

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2019.11.015

基于重叠 CAE 分析的蓝牙环双射旋转注塑模具设计

王新蒙

(唐山工业职业技术学院,河北唐山 063299)

摘要: 结合蓝牙环塑料件的双射注射成型需要,运用 Moldflow 对塑料件的双射重叠注塑进行了仿真模拟, CAE 结果表明,重叠注射时,第二次注射的采用工艺参数:模具温度为 74℃,料温为 230℃,成型周期为 20 s,充填时间为 2 s,三段保压:20 MPa/4 s,15 MPa/2 s,10 MPa/2 s。设计了其 A 模、B 模同体的双射旋转注塑模具,模架结构为两板式两次打开假三板结构。在模具 A 模、B 模中,各设置有两个子模腔,子模腔都采用点浇口进行浇注。两次开模分别用于流道废料的脱模和 4 个子模腔的打开。模具通过更换 A 模和 B 模的型芯方式来实现双射注射成型,换芯时,旋转杆将型芯镶件顶出并旋转 180° 来达到成型模腔“换芯”的目的,简化了双射模结构。

关键词: 重叠 CAE 分析;双射注射成型;工艺优化;注塑模具;机构设计

中图分类号: TQ320.5+2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2019)11-0083-05

Design of Bluetooth Ring Bi-color Injection Rotation Mould Based on Overlapping CAE Analysis

Wang Xinmeng

(Tangshan Industrial Vocational Technical College, Tangshan 063299, China)

Abstract : According to the requirement of bi-injection moulding of bluetooth ring plastic part, the simulation of overlapping injection molding was carried out by using Moldflow. The CAE results show that the second injection process parameters are as follows : moulding temperature 74℃, material temperature 230℃, moulding period 20 s, filling time 2 s, three-stage holding pressure are : 20 MPa / 4 s, 15 MPa / 2 s, 10 MPa / 2 s. The bi-injection mould with the same A and B modes was designed. The mould frame structure is a two-plate two-time open pseudo-three-plate structure. In mould A and B, there are two sub-model cavities respectively, and the sub-model cavity is poured by point gate. The two-opening-plate were used for demoulding of runner waste and opening of four sub-moulds respectively. The core of mould A and B was replaced to realize double injection moulding. When the core is changed, the core insert is ejected by rotating rod and rotated 180° by the rotating rod to achieve the purpose of “core changing” in the moulding cavity, which simplifies the structure of double injection mould.

Keywords : overlapping CAE analysis ; bi-injection moulding ; process optimization ; injection mould ; mechanism design

双射注塑一般是指一个塑料件通过注塑两种材料来实现的成型方式^[1-4],常见的成型类别有软、硬胶、透明和非透明双射注射成型,在透明与非透明双射注射成型中,又可以分为小屏镜片的双射注射成型、装饰用透明和非透明双射注射成型、主镜片一体双射注射成型等三种方式^[5-7];对于各种双射注射成型,一般需要应用专用的双射注塑机及相应的双射结构模具来进行成型;对于软、硬胶的双射注射成型,其模具一般采用旋转式双射模具^[8-11]。软、硬

胶双射注射成型的关键点在于:(1)两种组分的注塑熔合性要好,第二次注塑料流不能冲刷第一注塑的硬化成型塑料;(2)侧抽芯等特殊抽芯机构应尽可能地少设置,或者不设置,机构的结构组成设计也应尽可能地简单,以简化模具整体布局设置并尽可能简化模具的结构设计。运用重叠注塑 CAE 仿真来提前预测模具结构设计所面对的潜在缺陷,有利于提高模具设计效率,降低不必要的改模成本。笔者设计了某蓝牙设备的蓝牙环塑料件采用丙烯酸-苯乙

基金项目: 河北省教育厅 2017 年度河北省高等学校科学研究项目 (SZ17086)

通讯作者: 王新蒙,硕士,副教授,主要从事模具设计与制造、机械制造及自动化专业的教学及科研工作 E-mail : wangxm71@126.com

收稿日期: 2019-09-04

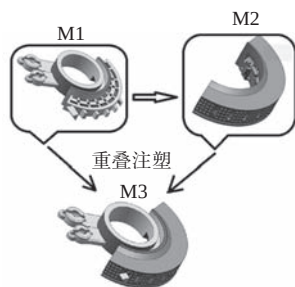
引用格式: 王新蒙. 基于重叠 CAE 分析的蓝牙环双射旋转注塑模具设计 [J]. 工程塑料应用, 2019, 47(11) : 83-87.

