

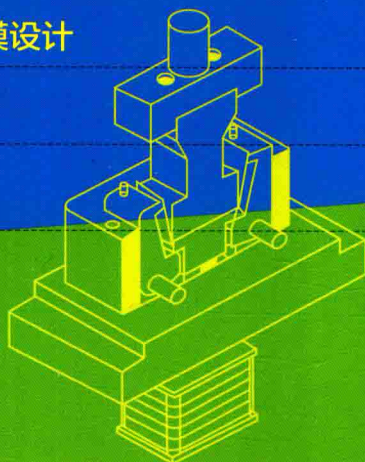
冲压模具 设计要点

金龙建 编著



CHONGYA MUJU
SHEJI YAODIAN

- 冲压工艺
- 冲压材料
- 冲裁模 \ 弯曲模 \ 拉伸模 \ 成形模 \ 多工位级进模设计
- 冲压模具零部件设计
- 质量缺陷及解决措施



化学工业出版社

冲压模具 设计要点

金龙建 编著

CHONGYA MUJU
SHEJI YAODIAN



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

冲压模具设计要点/金龙建编著. —北京: 化学工业出版社, 2016.9
ISBN 978-7-122-27518-9

I. ①冲… II. ①金… III. ①冲模-设计 IV. ①TG385.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 149788 号

责任编辑: 贾 娜
责任校对: 吴 静

文字编辑: 陈 喆
装帧设计: 刘丽华

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 三河市航远印刷有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张 16½ 字数 444 千字 2016 年 10 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 69.00 元

版权所有 违者必究

前 言

模具被称为“工业之母”，现代工业的高速发展对模具工业提出了越来越高的要求，也为其发展提供了更大的动力。冲压件在汽车、航空航天、仪器仪表、家电、电子、通信、军工、玩具、日用品等领域中所占比例不断地增加，按这样的发展趋势，我国在不久的将来，不但会成为模具制造的大国，而且还一定会迈进模具强国的行列。

冲压模具是实现冲压加工的主要工艺装备。因此，冲压模具的设计是一项非常艰辛而又极富创造性的工作。为了使更多模具工作者系统、全面地了解并掌握冲压模具设计要点和结构设计技巧，进一步提高设计水平，笔者根据现代化模具设计的需求编写了本书。

本书是笔者在长期从事冲压工艺及模具设计、制作、研究的基础上，不断地总结实践经验，并广泛吸收国内外冲压模具的先进工艺和典型结构编写而成的，主要讲解了几类常见冲压模具设计要点及在冲压过程中出现的质量缺陷及解决措施等。全书共7章，主要介绍了冲压工艺的分类、冲压常用的材料、冲裁模设计、弯曲模设计、拉深模设计、成形模设计、多工位级进模设计及冲压模具零部件设计等内容。

本书针对冲压模具技术应用的实际状况，以工艺分析及模具结构设计为重点，对冲压基本工艺的特点与工艺参数进行了较系统的论述，结合冲压模具设计典型实例，全面地讲述冲压模具设计的过程。本书所选的模具来自生产实践，既注重典型模具结构，又反映富有创新意义的设计，具有一定的代表性。

本书可供生产一线的冲压工程技术人员、工人在现场使用，也可供高校相关专业师生学习参考。

本书由金龙建编著。在编写过程中，陈杰红、金龙周、聂兰启、张灿红、蒋红超、金欢欢、金小霞、郑春喜、金哩哩、赵勇、陈波、陈月霞、卢鸳凤等工程师参与了搜集资料与整理书稿的工作。在编写中还得到了陈炎嗣高级工程师、上海交通大学塑性成形技术与装备研究院洪慎章教授、《模具制造》编辑部杜贵军主编及中国模具工业协会人才培训部主任、机械工业职业技能鉴定模具行业分中心主任、国机集团桂林电器科学研究院行业工作部主任、全国模具标准化技术委员会秘书长、《模具工业》编辑部主编王冲高级工程师等的热情帮助和指导。书中大部分实例由临海市欧中汽车模具有限公司和松渤电器（上海）有限公司负责制作，在制作和调试过程中提供了宝贵的技术意见，在此一并表示衷心的感谢！

