

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2024.07.017

汽车空调控制面板双色倒装热流道注射模设计

张跃飞¹, 刘敬祺¹, 胡光良², 朱少军², 严胜义²

(1. 浙江工贸职业技术学院, 浙江温州 325003; 2. 浙江长江汽车电子有限公司, 浙江温州 325025)

摘要: 汽车空调控制面板作为人机交互界面不可或缺的操作零件, 设计时为了集成使用功能和外观美感等多重要求, 一般设计为双色注塑件。以某汽车内饰空调控制面板为例, 设计了一副双色倒装热流道注塑模, 并详细介绍了零件结构特征、模具结构设计方案及工作原理。由于零件结构特殊性和注塑材料成型温度差异, 塑件在成型过程中采用传统正置成型方案时表面易出现串色、印痕等缺陷, 成型良品率较低, 故模具采用倒装结构设计方案, 即第一色先成型茶色透明的聚碳酸酯(PC)外观部分, 再成型第二色黑色的 PC/丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料(ABS)基体部分。基于模具的倒装结构, 其第一、二色均采用热流道系统进料, 同时为了确保零件顺利生产、顶出顺畅, 在第一色子模内设置拉料柱和预压型推出机构, 第二色子模具的定模侧设计了斜顶和顶针联合顶出机构, 利用油缸驱动实现塑件脱模。实验证明, 该倒装双色热流道注塑模整体结构稳定可靠, 塑件批量生产质量满足设计要求。

关键词: 空调控制面板; 双色注塑; 倒装模具; 热流道; 联合顶出机构

中图分类号: TQ330.4+1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2024)07-0116-08

Design of dual-color inverted hot runner injection mould for automobile air conditioning control panel

ZHANG Yuefei¹, LIU Jingqi¹, HU Guangliang², ZHU Shaojun², YAN Shengyi²

(1. Zhejiang Industry and Trade Vocational College, Wenzhou 325003, China;

2. Zhejiang Changjiang Automobile Electronic System Co., Ltd., Wenzhou 325025, China)

Abstract : As an indispensable operating part of the human-machine interface, the automobile air conditioner control panel had been generally designed as a dual-color injection moulding part in order to integrate multiple requirements such as functionality and aesthetics. Taking an automotive interior air conditioning control panel as an example, a pair of dual-color inverted hot runner injection moulds were designed, and the structural characteristics of the parts, the mould structure design scheme and the working principle were introduced in detail. Due to the special structure of the part and the difference in the temperature of the injection moulding materials, the surface of the plastic parts in the moulding process using the traditional orthotropic moulding solution was prone to defects such as stringing of colors, stress marks. Because of a low moulding yield, so the mould adopted the inverted structural design, the first color was moulded into the tawny transparent polycarbonate (PC) appearance part first, and then the second color was moulded into the black PC/acrylonitrile-butadiene-styrene copolymers (ABS) substrate part. Based on the inverted structure of the mould, both the first and second colors were fed by hot runner system. Meanwhile, in order to ensure the smooth production and ejection of the parts, a pulling sprue and a pre-pressure demoulding mechanism were set up in the first color sub-mould, and the second color sub-mould was designed with a joint demoulding mechanism including angle from pins and ejector pins, which was driven by a cylinder to achieve the release of the moulded parts. Practice has proved that the overall structure of the inverted dual-color hot runner injection mould is stable and reliable, and the quality of the mass production of plastic parts meets the design requirement.

Keywords : air conditioning control panel ; dual-color moulding ; inverted mould ; hot runner ; joint demoulding mechanism

基金项目: 先进模具CAX创新团队项目(CX202102)

通信作者: 胡光良, 学士, 高级工程师, 高级技师, 主要从事模具工程及成型工艺研究

收稿日期: 2024-04-08

引用格式: 张跃飞, 刘敬祺, 胡光良, 等. 汽车空调控制面板双色倒装热流道注射模设计[J]. 工程塑料应用, 2024, 52(7): 116-123.

ZHANG Yuefei, LIU Jingqi, HU Guangliang, et al. Design of dual-color inverted hot runner injection mould for automobile air conditioning control panel[J]. Engineering Plastics Application, 2024, 52(7): 116-123.

