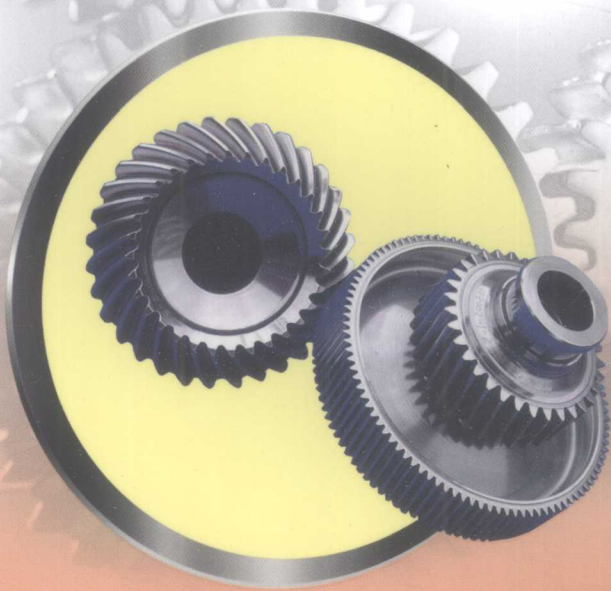




高等职业教育 **机械大类** 规划教材系列

冲压工艺与模具设计制造

吴裕农 / 主 编
杨 亘 / 副主编
陈学锋 / 主 审



科学出版社

www.sciencep.com

高等职业教育机械大类规划教材系列

冲压工艺与模具设计制造

吴裕农	主 编
杨 豆	副主编
袁根华	参 编
吴东平	
陈学锋	主 审

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书根据高等职业教育机械大类规划教材系列的规定,以高职高专人才培养目标和模具设计与制造专业对“冲压工艺与模具设计制造”课程的要求,结合编者多年从事专业教学和模具设计及制造的生产实践经验编写而成。

全书内容分两篇、十章。第一篇为冲压工艺与模具设计,包括概述、冲裁工艺与冲裁模具设计、弯曲工艺与弯曲模具设计、拉深工艺与拉深模具设计和其他成形工艺与模具设计;第二篇为冲压模具设计与制造综合课题,包括综合课题概述、综合课题的内容和要求、冲压模具制造基础、冲压模具典型零件的加工和综合课题实例。

本书是高职高专模具专业、机电专业和数控专业的教学用书,也可供从事模具设计与制造的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

冲压工艺与模具设计制造 / 吴裕农主编. —北京:科学出版社,2009
(高等职业教育机械大类规划教材系列)
ISBN 978-7-03-024969-2

I. 冲… II. 吴… III. ①冲压-工艺-高等学校:技术学校-教材 ②冲模-设计-高等学校:技术学校-教材 ③冲模-制模工艺-高等学校:技术学校-教材 IV. TG38

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 115521 号

责任编辑:庞海龙 张雪梅 / 责任校对:赵 燕

责任印制:吕春珉 / 封面设计:天女来设计

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

铭浩彩色印装有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009 年 8 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2009 年 8 月第一次印刷 印张:24 3/4

印数:1—3 000 字数:578 000

定价:35.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈路通〉)

销售部电话:010-62134988 编辑部电话:010-62137154(VA03)

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229;010-64034315;13501151303

前 言

本书为高等职业教育“十一五”规划教材,是根据高职高专人才培养目标和模具技术发展对工程技术应用型人才的实际要求,吸收了近几年职业教学改革的最新成果,结合编者多年从事专业教学和模具设计及制造的生产实践经验编写而成的。

本书以培养学生从事实际工作的基本技能为目的,将理论知识的传授与模具设计和制造实践相结合,讲述了设计冲压工艺和冲压模具结构的基本方法,分析了冲压工艺、冲压模具、冲压设备、冲压材料、冲压件质量与经济性之间的关系,重点讲述了冲裁工艺和冲裁模具设计、弯曲工艺和弯曲模具设计、拉深工艺和拉深模具设计,同时介绍了各类冲压模具零件的不同加工方法、加工工艺及装配方法,结合生产实际选编了一些典型实例,按照生产实际要求和设计方法、步骤较为详细地叙述了设计方法和设计资料的使用、模具零件加工工艺的制订和加工制造模具,使学生对冲压工艺与模具设计制造有完整的认识,指导学生通过学习与训练具备编制冲压件工艺规程、设计和制造中等复杂程度模具的能力,教学参考学时为 80~100 学时。

