

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2024.09.017

含双头旋转脱模机构的车用电池组件盖注塑模设计

刘铁石¹,熊建武^{2,3},王得胜^{2,3},汪伟芬⁴,胡智清⁵,高伟⁵(1.衡阳技师学院,湖南衡阳 421101; 2.湘潭科技职业学院,湖南湘潭 411199; 3.邵阳通航职业技术学院,湖南邵阳 422999;
4.南县职业中等专业学校,湖南益阳 413299; 5.湖南财经工业职业技术学院,湖南衡阳 421002)

摘要:结合某车用电池组件盖塑件采用玻璃纤维改性聚醚醚酮自动化注塑的需要,针对该塑件中局部特征难以成型的问题,设计了一副含双头旋转脱模机构的注塑模具。模具中针对所使用改性材料流动性差而导致模腔充填存在潜在困难的问题,采用单一热浇口对模腔进行直接充填。针对塑件外表面成型后脱模困难问题,设计了5个侧抽芯滑块机构用于塑件外表面局部特征的成型与脱模,其中有2个侧抽芯滑块机构设计成二次抽芯滑块机构,有效地避免了侧抽芯时塑件局部特征的脱模变形和损伤。针对塑件圆弧面两侧都要实施旋转抽芯而圆弧形芯的驱动机构设计存在干涉导致机构设计难以进行的问题,设计了一种单油缸驱动双头旋转抽芯机构,机构中使用1个液压油缸通过两个传动滑块的改向动力传动,同步驱动了塑件圆弧面两侧两个圆弧滑块的同步抽芯,避免了驱动机构运动干涉问题。设计的模具为一种两板热流道模具,单次开模,保证了塑件的自动化注塑得以顺利进行。

关键词:车用电池组件盖;注塑;聚醚醚酮;玻璃纤维;热流道;模具设计;旋转抽芯

中图分类号: TG243 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2024)09-0112-07

Design of injection mould with double-head rotating demoulding mechanism for a vehicle battery assembly cover

LIU Tieshi¹, XIONG Jianwu^{2,3}, WANG Desheng^{2,3}, WANG Weifen⁴, HU Zhiqing⁵, GAO Wei⁵

(1. Hengyang Technician College, Hengyang 421101, China; 2. Xiangtan Vocational College of Science and Technology, Xiangtan 411199, China; 3. Shaoyang General Aviation Vocational College, Shaoyang 422999, China; 4. Nanxian Vocational School, Yiyang 413299, China; 5. Hunan Financial Industrial Vocational-technical College, Hengyang 421002, China)

Abstract : Considering the need for automated injection molding of a vehicle battery assembly cover plastic part made from glass fiber modified polyether ether ketone, in response to the problem of difficult molding of local features in the plastic part, an injection mould with double-head rotating demoulding mechanism was designed. According to the potential difficulty in filling the mould cavity caused by the poor fluidity of the modified materials used in the mould, a hot gate was used to fill the mould cavity directly. In response to the problem of demoulding difficulties after forming the outer surface of the plastic part, five side core pulling slider mechanisms were designed for the molding and demoulding of local features of the outer surface of the plastic part. Among them, two side core pulling slider mechanisms were designed as secondary core pulling slider mechanisms, effectively avoiding demoulding deformation and damage to local features of the plastic part during side core pulling. The mechanism design was difficult to perform due to the interference in the design of the driving mechanism for the circular arc core of the plastic part, which requires rotary core pulling on both sides of the circular arc surface, in response to above problems, a single hydraulic cylinder driven double-head rotating core pulling mechanism was designed. In the mechanism, one hydraulic cylinder was used to drive the synchronous core pulling of two circular arc sliders on both sides of the circular arc surface of the plastic part through the redirection power transmission of two transmission sliders, avoiding the problem of motion interference in the driving mechanism. The designed mould was a two plate hot runner mould with a single opening, which could enable the automated injection molding of the plastic part to proceed smoothly.

Keywords : automotive battery assembly cover ; injection molding ; polyether ether ketone ; glass fiber ; hot runner ; mould design ; rotating core pulling

通信作者: 熊建武, 硕士, 教授、高级工程师, 从事模具设计与制造、职业教育研究

收稿日期: 2024-06-30

引用格式: 刘铁石, 熊建武, 王得胜, 等. 含双头旋转脱模机构的车用电池组件盖注塑模设计[J]. 工程塑料应用, 2024, 52(9): 112-118.

LIU Tieshi, XIONG Jianwu, WANG Desheng, et al. Design of injection mould with double-head rotating demoulding mechanism for a vehicle battery assembly cover[J]. Engineering Plastics Application, 2024, 52(9): 112-118.

