

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2024.06.009

回油盖隧道式二次抽芯机构注塑模设计

毛江峰, 盛国栋

(浙江工业职业技术学院, 浙江绍兴 312000)

摘要:为解决塑件局部区域复杂特征的脱模困难问题,在注塑模具设计时首先采用局部特征分区域办法将局部难脱模特征集中分离出来,而后依据脱模方向的分布情况再进行同向集成分类,针对各集成后的脱模方向设计单次或多次抽芯机构,即脱模方向集成分类脱模设计法,从而有效地解决塑件脱模方向众多而导致的塑件整体或局部区域脱模设计困难问题。基于上述设计原理,结合润滑盒回油盖塑件的脱模设计困难问题,创新设计了一种隧道式二次抽芯机构。在该机构中,利用一根斜导柱驱动主成型块内的隧道滑块转向驱动主成型块内的另一成型活动块先完成第一次抽芯,此过程中主滑块与主成型块分离,而主成型块维持不动;然后该斜导柱再继续驱动主滑块带动主成型块完成第二次抽芯来实现塑件局部区域的脱模。结合机构运动力学分析,在该机构的结构设计中,主滑块与主成型块的闭合锁紧由楔紧块两侧不同斜角的斜面进行锁紧,其斜角分别为 23° 和 25° ,相应地,主滑块的斜导柱斜角取 20° ,用此参数设计的两次抽芯机构顺利地克服了塑件局部区域脱模机构设计困难难题,应用于塑件模具上,较好地实现了塑件的自动化注塑生产。塑件的模具结构为一种单点浇口三板模具,一模一腔布局。

关键词: 润滑盒回油盖; 机构创新设计; 二次抽芯; 隧道滑块; 模具结构

中图分类号: TG243 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2024)06-0055-08

Design of injection mould with a tunnel-two-stage-core-pulling mechanism for oil return cover

MAO Jiangfeng, SHENG Guodong

(Zhejiang Industry Polytechnical College, Shaoxing 312000, China)

Abstract : In order to solve the problem of difficult demoulding of complex local features in plastic parts, the area segmentation method of local feature was first used in injection mould design to separate the local difficult demoulding models from the feature set. Then, based on the distribution of demoulding directions, the same direction integrated classification method was used to design single or multiple core-pulling mechanisms for each integrated demoulding direction, just as "demoulding direction integrated classification demoulding design method", effectively solving the problem of difficult demoulding design of plastic parts as a whole or in local areas caused by multiple demoulding directions. Based on the above design principles and combined with the difficulty of demoulding the lubricating-box oil return cover plastic part, a tunnel-two-stage-core-pulling mechanism was innovatively designed. In the mechanism, an angle pin was used to drive the tunnel-slider inside the main formed block to turn and drive another moveable block inside the main formed block for completing the first core pulling. During this process, the main-body-slider separated from the main formed block, while the main formed block remained stationary. Then the angle pin continued to drive the main-body-slider to drive the main formed block to complete the second core-pulling for achieving the demoulding of the local area of the plastic part. Based on the analysis of mechanism kinematics, in the structural design of the mechanism, the closed locking of the main-body-slider and the main formed block was carried out by the angle planes on both sides of the wedge block with different angles of 23° and 25° , respectively. Correspondingly, the angle pin of the main-body-slider had an angle of 20° . The tunnel-two-stage-core-pulling mechanism designed with this parameter has successfully overcome the design difficulties of the demoulding mechanism in the local area of the plastic part, and is applied to the plastic part mould, effectively realizing the automated injection molding production of the plastic part. The mould structure of the plastic part is a three-plate-mould with a single point gate, the layout is one-mould with one-cavity.

Keywords : lubricating-box oil return cover ; mechanism innovation design ; secondary core-pulling ; tunnel-slider ; mould structure

通信作者: 毛江峰, 硕士, 主要研究方向为机械设计制造

收稿日期: 2024-03-23

引用格式: 毛江峰, 盛国栋. 回油盖隧道式二次抽芯机构注塑模设计[J]. 工程塑料应用, 2024, 52(6): 55-62.

MAO Jiangfeng, SHENG Guodong. Design of injection mould with a tunnel-two-stage-core-pulling mechanism for oil return cover[J]. Engineering Plastics Application, 2024, 52(6): 55-62.

