

浅谈涡流检测技术在承压特种设备检验中的应用

马新飞

江苏省特种设备安全监督检验研究院(扬州分院) 江苏 扬州 225100

摘要: 随着现代工业的快速发展,特种设备在许多领域中得到了广泛应用。由于这些设备通常在高温、高压、腐蚀等恶劣环境下运行,因此对其安全性与可靠性要求极高。涡流检测技术作为一种无损检测方法,在承压特种设备的检验中具有显著优势。本文将重点探讨涡流检测技术在承压特种设备检验中的应用,旨在提高设备运行的安全性及可靠性。

关键词: 浅谈涡流检测技术;承压特种设备检验;应用

引言:随着工业的快速发展,特种设备的应用越来越广泛,如压力容器、管道、锅炉等。这些设备在高温、高压、腐蚀等环境下运行,极易发生各种损伤和缺陷,若及时发现和处理,将对人们的生命财产安全造成严重威胁。因此,对承压特种设备进行定期的检验是必不可少的。涡流检测技术作为一种无损检测方法,具有检测速度快、精度高、无需耦合剂等优点,在承压特种设备的检验中具有广泛的应用前景。

1 涡流检测技术的原理

涡流检测是基于电磁感应原理的无损检测方法。当一个交变磁场作用于导电材料时,会在材料内部产生感应电流,即涡流。这个涡流会受到多种因素的影响,如材料的电阻率、磁导率以及存在的任何缺陷等。涡流的强度和分布与材料的性质、磁场的频率以及材料中可能存在的缺陷或异常有关。通过测量和分析涡流的强度、相位和方向,可以获得有关材料状态的信息,从而对缺陷或损伤进行定位和定量。涡流检测的基本原理是利用交变磁场在导电材料中激发出涡流,然后通过检测涡流的分布和变化来推断材料的状态。在涡流检测中,通常使用高频的交流电源来产生变化的磁场,该磁场在导电材料中激发出涡流。这些涡流的强度、相位和方向可以通过测量设备进行测量和分析。通过对这些参数的测量和分析,可以推断出材料的性质、缺陷和损伤等状态信息^[1]。

2 涡流检测技术的优点

2.1 无需耦合剂:涡流检测技术是一种非接触式的无损检测方法,它通过在被测物体表面产生高频磁场,利用电磁感应原理检测被测物体内部的缺陷。与传统的超声检测或磁粉检测不同,涡流检测不需要使用耦合剂。这意味着检测过程更为简单,减少了耦合剂的浪费和维护成本。此外,由于无需使用耦合剂,涡流检测技术对环境友好,不会对环境造成污染。因此,涡流检测技术

在承压特种设备检验中具有广泛的应用前景。

2.2 对导电材料的检测效果好:涡流检测技术对导电材料具有良好的检测效果,无论是铁磁性还是非铁磁性金属材料。这是因为涡流主要在导电材料中形成,能够有效地检测材料内部的缺陷和异常。这种技术对各种金属材料都有广泛的应用,适应性强,能够满足不同材料的检测需求。适应各种形状和尺寸的工件:涡流检测技术的另一个优点是它可以适应各种形状和尺寸的工件。无论工件的形状如何复杂,尺寸大小如何变化,只要是导电的,涡流检测都可以对其内部进行无损检测。这种灵活性使得涡流检测技术在各种不同领域中都得到了广泛应用,尤其适用于一些结构复杂、形状不规则的工件检测。

2.3 可用于自动检测:涡流检测技术具有高速度和可靠性的特点,这使得它非常适合用于自动化生产线中的实时质量检测。通过自动化设备和技术,涡流检测可以实现快速、准确地检测产品的各种缺陷和异常。在生产线上,涡流检测技术可以连续地对大量产品进行检测,及时发现并处理不合格品,避免缺陷产品的流出。这种自动检测方式不仅可以提高生产效率,还可以确保产品的质量和安全性。通过与计算机技术和数据处理相结合,涡流检测技术还可以实现数据的实时分析和反馈,帮助企业更好地控制生产过程,优化产品质量^[2]。

2.4 检测灵敏度高:涡流检测技术具有非常高的检测灵敏度,能够准确地检测到被测物体内部的微小缺陷,如裂纹、气孔、夹杂等。这些缺陷在设备运行过程中可能会逐渐扩大,最终导致设备失效。因此,及时的发现和处理这些缺陷对于保障设备的安全性和稳定性至关重要。涡流检测技术的高灵敏度使得它能够发现一些非常细微的缺陷,从而在早期阶段采取相应的措施进行修复,避免设备事故的发生。这种高灵敏度的检测能力

使得涡流检测技术在保障设备安全运行方面具有非常重要的应用价值。通过及时的发现和处理设备内部的微小缺陷,可以延长设备的使用寿命,减少维修和更换的频率,为企业节约成本和资源。

