

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2020.10.015

汽车车灯边框薄壁件多向侧抽芯注塑模具设计

费晓瑜, 郑伟

(天津市职业大学, 天津 300410)

摘要:以某车型汽车车灯边框薄壁件为例,根据制件尺寸大、卡扣数量较多且方向不一致以及整体弧形结构的特点,设计了一套开放式热流道成型的多向复杂侧抽芯注塑模具。采用内侧抽芯机构+外侧抽芯机构同时抽芯,解决了多向卡扣脱模困难的问题;采用“斜顶+顶块+顶杆”组合式脱模机构,解决了薄壁件推出时易产生顶痕及变形的的问题;采用7组随型冷却水路,解决了弧形结构件难以冷却均匀的问题。模具结构紧凑、设计合理、成型周期短,在实际生产中工作稳定,制件尺寸能够达到精度要求。

关键词:汽车薄壁件;热流道系统;随型冷却水路;侧向抽芯机构;斜顶脱模机构

中图分类号: TQ320.5+2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2020)10-0080-06

Design of Injection Mould with Multi-directional Side Core Pulling for Thin Wall Plastic Parts of Automobile Lamp Frame

Fei Xiaoyu, Zheng Wei

(Tianjin Vocational Institute, Tianjin 300410, China)

Abstract : Taking thin wall plastic parts of automobile lamp frame as an example, according to the structural characteristics of the parts, such as large size, relatively large quantities of multi-directional buckles and arc-shaped structure, a set of injection mould with complex multi-directional side core pulling for open-ended hot runner molding was designed. Inner and outer simultaneous side core-pulling mechanisms were used to solve the problem of difficult demoulding in multi-directional buckles position. By adopting “angled ejector+ejector block+ejector pin” combined demoulding mechanism, the problem of easy to produce the ejection mark and the deformation was solved when thin wall parts was pushed out. The problem of uniform cooling of arc-shaped structural parts was solved by adopting 7 groups of conformal cooling water circuit. The mould structure is compact and the design is reasonable, the molding cycle is shorten, which ensures the stability of the mould working in actual production, the dimensional accuracy of the molded plastic parts can meet the precision requirement.

Keywords : automobile thin wall plastic part ; hot runner system ; conformal cooling water circuit ; side core-pulling mechanism ; angled ejector demoulding mechanism

随着塑料制件在汽车制造业中应用越来越广泛,汽车注塑类模具的需求日益增大,由于汽车配件往往形状复杂、具有较多的倒扣结构,且要求质量和美观性,这就给模具的设计增加了难度。

笔者针对某车型的车灯边框进行了结构及工艺参数分析,该制件具有很强的代表性,总体为弧形结构,属于薄壁件,用于安装固定的卡扣数量较多且方向不一致,尺寸精度要求高,工艺复杂,成型过程中易出现变形、翘曲、欠注等缺陷。为有效解决这些

问题,制定了针对此类产品的热流道多向复杂侧抽芯注塑模具的整体设计方案,并根据制件弧形结构特点设计了随型冷却系统,为解决类似结构制件难以均匀冷却的问题提供了可行的方案依据。

1 制件结构和工艺分析

制件为某汽车车灯边框,所用材料为聚碳酸酯(PC)/丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料(ABS),收缩率为0.5%^[1],该制件尺寸为430 mm×111.5 mm×331 mm,其三维结构如图1所示。从图1可以看

基金项目:天津市职业大学科研项目(20181104)

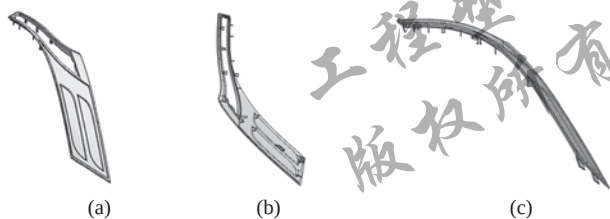
通信作者:费晓瑜,硕士,讲师,主要从事模具结构设计与CAD/CAE/CAM研究工作 E-mail: fxy_td@163.com

收稿日期:2020-07-08

引用格式:费晓瑜,郑伟.汽车车灯边框薄壁件多向侧抽芯注塑模具设计[J].工程塑料应用,2020,48(10):80-85.

