

超声检测模拟仿真软件应用与发展现状

吴冲¹, 王子成^{1,2}

¹中国科学院武汉物理与数学研究所; ² 武汉中科创新技术股份有限公司

摘要: 综述了国外关于超声检测(UT)仿真软件的研究发展现状,介绍了国外发展较成熟、使用较为广泛的超声检测仿真软件,如法国原子能委员会(CEA)研发的 CIVA、瑞典科学无损检测中心研发的 simSUNDT、Eclipse Scientific 研发的 BeamTool8 等。同时介绍了国内超声检测仿真软件的研究方法以及研究结果的进展状况。

关键词: 超声检测;仿真;软件

中图分类号: TG115.28; TH164; TP391.9

文献标志码: A

Application and Development Status of Simulation Software for Ultrasonic Testing

Wu Chong, Wang Zicheng

Abstract: The foreign research and development status of ultrasonic testing (UT) simulation software is summarized, the mature and popular software such as CIVA by CEA, simSUNDT by S CeNDT, Beam TooL8 by Eclipse Scientific are introduced. The status of domestic research methods and outcomes in this area is also presented.

Keywords: ultrasonic testing; simulation; software

1 引言

超声检测一般是指超声波与工件相互作用产生反射、投射和散射波来对工件进行宏观缺陷检测、几何特性测量、组织结构和力学性能变化的检测与表征、特定应用评估的技术^[1]。作为无损检测的重要分支,超声检测已被广泛应用于各种工业领域。

利用超声检测方法对工件进行无损探伤时,一般测量出回波信号的幅值与传播时间,就可评定工件中缺陷的严重程度及其所在位置^[2]。但对于超薄(小于 8mm)与超厚(100 - 500mm)的焊缝、铸造奥氏体不锈钢焊缝和异种金属接头等,需要开发专用的检测技术与装备^[3]。如果基于实际试验进行开发,通常成本很高且非常困难,对于材料及研究经费都会造成很大浪费。采用计算机仿真技术模拟检测过程,不仅可对上述问题进行深入分析并得出最佳检测方法,还能与实际检测设备的检测结果进行对比以提高检测设备的检测性能。

2 超声检测仿真现状

2.1 国外发展现状

在 20 世纪 90 年代初,CEA(法国原子能委员会)开始开发用于超声无损检测的数值模拟和建模的专用工具 CIVA^[4]。该系统的超声无损检测部分

主要由 Champ-Son 和 Mephisto 两个模块组成^[5]。Champ-Son 模型基于几何最优化近似,一方面能够简化处理复杂几何形状界面、任意探头以及任意激发脉冲,另一方面能够定量预测工件中的声场分布。Mephisto 模型基于 Kirchhoff 衍射理论,能独立进行各种缺陷的分析计算^[6]。通过 CIVA 软件可进行模拟、优化检测程序,也可在检测过程中涉及最有影响的参数,包括传感器、检测样品的几何形状或材料以及所追求的缺陷^[7]。通过调整这些参数,就可确定所需要的最合适的检测方法,或评估现有程序的性能和相关性。通过多年的发展,CIVA 目前包括允许在 CAD 设计组件上执行模拟的 CAD 连接^[8]。CIVA 软件平台包括三个主要的非破坏性测试方法,具体有以下检测模块^[9]:超声测试、导波检测、涡流探伤、Xray 检测、计算机断层扫描等。法国原子能委员会通过发布 CIVA 的不同版本,不断将最新研究成果集成到软件中^[10]。

Imagine 3D 是加拿大 UTEX 科学仪器公司开发的一套用于超声仿真的软件^[11,12]。Imagine 3D 可以处理任意数量的纵向和横向模式转换并以不同颜色显示,并可准确识别原因不明的回波来源。模拟 A 扫描图能够验证实际检测信号的强度和位置,模拟 B 扫描可以显示杂散声音模式和零件几何形状可能存在的遮蔽缺陷。

simSUNDT 是瑞典科学无损检测中心(S CeNDT)开发的一套用于超声仿真的计算机软件^[13,14]。simSUNDT 程序包括基于 Windows® 的预