

冷冲压模具 应用与设计入门

傅尚仁 著



*Lengchongya Moju Yingyong
yu Sheji Rumen*

广东科技出版社

冷冲压模具应用与设计入门

傅尚仁 著

广东科技出版社
广 州

图书在版编目 (CIP) 数据

冷冲压模具应用与设计入门/傅尚仁著. —广州: 广东
科技出版社, 2004.1

ISBN 7-5359-3463-3

I. 冷… II. 傅… III. 冷冲模-设计 IV. TG 385.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 079760 号

出版发行: 广东科技出版社

(广州市环市东路水荫路 11 号 邮码: 510075)

E-mail: gdkjzbb@21cn.com

http: //www.gdstp.com.cn

经 销: 广东新华发行集团

印 刷: 广州市穗彩彩印厂

(广州石溪富全街 18 号 邮码: 510288)

规 格: 787mm×1092mm 1/16 印张 5.25 字数 110 千

版 次: 2004 年 1 月第 1 版

2004 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 1~5000 册

定 价: 10.00 元

如发现因印装质量问题影响阅读, 请与承印厂联系调换。

前 言

本书为技术工业学校、职业技术培训学校、大专院校，以及从事冷冲压模具设计、模具制造专业科（系）的学生和企业技术人员、技工而编写。

对初学者，通过本书的学习，可以快捷地了解冷冲压模具的概念，加深对模具的认识，从事简单的模具设计。

对模具设计和制造者，这里选择介绍了几十种模具，以开拓新的设计结构思路。同时提供了一些表格、数据、参数和计算公式、计算方法，以方便设计师和制造技工应用。

本书还探讨了如下问题：有关使用设备的选择，冲床吨位的计算，生产批量大小的决定，生产运作过程中所出现问题的处理，模具使用过程中刃口的修磨，损坏零件的更换，如何延长模具使用寿命，减少冲裁力，级进组合多工序模具，以及冷冲压发展前景与世界先进工艺的差距，等等。

由于知识水平有限，本书难免有缺点和错误，诚然希望读者批评指正。

编 者
2003 年 9 月

目 录

第一章 材料局部破坏塑性变形的单工序模具

1. 切断模	(1)	9. 弯曲模	(11)
2. 冲裁模	(2)	10. 卷边及卷铰链模	(16)
3. 冲孔模	(3)	11. 压延模	(19)
4. 切口模	(6)	12. 冷挤模	(27)
5. 剖切模	(7)	13. 压印模	(30)
6. 整修模	(8)	14. 墩粗模	(31)
7. 切边模	(9)	15. 冷压连接模	(31)
8. 裁切模	(10)		

第二章 材料局部破坏的变形及塑性变形组合工序的复合模具

1. 冲裁打孔复合模	(32)	7. 冲裁、弯曲、拉伸组合模	(38)
2. 冲裁压花压印复合模	(35)	8. 芯棒弯曲模	(38)
3. 冲裁整修复合模	(36)	9. 冲裁压延(拉伸)翻孔复合模 ...	(39)
4. 冲裁弯形复合模	(37)	10. 冲裁冲孔压延复合模	(40)
5. 切断弯形模	(37)	11. 冲裁压延修边模	(41)
6. 切口弯形模	(37)	12. 冲裁压延压形模	(41)

第三章 材料局部破坏变形及塑性变形组合工序的连续级进模

1. 冲孔落料级进模	(42)	11. 切外缘冲孔切断弯形冲凸模	(47)
2. 冲孔切断级进模	(42)	12. 冲孔切断弯形模	(48)
3. 冲孔压形冲裁模	(43)	13. 弯曲冲孔切断弯形模	(48)
4. 冲孔冲裁修边级进模	(43)	14. 弯曲件多排级进模	(49)
5. 垫圈多件级进模	(44)	15. 连续压延拉伸冲裁模	(49)
6. 切边弯形切断模	(45)	16. 冲裁压延冲孔模	(50)
7. 切口弯形切断模	(45)	17. 并块模具	(50)
8. 切口弯形落料模	(46)	18. 模具中嵌件镶套	(53)
9. 冲孔冲裁弯形切断级进模	(47)	19. 减少冲裁力的模具	(53)
10. 切边冲孔弯曲弯形切断级进模	(47)		

第四章 模具的设计

1. 冲裁力	(55)	2. 模具压力中心	(57)
--------------	------	-----------------	------

3. 下模强度计算及下模的选择 (58)

4. 下模、脱料板螺孔销孔间的距离
..... (58)

5. 冲裁间隙 (59)

6. 阴模的最小壁厚 (63)

7. 模具各部件强度及热处理要求 ... (63)

8. 冲裁条料的搭边 (64)

9. 复合模制件的结构极限 (68)

