

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2025.05.015

汽车泵盖圆弧抽芯倒装式热流道模具设计

郑子军¹,李香芬²,王声杭³,杨少增¹

(1.浙江工商职业技术学院,浙江宁波 315012; 2.宁波华宝百顺模具制造有限公司,浙江宁波 315600;

3.宁波固德模具有限公司,浙江宁波 315600)

摘要:结合汽车带圆弧弯管泵盖塑件的结构特点,设计了一副一模两腔热流道两板模具用于该塑件的成型。由于塑件圆筒形外壁上设置有弯管特征的特点,弯管内壁的脱模需要设计弯管抽芯机构且机构如按普通模具的结构布置,弯管抽芯机构只能布置于模具定模一侧,不利于弯管抽芯机构的设计,因而采用倒装结构来进行解决,使弯管机构位于模具动模一侧且内藏于模具内,使模具在注塑机上的安装较为方便。弯管抽芯机构中,使用一个旋转中间滑块和一个水平移动滑块将油缸的抽芯动力转化为弯管型芯的旋转抽芯驱动力,使驱动机构在模具中更为方便安装,且能有效减小机构对模架的容纳尺寸要求,有效降低模具整体制造成本。倒装结构中,使用热流道+冷流道复合浇注系统方式并采用3个潜伏式浇口从塑件内壁对模腔进行浇注,较为方便地解决了模腔平衡充填的要求。模具中针对动模一侧冷流道废料的脱模使用小尺寸气缸进行顶出,定模侧设置的推板机构中,使用扣机插杆/扣机锁,缩芯套/缩芯插杆配合控制定模推板的顶出动作,动作可靠实用,为模具设计增加了新的设计方法。

关键词:汽车泵盖;圆弧抽芯;机构设计;注射模具;复合浇注系统;脱模方式;结构创新

中图分类号: TQ320.66 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2025)05-0109-06

Design of arc core pulling inverted hot runner mould for automobile pump cover

ZHENG Zijun¹, LI Xiangfen², WANG Shenghang³, YANG Shaozeng¹

(1.Zhejiang Business and Technology Institute, Ningbo 315012, China; 2. Ningbo Huabao Baishun Mould Manufacturing Co., Ltd.,

Ningbo 315600, China; 3. Ningbo Gude Mould Co., Ltd., Ningbo 315600, China)

Abstract : According to the structural characteristics of the automobile pump cover with arc elbow, a pair of one mould with two cavity hot runner two-plate mould was designed for the molding of the plastic part. Due to the characteristic of the bent pipe feature on the outer wall of the cylindrical plastic part, the demoulding of the inner wall of the bent pipe requires the design of a bent core pulling mechanism. If the mechanism was arranged according to the structure of a regular mould, the bent core pulling mechanism can only be arranged on the fixed mould side, which was not conducive to the design of the bent core pulling mechanism. Therefore, an inverted structure was adopted in this mould to solve the problem, so that the bent core mechanism was located on the moving mould side and hidden inside the mould, making the installation of the mould on the injection molding machine more conveniently. In the core pulling mechanism of the bent core, a rotating middle slider and a horizontal moving slider were used to convert the core pulling power of the oil cylinder into the rotating core pulling driving force of the bent core, making the driving mechanism more convenient to install in the mould and effectively reducing the size requirements of the mechanism on the mould base, effectively reducing the overall manufacturing cost of the mould. In the inverted structure, a hot runner+cold runner composite gating system was used, and three submarine gates were used to gate the mould cavity from the inner wall of the plastic part, which conveniently solved the requirement of balanced filling of the mould cavity. In the mould, a small-sized air-cylinder was used to eject the waste material from the cold runner on the moving mould side. On the fixed mould side, a push plate mechanism was set up, which used a locking machine insertion rod/locking machine lock, and a shrinking core bushing/shrinking core insertion rod to control the ejection action of the fixed mould push plate. The action is reliable and practical, thus adding a new design method to mould design.

Keywords : automobile pump cover ; arc core pulling ; mechanism design ; injection mould ; composite gating system ; demoulding method ; structural innovation

通信作者:杨少增,讲师/工业设计师,主要研究方向为数字化成型设计与制造

收稿日期:2025-03-03

引用格式:郑子军,李香芬,王声杭,等.汽车泵盖圆弧抽芯倒装式热流道模具设计[J].工程塑料应用,2025,53(5):109-114.

