

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2022.09.016

发动机进气盖热流道注塑模设计

樊薇,王春艳

(江西机电职业技术学院,南昌 330013)

摘要:结合发动机进气盖塑件的注射成型需要,设计了一副两板、单腔、顺序注塑、热流道注塑模具。模腔浇注系统使用了 2 个针阀式热嘴和 4 个冷浇口进行分区充填,有效缩短了熔料的流动长度,使模腔的充填得到充分保证。使用 8 个油缸驱动机构用于塑件部分特征的抽芯脱模,其中,定模斜孔先抽芯机构、侧柱孔/斜凹复合抽芯机构通过换向驱动的办法,有效降低了模具对注塑机在模具高度方向上的容模尺寸要求。为缩短抽芯距离,使用 2 个长轴成型镶件对 5 个轴孔进行成型和抽芯,解决了多个贯穿型直通轴孔成型和脱模难题。8 个油缸驱动机构使用电磁阀进行顺序控制,确保了抽芯动作按序进行。

关键词:发动机进气盖;热流道;注射成型;油缸

中图分类号: TQ320.5+2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2022)09-0092-05

Design of Hot Runner Injection Mold for Engine Intake Cover

Fan Wei, Wang Chunyan

(Jiangxi Vocational College of Mechanical & Electrical Technology, Nanchang 330013, China)

Abstract : Combined with the injection molding needs of engine intake cover plastic parts, a pair of two-plate, single-cavity, sequential injection and hot runner injection mold were designed. The mold cavity gating system used two needle valve hot nozzles and four cold gates for partition filling, which effectively shortened the flow length of the melt and fully guarantees the filling of the cavity. eight hydraulic-cylinder driving mechanisms were used for core-pulling and demoulding of some features of plastic parts. Among them, the fixed mold angle hole first core pulling mechanism and the side post hole/angle concave composite core pulling mechanism were driven by steering, which effectively reduced the mold capacity requirements for the injection molding machine in the mold height direction. In order to shorten the core-pulling distance, two long axis forming inserts were used to form and finish core-pulling of the five shaft holes, which solved the forming and demolding problems of multiple through shaft holes. The eight hydraulic-cylinder driving mechanisms were controlled in sequence by solenoid valves to ensure that the core-pulling action was performed in sequence.

Keywords : engine intake cover ; hot runner ; injection molding ; hydraulic-cylinderr

在发动机塑料零配件中,一些大型塑件一般都使用热流道注塑模具进行生产^[1-2],此类大型塑件的模具结构多使用两板热流道结构,以降低模具成本;模具模腔的浇注常使用两种浇注系统形式,一种是单点或多点热嘴直接浇注形式,另一种是热嘴+冷流道延伸浇注方式(热嘴可以是单点或多点)^[3-5]。常用热嘴有两种形式:开放式热嘴和针阀式热嘴。设计该类塑件的脱模机构时,针对浅侧孔或浅侧凹特征多使用斜导柱滑块机构进行脱模,而对于深侧孔或深侧凹特征,多使用油缸驱动的滑块机构进行

脱模,在保证脱模可靠性的同时,也能有效简化模具结构。笔者结合某发动机进气盖塑件的注射成型,设计了一副两板、单腔、两点热嘴、顺序注塑热流道模具,其结构布局合理,机构选用恰当,可为同类塑件的模具设计提供有益参考。

1 进气盖塑件

进气盖塑件结构如图 1 所示,塑件平均壁厚 2.7 mm,塑件外形尺寸为 450 mm×385 mm×148 mm,其构成可以划分为 4 部分:排气斜孔、侧面端盖、底直管和歧管端座。排气斜孔部分由 4 个

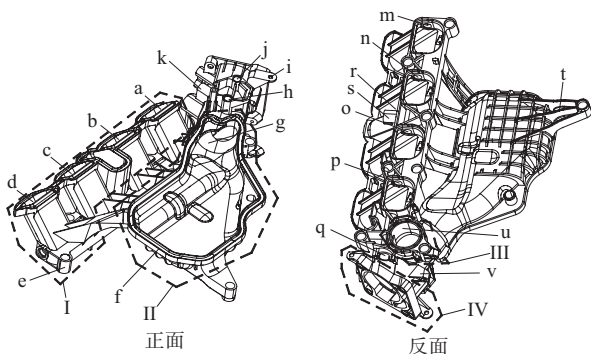
通信作者:樊薇,副教授,从事机械模具、液压控制设计研究

收稿日期:2022-07-11

引用格式: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.