Wang Xinmeng. Design of bluetooth ring bi-color injection rotation mould based on overlapping CAE analysis[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(11) : 83-87.

烯-丁二烯塑料 (ABS)/热塑性聚氨酯 (PUR-T) 合金的双射注射成型模具。

1 蓝牙环塑料件的结构

蓝牙环塑料件的结构如图 1 所示,蓝牙环塑料件 M3 由硬胶注射成型的结构件 M1 和软胶注射成型的装饰保护件 M2 构成。在两种材料的注射成型中,先进行硬胶注塑结构件 M1,再进行软胶注塑装饰保护件 M2。结构件 M1 用于塑料件的整个应力支撑,为承力构件,保护件 M2 则为 M1 塑料件的外饰件,是应力缓冲构件。



M1~M3—塑料件

图1 塑料件结构

2 塑料件结构设计

对于双射注射成型材料,选用时需注意以下问题:

(1) 两种材料的熔点必需存在一定的温度差,一般推荐值是 60℃,建议至少保证 30℃ 以上,第一射材料的熔点温度应较高,否则很容易造成第二射的材料将第一射材料熔化。

(2) 模具成型件设计时,硬胶厚度需预留 0.6~0.7 mm,软胶厚度预留 0.4 mm 以上,尽量加宽接触面积,做些沟槽等,增加粘合力,避免分层和裂开等问题;还可考虑在第一射采用抽芯,将第二射部分材料注塑到第一射材料里面,增加贴合的可靠性;第一射模具表面尽量做粗糙些,因而,实际加工时,成型件贴合表面部分的形状为采用电极粗加工直接做出的电火花纹路表面形状,不用抛光。

蓝牙环塑料件的结构设计如图 2 所示,第一射材料选择 ABS,第二射材料选择 PUR-T。

3 模腔成型模流分析

成型模腔设计前,需对第二个模腔进行 CAE 模流重叠分析,以避免不必要的模具设计修改,增加模具的制造成本。

重叠注塑分析 CAE 模型构造步骤如下:构建两个独立模腔的 CAE 模型,对两种不同材料形状的塑料件分别构建其 CAE 双层面网格模型、浇口、流

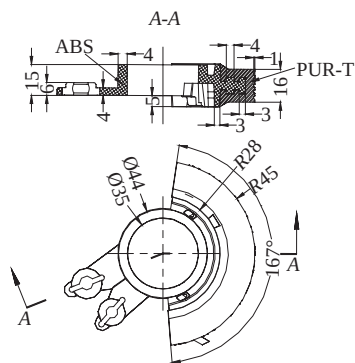


图2 塑料件结构尺寸

道等,而后将模型导出为 udm 格式的中间传递模型;重叠分析的初步工作是构建两次注塑的独立 CAE 模型。模型构建过程为:

针对第一次注塑,塑料件的双层面三角形网格数为 12 153 个,节点数为 6 432 个,浇注采用单点点浇口进料,浇口 G1 直径为 1.0 mm,垂直流道初始端直径为 5 mm,末端直径为 2.5 mm,水平流道采用 U 型截面,截面尺寸为 8 mm×6 mm,主流道入口直径为 4 mm,出口直径为 9 mm。冷却管道直径为 8 mm。网格匹配率 92.35%。

针对第二次注塑,塑料件的双层面三角形网格数为 9 854 个,节点数为 4 236 个,浇注也采用单点点浇口进料,浇口 G2 直径为 1.2 mm,垂直流道初始端直径为 4 mm,末端直径为 2.5 mm,水平流道采用 U 型截面,截面尺寸为 8 mm×6 mm,主流道入口直径为 4 mm,出口直径为 9 mm。冷却管道直径为 8 mm。网格匹配率 93.45%。

构建两个模腔重叠分析的模型,其操作步骤为:先将重叠分析所需的第二部分 udm 格式网格加入模型中,并将所有网格、浇口、流道等的属性设置为【第二次注塑】;而后将第一部分的 udm 网格通过添加方式再次添加进来。两部分塑料件的材料分别设置好后,得到的重叠注塑 CAE 模型如图 3 所示。

