

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2025.05.014

# r 型三通弯管成型 CAE 分析及圆弧抽芯模具创新设计

戚春晓, 陈开源, 张英灿, 胡俊鹏

(佛山职业技术学院智能制造学院, 广东佛山 528137)

**摘要:** 针对 r 型三通弯管多向抽芯与异形结构的成型难题, 提出了一种基于模流分析与机构协同优化的模具设计方案。该方案采用一模一腔的布局方式, 并在前后模仁均设置了潜伏浇口。通过运用 Moldflow 软件对产品的成型过程进行模流分析, 精确预测塑件熔接痕的分布情况以及气穴的具体位置。在模具结构设计方面, 针对 r 型三通弯管复杂的几何形状, 设计了多种抽芯机构以满足不同部位的需求。在直身段两端, 采用了油缸滑块抽芯机构, 以确保提供稳定的抽芯力; 对于弯管段, 运用了油缸齿条与齿轮相结合的圆弧抽芯机构, 从而实现精确的圆弧运动; 而在弯管接头部位, 则选用了普通滑块抽芯机构, 并确保各抽芯镶件在合模过程中精准且稳定的定位。此外, 为了实现高效的冷却控制, 在前后模仁、直身段两端的抽芯滑块镶件以及圆弧抽芯镶件处, 分别设置了冷却水路、螺旋水路和水井进行冷却。同时, 采用了顶针推出方式, 确保塑件能够顺利脱模。根据模流分析的结果, 设计了一套良好的排气系统。最后, 利用 NX 软件对模具的运动过程进行了仿真分析。仿真结果显示, 所有机构运行平稳, 从而验证了模具设计的合理性和可靠性。实践证明, 该模具结构设计先进合理, 运行稳定可靠, 不仅能够满足 r 型三通弯管的生产需求, 而且对于同类复杂结构塑件的模具设计具有参考价值。

**关键词:** 三通弯管; 圆弧抽芯; 注塑模具; 运动仿真; Moldflow

**中图分类号:** TQ320.66    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1001-3539(2025)05-0102-07

## CAE analysis of r-shaped three-way elbow injection molding and innovative design of arc core-pulling mould

QI Chunxiao, CHEN Kaiyuan, ZHANG Yingcan, HU Junpeng

(Department of Intelligent Manufacturing, Foshan Polytechnic, Foshan 528137, China)

**Abstract :** Aiming at the molding challenges of multi-directional core-pulling and irregular-shaped structures in r-type three-way elbow pipes, a mold design solution based on mold flow analysis and mechanism collaborative optimization proposed. A single-cavity layout was adopted with submarine gates integrated into both front and rear mold cores. Moldflow software was utilized to simulate the molding process, enabling precise prediction of weld line distribution and air trap locations in the plastic component. For the complex geometry of the r-type three-way elbow pipe, multiple core-pulling mechanisms were designed to meet diverse structural requirements. Hydraulic cylinder-slider core-pulling mechanisms were applied at both ends of the straight sections to ensure stable core-pulling force. An arc-shaped core-pulling mechanism combining hydraulic cylinder-rack and gears was developed for the curved pipe section to achieve precise circular motion. Conventional slider core-pulling mechanisms were adopted at the elbow joint area to address its unique structural demands while guaranteeing accurate and stable positioning of core-pulling inserts during mold closure. To enhance cooling efficiency, cooling channels, spiral cooling channels, and water wells were designed on front/rear mold cores, core-pulling slider inserts at the straight sections, and arc core-pulling inserts, respectively. An ejector pin system was implemented to ensure smooth demolding. Based on mold flow analysis results, an optimized exhaust system was developed to eliminate gas-induced defects. Finally, motion simulation of the mold was conducted using NX software, demonstrating stable operation of all mechanisms and validating the rationality and reliability of the design. Practical applications confirm that the advanced mold structure not only meets production requirements for r-type three-way elbow pipes but also provides valuable insights for designing molds for similar complex plastic components.

