

机械设备维修中无损检测技术的实践应用

高大龙

杭州旭丰机械设备有限公司

摘要:在企业机械设备运维中,机械设备的可靠性和安全性对生产效率和工作环境至关重要。然而,机械设备随着时间的推移,常常会受到磨损、腐蚀和疲劳等因素的影响,需要定期维修和保养,以确保其正常运行。机械设备维修的关键在于有效地检测并诊断潜在问题,以及采取适当的措施予以修复。而无损检测技术作为一种非侵入性、高精度的检测方法,正在日益受到重视和广泛应用。鉴于此,本文首先叙述无损检测技术的概念,随后简要说明无损检测技术对机械设备维修工作带来的影响,最后对机械设备维修中无损检测技术的实践应用进行阐释。

关键词: 机械设备; 维修; 无损检测技术

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6288.2023.03.237

引言

在我国,机械设备维修一直是制造企业和工业企业领域的一个核心挑战。传统的维修方法通常需要停机时间长、人工成本高,并且可能无法及时发现隐藏的缺陷。因此,无损检测技术的实践应用在机械设备维修中具有巨大的潜力。

一、无损检测技术概述

首先,无损检测技术,作为一项非破坏性的检测方法,旨在通过不对被测物体造成任何物理或结构性伤害的情况下,准确识别和评估其内部或表面的缺陷或异常。这项技术的核心理念是确保设备、结构或材料的完整性,同时避免干扰其正常运行或导致潜在的危险情况。

其次,无损检测技术包括多种方法,其中一种是超声波检测。这一方法利用超声波在不同材料中传播的速度差异,通过发射和接收超声波来检测材料内部的缺陷。超声波检测在工程和制造领域广泛应用,它能够发现诸如焊接缺陷、疲劳裂纹、气孔和夹层等问题。这项技术的精度和可靠性使其成了机械设备维修领域的重要工具。

最后,涡流检测是另一种常见的无损检测技术,特别适用于导电性材料的表面缺陷检测。该方法基于涡流感应原理,通过在被测物体表面引入交变磁场,来检测电流在材料中的分布情况。涡流检测可用于检测轮轴、齿轮、焊缝等的表面裂纹和磨损,其高灵敏度和快速性使其在生产线上广泛应用^[1]。

二、无损检测技术对企业机械设备维修工作带来的影响

(一) 增强安全性

首先,无损检测技术在维修工作中对安全性的显著提升。维修工作常涉及处理机械设备,而这些设备可能

存在高度危险的工作环境。传统的维修方法通常需要工人亲自进入这些危险区域,如高温、高压或含有有毒气体的环境,以检查和维修设备。这种情况下,企业维修人员不仅需要应对机械故障可能带来的风险,还必须应对环境因素带来的潜在危害,这在某些情况下可能导致生命安全风险。

其次,无损检测技术的应用改变了这一格局。首先,使远程检测成为可能。企业维修人员不再需要亲自进入危险区域,而可以通过遥感或传感器技术远程获取数据。例如,使用红外热像检测,维修人员可以从安全的距离监测设备的温度,以便在温度异常上升之前发现问题。这种遥感技术不仅提高了工人的安全性,还减少了暴露在危险环境中的时间。

最后,无损检测技术降低了与维修工作相关的潜在危险。传统维修可能需要拆解设备,这可能导致有害气体的泄漏或高压系统的危险操作。相反,无损检测技术通常无须干预设备的内部结构,从而减少了意外事故的风险。例如,涡流检测可以在不接触设备表面的情况下检测到裂纹,而不会对设备本身造成影响。

(二) 增强预防性维护

无损检测技术为企业机械设备维修领域带来的最后一个关键影响是它显著增强了预防性维护的有效性。这一点至关重要,因为预防性维护不仅可以提前预防设备故障,还可以极大地降低维护成本,保障设备运营的连续性。首先,通过定期使用无损检测技术对机械设备进行检测,维修人员可以积累大量宝贵的数据,建立全面的设备健康状况数据库。这个数据库包含了设备的历史性能、检测结果、维修记录等信息。这些数据是预防性维护的关键。首先,它们允许维修人员跟踪设备的寿命和性能变化,从而精确地预测何时需要维护或更换特定部件。这种精确性是传统维护方法所不具备的。此外,

通过对历史数据的分析，可以发现设备性能下降或故障的趋势，从而采取适当的措施，避免了突发故障的发生。

其次，利用这一全面的设备健康状况数据库，维修团队能够制定更加精确和高效的维护计划。传统维护计划通常是基于一般性的时间表，例如每隔一定时间就进行维护，或者按照设备的运行时间来制定计划。然而，这种计划不够灵活，容易浪费资源。而无损检测技术所提供的数据使维修团队能够根据实际设备状态来制定计划，确保在设备需要维护时立即采取行动。这种个性化的维护计划不仅节约了时间和成本，还减少了不必要的维护操作。

