

四川省示范性高职院校建设项目成果

CHONGYA GONGYI YU
MUJU SHEJI

冲压工艺与模具设计

主 编 鲜小红
参 编 姚文林 周淑容 李小明
主 审 范 军



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

四川省示范性高职院校建设项目成果

冲压工艺与模具设计

主 编 鲜小红
参 编 姚文林 周淑容 李小明
主 审 范 军

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

冲压工艺与模具设计 / 鲜小红主编. —成都: 西南交通大学出版社, 2014.3
四川省示范性高职院校建设项目成果
ISBN 978-7-5643-2939-6

I. ①冲… II. ①鲜… III. ①冲压—生产工艺②冲模—设计 IV. ①TG38

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 035730 号

冲压工艺与模具设计

主 编 鲜 小 红

责 任 编 辑	黄淑文
助 理 编 辑	罗在伟
特 邀 编 辑	赵雄亮
封 面 设 计	墨创文化
出 版 发 行	西南交通大学出版社 (四川省成都市金牛区交大路 146 号)
发行部电话	028-87600564 028-87600533
邮 政 编 码	610031
网 址	http://press.swjtu.edu.cn
印 刷	成都中铁二局永经堂印务有限责任公司
成 品 尺 寸	185 mm × 260 mm
印 张	18.5
字 数	460 千字
版 次	2014 年 3 月第 1 版
印 次	2014 年 3 月第 1 次
书 号	ISBN 978-7-5643-2939-6
定 价	42.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

序

在大力发展职业教育、创新人才培养模式的新形势下，加强高职院校教材建设，是深化教育教学改革、推进教学质量工程、全面培养高素质技能型专门人才的前提和基础。

近年来，四川职业技术学院在省级示范性高等职业院校建设过程中，立足于“以人为本，创新发展”的教育思想，组织编写了涉及汽车制造与装配技术、物流管理、应用电子技术、数控技术等四个省级示范性专业，以及体制机制改革、学生综合素质训育体系、质量监测体系、社会服务能力建设等四个综合项目相关内容的系列教材。在编撰过程中，编著者立足于“理实一体”、“校企结合”的现实要求，秉承实用性和操作性原则，注重编写模式创新、格式体例创新、手段方式创新，在重视传授知识、增长技艺的同时，更多地关注对学习者的专业素质、职业操守的培养。本套教材有别于以往重专业、轻素质，重理论、轻实践，重体例、轻实用的编写方式，更多地关注教学方式、教学手段、教学质量、教学效果，以及学校和用人单位“校企双方”的需求，具有较强的指导作用和较高的现实价值。其特点主要表现在：

一是突出了校企融合性。全套教材的编写素材大多取自行业企业，不仅引进了行业企业的生产加工工序、技术参数，还渗透了企业文化和管理模式，并结合高职院校教育教学实际，有针对性地加以调整优化，使之更适合高职学生的学习与实践，具有较强的融合性和操作性。

二是体现了目标导向性。教材以国家行业标准为指南，融入了“双证书”制和专业技术指标体系，使教学内容要求与职业标准、行业核心标准相一致，学生通过学习和实践，在一定程度上，可以通过考级达到相关行业或专业标准，使学生成为合格人才，具有明确的目标导向性。

三是突显了体例示范性。教材以实用为基准，以能力培养为目标，着力在结构体例、内容形式、质量效果等方面进行了有益的探索，实现了创新突破，形成了系统体系，为同级同类教材的编写，提供了可借鉴的范样和蓝本，具有很强的示范性。

与此同时，这是一套实用性教材，是四川职业技术学院在示范院校建设过程中的理论研究和实践探索成果。教材编写者既有高职院校长期从事课程建设和实践实训指导的一线教师 and 教学管理者，也聘请了一批企业界的行家里手、技术骨干和中高层管理人员参与到教材的

编写过程中，他们既熟悉形势与政策，又了解社会和行业需求；既懂得教育教学规律，又深谙学生心理。因此，全套系列教材切合实际，对接需要，目标明确，指导性强。

尽管本套教材在探索创新中存在有待进一步锤炼提升之处，但仍不失为一套针对高职学生的教材，值得推广使用。

此为序。

四川省高职高专院校
人才培养工作委员会主任



二〇一三年一月二十三日

前 言

伴随着人们对高职院校教学方法改革的重要性、必要性认识的不断深入,情境教学法被越来越多的教学工作者带进了课堂。在教学效果得到提高的同时,这种教学方法本身也得到了完善和发展。