形状类似的矩形截面斜孔构成,斜孔分别为斜孔 A、斜孔 B、斜孔 C 和斜孔 D,4 个斜孔的底端设置 5 个同轴横孔,分别为轴孔 E、轴孔 F、轴孔 G、轴孔 H 和轴孔 K,排气斜孔通过加强筋与侧面端盖的 1 个侧边连接在一起。侧面端盖的 1 个侧边设置有 1 个加强筋支架,1 个大孔径歧管孔,2 个销孔和 1 个螺柱。底直管为圆柱形底直管,其管中心线与歧管孔中心线垂直,管外壁设置两层圆环加强筋。歧管端座设置在侧面端盖部分的前端,其管端口侧面结构为矩形法兰结构,设置有多条螺杆过孔及减薄结构槽,端座一侧的外壁上设置有多种直径的螺柱,另一侧设置有 1 个耳孔座。塑件选用 30% 玻纤增强尼龙 6。



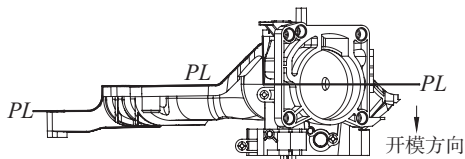
a—斜孔 A; b—斜孔 B; c—斜孔 C; d—斜孔 D; e—直孔;
f—端盖围边; g—歧管孔; i—过孔; h, j—销孔; k—螺柱;
m—轴孔 E; n—轴孔 F; o—轴孔 G; p—轴孔 H; q—轴孔 K;
r—斜凹; s—侧柱孔; t—加强筋支架; u—底直管; v—耳孔座;
I—排气斜孔区; II—侧面端盖区; III—底直管区; IV—歧管端座区

图1 进气盖塑件

2 模腔分型、布局及浇注系统

2.1 模腔分型及布局

限于注塑机的注塑能力及脱模机构布置的空间要求,大型塑件模具模腔布局一般使用一模一腔布局,模具结构也优先使用两板模结构,以降低模具制造难度和成本^[6-8]。进气盖塑件的模具结构采用两板模结构,一模一腔布局,模腔分型如图 2 所示,分型面 PL 的分型线使用塑件的最大外沿轮廓线。



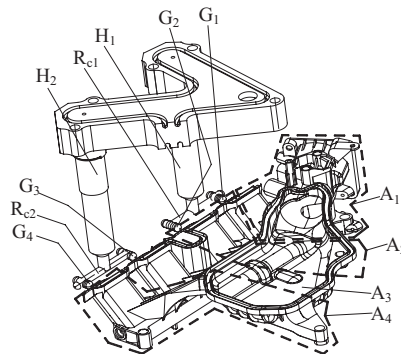
PL—分型面

图2 模腔分型

2.2 浇注系统

为尽可能缩短熔料流动长度,塑件模腔使用热流道+冷流道复合浇注系统进行浇注^[9-12],如图 3

所示。复合浇注系统由 2 个热嘴 (H_1 和 H_2) 和 4 个冷浇口 ($G_1 \sim G_4$) 构成,1 个热嘴给 2 个冷浇口供料,热嘴 H_1 对应的冷浇口为冷浇口 G_1 和 G_2 ,热嘴 H_2 对应的冷浇口为冷浇口 G_3 和 G_4 ;设置 4 个冷浇口的作用是保证 4 个斜孔都获得充分充填,4 个冷浇口都采用矩形截面侧浇口,对应的充填区域分别为:冷浇口 G_1 为 A_1 区域,冷浇口 G_2 为 A_2 区域,冷浇口 G_3 为 A_3 区域,冷浇口 G_4 为 A_4 区域;各浇注区域占塑件总体积的百分比分别为: A_1 区域 40%, A_2 区域 18%, A_3 区域 17%, A_4 区域 25%; A_2 的体积和 A_3 相当, A_1 的体积与 A_4 区差别较大,对模腔的平衡充填有一定影响。



