

冲压模具设计师手册

成都模具工业协会
《冲压模具设计师手册》编译组



机械工业出版社

本手册是一本内容较为全面、系统的工具书，重点介绍了国外的一些精冲模、成形模、拉伸模、复合模、级进模、镦、挤压模、弯曲模、橡皮模、汽车覆盖件等模具的设计与工艺实例，书中用较大篇幅介绍了典型冲模设计图例，用国外已经普遍推广的例子来说明这些模具所具有结构新颖、设计先进、工艺合理、实用性强、使用面广的特点，所以，本书是我国模具行业值得借鉴的一本手册。

本手册可供模具设计人员和工艺人员使用，也可作大专院校、科研单位的参考资料。

冲压模具设计师手册

成都模具工业协会

《冲压模具设计师手册》编译组

*

责任编辑：吴曾评 盛君豪 王琳

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南里一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

成都金华印刷厂印刷

机械工业出版社发行·机械工业出版社经销

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ · 印张 $32 \frac{1}{4}$ · 字数 947 千字
1990年4月成都第一版·1990年4月成都第一次印刷
印数 00,001—5000 · 定价：25.00 元

*

ISBN 7-111-02390-0 / TG · 569(X)

前 言

为了促进我国模具工业的发展、提高工程技术人员的素质，我们根据联邦德国 McGRAW-HILL 出版社出版的《Die design handbook》一书组织编译了《冲压模具设计师手册》。手册汇集了国外关于冲压模具结构设计的资料，特别是复合模、级进模、汽车覆盖件模及各类成形模，都具有结构新颖的特色，是一本内容较为丰富的工具书，可以作为模具设计、工艺、研究人员的工作手册，也可作大专院校有关专业师生的教学参考书。全书图文并茂，有插图八百余幅。

该手册的计量单位绝大部分改为我国现行法定计量单位；有关标准名词已采用我国机电行业现行的国家标准和部颁标准。同时，结合我国实际情况，补充了“冲模术语”、“热处理名词术语”、“部分国内外金属材料近似对照表”、“国内冲压设备技术参数”及其他一些有关资料。

本手册第八、十六、十七、十九、二十五章由王忠洲编译。第一、二、五、六章由张有明编译。第七、十二、十八、二十一、二十二章由陈朝刚编译。第三、四章由蒋世均编译。第九、十、十三、十四、十五章由吴志文编译。第二十、二十三、二十四章由陈满业编译。第十一章由钟志敏编译。郭安、陈满业对本手册的翻译做了大量工作。

参加本手册的封面设计及组织编译和审校工作的有：郭靖、张荣锦、蓝鸿利、沈浩楠、陈朝刚、蒋世均、张继德等。

全书由张有明、王忠洲主审。

四川省计经委科技处肖汤圣、张迺宗、魏崇佑和刘永安对编译本手册的组织工作自始至终给予了热情支持。

在本手册编译过程中曾得到有关单位和个人的大力支持，并提出了许多宝贵意见，对此谨表衷心的感谢。

限于编译人员的水平，手册错误之处在所难免，恳请读者批评指正。

成都模具工业协会

《冲压模具设计师手册》编译组

1989年9月

目 录

第一章 冲压件的设计	1
第一节 一般的设计步骤	1
第二节 冲压件的更新设计	2
第三节 设计中要充分利用原材料	5
第四节 增加冲压件强度的设计	9
第五节 冲压件的公差	27
第六节 落料和冲孔件的设计	30
第七节 弯曲件的设计	37
第八节 成形件的设计	49
第九节 拉伸件的其它设计原则	70
第十节 拼合结构与整体结构	73
第二章 模具设计技术	75
第一节 影响板料金属冲压的各种因素	75
第二节 编制冲压件加工工序的基本步骤	76
第三节 仪表板工艺规程的编制	80
第四节 3-2-1 定位系统和适当部位的检查	88
第五节 特殊冲压件的工艺设计	90
第六节 冲压成本的比较	100
第七节 模具零件的数学分析	105
第八节 凹模尺寸的确定	135
第九节 凸模尺寸的确定	139
第十节 不同生产批量所用的模具	140
第十一节 模具设计的步骤	152
第三章 金属冲裁过程的剪切作用	165
第一节 模具间隙	166
第二节 用于非金属材料的模具间隙	173
第三节 整修模的间隙和整修余量	174
第四节 凹模漏料斜度	175
第五节 斜刃	177
第六节 冲孔与落料所需的力	183
第七节 酚织物和酚纤维板热落料的收缩余量	189
第八节 卸料力	189

