

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2023.08.017

进气歧管盖多向抽芯热流道注塑模具设计

黄可, 蒋庆斌, 李兵兵

(常州机电职业技术学院, 江苏常州 213164)

摘要: 在NX1857软件中,对发动机进气歧管盖三维造型进行处理,并输入至Moldflow2020模流分析软件中,得出结果,模腔在4.25 s时被填满,同时模腔压力达到极值;塑件总体翘曲量最大为3.168 mm,出现位置在塑件两端,翘曲率小于0.8%,验证了水路设置的合理性。将塑件划分为4个区域,分别为卡箍成型区、外观面成型区、内腔成型区、出气口成型区,卡箍成型区内设置了斜导柱-拨叉机构;外观面成型区内设置了斜抽芯机构;内腔成型区内设置了双斜导柱-滑块机构;出气口成型区内设置了强脱机构。冷却系统采用随形水路,减少了塑件各向温度差,提高了塑件表面光泽的均一性,降低了塑件翘曲量。料流经主热流道板分成2支,同时直接进入型腔,在保压、冷却、固化后形成塑件。注塑过程不产生流道凝料,提高了综合经济效益,优化了生产节拍。模具开启时,三组斜导柱同时动作,驱动相应滑块,沿既定方向运动;拨叉驱动拨块,完成卡箍倒扣特征的抽芯;反铲基沿既定运动方向运动与斜抽芯分离,在弹簧的作用下,斜抽芯沿既定运动方向迅速到达限位块处,完成抽芯。

关键词: 歧管盖;斜导柱-拨叉机构;斜抽芯机构;双斜导柱-滑块机构;强脱机构;模流分析软件

中图分类号: TQ320.66 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2023)08-0106-06

Injection Mould Design of Inlet Manifold Cover Multi-Core Hot Runner

Huang Ke, Jiang Qingbin, Li Bingbing

(1. ChangZhou Vocational Institute of Mechatronic Technology, Changzhou 213164, China)

Abstract : In the NX1857 software, the 3D modeling of the engine intake manifold cover was processed and inputted to the Mouldflow2020 mouldflow analysis software. It is obtained that the mould cavity is filled at 4.25 s, and the pressure of the mould cavity reaches the extreme value. The overall warpage of the plastic parts is up to 3.168 mm, and the warpage rate is less than 0.8% at both ends of the plastic parts, which verifies the rationality of the waterway setting. The plastic parts are divided into 4 areas, which are clamp forming area, outer surface forming area, inner cavity forming area and air outlet forming area. The inclined guide post-fork mechanism is provided in the clamp forming area. An oblique core-pulling mechanism is arranged in the forming area of the exterior surface. A double inclined guide pillar-slider mechanism is provided in the forming area of the inner cavity. A strong release mechanism is provided in the forming area of the air outlet. The cooling system adopts the shape water, which reduces the temperature difference of the plastic parts, improves the uniformity of the surface luster of the plastic parts, and reduces the warping amount of the plastic parts. The material flows through the main heat runner plate and is divided into 2 branches, and enters the cavity directly at the same time, forming plastic parts after pressure holding, cooling and curing; the injection moulding process does not produce runner condensate, which improves the comprehensive economic benefit and optimizes the production rhythm. When the mould is opened, the three groups of inclined guide pillars act at the same time to drive the corresponding slider to move in the established direction; the shifting fork drives the shifting block to complete the core pulling of the collar reverse buckle feature; the backhoe base moves in the established direction and separates from the inclined core pulling. Under the action of the spring, the inclined core pulling quickly reaches the limit block along the established direction of movement to complete the core pulling.

Keywords : manifold cover ; inclined guide post-fork mechanism ; inclined core pulling mechanism ; double inclined guide pillar-slider mechanism ; force off mechanism ; mode flow analysis software

基金项目: 常州机电职业技术学院校级重点课题(2023-KJZD-01)。

通信作者: 黄可, 高级实验师, 主要从事模具设计研究

收稿日期: 2023-04-27

引用格式: 黄可, 蒋庆斌, 李兵兵. 进气歧管盖多向抽芯热流道注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2023, 51(8): 106-111.

