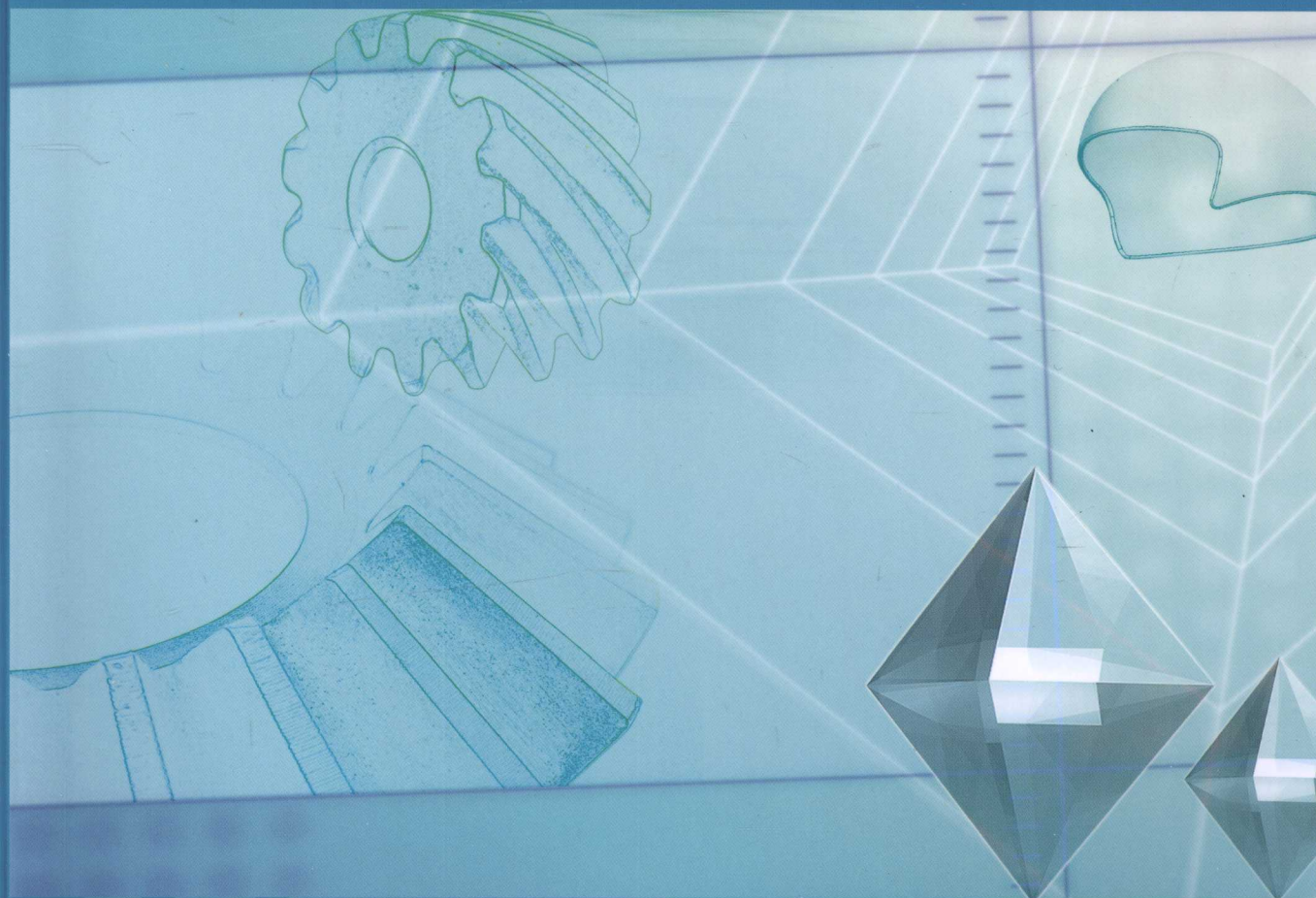


面向21世纪  
普通高等职业教育规划教材

# 模具设计

M U J U      S H E J I

郭庚梁    主 编  
李 飞    副 主 编



## 图书在版编目 (CIP) 数据

模具设计/郭庆梁主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2010.1

面向 21 世纪普通高等职业教育规划教材

ISBN 978-7-5019-7104-6

I. 模… II. 郭… III. ①冷冲压-工艺-高等学校: 技术学校-教材②冷冲模-设计-高等学校: 技术学校-教材③塑料成型-工艺-高等学校: 技术学校-教材④塑料模具-设计-高等学校: 技术学校-教材 IV. TG38 TQ320.66

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 141388 号

全书共分 8 章, 注重实例的介绍, 内容分两大板块, 即冷冲压工艺与模具设计和塑料成型工艺与模具设计。主要内容有: 冷冲压成型特点及分类、冲裁工艺与模具设计、弯曲工艺与模具设计、拉深工艺与模具设计、冷冲压模具设计综合实例、塑料成形基础、塑料注射模具设计、其他塑料成形工艺与模具设计等。

本书可以作为应用型、技能型人才培养的各类机械类非模具专业模具设计课程教材, 亦可为从事模具设计的工程技术人员和自学者参考。

责任编辑: 王 淳

责任终审: 孟寿萱

封面设计: 锋尚设计

版式设计: 王超男

责任校对: 燕 杰

责任监印: 张 可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 三河市世纪兴源印刷有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2010 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 787×1092 1/16 印张: 15.25

字 数: 341 千字

书 号: ISBN 978-7-5019-7104-6 定价: 26.00 元

邮购电话: 010-65241695 传真: 65128352

发行电话: 010-85119835 85119793 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: [club@chlip.com.cn](mailto:club@chlip.com.cn)

