

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2018.08.016

汽车灯配光镜复杂侧抽芯注塑模具设计

于延军, 庞继伟, 鹿洪荣

(山东职业学院, 济南 250104)

摘要: 根据某汽车灯配光镜塑料件的功能要求与结构特性, 设计了该产品的基于二次分型特点的两板式复杂侧抽芯注塑模具。模具采用一模二腔侧浇口浇注方式。在塑料件成型过程中, 塑料件内侧小凹坑采用水平内侧抽芯机构脱模, 倒拔模特征采用斜向内侧抽芯机构脱模, 外侧卡扣等特征则采用多滑块侧抽芯机构脱模。第一次分型实现外部侧抽芯, 第二次分型实现内部侧抽芯, 最后由推块机构顶出塑料件, 实现了顺序脱模过程。采用直接冷却内侧抽芯滑块的方式, 冷却效果良好。经实践证明, 该模具结构设计简单、实用, 满足注塑成型工艺要求, 对同类产品的模具结构设计有一定的参考意义。

关键词: 注塑模具; 二次分型; 侧抽芯机构; 顺序开模

中图分类号: TQ320.52 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2018)08-0087-06

Design of Complex Side Core Pulling Injection Mold for Light Matching Mirror on Automobile Lamp

Yu Yanjun, Pang Jiwei, Lu Hongrong

(Shandong Polytechnic, Jinan 250104, China)

Abstract : According to the functional requirements and structural characteristics of light matching mirror on automobile lamp, the two-plate injection mold with complex side core pulling was designed, which was based on the two parting steps. The two plate mold structure with two cavities and side gate for injection was adopted. In the molding process of plastic parts, the small inner concave pit of the plastic part was demoulded by the horizontal inner core-pulling mechanism, the negative demoulding taper was demoulded by the inclined inner core pulling mechanism, and the lateral buckles were demoulded by the multi slide side core pulling mechanism. First parting process to realize external side core pulling, and secondary parting process to realize inner side core pulling, and finally, the ejection was done by push blocks to achieve the sequential demoulding process. The inner side core pulling slider was directly cooled to improve the cooling effect. The practice proves the design of the mold structure is simple and practical, and meets the requirements of injection molding process, which has the certain instructive significance to the design of similar injections mold of products.

Keywords : injection mold ; secondary parting ; side core pulling mechanism ; sequential demolding

汽车制造业是我国制造产业的重要支柱之一, 生产一辆汽车需要上千种模具用于生产汽车零配件。其中, 汽车灯及其配件的注塑模具设计是汽车零件注塑模具设计的难点。近年来, 我国科技工作人员不断吸收新技术、新工艺, 总结经验, 逐步提高了此类模具结构的设计水平。汽车灯配光镜零件要求其材料透光率高, 零件尺寸精度高, 配光折射曲面上无顶痕, 对于模具的顶出系统要求较高; 零件用

于安装固定的卡扣数量较多, 零件内部有倒拔模特征, 这些结构特征最终导致侧抽芯数量多, 并且侧抽芯机构设计比较复杂, 增加了模具整体结构的设计难度。笔者以某型号汽车灯配光镜零件的塑料模具设计为例, 设计了基于二次分型的多方位侧抽芯机构的两板式注塑模具。

1 塑料件工艺性分析

某型号汽车灯配光镜结构如图1所示, 由图

基金项目: 山东职业学院科研项目 (KY2017017)

通讯作者: 于延军, 硕士, 副教授, 主要从事模具结构设计与 CAD/CAE/CAM 研究工作 E-mail : yyjsdjn@163.com

收稿日期: 2017-05-16

引用格式: 于延军, 庞继伟, 鹿洪荣. 汽车灯配光镜复杂侧抽芯注塑模具设计 [J]. 工程塑料应用, 2018, 46(8) : 87-92.

Yu Yanjun, Pang Jiwei, Lu Hongrong. Design of complex side core pulling injection mold for light matching mirror on automobile lamp[J]. Engineering Plastics Application, 2018, 46(8) : 87-92.

