

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2023.10.016

扫地机手柄侧盖多元构件顶出机构注塑模设计

路英华¹, 肖国华¹, 李亚峰¹, 励伟定², 徐生¹

(1. 浙江工商职业技术学院机电工程学院, 浙江宁波 315000; 2. 宁波凯福莱特种汽车有限公司, 浙江宁波 315020)

摘要: 结合智能扫地机手柄侧盖塑件使用聚碳酸酯/丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料合金注塑需要, 设计了一副两板两次开模的注塑模具用于塑件的成型。模具中模腔浇注使用牛角浇口能保证塑件外观无浇注痕迹, 且能实现流道废料与塑件的自动分离。模具采用两次顶出, 其中的一次顶出用于增加一次模板分离打开, 从而驱动收缩滑块和斜滑块抽芯, 另一次顶出用于驱动型芯镶件与塑件分离, 有效地简化了模具结构, 降低了模具制造成本。创新设计了一种二次顶出控制机构, 通过调节限位管上的卡位活动块移位动作来实现两次顶出板之间的分离和组合, 机构简单实用, 动作可靠。该类设计为同类型塑件的模具整体结构布置、浇注方式选用、塑件脱模方式选择、二次顶出控制机构设计等方面提供了可靠的借鉴。

关键词: 智能扫地机; 顶出机构; 收缩滑块; 斜滑块; 二次顶出控制机构; 注塑模

中图分类号: TG243 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2023)10-0106-07

Design of Injection Mould for Multi-component Ejector Mechanism of Handle Side Cover of Sweeper

Lu Yinghua¹, Xiao Guohua¹, Li Yafeng¹, Li Weiding², Xu Sheng¹

(1. School of Mechanical and Electrical Engineering, Zhejiang Business and Technology Institute, Ningbo 315000, China;

2. Ningbo Careful Special Cars Co., Ltd., Ningbo 315020, China)

Abstract : According to the need of using polycarbonate/acrylonitrile-butadiene-styrene plastic alloy for injection molding of the plastic part of handle side cover of intelligent sweeper, a set of injection mould with two-plates and two mould-opening was designed for the molding of the plastic part. A horn gate for mould cavity gating in the mould was used, which could ensure that the appearance of the plastic part had no gating trace and realize the automatic separation of the runner waste and the plastic part. Two ejection mechanisms in the mould were used, one of which was used to add a mould plate separation opening for driving the contraction slider and the angled slider to pull the core, and the other was used to drive the core insert to separate from the plastic part, which effectively simplified the mould structure and reduced the mould manufacturing cost. A twice ejection control mechanism was innovatively designed to realize the separation and combination between the two ejection plates by adjusting the displacement action of the detent movable block on the limit tube. The mechanism is simple, practical and reliable. This kind of design can provide a reliable reference for the overall structure layout of mould, the selection of gating method, the demoulding mode of plastic parts, and the design of twice ejection control mechanism in the similar plastic parts.

Keywords : intelligent sweeper ; ejection mechanism ; contraction slider ; angled slider ; twice ejection control mechanism ; injection mould

针对注塑模具结构的设计, 首先应考虑塑件材料特性和成型特点(如流长比等)能否适用塑件形状成型要求^[1-3], 其次是考虑浇口位置、浇口形式、浇口

数量及浇口对应的排气通道等能否保证模腔获得充分充填和满足保压调整以确保塑件成型品质^[4-6], 再次是成型件能否方便开设温度调节水路以改善

基金项目: 2022年度宁波市重点研发计划项目(2022Z049), 宁波市公益性研究计划项目(2022S129), 浙江工商职业技术学院校级科研创新团队项目(KYTD202101)

通信作者: 肖国华, 硕士, 副教授/高级工业设计师, 主要从事模具设计与制造研究

收稿日期: 2023-08-10

引用格式: 路英华, 肖国华, 李亚峰, 等. 扫地机手柄侧盖多元构件顶出机构注塑模设计[J]. 工程塑料应用, 2023, 51(10): 106-112.

Lu Yinghua, Xiao Guohua, Li Yafeng, et al. Design of injection mould for multi-component ejector mechanism of handle side cover of sweeper[J]. Engineering Plastics Application, 2023, 51(10): 106-112.

