

CHONGYA MUJU SHEJI SHIYONG JIAOCHENG



# 冲压模具设计 实用教程

匡和碧 孙卫和 编著



化学工业出版社

014034905

TG385.2  
69

CHONGYA MUJU SHEJI SHIYONG JIAOCHENG

# 冲压模具设计 实用教程

匡和碧 孙卫和 编著



图书在版编目(CIP)数据

冲压模具设计实用教程 / 匡和碧, 孙卫和编著. — 北京: 化学工业出版社, 2014.3  
ISBN 978-7-122-10433-0

I. ①冲… II. ①匡… ②孙… III. ①冲模—设计—教材 I. ①TG385.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第001000号

责任编辑: 张瑞文  
文字编辑: 张瑞文  
封面设计: 张瑞文

责任编辑: 王素芳

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: 三河市蓝风印刷厂  
787mm×1092mm 1/16 印张13.5 字数304千字 2014年4月北京第1版第1次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64518885) 售后服务: 010-64518893

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有质量问题, 请与本社营销中心联系。



化学工业出版社

北京

元 49.00 价 定



北航

C1714740

014034802

CHONGYI MUJUSHIJI SHIYONG JIAOCHENG

# 冲压模具设计 实用教程

张绪瑞 刘丽华 王素芹

## 图书在版编目 (CIP) 数据

冲压模具设计实用教程/匡和碧, 孙卫和编著. —北京:  
化学工业出版社, 2014. 2  
ISBN 978-7-122-19422-0

I. ①冲… II. ①匡…②孙… III. ①冲模-设计-教材  
IV. ①TG385. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 001864 号

责任编辑: 贾娜  
责任校对: 王素芹

文字编辑: 张绪瑞  
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: 三河市延风印装厂  
787mm×1092mm 1/16 印张 12 $\frac{1}{4}$  字数 304 千字 2014 年 4 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: 49.00 元

版权所有 违者必究

# 前言

随着我国科学技术的进步,社会经济快速发展,模具成型技术及模具设计与制造已成为当代工业生产的重要手段。近十几年来,中国模具工业发展十分迅速,特别是高新技术企业的快速发展加大了用于技术进步的投资力度,技术进步已成为企业发展的重要动力。冲压模具是实现冲压加工的主要工艺装备。随着冲压件在机械、电子、仪器仪表、家用电器、玩具、生活日用品等领域中所占比例的不断增长,冲压模具也得到了很大的发展。然而,冲压模具的设计是一项非常艰辛而又极富创造性的工作。为了给广大冲压模具从业人员提供帮助,我们编写了本书。

本书根据冲压模具设计初、中级岗位对职业能力的要求选取内容,按照任务驱动模式编写,包括冲裁模设计、弯曲模设计、拉深模设计、其他成形模设计四个模块。每个模块都包含一个具体的项目,每个项目都有完整的设计工作过程,内容由浅入深,循序渐进。项目的结构形式为:【项目名称】—【学习目标】—【技能(知识)点】—【引导案例】—【任务分析】—【相关知识】—【任务实施(步骤、方法、内容)】—【总结与回顾】—【拓展知识】—【复习思考题】—【技能训练】。

本书可供从事冲压模具设计的工程技术人员工作时参考,也可作为高等职业技术学院、高等专科学校的模具设计与制造、机械、机电、计算机辅助设计与制造等专业的教材,建议学时数为 50~60 学时。

全书由深圳职业技术学院匡和碧、孙卫和编著。在编写过程中,得到了中国台湾统赢公司技术总监魏国祯先生和深圳大族激光科技有限公司刘群工程师的指导,在此深表感谢!

由于编者水平所限,不足之处在所难免,敬请读者批评指正,来信请寄深圳职业技术学院制造系匡和碧收,或发邮件至 [khei@szpt.edu.cn](mailto:khei@szpt.edu.cn) 信箱。本书有配套电子课件,有需要者请与出版社或编者联系。

编著者

匡和碧

孙卫和

匡和碧

# 目录

言 喻

## 模块一 冲裁模具设计

项目 冲孔落料复合模设计：止动片冲孔落料复合模设计	1
1.1 引导案例	2
1.1.1 冲裁基本工序	2
1.1.2 冲裁变形过程	2
1.1.3 冲裁变形特点	3
1.2 任务分析	3
1.3 相关知识	4
1.3.1 冲裁件结构工艺设计	4
1.3.2 排样设计	6
1.3.3 冲压力计算	9
1.3.4 曲柄压力机的选用	11
1.3.5 冲裁间隙选用	13
1.3.6 凸、凹模刃口尺寸计算	14
1.3.7 冲裁模结构设计	18
1.3.8 工作零件设计	25
1.3.9 卸料装置设计	31
1.3.10 刚性推件装置设计	34
1.3.11 定位零件设计	36
1.3.12 模架及导柱、导套选用	42
1.3.13 连接与固定零件设计	46
1.3.14 模具零件图绘制	49
1.3.15 模具装配图绘制	49
1.4 任务实施（步骤、方法、内容）	51
1.4.1 止动片冲孔落料复合模设计工作引导文	51
1.4.2 止动片冲孔落料复合模设计实例	51
1.5 总结与回顾	66

