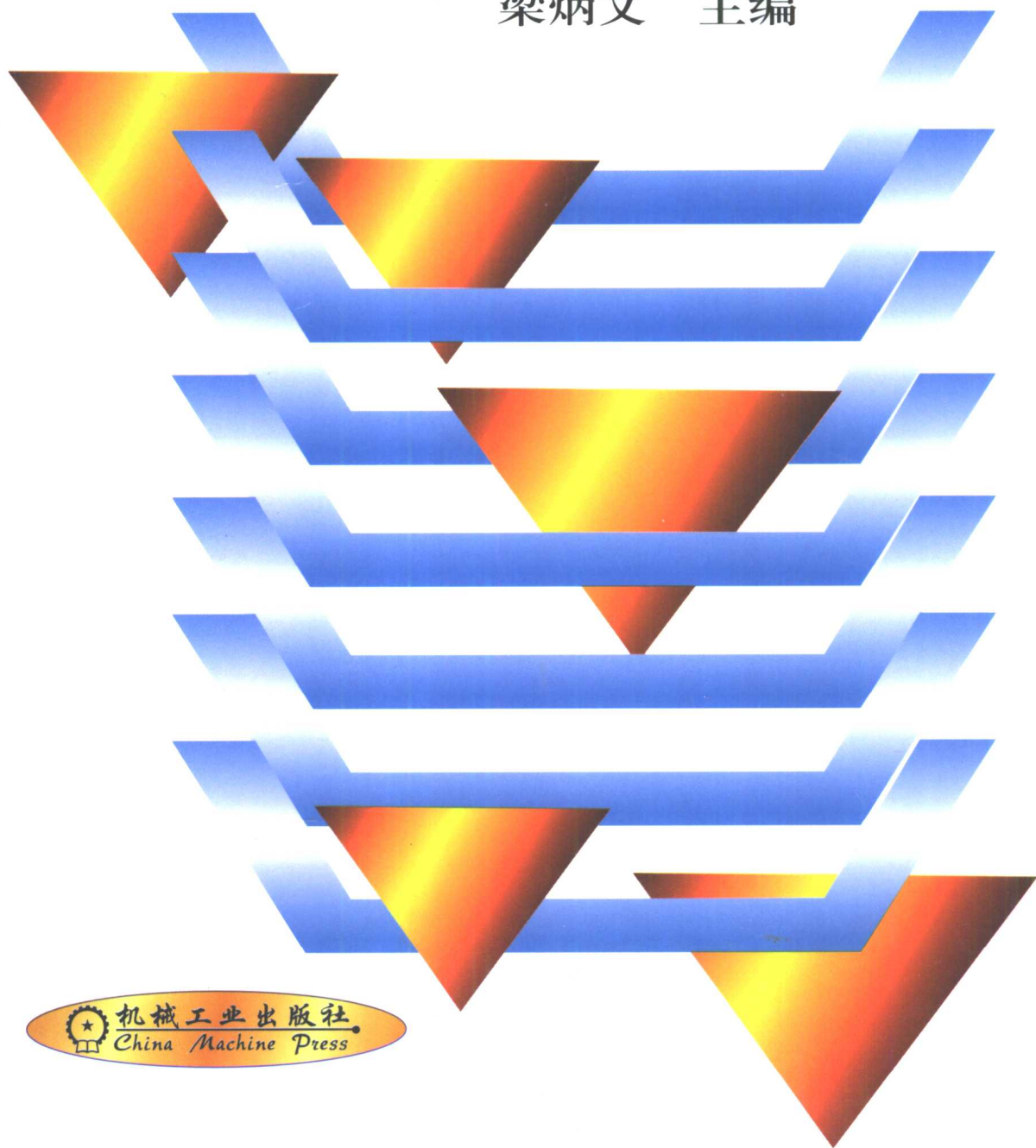


上册

板金冲压工艺 与窍门精选

梁炳文 主编



机械工业出版社
China Machine Press

板金冲压工艺与窍门精选

上 册

主编	梁炳文		
编者	梁钧台	咎 华	
	姚 维	陈文涛	
	张 一	张 京	
	孙世长	卢 海	



机 械 工 业 出 版 社

本集连同已出版的《实用板金冲压工艺图集》(1~3集),汇集了国内外近30年来出版的书刊中,有关板金冲压的先进工艺与窍门6000余例。其内容包括:板金件的工艺性与应用,冲裁、剪裁与截断、冲孔与冲槽、弯曲、压延、旋压,卷边与翻边、扩口、缩颈、胀形、成形、高能率成形、修边与校形、多工序成形,体积成形,模具设计要领、模具结构与制造,模具的装配与维护等。

本书供从事板金冲压的工人、技术人员使用,也可供相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

板金冲压工艺与窍门精选/梁炳文主编. —北京:机械工业出版社,
2000. 12
ISBN 7-111-08356-3

I. 板... II. 梁... III. 冲压-工艺 IV. TG38

中国版本图书馆CIP数据核字(2000)第71957号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:刘彩英 版式设计:冉晓华 责任校对:张佳

封面设计:方芬 责任印制:郭景龙

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2001年1月第1版·第1次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆·24.75印张·610千字

0 001—4 000册

定价:38.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010) 68993821、68326677-2527

前 言

本集连同已出版的三集《实用板金冲压工艺图集》，汇集了各国各种文字近 30 年来出版的科技书刊中，有关板金冲压专业的先进工艺与窍门六千余例，其中有关于板金冲压方法与模具设计的，可直接作为他山之石，为我所用。有的是有指导性的资料，指出各种板金冲压工艺应遵循的、迄今仍是至理箴言的规律。还汇集了一些可在工艺设计中供查阅的各种图表数据与工艺计算方法。除可以丰富专业知识外，还提供了大量可供选用和参考的工艺方案和模具设计实例。这些对于优化产品质量、提高劳动生产率和降低成本诸方面，都可以收到立竿见影的效果。

板金冲压成形件从小至钟表仪器，直至家庭生活用品如家电、炊具、洗衣机和电冰箱等，大至对产品轻型化要求高的各种交通工具如汽车和船舶，特别是飞机、火箭和各种航天飞行器，关系到国计民生和国防工业。希望本书能够对这诸多方面，作出一定的贡献。