塑件成型工况,最后是塑件的脱模方式及脱模步骤能否实现塑件的自动化生产^[7-9]。这几个问题是决定一副模具能否成功实现塑件优良成型的关键。智能扫地机手柄侧盖塑件形状不规则,采用常规模具设计手段难以获得品质优良的塑件,针对这一问题,笔者设计了一副两板式模具,在模具中,使用牛角浇口对模腔进行浇注,采用两次开模和两次顶出动作以实现塑件的自动脱模,为配合两次顶出需要,创新设计了一种二次顶出控制机构,为同类型塑件注塑模具的设计提供参考。

1 塑件分析

1.1 塑件结构

智能扫地机手柄侧盖塑件结构如图1所示,塑件为一种曲面网格工业构型塑件,其用途是扣接在扫地圆柱壳主机手柄外侧起到封装手柄内壁电子元器件的作用,同时也起到外观修饰作用。塑件侧面呈圆弧形(图1中K-K所示),俯视图呈喇叭形。塑件总高度为72 mm,总长度为118 mm,最大宽度为54 mm,平均壁厚为2 mm。塑件内壁上,两侧为镜像对称关系,设置有8个卡扣,一侧为A1,A2,A3,A4四个卡扣,另一侧为A5,A6,A7,A8四个卡扣,8个卡扣深度都为1 mm。上下两端都设置有端侧面,在下端侧面的外壁上(K-K中F区域所示),设置有一个宽度和高度均为4 mm的倒扣B1,其内有一勾槽,深为4 mm。对应于倒扣B1的反面位置,倒扣B1在塑件的右下尾端形成一个深度为7 mm的倒扣B2。按主机厂家要求,塑件的成型精度为MT4(按GB/T

14486-2008),外表光亮,不能留有明显的熔接痕和分型痕迹,无后续处理要求,注塑完毕后即可使用,总产量为25万件。

1.2 塑件材料

按客户指定使用聚碳酸酯(PC)/丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料(ABS)合金材料进行成型,材料牌号为cycologyCE1821(沙伯基础创新),合金中PC与ABS的质量分数分别为70%和30%,需符合欧盟ROHS环保要求。该合金材料的典型特点为既具有PC的优良耐热耐候性、尺寸稳定性和耐冲击性能,又具有ABS优良的加工流动性。合金材料收缩率为0.48%~0.53%,流长比 $K_s=100$,经计算,塑件形状所决定的最长流动路径为161 mm,空腔流长比为 $K_f=161/2=80.5$,小于 K_s ,材料适合于塑件模腔的充填。塑件形状的 K_f 与材料本身的 K_s 比较表明,使用该改性合金充填本塑件模腔时,模腔内料流的流动性可得到保证,用于调节塑件成型品质的保压工艺参数也能有较宽的阈值调整宽度。

1.3 成型和模具设计难点

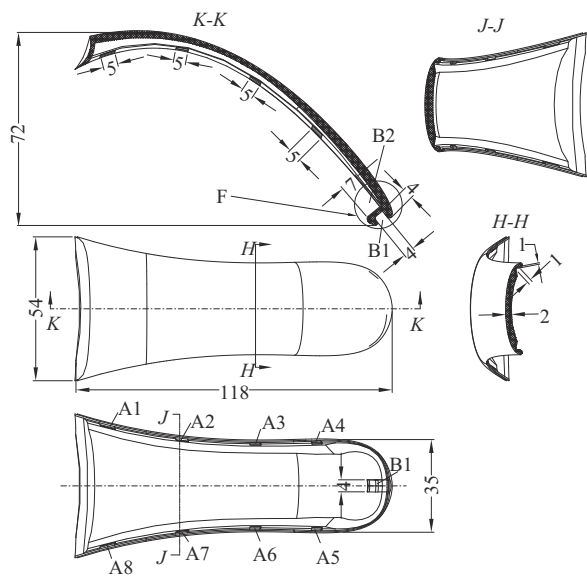
塑件的成型包含以下几个难点^[10-13]。

(1)塑件外观要求高,分型和浇注痕迹只能设置在隐蔽处,或者被主装配件——扫地机主机圆柱壳手柄所包容和遮盖,显然,在塑件最大轮廓线边沿开设侧浇口或者在塑件外观面上开设点浇口都不可行,最好的办法是在塑件的内壁面上开设点浇口。塑件内壁面上开设点浇口常用的办法是采用倒装式模具结构,即型芯成型件安装在模具定模一侧,而型腔成型件安装在动模一侧,但倒装式结构带来的新问题是必须在定模一侧设置顶出机构,定模顶出机构一般使用油缸进行驱动,模具结构变复杂,成本增加。

(2)因塑件的截面面积不同,如图1中所示的剖面J-J面和H-H面等,熔料在流动路径上经历变化截面时容易产生弛豫问题,导致塑件表面可能产生较多的波纹暗影,严重影响塑件外观。

(3)对于塑件内壁上的8个卡扣(A1~A8),需要专门设置卡扣脱模机构实施脱模,否则塑件难以从模具中自动脱出。

(4)两个端侧面在实际模塑成型中,形成一种互斥型倒扣,即模腔在模具中摆放如能使塑件上端避免形成倒扣,则在塑件下端必定形成倒扣,反之亦然,抑或上端、下端都形成倒扣。上端、下端不同的倒扣取舍同时也影响到A1~A8八个卡扣脱模机构