**Keywords :** three-way elbow ; arc core-pulling ; injection mould ; motion simulation ; Moldflow

**基金项目:** 2023 年佛山市自筹经费类科技创新项目(2320001007263)

**通信作者:** 陈开源, 博士, 副教授, 主要从事机械设计及理论、模具设计与制造教学与研究工作

**收稿日期:** 2025-03-05

**引用格式:** 戚春晓, 陈开源, 张英灿, 等. r 型三通弯管成型 CAE 分析及圆弧抽芯模具创新设计[J]. 工程塑料应用, 2025, 53(5): 102-108.

QI Chunxiao, CHEN Kaiyuan, ZHANG Yingcan, et al. CAE analysis of r-shaped three-way elbow injection molding and innovative design of arc core-pulling mould[J]. Engineering Plastics Application, 2025, 53(5): 102-108.

r型三通弯管作为一种关键的连接件,广泛应用于建筑、化工、汽车等多个领域。其独特的r型结构和圆弧特征,不仅提高了流体传输的效率和稳定性,也为产品的设计和应用带来了更大的灵活性。然而,这种复杂的结构也给注塑模具的设计带来了诸多挑战,尤其是圆弧抽芯部分,更是设计中的难点和关键点<sup>[1-10]</sup>。传统模具设计在满足r型三通弯管的高精度和高质量要求方面存在显著不足。首先,浇口位置、类型和尺寸的设计往往难以兼顾r型结构的复杂性,导致产品成型过程中出现填充不均匀、熔接痕等质量问题。其次,侧向分型与抽芯机构的设计缺乏精确性,抽芯动作的平稳性和可靠性难以保证,容易引发卡模、变形等问题,影响生产效率和产品质量。此外,冷却系统设计未能充分考虑r型三通弯管的圆弧部位,导致冷却不均匀,进一步加剧了产品的翘曲和尺寸偏差。

为了突破这些瓶颈,本设计结合CAE分析<sup>[11-14]</sup>,以及合理的模具设计和模具运动仿真技术,提出一种高效、可靠的r型三通弯管圆弧抽芯注塑模具设计方案。本设计的创新点体现在以下几个方面:(1)优化浇口设计:通过CAE分析优化浇口位置和尺寸,确保熔体在r型结构中的均匀填充,减少熔接痕和气泡等缺陷;(2)改进抽芯机构:采用创新的圆弧抽芯结构设计,确保抽芯动作的平稳性和可靠性,有效避免卡模和变形问题;(3)均匀冷却系统:针对圆弧部位设计特殊的冷却通道,实现冷却的均匀性,减少翘曲和尺寸偏差;(4)模具运动仿真:通过仿真技术优化模具的开合和抽芯动作,提高模具的稳定性和使用寿命。通过本设计的研究和实践,不仅能够解决现有模具设计中的问题,还可为类似复杂结构产品的注塑模具设计提供有益的参考和借鉴。

## 1 塑件成型工艺分析

图1为r型三通弯管产品,塑件材料为改性聚氯乙烯(PVC),收缩率为0.5%,具有成本低、防火性好、硬度高、抗化学腐蚀性强等优点。如图1a所示,r型三通弯管由直身段和弯管段两部分组成,直身段和弯管段上均有一定数量的翅片特征,最大外形尺寸为364 mm×356.5 mm×103 mm,平均壁厚2 mm,圆弧角度为90°。模具设计的难点,主要有以下几方面:(1)弯管作为外观件,不允许在外观面有明显的浇口痕迹,因此浇口形式采用浇口疤痕较小的针点浇口或潜入式浇口,需结合模流分析确定浇口位置

及尺寸。(2)产品分型线及结构如图1b所示,由于直身段两端内径大于中间部分内径,需从两端进行抽芯,又因为抽芯距离大,故直身段两端分别采用油缸驱动滑块抽芯;弯管的接头部位因抽芯距较短,采用普通滑块抽芯即斜导柱驱动滑块抽芯即可;弯管部分需采用圆弧抽芯,圆弧抽芯机构的设计为该模具设计的最大难点。(3)塑料熔体注入模具型腔时对各抽芯镶件的冲击力大,易造成各抽芯镶件的偏折,因此,模具合模后圆弧抽芯镶件与直身段两端抽芯镶件需定位良好,以加强各抽芯镶件的稳定性。(4)弯管段圆弧抽芯镶件直径相对较小,需要在有限的空间内合理布置冷却通道,以确保冷却效果均匀,同时冷却系统的设计需要与各抽芯机构相互协调,避免干涉。

