

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2021.12.017

投影仪镜筒双斜度八斜顶脱模机构注塑模设计

华丽霞

(义乌工商职业技术学院,浙江义乌 322000)

摘要:结合投影仪镜筒塑件的成型要求,设计了一副注射成型模具,模具结构为三板模结构,1模1腔布局。模腔使用6个点浇口进行平衡浇注,以减小塑件收缩变形。模腔由多个镶件组合构成,镶件的使用降低了成型件加工难度并保证成型件的成型尺寸精度。针对塑件内壁上有螺旋槽难以脱模的问题,设计了一种有两种顶出斜度的双斜度八斜顶脱模机构用于内壁的脱模;该脱模机构中,共设有两组8个斜顶及一个中央导向机构;第1组4个斜顶采用 2.5° 斜度顶出,第2组4个斜顶采用 11.5° 斜度顶出;两组斜顶同步顶出实施侧抽芯时,8个斜顶两两之间产生相同大小的间隙,从而能保证8个斜顶的无阻碍顶出,实现了塑件内壁的自动化脱模。

关键词:投影仪镜筒;螺旋槽;双斜度顶出;三板模;注射成型

中图分类号: TQ320.5+2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2021)12-0091-05

Design of Injection Mold with Double Angles and Eight Lifters Demoulding Mechanism for Projector Lens Barrel

Hua Lixia

(Yiwu Industrial & Commercial College, Yiwu 322000, China)

Abstract : Combination with the molding requirements of the projector lens barrel plastic parts, an injection mold was designed. The mold structure was a three-plate mold structure with an one-mold with one-cavity layout. The mold cavity used a six point gates for balanced gating to reduce shrinkage and deformation of the plastic part. The mold cavity was composed of a combination of multiple inserts, and the use of inserts reduced the processing difficulty of the molded part and ensure the molding dimensional accuracy of the molded part. In view of the difficulty of demoulding with spiral grooves on the inner wall of the plastic part, a combined double angles and eight lifters demoulding mechanism with two ejection angles was designed for demoulding the inner wall. In the mechanism, there were two groups of eight lifters and a central guide mechanism. The first group of four lifters were ejected at an angle of 2.5° with the opening mold direction, and the second group of four lifters were ejected at an angle of 11.5° with the opening mold direction. When the two groups of lifters were simultaneously ejected to implement side core pulling, the same size gap was generated between two of eight lifters, thereby which ensured the unobstructed ejection of eight lifters, and realized the automatic demoulding of the inner wall of the plastic part.

Keywords : projector lens barrel ; spiral groove ; double angles ejection ; three-plate mold ; injection molding

光学仪器塑料零件一般采用精密注射成型方式进行生产,塑件关键尺寸的精度可以达到 0.01 mm 。此类塑件精密注射成型时,保证塑件尺寸精密度的首要方法是控制塑件的收缩^[1-3],其次是从模具结构上提高模腔成型件的尺寸精度。投影仪镜筒是某教学用途投影仪光学器件上的关键零

件,该镜筒使用精密注塑方式进行成型,塑件关键尺寸的公差等级要求在MT3等级以上。针对于此,笔者设计了一副投影仪镜筒三板精密注塑模具,以供同类塑件成型模具设计参考。

1 投影仪镜筒塑件结构

投影仪镜筒塑件使用30%碳纤维(CF)增强丙

基金项目:浙江省教学改革项目(JG20180721),浙江省2019-2020年度产教融合“五个一批”协同育人项目(208)

通信作者:华丽霞,硕士,副教授,从事工业设计、产品成型加工、教育理论等研究

收稿日期: 2021-09-18

引用格式: 华丽霞. 投影仪镜筒双斜度八斜顶脱模机构注塑模设计[J]. 工程塑料应用, 2021, 49(12): 91-95.

Hua Lixia. Design of injection mold with double angles and eight lifters demoulding mechanism for projector lens barrel[J]. Engineering Plastics Application, 2021, 49(12): 91-95.

烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料 (ABS) 注射成型, 塑件材料收缩率为 0.53%~0.55%, 成型精度为 MT3 级, 其形状如图 1 所示, 塑件结构特点为: 塑件的最大外径为 122 mm, 总高度 108 mm; 镜筒本体外径为 114 mm, 壁厚 2 mm。镜筒外壁顶端设置有 1 圈外圆齿轮, 齿轮为渐开线型齿轮, 压力角为 20°, 模数为 1, 齿厚为 12 mm。齿轮外圆周中间位置设置有 1 处插槽。齿轮下端设置有 1 个端面限位圈, 端面限位圈外径为 122 mm, 高度 2.5 mm。镜筒内壁上设置了 3 个规则布置的螺旋槽 L_1 、螺旋槽 L_2 和螺旋槽 L_3 , 3 个螺旋槽的起始位置均在镜筒本体底端, 收尾在上端。镜筒本体底端内壁上还设置有 3 个卡台: 卡台 1、卡台 2 和卡台 3。

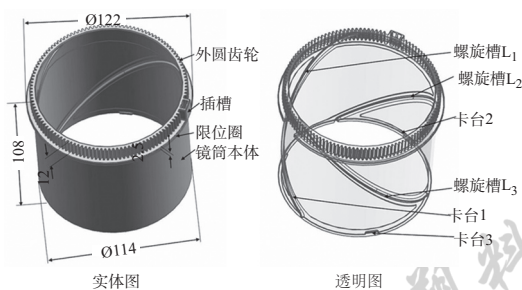
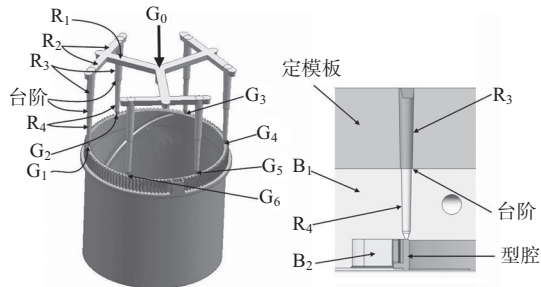


图 1 投影仪镜筒

2 多点式点浇口浇注系统

浇注系统如图 2 所示。为保证塑件的成型精度, 塑件模腔的浇注采用在圆周上均布 6 个点浇口的方式进行浇注, 以防止收缩不均而造成塑件尺寸不稳定。在 6 个点浇口中, 分成 3 组设置, G_1 和 G_2 为第 1 组, G_3 和 G_4 为第 2 组, G_5 和 G_6 为第 3 组。其中, G_5 浇口设置在插槽附近, 以确保插槽获得充足的充填。每组浇口的流道由四级构成, 以第 1 组为例, 主浇道浇口 G_0 通过一级流道 R_1 将熔料传送给 2 个二级流道 R_2 , 二级流道 R_2 再传送给三级流道 R_3 和四级流道 R_4 。三级流道 R_3 的末端外径比四级流道 R_4 的始端外径大 1 mm, 使两者结合的部位形成 1 个



$G_0 \sim G_6$ —浇口; $R_1 \sim R_4$ —流道分级; B_1 —型腔镶件; B_2 —外圆齿轮镶件

图 2 浇注系统

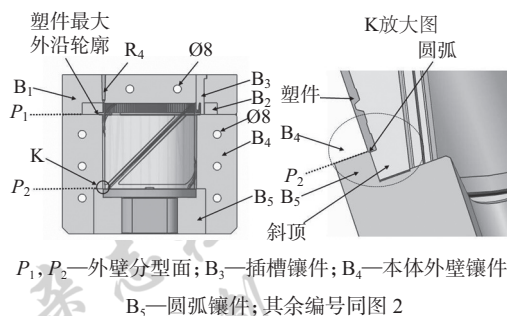
台阶, 其原因有两个: 一是鉴于流道 R_3 和流道 R_4 使用 2 个不同成型零件进行成型的缘故, 须保证 4 级流道 R_4 成型孔的截面不因成型件的安装误差而减小; 二是有利于流道 R_3 , R_4 的脱模。

