

天津大学仁爱学院

# 《塑料成型与模具设计》课程设计指导



天津大学仁爱学院

2015-09

# 目 录

第一章	课程设计概论.....	1
1.1	课程设计的目的.....	1
1.2	课程设计的内容.....	1
1.3	课程设计的一般进程.....	3
1.4	课程设计的注意事项.....	3
第二章	模具设计程序与图样绘制.....	5
2.1	模具设计程序.....	5
2.2	课程设计总结和答辩.....	13
第三章	塑料模设计实例.....	16
3.1	成型零件工件尺寸计算案例.....	16
3.2	斜销抽芯机构设计计算 .....	20
3.3	模具分型距离的计算 .....	21
3.4	注射模设计实例一.....	22
3.5	注射模设计实例二.....	24
3.6	仪表盖注射成型模具设计实例三.....	29

# 第一章 课程设计概论

## 1.1 课程设计的目的

在进行课程设计之前，学生已经学习了《机械制图》、《公差与技术测量》、《机械原理》、《机械设计》、《模具制造工艺》和《塑料成型与模具设计》等专业基础课程和专业课程，进行过金工实习、生产实习和《塑料成型与模具设计》课程的实验实训教学，初步了解了塑件的成型工艺和生产过程，熟悉了多种塑料模具的典型结构。

本课程设计是《塑料成型与模具设计》课程中的最后一个教学环节，也是一次对学生进行比较全面的塑料模具设计训练。其目的是：

### （1）巩固和深化所学课程的知识

通过课程设计，要求学生初步学会综合运用塑料模具设计、机械制图、公差与技术测量、机械原理、机械设计、模具制造工艺等先修课程的基本知识和方法，来解决工程实际中的具体设计问题，以进一步巩固和深化所学课程的知识。

### （2）培养塑料模具设计的能力

通过塑件成型工艺分析、分型面及浇注系统的确定、塑料模设计的方案论证、主要零部件的设计计算、塑料模具结构设计、查阅有关标准和规范以及编写设计计算说明书，要求学生掌握一般塑料模具的设计内容、步骤和方法，基本掌握塑料模具设计的一般规律，培养分析问题和解决问题的能力。

### （3）为毕业设计打下良好基础

通过计算、绘图和运用技术标准、规范、设计手册等有关设计资料，进行塑料模具设计的全面基本技能训练，为毕业设计打下一个良好的实践基础。

### （4）形成从业的基本职业素养

使学生正确运用技术标准和资料，培养认真负责、踏实细致的工作作风和严谨的科学态度，强化质量意识和时间观念，形成从业的基本职业素养。

## 1.2 课程设计的内容

塑料模具课程设计的内容，一般是选择比较适当的中等复杂程度注塑模进行设计，并要求学生在规定的时间内完成。设计任务一般以任务书的形式下达，任务书的格式如图 1-1 所示。

## 课程设计任务书

零件名		生产批量	大批量
材料			

**一、要求**

1、用计算机绘制一套冲模装配（A1）及凸凹模零件图，用计算机绘制一套塑模装配（A1）及型芯、型腔零件图；

2、编写计算说明书。

图 1-1 课程设计任务书格式

### （1）课程设计任务书

模具课程设计题目一般来源于生产第一线，满足教学要求和生产实际的要求。

在任务书中成型件图形必须清晰，技术说明齐全，详细提供零件材料、生产

批量、现有设备等技术信息。

## (2) 课程设计要求

课程设计要求主要有以下几个方面：

- ①合理地选择模具结构
- ②正确地确定模具成型零件的尺寸
- ③设计的模具应当制造方便
- ④充分考虑塑件设计特色
- ⑤设计的模具应当效率高、安全可靠
- ⑥模具零件应耐磨耐用
- ⑦模具结构要适应塑料的成型特性

考虑到课程设计的时间限制，课程设计主要是完成：

①计算机绘制装配图 **1 张**。要求按照 1: 1 绘制，图面上应绘有主、俯视图，塑件图、以及标题栏和明细表。

②计算机绘制工作零件的零件图，其中一张零件图要求手绘。零件图上应标明所有尺寸、公差以及技术条件。

③编写设计说明书。

## 1.3 课程设计的一般进程

课程设计总共安排 3 周的时间，要设计冲压模具、塑料模具各一套。

课程设计的一般进程、设计内容和工作量见表 1-1 所示。

表 1-1 课程设计的一般进程

	设计任务
1	下发实习题目，查阅相关资料，分析冲压件工艺方案
2	完成冲压件相关工艺计算
3	绘制冲模总装图
4	绘制冲模工作零件图
5	查阅相关资料，分析塑料件工艺方案
6	完成塑料件相关工艺计算
7	绘制塑模总装图
8	绘制塑模工作零件图
9	编写设计说明书，整理所有图纸并打印图纸和说明书
10	课程设计答辩

## 1.4 课程设计的注意事项

### (1) 正确处理继承和创新的关系

要求学生在教师的指导下独立地完成课程设计。在设计过程中，既要继承或

借鉴前人的设计经验，又不能盲目地全盘照搬。正确的途径应该是；在充分理解现有设计成果的基础上，根据具体的设计条件和要求，发挥独立思考能力，大胆地进行改进和创新。实践证明，只有这样才能使课程设计达到满意打效果。

## **（2）学会应用“三边”设计方法**

由于课程设计过程中的各个阶段是既相互关联而又彼此制约的，因此往往某阶段发现的问题，需要对前面的设计和计算做相应的修改，甚至有的结构和具体尺寸要通过绘图或由经验公式才能确定。因而在设计过程中采用边计算、边绘图、边修改的“三边”设计方法不仅是十分必要的，而且符合循序渐进和交叉反馈并行的认识规律。

## **（3）讲究和提高工作效率**

讲究并不断提高工作效率有利于培养良好的工作作风。为此，首先从思想上应引起足够的重视，并在教师的指导下逐步学会合理安排时间，以避免发生前松后紧或顾此失彼等现象。同时，在设计过程中野必须采取一切有利于提高工作效率的措施。例如，事先制定好切实可行的工作计划；经常有查阅有关的设计资料 and 标准；在草稿本上写下编写设计说明书时所必需的计算过程及有关数据或标准的来源，且各行之间还应留有一定的间隔，以适应修改或调整设计结果的需要。

## 第二章 模具设计程序与图样绘制

### 2.1 模具设计程序

#### 2.1.1 接受任务书

对于模具设计人员来说,接受任务就是要看到用户提供的与模具设计相关的塑件信息,以模具设计任务书为依据来设计模具。塑件的任务书通常由制件设计者提出,其内容包括:

- (1) 经过审签的正规制件图样,并注明所采用塑料的牌号、透明度等。
- (2) 塑件的说明书或技术要求。
- (3) 生产产量。
- (4) 塑件样品。(可能时)

#### 2.1.2 调研、消化原始资料

- (1) 明确塑件的设计要求

模具设计人员通过塑件的零件图分析,了解制件的用途,分析塑件的工艺性、尺寸精度等技术要求,就可以了解塑件的设计要求。

- (2) 分析成型工艺的可能性和经济性

根据制件所用塑料的工艺性能、结构形状、尺寸及其公差、表面粗糙度、嵌件形式、模具结构及其加工工艺等,对塑件工艺性进行全面分析,分析工艺任务书所提出的成型方法、设备型号、材料规格、模具结构类型等要求是否恰当。学生还可针对塑件结构工艺性的不合理之处提出自己的修改建议,并征求指导教师的意见后加以修改。

- (3) 明确塑件的生产批量

塑件的生产批量与模具的结构和材料关系密切。

- (4) 确定塑件的体积或质量

计算塑件体积或重量的目的是为了选择设备,提高设备利用率或提高生产率。当设备比较少且限定在某台设备上成型时,计算重量后可确定型腔数量。塑件精度要求高、生产批量少时选用单型腔;生产批量大时选用多型腔。有时也可以在一套模具上成型几个不同形状的塑件,这种情况多用于大设备上生产批量不大的成套组件,一摸可以成型形状不同的一套零件,此时,应注意计算模具压力中心及浇注系统平衡。

- (5) 确定成型工艺

根据塑件的塑料品种以及已成熟的塑料成型技术,就可以确定制件的不同成型工艺,如挤出、注射、压缩、传递等,成型工艺确定后,其模具的类型和结构

也就具体确定了。

#### (6) 熟悉工厂实际情况

这方面的内容很多，主要是现有的成型设备及其技术参数，模具生产车间的技术水平，工厂现有设计参考资料以及有关技术标准等。

### 2.1.3 选择成型设备

首先根据前面对塑件的各种分析，确定以下生产条件：

- (1) 确定注射压力；
- (2) 确定成型温度；
- (3) 确定是否需要冷却；
- (4) 根据塑件本身的几何形状及生产批量确定成型腔数目；
- (5) 计算塑件体积或重量。

再初定成型设备的类型及规格，并记录以下技术参数备用：

- (1) 最大注射量；
- (2) 锁模力；
- (3) 最大注射压力及注射速度；
- (4) 模板尺寸及导柱间距（拉杆间距）；
- (5) 最大模具厚度及最小模具厚度；
- (6) 模具的紧固方式及紧固螺钉的孔径；
- (7) 合模行程；
- (8) 脱模顶出行程、顶出杆的直径位置；
- (9) 喷嘴头部孔径及球面 R 的尺寸；
- (10) 定位圈直径。

### 2.1.4 拟定模具结构方案

模具设计主要解决以下问题：

- (1) 主分型面、侧分型面的选择及分型。

选择分型面应考虑如下问题：

- ① 是否能确保塑件的成型质量；
- ② 清除分型面部位的毛刺及飞边时是否容易；
- ③ 是否有利于排除模具型腔内的气体；
- ④ 动模与定模分开后，塑件能否留在动模内。

初步设计塑料模具的学生，应列出塑件上若干个可能成为分型面的部位，并根据塑件的技术要求、生产条件、工艺装备等情况参阅《塑料模具结构图册》实例，举一反三。在勾画塑料模具结构草图的过程中对最佳分型面进行论证与完善，



并在塑件图上向应位置标出分型面。

(2) 根据塑件的几何结构特点、尺寸精度要求、批量大小、模具制造难易程度、模具成本等确定型腔数量及其排列方式，浇注系统以及浇口的位置。

浇注系统的选择是模具设计中的一个重要环节。选择浇注系统前首先应对塑件的材料及几何形状、使用注射成型设备、可能产生的缺陷以及填充条件等做全面分析，同时分型面的选择往往与浇注系统有着密切的联系。浇注系统的设计要求如下：

- ①排气良好；
- ②流程短；
- ③防止小型芯变形；
- ④热量、压力损耗小；
- ⑤整修方便；
- ⑥防止塑件变形；
- ⑦尽可能减小浇注系统容积。

学生应选择合适的浇口类型、数量以及进料位置，并加以论证。必要时用平面示意图把构思表达出来。浇注系统各组成部位零件应尽量选用标准零件，可加快模具的制造速度，同时也有助于降低模具的制造费用。

- (3) 选择合适的标准模架。
- (4) 设计模具型腔的成型零件。
- (5) 设计推出机构。
- (6) 加热或冷却装置的设计。
- (7) 注射机参数的校核。

## 2.1.5 方案的讨论与论证

当分型面和浇注系统的结构、布局确定以后，模具总体结构设计也有了基本依据。接下来设计者就需要论证以下模具结构要素。

### (1) 型腔的布局

由于注射机的料筒通常位于定模板的中心线上，由此决定了单型腔模具的型腔位置必然处于定模板的中心线上。而对于一模多腔的模具，其型腔的模具，其型腔的分布也应尽量与模具的中心线对称，并满足以下条件：

- ①各型腔在浇注时应保持平衡填充；
- ②尽量缩短到各型腔间的流程，以降低废料率；
- ③各型腔之间应有足够的空间设置冷却水道、顶出杆等结构零件。

### (2) 成型零件的结构及其固定方式

根据塑件的几何形状考虑成型零件的结构及其固定方式。成型零件的结构应便于加工制造,尽量采用镶拼结构,以降低制造难度或节约贵重材料。应合理确定镶块的分割位置及固定方法,对于有嵌件的安装及定位方式。

### **(3) 推出机构的确定**

根据塑件的形状、尺寸大小、设备类型等综合考虑塑件的推出方式。开模时应尽量是塑件留在动模一侧,因为这样推出机构既简单又可靠,模具结构也比较简单;推出元件的布局应合理,确保推力分布均匀;塑件脱模时应不变形,不损伤塑件的外观质量;推出机构的推出及复位应可靠且运动灵活,制造及配换应方便容易。推出机构的类型及设计要点可查阅《模具设计与制造简明手册》。

### **(4) 抽芯机构的确定**

具有侧孔、侧凹及需要侧向分型的塑件,就需设计抽芯机构。抽芯机构的设计必须确保抽芯及复位动作灵活、运动轨迹控制合理、安全可靠及便于制造维修。如采用斜导柱抽芯机构,则必须避免与模具的推出机构互相干涉,必要时可设计先复位机构。

### **(5) 冷却系统的设计论证**

从塑料成型的特性出发,认真分析磨具是否需要设计冷却系统。若设计冷却系统,就必须考虑冷却系统水道的数量、布局及加工方法等问题。同时在选用标准模架时也要考虑布置冷却水道这一因素,适当选择尺寸大一些的模板,冷却水道与模具组成零件之间互不干涉。

此外,模具的导向零件和紧固零件数量与布置、浇注系统零件(如浇口套与拉料杆等)以及模具的安装方法等也是塑料模具设计方案论证时应考虑的结构要素。

## **2.1.6 主要零部件的设计计算**

### **(1) 成型零件的成型尺寸计算**

塑件成型的实际尺寸能否达到塑件图的尺寸要求,与模具设计时成型零件的成型尺寸计算得是否正确关系密切,主要取决于收缩率的取值是否精确。根据塑料的成分及种类,所查阅得到的收缩率值是一个范围,在此范围内,设计者尚需结合在模塑过程中的压力、温度、时间、脱模速度以及塑件的具体结构做出正确的选择。在计算成型尺寸之前,还必须注意以下三点:

①正对塑件模具的分型面处容易出现飞边的特点,在计算成型尺寸时,必须按分型面接触面积的大小,分别减去飞边厚度  $0.02 \sim 0.05\text{mm}$ 。

②塑件成型后为了脱模方便,沿脱模方向应设计脱模斜度。一般情况下,脱模斜度不包括在塑件图的尺寸公差范围内,其中外形以大端尺寸符合之间图纸的

尺寸公差为要求，斜度取向小端方向；内型侧以小端尺寸符合制件图纸的尺寸公差为要求，斜度取向大段方向。

③对塑件图纸进行认真笑话，分析塑件图中未注公差的尺寸中哪些属于负公差类，哪些属于正公差类，以及哪些属于正负公差类，用相应的计算公式计算。

④对于收缩范围较大的塑料，采用平均收缩率计算成型尺寸时是否会使塑件产品超差，需事先进行一次预见性验算，其验算公式为

$$(\Delta - \delta_z - \delta_c) > L_s(S_{\max} - S_{\min})$$

式中  $\Delta$ —塑件公差，mm；

$\delta_z$ —模具成型零件的制造公差，mm；

$\delta_c$ —模具成型零件的最大模损量，mm；

$L_s$ —塑件基本尺寸，mm；

$S_{\max}$ —塑件最大收缩率；

$S_{\min}$ —塑件最小收缩率。

## (2) 模具概略尺寸的确定

根据模具强度和刚度的计算公式，求出所需要的型腔壁厚。目前在设计工作中，很少进行强度方面的计算，而直接采用经验数据法或查阅设计手册等方式确定模具的概略尺寸，再据此选用标准模架。应注意下列要求：

①对于单腔型模具，其凹模的壁厚确定后，再加上型腔尺寸即为凹模的长度和宽度和直径尺寸。

②对于多型腔模具，除型腔板的壁厚外，还应根据型腔和浇注系统的布局及尺寸、相邻型腔间的壁厚等因素决定型腔板的周界尺寸。

③对于具有抽芯机构的模具，因其结果的特殊需要，型腔板的周界尺寸应适当放大。

④选用标准模架时，应根据模具结构草图先选用相应的模体结构，再根据型腔数量、塑件尺寸、投影面积及推出塑件的要求确定合适的模体尺寸。周界尺寸一经确定，因据此审核能否安装在预定的成型设备上。

⑤模具厚度等于塑件高度、型腔底板厚度、型心固定板厚度、动模座板厚度、推出板厚度、推出行程及富余量、合模限止销高度的总和。根据模具厚度的复核塑件成型后能否顺利取出模外。

⑥在模具结构草图上简要标注已确定的尺寸，供正式绘图时使用。

## (3) 抽芯机构的设计计算

抽芯机构选定后，须进行一系列的设计计算。现在常用的斜导柱抽芯机构为，论述其计算步骤。

①确定轴芯距  $S$ 。轴芯距一般应大于成形塑件的侧孔深度或凸台高度  $1\sim 3\text{mm}$ ，有时为了安放嵌件方便，还可根据实际需要增加抽芯距。

②计算抽拔力  $F_c$ 。

③确定斜导柱的斜角  $\alpha_z$ 。当抽芯距较大、抽拔力较小时，可选较大值；而当抽芯距较小、抽拔力较大时，则应适当减小  $\alpha_z$ 。 $\alpha_z$  的取值一般为  $10^\circ$ 、 $12^\circ$ 、 $15^\circ$ 、 $18^\circ$ 、 $20^\circ$ 、 $22^\circ$ 、 $25^\circ$ 。

