

ProCAST 软件的特点及其在铸件成形过程中的应用

Function of FEM Software ProCAST and Application in Casting

胡红军

(重庆工学院 材料科学与工程学院, 重庆 400050)

摘要: 介绍了商品化有限元软件 ProCAST 的组成模块、功能以及在铸件成形、缺陷预测方面的应用。

关键词: 有限元模拟; ProCAST; 凝固模拟; 缺陷预测

中图分类号: TG244

文献标识码: B

文章编号: 1001-3814(2005)01-0070-02

ProCAST 软件从 1985 年开始将最先进的有限元技术用在铸造模拟中,有效地提高了铸造工艺的正确性。借助于 ProCAST 系统,铸造工程师在完成铸造工艺编制之前,就能够对铸件在形成过程中的流场、温度场和应力场进行仿真分析并预测铸件的质量、优化铸造设备参数和工艺方案,通过对金属流动过程的模拟,可以精确显示浇不足、冷隔、裹气和热节的位置及残余应力和变形的大小,准确地预测缩孔缩松和微观组织。

1 ProCAST 软件的组成模块

ProCAST 是针对铸造过程进行流动-传热-应力耦合作出分析的系统,共有 8 个模块,用户可以比较灵活地租用或购买这些模块。对于普通用户,一般应有传热分析及前后处理、流动分析、应力分析和网格划分等基本模块。对于铸造模拟有更高要求的用户则需要有更多功能的其它模块,例如热辐射分析,显微组织分析,电磁感应分析,反向求解,应力分析等模块。这些模块既可以一起使用,也可以根据用户需要有选择地使用。

2 ProCAST 软件的特点

2.1 可重复性

即使一个工艺过程已经平稳运行几个月,意外情况也有可能发生。由于铸造工艺参数繁多而又相互影响,因而在实际操作中长时间连续监控所有的参数是不可能的。任何看起来微不足道的某个参数的变化都有可能影响到整个系统,但又不可能在车间进行全部针对各种参数变化的试验。ProCAST 可以让铸造工程师快速检查每个参数的影响,从而得到可重复的、连续平稳生产的参数范围。

2.2 可虚拟试验

在新产品市场定位之后,就应开始进行生产线的开发和优化。ProCAST 可以虚拟试验各种革新设计而取之最优。因此大大减少工艺开发时间,同时又把成本

降到最低。

2.3 灵活性大

ProCAST 采用基于有限元法(FEM)的数值计算方法,与有限差分法相比,具有较大的灵活性,特别适用于模拟复杂铸件成型过程中的各种物理现象。

2.4 模拟功能强大

ProCAST 作为针对铸造过程进行流动、传热、应力求解的软件包,能够模拟铸造过程中绝大多数问题和许多物理现象。在铸造过程分析方面,ProCAST 提供了能够考虑气体、过滤、高压、旋转等对铸件充型的影响,能够模拟出气化模铸造、低压铸造、压力铸造、离心铸造等几乎所有铸造工艺的充型过程,并且对注塑、压制腊模、压制粉末等的充型过程进行模拟;在传热分析方面,ProCAST 能够对热传导、对流和辐射等三种传热方式进行求解,尤其是引入最新“灰体净辐射法”模型,使 ProCAST 擅长于解决精铸及单晶铸造问题;在应力分析方面,通过采用弹塑性和粘塑性及独有的处理铸件/铸型热和机械接触界面的方法,使其具有分析铸件应力、变形的能力;在电磁分析方面,ProCAST 可以分析铸造过程所涉及的感应加热和电磁搅拌等。以上的分析可以获得铸造过程的各种现象、铸造缺陷形成及分布、铸件最终质量的模拟和预测。

2.5 界面人性化

ProCAST 的前后处理完全基于 Windows 的用户界面,通过提供交互菜单、数据库和多种对话框完成用户信息的输入。ProCAST 具有全面的在线帮助,具有良好的用户界面;通过提供和通用机械 CAD 系统的接口,可直接获取铸件实体模型的 IGES 文件或通用 CAE 系统的有限元网格文件;可以将模拟结果直接输出到 CAD 系统接口,尤其可以通过 I-DEAS 直接读取 ProCAST 结果文件。这使得 ProCAST 极易与具有设

收稿日期:2004-10-27

作者简介:胡红军(1976-),男,湖北人,讲师,硕士,现从事材料成型 CAD-CAE 软件研究和开发

计、加工功能的 CAD/CAM/CAE 系统集成,实现数据共享,大幅度提高生产效率。

3 ProCAST 软件的应用

ProCAST 几乎可以模拟分析任何铸造生产过程中可能出现的问题,为铸造工程师提供研究铸造过程的新的途径,使他们有机会看到型腔内所发生的一切,从而产生新的设计方案。其模拟结果可以由网络浏览器来显示,从而使比较复杂的铸造过程能够通过网络进行有效的讨论分析和研究。ProCAST 软件在铸造凝固模拟中应用很广泛。