1可知,其特征复杂,主体部分由复杂自由曲面组成,周边部分则存在内凹坑、凸筋、许多卡扣与十字柱等特征。零件空间总体尺寸约为 $316.22\text{ mm} \times 322.66\text{ mm} \times 252.98\text{ mm}$ 。配光镜塑料件平均壁厚为 2.88 mm ,中间为凸出的光滑自由曲面;周围有不规则的竖边,其平均深度为 41.52 mm ,内侧有长度为 9.17 mm 、宽度为 5.12 mm 、深度为 2.20 mm 的小凹坑(图1中的D处);竖边腹部位置外侧有横筋(图1中E位置所示),其长度为 3.53 mm ,厚度为 2.52 mm ;竖边边缘处有大小不一的卡扣、十字柱等特征(图1中的F处)和缺口等特征,便于塑料件的安装定位;局部存在倒拔模特征(图1中的G处)。这些特征决定了该塑料件的成型模具必须进行复杂的内外侧抽芯结构设计。配光镜的工作环境温度较高,故宜采用耐高温材质,故塑料件使用聚碳酸酯(PC)材料,其热变形温度为 135°C ,平均收缩率为 0.5% 。经UG软件测量,单个塑料件体积约为 400.83 cm^3 ,密度为 1.20 g/cm^3 ,质量约为 480.99 g 。生产厂商还要求零件产品成对注塑,零件结构完整,变形量较小,光滑自由曲面上无顶痕,无裂纹、欠注及凹痕等缺陷。

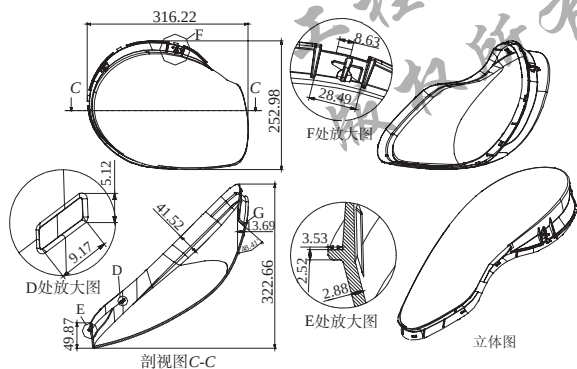


图1 配光镜结构图

综上所述,该配光镜零件结构特征复杂,卡扣多,内部有倒拔模特征。零件生产要求成对注塑,且要满足零件变形量小、质量稳定、尺寸精度高等技术要求。综合各因素,模具优先采用一模二腔的两板模设计。塑料件外侧需要外侧抽芯的特征较多,空间布局复杂;塑料件内侧的凹坑需要水平内侧抽芯,倒拔模特征需要斜向内侧抽芯。当存在内外侧抽芯,且有斜向内侧抽芯的情况,模具结构设计必需考虑的问题主要有两个:(1)模具结构是否满足抽芯距离;(2)多方位侧抽芯同时移动时,是否会拉裂塑料件,或模具各零部件之间是否存在干涉碰撞,致使模具运动机构锁死等。如何合理设计多方位侧抽芯机

构,实现顺序开模,满足产品的注塑工艺要求,提高生产效率,降低生产成本是模具结构设计的主要难点^[1-6]。

2 模具结构设计及要点

模具结构设计主要包括浇注系统设计、侧抽芯机构设计、顶出系统设计和冷却系统等。汽车灯配光镜外观结构复杂,边缘部分参差不齐,导致分型面比较复杂。如果采用三板式注塑模具结构设计,则点浇注方式不容易满足产品注塑工艺要求,且导致模具结构非常复杂,增加加工成本。如果采用两板式模具结构设计,可采用侧向浇注方式,可满足产品注塑工艺要求,且可以降低模具结构设计难度,方便开模和加工制造。根据配光镜塑料件的形状结构特点,同时考虑塑料件内外多方向侧抽芯运动需求,模具结构主要采用内部水平侧抽芯、斜向T型扣滑槽侧抽芯和外部滑块侧抽芯等机构设计。此外,在两板模具设计基础上增加二次分型面,用于解决侧抽芯的先后顺序问题,防止内外侧抽机构锁死情况的发生。根据受力平衡原则,顶出系统设计主要采用多点推块替代传统的顶针,避免在塑料件上产生明显的顶痕、顶穿、变形和划伤等现象。冷却系统设计采用直接冷却内抽芯滑块零件的方式。冷却水路进出水方向沿开模方向布局,防止冷却水路与多方位侧抽芯机构发生干涉现象。