ZHENG Zijun, LI Xiangfen, WANG Shenghang, et al. Design of arc core pulling inverted hot runner mould for automobile pump cover[J]. Engineering Plastics Application, 2025, 53(5): 109-114.

汽车大型泵盖类塑件模具设计主要面临以下两个技术难点。

(1)圆弧抽芯结构设计复杂。具体表现为弯管内壁抽芯运动轨迹的精确控制。为实现圆弧弯管的弧形抽芯,需采用活动滑块结构,其运动轨迹必须与塑件几何形态高度匹配。可以采用分块式滑块镶件配合卡键和销钉连接,并设计避空结构以防止干涉的结构方式^[1-4]。此外,由于大型弯管抽芯行程较长,一些实际应用情况下也有采用液压缸驱动并通过摆动连接块协调液压缸直线运动与滑块圆弧轨迹匹配的结构方式^[5-9]。外壁局部特征则需实施分瓣成型块设计以实现顺利脱模,但分瓣结构会增加模具定位难度并影响结构强度,容易导致合模错位。对此,可采用燕尾槽、锥台互锁定位以及高强度钢材(如预硬P20钢)来提升结构稳定性^[10-13]。

(2)脱模机构设计复杂,特殊部位脱模需采用二次顶出与强拉强顶设计。大型弯管因包紧力大易滞留模内,需采用二次顶出机构^[14]。文献提出的二次顶出系统中,通过底层顶针板驱动直顶和斜顶完成第一次顶出,上层顶针板再继续驱动直顶实施分层第二次顶出动作,并结合使用强拉强顶(强制复位机构)以避免弹簧失效风险^[15]。同时需注意旋转脱模与顶出脱模空间干涉规避^[16]。弯管脱模需绕芯轴旋转,但塑件空间扭曲可能导致顶出路径干涉。对此,可通过3D仿真验证运动轨迹,并设计非对称顶针布局,如优先顶出弯管两端法兰区域^[17-19]。

针对某汽车泵盖塑件的圆弧弯管特征,笔者设计了一套倒装式热流道模具,该模具设计充分考虑了制造难度、工作可靠性、经济性和生产效率等要素,具有以下创新特点:倒装结构可在塑件内壁采用3个潜伏式浇口进行模腔充填,保证充填饱满性且不遗留浇注痕迹,浇注系统废料通过气缸顶出完成脱模;设计了定距驱动控制机构,借助开模动力实现塑件在定模一侧的二次顶出脱模,有效防止脱模变形;创新设计了一种油缸驱动型空间弯管抽芯机构,将机构内藏于模具模板,使模具结构更加精简。上述设计思路可为同类塑件模具设计提供有益参考。

1 某汽车泵盖塑件

泵盖塑件是汽车中空气滤清盒的盖子,其结构如图1所示,塑件主体为圆柱盖,共有3层,分别为圆柱壁 w_5 , w_4 , w_3 , w_3 中心部位设置有2层同心圆柱

壁 w_2 , w_1 。 w_5 外径95.1 mm,高12.5 mm,壁厚2 mm; w_4 外径91.2 mm,高42.5 mm,壁厚1.5 mm; w_3 外径46.4 mm,高5 mm,壁厚2 mm。 w_2 壁厚2 mm, w_1 壁厚1.5 mm。

