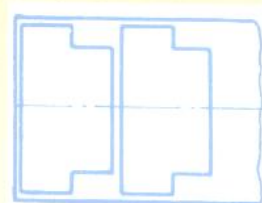
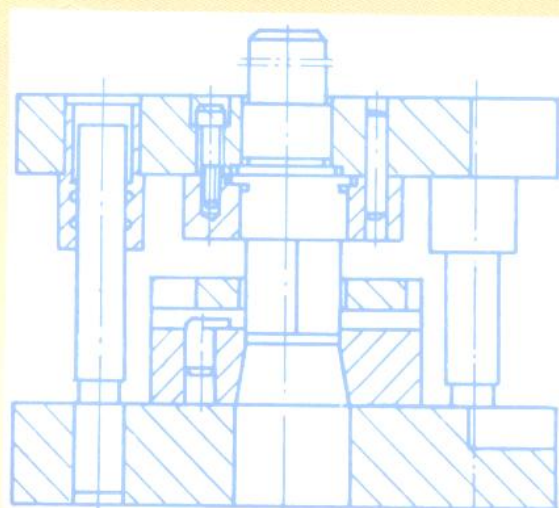


板料冲压模具设计

张秉璋 编著

高等学校
教材
高教



西北工业大学出版社

TG 386

Z/0

447374

高等学校教材

板料冲压模具设计

张秉璋 编著

西北工业大学出版社

1997年1月 西安

(陕)新登字 009 号

【内容简介】 本书是在编者多年教学实践的基础上,为满足本科生冲压模具设计课程的教学需要而编写的教材。其主要内容包括:绪论,冲裁、弯曲、拉深和翻孔等模具的工作单元设计,工作零件设计,坯料在模具中的定位设计,冲压工序料(工序件或废料)的脱模设计,侧向冲压和倒向冲压设计,冲压模具材料的选择,模架和压力机的选择等。正文后附有适当练习题。

本书也可供从事模具设计和制造的技术人员参考。

DW 11/24

高等学校教材
板料冲压模具设计

张秉璋 编著
责任编辑 何格夫
责任校对 齐随印

*

©1997 西北工业大学出版社出版发行
(710072 西安市友谊西路 127 号 电话 8493844)
陕西省新华书店发行
西北工业大学出版社印刷厂印装
ISBN 7-5612-0918-5/TH·52(课)

*

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:12.125 字数:293 千字
1997 年 1 月第 1 版 1997 年 1 月第 1 次印刷
印数:1—2 000 册 定价:13.00 元

购买本社出版的图书,如有缺页、错页的,本社发行部负责调换。

前 言

我校(西北工业大学)根据国民经济发展和社会需要,在本世纪 80 年代中期创办了本科模具专业。板料冲压模具设计是该专业的专业课程之一。

冲模设计的内容多出现在冲压工艺学教材和冲压设计资料(手册)中。前者由于教学大纲的限制,未能将冲模设计的内容置于主要地位。后者因解释、说明和分析少,初学者难以接受和运用。考虑到专业教材应在重视基本内容的同时,适当反映现代技术,因此,有必要编写适合本专业教学要求的新教材——《板料冲压模具设计》。

本书共分九章,其内容体系是在本课程多年的教学实践基础上,经过多次修改、充实而逐渐形成的。前四章主要介绍冲压模具的核心部分——由凸模、凹模和压料板等构成的不同单元体——工作单元的设计。着重从总体角度分析了不同工作单元的结构形式、特点、工作尺寸间的相互联系、对冲压件质量的影响和应用场合等。第五章从单个工作零件的角度,介绍凸模和凹模的结构、尺寸及强度设计、联接方法等。第六章为坯料在模具中的定位设计。第七章介绍工序料(工序件或废料)的脱模设计。第八章在介绍侧向冲压和倒向冲压设计之后,介绍了模架和压力机的选择。鉴于往届学生在模具专业课程设计和毕业设计中,对模具材料的选择多有不当之处,在第九章中详细地介绍了模具材料的基础知识,模具的服役条件对模具材料性能的要求,模具材料的选择原则和方法。书后附有练习题。

西安交通大学储家佑教授审阅了全部书稿,提出了许多重要的修改意见,编者对此帮助深表谢意!

此书的编写和出版,受到了翟平教授、王润孝教授、杨合教授、王俊彪副教授、吴建军副教授等有关同志的热情帮助和西北工业大学出版社的大力支持,编者在此一并致谢!

由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,恳切希望读者提出宝贵意见。

编 者

1996 年 5 月

目 录

绪论	1
第一章 冲裁模工作单元设计	5
§ 1-1 结构设计	5
§ 1-2 冲裁模间隙的确定	8
§ 1-3 凸、凹模工作部分尺寸计算及其制造公差	10
§ 1-4 冲裁用力的计算	15
第二章 弯曲模具的工作单元设计	18
§ 2-1 V型件弯曲模的工作单元设计	18
§ 2-2 U型件弯曲模的工作单元设计	22
§ 2-3 弯曲用力的计算	26
第三章 拉深模具的工作单元设计	30
§ 3-1 筒、盒形件拉深模具的工作单元设计	30
§ 3-2 锥形拉深件的模具工作单元设计	44
§ 3-3 拉深用力和拉深功的计算	47
第四章 翻孔模具的工作单元设计	50
第五章 工作零件设计	55
§ 5-1 凸模设计	55
§ 5-2 凹模设计	63
§ 5-3 凸、凹模的镶拼结构设计	67
第六章 坯料在模具中的定位设计	72
§ 6-1 单个工序件的定位设计	72
§ 6-2 条料横向定位设计	77
§ 6-3 条料纵向定位设计	84
§ 6-4 精密导正定位设计	89
第七章 冲压工序料的脱模设计	94
§ 7-1 工序料的卸料设计(一)	94
§ 7-2 工序料的卸料设计(二)	103
§ 7-3 工序料的推(顶)件设计	110
§ 7-4 弹性元件的选用	113