2.1 浇注系统设计

采用一模二腔两板式模具型腔布局,浇注方式采用侧浇注,保证塑料件充填的完整性。浇注系统设计包括浇口、主流道和分流道的设计。

(1) 浇口设计。

经UG软件测算,两个塑料件体积之和约为 801.6 cm^3 ,质量约为 961.9 g ,其体积大、质量重会影响浇口方式的选择。对于体积较大的塑料件,如果采用点浇口势必会通过增加注塑压力来缩短注塑时间,在多侧抽芯机构中因存在零件配合间隙问题,很容易产生跑胶或飞边现象。因此,设计的模具采用扇形浇口,浇注点选在塑料件中间部分的竖边位置,具体浇口形状如图2所示。考虑到塑料件平均壁厚为 2.88 mm ,浇口壁厚取 2.0 mm ,浇口大端宽度为 33.27 mm ,小端宽度为 16.0 mm ,浇口设计长度为 15.0 mm 。

(2) 主流道和分流道设计。

主流道顶部直径为 10.5 mm ,圆锥夹角为 2° ,总长度为 159.2 mm ;分流道设计采用圆形截面,直

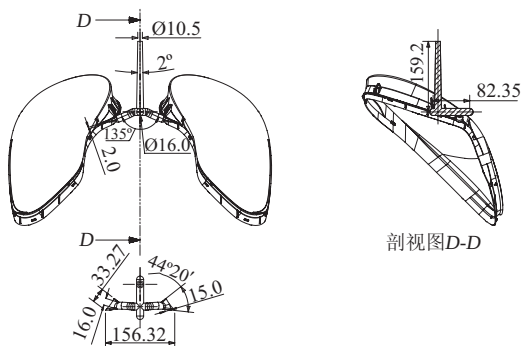


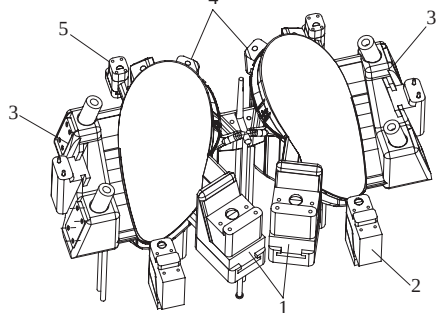
图2 浇注系统设计

径为 16.0 mm,长度为 82.35 mm,分流道末端分支夹角为 135°,长度为 156.32 mm。由于塑料件体积较大、主流道与分流道长度较长,浇口也较大,根据注塑经验,在分流道两端开设冷料穴^[7-8]。

2.2 侧抽芯机构设计

(1) 外侧抽芯机构设计。

塑料件形状以自由曲面为主,特征较多,复杂程度较高,内外侧抽芯空间布局需要合理安排。塑料件外围侧抽芯数量较多,并且分型面都不在一个水平面上,导致模具空间结构布局异常复杂,如图 3 所示。动模外侧抽芯设计主要采用斜导柱+楔紧块+T型扣的组合方式。模具的前后侧抽芯采用楔紧块+斜导柱的方式(图 3 中的 1 和 2),其中楔紧块与垂直面夹角为 20°,斜导柱与垂直面夹角为 18°,滑块斜坡增设耐磨块,楔紧块与滑块台阶平面避空 1 mm。基于斜导柱的设计原则,如果侧抽芯距离 $x=2.8$ mm,倾斜角度 $\alpha=18^\circ$,根据三角函数公式 $\tan\alpha=x/y$,则垂直顶出距离要大于 $y=x/\tan\alpha=2.8/\tan18^\circ=8.62$ mm,即可满足脱模要求(具体结构见图 4)。因为左右侧抽芯特征有横筋存在,需要采用两个斜导柱+T型扣装置的大型侧滑块侧抽芯机构设计(图 3 中的 3),保证锁模强度,防止注塑压力过大产生飞边现象^[9-10]。