目 录

1 钣金件工艺性、应用与模具设计要领	1	6.3 液垫压延.....	103
1.1 钣金件工艺性	1	6.4 特种压延工艺与模具.....	106
1.2 钣金件的应用与设计	2	6.5 变薄压延.....	114
1.3 模具零部件设计要领	6	7 旋压与旋薄	118
1.4 选用简单冲裁模和冲孔模的条件	8	7.1 旋压.....	118
2 冲裁	10	7.2 旋薄.....	120
2.1 排样	10	8 卷边和翻边	122
2.2 冲裁模设计技巧	12	8.1 卷边.....	122
2.3 涂层板与非金属板的冲裁	15	8.2 翻边.....	124
2.4 钢带冲裁模	16	9 扩口	127
2.5 冲切模	17	10 缩颈	129
2.6 精密冲裁	18	10.1 棒料缩径	129
3 剪裁与截断	22	10.2 管子缩径	131
3.1 板料与型材的剪切	22	10.3 锥管成形工艺与装置	136
3.2 截管工艺	24	11 胀形	144
3.3 线材截断装置	28	12 成形	152
3.4 棒料截断装置	29	12.1 一般工件的成形工艺与工装	152
4 冲孔和冲槽	30	12.2 板件成形工艺与工装	164
4.1 各种冲孔工艺与模具	30	12.3 管件成形工艺与工装	169
4.2 成形件冲孔模	33	12.4 橡胶成形工艺与工装	176
4.3 管件冲孔模	38	12.5 高速成形工艺与工装	187
4.4 冲孔装配方法	40	12.6 型材滚弯成形	189
4.5 凸模折断原因与防止方法	42	12.7 高温成形	192
5 弯曲	43	13 高能率成形	199
5.1 弯曲模设计技巧	43	13.1 高速气压成形	199
5.2 一般弯曲工艺与工装	45	13.2 爆炸成形	200
5.3 摆块弯曲模	54	13.3 液内放电成形	204
5.4 锁边方式	55	13.4 电磁波成形	205
5.5 管件弯曲工艺与工装	57	14 修边与校形	207
5.6 线材弯曲工艺与工装	67	14.1 修边	207
5.7 压弯	71	14.2 校形	207
5.8 用橡胶的弯曲工艺与模具	77	15 复合模	217
5.9 滚弯	81	16 连续模	225
5.10 弯曲件回弹与消除方法.....	86	17 多工序成形	237
6 压延	88	18 体积成形	241
6.1 一般压延工艺与模具	88	18.1 一般体积成形工艺	241
6.2 锥形件压延工艺与模具.....	101		

18.2 压印	244	22.3 工夹具与用品	334
18.3 挤压工艺与工装	246	23 钳工	339
18.4 顶锻	252	23.1 拆装工艺与工具	339
18.5 旋锻	257	23.2 去毛刺和断茬方法与工具	341
19 装配工艺	261	23.3 钳工工作与工具	344
20 模具构造和制造	265	23.4 钳工工具与用品	347
20.1 模具构造	265	24 起吊和搬运工具	349
20.2 模具制造	279	24.1 起吊工具	349
20.3 凸模和凹模	291	24.2 搬运工具	352
20.4 模具附件与机床	300	25 润滑	357
21 进料出件、导料和挡料机构	308	26 技术安全	360
21.1 进料出件机构	308	27 模具和冲床有关计算方法与图表	367
21.2 导料机构	313	27.1 一般计算方法与图表	367
21.3 挡料机构	317	27.2 有关弯曲的算式和图表	373
22 压床、附件与用具	324	27.3 有关压延的算式和图表	377
22.1 压床	324	27.4 有关橡胶成形和冲床的技术资料	383
22.2 冲床附件	329	参考文献	388

1 板金件工艺性、应用与模具设计要领

1.1 板金件工艺性

图 1.1-1~图 1.1-7 是板金件设计的工艺性^[1]。

板金件的设计，最好能使直边在原板料上仍保持为直边，以便用剪裁方法代替昂贵的冲裁模。因而图 1.1-1 是不良的成形方式，图 1.1-2 是良好的成形方式。

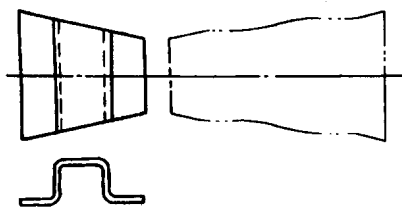


图 1.1-1

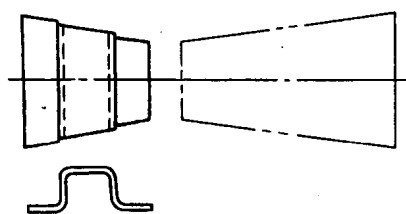


图 1.1-2

图 1.1-3 是仅为固定用时，尽可能制成缺口形弯边，以减轻重量。对易伤手的凸耳做出小圆角，凹进部分弯边尽量窄，小的弯边可防止撕裂。除必要外，不在圆角部分制凸耳。圆角半径 R 最小等于板料厚度的两倍。

