

分类垃圾桶脚踏板热流道注射模设计^{*}

龙婷 黄虹

(重庆理工大学材料科学与工程学院, 重庆 400050)

摘要 分析了分类垃圾桶脚踏板的结构特点和工艺性, 设计了热流道注射模结构, 详述了热流道注射模的设计思路、总体结构、热流道系统设计。该模具结构紧凑、工作可靠, 可实现全自动生产。

关键词 脚踏板 热流道 注射模

注射模热流道是通过加热的办法来保证流道和浇口的塑料保持熔融状态。由于在流道附近或中心设有加热棒和加热圈, 从注塑机喷嘴出口到浇口的整个流道都处于高温状态, 使流道中的塑料保持熔融, 停机后一般不需要打开流道取出凝料, 再开机时只需加热流道到所需温度即可^[1]。注射成型模具使用热流道技术与普通流道模具相比, 具有生产效率高、成型注塑件质量好、节约能源等优点。

1 注塑件结构工艺性分析

分类垃圾桶脚踏板结构如图 1 所示, 质量为 58.5 g, 采用成型温度为 195 ~ 240 ℃ 的聚丙烯 (PP) 生产。现在市场上用于家庭或办公室的垃圾桶均为单桶式, 其不足是不能将垃圾分类, 最终造成环境污染及可回收材料的浪费。因此, 现将垃圾桶进行改进, 使其成为绿色环保性的双桶式垃圾桶。两桶成对称分布, 高度为 65 mm, 壁厚 2 mm, 最大投影面积为 50 000 mm²。注塑件外表面的光洁度要求比较高, 内表面的精度要求低些, 注塑件外表面精度选 MT2 级, 内表面选 MT3 级。

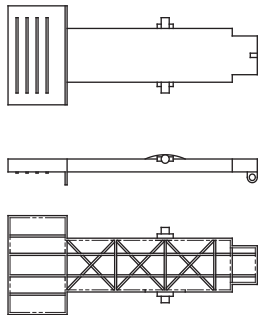


图 1 垃圾桶底座脚踏板

该垃圾桶底座脚踏板只有一个部位尺寸要求严格, 即与底座相配合的两个小圆柱台, 并且在安装过程中, 均是强制压入。其它部位可由设计者根据材料的节省程度、模具加工的难易程度、模具设计的方便性自行进行修改。从结构看, 2 mm 厚注塑件在工艺上必须考虑其充模能力, 此外该注塑件有较多

的加强筋, 对脱模造成困难, 此注塑件需求量大, 若采用普通流道注射成型, 不仅会造成材料浪费, 注射时需较高的注射压力及料筒温度, 而且注塑件质量不易保证, 故决定采用热流道注射模进行生产。

2 模具设计

2.1 模具结构设计方案

为使模具注塑机相匹配以提高生产率和经济性, 并保证注塑件精度, 模具设计时应合理确定型腔数目。模具型腔数量的确定主要是根据注塑件的投影面积、几何形状、注塑件精度、批量及经济效益来确定的。该注塑件结构较简单, 且流程比不长, 两边呈对称分布。根据分析与经验, 选择正上表面的中心位置进浇, 选用一模两腔。

此类垃圾桶底座脚踏板分型面的方向尽量采用与注塑机开模成垂直方向, 并满足分型面取在最大轮廓处, 并且不影响注塑件外表面的光洁度。分析注塑件的结构, 最终将分型面选择在脚踏板底部并通过两侧支柱的中心位置。同时外表面较光滑, 内表面有加强筋, 注射完成后, 注塑件由于收缩必留于型芯镶件多的内表面模侧, 设计注塑件外表面侧为定模侧, 注塑件内表面为动模侧。由于注塑件为有外观要求的塑件, 选择点浇口从注塑件外表面进浇, 其浇口位置有 2 种方案: ①从注塑件顶部的中心进料; ②在分型面上开设侧浇口进料。若采用侧面进料, 熔料填充过程中易出现流动不均匀, 填充不一致, 还有可能在注射成型过程中, 熔料先将分型面上的排气槽堵塞, 使注塑件顶部产生困气, 造成气泡、缺料等缺陷, 故采用从注塑件顶部中心沿径向和侧壁均匀填充型腔的方案, 模具结构如图 2 所示。

