

● 实用成型技术 Practical Shaping Technology ●

DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2021.08.018

基于 Moldflow 的抽屉塑件注塑过程模流分析与优化

王威舒¹, 张伟^{1,2}, 刘涛¹, 朱洪斌¹

(1. 大连工业大学 机械工程与自动化学院, 辽宁 大连 116034; 2. 大连吉瑞刀具技术股份有限公司, 辽宁 大连 116113)

摘要:以 Moldflow 软件为基础,对抽屉模型进行一模两腔布局和有限元网格划分,并完成模流分析与优化。结果表明,通过多次比对与参数优化调整,最终确立一套合理的浇注系统方案,提高了产品生产效率,减少生产缺陷,缩短生产的周期。

关键词:抽屉;一模两腔;模流分析;优化设计

中图分类号:TQ320

文献标志码:A

文章编号:1000-8365(2021)08-0722-05

Mold Flow Simulation and Optimization for a Drawer Plastic Part During Injection Molding Based on Moldflow

WANG Weishu¹, ZHANG Wei^{1,2}, LIU Tao¹, ZHU Hongbin¹

(1. School of Mechanical Engineering and Automation, Dalian Polytechnic University, Dalian 116034, China; 2. Dalian Jirui Tool Technology Co. Ltd., Dalian 116113, China)

Abstract: Based on the software Moldflow, the layout of the drawer model with one mode and two cavities and the mesh division of the finite element were carried out, and the Moldflow analysis and optimization were completed. The results show that through multiple comparison and parameter optimization adjustment, a set of reasonable gating system scheme is finally established, which improves the production efficiency, reduces production defects and shortens the production cycle.

Key words: drawer; one module and two cavities; mold flow analysis; optimization design

随着塑料加工行业的蓬勃发展,注塑工艺的要求也越来越高,并且人们希望通过有效的方式减少实际生产中遇到的问题。传统的加工过程中,大部分是依据加工者的技术经验来降低可能遇到的潜在问题,这就对加工者的技术水平要求较高,而且实际生产中存在着很多不确定因素,从而导致加工效率较低。随着软件行业的发展,各类 CAE 软件也趋于成熟,其中 Moldflow 软件广受设计者的喜爱^[1-3]。本文作者通过 Moldflow 软件,对抽屉进行模流分析,对产品可能出现问题的地方进行优化分析,确保了产品的生产质量,大大提高生产效率。

1 塑件的基本信息

图 1 为抽屉模具的结构示意图。采用工程材料合金(PC+ABS),这种材料既具有 PC 树脂的优良耐热耐候性、尺寸稳定性和耐冲击性能,又具有 ABS 树脂优良的加工流动性。但缺点就是质量重、导热性能欠佳。

本例选取的是 Daicel Polymer Ltd 制造商的

Novalloy S 1220 材料,图 2 为其 PVT(Pressure Volume Temperature)性能和剪切速率。PVT 图反映的是体积和温度与压力变化的关联性,当温度升高时,塑件体积膨胀,当压力升高时,材料受压缩,体积变小。

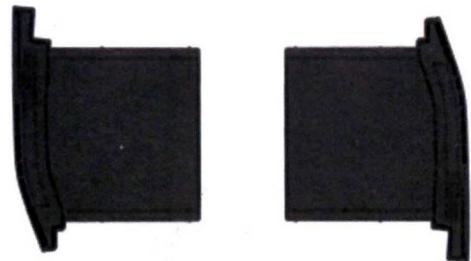


图 1 塑料件抽屉的示意图

Fig. 1 Schematic of the plastic drawer

表 1 给出产品加工工艺推荐参数。可以看出,注塑模具温度在 50~100℃,熔体温度范围在 230~300℃,最大剪切应力为 0.4 MPa。

2 分析前准备

2.1 网格类型选择

对于一些结构复杂的产品,可以选择实体分析,而该产品结构相对简单,因此选择双层面进行分析,这样可以减少计算时间,并且对于实际计算结果影响不大。

收稿日期:2021-03-14

作者简介:王威舒(1996—),辽宁盖州人,硕士生。研究方向:有限元分析、刀具的测量与改进等,电话:17615119102, Email:1007217598@qq.com