某些具有特殊形状的塑件上同一结构壁两侧都需要使用圆弧弯曲成型件实施成型和脱模,这种情况在现有的塑件结构设计中较为少见。这类塑件中,如果是同侧同向实施圆弧形芯抽芯脱模,则对应脱模机构件的结构设计难点较小,但如果需要在相异方向上进行旋转抽芯而实施脱模,则对应脱模机构设计的难度较大,从而使模具整体结构设计难度也比较大,需要结合塑件的具体尺寸大小和局部特征的形状进行机构和模具结构的创新优化设计和技术改进,才能较为可靠地实现塑件的自动化注塑生产^[1-6]。笔者结合某车用电池组件盖塑件在注射成型中所遇到的这一难题,设计了一种单油缸驱动双头旋转抽芯机构,用于该塑件转轴盖局部特征的脱模,基于此还为该塑件优化设计了一种两板式带多种滑块抽芯机构的热流道模具,模具中的脱模机构设计较为新颖实用,模具整体结构设计布置合理精简,较为顺利地解决了塑件圆弧壁两侧都需要实施弯曲型芯脱模的难题,有较好的设计实践参考作用。

1 塑件结构与成型难点分析

某车用电池组件盖塑件主要用于车用单体电池的电池盒主体顶端的包装外盖,塑件成型精度要求 MT5~MT6,产量为 15 万件。

1.1 塑件结构

塑件结构如图 1 所示,塑件外形为扭曲形长方形壳体,中间为空心圆孔,前端为一个转轴包壳,外形包装尺寸为 201 mm×159 mm×89 mm。塑件的附加特征较多,外壁上设置了复杂附加特征的区域有 A1~A8 区域,内壁上的有 A9~A10 区域。这些区域特征主要影响塑件模具设计中塑件脱模自动化的设计,每个区域特征需对应设计一个脱模机构才能

实现塑件注塑完成后的自动脱模。

1.2 塑件材料

塑件材料采用由英国威格斯(Victrex)公司生产的质量分数 30% 玻璃纤维(GF)增强改性聚醚醚酮(PEEK) (PEEK+30%GF),牌号为 VICTREX PEEK 450G。该材料具有高强度、耐高温、阻燃等特性,适用于保证极端服役环境下电池的使用安全性能^[7-12],加工级别为注射级。该材料熔体流动速率为 10 g/10 min,密度为 1.35 g/cm³,拉伸强度为 260 MPa,弯曲强度为 556 MPa,弯曲模量为 6 563 MPa,缺口冲击强度为 200 kJ/m²,断裂伸长率为 320%,成型收缩率为 0.8%,洛氏硬度为 260 HRC,热变形温度为 320 ℃,脆化温度为 340 ℃,维卡软化点为 126.7 ℃。

1.3 成型难点分析

结合图 1,分析塑件成型的难点如下。

第 1 个难点是浇注充填饱满问题,由于塑件中心部位为空心圆孔,单个浇口的最佳浇口位置比较难以设置,设置不好容易引起注塑不平衡等问题。

第 2 个难点是塑件的脱模,塑件 A2~A7 和 A9~A10 共 8 个区域都存在脱模困难的问题,具体为:①A2, A3, A5, A6 为同类型接插扣座特征区,特征区内的特征交叉孔多,加强筋薄弱,包紧力大且脱模方向不同,侧抽芯脱模方向采用一次抽芯时容易将薄弱筋拉坏,损坏塑件, A4 和 A7 区域内特征也存在同样的问题;②如图 1 中 3D 剖切图所示, A9 区域内有内壁圆弧槽特征,成型件从 A9 区域内脱出比较困难, A10 区域为外壁圆弧区,成型件只能采用圆弧抽芯方式抽芯。

塑件成型脱模难点中, A9 和 A10 区域成型件与塑件分离的最大难点是 A9 和 A10 区域的脱模机构设计存在干涉矛盾,即 A9 区域内的内壁成型件为圆弧形成型件,只能做逆时针旋转抽芯,而 A10 区域内的外壁成型件也为圆弧成型件,只能做顺时针旋转抽芯,两者的旋转中心接近,为驱动这两个成型件而设计的机械式驱动机构在空间上会产生干涉,若采用常规的机械式机构设计方式只能二选一,剩余的一个只能另做新式机构或无法进行。鉴于此,为解决这一难题需要创新设计一种特殊机构来解决这一难题。

