

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2023.07.016

高铁机车低压润滑油控制阀盖注射模设计

郭晓昕¹, 张云², 熊建武^{2,3}, 陈黎明⁴, 胡智清⁴(1. 包头铁道职业技术学院, 内蒙古包头 014060; 2. 湖南工业职业技术学院, 长沙 410208;
3. 湖南通用航空职业学院, 湖南邵阳 422000; 4. 湖南财经工业职业技术学院, 湖南衡阳 421002)

摘要: 低压润滑油控制阀盖塑件是高铁机车上润滑油控制阀门壳体上设置的以塑代钢零配件, 塑件使用改性丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料(ABS)注塑成型。使用单腔布局使塑件的成型精度达到了MT4 (GB/T 14486-2008)生产要求。使用点浇口浇注系统避免了主浇道的偏心设置, 有效地缩减了模具长宽尺寸, 降低了模具对注塑机模板的长宽尺寸的要求。创新设计的哈夫斜顶机构使塑件上5个快速接口外壁的环形倒扣顺利实现自动脱模, 哈夫斜顶机构通过方形推杆推动1组2个哈夫斜顶在完成顶出塑件的同时, 对环形倒扣实施侧向抽芯。模具结构布置依据塑件的结构特点而展开, 使用4次开模三板结构模架来驱动机构组件完成塑件和流道废料的自动脱模。塑件的脱模通过塑件的正面脱模和反面脱模分别进行, 正面脱模使用定模推板机构推动1个普通斜顶、3个哈夫斜顶机构实现, 反面的脱模通过2个油缸斜抽芯机构、2个圆柱镶件抽芯机构、2个哈夫斜顶机构和4个顶针元件的先后动作来实现。

关键词: 丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料; 高铁机车; 控制阀盖; 注塑成型; 模具设计; 哈夫斜顶; 结构布置

中图分类号: TG243 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2023)07-0096-07

Design of Injection Mold for High-speed Railway Locomotive Low Pressure Lubricating Oil Control Valve Cover

Guo Xiaoxin¹, Zhang Yun², Xiong Jianwu^{2,3}, Chen Liming⁴, Hu Zhiqing⁴(1. Baotou Railway Vocational & Technical College, Baotou 014060, China; 2. Hunan Industry Polytechnic, Changsha 410208, China;
3. Hunan General Aviation Vocational College, Shaoyang 422000, China;
4. Hunan Financial Industrial Vocational-Technical College, Hengyang 421002, China)

Abstract : The plastic parts of the low-pressure lubricating oil control valve cover were plastic parts instead of steel parts set on the lubricating oil control valve housing of high-speed railway locomotives. The plastic parts were molded with modified acrylonitrile butadiene styrene (ABS). The use of single cavity layout made the molding accuracy of plastic parts meet the production requirements of MT4 (GB/T 14486-2008). The use of the point-gate gating system avoided the eccentric setting of the main runner, effectively reduced the length and width of the mold, and reduced the requirements of the mold on the length and width of the injection molding machine template. The innovative design of the Half lifter mechanism enabled the automatic demoulding of the annular undercuts on the outer wall of the five quick interfaces on the plastic parts. The Half lifter mechanism pushed a group of two Half lifters through the square push rod, while completing the ejection of the plastic parts, to implement the lateral core-pulling of the annular undercuts. The mold structure was arranged according to the structural characteristics of the plastic parts, and the three-plate structure mold base was used to drive the mechanism components to complete the automatic demoulding of the plastic parts and runner waste. The demoulding of the plastic parts was carried out through the front demoulding and the reverse demoulding of the plastic parts respectively. The front demoulding was realized by using the fixed mold push plate mechanism to push 1 ordinary inclined top and 3 Half lifter ejecting mechanisms. The reverse demoulding was realized by the successive actions of 2 Hydraulic cylinder angle core pulling mechanisms, 2 cylindrical insert core pulling mechanisms, 2 Half lifter ejecting mechanisms and 4 ejector pin elements.

Keywords : acrylonitrile butadiene styrene ; high-speed railway locomotive ; control valve cover ; injection molding ; mold design ; half lifter ; structural layout

基金项目: 内蒙古自治区教育厅科学研究项目(NJSY19351), 内蒙古自治区教育厅科学研究项目(NJZY20183), 内蒙古自治区教育厅“十三五”规划课题(NZJGH2019172)

通信作者: 熊建武, 硕士, 教授, 高级工程师, 从事模具设计与制造研究

收稿日期: 2023-04-24

引用格式: 郭晓昕, 张云, 熊建武, 等. 高铁机车低压润滑油控制阀盖注射模设计[J]. 工程塑料应用, 2023, 51(7):96-102.

