

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2021.10.017

商用车外视镜镜框注塑模具设计

张世阳¹, 陈荣创¹, 高广宇¹, 吴张新²

[1. 湖北汽车工业学院, 新能源汽车关键材料湖北省重点实验室(筹), 湖北十堰 442002 ;

2. 东风(十堰)林泓汽车配套件有限公司, 湖北十堰 442002]

摘要: 针对后视镜镜框塑料件结构特点, 设计了一套二板式注塑模具, 并设计了浇注系统、冷却系统、型腔与型芯、斜顶与推出机构等。使用 Moldflow 软件模拟了镜框零件的注塑过程。结果表明, 模具能连贯完成注射、顶出、复位等动作, 满足注塑模具的动作要求, 且冷却水路、流道系统能满足注塑工艺要求。根据该工艺方案进行生产的制件无缩孔、疏松、熔接痕等缺陷, 能顺利脱模, 流道容易去除, 制件外观光洁, 翘曲公差在允许范围内。设计的模具工作状况良好, 能较好满足客户的后视镜镜框的生产需求。

关键词: 注塑模具; 斜顶机构; 推出机构; 后视镜

中图分类号: TQ320.66+2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2021)10-0093-05

Injection Mould Design of Rear View Mirror Frame for Commercial Vehicle

Zhang Shiyang¹, Chen Rongchuang¹, Gao Guangyu¹, Wu Zhangxin²

[1. Hubei Key Laboratory of Critical Materials of New Energy Vehicles, Hubei University of Automotive Technology, Shiyan 442002, China ;

2. Dongfeng (Shiyan) Linhong Auto Parts Co. Ltd., Shiyan 442002, China]

Abstract : Considering the structural characteristics of plastic parts of rear view mirror frame, a set of two-plate plastic injection mould was designed. The runner system, cooling system, cavity and core, angle eject structure and push out structure were designed. The injection moulding process of the mirror frame parts was simulated using Moldflow software. The results show that the mould can accomplish the injection, ejection and reset actions coherently. The cooling system and runner system meet the injection moulding process requirements, and the designed mold meet the action requirements as well. Parts free from defects such as shrinkage, porosity, or weld marks are produced according to the recommend mold structure and process parameters. The mold can be knockout, the runners can be easily removed, the appearance of the parts is smooth and clean, and the warpage error is within the permitted range. The designed mould is in good working condition and can meet the customer's requirements for the production of rear view mirror frames.

Keywords : injection mold ; angle eject structure ; push out structure ; rear view mirror

商用车后视镜镜框与外罩相配合, 是后视镜组件的主要零件。后视镜镜框是商用车外观件, 对塑件表面质量要求较高, 在镜框的结构设计中不仅需要考虑装配与强度要求, 而且需要满足注塑工艺要求^[1]。

针对后视镜镜框, 肖金等^[2]通过逆向工程获得了后视镜的点云与三维模型, 通过 Moldflow 模拟了后视镜的注塑过程, 得到了优化的注塑工艺参数。

黄继战等^[3]设计了后视镜外壳一模两件热流道注塑模具, 模拟了冷却-填充-保压-翘曲过程。刘斌等^[4]通过金属 3D 打印技术制作了后视镜壳注塑模具的随形冷却水道嵌件, 加快了塑件的注塑冷却时间, 减小了塑件的翘曲变形量。孙肖霞等^[5]设计了汽车内后视镜镜壳顺序开模多分型面模具, 实现了塑件的自动脱模。杜婉莹等^[6]设计了汽车后视镜外壳模具, 为零件的大批量生产提供了指导。此

基金项目: 湖北省自然科学基金项目 (2020CFB374)

通信作者: 陈荣创, 博士, 讲师, 主要从事汽车轻量化相关研究

收稿日期: 2021-07-12

引用格式: 张世阳, 陈荣创, 高广宇, 等. 商用车外视镜镜框注塑模具设计 [J]. 工程塑料应用, 2021, 49(10) : 93-97.

Zhang Shiyang, Chen Rongchuang, Gao Guangyu, et al. Injection mould design of rear view mirror frame for commercial vehicle[J]. Engineering Plastics Application, 2021, 49(10) : 93-97.

