

上海普通高校“九五”重点教材

# 冷 冲 模 设 计

上海市教育委员会组编

主编 丁松聚  
协编 伍建国 高鸿庭  
主审 盛善权

机械工业出版社

本书共八章。主要包括冲压工艺的特点；冲压设备；冲压变形的基本概念；冲裁、拉深、成形与冷挤压等基本工序及其模具设计。本书以冲裁与拉深为重点内容，注意阐明基本理论。此外，还选编了各种典型模具结构、必要的技术资料及有关数据，以便加强实用性。

本书为上海普通高校“九五”重点教材。主要供普通高等工科教育机械工程类专业师生使用，同时也可供职工大学、业余大学相关专业师生和有关工厂、科研单位工程技术人员以及自学者参考。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

冷冲模设计/丁松聚主编. —北京: 机械工业出版社,

2001.10

上海普通高校“九五”重点教材

ISBN 7-111-02693-4

I. 冷… II. 丁… III. 冷冲模-设计-高等学校  
-教材 IV. TG385.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 045275 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 王霄飞 版式设计: 张世琴 责任校对: 吴美英  
张绪江

封面设计: 鞠 杨 责任印制: 郭景龙

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2001 年 9 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm<sup>1/16</sup>·16.75 印张·410 千字

0 001—4 100 册

定价: 21.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换  
本社购书热线电话 (010) 68993821、68326677-2527

# 前 言

国民经济的高速发展对模具工业提出了愈来愈高的要求，促使模具技术迅速发展，作为生产各种工业产品和民用产品的重要工艺装备，模具已发展成为一门产业。20世纪80年代以来，中国模具工业的发展十分迅速。近20年来，产值以每年15%左右的速度增长。2000年我国模具工业总产值已达280亿元人民币。在模具工业的总产值中，冲压模具约占50%，塑料模具约占33%，压铸模具约占6%，其它各类模具约占11%。

在冷冲模方面，代表当代模具技术水平的汽车覆盖件模具，我国东风汽车公司模具厂、第一汽车厂模具中心等都能制造。它们在CAD/CAM/CAE的运用、加工工艺手段、冲压件质量及模具性能方面，均已达到或接近国际水平。多工位连续模和多功能模具是我国重点发展的精密、高效模具品种。目前，国内已可制造具有自动冲切、叠压、铆合、计数、分组、转子铁心扭斜和安全保护等功能的铁心精密自动叠片多功能模具。生产电动机定、转子双回转叠片的硬质合金连续模的步距精度可达 $2\mu\text{m}$ ，寿命达到1亿次以上。用于生产集成电路引线框架的20~30工位的连续模，用于生产电子枪零件的硬质合金连续模和生产空调器散热片的连续模也已达到较高的水平。

目前，从事模具技术研究的机构和院校已达30余家。华中科技大学模具技术国家重点实验室、上海交通大学模具CAD国家工程研究中心、北京机电研究所精冲技术国家工程研究中心和郑州工业大学橡塑模具国家工程研究中心等，在模具CAD/CAE/CAM技术、冷冲模和精冲模CAD软件、模具的电加工和数控加工技术、快速成形(RP)和快速制模技术、新型模具材料等方面都取得了显著的进步和多项的成果。

国内相当多的模具企业普及了计算机绘图，应用各种CAD软件进行模具设计。第一汽车厂模具制造有限公司制造的大红旗轿车左/右前翼板拉深模和发动机罩外板拉深模均采用了CAD/CAM/CAE技术及高速铣削加工技术，模具精度高、质量好，基本上达到国际水平。

为了适应模具工业的大发展，目前国内许多大学开设了塑性成形、模具，(其中包括冷冲模设计)等课程。本教材前身1990年曾在高校内部出版发行使用，经修订完善后，1994年由机械工业出版社出版(第1版)。

本书的主要内容为冲裁、弯曲、拉深等基本冲压工艺及其模具设计。对于冲压变形的基本概念、冲压设备、冲压常用材料以及其它冲压工艺及其模具也作了概要的介绍。

本课程的教学目的是使学生在了解冲压工艺基本知识的基础上掌握模具设计的一般步骤与方法，能够设计一般的冲压模具。本书还选编了各种典型模具结构和必要的技术资料及有关数据，以供读者使用和参考。本课程以冲裁、弯曲、拉深为基本内容，又以冲裁与拉深为重点内容。

由于本教材简明扼要，图文并茂，理论联系实际，好教好用，应用性强，能指导生产，因此在1996年荣获机械工业部第三届高等学校机电类优秀教材二等奖。经过6年使用，多次印刷后，于今年着手修订。这次修订增加了多工位连续模设计、精冲、高速冲床和数控冲床的

内容；改正了原教材文字和插图中的错误和瑕疵，将文字写得更精练，对插图也作了部分修改。

本书由上海理工大学丁松聚主编，由沙洲工学院伍建国和上海电机技术高等专科学校高鸿庭协编。书稿特邀盛善权教授主审。

全书共分八章。第三、四、五（第九节）、六、七章由丁松聚编写；第一、五（第一至八节）、八章由伍建国编写；第二章由高鸿庭编写。由上海理工大学楼晓年为全书进行计算机文字处理及插图绘制的有关工作。

