

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2025.12.018

# 汽车三色尾灯面罩注塑模具设计

姚震<sup>1</sup>, 郭国俊<sup>2</sup>, 于程程<sup>3</sup>, 应建华<sup>2</sup>(1. 台州职业技术学院机电工程学院, 浙江台州 318000; 2. 浙江赛豪实业有限公司, 浙江台州 318000;  
3. 青岛海信模具有限公司, 山东青岛 266109)

**摘要:** 为了集成使用功能与外观装饰的双重要求, 某车型尾灯面罩设计成三色。针对该面罩设计了一副三色三工位注塑模具, 该模具由三副子模具按 120° 间隔排列而成。为解决面罩产品坡度斗、落差大、开模方向存在倒扣结构易产生拉伤的问题, 设计了内抽机构及分型拉钩, 按特定角度摆放塑件促使内抽运动方向与开模方向一致, 开模时通过分型拉钩实现动模板开档、分离内抽, 完成抽芯运动, 同时设计了方形导柱来增加模具的定位精度和支撑强度。每副子模具均设置了针阀式热流道系统, 并在第 2 色和第 3 色阀针浇口处设计了冷却水套加强冷却。顶出系统采用油缸驱动, 顶出方向与开模方向成斜角度, 有效降低了模具高度落差, 起到节省钢料及增强模具强度的效果。冷却系统采用了贴合形状的水路与水井组合的冷却设计方法。通过实际验证, 该三色模具运行稳定可靠, 产品满足生产要求。

**关键词:** 尾灯面罩; 三色三工位; 内抽机构; 分型拉钩; 方型导柱

**中图分类号:** TG76 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2025)12-0136-07

## Design of injection mould for automobile tricolor taillight mask

YAO Zhen<sup>1</sup>, GUO Guojun<sup>2</sup>, YU Chengcheng<sup>3</sup>, YING Jianhua<sup>2</sup>

(1. School of Mechanical and Electrical Engineering, Taizhou Vocational and Technical College, Taizhou 318000, China;

2. Zhejiang Saihao Industrial Co., Ltd., Taizhou 318000, China; 3. Qingdao Hisense Mould Co., Ltd., Qingdao 266109, China)

**Abstract :** To integrate both functional and aesthetic requirements, the taillight mask of a certain vehicle model was designed with three colors. A three-color three-station injection mould was designed for this mask, consisting of three sub-molds arranged at 120° intervals. To address issues such as undercuts, steep slopes and significant height variations in the mould opening direction—all of which may cause surface damage, an internal core-pulling mechanism and parting hooks were designed. By positioning the plastic part at a specific angle, the internal retraction direction was aligned with the mould opening direction. During mould opening, the parting hooks facilitated the separation of the moving plate and the internal retraction mechanism, completing the core-pulling motion. Additionally, square guide pillars were incorporated to enhance the mould's positioning accuracy and support strength. Each sub-mould was equipped with a needle-valve hot runner system, and cooling jackets were designed at the valve gate locations of the second and third colors to enhance cooling. The ejection system, driven by oil cylinders, was oriented at an angle to the mould opening direction, effectively reducing the mould's height variation, saving material and improving mould strength. The cooling system utilizes a combination of conformal cooling channels and water wells. Through actual mould trials, the tricolor mould has demonstrated stable and reliable operation, and the products meets production requirements.

**Keywords :** taillight mask ; three-color three-station ; internal core-pulling mechanism ; parting hook ; square guide pillar

车灯被喻为汽车的“眼睛”, 人们对汽车外观和质量提出了越来越高的要求, 因此车灯的结构设计也越来越复杂<sup>[1-4]</sup>。汽车尾灯面罩通常由多种不同

颜色的塑料组成, 常见的有双色及三色<sup>[5-7]</sup>。多色塑件模具通常结构复杂, 需要结合其外观形状、材料及成型工艺等特性才能得到合格产品, 其设计难点

**基金项目:** 台州职业技术学院 2025 年度重点科研项目(2025ZD08), 2024 年浙江省教育厅一般科研项目(Y202455846)

**通信作者:** 姚震, 硕士, 副教授, 研究方向为模具 CAD/CAE/CAM 技术

**收稿日期:** 2025-09-26

**引用格式:** 姚震, 郭国俊, 于程程, 等. 汽车三色尾灯面罩注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2025, 53(12): 136-142.

YAO Zhen, GUO Guojun, YU Chengcheng, et al. Design of injection mould for automobile tricolor taillight mask[J]. Engineering Plastics Application, 2025, 53(12): 136-142.