本教材根据情境教学法的特点,在每一个学习情境开始之前明确提出该学习情境的知识目标和技能目标,使老师在教学中和学生在学习过程中都能做到有的放矢;有针对性地提出了本学习情境的工作任务,以完成工作任务为学习的载体和线索来教学和学习,从而实现学习目标。每个学习情境后都有思考与练习题来引导学生完成工作任务或巩固本学习情境的学习效果。

本教材根据实际要求,理论以“必需、够用”为度,着眼于解决现场实际问题,同时融合相关知识为一体,并注意加强专业知识的广度,积极吸纳新知识,体现了应用性、实用性、综合性和先进性。

全书共分七个学习情境,其内容主要包括:冲压模具的设计与制造基础,冲裁工艺分析与冲裁模具的设计,拉深工艺与拉深模具设计,翻边模结构设计,胀形、缩口、旋压、校形工艺与模具设计,典型冲压模具零件制造与装配等,每学习情境后有小结、思考与练习题。在教材的编写中,将冲压零件的工艺分析、冲压模具设计、模具零件加工方法、模具的装配和调试等四方面的内容进行了有机的融合,在强调冲压零件的工艺分析、冲压模具设计的同时也注重模具零件加工方法和加工工艺以及模具的装配和调试,层次清楚,图文并茂。

本书由四川职业技术学院鲜小红担任主编,其中鲜小红老师编写学习情境1、学习情境2、学习情境7,四川职业技术学院姚文林编写学习情境6,四川职业技术学院周淑容编写学习情境4,四川职业技术学院李小明编写学习情境3、学习情境5。在教材编写过程中,四川省隆鑫科技包装有限公司的模具保障部张定路部长、四川中胜飞虹轴瓦有限公司肖祖贵总工程师给予了大力的支持,四川职业技术学院机械系的领导给予了高度的关注,四川职业技术学院模具教研室及相关老师在反复讨论的基础上,提出了许多宝贵意见。在此一并表示衷心感谢!

由于编者水平和经验有限,书中难免存在不妥之处,恳请广大读者提出宝贵意见。

编 者

2013年1月

目 录

学习情境 1 冲压模具的设计与制造基础	1
1.1 冲压成型与模具技术的概述	2
1.1.1 冲压与冲模的概念	2
1.1.2 冲压工序的分类	3
1.1.3 冲模的分类	6
1.1.4 冲模设计与制造的关系	8
1.1.5 冲压现状与发展方向	8
1.2 冲压设备及其选用	9
1.2.1 常见的冲压设备	9
1.2.2 曲柄压力机的选用	12
1.2.3 其他压力机简介	13
1.2.4 模具的安装	19
1.3 冲压变形的理论基础	20
1.3.1 塑性变形的基本概念	20
1.3.2 塑性力学基础	21
1.3.3 金属塑性变形的基本规律	24
1.3.4 冲压材料及其冲压成型性能	30
1.3.5 对冲压材料的基本要求	35
1.4 模具材料的选用	35
1.4.1 冲压对模具材料的要求	35
1.4.2 冲模材料的选用原则	36
1.4.3 冲模常见材料及热处理要求	36
1.5 模具零件的加工方法及工艺规程的编制	40
1.5.1 模具制造的特点	40
1.5.2 模具零件的加工方法	41
1.5.3 模具零件的检测	67
1.5.4 模具零件加工工艺规程的编制	69
学习情境 2 冲裁工艺分析与冲裁模具的设计	73
2.1 单工序无导向冲裁模结构设计	74
2.1.1 冲裁变形过程	74
2.1.2 冲裁件质量及其影响因素	78
2.1.3 冲裁间隙及冲裁间隙值的确定	79

