

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2022.06.017

汽车主副驾饰板顺序阀热流道注塑模具设计

王颖¹, 秦龙², 冯安平¹

(1. 佛山职业技术学院, 广东佛山 528137; 2. 成都航天模塑股份有限公司, 成都 610100)

摘要: 结合某汽车主副驾饰板的结构特点, 设计了一副“1+1”模腔布局的注塑模具。利用 Moldflow 软件进行模流分析, 模具浇注系统采用“热流道+冷流道”组合形式, 热流道采用顺序阀技术 2 点进料, 解决了塑件表面熔接痕和色泽不一致等成型问题。针对塑件内部倒扣众多, 且有多处倒扣形状不规则, 空间狭窄, 倒扣脱模方向不一致的问题, 为保障倒扣顺利脱模, 每个模腔设计了 1 个滑块和 10 个斜顶机构。塑件内表面还有较多筋位, 大量蜂窝结构, 多个 boss 柱, 需要的脱模力较大, 脱模系统还需要设计顶针、司筒、直顶和二次顶出结构。该模具由于直顶和斜顶数量较多, 模具底板和顶出板上需要留有较多空间来安装直顶杆和斜顶, 导致注塑机顶棍无法为模具提供脱模动力, 需要设计油缸为顶出系统提供动力。模具投产后, 运行平稳, 实践表明, 结构合理可靠, 满足客户要求, 为类似模具设计提供借鉴。

关键词: 注塑模具; 热流道; 顺序阀; 侧向抽芯机构; 二次顶出

中图分类号: TQ320.66 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2022)06-0099-06

Design of Injection Mold on Sequence Valve Hot Runner for Automobile Driver and co Driver Trim Panel

Wang Ying¹, Qin Long², Feng Anping¹

(1. Foshan Polytechnic, Foshan 528137, China; 2. Chengdu Aerospace Mould & Plastic Co., Ltd, Chengdu 610100, China)

Abstract: According to the structure and characteristics of automobile driver and co driver trim panel, an injection mold with “1+1” cavity layout was designed. Moldflow software was used for mold flow analysis. The mold gating system adopted the combination of “hot runner+cold runner”. The sequence valve technology of 2-point glue feeding was used in the hot runner gating system, which successfully eliminated the defects of melt filing, such as weld mark and inconsistent color on the surface of plastic parts. Aiming at the problems of demould the inner surface of the plastic parts, and irregular shape, narrow space, inconsistent demoulding direction of plastic parts, in order to ensure the smooth demoulding of buckles, 1 slider and 10 lifters were designed for each mold cavity. There are many ribs on the inner surface of plastic parts, a lot of honeycomb structures and multiple boss columns, which require large demoulding force. The demoulding system also needs to design ejection pins, ejection sleeves, straight blocks, lifters and secondary ejection. Because of the large number of straight blocks and lifters, more space is occupied, the injection top rod can not provide demoulding power for the mold, so it is necessary to design an oil cylinder to provide power for the ejector system. The practice shows that the mold structure is stable and reliable to meet the requirements of customers, which can provide reference value for similar mold design.

Keywords: injection mould; hot runner; sequence valve; side core pulling mechanism; secondary ejection

汽车主、副驾饰板外表面呈顺滑弧线造型, 内表面有多处倒扣、卡口和蜂窝结构, 结构复杂, 笔者介绍汽车主副驾饰板的注射模具设计, 为类似模具设计提供借鉴。

1 塑件工艺性分析

汽车主驾饰板(记为左件)安装在汽车主驾座椅的外侧, 不仅是座椅上一些零部件的安装载体, 还遮挡座椅金属骨架零件, 塑件结构见图 1(副驾饰板

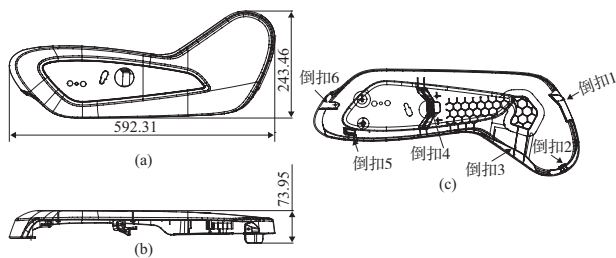
基金项目: 广东省教育厅科研特色创新项目(自然科学)(2017GKTSCX085), 佛山职业技术学院校级科研项目(KY2021Y03)

