

摘 要

冲压模具，是在冷冲压加工中，将材料（金属或非金属）加工成零件（或半成品）的一种特殊工艺装备，称为冷冲压模具（俗称冷冲模）。冲压，是在室温下，利用安装在压力机上的模具对材料施加压力，使其产生分离或塑性变形，从而获得所需零件的一种压力加工方法。在本文中，通过分析支架的结构特点和成型工艺，根据工件的形状、尺寸及材料等因素，计算出冲压力大小以及确定冲压中心，从而选取了所适用的压力机及模柄，并以此为基础选择标准后侧导柱模架，根据模架尺寸进一步推算出模具中冲孔凸凹模、弯曲凸凹模、垫板等零件尺寸。在完成所有计算类之后，利用三维造型软件 Proe 以及计算机辅助设计软件 CAD，分别绘制出模具各个零件并及整体装配图，并对模具结构中一些重点组件进行具体的描述及验算，验算不合格的零件进行更换调试，最后将成品模具转化到图纸上，进行进一步的验算改正及研究，最终确定出各板件所用材料，以及总结所遇到的问题及建议解决方法。

关键词： 模具设计 冲压模具 弯曲冲孔复合模

ABSTRACT

Stamping die, is in the cold stamping process, the material (metal or non-metallic) processed into parts (or semi-finished products) of a special process equipment, known as cold stamping die (commonly known as cold die). Stamping is a method of applying pressure to a material at a room temperature by means of a mold mounted on a press to produce a pressure or a plastic deformation to obtain a desired pressure machining method. In this paper, by analyzing the structural characteristics and forming process of the stent, the punching force is calculated according to the shape, size and material of the workpiece, and the punching center is determined, and the applicable press and die are selected. This is based on the selection of the standard rear guide post mold, according to the size of the mold to further calculate the punching punch mold, bending convex die, pad and other parts size. After the completion of all the calculation class, the use of three-dimensional modeling software Proe and computer-aided design software CAD, respectively, to draw out the mold parts and the overall assembly diagram, and some of the key components of the mold structure of a specific description and check, check the unqualified Parts to replace the commissioning, and finally the finished mold into the drawings, to further verify the correction and research, and ultimately determine the materials used in the board, and summed up the problems encountered and suggested solutions.

Key words: Mold design Stamping die Bending punching compound mold

目 录

第一章 工件的综合分析	1
1.1 零件图分析.....	1
1.2 冲裁工艺性审查.....	1
第二章 工艺方案及模具结构类型的确定	2
2.1 工艺方案的分析.....	2
2.2 工序的组合和顺序确定.....	2
2.3 模具结构类型的确定.....	2
第三章 冲压力计算与压力中心的确定	3
3.1 自由弯曲时的的弯曲力.....	3
3.2 校正弯曲时的弯曲力.....	3
3.3 压弯时的顶件力和卸料力。.....	3
3.4 弯曲时压力机吨位的确定。.....	3
3.5 冲裁件的冲裁力计算.....	3
3.6 压力机公称压力的计算.....	4
3.7 冲模压力中心的确定。.....	4
第四章 压力机的选择	5
第五章 模具工作部分结构尺寸的计算	7
5.1 凸、凹模的双边间隙 Z	7
5.2 间隙方向.....	7
5.3 弯曲的凸、凹模尺寸.....	7
第六章 模架及零件的设计选择	9
6.1 模架的选择.....	9
6.2 模具零件的设计.....	10
6.2.1 冲孔凹模.....	10
6.2.2 冲孔凸模.....	11
6.2.3 弯曲凸模.....	12
6.2.4 弯曲凹模.....	12
6.2.5 凸模固定板的设计.....	12
6.2.6 凹模固定板的舍弃.....	12
6.2.7 垫板的选择.....	12
6.2.8 卸料装置的确定.....	12
第七章 冲压模具材料的选择	14
7.1 冲压模具钢的一般性能要求.....	14
7.2 常用冲压模具钢种类.....	14
第八章 问题及解决方法	15
8.1 弯曲回弹与对策.....	15
8.2 绘图软件的困难.....	15
8.2.1 Proe 上的困难.....	15
8.2.2 CAD 上的困难.....	16
总 结	17

谢 辞.....	18
参考文献.....	19

第一章 工件的综合分析

1.1 零件图分析

该件为带孔的弯曲件见图 1，产品成型简单，为大批量生产且无配合尺寸，因此按公差 IT14，采用普通冲裁。根据技术要求，由弯曲和冲裁即可成型。

零件材料：LF21（为 AL-Mn 合金，是应用最广的防锈铝，主要特征及应用范围：为 AL-Mn 系合金，是应用最广的一种防锈铝，这种合金的强度不高（稍高于工业纯铝），不能热处理强化，故采用冷加工方法来提高它的力学性能。力学性能：抗拉强度 σ_b (MPa)) 120-160，条件屈服强度 $\sigma_{0.2}$ (MPa)) ≥ 85)。