1.6	拓展知识	66
1.7	复习思考题	67
1.8	技能训练	68

## 模块二 弯曲模具设计

项目	弯曲模具设计：V形支架弯曲模设计	69
2.1	引导案例	69
2.1.1	弯曲产品及弯曲工艺	69
2.1.2	弯曲变形过程	70
2.1.3	弯曲变形特点及变形参数	71
2.1.4	弯曲的主要质量问题及控制	72
2.2	任务分析	74
2.3	相关知识	75
2.3.1	弯曲件的结构工艺设计	75
2.3.2	弯曲回弹值计算	77
2.3.3	弯曲件的展开长度计算	80
2.3.4	弯曲力计算	80
2.3.5	弯曲模的结构设计	81
2.3.6	弯曲模凸、凹模工作部分尺寸计算	82
2.3.7	槽形模柄设计	86
2.3.8	非标下模座设计	86
2.3.9	弹性顶件装置设计	86
2.4	任务实施（步骤、方法、内容）	87
2.4.1	V形支架弯曲模设计工作引导文	87
2.4.2	V形支架弯曲模设计实例	88
2.5	总结与回顾	95
2.6	拓展知识	95
2.7	复习思考题	96
2.8	技能训练	96

## 模块三 拉深模设计

项目	拉深模设计：无凸缘圆筒形钢杯拉深模设计	98
3.1	引导案例	98
3.1.1	拉深产品	98
3.1.2	拉深变形过程及特点	99
3.1.3	拉深的主要质量问题及防止措施	100
3.2	任务分析	101
3.3	相关知识	101
3.3.1	拉深件结构工艺设计	101
3.3.2	拉深件毛坯尺寸计算	101
3.3.3	拉深工序件尺寸的计算	103

3.3.4	采用压边圈的条件	105
3.3.5	拉深力与压料力计算	105
3.3.6	拉深模工作部分设计	106
3.3.7	拉深模具的典型结构	109
3.4	任务实施(步骤、方法、内容)	110
3.4.1	无凸缘圆筒形钢杯拉深模设计工作引导文	110
3.4.2	无凸缘圆筒形钢杯拉深模设计实例	111
3.5	总结与回顾	120
3.6	拓展知识	120
3.7	复习思考题	122
3.8	技能训练	122

## 模块四 其他成形模设计

项目	孔整形模设计:定位板冲孔、整形、落料级进模设计	123
4.1	引导案例	123
4.1.1	埋头孔产品	123
4.1.2	埋头孔尺寸	123
4.1.3	埋头孔成形方法	124
4.2	任务分析	125
4.3	相关知识	126
4.3.1	孔整形模凸、凹模工作部分尺寸计算	126
4.3.2	整孔力计算	128
4.3.3	活动定位销设计	128
4.3.4	优力胶选用	128
4.3.5	冲孔、整形、落料级进模的结构设计	129
4.4	任务实施(步骤、方法、内容)	130
4.4.1	定位板冲孔、整形、落料级进模设计工作引导文	130
4.4.2	定位板冲孔、整形、落料级进模设计实例	131
4.5	总结与回顾	145
4.6	拓展知识	146
4.6.1	平面胀形模具设计相关知识	146
4.6.2	翻边模具设计相关知识	147
4.7	复习思考题	150
4.8	技能训练	150

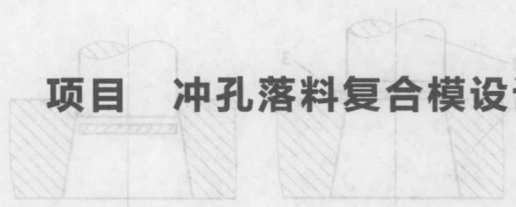
## 附录

参考文献	190
------	-----

101	.....	8
101	.....	8
101	.....	8
801	.....	8

# 模块一

# 冲裁模具设计



## 项目 冲孔落料复合模设计：止动片冲孔落料复合模设计

### ● 学习目标

1. 能够进行冲裁工艺分析；
2. 能够进行排样设计；
3. 能够进行冲压力计算；
4. 能够选择合适的冲压设备；
5. 能够计算冲裁模凸、凹模刃口尺寸；
6. 能够设计冲裁模的总体结构；
7. 能够设计冲裁模的工作零件；
8. 能够设计冲裁模的定位零件；
9. 能够设计冲裁模的卸料装置；
10. 能够设计冲裁模的推件装置；
11. 能够选用模架、模柄、垫板、固定板、螺钉、销钉等标准件；
12. 能够编写设计计算说明书。

