

室内用分类塑料垃圾桶盖热流道注塑模设计^{*}

夏 华 黄 虹 谭安平

(重庆工学院材料学院,重庆 400050)

刘路兴

(山东省塑料研究开发中心,济南 250002)

摘要 室内用分类塑料垃圾桶盖注塑模具为单型腔模具结构,采用一个点浇口且设在塑料件背面的中心部位;选用热主流道的热流道形式,开模时塑料件留在定模一边,推出机构和侧向抽芯机构也设在定模。该模具结构简单,能实现全自动生产。

关键词 注塑模 热流道 热主流道 定模推出机构

热流道技术是一种先进的塑料注射成型方法。采用热流道注射成型技术能节约塑料原料,提高塑料件质量,简化模具结构,缩短成型周期,提高生产效率,便于实现生产自动化,从而节约人力物力。在国外发达国家中,热流道注塑模具应用非常广泛,应用量已达注塑模具总量的 50% 以上,其中大型注塑模具达 90%;而我国目前还低于 10%。这里面有多方面原因,比如,对热流道技术了解认识不够,难以设计、应用;对塑料件质量没有更高的要求,允许使用较多的回收料;注塑生产对人的依赖性较大,一台注塑机由 1~3 人操作和去毛边,对自动化程度要求不高。以上原因造成了注塑制品成本高但质量不高的困境。笔者设计的室内用分类塑料垃圾桶盖产量大,表面质量要求较高,其注塑模具采用了热流道技术。

1 塑料制品设计

室内用分类垃圾桶是根据环保理念设计的。它的外形为一个长方体的桶,里面分为两个桶,并列排着,可以将能回收的废弃物与不可以回收的废弃物分别开来,便于对可回收废弃物进行资源的再生利用,对不可回收废弃物进行处理,实现环境保护。这种垃圾桶的两个桶各用一个盖,可以用盖的颜色或文字标注桶的用途。塑料桶盖如图 1 所示,作为外观件对外观的表面质量要求较高。盖的支撑端有两个侧孔与桶身的销轴连接固定,这两个侧孔之间设计了一凸台,凸台上设计了一侧孔,用于与脚踏板的杠杆机构连接,使桶盖能绕桶身的销轴旋转,实现桶盖的开启与关闭。根据制件的用途、力学性能要求及成型性能、使用条件、原材料价格等因素,桶盖材料选用密度为 0.9 g/cm^3 的聚丙烯(PP)。桶盖的外形尺寸为 $290 \text{ mm} \times 208 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$,壁厚为 2 mm ,支撑孔部位为 3 mm ,起增强作用,塑料件内表面设有两条加强筋,起增加强度和刚度的作用。塑料件

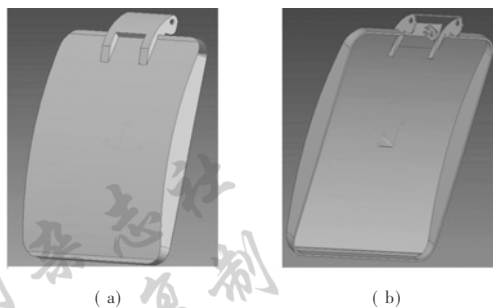


图 1 塑料垃圾桶盖

体积为 142.76 cm^3 ,投影面积为 545.25 cm^2 。

2 注塑模总体结构设计^[1,2]

根据塑料件结构特征及其使用要求选择浇口类型。由于塑料桶盖质量较轻,但投影面积较大,因此选用一模一腔的单型腔模具结构。浇口类型宜选用直浇口或点浇口,设在塑料件中心部位。鉴于塑料件为外观制品,外表面不允许留有浇口痕迹、凹陷、拼接缝等,浇口应设在塑料件内表面,而直浇口粗大,会在塑料件外表面产生凹陷、缩孔等缺陷,因此确定采用点浇口。对于普通浇注系统,选用点浇口要采用较复杂的三板式模具结构和顺序分型机构;而对于热流道模具,只需要两板式模具结构即可,模具总体结构简单。