由于编著者水平有限，书中不足之处在所难免，敬请广大专家和读者批评指正，我们的联系方式是 jinlongjian2010@163.com。

编著者

第 1 章 冲压模具设计基础

1.1 概论	2	1.1.3 冲压工艺对材料的要求	5
1.1.1 冲压加工的特点及应用	2	1.2 冲压模具设计的基本要求	6
1.1.2 冲压工艺的分类	3	1.3 冲压模具设计一般步骤	6

第 2 章 冲裁模设计

2.1 冲裁变形过程及断面分析	10	2.5.3 搭边与条料宽度	23
2.1.1 冲裁变形过程	10	2.6 冲裁模结构设计技巧	26
2.1.2 冲裁件断面分析	10	2.6.1 棒料切断模	26
2.2 合理选用冲裁间隙	11	2.6.2 筒形件悬臂式圆周分度 冲孔模	27
2.2.1 间隙对冲裁件质量的影响	11	2.6.3 分段冲切模	27
2.2.2 间隙对冲裁力的影响	12	2.6.4 无凸缘筒形件带压料垂直 切边模	29
2.2.3 间隙对模具寿命的影响	12	2.6.5 无凸缘筒形件带废料切刀垂直 切边模	31
2.2.4 冲裁模间隙值的确定	12	2.6.6 无凸缘筒形件拉深挤边模	32
2.3 凸、凹模刃口尺寸计算	15	2.6.7 小凸缘筒形件无压料垂直 切边模	33
2.3.1 凸、凹模刃口尺寸计算原则	15	2.6.8 带凸缘盒形件切边模	36
2.3.2 凸、凹模刃口尺寸计算	15	2.6.9 圆形带顶出落料模	38
2.4 冲压力及压力中心计算	18	2.6.10 圆筒形侧壁切舌模	38
2.4.1 冲压力计算公式	18	2.7 冲裁件常见缺陷及解决措施	40
2.4.2 降低冲裁力的措施	20		
2.4.3 压力中心计算	20		
2.5 冲裁件的排样	21		
2.5.1 材料利用率	21		
2.5.2 排样方法	22		

第 3 章 弯曲模设计

3.1 弯曲变形过程	43	3.4.2 弯曲件毛坯长度计算	50
3.2 最小相对弯曲半径	43	3.5 弯曲力、顶件力及压料力	54
3.3 弯曲件回弹及其防止方法	44	3.5.1 自由弯曲时的弯曲力	54
3.3.1 回弹方式	45	3.5.2 校正弯曲时的弯曲力	54
3.3.2 回弹值的确定	45	3.5.3 顶件力和压料力	55
3.3.3 影响弯曲回弹的因素	47	3.5.4 弯曲时压力机吨位的确定	55
3.3.4 减小回弹的措施	48	3.6 弯曲件工序图例	55
3.4 弯曲件展开尺寸计算	49	3.7 弯曲模工作部分尺寸设计	57
3.4.1 应变中性层位置的确定	49	3.7.1 弯曲凸、凹模的圆角半径及	

凹模的工作深度	57	3.8.6 可旋转凹模大圆角 U 形 弯曲模	69
3.7.2 弯曲凸模和凹模之间的间隙	58	3.8.7 棒料 U 形弯曲模	71
3.7.3 U 形件弯曲模凸、凹模工作部分 尺寸的计算	59	3.8.8 两次弯曲、卷圆模	71
3.8 弯曲模结构设计技巧	60	3.8.9 对称铰链卷圆模	73
3.8.1 翻板式 V 形弯曲模	60	3.8.10 摆动式 C 形件弯曲模	73
3.8.2 带滚针 L 形支架弯曲模	61	3.8.11 工字形折叠模	75
3.8.3 L 形转轴式弯曲模	64	3.8.12 转轴式多向弯曲模	76
3.8.4 带 R 角凸模 U 形弯曲模	66	3.8.13 方形封闭式锁扣模	77
3.8.5 大圆弧 U 形弯曲模	67	3.9 弯曲件常见缺陷及解决措施	78

