doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2025.11.020

汽车窗框饰条加速顶出大型注塑模具设计

王颖,曹文俊,梁柱
(佛山职业技术学院,广东佛山 528137)

摘要: 针对汽车窗框饰条塑件尺寸大、壁厚薄、形状结构复杂,以及外观质量与尺寸精度要求高的特点,设计了一副带有加速顶出机构的注塑模具。浇注系统采用"热流道+冷流道"组合形式,熔融的塑料由注塑机喷嘴孔先进入一级热流道主唧嘴再转入二级针阀式热流道,最终转入冷流道。其中冷流道截面采用U字型并设计在动模分型面上,浇口采用侧浇口且开设于定模侧,共设计15个针阀式二级热流道与29个侧浇口,实现均匀进料的同时便于后期浇注系统凝料去除。针对塑件周边U型区域倒扣范围大、浇口数量多导致凝料分布范围广的问题,脱模系统采用"直顶+顶针"组合形式,且采用加速顶出机构实现二次顶出,顶出结束后以强制脱模的方式取出制品,脱模动力由油缸提供。为提高生产效率,冷却系统设计了布排密集的层叠水路,实现了高效均匀冷却,较以往同类产品生产效率提高约20%。排气系统布置于定模仁,在分型面预留20 mm的封胶面后,其余区域做0.2 mm避空处理,保证模腔气体快速排出同时便于模具研配。经生产实践表明,模具结构合理可靠。

关键词: 注塑模具;加速顶出机构;二次顶出;热流道;模具设计

中图分类号: TQ320.66 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2025)11-0146-08

Design of large injection mould for accelerating ejection of automobile window frame trim

WANG Ying, CAO Wenjun, LIANG Zhu
(Foshan Polytechnic, Foshan 528137, China)

Abstract: In view of the characteristics of automobile window frame trim plastic part, such as large size, thin wall thickness, complex shape and structure, as well as high requirements for appearance quality and dimensional accuracy, an injection mould equipped with an accelerated ejection mechanism was designed. The gating system adopts a structure of the hot runner combined with the cold runner. Molten plastic first enters the main nozzle of the primary hot runner through the nozzle hole of the injection molding machine, then flows into the secondary needle-valve hot runner, and finally enters the cold runner. Specifically, the cold runner has a U-shaped cross-section and is arranged on the parting surface of the moving mold; the gates are of side-gate type and opened on the fixed mold side. A total of 15 secondary needle-valve hot runners and 29 side gates are designed, which not only ensures uniform material feeding but also facilitates the removal of solidified materials in the gating system in the later stage. Aiming at the problems that the undercut range of the U-shaped area around the plastic part is large and the large number of gates leads to a wide distribution of solidified materials, the demolding system adopts a form of the straight ejector combined with the ejector pin, and an accelerated ejection mechanism is used to realize secondary ejection. After the ejection process is completed, the product is taken out by means of forced demolding, with the demolding power provided by an oil cylinder. To improve production efficiency, the cooling system is designed with densely arranged stacked water channels, which achieves efficient and uniform cooling—increasing the production efficiency by approximately 20% compared with that of similar products in the past. The exhaust system is arranged in the fixed mold core. which is placed behind the sealant surface of 20 mm reserved for the parting surface, the remaining area is treated with a 0.2 mm clearance. This design not only ensures the rapid discharge of gas in the mold cavity but also facilitates mold fitting and grinding. Production practice shows that the mold structure is reasonable and reliable.

Keywords: injection mould; accelerated ejection mechanism; secondary ejection; hot runner; mould design

基金项目: 2023年广东省普通高校特色创新类项目(2023KTSCX339),2023年佛山市自筹经费类科技创新项目(2320001007462)

通信作者: 王颖,硕士,讲师,主要研究方向为汽车注塑模具设计、金属材料

收稿日期: 2025-09-03

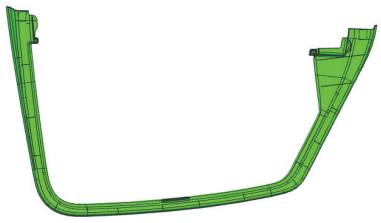
引用格式: 王颖,曹文俊,梁柱.汽车窗框饰条加速顶出大型注塑模具设计[J].工程塑料应用,2025,53(11):146-153.

WANG Ying, CAO Wenjun, LIANG Zhu. Design of large injection mould for accelerating ejection of automobile window frame trim[J]. Engineering Plastics Application, 2025, 53(11): 146-153.

