

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2021.09.018

碟刹封盖内滑块抽芯注射模设计

张斌^{1,2}, 童大权³, 申荣卫¹, 张云⁴, 熊建武⁴

(1. 天津职业技术师范大学, 天津 300222; 2. 唐山市第一职业中等专业学校, 河北唐山 063000; 3. 湖南汽车工程职业学院, 湖南株洲 412001; 4. 湖南工业职业技术学院, 长沙 410208)

摘要: 针对汽车碟刹封盖塑料件, 使用丙烯腈-苯乙烯塑料 (SAN) 进行注射成型。模腔布局为 1 模 4 腔, 使用潜伏式浇口对模腔进行浇注。模架结构改进为 2 板式 2 次开模模架, 第 1 次开模用于内滑块侧抽芯动作的驱动, 第 2 次开模用于塑料件的完全顶出脱模驱动。使用了定距拉杆、动模板拉杆、树脂开闭器、同步拉杆、复位杆胶垫等零件控制模具的 2 次打开和 2 次闭合动作。使用了一种斜顶块+直顶杆形式的斜顶机构, 能有效避免使用单一斜顶杆斜顶机构而发生的斜顶杆折断失效问题。使用了一种模板打开驱动型内滑块机构, 有效地解决了内壁倒扣槽脱模困难问题。冷却系统、浇注系统、顶出系统设计合理, 零部件易于更换, 装配方便。

关键词: 汽车塑料件; 内滑块; 直顶杆斜顶; 模具设计; 注塑成型

中图分类号: TQ320.66 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2021)09-0092-06

Design of Injection Mold for Disc Brake Cover with Inner Slide Block Core Pulling Mechanism

Zhang Bin^{1,2}, Tong Daquan³, Shen Rongwei¹, Zhang Yun⁴, Xiong Jianwu⁴

(1. Tianjin University of Technology and Education, Tianjin 300222, China; 2. The First Vocational Secondary Vocational School of Tangshan, Tangshan 063000, China; 3. Hunan Automotive Engineering Vocational College, Zhuzhou 412001, China; 4. Hunan Industry Polytechnic, Changsha 410208, China)

Abstract: For the plastic parts of automobile disc brake cover, acrylonitrile-styrene copolymer (SAN) was used for injection molding. The submarine gate was used to gating the mold cavity, and the layout of the mold cavity was 1 mold with 4 cavities. The structure of the moldbase was improved to 2-plate and 2-stage opening mould base. The first opening was used to drive the inner slider side core pulling action, and the second time was used to drive the complete ejection demoulding of plastic parts. Fixed distance pull rod, moving mold-plate pull rod, resin switch, synchronous pull rod, reset rod rubber pad etc were used to control the twice opening/closing sequence of the mold. A kind of slant mechanism with slant block+straight ejector was used, which can effectively avoid the fracture failure of angel lifter caused by the use of single angel lifter. A kind of internal sliding block mechanism driven by mold-plate opening was used, which effectively solve the difficulty of demoulding the inner wall undercut. The design of cooling system, gating system and ejection system is reasonable, and the parts are easy to replace and assemble.

Keywords: automotive plastic parts; inner slider; straight ejector slanter; mold design; injection molding

1 塑料件工艺分析

产品为透明塑料件, 分型线及外观质量要求较高, 平均壁厚只有 2.3 mm, 注塑阻力较大, 指定成型周期为 60 s 以内。塑料件外形尺寸为 73 mm×54 mm×52 mm, 平均壁厚为 2.3 mm, 客户指定模具规格为 400 mm×350 mm。图 1 为汽车碟刹外端的封盖塑料件。该塑料件拟采用 1 模 4 腔的注塑成型。结合塑料件所使用的油污工况环境

