

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2024.11.015

液压控制阀密封圈顺序强脱注塑模具设计

范玉¹, 李成², 肖根先¹

(1. 江苏建筑职业技术学院, 江苏徐州 221116; 2. 徐州开放大学, 江苏徐州 221000)

摘要: 对液压控制阀密封圈塑件进行了结构工艺性及成型工艺性分析, 该产品为环状结构, 内部有环状 U 型凹槽, 无法实现内抽芯, 针对塑件无法实现内抽芯的难题, 创新设计了具有顺序顶出脱模机构, 该机构的核心部件嵌在型芯固定板和成型套管固定板之间, 借助推杆的动力完成顺序强制脱模, 设计巧妙、机构紧凑, 具有创新性。根据塑件的外观及尺寸精度要求、对浇口位置进行分析, 确定采用潜伏式浇口, 设计的顺序顶出脱模注塑模具包括: 分型面设计、杯冷式的单循环浇注系统设计、成型零件设计等; 设计了液压控制阀密封圈潜伏式浇口顺序脱模机构注塑模具装配图及成型零件图; 详细介绍了顺序脱模机构的工作过程及模具工作原理。实践证明, 模具结构具有创新性, 对回转体强制脱模类的模具设计提供参考。

关键词: 液压控制阀密封圈; 顺序顶出; 强制脱模; 成型零件; 模具设计

中图分类号: TG76 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2024)11-0105-05

Hydraulic control valve seal ring sequential strong de-injection mold design

FAN Yu¹, LI Cheng², XIAO Genxian¹

(1. Jiangsu Vocational Institute of Architectural Technology, Xuzhou 221116, China; 2. Xuzhou Open University, Xuzhou 221000, China)

Abstract : The structural manufacturability and molding manufacturability of the plastic parts of the hydraulic control valve sealing ring were analyzed. The product has a ring structure, there is an annular U-shaped groove inside, aiming at the problem that the internal core pulling cannot be realized for plastic parts, sequential ejection and demoulding mechanism were innovatively designed, the core component of the mechanism was embedded between the core fixing plate and the forming sleeve fixing plate, with the help of the power of the pusher, the sequential forced demoulding was completed, the design is ingenious, compact and innovative. According to the appearance and dimensional accuracy requirements of the plastic parts, gate position was analysed, the use of submerged gates was confirmed, the sequence of design ejection release injection molds includes: parting surface design, cup cooling single-cycle gating system design, molded parts design, etc. The latent gate sequential demoulding mechanism of the hydraulic control valve sealing ring was designed, and the assembly drawing of the injection mold and the molded parts were designed. The working process of the sequential demoulding mechanism and the working principle of the mold were introduced in detail. Practice has proved that the mold structure is innovative. It provides a reference for the mold design of the forced demoulding type of rotary body.

Keywords : hydraulic control valve seals ; sequential ejection ; forced demoulding ; molded parts ; mould design

液压控制阀密封圈是用于液压控制阀体上的塑料件, 其内部有环状 U 型凹槽, 环状 U 型凹槽较深, 成型后必须采取强制脱模, 能否在保证塑件质量的前提下强制脱模, 成为模具设计成功的关键。顶出机构的设计是模具设计的难点, 笔者创新性设计了一模两腔的顺序抽芯顶出注塑模具, 其设计独

具特征, 具有典型性, 因此液压控制阀密封圈的模具设计可为同类塑件模具设计提供借鉴^[1]。

1 塑件工艺分析

1.1 塑件材料性能分析

该塑件是用于液压控制阀体上的密封圈, 年产 10 万件, 图 1 为塑件实物图和示意图, 材料为热塑性

基金项目: 江苏省住建厅科技项目(2018ZD69)

通信作者: 范玉, 教授, 主要研究方向为精密塑料模具设计、模具 CAD/CAM、冲压模具设计

收稿日期: 2024-09-05

引用格式: 范玉, 李成, 肖根先. 液压控制阀密封圈顺序强脱注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2024, 52(11): 105-109.