第九节	落料的搭边宽度	190
第四章	冲裁模	192
第一节	冲孔模和多孔冲模	192
第二节	各种槽和缺口冲裁模	212
第三节	落料模	229
第四节	切边模	236
第五节	整修模	245
第六节	切断模	254
第七节	拉模	257
第五章	金属的弯曲	259
第一节	弯曲半径	264
第二节	弯曲中性层弧长	265
第三节	回弹	282
第四节	弯曲压力	287
第六章	弯曲模	292
第一节	板料折弯压力机模具	292
第二节	典型的压机弯曲模	295
第三节	板料折弯聚氨酯模具	304
第七章	成形过程中的金属流动	308
第一节	拉伸类翻边和压缩类翻边	308
第二节	孔翻边	313
第三节	凸筋的成形	316
第四节	金属的高速成形	318
第八章	成形模	326
第一节	翻边、弯边类成形模	326
第二节	卷边模	347
第三节	波纹成形模	356
第四节	圆筒形零件成形	360
第五节	环圈、扣夹等类零件的成形	370
第六节	胀形模	374
第七节	减径缩口模	381
第八节	高速成形模具	385
第九章	拉伸成形中的金属流动	392
第一节	金属流动	392

第二节	圆筒形拉伸件毛坯尺寸的确定	397
第三节	拉伸的有关计算	402
第四节	圆筒形件拉伸模具的要求	413
第五节	变薄拉伸	417
第六节	非圆形拉伸件的坯料展开	422
第七节	矩形件拉伸对模具的要求	427
第十章	拉伸模	431
第一节	拉伸工艺	431
第二节	拉伸模设计	452
第三节	盒形件拉伸模	459
第四节	镁制件的拉伸	467
第五节	硬质合金拉伸模	470
第六节	薄板材拉伸	474
第十一章	大型复杂曲面形状零件的拉伸	476
第一节	拉伸模	477
第二节	典型的模具设计	488
第十二章	橡皮模和液压模	532
第一节	格林橡皮模成形法	532
第二节	橡皮模成形拉伸类翻边	537
第三节	橡皮模成形压缩类翻边	541
第四节	浅零件的拉伸成形	543
第五节	橡皮模冲裁	546
第六节	橡皮模拉伸成形	547
第七节	液压模	551
第八节	聚氨酯橡胶成形模	555
第十三章	镦、挤压模	559
第一节	模具的分类	559
第二节	整修	561
第三节	镦锻	561
第四节	精压	570
第五节	挤压成形	578
第十四章	级进模	590
第一节	级进模的选择	590
第二节	排样图设计	590

第三节	一般模具的设计	599
第四节	铁心片冲裁模	651
第十五章	复合模及组合模	659
第一节	复合模	659
第二节	组合模	669
第十六章	简易模具和其它类型模具	693
第一节	零部件可以更换的模具	693
第二节	浮动冲模	697
第三节	成形模	700
第四节	拉形模	705
第五节	装配用模具	711
第十七章	冲模零部件	726
第一节	模架及其零件	726
第二节	导向和定位挡料装置	739
第三节	挡料装置	746
第四节	卸料装置	754
第五节	顶出装置	762
第六节	导正装置	766
第七节	弹簧	767
第十八章	送料和卸料装置	772
第一节	工艺过程—装卸自动化	772
第二节	送料装置	777
第三节	自动机械送料装置	782
第四节	料斗式送料	794
第五节	卸件装置	800
第六节	压力机之间的传送装备	804
第十九章	模具的调整和维护	807
第一节	模具的调整	807
第二节	模具故障及排除	808
第二十章	压力加工润滑剂	816
第一节	边界润滑	816
第二节	拉伸用润滑剂分类	817
第三节	拉伸加工润滑剂的选用原则	819
第四节	压力加工润滑剂的分类	819