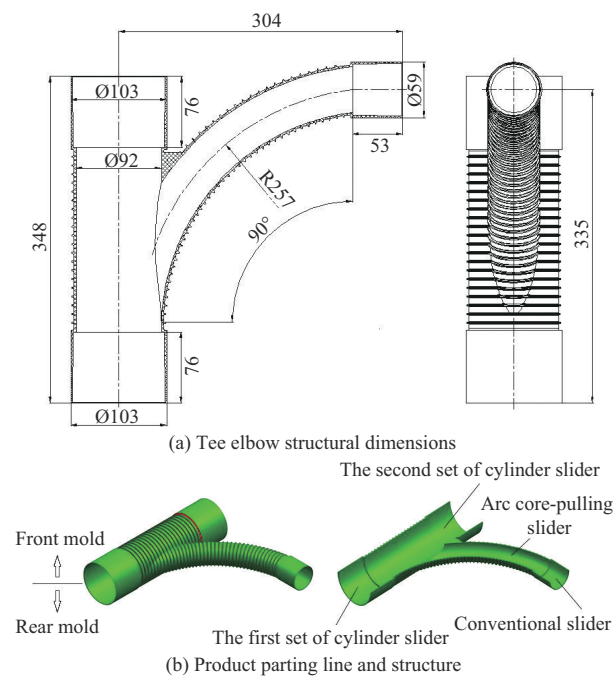


图1 r型三通弯管

Fig. 1 r-shaped three-way elbow

## 2 浇注系统设计与模流分析

### 2.1 网格划分与工艺参数设置

首先在NX12.0中将产品上细小的圆角去除,将简化后的模型保存为IGES格式,再导入到Moldflow软件中进行网格划分,网格采用双层面,划分及修复好后模型网格单元数为139 268个,节点69 632个,连通区域1个,最小纵横比为1.16,最大纵横比为9.16,网格匹配率为87%,网格划分满足分析计算要求。材料选用牌号为Ethyl 7042的PVC,表1为其注射成型工艺参数。

表 1 注射成型工艺参数

Tab. 1 Injection molding process parameters

| Mould temperature/°C | Melt temperature/°C | Ejection temperature/°C | Melt density/(g·cm <sup>-3</sup> ) | Maximum shear rate/s <sup>-1</sup> | Maximum shear stress/MPa |
|----------------------|---------------------|-------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| 20~70                | 160~220             | 75                      | 1.054 2                            | 32 000                             | 0.2                      |

具体工艺参数为:熔体温度为 190 °C,模具温度为 40 °C,填充控制设置为时间控制 2.5 s,速度/压力切换控制设置为由 98% 填充体积切换,保压压力为注射压力的 80%,保压 10 s,冷却时间为 12 s。

## 2.2 浇口位置分析及浇注系统创建

应用 Moldflow 软件对产品进行浇口位置分析,结果如图 2 所示,蓝色区域为流动阻力最低区域,熔体易充满型腔,适合设置浇口。浇注系统设计如图 3 所示,在前后模仁均设置潜伏浇口,两浇口直径都为 2 mm,锥角为 20°,倾斜角度为 35°,以减小顶出时的阻力,分流道截面为圆形,流道直径为 12 mm。根据上述工艺参数及进胶方案,选择“充填+保压”分析序列进行模流分析。

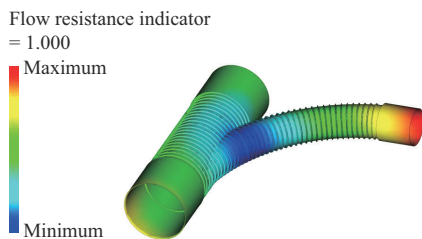


图 2 浇口匹配性显示结果

Fig. 2 Gate matching display results

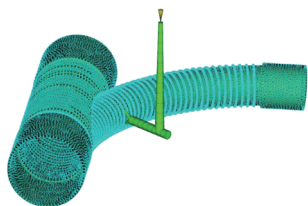


图 3 浇注系统设计

Fig. 3 Injection system design

## 2.3 模流分析结果

图 4 为 r 型三通弯管模流分析结果。由图 4a 看出,模型没有短射情况,制品弯管段离浇口最远端最后充满,充填时间为 2.882 s,填充顺畅。图 4b 中产品主体的流动前沿温度范围为 189.6~199.7 °C,在推荐的成型温度范围 160~220 °C 内,温差较小为 9.1 °C,流动前沿温度分布较均匀。由图 4c 可知,制品上的熔接痕主要集中在直身段两股料流交汇处以及弯管段上的翅片处。由图 4d 可知,困气位置多分布在塑件直身段与弯管段相交的翅片处以及弯

