

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2019.11.014

基于 MFI 和 UG 的后视镜外卡框注塑模具设计

杨双华,何冰强

(广东机电职业技术学院,广州 510515)

摘要:以后视镜外卡框为例,在详细分析其结构基础上,运用 MFI 2016 对其浇口位置进行了仿真分析。在考虑“最佳浇口位置”、塑料件结构和成对注塑的基础上,确定了模具采用二点薄片式浇口冷、热流道混合式浇注系统;在对塑料成型工艺分析中,对影响产品质量的填充时间、速度/压力切换时的压力、熔接线、体积收缩率、总变形量等进行了分析。运用 UG 软件对型腔、型芯结构,导向与塑料件精度保证机构,顶出机构,侧向滑块分型、侧向斜顶抽芯机构及其复位机构,以及模具的整体结构进行了分析设计,完成了一次注射成型配对外卡框塑料件的模具设计。同时运用由大、小导柱导套+方块导向+锥台定位+楔紧镶块调节+厚薄调节垫组成的“六位一体”精度保证与保持系统,使得塑料件精度更高。经使用证明,模具结构合理,产品成型完整,质量达到设计要求。

关键词:后视镜外卡框;成对成型;注塑模具

中图分类号: TQ320.5+2

文献标识码: A

文章编号: 1001-3539(2019)11-0077-06

Injection Mold Design for Exterior Frame of Rearview Mirror Based on MFI and UG

Yang shuanghua, He Bingqiang

(Guangdong Mechanical & Electrical Polytechnic, Guangzhou 510515, China)

Abstract : The MFI 2016 software was used to simulate the injection gate location for rearview mirror's exterior frame based on the detailed analysis of its plastic structure. Taking into account of "the optimal injection gate location", plastic part structure and injection molding in pairs, a two-spots sheet gate pouring system with both hot and cold runners was determined. In the plastic molding process analysis, the filling time, the pressure during switch between velocity and pressure, the fuse wire, the volume shrinkage ratio, the total deformation amount, etc. were further examined. The UG software was utilized for overall analytical design, including the cavity and core structure, guidance and precision of plastic parts, ejection mechanism, lateral slider type and lateral inclined core-pulling mechanism, and its reset mechanism, as well as the mold as a whole. As a result, the design for one-off injection molding of the paired rearview mirror exteriors' frame mold was completed. The "six-in-one" precision assurance and maintenance system consisting of both large and small guide pillar and guide sleeve, block orientating, frustum positioning, wedge clamping adjustment, and adjustment pads for thickness, improves the precision of plastic part. It was proved in actual practice that the mold structure is reasonable, the final product is integral, and the quality meets design requirements.

Keywords : exterior frame of rearview mirror ; pair molding ; injection mold

塑料件的注射成型过程伴随着塑料流体的温度、压力变化^[1-5]。早期进行注塑模设计时,通常凭对塑料、料流等注塑工艺经验进行,随之而来的是大量的试模、修模^[6]。特别是如汽车外后视镜(俗称倒车镜)组件的复杂塑料件注塑成型模具设计、制作更是工作量巨大。随着 UG 软件、Autodesk

Moldflow 模流分析软件的应用,极大地减轻了模具设计工作量,同时也提升了模具制作效率。笔者在运用 Moldflow 2016 完成对后视镜外卡框塑料件进行注塑工艺 CAE 分析基础上,使用 UG NX10 设计出成对注塑后视镜外卡框的一模二腔注塑模具。为从事相应注塑模具设计的技术人员提供了借鉴。

基金项目: 阳江市 2019 年省级科技专项资金重大专项 (SDZX2019039)

通讯作者: 何冰强,博士,教授,主要从事模具、数控装备、新型制冷工质及汽车空调研究 E-mail : hbq88@sina.com

收稿日期: 2019-09-12

引用格式: 杨双华,何冰强. 基于 MFI 和 UG 的后视镜外卡框注塑模具设计[J]. 工程塑料应用,2019,47(11): 77-82,93.