的印痕及开裂等缺陷^[8-9]。为保证塑件成型质量,必须优先成型第一色PC/ABS材料。如果采用正置成型方案的塑件布局,优先成型的第一色材料将留在定模,无法通过动模旋转进行第二色成型。因此,该塑件不能简单依据塑件结构采用传统正置成型方案。

采用模内表面装饰/模内镶件注塑(IMD/IML)制程工艺可以对两种原料进行隔离避免串色缺陷,但需先后经历薄膜成型、油墨印刷、模压成型及膜片冲切、膜片放置、注塑成型等多道工序。其中,油墨印刷对人体危害较大,车间环境要求较高;模压成型及膜片冲切需另外单独开发模具;注塑成型过程则需将模压冲切好的膜片放置模具内再进行制件本体结构的注塑,此过程容易导致膜片压伤、划伤、冲墨等问题发生,严重影响制件外观成型质量。因此,采用IMD/IML工艺方案可得到满足要求的制件,但相对工艺更复杂,过程良品率较低,且整体制造成本将会更高^[10-12]。

为此,对于此类塑件笔者采用了一种创新的倒装双色成型方案,具体成型过程如图2所示,即优先注射成型温度较高的PC部分,再成型温度较低的PC/ABS部分。此时,第一次注射的塑料应成型在动模,第二次注射的塑料则成型在定模并覆盖于前者之上。这样的注塑顺序从根源上避免了成型温度差异造成的串色及印痕缺陷,并且工艺流程简便,可大幅提高产品生产效率和效率。

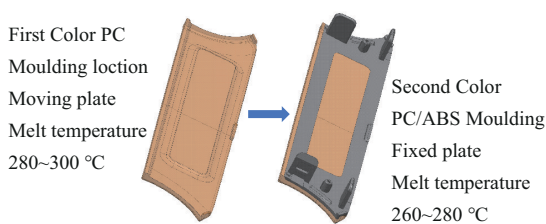


图2 塑件成型顺序示意图

Fig. 2 Schematic diagram of molding sequence of plastic part

2 模具结构设计

对于上述成型方案,应设计一套与双色注塑机相适应的分体模,整体模具结构构思如图3所示。分体模的两幅子模具选用统一模架,生产制造成本较低。为方便区分,按照成型顺序称两幅子模具分别为第一色子模和第二色子模。由于双色注塑机的注射单元和喷嘴相对独立,每次注射完成后由注塑机转盘驱动两幅子模的动模部分旋转180°互换位置,其动模部分可同时兼顾塑件成型以及之后子

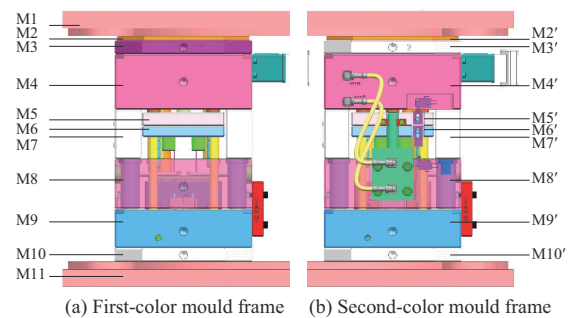


图3 模架结构示意图

Fig. 3 Schematic diagram of mould-base structure

模间转运的作用,定模部分则同时兼顾不同塑料的注入及成型作用^[13]。因此,对于分体模两幅子模具的动模结构应保持一致,定模结构则应根据两次塑件成型结构差异分别设计、制造。

此外,该塑件模具结构设计过程仍然需要注意以下问题。

(1)基于双色倒装模具结构,为保证第一色子模开模后塑件及浇注系统凝料留在动模侧,同时防止动模旋转时平板型塑件因离心力较大而飞离模腔,因此需增设固定形式以加强塑件在动模侧的脱模阻力;由于零件双色结构特征并考虑设置定模侧Z型拉料柱,可保证二色子模开模后塑件及浇注系统凝料留在定模侧,因此需在定模侧设置可靠脱模机构。

(2)基于定模脱模机构的设置,模具浇注系统长度被大大延长,并且主流道需穿过垫块间区域与空气直接接触。为了保证成型质量和效率,模具必须配套使用热流道浇注系统^[14-15]。

2.1 分型面设计

塑件要求外形美观、表面光滑不允许存在流痕和熔接线等问题。分型面的设置必须同时保证成型质量以及顺利脱模,并尽可能降低成型零件加工难度以及模具整体复杂程度。因此,塑件分型面设置在其外形最大轮廓处^[16]。基于上述塑件结构以及成型方案,选择两种原料主分界面的延伸曲面作为分型面,如图4所示。由于塑件整体及材料分界面均属于微曲面,为便于模腔镶件的加工以及降低后续配模难度,在塑件外形轮廓外延一定安全距离处设置阶梯状分型面。



图4 分型面设计

Fig. 4 Design of parting surface

2.2 型腔布局

型腔布局一般需要根据塑件精度、生产经济性以及具体生产条件等多因素确定型腔数量及排布。本所述塑件,设计分析考虑到增设定模推出机构和热流道浇注系统,模具整体复杂程度较高。为保证产品批量注塑成型的经济性原则,考虑采用一模一腔,型腔布置在模具中间,也有利于后续浇注系统的排列和模具的平衡。

