

# 试论火力发电厂汽轮机的轴瓦无损检测技术

李世铭

润电能源科学技术有限公司 河南 郑州 450000

**摘要：**火力发电厂汽轮机的轴瓦作为关键部件，其运行稳定性对电厂整体运行至关重要。本文深入探讨了火力发电厂汽轮机轴瓦无损检测技术的重要性、具体方法及发展趋势。阐述了超声波检测、磁粉检测、渗透检测、涡流检测等技术的原理与特点，分析了其在轴瓦检测中的应用。同时，对无损检测技术的未来发展，包括新技术的研发与应用、智能化检测系统的发展以及多技术融合的检测模式进行了展望，旨在为提高火力发电厂汽轮机轴瓦检测的精度和可靠性提供参考，保障火力发电厂的安全稳定运行。

**关键词：**火力发电厂；汽轮机；轴瓦无损；检测技术

引言：随着电力需求的不断增长，火力发电厂在能源供应中占据着重要地位。汽轮机作为火力发电厂的核心设备之一，其轴瓦的质量和性能直接关系到整个机组的安全稳定运行。传统的检测方法往往需要对轴瓦进行拆卸，不仅耗时费力，还可能对轴瓦造成损伤。而无损检测技术可以在不破坏轴瓦结构的前提下，准确检测出轴瓦内部的缺陷，为火力发电厂的设备维护和安全运行提供了有力保障。

## 1 火力发电汽轮机轴瓦无损检测技术的重要意义

在火力发电活动中采取切实可行的且科学方法来逐步完善火力发电活动中的管理，以便有效的提升火力发电其整机的效率以及汽轮机轴瓦的测试技术水平，推动中国火力发电技术的长远发展。火力发电汽轮机轴瓦无损测试技术，是现代火力发电工程中的一项关键的组成结构，可持续的火力发电系统，和将来的火力发电用户的生活水平有着密切的关系，从其用途方面来看火力发电也是现代每个国家居室中不可分割的一项组成。火力发电设施的好和坏能够直接关系到该社区每个成员的整体品质、住宅的舒适水平和火力发电总价值等方面。火力发电的初步设计工作就与火力发电工程设计中其他的设计任务一样，在刚开始进行设计方案的时，皆需根据社会大众对火力发电工程所提出的需求及其火力发电物的主要特性，而进行有针对性的规划设计操作。优质的火力发电建设施工，可以满足社会上对火力发电建设施工所提供的各项优质需求，同时也可以降低了火力发电建设施工的造价成本，使火力发电行业增加了更多的企业效益，也同时可以提高火力发电行业在当前激烈的市场竞争中的总体竞争能力<sup>[1]</sup>。

## 2 火力发电厂汽轮机轴瓦无损检测技术

### 2.1 超声波检测技术

超声波检测技术是一种重要的无损检测手段，在火力发电厂汽轮机轴瓦检测中有着广泛的应用。超声波检测的原理是利用超声波在不同介质中传播时会产生反射、折射和散射等现象。当超声波束射入轴瓦内部，如果遇到缺陷或界面变化，部分超声波会被反射回来。通过接收和分析这些反射波，可以确定轴瓦内部的缺陷情况。在汽轮机轴瓦检测中，超声波检测技术具有诸多优点。首先，它具有较高的检测精度，能够检测出微小的内部缺陷。其次，检测范围广，可以对轴瓦的不同部位进行全面检测。再者，超声波检测不受轴瓦材料的限制，适用于各种材质的轴瓦。具体的检测过程通常是使用超声波探头在轴瓦表面发射超声波，并接收反射波。检测人员可以根据反射波的时间、幅度和波形等特征来判断轴瓦内部是否存在缺陷以及缺陷的位置、大小和形状。例如，如果反射波的时间异常，可能意味着轴瓦内部存在分层或空洞；如果反射波的幅度较大，可能表示有较大的缺陷。超声波检测技术在汽轮机轴瓦检测中的应用非常重要。在新轴瓦的制造过程中，可以进行质量检测，确保轴瓦无内部缺陷。对于在运行中的轴瓦，可以定期进行检测，及时发现潜在的故障隐患，避免因轴瓦故障而导致汽轮机停机，保障火力发电厂的稳定运行。然而，超声波检测技术也存在一些局限性。它对检测人员的技术水平要求较高，需要经过专业培训才能准确解读检测结果。此外，超声波检测结果的准确性也受到轴瓦表面粗糙度、温度等因素的影响。

### 2.2 磁粉检测技术

磁粉检测技术是一种常用的无损检测方法，在火力发电厂汽轮机轴瓦检测中发挥着重要作用。磁粉检测的原理是利用铁磁性材料被磁化后，由于不连续性的存在，使工件表面和近表面的磁力线发生局部畸变而产生