Guo Xiaoxin, Zhang Yun, Xiong Jianwu, et al. Design of injection mold for high-speed railway locomotive low pressure lubricating oil control valve cover[J]. Engineering Plastics Application, 2023, 51(7):96-102.

高速铁路车辆低压润滑油控制装置中设置润滑油控制阀门,在润滑油控制阀门壳体上设置有低压润滑油控制阀盖,通过在低压润滑油控制阀盖上设置的多个润滑管道接口,低压润滑油泵通过润滑油控制阀门能为机车上一些需润滑的部件提供润滑油。为达到对低压润滑油的输入输出进行精确控制的目的,低压润滑油控制阀盖上必须集成设置一些电控元器件,因而,出于具体使用要求、制造成本、结构复杂性与成型可行性等的考虑,低压润滑油控制阀盖使用具有较高强度的改性工程塑料丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料(ABS)制成,使塑件具有韧性高、耐冲击的特点^[1-4]。笔者结合某机车低压润滑油控制阀盖的批量制造需要,设计了一副4次开模三板注射模具用于该塑件的成型,模具针对低压润滑油控制阀盖结构复杂的特点,做了多处结构创新设计,能为同类塑件的注射模设计提供一定价值的设计参考。

1 低压润滑油控制阀盖外观与结构分析

图1为聚乙烯(PE)低压润滑油控制阀盖塑件,塑件为圆盘状,最大外径为155.6 mm,盘体壁厚3.1 mm。塑件因结构强度需要,各处壁厚分布不均,最大壁厚3.5 mm,最小2.5 mm,平均壁厚3.0 mm。材

料选用德国巴斯夫 HI-12 高韧性耐热 ABS,其特点是抗冲击、高强度、高流动性;收缩率为 0.55%~0.62%。塑件主要是在结构功能的实现和结构强度的保证,没有严格的外观要求,但不能有明显收缩痕、凹陷、飞边等缺陷;不能有明显的熔接线和熔合纹以确保塑件各特征结合部位的强度。塑件中央部位的正、反面设置有较多的复杂结构子特征,充填时,熔体流动阻力较大;这些特征包括有正面(俯视图所示)上设置的14个子特征,反面(仰视图所示)上设置的8个子特征。其中,正面14个特征中,快速接口有接口1、接口2、接口3用于外部软管连接的接头,增强筋1、增强筋2、增强筋3、增强筋4等4个用于加强中央圆槽与外沿平台盖的加强筋,标识1、标识2、标识3、标识4、标识5分别为左阀口、制造地、企标、商标、右阀口标识,其中,卡座中间的两个T型护柱的顶端设置2个斜坡倒扣。反面9个特征中,斜柱1、斜柱2是一种斜柱孔特征,接口4、接口5是一种快速接口特征,标识6为材料标识,标识7为接插片功能标识,2个增强筋座(增强筋座1、增强筋座2)及1个倒扣槽。塑件中,需要安装防止电路接插镶件片,材料为黄铜H62。成型尺寸精度要求符合MT4(GB/T 14486-2008)所规定的要求。