Fei Xiaoyu, Zheng Wei. Design of injection mould with multi-directional side core pulling for thin wall plastic parts of automobile lamp frame[J]. Engineering Plastics Application, 2020, 48(10): 80-85.

出,制件是具有不规则弧形结构的薄壁件,利用三维建模软件 UGNX12.0 检查制件的壁厚,制件最大壁厚为 2.3 mm,最小壁厚 1.3 mm,制件的外观及尺寸精度要求达到 MT3 级。制件内侧及边缘有多处细小的卡扣,且卡扣的方向和角度不同。该模具设计难点是:制件为不规则弧形结构,制件在模具中的摆放位置尤为关键,在设计分型面时既要考虑模具结构尺寸又要利于制件的成型与脱模,同时为了保证制件的成型流动性以及尺寸精度,需采用热流道浇注系统^[2-3];不规则弧形结构也给冷却水路的设计带来了一定的困难,需要设计随型水路;制件多方向的卡扣结构导致制件脱模困难并且影响制件的成型流动性和精度,增加了模具的复杂度,设计多向侧抽芯以及斜顶机构时需要考虑侧滑块的结构类型和位置。当在模具中同时存在内外侧抽芯,且有斜向内侧抽芯时,模具结构设计必需考虑以下三点:①各个滑块的抽芯距离;②多向侧抽芯同时移动时,抽芯力的大小,抽芯时是否会拉裂塑料制件;③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^[4]。



a—正面; b—背面; c—侧面

图1 制件三维结构

2 成型零件设计

型腔的布局直接影响模具的结构以及制件的成型工艺,由于制件结构长而窄,同时为了保证设计的模具生产的塑料制件能够满足精度要求,也能满足浇注系统平衡的要求,确定模具设计为一模两腔的形式,如图 2 所示。为了保证塑件的质量要求以及顺利脱模,选取制件的最大轮廓处作为分型面,模具开模后产品留在型芯一侧。型腔采用整体式结构,

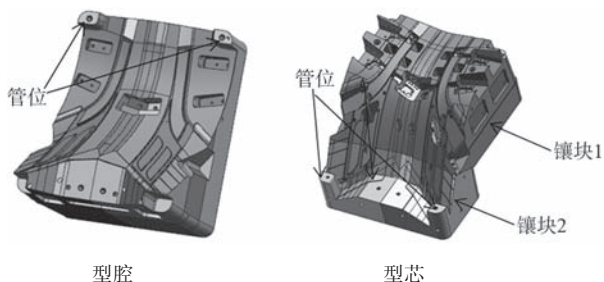


图2 模具的型腔和型芯

型芯设计成镶块拼接结构,为了节约成本减轻型芯质量,镶块 1 底部与镶块 2 设计成台阶式,型芯与模板的配合为过渡配合,公差为 $H7/m6$ 。考虑到制件的弧形结构,型腔和型芯各设有两个管位以保证合模精度,型腔和型芯外围开设有耐磨板,便于模具的加工与装配。该模具的成型零部件还包括 10 个对称滑块及 4 个对称斜顶。

3 侧向抽芯机构设计

制件形状为弧形结构,内侧有多处不同方向的卡扣使得模具侧抽芯机构较复杂,内抽芯、外侧抽芯以及斜顶的位置布局安排应合理,以避免发生干涉现象^[4-7]。图 3 为制件扣位放大图,从图 3 可以看出制件有 10 处卡扣(K1~K10),且方向各异,相邻卡扣之间距离较小,同时由于分型面位于制件最大轮廓处,因此分型面为曲面,这就给滑块成型部分的设计增加了难度。综合考虑制件结构特点,为避免模具各零部件发生干涉碰撞,K1, K7, K8 处卡扣采用斜顶脱模,其它卡扣处设计侧抽芯机构进行先抽芯再脱模。侧向抽芯机构布局如图 4 所示,其中卡扣 K2, K3 和 K4 处分别对应侧向抽芯机构 S1, S2 和 S3,卡扣 K5 和 K6 距离较近且侧向抽芯方向一致,因此设计为一个整体式侧向抽芯机构 S4,卡扣 K9 和 K10 斜度较大,为减小抽芯力,防止抽芯时拉裂制件,侧抽芯机构 S5 采用组合式滑块。各侧抽芯机构的组成零件如图 5 所示。

