

梁炳文 主编

板金冲压 工艺与 窍门

精选

(续集)

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



钣金冲压工艺与窍门精选

(续 集)

主 编	梁炳文	
编 者	梁钧台	陈文涛
	张 一	张 京
	卢 海	胡桂芬
	杜 颂	姚 维
	梁一琨	梁 莹



机械工业出版社

本书汇集了国内外出版的书刊中有关板金冲压的先进工艺与窍门,大部分以图为主,以简要说明为辅,即便是初学和初上岗的工作者,亦便于领会。本书对有经验的工作者,也可以减免在书海中的查阅之劳;对工厂和科研等单位,以及大专院校师生在课程设计选题诸方面都有参考价值。后面的附录相当于各集最后一章“图表与计算”的延续,因内容较多,故集中作为附录以便查找。本书对包括板金冲压在内的所有工种,在工装和车间建设中都是有用的。

图书在版编目(CIP)数据

板金冲压工艺与窍门精选:续集/梁炳文主编. —北京:
机械工业出版社, 2006.9
ISBN 7-111-20066-7

I. 板… II. 梁… III. 板材冲压-基本知识 IV. TG386.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 122651 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 刘彩英

责任编辑: 白刚 版式设计: 冉晓华 责任校对: 程俊巧

封面设计: 姚毅 责任印制: 洪汉军

北京京丰印刷厂印刷

2007 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·16 75 印张·412 千字

0 001—4 000 册

定价: 30.00 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) 68326294

编辑热线电话 (010) 68351729

封面无防伪标均为盗版

前 言

本集是继三集实用板金冲压图集和上下两集板金冲压工艺与窍门精选之后的第六集，也是最后一集，是由多位对这方面有爱好的编者，本着为国家在工业方面作出一些贡献的愿望，多方面查找有关板金工艺与窍门方面的资料，筛选汇编而成。这种工作开始时很顺利，有丰富的资料可供筛选编写成书。但随着岁月的增长，可供筛选的资料越来越少。以美国工程师月刊为例，早年每期有 10 多例可选，以后逐年减少，到现在一期只能查到一个或一个也查不到。编者们都认为，这种工作该适可而止，划个终止符了，本集是编者能够作到的最后一份贡献了。六集累计已收选有关资料约 8000 余例，涉及板金冲压各个方面，只要能够按需采用，都能够在改进产品质量，降低成本和提高劳动生产率诸方面起到立竿见影的效果。

最后编者们对广大读者多年来对选集的厚爱，在这里致以衷心的感谢。

目 录

前言

1 冲裁	1
1.1 冲裁窍门图例	1
1.2 冲切模	4
1.3 精密冲裁	6
2 剪裁	7
3 冲孔与冲槽	10
3.1 冲孔	10
3.2 冲槽	13
4 弯曲	14
4.1 一般弯曲工艺	14
4.2 压弯	20
4.3 绕弯和拉弯	21
4.4 滚弯与滚形	25
4.5 滑块弯曲模	33
5 拉深	37
5.1 常规拉深工艺	37
5.2 锥形件拉深工艺	47
5.3 变薄拉深	50
6 扩口与缩口	52
7 胀形	53
8 高能率成形	55
9 复合模	60
10 连续模	62
11 体积成形	67
12 钳工与工具	72
12.1 装配工作与工具	72
12.2 拆卸工作与工具	74
12.3 台虎钳和夹具	75
12.4 各种钳工工作与用具	76
13 模具构造与制造	82
13.1 模具构造	82
13.2 模具制造	86
14 进出件机构	89
14.1 进件和导向机构	89
14.2 出件机构	92

15 工具与夹具	93
15.1 工具	93
15.2 夹具	94
16 机件	97
17 压力机	104
17.1 机械压力机	104
17.2 液压机	108
18 搬运升降工具	116
19 技术安全	119
20 检测	121
21 图表与工艺计算	133
21.1 洛氏硬度与布氏硬度换算	133
21.2 筒形和凸缘拉深件的拉深系数 m 值	133
21.3 求杯形件和凸缘拉深件拉深系 数的线图	136
21.4 确定旋转体拉深件板料半径的 双曲线算式	138
21.5 确定多台阶旋转体拉深件板料 半径的双曲线算式	140
21.6 求多台阶旋转体拉深件板料半 径的作图法	141
21.7 根据最大均匀应要求拉深系数 极限值与许用值的线图	142
21.8 根据常用几种应力应变关系确 定金属强化指数 n 与极限拉深系 数 m_k 等有关的七个问题	143
21.9 求算不规则拉深件展开板料的 模拟理论	157
21.10 板金件圆角半径校形	160
21.11 板金压窝工艺的分析与试验	165
21.12 冲裁力学与工艺	178
21.13 橡皮压制时凸弯边失稳的理论 与试验	203
21.14 根据变形增量分阶段变张力的 钢丝缠绕机架算法	210
21.15 衬套以过盈配合压入钢外套内	

的计算式和线图	219	和在 a 点受集中载荷 P 时端头	
21.16 用计算机编程确定两个板金桶		位移的线图	222
件交插板料形状的方法	220	21.19 求二项式答数用的线图	222
21.17 求等剖面悬臂梁在匀布载荷下		22 拾遗	224
外端位移 y 的线图	221	23 附录	229
21.18 求等剖面悬臂梁在 a 点受弯矩 M		参考文献	261

1 冲 裁

1.1 冲裁窍门图例

图 1.1-1 是在冲裁中对无搭腰条料的导正方法。切边工步 1 将部分搭边切掉后，后面留下的搭边有向内收缩的倾向，从而影响下一个冲裁件的尺寸。解决方法是在模具上固定两个螺栓 2，除起导正作用外，还可以防止搭边向内收缩。[1]