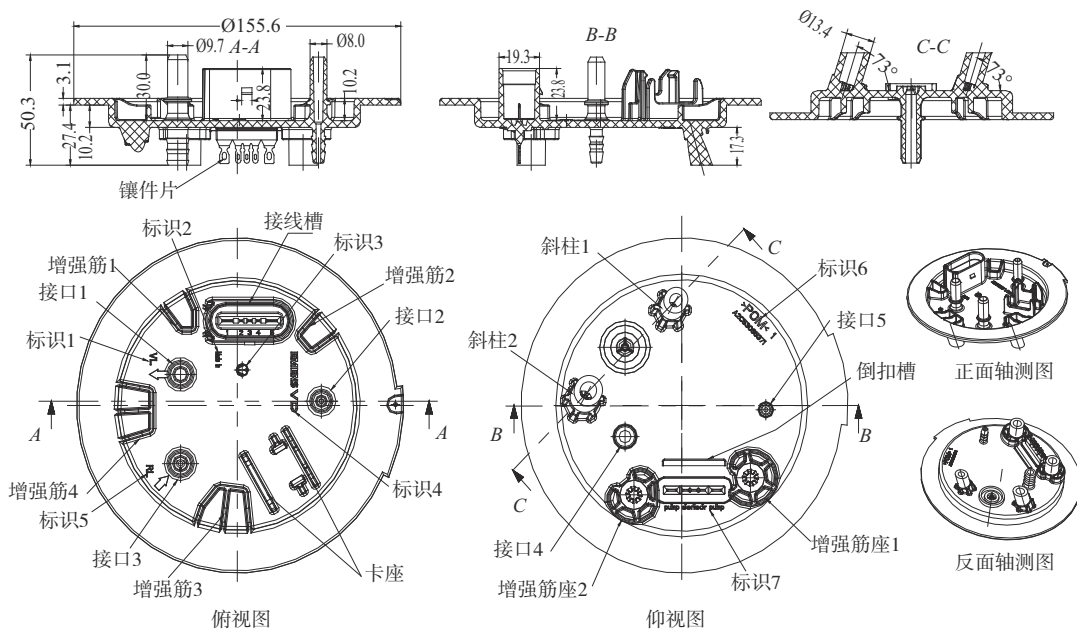
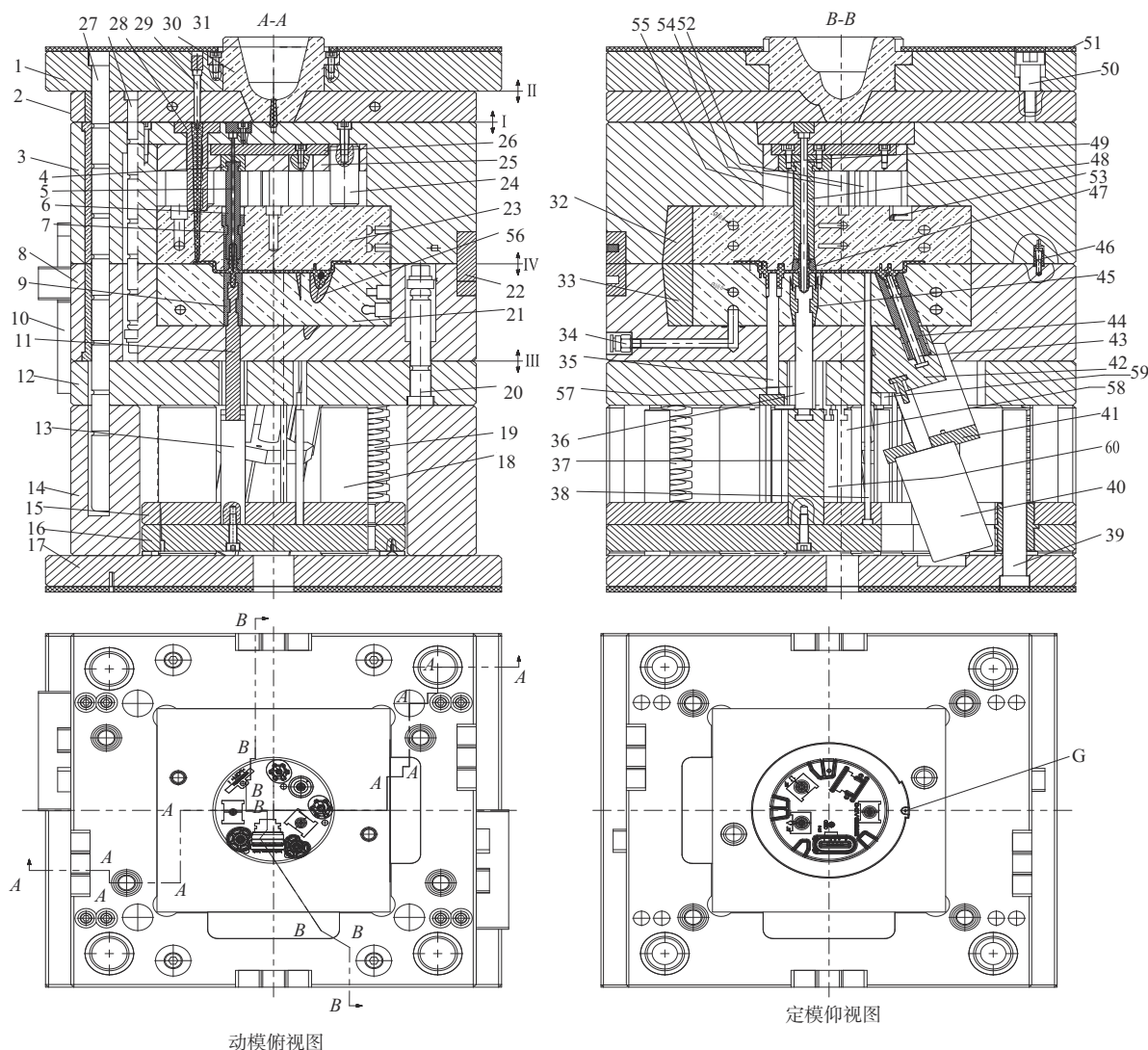