$G_1 \sim G_4$ —冷浇口; H_1, H_2 —热嘴; R_{c1}, R_{c2} —冷流道; $A_1 \sim A_4$ —浇注区域

图3 浇注系统

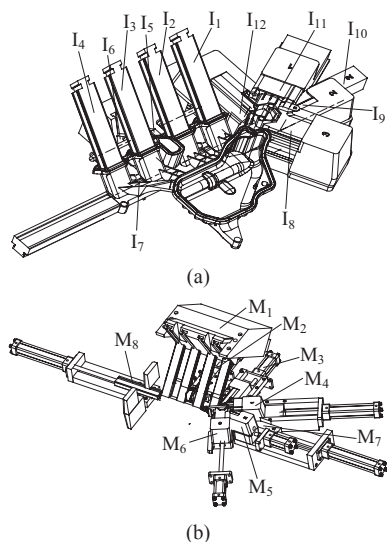
在浇注系统设计中,首先需要针对 4 个冷浇口进行平衡及冷流道选用设计,其次是确定热嘴结构形式及热浇口直径,最后是热流道电加热功率计算及选用^[13-16]。经计算,4 个冷浇口的长度和深度均分别为 2 mm 和 1.35 mm,宽度分别为 8.72, 5.92, 5.79, 7.49 mm,4 个冷浇口对应的冷流道直径均为 8 mm,热嘴 H_1 、热嘴 H_2 的浇口直径均为 7 mm,长度均为 6 mm,热流道系统的加热功率为 5.4 kW。

3 脱模机构

结合图 2 所示分型,塑件的脱模需要设置多个成型镶件及相应的抽芯机构来实现塑件的自动脱模,设计的成型镶件如图 4a 所示,包括:(1)用于成型 4 个斜孔的镶件 $I_1 \sim I_4$;(2)用于成型侧柱孔、斜凹的镶件 I_5 和 I_6 ;(3)用于成型歧管孔的镶件 I_{11} ;(4)用于成型歧管端座外壁两侧的镶件 I_8, I_9 和 I_{12} ;(5)用于成型 5 个轴孔(轴孔 E、轴孔 F、轴孔 G、轴孔 H 及轴孔 K)的镶件 I_7 和 I_{10} ;设计的相应驱动机构如图 4b 所示,各驱动机构设计如下。

(1) 机构 M_1 。

机构 M_1 为定模斜孔油缸先抽芯机构。如图 1



I₁—斜孔 A 镶件; I₂—斜孔 B 镶件; I₃—斜孔 C 镶件;
I₄—斜孔 D 镶件; I₅—侧柱孔镶件; I₆—斜凹镶件; I₇—前轴孔镶件;
I₈—歧管外壁右镶件; I₉—耳孔座镶件; I₁₀—后轴孔镶件;
I₁₁—歧管孔镶件; I₁₂—歧管外壁左镶件;
M₁—定模斜孔油缸先抽芯机构; M₂—侧柱孔 / 斜凹复合抽芯机构;
M₃—歧管外壁左镶件滑块机构; M₄—歧管孔镶件滑块机构;
M₅—直管外壁局部镶件滑块机构; M₆—歧管外壁右镶件滑块机构;
M₇—前轴孔镶件滑块机构; M₈—后轴孔镶件滑块机构
a—成型镶件; b—成型镶件驱动机构

