

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2022.11.015

阀芯塑件顺序抽芯注塑模具设计

荣星¹, 胡志超¹, 翁建春¹, 陈亚洲¹, 吴世兵²

(1.集美大学海洋装备与机械工程学院, 福建厦门 361021; 2.厦门鑫世伟精密模具有限公司, 福建厦门 361021)

摘要: 某阀芯塑件尺寸小、抽芯结构复杂,若采用常用的抽芯顺序控制机构进行模具设计,一般需多次且按顺序打开模具,必然会使模具整体尺寸增大,结构以及控制机构变得复杂,势必造成模具制造成本以及注塑成本增加。针对以上问题,选用两板模架,设计了四面六方向抽芯结构,采用不同结构尺寸的传统斜导柱和弯销驱动不同的动模滑块抽芯机构,不需控制机构,只需在一次开合模过程中,就可实现顺序、差速抽芯动作,解决了抽芯运动相互干涉问题。模具结构紧凑合理,调试方便,加工制造成本低,控制了模具整体尺寸,使之适合于在小型精密注塑机台注射成型,降低了注塑成本。实验证明,注塑过程稳定安全可靠,成型效率高。

关键词: 顺序抽芯; 弯销抽芯机构; 注塑成本; 注塑模具

中图分类号: TQ320.66+2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2022)11-0090-07

Design of Injection Mould for Valve Core Plastic Parts with Sequential Core-Pulling

Rong Xing¹, Hu Zhichao¹, Weng Jianchun¹, Chen Yazhou¹, Wu Shibing²

(1. College of Marine Equipment and Mechanical Engineering, Jimei University, Xiamen 361021, China;

2. Xiamen Xin Shiwei Mould Co., Ltd., Xiamen 361021, China)

Abstract : A valve core plastic part had the characteristics of small size and complex core-pulling structure. If the commonly used core-pulling sequence control mechanism was used for mould design, the mould generally needed to be opened several times and in sequence, which inevitably increased the overall size of the mould, complicated the structure and control mechanism, and inevitably increased the mould manufacturing cost and injection molding cost. For the above problems, a two plate mould base was selected and a four-sided six direction core-pulling structure was designed. The traditional angle pin and angular cam with different structural dimensions were used to drive different slider block core-pulling mechanisms of the moving mould. There was no need for a control mechanism, only in the process of opening and closing the mould, sequential and differential core-pulling could be realized, and the problem of mutual interference of core-pulling movements was solved. The mould has a compact and reasonable structure, convenient debugging, low manufacturing cost, and the overall size of the mould is controlled, making it suitable for injection molding on small precision injection molding machines, reducing the injection molding cost. Experiments show that the injection molding process is stable, safe and reliable, and the molding efficiency is high.

Keywords : sequential core-pulling ; angular cam core-pulling mechanism ; injection molding cost ; injection mould

在设计注塑模具时,根据塑料制品结构及塑性特点,需要设计合理的开合模及抽芯顺序;常用的能够实现控制抽芯顺序的机构有:多次顺序开模^[1-6]、电气控制油(气)缸^[7-10]、通过斜导柱与滑块斜导柱孔配合间隙大小控制抽芯延时^[11]、传统抽芯与弹簧等辅助机构结合^[12-16]以及上述几种机构的组

合^[17-23]等。笔者以某微型阀芯塑胶产品为研究对象,发现其结构复杂、抽芯机构会出现互相干涉问题,如果选用常用的抽芯顺序控制机构,必然会使模具整体尺寸增大、结构变得复杂,造成用“大机台注塑微型塑件”,引起注塑成本增加以及模具制造成本增加,为此,需设计合理的顺序抽芯机构,控制

基金项目: 厦门市科技补助项目(2022CXY0306),福建省高校产学研合作项目(2021H6032)

通信作者: 胡志超,副教授,从事机械设计制造及其自动化、模具设计与制造教学及应用研究

收稿日期: 2022-09-05

引用格式: 荣星,胡志超,翁建春,等. 阀芯塑件顺序抽芯注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2022, 50(11): 90-96.

Rong Xing, Hu Zhichao, Weng Jianchun, et al. Design of injection mould for valve core plastic parts with sequential core-pulling[J]. Engineering Plastics Application, 2022, 50(11): 90-96.