A1~A8—卡扣; B1, B2—倒扣

图1 智能扫地机手柄侧盖塑件

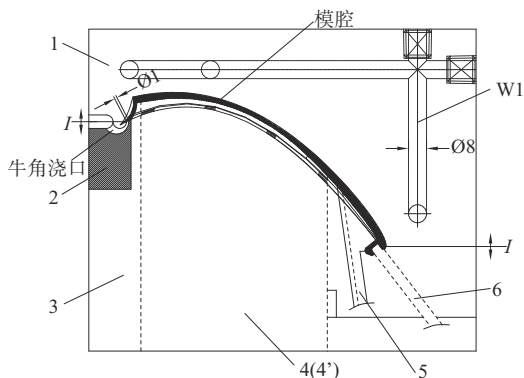
的设计。

(5)下端F区域倒扣B1的勾槽脱模方向始终都是斜向,如不采用斜向抽芯脱模,塑件的模具结构布置会变得更复杂,加大模具的整体制造成本。

1.4 解决办法

针对塑件的成型难点,采取了以下几点设计措施。

(1)塑件在模腔中按图2所示进行布局摆放,因而,可以使用分型面I-I面对模腔进行分型,这样的摆放方式有四个好处:一是可以使浇口从塑件的最宽截面进浇,向最小截面方向充填,避免充填过程中弛豫问题的发生;二是可以使8个卡扣A1~A8的成型特征集中设置在一组收缩滑块4和4'上,按分型面I-I的水平方向进行侧抽芯,便于内置收缩机构的设计,简化模具结构;三是塑件下端形成的倒扣B2可以通过一个斜顶5进行顶出侧抽芯即可解决下端内壁脱模困难问题;四是可以通过使用1个斜抽芯型芯解决倒扣B1勾槽脱模难题。按此布局后,模腔的浇注可以使用牛角浇口进行浇注,进胶点可以设置在塑件内壁上,保证浇注痕迹不出现在塑件外壁上而影响塑件的外观。这样,能避免模具使用倒装式模具结构。同时,牛角浇口在塑件与流道废料同步顶出脱模时,可以实现流道废料与塑件的自动分离。另外,此布局便于冷却水路W1等的开设,以方便通过调整模具温度等注塑工艺参数来调整塑件的成型质量。



1—型腔镶件; 2—浇口镶件; 3—型芯镶件; 4—收缩滑块(卡扣A1, A2, A3, A4); 4'—收缩滑块(卡扣A5, A6, A7, A8); 5—下端内壁倒扣B2斜顶; 6—倒扣B1斜滑块头; I-I—分型面; W1—型腔冷却水路

图2 模腔单腔分型设计

(2)使用I-I面做分型面,分型面沿塑件的最大外沿轮廓延拓获得,以保证分型痕迹的光顺性,保证塑件外观。

(3)在模腔成型件材料选材上做区分用材。分

型后获得的成型件型腔镶件1、浇口镶件2、型芯镶件3、收缩滑块4和4'及倒扣B1斜滑块头6使用合金钢材料718H,718H抛光性能比较好,可以使成型塑件获得非常好的外观质量。成型件选材时,也可以考虑使用抛光性能和硬度更好的NAK80。然而,NAK80的耐磨性能不如718H,这是因为模具钢材的耐磨性不仅取决于硬度值,还与模具钢组织中是否存在大量坚硬细小且均匀分布的碳化物组织有直接关系。NAK80碳含量只有0.1%,高硬度的NAK80碳化物少,所以它的耐磨性不如718H。下端内壁倒扣B2斜顶5对应的钢材选用H13钢材,原因在于弯曲和磨损是影响斜顶使用寿命的关键因素,若选用常用的VIKING,DC53模具钢做斜顶材料,虽其有较好的硬度和强度,但韧性不足容易断裂,而韧性较好的P20,718,S136等模具钢存在硬度不高、强度低的缺陷,故在使用中易出现磨损和折弯的现象,严重时会发生断裂。

2 模具结构设计

2.1 模具中模腔布局

针对图2中所示单腔,在模具中的布局为一模两腔,两腔布局后的机构件及辅助零部件在模具模架中的安装如图3所示。

2.2 模架的选用

模具模架选用冷浇口两板式工字模架,由于收缩滑块4,4'内收抽芯驱动和倒扣B1斜滑块头6,6'斜向抽芯驱动的需要,模架中增加了垫板39,并且在动模板36与垫板39之间增加一次模板开模打开,打开面是K2面^[14-17]。模腔的开模打开面是K1面。模架中,为配合K2面的打开,推出机构中在基本的一次推板43及其盖板的上面增加了二次推板42及其盖板。增加二次推板42及其盖板的作用是,一次推板43可以通过动模板顶出杆10与动模板36紧固组合在一起,由一次推板43推动动模板36顶出而打开K2面,避免为了在模架中增加K2面打开功能而设计结构复杂的模板打开控制机构,简化模具结构^[18-20]。二次推板42上可以设置顶出元件Ø8顶针25等对塑件实施最终顶出。