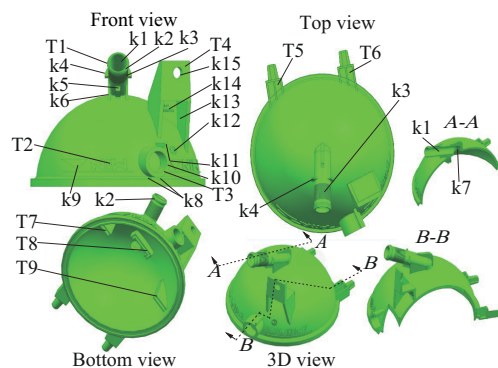
在结构复杂塑件的注塑模结构设计中,由于塑件上局部区域特征结构的复杂性,会导致塑件这些局部区域的复杂特征在注塑完成后难以实现脱模,因而在注塑模结构设计时这些局部区域复杂特征脱模机构的设计变得非常困难,工程实践中解决的基本办法有两种:一种是更改塑件结构,这势必牵涉到塑件所在工业产品主机的整体结构改动,进而影响工业产品主机制造周期或主机产品功能,故一般不为上游主机厂家所允许;另一种是充分利用塑件局部区域复杂特征成型件的尺寸空间,进行机构创新设计,结合几何运动学基本原理,对塑件上局部区域复杂特征的成型件零件进行几何分割后,再构造分割件之间的运动副连接关系,借助模具的开模动力或外源驱动力来驱动多个分割件按序完成抽芯动作,从而实现塑件局部区域复杂特征的自动化脱模,实现模具整体的自动化生产功能^[1-4]。笔者基于某汽车润滑盒回油盖注塑模设计中遇到的上述问题,创新设计了一种隧道式二次抽芯机构用于解决塑件中的此类难题,并依此进而设计了一副点浇口三板模具用于该塑件的自动化注塑生产。

1 塑件结构特征与尺寸分析

1.1 塑件结构特征构成

某汽车润滑盒回油盖塑件内/外部结构如图1所示,塑件以一个半圆球盖壳体为基础,其上设置了一些局部区域结构功能特征而实现塑件的功用,这些局部区域特征包括:球冠壳体顶端的快速接插嘴区域特征T1,指示性符号区域特征T2,侧端固定盲孔区域特征T3,安装插座区域特征T4,外壁接插脚区域特征T5和T6,内壁接插槽区域特征T7、T8及T9。

从前视图中可以看出,特征T1的子特征还包



T1-T9—Local-area-feature numbers; k1-k15—Sub-feature numbers

图1 回油盖塑件结构特征

Fig. 1 Structural features of oil return cover plastic part

括:子特征k1~k6,具体为斜孔k1、膨胀口k2、封堵环k3(多层环)、插耳k4、加强筋k5、支撑壁k6、连通直孔k7。

特征T2的子特征包括:位于特征T3两侧的2组符号,单组符号中包括3个字母M/I/N,1个三角形k9,1条标识横线。

特征T3包括的子特征有2个凹尖角k8,1个圆管k10,1个加强圆筋k11。特征T4包括的子特征有商标文字k12、支撑壁k13、材料标识文字k14、孔k15。

特征T5~T9的子特征较少且简单,此处不赘述。

塑件材料选用安特普工程塑料(苏州)有限公司生产的牌号为RTP Compounds ESD 805的聚甲酯(POM)塑料,材料具备静电放电保护性能,且添加15%玻纤改性增强,收缩率为0.56%~0.64%。

1.2 塑件结构尺寸

塑件结构尺寸如图2所示,对塑件注塑模具设计形成一定设计难度的结构尺寸如下。

塑件半圆球球冠壳体的圆球半径为70.7 mm,壁厚为3.9 mm,壳体为厚壳件;

球冠下端设置有1个整圈接口平台,平台俯视图最大外圆直径为160.8 mm,高度为6.6 mm,平台下端开设有1个截面为梯形的整圈环槽,环槽底壁壁厚为2.4 mm;

特征T1中,膨胀口k2的外径为20.1 mm,斜孔k1的外径为18.3 mm,中心线与球冠壳体中心线的夹角为69°,斜向深度为61.1 mm,封堵环k3的半径为0.1 mm;

特征T2中,文字平均深度为1.2 mm;

特征T4中,孔k15所在壁的壁厚为4.7 mm;

特征T6,T7,T8的双壁壁间间隙为1.9 mm。

对于塑件中壁厚为1~3 mm的区域,由于壁厚之间差别不大,成型时比较好控制塑件的变形,而对于壁厚相对较厚的区域则容易产生因收缩差异而带来的大变形,如孔k15所在壁的壁厚为4.7 mm,其变形难以控制。对于小于1 mm的部位,如特征T2中的横线,其宽度仅为1 mm,容易产生充填不足问题。

