

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2022.01.018

汽车空调出风口注塑模优化设计

毛江峰

(浙江工业职业技术学院,浙江绍兴 312000)

摘要:结合汽车空调出风口塑件的结构特点,使用局部分型和整体分型相结合的优化设计办法对模腔分型,依据塑件的脱模需要确定模具结构为单腔布局、直接浇口浇注两板模具。模具模架改进为增加 1 次开模打开,以驱动定模侧的斜顶机构完成先抽芯。针对塑件上众多且复杂的附加特征的脱模,设计了 7 个脱模机构用于这些特征的脱模,包括 1 个定模斜顶机构、2 个动模斜顶机构、2 个动模斜导柱滑块机构及 2 个动模油缸斜抽芯机构。动模斜顶机构优化为万能斜顶机构以缩减机构对模架尺寸的使用要求。各成型滑块上,针对小尺寸特征的成型,成型件优化设计为组合型小镶件,有效降低了滑块成型件的加工难度。模具结构布置合理,机构结构形式使用恰当,能为同类塑件的注塑模制造生产提供有益借鉴。

关键词:汽车空调;出风口;注塑模;优化设计;分型;机构设计

中图分类号: TG243 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2022)01-0103-06

Optimal Design of Injection Mould for Outlet of Automobile Air Conditioner

Mao Jiangfeng

(Zhejiang Industry Polytechnical College, Shaoxing 312000, China)

Abstract : Combining the structural characteristics of the plastic part of outlet at automobile air conditioner, the optimized design method combining partial and overall parting was used to part the mould cavity. According to the demoulding needs of the plastic part, the mould structure was determined to be a single cavity layout and direct gate pouring with two plates. The mould base was improved to increase one opening of the mould to drive the inclined top mechanism on the fixed mould to complete the first core pulling. Aiming at the demoulding of numerous and complex additional features on the plastic part, seven demoulding mechanisms were designed for the demoulding of these features, including one fixed-mould inclined top mechanism, two moving-mould inclined top mechanisms, and two moving-mould angle pin slide mechanism and two moving-mould hydraulic cylinder angled core pulling mechanisms. The moving-mould inclined top mechanisms were optimized to a universal inclined top mechanisms to reduce the use requirements of the mechanism on the size of the mould base. On each molded slides, for the molding of small-size features, the molded parts were optimized as combined small inserts, which effectively reduced the processing difficulty of the molded parts of the slide. The reasonable layout of the mould structure and the proper use of the mechanism structure can provide a useful reference for the production of injection moulds for similar plastic parts.

Keywords : automobile air conditioner ; air outlet ; injection mould ; optimized design ; parting ; mechanism design

汽车空调出风口塑件是汽车空调系统的一种重要零件,特别是对于仪表台上左右两侧和中间位置布置的 4 个出风口,其出风效果及可操作性深刻影响到消费者的使用体验感。因而,此种塑件在 4 个方面应引起塑件设计者重视:第一是安装牢固性,第二是拆卸方便性,第三是风口内置装置的多功能

可调性,第四是能为使用者后续提供可改装和加装空间。出风口塑件形状及较多的内外壁附加特征是此种塑件结构设计的一个重要特点,随着塑件结构变得越来越复杂,对注塑工艺中模具结构的设计带来很大的挑战,需要模具设计工程师从浇注、成型件设计、冷却方式、脱模机构及模具整体结构优化方面

通信作者: 毛江峰,硕士,讲师,主要研究方向为机械设计制造及其自动化、模具设计与制造

收稿日期: 2021-11-11

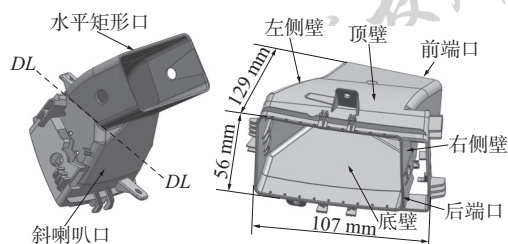
引用格式: 毛江峰. 汽车空调出风口注塑模优化设计 [J]. 工程塑料应用, 2022, 50(1):103-108.