材料厚度：3mm

生产批量：大批量

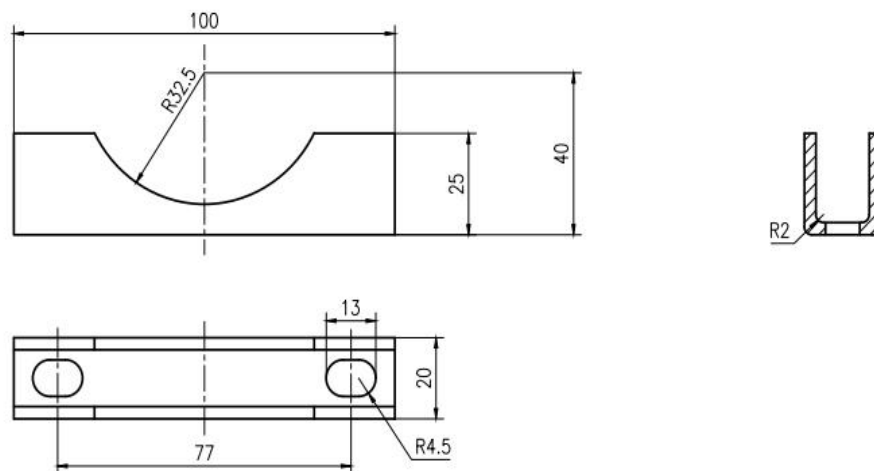


图 1

1.2 冲裁工艺性审查

(1) 弯曲工艺性 该零件为对称弯曲件，变形均匀，模具加工工艺性最好。工件弯曲处圆角半径 $r=2\text{mm}$ ，材料厚度 $t=3\text{mm}$ ，因为 $r/t < 5\sim 8$ ，因此，凸模圆角半径等于弯曲件的弯曲半径，但必须大于最小弯曲圆角半径。满足这个条件，所以取弯曲凸模的圆角半径 $R_T=2\text{mm}$ 。又因为 $t=3$ ，则 $r_A=(2\sim 3)t$ ， $r_A=2t$ ，既为 6mm 。

(2) 冲裁工艺性 考虑到零件两腰圆孔孔壁到零件两侧面的距离只有 2.5mm ，冲孔后弯曲必然会引起孔变形，因此需要考虑加工顺序。

第二章 工艺方案及模具结构类型的确定

2.1 工艺方案的分析

该零件的形状表明它为弯曲冲孔件，所以弯曲为基本工序，小孔由冲孔工序完成。

冷冲压生产过程主要特征是依靠冲模和冲压设备完成加工，便于实现现代化，生产效率高，操作简单。对于我所做零件正好适合，因此采用冷冲压。

2.2 工序的组合和顺序确定

零件的全部基本工序为：弯曲，冲孔，据此可排出以下三种方案：

方案一：弯曲与冲孔复合

方案二：弯曲，冲孔

方案三：冲孔，弯曲

分析比较以上几种方案，可以看出：

方案三中，需要一个级进模，结构复杂。且方案三中孔后弯曲会直接变形，因此不能选择。

方案一中，弯曲与冲孔复合，需要两个压力机，模具结构复杂，制造费用高，生产率高，操作不方便。

方案二中，先弯曲后冲孔，结构简单，制造费用低，生产效率高，操作方便，能够满足工艺要求。

综合以上各方案，从保证尺寸精度和经济效益考虑，采用方案二。

2.3 模具结构类型的确定

由工艺方案的确定可知，此零件是采用多工序复合模，模具的基本结构由：上模板、下模板、模柄、螺钉、凸模固定板、弯曲凸模、冲孔凸模、护套、冲孔凹模、弯曲凹模、顶料板、导套、导柱等组成。

第三章 冲压力计算与压力中心的确定

弯曲力是设计弯曲模和选择压力机吨位的重要依据。特别是在弯曲板料较厚，弯曲变形程度较大，材料强度较大时，必须对弯曲力进行计算。由于影响弯曲力的因素较多，如材料的性能、零件的形状、弯曲方法、模具结构、模具间隙和模具工作表面质量等，因此，用理论分析的方法很难准确计算弯曲力。生产中常用经验公式概略计算弯曲力，作为设计弯曲工艺过程中和选择冲压设备的依据

3.1 自由弯曲时的的弯曲力

由 [1] 式 3.3.2 可得，U 形弯曲件：

$$F_{\text{自}} = \frac{0.7kbt^2\sigma_b}{r+t}$$

式中 K 为安全系数，一般取 1.3；b 为弯曲件的宽度 100mm；t 为弯曲件的厚度 3mm；r 为弯曲件的内弯曲半径 2mm； σ_b 为材料的强度极限，查得 LF21 为 120~160MPa，取 160MPa。带入数值可得； $F_{\text{自}}=26208\text{N}$

3.2 校正弯曲时的弯曲力

校正弯曲是在自由弯曲阶段后，进一步对贴合凸模、凹模表面的弯曲件进行挤压，其校正力比自由压弯力大的多。由于这两个力先后作用，校正弯曲时只需要计算校正弯曲力。

由 [1] 式 3.3.3 可得，

$$F_{\text{校}} = qA$$

式中 q 为单位面积上的校正力，查 [1] 表 3.3.2 可得， $q=30\text{MPa}$ ；A 为校正部分垂直投影面积，则 $A_1=20 \times 100=2000\text{mm}^2$ ，得 $F_{\text{校}}=60000\text{N}$

3.3 压弯时的顶件力和卸料力。

由 [1] 式 3.3.4 可得，

$$F_q=(0.3\sim 0.8) F_{\text{自}}$$

取 $F_q=0.5F_{\text{自}}=13104\text{N}$

3.4 弯曲时压力机吨位的确定。

自由弯曲时压力机吨位应为， $F_{\text{压机}} \geq F_{\text{自}} + F_q = 39312\text{N}$

由于校正力是发生在接近压力机下死点的位置，校正力的数值比自由弯曲力、顶件力和压料力大得多，故 $F_{\text{自}}$ 和 F_q 值可忽略，则

$$F_{\text{压机}} \geq F_{\text{校}} = 60000\text{N}$$

3.5 冲裁件的冲裁力计算

计算冲刺力的目的是为了合理地选用冲压设备、设计模具和检验模具的强度，压力机的吨位必须大于所计算得冲裁力，以适应冲裁的需求。

由 [1] 式 2.4.1 可得，

$$F_p = K_p t L \tau$$

式中， τ 为材料抗剪强度，查得为 100MPa，L 为冲裁件周边总长， $L=2\pi r+13 \times 2\text{mm}$ ，t 为材料厚度，系数 K_p 是考虑到冲裁模刃口的磨损、凸模与凹模间隙的波动等因素变化的安全系数，一般取 1.3。带入算得 F_p 为 21161.4N。

