

塑料杯套造型与注塑模具结构设计

李正光

(四川省轻工工程学校, 自贡 643010)

摘要 介绍花瓣式塑料杯套的造型设计,并给出了相应模具结构。详细介绍模具的冷却系统、浇注系统、合模导向和定位机构设计的方案,并给出了注塑机的选择及模具的有关校核情况。经试运行表明,本模具动作可靠,冷却均匀,排气良好,浇注系统凝料与注塑件能自动脱出,完全可保证塑料杯套的自动化生产。

关键词 纸杯 塑料杯套 注塑模具

杯子是人们日常生活中不可缺少的必需品。传统的杯子主要由玻璃、陶瓷、塑料和不锈钢等材料制成。近几年来,一次性纸杯已悄然进入人们的消费视野,且有愈来愈走俏之势。但它却存在一个缺点,即人们在拿纸杯喝水时,手不能用力过度,否则杯中之水会溢出纸杯;同时,当纸杯中盛满热开水时,由于杯壁太薄而易发生手被灼热或烫伤之事。为克服这一缺陷,可采用塑料杯套来增加纸杯的刚度,为一次性纸杯的使用提供方便,而且设计美观的杯套还可以给人们带来美的享受。笔者现介绍一种花瓣式塑料杯套的造型设计及其注塑模具结构设计方案。

1 花瓣式杯套尺寸及几何造型设计

目前市场上常用的纸杯以9盎司(约0.255 L)纸杯(纸杯高度88 mm,杯口直径76 mm,杯底直径53 mm)、7盎司纸杯(纸杯高度73 mm,杯口直径73 mm,杯底直径53 mm)为主,因此杯套尺寸设计为:杯套底内径53 mm,杯套高度70 mm,杯套口直径70 mm,杯套壁厚1.5 mm,外形设计如图1所示。将杯套上部做成花瓣式,四周再开4个椭圆形小孔以增加手指与塑料杯套间的摩擦,这不但节省原料,而且也增加了杯套的美观。为了使杯套具有质挺、耐热、方便脱模、色彩丰富、透明美观等优点,材料选用聚丙烯(PP)。



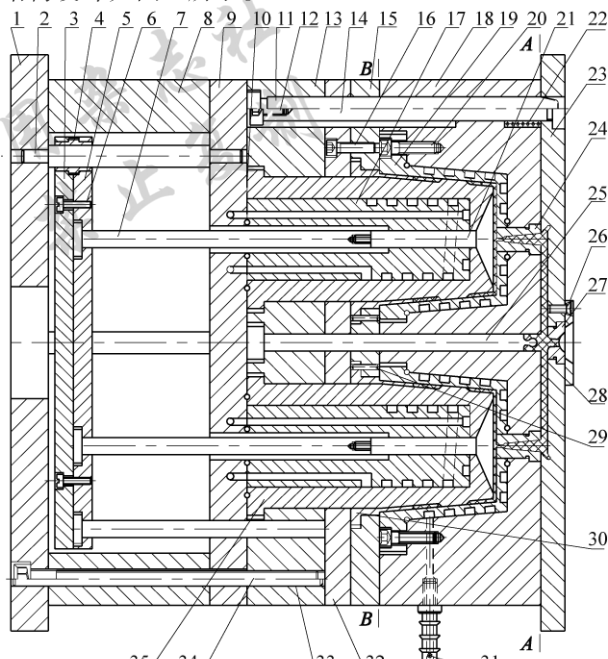
图1 花瓣式塑料杯套

2 模具结构设计

2.1 分型结构的设计

采用一模四腔、点浇口进料、三板式模具结构。

分型面应选择在注塑件投影面最大的部位,由于塑料杯套的脱模斜度较大,所以可采用推件板与4个中心顶盘配合强行将其顶出的方式进行脱模。模具结构设计如图2所示。



- 1—动模底板; 2—动模导向兼支承杆; 3—顶出垫板; 4—导套;
5—顶出固定板; 6、12、16、20、26、34—螺钉; 7—中心顶出杆;
8—支承块; 9—动模垫板; 10—O形密封圈; 11—导向柱;
13—型芯固定板; 14—限位导向柱; 15—推件板; 17—冷却水芯套;
18—定模套; 19—定模嵌件; 21—中心顶盘; 22—弹簧;
23—定模底板; 24—浇口套; 25—拉料杆; 27—浇口套衬套;
28—定位圈; 29—止动销; 30—花瓣式顶环; 31—水嘴;
32—顶板垫板; 33—圆柱销; 35—主型芯

