

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2021.12.016

电动汽车户外量杯热流道非标注塑模具设计

黄立君,高志刚

(江西科技学院智能工程学院,南昌 330000)

摘要:电动汽车户外量杯是一种薄壁深腔塑件,根据该塑件的结构特点,设计了一种非标两板热流道注塑模具,模具分两次打开,塑件分三步顺序脱模。将LKM常规DI型标准模架改造为一种无顶出机构两板非标模架,能有效缩减模具总高度,解决了注塑机最大模具高度容模尺寸不够的问题。塑件外壁的脱模使用一种定模哈夫滑块机构,内壁的脱模使用一种动模推板机构;两种机构由模具开模动力通过T型拉杆和定距拉条按序进行驱动,既能实现外壁、内壁脱模的按顺序执行,又能保证塑件的完全脱模。定位锥台、定位组件等的设置能有效地保证圆柱形薄壁深腔塑件内、外壁成型件的同轴度,从而保证塑件的薄壁成型质量。

关键词:电动汽车户外量杯;薄壁深腔;模架改造;哈夫滑块;推板机构

中图分类号: TQ320.5+2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2021)12-0086-05

Design of Non-standard Injection Mold with Hot Runner for Outdoor Measuring Cup of Electric Vehicle

Huang Lijun, Gao Zhigang

(Intelligent Engineering College, Jiangxi University of Technology, Nanchang 330000, China)

Abstract : The outdoor measuring cup of electric vehicle is a thin-wall and deep-cavity plastic part. According to the structural characteristics of plastic part, a non-standard two plate hot runner injection mold was designed. The mold was opened in two times, the plastic part was demoulded sequentially in three steps. The LKM conventional DI standard moldbase was transformed into a two-plate non-standard moldbase without ejection mechanism, which can effectively reduce the total mold height, and solve the problem of insufficient mold capacity for the maximum mold height of the injection molding machine. The demoulding of the outer wall used a fixed-mold half slider mechanism, and the demoulding of the inner wall used a moving-mold push plate mechanism, and two mechanisms were driven by the mold opening power through the T-shaped pull rod and the fixed-distance pull rod in order, it can not only realize the sequential execution of the outer wall and the inner wall demoulding, but also ensure the complete demoulding of the plastic part. The setting of positioning cones, positioning components, etc. can effectively ensure the coaxiality of the inner and outer wall forming parts of cylindrical thin-wall deep-cavity plastic part, so as to ensure the thin-wall molding quality of plastic part.

Keywords : outdoor measuring cup of electric vehicle ; thin-wall and deep-cavity ; moldbase transformation ; half slider ; push plate mechanism

电动汽车户外量杯是一种高度较高、壁厚较薄的塑件,一般称之为薄壁深腔塑件,对于此类塑件的模具设计,有两个基本问题必须处理好,以免导致后期模具制造过程中不断改模和修模,造成不必要的生产浪费^[1],一是圆柱形薄壁深腔塑件外表面、内表面成型件的同轴度一定要控制好,以免造成塑件

壁厚不均,甚至局部区域缺料而导致塑件成型失败;二是圆柱形薄壁深腔塑件的脱模,内壁一般使用推板推出脱模,外壁则使用哈夫滑块机构进行脱模,以防止塑件产生脱模变形^[2-3]。在用推板实施完全脱模的情况下,模具的设计可以从结构上做一定的简化改造,能有效节省模具制造成本。

基金项目: 江西省教育厅科技项目 (GJJ171038), 江西省科技厅科技计划项目 (20181BBE58007), 江西科技学院自然科学技术项目 (ZR1713, ZR1809), 江西科技学院汽车服务工程及产业升级协同创新中心自设开放基金项目 (19XTKFYB02)

通信作者: 高志刚, 硕士, 讲师, 从事汽车底盘一体化集成与协调控制方向研究

收稿日期: 2021-10-05

引用格式: 黄立君, 高志刚. 电动汽车户外量杯热流道非标注塑模具设计 [J]. 工程塑料应用, 2021, 49(12): 86-90, 95.