由于编者的水平有限，书中不当或错误之处恳请读者批评指正。

编者

2001年3月

# 目 录

## 前言

## 第一章 冲压加工概述与冲压设备 ..... 1

### 第一节 冲压加工概述 ..... 1

#### 一、冷冲压概念 ..... 1

#### 二、冷冲压工序的分类 ..... 1

#### 三、冲压工艺的特点及其应用 ..... 3

### 第二节 冷冲压设备 ..... 4

#### 一、曲柄压力机 ..... 4

#### 二、高速压力机 ..... 12

#### 三、数控冲模回转头压力机 ..... 15

## 第二章 冲压变形的基本概念 ..... 17

### 第一节 金属塑性变形概述 ..... 17

### 第二节 影响塑性及变形抗力的

#### 主要因素 ..... 18

#### 一、塑性与变形抗力的概念 ..... 18

#### 二、金属成分与组织对塑性变形的影响 ..... 19

#### 三、变形温度对塑性变形的影响 ..... 19

#### 四、变形速度对塑性变形的影响 ..... 20

#### 五、应力、应变状态及其对塑性变形的影响 ..... 21

### 第三节 超塑性成形简介 ..... 24

### 第四节 金属塑性变形的力学

#### 条件 ..... 25

#### 一、真实应力-应变曲线（硬化曲线） ..... 25

#### 二、屈服条件 ..... 28

#### 三、塑性变形时的应力、应变关系 ..... 29

### 第五节 冲压成形中的变形趋向性及其控制 ..... 32

### 第六节 冷冲压材料及其冲压成形

#### 性能 ..... 34

#### 一、板料的冲压成形性能和试验方法 ..... 34

#### 二、冷冲压常用材料 ..... 37

## 第三章 冲裁工艺 ..... 40

### 第一节 冲裁过程分析 ..... 40

#### 一、弹性变形阶段 ..... 41

#### 二、塑性变形阶段 ..... 41

#### 三、剪裂阶段 ..... 41

### 第二节 冲裁件的质量分析 ..... 42

#### 一、尺寸精度 ..... 42

#### 二、断面质量 ..... 43

#### 三、毛刺 ..... 43

### 第三节 冲裁间隙 ..... 44

### 第四节 凸模和凹模工作部分尺

#### 寸的计算 ..... 47

#### 一、尺寸计算的原则 ..... 47

#### 二、凸模和凹模分别加工时的尺寸的计算 ..... 48

#### 三、凸模和凹模单配加工时的尺寸的计算 ..... 50

#### 四、用单配加工法时，凸模和凹模间的尺寸换算 ..... 51

### 第五节 冲裁力 ..... 54

#### 一、冲裁力的计算 ..... 54

#### 二、降低冲裁力的措施 ..... 54

#### 三、卸料力、推件力和顶件力 ..... 56

#### 四、压力机所需总冲压力的计算 ..... 57

### 第六节 冲裁工件的排样 ..... 57

#### 一、排样原则 ..... 57

#### 二、排样方法 ..... 58

#### 三、搭边 ..... 60

#### 四、送料步距与条料宽度的计算 ..... 61

#### 五、排样图 ..... 63

## 第四章 冲裁模的结构与设计 ..... 65

### 第一节 冲裁模的分类 ..... 65

### 第二节 单工序冲裁模的典型

#### 结构 ..... 65

#### 一、无导向的开放式简单冲裁模 ..... 65

#### 二、导板式落料模 ..... 66

#### 三、导柱式落料模 ..... 68

#### 四、拼块式落料模 ..... 69

五、冲孔模 .....	70	三、弯曲变形时的应力、应变状态 分析 .....	120
六、厚料冲孔小孔模具 .....	73	第二节 弯曲件的质量分析 .....	121
第三节 连续冲裁模的典型结构 .....	77	一、弯裂与最小相对弯曲半径的 控制 .....	121
一、用导正销定距的连续模 .....	77	二、弯曲时的回弹 .....	123
二、用侧刃定距的连续模 .....	80	三、弯曲时的偏移 .....	128
三、无废料、少废料连续冲裁模 .....	82	第三节 弯曲件的结构工艺性 .....	129
第四节 复合冲裁模的典型结构 .....	83	一、最小弯曲半径 .....	129
一、倒装复合模 .....	83	二、弯曲件孔边距 .....	129
二、正装复合模 .....	84	三、弯曲件的直边高度 .....	130
三、倒、正装复合模的比较 .....	85	四、增添工艺孔、槽或缺口 .....	130
四、同时冲三个垫圈的复合模 .....	85	五、加添连接带 .....	130
第五节 其它冲裁模 .....	86	六、切口弯曲件的形状 .....	130
一、硬质合金冲裁模 .....	86	七、弯曲件的尺寸公差 .....	131
二、非金属材料的冲裁 .....	90	第四节 弯曲件毛坯展开尺寸的 计算 .....	131
第六节 精冲 .....	91	一、弯曲中性层位置的确定 .....	131
一、精冲方法及原理 .....	91	二、弯曲件毛坯展开长度计算 .....	132
二、精冲过程 .....	91	第五节 弯曲力的计算 .....	133
三、被精冲的材料与精冲工艺特点 .....	92	一、自由弯曲时的弯曲力 .....	133
四、精冲模具 .....	93	二、校正弯曲时的弯曲力 .....	133
五、精冲用的压力机 .....	94	三、压弯时的顶件力和卸料力 .....	133
六、其它提高冲裁件质量的方法 .....	94	四、弯曲时压力机吨位的确定 .....	133
第七节 冲裁模主要零部件的结构 分析与标准的选用 .....	97	第六节 弯曲模工作部分结构参数 的确定 .....	134
一、模具零件的分类 .....	97	一、弯曲凸模的圆角半径 .....	134
二、模具的标准化 .....	98	二、弯曲凹模的圆角半径及其工作部 分的深度 .....	134
三、工作零件 .....	98	三、弯曲凸模和凹模之间的间隙 .....	135
四、定位零件 .....	102	四、弯曲凸模和凹模宽度尺寸的 计算 .....	135
五、卸料与推件零件 .....	105	第七节 弯曲件的工序安排 .....	136
六、模架 .....	110	第八节 弯曲模的典型结构 .....	137
七、冲模零件的材料 .....	112	一、V形件弯曲模 .....	137
第八节 冲裁模设计要点 .....	113	二、U形件弯曲模 .....	138
一、冲裁模设计的一般步骤 .....	113	三、四角形件弯曲模 .....	139
二、冲裁件的工艺性分析 .....	113	四、圆形件弯曲模 .....	140
三、冲裁工艺方案的确定 .....	114	五、其它形状零件弯曲模 .....	141
四、选择模具的结构型式 .....	116	第九节 连续弯曲模 .....	145
五、模具压力中心的计算 .....	116	一、典型结构举例 .....	145
六、模具的闭合高度，冲模与压力机 的关系 .....	118	二、多工位连续模的排样设计 .....	145
第五章 弯曲工艺与弯曲模具 .....	119		
第一节 弯曲变形分析 .....	119		
一、弯曲变形过程 .....	119		
二、弯曲变形的特点 .....	119		

