

声发射技术在压力容器无损检测中的应用

陈志强

(中石化工程质量监测有限公司郑州分公司, 河南 濮阳 457001)

摘要 压力容器在各个领域都有着广泛的应用,是工业生产中必不可少的设备之一,这就对其质量提出了更高的要求,要对检测工作给予高度重视,从而确保使用的安全。声发射技术的优势突出,而且随着技术的不断完善,应用也比较广泛。因此,本文首先介绍声发射技术的主要原理和特点,之后则分析声发射技术的发展历史和研究现状以及声发射技术在压力容器无损检测中的应用程序,最后则重点分析声发射技术在压力容器无损检测中的应用程序以及声发射技术在压力容器中无损检测的机理和应用效果,旨在对提高压力容器的检测质量,减少事故的发生有所帮助。

关键词 声发射技术 压力容器 无损检测

中图分类号: TG115; TH49

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)04-0070-03

压力容器的检测至关重要,其作为特种设备具有较高的危险性,会严重威胁人们的生命财产安全,稍有差池就会造成泄露、爆炸等严重后果。因此,需要采取一定的检测技术和方法全面检测压力容器的泄露情况,从而确保容器的质量,有效预防危险事故的发生。而声发射技术作为一种新兴技术是检测压力容器质量的常用检测手段之一,其应用越来越广泛,这也直接关系到压力容器的检测结果,利用声发射技术对压力容器进行检测可以提供其工作的安全性,从而有效减少事故的发生。^[1]

1 声发射技术的基本内容

1.1 声发射技术的主要原理

声发射技术的原理是利用声发射源检测压力容器内部的泄露情况,从而获得压力容器内部的相关数据和参数。这一技术优势明显,作为一种动态检测技术,能够使用多通道声发射系统,还能够确定压力容器内部问题出现的位置,该技术应用越来越广泛,在多个领域都有所应用。工业生产过程中声发射技术应用比较广泛,在压力容器无损检测方面的应用效果也比较好,能够对压力容器的泄露情况进行精准检测。声发射技术在压力容器无损检测中应用的机理有利于分析和解释压力容器声发射信号源,其中比较典型的的就是裂纹扩展。裂纹扩展的形成过程包括三个步骤,分别是裂纹形成、裂纹尖端的塑形变形以及裂纹扩展。声发射技术的工作原理就是通过压力容器内压力的作用检测是否有液体或者气体溢出,如果出现机械波则证明压力容器存在泄露孔。声发射技术就可以检测和显

示机械波的波形,与此同时还能够清晰地显示波形的大小等信息,从而判断压力容器泄露孔的大小,便于进行压力容器的相关修理。在实际应用中,声发射主机将波形自动转化为电信号,并通过放大之后再次传给主机,从而使主机能够对信号进行分析。一般情况下,信号的变化幅度大且明显则说明压力容器的泄漏量比较大,泄露口比较大,需要引起高度重视。

1.2 声发射技术的特点

与常规的检测技术相比,其具有以下几个特点:第一,检测结果的灵敏度和精准度都比较高,在检测压力容器的缺陷性问题时效果明显,能够及时发现压力容器的缺陷和存在的问题,进一步提高判断的准确性。第二,具有便利性,这一技术是动态监测,可以减少停产时间,甚至是不需要停产就可以检测压力容器的情况,能够节省时间。而且这种检测技术对距离的要求不高,尤其是在对危险环境下的压力容器进行检测时,检测的安全性大大提高。^[2]

1.3 声发射技术的主要优点

声发射技术用于压力容器检测时具有明显的优势,主要体现在以下几个方面:一是对压力容器进行无损检测,降低检测技术对压力容器造成的破坏。二是声发射技术的能量并不是来自于外部,而且来自于压力容器,这种来源方式能够对压力容器的线性缺陷进行有效检测,而且准确度以及灵敏度都比较高。三是利用声发射技术可以减少等待时间,不需要停产进行检验,能够有效降低停产时间,甚至可以在不停产的情况下进行检测,从而有利于确保工业生产的稳定性以

及持续性。四是对于密闭系统的耐压试验,声发射技术可以通过不断加压的方式探究压力容器所能承载的最大工作压力以及可能出现的线性缺陷问题。此外,声发射技术检测有利于及时消除压力容器发生爆炸隐患的可能性,有效降低恶性事件的发生,使压力容器的运行更加有保障,进而取得较大的社会效益。