2.3 浇注系统设计

鉴于上述模具机构分析,由于定模侧需设置推出机构,同时为确保成型质量和效率,两幅模具统一采用热流道浇注系统进料,并分别设置独立的分流道和浇口,具体浇注系统如图5a和图5b所示。

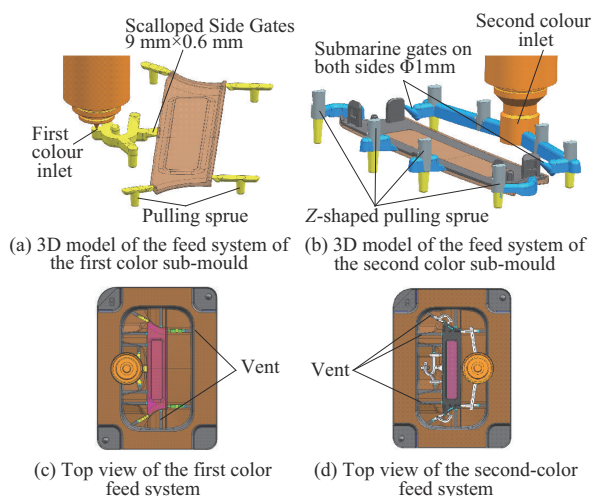


图5 浇注系统示意图

Fig. 5 Schematic diagram of gating system

由于该模具为热流道倒装双色注塑模,第一次注射的PC透光结构成型后需留在动模部分,同时为了便于加工,第一色分流道统一设计在动模型腔侧,选用U型截面经U形转角后采用扇形侧浇口自塑件侧面进料,浇口尺寸为 $9.0\text{ mm} \times 0.6\text{ mm}$;另在动模型腔四周设置溢流槽,溢流槽底部设有拉料柱增大脱模阻力,确保第一次成型后塑件及浇注系统凝料留在动模一侧,同时充分固定以防止其成型后随动模整体旋转时被甩出模具。由于塑件属大平面薄壁件,为保证注射过程能够顺利排气,降低料流阻力,在型腔四周及各流道末端均开设有槽深 0.02

mm的排气通道,以提高塑件成型及外观质量。

由于模具型腔为一模一腔,第一色注射为塑件侧面进料,其主流道偏心设置,具体如图5c和图5d所示。在第一次注射成型并旋转 180° 后,第二幅子模主流道位于成型塑件对侧,需重新设置分流道。与第一色注射不同的是,第二色注射塑件留在定模一侧,因此流道应开设在定模型腔上。此时浇注系统的设置应主要考虑浇口对产品外观的影响,优先选用点浇口或潜伏浇口。其中,潜伏式浇口在产品表面任何位置均可设置。根据塑件结构分析,选用塑件背面两侧卡扣结构的侧面进料,浇口尺寸为 1 mm 。为保证塑件开模时留在定模,在塑件四周均匀设置溢流槽和Z型拉料柱,此设置亦可保证塑件脱模时稳定推出。

2.4 成型零部件设计

结合上述设计进行动定模腔镶件结构设计。其中,定模模腔用以成型塑件内表面,表面精度要求光面,粗糙度达到 $0.2\text{ }\mu\text{m}$;而动模模腔则用以成型塑件外观面,表面精度必须达到镜面,加工完成后需研磨抛光处理,保证表面粗糙度小于 $0.05\text{ }\mu\text{m}$ 。考虑到模腔加工制造难易程度,动模模腔及第一色定模模腔均采用一体式型腔,其中动模及其流道结构参照图5c和图5d所示,第一色定模模腔结构如图6a所示。为避免局部深胶部位充填不良的问题,在相应位置设置推杆元件,模腔内配套开设推杆孔,利用其配合间隙排气以减少充模阻力。第二色定模模腔因其结构相对复杂,采用镶件组合式型腔以便于加工。其中,镶块1负责潜伏式浇口的引入以及斜顶元件的定位,镶块2则负责螺柱结构的成型及定位。定模侧模腔及其镶块结构如图6b和图6c所示。为保证模具使用寿命,定模型腔板采用葛利兹2083ESR模具钢以获得优异的加工工艺性和表面耐磨性,动模型腔板则采用一胜百S136模具钢以