2.1.4	凸、凹模刃口尺寸的设计	81
2.1.5	模具闭合高度及压力机有关参数	85
2.1.6	冲裁力、卸料力、推件力及顶件力的计算	86
2.1.7	冲模压力中心的确定	88
2.1.8	压力机的公称压力及降低冲裁力的方法	91
2.1.9	排样设计	95
2.1.10	冲裁模典型零件的结构设计	100
2.1.11	模架标准介绍	119
2.2	单工序冲裁模结构设计	121
2.2.1	无导向单工序冲裁模	121
2.2.2	导板式单工序冲裁模	121
2.2.3	导柱式单工序冲裁模	122
2.3	连续冲裁模结构设计	123
2.4	复合冲裁模结构设计	123
2.4.1	正装式复合模	124
2.4.2	倒装复合冲裁模	124
2.5	冲裁模具设计案例	125
学习情境 3	弯曲成型工艺与模具设计	130
3.1	弯曲件的种类与工艺过程分析、计算	131
3.1.1	弯曲件的种类	131
3.1.2	弯曲变形过程	132
3.1.3	弯曲变形分析及变形特点	132
3.1.4	变形程度及其表示方法	134
3.1.5	弯曲件质量分析	135
3.1.6	弯曲件结构工艺性	143
3.1.7	弯曲件展开尺寸计算	145
3.1.8	弯曲力的计算	149
3.1.9	弯曲成型工序安排	151
3.2	单工序弯曲模结构	153
3.2.1	弯曲模设计要点	153
3.2.2	V 形弯曲模的一般结构形式	153
3.2.3	U 形模具典型结构	154
3.2.4	Z 形件模具结构	156
3.2.5	O 形模具结构	156
3.2.6	┐ 形模具结构	158
3.2.7	铰链件弯曲模具	160
3.3	级进弯曲模、复合弯曲模、单工序弯曲模、通用弯曲模的区别和应用	161
3.3.1	级进弯曲模成型工艺	161

3.3.2 级进弯曲模典型结构分析	162
3.3.3 复合模成型工艺及典型结构分析	163
3.3.4 通用模具结构分析	163
3.4 弯曲模结构件设计计算	164
3.4.1 弯曲模具刃口部分结构参数	164
3.4.2 凸、凹模圆角半径和凹模深度	165
学习情境 4 拉深工艺分析与拉深模具的设计	168
4.1 拉深加工概述	169
4.2 拉深变形特点	170
4.2.1 拉深变形过程	170
4.2.2 拉深过程中的应力应变状态	171
4.2.3 圆筒形拉深过程中出现的问题及防止措施	174
4.3 拉深工艺计算	176
4.3.1 圆筒形零件拉深工艺	176
4.3.2 有凸缘圆筒形件的拉深	192
4.3.3 拉深力与压边力	199
4.4 拉深模典型结构	202
4.4.1 单动压力机用拉深模	203
4.4.2 双动压力机用拉深模	210
4.4.3 反拉深模具结构	211
4.4.4 拉深模闭合高度计算	212
4.5 拉深件的工艺性	212
4.6 拉深模工作部分结构尺寸	214
4.6.1 拉深凸模与凹模的结构	214
4.6.2 拉深凹模与凸模的圆角半径	217
4.6.3 拉深模的间隙	218
4.6.4 拉深凸模与凹模工作部分的尺寸	219
4.6.5 拉深凸模的通气孔	220
4.7 拉深中的辅助工序	220
4.7.1 润 滑	220
4.7.2 热 处 理	222
4.7.3 酸 洗	222
4.8 拉深模设计实例——无凸缘筒形件的首次拉深	223
学习情境 5 翻边工艺与模具设计	227
5.1 翻边的类型与工艺参数	227
5.1.1 内孔翻边（主要介绍圆孔翻边）	228
5.1.2 外缘翻边	232

