

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2023.10.018

温控器面壳注塑模具设计

黄继战^{1,2}, 范玉^{1,2}, 肖根先¹

(1. 江苏建筑职业技术学院智能制造学院, 江苏徐州 221116; 2. 徐州市模具新技术工程研究中心, 江苏徐州 221116)

摘要: 在分析温控器面壳工艺性能的基础上,设计了一套一模一腔的四面滑块抽芯三板式模具。详细介绍了模具主要结构设计,包括分型面、浇注系统、成型零件、抽芯、顶出与冷却系统的设计,绘制了模具结构图,阐述了模具工作过程。该模具采用了一模一腔布局,定模仁采用整体式,动模仁采用组合式,由型芯、小型芯杆、四面滑块、斜顶及推管组成,便于加工与维修;浇注系统采用主流道、分流道与单一点浇口的中心共线的设计,流道最短、无弯折,利于填充;顶出机构采用了斜顶、顶杆和顶管组成的复合结构,其先复位功能由复位开关、连接柱和注塑机控制;针对动模仁的型腔存有较深狭缝和四面倒扣的设计难点,设计了四面滑块外抽芯机构,由4个滑块复位围成的型腔来成型塑件侧壁的外表面及倒扣,巧妙地将模具动、定模的配合面沿Z向适当偏移分型面,斜导柱置于滑块尾部,使楔紧块由定模板挖槽形成。实践证明,该模具结构先进合理、运行平稳,批量生产的塑件质量良好,对同类塑件的模具设计具有参考价值。

关键词: 面壳;注塑模具;抽芯机构;点浇口;先复位机构

中图分类号: TQ320.5+2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2023)10-0118-07

Design of Injection Mould for Temperature Controller Shell

Huang Jizhan^{1,2}, Fan Yu^{1,2}, Xiao Genxian¹

(1. School of Intelligent Manufacturing, Jiangsu Vocational Institute of Architectural Technology, Xuzhou 221116, China;

2. Engineering Research Center of Xuzhou Mould New Technology, Xuzhou 221116, China)

Abstract : On the basis of analyzing the technological performance of temperature controller shell, a set of three plate mould with one mould and one cavity as well as four side sliders core pulling was designed. The main structure design of the mould was introduced, including the parting surface, feed system, forming parts, core pulling, ejection and cooling mechanism. The assembly drawing of the mould was drawn and the working process of the mould was explained. The layout of one mould and one cavity was adopted, an integral type was used in the fixed mould insert, and a combination type was used in the moving mould insert for easy processing and maintenance, the moving mould insert was composed of the main core, small core rod, four side sliders, inclined top and ejector sleeve. The design of a sprue, a runner and a single point gate with a collinear center was adopted in the feed system, which was conducive to filling due to the shortest runner with no bend. A composite structure composed of an inclined top, an ejector pin and a ejector tube was adopted in the ejection mechanism, and its pre-reset function was controlled by a reset switch, a connecting column and an injection molding machine. In response to the design difficulties of deep slits and four side reverse buckles in the cavity of the moving mould insert, a four side slider outer core pulling structure was designed. The outer surface and reverse buckles of the plastic part sidewall were formed by the cavity formed through resetting four sliders, and the matching surface of the moving mould and the fixed mould was properly offset from the parting surface along the Z direction in a clever way. The inclined guide pillar was placed at the tail of the slider, causing the wedge block to be formed by the groove of the fixed template. Practice proves that the mould structure is advanced and reasonable, running smoothly, and the quality of plastic parts produced in bulk is good, which has reference value for mould design of similar plastic parts.

Keywords : shell ; injection mould ; core-pulling mechanism ; point gate ; pre-reset mechanism

基金项目: 江苏省第五期“333高层次人才培养工程”项目(苏人才办[2018]26号),江苏省住建厅科技项目(2018ZD242)

通信作者: 黄继战,教授,硕士,主要从事模具设计与制造的教学和科研工作

收稿日期: 2023-08-24

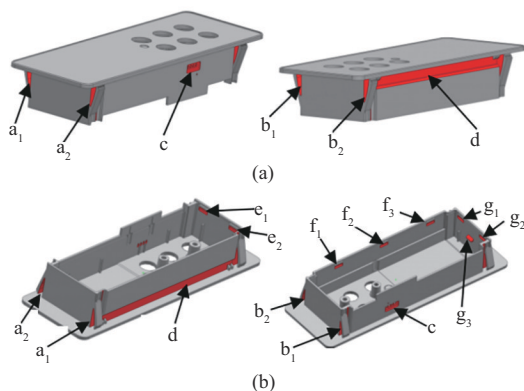
引用格式: 黄继战,范玉,肖根先.温控器面壳注塑模具设计[J].工程塑料应用,2023,51(10):118-124.