FAN Yu, LI Cheng, XIAO Genxian. Hydraulic control valve seal ring sequential strong de-injection mold design[J]. Engineering Plastics Application, 2024, 52(11): 105-109.

弹性体(TPSiV),它是热塑性聚氨酯弹性体(TPU)与硅胶共混并动态交联的一种新型塑性弹性体,TPSiV收缩率为1.0%~1.3%,密度为1.20~1.4 g/cm³,具有良好的耐磨性、压缩弹性形变性能、优异的黏接强度及良好的抗紫外线性能,还具备良好的防水性和密封性^[2]。

1.2 塑件结构分析

该塑件为环状结构,外形尺寸为 $\varnothing 72\text{ mm}\times 22.2\text{ mm}$,体积为12 719 mm³,壁厚均值为1.6 mm,最小壁厚为0.4 mm,脱模斜度设为2°。塑件尺寸精度要求高,为保证密封的可靠性,塑件内部U槽内需要安装O密封圈,配合尺寸精度选用MT3级。因该塑件内部为环状U形槽,结构上无法实现内抽芯,通过设计一种创新性的顺序抽芯顶出机构,成功地解决了模具结构设计的难点问题^[3]。

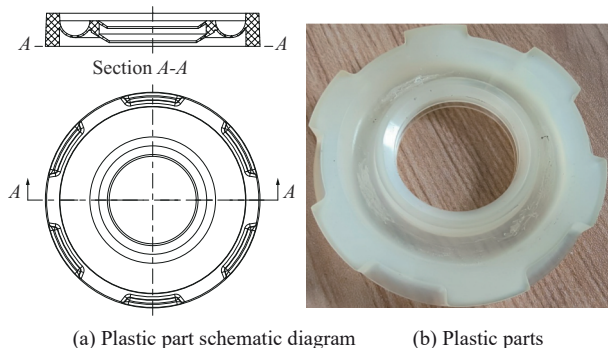


图1 液压控制阀密封圈及示意图

Fig. 1 Hydraulic control valve seals and its schematic diagram

2 模具结构设计

2.1 分型面的选择

分型面的选择是否合理,关系到塑件质量、模具结构的复杂程度、脱模形式以及生产操作的难易程度。依据模具分型面的选择原则,分型面一般设在最大轮廓处,密封圈塑件模具分型面应选择在A-A处,型腔在分型面的上侧。塑件的内部有环状U形槽,在型芯上成型,为确保塑件质量,采用顺序顶出机构强制脱模,确定的分型面如图2所示^[4]。

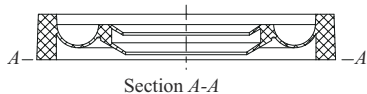


图2 分型面设计图

Fig. 2 Parting surface design drawing

2.2 浇注系统设计

浇注系统的结构及其尺寸直接关系到塑料的填充过程、塑件的成型质量,选择正确的浇口的形式和位置是保证产品成型质量的前提条件。采用

潜伏式进料的形式,设计的浇注系统由主流道、分流道、潜伏式浇口和冷料井四部分组成,其中,主流道位于模具中心线上,其端面为球半径为19 mm的球面,主流道的流道口尺寸为 $\varnothing 2.9\text{ mm}$,大端尺寸为 $\varnothing 6\text{ mm}$,长度为68.5 mm,表面粗糙度值 R_a 为0.8 μm ,分流道长度为29.5 mm,截面为 $\varnothing 6\text{ mm}$ 的圆形,潜伏式浇口为矩形浇口,小端尺寸4 mm $\times$ 1.5 mm,主流道末端设置带有拉料杆的冷料穴。其结构图及其主要尺寸如图3所示^[5-7]。

