

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2025.03.019

基于多重滑块与复合抽芯的汽车水室模具设计

彭贤峰¹, 符立华¹, 李朋², 傅莹龙¹, 任建平¹

(1. 台州科技职业学院, 浙江台州 318000; 2. 宁波润华全芯微电子有限公司, 浙江宁波 315000)

摘要: 根据某款汽车水室塑件的结构特征与技术要求, 设计了一副单点大水口直接进胶的注塑模具, 由于塑件结构复杂, 采用了一模一腔的布局。在定模侧设计了两个独立的抽芯油缸, 其中一个油缸的抽芯运动行程为45 mm, 另一油缸的行程为22 mm, 在此基础上设计了两组复合抽芯机构, 解决了塑件进水口侧管特征的局部区域因存在多向脱模而导致脱模机构设计空间受到限制的问题。在动模侧整体设计了5组滑块抽芯的结构, 重点设计了一组由双重叠滑块和三重叠滑块组合的脱模机构来成型塑件的外部特征, 前者由一根斜导柱驱动, 后者先通过斜导柱驱动, 然后通过油缸来进行驱动。在顶出系统上通过定距拉钩的结构设计实现了塑件的二次顶出, 并且将模具的顶出板与注塑机的顶出杆采用螺杆固定连接, 在模具结构上节省了顶出油缸的设计。冷却系统设计方面, 在型芯的两个小镶块内部设计了2组内径为4 mm、外径8 mm的“喷泉式”水路, 其余水路采用了“直通式+隔水片式”的组合。经试模后, 该汽车水室塑件表面无不良缺陷, 平口的平面度符合要求, 证明该模具的重叠滑块结构与复合抽芯结构设计方案可行。

关键词: 汽车水室; 复合抽芯; 定距拉钩; 三重叠滑块; 二次顶出

中图分类号: TQ320.5+2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2025)03-0140-06

Mould design of automobile water chamber based on multiple sliders and composite core pulling

PENG Xianfeng¹, FU Lihua¹, LI Peng², FU Yinglong¹, REN Jianping¹

(1. Taizhou Vocational College of Science and Technology, Taizhou 318000, China;

2. Ningbo Runhua Full Core Microelectronics Equipment Co., Ltd., Ningbo 315000, China)

Abstract : According to the structural characteristics and technical requirements of a certain automobile water chamber plastic part, a pair of injection mould with single point and large gate for direct injection was designed. Due to the complex structure of the plastic part, the layout of one mould and one cavity was adopted. Two independent core pulling cylinders were designed on the fixed mould side, with one cylinder having a core pulling motion stroke of 45 mm and the other cylinder having a stroke of 22 mm. Based on this, two sets of composite core pulling mechanisms were designed to solve the problem of limited design space for the demoulding mechanism caused by multi-directional demoulding in the local area of the side pipe characteristics of the plastic part inlet. Five sets of slider core pulling structures were designed on the moving mould side, with a focus on designing a demoulding mechanism consisting of a combination of double overlapping sliders and three overlapping sliders to form the external features of the plastic parts. The former was driven by an angle pin, while the latter was first driven by the angle pin and then driven by an oil cylinder. The secondary ejection of plastic parts was achieved through the structural design of fixed distance draw hooks in the ejection system, and the ejector plate of the mould was fixedly connected to the ejection rod of the injection molding machine using screws, saving the design of the ejection cylinder in the mould structure. In terms of cooling system design, two sets of "fountain style" waterways with an inner diameter of 4 mm and an outer diameter of 8 mm were designed inside the two small inserts of the core, for the rest of the waterways, a combination of "straight through type + water-resistant plate" was used. After trial molding, there are no defects on the surface of the plastic part of the automobile water chamber plastic part, and the flatness of the flat end opening meets the requirements, proving that the design scheme of the overlapping slider structure and composite core pulling structure of the mould is feasible.

Keywords : automobile water chamber ; composite core pulling ; fixed distance draw hook ; three overlapping slider ; secondary ejection

基金项目: 2024年度高校国内访问工程师“校企合作项目”(FG2024359), 台州市科技计划项目(24gyb27)

通信作者: 傅莹龙, 工学硕士, 讲师, 主要研究方向为塑料模具设计与制造

收稿日期: 2024-12-25

引用格式: 彭贤峰, 符立华, 李朋, 等. 基于多重滑块与复合抽芯的汽车水室模具设计[J]. 工程塑料应用, 2025, 53(3): 140-145.

