

基于 Moldflow 的塑料提手注塑成型 CAE 分析

曹 驰¹, 刘伟国², 刘洪军¹

(1. 兰州理工大学 材料科学与工程学院, 甘肃 兰州 730050;
2. 甘肃长风电子科技有限公司, 甘肃 兰州 730070)

摘 要: 分析了塑料提手零件的工艺特点, 运用 Moldflow 软件对塑料提手零件注塑成型过程进行了 CAE 模拟分析, 利用最佳浇口位置、气穴、填充、熔接痕、翘曲分析功能, 对成型的工艺性进行了优化, 提高了模具设计的效率和准确性, 降低了设计成本, 提高了质量, 生产出了合格零件。

关键词: Moldflow; 塑料提手; 成型工艺; CAE 分析

中图分类号: TP 391.9

文献标识码: B

CAE analysis of injection mould for plastic handle based on Moldflow

CAO Chi, LIU Wei-guo, LIU Hong-jun

Abstract: The technical characteristics of the plastic handle are analyzed, and the CAE analysis of injection process is performed by Moldflow software in this paper. The process is optimized by analyzing the best gate location, air traps, filling, weld lines and warpage. The efficiency and accuracy of mould design are improved. This mould design can reduce the cost and improve the quality. Practice proves that the handle products can satisfy the requirements.

Keywords: Moldflow; plastic handle; forming process; CAE analysis

0 引言

由 Moldflow 公司开发的 MPI (moldflow plastics Insight) CAE 分析软件在注塑模成型分析方面提供了一个低成本、高效率的解决方案, 特别是对复杂易变性件的模具设计显得尤为重要^[1-3], 正确运用 CAE 分析软件, 可以协助模具设计人员在模具设计前期及早发现模具和成型中可能存在的问题, 提高设计效率和准确性。塑料提手零件是典型的易变形、难成型件, 其结

构设计的合理性是控制零件合格率的重要因素。为避免设计反复, 提高设计的准确性, 本文采用了 Moldflow 公司开发的 MPI (moldflow plastics Insight) CAE 分析软件对注塑模成型进行分析, 以便确定合理模具设计结构, 确保得到合格的产品零件。

