

水杯盖盖顶封口注塑工艺及模具设计

岳 雷（新疆广汇陆友硫化工有限公司，新疆 乌鲁木齐 830000）

摘 要：本文主要是为水杯盖盖顶封口进行注塑模具的设计，还说明了注塑成型的一些基本原理。注塑模具因其结构的特殊性质和精密的性质，注塑模具生产的产品具有较高的精度，并且具有较大的产量。注塑模具具有广泛的应用，产品的表面粗糙度和形状能够达到很高的要求，塑胶模具、注塑机和机械手可以实现很高的自动化水平。

关键词：塑料；水杯盖盖顶封口；注塑设计；工艺

1 浇注系统的设计

1.1 主流道的设计

主流道是塑料液化进入模具的第一个通道。喷嘴和定位环的尺寸需要与注塑机上对应的结构来确定。根据注塑机上的参数，可以确定注塑机上面喷嘴的大小。所以模具上的浇口套和定位环的尺寸如下：喷嘴圆弧半径 $R0=16\text{mm}$ ；喷嘴前段孔径 $d0=4\text{mm}$ ；为了能够正确的使水口留在后面，所以要有一定的斜度。根据综合考虑和数据比对，通过配合模板的长度以及与其相关的结构单位。最终确定主流道长度应该不小于 60mm ，最大长度不大于 95mm 。主流道衬套是为了保证它的结构强度，所以要选用硬度比较大的材料。这样可以很好地保证不被磨损，在开模合模的过程中，要注意防止和注塑机相互碰撞。因为定位环是标准件，所以其材料是 45 号钢就可以。配合喷嘴我选择定位环的外径为 $\Phi 100\text{mm}$ ，定位环的内径 $\Phi 36\text{mm}$ 。

1.2 分流道的设计

分流道是连接主流道和浇口的通道，因此分流道的设计也非常重要。分流道影响着产品进入浇注质量。好的分流道可以让产品成型的更加漂亮，没有缺陷。可以设置冷料陷，用曲面的分流道等一系列的措施让分流到美观实用。在设计塑料模具过程中，预设分流道的长度为 30mm 长，根据上文型腔排位为两个型腔，设计为圆形分流道，直径为 5mm 。

1.3 浇口的选择

设计浇口的方案大致有几种，都有固定的形式。根据产品结构的不同和产品表面质量要求的不同来选择合适的浇口位置。实际在设计模具的时候可以用设计软件分析产品，确定浇口的位置和形状。浇口的位置和形状同影响着产品加工的难易程度。设计完主流道和分流道后，需要进行浇口的设计选择，浇口主要有几种形式：侧浇口、点浇口、潜伏式浇口等，上面举例的是几种常用的浇口。首先需要分析塑件的结构和形式，一般点浇口用在三板模具结构当中，侧浇口是用在多腔的布局中，而潜伏式的是在特殊要求的塑件里面，对外观要求高的塑件使用这种浇口，潜伏式的浇口可以自动去流道的结构才使用。设计的大小取值也是根据各种类型浇口会有很大的区别，点浇口和潜伏式的浇口截面积通常为分

流道的 $0.07\sim 0.09$ 倍，这种类型的浇口一般是圆形，而侧浇口一般是矩形，大小为 $1\sim 8\text{mm}$ 之间，具体根据塑件大小来判断。本次浇口设计是利用模流分析软件进行塑件三维图的简单分析，得到的位置是通过模拟仿真得出，设计的是侧浇口，这个位置是完全满足设计要求的。

1.4 冷料穴的设计

对模具在注塑前，流道内都要很多残留垃圾，还有填充时前部分会有少量提前冷却凝固的塑料垃圾，这部分不能直接参与成型，所以要设计冷料穴来放置这些残余料，故需要设计冷料穴。因为主流道设计一般是直接冲入分型面，设计的时候必须要设计冷料穴，一般设计在分型面底部，这样方便储存冷料，也可以做模具开模时拉出流道的拉料杆的设计位置，一般设计要求冷料穴的直径大于流道大端直径。由于该模具型腔呈现对称分布，因此冷料穴可以设置在中心位置。冷料穴直径根据推杆的直径来设计，推杆直径 $D=5\text{mm}$ ；冷料穴深度 $1.8D=9\text{mm}$ 。

