

# 涡流检测技术在承压特种设备检验中的应用探析

张玉强

(青海油田监督监理公司 甘肃 酒泉 736200)

**摘要:** 涡流检测技术是当前阶段应用在承压特种设备检验中的一种无损检测技术,但因为目前对涡流技术的研究还存在着些许不足,因而无法广泛性的应用在承压特种设备检验中,必须进一步加大涡流检测技术的研究力度。本文重点分析论述涡流检测技术在承压特种设备检验中的应用要点与策略,期望可以为从事此类研究的技术人员提供一些建议。

**关键词:** 涡流检测技术;承压特种设备;检验

## 0 引言

涡流检测技术基于电磁感应原理,前端探头内部通入交流电,可以在磁场作用下促使被测试工件产生涡流,根据涡流形态和性质可以判断出被测试工件的缺陷。基于这一特点,涡流检测技术在承压特种设备检验中有着较好的应用,为进一步拓宽涡流检测技术在承压特种设备检验中的应用范围,必须明确和掌握涡流检测技术应用的相关要点。

## 1 涡流检测技术的原理与分类

涡流检测技术本质上是一种无损检测技术,在实际应用时需要将带有交流电的线圈式探头置于被测工件的附近,此时交流电可以与被测工件形成电磁感应,同时被测工件可以产生涡流,所产生的涡流可以通过特殊的形式展示出来。具体来说,在产生涡流后,涡流检测仪器可以将涡流信息通过电压与阻抗的形式展示出来,若是被测工件存在缺陷则涡流强度与分布形态均会产生较大的变化,继而探头线圈的电压与阻抗也会发生较大的变化。因此可以说,在涡流检测技术的支撑下,被测工件所存在的缺陷可以被较为精准的显示出来。需要特别注意的一点是,考虑到不同被测工件的线圈探头与材质均存在一定的差异,因而实际应用涡流检测技术时要考虑实际情况,确保涡流检测技术应用的适用性与科学性。

为确保涡流检测技术应用的科学性与适用性,务必对涡流检测技术应用时的探头分类与性质有全面的掌握,这对于提升涡流检测技术的精度也有着十分重要的作用,务必给予高度的重视。

总的来说,按照前端探头特点可以将涡流检测技术分为三类:一是穿过式线圈,二是探头式线圈,三是插入式线圈。穿过式线圈是指线圈可以穿过被测工件的一种检测技术,常用于帮状、管状、线状的工件。在实际检测过程中需要特别注意一点,即要将被测工件以最快的速度穿过线圈,此时涡流显示屏可以实时显示电阻和电压变化数据,工作人员可以以此来判定被测工件的性质。探头式线圈在使用过程中因为检测区域小,所以可以精准反映出被测工件检测区域的详细缺陷情况,非常适合应用在局部区域的检测中。目前来看,探头式线圈主要应用在板状工件中,比如平板类工件,若是想进一步有效提升探头式线圈的检测精度,则可以考虑在线圈中添加磁芯。插入式线圈可以深入到被测工件的内

部,非常适合应用在管状、孔状工件,比如可以开展管道的内部缺陷检测、内腔式工件的内部质量检测。

## 2 涡流检测技术在承压特种设备检验中的应用可行性

虽然当前阶段涡流检测技术并未广泛应用在承压特种设备的检验中,但并不影响涡流检测技术的应用可行性。具体来说,涡流检测技术在承压特征设备检验中的优点与缺点均是十分明显的,如何最大限度发挥出涡流检测技术在承压特种设备检验中的优势非常值得探究,也是当前阶段必须重点研究的一类问题。