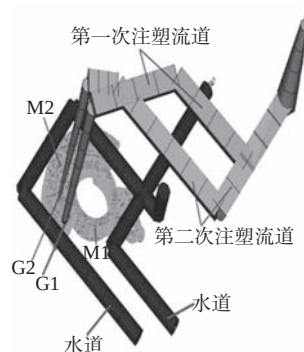
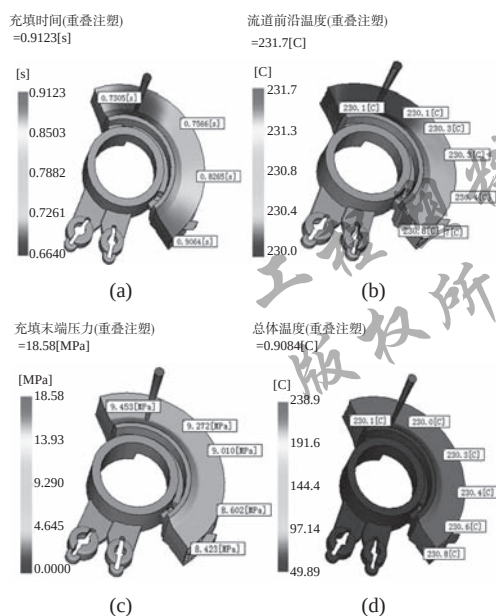


图3 重叠注塑 CAE 模型

重叠分析能依照注塑先后顺序,合理地分析第二次注塑的工艺参数,并能实时观察到第二次注塑时,料流对第一次成型后塑料件的作用,指导模具设计者在模具设计时防止浇口位置选择不当、飞边及冲料等潜在问题的出现;其优化旨在得到保证塑料件成型品质的两种材料各自最优工艺参数组合。

4 重叠注塑 CAE 分析

重叠分析工艺方案选用【填充+保压+重叠注塑填充+重叠注塑保压】,二次重叠注塑采用如下注塑工艺参数:模具温度为 74°C ,熔体温度为 230°C ,注射+保压+冷却的时间为 20 s ,充填时间为 2 s ,速度/压力切换-98%充填体积,保压控制分三段保压: $20\text{ MPa}/4\text{ s}$, $15\text{ MPa}/2\text{ s}$, $10\text{ MPa}/2\text{ s}$;冷却水进口温度 25°C ,分析结果如图 4 所示。



a—充填时间; b—流动前沿温度; c—充填末端压力; d—总体温度

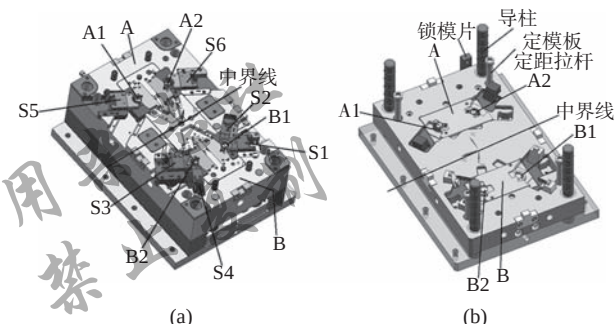
图 4 M2/M1 重叠注塑分析结果

从图 4a 可以看出,在第一腔注塑的基础上,第二次重叠注塑时间为 0.9123 s ,注塑所用时间比单腔注塑时间少,重叠充填性比单腔充填好;腔内流动前沿温度均一,在 $230\sim 231.7^{\circ}\text{C}$ 之间(见图 4b),前沿温差小,流动性能好;腔内所用压力小于 10 MPa ,浇口处的最高压力为 18.58 MPa ,注塑所需注塑压力小(见图 4c);整体温度在 230.8°C 左右,不会对第一次注射成型的 M1 塑料件形成二次注塑熔化(见图 4d)。充填结束后,冻结层因子在 $0.2\sim 0.3$ 之间,整体高于单腔冻结层因子,但低于冻结限制层流动的标准 (0.4),因而, M2 塑料件心部的流动性能满足塑料件后续保压流动通道要求,但保压

窗口受到限制,窗口域明显小于单腔充填的保压窗口域。熔融料流在腔内的流动有序,弛豫、转向、滞留及跑道效应基本没有,因而,充填后,塑料件内部的气孔、缩松及熔接线等较少。总体而言,塑料件的第二次重叠注塑中设置的浇口位置合理,所设定的成型工艺参数能较好地满足塑料件的二次重叠注塑要求。