在于<sup>[8-12]</sup>:一是要满足旋转的精准定位和重复精度,开合、旋转过程中各部件不能发生干涉;二是多色塑料容易串色,需要设计合理的搭接方式,避免塑件发生串色缺陷,同时保证结合强度;三是塑件由多次成型而成,每个子模块要设计独立的流道系统及冷却系统。

根据塑件的结合特征,三色模具结构可分三色二工位和三色三工位两种,本案例采用三色三工位模具结构。三色三工位模具通常由三副子模具组合而成,借助注塑机转盘旋转两次交换定模,重叠注塑二次得到三色成型塑件。相比于单色注塑,多色注射成型具有产品质量好、生产效率高等优点,十分贴合行业当前的生产需求<sup>[13-15]</sup>。本文从浇注系统、成型系统、抽芯系统、脱模系统、冷却系统五个方面介绍了某尾灯面罩模具设计方案及工作原理。

### 1 三色尾灯面罩产品分析

尾灯面罩产品由黑色、透明色、红色3种颜色构成,材料均为聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)树脂。黑色件质量约为61 g,作为第一色处在尾灯面罩四周,起到遮盖光线的作用,并通过设计黑色件安装面焊接筋等结构,方便尾灯面罩在对应区域安装固定;透明件和红色件分别作为第二色和第三色覆盖在黑色件上,质量分别为39 g和122 g,其作用是满足尾灯的透光及装饰照明要求<sup>[16]</sup>。三色尾灯面罩产品结构如图1所示。

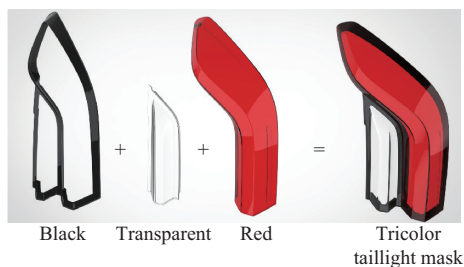


图1 三色尾灯面罩产品结构

Fig. 1 Tricolor taillight mask product structure

三色尾灯面罩的搭接截面示意图如图2所示,由图2可见,分型线处设计0.2 mm的顺断差,避免

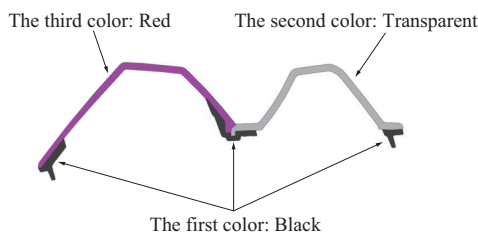


图2 三色面罩搭接截面

Fig. 2 Cross-section of three-color mask

因加工精度、合模定位精度产生逆断差。为了增强不同色塑料的黏结强度,防止产品在顶出脱模时和极冷极热条件下使用时出现开裂,三种颜色塑料设计了较宽的接触面积及适当的搭接角度。

### 2 模具设计难点分析

#### 2.1 模具轻量化问题

面罩模具设计时产品常规摆放方式如图3a所示,此时顶出方向与开模方向一致,落差有367 mm,存在模厚偏大、加工困难、模具侧向型腔压力大、不利锁模等问题。如按内抽角度旋摆产品30°,如图3b所示,这种设计可以降低模具高度落差约181 mm,同时省去与内抽连接的滑块,节省钢料的同时增强模具的强度。但如何合理布置内抽及开模顶出机构、避免干涉是一大难题。

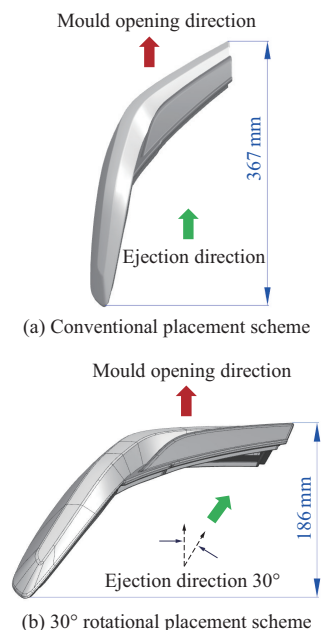


图3 模具顶出方向和开模方向示意图

Fig. 3 Schematic diagram of mould ejection direction and mould opening direction

#### 2.2 模具旋转定位精度问题

三色面罩使用卧式多色注塑机量产,模具按三工位设计,注塑机动模侧转盘每次顺时针旋转120°,重新合模注塑,在第三副子模具完成取件。由于模具加工本身存在误差,三副子模具动模尺寸精度并非完全一致;并且模具质量较重,旋转过程容易出现位置偏移,从而不能保证安装精度。但三色三工位模具要求每次旋转后动模分别与三个定模互配,因此如何保证模具的动态重复旋转的定位精度是一个难点。

