

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2025.04.017

分度环多滑块同步顶出和加速顶出机构的模具设计

肖国华¹, 刘晓彬², 沈忠良¹

(1. 浙江工商职业技术学院机电工程学院, 浙江宁波 315012; 2. 中国兵器科学研究院宁波分院, 浙江宁波 315103)

摘要: 针对分度环塑件环体外壁设置有多卡台、对成型精度要求较高等特点, 为保证塑件的成型质量, 采取以下模具设计措施来实现塑件的自动化注塑生产。一是采用两个点浇口在环体顶端实施浇注的方式以保证模腔的均衡充填; 二是采用环体外壁圆周使用12个滑块实施同步径向侧抽芯的方式以防止外壁脱模的脱模变形, 12个滑块由顶针推板推动顶环来实现同步抽芯动作; 三是采用二次加速顶出机构加速顶出以实现塑件的完全脱模, 避免了采用细小顶针顶出塑件而带来的顶出变形问题。模具结构优化设计为一种三板模具, 1模2腔布局, 3次开模。12个滑块的同步抽芯优化设计为顶针推板同步顶出驱动, 以实现塑件环体外壁的局部先抽芯, 而后借助顶针推板的继续推出, 驱动翘板二次加速顶出机构来实现塑件整体的最终脱模。

关键词: 分度环; 圆周多滑块; 加速顶出机构; 径向抽芯; 二次顶出; 模具设计

中图分类号: TQ320.66 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2025)04-0116-08

Mould design of multiple sliders synchronous ejection and accelerated ejection mechanism for indexing ring

XIAO Guohua¹, LIU Xiaobin², SHEN Zhongliang¹

(1. School of Mechanical and Electrical Engineering, Zhejiang Business and Technology Institute, Ningbo 315012, China;

2. Ningbo Branch of Chinese Academy of Ordnance Science, Ningbo 315103, China)

Abstract : In response to the characteristics of the indexing ring plastic part, which features numerous undercuts on the outer wall of the ring body and high requirements for molding precision, the following mould design measures had been adopted to ensure the molding quality of the plastic part and achieve automated injection molding production. Firstly, two pinpoint gates were used at the top of the ring body to ensure balanced filling of the mold cavity. Secondly, 12 sliders were employed around the circumference of the outer wall of the ring body to achieve synchronous radial side core pulling, preventing deformation during demolding of the outer wall. These 12 sliders were driven by the ejector plate to push the ejector ring, achieving synchronous core pulling. Thirdly, a secondary acceleration ejection mechanism was utilized to accelerate ejection, ensuring complete demoulding of the plastic part and avoiding the deformation issues associated with using small ejector pins. The optimized mould structure designed was a three-plate mould with a 1-mould with 2-cavity layout and three opening stages. The synchronous core pulling of the 12 sliders was optimized to be driven by the ejector plate, achieving partial core pulling of the outer wall of the ring body first, and then driving the secondary acceleration ejection mechanism through the continued pushing of the ejector plate to achieve the final demoulding of the entire plastic part.

Keywords : scale division ring ; circular multiple slider ; accelerated ejection mechanism ; radial side core pulling ; secondary ejection ; mould design

分度环塑件是某些液体计量设备中的一个重要密封零件,其注塑件质量的好坏直接影响到计量设备的计量精度,因而分度环塑件的成型精度一般控制为精密级。分度环塑件注塑模具的设计是一

基金项目: 浙江省教育厅一般科研项目(Y202455906, Y202351814), 宁波市重大科技任务攻关项目(2022Z049), 宁波市公益性研究项目(2022S129), 浙江工商职业技术学院科研创新团队项目(KYTD202101)

通信作者: 肖国华, 副教授, 高级工程师, 高级技师, 主要研究方向为模具设计与制造、材料成型与控制、非标机械装备设计

收稿日期: 2025-01-29

引用格式: 肖国华, 刘晓彬, 沈忠良. 分度环多滑块同步顶出和加速顶出机构的模具设计[J]. 工程塑料应用, 2025, 53(4): 116-123.

XIAO Guohua, LIU Xiaobin, SHEN Zhongliang. Mould design of multiple sliders synchronous ejection and accelerated ejection mechanism for indexing ring[J]. Engineering Plastics Application, 2025, 53(4): 116-123.

个复杂的过程,涉及多个方面的技术和细节,设计时首先要确定其开模方向和分型线,尽量消除分型线对外观和密封尺寸的影响;其次是模具的整体结构布置、脱模机构件、零件形状等应简单合理,特别是应尽可能减少抽芯滑块机构以简化模具结构,降低模具制造和加工难度;再次是成型零部件应具有适当的精度、表面粗糙度、强度和刚度,并且易于制造和组装,这对于分度环模具来说尤为重要,因为塑件上任何细微的注塑缺陷都可能影响到分度环塑件的关键性能——密封性能,据统计,分度环塑件75%的注塑缺陷都是因为模具结构设计不合理造成的,因此在设计分度环塑件注塑模具时,需要特别注意避免常见的注塑缺陷产生,如熔接线、收缩变形、外观缺陷、翘曲变形和欠注等问题。实践中做开模检讨分析时,先进行计算机辅助设计(CAE)分析,以便将注塑制品90%的缺陷分析预判出来,并在模具设计中加以规避。笔者针对某分度环塑件结构的环体环周外壁上设置有多分度卡台,需要进行环周侧抽芯脱模、模具结构设计较为困难的难题,结合CAE辅助分析,设计了一副点浇口分2次顶出的改进型三板模具用以解决此难题,模具中创新设计了一种跷跷板式二次加速推板顶出机构,简化了二次顶出机构的结构设计,降低了模具制造成本,有效地实现了该塑件注塑自动化生产要求。

