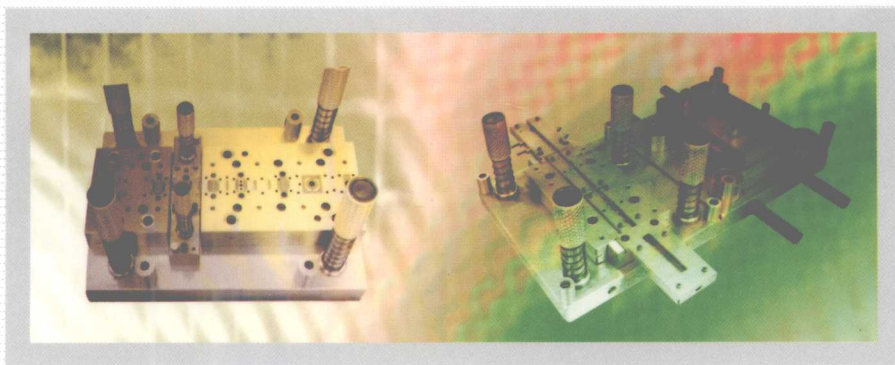


中国高等职业技术教育研究会推荐

21世纪高等职业教育规划教材

冲压工艺与模具设计

王丽娟 主编



国防工业出版社

National Defense Industry Press

21 世纪高等职业教育规划教材

冲压工艺与模具设计

王丽娟 主编

元 00.75 个宝 同 每 一 20 个 2008 年 2 月 20 日

國防工業出版社

• 北京 •

内容简介

根据高职高专人才培养目标和模具专业指导委员会的要求以及中国高等职业技术教育研究会机电类专业协作委员会会议要求,从生产实际出发,依据“以能力为本,培养实用型技术人才”的原则,编写了此教材。

本教材根据冲压工艺与模具设计工作的需要,系统地介绍了冲裁、弯曲、拉深工艺与模具设计知识,对成形工艺与模具设计、级进模设计做了较详细的讲解,使学生能掌握冲压工艺与模具设计方面的基础知识。教材突出理论与实际的联系,强调综合运用。采用典型模具的设计示例使学生掌握冲压件的工艺分析、设计方法和步骤、模具结构分析和主要零部件设计等,从而体现高等职业教育的实用性、灵活性、适应性等特点。

图书在版编目(CIP)数据

冲压工艺与模具设计/王丽娟主编. —北京:国防工业出版社, 2008.2

21 世纪高等职业教育规划教材

ISBN 978-7-118-05513-9

I. 冲... II. 王... III. ①冲压-工艺②冲模-设计
IV. TG38

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 203726 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

腾飞胶印厂印刷
新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 16 字数 360 千字

2008 年 2 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—5000 册 定价 27.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010) 68428422 发行邮购: (010) 68414474

发行传真: (010) 68411535 发行业务: (010) 68472764

21 世纪高等职业教育机电类规划教材

编审专家委员会名单

主任委员

方新(北京联合大学教授)

委

员

(按姓氏笔画排列)

付文博(烟台南山学院副教授)

刘炯(国防工业出版社副编审)

刘克旺(青岛职业技术学院副教授)

刘建超(成都航空职业技术学院教授)

闫大建(北京科技职业学院副教授)

米国际(西安航空技术高等专科学校副教授)

李景仲(辽宁省交通高等专科学校副教授)

郭紫贵(张家界航空工业职业技术学院副教授)

徐时彬(四川工商职业技术学院副教授)

蒋敦斌(天津职业大学教授)

韩玉勇(枣庄科技职业学院副教授)

颜培钦(广东交通职业技术学院副教授)