本书共两篇、十章,由顺德职业技术学院吴裕农、杨亘以及广州工程职业技术学院袁根华和江西工业工程职业技术学院吴东平共同编写,其中吴裕农编写了第 1 章、第 2 章和第 5 章,吴东平编写了第 3 章,袁根华编写了第 4 章,杨亘编写了第 6~10 章。全书由吴裕农负责统稿,由顺德职业技术学院陈学锋担任主审。本书在编写过程中得到了兄弟院校和部分企业的大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,本书难免还有一些不足,恳请广大读者批评指正。

目 录

前言

第一篇 冲压工艺与模具设计

第 1 章 概述	3
1.1 冲压工艺的分类	4
1.2 冲压成形设备	6
1.2.1 冲压设备的类型	6
1.2.2 压力机的型号	7
1.2.3 曲柄压力机	8
1.2.4 曲柄压力机连杆和滑块的结构及调整	11
1.2.5 冲压设备的选择	11
1.3 冲压成形材料.....	17
1.3.1 冲压材料的种类	17
1.3.2 冲压材料的规格	18
1.3.3 冲压成形时金属材料的性能	22
1.3.4 冲压成形模具常用的材料.....	28
思考与练习	30
第 2 章 冲裁工艺与冲裁模具设计	31
2.1 冲裁过程及冲裁件质量分析.....	32
2.1.1 冲裁的变形过程	32
2.1.2 冲裁件质量分析	34
2.2 冲裁工艺的计算与设计.....	37
2.2.1 模具间隙的确定	37
2.2.2 凸、凹模刃口尺寸的确定	40
2.2.3 冲裁排样设计	45
2.2.4 条料宽度与导料板间距离的计算	49
2.2.5 排样图	52
2.2.6 冲裁件的工艺性	52
2.2.7 冲裁力和压力中心的计算.....	56
2.3 冲裁模的基本类型与结构.....	62
2.3.1 冲裁模的分类	62
2.3.2 冲裁模的基本形式与构造.....	62



2.4	冲裁模零部件的结构设计	76
2.4.1	冲模结构的组成	76
2.4.2	冲模标准化的意义	77
2.4.3	工作零件的设计与标准的选用	77
2.4.4	定位零件的设计与标准的选用	83
2.4.5	卸料与顶件零件的设计与标准的选用	91
2.4.6	支承及夹持零件的设计与标准的选用	97
2.4.7	连接和紧固零件的设计与标准的选用	108
2.4.8	冲裁模零件的精度要求	109
2.5	冲裁模的设计要点及实例	112
2.5.1	冲裁模具的设计要点	112
2.5.2	冲裁模具设计实例	117
	思考与练习	123
第3章	弯曲工艺与弯曲模具设计	125
3.1	弯曲变形过程及变形的特点	127
3.1.1	弯曲变形过程	127
3.1.2	弯曲变形的特点	128
3.2	弯曲件质量分析	129
3.2.1	弯裂与最小弯曲半径	129
3.2.2	弯曲件的回弹	130
3.2.3	弯曲的偏移	136
3.3	弯曲件毛坯长度的计算	137
3.3.1	弯曲中性层位置的确定	137
3.3.2	弯曲件毛坯长度的计算	138
3.4	弯曲力的计算	140
3.4.1	自由弯曲时的弯曲力	140
3.4.2	校正弯曲时的弯曲力	140
3.4.3	压弯时的顶件力和卸料力	140
3.4.4	弯曲时压力机吨位的确定	141
3.5	弯曲件的工艺设计	141
3.5.1	弯曲件的工艺性	141
3.5.2	弯曲的工序安排	144
3.6	弯曲模工作部分结构参数的确定	146
3.7	弯曲模的典型结构	148
3.7.1	V形件弯曲模	148
3.7.2	U形件弯曲模	150
3.7.3	┐形件用弯曲模(四角件弯曲模)	151
3.7.4	Z形件弯曲模	153