及便于观察的要求, 塑料件选用丙烯腈-苯乙烯塑料 (SAN) 由台湾奇美公司生产, 缩水率 0.5%。该材料比聚苯乙烯 (PS) 有更高的冲击强度和优良的耐热性、耐油性、耐化学腐蚀性, 其拉伸弹性模量是现有热塑性塑料中较高的一种, 不易产生内应力开裂。透明度也较高, 其软化温度和冲击强度比 PS 高, 具有很强的承受载荷的能力、抗化学反应能力、抗热变形特性和几何稳定性。

通信作者: 童大权, 高级技师, 主要从事新能源汽车技术及汽车零部件设计及制造研究

收稿日期: 2021-07-05

引用格式: 张斌, 童大权, 申荣卫, 等. 碟刹封盖内滑块抽芯注射模设计 [J]. 工程塑料应用, 2021, 49(9):92-97.

Zhang Bin, Tong Daquan, Shen Rongwei, et al. Design of injection mold for disc brake cover with inner slide block core pulling mechanism[J]. Engineering Plastics Application, 2021, 49(9):92-97.

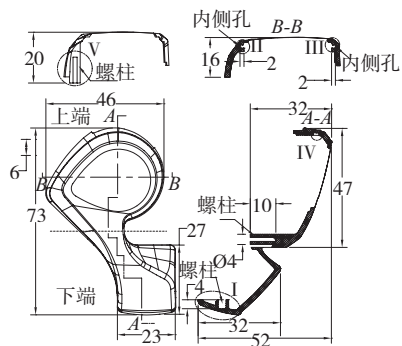


图1 塑料件结构

1.1 塑料件结构分析

结合图1所示,塑料件整体结构由上端部分的壳体和下端部分的壳体结合而成,单个塑料件中,影响塑料件模具设计的难点主要是塑料件内壁上I~V共5处难脱模,第I处是塑料件下端壳体内壁上深度为4 mm的内壁倒扣槽,在此槽内,还设置有1个侧面螺柱;第II~IV处是塑料件上端壳体内壁上深度都为2 mm的3个侧盲孔;第V处是上端壳体内壁上高度为10 mm的1个螺柱。

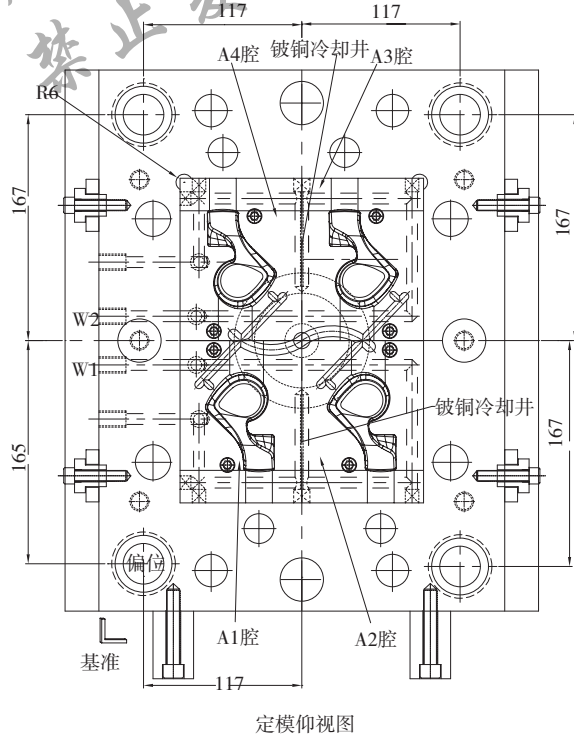
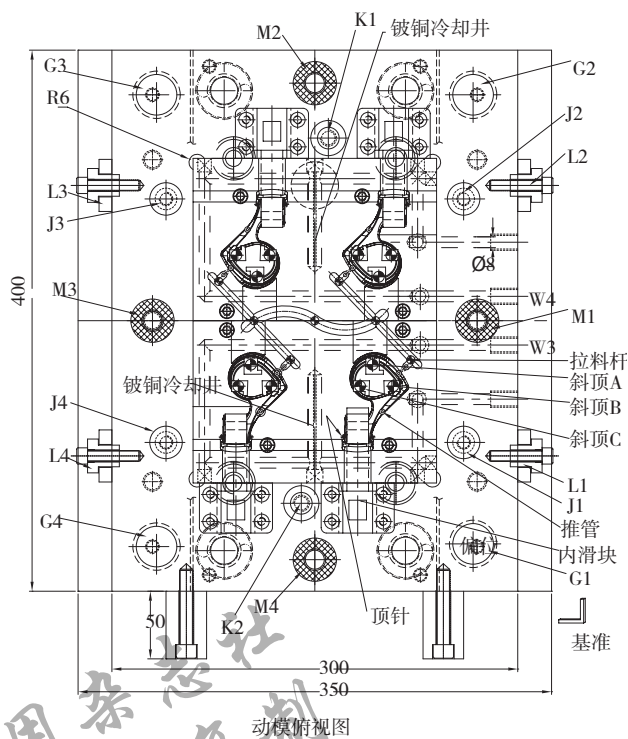
基于成本考虑,生产实践中能接受的结构为两板模结构,模腔采用镶拼式结构^[1-3]。针对塑料件的脱模,塑料件内壁上5处难脱模采用的方案分别为:第I处倒扣槽采用侧抽芯内滑块机构脱模;第II~IV处侧盲孔采用直顶杆式斜顶机构脱模;第V处螺柱采用推管机构脱模;流道废料与塑料件的分离方式采用潜伏式浇口自动切除的方式;流道废料采用顶针顶出方式脱模;塑料件完全脱模采用斜顶和顶针共同顶出的方式。

