

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2021.11.018

汽车前大灯灯壳复杂侧抽芯注塑模具设计

刘晓飞

(中山火炬职业技术学院, 广东中山 528437)

摘要: 针对汽车前大灯灯壳自动化注射成型生产的需要,设计了一套大型热流道成型的复杂侧抽芯注塑模具。由于模具分型面较为复杂,所以定模与动模采用镶拼式结构;通过模流分析,运用2点热流道进胶,采用“热流道+冷流道+潜伏式浇口”进胶的浇注系统;根据塑件尺寸大小、侧孔与倒扣结构的特点,合理设计了多种侧向抽芯机构;根据塑件的结构以及模具元件的分布,采用“直通式水道+倾斜式水道+水井”温度控制系统,保证了塑件冷却均匀,且冷却效率高;为了整体提高模具的精度及其使用寿命,设计了精确的导向定位系统;脱模采用先复位机构,解决了推件与滑块可能干涉的问题。该模具结构设计合理,且实用性能强,在投入使用后运行良好,对同类模具有很好的参考价值。

关键词: 模具结构;热流道;侧向抽芯机构;脱模;斜顶机构

中图分类号: TQ320.66 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2021)11-0099-05

Design of Injection Mold for Complex Side Core Pulling of Automobile Headlamp Shell

Liu Xiaofei

(Zhongshan Torch Polytechnic, Zhongshan 528437, China)

Abstract : According to the needs of automatic injection molding production of automobile headlamp shell, a set of complex side core pulling injection mold for large hot runner molding is designed. Because the parting surface of the die is complex, the fixed die and moving die adopt inlaid structure. Through moldflow analysis, the gating system of “hot runner + cold runner + latent gate” is adopted. According to the size of plastic parts and the characteristics of side hole and reverse buckle structure, a variety of lateral core pulling mechanisms are reasonably designed. According to the structure of plastic parts and the distribution of mold elements, the temperature control system of “straight water channel + inclined water channel + water well” is adopted to ensure uniform cooling of plastic parts and high cooling efficiency. In order to improve the precision and service life of the die as a whole, an accurate guiding and positioning system is designed. The first reset mechanism is adopted for demoulding, which solves the problem of possible interference between the push part and the sliding block. The die has reasonable structural design and strong practical performance. It runs well after being put into use. The design has a good reference value for similar dies.

Keywords : die structure ; hot runner ; lateral core pulling mechanism ; demoulding ; inclined jacking mechanism

未来汽车行业将向着互联网造车、自动驾驶技术、新能源汽车等方向发展,汽车工业的繁荣推动了汽车模具工业的发展,塑料广泛应用于汽车产业。汽车前大灯灯壳是车灯照明系统内部功能件,对于灯头孔、后盖孔等装配定位尺寸精度要求高。这就需要对塑料件在生产上有质量保证,而决定塑料件质量的就是模具,笔者介绍了某款汽车前大灯灯壳模具的设计要点和难点^[1-5]。

1 塑件结构工艺分析

图1为某款汽车前大灯灯壳零件图,塑件材料为20%滑石粉填充聚丙烯(PP),其中PP具有高冲击性,良好的高频绝缘性、力学性能和耐热性等特点,塑件收缩率为1.1%。产品外形尺寸为391.25 mm×278.95 mm×371.95 mm,平均厚度为2.5 mm。S1处通孔直径10 mm,深度为4 mm,还有6处扇形盲孔,深度为1.5 mm,S1处平面与上顶

通信作者: 刘晓飞,讲师,主要研究方向为模具设计

收稿日期: 2021-08-16

引用格式: 刘晓飞. 汽车前大灯灯壳复杂侧抽芯注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2021, 49(11): 99-103, 108.

Liu Xiaofei. Design of injection mold for complex side core pulling of automobile headlamp shell[J]. Engineering Plastics Application, 2021, 49(11): 99-103, 108.

