

火力发电厂汽轮机轴瓦无损检测

周书康

润电能源科学技术有限公司 河南 郑州 450018

摘要：火力发电厂汽轮机轴瓦的无损检测是确保机组稳定运行的关键环节。轴瓦由优质钢铁基体和乌金复合层构成，其质量与稳定性直接影响汽轮机的运行效率和安全性。无损检测技术，包括渗透检测和超声波检测，能有效检测轴瓦的内部和表面缺陷，如脱层、裂纹等。这些技术不仅具有高精度和高效率，还能避免对轴瓦的破坏，为轴瓦的质量和安全性提供有力保障。定期检测与及时修复缺陷，对于延长轴瓦寿命、提高发电效率具有重要意义。

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供应的重要基石，其设备的安全运行至关重要。汽轮机轴瓦作为汽轮机的核心部件之一，承受着巨大的机械应力和热应力，其性能状态直接影响汽轮机的运行效率和安全性。无损检测技术作为一种非破坏性的检测手段，能够在不损害轴瓦的前提下，及时发现潜在的缺陷和问题，为轴瓦的维护和保养提供重要依据。因此，开展火力发电厂汽轮机轴瓦的无损检测工作具有重要意义。

1 汽轮机轴瓦概述

1.1 轴瓦的材质与结构

轴瓦的材质构成是其性能的关键。常见的轴瓦设计以优质钢铁为基体，这种基体材料因其高强度、良好的韧性和耐腐蚀性，成为轴瓦结构的理想选择。然而，单纯依赖钢铁材料难以满足轴瓦在摩擦、磨损及润滑方面的严苛要求。因此，工程师们巧妙地采用了一种复合材料技术——在钢铁基体表面浇铸一层薄层乌金，形成乌金复合层结构。乌金，一种具有高硬度、优异的耐磨性和自润滑性能的材料，它的存在极大地提升了轴瓦的耐磨性和使用寿命。乌金复合层不仅能够有效降低轴瓦与轴颈之间的摩擦系数，减少磨损，还能在高温、高压及高速运转的环境下保持稳定的润滑状态，确保转子平稳、连续地旋转。轴瓦根据其在汽轮机中的功能不同，可细分为径向支持轴承轴瓦和轴向推力轴承轴瓦两种。径向支持轴承轴瓦主要用于支撑发电机转子的重量，并承受转子旋转时产生的离心力，确保转子在轴向上保持正确的位置。而轴向推力轴承轴瓦则专门设计用于吸收和平衡高压蒸汽作用在转子上的轴向推力，防止转子因轴向位移而与静止部分发生碰撞，从而确保转子与静止部分之间维持适当的间隙，保证汽轮机的稳定运行。

1.2 轴瓦的功能与重要性

轴瓦的功能与重要性不容忽视。（1）它是发电机

转子稳定旋转的基石。通过精确地支撑转子重量和离心力，轴瓦确保了转子在旋转过程中的稳定性和准确性，这是保证发电机高效、稳定发电的前提。（2）轴瓦在承受高压蒸汽作用下的轴向推力方面发挥着关键作用。它能够平衡转子受到的轴向推力，防止因推力过大而导致的设备损坏或停机事故，从而保障了汽轮机的安全稳定运行。（3）轴瓦的设计与维护还直接影响到汽轮机的整体性能和使用寿命。合理的轴瓦结构、材质选择以及定期的维护检查，可以有效降低摩擦损耗，延长轴瓦及整个汽轮机的使用寿命，降低运行成本，提高发电效率。

2 无损检测技术介绍

2.1 无损检测的基本原理

（1）定义及特点：无损检测利用材料内部结构异常或缺陷存在引起的热、声、光、电、磁等反应的变化，通过物理或化学方法，结合现代化的技术和设备器材，进行检测。其特点在于能够非破坏性地揭示材料的内部缺陷，同时不会对被检物体产生损害，因而被广泛用于质量控制、安全检查及故障预防等方面。（2）在轴瓦检测中的应用原理：在汽轮机轴瓦的检测中，无损检测技术能够准确地检测出轴瓦内部的裂纹、脱层等缺陷。这些缺陷往往会导致轴瓦在运行过程中失效，从而影响汽轮机的整体性能和安全性。无损检测技术通过捕捉这些缺陷对超声波、射线等物理量的反射、散射等特性变化，实现对缺陷的准确检测和定位。

2.2 渗透检测技术

（1）检测面的选择及准备：渗透检测主要用于检测轴瓦表面的开口性缺陷，如裂纹、气孔等。在进行渗透检测前，需要选择适当的检测面，并对检测部位进行彻底的清洗和干燥，以确保渗透剂能够充分渗透到缺陷中。（2）渗透剂的选择与应用：渗透剂的选择应基于被检材料的特性和缺陷的类型。在轴瓦检测中，通常使用