1—斜滑块侧抽芯机构;2—前滑块侧抽芯机构;
3—侧滑块侧抽芯机构;4—推块顶出机构;5—后滑块侧抽芯机构

图3 动模外侧抽芯机构类型布局

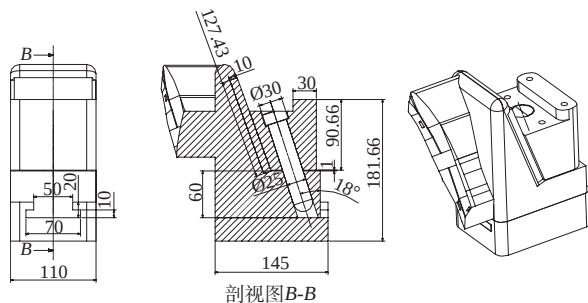


图4 斜滑块结构图

(2) 内侧水平侧抽芯机构设计。

如图 1 所示,塑料件竖边内侧位置 D 处有凹槽,其尺寸规格为 9.17 mm×5.12 mm×2.20 mm,水平侧抽芯距离要大于 2.20 mm 才可完成侧抽芯动作。水平内侧抽芯机构由水平型芯零件与固定在动模垫板上的小拉杆零件组成,其结构尺寸如图 5 所示。小拉杆顶部有斜度 5°的 T 型滑槽,在分离过程中,小拉杆不动,水平型芯零件在弹簧力作用下沿斜槽上升并完成水平退回动作,实现水平侧抽芯。由于侧抽芯距离 $x=2.2$ mm,则垂直顶出距离 $y=x/\tan\alpha=2.2/\tan5^\circ=25.15$ mm,即顶出距离超过 25.2 mm 就可以完成水平侧抽芯动作。

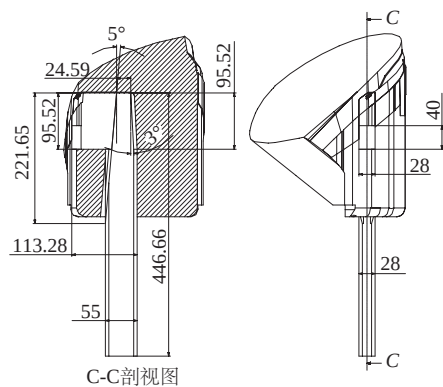


图5 水平内侧抽芯机构图

(3) 内侧斜向抽芯机构设计。

因为塑料件有倒拔模特征(图 1 中的 G 处),且角度比较大,需要设计斜向内侧抽芯装置。斜向内侧抽芯设计的夹角为 25°,如果顶出距离为 40 mm,则斜向内侧抽芯距离 $x=y\tan\alpha=40\times\tan25^\circ=18.65$ mm,大于倒拔模特征的水平侧抽距离 13.69 mm(图 1 中的 G 处),此时塑料件在分模方向可以实现无障碍顶出,具体结构和尺寸如图 6 所示。内侧斜向抽芯机构也采用 T 型扣滑槽来实现相对位移,由内侧抽芯滑块与固定在动模垫板上的大拉杆组成。要满足上述动作要求,则需要动模与动模垫板提前分开距离,所以在两板式模具

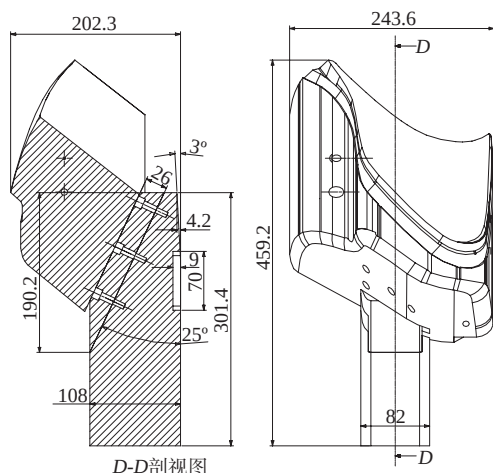


图6 斜向内侧抽芯机构图

结构基础上增加二次分型动作,同时增加了顺序开模装置,防止产生拉裂塑料件的现象^[11-13]。

2.3 顶出系统设计

考虑到模具结构需要二次分型,且塑料件主体曲面部分有光滑无顶痕要求,因而,顶出系统设计较复杂。在顶出过程的第一分型阶段,外部滑块的侧抽芯运动,动定模分开,塑料件仍固定在动模侧;在第二分型阶段时,模具结构则采用斜向内侧抽芯顶出机构+外部推块机构来实现塑料件的脱模。浇注系统部分则在分流道处使用顶杆顶出。