1 塑件成型工艺分析

图 1 所示为某日用品组件中一提手部件, 塑件材料为聚丙烯 (PP), 零件属于外观件, 要求

收稿日期: 2014-11-15

作者简介: 曹 驰 (1969—), 男, 高级工程师。

一模一件,并且该塑件与其他部件有装配要求。根据经验,开口轴两侧会有变形,可是变形形

式、程度无法估计,而利用 CAE 分析则可以判断其变形的情况,并优化模具设计。

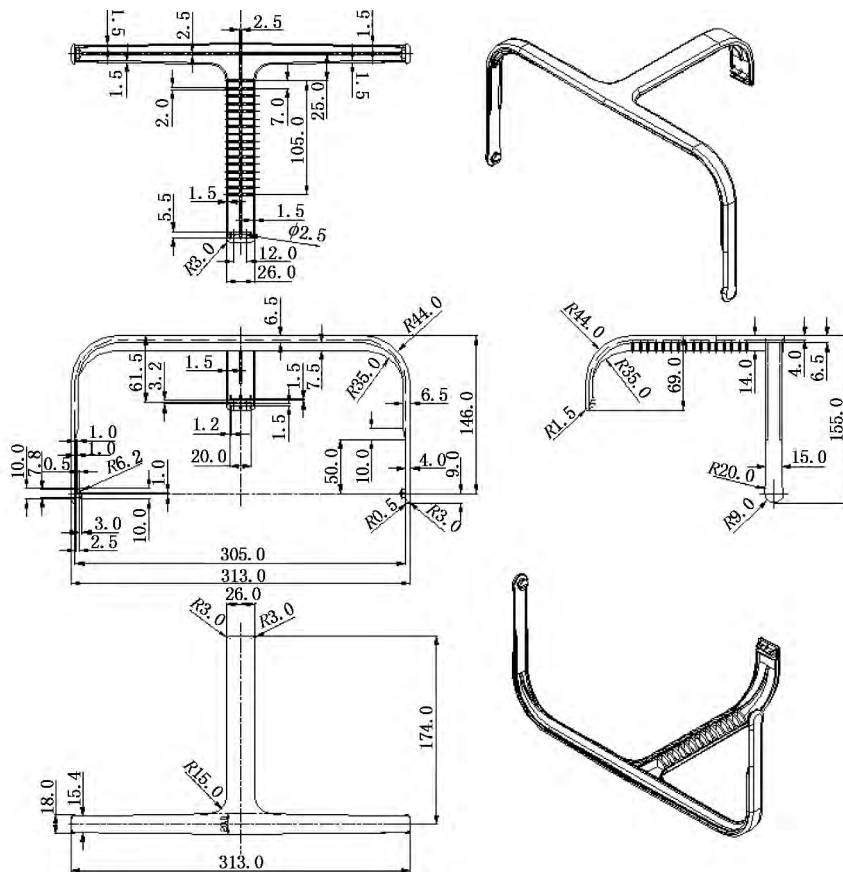


图 1 零件图

2 塑件注塑成型 CAE 分析

2.1 塑件的建模与 MPI 的导入

首先利用 Pro/E 4.0 建立塑件的 3D 模型^[4-5],如图 2 所示,再将模型转为 STL 文件格式进行保存,弦高取 0.01。



图 2 零件 3D 模型

打开 MPI 6.1 软件建立新的项目名称,然后导入刚保存好的 STL 文件,如图 3 所示,准备进行 CAE 分析。



图 3 零件 STL 文件

2.2 分析最佳浇口位置

利用 MPI\GATE LOCATION 对塑件进行最佳浇口分析,为浇口位置的确定提供参考。

2.2.1 分析前处理

首先对导入的 STL 文件选择网格划分,类型为 FUSION——双面网格,单位为 mm。

模型的网格划分和修改是 MPI 分析前处理中最重要的环节,也是最为复杂、繁琐的环节。网格划分是否合理,将直接影响产品的最终分析结果的准确性。因此在建立用来进行 CAE 分析的 3D 模型时,为了得到尽量准确的分析结果,在造型时需要做一些处理,包括取消较小的圆角和较薄的筋等。以下 4 项结果应满足以下条件(仅对双面网格而言),CAE 分析结果才准确。

联通域的值 为 1,自由边的值为 0,最大纵横比取值在 10~20 之间,网格匹配率的值大于 85%。本模型初始网格划分结果如图 4 所示,其中除联通域一项外,其余 3 项均不满足要求,需要重新划分网格。为了提高网的匹配率,最佳的方法是修改网格边长,这里改为 3.0 mm。再通过网格工具中的“网格自动修复”“修改纵横比”“整体合并”和“网格修复向导”等功能对网格进行修补,得到如图 5 所示的结果,网格统计如图 6 所示,可以进行 CAE 分析。



图 4 初始网格划分统计

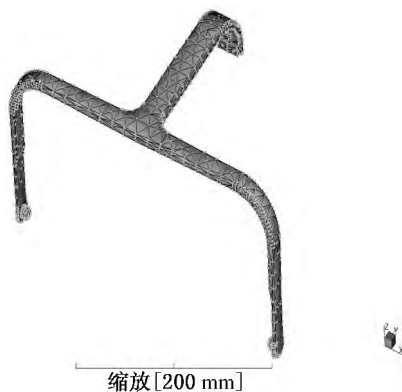


图 5 重新网格划分结果

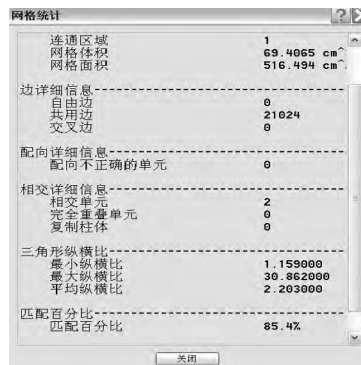


图 6 重新网格划分统计

2.2.2 浇口位置分析

最佳浇口分析结果如图 7 所示,由图 7 可知,最佳位置在零件顶部靠前处中间位置。由于零件是外观件,因此不可以用直浇道,需采用点浇口三板式结构。选取 N3727 节点建立浇口,如图 8 所示。