Huang Lijun, Gao Zhigang. Design of non-standard injection mold with hot runner for outdoor measuring cup of electric vehicle[J]. Engineering Plastics Application, 2021, 49(12): 86-90, 95.

1 户外量杯塑件

户外量杯塑件形状如图1所示,其总高度为230 mm,壁厚为1.8 mm,底部外径为124 mm,杯体外壁斜度为 2.5° ,杯柄宽度为18 mm。塑件上附加设置的特征分别为1个杯柄、1个杯嘴及2个内凸壁。塑件材料使用能耐 130°C 高温的聚丙烯(PP)塑料,收缩率为 $1.1\%\sim 1.25\%$ 。

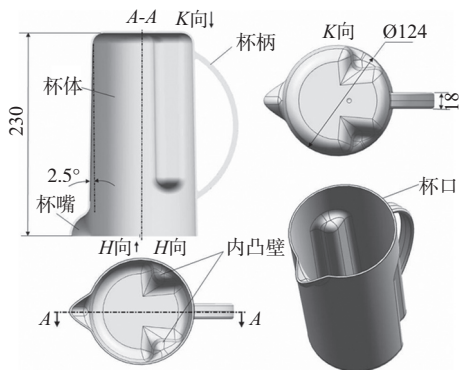


图1 车户外量杯

2 模具结构

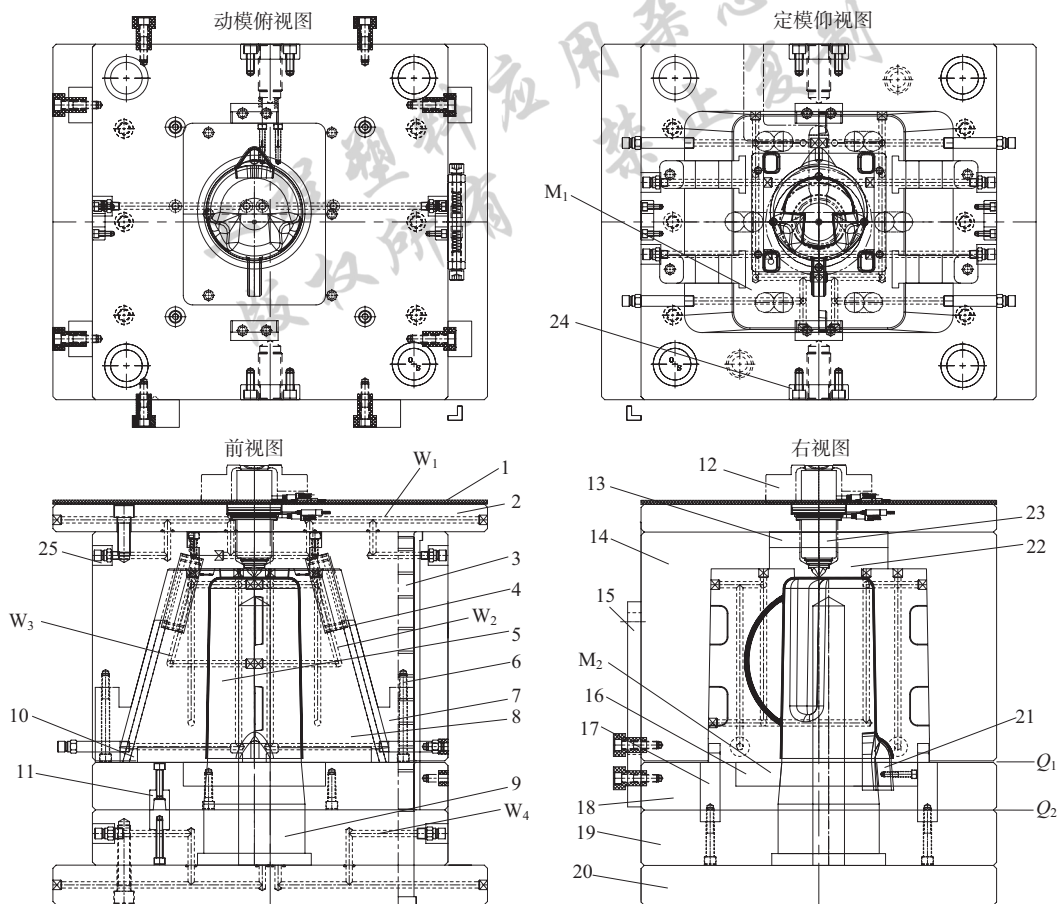
户外量杯的注塑模具为一种简化型热流道两板模,单腔布局,其结构布置如图2所示。模具分两次打开,开模面为 Q_1 面、 Q_2 面,塑件分3步顺序脱模。