图 1.1-4 是板内方孔圆角半径 R 应尽可能的大。

图 1.1-5 是 U 型材的下陷形弯曲半径 R_1 和 R_2 应尽可能的大。

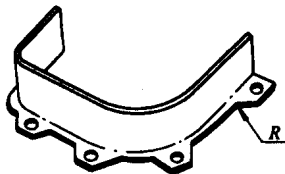


图 1.1-3

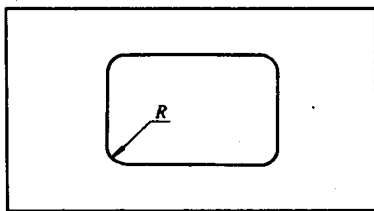


图 1.1-4

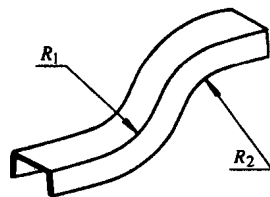


图 1.1-5

图 1.1-6 是截断件的工艺性。

图 1.1-7 是根据图 1.1-6 判定的复杂形状截断件的工艺性。

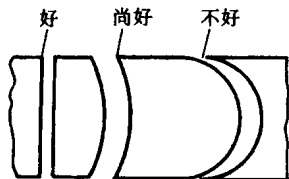


图 1.1-6

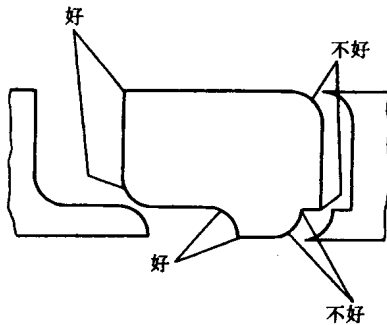


图 1.1-7

1.2 板金件的应用与设计

图 1.2-1a、b 和 c，是木料和塑料结构在不同受力情况下，可用的板金接头，这种接头加工简单，重量轻。

图 1.2-2~图 1.2-5 是用管料代替其他加工件的技术革新例子^[2]。

图 1.2-2 是球头调节螺栓，图 a 是由实心杆制成，有相当大的加工量。图 b 和 c 是用管料成形件代替整体件，可大大减少加工量。图 b 是在缩颈部分攻螺纹，将球形帽压缩到端头。图 c 是将直管下端压入球形头内，在上端封入一个螺母。

