

编号: _____



桂林电子科技大学
GUILIN UNIVERSITY OF ELECTRONIC TECHNOLOGY

毕业设计(论文)说明书

题 目: 消声器后盖复合模

设计及制造工艺分析

院 (系): 机电工程学院

专 业: 机械设计制造及其自动化

学生姓名: 周 迪

学 号: 1000110134

指导教师单位: 机电工程学院

姓 名: 蒋占四

职 称: 副教授

题目类型: 理论研究 实验研究 工程设计 工程技术研究 软件开发

2013 年 12 月 27 日

摘 要

本论文是关于消声器后盖复合模设计及制造工艺分析的研究。

消声器是允许气流通过，却又能阻止或减小声音传播的一种器件，是消除空气动力性噪声的重要措施。消声器能够阻挡声波的传播，允许气流通过，是控制噪声的有效工具。采用复合模是因为复合模具有生产效率高、冲压件质量高的特点。且使用复合模能在一个模具上完成整个零件的加工。而消声器的制造是通过将板类加工而成，将板类金属加工成毛坯，然后经过冲孔、拉深、翻孔、翻边等工艺工序。而在研究过程中必须要经过计算才能得出各冲孔、拉深、翻孔、翻边的凸凹模的尺寸，然后再结合使用寿命、精度、拆装方便等要求确定凸凹模尺寸。然后再根据计算结果选用合适的模架、螺钉等其他零件，并且根据要求选用合适的压力机设备，通过进一步的计算确定所选的零件是否可以用，而压力机设备的选用必须考虑其过载情况，因为一旦过载就会造成人员和设备的危险。本次零件外形简单对称，所有尺寸均为自由公差，对与零件在拉伸等变形后的厚度变化没有要求，只要求表面不允许有皱着、划痕、开裂等缺陷，并且断裂口要求平整因此该零件可以经过冷冲压加工成型。由于该零件是大批量生产，所以在进行设计时应当要注意总体结构尺寸不能过大并且要简单。

通过计算得到零件的尺寸后使用二维 CAD 软件画出零件图，并通过零件图的装配得到整个模具的装配图。最后经过修改得到总装配图。并制作出凹模加工工序、凸模加工工序、凸凹模加工工序。最后编写出装配过程。

关键词：模具；冲压；拉深；翻孔；翻边；CAD 画图

Abstract

This paper is about the muffler back cover compound die design and manufacturing process analysis research.

Muffler is allowed to flow through, but also can prevent or reduce the spread of voice device, is one of the important measures to eliminate the air dynamic noise. Muffler can prevent the spread of sound waves, allowing the airflow through, is an effective tool to control noise. Using composite die because composite modulus has the characteristics of the production of high efficiency and high quality of stamping parts. And the use of composite touch can complete the whole parts in a mold processing. And the manufacture of muffler is by putting a plate type and plate type metal processing into blank, and then after punching and deep drawing, turn over the hole and flanging process procedure. And in the process of research must be calculated to various punching, deep drawing, double the size of the hole flanging, intensive, and then combined with the service life, accuracy, the requirement of dismantling is convenient wait for a convex concave die size. And then according to the calculation results to choose appropriate die set, screws and other parts, and choose proper press equipment according to the requirement, by further calculation to determine whether the selected parts can be used, and the selection of press equipment must consider its overload situation, because once the overload will cause the risk of personnel and equipment. The simple parts shape is symmetrical, all size tolerance for freedom, the changes with the thickness of the parts after the tensile deformation such as there is no requirement, only require surface are not allowed to have a wrinkly, scratches, cracking and other defects, and fracture require flat so the parts can pass cold stamping molding. Because the parts are mass production, so in the design should pay attention to the overall structure size not too big and simple.

Is obtained by computing the size of the parts after using A two-dimensional CAD software draw the part drawing, and through the assembly to get the part drawing in the mold assembly drawing. The last modified general assembly drawing. Machining process and making the concave die, punch processing working procedure, intensive processing process. The last write assembly process.

Keywords: mold; Stamping; Deep drawing; Double hole; Flanging; CAD drawing

目 录

1 引言.....	1
1.1 模具的发展前景.....	1
1.1.1 中国模具市场前景广阔.....	1
1.1.2 模具产品市场竞争力不断提升.....	1
1.1.3 模具行业发展速度持续增长.....	1
1.1.4 模具行业机遇和挑战并存.....	1
1.2 冷冲模的发展.....	2
2 工艺方案的分析.....	3
2.1 零件工艺性分析.....	3
2.2 工艺方案的分析和确定.....	3
2.3 确定排样方式.....	4
2.3.1 计算材料利用率.....	4
2.3.2 确定排样方案.....	6
3 消声器后盖展开形状及尺寸的确定.....	7
3.1 冲孔、翻边部分展开计算.....	7
3.2 拉深件展开计算.....	7
3.2.1 确定修边余量.....	8
3.2.2 确定拉深工件毛坯直径.....	8
4 拉深工序主要工艺参数计算.....	9
4.1 确定是否用压边圈.....	9
4.2 拉深次数和拉深系数的确定.....	9
4.3 拉深模的圆角半径.....	9
5 四工序复合模的设计.....	10
5.1 计算总压力.....	10
5.1.1 冲裁力的计算.....	10
5.1.2 卸料力的计算.....	10
5.1.3 冲孔力的计算.....	10
5.1.4 顶件力的计算.....	11
5.1.5 拉深力的计算.....	11
5.1.6 压边力的计算.....	12
5.1.7 翻边力的计算.....	13
5.1.8 总压力的计算.....	13
5.2 压力机吨位的选择.....	13
5.3 确定模具压力中心.....	13
5.4 模具工作部分尺寸计算.....	13

5.5 四工序复合模结构的设计.....	17
5.5.1 凹模.....	17
5.5.2 选择模架及确定其他冲模零件.....	19
5.5.3 凸模.....	21
5.5.4 冲模各零件的材料及热处理要求.....	22
5.5.5 卸料板确定.....	23
5.5.6 模具结构的计算.....	24
5.5.7 冲压设备的选择.....	24
6 四工序复合模的制造.....	26
6.1 冲模制造的概述.....	26
6.2 冲模具体制造过程.....	27
6.2.1 冷冲模模架的制造.....	27
6.2.2 冲模成形零件的加工.....	27
7 四工序复合模的装配说明书.....	30
总 结.....	34
谢 辞.....	35
参考文献.....	36

1 引言

1.1 模具的发展前景

1.1.1 中国模具市场前景广阔

由于中国的各种政策和市场空间扩张的影响，中国庞大的模具用户领域，如汽车，家用电器，机械，IT 信息产业，包装，建筑材料，日用品行业发展迅速。同时，这些的行业对模具的要求有所提高，从而大力促进了模具行业的发展，使得其发展速度飞速，明显高于其他制造业。现如今，世界模具市场处于卖方市场状态，尽管近年来的市场总额一直处于 600~650 亿美元的较高水平，但是我国模具出口仅占不到 8% 的份额。目前，国内外均保持看好我国模具行业，因此我国模具行业未来国际模具市场前景广阔，有较大发展空间。

1.1.2 模具产品市场竞争力不断提升

如今，我国模具行业面临着两重压力。第一是来自工业发达国家的技术优势，第二是来自发展中国家价格优势。前者在进入我国后，依附其技术优势和能力，在中高档模具方面拥有竞争优势，从而对我国的模具行业构成了巨大挑战；后者比如像印度、泰国等这些国家的模具工业成长也很快，它们凭借强烈的价格优势来打击我国的竞争优势，并使之逐渐减弱。中国模具企业要想提高自身模具产品的国际竞争力，就必须踊跃引进国外先进的模具制造技术，通过对模具产品结构合理有效的调整和产品质量的提高来达到这个目的。同时，企业也要注重其经营管理和人才的培养。

1.1.3 模具行业发展速度持续增长

近年来，我国模具业开始出现一些新的模具生产较集中的地区，不再仅限于原来较发达的珠三角、长三角地区，而是开始向内地和北方扩展。伴随着我国国民经济的快速增长，各类模具需求大户行业如汽车、航天航空、家电、机械和建材行业的发展也给模具行业的发展提供了牢靠的支撑。据有关资料显示，以家电行业为例，一台电冰箱需用模具约 350 套；而一台全自动洗衣机则需用模具 150 多套；以 IT 行业为例，每个型号的电子约需模具 30 多套，加上与其配套的打印机，每台电子需模具 20 多副。目前，因为市场上的模型多为海外开发，中国模具进口较多，模具的需求量也将随着我国自身发展能力的提高而快速增长。明显能够预感到我国模具行业将在如此良好的条件下得到飞快的成长。

1.1.4 模具行业机遇和挑战并存

全球局势给模具行业发展带来了史无前例的发展机遇，同时更带来了加倍激烈的竞争与挑战。国内许多像萧山、宁波、上海等发达城市，都在大力发展模具制造业，旨在满足全球模具的高需求。如作为日本一家专业的模具企业，萧山友成模具公司的年销

售收入达到两亿元，并将准备在香港上市；在中国模具行业里，浙江黄岩模具无论是在设备、管理、技术上都处于较高的水平；作为曾经的全国模具行业龙头老大的上海正想恢复往日雄风，目前正在大力建设上海市模具中心；苏州也打算在高新区建造一个占地面积达2000亩的高水平的与国际接轨的现代化模具工业基地；拥有三千家模具企业的汕头塑料机械模为了提高模具的性能和质量，积极引进国内外地区最新的数控模具加工装备。世界模具行业正在蓬勃发展，面对着如此一个好机会，国内很多的省市也都纷纷抓住机遇，努力发展模具工业，推动中国的进一步发展。

1.2 冷冲模的发展

远在 4000 年前的青铜器时期，我国古代人民就发现了金属在受到锤击后能够产生形变的特性，特别是到了后来的战国时期，我们的祖先已经能达到练剑淬火的程度。随着时间的推移，我们的人民也逐渐学会通过锤击金属制造出日常生活中所需要用到的兵器和用品。与此同时，在我国漫长的历史长河中，出现的各种由金、银、铜等金属制成的产品，更是体现了我国劳动人民的智慧和精湛的技艺水平。由此能够看出，冷冲压工艺在中国有着非常久远的历史。

在近代，特别是从 1920 年开始，各式各样的金属制品、玩具等越来越走进人们的生活，普遍的出现在寻常百姓家。为了达到提高该行业社会生产力的目的，冲床、压力机等基础机械装备及相应的模具开始在工业中投入使用。但是当时工厂投用的机械设备功率普遍较低，生产工艺的发展仍处于初步的阶段，导致社会生产力水平低下。同时，模具加工业主要使用的是手工加工，出现模具精度低，损坏率大的现象。社会生产力的发展推动着冷冲模制造工艺的进步，模具企业开始引入水压机冷冲模、磨床、铣床和锯床等各种机械设备，并通过硬度计、内外径测定器等高精度测量设备的使用，使得冷模具精度提高。随后到了六七十年代，模具生产工厂则开始大量使用生产冲压机床，如此一来促进了冷冲模具从单冲落料单冲孔模具向落料冲孔复合模的转变。随着冷冲模架标准件的出现，冷冲模具工艺得到了很大的改进，模具设计结构形式更多样化和模具精度更高^[1]。随着模具行业各种技术水平的提高，冷冲模具的使用寿命也普遍提高了 5~7 倍。