Huang Ke, Jiang Qingbin, Li Bingbing. Injection mould design of inlet manifold cover multi-core hot runner[J]. Engineering Plastics Application, 2023, 51(8): 106-111.

热流道模具又称为无流道模具,比传统模具更节约原料,其利用加热装置,在热电偶的监测下,使流道内熔体一直保持在恒定温度,可以实现低压注射^[1]。但热流道系统对模具的整体装配精度要求较高,很容易出现泄漏而损坏热流道元件中断生产;且热流道喷嘴镶件与模具浇口相对位置不同心,会导致制品质量下降。为解决上述问题,文献[2-5]设计了相应的热流道模具,涵盖了“两板模”、“三板模”、“顺序注塑”等;涉及的材料有丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料,聚丙烯(PP)和改性PP等。这些研究虽有一定的启发,但仍不能解决发动机进气歧管盖抽芯等关键技术问题。

笔者拟对发动机进气歧管盖三维造型进行处理,将新的三维造型输出为igs格式,导入至CAD DOCTOR2020中,并对塑件制品进一步修复优化,直至修复全部缺陷,最后将制品导出为“UDM”格式,输入至Moldflow2020模流分析软件中。根据分析内容,针对塑件特征,设计热流道模具。

1 塑件结构和工艺性分析

某型号发动机进气歧管盖如图1所示,该塑件需具有高强度、高刚性、耐水解、热稳定及阻燃等特性。材料选用尼龙(PA)66-GF33,材料牌号为8018HS(DU PONT公司生产),密度为1.40 g/cm³,极限拉伸强度为200 MPa,剪切强度为86 MPa,制品外形尺寸为410 mm×210 mm×170 mm;体积为346 908 cm³;表面积为206 225 cm²,塑件平均壁厚为3 mm。

塑件整体呈“L”形,X方向设有不在同一平面上的密封槽;Y方向设有两处用于连接的卡箍槽;Z方向设有多处加强筋,塑件内部设有相互贯通的连接孔。塑料体积与表面积相对较大,对模具的包紧力较大,塑件脱模较困难^[6-11];塑件成型后,要求表面光滑平整,外形美观,且无明显翘曲变形、发亮、发白、短射、熔接痕、毛刺、缩印等外观缺陷^[12]。

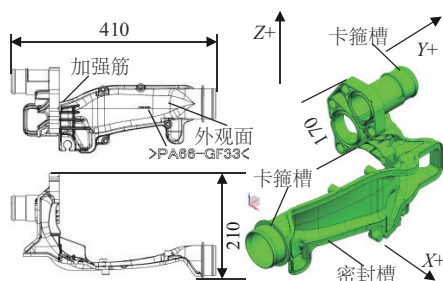


图1 进气歧管盖主要尺寸图

2 塑件CAE分析

在NX1857软件中,对发动机进气歧管盖三维造型进行处理,删除并修复小圆角、小倒角等特征。将新的三维造型输出为igs格式,导入至CAD DOCTOR2020中,对塑件制品进一步修复优化,直至修复全部缺陷,将制品导出为“UDM”格式,输入至Moldflow2020模流分析软件中。选择“充填+保压+冷却+填充+保压+翘曲”分析序列^[13],设置两点浇注及随形水路;充填控制设置为“自动”;速度/压力切换设置为“由注塑压力”,设置值为40 MPa;保压控制设置为“%充填压力与时间”,设置为充填压力的90%,持续时间为5 s;冷却时间设置为“自动”,进行分析,所得主要结果如图2所示。