图 4 成型镶件及其驱动机构

和图 4b 所示,针对塑件上 4 个斜孔(斜孔 A、斜孔 B、斜孔 C 和斜孔 D)内壁的脱模,4 个斜孔的内壁都须单独设置 1 个成型镶件,塑件整体脱模前,4 个斜孔的内壁成型镶件须通过机构 M₁ 先抽芯,4 个斜孔镶件的斜抽芯距离都为 80 mm。4 个斜孔的内壁成型镶件用 1 个油缸驱动的中间驱动滑块带动,从而使油缸能在其轴心线方向与 4 个斜孔的内壁成型镶件的抽芯方向成一定夹角的情况下,换向驱动 4 个斜孔的内壁成型镶件抽芯,以避免油缸按 4 个斜孔的内壁成型镶件的抽芯方向抽芯时,需要更高的模具高度尺寸。

(2) 侧柱孔 / 斜凹复合抽芯机构 M₂。

机构 M₂ 为侧柱孔 / 斜凹复合抽芯机构,其结构如图 5 所示,主要针对 K 向图中狭小区域内两处斜凹和 1 个侧柱孔的抽芯脱模而设计。机构的工作原理为:油缸驱动侧柱孔滑块按 F₁ 向实施侧抽芯,完成侧柱孔特征的抽芯脱模,同时,侧柱孔滑块将通过 2 个 T 型槽驱动 2 个斜凹滑块同步进行 F₂ 向移动和 F₃ 向抽芯,从而实现 2 个斜凹特征的脱模。斜凹滑块在 F₃ 向的抽芯距离为 42.5 mm,侧柱孔滑块在 F₁ 向移动距离为 85.6 mm。该机构的好处是:如果

使用油缸驱动斜凹滑块按 F₃ 向抽芯,就需要更高的模具高度来安装油缸,若改为油缸驱动侧柱孔滑块按 F₁ 向抽芯,以侧柱孔滑块带动斜凹滑块,此时油缸对模具的高度没有额外要求。

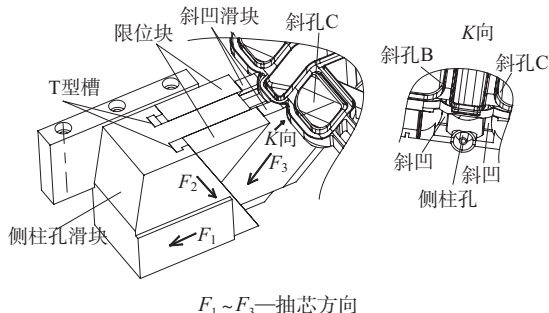


图 5 侧柱孔 / 斜凹复合抽芯机构 M₂

(3) 机构 M₃ ~ M₆。

机构 M₃ ~ 机构 M₆ 分别为歧管外壁左镶件滑块机构、歧管孔镶件滑块机构、直管外壁局部镶件滑块机构和歧管外壁右镶件滑块机构。如图 4 所示,歧管端座需要使用歧管外壁左镶件 I₁₂、歧管外壁右镶件 I₈、耳孔座镶件 I₉、歧管孔镶件 I₁₁ 及直管外壁局部镶件进行成型和抽芯脱模。歧管外壁左镶件 I₁₂ 使用机构 M₃ 进行抽芯,抽芯距离为 75 mm。歧管孔镶件 I₁₁ 使用机构 M₄ 进行抽芯,抽芯距离为 188 mm。歧管外壁上的耳孔座及直管底端局部特征需要使用耳孔座镶件 I₉ 和直管外壁局部镶件进行成型和抽芯脱模,使用机构 M₅ 进行抽芯,抽芯距离为 98.5 mm。歧管外壁右镶件 I₈ 使用机构 M₆ 进行抽芯,抽芯距离为 76.3 mm。机构 M₃ ~ M₆ 的驱动动力都为油缸。

