

冲压模具 设计制造 难点与窍门

薛啟翔 等编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

冲压模具设计制造 难点与窍门

薛啟翔 等编著



机械工业出版社

本书共分六章,主要对冲裁、弯曲、拉深成形等模具设计中的难题进行分析,并提出解决的技术措施,对涉及模具冲压质量和加工方面的难题也作了分析介绍。全书分 50 个问题作重点介绍,结合国内外同行的设计经验和冲压生产现场的实践经验,提出解决冲压模具设计制造中疑难问题的途径。

本书适用于冲模设计人员和冲压工艺人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

冲压模具设计制造难点与窍门/薛敬翔等编著. —北京:机械工业出版社, 2003.7

ISBN 7-111-12254-2

I. 冲... II. 薛... III. ①冲模—设计②冲模—制模工艺
IV. TG385.2.

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 039525 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:霍永明 责任校对:刘志文

封面设计:姚毅 责任印制:闫焱

北京中加印刷有限公司印刷:新华书店北京发行所发行

2003 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

1000mm×1400mm B5·17.25 印张·669 千字

0 001—4 000 册

定价:46.00 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、88379646

封面无防伪标均为盗版

前 言

一台计算机、一台电视音像设备、一辆汽车、甚至一个小玩具的生产，都离不开模具，模具应用于现代社会产品的生产是任何其他加工方法所无法替代的。

设计一套冲压模具，有很多可借鉴的设计资料和典型结构，但培养一个能独立工作的冲模设计师绝非易事。不仅需要一定的基础理论知识，更要有丰富的冲压工艺实践和掌握与运用国内外冲压模具设计信息的能力，用高质量、高水平的模具为现代企业产品的制造和更新换代服务。笔者编写本书的目的就在于为读者提供一本继续学习提高的素材，从横向拓宽设计师的设计思路，提高设计技巧和解决疑难问题的能力。

本书分 50 个问题阐述，针对在冲裁、弯曲、拉深成形等模具设计制造中常见的问题，在进行深层分析的基础上，结合国内外冲压工艺实践中成功的经验，提出解决的方法。如对拉深件的切边、冲侧孔和型材冲裁等介绍了适用不同场合的设计结构形式。在连续冲压一章，重点分析了连续冲裁、弯曲、拉深的三种不同结构模式。对自动叠装技术、不锈钢拉深等设计难题作了较详细的分析阐述。

本书由薛启翔负责编写。沈秉瑞、杜京红参加了本书的编写工作。

编者希望本书能对设计同行有所帮助。如有错误或不妥之处，敬请指教。

编 者
2003 年 3 月

目 录

前 言

第一章 冲裁	1
一、倒装式和顺装式复合模的适用场合	1
二、冲裁模凸模和凹模刃口尺寸标注技巧	6
三、提高冲小孔凸模稳定性的措施	16
四、提高冲裁件平直度的工艺方法	22
五、提高冲裁件断面质量的途径	25
六、拉深件的切边与切边模	41
七、大尺寸冲裁凹模的结构形式	57
八、成形零件冲侧壁孔模具的结构设计	67
九、薄材料和厚材料冲裁模具设计要点	84
十、型材冲裁模具的设计	93
十一、硬质合金模具的应用	101
十二、铁心自动叠装级进模技术	112
第二章 弯曲	126
一、特殊形状弯曲件展开尺寸计算技巧	126
二、防止冲件弯曲时孔、边变形的工艺措施	155
三、控制 V、U 形件弯曲时坯料偏移的方法	160
四、弯曲时的回弹	162
五、铰链形工件成形工艺特点	176
六、夹箍类零件的弯曲成形工艺	181
七、提高弯曲件精度的工艺措施	187
八、特殊弯曲方式	194
第三章 连续冲压	209
一、材料送进的定位方式	209
二、连续冲裁	220
三、连续弯曲	226
四、带料连续拉深	234
第四章 拉深成形	249
一、复杂形状拉深件毛坯展开尺寸计算	249
二、中小尺寸复杂形状零件拉深工艺设计技巧	274
三、大型覆盖件拉深工艺设计优化	316

四、不锈钢的冲压特性	329
五、拉深压边方式的选用	339
六、导向形式及应用	349
七、内缘翻边的结构特点	357
八、低熔点合金模具	365
九、锌基合金模具的应用	383
第五章 模具设计与冲压件质量	395
一、冲压自动化方式的应用和选择	395
二、模具标准化设计和 CAD	412
三、冲压模具的快捷设计	423
四、冲压生产的安全保障措施	428
五、冲压模具设计与冲压设备的匹配	435
六、冲压模具安装与调试技巧	442
七、提高冲压模具寿命的途径	451
八、冲压件质量检测要求和检测方法	456
九、消除冲压件质量缺陷的途径	464
第六章 模具制造技术	474
一、电加工技术在冲模制造中的应用	474
二、成形磨削技术的发展和应	489
三、精密硬质合金冲模的加工要点	500
四、凸、凹模间隙的调整技巧	506
五、大型覆盖件冲模制造要点	510
六、模架的制造和质量控制	518
七、冲模制造中的质量控制	531
八、冲模生产工艺定额的制定	537

