

硅湖职业技术学院毕业论文(设计)

题目 瓶盖形注塑模具设计

年级 模具 131

专业 模具设计与制造

姓名 王峰峰

学号 13p000509

指导老师 杨兆

2016年5月20日

目录

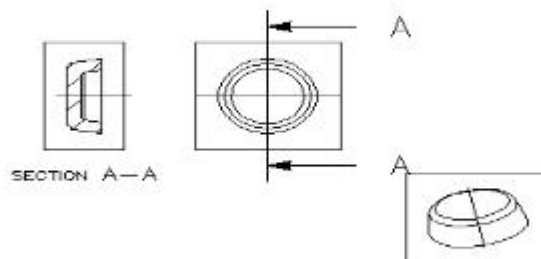
毕业设计任务书.....	4
前言.....	6
1. 塑件的工艺分析.....	7
1.1 塑件的型工艺分析.....	7
1.1.1 壁厚分析.....	7
1.1.2 圆角分析.....	7
1.2 塑件材料的选择及材料特性.....	7
1.2.1 材料的选择.....	7
1.2.2 材料简介.....	8
1.2.3 成型特性.....	8
1.2.4 综合性能.....	8
2. 注射设备的选择.....	9
2.1 估算塑件的体积和质量.....	9
2.2 选择注射机.....	10
2.3 模架的选择.....	11
2.3.1 各模板尺寸的确定.....	11
2.3.2 模架各尺寸的校核.....	12
2.4 最大注射压力校核.....	12
2.5 最大注射量校核.....	12
2.6 锁模力校核.....	12
3. 塑料件的工艺尺寸的计算.....	12
3.1 型腔尺寸.....	13
3.1.1 型腔径向尺寸.....	13
3.1.2 型腔深度尺寸.....	14
3.2 计算螺纹型芯.....	14
3.3 型腔壁厚和底板厚度计算.....	14
3.4 脱模机构的设计.....	15
4. 型腔数目的确定及排布.....	15
5. 分型面的选择.....	16
6. 浇注系统的设计.....	17
6.1 主流道的设计.....	18

6.1.1. 主流道尺寸.....	18
6.1.2 主流道凝料体积.....	18
6.1.3 浇口套的形式.....	18
6.2 分流道的设计.....	19
6.2.1 分流道的布置形式.....	19
6.2.2 分流道的长度.....	19
6.2.3 分流道的当量直径.....	19
6.2.4 分流道截面形状.....	19
6.2.5 分流道截面尺寸.....	19
6.2.6 凝料体积.....	19
6.3 浇口设计.....	19
6.4 冷料穴的设计.....	21
7. 导向机构的设计.....	22
7.1 导柱导向机构的作用.....	22
7.2 导柱导套的设计原则.....	22
7.3 导柱导套的设计.....	23
7.3.1 导柱的设计.....	23
7.3.2 导套的设计.....	24
8. 排气系统和温度调节系统设计.....	26
8.1 排气系统.....	26
8.2 温度调节系统.....	27
8.2.1 冷却系统的开设原则.....	27
8.2.3 冷却系统的计算.....	28
9. 模具的装配.....	29
9.1 模具的装配顺序.....	30
9.2 模具开闭模过程分析.....	30
10. 设计总结.....	31
（参考文献）.....	32

毕业设计任务书

设计题目：瓶盖形（不带螺纹）注塑模具设计

一、零件（产品）图：



图：1-1

塑件名称	材料	产品颜色	产品批量
矿泉水瓶盖	PC	黑色	30 万件

二、设计要求：

1. 分组设计，按时间分段进行，具体安排如下：第 1 周确定设计方案，进行相关的计算。第 2 周初步绘制模具装配图和零件图。第 3 周整理图纸，写出正式设计说明书。

2. 模具寿命 50 万模次以上，模具尽可能采用全自动操作。

3. 绘制模具装配图（装配图应注明模具工作原理、零件明细表、技术要求、模具总体尺寸、重要零件的定位尺寸和装配要求等）。及除标准件外的 2 副模具零件图。

4. 要求图面清晰、整洁，尺寸标注规范，符合国家制图标准。

三、设计说明书的要求

1、有摘要和 3—4 个关键词（中英文）。

2、写出分析要点（设计方案确定方法、设备选型原则）。注：设计方案应包括型腔数的确定、布局，浇口与流道的设计方法，模具结构设计，制品及流道料脱出方案，模具温度的调节（冷却）等。

3、有分析与总结。

4、有参照

指导老师： 杨兆

教研室主任:赵立普

系主任：张盛

瓶盖形不带螺纹注塑模具设计

作者：王峰峰

[摘要] 本次设计主要对矿泉水瓶盖注射模的设计,包括方案分析及确定、尺寸计算、模具结构计算等内容。该塑件有内螺纹。故设计中主要解决了分型面的选择,型腔数目的确定,脱模机构的设计.采用了二次脱模机构来脱模,保证塑件能顺利的成型出模.

[关键词] 注射模 脱模机构 结构设计

前言

随着中国当前的经济形势的日趋好转，在“实现中华民族的伟大复兴”口号的倡引下，中国的制造业也日趋蓬勃发展；而模具技术已成为衡量一个国家制造业水平的重要标志之一，模具工业能促进工业产品生产的发展和质量管理提高，并能获得极大的经济效益，因而引起了各国的高度重视和赞赏。在日本，模具被誉为“进入富裕的原动力”，德国则冠之为“金属加工业的帝王”，在罗马尼亚则更为直接：“模具就是黄金”。可见模具工业在国民经济中重要地位。我国对模具工业的发展也十分重视，早在1989年3月颁布的《关于当前国家产业政策要点的决定》中，就把模具技术的发展作为机械行业的首要任务。

近年来，塑料模具的产量和水平发展十分迅速，高效率、自动化、大型、长寿命、精密模具在模具产量中所占比例越来越大。注塑成型模具就是将塑料先加在注塑机的加热料筒内，塑料受热熔化后，在注塑机的螺杆或活塞的推动下，经过喷嘴和模具的浇注系统进入模具型腔内，塑料在其中固化成型。

本次设计的主要任务是矿泉水瓶盖注塑模具的设计。之所以选择这个设计题目的主要有两方面意义：1、瓶盖是带内螺纹的塑件要求设计时要充分考虑到脱模的方式方法，多分型面结构以及点浇口方式的模具结构设计方法；2、瓶盖属中小型件在我们的日常生活中有一定的普遍性和代表性，为今后的实用性模具设计奠定了基础以更好的服务模具制造业服务社会。

本次设计的主要目的：了解模具设计的方法与内容；掌握各类型模具的基本结构以及各零部件与非标准件的设计；熟悉模具材料的性能与应用以及加工方法与加工手段；熟练应用各种模具设计软件，包括CAD、CAXA、Pro/E等；了解模具的发展状况与发展方向。希望通过本次设计为今后的工作奠定一个良好的基础。

