

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2025.06.016

电水壶壳体注塑模具设计

苗乃明, 施栋帆, 张倩

(常州大学机械与轨道交通学院, 江苏常州 213164)

摘要: 针对电水壶壳体的外形具有腔体深、侧壁薄以及表面有不规则凸起等特点设计了一套含侧抽芯机构的电水壶壳体注塑模具, 用于该塑件的自动化注射成型。首先对塑件结构和材料性能进行分析, 然后利用 Moldflow 软件获得最佳浇口位置。模具采用一模一腔布局, 侧浇口进胶, 侧向分型面分型, 利用 CAD 和 Creo 软件对成型零部件进行了设计。模具的侧抽芯机构采用哈夫式滑块开模, 开模时利用斜导柱上的弹簧直接弹开滑块, 驱动滑块在斜导柱上运动完成侧抽芯动作。由于塑件外形呈不规则深腔圆台形状, 开模方向上不利于直接放置顶杆, 故推出机构采用顶杆加推件块方式推出塑件, 顶杆和推件块用螺钉固定, 环绕布置在塑件底端。采用先复位机构复位, 可以防止推出机构与侧抽芯机构发生干涉现象。该模具整体结构布局合理, 机构运行流畅, 安全可靠, 能够满足大批量生产电水壶壳体的生产需求, 可为类似的塑料件注射成型及模具设计提供借鉴。

关键词: 电水壶壳体; 注塑模具; 侧抽芯机构

中图分类号: TQ320.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2025)06-0116-06

Design of injection mould for electric kettle shell

MIAO Naiming, SHI Dongfan, ZHANG Qian

(School of Mechanical Engineering and Rail Transit, Changzhou University, Changzhou 213164, China)

Abstract : An electric kettle shell injection mould with side core-pulling was designed for the automatic injection molding of the plastic part, taking into account the appearance characteristics of deep cavity, thin side walls, and irregular protrusions on the surface of the electric kettle shell. Firstly, the structure and material properties of the plastic part were analyzed, and then the optimal gate position was identified using Moldflow software. The mould with the layout of single cavity was adopted, the melt was filled into the side gate, and the side parting surface was used for parting. The forming parts were designed using CAD and Creo software. A half slider for mould opening was adopted in the side core-pulling mechanism of the mould. During mould opening, the spring on the angle pin was used to directly eject the slider, drive the slider to move on the angle pin to complete the side-core pulling action. Due to the irregular deep cavity conical shape of the plastic part, it was not convenient to directly place the ejector pin in the mould opening direction. Therefore, the combination of ejector pin and ejector block was used in the ejection mechanism to eject the plastic part. The ejector pin and ejector block were fixed with screws and arranged around the bottom of the plastic part. The pre-reset mechanism was adopted to prevent interference between the ejection mechanism and the side core-pulling mechanism. The overall structure layout of the mold is reasonable, the mechanisms operate smoothly and are safe and reliable, and can meet the production needs of large-scale production of electric kettle shells, which can provide a reference for injection molding and mould design of similar plastic parts.

Keywords : electric kettle shell ; injection mould ; side core-pulling mechanism

随着社会经济的发展和居民生活水平的提高, 公众对各种家用电器外观和性能的要求也在不断提高。电水壶作为与公众日常生活密切关联的一

种家用电器, 已成为现代家庭不可或缺的常用电器之一, 其中, 电水壶壳体外观在整个电水壶设计与制造中已成为一个重要的考虑因素。

通信作者: 苗乃明, 副教授, 硕士生导师, 主要从事材料成型加工、模具设计与制造等方面研究

收稿日期: 2025-03-15

引用格式: 苗乃明, 施栋帆, 张倩. 电水壶壳体注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2025, 53(6): 116-121.

MIAO Naiming, SHI Dongfan, ZHANG Qian. Design of injection mould for electric kettle shell[J]. Engineering Plastics Application, 2025, 53(6): 116-121.