PENG Xianfeng, FU Lihua, LI Peng, et al. Mould design of automobile water chamber based on multiple sliders and composite core pulling [J]. Engineering Plastics Application, 2025, 53(3): 140-145.

汽车水室是汽车前端模块的重要部件,与汽车散热器紧密相连,是汽车水箱冷却系统的重要组成部分,其结构一般包括多个腔室、进/出水口等复杂特征。汽车水室塑件在注塑生产实践中存在不少工程实际难题,需要综合运用多种设计技术及优化手段才能保证该塑件的成型质量,在现有水室塑件成型工艺优化与模具设计研究中,有以下文献可以借鉴:徐春林等^[1]利用预变形补偿技术成功设计了某款汽车水室的模具,杨伟等^[2]利用CAE技术通过正交实验设计对某款汽车水室的注塑工艺参数进行了优化,张涯飞等^[3]利用CAD与CAE技术成功设计了某款汽车水室模具,夏新宇^[4]对汽车水室注塑模具的冷却系统进行了优化研究。

上述文献在汽车水室塑件模具结构设计与模流分析等方面的研究方法与成果对该类塑件的成型模具设计有一定的参考价值,但相对而言,笔者研究的汽车水室塑件的结构更为复杂,成型模具设计难度更大,特别是本塑件内壁与外壁上附加设计了多种二级倒扣特征,由于各个二级倒扣特征细节复杂,使得这些特征的成型件设计和自动化脱模难度高^[5],因而需要进行多种脱模机构的设计才能实现塑件的自动化注塑生产。鉴于此,笔者利用CAD技术根据塑件结构特征的不同特点,采用脱模方向集成设计方法设计了多种不同的脱模机构,特别是在动模侧设计了一种三重叠滑块机构,在该机构的大滑块内部设计了复杂的多级抽芯结构,解决了塑件因局部狭小区域特征多和脱模方向多而造成的脱模机构设计空间受到限制非常大的难题。笔者着重针对脱模机构的设计难点进行了深入分析和探讨^[6],设计了双重叠滑块与三重叠滑块脱模机构,以及塑件的整体模具结构,以为同类塑件的模具结构设计提供参考。

1 汽车水室的材料及结构分析

某款汽车水室结构如图1所示,塑件的整体尺寸为225 mm×179 mm×236 mm,平均壁厚为2 mm,局部结构为了增加连接时的强度将壁厚设为3 mm,塑件体积为471 cm³。该塑件虽非外观件,但是作为结构连接件,对尺寸和形状精度有较高的要求,特别是在塑件平口边缘的平面度方面。