第五节	不同金属拉伸应选用的润滑剂	822
第六节	铝拉形润滑剂	825
第七节	橡皮垫成形润滑剂	826
第八节	冷挤压润滑剂	826
第九节	干膜润滑剂	827
第二十一章	冲压加工安全装置	829
第一节	冲压模具安全装置	829
第二节	操作人员的安全保护装置	835
第二十二章	冲压设备	849
第一节	压力机分类	849
第二节	传动方式	849
第三节	滑块驱动方式	854
第四节	滑块数量	856
第五节	压力机机身	858
第六节	压力机离合器及制动器	859
第七节	模具缓冲垫	861
第八节	压力机的选择	868
第九节	日本 JIC 标准压力机结构尺寸	873
第二十三章	钢铁模具材料	897
第一节	工具钢和模具钢的性能及其用途	898
第二节	模具钢的热处理	910
第三节	表面熔敷(堆焊)硬质合金	915
第四节	镀铬	917
第五节	铸造工具钢冲压模具	918
第六节	可锻的碳钢和低合金钢	918
第七节	普通铸钢和低合金铸钢	919
第八节	铸铁	919
第九节	球墨铸铁	925
第二十四章	有色金属和非金属模具材料	928
第一节	有色金属模具材料	928
第二节	非金属冲压模具材料	930
第二十五章	黑色金属和有色金属冲压材料	937
第一节	黑色金属冲压材料	937
第二节	有色金属冲压材料	950

附录一	冲模术语	972
附录二	热处理名词术语	1000
附录三	部分国内外金属材料近似对照表	1004
附录四	国内冲压设备技术参数	1012

第一章 冲压件的设计

根据冲压生产多年积累的经验，冲压技术部门及一般冲压件生产者认为，冲压件要达到优化设计，必须满足以下几点要求：

- 1) 模具的经济性。应综合考虑模具能生产冲压件的最大数量和最低容许使用寿命期内的维修费用。
- 2) 在满足工作需要的前提下，最大限度地使用最廉价的冲压材料。
- 3) 具有最高的冲压效率。
- 4) 冲压件必须在形状、尺寸、强度、表面粗糙度、种类和实用等方面，始终满足用户的要求。

只有在更换产品，压机或模具需要维修的情况下才更换模具，否则既浪费资金，又浪费时间。因此，即便是模具设计草图，也应按以下程序进行分析研究。

第一节 一般的设计步骤

设计一个新的冲压件或组件，必须考虑下列几点：

- 1) 准确地确定冲压件的用途。
- 2) 更换或减少冲压件对特种材料、机械装置和尺寸等的不明确的或一般化的要求。
- 3) 设法使冲压件所有尺寸具有最理想的容许公差，使加工余量可以调整、以适应温度和压力的各种变化，以及在冲压件使用中所遇到的其它物理因素变化的要求。
- 4) 应定出冲压件与相连接零件的安装尺寸，标明所需槽孔、垫片和类似零件的定位尺寸。
- 5) 应考虑冲压件的重量，如果重量受限，可用冲掉多余材料的方法来减轻重量；或用较轻较薄的材料，冲出加强筋或凸台来增加强度，减轻重量。
- 6) 核算所有可能产生过大应力和过量磨损的危险承压点，使冲压件

能承受从模具中顶出、装箱、运输、跌落及热处理所产生的变形。

7) 如果需要进行高速冲压生产，应适当调整冲压件的尺寸，形状及表面粗糙度，以满足生产的要求。

8) 应弄清现有压机结构、装配条件及其它生产因素的局限性，改变冲压件的设计，以适应这些局限性。

第二节 冲压件的更新设计

当冲压件或组件生产一定时间以后，由于原设计不合理或市场对外观、功能及成本等提出了新的要求，为了适应这些变化，必须重新设计冲压件。尤其是当冲压模具磨损，不能满足冲压生产的需要时，更应考虑冲压件的重新设计。下面举出几个冲压件和模具优化设计的例子。

