

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2020.03.018

高光后盖热流道注塑模具结构设计

傅莹龙,褚建忠,邵明朝

(台州科技职业学院,浙江台州 318020)

摘要:针对智能马桶水箱高光后盖的使用要求,选用改性的高光聚丙烯作为注塑材料。根据产品性能及工艺特点的要求,对水箱后盖的成型结构特征进行了深入的剖析,运用CAD软件对此产品的分型面进行了合理的设计。针对塑件高光面多侧孔的脱模难题,巧妙设计了由一个油缸带动一个滑块,完成两个不同方向脱模;由于产品反面多达30多处的倒扣特征,在动模侧设计了20根斜顶杆,顶出时各斜顶杆之间无干涉现象。对动定模的冷却系统进行了优化设计,使产品的翘曲变形量符合要求范围。模具投产后,模具运行平稳,产品的合格率达到95%,说明此模具设计合理,该设计为类似塑件的注塑模具设计提供了很好的参考。

关键词: 高光后盖; 高光聚丙烯; CAD软件; 倒扣特征

中图分类号: TQ320.52 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2020)03-0104-05

Design of Hot Runner Injection Mold Structure for High Gloss Back Cover

Fu Yinglong, Chu Jianzhong, Shao Mingchao

(Taizhou Vocational College of Science and Technology, Taizhou 318020, China)

Abstract : According to the using demand of the intelligent toilet tank high gloss back cover, modified high gloss polypropylene was chosen as injection material. According to the product performance and process characteristics of the requirements, the characteristics of the forming structure of the back cover was deeply analyzed, the parting surface of the product was designed reasonably using CAD software. For the plastics high gloss surface with multy side holes of hard demoulding problem, an oil cylinder was cleverly designed to drive a slider, completing the demoulding of two different directions ; the back side of the product had more than 30 reverse features, twenty diagonal ejector rods were designed on the side of the moving mould, and during ejection, there was no interference between the diagonal ejector rods. The optimization design of the cooling system of the mould make the warping deformation of the product meet the requirements. After the mold was put into production, the mold run smoothly and the pass rate of the product reached 95%, which indicated that the mold design was reasonable, providing a good reference for the design of injection mold to similar plastic parts.

Keywords : high gloss back cover ; high gloss polypropylene ; CAD software ; reverse feature

随着智能马桶行业的快速发展,慢慢开始覆盖到千家万户,水箱后盖是智能马桶重要组成零件,作为外观件其外表面质量影响着产品的品质好坏,又因后盖要与底座相互装配,因此对产品的尺寸有很严格的要求;同时在注塑生产过程中需要实现自动化,由此对水箱后盖的模具结构设计需较高的要求,具备一定的前瞻性与合理性^[1]。现以某公司的智能马桶水箱的后盖为研究对象,设计了一副多种抽芯

机构的一模一腔热流道模具。

1 塑件结构与工艺分析

图1为某款智能马桶水箱的后盖结构图,其外观尺寸为458 mm×310 mm×148 mm,平均壁厚为3 mm,体积为665 cm³。塑件的材料采用改性聚丙烯,其具备一定的高光性能,密度为0.98 g/cm³,成型收缩率为1.1%。塑件外表面要求高光,无熔接痕、气孔及飞边等缺陷;要求内侧倒扣,卡扣处

