

1 前言

1.1 冲压模具的工业背景

冲压成形是一种先进的金属加工方法，也是一种十分重要的加工方法，模具是冲压成形中重要的装备。将冲压成形与切削加工比较，发现其生产效率高，材料利用率高优点，并且这种加工方法十分适合于大批量生产^[1]。近年来，冲压模具行业在工业领域有较大的发展，它无论在数量上还是在质量上都有了较大的突破。在我国冲压模具行业的发展也越来越受到重视，国家给予了大量的资金用于研究冲压模具，现在我国的模具行业也有了很大的进步，并且得到了广泛的应用，例如在汽车、航空、家用电器、仪器仪表等领域。

许多工业较发达国家不仅对模具的制造技术很重视，而且对模具的 CAE 技术也非常重视，这些发达国家在早期就对该技术进行了大量的研究，同时也取得了较大的进展。国内在冲压成形模拟分析方面起步比较晚，所做的研究也远远不够。随着经济的发展，技术的提高，以及 CAM 技术的广泛应用，国内模具行业对模具 CAE 的需求也越来越迫切^[1]。也正是因为它有很大的开发前景，所以这几年该行业吸引了国内众多学者来研究。我国冲压技术与先进工业发达国家相比还相当落后，主要原因是我国在冲压基础理论及成形工艺、模具标准化、模具设计、模具制造工艺以及设备等方面都有一定差距^[2]。另外，国内的冲压模具在工艺分析计算方面也与国外有一定的差距。国外有相当一部分模具企业对零件进行计算机模拟试验，他们采用的方法正是有限变形的弹塑性有限元法，通过分析零件的应力应变关系，从而预测某一工艺方案的可行性和可能会产生的问题，分析出的结果会显示在图形终端上，这样有助于设计人员进行选择和修改。这种方法如果被广泛应用，不仅可以节省昂贵的模具试制费用，缩短产品试制周期，而且可以建立符合生产实际的先进设计方法。

1.2 研究冲压模具的意义

近年来，模具行业的发展越来越受到人们的重视，因为人们认识到模具产业有很强的带动作用。随着国门的敞开，与国际接轨的脚步不断加快，巨大的市场需求推动模具工业的更快的发展，冲压生产以其生产率高，材料利用率高，生产的制件精度高，复杂程度高，一致性高等一系列优点，在批量生产中得到了广泛的应用。模具的带动作用很大，它可以称的上是效益的放大器，因为模具是提供制品产业的，所以可以使相关工业得到较大的效益^[2]。模具的发展不仅是自己行业的发展，而且还支持了全国相关行业的发展。本次设计是有关钣金件的冲压，通过查阅资料以及分析研究，对冲压成形有了更深的认识，更认识到研究冲压工艺及模具设计是很有意义的。

2 工艺方案制定

2.1 零件工艺性分析

已知计算机主板支架的零件图如图 2.1 所示，此工件的生产采用大批量，其材料为 08F，板厚为 1mm.

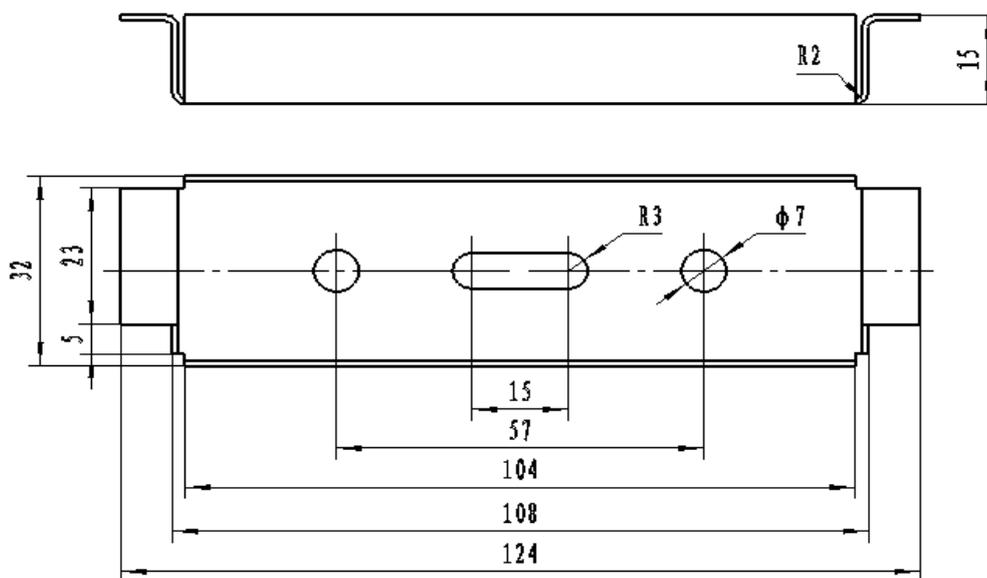


图 2.1 计算机主板支架零件图

上图为计算机主板支架零件图，其主要作用是起支撑的作用。从图中可知零件底面有圆孔和腰圆孔，周边分别向内外侧折弯 90°角，没有尖角、凹陷或其他形状突变，该零件属于典型的板料冲压件。零件外形尺寸无公差要求，壁部圆角半径 $r=1\text{mm}$ ，相对圆角半径 r/t 为 1，大于其最小弯曲半径值 0.8mm，因此该零件可以弯曲成形。底面上的孔有孔距要求，但孔径无公差配合要求。

通过前面的工艺分析，该零件的尺寸精度要求不高，制造该零件的主要问题是轮廓成形，又因为它的加工属于大批量生产，所以采用冲压加工方法生产。我们还可以看出该零件的冲压工艺应该包含落料、冲孔和弯曲工序。