2.4 冷却系统设计

配光镜塑料件体形较大、结构复杂,细节特征较多,平均壁厚为 2.88 mm。产品注塑成型精度高,且考虑到后期光学使用要求,零件主要曲面不能有顶痕。此外,该产品分模复杂,侧抽芯较多,不利于冷却水路的设计布局。综上所述,并考虑到注塑成型周期和生产效率因素,该模具最佳的冷却方式是直接冷却内侧抽芯滑块零件。考虑到钻孔工艺的可操作性,设计的内侧抽芯滑块冷却水路进出口位置如图 7 所示,左侧箭头指向为冷却水路进口,右侧箭头指向为冷却水路出口。动模板上有 10 个外侧抽芯滑块机构(见图 3),水路设计十分困难,所以该模具将传统的水路侧向进出改为沿开模方向进出。

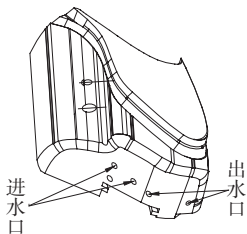


图7 内侧抽芯滑块冷却水路进出口位置图

在内侧抽芯滑块上,沿开模方向钻 4 个 $\varnothing 8$ mm 的深盲孔,侧向钻 3 个 $\varnothing 8$ mm 的深盲孔,侧向盲孔采用水堵密封,从而组成循环水路,实现冷却水路两进两出,以提高模具型芯的冷却效果,内侧抽芯滑块零件冷却路径布局图如图 8 所示。由于水路沿开模方向设置,所以需要在动模垫板上开设水路穿过孔,如图 9 中箭头指向的位置,安装软水管,实现冷却水循环的便捷、高效,不干涉模具运动,并为模具的安装调试提供便利条件。

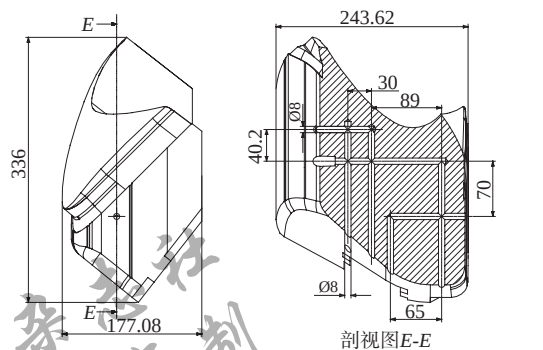


图8 内侧抽芯滑块冷却路径布局图

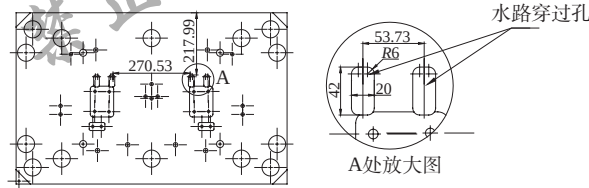


图9 动模垫板上开设的水路穿过孔位置图

3 模具结构与工作过程

根据配光镜零件的结构特点,设计了一款具有二次分型特点的复杂侧抽芯两板式注塑模具结构。图 10 为模具的三维结构图,图 11 为模具二维装配图。模具开模过程分为两个阶段,第一次分型阶段(分型面位置见图 11 中的位置 I)与第二次分型阶段(分型面位置见图 11 中的位置 II)。

