

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2021.05.019

具有多种脱模结构的汽车灯罩精密模具设计

雷芳¹, 黄克勤¹, 刘路兴²

(1. 东莞职业技术学院, 广东东莞 530007; 2. 山东省塑料研究开发中心, 济南 250002)

摘要:按照汽车灯罩的结构和外观要求,设计了一款精密塑料模具。运用热流道与冷流道相结合的进料系统,从产品内表面浇注,解决了产品外表面不允许有注塑缺陷的问题;针对产品边缘有一个分叉的特征,通过采用油缸带动定模斜抽芯进行脱模,在三板模的基础上解决定模斜抽芯的抽芯问题;采用组合式斜顶结构形式,通过将动模斜顶座的滑槽做成斜面,解决了产品上螺柱孔倾斜角度较大的脱模问题;采用“隔片式水井”水路与一条“直通式”水路相结合的形式,建立了冷却效果良好的水路;在动、定模镶件上设计凸凹台,加强了模具的定位精度。

关键词:汽车灯罩;注塑模具;内表面浇注;定模斜抽芯;热流道

中图分类号: TQ320.63 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2021)05-0097-06

Precision Mold Design of Automobile Lampshade with Various Demoulding Structures

Lei Fang¹, Huang Keqin¹, Liu Luxing²

(1. Dongguan Vocational and Technical College Dongguan, Dongguan 530007, China;

2. Plastics Research and Development Center of Shandong Province, Jinan 250002, China)

Abstract : According to the structure and appearance requirements of automobile lampshade, a kind of precision plastic mold was designed. The feeding system combining hot runner and cold runner was used to inject glue from the inner surface of the product, so that the defect of injection molding is not allowed on the outer surface of the product was solved. Aiming at the feature that the edge of the product has a bifurcate, by using the cylinder to drive the fixed die oblique core-pulling for demoulding, on the basis of two plate die to achieve the fixed die oblique core-pulling problem. By using the reinforced inclined top structure, the sliding groove of the moving die inclined top seat is made into an inclined plane, which solves the demoulding problem of the large inclined angle of the stud hole on the product. A waterway with good cooling effect is established by the combination of “separated well” waterway and a “straight through” waterway. Convex and concave tables are designed on moving and fixed die inserts to enhance the positioning accuracy of the die.

Keywords : car lampshade ; injection mold ; pouring on the inner surface ; sloping top of front mold ; hot runner

汽车灯罩是汽车车身上的一个外观塑料件,产品不允许变形,也不允许在外表面上存在浇口痕、披锋、熔接痕、气泡和顶白等由注塑引起的缺陷。当注塑完成后,还需要在该产品的外表面上喷漆,在喷漆后,由注塑引起的细微缺陷就会变得非常明显。汽车灯罩上还有一些结构特殊的扣位,要使这些扣位顺利脱模,需要设计特殊的抽芯机构,笔者以某品牌的汽车灯罩为例,针对该产品结构复杂,脱模困难的问题,按照精密模具的要求,设计了一款注塑模具。

1 产品结构分析

该汽车灯罩的尺寸约为197.5 mm × 115.5 mm,侧视图呈弧形,高度为109.6 mm,壁厚为3.5 mm,材料为丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料(ABS)/聚碳酸酯(PC),产品结构图如图1所示。

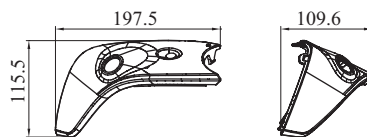


图1 汽车灯罩产品结构图

基金项目: 东莞市社科联基金项目(2019ZZ11)

通信作者: 雷芳, 硕士, 讲师, 主要研究方向为机械设计及制造 E-mail: leifang001@126.com

收稿日期: 2021-02-22

引用格式: 雷芳, 黄克勤, 刘路兴. 具有多种脱模结构的汽车灯罩精密模具设计[J]. 工程塑料应用, 2021, 49(5): 97-102.