从塑件成型模具设计的难度看,塑件上影响模具结构设计的主要结构特征如下:图1中T1特征为直径22.4 mm的90°侧弯孔结构,其位于塑件顶部的

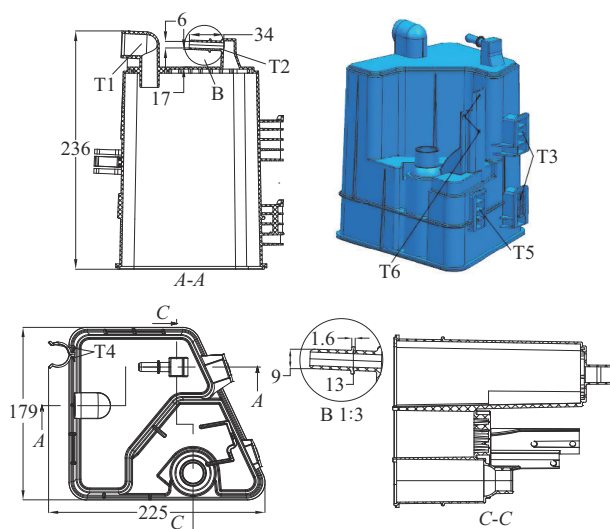


图1 汽车水室塑件结构

Fig. 1 Plastic part structure of automobile water chamber

边缘处;T2特征为细长的圆柱状侧管结构的进水口,长为34 mm,该侧管结构通过内径为6 mm的通孔与水室内部相连,由局部放大图B可以看到通孔外径为9 mm,在该进水口外部的中间位置存在外径为13 mm、厚1.6 mm的圆环特征,整个特征悬空于塑件顶部的中间位置,与顶部表面的距离仅为17 mm,脱模空间有限,给模具的结构设计带来较大的困难;T3、T5处都为塑件的侧向结构特征,每个特征都有侧向翻边倒扣与侧向加强筋结构,T3处加强筋较为密集,所需侧向脱模距离达20 mm,而且T3与T5两个特征的侧向脱模方向也不一致,使塑件的侧向脱模机构变得更为复杂;T4处为塑件侧面的管卡特征,由3个直径为22 mm的四分之一圆弧的结构组成,在管卡的中间部位同样有侧向加强筋的结构;T6处特征为塑件结构上的3个6 mm通孔结构,用于安装定位塑件的作用;在图1的C-C剖视图中可以看到塑件内部由多个独立的腔室组成,需要设计多个镶块组成的型芯以利于排气。

塑件材料为德国巴斯夫公司生产的牌号为Ulramid A3WG3的玻璃纤维(GF)增强聚酰胺66(PA66)复合材料,该复合材料中的GF质量分数为30%,部分性能参数见表1。该材料结合了PA66的良好性能和GF的增强效果,具有良好的耐冷却液高低温性能,被广泛应用于汽车、电子等领域^[7-8]。

2 模具结构设计

2.1 分型面的设计

分型面的设计直接决定了模具结构的复杂程度、制造成本及塑件成型质量,所以分型面的选择

表1 Ultramid A3WG3 复合材料性能参数

Tab. 1 Performance parameters of Ultramid A3WG3 composite

Performance parameters	Values
Melt density/($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	1.098
Solid density/($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	1.262 9
Recommended mould temperature/ $^{\circ}\text{C}$	85
Recommended melt temperature/ $^{\circ}\text{C}$	290
Melt flow rate/[$\text{g} \cdot (10 \text{ min})^{-1}$]	64.2
Ejection temperature/ $^{\circ}\text{C}$	190
Maximum shear stress/MPa	0.5
Maximum shear rate/ s^{-1}	60 000
Glass transition temperature/ $^{\circ}\text{C}$	235

必须合理^[9-10]。一般按照下列原则去设计:尽可能减小塑件在分型面上的投影面积,从而降低锁模力;能保证塑件尺寸精度、表面质量要求;尽可能简化模具的整体结构,降低制造成本,使用方便。对于该水室塑件,由于塑件结构上有多处侧向加强筋、侧孔、管卡、侧管等特征,为了便于设计侧向抽芯结构,将主分型面设计在塑件端部平口的最大外轮廓线处,如图2所示。

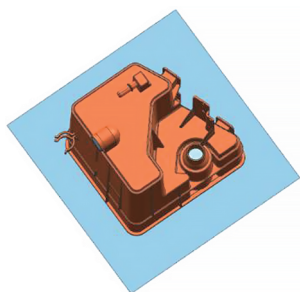
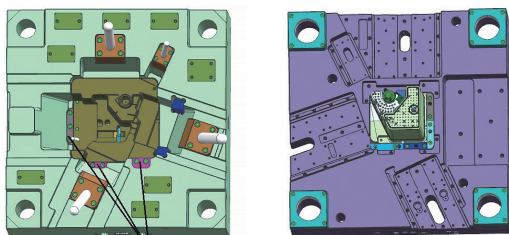


图2 模腔分型设计

Fig. 2 Mould cavity parting design

2.2 动定模结构零件的设计与分析

模具主要结构零件一般包括定模型腔、动模型芯及侧向抽芯零件等^[11]。该模具的定模型腔由滑块与定模镶件组合而成,由于塑件的材料中含有质量分数30%的GF,因此所用的模具材料必须具有良好的耐磨性,热处理后能够得到较高硬度。定模的结构如图3a所示,定模采用镶拼式的结构,由于定



(a) Fixed mould

(b) Moving mould

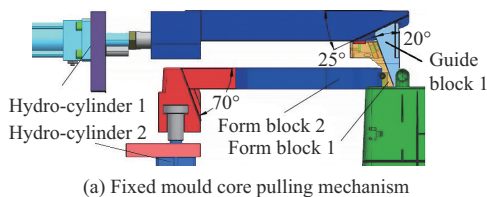
图3 动模与定模的结构

Fig. 3 Structures of moving and fixed mould

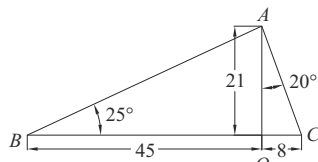
模型腔较深,通过3个挤块的设计可以更容易将型腔装配到模架上,型腔材料采用8503模具钢,这种模具钢可以淬火加硬到HRC54,能够抵抗重负荷工作下的磨损^[12];模架材料采用价格较低的S50C塑胶模具钢,并在模架的四个直角处设计了斜度为 5° 的虎口定位结构,在模架分型面上设计了多块厚度为10 mm的承压板。动模的结构如图3b所示,动模型芯采用4个小镶块镶拼而成,降低了模具的制造难度及成本,同样将镶拼好的动模型芯通过挤块定位安装到动模模架上^[13]。

