

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2023.07.017

汽车中控后端盖板气辅注塑模具设计

周纪委¹, 翟剑敏², 王明伟¹, 张文超¹, 叶星辉³, 龙涛¹

(1. 大连工业大学机械工程与自动化学院, 辽宁大连 116034; 2. 山西太钢不锈钢股份有限公司, 太原 030003;

3. 浙江凯华模具有限公司, 浙江台州 318020)

摘要: 针对中控后端盖板壁厚不均且塑件内部具有较多的加强筋、Boss柱和异形倒扣等特征, 设计了一副“一模一腔”的热流道气辅注塑成型模具。采用CAE模流分析技术对塑件进行“充填+保压+翘曲”分析, 确定了浇注系统采用“4点阀式热流道+U型冷流道”的组合形式以及进气口位置, 并对塑件成型过程中出现的缺陷进行预判。由CAE分析结果可知, 塑件表面无明显熔接线和凹痕, 气体可以将较厚筋位中间部位进行穿透形成中空, 且气体穿透后塑件相邻区域收缩较为均匀, 翘曲变形较小。由于塑件内表面结构较为复杂, 因此设计了8组斜顶抽芯机构解决了产品侧向抽芯问题; 且在顶出机构中设计了“顶针+顶杆+方直顶”的组合机构对产品、冷流道和多余溢料进行顶出。但此模具下模板、顶针板和顶针固定板上安装的顶针、顶杆和斜顶的数量较多, 注塑机无法为模具提供顶出力, 所以需要设计油缸给模具提供动力。冷却系统则采用直通式水管+隔板式水井相组合的形式, 可以使冷却效果大幅度提高。经过实际生产验证表明, 模具运行顺畅, 各机构设计安全合理, 成型塑件的质量和精度能够满足实际生产的需求。

关键词: 汽车中控后端盖板; CAE技术; 气辅注塑成型; 顺序阀热流道; 模具设计

中图分类号: TQ320.66 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2023)07-0103-07

Gas-assisted Injection Mold Design for Automotive Central Control Rear Cover

Zhou Jiwei¹, Zhai Jianmin², Wang Mingwei¹, Zhang Wenchao¹, Ye Xinghui³, Long Tao¹

(1. School of Mechanical Engineering and Automation Dalian Polytechnic University, Dalian 116034, China; 2. Shanxi Taigang Stainless Steels Co., Ltd., Taiyuan 030003, China; 3. Zhejiang Kaihua Mould Co., Ltd., Taizhou 318020, China)

Abstract : Aiming at the uneven wall thickness of the rear cover plate of the central control and the characteristics of more stiffeners, boss columns and special-shaped inverted buckles inside the plastic parts, a pair of hot runner gas-assisted injection molding molds of "one mold and one cavity" was designed. CAE mold flow analysis technology was used to analyze the plastic parts by "filling + pressure holding + warpage", and the combination form of "4-point valve hot runner + U-shaped cold runner" and the position of the air inlet of the pouring system were determined, and the defects in the molding process of the plastic parts were predicted. From the CAE analysis results, it can be seen that there are no obvious weld lines and dents on the surface of the plastic parts, and the gas can penetrate the middle part of the thicker ribs to form a hollow, and the adjacent areas of the plastic parts shrink more evenly after the gas penetrates, and the warpage deformation is small. Due to the complex structure of the inner surface of plastic parts, eight sets of inclined top core pulling mechanisms were designed to solve the problem of lateral core pulling of products; And in the ejection mechanism, a combination mechanism of "ejector pin + ejector rod + square straight top" is designed to eject the product, cold runner and excess overflow. However, the number of ejectors, ejector rods and inclined tops installed on the template, ejector plate and ejector fixing plate under this mold is large, and the injection molding machine cannot provide ejection force for the mold, so it is necessary to design an oil cylinder to power the mold. The cooling system adopts the combination of straight-through water pipe + bulkhead well, which can greatly improve the cooling effect. After actual production verification, it shows that the mold runs smoothly, the design of each mechanism is safe and reasonable, and the quality and precision of molded plastic parts can meet the needs of actual production.

Keywords : automotive central control rear cover ; CAE technology ; gas-assisted injection molding ; sequence valve hot runner ; mold design

基金项目: 大学生创新创业训练计划项目(202210152233)

通信作者: 王明伟, 博士, 教授, 主要从事材料成型加工、智能制造等方面研究

收稿日期: 2023-06-19

引用格式: 周纪委, 翟剑敏, 王明伟, 等. 汽车中控后端盖板气辅注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2023, 51(7): 103-109.