3.1 缩孔

缩孔是由于凝固收缩过程中液体不能有效地从浇注系统和冒口得到补缩造成的。ProCAST 可以确认封闭液体的位置。使用特殊的判据,例如宏观缩孔或 Niyama 判据,来确认缩孔缩松是否会在这些敏感区域内发生。同时,还可以计算与缩孔缩松有关的补缩长度。在砂铸中,可以优化冒口的位置和大小以及绝热保温冒口的选用。在压铸中,可以详细准确计算模型中的热节、冷却加热通道的位置和大小以及溢流口的位置。利用宏观缩孔判据,可进行可靠的缩孔预测。这个判据有助于识别封闭的金属液穴,定量地计算出由于凝固收缩而导致的缩孔量。如图 1 是大型船用发动机球墨铸铁缸体的冷却过程模拟,图中深颜色表示可能发生缩孔的位置。

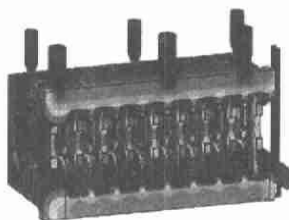


图 1 大型船用发动机球墨铸铁缸体冷却过程模拟

3.2 裹气

由于液体充填受阻而产生的气泡和氧化夹杂物会影响铸件的力学性能。ProCAST 能够非常清楚地表明充型过程中的紊流可以导致氧化夹杂物的产生。这些缺陷的位置可以在计算机上通过显示进行跟踪。由于能够直接监视裹气的运行轨迹,从而使优化设计浇注系统、合理安排出气孔和溢流孔变得轻而易举。车轮铸件的模拟,铸件缺陷的预测,显示出在铸件冒口底部的气孔,并采用工艺模拟的方法来消除,见图 2。

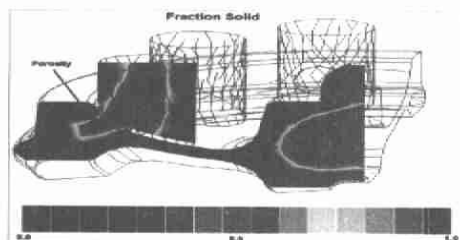


图 2 车轮铸件的模拟

3.3 裂纹

铸造在凝固过程中容易产生热裂以至在随后的冷却过程中产生裂纹。利用热应力分析,ProCAST 可以模拟凝固和随后冷却过程中产生的裂纹。在真正的生产之前,这些模拟结果可以用来检验为防止缺陷产生而进行的各种工艺尝试。

3.4 冲砂

在砂铸中,有时冲砂是不可避免的。如果冲砂发生在铸件的关键部位将影响铸件的质量。ProCAST 可以通过对速度场和压力场的分析确认冲砂的产生。通过虚拟的粒子跟踪则能很容易确认最终夹砂的区域。

3.5 冷隔及浇不足

在浇注成型过程中,一些不当的工艺参数如型腔过冷、浇速过慢、金属液温度过低等会导致一些缺陷的产生。通过传热和流动的耦合计算,设计者可以准确计算充型过程中的液体温度下降。在充型过程中凝固了的金属将会改变充型的流动形式。ProCAST 可以预测这些铸造充型过程中发生的现象,而且可以随后快速地检验相应的改进设计方案。

3.6 压铸模寿命预测

热循环疲劳导致压铸模使用寿命的降低。ProCAST 能够预测压铸模中的应力周期和最大抗压应力,见图 3,结合与之相应的温度场便可准确预测关键部位进而优化设计以延长压铸模的使用寿命。

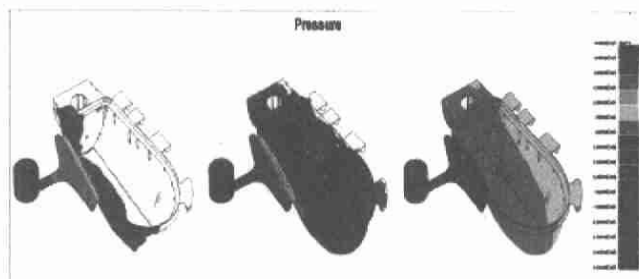


图 3 在压力铸造过程中压力的分布情况

4 结语

用有限元软件 ProCAST 能预测铸件中存在的宏观缩孔、直观反映出充型凝固的温度场、温度梯度、金属液流动行为、热节部位、缩松缩孔等。预测结果与实际铸造结果相吻合。ProCAST 软件对铸造工艺的模拟,为预测铸件缺陷、生产高质量铸件提供了强有力的辅助工具,在铸造工艺优化设计中具有广泛意义。