3 分型及成型件设置

成型件的尺寸精度是影响塑件成型尺寸精度的重要因素^[4-6], 因此, 在成型件分型设计时, 做以下设置以确保成型件的成型尺寸精度。

3.1 外壁分型及成型件设计

外壁成型件如图 3 所示。



P_1, P_2 —外壁分型面; B_3 —插槽镶件; B_4 —本体外壁镶件;
 B_5 —圆弧镶件; 其余编号同图 2

图 3 外壁成型件

首先, 塑件限位圈底部的外圆为塑件的最大外沿轮廓所在位置, 此处设置分型面 P_1 对模腔进行第一次分型, 分型出 B_1 型腔镶件, 再从 B_1 型腔镶件上分割出插槽的成型件 B_3 插槽镶件, 以保证 B_1 型腔镶件和 B_3 插槽镶件的机加工成型尺寸精度^[7]。

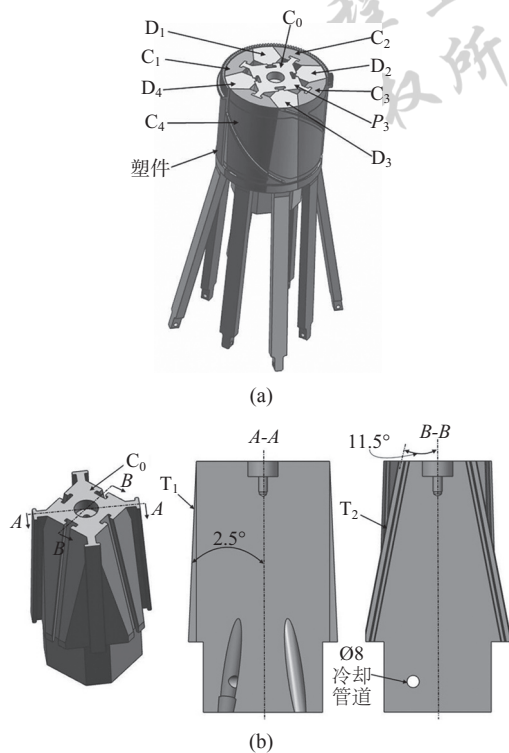
其次, 外圆齿轮的成型件单独设置成一个 B_2 外圆齿轮镶件, 这样便于 B_2 外圆齿轮镶件的内圆成型齿轮能使用线切割慢走丝机床进行高精度加工, 确保内圆成型齿轮的电加工成型尺寸精度。

再次, 镜筒本体底端外缘为圆弧, 如图 3 中 K 放大图所示, 若圆弧的成型件和外壁的成型件设置成 1 个整体式成型件, 因该整体式成型件为深壁成型件, 数控铣床的刀具在加工底端圆弧时容易产生弹刀, 造成圆弧的机加工成型加工精度难以控制, B_4 本体外壁镶件上镜筒外壁的成型内孔也难以加工到位, 较好的方式是设置分型面 P_2 , 对外壁成型件进行再次分型, 将圆弧的成型件和外壁的成型件分离, 分型出 B_5 圆弧镶件和 B_4 本体外壁镶件, 这样, B_4 本体外壁镶件上镜筒外壁的成型内孔可设置为锥度为 0.3° 的小锥度锥孔, 以便于镜筒外壁的脱模, 该锥孔加工方式可以采用线切割慢走丝进行加工, 能保证该孔有较高的电加工成型尺寸精度; 而 B_5 圆弧镶件上的圆弧则可以直接使用高速铣机加工而获得较高的机加工成型尺寸精度。 B_1 型腔镶件、

