

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2012.01.009

电动工具外壳注塑模拟与成型方案优化^{*}

王志明¹, 周璇¹, 吴旭东²

(1. 金华职业技术学院机电工程学院, 浙江金华 321017; 2. 金华美保工具有限公司, 浙江金华 321017)

摘要: 利用 Moldflow/MPI 技术对电动工具外壳进行注塑模拟分析, 预测了成型过程中的填充情况, 并对型腔压力分布、温度分布、锁模力大小和体积收缩率等进行计算分析, 掌握了翘曲变形产生的原因。根据注塑模拟分析结果优化了浇口、冷却系统设计方案和成型工艺参数, 使模具设计更趋合理。优化后的成型方案用于实际生产, 缩短了试模周期。

关键词: 电动工具外壳; 注塑模拟; 成型工艺; 翘曲变形

中图分类号: TP391.72

文献标识码: A

文章编号: 1001-3539(2012)01-0036-03

Injection Simulation and Molding Project Optimization for Electric Tools Shell

Wang Zhiming¹, Zhou Xuan¹, Wu Xudong²

(1. Mechanical and Electrical Engineering College, Jinhua Polytechnic, Jinhua 321017, China;

2. Jinhua Max-Power Tools Co., Ltd., Jinhua 321017, China)

Abstract: Injection molding of electric tools shell was simulated by the technology of Moldflow/MPI. The situation of filling in the process of molding was predicted, and the pressure distribution, temperature distribution, clamp force, shrinkage of cavity were calculated. The gate shape, cooling system were optimized base on the result of injection simulation, which ensured the design of mould more reasonable. The molding process after optimizing were applied to actual production, which shorten the cycle of mould testing.

Keywords: electric tools shell; injection simulation; molding process; warpage

外壳是电动工具一个非常重要的部件, 它除了用来固定马达定子, 还是操作人员的手持部位, 装配精度要求较高。在电动工具外壳模具设计与制件生产中常运用 CAE 分析技术对注射成型过程进行数值模拟分析, 预测制件成型缺陷, 从而优化制件结构设计、模具设计、成型工艺参数等, 以期缩短试模时间, 提高制件成型质量^[1-2]。

笔者利用 Mold flow/MPI 技术对电动工具外壳的整个注塑过程进行模拟分析, 确定并优化了浇口形状及冷却系统方案, 分析产生翘曲变形的原因, 优化了成型工艺参数, 获得了合理的成型方案, 对提高电动工具外壳的成型质量有一定的指导意义。

1 塑料件工艺分析及建模

电动工具外壳见图 1, 其成型质量与制件结构、成型材料、成型工艺、模具结构、注塑设备等都有关系^[3], 该制件壁厚分布不均匀, 形状复杂, 成型时容易产生翘曲变形。电动工具工作时外壳局部温度较高, 同时施工环境可能接触油污, 因此多选用玻璃纤维 (GF) 增强尼龙 (PA)。本制件材料为 PA6

CAPRON 8333GHI (PA +33% GF), 其性能参数如表 1 所示。

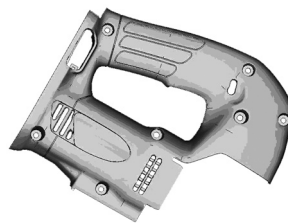


图 1 电动工具外壳三维模型

初始模型采用 Pro/E 建模, 通过 STL 格式转入 Moldflow, 通过“中型面生成器”生成中型面, 在“MF/View”的前后处理器中完成最后的修改并生成流道系统。该模具一模成型 2 个制品, 采用热流道系统 (直径为 9.5 mm), 冷却管道直径均为 11 mm, 如图 2 所示。

^{*} 金华市科技计划项目 (2010-1-025)

联系人: 王志明, 讲师, 主要从事模具 CAD/CAM/CAE 方面的教学与研究工作

收稿日期: 2011-10-25

表 1 PA6 CAPRON 8333GHI 性能参数

项目	参数
热传导系数/ $\text{W} \cdot (\text{m} \cdot ^\circ\text{C})^{-1}$	0.200 0
比热/ $\text{J} \cdot (\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})^{-1}$	1958.0
推荐注射温度/ $^\circ\text{C}$	280.0
推荐模具温度/ $^\circ\text{C}$	90.0
顶出温度/ $^\circ\text{C}$	145.0
许可剪切应力/MPa	0.50
许可剪切速率/ s^{-1}	60 000