第 4 章 拉深模设计

4.1 拉深工艺分析	82	4.6.1 凸、凹模圆角半径	111
4.1.1 拉深件分类	82	4.6.2 凸、凹模间隙	113
4.1.2 拉深变形过程及特点	82	4.6.3 凸、凹模径向尺寸计算	114
4.2 圆筒形拉深件工艺计算	84	4.6.4 拉深凸、凹模结构	116
4.2.1 拉深件毛坯的确定	84	4.7 拉深模结构设计技巧	117
4.2.2 圆筒形拉深系数和拉深次数	90	4.7.1 无压边正向首次拉深模	117
4.2.3 无凸缘圆筒形件的工艺计算	95	4.7.2 无压边正向以后各次拉深模	118
4.2.4 带凸缘圆筒形件的工艺计算	95	4.7.3 带压边和顶出装置正向首次 拉深模	119
4.3 变薄拉深	97	4.7.4 带定位套和顶出装置正向以后 各次拉深模	120
4.3.1 变薄拉深的特点	97	4.7.5 带压边和推杆反向拉深模	121
4.3.2 变薄系数	98	4.7.6 带压边和推杆装置反向以后 各次拉深模	123
4.3.3 变薄拉深工序尺寸的计算	98	4.7.7 无压边反拉深模	124
4.3.4 变薄拉深模的凸、凹模结构	99	4.7.8 带压边反拉深模	125
4.4 盒形件拉深	100	4.7.9 后板 A 带凸缘盒形拉深模	126
4.4.1 盒形件拉深的变形特点	100	4.7.10 带凸缘锥形件反拉深模	127
4.4.2 盒形件毛坯形状与尺寸的 确定	102	4.7.11 后板锥形拉深模	129
4.4.3 盒形件多次拉深及工序尺寸的 确定	103	4.7.12 圆筒形双动落料、拉深模	130
4.5 压边力、拉深力及拉深总工艺力的 计算	106	4.7.13 圆筒形双动以后各次 拉深模	131
4.5.1 压边力	106	4.7.14 变薄拉深凸、凹模结构	131
4.5.2 拉深力	109	4.7.15 双层凹模变薄拉深模	132
4.5.3 拉深总工艺力	111	4.8 拉深件常见缺陷及解决措施	133
4.6 拉深凸、凹模设计	111		

第 5 章 成形模设计

5.1 翻边与翻孔	137	5.2.1 胀形的变形程度	143
5.1.1 翻边	137	5.2.2 胀形工艺计算	144
5.1.2 翻孔	138	5.3 缩口	145
5.2 胀形	143	5.3.1 缩口变形分析	145

5.3.2 毛坯尺寸计算	146	5.5.5 胀形镦压模	152
5.4 扩口	147	5.5.6 圆管形件凸肚胀形模	153
5.4.1 扩口变形程度	147	5.5.7 压力气瓶缩口模	154
5.4.2 毛坯尺寸计算	148	5.5.8 带夹紧的缩口模	154
5.4.3 扩口力的计算	148	5.5.9 碗形件扩口模	155
5.5 成形模结构设计技巧	149	5.5.10 圆管扩、缩口模	156
5.5.1 浅拉深件底孔翻孔模	149	5.5.11 筒形件卷边模	158
5.5.2 变薄翻孔模	150	5.5.12 锥形件内卷边模	159
5.5.3 后板 A 翻边模	150	5.6 翻边与翻孔常见缺陷及解决措施	160
5.5.4 圆筒形件中部胀形模	152		

第 6 章 多工位级进模设计

6.1 多工位级进模设计基础	163	料宽和步距的计算	182
6.1.1 多工位级进模的特点	163	6.4 多工位级进模主要结构件及有关装置设计	184
6.1.2 多工位级进模的分类	163	6.4.1 带料(条料)导料、浮料装置设计	184
6.2 排样设计	164	6.4.2 带料(条料)定距机构设计	190
6.2.1 排样设计原则	164	6.4.3 防止废料回跳或堵料	201
6.2.2 排样设计应考虑的因素	165	6.4.4 微调机构设计	205
6.2.3 工艺废料与设计废料	168	6.5 多工位级进模结构设计技巧	207
6.2.4 载体设计	169	6.5.1 模内带自动送料装置的卡片多工位级进模	207
6.2.5 分段冲切废料设计	175	6.5.2 小电机风叶多工位级进模	211
6.2.6 空工位设计	176	6.5.3 带自动攻螺纹缝纫机支架多工位级进模	213
6.2.7 步距精度及基本步距的确定	177	6.5.4 凸缘正方盒连续拉深模	219
6.3 多工位连续拉深工艺计算和排样设计要点	178	6.5.5 A 侧管连续拉深模	225
6.3.1 带料连续拉深的应用范围	178	6.5.6 等离子电视连接支架连续拉深、自动攻螺纹多工位级进模	230
6.3.2 连续拉深修边余量的确定	179		
6.3.3 连续拉深系数和相对拉深高度	180		
6.3.4 带料连续拉深工艺切口形式、			