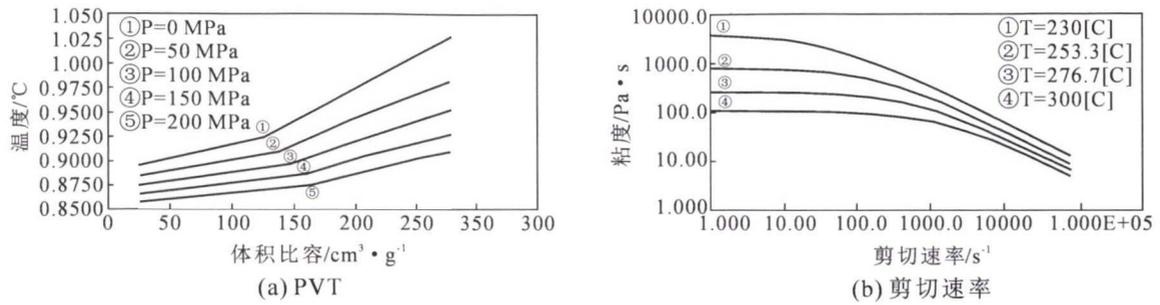


图2 材料的 PVT 和剪切速率

Fig.2 PVT and shear rate of the materials

表1 注塑(件)加工推荐参数

Tab.1 Recommended parameters of mold processing

注塑模具温度范围(推荐)/°C	熔体温度范围(推荐)/°C	模具表面温度/°C	熔体温度/°C	绝对最大熔体温度/°C	顶处温度/°C	最大剪切应力/MPa	最大剪切速率/s ⁻¹
50 ~ 100	230 ~ 300	75	265	340	117	0.4	40 000

2.2 网格划分

考虑到产品表面有加强筋等一些细小特征,因此在网格全局边长默认值上,略微调整,将数值从 3.72 mm 调整为 2.8 mm。

图3 为纵横比优化前后的网格划分。最终网格

统计结果为:匹配百分比:93.4%;相互百分比:92.5%,匹配效果较好。纵横比最大 20.37,平均值 1.93、最小值1.15。考虑到要对产品进行翘曲分析,最终对一些节点进行合并,最终将纵横比调整到 15 以下。



图3 网格的纵横比及其优化

Fig.3 Aspect ratio and optimization of mesh

2.3 最佳浇口位置选择

浇口按剪除形式可分为手工剪除和自动剪除。手工剪除又包括边门浇口、翼状浇口、直接浇口、膜式浇口、环状浇口、扇形浇口、膜片浇口;自动剪除包括潜伏式浇口、牛角式浇口、针点浇口、热流道浇口、阀浇口^[4-5]。图4 为浇口位置与浇口设计。根据系统推荐方案进行分析,①处为最佳浇口位置。但是考虑到本方案为一模两腔,故浇口形式选择边门浇口(侧浇口)。边门浇口是最常用的手工剪除浇口,一般厚度为产品壁厚的 50% 到 75%,可以为等厚或锥形厚度。本例中浇口设计为 15 mm × 1.4 mm,采取冷浇口形式。