第一章 冲 裁

一、倒装式和顺装式复合模的适用场合

压力机滑块的一次行程中，模具的同一工位上完成二个或二个以上的冲压工序，称复合冲压，该模具为复合模，通常有落料、冲孔复合，落料、拉深复合，冲孔、翻边复合等。

落料、冲孔复合又称复合冲裁模，是日常生产中用的较多的一种形式，采用复合冲裁模可以得到高精度、高质量的冲裁件。

复合冲裁有如下特点：

- 1) 工件内、外形同轴度偏差小，一般可达 $\pm (0.02\sim0.04)$ mm；
- 2) 工件尺寸精度一般可达 IT10~IT11 级，有时可达 IT9 级（GB/T1800—1997）；
- 3) 工件表面平整，一般不需采用校平；
- 4) 适宜冲薄材料，最薄可达 0.05mm；
- 5) 可利用边角料进行小工件冲裁；
- 6) 适宜冲软材料和脆性材料，如塑料薄膜、皮革、纸胶板和云母片等。

但由于复合模工作部分零件制造精度要求高、采用自动送料比较困难、凸凹模壁厚受强度限制等，使复合模的使用有一定的局限。

表 1-1 给出复合模与连续模适用性的比较。

表 1-1 复合模和连续模的比较

项 目	复 合 模	连 续 模
工件尺寸精度	IT9~IT11	IT11~IT13
工件形位公差	工件平整，同轴度、对称度和位置度误差小	不太平整，有时要校平，同轴度、对称度和位置度误差较大
生产率	低	高
适应高速冲压的可能	不宜高速	适宜，可达每分钟 400 冲次以上
对材料要求	条料宽度要求不太高	条料或带料宽度要求严格
生产安全性	出件和清除废料较困难，工作安全性较差	比较安全
模具制造的难易程度	形状复杂的工件，用复合模比连续模制造难度低	形状简单的工件，用连续模比复合模制造难度低

复合模根据凸凹模配置位置的不同,分倒装式和顺装式两种,凸凹模在下模的为倒装式,反之为顺装式。

1. 倒装式复合模 (图 1-1)

倒装式结构凸凹模在下模,冲孔废料可直接排出,相对顺装式结构生产率高,制造较简单。

是否选用倒装式结构,受工件孔边距的限制,表 1-2 给出倒装复合模凸凹模的最小壁厚。

1) 为方便冲孔废料的排出,凸凹模冲孔凹模型孔工作部分见图 1-2,不允许有反梢,以防冲孔废料积存胀裂模具,一般应有 $5' \sim 15'$ 的出模斜度,可以由线切割直接加工或由钳工研修而成。

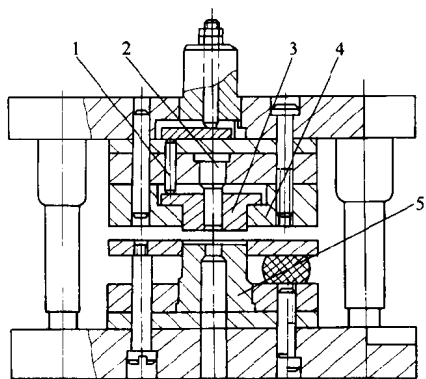
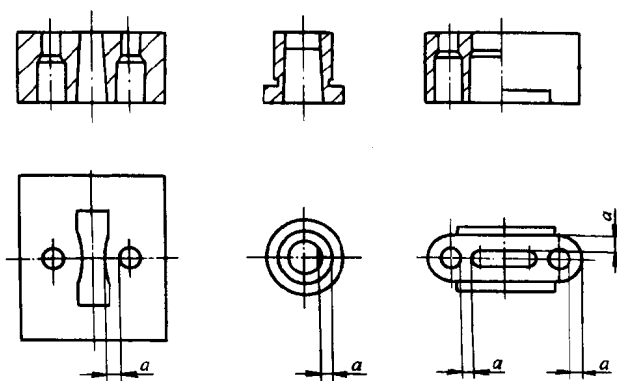


图 1-1 倒装式复合模

1—推杆 2—冲孔凸模 3—顶件器
4—落料凹模 5—凸凹模

表 1-2 倒装复合模凸凹模的最小壁厚

(单位: mm)



材料厚度	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8
最小壁厚	1.4	1.8	2.3	2.7	3.2	3.6	4.0	4.4
材料厚度	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.6
最小壁厚	4.9	5.2	5.6	6.0	6.4	6.7	7.1	7.7