④确定斜导柱断面直径  $d$  或矩形斜导柱截面尺寸的长度与宽度。

⑤确定斜导柱的总长  $L$ 、固定段长度  $L_{\text{固}}$  及导向段长度  $L_{\text{导}}$ 。

⑥确定契紧块契角  $\alpha'$ ，必要时对契紧块进行刚度计算。

⑦确定斜导柱的安装位置及滑块位置的定位距离。

#### (4) 推出机构的设计

设计推出机构首先要保证塑件不变形。要达到这一目的，就应当正确估计塑件对模具的附着力大小和所在的位置，从而使推力能得到均匀合理的分布，使塑件能平衡地从动模中脱出而不变形。

注意事项：

①推力的分布应尽量靠近型芯；推力面应尽可能大，以减小单位面积上的压力，使塑件不致变形。

②推力应作用在塑件能承受力最大的地方，尽量避免推力作用在塑件的薄面上。

③尽量不损伤塑件的外观，推杆尽可能设置在塑件的加工面或内侧面。

④为了制造和修模方面，应尽量考虑采用标准零件，如标准圆形推杆等，这样零件的加工制造就具有互换性。

⑤合理确定塑件的推出距离。

#### (5) 成型设备的校核计算

模具的总体结构草图完成后，还需对初选的成型设备进行校核计算，其主要内容有：

①注射机注射压力校核；

②注射量的校核；

③锁模力的校核；

④开模距离的校核；

⑤顶出距离的校核；

⑥安装尺寸的校核。

通过以上校核可知成型设备选用是否合适。对于某项校核后确认不合适的，

应重新选择合适的成型设备，并据此对模具结构草图中的相关尺寸做出调整。

## 2.1.7 绘制模具装配图

模具总装图的绘制必须符合机械制图国家标准，其画法与一般机械图画法原则上没有区别，只是为了更清楚地表达模具中成型制品的形状、浇口位置的设置，在模具总装图的俯视图上可将定模去除，只画动模部分的俯视图。

### （1）作图比例和图面布置

①尽量采用 1:1 的作图比例，并选择幅面大小合适的图纸来绘制装配图。

②一般采用主视图和俯视图两个视图，主视图采用剖视法，俯视图画拆去定模部分后的实际投影。如两个视图还无法表达清楚，则可增加其他视图。

③塑件图布置在图纸的右上角，并注明塑件名称、塑料牌号等要素，标准塑件尺寸、精度、表面粗糙度及形位公差。塑件图尺寸较大或形状较为复杂时，可单独画在零件图纸上，并装订在整套模具图纸中。

④装配图上需标注模具的总体尺寸、必要的配合尺寸和安装尺寸，其余尺寸一般不标注。

⑤零件程序的标注的要求是不漏标、不重复标；引线间不交叉；序号编制一般按顺时针方向排列；字体严格实用仿宋体，字间距布置均匀、对齐等。

### （2）标题栏及明细表

标题栏内容应按统一要求填写，特别是设计者必须要在相应位置上签名。编制明细表必须包括零件序号、零件代号、零件名称、图号（或此页）、数量、材料及热处理要求等，其中零件序号应自下往上进行排列；选材时应注明牌号并尽量减少材料种类；标准件应按规定进行标记，零件名称栏中的文字应首尾两字对其、字间距应均匀、字体大小应一致等。

## 2.1.8 绘制模具零件图

### （1）视图和比例尺的选择

零件图比例尺大都用 1:1。小尺寸零件或尺寸较多的零件则需放大比例绘制。视图的选择可参照下列建议：

①轴类零件通常仅需一个视图，按加工位置布置较好。

②板类零件通常需要主视图和俯视图两个视图，一般安装配置布置较好

③镶拼组合成型零件常画部件图以便于尺寸及公差的标注，视图可按装配位置布置。

### （2）尺寸标注的基本规范

①标注使设计基准、加工基准、测量基准一致，避免加工时反复换算。成型部分的尺寸标注基准应与塑件图中的一致。

## ②尺寸布置合理

首先,大部分尺寸最好集中标注在最能反映零件特征的视图上。如对于板类零件而言,主视图上应集中标注厚向尺寸,而平面内各尺寸则应集中标注在俯视图上。

其次,同一视图上的尺寸应尽量归类布置。如何将某一模板俯视图上的大部分尺寸归为四类:第一类是孔径尺寸,可考虑集中标注在视图的左方;第二类是纵向间距尺寸,可考虑集中标注在视图轮廓外右方;第三类是纵向间距尺寸,可考虑集中布置在视图轮廓外下方;

第四类则是型孔大小尺寸,可考虑集中标注在型孔周围空白处,并尽力做到全套图纸一致。本章中的零件设计示例图大都按照归类布置法绘制,请观察其表达效果。

## ③脱模斜度的标注

脱模斜度有三种标注方法:起一是大、小端尺寸均标出;其二是标出一端尺寸,再标注角度;其三是在技术要求中注明。

## ④有精度的位置尺寸

需与轴类零件相配合的通孔中心距及多腔模具的型腔间距等有精度的位置尺寸均需标注公差。

## ⑤螺纹尺寸及齿轮尺寸

对于螺纹成型尺寸和齿轮成型件,还需在零件图上列出主要几何参数及其公差。

## (3) 表面粗糙度及形位公差

①各面的粗糙度均应注明。对于多个相同粗糙度要求的表面,可集中在图纸的右上角统一标注。

②有形位公差要求的结构形状则需加注形位公差。

## (4) 技术要求及标题栏

零件图上的技术要求应标注在标题栏的上方,逐条注明除尺寸、公差、粗糙度以外的加工要求。标题栏按统一规格填写,设计者必须在各零件图标题栏的相应位置上签名。

## 2.1.9 编写设计计算说明书

设计计算说明书是对整个设计过程的整理与总结,也是图纸设计的理论依据和审核设计的主要技术文件之一。

### (1) 设计计算说明书的内容

设计计算说明书以分析和计算内容为主。对于塑料模具课程设计来说,设

设计计算说明书所包括的内容大致如下：

- ①目录（标题及页码）；
- ②设计任务书；
- ③塑料成型工艺分析；
- ④分型面及浇注系统的确定；
- ⑤塑料模具设计的方案论证；
- ⑥主要零部件的设计计算；
- ⑦设计体会；
- ⑧参考资料目录。

一般设计计算说明书中还可包括一些技术说明，如在装配和拆卸过程中的注意事项等。

## （2）编写设计计算说明书的基本要求

设计计算说明书应在全部计算及全部图纸完成后进行整理与编写。编写时要注意以下基本要求：

### ①编写的规范化

设计计算说明必须用钢笔书写在符合规定格式的用纸上，并装订成册和填写封面。封面格式如下所示，书写格式如下所示。

### ②计算的正确性

对所有的设计计算要求正确无误，为此应注意以下几点：

- a、计算的已知条件和力学模型必须正确；
- b、计算公式及重要数据的来源必须可靠；
- c、计算的过程必须条理清楚，具体的演算过程可以略去，但数据运算必须准确，数据处理（如标准化、取精确值、圆整等）应符合要求；
- d、应附有与计算有关的必要插图；
- e、对计算结果应有简短的结论。

### ③内容的完整性；

编写完后，应检查设计计算说明书中所包括的内容是否完整。此外，设计计算说明书的编写应做到行文精练、书写工整。

## 2.2 课程设计总结和答辩

课程设计总结和答辩是课程设计进程中的最后一个环节。通过课程设计总结和答辩，可以帮助设计者进一步掌握塑料模具设计的方法，提高分析和解决实际问题的能力。

### （1）课程设计总结

课程设计总结主要包括对设计结果的分析和对设计工作的小结。

### ①对设计结果的分析

尽管在课程的每一阶段中都应进行设计结果的分析,但是最后对设计的结果进行总结性分析也是非常重要的。

设计结果的分析具有总结性和全面性的意义。因此,分析时应重新以设计任务书的要求为依据,评价总结的设计结果是否满足设计任务书的要求,全面地分析所做设计的优缺点。

在对设计结果进行分析时,应着重分析设计方案的合理性、设计计算及结构设计正确性因此,设计者应认真检查和分析自己设计的塑料模具装配图、主要零件的零件图以及设计计算说明等设计作业

对于装配图,应着重检查和分析成型零件、推出机构和抽芯机构的设计在结构、工艺性、机械制图等方面存在的错误。对于零件图,应着重检查和分析尺寸及公差标注方面的遗漏与错误。对于设计计算说明书,应着重检查和分析计算依据、计算结果是否准确可靠。

由于是初次进行设计,出现某些不合理的设计和错误是正常的。但是,在设计总结中,应该对不合理的设计和错误做进一步的分析,并提出改进性的设想,从而使自己的设计能力得到提高。

### ②对于设计工作的小结

对于设计工作进行小结,也是总结和提高自己的一个过程。撰写设计工作小结时,建议从以下几个方面进行考虑:

a、通过课程设计,自己在哪些设计能力方面有了明显的提高?哪些方面还需要进一步提高?

b、通过课程设计,你掌握了哪些设计的方法和技巧?

c、分析自己的设计结果,你认为有哪些设计的优点和缺点?对于缺点应该如何改进?

d、在今后的设计中,自己应注意哪些问题才能提高设计的质量?

## (2) 课程设计答辩

课程设计答辩是用以考核和评估设计水平、设计能力和设计质量的基本形式。

按照课程设计的要求,只有完成了设计工作量的学生方可参加答辩。

答辩前,应认真做好设计总结,并将所有的设计图纸和设计计算说明书整理好,叠装成袋后送交指导教师审阅。

课程设计的答辩内容通常以设计中应当掌握的方法和需要解决的问题为主。



一般用提问的方式进行答辩。

答辩结束后,指导教师将根据学生的设计图纸和设计计算说明书的质量以及学生的课程设计中个阶段的情况进行综合评估, 并确定学生的课程设计成绩。

### 第三章 塑料模设计实例

#### 3.1 成型零件工件尺寸计算案例

##### 3.1.1 塑料制品设计任务书

制品如图 3-1 所示，材料为 ABS。以下计算相关模具凹模、型芯的直径和高（深）度、螺纹直径以及孔的中心距尺寸。

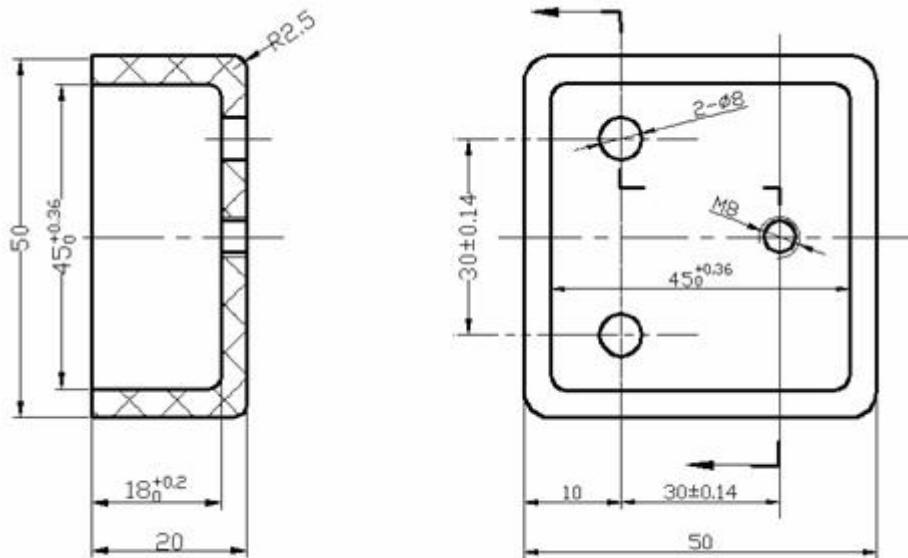


图 3-1 塑料制品二维图

##### 3.1.2 塑料制品成型零部件的计算

###### (1) 确定模塑收缩率

查模具设计手册得知，ABS 的收缩率为 0.4~0.8%。

收缩率的平均值为：

$$S_{CP} = \left( \frac{0.4+0.8}{2} \right) \% = 0.6\%$$

###### (2) 确定制品尺寸公差等级，将尺寸按规定形式进行处理

查常用塑料模塑公差等级表，对于 ABS 塑件标注公差尺寸取 MT3，未注公差尺寸取 MT5 级，以满足模具制造和成型工艺控制，满足制品要求。

查得制品未注公差尺寸的允许偏差为双向偏差形式，按照尺寸形式的规定，作如下转换：

$$\text{塑件外径 } \phi 50 \pm 0.32 \longrightarrow \phi 50.32_{-0.64}$$

$$\text{内部小孔 } \phi 8 \pm 0.14 \longrightarrow \phi 7.86^{+0.28}$$

$$\text{塑件高度 } 21 \pm 0.22 \longrightarrow 21.22_{-0.44}$$

###### (3) 计算凹模、型芯工作尺寸

取模具制造公差  $\delta_z = \frac{\Delta}{4}$  。

### ①凹模尺寸

径向尺寸  $L_M = [L_s + L_s S_{CP} - \frac{3}{4} \Delta]^{+\delta_z}$

$$L_M = [50.32 + 50.32 \times 0.006 - \frac{3}{4} \times 0.64]^{+\frac{0.64}{4}}$$

$$= 50^{+0.16} \quad (\text{不保留小数位})$$

高度尺寸  $H_M = [H_s + H_s S_{CP} - \frac{2}{3} \Delta]^{+\delta_z}$

$$H_M = [21.22 + 21.22 \times 0.006 - \frac{2}{3} \times 0.44]^{+\frac{0.44}{4}}$$

$$= 21^{+0.11} \quad (\text{不保留小数位})$$

### ②型芯尺寸

大型芯径向尺寸  $L_M = [L_s + L_s S_{CP} + \frac{3}{4} \Delta]^{+\delta_z}$

$$L_M = [45 + 45 \times 0.006 + \frac{3}{4} \times 0.36]_{-\frac{0.36}{4}}$$

$$= 45.5^{-0.09} \quad (\text{保留一位小数})$$

大型芯高度尺寸  $H_M = [H_s + H_s S_{CP} + \frac{2}{3} \Delta]^{+\delta_z}$

$$H_M = [18 + 18 \times 0.006 + \frac{2}{3} \times 0.2]_{-\frac{0.2}{4}}$$

$$= 18.2^{-0.05} \quad (\text{保留一位小数})$$

小型芯径向尺寸  $L_M = [7.86 + 7.86 \times 0.006 + \frac{3}{4} \times 0.28]_{-\frac{0.28}{4}}$

$$= 8^{-0.07} \quad (\text{不保留小数位})$$

小型芯高度尺寸  $H_M = [H_s + H_s S_{CP} + \frac{2}{3} \Delta]^{+\delta_z}$

$$H_M = (2 + 2 \times 0.006 + \frac{2}{3} \times 0.2)_{-0.01}$$

$$= 2.2^{-0.01}$$

两个小型芯固定孔的中心距

$$L_M = [L_s + L_s S_{CP}] \pm \frac{1}{2} \delta_z$$

$$L_M = [30 + 30 \times 0.006] \pm \frac{0.03}{2}$$

$$= 30.2 \pm 0.035$$

取制造公差为 $\pm 0.01$ ，因 $\pm 0.01 < \pm 0.035$ ，满足要求，故最后确定两小型芯固定孔的中心距为

$$L_M = 30.2 \pm 0.01$$

#### (4) 计算螺纹型芯和螺距工作尺寸

查普通金属螺纹基本尺寸标准（GB197—81），得：

$$D_{s\#} = 7.188; \quad D_{s\#} = 8; \quad D_{s\downarrow} = 6.647; \quad P_s = 1.25$$

查普通金属螺纹公差标准（GB197—81），得：

$$b = 0.2 \quad \delta_{Z\#} = \frac{b}{4};$$

或查表 4---5 及表 4---6: 得：

$$\delta_{Z\#} = 0.03 \quad \delta_{Z\#} = 0.02 \quad \delta_{Z\downarrow} = 0.03 \quad \text{螺距公差 } \delta_Z = 0.02$$