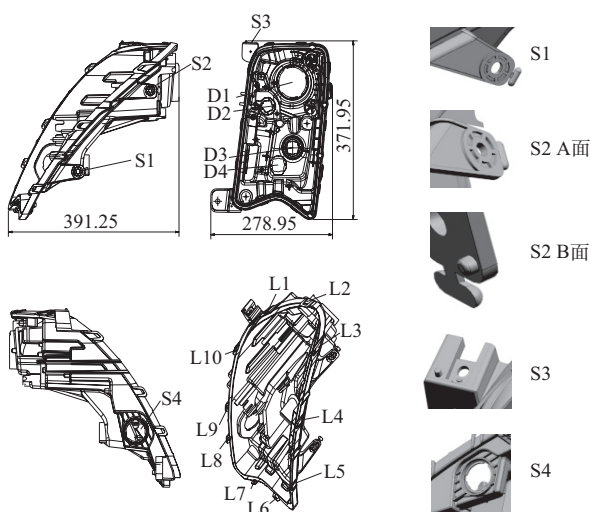


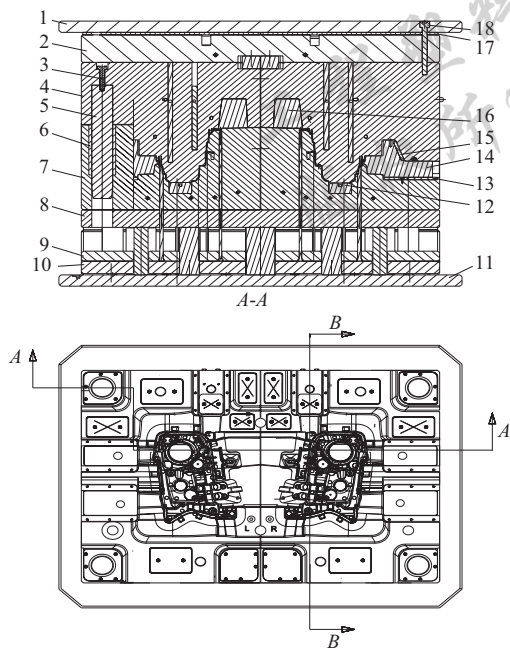
图1 汽车前大灯灯壳零件

平面成 79° 夹角; S2 A 面处通孔直径 8 mm, 深度为 4 mm, 6 处扇形盲孔深度为 1.5 mm, S2 A 面与上顶平面成 87° 夹角; S2 B 面处凸台直径 4.5 mm, 其高度为 3 mm; S3 处凸台直径 4.5 mm, 其高度

为 4 mm, 通孔直径 8 mm, 最薄处 2.2 mm; S4 处通孔直径 58.58 mm, 孔深度为 8 mm; 图 1 中 D1 ~ D4 为车灯孔, L1 ~ L10 为拉扣; 产品内部多处盲孔螺柱。塑件外形复杂, 外侧面有多处倒扣, 侧抽芯机构设计难度大, 且模具分型面复杂。

2 模具结构分析

该套汽车前大灯灯壳模具, 采用一模两腔形式, 左右灯座成组设计, 成左右镜像件, 模具总体尺寸为 $1350\text{ mm} \times 1050\text{ mm} \times 1060\text{ mm}$, 模具总质量约 10T, 具体结构如图 2 所示。采用 2 点针阀热嘴转冷流道进胶, 车灯产品的分型面复杂, 零件较深, 很多地方设计处理与其它常规模具有所不同。塑件多立面孔凹等倒扣结构, S1, S2A, S3 处采用“斜导柱 + 滑块”抽芯结构, S2B, S4 处采用斜顶结构^[6-7], 塑件 L1 ~ L10 拉扣位脱模方向与模具整体脱模一致, 可以由型芯直接成型, D1 ~ D4 车灯孔做成型芯镶块安装动模板上。模具设计细节完善, 对同类产品有很好的参考价值。



- 1—定模座板; 2—热流道框板; 3—紧固螺钉; 4—定模板;
5—导柱; 6—导套; 7—动模板; 8—动模垫板; 9—推件固定板;
10—推件板; 11—动模座板; 12—动模镶件; 13—减磨垫;
14—滑块; 15—耐磨板; 16—定模镶件; 17—垫板; 18—紧固螺钉;
19—垫块; 20—限位夹; 21—挡块; 22—滑块; 23—弹簧;
24—耐磨板; 25—斜导柱; 26—锁模片