1.2 模具材料及配件规格

模具结构材料选用。定模板使用45#钢,动模板使用DIN1.2312钢,其余模板选用1050中碳钢,模胚标准件采用HASC0公司相等规格的配件。成型件材料,型腔镶件使用2711预硬钢材,型芯镶件、滑块及其它成型零件也选用2711预硬钢材,其中的斜顶成型件、滑块成型件的成型表面须氮化,氮化深度为0.15 mm,氮化后硬度为HRC50~52。使用带定位浇口衬套,模架在注塑机中的粗定位使用直径120 mm定位圈,高度10 mm。内滑块的驱动使用模板驱动方式,不允许设置辅助驱动装置。

2 模具结构设计

据设计要求,模具结构布置如图2所示。



定模仰视图

A1~A4—模腔; W1~W4—冷却水路;

L1~L4—定距拉杆组件; J1~J4—同步拉杆;

K1~K2—动模板拉杆; M1~M4—树脂开闭器

图2 模具结构布置

模具为冷流道2板模结构,规格为400 mm×350 mm×410 mm,能分2次分型打开,模腔布局为1模4腔,4个模腔分别为A1, A2, A3,

A4腔,每个模腔的成型件的构成都包含1个型腔镶件、1个型芯镶件、3个斜顶(斜顶A、斜顶B、斜顶C)、1个内抽芯内滑块、1根推管、2根顶针。为获得相同形状和尺寸的塑料件,模腔布局设计时,按以下方式来布置:A2腔由A1腔平移复制而获得,A3腔和A4腔由A1腔和A2腔绕模具中心点旋转复制而获得。为便于冷却水路的设计及成型件加工,需对模腔的成型件进行二次组合;A1腔、A2腔的型腔镶件组合为1个型腔镶件,便于W1水路的开设;A1腔、A2腔的型芯镶件组合为1个型芯镶件,这样便于W3水路的开设;A3腔、A4腔的型腔镶件组合为1个型腔镶件,便于W2水路的开设;A3腔、A4腔的型芯镶件组合为1个型芯镶件,便于W4水路的开设。二次组合后的成型镶件在定模板和动模板的安装模框内采用清角式方式安装,对应模框四角的清角圆角半径为6 mm。