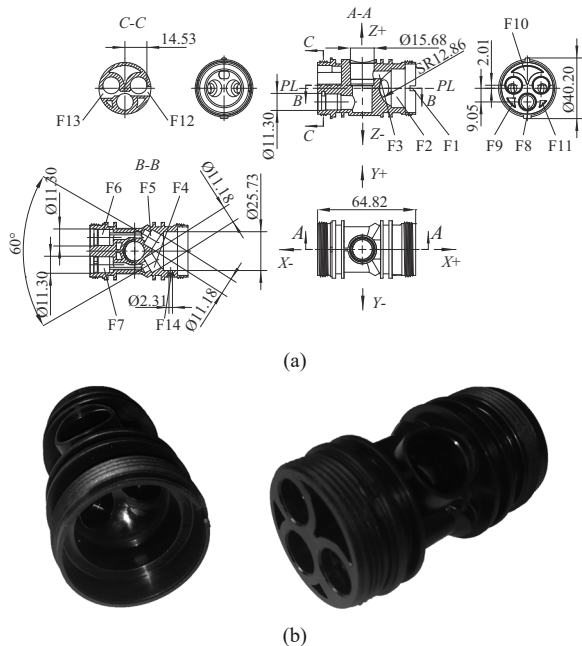
注塑及模具制造成本,同时还需保证模具安全、可靠地工作。

1 某阀芯产品结构分析

1.1 基本结构及技术要求

塑料阀芯材质为30%玻璃纤维增强聚邻苯二甲酰胺(PPA+30%GF),是一种改性耐高温尼龙材料,具有较高的拉伸强度和弯曲弹性模量以及出色的稳定性、耐久性和热稳定性,同时具有很高的抗蠕变性、尺寸稳定性及力学性能恒定的特性,另外具有很好的耐汽油、油脂和冷却剂性能。该材料的吸湿率很低,潮湿环境并不会影响材料的性能,由其成型的塑件制品可承受高达280℃的高温,即使在高温、高湿状态下也具有较强的力学性能,具有较低的摩擦系数和磨损系数。该类塑件的模具成型温度为135~150℃。由PPA+30%GF制作的阀芯正逐步取代传统铜制阀芯。

阀芯产品实物照片及结构、尺寸如图1所示,长为64.82 mm、最大直径40.2 mm,属于微型塑件,要求塑件产品不得有飞边、缺料等缺陷。该阀芯为家用冷热水混合水龙头的阀芯,图1中特征F6和F7型孔为冷、热水入水孔,特征F8型孔为混合后的出水孔。



a—阀芯塑件结构图; b—阀芯塑件实物照片

图1 某阀芯塑件结构图及实物照片

1.2 结构分析

由图1可见,阀芯产品结构复杂,为表达方便,将阀芯分为6个方位。阀芯有14处不能正常脱模

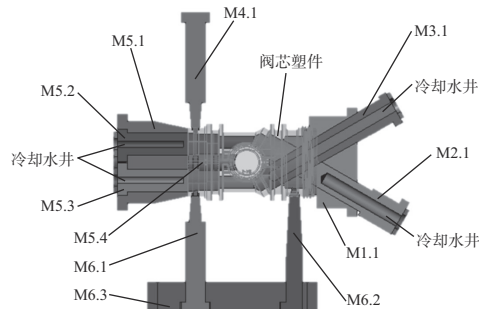
的特征,阀芯X+侧有F1缺口特征,F2(Ø25.73 mm 阶梯盲孔)特征,在球面SR12.86 mm偏Z+方向有F3槽口特征与Ø15.68 mm 阶梯盲孔贯穿,在球面SR12.86 mm 中心PL平面呈60°对称分布F4,F5(Ø11.18 mm 阶梯孔)特征,并与X-侧中心平面偏Z+方向2.01 mm的F6,F7(Ø11.3 mm 阶梯孔)特征贯穿,X-侧中心平面偏Z-方向9.05 mm的F8(Ø11.3 mm 阶梯孔)特征与Ø15.68 mm 阶梯盲孔贯穿,X-侧还具有F9,F10,F11伞形盲孔特征;Y+侧方孔F12特征与F6,F8特征贯穿;Y-侧方孔F13特征与F7,F8特征贯穿,F14(Ø2.31 mm 阶梯孔)特征与F2特征贯穿。

2 模具结构设计

2.1 模具分型面及抽芯布置

阀芯F1~F14这些槽、孔等结构特征给塑件脱模带来一定的难度,为了能够实现自动化生产,在设计模具分型及抽芯机构时需采用特殊的结构^[24],以保证模具能够按照要求进行顺序抽芯,并安全、可靠地工作。

根据阀芯结构特点,遵循分型面为制品最大投影面的设计规则^[8],按照图1所示中心平面PL作为主分型面,抽芯设计布置如图2所示。图2中,在X+方向型芯M1.1成型F1,F2,F3特征,型芯M2.1成型F5特征,型芯M3.1成型F4特征;在Y+方向型芯M4.1成型F12特征;在X-方向型芯M5.1成型F9,F10,F11特征,型芯M5.2,M5.3,M5.4分别成型F6,F7,F8特征,型芯M5.2,M5.3,M5.4内套于型芯M5.1组合为一组抽芯;在Y方向型芯M6.1成型F13特征,型芯M6.2成型F14特征,型芯M6.1,M6.2通过固定板M6.3组合为一组抽芯。



M1.1,M2.1,M3.1—X+方向的型芯; M4.1—Y+方向的型芯;
M5.1,M5.2,M5.3,M5.4—X-方向的型芯; M6.1,M6.2—Y方向的型
芯; M6.3—Y-方向的固定板