2 模具设计方案

结合成型难点,塑件的成型模具设计方案如下。

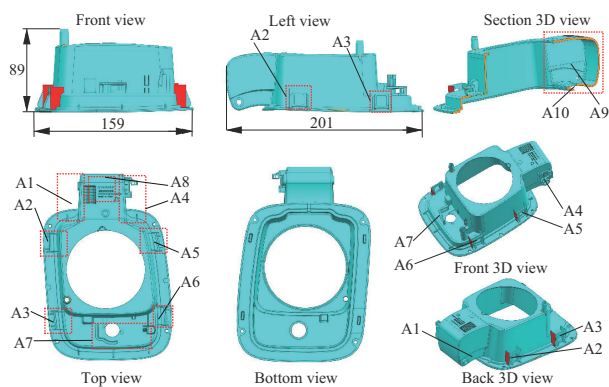
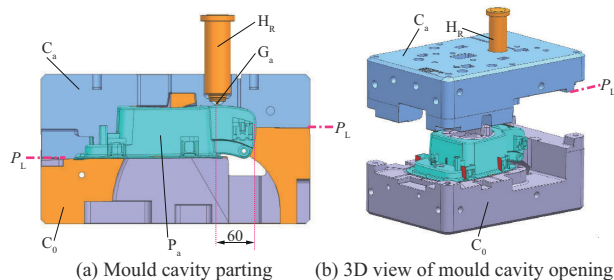


图 1 塑件结构

Fig. 1 Structure of plastic parts

2.1 分型设计

模腔分型面设计如图2所示,为简化模具结构设计,采用单一分型面 P_L 对模腔进行分型,获得主要成型件 C_a 型腔镶件和 C_o 型芯镶件。然后再针对A1~A10各分区的具体难点进行有针对性的局部分型设计,以适应这些局部区域特征的成型与脱模需要^[13-16]。



(a) Mould cavity parting (b) 3D view of mould cavity opening

P_L —Parting surface; C_a —Cavity inserts; C_o —Core inserts;

H_R —Hot nozzle; G_a —Hot gate; P_a —Plastic part

图2 模腔分型面设计

Fig. 2 Design of mould cavity parting surface

2.2 浇口设计

为保证含GF熔料在模腔内的流动性充足,以及塑件模腔充填饱满,模腔浇注系统采用单一热浇口直接浇注的方式,且为尽可能保证充填末端的均衡性,热浇口 G_a 设置在塑件靠近转轴包壳位置一侧,在模腔中心剖面上距塑件前端60 mm处。模具中的布局采用一模一腔布局,在满足量产要求的情况下,以保证塑件的成型精度达到MT5~MT6等级要求。

2.3 脱模设计

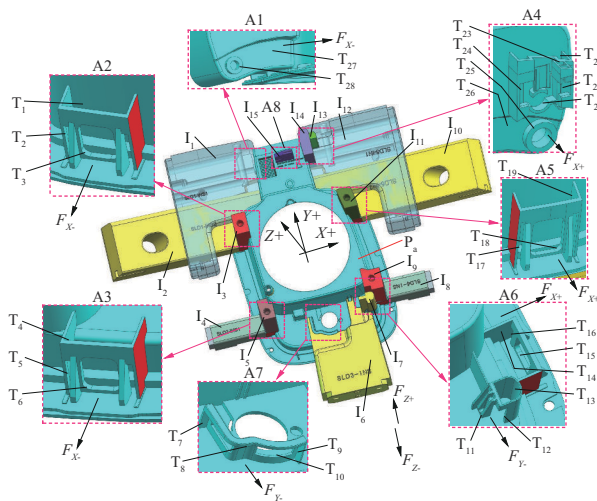
针对塑件难以脱模的问题,将塑件分为外表面及圆弧面两部分进行脱模设计。

2.3.1 塑件外表面脱模设计

塑件外表面包含A1~A8区域,相应的脱模设计如图3所示。A1区域的凹面 T_{27} 和带孔凸台 T_{28} 集成使用镶件 I_1 成型并按 F_{x^-} 向抽芯脱模;A2区的对称槽 T_2 和孔 T_3 集成使用镶件 I_2 成型并按 F_{x^-} 向抽芯脱模;矩形槽 T_1 使用 I_3 镶件成型并按 F_{z^+} 向抽芯脱模。

A3区域的对称槽 T_5 和孔 T_6 集成使用镶件 I_4 成型并按 F_{x^-} 向抽芯脱模;矩形槽 T_4 使用 I_3 镶件成型并按 F_{z^+} 向抽芯脱模。A6区域的对称槽 T_{16} 和孔 T_{15} 集成使用镶件 I_8 成型并按 F_{x^-} 向抽芯脱模;矩形槽 T_{14} 使用 I_9 镶件成型并按 F_{z^+} 向抽芯脱模。

A4区域的凹面 T_{26} 和带孔凸台 T_{25} ,开放式圆凹槽 T_{20} ,矩形侧凹槽 T_{21} 和 T_{24} 集成使用镶件 I_{12} 成型并



A1~A8—The same as Fig.1; T_1 ~ T_{28} —Partition feature number;