2.2 毛坯尺寸的计算

通过以上分析可知，该零件的毛坯是按弯曲计算，查资料可知弯曲角为 90° 的毛坯展开长度可按下式计算：

$$L = \sum L_i + \sum \pi(r_i + xt) \frac{\alpha_i}{180^\circ} \quad (2.1)$$

式中 L — 弯曲件的展开长度, $[L]$ 为 mm;

L_i — 弯曲件上第 i 段直线长度;

r_i — 弯曲件各弯曲处的弯曲半径, $r_i = 1\text{mm}$;

t — 弯曲件原始厚度, $[t]$ 为 mm;

x — 中性层内移系数;

α_i — 弯曲件上第 i 处弯曲处的弯曲半径, 此处 $\alpha_i = 90^\circ$ 。

根据图 2.1 所示, 得到弯曲的半径为 1mm, 以及查实用冲压模具设计手册表^[5]得, 中性层位移系数 $x=0.32$ 。

所以弯曲件的展开尺寸为

$$\text{长: } L = 7 + 11 + 104 + 11 + 7 + \pi/2(1 + 0.32) \times 4 = 148.2896(\text{mm})$$

$$\text{宽: } L = 13 + 28 + 13 + \pi \times 1.32 = 58.1448(\text{mm})$$

考虑弯曲时板料纤维的伸长, 取长 $L=148\text{mm}$, 宽 $L=58\text{mm}$ 。以及根据计算机辅助绘图工具中的钣金命令展开得到的数值与其相近, 所以得到毛坯尺寸如图 2.2 所示。

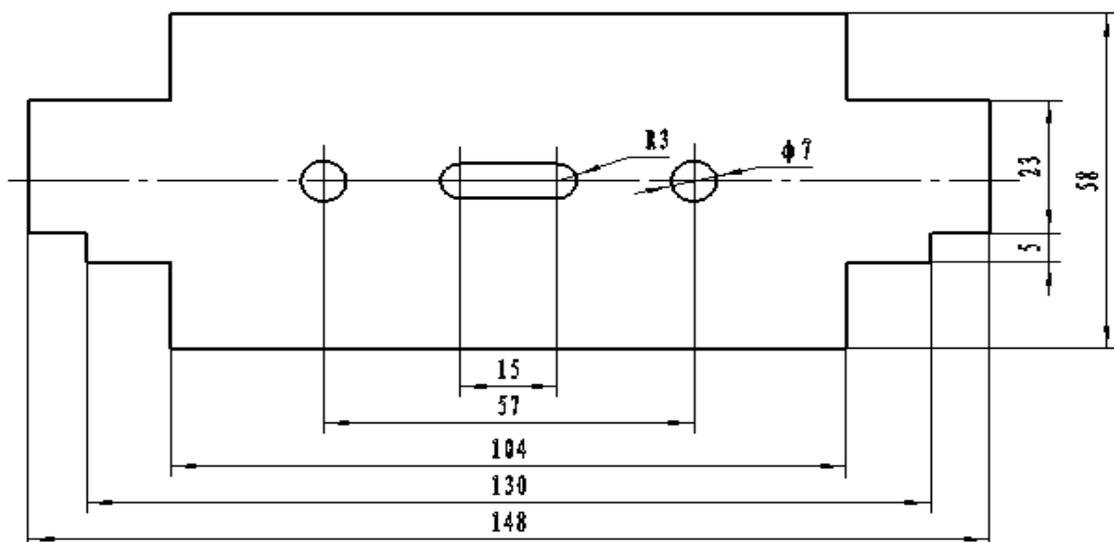


图 2.2 弯曲毛坯展开图

2.3 制定工艺方案

经过上面的工艺分析及其零件毛坯展开尺寸的计算得到如图 2.2 所示的尺寸关系。进一步分析得到冲压该零件，需要的基本工序有：

- (a) 落料；
- (b) 冲底部 $\Phi 7$ 孔两个；
- (c) 冲底部一个腰圆孔；
- (d) 首次弯曲；
- (e) 二次弯曲；

根据以上这些工序，可以作出以下几种组合方案。

方案一：(a) 落料。

- (b) 首次弯曲成形。
- (c) 二次弯曲成形。
- (d) 冲底部两个 $\Phi 7$ 孔和一个腰圆孔。

方案二：(a) 落料。

- (b) 冲底部两个 $\Phi 7$ 孔和一个腰圆孔。
- (c) 首次弯曲成形
- (d) 二次弯曲成形

方案三：(a) 落料和冲零件上两个圆孔和一个腰圆孔。

- (b) 首次弯曲成形。
- (c) 二次弯曲成形。

方案四：(a) 落料和冲零件上两个圆孔和一个腰圆孔。

- (b) 弯曲成形。

对以上三种方案进行比较，可以看出：

方案一，全部冲孔工序放在弯曲成形后进行，可以保证零件的各孔距尺寸，还能提高精度。但是成形后冲孔，模具结构比较复杂，刃磨和修理也比较困难，送料和取料操作也不方便。

方案二，从生产效率方面考虑，将落料和冲孔工序在两套模具上冲压，生产率降低。从模具结构和寿命方面考虑，有利于降低冲裁力和提高模具寿命，同时模具结构采用的是单工序模，所以比较简单，操作也比较方便。但是生产效率低，难以满足该制件的批量生产要求。

方案三，落料和冲孔采用复合模组合冲压，这样能节省制造成本，且生产效率高。与方案二的单工序模比较，尽管模具结构复杂，但由于制件的几何形状对称，模具制造并不困难。且能满足该制件的批量生产要求。