2.3 结构件安装

如图3中前视局部剖视图(A-A视图)所示,牛角浇口的成型件设置成镜像对称型成型件——浇口镶件2和浇口镶件2',这样可便于牛角浇口的加工。

倒扣B1斜滑块头6和6'分别为两个模腔的倒

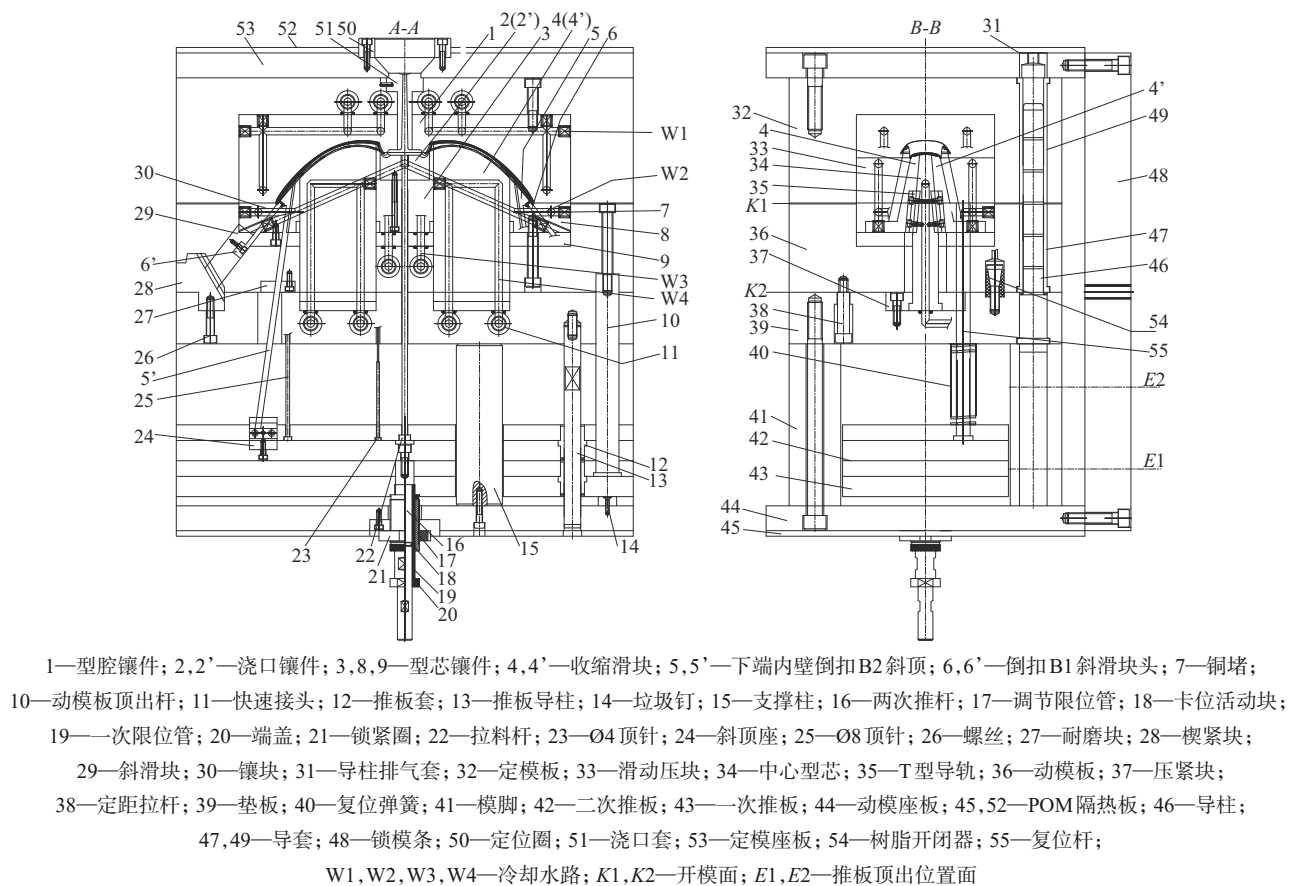


图3 模具结构件安装

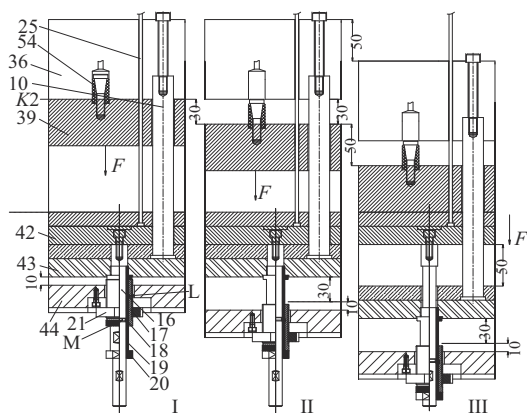
扣B1成型件,以倒扣B1斜滑块头6'的驱动为例,倒扣B1斜滑块头6'安装在斜滑块29上,斜滑块29安装在动模板36上,由安装在垫板39上的倒装式楔紧块28通过其上的T型导轨进行驱动,只有当K2面打开时,楔紧块28才能驱动斜滑块29和倒扣B1斜滑块头6'实施斜抽芯,斜向抽芯距为6 mm,斜滑块29斜向移动方向与开模方向的夹角为 60° 。模具闭合时,楔紧块28依靠其左上端锥度为 10° 的斜坡面进行锁紧,防止斜滑块29松退。楔紧块28的T型导轨在斜滑块29完成抽芯抽出后依然停留在斜滑块29的T型槽内,以确保K2面闭合时,楔紧块28能准确驱动斜滑块29复位。

如图3中左视局部剖视图(B-B视图)所示,每个模腔中设置了收缩滑块4,4',用于8个卡扣的成型。收缩滑块4,4'上都设置有T型导轨35,通过该T型导轨35,中心型芯34可以同步驱动收缩滑块4,4'做内收式抽芯。收缩滑块4,4'通过滑动压块33安装在型芯镶件8,9的组合件上。当K2面打开时,中心型芯34拉动收缩滑块4,4'做内收抽芯移动,完成塑件上8个卡扣的抽芯脱模。

两个模腔中的下端内壁倒扣B2斜顶5,5'都通过二次推板42的斜顶座24驱动实施顶出侧抽芯动作。塑件的最终顶出脱模由二次推板42上所布置的多根 $\varnothing 4$ 顶针23, $\varnothing 8$ 顶针25及下端内壁倒扣B2斜顶5,5'共同顶出而实现完全脱模。

2.4 二次顶出控制机构工作原理