第 7 章 冲压模具零部件设计

7.1 凸、凹模	235	7.4 定位装置	251
7.1.1 凸模	235	7.5 斜楔和滑块	252
7.1.2 凹模	239	7.5.1 斜楔、滑块的分类	253
7.2 卸料装置	245	7.5.2 斜楔与滑块的设计要点	254
7.2.1 固定卸料装置	245	7.5.3 常用侧向冲压滑块的复位结构	256
7.2.2 弹压卸料装置	246		
7.3 顶出装置	250		

参考文献

第1章

冲压模具设计 基础

■ 冲压加工的特点及应用

■ 冲压工艺的分类

■ 冲压工艺对材料的要求

■ 冲压模具设计的基本要求

■ 冲压模具设计一般步骤

1.1 概论

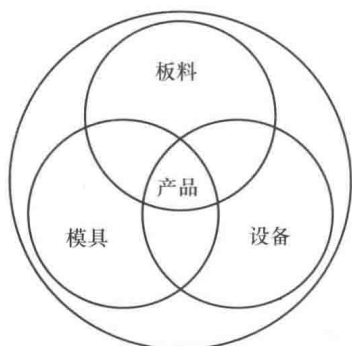


图 1-1 冲压加工的三要素

冲压加工是利用安装在压力机上的模具，对模具里的板料施加变形力，使板料在模具里产生变形，从而获得一定形状、尺寸和性能的产品零件的生产技术。板料、模具和设备是冲压加工的三个要素（见图 1-1）。由于冲压加工经常在材料的冷状态下进行，因此也称冷冲压。冷冲压是金属压力加工方法之一，它是建立在金属塑性变形理论基础上的材料成形工程技术。冲压加工的原材料一般为板料或带料（卷料），故也称为板料冲压。冲压模具是指将板料加工成冲压零件的特殊专用工具。

1.1.1 冲压加工的特点及应用

(1) 冲压加工的特点

冲压生产是靠模具和压力机完成加工过程的，与其他加工方法相比，在技术和经济方面有如下四大特点：

① 冲压加工一般不需要加热毛坯，也不像金属切削加工那样产生大量切削余料，所以它不但节能，而且节约金属材料，是一种少无切削加工方法之一，所得的冲压件一般无需再加工。

② 冲压件的尺寸精度由模具来保证，所以质量稳定，互换性好。

③ 由于利用模具加工，所以可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。

④ 利用普通压力机每分钟可生产几十件，利用高速压力机每分钟可生产几百件甚至上千件，所以它是一种高效率的加工方法。

冲压也存在一些缺点，主要表现在冲压加工时的噪声和振动两个问题。这两个问题并不完全是冲压工艺及模具本身带来的，主要是由于传统的冲压设备落后所造成的。随着科学技术的进步，这两个问题逐步得到了一定的解决。

(2) 冲压加工的应用

① 应用领域 由于冲压工艺具有上述突出的特点，因此在现代化生产中得到了广泛的应用。据有关调查统计，在农机产品、摩托车、汽车中，冲压件占 75%~80%；在自行车、手表、缝纫机中，冲压件约占 80%；在收录机、电视机、摄像机中，冲压件约占 90%；在航空、航天工业中，冲压件也占有较大的比例；除此之外，还有食品金属罐、金属盒、铝锅铝壶、搪瓷盆碗、不锈钢炊具、餐具等都是用模具冲压加工出来的，就连计算机的硬件中也缺少不了冲压件。总之，当今的机械、电子、轻工、国防等工业部门的零件，其成形方式都转向了优先选用冲压加工工艺。