到了现代，模具的应用日益普遍，由于计算机的出现，CAD/CAE/CAM 技术的成熟模具发展无论在数量上还是在质量、技术和能力上得到了更快的发展，然而，因为我国在成长期间经验积攒上的落伍使得在与世界先进水平相比还是相差甚远，包括在大型、精密、繁杂、长寿命等高档模具上仍需要大批的进口，尤其是中高档轿车的覆盖件模具。但是在低端模具的供应上则是供过于求，市场竞争激烈。

2. 工艺方案的分析

2.1 零件工艺性分析

消声器作为日常生活中用处比较广泛且能够有效控制噪声的一种工具，其是在允许气流通过的同时，通过消声器前方多孔挡板的多次减压作用，有效阻挡声波的传播，最终将废气排到外界。

图 2.1 为消声器的后盖，由 Q235AF 材料制作，板的厚度为 1.5mm。该零件制造需要经过落料、冲孔、翻边、拉伸而得到。该零件的侧面图属于轴对称图形，外部形状简单对称，全部尺寸均为自由公差，除了零件表面

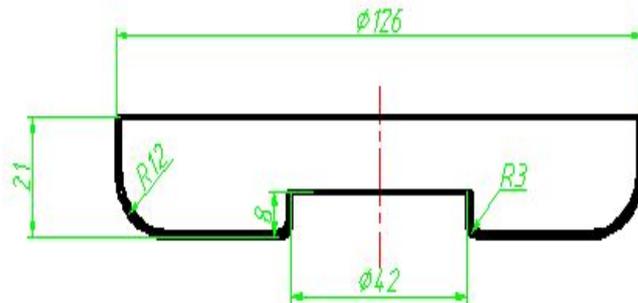


图 2.1 消声器后盖

不能够有皱褶、划痕、开裂等缺陷以外，断裂口还需要保持平整，因而该零件能够经过冷冲压加工成型。在该零件的大批量生产设计过程中，必须注意总体结构尺寸不能过大。

2.2 工艺方案的分析和确定

冲压件的基本工序为落料、冲孔、拉深和翻边。本零件都会用到上述几道工序，所以可以有以下几种工艺方案：

方案一：先落料、拉深后冲孔，最后翻边。采用单工序模生产^[2]。

方案二：落料、拉深、冲孔、翻边级进冲压。采用级进模生产。

方案三：落料、拉深、冲孔、翻边复合冲压。采用复合模生产。

通过比较方案的设计可以得出，方案一的特点是各个序使用的模具结构简单，寿命长，也能达到较高精度，但是由于工序与下一道工序容易产生较大误差，而且要用到四套模具，要大批量生产的话会比较困难。方案二是级进模，级进模的特点是可以在一副模具上完成工件所需要的所有工序，并且因为多为自动送料连续工作，手没必要入危险区域，较方案一安全，同时可以比方案一少用压力机，减少了占地面积，减少半成品的周转，但是材料利用率较低，多使用条料和带料，载体要有足够的强度，且模具成本较高。方案三为复合模，复合模虽然结构比较复杂，但是相对于其他模具工艺来说，生产效率高。在加工过程中，复合膜的全部工序都是在一套模具上完成，很大程度降低了冲压设备的占用率，使周转时间缩短，生产率提高，同时提高了冲压件的位置精度。对比方案一，复合膜因为零件外形是简单的对称形状，因此制造简单。对比方案二，复合膜具有结构较小且操作简单的特点。综上考虑分析，故采用方案三比较合适。

经过确定，本零件采用的模具是：落料、拉深、冲孔及翻边的符合模具。

2.3 确定排样方式

根据零件外形，决定采用直排和多行排。样式如图 A，图 B 两种。

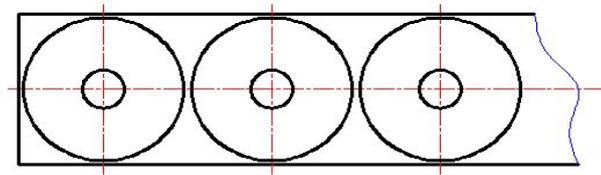


图 A

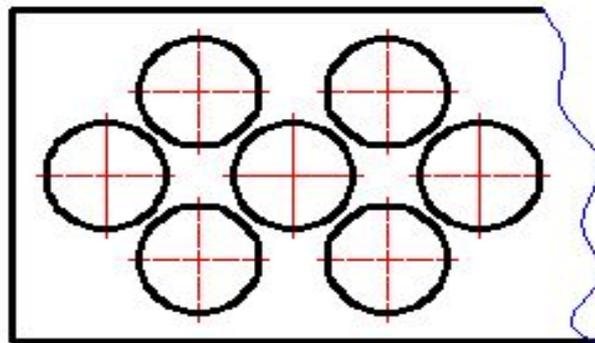


图 B

2.3.1 计算材料利用率

计算冲裁件面积：

$$A = D^2 / 4 + 18136.64 \text{mm}^2$$

表 2.1 冲裁金属材料的搭边值

料 厚	手送料		自动送料	
	边距 a	工件间距 a_1	边距 a	工件间距 a_1
...
1~2	2	1.5	3	2
...

查表 2.1 选间距值。

(1)、方式 A 时：

①手送料

$$\text{搭边 } a_1 = 1.5 \text{mm} \quad a = 2 \text{mm}$$

条料宽度

$$B = D + 2a + c$$

式中 D ：冲裁件与送料方向垂直的最大尺寸，(mm)；

a ：冲裁件与条料侧边的搭边，(mm)^[3]；

c : 条料下料时的下偏差, (mm), $c = 1mm$;

$$\text{则 } B = 152 + 2 \times 2 + 1 = 157mm$$

步距

$$S = D + a_1$$

式中 D : 平行于送料方向的冲裁件宽度, (mm);

a_1 : 冲裁件之间的搭边值, (mm);

$$\text{则 } S = 152 + 1.5 = 153.5mm$$

一个步距的材料利用率

$$\eta = \frac{nA}{BS} \times 100\% = \frac{1 \times 18136.64}{157 \times 153.5} \times 100\% = 75.257\%$$

②自动送料

$$\text{搭边 } a_1 = 2mm \quad a = 3mm$$

条料宽度

$$\begin{aligned} B &= D + 2a + c \\ &= 152 + 2 \times 3 + 1 = 159mm \end{aligned}$$

步距

$$\begin{aligned} S &= D + a_1 \\ &= 152 + 2 = 154mm \end{aligned}$$

则一个步距的材料利用率

$$\eta = \frac{nA}{BS} \times 100\% = \frac{1 \times 18136.64}{159 \times 154} \times 100\% = 74.069\%$$

(2) 方式 B 时:

①手送料

$$\text{搭边 } a_1 = 1.5mm \quad a = 2mm$$

条料宽度

$$B = 3D + 2a + 2a_1 + c$$

$$\text{则 } B = 3 \times 153 + 2 \times 2 + 2 \times 1.5 + 1 = 464mm$$

步距

$$\begin{aligned} S &= D/2 + a_1 \\ &= 152 \div 2 + 1.5 = 77.5mm \end{aligned}$$

一个步距的材料利用率

$$\eta = \frac{nA}{BS} \times 100\% = \frac{1.5 \times 18136.64}{464 \times 77.5} \times 100\% = 75.653\%$$

②自动送料

搭边 $a_1 = 2mm$ $a = 3mm$ 条料宽度

$$B = 3D + 2a + 2a_1 + c$$

$$= 3 \times 152 + 2 \times 3 + 2 \times 2 + 1$$
$$= 467 \text{mm}$$

步距

$$S = D/2 + a_1$$
$$= 152 \div 2 + 2 = 78 \text{mm}$$

则一个步距的材料利用率

$$\eta = \frac{nA}{BS} \times 100\% = \frac{1.5 \times 18136.64}{467 \times 78} \times 100\% = 74.686\%$$

2.3.2 确定排样方案

经过计算，不管是自动送料还是手动送料，采用方式 B 比使用方式 A 的材料利用率高，但我们也可看到方式 B 的模具结构必然会增加，使得尺寸增大，并且再利用率上提高不到1%，所以综合考虑排样方式还是决定选用方式 A。

3 消声器后盖展开形状及尺寸的确定

3.1 冲孔、翻边部分展开计算

工序顺序应该是先冲孔后翻边。所谓的冲孔工序就是要先在毛坯上做出孔，并计算出它的大小。在计算孔的大小时，应该从翻边直径和翻边高度两个方面来考虑。但是因为翻边材料是以横截面操作为主，对径向的影响很小，所以，我们可依据弯曲工件中性层长度不变的原理近似计算出孔的直径。

(1)预冲孔直径按下式计算：

$$d = D - 2(H - 0.43r - 0.72t)$$

式中 D ：翻孔后孔的中径(mm)；

H ：翻孔后直边的高度(mm)；

r ：圆角半径(mm)；

t ：材料厚度(mm)；

则 $d = 43.5 - 2 \times (8 - 0.43 \times 3 - 0.72 \times 1.5) = 32.24\text{mm}$

(2)翻孔因数：

$$m = \frac{d}{D} = \frac{32.24}{43.5} = 0.741$$

(3)翻边高度：

表 3.1 低碳钢的极限翻孔因数

孔的加工方法	比 值 d/t		
	50	35	20
钻孔去毛刺	0.60	0.52	0.45
用冲孔模冲孔	0.65	0.57	0.52

查表 3.1 得 $m_{\min} = 0.52 < m = 0.741$

则最大翻边高度：

$$\begin{aligned} h_{\max} &= \frac{D-d}{2} + 0.43r + 0.72t \\ &= \frac{D}{2}(1-m_{\min}) + 0.43r + 0.72t \\ &= \frac{43.5}{2} \times (1-0.52) + 0.43 \times 3 + 0.72 \times 1.5 \\ &= 13.2\text{mm} > h = 8\text{mm} \end{aligned}$$

因此，要想达到高度为 8mm 的边通过一次翻孔就可以了，所以预制孔的直径 $d=32.24\text{mm}$ 。

3.2 拉深件展开计算

在拉伸过程中，物料会发生较大的物质流动，但是经过试验表明，在形状上，操作

时所用到的坯料和拉深件横截面轮廓通常相差不大。工件横截面轮廓的形状可以分为圆形、方形、长方形三种，而坯料的形状可分成圆形、类似方形、类似长方形三种。毛坯的周边理应是平滑的弧线，因此，对于旋转体来讲，毛坯的形状毫无疑问是一块圆形的木板，我们只需求它的直径。

