

工程检测中的无损检测技术应用研究

游海狮

泰州市天衡建设工程质量检测有限公司 江苏 泰州 225300

摘要：工程检测工作是工程验收、工程评价阶段至关重要的环节，积极探索无损检测技术的应用价值和提高其准确性，以此来保证工程质量。本文探讨了无损检测技术在工程检测中的应用意义、现状以及具体应用策略。分析了无损检测技术对提高工程质量、降低维护成本的重要性，概述了当前无损检测技术在工程检测中的普及程度和技术水平。阐述了超声波检测、冲击回波检测、渗透探伤检测、红外线成像、磁粉无损检测和雷达无损检测等几种主要无损检测技术的具体应用。提出了科学合理的配置检测仪器、完善质量检测方法和保证现场环境状况等策略，以期提升无损检测技术在工程检测中的效果。

关键词：工程检测；无损检测技术；应用

引言：随着工程技术的不断发展，无损检测技术在确保工程质量和安全方面发挥着越来越重要的作用。无损检测技术能够在不破坏材料或结构的前提下，对其内部缺陷进行检测和评估，具有高效、准确和经济的优点。本文旨在全面探讨无损检测技术在工程检测中的应用，以为工程实践提供有益的参考。

1 无损检测技术在工程检测中的应用意义

无损检测技术在工程检测中不仅关乎工程质量的准确评估，还直接关系到公共安全与工程结构的长期稳定性。其重要性从以下五个方面体现。（1）质量控制。无损检测技术能够在不破坏材料或结构完整性的前提下，对工程内部缺陷进行精准识别^[1]。这一特性使得工程师能够在施工阶段或运营维护期间及时发现并处理潜在的质量问题，从而有效避免工程事故的发生。通过定期的无损检测，可以确保工程结构符合设计标准与安全规范，提升整体工程质量。（2）保障公共安全。许多工程结构，如桥梁、大坝、核电站等，一旦出现故障或失效，将可能对人民生命财产安全构成严重威胁。无损检测技术能够及时发现这些关键工程中的隐蔽缺陷，为维修加固提供科学依据，有效预防灾难性事故的发生。（3）延长工程结构的使用寿命。通过早期发现并修复缺陷，可以防止缺陷的进一步发展，从而减缓工程结构的退化速度。这不仅减少了维修成本，还提高了工程结构的经济性和可持续性。（4）促进工程检测技术的现代化与智能化发展。随着科技的不断进步，现代无损检测技术已经实现了数字化、自动化和智能化，能够更快速、更准确地完成检测任务。这不仅提高了检测效率，还降低了人为操作带来的误差风险。（5）科研价值。通过对工程结构内部缺陷的深入研究，可以揭示材料性能、结构受

力状态等关键信息，为工程设计与施工技术的改进提供有力支持。同时无损检测技术的发展也推动了相关学科（如材料科学、力学、信息技术等）的交叉融合与创新。

2 无损检测技术在工程检测中的应用现状

2.1 无损检测技术的发展历程

无损检测技术自20世纪初期以来，经历了从基础到高级、从单一到多样的快速发展历程。最早的无损检测方法主要依赖于目视检查和机械敲击法，这些方法是很大程度上依赖于检测人员的经验和直觉。随着科学技术的进步，进入20-30年代，X射线和超声波技术开始被应用于无损检测领域，这标志着无损检测技术向更加科学、精准的方向迈进。X射线检测技术利用射线穿透材料并在胶片上成像，能够发现材料内部的缺陷；而超声波检测则利用高频声波在材料中的传播特性，通过回波信号来探测缺陷。到了50-60年代，无损检测技术进一步得到发展，涡流检测、磁粉检测和液体渗透检测等方法相继出现。这些方法提高了检测的灵敏度和精度，使得无损检测技术能够更准确地评估材料的性能和结构的完整性。进入80年代，随着计算机技术的飞速发展，无损检测迎来了数字化和自动化的新时代。数字射线成像、计算机断层扫描（CT）和激光检测等技术不断涌现，极大地提高了无损检测的效率和准确性。特别是近年来，随着人工智能、机器学习等技术的引入，无损检测系统已经能够实现对检测数据的自动分析和处理，自动生成检测报告和评价结果。

