

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2022.09.015

滚焊机润滑油箱盖热流道注塑模设计

何 晖

(景德镇学院机械电子工程学院,江西景德镇 333032)

摘要: 为了采用玻纤增强尼龙 66 注射成型滚焊机润滑油箱盖塑件,设计了一副两板热流道注塑模具,模腔布局为 1 模 1 腔,塑件的收缩率采用差异化设置,其中,长度、宽度方向的收缩率均为 0.46%,高度方向为 0.50%。在浇注系统中,热流道嘴与主浇道中心的中心距误差控制在 ± 0.02 mm 以内,热嘴长度误差控制在 ± 0.05 mm 以内。使用 5 个脱模机构用于塑件复杂特征的脱模,其中,滑块驱动斜顶复合机构中斜顶的顶出斜角为 10° ,以确保足够的抽芯距离;在弯销驱动斜滑块复合机构、斜导柱驱动斜滑块二次抽芯机构中,两个导向导轨之间的倾斜角大于 90° ,以防驱动夹死。成型件材料选用高耐磨模具钢 1.2343,热处理硬度为 HRC59~63,以满足模具高寿命要求。

关键词: 滚焊机; 润滑油箱盖; 热流道; 注塑模具; 脱模; 复合机构

中图分类号: TQ320.5+2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2022)09-0087-05

Design of Hot Runner Injection Mold for Lubrication Oil Tank Cover of Seam Welding Machine

He Hui

(School of Mechanical and Electronic Engineering, Jingdezhen University, Jingdezhen 333032, China)

Abstract : In order to use glass fiber reinforced nylon 66 to finish the injection molding of the lubricating oil tank cover plastic parts of seam welding machine, a kind of two-plate hot runner injection mold was designed. The mold cavity layout is one mold with one cavity. The shrinkage rate of the plastic part is set differently. Among them, the shrinkage rate in the length and width directions is 0.46%, and it in the height direction is 0.50%. In the gating system, the tolerance of the center distance between the hot runner nozzle and the center of the sprue is controlled within ± 0.02 mm, and the tolerance of the length of the hot nozzle is controlled within ± 0.05 mm. Five ejection mechanisms are used for the ejection of complex features of plastic parts. Among them, in the slider driving lifter compound mechanism, the inclined ejection angle of the lifter is 10° to ensure sufficient core pulling distance. In the angular cam driving angel slider compound mechanism and the angle pin driving the angle slider secondary core-pulling mechanism, the inclination angle between the the two guide rails is more than 90° to prevent the drive from being clamped. The material of the formed parts is made of high wear-resistant mold steel 1.2343, and the heat treatment hardness is HRC59–63, so as to meet the requirements of long life of the mold.

Keywords : seam welding machine ; lubricating oil tank cover ; hot runner ; injection mold ; demoulding ; compound mechanism

为提高生产效率,滚焊机润滑组件中的某些零件常用“以塑代钢”的方法制成,该类塑件多采用玻纤增强尼龙 66 塑料成型,使用热流道浇注^[1-3]。实际生产中,为降低模具制造成本和加工难度,模具结构一般使用两板模,在两板模结构设定的前提下,塑件复杂结构特征的脱模及脱模机构的设计是模具结构设计的难题之一,需要进行更多的结构创新设计

以实现塑件的自动化注射成型^[4-6]。鉴于此,笔者结合某滚焊机润滑油箱盖的成型要求,设计了一副带 3 个脱模机构的两板热流道模具,顺利实现了塑件的自动注塑生产。

1 润滑油箱盖塑件

1.1 塑件结构

滚焊机润滑油箱盖塑件结构如图 1 所示,该箱

通信作者: 何晖,副教授,硕士,研究方向为机电一体化及模具设计

收稿日期: 2022-07-08

引用格式: 何晖. 滚焊机润滑油箱盖热流道注塑模设计[J]. 工程塑料应用,2022,50(9):87-91,114.

He Hui. Design of hot runner injection mold for lubrication oil tank cover of seam welding machine[J]. Engineering Plastics Application, 2022, 50(9):87-91, 114.