I_1 ~ I_{15} —Forming insert number; F_{x^+} , F_{x^-} , F_{y^+} , F_{y^-} , F_{z^+} , F_{z^-} —Straight core pulling direction along mould coordinate axis

图3 塑件外表面脱模设计

Fig. 3 Demoulding design for outer surface of plastic parts

按 F_{x^+} 向抽芯脱模;矩形槽 T_{22} 和 T_{23} 分别使用 I_{14} 镶件和 I_{13} 镶件成型并按 F_{z^+} 向抽芯脱模。A5区域的对称槽 T_{17} 和孔 T_{18} 集成使用镶件 I_{10} 成型并按 F_{x^+} 向抽芯脱模;矩形槽 T_{19} 使用 I_{11} 镶件成型并按 F_{z^+} 向抽芯脱模;

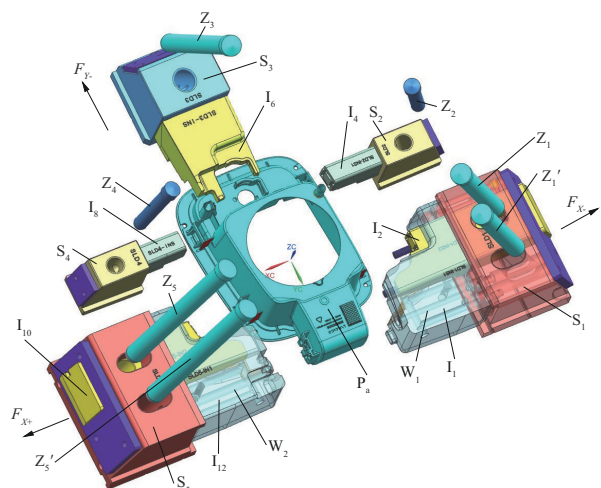
A7区域的边沿倒扣 T_7/T_9 ,孔 T_8/T_{10} ,与A6区域的倒扣边 T_{12} ,台下倒扣 T_{11} 集成使用镶件 I_6 成型并按 F_{y^-} 向抽芯脱模。

A8区域的文字特征使用独立镶件 I_{15} 成型并按 F_{z^+} 向抽芯脱模。

考虑到成型镶件侧抽芯机构设计空间受限制和无损脱模要求, I_1 镶件和 I_2 镶件分别设计成滑块零件形式,机构结构设计成二次抽芯滑块机构以保护这两个镶件所成型的塑件特征在镶件抽芯时不受损伤。 I_2 镶件为第1次抽芯滑块, I_1 镶件为第2次抽芯滑块。 I_{12} 镶件和 I_{10} 镶件也做同样处理, I_{10} 为第1次抽芯滑块, I_{12} 为第2次抽芯滑块。

相应地,驱动各抽芯镶件动作的侧抽芯滑块机构设计如图4所示, I_1 镶件和 I_2 镶件由2根斜导柱 Z_1 , Z_1' 驱动的 S_1 滑块实施驱动,其中 I_2 镶件设计成隧道式滑块安装在 S_1 滑块和 I_1 镶件内,由1根斜导柱 Z_1 驱动, Z_1 斜导柱驱动 I_2 镶件先完成 F_{x^-} 向抽芯后,再联合 Z_1' 一起驱动滑块 S_1 带着 I_1/I_2 镶件按 F_{x^-} 向抽芯。 I_1 镶件使用螺丝紧固安装在 S_1 滑块上,其内设置有冷却水路 W_1 。

同理,驱动 I_{10} 镶件和 I_{12} 镶件抽芯的 S_5 滑块也设计成此相同结构。 I_{12} 镶件使用螺丝紧固安装在 S_5 滑



$S_1 \sim S_5$ —Slider; $Z_1 \sim Z_5, Z_1', Z_5'$ —Angle pin; W_1, W_2 —Waterway;

Other numbers are the same as Fig.3

图4 $S_1 \sim S_5$ 侧抽芯滑块机构设置

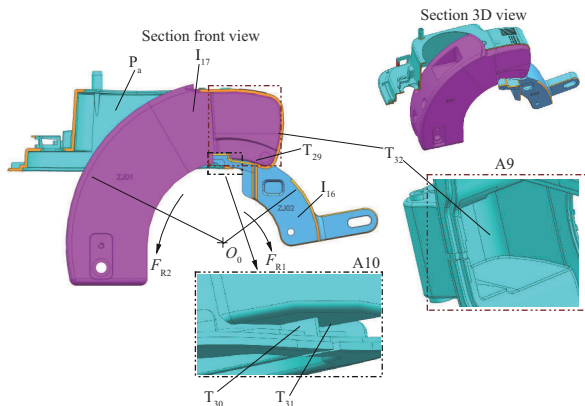
Fig. 4 Setting of $S_1 \sim S_5$ side core pulling slider mechanism