1. 塑件的工艺分析

1.1 塑件的型工艺分析

该塑料制品为瓶盖，其塑件的结构以及表面形状较为简单，整个塑件呈筒状，整个塑件高达 12mm，外径为 28mm，壁厚 1mm。作为实用零件对其尺寸公差没有太严格的要求，故在本次设计中可以忽略此方面的考虑，以降低模具的加工制造成本。且塑件本身壁厚较小、均匀，适合于大批大量的注塑模具生产。

1.1.1 壁厚分析

塑件的壁厚对塑件质量的影响很大。壁厚过小，成型时熔融塑料流动阻力大，充模困难，特别是大型且形状复杂的塑件更为突出。壁厚过大，不但浪费原料，而且增加冷却时间，更重要的是塑件产生气泡、缩孔、翘曲变形等缺陷。查相关手册可知，该塑件的壁厚均为 1mm 在其最小壁厚范围内。因此，该塑件符合注塑模具成型的厚度条件。

1.1.2 圆角分析

为了避免应力集中，提高塑件的局部强度，改善熔体的流动情况且便于脱模，在塑件各内外表面的连接处，应采用过渡圆弧。塑件上的过渡圆弧对于模具制造也是必要的。在无特殊要求时，塑件连接处均应有不小于 0.5~1mm 的圆角。按照圆角的设计原则：一般外圆弧半径应是厚度的 1.5 倍、内圆弧半径应是厚度的 0.5 倍。本次设计要求该塑件的内外圆弧半径结合生产实际来设计，根据现有的生产力状况以及条件设备，此塑件的内外过渡圆弧是小半径为 0.5mm，适合注塑制品的结构和工艺要求。

1.2 塑件材料的选择及材料特性

该塑件在尺寸上要求比较高，且在长期的使用过程中需要较高的强度和硬度，也要求有一定的耐磨性，在保证塑料制品的功能和性能的同时还要考

虑到加工生产、成本和供应，综合上述各方面的考虑和甄选以及结合工厂的实际生产，选用收缩率较小、综合性能优良、在工程技术中应用广泛的塑料LDPE（低密度聚乙烯）。

1.2.2 材料简介

LDPE 中文名：低密度聚乙烯

英文名：Low density polyethylene

聚乙烯（LDPE）是高压下乙烯自由基聚合而获得的热塑性塑料。无毒、无味、呈乳白色。密度为 0.94~0.965g/cm³，有一定的机械强度，具有较好的柔软性、耐冲击性及透明性，但和其他塑料相比机械强度低，表面硬度差。聚乙烯的绝缘性能优异，常温下聚乙烯不溶于任何一种已知的溶剂，并耐稀硫酸、稀硝酸和任何浓度的其他酸以及各种浓度的碱、盐溶液。聚乙烯有高度的耐水性，长期与水接触其性能可保持不变。其透水气性能较差，而透氧气和二氧化碳以及许多有机物质蒸气的性能好。在热、光、氧气的作用下会产生老化和变脆。一般使用温度约在 80 °C 左右。能耐寒，在-60 °C 时仍有较好的力学性能，-70 °C 时仍有一定的柔软性。

1.2.3 成型特性

结晶形塑料，吸湿性小，成型前可不预热，熔体粘度小，成型时不易分解，流动性极好，溢边值为 0.02mm 左右，流动性对压力变化敏感，加热时间长则易发生分解。冷却速度快，必须充分冷却，设计模具时要设冷料穴和冷却系统。收缩率大，方向性明显，易变形、翘曲，结晶度及模具冷却条件对收缩率影响大，应控制模温。宜用高压注射，料温要均匀，填充速度应快，保压要充分。不宜采用直接浇口注射，否则会增加内应力，使收缩不均匀和方向性明显。应注意选择浇口位置。质软易脱模，塑件有浅的侧凹时可强行脱模。

1.2.4 综合性能

压缩比：1.84~2.30

热变形温度：1.88MPa---- 48°C

0.46MPa---- 60~82°C

抗拉屈服强度:	22~39 MPa
拉伸弹性模量:	0.84~0.95GPa
弯曲强度:	25~40MPa
弯曲弹性模量:	1.1~1.4 GPa
压缩强度:	225 MPa
疲劳强度:	11 Mpa (107 周)
脆化温度:	-70

1.2.5 LDPE 的注射工艺参数

注射机类型:	柱塞式
喷嘴形式:	直通式
喷嘴温度:	150~170oC
料筒温度:	170~200oC
后	140~160oC
模温:	30~45oC
注射压力:	60~100Mpa
保压力:	40~50Mpa
注射时间:	0~5s
保压时间:	15~60s
冷却时间:	15~60s
成型周期:	40~140s

2. 注射设备的选择

2.1 估算塑件的体积和质量

塑件的工作条件对精度要求较高，根据 LDPE 的性能可选择其塑件的精度等级为 6 级精度（查阅《塑料成型工艺与模具设计》P67 表 3-9）。

外径:	28mm	壁厚:	1mm
内径:	24mm	壁厚:	1mm

由体积计算公式可计算得塑件的近似体积得:

$$V_{塑} = \sum S * H$$

$$= 2.413 \text{cm}^3$$

查得 LDPE (低密度聚乙烯) 密度约为: $\rho = 0.94 \text{g/cm}^3$ 由公式 $w = \rho v$ 代入数据可得塑件的质量为:

$$W_{塑} = V_{塑} \times \rho_{塑} = 2.27 \text{(g)}。$$

2.2 选择注射机

根据所选择的参数, 初步估算浇注系统的:

体积: $V_{浇} = 8 \sim 9 \text{cm}^3$ 。

其质量约为: $W_{浇} = V_{浇} \times \rho_{塑} = 7.5 \sim 8.5 \text{g}$ 。

$S = (n \times W_{塑} + W_{浇}) / 0.8 = 17 \sim 18 \text{g}$ 。

可以初步选项注射机型号为: XS-Z-60

XS-Z-60 注射机的技术规格如下:

型号:	XS-Z-60
额定注射量 (cm ³):	60
螺杆直径 (mm):	38
注射压力 (MPa):	122
注射行程 (mm):	170
注射时间 (s):	0.7
注射方式:	柱塞式
合模力 (kN):	500
最大注射面积 (cm ²):	130
最大开 (合) 模行程 (mm):	180
模具最大厚度 (mm):	200
模具最小厚度 (mm):	70
动、定模固定板尺寸 (mm):	300 × 440
喷嘴圆弧 (mm):	12
喷嘴孔径 (mm):	4

以上参数参见《塑料成型工艺及模具设计》第 311 页附录 G, 部分国产注射成型机的型号及技术参数。

柱塞式注射机成型原理：

先将粉状或粒状从注射机的料斗中送进配备加热装置的料筒中，塑化成熔融状态；然后，在柱塞的推动下，塑料熔体被压缩，并以极快的速度向前经喷嘴注入到模具型腔中，最后充满型腔的熔体经过保压、冷却而固化成塑件开模取出。如此即完成一个成型周期。