方案四，采用两套复合模完成该零件的制造，可以提高生产率，但是模具结构复杂，并且当制件高度大于材料厚度的 8~10 倍时，不宜采用一次弯曲成形。

通过上面的方案分析，可以看出，在一定的生产批量条件下，选用方案三是比较合理的。且该方案的工序图如下：

(1) 第一步工序，落料冲孔，工件如图 2.3

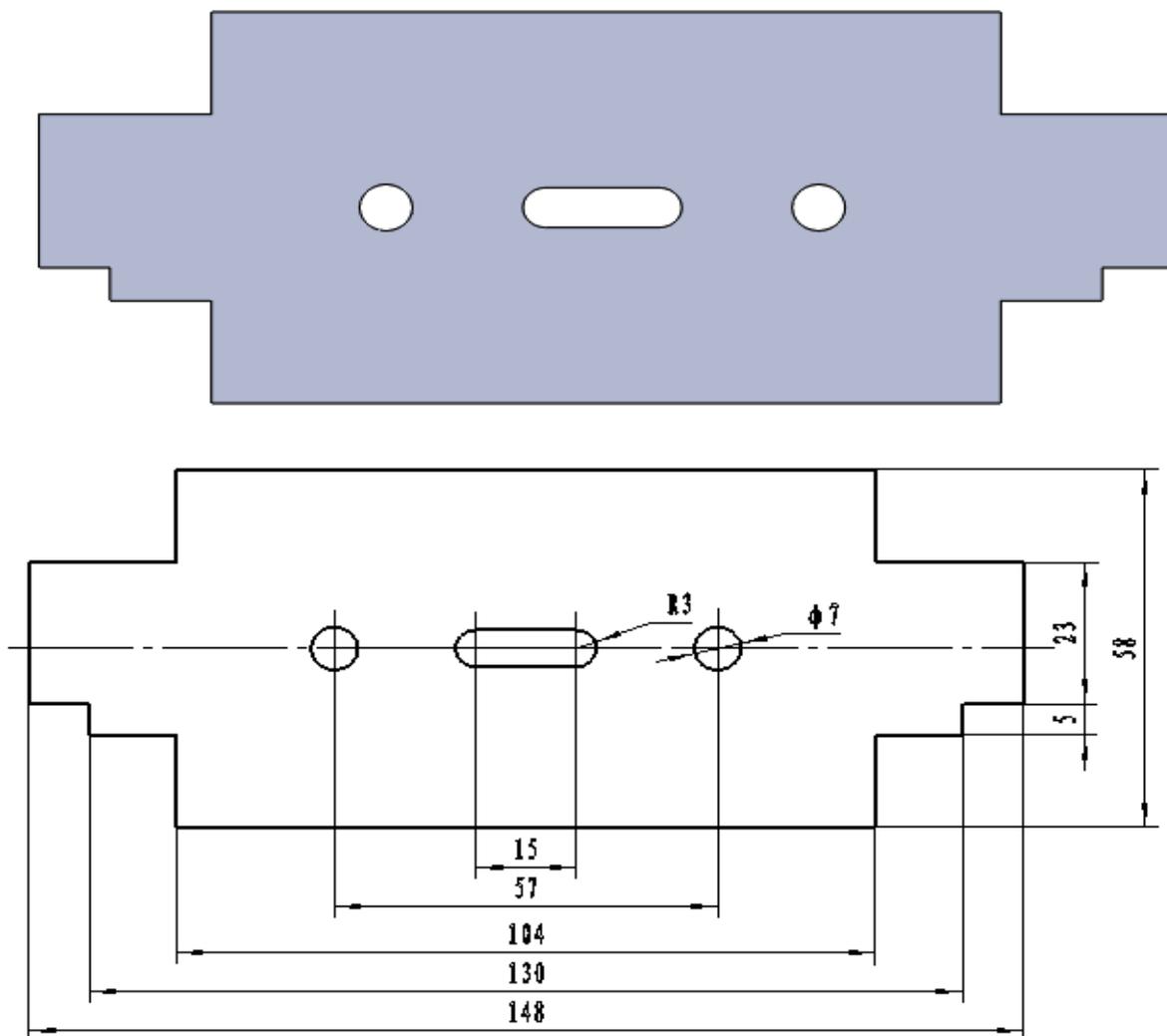
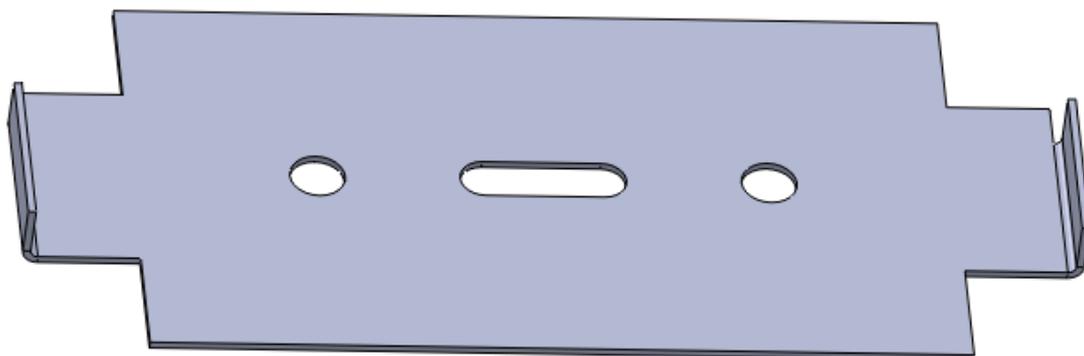


