

储罐的声发射在线检测技术与研究进展

戴光,李善春,李伟
(大庆石油学院,黑龙江大庆 163318)

摘要 根据承压和常压储罐的声发射检测与评价技术的研究成果,以及综合分析不同发展阶段的有关文献,介绍了在用储罐结构完整性检测与综合评估的意义,分析其合理性和难度,并对这种动态检测技术在评价储罐结构完整性方面的研究进展作了较全面的评述。

关键词 声发射;动态检测;储罐;结构完整性评价

中图分类号:TQ050.7 文献标识码:A 文章编号:1001-4837(2005)03-0033-03

An Online Detection Technology and Its Study Progress for Tanks

DAI Guang, LI Shan - chun, LI Wei

(Dept. of Mech. Eng., Daqing Petroleum Institute, Daqing 163318, China)

Abstract According to the research overcomes of Acoustic Emission(AE) testing and assessment technology on pressurized and atmospheric tanks, and analyzing the literatures in different AE development stages, the significance for structure integrity detection and comprehensive assessment of tanks in service was introduced, at the same time, its rationality and difficulty were analyzed. As a new online detection technology, in the paper its study progress on tank structure integrity assessment will be commented in a relatively comprehensive way too.

Key words acoustic emission; online detection of tanks; structure integrity assessment

1 前言

在用储罐的安全性是一个重要而亟待解决的工程问题^[1,2]。从安全管理科学的角度分析,储罐从方案论证、设计、制造、交付使用、检测与维修,直到最后停用或拆除应是一个全寿命过程,如图1所示。在储罐全寿命过程中,特别要防止在运行过程中继续发展的活性缺陷,这种缺陷一旦由于某种原因(如腐蚀或疲劳等)而发生失稳扩展或穿孔等,就会导致设备提前失效,缩短设备的使用寿命,并发生严重的泄漏或爆炸事故。因此,研究在用储罐中活性缺陷的在线检测、监测与综合评估的新方法,具有重大的社会效益和经济效益^[2]。

2 在用储罐中活性缺陷检测、综合评估的合理性及难度

2.1 合理性

储罐最根本的问题是安全性和经济性,考虑我国目前在用储罐的拥有量、检测维修能力,以及特殊生产工艺条件等因素,不可能在检修期内对所有的储罐都进行全面的检查。这样,哪些储罐作重点检查,哪些才是危险大而急需检测的储罐往往缺乏科学的依据。特别是现在很多大石化企业为提高经济效益,实行装置的长周期运行(“两年一修”或“三年一修”)。延长检修周期效益虽然非常可观,但石化企业的设备老化和安全问题也日渐突出。所以迫切

需要一种既保证安全又经济方便的储罐在线检测和安全性评定的新方法。

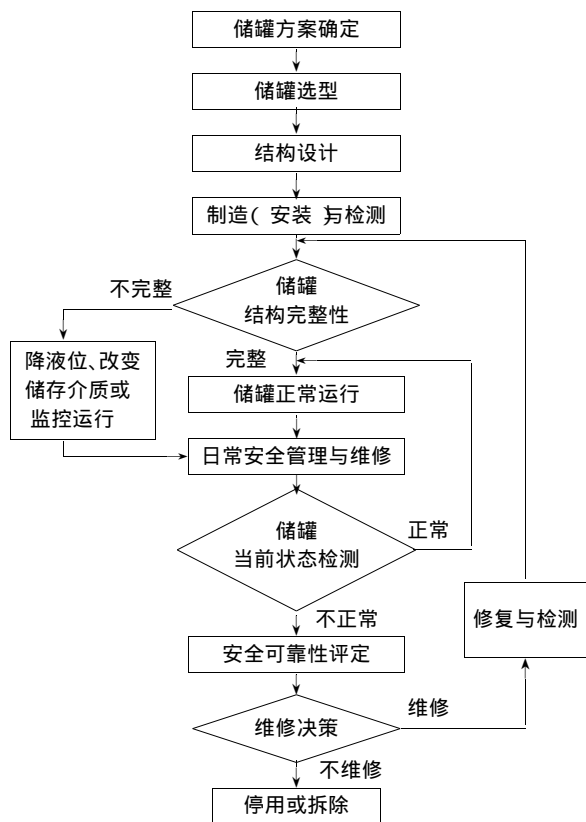


图1 储罐全寿命过程

声发射检测与结构完整性综合评价技术就是解决上述问题的新方法之一。声发射检测的目标主要是针对设备中的活性缺陷,它可以在压力变化过程中,利用少量固定不动的换能器,获得活性缺陷的动态信息,而活性缺陷——声发射源的位置可通过时差定位、区域定位等方法来确定^[3]。因此,采用声发射技术可以达到提高检测速度,节省检测费用,保证储罐安全使用的目的。