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

90555J2X101ZBW

## 前 言

本书是普通高等教育高职高专机电专业规划教材，是根据教育部《高职高专教育机电类非模具专业人才培养目标及规划》的要求编写的。

本着从生产实际出发，依据“以能力为本、培养实用性技能人才”的原则，我们编写了此部教材。

本教材内容包括两大板块，即冷冲压工艺与模具设计和塑料成型工艺与模具设计。通过对上述两大模块的介绍，使学生掌握模具设计的基本理论知识和基本技能。本书重点突出实例的讲解，注重理论联系实际，设计部分采用贴近生产实际的示例进行编写，用较大篇幅介绍典型模具的设计示例，在每一示例里都安排了工艺分析、主要设计方法与步骤、模具结构分析和主要零部件的设计等，从而体现出高等职业教育的实用性、灵活性、快捷性及适应性等特点。为了使学生在学习中抓住重点以及培养学生思考问题的能力，我们在每一章结束后均附有思考题。

本书教材特点如下：

- (1) 教材示例取材于生产实际，可强化学生的工程意识；
- (2) 在设计部分，用典型模具的设计示例进行分析的方式，讲解设计的要点、设计方法与步骤，以加深学生对工程项目的认识，更好地理解模具设计的精髓；
- (3) 每章后附有思考题，以引导学生思考、掌握要点、培养能力。

全书共分8章。第1、2、3章由辽宁信息职业技术学院刘靖岩老师编写；第4、5章由辽宁石油化工大学职业技术学院李飞老师编写；第6、7章由辽宁石油化工大学职业技术学院郭庆梁老师编写；第8章由抚顺职业技术学院李毓英老师编写。全书由郭庆梁老师任主编，李飞老师任副主编，卜建新、王彦勋审稿。本书在编写过程中得到了张安全、张岸芬、张均、黄冬梅、郭圣权、牛玉丽、李军、王东辉、孙晖、李琳等老师的大力支持和帮助，并参考了一些同类教材和著作，在此表示诚挚的谢意。

由于作者水平有限及编写时间仓促，书中难免有不妥和错误之处，恳请读者和同行批评指正。

作 者  
2009.7

# 目 录

第 1 章 冷冲压成型工艺概述 .....	1
1.1 冷冲压加工的特点及在生产中的地位 .....	1
1.1.1 冷冲压加工的特点 .....	1
1.1.2 冷冲压加工在生产中的地位 .....	1
1.2 冷冲压工序的分类 .....	2
1.3 冷冲压材料 .....	4
1.3.1 对冷冲压材料的基本要求 .....	4
1.3.2 常用冷冲压材料 .....	4
1.4 冷冲压设备 .....	5
1.4.1 常用冷冲压设备 .....	5
1.4.2 冷冲压设备的选用 .....	8
思考题 .....	9
第 2 章 冲裁工艺及冲裁模具设计 .....	10
2.1 冲裁变形过程分析 .....	10
2.1.1 冲裁原理 .....	10
2.1.2 冲裁件的质量及其影响因素 .....	11
2.2 排样设计 .....	12
2.2.1 排样 .....	12
2.2.2 搭边 .....	13
2.2.3 条料宽度的确定 .....	14
2.2.4 材料利用率 .....	15
2.3 冲裁工艺计算 .....	16
2.3.1 冲压力及压力中心的计算 .....	16
2.3.2 冲裁间隙 .....	18
2.3.3 凸、凹模刃口尺寸的确定 .....	19
2.4 冲裁模的典型结构 .....	22
2.4.1 冲裁模的分类 .....	22
2.4.2 冲裁模的典型结构分析 .....	22
2.5 冲裁模主要零部件设计 .....	25
2.5.1 凸模结构及设计 .....	25
2.5.2 凹模结构及设计 .....	27
2.5.3 定位装置 .....	28
2.5.4 卸料装置与推件装置 .....	31
2.5.5 固定零件 .....	35
2.5.6 模具的闭合高度 .....	37
2.6 冲裁模的设计步骤及实例 .....	38

2.6.1 冲裁模设计步骤 .....	38
2.6.2 冲裁模设计实例 .....	38
思考题 .....	41
<b>第3章 弯曲工艺及弯曲模具设计</b> .....	<b>42</b>
3.1 弯曲过程分析 .....	42
3.1.1 弯曲变形过程 .....	42
3.1.2 弯曲变形的特点 .....	43
3.1.3 弯曲件中性层位置 .....	43
3.2 弯曲件毛坯尺寸计算 .....	44
3.2.1 $r > 0.5t$ 的弯曲件 .....	44
3.2.2 $r < 0.5t$ 的弯曲件 .....	44
3.2.3 铰链式弯曲件 .....	45
3.3 弯曲件的回弹 .....	45
3.3.1 回弹现象 .....	45
3.3.2 影响回弹的主要因素 .....	46
3.3.3 回弹值的确定 .....	46
3.3.4 减小回弹量的措施 .....	47
3.3.5 偏移与克服偏移的方法 .....	48
3.4 弯曲力的计算 .....	49
3.4.1 自由弯曲的弯曲力 .....	49
3.4.2 校正弯曲的弯曲力 .....	50
3.4.3 顶件力和压料力 .....	50
3.4.4 弯曲时压力机吨位的确定 .....	50
3.5 弯曲件的工艺性及工艺安排 .....	50
3.5.1 弯曲件的工艺性 .....	50
3.5.2 弯曲件的工艺安排 .....	53
3.6 典型弯曲模结构 .....	54
3.6.1 V形件弯曲模 .....	54
3.6.2 U形件弯曲模 .....	55
3.6.3 Z形件弯曲模 .....	56
3.6.4 圆形件弯曲模 .....	57
3.6.5 铰链件弯曲模 .....	58
3.7 弯曲模工作部分设计 .....	59
3.7.1 弯曲模凸、凹模的间隙值 .....	59
3.7.2 U形弯曲模的凸、凹模宽度尺寸 .....	59
3.7.3 凸、凹模圆角半径和凹模深度 .....	60
3.8 弯曲模的设计步骤与实例 .....	61
3.8.1 弯曲零件工艺分析 .....	61
3.8.2 模具结构 .....	61
3.8.3 主要计算 .....	62
3.8.4 主要零部件设计 .....	63
思考题 .....	64

