



普通高等教育“十一五”
国家级规划教材

高等职业院校

机电类“十二五”规划教材

模具设计 与制造

(第3版)

Mold Design
and Manufacture (3rd Edition)

采用项目教学法进行编写

引用新标准与现场模具知识

内容深入浅出，适合教学



◎ 李奇 主编

◎ 宋藜 张万宾 副主编

◎ 朱江峰 主审



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



精品系列



普通高等教育“十一五”
国家级规划教材

高等职业院校

机电类“十二五”规划教材

模具设计 与制造

(第3版)

Mold Design
and Manufacture (3rd Edition)



◎ 李奇 主编

◎ 宋藜 张万宾 副主编

◎ 朱江峰 主审

人民邮电出版社

北京



精品系列

图书在版编目(CIP)数据

模具设计与制造 / 李奇主编. — 3版. — 北京 :
人民邮电出版社, 2012.5
高等职业院校机电类“十二五”规划教材
ISBN 978-7-115-27567-7

I. ①模… II. ①李… III. ①模具—设计—高等职业
教育—教材②模具—制造—高等职业教育—教材 IV.
①TG76

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第039328号

内 容 提 要

本书是为适应高职高专院校模具、机械、数控、机电等专业学生学习模具知识的需要而编写的。全书综合了“冲压塑压设备”、“冷冲压工艺与模具设计”、“塑料成形工艺及模具设计”、“模具制造工艺学”等主要课程内容。

本书采用任务驱动型的项目教学法进行编写,全书分3篇7个模块,其中第1篇2个模块,讲述了冲压工艺与冲模设计、其他冲压工艺与模具构造(弯曲工艺与模具构造、拉深工艺与模具构造等)内容;第2篇2个模块,讲述了注射成形工艺与模具设计、其他塑料成形工艺与模具构造(压缩压注工艺与模具构造、挤出成形工艺与模具构造、气压成形工艺与模具构造等)内容;第3篇3个模块,讲述了模具零件制造、模具特种加工、模具装配工艺等内容。

本书可作为高职高专模具、机械、数控、机电类专业教材,也可作为技师学院、成人教育和职工培训相关专业教材。

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高等职业院校机电类“十二五”规划教材

模具设计与制造(第3版)

◆ 主 编 李 奇
副 主 编 宋 黎 张万宾
主 审 朱江峰
责任编辑 潘新文

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京鑫正大印刷有限公司印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 22.75 2012年5月第3版
字数: 617千字 2012年5月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-27567-7

定价: 42.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154



随着高职高专教学改革的深入发展,高职高专模具专业的课程改革与教材改革有了新要求。按照高职高专教育改革的培养目标,充分考虑高职高专学生学习的特点,结合作者长期的教学与实践经验,本书采用任务驱动型的项目教学法进行编写。

本书适应高职高专院校模具、机械、数控、机电等专业学生学习模具知识的需要。全书综合了“冲压塑压设备”、“冷冲压工艺与模具设计”、“塑料成形工艺及模具设计”、“模具制造工艺学”等主要课程内容。

本书采用任务驱动型的项目教学法进行编写,每个项目、任务均采用一个典型制件来贯穿全部内容,使整个课程的知识点和技能点有机地结合到每一个任务中。

本书调整了模具知识结构框架和知识体系,引用了许多新标准与现场模具知识,对现场使用面广的模具设计与制造知识予以重点、全面的讲述,而对其他使用较少的模具设计与制造知识予以简略介绍,以便更好地供高职高专模具专业的学生使用,更好地适应项目教学法的授课要求。

本书参考学时为80~100学时,各院校可根据本校实际情况作适当增减。书中带*号的内容为选学部分,各院校可根据专业和学时数自主安排。

本书可作为中、高等职业技术学院、高等专科学校模具专业与机械类非模具专业的教材,也可供从事冲裁模、塑料模设计与制造的工程技术人员参考。

本书由江西工业工程职业技术学院李奇担任主编,宋藜、张万宾担任副主编,朱江峰担任主审。其中第1篇模块1由张万宾编写,模块2由李春玲编写,第2篇模块3由宋藜编写,模块4由刘进编写,第3篇模块5由滕爱萍编写,模块6、模块7由刘鸣编写。全书由李奇负责统稿工作。

本书在编写过程中,得到了有关院校的大力支持与帮助,在此一并致谢!