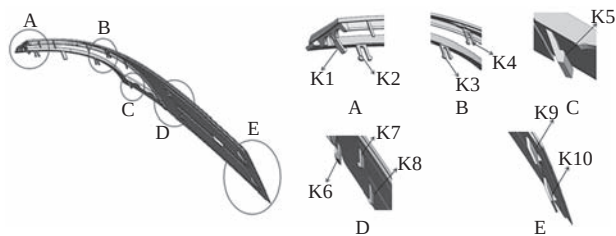


图3 扣位放大图

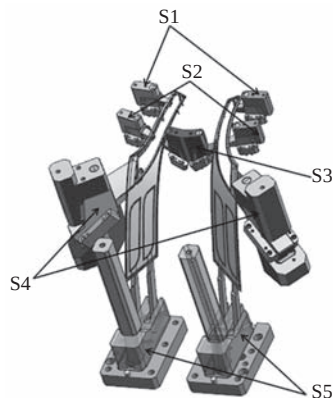
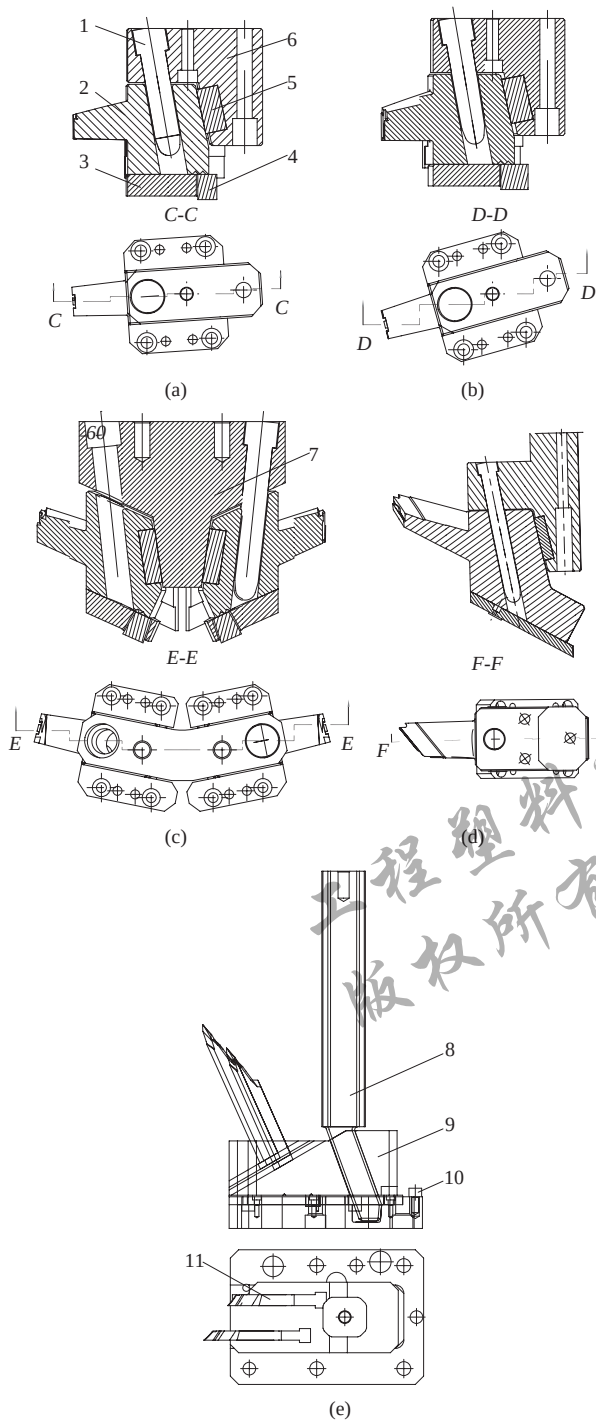


图4 侧向抽芯机构布局



1—斜导柱; 2—滑块; 3,5—耐磨板; 4—限位夹; 6—楔紧块;
7—整体式楔紧块; 8—拔块; 9—工字块; 10—限位块; 11—滑块
a—侧向抽芯机构 S1; b—侧向抽芯机构 S2; c—侧向抽芯机构 S3;
d—侧向抽芯机构 S4; e—侧向抽芯机构 S5