第八章 模架、压力机的选择和其他设计	125
§ 8-1 侧向冲压设计	125
§ 8-2 倒冲设计	138
§ 8-3 压力中心的确定	141
§ 8-4 模架选用	144
§ 8-5 冲模零件的表面粗糙度及配合性质	150
§ 8-6 压力机的选择	151
第九章 冲压模具材料的选择	160
§ 9-1 模具材料的性能指标	160
§ 9-2 凸、凹模的失效形式及其对材料性能的要求	169
§ 9-3 凸、凹模常用材料的特点	171
§ 9-4 模具材料的选择	182
练习题	186
参考文献	188

绪 论

模具是工业生产的主要工艺装备。用它生产零部件,具有生产效率高、质量好、节约能源和原材料、成本低等一系列优点,已成为当代工业生产的重要手段和工艺发展方向。老产品更新换代加快,新产品、新技术日新月异,对模具要求越来越高,模具的使用范围日益广泛。根据国际生产协会预测,到 2000 年,工业品零部件粗加工的 75%、精加工的 50%,将由模具成形完成。飞机、汽车、电机、电器、电子、仪器仪表、通讯设备、彩电、冰箱、洗衣机、手表、照相机等产品的零部件的 60%~80%需要模具成形。许多工业品(包括日用工业品)的发展和技术水平的提高,很大程度上取决于模具的发展水平。因此,模具对国民经济和社会发展将起越来越大的作用。

模具的类型较多,按照成形件的材料不同,可分为冲压模具、塑料模具、锻造模具、压铸模具、橡胶模具、粉末冶金模具、玻璃模具和陶瓷模具。其中应用最为广泛的是冲压模具,其次是塑料模具。本教材介绍用于成形金属板料的冲压模具——板料冲压模具的设计。

板料冲压模具(简称冲压模具或冲模)又有不同的类型,按照完成的冲压工艺性质可分为冲裁模、弯曲模、拉深模、翻孔模、胀形模和校形、整形模等。按照模具的工位数和在一次行程(冲压一次)中完成的工序数,可将板料冲压模具分为三类:

单工序模(或简单模)——只有一个工位、只完成一道工序的冲压模具,如图 0-1 所示;

复合模——只有一个工位、能完成多道工序的冲压模具,如图 0-2 所示;

连续模(也叫级进模)——有多个工位且能完成多道工序的冲压模具,如图 0-3 所示。

单工序模、复合模和连续模的特点(见表 0-1)是设计板料冲压模具类型的主要依据之一。

表 0-1 单工序模、级进模和复合模的特点比较

项 目	单 工 序 模		级 进 模	复 合 模
	无导柱导向	有导柱导向		
冲 压 精 度	低	较 低	较高,相当于 IT10~IT13	高,相当于 IT8~IT11
制件平整程度	不平整	一 般	不平整,有时要校平	因压料较好,制件平整
制件最大尺寸 和材料厚度		300 mm 以下, 厚度达 6 mm	尺寸小于 250 mm,厚 度在 0.1~6 mm 之间	尺寸小于 300 mm,厚度 常在 0.05~3 mm 之间
冲模制造的难 易程度及价格	容易、价格低	导柱、导套的装 配采用先进工艺 后不难	简单形状制件的级进 模比复合模制造难度低, 价格亦较低	形状复杂的制件用 复合模比级进模制造 难度低,相对价格低
生 产 率	低	较 低	可用自动送料出料装 置,效率最高	工序组合效率高
使用高速冲床 的可能性	只能单冲 不能连冲	有自动送料装 置,可以连冲,但 速度不能太高	适用于高速冲床,速度 高达 400 次/min 以上	由于有弹性缓冲器, 不宜用高速,不宜连冲

续 表

项 目	单 工 序 模		级 进 模	复 合 模
	无导柱导向	有导柱导向		
材 料 要 求	可用边角料	条料要求不严格	条料或卷料要求严格	除用条料外,小件可用边角料,但生产率低
生产安全性	不 安 全	手在冲模工作区不安全	比 较 安 全	手在冲模工作区不安全,要有安全装置
冲模安装、调整与操作	调整麻烦,操作不便	安装、调整较容易,操作简单	安装、调整较容易,操作简单	安装、调整比级进模更容易,操作简单