当上模完成一次冲裁后，冲入凹模内的制件或废料因弹性扩张而梗塞在凹模内，模面上的材料因弹性收缩而紧箍在凸模上。为了使冲裁工作继续进行，必须将箍在凸模上的材料刮下；将梗塞在凹模内的制件或废料向下推出或向上顶出。从凸模上刮下材料所需的力，称为卸料力；从凹模内向下推出制件或废料所需的力，称为推料力；从凹模内向上顶出制件所需的力，称为顶件力。

$$\text{卸料力 } F_q = KF_p$$

$$\text{顶件力 } F_{q2} = K_2 F_p$$

式中 K 为卸料系数，其值为 $0.02 \sim 0.06$ 取 0.03

K_2 为顶件力系数，其值为 $0.04 \sim 0.08$ ，取 0.05

$$\text{则算得 } F_q = 634.8\text{N} \quad F_{q2} = 1058.07\text{N}$$

3.6 压力机公称压力的计算

冲裁时，压力机的公称压力必须大于或等于冲裁时各工艺力的总和 $F_{P\text{总}}$

采用弹压卸料装置和上出件模具时

$$F_{P\text{总}} = F_p + F_q + F_{q2} = 22854.3\text{N}$$

故压力机的公称压力要大于 22KN

3.7 冲模压力中心的确定。

模具压力中心是指冲压时诸冲压合力的作用点位置，为了确保压力机和模具的正常工作，应使冲模的压力中心与压力机滑块中心相重合，对于带有模柄的冲压模，压力中心应通过模柄的轴心线，否则会使冲模和压力机滑块产生偏心载荷，使滑块和导轨之间产生过大的磨损，模具导向零件加速磨损，降低模具和压力机的使用寿命。

对于我的模具快来说，冲压力合力的作用点为模具压力中心，模具的压力中心应该通过压力机滑块的轴心线，对于有模柄的冲模来说，需使压力中心通过模柄的轴心线，由于该零件模具是对称的，因此冲模压力中心在模具的中心。

第四章 压力机的选择

曲柄压力机是指以曲柄连杆机构作为主传动结构的机械压力机，它是冲压加工中应用最广泛的一种，能完成各种冲压工序、如冲裁、弯曲、拉深、成形等。常用的曲柄压力机根据床身的结构又可分为开式压力机和闭式压力机两类。

(1) 曲柄压力机的工作原理 以开式压力机为例，其压力机的工作原理见 [3] 图 1-5 所示。其工作原理为：电动机 1 通过 V 带把运动传递给大带轮 3，再经过小齿轮 4、大齿轮 5 传递给曲轴 7。连杆 9 上端装在曲轴上，下端与滑块 10 连接，把曲轴的旋转运动变为滑块的直线往复运动。滑块的运动的最高位置称为上死点，最低位置称为下死点。冲压模具的上模 11 装在滑块上，下模 12 装在垫板 13 上，当板料放在上、下模之间时，滑块向下移动进行冲压，即可获得工件。

(2) 曲柄压力机的主要类型

按照床身结构可分为开式压力机和闭式压力机。开式压力机床身前面、左面和右面三个方向完全敞开，具有安装模具和操作方便的特点，但床身呈 C 字形，刚性较差。闭式压力机床身两侧封闭，只能在前后方操作，根据我的工件选择开式压力机即可。

(3) 曲柄压力机的主要参数

曲柄压力机主要有以下技术参数：

1) 公称压力。曲柄压力机的公称压力是指当滑块距下死点为某特定距离或曲柄旋转到下死点为某特定角度时，滑块上所允许承受的最大作用力。公称压力是压力机的一个主要技术参数。

2) 滑块行程。它是指滑块从上死点到下死点所经过的距离，其大小随工艺用途和公称压力的不同而不同。

3) 行程次数。它是指滑块每分钟从上死点到下死点，然后再回到上死点所往复的次数。一般小型压力机和用于冲裁的压力机行程次数较多。

4) 闭合高度。它是指滑块位于下死点时，滑块下平面到工作台上平面的距离。当闭合高度调节装置将滑块调整到最高位置时，闭合高度最大，称为最大闭合高度；当滑块调整到最低位置时，闭合高度最小，称为最小闭合高度。闭合高度从最大到最小可以调节的范围称为闭合高度调节量。

5) 装模高度。当工作台上装有工作垫板，并且滑块处于下死点时，滑块平面到垫板上平面的距离称为装模高度。

除上述主要参数外，还有工作台尺寸、模柄孔尺寸等。

(4) 冲压设备的选用

冲压设备的选择主要包括选择压力机的类型和确定压力机的规格。

1) 设备类型的选择 冲压设备的类型较多，其刚度、精度、用途各不相同，应根据冲压工艺的性质、生产批量、模具大小、制件精度等正确选用。

对于中小型冲裁件、弯曲件或者拉伸件的生产，主要采用开式压力机。虽然开式压力机的刚性差，在冲压力的作用下床身的变形能够破坏冲裁模的间隙分布，降低模具的寿命或冲裁件的表面质量，但由于它提供极为便于操作的条件和易于安装机械化附属装置的特点，使它成为目前中小型冲压设备的主要形式。

