

基于无线声发射技术的数据采集器研究

黎天标¹, 杨俊强¹, 李茂东¹, 董屹彪², 刘时风², 张振顶¹, 惠志全¹

(1. 广州特种承压设备检测研究院, 广东 广州 510000; 2. 北京声华兴业科技有限公司, 北京 100000)

摘要: 通过探讨基于无线声发射技术的数据采集器的研究, 设计出省去大量传输电缆线, 并利用远程电脑直接与数据采集器通讯的无线声发射采集系统。在保留传统声发射功能的同时, 实现了声发射检测不受场地和距离的限制。最后结合实例分析了应用无线声发射数据采集器的声发射系统对于缺陷检测的精准性。结果表明, 应用了无线数据采集器的声发射检测系统能够精准检测出设备的缺陷。

关键词: 数据采集器; 无线声发射; WiFi 无线通讯; GPS

中图分类号: TP274 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-0711 (2018) 08 (上) -0134-03

1 概述

声发射是指材料由于内部晶间发生位错运动, 当位错在运动中遇到杂质原子、晶界等障碍物时被迫停止运动而堆积。而声发射检测技术是指利用声发射源释放出的弹性波在结构中传播时携带有大量结构或材料缺陷处的信息, 用仪器检测、记录、分析声发射信号和利用声发射信号推断设备存在的缺陷。传统的声发射检测技术需要大量的信号电缆辅助传输数据, 在一些大型的旋转、运动设备, 如游乐设施摩天轮、过山车等场合不适用用这种有线声发射在线检测的场合。而无线声发射检测仪采用无线采集器采集数据, 不需要大量的传输信号电缆, 能应用于高陡露天边坡、

高架桥、大型水电库坝等布线较为困难的声发射实时检测等领域有明显的便利性, 已经成为热点的研究方向。

2 无线声发射系统组成

基于无线声发射技术的新型无线声发射检测仪通过采用 WiFi 无线通讯方案和 GPS 授时无线多通道同时钟方案实现。该新型无线声发射检测仪是由多个独立的单通道无线声发射采集器、传感器、供电电池盒、时钟同步模块、小型化 WiFi 天线、多节点接入交换机、单节点远程交换机、移动电源、多节点和单节点远程交换机供电电源转换器、支架、网络线缆、计算机及

并给予矫正。

(2) 胀接管端与管板要做硬度试验, 当管端硬度小于管孔壁的硬度时为合格; 反之, 应重新加热退火处理合格后方可进行胀接施工工序。

(3) 对流管安装前管端用砂布打磨, 达到无任何氧化层和污垢。

(4) 胀接前进行通球试验, 并用压缩空气进行吹扫干净。

(5) 胀接顺序注意, 锅筒两端的对流管首先安装, 并作为基准管。

(6) 吊装对流管数量应合理计划, 在锅筒上的对流管必须当天胀接完成。

(7) 胀接施工时, 安排专人在上、下锅筒外仔细观察, 确保不出现超胀、漏胀等, 并随时检查和计算胀管率。

(8) 胀管率应控制在 1% ~ 1.8% 之间, 不得过胀。胀管后, 管端不应有起皮、皱纹、裂纹、切口和偏挤等缺陷。

(9) 对于挂管时管端伸出长度控制在 7 ~ 14mm, 扳边后管端伸出长度应控制在 6 ~ 12mm。扳边起点宜与锅筒表面平齐, 扳边角度宜为 12 ~ 15°。

(10) 胀接完成后, 应进行水压试验, 并检查胀口的严密性和确定需补胀的胀口。补胀应在放水后立即进行, 补胀次数不宜多于 2 次。

5 结语

对流管的主要作用是吸收高温烟气的热量传给水和蒸汽, 是锅炉的直接受热面。为了确保锅炉压力容器设备正常安全运行, 对流管胀接施工质量控制显得十分重要。

参考文献:

- [1] GB 50273-2009, 锅炉安装工程施工及验收规范 [S].
- [2] TSG001-2012, 锅炉安全技术监察规程 [S].
- [3] BJG17-65, 低压水管锅炉胀管施工规程 [S].

