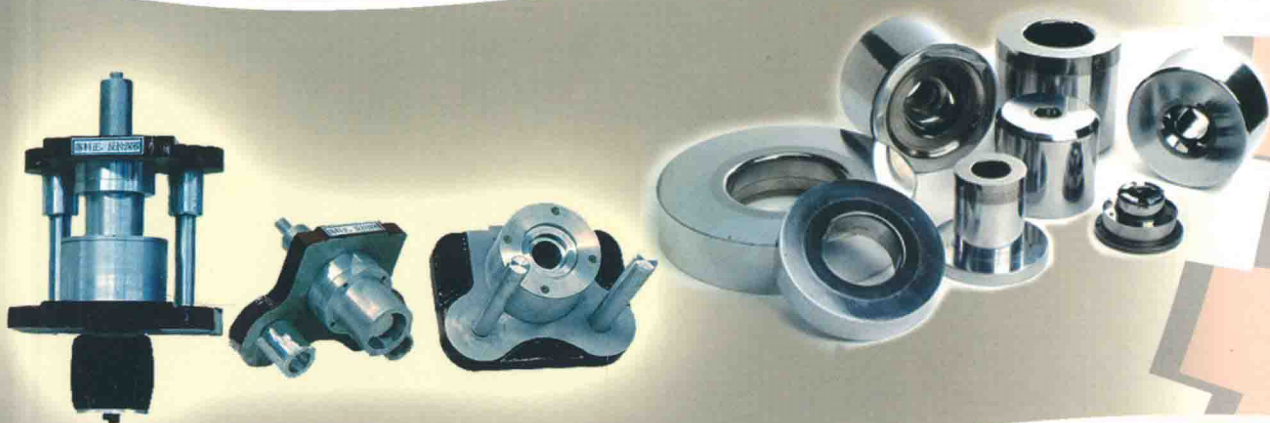


高职高专**机电类**专业规划教材

冲压工艺与 模具设计

CHONGYA GONGYI YU MUJU SHEJI

◎ 陆 茵 / 主编



武汉理工大学出版社
WUTP Wuhan University of Technology Press



责任编辑 / 黄玲玲

封面设计 / 许伶俐

高职高专**机电类**专业规划教材

- ◇ 公差配合与测量技术(第2版)
- ◇ 机械设计基础(第2版)
- ◇ 机械制图
- ◇ 机械制图习题集
- ◇ 金属切削与刀具
- ◇ 电工技术及机床电气
- ◇ 《电工技术及机床电气》实验与实训指导
- ◇ 工程材料与成形工艺(第2版)
- ◆ 冲压工艺与模具设计

武汉理工大学出版社

<http://www.techbook.com.cn> 理工图书网

E-mail: wly2345@sina.com

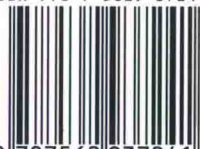
地 址: 武汉市洪山区珞狮路 122 号

邮 编: 430070

电 话: (027)87515778 87515848 87785758

传 真: (027)87165708

ISBN 978-7-5629-3724-1



9 787562 937241 >

定价: 32.00 元

高职高专机电类专业规划教材

冲压工艺与模具设计

主 编 陆 茵
副主编 熊 毅
主 审 唐建生



武汉理工大学出版社

· 武 汉 ·

图书在版编目(CIP)数据

冲压工艺与模具设计/陆茵主编. —武汉:武汉理工大学出版社, 2012. 7
ISBN 978-7-5629-3724-1

I. ① 冲… II. ① 陆… III. ① 冲压-工艺-职业教育-教材 ② 冲模-设计-职业教育-教材
IV. ① TG38

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 158613 号

项目负责人:	王利永	责任编辑:	黄玲玲
责任校对:	向玉露	装帧设计:	许伶俐
出版发行:	武汉理工大学出版社		
地 址:	武汉市洪山区珞狮路 122 号		
邮 编:	430070		
网 址:	http://www.techbook.com.cn		
经 销 者:	各地新华书店		
印 刷 者:	通山金地印务有限公司		
开 本:	787×1092 1/16		
印 张:	17.5		
字 数:	448 千字		
版 次:	2012 年 9 月第 1 版		
印 次:	2012 年 9 月第 1 次印刷		
印 数:	1~3000 册		
定 价:	32.00 元		

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请向出版社发行部调换。

本社购书热线电话:027-87515778 87515848 87785758 87165708(传真)