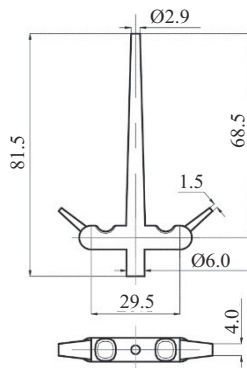


图3 浇注系统结构图

Fig. 3 Structure diagram of gating system

2.3 模具成型零件设计

成型零件主要由型腔镶块、型芯镶块、成型套管及环状U形槽成型件强脱型芯组件组成。成型零件在充模保压阶段承受很高的型腔压力,应具有足够的强度、刚度、耐磨性。结合塑件生产批量,型腔镶块、型芯镶块选材为P20 热作镜面塑料模具钢,热处理硬度:30~36HRC。采用一模两腔、潜伏式进料的整体嵌入式模具结构,型腔镶块、型芯镶块分别与型腔镶块固定板、型芯镶块固定板采用H7/m6的过渡配合^[7-9]。

型腔镶块的结构及主要尺寸如图4所示,其外形尺寸为:246 mm $\times$ 134 mm $\times$ 40 mm,采用过渡配合与型腔固定板配做,排气系统设计在型腔镶件分型面上,采用环状辐射状的排气方式,排气槽深度为0.2 mm,宽度为8 mm,四角处设计虎口精定位^[10]。

图5为型芯镶块及强脱型芯组件图。由型芯镶块、环状U形槽成型镶件、成型套管、活动推杆及螺栓组成,型芯镶块外形尺寸为:246 mm $\times$ 134 mm $\times$ 43 mm,采用过渡配合与型芯固定板配做,成型套管固定在型芯固定板上,环状U形槽成型镶件用螺栓固定在活动推杆上,活动推杆在成型套管内滑动,活动推杆与成型套管采用H7/h6的间隙配合。型芯镶