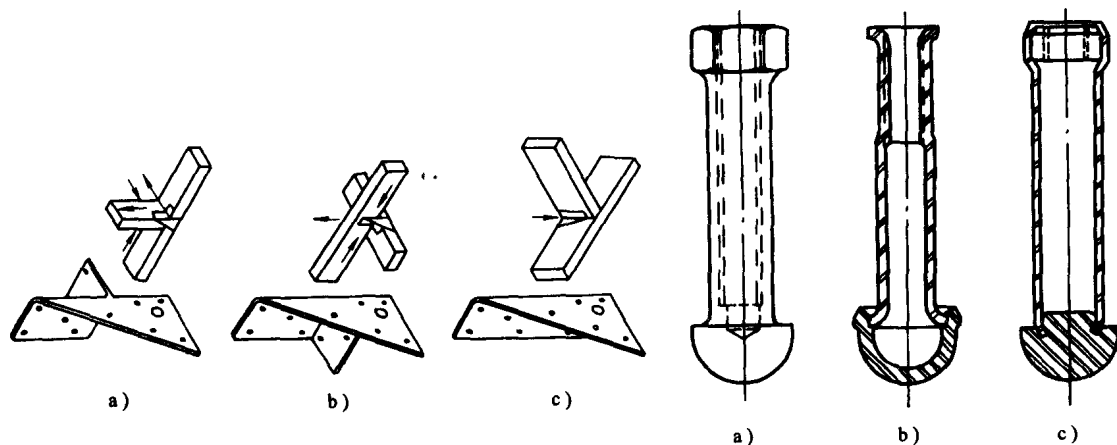


图 1.2-1

图 1.2-2

图 1.2-3 是用管料成形件代替棒料切削成形的机枪闪光罩，有四道缩口工序，第五道是加热压出六方颈部，最后是攻内螺纹。

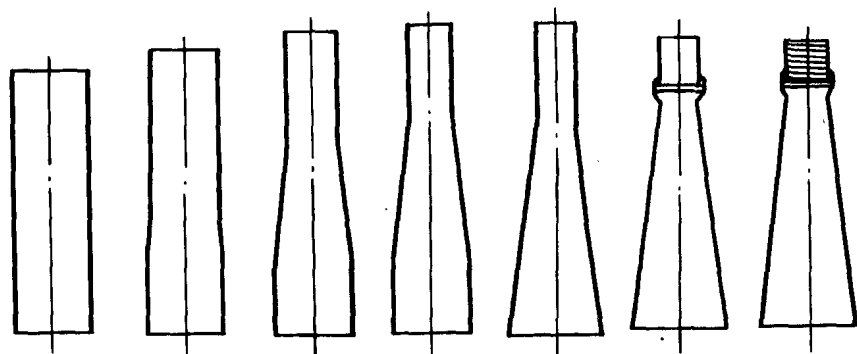


图 1.2-3

图 1.2-4 是灭火器的喷嘴。原先是由板料用压延方法成形的，改用管料成形，可以大大

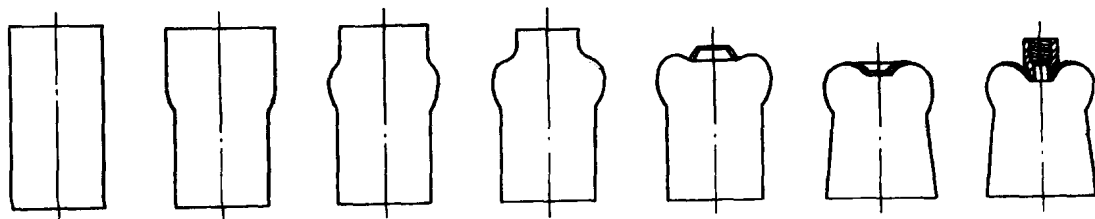


图 1.2-4

简化成形模具。

图 1.2-5 是汽车减震器支承，原来由可锻铸铁制成，图示是用管料对两端缩颈后压扁，第 9 工序是冲孔，第 10 工序是整修。

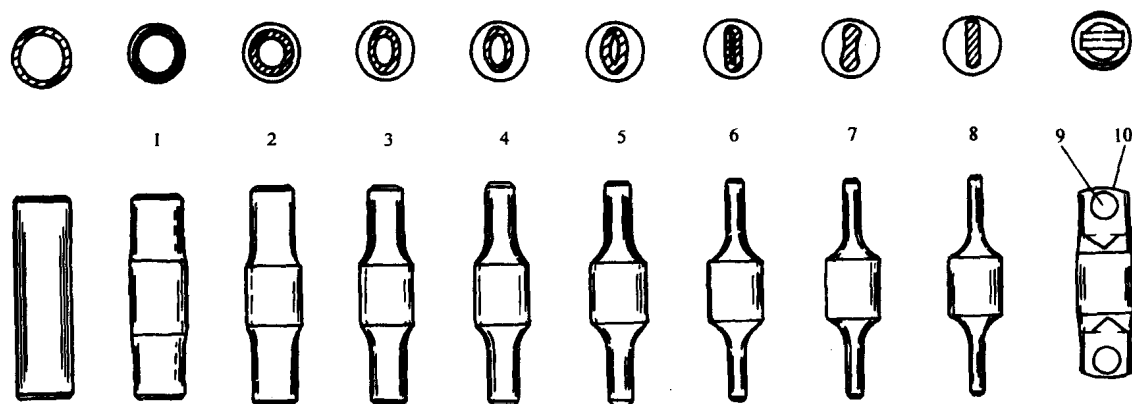


图 1.2-5

图 1.2-6~图 1.2-22 是板件上各种孔的功用^[1]。

图 1.2-6 是定位孔。

图 1.2-7 是在对称件上钻或冲一个在使用上不起作用，但可以防止安装时反转的指示孔。

图 1.2-8a 是一般用销子定位的孔。图 b 是对于薄板，可冲孔翻边，用销子定位的孔。图 c 是冲半孔，将两个厚板件定位。

图 1.2-9 是可以使板件在一个方向移动的长槽。

图 1.2-10 是先冲止裂孔再冲切舌片的方法。

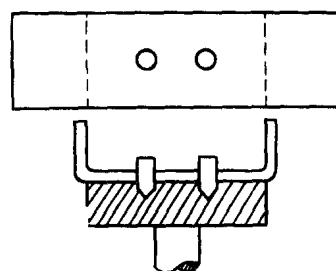


图 1.2-6

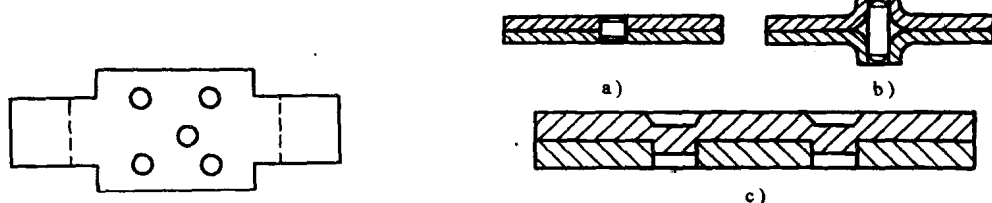


图 1.2-7

图 1.2-8

图 1.2-11 是当弯曲件的孔接近弯角时，先在弯曲线上冲孔，可防止边上的孔畸变。

图 1.2-12 是对短边弯曲时，先冲个孔，可保持弯边平整。

图 1.2-13 是对板电镀、清洗或在装配中，冲用于吊装的孔。

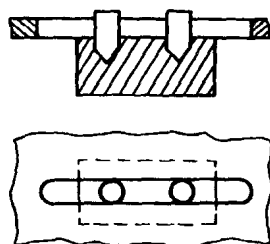


图 1.2-9

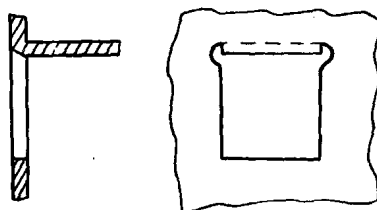


图 1.2-10

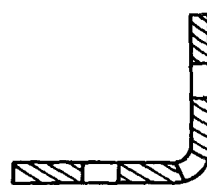


图 1.2-11

图 1.2-14 是将有孔板件，用打桩方法固定在机件上。

图 1.2-15 是用弯边、扭转舌片和卷边，将两个板件固定在一起。

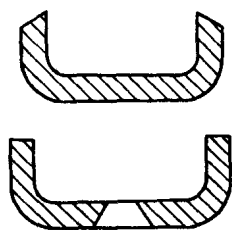


图 1.2-12

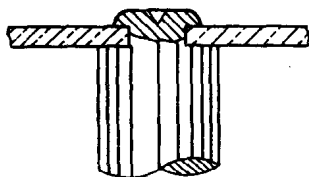


图 1.2-13

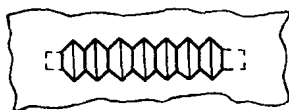


图 1.2-14

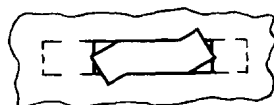
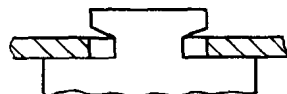
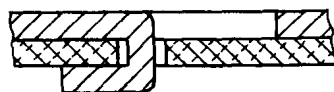