### 3 三色尾灯面罩模具结构设计

#### 3.1 浇注系统设计

该尾灯面罩由三种颜色塑料先后注塑结合而成,根据产品结构特点,第1色注塑黑色件,第2色注塑透明件,第3色注塑红色件,浇注系统均采用热流道阀针点浇口。

三副子模具型腔均采用左右镜像、一模两腔设计,PMMA塑料通过HRSflow品牌的热流道系统成型。第1色黑色塑件采用2点阀针式产品表面进胶,如图4a所示;第2色透明塑件采用1点阀针式产品表面进胶,如图4b所示;第3色红色塑件采用1点阀针式产品表面进胶,如图4c所示;第2色和第3色阀针浇口处设计冷却水套加强冷却,防止产品表面留有烫印缺陷。根据产品结构初步确定浇口数量及位置后,再通过模流分析验证可行性,图5为Moldflow软件得到的最佳浇口位置云图,与实际浇口位置一致。

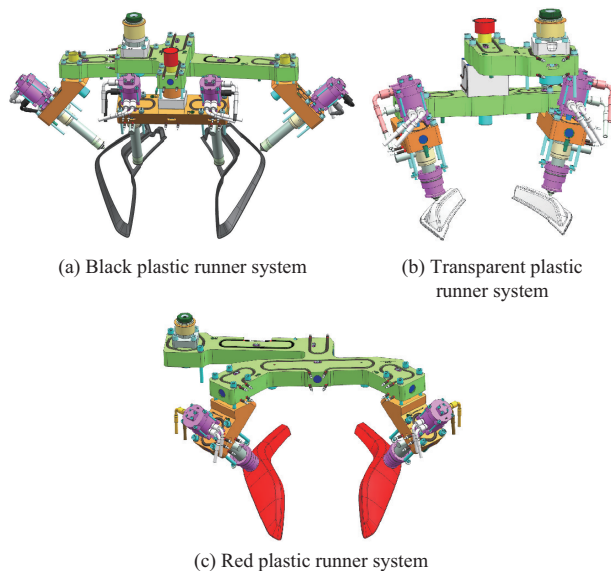


图4 模具浇注系统

Fig. 4 Mould runner system

#### 3.2 成型系统设计

##### 3.2.1 型芯设计

三副子模具的型芯结构一样,型芯钢材使用德系1.2343ESR材料,进行粗加工后,需进行调质处理,使其硬度满足46~48 HRC的要求,型芯侧黑色产品面抛光纸采用砂纸型号1200#,透明件和红色件的产品面需抛光至镜面。由于型芯尺寸较大,为方便拆装,与模框配合的侧面设计成两张作为基准的直面及两张拔模角度为3°的斜面,如图6所示。尾灯面罩产品侧面投影面积较大,产品注塑时要承受