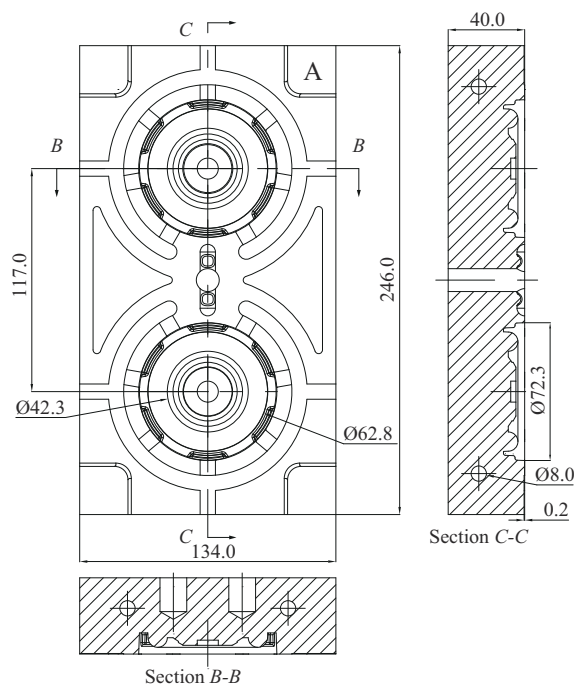


图4 型腔镶块图

Fig. 4 Cavity block diagram

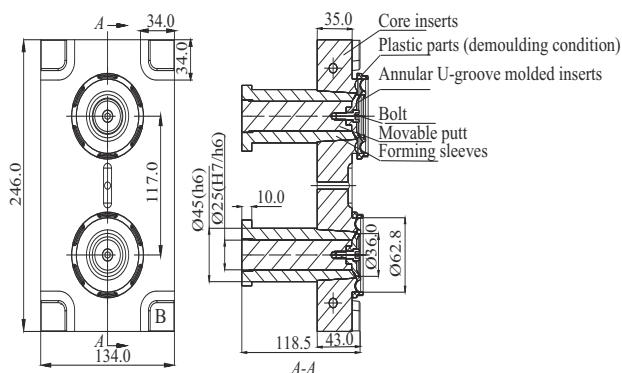


图5 型芯镶块及强脱型芯组件图

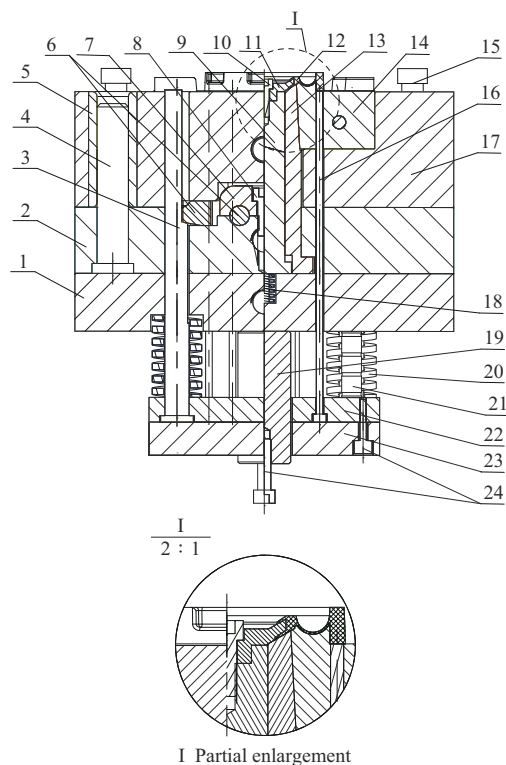
Fig. 5 Diagram of core inserts and strong release core components

块及强脱型芯组件采用的是德国生产的热作塑料模具钢:1.2344 ESR,热处理硬度为HRC45~49,成型表面要进行抛光处理^[11]。

2.4 顺序顶出机构设计

因塑件结构要求,需要采用强制脱模结构,分模时要将小型芯先从塑件中强制脱模,再通过顶出机构将塑件推出。为顺利实现强制脱模,设计了一套新型的顺序脱模机构,如图6所示,压块7通过螺栓8固定在成型套管固定板2上,在压块7与成型套管固定板2上形成一个圆孔,推杆3上的台阶与摆动顶块6的一端贴合,可以推动摆动顶块6在以压板7与成型套管固定板2上形成的圆孔内转动,摆动顶块6推动型芯镶块固定板17向前移动;塑件在

注射、保压及冷却定型后,模具沿分型面打开,塑件从模具型腔中脱出,动模部分在向后退的过程中,注塑机的推杆推动顶出系统向前移动,推杆3上的台阶带动摆动顶块6,使型芯镶块固定板17与成型套管固定板2分离,首先使塑件与成型套管脱离接触,使得之前塑件与成型套管接触部分的塑料可以自由变形,随后,环状U形槽成型件10从塑件内部强制脱出,此时推杆3上的台阶与摆动顶块6分离,顶出机构继续向前移动,顶杆推动塑件,使其脱开型芯,实现自动顺序脱模。该机构设计巧妙、动作可靠。



I Partial enlargement

- 1—Moving mold backing plate; 2—Forming sleeve fixing plates;
- 3—Push rod; 4—Guide pillars; 5—Guide bushing; 6—Swing top block;
- 7—Briquetting; 8, 10—Bolt; 9—Movable columns;
- 11—Annular U-groove molded parts; 12—Plastic parts;
- 13—Forming sleeves; 14—Cavity inserts; 15—Limit bolts;
- 16—Ejector rod; 17—Core fixing plate; 18, 23, 24—Spring;
- 19—Support columns; 20—Return spring;
- 21—Pusher fixing plate; 22—Pusher backing plate

图6 顺序顶出结构图

Fig. 6 Sequential ejection structure diagram

2.5 冷却系统设计

模具设计时,为实现温度控制、缩短塑件成型周期,需要设计水循环冷却系统,使用单循环冷却系统,在模具型腔一侧和型芯的一侧分别加工直径为8 mm的冷却管道,为防止漏水,在分型面处用密

