

声发射技术及在复合钢板检测中的应用

□ 吴艳红^[1] 梁志刚^[2]

〔1〕西安建筑科技大学理学院 陕西·西安 710055;

〔2〕西北核技术研究所 陕西·西安 710024)

摘要:介绍了声发射技术原理以及声发射信号的特点;研究了16MnR_0Cr18Ni9复合钢板在承受拉伸载荷时的损伤与断裂行为,给出了损伤类型和阶段的声发射特性。

关键词:声发射 检测 复合钢板

中图分类号: TQ153.

文献标识码: A

文章编号: 1007-3973 (2008) 10-043-03

1 前言

物体或材料在受到形变或外界作用时,因内部迅速释放弹性能量而产生瞬态弹性波的物理现象称为声发射(Acoustic Emission,简称AE)。大多数物体或材料变形和断裂时有声发射发生,但许多物体或材料的声发射信号强度很弱,人耳不能直接听见,需要借助灵敏的电子仪器才能检测出来,用仪器检测、记录、分析声发射信号和利用声发射信号推断声发射源的技术称为声发射技术。经过半个多世纪的努力,声发射技术已经发展成为一种重要的无损检测手段,它具有动态、实时、在线检测的特点,其优点是超声、X射线、涡流、磁粉等其他无损检测方法不可比拟。德国学者 Kaiser 于 50 年代首先开始研究声发射现象,日美各国先后都在声发射技术方面进行了大量的研究。我国于 70 年代开始研究和应用声发射,至今,该技术的应用已覆盖航空、航天、石油、石油化工、铁路、汽车、建筑、电力、公用建筑、采矿、工业制造过程和质量监测等领域,随着其理论的完善和发展,新一代全数字化声发射仪器和各种功能强大的信号处理软件的问世,尤其是随着人们对声发射源和声信号传播理论研究的更深层次的认识,声发射技术正面临着一个全新的更高层次的发展前景。

2 声发射技术原理

声发射本身是一种力学现象,是应力波产生、传播和接收的过程。材料在受力条件下,由于其微观结构不均匀或因为内部缺陷的存在会导致局部应力集中,形成不稳定的应力分布,当这种不稳定应力分布状态下的应变能积累到一定程度时,不稳定的高能状态一定要向稳定的低能状态过渡,这种非稳态导致材料内部产生塑性变形、快速相变、裂纹的产生,直至断裂。在变形过程中扰动周边区域产生振荡波释放应变能,快速变形(动态位移)的部位即发生声发射源的部位,其释放的应力波经介质传播到达检测零件的表面,经声发射传感器捕获,形成声发射信号特征参数或信号波形记忆。

声发射产生的声波形态可以分为两大类型,即类似脉冲信号的突发型声波和类似随机噪音的连续型声波。材料中裂纹的扩展,夹杂物的碎裂,纤维的断裂和界面破坏等产生突发型声波。金属材料的塑性变形和气体、液体的泄露等产生连续型声波。而声发射又是一个瞬态现象,其产生的应力波的频率范围特别宽,从次声频、声频直到超声频。由于在实际应用中低频信号易受环境噪音的干扰,高频信号在传播过程中又衰减强烈,所以,通常在几十 kHz 到几 MHz 的超声范围内对声发射信号进行采集、处理和分析。

声发射应力波在固态介质中的传播是一个比较复杂的过程。在传播过程中由于波阵面的扩展、散射以及介质吸收能量等因素的影响,随传播距离的增加,瞬态应力波的振幅会越来越小。根据声发射产生的原理,借助于声发射仪器来检测、分析声发射信号,并据此来推断声发射源特征的技术称为声发射技术,图 1 是描写该过程的示意图。

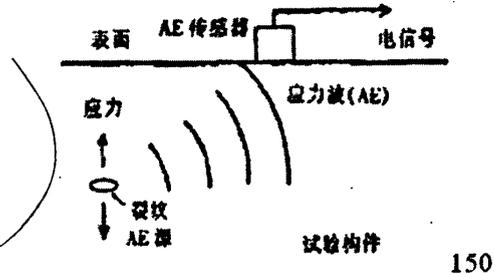


图 1 声发射原理图

声发射信号经测试系统处理后以波形显示出来,对此输出波形进行处理而得到一系列的声发射信号的波形分析参数,用户最终据此信息来评价声发射源的性质和状态。常用的波形分析参数有幅值(Amplitude)、振铃数(Counts)、持续时间(Duration)、上升时间(Risetime)和相对能量(Relativeenergy),其特征含义如图 2 所示。