2.3 定模复合抽芯机构的设计

图1中塑件T2处的侧管结构特征在塑件成型后,其两个成型镶块的脱模运动距离需达到8 mm,常用方法是在开模的同时完成同步脱模,但采用此种方法需在上底板与定模A板之间设计同步的推出机构,这会大大增加模具的厚度及制造成本。因此,在不增加模具厚度的前提下,将该处的脱模机构设计成如图4a所示的结构,整体采用了两组独立的液压油缸进行抽芯脱模在开模前完成脱模。第一组机构中将油缸1的水平抽芯运动通过T形槽连接转化为导向块1竖直方向上的运动,导向块1带动成型块1往右边运动完成脱模,其运动原理如图4b所示,油缸1的抽芯运动行程为BO段45 mm,AO段为导向块1的运动行程21 mm,CO段为成型块1的运动行程8 mm;第二组机构中将油缸2竖直方向的抽芯运动转化为成型块2水平方向的运动,油缸2的抽芯运动行程为22 mm,所以成型块2的抽芯距离 $L=22/\tan(70^{\circ})=8 \text{ mm}$ 。



(a) Fixed mould core pulling mechanism



(b) Motion schematic diagram

图4 定模复合抽芯机构

Fig. 4 Composite core pulling mechanism of fixed mould

2.4 动模复合抽芯机构的设计

由图1的塑件结构分析可知,塑件在动模侧成型时需设计多组侧抽芯的机构,其中塑件的T1,T2,

T4处的特征都位于同一侧,但是各个位置的脱模机构都不一样,为此,设计了如图5所示的一种三重叠滑块脱模机构,进一步地解决了塑件外壁复杂特征的脱模问题,在该机构第二个滑块(即滑块2)的内部设计了如图6所示的复合抽芯子机构。三重叠滑块脱模机构的整体工作原理为:开模时滑块1在斜导柱的作用下,完成特征T2处小孔的抽芯;开模结束后,液压缸1拉动滑块2运动,此时与滑块2相互固定的驱动块(图6所示)通过T形槽带动成型块(图6所示)运动完成特征T4处的脱模;当滑块2运动40 mm后碰到与滑块3相连的限位块(图5所示)后,液压缸1拖动整套滑块完成最后的抽芯运动^[14]。

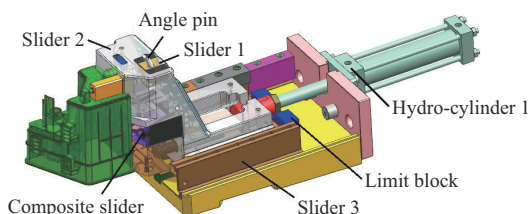


图5 三重叠滑块脱模机构的结构设计

Fig. 5 Structural design of three overlapping slider demoulding mechanism

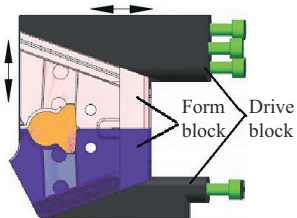


图6 滑块2的内部抽芯方向

Fig. 6 Internal core pulling direction of slider 2

塑件T3,T5,T6处的特征结构都在同一侧的位置上,笔者巧妙地将3处的脱模机构集成在一套双重叠滑块脱模机构上,如图7所示,整套机构由一根斜导柱、两个滑块、两个限位块、一个成型块及其内部脱模机构(图8所示)组成。其中成型块与滑块2通过螺钉固定连接,斜导柱的工作角度为 20° ,有效工作长度为196 mm,共分成两段,其中首段为102 mm,使滑块1运动35 mm碰到限位块1,在此过程中成型

