

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2017.09.016

汽车通风器罩双色注射成型工艺的研究与实现^{*}

刁思勉^{1,2},汪智勇^{3,4},周华民³,蔡考群⁴,杨金表⁴

[1. 中国地质大学,武汉 430074; 2. 广东华中科技大学工业技术研究院,广东东莞 523808;

3. 华中科技大学材料成形及模具技术国家重点实验室,武汉 430074; 4. 群达模具(深圳)有限公司,广东深圳 518129]

摘要:以汽车通风器罩为例,研究了双色注射成型工艺中的模具设计、辅助控制系统等关键技术,实现了工艺设计与应用。分析了双色注射模具的结构特点,主要体现在复杂的浇注系统和抽芯结构等方面,实现了模具结构设计;提出了在通用注塑机上外接辅助控制系统的新方案,构建了双色注射辅助控制系统的总体方案、硬件平台和软件平台;通过该工艺的实际应用,满足了汽车工业的要求,为该工艺的进一步推广应用提供了理论指导和技术支撑。

关键词:汽车通风器罩;双色注射成型;模具设计;控制系统

中图分类号: TQ320.5+2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2017)09-0076-04

Research and Implementation of Two-Color Injection Molding Technology for Automobile Ventilator

Diao Simian^{1,2}, Wang Zhiyong^{3,4}, Zhou Huamin³, Cai Kaoqun⁴, Yang Jinbiao⁴

[1. China University of Geosciences, Wuhan 430074, China; 2. Guangdong HUST Industrial Technology Research Institute, Dongguan 523808, China; 3. State Key Laboratory of Mold & Die Technology, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China; 4. Kunda Mould (Shenzhen) Co., Ltd., Shenzhen 518129, China]

Abstract: The key technology of mold structure design and auxiliary control system for two-color injection molding process of the automobile ventilator was researched. The design and application of the process were also achieved. The structural characteristics of the two-color injection mold were researched, which were mainly embodied in the complicated gating system and core-pulling structure, and the mold was designed. Based on the universal injection machine, the working principle and overall scheme of the two-color injection assistant control system were also realized. The design and implementation of the control system were researched. Through application of the process and test of the product, the requirement of the automotive industry was met. The technical support and guidance for the application of two-color injection molding technology was provided.

Keywords: automotive ventilator; two-color injection molding; mold design; control system

随着汽车轻量化及汽车塑料制品向高效率、低成本、集成化和绿色环保等方向的发展,传统的注射成型工艺已难以满足工业应用要求,逐渐涌现了双色注射等新型成型工艺。双色注射成型是指将两种不同品种或不同颜色的塑料注入同一模具的成型方法,通过实现对两种材料的聚集态、相形态、组织形态等方面的控制和复合,达到满足制品不同使用要求、提高性能和降低成本的目的。

目前双色注射成型主要包括旋转模具式和滑块抽芯式,前者适用于尺寸小、形状结构简单的产品,后者适用于尺寸大、形状结构复杂的产品。由于汽车塑料产品的结构特点,往往采用滑块抽芯式双色注射成型工艺,但该工艺与传统的注射成型工艺有很大的不同,实现难度很高,主要体现在模具结构及动作过程复杂、需要专用的双色注塑机等方面。

笔者以汽车通风器罩为例,研究滑块抽芯式双色注射成型工艺中的模具结构设计、辅助控制系统等关键技术,并实现产品的工艺设计与应用。

1 产品的可成型性工艺分析

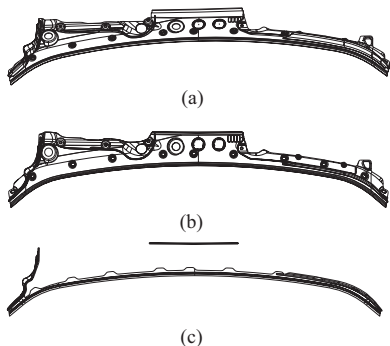
图1a为某汽车通风器罩双色注射产品的CAD结构图,其产品尺寸为1516.5 mm×324.5 mm×118 mm。根据实际的工业应用,产品由两种材料组成,其中主体结构(即硬胶部分)如图1b所示,材料采用聚丙烯(PP),保证产品力学强度和性能;外围结构(即软胶部分)如图1c所示,材料采用热塑性弹性体(TPE),保证产品的触感柔

^{*} 广东省引进创新创业团队计划项目(2013G076)

联系人:汪智勇,高级工程师,主要研究方向为塑料成型工艺及模具技术

收稿日期:2017-06-16

软并实现与其他零件之间的密封性。产品的平均厚度为 2.0 mm,总重量约为 450 g,生产批量为 30 万次,模腔排位为单模腔,结合产品的结构特点和工艺要求,需要采用双色注射成型工艺。



a—整体结构; b—主体结构(硬胶部分); c—外围结构(软胶部分)