Yang shuanghua, He Bingqiang. Injection mold design for exterior frame of rearview mirror based on MFI and UG[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(11): 77-82, 93.

1 塑料件结构分析

图1为后视镜外卡框3D结构。外卡框最大外形尺寸为234.91 mm×173.6 mm×73.02 mm,产量为4.5万套(对),使用牌号为777K的丙烯腈-苯乙烯-丙烯酸酯塑料(ASA),其密度为1.05 g/cm³,收缩率为0.4%~0.7%,加工温度为170~230℃,具有很好的耐候性,优异的耐环境应力开裂性、耐化学药品性和良好的表面光泽度,可以直接替代喷漆,减少了喷漆工序,使用时也不用担心漆层脱落,特别适合用于生产汽车后视镜等外结构部件。如图1所示,塑料件的整体结构可以看成沿边缘分开的正面和背面,有沉孔1个,螺钉孔2个,3处侧挂耳上开有侧孔,4个利用开模动作便可以直接成型的长方形孔,周围包边槽上分布有加强筋。外卡框塑料件的主要要求是:①塑料件不得有常见的注塑表面缺陷;②外卡框在汽车倒车镜中成左右对称使用。

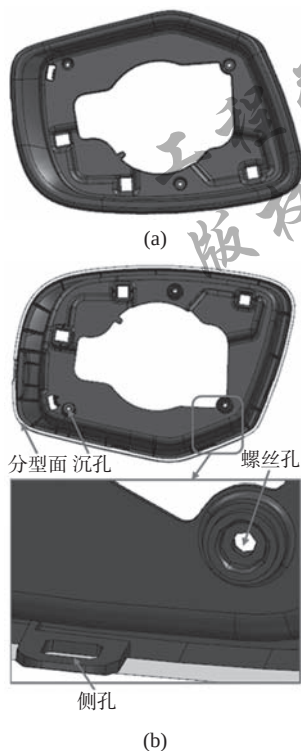


图1 后视镜外卡框结构

2 注塑模流工艺分析

2.1 网格划分

使用UG NX10软件对后视镜外卡框进行实体建模,并运用Moldflow CAD Doctor模块,对卡框3D中不影响分析结果的工艺小圆角、倒角进行修整,将整后的模型导入MFI 2016中^[7-12]。对外

卡框模型进行双层面网格划分,网格模型如图2所示。三角形网格实体为49 146个,表面面积为1 181.87 cm²,网格最大纵横比为16.91,平均纵横比为1.93,最小纵横比为1.16,共用边为73 719条,网格匹配率为91.2%,相互百分比为88.6%。网格划分质量很高,能保证后续各项分析的精确性。



图2 后视镜外卡框网格模型

2.2 塑料件壁厚分析

后视镜外卡框产品壁厚分析如图3所示。从图3可见,外卡框塑料件的整体壁厚分布比较均匀,厚度为2.5 mm,没有明显的壁厚差异和急剧变化的过渡区域。几乎一致的壁厚可保证注塑塑料件表面不会出现明显的瑕疵。