图 2.3 落料冲孔工件图

(2) 第二步工序，一次弯曲，工件如图 2.3-2



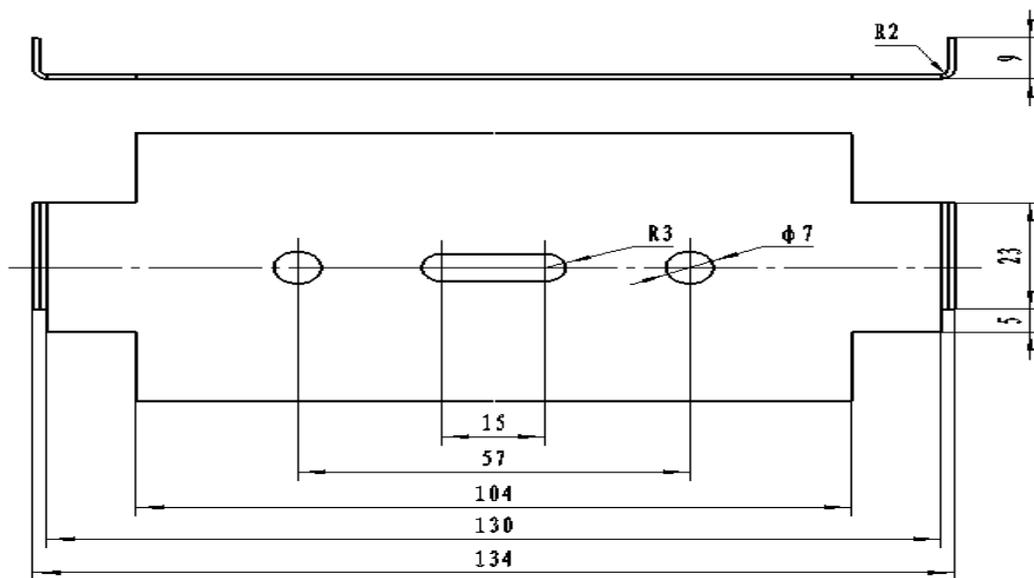


图 2.4 首次弯曲工件图

(3) 第三步工序，二次弯曲，工件图如图 2.3-3

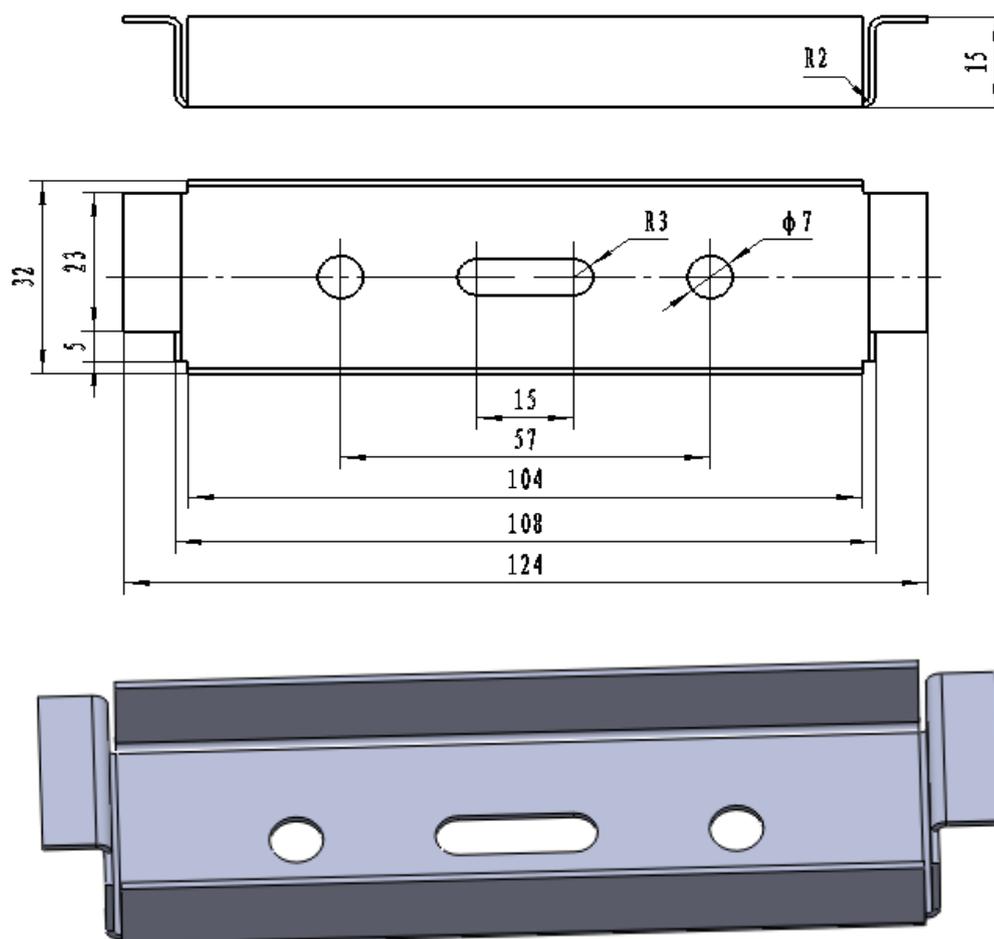


图 2.5 二次弯曲工件图

2.4 确定样方式和计算树料利用率排样

为了便于手工送料，采用单排冲压。下面为两种方式的排样图，见图 2.4a, b。
查搭边值表^[2]，确定搭边值，当 $t=1\text{mm}$ 时，延边搭边值为 3mm ，工件搭边值为 2mm 。

