

基于 Moldflow 分析的打印机墨盒护板注射模设计

陈春, 杨翠英, 王永力, 焦莉, 邓成华

(四川机电职业技术学院, 四川 攀枝花 617000)

摘要: 针对某打印机墨盒护板的结构特点, 设计了一模一腔注塑模具。利用 Moldflow 技术对壁厚、流道、填充时间、流动前沿温度、压力、熔接痕、气穴和翘曲变形等主要成型工艺过程进行了分析。针对产品侧壁有倒扣难以脱模的特点, 采用斜导柱侧抽芯机构进行成型并脱模, 产品采用推杆推顶出方式进行完全脱模。在此基础上完成了该塑件的模具设计。利用 Moldflow 分析技术优化了整个模具设计, 模具结构设计合理, 生产的某打印机墨盒护板塑件符合质量要求, 可为类似产品的注塑模具设计提供一定的参考。

关键词: UG; Moldflow 技术; 模具; 工艺优化; 模具设计

中图分类号: TQ330.66

文献标识码: B

文章编号: 1009-797X(2025)06-0062-07

DOI:10.13520/j.cnki.rpte.2025.06.014

UG NX 是西门子 UGSPLM 软件推出的一款功能强大的 CAD/CAE/CAM 集成软件, 广泛应用于航空航天、汽车、通用机械、数控加工、模具制造、医疗器械等行业; 有限元的分析方法也广泛用于产品的设计与计算, 注射模的辅助设计中广泛采用软件如 MoldFlow, Cadform, Cadmold 等来设计与分析, 优化塑件性能, 提高效益。本文正是基于 UG 和 MoldFlow 模流分析相结合的方法对某打印机墨盒护板零件的模具工艺优化分析及模具设计, 缩短了模具设计与制造周期, 提高了产品的市场竞争能力。

1 产品结构分析

图 1 所示为某打印机墨盒护板的三维造型, 该产品尺寸: $389.2\text{ mm} \times 44.6\text{ mm} \times 41\text{ mm}$, 产品壁厚整体均匀, 壁厚 $1.3/2.0\text{ mm}$, 在开模方向投影面积为: 613.86 cm^2 。该塑件在注塑模设计上存在有较大的难度, 主要集中在:

(1) 外形大致呈现 L 型, 并且侧面有安装定位孔形成倒扣, 无法正常脱模。

(2) 在 L 型长侧有一个破孔, 在模具设计时可能会产生插穿面, 并且很难避免。

(3) 底面长侧 4 个倒扣, 增加了模具设计的难度。在模具设计中, 在结构上需要做较大的创新性设计,

以满足某打印机墨盒护板的使用要求。

该打印机墨盒护板采用 ABS 塑料, 收缩率取为 0.5% , 体积: 47.5876 cm^3 , 重量: 45.3 g 。在开模方向投影面积: 613.86 cm^2 , 精度等级为 MT5, 要求塑件外表面光洁, 不得有毛刺缩痕。为保证产品外观质量和模具寿命, 产品设计有一定的拔模角度, 一般拔模角的范围为 $0.5^\circ \sim 1^\circ$, 这里取 0.5° 。

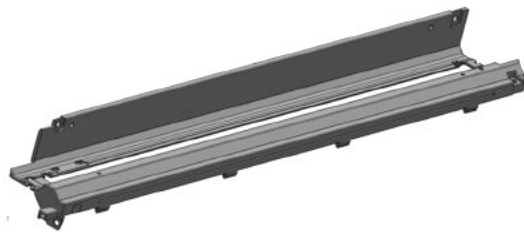


图 1 某打印机墨盒护板的三维造型

2 基于 MoldFlow 的模拟仿真分析

分析本产品的结构特点, 模具采用一模一腔结构。运用 Moldflow 模流分析技术, 减少实际生产中出现的风险和弥补可能出现不足。其意义在于模拟熔融塑料在模具中的成型过程, 针对成型过程中的一些主要