通信作者: 冯安平, 高级实验师, 主要研究方向为数控加工

收稿日期: 2022-04-09

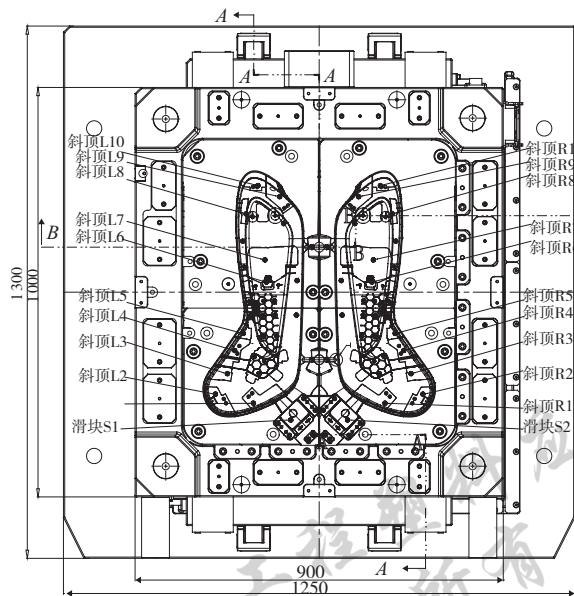
引用格式: 王颖, 秦龙, 冯安平. 汽车主副驾饰板顺序阀热流道注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2022, 50(6):99-104.

Wang Ying, Qin Long, Feng Anping. Design of injection mold on sequence valve hot runner for automobile driver and co driver trim panel[J]. Engineering Plastics Application, 2022, 50(6):99-104.