为控制一次推板43、二次推板42能分两次实施顶出而设计了二次顶出控制机构,机构的组件包括件16~21,其工作原理如图4所示。当模具动模(动模板36以下所有零部件)按图4中F向下行后退一定距离后,到达状态I位置,此时两次推杆16被注塑机挡板挡住。由于两次推杆16的上端与二次推板42紧固组合在一起,因而,二次推板42也保持不动。同时,由于两次推杆16通过其上的圆环槽M与卡位活动块18的配合,能拉住一次限位管19同步不动,而一次限位管19上端用螺纹紧固安装在一次推板43下端面,从而一次推板43也能维持不动,这样一次推板43上的动模板顶出杆10、二次推板42上的 $\varnothing 8$ 顶针25等都保持同步不动。两次推杆16顶住二次推板42使其保持不动,在模具下行方向F向上一



M—圆槽;L—凹槽;I,II,III—运动状态位置;

图中其余代号意义同图3

图4 二次顶出控制机构工作原理

直没有相对移动,停留在状态I所示位置。

随着动模的继续下行,动模包括动模座板44、垫板39等继续下行(F 向),动模座板44带着其上的调节限位管17一起下行,下行一定距离后,卡位活动块18被迫进入调节限位管17内的凹槽L内,从而,两次推杆16和一次限位管19之间失去卡位活动块18的连接而能相对滑动,动模座板44通过卡位活动块18带动一次限位管19下行,从而带动一次推板43下行,而二次推板42只能继续停留在原位置,模具处于状态II所示位置,此过程中,K2面被打开。

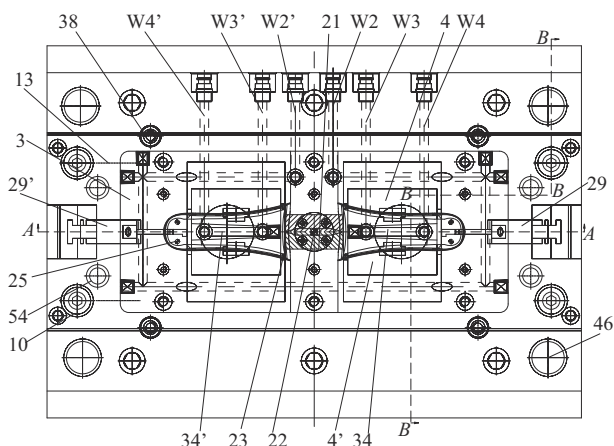
在此过程中,随着动模动模座板44、垫板39等的同步继续下行,动模座板44通过调节限位管17拉动一次推板43一起继续下行,从而拉动动模板36也一起下行,进而在二次推板42上的多根顶针(件23、件25)及下端内壁倒扣B2斜顶5,5'等的顶托下,动模板36上的型芯镶件3,8,9和收缩滑块4,4'等从塑件中分离而出,最终塑件留于顶针(件23、件25)及下端内壁倒扣B2斜顶5,5'等上而自动脱落,模具处于状态III所示位置。