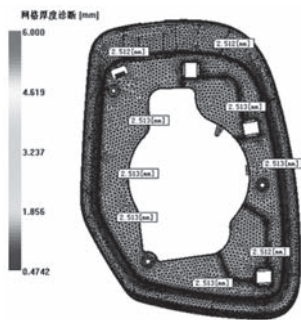


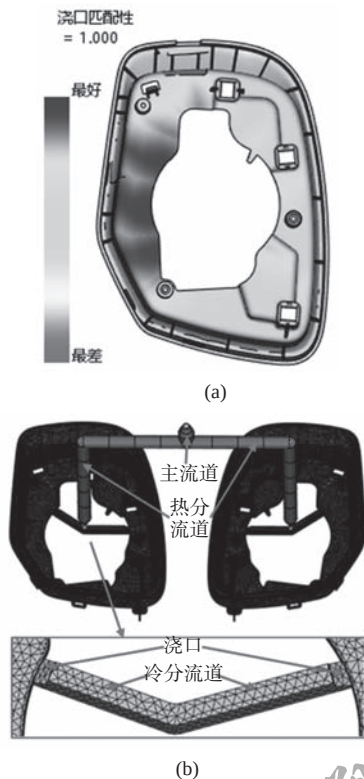
图3 产品壁厚分析

2.3 浇口位置和浇注系统

利用MFI浇口位置分析模块,得到的后视镜外卡框塑料件理论“最佳浇口位置”如图4a所示,在塑料件左侧的中间位置。凭借以往的设计经验可知,若只在该处设置浇口,必定会在对应侧产生具有破坏性的熔接痕。考虑到塑料件表面质量、配对生产和模具结构与布局等,拟定如图4b所示的二点薄片式浇口冷、热流道混合式浇注系统。热流道直径为15 mm,冷分流道采用矩形截面流道,尺寸为8 mm×6 mm,浇口端面尺寸为8 mm×1.5 mm。

2.4 成型分析

依据前述薄片式浇口冷、热流道混合式浇注系统方案,对影响后视镜外卡框表面质量和尺寸的填充时间、速度/压力切换时的压力、熔接线、体积收



a—浇口位置分析; b—浇口与流道

图4 后视镜外卡框浇注系统

缩率、变形等进行成型仿真分析,结果如图5所示。

由图5a可知,塑料料流到达塑料件距浇口料流流动距离最远处的时间为2.719 s。在产品中没有出现半透明区域,说明填充过程顺畅,流动平衡,无短射和充填不足情况,而深色区域仅表示最后充填情况。由图5b可知,在速度/压力切换位时,充填需要的最大压力为38.90 MPa。在图5b中圆圈处存在透明区域,表明此处压力略有不足。在实际注塑时,可适当提高注塑压力和模具温度进行解决^[4]。

由图5c可知,在产品表面局部出现一细小熔接痕,但考虑到熔接痕细小,当前进胶方式有利于成型和保证产品表面质量,亦可接受。由图5d可知,外卡框近外表面部分的平均体积收缩较均匀。由图5e可知,产品的变形位于外卡框周围包边上,主要是由于该包边只受加强筋支撑、存在周长长、面积大的结构特点引起的。在实际使用时,可通过与左右后视镜壳、面罩的安装配合,实现对变形的纠正。

综上所述,后视镜外卡框拟采用的二点薄片式浇口冷、热流道混合式浇注系统是可行的。

3 模具结构设计

3.1 分型面设计

针对后视镜外卡框具有典型的沿边缘分开的2

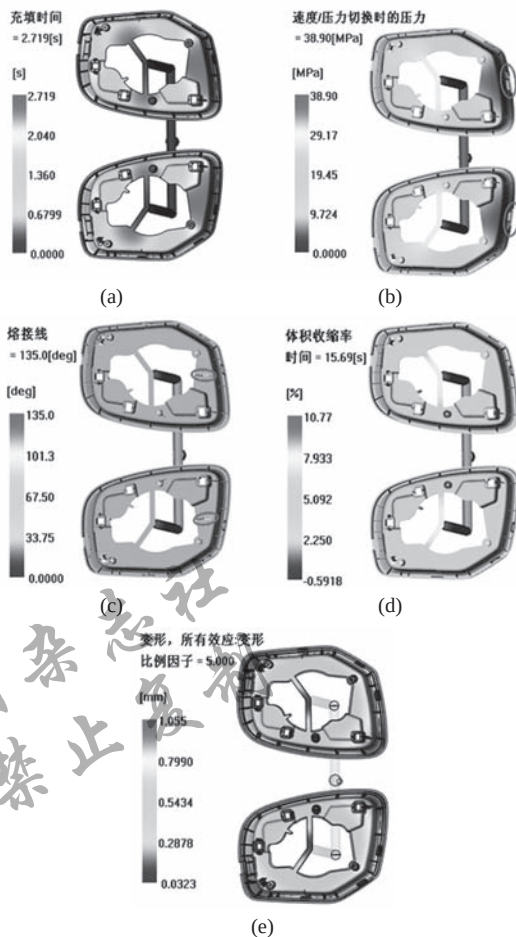
a—填充时间; b—速度/压力切换时的压力; c—熔接线;
d—体积收缩率; e—总变形量