(4) 机构 M₇/M₈。

机构 M₇/M₈ 为前 / 后轴孔镶件滑块机构。如图 4 所示,塑件底端的 5 个轴孔(轴孔 E、轴孔 F;轴孔 G;轴孔 H 及轴孔 K)都是贯穿型直通孔,为缩短抽芯距离,使用 2 个长轴成型镶件对该 5 个轴孔进行成型和抽芯脱模。前轴孔镶件成型轴孔 H 和轴孔 K,使用机构 M₇ 进行驱动,抽芯距离为 192 mm;后轴孔镶件成型轴孔 E、轴孔 F 和轴孔 G,使用机构 M₈ 进行驱动,抽芯距离为 218 mm。机构 M₇/M₈ 的驱动动力也都为油缸。

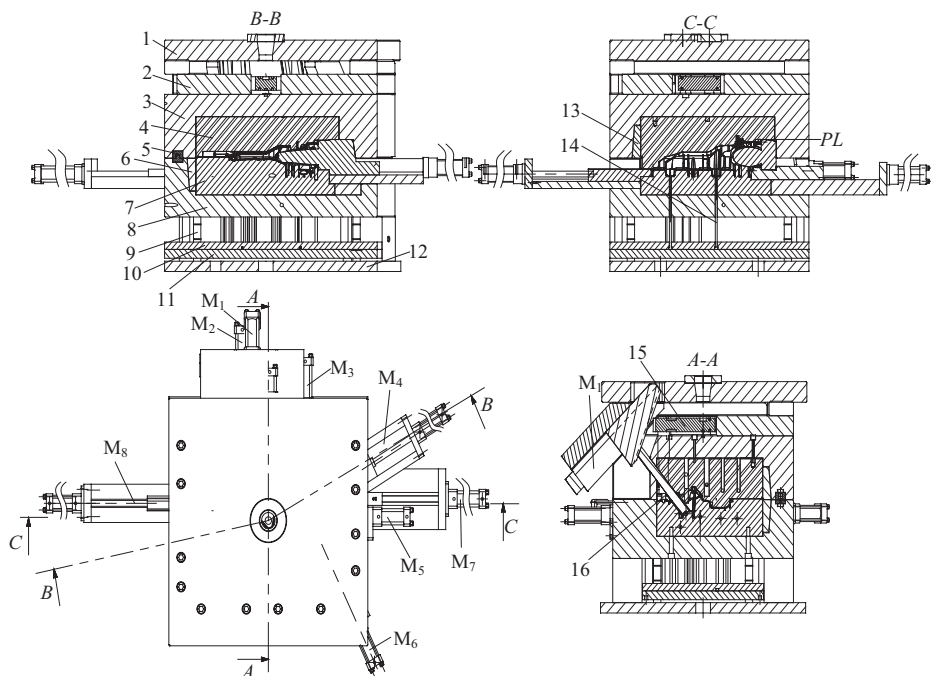
4 模具结构及工作过程

4.1 模具结构

模具结构如图 6 所示,模腔的主要成型件由型腔镶件 4 和型芯镶件 7 构成。型腔镶件 4 使用合金钢 NAK55,型芯镶件 7 使用 H13。为保证模腔闭

合的准确性,定模板 3 和动模板 8 闭合时使用 4 个圆柱精定位组件 5 进行定位。型腔镶件 4 在定模板 3 模框槽中的定位、型芯镶件 7 在动模板 8 模框槽中的定位均使用 2 个直壁侧面作为定位基准,剩余侧面分别使用上斜度锁紧块 13、下斜度锁紧块 6 进行锁紧定位的方式进行定位,以有利于零件的加工和装配。塑件需要设置较多顶针 14 平衡顶出,顶针 14 的直径为 12 mm,以确保顶针有足够的刚度。推板 11 和盖板 10 须使用 4 根推板导柱 9 进行导向。在热流道浇注系统中,热流道板 15 和热流道嘴