图 1.2-15

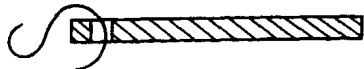


图 1.2-16

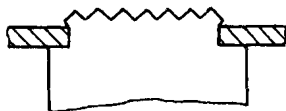


图 1.2-17



图 1.2-18

图 1.2-16 是用打桩方法将有孔板件固定到机件内。

图 1.2-17 是将有孔板件，固定在浇铸件内。

图 1.2-18 是当壁板有振动现象时，冲或钻一些孔，可以减振。

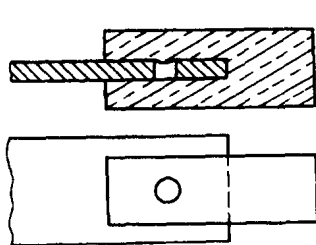


图 1.2-19

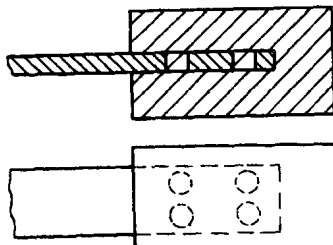


图 1.2-19

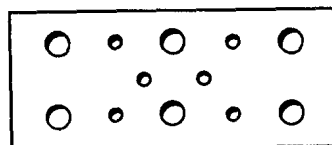


图 1.2-20

图 1.2-19 是几种形式的减重孔。

图 1.2-20 是用冲孔翻边方法减重和提高板件刚度。

图 1.2-21 是成形件上的通风或过滤孔。

图 1.2-22 是钎焊封闭件，开孔防止气胀畸变。

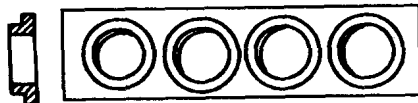


图 1.2-21

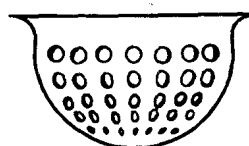


图 1.2-21



图 1.2-19

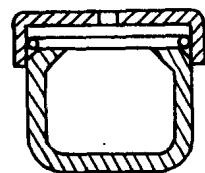


图 1.2-22

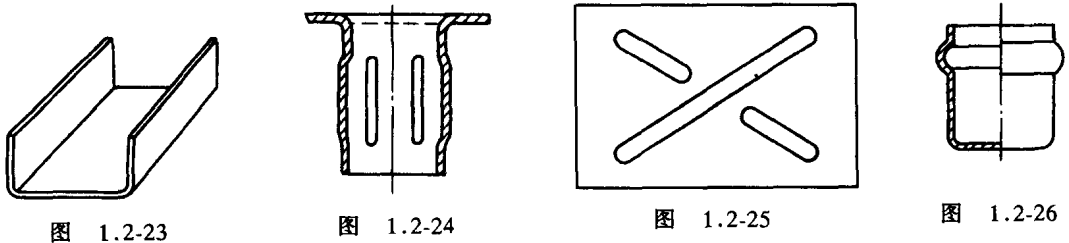
图 1.2-23~图 1.2-32 是板金件不增加重量的加强方法。有些板金件由于重量限制, 必须用各种成形方法, 达到提高强度和刚度的要求。一些必须保持平板形状的板件, 可用压印法压出凸凹花纹, 提高强度和刚度, 较为适用的凸起点间的间距, 以等于厚度的 1.0~1.5 倍为宜。对强度要求高的压印件, 不可压出锐角, 以免因应力集中而破裂^[3]。

图 1.2-23 所示弯曲件本身, 就有比平板件大得多的强度和刚度。

图 1.2-24 是当板件平面部分有鼓动时, 可如图压出埂条。

图 1.2-25 是在平板上常用的压埂形式。

图 1.2-26 是环形埂。压埂应考虑的事项为:



- (1) 除很软的材料外, 加强埂应有圆角, 尖角有应力集中和在成形中就产生裂纹的倾向;
- (2) 对中硬板料, 埂条应与轧制纹路垂直, 交插埂与纹路成 45°;
- (3) 两条埂用大圆角半径交插, 但不连接在一起, 如图 1.2-25 所示;
- (4) 筒件接近底部的环形埂要小, 因材料拉伸受限制, 开口部分易于拉伸, 可如图 12-26 所示大些。

图 1.2-27 是平板沿边加强埂, 与板边平行, 这样模具也比较容易加工。对圆板件应当用环形埂, 既不很接近中央, 也不很接近周边, 位于两者之间最为有效。有孔板件的埂应尽量离孔远些, 以免将孔边拉裂。如果必须接近孔时, 应先压埂后冲孔。同样埂条也不能太接近工件曲边, 躲开圆角部分, 以免发生畸变。在连续模中, 先压埂后落件, 也可以避免畸变。

图 1.2-28 是将筒底凸出或凹进, 可以提高刚度。

图 1.2-29 是常用的卷边加强方法。圆口卷边时, 镀锡铁皮的卷边直径不能超过 5mm。可卷边的筒件直径不能小于板料厚度的 30 倍。要求大的卷边直径时, 应分几次完成, 中间退火。最小卷边直径不能小于板料厚度的 1.5 倍。卷边除提高强度和刚度外, 还有不使锐边割手的安全作用。

图 1.2-30 是特别薄的板料, 可卷出重叠边, 更能提高强度和刚度。对于比较厚的板料, 不能也不需要卷成完整的圆圈。对薄料和软料, 可在卷边内用钢丝加强。

图 1.2-31 是用折边加强的方法。用锁缝装配的板金件, 锁缝本身就有加强作用。

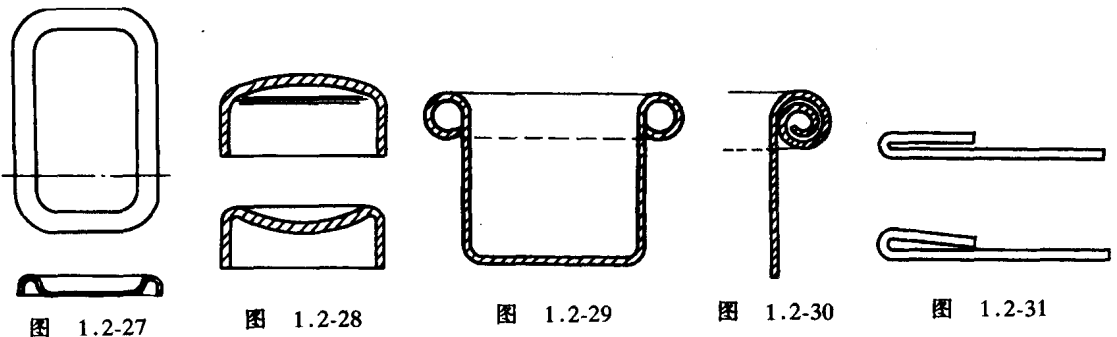


图 1.2-32 是在电器产品中常用的翻边攻螺丝代替螺母的方法。翻边本身也有加强板件的作用。翻边高度 H 与直径 D 和板料厚度之间, 有一定的约束关系, 另见下面有关翻边的资料。

图 1.2-33 是消除板金件鼓动的方法。当图示一类板金件中间 1 鼓动时, 在沿周压出埂条 2 对消除鼓动的作用不大, 因压埂产生的最大应变区不超过两倍弯曲半径 R 的范围, 并不能消除中间的鼓动。另外试图用润滑剂和使用光洁的板料来减少鼓动, 也是徒劳。相反, 用表面粗糙、如电化学浸蚀的板料成形, 反而可以减少鼓动。沸腾钢应在未显著时效前和在滚校后, 立即进行成形, 可减少成形后的鼓动倾向^[4]。

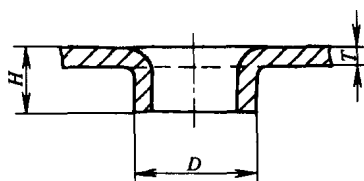


图 1.2-32

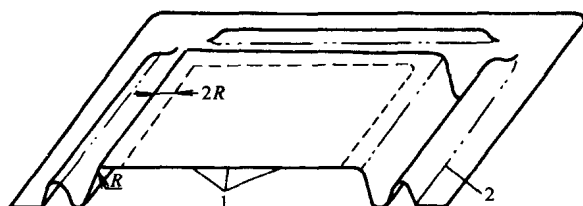


图 1.2-33

1.3 模具零部件设计要领

图 1.3-1~1.3-22 是模具零部件设计应注意事项。模具零部件形状与尺寸, 除冲压件形状与尺寸和强度要求外, 淬火收缩的均匀性与加工中内应力的严重性, 也是必须考虑的问题。以下即是有关这方面的图例^[3]。

