

浅探无损检测技术在建筑工程检测中的应用

倪俊杰

常州市建筑科学研究院集团股份有限公司, 江苏 常州 213000

[摘要] 无损检测技术是一种能够在不破坏被测材料或结构完整性的前提下, 对其内部缺陷、性能状态进行检测和评估的技术手段。在建筑工程中, 无损检测技术的应用可以有效地提高工程质量、确保施工安全、延长建筑物的使用寿命, 因此受到了广泛关注和应用。文中通过介绍无损检测技术的概念和特征, 以及超声波检测、热成像、电磁感应、X射线检测和贯入法等具体技术在建筑工程质量检测中的应用, 探讨提高无损检测技术应用成效建议, 有望为未来建筑工程中质量管理和结构评估提供更加有效的工具和方法。

[关键词] 无损检测技术; 建筑工程; 质量检测

DOI: 10.33142/ec.v7i4.11638

中图分类号: TU712

文献标识码: A

Brief Exploration on the Application of Non-destructive Testing Technology in Construction Engineering Testing

NI Junjie

Changzhou Architectural Research Institute Group Co., Ltd., Changzhou, Jiangsu, 213000, China

Abstract: Non destructive testing technology is a technical means that can detect and evaluate internal defects and performance status of the tested material or structure without damaging its integrity. In construction engineering, the application of non-destructive testing technology can effectively improve project quality, ensure construction safety, and extend the service life of buildings, thus receiving widespread attention and application. The article introduces the concept and characteristics of non-destructive testing technology, as well as the application of specific technologies such as ultrasonic testing, thermal imaging, electromagnetic induction, X-ray testing, and penetration method in construction quality inspection. It explores suggestions for improving the effectiveness of non-destructive testing technology application, which is expected to provide more effective tools and methods for quality management and structural evaluation in future construction projects.

Keywords: non-destructive testing technology; construction engineering; quality inspection

引言

随着城市化进程的不断加快和建筑结构的日益复杂, 建筑工程的质量和安全隐患日益引起社会的广泛关注, 结构隐蔽缺陷和内部损伤可能会导致建筑物的结构性能下降, 甚至引发安全事故^[1]。因此, 通过采用无损检测技术, 及时准确地发现结构问题, 对维护建筑结构的完整性、提高结构的可靠性具有至关重要的作用。

在建筑工程领域, 保障结构的安全性和性能长久稳定是至关重要的目标。为实现该目标, 无损检测技术作为一种非破坏性检测手段, 逐渐成为建筑工程质量管理和结构评估的重要工具, 本文关注的无损检测技术包括超声波检测、热成像技术、电磁感应法、X射线检测技术和贯入法等, 在建筑工程中的应用涵盖混凝土结构、金属结构、地基和墙体等多个方面, 通过深入研究这些无损检测技术的应用, 更好理解在解决建筑工程中结构问题、确保工程质量和安全方面的潜力和局限性。

1 无损检测技术相关概述

1.1 无损检测技术的概念

无损检测技术 (Non-Destructive Testing, NDT) 是

一种通过利用物理、化学、声学等原理, 对材料、构件或结构进行内部和表面缺陷检测、性能评估和质量控制的技术手段, 而不会对被检测物体造成永久性损伤或影响其使用性能的检测方法, 被广泛应用于各种领域, 包括航空航天、汽车制造、核能工业、建筑工程等^[2]。

无损检测技术通过测量被检测物体响应信号, 推断其内部结构和性能状态, 响应信号是来自于电磁波、声波、热量、光学等不同形式的能量。在无损检测技术中, 包括超声波检测、磁粉检测、涡流检测、X射线检测、热成像检测等, 其中, 超声波检测是应用最为广泛一种技术, 通过向被检测物体内部发送超声波, 并根据其不同介质中传播速度的差异, 来识别材料中的缺陷或异物; 磁粉检测则是通过在被检测物体表面涂覆磁性粉末, 并施加磁场, 利用磁性粉末在缺陷处的集聚来检测表面裂纹。涡流检测则是利用涡流感应现象来检测导电性材料中的表面和近表面缺陷。无损检测技术的应用范围非常广泛, 涵盖几乎所有材料和结构形式。在航空航天领域, 无损检测技术被用于飞机零部件的质量检测和结构评估; 在汽车制造领域, 被应用于发动机、车轮等关键部件的质量控制; 在建筑工程中, 被用于