螺纹型芯大径

$$d_{M\#} = (D_{s\#} + D_{s\#} S_{CP} + b)_{-\delta_{Z\#}}$$

$$= (8 + 8 \times 0.006 + 0.2)_{-0.03}$$

$$= 8.25 - 0.03$$

螺纹型芯中径

$$d_{M\#} = (D_{s\#} + D_{s\#} S_{CP} + \frac{3}{4} b)_{-\delta_{Z\#}}$$

$$d_{M\#} = (7.188 + 7.188 \times 0.006 + \frac{3}{4} \times 0.2)_{-0.03}$$

$$= 7.38 - 0.03$$

螺纹型芯小径

$$d_{M\downarrow} = (D_{s\downarrow} + D_{s\downarrow} S_{CP} + b)_{\delta_{Z\downarrow}}$$

$$= (6.647 + 6.647 \times 0.006 + 0.2)_{-0.03}$$

$$= 6.89 - 0.03$$

螺距

$$P_M = (P_s + P_s S_{CP}) \pm \frac{\delta_Z}{2}$$

$$= (1.25 + 1.25 \times 0.006) \pm \frac{0.02}{2} = 1.26 \pm 0.01$$

#### (5) 零件图成型尺寸、结构尺寸和表面粗糙度的标注

凹模尺寸标注，如图 3-2 所示：

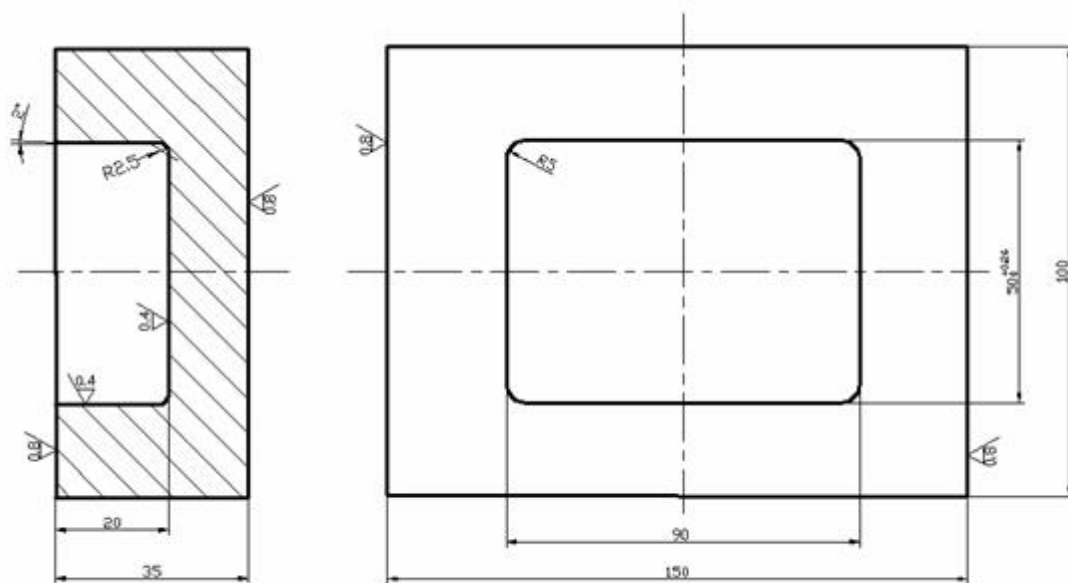


图 3-2 凹模尺寸二维图

小型芯尺寸标注，如图 3-3 所示：

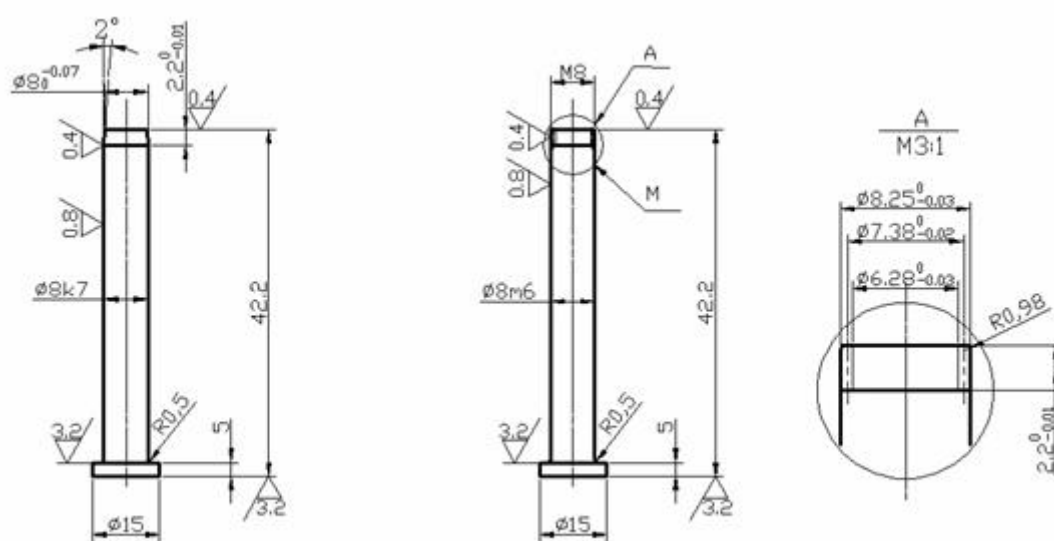


图 3-3 小型芯尺寸二维图

大型芯尺寸标注，如图 3-4 所示：

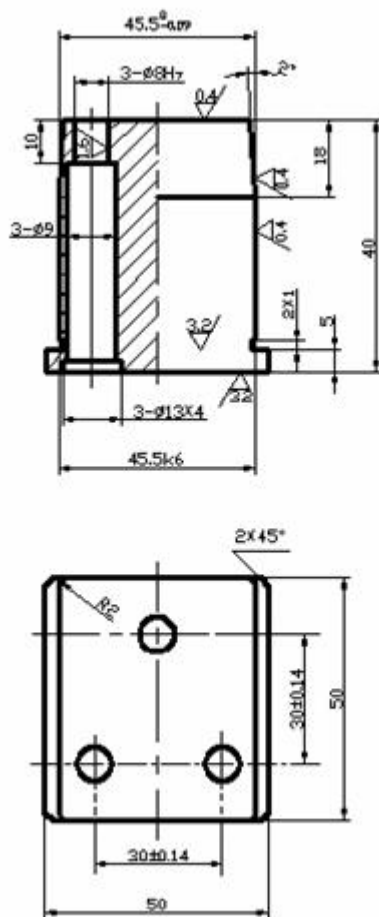


图 3-4 大型芯尺寸二维图

### 3.2 斜销抽芯机构设计计算

设计斜销抽芯机构需做以下几项计算：

- 抽芯距离  $S$ ；
- 斜销工作长度  $l$ ；
- 开模距离  $H$

塑件如下图 3-5 所示。设该成型模具斜销的倾斜角  $\alpha = 20^\circ$ 。现计算如下：

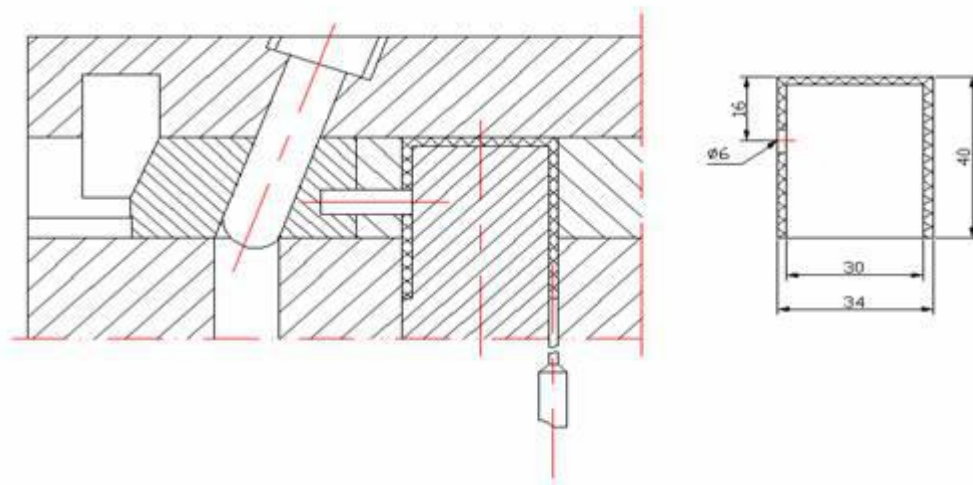


图 3-5 斜销抽芯机构二维图

(1) 抽芯距离  $S$  的计算

$$S = 2 (\text{塑件壁厚}) + 2 \sim 3 = 5 \text{ (mm)}$$

(2) 斜销工作长度  $l$  的计算

$$l = S / \sin \alpha = 5 / \sin 20^\circ = 14.71 \approx 15 \text{ (mm)}$$

(3) 开模距离  $H$  (最小值) 的计算

$$H = S \operatorname{Ctg} \alpha = 5 \times \operatorname{Ctg} 20^\circ = 13.75 \approx 14 \text{ (mm)}$$

### 3.3 模具分型距离的计算

下图 3-6 所示为一副点浇口模具开模工作状态图。该模具含三个分型面：

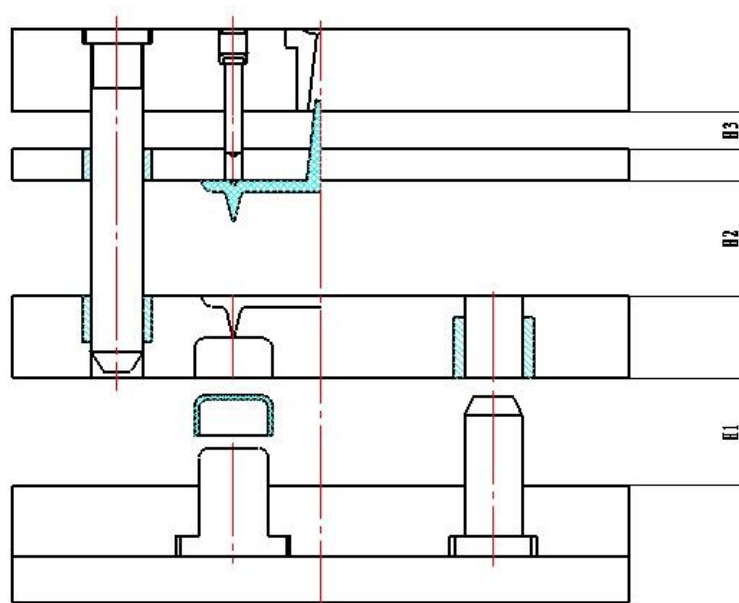


图 3-6 浇口模具开模工作状态图

(1) H1 的计算（动模型芯固定板与定模型腔板之间的分型距离）

$$H1 = \text{型芯高度} + \text{塑件高度} + 10\text{mm} \text{（安全系数）}$$

注：上式计算忽略了塑件和型芯的圆角的影响；

(2) H2 的计算（型腔板与脱浇板之间的分型距离）

$$H2 = \text{流道总体高度} + 5 \sim 10\text{mm} \text{（安全系数）}$$

(3) H3 的计算（脱浇板与定模座板之间的分型距离）

$$H3_{\min} = \text{应使流道脱出拉料杆，脱浇板所需移动的距离}$$

### 3.4 注射模设计实例一

如下图 3-7 所示的放大镜，材料为聚苯乙烯（PS），大批量生产。

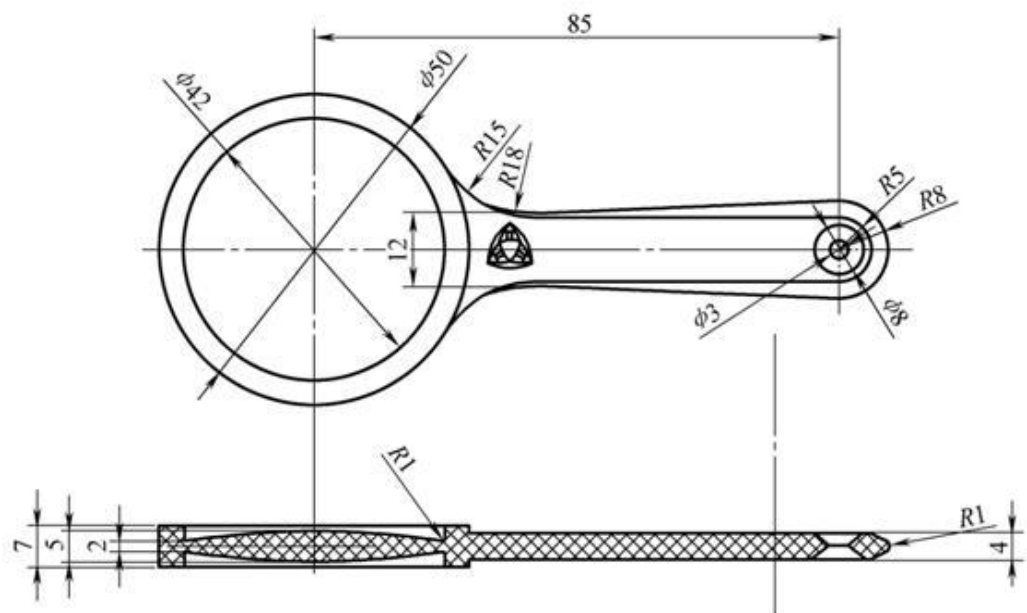


图 3-7 放大镜塑件图

#### 3.4.1 塑件分析

(1) 材料性能

聚苯乙烯(PS)是无色透明的玻璃状粒料，具有优异的着色性能，制品的尺寸稳定性非常好。

(2) 明确塑件批量

该产品大批量生产，故设计的模具要有较高的注射效率，模具采用一模二腔结构，浇口形式采用侧浇口。

(3) 计算塑件的体积和质量

该产品为放大镜需透光，所以材料采用聚丙烯，密度为  $1.05\text{g}/\text{cm}^3$ ，收缩率为  $0.7\%$ 。

通过计算塑件的体积  $V_{\text{塑}} = 25\text{cm}^3$ ，可得塑件的质量。



(4) 注射机的确定 根据塑料制品的体积或质量查有关手册选定注射机型号为：JPH50B。

(5) 注射机参数校核

①最大注射量校核。 $0.8M_{机} \geq M_{塑件} + M_{浇}$

式中  $M_{机}$ ——注射机的最大注射量 (g)；

②锁模力校核  $F_{锁机} > p_{模} A$

③模具与注射机安装部分相关尺寸的校核

a、模具闭合高度长宽尺寸要与注塑机模板尺寸和拉杆间距相适合：

模具长×宽<拉杆面积。

模具的长×宽为  $200\text{mm} \times 250\text{mm} < \text{注塑机拉杆的间距 } 295\text{mm} \times 295\text{mm}$

b、模具闭合高度的校核：

模具实际厚度  $H_{模} = 210\text{mm}$ ；

④开模行程的校核

$s_{机} - (H_{模} - H_{min}) > H_1 + H_2 + (5 \sim 10)\text{mm}$

### 3.4.2 模具设计

①模具设计的有关计算

②模具结构设计

选模架型号为：2025-AI-30-30-70，模架结构下图所示。

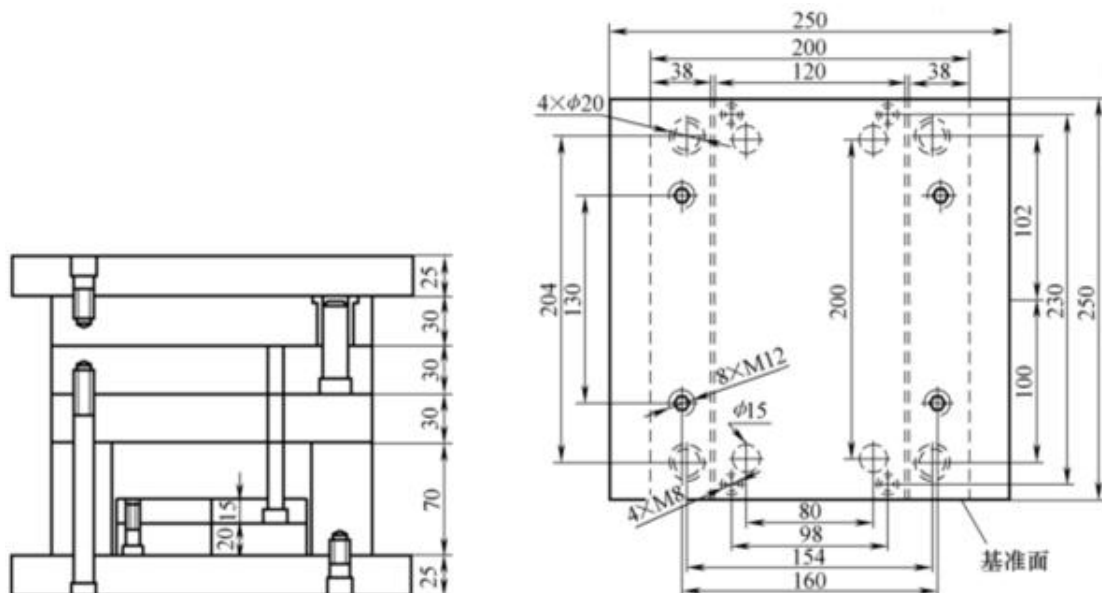


图 3-8 模架结构图

③浇口套也可选标准件，因为注射机喷嘴口直径为 $\phi 3\text{mm}$ ，可选择进料口直径为 $\phi 3.5\text{mm}$ 的浇口套，具体结构见模具装配图。

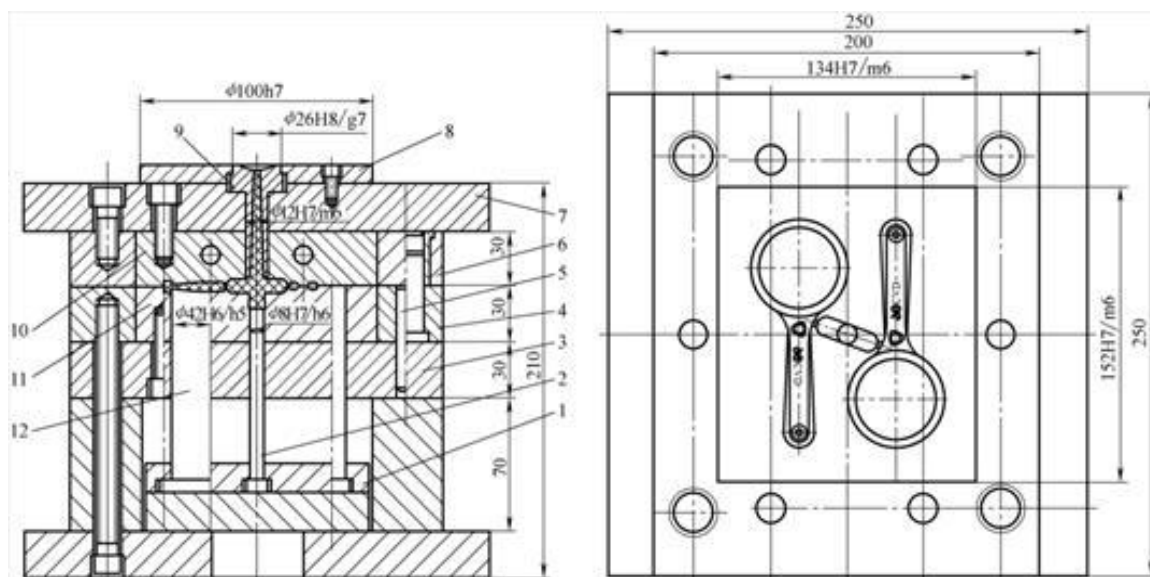


图 3-9 放大镜注射模装配图

- 1—推杆固定板 2—拉料杆 3—支承板 4—动模型腔固定板 5—定位销  
6—定模型腔固定板 7—定模板 8—定位环 9—浇口套 10—定模型腔  
11—动模型腔 12—动模型芯