总策划

江洪湖 刘炯

总 序

在我国高等教育从精英教育走向大众化教育的过程中,作为高等教育重要组成部分的高等职业教育快速发展,已进入提高质量的时期。在高等职业教育的发展过程中,各高校在专业设置、实训基地建设、双师型师资的培养、专业培养方案的制定等方面不断进行教学改革。高等职业教育的人才培养还有一个重点就是课程建设,包括课程体系的科学合理设置、理论课程与实践课程的开发、课件的编制、教材的编写等。这些工作需要每一位高职教师付出大量的心血,高职教材就是这些心血的结晶。

高等职业教育机电类专业赶上了我国现代制造业崛起的时代,中国的制造业要从制造大国走向制造强国,需要一大批高素质的、工作在生产一线的技术应用型人才,这就要求我们高等职业教育机电类专业的教师们担负起这个重任。

高等职业教育机电类专业的教材一要反映制造业的最新技术,因为高职学生毕业后马上去现代制造业企业的生产一线顶岗,我国现代制造业企业使用的技术更新很快;二要反映某项技术的方方面面,使高职学生能对该项技术有全面的了解;三要深入某项需要高职学生具体掌握的技术,便于教师组织教学时切实使学生掌握该项技术或技能;四要适合高职学生的学习特点,便于教师组织教学时因材施教。要编写出高质量的高职教材,还需要我们高职教师的艰苦工作。

国防工业出版社组织了一批具有丰富教学经验的高职教师所编写的数控、模具、汽车、自动化、机电设备等方面的教材反映了这些专业的教学成果,相信这些专业的成功经验又必将随着本系列教材这个载体进一步推动其他院校的教学改革。

方新

《冲压工艺与模具设计》

编委会名单

主 编 王丽娟

副主编 徐政坤 杨 威

编 委 王丽娟 徐政坤 杨 威 何光春

本书是根据中国高等职业技术教育研究会机电类专业协作委员会会议要求,并结合高职高专教材编审会确立的《冲压工艺与模具设计》课程编写大纲,遵循“理论联系实际,体现应用性、实用性、综合性和先进性”的原则,在总结近几年各院校模具专业教改经验的基础上编写的。本书的主要特点如下:

(1)根据从事冲压模具设计与制造的工程技术应用型人才的实际要求,理论以“必须、够用”为度,着眼于解决现场实际问题,体现了应用性、实用性、综合性和先进性。

(2)将冲压成形原理、冲压工艺与模具设计等内容进行了有机的融合,采用通俗易懂的文字和丰富的图表,在分析冲压成形基本规律的基础上,系统介绍了冲模设计基本理论及方法,客观分析了冲压工艺、冲压模具。

本书可作为高职高专各类院校模具设计与制造专业及机械、机电类各相关专业的教材,也可供从事模具设计与制造的工程技术人员参考。

本书由四川工商职业技术学院王丽娟任主编,张家界航空工业职业技术学院徐政坤、西安航空技术高等专科学校杨威任副主编,全书共7章,第1章、第4章、第5章、第7章由王丽娟编写,第2章由徐政坤编写;第3章由四川工商职业技术学院何光春编写;第6章由杨威编写。

由于编者水平有限,书中缺点错误在所难免,恳请广大读者批评指正。

编者

目 录

第 1 章 冲压成形工艺基础	1
1.1 冲压成形工艺概述	1
1.1.1 冲压成形工艺的概念	1
1.1.2 冲压工序分类	1
1.2 冷冲压模具	4
1.2.1 冲压模具分类	4
1.2.2 冲压模具的基本结构组成	6
1.3 冲压设备的选择	6
1.3.1 冲压设备类型的选择	6
1.3.2 冲压设备规格的选择	7
1.4 冲压用材料	9
1.4.1 板料的冲压成形性能	9
1.4.2 板料机械性能与冲压成形性能的关系	10
1.4.3 对冲压材料的基本要求	11
1.4.4 冲压最常用的材料	11
1.5 冲压技术的现状及发展方向	11
思考与练习题	13
第 2 章 冲裁	14
2.1 冲裁变形过程分析	14
2.1.1 冲裁变形过程	14
2.1.2 冲裁变形时的受力与应力分析	15
2.1.3 冲裁件的质量及其影响因素	16
2.2 冲裁件的工艺性	19
2.2.1 冲裁件的结构与尺寸	20
2.2.2 冲裁件的精度与断面粗糙度	21
2.2.3 冲裁件的材料	22
2.3 冲裁间隙	23
2.3.1 间隙对冲压力的影响	23
2.3.2 间隙对模具寿命的影响	23
2.3.3 冲裁间隙值的确定	24
2.4 凸、凹模刃口尺寸的确定	28
2.4.1 凸、凹模刃口尺寸计算的原则	28