据统计，世界各种钢材品种的比例见表 1-1，而板材、带材大部分用于冲压加工。

表 1-1 各种钢材品种的比例

品种	带材	板材	棒材	型材	线材	管材
所占比例/%	50	17	15	9	7	2

② 加工范围 可加工各种类型的冲压件, 尺寸小到钟表的秒针, 大到汽车的纵梁, 冲切的料厚已达到 20mm 以上。因此, 冲压加工幅度大, 适应性强。

冲压材料可分为黑色金属、有色金属及某些非金属材料。

③ 冲压件精度 一般冲压件精度可达到 IT10~IT11, 精冲件精度可达到 IT6~IT9, 一般弯曲、拉深件精度可达到 IT13~IT14。

④ 冲压件表面粗糙度 普通冲裁 Ra 可达到 3.2~12.5 μm , 精冲件 Ra 可达到 0.3~2.5 μm 。

1.1.2 冲压工艺的分类

由于冲压的形状、尺寸、精度要求、原材料性能等的不同, 目前在生产中所采用的冲压工艺方法是多种多样的, 概括起来可以分为冲裁、弯曲、拉深和成形四大类, 具体见表 1-2~表 1-5。

表 1-2 冲裁工序

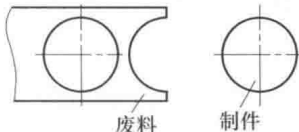
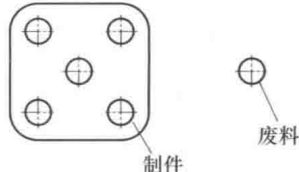
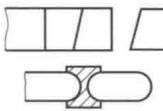
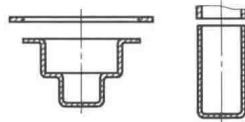
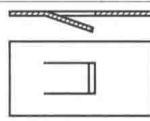
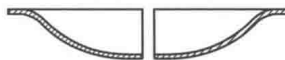
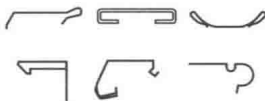
工序名称	简图	特点及应用范围
落料		用冲模沿封闭轮廓曲线冲切, 冲下部分是制件, 用于制造各种形状的平板零件
冲孔		用冲模按封闭轮廓曲线冲切, 冲下部分是废料
切断		用剪刀或冲模沿不封闭曲线冲切, 多用于加工形状简单的平板制件
修边		将成形制件的边缘修切整齐或切成一定的形状
切舌		将材料沿敞开轮廓局部而不是完全分离的一种冲压工序。被局部分离的材料, 具有制件所要求的一定位置, 不再位于分离前所处的平面上
剖切		把冲压件加工成半成品切开成为两个或数个制件, 多用于对称制件的成双或成组冲压成形之后

表 1-3 弯曲工序

工序名称	简图	特点及应用范围
弯曲		弯曲是将棒料、板料、管材和型材弯曲成一定角度和形状的冲压成形工序

续表

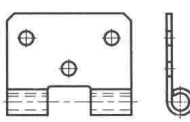

工序名称	简图	特点及应用范围
卷圆		把板料端部卷成接近封闭的圆头,用以加工类似铰链的制件
扭曲		把冲裁后的半成品扭转成一定的角度

表 1-4 拉深工序

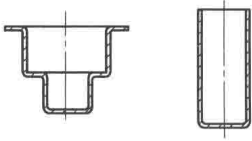
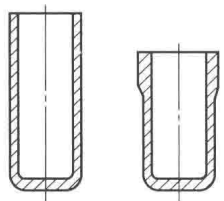

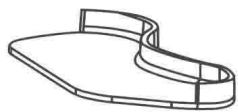
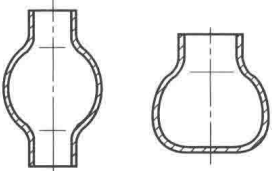
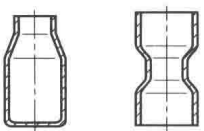
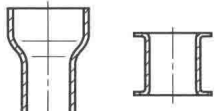
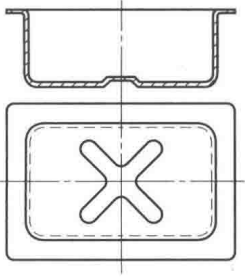
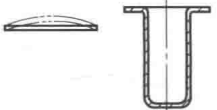
工序名称	简图	特点及应用范围
拉深		利用拉深模具将预裁剪或冲裁成一定形状的平板毛坯在压力机压力的作用下拉制成开口空心件,或将已制成的开口空心件加工成其他形状空心件的一种冲压加工方法
变薄拉深		把拉深加工后的空心半成品,进一步加工成为底部厚度大于侧壁厚度的制件