图1 控制阀盖塑件

2 模具结构分析与设计

综合依据塑件的各项生产要求和条件,使用图2所示模具结构图的FAI简化型细水口三板模具进行注射生产。

模具外形尺寸为450 mm×450 mm×616.7 mm,属于中小型模具。由于成型精度要求较高,加上塑件的正面和反面特征组成复杂,脱模困难,需要安排的脱模机构较多,所以模具中只布置一个模腔。



- 1—定模面板;2—脱料板;3—定模板;4—T型底座;5—中心型针;6—接口2斜顶推杆;7—接口2哈夫斜顶;8—动模板;9—接口5哈夫斜顶;
10—锁扣机构;11—接口5斜顶推杆;12—动模垫板;13—接口5推杆底座;14—模脚;15—顶针盖板;16—顶针推板;17—动模底板;18—支撑柱;
19—复位弹簧;20—动模板拉杆导柱;21—型芯镶件;22—精定位块;23—型腔镶件;24—上支撑柱;25—上推板;26—压板;27—模架主导柱;
28—模腔副导柱;29—垂直流道镶件;30—拉料杆;31—灌嘴;32,33—楔紧边块;34—快速接头;35—圆柱镶件;36—接口4斜顶推杆;
37—接口4推杆底座;38—顶针;39—推板导柱;40—油缸;41—油缸座;42—斜柱滑块;43—斜柱1杆型芯;44—斜柱1管型芯;
45—接口4哈夫斜顶;46—树脂扣;47—接口1哈夫斜顶;48—接口1斜顶推杆;49—接口1芯杆;50—小拉杆;51—隔热板;52—平行倒扣斜顶;
53—接线槽镶件;54—接口3哈夫斜顶;55—卡座镶件;56—斜柱2管型芯;57—标识6镶件;58—接线槽底部倒扣槽斜顶;59—接线槽底镶件;
60—接口3推杆;I,II,III,IV—模具打开面

图2 模具结构图

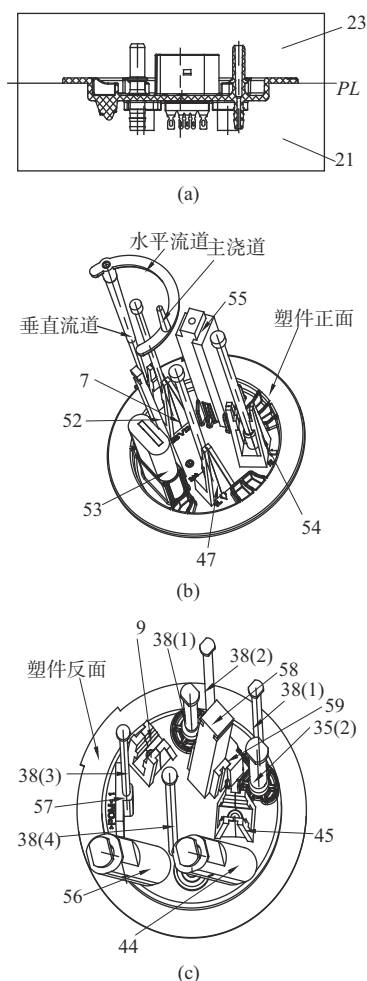
由于塑件模腔中央部位正反面都需要设置多个特殊的脱模机构,因而浇口只能设置在塑件的外边沿(图2中定模仰视图中G点位置),若直接采用侧浇口形式浇注,主浇道只能进行偏心设置,势必会加大模具长宽尺寸以及对注塑机模具安装尺寸的要求,造成生产浪费,模腔采用点浇口方式进行浇注能有效地解决这一问题,因而模具的定模部分采用与普通三板模结构相同的结构形式。由于塑件反面特征多脱模包紧力大,为防止脱模时损坏塑

