

冲压工艺与 模具设计 实例分析

薛啟翔 等编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



● ISBN 978-7-111-23678-8

封面设计 / 电脑制作:
姚毅

上架指导: 工业技术/机械工程/模具

编辑热线: (010)68351729

地址: 北京市百万庄大街22号 邮政编码: 100037
联系电话: (010)68326294 网址: <http://www.cmpbook.com> (机工门户网)
(010)68993821 E-mail: cmp@cmpbook.com
购书热线: (010)88379639 (010)88379641 (010)88379643

定价: 69.00元

ISBN 978-7-111-23678-8



9 787111 236788 >

TG38/21

2008

冲压工艺与模具设计 实例分析

薛启翔 等编著

图书在版编目(CIP)数据

冲压工艺与模具设计实例分析/薛启翔等编著. —北京:机械工业出版社, 2008.4

ISBN 978-7-111-23678-8

I. 冲… II. 薛… 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(2008)第030948号

机械工业出版社(北京市西城区百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑: 刘永强 责任印制: 陈玉洁 封面设计: 李永强

北京机电工程研究所印刷(北京怀柔区北口镇) 印刷厂

2008年2月第1版第1次印刷

169mm×239mm 42.5印张 820千字

机械工业出版社

前言

现代科学技术的发展,使汽车、电子、电器等产品的更新换代加快;不断增长的社会需求,对冲压生产工艺水平提出了更高的要求。如何使冲压工艺水平适应现代工业生产对冲压生产精密、高速、自动化,以及冲压模具高精度、高寿命的要求,成为冲压工艺设计师不得不面临的问题。本书通过大量设计实例的分析、阐述,希望为设计师提供启发和借鉴。

本书重点是第一篇,列举近四百例设计实例。每个标题结合工艺分析,较系统、规范地阐述工艺设计程序的全过程,从中可领略工艺设计的要领;而在以后大量实例的选用上,则是针对不同工艺特点作选择、分析,并同时列举相似的实例。试图通过不同产品零件工艺特征的大量设计实例分析,来满足不同层次读者的需求。产品零件形状和技术要求的多样性,是工艺设计的难点所在,若能在设计中善于借鉴成功的实例,并举一反三,会大大有助于设计水平的提高。

本书由薛启翔负责组织编写,沈秉瑞、杜京红、薛辉、薛瑾参加了其中的部分工作。在编写过程中,本专业的同行为本书提供了大量宝贵的资料和成功的经验,在此表示感谢。

由于本书是对设计实例的个案分析,着重实用、可行,在编写过程中虽尽力顾及不同产品的实际需求,难免会有谬误、疏漏之处,恳请广大读者指教。

编者

机械工业出版社机械行业标准出版信息

我社出版自 2002 年开始发布的现行机械行业标准 (JB), 其中包括机械、电工、仪表三大行业, 涉及设备、产品、工艺等几大类。为保证用户查询、购买方便, 特提供以下信息:

查询标准出版信息、网上订购

<http://www.cmpbook.com/standardbook/bzl.asp>

<http://www.golden-book.com>——机械工业出版社旗下大型科技图书网站

标准出版咨询

机械工业出版社机械分社电话: 010-88379778

010-88379779

电话订购

电话: 010-68993821 010-88379639

010-88379641 010-88379643

010-88379693 010-88379170

传真: 010-68990188 (可写明购书信息及联系方式)

地址: 北京市西城区百万庄大街 22 号

邮政编码: 100037

户名: 北京百万庄图书大厦有限公司

账号: 8085 1609 1908 0910 01

开户行: 中国银行北京百万庄支行

目 录

前言

第一篇 设计实例分析

第一章 冲裁模具	1
一、挂钩	1
二、焊片	6
三、簧片	10
四、卡垫	15
五、一字、山字形铁心片	18
六、山字形铁心片 (一)	20
七、山字形铁心片 (二)	21
八、山字形铁心片双复合冲裁	26
九、电动机用定子、转子	28
十、定子、转子片连续冲裁	38
十一、定子、转子自动叠装级进模	42
十二、步进电动机定子、转子双回转叠片级进模	51
十三、撬板冲裁	58
十四、印刷线路板冲孔模	64
十五、风罩冲侧孔	69
十六、冲侧孔模具结构设计分析	71
十七、斜楔式机构冲侧孔的设计分析	77
十八、矩形拉深件切边	91
十九、矩形拉深件切边方案的设计分析	94
二十、有凸缘拉深件的切边模设计分析	111
二十一、大型覆盖件切边模设计分析	113
二十二、连接片少废料连续冲裁模	122
二十三、垫圈硬质合金连续冲裁模	125
二十四、引线框连续冲裁模设计分析	132
二十五、限位凸轮精冲模设计分析	137
二十六、角钢切断、切口模设计分析	150
二十七、槽钢切断、冲孔模设计分析	153
二十八、棒料切断模的设计分析	157
二十九、管材冲裁模设计分析	164

