

无损检测技术在建筑工程检测中的细化研究

俞英奇

杭州恒正工程检测有限公司 浙江杭州 311200

摘要：在建筑行业日益发展的今天，人们对于建筑工程质量与安全性的重视程度也在提高。建筑物在设计，建造及使用期间，其结构安全性及耐久性是非常重要的。所以如何对建筑工程质量进行高效准确的评价已经成为当前工程检测领域中的一个关键研究领域。无损检测技术是一种既可以检测又不会对结构造成损伤的检测技术，最近几年被越来越多地运用到建筑工程的检测当中。通过无损检测技术能够及时发现建筑结构可能存在的缺陷与破坏，为建筑的修复与加固提供科学的依据，增加工程安全性与使用寿命。所以对于无损检测技术应用于建筑工程检测进行细化研究有着一定的理论价值以及现实意义。

关键词：无损检测技术；建筑工程；工程检测

引言

无损检测技术首先运用在工业领域中，例如航空，石油，核能以及其他高风险行业中，对设备以及材料内部缺陷进行检测。但是随着科技的发展，尤其是材料科学与信息技术的带动，无损检测已经逐步引入到建筑工程领域。建筑工程构造复杂，规模巨大，常规破坏性检测方法通常费用高、费时长，无法适应大面积工程质量评价。相比之下，无损检测技术以其速度快、效率高、无损和低成本的优势，已经逐步成为建筑工程检测的一种重要方法。

一、无损检测技术概述

无损检测技术是一种既能获得材料或者结构内部信息又不会对被测物体造成破坏的技术手段，其在建筑工程当中有着重要应用。无损检测技术包括超声检测、红外热成像、雷达探测、电磁探测、射线探测等多种方法。其中超声检测技术是利用高频声波在传播中遇有缺陷时会发生反射、散射以及折射等现象来对混凝土以及钢结构内裂缝进行探测、孔洞和其他缺陷的检测深度可以达到几十米并且精度达到毫米级。红外热成像技术是利用感应材料表面的温度变化来识别材料内部缺陷或者破坏，常被用于外墙保温层、屋顶防水层等材料性能缺陷的探测，可以在短期内大面积覆盖材料。雷达探测技术利用电磁波的反射属性来确定结构内的钢筋布局、空洞和地下管道，其探测深度通常在5-10米之间，并且对金属和非金属材料都是适用的。电磁检测技术主要应用于金属

结构的分析，特别是在识别钢筋锈蚀和钢缆断裂等问题上表现出色。该技术能够通过磁场的变化来感知材料内部的变化，其检测精度甚至可以达到微米级别。射线检测方法主要是利用X射线或 γ 射线对材料进行穿透，并根据射线的强度变化来识别材料内部的缺陷，这种技术特别适用于高密度材料，如钢制结构和焊接部位的检查。这几种无损检测技术各具应用范围及优点，在选用时需结合建筑材料、结构形式及检测需求等因素合理搭配技术。无损检测在提高检测效率的同时，也能够提供准确的结果，确保建筑工程安全与使用寿命。

二、无损检测技术在建筑工程中的具体应用

1. 基础设施的无损检测

基础设施无损检测对于建筑工程有着重要用途，特别对于桥梁、隧道这类大型结构质量评价，无损检测技术更是起到了无可取代的重要作用。桥梁是承载交通的关键结构之一，在车辆荷载以及环境因素作用下长期处于疲劳状态，易产生疲劳损伤，裂缝以及腐蚀。超声检测技术能准确定位桥梁钢筋内部裂纹，空洞及其他缺陷，探测深度可以达到几十米，探测精度达到毫米级；红外热成像技术非常适用于广泛的快速检测，它可以通过温度的差异有效地识别桥面和桥墩的局部损伤。雷达检测常被应用于桥梁上确定混凝土内钢筋分布情况及可能存在空洞等情况，射线检测常被应用到焊缝及钢结构内部缺陷检测，特别对承载关键部位焊接质量进行评价，可靠性极强。隧道结构因其地下环境的复杂性和地质条件的巨大影响，通常采用电磁检测技术对其钢筋锈蚀进行