管段远离浇口的翅片处。需在分型面上开设多个排气槽,以及利用顶针的配合间隙加强排气,来消除熔接痕及保证困气位置的气体排出。由以上分析可知该方案填充顺畅,流前温度分布较均匀,无明显的困气和熔接痕,可满足该制品注塑要求。

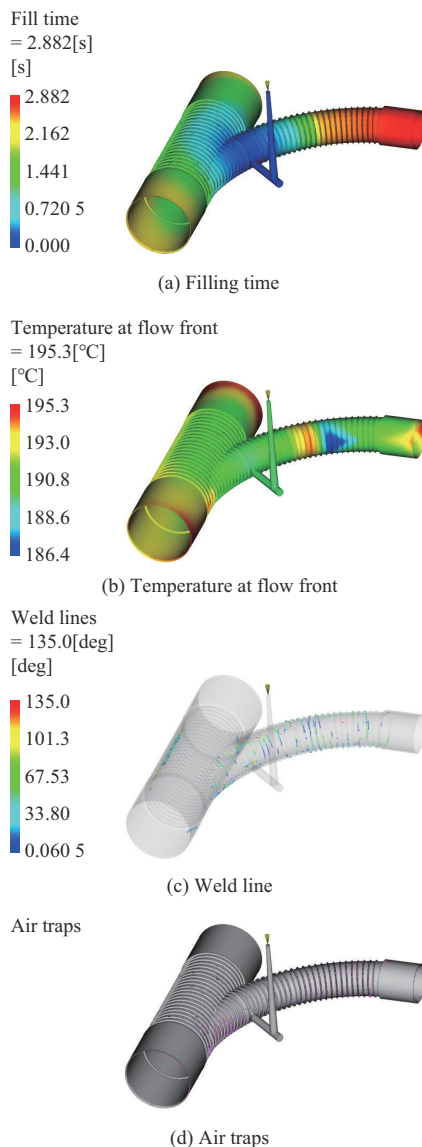


图 4 模流分析结果

Fig. 4 Mold flow analysis results

## 3 模具结构设计

### 3.1 抽芯机构设计

(1)第一组、第二组油缸抽芯结构设计。

如图 5a 所示,第一组与第二组油缸抽芯结构类似,均由油缸、油缸锁板、油缸支撑板、滑块、滑块底板、滑块镶件、耐磨板、滑块压板、快速接头、行程开关等零件组成。油缸滑块抽芯距=直身段长度÷2+余量 10 mm 左右=348÷2+10≈185 mm,油缸滑块加

行程开关控制油缸行程,行程开关产生信号与注塑机开合模信号同步。

脱模力计算公式  $F_t = Lhp(f \cos \alpha - \sin \alpha)$

式中: $L$ 为型芯或凸模被包紧部分的断面周长,cm; $h$ 为被包紧部分的深度,cm; $p$ 为塑件收缩产生的单位面积上的正压力,MPa,一般取7.8~11.8 MPa; $f$ 为摩擦系数,一般取0.1~0.2; $\alpha$ 为脱模斜度,°。

借助NX软件测量命令得到  $L=300$  mm (平均值),  $h=174$  mm (平均值),计算得到  $F_t \approx 52\ 200$  N。

油缸推力  $F_1 = A_1 p_1 \beta$ ,

拉力  $F_2 = A_2 p_2 \beta$ ,

$$A_1 = \pi \cdot (D/2)^2 = 0.785D^2,$$

$$A_2 = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} = 0.785(D^2 - d^2)$$

式中: $A_1$ 为推侧活塞受压面积,cm<sup>2</sup>; $A_2$ 为拉侧活塞受压面积,cm<sup>2</sup>; $D$ 为油缸内径,即活塞直径,cm; $d$ 为活塞杆直径,cm; $p_1$ 为推侧压力,kgf/cm<sup>2</sup>,取70 kgf/cm<sup>2</sup>; $p_2$ 为拉侧压力,kgf/cm<sup>2</sup>,取70 kgf/cm<sup>2</sup>; $\beta$ 为负荷率,一般取40%。

将ROB40×200的迷你油缸  $D=40$  mm,  $d=22$  mm,代入上述公式计算得到  $F_1=351\ 680$  N,  $F_2=245\ 297$  N,  $F_1, F_2 > F_t$ ,因此选择ROB40×200的迷你油缸满足要求。