第二章 弯曲模具	172
一、V形、U形零件弯曲工艺设计分析	172
二、圆角处整形弯曲模	187
三、翻转模块式精密弯曲模设计	189
四、簧片弯曲模	192
五、大圆角半径零件的弯曲	196
六、扭弯成形工艺设计分析	198
七、摆动夹卷圆工艺设计分析	200
八、铰链卷圆成形工艺设计分析	207
九、转轴式弯曲模设计分析	220
十、斜楔式弯曲成形模设计分析	222
十一、摆动块弯曲模设计分析	231
十二、 $\angle$ 形类弯曲件冲压工艺设计分析	235
十三、把手弯曲校正模的设计分析	237
十四、框形件切断弯曲模设计分析	242
十五、型材弯曲工艺设计分析	245
十六、方管弯曲的设计分析	258
十七、圆管弯曲的设计分析	260
十八、连续弯曲模设计分析	265
十九、小连接板硬质合金连续弯曲模设计分析	269
二十、侧弯支座连续弯曲多工位级进模	272
二十一、电器插座连续弯曲多工位级进模设计	282
二十二、导电片连续弯曲多工位级进模设计	285
二十三、铰链支座多工位级进模设计	289
二十四、冰箱下横条连续弯曲用集成式模具设计	292
二十五、顶棚骨架成形模具设计	295
第三章 拉深模具	298
一、旋转体拉深件毛坯直径计算分析	298
二、圆筒形拉深件工艺设计分析	304
三、有凸缘圆筒形件——套筒拉深工艺设计	312
四、电动机端盖拉深工艺设计分析（一）	318
五、外壳拉深工艺设计分析	325
六、电动机端盖拉深工艺设计分析（二）	331
七、电动机壳体拉深工艺设计分析	336
八、开关按钮零件拉深工艺设计分析	340
九、双层凸边零件成形工艺的设计分析	344
十、盖圈的拉深成形	350
十一、半球形零件的拉深工艺设计分析	352

VI

十二、空心球的成形工艺	356
十三、球形零件拉深成形工艺设计分析	358
十四、圆锥形件拉深工艺设计分析	363
十五、深锥形件拉深工艺设计分析	367
十六、表罩零件拉深工艺的设计分析	372
十七、双槽零件的拉深	376
十八、不锈钢传动座拉深工艺设计分析	378
十九、三角锥形件拉深成形工艺	383
二十、方盒拉深工艺设计分析	386
二十一、外壳零件的拉深工艺设计分析	396
二十二、箱盖零件拉深工艺设计分析	403
二十三、阶梯罩拉深工艺设计	408
二十四、曲线零件罩的拉深工艺设计	412
第四章 连续拉深模具	419
一、弹簧导套连续拉深设计	419
二、压扣冲切连续拉深设计	425
三、宽凸缘筒形件连续拉深设计	435
四、连接片连续拉深工艺设计	441
五、电池钢壳自动送料连续拉深工艺设计	448
六、环形撕拉盖多工位连续模设计	454
第五章 大型覆盖件拉深成形	459
一、发动机油底壳拉深成形工艺设计	459
二、侧围外板拉深工艺设计分析	464
三、车顶盖拉深工艺设计分析	475
四、车门外板拉深成形工艺设计	480
五、前翼子板工艺分析和整形翻边模具设计	482
六、汽车地板成形工艺设计	484
七、汽车覆盖件包合模设计分析	486
八、机罩上壳铍基合金拉深成形模设计分析	490
第六章 冷挤模具	501
一、外罩冷挤工艺和模具设计分析	501
二、打火机壳冷挤压工艺设计	511
三、铆管冷挤压工艺和模具设计	512
四、纯铜接线柱的冷挤压工艺设计	515
五、夹头冷挤压工艺设计分析	518
六、轴碗冷挤压工艺和模具设计	520
七、活塞销冷挤压工艺设计分析	525
八、轴承内圈冷挤压工艺设计	530

九、不锈钢外壳温热挤压工艺设计分析	531
第七章 成形模具	535
一、护网成形工艺设计分析	535
二、龟甲网连续成形工艺和模具设计	538
三、曲面波纹板成形工艺设计	540
四、百叶窗切口成形工艺和模具设计	541
五、管接头胀形工艺分析	546
六、刚性凸模胀形的设计分析	548
七、三通管接头胀形工艺设计分析	551
八、灯罩缩口工艺分析	554
九、带自动夹紧装置的缩口模设计	558
十、半球形盆件翻边扩口成形工艺分析	559
十一、板金结构件沉头螺钉孔成形工艺结构设计	562
十二、穿刺翻孔铆接工艺的设计分析	566
十三、电动机叶轮成形工艺分析	569
十四、翻边、卷边成形工艺分析	571
十五、波形膜片成形工艺设计分析	574
十六、后电极冷镦工艺设计分析	577
十七、加热板铆合模具设计分析	580

第二篇 工艺设计程序

第八章 冲压工艺设计的程序	584
一、冲压工艺规程编制的依据	584
二、冲压工艺规程编制的步骤	588
三、冲裁工艺方案	599
四、弯曲工艺方案	602
五、拉深工艺方案	604
第九章 冲压工艺规程的内容	609
一、冷冲压工艺卡片	609
二、下料卡片	610
三、检验卡片	610
第十章 冲模设计的程序	611
一、模具设计任务书	611
二、冲压模具的快捷设计	611
三、CAD 设计流程	612
附表	617
参考文献	667

第一篇 设计实例分析

第一章 冲裁模具

一、挂钩

冲裁如图 1-1a 所示挂钩零件，材料为 Q235，材料厚度 4mm，现有板料规格为 4500mm × 1500mm，试进行工艺设计分析。

1. 冲裁工艺性分析

此零件冲件的最小宽度为 20mm，零件的厚度 $t = 4\text{mm}$ 。一般冲裁允许最小宽度尺寸为 $B > 2t = 8\text{mm}$ ，因此该零件冲裁是可行的。