2.2 模具工作原理

模具采用热流道系统, 使塑料熔体保持熔融状

^{*} 重庆市科委科技攻关项目 (2008AC3025)

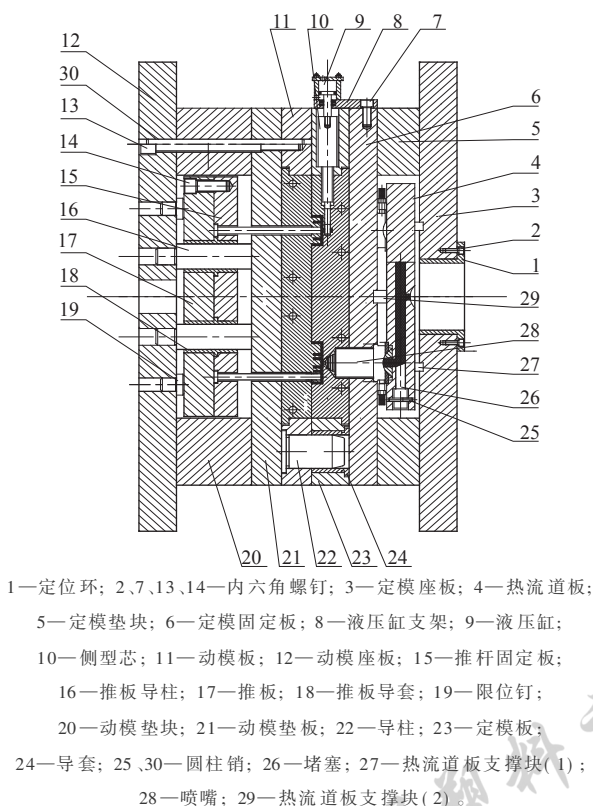


图2 垃圾桶底座脚踏板热流道注射模结构

态,经均衡分流后进入2个喷嘴28,通过浇口进入型腔,冷却固化后。液压缸先侧向抽芯分型,然后定模与动模分开。动模往后退,同时推板在注射机顶杆的推动下向前运动,从而推动推杆往前运动,顶出注塑件。模具闭合时,通过复位杆复位,开始下一轮的注射过程。

3 热流道系统设计

3.1 热流道浇注系统的选定

浇注系统是引导塑料熔体从注射机喷嘴到模具型腔的进料通道,其具有传质、传压和传热功能,对注塑件质量影响较大。其设计合理与否直接影响模具的整体结构及其工艺操作的难易。传统的冷流道模具,熔融料在被注入型腔前就已在流道中降温,致使其粘度增高,流动性降低,导致注塑压力较大,增加了产品的内应力,从而出现产品变形、表面性能和力学性能降低等问题。而热流道模具具有改善产品质量、节省塑料原材料、节约能源、提高生产效率等优点。因此采用热流道模具。

3.2 流道的设计与定位圈的设计

3.2.1 主流道设计

主流道通常位于模具中心塑料熔体的入口处,将注射机喷嘴注射出的熔体导入分流道或型腔中。

此模具为一模两腔,且主流道开在两注塑件的中间位置。主流道的形状为圆柱形,以便于熔体的流动和流道的清理。

主流道设计要点一般为主流道通常设计成圆锥形,但此模具的主流道完全在热流道内,考虑到加工方便,采用圆柱形。内壁表面粗糙度(Ra)小于 $0.8 \mu m$,抛光时沿轴向进行,取 2° 。

为防止主流道与喷嘴处溢料,主流道对接处紧密对接,主流道对接处应制成半球形凹坑,其半径 $R_2 = R_1 + (1 \sim 2) mm$,其小端直径 $d_1 = d_2 + (0.5 \sim 1) mm$ 。凹坑深 h 为 $3 \sim 5 mm$ 。根据所选注塑机,取 $R_2 = 20 mm$, $d_1 = 5 mm$, $h = 5 mm$ 。