模腔浇注使用单点热流道嘴直接浇注,冷却使用4条水路($W_1\sim W_4$)进行冷却。

塑件的脱模设计了两个机构来完成,一个是定模哈夫滑块机构 M_1 ,另一个是拉条推板机构 M_2 。模具无顶出机构,而是使用动模推板18推出来完成塑件的最终脱模。

3 模架的非标改造

结合图2中的前视图,为简化模具结构和便于机构零件安装,将常规的龙记(LKM)DI4545型标准模架进行拆除改造,模架改造前,原始两板模模架规格为LKM DI4545-A290-B70-C120。结合模具上机构安装的实际需要,将原始模架中位于动模板19和



- 1—隔热板;2—定模座板;3—导柱;4—弹簧;5—左滑块;6—螺丝;7—T型导轨;8—右滑块;9—内壁型芯镶件;
10—限位块;11—圆柱定位组件;12—热嘴套环;13—隔板;14—定模板;15—定距拉条;16—推件镶板;17—T型拉杆;
18—动模推板;19—动模板;20—动模座板;21—杯嘴镶件;22—杯底外壁镶件;23—热流道嘴;24—精定位组件;
25—管接头; M_1 —定模哈夫滑块机构; M_2 —拉条推板机构; $W_1\sim W_4$ —冷却水路; Q_1, Q_2 —开模面

图2 模具结构图

动模座板 20 之间的零部件拆除,拆除的零部件包括垫块、顶针盖板、顶针推板及复位杆等零件。改造后的非标模架中,模板的闭合导向使用 4 个导柱 3 进行导向,模架能在开模面 Q_1 面、 Q_2 面处进行打开。模具的 Q_1 面打开定距使用定距拉条 15 定距, Q_2 面的打开定距使用 T 型拉杆 17 进行定距。

塑件的最后脱模使用动模推板 18 推出进行脱模,因而,动模推板 18 与动模板 19 之间安装了 4 套定位柱组件 11,以保证两者闭合时复位的准确性。动模推板 18 与定模板 14 之间安装了 4 套精定位组件 24,以保证两者闭合时复位的准确性。为防止热量散失,定模座板 2 上加装丙烯腈-丁二烯-苯乙烯 (ABS) 材质的隔热板 1。

模架进行改造的原因有 3 个:一是能有效降低模具高度,减小模具对注塑机的开模行程要求;二是节省模具模架材料,降低模具制造成本;三是降低模具结构复杂程度,模架结构简化后,模架上的成型件易于拆装和调整,以保证塑件外壁成型件和内壁成型件在模腔闭合后有较好的同轴度,确保塑件壁厚均匀性,且模具动作的可靠性得到提高^[4-5]。

4 模腔分型设计

模腔分型设计如图 3 所示,塑件在模腔中为倒置方式放置。模腔使用 3 个分型面进行分型,3 个分型面分别为 $P_{上}$ 、 $P_{下}$ 、 $P_{哈夫}$ 。由于塑件的外壁只能使用哈夫滑块进行侧抽芯脱模,所以设置分型面 $P_{上}$ 、 $P_{下}$ 对塑件外壁成型件进行第一次分型,这样,塑件外壁底部的成型件杯底外壁镶件 (零件 22) 和塑件内壁的成型件内壁型芯镶件 (零件 9) 能单独设置^[6-9],便于塑件脱模。设置分型面 $P_{上}$ 、 $P_{下}$ 还可以避免在轮廓线 L_1 、轮廓线 L_2 位置处出现分型痕迹,影响塑件的外观。由于分型面 $P_{上}$ 、 $P_{下}$ 分型出的外壁成型件须设置成哈夫滑块 (左滑块 5、右滑块 8),所以,需要使用哈夫滑块的分型面 $P_{哈夫}$ 对塑件外壁成型件进行第二次分型,分型面 $P_{哈夫}$ 由同一平面上的 3 个子分型面 S_1 、 S_2 、 S_3 构成,子分型面 S_2 的分型线为杯柄内部的最小轮廓线 L_3 。