图 1.1-2 是避免凸模啃伤凹模的方法。在冲裁中废料介介入凸模与凹模之间，使得凸模端头偏移啃伤凹模。避免方法是使凸模 2 有个尖刃后跟 3 先进入凹模 1，除切下毛刺外，还起导向作用，接着由另一边切下废料 4。[1]

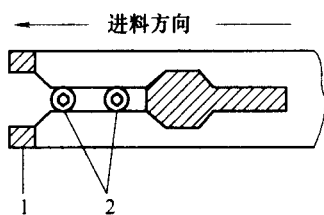


图 1.1-1

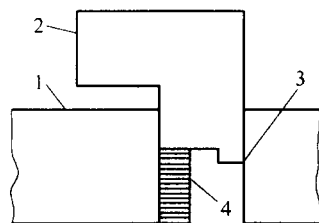


图 1.1-2

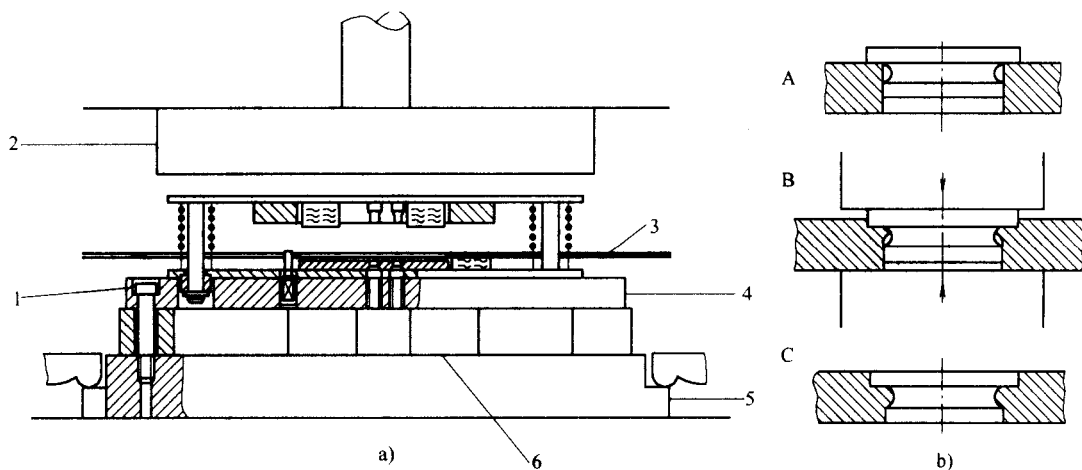


图 1.1-3

图 1.1-3 是小批量生产用的冲裁模。产量不超过 5000 件的小批量冲裁件，可用图 a 所示简易冲裁-冲孔复合模，用橡胶卸件。上下模用弹簧和导向销连接在一起，用几个平行支承块 6 和螺栓 1 固定在下模板 5 上，图中有为条料 3 定位的定料销，由冲头下的大平板 2 施加

冲击力。图中有凸模定位板 4 和下模板 5。图 b 是在简易模具中，可用铝板作为凹模夹板，将凹模直接压入夹板内，过程如 A、B、C 所示。[1]

图 1.1-4 是拉深件修边模。图 a 是对筒形和矩形件修边的模具初始状态，由上模块 7 轻压在工件 11 上。图 b 是机床轴 3 下面的偏心曲拐 2 在转动中使修边凸模 1 向左推动修边凸模修工件左边的情形。在转动中还会接着将拉深件整个余料修掉。图 e 是曲拐 2 详图，下端 12 呈短圆轴状。图 c 是为了在修边中将拉深件紧压在顶件板 13 上，在内面加一块橡胶 15。图 d 是对由芯子 14 定位的翻边件 16 修边时用橡胶环 18 压件的情况，图中有垫板 17。图 f 是对斜底拉深件 19 修边时，内部装一个与其适配的压件块 20 的情况。图中有中线 4、轴承 6 和与曲拐配合的环 5。[2]