由于编者水平有限,经验不足,编写时间仓促,书中疏漏和不妥之处在所难免,恳请广大读者批评指正。



第一篇 冲压工艺与冲压模具

模块 1 冲裁模具设计 2	任务 5 冲裁模结构设计 41
任务 1 冲压工序与冲裁件的工艺分析 3	一、任务导入 41
一、任务导入 3	二、知识链接 41
二、知识链接 4	三、任务实施 49
三、任务实施 9	四、知识拓展 49
四、知识拓展 9	任务 6 冲裁模主要零部件结构设计 50
任务 2 冲裁工件的排样 13	一、任务导入 50
一、任务导入 13	二、知识链接 51
二、知识链接 13	三、任务实施 70
三、任务实施 18	四、知识拓展 72
四、知识拓展 19	复习思考题 74
任务 3 冲裁力与压力机的选用 20	模块 2 弯曲与拉深模具设计 76
一、任务导入 20	任务 1 弯曲模设计 77
二、知识链接 20	一、任务导入 77
三、任务实施 31	二、知识链接 77
四、知识拓展 32	三、任务实施 92
任务 4 冲裁模工作零件刃口尺寸计算 33	任务 2 拉深模设计* 96
一、任务导入 33	一、任务导入 96
二、知识链接 33	二、知识链接 97
三、任务实施 39	三、任务实施 115
四、知识拓展 40	四、知识拓展 120
	复习思考题 120

第二篇 塑料成形工艺与塑料模具

模块3 塑料注射成形工艺与模具设计 124

任务1 塑料制件材料与成形工艺性能	124
一、任务导入	125
二、知识链接	126
三、任务实施	127
任务2 塑料制件结构工艺性能	128
一、任务导入	129
二、知识链接	129
三、任务实施	143
四、知识拓展	144
任务3 塑料制件注射成形工艺	145
一、任务导入	145
二、知识链接	146
三、任务实施	157
任务4 塑料注射成形模具浇注系统设计	159
一、任务导入	159
二、知识链接	160
三、任务实施	174
四、知识拓展	176
任务5 塑料注射成形模具结构	176
一、任务导入	177
二、知识链接	177
三、任务实施	185
任务6 塑料注射成形模具成形零部件设计	186
一、任务导入	187
二、知识链接	187

三、任务实施	191
任务7 塑料注射成形模具推出机构结构	194
一、任务导入	194
二、知识链接	195
三、任务实施	200
任务8 塑料注射成形模具侧向抽芯机构设计	202
一、任务导入	202
二、知识链接	203
三、任务实施	214
复习思考题	216

模块4 其他塑料模具结构 219

任务1 压缩压注成形工艺与模具结构	219
一、热固性塑料压缩压注成形特性	220
二、压缩压注成形原理与特点	220
三、压缩压注成形工艺	222
四、压缩压注成形模具结构	224
任务2 塑料挤出成形工艺与模具结构*	230
一、挤出成形原理	230
二、挤出成形工艺过程	231
三、挤出成形模具的结构	233
任务3 塑料气压成形工艺与模具结构*	240
一、中空吹塑成形模具	241
二、真空吸塑成形模具	244
三、压缩空气成形模具	247
复习思考题	249

第三篇 模具制造技术

模块5 模具零件制造 252

任务1 模具零件制造工艺	252
一、任务导入	253
二、知识链接	253
三、任务实施	258

任务2 冷冲模零件的制造工艺	260
一、任务导入	261
二、知识链接	261
任务3 塑料模零件制造工艺	276
一、任务导入	276

二、知识链接	276	一、任务导入	325
复习思考题	290	二、知识链接	325
模块6 模具零件特种加工	291	任务2 冲压模的装配	330
任务1 电火花成形加工	291	一、任务导入	331
一、任务导入	292	二、知识链接	332
二、知识链接	293	三、任务实施	340
三、任务实施	303	任务3 塑料模的装配	341
任务2 电火花线切割加工	304	一、任务导入	342
一、任务导入	305	二、知识链接	343
二、知识链接	305	三、任务实施	354
复习思考题	323	复习思考题	357
模块7 模具装配	324	参考文献	358
任务1 模具装配概述	324		

