

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2019.11.013

基于 Maya 造型的前车灯热流道注塑模具设计

张春彬¹, 王海常²

(1. 浙江工商职业技术学院机电工程学院, 浙江宁波 315012; 2. 空军研究院工程设计研究所, 北京 100068)

摘要: 根据某新款汽车前灯总成新产品开发的需要, 分别运用 Maya 软件构建了前灯灯罩的工业外观曲面造型, 并运用 UG 软件对其进行了塑料件的结构设计。运用 CAE 分析确定了塑料件的浇注方案, 采用两点热流道浇口分时顺序浇注, 工艺优化后, 熔接痕得到有效消除, 模腔的成型工艺参数为: 模温为 79℃, 热流道 R1, R2 中的料温控制为 288℃, 注射时间为 4.2 s, G2 浇口延后于 G1 浇口 0.5 s 开启; 2 段保压: 75 MPa/4 s, 60 MPa/3 s。冷却时间为 21 s, 冷却水进口温度为 25℃。成型模具结构为热流道两板式结构, 单个模腔设置了 3 个独立的抽芯机构来完成塑料件难脱模特征的抽芯脱模, 其中的机构 S2 为动模板驱动弹出式定模抽芯机构, 机构利用动模的打开及在弹簧辅助力的驱动下, 来驱动藏于定模板内的前模抽芯滑块, 实施定模先抽芯动作; 机构 S3 为单动力源驱动多向同步抽芯机构, 机构利用模具打开时安装于定模板一侧楔紧锁紧块来驱动两个上、下层滑块同步进行抽芯, 上层滑块完成一个抽芯动作, 下层滑块在完成母滑块体本身抽芯动作的同时, 再同步带动另一个子滑块驱动一个斜向抽芯子侧型芯来完成侧抽芯。机构及模具整体结构布置合理, 可为同类塑料件的成型模具设计提供有益借鉴。

关键词: 工业造型; Maya 曲面造型; 结构设计; CAE 分析; 热流道; 注塑模具; 机构设计

中图分类号: TQ320.5+2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2019)11-0071-06

Forming Design of Hot Runner Injection Mould for Headlamp Based on Maya Modeling

Zhang Chunbin¹, Wang Haichang²

(1. School of Mechanical and Electrical Engineering, Zhejiang Business Technology Institute, Ningbo 315012, China;

2. Engineering & Design Institution of Air Force Academy, Beijing 100068, China)

Abstract : According to the need of new product development of automobile headlamp assembly, Maya software was used to construct the industrial appearance surface modeling of headlamp shade, and UG software was used to design the structure of the plastic part. CAE analysis was used to determine the pouring scheme of plastic parts using two-point hot runner gate in time-sharing sequence. After optimization of the process, the weld marks were effectively eliminated and the forming process parameters of the mould cavity are obtained as follows : mould temperature 79℃, material temperature in hot runner R1 and R2 is controlled at 288℃, injection time 4.2 s, the gate G2 was delayed to open at gate G1 0.5 s. Pressure holding 2 stages : 75 MPa/4 s, 60 MPa/3 s. The cooling time is 21 s and the inlet temperature of cooling water is 25℃. The structure of forming mould is two-plate structure with hot runner. Three independent core-pulling mechanisms are set up in a single mould cavity to complete core-pulling and demoulding of plastic part with difficult demoulding characteristics. The mechanism S2 is a pop-up core-pulling mechanism driven by a moving template. The mechanism used the opening of a moving mould and the driving force of a spring to drive the front-mould core-pulling slider hidden in a fixed template. Mechanism S3 is a multi-direction synchronous core-pulling mechanism driven by a single power source. When the mould was opened, the mechanism was installed with wedge locking block on one side of the fixed template to drive two upper and lower sliders to pull core synchronously. The upper slider completes one core-pulling action, and the lower slider completes the parent. At the same time, another sub-slider was driven synchronously to drive a side core of oblique core-pulling sub-side core to complete side core-pulling. The structure of the mechanism and the overall layout of the mould are reasonable, which can provide a useful reference for the design of the forming mould of the same kind of plastic part.

Keywords : industrial modeling ; Maya surface modeling ; structural design ; CAE analysis ; hot runner ; injection mould ; mechanism design

通讯作者: 张春彬, 硕士, 讲师, 从事产品工业设计及成型研究 E-mail : 32660721@qq.com

收稿日期: 2019-09-01

引用格式: 张春彬, 王海常. 基于 Maya 造型的前车灯热流道注塑模具设计 [J]. 工程塑料应用, 2019, 47(11) : 71-76, 93.

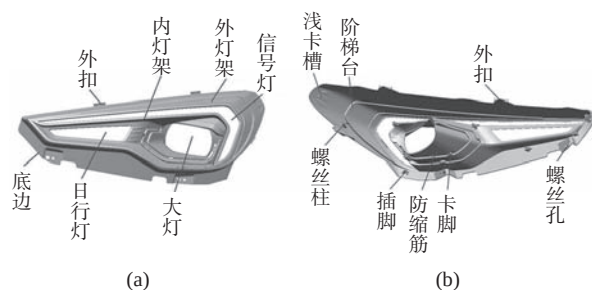
Zhang Chunbin, Wang Haichang. Forming design of hot runner injection mould for headlamp based on maya modeling[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(11) : 71-76, 93.