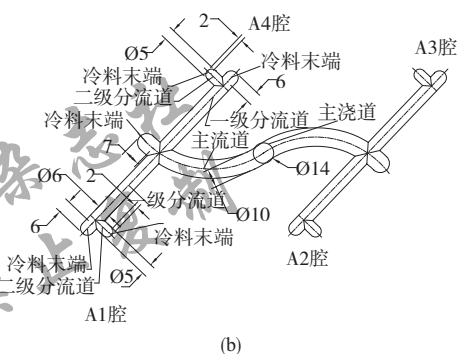
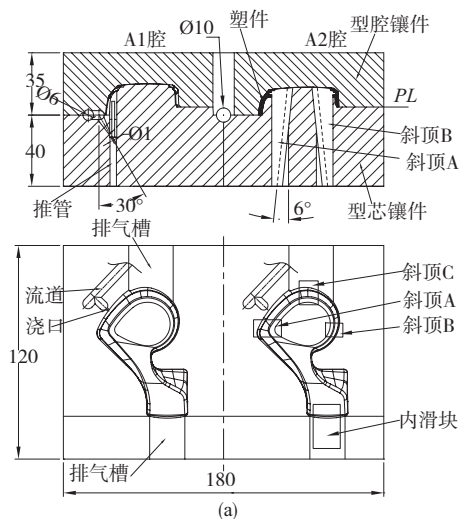
模具设置了以下机构件对模板的顺序开闭动作进行控制:①4组定距拉杆组件(L1~L4),用于定模板和动模板的分离定距;②4根同步拉杆(J1~J4),用于推板和动模板的同步定位;③2根动模板拉杆(K1~K2),用于动模垫板和动模板的分离定距;④4个树脂开闭器(M1~M4),用于定模板和动模板的临时闭合。

单腔中,为保证塑料件最终顶出脱模时能被平衡顶出,每腔都增设了2个圆形顶针辅助顶出。产品总投影面积较大,约146 cm²,定模板、动模板间无间隙设计,闭模时能保证定模板的承压面积足够。

2.1 浇注系统(冷流道系统)

图3为浇注系统。由图3a可见,针对单腔的浇注,使用单个潜伏式浇口进行浇注,浇口截面尺寸为1 mm,浇口位置设置在螺柱上,便于螺柱的成型件推管顶出时,将浇口采用推切的方式使其与塑料件的螺柱特征分离,从而实现流道废料与成型塑料件的自动分离;潜伏式浇口的下潜夹角为30°。潜伏式浇口在分型面上的投影位置能保证料流进入模腔后做“回”形流动,料流前锋能回到浇口位置处,与浇口位置新进熔料汇合,阻止冷隔问题发生。

如图3b所示,为保证4个模腔的均衡注塑,模具的浇注流道做以下布置,主浇道供料出口截面直径14 mm,主流道截面直径10 mm,一级分流道直径6 mm,二级分流道直径5 mm;所以,单腔的流动路径上流道截面积变化为:12.25 π (主浇道),12.25 π (主流道),9 π (一级分流道),6.25 π (二级