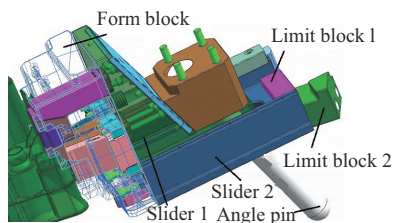


图7 双重叠滑块脱模机构设计

Fig. 7 Design of double overlapping slider demoulding mechanism

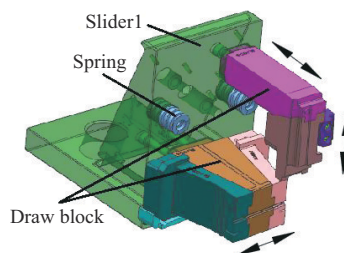


图8 成型块内部复合抽芯机构的运动方向

Fig. 8 Movement direction of composite core pulling mechanism inside form block

块在内部弹簧的作用下保持静止不动,但其内部的另外两组复合抽芯机构在与滑块1相互固定的两个驱动块作用下分别完成各自方向的脱模运动(如图8所示箭头),之后斜导柱带动滑块2继续运动32 mm直到完成所有特征的脱模。

2.5 动模顶出机构的设计

模具的顶出机构按顶出顺序分为一次顶出与二次顶出的方式,一般包括直顶与斜顶结构,其中斜顶结构可分为分体式斜顶和整体式斜顶两大类。由于塑件高度达到200 mm,内部结构也比较复杂,多处较深的加强筋结构将内部分为3个区域,使塑件与型芯的接触面积加大,因此塑件成型冷却后会存在很大的包紧力,如果顶出结构设计不够合理,容易造成塑件顶白或顶破。该模具的顶出机构如图9所示,由4块顶针板组成,在顶出顺序上采用了二次顶出方式,通过安装在顶针板上的4个定距拉钩来实现一次顶出与二次顶出的分离,当顶出距离达到100 mm后,在定距拉钩的作用下第一和第二块顶针板与第三和第四块顶针板分开,第一和第二块顶针板继续带动所有顶针推出20 mm。顶出结构上采用了“直顶块+方顶杆+直顶针+斜顶杆”的组合方式,其中在塑件的平口部位设计了3个直顶块与3根方顶杆,在塑件内部设计了20多根直径从4 mm到8 mm直顶针,使塑件顶出时各个位置受力更加均匀,在塑件内部的一处倒扣位置设计了1根工作

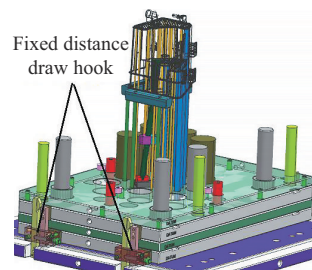


图9 二次顶出机构的设计

Fig. 9 Design of secondary ejection mechanism

角度为 6° 的整体式斜顶杆结构。

2.6 模具冷却系统的设计

汽车水室形状复杂,塑件材料中加有质量分数30%的GF,如果模具温度过低容易造成塑件表面出现浮纤的缺陷,可以通过模具的水路系统利用模温机将模具加热到 $80\sim 100^{\circ}\text{C}$ 解决该问题,所以模具水路布置必须均衡。模具最终的水路设计如图10所示,由于各个大滑块与塑件的接触面积较大,因此在每个滑块内部都设计了一组直径为8 mm的随形循环水路。在定模侧设计了3组独立的循环水路,由“直通式+隔水片式”水路组合而成,其中直通式水路直径为10 mm,隔水片水井直径为16 mm;在动模侧,由于型芯高度较大,内部又有多处顶针与斜顶杆,为了防止与顶出系统干涉,在型芯内部设计了“喷泉式+隔水片式”组合水路,在两个小型芯镶块内部设计了两组内径为4 mm、外径为8 mm的“喷泉式”水路,在大型芯内部设计了10组直径为12~14 mm的隔水片式水井,使塑件的内表面与外表面都能与冷却系统进行充分的热交换,保证塑件的成型质量^[15]。

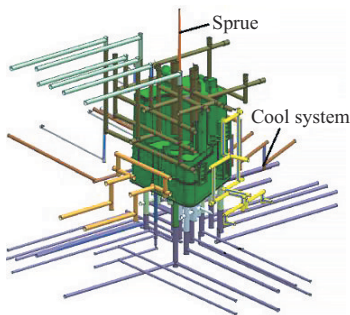


图10 模具冷却水路的设计

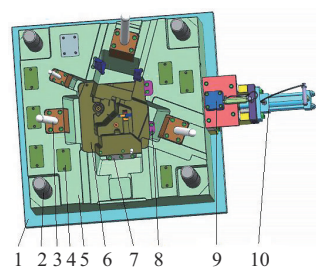
Fig. 10 Design of mould cooling water channels