2) 倒装式结构冲出的工件卡在上模的落料凹模和冲孔凸模之间,须由顶件器推出。推件装置的设置应根据工件结构及尺寸不同确定。

图 1-3 为不同推件装置的几种形式。

图 1-3a 为中心有孔的垫圈类型的工件常用推杆形式。工作时顶件器由压力机横梁推动打杆 1,通过推板 2、推杆 3 的作用而将工件推出。

图 1-3b 所示为工件上的几个孔位于中心周围时的一种形式。打杆 1 直接推动顶件器而将工件推下。

图 1-3c 所示的推件装置与图 1-3a 所示形式的工作过程是相同的，不同的是将推板活动区放在垫板内而增加了上模座的强度。

3) 推板的型式、推杆数量和分布应根据工件的形状决定。图 1-4 为几种常见的推板型式。

为使顶件器能平稳地推下工件，打杆上的推料力须均匀分布到推杆上，推杆位置应与打杆中心对称分布，一般情况下，打杆中心与模柄中心是重合的。

图 1-4 中 a—f 所示几种形式为中小尺寸工件常用形式。

图 1-4 中 g 所示形式用于大尺寸工件，将打杆、推板、推杆连成一体，可有效防止顶件器倾斜而卡住，使推件平稳可靠。

当工件的孔边距不能满足表 1-2 中给定的凸凹模最小壁厚时，可选择顺装式复合模。

2. 顺装式复合模 (图 1-5)