通过上述分型设置,模腔的成型件包括 5 个成型件,分别为图 2 中所示的 1 个杯底外壁镶件 22,1 个内壁型芯镶件 9,2 个哈夫滑块左滑块 5 和右滑块 8,1 个杯嘴镶件 21。杯嘴镶件 21 是从内壁型芯镶件 9 中分割出来的一个局部成型镶件,主要是便于塑件杯嘴成型件的加工。模腔的浇口设置在杯底外壁镶件 22 上。

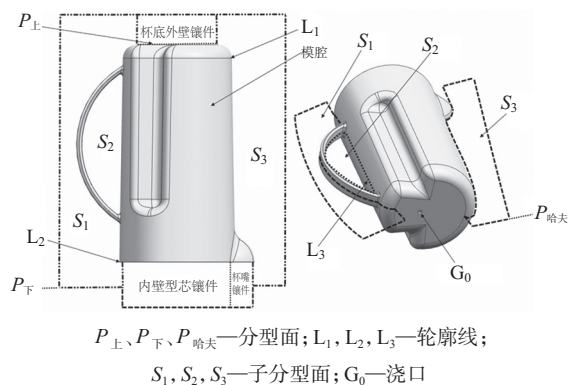


图3 分型面设置

5 浇注和冷却

如图 2 中的右视图所示,模腔的浇注使用单个热流道嘴 23 进行浇注^[10-11],该热嘴下端的出料口位置对应于图 3 中的浇口 G_0 所在位置。对于模腔的冷却设置,如图 2 中的前视图所示,杯底外壁镶件 22 的冷却使用水路 W_1 进行冷却,内壁型芯镶件 9 使用水路 W_4 冷却,左滑块 5 使用水路 W_2 、右滑块 8 使用水路 W_3 进行冷却。水路 $W_1 \sim W_4$ 的管道设置为 $\varnothing 8$ mm,管道内壁表面粗糙度尽可能在 $R_a=6.3$ 以上,以保证冷却效果^[12-14]。各水路管道末端使用黄铜堵头进行封堵,管道在模板之间的密封使用“O”型橡胶圈进行密封。各水路中的管接头 25 尽可能藏于模板内,以免在模具搬运过程中被损坏。

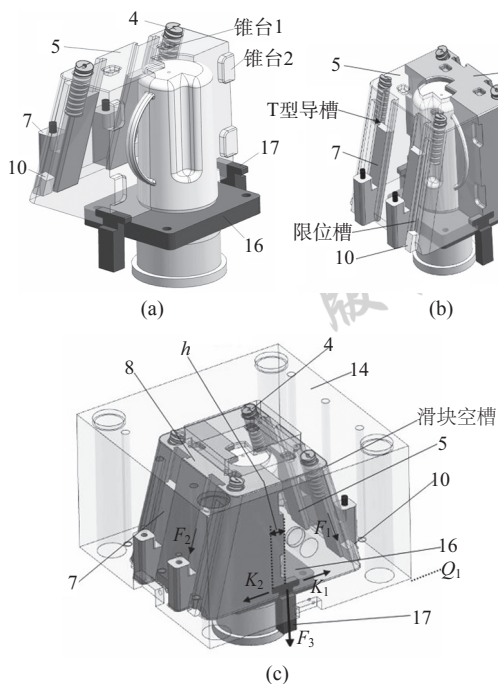
6 脱模机构

如图 2 中的定模仰视图和右视图所示,塑件的脱模分为外壁脱模和内壁脱模两部分来完成^[15]。外壁的脱模使用 1 组定模哈夫滑块机构 M_1 完成,内壁的脱模则使用 1 个拉条推板机构 M_2 推出来完成。两个机构的结构设计分别如下。