### ● 技能（知识）点

1. 冲裁件的结构工艺设计规范；
2. 排样设计规范；
3. 冲压力及压力中心的计算规范；
4. 压力机选用规范；
5. 凸、凹模刃口尺寸计算规范；
6. 冲裁模的结构设计规范；
7. 冲裁模工作零件设计规范；
8. 冲裁模定位零件设计规范；
9. 冲裁模卸料装置设计规范；
10. 冲裁模推件装置设计规范；
11. 模架、模柄、垫板、固定板、螺钉、销钉等标准件的选用规范；
12. Office、AutoCAD 等软件的使用方法。



## 1.1 引导案例

### 1.1.1 冲裁基本工序

如图 1-1 所示,当压力机滑块带动凸模向下运动时,板料就受到凸、凹模的剪切作用而沿一定的轮廓互相分离。

当以封闭曲线以内的部分作为冲裁件时,称为落料;当以封闭曲线以外的部分作为冲裁件时,则称为冲孔。

很明显,图 1-2 (a)、(b) 所示产品可通过落料工序成形,图 1-2 (c)、(d) 所示产品需要落料、冲孔两道工序才能成形。

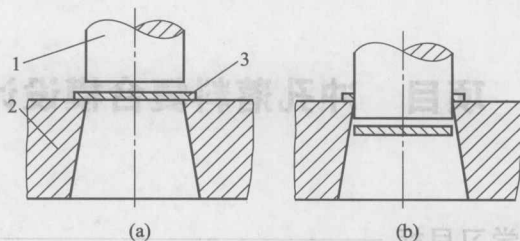
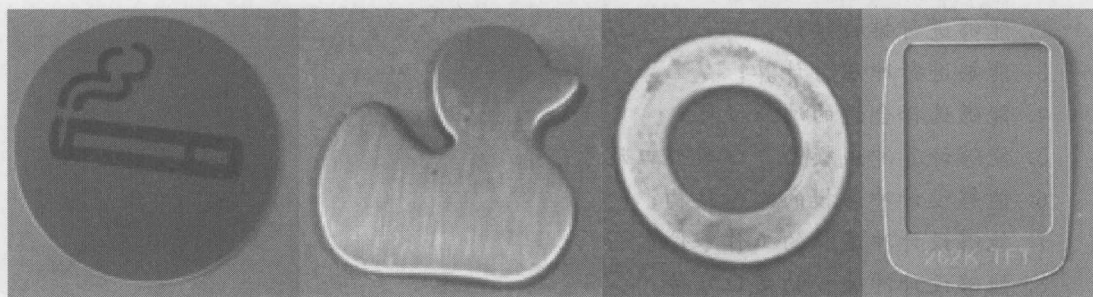


图 1-1 普通冲裁示意图

1—凸模；2—凹模；3—板料



(a) 不锈钢指示牌

(b) 不锈钢标牌

(c) 垫圈

(d) 手机装饰板

图 1-2 冲裁产品

### 1.1.2 冲裁变形过程

板料的分离是瞬间完成的,冲裁变形过程可细分成 3 个阶段,如图 1-3 所示。

#### (1) 弹性变形阶段

如图 1-3 (a) 所示,当凸模开始接触板料并下压时,板料发生弹性压缩和弯曲,板料略有挤入凹模洞口的现象。此时,以凹模刃口轮廓为界,轮廓内的板料向下弯拱,轮廓外的板料则上翘。随着凸模继续下压,材料内的应力不断增大,达到弹性极限时,弹性变形阶段结束,进入塑性变形阶段。

#### (2) 塑性变形阶段

如图 1-3 (b) 所示,当板料的应力达到屈服点,板料进入塑性变形阶段。凸模切入板料,板料被挤入凹模洞口。随着凸模的继续下压,应力不断加大,直到应力达到板料抗剪强度,塑性变形阶段结束。

#### (3) 断裂分离阶段

如图 1-3 (c)、(d) 所示,当板料的应力达到材料抗剪强度后,凸模继续下压,凸、凹模刃口附近产生微裂纹不断向板料内部扩展。当上下裂纹重合时,板料便实现了分离。凸模继续下行,已分离的材料克服摩擦阻力,从凹模中推出,完成整个冲裁过程。