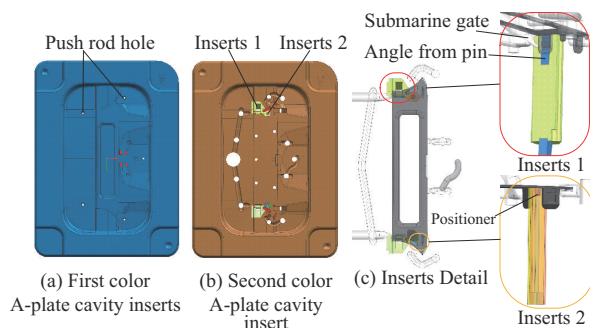


图6 定模模腔镶件结构示意图

Fig. 6 Schematic diagram of cavity plate structure

获得更好的抛光性和耐蚀性,斜顶、镶件统一采用一胜百8407模具钢以保证其优异的耐冲击和尺寸稳定性,后续通过淬火+回火工艺使硬度达到46~48 HRC^[17]。

2.5 冷却水路设计

塑件属于简单平板型结构,但成型面积稍大、型腔深度较浅,宜采用结构简单,加工方便的冷却方式以加强模腔的冷却。因此,模具整体采用常规直通式的温控系统设计,共有13组循环水路组成,如图7所示。其中动模部分水路完全一致,定模部分因两幅子模成型塑件结构不同采用两种冷却方式。第一色定模通过纵横的直通水路(5~8)加强塑件中部厚胶部位的冷却,第二色定模则通过井字形循环水路(9)加强塑件背面四周的定位柱、卡扣结构等部位的冷却。通过实际生产验证,以上水路设计,冷却均匀,效果好,符合大批量注塑成型的需要。

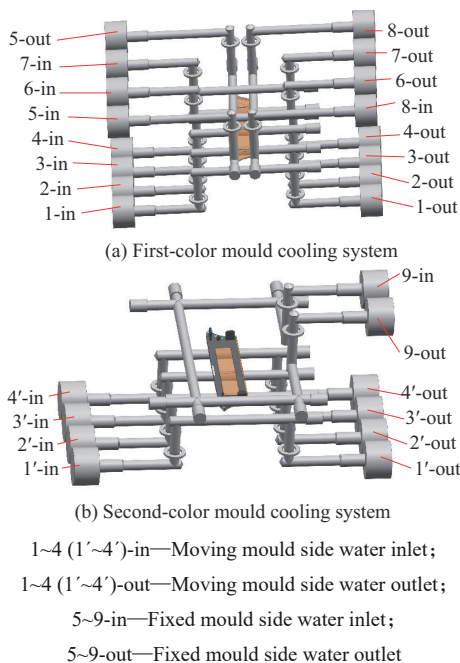


图7 冷却水路示意图

Fig. 7 Schematic diagram of mold cooling water circuit

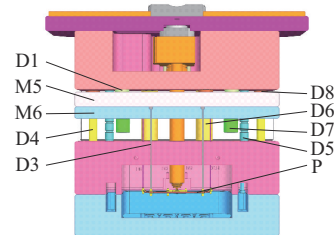
2.6 脱模机构设计

2.6.1 推杆推出机构

针对本塑件结构,选用推杆推出机构较简单且使用方便。根据两幅子模的成型需要,分别设置不同类型的推出机构以满足塑件成型脱模的需要。

在第一色子模成型后,塑件及流道凝料需留在动模。为确保塑件顺利脱离定模,在定模侧设置推

出机构。但由于推出力和推出距离均不需过大,采用预压的优力胶作为推出机构的动力来源,推出机构结构如图8所示。合模时,优力胶受复位杆所传递的锁模力作用,处于预压状态。开模后锁模力撤除,优力胶因自身弹力主动回弹,驱动推出机构将塑件顶出脱离定模。



M5, M6 are the same as Fig.3; D1—Urethane; D3—Ejector pin;
D4—Push-pack pin; D5—Ejector guide pillar; D6—Support pillar;
D7—Stop block; D8—Stop pin; P—Moulded part

