

声发射技术在压力容器检验检测中的应用探讨

贾尚谊 (江苏省特种设备安全监督检验研究院, 江苏 扬州 225003)

摘要: 压力容器在工业运用中非常的广泛, 且工作参数相对较高, 具有一定的安全隐患, 因此在压力容器的使用过程中要严格按照法律法规和技术规范的要求进行检验检测。声发射技术是近年来应用范围逐步变广德一种无损检测技术, 具有适应性和精确度等优势, 在压力容器的检验检测中利用声发射技术, 是一种新颖的思路, 尤其是针对大型容器, 可以提高检验检测的工作效率。本文主要分析了声发射技术在压力容器检验检测中的应用, 提出针对性的应用对策, 保障压力容器的安全稳定运行, 避免发生安全事故。

关键词: 声发射技术; 压力容器; 检验工作; 应用措施

压力容器是工业生产中不可或缺的特种设备之一, 由于其在使用过程中具有一定的危险性, 依据《中华人民共和国特种设备法》该类别的特种设备需要进行检验检测, 通常在检验检测过程中需要利用无损检测技术, 针对大型容器无损检测的工作量较大, 如果能使用声发射技术对缺陷位置进行大概的定位, 则可以大大提高工作效率, 提高检验检测的准确性。

1 概述声发射技术的应用原理

1.1 声发射的产生原因

声发射是因为材料局部快速释放能量因此产生弹性波。声发射事件要满足以下条件, 一方面要具备外载荷, 另一方面要求材料内部结构发生改变。在应力作用下, 材料发生变形和裂纹将会导致结构失效, 这就是所谓的声发射源。材料声发射源的产生原因如下:

①塑性变形: 在外力的影响下, 材料将会产生应力和应变力, 不断增加外力之后, 也会不断增加应力和应变力, 除去外力之后, 无法恢复材料的原状, 还会存在残余变形力, 这就是所谓的塑性变形。发生塑性变形问题之后, 在材料屈服点附近将会产生声发射源, 因此声发射源的主要原因是塑性变形^[1]; ②裂纹的形成和拓展: 在制造设备的过程中, 因为集中应力和受热不均等因素将会形成裂纹, 在使用设备的过程中也会产生疲劳裂纹。此外在腐蚀和温度等方面的影响下也会产生裂纹, 不断扩展裂纹将会引发声发射信号。形成和拓展裂纹, 将会释放集中的应力, 在释放应力的过程中将会产生信号。如果裂纹处于微观状态, 整体扩展速度比较慢, 信号强度也比较弱, 逐渐发展成宏观裂纹, 将会不断提高扩展速度, 也逐渐增强信号强度。裂纹达到临界值之后将会产生断裂问题; ③纤维会增强复合裂纹断裂, 纤维增强复合材料属于分层结构, 在受力之后不断拉伸破坏, 从而产生集体开裂和纤维断裂等破坏行为, 不同的破坏形式将会产生不同的信号, 这就是声发射的信号源^[2]。

在外力的影响下, 应力超过极限值, 将会产生宏观开裂问题, 工作人员可以利用设备检测开裂源信号, 并且可以记录和分析的作用。通过分析材料声发射源信号, 因此确定材料性能和整体结构的完整性, 这项技术就是所谓的声发射检测技术。

1.2 声发射检测的原理

在外荷载和内力的影响下, 快速适当材料的能量, 因此产生瞬态弹性波。材料发生变形和断裂问题将会产生声发射现象, 需要利用专业的仪器设备检测这种信号。在实际工作中, 向材料表面传播弹性波, 导致材料发生位移。利用传感器检测位移情况, 最终转化为电信号, 通过处理分析工作, 可以确定材料缺陷发生的具体位置^[3]。

2 声发射技术的优势和特点

2.1 声发射技术的优势

①声发射技术属于一种动态检测技术, 主要是采集测试设备的能量, 因此这项技术和传统自主发射检测方式具有很大的不同; ②声发射技术具有较高的敏感性, 可以探测因为外加应力产生的缺陷活动, 利用一次测量将会检测设备所有的缺陷, 可以保障检测结果的准确性; ③声发射技术可以检测缺陷的连续性数据信息, 通过提供实时数据信息, 可以实现设备在线监控, 及时处理发现的损坏情况^[4]; ④声发射技术的适应范围比较广泛, 外界因素不会干扰检测结果, 因此检测恶劣环境的设备的过程中可以利用声发射技术, 并且可以确定恶劣环境对于人体的负面影响, 此外声发射技术对于检测设备提出的要求比较少; ⑤开展压力容器检测工作, 利用声发射技术无需停机开展工作, 可以在设备运行状态中利用声发射技术检测设备, 同时可以检测到真实的结果; ⑥开展压力容器耐压试验, 利用声发射技术可以预防设备各种隐患问题, 保障工作人员顺利操作, 提高实际工作的安全性; ⑦因为声发射技术对于检测设备的几何形状没有特殊要求, 因此可以利用声发射技术检测各种复杂形状的构件^[5]。

2.2 声发射技术的特点

①机电噪声很容易影响检测结果, 因此声发射技术对于具备声发射特征的材料具有更强的敏感性, 在处理分析数据的过程中, 需要利用数据库和现场检测技术完成检测工作; ②在实际检测工作中, 需要配置相关加载程序, 可以利用现有的条件, 并且不会提出特殊的要求, 工作人员只需合理选择和应用工作设备; ③声发射技术具有一定的局限性, 可以检测缺陷部位和强度, 但是无