2.4.2	凸、凹模刃口尺寸的计算方法	28
2.5	排样	34
2.5.1	材料的合理利用	34
2.5.2	排样方法	36
2.5.3	搭边与条料宽度的确定	38
2.5.4	排样图	41
2.6	冲压力与压力中心的计算	42
2.6.1	冲压力的计算	42
2.6.2	压力机标称压力的确定	44
2.6.3	降低冲裁力的方法	44
2.6.4	压力中心的计算	46
2.7	冲裁模的典型结构	49
2.7.1	冲裁模的分类	49
2.7.2	冲裁模的结构组成	49
2.7.3	冲裁模的典型结构	51
2.8	冲裁模主要零部件的设计与选用	67
2.8.1	工作零件	67
2.8.2	定位零件	77
2.8.3	卸料与出件装置	85
2.8.4	模架及其零件	92
2.8.5	其他支承与固定零件	96
2.8.6	冲模的标准组合	97
2.9	冲裁模设计	98
2.10	冲裁模的装配与调试	100
2.10.1	模具的装配	100
2.10.2	模具调试	101
2.11	冲裁模设计实例	103
	思考与练习题	109
第3章	弯曲工艺与模具设计	111
3.1	弯曲变形过程分析	111
3.1.1	弯曲变形过程及特点	111
3.1.2	塑性弯曲时变形区的应力与应变状态	113
3.2	弯曲件的质量问题及控制	114
3.2.1	弯裂及其控制	114
3.2.2	回弹及其控制	116
3.2.3	偏移及其控制	120
3.2.4	翘曲与剖面畸变	122
3.3	弯曲件的工艺性与工序安排	122
3.3.1	弯曲件的工艺性	122

871	3.3.2 弯曲件的工序安排	125
871	3.4 弯曲件的展开尺寸计算	126
871	3.4.1 弯曲中性层位置的确定	126
871	3.4.2 弯曲件展开尺寸计算	127
181	3.5 弯曲力的计算	129
881	3.6 弯曲模的典型结构	131
881	3.6.1 弯曲模的分类与设计要点	131
881	3.6.2 弯曲模的典型结构	131
181	3.7 弯曲模工作零件的设计	139
881	3.7.1 弯曲模工作零件的设计要点	139
881	3.7.2 凸、凹模间隙	141
881	3.8 弯曲模的装配与调试	142
881	3.9 弯曲模的设计步骤与实例	143
881	思考与练习题	146
	第4章 拉深模设计	147
101	4.1 拉深变形过程分析	147
101	4.1.1 拉深变形过程及特点	147
101	4.1.2 拉深过程中坯料内的应力与应变状态	149
801	4.2 拉深件的质量问题及控制	151
101	4.2.1 起皱	151
801	4.2.2 筒壁拉裂原因和防止措施	153
801	4.3 拉深件的工艺性	153
801	4.4 旋转体拉深件坯料尺寸的确定	154
008	4.4.1 坯料形状和尺寸确定的原则	154
108	4.4.2 简单旋转体拉深件坯料尺寸的确定	155
108	4.4.3 复杂旋转体拉深件坯料尺寸的确定	157
808	4.5 圆筒形件的拉深工艺计算	158
808	4.5.1 极限拉深系数的确定	158
108	4.5.2 圆筒形件的拉深次数	160
108	4.5.3 圆筒形件各次拉深工序件尺寸计算	161
808	4.6 拉深力、压边力与压边装置	164
808	4.6.1 拉深力的计算	164
808	4.6.2 压边力的确定	164
808	4.6.3 压边装置	165
808	4.6.4 压力机公称压力的确定	167
808	4.6.5 拉深功的计算	167
018	4.7 其他形状零件的拉深	168
118	4.7.1 带凸缘圆筒形件的拉深	168
818	4.7.2 阶梯圆筒形件的拉深	172