（三）降低维修成本

首先，无损检测技术的应用，作为现代企业机械设备维修的重要工具，具有显著的经济效益。传统的维修方式常常伴随着大规模的停机时间，这无疑会造成生产线的中断，导致生产效率的急剧下降。同时，传统维修通常需要复杂的拆卸和重新组装过程，这不仅需要大量人力和时间，还会引入额外的人为错误风险。

其次，无损检测技术的一项突出优势在于其非破坏性的特性。这意味着在进行检测时，无需对机械设备进行拆卸或干预，从而彻底消除了传统维修方式可能引入的人为损伤。这不仅有助于保持设备的完整性，还避免了在维修过程中产生的额外成本，例如零部件更换或修复。另外，在机械设备维修的实际操作中，无损检测技术以其高度精确的检测结果而闻名。无论是检测轴承中的裂纹，还是管道中的腐蚀，这些技术都能提供详细而准确的信息，帮助维修人员明确问题的性质和位置。这种精确性为维修工作的计划和执行提供了有力的支持，使维修人员能够采取有针对性的措施，避免了不必要的维修和替换。

最后，无损检测技术的及早发现优势对于降低维修成本至关重要。在传统维修模式中，问题通常要等到明显的故障发生时才被察觉，这时候往往已经造成了较严重的损害，需要更多的时间和成本来修复。相反，无损检测技术能够在问题发展到不可逆转的阶段之前，就发出警报。这使得维修工作可以在问题扩大之前进行，修复成本相对较低，避免了大规模维修，从而降低了维修的总体成本^[2]。

三、企业机械设备维修中无损检测技术的实践应用

（一）涡流检测技术

涡流检测技术在金属材料维修领域扮演着至关重要的

角色。这项技术基于涡流感应原理，通过感应电流在金属表面产生的涡流的变化来检测金属表面的缺陷，如裂纹和磨损。首先，涡流检测技术是一项高度专业化的方法，广泛用于金属材料的质量控制和维修领域。这项技术通过将电磁感应原理应用于金属材料中，当电流通过线圈时，会在金属表面产生涡流。如果金属表面存在缺陷，如裂纹或磨损，涡流的流动路径会发生变化，从而产生检测信号。这种信号经过精密的分析，可以确定缺陷的位置、大小和性质。

其次，企业维修人员通常将涡流检测作为维修前的首要步骤。这个策略的关键在于，涡流检测能够快速、准确地确定金属表面是否存在问题，以及问题的性质。在维修前，不确定问题的性质可能导致不必要的维修工作，浪费时间和资源。涡流检测技术通过提供详细的信息，使维修人员能够有针对性地进行修复，从而提高了维修效率。

最后，涡流检测技术在金属材料维修中有着广泛的应用范围。它常用于检测关键零部件的表面，如飞机引擎叶片、汽车发动机零件和管道焊缝等。特别是在航空和汽车制造领域，零部件的质量和可靠性至关重要。通过在制造过程中和维修前使用涡流检测技术，制造商和维修人员能够确保产品和设备的高质量和可靠性，减少了由于材料缺陷引起的事故和故障的风险。

（二）X射线检测

首先，X射线检测是一项高度专业化的技术，它利用X射线穿透性质来检测材料内部的缺陷。这项技术在机械设备维修中具有广泛应用，因为它能够提供详细的内部信息，对于保障设备的可靠性至关重要。首先，X射线检测技术通常用于检查焊接部位。焊接在机械设备中是常见的连接方式，但不合格的焊接可能会导致设备失效。通过使用X射线检测，维修人员能够深入检查焊缝内部，以确保其质量和完整性。这项策略有助于防止焊接相关的故障，提高设备的安全性和稳定性^[3]。

其次，X射线检测还可用于检测材料中的异物。在机械设备中，异物可能会导致严重的问题，如机械损坏、阻塞、甚至爆炸性故障。通过使用X射线检测，维修人员可以扫描材料内部，及时发现并定位异物，以便采取措施将其移除。这个策略有助于减少不必要的停机时间，提高设备的可用性，同时降低了维修成本。

最后，X射线检测在航空维修和核电站维修中尤为重要。在航空工业中，飞机的可靠性和安全性是至关重要的，因此必须对飞机结构的完整性进行严格检查。X

射线检测可用于检查飞机引擎、起落架和机身的各个部分，以确保其无内部缺陷。另外，在核电站维修中，核反应堆的安全性对于防止核泄漏和辐射危害至关重要。X射线检测被用来检查关键部件，以确保其没有内部裂纹或其他问题，从而保障了核电站的稳定运行。