目前市面上的塑料电水壶壳体为了制造方便,多为简单圆柱形。笔者采用的电水壶壳体外形为曲线形,更为美观,通过注射成型工艺制造。针对电水壶壳体的外形具有腔体深、侧壁薄以及表面有不规则凸起等特点,笔者设计了一套的含侧向抽芯机构的电水壶壳体注塑模具,用于该塑件的自动化注射成型。使用Creo软件构建电水壶壳体三维模型及三维模具结构,采用CAD软件设计了二维模具装配模型,介绍了注塑模具的设计过程。经实际生产发现,采用上述设计方法可以节约模具成本,缩短模具开发周期^[1-2]。

1 电水壶塑件材料选择与结构分析

1.1 材料选择

因为电水壶壳体在工作时需要承受持续的高温加热,因此塑件材料需要具有耐高温的特性,因此塑件材料选用聚碳酸酯(PC)/丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料(ABS)材料。

PC/ABS材料是由PC和ABS组成的热塑性塑料,它同时具有ABS材料良好的成型性能和PC优良的力学性能及耐高温、抗紫外线(UV)性能,在电子产品的外壳、洗衣机、吹风机、家电产品和照明产品中被广泛使用^[3]。

1.2 塑件结构分析

通过Creo软件对塑件进行三维造型得到塑件的三维实体模型,如图1所示^[4]。该塑件结构复杂,塑件外形呈圆台形状,上端圆孔较小,还有一个倒锥形倒水口,大端圆孔较大,为电水壶与底座相连的部位,侧面有一些突出的插销,起到与手柄连接

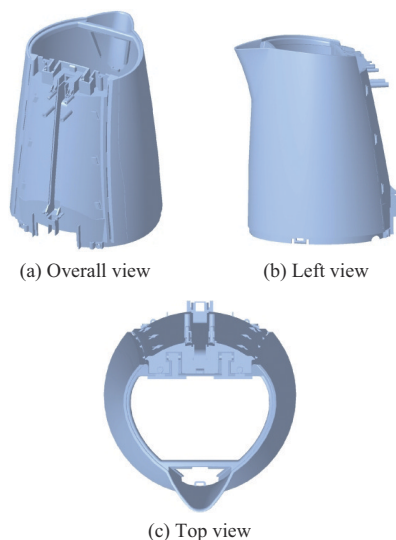


图1 电水壶壳体塑件三维模型图

Fig. 1 3D model diagram of electric kettle shell plastic part

固定的作用。根据以上结构分析,对于壶身部分需在其中间加置型芯,对于侧面则采用带有活动镶块的结构。综合分析,采用斜导柱、滑块完成侧向分型与抽芯^[5]。

因为塑件是电水壶壳体,而电水壶属于一般家用电器,故对精度要求不高,但塑件不能有气泡、凹陷、裂缝等产品瑕疵,否则会对塑件的使用寿命和外观造成很大的影响。

由于该塑件是大量生产,所以,在考虑到模具损耗和维护的情况下,可以将塑件模具的型腔设计成嵌入件。通过这种方法,在模具磨损后,只需要更换型腔,而不需要替换所有的模具零部件,从而大幅减少维护成本。

2 模具结构设计

2.1 注塑机选择

用Creo测量得塑件体积为320 cm³,塑件材料为PC/ABS,查阅可知该材料密度为1.1~1.3 g/cm³,取1.2 g/cm³,收缩率为0.5%。浇注系统体积按塑件体积的20%计算,取64 cm³,整个型腔总体积为塑件体积和浇注系统体积之和,为384 cm³。

根据上述计算,查阅相关资料,选择大连华大机械有限公司的型号为XS-ZY-1000的注塑机,参数见表1^[6]。

表1 XS-ZY-1000注塑机参数

Tab. 1 Parameters of XS-ZY-1000 injection molding machine

Parameters	Values
Screw diameter/mm	85
Theoretical injection volume/cm ³	1 000
Injection pressure/MPa	121
Injection route/mm	260
Clamping force/kN	4 500
Pull rod space/mm	650×550
Minimum mould thickness/mm	300
Nozzle hole/mm	7.5
Nozzle arc radius/mm	18
Maximum stroke/mm	700
Maximum forming area/cm ²	1 800
Motor power/kW	40