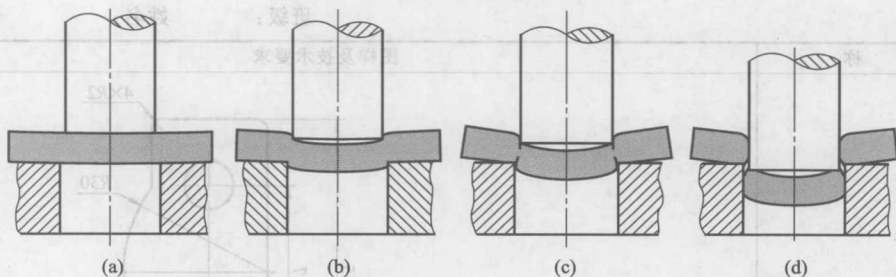


图 1-3 冲裁时板料的变形过程

### 1.1.3 冲裁变形特点

在凸、凹模之间的间隙合理、模具刃口状况良好时，普通冲裁所得工件的断面特征如图 1-4 所示，冲裁件断面明显地分为 4 个特征区，即圆角带  $a$ 、光亮带  $b$ 、断裂带  $c$  和毛刺区  $d$ 。

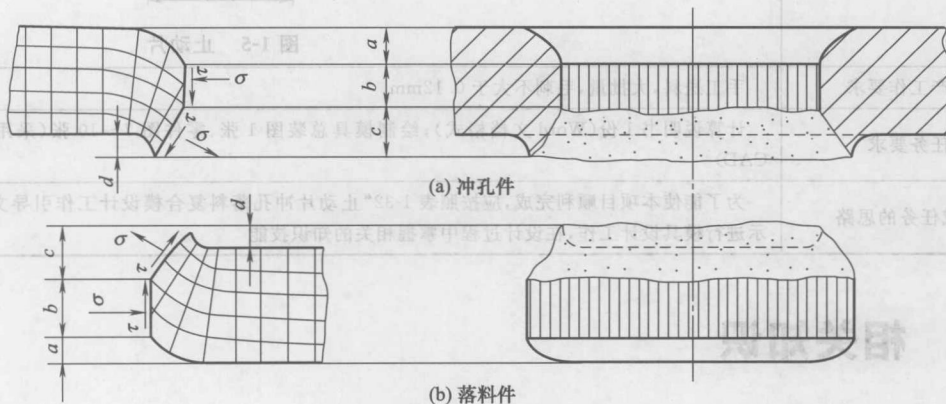


图 1-4 冲裁断面特征

**圆角带  $a$ ：**该区域的形成是当凸模刃口压入材料时，刃口附近的材料产生弯曲和伸长变形，材料被拉入间隙的结果。

**光亮带  $b$ ：**该区域是在塑性变形阶段形成的。当刃口切入材料时，材料与凸、凹模切刃的侧表面挤压而形成的光亮垂直的断面。

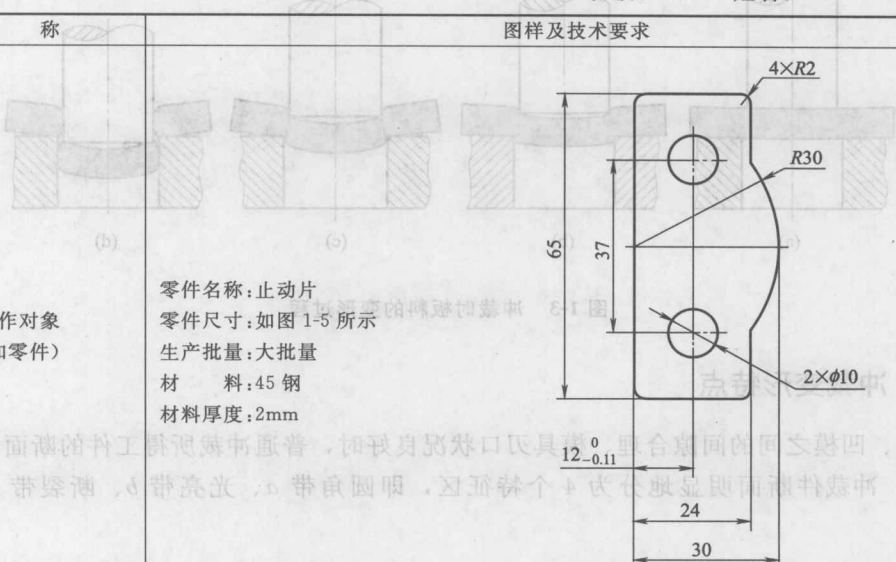
**断裂带  $c$ ：**该区域是在断裂变形阶段形成的。是由刃口附近的微裂纹在拉应力作用下不断扩展而形成的撕裂面，其断面粗糙，略带斜度。

**毛刺区  $d$ ：**毛刺的形成是由于在塑性变形阶段后期，凸模和凹模的刃口切入被加工板料一定深度时，模具刃口侧面的材料在拉应力作用下，裂纹加长，材料断裂而产生。

## 1.2 任务分析

如表 1-1 所示，本项目是设计一套冲孔落料复合模，要求编写计算说明书 1 份（Word 文档格式）；绘制模具总装图 1 张、零件图 7~10 张（采用 AutoCAD 绘制）。