块上,其内设置有冷却水路 W_2 。

I_4 镶件、 I_6 镶件、 I_8 镶件的驱动都采用简单型斜导柱滑块机构驱动,对应的滑块分别为 S_2, S_3, S_4 滑块。

2.3.2 塑件圆弧面脱模设计

塑件圆弧面脱模设计主要针对转轴包壳下端圆弧底壁 T_{29} 两侧脱模而展开,如图5所示。



A9~A10—Feature area number; $T_{29} \sim T_{32}$ —Feature number;

$I_{16} \sim I_{17}$ —Circular arc forming insert number;

F_{R1}, F_{R2} —Circular arc core pulling direction

图5 塑件圆弧面脱模设计

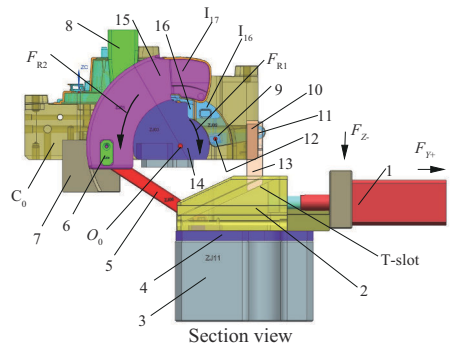
Fig. 5 Demoulding design for circular arc surface of plastic part

在 T_{29} 的下端衍生区域A10内,有对称型开放槽 T_{30} 和中间矩形槽 T_{31} ,此区域的脱模需要设计一个 I_{16} 外壁圆弧镶件用于成型和旋转抽芯脱模,其旋转轴心为 O_0 ,旋转方向为顺时针方向 F_{R1} 。

同样,在A9区域五面包围壳体特征 T_{32} 中,需要设计一个 I_{17} 内壁圆弧镶件用于特征 T_{32} 的成型和旋转抽芯脱模,其旋转轴心也为 O_0 ,旋转方向为逆时

针方向 F_{R2} 。

I_{16} 外壁圆弧镶件、 I_{17} 内壁圆弧镶件在运动空间上存在干涉,这个问题需要进行机构创新设计才能解决,否则 $T_{29} \sim T_{32}$ 特征的成型难以实现^[17-21]。因此设计了一种单油缸驱动双头旋转抽芯机构 S_6 ,该机构 S_6 的设置如图6所示。



Section 3D view

$I_{16}, I_{17}, F_{R1}, F_{R2}$ —The same as Fig.5; F_{y+}, F_{y-} —The same as Fig.3;
 C_0 —The same as Fig.2; 1—Hydraulic cylinder; 2—Transmission slider;
 3—Support; 4, 10—Guide pillar; 5—Connecting rod;
 6—Wear resistant block; 7—Guide block; 8—Locking block;
 9—Swinging rod; 11—The first rotation pin;
 12—The second rotating pin; 13—The second transmission slider;
 14—Core double arc guide element; 15— I_{17} insert; 16— I_{16} insert

图6 S_6 旋转抽芯机构设置

Fig. 6 Setting of S_6 rotary core pulling mechanism

首先,设置芯部双圆弧导向件14作为 I_{17} 镶件15和 I_{16} 镶件16的旋转抽芯内侧导向件, I_{17} 镶件15的外侧导向件为导向块7, I_{16} 镶件16的外侧导向件为 C_0 型芯镶件上加工的圆槽导向。进而,机构工作时,在液压油缸1的拉动下,在支座3上的传动滑块2按 F_{y+} 方向移动,传动滑块2的左端将拉动连杆5带动 I_{17} 镶件15进行 F_{R2} 向的旋转抽芯;同步地,传动滑块2上的T型槽拉动第二传动滑块13按 F_z 向下移,第二传动滑块13通过其上端的第一转动销子11带动 I_{16} 镶件16绕中心 O_0 按 F_{R1} 向转动,从而实现 I_{16} 镶件16的旋转抽芯功能。闭模时, I_{17} 镶件15依靠锁紧块8锁紧, I_{16} 镶件16依靠液压油缸1锁紧。