使用顺装式复合模冲压时，工件由顶杆 5 顶出，冲孔废料由凸凹模中推出。由于每次冲压后，工件和冲孔废料均需从冲模工作面上清除出，造成了冲压工作中的安全隐患。

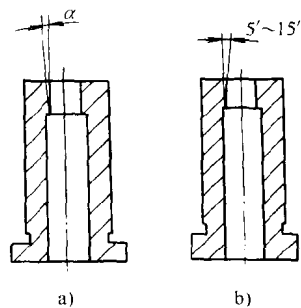


图 1-2 凸凹模
a) 有反梢，不正确
b) 正确，有出模斜度

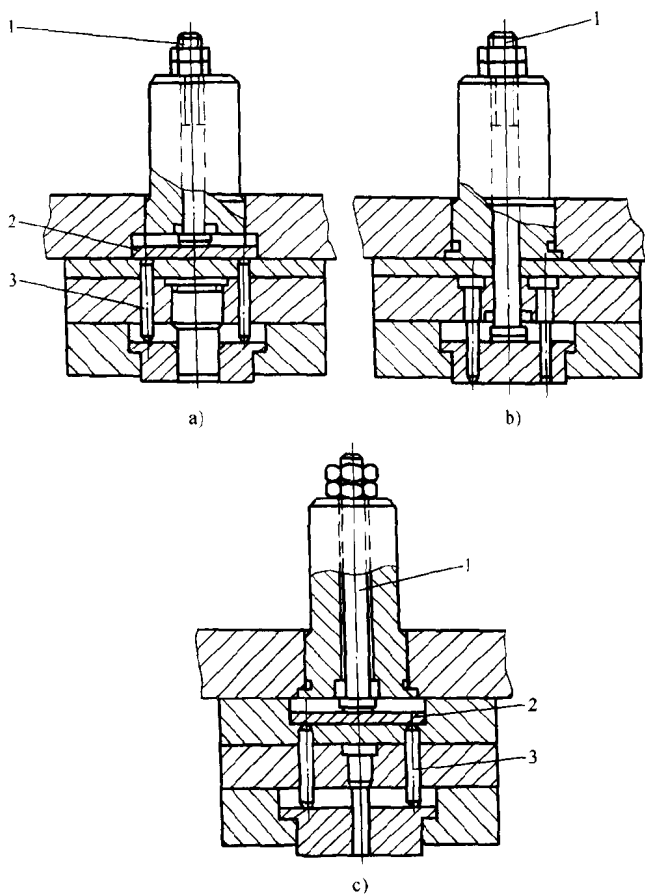


图 1-3 推件装置

1—打杆 2—推板 3—推杆

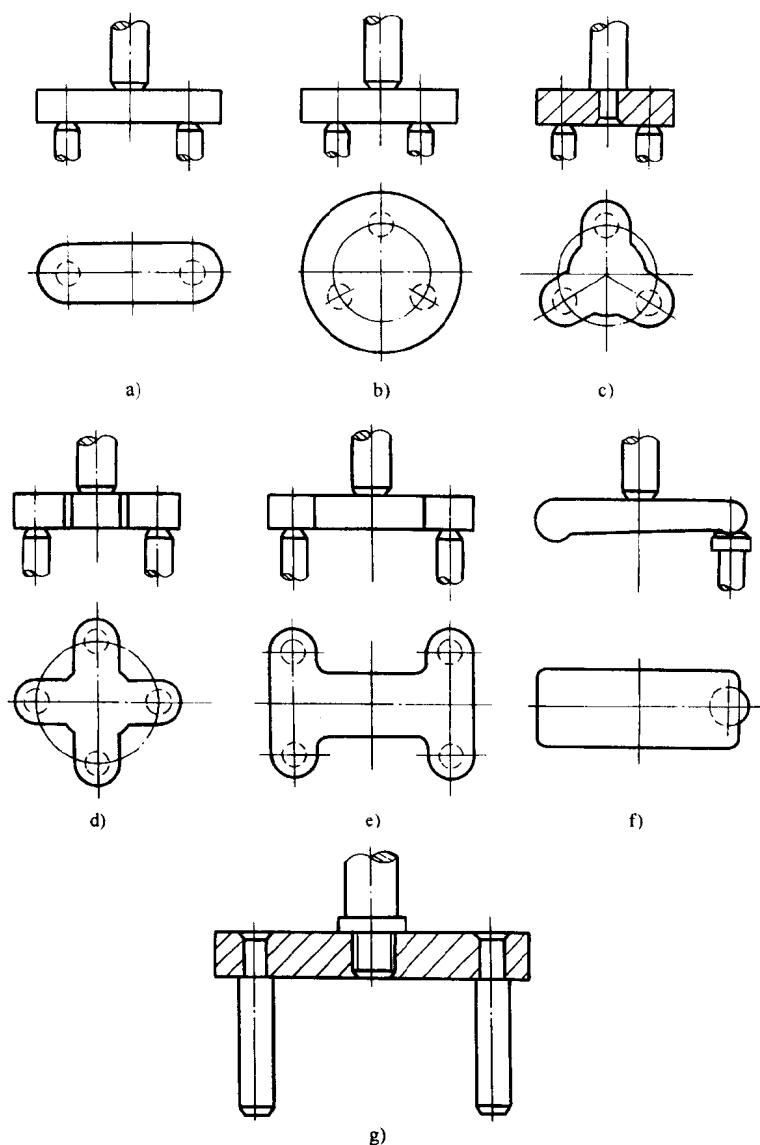


图 1-4 常用推板型式

从图 1-5 中可以看出，凸凹模的冲孔型孔中每冲压一次只保留一个冲孔废料，大大降低孔壁被胀裂的危险。在加工许可的条件下，可适当降低凸凹模的最小壁厚。

顺装复合模凸凹模的最小壁厚可小于表 1-2 的数值；对黑色金属等硬性材料，凸凹模最小壁厚为工件材料厚度的 1.5 倍，但最小值不小于 0.7mm；对有

色金属等软性材料，凸凹模最小壁厚等于工件材料的厚度，但最小值不小于0.5mm。

凸凹模中冲孔废料的排出是依靠如图1-6中所示结构完成的。

图1-6a、b所示为冲裁单孔工件的形式。

图1-6c所示形式用于冲孔孔距很大时，各孔的推杆均由安装于上模座内的弹簧作用将冲孔废料推出。

图1-6d为常用的一种形式，工作时压力机滑块中的横梁下压打杆，通过推板2、推杆3将各孔中的废料打下。推板型式、推杆的数量和位置按照工件孔的位置确定，具体结构式可参照图1-4所示形式。

3. 浮动模柄式复合模

图1-1、图1-5所示的复合模结构形式中，模柄为压入式或旋入式，是日常生产中应用最为广泛的形式。而对于冲裁料厚0.4mm以下、硬质合金冲模以及冲软料的模具，可选用浮动式模柄（图1-7、图1-8）。