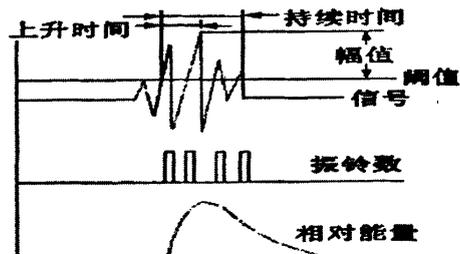


图 2 声发射信号参数

3 声发射信号的特点

声发射(AE)信号分析是为了实现声发射源定性识别、定位判断和定量评价的目的。从声发射信号的时域形态上来看,一般将其分为两种基本类型:突发型和连续型。突发型信号,指在时域上可分离的波形。实际上,所有声发射源过程,均为突发过程,如间断的裂纹扩展。不过,当声发射频

度高达时域上不可分离的程度时,就以连续型信号显示出来,如泄漏信号。在实际检测中,也会出现其混合型。一般来说声发射信号具有如下特征:

(1)瞬态性。声发射信号在监测过程中具有随机性,只有当能量积累到一定的程度,才会出现一个瞬态释放的过程,然后迅速衰减。这个过程类似于一个瞬态的冲击信号,由于能量释放的瞬态性,而使声发射信号具有时变性,声发射信号属于非平稳随机信号。

(2)多态性。声发射源本身具有多样性和不确定性,不同的声发射源机制可以产生完全不同的 AE 信号,而人们对 AE 源机制的认识总是受到很多条件的限制。此外,机械波在固体介质中传播是一个复杂的过程,在这个过程中不但包括多种模式的波,如纵波、横波、表面波等,而且在传播过程中还会发生模式的转换。另外传播途径义与声源位置、被检对象性质(材质、形状和几何尺寸)、声耦合剂特征以及接收传感器位置等诸多因素有关,因此,实际的声发射信号具有多态性。

(3)易受噪声干扰。在参数声发射检测阶段,长期困扰着声发射应用的一种问题,是噪声的干扰问题。由于声发射检测具有极高的灵敏度,但这同时也易于受到各种因素的干扰而无法得到真正有意义的声发射源。这也说明了声发射信号分析和识别的必要性。在实际的工程应用中,声发射信号多伴随着多种干扰噪声:环境机械噪声、电子仪器带来的噪声等。这些噪声的主要时域特征是随机地分布在整个采样时间范围内。

4 声发射技术在复合钢板检测中的应用

16MnR_0Cr18Ni9Ti 复合钢板(以下简称复合钢板)是 16MnR 和 0Cr18Ni9Ti 钢板通过爆轰法进行焊接复合而成的一种高性能的复合钢板。其同时具备不锈钢及 16MnR 的性能优点,被广泛应用于制造各种耐酸容器、管道、换热器和耐酸设备等。因此对这种复合钢板的损伤与断裂特性研究,在其结构设计及力学分析、设备的故障诊断等方面有十分重要的意义。

4.1 实验方法

(1)试验材料及试件

试验所用试件是由 16mm 厚的 16MnR 钢板与 4mm 厚的 0Cr18Ni9Ti 钢板复合而成的钢板加工(如图 3)。试件对称取复合钢板结合部分。试验内容是对试件的拉伸过程进行全程声发射监测,直至试件断裂。试验采用位移控制加载,材料试验机的加载速率为 2mm/min,匀速单向拉伸。试件形状及尺寸如图 4 所示,试件厚度为 2mm。

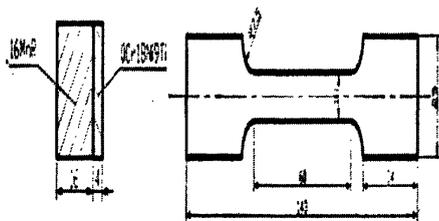


图 3 16MnR_0Cr18Ni9Ti 复合示意图

图 4 试件形状及尺寸

(2)试验仪器及设备

加载设备为美国 INSTRON 公司生产的 INSTRON-1195 型万能材料试验机。监测仪器为美国 PAC 公司生产的 PCI-2 型数字化声发射监测系统。图 5 是试验过程的示意图及现场图。