随着乘用车市场的越来越细化,消费者审美需求的个性化、差异化升级,汽车的外观造型及内饰、功能的舒适性成为市场竞争的焦点^[1-3]。在车身设计中,前脸和尾部的仿形布局代表着一种品牌车身的设计元素形象,特别是前脸中左右两侧大灯总成灯罩的灯面外观,车灯不仅是提供照明的必备部件,从造型上来看,也是车辆“前脸”上的“眼睛”,用来展示品牌独特性再好不过,是年轻消费者品评偏好的一个潮流设计要点,是灯面设计师需面对的外观工业设计难点,车灯灯罩的设计,也是汽车厂家不被竞争对手超越的一个设计核心点所在^[5-7]。其难点在于三个方面:其一是灯罩面的外观形状,其二是内部的结构设计,其三是制造成型工艺。有好的工业设计造型,但无配套的成型工艺方法,显然,对于工业设计塑料件的产品化是无用的^[8-11]。在车灯灯罩工业设计中,外观的造型由原来的应用3D设计软件,如UG, Catia, Pro/E等软件中的三维曲面构型发展到运用Rhino, Maya等专业外观曲面造型软件来进行先期的艺术外观面构型,而后将外观构型输入至3D设计软件中,进行灯罩面内侧的塑料件结构设计^[14-17]。车灯灯罩面较好的工业设计一般配套以专用工业光学透明塑料及先进的热流道成型技术。笔者拟结合某新款车型的全LED大灯灯罩的Maya工业造型及热流道成型,给出其塑料件构型、成型CAE工艺优化及模具结构设计,以供参考。

1 基于Maya的灯罩工业造型

灯罩主体运用Maya造型的产品模型如图1a所示,产品的设计分两个阶段来进行,第一阶段运用Maya进行内灯架、外灯架的前视角外观造型,第二阶段运用UG软件进行内灯架、外灯架背面的结构构造及壁厚设计造型。运用Maya进行外观面造型时,先置入各视图背景,而后将总体造型分割成内灯架造型和外灯架造型两个区域来进行,对内灯架的八个曲面,外灯架的七个曲面分别进行刻画U-V线,进行单独建模,最后将各曲面融合组合成灯架整体外饰面。塑料件的背面结构设计如图1b所示,结构的设计包括壁厚、阶梯台、浅卡槽、螺丝柱、螺丝孔、卡脚、插脚、防缩筋、外扣等,结构设计应用UG软件来进行构造造型。

车灯的结构尺寸如图2所示,灯的前后长度为493 mm,宽度为450 mm,上下高度为170 mm,螺丝柱孔为 $\varnothing 8$ mm,壁厚为3 mm。在大灯、日行灯及信号灯位置需配设配光镜,内灯架、外灯架的外观



a—灯罩主体 Maya 外观面造型; b—塑料件 UG 结构设计

图1 产品造型

面要求透明、耐刮擦等,并且,车灯内部结构导致不同部位具有一定的温度差,部分反射镜和饰圈的温度可能会达到 $100 \sim 190^{\circ}\text{C}$,所以在选材时一般车辆前大灯和尾灯的玻璃罩采用聚碳酸酯(PC)来进行注塑成型。笔者采用德国拜耳公司生产的牌号为APEC2097的高耐热聚碳酸酯(PC-HT)注塑灯罩,其比一般PC具有更高的硬度、强度和韧性,抗紫外线、透光性优异。

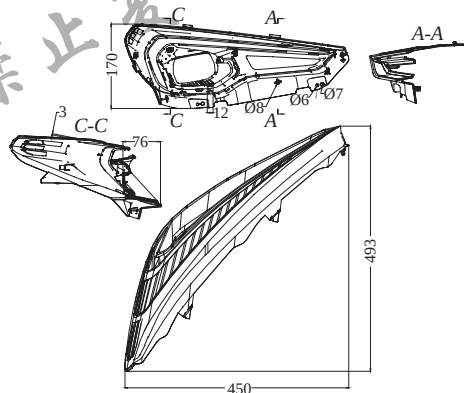


图2 塑料件结构尺寸

2 成型CAE工艺优化分析

2.1 热流道浇注CAE模型

塑料件的成型品质不但与其所选用的材料特性相关,也与塑料件成型模腔的浇注系统相关,如浇口位置、数量及注塑控制等。因而,塑料件在进行成型模具设计前,在材料选定的条件下,应运用CAE仿真分析来判断浇注系统优劣后,再确定模腔设计及成型模具的整体设计。构建浇注系统后的塑料件CAE模型如图3a所示。

针对塑料件的形状特点,塑料件的浇注可以分为内灯架和外灯架两个区域,其浇注方案设置时,考虑到塑料件为透明塑料件,其浇口以在塑料件的侧边开设侧浇口为宜。可以为单点设置,也可以多点设置,这取决于料流在模腔内流动结晶后所形成的品质。因而,在CAE模型中,采用两个侧边浇口