1.5 模流填充仿真分析

本次模流分析采用 Moldflow 软件，通过查找书籍、参考类似论文资料，得到下面的分析结果：

填充时间如图 1 所示，最后填充的位置是在图片红色区域，主要都是边缘位置，总的来说，填充的时间非常短毕竟不到 1s ，完全符合一般注塑要求。最大注射压力约为 41.68MPa ，但对注塑机的压力，是完全没有问题的，影响相对较小。

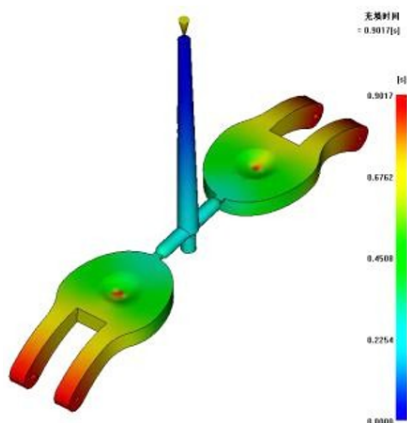


图 1 填充时间

通过分析结果可以知道，其中最大锁模力约为 8t ，

因为注塑机选的是 200t, 所以可以满足生产需要。

通过分析发现气穴有很多, 主要产品的中间以及面与面转折处和分型面处, 设计的过程需要考虑在此处排气, 减少气穴的产生。

塑件的熔接线主要在图 2 所示位置, 主要是产品的中间和肋骨位置, 所以设计的过程需要考虑在分型面排气, 减少熔接线痕迹。

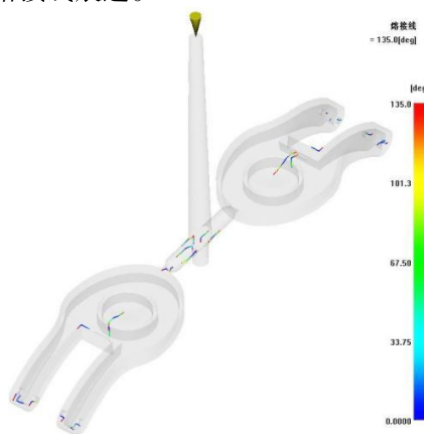


图 2 熔接线

塑件的综合变形情况, 最大的地方为 0.6976mm (进料口处), 塑件变形约 0.13~0.43mm, 这是相对流道位置来说的, 实际变形在 0.2mm 左右, 塑件部分相对较小, 变形要求不高, 可以通过加大注塑压力来减少塑件变形, 具体可以在实际生产过程中进行调试。

经过 Moldflow 的工艺分析可以知道填充的大概时间, 分析出了温度和还有气穴以及熔接线等问题, 塑件的翘曲程度极小, 生产过程需要注重控制变形量, 及时调整注塑机参数, 减少塑件的设计缺陷要总结出合适的参数来解决设计缺陷问题。

2 成型零件的设计

2.1 成型零件的结构设计

本塑件通过分模后得到型芯型腔, 称为成型也可以叫凸模、凹模, 在设计这些零件时, 需要根据塑件的形状和结构, 设计出合理的结构, 设计过程要需要考虑冷却系统的布局位置, 推杆的位置等, 需要综合考虑来设计。其上表面的外形可以决定产品的外形, 尺寸的大小也就决定了成型的出塑件的尺寸, 所有设计过程要考虑其公差大小。塑件的顶出机构主要是体现在型芯上, 比如最终的设计的推杆孔等。因为成型零件的重要性, 所以设计它时需要严格检查这些方面, 比如其外形、尺寸精度以及表面粗糙度。

本次设计的型芯型腔是和模架分开的结构, 也就是分体式, 主要的好处是方便维修和更换, 材料选用了较高强度的钢材, 型腔型芯内部设计了冷却水道, 固定方式采用的是螺钉固定到模板上, 型芯上还设计推杆孔等结构。