从涡流检测技术在承压特种设备检验中的优点来说,集中体现在五个方面。一是检测探头不需要与承压特种设备产生直接性的接触,这可以大大提升涡流检测的效率,一些大型的工件可以在线快速检测。二是所使用的检测探头有着非常高的灵敏度,能够精准的反映出承压特种设备的内部状况,工作人员可以由此判断出承压特种设备是否存在故障。三是使用通过单一变量方法来完成承压特种设备的检验工作,这样可以精准判定出某一个变量对检测结果所产生的影响程度。四是在长期的研究过程中,涡流检测技术在应用过程中不会受到温度因素的太大影响,并且所使用的检测探头可以做到远距离测量,在远距离测量时可以使用导轨。五是在检验工作完成后,检验结果可以通过电信号的方式来显示并储存,多以电流和电压这两种方式显示和储存。基于这一优势,在完成承压特种设备的检验工作后,工作人员可以尽快完成数据的整合与分析工作。

从涡流检测技术在承压特种设备检验中的缺点来说,集中体现在三个方面。一是在应用涡流检测技术的过程中,必须确保探头前端的电磁圈通电,待形成涡流信号后才可以完成承压特种设备的缺陷检测。因此,要求所检测的承压特种设备必须具备导电性能,而且只能应用在承压特种设备的表面缺陷检测,内部缺陷的检测效果无法得到保证。二是涡流的频率会与检测深度呈现出一种反比例关系,当涡流的频率越高时,检测深度会越浅。之所以会出现这样的一类问题,最为主要的原因便是电磁感应技术的特殊性,因而在开展检验工作时务必对承压特种设备的使用性能与材料属性有全面性的掌握,在充分掌握承压特种设备的性质后确定出最佳的检测方案。三是在应用涡流检测技术来开展承压特种设备的检验工作时,较为常用的探头有两种,

一种是穿过式线圈探头,另一种是旋转式探头。虽然两种探头较为常用,但实际检测过程中会存在一些不足,比如穿过式线圈探头虽然可以精准反映出承压特种设备的缺陷,但是无法精准定位缺陷的具体位置。再比如旋转式探头每次检测的面积是较小的,无法满足大型承压特种设备的检测需求。

### 3 涡流检测技术在承压特种设备检验中的应用及相关要点

#### 3.1 换热管检测与锅炉定期检验中的水冷壁管检测

从当前阶段涡流检测技术的应用来看,在管状工件中的应用已经非常的成熟和普遍,而且所形成的检验标准较多,所取得的检测结果无论是准确性还是可靠性均可以得到保证。在应用涡流检测技术来开展承压特种设备的检验时,主要有《承压设备无损检测》、《钢管涡流检测技术方法》这两类检验标准。在以往的换热管检测与锅炉定期检验中的水冷壁管检测中,工作人员多是通过宏观检测方式、耐压试验检测、内窥镜检测,但因为受到承压特种设备结构的限制,并无法取得最佳的检测效果。而在应用涡流检测技术的过程中,无论是检测流程还是检测结果均有显著的优势。

具体来说,在应用涡流检测技术来检测换热管与水冷壁管时,可以结合使用多通道远场涡流检测工艺,这样可以很好的检测出换热管与水冷壁管是否存在缺陷,预防安全事故的能力可以大大增强。以换热管的检测为例来说,可以使用笔记本电脑、涡流检测仪、多通道远场检测探头,在检测水冷壁管时可以使用手持外置式探头,并配备自动爬行器来使用,这样可以大大提升涡流检测技术的效率。需要特别注意一点,在涡流检测技术应用过程中,会一定程度上受到工件材料、尺寸与形状这些因素的影响,不利于检测结果精度的控制。因此,在实际检测时要结合实际情况来配备最为合适的探头,通常情况下换热管的材质是钢管,锅炉水冷壁管材质多为碳钢,可以以此来确定探头。