2) 设备规格的选择 确定压力机的规格时应遵循如下原则：

①压力机的公称压力必须大于冲压工序所需的压力，当冲压行程较长时，还应注意在全部工作行程中，压力机许可压力曲线应高于冲压变形力曲线。

②压力机滑块行程应满足制件在高度上能获得所需的尺寸，并在冲压工序完成后能顺利地模具上取出来。

③压力机的行程次数应符合生产率和材料变形速度的要求。

④压力机的闭合高度、工作台尺寸、滑块尺寸、模柄孔尺寸等都能满足模具正确安装要求。对于曲柄压力机，模具闭合高度与压力机闭合高度制件应满足：

$$H_{\max} - H_1 - 5\text{mm} \geq H \geq H_{\min} - H_1 + 10\text{mm}$$

式中 H —模具的闭合高度；

H_{\max} —压力机的最大闭合高度；

H_{\min} —压力机的最小闭合高度；

H_1 —压力机的垫板厚度。

工作台尺寸一般应大于模具下模座 50~70mm，以便于安装。垫板孔径应大于制件或废料的投影尺寸，以便于卸料。模柄尺寸应与模柄孔尺寸相符。

设备工作行程需要考虑工件成型和取件方便，根据之前所计算的总压力，以及后续计算及以上原则，查 [2] 表 4-21 选择压力机。其各参数分别为：

公称压力：160KN

滑块行程：70mm

滑块行程次数：115 次/min

最大闭合高度：280mm

闭合高度调节量：60mm

立柱间间距：220mm

工作台尺寸：450mmX300mm

模柄孔尺寸：35X50

第五章 模具工作部分结构尺寸的计算

5.1 凸、凹模的双边间隙 Z

冲裁间隙 Z 是指冲裁模中凹模刃口尺寸 D_A 与凸模刃口尺寸 d_T 的差值

(1) 冲裁间隙对冲裁工艺的影响 冲裁间隙对冲裁质量、冲裁力和模具寿命均有很大影响，是冲裁工艺与模具设计中的一个重要的工艺参数。

1) 冲裁间隙对冲裁件质量的影响。冲裁间隙是影响冲裁件质量的主要因素之一。

2) 冲裁间隙对冲裁力的影响。随着间隙的增大，材料所受的拉应力增大，材料容易断裂分离，因此冲裁力减小。通常冲裁力的降低并不显著，当单边间隙为材料厚度的 5%~20% 时，冲裁力的降低不超过 5%~10%。间隙对卸料力、推件力的影响比较显著。间隙增大后，从凸模上卸料和从凹模里推出零件都省力，当单边间隙达到材料厚度的 15%~25% 时，卸料力几乎为零。但若间隙继续增大，因为毛刺增大，将引起卸料力、推件力的迅速增大。

3) 冲裁间隙对模具寿命的影响。模具寿命受各种因素的综合影响，间隙是模具寿命诸因素中最主要的因素之一。在冲裁过程中，凸模与被冲孔之间以及凹模与落料件之间均有摩擦，而且间隙越小，模具作用的应力越大，摩擦也越严重。过小的间隙对模具寿命极为不利，而较大的间隙可使凸模侧面及材料间的摩擦减小，并减缓由于受到制造和装配精度的限制出现间隙不均匀的不利影响，从而提高模具寿命。

确定合理间隙有理论确定法、经验确定法和查表法三种。对于我这个模具因为自己设计因此我选择查表法确定，则查 [1] 表 2.2.3 得， $Z_{\max}=0.640\text{mm}$ ， $Z_{\min}=0.460\text{mm}$ 。

5.2 间隙方向

确定弯曲间隙的方向 主要取决于制件的要求。当制件要求外形尺寸时，以凹模为基准，间隙取在凸模上，即

$$D_d=D_b, D_p=D_d-Z$$

其中 D_d —制件外形的基本尺寸， D_p 、 D_b —保证制件外形尺寸的凸、凹模直径

5.3 弯曲的凸、凹模尺寸

查 [1] 得对于有色金属

$$c=t_{\min}+nt$$

式中，c 为弯曲凸模与凹模的单面间隙，t 为材料厚度的基本尺寸和最小尺寸为 3mm，n 为间隙系数，查 [1] 表 3.3.4 可得 $n=0.03$ ，带入得 $c=3.09$

凸模和凹模的工作宽度尺寸与弯曲件的尺寸标注有关，设计原则是，弯曲件标注外形尺寸时，则以凹模为设计基准件，间隙值取在凸模上；当弯曲件标注的是内形尺寸时，选择凸模为设计基准件，间隙取在凹模上。因为工件标准的是外形尺寸，且为双向对称偏差，所以由 [1] 式 3.4.1 可得：凹模尺寸，凸模尺寸分别为