图5 侧向抽芯机构

侧向抽芯机构 S1, S2, S4 为外侧抽芯机构, S3 为内抽芯机构, 均为“滑块 + 斜导柱 + 楔紧块”结构, 考虑两个制件内侧距离较短, 将 S3 楔紧块做成整体式。为预防滑块在使用过程中出现松动, 结构较

小的 S1, S2, S3 采用限位夹进行限位, S4 整体结构较大, 采用“限位块 + 限位夹”限位, 滑块与楔紧块之间均设有耐磨块。经过计算, 制件垂直顶出距离均满足脱模要求, S1 侧抽芯方向与水平方向夹角为 3.9° , S2 侧抽芯方向与水平方向夹角为 15.7° , S3 侧抽芯方向与水平方向夹角为 11.4° , S4 侧抽芯方向与水平方向夹角为 35.8° 。开模时定模与动模部分沿着分型面分开, 各滑块在斜导柱的导向作用下远离制件实现侧抽芯, 当滑块底部的限位槽接触到限位夹时, 滑块停止运动, 侧抽芯动作完成。

S5 设计为“滑块 + 拔块 + 工字块”结构, 采用“限位块 + 限位夹”限位。K9 和 K10 两个卡扣虽方向一致, 但是考虑到距离较远, 若做成整体式滑块抽芯力较大, 在抽芯时可能会对制件造成破坏, 因此设计为两个滑块组合式抽芯机构, 两个滑块安装在一个工字块的 T 型槽内, 开模时工字块在拔块的带动下开始运动, 同时带动滑块沿着抽芯方向运动, 使之脱离卡扣, 当工字块底部的限位槽接触到限位夹时, 滑块停止运动, 实现侧抽芯。

4 顶出机构设计

由于制件要求表面光滑无顶痕, 因而顶出系统由斜顶、顶杆以及“顶杆 + 顶块”构成, 如图 6 所示。斜顶采用分体式, 便于更换和维修, 斜顶头和斜顶杆用定位销进行定位, 为了保证斜顶头和斜顶杆角度精度一致, 防止顶出时妨碍斜顶顶出以及出现毛刺, 将斜顶头三面设计成斜面, 同时为了避免产生擦白或折断现象, 将斜顶头设计为只成型倒扣中妨碍脱模的部分, 从而减小开模时对倒扣处产生的侧向拉力。顶杆和顶块均采用 T8 钢, 经热处理后硬度达到 53~55HRC。

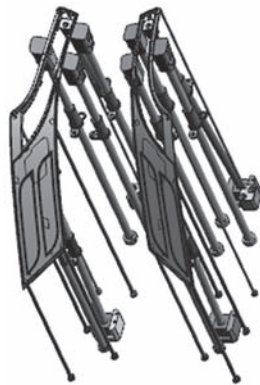


图6 顶出机构

5 浇注系统设计

热流道浇注系统的优点在于能够始终保持塑

料熔体在型腔中的流动状态,降低热量和压力损耗,并且热流道浇注系统具有无水口料、标准化设计互换性好、完全实现自动化、节省工作时间、提高生产效率等显著优势,在汽车塑料模具的制造中已经广泛应用^[8-10]。制件长度方向尺寸较大,如果采用普通流道浇注系统,会导致塑料熔体在型腔内流动距离太长,造成型腔末端填充不满,因此采用开放式热流道浇注系统,如图7所示。该系统包含一块热流道板、两块分流道板、一个一级热嘴、两个二级直通热喷嘴,热流道板与分流道板之间夹角为 41.4° 。为防止热喷嘴周围温度过高造成拉丝、流延、胶流残留等缺陷,设计了独立的浇注系统冷却水道。通过CAE模流分析确定合理的浇口位置,将浇口设置在制件碰穿孔的边缘附近,能够较好地填充型腔、避免熔接痕的产生以及减少塑胶熔体的热量流失。