4.7.3	盒形件的拉深	173
4.8	拉深模的典型结构	178
4.8.1	拉深模的分类	178
4.8.2	单动压力机上使用的拉深模	178
4.8.3	双动压力机上使用的拉深模	181
4.9	拉深的辅助工序	182
4.9.1	润滑	182
4.9.2	热处理	183
4.9.3	酸洗	184
4.10	拉深模工作零件的设计	185
4.10.1	凸、凹模的结构	185
4.10.2	凸、凹模的间隙	186
4.10.3	凸、凹模工作尺寸及公差	187
4.11	拉深模的装配与调试	188
	思考与练习题	189
第5章	成形模设计	191
5.1	胀形	191
5.1.1	胀形的变形特点	191
5.1.2	平板坯料的胀形	192
5.1.3	空心坯料的胀形	194
5.1.4	胀形模结构与设计要点	197
5.2	翻孔与翻边	198
5.2.1	翻孔	198
5.2.2	翻边	200
5.2.3	翻孔、翻边模结构	201
5.3	缩口	201
5.3.1	缩口变形特点及变形程度	202
5.3.2	缩口模结构与设计要点	203
5.4	校平与整形	204
5.4.1	校平	204
5.4.2	整形	206
	思考与练习题	208
第6章	多工位级进模设计	209
6.1	多工位级进模的特点与分类	209
6.1.1	多工位级进模的特点	209
6.1.2	多工位级进模的分类	209
6.2	多工位级进模的排样设计	210
6.2.1	排样设计的原则及考虑的因素	211
6.2.2	载体和搭口的设计	212

6.2.3	排样图中各工位的设计要点	216
6.2.4	基本步距的确定和条料的定位精度	219
6.3	多工位级进模典型结构	221
6.3.1	冲孔、落料多工位级进模	221
6.3.2	冲裁、弯曲、胀形多工位级进模	224
6.3.3	双筒焊片制件级进位拉深模	228
	思考与练习题	230
第7章	冲压模具的寿命、材料及安全措施	232
7.1	冲压模具寿命	232
7.1.1	冲模的工作条件及失效形式	232
7.1.2	影响冲模寿命的因素及提高冲模寿命的措施	235
7.2	冲压模具材料	238
7.2.1	对冲模材料的要求	238
7.2.2	冲模材料的种类与特性	238
7.2.3	冲模材料的选用及热处理要求	240
	思考与练习题	242
	参考文献	243

