

建筑工程质量检测中的无损检测技术应用

王楚雄

宁波大雨检测有限公司 浙江 宁波 315171

摘要：建筑工程质量检测是确保建筑安全、提升工程质量的重要环节。本文介绍了无损检测技术的基本概念，分析了在建筑工程质量检测中引入无损检测技术的必要性。阐述了超声检测、射线检测、红外热成像、声发射检测、雷达检测和磁粉检测等多种无损检测技术在建筑工程中的具体应用。总结了无损检测技术在提高检测效率、精度和智能化水平方面的发展趋势，为建筑工程质量检测领域提供了有价值的参考。

关键词：建筑工程质量检测；无损检测技术；具体应用

引言 随着科技的不断进步，无损检测技术因其非破坏性、高效性和准确性，逐渐成为建筑工程质量检测的重要手段。本文旨在全面探讨无损检测技术在建筑工程质量检测中的应用现状及其未来发展趋势，以期为相关领域的研究和实践提供有益指导。

1 无损检测技术概念

无损检测技术，英文全称为Non-Destructive Testing (NDT)，或Non-Destructive Examination (NDE)，是一种在不破坏或不影响被检测对象使用性能的前提下，利用物理或化学方法，结合现代化的技术和设备器材，对被检测对象的内部及表面结构、状态及缺陷进行检查和测试的技术。这种技术能够揭示材料或构件内部及表面的缺陷、损伤或其他异常情况，而无需对其进行破坏性处理。无损检测的基本原理在于，材料内部结构异常或缺陷存在时，会引起热、声、光、电、磁等物理反应的变化。通过捕捉这些变化，并利用特定的检测设备和手段，可以对被检测对象进行全面、细致的评估^[1]。超声波检测利用超声波在材料中的传播和反射特性，来检测内部的缺陷；射线检测则使用X射线或γ射线等穿透性射线，通过记录射线穿透物体后的图像来发现内部缺陷；磁粉检测和渗透检测则主要用于检测材料表面的缺陷。无损检测技术在多个领域有着广泛的应用，包括但不限于航空航天、石油化工、电力、汽车制造以及建筑工程等。在建筑工程质量检测中，无损检测技术能够用于评估混凝土结构的强度、钢筋的位置和数量，以及检测金属构件的焊接质量和内部缺陷等。随着科技的不断进步，无损检测技术也在不断发展和完善。新的检测方法和技术不断涌现，如红外热成像检测、声发射检测、激光散斑检测等，这些新技术为无损检测领域注入了新的活力，也推动了相关行业的发展和进步。

2 建筑工程质量检测中引入无损检测技术的必要性

在建筑工程质量检测中，引入无损检测技术具有极高的必要性，这体现在对工程质量的精准把控上，关乎施工安全、成本控制及环境保护等多个方面，具体如下：（1）能够实现对建筑结构的非破坏性检测。传统的检测方法往往需要取样或进行破坏性试验，这会对建筑结构造成不可逆的损害，可能影响建筑的整体安全性和稳定性。而无损检测技术，如超声波检测、射线检测等，能够在不破坏建筑结构的前提下，准确检测出材料内部的缺陷、损伤或异常，从而避免了因检测而造成的额外损害。（2）有助于提升建筑工程的质量水平。在建筑工程施工过程中，材料的质量、施工工艺以及结构设计等因素都可能影响工程的质量。通过无损检测技术，可以对建筑材料、构件以及整体结构进行全面的质量检测，及时发现并处理潜在的质量问题，从而确保工程质量符合相关标准和要求。（3）提高施工安全性。在建筑工程中，一些隐蔽工程或复杂结构往往难以通过肉眼或常规手段进行检测^[2]。而无损检测技术能够深入材料内部，发现潜在的安全隐患，如钢筋锈蚀、混凝土裂缝等，从而及时采取措施进行修复或加固，避免安全事故的发生。（4）控制成本。传统的破坏性检测方法往往需要消耗大量的材料和人力成本，而无损检测技术则能够在降低检测成本的同时，提高检测效率和准确性。通过无损检测技术及早发现和处理质量问题，还能够避免因质量问题导致的返工和维修成本增加。

3 无损检测技术在建筑工程中的具体应用

3.1 超声检测技术在混凝土结构中的应用

超声波检测技术是应用最广泛的无损检测方法之一，该技术通过向混凝土内部发射超声波，并分析超声波在混凝土中的传播特性，来判断混凝土内部的致密情况、缺陷分布及密实程度。超声波在混凝土中传播时，遇到不同介质界面会产生反射、折射及波形转换等现