外,程美等^[7]采用了热流道与冷流道相结合的技术和二次抽芯机构,完成了汽车后视镜三角座注塑模具设计。孙肖霞等^[8]设计了差动组合抽芯的后视镜支架的注塑模具。

笔者针对后视镜镜框塑件结构特点,设计了一套二板式注塑模具,解决了镜框脱模困难的问题,并使用 Moldflow 软件对注塑过程进行了模拟。所设计的商用车外视镜镜框注塑模具成功应用于生产实际,取得了较好的效果。

1 镜框注塑模具设计

1.1 镜框结构设计

商用车后视镜镜框作为汽车的外部件,经常承受日照、风吹、雨淋,材料需要耐腐蚀性好,综合成本因素,选择丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料(ABS)材料^[9]。根据 GB 15084-2013“机动车辆间接视野装置性能和安装要求”,驾驶员需要从镜片中看到车辆后方 1.75 m 位置处的成年人,由此确定了镜片曲率为 350 mm。在 CATIA 软件中建立镜片、眼点与成年人模型,根据光学反射原理确定镜片轮廓^[10-11]。镜框、镜壳通过卡扣配合,固定镜片。在 UG 中对镜框、镜壳进行了结构设计。将镜片边缘偏置、倒圆角,绘制出镜框轮廓。镜框卡槽的设计需要兼顾镜壳侧抽芯机构的位置,使卡扣能顺利成型并取出。卡扣厚度不宜过大否则影响装配,卡扣长度为 15 mm,扣键 5 mm,角度为 30°,卡扣厚度设计为 2 mm。为使镜壳卡扣可以顺利滑入卡槽,对内侧框架直壁进行 1°的拔模处理。镜框壁厚均匀,设计为 3 mm。设计出的镜框如图 1 所示,镜框最大外形尺寸为 185 mm×255 mm×40 mm。



图1 镜框结构图

1.2 浇注系统设计

对镜框塑料件的注塑工艺性进行初步分析可以发现,该塑料件截面较小而流动距离较远,流长比较大,采用单点浇注时熔料容易过早冷却而导致充不满^[12]。因此,采用两点浇注方式。流道设计如图 2 所示。主流道形状为圆锥形,小端直径为 3 mm,大端直径为 5 mm。为了开模时便于脱出浇道的凝料,分流道都设计在分型面上。为了方便加工,将截

面形状设计成圆形,分流道直径为 8 mm,采用平衡布局放置。浇口采用侧浇口设计,具有截面小、方便加工、便于去除的优点^[13],浇口宽 2 mm,厚 1 mm,长 1 mm。为防止融入塑料的前端冷料进入型腔导致缺陷,Z 形拉料杆冷料穴设置在主流道末端,固定在推杆面板上。塑料件本身不大,采用模具分型面间隙排气^[14]。



图2 流道设计

1.3 冷却系统设计

用冷却水对模具进行冷却。冷却水流量(Q)按公式(1)计算^[15]:

$$Q = \frac{WQ_1}{\rho C_p (T_2 - T_1)} \quad (1)$$

式中: W ——每分钟冷却的塑料,每分钟注射 2 次,单次注射量为 0.061 kg,所以取 0.122 kg/min;

Q_1 ——每千克塑料凝固时放出的热量,根据塑料的比热(1470 J/(kg·°C)、熔体温度降(170°C)相乘得到,取 249 900 J/kg;

ρ ——水的密度,取 1000 kg/m³;

C_p ——水的比热容,取 4.2×10³ J/(kg·°C);

T_1 ——冷却液出口温度,根据初步分析的结果,取 13°C;

T_2 ——冷却液入口温度,取 10°C。

根据式(1)计算得到冷却水流量为 2.42×10⁻³ m³/min,在型腔和型芯镶件中分别开设水道,冷却水管道直径为 8 mm,水路到塑料件表面的距离为 16 mm,冷却水道的布置图如图 3 所示。

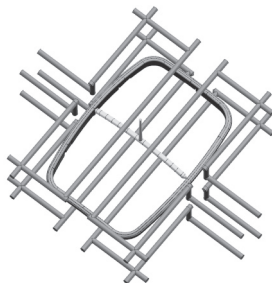


图3 冷却水路

1.4 型腔与型芯设计

从镜框最大截面处分型,同时为确保分型面平滑过渡,型芯分型面与镜片曲率相同。型芯和型腔属于重要工作部件,为降低材料成本,设计成镶拼式结构。型腔和型芯镶块材料选择 Cr12MoV,型腔和型芯固定板选择 45# 钢。将塑料件边界往外延伸得到型芯镶块边界,型芯镶块边界继续往外延伸得到型芯固定板边界。型腔长边尺寸取 180 mm,型腔深度取 25 mm,镶件侧面壁厚取 40 mm,镶件底面壁厚取 40 mm。设计的镶拼式型芯如图 4 所示。

