

火力发电厂汽轮机轴瓦无损检测

马永刚

中电建(华亭)发电有限公司 甘肃 华亭 744100

摘要:火力发电厂汽轮机轴瓦作为关键部件,其结构与工作原理直接影响发电效率与安全性。目前,无损检测技术广泛应用于轴瓦检测,通过非侵入式手段精确识别潜在缺陷。然而,为提升检测效果与经济效益,无损检测技术的优化与创新势在必行。本文探讨了火力发电厂汽轮机轴瓦的结构与工作原理,介绍了常用无损检测方法,并重点分析了技术的优化与创新方向,为发电厂的安全运行与效率提升提供有力支持。

关键词:火力发电厂;汽轮机;轴瓦;无损检测

引言:火力发电厂作为能源生产的重要组成部分,其稳定运行对于保障电网的供电安全至关重要。汽轮机是火力发电厂的核心设备之一,而轴瓦作为汽轮机中的关键部件,其健康状况直接影响到机组的安全与效率。由于轴瓦在高速旋转及高温环境下工作,极易出现磨损、裂纹等问题,因此对其进行定期的无损检测,能够及时发现潜在的缺陷,预防设备故障,确保发电过程的连续性和可靠性。

1 火力发电厂汽轮机轴瓦的结构与工作原理

火力发电厂汽轮机轴瓦是汽轮机运行中的关键部件,其结构与工作原理对于确保汽轮机的稳定运行具有重要意义。结构上,汽轮机轴瓦通常由轴瓦体、瓦背和瓦盖等部分组成。轴瓦体是轴瓦的主体,通常采用高强度、高耐磨性的合金材料制成,以承受汽轮机运行过程中产生的巨大载荷和摩擦。瓦背是轴瓦与轴承座的连接部分,它负责将轴瓦固定在轴承座上,确保轴瓦在运行过程中的稳定性。瓦盖则用于封闭轴瓦,防止润滑油泄漏,也有助于保持轴瓦内部的清洁。工作原理上,汽轮机轴瓦的主要作用是支撑和定位汽轮机转子,使转子在高速旋转时能够保持稳定的运动轨迹^[1]。在汽轮机运行过程中,转子受到蒸汽的推动力而高速旋转,轴瓦则通过其特殊的结构设计和材料性能,为转子提供稳定的支撑和定位。同时,轴瓦内部的润滑油膜可以减小转子与轴瓦之间的摩擦,降低能耗,提高汽轮机的运行效率。然而,由于汽轮机运行过程中产生的巨大载荷、摩擦和温度变化等因素,轴瓦容易受到损伤。常见的损伤形式包括磨损、裂纹、剥落等,这些损伤不仅会影响汽轮机的运行稳定性,还可能导致严重的事故。因此,定期对汽轮机轴瓦进行无损检测,及时发现并处理损伤问题,对于确保汽轮机的安全运行具有重要意义。

2 火力发电厂汽轮机轴瓦无损检测方法

2.1 超声波检测

超声波检测是火力发电厂汽轮机轴瓦无损检测中常用的一种有效方法。它利用超声波在介质中传播时遇到缺陷会发生反射、折射或波形转换的原理,通过专门的超声波探伤仪来检测轴瓦内部是否存在缺陷。在超声波检测中,将超声波探头置于轴瓦表面,通过仪器发出高频超声波并穿透轴瓦材料。当超声波遇到轴瓦内部的缺陷时,如裂纹、气孔或夹杂物,会发生反射。这些反射波被探头接收并转化为电信号,进一步通过仪器处理和分析,从而确定缺陷的位置、大小和性质。超声波检测具有非破坏性、高灵敏度、高分辨率和快速检测等优点,它能够准确检测出轴瓦内部的微小缺陷,对于预防轴瓦失效和延长使用寿命具有重要意义,同时,超声波检测还可以对轴瓦进行全面检测,覆盖面积广,提高了检测的可靠性。然而,超声波检测也受到一定限制,例如对检测人员的操作技术要求较高,需要经验丰富的专业人员进行操作。此外,对于某些特殊材料和复杂结构的轴瓦,超声波检测可能存在一定的局限性。因此,在实际应用中,需要根据具体情况选择合适的无损检测方法和手段。

2.2 渗透检测

渗透检测是火力发电厂汽轮机轴瓦无损检测的重要手段之一,它专门用于检测轴瓦表面的开口缺陷,如裂纹、气孔等。该方法的原理是,渗透剂能够渗透到轴瓦表面的缺陷中,并在随后通过显像剂的作用,将缺陷位置清晰地显示出来。渗透检测的操作过程相对简单,但要求细致。第一,清洁轴瓦表面,确保无油污、锈蚀等杂质,以免影响渗透效果。第二,均匀涂抹渗透剂,使其充分覆盖轴瓦表面。渗透剂在毛细作用下,会迅速渗入表面的开口缺陷中。接着,去除多余的渗透剂,保留缺陷中的渗透剂。第三,涂抹显像剂,通过显像剂的吸

