

论压力容器无损检测新技术的原理和应用

叶良平

中海油舟山石化有限公司, 浙江 316015

摘要: 现代化工生产中, 压力容器占据着非常重要的地位。压力容器在实际使用过程中, 内部的压力非常大, 其一旦发生危险, 就可能对企业造成难以估量的损失, 比如压力容器器件自身的磨损、工作人员操作不当等, 都可能会导致压力容器容易出现泄漏或者爆炸, 引发安全事故。因此为了进一步提升压力容器使用的安全性, 就需要加强对压力容器的检测, 无损检测技术是当前压力容器检验中常用的技术类型。

关键词: 压力容器; 检测; 无损检测技术

一、引言

不管是在压力容器的生产还是在压力容器检验时无损检测技术的使用都非常的广。特别是检验时无损检测技术的使用, 可以大大的确保压力容器的安全性运行, 同时可以保证生产产品的效率和质量。国家在这方面也出台了对应的法律法规, 在实际的应用环节需要注重各个方面的问题, 有针对性地处理, 最终满足锅炉压力容器的使用需求。

二、压力容器检验中无损检测技术的使用原则

第一, 压力容器的形状、结构、大小等相关信息在进行检测前相关人员就应当进行收集整理, 从而借助于这些数据对压力容器的缺陷主要发生位置进行大概判断。

第二, 在进行检测前相关人员应当根据压力容器检测目的选择较为合适的检测技术, 譬如, 如果是对压力容器细小缺陷位置检测, 则可以采用磁粉检测法或者渗透检测法。因此, 为了更好地确保检测结果的准确性以及精确度, 相关检测人员必须要有效地结合自身的工作经验以及无损检测技术的不同特点进行选择。

第三, 由于各种无损检测技术都有其不同的局限性, 所以, 在对压力容器的同一位置进行检验时, 相关人员可以综合的采用多种无损检测技术进行检测, 从而确保其检测结果的准确合理性。

三、无损检测技术类别与原理

(一) 磁记忆检测

磁记忆检测不需要对构件进行专门的表面清理, 构件在地磁场磁化, 进行容器缺陷检测。在此过程中不需要专门进行构件退磁以及磁化工作, 也不需要耦合。磁记忆检测技术在压力容器缺陷检测中拥有可靠性强、灵敏度高且可以快速完成检测工作的优点, 应用在压力容器高应力集中部位, 通过技术检测由此查看高应力集中部位是否存在故障, 通过检测获得的数据, 根据部位变形状况, 分析损伤发展情况, 判断损伤类型。在压力容器外表面检测中采用在线检测的方式, 在磁器仪的配合下进行在线检测, 完成压力容器故障判断工作。

(二) 激光无损检测

激光无损检测技术应用在压力容器缺陷检测中, 该技术随着我国科学水平的提高而不断完善发展, 在压力容器无损检测中, 激光无损检测得到合理的应用且应用范围也逐渐扩大。激光无损检测在压力容器缺陷检测方面具备单色性佳、方向性高、能量集中的优势, 激光无损检测包含激光全息、激光超声与激光散斑等技术。

(三) 超声波检测技术

超声波是通过将声波发射出去, 再收集回声波来进行分析, 可以在接收器上提前设定被检测设备的声速和被检测设备的壁厚等数据, 从而根据物理接收反射装置, 将无缺陷的情况作为标准, 就可以直接根据所产生的反射情况来判断压力容器内部的情况, 这样比较方便, 也可以提高检测技术工作的效率。而且这种检测方案与其他的检测方法相比较为精确, 具有很高的检测比率, 在压力容器内部的焊缝缝一般分布比较密集, 而且复杂难以检测, 一般就会使用这种超声波的方法来进行无损检测, 这样可以较为清晰地检测出缺陷所处的位置及缺陷的形状, 可以定量地对缺陷进行测量, 从而使检验人员能够精确地判断缺陷位置及缺陷情况并加以分析, 得到定量的检测结果。

(四) 射线透照技术

射线探伤法的原理是利用X或者Y射线,因射线的强度衰减会随着压力容器的内部结构发生改变,进而会影响胶片感光度,以此来分析压力容器是否存在缺陷。在压力容器检验中,该技术主要用于不锈钢、铜及铜合金、铝及铝合金等金属材料制受压原件对接焊接接头的检测,受投照角度的影响,该技术对内部缺陷检测直观,但对表面裂纹类的缺陷不具备较强的灵敏性。基于目前的应用实践,更加注重射线探伤机安全性方面,致力于减少其辐射及泄露等危害。

(五) 渗透检测技术

渗透检测主要是通过渗透浸润与毛细管现象进行锅炉检测,通过直接将带有颜料的燃料涂抹在工件表面,按照渗透浸润的基本原理,使颜料逐渐渗入工件的缺口,利用显示剂就可以将工件的问题显示出来,进而检测出工件的缺陷。渗透检测操作简单,并且灵敏度较高,但是只能对工件表面的缺陷进行检测,无法对内部缺陷进行检测。