柱塞式成型机中，塑料熔化成黏流态的热量主要由筒外部的加热器提供。在柱塞的平稳推动下，料流是一种平缓的滞流态势。料筒内同一横截面上不同径距的质点有着梯度变化的流速，结果靠料筒轴心的流速快，靠近料筒壁的流速慢。料筒同一截面上的温度分布也有差异，靠近筒壁的料，因流速慢，又直接接受外壁的电热圈加热，所以温度高；而靠近轴心的料，因流动快，且又与料筒加热圈隔了一层热阻很大的塑料层，所以温度低。可见在柱塞式料筒内，塑料的塑化程度很不均匀。

注射机的分类：

按外形可分为：卧式、立式和直角式

按传动方式可分为：机械式、液压式和液压、机械联合式

按用途又可分为：通用型和专用型

所选注射机的型号为：XS-Z-30，属于卧式通用型注射机。

2.3 模架的选择

由《塑料成型工艺及模具设计》214-215 页可知，我国注射模架标准有 2 个，即《注射模中小型模架及技术条件》（GB/T12556-1990）和《大型塑料注射模架》（GB/T12555-1990），本次设计为中小型，选择 A4 型模架。根据模具型腔布局的中心距和凹模嵌件的尺寸可以算出凹模嵌件所占尺寸为 64*64mm，又考虑凹模最小壁厚，导柱，导套的布置等，再同时参考 4.12.4 节中型标准模架的选型经验公式和表 4-38，可以确定模架选用序号为 5。

2.3.1 各模板尺寸的确定

(1) A 板尺寸。A 板是定模型腔板，塑件高 12mm，凹模嵌件深度为 12mm，又考虑模板上还要开设冷却水道，需要留出足够距离，故 A 板厚度取 32mm。

(2) B 板尺寸。B 板是型芯固定板，按模架标准板厚取 25mm。

(3) C 板(垫块)尺寸。垫块=推出行程+推板厚度+推杆固定板厚度+(5~10)mm=12+16+12.5+5~10=45.5~50.5mm, 初步选 C 为 50mm。

经上述尺寸计算, 模架尺寸已经确定模架序号为 5, 板面为 200×255×172mm。

2.3.2 模架各尺寸的校核

(1) 模具平面尺寸 200×255 < 300×440mm, 合格

(2) 模具高度尺寸 188mm, 70 < 172 < 200mm 合格

(3) 模具开模行程 S=H1+H2+(5~10)=20+32+5~10=57~62 < 180mm, 合格

2.4 最大注射压力校核

LDPE 的注射压力: 60~100Mpa 小于 XS-Z-60 注射机: 注射压力 (MPa): 122 Mpa, 所以符合要求。

2.5 最大注射量校核

浇注系统体积为 $2.413 \times 4 + 8^3 = 18 \sim 19 \text{ cm}^3$, 而注射机额定注射量为 60cm³, 明显满足要求。

2.6 锁模力校核

由表 4-2 知, 型腔平均压力为 25Mpa, $A = \pi \times 14^2 \times 4 + \pi \times 4.5^2 = 2526 \text{ mm}^3$
 $P_{腔} A_{分} = 25 \times 2526 = 63.17 \text{ KN}$, 明显小于注射机合模力 500Mpa, 合格。

3. 塑料件的工艺尺寸的计算

成型零件的工作尺寸是指凹模和凸模直接构成塑件的尺寸, 通常包括凹模和凸模的径向尺寸 (包括零件的长和宽)、凹模和凸模的高度尺寸及位置尺寸, 故零件的工作尺寸计算主要是凹模和凸模的尺寸计算。

1、产生偏差的原因:

①. 塑料的成型收缩

成型收缩引起制品产生尺寸偏差的原因有: 预定收缩率 (设计算成型零

部件工作尺寸所用的收缩率）与制品实际收缩率之间的误差；成型过程中，收缩率可能在其最大值和最小值之间发生的波动。

$$\sigma_s = (S_{\max} - S_{\min}) \times \text{制品尺寸}$$

σ_s 成型收缩率波动引起的制品的尺寸偏差。

S_{\max} 、 S_{\min} 分别是制品的最大收缩率和制品的最小收缩率。

②. 成型零部件的模具制造偏差

工作尺寸的制造偏差包括模具的加工偏差和装配偏差。加工偏差就是模具在制造过程中所产生的尺寸偏差，装配偏差主要是模具在分型面上的合模间隙以及组合模具的配合偏差。

③. 成型零部件的磨损

成型零部件的磨损相对于精度要求不高的大型零部件来说，可以不考虑，但对于精度要求较高的小型零部件，就必须要对其进行考虑。

3.1 型腔尺寸

本产品为 LDPE 制品，属于大批量生产的小型塑件，预定的收缩率的最大值和最小值分别取 1.5% 和 3.5%。平均收缩率 \bar{s} 为 2.5%，此产品采用 6 级精度，属于一般精度制品。因此，凸凹模径向尺寸、高度尺寸及深度尺寸的制造与作用修正系数 x 取值可在 0.5~0.75 的范围之间，凸凹模各处工作尺寸的制造公差，因一般机械加工的型腔和型芯的制造公差可达到 IT7~IT8 级，综合参考，相关计算具体如下：

3.1.1 型腔径向尺寸

（相关公式参见《塑料成型工艺及模具设计》第 127 页）

$$\begin{aligned} (L_M)_0^{+\delta_z} &= [(1 + S_{cp}) \times L_s - \frac{1}{2} \Delta]_0^{+\delta_z} \\ &= [(1 + 2.5\%) \times 28 - \frac{1}{2} \times 0.48]_0^{+\delta_z} \\ &= 28.46_0^{+0.12} \text{ mm} \end{aligned}$$

3.1.2 型腔深度尺寸

$$\begin{aligned}(H_M)_0^{+\delta_z} &= [(1 + \bar{s}) \times H_s - \frac{1}{2} \Delta]_0^{+\delta_z} \\ &= [(1 + 2.5\%) \times 12 - \frac{1}{2} \times 0.4]_0^{+0.4} \\ &= 12.10_0^{+0.1} \text{ mm}\end{aligned}$$

3.2 计算螺纹型芯

螺纹型芯大径： $(dM \text{ 大})_{0-\delta_z} = [(1 + \bar{s}^-) ds \text{ 大} + \Delta \text{ 中}]_{0-\delta_z}$

螺纹型芯中径： $(dM \text{ 中})_{0-\delta_z} = [(1 + \bar{s}^-) ds \text{ 中} + \Delta \text{ 中}]_{0-\delta_z}$

螺纹型芯小径： $(dM \text{ 小})_{0-\delta_z} = [(1 + \bar{s}^-) ds \text{ 小} + \Delta \text{ 中}]_{0-\delta_z}$

