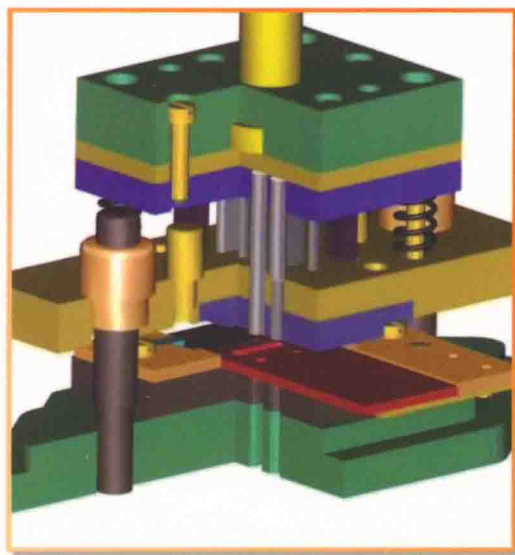


冲压工艺与模具设计

张信群 主编

胡德云 汪哲能 副主编

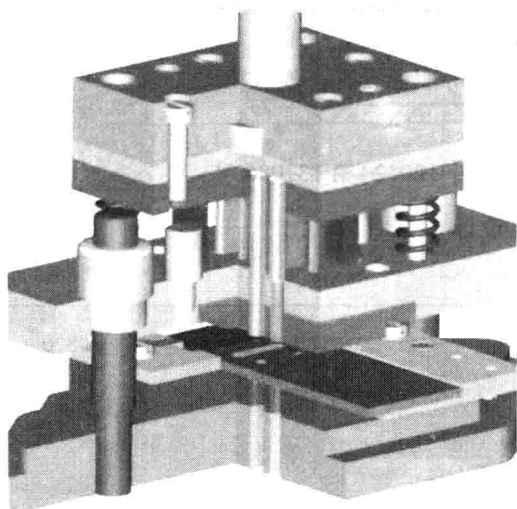


CHONGYA GONGYI YU MUJU SHEJI

冲压工艺与模具设计

张信群 主编

胡德云 汪哲能 副主编



内 容 简 介

本书介绍了冲压工艺的基本知识和冲压模具的设计方法。全书共分7章,主要内容包括冲压成形基础、冲裁工艺与冲裁模设计、弯曲工艺与弯曲模设计、拉深工艺与拉深模设计、其他成形工艺与成形模设计、多工位级进冲压工艺与级进模设计和冲压工艺设计,并附有必要的技术标准摘录。

本书在内容上贯彻理论与实践相结合的原则,每章中均用了较大篇幅介绍相应的模具设计案例,所选案例既具有先进性,又具有实用性。每章后均配有思考题与实训题,便于读者自我检测。

本书适合作为高等职业院校模具设计与制造专业及机械、机电等相关专业的教学用书,也可作为从事模具设计与制造的工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

冲压工艺与模具设计 / 张信群主编. —北京:

中国铁道出版社, 2012. 12

全国高职高专院校机电类专业规划教材

ISBN 978-7-113-14961-1

I. ①冲… II. ①张… III. ①冲压—工艺—高等职业教育—教材②冲模—设计—高等职业教育—教材 IV.

①TG38

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 137086 号

书 名: 冲压工艺与模具设计

作 者: 张信群 主编

策 划: 秦绪好 祁 云

读者热线: 400-668-0820

责任编辑: 祁 云

编辑助理: 赵文婕

封面设计: 付 巍

封面制作: 白 雪

责任印制: 李 佳

出版发行: 中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址: <http://www.51eds.com>

印 刷: 北京新魏印刷厂

版 次: 2012 年 12 月第 1 版

2012 年 12 月第 1 次印刷

开 本: 787 mm × 1 092 mm 1/16

印张: 18 字数: 437 千

印 数: 1 ~ 3 000 册

书 号: ISBN 978-7-113-14961-1

定 价: 35.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社教材图书营销部联系调换。电话:(010)63550836

打击盗版举报电话:(010)63549504

随着我国制造业的不断发展,作为基础装备的模具在制造业中占有越来越重要的地位,社会对模具专业技术人才的要求也在不断提高。

“冲压工艺与模具设计”是高等职业院校模具设计与制造专业的重要专业课程,具有较强的综合性和实用性,也是专业学生在未来的工作中应必备的基本知识和基本技能。

本书在总结了多年来从事模具专业教学和实践工作的经验基础上,将冲压成形加工原理、冲压设备、冲压工艺和冲压模具设计有机融合,实现了重组和优化。全书共7章,主要包括:冲压成形基础、冲裁工艺与冲裁模设计、弯曲工艺与弯曲模设计、拉深工艺与拉深模设计、其他成形工艺与成形模设计、多工位级进冲压工艺与级进模设计、冲压工艺设计。

本书主要有以下特点:

① 注重工艺理论与模具设计的紧密联系,做到重点内容讲精讲透,一般内容概述,使学生既能熟练掌握冲压基本成形工艺与模具,又能对冲压成形技术有较全面的了解。

② 选用了一些实用的典型冲压模具结构,有利于培养学生的工程实践能力。

③ 附有大量的技术标准摘录和相关设计数据,为学生从事模具设计工作提供了便利。

④ 在章节的编排上,既考虑到内容的完整性和系统性,又兼顾高等职业院校学生的学习特点和认知规律。

本课程的参考学时数为90,学时分配建议如下:

课 程 内 容	学 时 数
第1章 冲压成形基础	6
第2章 冲裁工艺与冲裁模设计	24
第3章 弯曲工艺与弯曲模设计	14
第4章 拉深工艺与拉深模设计	16
第5章 其他成形工艺与成形模设计	10
第6章 多工位级进冲压工艺与级进模设计	12
第7章 冲压工艺设计	8

本书适合作为高等职业院校模具设计与制造专业及机械、机电等相关专业的教学用书,也可作为从事模具设计与制造的工程技术人员参考用书。

本书由滁州职业技术学院张信群教授任主编,安徽鲲鹏装备模具制造有限公司胡德云、衡阳财经工业职业技术学院汪哲能教授任副主编。其中,第1~5章由张信群编写,第6章由胡德云编写,第7章由汪哲能编写。

