

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2024.04.017

汽车中控壳注塑模及其五次六元复合斜滑块设计

余健¹, 陈龙², 李兴秀³

(1. 嘉兴南洋职业技术学院机电与交通分院, 浙江嘉兴 314031; 2. 嘉兴信元精密模具科技有限公司, 浙江嘉兴 314031;

3. 宁波德科精密模具有限公司, 浙江宁波 315600)

摘要: 汽车中控壳塑件注塑模具设计中, 因塑件正面和背面都需要采用斜向脱模方式脱模, 特别是背面的特征组成中, 特征多且构成复杂, 因此为该区域特征的脱模创新设计了一种五次六元复合斜滑块机构在局部区域实施抽芯脱模, 并构建了该机构的力学运动模型。该复合斜滑块机构的结构设计为: 利用油缸驱动1个主体斜滑块实施主抽芯, 主体斜滑块的上端设置了一个先抽芯斜滑块即上斜滑块, 上斜滑块先抽芯时驱动3个斜顶、4根弹簧顶针和1个C4侧型芯镶件; 主体斜滑块的下端还设置了一个先抽芯斜滑块即斜型芯, 该斜型芯也先于主体斜滑块抽芯; 在上斜滑块完成先抽芯后, 主体斜滑块的驱动油缸先驱动斜型芯抽芯, 而后再驱动主体斜滑块及其上其余5种脱模元件一起完成抽芯。为实现塑件的自动化生产, 在此复合斜滑块机构设计基础上, 塑件的模具结构设计成热流道两板式两次开模模具, 模具中还设计了1个正面油缸斜抽芯机构和4个斜导柱滑块机构, 较好地实现了塑件的自动化生产。

关键词: 汽车中控塑件; 斜滑块; 复合机构; 多元脱模元件; 注塑模具; 力学模型

中图分类号: TG243 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2024)04-0108-08

Design of injection mould with five-times six-element composite angle-slider mechanism for the automotive central control shell

YU Jian¹, CHEN Long², LI Xingxiu³

(1. School of Mechanical and Electrical and Transportation of Jiaxing Nanyang Polytechnic Institute, Jiaxing 314031, China; 2. Jiaxing Xinyuan Precision mould Technology Co., Ltd., Jiaxing 314031, China; 3. NingBo DEKE Precision moulding Co., Ltd., Ningbo 315600, China)

Abstract : In the design of the plastic injection mould for the automotive central control shell plastic parts, both the front and the back require angle demoulding, especially in the composition of the back features, where are numerous and complex. Therefore, a five-time 6-element composite angle-slider mechanism was innovatively designed for demoulding the features in this area to implement core pulling demoulding in local areas, and a mechanical motion model of the mechanism was constructed. In the design of the composite angle-slider mechanism, its structural design was as follows: A main angle-slider was driven by a hydraulic cylinder to implement the main core pulling. The upper end of the main angle-slider was equipped with a first core pulling angle-slider-the upper angle-slider. When the upper angle-slider first pulled the core, it drove three lifters, four spring ejectors, and one C4 side-core-insert. The lower end of the main angle-slider was also equipped with a pre-core-pulling angle-slider-an angle-core, which was also pre-core-pulling before the main angle-slider. After the upper angle-slider completed the core pulling, the driving oil cylinder of the main angle-slider first drove the angle-slider core pulling, and then drove the main angle-slider and its other 5 demoulding components to complete the core pulling together. In order to achieve automated production of plastic parts, based on the design of the composite angle-slider mechanism, the mould structure of the plastic parts was designed as a hot runner two-plate-mould with double opening. In the mould, one front oil cylinder angle core pulling mechanism and four angle-guide-pin slider mechanisms were also designed, which effectively realized the automated production of plastic parts.

Keywords : automotive central control shell plastic part ; angle-slider ; composite mechanism ; multiple demoulding element ; injection mould ; mechanical model

通信作者: 余健, 副教授/高级工程师/高级技师, 从事机械模具设计与制造研究

收稿日期: 2024-02-25

引用格式: 余健, 陈龙, 李兴秀. 汽车中控壳注塑模及其五次六元复合斜滑块设计[J]. 工程塑料应用, 2024, 52(4): 108-115.

YU Jian, CHEN Long, LI Xingxiu. Design of injection mould with five-times six-element composite angle-slider mechanism for the automotive central control shell[J]. Engineering Plastics Application, 2024, 52(4): 108-115.

脱模方向特征而一般抽芯机构难以实现这些特征脱模的难题。模具设计中采用脱模方向分类分离、化繁为简的设计办法,及多元脱模元件创新组合成兼具多向抽芯功能的复合斜滑块机构,解决了该塑件实际生产中难以实现自动化注塑生产的难题,为汽车模设计工程师设计复杂塑件提供借鉴。

1.1 塑件基本结构分析

$K0, K0', K1 \sim K6$ —core pulling direction for demoulding; X^+, Y^+, Z^+ —Positive direction of 3D design coordinate axis; $L0, L0'$ —horizontal reference line

Fig. 1 Analysis of plastic parts and demoulding of automotive central control shell