图2 塑料杯套注塑模具结构图

2.2 凹模与型芯冷却系统设计

凹模是成型塑料杯套外表面的零件,为便于加工,凹模的外表面做成螺旋形,其与型腔套间形成的

间隙构成螺旋冷却水道。凹模与定模板用螺钉连接,并设有销钉止转和防漏水的丁腈密封圈作密封。型芯是用来成型注塑件内表面的零件,由于整体式型芯无法开设冷却水道,故宜采用组合式型芯,使型芯的内嵌件与之紧扣而形成螺旋冷却水道组合式型芯,为防止型芯在凸模上转动,特通过轴肩并用螺钉连接而定位,还在相应位置分别设置两个丁腈密封圈密封,以防漏水。

型腔和型芯均是通过凹模和型芯的螺旋水道来实现均匀冷却的,其效果良好。该模具的冷却水应从顶部进入,然后沿螺旋冷却水道环绕而下,再从出水口流出,模具温度始终控制在 $40 \sim 50^{\circ}\text{C}$,以保证注塑件冷却。

2.3 合模导向和定位机构设计

根据本模具结构,在保证取出浇注系统凝料和注塑件的前提下,分别在动、定模各安装 4 根导向柱,其中定模导向柱兼作型腔限位的作用,而动模导向柱则起导向、定位、承受注塑时产生的侧压力和支撑推件板滑动顶出注塑件的作用。导向柱安装段与模板之间一般采用过渡配合 ($H7/k6$),导向段与导向孔之间采用动配合 ($H7/f7$)。

精密大型注塑模具的导向柱应选择表面坚韧、耐磨的材料,中小型模具的导向柱一般采用经淬火处理后的 T8A 工具钢(淬火后硬度为 $\text{HRC}56 \sim 60$)。

2.4 浇注系统结构设计

本模具采用了一模四腔结构,因此浇注系统由主流道、分流道、冷料井和点浇口 4 部分组成。

(1) 主流道衬套设计。主流道形状设计为圆锥形,小端尺寸为 6 mm 。其主流道衬套圆弧球半径与注塑机喷嘴成球面接触,尺寸为 $\text{SR}21\text{ mm}$ (注塑机的喷嘴球半径为 $\text{SR}20\text{ mm}$)。主流道衬套选用优质工具钢 T8A 进行加工并须进行热处理 ($\text{HRC} \geq 55$)。

(2) 分流道设计。分流道开设在型腔套和定模底板的型面上,为方便脱出点,在 4 个分流道圆弧的末端设有呈 45° 的斜孔,以利于脱模时自动拉出针点凝料。分流道的断面采用“U”形,半径为 2 mm ,深度为 2.5 mm ,斜度 10° 。

(3) 冷料井结构设计。冷料井一般开设在动模板上,起到接纳注射前沿冷料、拉出主流道凝料的作用。笔者将其设计为球形结构,由于该结构减小了流道通过的空间,因此,它可加速冷料的摩擦生热,使塑料杯套表面不会留下冷料的痕迹。

(4) 点浇口的设计。浇口是连接分流道与型腔的通道,是浇注系统中截面最小的部分,但却是浇注系统的关键。浇口的位置、形状及尺寸对注塑件质量和性能的影响很大,一般可分为弹簧式针阀限制性浇口和非弹簧式点浇口两种。弹簧式针阀限制性浇口一方面通过截面积的突然变化,使分流道输送的塑料熔体流速产生加速度,提高剪切速率,使其成为理想的熔融状态,迅速而均衡地充满型腔;另一方面可通过调节浇口尺寸,改善塑料熔体进入型腔时的流动压力,使多型腔同时充满,起到控制填充、冷却时间和注塑件表面质量的作用,同时还可起封闭型腔、防止塑料熔体倒流的作用,有利于凝料的点浇口与注塑件很好地分离。