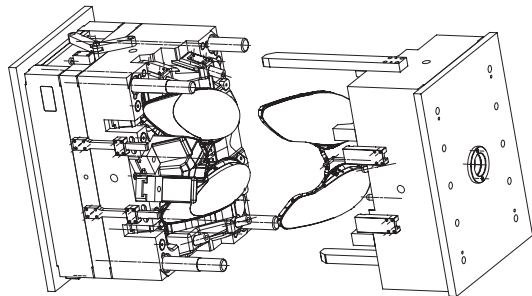


图10 模具装配三维爆炸图

第一次分型阶段:模具开模阶段,在注塑机开模力的作用下,动、定模在分型面 I 处首先分开。此时,浇口套 13 中的浇注系统与塑料件均留在动模

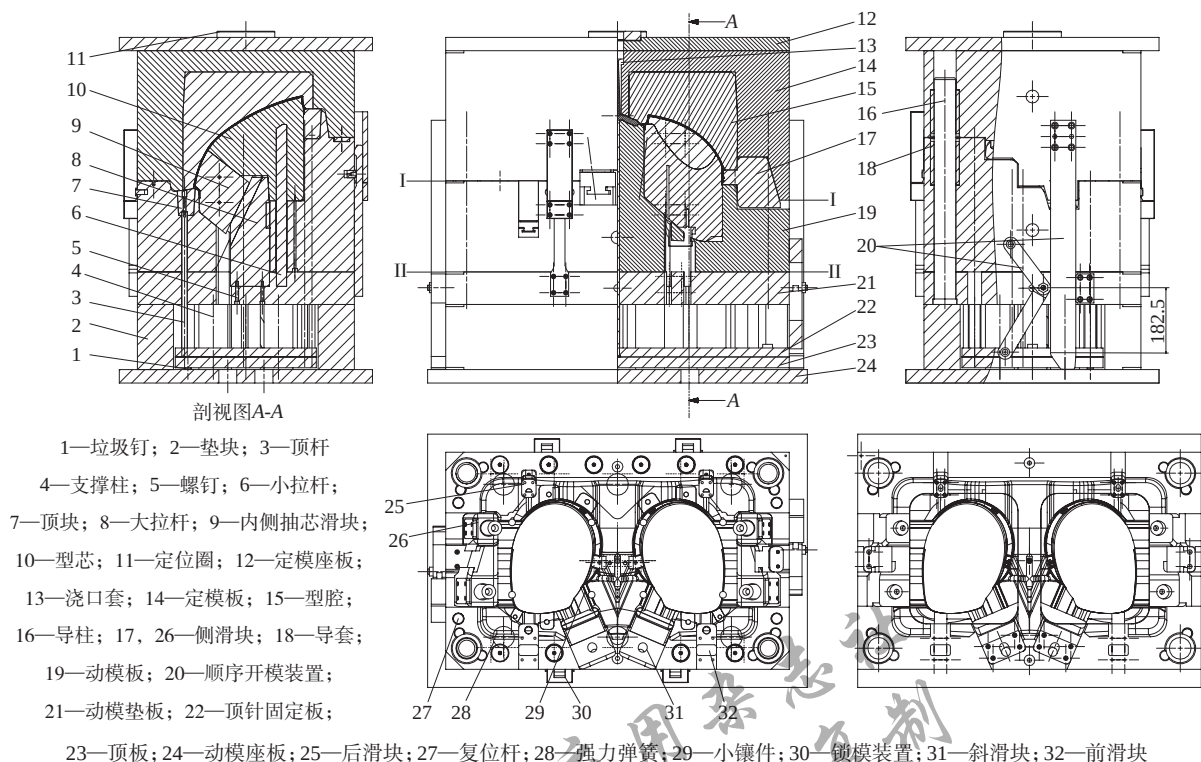


图11 模具装配图

侧,多个外侧抽芯滑块,如侧滑块17和26、后滑块25、斜滑块31、前滑块32等机构在斜导柱、T型扣滑槽的作用下逐渐完成外部侧抽芯动作。另外,动模在顺序开模装置20作用下,动模板19与动模垫板21仍然保证相对固定状态,顶板23也无法移动。