④腔壁厚、底板厚度的确定

⑤模具冷却系统的设计

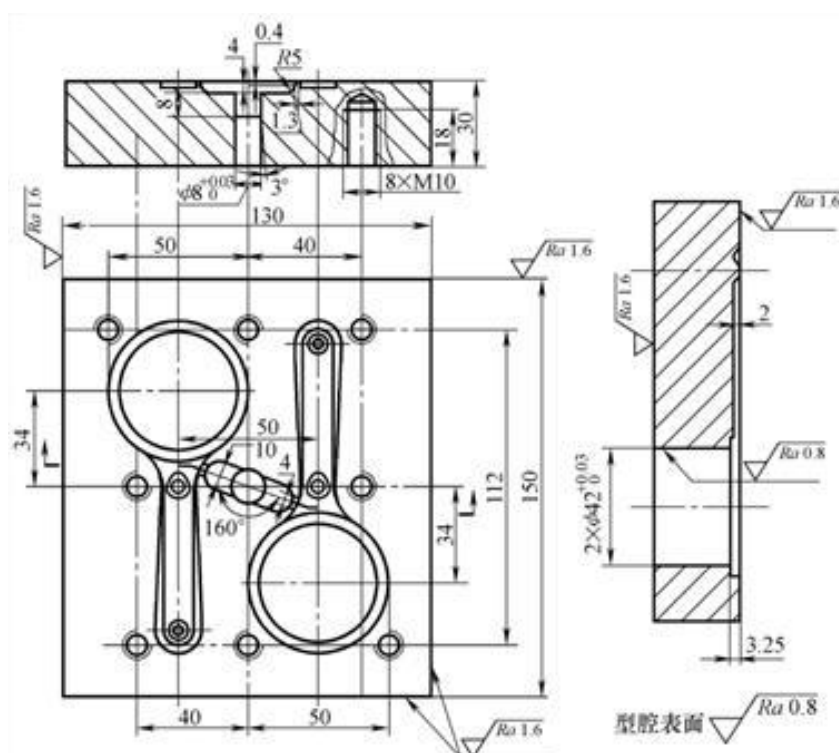


图 3-10 动模型腔

### 3.5 注射模设计实例二

如下图 3-11 所示的电流线圈架，材料为增强聚丙烯，大批量生产。

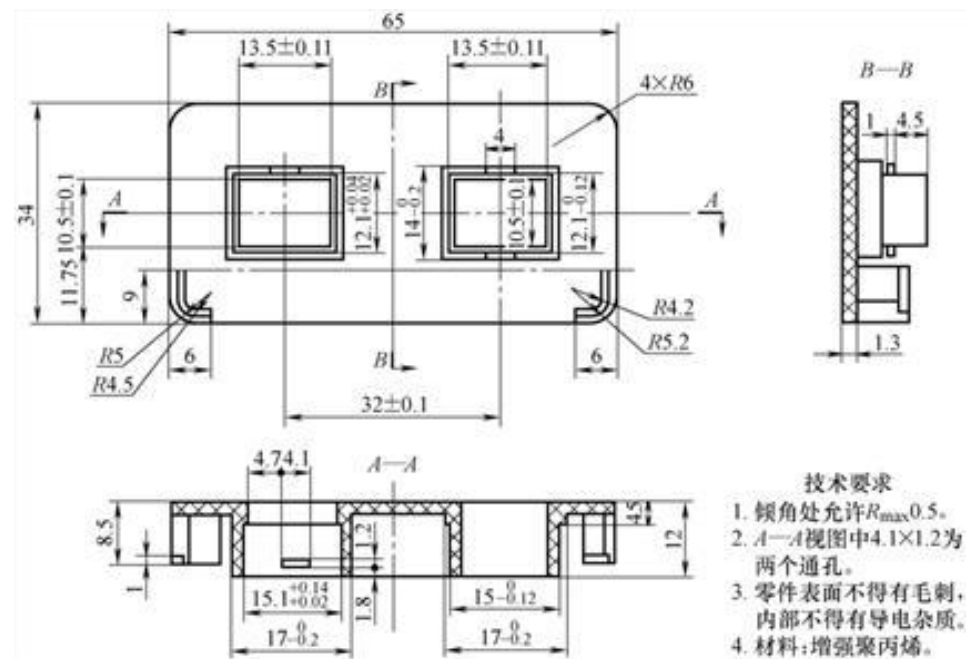


图 3-11 电流线圈架塑件图

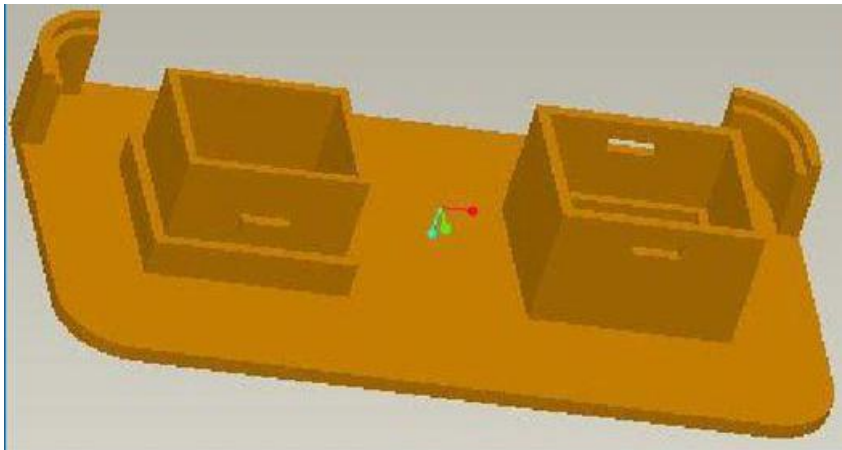


图 3-12 电流线圈架三维图

### 3.5.1 产品分析

#### (1) 材料性能

制件的材料采用增强聚丙烯(本色)，属热塑性塑料。

#### (2) 尺寸精度与表面质量

从零件图可以看出，模具必须设置侧向分型抽芯机构，该制件属于中等复杂程度，尺寸精度中等偏上，对应模具相关零件的尺寸加工可以保证。

综上分析可以看出，注射时在工艺参数控制得较好情况下，制件的成型要求

可以得到保证。

### (3) 制件的体积和质量

可用设计软件直接确定(体积  $V=4087\text{mm}^3$ ；质量为 4.25g)。

### (4) 成型工艺

采用注射成型，具体工艺参数在试模时调定。

## 3.5.2 注射模具设计

### (1) 分型面的选择

该制件为机内骨架，表面质量无特殊要求，但在绕线的过程中上端面与工人的手指接触较多，因此上端面最好自然形成圆角。

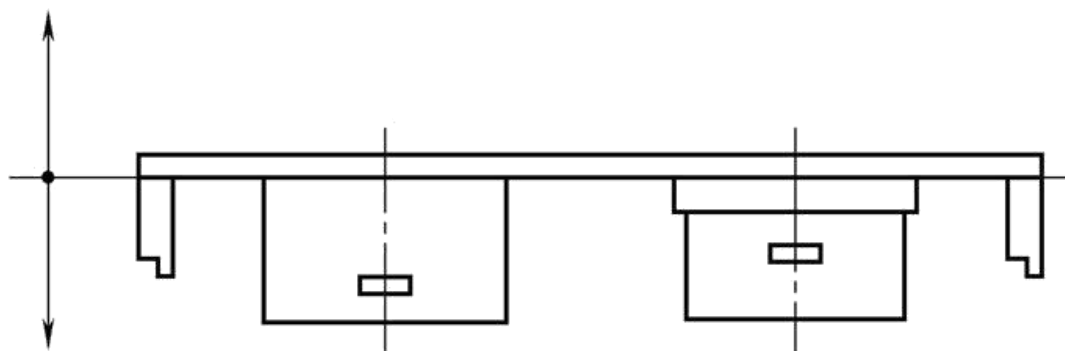


图 3-13 分型面的选择

### (2) 确定型腔的排列方式

该制件在注射时采用一模两件，即模具需要两个型腔。若采用如图所示的型腔排列方式，显然料流长度较短，但侧向分型抽芯机构放置则相当困难，并会增大模具结构的复杂程度。

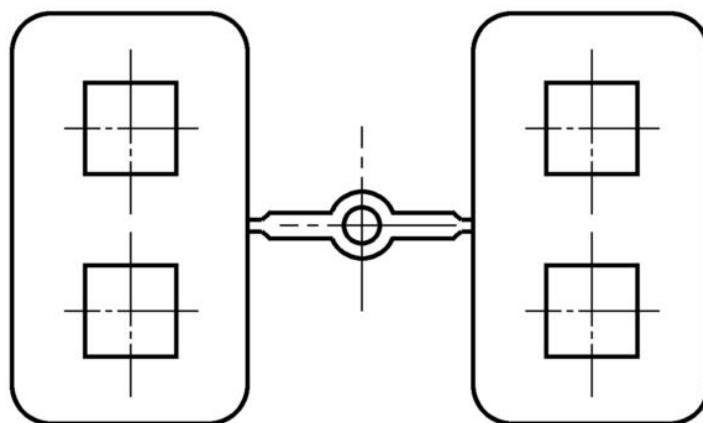


图 3-14 型腔的排列方式

### (3) 浇注系统设计

#### ①主流道设计

#### ②分流道设计

#### ③浇口设计

### (4) 抽芯机构的设计

该制件侧壁有一对小凹模和小凸台，它们均垂直于脱模方向，阻碍成型后制件从模具脱出。

确定抽芯距  $H_1=H_2=(14\text{mm}-12.1\text{mm})/2=0.95\text{mm}$ ，再加 3~5mm 的安全系数，可取抽芯距  $s$  约为 5mm。由于抽芯距不大，故宜采用斜导柱抽芯机构，并取斜导柱倾角  $20^\circ$ 。

### (5) 滑块与导槽的设计

#### a、滑块与侧型芯(孔)的连接方式

模具的工作原理：模具安装在注射机上，定模部分固定在注射机的定模板上，动模固定在注射机的动模板上。合模后，注射机通过喷嘴将熔料注入型腔，经保压、冷却后塑件成型。开模时动模部分随动模板一起运动将分型面打开，与此同时在斜导柱 21 的作用下侧抽芯滑块从型腔中退出，完成侧抽芯动作。

#### b、滑块的导滑方式

#### c、滑块的导滑长度和定位装置设计

### (6) 推出机构设计

由于塑件推出处的厚度有 1.3mm，故可采用杆推出，如图 3-15 所示的 8、10、11、12 组成的杆推出与复位机构。

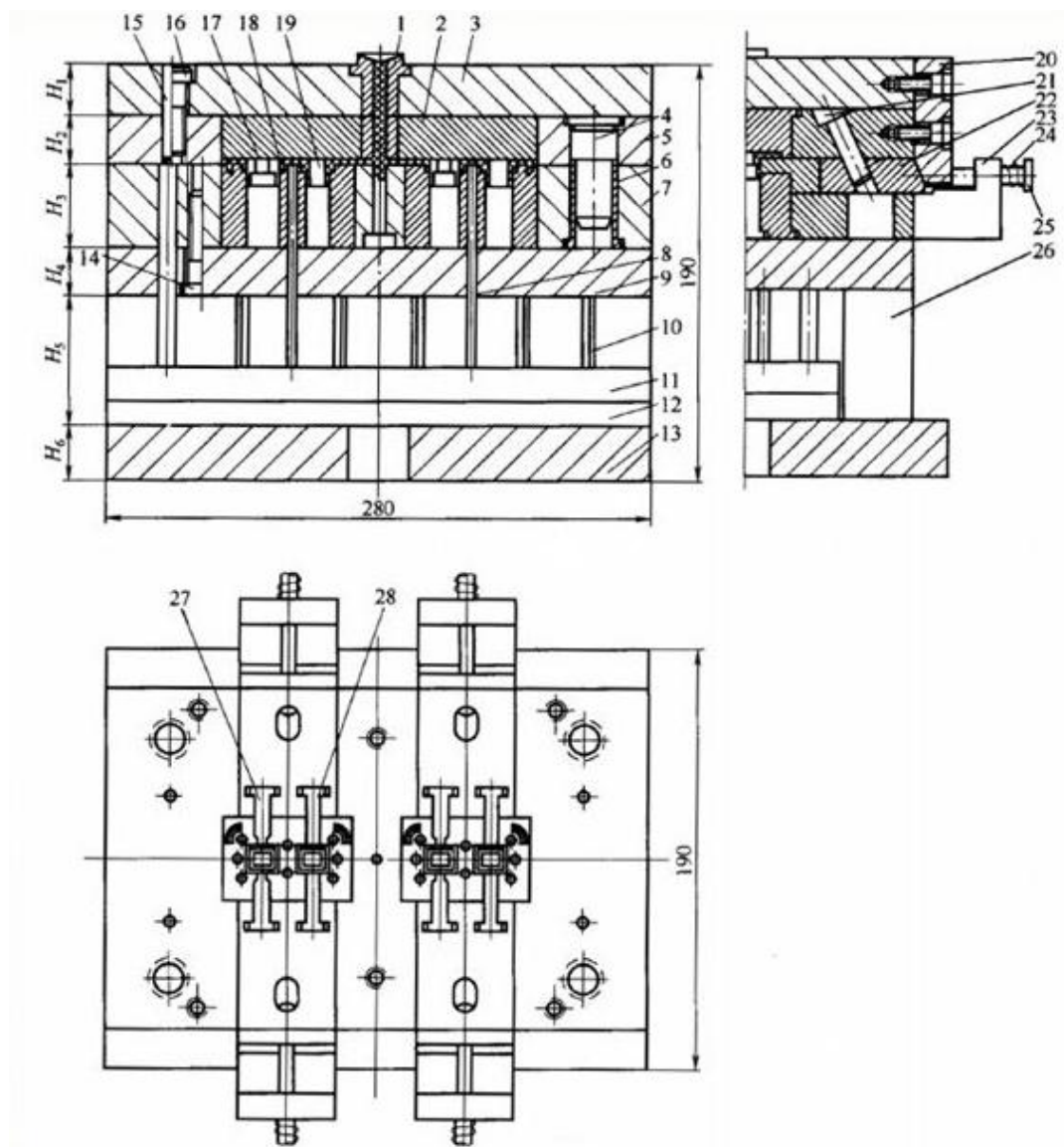


图 3-15 电流线圈架注射模

- 1—浇口套 2—定模型腔镶块 3—定模座板 4—导柱 5—定模板 6—导套  
 7—动模板 8—推杆 9—支承板 10—复位杆 11—推杆固定板 12—推板  
 13—动模座板 14、16、25—螺钉 15—销钉 17、19—型芯 18—动模型腔镶块  
 20—楔紧块 21—斜导柱 22—侧抽芯滑块 23—限位挡块 24—弹簧 26—调整块  
 27、28—侧型芯

### (7) 成型零件的结构设计

#### ①型腔的结构设计

#### ②型芯的结构设计

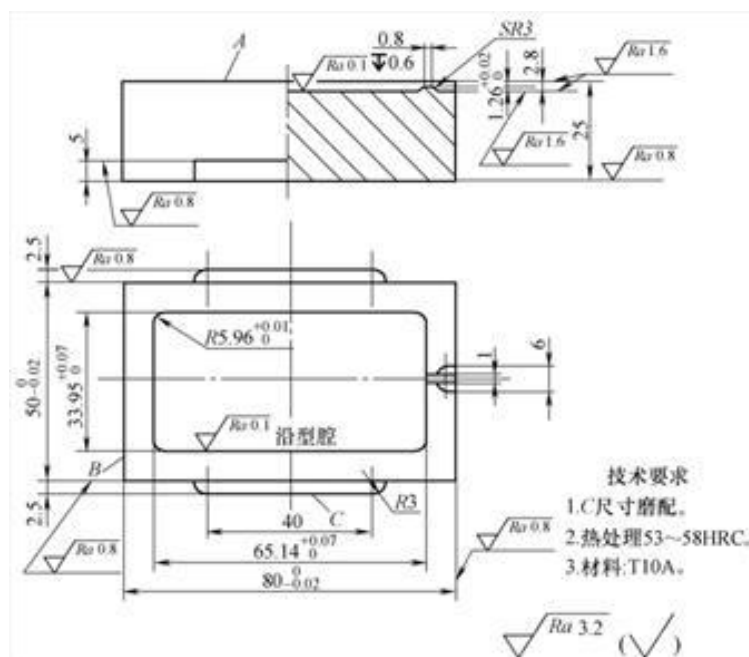


图 3-16 定模型腔镶块的结构及尺寸

### 3.5.3 模具的有关计算

(1) 型腔和型芯尺寸的确定 由于该塑件尺寸精度不高，故可根据经验确定；或者在设计软件中生成工程图时，按高一级塑件精度，并指定塑料品种后直接自动成型腔、型芯的尺寸及公差。