作者简介: 陈春 (1969-), 男, 工程硕士, 机械工程教授, 主要从事 CAD/CAM 及机械专业课教学工作。

技术参数进行分析，验证模具结构合理性。

2.1 MoldFlow 的模拟仿真分析

在利用 UG 对某打印机墨盒护板进行三维实体建模的基础上，将 STL 格式文件导入到 MoldFlow 软件中进行模拟仿真。为保证分析结果的准确性，对分析对象采用 Fusion 技术进行有限元网格划分并修改，分析内容有：壁厚、流道、填充时间、流动前沿温度、压力，熔接痕、气穴和翘曲变形等；然后创建浇注系统并进行网格划分，分析设计浇口位置；布置热流道和冷却流道，划分流道网格。

2.1.1 塑件诊断

各种塑件，为保证其力学性能设计一定的厚度。在满足力学性能的条件下塑件厚度尽可能小些，缩短塑件成型冷却时间。从厚度诊断结果来看，最厚 2.134 mm，薄处 1.31 mm，总体过渡均匀合理。如图 2。

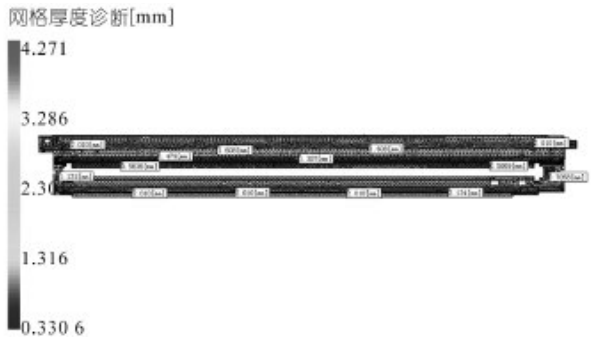


图 2 塑件厚度诊断

2.1.2 流道分析

流道系统直接影响熔融体的流动。通过分析塑件特点，可采用四种方案：① 2 点针阀；② 2 点针阀 + 1 点针阀转潜水；③ 1 点针阀 + 1 点针阀转潜水；④ 1 点针阀 + 2 点针阀转潜水，如图 3。在后面的模流分析也以此方案一、二、三、四顺序做对应的分析。

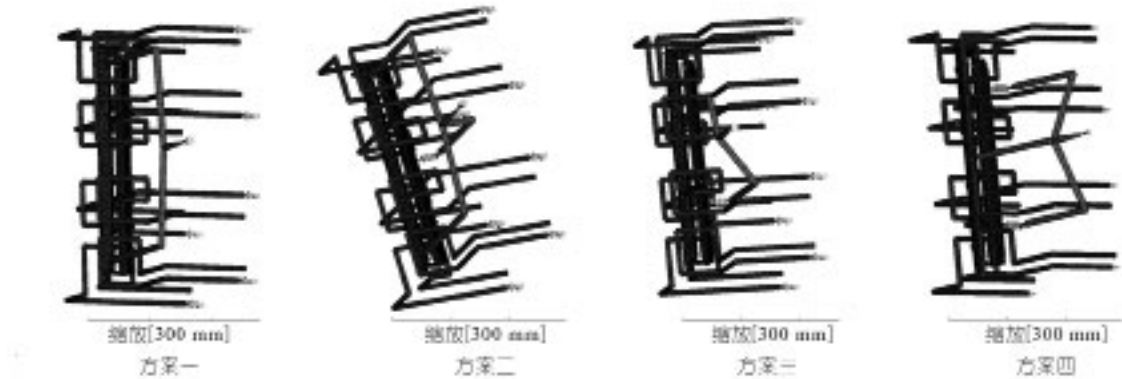


图 3 流道分析

2.1.3 充填时间（等值线）分析

充填时间可以显示熔体到达该位置的时间，是模具成型中的重要因素。较为均衡的填充过程主要体现在：熔体基本上在同一时刻到达型腔各个远端。如图 4，从云纹图分析可以看出填充等值线表明了填充时熔体的流动状态，在等值线密集堆积的地方会出现流动困难的情形。分析结果如图。