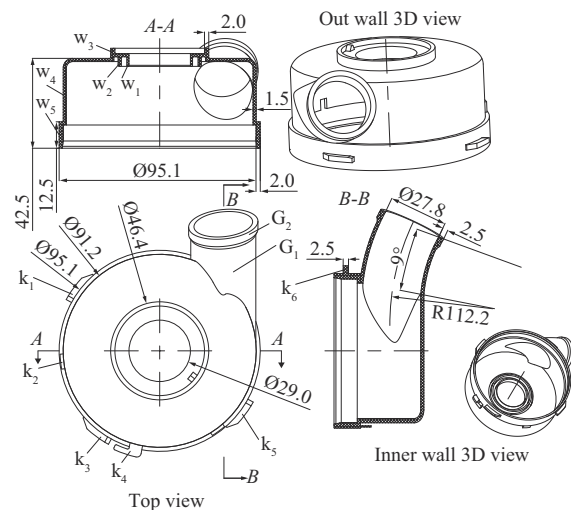


图1 塑件结构及尺寸

Fig. 1 Structural and dimensions of plastic parts

在 w_5 外壁上设置有6处卡位凸筋,分别为 $k_1 \sim k_6$,其中 k_6 位于弯管 G_1 下方。

空心弯管 G_1 设置在 w_4 外壁上,其管内径27.8 mm,中心线圆弧半径112.2 mm,中心弧度 9° 。 G_1 的前端设置有端口 G_2 。

依据塑件在发动机机舱工作环境要求,塑件材料使用聚丙烯(PP)/玻璃纤维(GF)复合材料(韩国LG集团,牌号GP2300,GF质量分数为30%),该材料是由GF通过特定工艺复合而成的一种复合材料,这种复合材料不仅继承了PP本身的优点,还通过加入GF显著提升了其力学性能和耐热性。材料拉伸强度可以达到75~85 MPa;弯曲强度50~70 MPa,弯曲模量3 400~4 200 MPa;耐热温度135~145 $^\circ\text{C}$;热变形温度155 $^\circ\text{C}$;抗冲击性增强,悬臂梁冲击强度为98 J/M;收缩率小,为0.37%~0.49%;密度为1.14 g/ cm^3 ;熔体流动速率(230 $^\circ\text{C}$ /2.16 kg)为7 g/10 min;加工熔体温度200~275 $^\circ\text{C}$,不能超过275 $^\circ\text{C}$;模具温度40~80 $^\circ\text{C}$,结晶程度主要由模温决定,建议模温50 $^\circ\text{C}$;注射压力可达180 MPa。注射速度优先选用高速注塑方式以使模腔内压力减小到最小,如制品表面出现缺陷,使用高温低速方式进行注塑。材料适应所有类型的浇口。流道和浇口优先选用圆柱形状的,冷流道直径范围优选4~7 mm。浇口直径

范围优选1~1.5 mm,点浇口可以适用至0.7 mm。若使用矩形截面侧浇口,最小的浇口深度应为壁厚的一半,最小的浇口宽度应至少为壁厚的两倍。

2 单腔设计难点及解决方案

2.1 难点及解决办法

为提高单模产量,模具模腔布局需采用一模两腔布局,因而实施两腔布局时,只需针对分型设计好的单腔结构在模具中做180°旋转复制即可。单腔分型及成型件的结构设计难点有以下4点:

(1)塑件主体为圆筒形且浇口痕迹不能显露在外表面。因而,解决的办法是,借助以往设计经验,如图2中俯视图所示,拟在塑件 w_1 内壁上开设3点潜伏式浇口 g_1, g_2, g_3 实施浇注,其中浇口 g_2 位置的选择主要满足弯管 G_1 的平衡充填需要,3个浇口直径都初定为0.8 mm,具体直径依据试模效果再进行扩大调整。

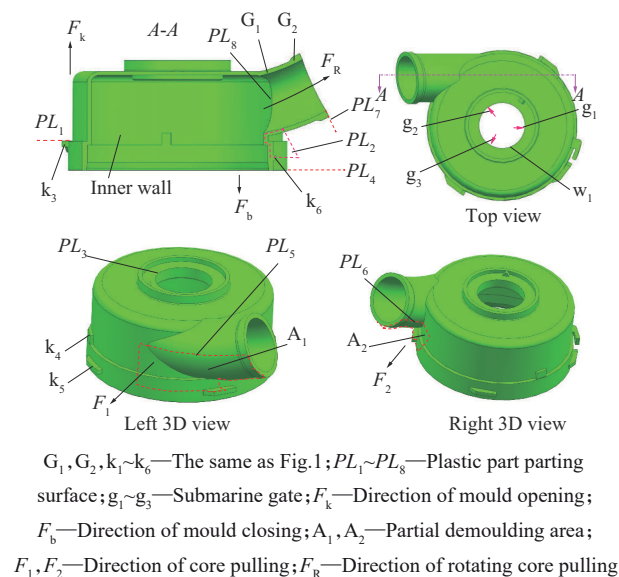


图2 塑件成型难点分析

Fig. 2 Analysis of forming difficulties of plastic parts

(2)弯管 G_1, G_2 内壁的脱模。弯管 G_1, G_2 内壁的成型件使用分型面 PL_7, PL_8 分型获得,并且按 F_R 方向实施旋转抽芯,以实现该内壁的脱模。