三、条料的正常送进及送料精度 .....	151	第七节 其它形状零件的拉深	
四、步距精度确定 .....	152	特点 .....	189
五、多工位连续模的自动检测保护		一、带凸缘筒形件的拉深特点 .....	189
装置 .....	152	二、阶梯形零件的拉深特点 .....	195
第六章 拉深工艺与拉深模具 .....	155	三、曲面形状零件、锥形零件的拉深	
第一节 拉深过程分析 .....	155	特点 .....	195
一、拉深变形过程 .....	155	四、盒形零件的拉深特点 .....	198
二、拉深过程中毛坯各部分的应力、应变		五、非旋转体曲面形状零件的拉深	
状态分析 .....	157	特点 .....	206
三、拉深变形的力学分析 .....	158	第七章 其它冲压方法及其模具 .....	210
四、拉深时的主要质量问题——起皱与		第一节 成形工艺及其模具 .....	210
拉裂 .....	159	一、校形 .....	210
第二节 筒形件拉深的工艺计算 .....	161	二、翻边 .....	212
一、旋转体拉深件毛坯尺寸的计算 .....	161	三、缩口 .....	217
二、拉深系数 .....	167	四、胀形 .....	220
三、拉深次数的确定 .....	170	五、起伏成形 .....	222
四、筒形件各次拉深件的半成品尺寸		第二节 冷挤压 .....	224
计算 .....	171	一、冷挤压概述 .....	224
第三节 筒形件在以后各次拉深时的		二、冷挤压的变形程度 .....	226
特点及其方法 .....	174	三、冷挤压力 .....	229
一、以后各次拉深的特点 .....	174	四、冷挤压模具 .....	236
二、以后各次拉深的方法 .....	174	第三节 小批量多品种生产用	
第四节 拉深力与压边力的计算 .....	175	模具 .....	240
一、拉深力计算 .....	175	一、组合冲模 .....	240
二、压边力计算 .....	175	二、聚氨酯橡胶模 .....	241
三、拉深时压力机吨位选择 .....	176	三、低熔点合金模 .....	243
四、拉深功与功率计算 .....	177	四、锌基合金冲模 .....	245
第五节 拉深模工作部分结构参数		第八章 冷冲压工艺规程的编制 .....	246
的确定 .....	177	第一节 冷冲压工艺规程编制的	
一、拉深凹模和凸模的圆角半径 .....	177	一般步骤 .....	246
二、拉深模的间隙 $Z$ .....	178	一、分析冲压件的冲压工艺性 .....	246
三、拉深凸模和凹模工作部分的尺寸及		二、分析、比较和确定工艺方案 .....	246
其制造公差 .....	179	三、选择冲模类型及结构形式 .....	249
四、拉深凸模和凹模的结构 .....	180	四、选择冲压设备 .....	249
第六节 拉深模的典型结构 .....	181	五、编写工艺文件和设计计算	
一、首次拉深模 .....	181	说明书 .....	249
二、以后各次拉深模 .....	184	第二节 冷冲压工艺规程编制	
三、落料拉深复合模 .....	184	实例 .....	249
四、带料连续拉深的特点及其		参考文献 .....	258
模具 .....	187		

# 第一章 冲压加工概述与冲压设备

## 第一节 冲压加工概述

### 一、冷冲压概念

冷冲压是在常温下利用冲模在压力机上对材料施加压力，使其产生分离或变形，从而获得一定形状、尺寸和性能的零件的加工方法。它是压力加工方法的一种，是机械制造中先进的加工方法之一。

在冷冲压加工中，冷冲模就是冲压加工所用的工艺装备。没有先进的冷冲模，先进的冲压工艺就无法实现。

### 二、冷冲压工序的分类

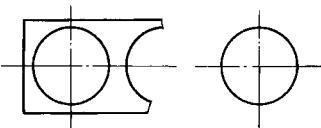
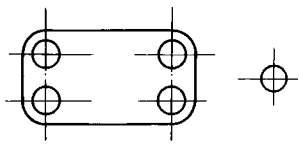
由于冷冲压加工的零件形状、尺寸、精度要求、批量大小、原材料性能等不同，其冲压方法多种多样，但概括起来可分为分离工序和变形工序两大类。分离工序是将冲压件或毛坯沿一定的轮廓相互分离；变形工序是在材料不产生破坏的前提下使毛坯发生塑性变形，形成所需要的形状及尺寸的制件。



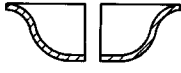


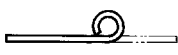

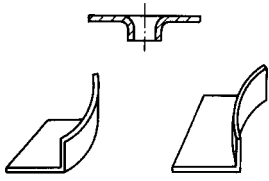

冷冲压可分为五个基本工序：

- (1) 冲裁 使板料实现分离的冲压工序。
- (2) 弯曲 将金属材料沿弯曲线弯成一定的角度和形状的冲压工序。
- (3) 拉深 将平板料变成各种开口空心件，或者把空心件的尺寸作进一步改变的冲压工序。
- (4) 成形 用各种不同性质的局部变形来改变毛坯或冲压件形状的冲压工序。
- (5) 立体压制（体积冲压） 将金属材料体积重新分布的冲压工序。