经过拉深后，拉深件和坯料在重量、体积上没有发生变化，对于在拉伸过沉重材料厚度不改变的拉伸，即使材料会有厚度上的改变，但经过试验表明，这种变化时细微的，所以，我们在确定坯料尺寸时，可以近似地认为坯料面积等于拉深件表面积。

通常在拉伸件的整个拉深过程当中，其口部或凸缘周边处会出现不齐的现象，所以，我们需要对拉伸件有一个修边操作，因此在计算毛坯尺寸时需要将修边余量后的零件尺寸加上再进行展开计算^[4]。修边余量用 Δh 表示。

3.2.1 确定修边余量

按照中线尺寸计算，确定修边余量

$$h = 21 - \frac{t}{2} = 21 - \frac{1.5}{2} = 20.25mm$$

$$d = 126 - t = 126 - 1.5 = 124.5mm$$

则工件的相对高度

$$h/d = 20.25/124.5 = 0.163$$

因为比值较小，所以可不进行修边。

3.2.2 确定拉深工件毛坯直径

拉伸工件毛坯的外部形状通常和工件的横切面基本一样，均可看成是圆形。因为不计拉伸后变薄现象，即面积不变，则可通过等面积法计算出毛坯直径^[5]。

将工件分为五个简单几何体：

$$A_1 = \pi Ddh = 3.14 \times 126 \times 9 = 3560.76mm^2$$

$$A_2 = \frac{\pi}{2} r(\pi d + 4r) = \frac{3.14}{2} \times 12 \times (3.14 \times 102 + 4 \times 12) = 6938.40mm^2$$

$$A_3 = \frac{\pi}{4} d_1^2 - \frac{\pi}{4} d_2^2 = 0.785d_1^2 - 0.785d_2^2 = 6358.50mm^2$$

$$A_4 = \pi dh = 3.14 \times 42 \times 5 = 659.40mm^2$$

$$A_5 = \frac{\pi}{2} r(\pi d - 4r) = \frac{3.14}{2} \times 3 \times (3.14 \times 48 - 4 \times 3) = 635.37mm^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4}{\pi} A} = \sqrt{\frac{4}{\pi} \sum_{i=1}^5 A_i} = \sqrt{\frac{4}{\pi} (3560.76 + 6938.40 + 6358.50 + 659.40 + 635.37)} = 152mm$$

4 拉深工序主要工艺参数计算

4.1 确定是否用压边圈

$$\text{拉深因数 } m = \frac{d}{D} = \frac{124.5}{152} \approx 0.82$$

$$\text{毛坯相对厚度} = \frac{t}{D} \times 100 = \frac{1.5}{152} \times 100 = 0.99$$

表 4.1 采用压边圈的基本区分范围

拉伸方式	$\frac{t}{D} \times 100$
用压边圈	< 1.5
不用压边圈	> 2.0
用（或不用）压边圈	1.5 ~ 2.0

查表 4.1 由于 $0.99 < 1.5$ ，故需要压边圈

4.2 拉深次数和拉深系数的确定

因需要压边圈，则根据表格 4.2

表 4.2 无凸缘圆桶用压边圈拉深时的极限拉深因数

拉深 因数	毛坯的相对厚度 $\frac{t}{D} \times 100$					
	2~1.5	1.5~1.0	1.0~0.6	0.6~0.3	0.3~0.15	0.08~0.15
m_1	0.48~0.50	0.50~0.53	0.53~0.55	0.55~0.58	0.58~0.60	0.60~0.63
...

由表格 4.2 查得 $m_1 = 0.53$

$$m_1 = 0.53 < \frac{d}{D} = 0.82, \text{ 即而已一次拉深成型。}$$

4.3 拉深模的圆角半径

凹模圆角半径 $r_{凹}$ 对拉深作业具有重大影响。无论是 $r_{凹}$ 过大还是过小，结果都不太好。当 $r_{凹}$ 太小时，工件很容易发生划痕、变薄乃至是拉裂的现象，降低模具的使用年限。 $r_{凹}$ 太大时，压边圈下的毛坯会悬空，毛坯会因压边面积的减少而产生易起皱的现象。但毛坯若是不起皱， $r_{凹}$ 的数值相对越大越好。我们可由经验公式求得 $r_{凹}$ 的最小值。

$$\begin{aligned} r_{凹} &= 0.8\sqrt{(D-d)t} \\ &= 0.8 \times \sqrt{(152-124.5) \times 1.5} \approx 5.13 \end{aligned}$$

由于凹模圆角半径要比 $r_{凹}$ 大，且为了易于加工制造，可取 $r_{凹} = 10mm$

和凹模圆角半径 $r_{凹}$ 一样，凸模圆角半径 $r_{凸}$ 在拉伸过程中对拉深也是有影响的。当 $r_{凸}$ 太小时，角部弯曲变形大，容易拉断^[6]。当 $r_{凸}$ 太大时，毛坯则容易发生局部的厚度变薄和内皱现象。可取凸模圆角半径等于凹模圆角半径，即 $r_{凸} = r_{凹} = 10mm$ ^[7]。

5 四工序复合模的设计

5.1 计算总压力

该模具采用弹性卸料和上出料的方式

5.1.1 冲裁力的计算

冲裁力计算公式 $F_{\text{冲}} = 1.3Lt\tau_b(N)$

式中 $F_{\text{冲}}$: 冲裁力 (N)

L : 冲裁件的周长 (mm)

t : 材料厚度 (mm)

τ_b : 材料剪切强度 (MP_a)

表 5.1 黑色金属的力学性能

材料名称	牌号	材料状况	抗剪强度 τ / MP_a	抗拉强度 σ_b / MP_a
普通碳素钢	Q195	未退火	260-320	320-400
	Q215		270-340	340-420
	Q235		310-380	380-470
	Q225		340-420	420-520

查表 5.1, 取 $\tau = 310MP_a$

$$\begin{aligned} \text{则冲裁力为: } F_{\text{冲}} &= 1.3 \times 477.3 \times 1.5 \times 310 \\ &= 288527.85N \\ &\approx 288.53KN \end{aligned}$$

5.1.2 卸料力的计算

卸料力计算公式 $F_{\text{卸}} = K_{\text{卸}} F_{\text{冲}}(N)$

式中 $K_{\text{卸}}$: 卸料力因数

表 5.2 卸料力因数

材料厚度 / mm	$K_{\text{卸}}$
< 1	0.02 ~ 0.06
1 ~ 5	0.06 ~ 0.08

查表 5.2, 取 $K_{\text{卸}} = 0.07$

卸料力则为:

$$K_{\text{卸}} = 0.07 \times 288.53 \approx 20.20KN$$

5.1.3 冲孔力的计算

冲孔力计算公式 $F_{\text{冲孔}} = 1.3Lt\tau_b(N)$

式中 L ：工件外轮廓周长

$$L = 3.14 \times 32.24 \approx 101.2 \text{ mm}$$

则冲孔力为：

$$\begin{aligned} F_{\text{冲孔}} &= 1.3 \times 101.2 \times 1.5 \times 310 \\ &= 61175.4 \text{ N} \approx 61.18 \text{ KN} \end{aligned}$$

5.1.4 顶件力的计算

顶件力计算公式 $F_{\text{顶}} = K_{\text{顶}} F_{\text{冲孔}}$

式中 $K_{\text{顶}}$ 为顶料力因数

表 5.3 推件力和顶出力的因数

料厚 / mm	$K_{\text{推}}$	$K_{\text{顶}}$
≤ 0.1	0.1	0.14
$> 0.1 \sim 0.5$	0.065	0.08
$> 0.5 \sim 2.5$	0.05	0.06

查表得 $K_{\text{顶}} = 0.08$

顶件力为：

$$F_{\text{顶}} = 0.08 \times 61.18 = 4.89 \text{ KN}$$

因为采用弹性卸料和上出料的方式

所以冲压工艺总力

$$F_{\text{总}} = F_{\text{冲}} + F_{\text{卸}} + F_{\text{冲孔}} + F_{\text{顶}} = 288.53 + 20.20 + 61.18 + 4.89 \approx 374.8 \text{ KN}$$

5.1.5 拉深力的计算

采用压边圈的圆桶形件，其拉深力为

$$F_{\text{拉}} = K \pi d t \sigma_b$$

式中 $F_{\text{拉}}$ ：拉深力(N)

K ：修正因数，见表 5.4

d ：拉深件直径(mm)， $d = 124.5 \text{ mm}$

t ：材料厚度(mm)， $t = 1.5 \text{ mm}$

σ_b ：材料的强度极限(MPa)，查表 5.1 得 $\sigma_b = 380 \text{ MPa}$

表 5.4 修正因数 K 的数值

m_1	0.55	0.57	0.60	0.62	0.65	0.67	0.70	0.72	0.75	0.77	0.80
K_1	1.00	0.93	0.86	0.79	0.72	0.66	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
m_2	0.70	0.72	0.75	0.77	0.80	0.85	0.90	0.95			
K_2	1.00	0.95	0.9	0.85	0.80	0.70	0.60	0.50			

查表 5.4 得 $K = 0.80$

$$\begin{aligned} \text{则 } F_{\text{拉}} &= 0.80 \times 3.14 \times 124.5 \times 1.5 \times 380 \\ &= 178264.08N \\ &\approx 178.26KN \end{aligned}$$

5.1.6 压边力的计算

压边力的选择要适当，压边力过大，工件会被拉断；压边力过小，工件凸缘会起皱。压边力的计算公式见表 5.5、表 5.6^[8]。

表 5.5 压边力的计算公式

拉深情况	公 式
拉伸任何形状的工件	$F_Q = Ap$
圆筒件第一次拉深（用平板毛坯）	$F_Q = \frac{\pi}{4}[D^2 - (d_1 + 2r_{\text{凹}})^2]p$
圆筒件以后各次拉深（用圆筒形毛坯）	$F_Q = \frac{4}{\pi}(d_{n-1}^2 - d_n^2)p$

表 5.6 在单动压力机上拉深时单位压边力的数值

材料名称	单位压边力 p / MP_a
...	...
08 钢、20 钢、镀锡钢板	2.5 ~ 3.0
...	...