一个进距的材料利用率 η

$$\eta = \frac{nA}{bh} \times 100\% \quad (2.1)$$

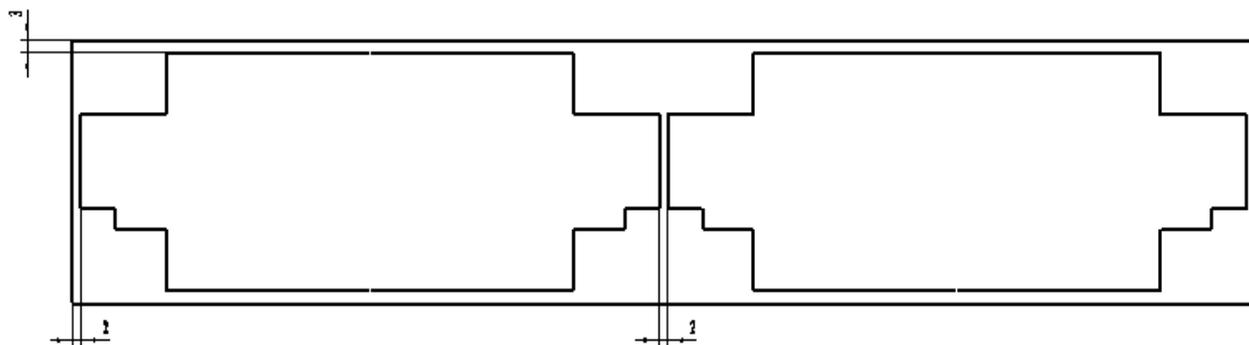
其中 A —冲裁件的面积；

n —一个进距内冲裁件的数目；

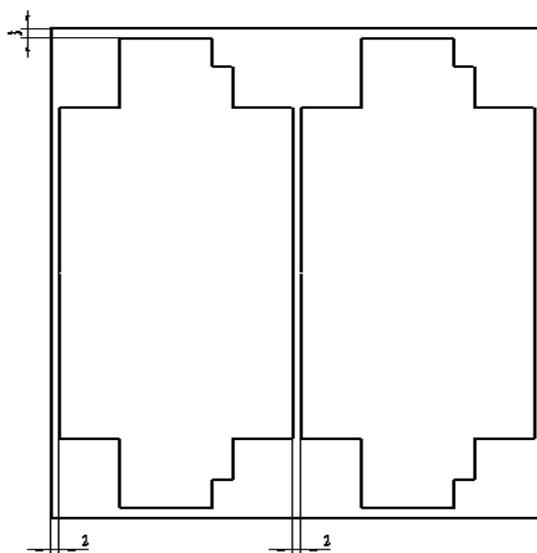
b —一条料宽度；

h —进距；

根据图 2.4a, b 所示计算出两种排样方式的材料利用率分别为 73.7% 和 75.3% 。
因此可选用第二种排样方式。



(a) 材料利用率 73.7%



(b) 材料利用率 75.3%

图 2.6 板件的排样方式

3 落料冲孔复合模具设计

3.1 计算冲压力和选择冲压设备

3.1.1 冲压力的计算

(1) 落料冲裁力的计算

平刃口模具冲裁时，落料力按下式计算：

$$F_{\text{落}} = KL_{\text{落}}t\tau \quad (3.1)$$

又因为

$$\tau = 0.8\sigma_b$$

式中 K —系数；选择设备吨位时，考虑刃口磨损和材料厚度及力学性能因素，实际冲裁力可能增大，因此取 $K=1.3$ ^[1]；

$L_{\text{落}}$ —落料件周长；mm；

t —材料厚度；mm；

τ —材料抗剪强度；MPa；

σ_b —材料抗拉强度；MPa；

将板件毛坯的周长 $L=2\times 148+2\times 58=412$ (mm)，厚度 $t=1\text{mm}$ 以及查材料性能手册 08F 钢材料的抗剪强度 $\tau=260\text{MPa}$ 代入上式，得

$$\begin{aligned} F_{\text{落}} &= KL_{\text{落}}t\tau \\ &= 1.3 \times 412 \times 1 \times 260 \\ &= 139256(N) \end{aligned}$$

(2) 冲孔冲裁力的计算

冲孔力还是按上面所提的公式 (3.1) 来计算：

a. 冲压两个 $\Phi 7$ 孔

$$\begin{aligned} F_{\text{冲}} &= KL_{\text{冲}}t\tau \\ &= 1.3 \times \pi \times 7 \times 260 \end{aligned}$$

$$=1061.32(N)$$

b. 腰圆孔冲孔力

$$\begin{aligned} F_{\text{冲}} &= KL_{\text{冲}}t\tau \\ &= 1.3 \times 48.84 \times 1 \times 260 \\ &= 16507.92(N) \end{aligned}$$

(3) 推件力的计算

推件力的计算公式如下：

$$F_t = K_t F_{\text{孔}} n \quad (3.2)$$

其中 K_t —推料系数，查推件力系数表知 $K_t=0.05$ ；

n —同时卡在凹模洞孔内的件数， $n=\frac{h}{t}$ ， h 凹模直壁刃口高度， t 为料厚；

这里取 $n=5$ ；所以，

$$F_t = 0.05 \times 17569.24 \times 5 = 4392.31(N)$$

(4) 卸料力的计算

卸料力的计算公式如下：

$$F_x = k_x F_{\text{落}} \quad (3.3)$$

其中 F_x —卸料力；

k_x —卸料系数，查卸料力系数表知 $k_x=0.04\sim 0.05$ ，这里取 $k_x=0.04$ 。

所以，

$$F_x = 0.04 \times 139256 = 5570.24 (N)$$

(5) 顶件力的计算

顶件力的计算公式如下：

$$F_d = K_d (F_{\text{孔}} + F_{\text{落}}) \quad (3.4)$$

其中 K_d —顶件系数，查顶件系数表知 $K_d=0.06$

所以，

$$F_d=0.06 \times (17569.24+139256)=10168.24 \text{ (N)}$$

(6) 总压力的计算

$$F_{\text{总}} = F + F_X + F_t + F_d = F_{\text{孔}} + F_{\text{落}} + F_X + F_t + F_d = 193083.064 \text{ (N)}$$