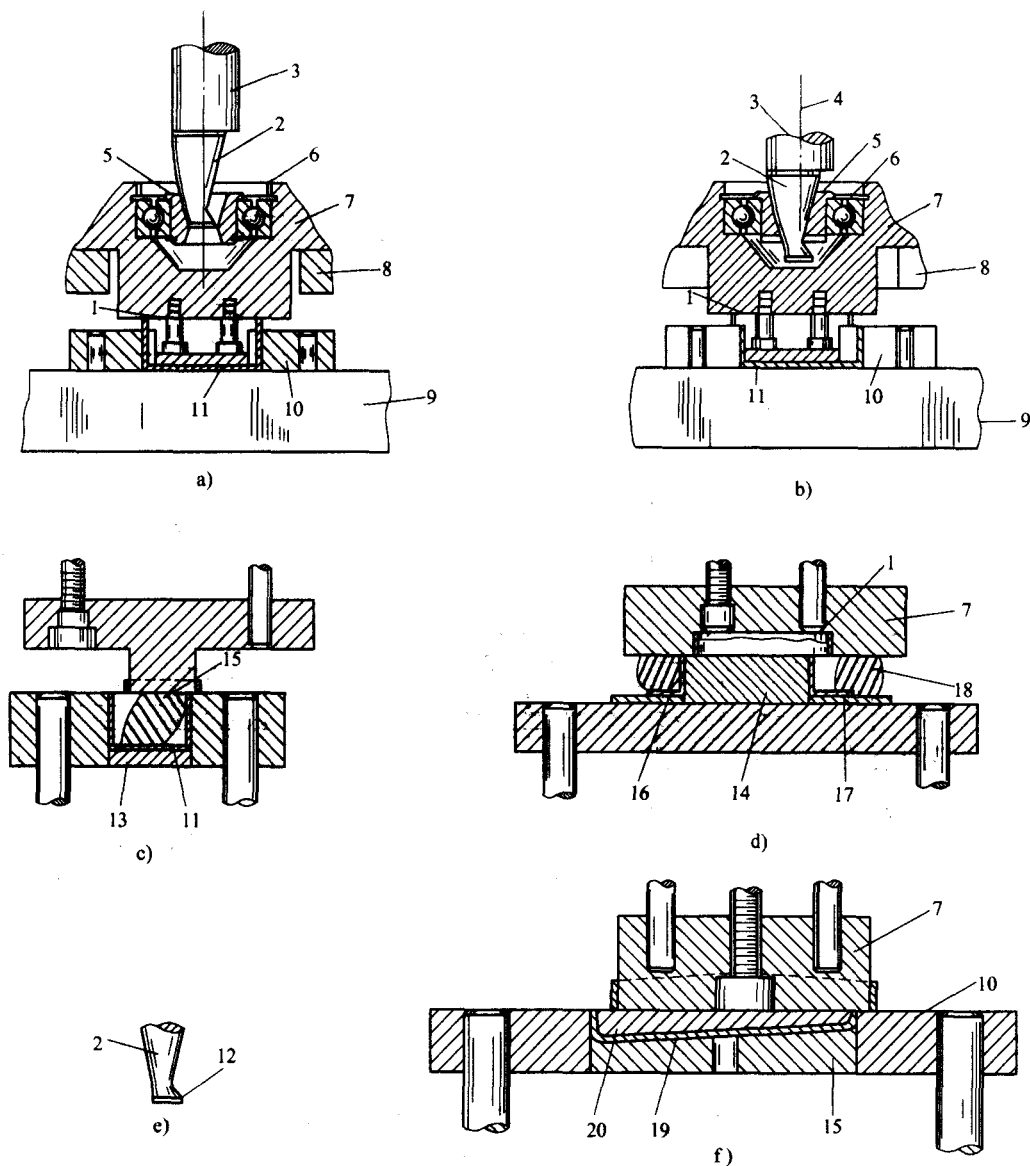


图 1.1-4

图 1.1-5 是尖齿件的冲裁方法。具有尖齿的板件 1，是在条料 3 上用四个工步冲裁成形的。在工步 (1) 冲四角的小孔；在工步 (2)，用三齿凸模和相应的凹模冲三个齿；在工步 (3) 冲剩下的两个齿；在工步 (4) 冲裁落件。利用四个小孔之中的两个孔作为定料销定位之用。由于只在一边有冲裁力，凸模 2 须有后跟防止条料偏移。4 为落料凹模。[3]

图 1.1-6 是冲压排件方法。在冲压中，板件 1 常常贴在下模 4 面上，用吹风方法不能使其排出模具。可在上模固定一个杆 3，下端铰接一个排件钩 2，当其伸入下模孔内时，钩 2 压缩弹簧进入孔内，上模上行时，在弹簧压力下钩以其尖端将板件抬起，接着由吹风将板件排出模具。[3]

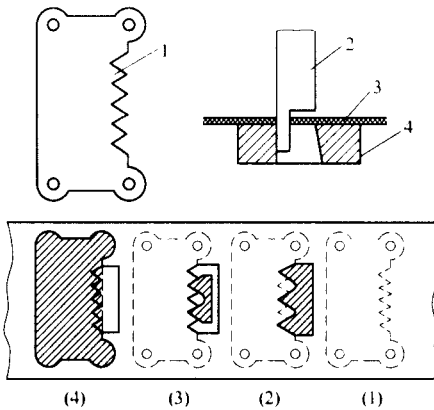


图 1.1-5

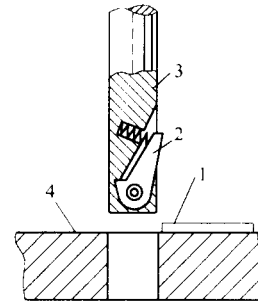


图 1.1-6

图 1.1-7 是利用样板冲裁板件的装置。将样板 4 用销子定位到板料 3 上，将样板一边靠在冲裁凸模 5 上，凸模另一边凸出高度 A 作为导向并平衡侧压力，裁下工件后由导柱上的弹簧 6 将凸模恢复到原始高度。冲头（未示）只是对凸模进行冲击，与模具没有连系。图中有下模围板 7、凸模导板 2 和安全罩 1。[1]

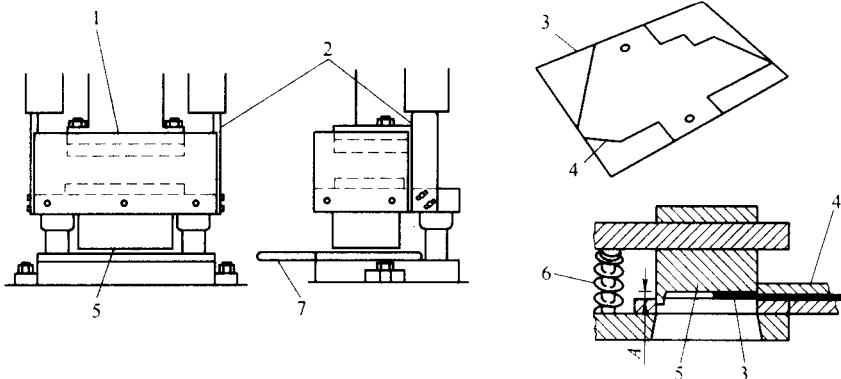


图 1.1-7

图 1.1-8 是冲裁抬件方法。上模下行时，固定在上模板 4 竖杆 3 下端的抬件板条 1 折转

到板件 5 下面 (图 a)。上模上行时, 用弹簧 2 恢复到水平位置的板条将板件抬离下模 (图 b)。

图 1.1-9 是对形状复杂件的冲裁方法。冲裁形状复杂如图示板件, 排废料困难, 容易损伤模具。改进方法是先用比冲裁凸模短 1.2mm 有刃边的凸模冲出沿边印痕, 再用正常凸模下料。