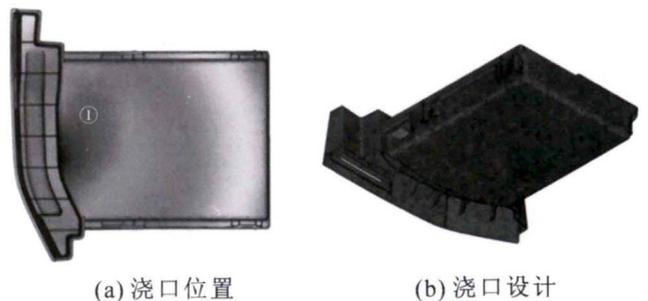


图4 系统分析的浇口位置和最终浇口设计

Fig.4 System analysis of gate location and the final gate design

2.4 流道设计

图5 为流道的设计。本例主流道为热流道,直径

为 16 mm,而分流道采用冷流道,直径为 8 mm。这样的设计可以保证液体流动到两型腔的压力相同。



图 5 流道的设计

Fig. 5 The design of flow passage

2.5 冷却回路设计

冷却系统设计的好与坏直接影响塑件成型的质量。模具冷却装置的设计与使用冷却介质、冷却方法有关^[6-7]。在设计过程中不仅要考虑到水管的布局、尺寸、与塑件之间的距离、还要考虑到冷却液的流动率、温度以及类型。根据以往的经验总结(如表 2),本例采取系统默认推荐和优化值的两种方式。默认水管直径 10 mm,水管到塑件距离为 25 mm,管道中心距为 30 mm,数量为 9 根,零件外距离 430 mm;优化值为水管直径选取 12 mm,水管到塑件距离为 18 mm,管道中心距 31 mm,数量为 12 根,零件外距离 80 mm。



(a) 默认值时的填充图



(b) 优化后的填充图

图 6 抽屉塑件的填充图

Fig. 6 Filling diagram of the drawer plastic parts

图 7 为本例熔接线和气穴分布图。可以看出,熔接线分布在抽屉两侧加强筋处,不影响整体外观质量。气穴大部分集中在加强筋与肋附近,考虑可改善排气,提高产品质量。



(a) 熔接线

(b) 气穴

图 7 熔接线和气穴分布图

Fig. 7 The weld line and cavitation distribution diagram

3.2 冷却分析

模具冷却液温度为 27.31 ℃,回路冷却温度为

表 2 水管设计经验尺寸
Tab. 2 Empirical sizes in water pipe design

成品肉厚 c/mm	水孔直径 d/mm	水孔间距 a/mm	水孔中心到成品表面距离 b/mm
0 ~ 2	4 ~ 8		
2 ~ 4	8 ~ 12	(2 ~ 3) × d	(1.5 ~ 2.0) × d
4 ~ 6	12 ~ 14		

3 模流分析

3.1 流动分析

流动分析可以模拟塑料注射的全过程,从分析结果中可以看出充填、流动行为是否合理^[8]。本例分别以默认值和优化值进行对比分析,从充填时间、充填区域、熔接线、气穴方面,分别进行论述。

图 6 为塑件充填图。可以看出,默认值时位置⑤塑件的充填用时为 2.018 s,而且出现了短射和欠驻现象。产生短射的原因可能与浇注口位置有关,也与流动比、壁厚差异、排气不足、背压不足、设压或射速过低等原因有关。本例将注射时间控制为 0.6 s,短射现象得到了有效的解决。

25.02 ~ 35.21 ℃,温度变化在 10 ℃ 以上,最高温度高于室温,此时塑件与模具温度的变化如图 8 所示。零件温度为 42.15 ~ 135.2 ℃,模具温度为 38.68 ~ 135.1 ℃,超出推荐范围 50 ~ 100 ℃,温度变化较大,可能会引起产品的冷却翘曲变形。

解决方案为增加管道数量与直径、减少管道间距、缩短管外距离来改善冷却效果。通过优化后,将水管直径增加至 15 mm,回路冷却温度变为 25.01 ~ 32.67 ℃,最高温度降低 3 ℃ 左右,同时,零件温度与模具温度都有所降低,最终结果如图 9 所示,零件温度为 36.04 ~ 113.6 ℃,模具温度为 33.1 ~ 113.3 ℃。

3.3 翘曲分析

图 10 为默认值时的翘曲变形情况。可以看出,

塑料成型过程中,由于冷却不均,收缩不同步和分子配向性效应等原因可导致翘曲变形,通过默认值方式进行翘曲分析,整体变形量在 2.592 mm,冷却总变形量为 1.283 mm,收缩总变形量达到 1.844 mm。