2.2 分型面位置与型腔布局

型腔数量的确定方法有很多种,笔者采用按注射量设计的方法,实际注射量不能超过注射机理论注射量的80%。查阅资料可知,型腔数量计算公式见式(1)^[6]。

$$N = \frac{0.8S - V_g}{V_p} \quad (1)$$

式中: N 为模具型腔数量; S 为注塑机的注射量,

单位 cm^3 ; V_g 为浇注系统的体积,单位 cm^3 ; V_p 为塑件体积,单位 cm^3 。

将相关数据代入公式(1)计算得 $N=(0.8 \times 1\,000-64)/320=2.3$,表明可以同时注射成型两个塑件,但是塑件的结构比较复杂,同时还具有侧抽芯机构,综合考虑模具结构和生产成本,选用一模一腔。

由于本塑件外形是一个整体的不规则圆台形状,所以塑件的分型面选在塑件侧面,这样有利于侧抽芯机构的布置和塑件的脱模,如图2所示。

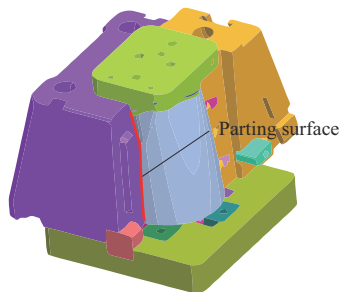


图2 分型面

Fig. 2 Parting surface

2.3 浇注系统设计

2.3.1 最佳浇口位置选择

通过 Moldflow 软件对塑件的最佳浇口位置进行分析,如图3所示。蓝色区域为设置浇口的最佳位置,但考虑到塑件结构形状以及模具的复杂程度,将浇口设置在图3所标注的位置^[7]。

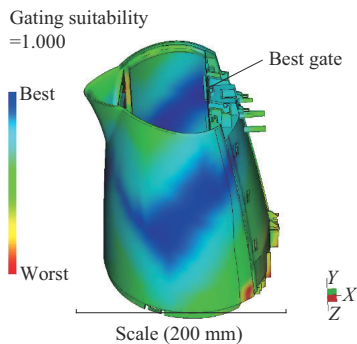


图3 最佳浇注位置

Fig. 3 Best gate location

2.3.2 浇注系统

浇注系统的设计与塑件的外观、尺寸精度、内部质量和成型周期紧密相关。浇口是浇注体系中的最后一个环节,也是分流道部分和模腔部分的连接部分。考虑到塑件的结构形式、尺寸、批量大小、塑料的成型特性、模具结构等方面,电水壶壳体注塑模具采用一模一腔结构,塑件两侧需要设计滑块抽芯机构,模具浇注系统设计如图4所示。浇注系统

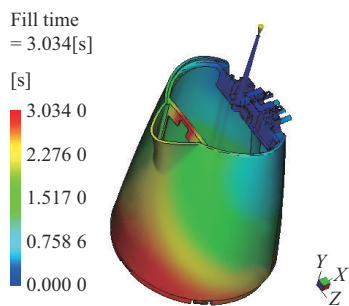


图4 浇注系统和填充时间

Fig. 4 Gating system and filling time

设计在模具定模一侧,模具进胶采用侧浇口方式。

2.4 成型零部件设计

成型零部件决定了塑件的形状和大小,是模具的重要组成部分,包括凹模、凸模、成型杆、镶件、成型环等。凹模又称为型腔,是注塑制品外壁的一个重要部件;凸模又称为型芯,是用来成型塑料内部表面的部件。型腔、型芯按其构造方式可分为两类:整体式和组合式。组合型腔、型芯结构是指由两个或多个部件组成的型腔或型芯。根据组装的方式,可以分为整体镶嵌式、局部镶嵌式、四面拼接式^[6]。