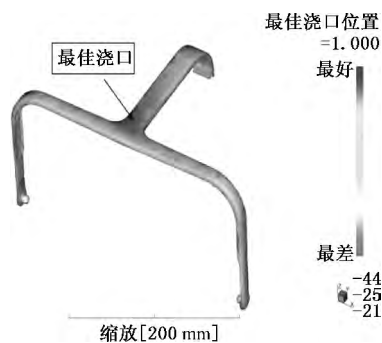


图 7 最佳浇口分析

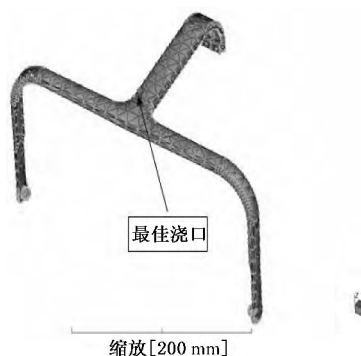


图 8 浇口位置

2.3 注塑模拟分析(流动+翘曲)

其中工艺参数使用系统默认值。

2.3.1 填充时间、压力分布分析

填充时间、压力分布可以显示进料过程中任何时刻熔料流动前方所在位置,如图 9 和 图 10 所示。

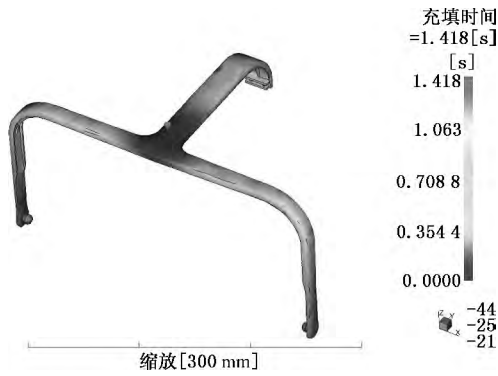


图 9 填充时间



图 10 压力分布

2.3.2 熔接痕分析

当 2 个或多个流动前沿汇合时, 会形成熔接痕或熔接线, 其产生位置上分子趋向变化明显, 此处机械强度明显减弱, 甚至出现凹陷、色差等质量缺陷。可以通过增加模具温度和熔料温度进行解决。分析结果如图 11 所示。



图 11 熔接痕分析

2.3.3 气穴分析

塑件内形成的气泡, 会造成填充不充分, 保压不充分, 形成零件表面瑕疵, 甚至由于气体压缩产生热量而出现焦痕。可以在模具设计时适当采用镶拼结构利用间隙进行排气。分析结果如图 12 所示。



图 12 气穴分析

2.3.4 翘曲分析

注塑成型零件翘曲的原因在于收缩变化过大、收缩不均匀, 分子取向不均匀、冷却不均匀导致产生内部应力所致。其中收缩不均匀是引起翘曲最重要的原因。在充模过程中, 大多数聚合物分子将沿着聚合物的流动方向排列, 这样会造成沿熔体流动方向上的分子取向大于垂直到流动方向上的分子取向。在充模完成后, 分子试图恢复卷曲的状态, 导致塑件有在该方向上缩短的趋势, 因此, 在 2 个方向上的收缩不均衡, 导致塑件翘曲变形。分子取向如图 13 所示, 塑件变形如图 14 所示。X 方向变形最大, 其值可达 16.47 mm。X 方向变形结果如图 15 所示, Y 方向变形结果如图 16 所示, Z 方向变形结果如图 17 所示, 加入冷却系统后模拟结果对零件翘曲改变不大。冷却系统如图 18 所示。