通过填充模拟图 5 可知，模拟熔融塑料注塑的过程可以发现塑料流动可能留下的熔接痕和气穴，当气穴大量出现时需要做排气槽或者拆镶件排气。对比四种方案对应的充填时间效果，经过分析可知，方案二和方案三充填较为平衡一些，其中方案二中气穴和熔接痕分布在打印机墨盒护板配合处长度方向中部附近，较为平衡，产品的外观较为光整。

2.1.4 流动前沿温度

流动前沿温度反应的是熔融体在填充过程中的流动波前温度的分布状况，是塑件截面中心的温度，填充过程中温度均匀分布，温差小。该塑件的流动前沿温度如图 6。

通过分析，方案二和方案三因为发生短射，温度设置要高一些。对比结果方案一好于其它方案。

2.1.5 速度压力切换时的压力

在注塑工艺里，速度和压力分别是充填和保压阶段的两个重要因素。充填阶段的压力，不用在 moldflow 设置，在实际注塑时需要设置，一般设置稍大些，即设置的压力大于充填速度所需的压力即可。如图 7，图 8。

通过分析对比结果方案 b 要优于其它方案，其压力值为 61.41 MPa。

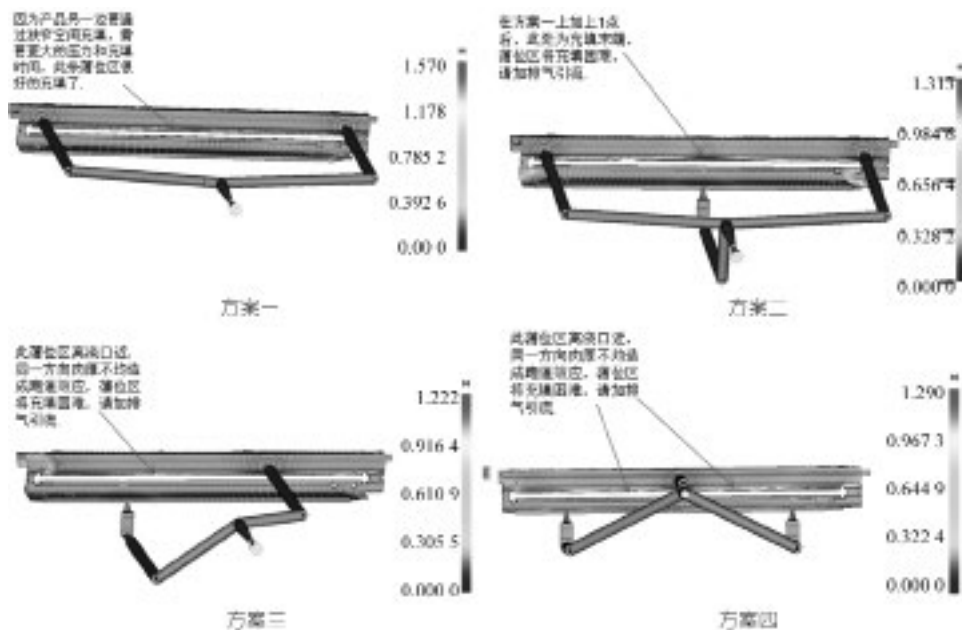


图 4 充填时间(等值线)