图2 模具结构图

由于模具分型面为复杂空间曲面, 加工难度大, 所以模具定、动模采用镶拼式结构, 使用挤紧块挤紧。定模仁、动模仁材料均采用 2738H, 淬火硬度为 35 ~ 40HRC; 定、动模镶拼成 4 块, 模具加工方便。模具共有 6 个滑块, 4 个斜顶, 分型面上设计了 12 块高硬度耐磨块^[8]。

3 抽芯机构设计

(1) 机构布置。

左右大灯灯壳在模具中抽芯机构布局如图 3 所示, 多处不同倒扣, 使得模具侧抽芯结构复杂, 需要合理布局, 以免发生干涉问题。图 1 中 S1 与 S2A 面处结构基本相同, 采用侧向滑块分型抽芯机构,

具体结构如图3中K1与K6, K2与K5;图1中S3处有凹孔,有凸台,采用侧向滑块分型抽芯机构,加弹簧侧推、定位块限位,具体结构见图3中K3与K4;图1中S2B面处位置狭小,故采用方形斜顶抽芯,即图3中X1与X4;图1S4处内孔较大,该位置左右塑件滑块位置较近,故采用斜顶机构X2和X3,由于滑块尺寸较大故使用双顶杆斜推机构。

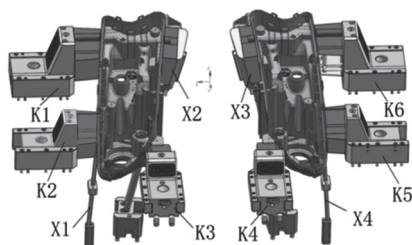
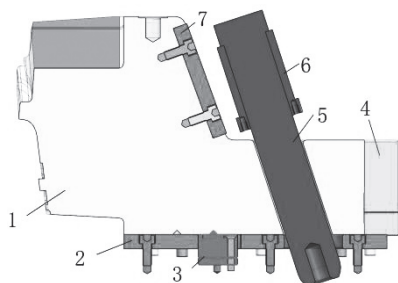


图3 侧向抽芯机构布局(X1~X4为斜顶机构,K1~K6为抽芯机构)

(2) A型侧向抽芯机构。

图1中S1, S2A面处的倒扣位置,采用图3的K1, K2, K5, K6侧向滑块分型抽芯机构,其结构如图4所示,由斜导柱5、固定块6、滑块1、压板4、耐磨板7、减磨垫2和定位夹3组成。其中滑块全部设计在动模侧,滑块采用整体式锁紧方式,滑块锁模角度 20° 。斜导柱直径为30 mm,倾斜角度为 18° ,斜导柱固定在滑块顶部的定模上,滑块水平运动距离最大为20 mm,定位夹使用DME标准件限位,采用“7”字型压板,加工简单且性能较好,滑块的锁模面和底面设计有耐磨板与减磨垫^[9-10], K1和K6滑块内部设计水冷系统。工作原理是:利用注塑机的开模动作,选用斜导柱滑出,使斜导柱与滑块产生相对运动,使滑块沿着两个“7”字型压板组成的T型槽向外运动,使之完成脱模。



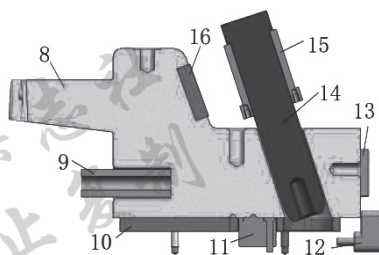
1—滑块;2—减磨垫;3—定位夹;4—压板;5—斜导柱;
6—固定块;7—耐磨板

图4 A型侧向抽芯机构

(3) B型侧向抽芯机构。

图1中S3处有通孔、小凸台,采用图3的K3,

K4侧向滑块分型抽芯机构,结构如图5所示,由斜导柱14、固定块15、滑块8、弹簧9、压板13、耐磨板16、减磨垫10、挡块12和定位夹11组成。其中滑块装在模具的动模部分,滑块采用整体式锁紧方式,斜导柱通过固定块固定在定模部分,滑块水平运动距离为15 mm,定位夹使用DME标准件加定位块限位,采用“7”字型压板,弹簧水平推动滑块,协助滑块完成脱模,滑块的锁模面和底面有设计耐磨板与减磨垫。工作原理是:利用注塑机的开模动作,选用斜导柱滑出,使斜导柱与滑块产生相对运动,同时水平安装的弹簧加速了滑块的水平运动,使滑块沿着两个“7”字型压板组成的T型槽向外运动,使之完成脱模。



