

# 建筑工程检测中无损检测技术的应用研究

张笑晓 施晨晓

台州市建设工程质量检测中心 浙江 台州 318000

**摘要：**本研究旨在探讨建筑工程中无损检测技术的应用，通过案例研究和实地检测，分析不同无损检测技术在建筑结构中的使用情况及效果。研究结果显示，磁粉检测技术、渗透探伤检测技术、超声波检测技术等建筑工程中发挥重要作用，能够准确检测裂缝、缺陷及材料性能。同时结合数据处理智能化和多模态检测的研究方向显示了无损检测技术未来的发展趋势。无损检测技术在建筑工程中具有广阔的应用前景和重要价值，对于确保建筑结构的安全性和可靠性具有不可替代的作用。

**关键词：**无损检测技术；建筑工程检测；技术应用

## 1 无损检测技术的应用优势

无损检测技术是一种在不损害被测物体的前提下，通过测试、检测方法获取其内部结构、性能和缺陷的技术。在工程领域广泛应用，能够帮助提高安全、减少费用、优化运行。无损检测技术非破坏性的特性是其最大优势之一，传统的检测方法往往需要拆除或破坏被测物体才能获取内部信息，而无损检测技术可以在不破坏的情况下实现对被测物体的检测与监测，避免了损坏以及后续修复所需的额外成本。无损检测技术具有高度精确的监测能力，通过使用先进的传感器和仪器，无损检测技术能够实时获取被测对象内部结构、性能等关键信息，实现对微小、难以察觉的缺陷进行快速准确的诊断和评估。无损检测技术具有高效性和便捷性，相比传统的拆卸检测方式，无损检测技术需要较少的操作人员和时间成本，能够在不影响生产和工程进度的情况下实现对被测物体的全面检测，提高了工作效率。无损检测技术在安全性方面也具有优势，由于无损检测技术不需要对被测物体进行破坏性干预，因此能够减少事故风险和工作环境中的安全隐患，保护工作人员的安全。随着科技的进步，无损检测技术不断创新和发展，应用领域不断扩大，如今，无损检测技术已被广泛应用于建筑、桥梁、航空航天、汽车、能源等领域，为工程安全保障和维护提供了重要支持。

## 2 无损检测技术在建筑工程中的应用范围

无损检测技术在建筑工程中扮演着重要角色，广泛应用于建筑结构、混凝土、钢材等材料的质量评估和安全监测。在建筑结构检测方面，无损检测技术能够帮助工程师实时监测房屋、桥梁、隧道等建筑结构的变化情况，及时发现隐藏的结构缺陷和损坏，确保建筑物的结构稳定性和安全性<sup>[1]</sup>。无损检测技术可在建筑施工过程

中进行混凝土质量评估，检测混凝土中的裂缝、空洞、缺陷等问题，提升混凝土结构的质量和耐久性。无损检测技术还可用于检测和评估建筑中使用的钢材材料的质量，包括管道、梁柱、框架等部件，保证建筑材料的质量符合标准，提高建筑的安全性和持久性。

## 3 建筑工程中常用的无损检测技术及方法

### 3.1 超声波检测技术及应用

在建筑工程中，超声波检测技术是一种常用的无损检测技术，通过射入高频超声波波束来评估建筑材料的质量和完整性，在混凝土结构的检测中，超声波检测技术能够对混凝土中的裂缝、空洞、孔洞等缺陷进行有效检测。超声波在不同类型的混凝土中传播速度各异，通过对超声波波速的测量，可以评估混凝土的密度和完整性，从而判断混凝土结构的质量和耐久性。在金属结构的检测中，超声波技术可以检测金属构件中的焊缝、腐蚀、疲劳裂纹等缺陷。超声波可以穿透金属材料并反射回来，通过分析超声波的传播时间和强度，可以确定金属结构的缺陷位置和程度，为维护 and 修复提供可靠的数据支持。超声波检测技术还广泛应用于管道和容器的检测，能够识别管道中的腐蚀、壁厚变化等问题，帮助维护人员及时发现并解决管道安全隐患，保障管道系统的安全稳定运行。在应用方面，超声波检测技术可以采用不同的技术方法，如传统的脉冲回波法、横波扫描法、长程超声波检测等。传统的脉冲回波法适用于小范围的缺陷检测，横波扫描法则可以扫描更大范围，用于板材和扁平构件的检测；长程超声波检测技术适用于对长距离的管道和结构进行检测。