5 模具结构设计

塑料件的双射模设计采用旋转型芯式双射模结构,模架采用两板式两次开模假三板模形式,模具的两副模具合并在一个模架上,双射模的 A 模、B 模布置如图 5 所示。



A—模具 A 模; B—模具 B 模; A1, A2—A 模的子模腔; B1, B2—B 模的子模腔; S1~S6—侧抽芯机构

a—模具动模; b—模具定模

图 5 双射模结构

模架结构如图 6a 所示,模架包括面板 2、定模板 3、动模板 4、垫块 5 和底板 6。相对 A 模而言,其腔内塑料件无需顶出,故其下不设置顶出板,而 B 模则需要顶出,故其下设置了由顶针盖板 24、顶针推板 25 构成的顶出板。动模板 4 下方设置了 4 个支撑柱 8 以增强动模板 4 的强度。顶针盖板 24、顶针推板 25 的顶出由注塑机推杆驱动推柱 26 来实施,顶出时,只需 B 模中的顶出机构推动顶针将二次注塑完成后的塑料件从 B 模的两个子模腔 B1, B2 中顶出。

模具分两次分型打开,第一次在 P_1 开模面处打开,用于 A, B 腔流道废料自动脱模;第二次在 P_2 开模面处打开,用于模腔型芯的交换和成型后塑料件的顶出脱模。

对应 A 模、B 模,各采用一个独立的三板点浇口浇注系统,如图 6b 中的 A 腔流道、B 腔流道所示。

A 模为第一次注塑模具,该模为一模两腔,分别为 A1, A2 子腔。B 模也采用一模两腔,其子模腔分别为 B1, B2 子腔。在 A 模中,单个模腔需要设置

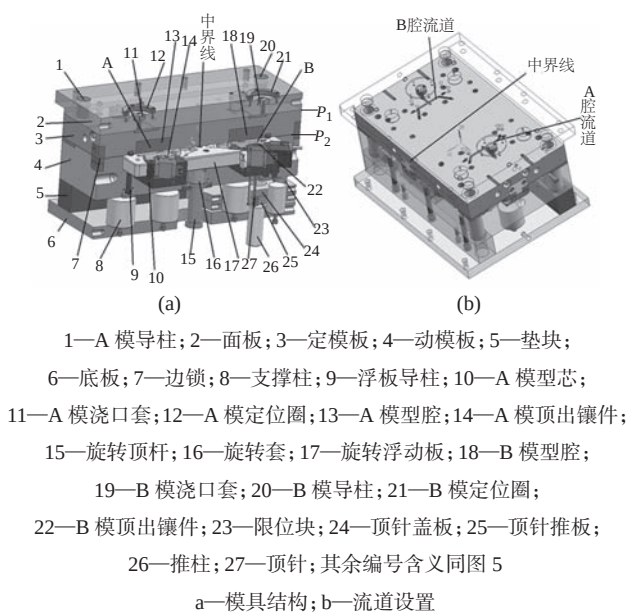


图 6 模具结构

一个滑块机构来实施侧抽芯, A1 子腔、A2 子腔分别对应两个结构相同的滑块机构, 分别为 S5、S6 机构。在 B 模中, 单个模腔需要设置 2 个侧滑块抽芯机构来抽芯脱模, 相应地, B1 子腔中设置了 S1、S2 两个滑块机构, B2 子腔中设置了 S3、S4 两个滑块机构。S1~S6 六个滑块都采用了锁紧块上设置 T 型槽驱动滑块体进行抽芯的结构方式, 相应的机构安装方式如图 7 所示。

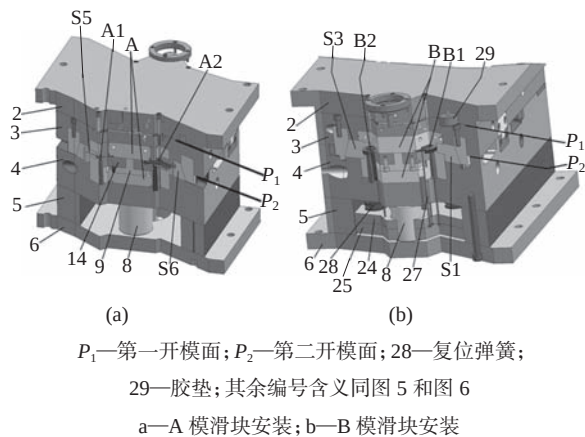


图 7 机构安装

模具换型芯时, 不同于传统的双射模通过动模整体旋转来到达交换型芯镶件的目的, 本模具采用交换成型芯镶件的方式来互换型芯。型芯互换机构如图 8a 所示, 机构主要零件包括浮板导柱 9、旋转顶杆 15、旋转套 16、旋转浮动板 17 及 A 模顶出镶件 14 和 B 模顶出镶件 22。其换芯原理为: 旋转顶杆 15 与旋转浮动板 17 通过螺钉紧固相连, 在安装