选用单型腔模具结构时,浇口应设在塑料件背面;通过 Moldflow 软件模拟分析表明,最佳浇口位置应设在塑料件对称线上离盖上端面 150 mm 的位置(见图 2),浇口数量为一个。这一模拟分析结果与上述的分析相一致。确定在塑料件中心设计一个点浇口,无分流道,这种热流道系统结构简单,可采用中央喷嘴的热流道系统。

^{*} 重庆市自然科学基金项目(CSTC, 2005 BB3074)、重庆市科技攻关重大项目(CSTC, 2005 AA3012-5)

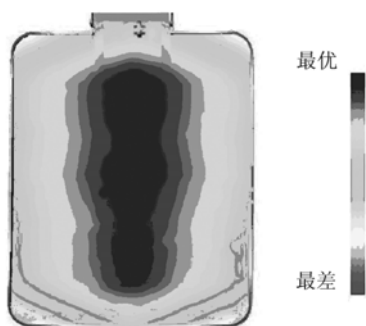


图2 最佳浇口位置的确定

3 热流道系统设计

3.1 热流道尺寸计算^[3]

一个单型腔、一个中央浇口进料的热流道模具应采用中央喷嘴的热流道系统。热流道系统的主流道和浇口的尺寸应通过计算确定。PP 的熔体属于非牛顿型流体, 计算热流道尺寸时, 应考虑不同剪切速率所允许的范围。若流道截面尺寸小, 则剪切速率大, 粘度小, 流动速度快, 充模容易; 但流道尺寸过小, 剪切速率过大, 超过该 PP 所允许的剪切速率时会发生失稳流动, 有损于注塑制品的表面质量和力学性能等; 若流道截面尺寸过大, 则剪切速率小, 熔体粘度高, 流动速度慢, 不容易充满型腔。因此需根据 PP 允许的剪切速率范围计算流道尺寸。

3.1.1 熔体体积流率的计算

熔体在高温时的比容积较固态时高, 而且随熔体的温度而变化。浇道内的静压力因塑料品种而异, 此值可用斯宾塞方程[式(1)] 计算:

$$(P_1 + P_2)(V - \omega) = R'T \quad (1)$$

$$\text{因此 } V = \frac{R'T}{P_1 + P_2} + \omega$$

式中: P_1 ——熔体在浇道中所受到的外压力, 取 $P_1 = 121 \text{ MPa}$;

P_2 ——熔体的内压, 查表得 $P_2 = 25.3 \text{ MPa}$;

V ——熔体在浇道中的比容积, cm^3/g ;

ω ——熔体在绝对温度为 0°C 时的比容积, 查表得 $\omega = 0.992 \text{ cm}^3/\text{g}$;

R' ——修正的气体常数, 查表得 $R' = 0.229 \text{ MPa} \cdot \text{cm}^3/(\text{g} \cdot \text{K})$;

T ——熔体的绝对温度, $T = 220 + 273 = 493 \text{ K}$ 。

将以上各参数代入(1)式, 得到熔体在浇道中的比容积为: $V = \frac{0.229 \times 493}{121 + 25.3} + 0.992 = 1.764 \text{ cm}^3/\text{g}$, 而

塑料制件质量 $W = 142.76 \times 0.9 = 128.48 \text{ g}$, 因选用 XS-ZY500 型注塑机, 取注射时间为 2.5 s , 其熔体

体积流率为:

$$Q = \frac{V \times W}{t} = \frac{1.764 \times 128.48}{2.5} = 90.66 \text{ cm}^3/\text{s}$$

主流道和浇口熔体体积流率为:

$$Q_{\text{主}} = Q_{\text{浇}} = Q = 90.66 \text{ cm}^3/\text{s}$$

3.1.2 热流道尺寸的计算

在熔体体积流率确定后, 为保证 PP 熔体流经流道时的剪切速率在允许范围内, 根据剪切速率 γ 、熔体体积流率与热流道尺寸(半径 R 、直径 D) 的关系, 则有:

$$\gamma = \frac{3.3Q}{\pi R^3} = \frac{3.3Q}{\pi \left(\frac{D}{2}\right)^3} = \frac{26.4Q}{\pi D^3} \quad (2)$$

其流道截面尺寸的计算如下:

(1) 当主流道剪切速率 $\gamma_{\text{主}} = 5 \times 10^5 \text{ s}^{-1}$, 主流道直径 $D_{\text{主}} = 2.03 \times \frac{Q_{\text{主}}}{\gamma_{\text{主}}} \approx 0.53 \text{ cm} = 5.3 \text{ mm}$

(2) 当浇口剪切速率 $\gamma_{\text{浇}} = 1 \times 10^5 \text{ s}^{-1}$, 浇口直径 $D_{\text{浇}} = 2.03 \times \frac{Q_{\text{浇}}}{\gamma_{\text{浇}}} \approx 0.196 \text{ cm} = 1.96 \text{ mm}$

3.2 热流道喷嘴的选择^[4]

3.2.1 热流道喷嘴的结构

采用中央喷嘴的热流道系统, 其主要元件是热流道喷嘴。因无分流道, 故也无热流道板。中央喷嘴是由连接注塑机喷嘴的主流道和连接型腔的浇口两部分组成。喷嘴是热流道系统的一个很重要的元件, 它既要使 PP 在其中保持熔融状态, 又要保证 PP 在与型腔的连接处能冷却凝固。热流道喷嘴的种类较多, 价格相差较大, 要根据模具类型、浇口位置、塑料种类及制件结构等合理选用。塑料垃圾桶盖材料为 PP, 属于慢结晶塑料, 加工温度与结晶温度之差约 90°C , 范围较宽。在型腔冷却时既要保持接近浇口处的喷嘴温度较高, 不会冷却结晶凝固, 又要使浇口及其附近的型腔与型腔其它部位一道快速冷却凝固, 防止制件在浇口附近区域产生“熔解”或变形(PP 容易产生此种缺陷)。因此在热流道喷嘴与模具型腔之间应采用隔热措施, 防止或减少热流道喷嘴与模具型腔之间的热交换。根据制品外观质量要求高的特点, 选用结构简单、价格便宜、易于着色塑料换料、具有隔热作用、适合于 PP 的采用开式绝热仓的中央喷嘴, 见图 3。

3.2.2 热流道喷嘴的尺寸

(1) 主流道直径 由于注塑机喷嘴的孔径为

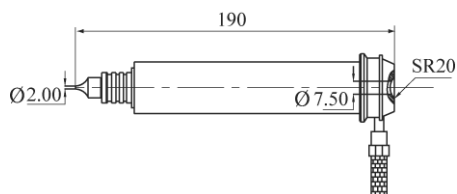


图3 热流道喷嘴

7.5 mm,热流道喷嘴主流道的直径应与其匹配,虽然计算值为5.3 mm,但为了方便进料和选用热流道标准件,热流道喷嘴主流道的直径应改为8.5 mm,此时主流道的剪切速率为 $1.2 \times 10^3 \text{ s}^{-1}$,也能满足剪切速率的要求。

(2) 浇口直径 经计算,浇口直径为1.96 mm,近似为2 mm。在确定浇口直径时,还应考虑保压补缩的问题。PP为结晶性塑料,熔融态与结晶态的密度相差较大,成型收缩率也较大,达2%左右。在保压期间PP熔体流动到型腔,以补偿其体积的收缩,直到浇口被冻结固化。在保压压力作用下的保压补缩中,收缩量也因此补偿了一部分。该补偿部分约为注射体积总量的1/4。对于热流道模具,结晶性塑料较之无定形塑料需要更大的浇口直径。

(3) 热流道喷嘴的长度 热流道喷嘴的长度要适应模具结构的要求,为190 mm。

3.3 热流道喷嘴的温度控制

热流道喷嘴为外加热,以保持喷嘴中处于一定的温度使PP为熔融状态。但是模具型腔对塑料起冷却作用,而PP的结晶速度慢,由熔体到结晶凝固的温度变化范围为90℃,热流道喷嘴的浇口到型腔的距离很短,温度下降梯度很大,因此应采取措施保证所设计的浇口区及其冷却循环有较大的温度梯度,使浇口在开模之前冻结,并有恰当的断裂。浇口应为特殊区域,其温度可以单独调节而有别于模腔温度。

3.3.1 绝热仓

在喷嘴头部与模具之间设计了绝热仓7(见图4)。所谓绝热仓是指在喷嘴头部与模具之间留有一定的绝热间隙,当初次注射时此间隙被塑料充填,而后该塑料层起到绝热作用。绝热仓能使喷嘴与浇口和型腔之间保持较大的温差,使喷嘴内塑料为熔融状态,而浇口与型腔间的塑料能适时冷却凝固。