冷却变形主要由于冷却回路的设计造成,上文已做修改。造成收缩变形的原因与保压压力、保压时间、材料类型、塑件设计等原因有关。本例考虑增加产品保压时间,设置保压曲线来改善这一问题^[9-11]。



图 8 默认值下的零件温度(左)与模具温度(右)

Fig. 8 Default values of part temperature (left) and mold temperature (right)

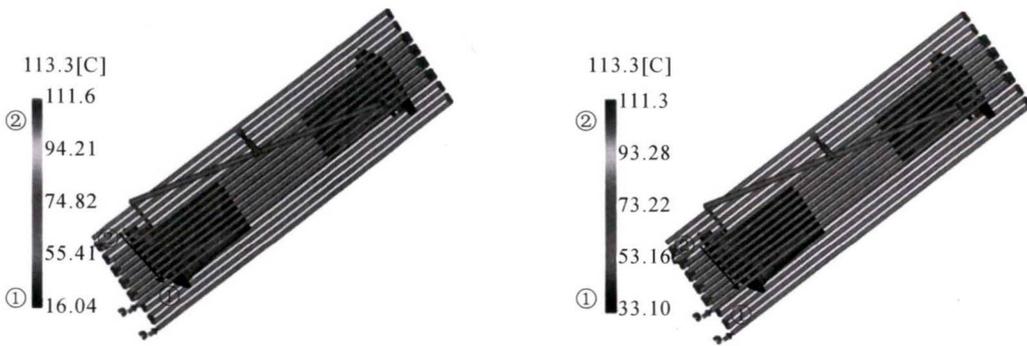
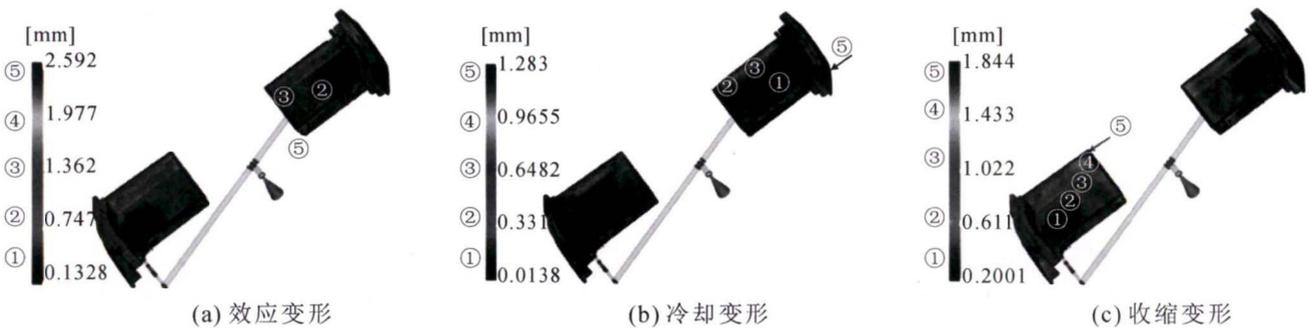


图 9 优化后的零件温度(右)与模具温度(左)

Fig. 9 Optimized part temperature (right) and mold temperature (left)



(a) 效应变形

(b) 冷却变形

(c) 收缩变形

图 10 默认值下的效应变形、冷却变形和收缩变形

Fig. 10 Default value for effect deformation, cooling deformation, and shrinkage deformation

通过修改工艺,将注射、保压、冷却时间调整为 40 s,注射压力调整为 150 MPa,保压控制调整为由保压压力与时间共同控制,绘制保压压力与时间的曲线图(如图 11 所示)。其中最大保压压力为填充压力的 90%,而最大的填充力为 72.15 MPa,因此在 0~20 s 设置最大保压压力为 64 MPa,20~40 s 时设置保压压力为 54 MPa。