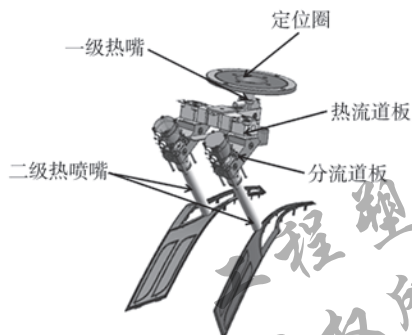


图7 浇注系统

6 冷却系统设计

随形冷却是随着模具型芯、型腔的复杂形状进行设计和规划冷却管道,管道直径可以不断变化。相对传统水路,随形水路能够随着制件表面几何形状的变化而变化,更加均匀地分布在模具型腔的周围,给制件均匀降温,同时可以缩短注塑周期、防止零件变形^[11-13]。根据制件弧形结构,水路依据制件外形设计为7组回路,其中浇注系统1组(H1)、型腔2组(H2, H3)、型芯4组(H4~H7),均采用直通式水管+倾斜式水管,如图8所示。冷却管道直径 D 和管道之间间距 L 的关系式为 $L=kD$,系数参数 k 取 $3\sim 5$ ^[14],受空间结构的影响,水管直径设计为10 mm,在空间允许的范围内,水管直径为16 mm,管道间距最小为30 mm。随形冷却回路成网状分布,冷却总面积达到90%左右,能够保证成型制件尺寸达到客户要求的MT3精度。在设计冷却回路时要避免与顶出机构和侧抽芯机构干涉,否则注塑时会发生漏水现象。为了便于安装,各个回路的进水口与出水口都设置在模具的同一侧。

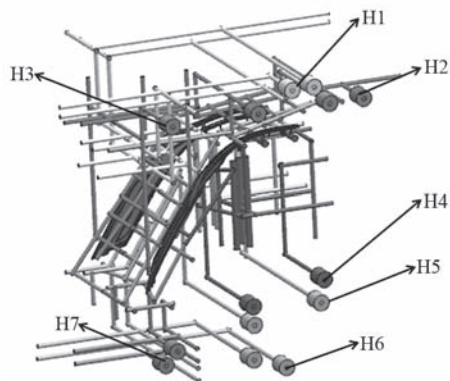


图8 随型冷却水路

7 模具工作过程

模具装配图如图9所示。合模状态下,塑料颗粒经注塑机加热塑化后,依次进入一级热嘴、热流道板、分流道板、二级热喷嘴,最后进入型腔;塑料熔体充满型腔后保压一段时间开始冷却,冷却水从7个进水口同时进入型腔,能够均匀冷却制件各个位置;当达到顶出条件后,注塑机带动模具动模固定板运动,使得动模与定模部分沿着分型面打开,在开模的同时,侧向抽芯机构开始进行侧向抽芯;开模结束后,注塑机油缸带动顶棍推动推出机构将制件顶出,待制件脱落后开始合模,复位杆在弹簧的作用下开始复位,在注塑机的推动下,斜导柱和铲机带动滑块复位,推件板以及顶杆固定板在复位杆的作用下完成复位,之后进行下一个注塑过程循环。

8 结语

(1) 根据制件弧形结构以及具有多处卡扣的特点,设计了一款复杂侧抽芯注塑模具结构,模具分型面为制件最大轮廓处。

(2) 采用开放式热流道浇注系统,并利用CAE软件模拟分析确定最佳浇口位置,确保塑料熔体均匀填满型腔,减少熔接痕。

(3) 采用多向侧向抽芯机构,内外侧抽芯机构同步运动,解决了制件多处不同方位存在卡扣导致脱模难度大的问题。

(4) 采用随型冷却系统按照制件外形设计冷却回路,达到较好的均匀冷却效果,保证了制件的成型质量。

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.