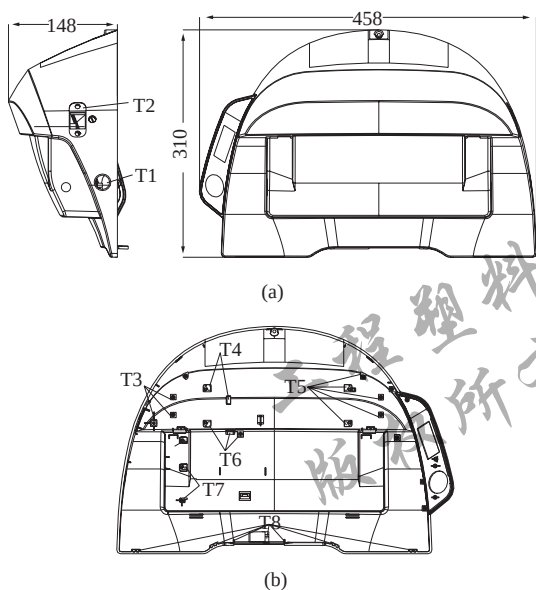
通讯作者:傅莹龙,硕士研究生,主要研究方向为模具CAD/CAM/CAE E-mail: 332607223@qq.com

收稿日期:2019-12-11

引用格式:傅莹龙,褚建忠,邵明朝. 高光后盖热流道注塑模具结构设计[J]. 工程塑料应用,2020,48(3):104-108.

Fu Yinglong, Chu Jianzhong, Shao Mingchao. Design of hot runner injection mold structure for high gloss back cover[J]. Engineering Plastics Application, 2020, 48(3):104-108.

以及加强筋完整无缺料等现象出现,同时作为装配件,对产品卡扣处的尺寸要求较高。由图1可以看出,产品正反面有多处的复杂结构特征,这些特征决定了模具的结构及相关机构的设计,各特征的基本概况如下:(1) T1处为垂直产品侧面的通孔,孔径为16.9 mm;(2) T2处是多个同一方向的通孔,与T1处的方向不一致,给模具结构带来了一定的难度;(3) T3, T4, T5, T6, T7处均有倒扣及加强筋的结构,各处的倒扣方向与深度各不相同,倒扣处最大脱模距离达到10 mm;(4) T8处为该产品的卡扣位置,起到与底座相连的作用,最大抽芯距离达到3.4 mm。



a—正面; b—反面

图1 塑件结构图

2 模具结构设计与分析

2.1 分型面设计

以分型面为界,可以将模具分为动模和定模两部分,在注塑模具设计中,分型面的选择直接影响着模具整体结构、浇注系统的类型以及塑料件的脱膜等,是模具设计成败的关键因素之一^[2-4]。一般选取产品的最大截面轮廓作为其分型面,如图2所示,这样既可以保证产品的外表面质量又可以简化模具结构。

2.2 浇注系统确定

注塑模具的浇注系统一般包括主流道、分流道及浇口^[5-6]。由于模具整体结构较为复杂,产品尺寸较大,外表面不得有浇口痕迹,因此浇口只能设在产品的侧面,整个浇注系统如图3所示。由

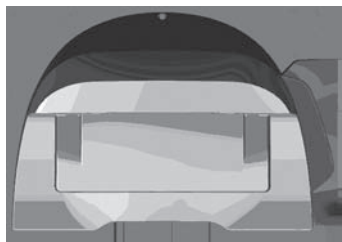


图2 分型面设计方案

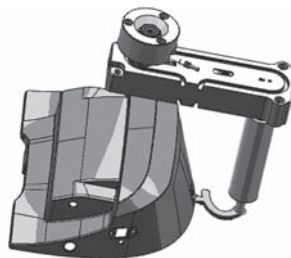


图3 浇注系统设计

于喷嘴到产品浇口的位置较远,在此采用了单点式的热流道浇注系统,包括一级热流道板与二级热唧嘴,产品浇口采用改良的大扇形浇口,截面尺寸为20 mm×0.5 mm,由此可以减少注塑时的注塑压力,降低能耗。