混凝土结构、钢结构、管道等的质量检测和结构评估。

1.2 无损检测技术的特征

无损检测技术具有非破坏性。意味着在进行检测过程中,无需对被检测物体进行破坏性的改变或损伤,从而保持被检测物体的完整性和使用价值,使得无损检测技术应用于对材料、构件或结构的质量进行实时监测,而无需担心影响其正常使用;无损检测技术具有高效性。相比传统的破坏性检测方法,无损检测技术通常能够更快速、更便捷地完成检测任务,由于无损检测技术实现对整个结构或材料的全面检测,无需对其进行分解或拆解,从而节省了大量的时间和人力成本;无损检测技术具有精确性。通过使用高精度的检测设备和先进的数据处理技术,无损检测技术提供准确的检测结果,能够精确地识别和定位各种缺陷或异物,从而为后续的维修、加固或改进提供可靠的依据;无损检测技术具有多样性。根据不同的检测对象和需求,可选择合适的无损检测方法和工具进行应用。例如,超声波检测适用于材料内部的缺陷检测,热成像技术适用于表面温度分布的监测,电磁感应法适用于金属结构的缺陷检测等,这种多样性使得无损检测技术能够满足不同领域和不同应用场景的需求;无损检测技术具有安全性。由于无损检测技术不需要对被检测物体进行破坏性的改变,因此可以降低工作人员的安全风险和操作环境的危险性,使得无损检测技术在特殊或危险环境得到了广泛应用,例如在核能工业、航空航天领域等。

2 无损检测技术在建筑工程质量检测中的应用

2.1 超声波检测技术的应用

超声波检测技术是一种常用无损检测方法,通过发送超声波到被检测材料内部,利用超声波在不同介质中传播的速度差异来检测材料中的缺陷、异物或结构变化^[3]。首先,混凝土结构常常面临着裂缝、孔洞、气孔等缺陷问题,而这些缺陷会影响结构的承载能力和使用寿命,通过测量超声波在混凝土中的传播速度和反射特性,来识别混凝土中的缺陷并评估其尺寸和位置吗,及时发现混凝土结构中的隐蔽缺陷,为后续的维修和加固提供可靠的依据。其次,钢结构在建筑工程中被广泛应用于梁、柱、桥梁等部位,因其具有高强度和耐久性而备受青睐,而钢结构易受到腐蚀、裂纹等问题的影响,从而影响其结构的安全性和稳定性,通过测量超声波在钢材中的传播速度和衰减情况,来检测钢结构中的裂纹、腐蚀和变形等问题,从而及时采取措施进行修复或加固,保障结构的安全性。最后,管道是建筑工程中常见设施,其质量和安全性直接关系到供水、供气、供暖等方面的正常运行,通过测量超声波在管道中的传播特性,来检测管道中的腐蚀、裂纹和厚度变化等问题,为管道的维护和管理提供有效手段。