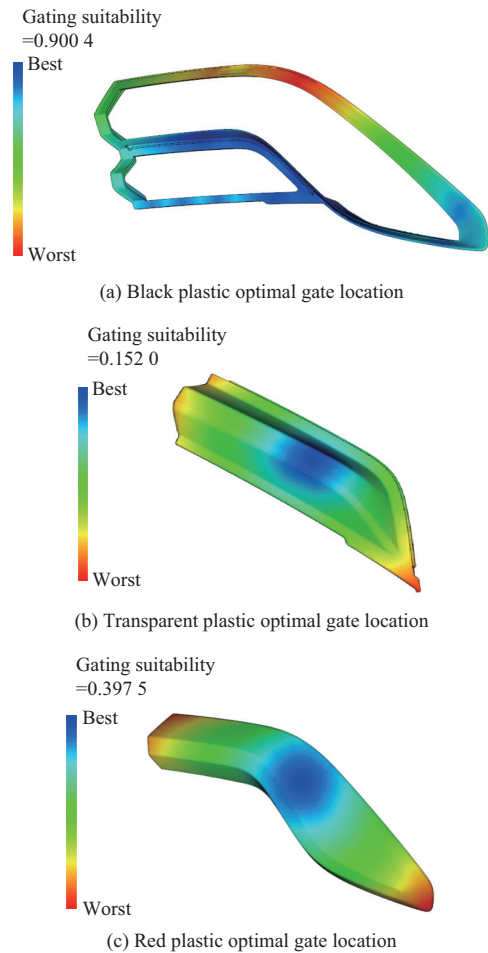


图5 最佳浇口位置分析

Fig. 5 Optimal gate location analysis

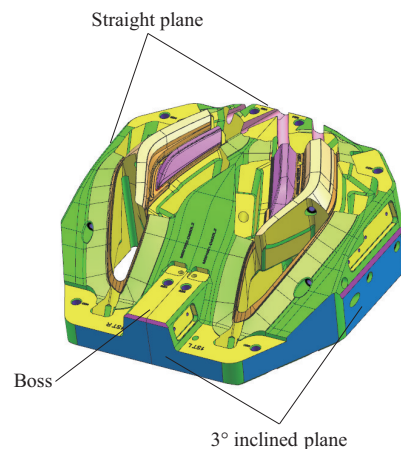


图6 第1色、第2色、第3色子模具型芯

Fig. 6 First color, second color and third color sub-mould core

较大的侧压力,故在型芯、型腔正面设计了凸台、凹槽结构,起到定位、互锁作用。

##### 3.2.2 型腔设计

三副子模具的型腔结构不同,具体如图7所示,设计中间密封胶面宽度2 mm,避免塑件产生明显压

印,钢材均用德系 1.2343ESR 材料,在粗加工完成后,需进行调质处理,使其硬度满足 46~48 HRC 的要求;面罩成型表面需镜面抛光。由于型腔尺寸较大,为方便拆装,与模框配合的侧面设计成两张作为基准的直面及两张拔模角度为 3°的斜面。

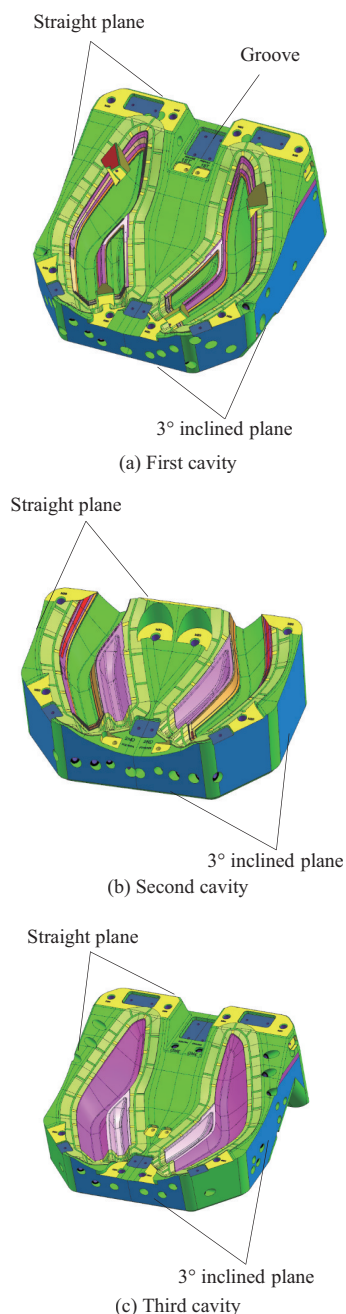


图7 第1色、第2色、第3色子模具型腔

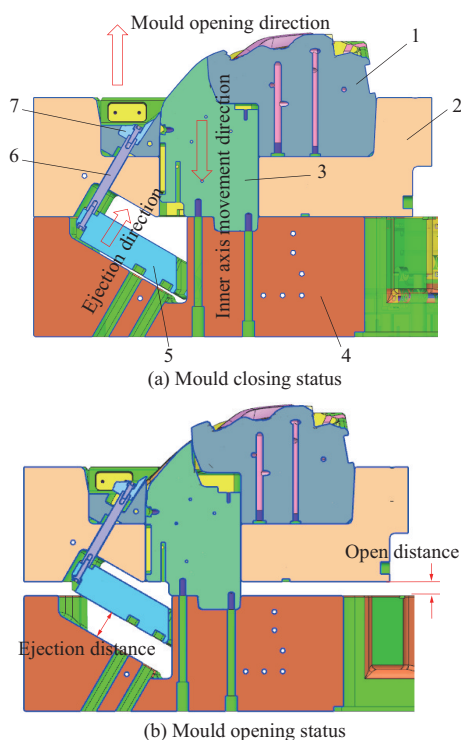
Fig. 7 First color, second color and third color sub-mold cavity