2.3 动定模的关键结构设计

(1) 定模抽芯机构。

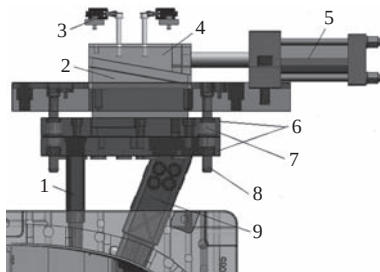
由于后盖正面有两个侧向通孔,外表要求高光无痕,需采用定模抽芯,由于两个通孔的脱模方向不一致,如果采用常规的斜导柱滑块抽芯结构需采用两个滑块,这样会增加整副模具的尺寸,又因通孔距离很近,容易使滑块干涉。这里采用了液压缸与滑块的结构,将液压缸的单方向运动转化为两个侧向活动型芯的不同方向运动,如图4所示。

抽芯距是指侧向活动型芯需要抽出的最小安全距离,一般按式(1)确定^[7-8]。

$$T = H + A \quad (1)$$

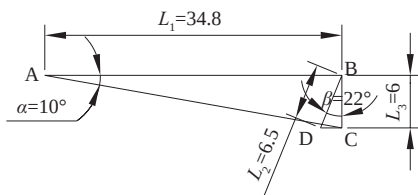
式中: T 为抽芯距; H 为产品侧孔最大深度; A 为安全距离,取2~4 mm。

可以经CAD软件测得产品侧孔的最大深度为3.5 mm,代入公式(1),选取抽芯距为6.5 mm。图4b中AB段距离34.8 mm为液压缸的抽芯距离,其行程可以由两个行程开关调节;利用斜楔运动原理,可将与液压缸连接的滑块分割成斜面(倾斜角度取10°)配合的上滑块和下滑块,两滑块用T形槽连接;当液压缸带动上滑块做抽芯运动时,下滑块在T形槽的作用之下沿着垂直液压缸的方向运动,下滑块



1—圆形侧型芯; 2—下滑块; 3—行程开关; 4—上滑块; 5—液压缸;
6—活动连接板; 7—导套; 8—导柱; 9—方形侧型芯

(a)



L_1 —油缸的工作行程; L_2 —方形侧型芯的工作行程;
 L_3 —圆形侧型芯的工作行程; α —滑块工字槽的角度;
 β —方形侧型芯的工作角度

(b)

a—部分三维结构; b—机构运动原理

图4 液压滑块抽芯机构及原理图

的运动距离即BC段的长度为6 mm,也就是圆形侧向型芯的工作行程;方形侧向型芯通过尾部的两侧挂台与下滑块固定的两块连接板形成滑动副的连接,因此方形侧向型芯会沿着DB方向做抽芯运动,距离为6.5 mm。为了保证整个机构的工作稳定性,在两块连接板上设计了导柱导套的导向机构。

(2) 动模抽芯机构。

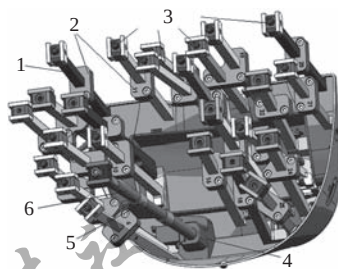
塑件反面有多处的倒扣、加强筋、卡扣等特征,这些部位一般都需要设计斜顶机构。斜顶的倾斜角度是斜顶设计中的重要参数,由抽芯距离和顶出行程决定,按式(2)计算。

$$\gamma = \arctan(S / L) \quad (2)$$

式中: γ 为斜顶角度; L 为顶出行程; S 为抽芯距+安全距离^[9-10]。

斜顶的角度常取 $5^\circ \sim 12^\circ$,太大则导致斜顶工作过程中因受到很大的扭矩而变形,加剧斜顶与导向块磨损,甚至会导致斜顶卡死或断裂,故设计时斜顶角度越小越好^[11-12]。由于需抽芯的部位太多,为了减少斜顶杆的数量,降低模具制造成本,可将相邻部位同一抽芯方向设计在一根斜顶杆上,最终设计结构如图5所示,基本由斜顶杆+导向铜块+万向滑