2.2 局限性及难度性

长期以来,储罐的缺陷检测有很多种方法共存,它们之所以不能互相取代,就是因为各自都有其优点和局限性。根据有关文献^[2~5],可以将声发射检测储罐的优点和局限性列入表1中。目前的研究是发挥各种检测与评定方法的优点,根据被测对象和条件进行优化组合,例如,将储罐声发射检测与常规无损复验、断裂力学评定相结合,就可以提高结构完整性检测与评定的可靠性。

3 声发射技术在评价储罐结构完整性方面的研究进展

表1 储罐声发射在线检测与评定方法的优点与局限性

优点	局限性
活性缺陷检测与定位	储罐需有压力或状态的变化过程
可以覆盖整个被检结构	背景噪声的干扰
检测系统可快速安装	不能确定储罐缺陷的尺寸
可以在压力或状态变化过程中检测	解释测试结果需要丰富的检测经验和背景知识
对储罐进行在线检测和分类,按储罐状态制定合理维修计划,检测费用和劳动强度低,检测速度快。	在线检测需要满足一定的条件

3.1 研究内容

由于声发射技术具有动态检测与分析的特点,从20世纪60年代以来,声发射技术得到许多国家重视,在理论研究、实验研究和工业应用方面进行大量的工作,取得了相当的进展。综合分析不同发展阶段的大量文献可以看出^[2~18],声发射检测技术研究主要围绕两个问题进行,即声发射源识别和声发射源评价,具体研究内容可概括为几个方面:(1)不同声发射源模式或物理机制的理论与实验研究;(2)声发射波在固体材料或介质中的传播理论;(3)声发射信号特性与材料微观力学特性、断裂特性之间的关系;(4)研制多参量、多功能、高速度和实时分析的数字化新型声发射检测分析仪(包括新型高灵敏度和多用途换能器的研制);(5)声发射信号处理(如利用神经网络和小波技术对声发射源特性进行模式识别、模糊综合评价等)的新理论、新方法;(6)声发射检测/监测、评价的新方法及标准;(7)声发射含义的广义化——扩展新的研究和应用领域;(8)声发射技术用于结构完整性评价的经济和可靠性分析等。

3.2 声发射技术用于在用储罐的结构完整性评价

声发射技术作为一种动态检测的方法弥补了其它常规无损检测的不足,使它成为保证储罐安全运行的有效手段之一。

综合分析文献^[2~5,7],可以将声发射技术应用于储罐结构完整性检测与评价分为三个方面:(1)新制储罐的声发射检测与评价;(2)在用储罐的声发射检测和评定;(3)储罐的声发射在线监测和安全性评定。在上述三方面的应用中,第二方面的应用效果最理想,我国许多单位已采用这种方法,检测和评定在用承压储罐数千台,保证了储罐的安全运行,取

得显著的经济效益和社会效益。在第三方面的应用最具优势,受有关单位委托或参与合作,对难以停产检修的近 200 台承压设备、常压立式储罐进行在线检测、评定工作,解决了用户生产与安全的难题,并积累了一套可行的技术方法和工作经验。在理论研究、实验室试验和大量现场应用的基础上^[2,6,11~18],可以归纳出采用这种技术的主要优点为:

(1) 声发射检测是承压储罐在线检测与评价的一种方法,它适用于背景噪声小、操作稳定和可变载荷的工况条件。因此,可应用于特殊条件的承压储罐的在线检测与评价,确定其安全等级级别和提供合理的维修计划。例如,对在用球罐进行不停产的声发射检测,有较好的效果。