3.7.5 圆环件弯曲模	154
3.7.6 其他形状零件的弯曲模	157
思考与练习	158
第4章 拉深工艺与拉深模具的设计	159
4.1 拉深变形过程及其分析	161
4.1.1 拉深变形过程	161
4.1.2 拉深变形时材料的流动和应力和应变状态	162
4.2 拉深件的质量分析及质量保证措施	165
4.2.1 起皱	165
4.2.2 拉裂	170
4.3 旋转体拉深件毛坯尺寸的计算	172
4.4 筒形件拉深的工艺计算	176
4.4.1 拉深系数及其影响因素	176
4.4.2 拉深次数	181
4.4.3 多次拉深时工序件尺寸的确定	182
4.4.4 圆筒形件拉深力与压边力的计算	185
4.5 其他形状零件的拉深	188
4.5.1 带凸缘筒形件的拉深	188
4.5.2 阶梯形零件的拉深	193
4.5.3 曲面形状零件、锥形零件的拉深	194
4.5.4 盒形零件的拉深	197
4.6 拉深件的工艺性分析与拉深模结构设计	205
4.6.1 拉深件的工艺性分析	205
4.6.2 拉深模结构设计	207
4.7 拉深模的典型结构	212
4.7.1 首次拉深模	212
4.7.2 再次拉深模	213
4.7.3 拉深模设计计算实例	215
4.8 拉深的辅助工序(退火、酸洗、润滑)	219
4.8.1 退火	219
4.8.2 酸洗	220
4.8.3 润滑	220
思考与练习	226
第5章 其他成形工艺与模具设计	227
5.1 局部成形	228
5.2 胀形	230
5.2.1 胀形方法	230
5.2.2 胀形的变形程度	232
5.2.3 胀形的坯料尺寸计算	232



5.2.4 胀形力的计算	233
5.3 翻边	233
5.3.1 内缘翻边	234
5.3.2 外缘翻边	239
5.3.3 翻边模的结构	240
5.4 缩口	241
5.4.1 缩口变形分析	242
5.4.2 缩口工艺计算	242
5.5 校形	245
5.5.1 校平	245
5.5.2 整形	246
5.6 旋压	247
5.6.1 旋压技术的分类	247
5.6.2 普通旋压	247
5.6.3 剪切旋压	249
5.6.4 流动旋压	250
思考与练习	252

第二篇 冲压模具设计与制造综合课题

第6章 综合课题概述	257
6.1 综合课题的目的、任务和要求	258
6.1.1 综合课题的目的	258
6.1.2 综合课题的任务和要求	258
6.2 综合课题的一般程序	258
6.3 综合课题时间安排	260
第7章 综合课题的内容和要求	261
7.1 综合课题的内容与步骤	262
7.2 冲压件工艺性分析要点	265
7.3 冲模设计要点	266
7.4 模具设计绘图要求	271
7.4.1 模具总装配图的绘制要求	271
7.4.2 模具零件图的绘制要求	273
7.4.3 模具图中的一些习惯画法	274
7.5 编写综合课题说明书和准备答辩	275
7.5.1 课题说明书的编写要求	275
7.5.2 课题总结与答辩	276
第8章 冲压模具制造基础	277
8.1 模具零件的机械加工方法	278



8.1.1	切削加工方法及其选择	278
8.1.2	圆柱面的加工	280
8.1.3	平面加工	283
8.1.4	孔加工	285
8.2	模具零件的特种加工方法	292
8.2.1	电火花成形加工	292
8.2.2	电火花线切割加工	302
8.3	现代模具制造技术	312
8.3.1	数控机床加工	312
8.3.2	模具 CAD/CAM	314
8.3.3	快速模具制造技术	317
8.3.4	逆向工程技术	320
8.4	冲模的装配和调试	322
8.4.1	冲模的装配	322
8.4.2	冲模的调试	328
8.4.3	冲模的安装	329
8.5	冲模的拆装和测绘	330
8.5.1	模具拆装	330
8.5.2	模具测绘	331
8.5.3	模具拆装实例	332
第 9 章	冲压模具典型零件的加工	336
9.1	轴类零件的加工	337
9.1.1	导柱的加工	337
9.1.2	模柄与顶杆的加工	339
9.2	套类零件的加工	340
9.3	板类零件的加工	342
9.3.1	板类零件的加工质量要求	342
9.3.2	上、下模座的加工	343
9.4	冲裁凸、凹模的加工	346
第 10 章	综合课题实例	352
10.1	冲裁级进模实例	353
10.2	弯曲模实例	363
10.3	拉深复合模实例	369
10.4	综合课题案例集	376
10.4.1	冲裁件	376
10.4.2	弯曲件	378
10.4.3	拉深件	381
10.4.4	成形件	382
参考文献		383