附作用，将缺陷处的渗透剂吸出，形成明显的痕迹，从而实现了对缺陷的定位和识别。渗透检测具有直观性强、操作简便的优点，能够快速、有效地检测出轴瓦表面的缺陷。同时，渗透检测对缺陷的敏感度较高，即使是微小的缺陷也能被准确识别。需要注意的是，渗透检测只能用于检测表面开口缺陷，对于内部缺陷或闭合型缺陷的检测能力有限。此外，渗透剂的选择和使用也对检测结果具有重要影响，需要根据实际情况进行选择。

2.3 磁粉检测

在火力发电厂中，汽轮机轴瓦的无损检测方法至关重要。其中，磁粉检测是一种常见的方法。这种方法主要利用磁场原理，通过磁粉对轴瓦表面进行检测，以发现潜在的裂纹、磨损等问题。在磁粉检测过程中，需要将轴瓦表面清洁干净，确保没有杂质，利用强磁场将磁粉吸附在轴瓦表面，由于轴瓦表面的微小缺陷会产生漏磁场，磁粉会在这些区域聚集，观察磁粉的聚集情况，可以判断轴瓦是否存在问题^[2]。磁粉检测具有操作简便、结果直观等优点，能够有效地发现轴瓦的微小缺陷，这种方法也存在一定的局限性，如对于深埋在轴瓦内部的缺陷无法有效检测，因此，在实际检测过程中，还需要结合其他无损检测方法，如超声波检测、射线检测等，以确保轴瓦的安全运行。磁粉检测作为一种重要的无损检测方法，在火力发电厂汽轮机轴瓦的检测中发挥着关键作用，通过对轴瓦进行定期的无损检测，可以及时发现并处理潜在问题，确保轴瓦的正常运行，从而保障整个发电厂的稳定运行。

2.4 红外热像检测

在火力发电厂汽轮机轴瓦无损检测方法中，红外热像检测以其独特优势受到广泛关注。红外热像检测利用红外热成像技术，通过捕捉轴瓦表面的红外辐射，将其转化为可视化的热图像，从而实现了对轴瓦运行状态的快速、准确检测。红外热像检测能够直观地展示轴瓦表面的温度分布，帮助操作人员迅速发现异常温度区域。当轴瓦存在磨损、裂纹等缺陷时，这些区域的温度往往会发生变化，红外热像检测能够捕捉到这些细微的温度变化，为故障的早期发现提供有力支持。此外，红外热像检测还具有非接触、快速响应的特点。在检测过程中，无需对轴瓦进行拆解或停机，可以在不影响机组正常运行的情况下进行。这使得红外热像检测成为一种高效、便捷的轴瓦无损检测方法。红外热像检测是一种有效的火力发电厂汽轮机轴瓦无损检测方法，具有直观、快速、非接触等优点。在发电厂的实际运行中，红外热像检测将发挥越来越重要的作用，为机组的安全稳定运行

提供有力保障。

3 火力发电厂汽轮机轴瓦无损检测技术的优化与创新

3.1 提高无损检测技术的灵敏度和准确性

在火力发电厂中，汽轮机轴瓦的稳定运行对整个发电过程至关重要。随着技术的进步，无损检测（NDT）方法在轴瓦的维护和故障预防中扮演着越来越重要的角色。为保证和提升这些检测技术的准确性和灵敏度，以下步骤可作为优化与创新的指导。（1）高级传感器技术：利用高精度和高分辨率的传感器，能够更精确地探测到微小的温度变化或金属疲劳迹象。例如，使用先进的红外传感器可以提高红外热像检测的精度。（2）数据处理与分析：采用先进的数据处理算法，如机器学习和人工智能技术，可以更准确地从大量检测数据中识别出异常模式，减少误判和漏判。（3）综合多种检测技术：没有单一的检测技术能够覆盖所有可能的缺陷情况。通过结合超声波、渗透、磁粉和红外热像等多种检测技术，可以更全面地评估轴瓦的状况。（4）定期校准和维护：确保所有检测设备定期进行校准和维护，以保持其最佳性能。这包括对设备的硬件进行检查和必要的更新，以及对软件的升级。（5）专业培训与认证：提升操作人员的专业水平，确保他们具备正确使用检测设备和解读结果的能力。同时，鼓励持续学习和技能更新，跟上行业发展的步伐。