件,需要采用多次脱模的方式进行,因而动模一侧增加了一次开模,动模板8采用浮动式动模板,即动模板8与动模垫板12之间有一个开模面Ⅲ面。因而模具的整体结构为5板式4次开模FAI结构三板式点浇口模具,开模面依次为Ⅰ面→Ⅱ面→Ⅲ面→Ⅳ面。模具中各系统结构具体设计如下。

2.1 成型件

为降低模具制造成本,同时便于模具的装配,模腔采用镶件镶拼式模腔结构,即成型件采用镶件

镶拼形式进行组装而构成塑件模腔^[5-7]。图3为分型及成型件设计。塑件模腔采用单分型面 PL 进行分型,首先获得主要成型件型腔镶件23和型芯镶件21,如图3a所示。选择 PL 面作为分型面,可以使模具满足以下要求:便于塑件脱模以及模腔排气槽开设,保证塑件的成型外观,确保塑件的成型精度,避免注塑时产生飞边,也有利于成型件的加工^[8-10]。在此基础上,再针对塑件正面的14个特征和反面的9个特征进行子特征成型镶件分割设计,以方便塑件的脱模和成型零件的加工。型腔镶件23分割的成型件包括接口2哈夫斜顶7、接口1哈夫斜顶47、平行倒扣斜顶52、接线槽镶件53、接口3哈夫斜顶54、卡座镶件55,如图3b所示;型芯镶件21分割的成型件包括成型件、圆柱镶件35(2根)、顶针38(4根)、斜柱1管型芯44、接口4哈夫斜顶45、斜柱2管型芯56、标识6镶件57、接线槽底倒扣槽斜顶58、接线槽底镶件59,如图3c所示。型腔镶件23及其分割成



a—模腔分型;b—正面分割成型件;c—反面分割成型件

图3 分型及成型件设计(图中序号同图2)

型件材料选用718H预硬塑胶模具钢,硬度为30~35 HRC;型芯镶件21及其分割成型件材料选用P20锻件,硬度为30~33 HRC^[3]。

2.2 浇注系统

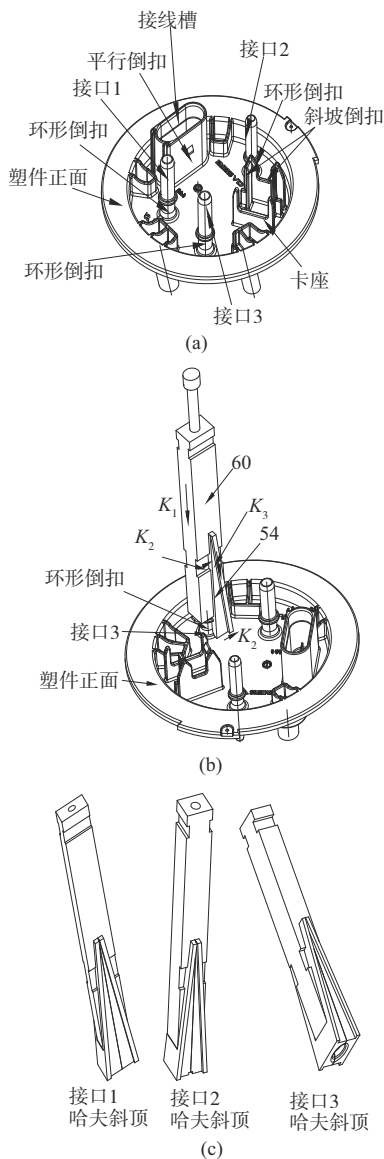
浇注系统中,使用单个点浇口对模腔进行浇注,点浇口初始直径为1 mm。在本单腔布局模具设计中,若使用直接浇口或点浇口从塑件正中央进行浇注,这样最有利于模腔获得平衡充填,但这样会使塑件正面的脱模机构难以设置。因而采用图3b所示点浇口浇注系统对模腔进行浇注。该浇注系统中,将浇口位置从模腔正中央位置转移到塑件外边沿位置上,这样可以使主浇道设置在模具中心,而浇口能开设在塑件外边沿位置上。避免浇口垂直流道的设置与塑件正面脱模机构的设置产生干涉。在此浇注系统设计下,模腔的浇注能从塑件外边沿位置上进料进行浇注,而主浇道毋须进行偏心设置,因此能有效地缩减模具尺寸,降低模具对注塑机模板尺寸的长宽要求^[11-14]。结合图3b可见,垂直流道的成型件使用独立镶件即垂直流道镶件29,这样设置便于流道加工和修配。水平流道使用中心线为圆弧线,截面为U型的流道以保证熔料流动畅通。经CAE分析,浇注系统做到尽量缩短熔体流动距离,能有效避免出现熔体破裂现象而引起塑件的缺陷,浇口位置G位于塑件厚壁处,无分子定向影响,能有效避免正反面各特征处出现明显熔接痕,有利于保证塑件的整体熔接强度。