10. 模具实例 (68)

编后记 (72)

附录 (75)

第一章 材料局部破坏塑性变形的 单工序模具

1. 切断模

用切断模具来分离材料，是使用材料最经济的一种方法。

选这种结构模具，用切断来分离材料，首先要掌握零件的精度要求和零件使用的情况。因为截面是斜的，材料宽度有公差，送料时进入导板中有间隙，故切断半圆弧不对称。

这种结构模具制造方便，成本低，使用方便，特别是磨刃口模具维修方便。调整图 1-1 中定位板 13，可调节冲件任意图纸要求的尺寸。一般不十分精密的零件，可以用切断模。

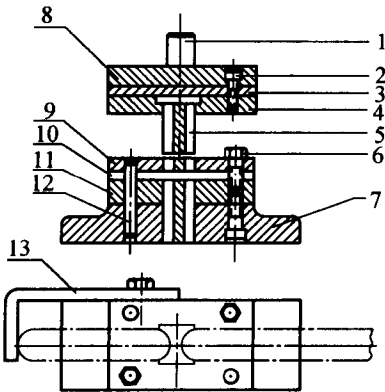


图 1-1

1. 模柄；2. 内六角螺钉；3. 垫板；4. 保持板；5. 冲头；6. 六角螺钉；7. 下模座；8. 上模座；9. 脱料板；10. 导板；11. 下模；12. 销钉；13. 定位板

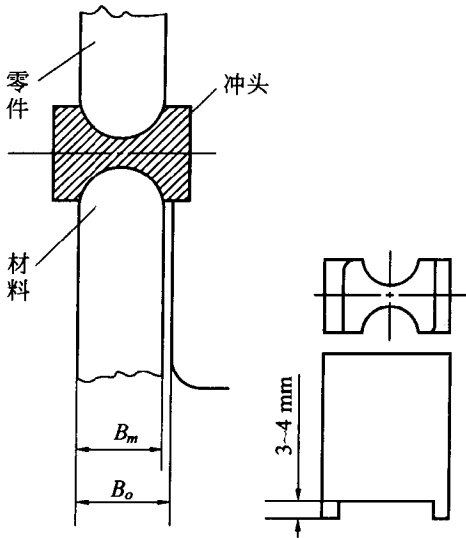


图 1-2

模具结构简单（如图 1-1），在钳工加工冲头和上下模时，大部分机械化，磨床加工，线切割都容易达到图纸的精度要求。

有关零件圆弧两端形状冲击是否对称，这由钳工装配技术条件决定的。公差 $B_o - B_m$ 应均匀留在两侧，这样相对的圆弧端成形会好一些。

这类切断模可选用有导柱模架也可以不用模架，在使用过程中，在冲床上，先装好上模，再对好下模间隙，同时紧固下模座压板螺钉调整冲程，上模镶入下模 0.5mm 即

可切断材料。这时冲头导向部分已进入下模 3~4mm，冲头导向部分端面要有圆角半径 R_1 ，下模相应也要有 R_1 这样有好处，长期使用下模不容易移动，保障上模下模刃口不被损坏。否则大批量生产，切断过程中，分力震动下模很容易移动，从而损伤刃口，使零件出毛刺，模具就需要磨刀口，影响生产效率和质量。

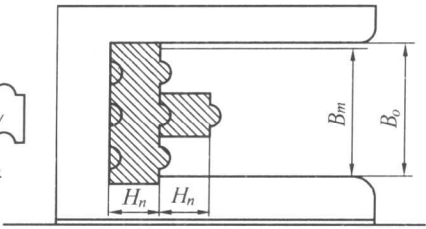


图 1-3

在中小型企业中，没有联合冲剪机的情况下，选用这种切断模最为合适。

当然，对板料厚度 $S \leq 3\text{mm}$ ，亦可以多排切断，如图 1-3 所示。也可以切断棒料、角钢、型钢、管子等材料。模具也可以设计成可调换上下模结构，如图 1-4。开关板配电柜骨架、横樑、拉杆，用此道工艺都比较适宜，其效率高，省工省时，省材料。

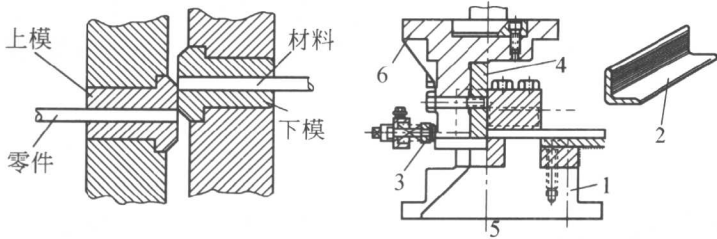


图 1-4

1. 下模座；2. 零件；3. 定位；4. 上模；5. 下模；6. 上模座

2. 冲裁模

通过冲裁模具来完成材料分离工序的零件，一般互换性比较好。零件尺寸容易控制，只要上模和下模尺寸准确，间隙均匀一致，冲裁落料出的零件或冲裁冲出的孔，都会有良好的互换性。