由于塑件有上小下大的形状特点,外表面较为复杂,并且存在大量插销等倒扣特征。如何合理设计成型零部件,保证每个面的倒扣都能顺利成型是模具设计的难点问题。

传统的整体镶嵌式型腔难以完成生产,所以针对本模具的型腔采用了镶拼式结构,如图5所示,在传统的左右A、C两块哈夫式滑块结构的基础上,增加了一块B型腔,模具型腔由左、右、后三块模具型腔镶拼构成。其中A、C两块滑块同时也起到型腔的作用,用于成型塑件两侧的插销倒扣,B型腔用于成型塑件把手处的插销倒扣。

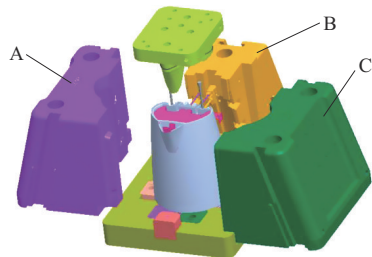


图5 型腔结构

Fig. 5 Cavity structure

在减少模具成本、改善整体刚度的条件下,塑件内表面要求不是很高,比较光滑,形状相对较简单,所以针对型芯选择整体式^[8-9],如图6所示。



图6 型芯结构
Fig. 6 Core structure

2.5 侧抽芯机构设计

由于塑件的侧面有凹槽结构,所以在模具设计时需要采用侧向抽芯机构。在本次设计中采用的是斜导柱滑块侧向抽芯机构,其结构如图7所示(为方便观看,左右滑块已消隐显示)。左右滑块上分别装有2根斜导柱a以及2个弹簧b,因型腔B体积较小,采用1个斜导柱c加1个弹簧控制。合模时,斜导柱上的弹簧被压紧处于压缩状态,开模时,斜导柱上的弹簧把滑块向下弹开,驱动滑块在斜导柱上运动完成侧向抽芯动作^[10]。

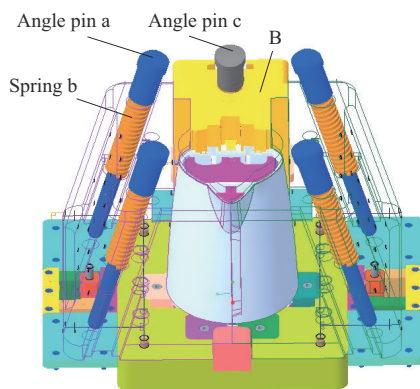


图7 侧抽芯结构
Fig. 7 Side core-pulling structure

2.6 推出机构设计

由于塑件外形呈不规则圆台形状,本次塑件推出机构采用顶杆加推件块推出的方式,用螺钉固定,环绕塑件底端,设置4个推出装置,装配方式如图8所示^[11-12]。

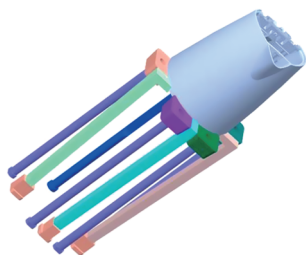
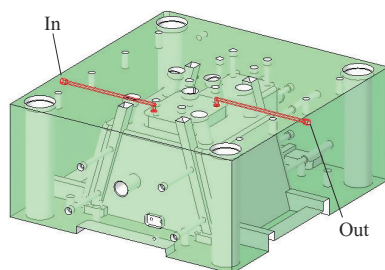


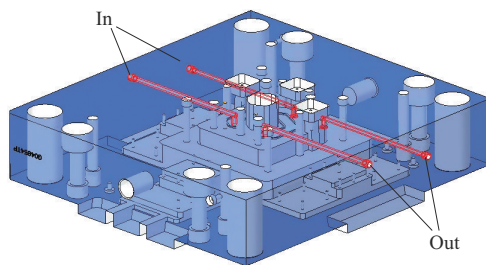
图8 推出机构
Fig. 8 Ejecting mechanism

2.7 冷却系统设计

设计冷却水路时,需遵循以下原则:首先水路孔径尽量大,数量尽量多,冷却水路到模腔的表面间距要尽可能均匀;其次要加强浇口的冷却,最大限度地减小入口和出口的温差;最后在设计时,冷却水路应尽可能地避开容易出现熔接痕迹的部位。根据模具的大小,冷却水路直径选择8 mm。冷却水路的位置,主要保证水路不和模具上开设的其他孔洞发生干涉现象,动定模板水路设计如图9所示^[13]。