8—滑块;9—弹簧;10—减磨垫;11—定位夹;12—挡块;13—压板;
14—斜导柱;15—固定块6;16—耐磨板

图5 B型侧向抽芯机构

(4) 方形斜顶机构。

图1中S2B面处小凸柱,空间有限,则采用图3的X1与X4的斜顶侧向分型抽芯机构,结构如图6所示,由斜顶杆17、斜顶导向块18、斜顶座19等组成抽芯机构。其中,斜顶导向板固定于动模,斜顶座用螺栓固定于推件板上,由推件固定板做定位,采用10 mm×10 mm方形斜顶杆,斜顶杆倾斜角度设计为 14° 。



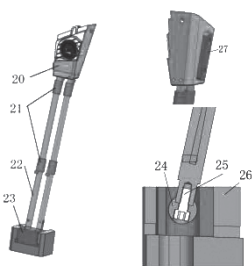
17—斜顶杆;18—斜顶导向块;19—斜顶座

图6 方形斜顶机构

该机构的工作原理是:注塑机开模时,推件板在顶出的过程中,使斜顶座推动斜顶杆,斜顶杆沿着斜顶导向板移动,这样就将沿模具开模方向竖直直线运动转化成型芯沿模具开模垂直方向的水平运动,完成了脱模运动。

(5) 双圆杆斜顶机构。

图1中S4处通孔直径58.58 mm,深度8 mm,倒扣侧面面积较大,采用图3中X2与X3的双圆杆斜顶机构侧向分型抽芯机构结构,具体细节见图7。它由斜顶头20、导滑条27、自润滑导套21、斜顶杆22、导滑块23、底座26、转动销24、底端锁紧螺丝25等组成。由于斜顶头尺寸较大,采用两根直径20 mm的圆顶杆顶出,自润滑导套固定于定模,滑动座用螺栓固定于推件板上,由推件固定板做定位,斜顶杆倾斜角度设计为 12° ,圆杆斜顶机构内部安装水冷系统冷却。



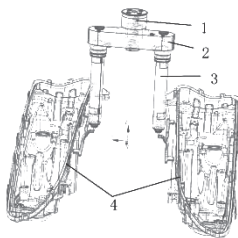
20—斜顶头; 21—自润滑导套; 22—斜顶杆; 23—导滑块;
24—转动销; 25—底端锁紧螺丝; 26—底座; 27—导滑条

图7 滑动座圆杆斜顶机构

该机构的工作原理是: 注塑机开模时, 推件板在顶出的过程中滑动座推动圆顶杆, 圆顶杆可以绕转动销转动, 同时导滑块也可以在底座滑槽中滑动, 斜顶杆沿着自润滑导套移动, 这样就将沿模具开模方向竖直直线运动转化成型芯沿水平侧向抽芯运动, 完成了脱模。

4 浇注系统设计

塑件通过模流分析, 运用2点针阀热嘴转冷流道进胶的浇注系统, 浇口采用潜伏式进胶, 如图8所示, 由一级热射嘴1、二级热射嘴3和热流道板2等组成。由于进胶点附近需要重点冷却, 所以热嘴底部设计高为1 mm深热膨胀平台, 同时每个热嘴前方设计拉料杆, 由于热量集中问题, 热流道需要设计冷却系统冷却^[11-13]。