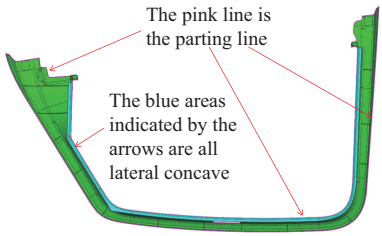
如今汽车已成为生活中不可或缺的一部分，用户对汽车的品质要求也越来越高，不再停留在简单的代步功能，更加注重汽车在舒适、个性、美观等方面的体验和感受。内外饰件对汽车起着装饰和美化的作用，其品质好坏直接影响着汽车的整体形象，因此生产厂家对生产汽车饰件的模具质量和精度也提出了更高的要求。汽车窗框饰条是汽车重要的装饰配件，该类产品通常呈U形，尺寸大、壁厚薄、曲面多、倒扣区域大、结构复杂，如何能在保证制品外观质量和尺寸精度的基础上设计出结构合理、运行可靠的模具成为模具设计工程师的挑战。笔者以某车型窗框饰条为例，重点研究了其模具的浇注系统、成型零部件、顶出系统及冷却系统的设计要点和难点，为同类模具设计提供参考。

1 塑件结构与工艺性分析

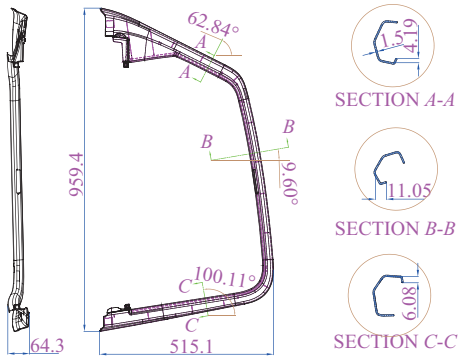
某车型窗框饰条塑件三维图和工程图如图1所示，形状呈U形，尺寸约为959.4 mm×515.1 mm×64.3 mm，外形尺寸大，外表面由曲面构成，内表面内圈整个U型区域除两端外全部翻边倒扣，如图1b中蓝色面区域所示，塑件的具体形状结构尺寸如图1c所示。利用Moldflow软件对塑件模型壁厚进行检查分析，结果如图2所示，塑件大部分区域壁厚在1.5 mm左右。塑件材质为玻璃纤维(质量分数15%)增强聚酰胺6 (PA6+GF15)，其收缩率为0.5%，流动性中等，力学性能、耐温性能及耐蠕变性能良好[1−2]。窗框饰条塑件为外观件，对表面质量要求高，成型后不允许外观缺陷存在；塑件的尺寸精度和装配要求高，结构复杂，因此模具采用一模一腔设计，属于大型薄壁精密模具；受塑件复杂结构与薄壁特性影响，模具顶出系统设计难度较大。



(a) Front of plastic part



(b) Back of plastic part



(c) Engineering drawing

图1 汽车窗框饰条三维模型和工程图(单位：mm，除非另有标注)

Fig. 1 Three-dimensional model and engineering drawing of automobile window frame trim (units:mm, unless otherwise noted)

2 塑件模具设计

2.1 浇注系统设计

大型热流道浇注系统设计时需要注意以下要点。

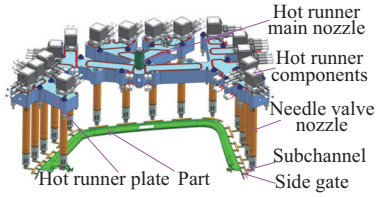
(1)热流道板的棱边需做工艺圆角或倒角，走线槽宜为直线并全部倒圆角，方便走线和加工，避免割伤割断电线。

(2)热唧嘴设计要考虑热变形量，在分型面处需预留有足够的热变形空间。

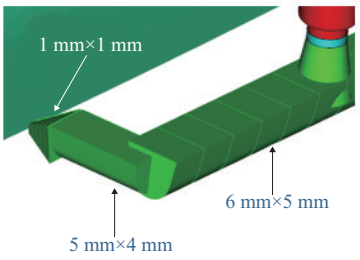
(3)接线盒、电磁阀安装在模具天侧或操作侧上方，位置高于冷却水管接头，防止漏水短路，方便操作。

(4)针阀式热流道唧嘴进胶处，需留有0.3 mm左右的直身位，避免水口多次磨损此处模具钢料，导致损坏[3−4]。

汽车窗框饰条浇注系统设计如图2所示。由于塑件尺寸较大，且PA6+GF15材质流动性中等，需要采用多浇口进胶。用Moldflow软件分析，浇注系统采用热流道转冷流道组合形式，浇口采用侧浇口，热流道采用15个针阀式热流道。模流分型结果显示，每两个浇口之间都有一条结合线，但结合线汇合温度较高，二级针阀式热流道无须顺序阀控制。每个针阀式热流道在分型面处转U型冷流道，冷流道再转侧浇口，共29个侧浇口引流熔融塑料进入模腔，U型冷流道和侧浇口的尺寸见图2b。热流道转冷流道的组合式浇注系统，既避免了塑胶熔体的热量流失，使熔接痕处熔体温度较高，又能灵活设计分流道和浇口，满足制品对多浇口和浇口类型的要求，方便熔体均匀充模。