### 3.3 抽芯系统设计

将内抽角度设计成与开模方向一致,省去隧道滑块结构,降低了模具高度,节省钢料的同时提升模具自身的强度。此时顶出方向与开模方向成

30°,模具通过分型拉钩实现动模板开档分离内抽,完成抽芯运动,通过油缸驱动顶出系统完成产品顶出。

内抽结构在合模、开模的状态如图8所示,内抽块通过螺钉与底板固定,动模板与底板不固定,通过分型拉钩实现开模时,第1色子模具和第2色子模具的动模板、型芯与底板不开档分离;第3色子模具的动模板、型芯与底板开档距离 25 mm,内抽块与塑件脱离。动模板与底板之间设计方形导柱,在动模板开档分离时起到支撑和导向作用;动模板与底板之间设计 4 根弹簧支撑,起到辅助开档的作用;动模板与底板之间还设计了 4 根拉杆,当开档时内抽块抽芯完成后,拉杆拉住动模板和动模一起开模。



1—Core; 2—Moving Plate; 3—Core-pulling mechanism; 4—Base plate;  
5—Ejector plate; 6—Ejector pin; 7—Ejector sleeve

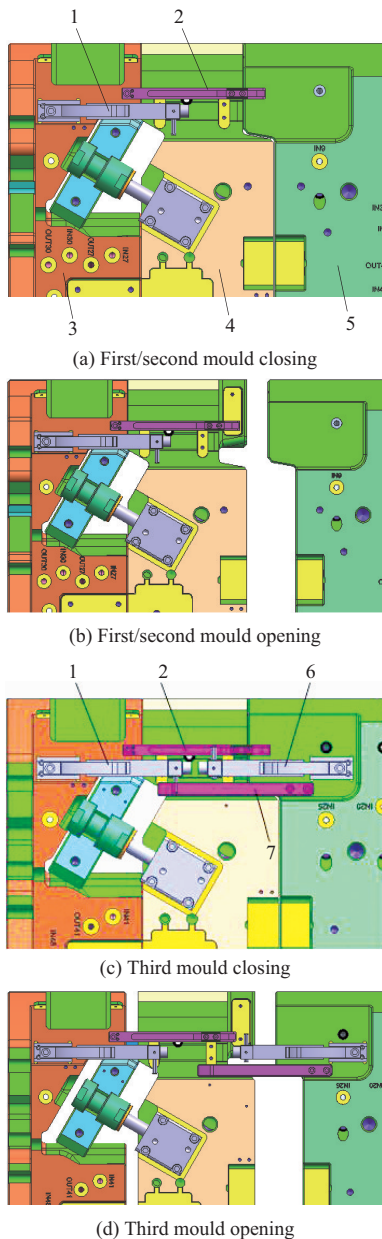
图8 内抽在合模、开模及顶针板顶出的状态

Fig. 8 Internal pumping in state of closing, opening and ejection of ejector plate

### 3.4 脱模系统设计

#### 3.4.1 分型拉钩

采用美国 DME 标准的分型拉钩作为内抽开档驱动结构,第1色子模具和第2色子模具的拉钩 1、拨杆 1 固定在动模侧的底板上,模具合模拉钩和拨杆的位置如图 9a 所示,模具开模拉钩和拨杆的位置如图 9b 所示,拉钩 1 拉住动模板,开模时动模板和



1—Hook 1; 2—Lever 1; 3—Base plate; 4—Moving Plate; 5—Fixed plate; 6—Hook 2; 7—Lever 2

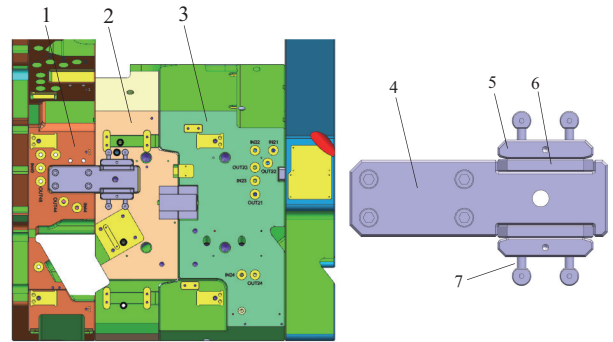
图9 分型拉钩和拨杆工作示意图

Fig. 9 Schematic diagram of hook and lever operation

底板不分离。第3色子模具的拉钩1、拨杆1固定在动模侧的底板上,拉钩2、拨杆2固定在定模板上,当模具合模时拨杆2将拉钩1铲起,拉钩1和动模板分离,拉钩2卡入动模板,拉钩2的销钉距离拨杆1的梯形块25 mm,如图9c所示;当模具开模时,拉钩2拉住动模板,使动模板与底板分离,内抽块完成抽芯,在开档分离到25 mm时,拨杆1将拉钩2铲起,拉钩2脱离动模框,动模板与底板一起开模,如图9d所示。

### 3.4.2 方形导柱

通过动模板与底板开档25 mm,实现内抽运动,仅靠圆形导柱定位和支撑是不够的,因此在底板和动模框的外侧设计了方形导柱,增加模具的定位精度和支撑强度。方形导柱固定在底板上,调整块固定在动模板上,如图10所示。