式中 A ：在压边圈下的毛坯投影面积 (mm)

p ：单位压边力 (MP_a)，见表 5.6

D ：平板毛坯直径 (mm)

d_n ：第 n 次拉深直径 (mm)

$r_{\text{凹}}$ ：拉深凹模圆角半径 (mm)

由表确定压边力计算公式

$$F_Q = \frac{\pi}{4}[D^2 - d^2]p$$

由前面的计算有， $D = 152mm$ ， $d = 126mm$

查表 5.6 得 $p = 3MP_a$

$$\begin{aligned} \text{则 } F_{\text{压边}} &= \frac{\pi}{4}[D^2 - d^2]p = \frac{3.14}{4}[152^2 - 126^2] \times 3MP_a \\ &= 17.0KN \end{aligned}$$

5.1.7 翻边力的计算

$$F_{\text{翻}} = 1.1\pi\delta\sigma_s(D-d)$$

式中 σ_s ：材料的屈服强度，查手册得 $\sigma_s = 235MP_a$

D ：翻边直径，（按中线计）， $D = 4 + 1.5 = 43.5mm$

d ：毛坯厚度(mm)

则 $F_{\text{翻}} = 1.1 \times 3.14 \times 1.5 \times 235 \times (43.5 - 32.24) \approx 13.7KN$

顶件力取翻边力的10%为

$$F_{\text{顶}} = 0.1 \times F_{\text{翻}} = 0.1 \times 13.7 = 1.37KN$$

5.1.8 总压力的计算

$$\begin{aligned} \text{总压力 } F_{\text{总}} &= F_{\text{拉}} + F_{\text{压边}} + F_{\text{翻}} + F_{\text{顶}} \\ &= 178.26 + 17.0 + 13.7 + 1.37 = 210.33KN \end{aligned}$$

$$F_{\text{总MAX}} = 374.8KN$$

5.2 压力机吨位的选择

为了防止过载，压力机设备的公称压力 $F_{\text{压}} \geq (1.6 \sim 1.8) F_{\text{总MAX}}$ ，所以 $F_{\text{压}} = 586.3 \sim 659.5KN$

5.3 确定模具压力中心

由于本零件为简单对称结构，如图 5.1 所示，压力中心应选择坐标系中心，即零件中心 O 点处。

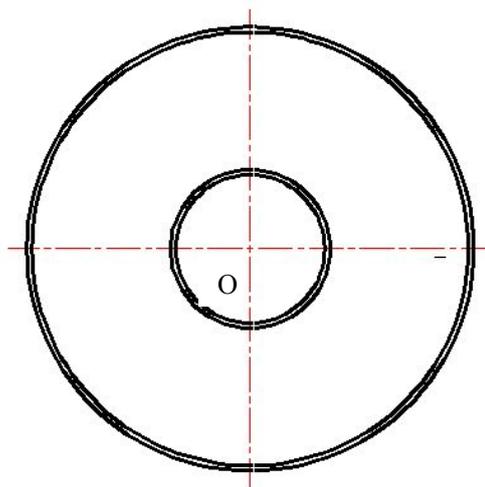


图 5.1 压力中心

5.4 模具工作部分尺寸计算

冲压模具主要的工作部件为落料凹模、落料拉深凸凹模、冲孔凸模、冲孔翻边凸凹模等组成。冲裁间隙指的是冲裁模凸、凹模刃口的尺寸之差，其双面间隙用 Z 表示，单面间隙为 $Z/2$ ；作为冲模设计中的一个及其重要的工艺参数，冲裁间隙的大小对冲裁件的断面质量、冲裁力、模具寿命等的影响是巨大的^[9]。

设计模具时必须对间隙值进行合理的选择，使能够提高模具的使用寿命和加工精度。间隙值的选取要在最大间隙值和最小间隙值之间。

表 5.7 落料冲孔模刃口始用间隙

材料名称	...	08、10、15、钢板、Q235		...
	...	Z_{\min}	Z_{\max}	...
厚度 t
...
1.5	...	0.32	0.240	...
...

查表 5.7 得

$$Z_{\min} = 0.132mm \quad Z_{\max} = 0.240mm$$

$$Z_{\max} - Z_{\min} = 0.240 - 0.132 = 0.108mm$$

(1) 落料刃口尺寸计算

表 5.8 规则形状（圆形、方形件）冲裁时凸模与凹模制造公差 (mm)

基本尺寸	凸模公差 $\delta_{\text{凸}}$	凹模公差 $\delta_{\text{凹}}$
≤ 18	0.020	0.020
$> 18 \sim 30$	0.020	0.025
$> 30 \sim 80$	0.020	0.030
$> 80 \sim 120$	0.025	0.035
$> 120 \sim 180$	0.030	0.040

查表 5.8 得 $\delta_{\text{凸}} = 0.030$ $\delta_{\text{凹}} = 0.040$

凹模尺寸为 $D_a = (D - x\Delta)_0^{+\delta_a}$; 凸模尺寸为 $D_t = (D_a - Z_{\min})_{-\delta_t}^0$

式中 D_t 、 D_a : 落料凸、凹模尺寸 (mm)

δ_t 、 δ_a : 分别为凸模公差、凹模公差

Δ : 工件制造公差 (mm), $\Delta = 1mm$

x : 因数, 可查表 5.9

表 5.9 因数 x

材料厚度 t / mm	圆形 x 值	
	0.75	0.5
	工件公差 Δ / mm	
1	< 0.16	≥ 0.16
1 ~ 2	< 0.20	≥ 0.20
...

由表 5.9 得 $x = 0.5$

$$D_a = (152 - 0.5 \times 1)_0^{0.040} = 151.5_0^{0.040}$$

$$D_t = (151.5 - 0.240)_{-0.030}^0 = 151.26_{-0.030}^0$$

校核:

$$\delta_a + \delta_t \leq Z_{\max} - Z_{\min}$$

$$0.040 + 0.030 = 0.070 \leq 0.240 - 0.132 = 0.108$$

经计算证明所取的 $\delta_{\text{凸}}$ 、 $\delta_{\text{凹}}$ 是合适的，并且凸模与凹模可以单独加工，但是考虑到零件要求和模具制造情况，可以适当放大制造公差为:

$$\delta_t = 0.4(Z_{\max} - Z_{\min}) = 0.4 \times 0.108 = 0.043 mm$$

$$\delta_a = 0.6(Z_{\max} - Z_{\min}) = 0.6 \times 0.108 = 0.065 mm$$

$$\text{所以 } D_a = 151.5_0^{+0.065} mm$$

$$D_t = 151.38_{-0.043}^0 mm$$

(2) 冲孔刃口尺寸计算

$$\text{查上表得 } \delta_t = 0.020 mm \quad \delta_a = 0.030 mm$$

$$\text{凸模尺寸为: } d_t = (d_a + x\Delta)_{-\delta_t}^0$$

$$\text{凹模尺寸为: } d_a = (d_t + Z_{\min})_0^{+\delta_a}$$

式中 d_a 、 d_t : 冲孔凹、凸模基本尺寸 (mm)

Δ : 工件制造公差 (mm), $\Delta = 0.62 mm$

x : 因数, 可查表 5.4.1.1-2

$$\text{则 } d_t = (32.24 + 0.5 \times 0.62)_{-0.020}^0 = 32.55_{-0.020}^0 mm$$

$$d_a = (32.55 + 0.132)_0^{+0.030} = 32.68_0^{+0.030} mm$$

$$\text{校核: } \delta_a + \delta_t \leq Z_{\max} - Z_{\min}$$

$$0.030 + 0.020 = 0.050 mm \leq 0.240 - 0.132 = 0.108 mm$$

经计算证明所取的 δ_a 、 δ_t 是合适的，且凸凹模可以单独加工，考虑零件要求和模具制造情况，可以适当放大制造公差为:

$$\delta_t = 0.4(Z_{\max} + Z_{\min}) = 0.4 \times 0.108 = 0.043 mm$$

$$\delta_a = 0.6(Z_{\max} + Z_{\min}) = 0.6 \times 0.108 = 0.065 \text{ mm}$$

$$\text{所以 } d_t = (32.24 + 0.5 \times 0.62)_{-0.043}^0 = 32.55_{-0.043}^0 \text{ mm}$$

$$d_a = (32.55 + 0.132)_0^{+0.065} = 32.68_0^{+0.065} \text{ mm}$$

(3) 拉深刃口尺寸计算

拉深模的间隙是指凸模和凹模在配合时工作时横向尺寸的差值。

间隙过小会使得工件的质量较好，但是由于间隙过小时工件由于不易进入冲压间隙而使得其被拉断，且容易导致模具磨损严重，寿命低。

间隙过大时模具寿命虽提高，但由于间隙过大时不能压住工件的边而引起工件起皱、变厚，侧壁不直等问题，此时工件质量不能得到保障。

因此，在确定间隙大小时，我们要考虑到板料公差和毛坯口部增厚现象对间隙大小的影响，因此间隙值通常会比毛坯厚度略大一些^[10]。

拉深凸模、凹模计算公式如表 5.10。

表 5.10 拉深凸、凹模工件部分尺寸计算公式

尺寸标注形式	设计基准	计算公式
标注外形 $D^{-\Delta}$	凹模	$D_a = (D_{\max} - 0.75\Delta)^{+\delta_a}$ $D_t = (D_{\max} - 0.75\Delta - z)_{-\delta_t}$
标注内形 $D^{+\Delta}$	凸模	$d_t = (d_{\min} + 0.4\Delta)_{-\delta_t}$ $d_a = (d_{\min} + 0.4\Delta + z)^{+\delta_a}$

式中 D_{\max} 、 D_{\min} ：圆筒形件最大直径和最小直径，非圆筒形件则应按标注形式确定每个部位的最大、最小尺寸^[11]。

Δ ：拉深件公差，默认 $\Delta = 1$

δ_t 、 δ_a ：凸、凹模制造偏差，一般按照 $IT9 \sim IT10$ 级取值
根据表 5.11 和 5.12 计算间隙值。

表 5.11 有压边圈拉深时单边间隙值

总拉深次数	拉深工序	单边间隙 $Z/2$
1	一次拉深	$(1 \sim 1.1)t$
2	第一次拉深	$1.1t$
	第二次拉深	$(1 \sim 1.05)t$
...	...	

表 5.12 标准公差数值

基本尺寸 / mm	公差等级 / μm		
	...	IT10	...
...
> 80 ~ 120	...	140	...
> 120 ~ 180	...	160	...
...