2 成型和模具设计难点

本塑件模具设计的难点有3个:一是区域特征T1的脱模,二是区域特征T4的脱模,三是塑件的整

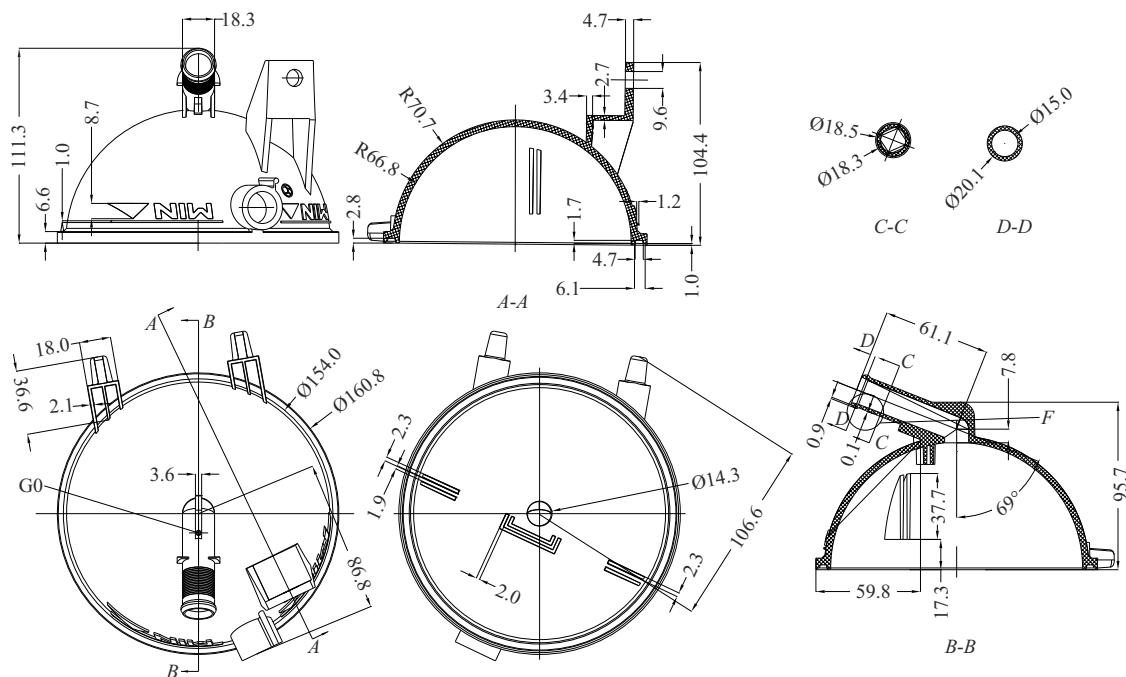


图2 塑件结构尺寸分析

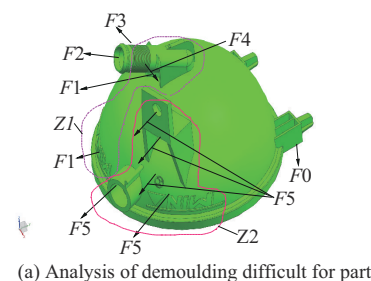
Fig. 2 Analysis of structural dimensions of the plastic part

体模具结构设计。其中,区域特征T1的脱模是重点需要克服的设计难题,是塑件模具能否实现自动化注塑生产功能的关键所在^[5-7]。

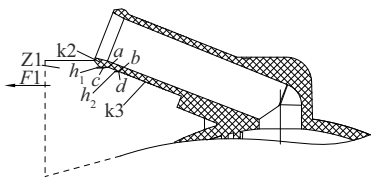
在结构复杂塑件的注塑模具设计中,为实现塑件的脱模,一般依据塑件上子特征的脱模方向采用集中分类的办法来初步确定模腔成型件的分块,即脱模方向集成分类脱模设计法,以便于后续局部特征的脱模机构的设计。

从塑件的脱模方向集中设置而言,如图3a所示,区域特征T1,T2的左半部分1组子特征应集中在脱模分区Z1区域而划分出1个脱模方向F1。区域特征T3,T4及T2的右半部分1组子特征应集中在脱模分区Z2区域而划分出1个脱模方向F5。这样能简化塑件的脱模设计,降低模腔的分型难度和模具结构的复杂性。但在Z1区域按F1向进行抽芯脱模的方式下,还存在这样一个问题:斜孔k1、膨胀口k2、封堵环k3(多层环)不能按F1向抽芯脱模,斜孔k1只能沿着其孔中心线斜向上按F2向抽芯。

膨胀口k2、封堵环k3(多层环)不能按F1向抽芯脱模的原因如图3b所示:当Z1区域成型块按F1向抽芯时,Z1区域成型件的a点势必将强制刮擦膨胀口k2外部边缘,刮擦高度为 h_1 (即膨胀口k2外沿的最低点c与Z1区域成型件上a点之间在开模方向F0上的垂直距离),强制刮擦会损坏膨胀口k2。



(a) Analysis of demoulding difficult for part



(b) Forced demoulding area

F0—Mould opening direction; F1-F5—Core pulling demoulding directions; a/b/c/d—Analysis point numbers; h_1/h_2 —Forced demoulding heights; k2/k3—The same as Fig. 1; Z1/Z2—Local-area

图3 脱模困难部位分析

Fig. 3 Analysis of demoulding difficult for the part's local-area

封堵环k3(多层环)也存在同样的问题,以其中的一个环为例,存在着Z1区域成型件b点刮擦封堵环最下点d点的问题,刮擦高度 h_2 , h_1 的高度为0.8 mm, h_2 的高度为0.1 mm。依据经验参数, h_2 的高度是可以允许通过刮擦强制脱模的,但 h_1 却不能。

