

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2023.08.016

汽车吸尘器封盖注射模设计

夏凯¹, 张云¹, 熊建武^{1,2}, 徐文庆³, 胡智清³, 陈黎明³

(1. 湖南工业职业技术学院, 长沙 410208; 2. 湖南通用航空职业学院, 湖南邵阳 422000;

3. 湖南财经工业职业技术学院, 湖南衡阳 421002)

摘要: 汽车吸尘器封盖使用聚碳酸酯(PC)/丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料(ABS)合金注塑成型, 结合塑件结构特点和无卤阻燃PC/ABS改性塑料的特性, 采用二维计算机辅助设计平面排位设计方法设计了一副单个点浇口三板模具用于塑件的注射成型。为简化模具结构, 模具定模一侧使用2个导动楔紧块驱动滑块机构观察孔和倒扣边的成型和脱模, 并通过三板模开模动力进行驱动, 动模一侧使用倒扣顶杆+顶针二次顶出抽芯机构实施基座外壁倒扣的成型和脱模, 也通过模具动模的开模运动来进行驱动, 有效简化了模具结构, 降低了模具制造成本。二次顶出机构中, 简化为依靠挡块定位进行分离驱动, 即动模打开后下行一定距离, 注射机顶杆顶住第二次顶出板而使塑件获得第一次共同顶出, 随着顶出的继续上行, 动模模脚上开设的侧凹挡住第一次顶出板边上的挡块而迫使第一次顶出停止顶出, 而第二次顶出板则可以继续顶出完成塑件的第二次完全顶出脱模, 从而获得了变形较小的注塑成品。浇注系统使用点浇口+侧浇口复合式浇注系统, 便于对塑件模腔浇口位置的灵活选择, 保证了模腔充填的可靠性。

关键词: 汽车; 吸尘器; 合金塑料; 注塑成型; 二次顶出; 模具结构; 定模抽芯

中图分类号: TG243 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2023)08-0100-06

Design of Injection Mould for Automobile Vacuum Cleaner Cover

Xia Kai¹, Zhang Yun¹, Xiong Jianwu^{1,2}, Xu Wenqing³, Hu Zhiqing³, Chen Liming³

(1. Hunan Industry Polytechnic, Changsha 410208, China; 2. Hunan General Aviation Vocational College, Shaoyang 422000, China;

3. Hunan Financial Industrial Vocational-technical College, Hengyang 421002, China)

Abstract : The cover of automobile vacuum cleaner was moulded with polycarbonate (PC)/acrylonitrile butadiene styrene plastics (ABS) alloy. Combining the structural characteristics of plastic parts and the characteristics of halogen-free flame-retardant PC/ABS modified plastic, a set of single-point gate three-plate mould was designed by two-dimensional CAD plane arrangement design method for injection moulding of plastic parts. In order to simplify the mould structure, two guide wedges were used to drive the slider mechanism on the fixed side of the mould to form and demould the observation hole and the undercut edge, and were driven by the three-plate mould opening power. The movable side of the mould used the undercut ejector rod+ejector pin secondary ejection core-pulling mechanism to form and demould the undercut on the outer wall of the base, and was also driven by the opening movement of the movable mould, effectively simplifying the mould structure and reducing the mould manufacturing cost. In the secondary ejection mechanism, it was simplified to rely on the positioning of a stop block for separation and driving, that is, after the dynamic mould was opened, it descended a certain distance, and the injection machine's ejecting-rod presses against the second ejection plate to achieve the first common ejection of the plastic part. As the ejection continues to rise, the side concave on the foot of the moving-mould blocked the stop block on the edge of the first ejection plate, forcing the first ejection to stop, the second ejection plate can continue to eject to complete the second complete ejection and demoulding of the plastic part, thus obtaining injection molded products with less deformation. The gating system used a composite gating system of point gate and side gate, which facilitates flexible selection of the gate position for the plastic mould cavity and ensures the reliability of mould cavity filling.