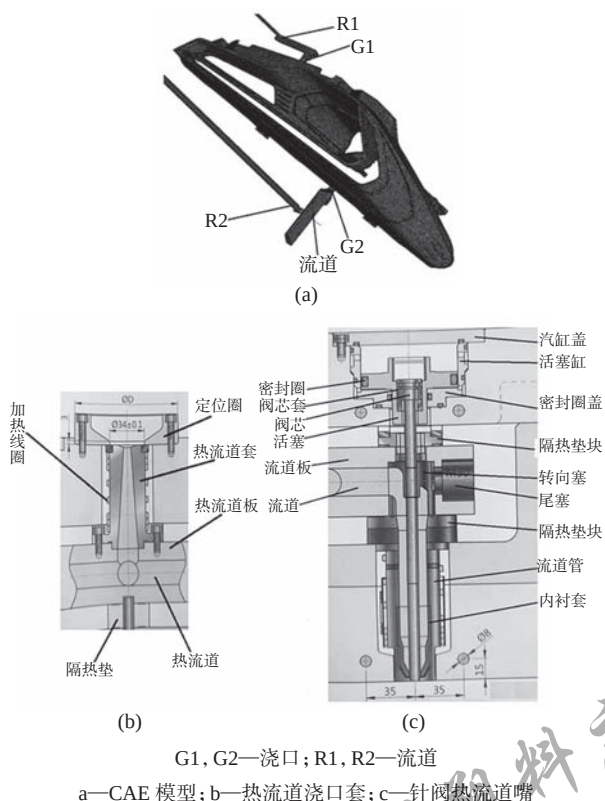


图3 CAE 模型和浇注系统

G1, G2 来对模腔实施浇注,对应浇口的流道 R1, R2 都采用前段为热流道、后段为冷流道的复合流道方式,因此,在模型设置时,冷流道部分直接设置为塑料件上的一小部分。为 R1, R2 流道供料的热流道浇口套、热流道嘴选用台湾 Amold 公司的产品,分别为 AVM-34 型热流道浇口套(如图 3b 所示)、AVMP66 型针阀式热流道嘴(如图 3c 所示)。CAE 网格采用双层面三角形网格,网格总数 119 800 个,网格匹配率 91%。

在 CAE 分析中,先采用单点侧浇口来观察单个浇口在模腔内的充填行为,而后再进行双浇口的充填行为的观测,并通过调整注塑工艺参数及浇口顺序开启优化塑料件的最佳注塑成型工艺参数。

2.2 阀浇口顺序控制成型工艺

(1) 浇口数量选择。

单独采用单点浇口 G1 对模腔进行浇注,分析可知,塑料件的外灯架部分充填较困难,充填压力高,充填时间长(7.61 s 以上),且容易在充填末端充填不足,内灯架先行充填的位置与外灯架充填末端位置间的充填压差非常大(大于 50 MPa),所需注塑机的整体压力大于 180 MPa,显然,对注塑机的要求非常高,甚至超出注塑机的工作负载能力。

单独采用 G2 浇口对模腔进行浇注时存在同样

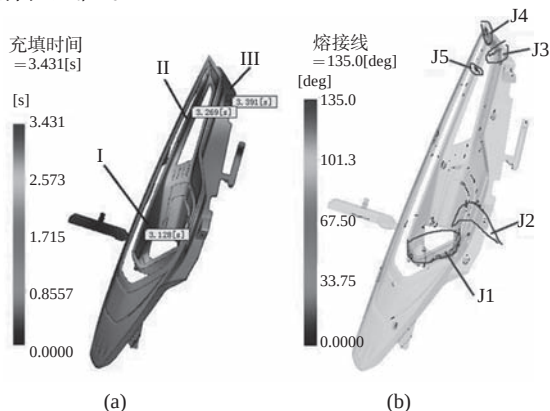
的问题,浇口能对外灯架、内灯架进行大部分的充填,但充填到尾端时,充填压力明显不足,流动路径上的充填压差也高于 50 MPa,整体的注塑压力也高于 180 MPa,其充填时间更长(10.6 s 以上)。

显然,采用单点侧浇口浇注方式不适用于本塑料件的浇注。

采用两点侧浇口同时浇注时发现,浇注时间能减少到 3.2 s 左右,腔内充填压力能降到 80 MPa 左右,充填末端压力充足,有 20 MPa 左右,整体注塑压力 130 MPa 左右。因而,本塑料件的浇注采用两点浇口更为适宜。通过图 3a 可以看出,从 G1 往内灯架区域充填对内灯架区域的充填性要比从 G2 往内灯架区域充填好。

(2) 浇口同步开启的影响。

采用热流道嘴进行浇注,其实质是解决熔融塑料料流动性不足的问题,采用多点热流道嘴对塑料件模腔进行浇注时,其实质是解决主要浇口注入的料流在较长流动路径上流动性不足的问题,但多个浇口的前锋相遇时,会产生一个熔合界面,如果界面熔合时温度高,则不会产生明显的界面熔合痕迹,也不会产生潜在的裂纹源。因而,在多个浇口对塑料件实施浇注时,一般希望将熔合界面推移到熔合温度高的位置及对外观无影响的位置。G1, G2 两个浇口同步开启时,其熔合界面发生位置如图 4a 所示,发生在 3 个位置(I, II, III 位置),很显然,熔合界面产生于位置 II 处时,由于该处相对为薄壁通道,容易形成熔接界面而产生潜在熔接痕迹或潜在裂纹。结合气孔位置及熔接线分布可以看出, J1 ~ J5 共 5 处的熔接线较多,因而需要将熔接界面做适当推移,最好是只有 1 处熔接界面,以减少塑料件成型的潜在风险。