这类模具在设计时，若材料厚 $S \leq 2\text{mm}$ ，冲裁面积不大，可以用上脱料（如图 1-5）；而当材料厚 $S \geq 2\text{mm}$ 时，则最好采用下脱料（刚性脱料）。其定位搭边料多少则无关紧要。以零件够冲落料为前提，搭边越少越节约材料，只是左右搭边 B_m 要超过零件。前后跳步搭边的宽狭不同，对冲落零件无影响。送料过程由冲工操作掌握，定位钉由设计确定。冲裁可以沿箭头方向，靠右或靠左导板推进。但必须在剪料或卷料时公差为负值 B_m^{-0} ，而导路间距离 B_0^{+0} 要为正公差，以保证条料或卷料能够顺利地导板间滑动送料，完成冲裁操作。如图 1-6，若有较熟练冲工，定位可以考虑不装，由操作者直接掌握搭边，操作过程更方便。可以连续冲裁（打连车）提高工作效率。

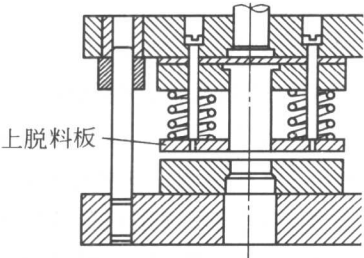


图 1-5

率。高速冲床一定要加装定位钉和送料机构定位装置。如果装有了脱料高 H ，要保证脱料板与下模之间有足够的送料间隙，包括定位钉的厚度如图 1-7 所示。

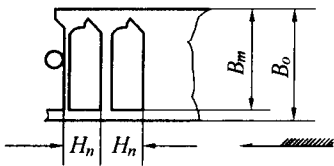


图 1-6

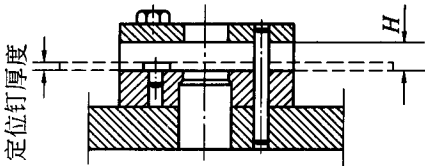


图 1-7

有些落料形状复杂，曲线较多或冲裁面积大而细长，对此就必须采取措施，克服模具制造上的困难和使用上的缺点。图 1-8 熔断片就是一例：材料锌板厚 0.3mm，而零件筋细宽 2.5mm、长 180mm。为保证零件平整，一定要用上脱料，冲件才平整。模具设计上应考虑加工条件，有线切割能力，淬火后割成上、下模。没有线切割，可用并块结构，用工具磨加工成形。若条件不能满足设计要求，可钳工加工后进行铆冲或叫捻冲，不论先淬火上模或者下模，根据施工条件决定，然后用已淬过火的上模冲下模，获得最小间隙。对一些材料软又很薄的零件，比如厚为 0.1mm 紫铜皮或磷青铜带、铝板、纸板等，可用锤敲打上模或下模，磨过刀口后，反复可以继续使用。缓冲器一定要用压板上脱料，不装定位钉，操作起来更方便。在脱料方面冲裁曲面较多的零件，脱料板根据冲件材料厚薄可以不按零件形状稍加简化，如图 1-9。保持板（固定板）也应简化。在制造过程中能够加工成形并不困难，当然最好按零件形状脱料。简化形状后的脱料板，适用材料比较厚的下脱料结构的模具。

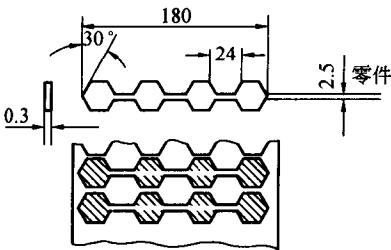


图 1-8

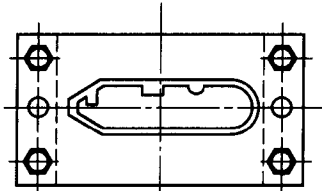


图 1-9

对脱料力的大小，特别要说明，在上脱料时冲裁或冲孔，间隙应偏大些。因为间隙大，冲裁或冲孔光亮带少，断裂面大，容易脱料；反之会增加脱料力。缓冲器的弹簧和橡皮一经疲劳，则脱不下料，会给冲工操作带来麻烦。缓冲器压缩最大不能超过 1/3。

3. 冲孔模

在板料上冲孔一般比较简单，要求对厚料冲小孔和孔距离边缘较近，甚至等于或小于料厚以及孔内壁光洁度高。有特殊要求的情况下，在设计结构和制造上，为满足零件上孔的要求，可相应采取以下方法：

