

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2018.02.015

机械接触式薄壁键帽注塑件双色注塑模具设计

梅益¹, 杨幸雨¹, 曲玥明²

(1. 贵州大学机械工程学院, 贵阳 550025; 2. 亿达日平机床有限公司, 辽宁大连 116023)

摘要:以机械接触式薄壁键帽注塑件为例,研究了双色注射成型工艺中模具关键技术,实现了塑件成型部件工艺设计与应用。分析设计键帽双色注射模具的浇注系统、冷却机构、顶出系统等相关结构,着重体现在复杂的浇注系统和开合模运动过程等方面,实现了模具结构的整体设计;在UG8.5 Mold Wizard应用模块下实现双色注塑机构顺利脱模。设计完成的模具结构紧凑、工作稳定,在生产过程中可满足使用要求,可为双色注塑工艺的进一步推广应用提供理论指导和技术支撑。

关键词:机械键盘键帽; 双色注塑模具; 开合模机构; 模具设计

中图分类号: TQ330.4+1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2018)02-0073-05

Design of Double Color Injection Mold for Mechanical Contact Type Thin Keycaps Parts

Mei Yi¹, Yang Xingyu¹, Qu Yueming²

(1. College of Mechanical Engineering, Guizhou University, Guiyang 550025, China;

2. Yida Nippei Machine Tool Corporation, Dalian 116023, China)

Abstract : Using the mechanical contact type thin keycaps parts as an example, the key technologies of double color injection molding mold were studied, the molding technics design and application were realized. The double color injection mold gating system, cooling mechanism, ejector system and other related structures were analyzed and designed, mainly reflected in the complexity of the gating system and the mold opening and closing movement process, to achieve the overall structure of the mold design. Demoulding smoothly of double color injection mechanism could be implemented in UG8.5 Mold Wizard application module. The designed die has a compact structure and works stably, and it meets the requirements in the production process. It can provide theoretical guidance and technical support for the further popularization and application of the process.

Keywords : mechanical keycap ; double injection mold ; opening and closing mechanism ; die design

随着现代制造技术的迅速发展,塑料制件在电器产品、通信以及电子元件制造等高科技领域得到了广泛的应用,为了满足人们对其功能性、使用性需求,对塑料制品的质量和美观性提出了越来越高的要求,这就加大了模具的结构设计难度和复杂性。

现阶段对于键帽类零件的成型工艺主要以一体一色成型,通过后期的移印法、含浸印刷或丝网印刷方式再进行二次加工,但移印法印刷速度极慢,表面没有进行覆膜,印刷内容容易脱落;通过含浸印刷成型的内容耐久度极高,拥有高亮光泽与鲜明立

体层次感,但成型周期比使用油墨的普通印刷更长,且成本极高。考虑到此类问题,一部分生产厂家转而攻向使用双色注塑成型键帽,使用两种异色塑料表现显示内容,同时通过模具将异色塑料熔体较为紧密地进行结合。成型后字体颜色鲜艳、耐用度高、不易有脱落现象,键帽触感较为良好。在同一模具中注射两种异色或异性塑料,掌控熔体材料的聚集态、相形态、组织形态等并结合成型塑件就是双色注射成型。使用这种方式不仅可以满足塑件不同使用要求,还能在提高性能的同时达到降低生产成本的

基金项目: 数字化精密成形技术及装备研究生创新实践基地项目(贵大研 CXJD[2014]001), 贵州大学研究生创新基金项目(研理工 2017052)

通讯作者: 梅益,教授,主要研究方向为材料成型计算机仿真技术及应用、逆向工程技术及应用、现代装备制造、制造业信息化等

E-mail: mei_yi@163.com

收稿日期: 2017-12-03

引用格式: 梅益,杨幸雨,曲玥明. 机械接触式薄壁键帽注塑件双色注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2018, 46(2):73-77.

Mei Yi, Yang Xingyu, Qu Yueming. Design of double color injection mold for mechanical contact type thin keycaps parts[J]. Engineering Plastics Application, 2018, 46(2):73-77.