表 1-5 成形工序

工序名称	简图	特点及应用范围
翻孔		将预先冲孔的板料半成品或未经冲孔的板料冲制成竖立的边缘
翻边		把板料半成品的边缘,按曲线或圆弧成形为竖立的边缘
胀形		在双向拉应力作用下实现变形,成形各种空间曲面形状的制件
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
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

续表

工序名称	简 图	特点及应用范围
起伏		在板料毛坯或制件的表面上,用局部成型的方法制成各种形状的突起或凹陷
校形		校正制件形状,以提高已成形制件的尺寸精度或获得小的圆角半径

在实际生产中,当年产量大时,如果仅以表 1-2~表 1-5 中所列的基本工序组成冲压工艺过程,生产率低,不能满足生产需求。因此一般采用组合工序,即把两个以上的基本工序组合成一道工序,构成所谓复合模、多工位级进模、复合-级进模的组合工序等。

1.1.3 冲压工艺对材料的要求

冲压所用的材料与冲压工艺的关系十分密切,其性质直接影响冲压工艺设计、冲压件质量和产品使用寿命,还影响组织均衡生产和冲压件生产成本。在选择冲压材料时,首先要满足制件的使用要求。一般来说,对于机器上的主要冲压件,材料要求具有较高的强度和刚度;电机电器上的某些冲压件,要求有较高的导电性和导磁性;汽车及飞机上的冲压件,要求有足够的强度,尽可能要减轻质量;化工容器上的冲压件要求耐腐蚀等。所以不同的使用要求就决定了应选用不同的冲压材料。但从冲压工艺上考虑,材料还应满足冲压工艺要求,以保证冲压过程能顺利完成。

对冲压所用材料的要求如下:

① 具有良好的冲压性能 冲压性能是指板料对各种冲压加工方法的适应能力。冲压加工方法是以金属为塑件的加工方法,因此,要求材料具有良好的塑性。

对于需要拉深成形的板料,要求塑性好、屈服极限低和板厚方向性系数大,而硬度高的材料则难以拉深加工。板料的屈强比 σ_s/σ_b 越小,冲压性能越好,一次变形的极限程度越大。板厚方向性系数 $r > 1$ 时,宽度方向上的变形比厚度方向上的变形容易。 r 值越大,在拉深过程中越不容易产生变薄和发生断裂,拉深性能就越好。拉深性能好的材料有含碳量 $< 0.14\%$ 的软钢、软黄铜(含铜量 $68\% \sim 72\%$)、纯铝和铝合金、奥氏体不锈钢等。

② 良好的表面质量 表面质量好的材料,冲压时制件不易破裂,废品较少;模具不易擦伤,寿命提高,而且制件的表面质量好。所以一般要求冲压材料表面光洁、平整,无氧化皮、锈斑、裂纹、划痕等缺陷。

③ 厚度公差符合国际规定 冲压凸模和凹模的间隙是根据材料的厚度来确定的,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,将影响制件的质量,并可能导致损坏模具和设备。

1.2 冲压模具设计的基本要求

① 冲压模具设计是确保冲压件质量的重要环节，在汽车、航空航天、仪器仪表、家电、电子、通信、军工、玩具、日用品等产品的生产中，其重要性更加突出。冲压件对工艺和质量控制等方面要求高，对模具设计也相应提出了严格的要求。模具设计师除了应具备模具设计方面的专业知识外，对钣金设计、冲压工艺、金属材料及热处理和冲压设备等方面的知识，也应熟练掌握。

② 冲压模具设计要坚持三个基本原则，即安全、先进和经济。同时，还要从本公司（或协作公司）的现实条件出发，结合现有设备、工艺水平和加工设备条件等实际情况作综合考虑，以便设计出结构合理、经济适用的模具，保证冲出的制件符合图样的形状与尺寸要求。

③ 设计出的模具在保证冲出的制件符合图样的形状与尺寸要求的前提下，结构尽可能简单化，操作方便，使用寿命长，模具零部件安装要牢固，工作安全可靠，成本低廉，并容易制造和维修。

④ 冲压模具种类繁多，其结构形式、设计方法和需要考虑的问题也不尽相同。不同的制件和不同的设备所使用的模具有不同的结构特点；模具的用途不同，结构也有差别。因此，模具设计必须根据使用要求来设计。