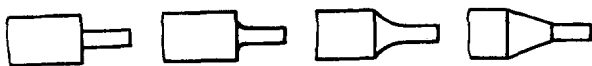


图 1.3-1

图 1.3-1 从左到右, 从淬火和受力观点看, 一个比一个好的例子。

图 1.3-2 是应对外边例圆的例子, 右图比左图好。

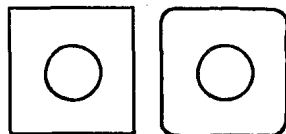


图 1.3-3 是除凹模口由于工作要求必须尖锐外, 其余口部都以倒圆为好。下图比上图好。

图 1.3-4 是拔细模出口, 也以倒圆为好。右图比左图好。

图 1.3-2

图 1.3-5 是在打铆模设计中, 为了避免有锐角, 右图用加宽部分工作, 优于左边有尖角的设计。

图 1.3-6 是凹模板的孔周围应有足够多的材料。对于尺寸小的凹模板, 孔的壁厚应为板料厚度的 1.5~2 倍, 对大零件为 2~3 倍。对简单孔型取下限, 对复杂孔型取上限。左图是不合格的例子, 右图是合格的例子。

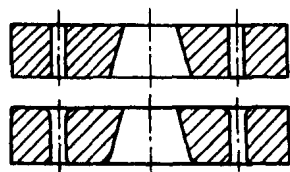


图 1.3-3

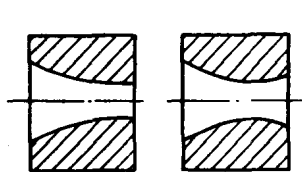


图 1.3-4

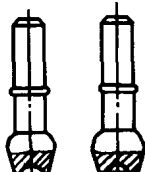


图 1.3-5

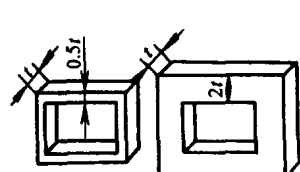


图 1.3-6

图 1.3-7 所示凹模, 圆孔的凹模也应是圆形 (上图)。V 形槽的底角应有大的圆角 (下图)。图示是正确的设计尺寸。

图 1.3-8 是为了材料分配均称, 对厚而大的部分可尽量减去不必要的多余材料。右图是比较好的有通孔和部分减薄的设计, 左图是较差的设计。

图 1.3-9 是对凹模板孔距的考虑, 螺栓与销孔到凹模口的距离不能小于模板厚度。左图是较差的设计, 右图是比较好的设计。在这方面不适当的节约材料, 反而会造成浪费。

图 1.3-10 是凹模孔的位置, 切忌安排在角落延长线上, 以免淬火开裂。左图是不正确的设计, 右图是正确的设计。

图 1.3-11 是凹模板上的孔位安排。在角落部分, 孔心到板边的距离不能小于孔径的 2 倍, 任何情况下不能小于 6mm。离角落远的孔心到板边距离不能小于孔径的 1.5 倍。两孔边距不能小于模板厚度。

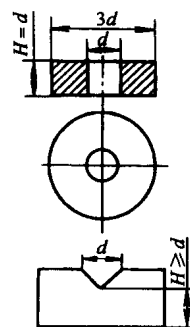


图 1.3-7

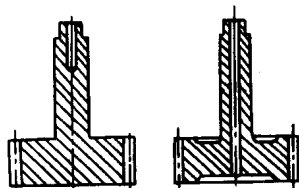


图 1.3-8

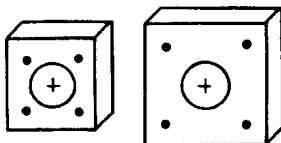


图 1.3-9

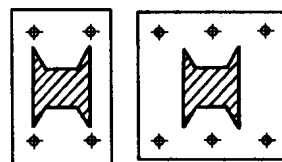


图 1.3-10

图 1.3-12 是对淬火件最好不开紧固孔, 尽量用夹紧件固定在下模板上。

图 1.3-13a 和 b 是避免在淬火前做出尖角和刃边的方法。图 a 是在淬火后再磨去多余部分, 形成尖角。图 b 是在淬火后再磨出端头。图 c 是不论是螺栓孔或螺钉孔, 应尽量用通孔, 避免盲孔, 即右图优于左图。

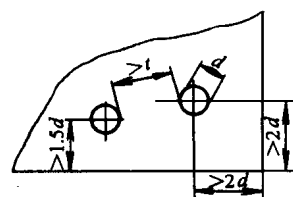


图 1.3-12

图 1.3-14 是对组合模的考虑。如图示情况, 边件 1 虽然与内件 2 作用不同, 可以有个平直的外边, 但从淬火要求看, 最好将边件 1 也做成与内件 2 相同的形状, 这从加工角度看, 也更方便。

图 1.3-15 是当其在气冷淬火时, 应尽量使淬火件的质量分配得更均匀些。a 图都是实际工作要求的孔型, 但为了使质量分布比较均匀, 可以开些减重孔, 如 b 图所示。

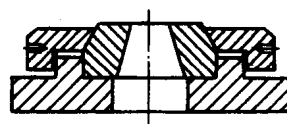


图 1.3-13

图 1.3-14

图 1.3-15

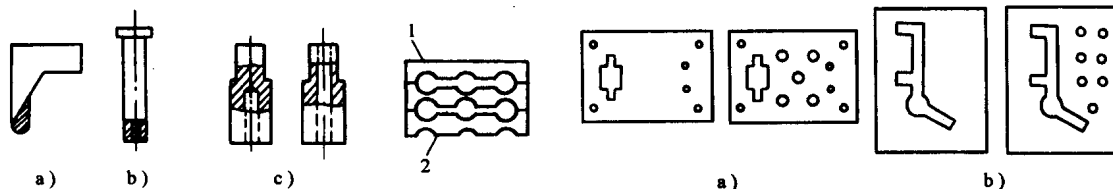


图 1.3-16 是大凸模端头形状问题。一般大凸模端头都将内芯挖去一部分, 理由是为了减少磨削量, 其实这对淬火质量也是有利的。对于在工作上必须开孔的情况如左图所示, 为了提高淬火质量, 以在质量大的部分开个工作上不需要的孔 (右图) 为好。