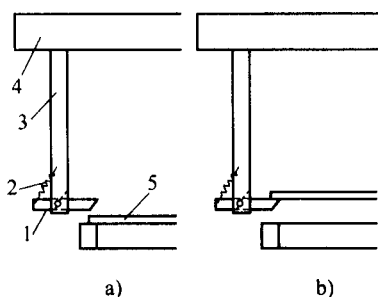


图 1.1-8

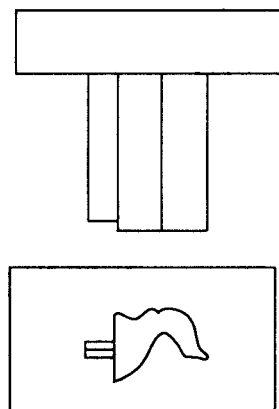


图 1.1-9

1.2 冲切模

图 1.2-1 是手工冲切小件的装置。由工具钢加工的上模 3 和下模 4 用螺栓和销子夹紧在一起, 钻螺纹孔和销子孔与作为凹模的 $\phi 3 \sim \phi 12\text{mm}$ 孔后, 淬火重新磨光上下面, 再装配到

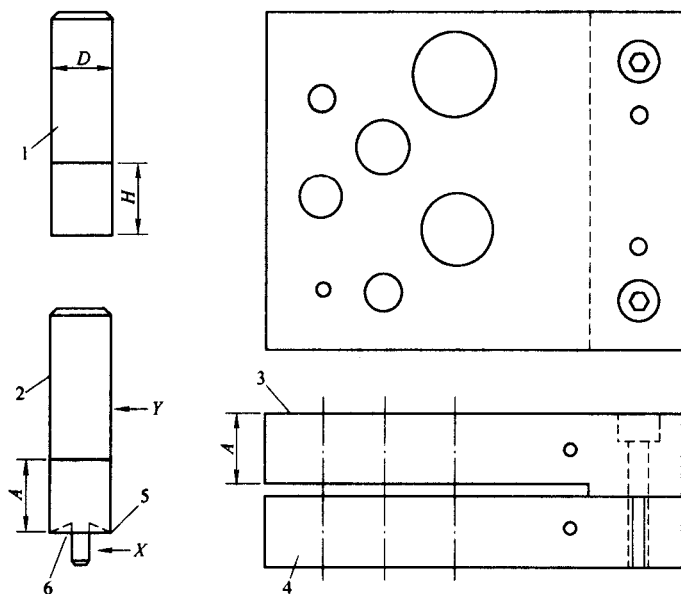


图 1.2-1

一起。将板料伸入两板之间的缝内，用销子 1 作为凸模通过上板相应的孔，对板料冲孔或冲切圆片。销子下部的高度 H 比上板厚度略大一些，上部直径 D 比下部小 0.12mm ，以便于从下板孔内落下。下图是冲垫片的销子 2，中间有一个小直径凸出部分 X ，外围挖槽 6，形成尖刃 5，先由小直径部分 X 冲小孔，接着由有刃边的外圆冲下一个垫片。销子上部直径 Y 略小些，以便从下板落下。[1]