$$L_d = (L - 0.5\Delta)_0^{+\zeta_d}$$

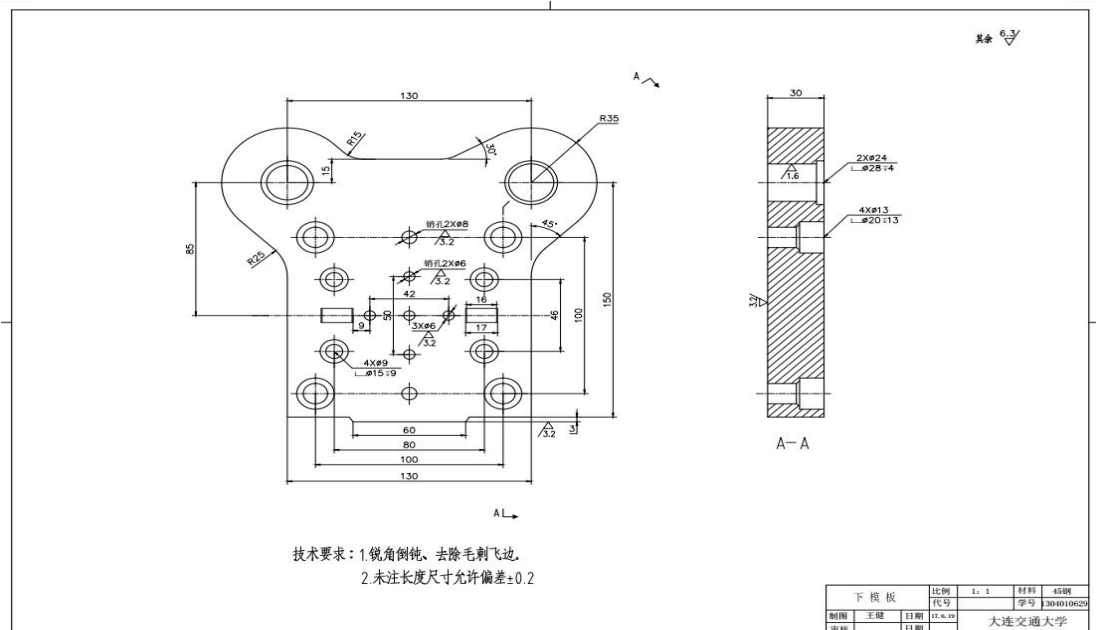
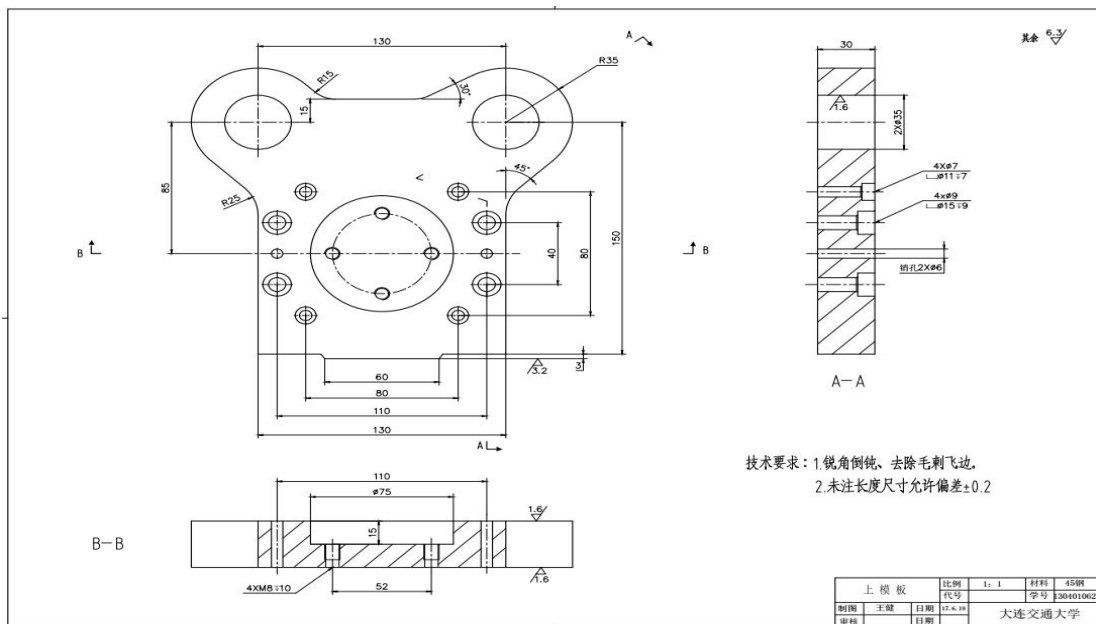
$$L_p = (L_d - 2c)_{-\zeta_p}^0$$

式中 $\Delta=0.52\text{mm}$ ， $2c_{\max}=0.29$ ， $2c_{\min}=0.23$ ， $\zeta_d=0.6(2c_{\max}-2c_{\min})=0.036\text{mm}$ ，
 $\zeta_p=0.4(2c_{\max}-2c_{\min})=0.024$ 代入数值可得 $L_d=19.74_0^{+0.036}$ $L_p=16.65_{-0.024}^0$
 凸模圆角半径取 $r=R=2\text{mm}$ 凹模圆角半径最小取 2mm 。

第六章 模架及零件的设计选择

6.1 模架的选择

模架选用的规格，可根据凹模周界尺寸从标准手册选取。根据以上计算，选择后侧导柱模架，因为后侧导柱模架，两导柱装在上、下模座后侧，凹模周界在导套前的有效区域，可用于冲压比较宽的条料，送料及操作方便，可纵向，横向送料，加工工艺性能好。则查 GB/T 2855.1-2008 可得：



上模架形状如上图，选择 L=125 B=125 D=35 的模架具体尺寸标注如图。

下模架形状如上图，取同样规格。且上下模架最小闭合高度为 240mm，最大闭合高度为 280mm。

导柱导套由 GB2861.1-81 及 GB2861.6-81 可得：导柱取 22mmX250mm，导套去 22mmX35mmX50mm

6.2 模具零件的设计

6.2.1 冲孔凹模

1. 凹模洞口类型

常用凹模洞口类型有直筒式刃口凹模和锥筒式刃口凹模。直筒式特点是制造方便，刃口强度高，刃磨后工作部分尺寸不变，广泛用于冲裁公差要求较小，形状复杂的精密制件，但因废料或制件在洞壁内的聚集而增大了推件力和凹模的涨裂力，给凸、凹模的强度都带来了不利的影晌。一般复合模和上出件的冲裁模都选用这种类型的洞口，对于本模具也选择直筒式。

2. 凹模壁厚 C

凹模壁厚是指凹模刃口与外缘的距离。

$$C = (1.5 \sim 2) H (\geq 30 \sim 40 \text{mm})$$

(2) 凹模厚度 H

凹模厚度查表可得为 15mm

(3) 刃壁高度

垂直于凹模平面得刃壁 其高度可以根据下列规则计算：

$$\text{冲件料厚: } t \leq 3 \text{mm}, h_1 = 3 \text{mm}$$

$$t > 3 \text{mm}, h_1 = t$$

则刃壁高度取 3mm。

当凹模需要更长寿命时，刃壁高度可以比上述增加，但应该带有斜度，以利于废料漏下。

根据以上数据可以确定凹模尺寸如下：

凹模长度：L=125mm；凹模宽度 B=125mm；即 LXBH=125X125X20mm。为了卸料的方便将冲孔凹模出料口设置成阶梯状，这样可以保证废料的正常排出。具体尺寸如图 2