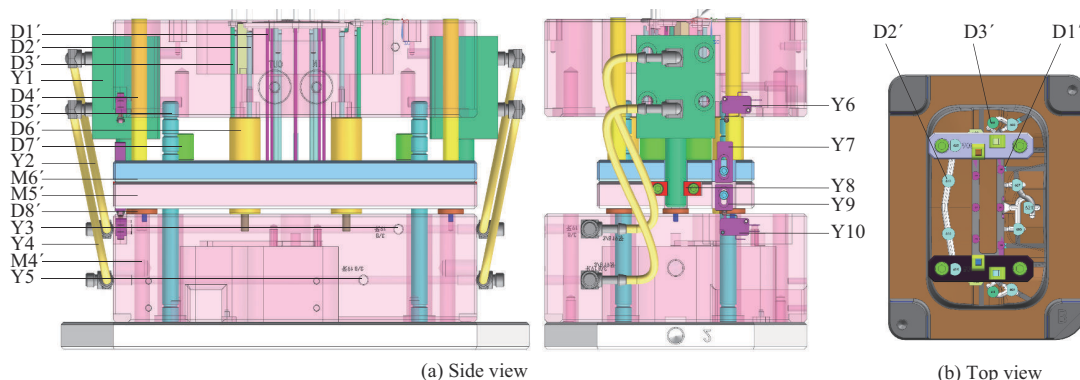
图8 第一色子模推出机构示意图

Fig. 8 Schematic diagram of ejection mechanism of first color sub-mold

在第二色子模成型后,塑件需首先留在定模,之后采用液压油缸驱动推出塑件,具体推出机构如图9所示,在第二色子模的推板上共设置了三种直径不等的推出元件。6根直径为 $\varnothing 3$ mm的推杆1均匀设置于塑件内表面,负责其主体部分顶出,2根直径为 $\varnothing 4$ mm的推杆2设置于塑件两侧溢流部分,9根直径为 $\varnothing 5$ mm的Z形拉料杆均匀设置于塑件四周浇注系统凝料上,以上推杆元件安装于推杆固定板上,推板与推杆固定板又同时与液压驱动装置活塞杆相连。开模时,液压油自热流道板上的进油口经进油管进入液压驱动装置,驱动推出机构动作,直至限位块接触动模板或到位挡块接触到位行程开关。由于机械与电气的双重作用,推出动作完成,可取出成型塑件。合模时复位杆率先强行驱动推出机构复位,之后液压油自热流道板上的回油口经回油管进入液压驱动装置,辅助推出机构回程,直至限位钉接触热流道板或复位挡块接触复位行程开关,复位动作完成,进入下一次注塑循环。

2.6.2 斜顶抽芯机构

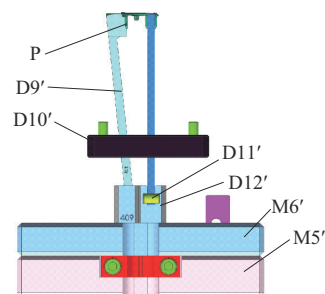
如前文所述,该塑件背面存在四个卡扣结构,侧凹深度为1 mm,由于侧凹深度较浅,采用倾斜角为 6° 的斜顶成型并可辅助顶出,斜顶截面尺寸为 $5.0\text{ mm}\times 4.2\text{ mm}$,具体结构如图10所示。由于卡扣结构在第二色子模内成型,因此以上机构仅在第二色子模内设置。为了确保斜顶抽芯动作可靠灵活,



M4'~M6' are the same as Fig.3; D4'~D8' are the same as D4~D8 in the Fig.8, respectively; D1'—Ejector pin $\varnothing 3$; D2'—Z-shaped sprue puller; D3'—Ejector pin $\varnothing 4$; D8'—Stop pin; Y1—Hydraulic drive; Y2—Oil return pipe; Y3—Oil return; Y4—Oil inlet pipe; Y5—Oil inlet; Y6—In-place travel switch; Y7—In-place stopper; Y8—U-shaped iron; Y9—Reset stopper; Y10—Reset travel switch

图9 第二色子模推出机构示意图

Fig. 9 Schematic diagram of ejection mechanism of second color sub-mould



M5', M6' are the same as Fig.3; P is the same as Fig.8; D9'—Angle from pin; D10'—Guide block; D11'—Track roller; D12'—Slide of angle from pin

图10 模具脱模机构示意图

Fig. 10 Schematic diagram of mould demoulding mechanism

斜顶利用定模板上安装导向块进行导滑,导向块采用青铜或其他耐磨材料制造,导滑段采用H7/f6基孔制间隙配合。斜顶下端采用定位销与滚轮相连,滚轮固定于推板上的斜顶座滑槽内自由滑动,根据卡扣方位以及斜顶出模角度设置斜顶座滑槽及滚轮滑动方向,以实现斜顶在工作过程中的定位、复位和平移。该机构与推杆一同安装于第二色子模的推板之上,在液压驱动装置的作用下可实现合模时的复位和开模后的侧抽及推出动作。

