

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2021.01.019

移动硬盘盒精密热流道注塑模具设计

范玉¹, 范佳琦², 高新刚³

(1. 江苏建筑职业技术学院, 江苏徐州 221116; 2. 同济大学, 上海 201804; 3. 上海阿为特精密机械股份有限公司, 上海 201804)

摘要: 热流道注塑模具在模具行业中的应用越来越广泛, 采用热流道系统不仅可以保证塑件质量、提高材料的利用率, 还能显著提高塑件的生产效率。通过对移动硬盘塑料件的结构及成型工艺特点进行分析, 设计了移动硬盘塑料件热流道注射模具, 重点对热流道模具热平衡计算和热流道浇注系统进行了分析计算, 模具采用单点热流道、一模两件潜伏式浇口、外滑块抽芯机构及斜推杆抽芯成型倒扣设计。实践证明, 该移动硬盘塑料件模具设计结构合理, 在提高塑料件成型质量的同时, 提高了材料的利用率及生产效率, 为同类结构特点的热流道注塑模设计提供了参考。

关键词: 塑料盖板; 热流道; 浇注系统; 模具结构

中图分类号: TQ320.66 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2021)01-0097-05

Design of Injection Mold of Precision Hot Runner for Mobile Hard Disk Case

Fan Yu¹, Fan Jiaqi², Gao Xingang³

(1. Jiangsu Institute of Architecture, Xuzhou 221116, China; 2. Tongji University, Shanghai 201804, China;

3. Shanghai Aweite Precision Machinery Co., Ltd., Shanghai 201804, China)

Abstract: Hot runner injection molds are more and more widely used in the mold industry. The use of hot runner systems can not only ensure the quality of plastic parts, improve the utilization of materials, but also significantly improve the production efficiency of plastic parts. Through the analysis of the structure and forming process characteristics of the plastic parts of the mobile hard disk, the hot runner injection mold for the mobile hard disk plastic parts were designed, which focused on the hot runner mold thermal balance calculation and hot runner pouring system analysis and calculation. The mold adopted single-point hot runner design, one-mold two-piece latent intersection design, outer slider core pulling mechanism and inclined push rod core pulling forming reverse design. Practice has proved that the design structure of the plastic parts mold of the mobile hard disk is reasonable. While improving the molding quality of the plastic parts, it ensures product quality, improves the utilization rate of materials and production efficiency, and provides a reference for the design of hot runner injection molds with similar structural characteristics.

Keywords: plastic cover plate; hot runner; pouring system; mold structure

热流道注射成型是一种先进的塑料成型工艺技术, 热流道塑料模具占塑料模具的比例为 50% 左右, 应用越来越广泛, 采用热流道模具技术不仅能够节约原材料, 还能显著提高生产效率和产品质量^[1]。笔者根据移动硬盘塑料件的结构及成型工艺特点, 设计了移动硬盘盒的热流道注射模具, 在提高塑料件成型质量的同时, 提高了材料的利用率、生产效率及经济效益。

1 移动硬盘塑件结构分析

移动硬盘塑料盒的结构如图 1 所示。移动硬盘塑料盒为平板形外观件, 内部结构较复杂, 要求具有良好的装配性, 其模具结构复杂^[1]。塑件重 81 g, 由上盖和下盖组成, 上盖、下盖一侧各有两个凹槽, 有一个安装倒扣, 需要设计外抽芯机构、内侧分型与内抽芯机构。塑料盖板的材料是聚碳酸酯 (PC) 工程塑料, 其密度为 1.2 g/cm³, 收缩率为 0.5%~

基金项目: 江苏省住建厅科技项目 (2018ZD69)

通信作者: 范玉, 教授, 主要研究方向为模具新技术、模具 CAD/CAM、热流道塑料模具 E-mail: fanyu2018@126.com

收稿日期: 2020-10-16

引用格式: 范玉, 范佳琦, 高新刚. 移动硬盘盒精密热流道注塑模具设计 [J]. 工程塑料应用, 2021, 49(1):97-101.

Fan Yu, Fan Jiaqi, Gao Xingang. Design of injection mold of precision hot runner for mobile hard disk case[J]. Engineering Plastics Application, 2021, 49(1):97-101.