Keywords : automobile ; vacuum cleaner ; alloy plastic ; injection molding ; secondary ejection ; mould structure ; fixed mould core-pulling

基金项目: 湖南省自然科学基金科教联合项目(2022JJ60040)

通信作者: 熊建武, 硕士, 教授、高级工程师, 研究方向为模具设计制造与职业教育研究

收稿日期: 2023-05-26

引用格式: 夏凯, 张云, 熊建武, 等. 汽车吸尘器封盖注射模设计[J]. 工程塑料应用, 2023, 51(8): 100-105.

Xia Kai, Zhang Yun, Xiong Jianwu, et al. Design of injection mould for automobile vacuum cleaner cover[J]. Engineering Plastics Application, 2023, 51(8): 100-105.

聚碳酸酯(PC)使用丙烯脂-丁二烯-苯乙烯塑料(ABS)进行改性的塑料合金获得PC/ABS, PC/ABS将PC良好的机械性、冲击强度、耐温耐候性和抗紫外线性能与ABS材料的良好成型性能结合在一起,使合金材料具备更优异的综合力学性能^[1-4]。合金配比中,PC占比60%~80%范围内合金的综合力学性能较为优异,而在其它含量范围内,只有一种或几种性能可以得到保留发挥,其它性能则有不同程度的降低,在车用塑件、家居塑件的工业注塑成型生产中,多数情况下使用的PC/ABS合金中PC配比为70%,ABS配比为30%。PC/ABS合金注塑成型工艺中,常见注塑问题包括银丝、流动痕、缩孔凹陷、斑纹、麻点、起皮、翘曲变形等。为避免注塑实践中这些问题的出现,需要从以下3个方面采取措施,首先是严格控制PC/ABS材料的使用前状态要求,即在材料的注塑使用前确保其各项性能参数符合塑料本身的特性要求;其次是合理进行模具结构设计,避免引起注塑过程中动态问题的产生;第三是结合具体塑件产品的流道、模腔结构特点进行合理的注塑工艺参数设置,防止或者消除潜在注塑质量问题。相对而言,如遇注塑成型质量问题,模具的修改代价最为昂贵,因而综合材料注塑特性进行注塑模具结构设计,其设计品质的可靠性才可能较高,塑件的成型品质才能得到有效保证。笔者结合某汽车吸尘器主机顶端封盖塑件使用PC/ABS合金成型的要求,设计了一副三式两次顶出结构注塑模具,对同类塑件的注塑生产有较好的设计借鉴意义。

1 塑件

封口盖塑件是汽车吸尘器主机顶端的封盖,如图1所示,该塑件要求使用无卤阻燃PC/ABS改性塑料HAC8250NH(锦湖日丽)进行批量注塑生产,总生产量70万件。HAC8250NH是一种绿色环保可回收料,可添加回料20%,几乎各向同性,收缩率为0.5%~0.7%。塑件结构由两部分构成,上端的非规则圆柱盖和下端的蒲扇形基台。非规则圆柱盖上有两处特征,使塑件的模具设计变得困难,一是顶端的超左边凹陷进去的边沿,凹陷深度为7.2 mm,此凹陷边沿形成倒扣边,难以脱模;二是左侧面中间部位的观察窗,其长宽尺寸为41.4 mm×20.7 mm,此观察窗为模具设计中的矩形侧孔,也难以脱模。蒲扇基台的下端设置整圈的基座外壁和基座内壁,

内、外壁壁厚为 2.5 mm,深度为 10 mm,基座内、外壁之间设置整圈间隔筋,筋壁厚为 1.8 mm,深度 8 mm。基座外壁的内侧壁上均设置有 5 个间隔型倒扣,倒扣深度 1 mm。蒲扇基台上导致模具存在设计困难的特征有两处,一是整圈基座外壁、基座内壁和间隔筋环环相套所形成的包紧力大;二是 5 个基座外壁倒扣与间隔筋距离近,难以设置斜顶机构实施侧抽芯脱模。塑件体积为 73.5 cm³,平均壁厚 2.3 mm,为便于脱模,塑件型腔外观面一侧拔模角度取 1.2°,型芯非外观面一侧拔模角取 0.8°,塑件的成型尺寸精度要求 MT5。