上主要设置了2个孔槽C2和C3,C2为矩形通孔槽,C3为圆形通孔槽。第3层上主要设置了肾形壁通孔槽C4,其槽边左、右对称布置的孔有:左边A1~A5共5个孔,右边A1'~A5'共5个孔;居中的孔为A6,A7。由背面三维图可见,肾形壁通孔槽C4的背面布置了2个插脚筋J1和J2,J1上又左右对称布置孔E1,E1',J2上布置孔E2;C4的背面还左右对称布置了4个螺柱F1,F2,F1',F2'。

1.2 塑件脱模分析

本塑件的模具设计中,浇注和冷却系统的设计不是难点,设计难点在于塑件自动脱模的实现^[8-9]。塑件自动脱模设计的分析如下^[10-13]。

(1)针对塑件脱模方向多的问题,处理办法是先确定主开模面方向,在此前提下,再对各特征的脱模方向进行分类,并化繁为简,采用同向集中办法,分离出塑件的脱模方向。基于此,本塑件脱模最优化的脱模方案为:如图1中的右视图所示,以塑件左右两侧肩台边中间肩台位置的平面L0作为主开模平面,获得模具的主开模方向K0,采用特征脱模方向集中分类办法,分别获得主开模方向K0和副脱模方向K1~K6共7个基本方向(右视图、B-B视图所示),在此7个基本方向下对各特征实施抽芯脱模设计。还需要结合具体的结构特征在局部位置再衍生局部脱模方向。7个基本方向下对应的特征脱模布置情况为:①左边肩台上的6个孔B1~B6,右边的肩台上的6个孔B1'~B6',及J3,J3',J4,J4'的脱模方向为K0,即通过开模动作直接可以获得脱模;②位于塑件背面一侧、肾形壁通孔槽C4上的特征整体按K1向抽芯脱模,这些特征包括有孔A1~A5,A1'~A5',A6,A7,螺柱F1,F2,F1',F2',筋J1,J2,需要指出的是,K2向还要设置衍生方向K2',即筋J1,J2上的孔E1,E1'只能按K2'向抽芯,而孔E2按K2向抽芯;③位于塑件背面一侧、矩形通孔槽C2、圆形通孔槽C3上的特征整体按K1向抽芯脱模,如B-B中所示,壁b1与b2之间的区域只能按K4向抽芯(K4与K1夹角为25°),孔D3按K7向抽芯(K7向与K1向夹角为9°);④位于塑件正面一侧、斗槽C1、矩形通孔槽C2、圆形通孔槽C3、肾形壁通孔槽C4的特征整体按K3向脱模,凸台D1,D2也按K3向脱模;⑤孔E3,E4按K5向侧抽芯;⑥孔E3',E4'按K6向抽芯。由俯视图可见,各脱模方向中,按模腔在模具中的布局,3D设计时K6向与坐标轴X'向相同,K5

向为X'向,K0向与Z'方向相反,衍生方向K0'与Z'方向相同。

(2)由于各脱模方向脱模的难易程度不同,所需脱模机构的结构设计需结合具体脱模部位的设计空间是否受限的情况,再做创新和优化设计^[10-13],因而,经分析后,对于(1)中7个脱模方向,是否需要设计脱模机构的情况分别为:第①项无需设计脱模机构;对于第②,③项,由于在塑件背面同一个侧面的狭小空间内有5个方向抽芯脱模,如果使用常用型、单一抽芯方向的滑块机构进行侧抽芯脱模,存在较大困难,并且,有J3等众多不同特征聚集在此狭小区域内,该区域的包紧力比较大,要采用多次抽芯脱模才能保证塑件无损脱模,因而第②、③项脱模方向所对应的塑件背面区域的脱模机构设计是本模具设计的难点和重点;对于第④项,需设计一个按K3向抽芯的机构;对于第⑤,⑥项,则需要分别设计4个独立的抽芯滑块机构。

2 五次六元复合斜滑块机构设计

图2为五次六元复合斜滑块机构结构。针对第②,③项塑件背面特征的脱模,设计了一种五次六元复合斜滑块机构用于该区域的脱模^[14-16],其设计内容如下。

(1)由图2a可见,针对筋J1的孔E1,E1'需按K2'向抽芯,筋J2的孔E2需按K2向抽芯的要求,分别设置了一种脱模元件即横向斜顶元件,用于这3个孔的抽芯脱模。具体为横向斜顶1,2用于E1,E1'孔的抽芯脱模,横向斜顶3用于E2孔的抽芯脱模。

(2)由图2b可见,使用C4侧型芯镶件8集成对孔A1~A5,A1'~A5',A6,A7进行成型,同时也对2个插脚筋J1和J2,4个螺柱F1,F2,F1',F2'进行成型,还对肾形壁通孔槽C4背面的大部分区域进行成型,C4侧型芯镶件8按K1向实施侧抽芯脱模。侧抽芯时,使用2根圆顶针及4根弹簧顶针5,6,9,10顶住肾形壁通孔槽C4的背面,防止C4侧型芯镶件8抽芯时因塑件包紧力过大而拉坏塑件。延时弹簧顶针5,6,9,10的另一个作用是其头部对螺柱F1,F2,F1',F2'实施成型并从C4侧型芯镶件8中抽出。

