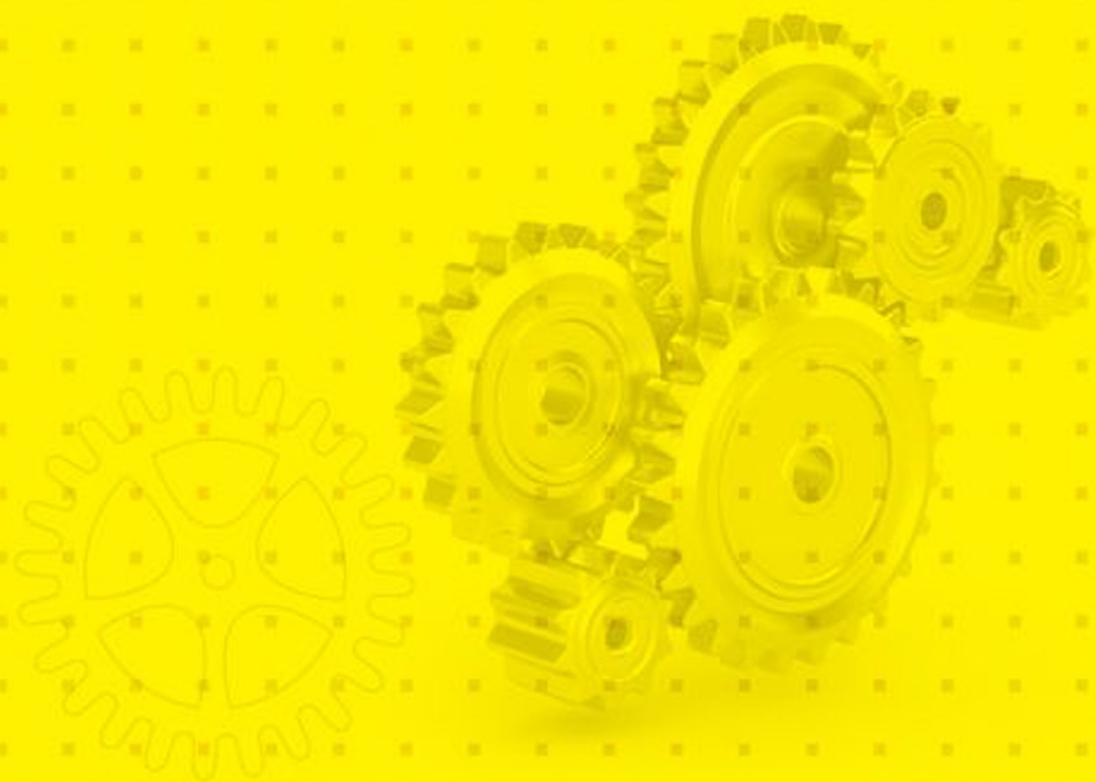




冲压注塑成型设备

(第2版)

● 主编 郑 峥

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

高等职业教育“十三五”精品规划教材

冲压注塑成型设备

(第2版)

◎ 主 编 郑 峥

◎ 副主编 王 力 靳 敏

史琼艳 蒋昌华

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书共分六个项目，内容包括：曲柄压力机、常见类型冲压设备、液压机、塑料成型机械、塑料挤出设备和其他成型设备，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、特点和应用，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。

本书可作为职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。

版权专有 侵权必究

图书在版编目（CIP）数据

冲压注塑成型设备 / 郑峥主编. —2 版. —北京：北京理工大学出版社，2016. 8
(2016. 9 重印)

ISBN 978-7-5682-2886-2

I. ①冲… II. ①郑… III. ①冲压设备-高等教育-教材②塑料成型加工设备-高等教育-教材 IV. ①TG385. 1②TQ320. 5

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2016）第 197272 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 /