①厚料冲小孔，这种情况下出现孔 $\phi \leq S$ ，这样的模具结构与一般冲孔模不同，其中图 1-10 的形式，冲小孔模具比值 $\frac{S}{d} = 0.33$ 。根据实际生产经验，使用这类模具小孔在比值超过该系数时，冲头强度则不足，比如 10mm 厚的钢板只能冲 $\phi 3.3\text{mm}$ 以上的孔，否则冲头强度不足。

关于厚料冲小孔，冲小孔直径与厚度比值见表 1-1。

表 1-1 厚料冲小孔，冲小孔直径与厚度比值

材料	硬钢	软钢	黄铜	铝
比值 $\frac{S}{d}$	0.5	0.35	0.35	0.3

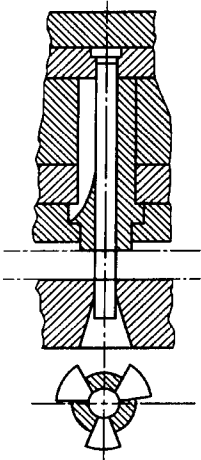


图 1-10

废料截面形状随着冲头与下模间隙大小而变化，如表 1-2。

表 1-2 废料截面形状

上下模间隙	0.95	0.65	0.35	0.20	0	废料厚度 小于料厚 30%
废料						

②孔接近材料厚度，为保证冲头强度，使冲孔顺利，冲头不折断，可采取导柱导套模架中间脱料板镶套，并跨在两导柱间。做导板脱料板，使用效果很好，见图 1-11。

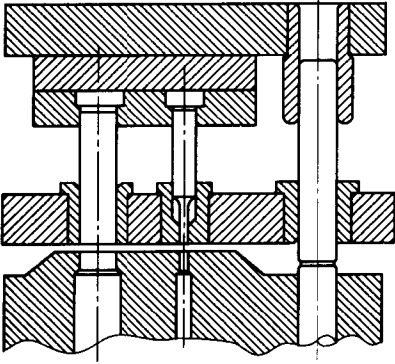


图 1-11

厚料冲小孔间隙双向值、高级精度零件整修余量、冲件挠度值见表 1-3~表 1-5。

表 1-3 厚料冲孔间隙双向值 z

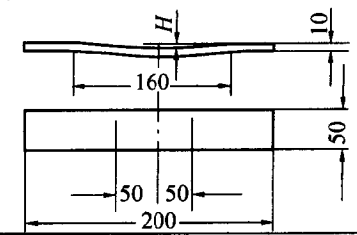
材料	一般冲孔	光洁冲孔
软钢	0.11S	0.02S
黄、紫铜	0.10S	0.02S

表 1-4 对高级精度零件整修余量

孔尺寸 (mm)	1~10	10~50
S (mm)		
0.2~1	0.01	0.015
1~2	0.015	0.020
2~4	0.025	0.030
4~6	0.04	0.050

表 1-5 冲件挠度值 H

间隙 Z	0	0.2	0.35	0.65	0.95
H (mm) $P_b = 16.7\text{MPa}$	0.95	0.85	0.7	0.55	
$P_b = 31.4\text{MPa}$		0.92	0.8	0.75	0.70



在冲工操作实际工作过程中，由于间隙不均而导致毛刺和折断冲头的现象常会发生。其中螺孔尤为重要，上保持板和下模螺丝孔底孔加工要垂直，攻丝要垂直，否则常常因螺孔不垂直影响装配质量，这对模具而言。对冲压件也一样会影响装配质量。例如：厚为3mm的钢板，以M5螺丝孔， $\phi 4.1\text{mm}$ 为标值冲头，间隙 $Z = 0.18 \sim 0.22\text{mm}$ ，下模孔 $\phi 4.3\text{mm}$ ，在这种情况下，可以采用不合理间隙冲孔，下模孔 $\phi 4.2\text{mm}$ 有毛刺是正常的（因间隙小而造成的），在后工序攻丝中可以消除。如图1-12。

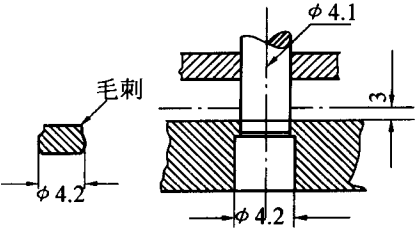


图 1-12

对多孔冲孔，除线切割编程加工会一致，钳工装配可以比较好地保证一致外，用低熔点合金（锑、铋、锡）浇铸固定冲头，环氧树脂固定冲头，牙脱水混搅牙脱粉浇铸后烘干冲头，在加工工艺过程中都是可行的。特别是对几十个甚至上百个冲头，最好选择浇铸。厚度在1mm以下的薄板材料，其间隙小，用浇铸方法可以比较好地控制间隙均匀。

