

火力发电厂金属监督中无损检测结果的可靠性验证及误差修正方法

郭文

润电能源科学技术有限公司 河南 郑州 450000

摘要：火力发电厂金属监督中，无损检测结果可靠性受设备、工艺、人员和部件工况等因素影响。可靠性验证方法有标准试块、交叉检测和重复检测验证法；误差修正方法包括设备、工艺、人为与工况误差修正。实践应用要点为适配检测场景、强化数据管理和控制验证与修正成本。通过合理运用这些方法与要点，可提升无损检测结果可靠性，保障电厂设备安全运行，实现经济效益与检测质量的双赢。

关键词：火力发电厂；金属监督；无损检测；可靠性验证；误差修正

引言：火力发电厂设备的安全稳定运行至关重要，金属部件的质量直接影响其整体性能。无损检测作为监测金属部件健康状况的关键技术，其结果的可靠性直接关系到设备的安全评估与维护决策。然而，多种因素会影响无损检测结果的准确性，因此，开展可靠性验证与误差修正工作十分必要。本文将深入探讨影响无损检测结果可靠性的因素、验证方法、修正方法以及实践应用要点，为火力发电厂金属监督工作提供理论支持与实践指导。

1 影响无损检测结果可靠性的关键因素

火力发电厂金属监督中，无损检测结果的可靠性受多种因素综合影响。无损检测技术包含超声检测、射线检测、磁粉检测、渗透检测、涡流检测等多种类型，尽管各类技术原理与适用场景不同，但影响检测结果可靠性的关键因素具有共性，主要涉及设备、工艺、人员和部件工况四个方面。（1）检测设备是获取准确检测结果的基础，其精度等级、校准状态和性能稳定性至关重要。以超声检测设备为例，探头灵敏度会随使用时间延长而衰减，若未及时校准和更换，会导致接收到的缺陷回波信号减弱，造成漏检；射线检测设备的射线强度稳定性不佳，会使底片黑度不均匀，影响缺陷的识别和判断。（2）检测工艺参数的合理性直接影响检测质量。超声检测中，探头角度选择不当，可能无法有效覆盖检测区域；耦合剂选型不合适，会影响超声波的传播；检测频率设置不合理，会降低对特定尺寸缺陷的检测能力。射线检测时，焦距、曝光时间和对比度调节等参数不准确，会导致缺陷影像模糊或对比度不足，难以准确判定缺陷性质。（3）操作人员的技能水平和责任心对检测过程规范性有决定性作用。技能不足的人员可能无法正确

识别和分析检测信号，导致缺陷漏检或误检；缺乏责任心的操作人员可能不严格按照操作规程进行检测，影响结果可靠性。（4）金属部件的工况也会干扰检测信号。部件表面的氧化皮、锈蚀和油污会阻碍超声波、磁粉等传播；内部组织不均匀性、变形和应力集中等会改变检测信号特征，降低检测准确性^[1]。

2 无损检测结果的可靠性验证方法

2.1 标准试块验证法

标准试块验证法作为无损检测结果可靠性验证的基础手段，在火力发电厂金属监督中应用广泛。具体操作时，需精心挑选与被检测部件在材质、结构以及尺寸方面高度相近的标准试块，此试块预先设置了尺寸、形状明确的人工缺陷，涵盖裂纹、气孔、夹渣等常见类型。

在检测过程中，要采用与实际检测完全一致的设备及工艺参数。检测完成后，将获取到的缺陷参数，如长度、深度、宽度等，与试块预设的标准值进行细致对比，进而精确计算出检测偏差率。依据偏差率的大小来评判检测系统的准确性与稳定性：若偏差率处于预先设定的允许范围之内，表明检测设备、工艺以及人员操作均满足可靠性要求；反之，若偏差超出标准范围，则需深入排查设备是否存在故障，合理调整工艺参数，或者加强对操作人员的培训。该方法适用于各类无损检测技术的前期验证和日常校准，可快速锁定检测系统的系统性偏差。

2.2 交叉检测验证法

交叉检测验证法凭借多维度对比的方式，为无损检测结果的可靠性核验提供了有效途径，主要涵盖人员交叉、设备交叉与技术交叉三种形式。人员交叉方面，安排两名及以上具备相应资质的操作人员，运用同一台检