象。当混凝土内部存在空洞、裂缝等缺陷时，超声波的传播路径会发生变化，导致声学参数（如声速、声时、波幅和波形）产生异常。通过测量这些声学参数的变化，可以准确评估混凝土内部的缺陷情况。超声波检测技术在混凝土结构中的应用主要包括以下几个方面：

（1）桩基检测。通过超声波检测桩基的完整性，判断是否存在断桩、缩颈等缺陷。（2）钢管混凝土检测。对于钢管混凝土结构，超声波检测可以评估钢管与混凝土之间的粘结情况，以及混凝土内部的缺陷。（3）大体积混凝土检测。在大体积混凝土中，超声波检测可以检测混凝土内部的裂缝、空洞等缺陷，以及混凝土的均匀性和密实程度。超声波检测技术的优点在于其方便携带、稳定性好、安全性高。超声波检测仪一般由显示屏和换能器组成，体积小、易于操作。超声波在混凝土结构中传播具有稳定性，可以更好地从声波变化中反映出缺陷分布。

3.2 射线检测技术在金属构件检测中的应用

射线检测技术，凭借其高精度的检测能力和直观的成像效果，在金属构件检测领域占据重要地位。该技术通过发射射线并穿透被检测物体，利用射线在物体内部传播时的衰减和散射特性，揭示出物体内部的缺陷和结构变化。在建筑工程中，射线检测技术能够深入金属构件内部，精准地检测出裂纹、夹杂物、气孔等微小缺陷，以及焊接接头的质量状况。这些缺陷往往难以通过肉眼或常规检测方法发现，但一旦在金属构件中存在，就可能对其承载能力和使用寿命造成严重影响^[3]。射线检测技术的优势在于其强大的穿透能力和直观的成像效果。它能够迅速完成大面积金属构件的检测，提高检测效率，同时确保检测结果的准确性和可靠性。但由于射线对人体具有电离辐射的风险，因此在检测过程中需要采取严格的防护措施，以确保操作人员的安全。射线检测设备的价格相对较高，这在一定程度上增加了检测成本。

3.3 红外热成像技术在建筑热工性能检测中的应用

红外热成像技术，基于红外辐射原理，实现了对物体表面温度分布的非接触式高精度测量。这一技术通过红外热像仪捕捉并转换物体发出的红外辐射，生成直观的温度分布图像，进而揭示物体的热工性能状态。在建筑领域，红外热成像技术能够迅速定位因屋面防水层失效或墙面微裂导致的雨水渗漏点，通过检测渗漏部位的温度异常，精确划定渗漏范围，为及时维修提供了关键信息。该技术还能有效识别结构混凝土因火灾或冻融循环导致的内部损伤，为建筑物的安全评估和结构加固提供有力支持。红外热成像技术的优势在于其广阔的视域、非接触式的测量方式以及高效的快速扫测能力。这

些特性使得该技术能够在不干扰建筑物正常使用的情况下，快速完成大面积的热工性能检测。红外热像仪的先进设计使其能够减少低光谱反射材料（如玻璃）对测量结果的影响，提高了检测的准确性。红外热成像技术的应用也面临一些挑战。建筑物外表面的不平整、构件搭接以及污渍等因素都可能干扰表面温度场的分布，从而影响检测结果的准确性。太阳光、建筑物和地面的反射也可能对红外热成像造成干扰，需要在检测过程中予以充分考虑和校正。

3.4 声发射检测技术在结构完整性评估中的应用

声发射检测技术，作为一种高效的结构完整性评估手段，通过捕捉并分析材料在应力状态下释放的声波信号，实现对结构内部缺陷及动态变化的实时监测。在建筑工程领域，声发射检测技术对于桥梁、大型建筑物等基础设施，能够及时发现并预警结构内部的裂纹扩展、材料疲劳等潜在安全隐患。通过对这些声波信号的分析，工程师可以精确判断结构的健康状况，为及时采取修复或加固措施提供科学依据，从而有效延长结构的使用寿命，确保公共安全。声发射检测技术的实时监测能力和高灵敏度是其显著优势。它能够在不影响结构正常使用的情况下，持续捕捉结构内部的微小变化，为结构完整性评估提供及时、准确的数据支持，但实际应用中也需考虑噪声干扰、传感器布置等因素对检测结果的影响，以确保评估的准确性。