Mao Jiangfeng. Optimal design of injection mould for outlet of automobile air conditioner[J]. Engineering Plastics Application, 2022, 50(1):103-108.

做更多的综合和优化考虑,以最优化的技术因素将模具投入生产,增加模具制造企业在市场资源竞争中的优势^[1-4]。笔者结合某新款汽车仪表台出风口塑件的模具结构优化设计要求,设计了一副假三板注塑模具,能为模具企业设计实践提供有益借鉴。

1 空调出风口塑件

某新款汽车空调出风口塑件的结构形状如图1所示,塑件结构由两部分构成,以DL平面为界,分成两部分,一部分为水平矩形口部分,另一部分为斜喇叭口部分。水平矩形口部分用于与汽车仪表台内空调管道的插接,斜喇叭口部分用于塑件在仪表台上的扣接安装。斜喇叭口外壁上所设置的特征主要用于出风口本身在仪表台上的插接安装,内壁上所设置的特征主要用于调节风叶的安装。塑件材料的选择依据汽车的配置有所不同,高档配置使用聚碳酸酯(PC)/丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料(ABS)合金,中档配置使用ABS,低档配置使用30%滑石粉改性的聚丙烯塑料。针对不同的配置,模具结构使用同种结构。本例中,材料使用高配的PC/ABS合金,材料的收缩率为0.54%~0.59%。塑件的包装尺寸为107 mm×56 mm×129 mm,其整体结构尺寸不大,在注塑模具设计分类中,属于中小型塑件注塑模具^[5-8]。



DL—塑件结合虚拟界面

图1 空调出风口塑件

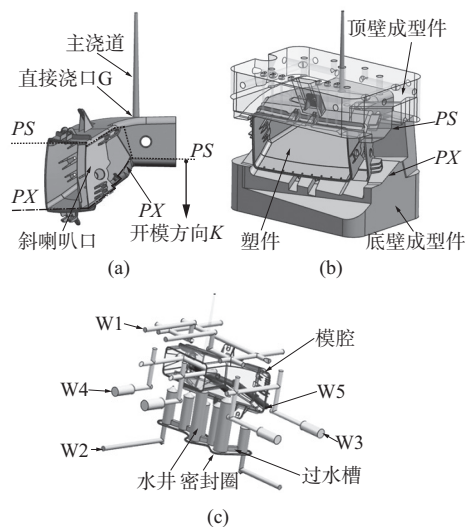
2 模具设计方案

鉴于各壁上所设置的附加特征各不相同的缘故,在模具结构设计时,须首先对各面进行标识区分后,再针对各壁上的特征进行有针对性的机构设计,这样能有效简化模具结构,同时也能化繁就简,降低模具结构设计难度。因而,对塑件的结构构成作以下区分:结合图1,针对塑件的外壁,将塑件外壁划分为顶壁、底壁、前端口、后端口、左侧壁、右侧壁6个分区;内壁则直接划分为水平矩形口内壁和斜喇叭口内壁2个分区。按此划分后,再进行有针对性的成型件设计和脱模机构的设置,这样能非常有效地降低塑件的模具结构设计复杂程度。经综合调整

后,此塑件模具结构设计的难度在于塑件外壁各附加特征的脱模和斜喇叭口内壁的脱模。

2.1 模腔布置

结合前述设计难度,较优的模腔布局及分型设置如图2a所示,以塑件水平矩形口部分的平躺布置作为塑件模腔的基准布置,模具按开模方向K打开,这种布置有以下优点:第一,便于采用直接浇口对模腔进行浇注,第二,能有效简化塑件外壁各附加特征和斜喇叭口内壁的脱模机构设计。模腔布置中,若使用水平矩形口部分的站立式布置为塑件模腔的基准布置,则无法开设模腔浇口,内、外壁的脱模机构设计也变得复杂;若使用斜喇叭口部分作平躺布置,要增加脱模机构;若使用斜喇叭口部分作站立式布置,浇口也无法开设,且脱模机构设计难度大。因此,模腔布置的最优方案为采用图2a所示的水平矩形口部分的平躺布置,在此布局布置下,鉴于塑件四周需要进行侧向脱模的缘故,模腔在开模方向K上的分型使用上分型面PS和下分型面PX进行分型。由上分型面PS分型而获得塑件的顶壁成型件,由下分型面PX分型而获得塑件的底壁成型件,如图2b所示。其余部分则须结合塑件分区上特征的具体脱模方向要求再进行局部成型件的分型设置。