在脱料和定位上，单工序冲孔模具结构设计应有所不同。有的零件要求平整，不允许有翘曲。有的零件严格要求孔与孔之间距离公差小，有的零件孔距离边太近，边距和材料厚度近似。所以定位要根据零件具体要求，可以设计全封闭定位板、半封闭定位板和定位钉定位。如图1-13，上脱料还是下脱料，由定位形式决定。

冲孔后孔边要受力外胀，特别是厚材料紫铜、铝板等材质软，为了得到质量好、规整的零件，必须第二次以四孔定位，进行一次修边冲压。增加这道工序，即消除外形多余胀出尺寸，并可以平整零件。不论设计采用封闭或半封闭定位或定位钉定位，都要修正定位板（或定位钉），使之与冲出的零件配合好，要根据零件孔距的精度要求，一般在双边间

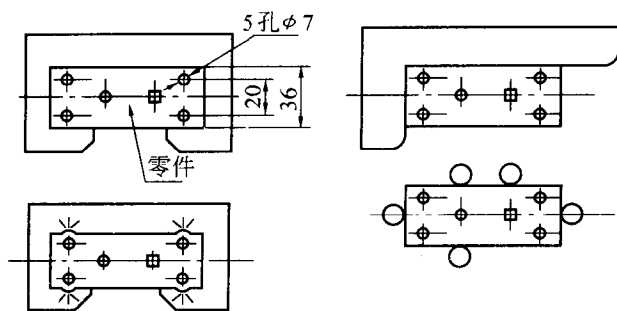


图 1-13

隙 0.03~0.05mm 公差范围内为宜。

对悬臂冲孔、空心器件冲孔，在模具设计时要考虑模具制造机械加工是否方便，能否保证精度，工艺性好不好，能否保证足够的模具使用寿命，脱料是否顺利，废料如何排除，支撑强度够不够。这样选择了一定的模具结构以后，再解决机加工问题，使模具制造者了解设计意图，对上工序的冲压件和这套模具定位要反复配合修正，以达到放、取都顺畅方便。特别应注意安全，手直接操作，还是用镊子操作，要严格控制。冲工正确操作，才会保证零件精度尺寸公差，如图 1-14a、b、c 几种形式，仅从参考。

在实际零件冲孔过程中，图 1-14 所示的 3 种模具的结构形式常会遇到。

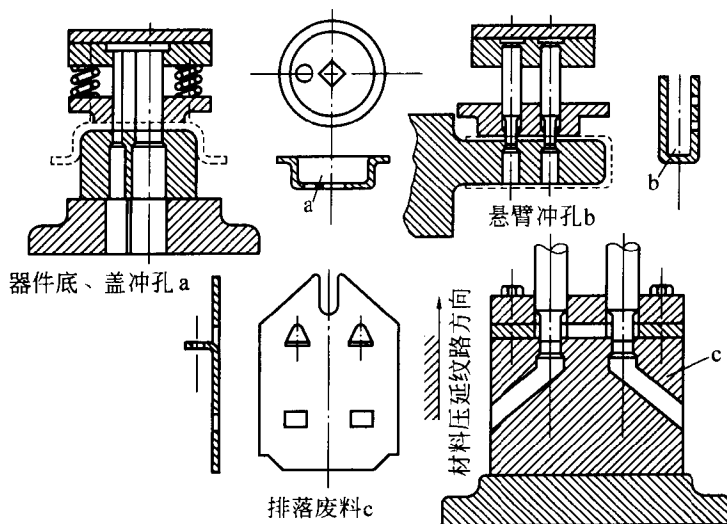


图 1-14 冲孔的各种形式

4. 切口模

这道工序是将板材边缘切成各种形状的口，使材料与板材完全分离。还有一种是在材料边缘或材料内任何部位，切开通裂一部分板材，留有一部分而不切掉，亦称切口模。不完全切断的切口零件，一般还要整形，因为冲头斜切后，又出现不平整和弹性跳

回。切断本身是材料被破坏的塑性变形，而弯形是不破坏材料的弹性变形的。这道工序特别要注意材料的压延方向，弯形必须与材料压延纹路垂直。若水平方向弯形，会使材料有裂纹甚至断掉。弯曲 R 小，更容易出现断裂。如果退火再冲，则浪费工时，影响材质性能。还有些特型零件，材料壁厚的零件，压延有困难，也可以采用切口模先切掉角，以保证下道工序弯形点焊完成零件加工的要求，达到图纸要求的尺寸公差。如图 1-15。