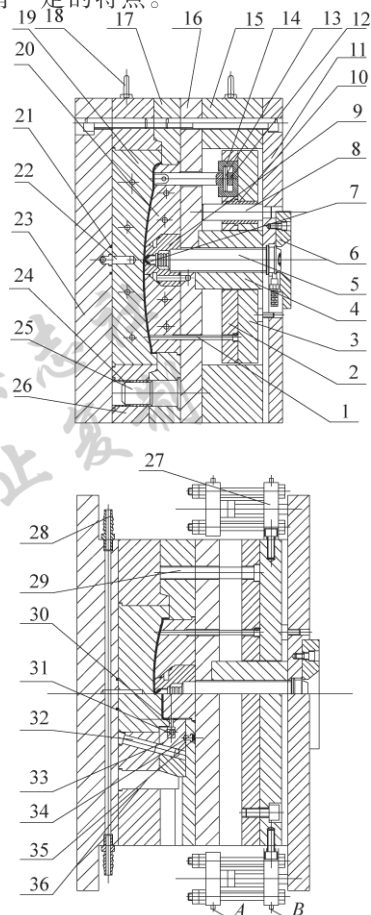
3.3.2 喷嘴镶件

热流道喷嘴与型芯之间设计了镶件9(见图4)。在镶件上开设一条独立的冷却水道,不受模具型腔温度的影响,以控制喷嘴周边的浇口与型腔的

温度,使喷嘴、浇口和型腔周边能正常工作,防止该区域因温度过高而出现拉丝和流涎现象;也可防止因温度过低而出现浇口堵塞现象。

4 模具结构的其它特点

塑料垃圾桶盖注塑模具结构如图4所示。此模具为两板式,但推出机构设在定模,模具冷却系统的设计也具有一定的特点。



- 1—推杆; 2—推出固定板; 3—推板; 4、15—垫块;
5—中央喷嘴; 6—定位环; 7—绝热仓; 8、25—导柱; 9—镶件;
10、24—导套; 11—定模座板; 12—斜滑杆; 13、31—销;
14—斜滑杆座; 16—定模垫板; 17—型芯固定板; 18—吊环;
19—凹模; 20—型芯; 21—密封圈; 22—冷却水道隔板;
23—动模座板; 26—凹模固定板; 27—液压油缸;
28—水管接头; 29—复位杆; 30—斜型芯; 32—斜销;
33—斜滑块; 34—挡钉; 35—弹簧; 36—锁紧楔

图4 塑料垃圾桶盖注塑模结构

4.1 推出机构设计

为防止在塑料件外表面留下浇口痕迹和顶出痕迹,将浇口设在制件内表面。因此型芯20设在定模,凹模19设在动模。塑料件内表面有一侧孔,型芯内还应设计由斜滑杆12等组成的侧向抽芯机构。开模时塑料件应留在定模一边,推出机构和侧向抽

芯机构也应设在定模一边(见图 4)。推出机构和侧向抽芯机构的工作原理是, 开模时注塑机移动模板带动模具动模向左移动以实现开模, 此时斜销 32 驱动斜滑块 33 向外侧移动, 实现两外侧孔的侧向抽芯; 当开模至一定距离时, 固定在推板 3 上的液压油缸 27 的 A 端进油、B 端出油, 油缸活塞杆顶在定模座板 11 上, 使推出机构和斜滑杆导滑的侧向抽芯机构动作, 实现推出塑料件和进行内侧侧向抽芯。