由表 5.11 拉深凸模和凹模的单边间隙可按式 $\frac{Z}{2} = 1t$ 计算, $\frac{Z}{2} = 1 \times 1.5mm = 1.5mm$

由表 5.12 得 $\delta_t = 0.16mm$ $\delta_a = 0.16mm$

则凹模尺寸为: $D_{max} = 126mm$

所以 $D_a (126 - 0.75 \times 1)_0^{+0.16} = 125.25_0^{+0.16} mm$

凸模尺寸为: $D_{max} = 126mm$, $Z = 3mm$

所以 $D_t = (126 - 0.75 \times 1 - 3)_{-0.160}^0 = 122.25_{-0.160}^0 mm$

(4) 翻边刃口尺寸计算

凸模尺寸为: $d_t = (d_{min} + 0.4\Delta)_{-\delta_t}^0$

凹模尺寸为: $d_a = (d_{min} + 0.4\Delta + z)_0^{+\delta_a}$

查上表得 $\delta_t = 0.02mm$ $\delta_a = 0.03mm$

$$\frac{Z}{2} = (0.75 \sim 0.85)t = 1.125 \sim 1.275mm$$

所以取 $\frac{Z}{2} = 1.2mm$ 即 $Z = 2.4mm$

$$\text{则 } d_t = (42 + 0.4 \times 0.62)_{-0.020}^0 = 42.25_{-0.020}^0 mm$$

$$d_a = (42.25 + 2.4)_0^{+0.030} = 44.65_0^{+0.030} mm$$

5.5 四工序复合模结构的设计

5.5.1 凹模

(1) 凹模的外形结构与固定方法

凹模的结构形式较多, 按外形可分为标准圆凹模和板状凹模; 按结构可分为整体式和镶拼式^[12]。

当凹模选用螺钉和销钉定位固定的时候, 我们要确保镙孔间、镙孔与销孔及镙孔或销孔与凹模口间的间隔不可以太近, 不然会对模具寿命造成影响^[13]。

通常的镙钉孔与销孔、镙孔或销孔与凹模口之间采取的间隔是超过孔的两倍的直径, 其最小允许值可参考表 5.13^[14]。

表 5.13 螺孔、销孔之间及至刃壁的最小距离 / mm

简 图								
螺钉孔		M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24
A	淬火	10	12	14	16	20	25	30
	不淬 火	8	10	11	13	16	20	25
B	淬火	12	14	17	19	24	28	35
C	淬火	5						
	不淬 火	3						
销钉孔		φ 4	φ 6	φ 8	φ 10	φ 12	φ 16	φ 20
D	淬火	7	9	11	12	15	16	20
	不淬 火	4	6	7	8	10	13	16

(2)凹模的外形尺寸计算:

在计算凹模的外形尺寸时, 我们可由以下经常使用的经验公式确定。

凹模的厚度:

$$H = kb \quad (H \geq 15mm)$$

凹模的壁厚:

$$c = (2 \sim 3)H$$

式中

b : 凹模孔的最大宽度 (mm);

K : 因数; 可查表 5.14

H : 凹模厚度 (mm);

c : 凹模壁厚 (mm);

表 5.14 系数 k 的数值

	0.5	1	2	3	>3
<50	0.3	0.35	0.42	0.50	0.60
50~100	0.2	0.22	0.28	0.35	0.42
100~200	0.15	0.18	0.20	0.24	0.30
>200	0.10	0.12	0.15	0.18	0.22

取 $K = 0.19$

则 $H = 0.19 \times 152 = 29\text{mm}$ ，致使拉深凹模厚度的选择应该选择 $H \geq 29\text{mm}$ 的厚度。

$$c = 60 \sim 90\text{mm}$$

此处取凹模壁厚 $c = 60\text{mm}$

则凹模外形尺寸 D 为制件最大尺寸与凹模双边壁厚之和，即

$$D = b + 2c = 152 + 2 \times 60 = 272\text{mm}$$

依据冷冲模典型组合尺寸的相关标准，凹模外径 D 取 315mm

5.5.2 选择模架及确定其他冲模零件

(1) 模架的选择

模架分为上模座和下模座，通过导柱和导套将上下模座连接起来，而冲压零件必须安装在模架上才能使模具具备完整的功能。模架的规格尺寸依据凹模周界尺寸和安装要求确定。通常应取模座的尺寸 L 大于凹模尺寸 $40 \sim 60\text{mm}$ ，下模座的外形尺寸每边应超过冲床台面孔边 $40 \sim 50\text{mm}$ 。

模架分为铸铁和铸钢两种材料。因为我考虑到了经济性和加工性，故选用铸铁模架。根据凹模周界尺寸 $D = 315\text{mm}$ ，查表取其凹模周界范围为 $63\text{mm} \times 100\text{mm} \sim 630\text{mm} \times 380\text{mm}$ 。

查冷冲模国家标准，取得上、下模座的规格为：

上模座 $315 \times 315 \times 50$ GB/T2855.1-81

下模座 $315 \times 315 \times 60$ GB/T2855.2-81

(2) 导向零件

为了达到确保模具具备较高的精度和寿命的目的，在操作过程中都会对批量较大、公差要求较高的冲件，通常都先采用导向零件对上、下模进行导向，以确保上模相对于下模的准确活动模式。导向零件可分为导柱、导套、导板三种，导柱和导套是生产中最经常使用的导向零件。

在选取导柱、导套的尺寸规格的时候，要考虑到所选的标准模架和模具现实闭合高度来，还要确保它们有充足的导向长度^[15]。

查手册得导柱、导套的规格为：

导柱 A 45×200 GB/T2861.1-81；

导柱 A 50×200 GB/T2861.6-81；

导套 A $45 \times 125 \times 48$ GB/T2861.6-81；

导套 A $50 \times 125 \times 48$ GB/T2861.6-81

因为落料模的工作路程并不小，为了确保导向零件有充足的导向长度，我们对导柱、导套进行加长操作，加长导柱至 340mm ，加长导套至 140mm 。导柱、导套间选用 $\frac{H7}{h6}$ 的

间隙配合，导柱与下模座选用 $\frac{H7}{r6}$ 过盈配合，导套与上模座配合为 $\frac{H7}{r6}$ 的过盈配合^[16]。

(3) 凸模固定板与垫板

要想将凸模固定在上模座或下模座的正确的位置上，那就要用到凸模固定板。凸模固定板其外形尺寸一般与凹模保持一致，通常为长方形或圆形的板件，其厚度可选取凹模厚度的 $3/5 \sim 4/5$ 。固定板与凸模为 $H7/m6$ 或 $H7/n6$ 过渡配合配合，压装后必须将凸模端面与固定板一并磨平。

为了预防模座被挤压从而产生损伤，可以通过垫板的使用来承受并扩散凸模或凹模传送的压力。本次垫板厚度分别选取 $30mm$ 和 $45mm$ 。

由于国家已经建立了标准，所以可从标准中选取固定板和垫板的尺寸。查表得：固定板的尺寸为 $315 \times 10 - 20$ 钢 $JB/T7642.5-1994$ ，而上、下垫板的尺寸为 $315 \times 10 - 35$ 钢 $JB/T7643.6-1994$ 。

(4) 紧固件

螺钉和销钉是冲模过程中必备的紧固件，两者均属标准件，类型有许多，它们在冲模过程中分别起到的作用是联接固定和定位。在现实操作中，较为广泛使用的螺钉和销钉分别是内六角螺钉和圆柱销。螺钉规格可参照下表 5.15 选择。销钉的公称直径可选取与螺钉差不多一样或小一号的规格尺寸^[17]。

表 5.15 螺钉规格的选用

凹模厚度 H / mm	螺钉规格	凹模厚度 H / mm	螺钉规格
≤ 13	$M4$ 、 $M5$	> 25	$M8$ 、 $M10$
$> 13 \sim 19$	$M5$ 、 $M6$	> 32	$M10$ 、 $M12$
> 19	$M6$ 、 $M8$		

已知凹模厚度 $H = 30mm$ ，查表 5.15 选取规格为 $M10$ 的螺钉，螺钉的强度校核：

$$d \geq \sqrt{\frac{4F}{\pi[\sigma]}}$$

式中： F ：工作拉力，(N)；

d ：螺栓危险截面的直径，(mm)；

$[\sigma]$ ：螺栓材料的许用拉应力，(MP_a)；

由于螺钉的材料一般选用 45 号钢，其抗剪强度 τ 为 $440 \sim 560 MP_a$ ，抗拉强度 σ_b 为 $550 \sim 700 MP_a$ 。

取 $[\sigma] = 550 MP_a$

由以前的计算得， $F = 13KN$

则
$$d \geq \sqrt{\frac{4 \times 13 \text{KN}}{3.14 \times 550 \text{MP}_a}} \approx 6 \text{mm}$$

所以选取 M10 螺钉和 $\phi 10$ 销钉。

销钉与销孔之间选用 H7/m6 或 H7/n6 的过渡配合配合。

(5) 传力杆

表 5.16 传力杆及顶杆承载能力

直径/mm	截面积/mm ²	承载能力/KN	直径/mm	截面积/mm ²	承载能力/KN
6	82	11	16	200	80
8	50	20	18	254	101
10	78	31	20	314	125
12	113	45	22	380	152
14	153	61	26	530	212

由于卸料力 $F_{卸} = 13 \text{KN}$ ，由表 5.16 得顶杆的直径选为 8mm。

5.5.3 凸模

(1) 凸模的结构形式与固定方法

因为冲压件多种多样，所以在设计上凸模类型也多种多样。凸模的结构形式按整体结构分，有整体式和护套式等；按工作截面形状分为有圆形、方形等。本次设计采用直通式凸模，凸模固定板做成台阶式，凸模固定板与凸模在台阶处使用 H7/m6 或 H7/n6 的过渡配合。

(2) 凸模长度计算

凸模的长度尺寸在确定时必须考虑模具的具体结构、修磨量以及固定板与卸料板之间的安全距离。

凸模长度可按下式计算

$$L_t = t_1 + t_2 + t_3 + l$$

式中 L_t ：凸模长度，mm；

t_1 ：凸模固定板的厚度，mm；

t_2 ：卸料板的厚度，mm；

t_3 ：模具在最低工作位置时，凸模伸入凹模的深度，mm；

l ：附加长度，包括：凸模进入凹模的深度 0.5~1mm；总修磨量 6~12mm；

凸模固定板与卸料板之间的安全距离 $L_1 = 15 \sim 20 \text{mm}$ [18]。

由前面计算知工件高度 $h = 21 \text{mm}$ ，所以取凸模伸入凹模的深度 $t_3 = 30 \text{mm}$ 。

由前面的选择得 $t_1 = 20 \text{mm}$ ， $t_2 = 20 \text{mm}$ ， $t_3 = 30 \text{mm}$ ， $l = 72 + 9 + 1 = 82 \text{mm}$ 。则凸模

长度为 $L_i = 20 + 20 + 30 + 82 = 152\text{mm}$ 。

5.5.4 冲模各零件的材料及热处理要求

零件材料及热处理模具的要求可参照下表选择，详情见表 5.17。

表 5.17 普冲模具主要零件材料及硬度要求

零件名称	选用材料牌号	热处理	硬度 HRC
上、下模座	HT200、HT250	----	
	ZG230-450、ZG310-570	----	
	Q235	----	
凸模	9CrSi、CrWMn、 Cr12、Cr12MoV	淬硬	58~62
凹模			60~64
凹凸模			60~64
模柄	Q275	----	
导柱	15、20	渗碳淬火	58~62
导套	15、20	渗碳淬火	58~62
凸、凹模固定板	Q275、45	----	
托料板	Q235、Q275、45	----	
卸料板	Q235、Q275	----	
导尺	Q275、45	淬火	
挡料销	45、T8A	淬火	43~48 (45 钢)、52~56(T8A)
导正销、定位销	9Mn2V、T8A	淬火	52~56
垫板	45、T8A	淬火	43~48 (45 钢)、54~58(T8A)
螺钉	45	头部淬火	43~48
销钉	45	淬火	43~48
推杆、顶杆	45	淬火	43~48
顶板	45	淬火	43~48 (45 钢)、54~58(T8A)
拉深模压边圈	铸铁、T8A	淬火	56~60 (T8A)
螺母、垫圈、螺塞	Q235	----	
定位侧刀、废料切刃	T10A	淬火	56~60
侧刀挡板	T8A、T10A、T10A	淬火	56~60
定位板	45、T8	淬火	43~48 (45 钢)、52~56 (T8)
楔块与滑块	45、T8A	淬火	43~48 (45 钢)、52~59(T8A)
弹簧	65Mn、60Si2MnA	淬火	40~48