冲压成形工艺基础

第1章 冲压成形工艺基础

图例	图例	图例
1.1 冲压成形工艺概述		
1.1.1 冲压成形工艺的概念		
冲压是利用安装在冲压设备上的模具对材料施加压力,使其产生塑性变形或分离,从而获得所需冲件的一种压力加工方法。在冲压加工中,将板材加工成零件(或半成品)的一种特殊工艺装备,称为冲压模具。		
冲压是一种先进的金属加工方法,与机械加工及塑性加工的其他方法相比较,它有以下特点:		
(1)生产效率高,且操作方便,易于实现机械化和自动化。冲压一次一般可以得到一个零件,用普通冲床进行冲压加工,每分钟可达几十件;用高速冲压机生产,每分钟可达数百件。		
(2)产品尺寸精度稳定,互换性好。冲压是由模具来保证冲压件的尺寸和形状精度,且一般不破坏冲压材料的表面质量,制得的零件一般不进一步加工,可直接用来装配,而且有一定的精度,互换性好。		
(3)适应性广。可加工出尺寸范围大、形状复杂的零件,而这些零件,用其他的方法是不可能或者很难加工的。		
(4)材料利用率高,一般为70%~85%。冲压时,一般没有切削碎料生成,材料的消耗较少。		
(5)在大批量生产条件下,产品成本低。		
冲压的缺点是模具要求高,制造复杂、周期长,制造费昂贵,因而在小批量生产中受到限制。此外,冲压件的精度决定于模具精度,如零件的精度要求过高,用冲压生产就难以达到要求。		
综上所述,冲压具有生产率高、加工成本低、材料利用率高、产品尺寸精度稳定、操作简单、易于实现机械化和自动化等一系列优点,因而在批量生产中得到了广泛的应用,在现代化工业生产中占有十分重要的地位,是国防工业及民用工业生产中必不可少的加工方法。在电子产品中,冲压件约占80%~85%,在汽车、农业机械产品中,冲压件约占75%~80%,在轻工业产品中,冲压件约占90%以上。此外,在航空及航天工业生产中,冲压件也占有很大的比例。		
1.1.2 冲压工序分类		

冲压工艺大致可区分为分离工序与成形工序两大类。分离工序是指坯料在模具刃口作用下,沿一定的轮廓线分离而获得冲压件的加工方法。分离工序主要有落料、冲孔和切

割等,如表 1-1 所列。成形工序是指坯料在模具压力作用下产生塑料变形,但不产生分离而获得具有一定形状和尺寸的冲压件的加工方法。成形工序可分为弯曲、拉深、翻孔、翻边、胀形、扩口、缩口等,如表 1-2 所列。根据产品零件的形状、尺寸精度和其他技术要求,可分别采用各种工序或复合工序对板料毛坯进行加工,以获得所需要的零件。

表 1-1 分离工序

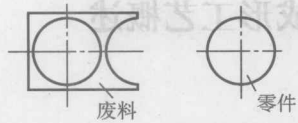
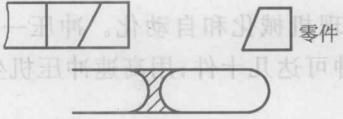
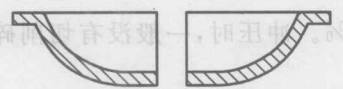
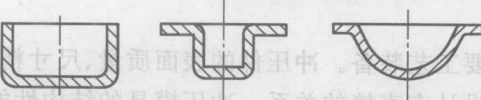
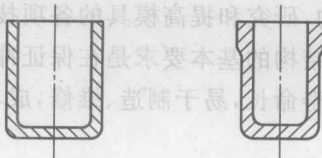
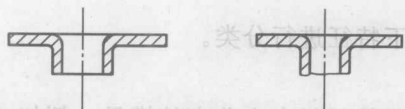
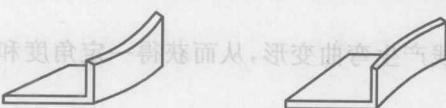
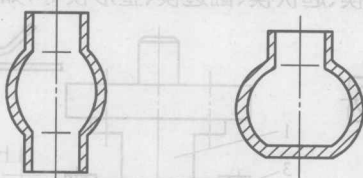
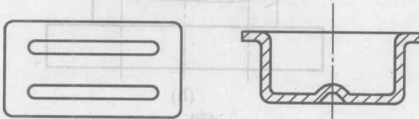
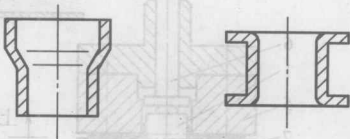
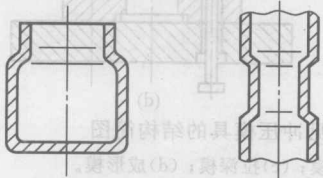
工序名称	简 图	特点及应用范围
落料		用冲模沿封闭轮廓曲线冲切,冲下部分是零件。用于制造各种形状的平板零件
冲孔		用冲模按封闭轮廓曲线冲切,冲下部分是废料
切断		用剪刀或冲模沿不封闭曲线切断,多用于加工形状简单的平板零件
切边		将成形零件的边缘修切整齐或切成一定形状
剖切		把冲压加工成的半成品切开成为两个或数个零件,多用于不对称零件的成双或成组冲压成形之后