另外,从动态生产的角度考虑,膨胀口k2、封堵环k3(多层环)尽量不使用强制方式脱模是较为保险的设计方式。

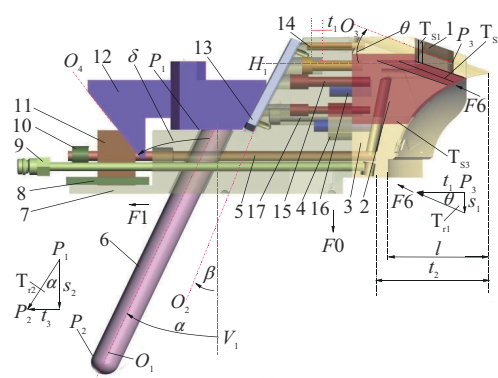
因此,斜孔k1、膨胀口k2、封堵环k3(多层环)的脱模方向及脱模按以下方案进行集成设计。

斜孔k1只能按F2向抽芯脱模。膨胀口k2/封堵环k3(多层环)下半部分(按F0向)只能采用抽芯脱模,抽芯脱模的方式有两种方式可以选择:一种是采用哈夫式滑块抽芯脱模方式,两个哈夫滑块分别按F3向和F4向运动,但此种设计方式下,由于区域T1、T4之间距离较近,设计空间狭小,滑块机构不好设计,因而该方案非最优方案;另一种是按二次抽芯机构分两次抽芯的办法来设计,即使膨胀口k2/封堵环k3(多层环)下半部分按F0向先抽芯,而后该部分成型件停留在区域Z1的成型件上再跟随Z1区域成型件按F1向实施侧抽芯,此方案能避免区域Z1抽芯机构设计的复杂性,也能有效降低模具整体结构设计难度,结构可实现性较好。以下是该方案的具体设计。

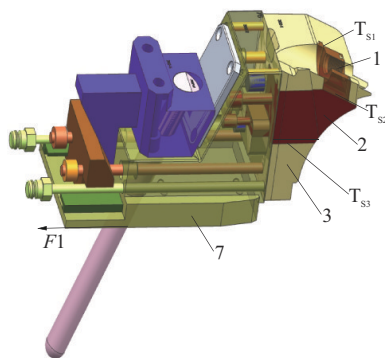
3 Z1区域隧道式二次抽芯机构创新设计

机构结构设计如图4所示,首先将膨胀口k2/封堵环k3(多层环)下半部分的成型件设计成1个活动块1,如图4a所示,活动块1可以按F0向上下移动并由图4b中所示的直线导轨 T_{s1} (F0向反向)和导轨 T_{s2} (F6向)进行导向。活动块1由隧道滑块2驱动,隧道滑块2通过直线导轨 T_{s3} (F1向)可以在主成型块3(主成型块)内滑动,其尾端使用螺丝固定在主滑块7的右端面上。主成型块3也是活动块,其左端面上设置了4个导向轴5(2根)和轴14(2根),使其能在主滑块7上左右滑动,但其滑动距离受到拉杆17的限制,滑动距离为 t_1 。

主成型块3与主滑块7的分离驱动力由弹簧16提供,机构闭合时,弹簧16处于压缩状态。为保证主成型块3与主滑块7在模具闭合后机构能完全闭合,轴5(2根)的尾端使用2个螺母10用于调整锁紧滑块11,锁紧滑块11的作用是通过楔紧块12尾端的反斜面对锁紧滑块11进行F1向的锁紧,从而迫使主成型块3与主滑块7的右端面闭合锁紧。主滑块7由第一斜导柱6在模具开模时进行驱动,第一斜导柱6通过楔紧块12固定在模具定模板上,楔紧块12两侧设置了两个不同角度的斜面,一个是右斜面角度为 β 角,一个是左斜面 δ 角, β 角度的右斜面用于模具闭合时锁紧主滑块7, δ 角度的左斜面用于模具闭合时通过锁紧锁紧滑块11的方式而使主成型块3与主滑块7的右端面紧密闭合,从而使活动



(a) Mechanism structure



(b) 3D view of mechanism

- 1—Moveable block; 2—Tunnel-slider; 3—main formed block;
4—Positioning cone block; 5, 14—Guide shafts; 6—The 1st angle pin;
7—Main-body-slider; 8—Guiding bar; 9—Water quick connector;
10—Nut; 11—Slider for locking; 12—Wedge block; 13—Wedge wear plate; 15—Screw; 16—Spring; 17—Draw bar; P_1, P_2, P_3 —Driving identification points; t_1 —Tunnel-slider driving distance; t_2 —main formed block core pulling distance; t_3 —The 2nd core pulling distance of part 7;
 s_1 —Moving down distance of moveable block; s_2 —Moving down distance of main-body-slider; α —Angle of angle pin; β —Locking angle of main-body-slider; δ —Locking angle of slider 11; θ —Angle between k1 angled hole's centerline and horizontal-line; H_1 —Horizontal-line; V_1 —Horizontal-line's vertical line; l —Forming height of main formed block 3 in F1 direction; $T_{s1}/T_{s2}/T_{s3}$ —Guide rail; T_{r1} —The 1st core pulling vector triangle; T_{r2} —The 2nd core pulling vector triangle;
F0—Mould opening direction; F1—Core pulling demoulding direction; F6—Angle moving direction; O_1, O_2, O_3, O_4 —Reference axis