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 14.75

字 数 / 344 千字

版 次 / 2016 年 8 月第 2 版 2016 年 9 月第 2 次印刷

定 价 / 35.00 元

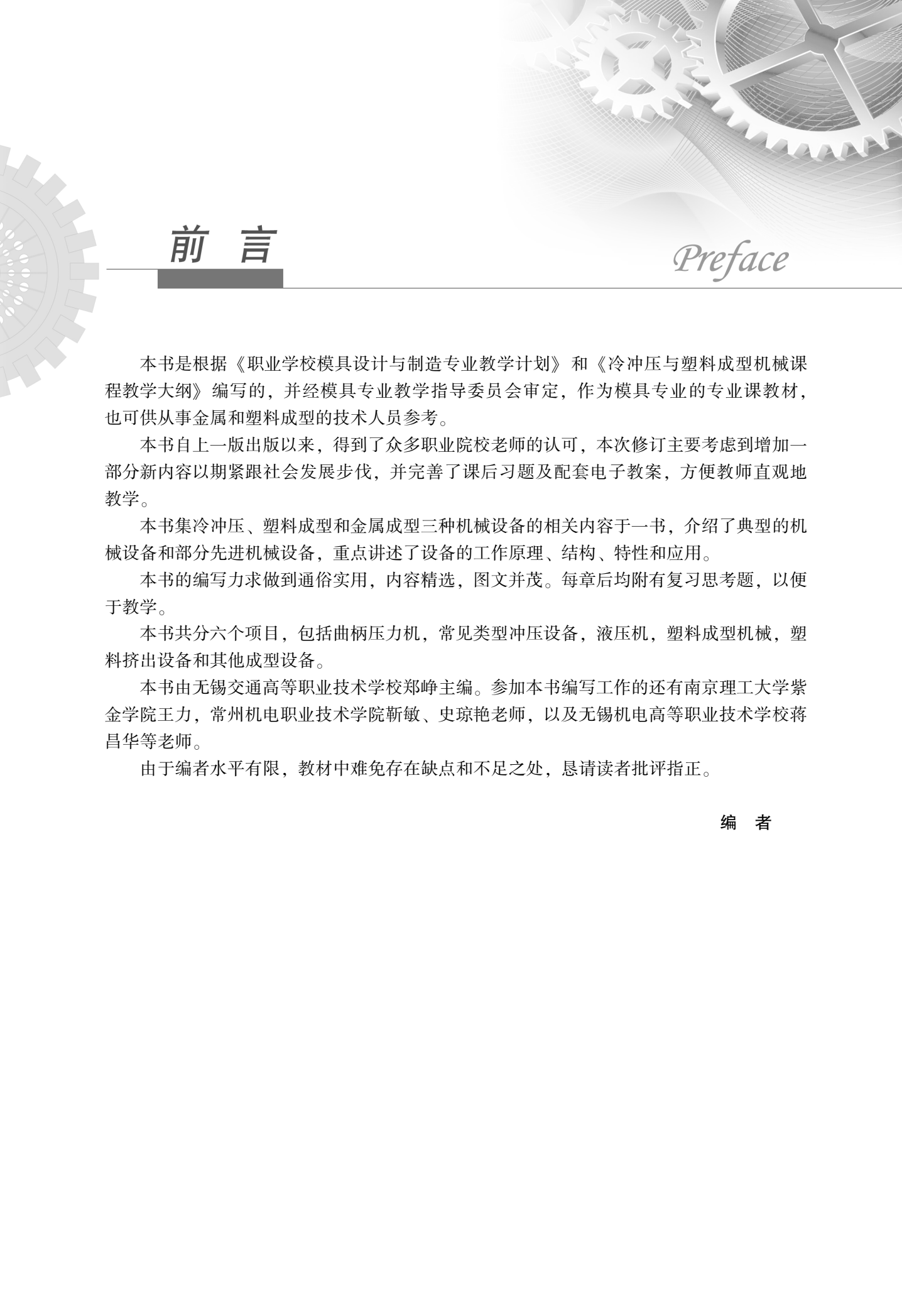
责任编辑 / 赵 岩

文案编辑 / 赵 岩

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 马振武

图书出现印装质量问题，请拨打售后服务热线，本社负责调换



前言

Preface

本书是根据《职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。

本书自上一版出版以来，得到了众多职业院校老师的认可，本次修订主要考虑到增加一部分新内容以期紧跟社会发展步伐，并完善了课后习题及配套电子教案，方便教师直观地教学。

本书集冷冲压、塑料成型和金属成型三种机械设备的相关内容于一书，介绍了典型的机械设备和部分先进机械设备，重点讲述了设备的工作原理、结构、特性和应用。

本书的编写力求做到通俗实用，内容精选，图文并茂。每章后均附有复习思考题，以便于教学。

本书共分六个项目，包括曲柄压力机，常见类型冲压设备，液压机，塑料成型机械，塑料挤出设备和其他成型设备。

本书由无锡交通高等职业技术学校郑峥主编。参加本书编写工作的还有南京理工大学紫金学院王力，常州机电职业技术学院靳敏、史琼艳老师，以及无锡机电高等职业技术学校蒋昌华等老师。