(2) 由于只针对声发射检测出的活性缺陷进行外部的局部复验,而且复验比例很小,从而大大缩短检测时间,为用户带来很大的直接经济效益。

(3) 对承压储罐中已知活性缺陷进行局部状态监测,确定其损伤的严重程度,并提供维修决策依据。

(4) 采用上述方法检测出严重超标的活性缺陷,如采用断裂力学评定,可进一步提高设备的安全可靠性。

(5) 声发射技术是用于常压立式储罐在线检测的有效方法。经过多年的研究,实验室在机理和方法研究、数据库管理软件开发和现场应用等方面取得多项研究成果,并提出“常压立式储罐在线声学检测与评价方法”^[18]。该成果在石油、石化工业中应用,共完成 85 台不同类型、不同介质储罐的腐蚀状态检测与诊断。85 台储罐中 A、B 级占 59%,而 D、E 级仅占 10%。对其中的 12 台储罐进行了开罐和罐底板常规或漏磁扫描方法检测,占总检测台数的 14%。其储罐声学在线检测分类结果与开罐的检测和评价结果基本一致,充分证明了声学在线检测的可行性和可靠性,在石油、石化等企业有广泛应用前景^[5,16~17]。这不仅能节省大量的检测费用,而且能及时查出损伤严重的罐,并制定合理的维修计划。

4 结语

储罐的声发射在线检测与评价技术的研究成果,可以为大型石化储罐的安全稳定运行,减少和避免环境污染,超役设备的延寿和最佳检修决策,提供先进的安全保障技术,因此在石油、天然气和石化等企业,以及石油战略储备库有广泛应用前景。随着

人们对声源和声信号传播理论研究的更深层次的认识,声发射检测技术正面临着一个全新的更高层次的发展前景。

参考文献:

- [1] 丁傲. 爆炸灾害的预防和控制乃当务之急[J]. 中国安全科学学报, 1994, 4(1).
- [2] 戴光. 压力容器安全工程学[M]. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 1995. 8.
- [3] 袁振明, 马羽宽, 何泽云. 声发射技术及其应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 1985.
- [4] 全国无损检测学会声发射专业委员会. 中国第九届声发射会议论文集[C]. 成都, 2001. 8.
- [5] 全国无损检测学会声发射专业委员会. 中国第十届声发射会议论文集[C]. 大庆, 2004. 8.
- [6] 戴光, 等. 球罐活性缺陷的模糊评定方法[J]. 石油学报, 1998, 19(2).
- [7] T. Kishu, K. Takahashi, M. Ohtsu. Proceeding of the 11th International Acoustic Emission Symposium, 1992. 10.
- [8] 机电部通用机械研究所, 等. 在役压力容器声发射检测评定方法[J]. 压力容器, 1990, 7(3).
- [9] 刘时风. 焊接缺陷声发射检测信号谱估计及人工神经网络模式识别研究[D]. 北京: 清华大学, 1996.
- [10] 沈功田. 金属压力容器的声发射源特性及识别方法的研究[D]. 北京: 清华大学, 1998.
- [11] 戴光. 在用压力容器活性的缺陷声发射检测与模糊综合评定[D]. 杭州: 浙江大学, 1996.
- [12] Dai Guang, et al. AE Monitorig and Data Analysis for Large Spherical Tank[J]. NDT&E International, 1993, 26(6).
- [13] Dai Guang, et al. AE Testing of a Low-Alloy Steel Pressure Vesse[J]. NDT&E International, 1993, 26(6).
- [14] 戴光, 徐彦廷, 李伟, 李善春. 声发射源信号强度的“逆源”问题研究[J]. 大庆石油学院学报, 1998, 22(3).
- [15] 戴光, 李伟, 张颖, 等. 多层包扎式尿素合成塔的声发射检测与评价[J]. 压力容器, 2001, 18(3).
- [16] Dai guang, Li Wei, Long Fei-Fei. An Acoustic Emission Method for the in Service Detection of Corrosion in Vertical Storage Tank[J]. Materials Evaluation, 2002, 60(8).
- [17] 刘国文, 戴光, 徐彦廷, 李伟. 1000m³立式储罐腐蚀状态在线检测与评价[J]. 油气田地面工程, 1999, 18(5).
- [18] 徐彦廷, 等. 地上立式金属储罐在线声学检测与评价方法研究[A]. 中国第九届声发射会议论文集[C], 2001.