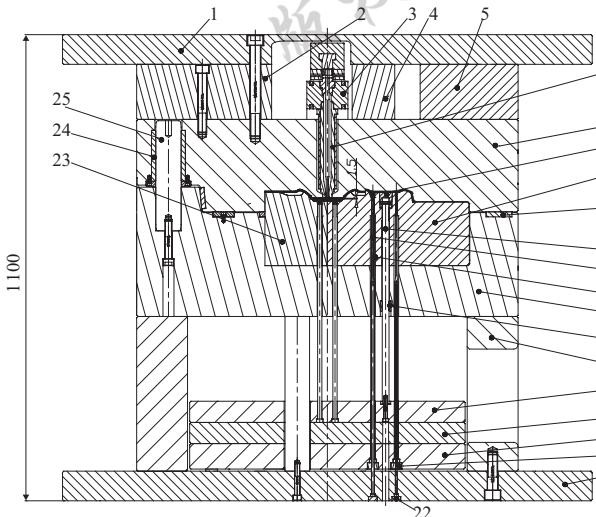


a—前视图; b—侧视图; c—3D 示意图

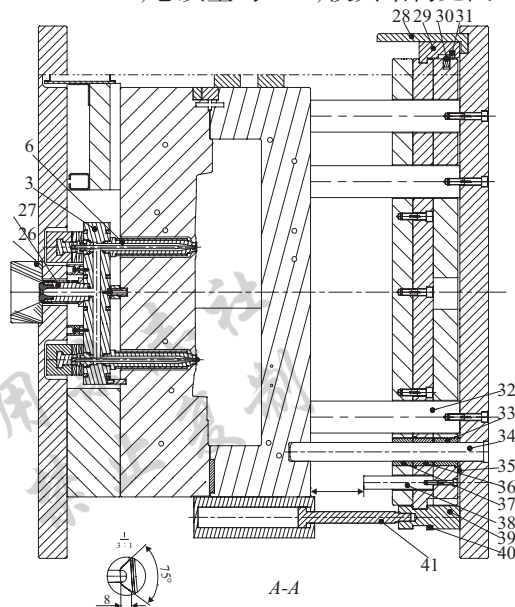
图1 汽车主驾饰板(左件)塑件示意图



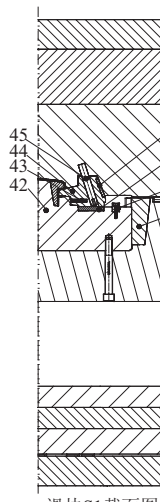
动模平面图



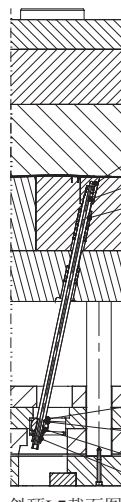
B-B



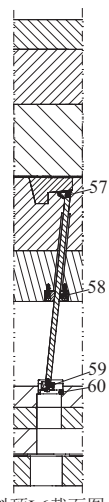
A-A



滑块S1截面图



斜顶L7截面图



斜顶L6截面图

- 1—面板; 2—热流道框板 1; 3—热流道板; 4—热流道框板 2; 5—热流道框板 3; 6—二级热流道; 7—A 板; 8—直顶块; 9—型芯镶块 D; 10—平衡块; 11—直顶杆; 12—司筒镶针; 13—司筒; 14—B 板; 15—直顶杆套; 16—方铁; 17—顶出板 A; 18—顶出板 B; 19—顶出板 C; 20—司筒固定块; 21—底板; 22—司筒镶针固定块; 23—型芯镶块 B; 24—导套; 25—导柱; 26—定位环; 27—一级热流道; 28—二次顶出托板; 29—二次顶出拉板; 30—二次顶出弹块; 31—二次顶出拨块; 32—支撑柱; 33—推板导套 A; 34—推板导柱; 35—垃圾钉; 36—推板导套 B; 37—推板导套 C; 38—限位柱; 39—油缸推块; 40—挡片; 41—油缸; 42—型芯镶块 C; 43—滑块镶件; 44—限位弹簧; 45—斜导杆; 46—耐磨板; 47—导滑板; 48—挡块; 49—楔形固定块; 50—斜顶块; 51—斜顶杆; 52—斜顶杆导套; 53—斜顶座; 54—斜顶杆固定块; 55—导滑片; 56—斜顶杆紧固螺母; 57—斜顶; 58—斜顶导滑块; 59—斜顶座; 60—斜顶导滑片

图2 模具结构图

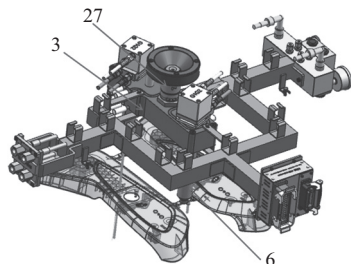
标记为右件)。塑件尺寸约为 $592\text{ mm} \times 243\text{ mm} \times 74\text{ mm}$, 材质为改性聚丙烯 (PP), 缩水率 1.5% , 具有以下特点: (1) 外观质量和尺寸精度要求较高, 不能有缩痕、熔接痕等缺陷。(2) 塑件内表面有 6 处倒扣, 4 个 boss 柱和部分蜂窝结构, 结构复杂。(3) 模腔采用“左+右”布局, 需要热流道浇注系统。

2 模具结构设计

本模具最大外形尺寸为: $1250\text{ mm} \times 1300\text{ mm} \times 1100\text{ mm}$, 总质量约 13 t , 模具结构见图 2^[7]。