3 模具工作原理

模具整体三维结构如图11和图12所示,其工作步骤分步如下。

(1)注射准备。两副子模具并排安装上机后,动模侧接油温,定模侧接冷却水,热流道板M4同外部接线盒连接,第二色子模的热流道板接入液压油管以驱动推出机构工作。

(2)第一色子模注射。第一色塑料由浇口套F2

注入第一色子模,经热流道系统F3保温后注入型腔,溢料部分形成拉料柱。

(3)第一色子模开模。开模后,受拉料柱和预压推杆D3的作用,第一色成型塑件及浇注系统凝料与定模模腔M13分离,留在动模板M9一侧。

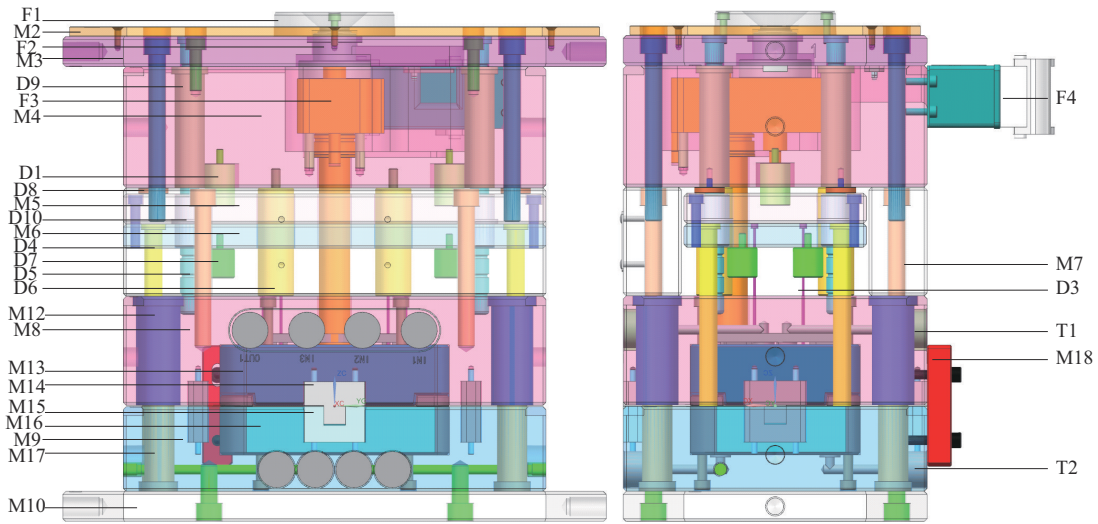
(4)180°旋转交换。在双色注塑机转盘作用下,模具动模旋转180°后重新合模。两幅子模具动模侧结构完全相同,利用模板上矩形定位块M14, M15 (M14', M15')以保证两次合模状态一致。

(5)第二色子模注射。第二色塑料经第二子模内相同路径注入型腔,在第一色塑件的基础上形成第二色塑件结构。

(6)第二色子模开模推出。由于塑件结构以及模具定模侧设置的Z形拉料柱,成型塑件及浇注系统凝料留在定模一侧,随后在液压驱动装置Y1的作用下由推出机构完成脱模,再由人工或机械手取出塑件,经反复操作可实现该类塑件的半自动生产。

4 塑件成型效果

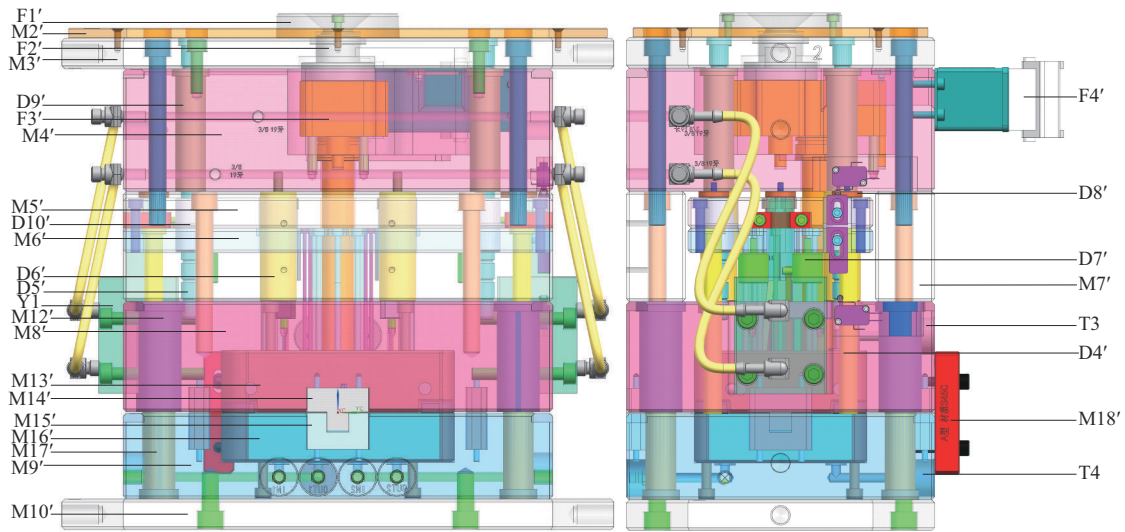
该汽车空调控制面板双色注塑模具,经试模生产,成型样品实物如图13所示。由图13可见,塑件表面质量优良,无串色、印痕、流痕、熔接线、变形以及拉伤等成型缺陷,经检验其尺寸与外观等所有功能均满足预期设计要求。经批量生产验证,模具注射成型稳定、顶出顺畅,可实现稳定批量生产。证实笔者设计的双色模具工艺先进、结构合理、动作可靠,满足产品大批量生产要求。