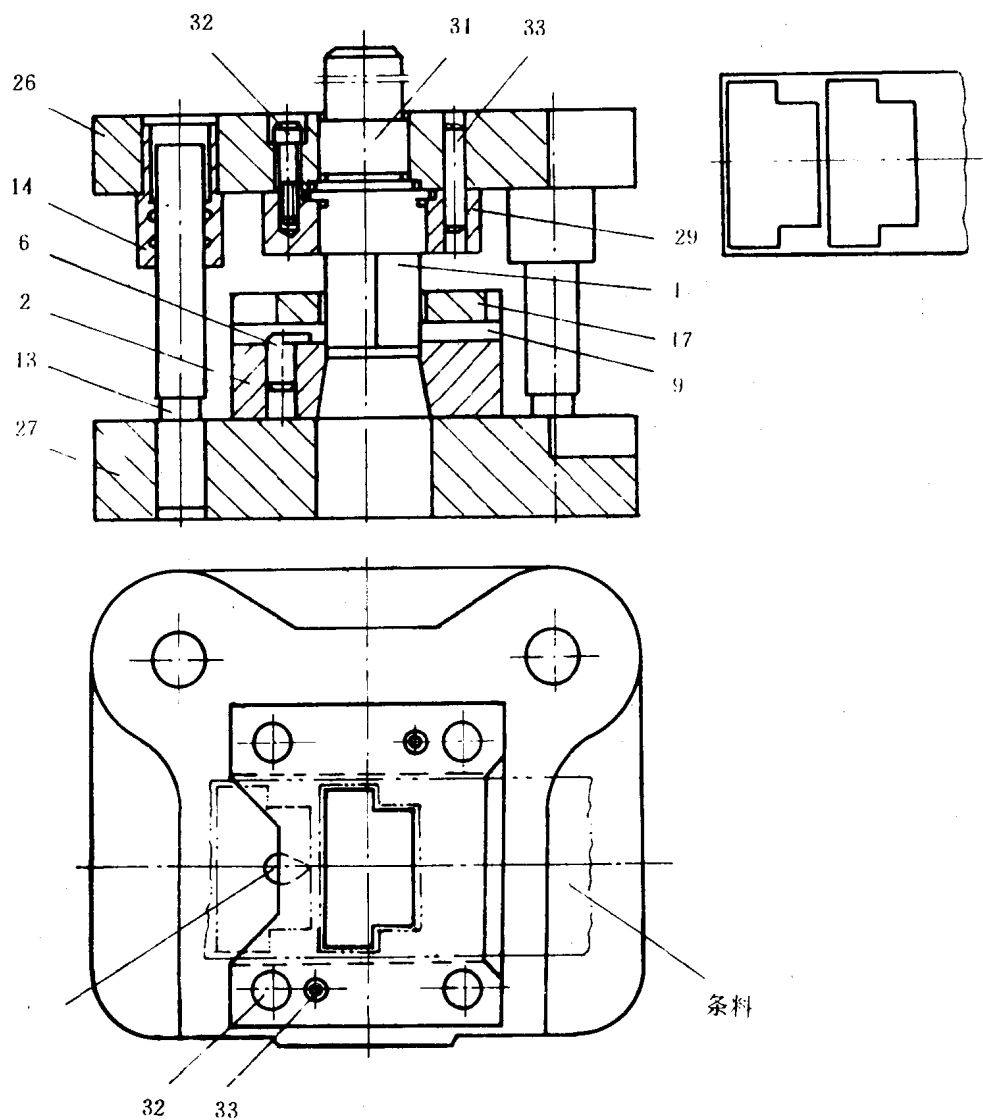


图 0-1 单工序模

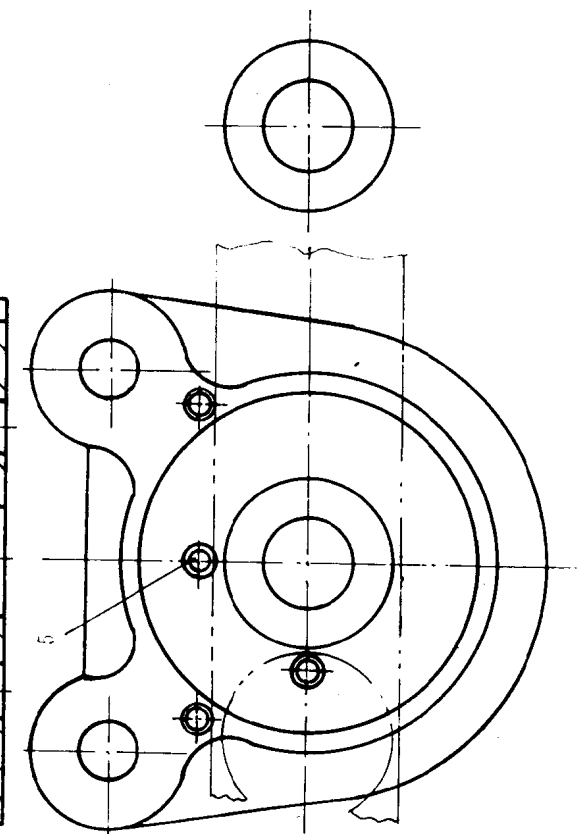
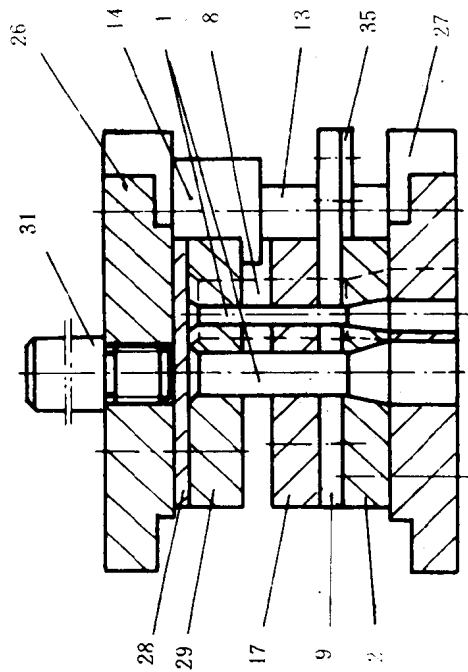


图 0-2 复合模

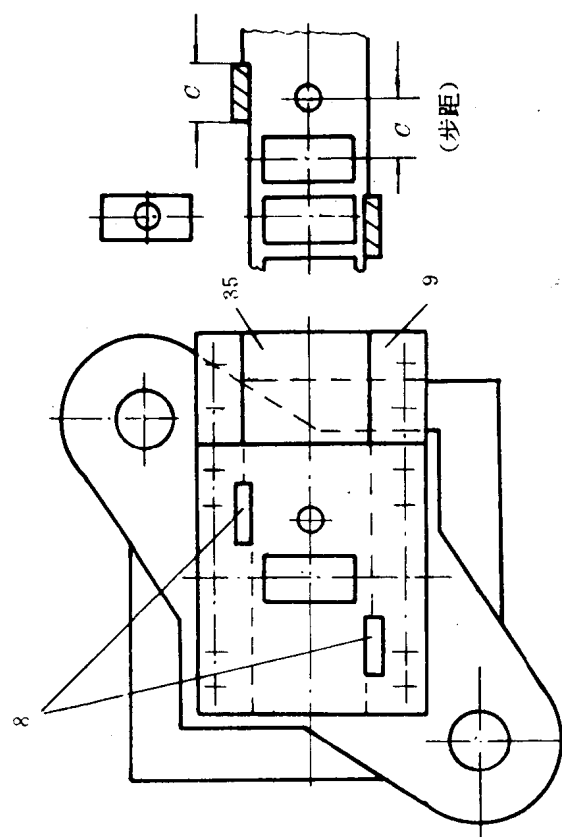


图 0-3 连续模

冲压模具的类型虽然不同,但是构成冲压模具的零件不外乎是如下六类:

1. 工作零件——用以直接成形工件的凸模、凹模、凸凹模等零件;
2. 定位零件——确定工序件在模具中具有正确位置的零件,如定位板、压料板等;
3. 脱模零件——用以将卡在工作零件中的工序料(废料和工序件)卸脱的零件,如卸料板等;
4. 导向零件——保证上模部分相对下模部分具有正确位置的零件,如导柱、导套;
5. 固定零件——用以承装模具零件、将模具安装到压力机上的零件,如凸模固定板、模柄;
6. 紧固及其他零件——起连接紧固等作用的零件,如螺钉、销钉等。

六类模具零件的详细名称列于表 0-2,表中的序号与图 0-1~0-3 中的零件号相对应。

下面将分章介绍冲压模具的设计。

表 0-2 冲压模具的零件分类

工作零件	1. 凸模 2. 凹模 3. 凸凹模	脱模零件	17. 卸料板(兼压料作用) 18. 顶件板(兼压料作用) 19. 推件板 20. 顶杆 21. 推杆 22. 卸料螺钉 23. 卸料弹簧 24. 顶件弹簧 25. 托板
定位零件	4. 定位板 5. 定位销 6. 挡料销 7. 挡料板 8. 侧刃 9. 导料板(导尺) 10. 侧压板(块) 11. 导正销 12. 压料板(兼有其他作用)	固定零件	26. 上模座 27. 下模座 28. 垫板 29. 凸模固定板 30. 凹模固定板 31. 模柄
导向零件	13. 导柱 14. 导套 15. 导板 16. 导筒	紧固及其他零件	32. 螺钉 33. 销钉 34. 键 35. 承料板

第一章 冲裁模工作单元设计

冲裁模具应用非常广泛,其工作单元由冲裁凸模、凹模、压料板、后支撑等主要零件组成。本章主要内容有工作单元的结构设计,凸、凹模间隙和工作部分尺寸的确定,冲裁用力的计算等。

§ 1-1 结构设计

冲裁模具的工作单元结构,按冲裁线可分为封闭冲裁线和非封闭冲裁线的工作单元结构,按凸模和凹模工作端面是否倾斜,可分为平刃口和斜刃口的冲裁工作单元结构。

一、封闭冲裁线的冲裁工作单元结构

普通冲裁包括冲孔、落料、切舌、单面切断、双面切断、切边、切口、切槽等工序。其中的冲孔、落料和切边均属于封闭冲裁——冲裁线是单根封闭的轮廓线。一般地,封闭冲裁时的凸模和凹模,水平方向受力基本平衡,不须要考虑或设计平衡块。冲裁单元结构如图1-1所示。冲裁毛坯在冲裁中受到程序不同的约束。(a)的约束最弱,(d)的约束最强,(b)和(c)居中。参看图1-2,无压料板时(曲线b),凹模面的磨损面积随冲裁次数增多线性增加;有压料板时(曲线a),曲线a、b有一交点。交点左侧表明,有压料板时凹模面磨损加快,交点右侧凹模面磨损缓慢。冲裁件的弯曲程度也与约束的强弱有关。特别对于厚度0.8 mm以下的薄料,关系非常密切。图1-3所示的弯曲比较严重。如果改用图1-1(d)的最强约束结构,这种现象就可以消除。另外,约束越强,冲裁毛刺就越小。