2.1 浇注系统设计

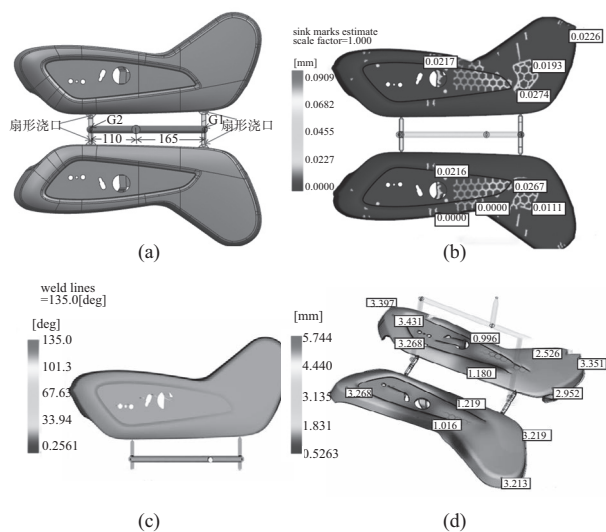
模腔采用顺序阀热流道浇注系统。塑件最大外形尺寸达 592 mm,外观质量要求较高,模具采用“热流道 + 普通流道”的浇注系统。热流道采用“一级热流道 + 二级热流道”形式,热流道由一级热流道 27、热流道板 3 和 2 个二级热流道 6 组成,2 个二级热流道进胶顺序由顺序阀控制^[8-9]。通过模流分析,浇注系统设计见图 3。



3—热流道板;6—二级热流道;27—一级热流道

图3 浇注系统设计

为检验该浇注系统的合理性,利用 moldflow 软件进行模流分析。图 4a 为浇口分布图,进胶顺序为 G1 → G2, G1 浇口开始状态开启, G2 浇口开始状态关闭, G2 浇口 2.9 s 时开启,熔体通过热流道后,再进入梯形截面的普通分流道,最后由扇形浇口进入型腔,共 4 个扇形浇口。图 4b 为缩痕分析结果,从图中可以看出:塑件最大的缩痕深度为 0.035 mm,不影响塑件外观。图 4c 为熔接痕分析结果,从图中可以看出:熔接线产生位置波前温度较高,熔接线质量较好,塑件外观面无明显熔接痕,可以接受。图 4d 为总体变形图,从图 4d 可看出:塑件总体变形量较小,没有明显的翘曲变形现象,可以接受。模流分



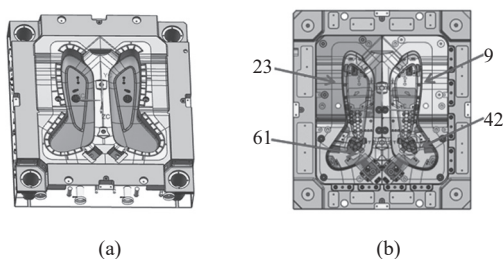
a—浇口位置; b—缩痕分析; c—熔接痕分析; d—总体变形分析

图4 模流分析

析结果显示,塑件注塑时填充顺畅,外观无明显缩痕、熔接痕,塑件总体变形小,符合质量要求^[10-12]。

2.2 成型零部件设计

根据塑件外形尺寸和结构特点,模具采用“左 + 右”布局形式。型腔成型制品外表面,形状相对较为简单,考虑制品外观质量和模具强度,型腔采用整体结构, A 板采用进口 718H 预硬模具钢,具有优良的抛光性能,硬度调质处理至 32 ~ 36 HRC,表面粗糙度为 0.8 μm。动模成型制品内表面有斜顶、直顶、镶件、顶针、司筒针和蜂窝筋位等,结构众多,型芯较为复杂,加工困难,多处需要放电加工,加工时间较长,为缩短加工时间,型芯采用组合镶拼结构,左型芯分割成两块,右型芯分割成两块,共将型芯分割成四块,可分四部分单独加工,再镶拼在一起组合成动模型芯。在 B 板 14 上开设方型盲槽,4 块型芯镶块安装于 B 板 14 的方型槽内,由于型芯尺寸较大,型芯在 B 板内的定位采用楔形固定块 49 定位方式,用内六角螺钉将型芯与 B 板 14 紧固。型芯也采用进口 718H 预硬模具钢,硬度调质处理至 30 ~ 34 HRC,表面粗糙度为 1.6 μm。分型面设计沿分型线向外延伸,分型面光滑平顺、易于加工,并且封胶效果好。成型零部件型芯型腔设计如图 5 所示。