a—两点浇注充填时间; b—两点浇注熔接线

图4 型坯设置

(3) 浇口顺序开启优化。

承前所述,要解决熔接界面推移的问题,较好的办法是实施热流道嘴的分时顺序优化控制,以及相应热流道浇口的注塑工艺参数优化。

G1, G2 浇口的开启方式有两种顺序方式,第一种是 $G1 \rightarrow G2$,第二种是 $G2 \rightarrow G1$ 。若按第一种方式开启,因 G1 靠近图 4a 中的 I 区域,因而能保证 G1 浇口的料温能以较小温度差对 I 区域实施充填,且能同步兼顾图 4a 中的 II, III 区域充填时的温度降较小,从而能有效保证 G1, G2 料流前锋以较小的温度差进行熔合。若按第二种方式开启,如图 5a 所示,当 G2 点的料流前锋到达 K3 界面后,再开启 G1 浇口,显然,在 K3 界面处界面的熔合性好,但在 K2, K1 处产生的界面熔合性较差,因为这里已经是料流的两个流动前锋, G2 浇口流动前沿到达 K2, K1 位置时,流动时间长,其前锋温度已下降较多,与 G1 浇口料流的熔合温差大,故而容易形成冷隔而产生潜在裂纹。因而,较好的方式是先将 G1 开启,而后延时开启 G2,具体的控制顺序为: G1 先开启,依据 G1 流动前锋的界面向前的推移位置,经多次模拟后确定 0.5 s 后再开启 G2, G1 先启动流动前沿如图 5b 所示,获得的熔合效果如图 5c 所示。

从图 5b 可以看出, G1 先启动时,有 4 处前锋产生, G2 延时 0.5 s 启动时有 2 处前锋产生;最后两个浇口的熔合位置为 2 处 (P1 和 P2 所在位置), G1 浇口本身有一处熔合位置 (P3), 如图 5c 所示;熔合后产生熔接线也比较少,如图 5d 所示,可以通过后续成型工艺参数优化来加以消除。最终,确定了优化后的注塑工艺参数:模温为 79°C ,热流道 R1、R2 中的料温控制为 288°C ,注射时间为 4.2 s, G2 浇口延后于 G1 浇口 0.5 s 开启。2 段保压: 75 MPa / 4 s, 60 MPa / 3 s。冷却时间为 21 s,冷却水进口温度为 25°C 。

3 成型模具设计

3.1 成型件设计

塑料件的成型模具设计采用 1 模 2 腔布局,模腔的成型件采用成型镶件镶拼而成,型腔镶件设置如图 6a 所示,型芯成型件如图 6b 所示。在选用模具材料时,型腔镶件常用材料有: NAK80(37 ~ 43RC), 2343ESR, SMV3W、8407(46 ~ 49HRC); 型芯镶件常用材料有 P20, 2738, 8407(46 ~ 49RC)。客户指定型腔镶件选用 2343ESR, 硬度为 HRC46 ~ 48; 型芯镶件选用 2738, 硬度为 HRC42, 型腔镶件

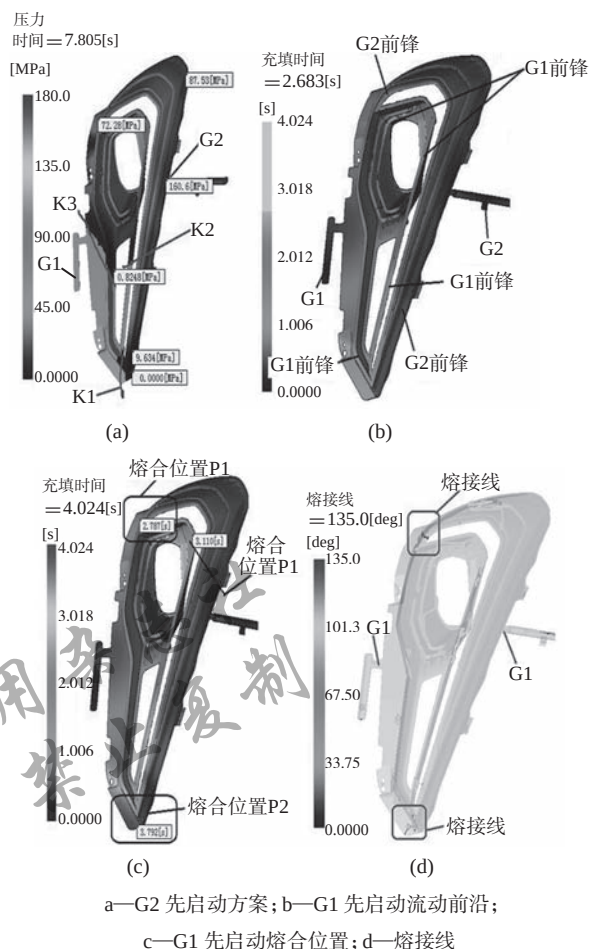


图 5 型坯设置

后期处理采用氮化处理,其优点是氮化处理温度低,变形很小,不再需要进行淬火便具有很高的表面硬度 (大于 HV850) 及耐磨性。模具寿命不低于 30 万次。脱模斜度设置为: 型腔镶件一侧设置为 2° , 型芯一侧设置为 1.5° 。

