

基于非线性超声的金属材料力学性能退化无损检测技术实验研究

颜丙生 吴斌 何存富 李佳锐

(北京工业大学机械电子工程学院, 北京 100124)

摘要: 非线性声学方法在材料特性, 特别是在微结构的变化及金属疲劳的检测中有很大的应用前景, 材料性能退化总是伴随着某种形式的材料非线性力学行为, 从而引起超声波传播的非线性, 即高频谐波的产生, 超声非线性系数可以表征材料性能退化的程度。研究了基于二次谐波激发技术的测量材料超声非线性系数的方法, 发展了一套可靠的测试实验系统, 并从实验上测量了不同拉伸和疲劳退化程度的 AZ31 镁合金棒的超声非线性系数, 得到了随着材料力学性能退化的程度加深, 超声非线性系数显著增加的实验结果。表明超声非线性系数可以表征 AZ31 镁铝合金的拉伸和疲劳退化过程, 可以有效的对材料和结构的力学性能退化程度进行无损检测。

关键词: 超声非线性; 无损检测; 金属材料; 力学性能退化

超声技术在水合物沉积物实验中的应用

王淑云 鲁晓兵

(中国科学院力学研究所, 北京, 100190)

摘要: 超声波在气、液、固体介质中传播时, 其声速、波幅和频率均会因介质的颗粒、密度、相态不同而出现不同程度的衰减。水合物沉积物属多孔隙的复杂介质, 水合物分解前后和分解过程中又会多相态共存或变化, 合成和分解过程中的温度和压力变化等因素都会不同程度地影响声学参数, 如声速、声幅和声频的衰减。因此通过超声波声学参数变化来定性判断水合物沉积物的生成和分解状态, 定量反演水合物沉积物密实度、饱和度和弹性模量等参数, 一直是目前水合物沉积物实验研究的热点。

超声探测技术在水合物合成和分解实验中一般是这样设计的: 在水合物沉积物试样的上下两端各置放一个声波发射和接受的探头, 通过配置发射和接收换能器, 高速 A/D 采集卡和计算机控制和采集及处理软硬件接口等, 来实现对水合物沉积物的物性状态和参数的测量。

目前超声波测量在水合物沉积物中的应用还存在一些技术难点, 如超声频率的选择问题: 频率较高, 分辨率会好, 但声波的衰减会很大, 难以通过水合物沉积物。频率较低, 声波衰减少, 但分辨率会很低。还有, 超声波探测时探头以及介质外测橡皮膜等的密封问题, 也会直接影响超声探测结果和分析。此外, 对超声波谱变化与松散介质特性相结合的定量分析方法也待研究的细化, 这也是目前声学技术在水合物沉积物实验中应用的难点。

在水合物沉积物力学性质实验装置中的设计超声测量模块主要考虑以下因素: 1) 适合小尺寸模型 (实验样品尺寸为直径 39.1mm*高度 80mm), 且能承受一定压力和低温的超声探头, 使其能在加载和低温条件下测量数据可靠; 2) 超声频率的选择以及换能

器的设计, 超声探头以及介质外测橡皮膜等的密封问题。因此, 研制的超声探头既要与样品直径相匹配, 又要有合适的频率和刚度, 还要保证测量到的数据可靠和准确。

为达到上述目的, 超声波在水合物沉积物物性参数测量模块中的主要设计参数为: 超声频率 1MHz 左右; 超声探头与样品两端分别直接接触, 橡皮膜将两者的侧面包裹住, 两端将采用胶粘、线扎等方法进行密封以防止水、气泄漏。

关键词: 水合物沉积物; 超声测量; 声学参数; 测量模块

SPICA 技术在电站锅炉蠕变监测中的应用

丁克勤¹ 李英治²

(1. 中国特种设备检测研究院, 北京 100013; 2. 荷兰电力研究院, 荷兰)

摘要: 电站锅炉联箱和主蒸汽管道具有承受高温、高压蒸汽介质的特点, 这极大地增加了材料高温蠕变损伤问题, 而在焊接结构中, 焊缝热影响区是最容易产生裂纹的关键地方。例如锅炉主蒸汽管道和联箱的焊接接头, 裂纹往往产生于此。由于各热影响区蠕变性能差异很大, 细晶区或第 VI 型过度区的蠕变强度较低。试验表明, 虽然整个焊缝的平均应变尚在许可的范围内, 但在细晶区或第 VI 型过度区已经出现局部过大的蠕变变形, 从而最先产生裂纹。为了避免结构失效的风险和降低意外事故停机的经济损失, 定期地开展对联箱和主蒸汽管道检查, 及时对焊缝热影响区蠕变实施在线监测就极为重要。本文系统介绍荷兰电力研究院(KEMA)20 年来研究开发的 SPICA(Speckle Image Correlation Analysis)技术及其应用情况, 通过该项技术, 可以实施对蠕变应变进行在线监测, 特别适用于焊缝热影响区的局部蠕变应变监测, 这对我国电站安全运行和优化维修策略大有裨益。

关键词: SPICA 技术; 焊缝热影响区; 蠕变; 在线监测

水冷壁管腐蚀检测涡流阵列传感器设计与研制

丁克勤 王洪柱 张旭

(中国特种设备检测研究院, 北京 100013)

摘要: 电站锅炉安全运行一直是人们关注的重点, 而锅炉内作为热交换的水冷壁管由于工作在火焰、烟灰、高压、高温等恶劣环境下, 极易出现磨损、腐蚀, 造成管壁局部减薄, 水冷壁管爆管故障是造成停炉事故的主要原因。因此, 加强水冷壁管腐蚀检测具有十分重要的现实意义。探头是磁电信号转换的核心, 也是低频涡流检测装置的技术关键, 它决定着检测电信号的信噪比、分辨率、稳定性等多项性能, 进而决定涡流检测装置的性能。本文系统介绍了涡流阵列技术的优点, 给出了涡流阵列传感器研制的难点以及解决方法, 研制了八探头低频涡流阵列传感器, 并进行了实验验证。

关键词: 水冷壁管; 腐蚀; 涡流检测; 阵列传感器