密封圈进行密封,在两个塑件周围形成一个单层矩形管道,为提高冷却的效果,在模具型腔镶块内增设四个与冷却管道相连的冷却杯^[12],如图7所示。

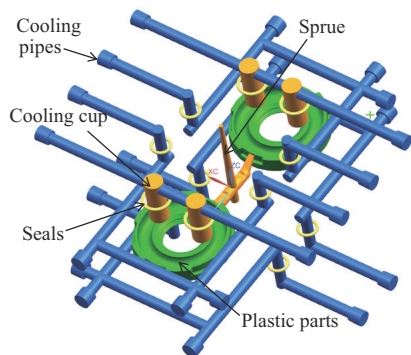


图7 冷却系统

Fig 7 Cooling system

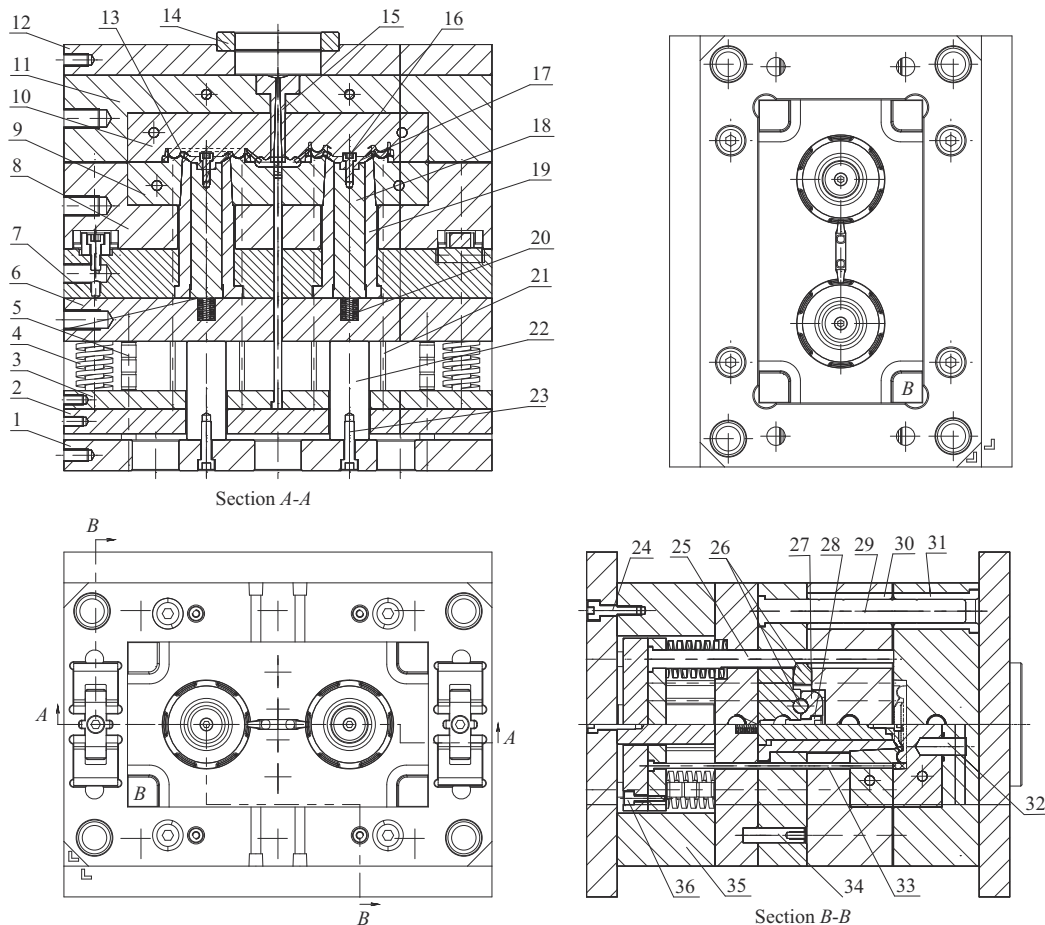
2.6 模具整体结构设计

液压控制阀密封圈采用潜伏式浇口一模两腔的顺序顶出模具结构设计,模具总体结构为一模两腔的顺序脱膜模具结构,绘制的模具工程图如图8所示。单件塑料的体积为 12.72 cm^3 ,选择螺杆式注塑机,型号为XS-ZY-60/40,该注塑机注塑容量为 60 cm^3 ,注射压力为 135 MPa ,锁模力为 400 kN ^[13]。