(2) 型腔侧壁厚度和底面厚度的确定 当模架选定后，根据型腔、型芯的结构，设计软件就可以自动成型腔侧壁和底面厚度。

(3) 模具加热和冷却系统的计算 该塑件在注射成型时不要求有太高的模温，因而在模具上可不设加热系统。

(4) 模具闭合高度 根据模架和推出距离要求，即可直接测出。

(5) 注射机有关参数的校核 该模具的外形尺寸为 280mm×190mm×190mm。

## 3.6 仪表盖注射成型模具设计实例三

### 3.6.1 拟定注射成型工艺方案、初选成型设备

(1) 任务导入

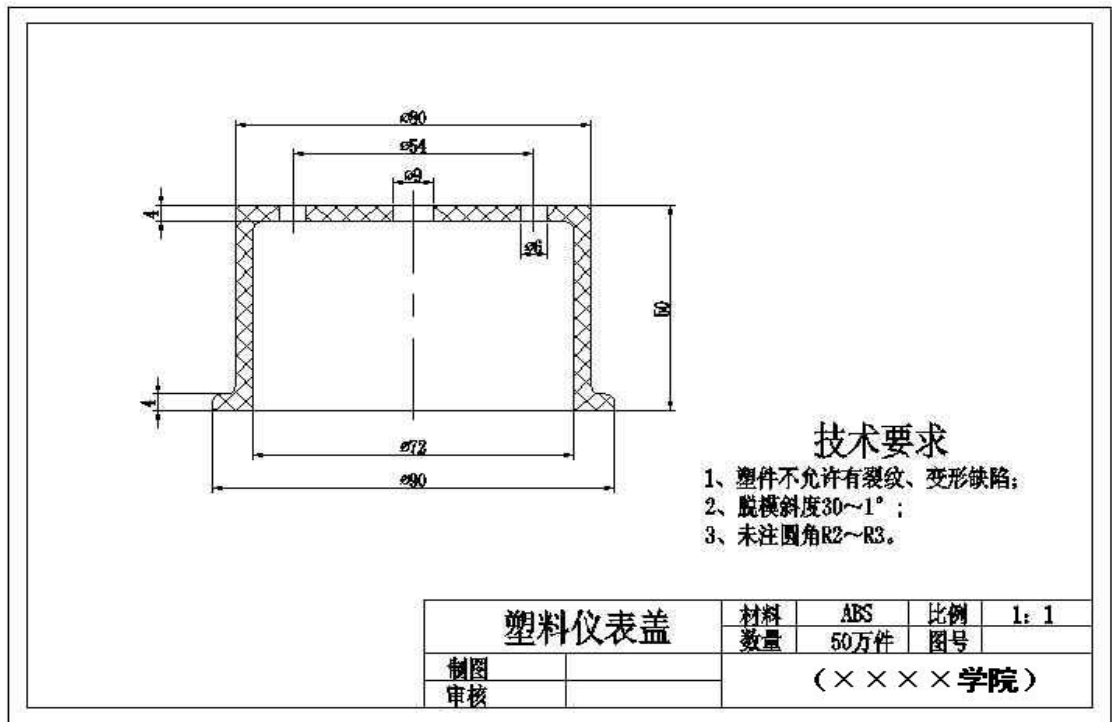


图 3-17 塑料仪表盖

## (2) 塑件的尺寸精度与结构分析

①塑料制品的尺寸、精度和表面质量。该塑件的三维图样，如图 3-18 所示。

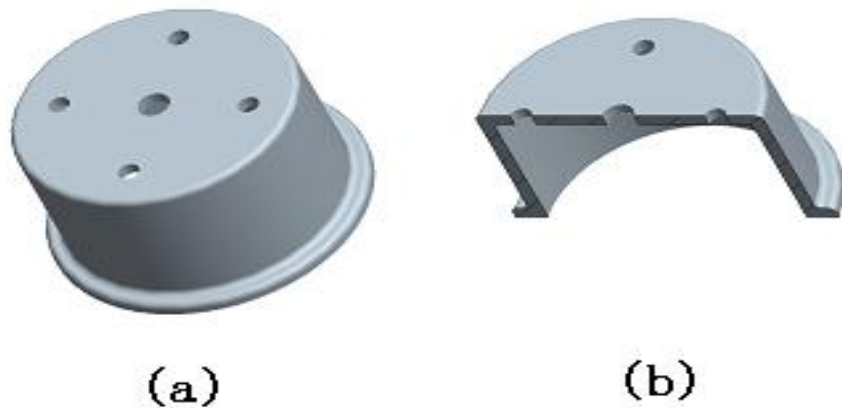


图 3-18 塑料仪表盖 3D 图

该塑件尺寸精度无特殊要求，所有尺寸均为自由尺寸，可按 MT5 查取公差，其主要尺寸公差要求，见表 3-1。

表 3-1 塑料仪表盖主要尺寸（按照 MT6 级的公差精度要求）(mm)



	塑件标注尺寸	塑件尺寸公差 (按 MT5 级精度)
外形尺寸	$\phi 90$	$\phi 90 \begin{smallmatrix} 0 \\ -1.00 \end{smallmatrix}$
	$\phi 80$	$\phi 80 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.86 \end{smallmatrix}$
	4	$4 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.24 \end{smallmatrix}$
	$\phi 50$	$\phi 50 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.64 \end{smallmatrix}$
内形尺寸	$\phi 72$	$\phi 72 \begin{smallmatrix} +0.86 \\ 0 \end{smallmatrix}$
	$\phi 9$	$\phi 9 \begin{smallmatrix} +0.28 \\ 0 \end{smallmatrix}$
	$\phi 6$	$\phi 6 \begin{smallmatrix} +0.24 \\ 0 \end{smallmatrix}$
	4	$4 \begin{smallmatrix} +0.24 \\ 0 \end{smallmatrix}$
孔距尺寸	54	$54 \pm 0.37$

该塑件表面没有特殊要求, 通常, 一般情况下外表面要求光洁, 表面粗糙度可以取到  $Ra=0.8 \mu m$ , 塑件内部表面粗糙度可取  $Ra=3.2 \mu m$ 。

## ②塑件的结构工艺分析

a、从图纸上看, 该塑件外形为回转体, 圆角过渡无尖角存在, 壁厚均匀, 且符合最小壁厚要求;

b、塑件型腔较大, 有尺寸不等的孔, 如  $\phi 6$ 、 $\phi 9$ , 它们均符合最小孔径要求, 可在型腔板上设计 5 个小型芯;

c、为塑件顺利脱模, 可在塑件内部及外部设计一定的脱模斜度, 图 11-1 中已经注明脱模斜度为  $30' \sim 10$ 。

该塑件结构简单, 无特殊的结构要求和精度要求。

## (3) 拟定塑件成型工艺方案

### ①塑件的生产批量

塑件的生产类型对注射模结构、注射模材料使用均有重要的影响, 在大批量生产中, 由于注射模价格在整个生产费用中所占比例较小, 提高生产率和注射模寿命问题比较突出, 可以考虑使用自动化程度较高、结构复杂、精度寿命高的模具。

如果是小批量生产, 则应尽量采用结构简单, 制造容易的注射模, 以降低注射模的成本。

### ②塑料原材料的成型特性分析

ABS 是目前产量最大、应用最广的工程塑料。ABS 是不透明非结晶聚合物, 无毒、无味, 密度为  $1.02 \sim 1.05g/cm^3$ 。

ABS 具有突出的力学性能, 坚固、坚韧、坚硬; 具有一定的化学稳定性和良好的介电性能; 具有较好尺寸稳定性, 易于成型和机械加工, 成型塑件表面有较好光泽, 经过调色可配成任何颜色, 表面可镀铬。

其缺点是耐热性不高, 连续工作温度为  $700C$  左右, 热变形温度约为  $930C$

左右，但热变形温度比聚苯乙烯、聚氯乙烯、尼龙等都高；耐候性差，在紫外线作用下易变硬发脆。

可采用注射、挤出、压延、吹塑、真空成型、电镀、焊接及表面涂饰等多种成型加工方法。

#### **ABS 的成型特性：**

a、ABS 易吸水，成型加工前应进行干燥处理，表面光泽要求高的塑件应长时间预热干燥。

b、流动性中等，溢边值 0.04 mm 左右。

c、壁厚、熔料温度对收缩率影响极小，塑件尺寸精度高。

d、ABS 比热容低，塑化效率高，凝固也快，故成型周期短。

e、ABS 的表观黏度对剪切速率的依赖性很强，因此模具设计中大都采用点浇口形式。

f、顶出力过大或机械加工时塑件表面会留下白色痕迹，脱模斜度宜取 2° 以上。

g、易产生熔接痕，模具设计时应注意尽量减少浇注系统对料流的阻力。

h、易采用高料温、高模温、高注射压力成型。在要求塑件精度高时，模具温度可控制在 50~60℃，而在强调塑件光泽和耐热时，模具温度应控制在 60~80℃。

#### **ABS 的成型特性：**

a、ABS 易吸水，成型加工前应进行干燥处理，表面光泽要求高的塑件应长时间预热干燥。

b、流动性中等，溢边值 0.04 mm 左右。

c、壁厚、熔料温度对收缩率影响极小，塑件尺寸精度高。

d、ABS 比热容低，塑化效率高，凝固也快，故成型周期短。

f、ABS 的表观黏度对剪切速率的依赖性很强，因此模具设计中大都采用点浇口形式。

由设计任务书可知该塑件产量 50 万件，生产类型属中批量生产。

综上分析，该塑件可采用注射成型加工，考虑采用一模多腔、快速脱模以及成型周期不太长的模具，同时模具造价要适当控制。

在注射成型生产时，该塑件结构简单，无特殊的结构要求和精度要求，只要工艺参数控制得当，该塑件是容易成型的。

#### **(4) 初选塑件成型设备、记录参数**

##### **① 计算塑件体积和质量**

通过三维造型可获得电器上罩壳的体积为

$$V = 62.07 \text{ cm}^3$$

ABS 的密度为  $\rho = 1.03 \text{ g/cm}^3$ ，所以塑件的质量为

$$w = \rho V = 1.03 \times 62.07 = 63.94 \text{ g}$$

②根据塑件本身的几何形状及生产批量确定型腔数量

该塑件的顶面有五个小孔，生产批量为中批量生产，为提高生产率，拟采用一模两腔的模具结构，型腔平衡布置在型腔板两侧，这样有利于浇注系统的排列和模具的平衡。

③定注射成型的工艺参数

根据该塑件的结构特点和 ABS 的成型性能，查有关资料初步确定注射成型工艺参数，见表 3-2。

表 3-2 塑件的注射成型工艺参数

工艺参数		规 格		工艺参数		规 格	
预热和干燥		温度 80~90℃		成型时间/s	注射时间		3~5
		时间 2h			保压时间		15~30
料筒温度/℃		后段	180~200		冷却时间		15~30
		中段	210~230		总周期		40~70
		前段	200~210				
喷嘴温度/℃		180~190		螺杆转速/r·min <sup>-1</sup>		30~60	
模具温度/℃		60~80		后处理	方法		红外线灯烘箱
注射压力/MPa		70~90			温度/℃		70
				时间/h		2~4	

④确定模具温度及冷却方式

ABS 为非结晶塑料，流动性中等，壁厚一般，因此，在保证顺利脱模的前提下，应尽可能降低模温，以缩短冷却时间，从而提高生产效率。所以，模具应考虑采用适当的循环水冷却，成型模具温度控制在  $60 \sim 80^\circ\text{C}$ 。

⑤确定成型设备

由于塑件采用注射成型加工，使用一模两腔分布，由此可计算出一次注射成型过程所用塑料量为

$$W = 2w + w_{\text{浇注凝料}} = 2 \times 63.94 + 2 \times 63.94 \times 40\% = 179.03 \text{ g}$$

一般浇注系统凝料和废料按塑件注射量的 20%~60% 计算。上式中，是按 40% 估算。根据一次注射量分析，以及考虑塑料的品种、塑件结构、生产批量及注射工艺参数、注射模具尺寸大小等因素，参考设计手册，初选 SZ-300/160 型塑料注射成型机，记录下 SZ-300/160 型注射成型机的主要技术参数，见表 3-3。

表 3-3 SZ -300/160 型注射成型机的主要技术参数

序号	主要技术参数项目	参数数值
1	最大注射量/cm <sup>3</sup>	300
2	注射压力/MPa	150
3	锁模力/kN	1600
4	拉杆内间距/mm×mm	450×450
5	最大模具厚度/mm	450
6	最小模具厚度/mm	250
7	最大开模行程/mm	380
8	喷嘴前端球面半径/mm	20
9	喷嘴孔直径/mm	4
10	定位圈直径/mm	160

### 3.6.2 确定模具结构方案

#### (1) 初拟模具结构方案

由于该塑件结构简单，精度要求不高，生产批量中等，为提高生产效率，生产该件的模具拟采用一模两腔的单分型面注射模具结构。

#### (2) 讨论、确定模具结构方案

①分型面选择如下图3-19所示。

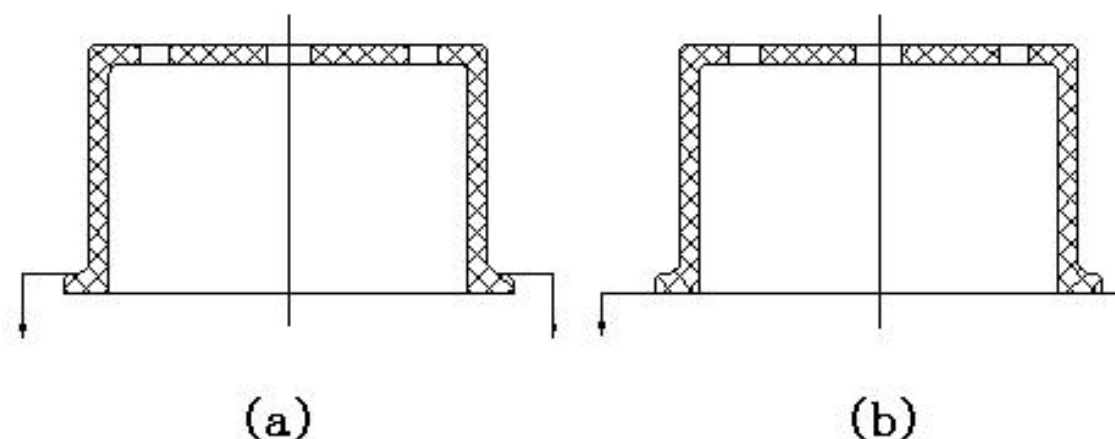


图 3-19 分型面的选择

#### ②型腔数量的确定与排列形式

对于一模多件的模具型腔布置，在保证浇注系统分流道的流程短、模具结构紧凑、模具能正常工作的前提下，尽可能使得模具型腔对称、均衡、取件方便。由于该塑件的外形是圆形的，各方向尺寸一致；另外，塑件结构简单，不需要侧向分型，所以型腔的排列方式只有一种。即左右对称分布在模板两侧。

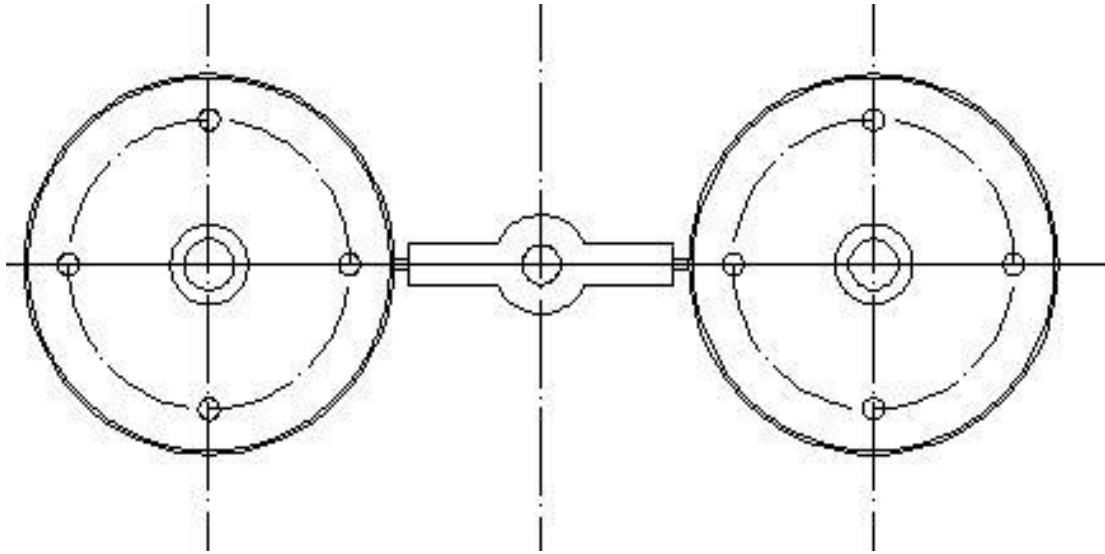


图 3-20 型腔的排列方式

### ③浇注系统设计

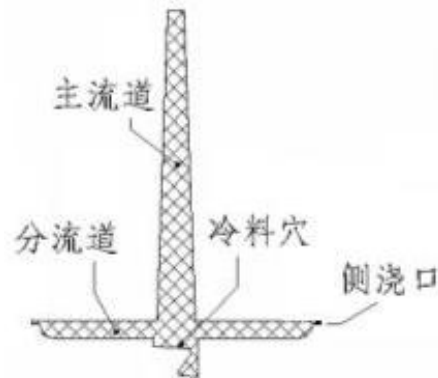


图 3-21 浇注系统的设计

#### a、主流道和定位圈的设计

主流道与注射机的高温喷嘴反复接触碰撞，所以设计成独立可拆卸更换的浇口套，采用优质钢材制作并经热处理提高硬度；定位圈与浇口套分开设计。

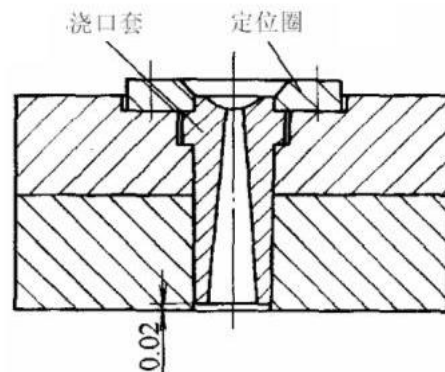


图3-22 浇口套与定位圈的设计

### b、分流道

本案例采用U型断面分流道，只切削加工在一块模板上，加工容易实现，且比表面积不大，热量损失和阻力损失不太大。

查有关经验表格得，ABS的分流道推荐直径为4.8~9.5mm，据此，该模具的分流道尺寸大小计算设计，如图3-23所示。

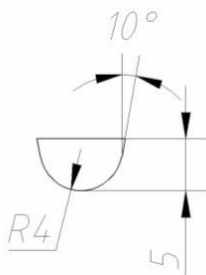
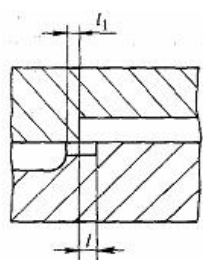