收稿日期 2004-12-07

作者简介: 戴光(1954-), 男, 教授, 博士生导师, 通讯地址: 黑龙江省大庆市大庆石油学院机械科学与工程学院。

储罐的声发射在线检测技术与研究进展

作者: [戴光](#), [李善春](#), [李伟](#), [DAI Guang](#), [LI Shan-chun](#), [LI Wei](#)
 作者单位: [大庆石油学院, 黑龙江, 大庆, 163318](#)
 刊名: [压力容器](#) **ISTIC** **PKU**
 英文刊名: [PRESSURE VESSEL TECHNOLOGY](#)
 年, 卷(期): 2005, 22(3)
 引用次数: 10次

参考文献(17条)

1. [丁傲](#) [爆炸灾害的预防和控制乃当务之急](#) 1994(01)
2. [戴光](#) [压力容器安全工程学](#) 1995
3. [袁振明](#), [马羽宽](#), [何泽云](#) [声发射技术及其应用](#) 1985
4. [全国无损检测学会声发射专业委员会](#) [查看详情](#) 2001
5. [全国无损检测学会声发射专业委员会](#) [查看详情](#) 2004
6. [戴光](#) [球罐活性缺陷的模糊评定方法](#) 1998(02)
7. [机电部通用机械研究所](#) [在役压力容器声发射检测评定方法](#)[期刊论文]-[压力容器](#) 1990(03)
8. [刘时风](#) [焊接缺陷声发射检测信号谱估计及人工神经网络模式识别研究](#)[学位论文] 1996
9. [沈功田](#) [金属压力容器的声发射源特性及识别方法的研究](#) 1998
10. [戴光](#) [在用压力容器活性缺陷的声发射特性与模糊综合分析](#)[学位论文] 1996
11. [Dai Guang](#) [AE Monitorig and Data Analysis for Large Spherical Tanks](#) 1993(06)
12. [Dai Guang](#) [AE Testing of a Low-Alloy Steel Pressure Vessel](#) 1993(06)
13. [戴光](#), [徐彦廷](#), [李伟](#), [李善春](#) [声发射源信号强度的“逆源”问题研究](#)[期刊论文]-[大庆石油学院学报](#) 1998(03)
14. [戴光](#), [李伟](#), [张颖](#) [多层包扎式尿素合成塔的声发射检测与评价](#)[期刊论文]-[压力容器](#) 2001(03)
15. [Dai Guang](#), [Li Wei](#), [Long Fei-Fei](#) [An Acoustic Emission Method for the in Service Detection of Corrosion in Vertical Storage Tanks](#) 2002(08)
16. [刘国文](#), [戴光](#), [徐彦廷](#), [李伟](#) [1000m3 立式储罐腐蚀状态在线检测与评价](#)[期刊论文]-[油气田地面工程](#) 1999(05)
17. [徐彦廷](#) [地上立式金属储罐在线声学检测与评价方法研究](#) 2001

相似文献(10条)