图4 Z1区域隧道式二次抽芯机构创新设计

Fig. 4 Innovative design of the tunnel-two-stage-core-pulling mechanism for Z1 area

块1能准确复位,保证膨胀口k2、封堵环k3(多层环)下半部分的成型形状精度。

机构的工作原理为:结合图4a和图4b,开模时,第一斜导柱6驱动主滑块7按F1向移动,由于弹簧16的撑开作用,主成型块3被其顶住而承受F1向的反向力,从而先维持不动;主滑块7带着隧道滑块2按F1向移动,隧道滑块2的前端导轨 T_{s2} (F6向)拉

动活动块1按 F_0 向下移,从而先完成塑件膨胀口k2/封堵环k3(多层环)下半部分的抽芯脱模(抽芯距离 s_1),使活动块1按 F_1 向移动时可避免被塑件膨胀口k2/封堵环k3(多层环)下半部分阻挡,从而避免强制脱模问题的发生,主滑块7第一抽芯完成,抽芯距离为 t_1 (也是隧道滑块2在主成型块3上的抽芯驱动行程);而后主滑块7通过拉杆17带动主成型块3一起按 F_1 向移动,完成第二次抽芯,第二次抽芯距离为 t_3 ($t_3=t_2-t_1$),实现区域特征T1大部分子特征的抽芯脱模。模具闭合时,第一斜导柱6驱动主滑块7按 F_1 向的反向移动,待主滑块7复位到位后, β 角度的右斜面先对主滑块7左端背面上的耐磨板13进行压紧锁紧,而后 δ 角度的左斜面对锁紧滑块11进行压紧,从而迫使锁紧滑块11通过轴5而拉动主成型块3与主滑块7右端面锁紧,使活动块1完全复位。

机构的设计需基于以下两个基本关系的成立:第一个是机构运动力学几何关系,即第一斜导柱6有足够的驱动长度保证机构按序完成2次抽芯动作;第二个是第一斜导柱6的直径大小须保证有足够的刚度和弯曲强度^[8-12],及足够的驱动长度。

(1)机构运动力学几何关系。

结合图3b和图4a,因 h_1 大于 h_2 ,活动块1按 F_0 向下行的距离 s_1 需满足如式(1)所示关系(以下公式中的单位均为mm)。

$$s_1 \geq h_1 + 2 \quad (1)$$

式中: s_1 为活动块1下移行程; h_1 为强制脱模厚度。

第一次抽芯的运动学几何三角形关系见式(2)。

$$s_1/t_1 = \tan(\theta) \quad (2)$$

式中: t_1 为隧道滑块2驱动行程; θ 为斜孔k1中心线与水平线夹角。

结合式(1)、式(2)可得式(3)和式(4)。

$$t_1 * \tan(\theta) = s_1 \geq h_1 + 2 \quad (3)$$

$$t_1 \geq (h_1 + 2)/\tan(\theta) \quad (4)$$

在第一次抽芯完成后,为保证主成型块3完全脱离塑件,其抽芯距离 t_2 应比主成型块3在 F_1 方向上的成型高度 l 高2~3 mm,对应关系式见式(5)。

$$t_2 \geq l + 2 \quad (5)$$

式中: t_2 为主成型块3抽芯距离; l 为主成型块3在 F_1 向上形状长度。

因而为保证第二次抽芯动作的顺利实现,第一

斜导柱6驱动主滑块7按 F_1 向移动的总行程 t_3 的计算见式(6)。

$$t_3 \geq t_1 + t_2 \quad (6)$$

式中: t_3 为主滑块7的抽芯距离。

将式(4)、式(5)代入式(6)中,可得式(7)。

$$t_3 \geq [(h_1 + 2)/\tan(\theta)] + [l + 2] \quad (7)$$

式中: θ 为斜孔k1中心线与水平线夹角。

第一斜导柱6为保证第一、第二次抽芯的顺利实现,需满足图4a中的二次抽芯运动矢量三角形 T_2 中的关系,第一斜导柱6的驱动长度 L 与 t_3 的关系见式(8)。

$$L = t_3/\sin(\alpha) \quad (8)$$

式中: L 为第一斜导柱6的有效驱动长度; α 为斜导柱斜向角度。

将式(7)代入式(8)中,可得式(9)。

$$L = t_3/\sin(\alpha) \geq [(h_1 + 2)/\tan(\theta) + l + 2]/\sin(\alpha) \quad (9)$$

依据图2中T4的尺寸数据, $\theta=90^\circ-69^\circ=21^\circ$, $h_1=0.8$ mm, $l=59.8$ mm,且为保证第一斜导柱6有较大的弯曲刚度和不变形, α 取 20° ,经计算后得 $t_3 \geq 202.01$ mm。