· 版权所有,盗版必究 ·

前 言

本书突出特点是项目统领全书教学内容,以典型案例突出生产实际,让学生从岗位入手锻炼工作能力。

全书根据冲压模具岗位对职业能力的要求选取内容,共分7个项目。按照项目教学,以典型案例分析冲裁工艺设计、冲裁模结构设计、弯曲工艺和弯曲模具设计、拉深工艺和拉深模具设计、其他成型工艺及模具设计和多工位级进模设计。每个项目都有完整的设计工作过程,循序渐进,突出应用性,通俗易懂,着眼于解决现场实际问题,具有较强的实用性;融合相关专业知识,突出综合素质的培养,强调综合性;加强专业知识的广度,积极吸纳新技术,体现先进性。

本书由河南工业职业技术学院陆茵主编,河南工业职业技术学院唐建生教授主审,共分7个项目。项目1由河南工业职业技术学院王蕾编写;项目2由河南工业职业技术学院熊毅编写;项目3由河南工业职业技术学院苏君编写;项目4由河南工业职业技术学院孙玉竹编写;项目5由河南工业职业技术学院张玉华编写;项目6由河南工业职业技术学院黄建娜编写;项目7由河南工业职业技术学院陆茵编写。

由于编者水平有限,书中不足之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

2012年4月

目 录

0 导论	(1)
项目 1 冲压的认知	(3)
1.1 项目分析	(3)
1.2 相关知识	(4)
1.2.1 冷冲压现状与发展方向	(4)
1.2.2 冲压分类	(5)
1.2.3 冲压用板料	(5)
1.2.4 压力设备	(9)
1.3 项目实施	(12)
1.3.1 参观冲压工厂	(12)
1.3.2 冲模、冲床、原材料的感性认知	(13)
1.4 知识拓展	(14)
1.4.1 冲压基础知识	(14)
1.4.2 冲压行业的生产管理和安全	(14)
思考题	(15)
项目 2 冲裁模具设计	(16)
2.1 项目导入	(16)
2.2 相关知识	(16)
2.2.1 冲裁过程	(16)
2.2.2 冲裁力和压力中心的计算	(24)
2.2.3 冲裁排样设计	(31)
2.2.4 凸、凹模刃口尺寸计算	(39)
2.2.5 冲裁工艺设计	(44)
2.2.6 冲裁工艺方案的确定	(46)
2.2.7 冲模的设计要求	(48)
2.2.8 冲模的主要零部件	(50)
2.3 项目实施	(78)
2.3.1 接触片落料模冲裁工艺分析与工艺方案确定	(78)
2.3.2 主要工艺参数的计算	(79)
2.3.3 模具装配图	(80)
2.3.4 模具主要结构零部件的设计	(80)

2.4 知识拓展.....	(86)
2.4.1 典型冲模的结构分析.....	(86)
2.4.2 其他冲裁模.....	(95)
思考题.....	(102)
项目3 弯曲工艺及弯曲模具	(104)
3.1 项目导入	(104)
3.2 相关知识	(105)
3.2.1 弯曲件种类与板料的变形过程	(105)
3.2.2 弯曲件工艺性分析及工序安排	(114)
3.2.3 弯曲工艺计算	(118)
3.2.4 典型弯曲模具设计	(124)
3.3 项目实施	(130)
3.3.1 弯曲模具设计	(130)
3.3.2 托架零件的弯曲模具结构	(135)
3.4 知识拓展	(137)
思考题.....	(139)
项目4 拉深模具设计	(140)
4.1 项目分析	(140)
4.2 相关知识	(140)
4.2.1 拉深变形过程工艺分析	(141)
4.2.2 筒形拉深件的工艺性	(146)
4.2.3 筒形件拉深的工艺计算	(148)
4.2.4 拉深模工作部分结构参数的确定	(163)
4.2.5 拉深模的典型结构	(167)
4.3 项目实施	(172)
4.4 知识拓展	(177)
4.4.1 其他形状零件的拉深特点	(177)
4.4.2 拉深过程的润滑及处理	(180)
思考题.....	(182)
项目5 其他冲压工艺及模具设计	(183)
5.1 项目分析	(183)
5.2 相关知识	(184)
5.2.1 胀形	(184)
5.2.2 翻边	(190)
5.2.3 缩口与扩口	(196)