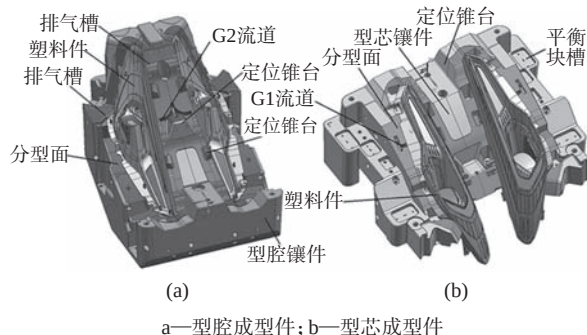


图 6 成型件设计

在浇注系统中, G1 流道设置于型芯镶件一侧, G2 流道设置于型腔镶件一侧。模腔的排气槽设置于型腔镶件上,由多个排气口组成,排气口经排气槽串联后将注塑时腔内的压缩气体排出。型腔镶件、型芯镶件在模具闭合时,依靠两个镶件上对应设置

的定位锥台的配合来进行增强定位。

3.2 模具结构

模具采用两板热流道结构形式两板模,结构如图 7a 所示。模具浇注系统有 1 个热流道嘴浇口套 29、热流道槽 28,以及 1 个中央针阀控制式热流道嘴 30 (对应于 G2 浇口) 和 2 个针阀控制式热流道嘴 31 (G1 浇口,一模两腔) 构成。5 个热流道件都用电热丝进行加热,5 个加热件的电热丝的控制线集中在接线槽 3 上进行接插。热流道槽 28 的上、下面都设置隔热垫,其安装空间由热流道垫块板 23 及热流道板等高块 20 包围构成。

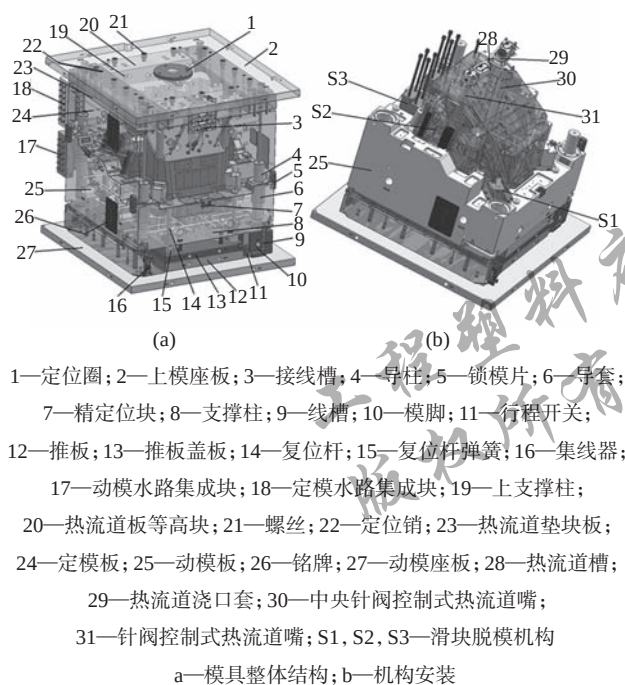
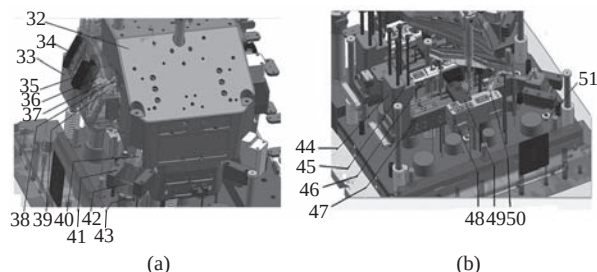


图 7 模具结构

模架导柱为直身式导柱,其导柱 4 通过螺杆拉紧安装于定模板 24 上,其导套 6 通过压板压紧安装于动模板 25 上;为增强定模板 24 和动模板 25 的闭合定位精度,模板上 4 个模板角的导柱周围铣削加工成虎口配合形式来增强两块模板的定位精度。塑料件的顶出采用通用型顶针+推板顶出方式,推板 12 和推板盖板 13 组成的复合板的侧端安装有行程开关,以确保推板 12 准确复位。在模具中,针对型腔镶件和型芯镶件的冷却分别设置了 9 条水路和 8 条水路来加强冷却,冷却水的接入、接出集中在动模水路集成块 17 和定模水路集成块 18 上来实现。一个单腔需要设置 3 个抽芯机构来对塑料件上有侧抽芯脱模要求的特征进行抽芯脱模,3 个机构分别为机构 S1、机构 S2 和机构 S3,如图 7b 所示。