图 1.3-17 是连续模设计问题。图 a 是有四个小孔的冲裁件, 冲孔后接着裁件 (左图), 是不可取的。冲孔后隔一个空位再裁件 (右图) 是较好的选择。图 b 是有四个密集孔的冲裁件, 一次冲四个孔接着裁件 (左图), 是不可取的, 应分两次将四个孔冲完再裁件 (右图)。

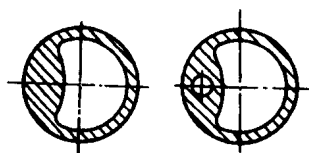
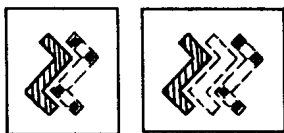


图 1.3-16



a)



b)

图 1.3-17

图 1.3-18 是用连续模简化模具制造方法的两个例子。图 a 所示板件，用先冲四个孔再用圆凸模和凹模落件方法。图 b 是先冲槽用来定位再落件，冲出形状复杂的板件。



a)



b)

图 1.3-19a 是用简单的切断模，冲出形状复杂的板件。图 b 所示是质量分配很不均匀的连续冲裁模，将其用图 c 所示两个简单模取代，可以解决这个问题。

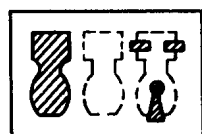
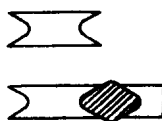


图 1.3-18

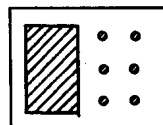
图 1.3-20a 是利用组合模冲裁有尖角和细腰的板件。图 b 是在模具内嵌入小模具零件冲裁有窄槽的板件，即令折断，也容易更换。

图 1.3-21 所示 L 形整体凸模，用图 b 所示组合模，可解决锐角淬火开裂问题。

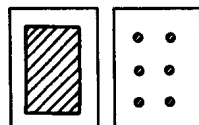
图 1.3-22 是在模具装配中，将螺栓由下往上拧，对凹模的通孔攻螺纹或盲孔攻螺纹（图 a），都是错误的，应从上往下，只在下模板上的通孔攻螺纹（图 b）。



a)

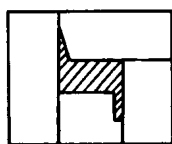


b)

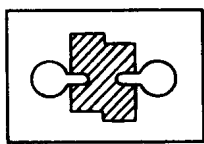


c)

图 1.3-19

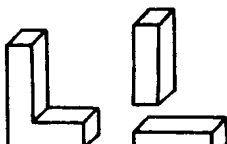


a)

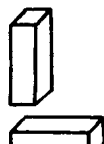


b)

图 1.3-20

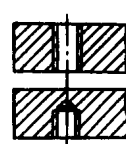


a)

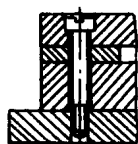


b)

图 1.3-21



a)



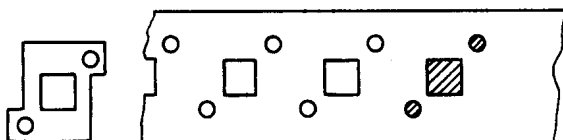
b)

图 1.3-22

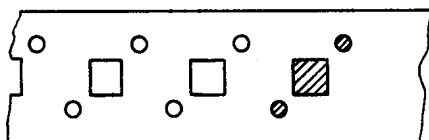
1.4 选用简单冲裁模和冲孔模的条件^[3]

在大量生产中使用的连续模、复合模和在模具间与冲床间自动传递的装置，由于造价和对制模工人的技术水平要求高，在小批生产及一些板金件指定的技术条件下，往往以使用简单模更经济和更能保证质量要求。适于或只能选用简单模的条件为：1) 板件尺寸和厚度大，限于冲床吨位，只能采用简单模。2) 根据市场季节等要求改变形状的中小批板件，简单模更能及时完成更改任务。以下是几个具体例子^[3]。

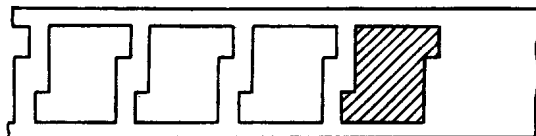
图 1.4-1a 所示板件，可用先冲孔（图



a)



b)



c)

图 1.4-1

b) 后落件 (图 c) 两个简单模, 在小吨位冲床上完成任务。

图 1.4-2a 所示四种板件, 外形相同, 可共用一个冲裁模落件。图 b 所示四种板件, 内孔相同, 可共用一个冲孔模。这说明对小批量生产, 应用简单的优点。

图 1.4-3a 是两个大孔距离近, 用同时冲两个孔的模具, 凹模在淬火中就会脆裂。图 b 是大孔紧临小孔, 同时冲孔, 会引起孔形畸变。

图 1.4-4a 是孔的边距要求准确, 弯曲后用简单冲孔模更能保证质量。图 b 是两个孔的中线要求互相垂直时, 只能在弯曲后再冲孔。图 c 是压延件侧面的孔, 只能在压延后再冲孔, 对中小批生产, 也以用两个简单模更为经济, 并更能保证质量。