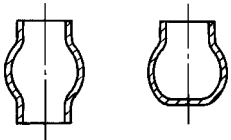
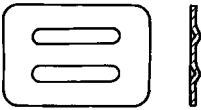
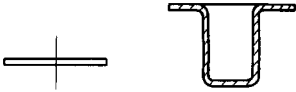
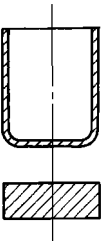
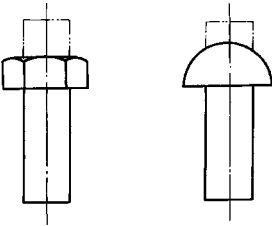
每一种基本工序又有多种不同的加工方法，以满足各种冲压加工的要求（表 1-1）。

表 1-1 冷冲压工序的分类

类别	组别	工序名称	工 序 简 图	特 点
分 离 工 序	冲 裁	落料		将板料沿封闭轮廓分离，切下部分是工件
		冲孔		将板料沿封闭轮廓分离，切下部分是废料

类别	组别	工序名称	工 序 简 图	特 点
分 离 工 序	冲 裁	切断		将板料沿不封闭的轮廓分离
		切边		将工件边缘的多余材料冲切下来
		剖切		将冲压成形的半成品切开成为两个或数个工件
		切舌		沿不封闭轮廓, 将部分板料切开并使其下弯
变 形	弯 曲	压弯		将材料沿弯曲曲线弯成各种角度和形状
		卷边		将条料端部弯曲成接近封闭的圆筒形
工 序	成 形	拉深		将板料毛坯冲制成各种开口的空心件
		翻边		将工件的孔边缘或工件的外缘翻成竖立的边
		缩口		使空心件或管状毛坯的径向尺寸缩小

(续)

类别	组别	工序名称	工 序 简 图	特 点
变 形 工 序	成 形	胀 形		使空心件或管状毛坯向外扩张, 胀出所需的凸起曲面
		起伏成形		在板料或工件的表面上制成各种形状的凸起或凹陷
		校 形		将翘曲的平板件压平或将成为形件不准确的地方压成准确形状
	立 体 压 制	冷挤压		使金属沿凸、凹模间隙或凹模模口流动, 从而使原毛坯转变为薄壁空心件或横断面不等的半成品
顶 墩			将杆状坯料局部墩粗	

### 三、冲压工艺的特点及其应用

冷冲压工艺与其它加工方法相比, 有以下特点:

1) 用冷冲压加工方法可以得到形状复杂、用其它加工方法难以加工的工件, 如薄壳零件等。冷冲压件的尺寸精度是由模具保证的, 因此, 尺寸稳定, 互换性好。

2) 材料利用率高、工件重量轻、刚性好、强度高、冲压过程耗能少。因此, 工件的成本较低。

3) 操作简单、劳动强度低、易于实现机械化和自动化、生产率高。

4) 冲压加工中所用的模具结构一般比较复杂,生产周期较长、成本较高。因此,在单件、小批量生产中采用冲压工艺受到一定限制。冲压工艺多用于成批、大量生产。近年来发展的简易冲模、组合冲模、锌基合金冲模等为单件、小批量生产采用冲压工艺创造了条件。

由于冷冲压有许多突出的优点,因此,在机械制造、电子、电器等各行各业中,都得到了广泛的应用。大到汽车的覆盖件,小到钟表及仪器、仪表元件,大多是由冷冲压方法制成的。目前,采用冷冲压工艺所获得的冲压制品,在现代汽车、拖拉机、电机、电器、仪器、仪表及各种电子产品和人们日常生活中,都占有十分重要的地位。据粗略统计,在汽车制造业中有60%~70%的零件是采用冲压工艺制成的,冷冲压生产所占的劳动量为整个汽车工业劳动量的25%~30%。在机电及仪器、仪表生产中有60%~70%的零件是采用冷冲压工艺来完成的。在电子产品中,冲压件的数量约占零件总数的85%以上。在飞机、导弹、各种枪弹与炮弹的生产中冲压件所占的比例也相当大。人们日常生活中用的金属制品,冲压件所占的比例更大,如铝锅、不锈钢餐具、搪瓷盆等都是冷冲压制品。占世界钢产量60%~70%以上的板材、管材及其它型材,其中大部分是经过冲压制成成品的。在许多先进的工业国家里,冲压生产和模具工业得到高度的重视,例如美国和日本,模具工业的产值已超过机床工业,模具工业成为重要的产业部门,而冲压生产则成为生产优质先进机电产品的重要手段。

## 第二节 冷冲压设备

在冷冲压生产中,为了适应不同的冲压工作需要,采用各种不同类型的压力机。压力机的类型很多,按传动方式的不同,主要可分为机械压力机和液压压力机两大类。其中机械压力机在冷冲压生产中应用最广泛。随着现代冲压技术的发展,高速压力机、数控回转头压力机等也日益得到广泛地应用。

一般冲压车间常用的机械式压力机有曲柄压力机与摩擦压力机等,又以曲柄压力机为最常用。

### 一、曲柄压力机

#### 1. 曲柄压力机的基本组成

图1-1所示为曲柄压力机结构简图。曲柄压力机由下列几部分组成:

(1) 床身 床身是压力机的骨架,承受全部冲击力,并将压力机所有的零、部件连接起来,保证全机所要求的精度、强度和刚度。床身上固定有工作台1,用于安装冲模的下模。

(2) 工作机构 即为曲柄连杆机构,由曲轴9、连杆10和滑块11组成。电动机5通过V形带把能量传给带轮4,通过传动轴经小齿轮6、大齿轮7传给曲轴9,并经连杆10把曲轴9的旋转运动变成滑块11的往复运动。冲模的上模就固定在滑块上。带轮4兼起飞轮作用,使压力机在整个工作周期里负荷均匀,能量得以充分利用。