监测以保证其长期稳定，雷达探测技术特别适合于检测隧道衬砌内部的空缺、裂痕和地下水的渗透问题。这些无损检测技术为基础设施质量评估，维修及加固等方面提供了一种高效准确的检测手段，利于延长基础设施使用寿命，确保基础设施安全。

2. 建筑材料的无损检测

建筑材料无损检测对于保障建筑物整体结构质量与安全性具有关键性作用，特别是对混凝土与钢结构进行检测时，无损检测技术表现出优异应用效果。混凝土在建筑上应用最为广泛，但是其内在可能会出现裂缝，气孔以及空洞，从而影响建筑物长期稳定。超声检测技术利用声波的反射和折射可以对混凝土内部裂缝及空隙进行精准定位，其检测精度可以达到毫米量级，适合大面积检测任务的需要。红外热成像技术可以对混凝土墙体表面及内部缺陷进行探测，特别是对于建筑外墙保温层性能问题进行探测，利用温度变化来判别材料内是否存在空洞或者裂缝。对钢结构来说，射线检测技术显得非常重要，其利用X射线对材料的穿透作用以及对强度变化的分析（图1），可以准确地检测出钢筋及焊接部位中存在的各种缺陷，尤其对较粗的钢材而言，射线检测可以提供精度更高的内部缺陷图像。电磁检测技术在钢结构中也得到了广泛的应用，特别是对钢筋锈蚀，断裂或者材料性能退化等问题的监测起着至关重要的作用，检

测的准确性可达微米级。这些无损检测技术对建筑材料质量监测提供了一种可靠而准确的方法，保证了建筑在建造及服役期间的安全性和耐久性。

3. 隐蔽工程的无损检测

隐蔽工程无损检测对于建筑工程来说非常关键，特别是管线、钢筋以及地下结构这些不可见部位的质量与状态直接关系到建筑物整体的安全。雷达检测技术被广泛地应用于隐蔽工程，它可以利用高频电磁波来识别地下管线，钢筋分布和混凝土内部空洞或者裂缝等情况，通常检测的深度可以达到5-10米，这非常适合对地下管线和基本设备的完整性进行评估。电磁检测技术在隐蔽工程方面也有突出表现，特别适用于对埋在混凝土内部钢筋锈蚀情况进行监测，利用感应磁场的改变，可对钢筋腐蚀程度进行探测，从而避免钢筋失效造成结构问题。红外热成像技术对于建筑物内部管道渗漏和墙体内部潮湿的识别也是非常有价值的，利用温度的差异可探测出管道破裂或者保温层缺陷这些隐藏的问题。超声波检测技术经常被应用于检测地下隧道、桩基等隐蔽结构中的裂痕、气泡等瑕疵，它可以对大型混凝土的内部构造进行精确的检查。这几种无损检测技术结合在一起，在提高隐蔽工程检测效率的同时，也可以预先发现可能存在的质量隐患问题，从而为后续修复加固工作提供科学的依据，确保建筑物长期安全稳定。

三、无损检测技术在建筑工程检测中的优化策略

1. 推动技术创新

促进无损检测技术不断创新，是提升建筑工程检测精度，效率与可靠性的重要手段。已有技术虽然在检测深度，灵敏度以及适用范围上取得了明显进步，但是在实际项目中仍然面临着检测环境的复杂性以及材料的多样化挑战。所以，技术的创新不仅要实现硬件设备的突破，还要实现检测算法，数据处理和智能化应用的深度整合。以硬件为例，通过研制频率较高，功率较大的超声波及电磁波设备可增强深层结构探测能力并进一步提高探测分辨率和准确性。同时将人工智能与大数据技术相结合不断创新，能够自动分析海量检测数据并预测故障，降低人工误判概率。引入机器学习算法进行无损检测，能够识别出材料属性的复杂变化和潜在结构性问题，提高了检测精度。另外，技术创新还应该包括各种检测手段集成化，例如综合运用超声，雷达和红外研制综合检测平台对建筑物结构状态进行多角度评价。通过技术的创新，无损检测在将来会变得更智能化、自动化，并