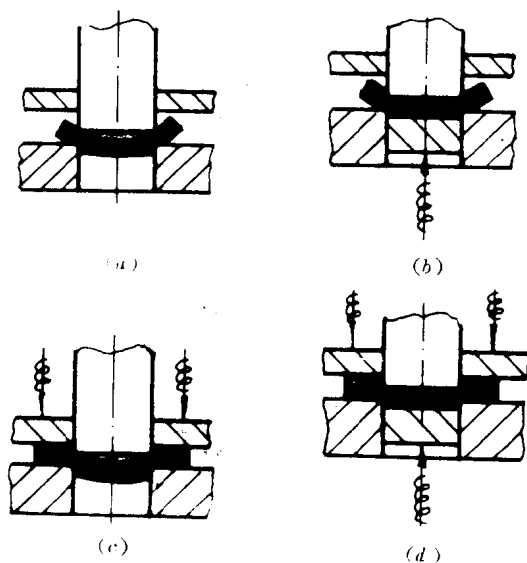


图 1-1 封闭冲裁的单元结构
(a) 自由支承 (b) 带反压的自由支承
(c) 固定支承 (d) 带反压的固定支承

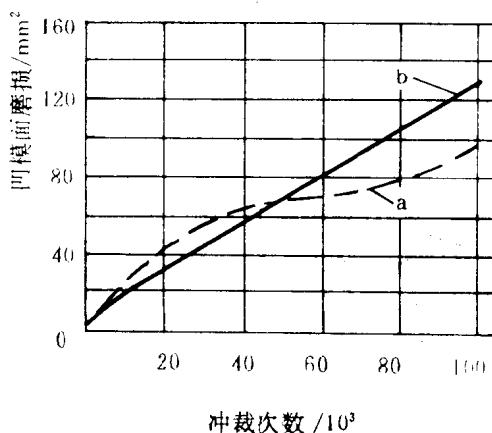


图 1-2 压板对凹模面磨损的影响

二、非封闭冲裁线的冲裁工作单元结构

冲裁中的切口、切槽、切舌、单面切断和双面切断的冲裁线是不封闭的轮廓线。以单面切断为代表,凸模工作时,承受有不平衡的水平力。当此力较大、凸模刚度不足时,会产生两种可能的结果:冲裁件断面质量下降,尤其是斜度增大;凸模受不平衡的侧向力作用,发生弯曲变形,甚至折断。为了避免这些,须要增加后支撑,使凸模水平受力平衡。单面切断工作单元结构图1-4中的正交网络物体,即为后支撑。后支撑除了能使凸模受力平衡外,还有挡料作用。图中(b)的后支撑与凸模固定在一起,随凸模上下运动,用于导板模,凸模不可以脱出导板。图(c)的后支撑,用螺钉紧固在导板上,也适用于导板模。(d)的后支撑固定在凹模上。(e)中有两个后支撑,分别设置在条料通道两侧,可以防止条料送进受阻。(f)中,由凹模引导凸模而防止弯曲变形。

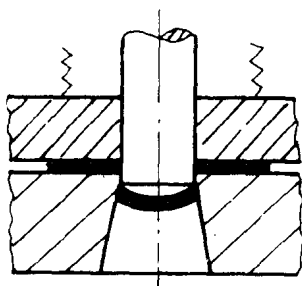


图 1-3 无反压发生弯弯

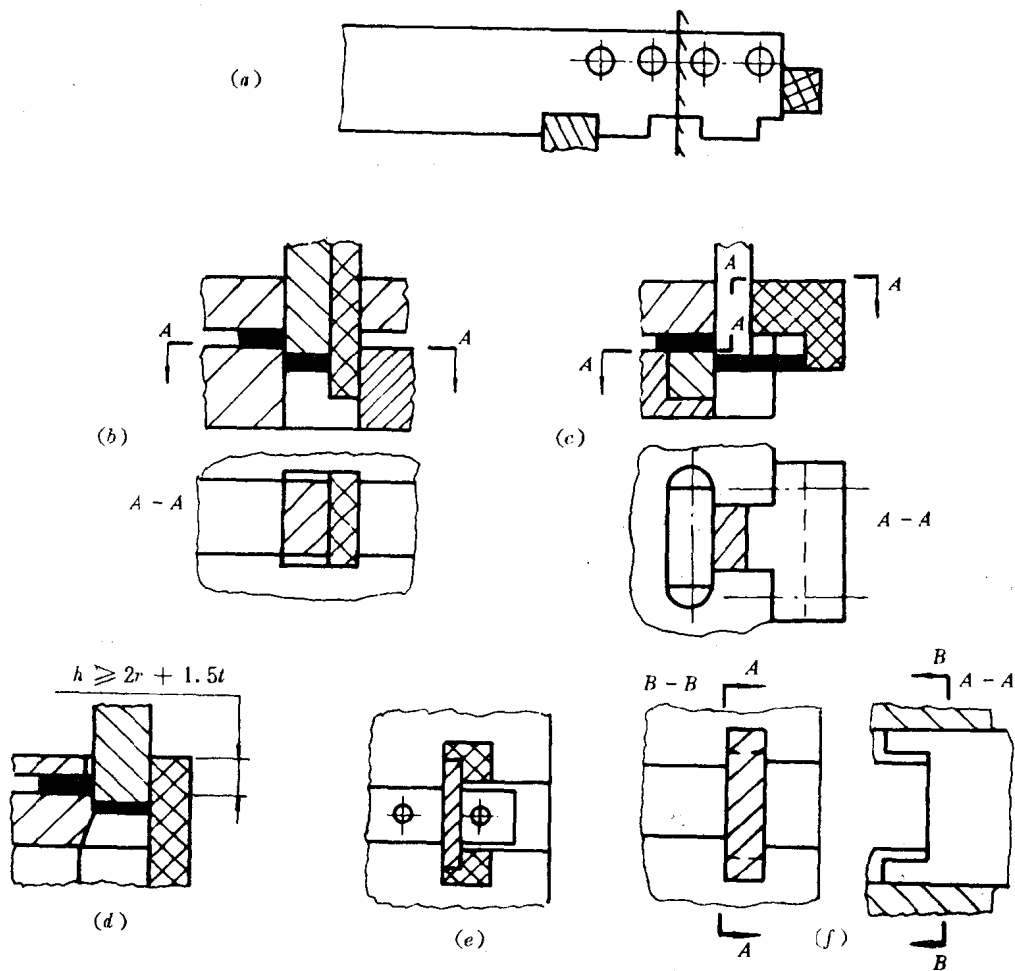


图 1-4 单面切断单元结构(一)

(a) 单面切断 (b) 挡料块(同时作支撑用)与凸模固定在一起,用于导板模(凸模不脱出导板)

(c) 凹模刃口用镶块,挡料装置固定在导板上 (d) 挡料装置固定在凹模上

(e) 在条料通道外安装两个后支撑 (f) 由凹模引导的凸模

图 1-4 单面切断工作单元结构, 对切断部分(工件或废料) 缺少约束, 厚度大、冲裁线长的工件会发生侧向倾斜, 形成相当大的毛刺, 与凸模面相接触的工件边缘, 出现明显的挤压区域, 工件质量下降。这种情况下, 可以改变设计成图 1-5 单面切断工作单元结构(二) 的形式, 给板料适当约束。