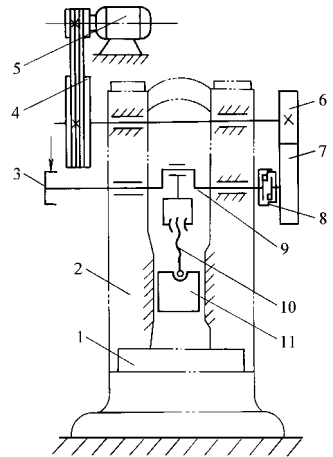


图 1-1 曲柄压力机简图

1—工作台 2—床身 3—制动器 4—带轮 5—电动机 6、7—齿轮 8—离合器 9—曲轴 10—连杆 11—滑块

(3) 操纵系统 由制动器 3、离合器 8 等组成。离合器是用来启动和停止压力机动作的机构。制动器是在当离合器分离时，使滑块停止在所需的位置上。离合器的离、合，即压力机的开、停是通过操纵机构控制的。

(4) 传动系统 包括带轮传动、齿轮传动等机构。

(5) 能源系统 电动机、飞轮（带轮 4）。

曲柄压力机除了上述基本部分外，还有多种辅助装置，如：润滑系统、保险装置、记数装置及气垫等。

## 2. 曲柄压力机的主要结构类型

(1) 按床身结构分 可分为开式压力机和闭式压力机两种。如图 1-2 所示为开式压力机，图 1-3 所示为闭式压力机。

开式压力机床身前面、左面和右面三个方向是敞开的，操作和安装模具都很方便，便于自动送料。但由于床身呈 C 字形，刚性较差。当冲压力较大时，床身易变形，影响模具寿命，因此只适用于中、小型压力机。闭式压力机的床身两侧封闭，只能前后送料，操作不如开式的方便，但机床刚性好，能承受较大的压力，适用于一般要求的大、中型压力机和精度要求较高的轻型压力机。

(2) 按连杆的数目分 可分为单点、双点和四点压力机。单点压力机有一个连杆（图 1-1），双点和四点压力机分别有两个和四个连杆。图 1-4 所示为闭式双点压力机。

(3) 按滑块行程是否可调分 可分为偏心压力机（图 1-5）和曲轴压力机（图 1-1）两大类。曲轴压力机的滑块行程不能调整，偏心压力机的滑块行程是可调的。

曲轴压力机的特点是压力机的行程较大，它们的行程等于曲轴偏心半径的两倍，行程不能调节。但是，由于曲轴在压力机上由两个或多个对称轴承支持着，压力机所受负荷较均匀，故可制造大行程和大吨位压力机。

偏心压力机和曲轴压力机的原理基本相同。其主要区别是主轴的结构不同，偏心压力机的主轴为偏心轴；曲轴压力机的主轴为曲轴。偏心压力机的电动机 10，通过带轮 9、离合器 8 带动偏心主轴 7 旋转。利用偏心主轴前端的偏心部分，通过偏心套 5 使连杆 4 带动滑块 3 作往复运动进行冲压工作。6 为制动器，脚踏板 1 和操纵杆 12 控制离合器的打开或闭合。

偏心压力机的主要特点是行程不大，但可适当调节。其调节原理如图 1-6 所示。偏心主轴 5（即图 1-5 中的 7）的前端为偏心部分，其上套有偏心套 3（图 1-5 中的 5）。偏心套与接合套 2 由端齿啮合，并由螺母 1 锁紧。接合套 2 与偏心主轴 5 以键相连接（图中未表示）。连杆 4 自由地套在偏心套上。这样，主轴作旋转运动将带动偏心套的中心  $M$  沿主轴中心  $O$  作圆周运动，从而使连杆和滑块作上下往复运动。其行程长度为  $2\overline{OM}$ 。松开螺母 1，使接合套的端齿脱开，转动偏心套，从而调节偏心套中心  $M$  到主轴中心  $O$  的距离，即可在一定范围内进行