0.7%,设计时收缩率取中间值 0.6%,PC 材料还具有优良耐热耐候性、尺寸稳定性和耐冲击性能。

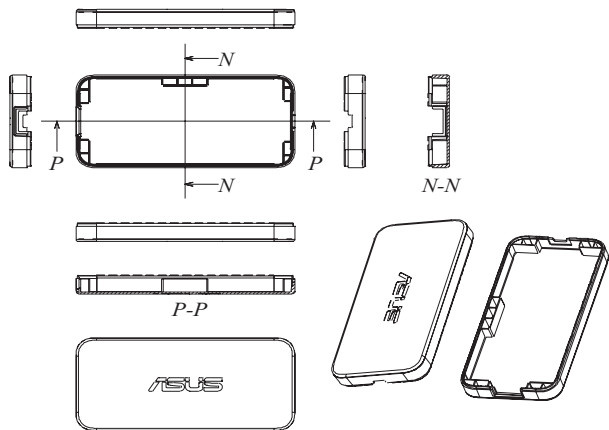


图1 移动硬盘塑料盒

2 热流道模具热平衡计算

模具系统热平衡计算是模具冷却设计的理论基础,热流道模具系统热平衡计算是单位时间内对模具的热量注入和输出的计算,其目的是获知单位时间内需要带走的热量。

2.1 被传导进模具的总热量

模具热量是伴随着塑料熔体注射而进入,又在固化中释放。

(1) 熔体注入的热量 Q_i 。

$$Q_i = nG \Delta H_i = nG [c_p (T_{1\max} - T_{1\min}) + l_E] \quad (1)$$

式中: n ——每小时注射次数;

G ——每次注射量, kg;

ΔH_i ——塑料熔体凝固时放出的热焓, kJ/kg;

c_p ——塑料比热容, kJ/(kg·°C);

$T_{1\max}$ ——注塑熔体进入型腔时温度, °C;

$T_{1\min}$ ——注塑件冷却固化结束时温度, °C;

l_E ——结晶型塑料的熔化潜热, kJ/kg。

其中 $n = 240$, $G = 0.088$ kg, $c_p = 1.21$ kJ/(kg·°C), $T_{1\max} = 240$ °C, $T_{1\min} = 60$ °C, l_E 取 180。带入式 (1) 计算得 $Q_i = 8401.5$ kJ/h。

(2) 喷嘴传给模具的热量 Q_z 。

$$Q_z = 3.6A_0 \alpha (T_{1\max} - T_{2m}) k_e \quad (2)$$

式中: A_0 ——喷嘴与模具的接触面积, m²;

α ——钢的传热系数,取 140 W/(m²·°C);

T_{2m} ——模具的平均温度, °C;

k_e ——加料方式系数,取 1。

计算得 $Q_z = 621$ kJ/h。

2.2 模具冷却散失的热量

(1) 模具由于空气对流散失的热量 Q_e 。

$$Q_e = 4.1868(0.25 + \frac{360}{T_{2m} + 300})(A + A_i \tau)(T_{2m} - T_0)^{\frac{4}{3}} \quad (3)$$

式中: T_0 ——模具室温, °C;

A ——模具的四个侧面积, m²;

A_i ——模具的两个对合接面积, m²;

τ ——开模率,取 0.75。

计算得 $Q_e = 619$ kJ/h。

(2) 模具由于热辐射所散发的热量 Q_R 。

$$Q_R = 20.767A\varepsilon \left[\left(\frac{273 + T_{2m}}{100} \right)^4 - \left(\frac{273 + T_0}{100} \right)^4 \right] \quad (4)$$

式中: ε 为模具表面状态系数,表面抛光取 0.04~0.05;表面为机加工取 0.5~0.8;表面发黑取 0.9。

计算得 $Q_R = 403.5$ kJ/h。

(3) 模具传给注塑机台面的热量 Q_L 。

$$Q_L = 3.6A_1 \alpha (T_{2m} - T_1) \quad (5)$$

式中: A_1 ——模具与注塑机台面两个接触底面积, m²;

T_1 ——注塑机的台面温度, °C。

计算得 $Q_L = 1225$ kJ/h。

2.3 从模具中带走的热量

从上述分析可知,冷却液从模具中携走的热量 $Q = (Q_i + Q_z) - (Q_e + Q_R + Q_L)$,计算得到通过冷却系统从冷却液带走的热量为 6775 kJ/h。根据上述公式计算出模具的热平衡状态,为冷却系统的设计提供依据,通过热流道温控系统使模具温度处于最佳的温度范围内。

3 模具设计

依据移动硬盘塑料盒的工艺分析,由于移动硬盘塑料件的内部结构比较复杂,外表面质量要求高,必须在内部进料,由模流分析得出移动硬盘塑料盒的最佳浇口位置,采用潜伏式浇口,分别潜伏在移动硬盘上、下盖模具中的斜顶杆上。该塑件采用单点热流道结构,主流道采用热流道模具结构,分流道和潜伏式浇口采用冷流道结构。塑机型号为 SM120V 卧式注塑机^[2]。