2.5 检测结果直观:涡流检测技术具有实时显示被测物体内部缺陷情况的能力,这使得操作人员能够快速、准确地分析并判断检测结果。通过直观地观察检测结果,操作人员可以清楚地了解被测物体内部的缺陷类型、位置和大小,从而进行针对性的处理。此外,涡流检测技术还可以通过图像处理技术,将检测结果以图形或数值的形式展示出来。这种可视化方式使得检测结果更加直观、易于理解,进一步提高了检测的准确性和可靠性。操作人员可以根据检测结果进行相应的分析和评估,制定有效的处理措施,确保设备的正常运行。同时,这种直观的检测结果也方便了操作人员进行记录和报告,为后续的设备维护和检修提供了重要的参考依据。

2.6 适用范围广:涡流检测技术适用于各种金属材料的检测,包括铁、铜、铝、钛等。这种广泛的适用性使得涡流检测技术在承压特种设备检验中具有广泛的应用前景。在承压特种设备中,这些材料都有广泛的应用,如压力容器、管道、锅炉等。由于涡流检测技术可以对各种金属材料进行快速、准确、无损的检测,因此它成为了保障这些设备安全运行的重要手段之一。无论是设备的制造过程还是在使用过程中,涡流检测技术都可以发挥重要的作用。通过及时的发现和处理各种缺陷和异常,可以确保承压特种设备的安全性能,为工业生产和人民生活的正常进行提供有力保障。

3 涡流检测技术在承压特种设备检验中的应用

3.1 压力容器的检验。压力容器是一种常见的承压特种设备,广泛应用于化工、石油、医药等领域。由于其特殊的工作环境和功能,压力容器在高温、高压、腐蚀等复杂条件下运行,这使得其材料容易受到损伤,产生各种缺陷。为了确保压力容器的安全运行,对其进行定期的检测和维护是必不可少的。涡流检测技术作为一种无损检测方法,具有快速、准确、非接触等优点,在压力容器的检验中发挥了重要作用。(1) 表面检测。压力容器的表面状况对其安全性能至关重要。由于压力容器的运行环境恶劣,其表面容易出现裂纹、气孔、夹渣等缺陷。这些缺陷的存在会极大地降低压力容器的强度和耐腐蚀性,严重时甚至可能导致容器破裂,造成严重的安全事故。涡流检测技术可以对压力容器的表面及近表面进行快速、准确的检测,及时发现并定位这些缺陷,为后续的修复和保养提供依据。(2) 材料检测。压

力容器的材料对其性能和使用寿命具有决定性的影响。不同材料在涡流检测下表现出不同的阻抗变化,通过分析这些变化可以了解材料的内部结构和性质。例如,不锈钢、碳钢、钛合金等常见的压力容器材料,都可以通过涡流检测进行评估。通过对材料进行质量检测,可以判断其是否满足设计要求和使用条件,从而确保压力容器的安全性和可靠性。(3) 在用检测。在用检测是指在压力容器运行过程中对其进行的实时监测。由于压力容器长期处于高温、高压的恶劣环境下,容易产生各种动态的缺陷或损伤。这些缺陷在短时间内可能不会显现出明显的危害,但长期累积下来却可能引发严重的安全事故。涡流检测技术可以对正在使用的压力容器进行在线检测,实时监测其表面和内部的缺陷变化,及时发现并处理问题,避免事故的发生。这种在用检测方式可以大大提高压力容器的安全性和可靠性,为工业生产的安全稳定运行提供有力保障^[3]。

3.2 管道的检验。管道是承压特种设备中的另一种常见形式,广泛应用于流体输送、工艺流程等领域。由于管道长期处于高压、腐蚀等恶劣工作环境下,容易产生各种缺陷和损伤,如裂纹、气孔、夹渣和腐蚀等。这些缺陷的存在不仅会影响管道的性能,还可能引发安全事故。因此,对管道进行定期的检验和维护是至关重要的。涡流检测技术作为一种无损检测方法,在管道检验中具有广泛的应用。(1) 裂纹检测。裂纹是管道中常见的缺陷之一,其产生与管道制造、运输、安装和使用过程中的各种因素有关。裂纹的存在会极大地降低管道的强度和耐压能力,严重时可能导致管道破裂和泄漏。涡流检测技术可以对管道表面和内部的裂纹进行快速、准确的检测。通过在管道表面施加交变的磁场,涡流检测可以诱导出导电材料中的感应电流。当管道存在裂纹时,裂纹会阻断感应电流的流动,形成磁力线的扭曲,从而在裂纹处产生漏磁场。漏磁场的变化可以通过涡流检测设备进行测量和记录,进而确定裂纹的位置、大小和深度等信息。(2) 气孔和夹渣检测。管道在制造过程中,由于工艺控制不严或操作不当等原因,可能产生气孔和夹渣等缺陷。这些缺陷的存在会降低管道的致密度和强度,影响其使用寿命和安全性。涡流检测技术可以有效地检测出管道中的气孔和夹渣等缺陷。当管道内部存在气孔或夹渣时,涡流会在这些区域受到阻碍,导致涡流的分布和强度发生变化。通过分析涡流的变化,可以准确地判断出气孔和夹渣的位置和大小,为管道的质量控制提供可靠的依据。(3) 腐蚀监测。管道在使用过程中,由于受到介质、环境等因素的影响,容易发