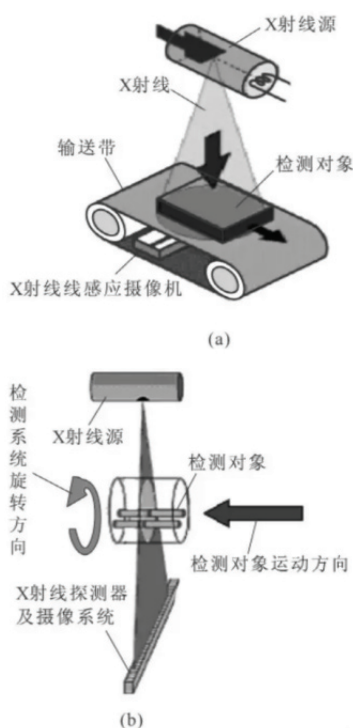


图1 X射线检测

且有能力适应多种复杂工程环境，进一步提升建筑安全评估工作的科学性与有效性。

2. 加强检测人员培训

加强无损检测领域人员培训，是促进检测质量，保障工程安全至关重要的环节。无损检测技术具有多样性、复杂性，需要检测人员有坚实的理论基础，同时也需要大量的实践经验。不同的检测技术例如超声、红外热成像、雷达以及电磁检测，分别有其不同的操作原理、适用范围以及对设备的要求，这就要求检测人员既要熟练掌握这几种技术的操作规范，又要有针对特定工程条件，选用适当检测方法。这就决定了训练并不局限于对基础知识的把握，更应着重训练人对实际环境的应变能力与决策能力。

无损检测技术发展迅速，新设备、新方法应用不断涌现，检测人员要想与技术进步同步，就需要不断地学习、更新技术。训练内容应覆盖检测设备日常保养及故障排除等方面，以确保检测时设备能一直保持最佳运行状态，以免因为设备出现问题而造成误检、漏检。同时，数据处理和分析也是检测人员需要精通的领域，尤其是当前无损检测与数字化、智能化技术的融合趋势日益明显，检测人员需熟练掌握数据分析软件及平台的运行，能对繁杂的检测数据做出判读与评价，对建筑物结构状况做出准确的判断。

另外，训练安全操作规范也很关键，当检测人员处于高空、狭小空间或者恶劣环境下工作时，一定要严格按照有关安全操作规程进行操作，以保证自身安全和周边环境安全。加强检测人员系统性培训既可以提高检测精度与效率，又可以强化应对复杂工程情况的能力，从而为无损检测技术广泛应用于建筑工程提供强有力人才

保障。

结束语

在建筑工程检测中，无损检测技术因其高效、精准和不破坏结构的优势，已成为保障工程质量和安全的重要手段。通过本文的细化研究，进一步明确了超声检测、红外热成像、雷达检测、电磁检测等技术在不同场景下的具体应用及其各自的优劣势。无损检测技术不仅能发现建筑材料和结构中的潜在问题，还能为建筑物的维修和加固提供科学依据，延长使用寿命并提升安全性。同时，随着人工智能、大数据等技术的引入，未来无损检测将向智能化、自动化方向发展，提高检测精度和效率。然而，要充分发挥无损检测技术的潜力，仍需在技术创新、设备升级、标准完善等方面持续努力，并加强检测人员的培训。通过这些措施，无损检测技术将在建筑工程领域发挥更加重要的作用，为工程质量的全面提升和建筑物的长期稳定运行提供坚实的技术保障。

参考文献

- [1] 陆成立. 无损检测技术在建筑工程检测中的细化研究[J]. 中国厨卫, 2023, 22(10): 256-258.
- [2] 园袁. 无损检测技术在建筑工程检测中的细化研究[J]. 建筑技术研究, 2020, 3(1).
- [3] 袁园. 无损检测技术在建筑工程检测中的细化研究[J]. 建筑技术研究, 2020, 3(1): 1.
- [4] 肖才进. 浅谈微探无损检测技术在建筑工程检测中的应用[J]. 建材与装饰, 2018(36): 2.
- [5] 刘文博. 关于无损检测技术在公路工程中的应用[J]. 中国科技期刊数据库工业A, 2023(4): 4.