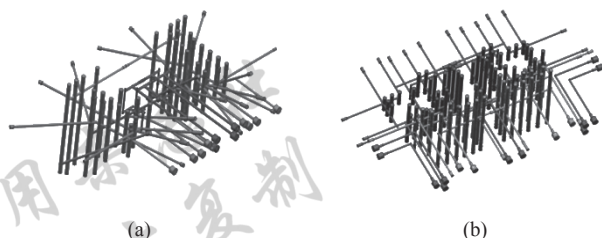


1—一级喷射嘴; 2—热流道板; 3—二级喷射嘴; 4—塑件

图8 浇注系统设计

5 温度控制系统设计

为保证塑件均匀冷却, 提高冷却效率, 模具的型腔、型芯、顶出机构、滑块等都设计有冷却系统, 水道设计根据塑件特点和模具元件的分布, 避免发生干涉, 该模具采用“直通式水管+倾斜水管+水井”的形式^[3], 其中水管直径为10 mm, 水井直径为20 mm, 各冷却水道间隔距离控制在水道直径的3~4倍左右, 即35 mm左右。根据模具尺寸大小, 水管离型腔面的设计一般在15~20 mm。滑块K1和K6侧抽芯机构、X2和X3斜顶机构、热流道板内部均设计了专门的冷却水路。定模侧设计了6组循环水路, 动模侧设计了8组循环水路, 非进出口用螺塞堵住, 见图9。由于水路设计均匀, 冷却效果好。

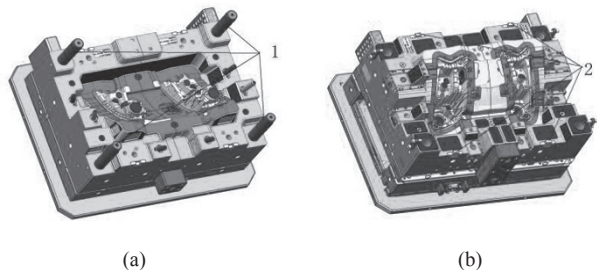


a—定模冷却系统; b—动模冷却系统

图9 冷却水路设计

6 导向定位系统设计

模具在4个角上各设计了1支直径70 mm、高度430 mm的圆导柱导向, 导柱装配在定模模侧, 同时在动模安装配套的导套。在定、动模板4个角设计了锥面定位结构和定位止口, 且锥面凸凹不同侧, R拐角为定位精度最佳位置, 同时四周做耐磨板, 4个边锁起到辅助定位的作用。模具有多处侧向抽芯机构, 当合模要使斜导柱提前插入滑块导柱孔中, 才能起到导向定位的作用^[14]。该导向定位系统整体提高了模具的精度及其使用寿命。



1—导柱; 2—边锁

a—定模立体图; b—动模立体图

图10 模具导向定位系统

7 脱模系统设计

制品顶出是注射成型最后一个环节, 顶出质量

好坏最终决定制品的质量,顶出复位系统采用“推杆+司针”组合顶出机构,如图11所示。模具设计了26处直径12 mm的圆顶顶杆;14处直径8 mm圆顶顶杆;设计了10个司针顶出系统。模具开模后,侧向机构抽芯完成脱模,根据模具设计的脱模系统推出塑件。采用复位机构,即在复位杆的大端下方设计6个弹力胶,弹力胶直径37 mm,长度15 mm,复位杆安装在推件固定板上。6支推杆板导柱,与复位杆接触定模板上,在对应的位置安装直径大些的耐压板。在推杆将产品推出后,推杆开模后由于弹力胶的作用,复位杆会向前比推件多推出些,合模时复位杆将先与定模压紧,推件(包括推杆和司针)就会提前推回复位,防止发生干涉现象。

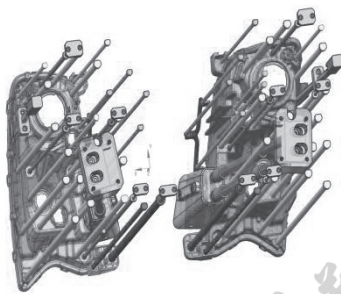


图11 注塑模具脱模系统

8 模具工作过程

模具基本工作过程如下:合模情况下,塑料原料在注塑机料筒中加热后成塑料熔体,经注塑机一级喷嘴、热流道、二级热射嘴、冷胶道进入模具型腔。熔体充满型腔后,先进行保压处理,然后利用温度控制系统进行冷却,使注塑产品达到性能要求^[15-16]。在注塑机作用下,动模和定模在分型面处开始分离,在开模时侧抽芯机构开始运动,完成抽芯,推出机构将塑件顶出。利用先复位机构开始复位,同时斜导柱与铲基使滑块复位,完成合模,注塑机进行下一次注射成型。