Lei Fang, Huang Keqin, Liu Luxing. Precision mold design of automobile lampshade with various demoulding structures[J]. Engineering Plastics Application, 2021, 49(5): 97-102.

该汽车灯罩的结构非常复杂,产品上有两个车灯孔;在内表面有3个螺柱,但这3个螺柱的倾斜角度互不相同。在产品的内表面有一个双重翻边特征,即该扣位向内翻边后再向外翻边,形成双重翻边;在双重翻边的边线上还有一个分叉;在产品内表面的一条边线上有3个扣位和一个支撑柱,支撑柱上有一个圆形通孔,这3个扣位和圆形通孔的开口方向不同。在产品的一端有3个锯齿形的枕位和两个侧孔,汽车灯罩结构图如图2所示。

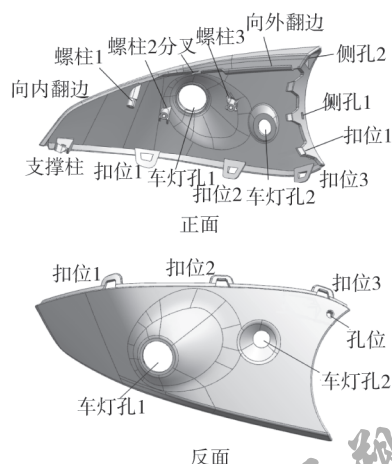


图2 汽车灯罩的结构图

2 模具结构设计

该产品模具结构设计的基本思路:1)将螺柱1的轴线方向设为开模方向,轴线方向垂直于定模板;2)产品的另外两个螺柱,其轴线方向与螺柱1不一致,采用斜顶机构脱模;3)产品的两个车灯孔可以用插穿的方式实现;4)产品上边向产品内部翻边的扣位,其脱模方向与螺柱1的轴线方向相同,可以由型芯直接成型;5)向产品外部翻边的扣位可以由型腔直接成型;6)产品上边的分叉位可以用定模斜抽芯机构实现脱模;7)扣位1~扣位3可以用滑块实现脱模;8)扣位4和侧孔1、侧孔2可以用斜导柱滑块实现脱模;9)支撑柱上的孔位可以用斜顶实现脱模;10)为了使型腔中的空气顺利排出,在型芯上开排气槽;11)为了使模具受力均匀,设计一模两腔结构;12)选用三板模模架。

将螺柱1的轴线方向设为开模方向,3个螺柱孔只需要两个斜顶机构,可以节省一个斜顶机构;如果以两个车灯孔的轴线方向设为开模方向,则3个螺柱孔需要3个斜顶机构,将会增加制造难度。每个型腔上有5个滑块,1个定模斜抽芯,4个动模斜顶,模具结构图如图3所示(便于观察型芯的结

构,在型芯上隐藏了一个产品)。该产品的动模、定模型芯结构如图3所示。

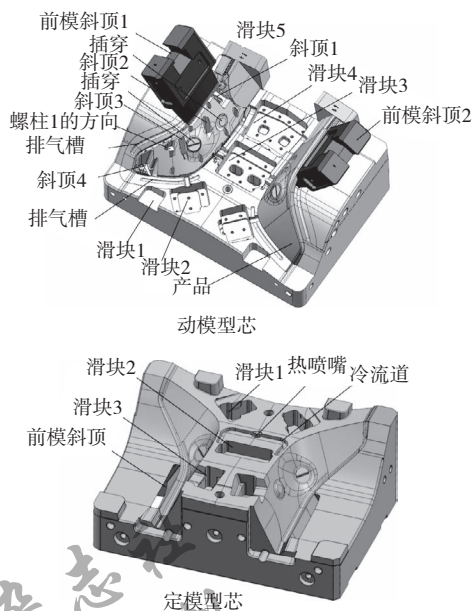
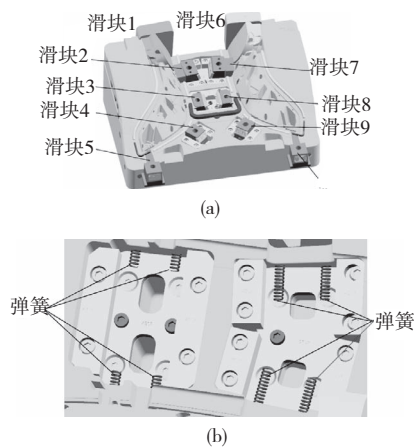