表 1-1 冲裁模具设计工作任务书

名称		班级:	姓名:	学号:
图样及技术要求				
工作对象 (如零件)	零件名称: 止动片 零件尺寸: 如图 1-5 所示 生产批量: 大批量 材 料: 45 钢 材料厚度: 2mm			
生产工作要求	手工送料, 大批量, 毛刺不大于 0.12mm	图 1-5 止动片		
任务要求	计算说明书 1 份 (Word 文档格式); 绘制模具总装图 1 张、零件图 7~10 张 (采用 AutoCAD)			
完成任务的思路	为了能使本项目顺利完成, 应参照表 1-32“止动片冲孔落料复合模设计工作引导文”的提示进行模具设计工作, 在设计过程中掌握相关的知识技能			

## 1.3 相关知识


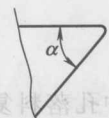

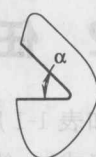
### 1.3.1 冲裁件结构工艺设计

冲裁件的结构工艺性合理与否, 直接影响到冲裁件的质量、模具寿命、材料消耗和生产效率等, 冲裁件结构工艺可按如下要求进行设计。

#### (1) 冲裁件的形状和尺寸

- ① 冲裁件形状尽可能设计成简单、对称, 使排样时废料最少。
- ② 冲裁件的外形或内孔应避免尖角连接。除属于无废料冲裁或模具采用镶拼结构外, 宜有适当的圆角。其半径最小值参见表 1-2。

表 1-2 冲裁件的圆角半径最小值

连接角度	$\alpha \geq 90^\circ$	$\alpha < 90^\circ$	$\alpha \geq 90^\circ$	$\alpha < 90^\circ$
简图				

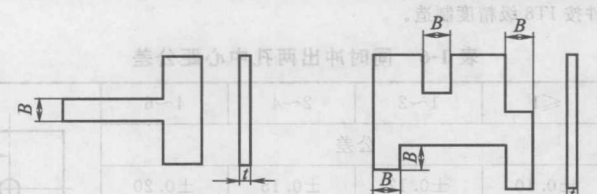
续表

连接角度	$\alpha \geq 90^\circ$	$\alpha < 90^\circ$	$\alpha \geq 90^\circ$	$\alpha < 90^\circ$
低碳钢	$0.30t$	$0.50t$	$0.35t$	$0.60t$
黄铜、铝	$0.24t$	$0.35t$	$0.20t$	$0.45t$
高碳钢、合金钢	$0.45t$	$0.70t$	$0.50t$	$0.90t$

注： $t$ 为材料厚度，当 $t < 1\text{mm}$ 时，均以 $t = 1\text{mm}$ 计算。

③ 冲裁件凸出臂和凹槽的宽度不宜过小，其合理数值参见表 1-3。

表 1-3 冲裁件凸出臂和凹槽的宽度


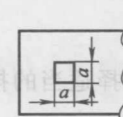




材料	宽度 $B$
硬钢	$(1.5 \sim 2.0)t$
黄铜、软钢	$(1.0 \sim 2.0)t$
紫铜、铝	$(0.8 \sim 0.9)t$

注： $t$ 为材料厚度，当 $t < 1\text{mm}$ 时，均以 $t = 1\text{mm}$ 计算。

④ 冲孔时，孔径不宜过小，其最小孔尺寸见表 1-4。

表 1-4 自由凸模冲孔的最小尺寸

材料 (厚度为 $t$ )				
硬钢	$d \geq 1.3t$	$a \geq 1.2t$	$a \geq 0.9t$	$a \geq 1.0t$
软钢及黄铜	$d \geq 1.0t$	$a \geq 0.9t$	$a \geq 0.7t$	$a \geq 0.8t$
铝、锌	$d \geq 0.8t$	$a \geq 0.7t$	$a \geq 0.5t$	$a \geq 0.6t$

⑤ 孔与孔之间，孔与边缘之间的距离不应过小，其许可值如图 1-6 所示。

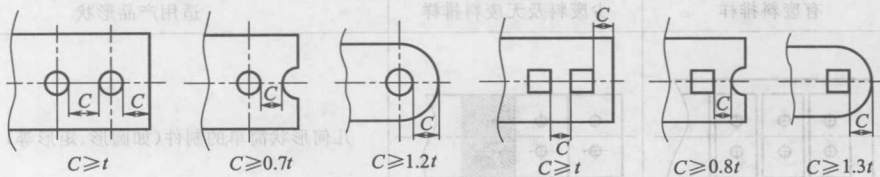


图 1-6 孔边距

(2) 冲裁件精度

冲裁件的内外形经济精度不高于 GB 1800—1986 IT11 级。一般要求落料件精度最好低于 IT10 级，冲孔件精度最好低于 IT9 级。公差值参见表 1-5、表 1-6。