软件等组成多通道实时无线声发射采集系统。
新型无线声发射数据采集器主机详见图 1。

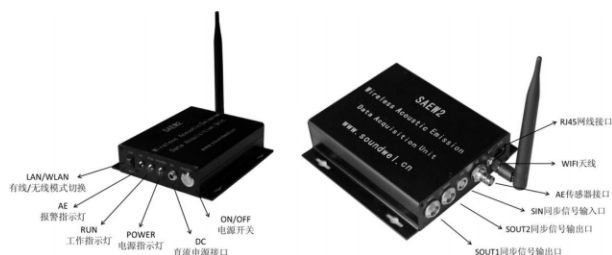


图 1 新型无线声发射数据采集器主机

2.1 无线声发射采集器工作原理

图 2 为无线声发射采集器的原理框图：（1）一旦产生声发射信号，则被传感器接收；（2）传感器接收到的声发射信号通过传感器信号线传输给无线声发射采集器；（3）经过无线声发射采集器内置的前置放大器进行信号放大；（4）经过无线声发射采集器内设置的模拟滤波器进行滤波；（5）经过放大后的信号再进行信号调理，使其成为 A/D 转换能够接受的模拟信号；（6）A/D 转换根据同步模块的授时时间和 FPGA 传输的采集条件进行同步采样，并将采样后的数据传输给 FPGA 芯片；（7）FPGA 芯片根据 PC 机软件的设置，可对采样后的声发射信号进行数字滤波、门限比较、绘制波形、生成参数等实时信号处理；（8）FPGA 将处理好的信号发送给 ARM 处理器，ARM 处理器将数据转换为以太网能够识别的格式发送给以太网电路；（9）以太网再将数据转换为无线模块能够接收的信号，进行无线收发；（10）最终无线传输给 PC 机，PC 机进行实时定位和显示操作。

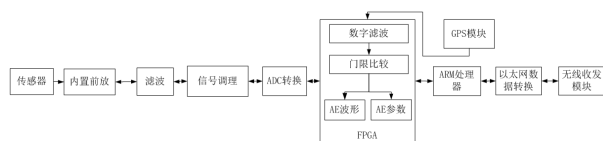


图 2 无线声发射采集器原理框图

2.2 采集器声发射信号输入与输出

当来自传感器的声发射信号通过信号线输入给无线声发射采集器时，采集器判断输入信号的大小，过门限则被无线声发射采集器采集，此时，采集器 AE 指示灯亮。

被采集的声发射信号输出是通过 WiFi 天线与多节点接入交换机之间的无线通讯进行的，无有效信号上传时，RUN 灯 1 次 /S 频率闪烁；有数据上传时，RUN 灯快速闪烁，AE 指示灯闪烁。

2.3 采集器无线通讯

声发射数据为每通道每秒数百撞击组以上才能

满足大多数的实际应用，相当于数 Mb 以上的数据通过率。无线声发射无线通讯距离至少要达到数百米以上才有实际意义，如桥梁、大型压力容器检测等。根据数 Mb 以上数据通过率和数百米以上无线通讯距离的技术指标要求，综合比较现在市场上应用较广的几种无线通讯技术的优缺点，该新型无线声发射采集器选择 WiFi 技术作为无线声发射的无线通讯方案。

新型无线声发射采集器配备小型化 WiFi 无线天线，通过采集器主机上的 WiFi 接口可将小型化 WiFi 无线天线与采集器主机相连，当连接可靠时，采集器主机上的 WiFi 指示 1 次 /S 闪烁，WiFi 连接中断，采集器主机上的 WiFi 指示灯灭。

2.4 时钟同步授时

声发射时差定位是声发射技术的一项基本功能。传统的电缆连接声发射仪很容易通过电缆连接所有通道使用同一个高精度时钟，获得每个通道信号之间的时间差，实现时差定位的功能。该新型采集器的无线声发射通过时钟同步电缆连接独立的时钟同步模块，使得所有通道使用同一个时钟，时钟同步模块采用 GPS 授时技术，所有通道使用同一个高精度的 GPS 时钟，获得通道间信号的时差，实现时差定位的功能。

新型采集器的无线声发射检测仪时钟同步器采用小型化 GPS 天线获取高精度时钟，小型化 GPS 天线通过时钟同步器上的 GPS 接口与采集器主机相连，且其可吸附在铁磁性材料表面，方便固定。当 GPS 天线接收到卫星信号时，时钟同步器上的 GPS 指示灯闪亮，此时，证明 GPS 天线成功获取卫星信号，保证准确给同步器授时。