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

绪论	001
项目一 曲柄压力机	004
任务一 概述	004
任务二 曲柄滑块机构	013
任务三 离合器和制动器	028
任务四 机身	038
任务五 传动系统	042
任务六 辅助装置	044
任务七 冲压压力机的选择与使用	053
项目二 常见类型冲压设备	066
任务一 双动拉深压力机	066
任务二 螺旋压力机	072
任务三 精冲压力机	083
任务四 高速压力机	092
任务五 数控冲模回转头压力机	098
任务六 冷挤压压力机	103
项目三 液压机	112
任务一 液压机的工作原理及特点	112
任务二 液压机的结构及主要技术参数	118
项目四 塑料成型机械	131
任务一 塑料注射成型过程	131
任务二 注射装置	144
任务三 合模装置	155
任务四 注射机的使用和维护	163
项目五 塑料挤出设备	169
任务一 挤出机的工作过程及挤出成型理论	169



目 录

Contents

任务二	挤出机的主要零部件	187
任务三	挤出机的其他零部件	197
任务四	挤出机的控制	201
任务五	挤出成型辅机	205
项目六	其他成型设备	213
任务一	塑料压延机	213
任务二	压铸机	219
参考文献		227



绪 论



预期目标

■ 冲压设备与塑压设备的分类

1. 冲压与塑料成型设备的发展现状

冲压和塑料成型设备分别是指材料冲压成型加工和塑料成型加工所用的设备。

冲压成型加工以金属材料为主，在常温下利用金属的塑性特征，在冲压机械上通过冲压模具加工成金属零件。塑料成型加工的材料是以树脂为主的高分子聚合物，即塑料，这种材料在一定温度和压力下具有可塑的特性，在塑料成型机械上通过塑料模具可加工成塑料制件。在成型设备上充分发挥模具的作用以生产各种制件，使得冲压成型加工和塑料成型加工成为现代工艺生产的重要工艺手段之一。采用冲压工艺生产的产品具有效率高、品质好、耗能低和成本低的优点，这种无切削加工工艺越来越多地替代切削、焊接和其他工艺。冲压机械在机床中占的比例也越来越大。各种塑料，特别是工程塑料的发展，使塑料在工业产品与生活产品中获得了广泛的应用，以塑料替代金属的情况很普通，适用于不同塑料成型工艺方法的各种塑料成型机械得到了迅速发展。

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、挤出等）、机械加工、修饰（抛光、喷涂、电镀等）和装配。可以看出，上述工序中的塑料成型工序是必不可少的工艺过程，而其他工序可根据塑料的性质和制品的工艺要求等具体情况进行取舍。显而易见，塑料成型在塑料工业乃至整个工艺生产中的地位 and 作用是十分重要的。

2. 冲压与塑料成型设备的发展趋势

以微电子技术为中心的控制技术和检测技术的发展，为冲压和塑料成型机械的发展提供了良好的基础。另外，随着国际和国内市场的形成和发展，出现了产业机构和产品结构的空前大调整和大发展。综合十余年来国内外冲压和塑料成型机械的发展，可看出下述发展趋势。

1) 数控成型机械将迅速发展

自数控技术进入冲压和塑料成型机械以来，数控成型机械所占比重不断扩大，数控技术水平也不断提高，这使得成型机械能进行复杂的程序控制、自动调整和自动检测，从而改变了成型机械的结构和性能，扩大了成型机械的加工范围，提高了加工质量和加工效率，使成型机械的整体技术水平得到了提高。

2) 高速自动成型机械的水平不断提高

以高速自动压力机为代表的冲压成型设备的高速化水平将不断提高，其应用范围也会逐



渐扩大，出现从中小型设备扩大到大中型设备、冲裁用加工扩大到其他成型加工的趋势。高速自动压力机的精度也将提高，同时要求成型机械有更好的刚性，运动机构有更好的平衡性能，导向机构有更好的导向精度。

3) 传统成型技术和新的成型技术进一步结合

随着激光加工技术和等离子加工技术的发展和提高，新的成型技术将与传统的冲压成型技术进一步结合，充分发挥各自的特点和优势，使生产效率和经济效益不断提高，并通过计算机技术控制使自动化程度得到提高。

4) 成型柔性制造系统大有前途

将自动化技术、数控技术和机器人技术与板料冲裁、弯曲加工相结合，出现了板材加工柔性系统（FMS）。在计算机的控制和管理下，该系统能够根据生产需要，以最短的生产周期和最小的物耗，生产出最优质的产品。现在已在开关、电器、仪表和计算机产品的板材零件生产中得到了很好的应用。目前，世界各国都在大力研究和开发成型柔性制造系统，这将极大地改善冲压工作条件和工作方式。

3. 冲压与塑压设备的分类

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，冲压设备就占了一半以上。为表述得简明和系统，现将我国锻压机械的分类和冲压机械的名称代号列于表 0-1 中，其中使用最广泛的是机械压力机中的曲柄压力机、摩擦压力机，其次是液压机。