PART 1

第一篇 冲压工艺与冲压模具

模块 1 冲裁模具设计

模块 2 弯曲与拉深模具设计

模块1

| 冲裁模具设计 |

【本模块教学目的和要求】

- ◎ 学习冲压模具的设计,要求掌握中等复杂程度以下的冲压模具的设计方法与编制冲压成型工艺规程。

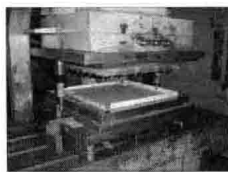
【本模块教学任务】

- ◎ 冲压基本工序的分类与冲模分类;
- ◎ 冲压压机;
- ◎ 冲裁工艺;
- ◎ 冲裁模结构;
- ◎ 冲裁模主要零部件的结构分析与标准的选用;
- ◎ 冲裁模设计。

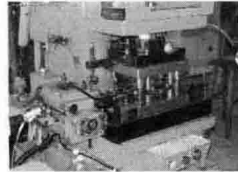
冲压是机械制造中的加工方法之一,因为它通常是在室温下进行加工的,所以可称为冷冲压(如图 1-1 所示)。又因为它主要是用板料加工成零件的,所以又可称为板料冲压。冲压不但可以加工金属材料,而且还可以加工非金属材料。

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(如图 1-2 所示)的加工方法。

冲压模具是在冲压加工中,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(如图 1-3 所示)。



(a) 电脑机箱零件冲压



(b) 小件自动冲压

图1-1 冲压加工



(a) 电机定子、转子冲件

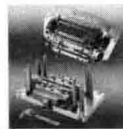


(b) 变压器铁芯冲件

图1-2 各类冲裁件



(a) 简单站裁模



(b) 级进模

图1-3 各类冲裁模

1. 冲压加工的特点

- ① 用冲压加工方法可以得到形状复杂,其他加工方法难以加工的工件,如薄壳零件等。冲压件的尺寸精度是由模具保证的,因此,用冲压加工方法得到的工件尺寸稳定、互换性好。
- ② 材料利用率高、工件质量轻、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的限制;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。

综上所述,冲压加工与其他加工方法相比,具有其独到的特点,所以在工业生产中,尤其在大批量生产中应用得十分广泛。相当多的工业部门都越来越多地采用冲压加工产品零部件,如汽车、拖拉机、电器、仪表、电子、国防以及日用品等行业。在这些工业部门中,冲压件所占的比重都相当大,不少过去用铸造、锻造、切削加工方法制造的零件,现在已被质量轻、刚度好的冲压件所代替。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,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%的零件是采用冲压工艺来完成的。在电子产品中,冲压件的数量占零件总数的85%以上。通过冲压加工制造方法,大大提高了生产率,降低了成本。

2. 冲压模设计的一般步骤

- (1) 对冲压件进行工艺性分析。
- (2) 确定冲压的工艺方案。
- (3) 选择模具的结构形式。
- (4) 进行必要的工艺计算。
- (5) 选择与确定模具的主要零部件的结构与尺寸。
- (6) 选择压力机的型号或验算已选的压力机。
- (7) 绘制模具总装图及各非标准的零件图。

以上所述只是设计冲压模时的大致工作过程,反映了在设计时所应考虑的主要问题及要做的工作,具体设计时,这些内容往往都是交错进行的。

任务1

冲压工序与冲裁件的工艺分析

知识点

- ◎ 冲压基本工序的分类;
- ◎ 冲模分类;
- ◎ 冲裁件的工艺分析。

技能点

- ◎ 冲裁件的工艺分析。

一、任务导入

1. 任务要求

现有一手柄工件,如图1-4所示。生产批量,中批量,材料,Q235-A,材料厚度:1.2 mm。要求确

定该工件的冲压方法。

2. 任务分析

该工件结构相对简单, 只有落料和冲孔两个工序。材料为 Q235-A 钢, 具有良好的冲压性能, 适合冲裁。

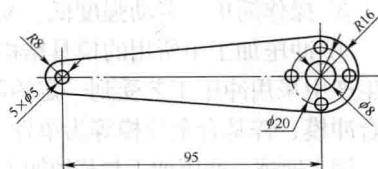


图1-4 手柄工件简图

二、知识链接

1. 冲压基本工序

冲压加工的零件由于其形状、尺寸、精度要求、生产批量、原材料性能等各不相同, 因此生产中所采用的冲压工艺方法也是多种多样的, 但概括起来可分为分离工序和成形工序两大类。分离工序是指使板料按一定的轮廓线分离而获得一定形状、尺寸和切断面质量的冲压件 (俗称冲裁件) 的工序; 成形工序是指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。