5.5.5 卸料板确定

卸料板一般分为刚性卸料板和弹性卸料板。

刚性卸料板通过销钉确定好位置后用螺钉将其牢固地固定在上模，刚性卸料板能承受较大的卸料力，因而经常使用于厚板料冲压件的卸料。

弹性卸料工作空间敞开，相比刚性卸料板具有操作简易方便，生产效率高的优点，且可在冲压前对毛坯进行预压，冲压后也可以冲压件平稳卸料^[19]。但因受到弹簧、橡胶等零件的限制和结构较复杂的原因，弹性卸料的卸料力较小，可靠安全性相对刚性卸料板较低。

尽管本次设计的模具卸料力较小，可力还是需要分散，因此决定选用弹性卸料。弹簧是模具制造中普遍使用的弹性零件，以卸料、推件和压边等工作为主，除此以外弹簧容易更换且具有长寿命的特点。本次因为工作需要而选用弹簧零件。

(1) 弹簧的设计计算

①压力满足

$$F_{\text{顶}} \geq F_{\text{卸}}/n$$

式中 $F_{\text{顶}}$: 弹簧的预压力(N);

$F_{\text{卸}}$: 卸料力或推件力、压边力(N);

n : 弹簧的根数;

②压缩量满足

$$S_l \geq S_{\text{总}} = S_{\text{顶}} + S_{\text{工作}} + S_{\text{修磨}}$$

式中 S_l : 弹簧允许的最大压缩量(mm);

$S_{\text{总}}$: 弹簧需要的总压缩量(mm);

$S_{\text{顶}}$: 弹簧的预压缩量(mm);

$S_{\text{工作}}$: 卸料板或推件块、压边圈的工作行程(mm);

$S_{\text{修磨}}$: 模具的修磨量或调整量(mm); 一般取4~6mm。

③要符合模具结构空间的要求。

依据结构初选为四根弹簧，卸料力 $F_{\text{卸}}=13\text{KN}$ 。按上面的要求查表 5.18 可选用 84~89 的弹簧，其负荷 $F \geq 3400\text{N} \geq F_{\text{卸}}/n = 13000/4 = 3250\text{N}$

检查是否满足 $S_l \geq S_{\text{总}} = S_{\text{顶}} + S_{\text{工作}} + S_{\text{修磨}}$

表 5.18 弹簧的性能

弹簧序号	H	H_1	$S_1 = H - H_1$	$S_{预}$
84	80	62	18	不够
85	120	90.8	29.8	8.8
86	160	119.6	40.4	19.4
87	200	148.8	51.2	30.2
88	240	177.5	62.5	41.5
89	280	206.5	73.5	52

因此，选取85号弹簧，外径 $D = 60mm$ ，材料直径 $d = 10mm$ ，自由状态下高度 $H_{自由} = 75mm$ 。弹簧的装配高度 $H_2 = 112mm$

5.5.6 模具结构的计算

模具的闭合高度 $H_{模}$ 是指模具在最低工作位置时，上模和下模之间的距离：

$$H_{模} = H_{上模座} + H_1 + H_{垫1} + H_{固1} + H_{安} + H_{凹} + H_{卸} + H_{垫2} + H_{固2} + H_{下模座}$$

式中 $H_{上模座}$ ：上模座厚度，(mm)；

H_1 ：上垫高垫板厚度，(mm)；

$H_{垫1}$ ：上垫板厚度，(mm)；

$H_{固1}$ ：上固定板厚度，(mm)；

$H_{安}$ ：凸模固定板与卸料板之间的安全距离，(mm)；

$H_{弹}$ ：弹簧的长度，(mm)；

$H_{凹}$ ：凹模厚度，(mm)；

$H_{卸}$ ：卸料板厚度，(mm)；

$H_{垫2}$ ：下垫板厚度，(mm)；

$H_{下模座}$ ：下模座厚度，(mm)。

由前已知

$$H_{上模座} = 50mm, H_1 = 30mm, H_{垫1} = 10mm, H_{固1} = 20mm, H_{安} = 25mm, H_{弹} = 112mm,$$

$$H_{卸} = 20mm, H_{垫2} = 45mm, H_{下模座} = 60mm, H_{凹} = 30mm,$$

代入上式，得

$$H_{模} = 50 + 30 + 10 + 20 + 112 + 25 + 20 + 30 + 45 + 60 = 402mm$$

5.5.7 冲压设备的选择

(1) 冲压设备类型的选择

冲压工艺的性质、生产批量的大小、冲压件的几何尺寸以及精度要求等都是选择冲

压设备类型时需要考虑的方面^[20]。

对于这次的设计采用开式双柱可倾压力机 $J23-100$ 。虽然开式压力机刚度差，但其操作简单，且本次所需压力也不算大。

(2) 冲压设备规格的确定

所选择的压力机必须具备一下功能：

① 为了防止过载所选的压力机提供的公称压力必须大于冲压所需的总冲压力，即

$$F_{\text{压}} \geq (1.6 \sim 1.8)F_{\text{max}} = 599.68\text{KN} \sim 674.64\text{KN}$$

② 压力机的行程大小应适当。

③ 所选压力机的工作行程必须大于或与冲模的闭合高度相适应。

④ 模具下模座的外形尺寸一定不能小于压力机的工作台面的尺寸，后者需要空余出安装固定的位置。

由以上条件查表得选用开式双柱可倾压力机 $J23-100$ ，其相关技术参数为：

公称压力：1000KN

滑块行程：130mm

最大封闭高度：480mm

工作台尺寸：前后：710mm

左右：1080mm

模柄孔尺寸：直径：60mm

深度：75mm

故符合要求。

6 四工序复合模的制造

6.1 冲模制造的概述

冷冲模零件加工工艺过程主要包括工序的数量、材料的消耗、加工工时的长短^[21]。毛坯的制造，是原材料向成品转化的第一步，也是一个很关键的过程。常用的毛坯主要有铸件、锻件和型材三大类。

(1) 铸件毛坯

冷冲模零件材料最常使用的有铸铁和铸钢。冲模过程中使用的上模板、下模板和大型的拉深延展零件绝大部分是由铸件制造的。

铸铁件除了具备非常好的铸造性能、切削加工性和耐磨性以外，还具有一定的强度的特点，由于价格低廉且容易制造，所以被广泛应用。

(2) 锻件毛坯

制造冷冲模零件如凸模、凹模、卸料板、导板、凸凹模、凸凹模固定板时为了节省原材料，缩短各工序加工时间，应该将坯料锻造成与所要求零件外形、几何形状和尺寸类似的毛坯。特别是对凸模、凹模等零件，在要求其具有良好的热处理性能，较长的使用寿命和较好的机加工性能时，更应该在锻造时反复多次镦粗和拔长，使材料组织内部晶粒细化使得强度等性能得到提高，提高其综合使用性能。

由于此次模具零件要求大批量生产，所以应该采用模锻件，在生产效率提高的同时也提高了锻件的精度，并提高了零件机械强度。

(3) 型材毛坯

生产制造过程中一般用到的材料以各种形状的棒料、条料、管料和各种厚度的板料为主，为了制备销钉、螺钉、顶杆、模柄、推板、导向等各种辅助零件^[21]。

在模具生产中，大部分使用冷拉棒材加工生产，因为在使用过程由经验发现冷拉棒材料加工而成的零件其力学性能要好于热轧棒料。

① 冷冲模通用零件的加工

组成冷冲模所需要的零件包括定位零件、导向零件、支撑零件，以及主要活动部件如卸料零件和压料装置等^[22]。这些零件的加工，主要是通过用普通车床，牛头刨床、万能铣床、插床、磨床来完成的。

车床主要车削旋转体零件。它的主要技术要求是：尺寸精度和几何形状精度；相互位置精度；表面粗糙度等^[23]。

刨削加工主要设备是牛头刨床和龙门刨床。采用牛头刨床和龙门刨床进行加工时既能得到符合要求的冲模零件，并且还具有较好的经济性能，所以能被广泛的使用。

铣削的作用是对零件平面及型孔进行修整加工，最常使用的铣床是立式铣床和加工中心。其中加工中具有数字化和自动化等功能，在加工时还能够进行远程控制。由于国内机床制造的逐渐成熟，加工中心被广泛应用。

在冲模制作中，插床利用其刀具的往复直线或曲线运动对工件的内孔和外表表面进

行加工。但是加工精度不高且对零件有冲击现象。所以用插床加工要为后续的加工留下足够必须要为后续加工留下一定的余量。

冲模零件经过车床、铣床、刨床和插床加工后，由于表面一般还能看到刀具加工时的痕迹，使得表面粗糙度较高。为了提高表面质量，一般使用磨床对要求加工的零件表面进行磨削加工。磨削一般是整个机械加工工序的最后一段，经过磨床加工后零件最终定型。

②冲模零件孔的加工

在冲模零件上螺孔、螺钉孔、凸模安装孔以及销钉孔可采用钻孔、扩孔、铰孔、车、镗孔等加工。

③冲模零件的光整加工

光整加工是指在不去除材料的情况下降低零件表面粗糙度。

6.2 冲模具体制造过程

6.2.1 冷冲模模架的制造

模架的制造，从毛坯开始。选择平板类毛坯，由于毛坯为铸铁件，所以必须经过热处理加工消除期内应力，改善其性能。然后用普通铣床或者加工中心铣削模架的上下表面，应该要注意，在铣削时第一面应该留有 $3mm \sim 3.5mm$ 的加工余量，然后铣削另外一面时要留有 $0.35mm \sim 0.5mm$ 加工余量。加工导柱导套孔时应该先粗车，然后再扩孔。应该要注意的是粗车时应该为扩孔留下 $2mm$ 的镗孔余量。最后进行精修磨削，由于模架只是作为底座，垫板等部件必须安装在木架上，所以，为了满足垂直度和粗糙度的要求，模架必须要进行磨削加工。磨削加工是模架加工的最后一步，所以不必留下余量。值得注意的是，在钻导套或者导柱孔时要进行配合加工，并且为了满足凸模固定板和凹模的同轴度要求，螺钉、销钉孔应进行配钻加工。