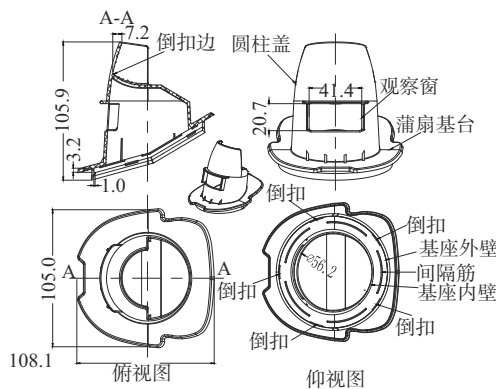


图1 封盖塑件

2 模具设计

2.1 分型设计

结合塑件的结构特点和塑料HAC8250NH PC/ABS合金的注射成型特性,对塑件模具进行分型设计,如图2所示。首先结合材料缩水率设定模具尺寸,然后依据塑件的脱模要求使用分型面 M 进行分型。分型面 M 塑件基台面的底边进行扩展,再转换为平面,这样设置有利于型腔成型件、型芯成型镶件的数控加工。型腔成型件一侧,由于存在倒扣边和观察窗特征,塑件在 M 面打开后无法从型腔成型件中自动取出,因而型腔成型件中必须拆分出倒扣边滑块和观察窗滑块两个二级型腔成型件, M 面打开前,必须事先将倒扣边滑块、观察窗滑块侧抽芯抽走后,塑件才能从型腔成型件中取出。型芯成型

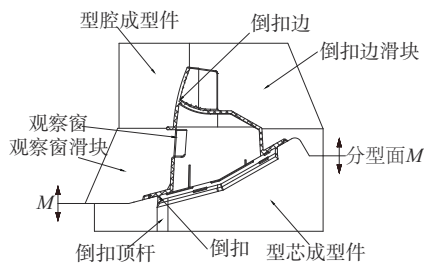


图2 成型件分型设计

镶件一侧,由于存在5个倒扣,塑件从型芯成型镶件上取出前,必须先使5个倒扣脱模,因而5个倒扣的脱模拟使用倒扣顶杆进行,5个倒扣的脱模只能使用直杆型倒扣顶杆进行强制脱模,原因在于若采用斜顶顶出脱模,那么斜顶的侧向移动将被塑件上的间隔筋阻挡,使脱模无法进行。因而较好的处理办法是,先通过倒扣顶杆将塑件从型芯成型镶件上顶出,然后再通过其它顶杆将塑件从倒扣顶杆上强制顶出,从而实现塑件从型芯成型镶件上的完全脱离。因而,使用M面进行分型还能解决以下几方面的问题,能实现塑件的自动脱模;分型线设置在不明显位置处,能有效保证塑件的外观;上部非规则圆柱盖、蒲扇基台的基座外壁和基座内壁的主要尺寸能设置在单一成型件内,能有效保证塑件的成型尺寸精度;有利于注塑机的锁模压力施加以防止模腔注塑时发生溢边问题;方便排气槽的设置和加工。鉴于70万件产量要求,成型件的钢材选用H13。

2.2 模具结构排位布置

模具使用点浇口三板模具结构完成机构件的承载及实现模具整体功能,模具中,采用二维CAD平面排位设计方法对机构零部件进行布置设计^[5-6],设计结果如图3所示。模腔的主要成型件包括型腔成型件1、型芯成型镶件20,其次包括定模先抽芯机构M1、M2的成型滑块、5个倒扣顶针21及3根顶针22。模具模架使用龙记(LKM)标准型点浇口三板模