键帽塑件的双色模有两个相对独立的浇注系统,即第一次注射白色 ABS 熔料,用以成型键帽与接触开关连接凸台部分与相对应键位数字;第二次注射黑色 ABS 熔料来包裹第一次成型塑件,冷却后

形成用户敲击键帽的接触部分。浇注系统要使浇道部分自动切断并分离,且塑件留在动模型芯上,因此第一次注射型腔采用点浇口,第二次注射型腔采取以结构加工最简便为主,选择侧浇口。模具浇注系统由主流道、分流道、浇口、冷料穴四部分组成。一般主流道设计为圆锥形,锥角是 $2^{\circ}\sim 4^{\circ}$,材料流动性差的为 $3^{\circ}\sim 6^{\circ}$,内壁表面粗糙度 R_a 是 $0.4\ \mu\text{m}$ 。由于ABS的流动性良好,故本设计的锥度为 3° ,内壁表面粗糙度 R_a 为 0.4 ,参数如图3所示。主流道和喷嘴接触的地方要做成球面凹坑,大端半径为 $11\ \text{mm}$,小端的直径为 $3.5\ \text{mm}$,凹坑深度取 $3\sim 5\ \text{mm}$,主流道通常控制在 $60\ \text{mm}$ 内^[4]。

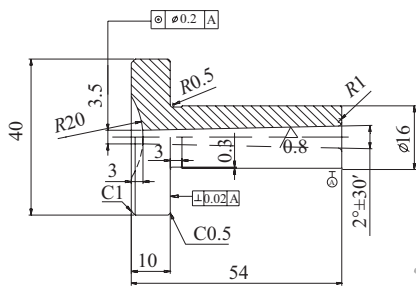


图3 主流道截面二维图

塑件的生产方式为一模四件,使用Moldflow软件对双色注塑中第一色注塑进行最佳浇口位置分析,结果如图4所示。推荐每个零件最佳浇口位置在零件中部最厚处,采用点浇口可防止熔体冲击变形。主流道通过分流道与塑件相连,考虑到加工的难易程度,分流道采用半圆形截面。根据塑件自身材料属性,设计一级分流道半圆直径为 $5\ \text{mm}$,长度为 $21.3\ \text{mm}$,二级分流道截面直径为 $3\ \text{mm}$,长度为 $20.5\ \text{mm}$ 。点浇口与塑件表面连接用 $90^{\circ}\sim 120^{\circ}$ 、高 $0.5\ \text{mm}$ 的锥度,使点浇口拉断时不会损伤塑件的表面,根据已选择的模架可知,点浇口直径 $1\ \text{mm}$,锥度取 10° ,浇口长度取 $0.75\ \text{mm}$ ^[5]。一色半成型塑件采用二次脱模,无需设计冷料穴;第二色成型时考虑到表面精度要求,根据零件的分布确定一级分流道长度为 $25\ \text{mm}$,二级分流道长度为 $8\ \text{mm}$ 。冷料穴长度为 $5\ \text{mm}$ 并放置在流道的末端。侧浇口设为

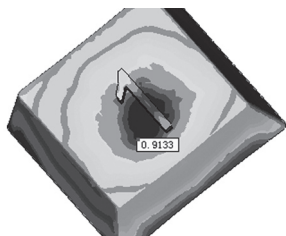


图4 键帽最佳浇口位置

矩形,根据ABS材料的浇口推荐值中选择,侧浇口的长度、高度为 $1\ \text{mm}$,宽度为 $2\ \text{mm}$ 。根据GB/T 4169.18-2006,可确定定位圈和浇口套尺寸。

2.3 旋转转轴机构的设计

模具采用双色转轴式注塑模,转轴要带动动模旋转 180° ,这不仅要求转轴的强度满足工作要求,且转轴的轴身圆柱度、各部位的同轴度都要达到要求,转轴放置在模具中心,使动模旋转后各部件配合依旧对齐^[8]。整体模具相对较小,且支撑块高度仅 $50\ \text{mm}$,没有键销的放置位置,故设计矩形凸台配合顶部螺孔达到动模旋转要求。经计算,材料45#钢的弯曲应力值为 $75\ \text{MPa}$,转轴扭矩值为 $636.6\ \text{kN}/\text{mm}$,转轴直径为 $43\ \text{mm}$ 。为了安全起见,设计轴身直径为 $55\ \text{mm}$,长度为 $200\ \text{mm}$,矩形凸台截面为 $37.8\ \text{mm}\times 37.8\ \text{mm}$,长度为 $30\ \text{mm}$,回转中心加工深 $20\ \text{mm}$ 的M12螺孔,转轴结构如图5所示。