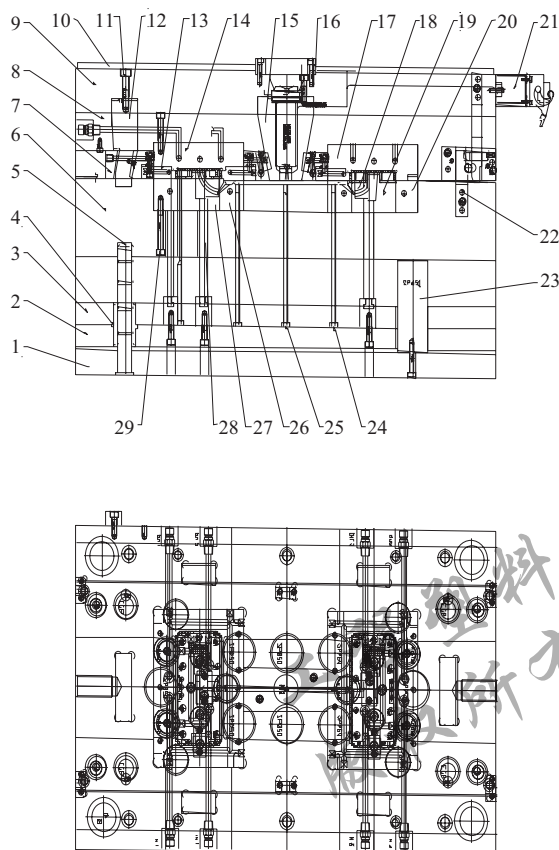
3.1 分型面设计

模具分型面的选择决定了模具结构及模具加工的难易程度,影响塑料熔体在模具中的流动性和塑件质量,以及开模后塑件的脱模能力,根据分型面的选择原则,一般设在最大轮廓处,对塑件外观要求严格的产品不应设在外观曲面上,根据移动硬盘塑

合塑件外形特征,由于该塑件不大,模具型腔不深,且模具四面均具有外抽芯机构,且具有内抽芯机构,可以利用模具的配合间隙、分型面进行排气^[7]。

4 模具整体结构及工作过程

图5为移动硬盘塑料盒的热流道模具二维装配



图^[8]。模具由动模座板1、推杆垫板2、推杆固定板3、导套4、导柱5、型芯板6、斜滑块7、型芯镶块26等组成动模部分;由型腔板8、定模座板9、斜楔12、斜抽芯镶块13、下盖型腔镶块14、热流道系统15、定位圈16、上盖型腔镶块17等组成定模部分^[9]。

- 1—动模座板; 2—推杆垫板; 3—推杆固定板; 4—导套; 5—导柱;
6—型芯板; 7—斜滑块; 8—型腔板; 9—定模座板; 10—垫板;
11, 29—螺钉; 12, 31—斜楔; 13—斜抽芯镶块; 14—下盖型腔镶块;
15—热流道系统; 16—定位圈; 17—上盖型腔镶块; 18—上盖斜推杆;
19—上盖型芯镶块; 20—动模板; 21—接线盒; 22—导向机构;
23—限位柱; 24—推杆; 25—斜推杆; 26—型芯镶块; 27—下盖型芯镶块;
28—下盖内抽芯滑块; 32—斜滑块镶块; 33—冷却系统;
34—内抽芯滑块导向块; 35—内抽芯滑块; 36—螺栓

图5 热流道模具的结构

模具工作过程如下:合模时,在导套4、导柱5及精确定位机构的共同作用下,模具闭合,熔融的塑料从热流道系统15经分流道进入潜伏浇口后,沿下盖内抽芯滑块28上的圆弧形分流道注入注塑模具的模腔14,保压冷却后,分型面打开,下盖内抽芯滑块28上的圆弧形分流道上的凝料与熔融的潜伏式浇口脱离,塑料件留在定模上,随后,顶出机构推动推板2及推杆固定板3向前运动,在推出过程中,推杆24、斜推杆25、斜滑块7、斜滑块30在推出塑料件的同时进行侧向抽芯,推杆24、斜推杆25等顶出机构一起推出塑料件。在复位机构的作用下,合模复位,完成一个生产过程^[10-11]。

5 结语

注塑模具采用热流道技术可以减少废料,提高

材料利用率,缩短成型周期,提高产品质量。对移动硬盘盒塑料件的材料及结构进行了分析,重点对热流道模具热平衡进行了分析计算,优化设计了热流道系统、冷却系统,设计了移动硬盘盒热流道模具。在实际生产应用中,设计的模具结构合理,运行平稳可靠,生产的移动硬盘塑料盒质量满足设计要求。