(3)为实现C4侧型芯镶件8先按K1向抽芯,设置了挡块14,如图2b和图2c所示,该挡块在C4侧型芯镶件8先按K1向抽芯时保持相对静止不动。挡块14上开设有3个T型轨槽,用于横向斜顶1,2,

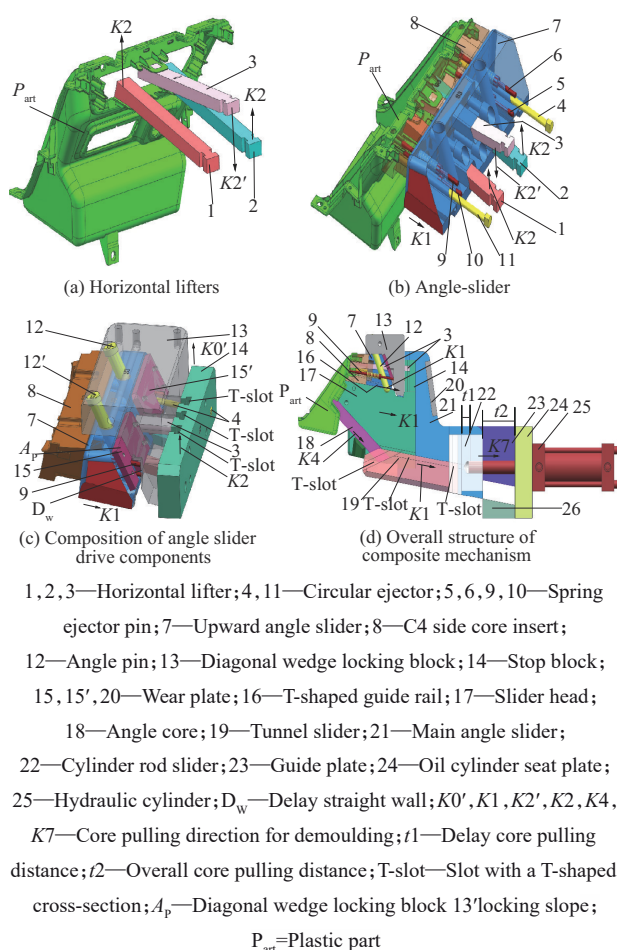


图2 五次六元复合斜滑块机构结构

Fig.2 Structure of 5 times 6-element composite angle slider mechanism

3在槽内能按 $K2$ 向、 $K2'$ 向进行上、下滑动。2根圆顶针4, 11固定在挡块14上。

(4)为驱动C4侧型芯镶件8,由图2d可见,设置了上斜滑块7,其由2根斜导柱12驱动,C4侧型芯镶件8用螺丝紧固在上斜滑块7上,上斜滑块7的背面设置有耐磨板15和15',模具闭合时,斜楔锁紧块13通过压紧耐磨板15,15'而对上斜滑块7进行锁紧。斜楔锁紧块13的锁紧斜面斜角比斜导柱12的驱动斜角大 2° 。

(5)模具闭合时,斜楔锁紧块13对4根延时弹簧顶针5,6,9,10也有锁紧作用,但不是用斜面进行锁紧,而是通过延时直壁 D_w 进行锁紧。 D_w 的作用是当斜导柱12和斜楔锁紧块13一起按 $K0'$ 向移动时,斜楔锁紧块13的斜面 A_p 先解除对耐磨板15、上斜滑块7的锁紧,而后斜导柱12驱动上斜滑块7按 $K1$ 向移动,此动作开始时,斜楔锁紧块13的延时直壁 D_w 一直顶住弹簧顶针5,6,9,10,从而保证C4侧型芯镶件8按 $K1$ 向抽芯时,弹簧顶针5,6,9,10能顶住

塑件上对应的螺柱特征,直到延时直壁 D_w 与弹簧顶针5,6,9,10脱离。脱离后,弹簧顶针5,6,9,10上的弹簧将其顶针从塑件螺柱特征的孔内再抽出。在C4侧型芯镶件8完成抽芯的过程中,2根圆顶针4, 11一直顶住塑件。

(6)斜滑块7按 $K1$ 向移动的同时,其上的C4侧型芯镶件8将通过3个斜顶孔迫使斜顶1,2,3动作,在挡块14的阻挡下,3个斜顶按各自的抽芯方向做抽芯移动(1,2按 $K2$ 向,3按 $K2'$ 向)。

(7)C4侧型芯镶件8从塑件中抽出为整个机构的第一次抽芯,斜顶1,2,3的抽芯为第二次抽芯,弹簧顶针5,6,9,10的抽出为第三次抽芯。斜导柱12驱动上斜滑块7抽芯的功能主要是完成以上3种元件分三次顺序的抽芯。斜滑块7抽芯时由滑块头17上设置的T型导轨16进行导向,抽芯完毕由拨珠进行定位而停留在抽芯终止位置。