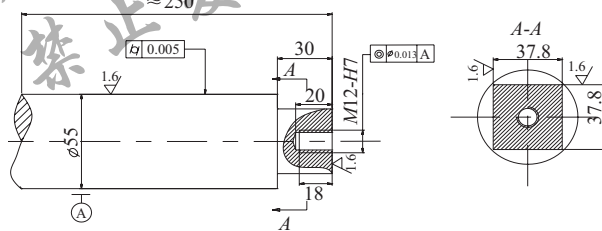


图5 旋转转轴机构二维图

2.4 冷却系统的设计

通过Moldflow软件对ABS材料的注射成型工艺条件模拟可知,填充+保压+重叠注塑充填+重叠注塑保压冷却的总时间为 $12\ \text{s}$,另外包括开模、旋转模、脱模、涂脱模剂和合模等辅助时间为 $20\ \text{s}$,故成型周期为 $32\ \text{s}$ 。注入模具中的塑料熔体速率为 $0.4\ \text{kg}/\text{min}$ 。成型料熔体自身存在的热量可经过辐射或对流的形式扩散到空气中,这部分约有整体热量的 5% ,剩下 95% 的热量是通过双色模传递,设定熔体熔化后带入的热量全部由双色模传导^[6]。经计算,单位质量的塑料熔体在凝固时所放出的热量为 $216.5\ \text{kJ}/\text{kg}$;冷却水出口温度为 26.5°C ,冷却水入口温度为 25°C ,根据冷却水的体积流量查询资料可知,冷却通道直径为 $8\ \text{mm}$ 。计算得出,冷却水道总传热面积为 $0.01\ \text{m}^2$,模具应开设冷却管道的孔数为2个。由上计算知,冷却管道在定模上的总孔数为4个,孔的直径为 $8\ \text{mm}$,如图6所示。

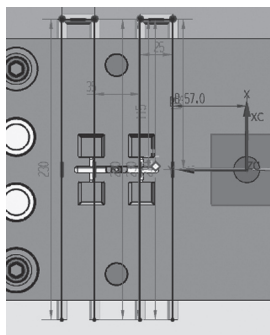


图6 冷却系统

2.5 顶出机构的设计

键帽是薄壁矩形塑件,采用一模四腔进行注塑,经计算,单个成型塑件的脱模力为472.13 N。由压杆稳定公式求得推杆数目在两根的情况下,直径不得小于2.38 mm,选择直径为3 mm的推杆后进行强度校核,发现所受应力远小于许用应力,满足使用要求。根据模架确定推杆长度为73.5 mm,位于塑件内侧对称位置,便于成型后脱模。

3 模具工作原理

注射模是经动模与定模这两大部分拼凑而成,在注塑机的动模板上装配好动模后,注塑机定模板的相对部分固定定模,注射前动、定模在注塑机驱动下闭合,形成型腔和浇注系统,注塑机将已经塑化的

塑料熔体通过浇注系统注入型腔,经过冷却系统凝固后,动、定模打开,脱模机构推出塑件。在双色注塑整体注射周期中,动定模板由导柱、导套等导向机构进行指引,确保动模运动精准,进一步保证开合模工作正常、不造成模具破损,使型腔形状和工作尺寸达到生产合格塑件的要求。键帽塑件由于需要将动模进行旋转用以成型双色注塑,就务必保障模具开合运动范围及成型方式的准确性,规避干涉产生的基础上,减少成型塑件表面或模具成型面的划痕。

图7为机械接触式薄壁键帽双色注塑总装配图,模具运动过程见图8。其工作过程为:在注塑机中加热塑化后的熔融塑料经过注塑机注射,通过定位环21和浇口套20注射到第一型腔中,保压后,冷却水通过水嘴对塑件进行冷却。冷却完毕后,定模座板10不动,推料板9与型腔板7分离,此时一色半成型塑件与点浇口断开,型腔板7与动模一起后退到达导柱5底部被垫片挡住,型腔板7停止运动(图8a所示);在拉杆30与止动螺栓29的作用下,型腔板7向后移动带动拉杆30与螺钉向后,推动推料板9让点浇口凝料与拉料杆28分离,动模后退100 mm后停止,点浇口凝料脱落(图8b、图8c所示);动模座板1与注塑机转盘相互接触,带动转轴