a—分型面设置;b—浇注系统

图3 浇注系统

分流道),这样能有效保证各级流道获得充足压力,使各腔浇口获得同等的入口注塑压力,从而能有效保证各模腔获得均衡充填和保压。

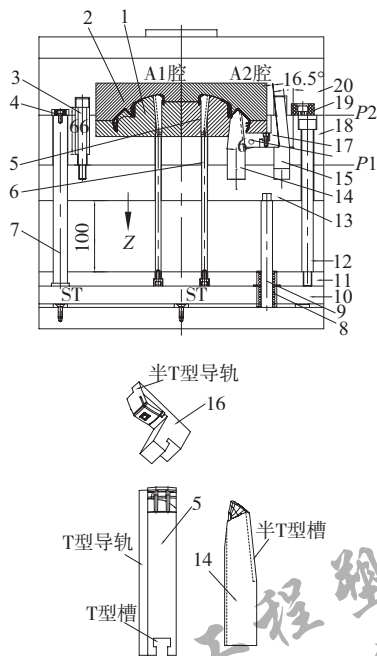
2.2 成型件结构

由图3a可见,针对单腔的分型设计,分型线选用塑料件的最大外沿轮廓线^[4-7],分型面PL通过对分型线进行延拓而获得,该分型面比较平直,转角处平滑过渡,无台阶尖角问题。分型面上,在2处流动末端开设有排气槽,深度为0.02 mm。

A1腔和A2腔型腔镶件合并后,其外形尺寸为180 mm×120 mm×35 mm,材料为2711预硬钢材;A1腔和A2腔型芯镶件合并后,其外形尺寸为180 mm×120 mm×40 mm,材料为2711预硬钢材。内滑块用于Ⅰ处倒扣槽的成型与脱模,3个斜顶(斜顶A、斜顶B、斜顶C)用于Ⅱ~Ⅳ处侧盲孔的成型与脱模,推管用于Ⅴ处螺柱的成型与脱模。3个斜顶的顶出斜角都为6°,采用斜T型导轨的安装方式安装在型芯镶件内。内滑块、3个斜顶都使用2711预硬钢材,表面氮化处理至客户指定要求。推管使用T8A工具钢。

2.3 侧抽芯机构

单腔中,侧抽芯机构包括单腔中所使用的3个斜顶机构(斜顶A、斜顶B、斜顶C)和1个侧抽芯内滑块机构,3个斜顶机构的结构相同,都使用斜顶块+直顶杆结构形式。以A2腔的斜顶C机构和内滑块机构为例,其在模具中的安装如图4所示。



1—型腔镶件;2—型芯镶件;3—动模板拉杆K2;4—胶垫;5—斜顶C;
6—斜顶C直顶杆;7—复位杆;8—滚珠导套;9—推板导柱;10—推板;
11—盖板;12—同步拉杆J4;13—动模垫板;14—T型轨镶件;
15—弯销;16—滑块头;17—内滑块;18—动模板;
19—树脂开闭器M4;20—定模板;P1、P2—开模面;Z—开模方向

图4 侧抽芯机构

(1) 斜顶C机构。该斜顶机构中,斜顶C5通过其侧面的T型槽安装在型芯镶件1内,其下端也开设有T型槽,与斜顶C直顶杆6顶端所开设的T型导轨滑动配合,当斜顶C直顶杆6往上顶出时,斜顶C5同步做2个方向的移动,1个是沿开模反方向的垂直顶出移动,1个是沿斜顶C直顶杆6顶端T型导轨的水平侧抽芯移动。此斜顶结构方式可以避免使用单一长斜顶杆来推动斜顶C时,长斜顶杆容易折断的问题。

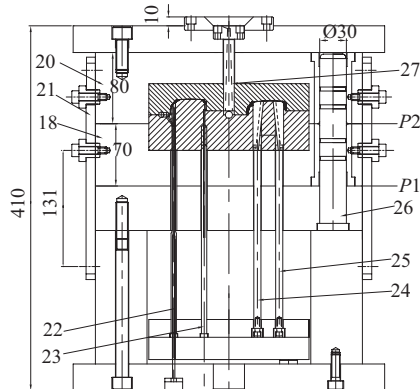
(2) 内滑块机构。该滑块机构中,滑块头16用于塑料件内壁I处倒扣槽的成型和脱模,滑块头16用螺丝紧固镶装在内滑块17上,滑块头16的左端设置有斜度为 6° 的斜半T型导轨,与T型轨镶件14右侧的斜半T型槽滑动配合,通过该滑动配合,T型轨镶件14可以驱动滑块头16向左做侧向抽芯