架,规格为FCI4545。

由图3可见,模架定模一侧的结构件布置有:①型腔成型件1使用4个紧固螺丝2固定在定模板模框槽内;②浇注法兰12、流道及点浇口;③用于倒扣边滑块驱动抽芯的定模抽芯机构M1、用于观察窗滑块驱动抽芯的定模抽芯机构M2;④用于型腔成型镶件1冷却的“回形”水路W1,其管道直径为10 mm, W1水路的进水、出水口分别使用快速接头4和5;⑤用于三板模模板开闭控制的4根定模板定距的长拉杆11,4根脱料板定距的短拉杆7;⑥用于模板运动导向的模架导柱10(4根)、定模板导套9(4个)、脱料板导套8(4个),用于增强定模板、动模板闭合导向的副导套6(4个)。

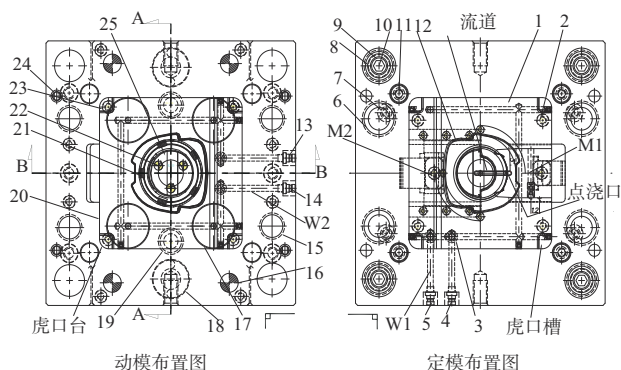
相应地,模架动模一侧的结构件布置有:①型芯成型镶件20使用4个紧固螺丝23固定在动模板模框槽内;②用于蒲扇基台基座外壁内侧5个倒扣脱模的5根倒扣顶杆21;③3根顶针22;④用于型芯成型镶件20冷却的“回形”水路W2,其管道直径为10 mm, W1水路的进水、出水口分别使用快速接头13和14;⑤用于三板模模板开闭控制的4个树脂开闭器24;⑥用于增强定模板、动模板闭合导向的副导柱15(4个);⑦用于推板复位的2个复位弹簧18,增强支撑动模板强度的4个支撑柱17,顶针板运动导向的2个顶针板导柱组件19。

为保证型腔成型件1、型芯成型镶件20闭合复位的准确性,两者的四角设置有用用于闭合定位的虎口,并通过动模板上设置的4个副导柱15与定模板上设置的对应的4个副导套6的配合来增强这一复位准确性。

2.3 机构件结构设计

(1) 浇注系统。

图4为模具结构件设计与布置。由图4可见,浇注系统使用单点浇口G对模腔进行浇注,因模腔布局为单腔布局,可以较好地保证塑件的成型尺寸,但是不利于浇注系统浇口位置及浇口形式的选择,因为单腔布局若使用1个浇口时最佳浇口位置一般开设在塑件的几何中央位置,显然,本产品如开设在塑件的几何中央位置,且只能使用直接浇口,势必在塑件几何中央位置留下浇注疤痕,破坏塑件的外观^[7-9]。因而,使用点浇口G对模腔进行浇注则能有效改变这一难题,并且还能避免主浇道在模具中心只能偏置设置的问题,能有效缩减模具整



- 1—型腔成型件;2,23—紧固螺丝;3—密封圈;4,5—快速接头;
6—副导套;7—短拉杆;8—脱料板导套;9—定模板导套;
10—模架导柱;11—长拉杆;12—浇注法兰;13,14—快速接头;
15—副导柱;16—复位杆;17—支撑柱;18—复位弹簧;
19—顶针板导柱组件;20—型芯成型镶件;21—倒扣顶杆;
22—顶针;24—树脂开闭器;25—圆柱形芯;
M1—倒扣边定模抽芯机构;M2—观察窗定模抽芯机构;
W1, W2—水路