2.3 脱模系统

塑件在由4个顶杆38完全顶出脱模之前,正反面上的23个局部特征必须先脱模后才能实现塑件的完全脱模,因而,塑件的整体脱模步骤如下:

(1) 定模一侧的脱模设置。

开模面IV打开时,塑件从型腔镶件23中完全脱出前必须完成如图4a所示5个特征中3个环形倒扣、1个平行倒扣、2个斜坡倒扣的脱模。因而塑件从型腔镶件23中完全脱模做如下设置:①因空间狭小,卡座的2个斜坡倒扣采用强制脱模方式脱模,由卡座镶件55强制抽芯实现(图3b所示);②接线槽外侧壁的倒扣由平行倒扣斜顶52顶出侧抽芯而实现;③接口1、接口2、接口3上的3个环形倒扣采用3个创新设计的哈夫斜顶机构实施侧抽芯脱模而实现。因此,在塑件从型腔镶件23中脱出而留于型芯镶件21上的同时,结合图2及图3b可见,正面的接口1哈



60—接口3推杆;54—接口3哈夫斜顶; K_1, K_2, K_3 —运动方向

a—正面倒扣特征;b—接口3哈夫斜顶工作原理;

c——正面哈夫斜顶机构

图4 正面哈夫斜顶脱模机构

夫斜顶47、接口2哈夫斜顶7、接口3哈夫斜顶54、平行倒扣斜顶52需要跟随塑件同步移动,以待特征接口1、接口2、接口3的下端环形倒扣、接线槽外壁的平行倒扣完成侧抽芯脱模后,塑件才能完全与型腔一侧的成型件分离而留于型芯镶件21上。接口1哈夫斜顶47、接口2哈夫斜顶7、接口3哈夫斜顶54三个哈夫斜顶机构的工作原理相同,但结构形式略有不同,以接口3哈夫斜顶54为例,如图4b所示,当模具在开模面Ⅳ面处打开时,图2中的上推板25推动接口3推杆60按开模方向 K_1 向下行,从而推动接口3哈夫斜顶54在型腔镶件23的斜顶槽内按 K_3 向

顶出,同步地,接口3哈夫斜顶54还能沿接口3推杆60上腰槽按 K_2 向移动,从而实现接口3哈夫斜顶54与接口3环形倒扣分离。接口3环形倒扣的成型哈夫斜顶为一组两个,接口3哈夫斜顶54为一个,另一个的形状与接口3哈夫斜顶54呈几何镜像对称关系。接口1、接口2、接口3三者的哈夫斜顶机构具体结构如图4c所示,三者的推杆及平行倒扣斜顶52都由推板25等构成的定模推板机构顶出,推板25由弹簧顶出,在模具的开模面Ⅳ打开时,弹簧推动推板25同步顶出,从而实现3个哈夫斜顶及平行倒扣斜顶52同步顶出。推板25的复位由动模板8通过推板25上的复位杆推回复位。

(2)动模一侧的脱模设置。

塑件从型腔镶件23中脱出留于型芯镶件21上,若要实现完全脱模,需要针对反面上的2个斜柱、2个接口、2个增强筋座、1个倒扣槽等特征实施先脱模后,塑件才能被顶针从型芯镶件21上顶出实现完全脱模。图5为反面特征。塑件从型芯镶件21中完全脱模做如下设置:结合图3c、图5所示,①两个斜柱先分别使用2个油缸斜抽芯机构进行斜向抽芯,单个油缸斜抽芯机构的组件包括油缸40~斜柱1管型芯44;②再通过开模面Ⅲ面的打开,驱动2个圆柱镶件抽芯机构(成型件为圆柱镶件35),这样有利于避免脱模力过大而损伤塑件;③接口4、接口5分别设计同接口3一样的2个哈夫斜顶机构实施侧抽芯脱模;④最后塑件再通过顶针推板16推动接口4、接口5的哈夫斜顶机构、接线槽底倒扣槽斜顶58及4根顶针38共同从型芯镶件21上共同顶出而实现完全脱模。