PS, PX——开模方向K上的模腔分型面; W1~W5——冷却水路;

a—浇注及主分型设置; b—主成型件设置; c—冷却设置

图2 模具基本设计方案

2.2 浇注布置

如图2a所示,塑件的浇注拟采用单点直接浇口G进行浇注,这样设置虽有塑件出模后须手工剪切主浇道废料的工序,但能最大限度保证浇注系统流道最短,最大程度保证模腔充填的饱满性,也有利于

为提高塑件成型品质而实施的保压工艺。相比于采用多点浇口浇注方案,直接浇注对模具模架的使用要求低,流道加工量少,模具制造成本更为低廉;相比于使用热流道浇注方案,可以避免使用昂贵的热流道嘴,并且热嘴在生产过程中维护较为复杂,维护成本高,不适用热流道浇注方案的另一个原因是塑件中有一处特征需要进行定模先抽芯,定模板与定模座板需要打开,若采用热流道则会影响热流道嘴工作的稳定性^[9-12]。

2.3 冷却布置

由于塑件的形状和结构都相对较为复杂,塑件的各处壁厚很难做到均匀,塑件的最大壁厚 3.6 mm,最小壁厚 2.2 mm,显然,加强模腔的冷却,使塑件的各部位温度在模腔中冷却时能保持基本一致是保证塑件最终成型后尺寸稳定的关键所在。因而,针对模腔的冷却,如图 2c 所示,优化为使用 W1~W5 五条水路进行冷却,各水路的基本管径为 $\varnothing 10$ mm。针对顶壁成型件,塑件顶壁散发的热量相对较少,故使用一般的“回”形水路 W1 即可满足冷却要求,而对于底壁成型件,其吸收的热量相对较多,故须采用冷却增强手段,该成型件的水路 W2 上使用 7 个冷却水井来增强冷却,7 个冷却水井之间使用等效截面积相同的 6 个过水槽连通,7 个冷却水井外围使用整条密封圈进行整体密封。塑件内壁使用 W4, W5 进行冷却,左右侧壁中,鉴于设计空间限制,只对左侧壁使用水路 W3 进行冷却。

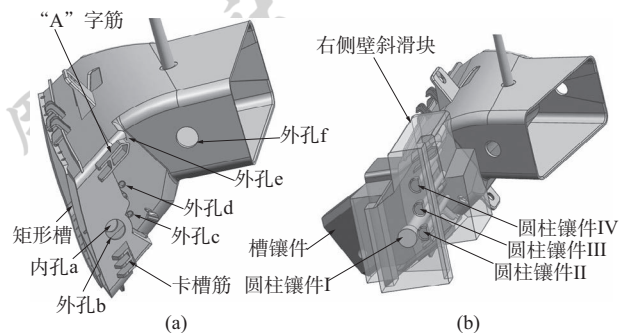
3 局部分型与脱模机构设计

针对塑件的脱模,在所述开模方向 K 向上所确定的顶壁成型件、底壁成型件的基础上,还需结合塑件外壁、内部局部区域上的附加特征的脱模方向来进行局部分型,以获得局部成型件,并针对局部成型件设置对应的抽芯驱动机构,这是本模具能否实现自动化注塑生产的关键所在^[13-14]。

3.1 右侧壁局部分型与成型件设计

右侧壁分型设计如图 3 所示。图 3a 为右侧壁上的附加特征分布,该侧壁上,位于塑件斜喇叭口部分外壁上附加的特征有:矩形槽、内孔 a、外孔 c、外孔 d、外孔 e 各 1 个;矩形槽外侧壁上的特征有:外孔 b、卡槽筋及“A”字筋各 1 个;位于水平矩形口部分外壁附加的特征有:1 个外孔 f。上述特征中,外孔 f、矩形槽的脱模方向与其它特征的脱模方向不一致,须单独设置成型件进行侧抽芯脱模,其余各特征的脱模方向可汇总为同外孔 b 的脱模方向相