2. 排样方法选择

根据挂钩零件的形状尺寸特征，可以有如图 1-1b、c、d 所示的三种排样方式。

1) 冲裁零件毛坯面积 A 。

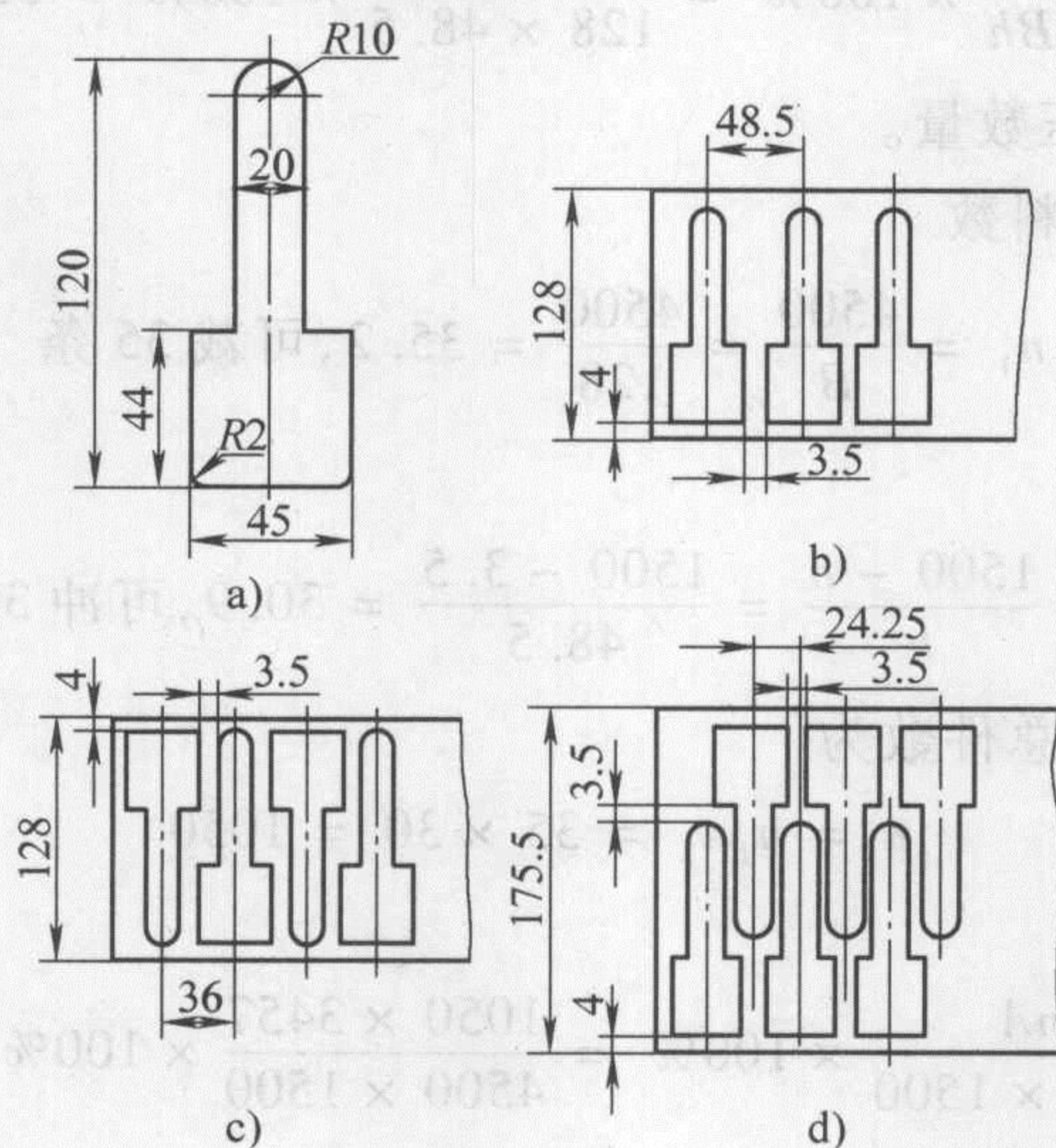


图 1-1 挂钩及排样图

a) 挂钩零件 b) 直排 c) 单行对排 d) 双行对排

$$A \approx \left[44 \times 45 + (120 - 44 - 10) \times 20 + \frac{\pi}{2} \times 10^2 \right] \text{mm}^2$$

$$= (1980 + 1320 + 157) \text{mm}^2 = 3457 \text{mm}^2$$

2) 条料在板料上的布排裁剪方式, 分为纵裁、横裁和混合裁三种, 见图 1-2。混合裁在大批量生产的条件下不推荐采用, 因操作时易发生差错。

3) 排样时的搭边值。当 $t = 4 \text{mm}$ 时, 模具选用固定卸料板, 查附表 2, 得

排料搭边 $a = 3.5 \text{mm}$

侧搭边 $a_1 = 4 \text{mm}$

采用有侧压板的冲压时, 条料宽度 B 为

$$B = D + 2a_1$$

式中 D ——料宽方向工件的最大尺寸。

4) 方案一: 直排 (图 1-1b)。

条料宽度 B 为

$$B = D + 2a_1 = (120 + 2 \times 4) \text{mm} = 128 \text{mm}$$

送料进距 h 为

$$h = D + a = (45 + 3.5) \text{mm} = 48.5 \text{mm}$$

一个进距内的材料利用率 η_{11} 为

$$\eta_{11} = \frac{nA}{Bh} \times 100\% = \frac{1 \times 3457}{128 \times 48.5} \times 100\% = 55.7\%$$