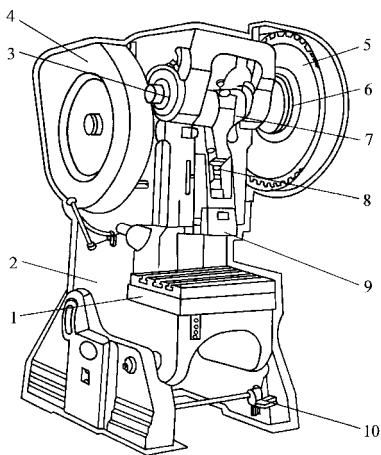


图 1-2 开式压力机

- 1—工作台 2—床身 3—制动器 4—安全罩  
5—齿轮 6—离合器 7—曲轴 8—连杆  
9—滑块 10—脚踏操纵器

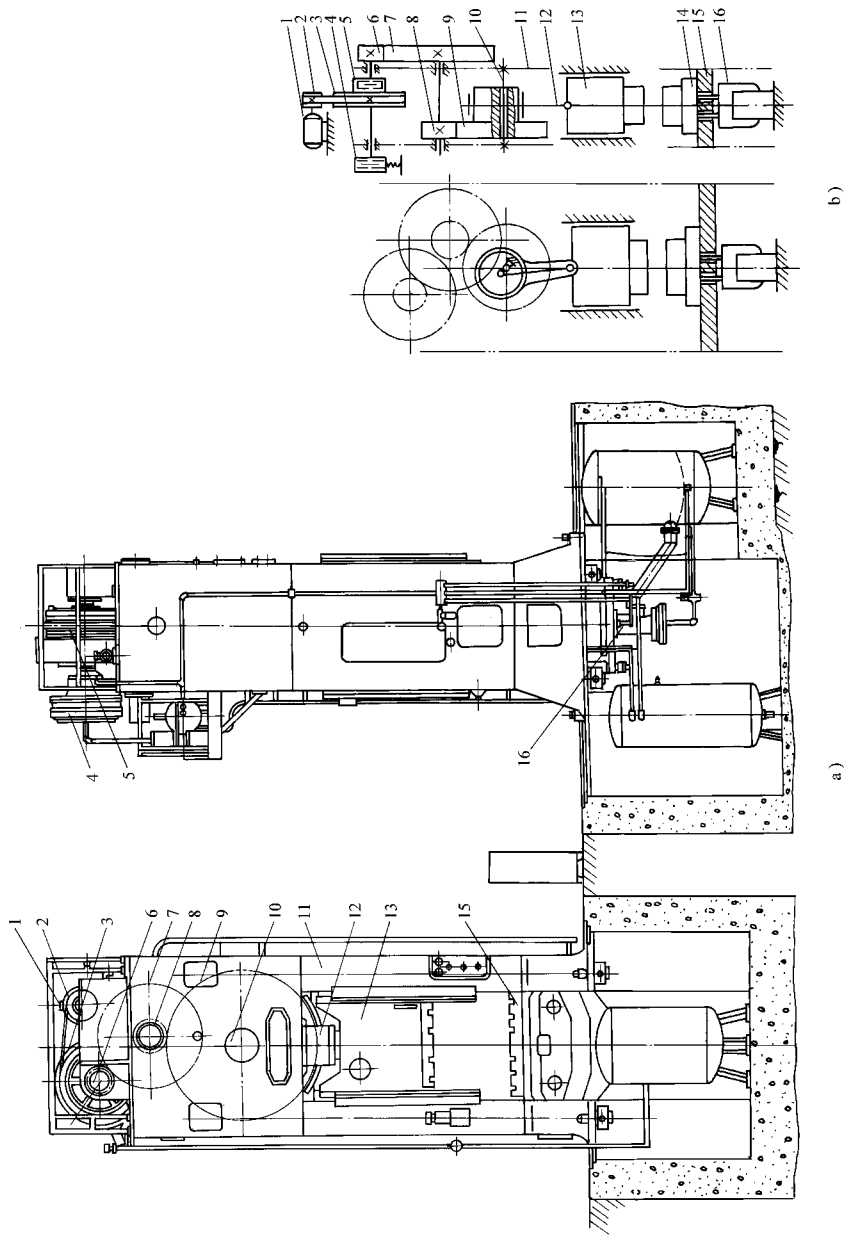


图 1-3 闭式压力机

a) 外形图 b) 传动示意

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—带偏心轴颈的大齿轮 10—轴  
11—床身 12—连杆 13—滑块 14—垫板 15—工作台 16—液气垫

滑块行程的调节。如图 1-7 为偏心压力机滑块行程的调整状态图。由图可见，当  $\overline{AM}$  与  $\overline{AO}$  之间夹角  $\alpha=0^\circ$  时，为最小行程，其值为  $2(\overline{AO}-\overline{AM})$ ，如图 a 所示；当  $\overline{AM}$  与  $\overline{AO}$  之间夹角  $\alpha=180^\circ$  时，为最大行程，其值为  $2(\overline{AO}+\overline{AM})$ ，如图 c 所示；而图 b 则为一般情况，行程的调节范围为  $2\overline{AM}$ 。

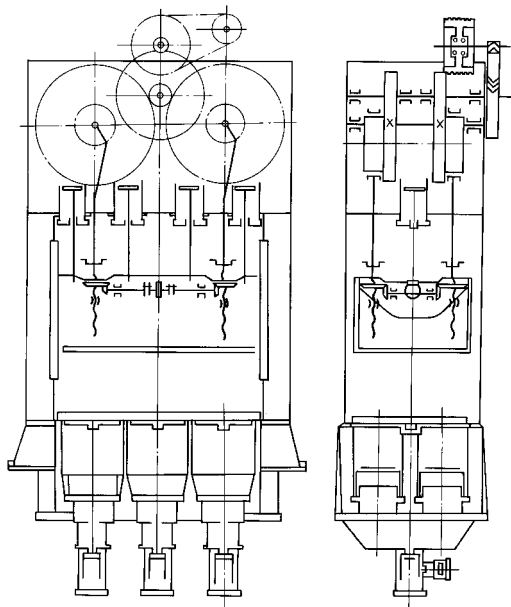


图 1-4 闭式双点压力机原理图

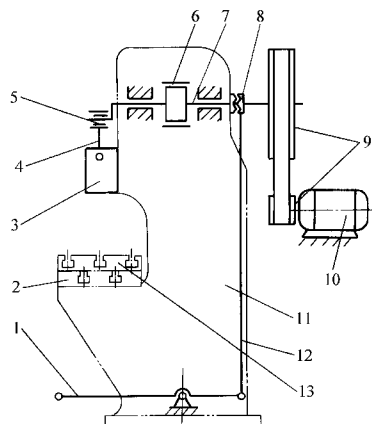


图 1-5 偏心压力机结构简图

- 1—脚踏板 2—工作台 3—滑块 4—连  
杆 5—偏心套 6—制动器 7—偏心主  
轴 8—离合器 9—带轮 10—电动机  
11—床身 12—操纵杆 13—工作台垫板

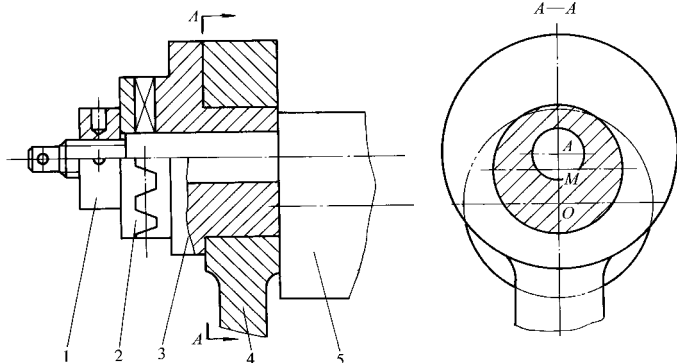


图 1-6 偏心压力机行程调节机构

- 1—螺母 2—接合套 3—偏心套 4—连杆 5—偏心主轴

(4) 按滑块数目分 可分为单动压力机、双动压力机和三动压力机等三种。图 1-1 及图 1-5 所示的压力机都只有一个滑块，均为单动压力机。双动及三动压力机一般用于复杂工件的拉深。图 1-8 所示为一双动压力机的结构简图。这种压力机可用于较大、较高工件的拉深。压力机的工作部分由拉深滑块 1、压边滑块 3、工作台 4 三部分组成。拉深滑块由主轴上的齿轮及