3.3 脱模机构

机构 S1、机构 S2 的结构组成及安装如图 8a 所示,机构 S3 的结构组成及安装如图 8b 所示。



32—型腔镶件;33—型芯镶件;34—S2 滑块导向条;
35—导向 T 型块;36—S2 侧滑块;37—限位拉钩;38—弹簧螺杆;
39—弹簧;40—斜导柱;41—导向条;42—S1 侧滑块;
43—S1 滑块底耐磨板;44—S3 楔紧驱动块;45—小 T 型块;
46—第一侧抽芯型芯;47—第二侧抽芯型芯;48—中间驱动块;
49—联动块;50—第三抽芯型芯;51—顶出限位块
a—S1、S2 滑块机构安装;b—S3 滑块机构安装

图 8 滑块机构安装

机构 S1 为典型的斜导柱滑块侧抽芯机构,其构成件包括零件 40~零件 43,该机构的斜导柱 40 安装于模具定模板 24 上,而 S1 侧滑块 42 则安装于动模板 25 上。

机构 S2 为定模型腔弹出型侧抽芯滑块机构,其构成组件包括零件 34~零件 39,2 个 S2 滑块导向条 34,1 个导向 T 型块 35 通过螺钉紧固安装于定模板 24 上,为 S2 侧滑块 36 从定模板 24 上向斜下方滑出提供运动导向,S2 侧滑块 36 的两端分别装有 2 根带弹簧 39 的弹簧螺杆 38,弹簧螺杆 38 的作用是防止 S2 侧滑块 36 滑出时,从定模板 24 内脱出;限位拉钩 37 分成上、下两半,一半安装于 S2 侧滑块 36 上,一半安装于动模板 25 上,用于模具开模时,通过限位拉钩 37 的下半部分拉动其上半部分,将 S2 侧滑块 36 向斜下方滑出而实施侧抽芯。

S3 滑块机构结构比较特殊,机构用于塑料件型芯壁上 3 处特征的侧抽芯,机构构成组件包括零件 44~零件 47,机构中,S3 楔紧驱动块 44 为机构的驱动动力源,S3 楔紧驱动块 44 安装于模具定模板 24 上,三个抽芯滑块第一侧抽芯型芯 46、第二侧抽芯型芯 47、第三抽芯型芯 50 则分别安装于动模板 25 及型芯镶件 33 内,模具开模时,S3 楔紧驱动块 44 与模具动模分离,分离时,安装于 S3 楔紧驱动块 44 上的小 T 型块 45 驱动第一侧抽芯型芯 46 实施侧向抽芯;S3 楔紧驱动块 44 下端的 T 型槽特征则驱动与之配合的第二侧抽芯型芯 47 实施侧向抽芯;

第二侧抽芯型芯 47 侧向抽芯时,通过联动块 49 带动中间驱动块 48 同步运动,而联动块 49 则与第三抽芯型芯 50 为 T 型槽滑动配合,驱动其向外侧向抽芯。机构 S3 为单动力源驱动、多向同步抽芯机构,机构利用模具打开时安装于定模板一侧楔紧锁紧块来驱动两个上、下层滑块同步进行抽芯,上层滑块完成一个抽芯动作,下层滑块在完成母滑块体本身抽芯动作的同时,再同步带动另一个子滑块驱动一个斜向抽芯子侧型芯来完成侧抽芯。

4 结论

依据某新款车型前车灯总成的设计需要,运用 Maya 软件构建了其灯罩的工业外观曲面造型,依据外观曲面造型模型,运用 UG 软件对其进行了塑料件的结构设计。依据塑料件的成型需要,首先运用 CAE 进行优化分析,确定了塑料件的浇注方案,浇注方案采用两点热流道浇口分时顺序浇注,熔接线得到了有效的消除,在此基础上,通过对其它潜在缺陷的排除,确定了模腔的注塑成型工艺参数:模温为 79℃,热流道 R1, R2 中的料温控制为 288℃,注射时间为 4.2 s, G2 延后于 G1 浇口 0.5 s 开启。2 段保压: 75 MPa/4 s, 60 MPa/3 s。冷却时间为 21 s,冷却水进口温度为 25℃。塑料件成型模具为热流道两板式结构形式,单个模腔设计了 3 个抽芯机构来实施抽芯脱模,在 3 个机构中,型腔镶件一侧的抽芯机构 S2 为动模板驱动弹出式定模抽芯机构,机构利用动模的打开及弹簧辅助力的驱动,来驱动藏于定模板内的滑块对型腔一侧的塑料件特征实施抽芯;机构构思精巧,模具整体结构布置合理,能为同类塑料件的成型模具设计提供有益借鉴。