2.4 其他设计

塑件在局部抽芯脱模后的最终脱模使用顶针顶出脱模,模腔的冷却使用水冷方式冷却。

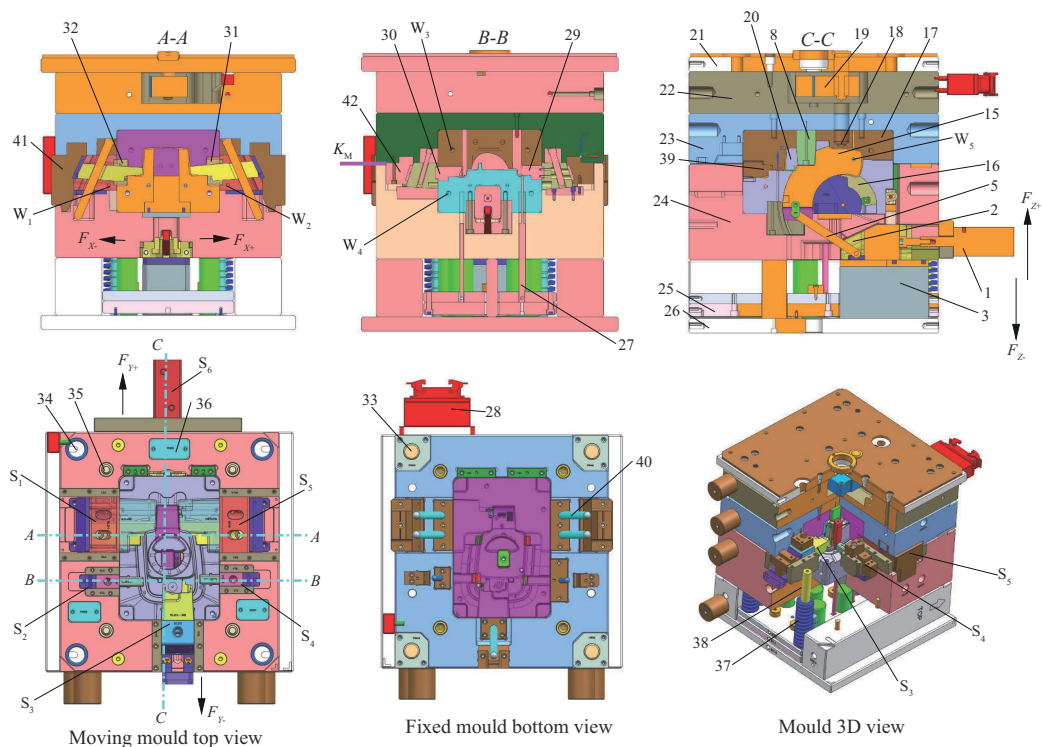
3 模具整体结构与工作原理

3.1 模具整体结构

模具整体结构如图7所示,为一种一模一腔布局的两板式热流道模具。使用一个热嘴18充填模腔。模具开模只有一次,开模面为 K_M 。模具中设置有图4中所示的 $S_1 \sim S_5$ 滑块侧抽芯机构和图6中所示

的 S_6 旋转抽芯机构。

在 $S_1 \sim S_5$ 机构中, S_1 机构的 I_1 镶件32、 S_2 机构的 I_4 镶件30、 S_3 机构的 I_6 镶件39、 S_4 机构的 I_8 镶件29、 S_5 机构的 I_{12} 镶件31等成型件安装于模具动模一侧,驱动件斜导柱等安装于模具定模一侧。 S_6 机构中,除锁紧块8安装于定模一侧外,其余零部件包括液压油缸1等都安装于动模一侧。塑件的最终脱模由增强扁顶针27将塑件从 C_0 型芯镶件20上顶出而实现。



$I_1 \sim I_{15}, F_{x+}, F_{x-}, F_{y+}, F_{y-}, F_{z+}, F_{z-}$ —The same as Fig.3; $S_1 \sim S_5$ —The same as Fig.4; $S_6, 1 \sim 16$ —The same as Fig.6; 17— C_a cavity insert; 18—Hot nozzle; 19—Diverter plate; 20— C_0 core insert; 21—Upper clamping plate; 22—Hot runner plate; 23—Fixed mould plate; 24—Moving mould plate; 25—Ejector plate; 26—Lower clamping plate; 27—Enhanced blade ejector; 28—Cable tray; 29— I_8 insert; 30— I_4 insert; 31— I_{12} insert; 32— I_1 insert; 33—Guide pillar; 34—Guide sleeve; 35—Cylindrical positioning seat; 36—Balance block; 37—Return spring; 38—Return pin; 39— I_6 insert; 40— Z_1 angle pin; 41—Delay locking block; 42—Universal locking block; K_M —Mould opening surface; $W_1 \sim W_5$ —Water way

图7 模具整体结构

Fig. 7 Mould overall structures

模具中模腔的冷却系统按如下方式设置:针对 I_1 镶件32、 I_{12} 镶件31分别设置 W_1 和 W_2 水路; C_a 型腔镶件17、 C_0 型芯镶件20中分别设置 W_3 和 W_4 水路; I_{17} 镶件15中设置 W_5 水路用于满足模腔的冷却控制。