3.1.2 冲压设备选用

压力机的吨位应当大于或等于冲裁时的总力^[1]

$$F \geq F_{\text{总}}$$

由于 $F_{\text{总}}=193083.064\text{N}$ ，所以选择的压力机公称压力只要大于或等于 193083.064N

就可以，但是在实际生产中，为了防止设备的超载，可按 $F \geq (1.6 \sim 1.8) F_{\text{总}}$ ，来计算压力机公称压力。且该零件尺寸较小，无需考虑台面尺寸，只需按照公称压力选择。考虑工厂实际情况，选用公称压力为 250KN 的开式压力机。其主要技术参数为：

公称压力：250KN

滑块行程：65mm

最大闭合高度：270mm

闭合高度调节量：55mm

工作台尺寸：370mm×560mm

模柄孔尺寸：Φ40×60

3.1.3 压力中心的计算

设计时，模具压力中心应与压力机滑块中心保持一致，如果不一致，冲压时会产生偏载，从而导致模具和压力机滑块以及导轨极具磨损，这样就会降低压力机和模具的使用寿命^[1]。故此落料冲孔模设计时必须确定模具压力中心。

从冲压零件图可以知道，该冲裁零件为简单零件，且为对称零件，所以该压力中心与其重心重合。

3.2 模具刃口尺寸的计算

模具刃口尺寸精度是决定冲裁件尺寸精度的重要因素，计算出合理的模具间隙也要靠模具刃口尺寸及其公差来保证。计算模具刃口尺寸以及选择制造公差时需要考虑的原则^[1]有：

a. 落料制件的设计尺寸由凹模尺寸决定，冲孔时孔的尺寸由凸模尺寸决定。所以在落料模的设计时，以凹模尺寸为基准，间隙在凸模上取；设计冲孔模时，以凸模为基准，间隙在凹模上取。

b. 设计落料模时，凹模基本尺寸应取工件尺寸的较小尺寸；设计凸模时，凸模基本尺寸则应取工件孔的尺寸公差范围内的较大尺寸。

c. 设计新模具时，凸凹模间隙应取最小合理间隙值。

d. 确定凹、凸模制造公差时，需要考虑制件的精度要求。由于该零件没有精度要求且根据零件厚度为 1mm，所以该模具的制造精度按照 9 级精度来制造。

模具凹凸模刃口部分尺寸计算可以分为两类：一种是凸模与凹模分开加工，另一种是凸模和凹模配合加工。

该零件落料冲孔后的零件图如图 2.3 所示

因为零件没有标注公差，则对于非圆形件按国家标准非配合尺寸的 IT14 级精度来处理，且工件尺寸公差应按“入体”原则标注为单向公差^[2]。也就是：落料件公差为零，只标注负公差；冲孔件负公差为零，只标注正公差。依据基本公差表得到 $A_1=148_{-1}^0$ ， $A_2=130_{-1}^0$ ， $A_3=104_{-0.87}^0$ ， $B_1=58_{-0.74}^0$ ， $B_2=28_{-0.52}^0$ ， $B_3=23_{-0.52}^0$ ， $d_1=7_0^{+0.36}$ ， $d_2=6_0^{+0.36}$ 。由于该零件形状较复杂，所以落料部分采用凸模与凹模配合加工，冲孔部分采用凸模与凹模分开加工。以上尺寸中属于 A 类尺寸的有： A_1 、 A_2 、 A_3 、 B_1 、 B_2 、 B_3 。

(1) 落料部分的凸凹模刃口尺寸计算

根据零件基本尺寸及其板料厚度查表 2-7^[2]得到 $x=0.5$

由公式

$$A_j = (A_{\max} - x \cdot \Delta)_0^{+\delta} \quad (3.5)$$

计算得到凹模刃口尺寸：

$$A_1 = (148 - 0.5 \times 1)_0^{+0.25} = 147.5_0^{+0.25} \text{ mm}$$

$$A_2 = (130 - 0.5 \times 1)_0^{+0.25} = 129.5_0^{+0.25} \text{ mm}$$

$$A_3 = (104 - 0.5 \times 0.87)_0^{+0.22} = 103.56_0^{+0.22} \text{ mm}$$

$$B_1 = (58 - 0.5 \times 0.74)_0^{+0.185} = 57.63_0^{+0.185} \text{ mm}$$

$$B_2 = (28 - 0.52 \times 0.5)_0^{+0.13} = 27.74_0^{+0.13} \text{ mm}$$

$$B_3 = (23 - 0.5 \times 0.52)_0^{+0.13} = 22.74_0^{+0.13} \text{ mm}$$

该零件落料凸模各部分尺寸按上述凹模的相应部分尺寸配制，保证双面间隙值 $Z_{\min} \sim Z_{\max} = 0.10 \sim 0.15 \text{mm}$ 。