5.2.4 校平与整形	(202)
5.2.5 旋压	(206)
5.3 项目实施	(207)
5.3.1 罩盖胀形模具设计	(207)
5.3.2 翻边模具设计	(209)
5.4 知识拓展	(211)
思考题	(213)
项目 6 多工位级进模	(214)
6.1 项目分析	(214)
6.1.1 项目工艺分析	(214)
6.1.2 项目工艺方案制定	(215)
6.2 相关知识	(215)
6.2.1 多工位级进模的分类	(215)
6.2.2 多工位级进模的设计步骤	(216)
6.2.3 自动送料与检测保护装置	(228)
6.3 项目实施	(233)
6.3.1 毛坯排样	(233)
6.3.2 工序排样	(234)
6.3.3 冲压力计算	(235)
6.3.4 结构概要设计	(235)
6.3.5 结构详细设计	(237)
6.3.6 模具零件设计	(238)
6.4 知识拓展	(239)
6.4.1 带料连续拉深的分类及应用范围	(239)
6.4.2 带料连续拉深的应用	(240)
思考题	(242)
项目 7 综合工艺分析与复杂模具设计	(243)
7.1 项目分析	(243)
7.2 相关知识	(246)
7.2.1 模具设计方案的确定	(246)
7.2.2 模具的国家标准	(252)
7.3 项目实施	(254)
7.3.1 零件的冲裁模具设计	(254)
7.3.2 零件的弯曲模具设计	(258)
7.3.3 零件的冲 4- $\phi 5$ 孔模具设计	(259)
7.3.4 零件的拉深模具设计	(260)

7.4 知识拓展	(266)
7.4.1 注意平时资料的积累	(266)
7.4.2 冲模结构设计应掌握的基本功	(266)
7.4.3 模具设计师设计前应做的准备	(267)
7.4.4 模具设计师职责范围	(268)
思考题	(268)
参考文献	(269)

0 导 论

一、课程的功能

本课程是模具设计与制造专业的专业核心课程,同时也是其他机械类专业的专业必修课程,主要讲授冷冲压的概念、特点以及冲裁、弯曲、拉深和其他成型等主要加工工艺的性质、特点及模具设计。学生学完本课程后应达到下列设计要求:

(1) 掌握冲压工艺及模具设计所需要的基本理论、基本知识和应用范围,常用冲压工艺规程和模具设计的原则和方法,并具有设计中等复杂程度的冲压模具的能力;

(2) 能够应用冲压工艺及模具设计的基本原理,分析和解决生产中常见冲压产品的质量及模具技术问题;

(3) 了解冲压模具新工艺及发展方向。

二、课程的目标

通过任务引领的项目活动,本课程的目标在于使学生具备本专业高素质劳动者和高技能应用型人才所必需的冲压模具设计的基本知识和基本技能,同时培养学生爱岗敬业、团结协作的职业精神。按照实际生产中对模具设计师的要求,该课程的教学目标分为三个部分,即知识目标、职业能力目标和职业素质目标。

(1) 知识目标

- ① 掌握常见几种冲压成型工艺;
- ② 熟悉常用的冲压成型机械;
- ③ 掌握几种典型冲压模具的结构及设计方法;
- ④ 了解多工位级进模设计的有关知识;
- ⑤ 了解冲压成型工艺与模具设计英文专业术语。

(2) 职业能力目标

- ① 能识读冲压制件产品图;
- ② 会根据冲压件产品图对冲压制件工艺进行分析;
- ③ 能制订冲压模具工艺方案;
- ④ 了解冲压成型设备的功能参数,并会正确选用设备;
- ⑤ 能查阅模具图册,识读模具图,会选择模具类型和结构;
- ⑥ 了解金属塑性变形的基础知识,会灵活运用这些知识解决实际生产中出现的問題;
- ⑦ 掌握冲裁工艺基本知识;
- ⑧ 掌握冲裁模的典型结构分类方法、典型结构的特点及主要零部件的设计方法;
- ⑨ 掌握弯曲工艺及模具结构的设计方法;
- ⑩ 掌握拉深工艺及模具结构的设计方法;
- ⑪ 了解其他冲压成型工艺与模具结构以及多工位级进模设计的有关知识;

⑫ 掌握冲压模具图绘制的国家标准,并会绘制模具装配图和零件图;

⑬ 会编制模具设计说明书等文件。

(3) 职业素质目标

① 通过分组完成项目任务,培养学生团队协作精神,培养学生沟通交流、自学的能力;

