

应用 Moldflow 软件分析优化手机后盖壳注塑模设计^{*}

刘荣亮 刘 斌

(华南理工大学聚合物新型成型装备国家工程研究中心,广州 510640)

摘要 以一款手机后盖壳为例,详细阐述了 Moldflow 流动模拟分析软件的功能和一般流程,并分析了如何利用 CAE 的分析结果解决注塑模设计及成型加工中出现的问题,显示了 CAE 技术在注塑模设计及注塑件开发过程中的突出作用。

关键词 Moldflow 模流分析 CAE 注塑模设计 手机后盖壳

目前,大多数注塑模设计人员主要是依据自己多年的经验进行模具设计,但由于塑料制件的多样性、复杂性和设计人员经验的局限性,长期以来,设计人员很难精确地设计出一套成本低、周期短、制品质量好、合格率高的模具及工艺方案,往往是模具设计加工完以后,需要反复不断地试模与修模才能正式投入生产,有些精密模具由于无法修复而报废^[1]。

在模具设计与制造中,运用 CAD/CAM 技术已经比较成熟,而且能制造出高质量高精度的模具。但是,仅仅依靠 CAD/CAM 是不够的,必须运用 CAE 技术(如利用 Moldflow、Polyflow 等)进行分析。在模具设计中,应用 CAE 软件对模具设计进行模拟和分析,以代替实际的试模,预测设计中潜在的缺陷并进行修改,可以优化模具设计、成型工艺参数和制件结构^[2]。

笔者以一款手机后盖壳的流动模拟分析为例,介绍 Moldflow 软件在模具优化设计中的应用。

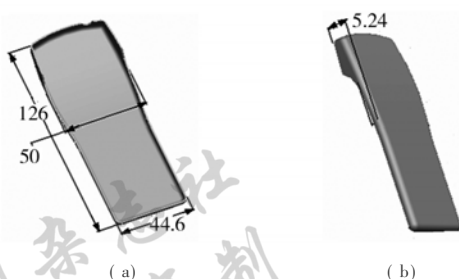
1 Moldflow 软件功能简介

Moldflow 是一款具有强大功能的专业注射成型 CAE 软件,目前被广泛应用于注射成型领域中的模流分析^[3-4]。Moldflow 的分析模块除了可以模拟热塑性塑料常规注射成型的充模流动、保压、冷却和注塑件收缩/翘曲变形之外,还可以模拟气体辅助注射成型、双色注射成型、微孔发泡成型以及注射压缩成型过程。其它模块还可以模拟反应注射成型(RIM)、结构化反应注射成型(SRIM)、热固性塑料/橡胶注射成型、半导体封装以及倒装晶片封装等。

这些模拟技术的应用可以大大减少模具的试模次数,优化成型工艺参数,缩短生产周期,降低生产成本,提高生产效率。

2 实例应用

图 1a 所示为一款手机的后盖壳注塑件。该注



a—手机后盖壳注塑件; b—简化模型

图 1 注塑件示意图

塑件要求表面光滑、平整、尺寸精度高,不得有扭曲、飞边、银丝、气泡等缺陷。材料是(丙烯腈/丁二烯/苯乙烯)共聚物(ABS)/聚碳酸酯(PC)合金,其中 ABS 的比例占大多数。一模一腔。

2.1 建模

初始模型采用 Pro/E 建立,为了节省网格处理时间和分析计算时间,删除了后盖边缘的细小卡边、小圆角等,采用了不影响模拟分析效果的简化模型,如图 1b 所示。最后转化成 IGES 格式,即可在 Moldflow/MPI 中进行分析。

2.2 划分网格

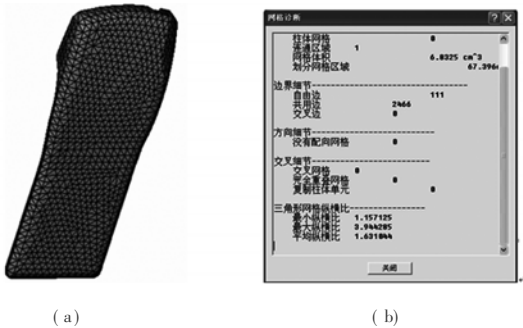
利用 Moldflow/MPI 对注塑件成型过程进行模拟分析的基本原理是采用有限元法,即将连续介质的内部和边界分割成有限大小、有限数目的离散三角形网格单元,使原来一个连续的整体简化成有限的单元体系,从而得到真实结构的近似模型,并在这个离散化的模型上进行数值计算^[4]。