2.2 成型零件工作尺寸计算

设计过程首先需要确定其收缩率, 因为塑料的收缩率是浮动的, 不同的情况下有些区别, 本次通过查询其

相关资料采用平均法计算。通过模具生产相关材料的经验, 模具的制造过程是有误差的, 设计时候要考虑公差取值。

3 模架和斜顶机构的设计

3.1 模架的选用

目前国内的模具生产, 90% 以上的注塑模具都是选用标准模架, 标准化的模架都是成批量生产, 成本更低, 性能更加稳定, 目前使用最多的就是龙记模架, 并用它来生产注塑模具, 本次根据型芯型腔的设计大小, 然后选择合适的模架大小, 考虑到辅助结构的位置, 本次设计选用结构形式为 CI, 模架尺寸为外形尺寸为 230 × 350mm。模架尺寸为外形尺寸结构如下:

各模板尺寸的确定:

3.1.1 A 板尺寸

A 板是定模板, 因为塑件的尺寸决定了型腔的尺寸, 型腔是安装在定模板上的, 还需要设计冷却水路, 考虑到其冷却孔位置, 本次设计定模板厚度取 70mm。

3.1.2 B 板尺寸

B 板是凸模固定板, 通过凸模高度和推杆位置, 以及冷却等因素, 本次设计的凸模固定板厚度取 80mm。

3.1.3 C 垫块尺寸

垫块尺寸 = 推出行程 + 推板厚度 + 推板固定板厚度 + (5~10) = 80mm, 取垫块厚度为 100mm。上述尺寸确定之后, 就可以确定标准模架, 利用 UG 添加标准零件和之前设计好的结构, 逐步完成设计。综上所述所选择的模架的型号为: CI-2335-A70-B80-C80。

3.2 导柱结构

模具的导向机构是保证模具精度的关键, 本次设计是标准模架自带的导向机构, 选择的为带头导柱和带头导套结构, 此结构安装后使用方便, 结构一目了然, 加工简单, 成本可控, 需要加工后进行热处理保证其强度。

3.3 侧抽芯斜顶机构的设计

根据塑件设计分析, 塑件需要有侧孔来拉动侧角, 侧抽芯是一种常见的结构形式, 主要是成型一些型芯型腔无法自动脱模的地方, 利用侧抽芯的结构来实现其他方向的脱模。侧抽芯有很多种设计方式, 主要区别在于动力提供的方式, 比如斜导柱滑块、油缸抽芯滑块、螺纹旋转脱模等多种方式, 本次设计的是采用斜推杆抽芯机构实现的最简单的抽芯机构, 主要对抽芯力和抽芯距等进行计算。

抽芯距计算需要设计安全距离, 也可以适当增加安全系数, 但是加的太多会使模具结构复杂化和增加设计成本以及降低开模稳定性。行程是 0.5mm, 需要加 2.5mm, 抽芯距离设计的为 $S=0.5+2.5 \approx 3\text{mm}$ 。斜顶角度范围在 $=1^\circ \sim 12^\circ$ 。最终设计时取 $=6^\circ$ 。通过计算的数值往往不能完全可靠, 需要预留一定的空间保证强度, 这次设计取整数, 最终取 10mm。

3.4 抽芯机构的概述

如果一个塑料件的侧壁上面有小孔或者有卡扣、凸

起的时候,这个塑料件不能直接从模具的塑形方向脱出来,这个小孔或者卡扣、凸起与模具的脱模方向垂直或者成一定的角度,就需要采用抽芯机构来实现,以一定角度来完成脱模成型。

3.4.1 抽芯机构的类型

抽芯机构一般有三种:

3.4.1.1 机械式脱模抽芯

常见的就是斜导柱滑块和斜顶抽芯机构,利用模具的自身开合模工作的时候,使得模具产生抽芯运动。这种结构方便,不需要外力的作用就可以实现,依靠注塑机打开模具作用动力来源。

3.4.1.2 手动抽芯

利用人工或者机械手去取出抽芯机构,然后取出塑件或者抽芯的镶件,这种办法现在基本没有人去设计和使用,原因就是效率低。

3.4.1.3 液压抽芯

采用液压油缸结构,液压油做驱动动力源,实现抽芯工作,在长行程的抽芯动作中比较常见。

3.4.2 抽芯距离的计算

计算公式如下:

$$S=L+(3\sim 5)\text{ mm}$$

S- 抽芯距离;

L- 塑件倒扣距离;

本次设计中,抽芯距离 $S=4.5+(3\sim 5)\text{ mm}=9.5\text{ mm}$;

取整数为 10mm。

3.4.3 斜导柱的计算

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{10F_t H_w}{[\sigma_w](\cos \alpha)^2}}$$