② 通过讨论、答辩、汇报等教学手段,培养学生的表达与沟通能力;

③ 培养学生的创新思维能力和知识迁移能力;

④ 通过后续的课程设计中撰写设计说明书,提高学生书面表达能力和阅读能力;

⑤ 通过项目化教学,培养学生爱岗敬业的基本素质。

项目 1 冲压的认知

❖ 项目目标

- (1) 掌握及认识冲压行业、冲压的现状及未来发展方向。
- (2) 掌握冲压模具的基本功能、种类。
- (3) 能够识别常用的冲压设备。
- (4) 对冲压原材料的基本性能有一定的认识。

1.1 项目分析

冲压是在室温下,利用安装在压力机上的模具对材料施加压力,使其产生分离或塑性变形,从而获得所需零件的一种压力加工方法。冲压通常是在常温下对材料进行冷变形加工,且主要采用板料来加工成所需零件,所以也叫冷冲压或板料冲压。冲压是材料压力加工或塑性加工的主要方法之一,是一种材料成型工程技术。

在冲压加工中,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,称为冲压模具(俗称冲模)。冲模是冲压加工中必不可少的工艺装备,与冲压件是“一模一样”的关系,若没有符合要求的冲模,就不能生产出合格的冲压件;没有先进的冲模,先进的冲压成型工艺就无法实现。

与机械加工及塑性加工的其他方法相比,冲压加工无论在技术方面还是经济方面都具有许多独特的优点,主要表现在:

(1) 冲压加工的生产效率高,且操作方便,易于实现机械化与自动化。这是因为冲压是依靠冲模和冲压设备来完成加工的,普通压力机的行程次数为每分钟几十次,高速压力机每分钟可达数百次甚至千次以上,而且每次冲压行程都可得到一个或多个冲件。

(2) 冲压时由模具保证了冲压件的尺寸与形状精度,且一般不破坏冲压材料的表面质量,而模具的寿命一般较长,所以冲压件的质量稳定,互换性好,具有“一模一样”的特征。

(3) 冲压可加工出尺寸范围较大、形状较复杂的零件,如小到钟表的秒针,大到汽车纵梁、覆盖件等,加上冲压时材料的冷变形硬化效应,冲压件的强度和刚度均较高。

(4) 冲压一般没有切屑碎料生成,材料的消耗较少,且不需其他加热设备,因而是一种省料、节能的加工方法,冲压件的成本较低。

但是,冲压加工所使用的模具一般具有专用性,有时一个复杂零件需要数套模具才能加工成型,且模具制造的精度高,技术要求高,是技术密集型产品。所以,只有在冲压件生产批量较大的情况下,冲压加工的优点才能充分体现,从而获得较好的经济效益。

1.2 相关知识

1.2.1 冷冲压现状与发展方向

我国模具工业是 19 世纪末 20 世纪初随着军火工业和钟表业压力机的引进而发展起来的。从那时到 20 世纪 50 年代初,模具多采用作坊式生产,凭工人经验,用简单的加工手段进行制造。在以后的几十年中,随着国民经济的大规模发展,模具工业进步很快。当时我国大量引进前苏联的图纸、设备和先进经验,其水平不低于同时代工业发达的国家。此后直到 20 世纪 70 年代末,由于错过了世界经济的大浪潮,我国的模具业没有跟上世界发展的步伐。20 世纪 80 年代末,伴随家电、轻工、汽车生产线模具的大量进口和模具国产化的呼声日益高涨,我国先后引进了一批现代化的模具加工机床。在此基础上,参照已有的进口模具,我国成功地复制了一批替代品,如汽车覆盖件模具等。模具的国产化虽然使我国模具制造水平逐渐达到了国际先进水平,但在计算机应用方面与有些国家仍然存在很大差距。

我国模具 CAD/CAM 技术从 20 世纪 80 年代起步,长期处于低水平重复开发阶段,所用软件多为进口的图形软件、数据库软件、NC 软件等,自主开发的软件缺乏通用性,商品化价值不高,对许多引进的 CAD/CAM 系统缺乏二次开发,经济效益不显著。针对上述情况,国家有关部门在“九五”期间制定了相关政策和措施。到 90 年代后期,我国 CAD 软件产业从无到有,开发出一批具有自主知识产权的三维 CAD 软件,如清华英泰、北航 CAXA、武汉开目等,打破了国外产品一统天下的局面。目前,我国模具工业发展迅速,模具行业产业结构有了很大改善,模具商业化水平大幅度提高,中高档模具占模具总量的比例也明显提高,模具进出口比例逐步趋向合理。