1.3 冲压模具设计一般步骤

(1) 制件工艺分析

① 根据所提供的产品图样，分析制件的形状特点、尺寸大小、精度要求、断面质量、装配关系等要求。

② 根据制件的生产批量，决定模具的结构形式、选用材料。

③ 分析制件所用的材料是否符合冲压工艺的要求，决定是采用条料、板料、卷料还是边角废料来冲压。

④ 根据现有设备情况及制件和制件批量对设备的要求选择合适的压力机。

⑤ 根据现有的制造水平及装备情况，为模具结构设计提供依据。

(2) 确定合理的冲压工艺方案

① 根据对制件的工艺分析，确定基本的工序性质，如冲孔、落料、弯曲及拉深等。

② 进行工艺计算，确定工序数，如拉深次数等。

③ 根据制件生产批量和条件（材料、设备和制件精度）确定工序组合，如采用复合冲压工序还是连续冲压工序。

④ 根据各工序的变形特点、尺寸要求等确定工序排列顺序，如采用先弯曲后冲孔还是先冲孔后弯曲等。

(3) 工艺计算

① 计算毛坯尺寸，合理排样并绘制排样图，计算出材料利用率。

② 计算冲压力，其中包括冲裁力、弯曲力、拉深力、卸料力、推件力、压边力及成形力

等,以便确定压力机。

③ 选择合适的压力机型号、规格。

④ 计算压力中心,以免模具偏心负荷而影响模具的使用寿命。

⑤ 计算并确定模具的主要零件(如凸模、凹模、凸模固定板及垫板等)的外形尺寸以及弹性元件的大小及高度等。

⑥ 确定凸、凹模间隙并计算凸、凹模工作部分尺寸。

⑦ 确定拉深模压边圈、拉深次数、各工序的尺寸分配以及半成品的尺寸计算。

(4) 模具总体设计

进行模具结构设计,确定结构件形式和标准。

① 确定冲裁、成形零件与标准。如凸模、凹模及凸凹模的结构形式是组合、整体还是镶拼的,以及选用何种固定方式。

② 选定定位元件。如采用定位板或挡料板或导正销等,对于多工位级进模还要考虑是否用始用挡料销、导正销和侧刃等。

③ 确定卸料与推件机构。卸料有弹性卸料和刚性卸料两种形式。弹性卸料一般采用弹簧或橡胶或氮气弹簧作为弹性元件;刚性卸料通常采用固定卸料板的结构形式。

④ 确定导向零件的种类和标准。包括是否采用导向零件,采用哪种形式的导向零件,设计中最常用的有滑动导柱、导套和滚珠导柱、导套导向,一般选用专业标准件厂的标准规格。

⑤ 确定模座种类及规格。

(5) 冲压设备的选用

根据现有冲压设备情况以及要完成的冲压工序性质,冲压加工所需的变形力、变形功及模具闭合高度和轮廓尺寸等主要因素来选用压力机的型号、规格。选用压力机时必须满足以下4点要求:

① 压力机公称压力必须大于冲压力。

② 模具的闭合高度应在压力机的最大闭合高度和最小闭合高度之间。当多副模具安装在同一台压力机上时,模具的闭合高度应相同,并考虑冲压力的分布要尽可能地均匀。

③ 压力机的滑块行程必须满足制件成形要求。单工序拉深时为了便于放料和取料,其行程必须大于拉深高度的两倍。

④ 为了便于安装模具,压力机工作台面尺寸应大于模具下模座尺寸,台面上的孔应能保证制件或废料能顺利地漏卸。

(6) 模具图设计

① 绘制模具总装图。

a. 主视图。一般指模具的工作位置,采用剖面画法。

b. 俯视图和仰视图。俯视图(或仰视图)一般指将模具的上模部分(或下模部分)拿掉,视图只反映模具的下模俯视(或上模仰视)可见部分,这是冲模的一种习惯画法。

c. 侧视图和局部视图。在必要时画出,使某些模具结构表达更完善。

d. 制件图。常画在图样的右上角,要注明制件的材料、规格,以及制件本身的尺寸、公差及技术要求等。对于由多副模具冲压成的制件,除绘制出本工序的成品制件图外,还要绘出上工序的半成品图(毛坯图一般放在图样的左上角)。