第一篇 冲压工艺与模具设计

第1章 概述

教学目标

1. 掌握冲压和冲模的概念、冲压工序及其分类
2. 认识常见的冲压设备,掌握其选用原则
3. 掌握塑性变形时应力应变的关系、体积不变条件、硬化规律等冲压成型的基本规律
4. 了解冲压成型性能与机械性能的关系,认识常见冲压材料
5. 了解常见模具材料,掌握其选用原则

教学重点和难点

1. 冲压成型的基本概念
2. 冲压设备及选用
3. 冲压成型的基本规律及其应用
4. 冲压成型性能与机械性能的关系
5. 常见的模具材料及其选用



冲压加工是利用模具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、尺寸和性能的零件加工方法。由于冲压通常在冷态下进行,因此也称冷冲压。冲压加工的原材料一般为板材或带材,故也称板材冲压。某些非金属板材(如胶木板、云母片、石棉、皮革等)也可采用冲压成形工艺进行加工。冲压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,广泛应用于金属制品各行业中,尤其在汽车、仪表、军工、家用电器等领域占有极其重要的地位。

冲压加工具有下列特点:

- 1) 材料利用率高。
- 2) 可加工薄壁、形状复杂的零件。
- 3) 冲压件在形状和尺寸精度方面的互换性好。
- 4) 能获得质量轻而强度高、刚性好的零件。
- 5) 生产率高,且操作简单,容易实现机械化和自动化。

冲压模具制造成本高,因此适合于大批量生产。对于小批量、多品种生产,常采用简易冲模,同时引进冲压加工中心等新型设备,以满足市场求新求变的需求。

板材冲压常用的金属材料有低碳钢、铜、铝、镁合金及高塑性的合金钢等,材料形状有板材和带材。

冲压生产设备有剪板机和曲柄压力机、油压机等。剪板机用来将板材剪切成具有一定宽度的条料,以供后续冲压工序使用;曲柄压力机、油压机用于冲压成形。

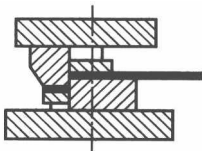
1.1 冲压工艺的分类

冲压成形工艺可完成多种工序,其基本工序可分为分离工序和变形工序两大类。

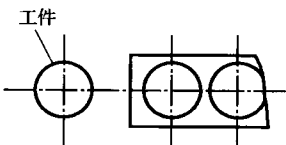
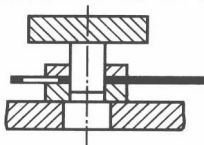
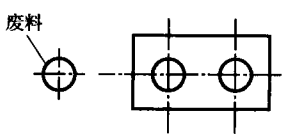
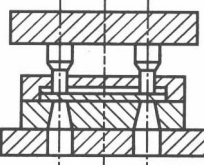
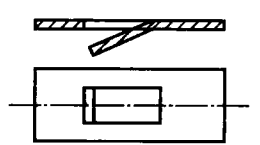
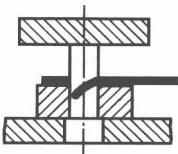
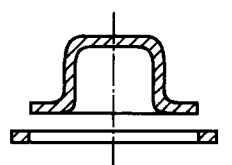
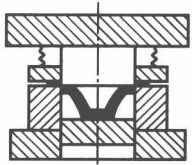
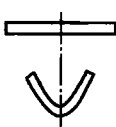
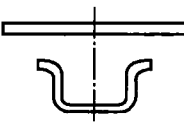
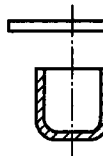
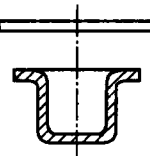
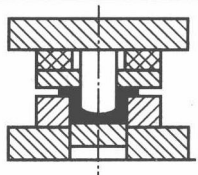
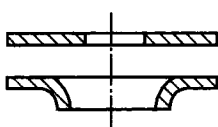
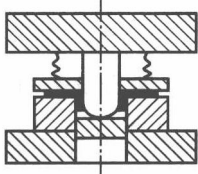
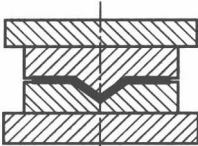
分离工序是使坯料的一部分与另一部分相互分离的工艺方法,主要有落料、冲孔、切边、剖切等,其中又以冲孔、落料应用最广。变形工序是使坯料产生塑料变形而不破裂的工艺方法,主要有拉深、弯曲、局部成形、胀形、翻边、缩径、校形、旋压等。