9—型芯镶块 D; 23—型芯镶块 B; 42—型芯镶块 C; 61—型芯镶块

a—型腔示意图; b—型芯及 B 板示意图

图5 成型零部件示意图

2.3 侧向抽芯机构设计

(1) 滑块侧抽芯机构设计。

主驾饰板(左件)有倒扣 6 处,其中倒扣 1 有内侧倒扣、外侧倒扣和侧孔构成,需要设计“滑块 + 斜顶”机构共同成型,斜顶成型内侧倒扣(斜顶结构在斜顶侧抽芯机构设计中介绍),滑块成型倒扣 1 处的外侧倒扣和侧孔,该滑块记为滑块 S1,滑块 S1 由滑块镶件 44、斜导杆 45、压块 62、方形压条 63、限位弹簧 43、挡块 48 等零件构成^[13],滑块镶件 44 成型塑件倒扣 1 处的外侧倒扣和侧孔,方形压条 63 与型芯镶块 C42 形成滑块导轨,在开模时斜导柱 45

驱动滑块 S1 运动,合模注塑时 A 板 7 上的斜面锁紧滑块,防止滑块退让,挡块 48 和限位弹簧 43 对滑块 S1 起限位作用。为减小磨损,前端导向段设计了单边 3° 的斜度,且滑块镶件 44 与定模板 14 配合的斜面上设计了耐磨板 46。右侧模腔上的滑块 S2 与滑块 S1 结构一样,呈对称关系。滑块 S1 和 S2 设计见图 6。

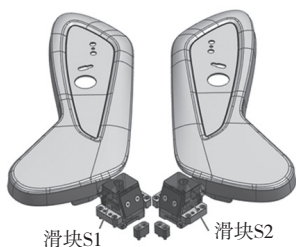


图 6 滑块 S1 和滑块 S2 侧抽芯机构 3D 示意图

(2) 斜顶侧抽芯机构设计。

主驾饰板(左件)共有 6 处倒扣,由于倒扣形状不规则,并且空间狭小,除了上文中介绍的滑块机构外,还需要设计 10 个斜顶机构才能保证顺利脱模,其中斜顶 L7(编号为 50)采用“斜顶块+斜顶杆+斜顶座”的侧向抽芯机构,其余 9 个斜顶均采用“整体式方形斜顶+斜顶座”结构,详见图 7。斜顶抽芯机构设计时需要注意以下几点:(1)斜顶座在顶出板和底板的相应位置应设计有圆孔,方便斜顶拆装时可以不拆模具。(2)斜顶杆或斜顶导向段的长度不得小于其长度的 $2/3$ 。(3)斜顶杆需设计止转定位结构。(4)为保证斜顶机构运动顺畅斜顶的倾斜角度不得大于 12° ,斜顶斜度超过 12° 时需要设计斜顶保护机构^[14]。(5)斜顶块和整体式斜顶材质用 H13 钢,并作氮化处理;圆形斜顶杆材质用 SUJ2,并做高频淬火热处理;斜顶座上安装的斜顶导滑片全部采用青铜+石墨材质,耐磨性和导滑性能好,且具有自润滑特性。副驾饰板斜顶抽芯机构与主驾饰板斜顶抽芯机构结构一样,呈对称关系。



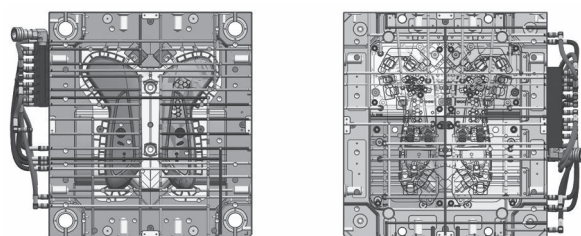
50—斜顶 L7; 57—斜顶 L6; 64—斜顶 L1; 65—斜顶 L2;
66—斜顶 L3; 67—斜顶 L4; 68—斜顶 L5; 69—斜顶 L8;
70—斜顶 L9; 71—斜顶 L10