Huang Jizhan, Fan Yu, Xiao Genxian. Design of injection mould for temperature controller shell[J]. Engineering Plastics Application, 2023, 51(10):118-124.

面壳类塑料件在电子电器产品中应用广泛,用于安装电路板及电子元器件,起到保护、绝缘及防尘作用。此类塑件具有壁厚较薄,精度要求较高,筋位、孔位及柱位等结构较多,内外倒扣较多的特点,其模具结构复杂,具有典型性,笔者结合设计经验,以某温控器面壳为例,对塑件的工艺性进行了分析,采用UG NX12.0设计了一套三板式的四面抽芯单腔模具,可为同类塑料件的注塑模具设计提供借鉴。

1 塑件工艺性分析

某温控器面壳塑件如图1所示,其为批量生产,原料为聚碳酸酯(PC),它是一种高透明度、非结晶工程塑料,外观透明微黄,刚硬而具韧性,具有特别好的冲击强度、热稳定性、光泽度、阻燃特性以及抗污染性,其收缩率较低,一般为0.5%~0.7%,取为0.6%,但流动性较差^[1-2],设计浇注系统时应予以考虑。



a—外部; b—内部
图1 温控器面壳

该塑件外形尺寸为135 mm×45 mm×22 mm,体积为17.8 cm³,壁厚基本均匀,壁厚均值为1.2 mm,局部最大壁厚为2.9 mm,位于塑件侧壁4个角落处。本塑件呈矩形结构,配合尺寸精度为MT3,要求无毛边、疤痕及翘曲变形成型缺陷,顶面为外观面,要求较高,其它无特别要求。由图1可知,该塑件外壁a₁, a₂, b₁, b₂, c, d处有倒扣,阻碍开模运动,内壁f₁, f₂, f₃, g₁, g₂处有矩形槽, g₃处有内部凸起,阻碍塑件推出运动,必须设计恰当的抽芯系统,同时塑件侧壁将在动模仁的型腔产生深狭缝,诸如上述塑件特征为本模具设计的重点和难点。此外,由于配合要求,塑件长方向侧壁外表面斜度为0°,宽方向侧壁外表面斜度为0.6°,塑件侧壁内表面设有斜度0.5°,以便于塑件脱模。

2 模具主要结构设计

2.1 分型面的设计

在塑件模具的设计过程中,分型面的设计最重要,分型面的位置对模具的开模、结构及制造影响很大^[3]。由于塑件配合要求,其长方向外侧壁斜度为0°,4个外侧壁均具有倒扣,为了便于脱模和滑块加工,确定采用四面滑块抽芯机构成型塑件侧壁的外表面及倒扣。考虑到塑料批量生产、四面滑块抽芯模具结构复杂、PC料流动性较差及自动化生产要求,为简化模具结构,确定采用单一点浇口进料的四面抽芯的单腔三板模。

根据分型面的选择原则,选择分型面的位置如图2所示,为A-A处,位于塑件最大轮廓处,分型面的形状为平面型,选择该处的好处是能保证开模时使塑件留于动模,有利于塑件推出,能采用动模滑块抽芯机构,极大简化了模具结构,便于加工。



图2 分型面的位置

2.2 成型零件的设计

成型零件主要由定模仁、动模仁及成型滑块等组成,是注塑的关键部件。定模仁和动模仁零件应具有足够的强度、刚度、硬度、耐磨性^[4-5]。考虑到PC较硬,成型零件应采用较好的材料,并结合塑件产量,成型零件材料选择为P20。

定模仁又称为前模仁、母模仁、定模镶件等,一般用于塑件外表面的成型,其结构形式主要有整体式和组合式两种。由于定模仁的小型芯结构简单和高度较小,所以定模仁采用整体式结构,以保证塑件的外观质量和装配要求。根据模具一模一腔的布局、分型面的位置和塑件的尺寸,定模仁尺寸由经验法选取为120 mm×180 mm×30 mm。采用UG软件分模,并进行完善后的定模仁如图3所示。为了保证动定模仁的对合精度,设计了4个虎口,如图3中椭圆形区域所示,在设计虎口时,要设计出斜度以保证开合模的顺畅,该处斜度设为5°,深度方向要避空,以防干涉,该处深度为8.5 mm,避空距离为0.5 mm。定模仁是嵌入定模板的,其背面设计有6个M8的螺纹孔,采用螺钉对它们进行固定,需要注意的是对应动模仁的4个角,在定模板上要设计