(3)弯管 G_1, G_2 外壁的脱模。由于弯管 G_1, G_2 外壁下方设置的卡位凸筋 k_6 及圆柱壁 w_5 比圆柱壁 w_4 外径大的缘故,使弯管 G_1, G_2 外壁脱模变得困难,若没有这个问题,弯管 G_1, G_2 外壁直接使用分型面 PL_5, PL_6 分型后,弯管 G_1, G_2 外壁成型件直接按 F_k 向、 F_b 向与塑件分离即可实现弯管 G_1, G_2 外壁的脱模。因而解决的办法是在弯管 G_1, G_2 外壁与 k_6 之间的中心位置设置分型面 PL_2 ,将弯管 G_1, G_2 外壁成型

件分割出 A_1, A_2 两个区域,该两区域的成型件分别按 F_1 向、 F_2 向实施侧抽芯以实现该两局部区域的脱模。

(4)塑件整体脱模。塑件的整体脱模中,若以 F_b 向作为动模移动方向,即开模方向,显然弯管 G_1, G_2 内壁弯管型芯需布置在模具定模一侧,不利于 G_1, G_2 内壁弯管型芯驱动机构的设计,较好的解决办法是将塑件模腔倒置,即塑件模腔外壁成型面设置在模具动模一侧,而内壁成型面设置在模具定模一侧,从而开模方向设置为图2中所示 F_k 向,闭模方向为 F_b 向。在此设置下,选择 PL_1 作为外壁主分型面,以保证塑件在 PL_1 面打开后,留在模具定模一侧。设置分型面 PL_3 面为 w_1 壁顶端分型面,并用于设置潜伏浇口的冷流道。设置分型面 PL_4 为 w_5 壁底端分型面。

基于上述设置,塑件单腔模腔的分型设置如图3所示。由主分型面 PL_1 分型可获得外壁的主要成型件型腔镶件1和型芯镶件2(二者在模具中的布置为倒置方式)。再由分型面 PL_3 从型腔镶件1中分割出下流道镶件9。再使用分型面 PL_4 从型芯镶件2中分割出内壁型芯镶件7,为便于进胶设计,内壁型芯镶件7中再设置上流道镶件6。由于 w_5, w_4 壁包紧力较大, w_4 外壁上的 k_1, k_2, k_3, k_5 特征每个都对应设置一个外壁斜顶3辅助顶出, w_4, w_5 内壁的完全脱模则设置多根 $\varnothing 8$ mm顶针5实施顶出。由于模腔倒装的缘故,为缩短冷流道长度,设置热嘴4对注塑机喷嘴进行延伸供料。

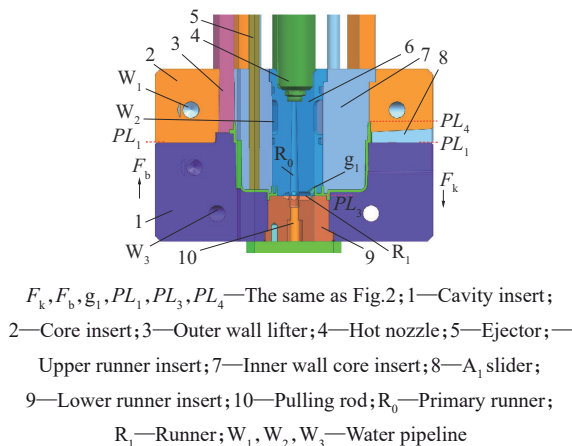


图3 成型件设计及脱模布置

Fig. 3 Design of molded parts and layout of demoulding

通过上述整体分型设置,塑件的整体脱模可以按以下步骤来实现:

① G_1, G_2 弯管内壁型芯先完成抽芯;