表 1-5 冲裁件外形与内孔尺寸公差

mm

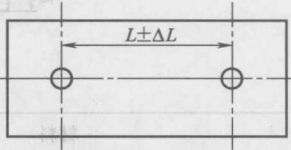
材料厚度 零件尺寸	0.2~0.5	0.5~1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0~6.0
	公差				
<10	0.08/0.05	0.12/0.08	0.18/0.10	0.24/0.012	0.30/0.15
10~50	0.10/0.08	0.16/0.10	0.22/0.12	0.28/0.15	0.35/0.20
50~150	0.14/0.12	0.22/0.12	0.30/0.16	0.40/0.20	0.50/0.25
150~300	0.20	0.30	0.50	0.70	1.00

注：1. 表中“/”前为外形公差值，后为内孔公差。

2. 一般冲裁导向部分零件按 IT8 级精度制造。

表 1-6 同时冲出两孔中心距公差

mm

材料厚度 孔中心距尺寸	≤1	1~2	2~4	4~6	公差
	公差				
<50	±0.10	±0.12	±0.15	±0.20	
50~150	±0.15	±0.20	±0.25	±0.30	
150~300	±0.20	±0.30	±0.35	±0.40	

### 1.3.2 排样设计

条料是冲裁中最常用的坯料，冲裁件在条料上的布置方法称为排样。

排样设计的主要内容包括选择排样形式，确定搭边值，计算条料宽度、步距及材料利用率、绘制排样图。

#### (1) 选择排样形式

排样形式决定了材料使用率。



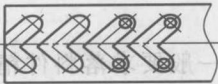
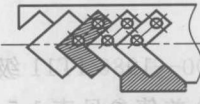
设计时可根据产品形状参考表 1-7 选择适当的排样形式。

#### (2) 确定搭边值

排样时冲裁件与冲裁件之间以及冲裁件与条料侧边之间留下的工艺余料称为搭边。搭边过大，浪费材料；搭边过小，起不到搭边作用。过小的搭边还可能被拉入凸、凹模之间的缝隙中，使模具刃口破坏。

设计时可参考表 1-8 确定板料冲裁时的合理搭边值。

表 1-7 排样形式

排样形式	有废料排样	少废料及无废料排样	适用产品形状
直排			几何形状简单的制件(如圆形、矩形等)
斜排			L 形或其他复杂外形制件, 这些制件直排时废料较多

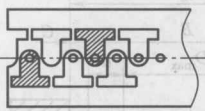
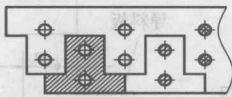
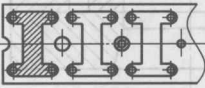

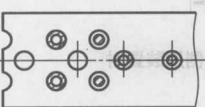
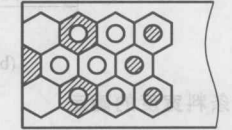
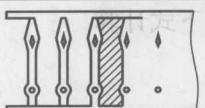
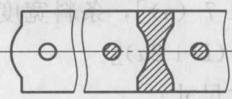
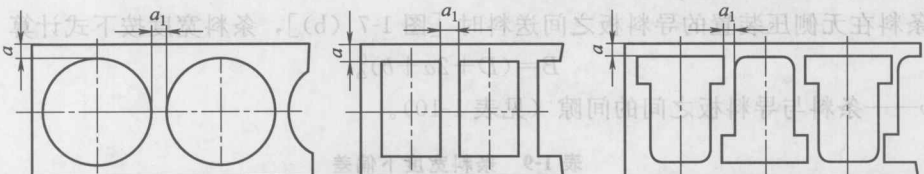
排样形式	有废料排样	少废料及无废料排样	适用产品形状
对排			T、U、E形制件, 这些制件直排或斜排时废料较多
混合排样			材料及厚度均相同的不同制件, 适于大批量生产
多排			大批量生产中轮廓尺寸较小的制件
冲裁搭边			大批量生产中小而窄的制件

表 1-8 板料冲裁时的合理搭边值 mm



材料厚度 $t$	圆形或圆角 $r > 2t$ 的工件		矩形件边长 $L < 50\text{mm}$		矩形件边长 $L \geq 50\text{mm}$ 或圆角 $r < 2t$ 的工件	
	$a_1$	$a$	$a_1$	$a$	$a_1$	$a$
$< 0.25$	1.8	2.0	2.2	2.5	2.8	3.0
$\geq 0.25 \sim 0.5$	1.2	1.5	1.8	2.0	2.2	2.5
$\geq 0.5 \sim 0.8$	1.0	1.2	1.5	1.8	1.8	2.0
$\geq 0.8 \sim 1.2$	0.8	1.0	1.2	1.5	1.5	1.8
$\geq 1.2 \sim 1.6$	1.0	1.2	1.5	1.8	1.8	2.0
$\geq 1.6 \sim 2.0$	1.2	1.5	1.8	2.2	2.0	2.2
$\geq 2.0 \sim 2.5$	1.5	1.8	2.0	2.5	2.2	2.5
$\geq 2.5 \sim 3.0$	1.8	2.2	2.2	2.8	2.5	2.8