出避空结构,该处采用 $\varnothing 16$ mm的圆柱孔避空。另外,在分型面上沿型腔边周边设有排气槽。

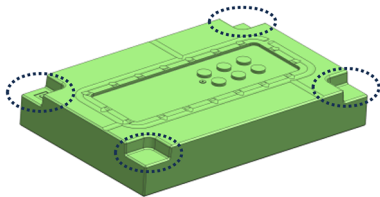
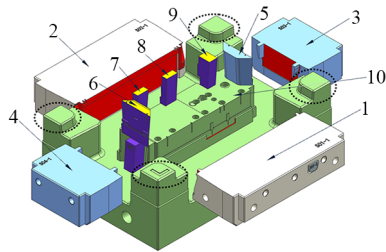


图3 定模仁

动模仁又称为后模仁、公模仁、动模镶件等,用以成型塑件的内部结构,其结构形式也有整体式和组合式两种。为模具加工的便利及后期模具的装调、维修方便,动模仁采用组合式结构^[6]。动模仁的长、宽尺寸与定模仁尺寸相等,根据经验法动模仁厚度确定为55 mm,即动模仁尺寸为120 mm $\times$ 180 mm $\times$ 55 mm。在模具分型面以下,动模仁的侧壁型腔与型芯一起形成狭窄空间来成型塑件四周侧壁,该狭窄空间宽度等于侧壁厚度(均值为1.2 mm),深度高达20.5 mm,其加工非常困难,且成型时易形成困气,因此,对动模仁进行合理分割成为设计的难点。考虑到塑件四面侧壁均须外抽芯,为了降低加工难度及排气,动模仁的侧壁型腔尽量在交线处分割成4个滑块来构成,这样,即使成型塑件侧壁外表面有接痕,也不明显,此处塑件侧壁外表面非外观面,故可以接受。动模仁成型塑件内壁5处倒扣的部位,根据设计的斜顶角度需拆分成斜顶的成型部分,成型塑件两个柱位孔的部位,为了便于加工和脱模,需要一个拆分成小型芯、另一个拆分为推管顶针。基于上述采用UG软件分模,再进行完善后的动模仁如图4所示。动模仁的虎口与定模仁相配合,见图4椭圆区域所示。动模仁嵌入动模板,采用4个螺钉对它们进行锁定,动模板也采用 $\varnothing 16$ mm的圆柱孔避空,使动模仁装配到位。