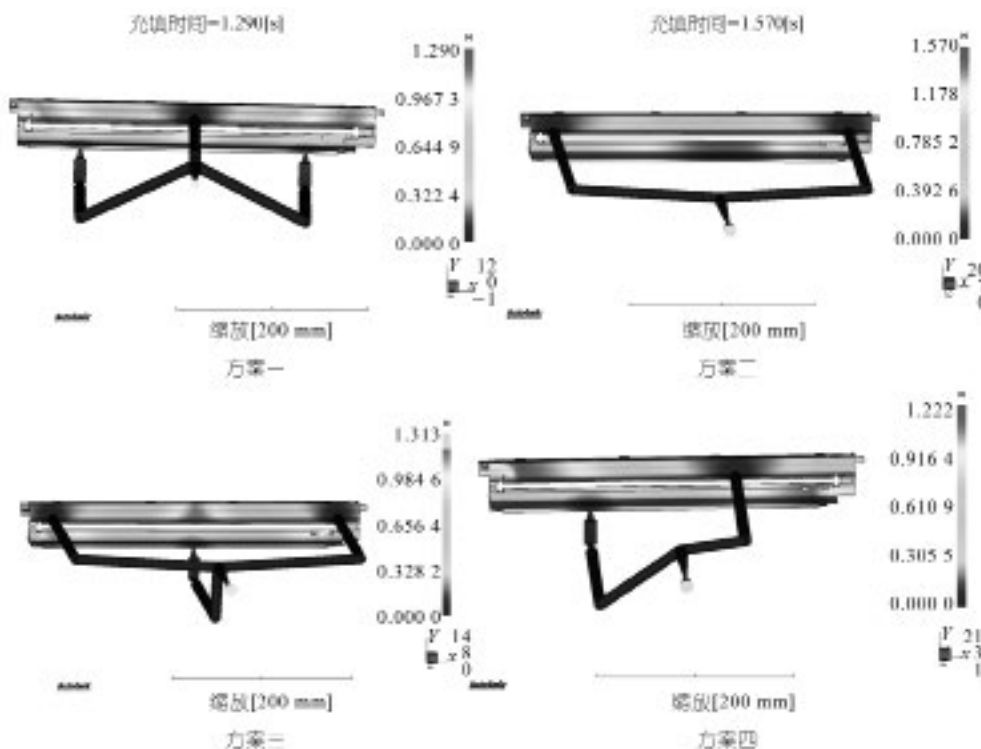


图 5 充填效果分析

2.1.6 熔接线

当熔融体有流速差或者在塑件的厚薄交界处易形成熔接线,影响制品的外观和强度,也增加后处理难度。在实验中可以看到彩色线条处为熔接线出现的位置,如图 9,可以适当提高温度和料温进行改善。

2.1.7 气穴分析

气穴是熔融体充填时末端气体无法排出导致气体被熔融体包裹,其结果就是在塑件上形成了气泡。塑件有气泡时影响外观,会降低塑件的强度。气穴分析结果如图 10,图中粉红色小点为可能的气穴位置。