#### 3.2 奥氏体不锈钢焊缝的检测

奥氏体不锈钢不是铁磁性材料,这导致奥氏体不锈钢焊缝无法顺利完成磁粉检测工作。另外,奥氏体不锈钢有着明显的特性,比如晶粒是比较粗大的,这导致检测过程中很容易出现声波散射的问题,灵敏度无法得到有效的确保。在以往的检测中,多是通过表面渗透检测这一方式来开展奥氏体不锈钢焊缝的检测,所存在的缺陷是较为明显的,比如检测效率较低,且检测工作量较大。在应用涡流检测技术来开展奥氏体不锈钢焊缝的检测工作时,目前已知的最大检测深度可以达到5mm,可以直接应用在角焊缝和对接焊缝中,实际检测过程中需要使用笔记本电脑、涡流检测仪、焊缝专用探头。需要特别注意一点,涡流检测技术对奥氏体不锈钢焊缝的表面质量有着较高的要求,尤其是对焊缝宽度、焊纹、焊缝形状、焊瘤有着较高的要求,这要求在检测过程中务必严格遵循有关的规范标准,目前可以适用的标准主要是GB/T 26954-2011《焊缝无损检测基于复平面分析的焊缝涡流检测》。

在近年来的研究过程中,针对奥氏体不锈钢焊缝的特点,逐渐形成了一种新型的检测组合方式,即将涡流检测技术作为主要手段,将射线拍片检测作为辅助。在检测时可以先使用涡流检测技术来初探奥氏体不锈钢焊缝,若是发现存在质疑区域,则可以使用射线拍片方式来进一步检测,可以取得较好的成效,值得推广应用。

#### 3.3 工业管道定期检验

在以往的工业管道定期检验过程中,会因为受到较多因素的影响而导致检验结果无法得到保证,尤其是会受到停机时间和检修成本的限制。若是检验的工业管道外部设有保温绝热层,则检验工作的难度会大大增加。涡流检测技术在工业管道定期检验中的优势是值得称赞的,比如,涡流检测可以同时完成多个焊口的检测,壁厚减薄、凹坑、内外壁腐蚀、热疲劳等微观性缺陷均可以同时检测出来,无论是检测效率还是质量均可以得到很好的保证。需要注意一点,工业管道的管径是较为多样的,实际应用涡流检测技术来检测时要选择好探头,若是待检测的工业管道有较大的管径,则可以考虑使用管线外爬探头来检测,以此确保检测结果的准确性。

从当前铁磁性工业管道的检测来看,可以将阵列式近场与远场结合起来,在检测线圈沿着工业管道四周分布时便可以完成管壁检测。在整个检测过程中,考虑到最终的检测结果极易受到管道表面损伤、支管开口、支吊架等因素的影响,因而要在检测过程中做好预防工作。需要特别明确的一点是,当前阶段所使用的涡流检测技术虽然可以应用在工业管道的定期检验中,但无论是可靠性还是灵敏度均有很大的提升空间,在实际的检测工作中可以考虑将涡流检测技术与常规性的无损检测方式结合起来,以此最大限度提升工业管道定期检验的效果。

### 4 结语

涡流检测技术在承压特种设备检验中的应用优势是值得肯定的,可以将涡流检测技术应用在承压特种设备检验中。目前来看,涡流检测技术在换热管检测与锅炉定期检验中的水冷壁管检测、奥氏体不锈钢焊缝的检测、工业管道定期检验这三个方面有着很好的应用效果,但同时要对检测过程中所存在的缺陷有一个明确的认识,后续要进一步加大研究力度,以便掌握更多涡流检测技术应用时的要点。

#### 参考文献:

- [1] 周建国. 化工工艺运用中的承压类特种设备检验[J]. 装备维修技术, 2019,171(03):134.
- [2] 马冰洋, 黄桂林, 杨泽榕. 焊缝涡流检测技术研究进展及应用[J]. 西部特种设备, 2020,3(02):22-26.
- [3] 陈阳文. 无损检测技术在承压类特种设备检验中的应用探究[J]. 中国设备工程, 2020,459(23):155-156.
- [4] 梁远远, 杨生胜, 文轩. 涡流无损检测成像技术研究进展[J]. 真空与低温, 2019,25(01):62-69.

作者简介: 张玉强(1970.08-), 男, 汉族, 青海乐都人, 本科, 工程师, 研究方向: 特种设备检验与管理。