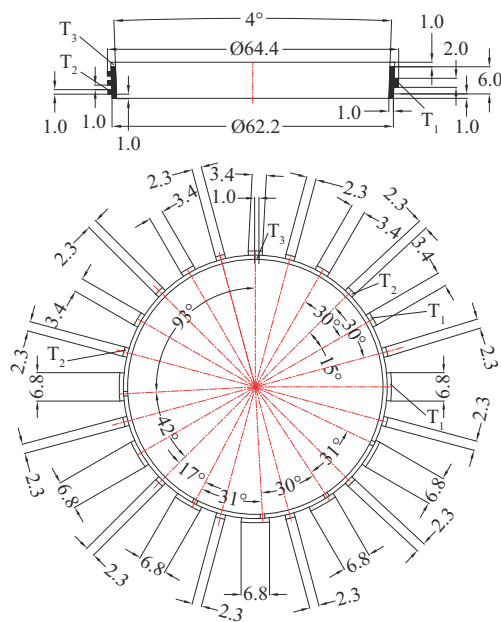
1 分度环塑件

1.1 塑件几何结构

分度环塑件在某计量设备中起到局部密封和与另一零件配合调节流量的作用,其结构如图1所示。塑件本体为一外径62.2 mm、径向壁厚1 mm、轴向高度6 mm的圆环,圆环内壁拔模角度单边为 2° 。在该圆环上设置以下3种特征。

第一种是单层型宽分度卡台 T_1 ,共12个。其中5个 T_1 的圆周向宽度为3.4 mm、轴向厚度2 mm、径向高度1.1 mm;另外7个 T_1 的宽度为6.8 mm、轴向厚度2 mm、径向高度1.1 mm。单个 T_1 的层数为1层,圆周上相邻2个 T_1 之间圆心角为 30° 。

第二种是三层型窄分度卡台 T_2 ,共12个。单个 T_2 的层数为3层,其圆周向宽度为2.3 mm、单层轴向厚1.0 mm、层间距1 mm、径向高度1.1 mm。圆周上相邻2个 T_2 之间圆心角也为 30° 。相邻 T_1 与 T_2 的对称中心夹角为 15° 。



T_1 —Wide scale division table; T_2 —Narrow scale division footplate;

T_3 —End face boss

图1 分度环塑件(单位:mm)

Fig. 1 Scale division ring plastic part(unit:mm)

第三种是端面凸台 T_3 。在圆环上端面、下端面上,分别分布有7个凸台 T_3 ;在圆环下端面上, T_3 轴向高度1 mm、圆周向宽度1 mm。14个凸台 T_3 在圆周上按非等中心角布置。

塑件成型精度要求为MT3级(《塑料模塑件尺寸公差》GB/T 14486-2008)。

1.2 塑件成型要求及材料选用

由于塑件需套装在计量筒中,且与计量筒筒内壁有一定的装配要求,因而与计量筒筒壁配合的 T_1 和 T_2 特征边沿不能有分型痕迹或毛刺。其次,环的上、下端面有一定的平面度要求,平面度小于0.02 mm。塑件整体还必须有一定的刚度,能承受一定的推压力而不变形。塑件材料选用聚碳酸酯(PC)+丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料(ABS)合金(台湾奇美HF420),该合金是一种通过将PC和ABS两种材料通过共混加工制成的特殊合金,这种材料继承了PC的高力学性能以及ABS的良好成型性,同时具备了更多的功能特性,具有较高的耐热性和耐化学性,透明度好,力学性能优良。材料缩水率为0.45%~0.51%。

2 模具设计难点分析

塑件模具设计有如下3个难点。

(1)浇口方式、位置选择较为困难。塑件为圆环体,若采用结构较为简单的普通单一侧浇口两板模

具结构不能满足塑件的成型要求,一个原因在于侧浇口对塑件的成型不利,侧浇口不能开设在环体径向侧边外壁上,更不能开设在特征 T_1 和 T_2 上,以免留下浇口痕迹影响塑件与计量筒筒内壁的配合,也不能开设在环体内壁上,因为内壁中有其它零件需要装配;另外一个原因是侧浇口浇注后所成型的塑件通过侧浇口与流道冷凝废料连在一起,需要进行二次加工去除,生产效率不高,且去除后浇口痕迹难以安全消除,无形提高塑件制造成本;还有一个原因是对于环体类塑件或筒形塑件的成型,一般需要在圆柱壁一端开设多个浇口浇注才能满足塑件模腔内的平衡浇注,避免塑件因充填失衡而产生变形问题,影响塑件成型尺寸精度^[1-4]。

(2)塑件环体圆周外壁脱模机构设计困难。由于环体外壁12个特征 T_1 和12个特征 T_2 的存在,塑件在模具中的布局摆放方式较为合理的选择是选用环体轴中心线与模具开模方向一致的摆放方式,但照此布局下,需要沿环体圆周壁外侧设置多个径向侧抽芯机构实施抽芯,才能使 T_1 和 T_2 顺利实现脱模,且需保证 T_1 和 T_2 边沿不能有明显分型痕迹。并且,沿环体圆周壁外侧布置的多个径向侧抽芯机构的抽芯动作需要同步,以免因抽芯不同步或抽芯力不同失衡而产生脱模变形,影响塑件成型精度^[5-9]。