Zhou Jiwei, Zhai Jianmin, Wang Mingwei, et al. Gas-assisted injection mold design for automotive central control rear cover[J]. Engineering Plastics Application, 2023, 51(7): 103-109.

中控后端盖板是汽车内饰件中较为重要的组成部分,主要应用于汽车中控台后部的封闭以及安置后储物盒等功能性结构。中控后端盖板作为汽车内饰件中的外观件,在汽车内部需要具有一定的美观性,因此,塑件在成型后不允许出现熔接痕、气穴、缩痕等缺陷,同时表面还需进行皮纹处理^[1]。但由于中控后端盖板壁厚不均,使用传统注塑成型方式容易在较厚筋位处产生缩痕等问题影响外观,所以笔者采用气辅注塑成型在较厚筋位区域吹入气体,将多余的熔体在凝固前吹进溢料井中使筋位中间区域形成中空,并在气体压力的作用下对塑件进行保压,从而避免表面缩痕,使产品外观质量得到提升。目前关于气辅注塑成型在工艺参数的选择及模具结构设计上的研究较少,因此还需借助CAE技术对中控后端盖板进行产品分析和模具设计。

笔者针对汽车中控后端盖板结构特点与实际生产需求,设计了“一模一腔”气辅注塑成型模具。通过CAE模流分析技术,确定了模具采用“4点阀式热流道+U型冷流道+隧道浇口”浇注的成型方式以及进气口的位置,并对成型过程中可能存在的问题进行了预测。在模具结构进行设计时,设计了方斜顶机构对倒扣结构进行侧向抽芯;采用了“顶针+直顶+方直顶”组合机构对产品、冷流道、多余溢料进行顶出,巧妙地解决了脱模困难的问题,同时也为盖板类模具结构设计提供了一定的参考价值。

1 中控后端盖板结构分析

图1为中控后端盖板零件图,产品外形尺寸为215 mm×278 mm×253 mm,体积为203.65 cm³。产品结构较复杂,内部有较多的卡扣、加强筋、Boss柱特征。塑件平均壁厚为2.8 mm,局部筋位最大壁厚为6.9 mm。由于局部筋位壁厚与塑件平均壁厚相差较大,采用传统注塑成型易出现表面缩痕和翘曲变形较大等缺陷,因此采用气辅成型技术将筋位中间部分进行吹空来解决壁厚不均造成的表面缩痕与翘曲变形等问题^[2]。且产品外观要求较高,不能出现熔接线、凹痕、飞边、毛刺等缺陷,更不能有浇口、顶杆的痕迹^[3-4]。汽车中控后端盖板选用SABIC Europe B V制造商生产的材料牌号为SABIC PP Compound S3615材料,该材料的主要成分是聚丙烯/15%玻纤填充物(PP/15%GF),收缩率为0.45%,具有良好的耐热性、抗裂性、质量轻等优点^[5]。材料具体的力学特性及工艺参数特性列于表1。

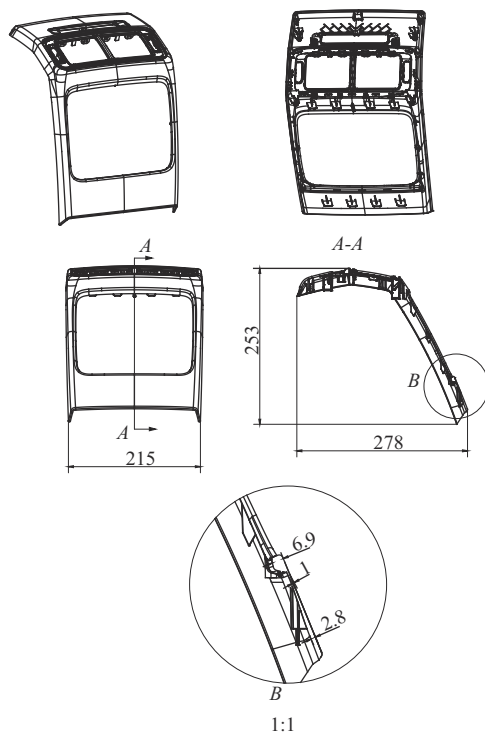


图1 中控后端盖板零件图

表1 材料力学特性及工艺参数特性

特性	数值
固体密度/(g·cm ⁻³)	0.819 96
熔体密度/(g·cm ⁻³)	0.981 56
熔体温度/°C	210~240
模具温度/°C	20~60
顶出温度/°C	108
转换温度/°C	123
泊松比	0.35
剪切模量/MPa	552
最大剪切应力/MPa	0.25
最大剪切速率/s ⁻¹	100 000