3 模具的装配及工作过程

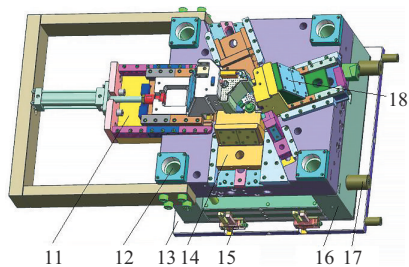
汽车水室模具的动定模装配图如图11所示,模具浇注系统采用单点大水口直接进胶的结构,可以降低塑件所需的注射压力,模具尺寸为 $800\text{ mm}\times 800\text{ mm}\times 900\text{ mm}$,属于中型精密注塑模具。

模具工作过程如下:将模具安装到注塑机上后,由于模具存在二次顶出机构,用螺杆将注塑机的顶出杆与模具的顶出板相连,通过注塑机顶出杆的回退带动顶出系统复位;将所有水路的接头与模温机相连,通过模温机将模具温度加热到 95°C ,然后注塑机料筒里的螺杆将熔融的塑料通过直浇口快速推进模具的型腔,经保压冷却成型后,准备开模;模具开模前,定模侧的两个抽芯油缸在注塑机

的控制下开始运动,完成塑件在定模侧的脱模要求;然后模具缓慢开模,定模上的5根斜导柱分别带动动模上的5个滑块做侧向抽芯运动,同时各个大滑块的内部复合机构也完成抽芯运动;待开模停止后,动模上的油缸开始向外抽芯,带动三重叠滑块脱模机构运动,完成塑件最后的侧向抽芯分离;最后注塑机的顶出杆推动顶出系统工作,通过顶出系统的二次顶出,最终将塑件与模具彻底分离,随后通过机械手抓取塑件的主流道将其取走,二次顶出系统随着注塑机顶出杆的复位运动而缓慢退回,合模后开启下一模的生产。



(a) Fixed mould assembly diagram



(b) Moving mould assembly diagram

- 1—Fixed clamping plate; 2—Guide pillar; 3—Angle pin;
4—Bearing plate; 5—Fixed plate; 6—Mould cavity;
7, 8—Squeeze block; 9, 10—Hydraulic cylinder; 11—Triple overlapping slider demoulding mechanism; 12—Guide sleeve;
13—Moving clamping plate; 14—Double overlapping slider demoulding mechanism; 15—Fixed distance draw hook; 16—Mould foot;
17—Support pillar; 18—Slider

图11 模具的整体结构

Fig. 11 Overall structure of mould

4 结论

以某款汽车水室为研究对象,设计了一副采用单点大水口浇注系统的冷流道模具,对塑件的结构特征进行了详细的分析。在模具定模侧设计了两组液压缸联动复合抽芯的脱模机构,在开模前完成定模侧塑件的抽芯运动。在动模侧设计了5组滑块的抽芯结构,其中针对斜导柱抽芯的滑块设计了双重叠滑块脱模机构,针对油缸抽芯的大滑块设计了

三重叠滑块脱模机构。在三重叠滑块脱模机构中,第一个滑块设计在第二个滑块上面,通过定模的斜导柱驱动,第二个滑块套在第三个滑块上面,由油缸驱动 40 mm 后通过限位块带动第三个滑块继续运动。将顶出板与注塑机的顶出杆固定连接一起,节省了模具上所需的顶出油缸。通过固定在顶针板上的定距拉钩,实现塑件的二次顶出。模具试模后,各个复合抽芯机构运动顺畅,塑件的成型质量良好,证明该模具多重滑块结构的设计可行。