$dM \text{ 大}$ ， $dM \text{ 中}$ ， $dM \text{ 小}$ —— 分别为螺纹型芯的大，中，小径；

$ds \text{ 大}$ ， $ds \text{ 中}$ ， $ds \text{ 小}$ —— 分别为塑件内螺纹大，中，小径基本尺寸；

$\Delta \text{ 中}$ —— 塑件螺纹中径公差；

δ_z —— 螺纹型芯的中径制造公差，其值取 $\Delta / 5$ 。

将数据代入以上公式计算得：

$$\begin{aligned}(dM \text{ 大})_{0-\delta_z} &= [(1 + 2.5\%) \times 28 + 0.03]_{0-0.03/5} \\ &= 29.000 - 0.006\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}(dM \text{ 中})_{0-\delta_z} &= [(1 + 2.5\%) \times 26 + 0.03]_{0-0.03/5} \\ &= 26.950 - 0.006\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}(dM \text{ 小})_{0-\delta_z} &= [(1 + 2.5\%) \times 24 + 0.03]_{0-0.03/5} \\ &= 24.900 - 0.006\end{aligned}$$

3.3 型腔壁厚和底板厚度计算

注射模在其工作过程需要承受多种外力，如注射压力、保压力、合模力和脱模力等。如果外力过大，注射模及其成型零部件将会产生塑性变形或断裂破坏，或产生较大的弹性弯曲变形，引起成型零部件在它们的对接面或贴合面处出现较大的间隙，由此而发生溢料及飞边现象，从而导致整个模具失效或无法达到技术质量要求。因此，在模具设计时，成型零部件的强度和刚度计算和校核是必不可少的。

一般来说，凹模型腔的侧壁厚度和底部的厚度可以利用强度计算决定，但凸模和型芯通常都是由制品内形或制品上的孔型决定，设计时只能对它们进行强度校核。

3.4 脱模机构的设计

脱模力的大小随塑件包容型芯的面积增加而增大，随脱模斜度的增加而减小。由于影响脱模力大小的因素很多，如推出机构本身运动时的摩擦阻力、塑料与钢材间的粘附力、大气压力及成型工艺条件的波动等等，因此要考虑到所有因素的影响较困难，因此上面计算出的结果只是一个近似值，实际的脱模力应比计算出来的要大才合理。

4. 型腔数目的确定及排布

为了使模具与注射机的生产能力相匹配，提高生产效率和经济性，并保证塑件精度，模具设计时应确定型腔数目，常用的方法有以下：

1、根据经济性确定型腔数目。

根据总成型加工费用最小的原则，并忽略准备时间和试生产原材料费用，仅考虑模具加工费和塑件成型加工费。

2、根据注射机的额定锁模力确定型腔数目。

当成型大型平板制件时，常用这种方法。设注射机的额定锁模力大小为 F (N)，型腔内塑料熔体的平均压力为 P_m ，单个制品在分型面上的投影面积为 A_1 ，浇注系统在分型面上的投影面积为 A_2 ，则：

$$(nA_1 + A_2)P_m \leq F \text{ 即:}$$

$$n \leq \frac{F - P_m \cdot A_2}{P_m \cdot A_1}$$

3、根据制品精度确定型腔数目。

根据经验，在模具中每增加一个型腔，制品尺寸精度要降低 4%，高模具中的型腔数目为 n ，制品的基本尺寸为 L ，塑件尺寸公差为 $\pm \delta$ ，单型腔模具注塑模具生产时可能性产生的尺寸误差为 $\pm \Delta_s \%$ (Δ_s 不同的材料，有不同的值，如：聚甲醛为 $\pm 0.2\%$ ，尼龙 66 为 $\pm 0.3\%$ ，聚碳酸酯、聚氯乙烯、ABS 等非结晶型塑

料为±0.05%), 则有塑件尺寸精度的表达式为:

$$L \times \Delta_s \% + (n-1) L \times \Delta_s \% \times 4\% \leq \delta$$

简化后可得型腔数目为:

$$n \leq \frac{25\delta}{\Delta_s \cdot L} - 24$$

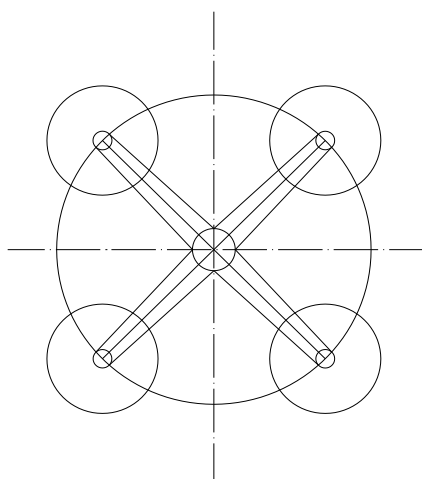
对于高精度制品, 由于多型腔模具难以使各型腔的成型条件均匀一致, 故通常推荐型腔数目不超过 4 个。

4、根据注射机的额定最大注射量确定型腔数目。

设注射机的最大注射量 G (g), 单个制品的质量为 W_1 (g), 浇注系统的质量为 W_2 (g), 则型腔数目 n 为:

$$n \leq \frac{0.8G - W_2}{W_1}$$

采用对称平衡的排布, 如下图示:



型腔数目及排布图

图: 4-1

5. 分型面的选择

分型面是指分开模具取出塑件和浇注系统凝料的可分离的接触表面。一副模具根据需要可能有一个或两个以上的分型面, 分型面可以是垂直于合模方向, 也可以与合模方向平行或倾斜。

分型面的选择应遵循以下原则:

1、便于塑件脱模：

开模是应尽量使塑件留在动模内；

应有利于侧面分型和抽芯；

应合理塑件在型腔中的方位。

2、考虑和保证塑件的外观不遭损害。

3、尽力保证塑件尺寸的精度要求。

4、有利于排气和尽量使模具加工方便。

本塑件属于薄壁壳小型塑件，塑件冷却时会因为收缩作用而包覆在凸模上，故从塑件脱模和精度要求角度考虑，应有利于塑件滞留在动模一侧，以便于脱模，而且不影响塑件的质量和外观形状，以及尺寸精度。

综合以上因素，分型面应选择在瓶盖的下部较为合理，如图所示：

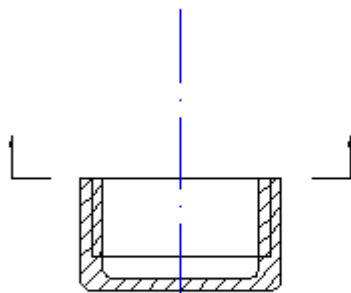


图 5-1

6. 浇注系统的设计

注射模的浇注系统是指从注流道的开始端到型腔之间的熔体流动通道。其作用是使塑料熔体平稳而有序地充真到型腔中，以获得组织致密、外形轮廓清晰的塑件。

浇注系统一般由主流道、分流道、浇口和冷料穴等四部分组成。

设计原则：

浇注系统的设计应保证塑件熔体的流动平稳、流程应尽量短、防止型芯变形、整修应方便、防止制品变形和翘曲、应与塑件材料品种相适用、冷料穴设计合理、尽量减少塑料的消耗。

6.1 主流道的设计

6.1.1. 主流道尺寸

主流道是连接注射机喷嘴与公流道的一段通道，通常和注射机喷嘴在同一轴线上，断面为圆形，带有一定的锥度。

本塑件所用的材料为 LDPE（低密度聚乙烯），根据其流动性特点，主流道设计的主要参数如下：

- （1）主流道长度：小型模具主流道长度应尽量小于 60mm，本次设计中取 30mm。
- （2）主流道小端直径： $d = \text{注射机喷嘴尺寸} + (0.5 \sim 1) \text{ mm} = 4 + 0.5 = 4.5 \text{ mm}$ 。
- （3）主流道大端直径： $d' = d + L_{\text{主}} \tan \alpha \approx 7 \text{ mm}$ ，式中 $\alpha = 4^\circ$ 。
- （4）主流道球面半径： $SR_0 = \text{注射剂喷嘴球头半径} + (1 \sim 2) \text{ mm} = 12 + 2 = 13 \text{ mm}$ 。
- （5）球面的配合高度： $h = 5 \text{ mm}$ 。