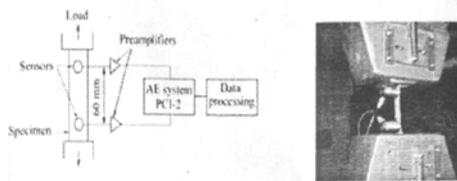


图 5 试验过程示意图及现场图

4.2 结果分析

由于复合钢板结构不均匀,组成相对复杂,并且在遭受损伤时,多种损伤断裂源叠加在一起同时作用,这样就很难用单个 AE 参量跟踪、识别受载材料的形变断裂过程。因此采用对多个声发射参数综合分析。经过对试验中所采集声发射原始数据的初步分析,得到了多种参数关联图,比较分析后发现,Time-Energy、Time-Counts、Time-Amplitude、Time-Duration 这几种关联图较好地反映了试件拉伸的声发射过程。

如图 6、7 所示,试件拉伸过程中声发射信号的能量累计数和振铃计数累计数随时间的变化趋势基本一致。且复合钢板试件拉伸时的声发射过程大致可分为三个阶段:初始阶段、中间阶段和断裂阶段。

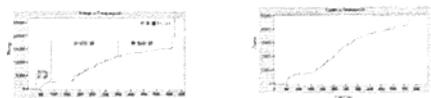
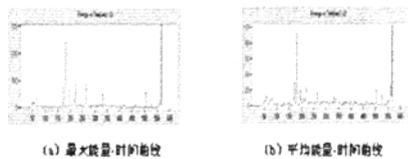
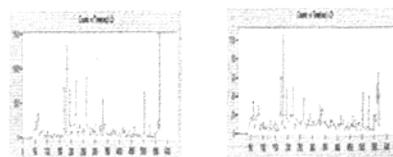


图 6 累计能量-时间曲线 图 7 振铃累计数-时间关系曲线



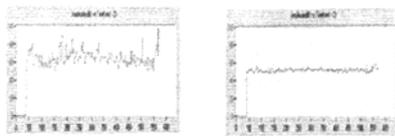
(a) 最大能量-时间曲线 (b) 平均能量-时间曲线

图 8 声发射信号能量-时间曲线



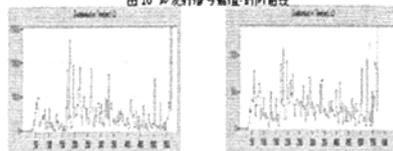
(a) 最大振铃计数-时间曲线 (b) 平均振铃计数-时间曲线

图 9 声发射信号振铃计数-时间曲线



(a) 最大幅值-时间曲线 (b) 平均幅值-时间曲线

图 10 声发射信号幅值-时间曲线



(a) 最大持续时间-时间曲线 (b) 平均持续时间-时间曲线

图 11 声发射信号持续时间-时间曲线

(1) 初始阶段

初始拉伸时试件的应力与应变成线性关系,材料基本处于弹性变形阶段,没有明显的屈服点。但从图6可知该阶段应力值增长很快,达到最大应力(544Mpa)的55%。由图8、9、10、11可以看出,该阶段内单个声发射波击信号的能量均小于200,振铃计数均小于350,幅值都低于80dB,持续时间均小于5000 μ s;而该阶段内的声发射信号的单元平均能量不到15,平均振铃计数均少于35,平均幅值低于60dB,平均持续时间都不超过800 μ s。

(2) 中间阶段

材料内部因受拉伸所引起的声发射活动比较强烈。如图6所示,声发射活动逐渐从弱到强。从80秒到170秒期间,材料拉伸的声发射活动较弱。在声发射监测的170秒左右,材料内部的拉伸应力约为440Mpa,约达到最大载荷的80%。而从170秒到350秒,声发射活动变的比较活跃,这是因为,拉伸试件为16MnR_0Cr18Ni9Ti复合钢板,基层的16MnR和复层0Cr18Ni9Ti塑性变形能力是不同的,当复合钢板的拉伸应变比较大时,二者之间的结合面将会发生局部的层间开裂和分离,材料便会释放出大量能量,从而激发出大量高强度的声发射信号,但是,材料的这种破坏,从应力应变曲线上却不能反映出来,这也是声发射监测的一个优点。由图8、9可知,本阶段内,有一些声发射信号能量超过了300,最大达到了1200,阶段平均能量也比较大;同样某些声发射信号的振铃计数也超过了700,最高为1300多,阶段平均振铃计数也超过40。由图10、11可看出,一些高强度声发射信号的幅值超过80dB,持续时间超过5000 μ s,几乎每个单元时间内都有幅值在60dB以上的信号,但是该阶段的平均幅值和平均持续时间却不是很大,这说明高强度声发射信号的发生频率不是很大。