5.1.3 变薄翻边	234
5.1.4 工艺计算	235
5.2 翻边模结构设计	236
5.2.1 圆柱形翻边模	236
5.2.2 非圆柱形翻边模	237
学习情境 6 胀形、缩口、旋压、校形工艺与模具设计	239
6.1 胀形	240
6.1.1 板料起伏成型	241
6.1.2 空心坯料的胀形	243
6.2 缩口	245
6.2.1 缩口变形特点及程度	245
6.2.2 缩口的工艺计算	246
6.2.3 缩口模结构	247
6.3 旋压	248
6.3.1 普通旋压工艺	248
6.3.2 变薄旋压工艺	250
6.4 校形	251
6.4.1 校形的特点及应用	251
6.4.2 平板零件的校形	251
6.4.3 空间形状零件的整形	252
学习情境 7 典型冲压模具零件制造与装配	254
7.1 冲裁模具零件的制造与装配	255
7.1.1 工作零件的加工	255
7.1.2 卸料板与固定板的加工	261
7.1.3 模座及导向零件的加工	262
7.1.4 冲裁模的装配	268
7.1.5 冲裁模的调试	271
7.2 成型模具零件的制造与装配	272
7.2.1 成型模凸、凹模技术要求及加工特点	272
7.2.2 成型模凸、凹模的加工	274
7.2.3 成型模的装配与调试	274
7.3 多工位级进模零件的制造与装配	277
7.3.1 多工位级进模零件的加工	277
7.3.2 多工位级进模零件的装配与调试	283
参考文献	285

学习情境 1 冲压模具的设计与制造基础

【知识目标】

- 掌握冲压与冲模的有关概念。
- 掌握冲压设备的有关参数及设备的选用方法。
- 掌握材料变形的理论基础。
- 掌握模具材料的选用方法。
- 熟悉模具零件的加工方法和工艺规程的编制。
- 了解冲压的现状与发展方向。

【技能目标】

- 能判断冲压工序的性质。
- 能够正确选择冲压设备。
- 能够正确选用模具材料。
- 能够编写模具零件的机械加工工艺规程。

本情境学习任务

1. 图 1 所示为不同类型压力机的实物图片，试查阅相关资料，确定这几种压力机的类型、特点及用途，并指出其主要结构组成。

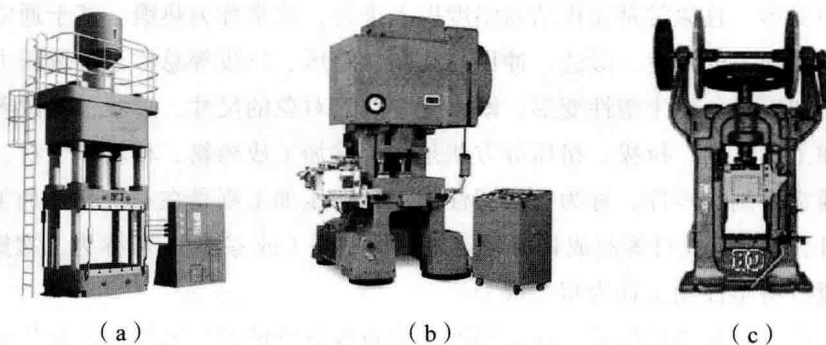


图 1

2. 编写图 2 所示凹模的机械加工工艺规程。

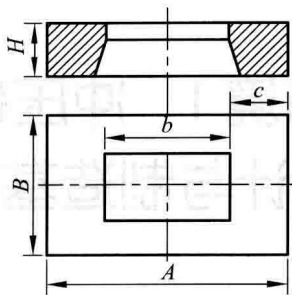


图 2

3. 查阅资料，了解冲压模具技术的现状和发展趋势。

1.1 冲压成型与模具技术的概述

1.1.1 冲压与冲模的概念

冲压是利用冲模在冲压设备上对板料施加压力（或拉力），使其产生分离或变形，从而获得一定形状、尺寸和性能的制件的加工方法。

冲压加工的对象一般为金属板料（或带料）、薄壁管、薄型材等，板厚方向的变形一般不侧重考虑，因此也称为板料冲压，且通常是在室温状态下进行（不用加热，显然处于再结晶温度以下），故也称为冷冲压。

锻造和冲压合称为锻压，锻造加工的对象一般为金属棒料（或锭料），必须考虑长、宽、高 3 个方向的变形，且通常是在再结晶温度以上进行，故常称为热锻。基于通常要施加一定的压力才能完成加工的共性，锻造、冲压与轧制、挤压、拉拔等总称为金属压力加工。金属压力加工迫使加工对象发生塑性变形，既改变了加工对象的尺寸、形状，又改善了性能，故还称为塑性加工。轧制、拉拔、挤压等方法是将钢锭加工成棒料、板料、管材、型材、线材等制品，但通常不制成零件，称为一次塑性加工；锻压加工则是在一次塑性加工的基础上，将棒料、板料、管材、线材等制成具有特定用途的制件（或零件），可称为二次塑性加工。20 世纪后期又流行将塑性加工称为塑性成型。