9 结语

汽车前大灯灯壳塑件结构复杂,具有多方位、多立面孔凹等倒扣结构,设计了一款复杂多种侧抽芯机构的注塑模具,采用热流道浇注系统,经模流分析设计合理的浇口位置,采用复杂网格状形式的“直通式水管+倾斜水管+水井”的多形式结合的温度控制系统,使用带弹力胶的复位机构,解决模具抽芯机构干涉问题,设计了合理的导向定位系统。该模具是大型复杂汽车注射模,经量产验证,该套模

具生产的塑件质量达到了汽车前大灯灯壳所要求的各种性能指标。

参考文献

- [1] 邓成林. 汽车注射注塑模具设计实用手册[M]. 北京: 化学工业出版社, 2019:56-75.
Deng Chenglin. Practical manual for automobile injection mold design[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2019:56-75.
- [2] 张维合. 汽车中央装饰件顺序阀热流道二次顶出注塑模设计[J]. 工程塑料应用, 2018, 46(7):87-90.
Zhang Weihe. Design of secondary ejection injection mold for hot channel of sequence valve of automobile central trim[J]. Engineering Plastics Application, 2018, 46(7):87-90.
- [3] 张维合. 汽车左后门板大型注塑模设计[J]. 中国塑料, 2016, 30(5):98-101.
Zhang Weihe. Design of large injection mold for automobile left rear door panel[J]. China Plastics, 2016, 30(5):98-101.
- [4] 温煌英, 张维合. 汽车后大灯灯座热流道大型精密注塑模设计[J]. 现代塑料加工应用, 2020(2):42-45.
Wen Huangying, Zhang Weihe. Design of large precision injection mold for hot runner of automobile rear headlamp holder[J]. Modern Plastics Processing and Application, 2020(2):42-45.
- [5] 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 automobile inner door handle seat with various core pulling mechanisms[J]. Engineering Plastics Application, 2020, 48(1):76-80.
- [6] 赵战锋. 汽车中央扶手主壳脱模机构及热流道注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2019, 47(1):82-87.
Zhao Zhanfeng. Design of demoulding mechanism and hot runner injection mold for main shell of automobile central handrail[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(1):82-87.
- [7] 杨素华, 肖国华, 卞平. 轴套盖内环槽抽芯机构及注塑模具结构设计[J]. 中国塑料, 2017, 31(11):130-136.
Yang Suhua, Xiao Guohua, Bian Ping. Structure design of corepulling mechanisms and injection moulds for axle covers[J]. China Plastics, 2017, 31(11):130-136.
- [8] 范国良, 路英华. 周转箱注塑模具及其四侧面滑块推出脱模机构设计[J]. 工程塑料应用, 2018, 46(9):94-99.
Fan Guoliang, Lu Yinghua. Design of injection mould with four sides slider ejection demoulding mechanism for returnable container[J]. Engineering Plastics Application, 2018, 46(9):94-99.
- [9] 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. Injection molding process CAE and paired mold design of car fog lamp holder[J]. China Plastics Industry, 2018, 46(3):61-66.

(下转第108页)