图6 流动前沿温度

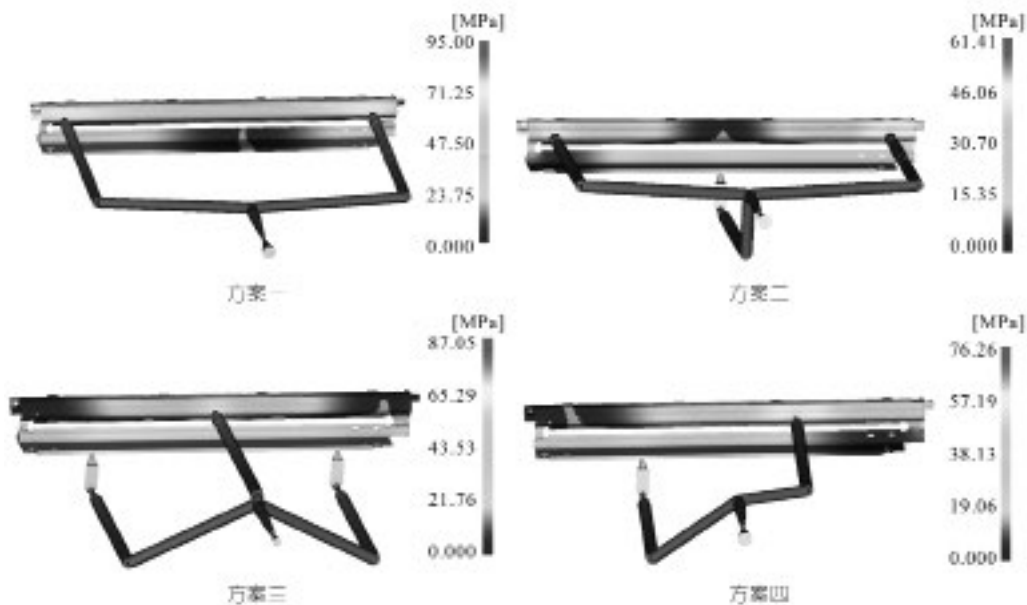


图7 速度压力切换时的压力

2.1.8 总翘曲分析

为了尽量减少由于分子取向差异产生的翘曲变形，应创造条件减少流动取向及缓和取向应力的松弛，其中最为有效的方法是降低熔料温度和模具温度。图11是图片为放大5倍后效果图，对比结果方案二要好于其它方案。该方案产品的最大变形量仅为1.242 mm，且产品翘曲较大位置在短侧和长侧圆角处，由于在控制范围内，不影响产品的美观和装配。

2.2 MoldFlow 的模拟仿真分析总结

通过 Moldflow 技术综合分析可以看出：方案二变形量要好于其它方案，墨盒护板4个角上的充填时间相差较小，颜色过渡比较均匀，填充平稳，达到了预期效果；翘曲变形减小到1.242 mm，可达到所需质量要求。但此方案流动前沿温度下降较大，需注意充填末端的薄位区域加强排气引流，以免造成短射。