6.1 定模哈夫滑块机构 M_1

定模哈夫滑块机构 M_1 如图 4 所示, M_1 为一种位于定模一侧的弹出式哈夫滑块机构。机构的 2 个哈夫滑块左滑块 5、右滑块 8 上各开设有 2 条 T 型导槽,通过 T 型导槽与 T 型导轨 7 的 T 型轨滑动配合,2 个哈夫滑块分别安装在定模板 14 内的滑块空槽两侧。T 型导轨 7 的上端为 T 型轨,下端设置成方锥形状,用螺丝锁紧安装在定模板 14 内。左滑块 5、右滑块 8 上分别设置有 2 个弹簧 4,弹簧 4 的作用有 2 个,一是为滑块沿 T 型轨的滑出提供辅助驱动力,二是在滑块滑出后,使滑块停留在滑出的最终位置上维持不动,以保证闭模时 T 型导轨 7 能准确插入滑块的 T 型导槽中。左滑块 5、右滑块 8 上都设置有 2 个限位槽,由限位块 10 对滑块的滑出行程

进行限位,限位块 10 用螺丝锁紧安装在定模板 14 内。左滑块 5、右滑块 8 上都设置有 2 个锥台 1,用于闭合状态时杯底外壁镶件 22 对两个滑块进行锁紧。左滑块 5 上设置 4 个锥台 2,对应地,右滑块 8 上设置有 4 个锥台槽,左滑块 5、右滑块 8 闭合在一起时,4 个锥台 2 与对应的锥台槽配合,以保证两个滑块在 $P_{\text{哈夫}}$ 分型面上闭合复位的准确度。左滑块 5、右滑块 8 的下方设置有推件镶板 16,其用螺丝紧固镶装在动模推板 18 上,所用材料为 T8A 钢材,有较好的耐磨性。左滑块 5、右滑块 8 分别沿 F_1 向、 F_2 向抽芯滑出时,两个滑块各自的滑出驱动力开始时由 T 型拉杆 17 沿 F_3 向的拉力和弹簧 4 的回弹张力两个力组成,待左滑块 5、右滑块 8 分别在运动分方向 K_1 向、 K_2 向上完成一定的移动距离 h 后, T 型拉杆 17 上端的两端与左滑块 5、右滑块 8 脱离接触,因而左滑块 5、右滑块 8 的后期滑出驱动力只由弹簧 4 的回弹张力提供。



K_1, K_2 —侧抽芯方向; F_1, F_2 —滑块滑出方向; F_3 —开模方向;

h —侧抽芯行程;其余编号同图 2

a—右滑块拆除后机构视图; b—机构全景图; c—机构在定模板内安装图

图 4 定模哈夫滑块机构 M_1

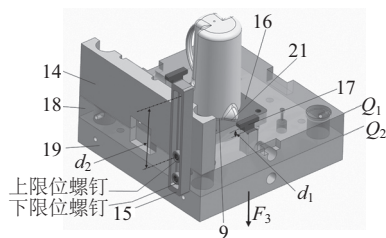
如图 4c 所示,机构 M_1 的脱模工作原理如下:模具的 Q_1 面打开时,在 4 个弹簧 4 的回弹张力辅助驱动下,2 个 T 型拉杆 17 拉动左滑块 5、右滑块 8 按 F_3 向下行,左滑块 5、右滑块 8 分别沿 F_1 向、 F_2 向从定模板 14 内的滑块空槽内滑出;当左滑块 5、右滑块 8 分别在各自的侧抽芯方向 K_1 向、 K_2 向上

完成抽芯距 h 后,与 2 个 T 型拉杆 17 脱离,但左滑块 5、右滑块 8 还能继续被弹簧 4 推出,直到被限位块 10 限位挡住,从而完成塑件外壁的侧抽芯脱模。机构的复位闭合过程与上述过程相反。