图3-23 分流道的设计

### c、浇口设计

根据塑件的外观要求及型腔分布情况，选用如图 3-24 所示的侧浇口，从塑件的底侧中部进料，去除凝料时不会在塑件的外壁留下浇口痕迹，不影响塑件的外观。

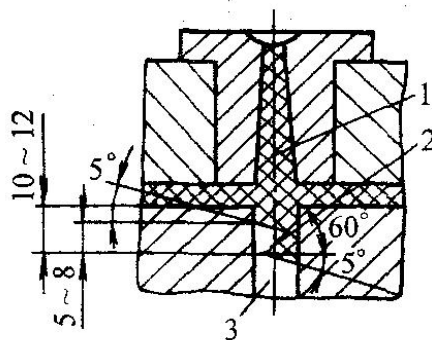


$$\begin{aligned} l_1 &= 2.0 \sim 3.0 \text{ mm 取 } 2.5 \text{ mm} \\ l &= (0.6 \sim 0.9) + b/2 \text{ 取 } 2 \text{ mm} \\ \text{浇口深度 } t &= 0.5 \sim 2.0 \text{ mm 取 } 1.0 \text{ mm} \\ \text{浇口宽度 } b &= \frac{(0.6 \sim 0.9) \sqrt{A}}{30} \text{ mm 取 } 4 \text{ mm} \\ &\quad (A - \text{塑件外侧表面积}) \end{aligned}$$

图3-24 浇口的设计

### d、冷料穴设计

采用带 Z 形头拉料杆的冷料穴，如图 3-25 所示，设置在主流道的末端，既起到冷料穴的作用，又兼有开模分型时将凝料从主流道中拉出留在动模一侧，稍作侧向移动凝料便可取出。



1—主流道 2—冷料穴 3—拉料杆

图3-25 冷料穴的设计

#### ④排气和引气系统的设计

型腔内气体的来源，除了型腔内原有的空气外，还有因塑料受热或凝固而产生的低分子挥发气体，必须考虑把这些气体顺序排出。

一般来说，对于结构复杂的模具，事先较难估计发生气阻的准确位置。所以，往往需要通过试模来确定其位置，然后再开排气槽。排气槽一般开设在型腔最后被充满的地方。

排气的方式有利用模具零件配合间隙排气和开设排气槽排气。

排气是塑件成型的需要，而引气是塑件脱模的需要。对于大型深腔壳体类塑件，注射成型后，型腔内气体被排除，塑件表面与型芯表面之间在脱模过程中形成真空，难于脱模。若强制脱模，塑件会变形或损坏，因此，必须引入气体，即在塑件与型芯之间引入空气，使塑件顺利脱模。

本例中，排气与引气均利用模具零件配合间隙完成。

#### ⑤成型零件结构设计与尺寸计算

##### a、成型零件的成型尺寸

该塑件的成型零件尺寸均按平均值法计算，查有关手册得 ABS 的收缩率为 0.4%~0.7%，故平均收缩率为  $S_{cp} = (0.4\% + 0.7\%) = 0.55\%$ 。

根据塑件尺寸公差要求，模具制造公差取  $\delta Z = \Delta / 3$ 。

成型零件尺寸的计算见表 3-4。

表 3-4 成型零件尺寸的计算

尺寸类别	塑件尺寸	计算公式	型腔或型芯工作尺寸
径向尺寸	型腔的径向尺寸 $\phi 90_{-1.00}^0$	$L_M = (L_S + L_S S_{CP} - \frac{3}{4} \Delta)_0^{+\delta_z}$	$\phi 89.75_0^{+0.33}$
	$\phi 80_{-0.86}^0$	$L_M = (L_S + L_S S_{CP} - \frac{3}{4} \Delta)_0^{+\delta_z}$	$\phi 79.80_0^{+0.29}$
	型芯的径向尺寸 $\phi 72_0^{+0.86}$	$L_M = (L_S + L_S S_{CP} + \frac{3}{4} \Delta)_0^{+\delta_z}$	$\phi 73.04_{-0.29}^0$
	$\phi 9_0^{+0.28}$	$L_M = (L_S + L_S S_{CP} + \frac{3}{4} \Delta)_0^{+\delta_z}$	$\phi 9.26_{-0.09}^0$
	$\phi 6_0^{+0.24}$	$L_M = (L_S + L_S S_{CP} + \frac{3}{4} \Delta)_0^{+\delta_z}$	$\phi 6.21_{-0.08}^0$
轴向尺寸	型腔的轴向尺寸 $\phi 50_{-0.64}^0$	$H_M = (H_S + H_S S_{CP} - \frac{2}{3} \Delta)_0^{+\delta_z}$	$\phi 49.85_0^{+0.21}$
	$4_{-0.24}^0$	$H_M = (H_S + H_S S_{CP} - \frac{2}{3} \Delta)_0^{+\delta_z}$	$3.86_0^{+0.08}$
	$4_0^{+0.24}$	$H_M = (H_S + H_S S_{CP} + \frac{2}{3} \Delta)_0^{+\delta_z}$	$4.18_{-0.08}^0$
	型芯的轴向尺寸 $46_0^{+0.64}$	$H_M = (H_S + H_S S_{CP} + \frac{2}{3} \Delta)_0^{+\delta_z}$	$46.68_{-0.21}^0$
中心距尺寸	$54 \pm 0.37$	$Cm = (1 + S_{cp})Cs \pm \delta_z / 2$	$54.30 \pm 0.06$

## b、模具型腔壁厚的确定

图3-26所示为整体式圆形型腔的结构图。塑料模具型腔在成型过程中受到熔体的高压作用,应有足够的强度和刚度,本模具的凹模采用的是整体式圆形型腔,因此可采用整体式圆形型腔壁厚计算公式来确定型腔侧壁S和底板厚度h,也可由表格查取经验数据确定型腔侧壁S。

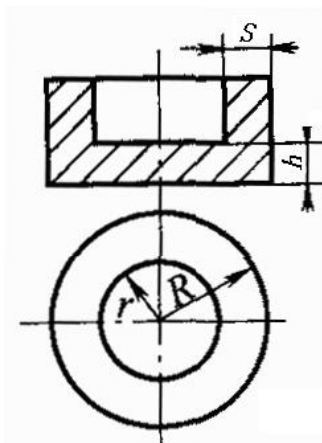


图3-26 整体式圆形型腔



表 3-5 圆形型腔壁厚的经验数据

圆形型腔内壁直径 $2r$	整体式圆形型腔壁厚 $S=R-r$	组合式圆形型腔	
		型腔壁厚 $S_1=R-r$	模套壁厚 $S_2$
~40	20	8	18
>40~50	25	9	22
>50~60	30	10	25
>60~70	35	11	28
>70~80	40	12	32
>80~90	45	13	35
>90~100	50	14	40
>100~120	55	15	45
>120~140	60	16	48
>140~160	65	17	52
>160~180	70	19	55
>180~200	75	21	58

直接查表 3-5，得该型腔的推荐壁厚为 50mm。

#### ⑥导向方案与导向机构设计

塑件精度要求不算高，塑件形状简单、型腔分布对称，无明显单边注射侧向力，可采用最为常见的导柱导向定位机构，在动模板、推件板、定模板间使用 4 对导柱，导柱的长度要确保推件板推出塑件后不脱落。

注意，导柱要比主型芯高出至少 6~8mm。

#### ⑦脱模方案与脱模机构设计

根据塑料仪表盖的形状特点，其推出机构可采用推件板推出或推杆推出，其中，推件板推出结构可靠、顶出力均匀，不影响塑件的外观质量，但制造困难，成本高；推杆推出结构简单，推出平稳可靠，虽然推出时会在塑件内部型腔上留下顶出痕迹，但不影响塑件外观。

本例中，由于在型芯中要装冷却水道，故采用推板推出机构。

#### ⑧加热与冷却装置设计与计算

该塑件为中批量生产，应尽量缩短成型周期，提高生产率，加之 ABS 塑料为结晶型塑料，成型时需要充分冷却，冷却要均匀分布。因此，该模具的凹模冷却是在定模板上开出冷却水道，采用冷却水进行循环冷却型腔；而型芯的冷却则采用内部加装铜管喷流冷却的方式，其进出水孔开在支承板上，冷却水道的分布，如图 3-27 所示。

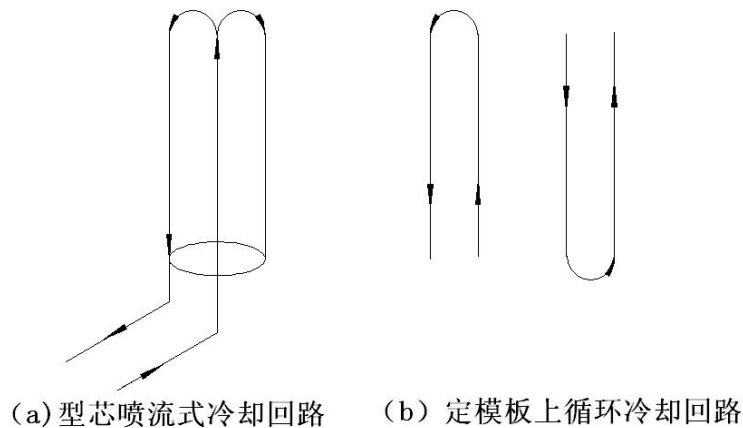


图3-27 冷却水道的设计

### (3) 确定模架、选用标准件

综合考虑本塑件采用一模两腔平衡布置、侧浇口一次分型结构、型腔的壁厚要求、塑件尺寸大小、侧向抽芯机构、冷却水道的布置等多项因素，估算型腔模板的概略尺寸，查表选取标准模板的尺寸为  $200 \times 355 \times 80$ ，选用 D 型标准模架 (GB/T 12555-2006)。

### (4) 校核成型设备参数

#### ① 注射成型机注射压力的校核

注射时螺杆施于熔融塑料单位面积上的压力称为注射压力。设计模具时，成型塑件所需的实际压力应小于注塑机所标定的最大注射压力。

$$P_{\text{公}} > P_{\text{注}}$$

$P_{\text{公}}$ ——注射机的最大注射压力 (MPa)；

$P_{\text{注}}$ ——成型塑件所需实际注射压力 (MPa)，生产实践中实际注射压力值一般为 70~150 MPa。

本例中，注射机的最大注射压力  $P_{\text{公}}=150$  MPa，满足上述公式要求，注射压力足够。

#### ② 注射量的校核

在一个注射成型周期内，注塑模内所需的塑料熔体总量与模具浇注系统的容积和型腔容积有关，其值用下式计算

$$m_i = N m_s + m_j$$

式中  $N$ ——型腔的数量；

$m_s$  ——单个制品的质量或体积，g 或  $\text{cm}^3$ ；

$m_j$  ——浇注系统和飞边所需的塑料质量或体积，g 或  $\text{cm}^3$ ；

已知， $N=2$ ， $m_s=62.07\text{cm}^3$ ，经估算  $m_j \approx 40\text{cm}^3$ ，则  $m_i \approx 164\text{cm}^3$ 。

选用 SZ -300/160 注射成型机的额定注射量为  $m_i = 300 \text{ cm}^3$

该注射成型机的注射量满足模具的要求。

### ③锁模力的校核

锁模力是指注射成型机的合模机构对模具所能施加的最大夹紧力。注射成型机锁模力的校核关系式为

$$F \geq kpA$$

式中  $F$ ——注射成型机锁模力, N, 查表得 SZ -300/160 型注射成型机的锁模力为 1 600 kN ;

$A$ ——塑件及浇注系统在分型面上的投影面积之和 (浇注系统在分型面上的投影面积按塑件在分型面上投影面积 0.2~0.5 倍计算),  $\text{m}^2$ , 估算得本模具的  $A = 9.4 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ ;

$p$ ——型腔内熔体的压力, MPa, 查表得本塑件的  $p = 30 \text{ MPa}$ ;

$k$ ——压力损耗系数, 一般取 1.1~1.2。

计算得  $kpA = 1.2 \times 30 \times 10^6 \times 9.4 \times 10^{-3} = 338.4 \text{ kN} < F = 1600 \text{ kN}$

故注射成型机的锁模力足够, 满足锁模要求。。

### ④安装尺寸的校核

本模具采用的是 D 型标准模架 (GB/T 12555-2006), 模具的外形尺寸为 200 mm×355 mm。 组成模具闭合高度的模板及其他零件的尺寸有:

定模座板为  $H_1 = 25 \text{ mm}$ ;

定模板为  $H_2 = 80 \text{ mm}$ ; 推件板为  $H_3 = 20 \text{ mm}$ ;

动模板为  $H_4 = 32 \text{ mm}$ ;

支承板为  $H_5 = 32 \text{ mm}$ ;

垫铁为  $H_6 = 80 \text{ mm}$ ;

动模座板为  $H_7 = 25 \text{ mm}$ 。

则该模具闭合高度为:

$$H = H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5 + H_6 + H_7 = 25 + 80 + 20 + 32 + 32 + 80 + 25 = 294 \text{ mm}$$

查资料得 SZ -300/160 型注射成型机动、定模模板最大安装尺寸为 450 mm×450 mm, 允许模具的最小厚度为  $H_{\min} = 250 \text{ mm}$ , 最大厚度  $H_{\max} = 450 \text{ mm}$ , 即模具得外形尺寸不超过注射成型机动、定模模板最大安装尺寸, 模具闭合高度满足  $H_{\min} \leq H \leq H_{\max}$  的安装条件, 故该模具满足 SZ -300/160 型注射成型机的安装要求。

### ⑤推出机构的校核

各种型号注射机的推出装置的设置情况及推出距离等各不相同，设计模具时，必须了解注射机推出杆的直径，推出形式（是中心推杆还是两侧双杆推出），最大推出距离及双推中心杆距等，以确保模具推出机构与注射机的推出机构相适应。

SZ-300/160 型注射机的推出形式为有中心及上下两侧设有推杆（机械推出），由于该模具推力不太大，在 SZ-300/160 型注射机上采用中心  $\Phi 50$  顶杆推出，在动模座板预留与之匹配的  $\Phi 60$  顶出孔；塑件实际推出距离为 55，满足推出距离要求。

#### ⑥开模行程的校核

注射机的开模行程是有限的，取出制品所需的开模距离必须小于注射机的最大开模距离，本模具为单分型面注射模，SZ-300/160 型注射机的最大开模行程与模厚无关，校核关系式为：

$$S > H_1 + H_2 + (5 \sim 10) \text{ mm}$$

其中：S——注射机的最大开模行程（mm）；经查资料注射机 SZ-300/160 型的最大开模行程  $S=380\text{mm}$

$H_1$ ——塑件脱模所需的推出距离（mm）；该塑件的脱模推出距为 55mm

$H_2$ ——塑件的高度（包括浇注系统高度，mm）；该塑件的高度为 130mm

计算得： $H_1 + H_2 + (5 \sim 10) = 55 + 130 + 10 = 195\text{mm} < S = 380\text{mm}$

以上分析证明，SZ-300 型注射机能满足要求，故可以采用。

### 3.6.3 绘制模具装配图

在绘制模具装配图的过程中，模具各结构之间的尺寸确定、各动作的协调、部件间是否干涉等问题都会得到解决。为了进一步地提高设计的效率，减少设计的失误，有条件的情况下可以应用三维造型软件进行辅助设计与校核，不仅绘制出模具二维工作图，还有模具三维工作图。最后标注装配图总长、总宽、总高及一些关键部位配合要求，写出装配图技术要求，填写完成装配图明细表。塑料仪表盖装配图，如图 3-28 所示。