1—右滑块; 2—左滑块; 3—后滑块; 4—前滑块; 5—后斜顶;
6—前斜顶; 7, 8, 9—左侧斜顶; 10—主型芯

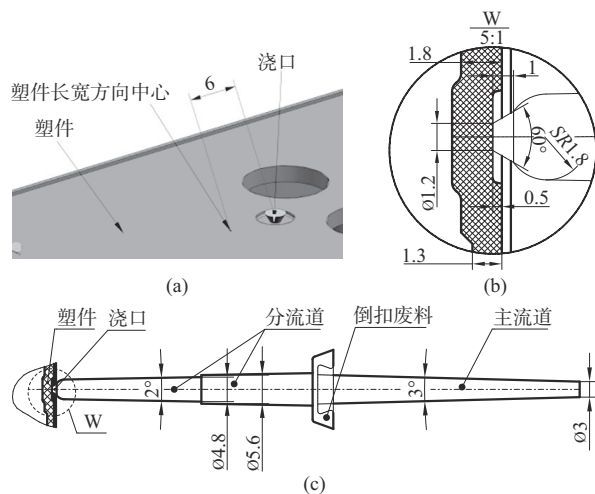
图4 动模仁爆炸图

由于模具采用了一模一腔的单点浇口进料方式,并考虑塑件批量生产因素,故模架类型选择为

简化型小水口标准模架。根据动定模仁尺寸,并考虑滑块抽芯结构和冷却水道等因素,选择模架型号为龙记FCI-2530-A70-B80-C100-L290。

2.3 浇注系统的设计

浇注系统设计是否合理,将直接影响模具能否注塑出合格的塑料制品^[7],故重要性不言而喻。图5为设计的浇注系统。考虑到塑件体积较小(17.8 cm³)、四面抽芯不便采用侧浇口、顶部为外观面、塑件产量以及成型时塑件与浇注凝料自动分离等因素,模具选择单一点浇口从塑件顶部进料,浇口的位置设置如图5a所示,其在长度方向上偏离塑件中心6 mm,在宽度方向上与塑件中心重合,好处是注塑时有利于熔体流动顺畅,不易形成熔接痕,便于排气。浇口的位置在长度方向上偏离中心的原因如下:虽然本塑件结构基本对称,理论上浇口位置应设在塑件中心,但由于塑件顶部在靠近长度方向中心的两侧厚度不一,如图5b所示,分别为1.8 mm和1.3 mm,故将浇口位置偏离中心,可使壁厚均匀过渡,避免壁厚不均造成缩痕缺陷,且便于模具加工。浇口的形状和尺寸直接影响熔体的流动状态、充模情况和塑件质量^[8]。为了使点浇口拉断后不致凸出塑件表面影响使用,将点浇口入口端低于塑件表面,浇口形状与尺寸如图5b所示。



a—浇口位置; b—浇口形状与尺寸; c—浇注系统

图5 浇注系统设计

分流道起分流和转向的作用,考虑到模具为单腔模和PC料流动性较差等因素,故确定主流道中心与点浇口中心对齐,这样模具只有竖直分流道来连接主流道和浇口,如图5c所示,此时分流道长度最短,无弯折,非常有利于充模,解决了充填困难的问题。定模板的分流道下圆孔直径为5.6 mm,定模

仁的分流道上圆孔直径为 4.8 mm,分流道锥度为 2°。

由上可知,主流道偏离模具中心 6 mm,由浇口套成型,设计如下:浇口套与注塑机喷嘴头相配合的凹坑球半径为 11 mm,主流道小端直径取 3 mm,锥度为 3°,浇口套下部的上段部分外径为 12 mm,为了减小浇口套与水口板之间的摩擦,浇口套下部与水口板配合部分的锥度取 6°,并在浇口套的底部设有倒扣,以便开模时将流道凝料紧固在定模一侧,使流道凝料与塑件自动断开。

2.4 抽芯与顶出系统的设计

当塑件产品有侧孔、侧凹的形状时,一般都需要设计侧向的抽芯机构,这样塑件才可以顺利脱模取出^[8]。顶出系统的作用是模具开模后平稳可靠地将塑件推离动模型芯。

(1) 滑块抽芯的设计。

由前述塑件工艺分析可知,对于成型塑件的四周侧壁的外表面及倒扣,需采用侧向抽芯机构。抽芯距是抽芯机构设计的重要参数之一,抽芯距一般按塑件的倒扣距离加上 2~5 mm 的安全距离来确定^[1]。由塑件测量其左、右侧面的倒扣距离分别为 1.5 mm 和 1.48 mm,上、下侧面的倒扣距离均为 4.31 mm,则左、右侧面的抽芯距取为 5 mm,上、下侧面的抽芯距取为 10 mm。

由于抽芯距离较小,四面抽芯均采用“斜导柱+滑块”的外侧动模抽芯机构。滑块结构有整体式和组合式之分,为节省昂贵材料和方便加工,本设计采用滑块的成型部分和机体嵌入配合、螺钉固定的组合方式,各滑块的成型部分由成型塑件四周侧壁的动模仁型腔合理分割而成,除了右侧面成型塑件侧孔的侧型芯拆分小镶件外,其余各滑块的成型部分均为整体结构,再者,为了减少合模时它们之间的摩擦,各滑块的成型部分之间均采用 7°的斜面配合。此外,鉴于滑块高度和模具结构、强度及刚度要求,与一般设计不同,本设计将斜导柱孔设置于各滑块的尾端,如图 6 所示。

斜导柱是侧抽芯机构的关键零件,起驱动作用。由于左、右侧面的滑块较宽(120 mm),上、下侧面的滑块宽度较小(70 mm),故分别采用双斜导柱和单斜导柱驱动。斜导柱主要参数设计为:所有斜导柱直径均为 10 mm,斜角均为 16°,工作长度为抽芯距除以斜角的正切值;为避免楔紧块与滑块合模

时产生干涉及开模时减少磨损,楔紧角取 18°,选材为 T10A 淬火,硬度为 50~60HRC。

综上所述,采用 UG NX12.0 软件设计的四面抽芯机构如图 6 所示,斜导柱全部通过压板固定在定模板上。在滑块定位方面,S1 和 S2 的定位零件均采用了“挡块+滑块侧面弹性钢珠”的组合结构,S4 的定位零件则是挡块,S3 的滑块处于模具上方,为防止开模后滑块由于重力作用而跌落,定位零件采用了“弹簧+螺钉+挡块”的组合结构。由于塑件侧壁由滑块组成的型腔成型,在注塑时,各滑块要承受非常大的侧向压力,故 4 个滑块的楔紧零件均与定模板集成为一体,在定模板上挖槽形成。