图3 模具结构图

2.1 滑块结构

产品边缘有5个扣位,产品材质是ABS/PC复合材料,扣位不能强脱,需用滑块才能脱模。在这套模具中,采用斜撑销块结构,由斜导柱带动滑块运动。图4为滑块结构设计。



a—滑块的布局;b—小滑块加装弹簧

图4 滑块结构设计

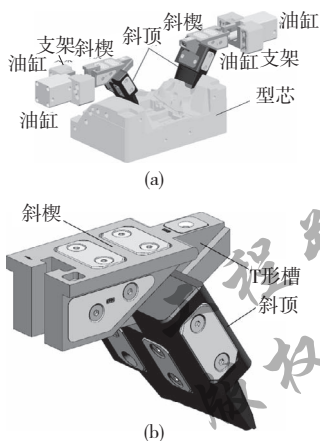
其中滑块2和滑块7、滑块3和滑块8共用一个双面斜楔,如图4a所示。其中滑块2和滑块7的体积为 $43\text{ mm} \times 37\text{ mm} \times 36\text{ mm}$,滑块3和滑块8的体积为 $40\text{ mm} \times 23\text{ mm} \times 28\text{ mm}$,滑块的体积较小,只能安排一根斜导柱引导滑块运动,并且滑块上的浇口位分布不对称。将会导致滑块受力不均,容易引起滑块运动不平衡,使滑块卡死。为了在开模

时使滑块运动顺畅,在滑块上安装两个弹簧,如图4b所示。由斜导柱与弹簧共同引导滑块脱模,起双重保险的作用。

2.2 定模斜抽芯结构

在产品的边缘有一个分叉的扣位,需要用定模斜抽芯才能脱模。图5为定模斜抽芯结构图。为了简化模具结构,使用油缸带动定模斜抽芯机构运动,如图5a所示。斜楔与斜顶之间通过“T”形槽相连,如图5b所示。

定模斜抽芯的运动过程如下:当注塑完成后,在前、动模分开前,油缸带动斜楔向模具的两边运动,在斜楔上有一个“T”形槽,由“T”形槽引导定模斜抽芯脱模。当定模斜抽芯脱模后,前、动模才开始分开。



a—定模斜抽芯机构示意图;b—斜楔与斜顶之间通过“T”形槽相连

图5 定模斜抽芯结构图

2.3 动模斜顶结构

产品的内表面有5个扣位,需要用动模斜顶才能脱模。动模斜顶结构由斜顶杆、销钉、滑板和斜顶座组成,如图6所示。其中斜顶杆是按产品扣位的实际形状定做;斜顶座用螺栓固定在模架的推板上,并由顶杆固定板进行定位。斜顶杆和斜顶座通过销钉连接。这种斜顶结构有以下优点:第一是斜顶杆和斜顶座两者之间用销钉连接,互换性好,组装方便;第二是在顶出时,如果斜顶杆与浇口位发生干涉,斜顶杆可以绕销钉旋转,从而可以避免干涉;第三是在拆、装斜顶的时候,只需要直接从动模座板的底部松开斜顶座的螺栓,即可将斜顶从型芯中取出,而不需要将整个动模拆开;第四是可以使大角度扣位实现脱模。由图6可以看出,在斜顶杆的顶部浇口位处有一个螺柱型芯,该螺柱的轴线与水平线有

一个夹角。在斜顶向上顶出的时候,如果斜顶同时做水平运动,斜顶杆将会与产品上的螺柱发生干涉。为了解决这个问题,将斜顶座和斜顶杆的配合面设为斜面,斜面的斜度、倾斜方向与螺柱的轴线方向相同,从而使斜顶在顶出的过程中还可以沿螺柱的轴线方向运动,实现螺柱的脱模。