本注塑件的厚度为 1 mm,比较薄,故可采用中性面网格。平均边长为 3 mm,IGES 合并公差为 0.1 mm,生成网格后,对原始网格进行纵横比、交叉单元、自由边等修正。最后的理想网格文件见图 2a。

^{*} 国家自然科学基金资助项目(10590351)

收稿日期:2007-08-10

有限元网格划分结果的数据如图 2b 所示, 三角形单元个数为 1681, 节点数 897, 完全重合单元个数 0。三角形单元的平均纵横比为 1.6, 最大纵横比是 3.9, 具有较好的精确性。



a—网格模型; b—网格划分结果
图 2 网格划分模型及网格划分结果

2.3 最佳浇口位置的确定及分析

浇口位置直接影响塑料熔体在模具型腔内的流动, 从而关系到聚合物分子的取向和注塑件成型后是否翘曲变形, 因此选择合理的浇口位置在模具设计中十分重要。Moldflow 根据模型的几何形状及相关材料参数、工艺参数对注塑件进行模拟分析, 可快速而较为准确地得出最佳浇口位置, 从而减少试模次数, 节约模具生产成本^[4]。

注塑件材料选用 LG 化学公司的 ABS, 型号为 AF303, 其工艺参数为: 模温 55℃, 熔体温度 240℃; 填充控制、注塑压力及速度/压力控制转换均为默认设置。分析结果如图 3 所示。最佳浇口位置为深色显示区域, 测试值为 1, 而浅色显示区域则不适合设置浇口。通过浇口位置分析, 可以确定最佳浇口的大概位置, 为设计人员提供参考。但是在实际生产中, 对于一般产品, 这种最佳浇口位置分析可以直接用来设计浇口; 对于一些表面质量和外观要求高的制件, 则不能简单地用软件默认的单浇口来设计模具, 而需要考虑侧浇口。

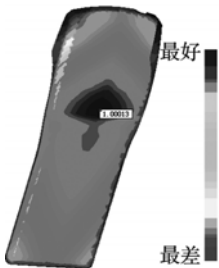


图 3 最佳浇口位置分析

2.4 填充分析

填充分析是从注射开始到型腔被充满的整个过

程中的流动前沿位置分析。该分析用来预测制件的填充行为是否合理, 填充是否平衡, 能否完成对制件的完全填充等。填充分析的目的是获得最佳的浇口位置、浇口数目及最佳浇注系统布局等^[4]。

塑料熔体到达型腔末端所需最长时间与最短时间之差, 反映了熔体在型腔中流动的不平衡程度, 应使这个时间差最小化, 尽可能使熔体流动过程平衡。

图 4 为填充时间模拟结果。从图 4 的填充时间等高线图可以看出, 在较短的时间内实现了制件的合理填充, 并且填充时间分配均匀, 注塑件边缘末端充满的时间在 0.2 ~ 0.5 s, 只相差 0.3 s。整个注塑件能在较短的时间内被充满, 流动平衡性较好。

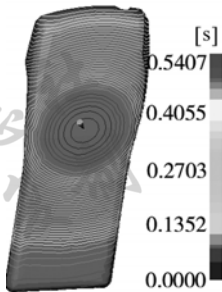


图 4 填充时间模拟结果

2.5 流动分析

流动分析用于预测热塑性聚合物在模具内的流动行为。Moldflow 软件模拟熔体从注射点开始逐渐扩散到相邻点的流动前沿, 直到流动前沿扩散并填充制件最后一个点为止, 完成流动分析计算。其最终目的是获得保压阶段最佳时间段的设置, 从而尽可能地减小由保压引起的制件收缩、翘曲等质量缺陷^[4]。图 5 为前锋料的温度模拟结果。由图 5 可见, 注塑件的温度差为 12℃, 该值在推荐值控制范围(20℃)之内, 表示温度差较小, 意味着注塑件表面的质量可得到保证。注塑件的体积收缩率如图 6 所示。从图 6 可以看出, 制件的收缩率集中在 0.7134% ~ 5.0040% 的范围内, 收缩率小并且较均匀, 从而有利于减小制件的翘曲变形。