2 中控后端盖板CAE模拟分析

2.1 网格的划分

中控后端盖板网格划分如图2所示。网格划分的质量会直接影响到分析的准确性,所以在网格划分时应严格控制网格纵横比和匹配率,以免出现自由边、多重边和重叠单元。汽车中控后端盖板是气

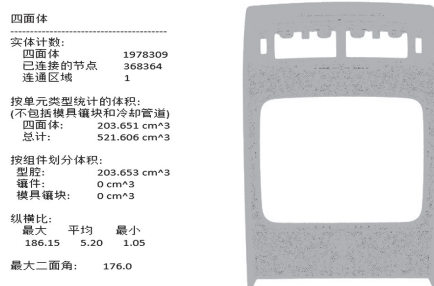


图2 中控后端盖板网格的划分

辅注塑件,而气辅注塑成型需要更加精密的网格,因此采用3D网格对塑件进行划分。网格全局边长设为2 mm,并经过网格质量修复后得到划分结果为:四面体1 978 309;最大纵横比186.15;最小纵横比1.05;最大二面角176.0。各参数满足模流分析计算要求,可正常进行分析计算^[6]。

2.2 浇注系统与溢料槽的建立

由于中控后端盖板是外观件,表面质量要求较高,因此浇口设置在塑件外侧^[7]。同时为了减少原材料、降低注塑压力和锁模力,经过综合考虑采用4点顺序阀式热流道转冷流道成型。热流道直径为16 mm,阀浇口为直径5 mm,U型冷流道为10 mm×8 mm,隧道浇口为10 mm×1.2 mm。4点阀式热流道开启顺序为G1-G2-G3-G4^[8]。顺序阀打开时间为:G1浇口最先打开,其次G2浇口在1.002 s时开启,G3浇口在1.934 s时开启,G4浇口在2.331 s开启。在Moldflow中浇注系统建立完成后还需进行溢料槽的建立,溢料槽尺寸为25 mm×25 mm×25 mm,浇注系统与溢料槽的建立如图3所示。

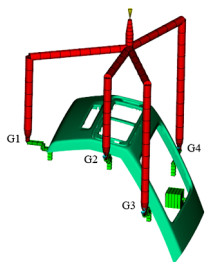
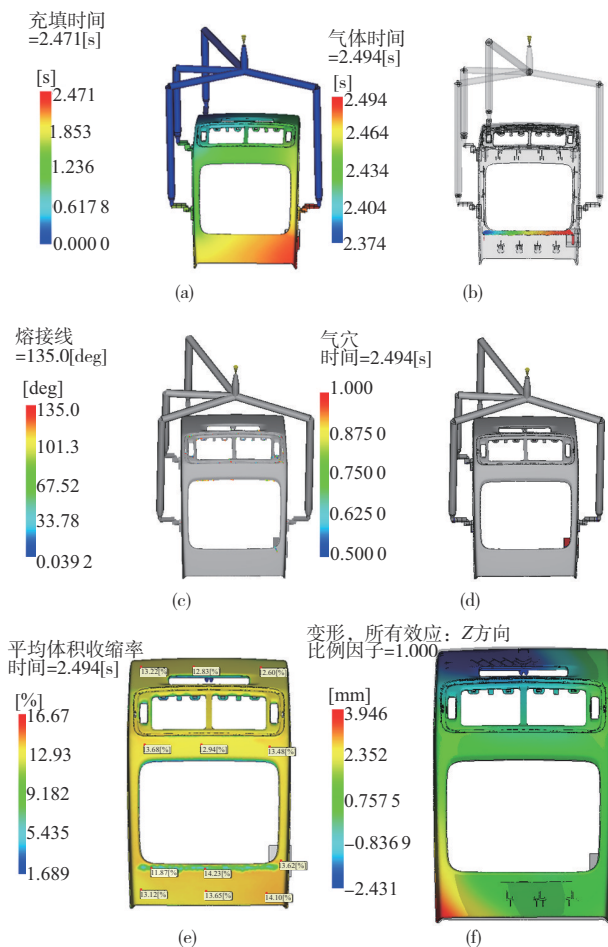