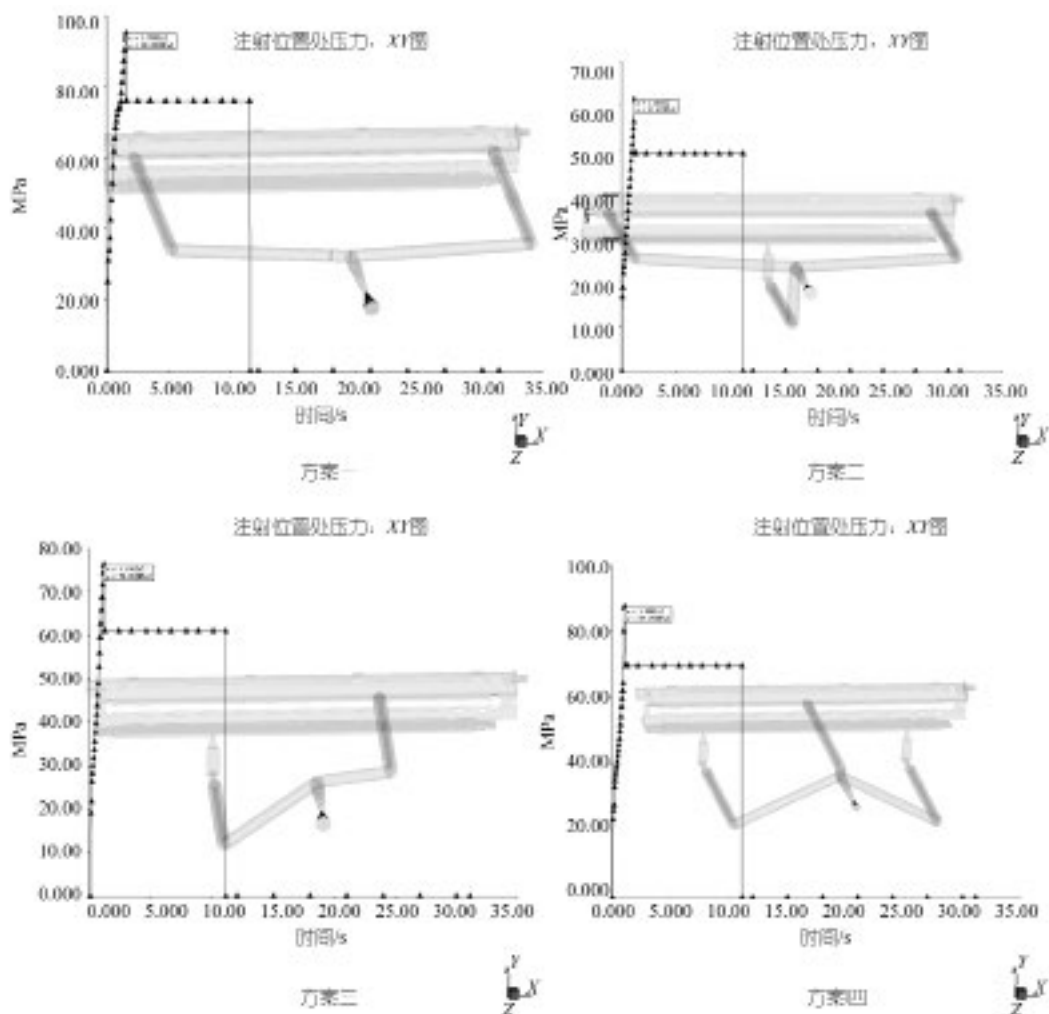


图 8 压力曲线

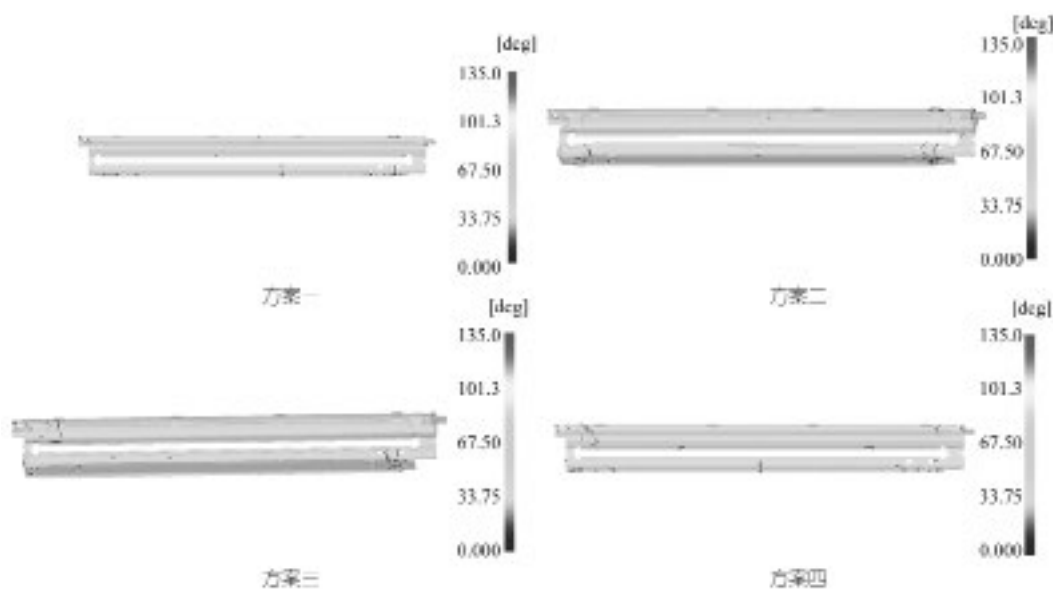


图 9 熔接线

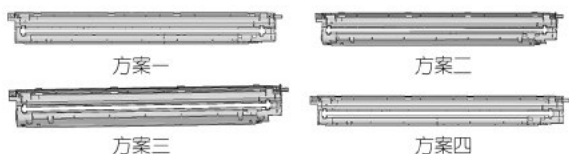


图 10 气穴分析

3 模具整体结构设计

产品的模具设计总装图如图 12 所示。该设计采用推杆推出方式进行完全脱模。型腔的排气主要利用孔隙和推杆孔隙进行排气，间隙设置大小为 0.02 mm，工作原理如下：