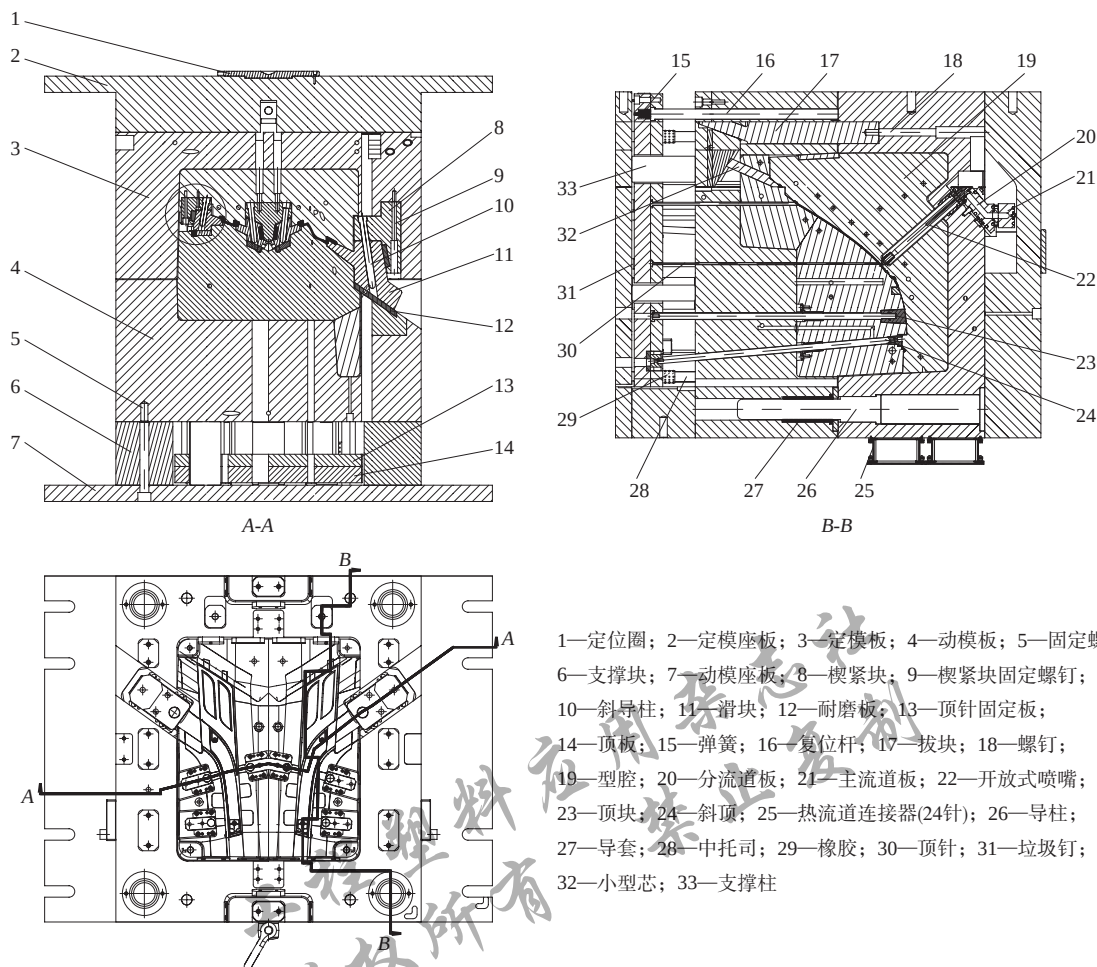


图9 模具装配图

- [2] 刘安林,黄瑶,周甫芝,等.汽车前照灯后壳大型注塑模具设计[J].现代塑料加工应用,2018,30(2):48-51.
Liu Anlin, Huang Yao, Zhou Puzhi, et al. Design of large injection mold for rear cover of car headlight[J]. Modern Plastics Processing and Applications, 2018, 30(2):48-51.
- [3] 王得胜.汽车发动机罩盖阀式热流道注塑模设计[J].工程塑料应用,2019,47(1):88-95.
Wang Desheng. Design of valve type hot runner injection mold for automobile engine cover[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(1):88-95.
- [4] 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.
- [5] 吴炳进.声呐面罩壳八滑块六次抽芯复合机构注塑模具设计[J].中国塑料,2019,33(6):117-126.
Wu Bingjin. Design of injection mold for six-time core-pulling composite mechanism of eight sliders of sonar surface shell[J]. China Plastics, 2019, 33(6):117-126.
- [6] 雷小叶,杨幸雨,梅益.MP3089车载导航后盖壳体卡扣薄壁件多向侧抽芯注塑模具设计[J].合成树脂及塑料,2019,36(2):77-81.
Lei Xiaoye, Yang Xingyu, Mei Yi. Design of multi side core pulling injection mold for buckle thin wall plastic parts of MP3089 vehicle navigation rear cover shell[J]. China Synthetic Resin and Plastics, 2019, 36(2):77-81.
- [7] 覃霞玲.基于CAD窄筋连接电脑电池薄壳件的注塑模具设计[J].工程塑料应用,2019,47(4):85-89.
Qin Xialing. Design of injection mold for CAD-based narrow-beam connection computer battery thin case[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(4):85-89.
- [8] 刘鑫,李金良,郭恒亚,等.汽车前侧风挡饰条模具热流道系统设计[J].工程塑料应用,2020,48(5):109-113.
Liu Xin, Li Jinliang, Guo Hengya, et al. Design of hot runner system for the mould of automotive front windshield decoration strip[J]. Engineering Plastics Application, 2020, 48(5):109-113.
- [9] 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.
- [10] 温煌英,赵利平,刘付国宇. 汽车前保险杠热流道精密注塑模设计[J]. 工程塑料应用,2020,48(3):98-103.
- Wen Huangying, Zhao Liping, Liu Fuguoyu. Design of precision injection mold for hot runner of automobile front bumper[J]. Engineering Plastics Application,2020,48(3):98-103.
- [11] 李桂金,匡唐清,金凯. 基于随形水路技术的带把双色水杯注塑模具设计[J]. 中国塑料,2018,32(1):131-136.
- Li Guijin, Kuang Tangqing, Jin Kai. Design of injection molds for a two-color cup with handles based on conformal cooling technology[J]. China Plastics,2018,32(1):131-136.