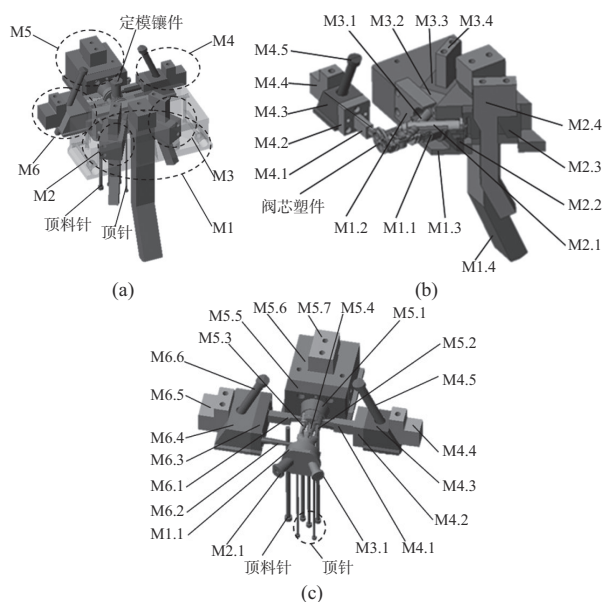
图2 模具抽芯平面布局

2.2 抽芯机构设计

由于阀芯属于微型塑件,且结构复杂,为实现

顺序抽芯,若采用电气控制油缸机构会增加模具整体尺寸;如采用多次顺序开模、抽芯结合弹簧等辅助机构,会使模具结构变得复杂,还需增加模具顺序开模动作控制机构,模具整体尺寸也会相应增加;如采用斜导柱与滑块斜导柱孔配合间隙大小控制抽芯延时设计,经过计算需大大增加滑块的尺寸才能满足抽芯距离的要求,造成模具整体尺寸增大,增加模具制造成本。为降低注塑及模具制造成本,并保证注塑的可行可靠,通过设计不同结构和尺寸的弯销实现抽芯顺序的控制。

根据阀芯结构特点,抽芯机构设计为动模侧抽芯,共设计六套抽芯机构,如图3和图4所示(为表达清楚,图3b中阀芯及部分零件为剖视图,图4中滑块体均为剖视图)。图3中,X+方向包含M1,M2,M3三套抽芯机构,M2,M3抽芯机构套装于抽芯机构M1之内;抽芯机构M1的型芯M1.1通过固定板M1.2固定于滑块体M1.3,随着模具的开合模动作,固定于定模侧的弯销M1.4起到驱动和锁紧抽芯机构M1的作用;抽芯机构M2的型芯M2.1通过固定板M2.2固定于滑块体M2.3,随着模具的开合模动作,固定于定模侧的弯销M2.4起到驱动和锁紧抽芯



M1,M2,M3,M4,M5,M6—六组抽芯机构;M1.1,M2.1,M3.1,M4.1,M5.1,M5.2,M5.3,M5.4,M6.1,M6.2—型芯;

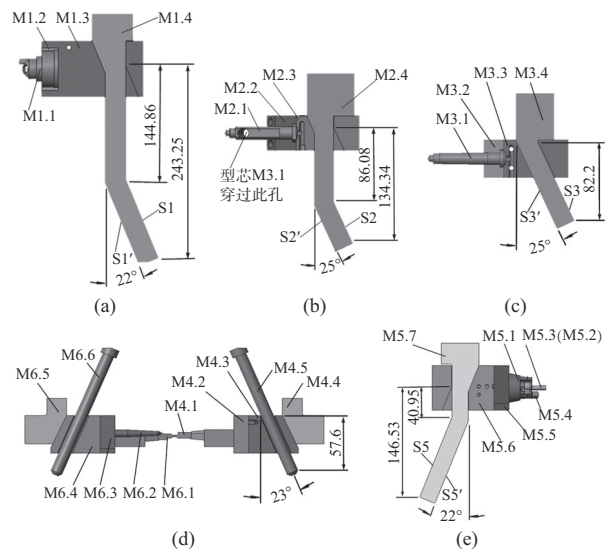
M1.2,M2.2,M3.2,M4.2,M5.5,M6.3—固定板;M1.3,M2.3,M3.3,M4.3,M5.6,M6.4—滑块体;M1.4,M2.4,M3.4,M5.7—弯销;

M4.4,M6.5—楔紧块;M4.5,M6.6—斜导柱

a—抽芯机构全局图;b—抽芯机构局部图(基于III象限视角);

c—抽芯机构局部图(基于I象限视角)

图3 抽芯机构空间布局



图中标注符号同图3

a—抽芯机构M1;b—抽芯机构M2;c—抽芯机构M3;

d—抽芯机构M4,M6;e—抽芯机构M5

图4 各抽芯机构组成及关键尺寸

机构M2的作用;抽芯机构M3的型芯M3.1通过固定板M3.2固定于滑块体M3.3,随着模具的开合模动作,固定于定模侧的弯销M3.4起到驱动和锁紧抽芯机构M3的作用;Y+方向的抽芯机构M4的型芯M4.1通过固定板M4.2固定于滑块体M4.3,随着模具的开合模动作,固定于定模侧的斜导柱M4.5驱动抽芯机构M4,固定于定模侧的楔紧块M4.4起到锁紧抽芯机构M4作用;X-方向的抽芯机构M5的型芯M5.2,M5.3,M5.4镶套于型芯M5.1之内,并通过固定板M5.5固定于滑块体M5.6,随着模具的开合模动作,固定于定模侧的弯销M5.7起到驱动和锁紧抽芯机构M5的作用;Y方向的抽芯机构M6的型芯M6.1,M6.2通过固定板M6.3固定于滑块体M6.4,随着模具的开合模动作,固定于定模侧的斜导柱M6.6驱动抽芯机构M6,固定于定模侧的楔紧块M6.5起到锁紧抽芯机构M6作用。