表 0-1 制压机械分类代号

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	自动燃压机	自 Zi	Z
4	锤	锤 Chui	C
5	锻机	锻 Duan	D
6	剪切机	切 Qie	Q
7	弯曲	弯 Wan	W
8	其他	他 Ta	T

塑压设备的类型也很多，可以说有多少种成型方法，相应地就有多少种成型设备，如各种模塑成型机械和压延机。塑料机械类的代号是 S，分为若干组，其组别与代号为挤压机（J）、吹塑中空成型机（C）、压延机（Y）和注射机（Z）。

4. 本课程的学习要求

冲压与塑压课程是模具设计与制作专业的主要必修课之一，它是在机械原理、机械零件和液压传动等课程的基础上，与冲压工艺与模具设计、塑料成型工艺与模具设计等专业课程相配套、衔接的专业课。本课程所介绍的冲压与塑料设备分别适用于各种冲压模具和塑料模具的成型工艺，另外也介绍了部分与专业培养目标相接近的成型设备。



本课程与成型工艺和模具设计配套，要求学生了解设备的工作原理，掌握设备的主要结构、技术参数、设备的特点和用途，能够根据成型工艺模具结构等因素正确地选用、调整和使用设备，正确地设计模具，保证成型制件的质量和生产效率，提高学生对模具的综合设计水平和使用能力。本课程以曲柄压力机、液压机和热塑性塑料注射成型机为主，同时考虑现代工业的发展及新技术、新工艺的推广应用，还介绍了一些专用、先进和精密的成型设备（如高速自动压力机等）的基本结构、特点、性能和技术参数。

本课程的基本要求简述如下。

- (1) 熟悉、了解常用冲压和塑压设备的工作原理；掌握设备的工作过程、规格、技术参数和主要结构；掌握主要机械与模具的关系，能根据工艺要求合理选择机械设备。
- (2) 根据工艺要求和机械说明书，能正确使用、调整和维护主要机械设备，具有分析和排除一般故障的能力。
- (3) 理解专用、先进和精密机械的工作原理、结构特点和性能，能正确使用机械设备。

本章小结

本章介绍了冲压与塑压设备的发展现状、发展趋势、分类以及本课程的学习要求。通过本章的学习，应对冲压与塑压设备有一定认识，掌握冲压与塑压设备的分类，了解本课程的学习要求。

自我评估

- (1) 简述冲压与塑压设备的分类。(50 分)
- (2) 简述冲压与塑压设备的发展概况。(50 分)



项目一 曲柄压力机



预期目标

- 掌握曲柄滑块机构的工作原理
- 掌握压力机技术参数及冲压设备的选择
- 理解压力机主要部件的结构
- 了解压力机的用途、分类及其使用

任务一 概 述

（一）任务描述

图 1-1 所示是曲柄压力机的实物图，它是冲压模具的主要设备之一。通过对本任务的学习应能回答以下问题：

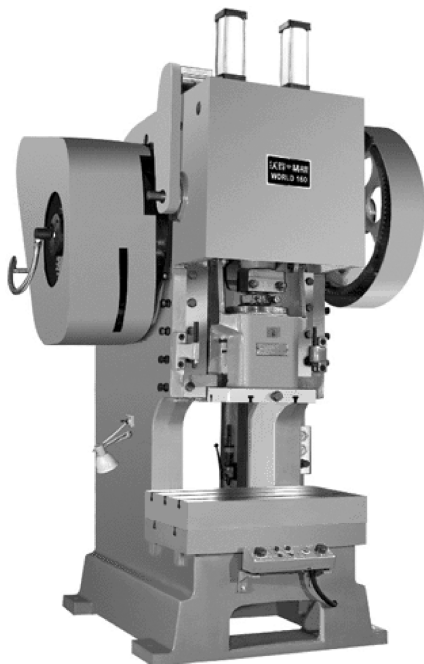


图 1-1 曲柄压力机



- (1) 有哪些曲柄压力机？分别在什么场合使用？
- (2) 曲柄压力机如何工作？它由什么组成？
- (3) 如何衡量曲柄压力机的工作性能？

(二) 任务分析

- (1) 了解曲柄压力机的用途、分类。
- (2) 掌握曲柄压力机的工作原理与结构组成。
- (3) 掌握曲柄压力机的技术参数。

(三) 知识准备

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，能进行各种冲压加工，直接生产出半成品或成品。因此，曲柄压力机在汽车、农用机械、电器、仪表、电子、医疗机械、国防、航空航天以及日用品等工业部门得到了广泛的应用。