式中 n ——每次冲压数量。

① 横裁时的条料数

$$n_1 = \frac{4500}{B} = \frac{4500}{128} = 35.2, \text{可裁 35 条}$$

每条件数为

$$n_2 = \frac{1500 - a}{h} = \frac{1500 - 3.5}{48.5} = 30.9, \text{可冲 30 件}$$

横裁时板料可冲总件数为

$$n = n_1 n_2 = 35 \times 30 = 1050$$

板料利用率为

$$\eta_{12} = \frac{nA}{4500 \times 1500} \times 100\% = \frac{1050 \times 3457}{4500 \times 1500} \times 100\% = 53.8\%$$

② 纵剪时的条料数

$$n_1 = \frac{1500}{B} = \frac{1500}{128} = 11.7, \text{可裁 11 条}$$

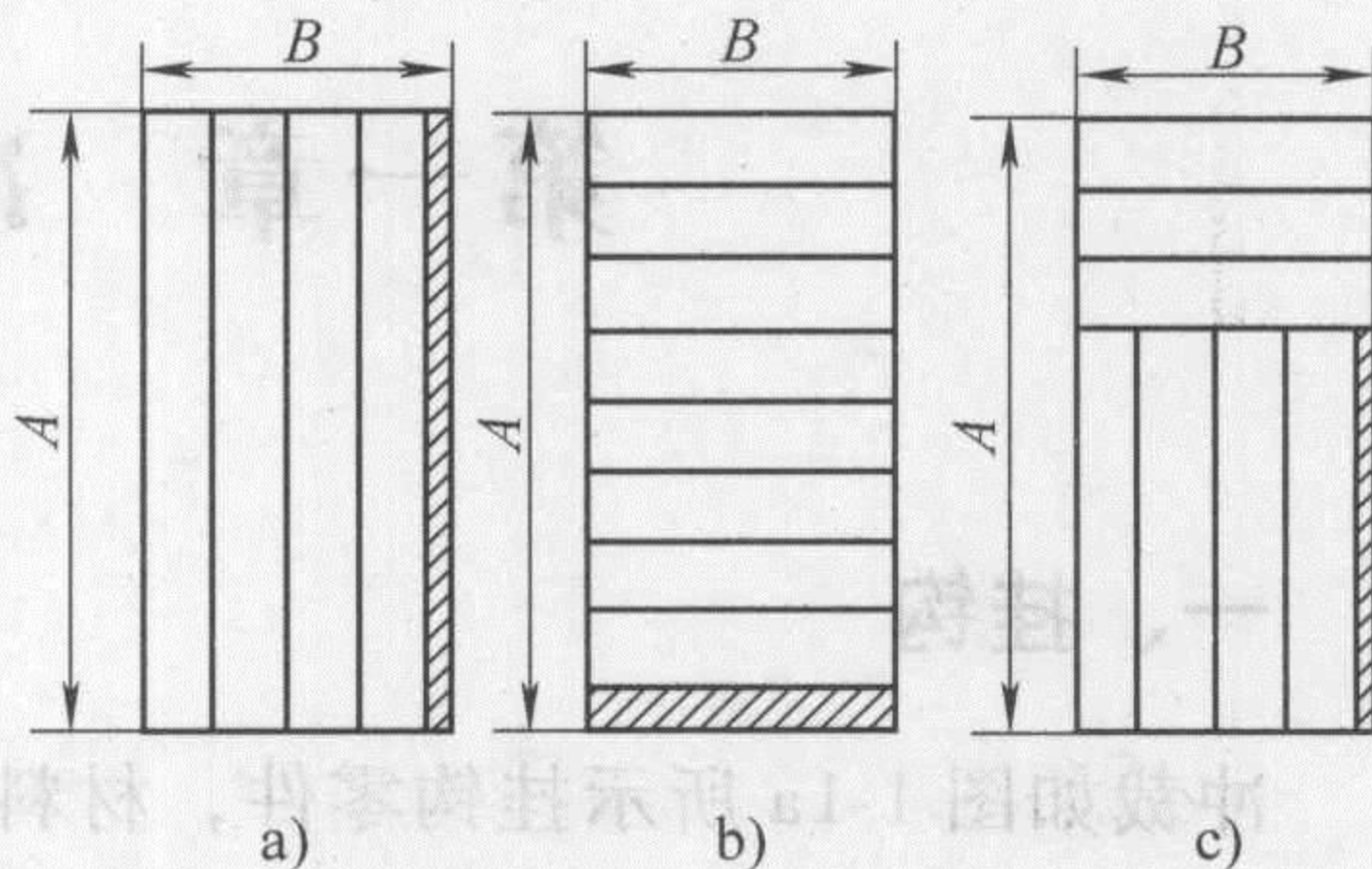


图 1-2 裁板方法

a) 纵裁 b) 横裁 c) 混合裁

每条件数为

$$n_2 = \frac{4500 - a}{h} = \frac{4500 - 3.5}{48.5} = 92.7, \text{可冲 92 件}$$

纵裁时板料可冲总件数为

$$n = n_1 n_2 = 11 \times 92 = 1012$$

板料利用率为

$$\eta_{13} = \frac{nA}{4500 \times 1500} \times 100\% = \frac{1012 \times 3457}{4500 \times 1500} \times 100\% = 51.8\%$$

5) 方案二：单行对排 (图 1-1c)