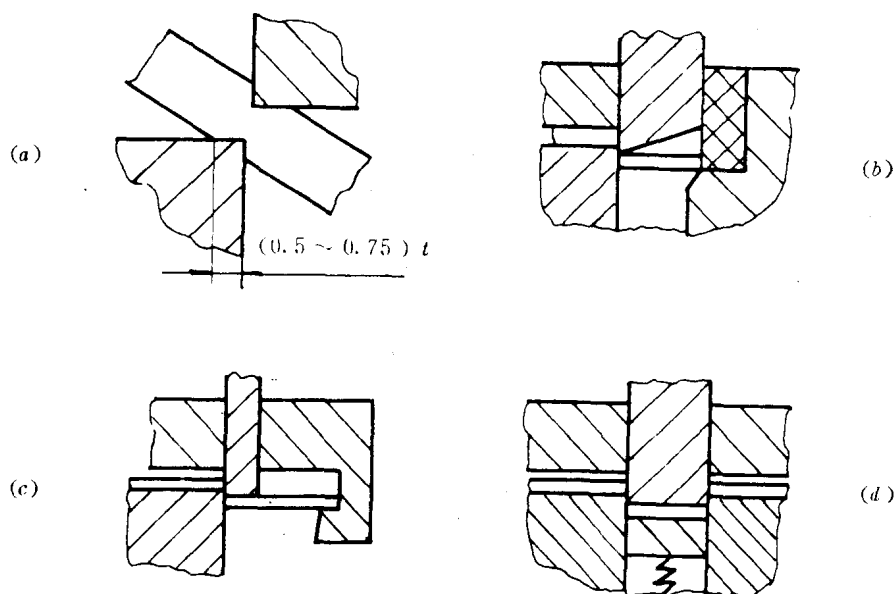


图 1-5 单面切断单元结构(二)
 (a) 切断时条料的倾侧 (b)、(c) 在厚而长的工件上防止倾侧
 (d) 用弹簧顶板防止倾侧

三、斜刃冲裁工作单元结构

上述的冲裁单元结构, 凸模和凹模的工作刃口与板料同时接触, 同时冲裁。冲裁力可能很大, 在没有足够吨位的冲压设备供以选用时, 降低冲裁力就很有必要。通常设计斜刃冲裁结构, 可以降低冲裁力。图 1-6 中 (c)、(d) 表明, 增大斜刃高度 S , 最大剪切力(冲裁力) 减小。一般地, 钢板厚度小于 3 mm 时, 斜刃倾角不超过 5° , 最大斜刃冲裁力 $P_{\text{斜}}$ 是平刃冲裁力 $P_{\text{平}}$ 的 28% ~ 38%。但是, 斜刃冲裁对工件形状精度有较大影响。斜刃凸模使凸模面下的冲件形状变坏。斜刃凹模使凹模面上的冲裁件形状变坏。因此, 凸模和凹模不可同时设计成斜刃面。例如, 斜刃凸模与平刃凹模配对冲裁时, 可以保证冲孔件的正常形状, 参见图 1-6(b)。斜刃凹模与平刃凸模配对冲裁时, 可以保证落料件的形状与平刃冲裁时相同, 参见图 1-6(a)。斜刃制造和修磨比平刃困难, 刃口也很容易磨损。所以, 一般情况下尽量不设计此种刃口形式, 除非是大型工件和厚料冲裁。

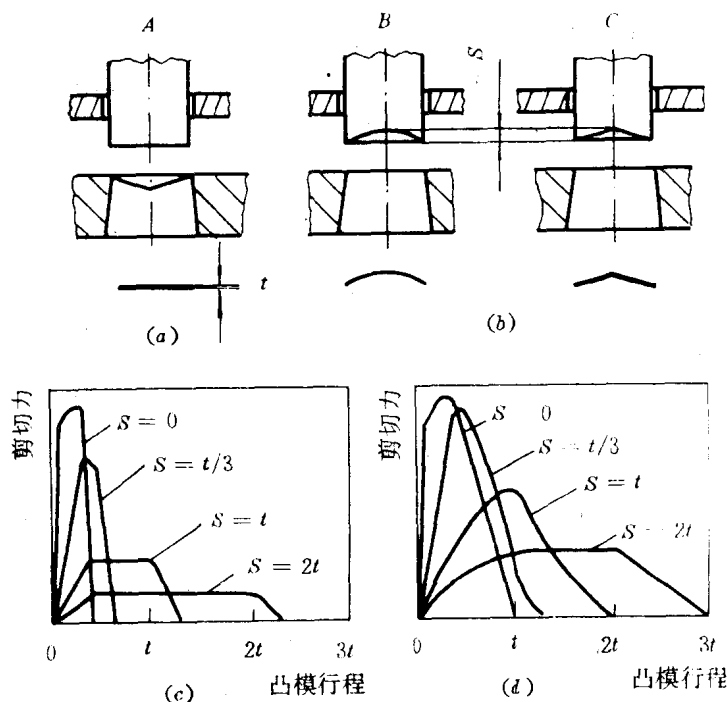


图 1-6 斜刃冲裁单元结构

(a) 落料 (b) 冲孔 (c) 间隙大 (d) 间隙小

§ 1-2 冲裁模间隙的确定

一、确定合理间隙的理论根据

凸、凹模间隙对冲裁件质量、冲裁力、模具寿命等都有很大影响。因此,在设计和制造模具时,要求有一个合理的间隙值,以保证冲裁件的断面质量好,尺寸精度高,冲裁力小和模具寿命高。但是,分别从这些方面确定的间隙值,并不是同一个数值,只是彼此接近。考虑到模具制造中的偏差及使用中的磨损,生产中通常是选择一个适当的范围作为合理间隙。在此范围内的间隙可以获得合格的冲裁件。这个范围的最小值称为最小合理间隙 $c_{\min}$,最大值称为最大合理间隙 $c_{\max}$ 。设计与制造新模具时,采用最小合理间隙值。