(六) 涡流检验技术

涡流无损检测技术作为无损检测的主要技术之一,其主要是通过交变磁场,进而针对检测设备的内部电磁感应产生的封闭电磁涡流进行数据方面的分析,最终得到设备的缺陷以及其余的检测结论。一般而言,涡流检测主要是在金属材料检测之中使用,不需要与锅炉压力容器的本体相互接触,就可以利用速度快、自动化的操作进行缺陷方面的检测。但是由于只适合在金属材料检测之中使用,所以对于锅炉本身形状、材质以及尺寸等方面都有着较高的要求。

四、无损检验技术应用

分析在实际的案例中,选择锅炉管线焊缝检进行阐述。选择长度15.30 km、管径377 mm、压力2.0 MPa、壁厚10 mm的锅炉供热管线进行管线的焊缝检验。为了确保整个检验满足规程的操作要求,在实际的操作环节将制作人工缺陷试件作为焊缝质量检验的主要依据。在具体的无损检验技术应用环节,需要是通过试件制作、超声波探伤仪准备、打磨探测面、开展检验的基本流程进行处理,这样就可以对无损检测技术进行精准地分析,满足锅炉压力容器检验的要求,为后续的工作提供良好的条件。

(一) 试件制作

对直径377 mm、长度250 mm、壁厚10 mm的管道,焊接阶段因人为操作不规范出现气孔、未焊透、夹渣等缺陷。其缺陷的具体情况见表1所示。

表1 测试管线缺陷

缺陷描述	气孔 (mm)	未焊透 (mm)	夹渣 (mm)
缺陷长度	60, 120	2, 3	9, 11
距离表面距离	7, 9	3, 6	5, 7

(二) 超声波探伤仪准备

在实际的检测过程中,选择CTS-26超声波探伤仪,标准试块选用CSK-IA、CSK-III A。在具体的仪器调试阶段,首先是按照《压力容器无损检测》进行超声波检验,从K2探头入射点进行测试,然后按照1:1的比例来调整水平扫描距离,制作距离为波幅曲线,之后设置好检验的灵敏度,在示波屏划出后直接设置4 dB表面粗糙补偿度以及对应的曲面补偿分贝值。

(三) 打磨探测面

对于新出厂的钢材基本上都不会出现腐蚀现象,不需要进行打磨操作。长时间使用的锅炉压力管线虽然拥有防腐与保温的措施,但是依旧存在一定的腐蚀现象,所以在其检验阶段需要确保表面的粗糙度达到6.3 μm 。

(四) 开展检验

在进行探伤检验的过程中,首先要针对人工试验管线进行焊缝方面的检验,之后进行15.3 km的锅炉压力管道检验,在检验2642个对接接头之后发现管线的合格率只有31%,还有1830个对接接头的根部没有完全焊透,最为严重的位置上的缺陷达到150 mm。在出现缺陷之后,针对实物进行解剖检验处理,发现的确存在大量材料没有焊头的问题,其距离表面的深度为4~5 mm,这部分超标缺陷的接头会对锅炉压力管线的正常运行造成影响。本次检验使用的是超声检验法,在锅炉压力管道之中对其进行无损检验,发现有1830个对接接头根部没有焊透的现象,这样就可以证明在锅炉压力管线的检验工作中超声波检测法是非常有用的,在日常的检测与维修之中值得广泛的推广和使用。

五、结束语

总而言之,作为社会各界较为关注的热点之一,如果压力容器在使用过程中一旦发生失误,势必会造成压力容器内气体的泄漏从而引发爆炸等。如何确保高风险压力容器设备的安全使用就显得尤为重要。而无损检测技术在压力容器检测中具有较多的优势,所以此技术被广泛地应用在压力容器的检测中并发挥了不可替代的作用。通过无损检测技术的应用,可以及时直观地反映出压力容器缺陷问题,从而可以采取有效的方法及时地对缺陷进行处理,但即使如此,此技术仍存在不足之处,所以,还应不断地对此技术进行创新和完善,也只有这样才能更好地确保检测效果,有效地降低压力容器的检测成本,进而促进相关企业的长久稳定发展。

参考文献:

- [1]吴文杰.压力容器无损检测技术的选择及应用[J].装备维修技术,2020(02):302.
- [2]周红兰,张玲.关于压力容器无损检测技术的应用分析[J].化工管理,2020(05):163.
- [3]孟伟权.锅炉压力容器检验方法分析与研究[J].机电信息,2019(15):147-148.
- [4]宋绍山.关于锅炉压力容器检验的技术分析探讨[J].节能,2019(03):109-110.