第一次顶出距离为30 mm,第二次顶出距离为50 mm,顶出过程直到垫板39被二次推板42的盖板上端面所挡住而停止。复位时,机构的动作相反。

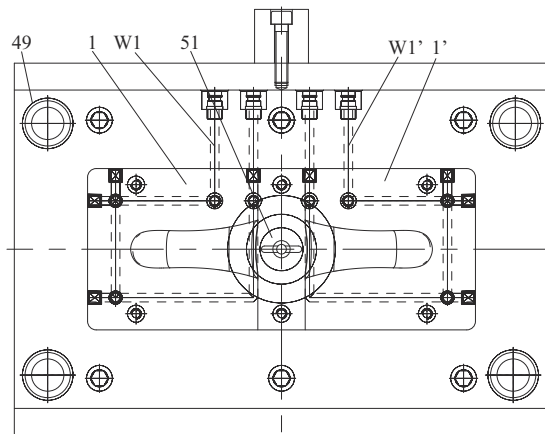
2.5 辅助机构在模具中的布置

成型件、脱模机构件、辅助功能件、水路等在模架中的布置如图5所示。

模具中,模腔为一模两腔布局,对于型腔镶件1、型芯镶件3等,使用镶件镶入模板中的方式进行安装,这样有益于成型零部件的加工,也有利于节省成型件贵重材料,节省模具制造成本。



动模俯视图



定模俯视图

W1', W2', W3', W4', 1', 29', 34' 为冷却水路W1, W2, W3, W4及件

1, 29, 34在另一型腔的镜像对称;图中其余代号意义同图3

图5 结构件在模架中的平面布置

推板导柱13、导柱46、导套49、定距拉杆38、树脂开闭器54、复位杆55等辅助功能零件均采用1模4件平衡式布置,以确保模具工作的平稳性。4个导柱46中有1个导柱为非对称安装,以防止定模、动模配模闭合时装错而损坏成型件。

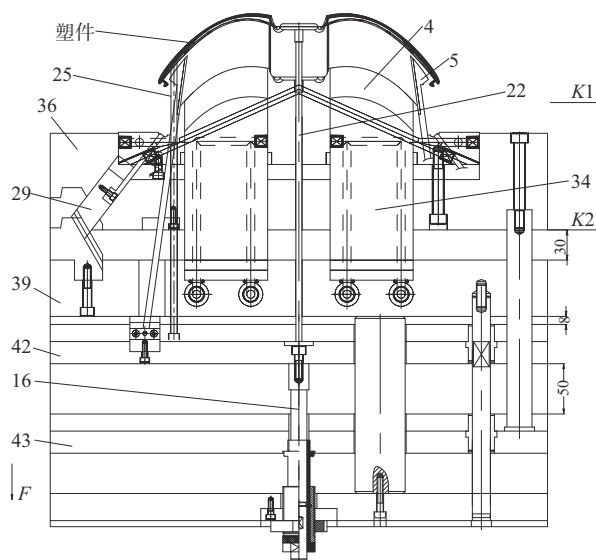
3 模具工作原理

结合图3和图4,模具工作原理如图6所示,具体工作过程为:

(1) 注塑,模具在注塑机中闭合完成注塑过程;

(2) K1面打开,注塑完成后,注塑机动模拉动模具动模按 F 向下行,模具先在K1面处打开,打开过程中,塑件从型腔镶件1中脱出,留于动模一侧;

(3) K2面打开(第一次顶出),动模继续后退到一定位置时,两次推杆16被注塑机挡板顶住,随着动模的继续下行,K2面被打开,4个收缩滑块4及2个斜滑块29等完成抽芯动作,此过程对应于二次顶出机构的第一次顶出;



图中代号意义同图3

图6 模具工作原理

(4)第二次顶出,随着动模继续下行,动模板36跟随下行,其上的型芯镶件3,8,9和收缩滑块4,4'等从塑件中分离而出,最终塑件留于顶针(件23、件25)及下端内壁倒扣B2斜顶5等上而自动脱落,在此过程中下端内壁倒扣B2斜顶5同步完成侧抽芯;

(5)复位,过程与开模过程相反。

4 结语

(1)针对智能扫地机手柄侧盖塑件使用PC/ABS合金成型难题,使用牛角浇口对模腔进行浇注,实现了塑件与废料的自动分离,保证了模腔内熔料流动的充分性,使塑件的外观品质得到充分保证。