条料宽度 $B = 128\text{mm}$

送料进距 h 为

$$h = \left(\frac{45}{2} + \frac{20}{2} + 3.5 \right) \text{mm} = 36\text{mm}$$

一个进距内的材料利用率为

$$\eta_{21} = \frac{1 \times 3457}{128 \times 36} \times 100\% = 75\%$$

① 横裁时

$$n_1 = \frac{4500}{128} = 35.2, \text{可裁 35 条}$$

$$n_2 = \frac{1500 - 3.5}{36} = 41.6, \text{可冲 41 件}$$

$$n = 35 \times 41 = 1435$$

板料利用率为

$$\eta_{22} = \frac{1435 \times 3457}{4500 \times 1500} \times 100\% = 73.5\%$$

② 纵裁时

$$n_1 = \frac{1500}{128} = 11.7, \text{可裁 11 条}$$

$$n_2 = \frac{4500 - 3.5}{36} = 124.9, \text{可冲 124 件}$$

$$n = 11 \times 124 = 1364$$

板料利用率为

$$\eta_{23} = \frac{1364 \times 3457}{4500 \times 1500} \times 100\% = 69.9\%$$

6) 方案三：双行对排 (图 1-1d)

条料宽度 B 为

$$B = (120 + 44 + 3.5 \times 2 \times 4) \text{mm} = 175.5\text{mm}$$

送料进距 h 为

$$h = \frac{1}{2}(45 + 3.5) \text{ mm} = 24.25 \text{ mm}$$

一个进距内的材料利用率为

$$\eta_{31} = \frac{1 \times 3457}{175.5 \times 24.25} \times 100\% = 81.2\%$$

① 横裁时

$$n_1 = \frac{4500}{175.5} = 25.6, \text{可裁 25 条}$$

$$n_2 = \frac{1500 - 3.5}{24.25} = 61.7, \text{可冲 61 件}$$

$$n = 25 \times 61 = 1525$$