盖外形尺寸为 $194\text{ mm} \times 105\text{ mm} \times 67\text{ mm}$ 。其结构主要由 5 部分构成,分别为盒盖、斜管、左支架、右支架和插孔槽。盒盖用于罩住传动机构金属零件,斜管用于过滤润滑油,左支架、右支架用于塑件在润滑油箱箱体上的安装以及与其它设备零件的连接。插孔槽内设置有 2 个插孔,用于两个管接头的接插。塑件平均壁厚 2.8 mm 。

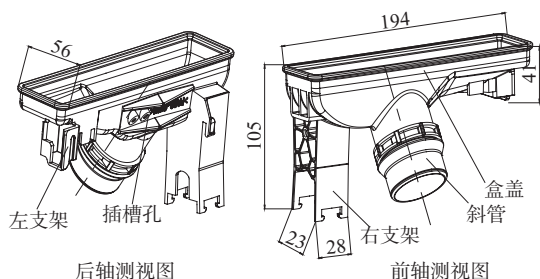


图1 润滑油箱盖塑件结构

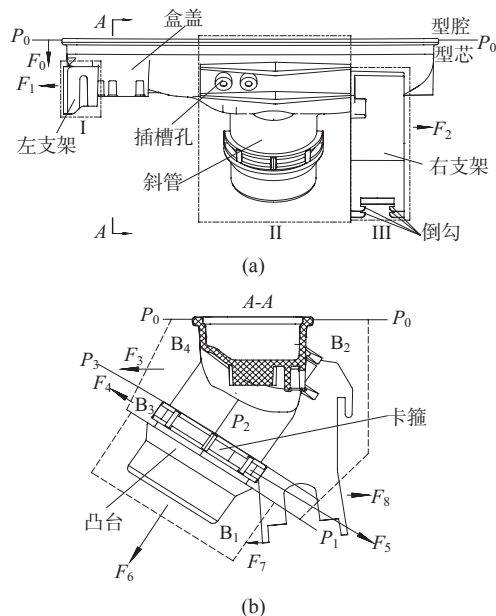
1.2 材料选用

润滑油箱盖塑件的工作环境相对较为恶劣,需要使用综合力学性能好、强度较高的材料,美国杜邦公司生产的牌号为 54G35HSL 的 35% 玻纤增强尼龙 66 (缩水率 $0.5\% \sim 0.8\%$) 可满足润滑油箱盖的使用要求,但其最大的缺点则是吸湿性大,影响尺寸稳定性,为此需改进加工工艺:(1) 注塑前将 35% 玻纤增强尼龙 66 颗粒在 80°C 温度下烘干 4 h,以确保含水量在 0.25% 以下;(2) 成型后塑件采用蒸气法逐渐冷却,以降低成型后的收缩并减小内应力;(3) 热流道采用闭环温度控制。

2 模腔设计

塑件采用如图 2 所示分型方案进行成型模腔设计。鉴于塑件尺寸较大且各向收缩不一致,塑件收缩率设置时采用差异化设置,即长度、宽度方向的缩水率为 0.46% ,高度方向为 0.50% 。模腔分型面设置使用主分型面 P_0 将模腔成型一分为二, P_0 面以上为型腔成型件, P_0 面以下为型芯成型件,模腔打开时,按 P_0 面所在开模平面打开,打开方向为 F_0 。在模腔开模后,塑件留于型芯成型件上,此后,若欲将塑件从型芯成型件上顶出而实现完全脱模,必须先完成 I 区、II 区、III 区 3 个局部区域的侧抽芯脱模,3 个区域的脱模方向与开模方向 F_0 不同,因而,须从型芯成型件上进行二次分型,分型出二次局部成型件后,再按不同方向实施侧抽芯脱模。各二次分型成型件设置分别如下:如图 2a 所示,针对左支架所在的 I 区,设置 1 个按 F_1 向抽芯的局部成型件。如图 2b 所示,针对插槽孔和斜管所在的 II 区,因插