漏磁场, 吸附施加在工件表面的磁粉, 形成在合适光照下目视可见的磁痕, 从而显示出非连续性的位置、形状和大小。在汽轮机轴瓦检测中, 磁粉检测具有诸多特点。首先, 它的检测灵敏度高, 能够检测出微小的表面和近表面缺陷。其次, 操作相对简单, 检测速度较快, 可以在较短时间内完成对轴瓦的检测。而且, 磁粉检测成本较低, 适合大规模应用。具体的检测方法是先对轴瓦进行预处理, 去除表面的油污、铁锈等杂质, 然后采用合适的磁化方法, 如周向磁化、纵向磁化或复合磁化, 使轴瓦被充分磁化。接着, 将磁粉均匀地喷洒在轴瓦表面, 观察是否有磁痕出现。如果有磁痕, 则表明轴瓦存在缺陷。磁粉检测技术在汽轮机轴瓦检测中的应用范围广泛。它可以检测出轴瓦表面的裂纹、气孔、夹杂物等缺陷。对于新安装的轴瓦, 可以进行出厂检测, 确保质量合格。对于在运行中的轴瓦, 可以定期进行检测, 及时发现潜在的安全隐患。然而, 磁粉检测技术也有一定的局限性。它只能检测铁磁性材料, 对于非铁磁性材料的轴瓦则无法使用。此外, 检测结果受表面状态和磁场强度等因素的影响较大, 需要检测人员具备一定的经验和技能<sup>[2]</sup>。

### 2.3 渗透检测技术

在现代工业领域中, 无损检测技术起着至关重要的作用, 而渗透检测技术便是其中一种极为有效的检测手段。(1) 渗透检测技术主要利用液体的毛细作用原理。将特定的渗透剂施加到被检测物体的表面, 若物体表面存在开口缺陷, 渗透剂就会在毛细作用下渗入这些缺陷中。经过一段时间的渗透后, 小心地去除表面多余的渗透剂, 接着再涂上显像剂。显像剂能将缺陷中的渗透剂吸附出来并清晰地显示出来, 从而使检测人员可以直观地观察到缺陷的位置、形状和大小。(2) 这种检测技术具有诸多显著优势。其一, 它具有广泛的适用性, 能够检测各种材料, 包括金属、非金属以及复合材料等表面的开口缺陷。无论是复杂形状的工件还是微小的零部件, 渗透检测都能发挥作用。其二, 操作相对简便。不需要昂贵复杂的设备, 也不需要检测人员具备高深的专业知识, 易于掌握和实施。其三, 检测灵敏度高。能够检测出非常细微的缺陷, 对于保证产品质量和设备的安全运行意义重大。(3) 在实际应用中, 渗透检测技术在众多行业都得到了广泛的应用。在航空航天领域, 用于检测飞机发动机叶片、机身结构等关键部件的表面缺陷, 确保飞行安全。在汽车制造行业, 可对汽车发动机缸体、曲轴等重要零部件进行检测, 提高汽车的可靠性和安全性。在机械加工领域, 能及时发现加工过程中产

生的表面缺陷, 避免不合格产品流入市场。当然, 渗透检测技术也并非完美无缺。它只能检测表面开口缺陷, 对于内部缺陷无能为力。而且, 检测过程中需要严格控制渗透时间、清洗和显像等环节, 否则可能会影响检测结果的准确性。

### 2.4 涡流检测技术

涡流检测技术作为一种高效的无损检测方法, 在火力发电厂汽轮机轴瓦检测中有着独特的优势。涡流检测的原理是当交变电流通过检测线圈时, 会在其周围产生交变磁场。如果将被测轴瓦置于该磁场中, 轴瓦内就会产生感应涡流。涡流的大小、相位及流动形式受到轴瓦材料的物理特性及缺陷的影响。通过检测线圈测量涡流的变化, 就可以推断出轴瓦的质量状况。在汽轮机轴瓦检测中, 涡流检测技术具有显著特点。其一, 它可以实现非接触式检测, 不会对轴瓦造成任何损伤。其二, 检测速度快, 能够对轴瓦进行快速扫描, 提高检测效率。其三, 对表面和近表面缺陷具有较高的灵敏度, 能够检测出微小的裂纹、气孔等缺陷。具体的检测过程通常是将涡流检测探头靠近轴瓦表面, 通过仪器发射交变电流并接收反馈信号。如果轴瓦存在缺陷, 涡流的分布会发生改变, 从而在检测仪器上显示出异常信号。检测人员可以根据这些信号判断缺陷的位置、大小和性质。涡流检测技术在汽轮机轴瓦检测中的应用十分广泛。它可以用于检测新生产的轴瓦, 确保其质量符合标准。对于在运行中的轴瓦, 也可以定期进行检测, 及时发现潜在的故障隐患。然而, 涡流检测技术也存在一些局限性。它对轴瓦材料的电导率等物理特性较为敏感, 不同材质的轴瓦可能需要不同的检测参数。此外, 对于较深部位的缺陷, 涡流检测的能力相对较弱<sup>[3]</sup>。