板料利用率为

$$\eta_{32} = \frac{1525 \times 3457}{4500 \times 1500} \times 100\% = 78.1\%$$

② 纵裁时

$$n_1 = \frac{1500}{175.5} = 8.5, \text{可裁 8 条}$$

$$n_2 = \frac{4500 - 3.5}{24.25} = 185.4, \text{可冲 185 件}$$

$$n = 8 \times 185 = 1480$$

板料利用率为

$$\eta_{33} = \frac{1480 \times 3457}{4500 \times 1500} \times 100\% = 75.8\%$$

将以上结果整理列表如下。可看出：采用双行对排和板料横裁的方式，可以获得较高的材料利用率，每张板料可冲零件数最多。

排样方式	一个进距内的 材料利用率 η (%)	板料 可冲件数		板料利用率 η (%)	
		横裁	纵裁	横裁	纵裁
方案一：直排	55.7	1050	1012	53.8	51.8
方案二：单行对排	75	1435	1364	73.5	69.9
方案三：双行对排	81.2	1525	1480	78.1	75.8

3. 排样方案分析

1) 在选择排样方式时，要将计算的板料利用率大小，结合裁板和冲件时的工时利用和操作方便与否综合考虑。如本例中方案三，横裁时切 25 刀，而纵裁时只需切 8 刀，裁板用的工时横裁比纵裁多，冲压时更换条料的次数也多。

横裁时单个条料质量 m_1 为

$$m_1 = 7.85 \times 10^{-6} \times LBt = 7.85 \times 10^{-6} \times 1500 \times 175.5 \times 4\text{kg} = 8.27\text{kg}$$

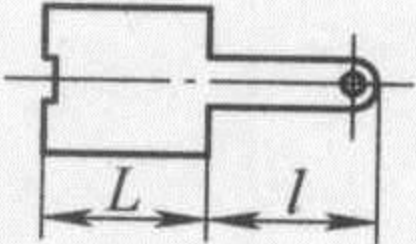
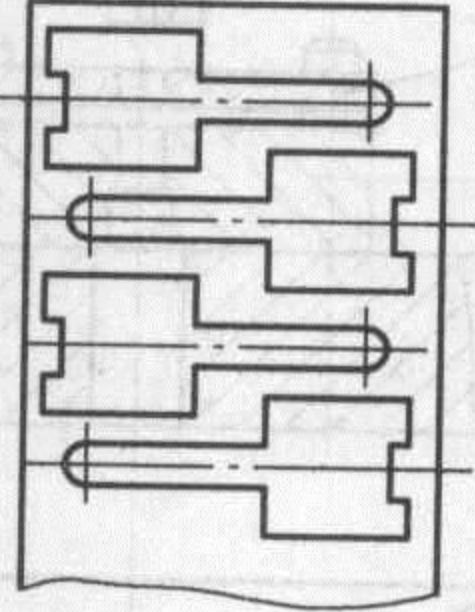
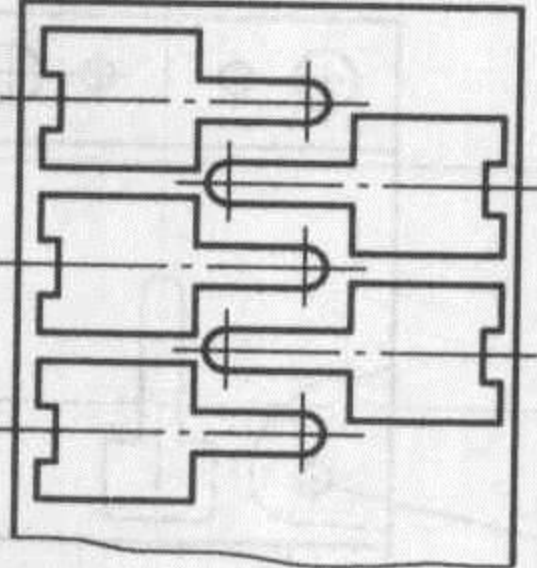
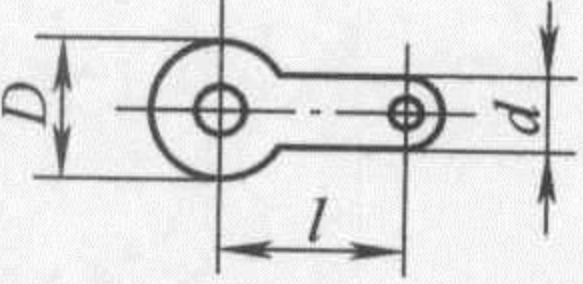
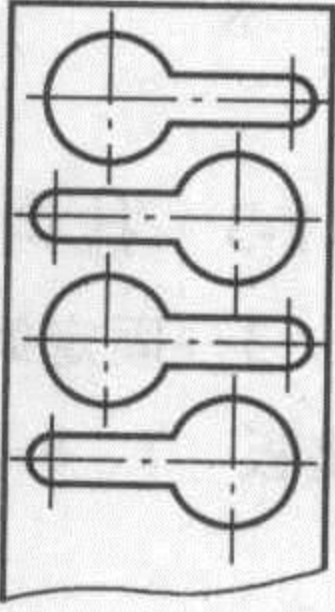
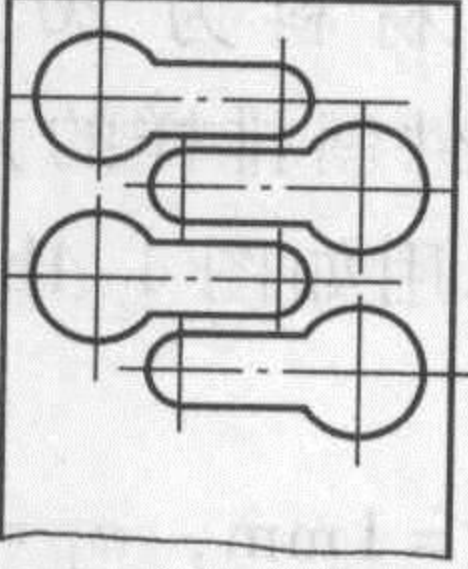
纵裁时单个条料质量 m_2 为