1. 期刊论文 [纪洪广](#), [张天森](#), [蔡美峰](#), [张志勇](#), [Ji Hongguang](#), [Zhang Tiansen](#), [Cai Meifeng](#), [Zhang Zhiyong](#) [混凝土材料损伤的声发射动态检测试验研究](#) -[岩石力学与工程学报](#) 2000, 19(2)
 在实验基础上, 给出了定量描述声发射活性的特征函数, 导出了声发射参数同损伤参量之间的关系及用声发射参数表示的损伤演化方程和本构方程, 并通过实验, 验证了演化方程的正确性. 探讨了根据混凝土受载后的声发射特征来动态评价和估计混凝土材料的损伤程度问题, 为混凝土损伤的研究和损伤因子的测试提供了一种新的方法和新的途径.
2. 会议论文 [戴光](#), [李伟](#), [张颖](#) [储罐的声发射在线检测技术与研究进展](#) 2004
 本文根据承压和常压储罐的声发射检测与评价技术的研究成果, 以及综合分析不同发展阶段的有关文献, 介绍了在用储罐结构完整性检测与综合评价的意义, 分析其合理性和难度, 并对这种动态检测技术在评价储罐结构完整性方面的研究进展作了较全面的评述.
3. 期刊论文 [王运美](#), [张宏](#), [董为荣](#), [邱超](#), [WANG Yun-mei](#), [ZHANG Hong](#), [DONG Wei-rong](#), [QIU Chao](#) [石油钻具裂纹缺陷声发射检测方法](#) -[中国石油大学学报\(自然科学版\)](#) 2009, 33(5)
 分析石油钻具在使用过程中经常出现的裂纹缺陷的产生机制, 讨论声发射检测技术的特点以及将其应用到钻具检测中的可行性. 提出两种声发射源定位方法, 完善声发射信号数据采集系统和钻具加载方案, 分析用声发射技术检测石油钻具临界裂纹缺陷的测试及评定方法. 对声发射检测技术进行了现场应用检测验证. 结果表明, 此检测结果与普通无损检测结果一致, 验证了声发射技术应用到实际钻具检测中的可行性.
4. 学位论文 [王宏](#) [球形储罐动态检测数据分析与模糊评价方法研究](#) 2000
 压力容器是在工业生产和人们日常生活中得到广泛应用的特种承压设备. 近年来声发射技术在压力容器的定期检验中得到了广泛的应用, 与超声、射线、磁粉等常规无损检测方法相比, 它具有对活性缺陷敏感、一次可对容器进行整体监测、检验周期短、效率高优点. 但是, 由于目前声发射检测技术尚缺乏坚实的物理基础, 而且对AE波传播过程中的衰减、吸收与材料中各类缺陷的交互作用以及边界影响等的不清楚, 造成不法获取原始波形并进行处理, 因此, 开展以球形储罐声发射信号特征参量为研究对象的声发射检测数据处理技术研究具有重要的意义和实用价值. 该文从解决压力容器活性缺陷的声发射“逆源”问题中声源定位和定量两方面的问题入手, 开展了现场球形压力容器声发射检测数据的事后处理方法研究, 开发出符合中国国情的现场球形压力容器声发射检测数据分析软件.

5. 学位论文 [李佳](#) [混凝土静态轴拉声发射试验相关参数研究](#) 2008

混凝土是一种广泛应用的建筑材料,其质量的监控和检测是建筑工程中的重要课题。混凝土是一种具有微裂隙的非均质材料,力学特性复杂。一直以来,对混凝土抗压性能的研究较多,拉伸性能的研究相对较少,而混凝土拉伸性能对结构的安全起着重要的支配作用。声发射技术是一种能够满足实时动态检测的新型无损检测诊断技术,利用该技术可对混凝土受拉损伤程度及其损伤发展趋势做出判断和预测,进行安全评估。然而声发射技术在混凝土拉伸领域中的应用还刚刚起步,有许多基本问题尚未研究透彻,本文对声发射系统硬件参数的设置、混凝土声发射过程中噪声的过滤以及声发射信号参数的选取三个基本问题进行研究,为今后的混凝土声发射研究工作奠定基础。

本文结合导师所承担的国家自然科学基金重点项目,开展混凝土静态轴拉声发射试验,对声发射试验相关参数进行系统的研究。首先对国内外学者的相关研究成果进行分析总结,针对不同的声发射参数制定相应的试验方案。然后通过混凝土静态轴拉声发射试验,运用参数分析和波形分析相结合的方法,研究声发射系统硬件参数和滤波参数的影响。最后将混凝土声发射信号参数进行经历图分析和相关性分析,评价和选择在反映混凝土损伤过程方面具有代表性的声发射信号参数。

通过上述研究工作,本文得到以下几个主要结论:(1)利用声发射技术研究混凝土损伤时,应先利用宽频传感器检测材料受载时的声发射频率,然后再进一步选择更适合的传感器类型。需要多个传感器检测混凝土损伤过程时,从三种传感器采集的主要信号频率以及经济性方面考虑,本文选择R6 α 型传感器;(2)前置放大器增益一般设置为40dB;(3)依据采样定理,本文选择了1MHz的采样率,满足了最大频率的采集,且有利于持续时间较长波形的采集;分析撞击波形时,采样长度应设置为4k;如果没有对触发点之前波形进行分析的特殊需要,一般将预触发值设置为 $0\mu s$ 。(4)阈值设置为40dB的灵敏度检测,适用于混凝土声发射检测;(5)检测混凝土受力损伤过程时,滤波器带通设为5-400kHz。(6)对于静态轴拉混凝土产生的声发射信号,PDT取 $20\mu s$,HDT取 $100\mu s$,HLT取 $300\mu s$;(7)作为撞击计数的补充,能量、绝对能量、信号强度、幅度、振铃以及持续时间六个参数能够较好地体现混凝土轴拉损伤过程的阶段性,主要分为初始、稳定和不确定三个阶段;(8)平均频率、初始频率、混响频率和峰值频率分布的规律性不明显,利用信号频率参数的变化来预测混凝土的破坏比较困难;(9)持续时间和振铃计数两个参数间相关程度很高,损伤分析时可以相互替代。