## 3 无损检测技术的发展趋势及展望

### 3.1 新技术的研发与应用

随着科技的不断进步, 火力发电厂汽轮机轴瓦检测的新技术也在持续研发与应用。相控阵超声检测技术是其中的突出代表。它通过对超声探头中的多个阵元进行精确控制, 可以实现多角度、多聚焦的检测。相比传统超声检测, 相控阵技术能够更准确地确定轴瓦内部缺陷的位置和形状, 提高检测的分辨率和精度。该技术可以快速扫描轴瓦, 大大缩短检测时间。红外热成像检测技术也逐渐应用于轴瓦检测。轴瓦在运行过程中如果存在异常摩擦或局部过热, 会在红外热像图中显示出温度异常区域。通过分析热像图, 可以及时发现轴瓦的潜在问题, 如润滑不良、局部磨损等。这些新技术的应用为火力发电厂汽轮机轴瓦检测带来了新的机遇。它们不仅提

高了检测的准确性和效率，还为提前预防轴瓦故障、保障电厂安全稳定运行提供了更有力的支持。

### 3.2 智能化检测系统的发展

在当今科技迅猛发展的时代浪潮下，火力发电厂汽轮机轴瓦的智能化检测系统正以惊人的速度从梦想逐步变为现实。智能化检测系统犹如一位不知疲倦的守护者，完美地实现了自动检测与数据分析的强大功能。在轴瓦周围精心安装的各类传感器，如同敏锐的触角，能够实时、精准地采集轴瓦的各项运行参数，温度的细微变化、振动的微妙幅度以及压力的动态波动等都能被一一捕捉。这些珍贵的数据会迅速被传输到先进的智能检测设备当中，设备利用前沿的算法展开自动分析，以惊人的速度和准确性判断轴瓦是否存在异常情况。例如，一旦检测到温度异常升高或者振动幅度超出正常范围，系统会立即自动发出响亮的警报，如同一位警惕的哨兵，及时提醒工作人员尽快进行全面检查和专业维修。与此同时，远程监测与诊断功能更是为轴瓦检测带来了前所未有的便利。工作人员无需身处现场，仅通过网络就能在远程终端实时查看轴瓦的运行状态和详细的检测结果。倘若发现问题，还可以借助强大的远程专家系统进行深入诊断。该系统能够迅速确定故障原因，并给出科学合理的解决方案，极大地提高了检测效率和准确性。智能化检测系统的蓬勃发展，无疑为火力发电厂汽轮机轴瓦的安全稳定运行筑牢了坚固的堡垒。它有力地推动着火力发电行业朝着更加高效、智能的方向大步迈进，为整个行业的可持续发展注入了源源不断的动力<sup>[4]</sup>。

### 3.3 多技术融合的检测模式

在火力发电厂汽轮机轴瓦检测领域，单一检测技术的局限性愈发凸显，而多技术融合的检测模式顺势成为未来发展的主流趋势。多技术融合能够充分发挥多种无损检测技术的优势。其中，超声波检测犹如一位深入内部的侦探，凭借其强大的穿透能力，可以精准探测轴瓦内部那些难以察觉的深层次缺陷。磁粉检测则如同敏锐的哨兵，对轴瓦表面和近表面的裂纹等缺陷展现出极高

的灵敏度，任何细微的裂痕都难以逃脱它的“法眼”。涡流检测恰似一位专业的质检员，尤其擅长检测导电材料的表面缺陷，快速而准确地锁定问题区域。将这些技术巧妙结合，就如同为轴瓦构建了一个全方位、多层次的防护网。例如，在实际检测过程中，先运用超声波检测进行初步筛查，迅速确定可能存在缺陷的大致区域。接着，针对这些重点区域，灵活选用磁粉检测或涡流检测进行更为精确的检测，进一步明确缺陷的具体性质和程度。还可以结合先进的数据分析技术，对不同检测方法得到的结果进行深度综合分析和科学评估。这种多技术融合的检测模式，不仅大大提高了检测效率，减少了检测时间和成本，更为火力发电厂汽轮机轴瓦的安全稳定运行提供了坚实可靠的保障，确保发电厂能够持续为社会输送稳定的电力能源。

### 结束语

在火力发电厂中，汽轮机轴瓦的无损检测技术至关重要。超声波、磁粉、涡流等检测技术各有优势，为轴瓦的安全运行提供了有力保障。随着科技的发展，新技术不断涌现，智能化检测系统和多技术融合模式将成为未来发展的方向。我们应不断探索和创新，提高无损检测技术的水平，确保火力发电厂汽轮机轴瓦的质量和可靠性，为电力生产的稳定运行贡献力量，推动火力发电行业向更加高效、安全的方向迈进。

### 参考文献

- [1]赵建英.当议热力发电站汽轮机的轴瓦无损检测技术[J].科技与企业,2019,(22):63-79
- [2]袁炳晋,李长栋.热力发电站汽轮机轴瓦无损检测[J].科技风,2019,(03):58-68
- [3]王宝珠,马永平,王软胡.消除汽轮机瓦轴振动增大的异常现象[J].电力安全技术,2019,(03):75-87
- [4]张玉遵,孙奕奇.汽轮机轴系预测维修装置的辅助调试系统研究与设计[J].信息技术与信息化,2019,(05):104-117