6.2 拉条推板机构 M_2

拉条推板机构 M_2 的构成如图 5 所示。塑件从内壁型芯镶件 9、杯嘴镶件 21 上的脱模由动模推板 18 推动其上的推件镶板 16 来完成。开模过程中,模具动模按 F_3 向下行打开,当开模面 Q_1 打开的距离 $d_2=250$ mm 时,定模板 14 上的上位限位螺丝拉住定距拉条 15 的上端,通过定距拉条 15 的下端再拉住动模推板 18 上的下限位螺丝,从而使其停留不动,随着动模板 19 按 F_3 向继续下行, Q_2 面被打开;当动模板 19 带着其上的内壁型芯镶件 9、杯嘴镶件 21 继续下行 $d_1=5$ mm 距离时,塑件被推件镶板 16 挡住而与继续下行的内壁型芯镶件 9、杯嘴镶件 21 分离,从而实现塑件内壁的脱模。动模板 19 最终下行到 $d_1=13$ mm 时, T 型拉杆 17 拉住动模推板 18, 模具的开模面 Q_2 面不能继续打开,模具开模终止。

在机构的零件装配中, T 型拉杆 17 的下端在穿过动模推板 18 上的对应孔后,再通过螺丝紧固安装在动模板 19 上,其上端两端的凸起部位起到拉动左滑块 5、右滑块 8 滑出的作用,同时又起到控制动模板 19 和动模推板 18 之间分离距离 d_1 的作用。



d_1, d_2 —定距行程;其余编号同图 2 和图 4

图 5 拉条推板机构 M_2

7 模具工作原理

模具工作原理如图 6 所示,塑件从模具上的脱模分以下步骤完成:

(1) 在 $P_{\text{上}}$ 面处分离。模具动模按 F_3 向移动时,模具将首先在开模面 Q_1 面处打开,刚打开时, T 型拉杆 17 拉动左滑块 5、右滑块 8 分别按 F_1 向、 F_2 向滑出,塑件跟随内壁型芯镶件 9、杯嘴镶件 21 按 F_3 向移动而在分型面 $P_{\text{上}}$ 处首先与杯底外壁镶件 22 分离。

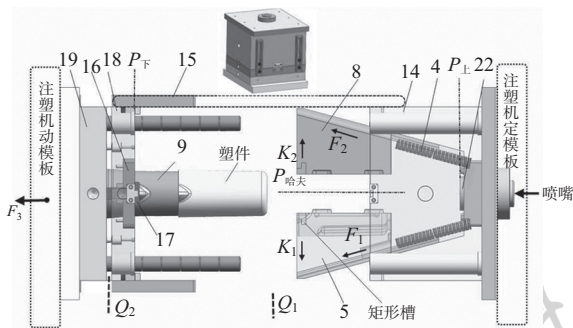
(2) 哈夫滑块侧抽芯脱模。动模继续移动,塑件继续跟随内壁型芯镶件 9、杯嘴镶件 21 移动,左滑

块5、右滑块8在分型面 $P_{\text{哈夫}}$ 处分离,两个哈夫滑块因在 K_1 向、 K_2 向产生移动而与塑件分离。

(3) Q_2 面打开。动模继续移动,定距拉条15拉住动模推板18和推件镶板16而将塑件从内壁型芯镶件9、杯嘴镶件21上推出,实现塑件内壁的脱模。

(4) 开模终止。动模继续移动,动模推板18被动模板19上的T型拉杆17的凸起部位拉住,不能继续再移动,模具的开模终止。

(5) 复位。复位时,动模按 F_3 向的反向进行移动, Q_2 面先复位闭合,然后两个哈夫滑块的4个弹簧4被压缩,两个哈夫滑块复位,直到 Q_1 面复位闭合,模具完全闭合,等待下一注塑循环。



零件编号同图2、图3和图4

图6 模具工作原理

8 结论

针对户外量杯圆柱形薄壁深腔塑件的注射成型,设计了一副无顶出机构热流道两板模具。改造后的模架能有效保证塑件外壁成型件和内壁成型件在模腔闭合后具有较好的同轴度,确保了塑件壁厚的均匀性,同时避免了注塑机开模行程对模具高度设计的限制。针对塑件外壁的脱模,设计了定模哈夫滑块机构;针对塑件内壁脱模,设计了动模推板机构;两个机构通过T型拉杆和定距拉条进行脱模顺序关联控制,既能保证先外壁后内壁的脱模顺序要求,又能保证模架结构简化后的动模推板能将塑件顺利推出而完全脱模。模具的整体结构创新设计及局部改造设计对同类塑件的模具结构设计有较好的启发作用。