4.2 模温调节系统设计

热流道注塑模具中, 对热流道部分要加热, 保持流道内物料为熔融状态, 而对型腔部分要进行冷却, 使型腔中物料快速冷却凝固。因此对热流道模具模温调节系统的设计要求更高, 还要防止热流道系统与模具型腔之间的热交换, 即对它们之间应进行隔热。该模具的热流道系统为热主流道, 采用了中央喷嘴 5(为外加热), 将加热、温控和流道等部分制成一体。使用时只需控制加热温度高低即可; 中央喷嘴与模具之间接触面积很小, 为减少热交换, 用空气隔热, 加大了热流道喷嘴的浇口与模具型腔之间的温度梯度, 一端是高温的热流道系统, 另一端是低温的模具型腔。如果温度太高, 型腔在浇口附近不能及时冷却凝固, 将延长冷却时间, 使塑料件出现变形等缺陷; 若温度太低, 则会使热流道喷嘴与型腔接触位置附近冻结而堵塞流道, 使模具不能正常工作。因此在热流道喷嘴与模具型芯之间设置了镶件 9, 且在镶件上单独开设了冷却水道, 使浇口部位的温度调节与型芯其它部位的冷却分别控制, 能够根据

各个部位的要求控制温度的高低。同样, 凹模上浇口对面部位也单独设置冷却水道, 与凹模其它部位的冷却分别控制, 以保证热流道系统和模具工作正常, 也保证了塑料件的质量。

5 结语

室内用分类垃圾桶盖注塑模采用热流道系统, 其优点为: (1) 注塑模为一模一腔, 在模具中心设一个浇口, 采用热主流道的热流道系统, 无需热流道板; (2) 采用点浇口时, 热流道模具只需两板式模具, 模具结构可以大为简化; (3) 热流道模具无浇注系统凝料, 每模可节约原料 9.7 g, 减少原材料消耗 7%; (4) 无浇注系统凝料可用作回收料添加到塑料原料中, 使原料质量提高, 塑料件质量也提高; (5) 浇口附近和浇口对面的冷却回路独立于型芯和型腔的冷却回路, 单独控制温度和冷却速度, 使热流道系统不受型芯和型腔温度的限制; (6) 采用液压油缸为定模推出机构提供动力, 动作可靠, 时间灵活, 结构紧凑, 不受模具厚度和注塑机模板行程的限制。

参考文献

- [1] 黄虹. 塑料成型加工与模具[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003: 253 - 259.
- [2] 申开智. 塑料成型模具[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2002: 74 - 89.
- [3] 黄虹, 王选伦, 夏华. 周转箱塑件热流道注射模具设计[J]. 中国塑料, 2005, 19(11): 98 - 102.
- [4] [瑞典] 丹尼尔 · 弗伦克勤, [波兰] 享里克 · 扎维斯托夫斯基著. 热流道模具技术[M]. [英] 罗伯特 · 沃克登, 徐佩弦, 译. 北京: 化学工业出版社, 2005: 32 - 110.

HOT RUNNER INJECTION MOULD DESIGN FOR COVER OF CLASSIFYING GARBAGE BIN INDOOR

Xia Hua¹, Huang Hong¹, Tan Anping¹, Liu Luxing²

(1. School of Material Science & Engineering, Chongqing Institute of Technology, Chongqing 400050, China;

2. Shandong Provincial Plastics R&D Centre, Jinan 250002, China)

ABSTRACT The injection mould for cover of the classifying garbage bin is a kind of mould with single cavity structure, a single injection orifice is set in the center of the part. Besides, the type of main hot runner is chosen. The plastic part is kept in the side of the fixed mould when the mould is opened, and institutions of extrusion and draw core are also settled on the fixed mould. These above simply the mould structure and can completely realize automatic productivity.

KEYWORDS injection mould, hot runner, hot main runner, institution of extrusion for fixed mould

供应稀土纳米成核剂

本公司供应稀土纳米成核剂。该成核剂的优点为: (1) 稀土纳米成核剂能够在较高温下诱导高分子结晶, 晶核的生成速度快, 晶核丰富而细小。 (2) 可增加高分子材料的交联密度和稳定性, 使得材料的韧性、抗冲击性、拉伸强度、耐高低温性、耐磨性、气密性等得到较大提高和改善。 (3) 产品具有用量少(用量仅为 0.1% ~0.5%)、效率高、无毒无味的优点, 将给用户带来高质量的产品和良好的经济效益。稀土纳米成核剂可用于结晶性高分子材料, 如 MC 尼龙、PA6、PP、PE、PET、PC、POM 等。免费样品, 欢迎试用!

单位: 广东惠州瑞尔化学科技有限公司 电话: 0752 - 3619845 13902628056 传真: 3619845 2533855