(8)对于第③项中壁 $b1$ 与 $b2$ 之间区域的脱模只能按 $K4$ 向进行抽芯脱模,因而设置了斜型芯18,斜型芯18由油缸25通过缸杆滑块22、隧道滑块19进行驱动。三者之间的连接驱动都使用T型轨进行。缸杆滑块22第一步抽芯首先带动斜型芯18按 $K4$ 向先抽芯,待完成延时抽芯距离 $t1$ 后,再带动主体斜滑块21及其上的滑块头17按 $K1$ 向完成 $t2$ 距离的第二次抽芯,使所有成型元件按 $K0'$ 向被顶针顶出脱模时不产生干涉。上斜滑块7通过T型导轨16安装在滑块头17上,滑块头17和挡块14通过螺丝固定安装在主体斜滑块21上。挡块14被主体斜滑块21带动移动时,将带动其上的2根圆顶针4和11同步完成抽芯。因而机构再次完成两次抽芯和3种脱模元件分两次的抽芯功能。缸杆滑块22第1步抽芯为整个机构的第四次抽芯,第2步抽芯为第五次抽芯。3种脱模元件分别为1个斜型芯18,1个滑块头17和2根圆顶针4, 11。

综上所述,机构的五次抽芯及对应的被驱动元件为:第一次抽芯,驱动元件C4侧型芯镶件8抽芯;第二次抽芯,驱动元件斜顶1,2,3抽芯;第三次抽芯,驱动元件弹簧顶针5,6,9,10抽芯;第四次抽芯,驱动元件斜型芯18抽芯;第五次抽芯,驱动所有成型元件完成塑件出模避让抽芯。

3 五次六元复合斜滑块机构运动设计

图3为机构运动设计。由图3可见,机构整体结构为一种以油缸驱动的牵联运动机构^[17-19],机构

的矢量运动关系分析设计如下。

(1)横向斜顶1,2,3的运动。

由图3中A-A剖视图可见,斜顶1,2的运动关系相同,抽芯方向与斜顶3相反。斜顶1,2在C4侧型芯镶件8按K1向移动方向的驱动下,按K2'向抽芯,运动矢量三角形为三角形T₁。同理斜顶3按K2向抽芯,其矢量三角形为T₂,由B-B剖视图可见,相应的抽芯距离s₁,s₂分别见式(1)和式(2)。

$$s_1 = \tan(\alpha_1) \times d_1 \quad (1)$$

$$s_2 = \tan(\alpha_2) \times d_1 \quad (2)$$

式中:s₁为斜顶1抽芯距离;s₂为斜顶3抽芯距离; α_1, α_2 为斜顶斜角;d₁为C4侧型芯镶件8第一次抽芯距离。

(2)由C-C剖视图可见,斜导柱12驱动上斜滑块7和C4侧型芯镶件8按K1向运动的矢量关系三角形为T₃,从而得出式(3)和式(4)。

$$d_1 = \tan(\beta) \times d_2 \quad (3)$$

$$d_2 = \cos(\gamma) \times H \quad (4)$$

式中:d₂为C4侧型芯镶件8垂直K1向的开模分距离; β 为斜导柱12驱动斜角; γ 为隧道滑块19与水

平方向夹角;H为C4侧型芯镶件8抽芯所需的开模高度。

从而得到式(5)。

$$d_1 = \tan(\beta) \times \cos(\gamma) \times H \quad (5)$$

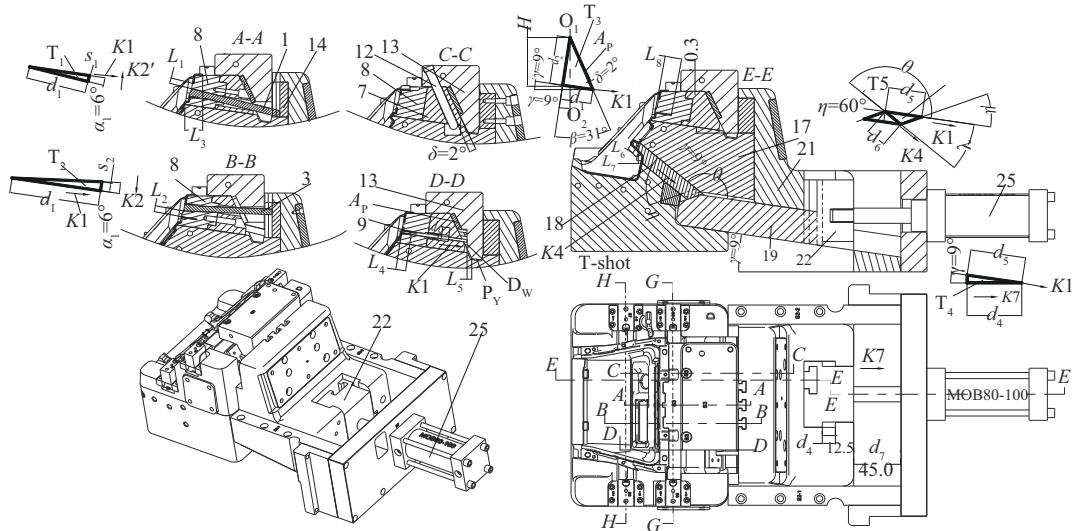
将式(5)代入式(1)和式(2)得式(6)和式(7)。

$$s_1 = \tan(\alpha_1) \times \tan(\beta) \times \cos(\gamma) \times H \quad (6)$$

$$s_2 = \tan(\alpha_2) \times \tan(\beta) \times \cos(\gamma) \times H \quad (7)$$