B₄ 本体外壁镶件分别开设 Ø8 mm 冷却管道进行冷却。

3.2 内壁分型及成型件设计

由于塑件内壁上设置有 3 个螺旋槽和 3 个卡台, 塑件内壁脱模时需要使用内抽芯方式进行侧抽芯脱模, 因而, 只有将内壁成型件的分型面 P₃ 设置在内壁顶端, 采用多个镶件拼合的形式进行成型件设置, 才能实现塑件内壁的自动脱模^[8-10]。设计的内壁成型件如图 4a 所示, 针对塑件内壁的成型, 设计了一种双斜度八斜顶脱模机构, 机构由两组 8 个成型件及 1 个中央导向件构成, 第 1 组为顶出斜度为 2.5° 的 C₁~C₄ 镶件, 第 2 组为顶出斜度为 11.5° 的 D₁~D₄ 镶件。两组镶件的每个镶件都做成斜顶形式, 两组斜顶分别由两种不同斜向角度的 T 型导轨滑动副进行导向; 第 1 组斜顶的滑动副中, 每个斜顶的 T 型导槽的斜向角度为 2.5°, 其对应的导轨为图 4b 中所示的 C₀ 中央导向件上的导轨 T₁; 第 2 组斜顶的滑动副中, 每个斜顶的 T 型导轨的斜向角度为 11.5°, 其对应的导槽为图 4b 中所示的 C₀ 中央导向件上的导槽 T₂。图 4b 中的 C₀ 中央导向件的冷却使用 Ø8 mm 管道进行冷却。



P₃—内壁分型面; C₁~C₄—2.5° 斜顶; D₁~D₄—11.5° 斜顶;

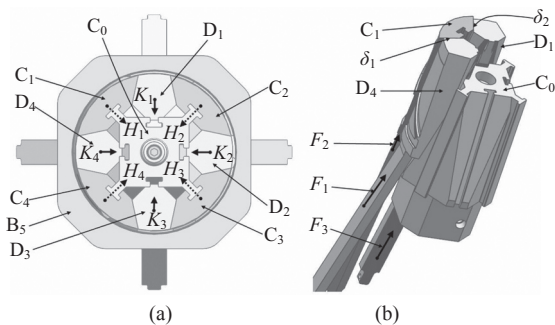
T₁—2.5° T 型导轨; T₂—11.5° T 型导轨

a—内壁成型件设计; b—C₀ 中央导向件

图 4 内壁成型件

4 内壁斜顶脱模机构设计

双斜度八斜顶脱模机构布置及工作原理如图 5 所示。



δ_1, δ_2 —分离间隙; H₁~H₄—第 1 组斜顶抽芯方向; K₁~K₄—第 2 组斜顶抽芯方向; F₁~F₃—斜顶顶出方向; 其余编号同图 3 和图 4

a—布置; b—工作原理

图 5 双斜度八斜顶脱模机构布置及工作原理

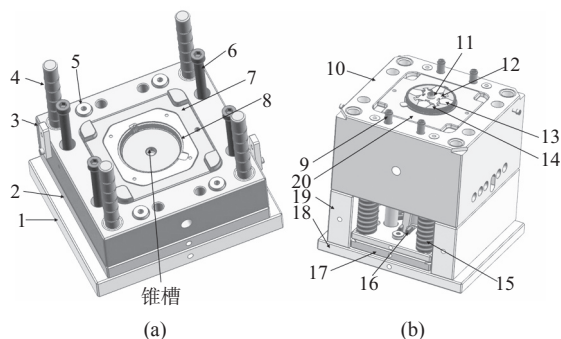
双斜度八斜顶脱模机构的原始状态如图 5a 所示, 当注塑机顶杆推动模具顶针板顶出时, 将同步推动第 1 组斜顶 (C₁~C₄) 和第 2 组斜顶 (D₁~D₄) 同步顶出, 由于两组斜顶的斜向顶出斜度角度不同, 两组的各个斜顶在各自对应的侧抽芯方向 (第 1 组分别对应 H₁~H₄, 第 2 组分别对应 K₁~K₄) 上将产生不同的侧向抽芯距离, 因而, 相邻的斜顶之间将产生间隙而分离, 从而每两个相邻斜顶之间都能够产生相对移动。双斜度八斜顶脱模机构的工作原理如图 5b 所示, 以斜顶 C₁ 的移动为例, 当斜顶 D₄、斜顶 D₁、斜顶 C₁ 同步分别按 F₁ 向、F₃ 向、F₂ 向被顶出时, 斜顶 D₄ 在 K₄ 向、斜顶 D₁ 在 K₁ 向上侧抽芯移动的距离大于斜顶 C₁ 在 H₁ 向上的侧抽芯距离, 因而, 斜顶 D₄ 和斜顶 C₁ 之间将产生分离间隙 δ_1 , 斜顶 D₁ 和斜顶 C₁ 之间将产生分离间隙 δ_2 , 且 $\delta_1 = \delta_2$, 这是保证本机构 8 个斜顶能顺利顶出的基本条件, 在此条件下, 8 个斜顶才能顺利被模具的顶出板顶出, 从而实现塑件内壁内缩式抽芯脱模^[11-13]。