16 中的热电偶使用单接法接线,热流道系统需要做防水、防油保护措施,热流道的冷却水路与成型件的冷却水路分开设置,不能集成在模具集水块上。针对塑件的脱模,设置了 8 个脱模机构 $M_1 \sim M_8$,除机构 M_1 安装在模具定模一侧外,其余 7 个机构都安装在模具动模一侧。8 个机构的驱动都使用油缸,且按照一定的动作顺序进行动作,动作顺序依次为 $M_1 \rightarrow M_2 \rightarrow M_3 \rightarrow M_4 \rightarrow M_5 \rightarrow M_6 \rightarrow M_7 \rightarrow M_8$,闭合动作顺序刚好相反。8 个机构油缸的动作顺序控制通过外接电磁阀进行控制。



1—定模座板;2—热流道垫板;3—定模板;4—型腔镶件;5—圆柱精定位组件;6—下斜度锁紧块;7—型芯镶件;8—动模板;9—推板导柱;10—盖板;11—推板;12—动模座板;13—上斜度锁紧块;14—顶针;15—热流道板;16—热嘴;其余编号同图 2 和图 4

图 6 模具结构

4.2 模具工作过程

将模具安装在注塑机上,并完成预热等准备工作后,开始注塑,如图 6 所示,注塑过程如下:

(1) 模具闭合。模具闭合时,首先启动热流道加热装置,将热流道系统加热至 275°C ,同时,热嘴 H_1 和 H_2 关闭。

(2) 注塑。注塑机喷嘴将熔融塑料注入热流道中,热嘴 H_1 针阀打开,通过冷浇口 G_1 和 G_2 对模腔的 A_1 和 A_2 区域进行浇注。1.2 s 后,热嘴 H_2 针阀打开,通过冷浇口 G_3 和 G_4 对模腔的 A_3 和 A_4 区域进行浇注。注塑完毕,经保压、冷却等过程后,等待开模。

(3) 定模先抽芯。开模前,机构 M_1 先动作,完成塑件上 4 个斜孔的先抽芯脱模。

(4) 模具开模。机构 M_1 动作完成后,动模后退,模具在 PL 面处打开,塑件留于型芯镶件 7 上。

(5) 油缸抽芯。机构 $M_2 \sim M_8$ 按 $M_2 \rightarrow M_3 \rightarrow M_4 \rightarrow M_5 \rightarrow M_6 \rightarrow M_7 \rightarrow M_8$ 的顺序驱动对应的成型镶件完成抽芯脱模。

(6) 顶出。侧抽芯完毕,注塑机顶杆推动推板 11 上的顶针 14 将塑件从型芯镶件 7 上顶出,实现塑件的完全脱模。

(7) 复位。复位前,顶针机构先复位,而后机构按 $M_8 \rightarrow M_7 \rightarrow M_6 \rightarrow M_5 \rightarrow M_4 \rightarrow M_3 \rightarrow M_2$ 的顺序闭合复位,模具在 PL 面处闭合,最后机构 M_1 复位,模具完全闭合,等待下一注塑循环。

5 结论

模具采用一模一腔布局、冷/热复合式热流道

浇注系统、8个油缸驱动机构,将模具结构简化为两板热流道模具。针对塑件复杂特征的脱模,使用油缸驱动机构抽芯,能有效地降低模具结构的复杂程度。特别是定模斜孔先抽芯机构,通过使用油缸驱动中间驱动滑块,以带动4个斜向型芯实施抽芯,能避免模具高度尺寸的增加,降低模具对注塑机在模具高度方向上的容模尺寸要求;侧柱孔/斜凹复合抽芯机构变斜向抽芯为水平抽芯,也具有同样的效果,较为有效地降低了模具的整体制造成本。