(2)在设计模具时,使用推板二次顶出的办法增加一次模具模板的打开:第一次顶出时,倒扣B1可以使用斜滑块抽芯脱模,8个卡扣可以使用收缩滑块侧抽芯脱模;第二次顶出时,内壁排位凹槽形成的倒扣B2可以使用斜顶侧抽芯脱模,从而有效简化了模具结构。

(3)在二次顶出控制机构设计中,通过调节限位管上的卡位活动块的移位动作,实现调节限位管与两次推杆的组合、调节限位管与一次限位管的组合,达到控制一次推板、二次推板组合与分离的动作目的,优化简化了二次顶出推板控制机构件设计,机构动作可靠,有效降低了模具制造成本。

参考文献

- [1] 屈华昌.塑料成型工艺与模具设计[M].北京:高等教育出版社,2001:231-233.
- Qu Huachang. Plastic molding technology and mold design[M]. Beijing: Higher Education Press, 2001:231-233.

- [2] 塑料模设计手册编写组.塑料模设计手册[M].北京:机械工业出版社,2002:152-168.
- Compilation group of plastic mold design manual. Plastic mold design manual[M]. Beijing: Machinery Industry Press, 2002: 152-168.
- [3] 涂序斌,朱三武,李奇.塑料成型与模具设计[M].北京:北京理工大学出版社,2009:84-92.
- Tu Xubin, Zhu Sanwu, Li Qi. Plastic molding and mold design[M]. Beijing: Beijing University of Technology Press, 2009:84-92.
- [4] 欧阳振宇.塑胶模具复合抽芯机构的设计[J].机械研究与应用,1999,12(3):22-25.
- Ouyang Zhenzi. Design of composite core-pulling mechanism for plastic mold[J]. Mechanical Research and Application, 1999, 12(3): 22-25.
- [5] 朱光力,万金保.塑料模具设计[M].北京:清华大学出版社,2013:75-76.
- Zhu Guangli, Wan Jinbao. Plastic mold design[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2013:75-76.
- [6] 杨占尧.塑料成型工艺与模具设计[M].北京:航空工业出版社,2012:119-121.
- Yang Zhanyao. Plastic molding process and mold design[M]. Beijing: Aviation Industry Press, 2012:119-121.
- [7] 张加锋,熊建武,龙华,等.空调挂机中梁模具结构优化设计[J].工程塑料应用,2020,48(12):81-88.
- Zhang Jiafeng, Xiong Jianwu, Long Hua, et al. Optimum design of die structure for middle beam of air conditioner hanger[J]. Engineering Plastics Application, 2020, 48(12):81-88.
- [8] 于同敏,刘铁山.注塑模脱模机构智能化设计系统及关键技术研究[J].机械设计与制造,2004(2):72-75.
- Yu Tongmin, Liu Tieshan. Research on the key technology of the intellectualized design system for ejection mechanism of injection mold[J]. Machinery Design & Manufacture, 2004(2):72-75.
- [9] 张维合,邓成林.汽车注塑模具设计全图解教程[M].北京:化学工业出版社,2017.
- Zhang Weihe, Deng Chenglin. Automotive injection mold design full graphic tutorial[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2017.
- [10] 蒋南希.新能源汽车电池充电盖浮动侧抽芯注塑模具设计[J].塑料工业,2016,44(11):70-73.
- Jiang Nanxi. Design on floating side core pulling injection mould of charging cover for new energy vehicle battery[J]. China Plastics Industry, 2016, 44(11):70-73.
- [11] 杨安,董扬德,胡宏伟,等.法兰盖滑块脱模机构及注塑模具设计[J].工程塑料应用,2017,45(10):82-86.
- Yang An, Dong Yangde, Hu Hongwei, et al. Design of slider demoulding mechanism and injection mold for flange cover[J]. Engineering Plastics Applications, 2017, 45(10):82-86.
- [12] 雷芳,黄克勤,刘路兴.具有多种脱模结构的汽车灯罩精密模具设计[J].工程塑料应用,2021,49(5):97-102.
- Lei Fang, Huang Keqin, Liu Luxing. Precision mold design of