为减小料流转向过渡时的阻力,主流道末端呈圆角过渡,圆角半径 r 一般为 $1 \sim 3 mm$,此模具取 $r = 2 mm$ 。

在保证塑料成型良好的前提下,主流道 L 应尽量短,否则将增多流道凝料,且增加压力损失,使注塑件降温过多而影响注射成型。此模具 L 取 $5 mm$ 。

3.2.2 定位环的设计

定位环根据所选注塑机确定大端外径 $D = 150 mm$,且安装后大端要高出定模端面 H 约 $5 \sim 10 mm$,这里 H 取 $7 mm$,起定位作用,定位环结构见图3。

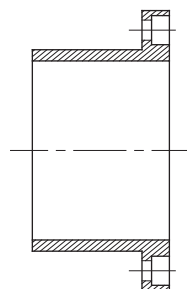


图3 定位环结构图

3.2.3 热流道浇注系统的设计

(1) 浇口位置的确定

浇口位置需根据注塑件的几何形状、结构特征、技术和质量要求及注塑件的流动性能等因素综合加以考虑。根据注塑件自身的结构特点,将其定在注塑件上表面的中心位置上。

(2) 热流道尺寸计算

熔体在高温时的比容较固体时高,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计算,见式(1)。

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

$$\text{即 } V = \frac{R'T}{P_1 + P_2} + \omega \quad (1)$$

式中: P_1 ——熔体在浇道中所承受的外部压力, 取 110 MPa;

P_2 ——熔体的内压, 查表得 $P_2 = 25.3$ MPa;

V ——熔体在浇道中的比容, cm^3/g ;

ω ——熔体在绝对温度为零度时的比容, 查表得 $\omega = 0.992 \text{ cm}^3/\text{g}$;

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

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

将以上各参数代入式(1)得: $V = 1.826 \text{ cm}^3/\text{g}$ 。

取注射时间为 2 s, 注塑件质量 w 为 117 g, 其容积流量 $Q = V \cdot W/t = 106.82 \text{ cm}^3/\text{s}$;

主流道容积流量 $Q_{\pm} = Q = 106.82 \text{ cm}^3/\text{s}$;

分流道容积流量和浇口容积流量 $Q_{\text{分}} = Q_{\text{浇}} = Q/2 = 53.41 \text{ cm}^3/\text{s}$ 。

因此, 主流道直径 $D_{\pm} = 1.27 \times \sqrt[3]{Q_{\pm}} \approx 6.0 \text{ mm}$, 分流道直径 $D_{\text{分}} = 2.73 \times \sqrt[3]{Q_{\text{分}}} \approx 10.3 \text{ mm}$, 点浇口直径 $D_{\text{浇}} = 0.467 \times \sqrt[3]{Q_{\text{浇}}} \approx 2.0 \text{ mm}$ 。

(3) 热流道板的加热形式

热流道板采用外加热形式。流道板内安装加热棒对整个流道板(包括流道)进行加热, 其结构如图 4 所示。

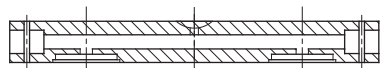
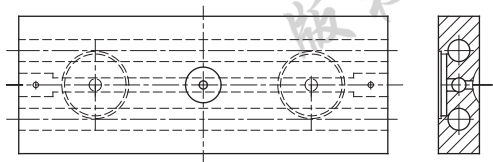


图 4 热流道板系统结构

采用外加热方法, 流道内熔体流动路径是无障碍物的圆形截面, 熔体在流道内流动顺畅, 很少有残留物, 调换不同颜色的塑料时, 只需将其中熔料全部置换即可, 停机后再启动时不需要清理流道中的凝料, 只需控制加热器的开关即可。但是, 由于热流道板的温度较高, 应采取与模具其它部分隔热的措施, 如利用空气隙进行隔热等。在热流道板与模板之间用垫块支撑, 可以减少接触面积, 减少传热量, 但接触面积上所受的压力因之增大, 所以必须使用高强度的材料(如不锈钢或高铬钢)。空气隙的距离应不小于 8 mm。