图3 浇注系统与溢料槽

2.3 CAE模拟结果分析

在Moldflow中创建好浇注系统与溢料槽后,按照设定的工艺参数(充填时间2 s,充填切换99%,熔体温度225 ℃,模具温度45 ℃,气体延迟时间0.1 s,气体注射时间0.12 s,气体压力15 MPa)进行“充填+保压+翘曲”分析,得到模拟分析结果如图4所示^[9]。由图4a可见,在2.417 s时塑件可以充填完整,不会出现短射、滞留等问题。由图4b可知,气体完全穿透到气道末端,穿透效果较好。由图4c和图4d可知,产品外观区域无气穴与熔接线产生,气穴基本分布在充填末端、圆孔R角及非外观区域,所以在模具上做好排气可解决此缺陷。由图4e可知,塑件相邻区域的平均体积收缩率<3%,因此可以说明塑件收缩较为均匀。由图4f可知,产品装配方向(Z方向)上的翘曲变形为3.946 mm。



a—充填时间;b—气体时间;c—熔接线;d—气穴;
e—平均体积收缩率;f—Z方向翘曲

图4 中控后端盖板CAE模拟结果

3 中控后端盖板的模具结构设计

3.1 分型面位置的选择

模具分型面设计如图5所示。

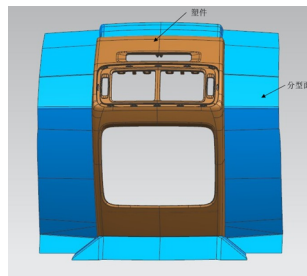


图5 分型面位置

在保证塑件外观质量不受影响下,分型面的选取需要遵循有利于方便脱模和减少模具复杂程度的原则^[10]。由于开模方向是Z方向,且考虑到中控后端盖板成型特点以及装配要求,分型面应设在最大轮廓面处^[11]。

3.2 浇注系统的设计

由前述中控后端盖板CAE模拟分析可知,本模具为一模一腔,采用4点阀式热流道与U型冷流道结合技术,以隧道浇口形式浇注。在冷流道末端设置了冷料井,以防止成型产品外观不良^[12]。浇注系统设计如图6所示。

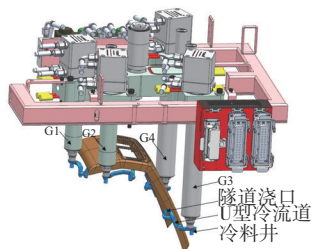


图6 浇注系统

3.3 气针与溢料槽的设计

为实现中控后端盖板筋位较厚处形成中空结构,需要进行气针与溢料槽的设计。由于产品尺寸不大,则气针直径设为3 mm,溢料槽尺寸设为CAE模拟分析尺寸。同时,气针位置在设计时应尽量靠近在熔体充填的末端,保证气体与熔体充填的方向一致,溢料槽在设计时则设计在熔体充填反方向端。在注塑时,熔体从浇口位置开始充填直至充满型腔,然后经过0.1 s的延迟时间由气针注入气体将筋位中间多余的熔体吹进溢料井中,从而使筋位中间位置形成中空,并且在气体压力的作用下对塑件均匀保压,避免表面产生缩痕^[13]。气针与溢料槽设计如图7所示。

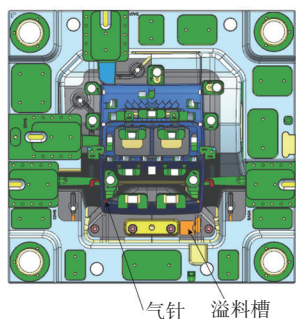
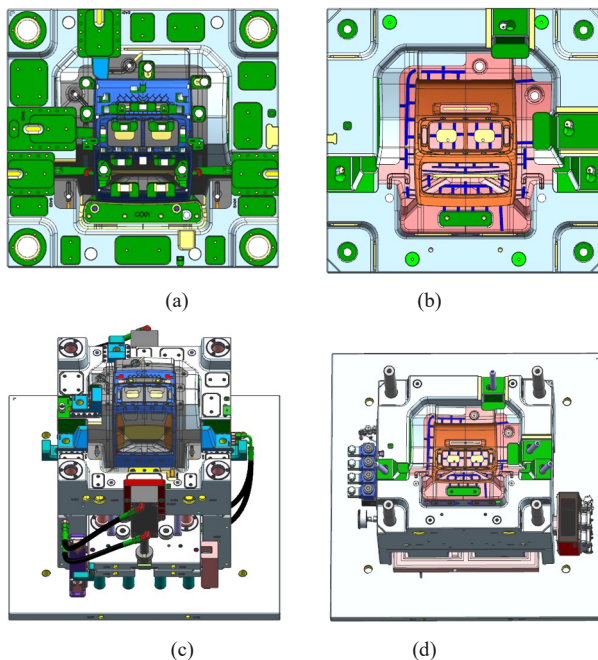