(3) 断裂阶段

由图6可知,其最大拉伸应力几乎没有增长,且在试件即将断裂时迅速减小。由于临近断裂,故此一些参数的最大值又有所增加,表明材料的破坏更加严重。由图7可知,断裂前该阶段声发射能量大量集中在断裂前几秒时间内。同时材料在断裂时产生了一个极高强度声发射信号。断裂前该阶段声发射能量累计为8000左右,而且约50%的能量集中在断裂前几秒时间内,其余拉伸时间里能量增长则比较缓慢。此外,在材料断裂时产生了一个能量超过30000的极高强度声发射信号。开始时,这个阶段的能量累计越来越缓慢,直到试件快要断裂时,能量才又迅速增加,这是因为,当复合板的层间开裂和分离发生以后,材料拉伸的弹性阻力减小,故而声发射活动比较弱,继续拉伸试件,细小裂纹开始扩展,引起应力集中,积累大量能量,当材料临近断裂时,较大的宏观裂纹开始出现并扩展,能量以弹性波的形式释放出来,材料的声发射活动又强烈起来。由图8、9、10、11可知,这个阶段的高强度声发射信号数量较少,其能量、振铃计数、幅值和持续时间与第二个声发射高峰期的信号强度相当,但是其发生频率比较小。

不同类型的声发射源会产生不同特征的声发射信号。实际上试件拉伸过程中声发射信号的来源是很复杂的,每个阶段的声发射源类型并不是唯一的,应该是多种声发射源的叠加,以上分析只是说明了各个阶段最主要的声发射源类型。第二个声发射活动高峰开始时的拉伸应力约为440Mpa,此后的拉伸对材料破坏比较严重,会引起基层和复层的开裂和分离,使复合材料失去原有功能(如图12)。故此,可以把第二个声发射高峰作为材料严重破坏的标志。

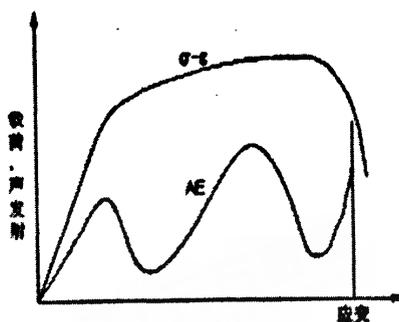


图12 拉伸过程的声发射活动

4.3 结论

(1) 复合钢板拉伸断裂过程声发射源主要来自位错运动、层间开裂和分离、宏观裂纹的扩展等,每种损伤模式在其发生发展过程中都有丰富明显的声发射信号产生,而且这些声发射信号对损伤信息的反映都非常及时准确,可测性良好。

(2) 复合钢板拉伸断裂不同阶段的主要声发射信号具有不同的频谱特征,可以据此判断声发射源的性质。

(3) 声发射监测可以发现复合钢板应力应变曲线所不能反映出来的损伤特征。

5 结束语

声发射(AE)技术经过近几十年的发展,已经取得了长足的进步。声发射技术应用的范围越来越广泛。作为一种检测技术,声发射研究的可靠性、效率和深度紧密依赖声发射仪器的水平,随着计算机技术的迅速发展,声发射仪已从传统的模拟式发展到全数字式,其精度速度都有提高,为各行各业的研究提供了方便。同时声发射信号的处理和分析方法也在不断的发展之中。随着人们对AE的认识随理论研究的发展而加深,实践经验的进一步积累,以及数字信息电子技术的发展,AE技术发展的新纪元一定会随之而到。

参考文献:

- [1] ASTM E1316-1996. Terminology for Nondestructive Examination.
- [2] 戴光. 声发射技术的应用与研究发展[J]. 大庆石油学院学报. 2001.09:95-98.
- [3] 耿荣生. 声发射信号的波形分析技术[C]. 中国第八届声发射学术讨论会论文集. 上海, 1999.06:146-152.
- [4] 应崇福. 超声学[M]. 科学出版社, 1993.12:8-86.
- [5] 秦国栋. 声发射测试系统的发展. 测试技术学报[J]. 2004.03:274-278.
- [6] Sotirios J. Vahaviolos. Acoustic emission: A new but sound NDE technique and not a anacea. Non Destructive Testing. Van HemeIrijk & nastassopoulos(eds), 1996, Balkema Rotterdam. :102.
- [7] 许凤旌, 董卫平. 实用声发射信号与噪声处理技术[C]. 中国第八届声发射学术讨论会论文集. 上海, 1999. 06:172-181.

声发射技术及在复合钢板检测中的应用

作者: [吴艳红](#), [梁志刚](#)
 作者单位: [吴艳红\(西安建筑科技大学理学院, 陕西·西安, 710055\)](#), [梁志刚\(西北核技术研究所, 陕西·西安, 710024\)](#)
 刊名: [科协论坛\(下半月\)](#)
 英文刊名: [SCIENCE & TECHNOLOGY ASSOCIATION FORUM](#)
 年, 卷(期): 2008, ""(10)
 引用次数: 0次

参考文献(7条)

1. [ASTME 1316-1996. Terminology for Nondestructive Examination](#)
2. [戴光 声发射技术的应用与研究发展\[期刊论文\]-大庆石油学院学报](#) 2001(09)
3. [耿荣生 声发射信号的波形分析技术\[会议论文\]](#) 1999
4. [应崇福 超声学](#) 1993
5. [秦国栋 声发射测试系统的发展\[期刊论文\]-测试技术学报](#) 2004(03)
6. [Sotirios J. Vahaviolos Acoustic emission: A new but sound NDE technique and not a anacea](#) 1996
7. [许风旌, 董卫平 实用声发射信号与噪声处理技术\[会议论文\]](#) 1999

相似文献(10条)