$$m_2 = 7.85 \times 10^{-6} \times 4500 \times 175.5 \times 4\text{kg} = 24.8\text{kg}$$

从排样的板料利用率、裁板和冲压用工时和操作方便与否综合分析，选用双行对排和板料横裁方式是有利的。

2) 类似挂钩形状的零件，根据其尺寸关系建议采用排样方式如表 1-1 所示。

表 1-1 零件不同尺寸关系适用排样方式

零件图示	排样方式	适用场合
	单行对排 	$l > 0.67L$
	双行对排 	$l \leq 0.67L$
	单行对排 	$l = (0.6 \sim 0.7) (D + d)$
	双行对排 	$l < 0.6$, 或 $l > 0.7 (D + d)$

4. 冲模结构选用 (图 1-3)

采用双行对排排样方式, 一模一件, 落料件下出料。固定卸料板 3 卸料。

条料首次冲压时用初始挡料销 7 和固定挡料销 1 定位。条料顺序送进一条料长度后, 需使条料翻转后再顺序送进, 送料时用初始挡料销 8 和固定挡料销 1 定位。

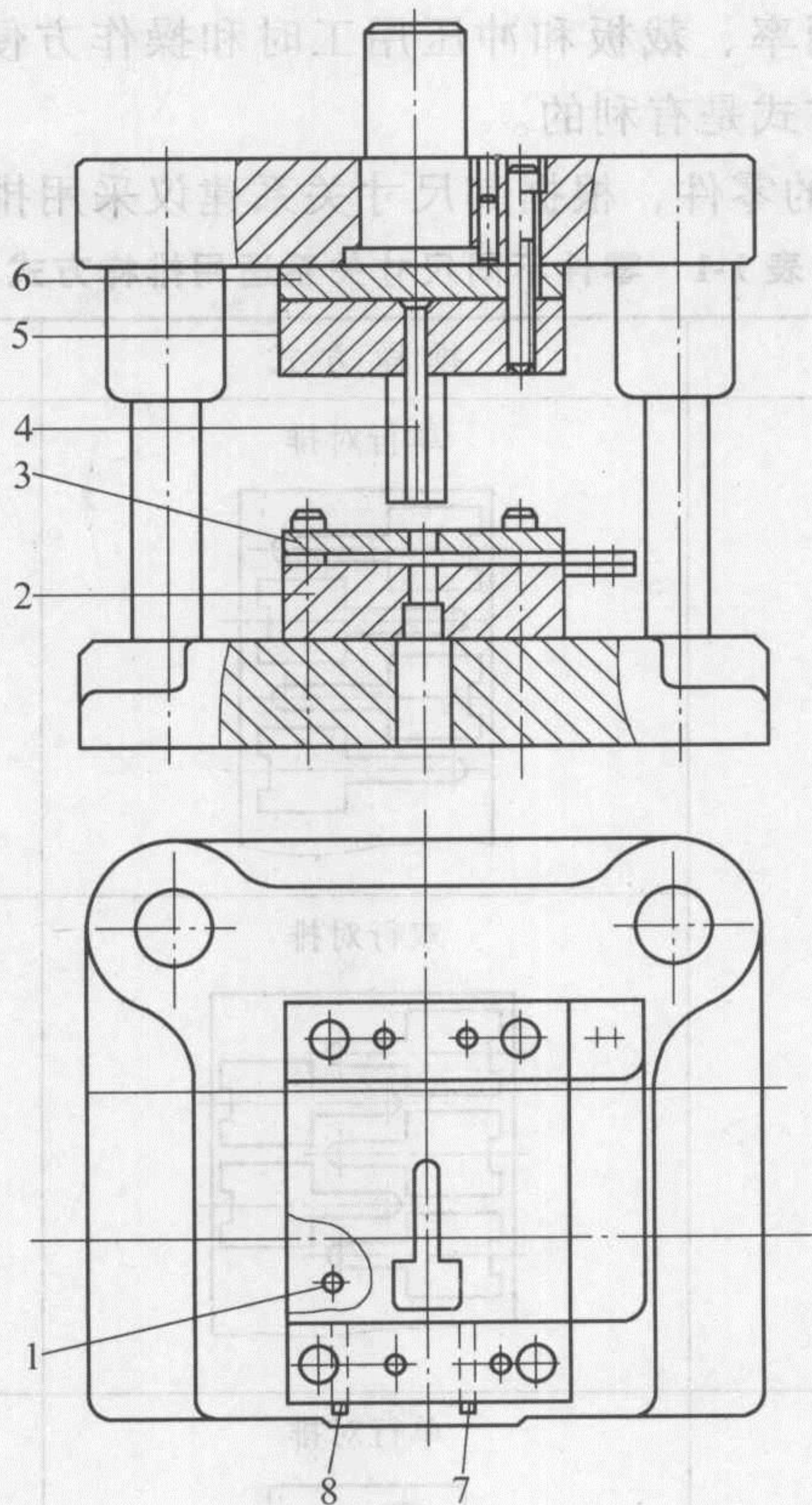


图 1-3 挂钩落料模

1—固定挡料销 2—凹模 3—固定卸料板 4—凸模 5—上固定板
6—上垫板 7、8—初始挡料销

二、焊片

如图 1-4 所示零件焊片, 材料为 20 钢, 厚度 0.8mm, 使用钢板尺寸 2000mm × 1000mm, 试分析该零件斜排样的方案。

按零件的形状尺寸关系, 选用如图 1-4b、c、d 所示三种斜排样方式进行分析比较。

查附表 1, $t = 0.8\text{mm}$ 时, $a = 1\text{mm}$, $a_1 = 1.2\text{mm}$

条料宽度按 $B = D + 2a_1$ 计算。

冲裁零件毛坯面积 A 为

$$\begin{aligned} A &\approx \left[\frac{\pi}{4} \times 12^2 + 5 \times (36 - 12) + \pi \times 2.5^2 - \frac{\pi}{4} \times 4^2 - 2 \times \frac{\pi}{4} \times 2.5^2 \right] \text{mm}^2 \\ &= (113 + 120 + 19.64 - 12.56 - 9.81) \text{mm}^2 \\ &= 230.27 \text{mm}^2 \approx 230 \text{mm}^2 \end{aligned}$$

1. 方案一：30°斜排 (图 1-4b)

条料宽度 B 为

$$\begin{aligned} B &= (36 \times \cos 30^\circ + 5 + 2 \times 1.2) \text{mm} \\ &= 38.6 \text{mm} \end{aligned}$$

送料进距 h 为

$$h = (12 + 1) \text{mm} = 13 \text{mm}$$

一个进距内的材料利用率

$$\begin{aligned} \eta_{11} &= \frac{nA}{Bh} \times 100\% \\ &= \frac{1 \times 230}{38.6 \times 13} \times 100\% \\ &= 45.8\% \end{aligned}$$

1) 横裁时

$$\begin{aligned} n_1 &= \frac{2000}{B} = \frac{2000}{38.6} \\ &= 51.8, \text{可裁 51 条} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n_2 &= \frac{1000 - a - (18 \times \sin 30^\circ + 2.5)}{h} \\ &= \frac{1000 - 1 - (18 \times \sin 30^\circ + 2.5)}{13} = 75.96, \text{可冲 75 件} \end{aligned}$$

$$n = n_1 n_2 = 51 \times 75 = 3825$$

板料利用率为

$$\eta_{12} = \frac{nA}{2000 \times 1000} \times 100\% = \frac{3825 \times 230}{2000 \times 1000} \times 100\% = 44\%$$

2) 纵裁时

$$n_1 = \frac{1000}{B} = \frac{1000}{38.6} = 25.9, \text{可裁 25 条}$$

$$\begin{aligned} n_2 &= \frac{2000 - a - (18 \times \sin 30^\circ + 2.5)}{h} \\ &= \frac{2000 - 1 - (18 \times \sin 30^\circ + 2.5)}{13} = 152.9, \text{可冲 152 件} \end{aligned}$$