移动。斜半T型导轨与半T型槽的配合间隙小于 0.02 mm ,以防止熔融塑料溢边。弯销15用于闭模时对内滑块17的右端进行锁紧,防止注塑时注塑压力将滑块头16往左推移。弯销15上端右侧锁紧斜面斜角为 6.5° ,左侧驱动斜面与内滑块17内对应斜孔壁的间距在闭模状态时为 1 mm ,以防止抽芯动作时内滑块17被卡死。T型轨镶件14、弯销15安装在动模垫板13上,内滑块17安装在动模板18上。动模板18和动模垫板13之间有1次开模打开(P1面),通过P1面的打开,动模垫板13能拉动T型轨镶件14、弯销15同步向下移动,动作时,弯销15上端的锁紧斜面先解除对内滑块17的锁紧,从而T型轨镶件14能驱动滑块头16向左侧抽芯移动,实现塑料件I处倒扣槽的侧抽芯脱模。

P1、P2面打开的控制情况为:当模具动模按Z方向下行时,由于树脂开闭器M4(件19)的吸紧,P1面不能打开,开模力将迫使模具在P2面打开,P2面打开的距离为 60 mm 。在P1面打开的过程中,同步拉杆J4(件12)将拉住盖板11,从而保证了斜顶C直顶杆6与动模板18保持同步不动。直到动模垫板13下行距离达到 60 mm 时,其将通过动模板拉杆K2(件3)拉动动模板18一起下行,此时,模具将在P2面打开。与此同时,推板10被注塑机顶杆顶住,不能继续跟随下行,继而,随着动模板18的下行,斜顶C5将被斜顶C直顶杆6从型芯镶件1内顶出,实现斜顶C5的侧抽芯功能。

2.4 顶出系统

图5为顶出机构。由图5可见,单一塑料件的顶出元件包括1根推管22、2根顶针23、斜顶C直顶杆6(见图4)、斜顶A直顶杆24、斜顶B直顶杆



18—动模板;20—定模板;21—定距拉杆L4;22—推管;23—顶针;
24—斜顶A直顶杆;25—斜顶B直顶杆;26—G1导柱;27—浇口衬套;
P1、P2—开模面

图5 顶出机构

25,顶出总行程 40 mm,顶出安全,方便取件。

2.5 冷却系统

如图 2 所示,模具中成型件经二次组合后,一共有 2 个型腔镶件,2 个型芯镶件,对应的开设有 W1~W4 共 4 条水路来进行冷却,为保证 4 个镶件获得均匀的冷却,每个镶件的中部位置都设置有 1 个铍铜冷却井,从而能有效保证 4 个模腔都能获得充分冷却^[8-12]。冷却水的接入/接出使用管牙快速接头,布置在模具的操作面对侧。

2.6 其它结构

模架设置有 4 个导柱 G1~G4,用于定模和动模的闭合/开启导向,其中的 G1 导柱位置不采用对称式布置,而是采用偏置式布置,以防止装配过程中定模和动模闭合错位而损坏模腔成型镶件^[13-15]。

2.7 模具工作原理

模具工作时,分 2 步开模,其打开次序为 P1→P2 (见图 4、图 5)。P1 面打开,用于 4 个内滑块的侧抽芯驱动;P2 面打开,用于塑料件的完全脱模。模具闭合顺序为 P2→P1,这一点,由图 4 中所示复位杆 7 上所设置的胶垫 4 来保证。P1 面打开距离为 60 mm;推板 10 的顶出总行程 100 mm,60 mm 用于 P1 面打开时保持与型芯镶件 1 的同步,40 mm 用于顶出零件的顶出;P2 面打开的距离由 L1~L4 定距拉杆控制,打开距离为 131 mm。