M2~M10 are the same as Fig.3; D1, D3~D8 are the same as Fig.8; F1—Locating ring; F2—Sprue bush; F3—Hot-runner system; F4—Hot runner connector box; M12—Guide bush; M13—First color sub-mould cavity insert; M14—Concave positioning block; M15—Convex positioning blocks; M16—Core insert; M17—Guide pillar; M18—Safety strap; D9—Ejector guide bush in hot-runner manifold; D10—Ejector guide bush in ejector plate; T1—Fixed plate cooling channel; T2—Moving plate cooling channel

图11 第一色子模结构示意图

Fig. 11 Schematic diagram of first color sub-mould



M2'~M10' are the same as Fig.3; D1'~D8', Y1 are the same as Fig.9; D9'~D10', F1'~F4', M12', M14'~M18', T4 are the same as D9~D10, F1~F4, M12, M14~M18, T2 in the Fig.11, respectively; M13'—Second color sub-mould cavity insert; T3—Fixed plate cooling channel

图12 第二色子模结构示意图

Fig. 12 Schematic diagram of second color sub-mould

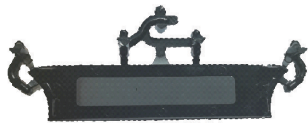


图13 试模产品质量

Fig. 13 Quality of trial moulded products

5 结论

针对汽车空调控制面板,采用2幅子模组合成的分体双色注射模成型,通过双色注塑机的顺序注射工艺实现塑件的组合成型。经试模验证,模具结

构设计合理、动作可靠,对于类似塑件的模具设计开发与注射成型具有一定的参考价值 and 借鉴意义。具体体现在以下3个方面。

(1)对于双色成型塑件,应考虑成型材料温度对于成型工艺顺序的影响。对于类似的空调控制面板类塑件,正面透光PC部分成型温度较高,反面PC/ABS基体部分成型温度较低。如采用正置成型方案,其PC透光部分成型时将同时与金属模腔及

已成型塑料接触,二者较大的热传导差异会导致交界处产生明显印痕、串色缺陷。采用倒装模具结构先成型PC透光结构可保证塑件外观质量,之后再成型温度较低的PC/ABS基体结构,工艺流程相对简单,制造成本低且效率高、质量更稳定。

(2)对于双色倒装模具,为保证第一色子模开模后塑件及浇注系统凝料留在动模侧,并防止动模旋转时因较大离心力而飞离模腔,应在动模侧设置拉料柱以固定塑件,并在定模侧设置预压型推杆推出机构完成辅助推出动作;基于塑件双色结构特征设置Z型拉料柱以保证第二色子模开模后塑件及浇注系统凝料留在定模侧,顶出系统及斜顶联合顶出机构在油缸液压驱动下顺利完成定模顶出。

(3)对于双色倒装模具,应同样考虑浇注系统的设置问题。由于定模侧推出机构的设置,浇注系统到达分型面的距离大大延长,且需要通过垫铁中空区域与空气直接接触,造成温度损失,设计时必须设置热流道系统以保证成型质量。