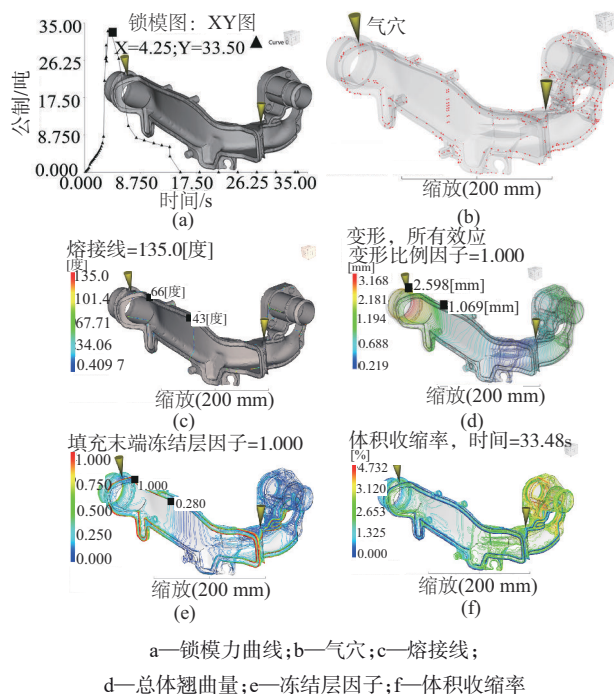


图2 CAE分析结果图

由图2a可知,模腔在4.25 s时被填满,同时模腔压力达极值,为33.5 t。模拟分析中,由于没有设置模具镶块,所以显示的气穴较多^[14],图2b中气穴大多集中在塑件边缘及拐角处,后续模具设计中,可以针对性地设置镶块及排气槽。料流进入模腔后,受浇口挤压、流程变化及模腔内壁热交换的影响,料流状态复杂多变,不同状态的料流汇合必然会产生熔接痕迹,图2c所示熔接状态,熔接线角度大多集中在80°以下,位置及形态尚可接受。塑件最长尺寸为410 mm,总体翘曲量最大为3.168 mm(见图2d),出现位置在塑件两端,翘曲率小于0.8%,验证了水路设置的合理性。由图2e及图2f可以看出,塑

件密封槽处最先凝结,有利于塑件顶出;塑件表面收缩均匀,不会出现明显的缩痕缺陷。

3 模具设计

模具设计通常根据制品特征首先确定分型面,再设计模仁结构、确定浇注系统,并统筹考虑抽芯机构及冷却系统,最后设计模具精定位及模具锁。

3.1 分型面设计及区域划分

分型面的设计直接决定模具的整体结构,影响模具的经济性及使用寿命。由于塑件整体不规则,任何方向设计分型面,都会产生倒扣不能直接出模^[15-16]。遵循分型面设计的一般原则,选择投影面积最大的面作为分型面^[17-18],具体如图3所示,针对不能直接成型的倒扣特征,将塑件划分为4个区域,分别为卡箍成型区(A区域)、外观面成型区(B区域)、内腔成型区(C区域)、出气口成型区(D区域)。

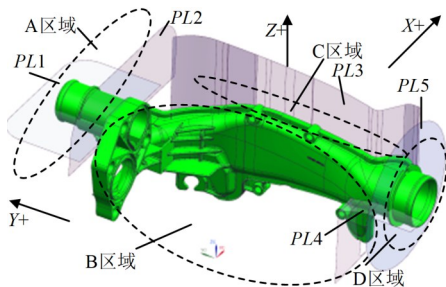
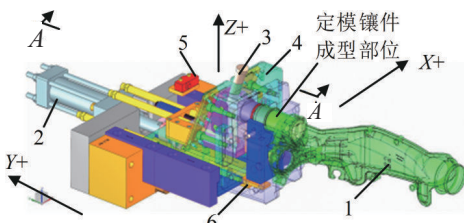


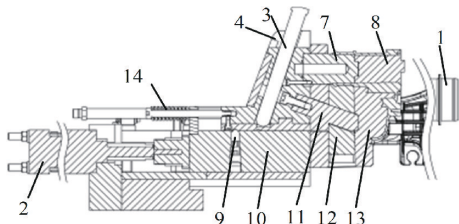
图3 分型面设计及区域划分图

3.2 A区域抽芯机构设计

A区域抽芯机构如图4所示,塑件Z+向部分特



(a)



(b)

- 1—塑件;2—气缸;3—斜导柱;4—小滑块;5—滑块行程开关;
6—拨块定位块;7—Y+向抽芯入子;8—Y-向抽芯入子;
9—滑块定位销;10—大滑块;11—拨叉;12—拨块;
13—成型件;14—预压弹簧