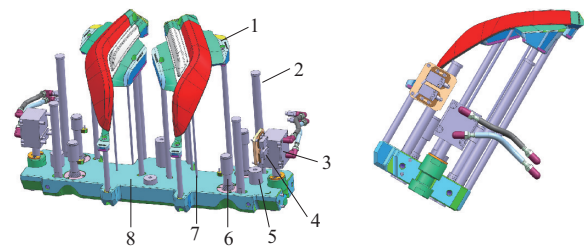
1—Base Plate; 2—Moving plate; 3—Fixed plate; 4—Square guide post; 5—Adjusting block; 6—Wear plate; 7—Screw

图10 方形导柱结构图

Fig. 10 Square guide pillar structure diagram

### 3.4.3 顶出机构设计

第1色、第2色、第3色的动模侧各设计一套顶出系统,顶出方向与开模方向成斜角30°,采用两个油缸驱动顶出和复位运动,塑件四周布置直顶块,塑件中间布置两个圆顶针,如图11所示。顶块和顶针的痕迹线均在黑色塑件上,黑色可以起到遮盖作用,外观上不易看出,顶出距离设置30 mm。



1—Ejector sleeve; 2—Return pin; 3—Cylinder; 4—Limit switch; 5—Ejection stop block; 6—Guide pin; 7—Ejector pin; 8—Ejector plate

图11 顶出机构

Fig. 11 Ejector mechanism

### 3.5 冷却系统设计

三色尾灯面罩采用PMMA材料,其模温一般在60 °C左右,采用模温机分别控制定模和动模的温度。根据尾灯面罩结构设计了贴合形状的水路,同时设计了水井来辅助冷却不充分的部分,从而保证产品冷却均匀。为保证冷却效果,模具热嘴和内抽结构都设计了独立的冷却水路。三维模型及模流分析结果如图12所示,可见塑件表面温度分布