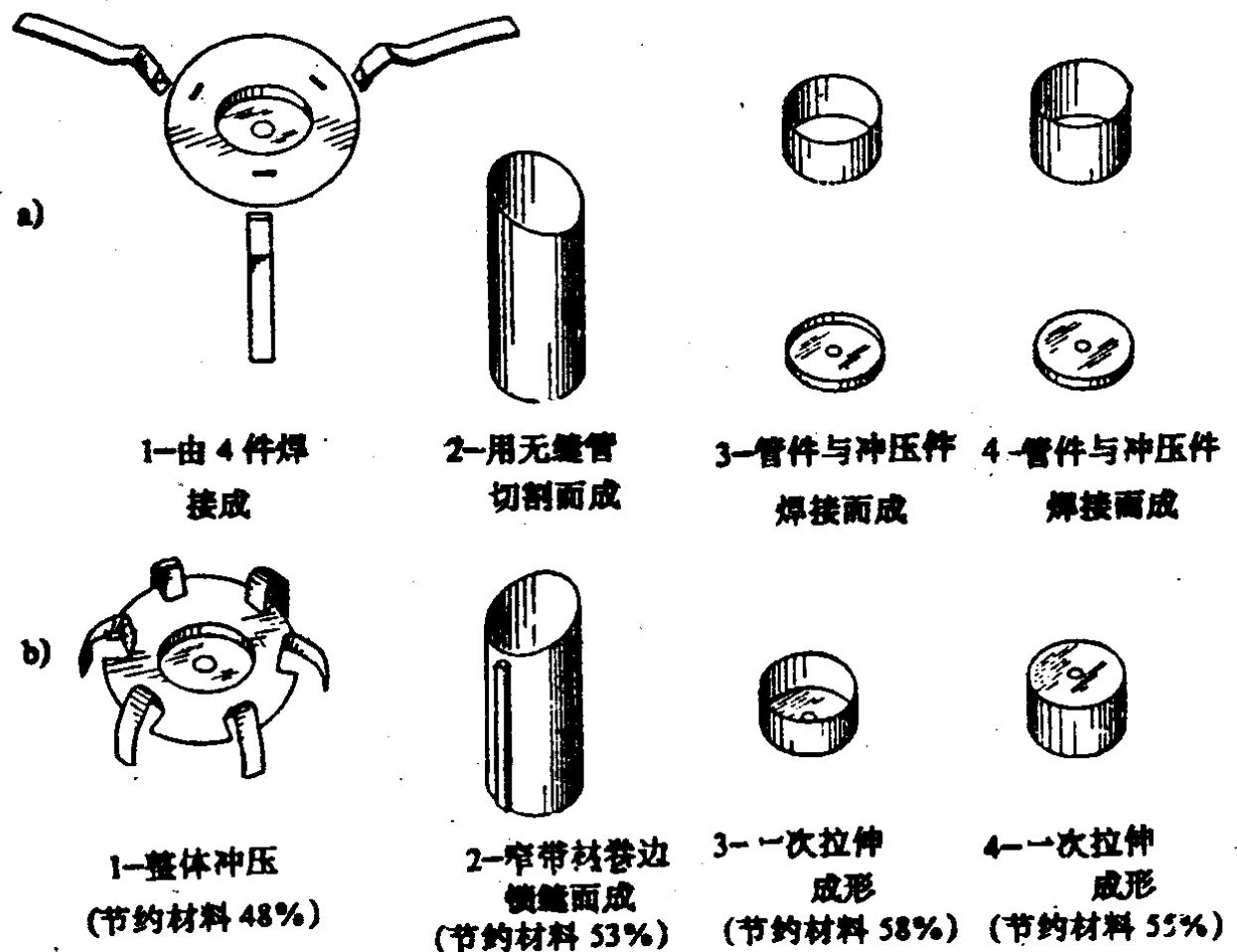


图 1-1 显像管电子枪零件

a) 原设计 b) 新设计

1. 电视机显像管的电子枪

图 1-1 所示为 4 个电子枪零件更新设计。改进设计后制造成本可节省 60~75% (a 图为原设计, b 图为新设计)

阳极 2 原设计用不锈钢管切割而成; 新设计采用窄条料卷边锁缝而成。栅极 3 和 4 原设计系先由管材切割成筒体, 筒体再分别与预成形的透镜盖焊接后封闭端头; 新设计则由板料整体拉伸而成。带凸缘的座圈 1 原由 4 个零件拼焊而成, 新设计采用卷材自动送料, 在六工位的级进模上冲压成形, 管脚增加到六个, 冲压速率达每分钟 75 次 (见图 1-2)。用不锈钢条料生产该座圈的流程包含六个工位: (1) 第一次预冲裁, 以便坯料在后继的拉伸工序中金属发生流动; (2) 中心部分拉伸成杯形; (3) 中心杯形第二次拉伸; (4) 完成六个管脚冲裁, 并冲出中心孔; (5) 中心部分成形校正; (6) 落料及最终成形。

这就消除了栅极上的焊接, 提高了座圈的加工精度。

2. 花板

(图 1-3a) 所示为花板的原设计, 供空气流动的孔, 采用常规的图形排列, 孔必须开得很小, 以减小后续成形工序中的变形 (在原设计中冲孔太多, 孔径过小, 密集的细小凸模必须承受冲孔时材料剪切所需的很高载荷)。由于受现有冲床能力的限制, 必须把多孔冲裁与周边落料两道工序分开。