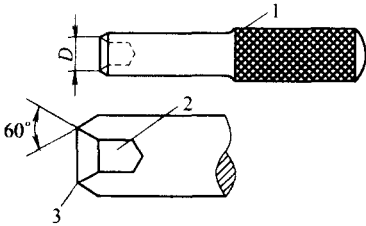


图 1.2-2

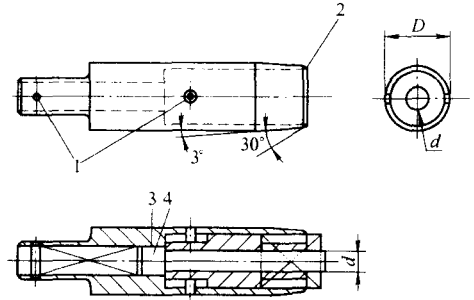


图 1.2-3

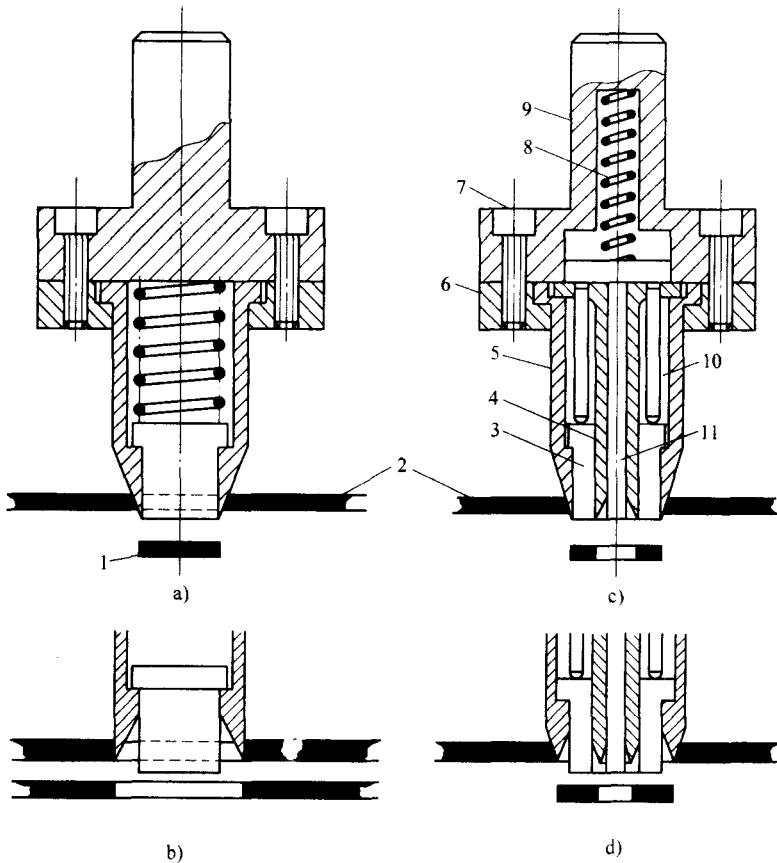


图 1.2-4

图 1.2-2 是冲裁薄垫片用的手打模。图示是冲切厚 $0.04 \sim 0.5\text{mm}$ 钢和黄铜板用的手打模，刃边 3 有便于将废料自动落下的 60° 角度，内有一小段盲孔 2 和滚花手柄 1，在酚醛电木上冲切薄垫片比较理想。[1]

图 1.2-3 是用于厚板的冲切模。对一般薄板用锤子打击冲切模是常用的方法，但对厚板，压力小切不下来，压力大又会使裁件变形。图示冲切模是装在钻卡头上，一面旋转，一面下压，可得到规矩的冲切件。图示冲切模内有在弹簧支持下的凸模裁直径为 d 的内孔，压力略微增加，由外刃 2 冲切垫圈外圆直径 D 。图中有限位销 1 和冲孔凸模在后端孔 3 内滑合的导向部分 4。[4]

图 1.2-4 是四种冲切模形式。冲切模用来冲切橡胶、石棉、皮革、纸、织物等软材料，有较小的切削角。图 a 所示冲切模工作部分从上到下向内倾斜，裁件或废料有笔直的外边，由弹簧作用的推件活塞将工件或废料 1 推出模具，刃角一般为 20° ，而对皮革、软木和波纹纸可以是 $16^\circ \sim 18^\circ$ ，材料越厚，角度越小。图 b 是冲孔模。图 c 是冲切圆环用的冲切模，在工件外边上刃向内倾斜，内面的冲孔刃边向外倾斜，卸件弹簧是通过销子起作用的。图 d 所示裁件冲孔模用来对软板金冲切环形件，而对于硬橡胶，凸模内外刃都是斜角。另外，对于硬橡胶，切削角要小些，每边只有 $8^\circ \sim 12^\circ$ ；这种模具装在机动偏心上或脚踏冲床上，凸模材料是油淬工具钢，硬度约为 54HRC 或 55HRC。垫板一般用硬木纤维板或涂巴氏合金的钢板，以免损伤凸模刃口。图中有板料 2、推件环 3、内刃 4、外刃 5、模板 6、螺栓 7、压料弹簧 8 和杆 11、模柄 9、推件销 10。

1.3 精密冲裁

图 1.3-1a 是精密冲裁过程：I 是开始状态；II 是凸模周边有刃压边圈压向板料，由刃角限制材料流动；III 是凸模克服板料下面顶销反压力切下裁件。IV 是凸模离开板料，顶销将裁件顶出凹模。图 b 为刃角详图。[8]

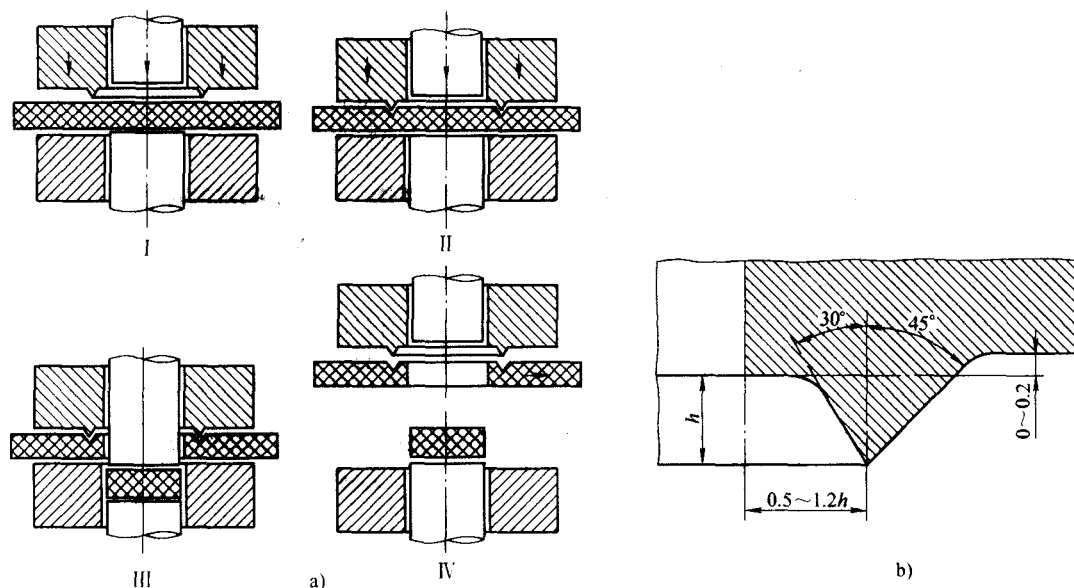


图 1.3-1

2 剪 裁

图 2-1 是用配重使板料转动剪切外圆和内孔的方法。将带 3 用接头 2 绕在厚板件 1 的外圆上，用配重（未示）在滑轮 4 上使板料处于转动中，由带锯 5 通过支臂 6 的槽锯下工件外圆或内孔。板料可以是非圆形的。锯到最后，用手把持配重，以免锯过头。[1]