在冲压生产中，先进的模具、高效的冲压设备和合理的冲压成型工艺是构成冲压加工的 3 个基本要素，如图 1.1.1 所示。

冲压生产的优点：低耗、高效、低成本，“一模一样”、质量稳定、互换性好，可加工薄壁、复杂零件，对工人的技术要求较低。其缺点：噪声大，安全性较差。多用于批量生产中，在日常冲压产品、高科技冲压产品中都得到了广泛的应用。

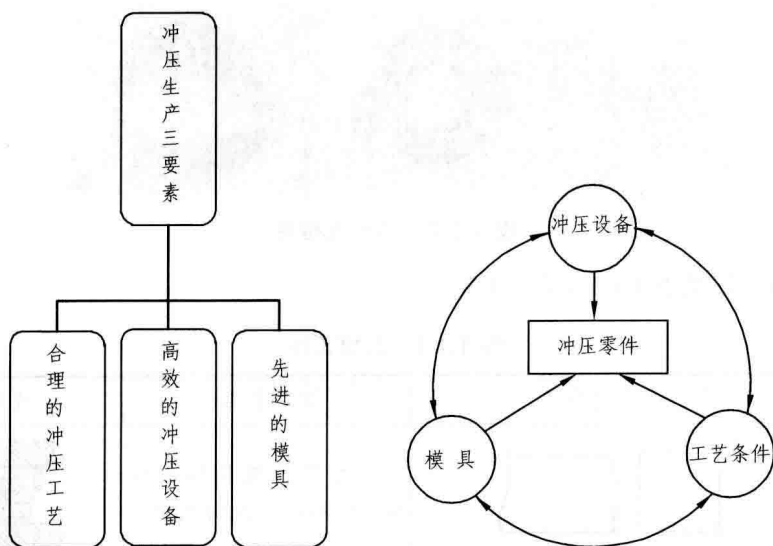


图 1.1.1 冲压零件的影响因素

1.1.2 冲压工序的分类

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序分为分离工序和成型工序。

分离工序：坯料在模具刃口作用下，沿一定的轮廓线分离而获得冲件的加工方法，主要包括落料、冲孔、分离等，如图 1.1.2 所示。

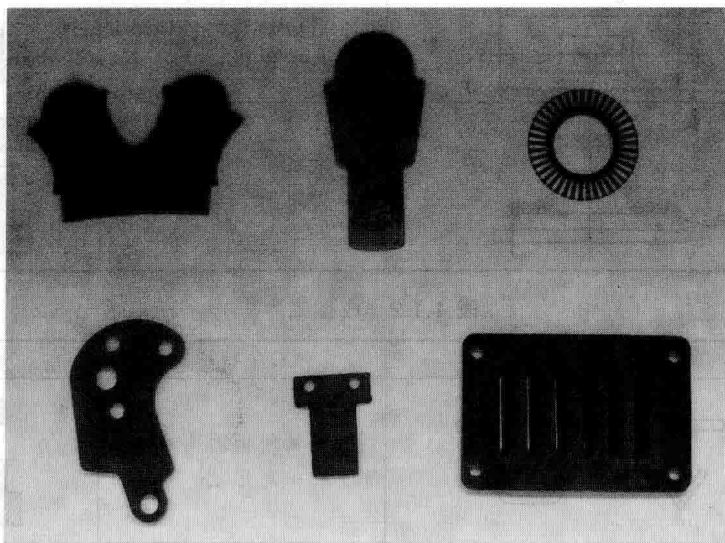


图 1.1.2 冲孔落料件

成型工序：坯料在模具压力作用下，使坯料产生塑性变形，但不产生分离而获得的具有一定形状和尺寸的冲件的加工方法，主要有弯曲、拉深、翻边等，如图 1.1.3 所示。

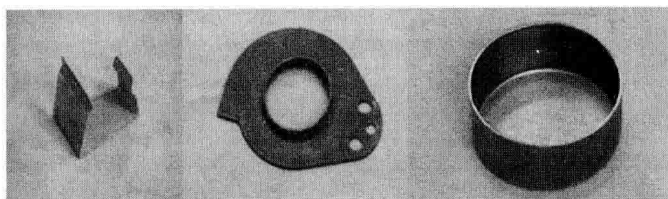


图 1.1.3 冲压成型件

典型的冲压工序见表 1.1.1 ~ 表 1.1.3。

表 1.1.1 分离工序

工序名称	工序简图	工序特征	模具简图
切断		用剪刀或模具切断板料，切断线不是封闭的	
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断板，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	