参考文献

- [1] 高林. 论 21 世纪工业设计的审美特征 [J]. 艺术与设计: 理论版, 2007(2X):122-124.
Gao Lin. Aesthetic features of industry design in 21st Century[J]. Art and Design:Theoretical Edition, 2007(2X):122-124.
- [2] 黎金. Maya 软件下的三维动画制作技术研究 [J]. 艺术品鉴, 2019(4Z):103-104.
Li Jin. Research on 3D animation production technology with Maya software[J]. Art Appreciation, 2019(4Z):103-104.
- [3] 李文佳, 赵江洪, 谭征宇. 汽车前灯视觉特征与造型设计研究 [J]. 机械设计, 2015, 32(5):122-125.
Li Wenjia, Zhao Jianghong, Tan Zhengyu. Research on visual feature and modeling design of vehicle headlamp[J]. Mechanical Design, 2015, 32(5):122-125.
- [4] 钱玲如. Maya 三维技术在动漫领域立体造型中的应用研究 [J]. 无线互联科技, 2018, 15(2):139-140.
Qian Lingru. Study on the application of Maya 3D technology in stereoscopic modeling of animation[J]. Wireless Internet Technology, 2018, 15(2):139-140.
- [5] 程远. 基于计算机辅助工业设计的汽车造型的人性化设计 [J]. 贵州大学学报: 自然科学版, 2014, 31(1):123-125.
Cheng Yuan. The humanization design of the automobile form based on the computer-aided industrial design[J]. Journal of Guizhou University:Natural Science, 2014, 31(1):123-125.
- [6] 王涛, 俞春林, 顾锦书. 基于产品识别策略的电动汽车充电桩工业设计研究 [J]. 华电技术, 2019(3):64-66.
Wang Tao, Yu Chunlin, Gu Jinshu. Industrial design of electric vehicle charging pile based on product identification strategy[J]. Huadian Technology, 2019(3):64-66.
- [7] 牛大为. 汽车设计更应该跳出工业设计的维度 [J]. 中国汽车市场, 2019(2):37-38.
Niu Dawei. Automobile design should step out of the dimension of industrial design[J]. Chinese Automobile Market, 2019(2):37-38.
- [8] 郑颖, 高喜银, 石庆松. 关于工业设计提升保定汽车产业竞争力的思考 [J]. 中小企业管理与科技, 2011(1):37-38.
Zheng Ying, Gao Xiyin, Shi Qingsong. Reflections on industrial design to improve the competitiveness of baoding automobile industry [J]. Management & Technology of SME, 2011(1):37-38.
- [9] 程远. 基于计算机辅助工业设计的汽车造型的情感化设计 [J]. 贵州大学学报: 自然科学版, 2013(1):88-90.
Cheng Yuan. The emotional design of the automobile form design based on the computer-aided industrial design[J]. Journal of Guizhou University:Natural Science, 2013(1):88-90.
- [10] 张帆, 陈宓. 屯锋聚势, 励精图治——广汽自主品牌汽车工业设计的集成创新之路 [J]. 设计艺术研究, 2016(3):58-65.
Zhang Fan, Chen Mi. Integrated Innovation in GAC Automobile Design of Self-owned Brands[J]. Design Research, 2016(3):58-65.
- [11] 朱琴. 工业设计中的汽车设计 [J]. 内燃机与配件, 2018(21):16-17.
Zhu Qin. Automotive design in industrial design[J]. Internal Combustion Engine & Parts, 2018(21):16-17.
- [12] 胡小青, 覃才友, 李小汝. 基于 UG 的曲面零件的造型设计与数控加工仿真研究 [J]. 机械工程师, 2015(3):104-106.
Hu Xiaoqing, Tan Caiyou, Li Xiaoru. Study on modeling and nc machining simulation of surface parts based on UG[J]. Mechanical Engineer, 2015(3):104-106.
- [13] 徐丽娜. 基于 UG 的凸轮展开角度逆向造型设计方法研究 [J]. 包头职业技术学院学报, 2015, 16(2):29-31.
Xu Lina. Research on the design method of reversed modeling of cam 's angle based on UG[J]. Journal of Baotou Vocational & Technical College, 2015, 16(2):29-31.
- [14] 王晓. 三维造型在产品中的应用 [J]. 陕西工业职业技术学院学报, 2017, 12(4):22-25.
Wang Xiao. Application of 3D rapid prototyping technology in product design[J]. Journal of Shaanxi Polytechnic Institute, 2017, 12(4):22-25.
- [15] 张高美, 董兵兵. 虚拟设计技术在产品三维造型设计中的应用 (下转第 93 页)