高灵敏度的着色渗透剂或荧光渗透剂,以提高检测的准确性。渗透剂应均匀涂抹在检测面上,并保持一定的时间,以确保其充分渗透到缺陷中^[1]。(3)检测程序与观察方法:渗透检测的程序包括预清洗、施加渗透剂、去除多余渗透剂、施加显像剂以及观察和评定等步骤。观察时,应在适当的光照条件下,使用放大镜或显微镜等工具对检测面进行仔细观察,以发现潜在的缺陷痕迹。

(4)案例分析:渗透检测在轴瓦乌金复合层开口性脱层缺陷检测中的应用:在轴瓦乌金复合层的检测中,渗透检测能够准确检测出开口性的脱层缺陷。这些缺陷往往是由于乌金与基体之间的结合不良或外部应力导致的。通过渗透检测,可以及时发现并修复这些缺陷,从而避免轴瓦在运行过程中因脱层而失效。

2.3 超声波检测技术

(1)检测设备的选择与校准:超声波检测设备的选择应基于被检材料的特性和缺陷的类型。在轴瓦检测中,通常使用高分辨率的超声波探伤仪。在检测前,需要对设备进行校准,以确保其准确性和可靠性。(2)探头的选择与安装:探头的选择应基于被检材料的厚度和缺陷的深度。在轴瓦检测中,通常使用直探头或斜探头,并根据缺陷的位置和方向进行调整。探头的安装应确保其与被检材料的紧密接触,以减少耦合损失。(3)检测频率与灵敏度的调节:检测频率和灵敏度的调节对于超声波检测的准确性至关重要。在轴瓦检测中,需要根据被检材料的特性和缺陷的类型,选择合适的检测频率和灵敏度,以提高检测的准确性和可靠性。(4)案例分析:超声波检测在轴瓦内部脱层缺陷检测中的应用:超声波检测能够准确检测出轴瓦内部的脱层缺陷。这些缺陷往往是由于材料内部的裂纹、夹杂物或应力导致的。通过超声波检测,可以及时发现并修复这些缺陷,从而避免轴瓦在运行过程中因内部脱层而失效。在实际检测中,超声波检测已广泛应用于汽轮机轴瓦的安装前及检修期间的无损检测中,为轴瓦的质量和安全性提供了有力保障。

3 火力发电厂汽轮机轴瓦无损检测实践

3.1 检测前的准备工作

(1)轴瓦资料收集与了解。在进行无损检测前,首先需要收集并了解轴瓦的相关资料,包括轴瓦的材质、结构、制造工艺、历史维修记录等。这些信息对于选择合适的检测方法、制定检测计划以及分析检测结果至关重要。通过对轴瓦的全面了解,可以更加准确地判断可能存在的缺陷类型和位置,提高检测的针对性和有效性。(2)检测面的清洁与准备。清洁检测面是无损检测

前的重要步骤,其质量直接影响着检测结果的准确性。对于轴瓦而言,检测面通常是乌金复合层表面或轴承接触面。在清洁时,应使用合适的溶剂或洗涤剂,去除表面的油污、锈迹、杂质等。同时,还需注意保护轴瓦的表面涂层和防护层,避免在清洁过程中造成损坏。清洁完成后,应对检测面进行干燥处理,确保无水分残留,以免影响检测结果的判断。

3.2 检测方法的选择与应用

(1)根据轴瓦的材质、结构及可能的缺陷类型选择合适的检测方法。轴瓦的材质、结构以及可能存在的缺陷类型是影响检测方法选择的关键因素。对于汽轮机轴瓦而言,常见的缺陷类型包括表面开口性脱层缺陷、内部脱层缺陷等。这些缺陷的存在可能导致轴瓦在运行过程中发生磨损、振动甚至断裂等故障。针对轴瓦的这些特点,通常选择渗透检测和超声波检测两种方法进行综合应用。渗透检测主要用于检测表面开口性脱层缺陷,通过渗透液的湿润和毛细现象来发现缺陷。而超声波检测则能够深入轴瓦内部,检测内部脱层缺陷以及裂纹等。两种方法的综合应用可以实现对轴瓦的全面检测,提高检测的准确性和可靠性^[2]。(2)渗透检测与超声波检测的综合应用。在渗透检测中,首先需要选择合适的渗透剂,并均匀涂抹在检测面上。渗透剂的选择应根据轴瓦的材质和可能的缺陷类型来确定。然后,保持一段时间让渗透剂充分渗透到缺陷中。接下来,清洗掉多余的渗透剂,并涂上显像剂。在适当的照明条件下观察显像剂上的缺陷显示,即可判断是否存在表面开口性脱层缺陷。在超声波检测中,首先需要选择合适的探头和检测频率。探头的选择应根据轴瓦的形状和尺寸来确定,以确保超声波能够充分传播到轴瓦内部。检测频率的选择则应根据轴瓦的材质和可能的缺陷类型来确定,以提高检测的灵敏度和准确性。然后,将探头放置在检测面上,通过超声波的传播和反射来检测内部缺陷。通过对反射信号的分析 and 判断,可以确定缺陷的位置、大小和类型。