图3 模具机构件排位图

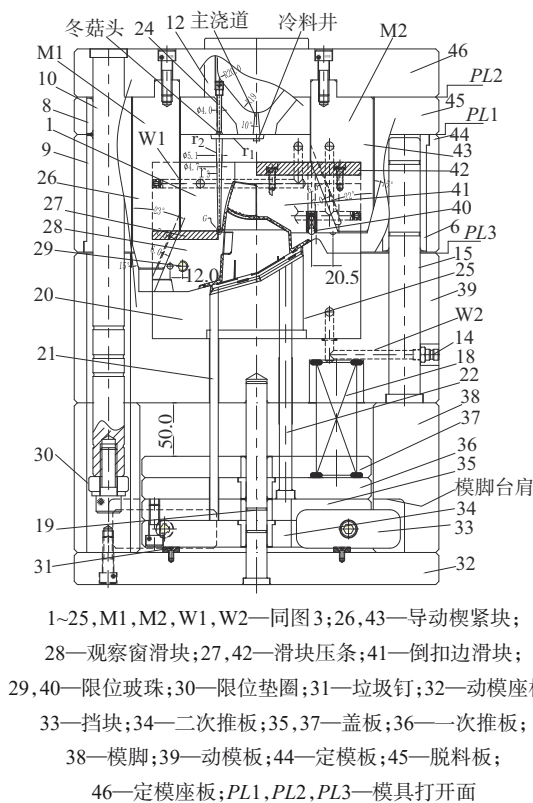
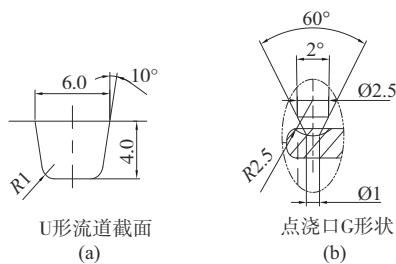


图4 模具结构件设计与布置

体结构尺寸,降低模具对注塑机的使用要求^[10-12]。PC/ABS合金注塑流动过程中,对剪切热比较敏感,经模流分析及模具结构优化分析后,图5为浇口与流道尺寸,如图5所示,确定浇口设置在G点较为合适,优化后浇口G的初始直径为 $\varnothing 1$ mm,主浇道锥角采用 10° 脱模角,并设置对应的冷料井,水平流道 r_1 的截面使用“U”形截面。垂直流道采用2段式流道,分别为 r_2 和 r_3 , r_2 和 r_3 的结合位置设置在型腔镶件1和定模板43的接触界面处, r_2 的下端末端直径为 $\varnothing 5.1$ mm, r_3 的上端顶端直径为 $\varnothing 4.7$ mm,这样设置能防止垂直流道型腔镶件1和定模板43的接触界面处产生溢料飞边而使垂直流道废料难以拔出脱模,另外,采用此差异化设置的好处是,使 r_3 顶端圆孔较



G—点浇口; r_1 —水平流道
a—点浇口G形状;b—水平流道 r_1 截面形状

图5 浇口与流道尺寸

为方便地坐落在 r_2 底端的圆孔内而便于配模^[13-17]。

(2)定模抽芯机构M1, M2。

结合图3和图4可知,观察窗的成型件观察窗滑块28、倒扣边的成型件倒扣边滑块41都位于分型面M以上,两者都必须在塑件从型腔成型件1中脱出前先完成侧抽芯,因而需要相应地在模具开模面PL3以上一侧设置定模抽芯机构M1, M2。

机构M1的组成零件包括导动楔紧块26、滑块压条27、观察窗滑块28、限位玻珠29;模具在PL1, PL2面打开时,由于定模板向下移动而带动观察窗滑块28下行,从而导动楔紧块26通过其下端设置的T型导轨驱动观察窗滑块28向左实施侧抽芯,观察窗滑块28的抽芯距离为12 mm,抽芯完毕由限位玻珠29限位,从而可以做到观察窗滑块28在PL3面打开前已完成侧抽芯,确保塑件能顺利从型腔成型件1中脱离出来。