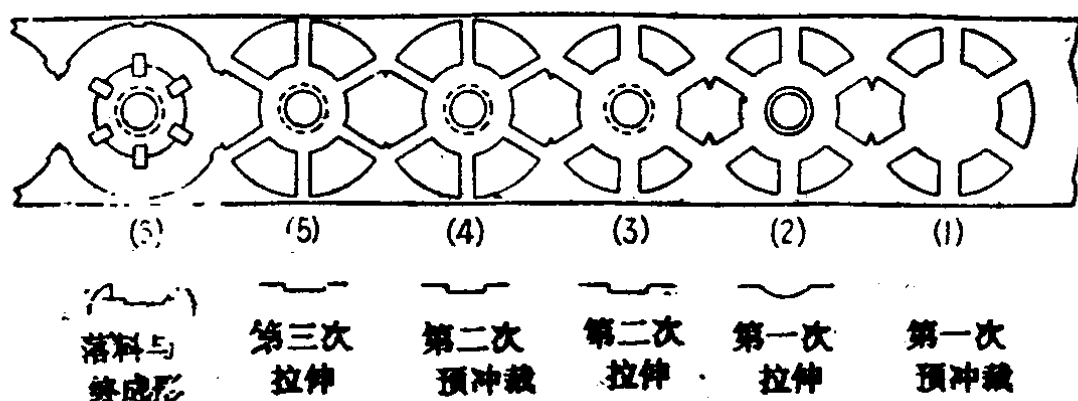


图 1-2 用经软化处理的细晶粒不锈钢带 ($0.25 \times 60\text{mm}$) 生产电子枪座圈的六工位级进模的带材加工工序

图 1-3b 所示为新设计的模具，使小孔的数量几乎减少了一半，加大孔径保证相同的空气流量，并在孔的布置时留出了压筋的位置（见图 1-3c。这样就能承受在后续拉伸工序中产生的很高应力。

较大尺寸的孔，可使孔的总周长减少 33%。由于把冲孔和落料两道工序，用一副简单的两工位级进模来完成，使两工序的剪切载荷不在同一瞬间出现，从而降低了剪切载荷。

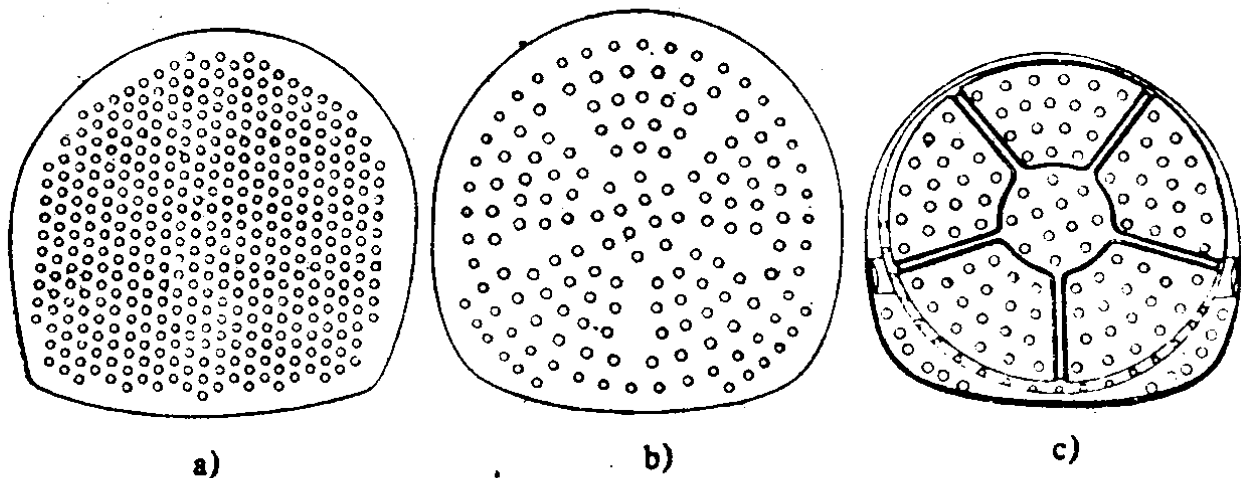


图 1-3 新设计的花板

a) 原设计 b) 新设计 c) 按新设计成形

新的设计使模具寿命提高 400%，模具成本约降低 50%，冲压车间每年直接或间接节约劳务费超过 5000 美元。

由上可知，一种冲压件或组件的设计改进可以带来很大的经济效益，应尽力考虑冲压件更新设计的可能性，以便降低模具费用。

图 1-4a 是一个铰链片，按常规设计，其铰链部分需要两道或更多的工序。新设计后（见图 1-4b），只把 a 图零件的弯曲部分（铰链销孔部位）作明显的改变，经两道工序就可制得，其模具费用约为零件 1 的一半。