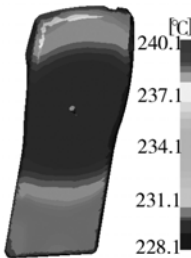


图 5 前锋料的温度模拟结果

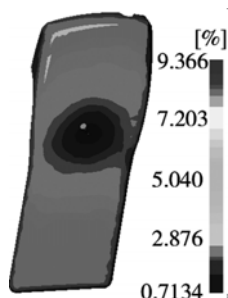


图6 体积收缩率模拟结果

气穴位置分布图如图7所示。熔体前沿汇聚在注塑件内部或型腔表层的气泡,基本上都在注塑件四周侧壁边,并且基本集中在分型面上。因此,气体很容易通过模具分型面的间隙排出,没有困气现象,可有效地避免因气穴形成的注塑件表面瑕疵及焦痕等缺陷。

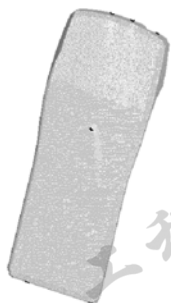


图7 气穴位置分布模拟图

注塑件在注射成型时注塑机的锁模力分布图如图8所示。其最大锁模力为150 kN,可以利用该分析结果,帮助设计人员选择不同型号的注塑机。

实际生产中,在模具设计和制造之前,应用CAE软件对模具设计方案进行分析和模拟来代替实际的试模,这些模拟预测分析结果对模具设计人员具有较大的参考价值,同时降低了风险,缩短了生产周期。

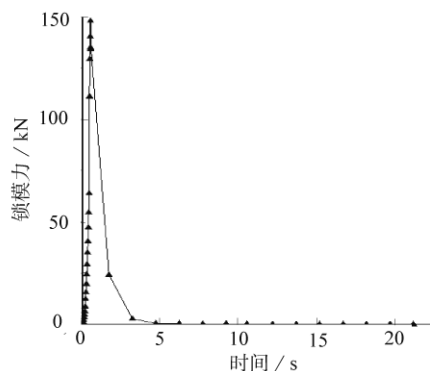


图8 注塑机锁模力分布图

3 结语

应用 Moldflow/MPI 对注塑件进行填充、流动和冷却等模拟分析,得到的成型工艺参数和成型结果有助于工艺人员和模具设计人员更快更便捷地找出缺陷产生的原因,从而优化注塑模具结构的设计和注射成型工艺方案,最终为生产优质塑料制件提供指导作用。随着 CAE 技术的不断提高和 CAE 软件的不断完善, Moldflow 等模拟分析软件将在塑料制件行业和塑料模具行业得到广泛的推广和应用,并将会大大缩短新产品的上市时间,减少开发成本,优化模具结构,提高注塑模具质量和缩短模具生产周期,为模具企业和塑料制件生产企业带来良好的经济效益。

参考文献

- [1] 《塑料模设计手册》编写组. 塑料模设计手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 1994.
- [2] 范新风. 我国注塑模 CAE 技术的应用现状分析[J]. 机电技术, 2004(2): 6-7, 21.
- [3] 余卫东. Moldflow 技术在注塑成型过程中的应用[J]. 软件世界, 2006(2): 56-58.
- [4] 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.

OPTIMIZING DESIGN OF INJECTION MOULD OF MOBILE PHONE BACK SHELL BASED ON MOLDFLOW

Liu Rongliang, Liu Bin

(National Engineering Research Center of Novel Equipment for Polymer Processing,
South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

ABSTRACT The function and general process of Moldflow are expressed in detail by the instance of mobile phone back shell, and how to use the results of CAE analysis to optimize molding process and injection mould design are introduced. The special contributions of CAE technology in the field of injection mould industry are shown by the way.

KEYWORDS Moldflow, simulation analysis, CAE, injection mould design, mobile phone back shell