参考文献

- [1] 徐超辉,刘华刚,王井玲.特种量杯多向斜顶成型注塑模具设计[J].工程塑料应用,2017,45(9):84-87.
Xu Chaohui, Liu Huagang, Wang Jingling. Injection mold design for special measuring cup with multidirectional angle lifter[J]. Engineering Plastics Application, 2017, 45(9):84-87.
- [2] 许傲.轴承套环圆周多向同步抽芯注塑模设计[J].塑料科技,2018,46(1):85-89.
- [3] 贺柳操,卞平,肖国华.双头螺纹花洒旋转式抽芯脱模机构及其注塑模具设计[J].塑料工业,2016,44(10):42-45,49.
He Liucan, Bian Ping, Xiao Guohua. Design of injection mold and core demoulding mechanism for double thread rotary sprinkler pump[J]. China Plastics Industry, 2016, 44(10):42-45, 49.
- [4] 黄继战,范玉,仇文宁,等.基于UG NX的汽车音响面板注塑模设计[J].工程塑料应用,2017,45(9):80-83,87.
Huang Jizhan, Fan Yu, Qiu Wenning, et al. Design of injection mould for car audio panel based on UG NX[J]. Engineering Plastics Application, 2017, 45(9):80-83, 87.
- [5] 徐生,肖国华,沈忠良,等.内藏式型针侧抽芯二次顶出脱模机构及其模具设计[J].工程塑料应用,2016,44(3):79-83.
Xu Sheng, Xiao Guohua, Shen Zhongliang, et al. Design for secondary ejection release mechanism with built-in type needle side core-pulling and its injection mould[J]. Engineering Plastics Application, 2016, 44(3):79-83.
- [6] 王静,周来水,李振杰,等.注塑模具镶件智能设计系统[J].工程塑料应用,2020,48(7):80-84.
Wang Jing, Zhou Laishui, Li Zhenjie, et al. Intelligent design system of injection mold insert[J]. Engineering Plastics Application, 2020, 48(7):80-84.
- [7] 焦瑞萍,池成忠,黄能会.注塑模具结构中的镶件设计[J].塑料工业,2010,38(2):33-35.
Jiao Ruiping, Chi Chengzhong, Huang Nenghui. The insert designing of injection-mold's structure[J]. China Plastics Industry, 2010, 38(2):33-35.
- [8] 金敦水,汪恒兵.模具镶拼件的数字化建模设计与分析[J].重庆科技学院学报:自然科学版,2017,19(1):118-120.
Jin Dunshui, Wang Hengbing. Design and analysis of digital modeling for mold insert piece[J]. Journal of Chongqing University of Science and Technology: Natural Sciences Edition, 2017, 19(1):118-120.
- [9] 李小敏,刘卫东.注塑模具镶件的设计[J].装备制造技术,2009(4):168-169.
Li Xiaomin, Liu Weidong. The insert designing of injection-mould's[J]. Equipment Manufacturing Technology, 2009(4):168-169.
- [10] 田梦婕,郭妍,郭永环.热流道技术在注塑模具中的应用与发展[J].塑料科技,2017,45(1):94-98.
Tian Mengjie, Guo Yan, Guo Yonghuan. Application and development of hot runner technology in injection mold[J]. Plastics Science and Technology, 2017, 45(1):94-98.
- [11] 戚春晓,陈开源,黄小明.某车型前门饰框热流道浇注系统设计