2.3 抽芯机构开合模顺序设计

从图2和图3可见,型芯M2.1与型芯M3.1交叉,造成抽芯机构M2与抽芯机构M3运动发生干涉,为此,在型芯M2.1对应位置开孔,让型芯M3.1穿过,并将抽芯机构M1、抽芯机构M2、抽芯机构M3抽芯动作先后顺序设计为:抽芯机构M3先进行抽芯动作,使型芯M3.1脱模并脱离型芯M2.1,接下来抽芯机构M2进行抽芯动作,使型芯M2.1脱模,最后抽芯机构M1进行抽芯动作,使型芯M1.1脱模。

型芯 M4.1 插入型芯 M5.2, M5.4, 型芯 M6.1 插入型芯 M5.3, M5.4, 造成抽芯机构 M4, M6 与抽芯机构 M5 运动发生干涉, 因此必须在抽芯机构 M4 的型芯 M4.1 脱离 M5.2, M5.4 以及抽芯机构 M6 的型芯 M6.1 脱离型芯 M5.3, M5.4 之后, 抽芯机构 M5 才能开始进行抽芯动作。

在塑料模具设计中, 斜导柱与滑块斜导柱孔配合间隙大小、弯销与滑块体滑槽配合间隙大小会影响到开模和合模启动的响应速度, 但不会影响开模的最终结果, 因此在计算校核过程中不予考虑。

(1) 抽芯机构 M1, M2, M3 的开合模顺序。

开模时, 随着动定模分开, 如图 4c 所示, 固定于定模侧的弯销 M3.4 的斜面 S3 驱动内套在滑块体 M1.3 内的抽芯机构 M3 整体向模具外侧滑动; 此时, 由于固定于定模侧的弯销 M2.4, M1.4 和滑块体 M2.3, M1.3 的配合面与开模方向平行, 故抽芯机构 M2, M1 保持不动。当开模距离达到 82.2 mm 时, 弯销 M3.4 斜面 S3 脱离滑块体 M3.3 对应斜面, 抽芯机构 M3 整体停止向模具外侧滑动。抽芯机构 M3 向模具外侧移动 $\tan 25^\circ \times 82.2 \text{ mm} = 38.33 \text{ mm}$, 达到使型芯 M3.1 脱模, 并脱离型芯 M2.1 解除运动干涉的目的。

如图 4b 所示, 当开模距离达到 86.08 mm 时, 弯销 M2.4 的斜面 S2 驱动内套在滑块体 M1.3 内的抽芯机构 M2 整体向模具外侧滑动; 此时, 由于固定于定模侧的弯销 M1.4 和滑块体 M1.3 的配合面与开模方向平行, 故抽芯机构 M1 保持不动。当开模距离达到 134.34 mm 时, 弯销 M2.4 斜面 S2 脱离滑块体 M2.3 对应斜面, 抽芯机构 M2 整体停止向模具外侧滑动。抽芯机构 M2 向模具外侧移动 $\tan 25^\circ \times (134.34 \text{ mm} - 86.08 \text{ mm}) = 22.5 \text{ mm}$, 达到使型芯 M2.1 脱模的目的。

如图 4a 所示, 当开模距离达到 144.86 mm 时, 弯销 M1.4 的斜面 S1 驱动抽芯机构 M1 及其套装在其内部的抽芯机构 M2, M3 整体向模具外侧滑动; 当开模距离达到 243.25 mm 时, 弯销 M1.4 斜面 S1 脱离滑块体 M1.3 对应斜面, 抽芯机构 M1 及 M2, M3 整体停止向模具外侧滑动。抽芯机构 M1, M2, M3 整体向模具外侧移动 $\tan 22^\circ \times (243.25 \text{ mm} - 144.86 \text{ mm}) = 39.75 \text{ mm}$, 达到使型芯 M1.1 脱模的目的。

合模时, 当动定模间距小于 243.25 mm 时, 弯销 M1.4 的斜面 S1' 驱动抽芯机构 M1 及其套装在其内

部的抽芯机构 M2, M3 整体向模具中心滑动, 直至弯销 M1.4 和滑块体 M1.3 的配合面与开模方向平行时, 整体停止滑动; 当动定模间距小于 134.34 mm 时, 弯销 M2.4 的斜面 S2' 接触到滑块体 M2.3 的对应斜面, 将驱动内套在滑块体 M1.3 内的抽芯机构 M2 向模具中心滑动, 直至弯销 M2.4 和滑块体 M2.3 的配合面与开模方向平行时, 抽芯机构 M2 停止滑动; 当动定模间距小于 82.2 mm 时, 弯销 M3.4 的斜面 S3' 接触到滑块体 M3.3 的斜面, 将驱动内套在滑块体 M1.3 内的抽芯机构 M3 向模具中心滑动, 直至动定模完成合模, 此时, 弯销 M2.4 的锁紧斜面与滑块体 M2.3 的斜面配合并锁定抽芯机构 M2, 弯销 M1.4 的锁紧斜面与滑块体 M1.3 的斜面配合并锁定抽芯机构 M1。