座的机构组成,由于各部位的抽芯距离不同,斜顶杆的设计角度基本在 $6^\circ \sim 8^\circ$,为了与模仁的材料不同,斜顶杆的材料采用塑胶模具钢H13,经真空淬火处理可达52HRC^[12-15]。在图1的T5处有5个特征需抽芯又刚好方向一致,但由于面积较大,因此将此部位设计为大面积的斜顶块+圆顶杆+万向滑座的方式,为了保证刚度,圆顶杆的直径达20 mm,并在圆顶杆外部设有黄铜与石墨组合的导套导向,这样便于后期的维护与保养。



1—斜顶杆; 2—导向块; 3—万向滑座;
4—斜顶块; 5—铜套; 6—圆顶杆

图5 动模顶出系统设计

(3) 模具冷却系统。

由于整副模具是采用模架与模仁组合的镶拼式结构,特别是动模处斜顶杆与镶块较多,给动模的冷却系统设计造成了很大的困扰。由于塑件产品是不规则的曲面结构,很容易因冷却不均而产生翘曲变形的现象,因此各成型零件必须做到充分及均匀的冷却。图6为定模冷却水路设计。设计了5条直径为12 mm的冷却水路,分别是1条环绕式的冷却水路IN1→OUT1;2条靠近产品后部的水路IN2→OUT2;IN3→OUT3;以及2条靠近产品前部的水路IN4→OUT4;IN5→OUT5。

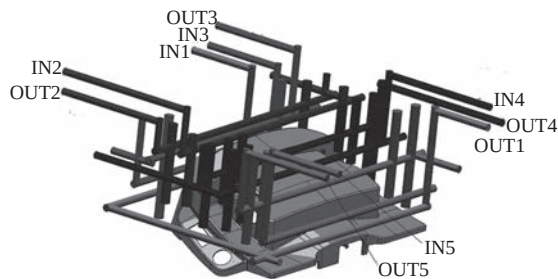


图6 定模冷却水路

在动模处由于模仁高度较高,为了不与斜顶杆发生干涉,采用了“隔片式水井+垂直式冷却水管”,使型芯表面能够得到充分均匀的冷却,水路设计如图7所示,共有5条直径10 mm的水路。