参考文献

- [1] 徐春林,周建文.基于变形预补偿的汽车水室注射模具设计[J].塑料,2018,47(2):103-107.
XU Chunlin, ZHOU Jianwen. Design of injection mold for automobile water tank based on deformable pre-compensation[J]. Plastics, 2018, 47(2):103-107.
- [2] 杨伟,赵立宏,吴家雄.汽车水室注塑成型多目标工艺参数优化[J].机电工程技术,2021,50(3):198-201.
YANG wei, ZHAO Lihong, WU Jiaxiong. Optimization of injection molding process parameters in automobile water chamber[J]. Mechanical & Electrical Engineering Technology, 2021, 50(3):198-201.
- [3] 张涯飞,王雷刚,黄瑶.基于UG和Moldflow的汽车水室模具设计[J].模具技术,2009(1):30-33.
ZHANG Yafei, WANG Leigang, HUANG Yao. Injection mold design of auto water chamber based on UG and Moldflow[J]. Die and Mould Technology, 2009(1):30-33.
- [4] 夏新宇.汽车水室注塑模具冷却系统设计与优化研究[D].衡阳:南华大学,2021.
XIA Xinyu. Design and optimization of injection mold cooling system for automobile water chamber[D]. Hengyang: University of South China, 2021.
- [5] 熊邦彦,欧阳八生,吴家雄.基于预变形的汽车水室翘曲变形控制[J].模具工业,2021,47(1):6-10.
XIONG bangyan, OYANG Basheng, WU Jiaxiong. Warping deformation control of automobile water chamber based on pre-deformation[J]. Die & Mould Industry, 2021, 47(1):6-10.
- [6] 傅莹龙,符立华,叶星辉,等.汽车副仪表骨架大型精密倒装注塑模具设计[J].塑料科技,2023,51(2):79-83.
FU Yinglong, FU Lihua, YE Xinghui, et al. Design of large precision inverted injection mold for automobile auxiliary instrument frame[J]. Plastics Science and Technology, 2023, 51(2):79-83.
- [7] 陈兵,王静,胡银芬.基于DFM的车灯盖零件的热流道模具设计[J].塑料科技,2022,50(10):91-94.
CHEN Bing, WANG Jing, HUANG Yingfen. Design of hot runner mold for car lamp cover parts based on DFM[J]. Plastics Science and Technology, 2022, 50(10):91-94.
- [8] 洪维,傅莹龙.汽车仪表板下本体大型注塑模具设计[J].工程塑料应用,2022,50(5):107-112.
HONG Wei, FU Yinglong. Design of large injection mould for automobile instrument panel lower body[J]. Engineering Plastics Application, 2022, 50(5):107-112.
- [9] 陈叶娣,严小锋.基于CAE技术的PMMA灯壳注塑成型缺陷分析及模具设计[J].塑料,2021,50(6):87-92.
CHENG Yedi, YAN Xiaofeng. Defect analysis and mold design of PMMA lamp shell injection molding based on CAE technology[J]. Plastics, 2021, 50(6):87-92.
- [10] 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.
- [11] 陈黎明,熊建武,胡幼华,等.除尘器吸尘罩热流道注射模设计[J].工程塑料应用,2023,51(11):102-107.
CHENG Liming, XIONG Jianwu, HU Youhua, et al. Design of the injection mold for the hot runner of the dust collector cover[J]. Engineering Plastics Application, 2023, 51(11):102-107.
- [12] 傅莹龙,符立华,叶星辉,等.基于CAE技术的汽车转向管柱护罩热流道注塑模具设计[J].工程塑料应用,2022,50(11):97-101,116.
FU Yinglong, FU Lihua, YE Xinghui, et al. Design of hot runner injection mould for car steering column protecting cover based on CAE technology[J]. Engineering Plastics Application, 2022, 50(11):97-101, 116.
- [13] 夏新宇,陈勇.基于MoldFlow的汽车水室注塑模冷却管道布局优化[J].山东化工,2021,50(2):162-165.
XIA Xinyu, CHEN Yong. Optimization of cooling pipeline layout of injection mold for automotive water chamber based on Mold-Flow[J]. Shandong Chemical Industry, 2021, 50(2):162-165.
- [14] 傅莹龙,邵明朝.儿童安全座椅头枕的双滑块二次抽芯注塑模具设计[J].中国塑料,2020,34(7):92-96.
FU Yinglong, SHAO Mingchao. Injection mold design for child safety seat headrest with double slider secondary core-pulling mechanism[J]. China Plastics, 2020, 34(7):92-96.
- [15] 冯济斌,罗勇波,冯金茂,等.基于Moldflow塑料检查井的大型倒装注塑模具设计[J].工程塑料应用,2024,52(10):109-115.
FENG Jibin, LUO Yongbo, FENG Jinmao, et al. Design of large inverted injection mould for plastic inspection well based on Moldflow[J]. Engineering Plastics Application, 2024, 52(10):109-115.