为防止斜顶1,2在K2方向上抽芯过度而损坏J2,斜顶3在K2'向上抽芯过度而损坏J1,s₁应小于L₁=5.8 mm,s₂应小于L₂=6.0 mm。d₁只需保证s₁,s₂抽芯距即可,为保证C4侧型芯镶件8能与塑件完全分离的距离为L₃=17.1 mm,C4侧型芯镶件8完成d₁距离抽芯后,为避让L₃距离时,不足的抽芯距离由滑块头17继续带动来完成。斜楔锁紧块13的锁紧斜面角度比斜导柱12的驱动斜角大 $\delta=2^\circ$ 。

(3)弹簧顶针5,6,9,10需作以下设计。由D-D剖视图可见,以弹簧顶针9为例,由于该弹簧顶针内藏于C4侧型芯镶件8和上斜滑块7组合件内,为避免因寿命过短而拆卸更换,其弹簧和顶针的尾端需要做一定的寿命设计。弹簧主要考虑压缩循环寿



1~25—Same as Fig.2;K1~K7—Core pulling direction for demoulding;C_{pd}—Core pulling distance;d₁—First C_{pd} of part 8;
d₂—Mould opening distance of part 8 perpendicular to K1 direction;d₃—First C_{pd} of the spring ejector;d₄—First C_{pd} of part 25;
d₅—Part 19 C_{pd} in K1 direction;d₆—Part 18 C_{pd} in K4 direction;d₇—Second C_{pd} of part 25;s₁—C_{pd} of part 1;s₂—C_{pd} of part 3;
H—Required mould opening height for part 8 core pulling;L₁,L₂—Safe distance to prevent damage to plastic parts by lifters;
L₃—Part 8 C_{pd} to prevent interference;L₄—Depth of the center hole of the Studs;L₅—Spring ejector reset limit distance;
L₆—Minimum clearance distance for core pulling of part 18;L₇—Minimum avoidance distance for part 18 during ejection of plastic parts;
 α_1, α_2 —Lifters angle; β —Part 12 drives' angle; δ —Part 13 locking angle; η —Angle between part 18 and its driving T-shaped guide rail;
 θ —Driving angle between part 18 and part 19; μ —Angle between the pulling direction of part 19 and its left T-shaped guide rail;
 λ —Angle between Part19's core pulling direction and K4 direction;T₁~T₅—Vector triangle;P_v—Diagonal wedge locking block 13' Lower end face

图3 机构运动设计

Fig.3 Mechanism motion design

命,顶针尾端主要考虑磨损寿命。弹簧选用红色弹簧,取25.6%弹簧压缩比,寿命100万次。顶针采用T8A制成,硬度为58~62,耐磨寿命100万次以上。其按K1向抽芯,抽出距离 d_3 小于螺柱中心孔深度 $L_4=9.3$ mm,只需抽动即可,抽芯不足部分由滑块头17继续带动来完成。为保证斜楔锁紧块13的延时直壁 D_w 能将顶针压回复位,需满足 $d_3 \leq L_5=4.5$ mm。

(4)油缸25驱动斜型芯18实施 L_5 距离的抽芯运动中,其运动由两个矢量三角形T4和T5构成。油缸25拉动缸杆滑块22按K7向(水平方向)的抽芯过程中,其行程分为两段,第一段为 d_4 ,用于斜型芯18的抽芯驱动;第二段为 d_7 ,用于主体斜滑块21的抽芯。 d_4 段中驱动缸杆滑块22驱动隧道滑块19的运动关系为矢量三角形T₄,因而可得缸杆滑块22移动 d_4 距离下,隧道滑块19的移动距离 d_5 见公式(8):

$$d_5 = d_4 / \cos(\gamma) \quad (8)$$

隧道滑块19驱动斜型芯18的矢量三角形为T₅,据此依据三角函数关系(9):

$$\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C} \quad (9)$$

式中: a, b, c 为三角形三边; A, B, C 为三角形三边对应的内角。

在矢量三角形T5中, d_6 对应的内角为 μ , d_5 对应的内角为 $(\pi - \lambda - \mu)$,从而得到式(10)。

$$\frac{d_6}{\sin(\mu)} = \frac{d_5}{\sin(\pi - \lambda - \mu)} \quad (10)$$

将式(8)代入(10)中得式(11)~式(13)。

$$d_6 = \frac{d_4 \times \sin(\mu)}{\sin(\pi - \lambda - \mu) \times \cos(\gamma)} \quad (11)$$

$$\lambda = \pi - \theta \quad (12)$$

$$\mu = \eta - \lambda \quad (13)$$

对矢量三角形T₅进行分析,将式(12)和(13)代入式(11)得式(14)。

$$d_6 = \frac{d_4 \times \sin(\eta + \theta - \pi)}{\sin(\pi - \eta) \times \cos(\gamma)} \quad (14)$$

为确保滑块头17能顺利完成按K1向的抽芯动作,斜型芯18的抽芯距离 d_6 需满足 $d_6 \geq L_6=6.6$ mm。为满足整个机构不干涉塑件的顶出脱模,油缸25的第二段抽芯距离 d_7 应满足以下两个关系:

$$d_7 \geq L_7 = 4.5 \text{ mm} + (2 \sim 3) \text{ mm} \quad (15)$$

$$\frac{d_7}{\cos(\lambda) + d_1} \geq L_8 = 15.7 \text{ mm} + (2 \sim 3) \text{ mm} \quad (16)$$