2.2 工程检测中无损检测技术的应用领域

无损检测技术在工程检测中的应用已经渗透到以下一些主要应用领域，成为确保工程质量、保障公共安

全的重要手段。(1) 建筑工程：在建筑工程中，无损检测技术被广泛应用于混凝土结构、钢结构、墙体等材料的检测^[2]。通过超声波检测、红外线成像检测等技术，可及时发现并处理潜在的质量问题。同时无损检测技术还可以用于检测建筑结构的承载能力、抗震性能等关键指标，为建筑设计和施工提供科学依据。(2) 桥梁工程：无损检测技术在桥梁工程中的应用，可以实现对桥梁结构内部缺陷的精准识别，如裂纹、腐蚀、脱粘等。通过定期的无损检测，可以及时发现并修复这些缺陷。(3) 道路工程：在道路工程中，无损检测技术主要用于检测路面的平整度、厚度、强度等关键指标。通过雷达检测技术、冲击反射检测技术等手段，可以实现对道路结构内部缺陷的精准定位和分析。(4) 无损检测技术在航空航天、石油化工、轨道交通、水利电力等领域也发挥着重要作用。随着科学技术的不断进步和工程领域的持续开发，无损检测技术的应用前景将更加广阔。

3 无损检测技术在工程检测中的具体应用

3.1 超声波检测技术

超声波检测技术，具有强大的穿透力与高度的灵敏性。超声波检测技术的核心在于其高频率震荡原理。当振动频率达到特定水平时，超声波便应运而生，这些声波如同无形的探针，轻松穿透建筑物的实心结构。在检测过程中，超声波遇到不同介质或缺陷时，会产生反射、折射等现象，检测人员通过捕捉并分析这些声波信号的变化，能够精确描绘出建筑物内部结构的轮廓与状态。超声波检测技术还具备高度的准确性。通过获取建筑构件的各种情况，并重点检查结构，检测技术人员可以根据生成的测量曲线图，对建筑工程质量作出全面而精确的评价。这种技术不仅提高了检测效率，还确保了检测结果的可靠性。

3.2 冲击回波检测技术

冲击回波检测技术是一项融合了超声波与红外线的检测技术。通过采集应力波在结构中的反射信号，利用其在混凝土结构中的传播速度，精确测量混凝土厚度及内部缺陷深度。相较于单一的超声波或红外线检测技术，冲击回波检测能够更有效地应对复杂工况，尤其是在形状复杂或表面条件受限的工件检测中，其适用性更为突出。冲击回波检测技术的核心在于对信号的处理与分析。该技术不仅能够记录反射波的经历时长，还能将所采集的数据信号转换至频域中进行深度处理，从而生成振幅谱图。在幅值谱图中，不同峰值对应着冲击界面、缺陷以及不同材质间的多次反射所产生的瞬态共振现象。这一特性使得冲击回波检测技术能够更精确地揭

示建筑内部结构的具体状态，包括缺陷的形状、大小与位置，为工程质量评估提供了更为全面而准确的信息。

3.3 渗透探伤检测技术

渗透式探伤测试技术，是一个直观而且使用最简单的无损测试技术。其操作原理为，先将带有荧光作用或洗染材料的渗液涂刷在零部件表面，渗液将随时间渗入至表面开口的材料内，直到充分填充缺口。然后除去材料表层的剩余渗液，并利用显影剂的吸收功能，将缺口中的渗液回吸至显像层。在紫外线或白光的照射下，缺陷的形状和尺寸得以清晰显现。该技术的优势在于检测设备简单轻便，无需电源即可进行探伤检测，适用于金属及非金属材料，检测范围广泛。同时缺陷显示直观，便于检测人员快速识别。渗透探伤检测技术也存在局限性。针对微小缺陷，由于渗透液无法高效地渗透和吸出，从而造成了缺陷深度的无法测量，所以这种方法更适合于对表层和中表面缺陷的测量。测试后的清理工作同样重要，但部分测试人员可能会忽视此环节，干扰后面项目的顺利完成。

3.4 红外线成像无损检测

红外成像检测技术利用红外摄像技术捕捉混凝土连续辐射的红外线信号，经过精密处理，转化为直观的混凝土温度场分布图像。这项技术的魅力在于其非接触性、无损检测的特点，能够迅速扫描并识别不同温度场，实现遥感检测^[3]。无需直接接触建筑物，即可洞察其内部结构的变化与缺陷，为建筑质量的评判提供了科学依据。随着科技的进步，红外成像检测技术正逐步成为工程质量检测的重要工具，用于检测建筑物的整体质量、装饰面层的完好性、屋面防水的可靠性以及混凝土的损伤状况。红外成像检测技术的普及，不仅提升了建筑工程质量检测的效率与准确性，更为保障建筑安全、延长使用寿命提供了有力支持。

3.5 磁粉无损检测技术

当工程测量项目实施中，涉及到钢结构建筑的设计中，磁粉的检测方法可以在不损伤钢结构的前提下，了解钢构的内部情况，特别是针对某些焊缝或是其它处理部件，更能够利用磁粉加以测试研究。当前工程项目中钢结构的应用同样越来越普遍，为了了解钢结构的整体施工质量状况，必然也就需要在施工完成后予以检测分析，可以针对钢结构相应构件予以磁化处理，进而根据其磁力分布状况进行分析判断，了解其是否存在连续的磁力线，由此根据存在的漏磁或者其它问题进行评估，掌握钢结构内部存在的各个缺陷病害，为后续修复处理提供支持。磁粉无损检测技术的应用不仅仅可以在最终