6.1.2 主流道凝料体积

$$V_{\text{主}} = \frac{\pi}{3} L_{\text{主}} (R_{\text{主}}^2 + r_{\text{主}}^2 + R_{\text{主}} r_{\text{主}}) = \frac{\pi}{3} \times 36 \times (3.5^2 + 2.25^2 + 3.5 \times 2.25)$$

$$= 949.5 \text{ mm}^3 = 0.95 \text{ cm}^3$$

6.1.3 浇口套的形式

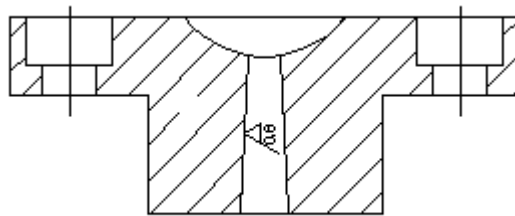


图 6-1

6.2 分流道的设计

6.2.1 分流道的布置形式

在设计时应考虑尽量减少在流道内的压力损失和尽可能避免熔体温度降低，同时要考虑减小分流道的容积压力和压力平衡，因此采用平衡式分流道。

6.2.2 分流道的长度

由于流道设计简单，根据四个型腔的结构设计，分流道较短，故设计时应适当小一些。单边分流单长度 $L_{分}$ 取35mm。

6.2.3 分流道的当量直径

因为该塑件的质量为 $2.27g < 200g$ ，根据（4-16），分流道的当量直径为：
 $D_{分} = 0.2654\sqrt{m_{塑}}\sqrt[4]{L_{分}} = 0.2654 \times \sqrt{2.27} \times \sqrt[4]{36} = 1.0mm$ ，但本次设计分流道下还有点交口，因此分流道要适当加粗，这里取分流道4mm。

6.2.4 分流道截面形状

常用的分流道截面形状有圆形，梯形，U形，六角形等，为了便于加工和凝料的脱模，分流道大多设计在分型面上。本设计采用圆形截面，其加工工艺性好，塑料熔体的热量散失、流动阻力不大。

6.2.5 分流道截面尺寸

$$A = \pi R^2 = \pi \times 4 \times 4 = 50.26mm^2$$

6.2.6 凝料体积

分流道下的点交口忽略不计，凝料体积

$$V_{分} = L_{分} \times A = 50.26 \times 36 \times 4 = 7037.1mm^3 = 7.0cm^3$$

6.3 浇口设计

浇口是连接分流道与型腔之间的一段细短通道，它是浇注系统的关键部分。浇口的形状、位置和尺寸对塑件质量的影响很大。

本塑件属于小型塑件，用一模多腔，其表面要求较高，而点浇口截面积小，对于纤维增强的塑料，浇口断开时不会损伤塑件表面，故而确定采用点浇口。

浇口位置的选择：

浇口开设的位置对制品的质量影响很大，在确定浇口时，应遵循以下原则：

浇口应开在能使型腔各个角落同时充满的位置

浇口应开设在制品壁厚较厚的部位，以利于补缩，

浇口的位置应选择在有利于型腔中气体的排除

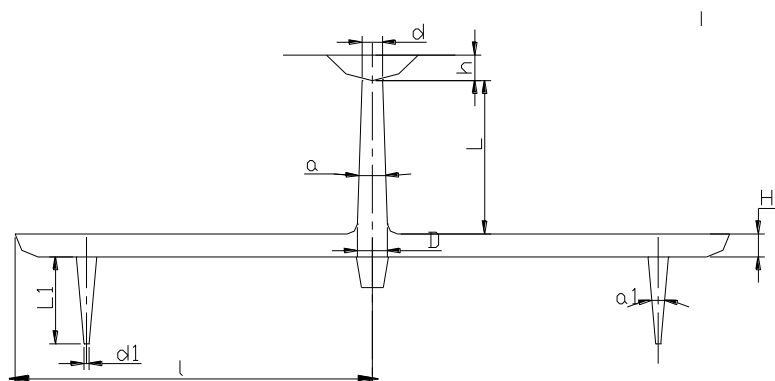
浇口的位置应选择在能避免制品产生熔合纹的部位，对于圆筒类制品，采用中心浇口比侧浇口好。

对于带细长的型芯模具，宜采用中心顶部进料方式，以避免型芯因冲击变形。

浇口应设在不影响制品外观的部位

根据以上原则，瓶盖属于圆筒类制品，故而采用中心浇口。

基本参数如下图所示：



浇注系统图

图 6-2

根据塑件的外形尺寸和质量等决定影响因素，初步取值如下：

由塑件质量 $W_{塑}=2.27g$ 可得 d 取 4 D 取 6
 $d=4mm$ $D=6mm$ $R=13mm$ $h=5mm$ $d1=1mm$
 $H1=4mm$ $l=36mm$ $L=30mm$ $a=4$ $a1=4$ $L1=10mm$

6.4 冷料穴的设计

冷料穴一般位于主流道对面的动模板上，其作用就是存放料流前峰的“冷料”，防止“冷料”进入型腔而形成冷接缝；此外，在开模时又能将主流道凝料从定模板中拉出。

本塑件采用无拉料杆的冷料穴。

分流道设计：

分流道是主流道与浇口之间的通道，一般开设在分型面上，起分流和转向作用。多型腔模具必定设计分流道，单型腔大型塑件在使用多个点浇口时也要设置分流道。

①、分流道截面形状和尺寸的选择：

通常的分流道截面形状有圆形、矩形、梯形、U形和六角形等，为了减少流道内压力损失和传热损失，希望流道的截面积大、表面积小。因此可用流道截面积与其周长的比值来表示流道的效率。由于正方形流道凝料脱模困难，六角形流道效率低而圆形截面流道在加工时两半很难对准，在此，选择半圆形，取半圆直径 4.5mm. 参见《塑料制品成型及模具设计》59 页表 4-3