第二次分型阶段:顺序开模装置20有肘杆、锁块等组成。肘杆在锁块的阻挡作用下,导致顶板无法移动,产生自锁现象。自锁有效距离为182.5mm,如图11所示。当模具打开距离超过182.5mm时,顺序开模装置20肘杆与锁块分离,自锁失效,此时动模板19与动模垫板21在6个强力弹簧28作用下分离,分开距离为45mm,在分型面Ⅱ处实现二次分型。强力弹簧28的强度选用非常重要,强度过大,弹簧易断;强度过小,二次分型不充分。由于水平内滑块机构中的小拉杆6和斜向内滑块机构中的大拉杆8都固定在动模垫板21上无法移动,动模板推动内侧抽芯滑块9等零件沿T型扣滑槽完成内部侧抽芯动作。当所有内部侧抽芯动作完成后,顶板23在注塑机作用下开始移动,带动顶杆3和顶块7等推出塑料件,保证模具开模过程无干涉,顺利完成开模取件过程。顶出机构采用多处顶块代替顶杆的目的是保护产品表面质量,减少顶痕,同时使顶出力量平衡,防止受力不均引起变形。

合模过程:外侧抽芯滑块在楔紧块推力作用

下,首先在分型面Ⅰ处复位;其后,模具在注塑机的合模力作用下,动模向前移动,动模板19与动模垫板21接触闭合,强力弹簧被压紧,内侧抽芯滑块9被型芯10压实锁紧复位,顺序开模装置20锁紧机构。同时,顶板23在复位杆27的推动作用下回到合模初始状态,完成合模过程,为下一次注塑做好准备^[14-17]。

4 结语

在塑料件成型过程中,塑料件内侧小凹坑采用水平内侧抽芯机构脱模,倒拔模特征采用斜向内侧抽芯机构脱模,外侧特征采用多滑块侧抽芯机构脱模。因为塑料件侧抽芯多而复杂,内外侧抽芯机构同步运动,容易扯裂塑料件,所以,该模具采用基于二次分型特点的两板式复杂侧抽芯模具结构设计。第一次分型实现外部侧抽芯,第二次分型实现内部侧抽芯,最后顶出塑料件,实现了顺序脱模过程。采用直接冷却内部侧抽芯滑块的方式,实现快速平衡冷却效果。经生产检验证明,该模具结构设计巧妙,降低了模具设计难度,满足配光镜零件注塑工艺要求,对同类产品塑料模具结构设计有一定参考意义。

参考文献

- [1] 屈华昌. 塑料成型工艺与模具设计[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- Qu Huachang. Plastics molding technology and mould design[M].