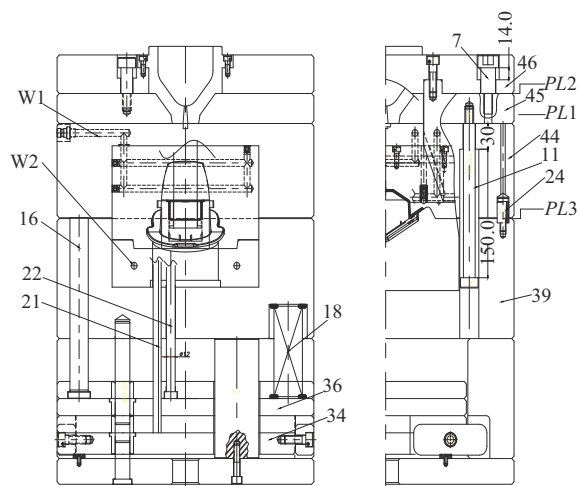
机构M2的结构以及在模具中的安装形式与机构M2相似,机构M2的组成零件包括导动楔紧块43、滑块压条42、倒扣边滑块41、限位玻珠40,倒扣边滑块41的抽芯距离为20.5 mm。

(3)两次顶出机构。

结合图2中5个倒扣的强制脱模设置办法,如图4所示,5个倒扣对应使用5个倒扣顶杆21进行成型和两次顶出强制脱模,其工作原理为:倒扣顶杆21安装在二次推板34上,顶针22安装在一次推板36上,模具动模下行时,动模板39通过复位弹簧18推动一次推板36、二次推板34同步下行,下行一定距离后,一次推板36被注塑机顶杆顶住不能继续跟随下行,此时塑件被倒扣顶杆21、顶针22共同顶住而不能继续下行,型芯成型镶件20从塑件上抽出,随着动模继续下行,下行距离10 mm后,模脚38的模脚台肩推动二次推板34侧端的挡块33进而推动二次推板34继续共同下行,从而拉动5个倒扣顶杆21从塑件上强制抽芯抽出,使塑件仅仅停留于顶针22上,最后塑件从顶针22上自动掉落。

(4)冷却系统。

图6为模具开闭控制,由图6可见,型腔成型件1的冷却需要加强,因而,水路W1在型腔成型件1中的回形回路为2圈,型芯成型镶件1的回形回路为1圈。HAC8250NH PC/ABS合金注塑时,模具温度要求为 $50\sim 80^\circ\text{C}$,经计算,在指定的生产周期内,水路W1, W2的散热效果能满足此要求。



图中序号同图3和图4

图6 模具开闭控制

(5) 排气。

模腔的排气途径设置有3个途径,一是镶件间隙排气;二是开设排气槽排气;三是顶出元件间隙排气。三种方式的排气间隙都小于0.015 mm。试模后,如遇注塑银丝不良等问题,可通过修模增加排气槽来解决。

(6) 模具开闭控制。

由图6可见,开模时,模具3个打开面 $PL1$ 、 $PL2$ 、 $PL3$ 面的打开通过短拉杆7、长拉杆11、树脂开闭器24进行控制,打开顺序依次为 $PL1-PL2-PL3$,闭合顺序依次为 $PL1-PL2-PL3$ ^[18-21]。定模板44与脱料板45之间的 $PL1$ 面打开距离150 mm由长拉杆11控制,脱料板45与定模座板46之间的 $PL2$ 面打开距离14 mm由短拉杆7控制,动模板39与定模板44之间的 $PL3$ 面打开距离至少130 mm由注塑机动模板运动行程控制。复位杆16用于模具闭合时一次推板36和二次推板34的完全复位。

3 模具工作原理

结合图4和图6可知,经塑件+流道质量、锁模力、容模尺寸等计算,模具选用注塑机HTF200X,螺杆直径为50 mm,通过该注塑机,使用HAC8250NH PC/ABS合金成型本塑件的过程为:

(1) 工艺参数。

注射前,塑料材料进行干燥处理,80℃下烘干4 h。结合HAC8250NH PC/ABS合金材料的特性,结合注塑机参数,经CAE仿真计算,较优的工艺参数为:熔料温度265℃;模具温度84℃;注塑压力90 MPa;注射时间2.85 s;背压8 MPa;分四段保压以避免制品发生缩壁:一段45 MPa、二段40 MPa、三