法独立的确定缺陷性质和规格等,需要综合利用其他的检测技术才可以完成工作任务^[6]。

3 声发射检测系统的设计

3.1 声发射系统结构

声发射仪器主要包括传感器和放大器以及数据运算处理器等,传感器负责输出电信号,利用放大器放大处理电信号之后实施滤波,再利用放大器的放大作用,最终向数据处理器中输入电信号,通过处理分析数据集之后提取信号特征,利用分析单元运算信号确定故障特征,最终记录和现实检测结果。

3.2 安装和固定传感器

压力容器和传感器表面需要实施声耦合接触,保障压力容器表面的清洁度和平整度,要打磨处理粗糙的表面,将存在的杂质和油污清理干净。工作人员需要将声耦合剂涂抹在接触面上,要保障涂抹的均匀性,严格控制涂抹厚度,这样才可以顺利传输声信号。主要利用的耦合剂包括凡士林和快干胶等。在固定传感器的过程中需要利用机械压缩措施,在固定阶段需要利用松紧带和弹簧夹子以及紧固螺丝等工具。控制夹紧力在 0.7MPa 以上,在高温或者低温状态中,为了降低结构的影响,在固定工作中需要利用波导杆连接器。

3.3 信号探测和处理

为了保障系统的灵敏度和准确性,需要限制信号的阈值电压,通过比较信号幅值,如果信号高于阈值电压值即可判定为声发射信号。阈值电压值包括固定和浮动两种形式,针对浮动阈值,需要结合背景噪声适当的浮动。采集连续性信号,需要全面统计振铃计数和电压值等,统计突变性信号,需要统计波击计数和持续时间等,为判定压力容器缺陷提供参考。

3.4 判断常见故障

①裂纹扩展:压力容器裂纹主要是因为塑性形变,因此产生声发射;②焊接开裂,在压力容器的焊接部位具有气孔和夹渣等问题,从而引发开裂问题;③焊接残余应力,首次加压使用压力容器的过程中将会产生残余应力信号,在返修部位很容易产生焊接残余应力,此外在容器支座等部位也会存在残余应力;④泄露:在测试水压和气压的过程中,法兰接管和入孔部位很容易发生泄漏问题,从而出现大量的声发射信号;⑤氧化皮脱落,长期使用压力容器将会引发氧化问题,此外在潮湿环境中也会引发氧化问题^[7]。

4 声发射技术在压力容器检测中的具体应用

4.1 检验准备工作

首先需要制定检验方案,结合压力容器实际情况合理选择声波发生器类型,在最大程度上满足工程需求;其次需要结合检测内容和检测方案,合理准备仪器设备和消耗材料以及防护设施等;最后标定仪器。

4.2 检测工作程序

①根据检测方案,根据布点图在检的压力容器中打

磨圆形区域,在这一位置安装传感器,同时需要标注通道序号,方便工作人员观看,在选择传感器的过程中,要选择代表性的传感器,提高检测结果的准确性。在压力容器焊缝部位布置三角形式,方便利用传感器展示压力容器的实际情况;②如果传感器安装位置不符合预期位置,需要技术修改预先设置的文件内容,在布置传感器的过程中,需要加强控制传感器数量,利用传感器全面的展示压力容器内部情况,保障检测结果的真实性;③根据声发射仪器操作步骤,准确的连接声发射仪器和计算机以及前置放大器、传感器等;④在检测压力容器之前要完成标定工作;⑤在检测过程中,工作人员需要实时观察压力容器实际状态,合理调整声发射技术,准确的采集数据,减少发生数据误差;⑥结束压力容器检测工作要实施标定。全面的填写原始记录,租后出示检验报告;⑦通过分析数据定位压力容器的缺陷,结合检验报告的相关数据对声发射结果进行判断,同时结合缺陷信息确定压力容器缺陷发生的实际位置,采用其他无损检测发生对怀疑存在缺陷的位置进行无损探伤复核,最终确定该压力容器的安全风险级别。

4.3 声发射技术发展趋势

当前很多压力容器在使用过程中都存在缺陷问题,因此需要严格依据法律法规进行压力容器的检验检测,延长压力容器的使用寿命,及时发现安全隐患,避免事故的发生。由于声发射技术可以实现压力容器在线监测,因此在压力容器年度检查等需要在线情况下对压力容器进行检验检测的过程中可以发挥重要的作用。

5 结束语

压力容器是工业生产中不可或缺的特种设备之一,在使用过程中具有一定的危险性,如果能使用声发射技术对缺陷位置进行大概的定位,则可以大大提高工作效率,提高检验检测的准确性,精确发现缺陷,延长压力容器的使用寿命,及时发现安全隐患,避免事故的发生。

参考文献:

- [1] 李晓明. 声发射技术在大型塔器气压强度试验中的应用 [J]. 石油化工腐蚀与防护, 2020, 37(04): 45-47.
- [2] 井发虎. 基于声发射检测技术的燃气汽车压力容器应力腐蚀分析 [J]. 环境技术, 2019, 37(06): 145-150.
- [3] 马俊. 声发射技术在金属材料检测中的应用 [J]. 中国金属通报, 2019(10): 290-291.
- [4] 余斌, 何媛媛. 声发射技术在水轮机活动导叶裂纹监测中的应用 [J]. 水电与新能源, 2019, 33(09): 57-58+61.
- [5] 李志宏. 声发射检测技术在压力容器应力腐蚀检测中的应用 [J]. 机械管理开发, 2019, 34(09): 173-174+180.
- [6] 李云龙. 声发射检测技术在油气储运系统中的应用 [J]. 石化技术, 2018, 25(11): 65.
- [7] 谢旭梦. 基于声发射技术的压力容器水压试验异常声响诊断研究 [J]. 化工管理, 2018(29): 181.