表层取向

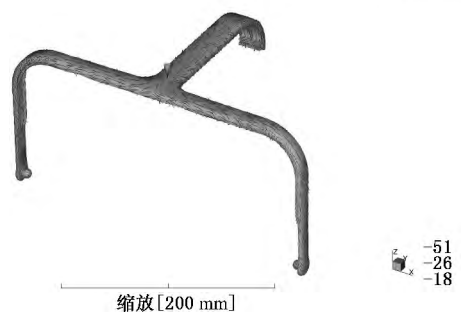


图 13 表面分子取向



图 14 总体变形

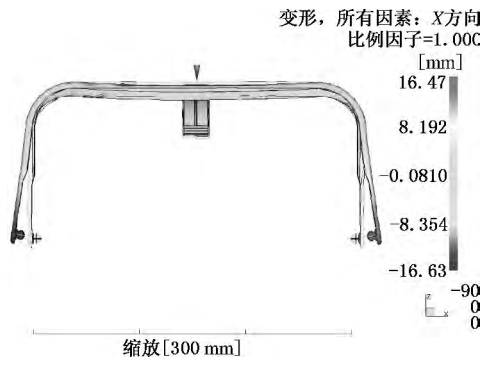


图 15 X方向变形



图 16 Y方向变形



图 17 Z方向变形

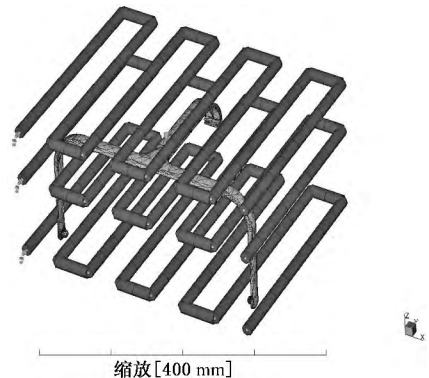


图 18 冷却系统

3 模具实际结构及应用结果

3.1 模具装配图

模具装配图如图 19 所示。

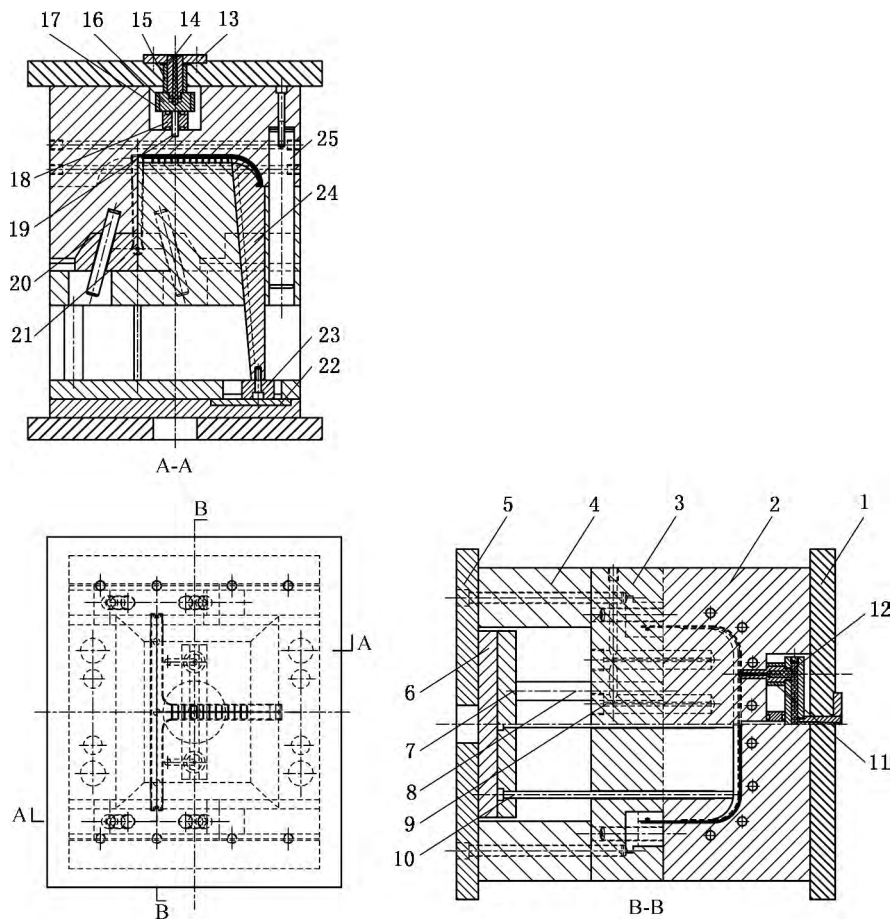
3.2 分析预测与实际中出现的问题的解决

利用 Moldflow 分析后认为,零件浇口应设在 T 型结合部最为合理,但是由于此零件为外观件,零件表面不允许存在明显浇口痕迹。因此采用热流道系统,设置为两点进胶。这样既满足了外观要求,又控制了零件的变形。模具的工作过程为:首先定模 2、动模 3 随着机床的

运动从分型面处打开,同时由安装在定模 2 上的斜导柱 20 带动动模 3 两侧的 4 个滑块 21 进行抽芯;接下来机床顶杆推动推板 6 进行模具顶出过程,其中零件尾部形状由斜顶杆 24 一边顶出一边抽芯,最终完成零件的顶出过程。

4 结论

根据塑料提手零件结构和工艺特点,在模具设计前采用 CAE 分析塑料提手成型过程。可以正确选定模具结构、浇口位置、成形工艺参数等。MPI 的使用可以大大弥补了模具设计经验不足带来的缺陷,减少了制造过程的反复修改,提高设计效率和准确性。



1. 定模座板 2. 定模 3. 动模 4. 支脚 5. 动模座板 6. 推板 7. 推杆固定板 8. 回程杆 9. 隔水板