段36 MPa、四段30 MPa;中等注射速度,最大螺杆转速线速度4.0 m/s,计量行程110 mm,垫料4 mm,螺杆行程利用率为52%。注射机料筒恒温200℃,料筒内熔料残留停留时间4 min。

(2) 模具注塑过程。

模具成型塑件的注塑过程为:模具闭合,注塑机炮筒按(1)所述工艺参数设定经浇注法兰12向模腔中注塑塑料,待充填、保压、冷却等过程完毕后,准备开模。开模时,注塑机动模板拉动 $PL3$ 面以下动模后退,后退时,模具首先在 $PL1$ 面处打开,此时,实现流道废料与塑件分离,同步地,机构M1、M2的导动楔紧块26、导动楔紧块43分别驱动观察窗滑块28、倒扣边滑块42开始侧抽芯。动模继续后退, $PL2$ 面打开,流道废料从模具中脱落,观察窗滑块28、倒扣边滑块42完成抽芯。动模继续后退,模具在 $PL3$ 面处打开,塑件从型腔成型件1中脱出,留于型芯成型镶件20上。动模继续后退,注塑机顶杆顶住一次推板36,使其停止不动不再跟随动模移动,此时,二次推板34、倒扣顶杆21、顶针22跟随一次推板36而停留不动,型芯成型镶件20从塑件中抽出。动模继续后退,模脚通过模脚38的模脚台肩推动二次推板34跟随移动,从而将倒扣顶杆21从塑件中强制抽出,塑件停留于顶针22上而自动脱落实现完全脱模。复位,复位时,一次推板36、二次推板34由复位弹簧撑住而先复位,而后模具按 $PL1-PL2-PL3$ 顺序复位,等待下一注塑循环。

4 结论

结合PC/ABS合金成型特性和塑件结构特点,设计了单腔三板模具应用于塑件的注塑成型。模具中点浇口位置的选取能有效改善熔融合金在流动路径上的流动性,保证模腔的充填饱满性,避免PC/ABS合金常见注塑缺陷问题的产生;同时也避免了大尺寸模架的浪费使用,降低了对注塑机使用要求,有效节省了模具制造成本。楔紧块驱动的两个定模先抽芯机构、倒扣顶杆+顶针二次顶出机构的使用,使塑件的完全脱模得到简化,降低了模具制造难度。

参考文献

- [1] 孙清,张玲,安多,等. PC/ABS合金及其阻燃性能[J]. 塑料工业, 2000, 28(6):45-46.
Sun Qing, Zhang Ling, An Duo, et al. PC/ABS alloy and its flame-retardance[J]. China Plastics Industry, 2000, 28(6):45-46.
- [2] 董斌斌,申长雨,刘春太,等. 注射工艺参数对PC/ABS材料制品