3 模具工作原理

根据图8所示,模具工作原理是:

(1) 合模浇注,合模时,在注塑机动力的作用下模具闭合,熔融的塑料从喷嘴经流道及潜伏浇口注入模具模腔,使环状U形槽成型件17、顶柱18在注塑熔体压力的作用下,克服弹簧20阻力复位,熔融的塑料充满模具型腔。



- 1—Moving die holder plate; 2—Pusher backing plate; 3—Pusher fixing plate; 4, 20—Spring; 5—Small guide pillars; 6—Moving mold backing plate; 7—Forming sleeve fixing plates; 8—Core fixing plate; 9—Core inserts; 10—Cavity inserts; 11—Template; 12—Fixed mold base plate; 13—Plastic parts; 14—Locating rings; 15—Sprue sleeve; 16—Fixing bolts; 17—Annular U-groove molded parts; 18—Movable columns; 19—Forming sleeves; 21, 33—Ejector rod; 22—Support columns; 23, 24, 28, 36—Bolt; 25—Push rod; 26—Swing top block; 27—Briquetting; 29—Guide pillars; 30, 31—Guide bushing; 32—Cooling cup; 34—Positioning columns; 35—Die legs

图8 液压控制阀密封圈顺序顶出模具装配图

Fig. 8 Hydraulic control valve sealing ring sequentially ejects mold assembly drawing

(2) 保压冷却后,注塑机带动动模部分向后移动,模具沿分型面打开,塑件从模具型腔中脱出,动模部分在向后退的过程中,注塑机的推杆推动顶出系统向前移动,推杆 25 上的台阶带动摆动顶块 26 推动型芯垫板向前移动,使成型套管 19 与塑件 13 脱离,塑件与成型套管接触部分的塑料可以自由变形,此时推杆 25 上的台阶与摆动顶块 26 分离,顶出机构继续向前移动,顶杆 33 推动塑件,同时,在弹簧 20 作用下活动顶柱 18 推动环状 U 形槽成型件 17,在活动顶柱 18 和顶杆 33 的共同作用下塑件从环状 U 形槽成型件 17 上强制脱出,实现自动顺序脱模。

(3) 塑料件 13 脱模后,在预复位弹簧及复位杆(亦即推杆 25)的作用下,推出机构复位。该机构设计巧妙、动作可靠。

4 结论

针对液压控制阀密封圈,设计了顺序顶出脱模机构,设计巧妙、机构紧凑,具有创新性。经生产验证,液压控制阀密封圈顺序强脱注塑模具结构紧凑、合理,脱模动作可靠,注塑产品形状稳定,对于类似结构塑件的模具设计具有参考、借鉴意义。

具体体现在以下 2 个方面:

(1) 针对塑件无法实现内抽芯的难题,创新设计了顺序顶出脱模机构,其核心部件嵌在型芯固定板和成型套管固定板之间,借助推杆上的台阶在推出系统工作时提供的动力完成顺序脱模。

(2) 巧妙利用了热塑性弹性体 TPSiV 材料弹性较大的特性,在 TPSiV 的弹性范围内,通过顺序脱模机构先使成型套管与塑件脱离接触,再在活动顶柱和推杆的共同作用下将塑件从模具型芯上顶出,塑件从环状 U 形槽成型件上强制脱出,从而实现顺序顶出脱模,创新设计了液压控制阀密封圈顺序强脱注塑模具。