生产中为适应不同零件的工艺要求，需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、成型、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 1-2 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 2 000 kN 以下。开式压力机又可分为单柱和双柱压力机两种，图 1-3 所示为单柱偏心式压力机，其机身工作区域也是从前、左、右三向敞开，但后壁无开口。图 1-2 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进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台式压力机（图 1-2）、单柱固定台式压力机（图 1-3）和升降台式压力机（图 1-4）。

闭式压力机机身左右两侧是封闭的，如图 1-5 所示，只能从前后两个方向接近模具，操作空间较小，操作不大方便。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 2 500 kN 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、双动和三动压力机，如图 1-6 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。

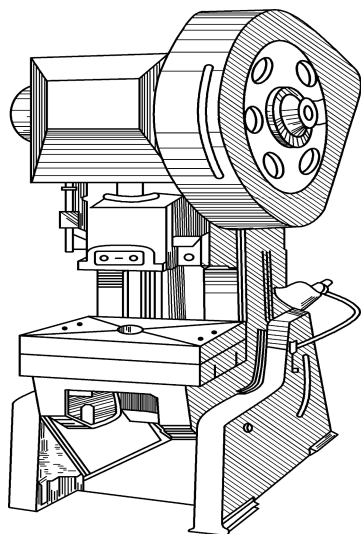


图 1-2 可倾台式压力机

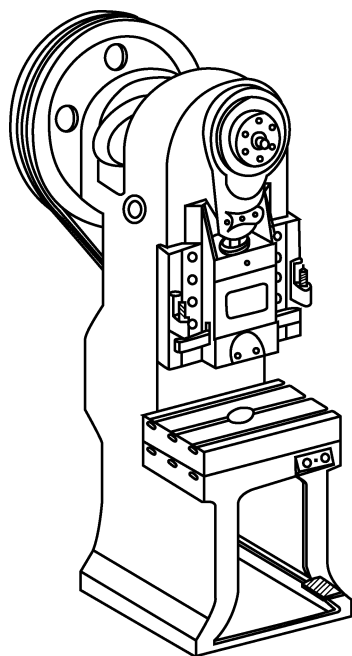


图 1-3 单柱固定台式压力机

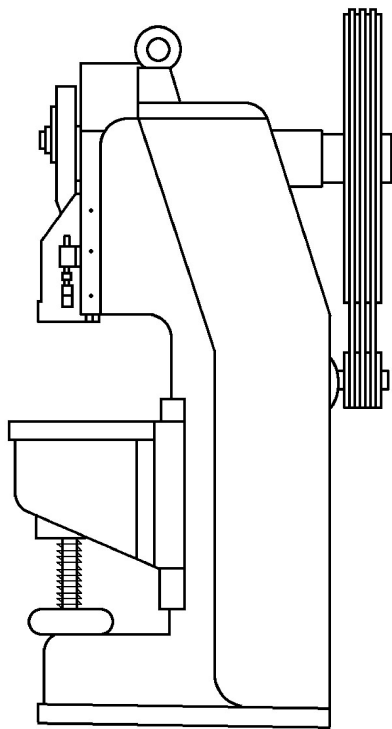


图 1-4 升降台式压力机

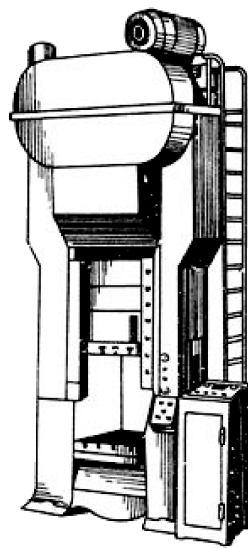


图 1-5 闭式压力机

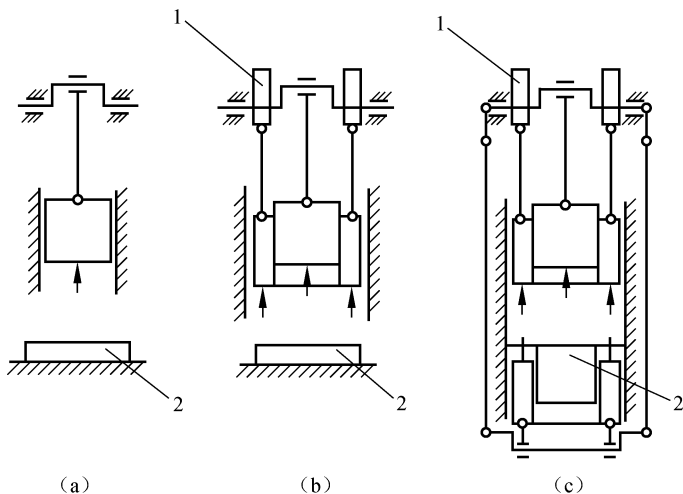


图 1-6 曲柄压力机按运动滑块数分类示意图

(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

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 1-7 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，点数多，滑块承受偏心负荷能力大。