10. 顶杆 11. 加热圈 12. 铜堵头 13. 定位环 14. 浇口套 15. 加热圈 16. 热浇道板 17. 加热板
18. 支环 19. 支环定位销 20. 斜导柱 21. 滑块 22. 垫板 23. 固定块 24. 斜顶杆 25. 导柱

图 19 模具装配图

参考文献:

- [1] 王卫兵. MOLDFLOW 中文版注塑流动分析[M]. 北京:清华大学出版社, 2008.
- [2] 单岩, 王蓓, 王刚. MOLDFLOW 模具分析技术基础[M]. 北京:清华大学出版社, 2004.
- [3] 单岩, 王刚. MOLDFLOW 模具分析应用实例[M]. 北京:清华大学出版社, 2005.
- [4] 吴斌. PRO/ENGINEER 模具设计技术与实践(3.0 野火版)[M]. 北京:电子工业出版社, 2007.
- [5] 李军, 李预斌. 精通 PRO/ENGINEER 中文野火版[M]. 北京:中国青年出版社, 2004.

(上接第 9 页)

- [6] 朱伟. 板料拉深成形变压力理论模型与应用研究[D]. 上海:上海交通大学, 2006.
- [7] 田传臣. 高强钢轿车中通道成形及回弹补偿研究[D]. 秦皇岛:燕山大学, 2012.
- [8] 瞿焯波. 基于 Dynaform 纵梁后加强板成形工艺及回弹控制模拟分析[D]. 武汉:武汉理工大学, 2011.
- [9] 段磊, 蔡玉俊, 莫国强, 等. 汽车覆盖件成形回弹仿真及模面优化研究[J]. 锻压技术, 2010, 35(2): 34-38.
- [10] 郑超. 汽车后桥横梁冲压回弹控制与工艺参数优化研究[D]. 合肥:合肥工业大学, 2007.
- [11] 陈岚涛. 某微型客车侧围板拉伸成形仿真分析[D]. 成都:西南交通大学, 2012.