(3)塑件沿环体轴心向上的脱模也较为困难。主要体现在两个方面:一是环体内壁的脱模需要优先考虑,二是环体下端面的脱模。由于环体壁厚仅为1 mm,如采用圆顶针或方顶针顶出方式脱模都不合适,因为这些顶针的顶出头部尺寸小,容易折断,实施顶出的面积小,容易顶伤塑件,且零部件加工时小尺寸顶针和顶针孔的加工都不方便。并且还需采用多根顶针以实现平衡顶出,零部件精细加工特征多,模具制造整体成本不经济。若采用推板推出方式脱模,由于环体下端面有4个特征 T_3 的存在,采用单次推出方式推出有可能在塑件最终脱落时存在黏模问题,较好的方法是采用分2次推出顶出方式来实现塑件的最终脱模^[10-14]。

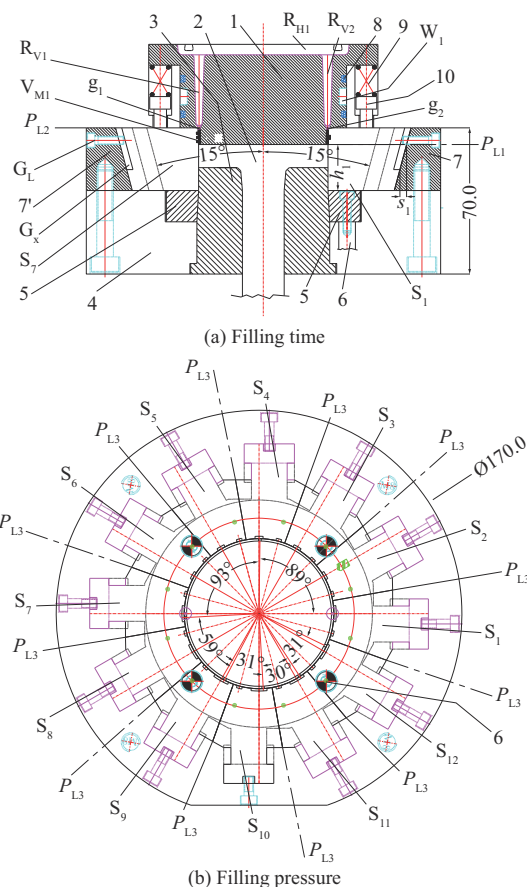
3 成型方案

基于上述难点分析,单腔模腔成型件的设计如图2所示,塑件的成型方案设计如下。

3.1 浇注系统设计

针对浇注系统设计问题,采用图2所示的2个

点浇口 g_1 和 g_2 对单腔模腔 V_{M1} 实施浇注,该方式有4个好处:一是模腔可以获得均衡充填;二是便于模腔实施多腔布局;三是可以避免在环体周壁外侧外壁、内壁、或特征 T_1 、 T_2 上设置浇口产生浇口痕迹而影响成型后的塑件在计量筒内的装配精度;四是可以自动实现浇口/流道废料与塑件的自动分离。



g_1, g_2 —Point gate; V_{M1} —Single-cavity cavity; P_{L1}, P_{L2}, P_{L3} —Parting surfaces; $S_1 \sim S_{12}$ —Sliders; W_1 —Waterway; G_L —Limit screw; G_X —Limit slot; 1—Cavity insert; 2—Core insert; 3—Positioning cone insert; 4—Moving plate; 5—Push ring; 6—Push rod; 7, 7'—Reverse locking block; 8—Sealing ring; 9—Elastic compression spring; 10—Ejector pin; h_1 —Ejecting distance; R_{V1}, R_{V2} —Vertical runner; R_{H1} —Horizontal runner; s_1 —Slider radial side core pulling distance

图2 成型方案设计

Fig. 2 Design of forming scheme

3.2 脱模方案设计

塑件的脱模实际上由模腔分型设计决定,因而为保证塑件脱模时避免出现前述脱模问题^[15-18],其脱模路线设计如下。如图2所示,分三步实现塑件的自动脱模:

第一步,先使环体内壁及上端面(包括7个 T_3)与其对应成型件分离完成脱模;

第二步,同步完成环体外壁上12个 T_1 和12个 T_2 的同步侧抽芯脱模;

第三步,使环体下端面(包括7个 T_3)使用推板推出方式脱模,实现塑件的均衡推出脱模,防止塑件整体脱模变形。

依照上述脱模路线,模腔的分型设计如下。

①先使用分型面 P_{L1} 作为主分型面将模腔外壁成型件分为上、下两部分,再使用内壁分型面 P_{L2} 作为次分型面将内壁成型件分为上、下两部分,从而获得环体内壁及上端面成型件型腔镶件1。

②针对外壁的脱模,使用12个 P_{L3} 分型面将环体径向圆周外壁成型件分割成12个侧抽芯滑块 $S_1 \sim S_{12}$,这12个同结构滑块沿环体圆周周向阵列,实施径向同步抽芯,并将滑块之间的分型线设置在环体外壁上,以避免分型痕迹出现在特征 T_1 和 T_2 上。单个滑块的头部成型1个特征 T_1 和1个特征 T_2 。单个滑块所占用的圆周中心角为 30° 。12个滑块实施径向同步抽芯,可以有效避免抽芯不平衡问题,避免塑件因抽芯不平衡而出现变形。

③进一步地,针对塑件沿环体轴心向上脱模的困难问题,采取如下措施:利用12个滑块同步径向侧抽芯的同时,使12个滑块同步实施沿圆环轴心向上的移动,将塑件整体抬高 P_{L2} 面以下的下端成型件,进一步地,为保证塑件能完全从成型件上脱离,将 P_{L2} 面分型获得的塑件下端成型件型芯镶件2往上顶出一次(以推板方式顶出),从而实现塑件的无变形推板推出完全脱模,避免因采用顶针顶出方式完全脱模而产生的顶出变形问题,而且还能有效避免黏模及成型件加工困难问题^[19-24]。