图5 后视镜外卡框模流仿真分析

面结构,采用如图1a所示的塑料件周边浅色小平面作为模具的分型面。模具型腔采用左右对称布置的一模二腔结构形式,如图6所示,使用UG软件进行设计^[13-15]。

3.2 模腔结构设计

(1) 定模部分结构。

针对如图1a所示的后视镜外卡框正面,在模具中设计成如图6a所示的定模型芯结构。主要由型芯镶件A6、主型芯10和热流道控制系统1、导向凸块4、热流道板5、侧斜导柱9、定模前后调节块11、小导柱14、斜导柱楔紧块15和定模左右调节块16等组成。

在主型芯10的选材上,采用铬-钼-钒合金工具钢ASSAB VIDAR 1 ESR,它具有优良的高温强度、韧性、延展性、机加工性、抛光性、淬透性及热处理尺寸稳定性,特别适用于塑料模具,热处理硬度为HRC50~52。

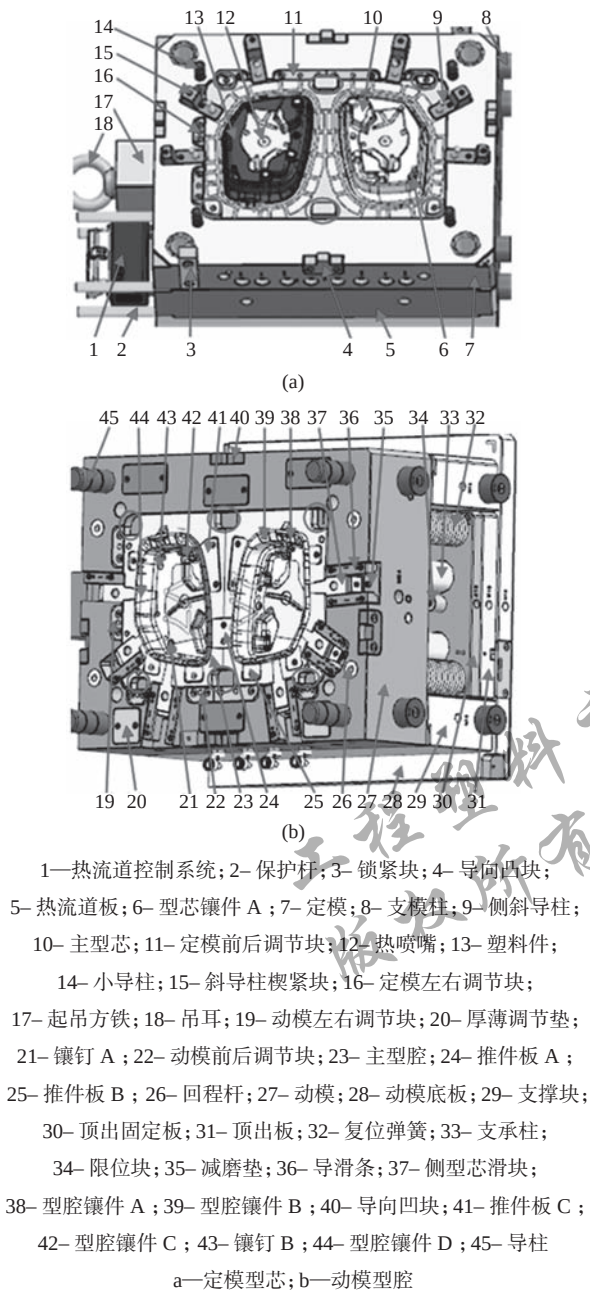


图6 模具成型结构

(2) 动模部分结构。

针对如图 1b 所示的后视镜外卡框背面周围有包边槽,在成型后会包裹型芯,同时也为了模具加工工艺上的便利及后期模具的装调、维修等,在动模部分的型腔采用了组合的结构形式,如图 6b 所示。

型腔主要由形成外卡框上“螺钉孔”的镶钉 A 21,形成“沉孔”的镶钉 B 43,由减磨垫 35、导滑条 36、侧型芯滑块 37、型腔镶件 D 44 组成用于形成“侧孔”的侧向滑块分型抽芯机构及各种推件板、调节块、调整垫、导向凹块 40 和动模 27 等组成。

由于后视镜外卡框生产量大,周围有包边,为

防止成型合模面磨损和型腔塌边等,模具型腔选用抛光性能优良、易切削、高韧性及高延展性的 2344 模具钢,以保证热处理硬度达到 HRC48-50。

3.3 导向与精度保证设计

由于后视镜外卡框有沉孔、螺钉孔、周向包边、壁厚要求高等特征,为保证合模准确和模具长时间使用后的维修方便,本模具设计了由大、小导柱导套+方块导向+锥台定位+楔紧镶块调节+厚薄调节垫组成的“六位一体”精度保证与保持系统。它既能实现对塑料件不同方向壁厚厚度的调整,也便于长期生产后对模具精度的快速修复。

(1) 图 6b 中的导柱 45 与图 6a 中定模 7 上加工分布于模具的四个角位的导柱孔,构成了大的导柱导套定位机构,保证模具整体合模时动、定模的 I 级定位。

(2) 图 6b 中镶嵌在动模 27 上的 4 个导向凹块 40 与镶嵌在图 6a 中定模 7 上的 4 个导向凸块 4 组成了保证型腔合模精准的 II 级定位。

(3) 在图 6a 中主型芯 10 上 6 个带锥度凸台(图中实线圈内)及与其配合的、在动模主型腔 23 位置的 6 个锥坑(图 6b 中实线圈内),构成了保证型腔合模精度的 III 级定位。

(4) 在定模 7 上安装的小导柱 14 与在动模 27 上开设的对应 4 个小导柱孔,共同组成了小导柱导套 IV 级定位。

(5) 图 6 中安装于定模前后方向的定模前后调节块 11 和动模前后方向的动模前后调节块 22,构成了对塑料件在长度方向侧壁厚精度的调整与保证;而定模长度方向的定模左右调节块 16 和动模长度方向的动模左右调节块 19,构成了对塑料件在宽度方向侧壁厚精度的调整与保证。