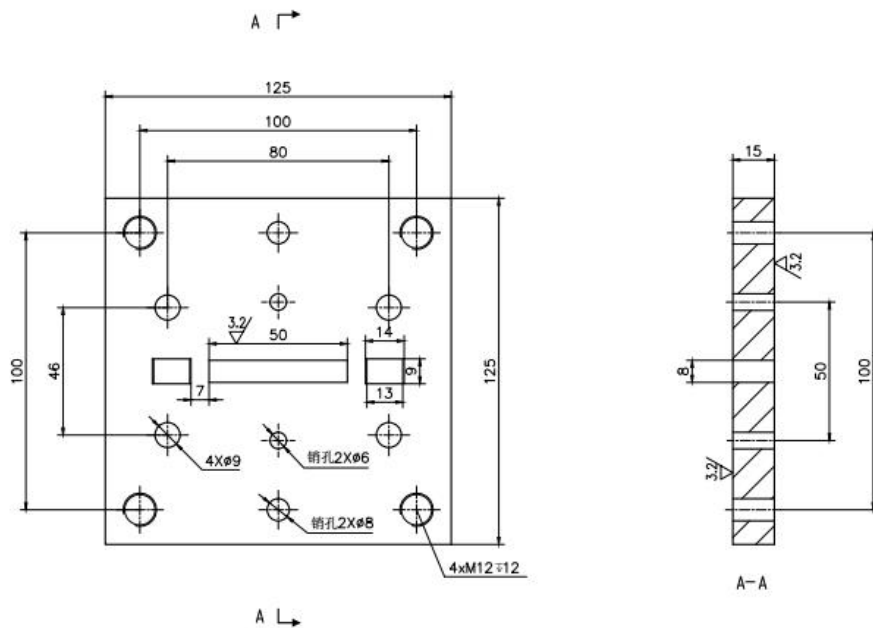


图 2

6.2.2 冲孔凸模

1. 凸模的结构形式

凸模结构通常分为两大类，一类是镶拼类，另一类为整体式，整体式中，根据加工方法的不同，又分为直通式和台阶式，直通式凸模的工作部分和固定部分的形状与尺寸做成一样，这类凸模一般采用线切割方法进行加工。本模具冲孔凸模采用直通式。如图 3，因为所冲孔并非标准圆孔或者方孔，因此需要将冲孔凸模设计成与所冲孔一样的外形。

2 冲孔凸模长度

凸模长度应根据模具结构的需要来确定。

对于本模具来说

$$L=h_1+h_2+h_3+h_4$$

式中 h_1 为凸模固定板厚度， h_2 为空隙最大长度， h_3 为垫板长度， h_4 为弯曲凸模长度。算得为 90mm。

3. 凸模材料

模具刃口要求有较高的耐磨性，并能承受冲裁时的冲击力。因此应有高的硬度与适当的韧性。对于本模具形状简单寿命要求高因此采用 45 号钢。

4. 凸模的护套

本模具采用简单的圆形凸模护套，护套与凸模固定板采用过盈配合。

5. 凸模的固定方式

凸模采用螺钉连接在凸模固定板上。

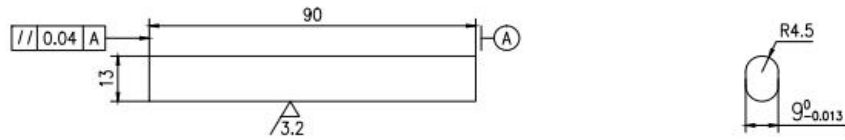


图 3

6.2.3 弯曲凸模

对于弯曲凸模按照之前计算即可，但是要保证深度要大于弯曲凹模深度。具体尺寸如图 4

6.2.4 弯曲凹模

尺寸之前已经计算，其深度查 [1] 得 3.4.3 可得为 35mm。具体尺寸如图 5

6.2.5 凸模固定板的设计

凸、凹模固定板主要用于小型凸、凹模或者凸凹模等工件零件的固定。凸模固定板安装在垫板下面，和冲孔凸模护套进行过盈配合，通过内六角螺母固定。材料一般用 45 钢。加工时要保证上面的精度。凸模固定孔用线切割加工，其它定位孔用钻床加工再攻丝即可，保证定位孔精度。为使模具定位准确，凸模固定板大小取与上模架标准模板相对应大小。

6.2.6 凹模固定板的舍弃

由于增加凹模固定板的设计会导致冲孔凸模和弯曲凸模的长度增加，从而导致其受剪切的强度降低，容易导致凸模被折断。由于凹模与垫板固定以及凹模与下模座的固定直接固定了凹模，因此能够满足工件的制造要求，所以舍弃了凹模固定板。

6.2.7 垫板的选择

垫板的作用是承受凸模或者凹模的轴向压力，防止过大的冲压力在上、下模板上压出凹坑，影响模具的正常工作。为了满足整体模架对于压力机的闭合高度的满足，因此在上模板与凸模固定板之间，冲孔凸模之上，以及凹模与下模板之间增加垫板，其作用一方面为了满足闭合要求，另一方面减少各模板磨损。但其厚度不适宜取的过厚，一次取 10mm 垫板即可，材料选取 45 号钢。

6.2.8 卸料装置的确定

设计卸料零件的目的，是将冲裁后卡箍在凸模上或凹模上的制件或废料卸掉，保证下次冲压正常进行。根据工件形状及之前各模板设计，可以选择上出件的方式，在底部增加订料板，一方面保证冲孔过程中顶料板可以给工件提供支撑力，另外一方面在完成加工之后可以顶出工件。