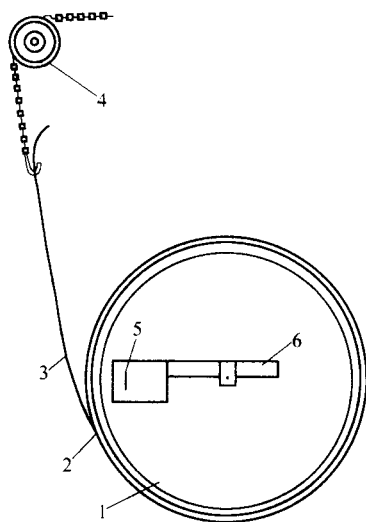


图 2-1

图 2-2 是冲击一次将矩形拉深件四边全部剪修的修边模。对矩形拉深件四边经过几次修边，很难达到平齐要求，图示是冲击一次就可以将四边剪齐的模具。工件装在心轴 4 上，冲头下行时，左楔形件 6 推动左边滑块 3 上的刃模 5 向内剪齐矩形件左侧端头。上模继续下行，左弹簧 1 将滑块 3 带动左刃模离开工件，右侧楔形件 6 接着推动右滑块上的刃模对工件右侧进行剪修。上模上行时，由推件杆 7 将工件推出模具。滑块外侧有止动件 2，心轴固定在支承 8 上。[1]

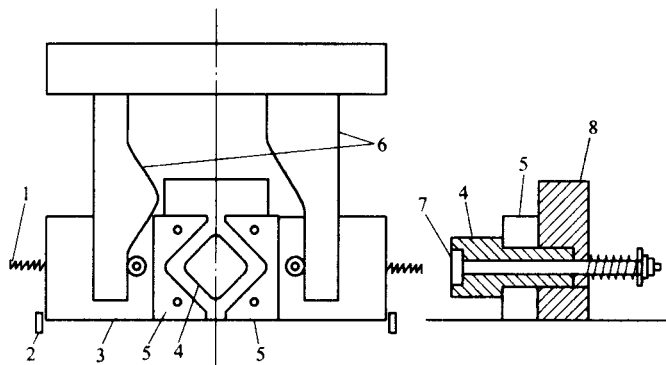


图 2-2

图 2-3 是一次截两个工件的模具。条料在模块 A 上的固定卸料板 D 内送抵模块 B 外边的挡块 E，凸模 F 下行，截下两块工件 W，一个在模块 A 与 B 之间落下，另一个沿模块 B 的斜坡落下。[1]

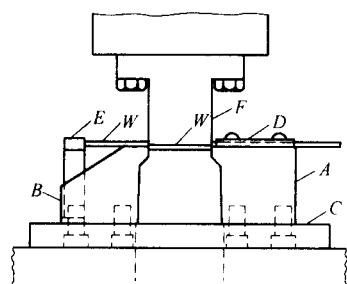


图 2-3

图 2-4 是将线材截成一定长度的装置。这是将直径 2mm 左右的线材截成一定长度的装置，筒形凹模 2 固定在底座 6 上，内有转速为 100r/min 的截断转子 1。凹模一侧有直径不同的孔，线材 4 通过相应的孔送抵转子内挡头 5、3，由转子 1 一边的刃将其截断。另外，还有两个直径相同的孔，一个磨损后可用另一个孔，同时也更换了挡头的挡料位置。[1]

图 2-5 是长杆刻槽剪断装置。长杆 13 由轴承 5 内的主轴 2 孔内送到挡料螺栓 14，冲头下行，由压料杆 9 将 13 压在支承块 12 上，不使其转动。主轴 2 由滑车 4 带动。主轴大端外圆上有偏心夹 6，使衬套 7 向右移动，其斜孔压在转动中斜孔压迫切槽刀 15 逐渐向下运动，在杆上刻出环槽。同时，切断刀 8 下行，在支承块 12 上的嵌入刀片 10 将长杆切下有槽杆件 11。图中有底板 1 和轴承 3。[1]

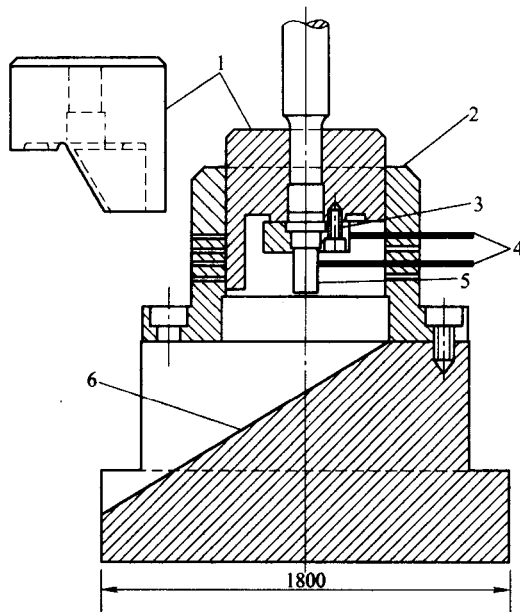


图 2-4

图 2-6 是不用机床剪切非金属板的方法。非金属匣子 1 的展开板料，是用厚 6mm 的钢板 2 下面的钢带模 3 切出的。将非金属板 4 放在厚 6mm 的钢板 6 上的聚碳酸酯板 5 上，上模压在板料上后，通过工件有孔处拧紧螺栓 7 上面的螺母，就可以将工件外形切下来。剪切几百个工件只需几个小时。在工件折弯处用不尖锐的钢带压出印痕，可以方便地将其折弯成匣子。[1]