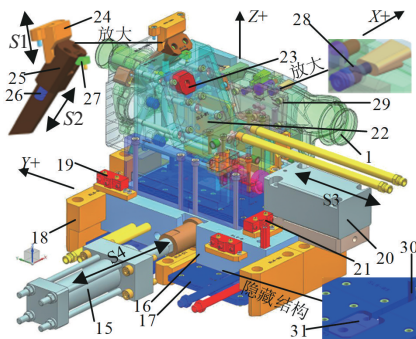
a—A区域抽芯机构图;b—A-A剖视图

图4 A区域抽芯机构

征由定模镶件直接成型;在Y+向设置斜导柱-拨叉结构,用以成型卡箍槽倒扣,斜导柱3固定在定模内,模具开模,小滑块4经斜导柱3及预压弹簧14驱动,向Y+向运动,同时带动拨叉11驱动拨块12向Z-向运动,完成Z-向卡箍槽特征抽芯;待斜导柱3与小滑块4分开时,滑块定位销9将小滑块4精确定位,同时拨块定位块6将拨块12定位。拨块12完成抽芯后,气缸2带动大滑块10向Y+向运动,同时继续驱动Y+向抽芯入子7及成型件13,待大滑块10触及滑块行程开关5,气缸2停止动作,A区域抽芯机构开模动作完成。

3.3 B区域抽芯机构设计

B区域为塑件的外观面,不允许有拼接痕迹,且处于“L型”的内弯处,抽芯机构如图5所示。针对中心线与Y向不平行的特征,设置斜抽芯机构,反铲基24通过螺栓与定模相连,开模时,反铲基24沿S1运动方向运动与斜抽芯25分离,在弹簧26的作用下,斜抽芯25沿S2运动方向迅速到达限位块27处,完成抽芯。动定模分离,预压块23弹出,小气缸20带动滑块22沿S3运动方向运动,待行程开关21被触及,抽芯动作完成。



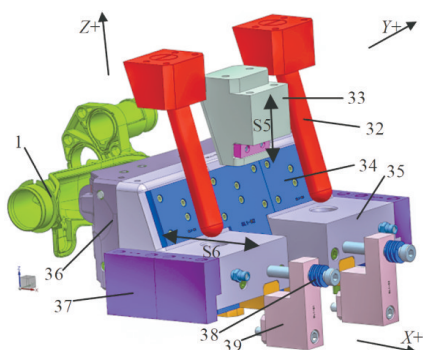
- 15—气缸;16—大滑块;17—耐磨板;18—压条;19—行程开关;
20—小气缸;21—行程开关;22—滑块;23—预压块;24—反铲基;
25—斜抽芯;26—弹簧;27—限位块;28—预压弹簧镶件;
29—整体成型件;30—定位杆;31—定位槽;S1~S4—运动方向

图5 B区域抽芯机构

待Y方向抽芯动作完成,X方向才能动作,在整体成型件29内部设置预压弹簧镶件28,X方向抽芯时,预压弹簧同步工作,将制品与整体成型件29分开,避免塑件与整体成型件29之间产生的真空,将制品表面拉白。气缸15驱动大滑块16沿S4方向运动,待行程开关19触及挡块,抽芯动作完成,同时多组定位杆30插在定位槽31内,实现大滑块16的定位。

3.4 C区域抽芯机构设计

C区域只有 $X+$ 向有成型特征,抽芯机构相对简单,但 Y 向尺寸较大,达300 mm,设置双斜导柱-滑块机构,保证滑块运行平稳无卡顿,图6为C区域抽芯机构。如图6所示,模具开模,铲基33沿 $S5$ 方向运动,同时斜导柱32驱动滑块35在压条37的约束下,沿 $S6$ 做直线运动;保持架39固定在动模上,预压弹簧38处于压缩状态,模具开模时能给滑块35提供 $X+$ 向驱动力,减少斜导柱载荷,有效延长模具使用寿命。成型镶件36选用不锈钢模具钢2343esr材质,热处理采用真空氮化工艺;压条37基材选用锡青铜,在基材上开设石墨润滑孔,使其具有自润滑性,确保生产过程中不会卡顿。