同,外孔 b 的脱模方向为沿其孔中心线方向。外孔 b 与内孔 a 为同轴孔,且内孔 a 直径小于外孔 b 直径,故内孔 a 和外孔 b 为同轴脱模。进而,该右侧壁的成型件可优化设计为:如图 3b 所示,内孔 a、外孔 b 优先设置使用同一成型件肩台式圆柱镶件 I 成型;外孔 c、外孔 d、外孔 e 使用 3 个直杆圆柱镶件成型(圆柱镶件 II~圆柱镶件 IV);卡槽筋、“A”字筋使用 1 个右侧壁斜滑块直接成型。圆柱镶件 I~圆柱镶件 IV 镶装在右侧壁斜滑块上。考虑到使用滑块对外孔 f 进行侧抽芯脱模时,滑块机构的设计空间受到右侧壁斜滑块的限制,故外孔 f 的成型件使用 1 个斜顶进行成型和脱模。矩形槽的脱模方向与后端口脱模方向一致,故其成型件——槽镶件的抽芯方向设置为与斜喇叭口内壁的成型件抽芯方向相同,但其抽芯时,应先将圆柱镶件 I 先抽出。



a—右侧壁特征分布; b—右侧壁成型件设置

图 3 右侧壁分型设计

3.2 后端口局部分型与成型件设计

后端口分型设计如图 4 所示。图 4a 为后端口的附加特征,其主要分布在后端口附近的上顶壁和下底壁上。上顶壁上的特征有:1 个上斜板、2 个上挂钩、8 个上壁孔 h;上斜板上设置有 1 个斜板孔 i。下底壁上的特征有:1 个下斜板、2 个下挂钩、9 个下壁孔 g;下斜板上设置有 1 个斜板孔 i'。上述附加特征中,斜板孔 i'、斜板孔 i、8 个上壁孔 h、9 个下壁孔 g 的脱模方向与后端口的脱模方向不一致,其余附加特征的脱模方向与斜喇叭口部分的内壁脱模方向一致,因而,在优先设置斜喇叭口部分内壁的脱模方向基础上,后端口附近附加特征的成型与脱模作以下安排:如图 4b 所示,斜喇叭口部分内壁使用斜喇叭口内壁镶件进行成型,后端口外壁使用后端口外壁斜滑块进行成型,斜喇叭口内壁镶件镶装在后端口外壁斜滑块上;2 个上挂钩使用 2 个上挂钩镶件、2 个下挂钩使用 1 个下挂钩镶件进行成型,此 3 个挂钩镶件也镶装在后端口外壁斜滑块上;图 3b

中所的槽镶件也镶装在后端口外壁斜滑块上,以上5个镶件都由后端口外壁斜滑块带动实施斜抽芯脱模。8个上壁孔h的成型件为8个圆柱镶件V,镶装在图2b中所示的顶壁成型件中;9个下壁孔g的成型件为9个圆柱镶件,镶装在图2b中所示的底壁成型件中。鉴于斜板孔i的脱模需要,需要设置上斜板斜顶对上斜板进行成型和斜抽芯脱模,鉴于斜板孔i'的脱模需要,需要设置下斜板斜顶对下斜板进行成型和斜抽芯脱模。