2 声发射技术的发展历史和研究现状

声发射技术最早出现于上世纪五十年代,这一技术出现的主要标志就是德国人 Kaiser 研究了金属材料的声发射现象。在这个过程中其发现声发射现象只在第一次加载的时候出现,在重新加载时,如果应力值达不到上一次的最大值的情况下就不会产生声发射现象,这个结论被称为 Kaiser 效应。这一效应在工业领域被广泛应用,也逐渐发展成为声发射检测技术的主要依据。1963年美国的 Dunegan 首次将声发射技术应用于压力容器检验中。经过了多年的发展后,声发射技术已获得了巨大的发展,先后在欧美和中国等国家得到了广泛使用,并且确定了相应的声发射的检测标准。通过有关报告能够了解到,现阶段声发射技术用于压力容器检测的数量已经达到了上万台,应用逐渐普及。我国声发射技术的引进和研究比较晚,源于上世纪七十年代,在经过了多年的研制和使用后,我们国家的声发射技术已得到了长足的发展和进步。依据资料的显示,在我国,有30多家的研究单位、科研院所等从事压力容器的声发射技术的研究。

声发射技术虽然有了一定的应用,而且具有明显的优势,但是也存在着一些问题,比如未焊透、夹渣、未融合等焊接的缺陷问题,氧化皮剥落和泄露等发射源检测的问题。这些问题会影响容器的质量,通过相关数据分析声发射技术应用过程中的问题并不能完全杜绝,尤其是在复合材料的检测中,检测的准确性大受影响,以往的检测积累了丰富的经验,但是并不应该止步于此,还需要不断根据实际需要完善声发射技术,使得其在压力容器检测中的应用效果更好,进一步降低对容器的破坏,提高检测的准确性。^[3]

3 声发射检测技术在压力无损检测中的应用程序

声发射技术在压力容器无损检测中的应用程序主要有两个方面的内容,分别是在线检测评定程序以及缺陷评定程序,具体内容分析如下。

3.1 在线检测评定程序

在线检测评定程序应用于压力容器存在部分隐患,

但是无法进行停产检验的情况,这就可以利用声发射技术进行评定。第一,要控制压力容器的工作压力,在容器的最高工作压力范围之内不断进行加压,加到设备最大工作压力停止。第二,在第一环节的基础上收集和分析加压过程中的声发射信号,从而得出压力容器工作的最大安全压力。

3.2 缺陷评定程序

缺陷评定程序的应用也是重要的一个环节,主要是从以下几个方面着手:第一,应该在进行评定之前排净压力容器内部的介质,之后按照顺序分别开展耐压试验以及声发射检验,得出声发射检测结果,并对结果进行细致分析,从而找出容器的缺陷性问题。第二,利用其他多种无损检测技术检验声发射技术的检测结果,在这个过程中需要进一步排除干扰声发射源,从而才能确定容器的缺陷问题所在。第三,容器的焊缝需要进行严格的检测,尤其是在声发射技术应用过程中发现的缺陷部位,再进一步进行复检。第四,要根据我国的有关规范和标准对容器内外表面进行超声波测厚检验。第五,对于检查过程中出现的问题要及时进行维修,返修后也需要进行气密试验以及耐压试验。第六,在检验合格之后出具相对应的安全等级评价报告。

4 声发射技术在压力容器无损检测中的应用

声发射技术在压力容器检测中的应用主要体现在四个方面的检测,分别是裂纹扩展检测、机器摩擦声检测、焊接残余的检测以及容器关联性检测,通过对这四个方面的具体阐述进一步深入了解声发射技术在这四个方面检测的优势,切实提高容器的质量,减少事故的发生。

4.1 裂纹扩展检测

声发射技术在压力容器检测方面的应用广泛,其可以在一定程度上提高容器无损检测的可靠性和准确性,而裂纹扩展检测就是其重要应用之一。容器在工业生产中的作用就是通过加压实现生产,在实际工作过程中,容器不可避免地会受到外部作用的影响而导致磨损,从而导致容器内部出现裂痕,影响容器使用的安全性,进而影响容器的正常使用。通过声发射技术可以对容器的使用情况进行全方面的检测,可以及时反馈检测过程中的异常数值,从而判断容器出现裂纹。