(3) 计算送料步距、条料宽度、材料利用率

① 送料步距  $S$  条料在模具上每次送进的距离称为送料步距 (简称步距或进距)。每个步距可以冲出一个制件, 也可以冲出几个制件。

每次只冲一个制件的步距  $S$  的计算公式为

$$S = L + a_1 \tag{1-1}$$

式中  $a_1$  —— 冲裁件之间的搭边值;

$L$  —— 冲裁件沿送进方向的最大轮廓尺寸。

② 条料宽度  $B$  条料是由板料 (或带料) 剪裁下料而得, 为保证送料顺利, 规定条料

宽度  $B$  的上偏差为零，下偏差为负值。

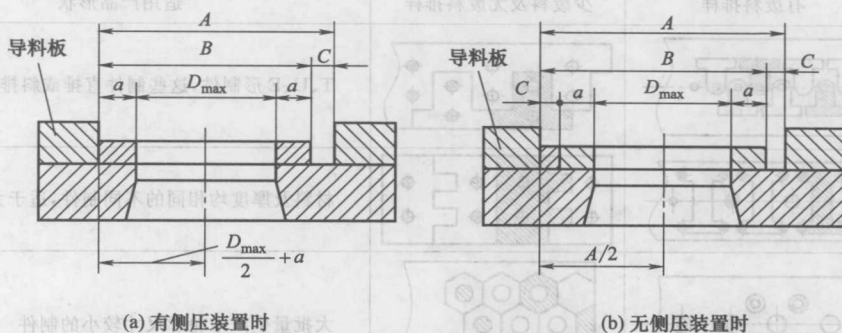


图 1-7 条料宽度的确定

模具的导料板之间有侧压装置时 [图 1-7 (a)], 条料宽度按下式计算

$$B = (D + 2a)_{\Delta}^0 \quad (1-2)$$

式中  $D$ ——冲裁件垂直于送料方向的最大尺寸；

$a$ ——冲裁件与条料侧边之间的搭边；

$\Delta$ ——条料宽度下偏差 (见表 1-9)。

当条料在无侧压装置的导料板之间送料时 [图 1-7 (b)], 条料宽度按下式计算

$$B = (D + 2a + b)_{\Delta}^0 \quad (1-3)$$

式中  $b$ ——条料与导料板之间的间隙 (见表 1-10)。

表 1-9 条料宽度下偏差

mm

条料宽度 $B$	材料厚度 $t$			
	~1	1~2	2~3	3~5
~50	-0.4	-0.5	-0.7	-0.9
50~100	-0.5	-0.6	-0.8	-1.0
100~150	-0.6	-0.7	-0.9	-1.1
150~220	-0.7	-0.8	-1.0	-1.2
220~300	-0.8	-0.9	-1.1	-1.3

表 1-10 条料与导料板之间的间隙  $b$

mm

板料厚度 $t$	无侧压装置			有侧压装置	
	条料宽度				
	≤100	>100~200	>200	≤100	≥100
≤1	0.5	0.5	1	5	8
>1~5	0.8	1	1	5	8

③ 材料利用率  $\eta$  的计算 如图 1-8 所示, 一个步距内的材料利用率可按式 (1-4) 计算

$$\eta = \frac{A}{BS} \times 100\% \quad (1-4)$$

式中  $A$ ——冲裁件面积；

$B$ ——条料宽度；

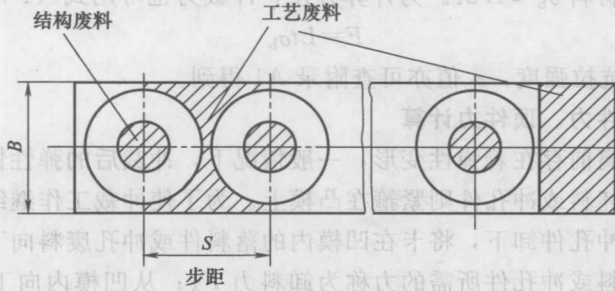


图 1-8 结构与工艺废料

S——送料步距。

整张条料的材料利用率可按式 (1-5) 计算

$$\eta_{\text{总}} = \frac{nA}{BL} \times 100\% \quad (1-5)$$

式中  $n$ ——条料上实际冲裁的零件数；

$A$ ——冲裁件面积；

$B$ ——条料宽度；

$L$ ——条料长度。

(4) 绘制排样图

如图 1-9 所示,排样图应反映出条料(带料)宽度及公差、送料步距及搭边  $a$ 、 $a_1$  值,并习惯以剖面线表示冲压位置,冲裁时各工步先后顺序与位置,以及条料(带料)的轧制方向。