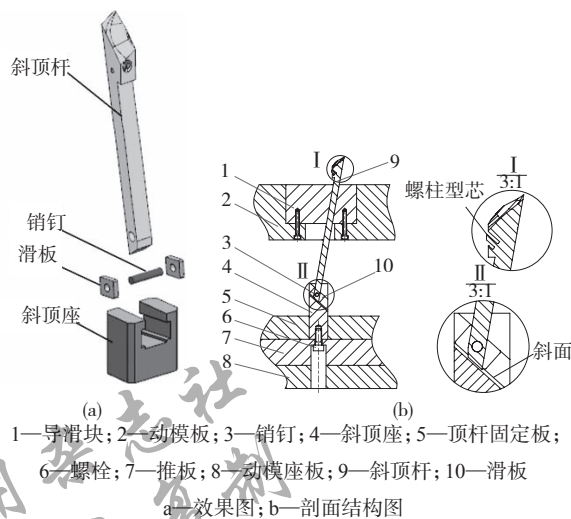
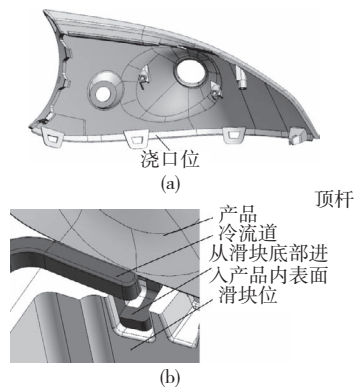


图6 斜顶结构

2.4 进浇系统设计

产品为 $197.5\text{ mm} \times 115.5\text{ mm} \times 109.6\text{ mm}$,在3D软件下测量的该产品的体积为 $61\,877\text{ mm}^3$,约68 g,体积小,质量轻,用一个浇口能够满足注塑要求。为了减少产品上的熔接线,也需用一个浇口。图7为进浇系统设计。参考客户所提供的样品或同类模具的制造经验,所确定浇口位置如图7a所示。再用Moldflow分析软件对浇口位置分析后发现,模流分析所显示的注塑缺陷很小,符合注塑要求。在模具设计时,在热喷嘴底部开设冷流道,再将冷流道引入到滑块底部,最后进入到产品内表面的进浇口中,如图7b所示^[8-12]。



a—从内表面浇注;b—热流道转冷流道结构示意图

图7 浇注系统设计

2.5 定位系统

模具的定位系统直接决定模具的精度,为了提高该模具的制造精度,采用4根 $\varnothing 40\text{ mm} \times 230\text{ mm}$ 的圆形导柱;为了增加定位精度,在动、定模板上安装定位凸、凹板;设计定位斜楔;为了防止压坏分型面,在定模板上安装承压板,如图8a所示;在定模板和动模板上设计了 5° 的凸凹台,以保证动、定型之间的合模紧密性,定位系统如图8所示。

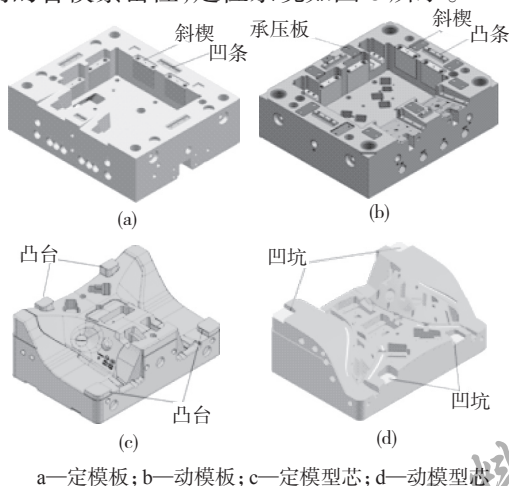


图8 定位系统

2.6 排气系统

该模具中每个型腔有10根直顶杆,4个动模斜顶,1个前模斜顶,4个滑块等顶出机构,型腔中的空气可以从这些顶出机构的缝隙中排出。为了增加模具的排气效果,在型芯上沿产品的轮廓线开设一个直径为6 mm的主排气槽,在主排气槽与型腔之间开设若干条分支排气槽。该模具的排气系统如图9所示。