<b>第4章 拉深工艺及拉深模具设计</b> .....	65
4.1 拉深变形过程分析 .....	65
4.1.1 拉深变形的过程及特点 .....	65
4.1.2 拉深过程中板料的应力应变状态 .....	66
4.2 拉深件质量分析 .....	68
4.2.1 起皱 .....	68
4.2.2 拉裂 .....	69
4.3 直壁旋转体零件拉深工艺的设计 .....	70
4.3.1 拉深件毛坯尺寸的确定 .....	70
4.3.2 简单回转体拉深件的板料尺寸计算 .....	71
4.3.3 圆筒形件的拉深 .....	77
4.4 其他旋转体件的拉深 .....	83
4.4.1 带凸缘圆筒件的拉深 .....	83
4.4.2 阶梯圆筒件的拉深 .....	85
4.5 拉深工艺设计 .....	85
4.5.1 拉深工件的结构工艺性分析 .....	85
4.5.2 拉深工艺力的计算 .....	86
4.5.3 拉深工艺的辅助工序 .....	88
4.5.4 拉深模工作部分结构参数的确定 .....	88
4.6 拉深模的设计步骤与实例 .....	90
4.6.1 零件的工艺性分析 .....	90
4.6.2 确定工艺方案 .....	90
4.6.3 拉深力与压边力计算 .....	91
4.6.4 模具工作部分尺寸的计算 .....	92
4.6.5 模具的总体设计 .....	92
4.6.6 压力机选择 .....	92
4.6.7 模具主要零件设计 .....	92
思考题 .....	94
<b>第5章 冷冲压模具设计综合实例</b> .....	95
5.1 冷冲压模具设计步骤 .....	95
5.1.1 设计前的准备工作和必要的原始资料 .....	95
5.1.2 设计的主要内容及步骤 .....	95
5.1.3 模具设计应注意的问题 .....	96
5.1.4 模具装配图设计 .....	97
5.1.5 编写工艺文件及设计计算说明书 .....	98
5.2 阶梯形制件的冲压工艺及模具设计 .....	99
5.2.1 零件的工艺性分析 .....	99
5.2.2 冲压工艺方案的分析确定 .....	99
5.2.3 模具结构形式的选择 .....	100
5.2.4 工艺计算及选择压力机 .....	101
5.2.5 模具工作部分尺寸及结构设计 .....	103
5.2.6 模具其他主要零部件的设计 .....	107
思考题 .....	110

<b>第 6 章 塑料成型基础</b> .....	111
6.1 塑料基本知识 .....	111
6.1.1 塑料的组成及分类 .....	111
6.1.2 塑料的性能 .....	112
6.1.3 常用塑料 .....	114
6.2 塑料成型方法 .....	117
6.2.1 塑料注射成型 .....	117
6.2.2 塑料挤出成型 .....	118
6.2.3 塑料吹塑成型 .....	118
6.2.4 塑料发泡成型 .....	118
6.2.5 塑料压缩和压注成型 .....	119
6.2.6 热流道注射模具简介 .....	119
6.3 塑件的结构工艺性 .....	120
6.3.1 塑件的尺寸和表面精度 .....	120
6.3.2 塑件几何形状要素 .....	123
6.3.3 塑料螺纹和齿轮 .....	127
6.3.4 塑件上的嵌件 .....	130
思考题 .....	131
<b>第 7 章 塑料注射模设计</b> .....	132
7.1 注射成型工艺 .....	132
7.1.1 注射成型概述 .....	132
7.1.2 注射成型的工艺参数 .....	135
7.2 注射模的结构及分类 .....	138
7.2.1 注射模的结构组成 .....	138
7.2.2 注射模的分类 .....	140
7.2.3 注射模与注射机的关系 .....	146
7.3 分型面的设计 .....	154
7.3.1 分型面及其基本形式 .....	154
7.3.2 分型面的选择原则 .....	155
7.3.3 排气系统设计 .....	157
7.4 成型零件的设计 .....	158
7.4.1 成型零件的结构设计 .....	158
7.4.2 成型零件的工作尺寸计算 .....	161
7.4.3 成型零件的强度与刚度计算 .....	167
7.5 浇注系统的设计 .....	168
7.5.1 浇注系统的组成及设计原则 .....	168
7.5.2 浇注系统的设计 .....	169
7.6 导向与推出机构的设计 .....	176
7.6.1 导向机构的作用 .....	176
7.6.2 导向机构设计 .....	177
7.6.3 推出机构的作用与分类 .....	179
7.6.4 推出机构的设计 .....	179