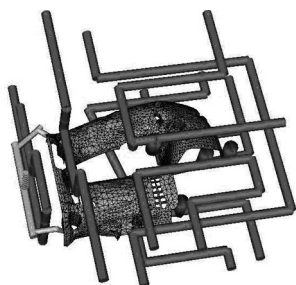


图 2 注塑模拟分析模型

2 注塑模拟

2.1 注塑模拟原始工艺方案

制订工艺方案进行注塑模拟,成型工艺参数原始方案如表 2 所示。

表 2 成型工艺参数原始方案

项目	参数
模具温度/ $^\circ\text{C}$	60
熔体温度/ $^\circ\text{C}$	280
注射时间/s	1.37
保压压力/MPa	50
保压时间/s	7
冷却时间/s	35

2.2 填充分析

填充质量的评估标准主要是各参数是否超过材料的许可值和流动是否平衡^[4],如果流动不平衡,制件的某些部位将产生过保压,收缩不均匀而影响制件成型质量。图 3 为填充分析结果。由图 3 可以看出,填充不均匀,出现了局部过保压,制件收缩也不均匀,易产生翘曲变形。

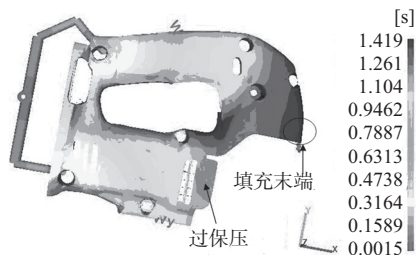


图 3 填充分析结果

填充过程中分子取向的差异会导致平行流动

方向和垂直流动方向的收缩不一致而产生翘曲^[5],这可以从分析结果中等值线的间距来加以判断。本方案的熔体在型腔填充过程中前进的速度很不均匀,这主要是由螺杆前进速度决定的。

2.3 压力分布、锁模力、冷却液温度、体积收缩率分析

通过型腔充满瞬间的型腔压力分布情况分析,可知本方案成型所需注塑压力为 39.7 MPa,压力分布不均匀。本方案理论计算所需最大锁模力约为 810 kN,作为选择注塑机时考虑的因素之一。冷却液的进出口温差通常用来判断冷却效率情况^[6],分析结果显示,本方案动、定模侧的水管进出口温差为 0.89 $^\circ\text{C}$ 。图 4 示出体积收缩率分析结果。由图 4 可以看出,体积收缩率为 0~9.55%,收缩很不均匀,这是由于制品壁厚差异大,是制件产生翘曲变形的的主要原因。

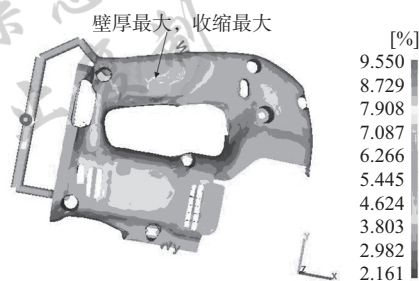


图 4 体积收缩率分析结果

2.4 变形分析

图 5 示出制品相对于图中坐标系平面的变形情况,制品最大变形为 2.065 mm。其中由于冷却原因所造成的变形量为 0.1197 mm;由于收缩原因所造成的变形量为 1.55 mm,占总变形量的比例大,充填末端变形最大,这是由于制品壁厚差异较大;由于分子取向原因所造成的变形量为 0.65 mm,占总变形量的比例也较大,这是由于所用材料 GF 含量较高。