上述两大类工序, 按冲压方式不同又可分为很多基本工序, 分别见表 1-1 和表 1-2。

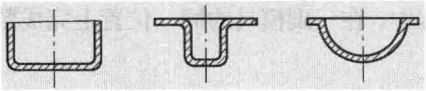
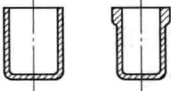
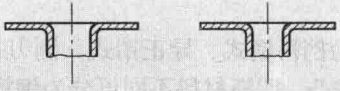
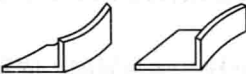
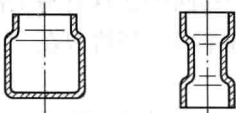
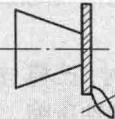
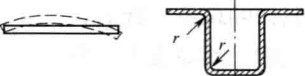
表 1-1 分离工序

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		用冲模沿封闭轮廓曲线冲切, 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的形状
剖切		把冲压加工成的本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一定的角度

续表

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		在拉力与弯矩的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, 可以成形各种空间曲面形状的零件
起伏		在板料毛坯或零件的表面上用局部成形的方法制成各种形状的凸起与凹陷
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
旋压		在旋转状态下用辊轮使毛坯逐步成形的方法
校形		为了提高已成形零件的尺寸精度或获得小的圆角半径而采用的成形方法

在实际生产中, 当生产批量大时, 如果仅以表中所列的基本工序组成冲压工艺过程, 则生产率可能很低, 不能满足生产需要。因此, 一般采用组合工序, 即把两个以上的单独工序组合成一道工序, 构成所谓复合、级进、复合——级进的组合工序。

2. 冲模的分类

(1) 按工序性质分类

可分为落料模、冲孔模、切断模、切边模、切舌模、剖切模、整修模、精冲模等。

(2) 按工序组合程度分类

① 单工序模 (俗称简单模), 即在一副模具中只完成一种工序, 如落料、冲孔、切边等。

② 级进模 (俗称连续模), 即在压力机一次行程中, 在模具的不同位置上同时完成数道冲压工

序。级进模所完成的同一零件的不同冲压工序是按一定顺序、相隔一定步距排列在模具的送料方向上的,压力机的一次行程可以得到一个或数个冲压件。

③ 复合模,即在压力机的一次行程中,在一副模具的同一位置上完成数道冲压工序。压力机的一次行程一般只得到一个冲压件。

(3) 按冲模有无导向装置和导向方法分类

可分为无导向的开式模和有导向的导板模、导柱模。

(4) 按送料、出件及排除废料的自动化程度分类

可分为手动模、半自动模和自动模。

另外,按送料步距定位方法不同可分为挡料销式、导正销式、侧刃式等模具;按卸料方法不同可分为刚性卸料式和弹性卸料式等模具;按凸、凹模材料不同可分为钢模、硬质合金模、钢带冲模、锌基合金模和橡胶冲模等。

对于一副冲模可能兼有上述几种特征,如导柱、导套导向,固定卸料,侧刃定距的冲孔落料级进模等。

3. 冲裁过程分析

(1) 冲裁过程

在冲裁工艺中,以落料、冲孔应用得最多。从板料上冲下所需形状的工件(或毛坯)称为落料。在工件上冲出所需形状的孔(冲去的为废料)称为冲孔。落料和冲孔的变形性质完全相同,但在进行模具工作部分设计时要分开加以考虑。

根据冲裁变形机理的不同,冲裁工艺可以分为普通冲裁和精密冲裁两大类。所谓普通冲裁是由凸、凹模刃口之间产生剪裂缝的形式实现板料分离的,而精密冲裁则是以变形的形式实现板料分离的。

普通冲裁过程示意图如图 1-5 所示。凸模 1 与凹模 2 具有与工件轮廓一样的刃口,且凸、凹模之间存在一定的间隙。当压力机滑块把凸模 1 推下时,便将放在凸、凹模中间的板料冲裁成所需的工件了。