(a) Runner setting



(b) Schematic diagram of gate structure

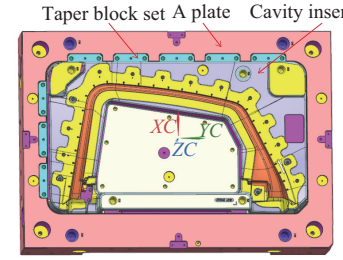
图2 浇注系统设计

Fig. 2 Runner system design

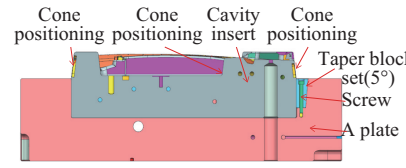
2.2 成型零部件设计

模具采用一模一腔布局,塑件为外观件,为了保证塑件外观质量且能顺利脱模,提取塑件最大轮廓线作为分型线,如图 1b 中粉色线条所示,由分型线创建分型面,分型面多为曲面。定模仁成型塑件外表面,外观要求较高,不允许有镶拼痕迹,塑件尺寸也比较大,因此将定模仁设计成整体镶拼式结构,定模仁尺寸为 1 135 mm×665 mm×183 mm,直接镶拼在定模板上。这种镶拼式结构的优点是模仁和模板可以选择不同钢材,模仁选择合金模具钢,模板选择普通碳素 45 钢,节约材料成本,并且方便加工维修。由于动定模模仁尺寸都比较大,为了保证合模精度,动定模之间需要设计锥面定位结构。定模仁四周高出定模板的 4 个侧面设计 7°的斜度,与动模板配合;定模仁大面积U型分型面设计U型凹槽,凹槽侧面设计 7°斜度,与动模仁配合。在定模板上开设定模仁形状的盲槽,定模仁安装在定模板的盲槽内,由于定模仁尺寸较大,定模仁在定模板内的定位采用楔形块定位,楔形块与定模板之间采用H7/m6的过渡配合,且用内六角螺钉将楔形块与定模板紧固,然后再用内六角螺钉将定模仁与定模板紧固。定模仁采用 1.2344 热作模具钢,经热处理,硬度为 HRC48-50。定模成型零部件设计见图 3a 和图 3b。

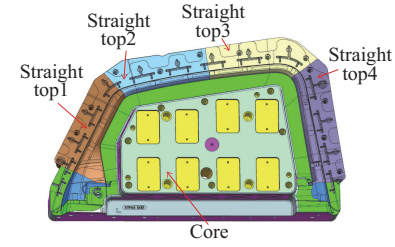
动模成型零部件设计如图 3c 和图 3d 所示,用来成型塑件的内表面。该塑件内表面周边U型倒扣区域较大,需要将动模成型零部件进行二次分拆,按图 3c 所示得到动模仁、直顶 1、直顶 2、直顶 3、直顶 4,



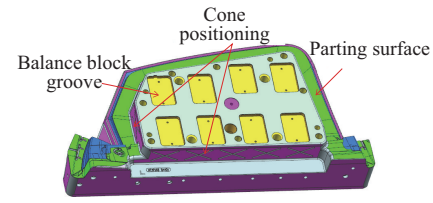
(a) Mould cavity and A plate



(b) Cross-section diagram of mould cavity and A plate



(c) Combination diagram of mould core and straight top block



(d) Mould core

图3 成型零部件设计

Fig. 3 Design of molded components

考虑到直顶的形状结构、动模板上直顶槽的形状、强度等因素,动模仁需要设计为不规则形状,动模仁长宽高外形尺寸为 1 032 mm×539 mm×162 mm,按照动模仁的外形在动模板上开设相应形状的盲槽,动模仁和动模板采用过渡配合定位,然后用内六角螺钉将动模仁与动模板紧固。动模仁大面积U型分型面设计U型凸台,凸台侧面设计 7°斜度,与定模仁配合[5-6]。为方便配模,动模仁凸台顶面无须全部与定模仁配合,该顶面留有 1 mm 避空,在动模仁凸台顶面设计 8 个平衡块,只需平衡块顶面与定模仁配合即可。动模仁也采用 1.2344 热作模具钢,热处理硬度为 HRC45-48。

2.3 脱模系统设计

脱模系统设计如图 4 所示,为保证顺利脱模,采取“直顶+顶针”组合顶出方式,塑件周边U型倒扣区

域采用4个直顶块联合顶出，然后由顶针二次顶出冷流道，之后再强制脱出塑件。安装跷跷板式加速顶出机构实现二次顶出，并且由油缸提供脱模动力。因塑件整个U型内圈区域除两端外全部为倒扣，倒扣区域大，包紧力大，需在塑件倒扣区域设计4个直顶块顶出塑件，每个直顶块上安装2个直径为35 mm的直顶杆，直顶杆一端与直顶块采用“压块+螺钉”方式连接，另一端固定在顶针底板上，采用螺母锁紧的方式固定，直顶杆与顶针面板避空，直顶1结构示意图见图4b，其他3个直顶结构与直顶1类似，4个直顶块、8支直顶杆、顶针底板、8个锁紧螺母、16个直顶杆导套等一起构成第一组脱模组件；在浇注系统冷流道处共设计30支直径为6 mm顶针顶出浇注系统凝料，30支顶针需要用15个顶针压板固定在顶针面板上，30支顶针、15个顶针压板、顶针面板等一起构成第二组脱模组件。为实现两组脱模组件一次顶出和二次顶出运动，在顶针底板上安装有4个跷跷板式加速顶出机构，加速顶出压块安装在动模板底面上，加速顶出结构示意图见图4c。脱模系统共有8支直顶杆，底板以及顶针底板需要留有足够空间安装直顶杆，导致注塑机顶棍无法为模具提供脱模动力，因此需要设计油缸为模具提供脱模动力，即采用油缸顶出，4个顶出油缸固定在底板上，油缸的活塞销卡在U型块上，U型块安装在顶针底板上。