(a) Fixed mould plate cooling channel



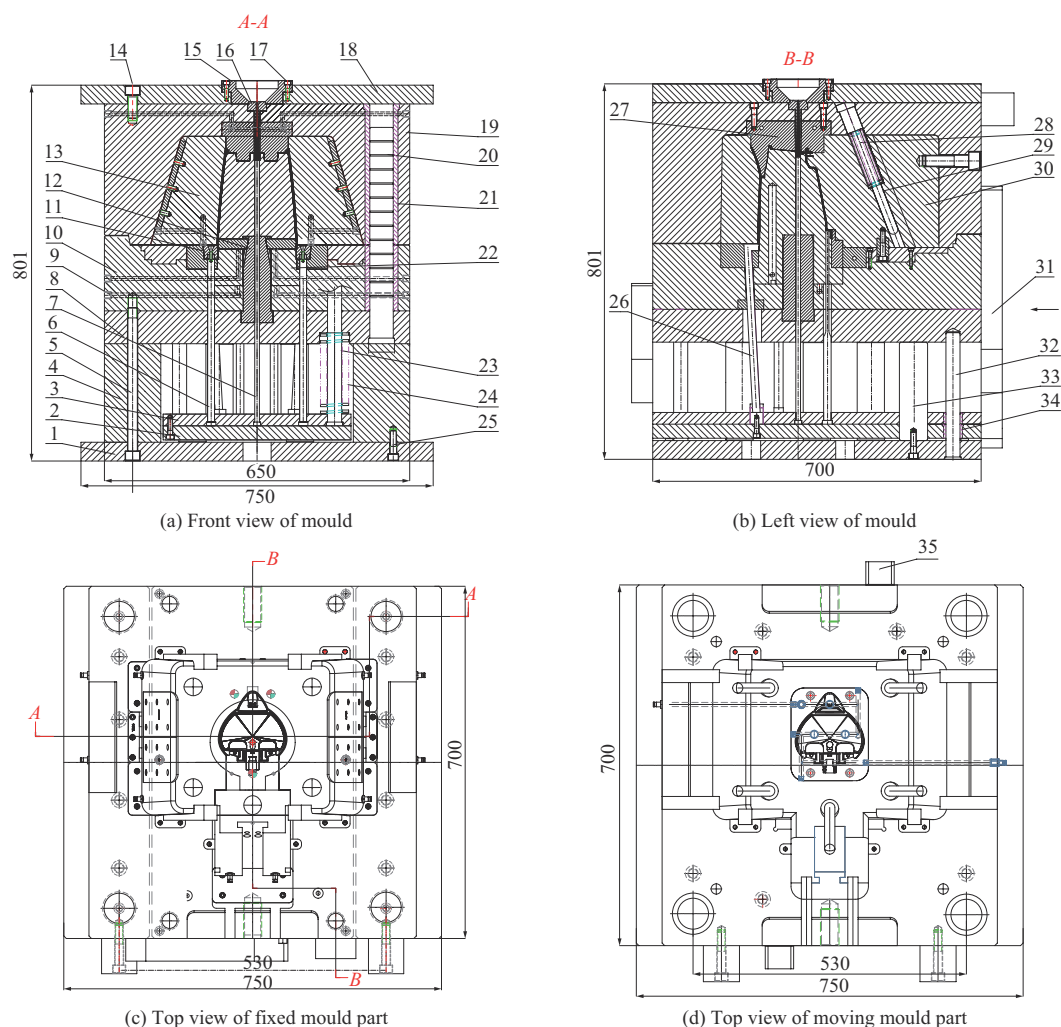
(b) Moving mould plate cooling channel

图9 冷却水路

Fig. 9 Cooling channel

3 模具总装图设计及工作过程

利用CAD、Creo软件完成的模具二维、三维装配图分别如图10、图11所示。结合模具二维、三维装配图,模具的具体工作过程如下:安装时,模具的定模座板18和动模座板1安装在注塑机的固定板上;开模时,动模板10向后移动,型腔随着动模板10后移,在斜导柱29和弹簧28的作用下实现侧抽芯;当型腔移动到一定距离,被导滑槽挡住停止移动;塑件随着动模板10继续后移,到达一定位置时,注塑机顶棍推动推板2,推板2带动顶杆6,使固定在顶杆6上的推件块11将塑件推出,主流道拉料杆7将凝料推出;当注塑机顶棍后退时,在摆杆式先复位机构31的作用下,推板2和顶杆固定板3实现先复位,可以避免合模的时候与抽芯机构发生干涉;合模时,导柱20和导套21可以导向和定位,动模部分在合模机构的作用下前移,模具闭合锁紧,完成一次工作过程^[14-16]。



- 1—Moving mould clamping plate; 2—Ejector base plate; 3—Ejector pin fixing plate; 4—Cushion block; 5, 14, 17, 25—Screw; 6—Ejector pin; 7—Sprue puller; 8—Support plate; 9—Cooling channel; 10—Moving mould plate; 11—Ejector block; 12—Inlay components; 13—Cavity; 15—Locating ring; 16—Sprue bush; 18—Fixed mould clamping plate; 19—Fixed mould plate; 20—Guide pillar; 21—Guide sleeve; 22—Core; 23—Reset lever; 24, 28—Spring; 26—Lifter; 27—Cavity inserts; 29—Angle pin; 30—Travel ejector base plate; 31—Pre-reset mechanism; 32—Ejector guide pillar; 33—Supporting pillar; 34—Ejector guide bush; 35—Limit block