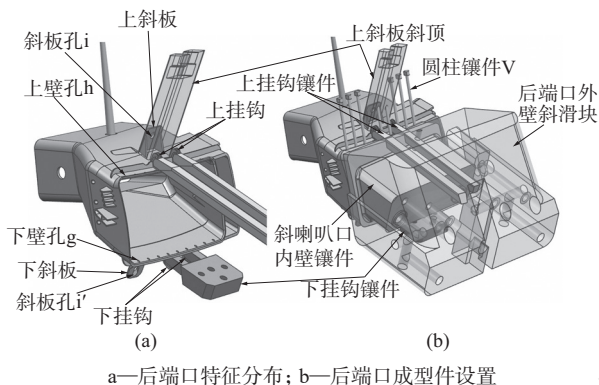


图4 后端口分型设计

3.3 左侧壁局部分型与成型件设计

左侧壁分型设计如图5所示。图5a为左侧壁附加特征,该侧壁位于塑件斜喇叭口部分外壁上的附加特征有1个“A”字筋,1处插槽筋,3个外孔(m, k, j),位于塑件水平矩形口部分外壁上附加的特征有1个外孔n。3个外孔(m, k, j)和外孔n的脱模方向相同,且“A”字筋、插槽筋也与4个孔脱模方向相同,故而使用1个左侧壁滑块即可满足这些特征的成型与脱模,如图5b所示。为了降低成型件的加工难度,3个外孔(m, k, j)的成型件使用圆柱镶件VI~VIII进行成型。

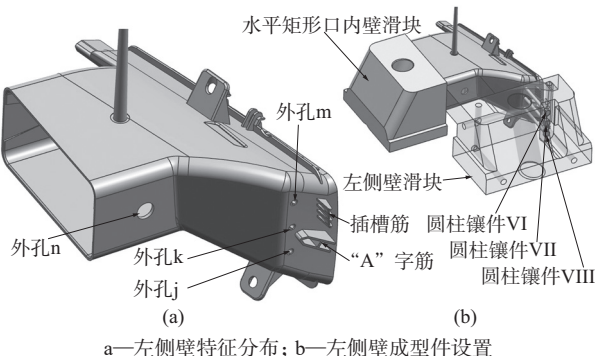


图5 左侧壁分型设计

3.4 前端口局部分型与成型件设计

前端口的成型件设计相对较为简单,直接使用图5b中所示的水平矩形口内壁滑块进行成型和抽

芯脱模。

3.5 底壁成型设计

结合图2b所示,底壁使用底壁成型件进行成型,但是,如图6所示,下底壁上还有一个下斜板特征及其上的斜板孔q子特征。当塑件由顶杆顶出完全脱模时,该处特征会在顶出方向下形成倒扣,此倒扣可以使用斜滑块机构对其进行成型和脱模,但滑块机构的设置使顶杆的布置受限制,塑件无法实现平衡顶出,因而,较为优化的方式是使用下斜板斜顶对其进行成型和顶出脱模。右侧壁上的外孔f也需要使用外孔f斜顶实施侧抽芯脱模。

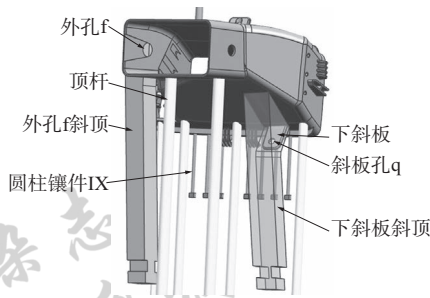


图6 斜顶成型件

4 模具机构布置及工作原理

4.1 模具机构布置

综合图2~图6,为实现塑件的成型与自动化生产,模具的基本结构应满足以下要求:

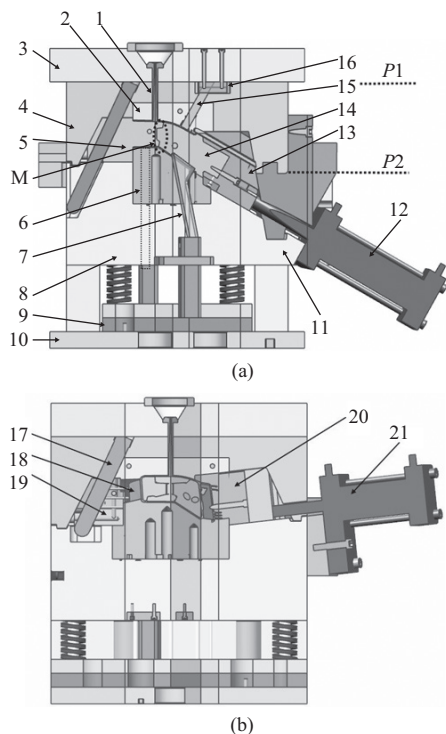
①模腔使用单点直接浇口进行浇注。

②顶壁、底壁使用两个成型件完成大部分特征的成型。

③四个侧面需要使用1个右侧壁斜滑块、1个后端口外壁斜滑块、1个左侧壁滑块、1个水平矩形口内壁滑块、1个上斜板斜顶、1个外孔f斜顶及1个下斜板斜顶共7个脱模机构进行成型和抽芯脱模。