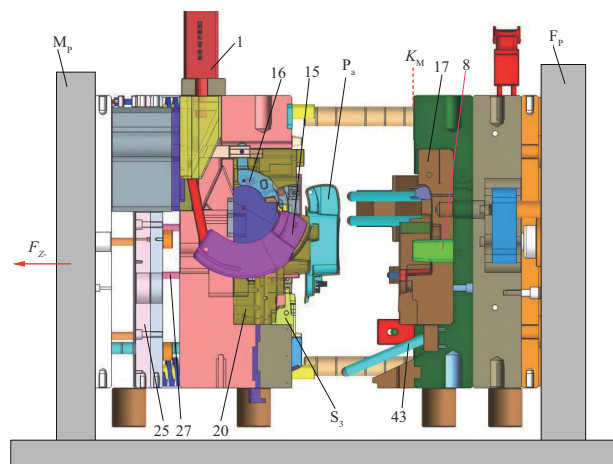
3.2 模具工作原理

模具工作原理如图8所示,模具安装在注塑机上后,其工作原理为以下步骤。

(1)闭模完成注塑。模具闭合,注塑机机筒对模腔完成充填、保压、冷却等过程后,准备开模。

(2)开模。模具动模在注塑机带动下按 F_z 向开模移动,模具的 K_M 面打开。打开过程中,机构 $S_1 \sim S_5$ 位于定模一侧的斜导柱驱动各自对应的滑块实施侧抽芯,其中 S_1 和 S_5 机构完成2次抽芯。 K_M 面打开距离为286 mm, K_M 面完全打开后,塑件留在动模部分的 C_0 型芯镶件20上,等待进一步脱模。 K_M 打开过程中锁紧块8解除对 I_{17} 镶件15的锁紧。

(3)圆弧形芯抽芯。动模按 F_z 移动到一定位之后,停止移动,液压油缸动作,驱动 I_{17} 镶件15、 I_{16} 镶件16完成圆弧抽芯。



43— Z_5 angle pin; F_p —Injection molding machine fixed plate;
 M_p —Injection molding moving plate; Other numbers are the same as Fig.7

图8 模具工作原理

Fig.8 Working principle of mould

(4)顶出。注塑机顶杆油缸动作,推动推板25按 F_{Z+} 方向顶出,从而通过顶针27将塑件从 C_0 型芯镶件20顶出而实现完全脱模。

(5)复位。模具复位闭合前,顶针27先复位,而后液压油缸1动作,驱动 I_{17} 镶件15、 I_{16} 镶件16复位,最后模具在 K_M 面处闭合,开始下一注塑循环。

4 结论

针对电池盒主体包装外盖采用PEEK+30%GF的注塑要求,为之设计一副热流道两板模具,模具中采用了以下设计措施来保证塑件的注塑成功。

(1)浇注系统使用热流道浇口直接对模腔进行浇注,防止了材料因流动路径过长而导致的模腔充填缺料或不饱满问题产生。

(2)针对塑件外表面结构复杂难以脱模问题,采用分区进行成型与脱模设计办法,设计了5个侧抽芯滑块机构用于塑件外表面局部特征的成型与脱模,针对局部结构特征多的区域,设计了二次抽芯滑块机构实施脱模,能有效防止塑件脱模损伤问题发生。

(3)针对塑件圆弧面内、外两侧都需旋转抽芯脱模而导致脱模机构结构设计空间受到限制的难题,设计了一种单油缸驱动双头旋转抽芯机构用于此种特殊局部复杂特征的脱模,机构通过液压油缸及中间两个传动滑块的变向传动,同步驱动圆弧面内外两个圆弧形芯实施同步旋转抽芯,巧妙地解决了这一结构设计难题,保证了塑件自动化生产的顺利进行。