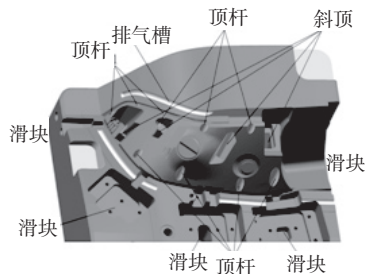


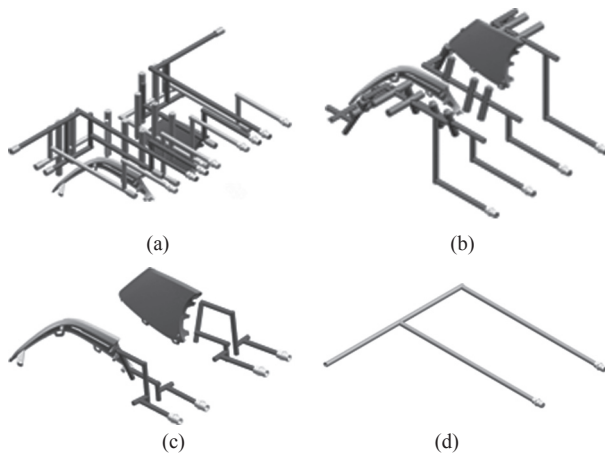
图9 排气系统

运用UG的分析功能,可以测得每个产品的体积为 $61\,823\text{ mm}^3$,体积较小,上述排气系统能够在注塑时将型腔中的空气迅速排出,满足注塑排气要求。

2.7 冷却系统

冷却系统对于精密塑料模具非常重要,良好的冷却系统有两个方面的功能:第一是将模具温度控

制在允许范围内,使产品快速冷却、定形,尽快脱模;第二是确保模具各部分的温度均匀,使产品在冷却时不发生变形。汽车灯罩对于外观与装配性能的要求都较高,为了生产合格的产品,必须设计一套可靠的冷却系统。定模的冷却水路采用“直通式水管+隔片式水井”相结合的形式,每个型芯分别设计了一条“隔片式水井”水路与一条“直通式”水路,每个隔片式水路上有5个水井,用隔片将水井隔开,每个水井距离型腔约 10 mm ,再用冷却水路连接起来。每个型腔各自形成独立的回路,如图10a所示。动模冷却水路采用“隔片式水井”的形式,每个型芯设计了8个水井,用隔片将水井隔开,每个水井距离型腔约 10 mm ,再用冷却水路连接起来。为了减少加工的工作量,降低水井的深度,将其中的4条水路水平排列,为了不影响在动模型芯中设计斜顶,将型芯底部的水井设计成倾斜状。每个型芯各自形成一个独立的回路,如图10b所示。两个端面的滑块体积较大,各自设计1组独立的冷却水路,滑块的水路采用“直通式”水路的结构,如图10c所示。为了控制热流道板的温度,在热流道板上创建一条独立的水路,采用“直通式”水路的结构,如图10d所示。