- Beijing:Higher Education Press, 2006.
- [2] 李奇, 朱江峰. 模具设计与制造 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2006.
- Li Qi, Zhu Jiangfeng. Mould design and manufacture [M]. Beijing: Posts and Telecom Press, 2006.
- [3] H. 瑞斯. 模具工程 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.
- H. Rees. Mold engineering [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2005.
- [4] 于延军, 张娜. 复杂筒状零件侧抽芯注塑模具设计 [J]. 工程塑料应用, 2015, 43(9): 80-83.
- Yu Yanjun, Zhang Na. Design of side-core pulling injection mold for complex cylindrical part [J]. Engineering Plastics Application, 2015, 43(9): 80-83.
- [5] 肖国华, 程方启, 卢星星, 等. 汽车后视镜面壳热流道二次侧抽芯滑块模具结构设计 [J]. 工程塑料应用, 2014, 42(10): 79-82.
- Xiao Guohua, Cheng Fangqi, Lu Xingxing, et al. Structure design of secondary side core-pulling slider mould for auto rearview mirror surface shell [J]. Engineering Plastics Application, 2014, 42(10): 79-82.
- [6] 张维合. 注塑模具复杂结构 100 例 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2010.
- Zhang Weihe. 100 cases of complex structure of injection mould [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2010.
- [7] 闵志宇, 沈俊芳, 盛腾飞. 基于 Moldflow 的复杂塑料件模具优化设计 [J]. 塑料工业, 2015, 43(6): 39-43.
- Min Zhiyu, Shen Junfang, Sheng Tengfei. Optimum design of injection molding of complex mould based on Moldflow [J]. China Plastics Industry, 2015, 43(6): 39-43.
- [8] 北京兆迪科技有限公司. UG NX 10.0 模具设计教程 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2016.
- Beijing Zalldy Science and Technology Co., Ltd.. Tutorial of UG NX 10.0 mold design [M]. Beijing: China Machine Press, 2016.
- [9] 贾建利, 兰自立. 侧滑块和滑块侧抽芯注塑模设计 [J]. 模具技术, 2013(5): 39-42.
- Jia Jianli, Lan Zili. Injection mould design with side slide and slide side core-pulling [J]. Die and Mould Technology, 2013(5): 39-42.
- [10] 陈娟. 带侧抽芯的薄壳深腔无底筒形件注塑模具设计 [J]. 塑料科技, 2014, 42(10): 102-107.
- Chen Juan. Design of injection mould with side action for bottomless tubular parts with thin wall and deep cavity [J]. Plastics Science and Technology, 2014, 42(10): 102-107.
- [11] 齐晓杰. 塑料成型工艺与模具设计 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2012.
- Qi Xiaojie. Plastic molding process and mold design [M]. Beijing: China Machine Press, 2012.
- [12] 曹亚玲. 内外侧多向抽芯的化妆盒上盖注塑模设计 [J]. 工程塑料应用, 2016, 44(12): 76-79, 126.
- Cao Yaling. Design of injection mold for powder box top-cover with internal and external multidirections core-pulling [J]. Engineering Plastics Application, 2016, 44(12): 76-79, 126.
- [13] 陈吉平, 丁智平, 陈宏洲. 一种多元组合抽芯机构注射模设计 [J]. 工程塑料应用, 2016, 44(6): 76-79.
- Chen Jiping, Ding Zhiping, Chen Hongzhou. Injection mould design for core-pulling mechanism of a multiple combination [J]. Engineering Plastics Application, 2016, 44(6): 76-79.
- [14] 陈鹏. 注塑模斜向分型与抽芯机构的设计及应用 [J]. 机床与液压, 2014, 42(2): 30-32.
- Chen Peng. Design and application of the oblique side-parting core-pulling mechanisms in injection mold [J]. Machine Tool & Hydraulics, 2014, 42(2): 30-32.
- [15] 武宁宁, 张学峰, 张燕莉. 复杂锥度体塑料件径向多侧抽芯注塑模设计 [J]. 塑料, 2017, 46(5): 107-110.
- Wu Ningning, Zhang Xuefeng, Zhang Yanli. Complex taper body plastic radial multi side core pulling mould design [J]. Plastics, 2017, 46(5): 107-110.
- [16] 彭卫东. 轿车后视镜注射模设计 [J]. 模具工业, 2013, 39(5): 51-53.
- Peng Weidong. Design of injection mold for car rearview mirror [J]. Die and Mould Industry, 2013, 39(5): 51-53.
- [17] 罗巧技, 李小林, 吴世见. 双向复合抽芯机构的设计 [J]. 模具工业, 2012, 38(12): 40-41.
- Luo Qiaoqi, Li Xiaolin, Wu Shijian. Bidirectional composite core-pulling mechanism [J]. Die & Mould Industry, 2012, 38(12): 40-41.

(上接第 86 页)

- Yang An, Xiao Guohua, Xiao Zhongli, et al. Design for rotary core pulling demoulding mechanism and injection mould of shower spray handle [J]. Engineering Plastics Application, 2016, 44(7): 89-93.
- [14] 赵建亮, 张彦书, 王丁强, 等. 成型螺柱倒扣的滑块抽芯结构设计 [J]. 模具工业, 2014(6): 50-53.
- Zhao Jianliang, Zhang Yanshu, Wang Dingqiang, et al. Design of slider core-pulling mechanism for upended screw stud [J]. Die & Mould Industry, 2014(6): 50-53.
- [15] 刘斌, 覃孟然. 注塑整圆内侧倒扣塑料件的分步抽芯法 [J]. 工程塑料应用, 2006, 34(12): 57-59.
- Liu Bin, Qin Mengran. Two steps core pulling for injecting part with internal full circle undercut [J]. Engineering Plastics Application, 2006, 34(12): 57-59.
- [16] 王敏, 王传杰. 同侧两向顺序抽芯机构在注射模中的应用——内、外两向倒扣塑料件注射模的设计 [J]. 装备制造技术, 2012(4): 118-119.
- Wang Min, Wang Chuanjie. Ipsilateral two to sequential core-pulling mechanism in application of injection mold——inside, outside two to buckle of plastic injection mold design [J]. Equipment Manufacturing Technology, 2012(4): 118-119.