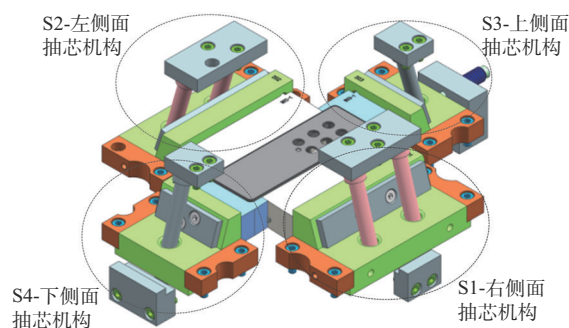


图6 四面外抽芯结构

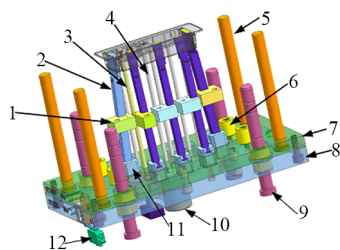
本塑件的分型面为平面型形状,一般模具 Z 方向的零点位于分型面上,此时加载模架,则定模板和动模板的配合面与分型面的距离均为 0.5 mm,配合间隙为 1 mm,这样,定模板和动模板的开框深度分别为定模仁高度值 30 mm 减去 0.5 mm、动模仁的高度值 55 mm 减去 0.5 mm。

为了更好地将楔紧零件与定模板集成为一体,本设计打破常规,将模具 Z 方向的零点沿 Z 负向偏离分型面 15 mm,而 X、Y 方向零点不变,为模具中心,这样加载模架,则定模板和动模板的配合面与塑件分型面的距离分别为 14.5 mm 和 15.5 mm,配合间隙不变,此时,定模板的开框深度为 30 mm 加 14.5 mm 等于 44.5 mm,动模板的开框深度变为 55 mm 减 15.5 mm 等于 39.5 mm。通过上述设计,简化了抽芯结构,增强了模具的强度和刚度,缩小了模具体积。需要注意的是,由于塑件的分型面和模具定模板和动模板的配合面错位,故要注意排气的设计。

(2) 斜顶抽芯机构和顶出机构的设计。

针对塑件内部存在 8 处倒扣,本模具共设计 5 套斜顶抽芯机构:其中塑件左侧面内部 f_1 、 f_2 、 f_3 处倒

扣尺寸均为0.85 mm,由3套斜顶抽芯机构成型;上侧面内部 e_1, e_2 处倒扣尺寸均为0.88 mm,由1套斜顶抽芯机构成型;下侧面内部 g_1, g_2, g_3 处倒扣的最大尺寸为1.71 mm,由1套斜顶抽芯机构成型。斜顶抽芯机构主要设计如下:顶出距离为40 mm,各斜顶均为整体结构;左侧面 f_2, f_3 处斜顶斜角取 3° ,抽芯距约为2 mm;其余斜顶斜角取 4° ,抽芯距约为3 mm。另外,为使斜顶在顶出时稳定可靠,各斜顶均采用T型斜顶座固定和辅助导向块导向。综上所述,设计的斜顶抽芯结构如图7所示。



1—导向块; 2—斜顶; 3—推管; 4—顶杆; 5—复位杆; 6—限位块;
7—顶杆固定板; 8—顶板; 9—顶出导柱; 10—连接柱; 11—斜顶座;
12—复位开关

图7 斜顶抽芯与顶出机构

上述5处斜顶抽芯机构兼具顶出的作用,在此基础上,顶出机构设计为:在塑件内部底面靠近右侧边缘设置6根顶杆,塑件内部底面靠近上侧的柱孔位采用顶管推出,另一个柱孔位因顶管与连接柱干涉,故采用2根顶杆推出,顶杆直径统一取5 mm。由于存在斜顶机构和主流道偏心,在顶板4个边角上均设置复位杆和顶出导柱导向机构。为了保证顶出距离,设置4个高度为20 mm的限位块。由于在滑块底部有斜顶和顶杆,顶出机构须要有先复位机构,设计的先复位机构由复位开关、连接柱和注塑机组成,原理是顶出塑件后由注塑机顶棍拉回顶出机构先复位,需要说明的是只有当注塑机接收到复位开关的复位到位信号后,注塑机才会进行下一个合模动作^[9]。基于上述,设计的顶出机构如图7所示。