3 成型件细节设计与制造加工

模具的制造成本与成型件的细节设计息息相关,型芯镶件加工如图 6 所示。

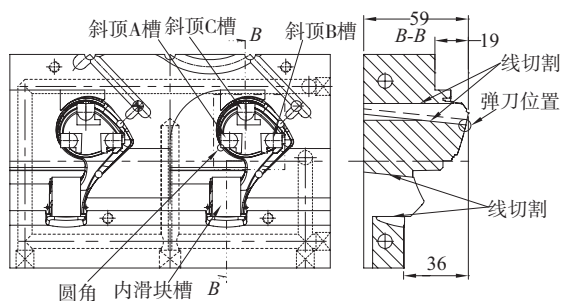


图 6 型芯镶件加工

对于型芯镶件 1,其内部需要安装较多的活动镶件,因而,零件的细节结构设计须结合具体的加工工艺来进行。单腔有 7 个活动件与型芯镶件 1 配合,1 根推管、2 根顶针的配合圆孔用铰孔加工的方式可以获得,而 3 个斜顶孔和 1 个内滑块孔则需要采用电腐蚀、线切割电加工方式来获得。因而,型芯镶件 1 的细节结构设计基于以下加工要求来设计:

(1) 整体采用 NC 数控铣加工,确保最小直径刀具($\varnothing 3$ mm,刀杆长 12 mm)能确保安全、高效地对成型位置进行加工。

(2) 针对 3 个斜顶孔和内滑块孔槽孔位于塑料件的一侧,应适当增大加工余量或抽面平移予以保护,以预防弹刀。

(3) 4 个槽孔在 NC 加工完后再执行线割工序,孔的拐角位置的圆角半径应设置为大于线切丝的半径($R=0.1$ mm),且线切割的加工基准应与模具的整体设计基准一致。

(4) 电腐蚀加工时,3 个斜顶和 1 个内滑块应装入型芯镶件 1 一起进行电腐蚀加工,以防成型面上的 4 个孔边缘处塑料件注塑时产生夹线。电腐蚀加工时的大余量采用石墨电极开粗,并适当增加放电余量。电腐蚀加工应沿一个方向逐一进行,避免加工出现段差起级。

4 注塑工艺

注塑时,参照以下工艺参数进行。(1) 烘料条件: 80°C , $2\sim 4$ h。模温 $40\sim 80^{\circ}\text{C}$,此产品建议取大值,以减弱熔接线影响。(2) 尽可能高速注射,合理保压,以减少缩孔。试模时锁模力为 6500 kN,注塑压力为 95 MPa,注射保压为 7 s,冷却时间为 18 s,顶出行程为 100 mm。产品注塑周期为 43 s。

5 结论

(1) 结构使用两板式两次开模冷流道模具,由定距拉杆、动模板拉杆、树脂开闭器、同步拉杆、复位杆胶垫等来控制模具的 2 次开模开/闭顺序,结构紧凑,简单合理,动作安全可靠。

(2) 使用一种直顶杆斜顶机构来推动斜顶块进行顶出,能有效避免使用单一斜顶杆斜顶机构而发生的斜顶杆易折断失效问题。

(3) 使用一种模板驱动型内滑块机构来实施侧抽芯脱模,有效地解决了内壁倒扣槽脱模困难问题,机构件便于加工和安装,可靠性好。

(4) 冷却系统、浇注系统、顶出系统设计合理,零部件易于更换,装配方便。

参考文献

- [1] 王怀奥,肖国华. 熟食机主体壳注塑模具结构设计[J]. 塑料工业, 2017,45(11):79-84.
Wang Huaiao, Xiao Guohua. Design of injection mould for main body of cooked food machine[J]. China Plastics Industry, 2017, 45 (11):79-84.
- [2] 熊毅,张成光. 基于复杂分型面的面壳注射模具设计[J]. 现代塑