②、分流道的布置

分流道的布置取决于型腔的布局，两者相互影响。分流道的布置分平衡式与非平衡式两种，根据上面所选型腔的布局，分流道采用平衡式的布置如下图：

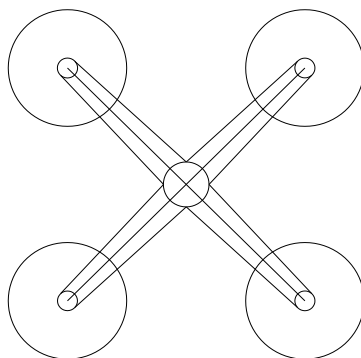


图 6-3

7. 导向机构的设计

为了保证注射模准确合模和开模，在注射模中必须设置导向机构。导向机构的作用是导向，定位以及承受一定的侧向压力。导向机构包括导柱导向和锥面定们两种，根据本塑件的实际情况，采用导柱导向机构。

7.1 导柱导向机构的作用

1. 定位作用：

模具闭合后，保证动定模或上下模位置正确，保证型腔的形状和尺寸精确，在模具的装配过程中也起定位作用，便于装配和调整。

2. 导向作用：

合模时，首先是导向零件接触，引导动定模或上下模准确闭合，避免型芯先进入型腔造成成型零件损坏。

3. 承受一定的侧向压力。

7.2 导柱导套的设计原则

1、导柱应合理地均布在模具分型面的四周，导柱中心至模具外缘应有足够的距离，以保证模具的强度。

2、导柱的长度应比型芯端面的高度高出 6-8mm，以免型芯进入凹模时与凹模相碰而损坏。

3、导柱和导套应有足够的耐磨度和强度。

4、为了使导柱能顺利的进入导套、导柱端部应做成锥形或半球形，导套的前端也应倒角。

5、导柱设在动模一侧可以保护型芯不爱损伤，而设在定模一侧则便于顺利脱模取出塑件，因此可根据需要而决定装配方式。

6、一般导柱滑动部分的配合形式按 H8/f8，导柱和导套固定部分配合按 H7/k6，导套外径的配合按 H6/k6；

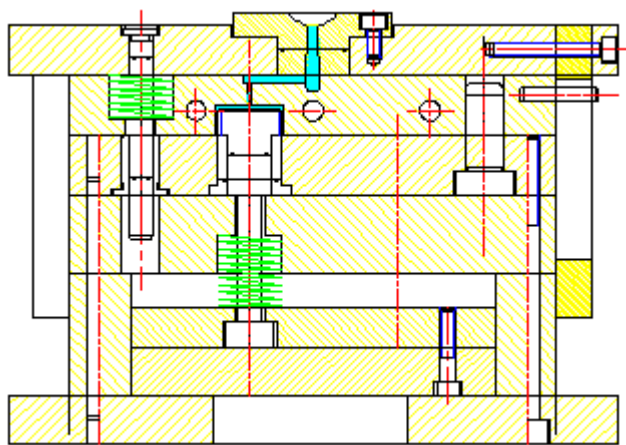
7、除了动模、定模之间设导柱、导套外、，一般还在动模座板与推板之间设置导柱和导套，以保证推出机构的正常运动。

8、导柱的直径应根据模具大小而决定，可参考标准框架数据选取。

7.3 导柱导套的设计

一般在注射模中，动、定模之间的导柱既可设置在动模一侧，也可设置在定模一侧，视具体情况而定，通常设置在型芯凸出分型面最长的那一侧。而双分型的注射模，为了中间板在工作过程中的支承和导向，所以在定模一侧一定要设置导柱。

如下图所示：



模具结构图

图 7-1

7.3.1 导柱的设计

1、导柱的结构：

- (1) 铆合式导柱：结构简单，加工方便，但导柱损坏后更换麻烦。
- (2) 直通式导柱：拆装方便，便于维修，但制造比较费时，且需增加垫板，适用于大型固定式模具。
- (3) 压入式合模销：在垂直分型面的模具中，为了保证锥模套中的对拼凹模相对位置准确，常采用两个合模销。