测设备、遵循同一套检测工艺,对同一金属部件开展独立检测。之后对比他们的检测结果,以此排查是否存在人为操作误差以及信号判断偏差,确保人员操作对结果的影响处于可控范围。设备交叉时,选用不同型号但属于同类型的检测设备,由同一操作人员按照相同的检测工艺对同一部件进行检测。通过这种方式,能够验证不同设备性能差异对检测结果产生的影响,明确设备因素在检测过程中的作用。技术交叉主要针对关键部件或疑似存在缺陷的区域,采用两种及以上不同原理的无损检测技术,例如将超声检测与射线检测相结合、让磁粉检测与渗透检测相互补充。通过不同技术检测结果的相互印证,提高缺陷识别的准确性,有效规避单一检测技术可能存在的局限性^[2]。

2.3 重复检测验证法

重复检测验证法聚焦于评估无损检测结果的稳定性,是保障检测质量的重要手段。在实施过程中,需严格保证检测条件的一致性,即使用同一台检测设备、遵循同一套检测工艺、安排同一操作人员,针对同一金属部件的目标区域开展多次重复检测。随后,对每次检测所获取的缺陷参数进行详细统计,着重分析其离散程度。

具体而言,通过计算标准差、变异系数等具有代表性的统计指标,来精准判断检测结果的重复性。若计算得出的离散程度较小,表明检测系统具有较好的稳定性,所得到的检测结果可靠性较高;反之,若离散程度过大,则意味着检测过程中可能存在问题,需要深入排查设备振动、耦合不稳定、部件表面状态变化等因素,并采取针对性措施加以解决。该方法在役部件的缺陷跟踪检测中应用广泛,能够有效排除偶然误差对检测结果产生的干扰,确保检测结果的准确性和可靠性。

3 无损检测结果的误差修正方法

3.1 设备误差修正

设备误差修正需依据设备类型以及误差来源进行有针对性的处理,其关键在于做好设备的定期校准与状态调整工作。(1)对于超声检测设备,要定期校准探头的灵敏度和声速准确性。利用标准试块建立灵敏度修正曲线,以此对检测过程中因探头磨损、声能衰减等因素引发的误差进行有效补偿,确保检测信号的准确接收和分析。(2)射线检测设备方面,需校准射线源强度、焦距精度以及成像系统的分辨率。射线强度波动、焦距偏差等都会造成缺陷尺寸测量误差,通过精准校准这些参数,可修正此类误差,提高缺陷尺寸测量的准确性。

(3)磁粉、渗透检测设备也不容忽视,要定期检查磁粉浓度、渗透剂性能。介质性能的变化会导致缺陷检出率

出现偏差,及时修正能保证缺陷的有效检出。(4)在日常开展检测工作前,要对设备进行预热处理,并进行全面的状态检查,及时发现并排查设备故障,从源头上降低设备误差对无损检测结果的影响,保障检测结果的可靠性和准确性^[3]。

3.2 工艺误差修正

工艺误差修正的核心在于精准优化工艺参数,构建契合部件工况的标准化工艺方案。(1)由于金属部件在材质、厚度、表面状态等方面存在差异,需通过大量试验来确定各类部件的最优检测工艺参数。例如在超声检测中,要细致选择检测频率,合理调整探头角度,严格控制耦合剂用量;射线检测时,需优化曝光参数,科学设定成像处理参数等。将这些经过试验验证的参数汇总形成工艺参数数据库,能有效避免因参数盲目设置而产生的误差。(2)对于部件表面存在的氧化皮、锈蚀、油污等干扰因素,在检测前必须进行彻底的表面清理。同时,要根据表面状态灵活调整工艺参数,如适当增加耦合剂的粘度,以提高超声信号的传导效率;优化射线检测的对比度,降低表面干扰对检测结果的影响。(3)在检测过程中若出现信号异常情况,应及时调整工艺参数并重复检测,通过对比信号的变化情况,精准修正因工艺参数设置不当所引发的误差,从而保障无损检测结果的准确性和可靠性。

3.3 人为与工况误差修正

人为与工况误差修正对于提升无损检测结果的准确性至关重要。(1)在人为误差修正方面,强化人员管理与技能提升是关键举措。定期组织操作人员开展技能培训,着重提升他们对检测信号的识别能力、缺陷的分析与判断能力,同时严格规范检测操作流程,避免因操作不规范或判断失误而产生误差。此外,建立完善的检测结果复核制度,针对关键部件以及疑似存在缺陷的区域,安排多级人员进行复核,确保误差能够在第一时间被发现并得到修正,提高检测结果的可靠性。(2)工况误差修正则需紧密结合部件的实际运行状态。对于处于高温、高压工况下的部件,由于可能会出现热变形、应力集中等问题,在检测前可通过采取降温、卸压等措施,使部件恢复到稳定状态,或者合理调整检测时机,避开极端工况进行检测。对于内部组织不均匀的部件,可适当增加检测点位,优化检测路径,以减少组织干扰对检测结果的影响。同时,充分结合部件的历史检测数据,构建工况误差修正模型,依据该模型对检测结果进行有针对性的调整,从而有效降低工况因素带来的误差。