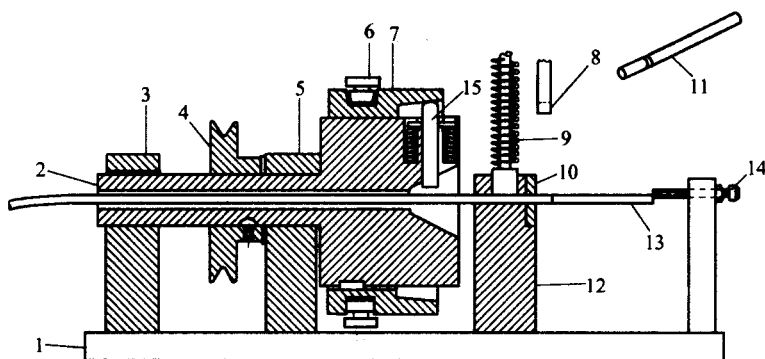


图 2-5

图 2-7 是用高压水切割塑料板的方法。用 $150000 \sim 200000 \text{ lbf/in}^2$ ($1 \text{ lbf/in}^2 = 6894.76 \text{ Pa}$) 的高压喷水枪切割塑料板，是产生很少废料的方法。刚打开阀门时，塑料会产生裂纹和飞沫，以后就不再有这种现象。压强低于 20000 lbf/in^2 时，聚苯乙烯会碎裂；对于聚氯乙烯，压强介于 $10000 \sim 80000 \text{ lbf/in}^2$ 之间；对于丙烯酸塑料，压强介于 $20000 \sim 70000 \text{ lbf/in}^2$ 之间。压强越高，需要的能量越多。压强太低时，不会产生切割作用。一般需要的压强相当于材料抗压强度的 1.5 倍，超过这个数值将消耗更多能量。用高的压强可以缩短切割时间，因而不会浪费很多能量。[5]

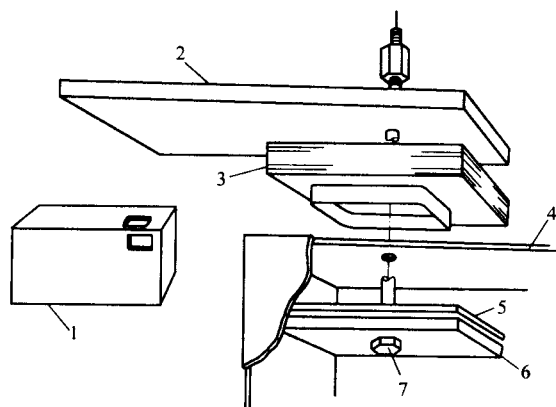


图 2-6

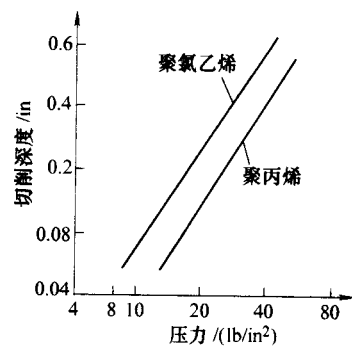


图 2-7

3 冲孔与冲槽

3.1 冲孔

图 3.1-1 是冲孔模标准化设想。图 a 是销孔，图 b 是螺纹孔，图 c 是柱通过的孔，图 d 是铆钉孔，图 e 是通过杆棒有间隙的孔，图 f 是螺钉自攻螺纹的孔，图 g 是对厚 1mm 左右的板料冲孔后自攻螺纹的螺栓孔。对于这些用途，都可以根据标准销子、杆棒和螺栓等，定出冲孔模自己的标准。标准化的好处是简化设计工作，节约模具加工费用，提高生产率，缩小工具库规模，便于采用和存储。[6]

图 3.1-2 是可调孔距的冲孔模。定料销 3 安装在滑块 4 上，可用丝杠 2 调节左右位置，用其变更定料销与冲孔凸模 5 之间的孔距 L 。这样，用一个冲孔模就可以在宽度相同的条料上冲出不同的孔距。图中有滑块 4、在两个位置的紧固螺栓 1 和凸模夹板 6。[3]