图 7 斜顶抽芯机构

2.4 温度控制系统设计

定模水路采用“直通式+隔片式”形式,共有 14 组循环水路,直通式水路尺寸为 $\varnothing 12$ mm,隔片水路尺寸为 $\varnothing 19$ mm,在 A 板 7 和热流道框板 5 上安装一块定模集水块,将 14 组循环冷却水全部集中到定模集水块上,在定模集水块上安装总水管接头,总水管结构与外部水源连接,生产时方便操作。动模水路采用“直通式+倾斜式+隔片式”形式,共有 18 组循环水路,直通式和倾斜式水路为 $\varnothing 12$ mm,隔片式水路为 $\varnothing 19$ mm,动模部分成型筋位多,热量集中,斜顶多,为加强冷却效果,大形斜顶上设计了 $\varnothing 6$ mm 的水路,斜顶水路通过顶出板引出,在方铁 16 上安装动模集水块,将动模上的 18 组循环冷却水都集中到动模集水块上,在动模集水块上安装总水管接头,总水管接头与外部水源连接,生产时方便操作。温度控制系统设计示意图见图 8。

冷却水设计时需要注意以下几点:(1)避免水路太长,而影响模具的冷却效果,冷却水从水管进口到出口的温度变化应该在 5° 以内。(2)冷却水管之间的距离在 50~60 mm 之间,冷却水管到型腔表面之间的距离在 15~25 mm 之间。(3)冷却水布排时尽量做到与塑料熔体流动方向一致,即水料并行。(4)冷却水的进出水管接头安装在模具的反操作侧,生产时方便操作^[15]。



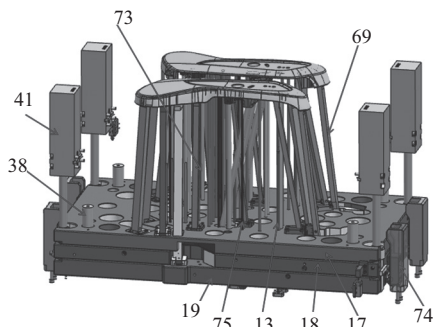
(a) 一定模冷却系统; (b) 动模冷却系统

图 8 温度控制系统

2.5 脱模系统设计

塑件内表面筋位多,有大量蜂窝结构, boss 柱多,倒扣多,结构复杂,需要的脱模力较大,根据塑件形状和结构特征,脱模系统采用“顶针+司筒+斜顶+直顶+二次顶出”组合脱膜形式。该模具由于直顶和斜顶数量较多,模具底板 21、顶出板 A(17)、顶出板 B(18)、顶出板 C(19)需要留有较多空间来安装直顶杆、斜顶杆或斜顶,导致注塑机顶棍无法为模具脱模系统提供动力,因此,需要设计油缸为模具脱模系统提供动力。二次顶出脱模机构采用双组推板,

顶出板 A(17) 和顶出板 B(18) 组成第一组推板组,顶出板 C(19) 和 4 块司筒固定板 20 组成第二组推板组,顶出时由油缸 41 提供顶出力,开始顶出,所有顶出组件一起作用将产品从型芯上脱离,顶出行程达到 130 mm 时,固定在顶出板 C(19) 上的限位柱 38 与 B 板 14 接触,阻止第二组推板组继续顶出,固定在第二组推板组上的 4 支司筒 13 和 2 个斜顶停止运动,第一组推板组在顶出油缸的作用下继续顶出 50 mm 完成产品脱模^[16-17]。脱模系统结构图见图 9。