图10 模具二维装配图

Fig. 10 2D assembly drawing of mould

4 结论

(1)通过Moldflow软件找到最佳浇口位置,采用一模一腔布局,侧浇口进胶,侧向分型面分型,操作方便,节约模具成本。

(2)采用哈夫式滑块开模,开模时利用斜导柱上的弹簧直接弹开滑块,使滑块沿斜导柱运动完成侧抽芯动作。

(3)推出机构采用顶杆加推件块推出方式,机构用螺钉固定,环绕塑件底端,设置4个推出装置。复位机构采用先复位机构复位,可以防止推出机构与侧抽芯机构发生干涉现象。

(4)该模具整体结构布局合理,机构运行流畅,

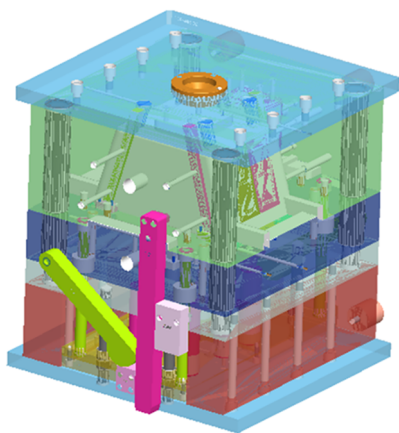


图11 模具三维总装图

Fig. 11 3D final assembly drawing of mould

安全可靠,能够满足大批量电水壶壳体的生产需求,可为类似的塑件注塑成型及模具设计提供方案借鉴。

参考文献

- [1] 吴小飞. 扫地机器人底座注塑模具设计[J]. 机电信息, 2022(4): 48-50.
WU Xiaofei. Design of injection mold for vacuum robot base[J]. Mechanical and Electrical Information, 2022(4):48-50.
- [2] 张维合, 冯婧, 闫丽静, 等. 汽车高位制动灯盖板大型注塑模具设计[J]. 中国塑料, 2021, 35(1):98-102.
ZHANG Weihe, FENG Jing, YAN Lijing, et al. Design of large-scale injection mold for car bremsleuchte cover[J]. China Plastics, 2021, 35(1):98-102.
- [3] 赵天德. 冷却系统对ABS材质汽车后视镜外壳翘曲变形影响[J]. 工程塑料应用, 2020, 48(7):75-79.
ZHAO Tiande. Influence of cooling system on warpage and deformation of ABS automotive rearview mirror shell[J]. Engineering Plastics Application, 2020, 48(7):75-79.
- [4] 徐文胜, 吴勤, 马骏. Pro/Engineer实用教程[M]. 北京: 机械工业出版社, 2013.
XU Wensheng, WU Qin, MA Jun. Pro/Engineer practical tutorial [M] Beijing: Machinery Industry Press, 2013.
- [5] 钱志良, 刘静. 45°斜抽芯滑块注射模设计[J]. 模具工业, 2021, 47(3):29-32, 40.
QIAN Zhiliang, LIU Jing. Design of injection mould with 45° angle core-pulling slider[J]. Die & Mould Industry, 2021, 47(3):29-32, 40.
- [6] 屈华昌, 吴梦陵. 塑料成型工艺及模具设计[M]. 4版. 北京: 高等教育出版, 2018.
QU Huachang, WU Mengling. Plastic forming technology and mold design[M]. 4th ed. Beijing: Higher Education Press, 2018.
- [7] 赵春元. 基于Moldflow的烟丝水分仪注塑模具浇口位置优化分析[J]. 塑料科技, 2021, 49(4):75-78.
ZHAO Chunyuan. Optimal analysis of gate position of injection mold for tobacco moisture meter based on Moldflow[J]. Plastics Science and Technology, 2021, 49(4):75-78.
- [8] SÁNCHEZ R, MARTINEZ A, MERCADO D, et al. Rapid heating injection moulding: An experimental surface temperature study[J]. Polymer Testing, 2021, 93. DOI:10.1016/j.polymer-testing.2020.106928.