## (2)复合抽芯机构设计。

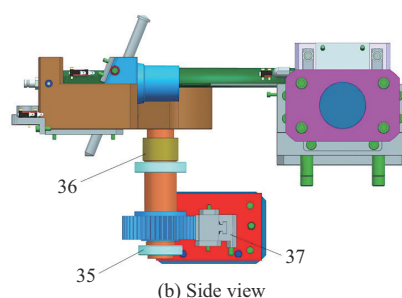
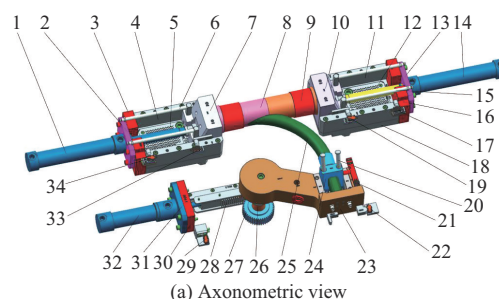
普通滑块即斜导柱抽芯机构由斜导柱、行程开关、普通滑块、滑块压板、耐磨板、限位器等零件组成。滑块采用两根直径16 mm的斜导柱驱动,斜导柱倾斜角度取22°,锁紧块角度取24°。使用HASCOZ5130标准件限位,该滑块也加设行程开关,防止顶针没复到位的时候行位就合模,圆弧抽芯镶件撞坏顶针。

常见的圆弧抽芯机构有连杆圆弧抽芯机构、马达+齿轮圆弧抽芯机构、分段式镶件圆弧抽芯机构、油缸齿条+齿轮圆弧抽芯机构,而r型三通弯管抽芯力大、抽芯距离长,同时圆弧抽芯机构需运行平稳、可靠性高,综合考虑,该模具采用油缸齿条+齿轮圆弧抽芯机构。由圆弧抽芯镶件25、旋转滑块座23、传动轴26、齿轮27、齿条28、行程开关22、行程开关29、油缸32、油缸锁板31、油缸支撑板30等零件组成。当传动中心距一定时,齿数越多,传动越平稳,噪声越小,但齿数越多,模数越小,齿厚就越小,弯曲强度降低。而旋转轴的直径为50 mm,综合考虑齿轮强度及传动平稳性,选择齿数为45,模数为2.5,

压力角为20°的齿轮,分度圆直径  $d$  是  $45 \times 2.5 = 112.5$  mm,满足设计要求。圆弧抽芯滑块镶件中心倒扣区域的角度为90°,再加上余量6°左右,因此圆弧抽芯滑块旋转运动的角度约为96°,齿条运动距离  $= 3.14 \times 112.5 \times 96 \div 360 = 94.2$  mm,故油缸的行程取100 mm。

圆弧抽芯部分脱模力计算公式  $F_t = Lhp(f \cos \alpha - \sin \alpha)$

将  $L=49$  mm,  $h=283$  mm 代入上式计算得到  $F_t \approx 27\ 700$  N,设齿条对齿轮的作用力为  $F$ ,根据平衡条件  $F \cdot \frac{d}{2} = F_t \cdot R$ ,将  $d=112.5$  mm,  $R=257$  mm,代入计算得到  $F=123\ 360$  N  $< F_1, F_2$ ,故ROB40×100的迷你油缸满足要求,同时加行程开关控制油缸行程,行程开关产生信号与注塑机开合模动作同步。如图5b所示,为了使油缸推动齿条运动平稳,设置“工”字形齿条导向槽为齿条导向。



- 1, 14, 32—Cylinder; 2, 13, 31—Cylinder locking plate; 3, 16, 30—Cylinder support block; 4, 11—Slider pressing block; 5, 12—Wear plate; 15—Quick connector; 7—The first set of cylinder slider; 8—The first set of cylinder slider insert; 9—The second set of cylinder slider insert; 10—The second set of cylinder slider; 17, 19, 21, 22, 29, 33, 34—Limit switch; 18—Slider base plate; 20—Inclined dowel pin; 23—Rotating slider seat; 24—Regular slider; 25—Arc core puller insert; 26—Drive shaft; 27—Gear; 28—Rack; 35—Bearing; 36—Spacer; 37—Rack guide slot