于动模板 4 内的旋转套 16 内做 180° 的旋转, A 模顶出镶件 14 和 B 模顶出镶件 22 为结构相同的塑料件 M1 的成型芯, 两者通过螺钉紧固安装于旋转浮动板 17 的两端; 换芯式, 注塑机的顶出旋转机构将旋转顶杆 15 先按 Z_1 方向顶起一定距离, 然后按 T_z 圆周方向再旋转, 达到 A 模顶出镶件 14 和 B 模顶出镶件 22 交换型芯位置的目的。本模具所用的双射注塑机结构如图 8b 所示。

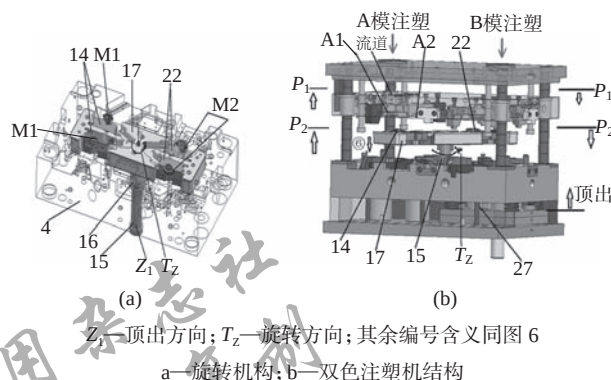


图 8 旋转机构及双色注塑机结构

6 模具工作原理

实际注塑时, 模具的工作过程为:

(1) 模具第一次闭合, 如图 8b 所示, A 炮筒先进行注塑, 先对 A 模的两个子模腔 A1、A2 进行注塑。

(2) 模具打开。模具先在 P_1 开模面处打开, A1、A2 模腔的流道废料先脱模。

(3) 模具动模继续后退, 模具在 P_2 开模面处打开。

(4) P_2 打开后注塑机顶杆先动作, 驱动顶针 27 做一次虚空顶出, 而后顶出机构复位; 注塑机旋转机构顶出, 通过旋转顶杆 15 驱动旋转浮动板 17 顶出。

(5) 顶出后, 再将 A 模顶出镶件 14、B 模顶出镶件 22 所在的位置按 T_z 旋转方向旋转 180° , 将两者的位置换位, 此时, A1、A2 子模腔中已注塑好的 M1 塑料件置入 B1、B2 子模腔中。

(6) 旋转浮动板 17 由顶出板拉回复位。

(7) 模具依次按 $P_2 \rightarrow P_1$ 闭合。

(8) 模具再次闭合, A 炮筒、B 炮筒同步注塑, A 模中完成 A1、A2 子模腔中的 M1 塑料件成型注塑, B 模中完成 B1、B2 子模腔中 M2 塑料件的重叠注塑。

(9) 模具循环注塑。每次开模可成型一个图 1 所示 M3 双射塑料件。

7 结语

(1) 针对塑料件需要两次注射两种不同材料的双射成型需要, 设计了其 A 模、B 模同体的双射模具, 在 A 模、B 模中, 各设置有两个子模腔; A 模用于塑料件的第一种材料的第一次注射成型, B 模用于塑料件的第二种材料的重叠注射成型。模具模架结构为两板两次打开点浇口假三板结构, A 模、B 模都采用点浇口进行浇注, 第一次开模时用于流道废料的脱模, 第二次开模时用于 4 个子模腔的打开。模具通过更换 A 模和 B 模型芯的方式来实现塑料件双射注射成型, 换芯时, 换芯机构采用旋转杆 + 顶出板顶出后, 再将顶出板及板上的成型件从 A 模换到 B 模, 实现模具模腔换芯双射注射成型功能。

(2) 结合 A 模、B 模模腔成型件设计的需要, 运用 Moldflow 软件在对塑料件两种材料各自的模腔形状独立成型 CAE 分析的基础上, 进行了第二种材料重叠注塑于第一种材料上的重叠二次注射成型 CAE 分析, 重叠分析结果表明, 所优化的成型工艺参数能有效保证塑料件成型品质。