② PL_1 面打开, w_4 壁外壁, G_1, G_2 弯管下方的 A_1, A_2 区域完成脱模;

③主流道 R_0 与分流道 R_1 内成型的流道废料由顶料杆10顶出脱模;

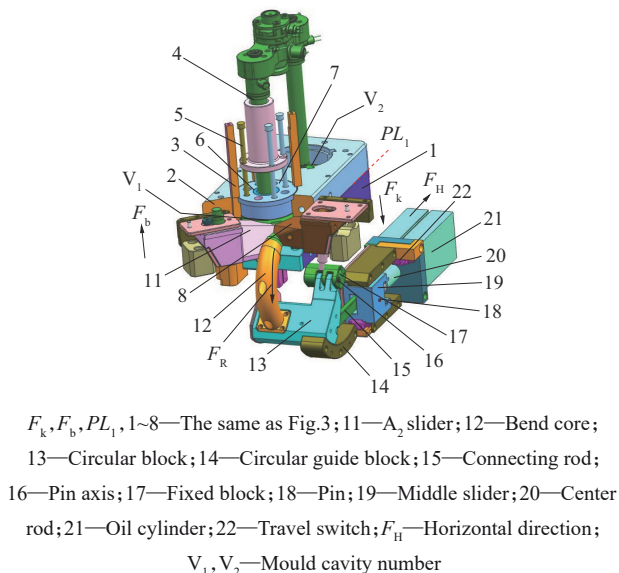
④斜顶3、顶针5等联合将塑件从内壁型芯镶件7、上流道镶件6上顶出,实现塑件的完全脱模。

2.2 模腔冷却设计

结合图3所示,模腔成型件的冷却主要有:针对型腔镶件1开设管道 W_1 ,型芯镶件2开设管道 W_3 ;针对内壁型芯镶件7和上流道镶件6共同使用环形水路 W_2 进行冷却。 W_1, W_2 的内径为10 mm, W_3 截面积为 148.26 mm^2 。

2.3 脱模机构设计

如图4所示,针对 A_1 区域设置 A_1 滑块8实施成型和侧抽芯脱模。针对 A_2 区域设置 A_2 滑块11实施成型和侧抽芯脱模。针对 G_1, G_2 弯管内壁设置弯管型芯12实施成型和 F_R 向旋转抽芯脱模。



$F_k, F_b, PL_1, 1\sim 8$ —The same as Fig.3; 11— A_2 slider; 12—Bend core; 13—Circular block; 14—Circular guide block; 15—Connecting rod; 16—Pin axis; 17—Fixed block; 18—Pin; 19—Middle slider; 20—Center rod; 21—Oil cylinder; 22—Travel switch; F_H —Horizontal direction; V_1, V_2 —Mould cavity number

图4 脱模机构设计

Fig. 4 Design of demoulding mechanisms

A_1 滑块8和 A_2 滑块11的结构都为斜导柱驱动型滑块结构,在模具中采用倒装式方式进行安装。

弯管型芯12的驱动机构件包括件13~22,驱动机构中,使用油缸21驱动中间滑块19按水平方向 F_H 向移动,中间滑块19带动连杆15拉动圆弧块13以销轴16为中心按 F_R 向旋转,从而带动弯管型芯12做 F_R 向的旋转抽芯。中间滑块19的运动行程由行程开关22进行控制和调整,以保证弯管型芯12能准确复位。经计算,中间滑块19抽芯行程为55.7 mm即能满足弯管型芯12旋转 12° 的抽芯旋转角度要求。

模腔布局1模2腔,模腔分别为模腔 V_1 和 V_2 。以上机构设计为 V_1 的,针对 V_2 只需将 A_1 滑块8、 A_2 滑块11、弯管型芯12对应的机构绕模具中心轴做 180° 旋转复制即可。