图7 气针与溢料槽的设计

3.4 成型零件的设计

成型零件主要由型腔、型芯及成型滑块组成^[14]。成型部件设计的好坏会直接影响到产品成型的质量,因此成型部件的设计在整副模具设计中占据比较重要的地位。型腔与型芯应具有足够的强度、刚度、硬度、耐磨性,以承受熔体流动的摩擦力^[15]。考虑到产品外观质量和产量的需求,型腔与型芯均采用

用整体式结构。图8为成型零件的设计。型腔尺寸为600 mm×570 mm×184 mm,选用综合性能较好的718H模具钢,该材料的硬度为33-35HRC,表面粗糙度为0.8 μm^[16]。且在分型面均匀设计了宽6 mm,深0.02 mm的排气槽,有助于产品成型时气体的排出,同时在型腔的四个角设计了拔模角为6°的虎口结构,使其起到锁模与定位作用。型芯尺寸为600 mm×570 mm×220 mm,主要用于成型产品的非外观面,因此为了降低模具的制造成本,故选用P20预硬塑胶模具钢。



a—型芯;b—型腔;c—动模;d—定模

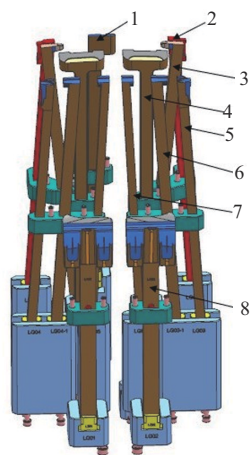
图8 成型零件的设计

3.5 侧抽芯机构的设计

中控后端盖板有多处倒扣,且由于倒扣形状不规则,还需要设计8组斜顶机构才能保证顺利脱模。斜顶抽芯机构在设计时需要注意的是:(1)斜顶滑座在顶针板和顶针固定板相应位置上应设计圆孔,便于斜顶的拆装;(2)斜顶的倾斜角应 $<12^\circ$,以保证斜顶抽芯机构运行顺畅;若斜顶倾斜角 $>12^\circ$,则需设计斜顶保护机构^[17]。图9为斜顶抽芯机构。

3.6 顶出机构的设计

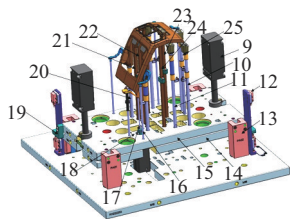
中控后端盖板内表面结构较为复杂,需要的脱模力较大^[18]。根据产品结构特征,顶出机构采用“顶针+顶杆+方直顶”组合顶出。由于该模具顶针、顶杆和斜顶的数量比较多,顶针板14和顶针固定板15上需要留出较多的空间对顶针、顶杆、斜顶来进行安装,从而导致注塑机无法为模具提供顶出动力,



1—方斜顶L1;2—方斜顶L2;3—方斜顶L3;4—方斜顶L4;
5—方斜顶L5;6—方斜顶L6;7—方斜顶L7;8—方斜顶L8

图9 斜顶抽芯机构

因此使用油缸9为模具提供顶出动力^[17]。在顶出时,油缸9提供动力带动所有顶出部件参与顶出,将塑件、冷流道以及溢料从型芯上脱离出来。顶出机构如图10所示。

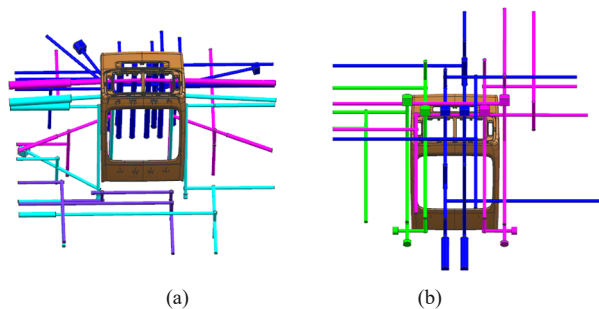


9—油缸;10—顶针1;11—顶杆2;12—行程开关;13—定距拉杆;14—顶针板;15—顶针固定板;16—顶针1;17—顶针2;18—顶针3;19—限位杆;20—顶杆3;21—方顶杆L1;22—方顶杆L2;23—方顶杆L3;
24—方顶杆L4;25—顶杆4

图10 顶出机构

3.7 冷却系统的设计

由于中控后端盖板前后端落差较大,为防止塑件发生翘曲变形,必须要保证模具冷却均匀,且进水口与出水口的温度变化在 5°C 内^[14]。模具的冷却水路如图11所示。从图11a和图11b可知,在模具空间允许的情况下优先使用直通式水路,对于深腔



a—动模水路;b—定模水路
图11 冷却系统

中难以冷却的部位则使用隔板式水路,使其冷却得更加均匀。动模水路采用了4组“直通式+隔板式”循环水路,定模水路采用了3组“直通式+隔板式”循环水路,直通式水路尺寸为 9 mm ,隔板式水路尺寸为 15 mm 。