表 1-2 成形工序

工序名称	简 图	特点及应用范围
弯曲		把板料沿直线弯成各种形状,可以加工形状极为复杂的零件
卷圆		把板料端部卷成接近封闭的圆头,用以加工类似铰链的零件
扭曲		把冲裁后的半成品扭转成一定的角度

(续)

工序名称	简 图	特点及应用范围
拉深		把板料毛坯成形制成各种空心的零件
变薄拉深		把拉深加工后的空心半成品进一步加工成为底部厚度大于侧壁厚度的零件。
翻孔		在预先冲孔的板料半成品上或未经冲孔的板料上,冲制成竖立的边缘
翻边		把板料半成品的边缘按曲线或圆弧形成竖立的边缘
拉弯		在拉力与弯矩共同作用下实现弯曲变形,可得精度较好的零件
胀形		在双向拉应力作用下实现的变形,将空心件或管状件沿径向向外扩张,形成局部直径较大的零件
起伏		在板料毛坯或零件的表面上用局部成型的方法制成各种形状的突起与凹陷
扩口		在空心毛坯或管状毛坯的某个部位上,使其径向尺寸扩大的变形方法
缩口		在空心毛坯或管状毛坯的某个部位上,使其径向尺寸减小的变形方法

1.2 冷冲压模具

冲压模具是实现冲压生产的主要工艺装备。冲压件的表面质量、尺寸精度、生产率以及生产成本等与模具类型及其结构设计有直接的关系。冲压模具的结构性能直接反映了冲压技术水平的高低。因此,了解模具结构,研究和提高模具的各项技术指标对于模具设计和发展是十分必要的。冲压生产对模具结构的基本要求是在保证冲出合格零件的前提下,应具有结构简单,操作方便、安全,使用寿命长,易于制造、维修,成本低廉等特点。

1.2.1 冲压模具分类

冲压模具的形式很多,可以根据以下特征进行分类。

1. 根据冲压工序性质分类

(1) 冲裁模。沿封闭或敞开的轮廓线使材料产生分离的模具。例如,落料模、冲孔模、切断模、切边模,如图 1-1(a)所示。

(2) 弯曲模。使平板坯料沿着直线产生弯曲变形,从而获得一定角度和形状的零件的模具,如图 1-1(b)所示。

(3) 拉深模。把平板坯料制成开口空心件,或使空心件进一步改变形状和尺寸的模具,如图 1-1(c)所示。

(4) 成形模。将坯料或工序件按凸、凹模的形状直接复制成形,而材料本身仅产生局部塑性变形的模具。例如,胀形模、缩口模、扩口模、起伏模、翻边模、整形模等,如图 1-1(d)所示。