参考文献

- [1] 徐新华. 操控旋钮双色注射成型热流道模具设计[J]. 中国塑料, 2020, 34(9):84-89.
XU Xinhua. Design of hot runner mould for control-knob bi-color injection molding[J]. China Plastics, 2020, 34(9):84-89.
- [2] 冯刚, 田雅萍, 张朝阁, 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 Chaoge, et al. Research overview and prospects of bi-color injection molding technology[J]. Engineering Plastics Application, 2014, 42(8):111-115.
- [3] 周艳文, 邹功成, 高超, 等. 空调面板透光显示区域注射模设计[J]. 模具工业, 2021, 47(12):49-53.
ZHOU Yanwen, ZOU Gongcheng, GAO Chao, et al. Design of injection mould for light transmission display area of air-conditioning panel[J]. Die and Mould Industry, 2021, 47(12):49-53.
- [4] 徐超辉, 王涛. 汽车阀体零件热流道双色注塑模具设计[J]. 中国塑料, 2019, 33(3):93-96.
XU Chaohui, WANG Tao. Design of hot-runner bicolor injection mold for valve body parts of automobile[J]. China Plastics, 2019, 33(3):93-96.
- [5] 石波, 铁盛武, 沈亮涵, 等. 汽车翼子板三角饰盖高光双色注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2023, 51(7):110-115.
SHI Bo, TIE Shengwu, SHEN Lianghan, et al. Design of two-color injection mold for triangular cover of automobile fender[J]. Engineering Plastics Application, 2023, 51(7):110-115.
- [6] 张维合, 温煌英, 冯婧. 智能定位器面盖双色注塑模设计[J]. 中国塑料, 2023, 37(2):101-105.
ZHANG Weihe, WEN Huangying, FENG Jing. Design of bicolor injection mold for cover of intelligent positioner[J]. China Plastics, 2023, 37(2):101-105.
- [7] 刘峰, 阮余发, 段小敏, 等. 车载DVD按键双色注塑模具设计[J]. 塑料, 2020, 49(4):69-72.
LIU Feng, RUAN Yufa, DUAN Xiaomin, et al. Design of bi-color injection mould for car-DVD key[J]. Plastics, 2020, 49(4):69-72.
- [8] 温英兰, 严胜义, 林颖, 等. 基于Moldflow软件的双色塑料零件印痕研究[J]. 汽车电器, 2023(6):99-101.
WEN Yinglan, YAN Shengyi, LIN Yin, et al. Study on the mark of bi-color plastic part based on moldflow[J]. Auto Electric Parts, 2023 (6):99-101.
- [9] 吴俊超. 基于Moldflow的汽车仪表板大型塑件注塑模工艺优化[J]. 中国塑料, 2021, 35(12):121-128.
WU Junchao. Process optimization of injection mold for large plastic parts of automobile dashboard based on moldflow[J]. China Plastics, 2021, 35(12):121-128.
- [10] 李保, 王正才, 黄铭涛, 等. 基于Moldflow的双色IMD塑件模具设计与仿真[J]. 工程塑料应用, 2023, 51(1):82-87.
LI Bao, WANG Zhengcai, HUANG Mingtao, et al. Design and simulation of bicolor IMD injection mould based on moldflow[J]. Engineering Plastics Application, 2023, 51(1):82-87.
- [11] 张熠, 欧长劲, 姜献峰, 等. 一模四腔分区加热IMD膜高压成型研究[J]. 塑料工业, 2018, 46(7):51-55.
ZHANG Yi, OU Changjin, JIANG Xianfeng, et al. Study on IMD film by high pressure forming of one-mold with four-cavities partition heating[J]. China Plastics Industry, 2018, 46(7):51-55.
- [12] 周磊, 张凌霄, 危学兵, 等. 汽车IMD内饰面板成型工艺优化研究[J]. 塑料科技, 2019, 47(9):83-88.
ZHOU Lei, ZHANG Lingxiao, WEI Xuebing, et al. Research on the optimization of molding process for automobile IMD interior panel[J]. Plastics Science and Technology, 2019, 47(9):83-88.
- [13] 严胜义, 宋小尉, 胡光良, 等. 一种用于注塑开关的双色模具: CN208697848U[P]. 2019-04-05.
YAN Shengyi, SONG Xiaowei, HU Guangliang, et al. A two-color mold for injection molded switches: CN208697848U [P]. 2019-04-05.
- [14] 张维合, 冯国树, 朱晓敏, 等. 汽车右后门板顺序阀热流道大壁厚注塑模具设计[J]. 中国塑料, 2022, 36(1):166-171.
ZHANG Weihe, FENG Guoshu, ZHU Xiaoming, et al. Design of large and thin-walled injection mold with SVG for car right-tuer hinten[J]. China Plastics, 2022, 36(1):166-171.
- [15] 范玉, 范佳琦, 黄继战, 等. 透光窗控制器面板倒装双色热流道注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2023, 51(11):90-95.
FAN Yu, FAN Jiaqi, HUANG Jizhan, et al. Flip two-color hot runner injection mold design on transparent window controller panel[J]. Engineering Plastics Application, 2023, 51(11):90-95.
- [16] 石世铤. 注塑模具设计与制造教程[M]. 北京: 化学工业出版社, 2017.
SHI Shiyao. Injection mold design and manufacturing tutorials [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2017.
- [17] 魏燕红, 刘宇尧, 陈营, 等. 基于CAE技术的塑料水杯注射成型分析与工艺优化[J]. 塑料工业, 2022, 50(2):97-101.
WEI Yanhong, LIU Yuyao, CHEN Ying, et al. Injection molding analysis and process optimization of plastic water cup based on cae technology[J]. China Plastics Industry, 2022, 50(2):97-101.