5 模具结构

5.1 模具结构组成

模具使用一种三板模结构, 如图 6 所示, 模腔使用 1 模 1 腔布局。浇注系统按图 2 所示进行设置。在冷却系统中, 鉴于 8 个斜顶冷却管道设计时的空间不足, 只能在 C₀ 中央导向件 12 中设置冷却水路, 来间接对 8 个斜顶进行冷却; 外壁成型件中的 B₁ 型腔镶件 7 和 B₄ 本体外壁镶件 20 都开设 Ø8 mm 管道进行冷却。模腔的排气措施依赖于图 3 中各成型镶件间的间隙进行排气^[14-15], 因而, 成型镶件间

的装配间隙 δ 控制在 $\delta < 0.02 \text{ mm}$ 。考虑到塑件的外圆齿轮与镜筒本体有同轴度形位控制要求,在 C_0 中央导向件12上增加1个圆锥定位锥台11,在模腔闭合时此圆锥定位锥台11能插入 B_1 型腔镶件7中心部位的锥槽内,以增强 C_0 中央导向件12和 B_1 型腔镶件7之间的定位。模架使用简化型细水口标准模架。考虑到推板17上安装的8个斜顶座16需进行顶出,复位时对推板17有较大的复位冲击力,容易造成推板上复位杆的顶端磨损,因而,复位杆的顶端设置有耐磨圆块5以便于磨损后更换。



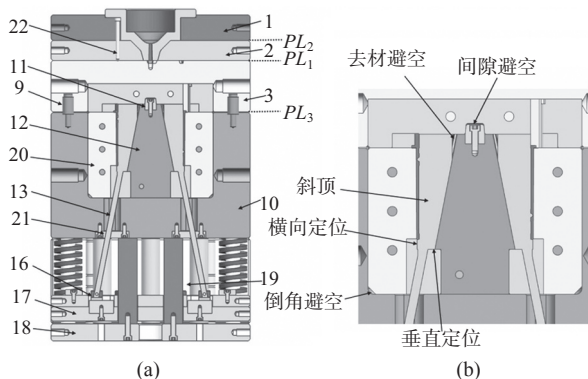
1—定模座板;2—脱料板;3—定模板;4—导柱;5—耐磨圆块;
6—长拉杆;7— B_1 型腔镶件;8— B_2 外圆齿轮镶件;9—尼龙扣;
10—动模板;11—定位锥台;12— C_0 中央导向件;
13— 2.5° 斜顶;14— 11.5° 斜顶;15—弹簧;16—斜顶座;
17—推板;18—动模座板;19—模脚;20— B_4 本体外壁镶件

a—定模;b—动模

图6 模具结构

5.2 模具工作原理

模具工作原理及装配注意事项如图7所示。如图7a所示,模具工作时有三次开模,分别为 PL_1 , PL_2 , PL_3 。第一次开模在 PL_1 面处打开,此面打开时,流道废料与模腔内塑件分离;第二次开模在 PL_2 面处打开,此面打开时,脱料板2将流道废料从拉料杆