图1 产品结构 CAD 模型

在注射成型过程中,首先注射 PP 获得产品的主体结构,然后进行第二次注射, TPE 塑料熔体在 PP 表面流动,待冷却后便与 PP 粘结在一起获得双色注射产品。

(1) 材料的成型工艺分析。PP 的收缩率为 1.1%, TPE 的收缩率为 1.5%~2.0%,由于两种材料的收缩率不同,在模具结构和注射工艺设计时需进行综合考虑;而且模具结构设计要考虑通过滑块抽芯机构实现 PP 和 TPE 的先后次序注射。

(2) 产品的结构分析。产品的分型面需设计在产品断面尺寸的最大位置,因产品厚度方向尺寸相对较小,较容易确认。但产品尺寸大,需采用多个浇口;且产品存在大量的孔位和筋位,模具的斜顶、滑块等机构复杂。

(3) 注射成型设备分析。结合该产品的种类、模腔分布和实际情况,采用海天公司锁模力为 1600 t 的注塑机生产。

2 模具结构设计

由于该产品的结构特点和工艺要求,采用滑块抽芯式双色注射工艺,相对普通注射模而言,其模具具有复杂的浇注系统和抽芯机构等特点。

2.1 浇注系统

浇注系统设计的好坏将直接影响成型难易程度、产品的外观和性能。尽管 PP 和 TPE 均具有较好的流动性,但由于产品尺寸很大,为了减少流动长度和保证充填效果,需要多个浇口,且往往采用热流道系统。同时,由于在该模具中需要进行两次注射,因此针对产品主体结构和外围结构需单独设计浇注

系统,且这两个浇注系统相互垂直布置。图 2 和图 3 分别为产品主体结构和外围结构的热流道系统。

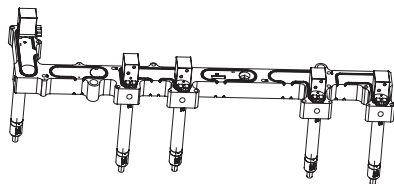


图2 产品主体结构的热流道系统

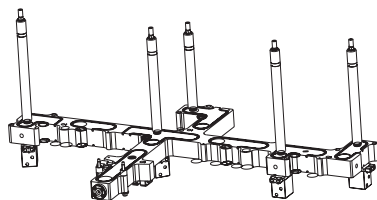


图3 产品外围结构的热流道系统

2.2 抽芯机构

相对于普通注射模而言,双色注射模的主要特点在于具有两个模腔,其中主模腔用于成型产品的主体结构,副模腔用于成型产品的外围结构。同时模具结构采用滑块抽芯机构来实现:当模具合模时,该滑块抽芯机构填满副模腔,此时模具只形成主模腔,进行 PP 注射成型,获得产品的主体结构;然后,滑块抽芯机构退出形成副模腔,进行 TPE 注射成型,待冷却后与 PP 粘合从而获得双色注射产品。根据产品的外围结构特点,设计 5 个滑块抽芯机构,且采用液压油缸方式驱动,具体如图 4 所示。

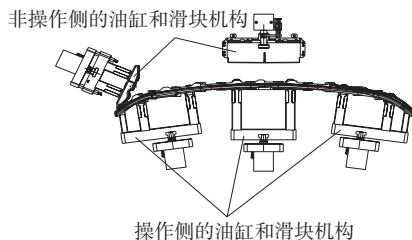


图4 副模腔的滑块抽芯机构

2.3 总体结构

完成上述浇注系统和滑块抽芯机构设计后,进行模具的详细设计,图 5 为模具的整体三维结构。

3 辅助控制系统的研究与实现

双色注射过程的工艺控制比常规注射成型更加严格、模具动作过程更复杂,往往需要采用专用的双色注塑机,不仅价格昂贵,是通用注塑机价格的 2~3 倍,而且缺乏灵活性。因此,在通用注塑机上外接双色注射辅助控制系统,并实现与通用注塑机的集成应用以满足双色注射工艺的需求,不仅可以降

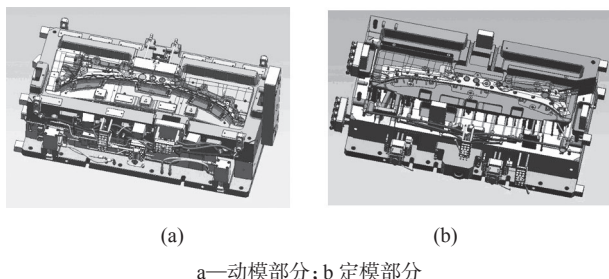


图5 模具的整体三维结构图

低成型设备的成本,而且将该控制系统连接到不同吨位的通用注塑机上,满足不同尺寸产品的双色注射成型工艺,具有很好的灵活性。

3.1 基本原理

由于嵌入式控制系统具有可灵活定制、操作方便简单、具备统一的接口等优点,因此,双色注射辅助控制系统(以下简称辅助控制系统)采取基于嵌入式的控制系统。图6为该辅助控制系统工作原理图,具体思路为:在双色注射成型工艺过程中,原通用注塑机控制系统产生的一些关键信号(如副模腔滑块抽芯机构的退出到位信号等)输入到辅助控制系统中,由辅助控制系统来实现副模腔的注射过程控制等,然后将信号输出返回到原注塑机控制系统,从而驱动注塑机的液压传动系统、合模系统等相关执行机构和模具共同完成双色注射成型的工艺过程。