3.3 脱模机构设计

如图2所示,为保证分型面 P_{L1} 打开时,型腔镶件1能首先从塑件环体内壁中抽出,在型腔镶件1内对应 $S_1 \sim S_{12}$ 滑块每3个滑块的上方设置一个弹压销10和弹压弹簧9,在分型面 P_{L1} 打开时,弹压弹簧9推顶弹压销10而确保型腔镶件1与 $S_1 \sim S_{12}$ 滑块可靠分离,防止 $S_1 \sim S_{12}$ 滑块跟随型腔镶件1上移。

$S_1 \sim S_{12}$ 滑块中,相邻滑块相互独立,单个滑块设置中,以 S_7 滑块为例,该滑块通过T型槽安装在反向锁紧块7'上,反向锁紧块7'上设置有限位螺丝 G_L ,与 S_7 滑块上的限位槽 G_x 配合使用,防止 S_7 滑块从反向锁紧块7'上滑脱,并保证 S_7 滑块的径向侧向抽芯距离。 S_7 滑块下端由动模板4进行限位。 S_7 滑块由

推环5向上推动,推环5由模具推板通过推杆6移动,推环5与推杆6上端用螺丝紧固组合在一起。 S_7 滑块沿T型导轨斜向顶出角度为 15° , S_7 滑块侧抽芯距离 $s_1=3.2$ mm,顶出距离 $h_1=12.5$ mm。型芯镶件2上端做成圆推板形状,下端做成顶杆形式,用于塑件的最终推板推出脱模。定位锥镶件3起到对型芯镶件2、推环5的复位进行定位以及安装承载作用。

进而,在上述成型件设计好后,塑件的脱模具体过程按以下步骤实施。

①分型面 P_{L1} 打开。打开时, $S_1 \sim S_{12}$ 滑块上端被各自对应的弹压弹簧9推顶弹压销10压住,确保型腔镶件1与塑件分离。

②滑块径向侧抽芯。模具推板推动推杆6、推环5向上顶出,从而同步推动 $S_1 \sim S_{12}$ 滑块顶出,完成特征 T_1 , T_2 及环体外壁的径向抽芯脱模,同时也带动塑件脱离型芯镶件2。

③二次顶出。为保证塑件完全脱离模具,型芯镶件2向上快速顶出5 mm,以确保塑件完全脱模。

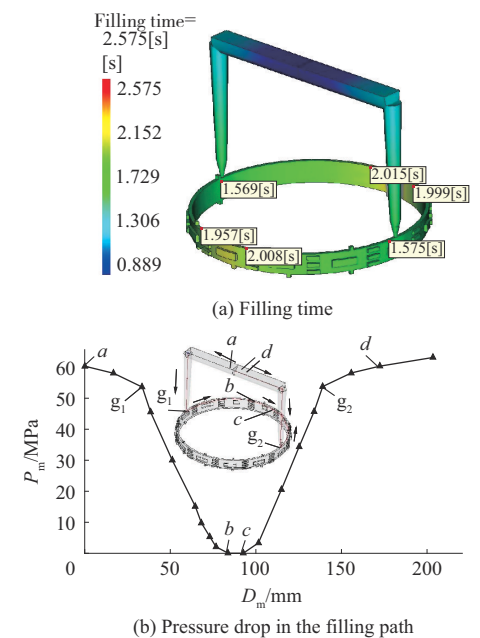
相比于现有二次顶出机构的设计,本机构的设计优势在于无须设计二次顶针推板即可实现塑件的二次顶出,使模具结构能够得以简化,降低模具制造成本。

3.4 浇注及冷却CAE分析

针对方案中浇注及冷却,CAE分析如下。分析软件使用Moldflow 2012,分析模型中使用双层面三角形网格,三角形数量2 724个,纵横比最大5.6,最小1.16,平均2.99,匹配百分比91.2%,相互百分比90.4%。在设置浇口 g_1 , g_2 浇注的条件下,CAE分析结果如下。

(1)模腔充填结果。点浇口 g_1 和 g_2 的充填效果如图3所示,在该2点点浇口浇注下,模腔充填时间为1 s(图3a),所需充填压力为60 MPa左右(图3b);图3b中,浇口 g_1 的充填路径 $a \rightarrow g_1 \rightarrow b$,与浇口 g_2 的充填路径 $d \rightarrow g_2 \rightarrow c$,压强呈近似对称关系,两个浇口 g_1 , g_2 能均衡地实现对模腔的充填,在本浇注系统浇注下,模腔对注塑机的工艺能力要求不高。模腔充填时模腔 V_{m1} 的排气利用12个滑块之间的分型面 P_{L3} 装配间隙进行排气,间隙值小于0.02 mm。

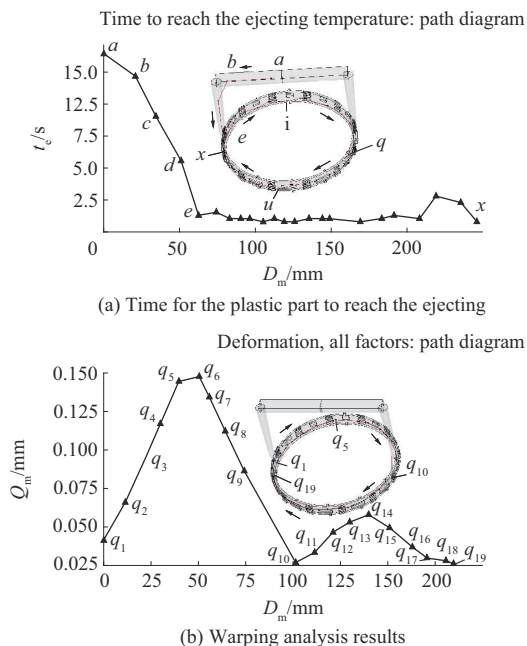
(2)冷却管道冷却效果。冷却设计中,受限于滑块及型芯镶件2的形状尺寸,只能如图2所示对型腔镶件1开设水路 W_1 进行冷却,经CAE验证分析,如图4a所示,塑件在冷却系统的冷却下,路径 $a \sim x$



g_1, g_2 —The same as Fig. 2; P_m —Pressure (MPa);
 D_m —Path length (mm); a, b, c, d —Path reference points