1. 期刊论文 [王成江, 聂德鑫 放电声发射波检测中小波基的选择 - 高电压技术](#) 2003, 29(10)
 小波分析在高压电器放电检测中有很大的优越性, 最优小波基的选择是小波分析的应用中的重要问题。选择小波函数的有效方法是: 先找出满足允许条件的小波, 按小波函数与信号的相似性粗选后以总熵值最小标准确定最优小波函数。以此方法选择了适合于放电声发射信号小波分析的小波函数, 实例显示放电声发射信号在选定小波基下的小波分析效果很好。
2. 会议论文 [陈积懋, 张颖 模态声发射-无损检测诊断新工具](#) 2000
 模态声发射是材料声发射检测的新方向, 它是传统的共振传感器参数声发射的巨大革新。在模态声发射中, 声发射波形被高度产地采样, 并按照声波理论和牛顿力原理进行测量和分析。从理论原理上, 模态声发射地解决了一直阻碍声发射推广应用面临的一些问题, 诸如源定位不正确, 信号解释和噪声剔除困难; 从而, 极大的推进了声发射的现场应用。该文介绍了模态声发射检测技术的基本原理、信号特征、噪声剔除、源定位与识别等。
3. 学位论文 [周洁 裂纹声发射源定位研究及发展趋势预估初探](#) 2006
 裂纹是酿成生产事故的根源之一, 尤其是对于混流式水轮机转轮等结构复杂的大型构件更是如此。声发射技术作为一种新型动态的检测技术已被广泛应用于设备的无损检测、在线监测中。确定裂纹声发射源的定位方法是在线监测的重要环节, 利用声发射技术监测裂纹的产生和扩展情况, 是准确评估构件寿命的关键。本文以国家自然科学基金项目(50465002)——“混流式水轮机转轮叶片裂纹监测的理论和研究方法”为背景, 在充分了解国内外研究现状的基础上, 将声发射技术应用于混流式水轮机的裂纹检测, 主要研究裂纹声发射源定位方法, 并对金属疲劳裂纹的产生、发展、断裂过程进行监测。
 论文首先探讨位错运动及裂纹形成和扩展的声发射源机理, 介绍了声发射测试的原理, 声发射波传播的模式、速度、衰减等物理基础, 结合水轮机实际情况, 进行了波速测量、波的衰减实验。
 针对混流式水轮机转轮提出了复杂结构中裂纹声发射源的三种定位方法, 即三维时差定位、区域定位、智能定位, 并给出了声发射源定位系统程序的实现方法, 在此基础上对各种定位方法做了适应性分析。
 结合混流式水轮机的结构及裂纹产生的部位, 设计水轮机裂纹智能定位方案; 并通过现场的实验, 利用采集到的声发射信号, 采用BP、RBF神经网络建立了混流式水轮机裂纹监测系统的智能定位模型, 指出了两种方法各自的特点, 验证了智能定位方法的可行性。
 通过试样的三点弯曲疲劳试验, 证明采用声发射技术对金属疲劳裂纹的产生、发展、断裂过程进行监测, 与传统的裂纹检测相比, 不仅能够实时的捕捉到疲劳裂纹的产生, 而且能够得到与理论上疲劳裂纹扩展速率曲线相似的变化规律。引入了声发射特征参数和裂纹扩展速率之间的公式, 进一步介绍裂纹扩展速率曲线的求解方法, 并对水轮机叶片裂纹发展趋势的预估方法做了初步探讨。
4. 期刊论文 [周兆兵, 曹平祥 浅谈声发射的小波分析与木工刀具磨损检测 - 木材加工机械](#) 2002, 13(6)
 介绍声发射概念、声发射信号处理方法、计测系统及小波分析技术检测声发射信号奇异性的原理, 分析奇异性指数和刀具磨损的对应关系, 并提出了声发射检测木工刀具磨损的实验模型。
5. 会议论文 [杨光松, 单小强, 刘彼德 检测复合材料内部损伤的新技术——声发射动态监控与X光检测](#) 1987
 复合材料的损伤与扩展问题研究的困难在于如何检测和描述材料的内部损伤、监测损伤的动态扩展。该文用近年来发展迅速的声发射技术动态监控玻璃纤维增强复合材料的微裂纹等内部损伤及其扩展, 用声发射开始时应力值、幅度分布等可定性区别各种损伤机理; 声发射信号与外载或应变的关系可得到损伤的动态扩展规律。同时成功地用软X射线拍摄出材料内部微裂纹等缺陷的清晰照片。与声发射技术所得的结果对照比较, 可较好地观测到材料内部不同的损伤机理及其扩展规律, 为复合材料损伤研究及工程师们提供可靠的依据, 也为复合材料的无损检测提供新的可靠检测手段。(本刊录)
6. 学位论文 [李伟 低碳钢点蚀声学检测与信号处理技术研究](#) 2006
 论文针对低碳钢点蚀过程产生声发射源与点蚀声发射信号的分析技术展开研究。分别对低碳钢点蚀过程产生声发射源的机理、低碳钢点蚀过程声发射监测实验、低碳钢点蚀声发射信号的小波分析技术与独立分量分析技术等几方面内容进行了研究。并在此基础上, 编制了声发射信号特征提取分析软件。
 1. 低碳钢点蚀过程产生声发射源的机理研究
 低碳钢点蚀过程中产生的声发射源的机制有多种, 本文主要针对气泡破裂过程产生声源进行研究。理论分析表明, 气泡破裂所产生的声发射源强度超过了检测系统的灵敏度, 可以被声发射检测系统检测到。并根据声源产生特点, 通过计算确定了信号的参数特征, 以及波形特征。
 2. 低碳钢点蚀过程声发射监测实验研究

在实验室内建立恒温水浴实验装置和模拟容器实验装置,分别对平板试件和圆板试件进行了实验研究。实验过程中获得了大量与理论分析相一致的低碳钢点蚀声发射源信号,从实验研究上证明了理论分析的正确性。同时分析了信号的基本特点,为利用声发射技术监测低碳钢早期腐蚀损伤提供实验依据。

3. 低碳钢点蚀声发射信号的小波分析技术研究

根据声发射信号特点,对目前小波分析中常用的小波基进行分析,确定了低碳钢点蚀声发射信号小波分析的小波基选取规则方法,提出了适合于低碳钢点蚀声发射信号小波分析的小波基;对小波分析在实际的低碳钢点蚀声发射信号处理中的信号消噪声、特征提取等问题进行了研究,提高了信号分析的可靠性。