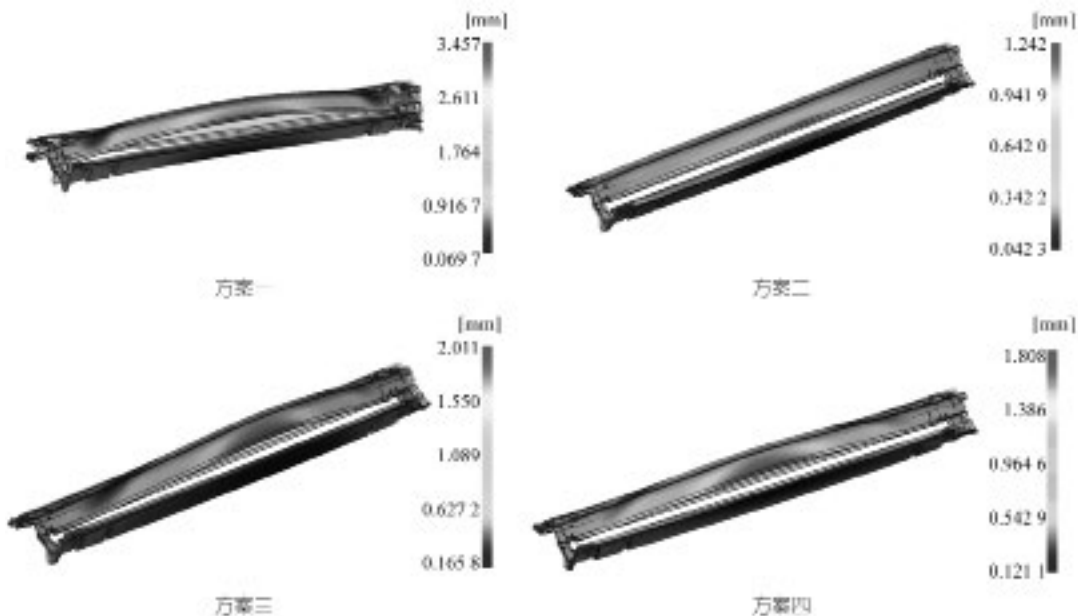
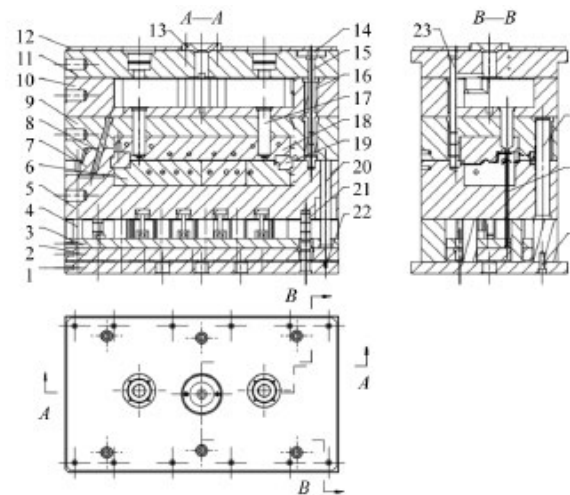


图 11 总翘曲分析

- (1) 模具合模。模具合模过程中，斜导柱 8 给滑块 7 一个向前的分力，使得滑块沿楔紧块 10 向前运动，直到模具合模，楔紧块将滑块压死。
- (2) 注塑。合模后，通过注射机喷嘴将熔融塑料注入模具，保压、冷却。
- (3) 模具侧向抽芯开模。在注塑机的拉力下，动模向后运动，并且斜导柱拨动滑块的同时，滑块给楔紧块一个向后的力，使滑块向后退，直到被定位块 19 限位，此时滑块不再运动实现侧向抽芯。
- (4) 取出产品。当模具完全打开时，在推料杆 25 的作用下确保产品留在型芯上，此时注塑机顶杆给一个推料杆向前的力，推出产品。
- (5) 退料杆复位。注塑机推料杆向后运动，在复位杆 20 的作用下推料杆复位。
- (6) 模具再次合模。注塑机带动动模向前运动，运动过程中斜导柱给滑块一个向前的分力，完成合模。



- 1— 动模座板；2— 推板；3— 推杆固定板；4— 垫块；5— 支承板；
6— 型芯；7— 滑块；8— 斜导柱；9— 型腔固定板；10— 楔紧块；
11— 定模板座；12— 定位板；13— 浇口套；14— 垫块；
15— 导柱；16— 导套；17— 螺钉；18— 型腔；19— 定位块；
20— 复位杆；21— 螺钉；22— 螺钉；23— 螺钉；24— 导柱；
25— 推料杆；26— 螺钉