由于 PP 的流动性好,本模具采用了非弹簧式点浇口,笔者将点浇口直径设为 1.2 mm ,浇口台阶长度取 1 mm 。为保证浇口拉断时不损伤注塑件,特在浇口与注塑件连接处采用圆弧过渡。

2.5 浇注系统凝料及注塑件的脱出

为保证模具能顺利且自动化进行生产,除了要求注塑件能顺利脱模外,浇注系统凝料也要能自动脱出。本模具设有两个分型面,开模时可保证两个分型面按顺序完全打开,其中浇口板 A-A 分型面在弹簧作用下开启,分流道末端设置的呈 45° 的斜孔拉断点浇口,浇注系统凝料可自动脱出;主分型面从 B-B 处打开,靠推件板上的花瓣式顶环和中心圆盘使注塑件脱出。

2.6 排气系统的设计

在塑料熔体填充的过程中,型腔内除了原有的空气外,还有因塑料受热而产生的低分子挥发性气体,在塑料填充的同时须将气体排出型腔,否则,被压缩的气体会在注塑件中形成气泡或产生高温而引起注塑件局部烧焦以致炭化,亦有可能使注塑件熔接不良、强度下降。为了使这些气体能从型腔中及时排出,一般可通过在模具上设置排气槽予以解决。

排气槽通常设置在熔体最后充满型腔的部位,这在过去仅能通过试模后才能准确确定,而在现代模具设计过程中,可通过 CAE 进行优化分析。本模具利用模具的分型面或模具零件间的配合间隙排气,所以没有专门开设排气槽。

2.7 开合模动作原理

如图 2 所示,模具动、定模闭合,熔体经主流道、分流道、点浇口进入型腔冷却成型后,模具在注塑机动模板带动下,浇口板 A-A 分型面在弹簧 22 作用

下首先开模,主流道、分流道及点浇口随冷料并留在浇口板上,这时呈 45°的斜孔强行拉断点浇口,且自动脱出分流道的浇口使浇注系统凝料脱出;主分型面继续开模从 B-B 处打开并由限位导向柱 14 限位。动模到位后,靠注塑机中心顶杆推动顶出垫板 3、中心顶出杆 7 和中心顶盘 21 在动模导向兼支承杆 2 上右移,进而使推件板 15 在导向柱 11 上右移,利用曲线分型面花瓣式顶环 30 和中心顶盘联合将注塑件推出主型芯 35。闭模时,动、定模及浇口板分型面按开模之反方向顺序合模,即可进入下一成型周期。

3 注塑机的选择与有关校核

3.1 注塑机的选择

通过计算机分析得出杯套的体积为 26.84 cm³,凝料约为 15 cm³,故注射量约为 26.84 ×4 + 15 = 122.36 cm³,可选用上海塑机厂生产的 XS-ZY-250 型注塑机。表 1 列出注塑机相关技术参数。由表 1 可知,该注塑机的注射量及注塑压力满足杯套的成型要求。

表 1 上海塑机厂产 XS-ZY-250 型注塑机技术参数

项目	参数	项目	参数
公称注射量 /cm ³	250	注射时间 /s	2
最大成型面积 /cm ²	500	螺杆直径 /mm	50
螺杆转速 /r · min ⁻¹	25 ~89	模板最大行程 /mm	500
注塑压力 /MPa	127	注射方式	螺杆式
模具最大厚度 /mm	350	注射行程 /mm	160
合模力 /kN	1765	模具最小厚度 /mm	200

3.2 锁模力的校核

型腔内塑料熔体的压力可按式(1)计算:

$$F = 0.1PA \tag{1}$$

式中: F——型腔内塑料熔体的压力;

P——模内平均压力,为 49 MPa;

A——注塑件在分型面最大投影面积的总和,为 178.53 cm²。

由式(1)可知,型腔内塑料熔体的压力 F = 0.1 ×49 ×10⁶ ×0.017853 = 87.4797 kN < 1765 kN (最大合模力),所以注塑机的锁模力合乎要求。