4 模具总装配与工作原理

汽车中控后端盖板模具装配图见图12。整体尺寸为 $940\text{ mm}\times 950\text{ mm}\times 985\text{ mm}$,属于一模一腔两板式小型精密气辅注塑模具,模具采用4点阀式热流道+隧道浇口的浇注系统,减小了注塑时的压力、锁模力及避免产生熔接线。模具工作原理为:

(1) 首先模具通过定位圈安装固定在注塑机上,然后将模具热流道系统接线口与电源线相连接,且把所有油路与水路接口接好。将热流道加热到设定温度后,塑料熔体通过注塑机螺杆的挤压流入热嘴,并通过G1浇口开始充填模具型腔。经过 1.002 s 时间后,浇口G2打开, 1.934 s 后浇口G3打开, 2.331 s 后浇口G4打开。熔体充满型腔后,经过 0.1 s 的气体延迟时间注入气体使筋位中间位置形成气道,并且在气体压力的作用下均匀保压,所有浇口关闭后,产品开始冷却。

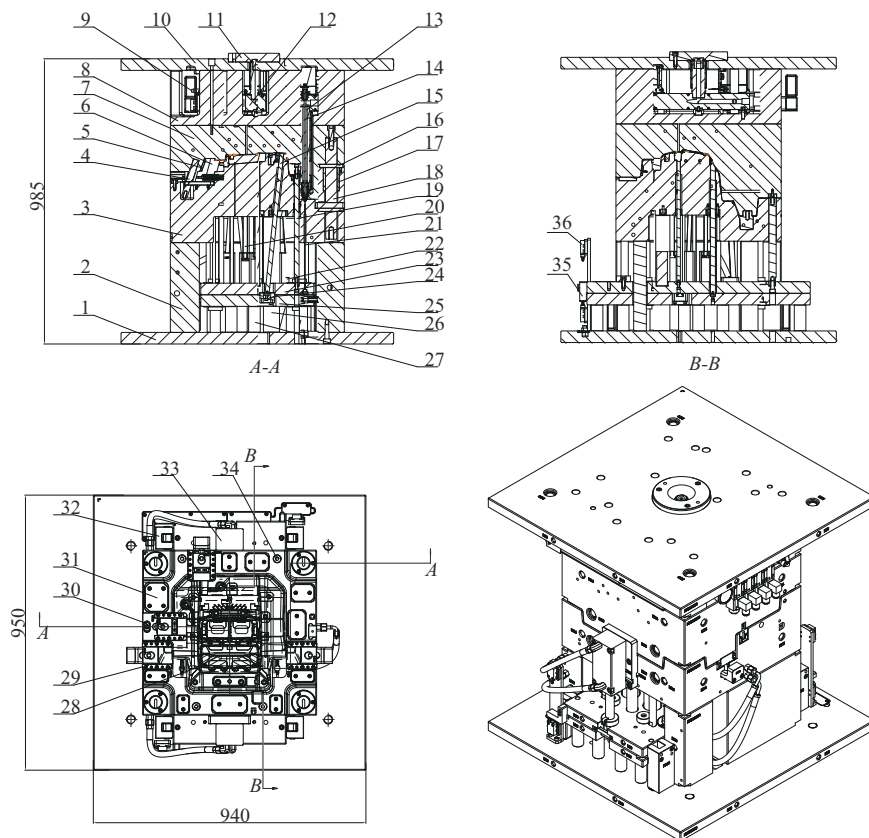
(2) 等到产品完全固化后,注塑机通过下模板拉动模具动模部分从分型面开模,产品由于收缩包紧力的原因会留在型芯上随动模一起运动,同时滑块在斜导柱的作用下进行运动,将隧道浇口完全脱离出来,方便在顶出时顺利顶出。

(3) 模具开模完成后,顶出油缸在液压力的作用下同时启动,通过顶针板和顶针固定板推动各个顶针、顶杆、斜顶,一方面做内侧抽芯,另一方面将产品、冷流道和多余溢料缓慢顶出。