- molde[M]. Beijing: Peking University Press, 2012.
- [4] 王成. 薄壁螺纹弧形抽芯塑件的模具结构设计[J]. 中国塑料, 2014, 28(9): 97-102.
- Wang Cheng. Design of molds for thin and arc thread parts with die cores[J]. China Plastics, 2014, 28(9): 97-102.
- [5] 马振锋, 刘胜永, 韦敏. 喷油器顶盖半圆翻转抽芯机构模具设计[J]. 工程塑料应用, 2019, 47(12): 97-100, 120.
- Ma Zhenfeng, Liu Shengyong, Wei Min. Design of mould with semi-circle reversal core-pulling mechanism for fuel injector top cover[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(12): 97-100, 120.
- [6] 陈剑玲, 李昌雪, Calle Helldin. 汽车仪表盘盖侧抽热流道注塑模设计[J]. 现代塑料加工应用, 2014, 26(3): 49-51.
- Chen Jianling, Li Changxue, Calle Helldin. Design of injection mold with side-slider and hot runner system for car cashboard cover[J]. Modern Plastics Processing and Applications, 2014, 26(3): 49-51.
- [7] 焦瑞萍, 池成忠, 黄能会. 注塑模具结构中的镶件设计[J]. 塑料工业, 2010, 38(2): 33-35.
- Jiao Ruiping, Chi Chengzhong, Huang Nenghui. The insert designing of injection-mold's structure[J]. China Plastics Industry, 2010, 38(2): 33-35.
- [8] 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.
- [9] 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 molds for main bodies of auto central channels[J]. China Plastics, 2017, 31(5): 92-97.
- [10] 杨军, 曾霞文, 王雪红, 等. 烟花塑料底座多向斜抽芯注射模设计[J]. 模具工业, 2016, 42(12): 45-47, 51.
- Yang Jun, Zeng Xiawen, Wang Xuehong, et al. Design of injection mould with multi-ram inclined core-pulling for plastic firework base[J]. Die & Mould Industry, 2016, 42(12): 45-47, 51.
- [11] 吴炳进. 声呐面罩壳八滑块六次抽芯复合机构注塑模具设计[J]. 中国塑料, 2019, 33(6): 117-126.
- Wu Bingjin. Design of injection mold for six-time core-pulling composite mechanism of eight sliders of sonar surface shell[J]. China Plastics, 2019, 33(6): 117-126.
- [12] 张春彬, 张织璇. 基于UG的电吹风圆扇风口塑件工业造型与注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2019, 47(2): 82-87.
- Zhang Chunbin, Zhang Zhixuan. Industrial modeling and injection mould design for circular and flat tuyere plastic part of hair dryer based on UG[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(2): 82-87.
- [13] 肖国华, 程方启, 卢星星, 等. 汽车后视镜面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.
- [14] Park H, Cha B, Cho S, et al. A study on the estimation of plastic deformation of metal insert parts in multi-cavity injection molding by injection-structural coupled analysis[J]. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2016, 83: 2 057-2 069.
- [15] 蔡厚道, 王训杰, 黄雪梅. 基于Moldflow的车载导航面板注塑模具设计[J]. 塑料工业, 2020, 48(1): 60-64.
- Cai Houdao, Wang Xunjie, Huang Xuemei. Design of injection mold for automobile navigation panel based on moldflow[J]. China Plastics Industry, 2020, 48(1): 60-64.

(上接第 90 页)

- 与优化[J]. 塑料, 2017, 46(2): 102-105.
- Qi Chunxiao, Chen Kaiyuan, Huang Xiaoming. Design and optimization of runner system for front door sash based on moldflow[J]. Plastics, 2017, 46(2): 102-105.
- [12] 秦欣, 苏小平. 基于Mouldflow的PLC外壳盖注塑模设计与优化[J]. 塑料科技, 2018, 46(9): 115-120.
- Qin Xin, Su Xiaoping. Design and optimization of injection mold for PLC shell cover based on Moldflow[J]. Plastics Science and Technology, 2018, 46(9): 115-120.
- [13] 孙中柏, 许孔联. 管接头塔式环形水路及双层复合哈弗滑块机构模具设计[J]. 塑料, 2021, 50(2): 146-150.
- Sun Zhongbai, Xu Konglian. Design of the mould with tower type circular water way and the double-layer compound haver slider mechanism for the pipe joint[J]. Plastics, 2021, 50(2): 146-150.
- [14] 李恩田, 刘光虎. 精密模具设计与制造[M]. 北京: 科学出版社, 2014.
- Li Entian, Liu Guanghu. Precision die design and manufacturing[M]. Beijing: Science Press, 2014.
- [15] 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 molds of rice cookers[J]. China Plastics, 2017, 31(9): 137-144.