由于编者水平有限,书中难免有疏漏和不足之处,敬请专家和广大读者批评指正。

编者

2012年4月

第1章 冲压成形基础 1

1.1 冲压成形与冲压模具概述 1

1.1.1 冲压成形与冲压模具 1

1.1.2 冲压工序分类 2

1.1.3 冲压模具分类 4

1.1.4 冲压模具的结构组成 6

1.2 冲压材料 7

1.2.1 材料的冲压成形性能 7

1.2.2 材料冲压成形的性能
指标 81.2.3 对冲压材料的基本
要求 10

1.2.4 常用冲压材料的种类 10

1.3 常用冲压模具材料及其性能 14

1.3.1 冲压对模具材料的
要求 141.3.2 常用冲压模具材料
种类 141.3.3 模具零件材料和热处理
要求 15

1.4 冲压设备 16

1.4.1 曲柄压力机 17

1.4.2 摩擦压力机 19

1.4.3 偏心压力机 20

1.4.4 液压机 21

1.4.5 其他冲压设备 22

1.4.6 冲压设备的选用 23

1.4.7 冲压模具的安装与
调整 27

思考题 28

第2章 冲裁工艺与冲裁模设计 29

2.1 冲裁变形过程分析 29

2.2 冲裁件质量分析 31

2.2.1 冲裁断面质量及其
影响因素 312.2.2 冲裁件尺寸精度及
其影响因素 332.2.3 冲裁件形状误差及
其影响因素 34

2.3 冲裁间隙 35

2.3.1 冲裁间隙的概念 35

2.3.2 冲裁间隙的影响 35

2.3.3 冲裁间隙值的确定 36

2.4 冲裁模刃口尺寸计算 38

2.4.1 凸、凹模刃口尺寸计算
原则 382.4.2 凸、凹模刃口尺寸计算
方法 39

2.5 冲裁排样 44

2.5.1 材料利用率的计算 45

2.5.2 排样方法 45

2.5.3 搭边 47

2.5.4 条料宽度 49

2.5.5 排样图 52

2.6 冲裁力和压力中心的计算 52

2.6.1 冲裁力的计算 52

2.6.2 冲裁附加力的计算 53

2.6.3 压力中心的确定 54

2.6.4 降低冲裁力的方法 56

2.7 冲裁件的工艺性分析 58

2.7.1 冲裁件的尺寸精度和
尺寸标注 58

2.7.2 冲裁件的表面粗糙度 59

2.7.3 冲裁件的结构工艺性 59

2.8 冲裁模的典型结构 61

2.8.1 单工序冲裁模 61

2.8.2	复合模	67	3.4.4	减少回弹值的措施	128
2.8.3	级进模	71	3.5	弯曲件坯料尺寸的计算	131
2.8.4	模具类型的确定	72	3.5.1	弯曲中性层位置的 确定	131
2.9	冲裁模零部件设计	75	3.5.2	弯曲件坯料尺寸的 计算	132
2.9.1	工作零件设计	75	3.6	弯曲力的计算	133
2.9.2	定位零件	84	3.6.1	自由弯曲时的弯 曲力	133
2.9.3	卸料装置与出件装置	91	3.6.2	校正弯曲时的弯 曲力	134
2.9.4	模架	98	3.6.3	顶件力或压料力	135
2.9.5	连接与固定零件	101	3.6.4	压力机公称压力的 确定	135
2.10	冲裁工艺与模具设计实训	103	3.7	弯曲模的典型结构	135
2.10.1	零件工艺性分析	103	3.7.1	弯曲模及其分类	135
2.10.2	工艺方案的确定	103	3.7.2	V形件弯曲模的典型 结构	135
2.10.3	工艺计算	104	3.7.3	U形件弯曲模的典型 结构	137
2.10.4	模具结构设计	105	3.7.4	Z形件弯曲模的典型 结构	140
2.10.5	模具总装图	108	3.7.5	圆形件弯曲模的典型 结构	141
思考题与实训题		108	3.7.6	┐形件弯曲模的典型 结构	142
第3章 弯曲工艺与弯曲模设计		111	3.7.7	铰链件弯曲模的典型 结构	145
3.1	弯曲变形过程分析	112	3.7.8	级进弯曲模的典型 结构	145
3.1.1	弯曲变形过程	112	3.7.9	复合弯曲模的典型 结构	145
3.1.2	弯曲变形的特点	113	3.8	弯曲件的工序安排	146
3.1.3	弯曲变形区的应力应变 状态	114	3.8.1	弯曲件的工序安排 原则	147
3.2	弯曲变形程度及其表示法	115	3.8.2	典型弯曲件的工序 安排	147
3.2.1	弯曲变形程度分析	115	3.9	弯曲模工作部分的尺寸 设计	148
3.2.2	最小弯曲半径	117			
3.2.3	影响最小弯曲半径的 因素	118			
3.2.4	提高弯曲极限变形程度 的方法	119			
3.3	弯曲件的工艺性分析	120			
3.3.1	弯曲件的精度	120			
3.3.2	弯曲件的材料	121			
3.3.3	弯曲件的结构工 艺性	121			
3.4	弯曲件卸载后的回弹	124			
3.4.1	回弹现象及表现 形式	124			
3.4.2	影响回弹的因素	125			
3.4.3	回弹值的确定	126			

3.9.1	凸模圆角半径	148	4.5.3	拉深次数和工序 尺寸	174
3.9.2	凹模圆角半径	149	4.5.4	以后各次拉深的 特点	177
3.9.3	凹模深度	149	4.5.5	拉深力	177
3.9.4	凸、凹模间隙	150	4.6	有凸缘筒形件的拉深变形	179
3.9.5	凸模与凹模横向尺寸 及公差	150	4.6.1	拉深系数	180
3.10	弯曲工艺与模具设计实训	151	4.6.2	有凸缘圆筒形件的 拉深方法	182
3.10.1	零件工艺性分析	152	4.7	其他形状零件的拉深变形	183
3.10.2	工艺方案的确定	152	4.7.1	阶梯圆筒形件的 拉深	183
3.10.3	工艺计算	153	4.7.2	曲面形状旋转体件 的拉深	184
3.10.4	模具结构设计	154	4.7.3	盒形件的拉深	186
	思考题与实训题	158	4.8	拉深模的典型结构	187
第4章	拉深工艺与拉深模设计	160	4.8.1	首次拉深模	187
4.1	拉深变形过程分析	160	4.8.2	以后次拉深模	188
4.1.1	拉深变形过程	160	4.8.3	双动拉深模	189
4.1.2	拉深过程中坯料各部分 的应力应变状态	162	4.8.4	落料拉深复合模	190
4.2	拉深成形障碍及防止措施	164	4.9	拉深模工作部分的尺寸 设计	190
4.2.1	起皱	164	4.9.1	凸、凹模的圆角半径	190
4.2.2	拉裂	165	4.9.2	拉深模间隙	191
4.2.3	硬化	166	4.9.3	凸、凹模工作部分尺寸 及公差	192
4.3	旋转体拉深件毛坯尺寸的 确定	166	4.10	拉深工艺的辅助工序	193
4.3.1	拉深件毛坯尺寸的计算 原则	166	4.10.1	润滑	193
4.3.2	拉深件修边余量的 确定	166	4.10.2	热处理	194
4.3.3	简单旋转体拉深件 坯料尺寸的确定	167	4.10.3	酸洗	195
4.3.4	复杂旋转体拉深件 坯料尺寸的确定	170	4.11	拉深工艺与模具设计 实训	195
4.4	拉深件的工艺性	170	4.11.1	零件工艺性分析	195
4.4.1	拉深件的材料	170	4.11.2	工艺方案的确定	195
4.4.2	拉深件的公差等级	170	4.11.3	工艺计算	196
4.4.3	拉深件的结构工艺性	170	4.11.4	模具工作部分尺寸 计算	197
4.5	无凸缘圆筒形件拉深工艺 计算	171	4.11.5	模具结构设计	198
4.5.1	拉深系数	171		思考题与实训题	201
4.5.2	极限拉深系数	172			