3.3 模具与注塑机装模相关尺寸的校核

(1) 模具的长、宽、高分别为 380、380、340 mm,注塑机最大模具厚度 350 mm、最小模具厚度 200 mm,可满足要求。

(2) 开模行程和注塑件推出距离的校核。由于所选注塑机是双曲肘锁模机构,其开模行程与模具的厚度无关,开模行程可按式(2)进行校核:

$$S \geq H_1 + H_2 + a + 5 \sim 10 \tag{2}$$

式中: S——开模行程;

H₁——脱模距离,78 mm;

H₂——注塑件高度,73 mm;

a——浇注系统高度,50 mm。

因此根据式(2)可得所需的开模行程 S = 78 + 73 + 50 + 10 = 211 mm < 500 mm,满足要求。

3.4 型腔板变形量的校核

因塑料熔体充模的压力将使型腔产生一定的弹性变形,从保证注塑件顺利脱模的角度出发,不应当使其变形量超过熔体的收缩率,否则注塑件将难以脱模。因此,制件周围型腔的允许变形量应该小于注塑件壁厚的收缩值。即:

$$[\delta_f] \leq t \cdot \varepsilon_p = 1.5 \times 0.02 = 0.03 \text{ mm}$$

式中: δ_f ——型腔允许变形量;

t——注塑件侧壁厚度,1.5mm;

ε_p ——注塑件所用材料的成型收缩率,1.5%~2.5%。

3.5 型芯垫板厚度尺寸的校核

图 3 示出型芯垫板的受力情况。

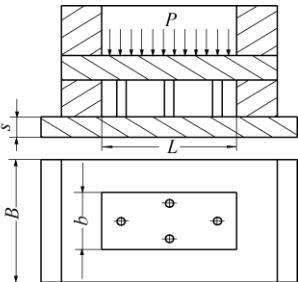


图 3 型芯垫板受力的形态

厚度尺寸可按式(3)进行校核:

$$s = [3bPL^2 / (4B[\sigma])]^{1/2} \tag{3}$$

式中: s——型芯垫板厚度, mm;

b——型芯垫板受力部分宽度,200 mm;

L——型芯垫板受力部分长度,230 mm;

B——模具总宽度,380 mm;

[σ]——材料许用弯应力,45[#] 钢为 156.9 MPa。

根据式(3)可得所需的型芯垫板厚度为 80.75 mm。因为该理论计算值偏大,为了既满足使用要求又降低制造成本,可将型芯垫板厚度设计为 30 mm,并加 4 根支柱,经验证可满足注塑时的受力要求。

4 结语

本模具结构设计合理,模具型腔刚度足够。经试运行表明,本模具动作可靠,冷却均匀,排气良好,

浇注系统凝料与注塑件能自动脱出,完全可保证塑料杯套的自动化生产。

参考文献

- [1] 许鹤峰,陈言秋. 注塑模具设计要点[M]. 北京: 化学工业出版社, 1999.
- [2] 申开智. 塑料成型模具[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2005.
- [3] 现代模具技术编委会. 注塑成型原理与注塑模设计[M]. 北京: 国防工业出版社, 1996.

- [4] 翁其全. 塑料模塑成型技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2001.
- [5] 顾宜. 材料科学与工程基础[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002.
- [6] 董祥忠. 特种成型与连接技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2006.
- [7] 单辉祖. 材料力学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004.
- [8] 李德群. 现代模具设计方法[M]. 北京: 机械工业出版社, 2001.

DESIGN OF PLASTIC CUP SLIPCOVER AND THE INJECTION MOLD STRUCTURE

Li Zhengguang

(Sichuan Light Industry Engineering College, Zigong 643010, China)

ABSTRACT The design of leaves type plastic cup slipcover is introduced, and the corresponding mold structure is presented. The design projects of cooling system, casting system, clamping orientation and lock gear are introduced in detail, and the selecting of injecting molding machine and prosreading of mold are given. The test run shows that this mold works reliably, cools equably, exhausts successfully and demolds automatically. This mold can completely ensure the automatic production of plastic cup slipcover.