图5 抽芯机构

Fig. 5 Core-pulling mechanism

图6为抽芯镶件的定位。如图6所示,为增强抽芯镶件的稳定性,避免抽芯镶件偏心,两直管抽

芯镶件对接处采用锥台定位,锥台高度为10 mm,做 $10^\circ$ 的对插。两直管抽芯镶件侧面开设一定深度的槽,合模时圆弧抽芯镶件头部插入两直管抽芯镶件侧面的槽中配合,来实现圆弧抽芯镶件的定位。

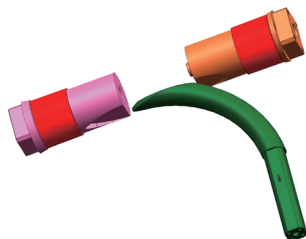


图6 抽芯镶件的定位

Fig. 6 Core-pulling insert positioning

### 3.2 冷却系统设计

根据r型三通弯管塑件结构特点及冷却充分均衡的要求,如图7所示,对前后模仁、直身段两端抽芯滑块镶件、圆弧抽芯镶件分别设置相应的冷却方式进行冷却。前后模仁分别采用3组水孔直径为10 mm的冷却水路进行冷却,水路均从非操作侧进入,随型腔型面形状布置,保证塑件充分冷却;在直身段两端抽芯滑块镶件内部,设置直径为32 mm螺旋芯形成螺旋水路进行冷却,螺旋芯材料为铍铜。为避免普通水嘴与油缸支撑块相撞,水嘴采用转角式快速接头,改变出水的方向,从上侧连接运水。因螺旋水路穿过滑块座和滑块镶件两零件,在滑块座上应放置胶圈以防止漏水;由于圆弧抽芯镶件空间的限制,不便开设直通式或螺旋水路进行冷却,为解决圆弧抽芯镶件冷却问题,从圆弧抽芯镶件两头分别钻直径12 mm的孔,并在孔中放入折弯的隔片形成“水井”,进出水孔直径为5 mm。虽然圆弧抽芯镶件采用这种冷却方式加工较复杂,但其冷却效果良好。

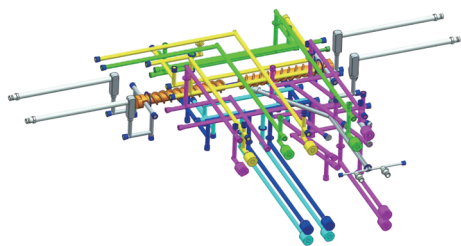


图7 冷却系统设计

Fig. 7 Cooling system design

### 3.3 推出机构设计

r型三通弯管采用圆顶针推出。如图8所示,其中包括6支 $\varnothing 12$  mm圆顶针,均匀地布置在塑件直身段和弯管段正下方;5支 $\varnothing 6$  mm的圆顶针,布置在

直身段两侧,以加强排气并保证推出过程受力均衡,浇注系统凝料的推出采用1根 $\varnothing 12$  mm的水口钩针。因顶针与产品非平面表面接触,顶针的转动可能会导致产品表面划伤、变形或损坏,故顶针杯头采用削边定位方式。

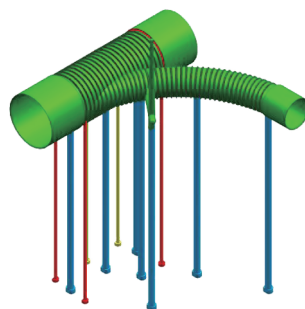


图8 塑件的推出

Fig. 8 Ejection of plastic parts

### 3.4 排气系统设计

根据模流分析结果,在产品直身段两侧的困气区域,增设了5支 $\varnothing 6$  mm的圆顶针以改善排气。如图9所示,在前模仁一侧,设置环绕塑件外围的一级排气槽,一级排气槽深度取PVC材料溢料值0.02 mm,一级排气槽宽度为5 mm,二级排气槽在熔体流动末端引出分型面外,二级排气槽深度为0.7 mm,宽度为5 mm,保证气体能顺畅快速排出。

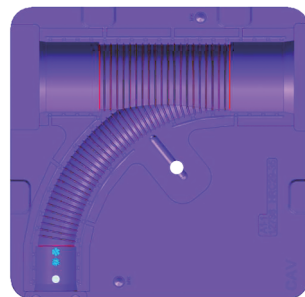


图9 排气槽布局

Fig. 9 Vent layout

## 4 模具整体结构及运动仿真

### 4.1 模具整体结构

模具整体结构如图10所示。模具采用一模一腔布局,由于产品外表面质量要求较高,前、后模仁均采用整体镶拼结构,材料均为1.273 8模具钢,为了保证合模时前后模仁准确的合模对中,在前、后模仁上做了4个50 mm $\times$ 30 mm $\times$ 10 mm、角度 $10^\circ$ 的止口定位。为了防止撞伤分型面,在前、后模均设置了4块分型面垫板。为了在搬运、安装模具过程中保护油缸,在前、后模均设置模脚。模架选择LKM AH-7070-A160-B200-C160,模具整体尺寸为