3 模具结构设计

3.1 倒装模具结构

如图5所示,本模具采用两板式热流道结构,一模两腔布局,单次开模。型腔镶件1安装在定模板26内,型芯镶件2安装在动模板43内。由于模具需要倒装,其定模部分对应一般两板模具的动模,动模部分对应一般模具的定模,即定模板26相当于一般两板模具的动模板,动模板43相当于一般两板模具的定模板。模具的浇注系统在定模一侧设置了两个并列热浇口以满足两个模腔的浇注需要,模具的热流道板24安装在推板28/盖板27下方,热嘴需穿过推板28/盖板27对模腔主浇道 R_0 供料。单腔冷却管道采用 $W_1\sim W_3$ 三条水路,布置方式如图3所示。脱模机构中, A_1 滑块8倒装在定模一侧,其驱动斜导柱也安装在定模一侧。弯管型芯12及其驱动机构安装在动模一侧,因此动模板43的厚度设计较大以容纳该机构。模具的导向机构采用两种导柱/导套机构:主导柱34用于整体导向控制,副导柱(精定位导柱38)确保型腔镶件1和型芯镶件2的准确闭合定位。为分担锁模压力,定模一侧设置了多块平衡块39。与一般两板式塑料注塑模相比,本模具为倒装设计,即模具的动模部分安装在注塑机定模板上,而定模部分安装在注塑机动模板上(一般两板注塑模的安装方式与此相反)^[20-23]。因此,推板28/盖板27安装在定模一侧,滑块11/11'/8/8'倒装在定模一侧,而弯管型芯12/12'及其驱动机构安装在动模一侧。针对定模一侧推板28/盖板27的顶出需要,做如下设计安排:在主开模面 P_m 打开时,推板28/盖板27通过扣机插杆30与扣机锁29配合驱动推出,缩芯套31/缩芯插杆32用于其可靠复位。

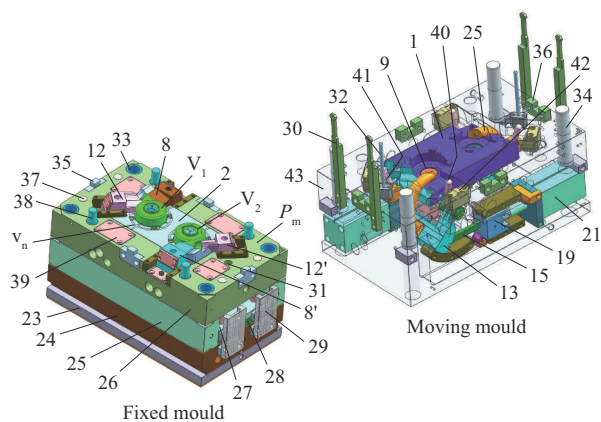
3.2 模具安装及工作原理

动、定模装配好后模具的3D图如图6a所示。模具在注塑机上安装好的状态如图6b所示。

模具工作原理如下。

(1)模具闭合注塑。模具在注塑机上的闭合状态如图6b所示。注塑机对模具完成注塑充填、保压、冷却等过程后,准备开模。

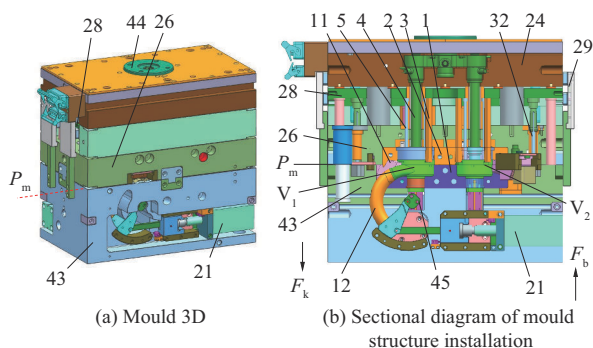
(2)弯管12, 12'抽芯。开模前,模腔 V_1, V_2 的油



1~21, V_1 , V_2 —The same as Fig.4; V_n —Vent groove;
23—Upper clamping plate; 24—Hot manifold; 25—Mould foot;
26—Fixed mould plate; 27—Ejector retainer plate; 28—Ejector plate;
29—Button lock; 30—Button machine insertion rod; 31—Shrink core bushing; 32—Shrink core insertion rod; 33—Bushing;
34—Guide pin; 35, 36—Precision positioning block; 37—Return pin;
38—Precision positioning column; 39—Balance block; 40, 41—Angle pin; 42—Wedge block; 43—Moving mould plate;
8'— V_2 ' A_1 slider; 11'— V_2 ' A_2 slider; 12'— V_2 ' bend core;
 P_m —Mould opening surface