确定合理间隙以凸、凹模刃口处产生的裂纹相重合为依据。由图 1-7 可以得到计算合理间隙的公式:

$$c = t(1 - \frac{h_0}{t})\tan\beta \quad (1-1)$$

从上式可以看出,间隙 c 与材料厚度 t 、相对切入深度 h_0/t 及破裂角 β 有关。由于 β 值的变化不大,所以间隙值主要

取决于 h_0/t 和 t 。对硬而脆的材料, h_0/t 有较小值,故合理间隙值较大。对于软而韧的材料, h_0/t 有较大值,故合理间隙值较小。板料厚度越大,合理间隙值越大。详见表 1-1。

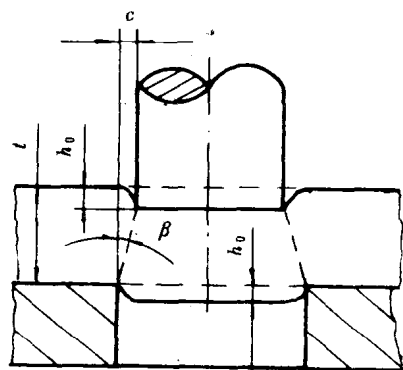


图 1-7 合理间隙的确定

表 1-1 h_0/t 与 β 值(厚度 t/mm)

材 料	$h_0/t \times 100$				β
	$t < 1$	$t = 1 \sim 2$	$t = 2 \sim 4$	$t > 4$	
软 钢	75 ~ 70	70 ~ 65	65 ~ 55	50 ~ 40	5° ~ 6°
中硬钢	65 ~ 60	60 ~ 55	55 ~ 48	45 ~ 35	4° ~ 5°
硬 钢	54 ~ 47	47 ~ 45	44 ~ 38	35 ~ 25	4°

二、合理间隙的选择

将公式(1-1)写成

$$c = kt \quad (1-2)$$

其中, $k = (1 - \frac{h_0}{t}) \text{tg}\beta$, 其值与材料的机械性能有关, 称之为材料的品质因数。各种不同的金属材料, 其 k 值不同, 变化范围为 8% ~ 35%。

由于理论计算方法在生产中不便于应用, 所以, 目前广泛使用的是经验数据, 最小间隙值如表 1-2 所示。表中 $2(\Delta c)$ 为增大间隙的极限偏差(双面)。

表 1-2 常用金属材料的冲裁初始间隙 $2c$

mm

材料厚度	低碳钢 10,20; 铜, 紫铜, 铝		中碳钢 25,35,45; 杜拉铝, 黄铜		高碳钢, 变压器钢和不锈钢	
t	$2\ c_{\min}$	$2\ (\Delta c)$	$2\ c_{\min}$	$2(\Delta c)$	$2\ c_{\min}$	$2(\Delta c)$
0.2	0.010	+ 0.010	0.012	+ 0.010	0.014	0.010
0.3	0.015		0.018		0.021	
0.4	0.020		0.024		0.028	
0.5	0.025		0.030		0.035	
0.6	0.030	+ 0.020	0.036	+ 0.020	0.042	+ 0.020
0.7	0.035		0.042		0.049	
0.8	0.040		0.048		0.056	
0.9	0.045		0.054		0.063	
1.0	0.050		0.060		0.070	
1.2	0.070	+ 0.030	0.080	+ 0.030	0.100	+ 0.030
1.5	0.090		0.110		0.120	
1.8	0.110	+ 0.050	0.130	+ 0.050	0.140	+ 0.050
2.0	0.120		0.140		0.160	
2.2	0.160		0.180		0.200	
2.5	0.180		0.200		0.230	
2.8	0.200	+ 0.100	0.220	+ 0.010	0.250	+ 0.100
3.0	0.210		0.240		0.270	
3.5	0.280		0.320		0.350	
4.0	0.320		0.360		0.400	
4.5	0.360		0.450		0.540	
5.0	0.400		0.500		0.600	
6.0	0.500	+ 0.200	0.600	+ 0.200	0.700	+ 0.200
7.0	0.700		0.900		1.000	
8.0	0.800		1.000		1.100	
9.0	1.100		1.300		1.400	
10.0	1.200		1.400		1.600	

可以按照如下原则选择合理间隙:对于断面垂直度要求较高的冲裁件,选择较小的合理间隙值。这时冲裁力与模具寿命作为次要因素来考虑。对于断面垂直度要求不高的冲裁件,在满足冲裁件要求的前提下,应以提高模具寿命、降低冲裁力为主,采用较大的合理间隙。

§ 1-3 凸、凹模工作部分尺寸计算及其制造公差

一、凸、凹模尺寸计算原则

模具工作部分尺寸公差等级是影响冲裁件尺寸公差等级的首要因素,模具的合理间隙值也要靠模具工作部分尺寸及其公差来保证。因此,在确定凸、凹模工作部分尺寸及其制造公差时,必须考虑到冲裁变形规律、冲裁件公差等级、模具磨损和制造的特点。

实践证明,冲裁凸、凹模工作部分尺寸及其公差等级,有着如下的影响规律:

(1) 凸模工作部分尺寸决定着冲孔件的内孔尺寸;凹模工作部分尺寸决定着落料件的外形尺寸。

(2) 凸、凹模与冲裁断面间的摩擦,使冲孔凸模工作部分尺寸因磨损而变小,导致冲孔件内孔尺寸随之变小;同样地,落料件外形尺寸会因落料凹模工作部分尺寸变大而随之变大。

(3) 冲裁件的尺寸精度等级随着凸、凹模的工作部分尺寸等级的提高而提高,但永远低于后者 2~3 级。

为了保证冲裁件尺寸及其精度,在计算凸、凹模工作部分尺寸及其公差时,必须考虑这些规律。所以有下述原则:

(1) 冲孔时,先确定凸模工作部分尺寸,其大小应取接近于或等于孔的最大极限尺寸,以保证凸模磨损到一定尺寸范围内,仍能冲出合格的冲孔件。凹模基本尺寸应比凸模基本尺寸大一个最小合理间隙值。