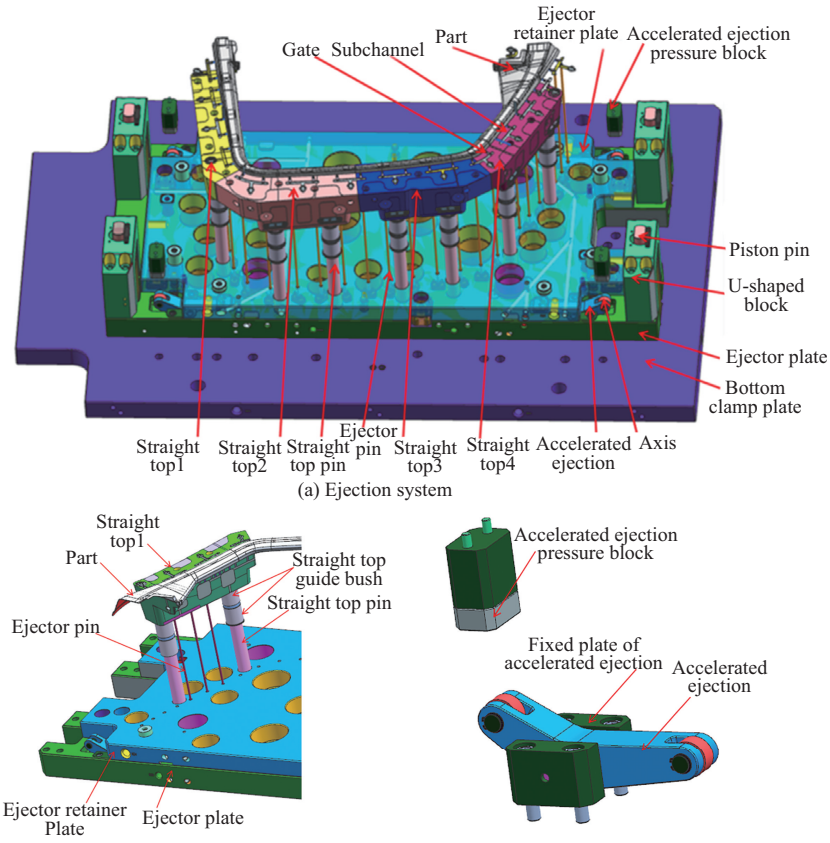


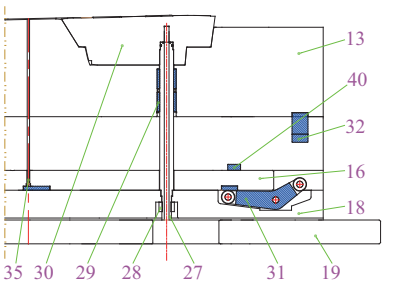
图4 脱模系统设计

Fig. 4 Ejection system design

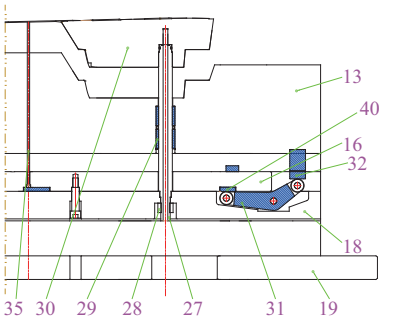
加速顶出机构是脱模系统设计的重点和难点，其工作原理如图5所示。加速顶出机构包括加速顶出31、加速顶出压块32、安装在顶针面板16上的挡块32以及加速顶出固定板33等，顶出油缸工作时，活塞销通过U型块带动顶针底板18和顶针面板16，使4个直顶和30个顶针刚开始顶出时一起顶出，当固定在顶针底板18上的跷跷板式加速顶出31接触到固定在动模板13底面上的加速顶出压块34时，一次顶出结束；之后再继续顶出时，在加速顶出31的作用下，顶针面板16的运动速度高于顶针底板18，使得30支顶针的顶出速度高于直顶块的顶出速度，浇注系统凝料从直顶中顶出，并且与塑件分离，相当于二次顶出，直至顶出行程结束，然后强制取出塑件[7-9]。