再看图 1-4c，这是一个简单 U 形件的五种设计。件 1 是铸件，不仅很重而且加工费高；件 2 是用棒材轧制件与冲压件焊接而成，设计较好，但钻孔和焊接工序增加了费用；件 3 是一个好设计，把两件对称冲压件焊在一起；件 4 是用简单工序整体冲压而成，保证了孔的同心；件 5 可以说

是极简单的设计，无论在模具和生产方面都经济。

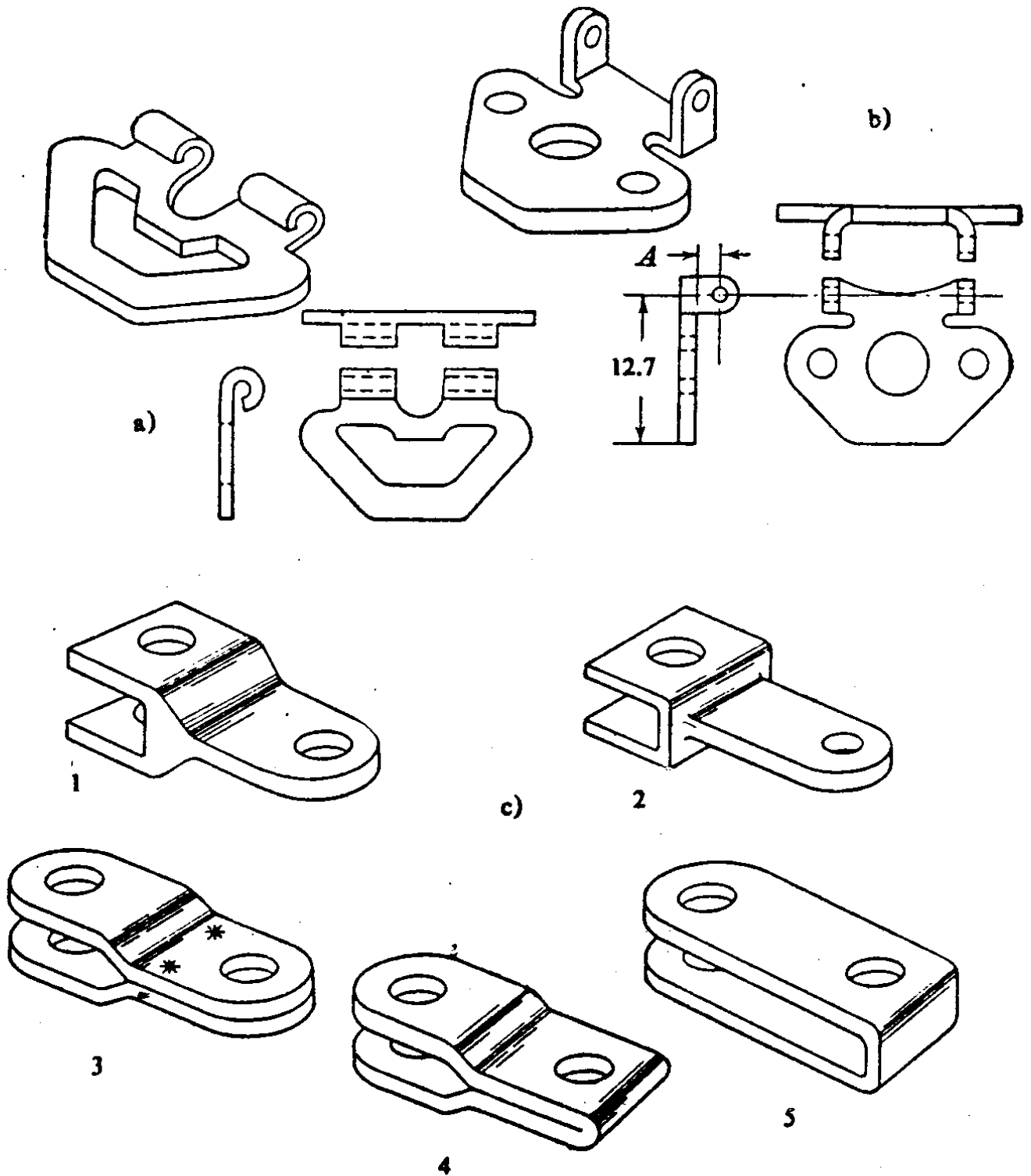


图 1-4 部分零件改进设计举例

第三节 设计中要充分利用原材料

1. 应对标准轧材有充分了解

冲压件的尺寸、形状、外观和预期用途一般已决定了冲压件材料的规

格尺寸。不过，对标准冲压轧材的分级、质量、型号、尺寸、物理状态以及可加工性有更深入的了解，并根据需要在一定的范围内进行优化选择，往往有助于获得最佳的模具设计和最高的冲压效率。