(4) 热流道板加热功率的计算

由于热流道板的温度为 200 ~ 300 °C, 其表面为

钢的氧化表面。热辐射率 $\alpha = 0.8$, 升温时间 T 为 1 h, 热效率 ρ 为 0.2, 并且留有的 10% 余热, 则热流道板所需的加热功率 P 计算式为:

$$P = \left[\frac{110 \Delta t \cdot \omega}{860 \tau \cdot \eta} + (0.003206 \Delta t - 0.3278A + \sum \frac{b \cdot \Delta t' \cdot \lambda}{\delta}) \right] \times 1.1 \quad (2)$$

热流道板的表面积: $A = A_1 + A_2 + A_3 = 762 \text{ cm}^2$;

热流道板的总质量: $W = 30 \times 270 \times 100 \times 7.85 \times 10^{-6} = 6.359 \text{ kg}$;

热流道板要求的温度: $t = 220 \text{ °C}$;

热流道板升高的温度: $\Delta t = 220 \text{ °C} - 20 \text{ °C} = 200 \text{ °C}$;

模具温度为 40 °C; 则热流道板与定模边各板的温度差 $\Delta t' = 220 \text{ °C} - 40 \text{ °C} = 180 \text{ °C}$;

不锈钢支撑物接触面积 $b_1 = 1.8 \text{ cm}^2$, 厚度 $\delta = 0.9 \text{ cm}$, 4 个; $b_2 = 3.45 \text{ cm}^2$, 厚度 $\delta = 1.4 \text{ cm}$, 1 个;

支撑物的热导率为 $\lambda = 0.1624 \text{ W}/(\text{cm} \cdot \text{°C})$, 代入式(2)得: $P = 1493.86959 \text{ W}$

计算结果为开始注射时的升温功率, 在维持正常生产时, 所需功率应为热流道板辐射、对流、传导损失之和, 经计算其值为 406.3 W, 相当于启动功率的 0.272 倍。热流道板的维持温度设定应比注塑机的机筒温度稍高一些。

(5) 热流道板实际加热功率校核

采用长 270 mm, 直径为 16 mm 的 2 根高密度加热棒, 其最高功率密度小于 $15 \text{ W}/\text{cm}^2$, 总功率为 1627.776 W。

(6) 热流道板线膨胀量的计算及控制措施

由于热流道板加热温度为 220 °C, 定模型腔板的温度为 40 °C, 两板的温度相差较大, 热流道板的热膨胀必然会使喷嘴前端产生横向位移, 使之与各型腔浇口中心线偏心, 设计和装配时必须预先考虑这一问题, 以防止熔料泄露和流动不畅, 并采取能使浇口保持正确的固定方式。

①热流道板线膨胀量按式(3)计算。

$$\text{线膨胀量} = 1.2 \times 10^{-5} \cdot \Delta T \cdot L \quad (3)$$

式中: 1.2×10^{-5} ——钢的线胀系数;

ΔT ——热流道板与模具的温差, 这里热流道板的温度为 220 °C, 模具温度为 40 °C, 故 ΔT 为 180 °C;

L ——主浇口中心线至热流道喷嘴中心线的垂直距离, 此处 $L = 79 \text{ mm}$ 。

将以上数据代入式(3)中得线膨胀量 = 0.17064 mm

②热流道板线膨胀量的处置措施

在设计和加工时,使装配图中的热流道板与定模型腔板中两喷嘴对接的分流道中心线长度不应相等,其差值为0.171,设计在热流道板两分流道中心线方向上,向主流道一侧分别偏置0.086的位置。成型生产中,当热流道板达到工作温度时尺寸膨胀,热流道板与定模型腔板产生相对滑移,使热流道板中分流道中心线与定模型腔中两喷嘴的中心线对齐。