2.4 冷却系统设计

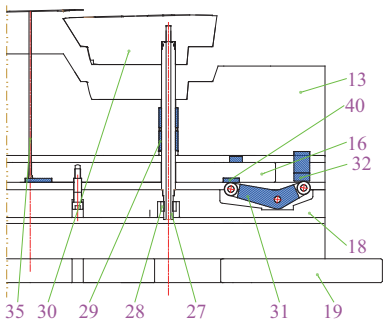
大型精密注塑模具冷却系统设计注意事项如下。



(a) Clamping state



(b) The first ejection end state



(c) The second ejection state

13—B plate;16—Ejector retainer plate;18—Ejector plate;19—Bottom clamp plate;27—Straight top pin;28—Lock nut;29—Straight top guide bush;30—Straight top 3;31—Accelerated ejection;32—Accelerated ejection pressure block;35—Ejector pin;40—Setting block

图5 加速顶出机构工作原理

Fig. 5 Working principle of accelerated ejection mechanism

(1)冷却水进出水口温差一般不超过3 ℃。

(2)动定模冷却水优先采用十字网格交叉布排,不能十字网格布排的需要在有空间的地方交叉布排。

(3)冷却水设计尽量做到水料并行,有塑料的地方就需设计冷却水。

(4)冷却水之间的间距为冷却水孔径的3~6倍,冷却水离料位的距离控制在12~20 mm。冷却水孔与其他孔位边缘距离要求大于5 mm,密封圈离其他孔位边缘距离要求大于3 mm,防止冷却水孔加工误差,导致漏水[10-11]。

冷却水道设计要求冷却水到模腔表面的距离尽量相等,冷却水尽量多一些,冷却水孔径尽量大一些,温度分布尽量均匀,尽量达到冷却平衡。

定模由定模仁和A板镶拼而成,其冷却系统设计如图6a所示。定模仁的冷却系统采用“直通式+倾斜式+隔片式”水路组合冷却方式,隔片冷却管道直径为19 mm,其他冷却管道直径为12 mm;A板的冷却系统采用“直通式+倾斜式”水路组合冷却,冷却水与外部水源链接的总回路管道直径为30 mm,图7a中灰色回路7和8的冷却管道直径为15 mm,其他冷却管道直径为12 mm,定模仁的冷却管道与定模板的冷却管道联通处,安装密封圈进行密封,防止漏水。定模仁和定模板上所有回路组合在一起构成定模具的冷却系统,共有8条分支冷却回路,两个总回路,由两个总水管接头的进出水孔与外部水源连接,生产时方便操作。

动模主要由动模仁和4个直顶块构成,其中动模仁镶拼在动模板上固定不动,4个直顶块为活动部件,且尺寸较大,需要设计冷却水,因此动模冷却系统设计比较复杂,如图6b所示。动模仁、动模板和4个直顶块的冷却系统都采用“直通式+倾斜式”组合方式,冷却管道直径全部为12 mm。动模仁的冷却管道与动模板冷却管道联通处,安装密封圈进行密封,防止漏水。动模仁和动模板的冷却水共连接成6条冷却回路,分别是回路1至回路4、回路8和回路9。各个直顶块上的冷却水通过与其固定在一起的两根直顶杆将冷却水引出,通过水管引入到顶针底板和顶针面板上,再由水管将水引流集中到动模板上,4个直顶块上的冷却水共连接成三条回路,分别是回路5、回路6和回路7。动模仁、动模板和直顶块上的冷却水共连接成9条回路,将9条回路全部集中在动模板上,由进出水的总水管接头与外部水源连接,生产时方便操作。

该模具水路布排密集,且呈层叠布置,冷却效果好,成型周期短,注塑周期成功控制在50 s左右,与其他车型类似塑件相比将成型周期缩短约20%,提高了生产效率。

2.5 排气系统设计

该模具成型制品尺寸大、壁厚薄、表面质量和尺寸精度要求高,如果排气不良容易造成困气、烧焦、缺料等成型缺陷。除了分型面、直顶配合面、顶针配合面等辅助排气外,还需设计排气系统保证塑料熔体充模时,模腔内气体顺利排出。通常模具排气槽或排气避空面开设在定模上,该模具排气系统