如图 1-6 所示是冲裁时金属板料的变形过程。当模具间隙正常时这个过程大致可分为 3 个变形阶段。

① 弹性变形阶段。当凸模开始接触板料并下压时,凸模与凹模刃口周围的板料产生应力集中现象,使材料产生弹性压缩、弯曲、拉伸等复杂的变形,板料略有挤入凹模洞口的现象。此时,凸模下的材料略有弯曲,凹模上的材料则向上翘,间隙愈大,弯曲和上翘愈严重。凸模继续压入,直到材料内的应力达到弹性极限时为止,如图 1-6 (a) 所示。

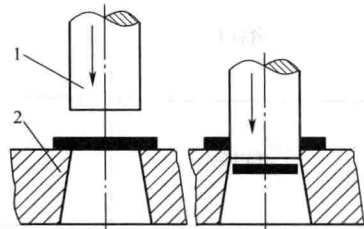
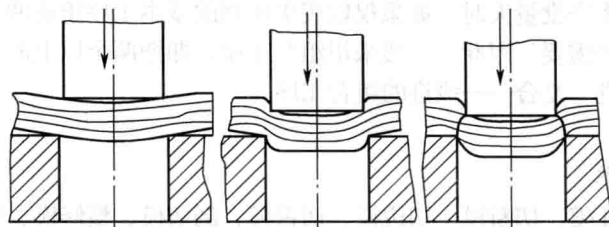


图1-5 普通冲裁过程示意图

1—凸模; 2—凹模



(a) 弹性变形阶段 (b) 弹性变形阶段 (c) 剪裂阶段

图1-6 冲裁时金属板料的变形过程

② 塑性变形阶段。当凸模继续压入,板料内的应力达到屈服点,板料与凸模和凹模的接触处产

生塑性剪切变形,如图1-6(b)所示。凸模切入板料,板料挤入凹模洞口。在板料剪切面的边缘由于弯曲、拉伸等作用形成塌角,同时由于塑性剪切变形,在板料切断面上形成一小段光亮且与板面垂直的断面,使纤维组织产生更大的弯曲和拉伸变形。随着凸模的下压,应力不断加大,直到分离变形区的应力达到抗剪强度,塑性变形阶段结束。

③ 剪裂阶段。当板料的应力达到抗剪强度后,凸模再向下压,则在板料与凸模和凹模的刃口接触处分别产生裂纹,如图1-6(c)所示。随着凸模下压,裂纹逐渐扩大并向材料内延伸,当上、下裂纹重合时,板料便被分离。凸模再下压,将已分离的材料克服摩擦阻力从板料中推出,完成冲裁过程。

(2) 冲裁断面分析

在正常的冲裁工作条件下,由凸模刃口出发的剪裂缝与由凹模刃口出发的剪裂缝是重合的,这时可以得到如图1-7所示的冲裁件剪切断面,它具有明显的4个特征。

① 圆角带1。又称塌角,它产生在板料与凸模或凹模相接触的一面,是由于板料受弯曲、拉伸作用而形成的。材料塑性越好,凸、凹模之间的间隙越大,形成的塌角也就越大。

② 光亮带2。紧挨着塌角,它是由于凸模切入板料后,板料被挤入凹模而产生塑性剪切变形所形成的。光亮带的高度占整个断面的 $1/3 \sim 1/2$ 。光亮带垂直于底面,材料塑性愈好,凸模和凹模之间的间隙(图中 $Z/2$ 为单边间隙)愈小,光亮带的高度愈高。

③ 断裂带3。紧挨着光亮带,是由冲裁时所产生的裂纹扩张而形成的。断裂带表面粗糙,并带有 $4^\circ \sim 6^\circ$ (图中的 β 角) 的斜度。凸模和凹模的间隙越大,则断裂带的高度越大,且斜度也增大。