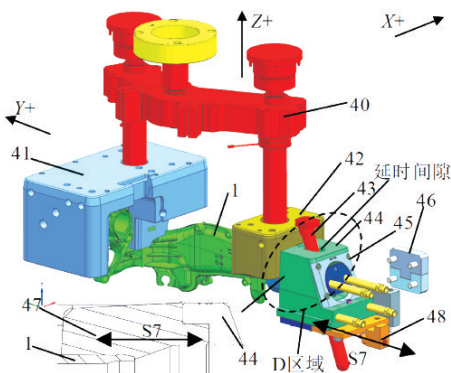


32—斜导柱;33—铲基;34—耐磨板;35—滑块;36—成型镶件;
37—压条;38—预压弹簧;39—保持架; $S5$ ~ $S6$ —运动方向

图6 C区域抽芯机构

3.5 D区域抽芯机构设计

D区域内需成型的特征较少,仅为卡箍槽外壁及内孔,卡箍槽外壁倒扣距离较小,设置强脱结构。内孔设置抽芯入子,入子沿 $S7$ 方向运动,如图7所示。模具开模,待C区域内已完成初步抽芯,滑块44在延时间隙的作用下,开始抽芯,便于强制脱模。



40—热流道;41—A区域模仁;42—B区域模仁;
43—斜导柱;44—滑块;45—耐磨板;46—精定位;
47—强脱套;48—限位块; $S7$ —运动方向

图7 D区域抽芯机构

滑块44下设对称定位柱,用以准确定位滑块;在模具边缘设置精定位46,以精准定位动模。

根据模流分析结果设置热流道40,A区域模仁41及B区域模仁42上,分别开设对应避空,以使热流道平底喷嘴直接到达塑件1,实现无流道注塑,提高综合经济效益。

3.6 冷却系统设计

冷却系统采用随形水路,使水路方向主要沿塑件长度方向,即 Y 方向,水路距塑件表面距离为20 mm,水路之间距离40 mm,图8为冷却系统设计图。如图8所示,各滑块开设滑块水路,对尺寸较小的滑块开设隔水管,使得热量能被快速传导,减少塑件各向温度差,提高塑件表面光泽的均一性,降低塑件翘曲量。热流道总成与定模虽有避空隔热,随着模开模次数的增加,定模温度必然增加,设置热流道水路,降低整体定模温度,使动定模模温趋于一致,保证型腔动态尺寸稳定,提高塑件尺寸稳定性。

设置集水板,所有进、出水路经集水板统一调配,水路不串联,严格控制水路进出口温度,提高冷却效能。

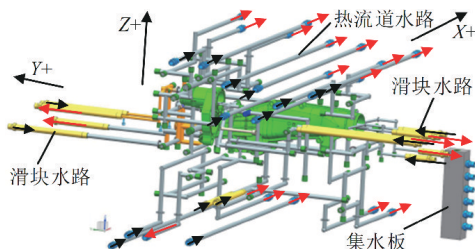


图8 冷却系统设计图

4 模具工作原理

各抽芯机构装配图和模具装配图如图9所示,模具工作原理如下:

注射成型。注塑机对塑料粒子加热塑化,在螺杆的推动下,形成熔融料流;料流经主热流道板50分成2支,同时直接进入型腔,在保压、冷却、固化后,形成塑件。注塑过程不产生流道凝料,提高了综合经济效益,优化了生产节拍。

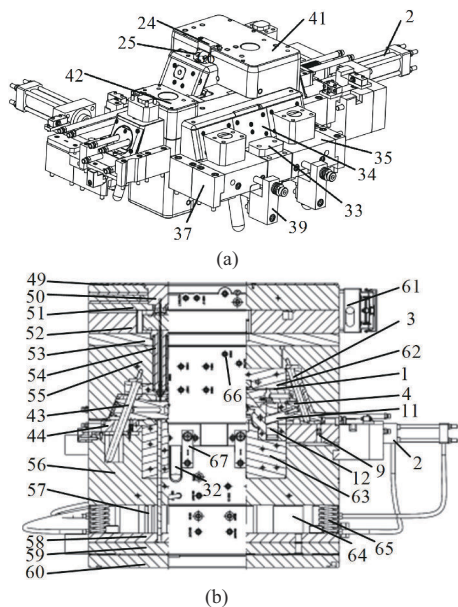
开模。模具开启,三组斜导柱同时动作,驱动相应滑块,向既定方向运动;拨叉11驱动拨块12向下抽芯,完成卡箍倒扣特征的抽芯;反铲基24沿 $S1$ 运动方向运动与斜抽芯25分离,在弹簧26的作用下,斜抽芯25沿 $S2$ 运动方向迅速到达限位块27处,完成抽芯;待C区域内完成初步抽芯,滑块44在延时间隙的作用下,开始抽芯,完成强制脱模;待斜导