2.5 冷却系统的设计

本塑件原料为PC,壁厚均值为1.2 mm,属于薄壁件,且高度较高(22 mm),为此共设计6组阶梯式冷却回路,其中定模2组、动模2组、滑块2组,冷却水道布置如图8所示。动、定模冷却水管直径均为8 mm,滑块冷却水管直径为6 mm。为了增强动模型芯的冷却效果,其中动模的1组冷却回路还采用了“水井+隔片”的冷却方式,水井直径为12 mm。

本模具冷却系统能保证各处冷却均匀,成型周期短,塑件质量高^[10]。

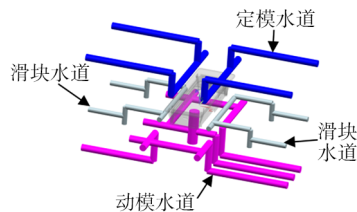
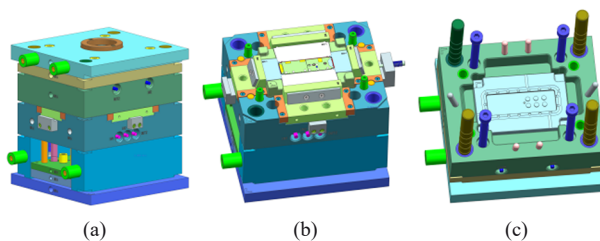