其偏心销通过连杆 2 带动。工作台 4 由凸轮 5 传动，压边滑块在工作时是不动的。工作时，凸模固定在拉深滑块上，压边圈固定在压边滑块 3 上，而凹模则固定在工作台上。工作开始时，工作台在凸轮 5 的作用下上升，将坯料压紧，并停留在此位置。这时，固定在拉深滑块上的拉深凸模开始对坯料进行拉深，直至拉深滑块下降到拉深结束位置。拉完后拉深滑块先上升，然后工作台下落，完成冲压工作。这种双动压力机是通过拉深滑块和工作台的移动来实现双动的。

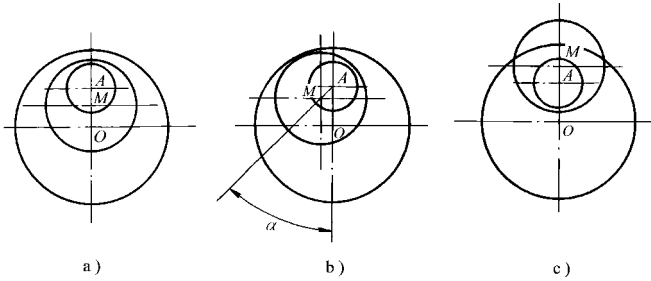


图 1-7 偏心压力机滑块行程调整状态图

O—偏心主轴的中心 A—偏心主轴偏心部分中心 M—偏心套中心

(5) 按传动方式分 压力机的传动系统可置于工作台之上（图 1-1 及图 1-5），也可置于工作台之下（图 1-8）。前者称为上传动，后者称为下传动。下传动的压力机重心低、运动平稳，能减少振动和噪声，床身受力情况也得到改善。但压力机平面尺寸较大，总高度和上传动差不多，故重量大、造价高。且传动部分的修理也不方便，故现有通用压力机一般均采用上传动。

(6) 按工作台结构分 开式压力机按其工作台结构，可分为可倾式、固定式和升降台式三种，如图 1-9 所示。现在最为常用的是固定式。

### 3. 压力机连杆与滑块的结构及其调整

压力机连杆一端与曲轴相连，另一端与滑块相连。为了适应不同高度的模具，压力机的装模高度必须能够调节。图 1-10 所示的压力机曲柄滑块机构采用调节连杆的长度来达到以调节装模高度的目的，即连杆不是一个整体，而是由连杆体 1 和调节螺杆 6 所组成。在调节螺杆 6 的中部有一段六方部分（见图 1-10 中的 A-A 截面）。松开锁紧螺钉 9，用扳手扳动中部带六方的调节螺杆 6，即可调节连杆的长度。较大的压力机是通过电动机、齿轮或蜗轮机构来调节螺杆的。