(2) 抽芯机构 M4, M5, M6 的开合模顺序。

抽芯机构 M4, M6 设计为斜导柱(倾斜角度、长度、直径一致且对称设计)驱动抽芯机构, 如图 4d 所示, 开模时, 随着动定模分开, 固定于定模侧的斜导柱 M4.5, M6.6 驱动抽芯机构 M4, M6 向模具外侧滑动; 由图 1 中 C-C 视图可知, 当开模间距大于 $14.53 \text{ mm} / \tan 23^\circ = 34.23 \text{ mm}$ 后, 型芯 M4.1, M6.1 才分别脱离型芯 M5.2, M5.3, M5.4 解除干涉, 因此设计开模距离达到 40.95 mm 时(如图 4e 所示), 在弯销 M5.7 斜面 S5 驱动下, 抽芯机构 M5 才开始执行抽芯动作, 实现差速运动的目的; 当动定模分开距离达到 57.6 mm 时, 抽芯机构 M4, M6 向模具外侧移动 $\tan 23^\circ \times 57.6 \text{ mm} = 24.45 \text{ mm}$, 斜导柱 M4.5, M6.6 脱离滑块体 M4.3, M6.4, 抽芯机构 M4, M6 停止向模具外侧滑动。当动定模分开距离达到 146.53 mm 时, 抽芯机构 M5 向模具外侧移动 $\tan 22^\circ \times (146.53 \text{ mm} - 40.95 \text{ mm}) = 42.66 \text{ mm}$, 达到使型芯 M5.1, M5.2, M5.3, M5.4 脱模的目的。

合模时, 当动定模分开距离小于 146.53 mm 时, 弯销 M5.7 的斜面 S5' 驱动抽芯机构 M5 向模具中心滑动实施合模; 当动定模分开距离小于 57.6 mm 时, 斜导柱 M4.5, M6.6 驱动抽芯机构 M4, M6 向模具中心滑动实施合模; 当开模距离小于 40.95 mm 时, 弯销 M5.7 与滑块体 M5.6 配合面与开模方向平行, 抽芯机构 M5 停止向模具中心滑动直至合模到位; 当开模间距小于 34.23 mm 时, 型芯 M4.1 开始插入型芯 M5.2, M5.4, 型芯 M6.1 开始插入型芯 M5.3, M5.4, 直至型芯 M4.1 与型芯 M6.1 端面碰穿, 楔紧块