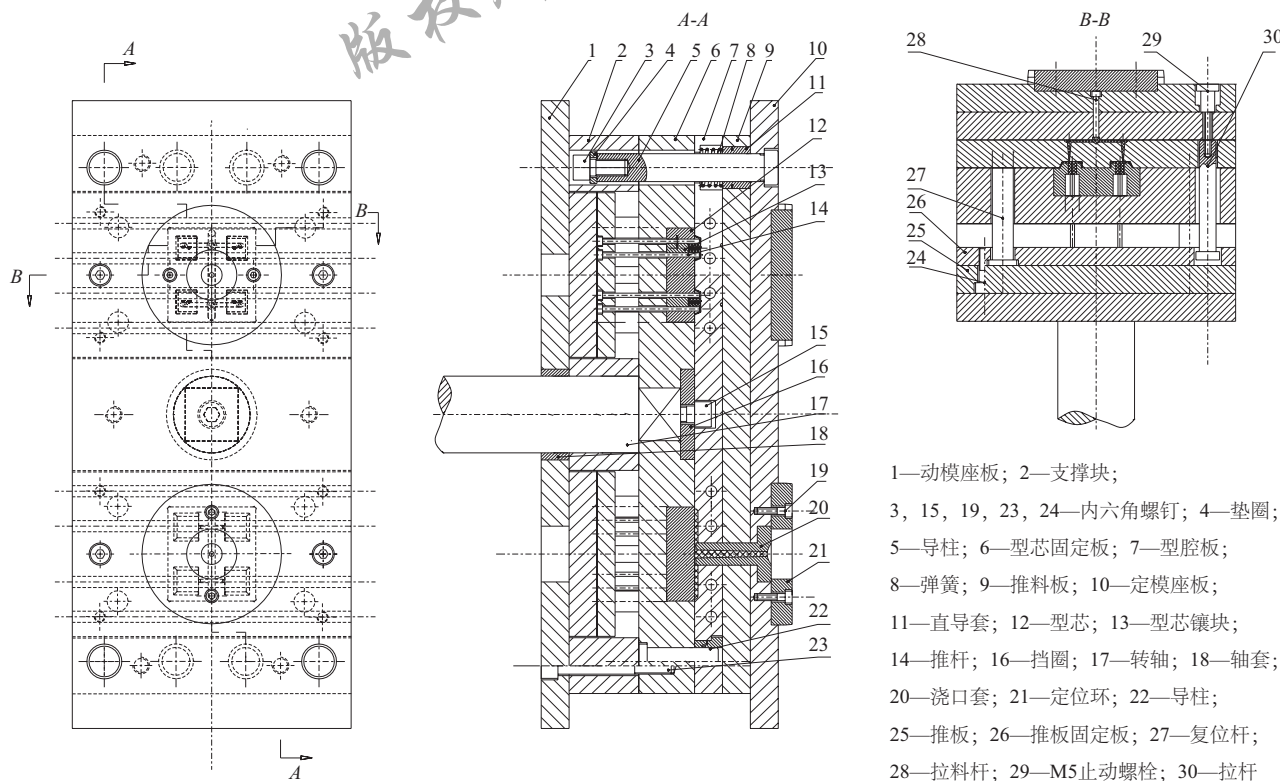


图7 机械接触式薄壁键帽双色注塑总装配图

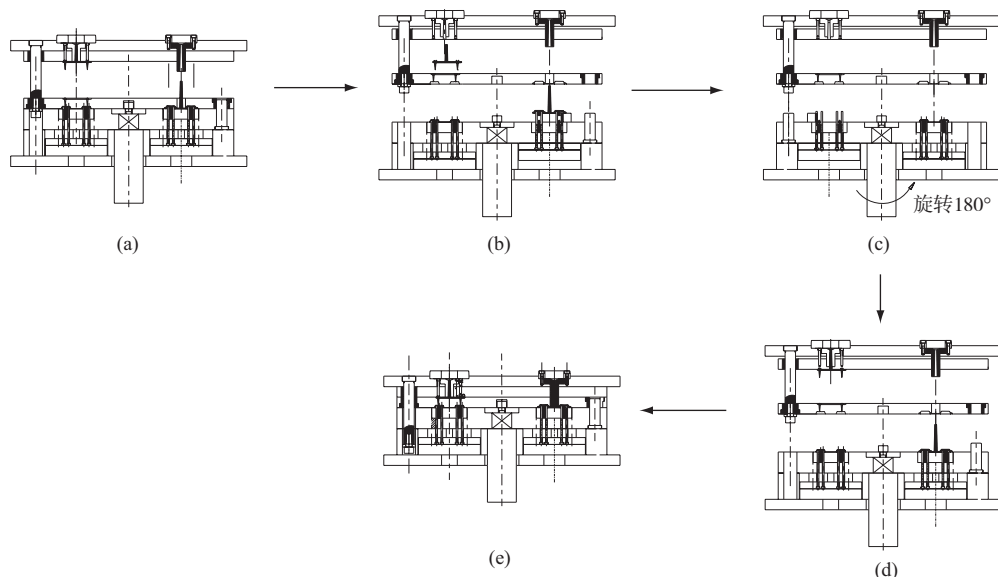


图8 键帽塑件双色模具运动示意图

17 旋转,使整体动模旋转 180° ,将一色半成型塑件进行第二色填充的同时填充新的第一色半成品,两者同时进行,合模完毕完成一个周期,准备下一次注射(图 8d 所示)。

4 结语

运用 UG NX 中 Mold Wizard 应用模块针对机械接触式薄壁键帽双色注塑件,合理地设计了双色模的浇注系统、冷却系统,并对其相关部件进行计算及验证,准确地给出了模具设计参数,保证了模具结构紧凑和旋转结构运行顺利,以及模具的工作过程稳定可靠性,同时也满足了塑件的质量要求。通过验证,此模具结构简单,操作简便、安全,成型周期短,符合产品技术要求和生产需求。

参考文献

- [1] 齐小杰. 塑料成型工艺及模具设计[M]. 北京:机械工业出版社, 2012:12-36.
Qi Xiaojie. Plastic molding technology and mold design[M]. Beijing:Machinery Industry Press, 2012:12-36.
- [2] 冯爱新. 塑料模具工程师手册[M]. 北京:机械工业出版社, 2009:42-46.
Feng Aixin. Plastic mould engineer manual[M]. Beijing:Machinery Industry Press, 2009:42-46.
- [3] 郭辰光,李威力,李源. 打印机小型三层齿轮注塑模具设计[J]. 塑料工业, 2015, 43(4):61-68.
Guo Chenguang, Li Weili, Li Yuan. Injection mold design for the small three-layers printer gear[J]. Plastics Industry, 2015, 43(4):61-68.
- [4] 陆凯雷,杜祥哲,尹东海,等. 厚板冲孔缺口模具设计[J]. 模具工业, 2017, 43(11):31-34.
Lu Kailei, Du Xiangzhe, Yin Donghai, et al. Design of piercing die

- for thick plate with small notch[J]. Die Industry, 2017, 43(11):31-34.