(2) 冲孔部分的凸凹模刃口尺寸计算

根据零件材料和零件厚度查表 2-4^[2] 得到 $Z_{\max} = 0.15 \text{mm}$ ， $Z_{\min} = 0.10 \text{mm}$ ， $\delta_p = 0.02 \text{mm}$ ， $\delta_d = 0.02 \text{mm}$ ，则 $\delta_p + \delta_d = 0.04 \text{mm} < Z_{\max} - Z_{\min} = 0.05 \text{mm}$ 。根据零件基本尺寸及其板料厚度查表 2-7^[2] 得到 $x = 0.5$ 。

所以，

$$d_p = (d + x\Delta)_{-\delta_p}^0 = (7 + 0.5 \times 0.36)_{-0.02}^0 = 7.18_{-0.02}^0 \text{mm}$$

$$d_d = (d_p + Z_{\min})_0^{+\delta_d} = (7.18 + 0.1)_0^{+0.02} = 7.28_0^{+0.02} \text{mm}$$

同理可以得出冲裁腰圆孔的冲孔凸凹模刃口尺寸长度方向分别为 $L_p = 21.18_{-0.02}^0 \text{mm}$ ， $L_d = 21.28_0^{+0.02} \text{mm}$ ；宽度方向分别为 $B_p = 6.18_{-0.02}^0 \text{mm}$ ， $B_d = 6.28_0^{+0.02} \text{mm}$ 。

3.3 落料冲孔模具主要零件的设计

3.3.1 工作零件

(1) 凸模

查表选择台肩型凸模，通过自身的台肩与固定板采用过渡配合，固定板用螺钉、销钉与上模座连接在一起。凸模的尺寸根据刃口尺寸、固定板厚度，卸料板厚度以及安装要求来确定。

① 凸模强度计算

凸模长度确定后，一般不需要作强度计算，但是对于细长的凸模，为了防止纵向失稳和折断，需要进行凸模承压能力和抗弯能力校核。对凸模承压能力校核时，应使凸模最小断面的压应力 $\sigma_{\text{压}}$ 小于或等于凸模材料的许用压应力 $[\sigma_{\text{压}}]$ ，即 $\sigma_{\text{压}} = \frac{F}{A} \leq [\sigma_{\text{压}}]$ 。

对于圆形冲裁凸模应该大于等于 $d_{\min} = \frac{4t\tau}{[\sigma_{\text{压}}]}$ (mm)；对于非圆形件冲裁凸模，

$A_{\min} \geq \frac{F}{[\sigma_{\text{压}}]}$ (mm²)。以上所述各式中， d_{\min} 为凸模最小直径 (mm)； t 为材料厚度

(mm)； τ 为材料抗剪强度 (MPa)； F 为冲裁力 (N)； $[\sigma_{\text{压}}]$ 为凸模材料的许用应力 (MPa)。

(a) 计算凸模最小直径

选取卸料板与凸模的双面间隙为 0.2mm。根据公式凸模的最小直径 d 应满足

$$d \geq 5.2t\tau_b / [\sigma_{\text{压}}] = 5.2 \times 1 \times 270 / 1000 = 1.4 \text{ (mm)}。$$

通过比较可知，凸模直径 7mm 远大于 1.4mm，所以凸模的强度足够。

(b) 凸模最大自由长度校核

根据公式得到，凸模的许可最大长度 L 应满足

$$L \leq 270d^2 / \sqrt{F} = 270 \times 51.55 / \sqrt{7714.98} = 158.46(\text{mm})$$

所以冲模的长度只要小于 158.46mm,就符合要求。

(2) 凹模

该模具中凹模采用的是整体式结构，通过螺钉和销钉与模座固定，落料凹模刃口部分采用的是垂直刃口，冲孔刃口结构形式选用直筒形刃口见下图 3.1，刃口高度为 5mm。选用直筒形刃口凹模是因为刃口的强度较高，刃磨后工作部分尺寸不变，每次冲压后，废料留在凹模内，然后通过下模座落入废料箱里。这种刃口形状在复合模中广泛采用。

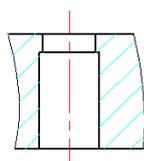


图 3.1 直筒形刃口

①凹模外形和尺寸的确定：

冲压时，由于凹模受力状态比较复杂，所以凹模的尺寸按经验公式来计算^[3]。具体凹模高度和壁厚尺寸常用下面的经验公式确定：

凹模高度 $h = Kb$ (但 h 不应小于 8mm)，

凹模壁厚 $c = (1.5 \sim 2) h$ 。

式中 b —凹模孔的最大宽度 (mm)；这里落料凹模 $b = 147.5\text{mm}$ ；

c —凹模壁厚，系指刃口至外形边缘的距离 (mm)；

K —系数， $K = 0.2$ ；

根据以上公式计算得出凹模高度 $h = 147.5 \times 0.2 = 29.5(\text{mm})$ ，凹模壁厚 $c = (1.5 \sim 2) \times 29.5 = (44.25 \sim 59)(\text{mm})$ ，结合实际取凹模高度为 30mm，凹模壁厚为 55mm。

3.3.2 定位零件

为了使毛坯或半成品在模具上能够正确定位，模具中一般都有定位零件的设置。根据模具结构型式、毛坯尺寸和毛坯形状，这套模具选择的定位零件是台肩式的定位钉。在送料的时候，模具上有安装导料销，这样可以保证毛坯或半成品能够正确的送入模具中合适的位置。

3.3.3 卸料零件

卸料板，顶件板和推件板在模具中是很常见且必不可少的零件，在模具中卸料零件的作用就是把废料或者零件顶出^[3]，其中卸料板有固定卸料板和弹性卸料板两种。因为弹性卸料板受弹簧和橡皮等零件的限制，卸料力较小，主要用于板厚小于 1.5mm 以下薄件的卸料工件，这套模具设计的是倒装式落料冲孔复合模具，且加工零件的厚度为 1mm，所以这套模具中选用的卸料零件是弹性卸料板。对于中小件卸料一般取 5~10mm^[2]，考虑模具的总体结构之后，选择卸料板厚度为 14mm。