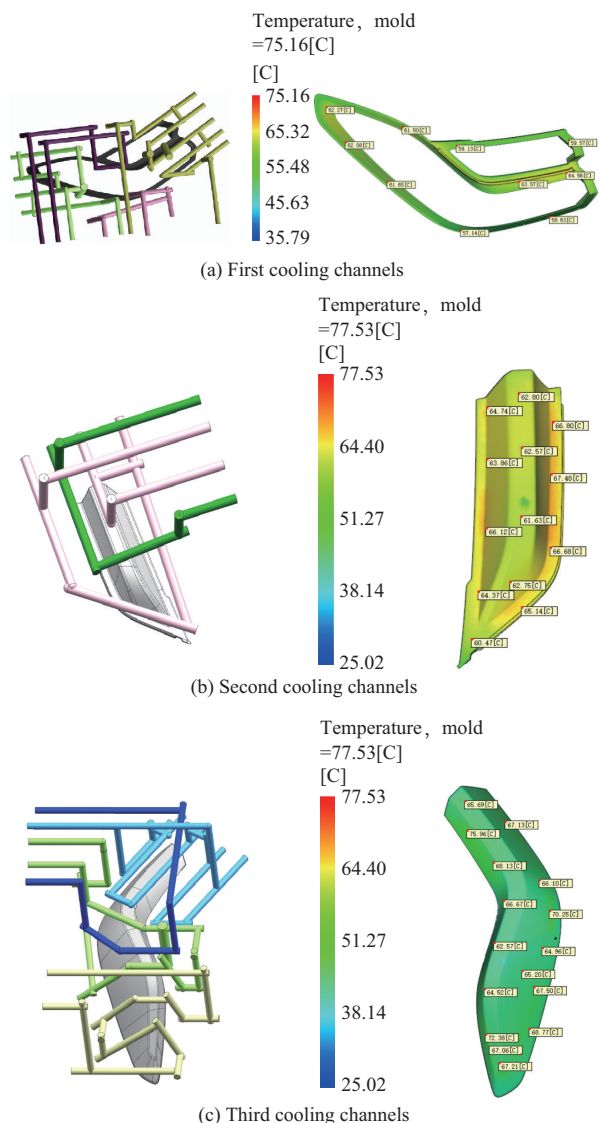


图 12 模具冷却系统

Fig. 12 Mould cooling system

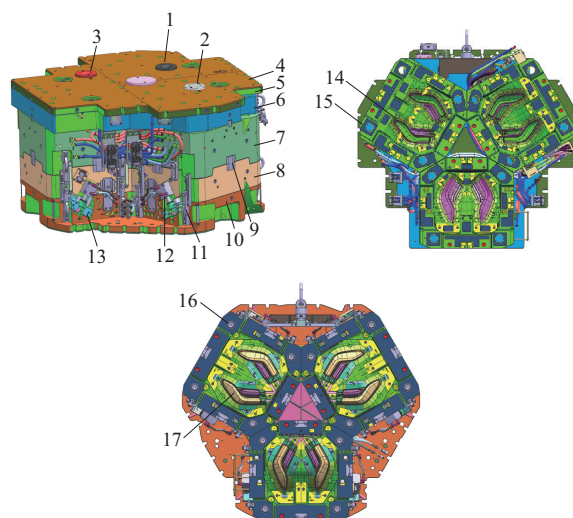
均匀。

模具冷却系统水路直径为 11.5 mm,水井直径为 18 mm,水路间距为 45~65 mm,螺牙采用英制 Pipe Thread。需淬火处理的模仁水路最小安全距离要求在 12 mm 以上,水井距离产品要求在 20 mm 以上,避免淬火出现开裂问题。

#### 4 模具整体结构装配及工作原理

汽车尾灯面罩注塑模具装配图如图 13 所示。模具整体尺寸为 1 980 mm×1 795 mm×1 040 mm,模具属于“三模六腔”三色注塑模具。

三色三工位注塑模具的工作原理如图 14 所示,连续循环生产[即下述步骤(3)进行时,第 2 色子模具已经包含第 1 色塑件,第 3 色子模具已经包含第 1 色和第 2 色塑件]情况下的模具运行步骤如下。(1)模



1—First locating ring; 2—Second locating ring; 3—Third locating ring; 4—Insulation plate; 5—Clamping plate; 6—Hot runner plate; 7—Fixed plate; 8—Moving plate; 9—Locator; 10—Base plate; 11—Hook and lever; 12—Hydraulic cylinder; 13—Ejector plate; 14—Fixed mould core; 15—Guide bushing; 16—Guide post; 17—Moving mould core

图 13 模具装配图

Fig. 13 Mould assembly drawing

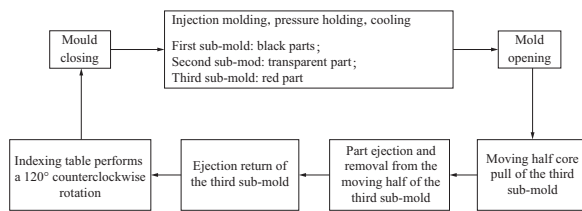


图 14 三色塑件成型过程

Fig. 14 Tricolor plastic part molding process

具合模。(2)注射成型。同时打开第 1 色、第 2 色、第 3 色的三套浇注系统,完成注射+保压+冷却成型工艺。(3)模具开模。第 3 色动模侧通过分型拉钩完成动模板开档,内抽块抽芯 25 mm。第 3 色子模具油缸驱动顶出机构将三色尾灯面罩产品顶出 30 mm,机械手完成取件。(4)动模轮换。第 3 色油缸驱动顶出机构复位,注塑机转盘逆时针旋转 120°。(5)再次合模。内抽及滑块复位,模具重新合模注塑,周期循环。

通过对装配后的模具进行试模验证,得到三色尾灯面罩产品如图 15 所示,可见产品表面光洁、无成型缺陷。

#### 5 结论

(1)针对三色尾灯面罩的结构特点,设计了“三模六腔”三色注塑模具。通过按内抽方向旋摆产品 30°,调整产品顶出方向,解决了模具结构落差大的问题,在节省钢料的同时增强了模具强度,起到降