3.5 雷达检测技术在地下管线与隐蔽工程中的应用

雷达检测技术，凭借其高频电磁波探测原理，通过发射电磁波并接收其反射信号，精准描绘地下介质的空间布局、结构特征、形态轮廓及埋藏深度，为建筑工程的地下世界揭开神秘面纱。在建筑工程实践中，雷达检测技术广泛应用于地下管线的精确定位与病害探查。它能迅速锁定地下空洞、不密实等潜在病害，精确界定其位置与范围，为及时采取修复措施提供可靠依据。同时能清晰展现地下管线的走向、埋深及材质信息，为工程施工规划与维护管理提供宝贵参考。雷达检测技术的优势在于其高效、连续、高分辨率的探测能力，以及操作便捷、图像直观的用户体验。与传统探测方法相比，雷达检测技术在探测速度、精度及图像清晰度方面均展现出显著优势。但地下介质的电性差异及电磁波传播特性等因素，也对雷达检测技术的应用提出了一定挑战。在实际应用中，雷达检测技术常与其他无损检测技术协同作战，以提升探测的准确性和可靠性。在地下管线探测中，结合电磁感应等传统方法，实现管线的精确定位与深度测量；在混凝土结构探测中，与超声波检测技术联

手,共同评估内部缺陷状况。这种多技术融合的应用模式,进一步拓宽了雷达检测技术在建筑工程领域的适用范围。

3.6 磁粉检测技术在铁磁性材料构件检测中的应用

磁粉检测技术是一种专门用于铁磁性材料表面及近表面缺陷检测的无损检测手段。该技术基于磁现象的基本原理,通过在被检测构件上施加磁场,使磁粉在缺陷处聚集形成可见的磁痕,从而揭示出缺陷的位置、形状和大小。在建筑工程中,磁粉检测技术常用于钢结构、钢筋等铁磁性材料构件的检测。它能够有效发现裂纹、夹杂、折叠等表面及近表面的微小缺陷,这些缺陷往往是结构安全性的重大隐患。磁粉检测技术的优点在于其高灵敏度、操作简便以及检测结果直观易懂。通过简单的磁化和磁粉施加步骤,即可快速获得清晰的缺陷图像,为工程质量控制和安全评估提供有力支持。但磁粉检测技术的应用仅适用于铁磁性材料,对于非铁磁性材料如铝合金、不锈钢等则无法检测。磁粉检测对于深埋于材料内部的缺陷检测效果有限,需要结合其他无损检测技术进行综合评估。

4 无损检测技术在建筑工程中的发展趋势

随着现代建筑工程技术的不断进步和工程质量要求的日益提高,无损检测技术在建筑工程领域的应用展现出了以下一系列显著的发展趋势:(1)技术融合与创新。无损检测技术正不断与其他先进技术相融合,如物联网、大数据、人工智能等,以实现更高效、更智能的检测。通过物联网技术,无损检测设备可以实现远程监控和数据实时传输,大大提高了检测效率。利用大数据和人工智能技术,可以对检测数据进行深度挖掘和分析,发现潜在的质量问题,为工程质量提供更加精准的评估。

(2)检测精度与效率的提升。传统的无损检测方法,如超声波检测、射线检测等,已经在建筑工程质量检测中发挥了重要作用。但其精度和效率仍有提升空间^[4]。未

来随着新型检测材料和设备的研发,以及检测算法的优化,无损检测技术的精度和效率将得到显著提高,从而更好地满足建筑工程质量检测的需求,为工程质量提供更加可靠的保障。(3)智能化与自动化趋势。智能化和自动化是无损检测技术发展的重要方向。通过引入智能算法和自动化技术,无损检测设备可以实现自主导航、自动识别缺陷、自动生成检测报告等功能,大大提高了检测的智能化水平和自动化程度。(4)应用领域的拓展。随着建筑工程领域的不断发展,无损检测技术的应用领域也将进一步拓展。除了传统的混凝土结构、金属构件等检测对象外,无损检测技术还将应用于新型建筑材料、绿色建筑等领域的检测。(5)标准化与规范化发展。为了推动无损检测技术在建筑工程质量检测中的广泛应用,需要加强其标准化和规范化建设。通过制定统一的检测标准和规范,可以确保检测结果的准确性和可比性,提高检测行业的整体水平。

结束语:无损检测技术在建筑工程质量检测中发挥着举足轻重的作用。通过超声、射线、红外热成像、声发射、雷达和磁粉等多种检测技术的综合应用,提高了检测的准确性和效率,为建筑工程的结构安全和质量保障提供了有力支持。展望未来,随着技术的不断进步和创新,无损检测技术将在建筑工程质量检测领域发挥更加重要的作用。

参考文献

- [1]董海燕.无损检测技术在建筑工程检测中的应用分析[J].四川水泥,2020(4):133-134.
- [2]沈军.无损检测技术在建筑工程检测中的应用[J].中外建筑,2020(4):196-197.
- [3]陈奥.无损检测技术在建筑工程检测中的应用研究[J].科技风,2020(9):253-254.
- [4]梁艳荟.无损检测技术在建筑工程检测中的应用分析[J].建材与装饰,2021,17(22):63-64.