- [9] GAMONAL-REPISO P, ABT T, SÁNCHEZ-SOTO M, et al. Influence of topographical features on the surface appearance measurement of injection moulded components[J]. Polymer Testing, 2021, 93. DOI:10.1016/j.polymer-testing.2020.106968.
- [10] 胡开元, 李虹波, 王雷刚. 汽车手套箱外盖注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2022, 50(3):101-105.
HU Kaiyuan, LI Hongbo, WANG Leigang. Design of injection mold for outer cover of automobile glove box[J]. Engineering Plastics Application, 2022, 50(3):101-105.
- [11] 胡邓平, 王树勋, 张宁, 等. 基于电动圆弧抽芯的塑料花洒注塑工艺分析及模具创新设计[J]. 塑料科技, 2017, 45(1):81-84.
HU Dengping, WANG Shuxun, ZHANG Ning, et al. Injection technology analysis and innovation mould design of plastic shower nozzle based on motor-driven arc core-pulling[J]. Plastics Science and Technology, 2017, 45(1):81-84.
- [12] 张学明. 机械制图与AutoCAD[M]. 成都: 西南交通大学出版社, 2016.
ZHANG Xueming. Mechanical drawing and AutoCAD[M]. Chengdu: Southwest Jiaotong University Press, 2016.
- [13] 张维合, 许淑娟. 花洒塑料喷头圆弧抽芯注射模设计[J]. 工程塑料应用, 2012, 40(1):55-58.
ZHANG Weihe, XU Shujuan. Design of arc core-pulling injection mould of plastic shower[J]. Engineering Plastics Application, 2012, 40(1):55-58.
- [14] 贾宇霖, 袁桑喜, 骆豪锋, 等. 滑块内置斜顶块复合抽芯机构设计[J]. 模具工业, 2020, 46(5):57-60.
JIA Yulin, YUAN Shenxi, LUO Haofeng, et al. Design of compound core-pulling mechanism with internal inclined ejecting block[J]. Die & Mould Industry, 2020, 46(5):57-60.
- [15] 周建安. 行车记录仪面壳注塑模具设计[J]. 中国塑料, 2021, 35(11):133-137.
ZHOU Jian'an. Design of injection mould for face cover of driving recorder[J]. China Plastics, 2021, 35(11):133-137.
- [16] 程国飞, 丁立刚, 魏文强, 等. 基于CAD/CAE的曲线锯机壳注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2020, 48(4):81-86.
CHENG Guofei, DING Ligang, WEI Wenqiang, et al. Design of injection mold for curved saw shell based on CAD/CAE[J]. Engineering Plastics Application, 2020, 48(4):81-86.