随着科学技术的不断进步和工业生产的迅速发展,许多新技术、新工艺、新设备、新材料不断涌现,促进了冲压技术的不断革新和发展。其主要表现和发展方向如下:

(1) 冲压成型理论及冲压工艺方面

冲压成型理论的研究是提高冲压技术的基础。目前,国内外对冲压成型理论的研究非常重视,在材料冲压性能研究、冲压成型过程应力应变分析、板料变形规律研究及坯料与模具之间的相互作用研究等方面均取得了较大的进展。

研究推广能提高劳动生产率及产品质量、降低成本和扩大冲压工艺应用范围的各种冲压新工艺,也是冲压技术的发展方向之一。目前,国内外相继涌现出了精密冲压工艺、软模成型工艺、高能高速成型工艺、超塑性成型工艺及无模多点成型工艺等精密、高效、经济的冲压新工艺。

(2) 冲模设计与制造方面

冲模是实现冲压生产的基本条件。在冲模的设计和制造上,目前正朝着以下两方面发展:一方面,为了适应高速、自动、精密、安全等大批量现代生产的需要,冲模正向高效率、高精度、高寿命及多工位、多功能方向发展,与此相适应的新型模具材料及其热处理技术,各种高效、精密、数控、自动化的模具加工机床和检测设备以及模具 CAD/CAM 技术也正在迅速发展;另一方面,为了适应产品更新换代和试制及小批量生产的需要,锌基合金冲模、聚氨酯橡胶冲模、薄板冲模、钢带冲模、组合冲模等各种简易冲模及其制造技术也得到了迅速发展。

(3) 冲压设备与冲压生产自动化方面

近年来,市场竞争激烈,对产品质量的要求越来越高,且冲压设备更新换代的周期大为缩短。冲压生产为适应这一新的要求,开发了多种适合不同批量生产的工艺、设备和模具。其中,无需设计专用模具、性能先进的转塔数控多工位压力机、激光切割和成型机、CNC 万能折弯机等新设备已投入使用。特别是近几年来在国外已经发展起来、国内亦开始使用的冲压柔性制造单元(FMC)和冲压柔性制造系统(FMS)代表了冲压生产新的发展趋势。FMS 系统以数控冲压设备为主体,包括板料、模具、冲压件分类存放系统,自动上料与下料系统,生产过程完全由计算机控制,车间实现 24 h 无人控制生产。同时,根据不同的使用要求,FMS 系统可以完成各种冲压工序,甚至焊接、装配等工序,更换新产品方便迅速,冲压件精度也高。

(4) 冲模标准化及专业化生产方面

模具的标准化及专业化生产,已得到模具行业的广泛重视。因为冲模属单件小批量生产,冲模零件既具有一定的复杂性和精密性,又具有一定的结构典型性。因此,只有实现了冲模的标准化,才能使冲模和冲模零件的生产实现专业化、商品化,从而降低模具成本,提高模具质量和缩短制造周期。目前,国外先进工业国家模具标准化生产程度已达 70%~80%,模具厂只需设计制造工作零件,大部分模具零件均从标准件厂购买,使生产效率大幅度提高。模具制造厂专业化程度越来越高,分工越来越细,如目前有模架厂、顶杆厂、热处理厂等,甚至某模具厂仅专业化制造某类产品的冲裁模或弯曲模,这样更有利于制造水平的提高和制造周期的缩短。我国冲模标准化与专业生产近年来也有较大进展,除反映在标准件专业化生产厂家有较多增加外,标准件品种也有扩展,精度亦有提高。但总体情况还满足不了模具工业发展的要求,主要体现在标准化程度还不高(一般在 40%以下),标准件的品种和规格较少,大多数标准件厂家未形成规模化生产,标准件质量也还存在较多问题。另外,标准件生产的销售、供货、服务等都还有待于进一步提高。