(2) 落料时,先确定凹模工作部分尺寸,其大小应取接近于或等于工件的最小极限尺寸,以保证凹模磨损到一定尺寸范围内,仍能冲出合格工件。凸模基本尺寸应比凹模基本尺寸小一个最小合理间隙值。

(3) 对于落料件一般标注单向负公差。假定工件的基本尺寸为 D , 工件公差为 Δ , 则工件尺寸就是 D_- 。冲孔件的公差一般为单向正公差:假定冲孔件的基本尺寸为 d , 工件公差为 Δ , 则冲孔件尺寸为 d_+ 。若工件尺寸标柱有正负偏差, 则应将正负偏差换算成上述要求的等价的正公差或负公差, 若工件没有标注公差, 则工件公差按国家标准非配合尺寸的 IT14 级来处理。

(4) 凸、凹模工作部分的尺寸公差等级比冲裁件的高 2~3 级。

凸、凹模工作部分尺寸及其公差的计算方法与加工方法有关, 下面分别给以介绍。

二、凸、凹模分开加工时尺寸与公差的确定

凸模和凹模分别按各自的图纸加工到最终尺寸的加工方法称之为凸、凹模分开加工法。此种方法适用于断面形状简单的凸、凹模, 要求在凸、凹模图纸上分别标注刃口尺寸及其制造公差。加工时, 由于二者没有依赖关系, 故没有先后顺序要求。

(一) 落料

设落料件尺寸为 D_- , 根据上述原则, 先确定凹模尺寸, 再减小凸模尺寸以保证最小合理

间隙。落料模的允许偏差位置如图 1-8(a) 所示。其凸、凹模工作部分尺寸的计算公式如下：

$$D_d = (D - x \cdot \Delta)_0^{+\delta_d} \quad (1-3)$$

$$D_p = (D_d - 2c_{\min})_0^{-\delta_p} = (D - x \cdot \Delta - 2c_{\min})_0^{-\delta_p} \quad (1-4)$$

式中 D_p, D_d ——分别为落料凸、凹模基本尺寸, mm;

D ——落料件基本尺寸, mm;

Δ ——落料件公差, mm;

$c_{\min}$ ——凸、凹模的最小单面间隙, mm;

δ_p, δ_d ——分别为凸、凹模制造公差, mm; 分别按 IT6 和 IT7 公差等级制造, 也可以取

$$\delta_d = \frac{1}{4} \Delta, \delta_p = \left(\frac{1}{4} \sim \frac{1}{5}\right) \Delta;$$

x ——因数。 $x = 0.5 \sim 1$ 。它与工件公差等级有关:

当工件公差等级为 IT10 级以上时, 取 $x = 1$;

当工件公差等级为 IT11 ~ IT13 级时, 取 $x = 0.75$;

当工件公差等级为 IT14 级以下时, 取 $x = 0.5$ 。

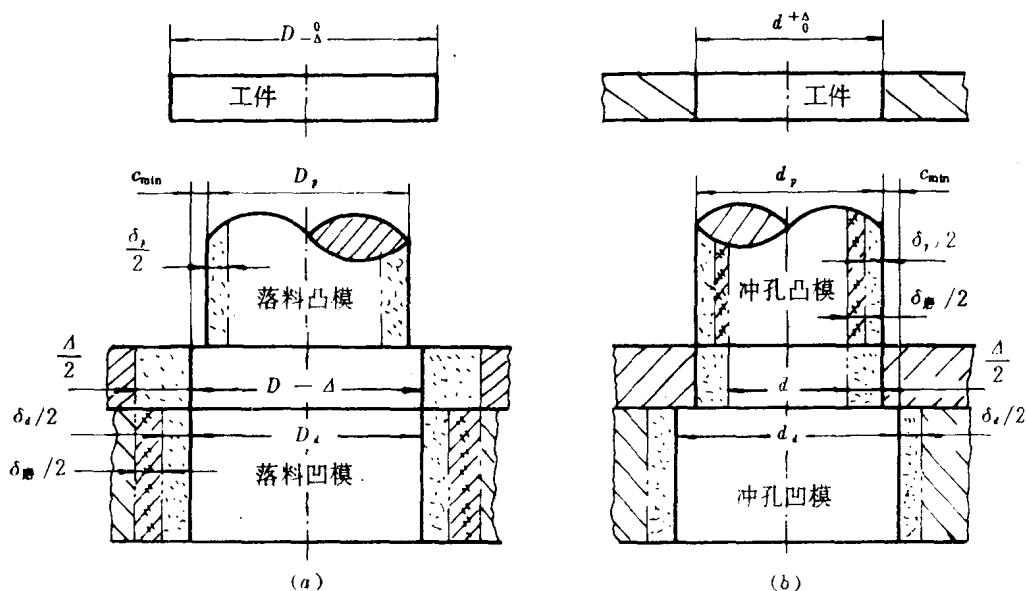


图 1-8 冲裁模尺寸与公差

(a) 落料模 (b) 冲孔模 (图中 δ_w 表示允许磨损量)

(二) 冲孔

设冲孔尺寸为 $d^{+\delta_d}$, 根据上述原则, 先确定凸模尺寸, 再增大凹模尺寸以保证最小合理间隙。冲孔模的允许偏差位置如图 1-8(b) 所示。其凸、凹模工作部分尺寸的计算公式如下:

$$d_p = (d + x \cdot \Delta)_0^{-\delta_p} \quad (1-5)$$

$$d_d = (d_p + 2c_{\min})_0^{+\delta_d} = (d + x \cdot \Delta + 2c_{\min})_0^{+\delta_d} \quad (1-6)$$

式中 d_p, d_d ——分别为冲孔凸、凹模基本尺寸, mm;

d ——冲孔件基本尺寸, mm;

其他符号的意义与公式(1-3)和(1-4)相同。