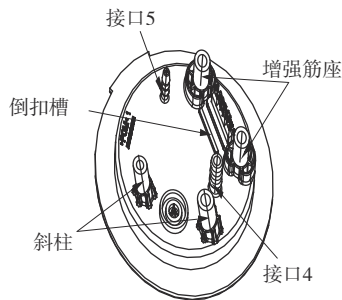


图5 反面特征

2.4 冷却系统

结合图2可见,脱料板2、型芯镶件21、型腔镶件23上均开设冷却管道对此零件进行冷却,冷却管道的路径布置经CAE仿真优化后确定,管道直径为10 mm。

2.5 模架系统

结合图2可见,模具的模架需要分四次开模打开,其功能为:第一次开模Ⅰ面用于流道废料与塑件在点浇口位置处的崩断分离及流道废料的垂直段与垂直流道镶件29的分离;第二次开模Ⅱ面用于流道废料从模具中自动分离脱落;第三次开模Ⅲ面用于驱动2根圆柱镶件35抽芯;第四次开模Ⅳ面用于塑件从型腔镶件23中脱离。相比于普通点浇口三板模架,本模具动模侧增加了一次开模打开即第三次开模Ⅲ面的打开;另外,在定模一侧,增加了由上推板25等零件构成的定模推出机构,用于推动接口1哈夫斜顶47、接口2哈夫斜顶7、接口3哈夫斜顶54、平行倒扣斜顶52的顶出。因而模架选用简化型细水口模架FAI4545。脱料板2、定模板3、动模板8工作时都为浮动模板,因而需要使用带端头导柱模架主导柱27进行导向。模腔副导柱28起到两个作用,一是用于脱料板2与定模板3之间的闭合和打开运动导向,同时,其尾端的限位端盖能限制两者之间的分离距离。模架中,为保证第Ⅲ次开模在Ⅳ次开模前打开,设置了锁扣机构10,该机构为常用插杆锁扣机构;树脂扣46的作用是保证Ⅳ面在最后打开;小拉杆50用于脱料板2与定模板1之间的分离距离定距。动模板拉杆导柱20起两个作用,一是对动模板8与动模垫板12之间的分离距离进行定距,另一个是对动模板8进行分离导向。

3 模具工作原理

结合图2所示,模具的工作过程为:模具安装于注塑机上后进行调试,而后注塑机料斗加装塑料并依据塑料材料参数设定炮筒各段温度。模具闭合,开始注塑。待模腔中充填、保压、冷却等过程完成后,等待开模。开模前,油缸40(2个)动作,先完成2个斜柱特征的抽芯脱模。开模时注塑机动模板拉动模具动模后退,后退过程中,在模架顺序打开控制件的控制下,模具按Ⅰ→Ⅱ→Ⅲ→Ⅳ依次打开,打开距离依次为200,14,60,160 mm。Ⅰ面打开时,点浇口流道废料与塑件分离;Ⅱ面打开时,流道废料从模具中自动拔出而脱落;Ⅲ面打开时,2根圆柱镶件35先抽芯;Ⅳ面打开时,由弹簧推动上推板25而推动接口1哈夫斜顶47、接口2哈夫斜顶7、接口3哈夫斜顶54、平行倒扣斜顶52等将塑件从型腔镶件23中脱出,塑件留于型芯镶件21上。最后,模具动模后退到一定位置后,顶针推板16被注塑机顶杆顶

住,但动模可以继续后退,随着动模的继续后退,随后,由注塑机的机械手抓取塑件并移出模具而实现全自动脱模。模具复位闭合时,先由机械手加工黄铜H62镶件片置入模腔中定位并镶嵌好,而后油缸40先动作,完成2个斜柱的成型件(件43、44)的复位,而后模具在模架开模控制零件的控制下,按Ⅲ→Ⅰ→Ⅱ→Ⅳ顺序闭合,Ⅳ面闭合的同时,动模板8通过先顶住推板25上的复位杆将推板25及其上的顶出组件推回复位。模具闭合后,开启下一注塑循环。

4 结论

(1)模具中,使用点浇口浇注系统对模腔的浇口进行位置转移的设计方法,解决了单腔布局中难以从侧边开设浇口的难题,避免了单腔布局设计中通常将主浇道进行偏心设置而导致模架尺寸加大的问题,使模具结构尺寸得到最小优化,降低了模具制造成本。