参考文献

- [1] 徐佩弦. 塑料注射成型与模具设计指南[M]. 北京:机械工业出版社,2013.
XU Peixuan. Guidelines for plastic injection molding and mold design[M]. Beijing:China Machine Press,2013.
- [2] 关天民,秦昊,王鑫林. 热塑性聚氨酯弹性体防水外壳的研究[J]. 橡胶工业,2023,70(12):925-932.
GUAN Tianmin, QIN Hao, WANG Xinlin. Research on thermoplastic polyurethane elastomer waterproof shells[J]. Rubber Industry, 2023, 70(12):925-932.
- [3] 范玉,范佳琦,黄继战,等. 透光窗控制器面板倒装双色热流道注塑模具设计[J]. 工程塑料应用,2023,51(11):90-95.
FAN Yu, FAN Jiaqi, HUANG Jizhan, et al. Flip two-color hot runner injection mold design on transparent window controller panel[J]. Engineering Plastics Application, 2023, 51(11):90-95.
- [4] 蔡厚道. 基于 UG 和 Moldflow 的塑料外壳注塑模具设计与数控加工[J]. 塑料,2015,44(6):89-92.
CAI Houdao. Plastic shell injection mold design and CNC machining based on UG and moldflow[J]. Plastics, 2015, 44(6):89-92.
- [5] 冯文健,黄镇谨,王华金. 数据线插头盖二次顶出斜顶脱模机构及注塑模具设计[J]. 工程塑料应用,2019,47(7):93-99.
FENG Wenjian, HUANG Zhenjin, WANG Huajin. Design of injection mould and inclined top ejecting mechanism with secondary ejection of data line plug cover[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(7):93-99.
- [6] 麻春英. 基于 CAD/CAE 窄筋连接电脑电池薄壳件的注塑模设计[J]. 塑料科技,2015,43(5):73-76.
MA Chunying. Injection mold design based on CAD/CAE narrow ribs connecting thin shells of computer batteries[J]. Plastics Science and Technology, 2015, 43(5):73-76.
- [7] 范玉,黄继战,范佳琦. 电池正极支架成型工艺分析及其注塑模具设计[J]. 工程塑料应用,2022,50(11):102-107.
FAN Yu, HUANG Jizhan, FAN Jiaqi. Molding process analysis of battery positive pole bracket and its injection mould design[J]. Engineering Plastics Application, 2022, 50(11):102-107.
- [8] 范玉,范佳琦. 移动硬盘壳精密热流道注塑模具设计[J]. 工程塑料应用,2021(1):97-101.
FAN Yu, FAN Jiaqi. Design of injection mold for precision hot runner of mobile hard disk case[J]. Engineering Plastics Application, 2021(1):97-101.
- [9] 黄继战,范玉. 汽车侧后视镜壳体注塑模具设计[J]. 工程塑料应用,2019,47(5):110-113.
HUANG Jizhan, FAN Yu. Automotive side mirror housing injection mold design[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(5):110-113.
- [10] 沈言锦. 饮水机接线端外壳注塑模具设计[J]. 工程塑料应用,2016,44(9):79-82.
SHEN Yanjin. Water dispenser terminal shell injection mold design[J]. Engineering Plastics Application, 2016, 44(9):79-82.
- [11] 范玉,黄继战,范佳琦. 电池正极支架成型工艺分析及其注塑模具设计[J]. 工程塑料应用,2022,50(11):102-107.
FAN Yu, HUANG Jizhan, FAN Jiaqi. Molding analysis of battery positive pole bracket and its injection mould design[J]. Engineering Plastics Application, 2022, 50(11):102-107.
- [12] 范玉,钟兴,范佳琦. 汽车音响塑料件模具设计及成型工艺优化[J]. 工程塑料应用,2015,43(12):76-80.
FAN Yu, ZHONG Xing, FAN Jiaqi. Design of injection mold for precision hot runner of mobile hard disk case[J]. Engineering Plastics Application, 2015, 43(12):76-80.
- [13] 邵俊,胡烈,褚建忠,等. 基于内外侧联动式抽芯的多分型面镂空式收纳桶模具设计[J]. 工程塑料应用,2024,52(7):109-115.
SHAO Jun, HU Lie, CHU Jianzhong, et al. Mold design of multiple parting surface hollow storage bucket based on inter and outer side linkage core-pulling[J]. Engineering Plastics Application, 2024, 52(7):109-115.