图1-7所示为带浮动模柄、滑动导向的结构，该模具工作时，导柱与导套不能脱开，只能安装在行程较小的偏心式压力机上。

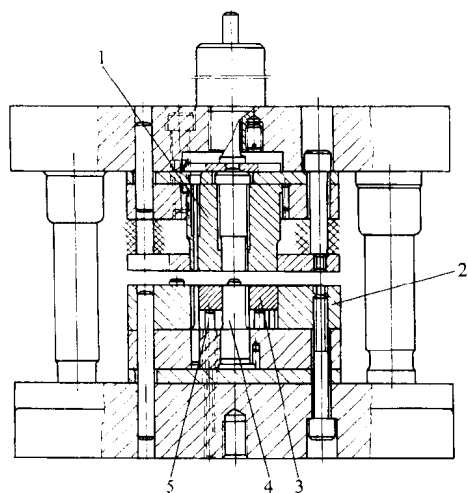


图 1-5 顺装式复合模
1—凸凹模 2—落料凹模 3—顶件器 4—冲孔凸模 5—顶杆

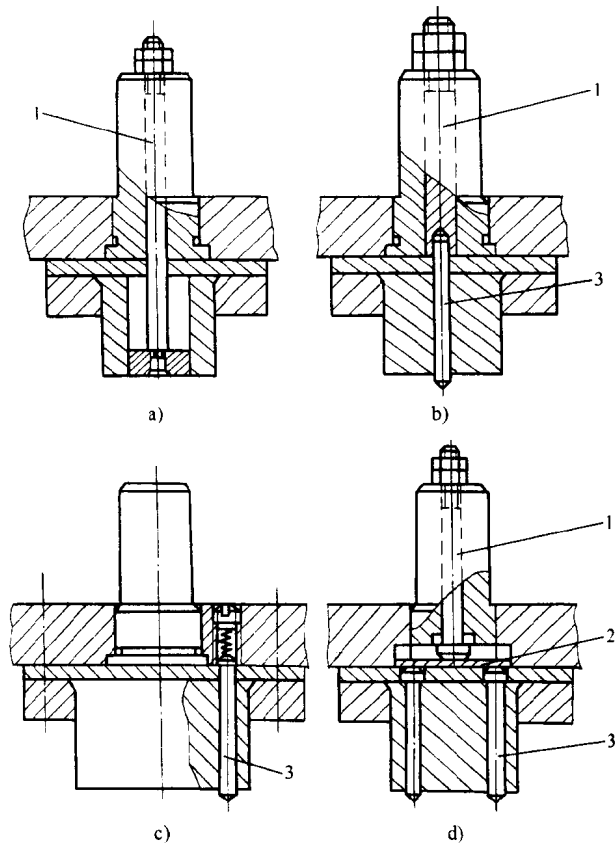


图 1-6 废料推出形式
1—打杆 2—推板 3—推杆

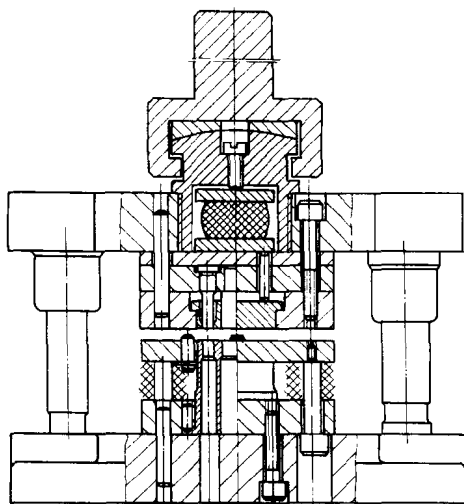


图 1-7 带浮动模柄的复合模（一）

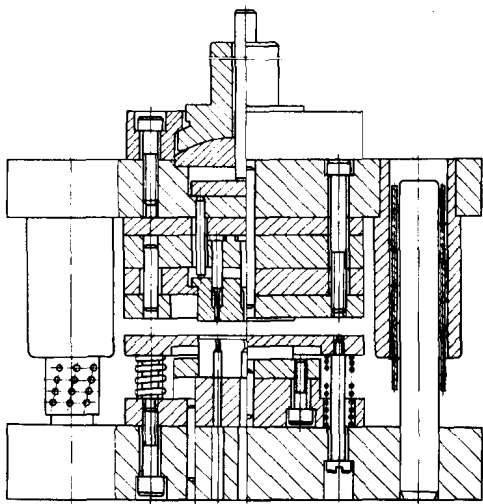


图 1-8 带浮动模柄的复合模（二）

图 1-8 所示为带浮动模柄、滚珠导向的结构，与图 1-7 所示结构相同的是该模具只能安装在行程较小的偏心式压力机上，以防止滚珠导向脱开而无法工作。

图 1-9 所示的是另一种浮动结构，上下模的分开是依靠弹簧的作用，压力机下行时，依靠压力机滑块（或安装在滑块上的打击块）打击模具的球形模柄，可起到浮动模柄的同等效果而不受冲压设备的限制。

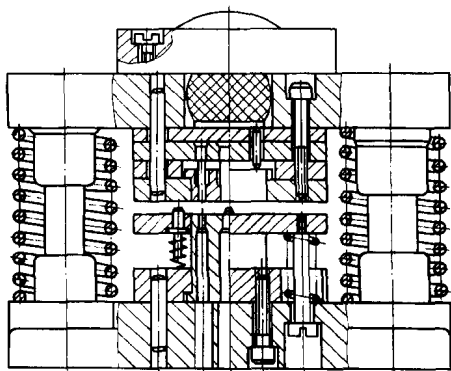


图 1-9 带弹簧模架的复合模

二、冲裁模凸模和凹模刃口尺寸标注技巧

冲裁件的尺寸和形状位置精度取决于凸、凹模工作部分尺寸，而直接影响冲裁件断面质量的冲裁合理间隙也是依靠凸、凹模工作部分尺寸来实现和保证的，因此正确地确定和合理标注工作部分尺寸是冲裁模设计成功的关键。

凸、凹模工作部分尺寸的标注，应在依赖于由冲裁机理所决定的基本计算方法的同时，结合所采取的加工方法。

1. 凸、凹模工作部分尺寸计算的依据

(1) 冲裁机理和检测规定

图 1-10 给出冲裁过程和冲孔、落料件图。

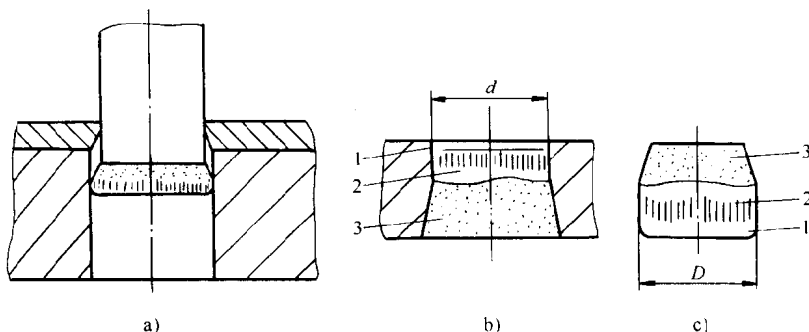


图 1-10 冲裁过程

a) 冲裁过程 b) 冲孔件 c) 落料件

1—圆角带 2—光亮带 3—断裂带

图示冲孔件和落料件的光亮带是沿冲裁方向，并紧包或紧贴着凸模或凹模的工作侧面。

按有关冲裁件尺寸的检测规定，冲孔件应测量其最小尺寸，而落料件应测量其最大尺寸，即图 1-10 中的 d 或 D 。从图示可知，应检测冲孔或落料件的光亮带尺寸。

因此冲孔件的尺寸取决于凸模尺寸，落料件的尺寸取决于凹模尺寸。冲孔模应先决定凸模尺寸，用增大凹模尺寸来保证合理间隙；落料模应先决定凹模尺寸，用缩小凸模尺寸来保证合理间隙。