4 可靠性验证与误差修正的实践应用要点

4.1 适配检测场景

火力发电厂金属部件种类繁多,各部件的工况、可能出现的缺陷类型以及检测需求都不尽相同。因此,在开展无损检测的可靠性验证与误差修正工作时,必须紧密结合具体的检测场景,有针对性地选择合适的方法与参数。(1)以高温管道的裂纹检测为例,由于高温管道所处环境特殊,对检测方法的准确性和可靠性要求极高。此时,优先采用超声检测与磁粉检测进行交叉验证,超声检测能够深入管道内部检测隐藏裂纹,磁粉检测则对表面裂纹有较好的检出效果,二者结合可提高检测的全面性。同时,要结合高温环境下的设备校准曲线,对检测结果进行误差修正,确保检测数据的准确性。(2)对于锅炉受热面的腐蚀检测,考虑到其表面状态复杂,易对检测结果产生干扰。可采用重复检测与标准试块验证相结合的方式,通过多次重复检测以及与标准试块对比,重点修正表面状态干扰所引发的误差,从而获得更可靠的检测结果,为锅炉的安全运行提供有力保障。

4.2 强化数据管理

在火力发电厂金属监督工作中,强化数据管理是提升无损检测可靠性与精准度的关键环节。(1)需建立一套完整且规范的检测数据档案,详细记录检测设备的型号、编号、校准信息等设备资料,精确记录检测时所采用的工艺参数,如超声检测的频率、探头角度,射线检测的曝光时间等。同时,要记录操作人员信息、检测结果原始数据,以及可靠性验证过程中所采用的方法、验证数据,还有误差修正的具体步骤和结果等内容,形成覆盖全流程的数据追溯体系。(2)通过对历史数据的深度统计分析,能够挖掘出误差产生的内在规律,据此对现有的可靠性验证方案与误差修正方法进行针对性优化,使金属监督工作更加规范、科学。此外,完整的数据档案能够为部件的缺陷跟踪提供连续的数据支持,准确评估部件的剩余寿命,充分发挥无损检测技术在保障火力发电厂设备安全运行方面的技术价值,为电厂的稳定生产奠定坚实基础^[4]。

4.3 控制验证与修正成本

在火力发电厂金属监督工作中,于保障检测结果可靠性的基础上,科学合理地控制可靠性验证与误差修正成本至关重要。(1)需依据部件的重要程度和实际检测需求,精准选择适宜的验证与修正方法,力求在检测精度与成本投入之间找到最佳平衡点。(2)对于常规巡检部件,由于其重要性相对较低,采用标准试块验证与简单重复检测的方式通常就能满足检测需求。这种方式操作简便、成本较低,既能保证检测结果具有一定的可靠性,又能有效控制成本。(3)而对于关键核心部件,其安全性和可靠性直接关系到整个电厂的运行安全,必须采用多维度交叉验证与精准误差修正方法。通过多种检测技术的相互印证和精细的误差修正,确保检测结果的高度准确。(4)如此差异化地选择验证与修正方法,能够避免过度验证与修正造成的资源浪费,提高资源利用效率,进而提升金属监督工作的经济性,实现经济效益与检测质量的双赢。

结束语

在火力发电厂金属监督领域,无损检测结果的可靠性验证与误差修正是一项系统且复杂的工作。通过全面分析影响可靠性的关键因素,灵活运用多种验证方法与修正手段,并紧密结合实际检测场景,强化数据管理,合理控制成本,能够有效提升无损检测结果的准确性与稳定性。这不仅有助于及时发现金属部件的潜在缺陷,保障设备的安全运行,还能提高金属监督工作的经济性与科学性,为火力发电厂的可持续发展提供坚实的技术保障,推动行业向更高水平迈进。

参考文献

- [1]肖旭.火力发电厂厂用电率的影响因素和控制措施[J].光源与照明,2023,(09):240-242.
- [2]贺彦鹏,商政,李健豪等.火力发电厂引风机汽电联驱的问题分析[J].电力勘测设计,2021,(09):30-35+63.
- [3]肖旭.火力发电厂厂用电率的影响因素和控制措施[J].光源与照明,2023,(09):240-242.
- [4]贺彦鹏,商政,李健豪等.火力发电厂引风机汽电联驱的问题分析[J].电力勘测设计,2021,(09):30-35+63.