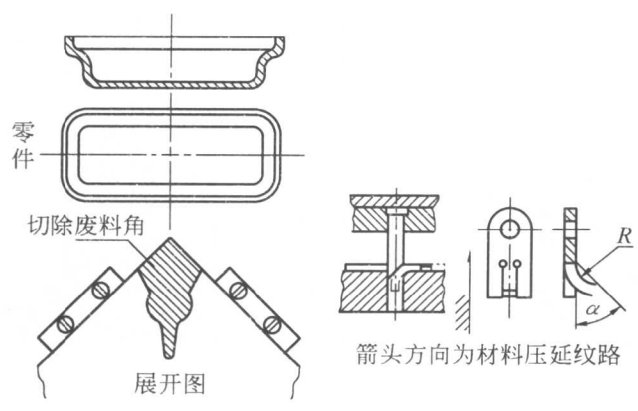


图 1-15

切角通常用于方形、矩形。成形后焊接打磨的零件，加工后大都喷漆电镀。

在大批量生产过程中，对加工材料要进行检查，检查其材质、压延纹路。对没有弯形的切口模，应用更广泛些，如角钢、槽钢、钢管等型材，都可以在任何部位进行切口，见图 1-16。

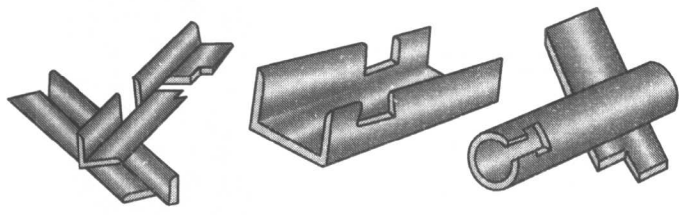


图 1-16

5. 剖切模

一般不常见这道工序，在冷冲压中应用比较少。它是将拉伸好的空心件或弯曲成形后的零件进行完全分离，切成两件。在剖切时，首先应根据设备条件，设计好从哪个方向切。其模具制造方便简单，好操作，易磨刃口，使用寿命长。脱料采用复合式模具中打板、顶块等形式都可以。切开后，一般情况下容易变形。因为拉伸压延过程中，零件本身有内应力。尽管凸凹模定位间隙控制小些，压料板压力加大切开后仍然会变形，这主要看从哪个方向剖切，再就是零件的精度所允许变形的公差范围，最后决定模具设计

选什么样的结构。剖节方向是关键，见图 1-17。如果要求零件尺寸、形状都比较精密，切开后达不到图纸要求，那么就必须要加一道整形工序，以满足零件的精度要求。

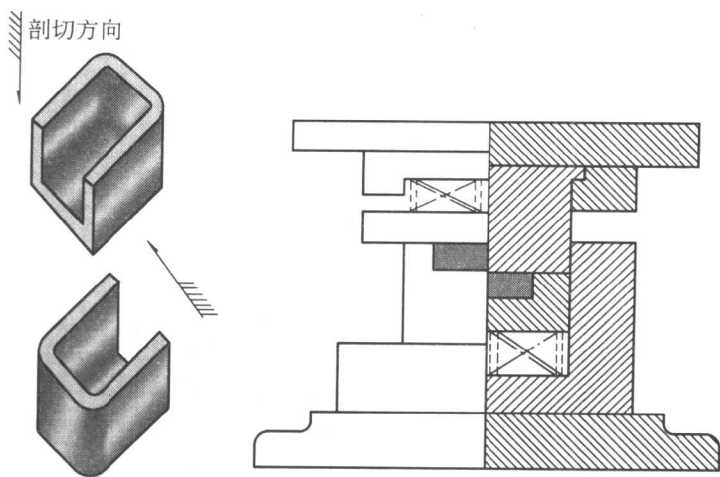


图 1-17

6. 整修模

零件的外形或内孔部分尺寸或全部尺寸要求高精度时，就需要采取这种模具。将零件外缘或内孔进行少量切除，只把冲件提前留有的余量切除掉，求得零件较高的精度，平整的端面如图 1-18。有关精修系数比值见表 1-5。

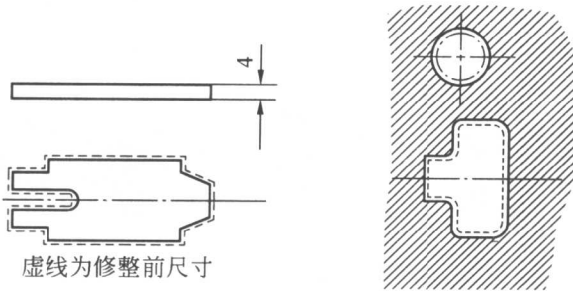


图 1-18

表 1-6 高级精度零件整修余量

S	孔尺寸	高级精度零件整修余量		 整修前端面  整修后端面
		1~10	10~50	
0.2~1		0.01	0.015	
1~2		0.015	0.02	
2~4		0.025	0.03	
4~6		0.04	0.05	