综上所述,依据塑件的结构特点,测量出 $\gamma=9^\circ$ 及 $L_1 \sim L_8$ 尺寸后,经计算最终取参数为: $\alpha_1=\alpha_2=6^\circ, \beta=31^\circ, \delta=2^\circ, \eta=60^\circ, \theta=149^\circ, d_4=12.5$ mm, $d_7=45$ mm,最终开模距离 $H=48.2$ mm,油缸225抽芯距离 $d_7=45$ mm即能满足整个复合机构的抽芯功能需要。

4 模具结构

模具结构如图4a所示,模具为一种两板式热流

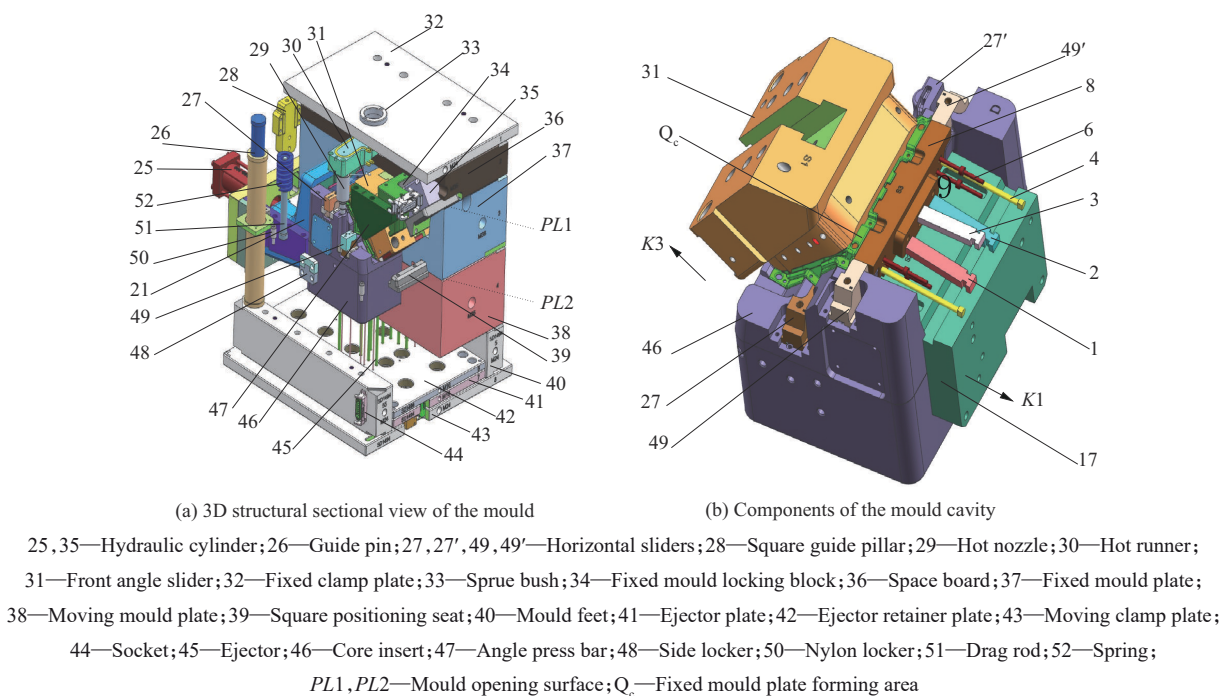


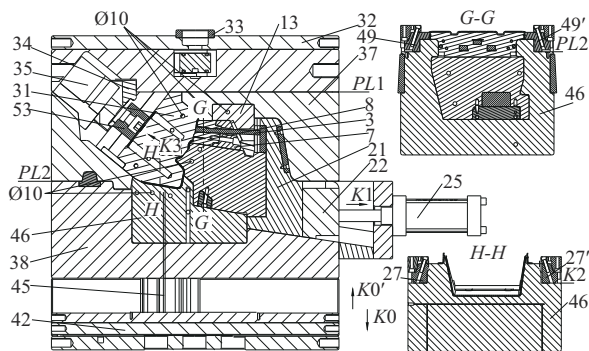
图4 模具结构图

Fig.4 Mould structure diagram

道注塑模具,有两次开模动作,开模面分别为 $PL1$ 和 $PL2$ 。设置 $PL1$ 面是因为定模一侧的正面斜滑块31需要抽芯,但抽芯前需要将其锁紧块前模锁紧块34先抽走,因而将前模锁紧块34固定在流道板36的下底面后,必须在流道板36和定模板37之间设置一次开模打开才能解除前模锁紧块34对正面斜滑块31的锁紧。 $PL1$ 面打开时,由弹簧52启动,拉杆51定距,并增设方导柱28进行导向。 $PL2$ 面的作用是使塑件从定模板37上的成型部位(模具没有单独设置型腔镶件)脱离出来且留于型芯镶件46上。模具浇注系统中,先使用热流道30和热嘴29对注塑机喷嘴进行延伸,而后在塑件右侧的肩台边开设侧浇口,侧浇口由一小段冷流道与热嘴连通。模腔的主要构成件包括件1,2,3,4,6,8,17,27,27',31,37,46,49,49'。正面斜滑块31需要在定模一侧斜抽芯,件31由油缸35驱动,油缸35安装在动模板38上。针对塑件上的E3和E3'孔,分别设置位于动模一侧的水平侧抽芯滑块49,49'实施侧抽芯,同样,针对E4,E4'孔,也设置同样结构的水平侧抽芯滑块27,27'实施侧抽芯。针对塑件的肩台边外观面的成型,直接在定模板上加工出成型部位进行成型。针对模腔的冷却,在件37,17,31,8中开设直径10 mm管道进行冷却。塑件的最终顶出脱模使用多根顶针45进行顶出脱模,其它部位的特殊脱模,设置了6个机构用于这些部位的脱模。6个机构如图4b所示:驱动件31按 $K3$ 向抽芯的油缸定模斜抽芯机构(1个),用于分别驱动件27,27',49,49'抽芯的4个结构相同的斜导柱滑块机构(4个),及前述五次六元复合斜滑块机构(1个)。

5 模具工作原理

结合图3和图4,模具工作原理如图5所示。模