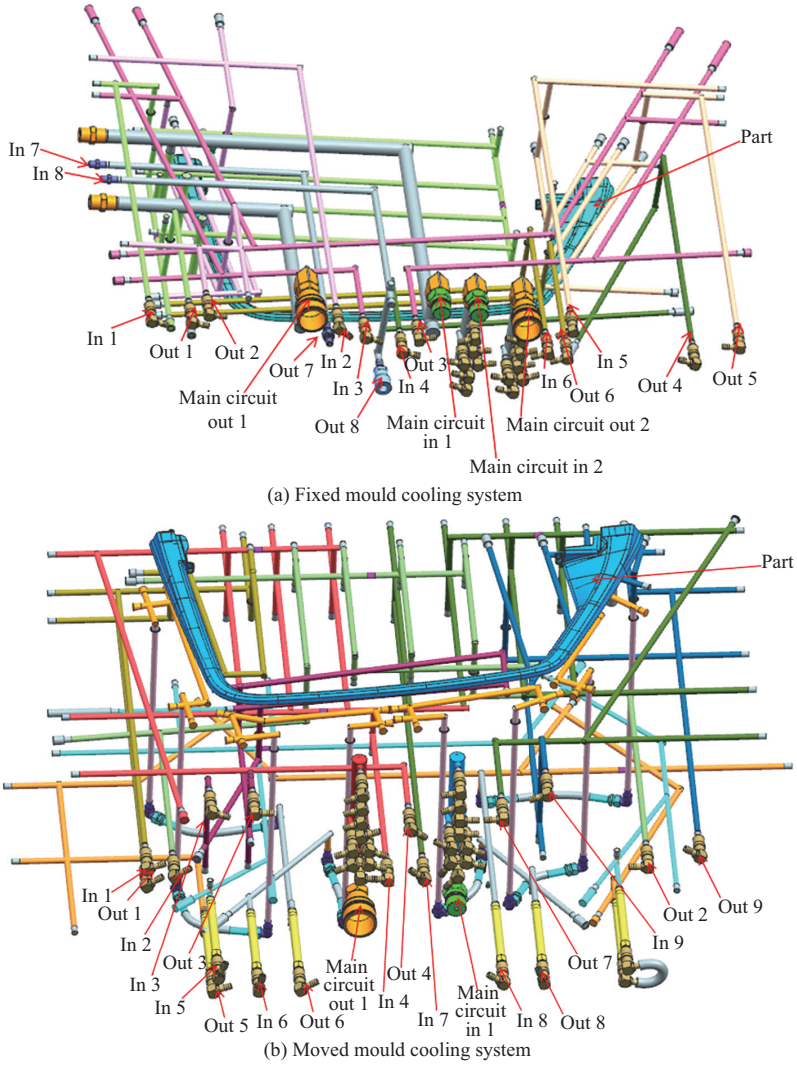


图6　冷却系统设计

Fig. 6　Temperature control system

开设在定模仁上，定模仁的分型面留30~40 mm的封胶面后，其余分型面全部做0.2 mm避空处理，方便模腔气体排出，同时也方便钳工配模，图7为模具定模仁开设的排气避空面，图中箭头所指黄色区域为分型面封胶面区，箭头所指的紫色面区域为分型面避空0.2 mm区域，该区域为排气避空面。