槽孔和斜管位于盒盖主体的两侧,需进行二次局部分型出成型件后再按不同方向进行抽芯脱模,其设置如下:首先,结合斜管上凸台的特征,使用 P_1 分型面将 II 区局部成型件一分为二, P_1 面以下斜管外壁成型件 B_1 成型块及斜管内壁成型件按 F_6 向抽芯脱模; P_1 面以上的斜管外壁成型件须再次以 P_2 分型面进行分型,分型出分别按 F_4 向和 F_5 向抽芯的两个成型件 B_3 成型块和 B_2 成型块;按 F_5 向抽芯的 B_2 成型块由于卡箍特征和插槽孔特征的脱模方向一致,因而可以使用同一成型件进行成型和抽芯脱模,但按 F_4 向抽芯的 B_3 成型块由于盒盖顶端外沿特征的存在,按 F_4 向抽芯时,将损坏盒盖顶端外沿,因而须使用 P_3 分型面再次进行局部分型, P_3 面以上局部成型件 B_4 成型块按 F_3 向抽芯,以下局部成型件(剩余的 B_3 成型块)则还是按 F_4 向抽芯; B_4 成型块抽芯前须将 B_3 成型块先行抽出。针对右支架所在的 III 区,先设置 1 个按 F_2 向抽芯的局部成型件,在此基础上,鉴于右支架底端两侧各存在 4 个倒勾的缘故,需要再次设置 2 个局部成型件分别按 F_7 向和 F_8 向抽芯。



I~III—分区; $P_0 \sim P_3$ —分型面; F_0 —开模方向;
 $F_1 \sim F_8$ —脱模方向; $B_1 \sim B_4$ —成型块
a—分区分型;b—II 区分型