4. 低碳钢点蚀声发射信号的独立分量分析技术研究

应用独立分量分析技术,对低碳钢腐蚀声发射信号与断铅声发射信号混合的仿真实验数据进行了分析,验证了基于峭度极大的独立分量分析算法的正确性。并将小波消噪与独立分量分析相结合,对低碳钢点蚀声发射信号进行消噪与分离。进一步对低碳钢点蚀声发射信号进行特征提取,获得低碳钢点蚀声发射信号特征,取得了较满意的结果。

5. 声发射信号特征提取智能分析软件开发

基于低碳钢点蚀过程声发射信号处理技术的研究成果,应用matlab编制了声发射信号特征提取分析软件,并应用于实验数据的分析,提高了数据分析的可靠性,实现了数据分析的实时性。

论文对低碳钢点蚀过程声发射监测技术与信号处理技术进行了系统研究。研究结果可用于石油、化工企业的大型常压立式储罐的在线检测与评价,为企业进行决策提供科学依据,并能提高检测速度,节省检测费用,预防储罐腐蚀穿孔泄漏,保护环境,具有巨大的社会效益和经济效益。

7. 期刊论文 [王金凤, 樊建春, 全钢, 莫菲, 钱金强, WANG Jin-feng, FAN Jian-chun, Tong Gang, Mo Fei, Qian Jin-qi](#) [磁声发射无损检测方法研究进展 -石油矿场机械](#)2008, 37(5)

磁声发射法是无损检测领域的一门新学科,具有很大的发展潜力。简要介绍了磁声发射现象及其应力检测机理;从检测系统构成、检测机理分析以及应用3个方面详细阐述了磁声发射检测方法的研究进展;总结了该方法存在的问题以及研究方向。

8. 期刊论文 [陈钢, 沈功田, 李邦宪, CHEN Gang, SHEN Gong-tian, LI Bang-xian](#) [金属压力容器声发射源特性的研究 -中国安全科学学报](#)2005, 15(1)

通过对多台报废压力容器进行超压试验的声发射检测和对500多台压力容器现场声发射检验数据的分析,给出了现场压力容器检验可能遇到的多种声发射源的特性。这些声发射源包括裂纹、夹渣、未熔合、未焊透等焊接缺陷的开裂和增长、残余应力释放、氧化皮的剥落、结构摩擦、泄漏、风吹、雨滴撞击和电子噪音等。笔者对这些声发射源的定位、分布和关联特性分别进行了分析与研究,并列出了大量的实例。

9. 学位论文 [姚静毅](#) [基于DSP的数据采集系统的研究和实验声发射信号的检测](#) 2005

本文主要研制了基于DSP技术的高速数据采集系统,并用此系统对在拉力机作用下的钢材试件的裂纹声发射信号进行了检测,并做了传统的声发射参数分析以及FFT频域分析。

本文首先说明了本课题研究的意义,并就声发射技术、DSP技术和CPLD技术的现状及其应用做了综述,然后在本文的第二章详细的介绍了所研究的采集系统的硬件组成及软件设计,在第三章将上位机与下位机的集成设计以及上位机分析软件设计做了介绍。

最后就本文研制的装置做了实验,内容是对实验室钢材试件在受拉力直到拉伸过程中的裂纹声发射信号进行检测,并列出了简单分析了实验结果。

10. 期刊论文 [王威, 苏三庆, 王社良, WANG Wei, SU San-qing, WANG She-liang](#) [用磁声法MAE检测钢结构构件应力的机理和应用 -西安建筑科技大学学报\(自然科学版\)](#) 2005, 37(3)

分析了磁声发射的产生与接收、磁声发射与磁致伸缩、磁声发射的应力检测机理,应力对磁声发射的影响,磁声发射的检测系统等几个方面。从这些方面说明了用磁声发射来实施应力检测是可行的。证明磁声发射的强度既受外磁场变化影响,又受应力变化影响,并且磁声发射的变化幅度与所受应力大小有一定的关系,据此可为磁声发射检测铁磁材料的应力状态提供依据。但由于磁声发射的强度和施加于构件上应力状态的关系比较复杂,所以结合磁声发射和巴克豪森BN两种方法各自优点的应力检测更比看好。

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_kxlt-x200810029.aspx

下载时间: 2010年5月28日