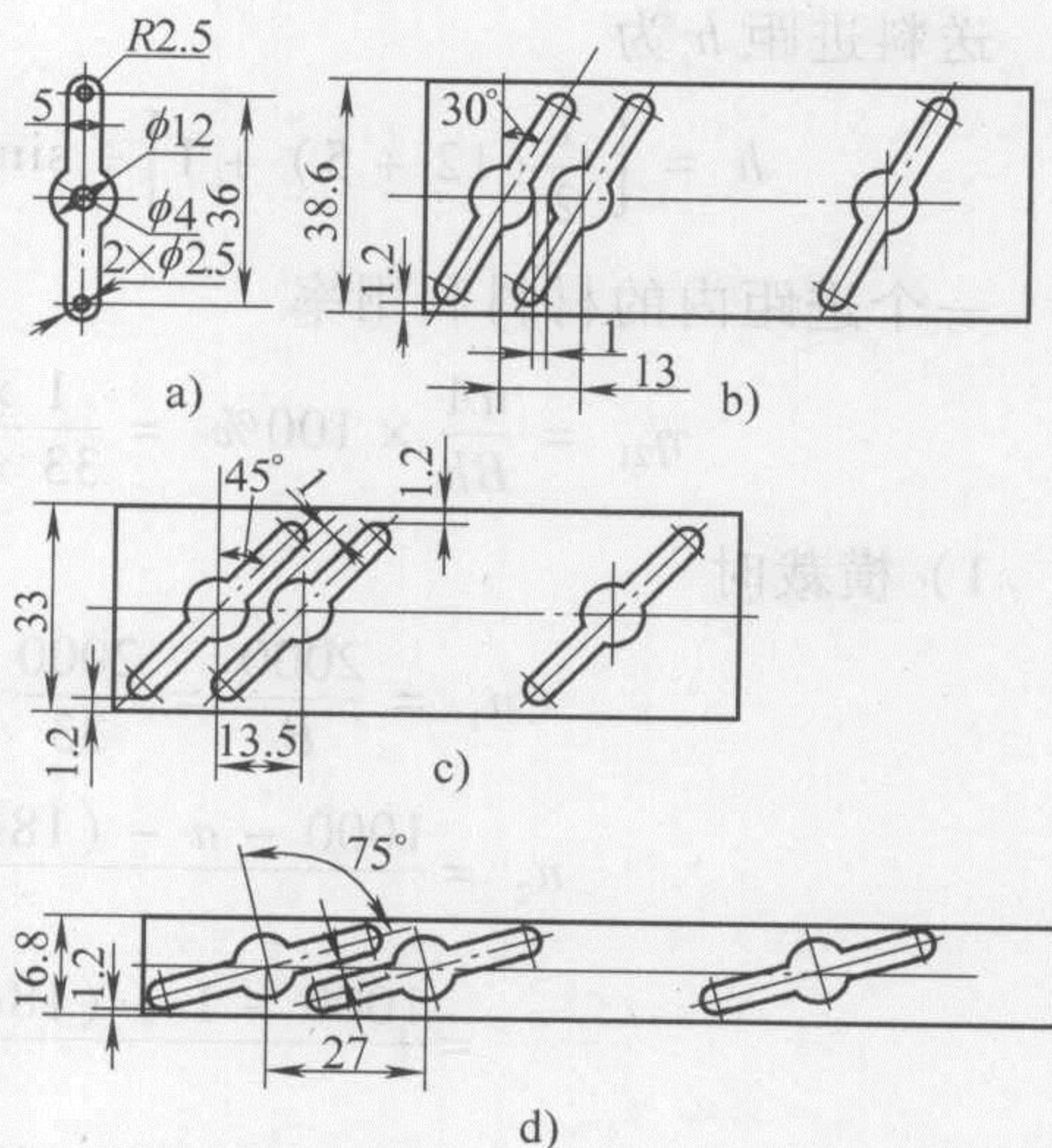


图 1-4 焊片及排样图

a) 零件图 b) 30°斜排 c) 45°斜排 d) 75°斜排

$$n = n_1 n_2 = 25 \times 152 = 3800$$

板料利用率为

$$\eta_{13} = \frac{nA}{2000 \times 1000} \times 100\% = \frac{3800 \times 230}{2000 \times 1000} \times 100\% = 43.7\%$$

2. 方案二：45°斜排（图 1-4c）

条料宽度 B 为

$$B = (36 \times \cos 45^\circ + 5 + 2 \times 1.2) \text{ mm} = 32.86 \approx 33 \text{ mm}$$

送料进距 h 为

$$h = \left[\frac{1}{2}(12 + 5) + 1 \right] \div \sin 45^\circ = 13.44 \text{ mm} \approx 13.5 \text{ mm}$$

一个进距内的材料利用率

$$\eta_{21} = \frac{nA}{Bh} \times 100\% = \frac{1 \times 230}{33 \times 13.5} \times 100\% = 51.6\%$$

1) 横裁时

$$n_1 = \frac{2000}{B} = \frac{2000}{33} = 60.6, \text{可裁 } 60 \text{ 条}$$

$$\begin{aligned} n_2 &= \frac{1000 - a - (18 \sin 45^\circ + 2.5) - h}{h} \\ &= \frac{1000 - 1 - (18 \sin 45^\circ + 2.5) - 13.5}{13.5} \end{aligned}$$

$$= 71.8, \text{可冲 } 71 \text{ 件}$$

注意：计算 n_2 时减去 h ，因为 $(18 \sin 45^\circ + 2.5) > h$ 。

$$n = n_1 n_2 = 60 \times 71 = 4260$$

板料利用率为

$$\eta_{22} = \frac{nA}{2000 \times 1000} \times 100\% = \frac{4260 \times 230}{2000 \times 1000} \times 100\% = 49\%$$

2) 纵裁时

$$n_1 = \frac{1000}{B} = \frac{1000}{33} = 30.3, \text{可裁 } 30 \text{ 条}$$

$$n_2 = \frac{2000 - 1 - (18 \times \sin 45^\circ + 2.5) - 13.5}{13.5}$$

$$= 145.95, \text{可冲 } 145 \text{ 件}$$

$$n = n_1 n_2 = 30 \times 145 = 4350$$

板料利用率为

$$\eta_{23} = \frac{nA}{2000 \times 1000} \times 100\% = \frac{4350 \times 230}{2000 \times 1000} \times 100\% = 50\%$$

3. 方案三：75°斜排（图 1-4d）