图3 充填时间和压力

Fig. 3 Filling time and pressure



t_e —Time to reach ejecting; Q_m —Warping deformation value;
 D_m —Path length (mm); $a \sim x, q_1 \sim q_{19}$ —Path reference points

图4 冷却及翘曲分析

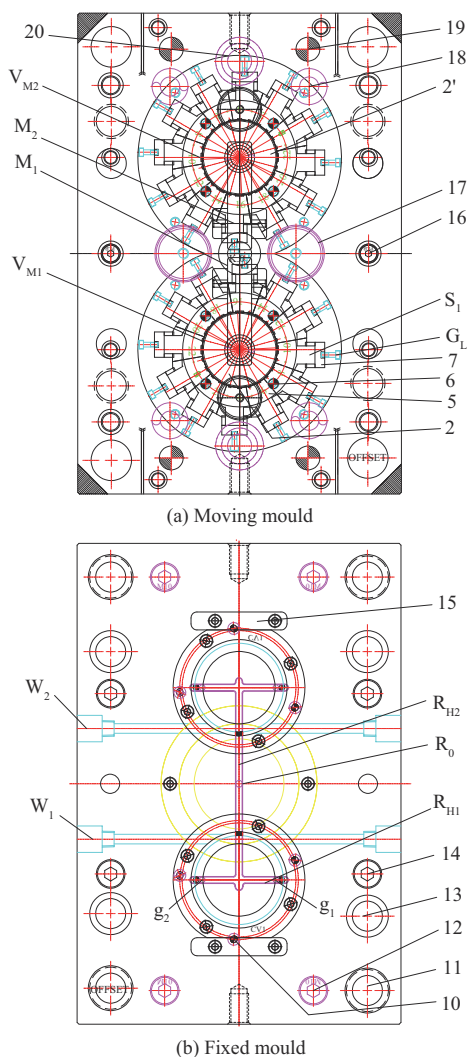
Fig. 4 Cooling and warping analysis

中,塑件上从 e 点(浇口 g_1)开始到结束点 x 点,各点冷却后达到顶出的时间都小于2.5 s,该水路能较好地 对模腔 V_{M1} 实施冷却,使模腔的冷却时间能满足塑 件成型周期小于20 s的生产效率要求。塑件的最大 翘曲变形见图4b所示 $q_1 \sim q_{19}$ 路径中的 q_5 和 q_6 点位

置,最大为0.17mm,其它点都在0.05 mm以下,能保证本塑件的尺寸误差控制在MT3级公差范围内。

4 模具结构布置设计

图5为模具结构布置,如图5所示,为提高单模 产量,满足指定生产量纲30万模的要求,单模中模 腔布局采用1模2腔布局,两腔分别为 V_{M1} 和 V_{M2} 。 单腔的结构设计按图2所示结构进行设置。由于浇 口 g_1, g_2 的设置需要,模具结构需要采用三板模结 构。浇注系统设计中,由主浇道 R_0 供料给水平流道 R_{H1} 和 R_{H2} , R_{H1} 供料给 V_{M1} 腔的 R_{V1} 和 R_{V2} 后,再供给 g_1



$g_1, g_2, S_1, W_1, G_L, 2, 5, 6, 7, 10, R_{H1}, V_{M1}$ —The same as Fig.2;
 R_{H2} —Horizontal runner; R_0 —Sprue; V_{M2} —Mould cavity; 2'—Core insert; 11, 13—Guide Pin; 12—Long pull rod; 14—Short pull rod; 15—Clamp block; 16—Resin buckle; 17—Support pillar; 18—Return pin spring; 19—Return pin; 20—Ejecting plate guide pin; W_2 —Waterway; M_1, M_2 —Stripper plate ejection mechanism

图5 模具结构布置

Fig. 5 Mould structure layout

和 g_2 。冷却系统中 2 个腔的冷却水道分别为 W_1 和 W_2 。单腔中设置机构 $S_1 \sim S_{12}$ 12 个滑块机构,两腔共 24 个机构。模具的开模控制由 4 根短拉杆 14,4 根长拉杆 12 及 6 个树脂扣 16 控制,短拉杆 14、长拉杆 12 布置在定模一侧,树脂扣 16 布置在动模一侧。针对型芯镶件 2 和 2' 的驱动,设置了机构 M_1 和 M_2 对应进行驱动,机构 M_1 和 M_2 两机构为跷跷板式二次加速推板顶出机构。推板的复位由弹簧 18、复位杆 19 推回复位,推板导柱 20 用于推板的运动导向,支撑柱 17 用于增强动模板的强度。模腔运动导向件使用 4 副导柱 13 进行导向,模架模板的运动导向件使用 4 副主导柱 11 进行导向。