KEYWORDS paper cup, plastic cup slipcover, injection mold

溴系阻燃剂有望率先通过 REACH

在不久前闭幕的阻燃行业交流会上,国际溴科学与环境论坛代表韩颂青博士透露,溴阻燃剂家族有望“因祸得福”,成为最早通过 REACH 程序的阻燃剂。这是因为欧盟十多年来已对溴阻燃剂进行了全面安全评估,积累了大量的数据,大部分溴阻燃剂的安全性已经得到国际权威机构的肯定。

溴阻燃剂是阻燃剂中最重要的部分之一,其中应用最广的阻燃剂有十溴二苯醚、四溴双酚 A。它们具有使用历史长、性价比高、应用范围广等特点,同时还因之前受到的众多非议而成为检测最全面、应用数据最为充分的一类阻燃剂。

迄今为止,溴阻燃剂有 75 种,只发现五溴二苯醚和八溴二苯醚对环境与健康存在一些潜在的危险性,因此被禁用。目前尚没有充足的数据说明其它溴阻燃剂对环境与健康有害,也没有数据显示其它阻燃剂比溴阻燃剂更加安全可靠。

欧盟对溴阻燃剂的风险评估程序非常严格,评估结果目前已经成为欧盟权威机构制定政策的依据。事实上,对溴阻燃剂的使用可以兼顾安全、环保和健康,因此,政府强迫替代会带来安全、环境、市场和法律的风险,强行要求替代可能会得不偿失。

尤其值得一提的是,溴阻燃剂在循环利用过程中稳定性非常好,已经有实验证实,使用溴阻燃剂(如十溴二苯醚)的塑料,经过多次机械回收,阻燃剂基本上仍然保持原有的物性,这对循环经济和环保都非常有利。

欧盟 RoHS 指令禁止使用多溴二苯醚,但十溴二苯醚已通过了欧盟的长达 10 年的风险评估,在 2005 年 10 月已经被指令豁免。目前欧盟对四溴双酚 A 的风险评估也已经全面完成,结论是对人体健康没有任何危害。

更值得一提的是,在 2006 年 6 月瑞典国家实验室发布

的一个研究报告当中,特别强调了使用溴阻燃剂带来的好处,报告中特别提出了十溴二苯醚的使用给欧盟节约了 5 亿~10 亿欧元的费用,主要是减少的医疗成本和财产损失。

印制电路板行业的权威机构 IPC 也澄清了对无卤的误解。在其去年 8 月发布的白皮书中,认为卤素其实是无处不在的,世界上没有所谓的无卤,只有低卤。因为印制电路板行业比较特殊,除了用四溴双酚 A 作环氧树脂的阻燃剂之外,其它的材料比如油墨也不可避免地会用到含有卤素的材料,所以印制电路板行业不可能达到无卤。另外,在电子电器产品中使用卤素的几十年里,没有案例显示其使用会致病或者死亡。与此相反的是,没有经过阻燃的产品造成的伤亡是众所周知的。IPC 阐述了自己的观点:除非有新的证据显示聚合物中卤素阻燃剂对环境有害,证实替代品更好,否则 IPC 不支持任何降低卤素阻燃剂或者使用特殊替代品的一切行动。”

阻燃剂在防火中的作用是毋庸置疑的,迄今为止,在所有阻燃剂的品种里,溴阻燃剂在全球的销售额仍然是最高的。20 世纪 90 年代成立的国际溴工业组织——溴科学与环境论坛,是由国际著名的溴阻燃剂生产商组成的,主要成员包括美国大湖公司、雅保公司、以色列化工集团以及日本东朝集团等。

溴科学与环境论坛倡导《溴阻燃剂行业释放控制资源行动计划》,让生产商对风险进行控制。这个计划提倡在封闭的环境中使用溴阻燃剂,这样能最大限度地扬长避短,利用溴阻燃剂的好处,控制其可能潜在的市场风险。目前,这个计划已经取得了一些成果。比如率先实行该计划的英国,纺织品已经完成 3 次总量平衡测定,英国纺织工业实现了在封闭的环境中进行循环,十溴二苯醚对环境的释放已经减少了 97%。

(塑加网)