13—司筒;17—顶出板 A;18—顶出板 B;19—顶出板 C;38—限位柱;
41—油缸;69—斜顶 L8;73—直顶;74—二次顶出组件;75—顶针

图 9 脱模系统

3 模具工作过程

(1) 注塑成型。熔融物料经注塑机喷嘴进入一级热流道 27,经过热流道板 3 上流道进入二级热流道 6,然后经过冷流道和浇口进入模腔,熔融物料在模腔内充模,保压、冷却固化。

(2) 开模。当成型制品冷却完成后,模具打开,注塑机通过模具底板 21 带动模具的动模部分开模,制品滞留在型芯上随动模一起开模。

(3) 顶出。模具开模完成后,顶出油缸 41 开始工作,所有顶出组件一起作用将塑件从型芯上脱离,顶出行程达到 130 mm 时,固定在顶出板 C(19) 上限位柱与 B 板 14 接触,阻止第二组推板组继续顶出,固定在第二组推板组上的 4 支司筒 13 和 2 个斜顶(斜顶 L6 和 R6)停止运动,第一组推板组在顶出油缸 41 的作用下继续顶出 50 mm,完成塑件脱模。

(4) 复位。顶出完成后,顶出油缸 41 开始复位,顶出油缸 41 先带动第一组推板组开始复位,当二次顶出组件上的拉板 29 接触到弹块 30 时,开始推动第二组推板组复位,直至复位完成。

(5) 合模。注塑机合模装置带动模具动模向定模移动,通过导柱 25、导套 24 导向,使型芯和型腔锥面定位,实现模具准确对合,开始一次循环注塑。

4 结论

针对某汽车主副驾饰板塑件结构和特点,设计了一套“1+1”模腔布局的注塑模具。模具设计时需要注意以下问题:(1) 模具浇注系统采用“热流道+冷流道”组合形式,热流道采用顺序阀技术 2 点进料,消除熔接痕;(2) 塑件没内表面倒扣多,空间小,且一个区域内的倒扣有的方向不一致,需要设计“滑块+斜顶”或“斜顶+斜顶”组合侧抽芯机构才能实现脱模;(3) 塑件内表面筋位多,大量蜂窝结构, boss 柱多,倒扣多结构复杂,需要的脱模力较大,根据塑件形状和结构特征,脱模系统需采用“顶针+司筒+斜顶+直顶+二次顶出”组合脱膜形式;(4) 模具没有注塑机顶棍顶出空间,需要设计顶出油缸提供顶出动力。模具投产后,运行平稳,实践表明,结构合理可靠,可为类似模具设计提供参考。

参考文献

- [1] 吕吉平. 塑料在汽车轻量化中的应用[J]. 合成树脂及塑料, 2020, 37(6):87-94.
Lyu Jiping. Application of plastics in auto lightweight technology[J]. China Synthetic Resin and Plastics, 2020, 37(6):87-94.
- [2] 马琳, 耿雷. 国外汽车轻量化材料应用经验借鉴[J]. 新材料产业, 2019(6):28-31.
Ma Lin, Geng Lei. Application experience of foreign automobile lightweight materials[J]. Advanced Materials Industry, 2019(6):28-31.
- [3] 梁瑞雪, 赵鑫, 罗莹, 等. 高分子材料在汽车轻量化领域应用现状概述[J]. 辽宁化工, 2016, 45(6):736-738.
Liang Ruixue, Zhao Xin, Luo Ying, et al. Application of polymer materials in the lightweight of automobile[J]. Liaoning Chemical Industry, 2016, 45(6):736-738.
- [4] 陈林山, 陈翔. 塑料与复合材料在汽车轻量化设计中的应用[J]. 塑料工业, 2017, 45(7):103-106.
Chen Linshan, Chen Xiang. Application of plastics and composite materials in lightweight design of automobile[J]. China Plastics Industry, 2017, 45(7):103-106.
- [5] 俞飞, 陈嘉杰, 李振华, 等. 汽车内饰用聚丙烯复合材料的制备与性能[J]. 工程塑料应用, 2019, 47(12):37-43.
Yu Fei, Chen Jiajie, Li Zhenhua, et al. Preparation and properties of polypropylene composites for automotive interiors[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(12):37-43.
- [6] 张维合. 注塑模具设计实用教程[M]. 北京: 化学工业出版社, 2019:224-247.
Zhang Weihe. Practical course of injection mold design[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2019:224-247.
- [6] 万鹏程. 汽车保险杠注射模浇注系统设计与成型参数优化[D].