参考文献

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] 和菊芬,肖国华,严鹏,等.一种双联动花蓬头注射模设计[J].模具工业,2016,42(2):47-50.
HE Jufen, XIAO Guohua, YAN Peng, et al. Design of an injection mould for double linkage flower[J]. Die & Mould Industry, 2016, 42(2):47-50.
- [4] 杨娟,覃志高,周明理.注塑机导油管135°弯管注射模设计[J].模具工业,2021,47(8):50-53.
YANG Juan, QIN Zhigao, ZHOU Mingli. Design of injection mould for 135° elbow of oil guide pipe used in injection moulding machine[J]. Die & Mould Industry, 2021, 47(8):50-53.
- [5] 肖国华.180°弯管塑件的抽芯机构及注塑模设计[J].工程塑料应用,2021,49(8):81-86.
XIAO Guohua. Design of injection mould and core-pulling mechanism of 180° bend pipe[J]. Engineering Plastics Application, 2021, 49(8):81-86.
- [6] 罗文锋.大角度圆弧弯管抽芯机构及注射模设计[J].模具工业,2019(3):31-36.
LUO Wenfeng. Core pulling mechanism for large angle arc pipe and the injection mould design[J]. Die & Mould Industry, 2019(3):31-36.
- [7] ZHONG Li, JIN Fanya, CHU P K, et al. Surface metallization of glass fiber (GF)/polyetheretherketone (PEEK) composite with Cu coatings deposited by magnetron sputtering and electroplating[J]. Journal of Wuhan University of Technology(Materials Science), 2024, 39(1):213-220.
- [8] 陈义,张国新,卞达,等.不同玻璃纤维含量对PTFE增强PEEK复合材料摩擦学性能的影响[J].塑料科技,2023,51(2):11-14.
CHEN Yi, ZHANG Guoxin, BIAN Da, et al. Effect of different glass fiber content on tribological properties of PTFE reinforced PEEK composites[J]. Plastics Science and Technology, 2023, 51(2):11-14.
- [9] 唐云峰,周晓东,马辉煌,等.抗静电聚醚醚酮复合材料的研究[J].工程塑料应用,2021,49(12):20-26.
TANG Yunfeng, ZHOU Xiaodong, MA Huihuang, et al. Research on antistatic PEEK composites[J]. Engineering Plastics Applications, 2021, 49(12):20-26.
- [10] WANG Peng, ZOU Bin, DING Shoulin, et al. Effects of FDM-3D printing parameters on mechanical properties and microstructure

- of CF/PEEK and GF/PEEK[J]. Chinese Journal of Aeronautics, 2021, 34(9):236–246.
- [11] 丁浩亮,王树浩,严波,等.基于Moldflow的玻纤增强聚醚醚酮支撑架模流分析[J].上海塑料,2018(3):32–37.
DING Haoliang, WANG Shuhao, YAN Bo, et al. Mold flow analysis of glass fiber reinforced polyether ketone supporting bracket based on moldflow[J]. Shanghai Plastics, 2018(3):32–37.
- [12] 宁洋,李琛,满云飞,等. PEEK 高强耐磨复合材料的制备与性能[J].现代塑料加工应用,2018,30(3):28–31.
NING Yang, LI Chen, MAN Yunfei, et al. Preparation and properties of PEEK composite with high strength and wear-resistant[J]. Modern Plastics Processing and Applications, 2018, 30(3): 28–31.
- [13] 贺柳操,肖国华,沈忠良,等.医疗导流管头脱模机构及注塑模具结构设计[J].塑料,2019,48(3):74–77.
HE Liucuo, XIAO Guohua, SHEN Zhongliang, et al. Medical guide pipe head demoulding mechanism and injection mould structure design[J]. Plastics, 2019, 48(3):74–77.
- [14] 苏磊,覃志高,苏法翔.发动机扭弯机油管附件盖注射模设计[J].模具工业,2021,47(6):52–55.
SU Lei, QIN Zhigao, SU Faxiang. Design of injection mould for engine twisted oil tube accessory[J]. Die & Mould Industry, 2021, 47(6):52–55.
- [15] 杨安,董扬德,胡宏伟,等.法兰盖滑块脱模机构及注塑模具设计[J].工程塑料应用,2017,45(10):82–86.
YANG An, DONG Yangde, HU Hongwei, et al. Design of slider demoulding mechanism and injection mold for flange cover[J]. Engineering Plastics Applications, 2017, 45(10):82–86.
- [16] 赵利颇,王倩,曹春雷,等.支架接头复杂脱模机构注塑模设计[J].工程塑料应用,2021,49(7):92–96,107.
ZHAO Lipo, WANG Qian, CAO Chunlei, et al. Design of injection mould with complex core-pulling mechanisms for connector with bracket[J]. Engineering Plastics Application, 2021, 49(7):92–96, 107.
- [17] 王颖,黄卫庭,黄健,等.汽车座椅内外侧盖板复杂抽芯注塑模具设计[J].工程塑料应用,2021,49(9):87–91.
WANG Ying, HUANG Weiting, HUANG Jian, et al. Design of injection mould with complex core pulling mechanism for inner and outer cover of automobile seat[J]. Engineering Plastics Application, 2021, 49(9):87–91.
- [18] 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 moulds of rice cookers[J]. China Plastics, 2017, 31(9):137–144.
- [19] 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.
- [20] 李春玲.离心泵双弯合流管圆弧隧道抽芯机构注塑模设计[J].塑料工业,2020,48(9):66–70.
LI Chunling. Design of the injection mould with the circular arc and the tunnel core pulling mechanisms of the double bend combined pipe of the centrifugal pump[J]. China Plastics Industry, 2020, 48(9):66–70.
- [21] 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 multidirectional side core pulling for thin wall plastic parts of automobile lamp frame[J]. Engineering Plastics Application, 2020, 48(10): 80–85.