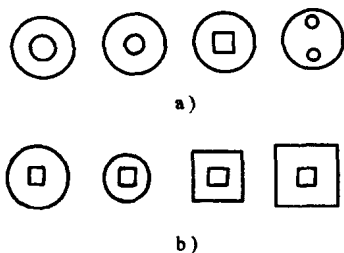


图 1.4-2

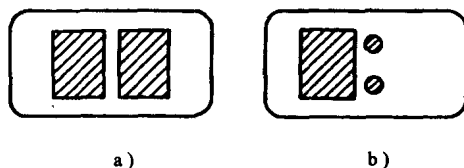


图 1.4-3

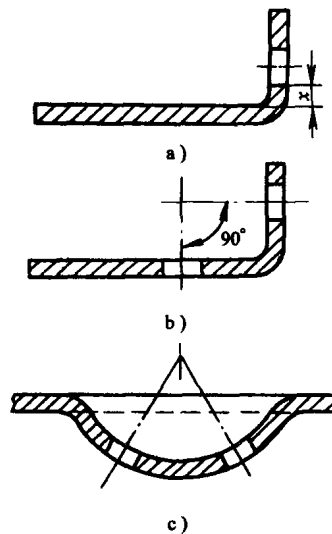


图 1.4-4

2 冲裁

2.1 排样

图 2.1-1 是由图 a 的排样方式改为图 b 的排样式，提高材料利用率的方法^[5]。

图 2.1-2 和图 2.1-3，是只改变零件形状，不改变使用功能，即可由图 a 改为图 b 所示的排样方式，提高材料利用率的方法^[5]。

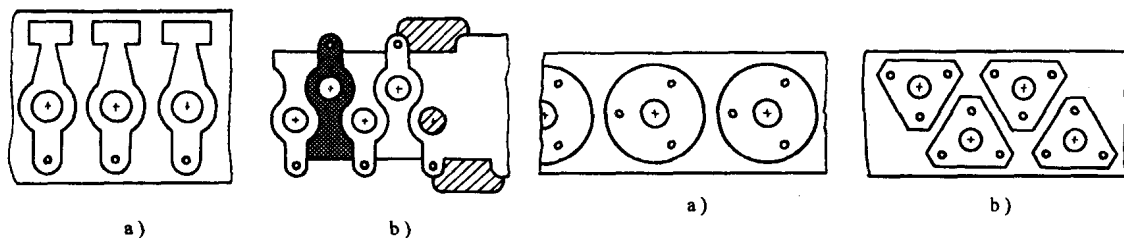


图 2.1-1

图 2.1-2

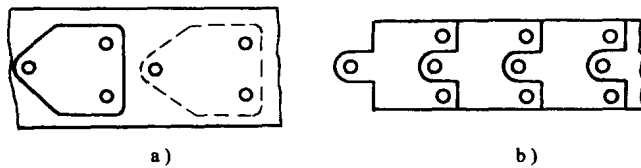


图 2.1-3

图 2.1-4 所示在一个工序中冲裁的圆毛料 (图 a)，使用连续模以不同的排样方式，废料所占的比例也不一样。当搭边和搭腰都是 $2T$ 时 (T 是板料厚度)，单行 (图 b) 废料率约为 38%，双行 (图 c) 废料率约为 31%，三行 (图 d) 废料率约为 28%^[5]。

图 2.1-5 是在各简单模之间进行自动化传递冲压的方法，生产率并不亚于连续模。由于省略搭边和搭腰，废料率可降到 16%^[5]。

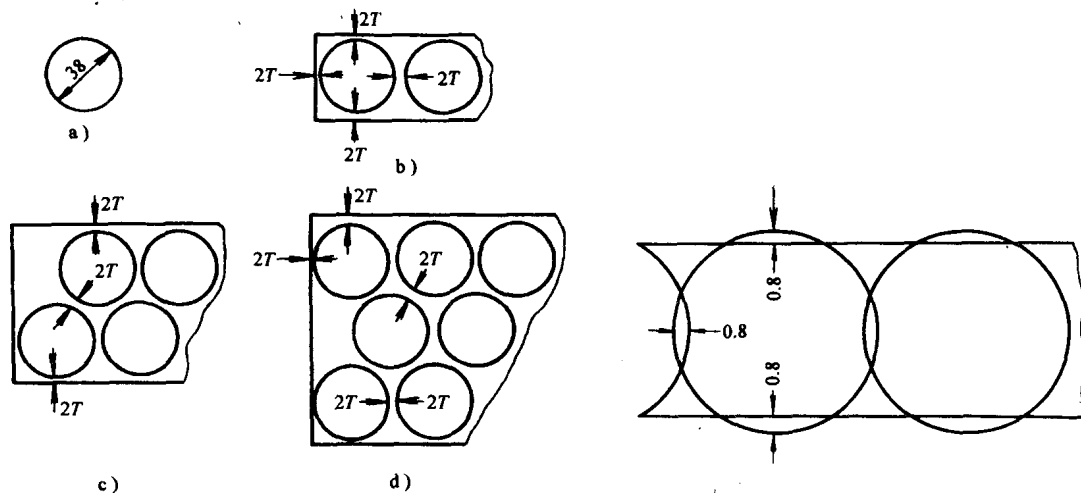


图 2.1-4

图 2.1-5

图 2.1-6a 是原来冲裁毛料用的不锈钢条料,冲裁凸模由于冲进与脱离,经受两次磨擦,会很快磨损,改用图 b 所示交插排样方法,凸模与条料的摩擦几乎减少了 $2/3$,大大延长了凸模寿命,只是如图 c 所示的压延件修去的废料 1 和 2 宽窄有所不同而已,又大大节约了材料^[1]。

图 2.1-7a 是将多余材料 1 冲裁掉,形成工件 2。改用图 b 所示排样方法,可以进行无废料冲裁^[5]。

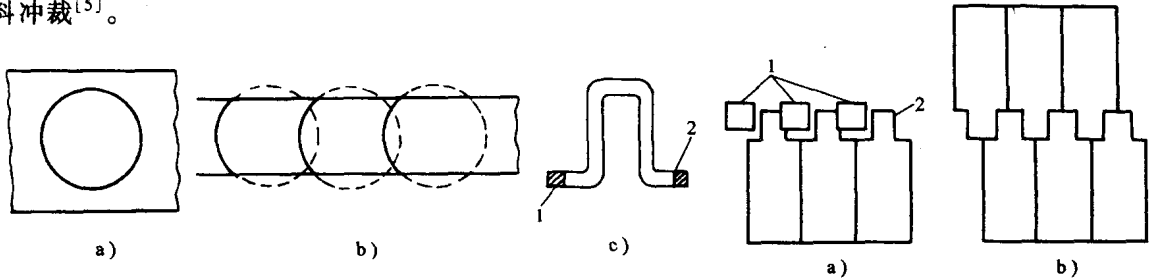


图 2.1-6

图 2.1-7

图 2.1-8 是五种板件原来的设计与排样方式和改进后的设计与排样方式^[6]。

原来的设计与排样	改进后的设计与排样

图 2.1-8