3~46, $PL1$, $PL2$, $K0'$, $K0$, $K1$, $K3$ —Same as Fig.2, Fig.3 and Fig.4

图5 模具工作原理

Fig.5 Working principle of mould

具在注塑机上安装、调试好后,等待熔料注射。注射时,模具 $PL1$, $PL2$ 面闭合,熔融塑料经热嘴29注入模腔中,经充填、保压、冷却等过程后,准备开模。

开模取件步骤分为以下几步:

(1)注塑机动模板带动 $PL2$ 面以下的动模按 $K0$ 向下行时,由于尼龙扣50的锁紧和弹簧52的撑开作用,定模板37跟随动模下行,模具在 $PL1$ 面打开,前模锁紧块34解除对正面斜滑块31的锁紧。

(2)动模继续下行,定模板37被拉杆51拉住而不能继续下行, $PL2$ 面被强迫打开,打开过程中,斜楔锁紧块13解除对上斜滑块7的锁紧,同步地,滑块27,27',49,49'的锁紧也被解除。随后,斜导柱12驱动上斜滑块7抽芯,滑块27,27',49,49'被各自的斜导柱驱动同步实施侧抽芯。

(3)动模下行到一定位置而停住,油缸35驱动正面斜滑块31抽芯,油缸25驱动主体斜滑块21等完成抽芯。

(4)注塑机顶杆推动推板42及其上的顶针45将留在型芯镶件46上的塑件按 $K0'$ 向顶出,实现塑件的完全脱模。

(5)复位时顶针45及推板42先复位,而后油缸25,35动作,推动对应滑块机构复位,然后模具按 $PL2$ - $PL1$ 顺序复位,模具开启下一注塑循环。

6 结论

(1)针对汽车中控壳塑件的成型设计了一副两次开模两板式热流道注塑模具,模腔使用单个热嘴+冷浇口复合浇口形式浇注模腔。设计了两种2个斜滑块机构和一种4个斜导柱滑块机构用于塑件复杂形状的自动化脱模。其中五次六元复合斜滑块机构采用特征脱模方向集中分类的设计方法,设计了6种脱模元件,通过开模动力和油缸分五次分步连续驱动,驱动6种脱模元件分步动作,从而顺利实现了塑件背面复杂结构特征的自动化脱模,较为合理地解决了塑件难脱模的难题。

(2)五次六元复合斜滑块机构中,合理选用驱动斜角是本机构设计成功的关键所在,建立了该机构的运动学模型,通过优化和计算,机构中选用以下参数作为设计依据: $\alpha_1=\alpha_2=6^\circ$, $\beta=31^\circ$, $\delta=2^\circ$, $\eta=60^\circ$, $\theta=149^\circ$, $d_4=12.5\text{ mm}$, $d_7=45.0\text{ mm}$, $H=48.2\text{ mm}$,成功设计了本塑件的成型模具。

参考文献

- [1] 娄用够.重卡斗箱滑块斜顶复合机构热流道注塑模设计[J].塑料,2021,50(6):114-118.