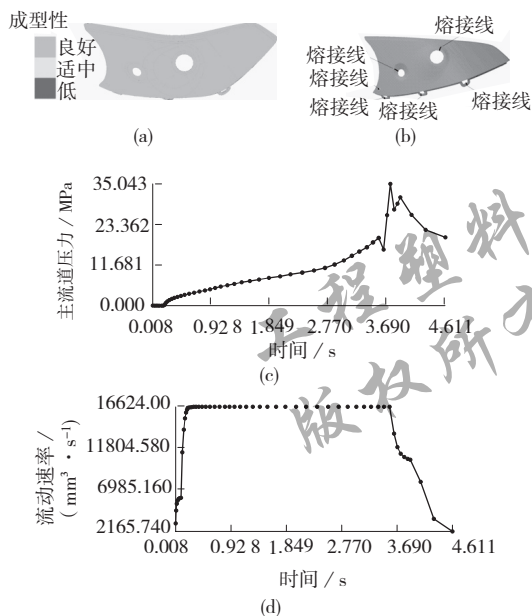
a—定模水路; b—动模水路; c—滑块水路; d—热流道板水路

图10 冷却系统

3 模流分析及解决方案

笔者采用一点式浇注,根据ABS/PC的性能,将熔体的注塑时间设为 5 s 、注塑温度设为 $245\sim 265^\circ\text{C}$ 、模具温度设为 85°C 、最大注塑压力设为 100 MPa 、保压时间为 3 s ,其模流分析的结果如图11所示。用Moldflow分析后,由图11a可以看出,塑料件注塑时的成型性能较好,外表面的颜色均匀,表面无瑕疵。在灯罩上存在6条熔接线,如图11b所示,熔接线影响产品的外观,可以在熔接线附近

的型芯上设置顶针或者通过提高模具温度(将模具温度设为 85°C)的方法消除产品上的熔接线,增加顶针可以使型腔中的气体从顶针的缝隙中排出,提高模具温度有助于提高熔体的流动性能;主流道压力-时间的曲线如图 11c 所示,流体流动速率-时间的曲线如图 11d 所示,在 $0 \sim 0.1 \text{ s}$ 的主流道的压力为 0,熔体高速填充到型腔; $0.1 \sim 3.6 \text{ s}$,主流道压力逐渐增大,熔体匀速填充到型腔,压力为 $0 \sim 35 \text{ MPa}$; $3.6 \sim 4.6 \text{ s}$,主流道压力和熔体的流动速率逐渐减小。注塑结束的时间为 4.6 s 左右,最大注塑压力为 35 MPa ,所需的注塑压力不高,中型注塑机可以满足注塑要求。可以判断,采用图 7 所示的一点式浇注系统对于汽车灯罩的塑料模具是合理的。



a—注塑成型性;b—产品上的熔接线;c—主流道压力曲线;

d—熔体流动速率曲线

图 11 模流分析图

4 整体结构

模具摆放在地面时,一般情况是动模座板与地面接触。但有时为了方便工作,需要将模具侧向摆放在地面上,为了保护油缸、水管接头、热流道配件等零件,在 A 板、B 板、定模座板、动模座板上分别安装模脚,模脚与地面接触。在注塑时,为了防止热量流失,在定模座板的上表面安装隔热板,材质为聚氯乙烯(PVC),模具的剖面结构如图 12 所示。

模具工作过程如下:当注射完成后,油缸 5 带动水平斜楔 20 侧向运动,水平斜楔 20 带动定模斜抽芯 21 做脱模运动。当定模斜抽芯 21 完全脱模后,动模与定模在分型面 PL 处分开,产品留在动模型