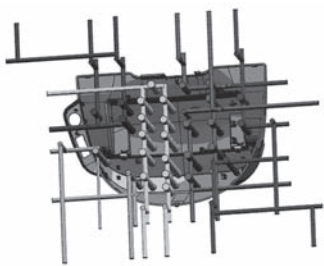


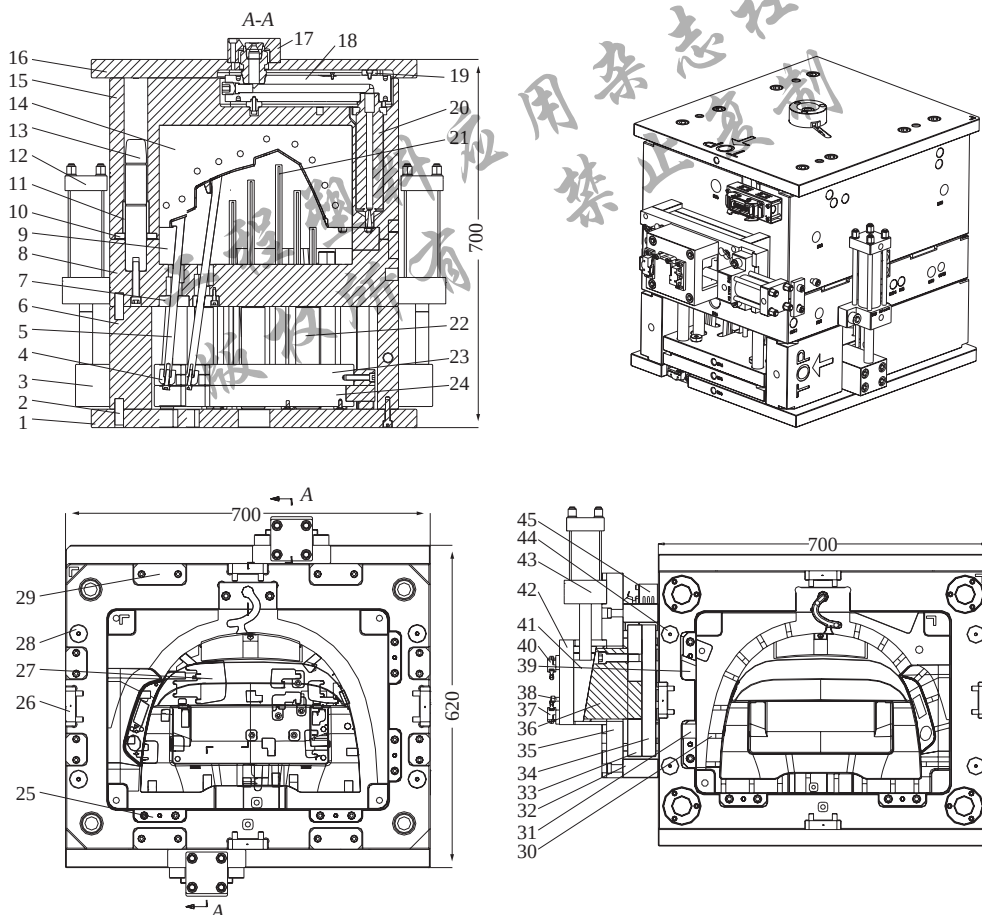
图7 动模冷却水路

3 模具整体结构及工作过程

综合上述分析,最终设计好的模具总装配图见图8。模具整体尺寸为700 mm×620 mm×700 mm,从尺寸上看属于中型模具,整体结构属于一模一腔的两板式热流道模具。

模具工作过程如下:待模具加热到指定温度

后,首先注塑机料筒螺杆对塑料熔体进行储料与塑化,待螺杆到达指定位置后,在液压压力作用下螺杆推动塑料熔体经热流道板19和热唧嘴20进入模具型腔,当整个型腔充满熔体后,注塑压力转向保压压力,同时冷却水通过冷却水路带走热量,对模具进行降温;当冷却时间到达后,定模的抽芯机构开始工作:即抽芯油缸43回退通过滑块机构使得圆形侧型芯31与方形侧型芯39沿着各自的脱模方向运动,当撞杆38碰到行程开关40后,定模侧孔抽芯完成;接着模具在注塑机的作用下开模到设定的距离,注塑机的顶出油缸推动顶针板,在由多个斜顶组成的顶出系统的推动下产品顺利脱模;接着两个对称的复位油缸12通入高压油推动与顶针板固定的连接块3,使顶出系统复位,当顶针板的底面碰到行程开



- 1—下模板;2—定位销;3—顶板连接块;4—万向滑座;5—斜顶杆;6—模脚;7—导向块;8—动模模框;9—型芯;10—导套压块;11—导套;
12—复位油缸;13—导柱;14—型腔;15—定模模框;16—上模板;17—定位圈;18—浇口套;19—热流道板;20—热唧嘴;21—隔水片;
22—支撑柱;23—顶针固定板;24—顶针板;25—挤块;26—精定位;27—斜顶块;28—复位杆;29—平衡块;30—排气槽;31—圆形侧型芯;
32—固定块;33,34—下滑块连接固定板;35—固定板;36—下滑块;37,40—行程开关;38—撞杆;39—方形侧型芯;41—上滑块;42—盖板;
43—抽芯油缸;44—调整块;45—热流道接线口