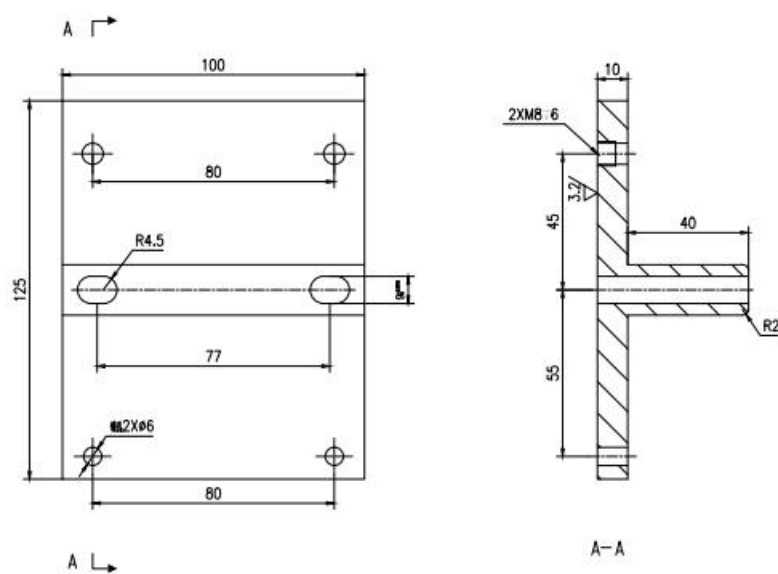


图 4

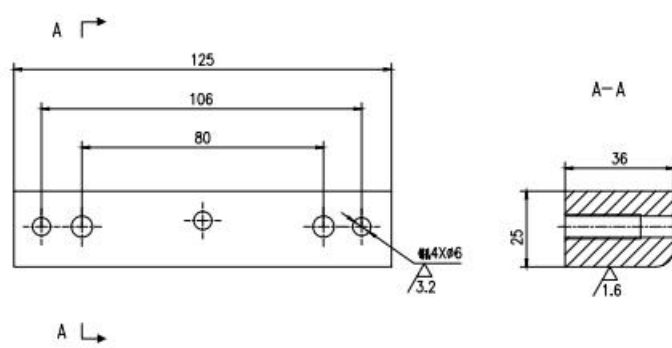


图 5

第七章 冲压模具材料的选择

7.1 冲压模具钢的一般性能要求

根据冲压模具的工作特点，冲压模具钢应具有较高的耐磨性、韧性并具有良好的可加工性和淬火不变性。

耐磨性是对磨具工作零件（凸、凹模等）的基本要求之一。要求零件在承受相当大的压力和摩擦力下，仍能较好的保持其尺寸和形状，持久耐用。模具零件的耐磨性与材料的成分、组织及载荷状态、润滑介质等多个因素有关。总体来说，提高材料的硬度有利于提高材料的耐磨性。

7.2 常用冲压模具钢种类

（1）碳素工具钢 碳素工具钢按碳含量的质量分数从 0.65%~1.35%可分成 8 个钢号，即 T8、T8、T8Mn、T9、T10、T11、T12 和 T13。根据冶金质量可分为优质钢和高级优质钢两类。高级优质钢为 T7A~T13A。T8Mn 和 T8MnA 性能近似，但由于含 Mn 量比常规稍高，其淬透性较好，能获得更深的淬硬层。T8 和 T8A 进行淬火加热时容易过热，淬火变形也大，强度和塑性相对较低。

模具应用中以 T10A 最适宜，这种材料淬火温度低于 800℃时不会过热，仍保持细晶粒，而淬火组织中含有剩余碳化物，使耐磨性有所提高。

（2）合金模具钢 合金模具钢是合金工具钢的子类，按化学成分可分为低合金、中合金和高合金模具钢，典型的合金模具钢的性能及热处理规范可参考文献[1]表 1-40。

（3）高速工具钢 高速工具钢具有很高的硬度、抗压强度、耐磨性和热稳定性，其承载能力优于合金工具钢。典型的高速工具钢有 W18Cr4V、W6Mo5Cr4V2、W9Mo3Cr4V 等。

（4）基体钢 基体钢的化学成分相当于高速工具钢正常淬火后的基本组织成份，含碳量比高速工具钢低。通过正确的热加工，碳化物细小切均布，具有较高的硬度和耐磨性，而且韧性和抗弯强度明显优于高速工具钢，工件的淬火变形也有所减小。基体钢主要用于要求高强度和足够韧性的冷挤压模具等。典型的基体钢材料有 6Cr4W3Mo2VNb、6W6Mo5Cr4V、和 6Cr4Mo3Ni2WV 等。

本次冲压模具钢选择主要为优质碳素结构钢 45 号钢。

第八章 问题及解决方法

8.1 弯曲回弹与对策

弯曲件的质量问题主要有回弹、裂纹、翘曲、尺寸偏移、孔偏移等。尤其以回弹问题最为常见。

1) 回弹现象

弯曲成型过程中，毛坯在外载荷的作用下产生的变形由塑性变形和弹性变形两部分组成。当外载荷去除后，毛坯的塑性变形保留下来，而弹性变形会完全消失，使其形状和尺寸都发生与加载时变形方向相反的变化，这种现象称为回弹。

根据回弹现象的描述说明回弹现象是无法避免的，对于我所做模具本身的精度要求并不高，因此不必要刻意去想办法，但是还是应该尽可能的减少回弹，以保证精度。

2) 影响回弹的因素

想要减少回弹现象，就必须要了解影响回弹的因素：

(1) 材料的力学性能 材料的屈服强度越高，弹性模量越小，则弯曲后回弹角越大，因为我们选择的 LF21，作为铝合金本身屈服强度就不是很高，所以其回弹现象更加严重，但是因为有要求限制，因此材料本身造成的弯曲回弹不能避免。

(2) 相对弯曲半径 r/t 当相对弯曲半径较小时，弯曲毛坯内、外表面上切向变形的总应变值较大。虽然弹性应变的数值也在增加，但弹性应变在总应变中所占比例却在减少，因而回弹角减少，因此，当规定材料厚度为 3mm 时，才将 r 设置为 2mm 这样可以充分减少回弹角。