(2)第一斜导柱6的直径大小。

结合主成型块3的包紧力、第一斜导柱6的刚度和弯曲强度要求及第一斜导柱6的选材选用TA6等技术条件,经计算,第一斜导柱6的圆柱截面直径经圆整后取25 mm(标准件尺寸),详细计算此处略过。机构件其他参数设计为常规设计,此处也略过。为保证模具闭合时主滑块7被可靠地锁紧,在 α 取 20° 的条件下, β 取 23° , δ 取 25° (β 为楔紧块12对主滑块7锁紧角度, δ 为锁紧滑块11对楔紧块12的锁紧斜角)。

4 区域特征T1中斜孔k1的脱模机构设计

承前所述,区域特征T1中斜孔k1内壁的脱模需要单独设计一个斜孔抽芯机构实施抽芯脱模,机构设计如图5a所示。机构由气缸23驱动,气缸23通过驱动中间滑块20而拉动k1孔型芯18在导向块19的导向下按 F_2 向抽芯,k1孔型芯18左上端设置有T型导轨,其可以在中间滑块20前端竖直的T型槽内滑动,因而中间滑块20拉动k1孔型芯18时,k1孔型芯18不会卡死。k1孔型芯18的 F_2 向抽芯距离为65 mm。模具闭合时,中间滑块20被尖形锁紧块21锁紧,从而确保k1孔型芯18不产生窜动;中间滑块20的运动导向由导向条22进行导向。由于机

构下端需要安装Z1区域二次抽芯机构,因而区域特征T1中斜孔k1的脱模机构必须位于模具定模板一侧,为一种定模侧先抽芯机构。

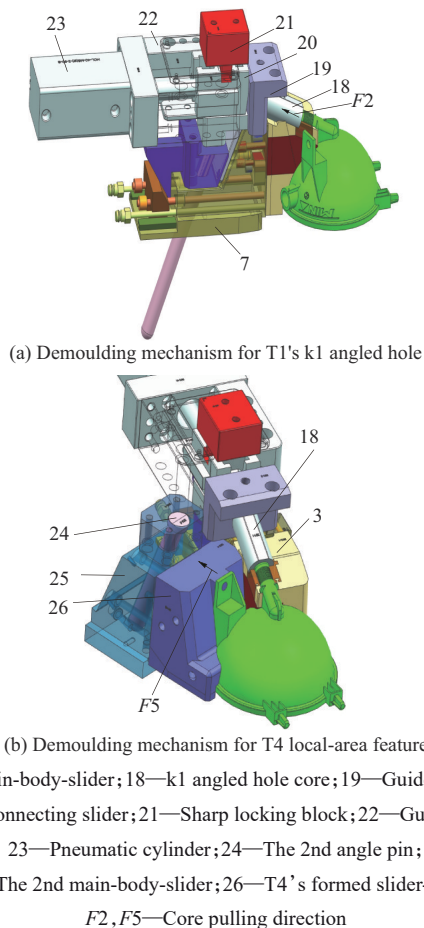


图5 斜孔k1和区域特征T4的脱模机构设计

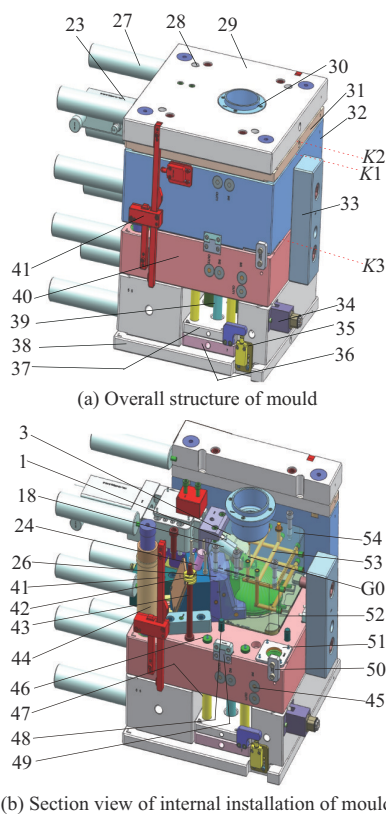
Fig. 5 Design of demoulding mechanisms for k1 angled hole and T4 local-area feature

5 区域特征T4脱模机构设计

承前所述,区域特征T4在脱模设计时按脱模方向集成成为1个方向F5向的方式来设置一个脱模机构,即可解决该部位复杂特征的脱模^[13-15],区域特征T4脱模机构设计如图5b所示,T4成型滑块头26与第二主体滑块25组合在一起后,由第二斜导柱24实施驱动,为保证T4成型滑块头26在主成型块3复位闭合前先复位,第二斜导柱24的驱动角度 α_2 取 19° ,从而在T4成型滑块头26及型腔镶件的联合限位下,后复位的主成型块3在主滑块7的驱动下才能稳定可靠地与主滑块7复位闭合。