(2) 刃口磨损规律

模具刃口磨损后使冲件尺寸增大的，应取冲件尺寸公差范围内较小的数值；刃口磨损后使冲件尺寸减小的，应取冲件尺寸公差范围内较大的数值。因此落料凹模尺寸应取冲件尺寸公差范围内较小的数值，冲孔凸模尺寸则应取较大的数值。

(3) 冲件精度与模具制造精度间的关系

在选择模具工作部分尺寸制造公差时，既要能保证冲件精度要求，又能保证有合理的间隙数值。一般冲模制造精度比冲件精度高 2~3 级。

由于加工的要求，合理间隙数值往往给出一个数值范围，为了能使冲件有较好的断面质量，冲模制造能保证合理间隙数值范围时，冲模制造必须满足以下关系（图 1-11）：

$$(\delta_{\text{凸}} + \delta_{\text{凹}}) \leq (z_{\text{max}} - z_{\text{min}})$$

式中 $\delta_{\text{凸}}$ ——凸模工作部分制造公差；

$\delta_{\text{凹}}$ ——凹模工作部分制造公差；

z_{max} ——合理间隙最大值；

z_{min} ——合理间隙最小值。

合理间隙数值取决于材料性能和厚度，而冲模工作部分尺寸制造公差既要满足合理间隙数值范围的要求，又要保证冲件精度要求。冲模制造公差大小是受模具加工条件制约的，为获得可行又经济的途径，冲模的凸模和凹模工作部分尺寸计算可选用分开加工和配合加工两种计算方法。

2. 分开加工计算方法

形状简单、精度要求低的

冲件可采取分开加工计算方法，这样凸、凹模尺寸各自按公式计算和加工，组装后可获得要求的冲裁效果。尺寸计算公式如下：

(1) 有公差要求的配合件

1) 落料件 $D_{-\Delta}$

$$D_{\text{凹}} = (D - x\Delta)^{+\delta_{\text{凹}}}$$

$$D_{\text{凸}} = (D - x\Delta - z_{\text{min}}) - \delta_{\text{凸}}$$

2) 冲孔件 $d^{+\Delta}$

$$d_{\text{凸}} = (d + x\Delta) - \delta_{\text{凸}}$$

$$d_{\text{凹}} = (d + x\Delta + z_{\text{min}})^{+\delta_{\text{凹}}}$$

(2) 自由尺寸的非配合件

1) 落料件 D

$$D_{\text{凹}} = D^{+\delta'_{\text{凹}}}$$

$$D_{\text{凸}} = (D - z_{\text{min}}) - \delta'_{\text{凸}}$$

2) 冲孔件 d

$$d_{\text{凸}} = d - \delta'_{\text{凸}}$$

$$d_{\text{凹}} = (d + z_{\text{min}})^{+\delta'_{\text{凹}}}$$

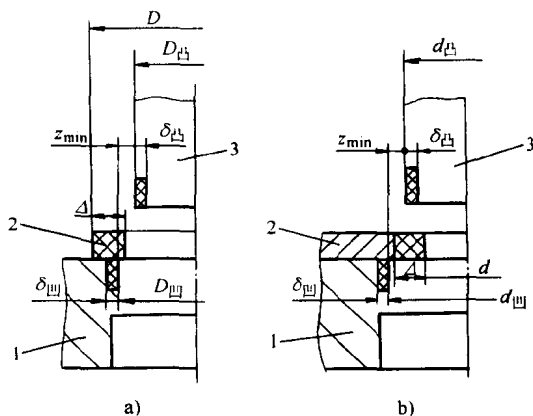


图 1-11 刃口尺寸计算关系图

a) 落料 b) 冲孔

1—凹模 2—工件 3—凸模

式中 $D_{\text{凸}}$ 、 $d_{\text{凸}}$ ——凸模尺寸；

$D_{\text{凹}}$ 、 $d_{\text{凹}}$ ——凹模尺寸；

D 、 d ——工件尺寸；

Δ ——工件公差；

x ——系数，数值如下：

工件精度 IT10 级 $x = 1$

IT11~13 级 $x = 0.75$

IT14 级 $x = 0.5$

$\delta_{\text{凸}}$ 、 $\delta_{\text{凹}}$ ——分别为凸、凹模制造公差，一般按（IT7~IT8）级精度选取或查表 1-3；