优化后最终翘曲分析结果分别如图 12 所示,所有变形量为 2.245 mm、冷却不均变形量为 1.109 mm、收缩变形量为 1.567 mm。

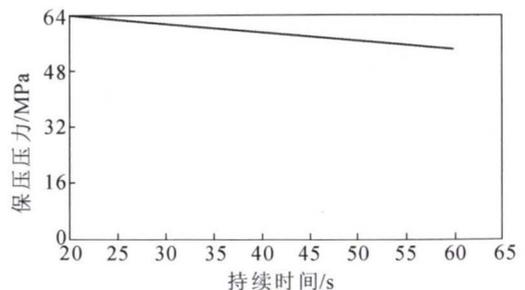


图 11 保压压力与持续时间

Fig. 11 Holding pressure and duration



图 12 优化后的效应变形、冷却变形和收缩变形

Fig. 12 Optimized effect deformation, cooling deformation and shrinkage deformation

4 结论

通过 Moldflow 可以有效检测产品可能产生的缺陷。本例主要通过修改冷却回路设计,更改工艺设置来达到优化目的。通过实验结果来看,增加冷却水管数量,增加直径会减少产品冷却不均变形量。本例冷却不均变形量从 1.283 mm 降低至 1.109 mm,形变量减少 13.5%。通过改变保压时间与保压压力可以减少收缩变形量,从 1.969 mm 降低至 1.567 mm,形变量减少 20.4%。总体来看取得了一定的效果。若不考虑工厂效率,可以继续增加水管直径,增加保压时间来提高产品质量。

本例通过借助软件的分析,帮助技术人员及早发现问题和解决问题,大大提高产品成功率,最终达到缩短产品成型周期,降低开发成本,提高产品质量的目的。

参考文献:

[1] 朱俊杰,陆展科,张鑫程. 基于 Moldflow 的 LED 平板灯后壳成

型分析及应用[J]. 日用电器,2020(4):64-70.

[2] 彭曼琦,胡瀚杰,孙青云,等. 基于 Moldflow 三通式喷头连接座的模流分析[J]. 塑料工业,2020,48(1):65-68.
 [3] 卯声松,张矿伟,郑绪东,等. 基于 Moldflow 的注塑模具冷却系统有限元分析[J]. 铸造,2019,68(12):1407-1410.
 [4] 谭安平,刘克威. 基于 Moldflow 的汽车手套箱箱盖的翘曲变形优化分析[J]. 中国塑料,2019,33(11):53-59.
 [5] 熊如意. 基于 Moldflow 的异型曲面注射模具注塑成型模流分析[J]. 科学技术创新,2019(31):179-180.
 [6] 刘峰,李兵. 基于 Moldflow 的膨胀箱上盖收缩翘曲正交优化分析[J]. 塑料,2019,48(5):93-96,106.
 [7] 曾福辉. 基于 Moldflow 的下盖模流分析与注塑模具设计[J]. 塑料科技,2020,48(1):122-126.
 [8] 蔡国辉,曹新鑫,吴梦林,等. 基于 Moldflow 的 ABS 水龙头注塑模拟分析与优化[J]. 塑料,2019,48(4):105-107.
 [9] 牛吉梅. CAE 技术在注塑工艺参数优化中的应用[J]. 塑料科技,2019,47(7):74-77.
 [10] 林康. 基于 CAE 分析的汽车通风盖板注塑模具设计[J]. 轻工机械,2019,37(3):77-80.
 [11] 易志斌,吴林倩,温慧,等. 基于 Moldflow 的汽车操纵杆注塑成型质量分析与优化[J]. 塑料科技,2019,47(6):72-77.

技术资料邮购

《铸件均衡凝固技术及应用实例》

本书由西安理工大学魏兵教授编著。共8章: 1 铸铁件均衡凝固与有限补缩; 2 铸铁件冒口补缩设计及应用; 3 压边浇冒口系统; 4 浇注系统大孔出流理论与设计; 5 铸件均衡凝固工艺; 6 铸钢、白口铸铁、铝、铜合金铸件的均衡凝固工艺; 7 浇注系统当冒口补缩设计方法; 8 铸件填充与补缩工艺定量设计实例。全书320页。

特快专递邮购价: 280元。

邮购咨询: 李巧凤 电话/传真: 029-83222071 技术咨询: 13609155628