e. 排样图。对于落料模、复合模和多工位级进模必须在制件图下面绘出排样图。排样图上应标明料宽、步距和搭边值。复杂的和多工位级进模的排样图一般单独绘制在一

张图纸上。

f. 技术要求说明。一般在标题栏的上方写出该模具的冲压力、卸料力、模具外形尺寸和闭合高度、模具标记、所选设备（压力机）型号等要求。

g. 编写零件的明细表和外购材料申请单。

② 绘制模座及模板图。指绘制上模座、下模座、凸模固定板垫板、凸模固定板、卸料板垫板、卸料板、凹模固定板、凹模垫板等。

③ 绘制模具零部件图。指绘制凸模、凹模、导料板、承料板、导正销、非标准的顶杆等。

第2章

冲裁模设计

冲裁变形过程

冲裁件断面分析

合理选用冲裁间隙

凸、凹模刃口尺寸计算

冲压力及压力中心计算

冲裁件的排样

冲裁模的结构设计技巧及经验

冲裁件常见缺陷及解决措施

冲裁是利用模具内的凸模和凹模使板料产生分离的一种冲压工序。它包括落料、冲孔、切断、修边、切舌、剖切等多种工序（见表 1-2）。但一般来说，冲裁主要是指落料和冲孔工序。落料是指用冲模沿封闭轮廓曲线冲切，冲下部分为制件；冲孔是指用冲模按封闭轮廓曲线以外的部分作为冲裁件。

2.1 冲裁变形过程及断面分析

2.1.1 冲裁变形过程

冲裁时板料的变形具有明显的阶段性，由弹性变形过渡到塑性变形，最后产生断裂分离。

① 弹性变形阶段 [图 2-1 (a)]。凸模接触板料后开始加压，板料在凸、凹模作用下产生弹性压缩、拉伸、弯曲、挤压等变形。此阶段以材料内的应力达到弹性极限为止。在该阶段，凸模下的材料略呈弯曲状，凹模上的板料向上翘起，凸、凹模之间的间隙越大，则弯曲与翘起的程度也越大。

② 塑性变形阶段 [图 2-1 (b)]。随着凸模继续压入板料，压力增加，当材料内的应力状态满足塑性条件时，开始产生塑性变形，进入塑性变形阶段。随凸模挤入板料深度的增大，塑性变形程度增大，变形区材料硬化加剧，冲裁变形抗力不断增大，直到刃口附近侧面的材料由于拉应力的作用出现微裂纹时，塑性变形阶段结束，此时冲裁变形抗力达到最大值。

③ 断裂分离阶段 [图 2-1 (c)~(e)]。凸模继续下压，使刃口附近的变形区的应力达到材料的破坏应力，在凹、凸模刃口侧面的变形区先后产生裂纹。已形成的上、下裂纹逐渐扩大，并沿最大切应力方向向材料内层延伸，直至两裂纹相遇，板料被剪断分离，冲裁过程结束。

2.1.2 冲裁件断面分析

冲裁件断面可分为明显的四部分：塌角、光面（光亮带）、毛面（断裂带）和毛刺，如图 2-2 所示。

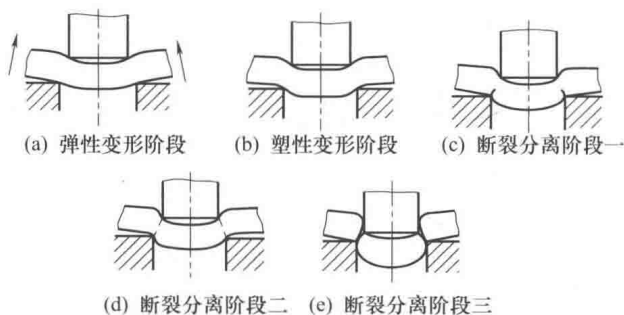


图 2-1 冲裁变形过程

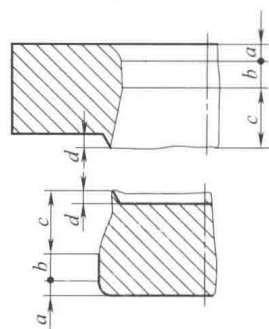


图 2-2 冲裁件断面的状态

a —塌角； b —光面（光亮带）；

c —毛面（断裂带）； d —毛刺

① 塌角 塌角也称为圆角带，是由于冲裁过程中刃口附近的材料被牵连拉入变形（弯曲和拉深）的结果。材料的塑性越好，凸模与凹模的间隙越大，塌角越大。