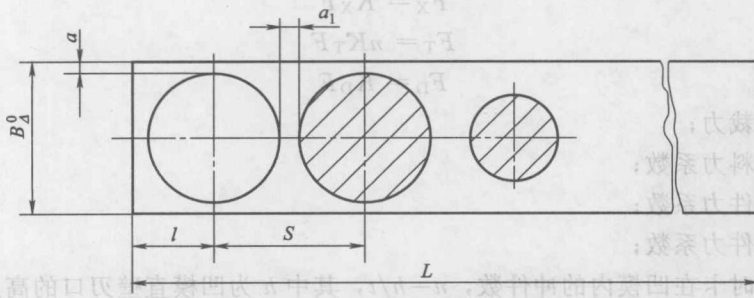


图 1-9 排样图

1.3.3 冲压力计算

(1) 冲裁力的计算

冲裁力是在冲裁过程中凸模对板料施加的压力,它是随凸模进入材料的深度(凸模行程)而变化的。通常所说的冲裁力是指作用于凸模上的最大抗力,冲裁力可按式 (1-6) 计算

$$F = 1.3L_t \tau \quad (1-6)$$

式中  $F$ ——冲裁力；

$L$ ——冲裁件受剪切周边长度, mm；

$t$ ——冲裁件的料厚, mm；

$\tau$ ——材料抗剪强度, MPa,  $\tau$  值可查附录 A1 得到。



在一般情况下,材料 $\sigma_b \approx 1.2\tau$ 。为计算方便,冲裁力也可用式(1-7)计算

$$F = Lt\sigma_b \quad (1-7)$$

式中 $\sigma_b$ ——材料的抗拉强度, $\sigma_b$ 值亦可查附录A1得到。

## (2) 卸料力、推件力、顶件力计算

冲裁时材料在分离前存在着弹性变形,一般情况下,冲裁后的弹性恢复使落料件或冲孔废料卡在凹模内,而坯料或冲孔件则紧箍在凸模上。为了使冲裁工作继续进行,必须及时将箍在凸模上的坯料或冲孔件卸下,将卡在凹模内的落料件或冲孔废料向下推出或向上顶出。

从凸模上卸下坯料或冲孔件所需的力称为卸料力 $F_X$ ;从凹模内向下推出落料件或废料所需的力称为推件力 $F_T$ ;从凹模内向上顶出落料件或冲孔废料所需的力称为顶件力 $F_D$ 。如图1-10所示。

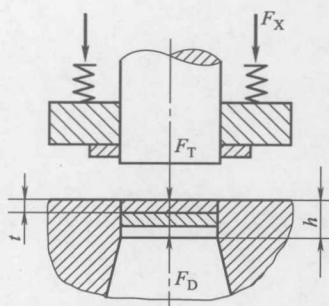


图 1-10 卸料力、推件力、顶件力

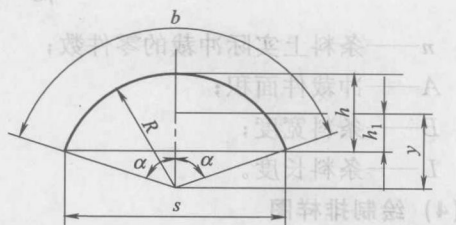


图 1-11 圆弧线段压力中心

在生产实践中, $F_X$ 、 $F_T$ 和 $F_D$ 常用以下经验公式计算

$$F_X = K_X F \quad (1-8)$$

$$F_T = nK_T F \quad (1-9)$$

$$F_D = K_D F \quad (1-10)$$

式中 $F$ ——冲裁力;

$K_X$ ——卸料力系数;

$K_T$ ——推件力系数;

$K_D$ ——顶件力系数;

$n$ ——同时卡在凹模内的冲件数, $n=h/t$ ,其中 $h$ 为凹模直壁刃口的高度, $t$ 为料厚。

当采用锥形刃口时,因无落料件卡在刃口内,故可不计推件力。

$K_X$ 、 $K_T$ 、 $K_D$ 可分别由表1-11查取。当冲裁件形状复杂、冲裁间隙较小、润滑较差、材料强度高时,应取较大值;反之则应取较小值。

表 1-11 卸料力、推件力和顶件力系数

材料种类及厚度/mm		$K_X$	$K_T$	$K_D$
钢	$\leq 0.1$	0.065~0.075	0.1	0.14
	$> 0.1 \sim 0.5$	0.045~0.055	0.063	0.08
	$> 0.5 \sim 2.5$	0.04~0.05	0.055	0.06
	$> 2.5 \sim 6.5$	0.03~0.04	0.045	0.05
	$> 6.5$	0.02~0.03	0.025	0.03
铝及铝合金		0.025~0.08	0.03~0.07	0.003~0.07
紫铜、黄铜		0.02~0.06	0.03~0.09	0.03~0.09