(6) 动模上的厚薄调节垫 20 构成了对塑料件主体壁厚精度的调整与保证。

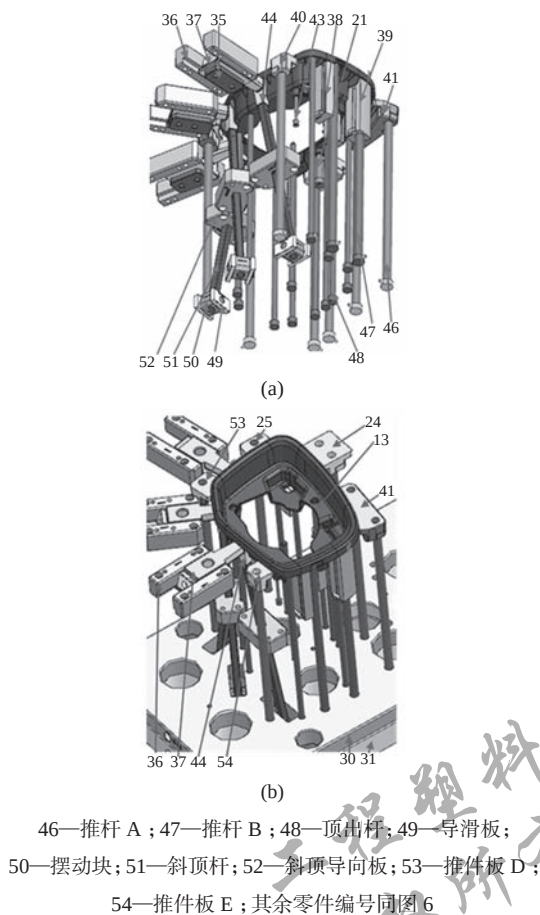
为保证“螺钉孔”、“侧孔”的底面壁厚与保证实现碰穿,使用了镶钉 A21、镶钉 B43,方便装配维修时对组成型腔的零件进行配合制造。

3.4 抽芯与顶出设计

后视镜外卡框有 3 处“侧孔”并且周向包边,在模具中设计了由 3 套斜顶出+侧滑块组成的“侧孔”成型机构和由 5 块推件板+12 支顶出杆组成的顶出系统,如图 7 所示。

(1) 抽芯机构。

如图 7 所示,图 1 中塑料件的“侧孔”成型结构



a—仰视图; b—俯视图

图 7 抽芯与顶出机构

由侧型芯滑块 37 和型腔镶件 D 44 组成。侧型芯滑块 37 的脱模由侧滑块分型抽芯机构完成。型腔镶件 D 44 的脱模则由斜顶出侧向分型抽芯机构来完成。

①侧滑块分型抽芯机构主要由侧斜导柱 9、斜导柱楔紧块 15、减磨垫 35、导滑条 36、侧型芯滑块 37 等组成。它们是利用开模时动模的移动,使侧型芯滑块 37 在侧斜导柱 9 的作用下,在由固定在动模 27 上的导滑条 36 组成的导滑槽内移动,从而实现侧型芯滑块 37 的分型抽芯。

②斜顶出侧向分型抽芯机构由型腔镶件 D 44、导滑板 49、摆动块 50、斜顶杆 51、斜顶导向板 52 等组成。其中,斜顶导向板 52 固定于动模 27 上,其上开设的导滑孔可保证斜顶杆 51 的运动方向;导滑板 49 可以在由顶出固定板 30 和顶出板 31 组成的导滑槽内滑动。

斜顶出侧向分型抽芯机构的工作原理是:开模时,顶出板 31 在顶出过程中,推动型腔镶件 D 44、导滑板 49、摆动块 50、斜顶杆 51 等沿斜顶导向板

52 中的倾斜孔移动,把顶出板 31 沿模具轴线方向的单一直线运动转化成型腔镶件 D 44 沿模具轴线方向及与该方向垂直的横向运动,型腔镶件 D 44 横向运动,则完成了侧向抽芯。

(2) 顶出机构。

开模时,利用塑料件对型腔周边的包裹力,使工件随动模移动。在动模移动一定距离后,顶出板 31 带动与它固定的顶出固定板 30,共同作用在如图 7 所示的推杆 A 46、推杆 B 47、顶出杆 48 上顶出塑料件,完成产品顶出。

3.5 复位机构

本模具中因有 3 套斜顶出 + 侧滑块成型抽芯机构,5 块推件板和 12 支顶出杆,为保证开合模顺序的准确无误,模具设计时采用在导柱导套附近布置 4 根 $\varnothing 10\text{ mm}$ 的行程杆 26 和 4 根 $\varnothing 27 \times \varnothing 15\text{ mm}$ 的复位弹簧 32 组成的模具复位系统。行程杆 26 固定于顶出固定板 30 上,如图 6 所示。