（三）磁粉检测技术

磁粉检测技术，作为无损检测领域的重要工具，在检测表面裂纹方面表现出色。这项技术通过在被测材料表面涂覆磁粉，并施加磁场，可以可靠地检测到磁性材料中的裂纹。首先，磁粉检测技术的工作原理基于磁粉颗粒在磁场作用下的行为。当在被测材料的表面涂覆磁粉后，施加磁场会引起磁粉在材料表面的聚集。然而，如果存在裂纹或缺陷，磁粉颗粒将会在这些区域受到磁场的干扰，无法均匀分布。这种不均匀分布的磁粉颗粒形成了可见的磁粉线，暴露了表面上的裂纹或问题。这一原理使得磁粉检测能够高效、可靠地检测到磁性材料表面的裂纹，无须接触被测材料，因此不会损伤其表面^[4]。

其次，磁粉检测技术在桥梁维修中具有重要作用。桥梁作为基础设施的一部分，其结构的完整性至关重要。然而，桥梁承受着来自车辆和自然环境的巨大压力，容易在使用过程中出现裂纹和损伤。为了确保桥梁的安全性，磁粉检测技术被广泛应用于检查桥梁的关键部件，如支柱、梁和焊接接头。在维修工作策略中，磁粉检测通常是第一步，以确定是否存在表面裂纹或问题，然后再决定进一步的修复措施。这一策略可以迅速确定问题的性质，帮助维修团队做出正确决策。

此外，建筑类企业也广泛应用磁粉检测技术。建筑结构的安全性和可靠性是关乎公共安全的重要问题。在建筑维修中，特别是对于钢结构建筑，裂纹和疲劳损伤可能对结构造成严重威胁。通过定期进行磁粉检测，建筑管理员可以检查支撑结构和焊缝，确保其完整性。这有助于防止潜在的结构故障，并确保建筑的安全性。

最后，磁粉检测技术在管道维修中的应用也不可忽视。管道系统在许多工业过程的核心组成部分，而管道的损坏可能导致泄漏和生产中断。在管道维修工作中，磁粉检测通常是首要任务。通过检测管道表面，特别是焊接接头，可以迅速发现裂纹和问题。维修团队可以根据检测结果制定修复计划，确保管道系统的可靠运行。

（四）超声波检测技术

超声波检测技术在企业机械设备维修中广泛应用，其核心原理是通过将超声波传感器置于被测材料上，利用超声波的传播特性来检测材料内部和表面的缺陷。这

种技术以其高度专业化和卓越的精确性，在维修工作中扮演着重要的角色。首先，超声波检测技术的应用策略通常始于问题的明确定位。维修人员首先将超声波传感器放置在被测材料的表面，然后发射超声波信号。这些超声波穿过材料并反射回传感器。通过分析返回的超声波信号，维修人员可以确定是否存在缺陷。这一步骤的关键在于确定问题的确切位置和性质，这为后续的维修工作奠定了基础。

其次，超声波检测技术的优势在于它能够深入物体内部，即使是那些密封的或表面不可见的问题也能够被发现。这意味着即使设备外部看起来完好无损，也可以通过超声波检测技术来探测到内部的裂纹、气孔、腐蚀或其他潜在问题。这种非破坏性的检测方法有助于维修人员避免对设备进行不必要的拆卸和损坏，从而节省了时间和维修成本。

最后，一旦问题被明确定位，维修策略的制定通常是下一步。根据超声波检测的结果，维修人员可以决定采取何种措施来修复问题。如果裂纹或气孔的尺寸和性质允许，可以采用补焊或其他修复方法来修复缺陷。如果问题较为严重，可能需要更换受影响的部件。超声波检测技术的数据也可以用于确定问题的严重性，以便制定维修优先级和时间表^[5]。

四、结束语

综上所述，无损检测技术在企业机械设备维修领域展现出了卓越的应用潜力和显著的价值。本文着重探讨了这一技术的原理和方法，以及其在我国一线机械设备维修中的实际应用。作为一项非侵入性的检测技术，无损检测不仅提供了全面、高精度的检测结果，而且能够在不干扰正常运行的情况下进行检测，最大限度地减少了停机时间和生产损失。

参考文献

- [1] 郭宝. 机械设备维修中无损检测技术的应用[J]. 2021.
- [2] 王一卿, 宋冠青. 机械设备检测中的无损检测技术的运用探究[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2022(1): 4.
- [3] 黄小刚. 无损检测技术在机械工业中的应用[J]. 休闲, 2021, 000(012): P. 1-1.
- [4] 李振生. 无损检测技术在铁矿设备维修中的应用分析[J]. 中国金属通报, 2021(9): 2.
- [5] 李薇. 矿山机械设备维修的故障诊断技术[J]. 科技与创新, 2022(019): 000.