7.6.5 标准模架 .....	182
7.7 侧向分型与抽芯机构的设计 .....	183
7.7.1 侧向分型与抽芯机构的分类 .....	183
7.7.2 抽芯距与抽芯力 .....	183
7.7.3 斜导柱侧向分型与抽芯机构 .....	184
7.7.4 斜滑块侧向分型与抽芯机构 .....	188
7.8 温度调节系统 .....	189
7.8.1 模具冷却系统设计 .....	189
7.8.2 模具加热系统设计 .....	192
7.9 注射模设计步骤与实例 .....	192
7.9.1 注射模设计的一般步骤 .....	192
7.9.2 注射模设计实例 .....	194
思考题 .....	201
<b>第8章 其他塑料成型方法与模具设计 .....</b>	<b>202</b>
8.1 压缩成型工艺与模具 .....	202
8.1.1 压缩模具概述 .....	202
8.1.2 压缩模的类型 .....	202
8.1.3 压缩模的基本结构 .....	204
8.1.4 压缩模结构形式的确定 .....	205
8.1.5 压缩模成型零件的结构设计 .....	208
8.1.6 压缩模导向机构的设计 .....	213
8.1.7 压缩模推出机构的设计 .....	214
8.2 压注成型工艺与模具 .....	215
8.2.1 压注模的特点 .....	215
8.2.2 压注模的类型及其典型结构 .....	216
8.2.3 压注模的设计 .....	217
8.3 挤出成型工艺与模具 .....	221
8.3.1 挤出成型原理及其工艺过程 .....	221
8.3.2 挤出模的结构组成及分类 .....	222
8.3.3 挤出机头的设计原则 .....	223
8.3.4 典型挤出成型机头 .....	224
8.3.5 管材机头的结构设计 .....	226
8.4 真空成型模具 .....	228
8.4.1 真空成型的方法及分类 .....	228
8.4.2 真空成型模具设计要点 .....	230
8.5 吹塑成型模具 .....	230
8.5.1 中空吹塑成型的分类 .....	231
8.5.2 吹塑模设计 .....	231
思考题 .....	233



# 第 1 章 冷冲压成型工艺概述

冷冲压是塑性加工的基本方法之一，它是利用安装在压力机上的模具，在室温下对板料施加压力使其变形或分离，从而获得具有一定形状、尺寸和精度的零件的一种压力加工方法。因为它主要用于加工板料零件，所以也称板料冲压。

在冷冲压加工中，将材料（金属或非金属）加工成零件（或半成品）的一种特殊工艺装备，称为冷冲压模具，俗称冷冲模。冷冲模在实现冷冲压加工中是必不可少的工艺装备，没有先进的模具技术，先进的冲压工艺就无法实现。

## 1.1 冷冲压加工的特点及在生产中的地位

### 1.1.1 冷冲压加工的特点

(1) 能冲压出其他加工工艺难以加工或无法加工的形状复杂的零件。例如，从仪器仪表小型零件到汽车覆盖件、纵梁等大型零件，均由冲压加工完成。

(2) 冲压件质量稳定，尺寸精度高。由于冲压加工是靠模具成型，模具制造精度高、使用寿命长，故冲压件质量稳定，制件互换性好。尺寸精度一般可达到 IT10~IT14 级，最高可达到 IT6 级，有的制件不需机械再加工，便可满足装配和使用要求。

(3) 冲压件具有重量轻、强度高、刚性好和表面粗糙度小等特点。

(4) 生产率高。例如，汽车覆盖件这样的大型冲压件的生产效率，可达每分钟数件；高速冲压小型制件，每分钟可达到上千件。

(5) 材料利用率高。一般为 70%~85%，因此冲压加工能实现少废料，甚至无废料生产。在某些情况下，边角余料也可充分利用。

(6) 操作简单，便于组织生产。

(7) 易于实现机械化与自动化生产。由于冲压加工所用毛坯多为条料或带料，又是冷态加工，大批量生产时易于实现机械化和自动化。

(8) 冷冲压的缺点是模具制造周期长、制造成本高，故不适于单件小批量生产。另外，冷冲压生产多采用机械压力机，由于滑块往复运动快，手工操作时，劳动强度较大，易发生事故，故必须特别重视安全生产、安全管理以及采取必要的安全技术措施。

### 1.1.2 冷冲压加工在生产中的地位

冲压加工的应用范围十分广泛，不仅可以加工金属材料，还可以加工非金属材料，在汽车、拖拉机、电机、电器、仪表、玩具以及日常生活用品的生产方面，都占有十分重要的地位。另外，在国防工业生产中，如飞机、导弹、各种枪弹与炮弹的生产，冲压加工也占有很大比例。例如，某联合收割机有 1613 个零件，其中冲压件为 1023 个，占 64.3%；某冲锋枪 120 个零件中有 56 个冲压件，占 46.7%。

随着汽车和家用电器等行业的飞速发展，在工业发达国家，对发展冷冲压生产给予了

高度重视。据近年来的统计表明，美、日等国的模具工业年产值已经超过机床工业年产值的6%~12%。冷冲压模具历史悠久、用途广、技术成熟，在各种模具中所占比例最大。汽车、摩托车、家电行业是模具最大的市场，占整个模具市场的60%以上。因此冷冲压加工在我国现代化建设中有着非常广阔的发展前景。

## 1.2 冷冲压工序的分类

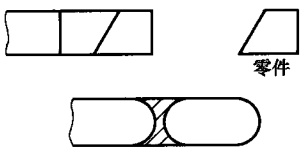
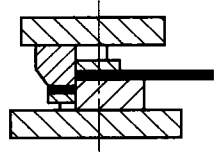
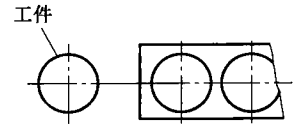
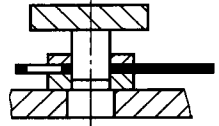
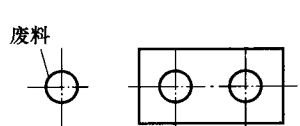
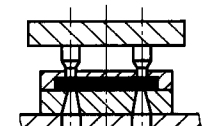
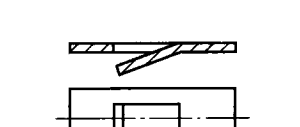
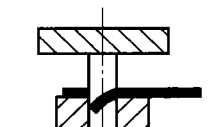
由于冲压件的形状、尺寸和精度要求不同，因此，冷冲压加工的方法是多种多样的。根据材料的变形特点及企业现行的习惯，冷冲压的基本工序可分为分离工序与塑性变形工序两大类。