图8 冷却水道布局

3 模具整体结构

基于以上模具主要结构的分析与设计,利用UG NX12.0设计、优化的模具3D图如图9所示。由模具3D图生成,并修改完善的模具装配2D图如图10所示。



a—整体; b—动模; c—定模

图9 模具3D结构图

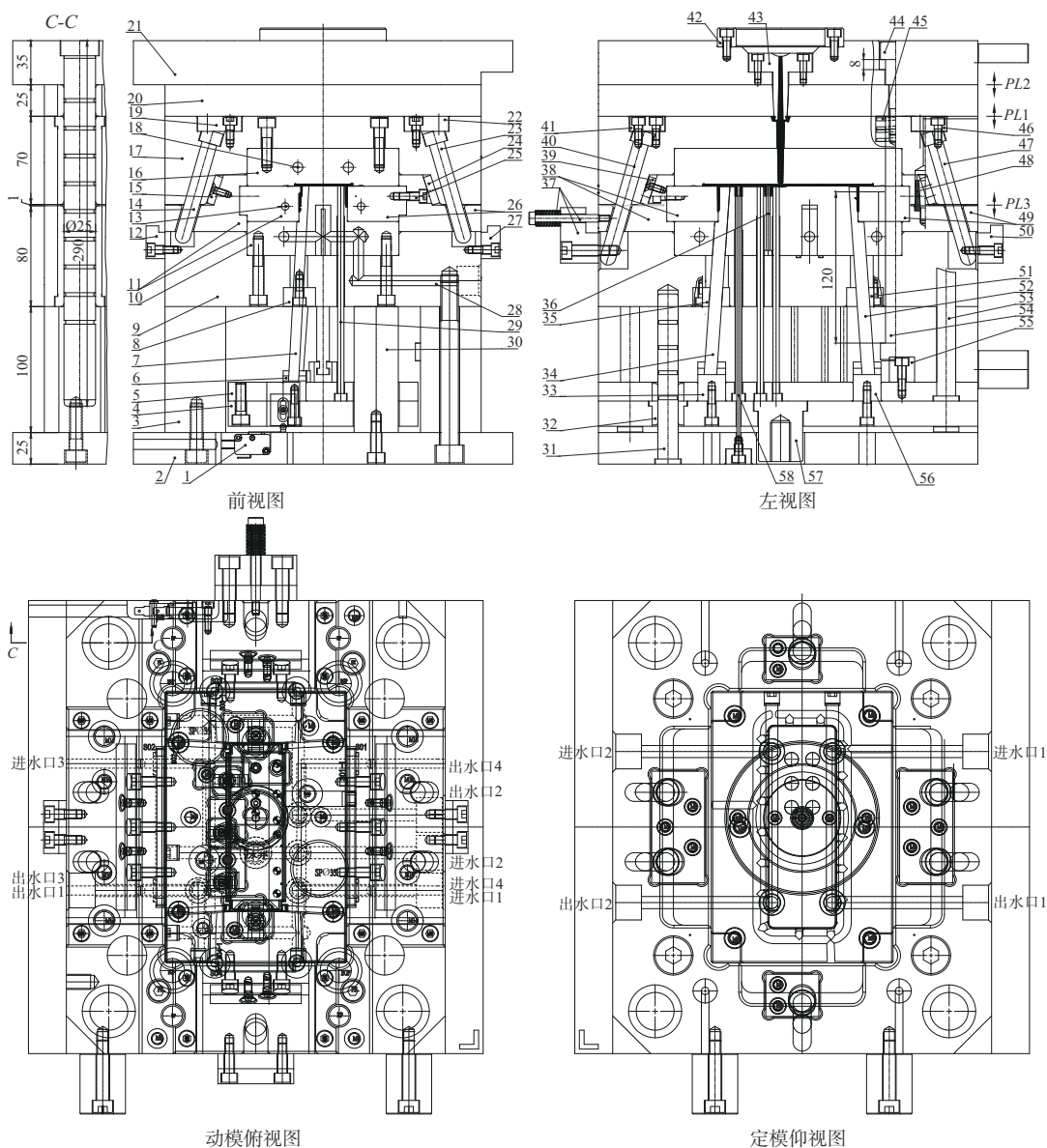
4 模具工作过程

结合图10,本模具的工作过程如下。

(1)模具合模。注塑机接收到来自复位开关1的顶出机构复位到位信号后,推动动模合模,同时斜导柱和楔紧块联合作用使滑块11、滑块26、滑块38、滑块49准确复位。

(2)注塑。模具闭合后锁紧,从注塑机喷嘴中射出的塑料熔体依次通过主流道、竖直分流道、点浇口进入密封的模腔,模具经过充填、保压和冷却定型后准备好开模。

(3)模具开模。注塑后,在开模弹簧45和尼龙胶扣48作用下,模具首先从分型面 $PL1$ 处打开,点浇口被拉断,浇注系统凝料与塑件自动分离,打开距离为120 mm,由4根大拉杆54来控制。接着模具再从分型面 $PL2$ 处打开,水口板20将浇注系统凝料强制从浇口套43中拉出并自动脱落,打开距离为8 mm,由4根小拉杆44来控制。最后模具从分型面 $PL3$ 处打开,成型塑件跟随动模脱离定模,同时滑块11、滑块26、滑块38、滑块49分别在斜导柱14、斜导柱23、斜导柱40、斜导柱47作用下进行侧向抽芯。分型面 $PL3$ 打开距离为80 mm,为推出塑件提供空



1—复位开关; 2—动模座板; 3—垫块; 4—顶板; 5—顶杆固定板; 6,33,56—斜顶座; 7,34,52—斜顶; 8,35,51—斜顶导向块; 9—动模板; 10—动模仁; 11,26,38,49—组合滑块; 12,27,50—挡板; 13,18,28—冷却水道; 14,23,40,47—斜导柱; 15,24,39—滑块耐磨板; 16—定模仁; 17—定模板; 19,22,41,46—斜导柱压板; 20—水口板; 21—定模座板; 25—螺钉; 29—顶杆; 30—支撑柱; 31—顶出导柱; 32—顶出导套; 36—小型芯杆; 37—弹簧挡块组件; 42—定位圈; 43—浇口套; 44—小拉杆; 45—开模弹簧; 48—尼龙胶扣; 53—复位杆; 54—大拉杆; 55—顶出限位柱; 57—顶棍连接柱; 58—推管; PL1,PL2,PL3—分型面

图10 模具装配2D图

间,由注塑机控制。

(4)模具脱模。注塑机顶棍通过顶棍连接柱57推动顶板4和顶杆固定板5,进而推动5个斜顶和6支顶杆将塑件推离动模仁,与此同时,斜顶完成塑件内部抽芯。塑件脱模后,注塑机通过顶棍连接柱57拉回顶出机构先行复位,到位后复位开关反馈给注塑机到位信号,至此模具完成一次工作过程^[11-15]。

5 结语

设计了一套温控器面壳的三板式的四面滑块

抽芯单腔模具。针对塑件四面侧壁均有倒扣,且由动模仁成型而产生较深狭窄空间的设计难题,采用4个滑块来成型塑件侧壁的外表面及倒扣,巧妙地将模具动、定模的配合面沿Z负向偏移15 mm,斜导柱置于滑块尾端驱动,使楔紧块由定模板挖槽而形成。本设计简化了模具结构,缩小了模具体积,且模具刚性好。生产证明,该模具设计合理、结构先进、运行可靠,生产的塑件质量优良,达到了预期效果,可为同类塑件的模具设计提供参考。