- LOU Yonggou. Design of hot runner injection mould for heavy truck bucket with slider-lifters compound mechanism[J]. *Plastics*, 2021, 50(6):114–118.
- [2] 张维合,成永涛,许淑娟,等.汽车后背门护板热流道大型注塑模设计[J]. *中国塑料*, 2019, 33(5):102–107.
- ZHANG Weihe, CHENG Yongtao, XU Shujuan, et al. Design of large and hot runner injection mould for car rear door[J]. *China Plastics*, 2019, 33(5):102–107.
- [3] 杨少增,沈忠良,蔡永根.汽车蒸发器盖大型塑件注塑模具结构优化设计[J]. *塑料*, 2021, 50(3):67–72.
- YANG Shaozeng, SHEN Zhongliang, CAI Yonggen. Structure optimization design of injection mould for large plastic parts of automobile evaporator cover[J]. *Plastics*, 2021, 50(3):67–72.
- [4] 欧相麟,王大中,宁凯军.汽车注塑件典型缺陷分析及其解决措施[J]. *工程塑料应用*, 2014, 42(1):51–55.
- OU Xiangling, WANG Dazhong, NING Kaijun. Analysis of typical defects in automobile injection parts and solving measures[J]. *Engineering Plastics Application*, 2014, 42(1):51–55.
- [5] 赵战锋.汽车中央扶手主壳脱模机构及热流道注塑模具设计[J]. *工程塑料应用*, 2019, 47(1):82–87.
- ZHAO Zhanfeng. Design of demoulding mechanisms and hot runner injection mould for main shell of car central handrail[J]. *Engineering Plastics Application*, 2019, 47(1):82–87.
- [6] 张维合.汽车中央通道主体大型注塑模具设计[J]. *中国塑料*, 2017, 31(5):92–97.
- ZHANG Weihe. Design of large-sized injection moulds for main bodies of auto central channels[J]. *China Plastics*, 2017, 31(5):92–97.
- [7] 张维合.汽车手套箱斗大型注塑模设计[J]. *现代塑料加工应用*, 2015, 27(4):54–57.
- ZHANG Weihe. Design of large injection mould for car hands chuhkasten[J]. *Modern Plastics Processing and Applications*, 2015, 27(4):54–57.
- [8] 屈华昌,吴梦陵.塑料成型工艺与模具设计[M].北京:高等教育出版社,2020.
- QU Huachang, WU Mengling. Plastic molding process and mold design[M]. Beijing:Higher Education Press, 2020.
- [9] 杨占尧.塑料成型工艺与模具设计[M].北京:航空工业出版社, 2012:119–121.
- YANG Zhanyao. Plastics molding process and mould design[M]. Beijing:Aviation Industry Press, 2012:119–121.
- [10] 叶久新,王群.塑料成型工艺及模具设计[M].北京:机械工业出版社,2013:75–137.
- YE Jiuxin, WANG Qun. Plastics moulding process and mould design[M]. Beijing:China Machine Press, 2013:75–137.
- [11] 孙肖霞,张俊.多向抽芯的热流道模具设计[J]. *模具工业*, 2020, 46(1):55–57.
- SUN Xiaoxia, ZHANG Jun. Design of hot runner injection mould with mechanism for circumferential boss multi-direction core-pulling[J]. *Die & Mould Industry*, 2020, 46(1):55–57.
- [12] 范国良,路英华.周转箱注塑模具及其四侧面滑块推出脱模机构设计[J]. *工程塑料应用*, 2018, 46(9):94–99.
- FAN Guoliang, LU Yinghua. Design of injection mould with four sides slider ejection demoulding mechanism for returnable container[J]. *Engineering Plastics Application*, 2018, 46(9):94–99.
- [13] 周大路.加湿器外壳注塑模四向自动脱模机构及控制机构设计[J]. *塑料工业*, 2022, 50(4):108–111.
- ZHOU Dalu. Design of four-way automatic demoulding mechanisms and control mechanisms for injection moulds of humidifier shell[J]. *China Plastics Industry*, 2022, 50(4):108–111.
- [14] 王怀奥,肖国华.电饭煲注塑模具自动脱模机构及控制机构设计[J]. *中国塑料*, 2017, 31(9):137–144.
- WANG Huaiao, XIAO Guohua. Design of automatic demoulding mechanisms and control mechanism for injection moulds of rice cookers[J]. *China Plastics*, 2017, 31(9):137–144.
- [15] 刘红燕.控制器外壳滑块带斜顶脱模机构模具设计[J]. *塑料*, 2021, 50(1):94–99.
- LIU Hongyan. Design of mould for controller shell with compound core pulling mechanism of the slider with a lifter[J]. *Plastics*, 2021, 50(1):94–99.
- [16] 石峰,朱超挺,周天绮,等.医药中转箱隧道滑块二次抽芯机构及简化型四次开模三板模具设计[J]. *中国塑料*, 2019, 33(8):118–126.
- SHI Feng, ZHU Chaoting, ZHOU Tianqi, et al. Design of secondary core-pulling mechanism and simplified four-time opening three-platemould for slider in medicine transit box[J]. *China Plastics*, 2019, 33(8):118–126.
- [17] 彭国荣,隋丽丽,陆龙福.基于数学建模的三次顶出反转式圆弧脱模机构设计[J]. *中国塑料*, 2018, 32(5):135–143.
- PENG Guorong, SUI Lili, LU Longfu. Design of three ejection reversing circular arc stripping mechanism based on mathematical modeling[J]. *China Plastics*, 2018, 32(5):135–143.
- [18] 彭国荣,张权.基于数学建模的内圆环槽注塑模设计[J]. *塑料科技*, 2017, 45(8):75–80.
- PENG Guorong, ZHANG Quan. Design of injection mould for inner ring groove based on mathematical modeling[J]. *Plastics Science and Technology*, 2017, 45(8):75–80.
- [19] 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. Design of core - pulling mechanism of variable cross-section bend of sprinkler based on mathematical model of demoulding force[J]. *China Plastics*, 2020, 34(10):63–68.