图2 模腔分型

3 模具结构与工作过程

3.1 模具结构

模具结构如图 3 所示,模具采用 1 模 1 腔布局,模具结构为单次开模两板热流道模具。

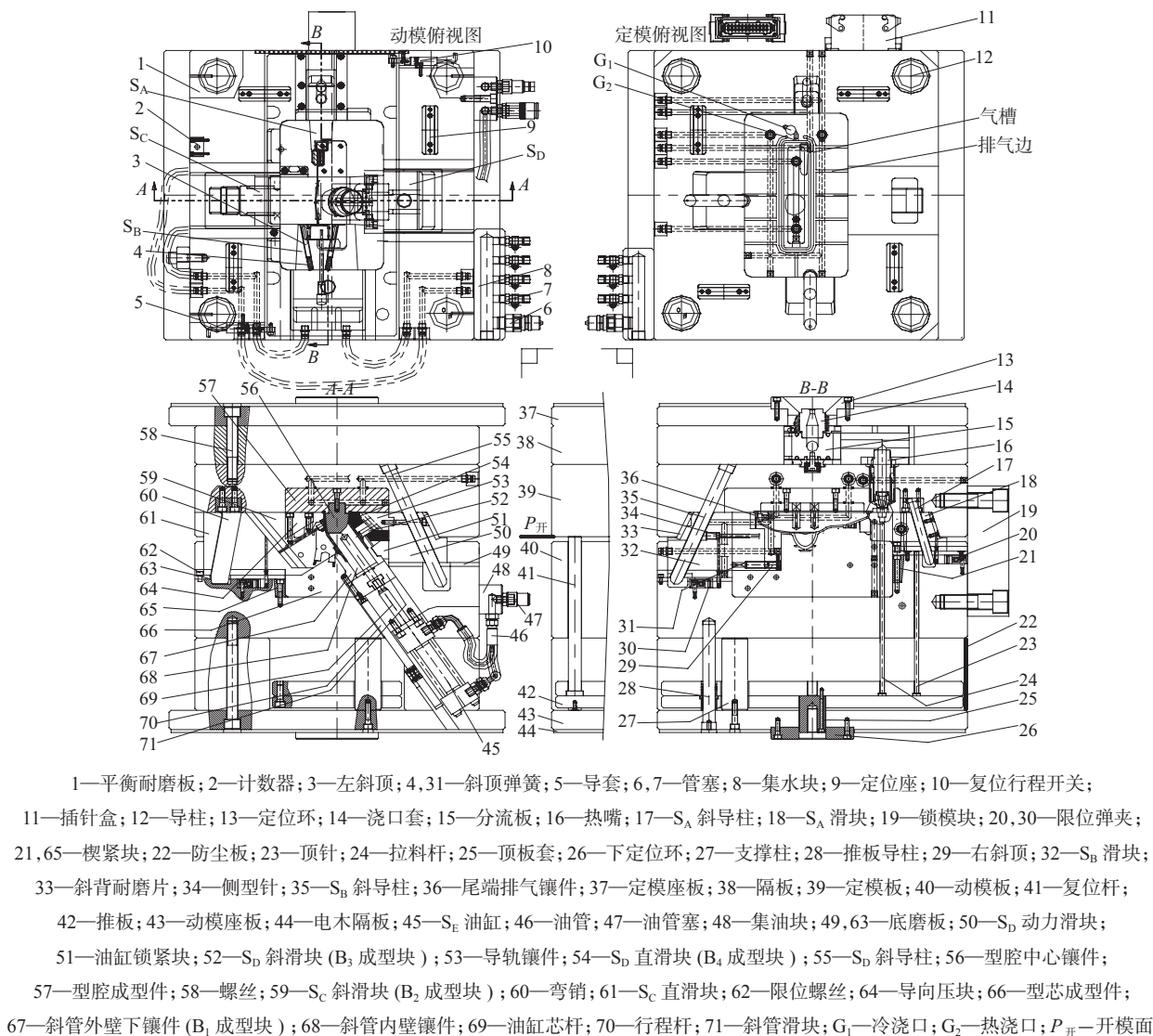


图3 模具结构

如图3所示,在定模部分中,型腔中心镶件56和尾端排气镶件36单独加工成型后镶嵌安装在型腔成型件57内,然后再组装到定模板39内。尾端排气镶件36用于料流在模腔充填末端的排气。冷浇口 G_1 及冷流道都开设在型腔成型件57上,热浇口 G_2 为热嘴16的浇口。热流道组件主要零件包括定位环13、浇口套14、分流板15、热嘴16,组合后安装在定模内。定模部分开设有4条水路,其中2条用于型腔成型件57的冷却,1条用于型腔中心镶件56的冷却,1条用于分流板15的调温控制。模腔的排气设置在型腔成型件一侧,排气槽深度0.015 mm,引气槽深度0.5 mm。

在动模部分中设置了5个抽芯脱模机构,分别为简单滑块机构 S_A 、滑块驱动斜顶复合机构 S_B 、弯销驱动斜滑块复合机构 S_C 、斜导柱驱动斜滑块二次

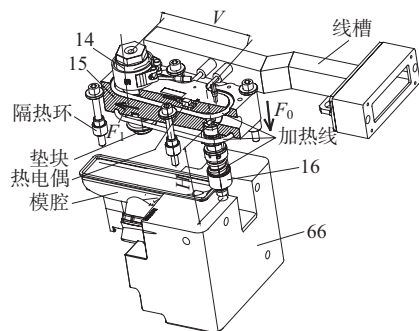
抽芯机构 S_D 和油缸斜抽芯机构 S_E 。如图2和图3所示,机构 S_A 针对I区左支架按 F_1 向抽芯而设置,其主要零件包括零件17和18;机构 S_B 针对III区右支架按 F_2 向抽芯而设置,其主要零件包括零件3和4以及零件29~35;机构 S_C 针对II区 B_2 成型块按 F_5 向抽芯而设置,其主要零件包括零件59~63;机构 S_D 针对II区 B_3 成型块按 F_4 向、 B_4 成型块按 F_3 向两次抽芯而设置,其主要零件包括零件49~55;机构 S_E 针对斜管外壁成型件 B_1 成型块及斜管内壁成型件按 F_6 向抽芯而设置,其主要零件包括零件45和零件67~71。动模的冷却水路共设置5条,型芯成型件66上设置2条, S_B 滑块32、 S_C 斜滑块59和 S_D 动力滑块50上各设置一条。定模、动模中水路管道直径都设置为10 mm。