本次设计结合零件结构及其它各方面的要求，选用直通式导柱。

2、对导柱的要求：

- (1) 导柱的长度必须比凸模端面的高度高出 6~8 mm，以免在导柱未导正方向之前型芯进入型腔时与凹模相碰而损坏。此外，导柱长于凸模端面，

脱模后可按任何利于操作的位置放在工作台上，而不致于擦伤凸模成型表面。

(2) 为使导柱能顺利地进入导套，导柱的端部应该做成圆锥形或半球形的先导部分。球形先导部分因制造费时，一般很少采用。

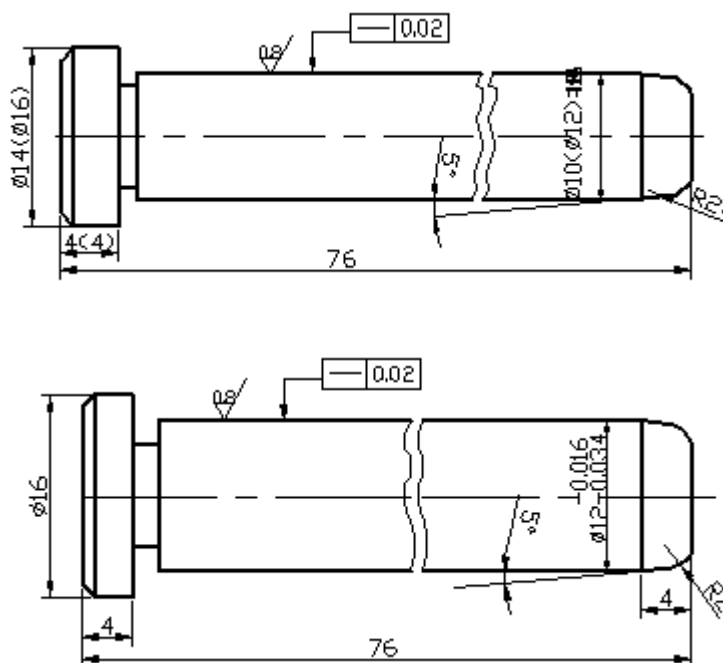
(3) 导柱的直径应根据模具尺寸来确定，应保证导柱具有足够的抗弯强度。

(4) 导柱应具有坚硬而耐磨的表面，坚韧而不易折断的型芯。

(5) 导柱尾部通常应埋入模板内。

(6) 导柱配合部分的表面光洁度应高一些。

(7) 导柱滑动部分按 H8/h8 间隙配合，固定部分按 H7/m6 过渡配合
导柱的尺寸如下图：



导柱与导套选用间隙配合。

图 7-2

7.3.2 导套的设计

1、导套的结构：

(1) 套筒式导套：用于模套高度不大的简单模具。

(2) 台阶式导套：检修方便，能保证导向精度，主要用于精度要求较高的大型模具。

(3) 凸台式导套：主要用于固定式模具中的推出机构。

（4）带油槽的导套：可以改善导向条件，减少磨擦，但增加了制造成本，仅用于模具温度不高的固定式注射模。

结合零件结构及模具整体要求，选用台阶式导套。

2、对导套的要求：

（1）为使导柱比较顺利地进入导套，在导套的前端应倒有圆角 R。

（2）对于大型注射模，当开模力过大时，为了防止导套拔出，应在导套上部加装盖板。

（3）导套材料可用淬火钢或铜等耐磨材料制造，但其硬度应低于导柱的硬度，这样可以改善摩擦，以防止导柱或导套拉毛。

（4）导套配合部分的表面光洁度不能过低。

（5）导套孔的滑动部分按 H8/h8 间隙配合，导套外径按 H7/m6 过渡配合。

导套设计及尺寸如下图所示：

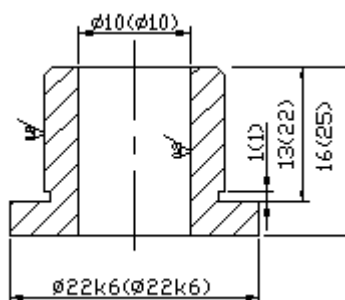


图 7-3

点浇口形式的双分型号面注射模应注意使分型面 A 的分型号距离能保证浇注系统凝料顺利取出，一般 A 分型号面分型距离为：

$$s = s_1 + 3 \sim 5 \text{ mm}$$

s——A 分型面分型距离 (mm)；

s₁——浇注系统凝料在合模方向上的长度 (mm)。

双分型面模具中要注意导套的设置及导柱的长度，如刻导柱同时对动模部分导向，则导柱导向部分的长度应按下式计算：

$$L \geq s + H + 8 \sim 10 \text{ mm}$$

L——导柱导向部分长度 (mm)；

s——A 分型面分型距离 (mm)；

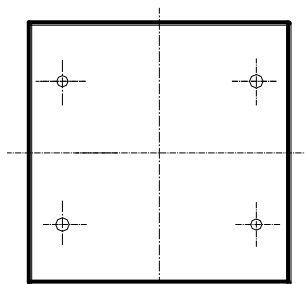
H——中间板的厚度 (mm)。

$$s_1 = 46.5 \text{ mm} \quad s = 49.5 \sim 51.5 \text{ mm} \quad H = 34.5 \text{ mm} \quad L \geq 92 \text{ mm}$$

定端与模板间用 H7/m6 或 H7/k6 的过渡配合, 导向部分通常采用 H7/f7 或 H8/f7 的间隙配合。

根据模具结构的要求, 与导柱同动作的弹簧应布置 4 个, 并尽可能对称布置于 A 分型面的四周, 以保持分型时弹力均匀, 中间板不被卡死。

布局形式如图所示:



导柱排布图

图 7-4

8. 排气系统和温度调节系统设计

8.1 排气系统

当塑料熔体填充型腔时, 必须顺序排出型腔及浇注系统内的空气及塑料受热或凝固产生的低分子挥发气体。如果型腔内因各种原因而产生的气体不被排除干净, 一方面将会在塑件上形成气泡、接缝、表面轮廓不清及充填缺料等成型缺陷, 另一方面气体受压, 体积缩小而产生高温会导致塑件局部碳化或烧焦 (褐色斑纹), 同时积存的气体还会产生反向压力而降低充模速度, 因此设计型腔时必须考虑排气问题。有时在注射成型过程中, 为保证型腔充填量的均匀合适及增加塑料熔体汇合处的熔接强度, 还需在塑料最后充填到的型腔部位开设溢流槽以容纳余料, 也可容纳一定量的气体。

通常中小型模具的简单型腔, 可利用推杆、活动型芯以及双支点的固定型芯端部与模板的配合间隙进行排气, 其间隙为 $0.03 \sim 0.05\text{mm}$ 。

8.2 温度调节系统

塑料在成型过程中, 模具温度会直接影响到塑料的充模、定型、成型周期和塑件质量。模具温度过高, 成型收缩大, 脱模后塑件变形率大, 而且还容易造成溢料和黏模; 模具温度过低, 则熔体流动性差, 塑件轮廓不清晰, 表面会产生明显的银丝或流纹等缺陷; 当模具温度不均匀时, 型芯和型腔温度差过大, 塑件收缩不均匀, 导致塑件翘曲变形, 会影响塑件的形状和尺寸精度。高置温度调节系统以达到理想的温度要求。冷却系统的作用:

- 1、防止塑件脱模变形。
- 2、缩短成型周期。
- 3、使结晶性塑料冷凝形成较低的结晶度, 以得到柔软性、挠曲性、伸长率较好的塑件。

设计冷却系统时应考虑的因素:

- 1、模具的结构形式。
- 2、模具的大小。
- 3、塑件熔接痕的位置。

8.2.1 冷却系统的开设原则

- 1、当模具仅设一个入水接口和一个出水接口时, 应将冷却管道进行串联连接。
- 2、采用多而细的冷却管道, 比采用独根大冷却管道好, 因为多而细的冷却管道扩大了模温调节的范围。
- 3、在收缩率大的塑料制品模具中, 应沿其收缩方向设置冷却回路。
- 4、普通模具的冷却水应采用常温下的水, 通过调节水的流量来调节模具温度。
- 5、合理地确定冷却管道的中心距以及冷却管道与型腔壁的距离, 一般为冷却管道直径 d 的 $(1\sim 2)$ 倍, 管道与管道间的距离一般为 $(2.5\sim 4)d$ 。
- 6、尽可能使所有的冷却管道孔分别到各处型腔表面的距离相等。
- 7、应加强浇口处的冷却。
- 8、应避免将冷却管道开设在制品熔合纹的部位。

9、注意水管的密封问题。

10、进、出口水管接头的位置应尽可能设在模具的同一侧，为了不影响操作，通常应将进、出口水管接头设在注射机背面的模具一侧。

基本原则：熔体热量 95%由冷却介质（水）带走，冷却时间占成型周期的 2/3。

8.2.3 冷却系统的计算

本塑件属于小型模具，可忽略空气对流、辐射以及注射机接触传走的热量，同时也忽略高温喷嘴头向模具的接触传给型腔的热。对其进行简单计算，及以塑料熔体释放出的热 Q_1 作总热量，全部由冷却介质传走。

$$Q_{\text{凸}} = nG_2 \times Q_s$$

式中 G_1 , G_2 分别为凹模和型芯所承担制品质量(kg)，而且一般以制品壁厚 的中性面作为凹模与型芯冷却的交界面来计算 G_1 、 G_2 。对于圆筒类制品，实验表明约 40%的带走，其余 60% 由型芯带走。

1. 单位时间内从型腔中散发的总热量($Q_{\text{总}}=Q_1$),

每次的注射量:

$$\begin{aligned} G &= nG_{\text{件}} + G_{\text{浇}} \\ &= 18g \end{aligned}$$

G 是总的注射量， $G_{\text{件}}$ 是单位所需注射量， $G_{\text{浇}}$ 是浇注系统所消耗的注射量

2. 凹模冷却水质体积流量:

$$q_v = \frac{Q_{\text{凹}} / 60}{\ell \cdot C_1 (T_{\text{出}} - T_{\text{进}})}$$

. 冷却水的平均流速:

$$v_{\text{平均}} = \frac{4q_v}{\pi d^2} = \frac{4 \times 0.349 \times 10^{-3}}{3.1415 \times 0.008^2} = 0.69m/s$$