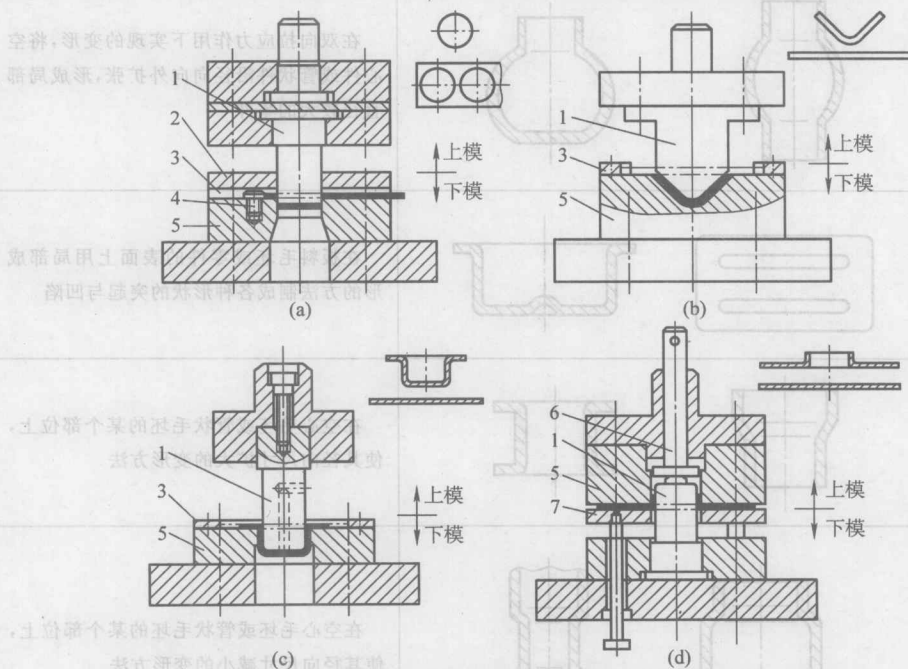


图 1-1 几种常见冲压模具的结构简图

(a) 冲裁模; (b) 弯曲模; (c) 拉深模; (d) 成形模。

1—凸模; 2—卸料板; 3—定位板; 4—挡料销; 5—凹模; 6—推件杆; 7—压料板。

2. 根据工序组合程序分类

(1)单工序模。一般只有一对凸、凹模,在压力机的一次行程中完成一道冲压工序模具,如图1-1所示。

(2)复合模。压力机一次行程中,在模具的一个工位上,同时完成几道不同工序的模具,称为复合模。它属于多工序模,如图1-2所示。

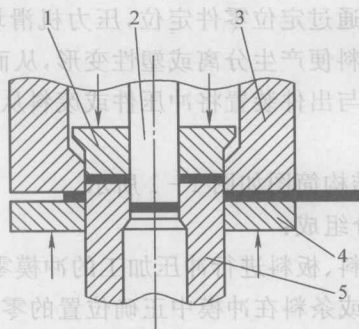


图 1-2 复合模结构原理

1—推件块; 2—冲孔凸模; 3—落料凹模; 4—卸料板; 5—凸凹模。

(3)级进模。压力机一次行程中依一定顺序在同一模具的不同工位上完成两道以上工序的模具。级进模也属于多工序模,如图1-3所示。

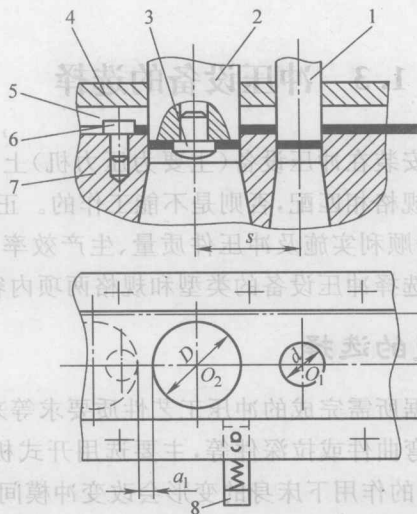


图 1-3 级进模结构原理

1—冲孔凸模; 2—落料凸模; 3—导正销; 4—卸料板;

5—导料板; 6—挡料销; 7—凹模; 8—初始挡料销。

3. 按模具的结构形式分类

(1)根据上下模的导向方式,分为有无导向模和导板模、导柱模。

(2)根据卸料装置,可分为固定卸料板和弹性卸料板冲模。