2. 已知材料面积求最大体积

可应用极大值或极小值的计算原理，确定体积一定的敞口的方形盒金属薄板料的最少需要量。图 1-5 所示的方盒，由一块长、宽皆为 a 的坯料成形，其体积为 $(x)(a-2x)^2$ ，当满足下列条件时，体积最大。

$$x = \frac{a}{6} \quad (1-1)$$

尽管四角要切掉 x^2 面积的板料，以便折叠，但在这种情况下，用料最少。

根据同样的原理，可确定体积一定，一端封闭，另一端留有切边余量，但筒端不加翻边的简单圆筒件的最少板材需要量。其计算公式为：

$$H = \frac{D}{2} \quad (1-2)$$

式中 H—筒高；
D—直径。

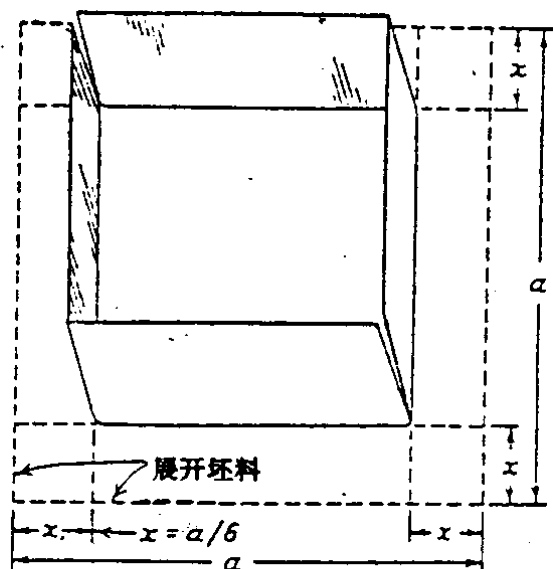


图 1-5 用板料压制方盒能获得最大体积的尺寸关系

3. 合理利用纤维组织

设计有凸片、系耳类的零件时，如果可能，凸片或系耳应尽量与金属纤维方向垂直（见图 1-6 的 3），否则成形时易发生断裂。一般宜把该类凸缘设计成相互平行，如图中（1）和（3）；或相互间夹角小于 45° （或大于 135° ）。如凸缘必须按互相垂直的方向成形，则其切口应与条料的纤维方向斜交，如图中（2），这样可使纤维组织在承受应力最大的部分保持连续。

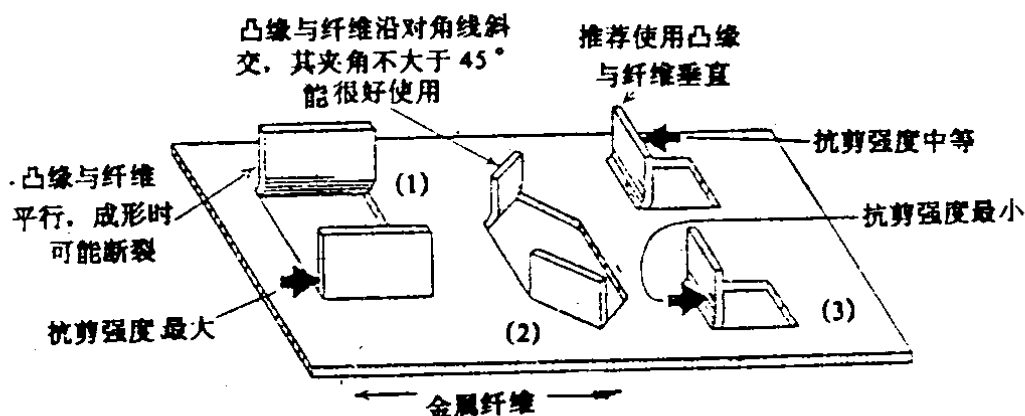


图 1-6 凸缘抗剪强度与纤维方向的关系（粗线箭头表示作用力方向）

如果凸缘的垂直面必须承受很大的推力，应将零件设计成使推力沿着引起剪力的方向（即凸缘成形时的弯曲方向，图 1-6（3）中的上图），而不应设计成使推力沿着将凸缘再弯回原所在平面的方向，（图 1-6（3）中的下图）。成形凸缘在两侧方向上抗剪强度最大（见图 1-6 的（1））。