- [12] 张新聚,刘雷,赵文清,等. 注塑模具随形冷却的分析及优化[J]. 塑料,2018,47(2):126-130.
- Zhang Xinju, Liu Lei, Zhao Wenqing, et al. Analysis and optimization of conformal cooling system in injection mold[J]. Plastics,2018,47(2):126-130.
- [13] 韩伟,江丽珍,黄凌森. 汽车档位杆注塑模具冷却系统设计与优化[J]. 塑料,2020,49(2):128-131.
- Han Wei, Jiang Lizhen, Huang Lingsen. Design and optimization of cooling system for injection mould of automobile gear rod[J]. Plastics,2020,49(2):128-131.
- [14] 骆仕斌,李爱娜. 大型液晶电视外壳双层结构注塑模具设计[J]. 塑料,2018,47(4):94-98.
- Luo Shibin, Li Aina. Design of injection mold for double layer structure of large LCD TV shell[J]. Plastics,2018,47(4):94-98.
-
- (上接第 74 页)
- [11] Ramanath H S, Chua C K, Leong K F, et al. Melt flow behaviour of poly- ϵ -caprolactone in fused deposition modelling[J]. J Mater Sci Mater Med,2008,19(7):2 541-2 550.
- [12] Liu Jun, Anderson K L, Sridhar N. Direct simulation of polymer fused deposition modeling (FDM)——An implementation of the multi-phase viscoelastic solver in OpenFOAM[J]. International Journal of Computational Methods,2020,17(1):253-277.
- [13] Heller B P, Smith D E, Jack D A. Effects of extrudate swell and nozzle geometry on fiber orientation in fused filament fabrication nozzle flow[J]. Additive Manufacturing,2016,12:252-264.
- [14] Comminal R, Serdeczny M P, Pedersen D B, et al. Numerical modeling of the strand deposition flow in extrusion-based additive manufacturing[J]. Additive Manufacturing,2018,20:68-76.
- [15] Shadvar N, Forooghi E, Badrossamay M, et al. Computational analysis of the extrusion process of fused deposition modeling of acrylonitrile-butadiene-styrene[J]. International Journal of Material Forming,2019.doi:10.1007/s12289-019-01523-1.
- [16] Serdeczny M P, Comminal R, Pedersen D B, et al. Experimental validation of a numerical model for the strand shape in material extrusion additive manufacturing[J]. Additive Manufacturing,2018,24:145-153.
- [17] Mu Y, Hang L, Chen A, et al. Influence of die geometric structure on flow balance in complex hollow plastic profile extrusion[J]. International Journal of Advanced Manufacturing Technology,2017,91(1-4):1 275-1 287.