模腔的组成成型零件包括 S_A 滑块18, S_B 滑块

32, S_D 斜滑块 52, S_D 直滑块 54, S_C 斜滑块 59, 以及尾端排气镶件 36、型腔中心镶件 56、型腔成型件 57、型芯成型件 66、斜管外壁下镶件 67、斜管内壁镶件 68、左斜顶 3、右斜顶 29 和侧型针 34, 成型件材料都使用模具钢 1.2343, 热处理硬度 HRC59~63。

3.2 热流道浇注系统

热流道浇注系统如图 4 所示。针对分流板 15 设置了 2 条加热线和 1 条冷却水路, 通过热电偶感应信号进行调节, 热嘴 16 和浇口套 14 各自单独使用一条加热线进行加热, 以便于热流道系统加温控制。



V—浇口套与热嘴中心的距离; H—热嘴流道长度;

其余零件编号同图 2、图 3

图 4 热流道浇注系统

在分流板 15 的流道中, 因使用 35% 玻纤增强尼龙 66 材料, 流道表面的摩擦力增大, 故流道表面粗糙度应设置在 $0.8\ \mu\text{m}$ 以上。在热流道浇注系统中, 热膨胀将严重影响其密封性及零件的使用寿命, 分流板 15 在 F_1 向、热嘴 16 在 F_0 向上的变形是热膨胀影响的关键。在定模板 39 上须设置定位导向销与分流板 15 上的导向槽进行配合, 在 F_1 向上为自由状态, 在其它方向则为限位状态。因而, 在室温状态下进行零件加工时, 分流板 15 中 F_1 向尺寸 V 的误差为 $\pm 0.02\ \text{mm}$, F_2 向尺寸 H 的误差为 $\pm 0.05\ \text{mm}$ 。

3.3 脱模机构设计

在 5 个抽芯脱模机构中, 机构 S_A 按照通用简单滑块斜导柱滑块结构设计, 而机构 S_B 、机构 S_C 、机构 S_D 和机构 S_E 则须进行有针对性的创新设计^[7-9]。

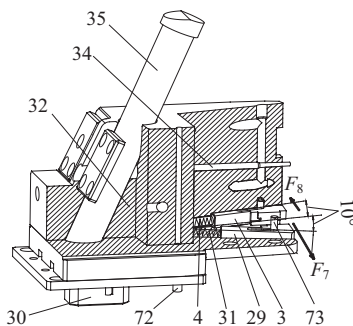
(1) 机构 S_A 。

机构 S_A 为一种简单型斜导柱滑块机构, 抽芯时, 由 S_A 斜导柱 17 直接驱动 S_A 滑块 18 完成 F_1 向侧抽芯。

(2) 机构 S_B 。

机构 S_B 如图 5 所示, S_B 滑块 32 本身具有侧面

成型和抽芯功能^[10-12], 同时其下端增设了左斜顶 3 和右斜顶 29 两功能斜顶, 能分别按 F_8 , F_7 向实施二次抽芯脱模。左斜顶 3 和右斜顶 29 必须使用斜顶限位销 73 进行位置限制, 否则, 会被斜顶弹簧 4 和 31 顶出而脱落。斜顶弹簧 4 和 31 须选择蓝色轻载弹簧, 在保证斜顶可靠顶出的同时, 不至于顶出冲击力过大而损坏斜顶。 S_B 滑块 32 使用限位弹夹 30 和滑块夹销 72 进行定位, 侧型针 34 采用单独镶件形式, 便于 S_B 滑块 32 加工。两个斜顶 (零件 3 和 29) 的顶出斜角均取 10° , 以确保足够的抽芯距离。

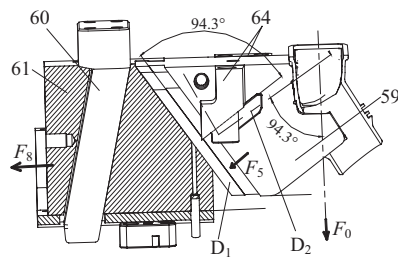


72—滑块夹销; 73—斜顶限位销; 其余零件编号同图 2、图 3

图 5 机构 S_B

(3) 机构 S_C 。

机构 S_C 如图 6 所示, S_C 斜滑块 59 须设计两个滑动导向导轨 D_1 和 D_2 , 以确保其按 F_5 向抽芯。导轨 D_1 与 D_2 之间的夹角为 94.3° , 以确保两者之间能产生相对滑动, S_C 斜滑块 59 的抽芯方向 (F_5 向) 与开模方向 (F_0 向) 的夹角取 94.3° 。