图15 三色尾灯面罩实物

Fig. 15 Actual product of tricolor taillight mask

本增效的目的。

(2)为方面模具顺利脱模,设计了内抽机构及分型拉钩,通过分型拉钩实现动模板开档与分离内抽,完成抽芯运动,同时设计了方形导柱来增加模具的定位精度和支撑强度。

(3)模具冷却系统设计了贴合形状的水路与水井组合的方式,热嘴和内抽结构均设有独立冷却水路,水路间距均匀,从而保证了面罩产品冷却均匀。

(4)模具试模运行平稳,产品成型周期符合要求,三色尾灯面罩外观品质及尺寸精度满足需求,达到了预期目标。

#### 参考文献

- [1] 赵利平,温煌英,罗哲,等.汽车灯饰面盖零件热流道双色注塑模具设计[J].工程塑料应用,2022,50(3):96-100.  
ZHAO Liping, WEN Huangying, LUO Zhe, et al. Design of two-color injection mold for hot runner of automobile lamp cover[J]. Engineering Plastics Application, 2022, 50(3):96-100.
- [2] 朱成兵,周卫华,李金国,等.双色汽车车灯模具型腔分析[J].模具技术,2023(3):16-22.  
ZHU Chengbing, ZHOU Weihua, LI Jinguo, et al. Analysis on strength and deformation of mold cavity for bicolor automobile lamp[J]. Die and Mould Technology, 2023(3):16-22.
- [3] 施凯文,铁盛武,何叶春,等.车灯厚壁光导模具优化设计[J].模具工业,2024,50(1):36-42.  
SHI Kaiwen, TIE Shengwu, HE Yechun, et al. Optimization design of mould of thick wall light guide for automobile light[J]. Die & Mould Industry, 2024, 50(1):36-42.
- [4] 段伟,熊建武,陶军,等.新能源电车前灯模块反射镜底壳模具设计[J].工程塑料应用,2025,53(2):112-117.  
DUAN Wei, XIONG Jianwu, TAO Jun, et al. Mould design for bottom shell of reflective mirror of front light module of new energy electric vehicles[J]. Engineering Plastics Application, 2025, 53(2):112-117.
- [5] 杨剑萍,肖国华,冯振礼,等.汽车尾灯灯罩三色成型方法及模具结构设计[J].塑料,2022,51(1):84-88,110.  
YANG Jianping, XIAO Guohua, FENG Zhenli, et al. The three-color forming method and mould structure design of the lamp cover of automobile back-lamp[J]. Plastics, 2022, 51(1):84-88, 110.
- [6] 雷继梅,倪君杰,黄瑶,等.高光三色汽车尾灯灯罩注塑工艺参数优化[J].现代塑料加工应用,2020,32(1):46-49.  
LEI Jimei, NI Junjie, HUANG Yao, et al. Optimization of injection molding process parameters for high-light tri-color automobile taillight shade[J]. Modern Plastics Processing and Applications, 2020, 32(1):46-49.
- [7] 姚震,郭国俊,李金国,等.汽车格栅面罩对射式双色叠层注塑模具设计[J].中国塑料,2023,37(7):115-121.  
YAO Zhen, GUO Guojun, LI Jinguo, et al. Design of bi-color stacking injection mold for automobile grille mask[J]. China Plastics, 2023, 37(7):115-121.
- [8] 翁礼杰,彭贤峰,傅莹龙,等.汽车激光雷达盖板的双色注塑模具设计[J].塑料,2024,53(3):50-55.  
WENG Lijie, PENG Xianfeng, FU Yinglong, et al. Design of dual color injection mold for automotive lidar cover[J]. Plastics, 2024, 53(3):50-55.
- [9] 罗刚,刘宗义,张义海.多工位注射模具技术研究[J].橡塑技术与装备,2023,49(1):31-34.  
LUO Gang, LIU Zongyi, ZHANG Yihai. Research on multi-station injection molding technology[J]. China Rubber/Plastics Technology and Equipment, 2023, 49(1):31-34.
- [10] 叶衍真,荣星,蔡部林,等.自动替换镶件的双色注塑模具设计[J].中国塑料,2024,38(11):118-123.  
YE Xianzhen, RONG Xing, CAI Bulin, et al. Design of bi-color injection mold with automatic replacement of inserts[J]. China Plastics, 2024, 38(11):118-123.
- [11] 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.
- [12] 徐文庆,肖国华,汪哲能,等.基于双色旋转技术的嵌件自动给料注塑模具设计[J].塑料,2019,48(6):76-79.  
XU Wenqing, XIAO Guohua, WANG Zheneng, et al. Design of injection mould for insert automatic feeding based on two-color rotation technology[J]. Plastics, 2019, 48(6):76-79.
- [13] 刘宗义,罗刚.多色多物料注射模具技术研究[J].模具技术,2019(1):11-13,31.  
LIU Zongyi, LUO Gang. Research on injection moulding technology of multi colors and multi materials[J]. Die and Mould Technology, 2019(1):11-13, 31.
- [14] 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.
- [15] 张少飞.汽车风管控制器双色注射模设计[J].模具工业,2019,45(1):45-49.  
ZHANG Shaofei. Design of two-color injection mould half for automobile air duct controller[J]. Die & Mould Industry, 2019, 45(1):45-49.
- [16] 郝加杰,石波,铁盛武,等.汽车前大灯灯罩倒装双色注塑模具设计[J].工程塑料应用,2022,50(7):91-98.  
HAO Jiajie, SHI Bo, TIE Shengwu, et al. Design of inverted double color injection mold for automobile headlamp lampshade[J]. Engineering Plastics Application, 2022, 50(7):91-98.