第5章 其他成形工艺与成形模设计 ... 203

- 5.1 胀形工艺与模具结构 ... 203
 - 5.1.1 胀形的变形特点 ... 203
 - 5.1.2 胀形模的结构 ... 207
- 5.2 翻边工艺与模具结构 ... 209
 - 5.2.1 内孔翻边 ... 209
 - 5.2.2 外缘翻边 ... 214
 - 5.2.3 变薄翻边 ... 216
 - 5.2.4 翻边模结构 ... 217
- 5.3 缩口工艺与模具结构 ... 219
 - 5.3.1 缩口的变形 ... 219
 - 5.3.2 缩口的工艺计算 ... 220
 - 5.3.3 缩口模的结构 ... 221
- 5.4 校平与整形 ... 222
 - 5.4.1 校平 ... 222
 - 5.4.2 整形 ... 224
- 5.5 冷挤压 ... 225
 - 5.5.1 冷挤压分类 ... 225
 - 5.5.2 冷挤压的特点 ... 227
 - 5.5.3 冷挤压件的结构工艺性 ... 227
 - 5.5.4 冷挤压变形程度 ... 229
 - 5.5.5 典型挤压模具结构 ... 230
- 5.6 成形工艺与模具设计实训 ... 233
 - 5.6.1 零件工艺性分析 ... 233
 - 5.6.2 工艺方案的确定 ... 234
 - 5.6.3 工艺计算 ... 234
 - 5.6.4 翻边模结构设计 ... 234

思考题与实训题 ... 235

第6章 多工位级进冲压工艺与级进模设计 ... 237

- 6.1 多工位级进模的特点和分类 ... 237
 - 6.1.1 多工位级进模的特点和应用 ... 237
 - 6.1.2 多工位级进模的分类 ... 238
- 6.2 多工位级进模的排样设计 ... 238
 - 6.2.1 分析冲压件的工艺性 ... 238
 - 6.2.2 排样设计的内容 ... 238
 - 6.2.3 冲切刃口设计 ... 239
 - 6.2.4 工序排样 ... 241

- 6.2.5 多工位级进模排样的原则 ... 245

- 6.3 多工位级进模的典型结构 ... 245
 - 6.3.1 冲孔落料弯曲级进模 ... 245
 - 6.3.2 冲孔落料拉深级进模 ... 247
- 6.4 多工位级进模主要设计 ... 248
 - 6.4.1 工作零件设计 ... 248
 - 6.4.2 导正装置设计 ... 252
 - 6.4.3 浮动托料装置 ... 252
 - 6.4.4 卸料装置 ... 254
 - 6.4.5 自动送料装置 ... 256
 - 6.4.6 安全检测装置 ... 258

- 6.5 级进冲压工艺与级进模设计实训 ... 259
 - 6.5.1 零件工艺性分析 ... 259
 - 6.5.2 工艺方案的确定 ... 259
 - 6.5.3 工艺计算 ... 260
 - 6.5.4 模具总装图 ... 263

思考题与实训题 ... 264

第7章 冲压工艺设计 ... 266

- 7.1 冲压工艺设计概述 ... 266
 - 7.1.1 冲压工艺设计的原始资料 ... 266
 - 7.1.2 冲压工艺设计的主要内容和一般步骤 ... 266
- 7.2 冲压工艺设计过程 ... 266
 - 7.2.1 分析冲压件的工艺性 ... 266
 - 7.2.2 确定冲压工艺方案 ... 267
 - 7.2.3 设计冲压模具 ... 270
 - 7.2.4 选择冲压设备 ... 272
 - 7.2.5 编写工艺文件和设计计算说明书 ... 272
- 7.3 冲压工艺设计实例 ... 273
 - 7.3.1 零件工艺性分析 ... 273
 - 7.3.2 工艺方案的确定 ... 274

思考题与实训题 ... 279

参考文献 ... 280

第1章

冲压成形基础

学习目标

- 熟悉冲压成形的概念和特点。
- 熟悉冲压工序的分类及应用。
- 认识常见的冲压设备,并且能够正确选用。
- 了解常用的冲压材料,能够正确选用冲压模具材料。

冲压加工是金属材料塑性变形的过程,不同的冲压产品要用不同的冲压工序来完成;冲压材料品种繁多,性能各异,正确选择冲压材料是冲压产品和模具设计的一个重要内容;冲压设备主要是各种吨位和结构形式的压力机,在模具设计过程中还要考虑压力机的选择。

1.1 冲压成形与冲压模具概述

冲压成形是机械制造中先进的加工方法之一,冲压成形的制件是靠冲压模具完成的。

1.1.1 冲压成形与冲压模具

1. 冲压成形的概念

冲压成形是在室温下,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,从而获得一定形状、尺寸和性能的制件的一种压力加工方法。由于冲压加工经常在常温状态下进行,因此又称冷冲压。冲压加工的原材料一般为金属板料,所以又称板料冲压。

2. 冲压模具的概念

在冲压成形加工中,将材料加工成零件(或半成品)的一种特殊工艺装备,称为冲压模具,简称冲模。

3. 冲压成形的特点

冲压成形加工与其他加工方法相比,无论在技术方面,还是在经济方面,都具有许多独特的优点,主要表现在以下五个方面:

① 尺寸精度由模具来保证,所以加工出来的零件质量稳定,一致性好,具有“一模一样”的特征。

② 冲压成形可以获得其他加工方法所不能或难以制造的壁薄、重量轻、刚性好、表面质量高、形状复杂的零件。

- ③ 材料利用率高,属于少、无屑加工。
- ④ 效率高、操作方便,要求工人的技术等级不高。
- ⑤ 模具使用寿命长,生产成本低。

但是冲压成形加工也存在如下缺点:

- ① 噪声和振动大。
- ② 模具精度要求高、制造复杂、周期长、制造费用昂贵,因而小批量生产受到限制。
- ③ 如果零件精度要求过高,冲压成形难以达到要求。

1.1.2 冲压工序分类

冲压加工的零件种类繁多,各类零件的形状、尺寸和精度要求又各不相同,所以在生产中采用的冲压工艺方法也是多种多样的。根据材料的变形特点可将冲压工序分为分离工序和成形工序两大类。

1. 分离工序

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的工序。分离工序主要有冲裁和剪裁等。

2. 成形工序

成形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。成形工序主要有弯曲、拉深、翻边、旋压等。

冲压工序的具体分类及特点如表 1-1 和表 1-2 所示。

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

续表

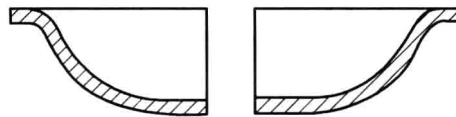
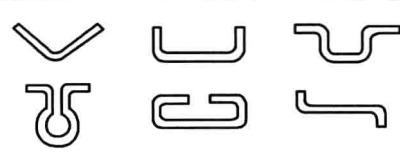
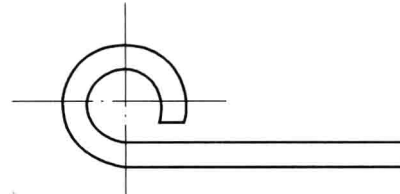
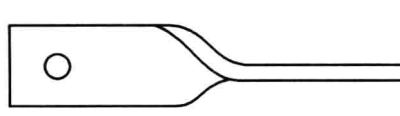
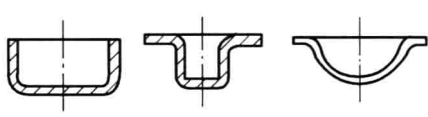
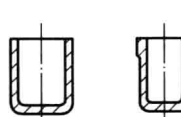
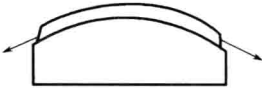
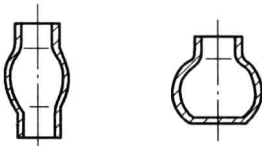
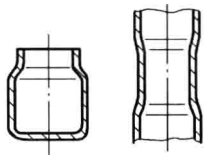
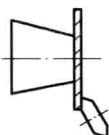
工序名称	简 图	特点及应用范围
切边		将成形零件的边缘修切整齐或切成一定形状
剖切		把冲压加工成的制件切开成为两个或数个零件,多用于不对称零件的成双或成组冲压成形之后

表 1-2 成形工序

工序名称	简 图	特点及应用范围
弯曲		把板材沿着直线弯成各种形状,可以加工各种形状复杂的零件
卷圆		把板材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角度
拉深		把板材毛坯用成形方法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		在预先冲孔的板材半成品上或未经冲孔的板料冲制成竖立的边缘
翻边		把板材半成品的边缘按曲线或圆弧成形,成为竖立的边缘

续表

工序名称	简 图	特点及应用范围
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,可以成形各种空间曲面形状的零件
起伏		在板材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或凹陷
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缩小的变形方法
旋压		在旋转状态下用辊轮使毛坯逐步成形的方
校形 (整形)		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

1.1.3 冲压模具分类

冲压模具是冲压生产必不可少的工艺装备,冲压模具的设计和制造对冲压件的质量、生产效率以及生产成本等有着直接影响。

冲模的结构类型也很多,一般可按以下几个主要特征分类:

1. 根据工艺性质分类

根据工艺性质可以分为冲裁模、弯曲模、拉深模和成形模等,如图 1-1 所示。

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

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。弯曲模如图 1-1(b)所示。

③ 拉深模:是把板料毛坯制成开口空心件,或使空心件进一步改变形状和尺寸的模具。拉深模如图 1-1(c)所示。

④ 成形模:是将毛坯或半成品工件按凸、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,如胀形模、翻边模、缩口模、扩口模、起伏成形模等。翻边模如图 1-1(d)所示。