④塑件的完全脱模使用顶杆进行顶出脱模,7个脱模机构中,除上斜板斜顶位于定模一侧外,其余6个机构皆可设置在动模一侧。因而,模具可优化采用两板模架结构来承载7个脱模机构并保证机构的功能得到实现。但是,要实现上斜板斜顶机构在定模一侧的顶出动作,两板模架定模一侧必须增加一次开模打开。机构两板模具中的布置如图7所示。

脱模机构设计中,如图7a所示,水平矩形口内壁滑块5使用斜导柱驱动,后端口外壁斜滑块13使用第一油缸12驱动;上斜板斜顶15由紧固安装于定模座板3上的T型驱动块16在开模面P1面打开时驱动实施斜抽芯;下斜板斜顶7、外孔f斜顶8通过推板9进行顶出而实施斜抽芯,下斜板斜顶7、



- 1—浇口套; 2—顶壁成型件; 3—定模座板; 4—定模板;
5—水平矩形口内壁滑块; 6—底壁成型件; 7—下斜板斜顶;
8—外孔 f 斜顶; 9—推板; 10—动模座板; 11—动模板;
12—第一油缸; 13—后端口外壁斜滑块; 14—斜喇叭口内壁镶件;
15—上斜板斜顶; 16—T 型驱动块; 17—斜导柱; 18—小镶件;
19—左侧壁滑块; 20—右侧壁斜滑块; 21—第二油缸

a—横向机构布置; b—纵向机构布置

图 7 机构在模具中的安装

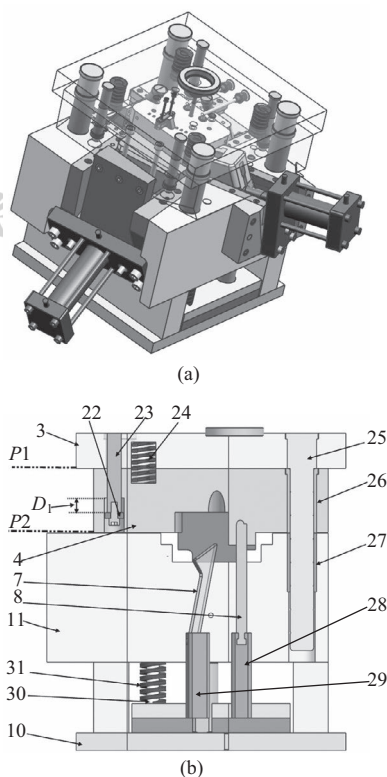
外孔 f 斜顶 8 优化使用“万能斜顶”结构形式以缩减对模架的尺寸使用要求; 左侧壁滑块 19 使用简化型斜导柱滑块结构; 右侧壁斜滑块 20 使用第二油缸 21 实施抽芯驱动, 如图 7b 所示。结合图 3, 右侧壁斜滑块 20 与后端口外壁斜滑块 13 有运动干涉, 油缸抽芯时, 第二油缸 21 必须先动作, 然后第一油缸 12 才能动作, 模腔闭合时, 动作顺序相反。

内壁成型件中, 水平矩形口内壁滑块 5 与斜喇叭口内壁镶件 14 的配合部位须设置相互定位锥台进行定位, 如图 7 中 M 部分所示, 以保证模具闭合时, 两者之间不会产生错位, 否则将导致塑件成型失败。

4.2 模具工作原理

模具外形及工作原理示意图如图 8 所示。图 8a 为模具的整体外观形状, 模具在注塑机上注塑工作时, 模架打开以驱动脱模机构顺序工作的原理示意图如图 8b 所示。首先, 模具打开时, 由弹簧 24 推开 P1 面, 以保证 T 型驱动块 16 先驱动上斜板斜顶