4 模具工作过程

模具为二板式结构,设计的模具图如图 8 所示。在使用模具时,先拆除模具锁紧块 3,将模具冷却系统与外部冷却源连接好^[4]。

开模时:①模具动模部分沿开模方向移动,动模部分、定模部分沿塑料件分型面分开。在各侧型芯滑块和塑料件包裹主型腔 23 的力作用下,塑料件留在动模主型腔 23 上(与定模分离),初步完成动、定模分型;②动模部分移动 4 mm 时,侧型芯滑块 37 的侧向分型抽芯机构开始工作;③在动模部分移动 24 mm 后,侧型芯滑块 37 完成从塑料件中脱出;④同时,顶出板 31 碰到注塑机顶出杆,推动顶出板 31 向前运动,带动顶出机构开始工作;⑤在动模部分移动 80 mm 后,各推件板将塑料件从主型腔 23 中完全脱出来。

合模时,在注塑机动模固定板的带动下,动模部分先向回运动,此时在复位弹簧 32 的作用下,顶出机构开始复位。当回程杆 26 端面与定模型腔面接触时,回程杆 26 与复位弹簧 33 共同带动推件板和顶出杆等相关附件复位。距完全合模还有 25 mm 时,各侧向分型抽芯机构也开始闭合,直至最后实现分型面的完全闭合,开始进入下一注塑周期。