冲孔和钻孔的整修余量是不同的。冲孔整修余量是凸凹模之间的间隙值，整修后的尺寸与下模（凹模）相同。而机械加工外缘和内孔则不同，可参照表 1-6 确定留余量。有色金属钻孔留量小一些，整修后孔要缩小 $0.005 \sim 0.01\text{mm}$ 。在整修过程中，冲头或者凸凹模粗糙度越低，冲出的零件粗糙度就越低。普通整修模具和冲孔落料模相似，见图 1-19。

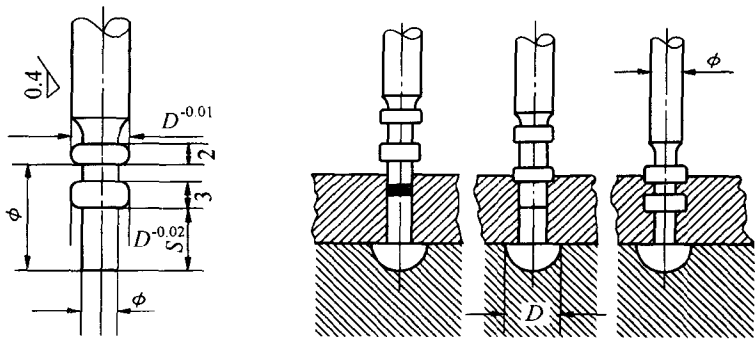


图 1-19

7. 切边模

切边模是将空心件或实心件的毛刺、毛边、不平整的皱纹部分切除掉所用的模具。实际生产过程中采用这道工序极少。如图 1-20，这类模具是把毛坯件放在凹模内，依靠上模与下模水平相对移动来切割毛边的。下模固定在滑动块上，当滑块与楔板相接触时，滑块开始移动。楔板共有 4 件，分布固定在四周对称垂直方向。当上模下降时，芯子已在工件内使顶板开始下降，螺钉（3 件）随之压住下模，强迫其与滑块接触并同时下降，当上模进入工作时，滑块也由于楔板的作用而向模具中心平行移动，开始产生切削作用，完成切除毛边的工序。为减小切削力，上模可做成 $< 90^\circ$ 。上模与下模的间隙