参考文献

- [1] 张维合. 塑料成型工艺与模具设计[M]. 北京: 化学工业出版社, 2014.
- Zhang Weihe. Plastic forming technology and die design[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2014.
- [2] 徐佩弦. 塑料注射成型与模具设计指南[M]. 北京: 机械工业出版社, 2013.
- Xu Peixuan. Guidelines for plastic injection molding and mold design[M]. Beijing: China Machine Press, 2013.
- [3] 沈言锦. 饮水机接线端外壳注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2016, 44(9): 79–82.
- Shen Yanjin. Mold design of drinking machine terminal shell[J]. Engineering Plastics Application, 2016, 44(9): 79–82.
- [4] 范玉, 黄继战, 范佳琦. 电池正极支架成型工艺分析及其注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2022, 50(11): 102–107.
- Fan Yu, Huang Jizhan, Fan Jiaqi. Molding process analysis of battery positive pole bracket and its injection mould design[J]. Engineering Plastics Application, 2022, 50(11): 102–107.
- [5] 黄继战, 陈炜, 范玉. 气缸感应开关壳体注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2019, 47(12): 79–85.
- Huang Jizhan, Chen Wei, Fan Yu. Design of injection mold for cylinder induction switch shell[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(12): 79–85.
- [6] 刘志伟, 张伟文. 基于MFI和UG的护罩注塑工艺与模具设计[J]. 塑料科技, 2019, 47(10): 111–117.
- Liu Zhiwei, Zhang Weiwen. Mold design and injection molding process for shield based on MFI and UG[J]. Plastics Science and Technology, 2019, 47(10): 111–117.
- [7] 宾哲桂, 黄镇谨. 基于CAD/CAE的平板电脑后壳倒灌注塑模具设计[J]. 塑料工业, 2019, 47(3): 55–61.
- Bin Zhegui, Huang Zhenjin. Design of inverted filling mold for back shell of tablet computer based on CAD/CAE[J]. China Plastics Industry, 2019, 47(3): 55–61.
- [8] 傅莹龙, 符立华, 叶星辉, 等. 基于CAE技术的汽车转向管柱护罩热流道注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2022, 50(11): 97–101, 116.
- Fu Yinglong, Fu Lihua, Ye Xinghui, et al. Design of hot runner injection mould for car steering column protecting cover based on CAE technology[J]. Engineering Plastics Application, 2022, 50(11): 97–101, 116.
- [9] 李勇. 塑料注塑模具经典结构180例[M]. 北京: 机械工业出版社, 2021.
- Li Yong. 180 classic structures of plastic injection molds[M]. Beijing: China Machine Press, 2021.
- [10] 杨双华. 轿车雾灯座注塑工艺CAE与成对模具设计[J]. 塑料工业, 2018, 46(3): 61–66.
- Yang Shuanghua. CAE and paired mold design of injection molding process for automobile fog lamp seat[J]. China Plastics Industry, 2018, 46(3): 61–66.
- [11] 梅益, 鄢天灿, 李亚勇, 等. 汽车活动接触座注塑件镶拼式侧抽芯注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2019, 47(5): 105–109, 121.
- Mei Yi, Yan Tiancan, Li Yayong, et al. Design of injection mold with inserted side core pulling for automobile movable contact seat[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(5): 105–109, 121.
- [12] 黄继战, 范玉, 仇文宁, 等. 汽车音响塑料面板热流道模具设计[J]. 塑料科技, 2017, 45(10): 96–101.
- Huang Jizhan, Fan Yu, Qiu Wenning et al. Design of hot runner mold for car audio plastic panel[J]. Plastics Science and Technology, 2017, 45(10): 96–101.
- [13] 陈剑玲. 茶饮杯螺旋底盖侧抽芯热流道注塑模具设计[J]. 中国塑料, 2015, 29(9): 89–92.
- Chen Jianling. Design of injection molds with core-pulling mechanism and hot runner systems for screwed-bowl-covers[J]. China Plastics, 2015, 29(9): 89–92.
- [14] 刘祥建, 周佳睿, 姜劲. 基于Moldflow的按钮开关帽注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2023, 51(6): 97–102.
- Liu Xiangjian, Zhou Jiarui, Jiang Jin. Design of injection mould for button switch cap based on Moldflow[J]. Engineering Plastics Application, 2023, 51(6): 97–102.
- [15] 黄继战, 范玉. 汽车侧后视镜壳体注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2019, 47(5): 110–114.
- Huang Jizhan, Fan Yu. Design of injection mold for automobile side rear view mirror shell[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(5): 110–114.