15, P1 面打开距离 D_1 由垫环 22 控制, 可做活动调节; 其次, 模具在 P2 面处打开, 水平矩形口内壁滑块 5、左侧壁滑块 19 由各自对应的斜导柱驱动实施侧抽芯; 再次, 第二油缸 21 驱动右侧壁斜滑块 20 先完成抽芯后, 第一油缸 12 驱动后端口外壁斜滑块 13 完成抽芯动作; 最后, 由注塑机顶杆推动推板 9 顶出, 推板 9 推动其上的斜顶座 28, 29 推动外孔 f 斜顶 8、下斜板斜顶 7 及顶杆顶出, 实现塑件的完全脱模。模具复位时, 由复位弹簧 31 推动推板 9 先复位, 其余动作过程与开模过程相反。模具的打开动作中, 定模板 4 和动模板 11 的运动导向由带肩导柱 25 及配套的定模导套 26、动模导套 27 进行导向。



- 3—定模座板; 4—定模板; 7—下斜板斜顶; 8—外孔 f 斜顶; 9—推板;
10—动模座板; 11—动模板; 22—垫环; 23—拉杆; 24—弹簧;
25—带肩导柱; 26—定模导套; 27—动模导套; 28, 29—斜顶座;
30—复位杆; 31—复位弹簧; P1, P2—开模面; D_1 —定模板打开距离

a—模具外形; b—模具工作原理示意图

图 8 模具外形及工作原理示意图

5 结语

(1) 针对出风口塑件的结构形状, 采用整体分型和局部分型相结合的办法对塑件模腔进行分型, 获得 2 个主体成型件和 7 个侧面抽芯成型件, 使模具的结构设计得到简化和优化。

(2) 模具结构使用 1 模 1 腔布局, 单点直接浇口浇注, 模架使用两板模结构, 模具的打开改进为 2 次

开模打开。

(3) 脱模机构包括 1 个定模斜顶机构、2 个动模斜顶机构、2 个斜导柱驱动滑块机构、2 个油缸驱动斜滑块机构。塑件的最终脱模使用顶杆顶出脱模。

参考文献

- [1] 陶俊,翟豪瑞,洪学浩. 车门内饰板优化分析及模具设计[J]. 工程塑料应用,2020,48(1):81-85.
Tao Jun, Zhai Haorui, Hong Xuehao. Optimization analysis and mold design of door trim panel[J]. Engineering Plastics Application, 2020,48(1):81-85.
- [2] 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.
- [3] 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 mold for car rear door[J]. China Plastics, 2019,33(5):102-107.
- [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.
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.
- [5] 梁士红. 顺序分型点浇口自动脱料塑封定子注塑模设计[J]. 塑料,2015,44(3):92-94.
Liang Shihong. Designing of sequence parting point-gating automatic stripping injection molding for plastics packed stator[J]. Plastics, 2015,44(3):92-94.
- [6] 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 internal thread demoulding mechanism and injection mould[J]. Engineering Plastics Application, 2015,43(4):68-72.
- [7] 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.
- [8] 芦亚萍. 塑料成型工艺与模具设计[M]. 北京:清华大学出版社,2010.
Lu Yaping. Plastic molding process and die design[M]. Beijing:Tsinghua University Press,2010.
- [9] 张燕琴,黄科勤. 迷你音响外壳注射模设计[J]. 模具工业,2016,42(4):48-51.
Zhang Yanqin, Huang Keqin. Design of injection mold for mini audio shell[J]. Die & Mould Industry, 2016,42(4):48-51.
- [10] 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.
- [11] 何冰强,廖春玲,肖国权. 餐具盒热流道注射模具设计[J]. 工程塑料应用,2012,40(12):68-71.
He Bingqiang, Liao Chunling, Xiao Guoquan. Design of injection mould with hot runner of table ware box[J]. Engineering Plastics Application, 2012,40(12):68-71.
- [12] 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 Applications, 2014,42(10):79-83.
- [13] 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.
- [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 molds of rice cookers[J]. China Plastics, 2017,31(9):137-144.