5. 冷却管壁与水交界面的的传热膜系数 h_3 :

$$h_3 = \frac{4.187f(\rho v)^{0.8}}{d^{0.2}}$$

式中， f 为与冷却介质温度有关的物理系数，查《塑料成型工艺及模具设计》第 200 页表 4-31 可得，平均水温 $T_{\text{平}}=25$ 摄氏度时， $f=6.84$ ， ρ 为冷却

介质在一定温度下的密度，此处取 $\rho = 10^3 \text{ kg/m}^3$ ； v 为冷却介质在圆管中的流速，取 $v = 0.74 \text{ m/s}$ ； d 为水孔直径，取 $d = 8 \text{ mm} = 0.008 \text{ m}$ 。将以上数据代入上式得：

$$h_3 = \frac{4.187 \times 6.84 \times (10^3 \times 0.69)^{0.8}}{0.008^{0.2}} = 1.404 \times 10^4$$

6. 凹模冷却管的总全热面积：

$$A = \frac{Q_{\text{凹}}}{h_3 \cdot \Delta T}$$

式中， ΔT 为模具温度与冷却介质温度之间的平均温差，即：

$$\Delta T = T_M - (T_{\text{出}} + T_{\text{进}}) / 2 = 45^\circ \text{C} - (23^\circ \text{C} + 27^\circ \text{C}) / 2 = 20^\circ \text{C}$$

将以上数据代入上式得：
$$A = \frac{351}{1.404 \times 10^4 \times 20} = 1.250 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

7. 计算凹模上应设冷却管长度

本塑件是中等深度的塑件，采用点浇口进料的中等深度的壳形塑件，在凹模底部附近采用简单流道式即与型腔表面等距离钻孔的形式。由以上计算可得：通水孔直径取 $d = 8 \text{ mm}$ 。如下图：

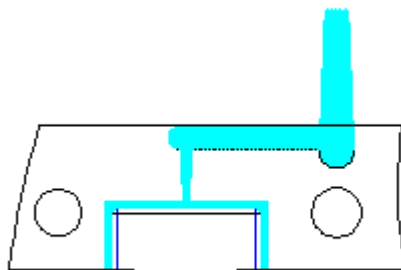


图 8-1

9. 模具的装配

装配模具是模具制造过程中的最后阶段，装配精度直接影响到模具的质量、寿命和各部分的功能。模具装配过程是按照模具技术要求和相互间的关系，将合格的零件连接固定为组件、部件直至装配为合格的模具。在模具装配过程中，对模具的装配精度应控制在合理的范围内，模具的装配精度包括相关零件的位置精度，相关的运动精度，配合精度及接触只有当

各精度要求得到保证，才能使模具的整体要求得到保证。

9.1 模具的装配顺序

1) 确定装配基准； 2) 装配前要对零件进行测量，合格零件必须去磁并将零件擦拭干净； 3) 调整各零件组合后的累积尺寸误差，如各模板的平行度要校验修磨，以保证模板组装密合，分型面吻合面积不得小于80%，间隙不得小于溢料最小值，防止产生飞边。 4) 在装配过程中尽量保持原加工尺寸的基准面，以便总装合模调整时检查； 5) 组装导向系统并保证开模合模动作灵活，无松动和卡滞现象； 6) 组装冷却和加热系统，保证管路畅通，不漏水，不漏电，门动作灵活紧固所连接螺钉，装配定位销。装配液压系统时允许使用密封填料或密封胶，但应防止进入系统中； 7) 试模：试模合格后打上模具标记，包括模具编号、合模标记及组装基面。

9.2 模具开闭模过程分析

模具装配试模完毕之后，模具进入正式工作状态，其基本工作过程如下： 1. 对塑料 LDPE 进行烘干，并装入料斗； 2. 清理模具型芯、型腔，并涂上脱模剂，进行适当的预热； 3. 合模、锁紧模具； 4. 对塑料进行预塑化，注射装置准备注射； 5. 注射，其过程包括充模、保压、倒流、浇口冻结后的冷却和脱模； 6. 脱模过程：开模时，由于弹簧压力使中间板 10 与定模板 11 首先分型，此时凝料留在定模板上。中间板随动模一起向下运动。当中间板运动到一定距离时，安装在定模板上的定距拉板 17 挡住安装在中间板上的限位销 18，中间板停止移动；动模继续向下运动，此时在动模与中间板处第二次分型，由于塑件收缩产生了包紧力，塑件紧包在螺纹型芯 12 上，故塑件随动模一起继续向下运动。这时顶杆将螺纹型芯向上顶出，塑件随螺纹型芯一起脱出，手动将塑件取出，完成脱模。 7. 取出塑件，合模。

10. 设计总结

通过这次系统的注射模的设计，我更进一步的了解了注射模的结构及各工作零部件的设计原则和设计要点，掌握了注射模具设计的一般程序。进行塑料产品的模具设计首先要对成型制品进行分析，再考虑浇注系统、型腔的分布、导向推出机构等后续工作。通过制品的零件图就可以了解制品的设计要求。对形态复杂和精度要求较高的制品，有必要了解制品的使用目的、外观及装配要求，以便从塑料品种的流动性、收缩率，透明性和制品的机械强度、尺寸公差、表面粗糙度、嵌件形式等各方面考虑注射成型工艺的可行性和经济性。模具的结构设计要求经济合理，认真掌握各种注射模具的设计的普遍的规律，可以缩短模具设计周期，提高模具设计的水平。在设计的过程中，理论指导实践，将所学的知识应用到实践中，通过这次瓶盖注塑模具的设计，熟悉了基本的设计流程，掌握了一些简单的设计技能。更重要的是进一步锻练和加强统筹协调、全盘周到地考虑问题的能力，为今后的工作学习都打下了坚实的基础。也必将对今后的发展产生深远积极的影响。

（参考文献）

- [1] 湖南大学, 久新, 王群, 主编《塑料成型工艺与模具设计》北京: 机械工业出版社, 2007
- [2] 黄毅宏、李明辉主编《模具制造工艺》. 北京: 机械工业出版社, 1999. 6
- [3] 塑料模设计手册编写组编著《塑料模设计手册》北京: 机械工业出版社, 2002. 7
- [4] 李绍林, 马长福主编《实用模具技术手册》上海: 上海科学技术文献出版社, 2000. 6
- [5] 王树勋主编《注塑模具设计与制造实用技术》广州: 华南理工大学出版社, 1996. 1
- [6] 李绍林主编《塑料·橡胶成型模具设计手册》北京: 机械工业出版社, 2000. 9
- [7] 叶久新/王群主编 《塑料制品成型及模具设计》 湖南 湖南科学技术出版社 2005. 8
- [8] 王正远主编《工程塑料实用手册》北京 中国物资出版社 1994
- [9] 王群、伍先明编著《塑料模具设计指导》北京 国防工业出版社 1997. 6