- 收缩与翘曲的影响[J]. 高分子材料科学与工程, 2005, 21(4): 232-235.
- Dong Binbin, Shen Changyu, Liu Chuntai, et al. The effect of injection process parameters on the shrinkage and warpage of PC/ABS's part[J]. Polymeric Materials Science & Engineering, 2005, 21(4):232-235.
- [3] 陶宇, 胡伟波, 俞进见, 等. 无卤阻燃 PC/ABS 合金的研制及应用[J]. 工程塑料应用, 2007, 35(12):50-53.
- Tao Yu, Hu Weibo, Yu Jinjian, et al. Preparation study and application of non-halogen flame-retardant pc/abs alloy[J]. Engineering Plastics Application, 2007, 35(12):50-53.
- [4] 申娟, 苏昱. 高性能低 VOC 环保 PC/ABS 合金材料的制备[J]. 工程塑料应用, 2016, 44(4):39-43.
- Shen Juan, Su Yu. Preparation of high-performance and low-VOC PC/ABS alloy material with environmental friendly[J]. Engineering Plastics Application, 2016, 44(4):39-43.
- [5] 王涛, 蔡玉俊, 刘华刚. 精密注塑模具数字化工厂技术研究[J]. 工程塑料应用, 2014, 42(5):71-74.
- Wang Tao, Cai Yujun, Liu Huagang. Research on digital factories for precision injection mold[J]. Engineering Plastics Application, 2014, 42(5):71-74.
- [6] 冯志新, 刘华刚, 郝瑞参. 汽车塑料件模具柔性制造系统设计[J]. 工程塑料应用, 2019, 47(10):95-98.
- Feng Zhixin, Liu Huagang, Hao Ruican. Design of flexible manufacturing system of automotive plastic mold[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(10):95-98.
- [7] 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.
- [8] 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 forming technology and mould design [M]. Beijing: Machinery Industry Press, 2013.
- [9] 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.
- [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.
- 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.
- [11] 李春玲. 工业机器人接插转动板注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2019, 47(6):87-91, 96.
- Li Chunling. Design of injection mould for connecting rotary plate of industrial robot[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(6):87-91, 96.
- [12] 徐勇军, 何显运. 动定模双抽芯的制冰机支架注射模具设计[J]. 工程塑料应用, 2018, 46(4):86-90.
- Xu Yongjun, He Xianyun. Injection mould design for ice maker bracket with double core pulling of fixed and moving mould[J]. Engineering Plastics Application, 2018, 46(4):86-90.
- [13] 王鑫, 王静, 杨林康, 等. 侧浇口进胶的三板模模具设计[J]. 中国塑料, 2017, 31(12):124-127.
- Wang Xin, Wang Jing, Yang Linkang, et al. Design of three-plate molds with edge gates[J]. China Plastics, 2017, 31(12):124-127.
- [14] 沈忠良, 肖国华, 王伟伟, 等. 电器罩主型芯先抽芯三板四次开模注塑模设计[J]. 工程塑料应用, 2022, 50(1):92-97.
- Shen Zhongliang, Xiao Guohua, Wang Weiwei, et al. Design of three-plate injection mould with main core first pulling and four times opening for electric appliance cover[J]. Engineering Plastics Application, 2022, 50(1):92-97.
- [15] 冯振礼, 肖国华. 手机套复合浇注系统内外抽芯三板模设计[J]. 工程塑料应用, 2021, 49(7):102-107.
- Feng Zhenli, Xiao Guohua. Design of three-plate injection mold with inside and outside core-pulling and compound gating system for mobile phone sleeve[J]. Engineering Plastics Application, 2021, 49(7):102-107.
- [16] 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.
- [17] 何成战, 梁松. 艺术提篮灯罩异向抽芯哈夫滑块机构注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2019, 47(11):88-93.
- He Chengzhan, Liang Song. Design of injection mold for different-direction core-pulling harvard slider mechanism of art basket lampshade[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(11):88-93.
- [18] Lei Xiaoye, Yang Xingyu, Mei Yi. Design of multi-directional side core pulling Injection mold construction for the car navigation rear cover shell buckle thin-wall part[J]. China Synthetic Resin and Plastics, 2019, 36(2):77-81.
- [19] 杨国平. 电钻手柄滑块上做斜顶机构注射模设计[J]. 模具制造, 2023, 23(4):27-31.
- Yang Guoping. Design of injection mold with the angle slider mechanism for electric drill handle[J]. Die & Mould Manufacture, 2023, 23(4):27-31.
- [20] 丁波, 肖国华, 杨少增, 等. 汽车封油螺丝脱外螺纹三板模设计[J]. 模具技术, 2023(1):7-12.
- Ding Bo, Xiao Guohua, Yang Shaozeng, et al. Design of three plate mold for demolding external thread of automobile sealing screw[J]. Die and Mould Technology, 2023(1):7-12.
- [21] 尹小定. 基于 CAD/CAE 技术的控制面板注塑模设计[J]. 塑料科技, 2016, 44(6):61-65.
- Yin Xiaoding. Design of injection mold for the control panel based on CAD/CAE [J]. Plastics Science and Technology, 2016, 44(6):61-65.