- 料加工应用,2015,27(6):49-52.
- Xiong Yi, Zhang Chengguang. Design of injection mold for shell structure based on complex parting surface[J]. Modern Plastics Processing and Applications,2015,27(6):49-52.
- [3] 杨安,杨明,杨秋合.助力油管自动脱模机构及注塑模具设计[J].工程塑料应用,2020,48(4):87-92.
- Yang An, Yang Ming, Yang Qiuhe. Design of mould with automatic demoulding mechanism for power assisted oil tube[J]. Engineering Plastics Application,2020,48(4):87-92.
- [4] 易忠奇,贺柳操.汽车雨挡导流片浮顶式侧抽芯机构注射模设计[J].中国塑料,2020,34(5):97-101.
- Yi Zhongqi, He Liucuo. Design of injection mold with floating roof side core-pulling mechanism for rain deflector[J]. China Plastics,2020,34(5):97-101.
- [5] 程国飞,丁立刚,魏文强,等.带斜孔的U形支座注塑模具设计[J].现代塑料加工应用,2020,32(2):46-49.
- Cheng Guofei, Ding Ligang, Wei Wenqiang, et al. Design of injection mold for U-shaped base with inclined hole[J]. Modern Plastics Processing and Applications,2020,32(2):46-49.
- [6] 刘红燕,卞平.基于CAE分析的汽车刹车油盒家族模注塑模具设计[J].塑料,2019,48(3):70-73.
- Liu Hongyan, Bian Ping. Based on CAE analysis for the automotive brake oil box family injection mold design[J]. Plastics,2019,48(3):70-73.
- [7] 林浩波.母子滑块抽芯机构及其模具设计[J].模具技术,2020(2):17-22.
- Lin Haobo. Core pulling mechanism with cluster sliders and its application in mould design[J]. Die and Mould Technology,2020(2):17-22.
- [8] Burger P.一种设计模具冷却回路的工程方法[J].现代塑料,2018(10):42-45.
- Burger P. An engineering method for designing mold cooling circuit[J]. Modern Plastics,2018(10):42-45.
- [9] 韩伟,江丽珍,黄凌森,等.汽车档杆注塑模具冷却系统设计及优化[J].塑料,2020,49(2):128-131.
- Han Wei, Jiang Lizhen, Huang Lingsen, et al. Design and optimization of cooling system for injection mould of automobile gear rod[J]. Plastics,2020,49(2):128-131.
- [10] 王豆丰,周志明,张乾仁,等.基于Moldflow的芯片盘注塑模冷却系统设计与优化[J].塑料工业,2019,47(1):102-105.
- Wang Doufeng, Zhou Zhiming, Zhang Qianren, et al. Simulation and optimization of the cooling system for chip plate injection mould based on moldflow[J]. China Plastics Industry,2019,47(1):102-105.
- [11] 马松柏.家用榨汁机机身注塑模冷却系统CAE分析与设计[J].中国塑料,2014(10):100-105.
- Ma Songbai. CAE analysis and design of injection molds for cooling system of household juicer bodies[J]. China Plastics,2014(10):100-105.
- [12] 郑爱权.储物箱盒盖机械式自动抽芯机构设计[J].塑料,2017,46(5):111-114.
- Zheng Aiquan. Design of automatic core pulling mechanism mechanical storage box-lid[J]. Plastics,2017,46(5):111-114.
- [13] 彭博.侧导柱导向机构在大型注塑模具的应用分析[J].中国机械,2015(22):33-35.
- Peng Bo. Application analysis of side pillar guiding mechanism in large injection mold[J]. China Machinery,2015(22):33-35.
- [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 Huaio, Xiao Guohua. Design of automatic demoulding mechanisms and control mechanism for injection molds of rice cookers[J]. China Plastics,2017,31(9):137-144.
- [15] 张维合.汽车前大灯透镜大型精密注塑模具设计[J].中国塑料,2016,30(10):91-96.
- Zhang Weihe. Design of a large-sized and precision injection mould for automobile headlight lenses[J]. China Plastics,2016,30(10):91-96.