(3) 生产实践表明, 设计的模具结构新颖, 所注射成型的塑料件质量良好, 具有较大的实际参考价值和推广应用价值。

参考文献

- [1] 赵兰蓉. 双色注塑成型技术及其发展[J]. 塑料科技, 2009, 37(11):92-95.
Zhao Lanrong. Bi-color injection molding technology and its development[J]. Plastics Science and Technology, 2009, 37 (11):92-95.
- [2] 郭楠, 曾珊珊, 张娜. 双色手机注塑模设计[J]. 热加工工艺, 2009(3):134-135.
Guo Nan, Zeng Shanqi, Zhang Na. Injection mold design of two-color mobile phones[J]. Hot Working Technology, 2009(3):134-135.
- [3] 匡唐清, 周慧兰, 彭琛琛. 带把双色塑料杯的注塑模设计[J]. 中国塑料, 2010(2):100-102.
Kuang Tangqing, Zhou Huilan, Peng Chenchen. Design of injection mould for two-color cups with handles[J]. China Plastics, 2010(2):100-102.
- [4] 李艳妮, 葛正浩, 陈伟博, 等. 基于 Moldflow / MPI 的双色注塑成型分析[J]. 塑料工业, 2011, 39(6):35-37.
Li Yanni, Ge Zhenghao, Chen Weibo, et al. Analysis of bi-color injection molding based on Moldflow / MPI[J]. China Plastics Industry, 2011, 39(6):35-37.
- [5] 匡唐清, 邓洋, 宋慧慧. 基于模流分析技术的双色注塑模设计[J]. 塑料工业, 2012, 40(11):39-42.
Kuang Tangqing, Deng Yang, Song Huihui. Bi-color Injection mold design based on moldflow analysis[J]. China Plastics Industry, 2012, 40(11):39-42.
- [6] 张维合. 鼠标面盖双色注塑模具设计[J]. 中国塑料, 2013(8):95-99.
Zhang Weihe. Design of double-shot mold for mouse cover[J]. China Plastics, 2013(8):95-99.
- [7] 董磊磊, 张惠敏. 基于 Moldflow 的汽车尾灯双色注塑模分析[J]. 模具工程, 2013(4):47-49.
Dong Leilei, Zhang Huimin. Moldflow-based analysis on car tail-light bi-color injection mold[J]. Mould & Die Project, 2013 (4):47-49.
- [8] 张维合. 按键双色注塑模设计[J]. 现代塑料加工应用, 2013, 25(4):46-49.
Zhang Weihe. Bicolor injection mold design for push-button[J]. Modern Plastics Processing and Application, 2013, 25(4):46-49.
- [9] 张维合, 麦培林. 手柄双色注塑模设计[J]. 工程塑料应用, 2013, 41(5):58-61.
Zhang Weihe, Mai Peilin. Design of bi-color injection mold for handle[J]. Engineering Plastics Application, 2013, 41(5):58-61.
- [10] 李兴国. 双色脚套注塑模具设计[J]. 模具技术, 2014(2):37-40.
Li Xingguo. Injection mould design for bi-color earpiece cover[J]. Die and Mould Technology, 2014(2):37-40.
- [11] 董磊磊, 韩雷雷, 张惠敏. 封刀片式双色注塑模设计[J]. 工程塑料应用, 2014, 42(2):67-69.
Dong Leilei, Han Leilei, Zhang Huimin. Design of sealing blade type double-color injection mold[J]. Engineering Plastics Application, 2014, 42(2):67-69.
- [12] 李萍, 孙玲. 双色高光注塑成型技术及其发展[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.
- [13] 赵全玲, 唐跃. 基于 CAE 分析的换气管注塑模具设计[J]. 塑料科技, 2017(9):85-90.
Zhao Quanling, Tang Yue. Design of Injection mould for air exchange tube based on CAE analysis[J]. Plastics Science and Technology, 2017(9):85-90.
- [14] 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.
- [15] 冯海美, 李会联, 张玉洁, 等. 基于 Moldflow 的双色注塑工艺分析[J]. 机械工程师, 2015(11):153-155.
Feng Haimei, Li Huilian, Zhang Yujie, et al. Two-color injection process analysis based on Moldflow[J]. Mechanical Engineer, 2015(11):153-155.