### 3.2 射线检测技术及应用

在建筑工程中，射线检测技术是常用的无损检测方法之一，通过利用X射线或伽马射线对建筑结构或材料

进行检测和评估。在混凝土结构的检测中,射线检测技术可以帮助工程师检测混凝土中的空洞、裂缝、钢筋等隐蔽缺陷。X射线或伽马射线能够穿透混凝土,通过测量射线的吸收程度和反射情况,确定混凝土结构的完整性和质量,为混凝土结构的维护和修复提供重要依据。在金属结构及焊缝的检测领域,射线检测技术也被广泛应用。通过X射线或伽马射线的穿透性,可以检测金属结构中的焊缝质量、腐蚀程度、裂纹情况等,帮助确定金属结构的可靠性,确保建筑物的安全使用。射线检测技术还可以用于管道和隧道等结构的检测。通过X射线或伽马射线的透射,能够发现管道内部的腐蚀、积垢、漏水等问题,为管道维修和保养提供有效手段。在应用方面,射线检测技术可以采用X射线或伽马射线,根据被测物体的特点和要求选择合适的辐射源和探测器。同时需要严格遵守辐射防护规范,确保操作人员和环境的安全<sup>[2]</sup>。

### 3.3 红外热像检测技术及应用

红外热像检测技术是建筑工程中常用的一种无损检测技术,通过测量目标表面发射的红外辐射来实现对建筑结构、设备及系统的检测和评估。在建筑结构的检测方面,红外热像技术可以用于检测墙体、屋顶、地板等部位的隐蔽缺陷,如漏水点、断桥热损失、隔热层断裂等。通过捕捉建筑物不同区域的热辐射情况,可以快速定位并识别存在问题的区域,帮助工程师及时采取修复措施,防止问题进一步恶化。在设备和系统的检测方面,红外热像技术可用于监测建筑中的电气设备、供暖系统、管道系统等,识别设备的过热、短路等问题,预防火灾风险和能源浪费。通过检测设备热量分布的差异,可以准确诊断设备的运行状况,提前发现并解决潜在问题,保障设备的正常运行。红外热像检测技术还可用于建筑节能评估。通过红外热像技术观察建筑外墙、窗户等部位的热量辐射,可以快速评估建筑的保温性能和节能效果,帮助建筑师和设计者制定更加有效的节能建筑方案。

### 3.4 磁粉检测技术及应用

建筑工程中常用的一种无损检测技术是磁粉检测技术,通过在被测物表面涂覆磁性粉末,再加入磁场进行检测,来发现和评估材料中的表面和近表面缺陷、裂纹、疲劳等问题。磁粉检测技术在建筑工程领域被广泛应用,能够有效地检测并评估建筑结构及材料中的缺陷和瑕疵。在金属结构的检测方面,磁粉检测技术被广泛应用于焊接接头、管道、桥梁梁柱等金属结构的检测。通过在金属表面喷洒磁性粉末,当存在表面缺陷或疲劳裂纹时,磁粉会在裂纹处形成可见的磁粉条纹,从而帮

助工程师快速准确地发现问题部位。在混凝土结构的检测方面,磁粉检测技术也能够有效检测混凝土结构中的裂缝、空洞等表面缺陷。通过在混凝土表面喷洒磁性粉末,并施加磁场,当存在裂缝或空洞时,磁性粉末将聚集于这些缺陷的位置,形成明显的痕迹,便于工程师进行定位和分析。磁粉检测技术还常用于检测钢筋混凝土结构中的钢筋质量和连接质量。通过在钢筋表面施加磁性粉末和磁场,可以发现钢筋腐蚀、断裂或连接不牢固等问题,保证钢筋混凝土结构的稳固性和安全性。

### 3.5 渗透探伤检测技术

建筑工程中常用的无损检测技术之一是渗透探伤检测技术,也称为渗透液检测技术,是一种能够检测和识别表面缺陷和开裂问题的技术手段。渗透探伤检测技术的原理是通过在被测材料表面施加渗透液,让其浸入和填充表面缺陷或裂纹中,再清除表面余液并施加显色染料,通过观察染料在缺陷中的渗透情况来识别缺陷部位和程度。这种技术具有高灵敏度、局部性好和操作简单的优点,可以有效检测到肉眼无法直接观测到的微小缺陷。在建筑工程中,渗透探伤检测技术广泛用于混凝土结构中的裂缝和表面缺陷的检测。例如,可以用于检测混凝土桥梁、墙面、柱子等结构中的微小开裂和损伤,帮助确定结构的完整性和安全性。此外,在金属结构的检测中,渗透探伤技术也能够发现金属构件中的表面缺陷和裂纹,确保结构的质量和可靠性<sup>[3]</sup>。渗透探伤检测技术在建筑工程中扮演着重要角色,能够帮助工程师及时发现和识别建筑结构和材料中的缺陷和问题,提高建筑物的安全性和耐久性。随着技术的不断创新和应用范围的拓展,渗透探伤检测技术将继续为建筑工程质量的保障提供有效的检测手段。

## 4 无损检测技术在建筑工程检测中的案例分析

### 4.1 案例选择与背景介绍

在建筑工程中,无损检测技术的应用对于确保建筑结构的安全和质量至关重要。本案例选择了一座城市高层建筑立柱进行无损检测技术的应用分析。这座高层建筑由于年代久远,立柱承受了长时间的重压和振动,存在裂缝和隐患的可能性。通过无损检测技术,可以准确评估立柱的健康状况,提前发现潜在的安全隐患,保障建筑物的使用安全。