3 无线声发射数据采集器实验研究

本文以某石化炼油厂 4m³H-10 高压氢氮气瓶作为实验对象，采用无线声发射数据采集仪对氢氮气瓶的缺陷进行实验分析。

传感器布置阵列如图 3。

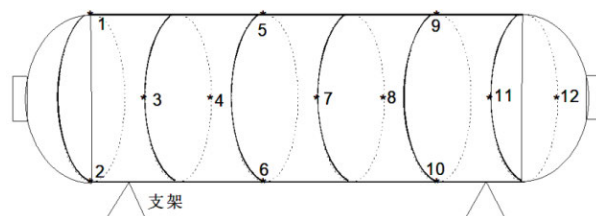


图 3 4m³卧罐传感器整体布置立体

加载程序如图 4。

各个阶段的声发射数据图如下图 5~8。

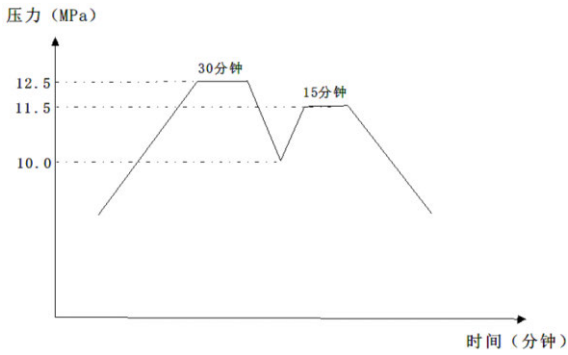


图4 加载程序图

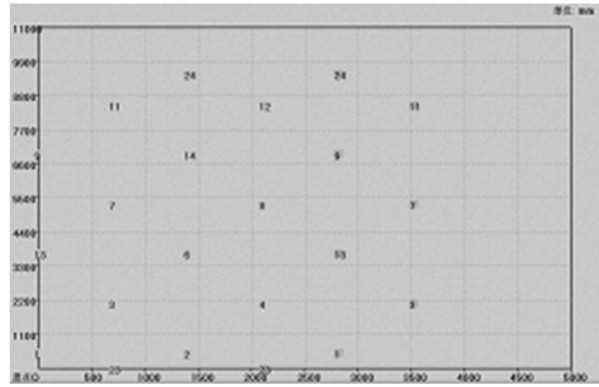


图8 第二次保压过程声发射源定位图

根据 GB/T 18182-2000 中声发射源等级的评定方法，发现 1 个可疑的定位点 AS1，综合评定为 D 级，进行反定位校准，确定声发射源的位置。由于为多层包匣容器，对该位置做磁粉和超声均未发现缺陷，扒开第一层，在第二层上发现一条长 20mm、深度 5mm 的裂纹。经对采集数据进行分析，发现该部位在 10.8MPa 的压力下第一次出现声发射定位源信号，下表 1 为在整个水压试验过程中出现声发射定位源信号的统计结果。

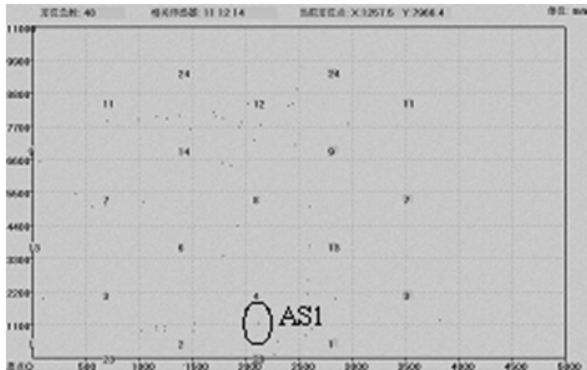


图5 第一次升压过程声发射源定位图

表 1 H-10 号高压储氢罐的声发射定位源统计结果

压力阶段 / MPa	10-12.5	12.5 保压 30 分	10-11.5	11.5 保压 20 分
定位源数	48	45	4	0

4 结语

本文基于声发射技术的有关原理，研究了声发射检测仪无线数据采集器，并将其应用于某石化炼油厂 4m³H-10 高压氢氮气瓶的无线检测中。结果表明，应用了无线数据采集器的声发射检测系统同样能够精准检测出设备的缺陷所在，同时减少了运输大量的信号电缆到现场和布置信号电缆所需要花费大量的时间和人力，提高检测效率，也减低了检测人员在复杂的检测工作现场工作的危险性，能够推动声发射检测技术应用到高陡露天边坡、高架桥、大型水电库坝等布线较为困难的领域，提高我国声发射检测仪的设计和研制能力。

参考文献：

- [1]Ronnie K.Miller and Paul McIntire eds, Vol.5, Acoustic Emission Testing, Nondestructive Testing Handbook, American Society for Nondestructive Testing,1987.
- [2] 耿荣生. 声发射技术发展现状 - 学会成立 20 周年回顾 [J]. 无损检测, 1998,20 (6) : 151-154.

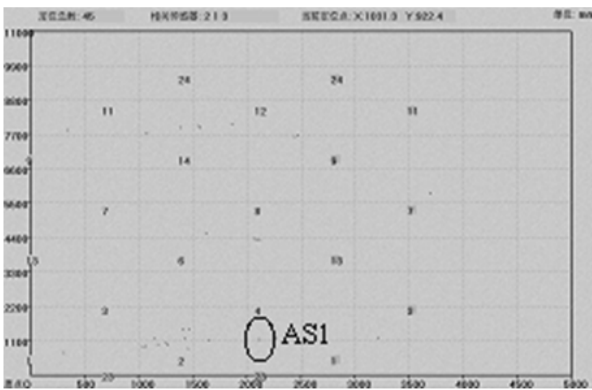


图6 第一次保压过程声发射源定位图

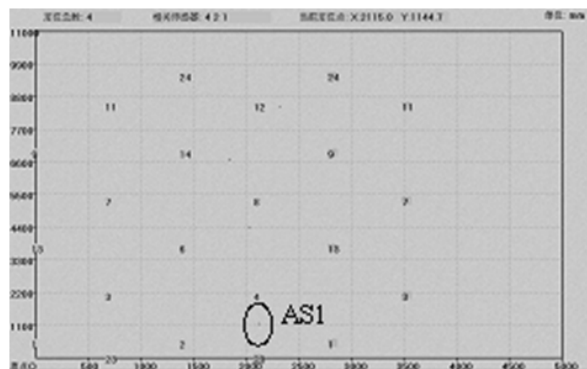


图7 第二次升压过程声发射源定位图