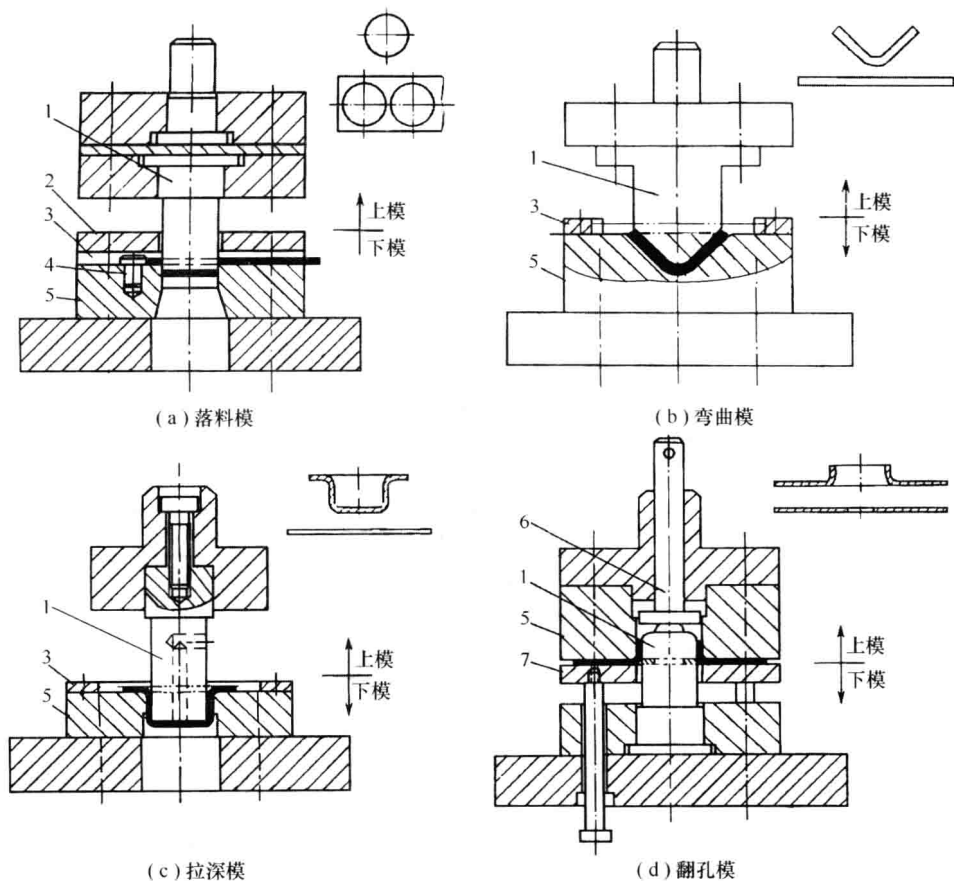


图 1-1 常见冲压模具的结构简图

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

2. 根据工序组合程度分类

根据工序组合程度可以分为单工序模、复合模和级进模。

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,如落料、冲孔、弯曲、拉深等。单工序模可以由一个凸模和一个凹模组成,也可以由多个凸模和凹模孔组成。

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冲压工序的模具。压力机一次行程一般得到一个冲压件。

③ 级进模(又称连续模):具有两个或更多的工位,在压力机的一次行程中,在不同的工位上逐次完成两道或两道以上冲压工序的模具。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,压力机一次行程得到一个或数个冲压件。

3. 根据上、下模的导向方式分类

根据上、下模的导向方式可以分为无导向模和有导向的导板模、导柱模。

此外,还可以根据凸、凹模的材料,凸、凹模的结构和布置方法,自动化程度进行分类。

1.1.4 冲压模具的结构组成

图 1-2 所示为一副单工序冲裁模。它由上、下模两部分构成,上模由模柄 5、上模座 3、导套 2、凸模 10、垫板 8、固定板 7、卸料板 14 和螺钉、销钉等零件组成;下模由下模座 17、导柱 1、凹模 11、导料板 15、承料板 18 和螺钉、销钉等零件组成。上模通过模柄 5 被安装在压力机滑块上,随滑块做上下往复运动,因此称为活动部分。下模通过下模座被固定在压力机工作台上,所以又称固定部分。