M4.4, M6.5 锁紧抽芯机构 M4, M6, 弯销 M5.7 锁紧抽芯机构 M5, 完成动定模合模。

2.4 模具整体结构设计

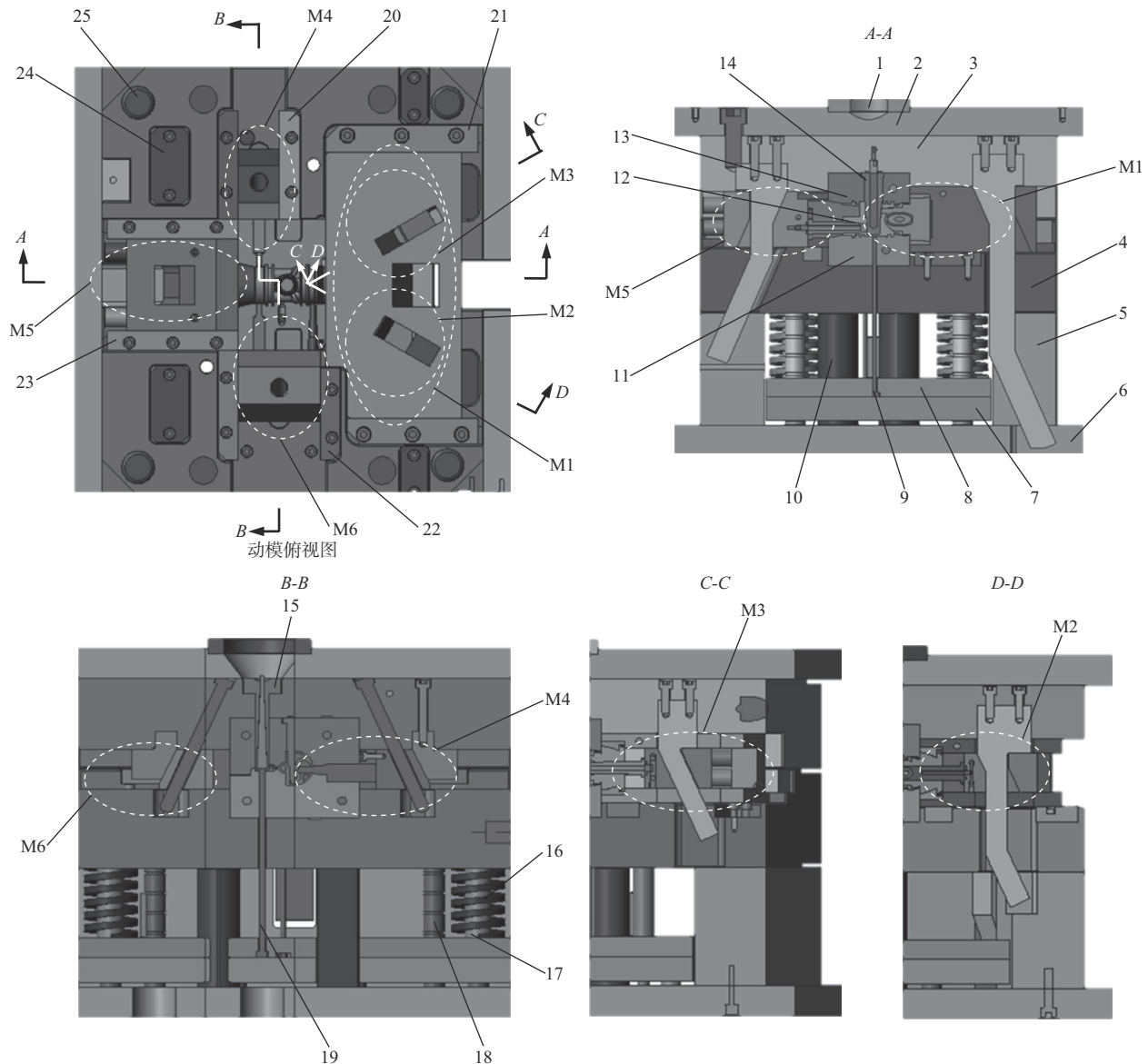
图5为模具整体结构。因需在阀芯塑料模具四面六方向设计侧向抽芯结构,故采取一模一腔的布局,选用两板模架。为保证动模与定模之间精准导向定位,除了导柱导套定位外,在动定模的配合面设计了定位锥台用于定位,进一步保证阀芯的外表面及外螺纹合模线的精准,通过弯销、斜导柱精准控制抽芯等运动机构的运动位置,保证开合模、抽

芯、顶出及复位等动作按照设计的顺序正常工作,生产出合格的塑件^[25]。

定模型腔 13、动模型芯 11 成型阀芯塑件 12 外表特征,定模镶件 14 成型 $\varnothing 15.68$ mm 阶梯盲孔,内部结构依靠六组动模侧抽芯成型机构。

关于浇注方式,采用大水口转定模侧潜伏式浇口方式进行浇注,开模时,潜伏式料头在定模侧与产品之间断开,留在动模侧,顶料针 19 顶出料头,阀芯塑件 12 采用 5 支顶针 9 顶出,实现全自动注塑。

塑料 PPA+30%GF 成型时需保证模具温度为



M1, M2, M3—动模 X+侧抽芯机构; M4—动模 Y+侧抽芯机构; M5—动模 X-侧抽芯机构; M6—动模 Y-侧抽芯机构
1—定位圈; 2—定模座板; 3—定模板; 4—动模板; 5—垫块; 6—动模座板; 7—推板; 8—推杆固定板; 9—顶针; 10—支撑柱; 11—动模型芯;
12—阀芯塑件; 13—定模型腔; 14—定模镶件; 15—浇口套; 16—复位弹簧; 17—复位杆; 18—推板导柱; 19—顶料针;
20, 21, 22, 23—滑块压条; 24—耐磨块; 25—导柱

图5 模具整体结构

135~150℃范围内某一恒定温度,才能保证其材质具有稳定的性能;根据模具结构特点,水路设计为传统的打孔水路,在细小零件(如图2,型芯M2.1, M3.1, M5.2, M5.3)上无法加工打孔回路时,采用隔片式冷却水井,这种传统的水路稳定可靠,有利于模温机控制模具温度,同时加工难度小、成本低。

3 模具工作过程

图6为开模距离与抽芯机构滑动距离之间关系图。

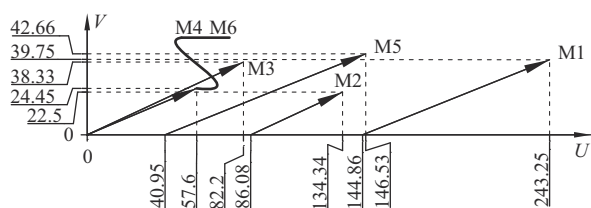


图6 开模距离与抽芯机构滑动距离之间关系图(单位mm)