表 1.1.2 成型工序

工序名称	工序简图	工序特征	模具简图
弯曲		用模具使板料弯成一定角度或一定形状	
拉深		用模具将板料压成任意形状的空心件	

续表 1.1.2

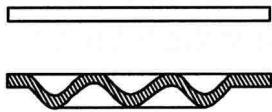
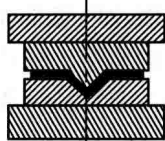
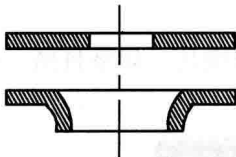
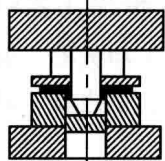
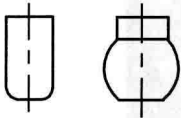
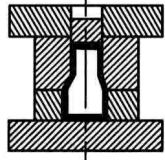
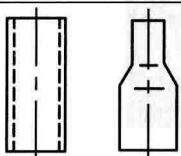
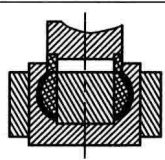
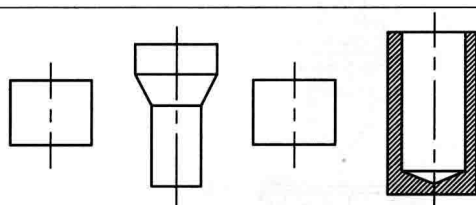
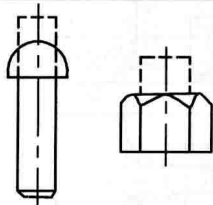
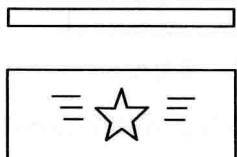
工序名称	工序简图	工序特征	模具简图
起伏 (压肋)		用模具将板料局部拉伸成凸起和凹进形状	
翻边		用模具将板料上的孔或外缘翻成竖边	
缩口		用模具对空心开口部施加由外向内的径向压力, 使局部直径缩小	
胀形		用模具对空心件加向外的径向力, 使局部直径扩张	
整形		将工件不平的表面压平, 将原先的弯曲件或拉深件压成正确形状	同拉深模具

表 1.1.3

工序名称	工序简图	特点及应用范围
冷挤压		对放在模腔内的坯料施加强大压力, 使冷态下的金属产生塑性变形, 并将其从凹模孔或凸、凹模之间的间隙挤出, 以获得空心件或横截面积较小的实心件
冷嵌		用冷嵌模使坯料产生轴向压缩, 使其横截面积增大, 从而获得螺钉、螺母类的零件
压花		压花是强行局部排挤材料, 在工件表面形成浅凹花纹、图案、文字或符号, 但在压花表面的背面并无对应于浅凹花纹的凸起

1.1.3 冲模的分类

所谓冲模就是加压将金属或非金属材料分离、成型或接合而得到制件的工艺装备。冲压件的质量、生产效率以及生产成本等，与模具设计和制造有直接关系。冲压模具可按以下几个主要特征分类：

