

电工理论与新技术

层叠导体脉冲涡流检测中探头瞬态响应的快速计算

张玉华, 孙慧贤, 罗飞路

国防科学技术大学机电工程与自动化学院

摘要: 针对飞机多层金属结构中各类隐藏腐蚀导致的金属层减薄、层离间隙变化等问题, 建立任意n层层叠导体结构脉冲涡流检测的电磁场理论模型, 应用矢量磁势A推导得到了导体结构对线圈探头的反射系数, 将之归纳为n个矩阵相乘的形式。进一步导出了同轴双线圈探头频域响应的积分表达式, 并根据低频电磁场传播特性和偏微分方程理论, 将二重广义积分转化为级数求和, 采用快速傅里叶变换计算探头的瞬态响应, 并与有限元时步法进行对比, 验证理论推导的正确性, 结果表明级数展开结合快速傅里叶变换是一种更快速有效的求解方法。

关键词: 脉冲涡流检测 层叠导体结构 瞬态响应 反射系数 级数展开 傅里叶变换 时步法

Fast Calculation of Probe's Transient Response to Pulsed Eddy-current for Inspection of Multi-layered Conductive Structures

ZHANG Yu-hua, SUN Hui-xian, LUO Fei-lu

Institute of Mechanical and Electrical Engineering, National University of Defense Technology

Abstract: To research metal thinning, interlayer gap variation caused by all kinds of hidden corrosion in aircraft multi-layered metal structure, the electromagnetic field theory model of n-layered conductive structure inspected by pulsed eddy current technique was built. The reflection coefficient of the conductive structure to probe is derived by using magnetic vector potential A. It is generalized as the product of n matrix. Furthermore, the frequency-domain response of two coaxial coils probe is derived and expressed in integral expression. According to the diffusion characteristic of low-frequency electromagnetic field and partial difference equation theory, double generalized integral is expanded to series summation. Probe transient response to multi-layered conductive structure is calculated by fast Fourier transform (FFT). Compared with the results from finite element time-stepping method, it is shown that the theoretic derivation is correct and the calculation method using series expansion and FFT is more effective.

Keywords: pulsed eddy current testing multi-layered conductive structure transient response reflection coefficient series expansion Fourier transform time-stepping method

收稿日期 2009-04-28 修回日期 2009-06-01 网络版发布日期 2010-01-12

DOI:

基金项目:

通讯作者: 张玉华

作者简介:

作者Email:

参考文献:

本刊中的类似文章

1. 王公宝 向东阳 马伟明.基于FFT和神经网络的非整数次谐波分析改进算法[J]. 中国电机工程学报, 2008,28(4): 102-108
2. 曾博 滕召胜 温和 卿柏元.莱夫-文森特窗插值FFT谐波分析方法[J]. 中国电机工程学报, 2009,29(10):

扩展功能

本文信息

- ▶ Supporting info
- ▶ PDF(327KB)
- ▶ [HTML全文]
- ▶ 参考文献[PDF]
- ▶ 参考文献

服务与反馈

- ▶ 把本文推荐给朋友
- ▶ 加入我的书架
- ▶ 加入引用管理器
- ▶ 引用本文
- ▶ Email Alert
- ▶ 文章反馈
- ▶ 浏览反馈信息

本文关键词相关文章

- ▶ 脉冲涡流检测
- ▶ 层叠导体结构
- ▶ 瞬态响应
- ▶ 反射系数
- ▶ 级数展开
- ▶ 傅里叶变换
- ▶ 时步法

本文作者相关文章

- ▶ 张玉华
- ▶ 孙慧贤
- ▶ 罗飞路

PubMed

- ▶ Article by Zhang,Y.H
- ▶ Article by Xun,H.X
- ▶ Article by Luo,F.L

3. 付鹏 胡松 孙路石 向军 陈巧巧 杨涛 张军营. 稻草和玉米秆热解气体产物的释放特性及形成机理[J]. 中国电机工程学报, 2009,29(2): 113-118
4. 杨忠林 吴正国 李辉. 基于直流侧电流检测的逆变器开路故障诊断方法[J]. 中国电机工程学报, 2008,28(27): 18-22
5. 孔雪娟 罗昉 彭力 康勇. 基于周期控制的逆变器全数字锁相环的实现和参数设计[J]. 中国电机工程学报, 2007,27(1): 60-64
6. 刘瑞芳 严登俊 胡敏强. 永磁无刷直流电动机场路耦合运动时步有限元分析[J]. 中国电机工程学报, 2007,27(12): 65-70
7. 吴碧君 刘晓勤 肖萍 王述刚. TiO₂负载的二元金属氧化物催化剂低温NH₃选择性还原NO_x的研究[J]. 中国电机工程学报, 2008,28(23): 75-80
8. 卿柏元 滕召胜 高云鹏 温和. 基于Nuttall窗双谱线插值FFT的电力谐波分析方法[J]. 中国电机工程学报, 2008,28(25): 153-158
9. 胡海兵 吕征宇 钱照明. 浮点协处理器设计及其在电力电子数字控制平台中的应用[J]. 中国电机工程学报, 2008,28(3): 29-34
10. 吴新振 王祥珩. 十二相异步发电机功率绕组与整流系统的电路分析[J]. 中国电机工程学报, 2007,27(15): 75-82
11. 赵凤展 杨仁刚. 基于短时傅里叶变换的电压暂降扰动检测[J]. 中国电机工程学报, 2007,27(10): 28-34
12. 邓艾东 包永强 赵力. 转子磁声发射源定位中的广义互相关时延估计研究[J]. 中国电机工程学报, 2009,29(14): 86-92
13. 李春雨 蒋旭光 安春国 费振伟 池涌 严建华. 农药生产废渣燃烧/热解特性研究[J]. 中国电机工程学报, 2009,29(23): 45-50
14. 温和 滕召胜 王一 杨步明 王璟珣. 基于布莱克曼-纳托尔窗的高精度电力谐波智能分析方法 [J]. 中国电机工程学报, 2009,29(25): 92-97
15. 吴静 金海彬. 高准确度的相位差测量方法[J]. 中国电机工程学报, 2010,30(13): 41-45