6. 会议论文 [戴光](#)、[李伟](#)、[张颖](#) [大型储罐的声发射在线检测技术与研究进展](#) 2006

本文根据承压和常压储罐的声发射检测与评价技术的研究成果,以及综合分析不同发展阶段的有关文献,介绍了在用储罐结构完整性检测与综合评估的意义,分析其合理性和难度,并对这种动态检测技术在评价储罐结构完整性方面的研究进展作了较全面的评述。

7. 学位论文 [邓艾东](#) [基于声发射的旋转机械摩擦故障诊断基础研究](#) 2008

旋转机械动静部件之间的摩擦是运行中的常见故障,也是亟待解决的重大研究课题。声发射以其灵敏度高、频响范围宽、信息量大、动态检测等特点为摩擦检测提供了一条新的途径。但由于声发射源多样性、噪声干扰复杂性,特征信号难以提取与识别,使其在实际应用中受到很大限制。

本文就降噪、识别和定位这三个AE技术中的基础问题,进行了较为系统和深入的研究。通过引入现代信号处理技术,提出了几种分析处理AE信号的新方法,在降噪、识别和定位三个方面都有所创新。

1. 对分数变换理论在AE信号降噪处理中的应用进行了探索性研究,建立了一个基于态函数的三周期离散分数余弦变换算法用于降噪模型运算。实验结果表明:该算法具有比标准离散余弦变换更大的灵活性,通过选择适当的分数阶,能够获得比离散余弦变换更好的降噪效果,是对声发射信号进行降噪处理的有效途径。

2. 在摩擦AE信号的识别研究中,应用了分形理论和分形维数来识别摩擦AE的发生。通过对摩擦声发射信号的分形维分析表明:无摩擦时,采样的信号是随机噪声,此时分形维最大;开始轻微摩擦时,AE信号表现出突变型特征,波形相对光滑和简单,分形维变得最小,且从噪声到轻微摩擦时,分形维数值有较大的变化;摩擦趋于加重时,AE波形变得密集复杂,分形维又开始增大;分形维与信号的强弱无关,而与波形的复杂程度相关。因此,根据摩擦AE信号的分形维变化规律,不仅可以作为识别摩擦的一个依据,还可以作为表征摩擦发展趋势的一种指标。

3. 针对常用分形算法计算量大和参数选择困难的缺点,推导了一种基于波形长度的分形维算法,理论分析与实验结果表明,该算法的区分噪声能力、计算量、精确度和稳定性都优于和该算法类似定义的盒维与Katz维。

4. 基于模态声发射理论,分析了在转子系统结构中,静态时垂直碰撞和切向摩擦激励的声发射信号的模态特征及声发射波在不同路径中的传播特征。结合模态声发射和窄带信号理论,给出了描述多模态声发射信号的数学表达式,提出了将对数倒谱系数结合分形维一起作为声发射信号识别特征参数的方法。建立了一个基于高斯混合模型的摩擦声发射识别模型。实验结果表明:这种基于模态声发射理论的识别系统模型有较高的识别率。

5. 在摩擦声发射源定位研究中,引入了时延估计理论计算时间差。结合窄带信号理论、模态声发射理论和随机过程理论,提出了基于相同分数阶因子和不同分数阶因子的最佳线性分数阶滤波的广义互相关时延估计,针对AE信号中不同模式波速度不同而引起的传播过程中波形失真,导致可能无法获取最大相关点情况,提出了对信号进行分段相关乘积处理和分段相关指数变换处理的方法。实验结果表明:该算法优于普通的时延相关估计法,有较高的定位精度。

8. 期刊论文 [刘国光](#)、[程青贻](#) [声发射技术及其在金属材料领域的应用](#) - [上海金属](#)2001, 23(6)

声发射是一门正在发展的新技术,由声发射信号的特征可关联到金属材料的塑性形变、断裂、相变,以及铁磁性金属材料的磁畴运动。由此阐述了声发射技术在材料科学的研究,金属构件与设备完整性动态检测,以及制造过程监控中越来越广泛的应用。