$\delta'_{\text{凸}}$ 、 $\delta'_{\text{凹}}$ ——分别为凸、凹模制造公差，按 IT10 级精度选取。

表 1-3 规则形状冲裁凸、凹模制造公差 (单位: mm)

公称尺寸	≤ 18	$> 18 \sim 30$	$> 30 \sim 80$	$> 80 \sim 120$	$> 120 \sim 180$	$> 180 \sim 260$	$> 260 \sim 360$	$> 360 \sim 500$	> 500
凸模偏差 $\delta_{\text{凸}}$	-0.020			-0.025	-0.030		-0.035	-0.040	-0.050
凹模偏差 $\delta_{\text{凹}}$	+0.020	+0.025	+0.030	+0.035	+0.040	+0.045	+0.050	+0.060	+0.070

(3) 分开加工计算应注意事项：

1) 分开加工计算公式的前提是：落料件 $D_{-\Delta}$ 和冲孔件 $d^{+\Delta}$ ，当分别为 $D^{+\Delta}$ 和 $d_{-\Delta}$ 时，应给予转化： $D^{+\Delta} \rightarrow (D + \Delta)_{-\Delta}$ ；

$$d_{-\Delta} \rightarrow (d - \Delta)^{+\Delta}。$$

2) 按上列公式进行分开加工计算后，应校核所选参数必须保证 $\delta_{\text{凸}} + \delta_{\text{凹}} \leq z_{\text{max}} - z_{\text{min}}$ 。如不满足上述关系时，需减小 $\delta_{\text{凸}}$ 、 $\delta_{\text{凹}}$ 数值直到保证上述关系为止。

例 1 冲裁如图 1-12 所示汽车用垫圈，求冲裁用凸、凹模工作部分尺寸。

解：查表 1-6 材料 10 钢厚度 3mm 的冲裁间隙

为 $z_{\text{min}} = 0.46$ ， $z_{\text{max}} = 0.64$ ；

查表 1-3 得落料 $\delta_{\text{凸}} = 0.02$ ， $\delta_{\text{凹}} = 0.030$

$$\delta_{\text{凸}} + \delta_{\text{凹}} = 0.02 + 0.03 = 0.05$$

冲孔 $\delta_{\text{凸}} = 0.02$ ， $\delta_{\text{凹}} = 0.025$

$$\delta_{\text{凸}} + \delta_{\text{凹}} = 0.02 + 0.025 = 0.045$$

$$z_{\text{max}} - z_{\text{min}} = 0.64 - 0.46 = 0.18$$

所以按表 1-3 选取的 $\delta_{\text{凸}}$ 、 $\delta_{\text{凹}}$ 均满足关系式：材料：10 钢 料厚：3mm

$\delta_{\text{凸}} + \delta_{\text{凹}} \leq z_{\text{max}} - z_{\text{min}}$ ，故凸、凹模尺寸可采用分开加工计算方法。

冲件尺寸 $\phi 38_{-0.62}^0$ 、 $\phi 20_{+0}^{+0.52}$ 均为 IT14 级精度，取 $x = 0.5$ 。

落料用凹、凸模工作部分尺寸计算：

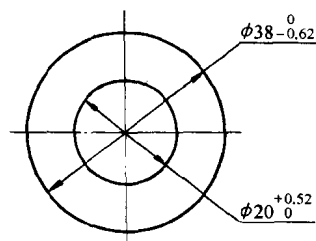


图 1-12 垫圈

$$\begin{aligned}
 D_{\text{凹}} &= (D - x\Delta)^{+\delta_{\text{凹}}} \\
 &= (38 - 0.5 \times 0.62)^{+0.03} \\
 &= 37.69^{+0.03} = 37.7_{-0.01}^{+0.02} \\
 D_{\text{凸}} &= (D - x\Delta - z_{\min})_{-\delta_{\text{凸}}} \\
 &= (38 - 0.5 \times 0.62 - 0.46)_{-0.02} \\
 &= 37.23_{-0.02} = 37.2_{+0.01}^{+0.03}
 \end{aligned}$$

冲孔用凸、凹模工作部分尺寸计算:

$$\begin{aligned}
 d_{\text{凸}} &= (d + x\Delta)_{-\delta_{\text{凸}}} \\
 &= (20 + 0.5 \times 0.52)_{-0.02} \\
 &= 20.26_{-0.02} = 20.3_{-0.06}^{-0.04} \\
 d_{\text{凹}} &= (d + x\Delta + z_{\min})^{+\delta_{\text{凹}}} \\
 &= (20 + 0.5 \times 0.52 + 0.46)^{+0.025} \\
 &= 20.72^{+0.025} = 20.7_{+0.02}^{+0.045}
 \end{aligned}$$

3. 配合加工计算方法

鉴于分开加工计算应用的局限性,特别是当工件精度要求高时,模具制造精度相应要很高,势必将大大增加模具制造的难度和加工成本,在技术、经济两方面都是不利的。数控加工设备的出现更使配合加工方法得到更广泛的应用。