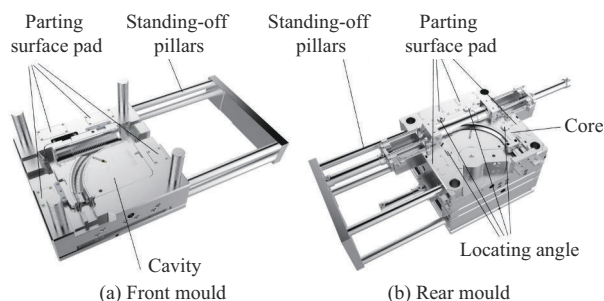


图10 模具整体结构

Fig. 10 Overall structure of mould

1 885 mm×730 mm×691 mm,采用4支中托司为推出机构导向,为增强模具整体刚度,在底板和垫板之间设置了17根 $\varnothing 50$  mm的支撑柱。试模表明,该模具结构运动平稳可靠,产品质量达到客户要求。

#### 4.2 运动仿真

r型三通弯管模具运动可分解为以下步骤。

(1)整体前模不动,整体后模向后运动。开模过程中,普通滑块在斜导柱作用下向后运动。

(2)两组油缸滑块同时向外运动。

(3)圆弧抽芯镶件及普通滑块一起旋转运动。

(4)顶针板向上顶出。

(5)机械手取出产品。

使用UG软件,对设计完成的r型三通弯管模具的整个运动过程进行动作模拟仿真<sup>[15]</sup>,验证圆弧抽芯油缸抽芯、普通滑块抽芯等机构运行的安全、可靠。运动仿真过程中模具主要零件起始和终止位置如图11所示。按照设定的参数进行了模具工作

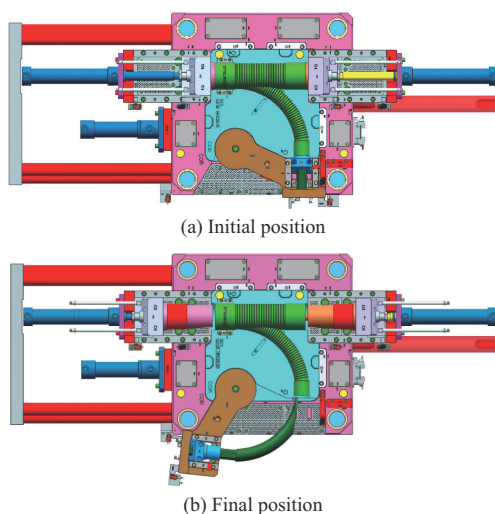


图11 模具运动仿真

Fig. 11 Mould motion simulation

过程的运动仿真,顺利完成了各抽芯机构的抽芯与合模动作,验证了结构设计的合理性,实现了模具

的安全运行。

#### 5 结论

(1)采用模流分析软件Moldflow对r型三通弯管注塑成型过程进行模拟仿真,预测塑件成型过程中的缺陷,有助于根据模流分析结果指导模具结构设计,提高模具设计的一次成功率,保证注塑出质量良好的塑件产品。

(2)r型三通弯管模具在前、后模仁均设置潜伏浇口,对前后模仁、直身段两端抽芯滑块镶件、圆弧抽芯镶件分别设置冷却水路、螺旋水路及水井进行冷却,采用顶针推出方式,设计良好的排气系统,可保证塑件的尺寸和精度。

(3)r型三通弯管直身段两端分别采用油缸滑块抽芯、弯管段采用油缸齿条+齿轮圆弧抽芯机构、弯管的接头部位采用普通滑块抽芯,保证各抽芯镶件合模过程中定位准确稳定。利用NX软件对模具运动过程进行仿真,各抽芯机构动作平稳可靠,可实现r型三通弯管自动注塑生产。