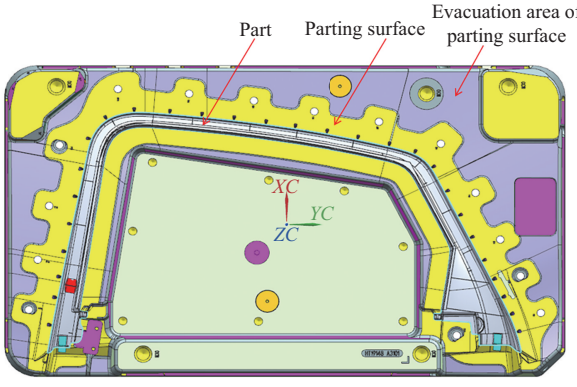


图7　排气系统设计

Fig. 7　Venting system design

2.6　模具结构及工作过程

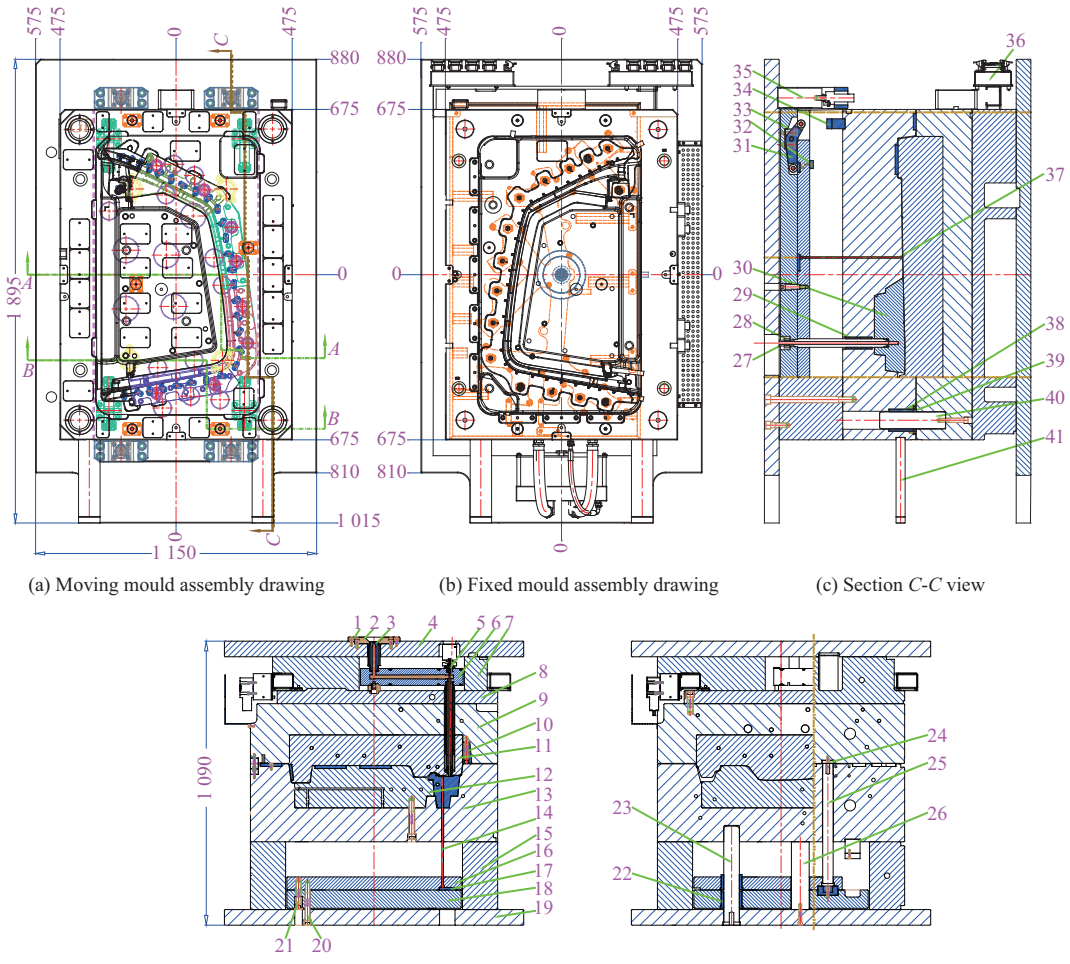
2.6.1　模具结构

模具最大外形尺寸为1 150 mm×1 895 mm×1 090 mm，重约12 t，属于大型注塑模具，选择海天900T卧式注塑机成型[12-13]，模具结构图如图8所示。

2.6.2　模具工作过程

(1)注塑。熔融物料在注塑机的作用下进入一级热流道主唧嘴3，经一级热流道主唧嘴3进入热流道板6内的分流道，再进入二级针阀式热流道，然后由二级针阀热流道流入冷分流道，最后经过侧浇口进入模腔，进行充模、保压、冷却。

(2)开模。当冷却完成后，模具打开，制品滞留



(a) Moving mould assembly drawing (b) Fixed mould assembly drawing (c) Section *C*-*C* view

(d) Section *A*-*A* view (e) Section *B*-*B* view

1—Locating ring;2—Nozzle pressure ring;3—Hot runner main nozzle;4—Top clamp plate;5—Needle valve nozzle;6—Hot runner plate;
7,8—Support plate;9—A plate;10—Taper block set;11—Cavity insert;12—Core insert;13—B plate;14—Ejector pin;15—Spacer block;
16—Ejector retainer Plate;17—Ejector pin pressing plate;18—Ejector plate;19—Bottom clamp plate;20—Craft screws;21—Stop Bolt;
22—Ejector guide bush;23—Ejector guide pin;24—Return pin contact block;25—Return pin;26—Support pillar;27—Straight top pin;28—lock nut;
29—Straight top guide bush;30—Straight top 3;31—Accelerated ejection;32—Accelerated ejection block;33—Accelerated ejection retainer plate;
34—Accelerated ejection pressure block;35—Hydraulic cylinder;36—Hot runner junction box;37—Ejector pin;38—Guide bush;
39—Guide bush pressure plate;40—Guide pin;41—Support pillar

图 8 模具结构图(单位:mm)

Fig. 8 Structure drawing of mould (units:mm)

在动模一侧,随动模一起移动。

(3)顶出。模具开模行程完成后,顶出油缸开始工作,顶针底板 18 和顶针面板 16,使 4 个直顶和 30 个顶针刚开始顶出时一起顶出,当固定在顶针底板 18 上的跷跷板式加速顶出 31 接触到固定在动模板 13 底面上的加速顶出压块 34 时,此为第一次顶出,直顶和顶针一起顶出。再继续顶出,在加速顶出 31 的作用下,顶针面板 16 的运动速度高于顶针底板 18,使得 30 支顶针的顶出速度高于直顶块的顶出速度,浇注系统凝料从直顶中顶出,并且与塑件分离,相当于二次顶出,直至顶出行程结束,然后强制取出塑件[14−15]。

(4)复位。塑件取出完成后,开始复位,顶出油缸带动顶针底板 18 和顶针面板 16 开始复位,此时由于加速顶出压块 34 的作用,顶针面板 16 先进行复位,顶针面板 16 带动顶针进行第一阶段的复位,当加速顶出压块 32 与加速顶出 31 分离时,顶针底板 18 开始和顶针面板 16 一起带动直顶块和顶针开始第二阶段的复位,直至模具完全复位[16]。

(5)合模。模具动模在注塑机的作用下,向定模移动,通过导柱、导套导向,以及动模仁和定模仁锥面定位进行导向定位,实现模具的准确合模,开始下一次注塑。

3 结论

(1)由于模具尺寸大、重量重，模具设计时动、定模插穿面和周边合模面设计7°斜度进行锥面定位，保证大型模具合模定位精度。

(2)模具采用“热流道+冷流道”浇注系统，浇口采用侧浇口形式，方便熔体充模及浇注系统凝料的去除，保证制品的成型质量。

(3)模具脱模系统采用“直顶块+顶针”组合形式的二次顶出结构，由顶出油缸提供脱模动力，顶针的顶出速度高于直顶块的顶出速度。顶出结束，强制取出塑件。

(4)采用多种冷却水路布排形式，水路布排密集且呈层叠布置，能快速冷却，稳定模温，成型周期约50 s，节约成型时间20%左右，提高了生产效率。实践表明，模具结构设计合理可靠。

参考文献

[1] 张维合.注塑模具设计使用教程[M].北京：化学工业出版社，2019:15–18.
ZHANG Weihe. Injection mould design practical tutorial[M]. Beijing:Chemical Industry Press，2019:15–18.