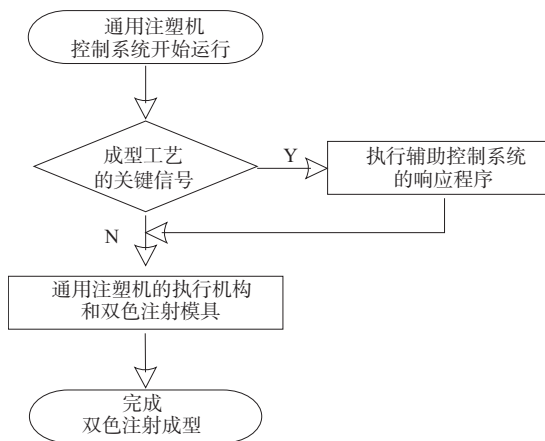


图6 基于嵌入式辅助控制系统的工作流程框图

3.2 硬件平台

辅助控制系统实现的主要功能为完成副注射单元的料筒温度加热和副模腔的注射成型,其总体方案设计结构如图7所示,主要由注射单元模块和主控单元模块组成。其中,注射单元模块可采用通用注塑机的注射装置,主要包括螺杆及其传动装置、

加料计量装置和注射座等组成。主控单元模块主要由温度控制子模块和液压控制子模块组成,主要实现料筒温度的加热与监测、射嘴的注射动作控制等;考虑功能、成本及可靠性等要求,主控单元模块的上位机采用工控机,配PC104总线接口,下位机采用FPGA(现场可编程门阵列)。

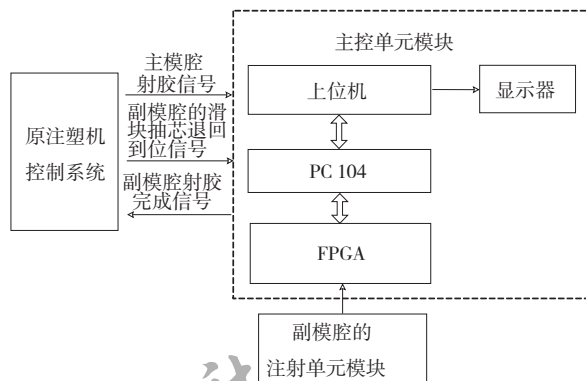


图7 辅助控制系统的总体方案设计

3.3 软件平台

根据硬件系统的设计,辅助控制系统的软件系统包括上位机软件和下位机软件,即工控机软件和FPGA软件。其中,上位机软件主要包括人机交互界面、副注射单元的料筒温度控制、注射动作控制和I/O操作,并实现与下位机的通信。下位机的工作流程如图8所示。