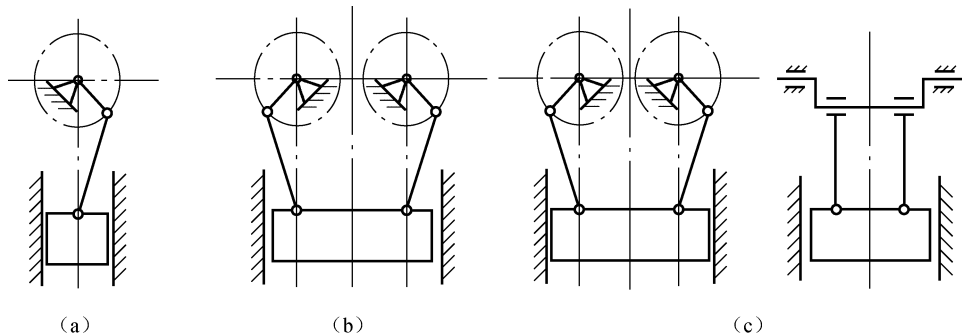


图 1-7 曲柄压力机按连接曲柄和滑块的连杆数分类示意图

(a) 单点压力机；(b) 双点压力机；(c) 四点压力机

2. 曲柄压力机的工作原理与结构组成

通用压力机的类型较多，但其工作原理和结构组成是相同的。图 1-2 中的可倾台式压力机的工作原理如图 1-8 所示，其工作原理如下所述。

电动机 1 的能量和运动通过小带轮 2、传动带、大带轮 3 传给传动轴，再通过小齿轮 4、大齿轮 5 传给曲轴 7，连杆 9 的上端套在曲轴 7 上，下端与滑块 10 铰接，曲柄的旋转运动通过连杆变为滑块的往复直线运动，将上模 11 安装在滑块上，下模 12 固定在工作台 14 的垫板 13 上，这样滑块带动上模对毛坯施加压力，完成冲压加工。根据工艺操作的需要，滑块有时运动，有时停止，因此装有离合器 6 和制动器 8。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

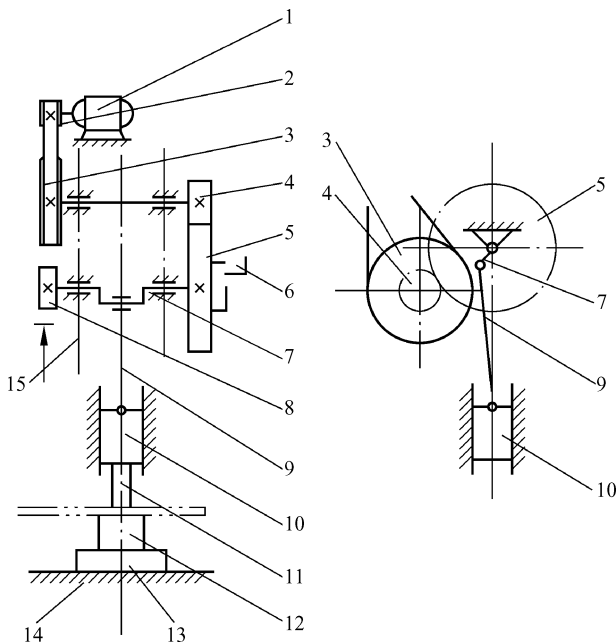


图 1-8 JB23-63 压力机的工作原理图

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

的负荷较均匀、有效地利用能量，因而装有飞轮，在该压力机上，大带轮 3 和大齿轮 5 均起飞轮的作用。

由上述工作原理可知，通用压力机一般由以下几个部分组成。

(1) 工作机构：即曲柄滑块机构，由曲轴、连杆、滑块等零件组成，其作用是将曲柄的旋转变滑块的往复直线运动，由滑块带动模具工作。

(2) 传动系统：包括带传动和齿轮传动等机构，起能量传递作用和速度转换作用。

(3) 操纵系统：包括离合器、制动器等部件，用来控制工作机构的工作和停止。

(4) 能源系统：包括电动机、飞轮等。电动机提供动力源，飞轮起储存和释放能量的作用。

(5) 支撑部件：如机身，连接、固定所有零部件，保证零部件的相对位置和工作关系，工作时承受所有的变形工艺力。

(6) 辅助装置和附属系统：包括保护装置、滑块平衡装置、顶件装置、润滑系统、气路及电气控制系统等。

闭式压力机外形（图 1-5）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似的。图 1-9 所示为闭式压力机的工作原理图，与图 1-8 相比较，只是在传动系统中多了一级齿轮传动。工作机构中曲柄的形式是偏小齿轮式，而不是曲轴式，即由偏心齿轮 9 带动连杆摆动，使滑块做往复直线运动。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。