参考文献

- [1] 任长春, 窦宝林. 浇口偏置笔记本电脑外壳注塑模设计[J]. 工程塑料应用, 2012, 40(8): 64-67.
Ren Changchun, Dou Baolin. Design of injection mold with offset gate for notebook computer cover[J]. Engineering Plastics Application, 2012, 40(8): 64-67.
- [2] 何冰强, 廖春玲, 肖国权. 餐具盒热流道注射模具设计[J]. 工程塑料应用, 2012, 40(12): 68-71.
He Bingqiang, Liao Chunling, Xiao Guoquan. Design of injection

- mould with hot runner of tableware box[J]. Engineering Plastics Application, 2012, 40(12):68-71.
- [3] 范玉,孙智. 塑料盖板注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2015, 43(9):60-63.
- Fan Yu, Sun Zhi. Design of hot punner injection mold and for plastic cover[J]. Engineering Plastics Application, 2015, 43(9):60-63.
- [4] 弗伦克勒,扎为斯托夫斯基. 注射模具的热流道[M]. 北京:化学工业出版社, 2004.
- Fren Koehler, Minkowski Tie Stowe. Hot runner injection mold[M]. Beijing:Chemical Industry Press, 2004.
- [5] 范玉,张君伟,赵阳培. 音响面板热流道注射模具设计[J]. 工程塑料应用, 2015, 43(8):73-76.
- Fan Yu, Zhang Junwei, Zhao Yangpei. Audio panel hot runner injection mold design[J]. Engineering Plastics Application, 2015, 43(8):73-76.
- [6] 芦亚萍. 塑料成型工艺与模具设计[M]. 北京:清华大学出版社, 2010.
- Lu Yaping. Plastic molding process and die design[M]. Beijing:Tsinghua University Press, 2010.
- [7] 范玉,钟兴,范佳琦. 汽车音响塑料件模具设计及成型工艺优化研究[J]. 工程塑料应用, 2016, 44(12):76-80.
- Fan Yu, Zhong Xing, Fan Jiaqi. Automobile audio plastic parts research on mold design and molding process optimization[J]. Engineering Plastics Application, 2016, 44(12):76-80.
- [8] 徐佩弦. 塑料注射成型与模具设计指南[M]. 北京:机械工业出版社, 2013.
- Xu Peixuan. Plastic injection molding and mold design guide[M]. Beijing:Mechanical Industry Press, 2013.
- [9] 高汉华,何冰强. 塑料成型工艺与模具设计[M]. 2版. 大连理工大学出版社, 2009.
- Gao Hanhua, He Bingqiang. Plastic molding process and die design [M]. 2nd Ed. Dalian University of Technology Press, 2009.
- [10] 朱鹏程,姜丽军. 先进的热流道塑料模具技术[J]. 中国高新技术企业, 2007(16):85-87.
- Zhu Pengcheng, Jiang Lijun. Advanced hot runner plastic mold technology[J]. Chinese High-Tech Enterprise, 2007(16):85-87.
- [11] 张建雨,冯刚,李金良. 注射模热流道的技术特点与应用[J]. 塑料工业, 2011, 39(11):56-58.
- Zhang Jianyu, Feng Gang, Li Jinliang. Technical features and application of hot runner of injection mould[J]. China Plastics Industry, 2011, 39(11):56-58.

(上接第 85 页)

- [13] 甘鑫鹏,王金志,费国霞,等. 聚氨酯弹性体的选择性激光烧结[J]. 高分子材料科学与工程, 2019, 35(8):87-93, 104.
- Gan Xinpeng, Wang Jinzhi, Fei Guoxia, et al. Selective laser sintering of polyurethane elastomers[J]. Polymer Materials Science & Engineering, 2019, 35(8):87-93, 104.
- [14] Anonymous. TPU powders for SLS prototyping & manufacturing [J]. Plastics Technology, 2012, 58(9):85-89.
- [15] 谢艰. 基于FDM的TPU材料鞋底3D打印工艺研究[D]. 苏州:苏州大学, 2018.
- Xie Jian. Research on 3D printing process of TPU macterial sole based on FDM[D]. Suzhou:Soochow University, 2018.
- [16] Verstraete G, Samaro A, Grymonpré W, et al. 3D printing of high drug loaded dosage forms using thermoplastic polyurethanes[J]. International Journal of Pharmaceutics, 2018, 536(1).doi:10.1016/j.ijpharm.2017.12.002.
- [17] Xiao Jianhua, Gao Yanfeng. The manufacture of 3D printing of medical grade TPU[J]. Progress in Additive Manufacturing, 2017, 2(3).doi:10.1007/s40964-017-0023-1.
- [18] Kim K, Park J, Suh J H, et al. 3D printing of multiaxial force sensors using carbon nanotube (CNT)/thermoplastic polyurethane (TPU) filaments[J]. Sensors & Actuators:A.Physical, 2017, 263. doi:10.1016/j.sna.2017.07.020.