- automobile lampshade with various demoulding structures[J]. Engineering Plastics Application, 2021, 49(5):97-102.
- [13] 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.
- [14] 陈爱霞. 小型斜滑块内侧抽芯塑料注塑模具设计[J]. 广西轻工业, 2010(4):47-48.
- Chen Aixia. Small inclined sliding block inner core pulling plastic injection mold design[J]. Guangxi Journal of Light Industry, 2010 (4):47-48.
- [15] 路英华, 肖国华, 应欣臻, 等. 侧边滑块两边内收抽芯脱模机构与注塑模具设计[J]. 模具技术, 2017(1):8-13.
- Lu Yinghua, Xiao Guohua, Ying Xinzheng, et al. The design of ejection mechanism with both sides of the slider and the injection mould[J]. Die and Mould Technology, 2017(1):8-13.
- [16] 陈黎明, 熊建武, 沈忠良. 内壁六面包围框形塑料件脱模机构及模具设计[J]. 工程塑料应用, 2019, 47(9):87-93.
- Chen Liming, Xiong Jianwu, Shen Zhongliang. Design of compound core-pulling mechanism and injection mold for six-bread frame-shaped parts with inner wall[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(9):87-93.
- [17] 欧阳波仪. 遥控器一摸三件组合注塑模设计[J]. 塑料工业, 2018, 46(2):45-49.
- Ouyang Boyi. Design of the combined injection mold of one-mold with three-piece for remote control[J]. China Plastics Industry, 2018, 46(2):45-49.
- [18] 冯文健, 黄镇谨, 王华金. 数据线插头盖二次顶出斜顶脱模机构及注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2019, 47(7):93-99.
- Feng Wenjian, Huang Zhenjin, Wang Huajin. Design of injection mould and inclined top ejecting mechanism with secondary ejection of data line plug cover[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(7):93-99.
- [19] 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.
- [20] 费晓瑜, 郑伟. 汽车车灯边框薄壁件多向侧抽芯注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2020, 48(10):80-85.
- Fei Xiaoyu, Zheng Wei. Design of injection mould with multidirectional side core pulling for thin wall plastic parts of automobile lamp frame[J]. Engineering Plastics Application, 2020, 48(10):80-85.
- ~~~~~
- (上接第 105 页)
- [8] 梁士珍. 逆向工程与 3D 打印技术在文物保护中的应用[J]. 机电工程技术, 2022, 51(9):197-200.
- Liang Tuzhen. Application of reverse engineering and 3D printing technology in conservation of cultural relics[J]. Mechanical & Electrical Engineering Technology, 2022, 51(9):197-200.
- [9] 吕蒙, 张玉芳, 陈然, 等. 基于逆向工程的减速器箱盖修复及 3D 打印应用研究[J]. 机械, 2022, 49(9):36-41.
- Lyu Meng, Zhang Yufang, Chen Ran, et al. Research on repair of reducer box cover based on reverse engineering and 3D printing application[J]. Machinery, 2022, 49(9):36-41.
- [10] 宋玉杰, 梁邦征, 叶卫东, 等. 基于逆向工程的双圆弧齿轮测量与偏差分析[J]. 机床与液压, 2022, 50(16):30-34.
- Song Yujie, Liang Bangzheng, Ye Weidong, et al. Measurement and deviation analysis of double circular arc gear based on reverse engineering[J]. Machine Tool & Hydraulics, 2022, 50(16):30-34.
- [11] 李大胜, 韦建东, 王超, 等. 基于逆向工程和 3D 打印技术的复杂零部件设计与制造[J]. 武汉轻工大学学报, 2022, 41(3):96-101.
- Li Dasheng, Wei Jiandong, Wang Chao, et al. Designing and manufacturing of complex parts based on reverse engineering and 3D printing technology[J]. Journal of Wuhan Polytechnic University, 2022, 41(3):96-101.
- [12] 姚明镜, 唐璇, 张春良, 等. 基于逆向工程和 FDM 技术的塑料产品设计与应用[J]. 塑料科技, 2020, 48(12):45-48.
- Yao Mingjing, Tang Xuan, Zhang Chunliang, et al. Design and application of plastic products based on reverse engineering and FDM technology[J]. Plastics Science and Technology, 2020, 48 (12):45-48.
- [13] 张凯, 王菲菲, 李超. 基于逆向工程和 3D 打印技术的游戏手柄模型设计与制造[J]. 现代制造技术与装备, 2020, 56(8):9-10.
- Zhang Kai, Wang Feifei, Li Chao. Design and manufacture of game controller model based on reverse engineering and 3D printing technology[J]. Modern Manufacturing Technology and Equipment, 2020, 56(8):9-10.
- [14] 黄攀, 汪泉, 周红军, 等. 基于逆向工程的曲面建模与创新设计[J]. 塑料科技, 2020, 48(1):24-28.
- Huang Pan, Wang Quan, Zhou Hongjun, et al. Surface modeling and innovative design based on reverse engineering[J]. Plastics Science and Technology, 2020, 48(1):24-28.
- [15] 高亮, 刘江波. 基于 SolidWorks 的采煤机截齿结构优化仿真分析[J]. 煤炭技术, 2017, 36(10):257-258.
- Gao Liang, Liu Jiangbo. Simulation analysis on optimization of shearer pick structure based on SolidWorks[J]. Coal Technology, 2017, 36(10):257-258.