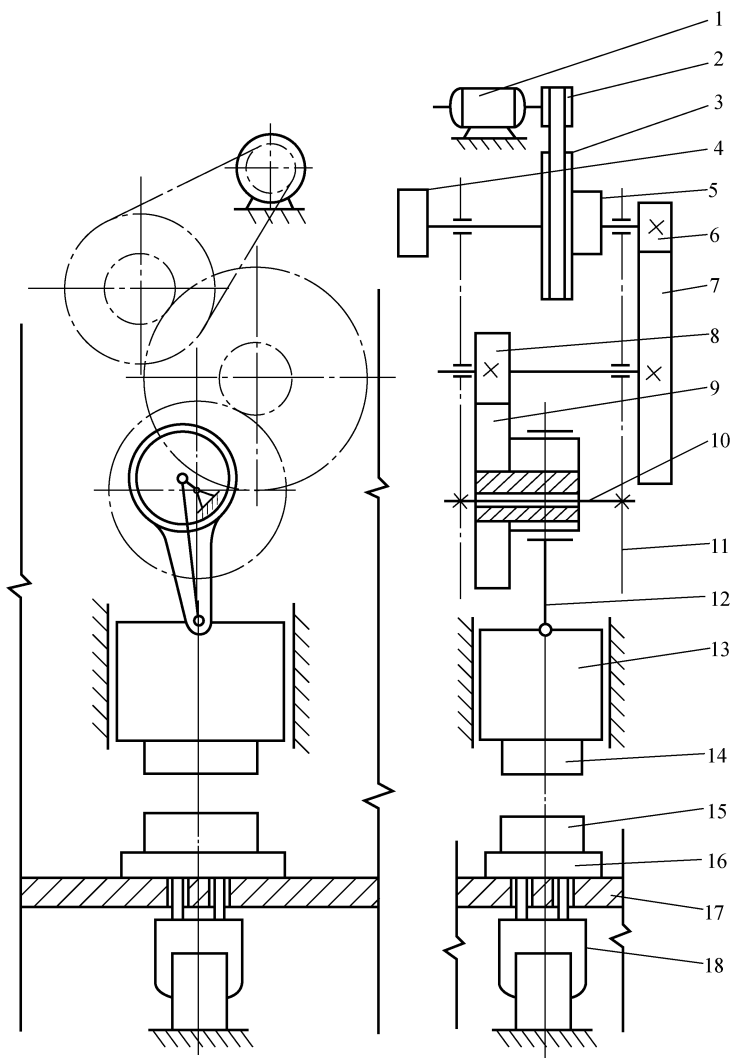


图 1-9 J31-315 压力机的工作原理图

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—心轴；11—机身；12—连杆；13—滑块；
14—上模；15—下模；16—垫板；17—工作台；18—液气压垫

3. 曲柄压力机的主要技术参数

压力机的技术参数反映了压力机的工艺能力、应用范围及生产率等指标，同时也是选择、使用压力机和设计模具的重要依据。通用压力机的主要技术参数介绍如下。

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）是指滑块到达下止点前某一特定距离之内所允许承受的最大作用力，这一特定距离称为标称压力行程（或额定压力行程） s_g 。例如，J31-400 压力机的标称压力为 4 000 kN，标称压力行程为 13.2 mm，即指该压力机的滑块在离下止点前 13.2 mm 之内，允许承受的最大压力为 4 000 kN。

标称压力是压力机的主要参数。我国生产的压力机的标称压力已经系列化，例如



160 kN、200 kN、250 kN、400 kN、500 kN、630 kN、800 kN、1 000 kN、1 600 kN、2 500 kN、3 150 kN、4 000 kN、6 300 kN 等。

2) 滑块行程

图 1-10 中的 s 是指滑块从上止点到下止点所经过的距离，是曲柄半径的二倍，或是偏心齿轮、偏心轴销偏心距的二倍。它的大小随工艺用途和标称压力的不同而不同，也反映压力机的工作范围。选用压力机时，应使滑块行程满足制件进出模具顺畅、操作方便的要求。