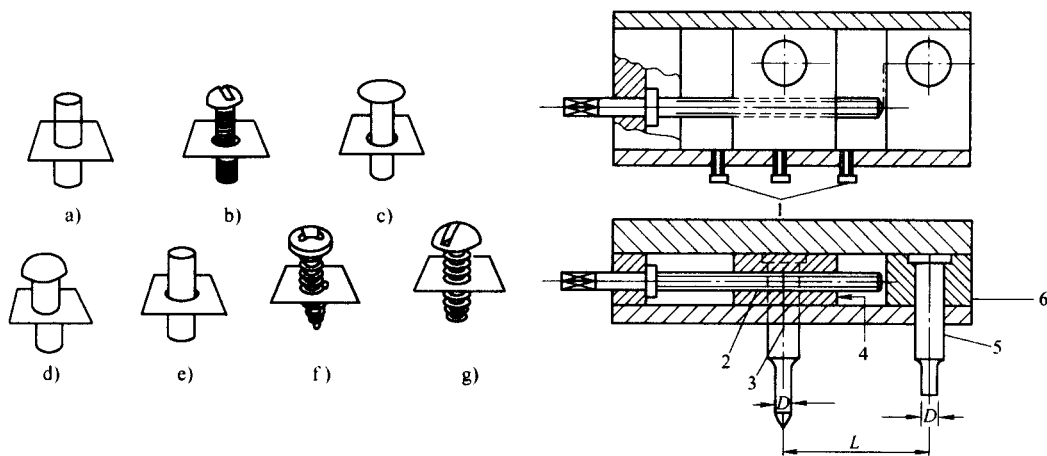


图 3.1-1

图 3.1-2

图 3.1-3 是可以冲不同孔距的模具。图示多孔冲孔模可以迅速拆装，用来冲不同孔距的工件。几个凹模 3（图示两个）用间隔块 2 确定孔距，用楔形夹紧块 1 紧固到 U 形件 5 的槽内，U 形件固定在下模板上。当板件相同而孔距不同时，只须更换间隔块 2。弹簧作用的顶销 4 是为了便于装配凹模和间隔块，真正起紧固作用的是夹紧块 1。[1]

图 3.1-4 是冲孔废料的利用。如果冲孔废料形状略加改变可作为另一种板件的板料，最好在零件设计时就考虑到这一点。图 a 所示板件 1 的冲孔废料 2，即是可以利用的例子。图 b 是冲裁板件 1 的复合模。[1]

图 3.1-5 是冲孔凸模排废料销。对凸模 4 端孔攻螺纹，塞入弹簧和大头销 1，拧上螺纹塞 2，用销子起排除冲孔废料的作用。修磨凸模时，拧下塞子，取出销子和弹簧。3 为凹模。[1]

图 3.1-6 是冲孔裁板的改进方法。一般在冲孔裁板中, 常用目视方法决定轮廓线上的孔距, 既费时、费眼力, 又不准确。图示改进方法是加工一个矩形钢块 3, 在中线上钻一个到边缘有一定距离的孔, 下料时将销子 2 通过定距孔插入板料 4 已钻好的孔内, 将钢块侧面上的钻头对准已划的线 1 作为钻模下钻。钢块外侧可加个短磁棒, 以防止摆动。[1]

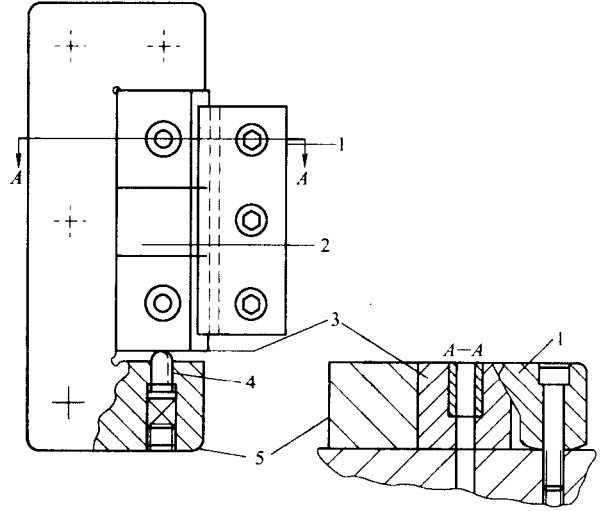


图 3.1-3

图 3.1-7 是激光冲孔方法。用聚焦的激光可以对任何材料冲任何形状的孔, 不受材料强度、硬度和孔大小与形状的限制, 也是个干净的冲孔方法。图示未聚焦的激光束 3 在活动冲头 2 内经过透镜 4 聚光后由锥口 1 射出, 在板料 7 上冲出一一般冲模冲不出的小孔。对于厚 1mm 的钢板可以 10m/min 的速度进行冲切。图中有冲下的废料箱 8、辅助瓦斯 5 和滚轮 6。[1]

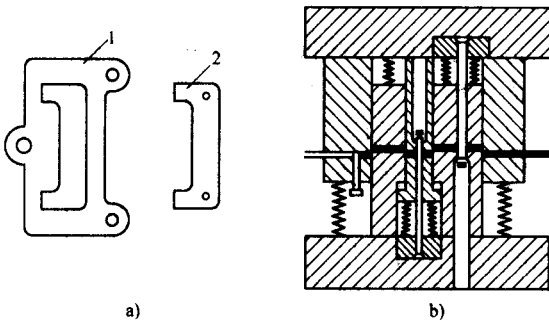


图 3.1-4

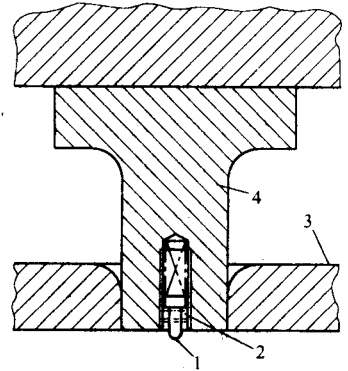


图 3.1-5

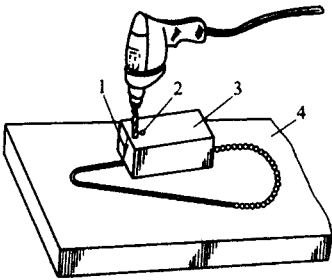


图 3.1-6

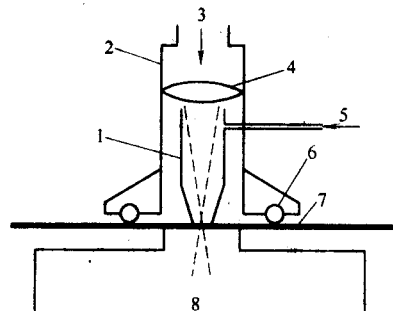


图 3.1-7