在图6中, U 表示动定模之间开模距离, V 表示抽芯机构滑动距离;在完成注射成型后,启动开模,抽芯机构M3, M4, M6随即动作,抽芯机构M5, M2, M1在不同的开模距离先后启动抽芯,各抽芯机构在不同的开模距离处结束滑动,达到所设计的抽芯距离;抽芯机构M5, M2, M1按照不同的开模距离分段启动和结束,避免了运动干涉;在开模距离为40.95~57.6 mm这一阶段,虽然抽芯机构M4, M6, M5同时运动,但抽芯机构M5启动时,抽芯机构M4, M6的型芯M4.1, M6.1已离开干涉区域。

开模完成后,注塑机的顶出油缸推动推板7,从而使5支顶针9、顶料针19做顶出运动,从动模型腔顶出阀芯塑件及料头。

接下来进行动定模合模,在合模过程中,各抽芯机构运动顺序与开模相反,在不同开模距离启动或停止,直至完全合模。

4 结语

对于内部结构复杂的阀芯塑料模具,通过设计不同结构和尺寸的弯销抽芯机构,控制各个抽芯机构的抽芯动作顺序,实现抽芯机构之间的相对运动;通过斜导柱与弯销控制的抽芯机构组合运动,实现抽芯机构差速运动,解决了抽芯机构运动相互干涉问题。模具结构简单可靠,控制了模具整体外形尺寸,使之适合在小型精密注塑机台注射成型,在注塑机上安装调试方便快捷,降低了注塑成本,节约了模具制造成本。

参考文献

[1] 华丽霞,刘沛龙,郭兴. 童车骨架热流道注塑模设计[J]. 工程塑料

应用, 2022, 50(4):81-86.

Hua Lixia, Liu Peilong, Guo Xing. Design of hot runner injection mold for baby carriage skeleton[J]. Engineering Plastics Application, 2022, 50(4):81-86.

[2] 胥永林,冯国树,张维合,等. 汽车后视镜支架大型注塑模具设计[J]. 塑料, 2022, 51(3):104-107, 148.

Xu Yonglin, Feng Guoshu, Zhang Weihe, et al. Design of large injection mould for car rearview mirror bracket[J]. Plastics, 2022, 51(3):104-107, 148.

[3] 简发萍,郑得庆,陈小红,等. 曲面分型多方位斜向抽芯注塑模设计[J]. 塑料工业, 2022, 50(1):94-98.

Jian Faping, Zheng Deqing, Chen Xiaohong, et al. Design of injection mold with curved parting surface and multi-directional oblique core-pulling[J]. China Plastic Industry, 2022, 50(1):94-98.

[4] 刘庆东. 动定模开模方向斜抽芯注塑模具设计[J]. 中国塑料, 2021, 35(6):100-105.

Liu Qingdong. Design of injection mould with oblique core-pulling on both sides of moving and fixed molds along mold opening diagonal direction[J]. China Plastics, 2021, 35(6):100-105.

[5] 钟锋良. 轴承座改进型差速滑块机构及注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2020, 48(4):93-98.

Zhong Fengliang. Design of injection mold with improved differential slider mechanism for bearing seat[J]. Engineering Plastics Application, 2020, 48(4):93-98.

[6] 孙肖霞,张俊. 顺序开模的汽车内后视镜壳壳注塑模设计[J]. 现代塑料加工应用, 2019, 31(2):40-43.

Sun Xiaoxia, Zhang Jun. Design of sequentially opening injection mold for the automobile interior rearview mirror shell[J]. Modern Plastics Processing and Applications, 2019, 31(2):40-43.

[7] 刘正平,吴戈,王伟伟,等. 深腔物流箱注塑模设计[J]. 工程塑料应用, 2022, 50(4):87-91.

Liu Zhengping, Wu Ge, Wang Weiwei, et al. Design of hot runner injection mold for deep-cavity logistics box[J]. Engineering Plastics Application, 2022, 50(4):87-91.

[8] 张华龙,张二红,苏海洋,等. 八次复合抽芯的进气歧管盖注塑模具设计[J]. 塑料工业, 2022, 50(2):87-92.

Zhang Hualong, Zhang Erhong, Su Haiyang, et al. Injection mold design of intake manifold cover with eight times composite core pulling [J]. China Plastic Industry, 2022, 50(2):87-92.

[9] 刘红燕. 助力筒带2种多次抽芯机构热流道注射模设计[J]. 中国塑料, 2021, 35(1):103-109.

Liu Hongyan. Design of hot runner injection mold with two types of multiple core-pulling mechanisms for booster cylinder[J]. China Plastics, 2021, 35(1):103-109.

[10] 刘少华,熊建武,徐文庆,等. 安全座椅五次复合抽芯机构模具设计[J]. 塑料, 2021, 50(1):88-93.

Liu Shaohua, Xiong Jianwu, Xu Wenqing, et al. Mold design with five-times compound core pulling mechanism for safety-seat[J]. Plastics, 2021, 50(1):88-93.