- 昆明:昆明理工大学,2011:58-75.
- Wan Pengcheng. Bumper of injection mold casting system Design and optimization of molding parameters[D]. Kunming: Kunming University of Science and Technology, 2011:58-75.
- [8] 许孔联,谭赞武. 带两种复杂抽芯机构的汽车滤清盒盖热流道模具设计[J]. 塑料,2020,49(5):151-155.
- Xu Konglian, Tan Zanwu. Design of hot runner mould with two complex core pulling mechanisms for the cover of auto filter box[J]. Plastics, 2020, 49(5):151-155.
- [9] 张维合. 基于顺序阀热流道技术汽车导流板注射模设计[J]. 塑料科技, 2018, 46(12):100-105.
- Zhang Weihe. Design of injection mold based on SVG hot runner for automobile deflector[J]. Plastic Science and Technology, 2018, 46(12):100-105.
- [10] 刘鑫,李金良,郭恒亚,等. 汽车前侧风挡饰条模具热流道系统设计[J]. 工程塑料应用, 2020, 48(5):109-113.
- Liu Xin, Li Jinliang, Guo Hengya, et al. Design of hot runner system for the mould of automotive front windshield decoration strip[J]. Engineering Plastics Application, 2020, 48(5):109-113.
- [11] 张琰. 基于 CAE 汽车转向灯支架浇注系统优化及模具设计[J]. 模具工业, 2019, 45(11):43-46.
- Zhang Yan. Optimization of casting system for automobile direction indicator lamp bracket based on CAE and the mould design[J]. Die & Mould Industry, 2019, 45(11):43-46.
- [12] 孙国栋,刘长华. 基于 Moldflow 软件的开关盒上盖浇口优化设计[J]. 塑料, 2011, 40(4):103-105.
- Sun Guodong, Liu Changhua. Optimization of gate location for switch box top head based on moldflow software[J]. Plastics, 2011, 40(4):103-105.
- [13] 孙肖霞,唐友亮,张俊. 差动组合抽芯的汽车后视镜支架注塑模设计[J]. 中国塑料, 2018, 32(6):141-146.
- Sun Xiaoxia, Tang Youliang, Zhang Jun. Design of injection mold for rearview mirror bracket of automobile with differential combined core-pulling[J]. China Plastics, 2018, 32(6):141-146.
- [14] 张维合. 注塑模具设计实用手册[M]. 北京:化学工业出版社, 2011:112-132.
- Zhang Weihe. A practical handbook for injection mold design[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2011:112-132.
- [15] 王颖,黄卫庭,黄健,等. 汽车座椅内外侧盖板复杂抽芯注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2021, 49(9):87-91.
- Wang Ying, Huang Weiting, Huang Jian, et al. Design of injection mould with complex core pulling mechanism for inner and outer cover of automobile seat[J]. Engineering Plastics Application, 2021, 49(9):87-91.
- [16] 胡清根,邹彩平,陈驰文. 复读机面壳注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2020, 48(7):91-94, 99.
- Hu Qinggen, Zou Caiping, Chen Chiwen. Design of injection mould for rereading machine surface shell[J]. Engineering Plastics Application, 2020, 48(7):91-94, 99.
- [17] 张维合. 汽车中央装饰件顺序阀热流道二次顶出注塑模设计[J]. 工程塑料应用, 2018, 46(7):87-90.
- Zhang Weihe. Design of injection mold of SVG and secondary ejection for automotive central decoration[J]. Engineering Plastics Application, 2018, 46(7):87-90.