④ 毛刺4。紧挨着剪裂带的边缘,它是由于裂纹的产生不是正对着凸模和凹模的刃口而是在靠近刃口的侧面而形成的。

由此可见,冲裁件的断面不是很整齐的,仅短短的一段光亮带是柱体。若不计弹性变形的影响,则板料孔的光亮柱体部分的尺寸,近似等于凸模尺寸;落料的光亮柱体部分的尺寸,近似等于凹模的尺寸。对于板料孔来说,决定与轴类零件配合性质的是它的最小尺寸,即其光亮柱体部分的尺寸;对于落料件来说,决定与孔类零件配合性质的是它的最大尺寸,也是它的光亮柱体部分的尺寸。于是可以得出如下重要的关系式:

$$\text{落料尺寸} = \text{凹模尺寸} \quad (1-1)$$

$$\text{冲孔尺寸} = \text{凸模尺寸} \quad (1-2)$$

这是计算凸模和凹模尺寸的主要依据。

4. 冲裁件的工艺分析

冲裁件的工艺性是指冲裁件的结构、形状、尺寸等对冲裁工艺的适应性。所谓冲裁件的工艺性能好就是指能用一般的冲裁方法,在模具寿命较高、生产率较高、成本较低的条件得到质量合格的冲裁件。

冲裁件工艺性主要包括以下几个方面。

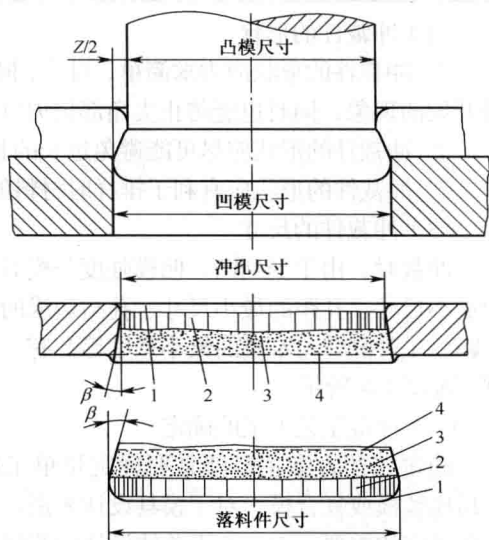


图1-7 冲裁件剪切断面特征

1—圆角带; 2—光亮带; 3—断裂带; 4—毛刺

(1) 冲裁件的精度等级

冲裁件的精度一般可达 IT12~IT10 级,较高精度可达 IT10~IT8 级,冲孔的精度比落料约高一级。如果工件精度高于上述要求,则在冲裁后需通过整修或采用精密冲裁。普通冲裁件的公差值见表 1-3。

表 1-3 普通冲裁件的公差值 (mm)

零件尺寸	材料厚度				
	0.2~0.5	0.5~1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0~6.0
< 10	0.08	0.12	0.18	0.24	0.30
10~50	0.10	0.16	0.22	0.28	0.35
50~150	0.14	0.22	0.30	0.40	0.50
150~300	0.20	0.30	0.50	0.70	1.00

(2) 冲裁件的形状

① 冲裁件的形状应力求简单、对称、圆角过渡,以便于模具加工,减少热处理或冲压时在尖角处开裂的现象,同时也能防止尖角部位刃口的过快磨损。

② 冲裁件的形状应尽可能避免过长的悬臂和切口。

③ 冲裁件的形状应有利于排样时材料的经济利用。

(3) 冲裁件的尺寸

冲裁时,由于受到凸、凹模强度与模具结构的限制,冲裁件的最小尺寸有一定的限制,如冲孔的最小尺寸、孔距的最小尺寸、孔与边缘的最小孔边距、工件悬臂与窄槽的最小宽度等都有一定的限制,如图 1-8 所示。

(4) 冲裁工艺方案的确定

确定工艺方案主要就是要确定用单工序模还是用连续模或复合模,对于模具设计来说,这是首先要确定的重要一步,属于总体设计的范畴。

确定合理的冲裁工艺方案应在工艺分析的基础上,根据冲裁件的生产批量、尺寸精度的高低、尺寸大小、形状复杂程度、材料的厚薄、冲模制造条件与冲压设备条件等多方面的因素,拟定出多种可能的不同工艺方案进行分析与研究,比较其综合的经济技术效果,选择一个合理的冲裁工艺方案。

确定工艺方案的主要原则概括起来有以下 3 点。

① 保证冲裁件质量。用复合模冲出的工件精度高于连续模,而连续模又高于单工序模。这是因为用单工序模冲压多工序的冲裁件时,要经过多次定位和变形,累积误差大,冲裁件精度较低,复合模是在同一位置一次冲出,不存在定位误差,因此,对于精度较高的冲裁件宜用复合工序进行冲裁。