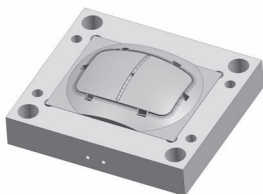


图4 镶拼式型芯

1.5 斜顶与推出机构设计

塑料件侧面的卡扣会影响正常的脱模,需要在镜框边缘处设置斜顶机构。斜顶机构主要由斜顶和斜顶座组成,斜顶座是带有 T 型槽的滑块,斜顶座固定在顶杆面板中。斜顶行程应大于卡扣的倒扣深度(3 mm),取斜顶行程为 5 mm,斜顶角取 3° 。斜顶选择 P20 材料并进行淬火处理。采用推杆推出机构使塑料件顺利脱模。考虑到塑料件边距较窄,选择阶梯式顶杆^[16],布置 10 个顶杆,并利用顶杆固定板固定顶杆。斜顶和推出机构如图 5 所示,该机构结构简单,便于制造。

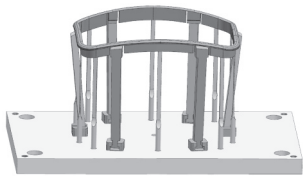
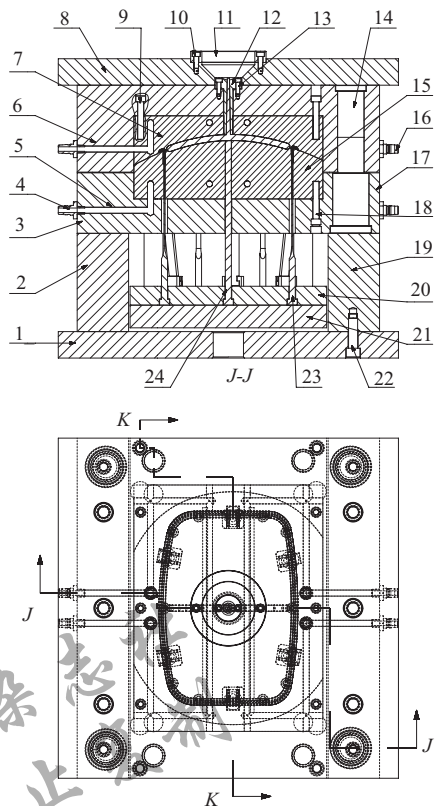


图5 斜顶与推出机构

1.6 装配图与模具工作过程

镜框模具装配图如图 6 所示。注塑完毕后,塑料件保压、冷却后开模。首先,动模板在注塑机的作用下拉动模具,使动模和定模沿着分型面分开,初步完成分型。等动模移开一定的距离后,斜顶机构开始工作,由于斜顶具有一定的斜度,所以在斜顶顶出塑料件的同时,也会向两侧运动。当推杆固定板碰到顶杆时,塑料件从型腔和型芯中脱出。合模过程中,由复位杆 26 带动进行复位。



- 1—动模底板;2—左模脚;3—动模板;4—左水嘴;5—冷却水道;
6—定模板;7—型腔;8—定模底板;9,10,13,18,22,25—内六角螺钉;
11—定位圈;12—浇口套;14—导柱;15—型芯;16—右水嘴;
17—导套;19—右模脚;20—顶杆面板;21—顶杆底板;23—顶杆;
24—拉斜杆;26—复位杆;27—斜顶座;28—斜顶

图6 模具装配图

2 注塑过程模拟

为确保设计的模具能使塑料件顺利成型,也为进一步确定注塑工艺参数,在 Moldflow 软件中进行了注塑过程的有限元模拟。在 Moldflow 中导入塑料件模型,并导入冷却水路和流道的中线。流道、冷却水路均采用柱体单元,塑料件采用四面体单元,流道、冷却水路、塑料件共划分 30 万个网格,有限元分析模型如图 7 所示。选择材料库中能模拟翘曲的 Generic ABS 材料进行模拟。设置熔体温度为 230°C ,模具表面温度为 60°C ,注射时间为 5 s,保压压力设置为最大注塑压力,保压和冷却时间为 30 s。