1. 根据工艺性质分类

(1) 冲裁模。沿封闭或敞开的轮廓线使材料分离的模具，如落料模、冲孔模、切断模、切口模、切边模、剖切模等，如图 1.1.4 所示。

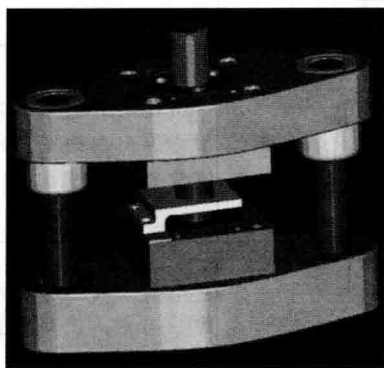


图 1.1.4 冲裁模

(2) 弯曲模。使板料毛坯或其他坯料沿着直线（弯曲线）产生弯曲变形，从而获得一定角度和形状的工件的模具，如图 1.1.5 所示。

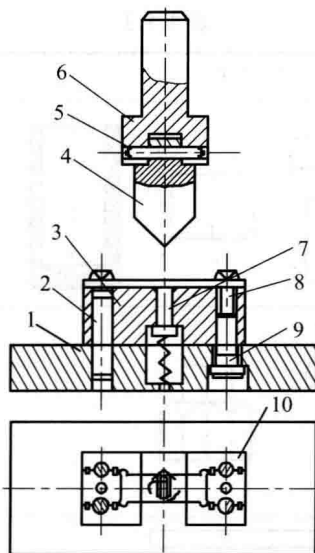


图 1.1.5 弯曲模

(3) 拉深模。把板料毛坯制成开口空心零件，或使空心零件进一步改变形状和尺寸的模具，如图 1.1.6 所示。

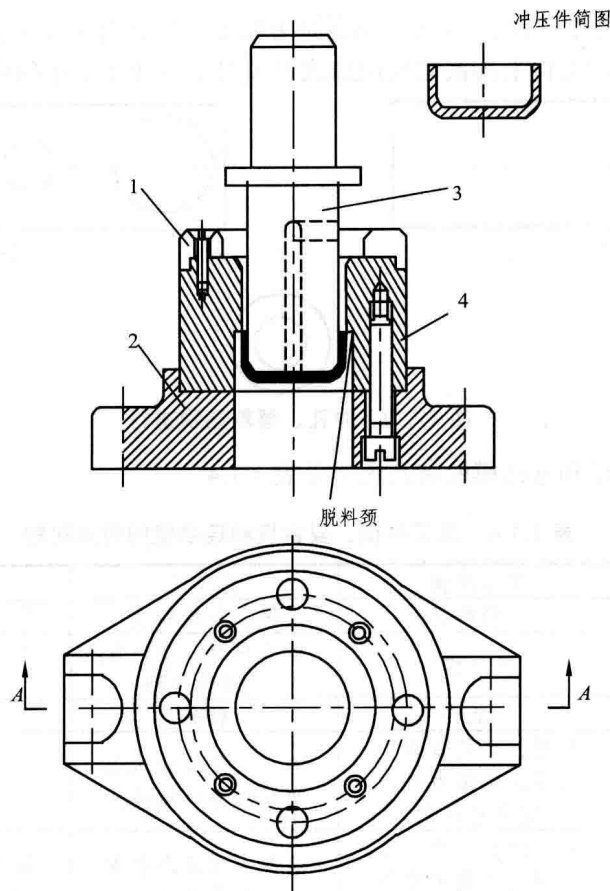


图 1.1.6 拉深模

(4) 成型模。将毛坯或半成品工件按凸、凹模的形状直接复制成型，而材料本身仅产生局部塑性变形的模具，如胀形模、缩口模、扩口模、起伏成型模、翻边模、整形模等。

2. 根据工序组合程度分类

(1) 单工序模。在压力机的一次行程中，只完成一道冲压工序的模具，如图 1.1.7 所示。

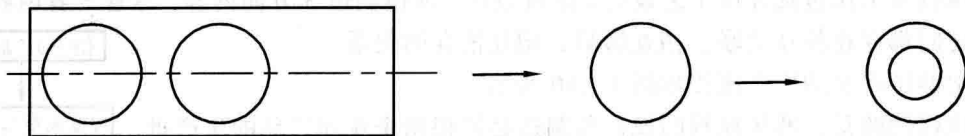


图 1.1.7 落料和冲孔

(2) 复合模。只有一个工位，在压力机的一次行程中，在同一工位上同时完成两道或两道以上的冲压工序的模具，如图 1.1.8 所示。

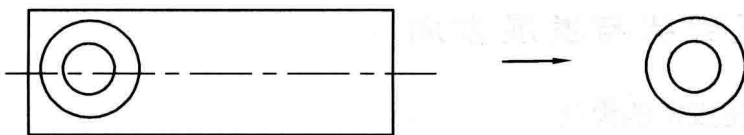


图 1.1.8 冲孔落料同时进行