② 经济性原则。在保证质量的前提下,应尽可能降低成本,提高经济效益,所以对于中批大量的冲裁件,应尽量采用高效率的多工序模,而在试制与小批量生产时应尽可能采用单工序模与各种形式的简易模具。

③ 安全性原则。工人操作是否方便、安全也是在确定工艺方案时要考虑的一个十分重要的问题。对于一些形状复杂、需要进行多道工序冲压的小型冲裁件,如果用单工序模进行冲裁需要用手钳放

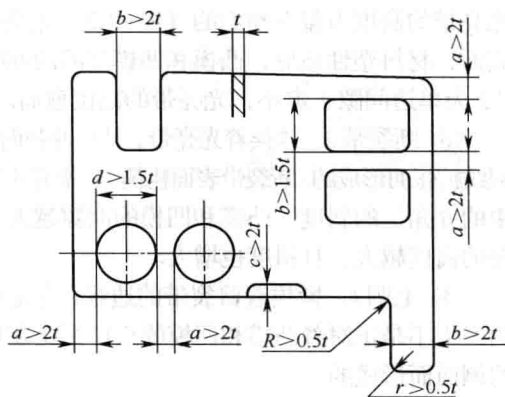


图1-8 冲裁件有关尺寸的限制

t —材料厚度

置毛坯,多次进出危险区域,很不安全。因此,对于这类冲裁件,有时即使批量不大也采用比较安全的连续模进行冲压。

三、任务实施

1. 冲压件工艺性分析

该工件材料为 Q235-A 钢,具有良好的冲压性能,适合冲裁。工件结构相对简单,外沿为简单曲线构成,工件内部有 1 个 $\phi 8\text{mm}$ 的孔和 5 个 $\phi 5\text{mm}$ 的孔;孔与孔、孔与边缘之间的距离也满足要求,最小壁厚为 3.5mm (大端 4 个 $\phi 5\text{mm}$ 的孔与 $\phi 8\text{mm}$ 孔、 $\phi 5\text{mm}$ 的孔与 $R16\text{mm}$ 外圆之间的壁厚)。工件的尺寸全部为自由公差,可看作 IT14 级,尺寸精度较低,普通冲裁完全能满足要求。

2. 冲压工艺方案的确定

该工件包括落料、冲孔两个基本工序,有以下 3 种工艺方案。

方案一:先落料,后冲孔。采用单工序模生产。

方案二:落料-冲孔复合冲压。采用复合模生产。

方案三:冲孔-落料级进冲压。采用级进模生产。

方案一模具结构简单,但需两道工序两副模具,成本高而且生产效率低,难以满足中批量生产要求。

方案二只需一副模具,工件的精度及生产效率都较高,但模具强度较差,制造难度大,并且冲压后成品件留在模具上,在清理模具上的物料时会影响冲压速度,操作不方便。

方案三也只需一副模具,生产效率高,操作方便,工件精度也能满足要求。

结论:该件的冲压生产采用方案三为佳。

四、知识拓展

1. 冲裁件的质量分析

冲裁后的零件应保证一定的尺寸精度、良好的断面质量和无明显的毛刺。

(1) 尺寸精度

冲裁件的尺寸精度与许多因素有关,如冲模的制造精度、材料性质、冲裁间隙和冲裁件的形状等。

① 冲模的制造精度。冲模的制造精度对冲裁件的尺寸精度有直接的影响。冲模的精度愈高,冲裁件的精度亦愈高。表 1-4 所示为当冲模具有合理间隙与锋利刃口时,其制造精度与冲裁件精度之间的关系。

表 1-4

冲模制造精度与冲裁件精度之间的关系

冲模制造精度	冲裁件精度											
	材料厚度 t/mm											
	0.5	0.8	1.0	1.5	2	3	4	5	6	8	10	12
IT6~IT7	IT8	IT8	IT9	IT10	IT10	—	—	—	—	—	—	—
IT7~IT8	—	IT9	IT10	IT10	IT12	IT12	IT12	—	—	—	—	—
IT9	—	—	—	IT12	IT12	IT12	IT12	IT12	IT12	IT14	IT14	IT14

② 材料性质。由于冲裁过程中材料产生一定的弹性变形,冲裁件产生的“回弹”现象使冲裁件

的尺寸与凸模和凹模尺寸不符,从而影响其精度。

材料的性质对该材料在冲裁过程中的弹性变形量有很大的影响。对于比较软的材料,弹性变形量较小,冲裁后的回弹值也少,因而零件精度较高,而对于比较硬的材料,情况正好与此相反。