1.2.2 冲压分类

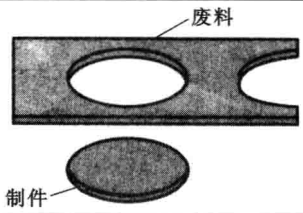
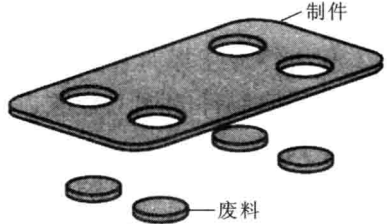
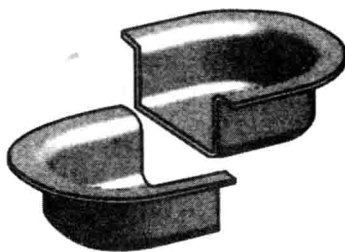
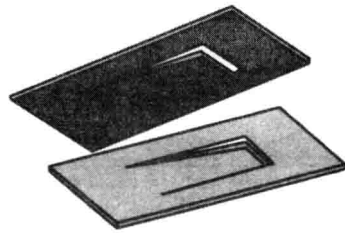
冲压加工因制件的形状、尺寸和精度的不同,所采用的工序也不同。根据材料的变形特点可将冲压工艺分为分离工序和成型工序两类。分离工序是指使坯料沿一定的轮廓线分离而获得一定形状、尺寸和断面质量的冲压件(俗称冲裁件)的工序;成型工序是指使坯料在不破裂的条件下产生塑性变形而获得一定形状和尺寸的冲压件的工序。分离工序主要有剪裁和冲裁等。成型工序主要有弯曲、拉深、翻边、旋压等,有关冲压工序的详细分类与特征见表 1.1。

1.2.3 冲压用板料

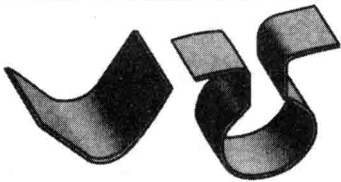
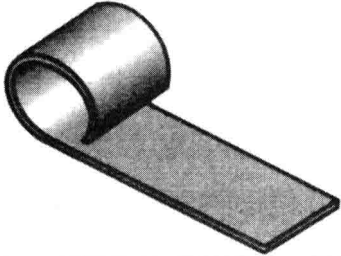
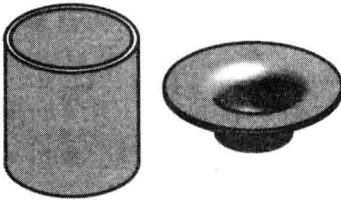
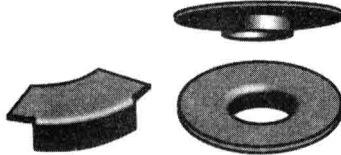
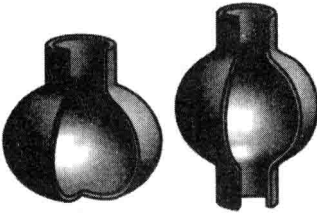
选择冲压用材料时,首先应满足冲压件的使用要求。一般来说,对于机器上的主要冲压件,要求材料具有较高的强度和刚度;电机电器上的某些冲压件,要求有较好的导电性和导磁性;汽车、飞机上的冲压件,要求有足够的强度,并尽可能减轻质量;化工容器要求耐腐蚀等。所以不同的使用要求就决定了应选用不同的材料。但从冲压工艺考虑,材料还应满足冲压工艺要求,以保证冲压过程顺利完成。

模具间隙是按材料厚度来确定的,所以材料厚度公差应符合国家规定的标准。否则,厚度公差太大,将影响工件质量,并可能导致损坏模具和设备。

表 1.1 冷冲压工序

工序分类	工序特征	工序名称	工序简图	特 点
分离工序	冲裁	落料		冲裁后,落下的部分是制件,剩余的部分是废料
		冲孔		冲裁后,落下的部分是废料,剩余的部分是制件
		切断		使板料相互分离产生制件
		切边		将制件的边缘处形状不规则的部分冲裁下来
		剖切		将对称形状的半成品沿着对称面切开,成为制件
		切舌		切口不封闭,并使切口内板料沿着未切部分弯曲

续表 1.1

工序分类	工序特征	工序名称	工序简图	特 点
成型工序	弯曲	压弯		将平板冲压成弯曲形状的制件
		卷边		将板料一端弯曲成接近圆筒形状
	拉深	拉深		将板料冲压成开口空心形状的制件
	成型	翻边		将平板边缘弯曲成竖立的曲边弯曲形状,或将孔附近的材料变形成有限高度的筒形
		缩口		使管子形状的端部直径缩小
		胀形		使空心件中间部位的形状胀大