图5 模具结构

Fig. 5 Mould structure



1~43, P_m , V_1 , V_2 , F_k , F_b —The same as Fig.5; 44—Locating ring;
45—Air cylinder

图6 模具工作原理

Fig. 6 Working principle of mould

缸21动作,驱动各自的弯管型芯12,12'完成抽芯。

(3) P_m 面打开。注塑机动模板带动 P_m 面以下的模具动模按 F_k 向下行打开,此时由于扣机锁29的锁住及缩芯套31的限制,推板28不能跟随下行,模具在 P_m 面处打开,塑件留在定模一侧的型芯镶件2上,3个潜伏式浇口 g_1 , g_2 , g_3 崩断与塑件分离, R_0 , R_1 流道废料留在下流道镶件9上跟随动模下行。同步地,倒装在定模板26上滑块11/11'/8/8'由各自位于动模一侧的斜导柱驱动完成侧抽芯动作。

(4)塑件顶出。动模下行距离45 mm后,由于缩芯插杆32已与缩芯套31分离,扣机插杆30解锁扣机锁29并带着推板28向下推出,从而推动斜顶3、顶针5同步将 V_1 , V_2 腔的塑件顶出,顶出距离60 mm,实现塑件的完全脱模。

(5)气缸45动作顶出流道废料。伴随塑件脱模的同时,动模一侧的气缸45动作,推动顶料杆10将流道废料从下流道镶件9顶出而脱模。

(6)复位。复位过程与开模过程相反,模具按 F_b 向闭合后,开启下一注塑循环。

4 结论

针对汽车带圆弧弯管泵盖塑件的成型设计了一副热流道两板倒装结构模具用于塑件的注射成型。为方便弯管抽芯机构的安装,将塑件成型模腔在模具中进行倒装,使弯管抽芯机构的设计更为方便和灵活,同时也能有效降低模具制造成本。依据倒装要求,浇注系统设计为从塑件内壁实施3点式潜伏式浇口进浇,能有效保证模腔充填的均衡性,保证塑件成型质量。冷流道废料采用油缸推动顶料杆顶出,为同类塑件的流道废料自动脱模提供了一个新的设计方法。定模侧设置推板机构中,使用扣机插杆/扣机锁,缩芯套/缩芯插杆配合控制定模推板的顶出动作,动作可靠实用,使机构设计更为方便灵活。弯管抽芯机构合理利用模具空间,将油缸的水平向抽芯动力通过两个中间滑块的传递应用于弯管型芯的旋转抽芯动力,使模具的结构空间利用更为高效合理,能有效降低弯管驱动机构对模架结构尺寸的要求。

参考文献

- [1] 杨安,杨明,杨秋合.助力油管自动脱模机构及注塑模具设计[J].工程塑料应用,2020,48(4):87-92.
YANG An, YANG Ming, YANG Qiuhe. Design of mould with automatic demoulding mechanism for power assisted oil tube[J]. Engineering Plastics Application, 2020, 48(4): 87-92.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] 张云,熊建武,夏凯,等.汽车通风管接头注塑模具设计[J].塑料,