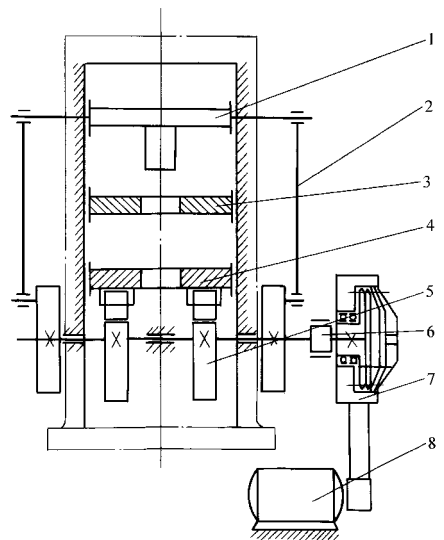


图 1-8 双动压力机结构示意图

1—拉深滑块 2—连杆 3—压边滑块 4—工作台  
5—凸轮 6—制动器 7—离合器 8—电动机

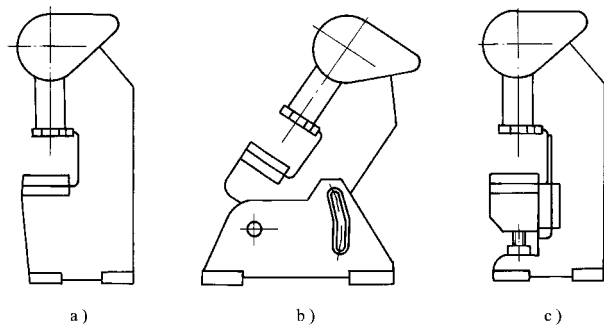


图 1-9 开式压力机的工作台型式  
a) 固定式 b) 可倾式 c) 升降台式

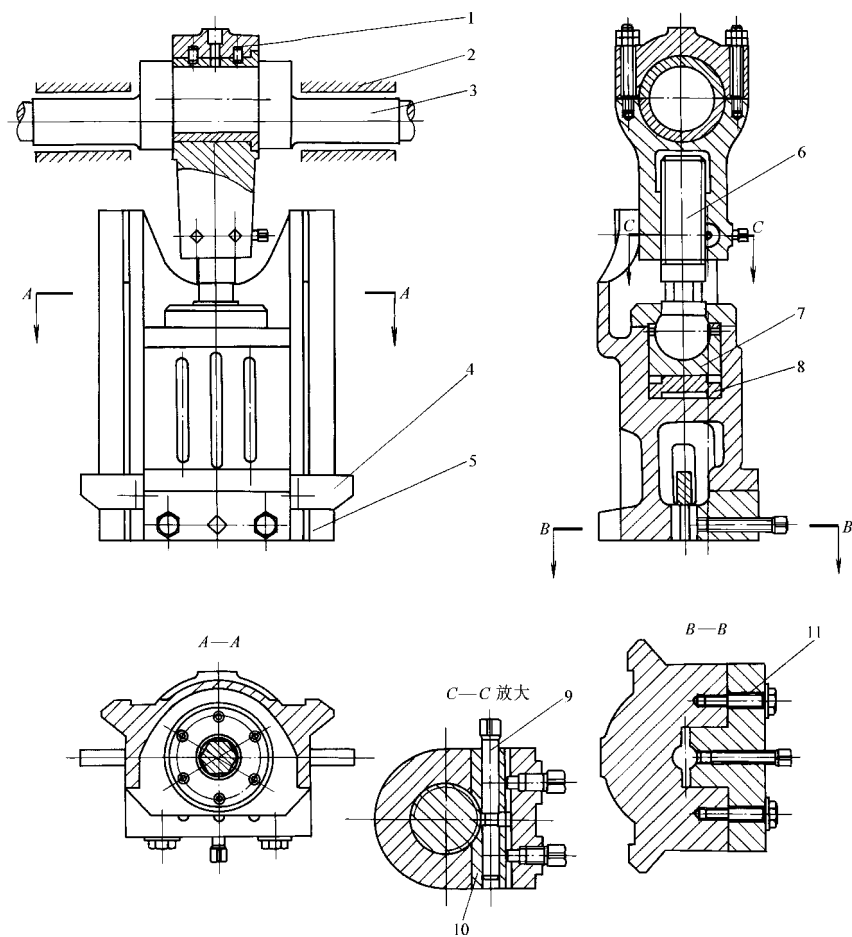


图 1-10 JB23—63 压力机的曲柄滑块机构

1—连杆体 2—轴瓦 3—曲轴 4—横杆 5—滑块 6—调节螺杆 7—支承座 8—保险块  
9—锁紧螺钉 10—锁紧块 11—模柄夹持块

滑块的结构也反映在图 1-10 中。在滑块中装有支承座 7，并与调节螺杆 6 的球头相接。为了防止压力机超载，在滑块中的球形支承座下面装有保险块 8。保险块的抗压强度是经过理论计算与实际试验来决定的。当压力机负荷超过公称压力时，保险块被破坏，而压力机不受损坏。也有的压力机采用液压过载保护装置来防止压力机负荷超载，使用更为方便。

在冲压工作中，为了从上模中打下工件或废料，压力机的滑块中装有打料装置，如图 1-11 所示，在滑块的矩形横向孔中，放有横杆 1（图 1-10 中的 4）。当滑块回程，横杆与床身上的制动螺钉 6 相碰时，即可通过上模中的推杆 2 将工件或废料 5 从模具中推出。调节制动螺钉，便可控制打料行程。

#### 4. 压力机的主要技术参数

压力机的主要技术参数是反映一台压力机的工艺能力、所能加工零件的尺寸范围以及生产率等的指标，也是模具设计中选择冲压设备、确定模具结构的重要依据。

(1) 标称压力 压力机滑块下压时的冲击力就是压力机的压力。

由曲柄连杆机构的工作原理可知，压力机滑块的压力在整个行程中不是一个常数，而是随曲轴转角的变化而不断变化的。图 1-12 所示为压力机的许用压力曲线。图中  $H$  为滑块行程， $h_a$  为滑块离下止点的距离， $F_{\max}$  为压力机的最大许用压力， $F$  为滑块在某位置时所允许的最大工作压力， $\alpha_a$  为曲柄离下止点的夹角。从曲线中可以看出，当曲轴转到离下止点转角约等于  $20^\circ \sim 30^\circ$  处一直到转至下止点位置的转角范围内，压力机的许用压力达到最大值  $F_{\max}$ 。标称压力是指压力机曲柄旋转到离下止点前某一特定角度（称为标称压力角，约等于  $20^\circ \sim 30^\circ$ ）时，滑块上所容许的最大工作压力，图中还列出了压力角所对应的滑块位移点，它是表示压力机规格的主参数。我国的压力机公称压力已经系列化了。例如 63kN、100kN、160kN、250kN、400kN、630kN、800kN、1000kN、1250kN、1600kN…。标称压力必须大于冲压工艺所需的冲击力。

(2) 滑块行程 滑块行程是指滑块从上止点到下止点所经过的距离。对于曲柄压力机，其值即为曲柄半径的两倍。

(3) 滑块每分钟行程次数 它是指滑块每分钟往复的次数。滑块每分钟行程次数的多少，关系到生产率的高低。一般压力机行程次数都是固定的，高速压力机的滑块行程则是可调的。

(4) 压力机的装模高度 压力机的装模高度是指滑块在下止点时，滑块底平面到工作台上的垫板上平面之间的高度。调节压力机连杆的长度，可以调节装模高度的大小。模具的闭合高度应在压力机的最大与最小装模高度之间。

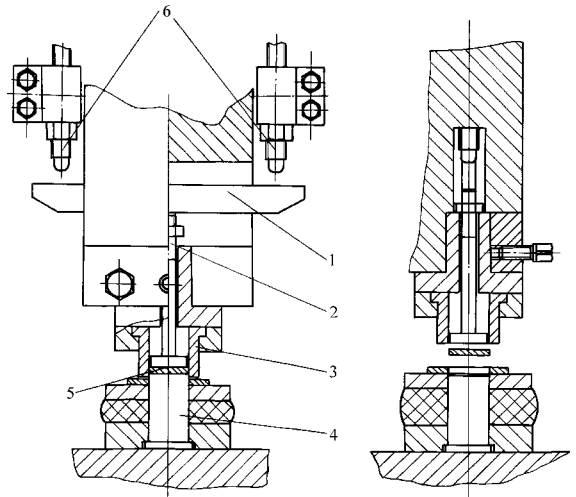


图 1-11 打料装置

1—横杆 2—推杆 3—凹模 4—凸模 5—工件或废料  
6—制动螺钉