3.3.4 卸料弹簧的设计

(1) 预选弹簧

根据公式，

$$F_{\text{预}} = \frac{F_x}{n} \quad (3.6)$$

其中 F_x — 总卸料力

n — 弹簧个数

$F_{\text{预}}$ — 弹簧所承受的负荷

已知总卸料力 $F_x = 5570.24\text{N}$ ，设弹簧个数为 6 个，则每个弹簧装于模具后的预压力

$$F_{\text{预}} \geq \frac{F_x}{n} \geq \frac{5570.24}{6} = 928.37 \text{ (N)}$$

取凸、凹模的刃模量为 5mm，则弹簧工作时和凸、凹模刃模后的压缩量为 $h+h' = (t+1)+5=7\text{mm}$ 。

根据弹簧预压力和需要压缩量，可预选弹簧是 $D=42\text{mm}$ ，钢丝直径 $d=6\text{mm}$ ，节距 $t=11.5\text{mm}$ ，最大压力 $F=1700\text{N}$ ，每圈许可压缩量 $f=4\text{mm}$ 。

(2) 弹簧压力和总压缩量的校核

取弹簧的自由长度 $L_0=60\text{mm}$ ，那么弹簧许可的总压缩量可以按下面的公式计算得到 $h = \frac{L_0}{t} \times f = \frac{60}{11.5} \times 4 = 20.86\text{mm}$ 。根据螺旋弹簧压缩时的线性关系知^[2]，压缩量为 20.86mm 的最大压力 $F=1180\text{N}$ ；则预压力为 928.37N 时的预压力量

$h_0 = \frac{20.86 \times 928.37}{1700} = 12.39 \text{ mm}$ 。因此，螺旋弹簧所需的最大压缩量

$[h] = h_0 + h + h' = 12.39 + 7 = 19.39 \text{ mm}$ ，小于所选弹簧许可的压缩量 20.86mm,所以预选的螺旋弹簧可以满足要求，能保证模具的正常工作。

3.3.5 导向零件的设计

模具导向有导板、导柱和导套等几种方式，这里选用的导向零件是最长见的导柱导套，导柱导套都是圆柱形，加工方便，容易装配，是应用最广泛的导向装置，导柱导套根据模座选择标准件，选择导套为 A 型，导柱也为 A 型。根据冲压工序性质、冲压件精度以及模具寿命等要求，导柱导套的精度配合为 $\frac{H7}{h6}$ 。导柱导套一般为间隙配合，要求配合表面坚硬和耐磨，且有一定的强韧性，所以选用材料为 20 号钢，并且表面经过渗碳淬火处理，硬度为 HRC58~62，渗碳层深度 0.8~1.2mm。

3.3.6 固定零件的设计

模具固定零件有固定板、上下模板、垫板、模柄、螺钉和销钉等。然而有好多的固定零件已经标准化，这里只对该复合模具设计的一些固定零件进行说明。

(1) 凸模固定板

凸凹模具固定板主要用于小型凸模、凹模等工作零件的固定。所设计的凸模固定板的外形与凹模轮廓尺寸基本上是一致的，厚度一般取 $(0.6 \sim 0.8) H_{凹}$ [3]，此模具中凸模固定板取 20mm,且材料为 45 号钢。

(2) 垫板

为了避免过大的冲压力在上、下模板上压出凹坑，影响模具正常工作，所以冲压模具中一般都会垫板，它的主要作用就是承受凸模压力或凹模压力 [3]。垫板厚度一般取 3~10mm，在此模具中垫板的厚度选取为 6mm，材料选取为 45 号钢。

(3) 上下模座的设计

此落料冲孔模座选用后侧导柱模座。根据落料凹模的基本尺寸选定个上模座的基本尺寸为 $315 \times 200 \times 50 \text{ mm}$ ，下模座的基本尺寸为 $315 \times 200 \times 65 \text{ mm}$ ，上面所提的导柱导套的选取就是根据上下模座的基本尺寸选取的。

(4) 模柄

根据压力机以及模具结构选用的模柄是凸缘模柄。其中，为了是零件能顺利顶出，在此模具中设置了打杆，所以选用的模柄是 B 型，且其基本尺寸为 $\phi 32 \times 79$ 。固定方式仍然采用螺钉固定，当然它可以按模具标准选用。

3.3.7 模具闭合高度的确定

模具在最后工作位置时，上下模板之间的距离称为模具的闭合高度^[2]，因此在设计模具时，为使模具正常工作，模具闭合高度必须与压力机闭合高度相适应，应介于压力机最大和最小高度之间，一般可按如下关系确定，即

$$(H_{\max} - 5) \geq H_{\text{闭}} \geq (H_{\min} + 10) \quad (3-7)$$

根据模具图上各零件外形尺寸的确定，可以得出此模具闭模高度为 248mm。因为 $H_{\max} = 270\text{mm}$ ， $H_{\min} = 215\text{mm}$ ，所以 $H_{\max} - 5 = 265\text{mm} \geq 248\text{mm} \geq H_{\min} + 10 = 225\text{mm}$ 。故此模具闭合高度符合要求。

3.4 落料冲孔模具总图

该模具主要由弹性卸料装置、落料凹模、冲孔凸模、凸凹模、垫板、固定板、刚性卸料装置以及螺钉等组成。具体结构见图 3.2。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/688132123117006073>