

铸造 CAE 技术在铸钢件中的应用

周建新, 刘瑞祥, 陈立亮, 廖敦明

(华中科技大学 材料学院, 湖北 武汉 430074)

摘要: 介绍了铸造 CAE 技术的基本思路和原理以及华铸 CAE/InteCAST-Steel7.0 的基本情况和应用实例。表明现阶段的铸造 CAE 软件能够很准确地预测铸钢件在充型凝固过程中可能产生的缺陷, 从而辅助工艺人员进行工艺优化, 指导实际铸钢件的生产。

关键词: 铸造 CAE; 华铸 CAE-Steel7.0; 铸造缺陷; 铸钢

中图分类号: TG26

文献标识码: A

文章编号: 1001-3814(2004)11-0067-02

Applications of Foundry CAE in Steel Casting

ZHOU Jian-xin, LIU Rui-xiang, CHEN Li-liang, LIAO Dun-ming

(Material College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: The basic principles of foundry CAE technology, InteCAST-Steel7.0 and some applications of this software were introduced. The applications show that the software can aid technologists to optimize cast process by forecasting casting defects arising during mold filling and solidification processes.

Key words: foundry CAE; inteCAST-steel7.0; casting defects; cast steel

铸造 CAE 技术是利用计算机技术来改造和提升传统铸造技术, 对降低产品成本、提高铸造企业竞争力有着不可替代的作用, 它的应用和推广必将为铸造行业带来很大的经济和社会效益。国内外许多通用的商品软件都能够有效地预测铸件缩孔类缺陷, 其准确性基本上达到了定量的程度。充型过程的数值模拟其理论和算法也趋于完善, 对充型过程类缺陷如浇不足、冷隔、卷气、夹渣等也能够进行有效地定性预报。应力场以及组织模拟也取得了一些可喜的进展。本文在介绍铸造 CAE 技术的基本思路以及温度场和流动场数值模拟的数学模型的基础上, 介绍了华铸 CAE/InteCAST-Steel7.0 的基本情况以及在铸钢件中的一些应用实例。

1 铸造 CAE 技术的基本思路

铸造 CAE 软件一般包括前置处理模块、计算分析模块以及后置处理模块。前置处理模块包括对铸件、砂芯、铸型等的三维造型和网格剖分; 计算分析模块是对铸件/铸型的各物理场进行求解; 后置处理模块是把计算结果以曲线、图形、图像以及动画等表达方式直观有效地表达出来。最后根据模拟分析的结果判断工艺的优劣, 如果工艺不可行, 则改进工艺重新进行模拟分析直至获得一个比较满意的结果, 这样就实现了在计算机虚拟环境下优化工艺的目的。现阶段的铸造 CAE 软件一般借助于通用的三维造型软件如 Pro/E、UG、SolidWorks、CAXA 等进行三维造型并通过文件接口进行衔接, 通常采用 STL 文件格式。

计算分析模块是将液态金属充型凝固过程看作是

不可压缩粘性流体的流动来进行多物理场的分析, 它可以由动量方程、连续性方程、能量方程以及体积函数来描述。有关方程式以前的文章多有描述, 在此不再赘述。

华铸 CAE 软件系统采用了有限差分法^[1,2], 其流动场数值分析是基于 SOLA-VOF 方法, 该 CAE 软件系统是用体积函数来跟踪自由边表面的位置, 另外该系统采用惯性原理和连续性原理相结合的方法比较合理地处理了自由表面的速度边界条件^[3~5]。

2 华铸 CAE/InteCAST-Steel7.0

2.1 基本模块和功能

华铸 CAE 软件通过对铸件充型凝固过程的流动场、温度场的模拟分析以达到优化工艺的目的。它对不同合金材质如铸钢、铸铁、铸造铝合金、铸铜以及不同的铸造方法如砂型铸造、金属型铸造、铁模覆砂铸造、压铸、低压铸造、熔模铸造都有相应的模块^[6~8]。图 1 是华铸 CAE/InteCAST-Steel7.0 的基本模块和功能。

2.2 应用实例

2.2.1 前压圈铸钢件的充型过程模拟

图 2(见彩色中插)是某厂生产的前压圈铸钢件充型过程的几个不同时刻的充型色温, 可看出该充型过程的充型次序以及温度的分布。通过充型过程的模拟, 可以辅助工艺人员预测充型过程可能产生的缺陷如冷隔、浇