3.3 检测结果的判定与评估

(1)缺陷的识别与分类。在无损检测完成后,需要对检测结果进行判定和评估。首先,需要对检测到的缺陷进行识别和分类。根据缺陷的形状、大小和位置等信息,将其分为表面开口性脱层缺陷、内部脱层缺陷等。对于不同类型的缺陷,应采取不同的处理措施和维修方案。(2)缺陷尺寸与位置的确定。在识别缺陷类型后,需要进一步确定缺陷的尺寸和位置。对于表面开口性脱层缺陷,可以通过测量缺陷显示的大小和形状来确定其

尺寸。对于内部脱层缺陷,则需要通过超声波检测的回波信号来分析其位置和大小。确定缺陷的尺寸和位置对于评估缺陷的严重程度和制定维修计划至关重要。(3)检测结果的记录与报告。最后,需要对检测结果进行记录和报告。记录内容应包括检测日期、检测方法、检测人员、缺陷类型、尺寸、位置等信息。报告应详细、准确地反映检测结果,包括检测过程中发现的问题、处理措施以及建议等。这些记录和报告可以为后续的维修和保养工作提供重要参考依据,确保轴瓦在长期使用中保持良好的运行状态^[3]。

4 无损检测技术在火力发电厂汽轮机轴瓦检测中的挑战与对策

4.1 技术挑战

(1)复杂结构与多种缺陷类型的检测难度。汽轮机轴瓦的结构复杂,包括乌金复合层、基体、轴承接触面等多个部分,且可能存在多种类型的缺陷,如表面开口性脱层、内部脱层、裂纹等。这些缺陷在尺寸、形状、位置等方面各不相同,给无损检测带来了极大的挑战。由于轴瓦的复杂结构,一些缺陷可能隐藏在难以触及的部位,使得检测难度进一步加大。(2)检测精度与效率的平衡。在无损检测中,检测精度和效率是两个重要的性能指标。对于汽轮机轴瓦而言,既要确保检测的准确性,又要提高检测效率,以满足生产需求。然而,在实际应用中,检测精度和效率往往存在矛盾。提高检测精度可能需要增加检测时间、降低检测速度,而提高效率则可能导致检测精度下降。如何在保证检测精度的同时提高检测效率,是无损检测技术面临的另一个重要挑战。

4.2 应对策略

(1)提高检测技术的灵敏度与准确性。针对汽轮机轴瓦复杂结构和多种缺陷类型的检测难度,可以通过提高检测技术的灵敏度与准确性来加以应对。一方面,可以采用更加先进的检测技术,如高分辨率超声波检测、红外热成像检测等,以提高检测的灵敏度和准确性。另一方面,可以对现有检测技术进行优化和改进,如改进渗透剂的配方、提高超声波探头的灵敏度等,以更好地适应轴瓦检测的需求。此外,还可以利用图像处理、人工智能等先进技术对检测数据进行处理和分析,以提高

检测的准确性和效率。(2)加强检测人员的培训与技能提升。无损检测技术的应用离不开专业的检测人员。为了提高检测人员的技能水平和专业素养,需要加强培训和学习。一方面,可以组织定期的培训课程和讲座,邀请专家进行授课和分享经验,帮助检测人员掌握最新的检测技术和方法。另一方面,可以鼓励检测人员参加相关的培训和认证考试,以提高其专业技能和竞争力。此外,还可以通过实践锻炼和经验交流等方式,不断提升检测人员的实际操作能力和应对复杂问题的能力^[4]。

(3)引入先进的检测设备与技术。随着科技的发展,无损检测设备和技術不断更新换代。为了应对汽轮机轴瓦检测中的挑战,需要积极引入先进的检测设备和技術。一方面,可以购买先进的无损检测设备,如高精度超声波探伤仪、数字射线检测系统等,以提高检测的精度和效率。另一方面,可以关注无损检测领域的最新研究和发展动态,了解最新的检测技术和方法,以便及时引进和应用。此外,还可以与科研机构和企业合作,共同研发适合汽轮机轴瓦检测的新技术和新设备。

结束语

综上所述,火力发电厂汽轮机轴瓦的无损检测是确保机组安全稳定运行的必要手段。通过先进的无损检测技术,我们能够及时发现轴瓦的潜在缺陷,为设备的维护和保养提供科学依据。未来,随着技术的不断进步,无损检测将更加智能化、高效化,为火力发电厂的可靠运行提供更加坚实的保障。我们应持续关注并应用新技术,确保轴瓦检测工作的精准与高效,推动电力行业的高质量发展。

参考文献

- [1]宋尚华.火力发电厂汽轮机轴瓦无损检测技术[J].电力系统及自动化,2020,(04):43-44.
- [2]张奎.试论火力发电厂汽轮机的轴瓦无损检测技术[J].电力系统及自动化,2020,(12):125-126.
- [3]宋士勇.火力发电厂汽轮机的轴瓦无损检测技术[J].军民两用技术与产品,2021,(10):101-102.
- [4]白加宝.浅谈火力发电厂汽轮机的轴瓦无损检测技术[J].建筑工程技术与设计,2022,(09):87-88.