6 模具结构设计

模具结构设计如图6所示。模具采用三板模结构,模腔开设1个点浇口G0,如图6b所示。选用三



1,3—The same as Fig.4; 18,24,26—The same as Fig.5; 27—Protection column; 28—Pins; 29—Upper clamping plate; 30—Locating ring; 31—Runner ejector plate; 32—Fixed mould plate; 33—Handling mould block; 34—Cable tray; 35—Limit switch; 36—Ejector plate; 37—Ejector retaining plate; 38—Lower clamping plate; 39—Ejector guide pin; 40—Moving mould plate; 41—Latch-lock; 42—Spring; 43—Limit-bolt; 44—Guide bush; 45—Guide block; 46—Return pin wear plate; 47—Return pin; 48—Nylon latch-lock; 49—Precision positioning block; 50—Lock-plate; 51—Guide bush retaining plate; 52—Core insert; 53—Cooling circuit; 54—Cavity insert; K1/K2/K3—Flat parting surface; G₀—Point gate

图6 模具结构

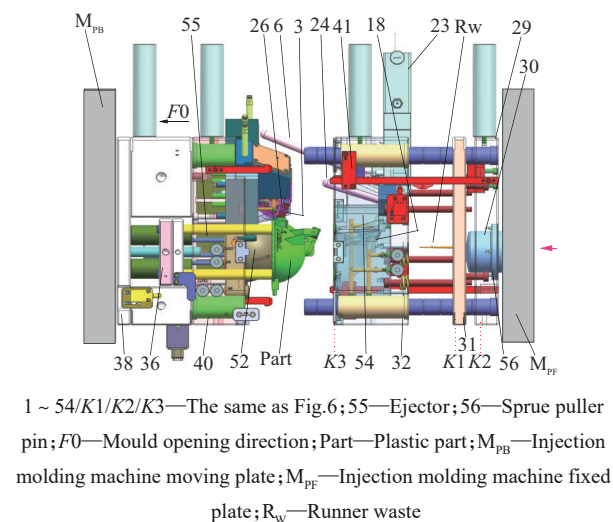
Fig. 6 Mould structure

板模结构方便模腔使用1模1腔布局,便于点浇口G0位置的选择,同时流道废料也能自动脱模,便于模具的自动化注塑生产的实现。为实现驱动活动块1及主成型块3的驱动,脱模机构在模具中的布置中,区域特征T1中斜孔k1的脱模机构布置为动模板40上的滑块机构,而k1孔型芯18的驱动机构则安装于定模板32内。驱动T4成型滑块头26对应的区域特征T4脱模机构也安装于动模板40上。模腔的主要成型件包括型腔镶件54、型芯镶件52、活动块1、主成型块3和T4成型滑块头26。除活动块1体积空间较小无法开设冷却管道外,其他主要成型件都开设有同型腔镶件54相同管道直径的冷却

管道($\varnothing 8\text{ mm}$),以使模腔获得均衡、充分冷却^[16-18]。型腔镶件54、型芯镶件52的分型面为简单型平面分型面。塑件的最终顶出由推板36推动其上的顶针将塑件从型芯镶件52上顶出,推板36复位时,由行程限位开关35检测其复位信号。模具分3次开模打开,开模面分别是K1,K2,K3分型面,开模顺序控制机构件为常用标准控制件,包括件41,42,43,48。

7 模具工作原理

模具工作原理如图7所示,模具在注塑机上安装好后,塑件的自动注塑过程按以下步骤来实现。



1~54/K1/K2/K3—The same as Fig.6; 55—Ejector; 56—Sprue puller pin; F0—Mould opening direction; Part—Plastic part; M_{pb}—Injection molding machine moving plate; M_{pf}—Injection molding machine fixed plate; R_w—Runner waste

图7 模具工作原理

Fig. 7 Working principle of mould

(1)开模面K1,K2,K3面闭合。注塑机动模板推动模具将其开模面K1,K2,K3闭合。

(2)注塑。注塑机喷嘴通过定位圈30中的主浇道及流道向模腔中注入熔融塑料,经充填、保压、冷却等过程后,等待开模,此过程用时18 s。

(3)气缸23动作。开模前,气缸23先动作,驱动k1孔型芯18先完成抽芯。

(4)K1面打开。注塑机动模板拉动K3面以左的动模按F0向开模打开,在开模顺序控制机构件41等的控制下,模具首先在K1面处打开,打开时,图6b中所示点浇口G₀崩断,流道废料R_w与模腔中的塑件分离。

(5)K2面打开。模具动模继续按F0向后退,模具在K2面处打开,打开后,脱料板31将流道废料从拉料杆56上推出而脱离模具,实现流道废料自动脱模。

(6)K3面打开。模具动模继续后退,模具在K3面处打开,塑件从型腔镶件54中脱出而留在型芯镶

件52上,跟随模具动模一起后退。与此同时,第一斜导柱6驱动活动块1及主成型块3完成抽芯动作,第二斜导柱24驱动T4成型滑块头26完成抽芯动作。

(7)顶出。动模继续后退到一定距离后,注塑机顶杆顶住推板36,使其停止F0向的移动,随着动模继续F0向的左移,塑件被多根顶针55顶住停留而与型芯镶件52分离,并自动掉落。