③ 冲裁间隙。冲裁间隙对于冲裁件精度也有很大的影响。当间隙适当时,在冲裁过程中,板料的变形区在比较纯的剪切作用下被分离,冲裁后的“回弹”较小,冲裁件相对凸模和凹模尺寸的偏差也较小。

如果间隙过大,则板料在冲裁过程中除受剪切作用外还产生较大的拉伸与弯曲变形。在冲裁后由于“回弹”的作用,将使冲裁件的尺寸向实体方向收缩。对于落料件来说,其尺寸将会小于凹模尺寸;对于冲孔件来说,其尺寸将会大于凸模尺寸。

如果间隙过小,则板料在冲裁过程中除受剪切作用外还会受到较大的挤压作用。在冲裁后同样由于“回弹”的作用,将使冲裁件的尺寸向实体的反方向胀大。对于落料件来说,其尺寸将会大于凹模尺寸;对于冲孔件,其尺寸将会小于凸模尺寸。

④ 冲裁件的形状。冲裁件的形状越简单其精度越高。

(2) 断面质量

对于断面质量起决定作用的是冲裁间隙。

从冲裁过程的分析可知,在具有合理间隙的冲裁条件下裂纹重合。所得冲裁件断面有一个微小的塌角,并有正常的既光亮又与板平面垂直的光亮带,其断裂带虽然粗糙但比较平坦,虽有斜度但并不大,所产生的毛刺也是不明显的。虽然这样的断面质量不尽如意,但从冲裁的变形机理分析,这样的断面质量也是正常的。

当间隙过大或过小时就会使上、下裂纹不能重合。如果间隙过大,如图 1-9 (a) 所示,会使凸模产生的裂纹相对于凹模产生的裂纹向里移动一段距离,板料受拉伸、弯曲的作用加大,使剪切断面塌角加大,光亮带的高度缩短,断裂带的高度增加,锥度也加大,有明显的拉断毛刺,冲裁件平面可能产生穹弯现象。

如果间隙过小,如图 1-9 (b) 所示,会使凸模产生的裂纹相对于凹模产生的裂纹向外移动一段距离,上、下裂纹不重合,产生第二次剪切,由凸模和凹模刃口所产生的裂纹从而在剪切面上形成了略带倒锥的第二个光亮带,在第二个光亮带下面存在着潜伏的裂纹。由于间隙过小,板料与模具的挤压作用加大,在最后被分离时,冲裁件上有较尖锐的挤出毛刺。

由上可知,观察与分析断面质量是判断冲裁过程是否合理、冲模的工作情况是否正常的主要手段。

(3) 毛刺

从冲裁过程的分析可知,冲裁件产生微小的毛刺是不可避免的。若产品要求不允许存在微小毛刺,则在冲裁后应增加去除毛刺的辅助工序。普通冲裁中允许的毛刺高度见表 1-5。

表 1-5

普通冲裁中允许的毛刺高度

(mm)

料厚 t	≈ 0.3	$>0.3 \sim 0.5$	$>0.5 \sim 1.0$	$>1.0 \sim 1.5$	$>1.5 \sim 2$
生产时	≤ 0.05	≤ 0.08	≤ 0.10	≤ 0.13	≤ 0.15
试模时	≤ 0.015	≤ 0.02	≤ 0.03	≤ 0.04	≤ 0.05

若冲裁过程不正常,毛刺就会明显增大,这是不允许的,产生毛刺的原因主要有两个:一是冲

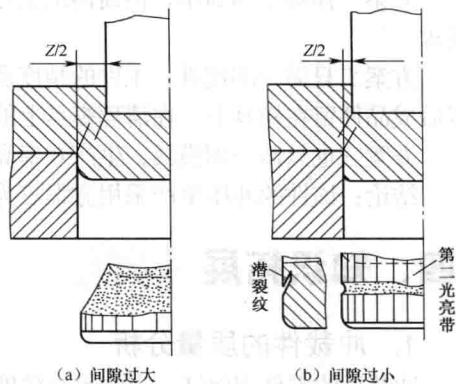


图 1-9 间隙对断面质量的影响