式中:

d_1 - 斜导柱直径, mm;

F_t - 脱模力;

H_w - 侧型芯滑块受的脱模力作业线与斜导柱中心线的交点到斜导柱固定板的距离, mm;

$[\sigma_w]$ - 所用材料的许用弯曲应力, MPa;

α - 斜导柱的倾斜角, 取 $\alpha=18^\circ$ 。

本次模具设计中, 计算如下:

取整数为 $d_1=10\text{ mm}$ 。

3.4.4 斜导柱倾斜角度

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{10F_t H_w}{[\sigma_w](\cos \alpha)^2}} = 7.25\text{ mm}$$

一般滑块中斜导柱的倾斜角度取值范围在 15~25 度之间, 可以根据抽芯距离的多少调节, 本次设计中, 采用的是 18 度倾斜角度。完成后的模具滑块抽芯机构如图 3 所示。

4 脱模机构的设计

4.1 脱模机构设计的总原则

脱注射成型冷却后, 塑件开模, 一般设计时候打开模具后塑件必须留在动模一侧, 具有以下优点: 第一是

方便脱模, 第二是可以让流道脱出定模, 结构相对简单, 而一般流道脱模是用开模力实现。本次设计的拉针拉住流道, 但是流道和塑件脱离定模后, 还是会固定在动模一侧, 所以需要设计一个机构来完成脱离动模的过程, 这个机构是我们本次设计的脱模机构, 也就是顶出机构。

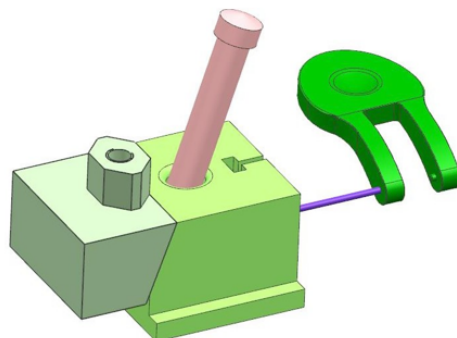


图3 滑块抽芯机构

推出机构的设计一般是参考标准模架的辅助机构来设计, 因为标准模架上有推板等, 设计过程主要对成型部分的设计, 设计主要需要按下面原则。一般是设计结构都是尽量设计到动模; 推出过程尽量设计在塑件的平面上, 顶出后方便自动脱模; 结构尽量简单, 降低模具生产成本; 设计时候需要注意和塑件的接触面, 尽量小但是又不能影响顶出效果, 减少顶出痕迹; 需要设计合理的复位机构, 不如复位杆, 尽量自动复位, 然后设计辅助结构确保合模时候不会出现合模不到位的情况。

4.2 推杆的位置和布局设计

脱推出机构分为推板顶出, 推杆顶出, 斜顶顶出, 气顶灯很多种, 一般主要常用只有推板和推杆, 其他的都是在特殊机构下辅助设计用, 本次因为塑件底部是很多大平面, 塑件抱紧力不大, 不需要推板机构, 推板结构相对复杂, 本次设计选择常见推杆推出来实现脱模。产品比较小, 塑件的包紧力很小, 所以不需要特别计算。通过分析塑件的结构, 找位置设计推杆, 同时设计了多个推杆顶出塑件, 设计的配合为 H8/f8 或 H9/f9。

5 结论

通过对分型面的设计选择, 得到模具的型芯型腔形状, 然后还是合集体腔布局, 确定了模具的大小和基本结构。通过这些设计分型面选择有多样化, 各种选择都能决定塑件的成型效果。然后流道的设计也是有很多选择, 分析后可以了解各种流道适合什么样的塑件产品。

参考文献:

- [1] 刘荣亮. 薄壁注塑件成型工艺参数优化研究 [D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2014.
- [2] 何政军. 基于实例的注塑模具 CAD/CAE/CAM 技术研究与设计 [D]. 北京: 华北电力大学, 2014.
- [3] 黄海阔. 基于 Pro/E 的注塑模具的优化设计研究 [D]. 北京: 华北电力大学, 2014.
- [4] 邱德琴. 基于 Pro/E 和 Moldflow 注塑模具设计与 CAE 实例分析 [D]. 南京: 南京理工大学, 2014.