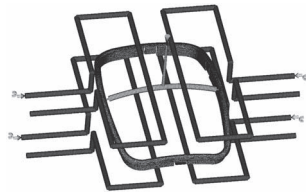


图7 有限元分析模型

注塑过程的有限元分析结果如图8所示。从图8a的结果可以看出,塑料件在注射5.33 s后可以充满。从图8b可以看出,注射过程中,喷嘴处压力最大为57.7 MPa,塑料件上的最大压力为43.3 MPa。进一步观察分析结果可以发现,在13 s时型腔内的熔体冷却,塑料件压力减小为0。从图8c锁模力变化曲线可以看出,注射阶段锁模力缓慢上升,在充满的时刻达到锁模力峰值368 kN,随后的保压过程中,由于熔体逐渐凝固,锁模力约在13 s时下降到0。图8d是冷却水路的温度分布图。从图8可以看出,冷却水入口处温度为10℃,经过循环后,水温逐渐上升,冷却水出口处温度为12.74℃,温差较小,所以冷却水的流量和温度能满足模具的冷却需求。以塑料件的4个角点为参考,由图8e可以看出,塑料件最大变形量为1.033 mm出现在镜框的边缘部位。注塑分析结果表明,针对该塑料件设计的冷却水路、流道系统能满足注塑工艺要求。根据以上的分析结果,推荐注塑工艺参数为注射速率12 cm³/s,熔体温度230℃,注射时间5 s,保压时间30 s,锁模力不小于368 kN,冷却水温度10℃,冷却水流量2.4 L/min。

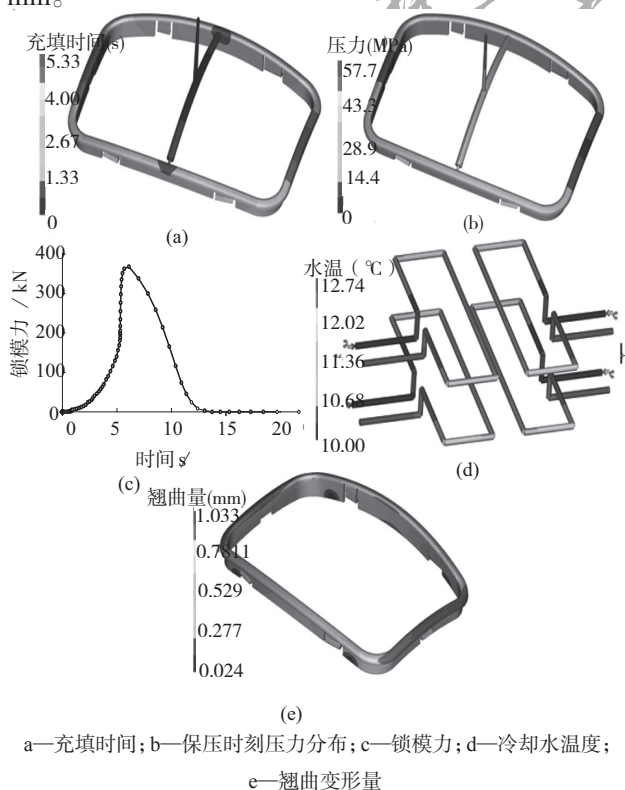


图8 模拟分析结果

3 生产过程

批量生产中,采用注塑机型号为XS-ZY-500,

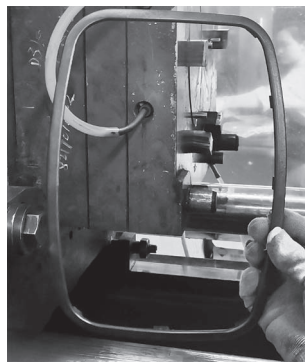


图9 后视镜镜框生产照片

注塑机额定注射量500 cm³,锁模力3500 kN。模具厚度396 mm,小于注塑机闭合高度450 mm。注塑机开模行程为500 mm,大于最小行程170 mm。后视镜镜框的生产照片如图9所示。生产的制件无锁孔、疏松、熔接痕等缺陷,能顺利脱模,流道容易去除,制件外观光洁,翘曲公差在允许范围内。设计的模具工作状态良好,模具在推荐的工艺参数下工作,能较好满足客户的眼后视镜镜框的生产需求。

4 结论

(1) 设计了后视镜镜框、浇注系统、冷却系统、型腔与型芯、斜顶与推出机构等,并绘制了模具装配图。通过对模具结构分析发现,模具能连贯完成注射、顶出、复位等动作,满足注塑模具的动作要求。

(2) 使用Moldflow软件模拟了镜框零件的注塑过程。注塑分析结果表明,针对该塑料件设计的冷却水路、流道系统能满足注塑工艺要求。推荐的注塑工艺参数为:注射速率12 cm³/s,熔体温度230℃,注射时间5 s,保压时间30 s,锁模力不小于368 kN,冷却水温度10℃,冷却水流量2.4 L/min。

(3) 设计的模具应用于后视镜的批量生产。结果表明,生产的塑料件无锁孔、疏松、熔接痕等缺陷,能顺利脱模,流道容易去除,制件外观光洁,翘曲公差在允许范围内。设计的模具工作状态良好,模具在推荐的工艺参数下工作,能较好满足客户的眼后视镜镜框的生产需求。