3.2 简化无损检测技术的操作流程

在火力发电厂中，汽轮机轴瓦的无损检测（NDT）是保障机组安全运行的关键环节。为了提高检测效率并降低操作难度，简化NDT技术的操作流程显得尤为重要。以下是实现流程简化的主要步骤：（1）自动化设备：引入自动化检测设备，如自动导航的无人机携带红外摄像机进行热像扫描，或自动化的超声波检测系统，可以显著减少人工操作的需求，同时提高数据采集的一致性和可靠性。（2）集成软件平台：开发集成的软件平台，将不同检测技术的数据集中管理和分析。通过这种一站式解决方案，操作人员可以轻松地访问、比较和解读检测结果，而无需在不同系统间切换。（3）标准化操作程序：制定明确的操作标准和流程指南，确保每次检测都按照既定步骤执行。这有助于新员工快速上手，并且减少因操作不当引起的错误。（4）可视化结果输出：优化检测结果的呈现方式，采用图表、颜色编码等直观的方式展示异常区域，使得非专业人员也能迅速识别问题所在。（5）远程技术支持：提供远程技术支持和服务，允许专家通过网络协助现场操作人员进行复杂的检测任务。这不仅可以在加快解决问题的速度，还能促进知

识的共享和传递。

3.3 降低无损检测技术的成本

在火力发电厂汽轮机轴瓦无损检测中，降低成本是提升技术竞争力、促进广泛应用的关键因素。无损检测技术的成本涉及设备购置、维护、人员培训以及检测周期等多个方面，因此，需要从多个维度进行优化和创新，以实现成本的降低。通过选择性价比高的检测设备，结合发电厂的实际需求，避免过度配置或功能冗余，可以有效降低初始投资成本。关注设备的技术更新和换代，选择具有更长使用寿命和更低维护成本的设备，也是降低长期成本的有效手段。优化检测流程、提高检测效率，可以在不增加成本的前提下，提高检测工作的性价比，通过合理安排检测时间、减少不必要的检测环节、采用自动化和智能化的检测手段等方式，可以显著提高检测效率，从而降低单次检测的成本^[1]。加强人员培训和技术交流也是降低无损检测成本的重要途径，提高检测人员的专业技能和操作水平，不仅可以提高检测质量，还可以减少因操作不当导致的设备损坏和误检率，从而降低维护成本和误检成本。加强行业内的技术交流与合作，共享技术成果和经验，也有助于推动无损检测技术的不断创新和成本降低。政策支持和市场引导也是降低无损检测技术成本的重要外部因素，可以制定相关政策，鼓励和支持无损检测技术的研发和应用，推动技术进步和产业升级。同时，市场也可以通过引导需求和竞争机制，推动无损检测技术的不断创新和成本优化。

3.4 研发新型无损检测技术

在火力发电厂汽轮机轴瓦无损检测领域，研发新型无损检测技术是提升检测效率、准确性和可靠性的关键途径。随着科技的进步，无损检测技术正朝着更加智能化、自动化和精细化的方向发展。新型无损检测技术应注重提升检测精度和灵敏度，采用更先进的传感器、

信号处理技术和数据分析算法，实现对轴瓦微小缺陷的精确识别和定位，这不仅可以减少漏检和误检的情况，还能为轴瓦的维修和更换提供更加准确的依据。新型无损检测技术应追求更高的检测速度和效率，传统的无损检测方法可能存在检测周期长、操作繁琐等问题，影响了发电厂的正常运行。因此，研发快速、高效的检测技术，如利用机器学习和人工智能技术进行自动化检测，能够大大提高检测效率，降低对发电厂运行的影响。新型无损检测技术还应关注环保和可持续性，在选择检测设备和材料时，应优先考虑环保性能和可持续性，减少对环境的影响。研发过程中也应注重节能减排和资源循环利用，推动无损检测技术的绿色发展。新型无损检测技术的研发需要跨学科合作和创新思维，无损检测技术涉及材料科学、物理学、信号处理等多个领域，因此需要不同学科背景的专家共同合作，共同解决技术难题。同时，也需要具备创新思维和开放视野，勇于尝试新的技术和方法，推动无损检测技术的不断进步。

结语

随着科技的不断飞跃，无损检测技术在火力发电厂中的应用将更趋广泛。这项先进的技术，不仅能够实时监测设备运行状态，预防潜在故障，而且能大大提高设备的运行效率和使用寿命。更重要的是，无损检测技术的应用，为电力行业的可持续发展提供了有力保障。它不仅降低了运营成本，提高了生产效率，还有助于减少环境污染，实现绿色发电。

参考文献

- [1]刘昌祯.浅析火力发电厂汽轮机的轴瓦无损检测技术[J].电力设备管理,2023(3):199-201.
- [2]张贡献.刍议火力发电厂汽轮机的轴瓦无损检测技术[J].商品与质量,2023(24):93-96.
- [3]王刚,刘晓燕.基于红外热成像技术的汽轮机轴瓦无损检测研究[J].电力工程与技术,2023,32(6):52-57.