(3) 弯曲力 在实际生产中，施加的弯曲力越大，变形区的应力和应变状态都将产生变化，塑性变形量增大，回弹减小。因此，在选择压力机时，选择了远大于要求的压力机这样就能提供更大的弯曲力

8.2 绘图软件的困难

8.2.1 Proe 上的困难

虽然在大四上过 Proe 的课，但是对于毕设来说所学知道并不是很够，对于板件，正常的拉深，旋转并没有什么难度，但是在做螺纹孔的时候，遇到了螺纹孔与螺钉发生干涉的现象，而且如果螺纹孔不打成标准的孔的话，与螺钉配合就会定位不了位置，发生偏移。为了解决这个问题，尝试了用原版 Proe 很多方法，但是都不行，后面只能装上额外的螺纹孔工具插件，这样再用 Proe 自带

孔工具作图，然后再利用插件生成相对应的螺钉继而配合。

在出图方面，Proe 的投影所做截图面并不能用几个不同方位截面同时拼接，因此，几个板件的剖面做的并不是很完美。

8.2.2 CAD 上的困难

在毕设之前所用 CAD 并不是很多，因此对于 CAD 的操作不是很熟悉，所以，在做 2 维图之前专门用了一个多星期去学习 CAD，能够掌握基本的操作之后才开始 2 维图的组建。因为对层工具的运用不熟练，导致走了很多弯路，并且在改图阶段不能有效快速的进行修改，但是后来懂得层工具的使用之后，就知道了将图中各部分分为不同层，这样需要修改时可以直接修改一层。在标注方面，因为 Proe 的标注转化为 CAD 之后会有所改变，并且修改困难，因此选择了 CAD 的标准，并且安装了 PCCAD 插件，用于标注粗糙度，形位公差，引线标注等相关的 CAD 本身并不能一次标注的东西。

总 结

经过三个月忙碌的毕业设计，终于能在规定时间内完成老师所设置的毕设内容，在这几个月内感触很多。在开始的一个月里，基本上处于很朦胧的状态，对于毕设内容无从下手，每天都是感觉在混日子。在第三个星期，因为无从下手，所以决定去图书馆查阅相关资料，用来当成一个突破口，在图书馆，找到了《冲压模具设计项目教程》和《冲压工实用手册》这两本书，对我之后的毕设起到了很大的作用，所涉及到的计算说明及各种标准都有相关内容可以查询。之后的几个星期开始不断的学习，实践，不断的完善自己对于 Proe, CAD 等软件的运用。从刚开始的不是很懂，到可以熟练的操作各种系统，中间经历的困难只有自己懂。对于毕设来说，并不是一个专门为了让我们毕业而设置的坎，对于我来说毕设算是走出校园的第一个锻炼自己的地方，前几年的学习状态一直很差，但是对于快毕业的我来说，毕设可能是最后一次自己能这么静下心来，认真学习的机会了。因此，对于毕设虽然遇到了很多困难，但是感觉还是很开心，因为可以自己想办法解决困难，正如老师所说，毕设把他当成一个尝试，放开手的去做，不用太计较结果，享受其中的过程。我知道自己的毕设肯定不是完美的，但是自己也是很用心的去修改，完善了，对于可能还存在的错误还是会努力的去找，对于老师提出的问题会更加虚心的去请教去学习，努力让自己的毕设变得更好。

谢 辞

通过将近一个学期的努力，我的毕业设计《加固支架弯曲冲孔复合模设计》终于完成了，这也意味着我马上要结束自己的大学生涯。对于这次能顺利的完成毕业设计，首先要感谢我的毕设导师阎长罡老师所传授的知识及指导，也要感谢大学四年期间给我诸多教诲和帮助的机械学院的各位老师。

毕业论文暂告收尾，这也意味着我在大连交通大学的四年的学习生活即将结束。回首既往，自己一生最宝贵的时光能于这样的校园之中，能在众多学富五车、才华横溢的老师们的熏陶下度过，实是荣幸之极。在这四年的时间里，我在学习上和思想上都受益非浅。这除了自身努力外，与各位老师、同学和朋友的关心、支持和鼓励是分不开的。感谢机械 136 的各位同学，与他们的交流使我受益颇多。最后要感谢我的家人以及我的朋友们对我的理解、支持、鼓励和帮助，正是因为有了他们，我所做的一切才更有意义；也正是因为有了他们，我才有了追求进步的勇气和信心。

时间的仓促及专业水平的不足，整篇论文肯定存在尚未发现的缺点和错误，希望答辩老师多予指正，不胜感激。

参考文献

- [1] 成虹. 冲压工艺与模具设计 [M]. 2 版. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [2] 张正修 张旭起. 冲压工实用手册. 机械工业出版社, 2015.
- [3] 赵孟栋. 冷冲模技术 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.
- [4] 翁其金. 冷冲压技术 [M]. 机械工业出版社, 2000.
- [5] 袁小江 刘进明. 冲压模具设计项目教程. 2 版. 机械工业出版社, 2015. 12.
- [6] 巩云鹏 田万禄. 机械设计课程设计. 东北大学出版社, 2000.
- [7] 谢军. 现代机械制图. 机械工业出版社, 2000.
- [8] 黄奶愉 万仁芳 潘宪曾. 中国模具设计大典. 江西学技术出版社, 2003.
- [9] 韩进宏. 互换性与技术测量. 机械工业出版社, 2006
- [10] M. Firat *.Computer aided analysis and design of sheet metal forming processes: Part III: Stamping die-face design.Materials and Design, 28(2007):1311-1320.
- [11]Nee,A.Y.C,Fu,M.W.et.al,
Determination of optimai parting directions in plastic injection mould design,
Annals CIRP,(46),429-432, 1997