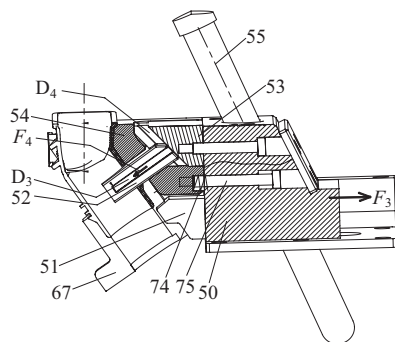
D_1 , D_2 —导轨; 其余零件编号同图 2、图 3

图 6 机构 S_C

(4) 机构 S_D 。

机构 S_D 如图 7 所示, 该机构的结构与机构 S_C 类似, 所不同的是 S_D 动力滑块 50 使用斜导柱驱动, 且结构上增加一次延迟抽芯, 延迟抽芯零件为 S_D 直滑块 54。机构 S_D 抽芯时, 分两步进行: 第 1 步, S_D 动力滑块 50 先按 F_3 向移动, 与之组合在一起的导轨镶件 53 拉动 S_D 斜滑块 52 在 F_4 向的反向上完成一定距离的抽芯, 与此同时, 推顶弹簧 74 将按 F_3 向的反方向顶住 S_D 直滑块 54, 使其与塑件先不分离;

第2步,待 S_D 斜滑块52完成斜抽芯后, S_D 动力滑块50通过定距杆75拉动 S_D 直滑块54一起再完成 F_3 向一定距离的侧抽芯。 S_D 斜滑块52的另外一个功能是其上附加设置的油缸锁紧块51用于闭模状态时对斜管外壁下镶件67进行锁紧,防止其松退。

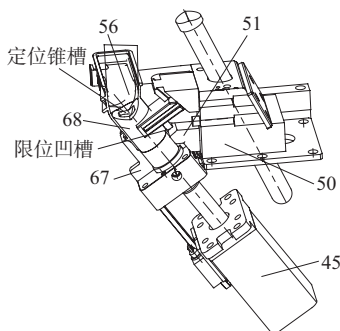


74—推顶弹簧;75—定距杆; D_3 、 D_4 —导轨;其余零件编号同图2、图3

图7 机构 S_D

(5) 机构 S_E 。

机构 S_E 如图8所示,在该机构中,必须做好两个定位^[13-14],一是斜管内壁镶件68顶端须设置定位锥槽,与型腔中心镶件56下端对应的凸台配合,防止注塑时斜管内壁镶件68顶端产生位移;二是必须使用油缸锁紧块51进行附加锁紧定位,防止注塑时因 S_E 油缸45锁紧力不够而导致斜管外壁下镶件67、斜管内壁镶件68产生松退。



零件编号同图3

图8 机构 S_E

3.4 模具工作过程

如图3所示,模具工作过程如下:

(1) 注塑。注塑机螺杆启动,通过热流道系统将熔融塑料注入模腔中,经保压、冷却等过程后,等待开模。

(2) 开模。注塑机动模板后退,拉动模具动模后退,从而驱动模具动模按 F_0 向后退,模具在 $P_{开}$ 面处打开, S_A 斜导柱17, S_B 斜导柱35, S_D 斜导柱55和弯销60分别驱动对应的滑块 S_A 滑块18、 S_B 滑块32, S_D 动力滑块50和 S_C 直滑块61完成侧抽芯动作。

(3) 机构 S_E 斜抽芯。模具打开一定距离后, S_E 油缸45动作,拉动斜管滑块71、斜管外壁下镶件67、斜管内壁镶件68完成斜抽芯。

(4) 顶出。随着模具动模的继续后退,推板42上的顶针23、拉料杆24等将塑件及废料顶住,塑件从型芯成型件66上逐步分离,直至脱落。

(5) 复位。复位过程与开模过程相反。

4 结语

针对滚焊机润滑油箱盖塑件使用35%玻纤增强尼龙66进行注射成型的要求,对模具结构、材料选用等进行了设计,设计要点如下:

(1) 针对35%玻纤增强尼龙66材料流动摩擦力大的问题,分流板、模腔成型件材料须选用高耐磨模具钢1.2343。

(2) 热流道表面粗糙度应设置在 $0.8\text{ }\mu\text{m}$ 以上。

(3) 在滑块斜顶复合机构中,斜顶必须使用斜顶限位销进行位置限制,顶出斜角取 10° 。

(4) 在弯销斜滑块复合机构、斜导柱斜滑块二次抽芯机构设计中,驱动导轨之间的倾斜角须大于 90° ,以防驱动夹死。

参考文献

- [1] 狄金叶,黄海龙,宋杰,等.基于CAE技术的后壳体点浇口热流道模具设计[J].塑料工业,2017,45(4):56-60.
Di Jinye, Huang Hailong, Song Jie, et al. Design of hot runner mould for post shell point gate based on CAE technology[J]. China Plastics Industry, 2017, 45(4):56-60.
- [2] 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.
- [3] 肖国华,程方启,卢星星,等.汽车后视镜外壳热流道二次侧抽芯滑块模具结构设计[J].工程塑料应用,2014,42(10):79-83.
Xiao Guohua, Cheng Fangqi, Lu Xingxing, et al. Structure design of secondary side core-pulling slider mould for auto rearview mirror surface shell[J]. Engineering Plastics Application, 2014, 42(10):79-83.
- [4] 李英,焦洪宇,杨兰玉.摩托车前灯壳体的注塑模具设计[J].塑料科技,2015,43(9):64-66.
Li Ying, Jiao Hongyu, Yang Lanyu. Design on injection mould for headlight housing of motorcycle[J]. Plastics Science and Technology, 2015, 43(9):64-66.
- [5] 杨安,肖国华,韩立艳,等.汽车油封盖内螺纹脱模机构及注塑模具设计[J].工程塑料应用,2015,43(4):68-72.
Yang An, Xiao Guohua, Han Liyan, et al. Design of car oil seal cover

(下转第114页)

- ultrasonic motors[J]. Friction, 2020, 8(2):301–310.
- [14] Gu Dapeng, Duan Changsheng, Fan Bingli, et al. Tribological properties of hybrid PTFE/Kevlar fabric composites in vacuum[J]. Tribology International, 2016, 103:423–431.
- [15] 曲建俊,周宁宁,丁熠. 真空低温环境下超声马达驱动特性研究——空载特性[J]. 摩擦学学报, 2009, 29(4):357–361.
- Qu Jianjun, Zhou Ningning, Ding Yi. Drive characteristics of ultrasonic motor under vacuum and low temperature——No-load characteristics[J]. Tribology, 2009, 29(4):357–361.
- [16] 罗婕,樊俊峰,司永顺,等. 超声电机在真空高低温环境下的驱动性能[J]. 振动、测试与诊断, 2018, 38(2):376–380, 424.
- Luo Jie, Fan Junfeng, Si Yongshun, et al. Driving performance investigation on ultrasonic motor under vacuum and high-low temperature environment[J]. Journal of Vibration, Measurement & Diagnosis, 2018, 38(2):376–380, 424.
- [17] Wang Qihua, Zheng Fei, Wang Tingmei. Tribological properties of polymers PI, PTFE and PEEK at cryogenic temperature in vacuum[J]. Cryogenics, 2016, 75:19–25.
- [18] Morita T, Takahashi S, Asama H, et al. Rotational feedthrough using an ultrasonic motor and its performance in ultra high vacuum conditions[J]. Vacuum, 2003, 70(1):53–57.
- [19] Qu Huajie, Wen Zhongpu, Qu Jianjun, et al. Study on effects of ultrasonic vibration on sliding friction properties of PTFE composites/phosphor bronze under vacuum[J]. Vacuum, 2019, 164:1–6.
- [20] Lee D J, Lee S K, Kim W S. Precise contour motion of XY stage driven by ultrasonic linear motors in a high vacuum environment[J]. International Journal of Precision Engineering and Manufacturing, 2016, 17(3):293–301.
- [21] Liu Xiaoliang, Zhao Gai, Qiu Jinhao. Improving the performance of ultrasonic motors in low-pressure, variable-temperature environments [J]. Tribology International, 2021, 160. DOI:10.1016/j.triboint.2021.107000.
- [22] Liu Xiaoliang, Song Jingfu, Chen Hucheng, et al. Enhanced transfer efficiency of ultrasonic motors with polyimide based frictional materials and surface texture[J]. Sensors and Actuators A:Physical, 2019, 295:671–677.
- [23] Liu Xiaoliang, Huang Xiaoming, Zhang Jian, et al. Influence mechanism of surface texture on the output performance of an ultrasonic motor[J]. Industrial Lubrication and Tribology, 2021, 73(5):750–755.
- [24] Fei Jie, Li Hejun, Qi Lehua, et al. Carbon-fiber reinforced paper-based friction material: Study on friction stability as a function of operating variables[J]. Journal of Tribology, 2008, 130(4). DOI:10.1115/1.2966388.
- [25] Song Fuzhi, Yang Zenghui, Zhao Gai, et al. Tribological performance of filled PTFE-based friction material for ultrasonic motor under different temperature and vacuum degrees[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2017, 134(39). DOI:10.1002/APP.45358.