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,主要冲压工序的分类及特点见表 1-1。

表 1-1 主要冲压工序的分类及特点

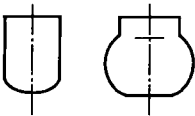
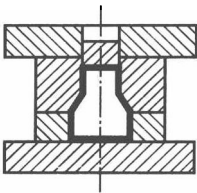
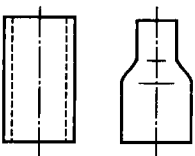
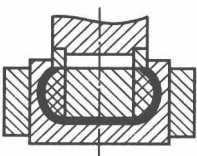
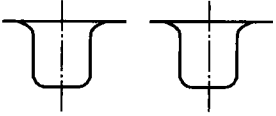
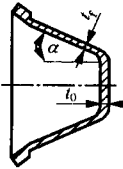
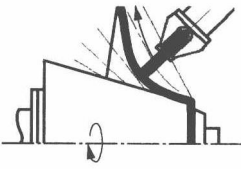
类别	工序名称	工序简图	特 点	模具简图
分离 工 序	切断		用剪刀或模具切断板料,切断线不是封闭的	

续表

类别	工序名称		工序简图	特 点	模具简图
分离工序	冲裁	落料	 工件	用模具沿封闭线冲切板料, 冲下的部分为工件	
		冲孔	 废料	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	
		切边		用模具将工件边缘多余的材料冲切下来	
变形工序	弯曲		 	用模具使材料弯成一定角度或一定形状	
			 	用模具将板料压成任意形状的空心件	
	成形	翻边		用模具将板料上的孔或外缘翻成直壁	
		起伏成形		用模具将板料局部拉伸成凸起和凹进形状	



续表

类别	工序名称	工序简图	特 点	模具简图
变形 工序	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		用模具对空心件施加向外的径向力,使局部直径扩张	
	整形		将工件不平的表面、原先的弯曲或拉深件压成正确形状	同拉深模具
	旋压		把平板形坯料用小滚轮压出一定形状	

在实际生产中,当冲压件的生产批量较大、尺寸较小而公差要求较小时,若用分散的单一工序来冲压是不经济的,甚至也难以达到要求,这时在工艺上多采用工序集中的方案,即把两种或两种以上的单一工序集中在一副模具内完成,称为组合工序。根据工序组合的方法不同,又可将其分为复合、级进和复合-级进三种组合方式。