5 结论

在完成后视镜外卡框注塑工艺分析与成对称配对注塑模具设计过程中,分析了外卡框塑料件结

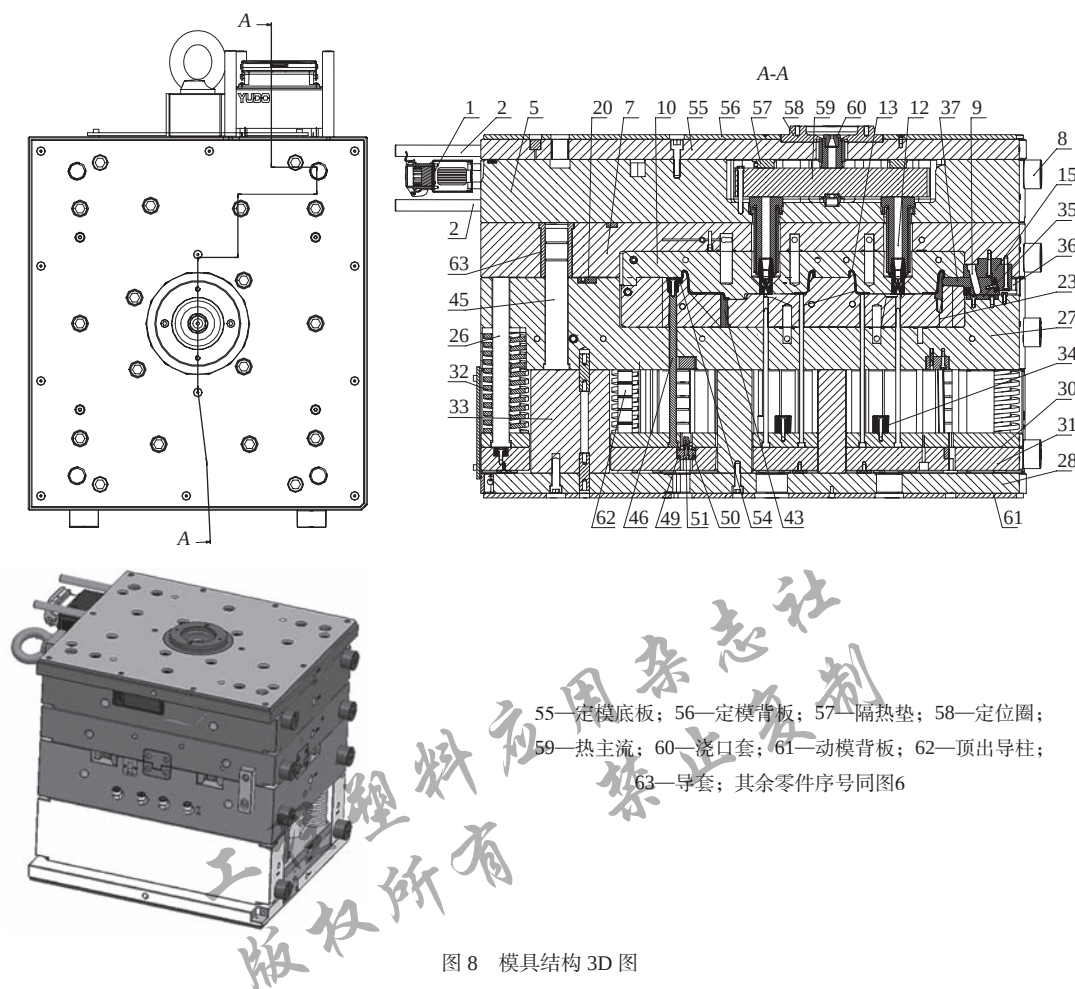


图8 模具结构 3D 图

构,借助 Moldflow 2016 软件,对外卡框进行了模流 CAE 分析。在统筹考虑“最佳浇口位置”和塑料件成对注塑等特定情形下,拟定了采用二点薄片式浇口的浇注系统方案。在注塑成型工艺分析中对影响外卡框表面质量和尺寸的因素进行了分析与探讨。在用 UG 进行模具设计时,完成了模具分型面选取,型腔、型芯结构,导向与塑料件精度保证机构、顶出机构和侧向分型、斜顶抽芯机构及其复位机构、冷却系统等的设计,围绕外卡框注塑模具特点、要点和难点进行了细致阐述。采用由大、小导柱导套+方块导向+锥台定位+楔紧镶块调节+厚薄调节垫组成的“六位一体”精度保证与保持系统,以及侧向滑块分型抽芯机构、斜顶侧向分型抽芯机构等,使塑料件成型质量得到提高。经生产验证,模具生产效率高,塑料件质量符合技术要求,已大批量投入生产。

参考文献

- [1] 傅建钢. 注塑成型工艺参数对壳盖注塑件翘曲变形的影响[J]. 塑料科技, 2018, 46(5):53-57.
Fu Jiangang. Influence of Injection Molding process parameters on warpage of shell cover injection molded parts[J]. Plastics Science

and Technology, 2018, 46(5):53-57.

- [2] 陈泽中, 赵娜. 基于正交试验和多目标规划的微齿轮注塑成型数值模拟研究[J]. 塑性工程学报, 2017, 24(6):214-220.
Chen Zezhong, Zhao Na. Numerical simulation for micro-gear injection molding based on orthogonal experiment and multiple objective programming[J]. Journal of Plasticity Engineering, 2017, 24(6):214-220.
- [3] Martowibowo S Y, Kaswadi A. Optimization and Simulation of plastic injection process using genetic algorithm and Moldflow[J]. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 2017, 30(2):398-406.
- [4] 车应田, 刘泓滨, 火寿平. 基于灰色关联度和 BP 神经网络的多级注塑成型工艺参数优化[J]. 塑料科技, 2018, 46(3):91-96.
Che Yingtian, Liu Hongbin, Huo Shouping. Optimization for multi-stage injection process parameters based on gray relational grade and BP neural network[J]. Plastics Science and Technology, 2018, 46(3):91-96.
- [5] 曹素兵, 朱婵. 基于 BP-TGA 算法的注塑成型工艺参数优化[J]. 塑料科技, 2018, 46(3):102-106.
Cao Subing, Zhu Chan. Optimization on injection process parameters base on BP-TGA algorithm[J]. Plastics Science and Technology, 2018, 46(3):102-106.

(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.