(7) 喷嘴的选择

热喷嘴是热流道系统最末端的部分,其与型腔直接相连,连接处称为浇口。采用开放式喷嘴。

4 结语

本模具合理选择了流道和浇口形式,避免了注塑件出现表面缺陷。在热流道系统设计中,针对PP料的特点,着重考虑了热流道系统的加热和冷却系

统设计,解决了注射过程中注射温度过高和注塑压力损失问题,消除了塑料流动过程中的缺陷,提高了注塑件质量。该模具结构紧凑、工作可靠,可实现全自动生产。

参考文献

- [1] 黄虹,夏华,陈元芳,等.塑料工件周转箱注射模具设计[J].工程塑料应用,2005,33(6):56-59.
- [2] 陈剑玲,高海定.高温高黏塑料热流道注射模设计[J].模具工业,2009,35(10):43-46.
- [3] 申开智.塑料成型模具[M].北京:中国轻工业出版社,2002.
- [4] 黄虹.塑料成型加工与模具[M].北京:化学工业出版社,2003.
- [5] 丹尼尔.弗伦克勒(瑞典)等.注射模具的热流道[M].北京:化学工业出版社,2005.
- [6] 郑章耕.工程材料及热加工工艺基础[M].重庆:重庆大学出版社,1997.
- [7] 王孝培.塑料成型工艺及模具简明手册[M].北京:机械工业出版社,2000.
- [8] 邓明.实用模具设计简明手册[M].北京:机械工业出版社,2006.

DESIGN OF HOT RUNNER INJECTION MOULD FOR SORTABLE GARBAGE FOOT PLATE

Long Ting, Huang Hong

(College of Materials Science & Engineering, Chongqing University of Science and Engineering, Chongqing 400050, China)

ABSTRACT A hot runner injection mould for a sortable garbage foot plate made of PP was designed based on analysis on the structural and technical requirement of the product. The general structure of the mould and the design of hot runner system were presented. The mould was compact in structure, reliable in operation and it also could realize automatic production.

KEYWORDS foot plate, hot runner, injection mold

《塑料工业》2011年征订启事

《塑料工业》创刊于1970年,是国内外公开发行的中央级专业技术期刊;全国中文核心期刊;美国化学文摘(CA)收录核心期刊;中国科学引文数据库来源期刊;中国工程塑料工业协会会刊。曾荣获第三届国家期刊奖提名奖,第六届全国石油和化工行业优秀期刊一等奖,四川出版·期刊奖。五年来的平均影响因子在塑料专业期刊中排名领先。

《塑料工业》以促进塑料工业的发展,提供最前沿的相关技术与最新信息,准确报道国内外塑料工业的发展趋势为办刊宗旨,全面、快速、翔实地报道有关塑料原料,塑料改性,相关助剂,成型加工,合成工艺,新技术,新产品的生产及应用等领域的技术动态及发展方向,每年提供一篇有关国外塑料工业发展的最新动态的文章。

《塑料工业》每期刊载数十页印刷精美,信息丰富的彩色、双色广告,为各企业和科研院所进一步实现科技成果产业化架起了一座桥梁。月刊,每月20日出版。国内出版统一刊号CN 51-1270/TQ,国外刊号ISSN 1005-5770,国内邮发代号62-71,全国各地邮局均可订阅,也可直接汇款到

编辑部订阅,2011年定价13元/本,全年定价156元。

地址:四川成都市人民南路四段30号 邮编:610041

电话:028-85558516 028-85570801 传真:028-

85562962

网址:www.iplast.cn E-mail: office@iplast.cn

邮购《塑料工业》杂志须知:

邮局汇款

邮编:610041

地址:四川成都市人民南路四段30号

收款人:《塑料工业》编辑部

银行汇款

开户行:成都市建行第七支行领事馆分理处

户名:中蓝晨光化工研究院有限公司

账号:51001479066050362989

汇款后请将所购杂志的年、期,收件人姓名,详细地址,邮编,单位名称及电话号码规范书写并传真至028-85562962,以便邮寄杂志和开发票。(孙)