4.2 机器摩擦声的检测

声发射技术还可以用于机器摩擦声的检测,具有

较好的效果,一般而言,声发射技术是通过压力容器检测过程中形成的声波的情况而判断压力容器是否存在问题和缺陷,从而利用声波进行图像分析,对压力容器使用过程中的磨损情况进行有效判断,判断压力容器是否有必要立刻进行维修等。声发射技术在机器摩擦方面的检测安全性以及检测质量大大提高,通过对检测声波的数值变化的观察和分析,对压力容器进行合理调节,从而有利于提高生产效率,促进我国工业的可持续发展。

4.3 焊接残余的检测

压力容器的材质一般都是钢材材质,可以通过声发射技术中声波的应变值变化判定压力容器内部焊接处的残余部分是否存在损耗,了解压力容器的应用情况。运用这一技术主要是因为焊接处的应用材质与压力容器的整体融合性,但还是存在一定的差异,在后期压力容器不断反复使用过程中可能存在断裂的风险,这也就无疑增大了压力容器应用的危险。而利用声发射技术可以及时有效地检测压力容器焊接处残余的损耗情况,对压力容器的使用进行安全性检测,查看其是否符合安全生产的标准,这也为工业生产中压力容器的安全使用提供先进的技术支持和保障。

4.4 压力容器关联性检测

工业生产过程中,压力容器作为重要的生产工具之一,其作用不容忽视,而声发射技术可以通过压力容器的关联性检测检查容器的质量,为压力容器无损检测提供强有力的技术支持。压力容器关联性检测主要是对形成应变值和屈服值的检测数值进行合理分析,形成压力容器的检测数值的关联性分析,合理把握压力容器与声波信号之间的关联性,从而便于分析压力容器无损检测中的各项参数,实现可持续发展。

5 声发射技术在压力容器无损检测中的应用效果和发展趋势

5.1 声发射技术在压力容器无损检测的应用效果

一般情况下,材料的性能和缺陷危害程度以及应力水平关系到了对压力容器的破坏程度,而压力容器无损检测就是通过容器的材料性能和应力大小的评价和分析进行压力容器缺陷危害问题的判断,并据此确定压力容器缺陷的大小、性质和危害程度,这是压力容器正常运转之前不可缺少的一个环节。声发射技术作为动态无损检测技术,以其动态性、经济性、实效性和整体性的特点而广泛应用于压力容器的无损检测

中。压力容器的检测标准我国已经有了相应的规范,要严格按照规定执行。根据有关研究可以发现,利用声发射技术与应力测定两种相结合的检测方式更能够提升对压力容器检测的准确度。

5.2 声发射技术在压力容器无损检测中的发展趋势

随着声发射技术应用的不断深入,在压力容器无损检测的应用效果越来越好,能够避免以往材料的性能和缺陷不足,减少对压力容器的破坏,无损检测的精确度也有明显提升,声发射技术是压力容器进行无损检测的重要发展方向。声发射技术在金属压力容器检测中的应用处于世界领先地位,在进行无损检测方面具有传统检测方法所不可比拟的优势,但是评价标准的可操作性还没有达到令人满意的程度,比较难以根据声发射技术判断裂纹等危险性缺陷,无法对压力容器进行完整评价。与此同时,压力容器的材质也越来越多样化,为了提高压力容器的各项性能,也在积极探索复合材料的应用,以便进一步提升压力容器的各项指标。在未来,应该进一步完善声发射技术在压力容器中的应用,尤其是不同材质压力容器中的应用效果,声发射技术要能够适应压力容器材质的变化,不断提高检测的准确性。

6 结语

综上所述,声发射检测技术是随着科技的发展而出现的,其在工业压力容器无损检测中有着广泛的应用,尤其是在压力容器的安全使用方面发挥着不可替代的作用。但是也不可避免地出现一些问题,比如,存在难以判定压力容器缺陷形态等,这就会影响压力容器无损检测的结果。因此,新的发展时期,要不断加大对声发射技术的研究,进一步深入其在压力容器无损检测中的应用,不断完善检测方法,从而使压力容器无损检测的结果更加准确,让容器的质量也更有保障。

参考文献:

- [1] 王泉,杨剑锋,陈良超.声发射技术在压力容器裂纹检测中的应用[J].化学工程师,2019,33(12):57-59.
- [2] 姚茂烈.声发射技术在压力容器检测中的应用[J].产业创新研究,2018(09):96-97.
- [3] 李冀.声发射技术在锅炉压力容器检测中的应用[J].中国新技术新产品,2018(16):38-39.