- container[J]. Engineering Plastics Application, 2018, 46(9):94-99.
- [9] 杨安,董扬德,胡宏伟,等. 法兰盖滑块脱模机构及注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2017, 45(10):82-86.
Yang An, Dong Yangde, Hu Hongwei, et al. Design of slider demoulding mechanism and injection mold for flange cover[J]. Engineering Plastics Application, 2017, 45 (10):82-86.
- [10] 欧阳波仪. 汽车仪表罩倾斜式多种脱模机构及其注塑模具设计[J]. 塑料工业, 2016, 44(9):70-75.
Ouyang Boyi. Inclined multiple ejection mechanisms for automobile instrument cover and injection mold design[J]. China Plastics Industry, 2016, 44(9):70-75.
- [11] 徐新华,郑子军,徐生,等. 油缸浮动顶出脱模机构结构优化与注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2017, 45(5):85-90.
Xu Xinhua, Zheng Zijun, Xu Sheng, et al. Optimization of floating oil cylinder ejector demould mechanism structure and design of injection mould[J]. Engineering Plastics Application, 2017, 45(5):85-90.
- [12] 贺柳操,卞平,肖国华. 双头螺纹花洒旋转式抽芯脱模机构及其注塑模具设计[J]. 塑料工业, 2016, 44(10):42-45, 49.
He Liucuo, Bian Ping, Xiao Guohua. Design of injection mold and core demoulding mechanism for double thread rotary sprinkler pump[J]. China Plastics Industry, 2016, 44(10):42-45, 49.
- [13] 路英华,肖国华,应欣臻,等. 侧边滑块两边内收抽芯脱模机构与注塑模具设计[J]. 模具技术, 2017(1):8-13.
Lu Yinghua, Xiao Guohua, Ying Xinzhen, et al. The design of ejection mechanism with both sides of the slider and the injection mould[J]. Die and Mould Technology, 2017(1):8-13.
- [14] 沈忠良,肖国华,徐生,等. 自动脱螺纹笔帽模具结构设计[J]. 江苏科技信息, 2016(5):60-61.
Shen Zhongliang, Xiao Guohua, Xu Sheng, et al. Structure design of automatic thread demoulding pen cap mould[J]. Jiangsu Science & Technology Information, 2016(5):60-61.
-
- (上接第 76 页)
- 研究[J]. 工业设计, 2018(4):102-103.
Zhang Gaomei, Dong Bingbing. Research on the application of virtual design technology in product 3D modeling design[J]. Industrial Design, 2018(4):102-103.
- [16] 范佰涛,王小华,刘龙龙,等. 基于 Pro/E 的高速泵典型零件三维造型[J]. 化学工程与装备, 2018(3):209-213.
Fan Baitao, Wang Xiaohua, Liu Longlong, et al. 3D modeling of typical high-speed pump parts based on Pro/E [J]. Chemical Engineering & Equipment, 2018(3):209-213.
- [17] 刘迎,赵永瑞. 基于 SolidWorks 与 CAXA 联合的轮胎三维造型[J]. 轮胎工业, 2018(1):16-18.
Liu Ying, Zhao Yongrui. Three dimensional solid modeling of tire based on SolidWorks and CAXA[J]. Tire Industry, 2018(1):16-18.
-
- (上接第 82 页)
- [6] 杨双华. 轿车雾灯座注塑工艺 CAE 与成对模具设计[J]. 塑料工业, 2018, 46(3):61-66.
Yang Shuanghua. CAE and paired mold design of injection molding process for automobile fog lamp seat[J]. China Plastics Industry, 2018, 46(3):61-66.
- [7] 张新英,连金峰. 塑料模具设计中 CAE 技术的应用[J]. 塑料工业, 2019, 47(5):21-23.
Zhang Xinying, Lian Jinfeng. Application of CAE technology in plastic mould design[J]. China Plastics Industry, 2019, 47(5):21-23.
- [8] 孙庆东,宋志波,池寅生,等. CAE 技术在滚筒梳注塑模具设计中的应用[J]. 塑料科技, 2016, 44(8):70-74.
Sun Qingdong, Song Zhibo, Chi Yinsheng, et al. Application of CAE technology in injection mold design of the roller comb[J]. Plastics Science and Technology, 2016, 44(8):70-74.
- [9] 王得胜,王会,苏瞧忠. 基于 Moldflow 的机翼式离心风叶注塑模具设计与制造[J]. 塑料, 2015, 44(3):64-67.
Wang Desheng, Wang Hui, Su Qiaozhong. Plastic injection mold design and manufacture of wing-shape centrifugal fan blade based on moldflow analysis[J]. Plastics, 2015, 44(3):64-67.
- [10] 郑建伟. 内分型汽车门板注射模设计[J]. 山东工业技术, 2015 (20):259-260.
Zheng Jianwei. Design of injection mould for door plate of internal type automobile[J]. Shandong Industrial Technology, 2015 (20):259-260.
- [11] 赵全玲,唐跃. 基于 CAE 分析的换气管注塑模具设计[J]. 塑料科技, 2017(9):85-90.
Zhao Quanling, Tang Yue. Design of injection mould for air exchange tube based on CAE analysis[J]. Plastics Science and Technology, 2017, 45(9):85-90.
- [12] 石晓慧,王守城,王恒冲,等. 基于 Moldflow 及正交实验的双色注塑工艺参数优化[J]. 塑料, 2015, 44(2):113-116.
Shi Xiaohui, Wang Shoucheng, Wang Hengchong, et al. Parameters optimization of two-colored injection molding process based on moldflow and orthogonal test[J]. Plastics, 2015, 44(2):113-116.
- [13] 胡清根,白文,龚姝婷. 基于 UG 的相机面壳注塑模具设计[J]. 塑料科技, 2017, 45(1):78-80.
Hu Qinggen, Bai Wen, Gong Shuting. Design of injection mould for camera surface shell with UG[J]. Plastics Science and Technology, 2017, 45(1):78-80.
- [14] 丁同梅,周正武. 基于 CAD/CAE 的笔记本底座注塑模具设计[J]. 塑料科技, 2019, 47(04):82-87.
Ding Tongmei, Zhou Zhengwu. Design of injection mold for notebook base based on CAD/CAE[J]. Plastics Science and Technology, 2019, 47(4):82-87.
- [15] 宾哲桂,黄镇谨. 基于 CAD/CAE 的平板电脑后壳倒灌注塑模具设计[J]. 塑料工业, 2019, 47(3):55-61.
Bin Zhegui, Huang Zhenjin. Design of inverted filling mold for back shell of tablet computer based on CAD/CAE[J]. China Plastics Industry, 2019, 47(3):55-61.