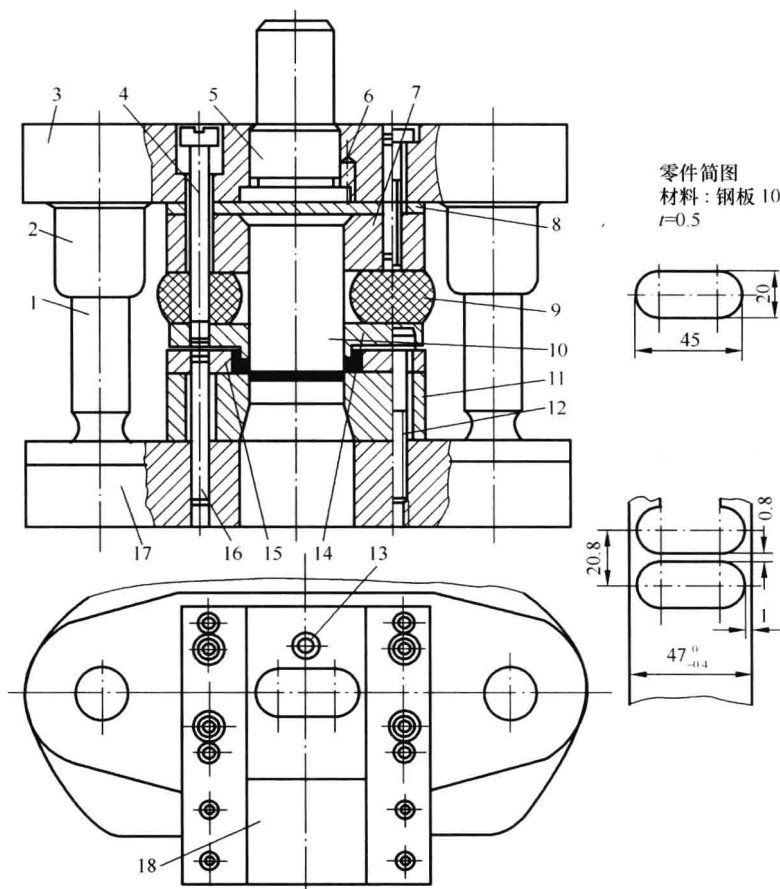


图 1-2 单工序冲裁模

1—导柱; 2—导套; 3—上模座; 4—卸料螺钉; 5—模柄; 6—防转销; 7—凸模固定板; 8—垫板; 9—橡胶;
10—凸模; 11—凹模; 12—销钉; 13—挡料销; 14—卸料板; 15—导料板; 16—销钉; 17—下模座; 18—承料板

从上述模具可以看出,冲压模具的组成零件可以分为工艺零件和结构零件两大类,如图 1-3 所示。

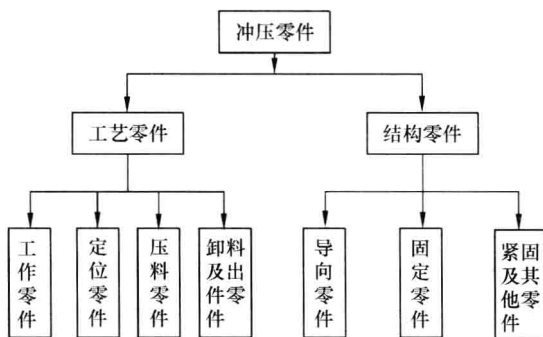


图 1-3 冲压模的组成零件

1. 工艺零件

工艺零件是指直接参与完成冲压工艺过程并和坯料直接发生作用的零件。

工艺零件进一步又可分为：

① 工作零件：是指实现冲压变形，使材料正确分离或塑性变形，保证冲压件形状的零件，包括凸模、凹模、凸凹模等。

② 定位零件：是指保证条料或毛坯在模具中正确位置的零件，包括导料板、导料销、侧压板、导正销、侧刃、挡料销等。

③ 压料零件：是指拉深工序中防止工件起皱的零件，包括压料板、压料圈等。

④ 卸料及出件零件：是指将冲裁后由于弹性恢复而卡在凹模孔内或箍在凸模上的工件或废料脱卸下来的零件。卸料零件包括卸料板、弹簧、橡皮等。出件零件包括推件块、推杆、顶件块、顶杆等。

2. 结构零件

结构零件是指不直接参与完成冲压工艺过程，也不和坯料直接发生作用，只对模具完成工艺过程起保证作用或对模具的功能起完善作用的零件。

结构零件进一步又可分为：

① 导向零件：是保证上模对下模正确位置和运动的零件，一般由导套和导柱组成。

② 固定零件：是承装模具零件或将模具安装固定到压力机上的零件，如上模座、下模座、凸凹模固定板、模柄等。

③ 紧固及其他零件：如螺钉、定位销等。

注意：不是所有的冲压模具都必须具备上述零件，但是工作零件和必要的固定零件等是不可缺少的。

1.2 冲压材料

冲压材料的选用，不仅关系到模具的使用寿命，而且也直接影响到模具的制造成本，因此合理选用材料，在冲压成形加工中是非常重要的。

1.2.1 材料的冲压成形性能

材料对各种冲压成形方法的适应能力称为材料的冲压成形性能。材料的冲压成形性

能好,就是指其便于冲压成形,单次冲压工序的极限变形程度和总的极限变形程度大,生产率高,容易得到高质量的冲压件,不易出废品且模具寿命长等。所以,冲压成形性能是一个综合性的概念,它涉及的因素很多,但就其主要内容来看,有成形极限和成形质量两方面因素。

1. 成形极限

成形极限是指材料在冲压成形过程中能达到的最大变形程度。对于不同的冲压工序,成形极限是采用不同的极限变形系数来表示的,如弯曲时为最小相对弯曲半径、拉深时为极限拉深系数、翻孔时为极限翻孔系数等。由于冲压用材料主要是板料,冲压成形大多都是在板厚方向上的应力值近似为零的平面应力状态下进行的,因此可以得出:在变形坯料的内部,凡是受到过大拉应力作用的区域,就会使坯料局部严重变薄甚至拉裂;凡是受到过大压应力作用的区域,若压应力超过了临界应力就会使坯料丧失稳定而起皱。因此,从材料方面来看,为了提高成形极限,就必须提高材料的塑性指标和增强抗拉、抗压能力。从冲压工艺参数的角度来看,必须严格限制坯料的极限变形系数。