9. 学位论文 [严海涛](#) [转轮叶片裂纹声发射信号获取的技术基础研究](#) 2008

混流式水轮机水头高、输出力大,是大型水电站普遍采用的机型。然而,混流式水轮机转轮叶片容易产生裂纹。有资料表明:几乎所有的混流式水轮机转轮运行一段时间后都会出现大量的贯穿裂纹,严重危及水电站的运行稳定性及安全。

目前,水电站只能通过定期停机检修方法来判断转轮叶片是否出现贯穿裂纹,这给水电站带来很大的经济损失。为了对转轮按现状进行维修,提高水电站的经济效率,确保水电站运行安全,需对转轮进行在线动态检测。利用声发射检测技术,可以及时发现裂纹的产生、位置及发展趋势等情况,有效地掌握转轮损伤部位和损伤的程度,准确评估水轮机转轮的运行状况。

转轮工作在强大的背景噪声和强电磁干扰环境下,检测到转轮裂纹声发射信号并非易事。本文首先分析检测转轮叶片裂纹时对检测系统的要求,设计检测系统的总体方案。确定检测系统中声发射传感器的选型、安装位置及方法,通过对比实验证明所选传感器正确;在线检测系统处在强电磁环境中,从硬件和软件两方面分析检测系统的干扰问题。

在实验室条件下,进行断铅和拉伸疲劳实验,成功采集到金属裂纹声发射信号;通过对比分析三种处理金属裂纹声发射信号的时频分析方法,确定小波分析适合在线处理金属裂纹声发射信号。

在线检测系统随转轮一起旋转,不能由市电为其提供电源。设计转轮模拟平台及单独供电系统。实验证明该供电系统运行稳定,能够满足检测系统的用电需求,达到了预期设计目标。

10. 期刊论文 [宋明大](#)、[赵亚凡](#) [声发射技术在冷库压力容器在线动态检验中的应用](#) - [压力容器](#)2003, 20(11)

通过对山东省冷库压力容器现状及冷库工作原理的了解,详细介绍了冷库压力容器利用声发射在线动态检验及评价的特点及目前的研究成果,并对声发射在线动态检测的原理进行了分析,指出利用声发射技术对冷库压力容器罐体中的腐蚀、咬边、埋藏缺陷、应力集中、特别是钢板缺陷等能检出,检验结果的可靠性及完整性与常规方法的开罐全面检验结果相符。

引证文献(10条)

1. [朱祥军](#)、[吴怡](#) [声发射检测防喷器泄漏的研究](#)[期刊论文]-[钻采工艺](#) 2009(4)
2. [崔丽娜](#) [储罐检测中声发射技术的应用](#)[期刊论文]-[石油和化工设备](#) 2008(4)
3. [崔丽娜](#)、[官群](#) [声发射技术在液化气储罐检测中的应用](#)[期刊论文]-[化工设备与管道](#) 2008(6)
4. [戴光](#) [声发射检测技术在中国——庆祝中国机械工程学会无损检测分会成立三十周年](#)[期刊论文]-[无损检测](#)

2008(7)

5. [崔丽娜](#) [声发射技术在储罐检测中的应用](#)[期刊论文]-[压力容器](#) 2008(6)
6. [王金娥](#) [声发射检测技术在常压立式储罐检测中的应用](#)[期刊论文]-[石油化工设备技术](#) 2008(3)
7. [丛蕊](#), [戴光](#), [张颖](#), [李伟](#) [立式油罐底板腐蚀的声发射在线检测技术及应用](#)[期刊论文]-[化工机械](#) 2008(1)
8. [龚斌](#), [李兆南](#), [殷天舟](#), [林木](#) [压力管道泄漏声发射信号能量累计特性研究](#)[期刊论文]-[压力容器](#) 2007(2)
9. [梁宏宝](#), [王立勋](#), [刘磊](#) [压力容器无损检测技术的现状与发展](#)[期刊论文]-[石油机械](#) 2007(2)
10. [张颖](#), [陈荣刚](#), [戴光](#), [龙飞飞](#) [储罐底板腐蚀状况的贝叶斯判别预测方法](#)[期刊论文]-[压力容器](#) 2010(1)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_ylrq200503010.aspx

下载时间: 2010年5月31日