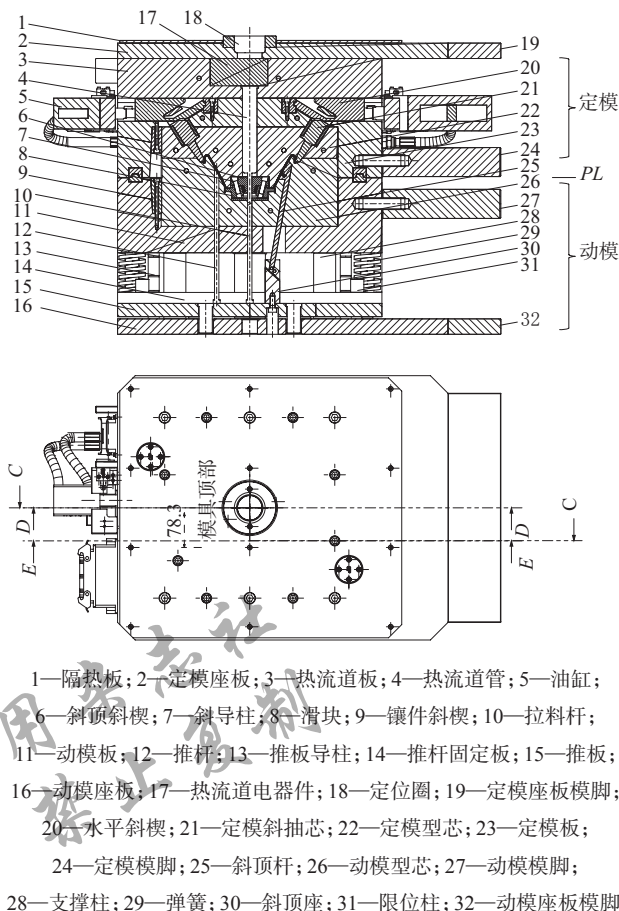


图 12 模具的剖面结构图

芯 26 上。当定模、动模分开时,在斜导柱 7 的引导下,滑块 8 向远离塑料件的方向运动,直到完全脱离塑料件。当注塑机带动动模运动到极限位置后,注塑机的脱模机构推动模具上的斜顶 25、拉料杆 10 和推杆 12 一起做顶出运动,当注塑机脱模机构运动到极限位置时,塑料件被顶出,完成整个顶出动作。然后注塑机的脱模机构带动斜顶 25、拉料杆 10 和推杆 12 复位,当模具上的脱模机构完全复位后,注塑机移动板带动动模向定模方向运动,在合模过程中,在斜顶斜楔 6 和斜导柱 7 的作用下,引导滑块 8 复位。当滑块 8、定模板 23 与动模板 11 完全复位后,油缸 5 带动水平斜楔 20、水平斜楔 20 带动定模斜抽芯 21 开始复位,当定模斜抽芯 21 完全复位后,开始下一次注塑周期^[13-15]。

5 结论

为了避免在汽车灯罩的外表面产生不良的注塑缺陷,选择热流道与冷流道的混合浇注系统,并在产品的内表面浇注;针对汽车灯罩塑料件的内表面倾斜的螺柱,在斜顶座上设计了斜面机构,使斜顶座

的斜面与螺柱的轴线平行,巧妙地解决了倾斜螺柱的脱模问题;为保证产品在顶出时的平衡性,设计成一模两腔,保证了模具受力的稳定性,从而确保模具自动化注塑生产的可靠性^[15]。针对产品的结构,通过设计一套效果良好的排气系统、定位系统、顶出系统、冷却系统,降低产品的注塑周期,提高合格率。用该模具生产的产品具有成型快、表面缺陷少、变形小、水口料浪费少等优点,现正在正常生产,经生产证明,该模具生产效率高,结构设计合理,模具使用寿命长。