分离工序是使冲压件与板料沿要求的轮廓线相互分离，并获得一定断面质量的冲压加工方法。

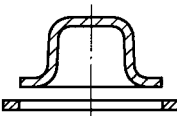
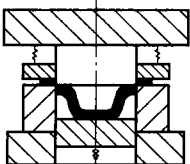
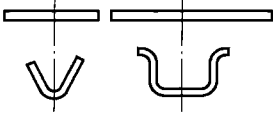
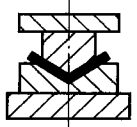
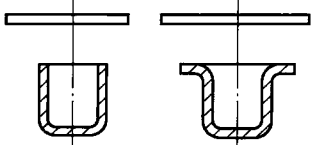
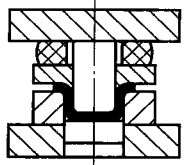

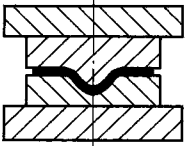
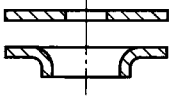
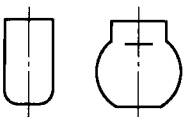
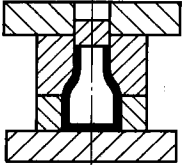
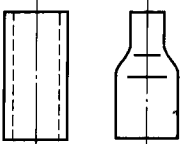
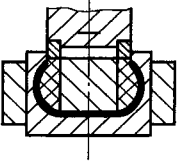
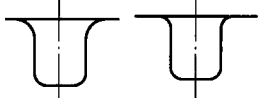
塑性变形工序是使冲压毛坯在不破裂的条件下发生塑性变形，以获得所要求的形状、尺寸的零件的冲压加工方法。

为了提高劳动生产率，常将两个以上的基本工序合并成一个工序，称为复合工序。主要冲压工序的分类见表1-1。

表 1-1 主要冲压工序的分类

类别	工序名称	工序简图	工序特征	模具简图	
分离 工 序	切断		用剪刀或模具切断板料， 切断线不是封闭的		
	冲	落料		用模具沿封闭线冲切板料， 冲下的部分为工件	
		冲孔		用模具沿封闭线冲切板料， 冲下的部分为废料	
	切口		用模具将板料局部切开而 不完全分离，切口部分材料 发生弯曲		

续表

类别	工序名称	工序简图	工序特征	模具简图
分离 工序	切边		用模具将工件边缘多余的材料冲切下来	
	弯曲		用模具使板料弯成一定角度或一定形状	
变 形 工 序	拉深		用模具将板料压成任意形状的空心件	
	起伏 (压肋)		用模具将板料局部拉伸成凸起和凹进形状	
		翻边		用模具将板料上的孔或外缘翻成直壁
	缩口		用模具对空心件口部施加由外向内的径向压力,使局部直径缩小	
	胀形		用模具对空心件加向外的径向力,使局部直径扩张	
整形		将工件不平的表面压平;将原先弯曲或拉深件压成正确形状	同拉深模具	

## 1.3 冷冲压材料

### 1.3.1 对冷冲压材料的基本要求

· 冲压所用的材料，不仅要满足产品设计的技术要求，还应当满足冲压工艺的要求和冲压后的加工要求（如切削加工、电镀、焊接等）。冲压工艺对材料的基本要求主要有：

(1) 对冲压成型性能的要求 对于成型工序，为了有利于冲压变形和制件质量的提高，材料应具有：良好的塑性（均匀伸长率  $\delta_b$  高）、屈强比（ $\sigma_s/\sigma_b$ ）小、板厚方向性系数大、板平面方向性系数小、材料的屈服强度与弹性模量的比值（ $\sigma_s/E$ ）小。不同冲压工序对板材性能的具体要求如表 1-2 所示。

表 1-2 不同冲压工序对板材性能的具体要求

工序名称	性能要求
冲裁	具有足够的塑性，在进行冲裁时板料不开裂；材料的硬度一般应低于冲模工作部分的硬度
弯曲	具有足够的塑性、较低的屈服极限和较高的弹性模量
拉深	高塑性、屈服极限低和板厚方向性系数大，板料的屈强比（ $\sigma_s/\sigma_b$ ）小，板平面方向性系数小

对于分离工序，并不需要材料有很好的塑性，但应具有一定的塑性。塑性越好的材料，越不易分离。

(2) 对材料厚度公差的要求 材料的厚度公差应符合国家规定标准。因为一定的模具间隙适用于一定厚度的材料，材料厚度公差太大，不仅直接影响制件的质量，还可能导致模具和冲床的损坏。

(3) 对表面质量的要求 材料的表面应光洁平整，无分层和机械性质的损伤，无锈斑、氧化皮及其他附着物。表面质量好的材料，冲压时不易破裂，不易擦伤模具，工件表面质量也好。

选择材料时要认真考虑材料供应情况以及经济因素，应最大限度地利用材料的冲压性能。必要时，应修改一些过高的设计要求和工艺要求，或采用代用材料。

### 1.3.2 常用冷冲压材料

冷冲压用材料大部分是各种规格的板料、带料和块料。板料的尺寸较大，一般用于大型零件的冲压。对于中小型零件，多数是将板料剪裁成条料后使用。带料（又称卷料）有各种规格的宽度，展开长度可达几十米，适用于大批量生产的自动送料，材料厚度很小时也可做成带料供应。块料只用于少数钢号和价钱昂贵的有色金属的冲压。