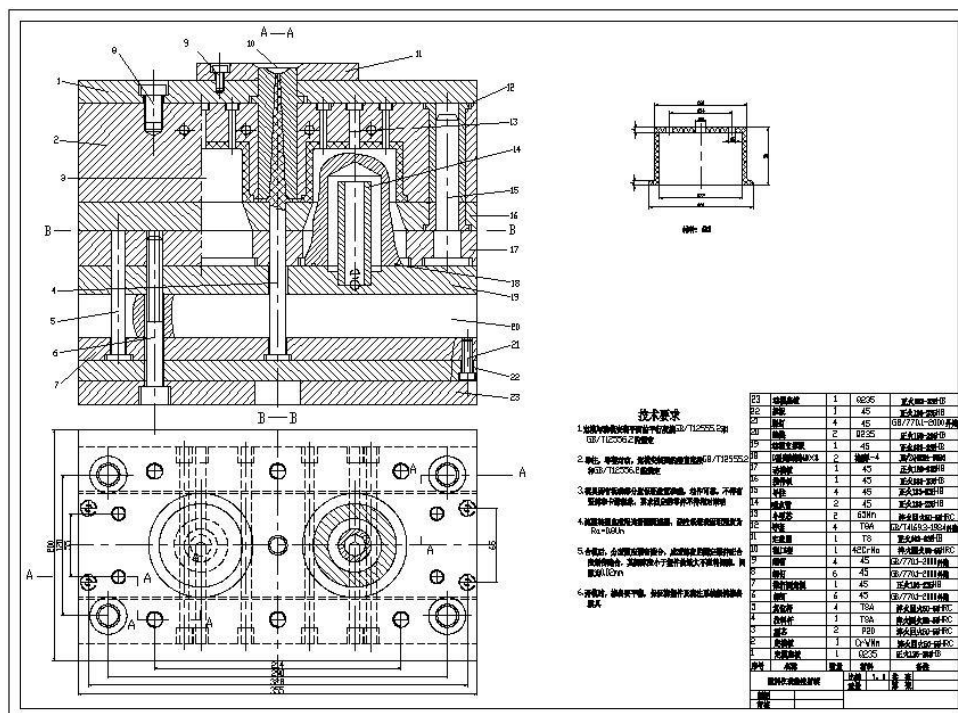


图 3-28 塑料仪表盖装配图

### 3.6.4 绘制模具零件图

视图选择可参照下列建议：

- (1) 轴类零件通常仅需一个视图，按加工位置布置较好。
- (2) 板类零件通常需主视和俯视两个视图，一般而言按装配位置布置较好。
- (3) 镶拼组合成型零件，常画部件图，这样便于尺寸及偏差的标注。视图可按装配位置布置。

零件图比例尺大都采用 1:1。小尺寸零件或尺寸较多的零件则需放大比例绘制。

标注尺寸是零件设计中一项极为重要的内容，尺寸标注要做到既不少标、漏标，又不多标、重复标，同时又使整套模具零件图上的尺寸布置清晰、美观。

#### (1) 正确选择基准面

尽量使设计基准、加工基准、测量基准一致，避免加工时反复换算。成型部分的尺寸标注基准应与塑件图中标注一致。

#### (2) 尺寸布置合理

大部分尺寸最好集中标注在最能反映零件特征的视图上。

如对于板类零件而言，主视图上应集中标注厚向尺寸，而平面内各尺寸则应集中标注在俯视图上。

另外，同一视图上，尺寸应尽量归类布置。如可将某一模板俯视图上的大部分尺寸归类成 4 类，第 1 类是孔径尺寸，可考虑集中标注在视图的左方；第 2 类是纵向间距尺寸，可考虑集中标注在视图轮廓外右方；第 3 类是横向间距尺寸，可考虑集中布置在视图轮廓外下方；第 4 类则是型孔大小尺寸，可考虑集中标注在型孔周围空白处。并尽量做到全套图纸一致。本章的零件设计示例图大都按照归类布置法绘制，请观察其表达效果。