柱抽芯完成,两支气缸工作,将成型件脱离塑件。

顶出。注塑机开模后,机械手进入模腔,作取件准备,注塑机推杆推动推板59,顶杆57将塑件顶出模具,机械手取走塑件。

复位。注塑机推杆后退,在各复位弹簧的作用下,各部件复位;各气缸恢复初始工作状态。

合模。注塑机合模,各斜导柱驱动相应滑块向模腔合模;待快合模完成时,各铲基将滑块精确定位,保证各模腔不同模次的稳定性。开始新一次注射成型。



- 1—塑件;2—气缸;3—斜导柱;4—小滑块;9—滑块定位销;
11—拨叉;12—拨块;24—反铲基;25—斜抽芯;33—铲基;
34—耐磨板;35—滑块;37—压条;39—保持架;
41—A区域模仁;42—B区域模仁;43—斜导柱;
44—滑块;49—隔热板;50—主热流道板;51—面板;
52—过渡板;53—热流道定位板;54—热流道;
55—定模板;56—动模板;57—顶杆;58—顶针板;
59—推板;60—底板;61—热流道接口;
62—A区域定模仁;63—A区域动模仁;64—支撑柱;
65—复位弹簧;66—水路;67—模具锁
a—各抽芯机构装配图;b—模具装配图

图9 模具装配图

5 结论

(1)在Moldflow2020模流分析软件中,选择“充填+保压+冷却+填充+保压+翘曲”分析序列进行分析,模腔在4.25 s时被填满,同时模腔压力达极值;塑件总体翘曲量最大为3.168 mm,出现位置在塑件两端,翘曲率小于0.8%,验证了水路设置的合理性。

(2)将塑件划分为4个区域,分别为A区域、B区域、C区域、D区域。A区域内设置斜导柱-拨叉结

构,用以成型卡箍槽倒扣特征;B区域内针对中心线与Y向不平行的特征,设置斜抽芯机构,针对成型件与塑件间的真空,设置预压弹簧镶件;C区域内设置双斜导柱-滑块机构,保证了滑块运行平稳无卡顿;D区域内,卡箍槽外壁倒扣距离较小,设置了强脱结构。

(3)冷却系统采用随形水路,水路方向主要沿塑件长度方向,水路距塑件表面距离为20 mm,水路之间距离40 mm,减少了塑件各向温度差,提高了塑件表面光泽的均一性,降低了塑件的翘曲量。