- [11] 肖国华,徐生,沈忠良,等.一种三次顺序滑块抽芯机构的设计[J].工程塑料应用,2016,44(2):88-91.
Xiao Guohua, Xu Sheng, Shen Zhongliang, et al. Design of three sequential slider core pulling mechanism[J]. Engineering Plastics Application, 2016, 44(2):88-91.
- [12] 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.
- [13] 张海峰,崔丹丹.汽车前门手扣盒注塑模改进型滑块机构设计[J].塑料,2021,50(6):104-108.
Zhang Haifeng, Cui Dandan. Design of improved slider mechanism of injection mold for front door buckle box[J]. Plastics, 2021, 50(6):104-108.
- [14] 陈智明.注射模弹簧式子母滑块设计方案[J].模具制造,2021,21(5):41-44.
Chen Zhiming. Design of secondary core-pulling mechanism for spring injection mold slider[J]. Die & Mould Manufacture, 2021, 21(5):41-44.
- [15] 谭永强.复合内缩顺序抽芯的应用[J].机电工程技术,2021,50(3):241-242,255.
Tan Yongqiang. Application of sequential core pulling of composite internal slider[J]. Mechanical & Electrical Engineering Technology, 2021, 50(3):241-242, 255.
- [16] 高瑾,肖国华,郑峰.一种饮料机分流瓶盖注塑模三次顺序抽芯滑块设计[J].工程塑料应用,2015,43(11):72-75.
Gao Jin, Xiao Guohua, Zheng Feng. Design for a three-consecutive pulling slider mechanism of bypass caover of beverage machine plastic mould[J]. Engineering Plastics Application, 2015, 43(11):72-75.
- [17] 温煌英,冯国树,宋东阳,等.汽车B柱内饰板热流道大型精密注塑模设计[J].工程塑料应用,2022,50(5):101-106,120.
Wen Huangying, Feng Guoshu, Song Dongyang, et al. Design of large precision injection mould with hot runner for automobile B-pillar interior trim plate[J]. Engineering Plastics Application, 2022, 50(5):101-106, 120.
- [18] 洪维,傅莹龙.汽车仪表板下本体大型注塑模具设计[J].工程塑料应用,2022,50(5):107-112.
Hong Wei, Fu Yinglong. Design of large injection mould for automobile instrument panel lower body[J]. Engineering Plastics Application, 2022, 50(5):107-112.
- [19] 毛江峰.汽车空调出风口注塑模优化设计[J].工程塑料应用,2022,50(1):103-108.
Mao Jiangfeng. Optimal design of injection mould for outlet of automobile air conditioner[J]. Engineering Plastics Application, 2022, 50(1):103-108.
- [20] 娄用够.重卡斗箱滑块斜顶复合机构热流道注射模设计[J].塑料,2021,50(6):114-118.
Lou Yonggou. Design of hot runner injection mold for heavy truck bucket with slider-lifters compound mechanism[J]. Plastics, 2021, 50(6):114-118.
- [21] 周全,熊建武.汽车离心器三层组合滑块抽芯机构模具设计[J].塑料,2021,50(3):78-82.
Zhou Quan, Xiong Jianwu. Design of mould with three-layer combined slider core pulling mechanism for automobile centrifuge[J]. Plastics, 2021, 50(3):78-82.
- [22] 杨少增,沈忠良,蔡永根.汽车蒸发器盖大型塑件注射模具结构优化设计[J].塑料,2021,50(3):67-72.
Yang Shaozeng, Shen Zhongliang, Cai Yonggen. Structure optimization design of injection mold for large plastic parts of automobile evaporator cover[J]. Plastics, 2021, 50(3):67-72.
- [23] 熊毅,王伟.四面六倒扣异形件二级侧抽芯注射模设计[J].中国塑料,2021,35(2):101-106.
Xiong Yi, Wang Wei. Design of two-stage side core-pulling injection mold for special-shaped parts with four sides and six undercuts [J]. China Plastics, 2021, 35(2):101-106.
- [24] 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.
- [25] 龙孟伟,梅益,吴巧,等.FHB5.20壳体注塑模具及其工艺设计[J].合成树脂及塑料,2020,37(3):49-53.
Long Mengwei, Mei Yi, Wu Qiao, et al. Injection mold and process design for FHB5.20 shell[J]. China Synthetic Resin and Plastics, 2020, 37(3):49-53.

(上接第83页)

- [14] 蒋兆寅.玻纤增强改性工艺及螺杆组合研究[D].北京:北京化工大学,2012.
Jiang Zhaoyin. Research of the screw assemble and the processing technics for glass-fiber reinforced modification[D]. Beijing:Beijing University of Chemical Technology, 2012.
- [15] 宋功品,陆蕾蕾,沈澄英,等.连续长玻纤增强PBT复合材料的制备及性能研究[J].现代塑料加工应用,2015,27(4):28-31.
Song Gongpin, Lu Leilei, Shen Chengying, et al. Preparation and properties of continuous glass long fiber reinforced PBT composites[J]. Modern Plastics Processing and Applications, 2015, 27(4):28-31.
- [16] 丁佳,易庆锋,卢健体,等.阻燃增强耐水解PBT复合材料制备与性能研究[J].海峡科学,2018(3):37-40.
Ding Jia, Yi Qingfeng, Lu Jiantie, et al. Study on the preparation and properties of flame retardant and hydrolysis resistant PBT composites[J]. Straits Science, 2018(3):37-40.