(上接第 91 页)

- internal thread demoulding mechanism and injection mould[J]. Engineering Plastics Application, 2015, 43(4):68–72.
- [6] 徐文庆,熊建武,刘少华,等. 自底向上的电熨斗倒置式布局三板点浇口模具设计[J]. 工程塑料应用, 2020, 48(7):85–90.
- Xu Wenqing, Xiong Jianwu, Liu Shaohua, et al. Design of three plate point gate mould with inverted layout of electric iron from bottom to top[J]. Engineering Plastics Application, 2020, 48(7):85–90.
- [7] 李源,郭辰光,李威力. 薄壁电子机壳侧向抽芯注塑模具设计[J]. 塑料工业, 2015, 43(8):45–48.
- Li Yuan, Guo Chenguang, Li Weili. Design of the side-core pulling injection mold for the thin shell of electronic part[J]. China Plastics Industry, 2015, 43(8):45–48.
- [8] 张维合. 汽车水箱左右盖复杂抽芯注塑模设计[J]. 工程塑料应用, 2013, 41(1):57–61.
- Zhang Weihe. Design of complicated core pulling injection mold for car water tank left and right cover[J]. Engineering Plastics Application, 2013, 41(1):57–61.
- [9] 杨志立,黄诚驹. 斜滑块内侧抽芯注射模设计[J]. 模具工业, 2013, 39(12):52–54.
- Yang Zhili, Huang Chengju. Slanted slider inside core-pulling injection mould for lamp back cover[J]. Die & Mould Industry, 2013, 39(12):52–54.
- [10] 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.
- Zang Weihe, Cheng Yongtao, Xu Shujuan, et al. Design of large and hot runner injection mold for car rear door[J]. China Plastics, 2019, 33(5):102–107.
- [11] 蒋南希. 新能源汽车电池充电盖浮动侧抽芯注塑模具设计[J]. 塑料工业, 2016, 44(11):70–73, 126.
- Jiang Nanxi. Design on floating side core pulling injection mould of charging cover for new energy vehicle battery[J]. China Plastics Industry, 2016, 44(11):70–73, 126.
- [12] 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.
- Ye Jiuxin, Wang Qun. Plastic molding process and mold design[M]. Beijing:China Machine Press, 2013.
- [13] 江昌勇,沈洪雷. 塑料成型模具设计[M]. 北京:北京大学出版社, 2012.
- Jiang Changyong, Shen Honglei. Design of plastic molding mold[M]. Beijing:Peking University Press, 2012.
- [14] 欧阳波仪. 汽车仪表罩倾斜式多种脱模机构及其注塑模具设计[J]. 塑料工业, 2016, 44(9):70–75.
- Ouyang Boyi. Inclined multiple ejection mechanisms for automobile instrument cover and injection mold design[J]. China Plastics Industry, 2016, 44(9):70–75.