收稿日期: 2004-02-09

作者简介: 周建新 (1975-), 湖南邵阳人, 讲师, 博士, 研究方向为铸造 CAE 技术。

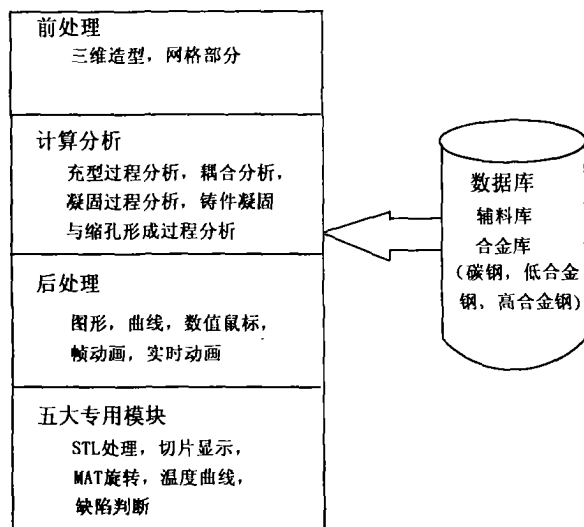


图1 华铸CAE/InteCAST-Steel7.0的基本模块和功能
不足、夹渣等,此次模拟分析发现前压圈在充型过程中的温降比较大,应适当提高浇注温度。

2.2.2 不锈钢阀体凝固过程模拟

图3(见彩色中插)是某厂生产的不锈钢阀体原始工艺(毛坯重40t)模拟所得的缩孔缩松分布(a)以及此前该厂按此工艺浇注出来的铸件在阀体中部厚实的地方发现脸盆大的缩孔(b),模拟结果与浇注的结果非常吻合。

2.2.3 II型体铸钢件工艺的改进

图4(见彩色中插)与图5(见彩色中插)分别是某厂生产的II型体铸钢件的原始工艺和改进工艺,原始工艺是铸件上对称放置两个冒口,改进工艺在原始工艺基础上加了冷铁,一边是在吊耳侧面加冷铁,一边是在吊耳下面加冷铁。图6(见彩色中插)与图7(见彩色中插)是这两种工艺模拟所得的结果,原始工艺在吊耳内有比较严重的缩松,改进工艺的两种加冷铁的方式都消除了吊耳内的缺陷,但是加侧冷铁方案导致铸件

其它地方的缺陷,而在吊耳下面加冷铁的方案既消除了吊耳内的缺陷又没有导致别的缺陷。实际浇注结果也证明了在吊耳下面加冷铁的方案是成功的。

3 结语

铸造CAE技术为提高传统铸造行业的产品质量、企业竞争力提供了强而有力的工具,国内采用铸造CAE技术的铸造厂家为数不多,而国外发达国家采用这一技术的企业比较普遍。随着世界经济的一体化以及我国加入WTO,铸造CAE技术将显得日益重要;最近几年华铸CAE软件的应用情况也表明了越来越多的国内铸造企业越来越重视铸造CAE技术,在铸钢件中已有很多成功应用的案例,这将进一步推动铸造CAE技术的发展,从而最终为铸造企业创造更大的经济效益和社会效益。

参考文献:

- [1] 陈立亮,刘瑞祥,林汉同. 基于STL网格剖分技术的研究[J]. 特种铸造及有色合金,1999,(增刊):145-147.
- [2] 周建新,刘瑞祥,陈立亮,等. 基于STL的射线穿透法网格剖分的研究[J]. 铸造技术,2001,(1):15-17.
- [3] 袁浩扬. 铸件形成过程传热与流动耦合数值模拟的研究[D]. 武汉:华中理工大学博士论文,1995.
- [4] 陈立亮. 低压铸造连续生产过程数值模拟及其质量的控制[D]. 武汉:华中理工大学博士论文,1997.
- [5] 周建新. 基于非均匀网格技术的铸件充型凝固过程数值模拟的研究[D]. 武汉:华中科技大学博士论文,2003.
- [6] 周建新,刘瑞祥,陈立亮,等. 华铸CAE软件在生产中的应用[J]. 机械工人,2001,(8):11-13.
- [7] Zhou Jianxin, Liu Ruixiang, Chen Liliang, et al. Current Developments and Applications of InteCAST Software[J]. J. Cast Metals Res., 2002,15(4):415-419.
- [8] 刘瑞祥,陈立亮,魏华胜,等. 铸件凝固过程数值模拟技术的应用[J]. 现代铸铁,2003,(4):34-36. □

封面广告说明

中 频 感 应 电 炉

西安机电研究所长期致力于中频感应电炉的研究和生产。经过十余年的努力,终于形成了包括钢、铸铁、铜、铝等中频感应熔炼电炉,SCR并联逆变固体电源,IGBT半桥串联固体电源等感应熔炼设备系列产品。近年来我们不断研究新技术在感应熔炼领域的应用,并取得了可喜的成果。我们的产品以技术先进、运行可靠著称,得到了广大用户的一致好评。

主要产品及服务:中频感应熔炼/保温电炉:0.5~50T/100~4000kW;感应加热电炉:用于感应透热和表面热处理;IGBT功率共享固体电源;国内率先推出的双向供电电源;带保温和不带保温功能的(气压)塞杆浇铸炉;配备塞杆升降示教模拟系统或浇口液位激光测量系统的自动浇铸装置;具有网络功能的计算机集中控制系统和管理系统;现代化铸造车间高效管理的好帮手;有色金属感应电炉用耐火材料;感应电炉辅助作业工具,旧炉衬推出机构及气动锤击式筑炉机,省时、省力、高效、污染小;承接铸造车间熔化成套设备的总承包交钥匙工程;提供包括设备制造、土建设计、安装、调试技能培训在内的全部工程服务。

地址:西安市高新路火炬大厦7层

邮编:710075

电话:029-88225142

传真:029-88225143

上海公司电话:021-56184711