5 模具结构安装及工作原理

5.1 模具安装

如图 6a 所示,模具结构中,模架选用三板标准模架中的 EBI 三板模架结构,即 P_{L3} 面以下动模一侧增加了一块动模垫板 28,以方便定位圆锥镶件 3 的安装。模具的 3 个开模面为 P_{L1}, P_{L2}, P_{L3} ,开模顺序为 $P_{L1} \rightarrow P_{L2} \rightarrow P_{L3}$ 。弹压销 10 和弹压弹簧 9 安装在型腔镶件 1 内再一起安装在定模板 29 内。位于动模一侧的反向锁紧块 7 安装在动模板 4 上,推杆 6 下端安装在顶针推板 22 上,上端用螺丝紧固安装推环 5,推环 5 套装在定位锥镶件 3 上,并位于 12 个滑块 $S_1 \sim S_{12}$ 滑块的下方。

图 5 所示的 2 个结构相同的跷跷板式二次加速推板顶出机构 M_1 和 M_2 中,以模腔 V_{M1} 的机构 M_1 为例,机构 M_1 的组成件包括件 2、件 32~件 37。其结构与功能做如下设计:型芯镶件 2 上端为圆饼状推板,下端为推杆形状,其下端推杆穿过定位锥镶件 3 的中心孔后,下端再套装弹簧 32,并用圆头锁头 33 锁住。翘板 34 用轴销 35 安装在支座 36 上,支座 36 安装在顶针推板 22 上,翘板 34 左端用于推顶圆头锁头 33,其右端能被安装在动模垫板 28 下端的压块 37 向下推压,用于驱动其左端快速推顶圆头锁头 33 而推顶型芯镶件 2,并将其加速快速二次顶出。机构 M_2 与机构 M_1 结构相同,机构 M_2 用于模腔 V_{M2} 中型芯镶件 2' 的二次加速顶出。

5.2 机构 M_1, M_2 工作原理

图 7 为机构 M_1, M_2 的工作原理,如图 7 所示,翘板 34 被顶针推板 22 推动按模具关闭方向 F_{Z+} 向上行时,其右端被压块 37 挡住时,若翘板 34 右端被压块 37 压下距离为 y_1 ,那么翘板 34 左端向上加速顶出距

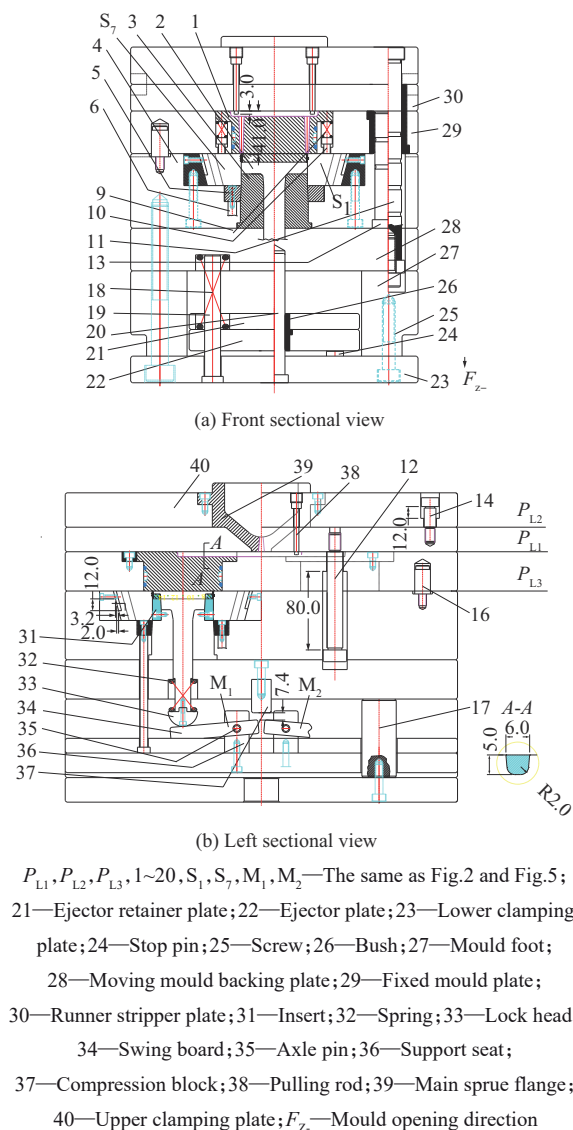


图 6 模具安装与工作原理

Fig. 6 Mold installation and working principle

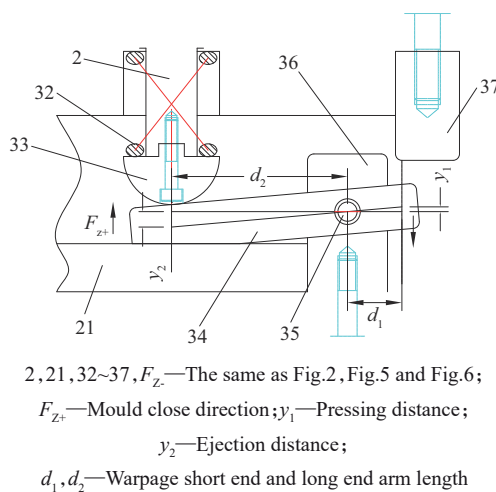


图 7 机构 M_1, M_2 的工作原理

Fig. 7 Working principle of mechanisms M_1 and M_2

离为 y_2, y_1 和 y_2 的关系满足式(1)。

$$y_2 = \frac{d_2}{d_1} \times y_1 \quad (1)$$

式中: d_1 为翘板短端力臂长度; d_2 为翘板长端力臂长度。

为保证塑件能被可靠地推出并高于12个滑块的上顶面, $d_2/d_1=3.7$ 。即翘板34右端接触压块37下端开始,顶针推板22每上升1 mm,型芯镶件2按 F_z 向被顶出3.7 mm。