(2)针对圆柱特征上开设的圆环倒扣特征,创新性地设计了哈夫斜顶机构,解决了狭小空间内设计圆环倒扣脱模难以设计脱模机构的难题,保证了塑件的自动化脱模的顺利实现。

(3)模具依据塑件的结构特点,采用分步分次脱模的方法并采取相应的成型件及其抽芯驱动设计措施,并通过选用FAI模架来承载实现,对同类复杂塑件的注塑模具结构设计有较好的设计借鉴意义。

参考文献

- [1] 王嘉,尚辉良,李迎春,等.环氧树脂含量对废旧ABS塑料性能的影响[J].高分子材料科学与工程,2015(4):133-136.
Wang Jia, Shang Huiliang, Li Yingchun, et al. Effects of epoxy resin content on properties of recycled ABS plastics[J]. Polymer Materials Science & Engineering, 2015(4):133-136.
- [2] 王嘉.废旧电器外壳用ABS塑料的回收利用[D].太原:中北大学,2015:45-102.
Wang Jia. Recycling of ABS plastic used for waste electrical appliance shells[D]. Taiyuan: North University of China, 2015:45-102.
- [3] 李静. PVC/ABS塑料合金性能研究[J].塑料制造,2015(7):67-69.
Li Jing. Study on the properties of PVC/ABS plastic alloy[J]. Plastics Manufacture, 2015(7):67-69.
- [4] 罗春燕.废ABS电镀件退镀及退镀液回收再生工艺研究[D].南昌:南昌大学,2015:65-98.
Luo Chunyan. Study on the process of plating removal and recovery of plating solution from waste ABS electroplating parts[D]. Nanchang: Nanchang University, 2015:65-98.
- [5] 邹金红,杨敏敏,罗华云.基于某款手机后盖模具设计及工艺优化研究[J].塑料工业,2020,48(1):73-77.

- Zou Jinhong, Yang Minmin, Luo Huayun. Based on a mobile phone back cover mold design and process optimization research [J]. China Plastics Industry, 2020, 48(1):73-77.
- [6] 曹争. 基于Moldflow的手机后壳精密注塑模设计[J]. 塑料工业, 2017, 45(5):65-68.
- Cao Zheng. The design of precision injection mold of mobile shell based on moldflow[J]. China Plastics Industry, 2017, 45(5):65-68.
- [7] 张洪军, 胡翠雯, 何紫媚, 等. 基于Creo的模具成型零件设计及数控仿真加工[J]. 机械工程师, 2020(9):8-9.
- Zhang Hongjun, Hu Cuiwen, He Zimei, et al. Design and numerical control simulation of mold forming parts based on Creo[J]. Mechanical Engineer, 2020(9):8-9.
- [8] 孙国智, 黄仲庸. 手机底壳塑料模具设计[J]. 模具技术, 2021(5):37-41.
- Sun Guozhi, Huang Zhongyong. Design of plastic mould for mobile phone bottom case[J]. Die and Mould Technology, 2021(5):37-41.
- [9] 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.
- [10] 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):48-50.
- Li Ying, Jiao Hongyu, Yang Lanyu. Design on injection mould for headlight housing of motorcycle[J]. Plastics Science and Technology, 2015, 43(9):48-50.
- [11] 张维合. 汽车水箱左右盖复杂抽芯注塑模设计[J]. 工程塑料应用, 2013, 41(1):57-61.
- Zhang Weihe. Design of complicated core pulling injection mold for car water tank left and right cover[J]. Engineering Plastics Application, 2013, 41(1):57-61.
- [12] 周淑容. 玩具罩壳多腔三板两次顶出热流道注塑模设计[J]. 工程塑料应用, 2021, 49(2):103-109.
- Zhou Shurong. Design of three plates hot runner injection mold with multi-cavity and twice ejection for toy cover[J]. Engineering Plastics Application, 2021, 49(2):103-109.
- [13] 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.
- [14] 华丽霞, 刘沛龙, 郭兴. 童车骨架热流道注塑模设计[J]. 工程塑料应用, 2022, 50(4):81-86.
- Hua Lixia, Liu Peilong, Guo Xing. Design of hot runner injection mold for baby carriage skeleton[J]. Engineering Plastics Application, 2022, 50(4):81-86.
- [15] 刘红燕. 助力筒带2种多次抽芯机构热流道注射模设计[J]. 中国塑料, 2021, 35(1):103-109.
- Liu Hongyan. Design of hot runner injection mold with two types of multiple core-pulling mechanisms for booster cylinder[J]. China Plastics, 2021, 35(1):103-109.