4. 最少废料的产品设计

坯件排样是模具工程师最重要的工作，是进行设计时必须首先考虑的方面之一。

然而，常常会发现在不影响零件功能的前提下，只要稍加改变零件的设计，就可大大节省材料和模具费用（见图 1-7）

图 1-7a 中所示简单的两头带弯的冲压件，按原设计的排样，其材料利用率仅 62%，而且没有其它更有效的排样方法。经零件设计者与模具设计者之间协商，零件的新设计，只要保证零件必要的尺寸 A, B, C。

便可得出一个新的坯件排样，使材料的利用率接近 100%。

对于图 1-7b 所示零件，只要把坯件由单线排列改为交错排列，就可节约材料 14%。此外，试验表明，在不影响冲压件使用的前提下，把每片切掉约 1/3，其结果就比原来排样节约材料 32%。

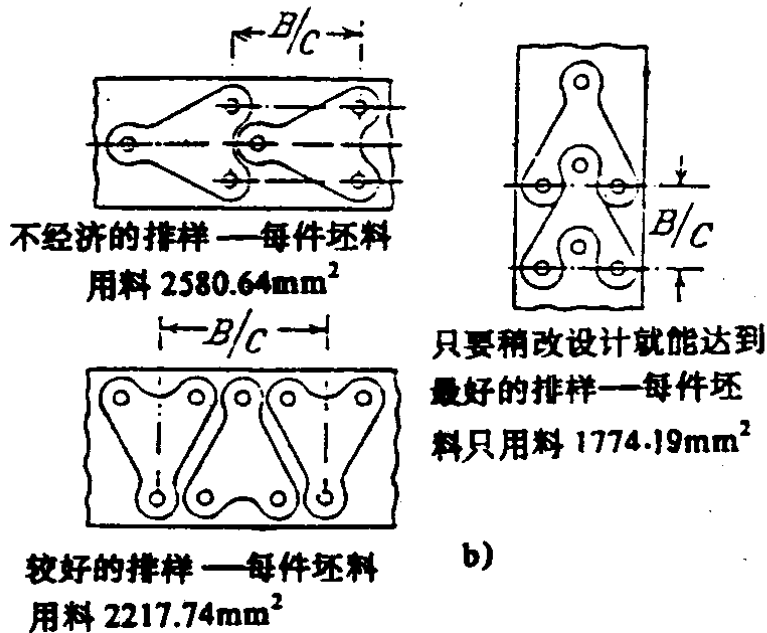
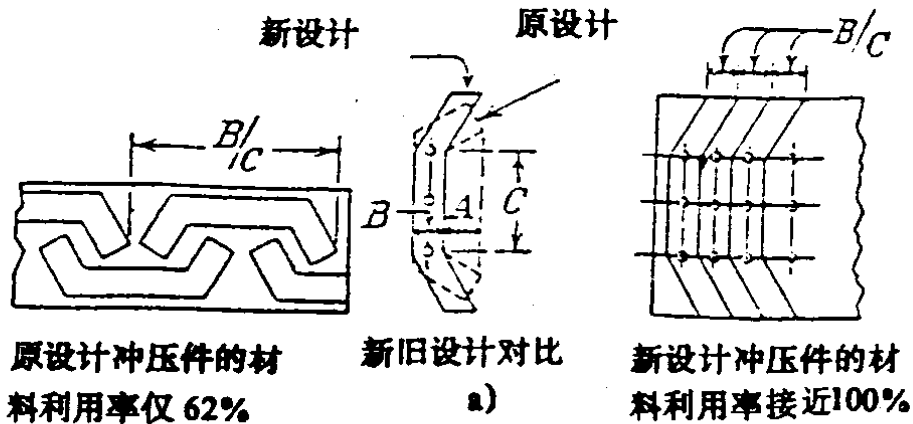


图 1-7 最少废料的坯件排样

检查冲压件的设计图样，看看能否切去其顶部、底部或侧面的某些边角或凸缘而无损于工件的强度或必要的焊接面，这是提高产品设计水平的一个好方法。图 1-8 所示实例说明，切去少许不必要的边角后，采用的条料便可窄许多。

一些产品设计表明，把零件改为两块组合制造，也可减少废料。

除了从宽度和长度方面节约材料以外，通常可用较薄的材料，适当采