冷冲压常用材料有：

(1) 黑色金属 普通碳素结构钢、优质碳素结构钢、合金结构钢、碳素工具钢、不锈钢、电工硅钢等。

对冷轧钢板，根据国家标准 GB 708—1988 规定，按轧制精度（钢板厚度精度）可分为 A、B 级：

A——较高精度；

B——普通精度。

对厚度 4mm 以下的优质碳素结构钢冷轧薄钢板, 根据 GB 13237—1991 规定, 按钢板表面质量可分为 I、II、III 三组, 按拉深级别又分为 Z、S、P 三级。

- I——高级的精整表面;
- II——较高级的精整表面;
- III——普通的精整表面。
- Z——最深拉深级;
- S——深拉深级;
- P——普通拉深级。

(2) 有色金属 纯铜、黄铜、青铜、铝等。

(3) 非金属材料 纸板、胶木板、橡胶板、塑料板、纤维板和云母等。

在冲压工艺资料和图样上, 对材料的表示方法有特殊的规定。现以优质碳素结构钢冷轧薄板标记为例:

08 钢, 尺寸 1.0mm×1000mm×1500mm, 普通精度, 较高级的精整表面, 深拉深级的冷轧钢板表示为: 钢板

$$\frac{B-1.0 \times 1000 \times 1500-GB 708-1988}{08-II-S-GB 13237-1991}$$

关于材料的牌号、规格和性能, 可查阅有关设计资料 and 标准。

## 1.4 冷冲压设备

用来完成冲压件各种冲压工艺的机床通称为冲压设备或压床。冲压设备与其他机械加工设备相比有以下几个特点: ①在冲压生产中, 制件的成型主要是由模具完成的, 因此冲压设备的工作机构运动仅为简单的往复运动, 这样机床的传动结构大为简化, 且制造容易, 操作简便, 并具有很大的万能性; ②冲压设备工作部分有良好的导向, 故所冲压成的制件精度高, 互换性较好; ③冲压设备的传动系统灵敏可靠, 具有规律的往复运动, 因而易于实现机械化和自动化生产。

冲压设备种类很多, 主要有以下几种:

(1) 机械压力机类 包括曲柄压力机、偏心压力机、拉深压力机、摩擦压力机、粉末制品压力机、模锻精压机、挤压用压力机和专用压力机等。

(2) 液压机类 有冲压液压机、一般用途液压机、弯曲校正压紧用液压机、打包压块用液压机和专门化液压机。

(3) 自动锻压机 如板料自动压力机。

(4) 弯曲校正机、校正弯曲机和板料凸缘折压机等。

### 1.4.1 常用冷冲压设备

#### 1.4.1.1 曲柄压力机

曲柄压力机是主要的冲压设备, 它能进行冲裁、弯曲、拉深和挤压等冲压工艺。曲柄压力机又有曲轴压力机和偏心压力机两种。各种曲柄压力机虽然吨位大小和形状不同, 但是它们的基本结构都由下面三个部分组成, 如图 1-1 所示。

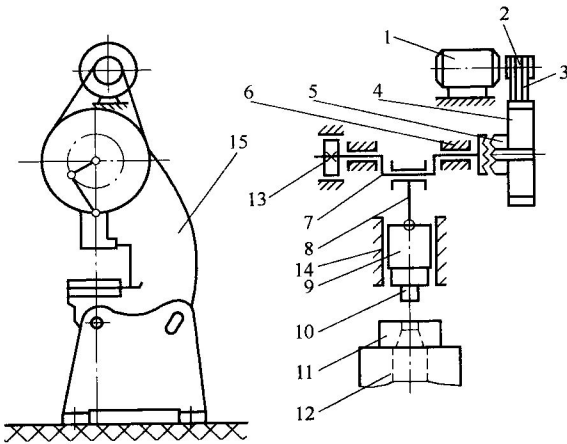


图 1-1 曲柄压力机结构

- 1—电动机 2—皮带轮 3—皮带 4—飞轮 5—离合器  
6—轴承 7—曲轴 8—连杆 9—滑块 10—上模 11—下模  
12—工作台 13—制动器 14—导块 15—床身

飞轮 4 不停地旋转。当踏下脚踏板时，制动器 13 松开，随即离合器 5 接合，将传动系统与工作机构连接起来，曲轴的旋转运动经过连杆 8 带动滑块 9 上下往复运动；松开脚踏板时，离合器 5 脱开，飞轮空转，曲轴被制动器刹住在最高点，滑块即停在上死点位置。

通用曲柄压力机亦称冲床，这种压力机通常只有一个滑块，根据其床身结构不同，可分为开式冲床和闭式冲床。开式冲床的床身前面、左面和右面三个方向是敞开的，因此模具的安装、调整和操作等都很方便，开式冲床吨位较小，大都在 100 吨压力之下，如图 1-2 所示。

(1) 传动系统 由皮带轮、皮带、齿轮及传动轴组成。它的作用是将电动机的能量和运动传递给工作机构。

(2) 工作机构 主要由曲轴、连杆和滑块组成。它的作用是将曲轴的旋转运动变为滑块的往复运动，从而带动上模完成冲压工作。

(3) 床身 是机床传动系统、工作机构等部件安装的基体。床身把压力机所有部分连接成一个整体。

此外，传动系统中还装有离合器和制动器。为了保护人身和机器的安全，压力机还设有人身安全装置和过载保护装置。

压力机的工作过程为：电动机 1 启动后，通过皮带轮、皮带和传动轴带动

离合器 5 接合，将传动系统与工作机构连接起来，曲轴的旋转运动经过连杆 8 带动滑块 9 上下往复运动；松开脚踏板时，离合器 5 脱开，飞轮空转，曲轴被制动器刹住在最高点，滑块即停在上死点位置。