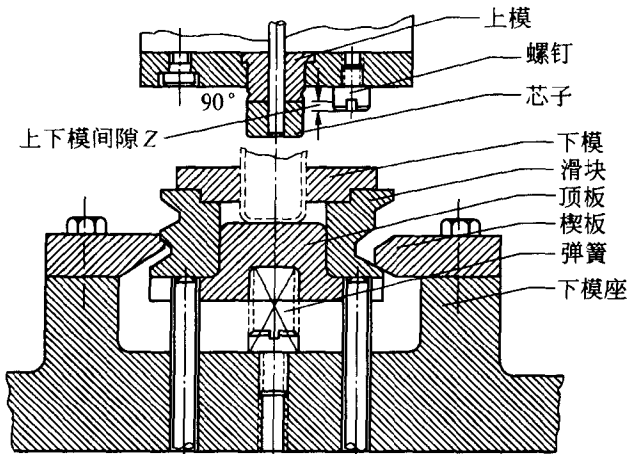


图 1-20

由螺钉与上模来控制（参看图 1-20、图 1-21）。这样前后左右滑块移动，迫使下模同时移动，而上模静止固定不动，结果完成了切边工序。

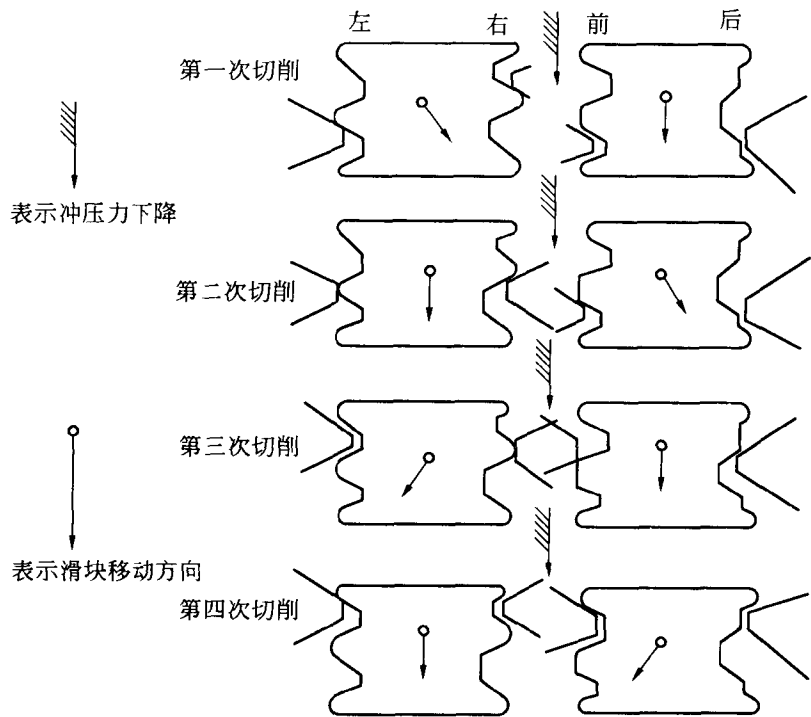


图 1-21

8. 裁切模

多用于裁切非金属材料。零件从板料上裁下来，如开关板正面仪表表盘孔，有伸颈冲可以冲，没有伸颈冲可以用开孔机裁切。此外，橡皮垫圈、纸垫等数量少，又不做模具，可以将板料下面垫上硬木，亦可以裁切。如图 1-22，临时急用，生产批量小，则可以采用此种方法。当然，大批量生产还是做模具生产效率高，质量有保证。

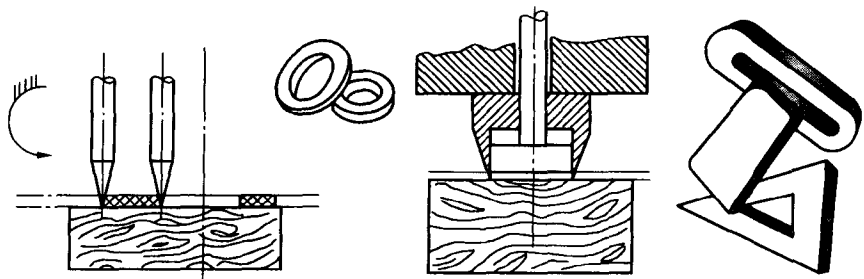


图 1-22

表 1-7 非金属材料冲裁的抗剪强度 (10MPa)

材料		纤维板		硬纸板	普通纸板每 张厚 0.25mm				石棉橡胶胶洋灰混合物	软皮革	鞣皮	赛璐珞	桦木松木层板	夹布胶木	夹纸胶木	白氏胶木 (电木)	云母 (厚 0.5mm)	云母 (厚 2mm)	人造云母	橡皮	皮革
		普通的	硬的		一张	五张	十张	二十张													
抗剪力																					
普通裁剪力		11	17	3	—	—	—	—	—	—	—	7	—	11	15	7	—	—	11	1	5.4
用尖刀裁剪力		—		3	1.4	2.3	4.5	16	4	1.7	5	5	2	9	12	—	5	8	—	—	—

表 1-7 是非金属材料冲裁的抗剪强度。

9. 弯曲模

将平直毛料弯成撬曲，有一定角度或圆弧、槽形，进一步变形而不进行切削也不剪裁。由于这道工序零件形状复杂，要求弯形的模具也就各式各样。使用这类模具相当广泛。弯曲材料在接受压力后超过了弹性弯形开始弯曲直至塑性变形，就达到了弯曲的目的（图 1-23）。

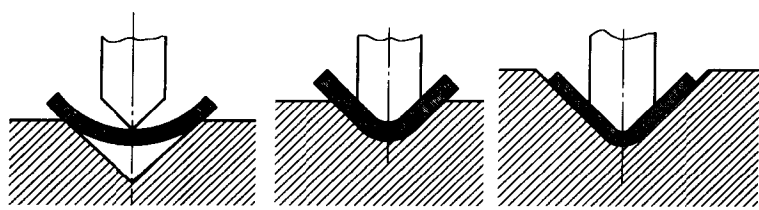


图 1-23

在冷压变形过程中，我们都知道，当弯曲圆角半径小于材料厚度时，弯曲成形角度小而又不跳回，那它在材料宽度上和厚度上都要变窄变薄。变薄是弯曲过程中很难避免的，是材料受拉力而产生的。其数值见表 1-8。

表 1-8 弯曲 90°时材料变薄系数 (10~20 钢)

$\frac{R}{S}$	0.1	0.5	1	2	3	4	5
d_0	0.82	0.87	0.96	0.985	0.992	0.995	0.998

表 1-9 材料宽度 $B_m < 3S$ 时弯曲的加层系数 β

弯曲宽度 B_m (mm)	$\geq 3S$	$\geq 2.5S$	$\geq 2S$	$\geq 1.5S$	$\geq S$	$\geq 0.5S$
系数 β	1.0	1.005	1.01	1.025	1.05	1.09

在弯曲件圆角内部受压缩力后，圆角外部受拉力而使毛料伸长。中间有一层既不缩