基于硬件平台和软件平台的设计与实现,开发的双色注射成型辅助控制系统如图9所示。

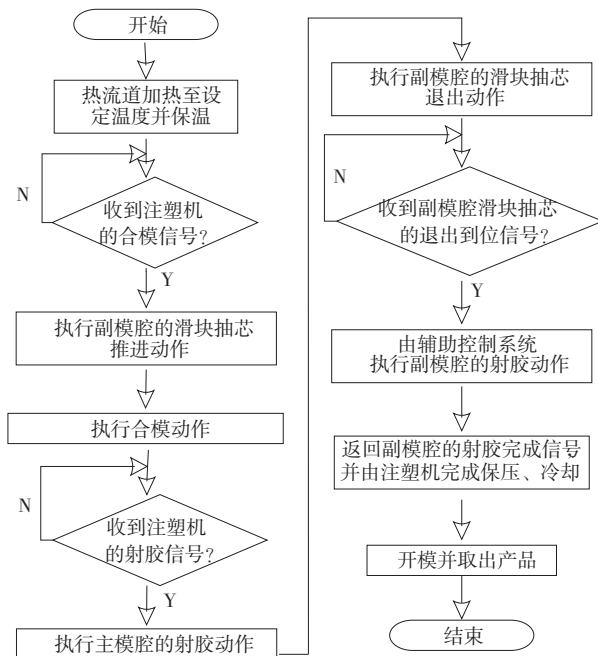


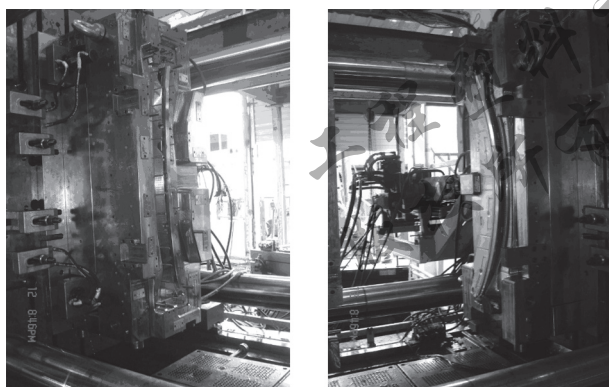
图8 下位机软件的工作流程



图9 辅助控制系统实物照片

4 工艺应用与验证

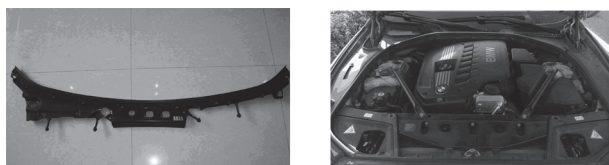
在完成该产品的模具结构设计与制造后,安装到海天通用注塑机上;同时将开发的辅助控制系统连接到该注塑机上,如图10所示。经工艺调试实现了该产品的双色注射成型,所获得的产品如图11a所示,经检测,产品的尺寸和装配间隙、力学性能、翘曲变形等参数指标均达到了汽车工业的应用要求。图11b所示为该产品在大众汽车某车型上的应用情况。



(a) (b)

a—动模部分;b—定模部分

图10 汽车通风器罩的双色注射模具



(a) (b)

a—产品;b—应用情况

图11 汽车通风器罩双色注射产品及其应用:

5 结语

以汽车通风器罩为例,研究了双色注射成型工艺中的模具结构设计和辅助控制系统等关键技术,实现了该工艺的工程化应用与验证,为该工艺的进一步推广应用提供了理论指导和技术支撑。

参考文献

- [1] 杜代鹏. 滑块驱动双色注射模设计[J]. 模具工业, 2010, 36(2):45-49.
Du Daipeng. Development of injection mould for bicolor plastics driven by side mechanism[J]. Die & Mould Industry, 2010, 36(2):45-49.
- [2] 高瑾, 周建军. 汽车内饰条多行位脱模机构及双色注塑模具设计[J]. 塑料工业, 2016, 44(12):55-58.
Gao Jin, Zhou Jianjun. Design of bicolor injection mould and multi-type core pulling mechanism for automotive interior trim[J]. China Plastics Industry, 2016, 44(12):55-58.
- [3] 苏慧祯. 型芯旋转式双色模具设计[J]. 工程塑料应用, 2015, 43(7):87-90.
Su Huiyi. Design of double color mould with core rotary type[J]. Engineering Plastics Application, 2015, 43(7):87-90.
- [4] 冯刚, 田雅萍, 张朝刚, 等. 双色注射成型技术研究进展[J]. 工程塑料应用, 2014, 42(8):111-115.
Feng Gang, Tian Yaping, Zhang Chao. Research overview and prospects of bi-color injection molding technology[J]. Engineering Plastics Application, 2014, 42(8):111-115.
- [5] 李漠树. 基于活动型芯的双色铲基注塑模设计[J]. 工程塑料应用, 2011, 39(4):68-71.
LI Moshu. Design of injection mold with a movable core for two-tone shovel[J]. Engineering Plastics Application, 2011, 39(4):68-71.
- [6] 李萍, 孙玲. 双色高光注塑成型技术及发展[J]. 塑料, 2014, 43(5):36-38.
Li Ping, Sun Ling. Technology and development of bi-color high-gloss injection molding[J]. Plastics, 2014, 43(5):36-38.
- [7] 张海涛. 双色注塑制品翘曲变形的研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2015.
Zhang Haitao. Research on warping deformation of two-color injection molding[D]. Harbin: Harbin Institute of Technology, 2015.
- [8] 石晓慧, 王守城, 王恒冲, 等. 基于Moldflow及正交实验的双色注塑工艺参数优化[J]. 塑料, 2015, 44(2):113-116.
Shi Xiaohui, Wang Shoucheng, Wang Hengchong, et al. Parameters optimization of two-colored injection molding process based on moldflow and orthogonal test[J]. Plastics, 2015, 44(2):113-116.
- [9] 刘立柱. 新型双色注塑机液压系统高动态稳定性的研究[D]. 北京: 北京化工大学, 2015.
Liu Lizhu. Research on high dynamic stability of new two-color injection molding machine hydraulic system[D]. Beijing University of Chemical Technology, 2015.