参考文献

- [1] 刘斌,李栋.热流道技术在注塑模具中的应用与发展[J].内燃机与配件,2018(9):34-35.
Liu Bin, Li Dong. Application and development of hot runner technology in injection molds[J]. Internal Combustion Engine & Parts, 2018(9):34-35.
- [2] 奚建胜,黄文涛.发动机缸盖出水口接头叠层式热流道注塑模具设计[J].中国塑料,2017,31(5):103-108.
Xi Jiansheng, Huang Wentao. Design of stacked-hot-runner-type injection molds for outlet joints of cylinder heads[J]. China Plastics, 2017, 31(5):103-108.
- [3] 赵战锋.某汽车轮毂罩热流道模流分析与模具设计[J].塑料工业,2016,44(9):58-62,69.
Zhao Zhanfeng. Hot runner mold flow analysis and injection mould design of automobile hub cap[J]. China Plastics Industry, 2016, 44(9):58-62, 69.
- [4] 徐超辉,王涛.汽车阀体零件热流道双色注塑模具设计[J].中国塑料,2019,33(3):93-96.
Xu Chaohui, Wang Tao. Design of hot-runner bicolor injection mold for valve body parts of automobile[J]. China Plastics, 2019, 33(3):93-96.
- [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 mold for main shell of car central handrail[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(1):82-87.
- [6] 范玉,范佳琦,黄继战.汽车CD面板热流道模具设计[J].工程塑料应用,2016,44(11):76-79.
Fan Yu, Fan Jiaqi, Huang Jizhan. Design of car CD panel hot runner mold[J]. Engineering Plastics Application, 2016, 44(11):76-79.
- [7] 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.
- [8] 洪建明.汽车格栅双色注射模具热流道系统的CAE分析与优化[J].塑料,2016,45(2):117-120.
Hong Jianming. Analysis and optimization with CAE for two-component injection mould hot runner system of automobile grille[J]. Plastics, 2016, 45(2):117-120.
- [9] 戚春晓.汽车后扰流板内外板热流道注塑模具设计[J].塑料科技,2019,47(5):77-81.
Qi Chunxiao. Design of injection mould with hot runner for inner and outer plates of automobile rear spoiler[J]. Plastics Science and Technology, 2019, 47(5):77-81.
- [10] 何冰强,廖春玲,罗才益.汽车后保险杠杠热流道注塑工艺CAE与模具设计[J].塑料科技,2019,47(9):77-82.
He Bingqiang, Liao Chunling, Luo Caiyi. CAE and mold design of injection molding process for hot runners of automobile rear bumper[J]. Plastics Science and Technology, 2019, 47(9):77-82.
- [11] 张春彬,王海常.基于Maya造型的前车灯热流道注塑模具设计[J].工程塑料应用,2019,47(11):71-76,93.
Zhang Chunbin, Wang Haichang. Forming design of hot runner injection mould for headlamp based on maya modeling[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(11):71-76, 93.
- [12] 陈亚梅.车载内置储物盒热流道注塑模具的创新设计[J].合成树脂及塑料,2021,38(3):47-52.
Chen Yamei. Design of hot runner injection mold for vehicular internal storage box[J]. China Synthetic Resin and Plastics, 2021, 38(3):47-52.
- [13] 卞平.热流道双叠层注塑模具设计[J].塑料工业,2017,45(10):65-68.
Bian Ping. Design of injection mold with double stack and hot runner gate system[J]. China Plastics Industry, 2017, 45(10):65-68.
- [14] 刘庆东.热流道复杂抽芯斜顶出双色注塑模具设计[J].中国塑料,2018,32(10):138-142.
Liu Qingdong. Design of bi-color injection mould with hot runner, complex slides and inclined ejector[J]. China Plastics, 2018, 32(10):138-142.
- [15] 许维进,刘胜永,王华金.注塑机数据线卡槽双层热流道模具设计[J].塑料工业,2019,47(9):60-65.
Xu Weijin, Liu Shengyong, Wang Huajin. Design of lamination mould with hot runner for data line slot of injection molding machine[J]. China Plastics Industry, 2019, 47(9):60-65.
- [16] 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):55-57,61.
Sun Xiaoxia, Zhang Jun. Design of hotrunner injection mould with mechanism for circumferential boss multi-direction core-pulling[J]. Die & Mould Industry, 2020, 46(1):55-57, 61.