图8 模具装配图

关后复位结束,模具合模;最后抽芯油缸 43 推动上滑块 41 使定模抽芯机构复位,当撞杆 38 接触到行程开关 37 后,又开始下一轮的注塑循环。

4 结语

应用三维 CAD 技术完成了一套智能马桶水箱后盖的热流道注塑模具结构设计,模具采用一模一腔的结构布置;在定模侧采用了紧凑的油缸滑块机构实现了多个方向的顺利脱模,动定模模板采用了整体嵌入式结构,既降低了材料的成本,又提高了整个模板的强度,延长了使用寿命;在动模侧完成了多个斜顶机构的设计,使产品能够从模具中顺利脱模;优化了动定模冷却系统的设计,使成型后产品的翘曲变形量符合要求;模具投产后,产品进行批量生产时合格率达到 95% 以上,符合客户的要求,模具运行平稳,说明整套模具设计合理。

参考文献

- [1] 傅莹龙. 基于 CAE 的智能马桶盖注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2019, 47(6):97-100.
Fu Yinglong. Mould design for intelligent toilet cover based on CAE[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(6):97-100.
- [2] 黄力. 侧向与斜向二次抽芯注射模设计[J]. 模具工业, 2011(7):47-49.
Huang Li. Design of injection mould with two-step side & angle core-pulling[J]. Die & Mould Industry, 2011(7):47-49.
- [3] 付伟, 范士娟, 张海. 注塑模具设计中浇口位置和结构形式的选用[J]. 工程塑料应用, 2007, 35(10):60-63.
Fu Wei, Fan Shijuan, Zhang Hai. Selection of gate location and structure form in injection mold design[J]. Engineering Plastics Application, 2007, 35(10):60-63.
- [4] 于延军, 庞继伟, 鹿洪荣. 汽车灯配光镜复杂侧抽芯注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2018, 46(8):87-92.
Yu Yanjun, Pang Jiwei, Lu Hongrong. Design of complex side core pulling injection mold for light matching mirror on automobile lamp[J]. Engineering Plastics Application, 2018, 46(8):87-92.
- [5] 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.
- [6] 张维合. 塑料成型工艺与模具设计[M]. 北京: 化学工业出版社, 2014.
Zhang Weihe. Plastic forming technology and die design[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2014.
- [7] 孙肖霞, 唐友亮. 多种抽芯机构脱模的护套注塑模设计[J]. 工程塑料应用, 2018, 46(3):82-86.
Sun Xiaoxia, Tang Youliang. Mould structure with slide block in the fixed half for automobile handle[J]. Engineering Plastics Application, 2018, 46(3):82-86.
- [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] 林红旗, 王天骄, 朱磊, 等. 高精密调焦镜筒注射模设计[J]. 工程塑料应用, 2018, 46(7):83-86.
Lin Hongqi, Wang Tianjiao, Zhu Lei, et al. Injection mould design of high precision focusing drawtube[J]. Engineering Plastics Application, 2018, 46(7):83-86.
- [10] 屈华昌. 塑料成型工艺与模具设计[M]. 北京: 高等教育出版社, 2011.
Qu Huachang. Plastics molding technology and mould design[M]. Beijing: High Education Press, 2011.
- [11] 曹亚玲. 内外侧多向抽芯的化妆盒上盖注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2016, 44(12):76-79.
Cao Yaling. Design of injection mold for powder box top-cover with internal and external multidirections core-pulling[J]. Engineering Plastics Application, 2016, 44(12):76-79.
- [12] 张建卿. 洗衣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.
- [13] 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.
- [14] 肖国华. 电器壳浮动模板侧边顶出脱模包胶模设计[J]. 模具工业, 2014, 40(2):50-53.
Xiao Guohua. Design of mould with floating template and side ejector demoulding structure for encapsulation of apparatus shell[J]. Die & Mould Industry, 2014, 40(2):50-53.
- [15] 徐新华, 郑子军, 徐生, 等. 油缸浮动顶出脱模机构结构优化与注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2017, 45(5):85-90.
Xu Xinhua, Zheng Zijun, Xu Sheng, et al. Optimization of floating oil cylinder ejector demould mechanism structure and design of injection mould[J]. Engineering Plastics Applications, 2017, 45(5):85-90.