生腐蚀现象。腐蚀不仅会降低管道的强度和耐压能力，还会影响管道的流体输送能力和工艺流程的稳定性。涡流检测技术可以通过测量管道材料中感应涡流的分布和变化，来监测管道的腐蚀程度和位置。当管道受到腐蚀时，腐蚀区域会改变管道材料的导电性能和磁导率，从而影响涡流的分布和强度。通过定期的涡流检测，可以及时发现腐蚀区域，评估腐蚀的程度和位置，避免管道因腐蚀而发生泄漏或破裂事故^[4]。

3.3 锅炉的检验。锅炉是一种重要的能量转换设备，其运行状态直接关系到工业生产和人民生活的正常进行。锅炉在高温、高压、腐蚀等恶劣工作环境下运行，其材料容易受到损伤，产生各种缺陷。为了确保锅炉的安全运行，对其进行定期的检测和维护是不可避免的。涡流检测技术作为一种无损检测方法，具有快速、准确、非接触等优点，在锅炉检验中发挥了重要作用。

(1) 管材检测。锅炉的受热面通常由大量的管材组成，这些管材在高温高压的环境下容易发生腐蚀和裂纹等缺陷。这些缺陷的存在会极大地降低管材的强度和耐腐蚀性，严重时甚至可能导致管材破裂，造成严重的安全事故。涡流检测技术可以对锅炉管材的内部和表面进行快速、准确的检测，及时发现并定位这些缺陷。通过对管材进行质量检测，可以判断其是否满足设计要求和使用条件，从而确保锅炉的安全性和可靠性。(2) 焊缝检测。锅炉的制造过程中涉及到大量的焊接工艺，焊缝的质量直接影响到锅炉的安全性能。焊缝处由于焊接工艺、材料等因素的影响，容易出现裂纹、气孔、夹渣等缺陷。这些缺陷的存在会极大地降低焊缝的强度和致密度，严重影响锅炉的安全性能。涡流检测技术可以对焊缝进行快速、准确的缺陷检测。通过在焊缝表面施加交变的磁场，涡流检测可以诱导出导电材料中的感应电流。当焊缝存在缺陷时，裂纹会阻断感应电流的流动，形成磁力线的扭曲，从而在裂纹处产生漏磁场。

的变化可以通过涡流检测设备进行测量和记录，进而确定缺陷的位置、大小和深度等信息。这种无损检测方法可以在不破坏焊缝结构的前提下，对焊缝进行全面或局部的缺陷筛查，提高焊缝的质量控制水平。(3) 在用监测。涡流检测技术可以用于锅炉在役状态下的监测。锅炉在运行过程中，受高温、高压、腐蚀等因素的影响，容易出现各种缺陷和损伤。通过定期对关键部位进行涡流检测，可以及时发现并处理这些缺陷，预防事故的发生。这种在用监测方式可以大大提高锅炉的安全性和可靠性，为工业生产的安全稳定运行提供有力保障^[5]。同时，涡流检测技术还可以用于锅炉维修后的验收检测。维修后的锅炉需要经过严格的检测，确保其性能和安全性符合要求。涡流检测可以对维修部位进行详细的检测，发现并处理可能存在的缺陷和隐患，确保锅炉的正常运行。

结论：综上所述，涡流检测技术在承压特种设备的检验中具有广泛的应用前景。通过对压力容器、管道、锅炉等设备的检测，可以及时发现并处理各种缺陷和损伤，避免事故的发生，保证设备的安全运行。未来，随着科技的不断发展，涡流检测技术将不断创新和完善，为承压特种设备的检验提供更加准确、高效的解决方案。

参考文献

- [1]黄小辉,梁俊杰.无损检测技术在承压类特种设备检验中的应用[J].石油和化工设备,2019,22(06):96-98.
- [2]宋南,柳浩.超声波相控阵检测技术在承压特种设备焊缝检验中的应用[J].特种设备安全技术,2018(02):52-55.
- [3]陈嘉辉.涡流检测技术在承压特种设备检测中的应用研究[J].特种设备安全技术,2017(06):51-53.
- [4]陈阳文.涡流检测技术在承压特种设备检验中的应用[J].中国高新科技,2020,No.79(19):60-61.
- [5]严祖平,严浩.承压特种设备无损检测中的常见误区探讨[J].华东科技(综合),2020(3):0474-0474.