[2] 傅莹龙，邵明朝.儿童安全座椅头枕的双滑块二次抽芯注塑模具设计[J].中国塑料，2020，34(7):92–96.
FU Yinglong，SHAO Mingchao. Injection mold design for child safety seat headrest with double slider secondary core-pulling mechanism[J]. China Plastics，2020，34(7):92–96.

[3] 刘方方，张维合.汽车后视镜座大型精密注塑模设计[J].中国塑料，2020，34(6):87–91.
LIU Fangfang，ZHANG Weihe. Design of large precision injection mold for rear view mirror base of automobile[J]. China Plastics，2020，34(6):87–91.

[4] 洪维，傅莹龙.汽车仪表板下本体的大型注塑模具设计[J].工程塑料应用，2022，50(5):107–112.
HONG Wei，FU Yinglong. Design of large injection mould for automobile instrument panel lower body[J]. Engineering Plastics Application，2022，50(5):107–112.

[5] 张建卿.洗涤机屏蔽盖双滑动三次抽芯注塑模脱模机构设计[J].塑料科技，2016，44(1):87–89.
ZHANG Jianqing. Demoulding mechanism design for the injection molding of washing machine shield cover with thrice slide-drawing and double T-grooves[J]. Plastics Science and Technology，2016，44(1):87–89.

[6] 欧阳波仪.汽车仪表罩倾斜式多种脱模机构及其注塑模具设计[J].塑料工业，2016，44(9):70–75.
OUYANG Boyi. Inclined multiple ejection mechanisms for automobile instrument cover and injection mold design[J]. China Plastics Industry，2016，44(9):70–75.

[7] 苗秋玲.键盘按键二次顶出三板模具设计[J].塑料，2024，53(6):139–143.
MIAO Qiuling. Design of three-plate mold with secondary ejection of keyboard key[J]. Plastics，2024，53(6):139–143.

[8] 蒋新萍，徐自明.基于CAD/CAE的外壳塑件注塑模具创新优化设计[J].塑料科技，2014，42(11):96–100.
JIANG Xinping，XU Ziming. Innovative optimization design of shell plastic injection mold based on CAD/CAE[J]. Plastics Science and Technology，2014，42(11):96–100.

[9] 赵利平，张维合，彭新华.汽车座椅侧护板注塑模具创新设计[J].中国塑料，2023，37(10):139–143.
ZHAO Liping，ZHANG Weihe，PENG Xinhua. Innovative design of injection mold for car seat side guard plate[J]. China Plastics，2023，37(10):139–143.

[10] 王颖，李大成，秦龙.剃须刀外壳注塑模具设计[J].塑料科技，2017，45(6):39–43.
WANG Ying，LI Dacheng，QIN Long. Design of plastic injection mould for razor shell[J]. Plastics Science and Technology，2017，45(6):39–43.

[11] 王颖，文学红，秦龙.汽车饰板注射模设计[J].模具工业，2021，47(5):48–51.
WANG Ying，WEN Xuehong，QIN Long. Design of injection mould for car interior panel[J]. Mold Industry，2021，47(5):48–51.

[12] 温煌英，赵利平，刘付国宇.汽车前保险杠热流道精密注塑模设计[J].工程塑料应用，2020，48(3):98–103.
WEN Huangying，ZHAO Liping，LIU Fuguoyu. Design of precision injection mold for hot runner of automobile front bumper[J]. Engineering Plastics Application，2020，48(3):98–103.

[13] 朱军，黄可.汽车用前保险杠注塑模具设计及试验验证[J].工程塑料应用，2024，52(11):116−121.
ZHU Jun，HUANG Ke. Design and test verification of injection mould for automobile front bumper[J]. Engineering Plastics Application，2024，52(11):116−121.

[14] 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]. China Plastics Industry，2023，51(2):73–78.

[15] 肖国华，刘晓彬，沈忠良.分度环多滑块同步顶出和加速顶出机构的模具设计[J].工程塑料应用，2025，53(4):116−123.
XIAO Guohua，LIU Xiaobin，SHEN Zhongliang. Mould design of multiple sliders synchronous ejection and accelerated ejection mechanism for indexing ring[J]. Engineering Plastics Application，2025，53(4):116−123.

[16] 植才华.汽车保险杠模具结构设计[J].工程塑料应用，2022，50(8):97–102.
ZHI Caihua. Automobile bumper mould structure design[J]. Engineering Plastics Application，2022，50(8):97–102.