项目施工完成后予以优化运用,往往还可以在钢材料应用前,或者钢结构焊接工序执行后予以及时检测分析,进而及时杜绝各类质量缺陷,是当前最受关注的一种无损探测方法。当然想要更大地充分发挥了磁粉无损测试方法的使用优势,不仅仅需要着重关注到最终整个构件的测试分析,往往还须顾及到钢结构安装前的测试,特别是针对各个重点钢结构,更必须在安装前通过磁粉无损测试技术进行分析评价,才能更好做到最终工程品质的保证,防止低劣用材混入建设项目。

3.6 雷达无损检测技术

在工程检测领域,磁粉无损检测技术,通过磁化处理钢结构构件,并观察磁力线的分布情况,检测人员可以准确判断是否存在磁力线不连续、漏磁等问题,从而揭示钢结构内部的潜在缺陷。在施工完成后,该技术可助力检测人员全面评估钢结构的施工质量,为后续修复处理提供有力依据。在钢材料使用前或钢结构焊接后,磁粉无损检测技术也能及时发现问题,有效杜绝质量缺陷,确保建筑工程的安全与稳定。磁粉无损检测技术的应用不仅限于最终结构的检测,更贯穿于钢结构安装前的各个环节。对关键钢构件进行磁粉检测,有助于提前发现潜在问题,避免劣质材料混入工程,为建筑工程的整体质量保驾护航。

4 无损检测技术在工程中的应用策略

4.1 科学合理的配置检测仪器

在工程主体结构的检测过程中,为了确保检测结果的准确性,检测仪器必须在使用前经过严格的技术鉴定,并在确认合格后方可使用。对于新出厂的检测仪器,同样需要进行及时的校准,以确保其状态良好,能够满足检测需求。为了保持检测仪器的长期准确性和稳定性,还需要对其进行定期的保养和维护。这不仅可以延长仪器的使用寿命,还可以确保其始终处于最佳工作状态,从而为工程主体结构的检测提供有力的支持。科学合理的配置和高效的运用检测仪器,是确保工程主体结构质量的重要前提。

4.2 完善质量检测的具体方法

在开展工程基础构件工程质量监测的同时,一旦明确相应的监测数据不符合规范要求甚至是工程设计要

求,就必须及时提交给施工机构,加强对施工图纸的设计和控制,选择合理的方法来进行纠正,消除质量检测问题。在此阶段,经过调整之后设计部门必须做出确认,而不能确定的则无法进行验收或主体设计^[4]。而且在生产质检的流程中,要确定出现产品质量问题,还必须查明形成产品质量问题的具体因素,确定相应负责主体,建立完整的书面报告,提交到相关产品质量监督部门再次进行审核。

4.3 保证现场环境状况

在工程建设中,对基础构件进行测试时,现场环境的状况至关重要。由于每个工程项目所处的环境各不相同,检测人员必须全面评估并确保现场环境满足检测工作的要求,以确保检测流程的顺利进行。在进行超声检测时,多种因素如钢筋布置、水分含量以及环境条件等都可能对检测结果产生显著影响。检测过程中必须严格防范任何可能导致数据偏差的因素,以保障工程项目中主体结构检测工作的准确性和有效性。随着建筑业的持续发展,基础框架的稳固性愈发关键,通常需通过钢筋和水泥等基础材料来构建。在工程建设时,必须严格控制结构性能,通过提升承载能力和裂缝宽度控制等手段,来确保工程的整体承载能力。

结束语:无损检测技术在工程检测中具有重要意义,其应用已逐渐普及并不断完善。通过科学合理的配置检测仪器、完善质量检测方法和保证现场环境状况,可以进一步提高无损检测技术的准确性和可靠性,为工程质量的保障和提升提供有力支持。未来,无损检测技术将继续在工程检测领域发挥重要作用,推动工程技术的不断进步。

参考文献

- [1] 庞锦浩.无损检测技术在建筑工程检测中的应用分析[J].中国建筑金属结构,2021(7):88-89.
- [2] 宋昊澄.解析钢筋保护层检测技术在建筑工程实体检测中的应用[J].大众标准化,2020(17):73-74.
- [3] 孙大城.无损检测技术在建筑工程检测中的应用探析[J].四川建材,2021,46(7):229-230.
- [4] 严景文.无损检测技术在建筑工程检测中的应用[J].住宅与房地产,2019(34):199.