2. 成形质量

成形质量是指材料经冲压成形以后所得到的冲压件能够达到的质量指标,包括尺寸精度、厚度变化、表面质量以及成形后材料的物理机械性能等。影响工件质量的因素很多,不同的冲压工序情况又各不相同。材料在塑性变形的同时总伴随着弹性变形,当冲压结束载荷卸除以后,由于材料的弹性回复,造成冲压件的形状与尺寸偏离模具工作部分的形状与尺寸,从而影响了冲压件的尺寸和形状精度,如弯曲成形加工。因此,为了提高冲压件的尺寸精度,必须掌握回弹规律,控制回弹量。

材料在冲压成形以后,一般厚度都会发生变化,有的变厚,有的变薄。厚度变薄后直接影响冲压件的强度和使用,因此对强度有要求时,往往要限制其最大变薄量,如拉深成形加工。

材料经过塑性变形以后,除产生加工硬化现象外,还由于变形不均匀,材料内部将产生残余应力,从而引起冲压件尺寸和形状的变化,严重时还会引起冲压件的自行开裂。消除硬化及残余应力的方法是冲压后及时安排热处理工序。

影响工件表面质量的主要因素是原材料的表面状态、晶粒大小、冲压时材料黏模的情况以及模具对冲压件表面的擦伤等。原材料的表面状态直接影响工件的表面质量;晶粒粗大的钢板拉深时会使拉深件产生像“橘子皮”一样的粗糙表面;冲压易于黏模的材料则会擦伤冲压件并降低模具寿命。此外,模具间隙不均,模具表面粗糙也会擦伤冲压件,影响工件表面质量。

1.2.2 材料冲压成形的性能指标

1. 塑性指标

材料在外力作用下,产生永久变形而不致引起破坏的性能,称为塑性。材料的塑性通常用伸长率 δ 和断面收缩率 ψ 表示。 δ 和 ψ 值越大,材料允许的塑性变形程度也越大。

2. 强度指标

材料的屈服极限与强度极限的比值 σ_s/σ_b 称为屈强比。屈强比大, σ_s 与 σ_b 之间的差值大,表示材料易塑性变形而不易断裂,允许的塑性变形区间越大,成形过程的稳定性越好,

破裂的危险性就越小,因而有利于提高极限变形程度,减少工序次数。

3. 刚度指标

弹性模量 E 是材料的刚度指标。弹性模量 E 越大,在成形过程中抗压失稳能力越强,卸载后弹性恢复越小,有利于提高零件的尺寸精度。

4. 硬化指标

硬化指数 n 表示材料在冷塑性变形中材料硬化的强度。 n 值大的材料,硬化效应就大,这对于伸长类变形来说是有利的。因为 n 值越大,在变形过程中材料局部变形程度的增加会使该处变形抗力增大,这样就可以补偿该处因截面积减小而引起的承载能力的减弱,制止了局部集中变形的进一步发展,具有扩展变形区、使变形均匀化和增大极限变形程度的作用。

5. 各向异性指标

(1) 板厚方向性系数 r

材料的板厚方向性系数 r 和板平面方向性系数 Δr 反映了材料的各向异性。板厚方向性系数 r 是指板料试样单向拉伸时,宽度方向应变与厚度方向应变之比。

r 值的大小反映了在相同受力条件下板料平面方向与厚度方向的变形性能差异, r 值越大,说明板平面方向上越容易变形,而厚度方向上越难变形,这对拉深成形是有利的。如在复杂形状的曲面零件拉深成形时,若 r 值大,板料的中间部分在拉应力作用下,厚度方向变形较困难,则变薄量小,而在板平面与拉应力相垂直的方向上的压缩变形比较容易,则板料中间部分起皱的趋向性降低,因而有利于拉深的顺利进行和冲压件质量的提高;同样,在用 r 值大的板料进行筒形件拉深时,凸缘切向压缩变形容易,起皱趋势降低,压料力减小,反过来又使筒壁拉应力减小,使筒形件的拉深极限变形程度增大。

(2) 板平面方向性系数 Δr

板料经轧制后其机械、物理性能在板平面内出现各向异性,称为板平面方向性,一般用板厚方向性系数在几个特殊方向上的平均差值 Δr (板平面方向性系数) 来表示。

Δr 值越大,则方向性越明显,对冲压成形性能的影响就越大。例如弯曲,当弯曲件的折弯线与板料的纤维方向垂直时,允许的极限变形程度就越大,而折弯线平行于纤维方向时,允许的极限变形程度就小,方向性越明显,降低量越大。又如筒形件拉深件中,由于板平面方向性使拉深件口部不齐,出现“凸耳”,方向性越明显,则“凸耳”的高度越大。所以,生产中应尽量设法降低板料的 Δr 值。

一些材料的 r 值和 Δr 值,如表 1-3 所示。

表 1-3 一些材料的 r 值和 Δr 值

材 料	r	Δr
沸腾钢	1.16	0.50
铝镇静钢	1.58	0.77
冷轧拉延钢板	1.63	1.13
不锈钢板	1.16 ~ 1.25	0.74 ~ 1.34
铝(半硬)	0.87	0.54
紫铜(软)	0.89	0.10
黄铜(软)	1.05	0.14
钛	5.51	0.04