5.3 工作原理

模具的工作原理如下。

(1)模具闭合注塑。模具在注塑机上安装好后,注塑机完成充填、保压、冷却等过程后,等待开模。

(2) P_{L1} 面打开。注塑机动模板带动 P_{L3} 面以下的动模按 F_z 向下行时,由于树脂扣16的摩擦牵连带动,定模板29将跟随下行,模具首先在 P_{L1} 面处打开,流道废料与塑件在点浇口 g_1, g_2 处崩断分离,流道废料从型腔镶件1和定模板29中拔出,留在脱料板及拉料杆38上。

(3) P_{L2} 面打开。随着 P_{L1} 面打开距离80 mm的完成,由于拉杆12的限制, P_{L1} 面不能继续打开,此时, P_{L2} 面打开,定模板29通过拉杆12拉动脱料板30继续下行,脱料板30将流道废料从拉料杆38上推出,流道废料自动脱落。流道废料总长度44 mm,能从 P_{L1} 面打开宽度中掉落。

(4) P_{L3} 面打开。随着动模的继续下行, P_{L2} 面打开12 mm后,定模板29、脱料板30被拉杆14拉住不能继续下行,开模动力将克服树脂扣16的摩擦力而迫使动模板4与定模板29分离, P_{L3} 面打开。该面打开时,型腔镶件1与塑件分离,塑件留在定模一侧。

(5)顶出。 P_{L3} 面打开一定距离(120 mm)后,停止打开。注塑机顶杆推动模具顶针推板22顶出,顶出过程分2步完成:第一步,顶杆6推动推环5上行,同步地,件34,35,36同步上行,推环5上行过程中推动单腔12个滑块 $S_1 \sim S_{12}$ 滑块(两腔24个)顶出上行,12个滑块 $S_1 \sim S_{12}$ 滑块被顶出并实施侧抽芯(侧抽芯距2 mm);第二步,随着顶杆6的继续顶出,型芯镶件2由于机构 M_1 开始接触并顶住翘板34的右端,而将翘板34的左端撬起并克服弹簧32的张力而将件2、件33向上加速顶出,从而将塑件从小镶件31上顶出而实现塑件的完全脱模。

(6)复位。复位过程与开模过程相反。

经试模,模具成型周期可以控制为15~20 s,塑件脱模顺畅,脱模成功率98%以上,塑件良品率99%左右。

6 结论

针对分度环塑件浇口难以开设、外壁需要多向抽芯、难以实施顶出脱模的成型难点,设计了一款三板点浇口模具用于该塑件的注射成型。浇口设计中,优化为在塑件上端环壁上开设2个点浇口的方式实现了塑件模腔的充分、饱满充填。为防止塑件的脱模变形,采取了两项设计措施:一是单腔采用12个圆周均布的侧抽芯滑块实施同步顶出径向侧抽芯的办法避免了塑件圆周上的脱模变形;二是单腔创新设计了一个二次加速推板顶出机构防止了塑件底端端面脱模变形问题。

参考文献

- [1] 郝彦琴. 扣盖模内自动装配热流道模具设计[J]. 塑料, 2021, 50(4): 112-117.
HAO Yanqin. Design of hot runner mold for hinged-cover automatic assembly in mold[J]. Plastics, 2021, 50(4): 112-117.
- [2] 梁蓓, 王伟伟, 肖国华, 等. 基于模内组装的环式挂链多功能注射模具设计[J]. 塑料, 2024, 53(5): 77-81.
LIANG Bei, WANG Weiwei, XIAO Guohua, et al. Design of a multifunctional injection mold for ring chain based on in-mold assembly[J]. Plastics, 2024, 53(5): 77-81.
- [3] 冯刚, 王华峰. 聚合物模内组装成型技术研究进展[J]. 工程塑料应用, 2015, 43(2): 125-128.
FENG Gang, WANG Huafeng. Technological advances of polymer molding in-mold assembly technology[J]. Engineering Plastics Application, 2015, 43(2): 125-128.
- [4] 吴成龙, 刘斌. 翻盖塑料制品的模内合盖注射模设计[J]. 模具工业, 2013, 39(12): 58-60.
WU Chenglong, LIU Bin. Design of injection mold for inside mold closure of flip plastic products[J]. Die & Mould Industry, 2013, 39(12): 58-60.
- [5] 田科. 一种单腔双色多功能注塑模具设计[J]. 中国塑料, 2020, 34(12): 82-87.
TIAN Ke. Mold design with single cavity for bi-color molding and family layout multi-function for button base[J]. China Plastics, 2020, 34(12): 82-87.
- [6] 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.
ZHAO Lipo, WANG Qian, CAO Chunlei, et al. Design of injection mold with complex core-pulling mechanisms for connector with bracket[J]. Engineering Plastics Application, 2021, 49(7): 92-96.
- [7] 陈杰, 王星阳. 车载GPS定位器注塑模具优化设计[J]. 塑料科技,