配合加工的方法是按计算的尺寸先制造凸模或凹模作为基准件,另一件即凹模或凸模按基准件的实际尺寸配制,并保证一定的间隙。

(1) 配合加工方法的特点

1) 加工基准件时,可以适当放宽制造公差,使其加工简单。

2) 模具间隙是在配制中保证,因而尺寸计算时不需校核 $\delta_{\text{凸}} + \delta_{\text{凹}} \leq z_{\max} - z_{\min}$ 。

3) 尺寸标注简单,只需在基准件上标注尺寸和公差,配制件不需标注公差,只注明按基准件配制间隙。

4) 由于凸、凹模是配制的,所以在备份模具间不可互换。

5) 尺寸计算是按模具各尺寸要素磨损后增大或减小来选择计算方法的。

6) 尺寸标注是根据加工方法选择的基准件决定的。

(2) 尺寸变化特征

1) 落料 (图 1-13)。按图示落料凹模磨损后,尺寸变化有三种类型:

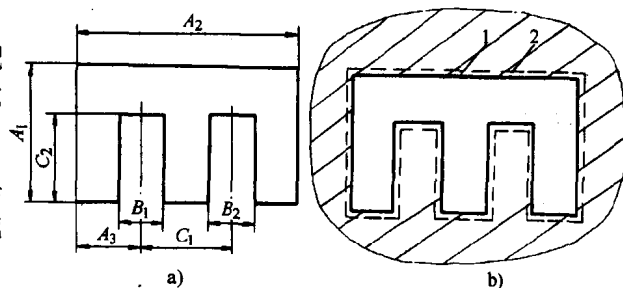


图 1-13 落料件及凹模

a) 落料零件 b) 落料凹模

1—按图制造的实际冲裁刃口 2—磨损后的冲裁刃口

- a) 磨损后增大的尺寸 A_1 、 A_2 、 A_3 ;
 - b) 磨损后减小的尺寸 B_1 、 B_2 ;
 - c) 磨损后无增减即不变尺寸 C_1 、 C_2 。
- 2) 冲孔 (图 1-14)。按图示冲孔凸模磨损后, 尺寸变化有三种类型:

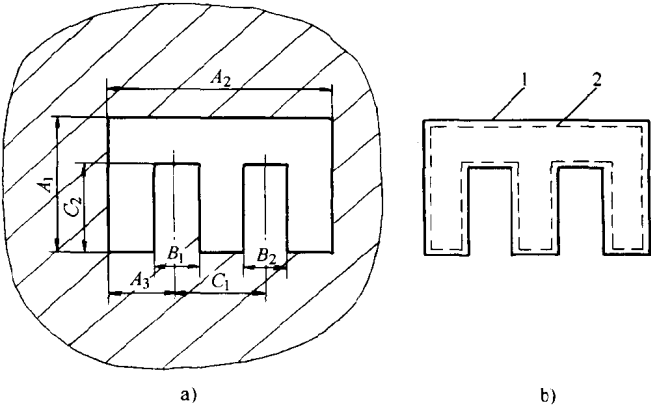


图 1-14 冲孔件及凸模

a) 冲孔零件 b) 冲孔凸模

1—按图制造的实际冲裁刃口 2—磨损后的冲裁刃口

- a) 磨损后减小的尺寸 A_1 、 A_2 、 A_3 ;
- b) 磨损后增大的尺寸 B_1 、 B_2 ;
- c) 磨损后不变的尺寸 C_1 、 C_2 。

(3) 尺寸计算公式

表 1-4 中列出落料和冲孔在分别选择凸模或凹模作基准件时, 凸、凹模工作部分尺寸的计算公式。

表 1-4 凹、凸模尺寸计算公式

类别	工件尺寸	凹模尺寸	凸模尺寸
落料	$A_{-\Delta}$	$A_{凹} = (A - x\Delta)^{+\delta_{凹}}$	按凹模尺寸配制, 其双面间隙为: $z_{min} \sim z_{max}$
	$B^{+\Delta}$	$B_{凹} = (B + x\Delta)^{-\delta_{凹}}$	
	$C^{+\Delta}$	$C_{凹} = (C + \frac{1}{2}\Delta) \pm \frac{1}{2}\delta_{凹}$	
	$C_{-\Delta}$	$C_{凹} = (C - \frac{1}{2}\Delta) \pm \frac{1}{2}\delta_{凹}$	
	$C \pm \frac{1}{2}\Delta$	$C_{凹} = C \pm \frac{1}{2}\delta_{凹}$	
冲孔	$A_{-\Delta}$	按凸模尺寸配制, 其双面间隙为: $z_{min} \sim z_{max}$	$A_{凸} = (A - x\Delta - z_{min})^{-\delta_{凸}}$
	$B^{+\Delta}$		$B_{凸} = (B + x\Delta + z_{min})^{+\delta_{凸}}$
	$C^{+\Delta}$		$C_{凸} = (C + \frac{1}{2}\Delta) \pm \frac{1}{2}\delta_{凸}$
	$C_{-\Delta}$		$C_{凸} = (C - \frac{1}{2}\Delta) \pm \frac{1}{2}\delta_{凸}$
	$C \pm \frac{1}{2}\Delta$		$C_{凸} = C \pm \frac{1}{2}\delta_{凸}$