(3) 脱模斜度的标注

脱模斜度有 3 种标注方法：其一是大、小端尺寸均标出，其二是标出一端尺寸，再标注角度，其三是在技术要求中注明。

(4) 有精度的位置尺寸

需与轴类零件相配合的通孔中心距，多腔模具的型腔间距等有精度的位置尺寸，均需标注公差。

(5) 螺纹尺寸及齿轮尺寸

对于螺纹成型尺寸和齿轮成型件，还需在零件图上列出主要几何参数及其公差。

①各面的粗糙度均应注明。对于多个相同粗糙度要求的表面，可集中在图纸的右上角统一标注。

②有形位公差要求的结构形状则需加注形位公差。

零件图上技术要求标注位置位于标题栏的上方，线条注明除尺寸、公差、粗糙度以外的加工要求。

标题栏按统一规格填写。设计者必须在各零件图的标题栏相应位置上签名。

零件图如图 3-29~图 3-40 所示。

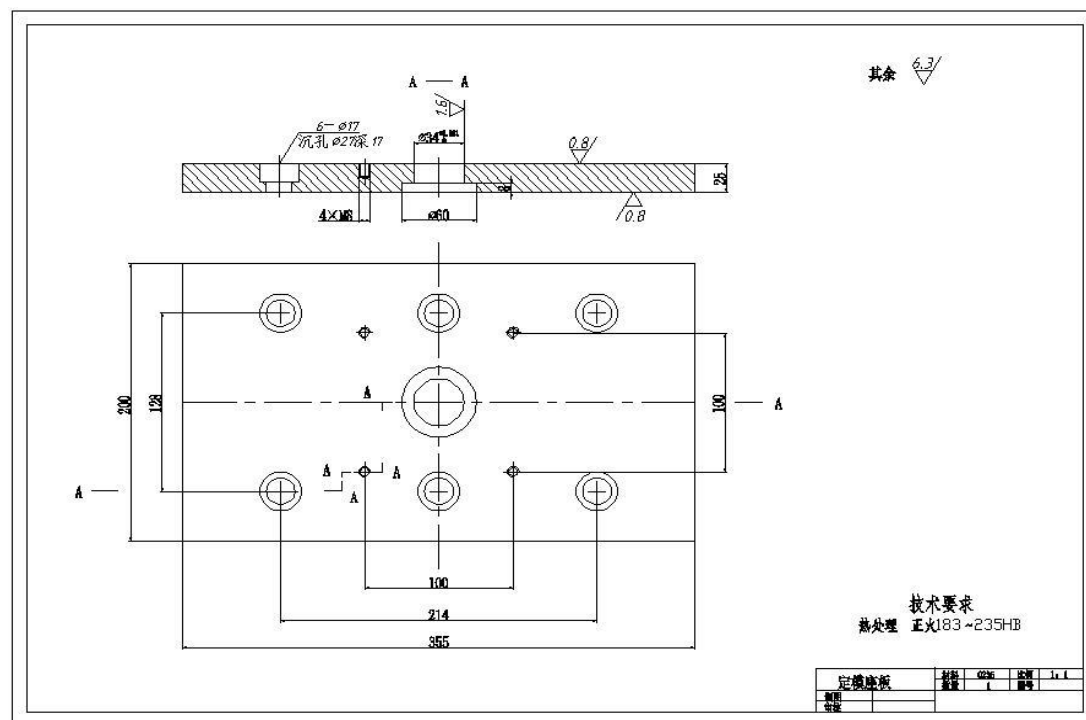


图 3-29 定模座板零件图

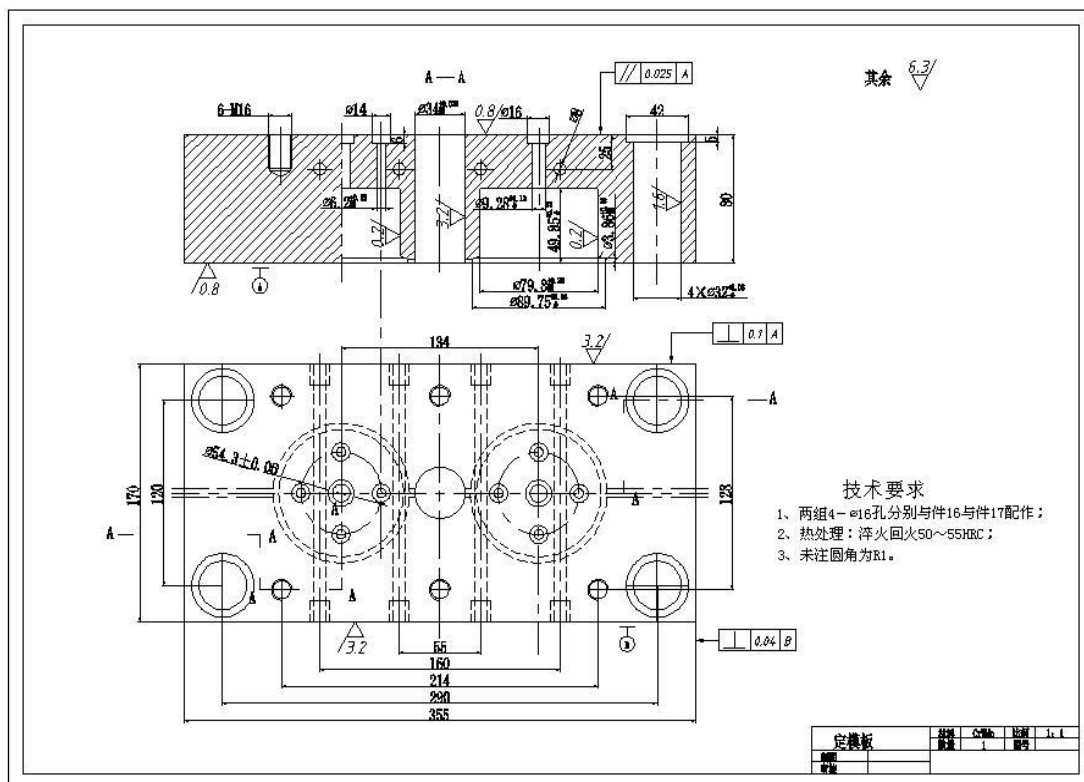


图 3-30 定模板零件图

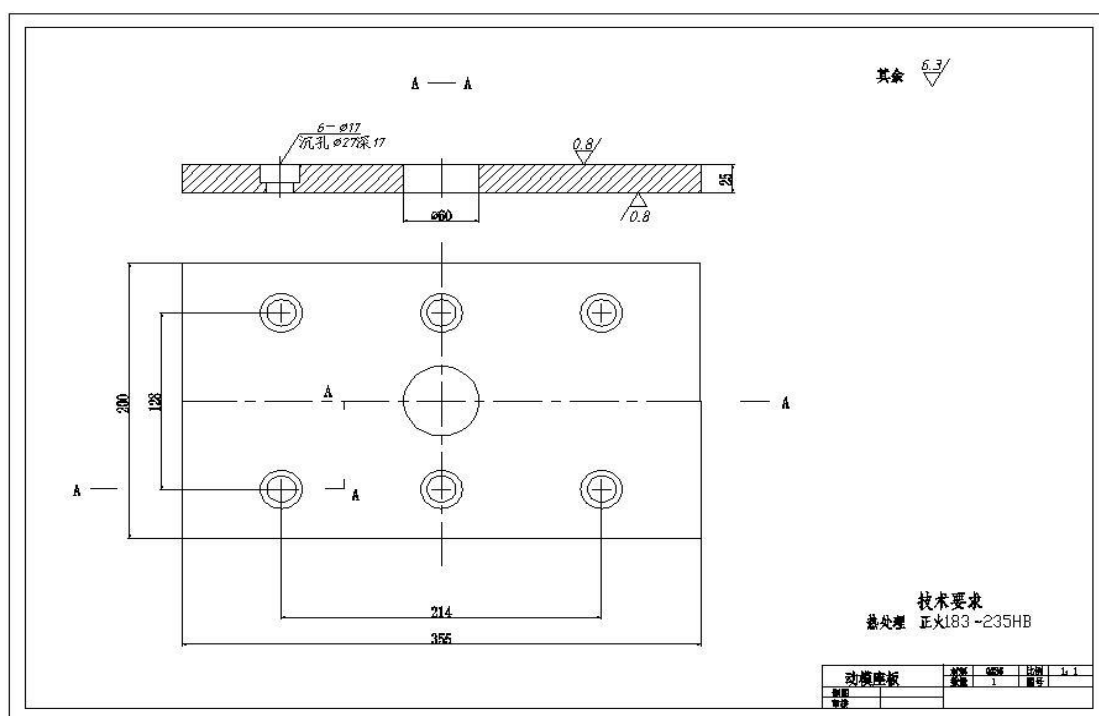


图 3-31 动模座板零件图

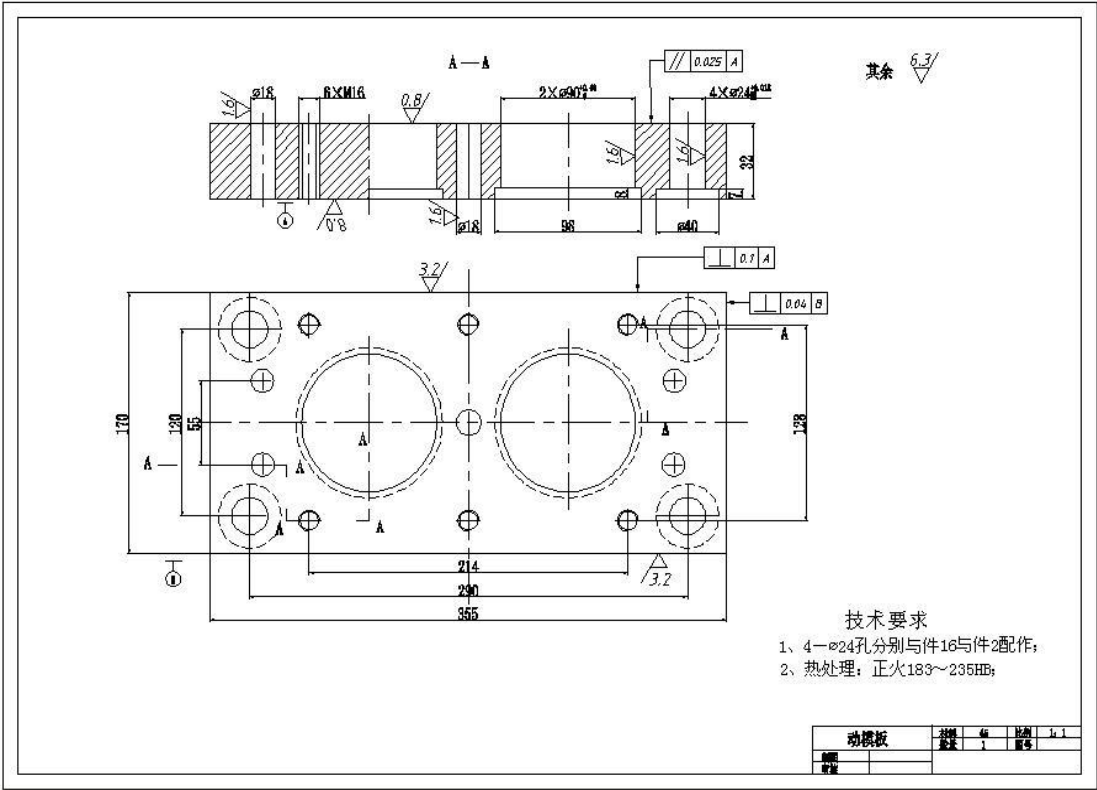


图 3-32 动模板零件图

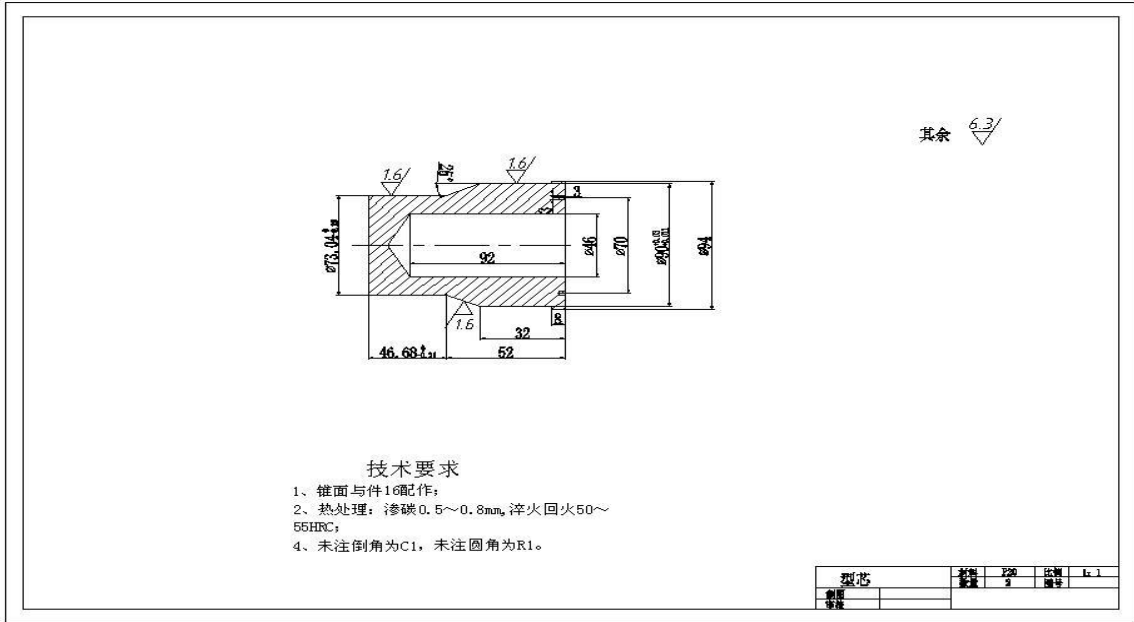


图 3-33 型芯零件图



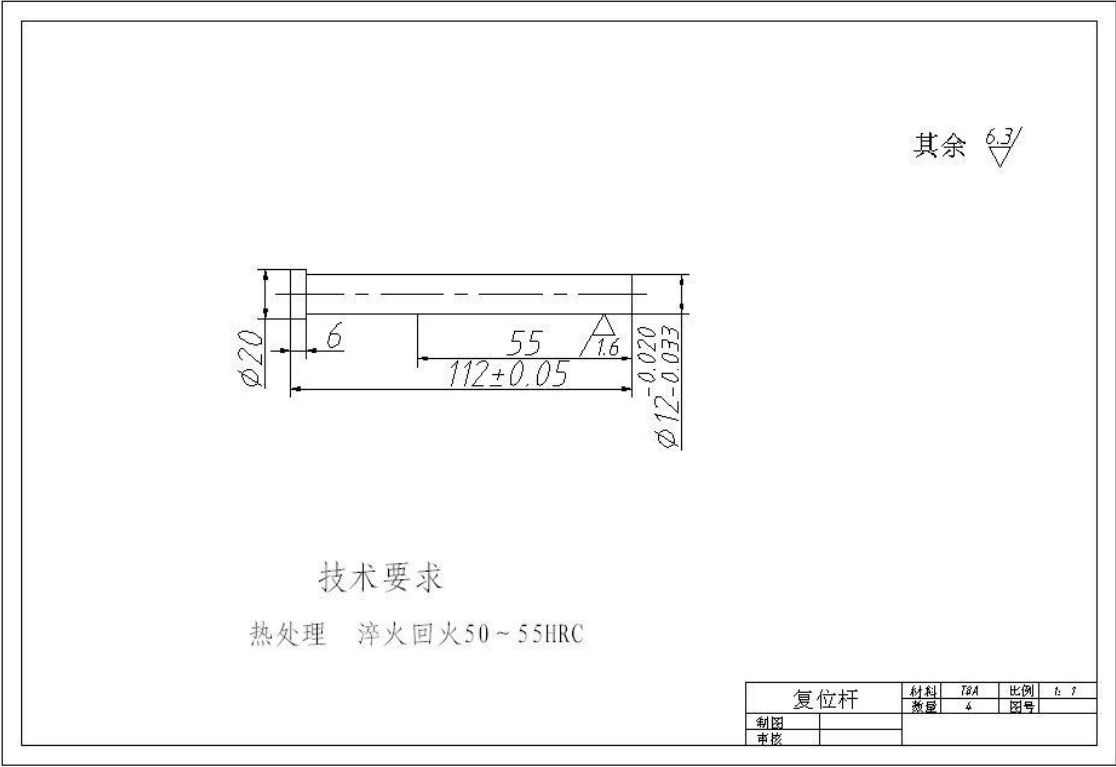


图 3-34 复位杆零件图

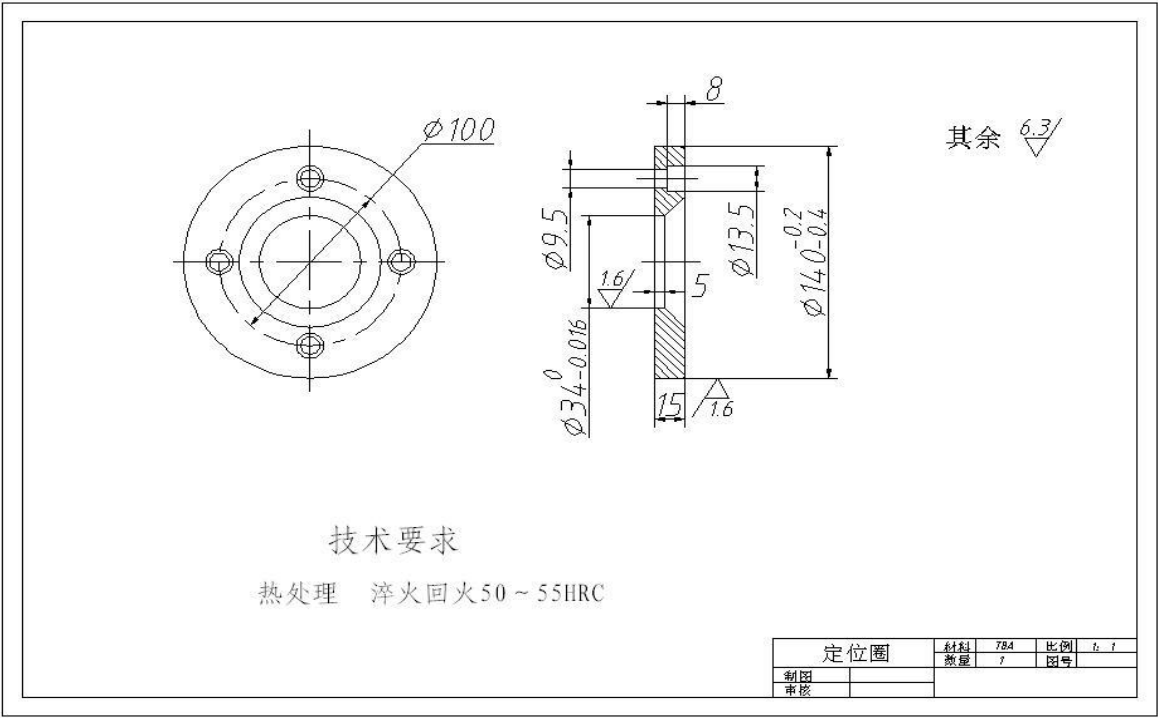


图 3-35 定位圈零件图

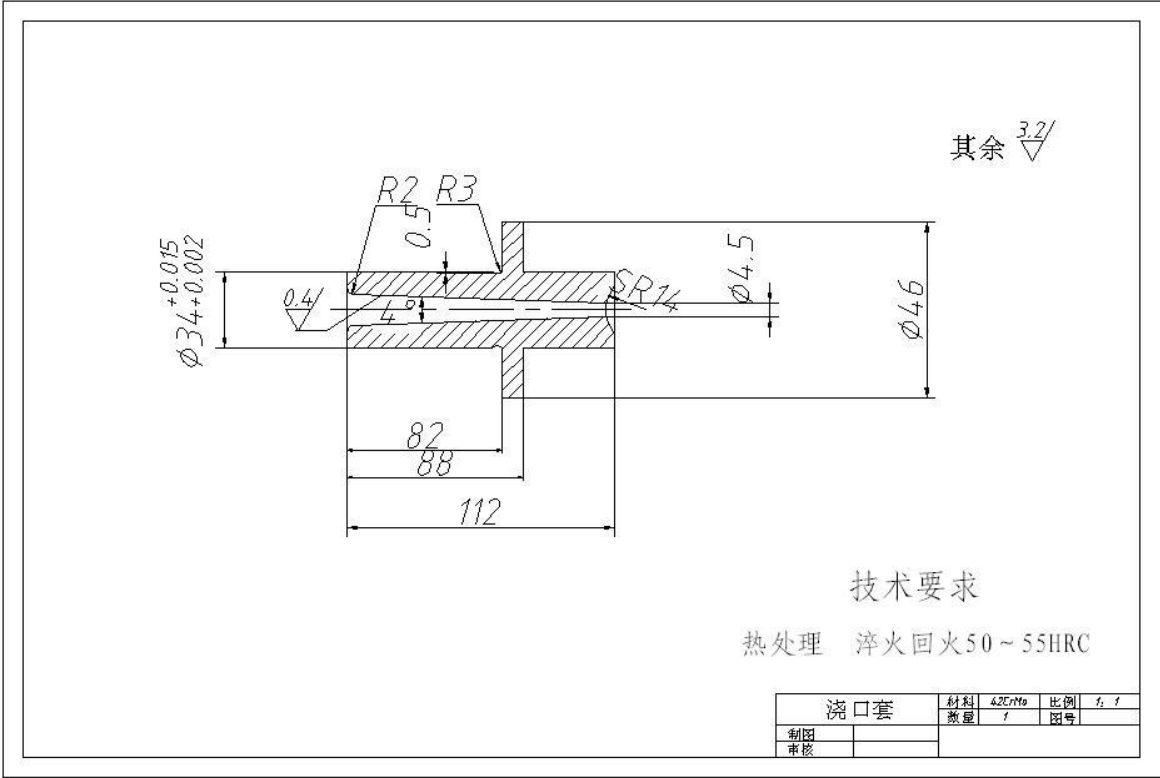


图 3-36 浇口套零件图

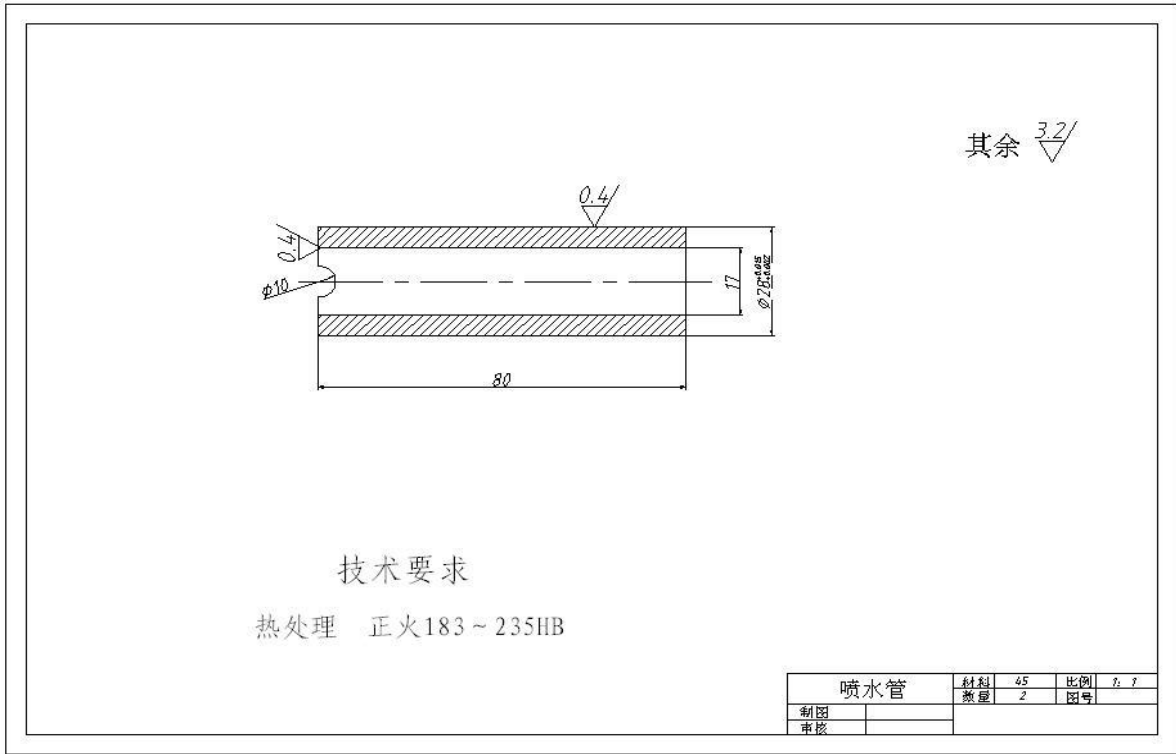


图 3-37 喷水管零件图

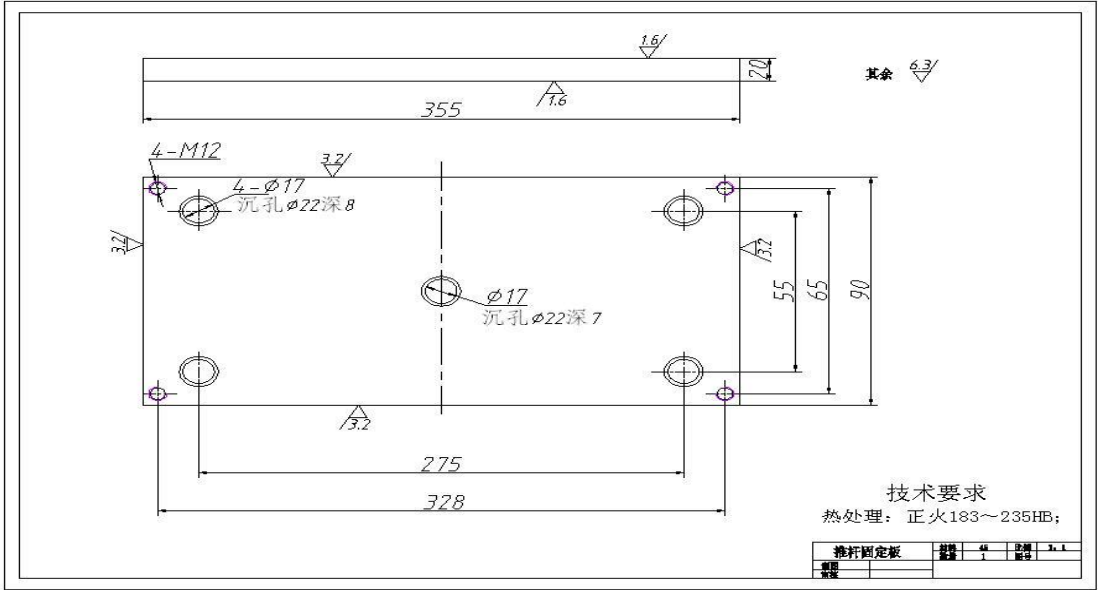


图 3-38 推杆固定板零件图

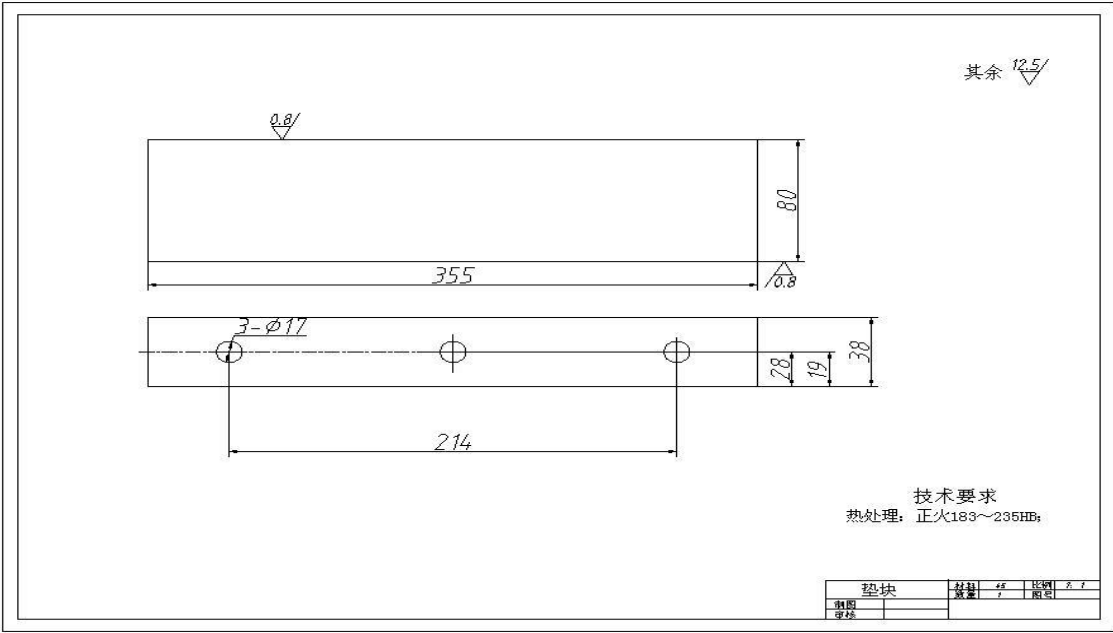


图 3-39 垫块零件图

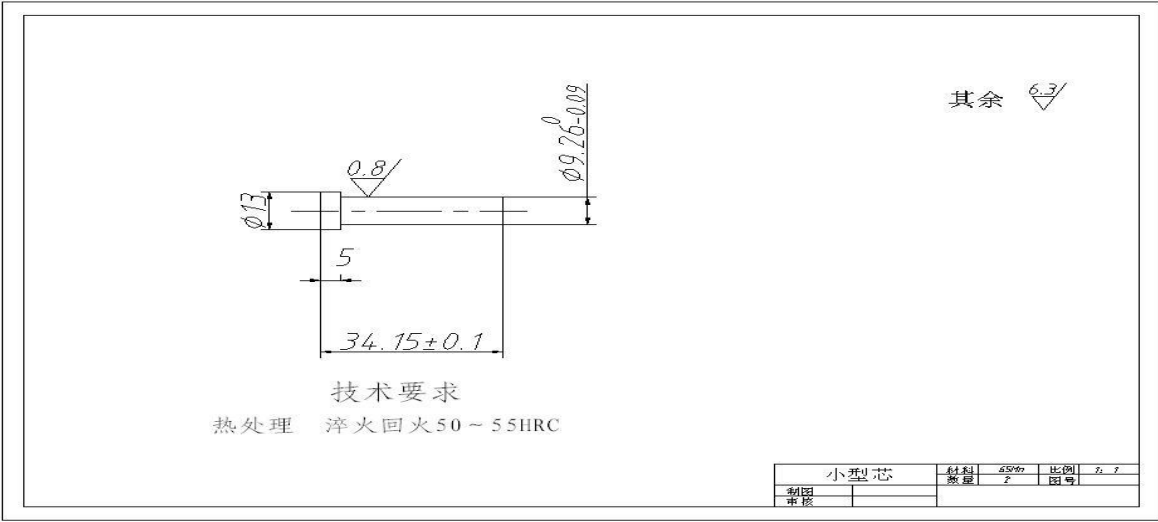


图 3-40 小型芯零件图