### 4.2 无损检测技术在案例中的应用过程

首先,研究团队对立柱表面进行清洁处理,将磁性的液态渗透剂涂覆在表面,允许其进入潜在的裂隙和缝隙中。随后,利用紫外灯和显色染料对立柱表面进行照射和处理,使染料沿着渗透剂进入的表面裂缝进一步

扩散,形成明显的显色现象。接着,研究团队使用红外热像技术对立柱进行热量分布的检测。通过观察红外热像图像,可以发现立柱表面存在异常的热量分布,可能提示着隐藏的结构问题。利用超声波检测仪器对立柱进行超声波扫描,探测裂缝和材料内部的异物等情况,以全方位了解立柱的内部结构和品质。最后,在整个检测过程中,研究团队还采用了X射线检测技术,对立柱的材料密度和结构进行深入检测。通过X射线透射后的影像,可以清晰呈现出可能存在的缺陷和异物,验证前期检测结果,并为接下来的修复和加固提供重要参考。

#### 4.3 检测结果与数据分析

经过无损检测技术的全面应用与分析,研究团队获得了详细的检测结果和数据。渗透探伤检测显示,在立柱表面存在多处微裂纹和隐蔽缺陷,这些缺陷可能会对立柱的承重性能造成影响。红外热像技术和超声波扫描显示,立柱内部存在局部热量异常和部分空洞情况,需要进一步研究和处理。X射线检测结果显示,立柱的密度均匀性良好,但部分位置存在异常材料杂质或损伤。经过数据分析,研究团队确定了立柱存在一定的结构问题和隐患,在短期内需要进行修复和加固工作<sup>[4]</sup>。通过无损检测技术的应用,不仅帮助提前发现立柱的问题,也为制定后续建筑结构维护计划和安全评估提供了有力支持。本案例展示了无损检测技术在建筑工程中的重要作用和广泛应用。通过多种无损检测技术的综合使用,可以全面评估建筑结构的健康状况,及时发现问题并采取措​​施,确保建筑结构的安全性和可靠性。

#### 5 无损检测技术的创新与发展方向

无损检测技术作为一种重要的检测手段,在建筑工程和其他行业中发挥着关键作用。为了应对不断变化的市场需求和科学技术的发展,无损检测技术也在不断进行创新和拓展。数据智能化和物联网技术的应用将是无损检测技术的重要发展方向,通过将无损检测设备和传感器与互联网相连,实现实时数据采集和远程监测,提高检测的智能性和数字化水平。数据智能化的应用可以提升检测结果的准确性和可靠性,为建筑行业提供更为全面的检测解决方案。结合人工智能和机器学习技术开展无损检测数据处理和分析的自动化方法将成为未来的

趋势。利用人工智能算法对检测数据进行处理和分析,可以快速准确地识别缺陷,提高检测效率和准确性,同时降低人为误判的风险。这种智能化方法的应用将极大地推动无损检测技术的发展和​​应用。结构健康监测技术的发展也是无损检测技术的重要发展趋势之一,通过将传感器与建筑结构相结合,实现对结构健康状态的实时监测和评估,既可以提前发现问题,也可以预防结构性能的恶化,从而延长建筑物的寿命和减少维护成本。结构健康监测技术的发展有助于建筑行业实现智能化、高效化管理。多模态融合检测技术的应用也是无损检测技术未来的发展方向之一,将不同的无损检测技术进行融合和互补,如热像技术、超声波技术、X射线技术等,可以更全面地评估建筑结构和材料的缺陷和隐患,为工程师提供更为全面、准确的检测结果,未来无损检测技术的发展将面临着更高的智能化、自动化和多模态融合的趋势。

#### 结束语

通过本研究对建筑工程中无损检测技术的应用进行探讨,有助于增进对该技术在建筑行业中的重要性和实际应用的理解。无损检测技术的发展对于提高建筑结构的安全性、可靠性和耐久性具有重要意义。未来,随着科技的不断进步和创新,无损检测技术将迎来更为智能化、自动化的发展,并为建筑工程质量控制和维护提供更加全面和精准的解决方案。建议在今后的建筑工程中,加强对无损检测技术的推广和进一步研究,以实现建筑结构的更好保护和管理,推动建筑行业迈向更加安全、绿色和可持续发展的方向。

#### 参考文献

- [1]何补春.无损检测新技术在某钢结构桥梁中的应用研究[J].智能城市,2020,6(04):169-170.
- [2]曹曦艳.红外热成像技术在建筑工程无损检测方面的应用探索[J].中国设备工程,2020(04):131-132.
- [3]齐海丽.混凝土强度检测技术在建筑工程的应用分析[J].陕西建筑,2020(02):32-34.
- [4]李智超.混凝土无损检测方法发展及应用[J].建材与装饰,2020(10):13-14.