#### 参考文献

- [1] 胡清根,李旭东,傅海勇.复杂长筒、圆弧形塑料件注塑模具设计[J].工程塑料应用,2021,49(5):103-107.  
HU Qinggen, LI Xudong, FU Haiyong. Design of injection mould for complex long tube and circular curved plastic parts[J]. Engineering Plastics Application, 2021, 49(5):103-107.
- [2] 荣星,肖国红,韦祥轩,等.圆弧抽芯注塑模具优化设计[J].塑料,2024,53(2):142-146,153.  
RONG Xing, XIAO Guohong, WEI Xiangxuan, et al. Optimization design of injection mould with arc core-pulling[J]. Plastics, 2024, 53(2): 142-146, 153.
- [3] 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.
- [4] 林明山,胡滨铠.基于有限元分析的注塑模具复合抽芯机构设计[J].现代塑料加工应用,2021,33(3):39-42.  
LIN Mingshan, HU Binkai. Design of composite core-pulling mechanism of injection mould based on finite element analysis[J]. Modern Plastics Processing and Applications, 2021, 33(3):39-42.
- [5] 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.
- [6] 简忠武,苏曦,王品,等.给排水管三通接头旋转抽芯机构注塑模具设计[J].工程塑料应用,2020,48(9):88-91,102.

- JIAN Zhongwu, SU Xi, WANG Pin, et al. Design of injection mold with rotating demoulding mechanism for tee joint of water supply and drainage pipe[J]. Engineering Plastics Application, 2020, 48(9): 88–91, 102.
- [7] 刘琼, 林富坤, 林永南. 欧式花洒本体注射模模流分析及结构设计[J]. 工程塑料应用, 2020, 48(2): 82–88.
- LIU Qiong, LIN Fukun, LIN Yongnan. Flow analysis and structure design of injection mold for European style shower body[J]. Engineering Plastics Application, 2020, 48(2): 82–88.
- [8] 聂艳平, 贺柳操. 洗发液喷嘴瓶盖弯管与螺纹脱模机构及其注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2019, 47(2): 76–81.
- NIE Yanping, HE Liucuo. Design of injection mould and demoulding mechanism with bend pipe and thread for a shampoo nozzle cap [J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(2): 76–81.
- [9] 程美. 基于 CAE 分析的汽车后视镜三角座注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2019, 47(1): 102–107.
- CHENG Mei. Design of injection mold for car rearview mirror triangle seat base on CAE analysis[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(1): 102–107.
- [10] 刘方方, 胡邓平, 唐联耀, 等. 淋浴手柄圆弧齿轮抽芯注塑工艺研究[J]. 现代塑料加工应用, 2017, 29(4): 52–55.
- LIU Fangfang, HU Dengping, TANG Lianyao, et al. Circular arc gear core-pulling molding process for shower handle[J]. Modern Plastics Processing and Applications, 2017, 29(4): 52–55.
- [11] 黄海龙, 朱宏. 基于 Moldflow 的徽章注塑模具设计[J]. 塑料, 2024, 53(6): 173–177.
- HUANG Hailong, ZHU Hong. Badge injection mould design based on moldflow[J]. Plastics, 2024, 53(6): 173–177.
- [12] 廖艳, 袁博, 李广威. 基于 Moldflow 的汽车抽屉内板注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2024, 52(12): 117–123.
- LIAO Yan, YUAN Bo, LI Guangwei. Design of injection mould for automotive drawer inner panel based on Moldflow[J]. Engineering Plastics Application, 2024, 52(12): 117–123.
- [13] 明平象. 基于 Moldflow 的摩托车前中心盖模具设计[J]. 工程塑料应用, 2024, 52(7): 101–108.
- MING Pingxiang. Mould design for motorcycle front center cover based on Moldflow[J]. Engineering Plastics Application, 2024, 52(7): 101–108.
- [14] 周俊杰, 陈秋凡, 冯文, 等. 基于 Moldflow 的排水泵过滤网注塑工艺优化与模具设计[J]. 工程塑料应用, 2024, 52(1): 109–115.
- ZHOU Junjie, CHEN Qiufan, FENG Wen, et al. Injection molding process optimization and mold design of drainage pump filter based on Moldflow[J]. Engineering Plastics Application, 2024, 52(1): 109–115.
- [15] 史勇. 注塑模具复杂结构设计及运动仿真[M]. 北京: 化学工业出版社, 2023: 220–263.
- SHI Yong. Complex structure design and motion simulation of injection mold[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2023: 220–263.