- 2023,52(5):74-78.
- ZHANG Yun, XIONG Jianwu, XIA Kai, et al. Design of injection mold for automobile ventilation pipe joint[J]. *Plastics*, 2023, 52(5): 74-78.
- [5] 李红强,徐冲敏.带多种抽芯机构的旋弯塑件模具设计[J]. *塑料*, 2023, 52(5):69-73, 127.
- LI Hongqiang, XU Chongmin. Design of rotary bending plastic part mold with multiple core pulling mechanisms[J]. *Plastics*, 2023, 52(5):69-73, 127.
- [6] 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.
- [7] 叶卫文,张小娟,赵利平,等.汽车弯管接头注塑模具设计[J]. *中国塑料*, 2023, 37(8):107-112.
- YE Weiwen, ZHANG Xiaojuan, ZHAO Liping, et al. Design of injection mold for automobile elbow joint[J]. *China Plastics*, 2023, 37(8):107-112.
- [8] 夏雨,高云霄.汽车空调管接头复杂塑件注塑模设计[J]. *工程塑料应用*, 2024, 52(10):100-108.
- XIA Yu, GAO Yunxiao. Design of injection mould for complex plastic parts of automobile air conditioning pipe joint[J]. *Engineering Plastics Application*, 2024, 52(10): 100-108.
- [9] 杨德余,杨娟.示教工业机器人弯管卡线槽模具设计[J]. *模具工业*, 2024, 50(8):46-49.
- YANG Deyu, YANG Juan. Design of mould for bend trunking in teaching industrial robots[J]. *Die and Mould Industry*, 2024, 50(8): 46-49.
- [10] 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.
- CHEN 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.
- [11] 方瑞.长玻纤增强复合材料在汽车轻量化上的应用[J]. *模具制造*, 2025, 25(1):166-168.
- FANG Rui. Application of long glass fiber reinforced composite materials in automotive lightweight[J]. *Die and Mould Manufacturing*, 2025, 25(1): 166-168.
- [12] 王伟伟,肖国华,徐生,等.四缸发动机进气歧管热流道注射模设计[J]. *工程塑料应用*, 2024, 52(5):108-114.
- WANG Weiwei, XIAO Guohua, XU Sheng, et al. Design of hot runner injection mould for four-cylinder engine intake-manifold[J]. *Engineering Plastics Application*, 2024, 52(5): 108-114.
- [13] 孙友.180°UPVC塑料弯管旋转抽芯注塑模设计[J]. *工程塑料应用*, 2023, 51(12):106-111.
- SUN You. Design of injection mould for 180° UPVC plastic bend with rotating core pulling[J]. *Engineering Plastics Application*, 2023, 51(12): 106-111.
- [14] 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]. *Mold Industry*, 2021, 47(8):50-53.
- [15] 李伟,张晓黎.基于UG和Moldflow的过桥弯管圆弧抽芯注塑模具设计[J]. *工程塑料应用*, 2021, 49(8):93-98.
- LI Wei, ZHANG Xiaoli. Design of arc core-pulling injection mould for bridge elbow based on UG and Moldflow[J]. *Engineering Plastics Application*, 2021, 49(8):93-98.
- [16] 彭国荣,隋丽丽,陆龙福.基于脱模力数学模型的花洒变截面弯管抽芯机构设计[J]. *中国塑料*, 2020, 34(10):63-68.
- PENG Guorong, SUI Lili, LU Longfu. Injection mould design with three-directional core pulling mechanism driven by cylinder rack for a straight-headed and medium-bend plastic pipe[J]. *China Plastics*, 2020, 34(10):63-68.
- [17] 聂艳平,许孔联,贺柳操.头直中弯塑管油齿驱动三向抽芯机构注塑模具[J]. *塑料*, 2019, 48(6):71-75.
- NIE Yanping, XU Konglian, He Liucuo. Injection mould design with three-directional core pulling mechanism driven by cylinder rack for a straight-headed and medium-bend plastic pipe[J]. *Plastics*, 2019, 48(6):71-75.
- [18] 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.
- [19] 聂建辉.薄壁继电器外壳注塑模具设计[J]. *现代机械*, 2023(5):53-57.
- NIE Jianhui. Design of injection mold for shell of thin-wall relay[J]. *Modern Machinery*, 2023(5):53-57.
- [20] 赵利平,张维合,侯贤州,等.电热水壶手柄旋转抽芯模具设计[J]. *工程塑料应用*, 2023, 51(3):82-87.
- ZHAO Liping, ZHANG Weihe, HOU Xianzhou, et al. Design of rotating core pulling die for handle of electric kettle[J]. *Engineering Plastics Application*, 2023, 51(3):82-87.
- [21] 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 Zhengyu. Design of injection mould for protective cap with various pulling core demoulding mechanism[J]. *Plastics Science and Technology*, 2015, 43(11):82-86.
- [22] 蒙坚.立体型喷油器弯管注塑模具设计[J]. *现代塑料加工应用*, 2020, 32(6):37-39.
- MENG Jian. Mould design of compound demoulding mechanism for three dimensional injector elbow[J]. *Modern Plastics Processing and Applications*, 2020, 32(6):37-39.
- [23] 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.