图 10 模具设计总装图

4 结论

通过对某打印机墨盒护板的模流分析结果来指导模具设计,通过模拟分析确定了浇注系统、冷却系统以及工艺参数,从而为注射成型模具结构设计及工艺参数设置提供一定的指导。在模具加工前,先对整个注射成型过程运用 MoldFlow 仿真模拟,发现注射过程存在的问题,及时更改,并重新设置注射工艺参数,达到设计要求。使用该注塑模具生产出的产品表面无明显缺陷,翘曲变形较小,满足产品使用性能和表面质量要求,达到预期目标。

参考文献:

- [1] 陈显冰,黄震东.基于 Moldflow 技术的监控器底座注塑模具设计[J].工程塑料应用,2019,47(11):94-98.
- [2] 田茂飞,郑普峰,李尚瑞.基于 UG 和 Moldflow 的充电器下盖的模具设计及工艺优化[J].模具制造 2016(7) 39-43.
- [3] 吴军,蔡建臣.基于 Moldflow 的 PUR 车轮注塑工艺参数优化[J].工程塑料应用,2018,46(6):56-59.
- [4] 张建卿.车用 CD 托架 CAE 注塑工艺参数优化分析[J].工程塑料应用,2016,4(7):73-78.
- [5] 王波. Moldflow 模流分析在注塑过程中的应用[J].塑料科技,2015,43(6):75-78.
- [6] 邵树锋.基于 UG10.0 软件的车用吸尘器盖注塑模具设计[J].工程塑料应用,2018,46(8):75-80.
- [7] 葛兴月,沈精虎.基于 MoldFlow 的冰箱瓶座塑件注塑模具优化设计[J].模具制造,2015,(8).
- [8] 磨莉,谷林.基于 MoldFlow 的 PP 薄壁制品注塑工艺计算机模拟[J].工程塑料应用,2016,44(4):69-73.
- [9] 冯刚,王华峰,张朝阁,等.多组分注塑成型的最新技术进展及前景预测[J].塑料工业,2015,43(2):10-14.
- [10] 邵树锋.基于 UG10.0 软件的车用吸尘器盖注塑模具设计[J].工程塑料应用,2018,46(8):75-80.
- [11] 刘彦国.塑料成型工艺与模具设计(第3版)[M].北京:人民邮电出版社,2014.
- [12] 姜文博,孙海波.基于 Pro/E 的注塑模具优化设计[J].南方农机,2016,47(1):59.
- [13] 陈忠杭,胡燕海,沈加明,等.基于 GA-BP-PSO 算法的薄壁注塑件翘曲变形优化[J].工程塑料应用,2024(03).
- [14] 范玉,黄继战,范佳琦.电池正极支架成型工艺分析及其注塑模具设计[J].工程塑料应用,2022(11).
- [15] 罗彦英,梅益,唐方艳,甘盛霖.汽车用升降器薄壁开关面板注塑模具设计[J].工程塑料应用,2022(10).

Design of injection mold for printer ink cartridge shield based on moldflow analysis

Chen Chun, Yang Cuiying, Wang Yongli, Jiao Li, Deng Chenghua

(Sichuan Electromechanical Institute of Vocation and Technology, Panzhihua 617000, Sichuan, China)

Abstract: According to the structural characteristics of the ink box guard board of a certain type of printer, an injection mold with the first mock examination and one cavity was designed. This design adopts Moldflow technology to comprehensively analyze key forming process parameters such as wall thickness, flow channel, filling time, flow front temperature, pressure distribution, weld lines, air pockets, and warpage deformation. Due to the inverted structure on the side wall of the product, demolding is difficult. Therefore, a slanted guide column side core pulling mechanism is used for molding and demolding, and a push rod pushing method is used to achieve complete demolding of the product. On this basis, the mold design for the plastic part was completed. The mold design was optimized using Moldflow analysis technology to make the mold structure more reasonable. The final produced plastic parts of the printer ink cartridge cover meet the quality requirements, and this design can provide reference for the design of injection molds for similar products.

Key words: UG; Moldflow technology; mold; process optimization; mold design

(R-03)