(4) 待机械手取出塑件后,在复位杆的作用下顶出油缸带动斜顶机构与推出机构开始复位,然后滑块在动模回程中进行复位,模具闭合,开始下一次循环注塑^[19]。

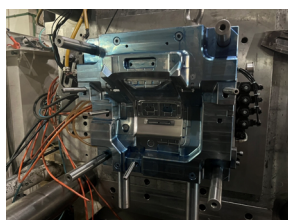
5 实际生产验证

根据所设计的中控后端盖板模具在工厂中进行实际加工制造,模具如图13所示。将气辅注塑模流分析得到的最优工艺参数应用到注塑机上试模生产。试模生产出的样品如图14所示。由图14a可知,中控后端盖板表面光洁,无熔接线、缩痕等问题。由图14b可知,气体能够掏空较厚筋位形成中空,且气体没有进入薄壁区域,穿透效果较好。

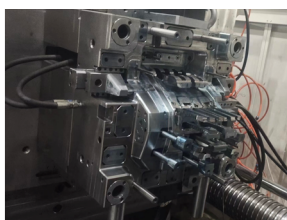


1—动模板;2—垫块;3—动模;4—斜导柱;5—耐磨板;6—滑块;7—定模;8—热流道固定板;9—热流道接线口;10—定模板;11—定位圈;12—热流道加热板;13—热流道;14—阀针;15—方斜顶;16—导套压板;17—导套;18—导柱;19—直顶杆;20—方直顶;21—顶针;22—顶针限位块;23—顶针固定板;24—滑座;25—顶针板;26—撑头;27—工艺柱;28—气针;29—滑块压条;30—滑块限位块;31—承压板;32—定距拉杆;33—顶出油缸;34—复位杆;35—限位杆;36—行程开关

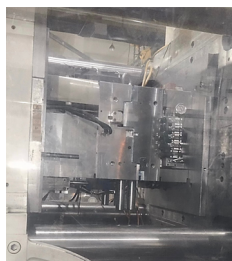
图12 模具装配图



(a)



(b)



(c)

a—定模;b—动模;c—模具总装图

图13 中控后端盖板模具



(a)



(b)

a—中控后端盖板样品图;b—中控后端盖板剖切图

图14 实际试模结果

6 结论

(1)针对汽车中控盖板结构与特点,设计了“一模一腔”气辅注塑模具。通过CAE模流分析技术确

定了模具采用4点阀式热流道与U型冷流道结合、以隧道浇口浇注的成型方式以及进气口位置,并通过模流分析结果对成型过程缺陷进行预测。

(2)由于汽车中控面板结构较为复杂,内表面有较多的加强筋、螺纹孔、狗窝等特征,所以设计了8组方斜顶机构进行侧向抽芯,采用“顶针+顶杆+方直顶”的组合机构对产品、冷流道和多余溢料进行顶出,并使用多个油缸为顶出机构提供动力,以免

造成脱模与复位困难。

(3) 将上述设计的模具结构在工厂加工制造,并把模流分析得到的工艺参数应用在注塑机上。实际试模后,模具结构设计合理,可平稳运行,产品外观质量和气体穿透效果较好,能满足客户需求。