2.2 热成像技术的应用

热成像技术是一种基于物体表面温度分布的无损检

测方法,通过记录并分析物体表面的红外辐射图像,来检测物体内部的缺陷、异物或结构变化。在建筑工程领域,热成像技术被广泛应用于建筑结构的热性能评估、能耗分析、水暖管道漏水检测以及建筑外墙渗漏检测等方面^[4]。首先,建筑物热性能直接影响着其能耗和舒适性,通过测量建筑物表面的温度分布情况,来评估其热传导、保温和隔热性能。通过热成像技术,可及时发现建筑结构中存在的隔热材料老化、保温层破损等问题,为后续的维修和改进提供依据。其次,建筑物能耗主要包括供暖、空调、照明等方面的能耗,而能耗与建筑物的结构和热性能密切相关,通过热成像技术,对建筑物不同部位的能耗情况进行实时监测和分析,从而找出能耗较高的区域,并采取相应的节能措施,降低能耗成本。再次,建筑物中水暖管道经常面临着漏水、堵塞等问题,导致建筑物结构的损坏和能耗的增加,通过热成像技术,检测到管道表面温度异常的区域,进而定位漏水点或堵塞点,及时修复问题,防止漏水造成的进一步损害。最后,建筑外墙渗漏是建筑工程中常见问题,会导致室内潮湿、霉菌滋生等问题,严重时甚至会影响建筑物的结构安全,通过热成像技术,检测到外墙表面温度异常的区域,从而判断是否存在渗漏问题,并及时采取防水措施,保障建筑物的结构完整性和使用寿命。

2.3 电磁感应法和 X 射线检测技术的应用

2.3.1 电磁感应法

电磁感应法是一种常用无损检测技术,利用感应线圈产生的电磁场与被测物体内部的导电材料之间的相互作用,来检测材料中的缺陷、异物或结构变化,在建筑工程领域,电磁感应法被广泛应用于金属结构、管道和电缆等材料 and 构件的缺陷检测和质量评估中。首先,金属结构常用于建筑物的支撑、桥梁、屋顶等部位,而金属结构中的裂纹、腐蚀等缺陷问题会影响结构的安全性和稳定性,通过感应线圈产生的电磁场与金属结构中的导电材料相互作用,来检测结构中的裂纹、腐蚀和变形等问题,从而及时发现并修复结构的隐患。其次,管道和电缆是建筑工程中常见的设施,其质量和安全性直接关系到供水、供电等方面的正常运行,通过感应线圈产生的电磁场与管道或电缆中的导电材料相互作用,来检测管道或电缆中的腐蚀、裂纹和厚度变化等问题,从而保障设施的安全性和可靠性。最后,在建筑工程中,结构和管道被隐藏在墙壁、地板或天花板等部位,难以直接观察和检测,通过感应线圈产生的电磁场穿透建筑物的表面,来检测和定位隐藏结构和管道的位置,从而为后续的维修和改造提供便利。

2.3.2 X 射线检测技术

X 射线检测技术是一种常用无损检测方法,利用 X 射线穿透被检测物体,通过检测 X 射线在物体内部的吸收、散射或衍射情况,来获取物体内部结构和缺陷的信息^[5]。在建筑工程领域,X 射线检测技术被广泛应用于混凝土结

构、金属结构、管道和焊缝等材料和构件的质量检测和结构评估中。首先，混凝土结构在建筑工程中被广泛应用于楼板、墙体、柱子等部位，而混凝土结构中的裂缝、空洞等缺陷问题可能会影响结构的承载能力和使用寿命，通过 X 射线穿透混凝土结构，获取结构内部的密度分布和缺陷情况，从而及时发现并评估结构中的缺陷和问题，为后续的维修和加固提供依据。其次，金属结构常用于建筑物的支撑、桥梁、屋顶等部位，而金属结构中的裂纹、焊接缺陷等问题会影响结构的安全性和稳定性，通过 X 射线穿透金属结构，获取结构内部的结构缺陷和焊接质量情况，从而及时发现并评估结构中的问题，为后续维修和改进提供依据。X 射线检测技术可以通过 X 射线穿透管道和焊缝，获取其内部的结构情况和焊接质量，从而保障设施的安全性和可靠性。