参考文献

- [1] 王明军,刘波.汽车后视镜新技术探究及典型故障模式分析[J].汽车实用技术,2019,42(22):121-122.
Wang Mingjun, Liu Bo. Research on new technology of rearview mirror and analysis of typical failure mode[J]. Automobile Applied Technology, 2019, 42(22): 121-122.
- [2] 肖金,翟倩,张彬,等.汽车后视镜逆向造型及模流分析[J].机电工程技术,2020,49(10):48-50.
Xiao Jin, Zhai Qian, Zhang Bin, et al. Reverse modeling and mold

- flow analysis of automobile rearview mirror[J]. Mechanical & Electrical Engineering Technology, 2020, 49(10):48-50.
- [3] 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.
- [4] 刘斌,吴茜. 汽车后视镜壳的随形冷却水道注塑模具设计[J]. 塑料, 2019, 48(2):71-74.
Liu Bin, Wu Qian. Design of injection mold for automobile rearview mirror shell with conformal cooling channel[J]. Plastics, 2019, 48(2):71-74.
- [5] 孙肖霞,张俊. 顺序开模的汽车内后视镜壳注塑模设计[J]. 现代塑料加工应用, 2019, 31(2):40-43.
Sun Xiaoxia, Zhang Jun. Design of sequentially opening injection mold for the automobile interior rearview mirror shell[J]. Modern Plastics Processing and Applications, 2019, 31(2):40-43.
- [6] 杜婉莹. 汽车后视镜外壳注射模设计[J]. 模具制造, 2019, 19(8):56-59.
Du Wanying. Design of injection mold for automobile rearview mirror shell[J]. Die & Mould Manufacture, 2019, 19(8):56-59.
- [7] 程美. 基于 CAE 分析的汽车后视镜三角座注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2019, 47(1):102-107.
Cheng Mei. Design of injection mold for car rearview mirror triangle seat base on CAE analysis[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(1):102-107.
- [8] 孙肖霞,唐友亮,张俊. 差动组合抽芯的汽车后视镜支架注塑模设计[J]. 中国塑料, 2018, 32(6):141-146.
Sun Xiaoxia, Tang Youliang, Zhang Jun. Design of injection mold for rearview mirror bracket of automobile with differential combined core-pulling[J]. China Plastics, 2018, 32(6):141-146.
- [9] 谭安平,刘克威. 基于 Moldflow 的 PC/ABS 汽车后视镜翘曲变形优化分析[J]. 合成树脂及塑料, 2020, 37(1):67-72.
Tan Anping, Liu Kewei. Optimal analysis based on Moldflow for warpage deformation of automotive rearview mirror shell prepared with PC/ABS blend[J]. China Synthetic Resin and Plastics, 2020, 37(1):67-72.
- [10] 苏正洋,徐文强. 国内外汽车后视镜减小盲区优化方案研究[J]. 科技经济导刊, 2018, 26(19).DOI: CNKI:SUN:JKJ.0.2018-19-055.
Su Zhengyang, Xu Wenqiang. Study on the optimization of the blind spot reduction solution for domestic and international automotive rearview mirrors[J]. Technology and Economic Guide, 2018, 26(19).DOI: CNKI:SUN:JKJ.0.2018-19-055.
- [11] Martin O. Designing and optimizing sideview mirrors[D]. Gothenburg: Chalmers University of Technology, 2011.
- [12] 沈剑. 注塑成型浇注系统及成型工艺参数的优化研究[D]. 苏州: 苏州大学, 2012.
Shen Jian. Optimization study on gating system and molding process parameters of injection molding[D]. Suzhou: Soochow University, 2012.
- [13] 李文仆. 3D 变截面扇形浇口对熔体流动行为影响的研究[D]. 大连: 大连理工大学, 2014.
Li Wenpu. Research on the effect of 3D variable cross-section fan gate on the melt flow behavior[D]. Dalian: Dalian University of Technology, 2014.
- [14] 付伟,陈碧龙. 注塑模具设计原则、要点及实例解析[M]. 北京: 机械工业出版社, 2010.
Fu Wei, Chen Bilong. Principles, key points and examples of injection mould design[M]. Beijing: China Machine Press, 2010.
- [15] 张维合. 汽车注塑模具设计要点与实例[M]. 北京: 化学工业出版社, 2016.
Zhang Weihe. Key points and examples of automotive injection mould design[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2016.
- [16] 屈华昌. 塑料成型工艺与模具设计[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.
Qu Huachang. Plastic moulding process and mould design[M]. Beijing: China Machine Press, 2004.