参考文献

- [1] 傅莹龙,张留伟,叶星辉,等.基于SVG与CAE技术的汽车副仪表板倒装模具设计[J].塑料工业,2023,51(2):55-61.
Fu Yinglong, Zhang Liuwei, Ye Xinghui, et al. Design of flip for automobile auxiliary instrument panel based on SVG and CAE technology[J]. China Plastics Industry, 2023, 51(2):55-61.
- [2] 刘爽爽,褚忠,王建,等.汽车内饰件气辅注塑工艺模拟分析[J].塑料,2010,39(3):118-120.
Liu Shuangshuang, Chu Zhong, Wang Jian, et al. Simulation of gas-assisted injection molding for automotive interior parts[J]. Plastics, 2010, 39(3):118-120.
- [3] 陈亚梅.电动车后视镜连接头注塑模具设计[J].合成树脂及塑料,2021,38(6):50-54.
Chen Yamei. Design of injection mold for rearview mirror connector of electric vehicle[J]. China Synthetic Resin and Plastics, 2021, 38(6):50-54.
- [4] 方迪成.基于CAD/CAE的汽车拉线接头的注塑模具设计[J].塑料科技,2020,48(6):102-108.
Fang Dicheng. Design of injection mold for car cable connector based on CAD/CAE [J]. Plastics Science and Technology, 2020, 48(6):102-108.
- [5] 黄继战,侯世赞,范玉,等.模流分析在汽车后视镜外壳模具设计中的应用[J].塑料科技,2019,47(10):96-101.
Huang Jizhan, Hou Shiyun, Fan Yu, et al. Application of mould flow analysis in design of hot runner mould for automotive rearview mirror shell[J]. Plastics Science and Technology, 2019, 47(10):96-101.
- [6] 王静,刘雪敏.电机内罩壳大角度斜抽芯注塑模具设计[J].塑料科技,2023,51(2):88-92.
Wang Jing, Liu Xuemin. Design of injection mold for large angle oblique core pulling of motor inner cover[J]. Plastics Science and Technology, 2023, 51(2):88-92.
- [7] 蔡厚道,王训杰,黄雪梅.基于Moldflow的车载导航面板注塑模具设计[J].塑料工业,2020,48(1):60-64.
Cai Houdao, Wang Xunjie, Huang Xuemei. Design of injection mold for automobile navigation panel based on Moldflow[J]. China Plastics Industry, 2020, 48(1):60-64.
- [8] 洪维,傅莹龙.汽车仪表板下本体大型注塑模具设计[J].工程塑料应用,2022,50(5):107-112.
Hong Wei, Fu Yinglong. Design of large injection mould for automobile instrument panel lower body[J]. Engineering Plastics Application, 2022, 50(5):107-112.
- [9] 汪政,冯文,孙袁星.基于Moldflow的揭盖式洗发水瓶盖注塑模具设计[J].工程塑料应用,2022,50(6):105-110.
Wang Zheng, Feng Wen, Sun Yuanxing. Design of injection mold for shampoo bottle cap with a hood based on Moldflow[J]. Engineering Plastics Application, 2022, 50(6):105-110.
- [10] 孙世臣,韩旭,胡辰,等.帆船绳钩注塑模具设计与工艺优化[J].工程塑料应用,2020,48(6):83-87.
Sun Shichen, Han Xu, Hu Chen, et al. Injection mold design and molding process optimization of sailboat hook[J]. Engineering Plastics Application, 2020, 48(6):83-87.
- [11] 何敏红.汽车安全气囊饰盖二次顶出注塑模具设计[J].塑料科技,2019,47(12):120-125.
He Minhong. Design of injection mould with secondary ejection for automobile safety airbag cover[J]. Plastics Science and Technology, 2019, 47(12):120-125.
- [12] 傅莹龙,符立华,叶星辉,等.基于CAE技术的汽车转向管柱护罩热流道注塑模具设计[J].工程塑料应用,2022,50(11):97-101.
Fu Yinglong, Fu Lihua, Ye Xinghui, et al. Design of hot runner injection mould for car steering column protecting cover based on CAE technology[J]. Engineering Plastics Application, 2022, 50(11):97-101.
- [13] 杜林芳,苗秋玲.汽车内饰把手气辅注射成型模具设计[J].中国塑料,2017,31(4):102-105.
Du Linfang, Miao Qiuling. Design of gas-assisted injection molds for car interior door handles[J]. China Plastics, 2017, 31(4):102-105.
- [14] 傅莹龙,符立华,叶星辉,等.汽车副仪表骨架大型精密倒装注塑模具设计[J].塑料科技,2023,51(2):79-83.
Fu Yinglong, Fu Lihua, Ye Xinghui, et al. Design of large precision inverted injection mold for automobile auxiliary instrument frame[J]. Plastics Science and Technology, 2023, 51(2):79-83.
- [15] 范玉,黄继战,范佳琦.电池正极支架成型工艺分析及其注塑模具设计[J].工程塑料应用,2022,50(11):102-107.
Fan Yu, Huang Jizhan, Fan Jiaqi. Molding process analysis of battery positive pole bracket and its injection mould design[J]. Engineering Plastics Application, 2022, 50(11):102-107.
- [16] 张维合,冯婧,闫丽静,等.汽车高位制动灯盖板大型注塑模具设计[J].中国塑料,2021,35(1):98-102.
Zhang Weihe, Feng Jing, Yan Lijing, et al. Design of large-scale injection mold for car bremsleuchte cover[J]. China Plastics, 2021, 35(1):98-102.
- [17] 王颖,秦龙,冯安平.汽车主副驾驶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.
- [18] 张留伟,顾赛君,袁博,等.汽车尾翼本体顺序阀热流道大型注塑模具设计[J].塑料科技,2022,50(11):115-119.
Zhang Liuwei, Gu Saijun, Yuan Bo, et al. Design of large injection mold with hot runner of sequence valve for automobile tail body[J]. Plastics Science and Technology, 2022, 50(11):115-119.
- [19] 范玉,钟兴,范佳琦,等.汽车音响塑料件模具设计及成型工艺优化研究[J].工程塑料应用,2015,43(12):76-80.
Fan Yu, Zhong Xing, Fan Jiaqi, et al. Automobile audio plastic mold design and molding optimization[J]. Engineering Plastics Application, 2015, 43(12):76-80.