- 2021, 49(2):70-73.
- CHEN Jie, WANG Xingyang. Optimization design of injection mold for vehicle GPS locator[J]. *Plastics Science and Technology*, 2021, 49(2):70-73.
- [8] 李振宇. 多种抽芯机构脱模的护帽注塑模设计[J]. *塑料科技*, 2015, 43(11):82-86.
- LI Zhenyu. Design of injection mould for protective cap with various pulling core demoulding mechanism[J]. *Plastics Science and Technology*, 2015, 43(11):82-86.
- [9] 苗秋玲. 键盘按键二次顶出三板模具设计[J]. *塑料*, 2024, 53(6):139-143.
- MIAO Qiuling. Design of three-plate mold with secondary ejection of keyboard key[J]. *Plastics*, 2024, 53(6):139-143.
- [10] 梁蓓, 王伟伟, 肖国华, 等. 基于模内组装的环式挂链多功能注射模具设计[J]. *塑料*, 2024, 53(5):77-81.
- LIANG Bei, WANG Weiwei, XIAO Guohua, et al. Design of a multifunctional injection mold for ring chain based on in-mold assembly[J]. *Plastics*, 2024, 53(5):77-81.
- [11] 王清, 张云, 汪伟芬, 等. 基于改性PP成型的工控机电路板支撑架注射模设计[J]. *工程塑料应用*, 2024, 52(3):97-102.
- WANG Qing, ZHANG Yun, WANG Weifen, et al. Design of injection mold for industrial computer circuit board support based on modified PP molding[J]. *Engineering Plastics Application*, 2024, 52(3):97-102.
- [12] 张雁亭, 梁蓓, 肖国华, 等. 打印机滚筒导板多点浇口注塑模设计[J]. *工程塑料应用*, 2024, 52(2):94-100.
- ZHANG Yanting, LIANG Bei, XIAO Guohua, et al. Design of injection mould with multiple pin-point gates for printer drum guide plate[J]. *Engineering Plastics Application*, 2024, 52(2):94-100.
- [13] 王根华, 肖国华, 杨少增. 改性ABS观察孔盖多板模设计[J]. *模具技术*, 2023(3):64-70.
- WANG Genhua, XIAO Guohua, YANG Shaozeng. Design of multi-plate mold for observation hole cover of modified ABS[J]. *Die and Mould Technology*, 2023(3):64-70.
- [14] 丁波, 肖国华, 杨少增, 等. 汽车封油螺丝脱外螺纹三板模设计[J]. *模具技术*, 2023(1):7-12.
- DING Bo, XIAO Guohua, YANG Shaozeng, et al. Design of three plate mold for demolding external thread of automobile sealing screw[J]. *Die and Mould Technology*, 2023(1):7-12.
- [15] 沈忠良, 肖国华, 王伟伟, 等. 电器罩主型芯先抽芯三板四次开模注塑模设计[J]. *工程塑料应用*, 2022, 50(1):92-97.
- SHEN Zhongliang, XIAO Guohua, WANG Weiwei, et al. Design of three-plate injection mould with main core first pulling and four times opening for electric appliance cover[J]. *Engineering Plastics Application*, 2022, 50(1):92-97.
- [16] 马如远. 双联斜齿轮斜齿脱模机构及改进型三板模设计[J]. *工程塑料应用*, 2022, 50(1):98-102, 115.
- MA Ruyuan. Design of helical tooth demoulding mechanism and improved three-plate mould for duplex helical gear[J]. *Engineering Plastics Application*, 2022, 50(1):98-102, 115.
- [17] 冯振礼, 肖国华. 手机套复合浇注系统内外抽芯三板模设计[J]. *工程塑料应用*, 2021, 49(7):102-107.
- FENG Zhenli, XIAO Guohua. Design of three-plate injection mold with inside and outside core-pulling and compound gating system for mobile phone sleeve[J]. *Engineering Plastics Application*, 2021, 49(7):102-107.
- [18] 汪建武, 肖国华, 张丽静, 等. 内螺纹盖高产长寿改进型非标三板模设计[J]. *工程塑料应用*, 2021, 49(3):85-90.
- WANG Jianwu, XIAO Guohua, ZHANG Lijing, et al. Design of improved non-standard three-plate mould with high-yield and long-life for internal thread cover[J]. *Engineering Plastics Application*, 2021, 49(3):85-90.
- [19] 池寅生, 孙庆东, 张翔, 等. 滑盖产品的三板式注塑模具设计[J]. *装备制造技术*, 2020(12):72-76, 81.
- CHI Yinsheng, SUN Qingdong, ZHANG Xiang, et al. Design of three-plate injection mold for sliding cover parts[J]. *Equipment Manufacturing Technology*, 2020(12):72-76, 81.
- [20] 杨秋合, 杨安. 微型离心泵泵叶三层式滑块机构三板模具设计[J]. *中国塑料*, 2020, 34(7):97-103.
- YANG Qiuhe, YANG An. Design of three-plate mold with three-layer slider mechanism for micro centrifugal pump[J]. *China Plastics*, 2020, 34(7):97-103.
- [21] 刘红燕, 王伟伟, 梁蓓, 等. 打印机骨架复杂分型三板模结构设计[J]. *中国塑料*, 2019, 33(11):83-90.
- LI Hongyan, WANG Weiwei, LIANG Bei, et al. Structural design of three-plate complex mold for printer framework[J]. *China Plastics*, 2019, 33(11):83-90.
- [22] 何成战, 梁松. 艺术提篮灯罩异向抽芯哈夫滑块机构注塑模具设计[J]. *工程塑料应用*, 2019, 47(11):88-93.
- HE Chengzhan, LIANG Song. Design of injection mold for different-direction core-pulling Harvard slider mechanism of art basket lampshade[J]. *Engineering Plastics Application*, 2019, 47(11):88-93.
- [23] 温瑞, 路英华. 净化器骨架模具带顶针滑块机构结构设计[J]. *中国塑料*, 2019, 33(9):109-115.
- WEN Rui, LU Yinghua. Structural design of slider mechanism with side ejector for injection mold of purifier framework[J]. *China Plastics*, 2019, 33(9):109-115.
- [24] 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.