通用曲柄压力机亦称冲床，这种压力机通常只有一个滑块，根据其床身结构不同，可分为开式冲床和闭式冲床。开式冲床的床身前面、左面和右面三个方向是敞开的，因此模具的安装、调整和操作等都很方便，开式冲床吨位较小，大都在 100 吨压力之下，如图 1-2 所示。

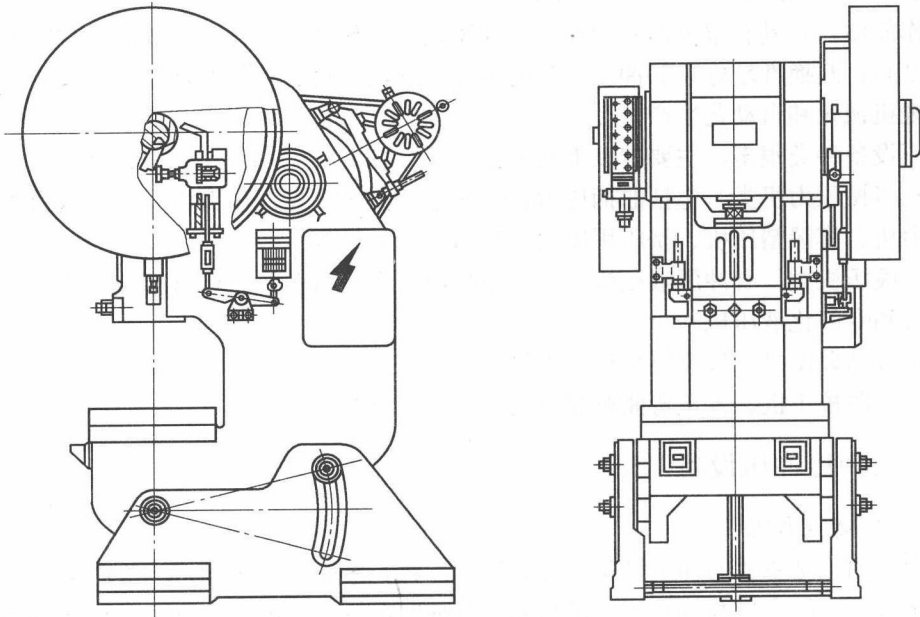


图 1-2 JB23-63 型开式双柱可倾压力机总图

闭式冲床亦称龙门冲床，这种冲床床身为龙门式，刚度大、精度高，一般吨位较大，属于大、中型压力机。

#### 1.4.1.2 摩擦压力机

摩擦压力机是一种螺旋压力机，通过螺杆相对于螺母旋转带动滑块沿导轨作上下往复运动，螺杆的旋转力矩是靠飞轮与摩擦盘之间的摩擦力获得的。摩擦压力机有单盘式、双盘式、三盘式等几种，其中双盘式压力机应用最广泛。图 1-3 为双盘摩擦压力机总图，它由四部分组成：

(1) 传动部分 由皮带、皮带轮、左、右摩擦盘和传动轴组成。

(2) 工作部分 包括飞轮、螺杆、螺母和滑块等。

(3) 床身部件 由床身、上横梁、拉紧螺栓和左右支臂等组成。

(4) 附属装置 有制动装置、缓冲装置、顶料装置和安全装置等。

双盘摩擦压力机的工作过程为：电机启动后，带动传动轴和摩擦盘空转。当按下操纵手柄时，通过杠杆系统将传动轴 9 水平向右拖动，这时左摩擦盘侧面与飞轮 7 外缘接触而产生一个摩擦力矩，使螺杆顺时针转动，带动滑块往下运动；拉起操纵杆时，则滑块便向上运动。

摩擦压力机的特点是：构造简单，价格较便宜，滑块的行程不固定，当工作中超负荷时，仅仅会引起飞轮与摩擦盘之间滑动，而不会折断机件。摩擦压力机既可进行冲裁、弯曲、校平等冲压工艺，还可用来进行锻造工艺，如热模锻和挤压等。

摩擦压力机的缺点是：飞轮轮缘的磨耗很大，滑块行程速度低，故生产效率不高。

#### 1.4.1.3 液压机

液压机是进行拉深、弯曲、成型和挤压等工艺的重要设备。液压机虽有多种规格，但其工作原理是一致的。

液压机的基本工作原理是液体静压力传递原理。图 1-4 为液压机原理图。图中，一端有面积为  $S_1$  的小柱塞，另一端有面积为  $S_2$  的大柱塞，两个柱塞之间以连通管相连，且设有密封装置，使连通管内形成一个密闭的空间，不使液体外泄。这样，若小柱塞上施加一个外力  $F_1$  时，作用在液体上的单位压力为  $p = F_1 / S_1$ ；按照液体静压力传递原理，这个单位压力  $p$  将传递到液体的全部，其数值不变，而方向为垂直物体的表面，故大柱塞上产生的推力  $F_2 = p \cdot S_2$ 。