6.2.2 冲模成形零件的加工

本次设计使用的凸模、凹模和凸凹模都可以通过轴类零件加工得到。通常可以选择型材进行加工。如果选择型材的话通过车床就可以把凸模、凹模、凸凹模加工出来。通常情况下可以选择数控车床进行数控加工，但是本次所设计的零件相符简单对称，且由于模具的制造属于单件或者小批量的生产，出于成本的考虑，选择普通车床进行加工即可。并且由于机械工业的发展，普通车床的加工也能满足精度的要求。

现在编写如下加工工序：

(1)凸凹模加工工序

工序1 装夹型材；

2 切端面及外表面；

3 车削 按照图纸要求车削出零件大致外表面，但是要留下余量，一般

单边留下 0.2mm 的工余量；

- 4 钻孔并留下 0.2mm 至 0.5mm 的余量来用于的镗孔；
- 5 划线 以已车削过的相互垂直的两侧面为基准，划出凹模中心线和各孔位置及型孔轮廓线（可用样板划线）^[22]；
- 6 按照图纸找出螺纹位置并攻螺纹孔，销钉则钻孔；
- 7 淬火提高零件的表面硬度和耐磨性使寿命提高，回火消除内应力；
- 8 磨削 使用留下来的余量来磨削内圆、外圆及两端面，降低表面粗糙度；
- 9 钳工 去毛刺；
- 10 检验；

(2)凹模加工工序

工序 1 装夹型材；

- 2 切端面及外表面；
- 3 车削 按照图纸要求车削出零件大致外表面，但是要留下余量，一般单边留下 0.2mm 的工余量；
- 4 钻孔并留下 0.2mm 至 0.5mm 的余量来用于的镗孔；
- 5 划线 以已车削过的相互垂直的两侧面为基准，划出凹模中心线和各孔位置及型孔轮廓线（可用样板划线）^[22]；
- 6 按照图纸找出螺纹位置并攻螺纹孔，销钉则钻孔；
- 7 淬火提高零件的表面硬度和耐磨性使寿命提高，回火消除内应力；
- 8 磨削 使用留下来的余量来磨削内圆、外圆及两端面，降低表面粗糙度；
- 9 钳工 去毛刺；
- 10 检验；

(3)凸模加工工序

工序 1 装夹型材；

- 2 切端面及外表面；
- 3 车削 按照图纸要求车削出零件大致外表面，但是要留下余量，一般单边留下 0.2mm 的工余量；
- 4 钻孔并留下 0.2mm 至 0.5mm 的余量来用于的镗孔；
- 5 划线 以已切削过的相互垂直的两侧面为基准，划出凹模中心线和各孔位置及型孔轮廓线（可用样板划线）^[22]；
- 6 按照图纸找出螺纹位置并攻螺纹孔，销钉则钻孔；

- 7 淬火提高零件的表面硬度和耐磨性使寿命提高，回火消除内应力；
- 8 磨削 使用留下来的余量来磨削内圆、外圆及两端面，降低表面粗糙度；
- 9 钳工 去毛刺；
- 10 检验；

7 四工序复合模的装配说明书

作为最重要的操作工序，冲模装配承担着在模具零件制造完成后把零件拼装成模具的重任，其质量的高低会直接作用在冲压生产时制件的质量以及冲压模具的使用寿命上。

冲模装配过程中，钳工的作用就是把各种已经生产出来的零件按照顺序进行装配，使零件能够顺利组装成能够工作并且符合要求的一副模具。

在冲模制造中，不仅要确保加工时冲模零件的加工精度，还需要在装配时保证达到所要求的技术条件，例如模具的外观、安装尺寸和装配精度等，只有这样才能是模具能够正常工作，且能够保证模具的精度和使用寿命。

为了确保制件的高质量，模具装配工艺过程可严格分为四个步骤，操作者一定要注意，这四个步骤是：装配前的准备工作—组件装配—总装配—检验和调试。

目前，中国模具企业快速成长，模具行业日益壮大。行业里绝大部分企业已经拥有先进的数控技术和计算机加工系统，凭借着如此良好地条件，操作者能够保证对模具零件加工的高精度性。随着模具的检测方法越来越高端，装配工序不再是那样的复杂。为了达到装配要求，只要在加工好了的零件的基础上将它们直接联接起来就可以了，大多时候都不用进行调试。

在冲模制造过程中，制定出一个合理的装配工艺对最后模具是否合格优质至关重要。在装配时基于模具类型和结构特点应该遵循一些要点，重点可以归纳为：要在装配方法和装配顺序做出正确的选择，然后要对凸、凹模间隙进行合理有效的控制，最后是对做好的模具进行试冲及调整。

本次设计的模架采用滑动导向中间导柱圆形模架为基础的复合模，因此在装配时，可以先对上模进行安装，然后再根据安装在上模的凸凹模找到位于下模座上的凸凹模。

在制造复合模时，如果上模和下模配合不够精确，那么在进行生产时很容易就会磨损凸凹模，减少其使用寿命，有时甚至由于装配时误差过大导致凸模，凹模冲撞致使零件崩坏。所以冲模的制造在加工和装配都尤其重要。

图 7.1 为模具装配图

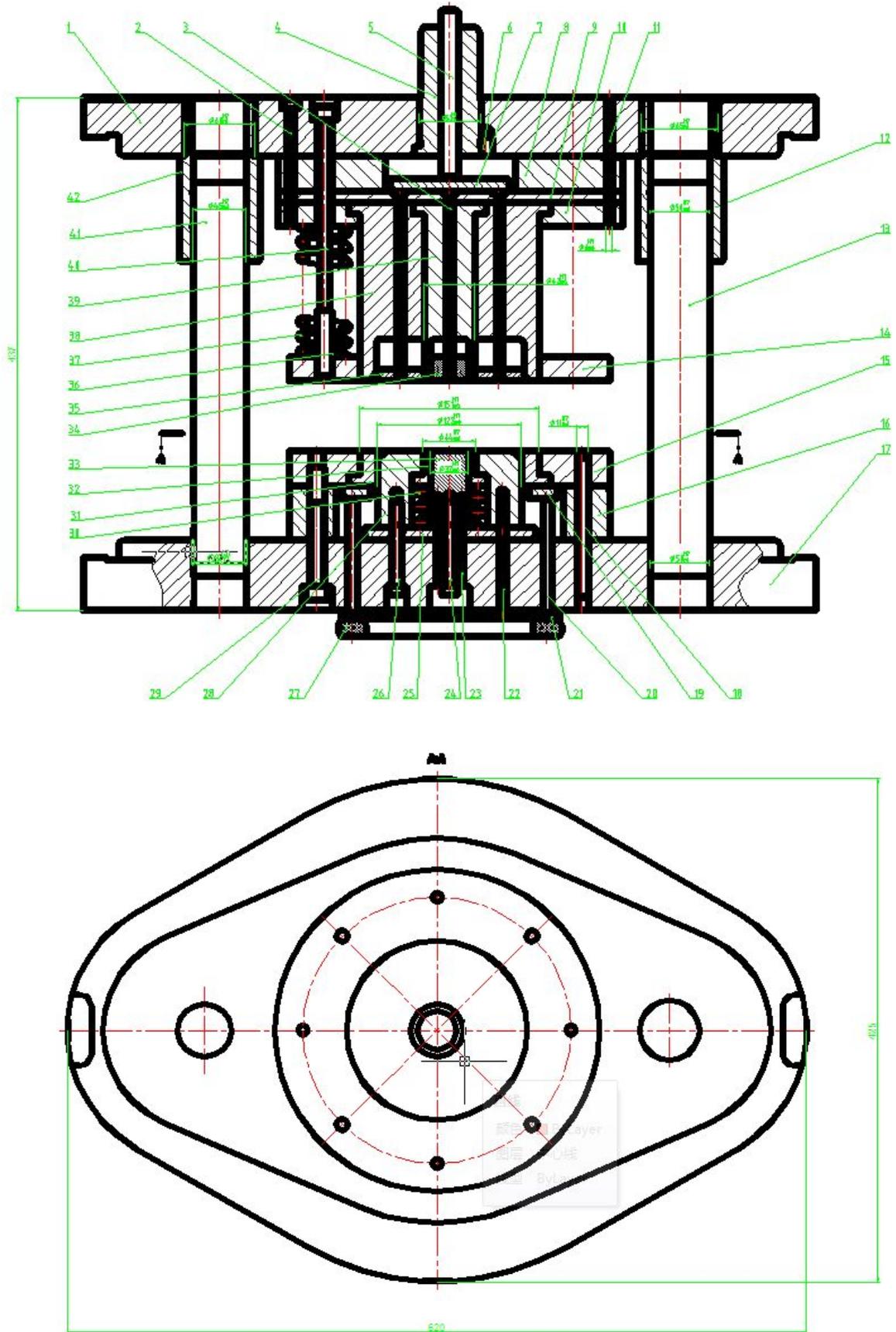


图7.1 装配图

1、上模座 2、6、23、25、27、38、螺钉 3、螺杆 11、18、21、22、销钉 4、模柄 5、打料杆 7、9、19、24、垫板 8、16、垫高板 10、凸模固定板 12、导套 13、导柱 14、卸料板 15、落料凹模 17、下模座 20、顶杆 26、拉深翻边凸凹模 28、35、弹簧 29、30 推件器 31、冲孔凸模 32、33、推件板 34、螺母 36、落料拉深凸凹模 37、冲孔翻边凸凹模

如图 7.1 所示为本次设计的复合模，它可以在一次工作行程中完成加工零件所需的全部工序^[24]。下面我们来介绍复合膜的装配方法：

(1)准备工作

钳工在装配工作前，首先必须看图懂图，了解个模具零件的位置以及特点，然后选择合适的装配顺序，并且一一检查装配过程中所需要的模具零件，如果发现零件有缺陷，必须提前更换，以保证装配顺利进行。

(2)组件装配

1)组装模架：本次模具所需模架由上模板、下模板、导柱、导套组成一体。冲压零件以及辅助零件要按照装配图安装在模架上，构成完整的工作部件。在上模座和下模座之间通过销钉定位凸模、凹模、凸凹模后，使用螺钉将凸模、凹模、凸凹模垫板等部件固定在模架上。然后根据导套导柱的配合，使得上模架可以在行程内移动，并与下模架配合冲压出制件。本次选用滑动导向中间导柱圆形模架。按照装配图将导套 12 压入上模座并检查是否与上模座属于过盈配合；将导柱 13 压入下模座，并检查导柱与下模座是否属于过盈配合。安装完成后，把导柱与导套配合安装。由于要求导套能够在导柱上往复多次平稳滑动，所以他们属于间隙配合。对模架装配完成后要对上模和下模板之间的平行度进行测量，使其达到标准模架要求。