- [5] 王兴辉. C70E横梁腹板成形工艺分析及模具设计[J]. 模具工业, 2017, 43(10):36-38.
Wang Xinghui. C70E beam web forming process analysis and die design[J]. Die Industry, 2017, 43(10):36-38.
- [6] 沈言锦. 多棱盒形盖注塑模设计[J]. 工程塑料应用, 2015, 43(1):85-88.
Shen Yanjin. Design of multi-ribbed box shaped cover injection mould[J]. Engineering Plastics Application, 2015, 43(1):85-88.
- [7] 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.
- [8] 苏慧祎. 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.
- [9] 胡开元. 双色注塑技术及其应用研究[D]. 镇江:江苏大学, 2010.
Hu Kaiyuan. Dual color injection molding technology and its application research [D]. Zhenjiang:Jiangsu University, 2010.
- [10] 黄诗君. 基于杠杆机构的双色注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2005, 33(3):64-66.
Huang Shijun. Design of double color injection mold based on lever mechanism[J]. Engineering Plastics Application, 2005, 33(3):64-66.
- [11] 单燕飞. 浅谈双色注塑机的技术应用[J]. 橡塑技术与装备, 2015, 41(14):19-20.
Shan Yanfei. The technical application of double color injection molding machine[J]. Rubber and Plastic Technology and Equipment, 2015, 41(14):19-20.