1.2 冲压成形设备

1.2.1 冲压设备的类型

冲压变形工序是在冲压设备上完成的,冲压设备按驱动方式分为两大类:一类是机械压力机,如最常用的曲柄压力机;另一类是液压机,如四柱式万能液压机等。

机械压力机和液压机在使用性能方面有很大的差别,所以在设备选定之后必须按冲压设备的特点进行冲模设计。表 1-2 为机械压力机与液压机在性能方面的比较。

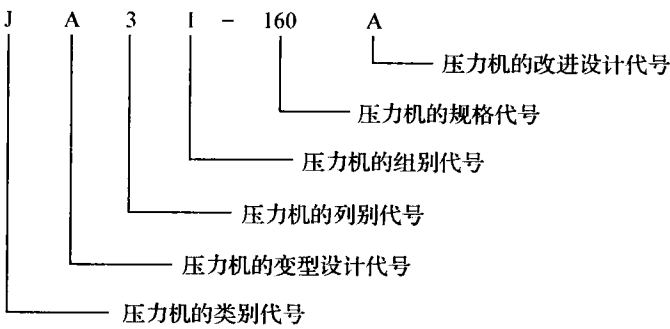
表 1-2 机械压力机与液压机的性能比较

性能 \ 类型	机械压力机	液压机
加工速度	比液压机快	慢
行程长度	不能太长(600~1000mm)	做成 1000mm 以上比较容易
行程长度的变化	因为行程长度调节会使机构复杂,所以一般小型压力机的行程做成不可调的	可变
行程终端的位置	终端位置能够准确地确定	就压力机本身来说不能准确确定
所产生的压力与行程位置的关系	离下死点越远,所产生的压力越小	公称压力与行程位置没有关系
加压力的调节	一般难于做到,即使做到也不能准确调节	容易调节
保压作用	无	有
锤击作用	有一定的锤击作用	没有
过载的可能性	会产生,但大中型压力机均有过载保护装置	不会产生
维修的难易	极易	较为麻烦

1.2.2 压力机的型号

冲压加工中常用的机械压力机属于锻压机械中的一类。锻压机械的基本型号是由一个汉语拼音字母和几个阿拉伯数字组成的。同一类锻压机械按其结构形式和使用对象分为若干系列,每个系列又分为若干组。

例如,JA31-160A 曲柄压力机的型号意义是



压力机型号中各部分的含义说明如下：
第一个字母为类别代号,用汉语拼音字母表示。锻压机械的类别代号见表 1-3。

表 1-3 锻压机械的类别代号

类别名称	拼音代号	类别名称	拼音代号
机械压力机	J	锻机	D
液压压力机	Y	剪切机	Q
自动压力机	Z	弯曲校正机	W
锤	C	其他	T



第二个字母表示同一型号产品的变型顺序号。凡主参数与基本型号相同,但其他某些基本参数与基本型号不同的,称为变型,用字母 A、B、C、…表示。

第三、第四个数字代表主参数。前面一个数字代表“组”,后一个数字代表“型”。每类锻压设备分为 10 组,每组分为 10 型。

横线后面的数字代表主参数,一般用压力机的公称压力作为主参数。型号中的标称压力用工程单位制的“tf”表示,转化为法定单位制的“kN”时应把此数乘以 10。

最后一个字母代表产品的重大改进顺序号。凡型号已确定的锻压机械,若结构和性能上与原产品有显著不同,则称为改进,用字母 A、B、C、…表示。

有些锻压设备紧接组、型代号后面还有一个字母,代表设备的通用特性,例如 J21G-20 中的“G”代表高速,J92K-250 中的“K”代表数控。

通用曲柄压力机的型号见表 1-4,其中:

- 1) 开式压力机:操作者可以从前、左、右三个方向接近工作台,床身为整体型压力机。
- 2) 闭式压力机:操作者只能从前、后两个方向接近工作台,床身为左右封闭的压力机。
- 3) 单点压力机:压力机的滑块由一个连杆带动,用于台面比较小的压力机。
- 4) 双点压力机:压力机的滑块由两个连杆带动,用于左、右台面较宽的压力机。
- 5) 四点压力机:压力机的滑块由四个连杆带动,用于前、后、左、右台面尺寸都比较大的压力机。

表 1-4 通用曲柄压力机的型号及名称

组		型号	名称	组		型号	名称
特征	号			特征	号		
开 式 单 柱	1	1	单柱固定台压力机	开 式 双 柱	2	8	开式柱形台压力机
		2	单柱升降台压力机			9	开式底传动压力机
		3	单柱柱形台压力机				
开 式 双 柱	2	1	开式双柱固定台压力机	闭 式	3	1	闭式单点压力机
		2	开式双柱升降台压力机			2	闭式单点切边压力机
		3	开式双柱可倾压力机			3	闭式侧滑块压力机
		4	开式双柱转台压力机			6	闭式双点压力机
		5	开式双柱双点压力机			7	闭式双点切边压力机
						9	闭式四点压力机

1.2.3 曲柄压力机

曲柄压力机(又称曲轴冲床)是以曲柄传动的锻压机械,它能完成各种冲压工序,如冲裁、弯曲、拉深、胀形、挤压和模锻,是冲压车间的主要设备。下面主要介绍曲柄压力机的工作原理和应用特点。

曲柄压力机按机身结构形式不同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 1-1 所示。其机身工作区域三面敞开,操作空间大,但机身