参考文献

- [1] 张维合,邓成林. 汽车注塑模具设计全图解教程[M]. 北京:化学工业出版社,2017.
Zhang Weihe, Deng Chenglin. Automotive injection mold design full graphic tutorial[M]. Beijing:Chemical Industry Press,2017.
- [2] 李恩田,刘光虎. 精密模具设计与制造[M]. 北京:科学出版社,2014.
Li Entian, Liu Guanghu. Precision die design and manufacturing[M]. Beijing:Science Press,2014.
- [3] 高奇,李卫民. 汽车气囊支架模流分析与注塑模具设计研究[J]. 塑料工业,2018,46(4):63-66.
Gao Qi, Li Weimin. Moldflow analysis and injection mold design of airbag holder[J]. China Plastics Industry,2018,46(4):63-66.
- [4] 张维合. 汽车中央通道主体大型注塑模具设计[J]. 中国塑料,2017,31(5):92-97.
Zhang Weihe. Design of large-sized injection molds for main bodies of auto central channels[J]. China Plastics,2017,31(5):92-97.
- [5] 吴炳进. 声呐面罩壳八滑块六次抽芯复合机构注塑模具设计[J]. 中国塑料,2019,33(6):117-126.
Wu Bingjin. Design of injection mold for six-time core-pulling composite mechanism of eight sliders of sonar surface shell[J]. China Plastics,2019,33(6):117-126.
- [6] 刘鑫,郭恒亚,黄明. 汽车挡风玻璃装饰条对射式双色注塑模具设计[J]. 中国塑料,2019,33(10):100-104.
Liu Xin, Guo Hengya, Huang Ming. Design of opposite-type bicolor injection mold for automotive windshield decoration strip[J]. China Plastics,2019,33(10):100-104.
- [7] 费晓瑜,郑伟. 汽车车灯边框薄壁件多向侧抽芯注塑模具设计[J]. 工程塑料应用,2020,48(10):80-85.
Fei Xiaoyu, Zheng Wei. Design of injection mould with multi-directional side core pulling for thin wall plastic parts of automobile lamp frame[J]. Engineering Plastics Application,2020,48(10):80-85.
- [8] 傅莹龙,褚建忠,邵明朝. 高光后盖热流道注塑模具结构设计[J]. 工程塑料应用,2020,48(3):104-108.
Fu Yinglong, Chu Jianzhong, Shao Mingchao. Design of hot runner injection mold structure for high gloss back cover[J]. Engineering Plastics Application,2020,48(3):104-108.
- [9] 曹勇. 便携式定位器面壳内抽芯注塑模具设计[J]. 塑料,2019,48(4):82-86.
Cao Yong. Design of injection mold for inner core of portable locator[J]. Plastics,2019,48(4):82-86.
- [10] 王建玲,王永瑛. 淋浴房排水连接件注塑模设计[J]. 塑料,2019,48(5):124-127.
Wang Jianling, Wang Yongying. Design on injection mold for shower room drainage connector[J]. Plastics,2019,48(5):124-127.
- [11] 欧阳波仪. 遥控器一摸三件组合注塑模设计[J]. 塑料工业,2018,46(2):45-49.
Ouyang Boyi. Design of the combined injection mold of one-mold with three-piece for remote control[J]. China Plastics Industry,2018,46(2):45-49.
- [12] 闫冈,宋杰,刘鹏厚,等. 味精瓶铰接瓶盖八次开模九次脱模注塑模具设计[J]. 工程塑料应用,2020,48(4):69-74.
Yan Min, Song Jie, Liu Penghou, et al. Design of injection mold with 8 times opening and 9 times demoulding for aginomoto bottle hinged cap[J]. Engineering Plastics Application,2020,48(4):69-74.
- [13] 易忠奇,贺柳操. 汽车雨挡导流片浮顶式侧抽芯机构注射模设计[J]. 中国塑料,2020,34(5):97-101.
Yi Zhongqi, He Liucuo. Design of injection mold with floating roof side core-pulling mechanism for rain deflector[J]. China Plastics,2020,34(5):97-101.
- [14] 金济民,金泽雄. 轿车进气歧管成型工艺与成套注塑模具设计[J]. 塑料科技,2020,48(3):89-95.
Jin Jimin, Jin Zexiong. Design of molding process and complete injection mold for car intake manifold[J]. Plastics Science and Technology,2020,48(3):89-95.
- [15] 闫竹辉,刘斌. 多种抽芯机构的汽车内门把手座注塑模设计[J]. 工程塑料应用,2020,48(1):76-80.
Yan Zhuhui, Liu Bin. Design of injection mold for car interior door handle with various core pulling mechanisms[J]. Engineering Plastics Application,2020,48(1):76-80.
- [16] Tomoyoshi S, Minoru O, Hiroki K. Method of manufacturing hollowed:US,20120068388[P]. 2012-03-22.
water-injection stage of water projectile assisted injection molding process[J]. Advances in Polymer Technology,2020(9):1-15.
- [15] Kuang Tangqing, Feng Qiang, Liu Tian, et al. Numerical Simulation on the penetration behavior of the projectile during the