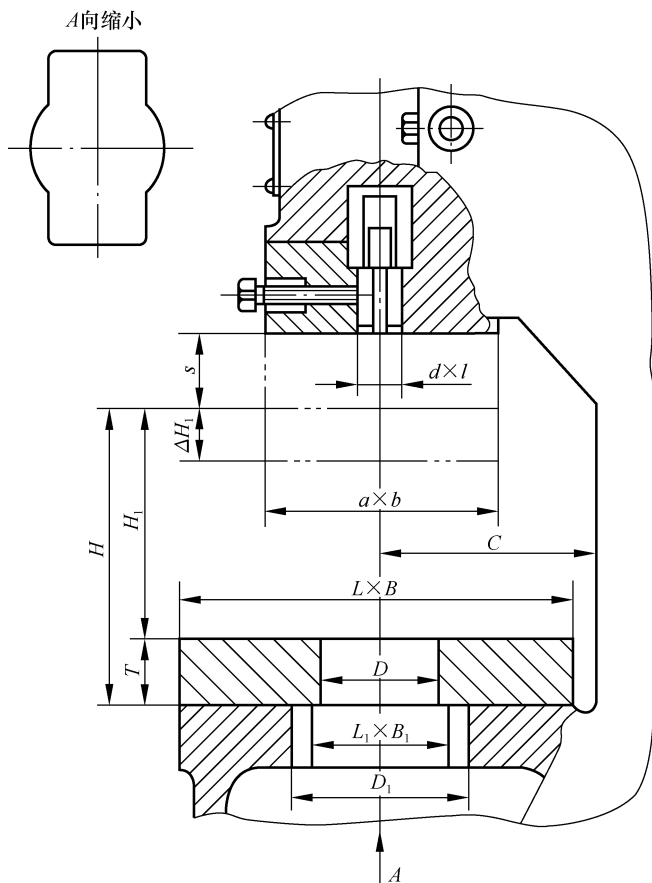


图 1-10 压力机基本参数

3) 滑块行程次数 n

滑块行程次数 n 是指滑块每分钟从上止点到下止点，然后再回到上止点的往复次数。行程次数越高，压力机能实现的生产率就越高。滑块行程可以是单动也可以是连续动作。若是连续动作，通常认为大于 30 次/min 时，人工送料就很难配合好，因此行程次数高的压力机只有安装自动送料装置才能充分发挥压力机的工作效能。

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，装模高度达到最大值，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，达到最小装模高度。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)。有了装模高度调节量,就可以满足不同闭合高度模具安装的要求。

模具闭合高度应该处于最小装模高度与最大装模高度之间。与装模高度并行的参数有封闭高度。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。压力机装模高度尺寸表示允许安装模具的高度尺寸范围,是模具设计时考虑的重要工艺参数之一。

5) 工作台面尺寸及滑块底面尺寸

工作台面尺寸 $L \times B$ 和滑块底面尺寸 $a \times b$ 是与模架平面尺寸有关的尺寸,它们的大小直接影响所能安装模具的平面尺寸及模具的安装固定方法。通常对于闭式压力机,这两者尺寸大体相同,而开式压力机 $a \times b < L \times B$ 。为了用压板对模座进行固定,这两者尺寸应比模座尺寸大出必要的加压板空间。对于小脱模力的模具,通常上模座只是用模柄固定到滑块上,可不考虑加压板空间。如果直接用螺栓固定模座,虽不用留出加压板空间,但必须考虑工作台面及滑块底面上放螺栓的 T 形槽大小及分布位置。

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 所示,用作排除工件、废料或安装顶出装置的空间。当制件或废料漏料时,工作台或垫板孔(漏料孔)的尺寸应大于制件或废料尺寸。当模具需要装有弹性顶料装置时,弹性顶料装置的外形尺寸应小于工作台孔尺寸。模具下模板的外形尺寸应大于工作台孔尺寸,否则需增加附加垫板。

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切面之间的距离。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,它是指滑块的中心线至机身前后方向的距离,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。

(四) 任务实施

(1) 曲柄压力机的分类方法很多,有通用的与专用的,有开式的与闭式的等。其应用非常广泛,主要用在冲压模具上。

(2) 曲柄压力机的工作机构是曲柄滑块机构,将曲柄的转动转化为滑块的上下运动,从而带动凸模完成冲裁工作。除此之外,还包括能源、传动、操纵系统、支撑部件、附件等,见图 1-11。

(3) 曲柄压力机的工艺能力、应用范围及生产率通过技术参数来反映。压力行程 s_g 是指滑块在受力状态下可移动的距离,滑块行程 s 包含压力行程 s_g 。后面 5 个参数是对模具的具体要求。