(8)复位。复位时,随着模具动模右移(F0向反向),推板36先复位,而后模具按K2-K3-K1顺序闭合,最后模具完全闭合,开启下一注塑循环。

8 结论

(1)针对塑件膨胀口、封堵环(多层环)下半部分的难脱模部位创新设计了Z1区域二次抽芯机构。机构中,在斜导柱的驱动下,首先利用隧道滑块驱动活动块完成膨胀口、封堵环(多层环)下半部分的抽芯脱模,并使主成型块与主体滑块分离,而后再由斜导柱继续驱动主体滑块带动主成型块完成区域特征其他部位的侧抽芯脱模。机构复位时,设计了一个反向锁紧滑块机构通过主体滑块将主成型块及活动块锁紧。机构中为确保主滑块、主成型块、活动块被可靠地锁紧, α 取 20° , β 取 23° , δ 取 25° ,机构斜导柱驱动长度 $t_3 \geq 202.01\text{ mm}$ 。

(2)模具结构选择三板模结构,模腔布局1模1腔,使用单点点浇口对模腔进行浇注,冷却水道使用 $\varnothing 8\text{ mm}$ 管道,顶出脱模机构采用顶针机构顶出,须设置先复位行程开关确保推板先复位,以防止顶针与滑块机构干涉。

参考文献

- [1] 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):74-77,99.
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, 99.
- [2] 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.
- [3] 贺柳操,肖国华,卞平.壶体哈弗滑块驱动二次滑块和二次斜顶机构注塑模具设计[J].中国塑料,2018,32(10):132-137.
HE Liucuo, XIAO Guohua, BIAN Ping. Design of injection mould with the second sliding and second inclined roof mechanism driven by half slide block of pot body[J]. China Plastics, 2018, 32(10):132-137.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] 蒋南希. 新能源汽车电池充电盖浮动侧抽芯注塑模具设计[J]. 塑料工业, 2016, 44(11):70-73.
- JIANG Nanxi. Design on floating side core pulling injection mould of charging cover for new energy vehicle battery[J]. China Plastics Industry, 2016, 44(11):70-73.
- [7] 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 Application, 2017, 45(10):82-86.
- [8] 于同敏, 刘铁山. 注塑模脱模机构智能化设计系统及关键技术研究[J]. 机械设计与制造, 2004(2):72-75.
- YU Tongmin, LIU Tieshan. Research on the key technology of the intellectualized design system for ejection mechanism of injection mold[J]. Machinery Design & Manufacture, 2004(2):72-75.
- [9] 屈华昌. 塑料成型工艺与模具设计[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001:231-233.
- QU Huachang. Plastic molding technology and mold design[M]. Beijing: Higher Education Press, 2001:231-233.
- [10] 唐志玉, 李德群, 徐佩弦. 模具设计师指南[M]. 北京: 国防工业出版社, 1999:234-274.
- TANG Zhiyu, LI Dequn, XU Peixian. Guidelines for mold designers[M]. Beijing: National Defense Industry Press, 1999:234-274.
- [11] 杨占尧. 塑料成型工艺与模具设计[M]. 北京: 航空工业出版社, 2012:119-121.
- YANG Zhanyao. Plastic molding process and mold design[M]. Beijing: Aviation Industry Press, 2012:119-121.
- [12] 孙忠刚, 简忠武, 熊建武, 等. 泵管弯管接头带特殊弯管抽芯机构注塑模具结构[J]. 中国塑料, 2018, 32(9):135-141.
- SUN Zhonggang, JIAN Zhongwu, XIONG Jianwu, et al. Injection mould structure of elbow joint with special elbow pulling core mechanism[J]. China Plastics, 2018, 32(9):135-141.
- [13] 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.
- [14] 王静, 刘雪敏. 多向斜角度复杂弯管抽芯结构注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2021, 49(11):104-108.
- WANG Jing, LIU Xuemin. Design of injection mould with multi-directional oblique angle complex elbow core pulling structure[J]. Engineering Plastics Application, 2021, 49(11):104-108.
- [15] 李帅耀. 多孔管件的一体双抽芯式注塑模设计[J]. 现代机械, 2021(6):68-72.
- LI Shuaiyao. Design of an integrated double core extracting injection mold for porous pipe fittings[J]. Modern Machinery, 2021(6):68-72.
- [16] 胡杰. 磁场测试仪外壳定模斜顶机构家族注塑模设计[J]. 工程塑料应用, 2021, 49(2):92-96, 102.
- HU Jie. Design of family injection mold with fixed-mold slanted ejecting mechanism for Shell of magnetic field tester[J]. Engineering Plastics Application, 2021, 49(2):92-96, 102.
- [17] 马立军, 覃志高, 王华金, 等. 注塑机气枪手柄注射模设计[J]. 模具工业, 2021, 47(9):40-43, 47.
- MA Lijun, QIN Zhigao, WANG Huajin, et al. Design of injection mould for air gun handle of injection molding machine[J]. Die and Mould Industry, 2021, 47(9):40-43, 47.
- [18] 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 and Mould Industry, 2021, 47(6):52-55.