3 提高无损检测技术应用成效的建议

3.1 建立良好的工程质量管理体系

第一，制定适用于不同类型建筑工程的无损检测技术应用规范和标准。通过明确的规范，确保无损检测工作按照统一的要求和程序进行，从而提高检测结果的一致性和可比性。第二，建立详细的无损检测计划。在建筑工程的不同阶段制定合理的检测计划，明确检测的目的、范围、方法和时机，有助于确保检测工作有序进行，不仅提高工作效率，也易捕捉问题和缺陷。第三，专业人员参与可保障检测的准确性和可靠性，降低误判和漏检的风险，购买先进无损检测设备和仪器，提高检测过程高效性和结果准确性。第四，监督和管理，建立监督机制，对无损检测工作进行实时监控和管理，确保检测工作符合规范和标准，完善的数据管理系统也是至关重要的，对检测数据进行记录、存储和分析，形成完整的档案，有助于及时发现问题、进行事后分析，并为工程质量评估提供准确的依据。第五，定期评估和改进。通过定期对无损检测技术应用成效进行评估和反馈，发现问题和不足，并及时采取改进措施。总之，建立良好的工程质量管理体系对于提高无损检测技术应用成效显著，可确保无损检测技术充分发挥作用，为提高工程质量和安全性提供坚实基础。

3.2 配备专业设备和高水平技术人员

其一，投资购买先进无损检测设备，应当具备高精度、高灵敏度和多功能性，适用于不同类型的建筑材料和结构，并能够满足不同场景下的检测需求吗，如针对混凝土结构、金属结构、管道等不同类型的建筑构件，选择适用的超声

波探伤设备、X 射线检测设备、电磁感应设备等，以确保检测的全面性和准确性。其二，配备高水平技术人员，技术人员应具备丰富无损检测技术知识和实践经验，能够熟练操作各类检测设备，并能够准确分析和解读检测结果，并具备良好工程背景和专业素养，能够针对不同的建筑工程项目，制定合适的检测方案，并在实施过程中灵活应对各种复杂情况。其三，具备团队合作精神 and 良好沟通能力，能够与其他相关人员（如设计师、施工方、监理单位等）紧密合作，共同解决工程质量问题。其四，加强培训和继续教育，包括无损检测技术的理论知识、操作技能、实践经验等方面，以及工程质量管理、安全规范等方面的相关知识，通过课堂教学、实地实训、案例分析、知识分享等方式进行，以确保技术人员具备全面的专业素养和应对复杂工程场景的能力。其五，建立良好激励机制。通过提供良好的薪酬福利、晋升机会、职业发展通道、技术创新平台等方式来实现，激发技术人员工作热情和创造力，提高其对工作的投入度和责任心，从而提高无损检测技术应用的效果和质量。

4 结束语

无损检测技术在建筑工程中的应用具有重要意义，可以有效提高工程质量、确保施工安全、延长建筑物的使用寿命。通过本文的介绍，可以更全面地了解无损检测技术的概念、特征以及在建筑工程中的具体应用，同时提出提高无损检测技术应用成效建议，以此为相关工程实践提供参考和借鉴。

[参考文献]

- [1] 鲁玉良. 无损检测技术在建筑工程质量检测中的应用研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024(3): 66-68.
- [2] 陈加伟. 无损检测技术在建筑工程质量检测中的应用研究[J]. 中国建筑装饰装修, 2024(1): 84-86.
- [3] 郑振荣, 施承志. 无损检测技术在建筑工程质量检测中的应用分析[J]. 海峡科学, 2023(9): 72-75.
- [4] 赵行飞. 无损检测技术在建筑工程检测中的应用研究[J]. 佛山陶瓷, 2023, 33(9): 85-87.
- [5] 马德兆, 朱亮. 无损检测技术在建筑工程检测中的应用[J]. 建筑技术开发, 2023, 50(9): 130-132.

作者简介：倪俊杰（1998.7—），毕业院校：南京工业大学，所学专业：工程管理，当前就职单位：常州市建筑科学研究院集团股份有限公司，职务：检测员，职称级别：助理工程师。