2)组装模柄：压入式模柄属于应用较为普遍的结构简单且安装方便的模柄，因此本次设计我选用它。在加工和安装时，模柄与上模座安装孔应该做成 $H7/m6$ 的过渡配合，在确保其得到最好的装配精度且具备较高的同轴度和垂直度。装配时首先要求测量上模座模柄孔的尺寸是否与模柄的尺寸构成过盈配合。确认之后将模柄 4 轻敲入上模座 1，待完全敲入后测量模柄与上模座的垂直度，再经过确认核实后拧上螺钉 6。最后统一进行打磨，使得组合体的表面粗糙度达到要求。

3)组装凸凹模：将落料拉深凸凹模 34、凸模固定板 11，按照装配图形式组装保证凸凹模与凸模固定板 11 的垂直度。然后将翻边冲孔凸凹模 6 装入落料拉深凸凹模 34 中间事先已经加工并处理好的通孔中，同时也要保证翻边冲孔凸凹模与凸模固定板的垂直度。统一装配好后要磨平其底面。磨平其刃口面。

(3)组装上模

把组装好的凸凹模装入上模板 1。由于安装时有精度的要求，所以在装配时通过在上模板上划中心线以及轮廓线以确定大概的安装位置，然后按照画好的线放好落料拉深凸凹模 36 和冲孔翻边凸凹模 37，确认放正后用凸模固定板 10 将凸凹模和上模板紧密连

接。然后按照凸凹模螺孔配钻凸模固定板 11 和上模板 1 的螺钉孔。

将卸料板 14 装入落料拉深凸凹模 36 上。由于事先已经在卸料板上加工出螺纹，所以通过卸料板上的螺纹位置在凸模固定板 10 划出相应的位置，退出卸料板，并在凸模固定板和上模座上钻出螺钉孔。

按照装配图所示装入垫板 9 和垫高板 8，并且把 4 个螺杆 3 和推件板 32、33 组成的推件装置装入凸凹模。用螺钉 2 将上模连接紧，同时装入弹簧，用内六角螺钉 38 将卸料板和上模连接，并用螺母 34 控制卸料板在凸凹模上的位置，注意不要把螺母拧死，组装完成后检查各部分装置包括推件装置和卸料板的灵活。

(4)装配下模

首先将冲孔凸模 31 压入拉深翻边凸凹模 26，同时置入推件器 30。把上模倒置，然后按照配合依次把组合好的凸凹模压入上模，在把落料凹模 15 放在倒置的卸料板上，并安装推件器 29。然后放上垫高板 16，放入垫板 19、24。最后倒扣上下模板。由于上模已经定位且固定，所以可以通过上模找到下模的位置，并且做记号。然后移去上模在下模板上配钻螺钉孔 23、25、27 以及销钉孔 21、22 和顶杆孔 20。

最后装入弹簧 28，然后用螺钉 23、25、27 将下模座上所有的零件固定并钻铰销钉孔 18，打入销钉定位。

(5)调整间隙

1)将上、下模合模，以落料凹模 15 为基准。用切线法将落料拉伸凸凹模 36 和落料凹模 15 精确对准。如果合模时发现间隙不均匀或者不能合模，则应该通过木槌轻敲凸模固定板 11，由于组装上模时没有固定紧所以可以对凸凹模进行调整，直到间隙均匀。然后拧紧上模紧固螺钉，并对上模座钻销钉孔，打入圆柱销 3，达到定位上模的作用。

2)经过步骤一后还要再次检查凸、凹模间隙，如果凸凹模间隙发生了变化并可能会导致不可用，则应该再用木槌进行敲击调整。实在调整不了则应该取出定位销，再次对上模进行调整。知道符合要求为止。

(6)安装其他辅助零件

在主要零件安装完成并作仔细检查后，安装并调整刚性卸料板 14、定位销等其他辅助零件。

(7)装配后检查

冲模装配完后，应当对整个装配过程做详细检查，检查是否有漏装少装。然后检查模具是否能够达到设计的要求，比如闭合高度等，最后检查螺钉等紧固件是否得到紧固。经过自己检查发现无误后再用切纸进行试切，再次评估试切结果确认模具是否能够交出试模、调整。

总 结

本次设计对象是消声器后盖。课题研究的是四工序复合模的设计与制造，需要加工的零件是消声器的后盖，该零件结构简单对称，在通过研究计算后，它是由落料、拉深、冲、翻边加工四步骤加工制造出来的，由此我们可以知道这是属于冲裁与成形的复合模。选择复合模加工是因为本次加工零件能通过复合模的一次冲压行程就能完成生产，提高了效率的同时还借由复合模加工精度高的特点使冲压件在质量方面得到提高。

我觉得在整个模具设计的过程中，要把重点放在模具结构的确定上，必须得注意复合模中所有凸模、凹模、凸凹模位置的安排设计。设计图是很关键的一个部分，所以要先弄好草图，然后在此基础上把所需的部件添加上，这么一来整个模具的结构就拼装成形了。随后就是进行一些较让人头疼的繁杂工作，包括模具结构尺寸、凸凹模的尺寸及位置、选定上下模座和压力机的确定等。紧接着就步入绘图工作，包括绘制模具总装图和模具零部件图，图上需要标注技术要求等，要操作的内容是比较多。

接下来的步骤就是根据设计出来的结果，做出所需要的关键零件。为了使模具设计过程变得不那么复杂，我所选择的零件会比较简单，做出来的模具结构如此，只要通过简单的车削加工和磨削工作，就可以使模具设计的精度达到一个合格的水准。

冲模装配是冲模制造中极其重要的一道工序，其质量的高低水平会毫无疑问地直接地作用在冲压生产时制件的质量水平和冲模模具的使用期限上。

在制造复合模时，如果上模和下模配合不够精确，那么在进行生产时很容易就会磨损凸凹模，减少其使用寿命，有时甚至由于装配时误差过大导致凸模，凹模冲撞致使零件崩坏。所以冲模的制造在加工和装配都尤其重要。

通过这一次毕业设计工作的完成，我学到了很多，除了使对模具的设计、制造和装配有了更深一步的了解外，还给了我一次加深学习复合模和将自己所学到的东西具体运用到现实生活中的机会，同时也使我对生产中产生的实际模具问题的处理能力得到较大的提高。在整个毕业设计的完成过程中，我的独立思考能力、个人工作能力以及自学能力都得到很大程度上的锻炼。我相信这些都将在以后的工作和学习奠定了不错的基础。在毕业设计过程中碰到了许多模具结构设计上的和参数上的问题，虽然也尽量查找资料以及文献，但难免会出现一些错误。由于水平有限，可能存在欠缺和不足，请老师们提出宝贵意见。

谢 辞

经过半年多的努力，我终于完成了我的这篇毕业设计，我很开心，因为这意味着我顺利完成了我的大学学业。在这半年多的论文写作过程中，我很感谢我的导师——蒋占四副教授，一直在旁边给予我的指导和帮助，他对我的毕业论文设计提出了很多宝贵的意见，让我受益匪浅。在此毕业设计完成之际，我谨向导师致以崇高的敬意和衷心的感谢。同时我也要感谢在我大学四年里所有教过我的老师，他们让我学到了很多知识。还有感谢我所有的同学和朋友在学习和生活上给予我的关心与帮助。最后衷心地感谢在百忙之中评阅论文和参加答辩的各位老师，感谢为本论文提出宝贵的意见！

参考文献

- [1] 李焕芳. 冷冲压模具发展现状[J]. 中国高新技术企业, 2010. 5
- [2] 彭广威, 欧阳波. 仪轴盖复合模的改进设计[J]. 锻压装备与制造技术, 2007. 8
- [3] 张正修, 李欠娃. 闭合平面图形与无搭边排样图一无搭边排样的新理论(上)[J]. 机械工人: 热加工, 2001. 1
- [4] 洪慎章. 高长方盒形件拉伸工艺[J]. 模具工业, 1995, 10
- [5] 尹梅. 钢质薄壁缸套和膜式煤气表外壳成型工艺分析及计算[J]. 内燃机, 2001. 8
- [6] 谭红涛. 浅析拉深模工艺设计及试模故障排除[J]. 科教文汇, 2008. 7
- [7] 郭祖耀. 最大最小拉深凹模圆角半径论证[J]. 模具技术, 1993
- [8] 胡建国. 薄板拉深中的压边问题[J]. 五金科技, 2002
- [9] 周淑容. 冲裁间隙对冲裁件质量的影响及其选择方法[J]. 科技信息, 2009
- [10] 杨何发. 多结构要素非轴对称深盒形件冲压成形工艺研究和应用[D]. 广东: 华南理工大学, 2006
- [11] 杨庆义. 卡盖拉深模在锅炉制造业中的应用及其设计[J]. 锅炉制造, 2008
- [12] 豆丁网. 冲裁工艺性分析. <http://www.docin.com/p-722828770.html>, 2011-06-19
- [13] 豆丁网. 屏蔽筒成形工艺及模具设. <http://www.docin.com/p-57665847.html>, 2010-06-02
- [14] 豆丁网. 消声器后盖四工序复合模的设计与制造论文.
<http://www.docin.com/p-201123051.html>, 2011-05-11
- [15] 周树银. 冲模标准模架库建模方法及应用研究[D]. 天津: 天津大学, 2006
- [16] 张玉中. 高速连续模凸模固定设计[N]. 南宁职业技术学院学报, 2009
- [17] 沈言锦. 弹簧卡箍多工位级进模设计[J]. 模具工业, 2008
- [18] 郭焕刚, 侯力, 李东占. 高速船用化油器落料冲孔复合模具设计[J]. 机械设计与制造, 2009
- [19] 刘华伟, 田福祥, 张骞. 垫圈冲裁工艺与模具设计[J]. 模具工程, 2010
- [20] 杜忠友. 提高冲压件设计加工经济性的措施[J]. 五金科技, 1994
- [21] 企博网. 铸造模具毛坯的选择.
http://www.bokee.net/company/weblog_viewEntry/16115359.html, 2013-12-25
- [22] 陆元三. 冲压模具结构的安全技术措施[J]. 锻压装备与制造技术, 2010
- [23] 贺林. 浅谈箱体类零件在数控加工上的加工工艺[J]. 企业导报, 2012
- [24] 彭广威, 欧阳波. 轴盖复合模的改进设计[J]. 锻压装备与制造技术, 2007
- [25] 冲模设计手册编写组编著. 冲模设计手册[K]. 北京: 机械工业出版社, 1999
- [26] 王孝培. 实用冲压技术手册[K]. 北京: 机械工业出版社, 2001
- [27] 王爱珍. 工程材料及成形技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2003
- [28] 张崇才. 模具寿命及其技术[M]. 北京: 中国文联出版社, 2002
- [29] 肖景容, 姜奎华. 冲压工艺学[M]. 北京: 机械工业出版社, 1999.

[30] 宋建丽. 模具制造技术[M]. 北京:机械工业出版社, 2012, 10