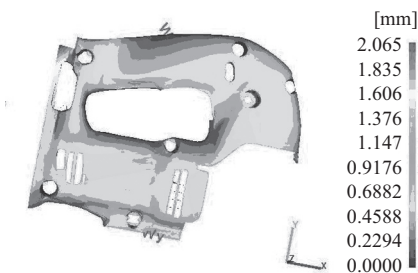


图 5 变形情况

3 成型方案优化

3.1 浇口与冷却系统优化

将下部浇口尺寸改小,如图6所示,以便达到充填平衡的目的。原方案冷却水道布置与制品相距较远,冷却效果不好,在定模侧增加一隔水板。

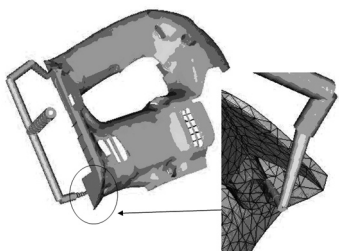


图6 浇口优化

3.2 成型工艺参数优化

根据原始方案的注塑模拟结果,修改成型工艺参数,如表3所示。

表3 成型工艺参数优化方案

项目	参数
模具温度/℃	70
熔体温度/℃	280
注射时间/s	3
保压压力/MPa	70/50/20
保压时间/s	4/3/3
冷却时间/s	35

3.3 成型方案优化后注塑模拟结果

图7为成型方案优化后的制品变形情况。根据分析结果可知,优化后方案填充较原方案均匀,末端同时充满,不会出现局部过保压;熔体在型腔中前进的速度比原方案均匀,充填末端熔体前进速度较快,可在充填结束时将注射速度减低;方案所需注塑压力为43.54 MPa,压力分布较均匀;所需最大锁模力约为980 kN;由于保压压力增大,保压时间变长,制品收缩变小,制品体积收缩率为0~6.066%,优于原方案;动、定模侧的水管进出口温差为0.3℃,优于原方案;制品变形为0.06~1.02 mm,优于原方案。其中,由于冷却原因所造成的变形量

为0.065 mm,优于原方案;由于收缩原因所造成的变形量为0.876 mm,仍占总变形量的较大比例,但优于原方案;由于取向原因所造成的变形量为0.68 mm,与原方案相似。

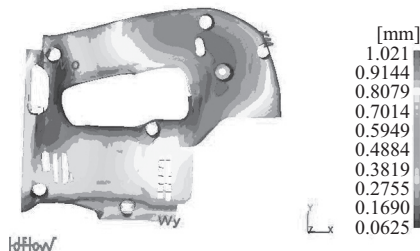


图7 优化后制品变形情况

4 结论

(1)利用Moldflow软件对电动工具外壳注塑过程进行模拟分析,通过修改浇口尺寸,确保充填平衡,优化冷却系统,提高冷却效率,使模具设计更加合理。

(2)采用GF增强PA材料成型电动工具外壳时,可适当选用低的注射速率,注射时间约为3 s,使熔体能充满型腔且前进速度均匀。

(3)成型电动工具外壳时,模具温度不低于70℃,在保压阶段,增加保压压力、保压时间,优化保压曲线,可降低翘曲变形量。

参考文献

- [1] 申长雨. 注塑成型模拟及模具优化设计理论与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2009.
- [2] 付秀娟. 壳体制品注塑工艺参数CAE优化分析[J]. 工程塑料应用, 2008, 36(6): 43-45.
- [3] 余磊, 刘斌, 陈静波, 等. 影响多型腔注射模不平衡充填因素的模拟研究[J]. 塑料, 2011, 40(1): 109-113.
- [4] 匡唐清. CAE技术在电热水壶外壳注塑模设计中的应用[J]. 中国塑料, 2010, 24(7): 106-110.
- [5] 段贤勇, 何顺荣. 基于Moldflow/MPI的UPS电源壳体注塑成型分析[J]. 塑料科技, 2011, 39(1): 67-70.
- [6] 杨勇. 基于Moldflow的塑料箱注塑成型CAE分析[J]. 机械研究与应用, 2010(4): 24-26.

SABIC 全新 Lexan EXL 共聚物为新一代微型化光伏系统提升设计自由度

近日,沙特基础工业公司(SABIC)的业务部门——沙伯基础创新塑料宣布推出全新的高性能Lexan EXL共聚物树脂,来应对光伏(PV)连接器与接线盒逐渐微型化的发展趋势。新规格的Lexan EXL树脂具有增强的电性能与阻燃性,能让设计人员通过制作薄壁部件、让导体布局更紧凑,并将接线盒集成在其中,从而极大地缩小整个系统的体积,有助

于降低太阳能成本并提高效率。新型的Lexan EXL树脂可大幅增加光伏系统的优势,推动太阳能产业的发展,从而巩固客户的竞争地位。

沙伯基础创新塑料的太阳能部门营销总监Andrew Kodis表示:“我们在聚碳酸酯的开发领域保持了近60年的领先地位,因此我们能利用深厚的市场了解度和行业技术专长来促进太阳能领域的创新,从而帮助我们的客户实现可持续发展的目标。”

(SABIC)