参考文献

- [1] 黄可,殷春云,刘江,等.车窗内饰件热流道注塑工艺参数优化[J].中国塑料,2019,33(10):72-77.
Huang Ke, Yin Chunyun, Liu Jiang, et al. Optimization of injection molding process parameters for window interior trim[J]. China Plastics, 2019, 33(10):72-77.
- [2] 刘铁石,张云,周全,等.基于玻纤改性PP的风扇面壳热流道注塑模设计[J].工程塑料应用,2023,51(6):85-91.
Liu Tieshi, Zhang Yun, Zhou Quan, et al. Design of hot runner injection mould for fan shell based on glass fiber modified PP[J]. Engineering Plastics Application, 2023, 51(6):85-91.
- [3] 王根华,肖国华,杨少增.碗形盖带内螺纹孔塑件多材共用型热流道模设计[J].工程塑料应用,2023,51(3):94-100.
Wang Genhua, Xiao Guohua, Yang Shaozeng. Design of universal hot runner mold for bowl cap with internal thread hole based on multiple plastics materials[J]. Engineering Plastics Application, 2023, 51(3):94-100.
- [4] 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.
- [5] 樊薇,王春艳.发动机进气盖热流道注塑模设计[J].工程塑料应用,2022,50(9):92-96.
Fan Wei, Wang Chunyan. Design of hot runner injection mold for engine intake cover[J]. Engineering Plastics Application, 2022, 50(9):92-96.
- [6] 苗秋玲.净水器盖板三板倒装模具设计[J].工程塑料应用,2023,51(6):92-96.
Miao Qiuling. Inverted three plate mould design of cover plate on water purifier[J]. Engineering Plastics Application, 2023, 51(6):92-96.
- [7] 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.
- [8] 王子聪,梁蓓,蔡永根.基于机构集成的家电蒸煮机主壳注射模设计[J].工程塑料应用,2023,51(4):97-104.
- Wang Zicong, Liang Bei, Cai Yonggen. Design of injection mould for main shell of home appliance cooking machine based on mechanism integration[J]. Engineering Plastics Application, 2023, 51(4): 97-104.
- [9] 华丽霞,黎静萍,雷霆.铅笔刀轴螺旋盲孔脱模机构注射模设计[J].工程塑料应用,2023,51(5):98-103.
- Hua Lixia, Li Jingping, Lei Ting. Design of injection mold for pencil sharpener shaft spiral blind hole with multiple demoulding mechanisms[J]. Engineering Plastics Application, 2023, 51(5): 98-103.
- [10] 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]. Plastic, 2021, 50(2):146-150.
- [11] 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.
- [12] 王海兰,佟伟,欧相麟,等.基于Moldflow的盒型产品的变形优化与机理探究[J].塑料工业,2023,51(2):90-95, 125.
- Wang Hailan, Tong Wei, Ou Xianglin, et al. Deformation optimization and mechanism research of box-shaped products based on moldflow[J]. Engineering Plastics Application, 2023, 51(2): 90-95, 125.
- [13] 王金荣,王权,赵笑梅.基于Moldflow的带金属嵌件汽车安全带卡扣浇口优化设计[J].塑料工业,2021,49(5):103-108.
- Wang Jinrong, Wang Quan, Zhao Xiaomei. Optimum design of gate for buckle of automobile safety belt with metal insert based on Moldflow[J]. China Plastics Industry, 2021, 49(5):103-108.
- [14] 欧阳宇,刘泓滨,李振森,等.基于Moldflow和Ansys联合仿真对进气歧管注射成型及进气性能优化的研究[J].中国塑料, 2023, 37(3):71-76.
- Ouyang Yu, Liu Hongbin, Li Zhenmiao, et al. Study on injection molding and intake performance optimization of intake manifold based on Moldflow-Ansys joint simulation[J]. China Plastics, 2023, 37(3):71-76.
- [15] 张维合,冯国树,宋东阳,等.机器人关节轴二次抽芯及随形水路注塑模具设计[J].塑料工业,2022,50(3):63-66, 109.
- Zhang Weihe, Feng Guoshu, Song Dongyang, et al. Design of injection mold with twice side core-pulling and conformal cooling channel for robot joint axis[J]. China Plastics Industry, 2022, 50(3):63-66, 109.
- [16] 王新蒙.显示器底座二次顶出注塑模具设计[J].塑料工业, 2023, 51(2):73-78.
- Wang Xinmeng. Design of secondary ejector injection mold for the base cover of display device[J]. Engineering Plastics Application, 2023, 51(2):73-78.
- [17] 孙令真,叶烁.分体空调底盘注塑模具设计[J].中国塑料,2021, 35(12):129-136.
- Sun Lingzhen, Ye Shuo. Design of injection mold for split air conditioning chassis[J]. China Plastics, 2021, 35(12):129-136.
- [18] 赵利平,张艳华,于维斌,等.扫地机器人尘盒盖注塑模具设计[J].中国塑料,2022,36(11):133-139.
- Zhao Liping, Zhang Yanhua, Yu Weibin, et al. Design of injection mold for dust box cover of sweeping robot[J]. China Plastics, 2022, 36(11):133-139.