$PL_1 \sim PL_3$ —开模面;21—耐磨板;22—拉料杆;其余编号同图6

a—工作原理;b—装配注意事项

图7 模具工作原理及装配注意事项

22上刮出,流道废料自动脱落;第三次开模在 PL_3 面处打开,此面的打开用于塑件从模腔的型腔一侧脱模。 PL_3 面打开后,注塑机顶杆推动推板17向上顶出,从而驱动8个斜顶将塑件从 B_4 本体外壁镶件20内顶出而实现塑件的完全脱模。

5.3 装配注意事项

如图7b所示,装配模具时,为保证各零件的顺利装配和动作,以下关键点须设置到位:①设计8个斜顶时,斜顶的头部需设置有垂直定位和横向定位,且每个斜顶的头部都须进行去材避空;② C_0 中央导向件12的中间定位锥台11与 B_1 型腔镶件7内的锥槽配合后其顶端须设置有间隙避空,以防顶死;③零件上非成型部位的尖角须进行倒角避空,以防装配时顶死无法进行装配;④每个斜顶都须配装耐磨板21以防斜顶磨损。

6 结论

结合投影仪镜筒塑件的精密注射成型要求,采用圆周上布置6个点浇口进行均衡浇注以有效控制注塑件的收缩变形。镜筒内壁的螺旋槽使用双斜度八斜顶机构进行脱模。双斜度八斜顶脱模机构中,设置有两组共8个斜顶,每4个1组,两组斜顶的顶出斜度分别为 2.5° 和 11.5° 。8个斜顶按两种顶出斜度间隔排布,组合成同步顶出机构对塑件内壁实施侧抽芯顶出脱模。设计8个斜顶零件时,每个斜顶的头部须设置有横向定位和垂直定位,同时,斜顶的头部须采用去材避空方式避空,以免8个斜顶同步顶出时产生干涉而无法顶出。为保证模腔成型件的加工成型尺寸精度,模腔使用镶件镶拼形式进行组合,以降低模腔成型件的加工难度,确保每个成型镶件的加工成型尺寸精度,从而保证塑件的成型尺寸精度。

参考文献

- [1] 雷芳,黄克勤,刘路兴.具有多种脱模结构的汽车灯罩精密模具设计[J].工程塑料应用,2021,49(5):97-102.
Lei Fang, Huang Keqin, Liu Luxing. Precision mold design of automobile lampshade with various demoulding structures[J]. Engineering Plastics Application, 2021, 49(5):97-102.
- [2] 屈华昌.斜齿轮塑件注射模的脱模机构设计[J].模具技术,2002(5):29-30.
Qu Huachang. Demoulding mechanism design to injection mould of bevel-gear[J]. Die and Mould Technology, 2002(5):29-30, 41.
- [3] 江昌勇,沈洪雷.塑料成型模具设计[M].北京:北京大学出版社,2012.
Jiang Changyong, Shen Honglei. Design of plastic molding