液压机的结构如图 1-5 所示。各种液压机都由三部分组成。

(1) 本体部分 包括立柱、下横梁、活动横梁、工作缸、顶出器。

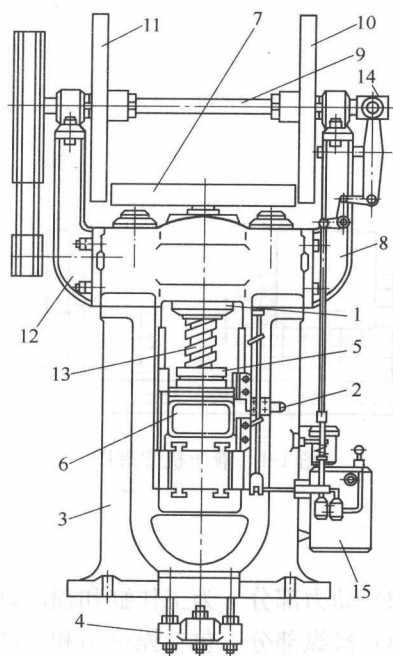


图 1-3 双盘摩擦压力机总图

- 1—缓冲装置 2—安全装置 3—床身 4—顶料装置  
5—制动装置 6—滑块 7—飞轮 8—右支臂 9—传动轴  
10—右摩擦盘 11—左摩擦盘 12—左支臂  
13—螺杆 14—杠杆系统 15—液压装置

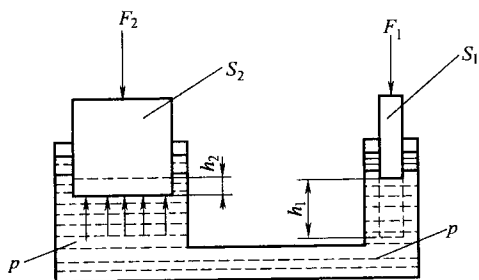


图 1-4 液压机原理图

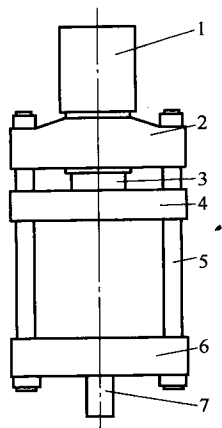


图 1-5 液压机结构图

1—充液罐 2—上梁 3—主缸及活塞 4—活动横梁 5—立柱 6—下梁 7—顶出缸

(2) 动力部分 为工作缸和顶出缸提供高压油的高压泵。

(3) 操纵部分 包括操纵箱和一些操纵阀。通过这些操纵阀来控制 and 分配给各工作油缸高压液体的流量和流动方向，以实现液压机的活动横梁快速下行，并加压、保压、卸压、快速回程、顶出缸活塞顶出和回程等动作。

液压机的特点为：在全行程内都能实现全压和长时间保压；工作速度可调节，如空行程和回程时可快速，合模时慢速，既利于操作，又可提高生产效率；此外，还具有工作平稳、撞击和振动轻、噪声小等优点。

## 1.4.2 冷冲压设备的选用

### 1.4.2.1 冲压设备类型的选择

根据所要完成的冲压工艺的性质，生产批量的大小，冲压件的几何尺寸和精度要求来选择设备的类型。

对于中小型的冲裁件、弯曲件或拉深件的生产，主要应采用开式机械压力机。虽然开式冲床的刚度差，在冲压力的作用下床身的变形会破坏冲裁模的间隙分布，降低模具的寿命或冲裁件的表面质量，可是，由于它提供了极为方便的操作条件和非常容易安装机械化附属装置的特点，使它成为目前中、小型冲压设备的主要形式。

对于大中型冲压件的生产，多采用闭式结构形式的机械压力机，其中有一般用途的通用压力机，也有台面较小而刚度大的专用挤压压力机、精压机等。在大型拉深件的生产中，应尽量选用双动拉深压力机，因其可使所用模具结构简单，调整方便。

在小批量生产中，尤其是大型厚板冲压件的生产多采用液压机。液压机没有固定的行程，不会因为板料厚度变化而超载，而且在需要很大的施力行程加工时，与机械压力机相比具有明显的优点。但是，液压机速度小，生产效率低，而且零件的尺寸精度有时因受到操作因素的影响而不十分稳定。

摩擦压力机具有结构简单、造价低廉、不易发生超负荷损坏等特点，所以在小批量生



产中常用来完成弯曲、成型等冲压工作。但是，摩擦压力机的行程次数较少，生产率低，而且操作也不太方便。

在大批量生产或形状复杂零件的大量生产中，应尽量选用高速压力机或多工位自动压力机。

#### 1.4.2.2 冲压设备规格的确定

在冲压设备的类型选定之后，应该进一步根据冲压件的尺寸、模具的尺寸和冲压力来确定设备的规格。

(1) 所选压力机的公称压力必须大于冲压所需的总冲压力，即

$$P_{\text{压力}} > P_{\text{总}}$$

(2) 压力机的行程大小应适当。由于压力机的行程影响到模具的开模高度，因此对于冲裁、弯曲等模具，其行程不宜过大，以免发生凸模与导板分离（导板模）或滚珠导向装置脱开的不良后果。对于拉深模，压力机的行程至少应大于成品零件高度的两倍以上，以保证毛坯的放进和成型零件的取出。

(3) 所选压力机的闭合高度应与冲模的闭合高度相适应。即满足：冲模的闭合高度介于压力机的最大闭合高度和最小闭合高度之间。

(4) 压力机工作台面的尺寸必须大于模具下模座的外形尺寸，并要留有安装固定的余地。但要避免在过大的工作台面上安装过小尺寸的冲模，因为这样对工作台的受力条件是不利的。

### 思 考 题

1. 冲压成型加工与其他加工方法相比有何特点？
2. 什么是冷冲模？
3. 如何选择冲压设备？
4. 常用的冲压材料有哪些？
5. 常用的冷冲压成型工序有哪些？