- Cao Zheng. The core-pulling mechanism of automatic pumping cap and the mould design[J]. Die & Mould Technology, 2017, 43(05):47-51.
- [6] 林光亮. 注塑模弯管抽芯机构设计与分析[J]. 模具技术, 2016(2):16-18.
- Lin Guangliang. Design and analysis of the core-pulling mechanism for bent plastic pipe injection mould[J]. Die and Mould Technology, 2016(2):16-18.
- [7] 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.
- [8] 海争平. 汽车进气弯管侧向抽芯注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2016, 44(2):83-87.
- Hai Zhengping. Design of side-core pulling injection mold for automobile air intake elbow[J]. Engineering Plastics Application, 2016, 44(2):83-87.
- [9] 王成. 薄壁螺纹弧形抽芯塑件的模具结构设计[J]. 中国塑料, 2014, 28(9):97-102.
- Wang Cheng. Design of molds for thin and arc thread parts with die cores[J]. China Plastics, 2014, 28(9):97-102.
- [10] 凌忠良. 基于注塑模具的斜滑杆抽芯机构设计[J]. 中国塑料, 2011, 25(11):101-103.
- Ling Zhongliang. Design of core-pulling mechanism with angular slide pole based on injection moulds[J]. China Plastics, 2011, 25(11):101-103.
- [11] 郭辰光, 李源, 李威力. 果汁机杯盖同向侧抽芯注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2015, 43(4):73-76.
- Guo Chenguang, Li Yuan, Li Weili. One side core-pulling injection mould design of fruit juice extractor cover[J]. Engineering Plastics Application, 2015, 43(4):73-76.
- [12] 何柏海, 何骏. 一种带推管侧顶脱模机构的注塑模设计[J]. 工程塑料应用, 2016, 44(2):92-95.
- He Baihai, He Jun. Design of injection mould with pushing tube side ejection demoulding mechanism[J]. Engineering Plastics Application, 2016, 44(2):92-95.
- [13] 李谟树. 基于活动型芯的双色铲基注塑模设计[J]. 工程塑料应用, 2011, 39(4):68-71.
- Li Moshu. Design of injection mold with a movable core for two-tone shovel[J]. Engineering Plastics Application, 2011, 39(4):68-71.
- [14] 刘方方, 胡邓平, 唐联耀, 等. 淋浴手柄圆弧齿轮抽芯注塑工艺研究[J]. 现代塑料加工应用, 2017, 29(4):52-55.
- Liu Fangfang, Hu Dengping, Tang Lianyao, et al. Circular arc gear core-pulling molding process for shower handle[J]. Modern Plastics Processing and Applications, 2017, 29(4):52-55.
- [15] 沈忠良, 肖国华, 徐生, 等. 圆周多行位圆弧形直线运动抽芯模具设计[J]. 工程塑料应用, 2016, 44(5):70-73.
- Shen Zhongliang, Xiao Guohua, Xu Sheng, et al. Design of core-pulling mould by rounded linear motion for multi line positions around circumference[J]. Engineering Plastics Application, 2016, 44(5):70-73.
- [16] 林光亮, 肖国华. 注塑模弯管抽芯机构设计与分析[J]. 模具技术, 2015(2):16-18.
- Lin Guangliang, Xiao Guohua. Design and analysis of the core-pulling mechanism for bent plastic pipe injection mould[J]. Die and Mould Technology, 2015(2):16-18.

(上接第 103 页)

- [10] 杨磊. 汽车线束可靠性设计及连接器选型分析研究[D]. 南京: 东南大学, 2019.
- Yang Lei. Research on reliability design of automotive harness and connector selection analysis[D]. Nanjing: Southeast University, 2019.
- [11] 孙国栋, 刘长华. 基于 Moldflow 软件的双色注射成型过程研究[J]. 塑料工业, 2016, 44(1):48-50, 66.
- Sun Guodong, Liu Changhua. Study on the forming process of bi-color injection molding based on moldflow[J]. China Plastics Industry, 2016, 44(1):48-50, 66.
- [12] 刘红燕, 卞平. 基于 CAE 分析的汽车刹车油盒家族模注塑模具设计[J]. 塑料, 2019, 48(3):70-73.
- Liu Hongyan, Bian Ping. Injection mold design of automobile brake oil box family mold based on CAE analysis[J]. Plastics, 2019, 48(3):70-73.
- [13] 杨安, 肖国华. 端盖轴承槽半圆周旋转抽芯机构模具设计[J]. 塑料, 2019, 48(5):128-31.
- Yang An, Xiao Guohua. Die design of semicircular rotating core pulling mechanism of end cover bearing groove[J]. Plastics, 2019, 48(5):128-131.
- [14] 张维合. 汽车副仪表板大型注塑模设计[J]. 工程塑料应用, 2015, 43(5):74-78.
- Zhang Weihe. Design of large injection mold for automobile auxiliary console[J]. Engineering Plastics Application, 2017, 45(01):74-78.
- [15] 张维合. 汽车后背门护板热流道大型注塑模设计[J]. 中国塑料, 2019, 33(5):102-108.
- Zhang Weihe. Design of large and hot runner injection mold for the rear door of automobile[J]. China Plastics, 2019, 33(5):102-108.
- [16] 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 opposed two-color injection mold for automobile windshield trim[J]. China Plastics, 2019, 33(10):100-104.