- molde[M]. Beijing: Peking University Press, 2012.
- [4] 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.
- [5] 马振锋, 刘胜永, 韦敏. 喷油器顶盖半圆翻转抽芯机构模具设计[J]. 工程塑料应用, 2019, 47(12): 97-100, 120.
- Ma Zhenfeng, Liu Shengyong, Wei Min. Design of mould with semi-circle reversal core-pulling mechanism for fuel injector top cover[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(12): 97-100, 120.
- [6] 陈剑玲, 李昌雪, Calle Helldin. 汽车仪表盘盖侧抽热流道注塑模设计[J]. 现代塑料加工应用, 2014, 26(3): 49-51.
- Chen Jianling, Li Changxue, Calle Helldin. Design of injection mold with side-slider and hot runner system for car cashboard cover[J]. Modern Plastics Processing and Applications, 2014, 26(3): 49-51.
- [7] 焦瑞萍, 池成忠, 黄能会. 注塑模具结构中的镶件设计[J]. 塑料工业, 2010, 38(2): 33-35.
- Jiao Ruiping, Chi Chengzhong, Huang Nenghui. The insert designing of injection-mold's structure[J]. China Plastics Industry, 2010, 38(2): 33-35.
- [8] 李英, 焦洪宇, 杨兰玉. 摩托车前灯壳体的注塑模具设计[J]. 塑料科技, 2015, 43(9): 64-66.
- Li Ying, Jiao Hongyu, Yang Lanyu. Design on injection mould for headlight housing of motorcycle[J]. Plastics Science and Technology, 2015, 43(9): 64-66.
- [9] 张维合. 汽车中央通道主体大型注塑模具设计[J]. 中国塑料, 2017, 31(5): 92-97.
- Zhang Weihe. Design of large-sized injection molds for main bodies of auto central channels[J]. China Plastics, 2017, 31(5): 92-97.
- [10] 杨军, 曾霞文, 王雪红, 等. 烟花塑料底座多向斜抽芯注射模设计[J]. 模具工业, 2016, 42(12): 45-47, 51.
- Yang Jun, Zeng Xiawen, Wang Xuehong, et al. Design of injection mould with multi-ram inclined core-pulling for plastic firework base[J]. Die & Mould Industry, 2016, 42(12): 45-47, 51.
- [11] 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.
- [12] 张春彬, 张织璇. 基于UG的电吹风圆扇风口塑件工业造型与注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2019, 47(2): 82-87.
- Zhang Chunbin, Zhang Zhixuan. Industrial modeling and injection mould design for circular and flat tuyere plastic part of hair dryer based on UG[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(2): 82-87.
- [13] 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): 79-83.
- 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): 79-83.
- [14] Park H, Cha B, Cho S, et al. A study on the estimation of plastic deformation of metal insert parts in multi-cavity injection molding by injection-structural coupled analysis[J]. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2016, 83: 2 057-2 069.
- [15] 蔡厚道, 王训杰, 黄雪梅. 基于Moldflow的车载导航面板注塑模具设计[J]. 塑料工业, 2020, 48(1): 60-64.
- Cai Houdao, Wang Xunjie, Huang Xuemei. Design of injection mold for automobile navigation panel based on moldflow[J]. China Plastics Industry, 2020, 48(1): 60-64.

(上接第 90 页)

- 与优化[J]. 塑料, 2017, 46(2): 102-105.
- Qi Chunxiao, Chen Kaiyuan, Huang Xiaoming. Design and optimization of runner system for front door sash based on moldflow[J]. Plastics, 2017, 46(2): 102-105.
- [12] 秦欣, 苏小平. 基于Mouldflow的PLC外壳盖注塑模设计与优化[J]. 塑料科技, 2018, 46(9): 115-120.
- Qin Xin, Su Xiaoping. Design and optimization of injection mold for PLC shell cover based on Moldflow[J]. Plastics Science and Technology, 2018, 46(9): 115-120.
- [13] 孙中柏, 许孔联. 管接头塔式环形水路及双层复合哈弗滑块机构模具设计[J]. 塑料, 2021, 50(2): 146-150.
- Sun Zhongbai, Xu Konglian. Design of the mould with tower type circular water way and the double-layer compound haver slider mechanism for the pipe joint[J]. Plastics, 2021, 50(2): 146-150.
- [14] 李恩田, 刘光虎. 精密模具设计与制造[M]. 北京: 科学出版社, 2014.
- Li Entian, Liu Guanghu. Precision die design and manufacturing[M]. Beijing: Science Press, 2014.
- [15] 王怀奥, 肖国华. 电饭煲注塑模具自动脱模机构及控制机构设计[J]. 中国塑料, 2017, 31(9): 137-144.
- Wang Huaiao, Xiao Guohua. Design of automatic demoulding mechanisms and control mechanism for injection molds of rice cookers[J]. China Plastics, 2017, 31(9): 137-144.