

分析建筑结构工程质量检测中无损检测技术的应用

刘晓敏

江西省鼎盛工程质量检测有限公司

摘要：随着城市化进程的加速和人们对建筑质量安全的日益关注，建筑结构工程质量检测显得尤为重要。建筑结构质量直接关系到人们的生命安全和财产安全，因此在建筑工程的各个阶段，特别是竣工验收前，对建筑结构的质量进行准确、全面的检测和评估显得尤为紧迫。然而，传统的结构质量检测方法往往需要破坏性地对建筑结构进行检测，不仅造成资源浪费，而且可能对结构造成二次损害。因此，如何在不破坏建筑结构完整性的前提下，实现对结构质量的精准评估，成为当前建筑工程领域亟待解决的问题。基于此，文章就建筑结构工程质量检测中无损检测技术的应用展开论述。

关键词：建筑结构；质量检测；无损检测

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2022.09.072

引言

目前，建筑工程无损检测技术应用受到关注，相对于传统检测方法，这种新的检测理念不会破坏建筑原始结构，可保障检测效率和质量。陈思琪等认为传统的钻芯检测技术会破坏结构的自重，影响结构的承载力，而应用无损检测技术可以消除这方面的顾虑。骆登万认为利用无损检测可降低检测技术应用对结构性能的影响，与此同时检测结果还可以通过图像等表示，检测数据较为直观和精准。庞锦浩认为无损检测技术在建筑施工控制中的重要性也日益提高，使用无损检测技术是确保建筑工程质量的重要条件。李黎认为无损检测技术的应用标准高，为达到理想检测目标，及时找出结构隐患，应提高技术人员的水平，确保其能够胜任检测工作。由此可见，研究建筑结构工程质量检测中无损检测技术的应用具有重要的现实意义。

一、无损检测技术的内涵

所谓无损检测，就是可以保障被检测对象不会发生损坏的前提下，利用材料内部结构异常性能诱发的热、声、光、电等系列反应，以物理或化学方法，对试件内部及表面实施缺陷诊断的方法。检测过程中，尽管和检测项目发生接触，也不会形成巨大的冲击，更不会破坏结构的受力平衡^[1]。

目前，建筑工程建设质量要求严格，建筑工程检测技术应用频繁。传统的检测技术会破坏建筑结构，埋下技术隐患。在此背景下，无损检测受到推广，无损检测是借助超声波以及红外线等完成检测，达到结构无损的效果，在不损害结构基础的前提下，及时发现结构问题。在建筑工程领域，无损检测技术针对的对象主要是钢结构和混凝土结构的内部检测。现实施工中，无损检测技术凭借其技术优势得到了广泛使用。为达到理想的

检测效果，需结合实际需求和建筑结构特征，灵活选择无损检测技术，提高技术应用质量。

二、无损检测技术在建筑结构工程质量检测中的作用

在建筑结构工程中，无损检测技术发挥着重要作用，可以对建筑材料和构件进行非破坏性的检测和评估，从而确保建筑结构工程的质量和安全。它不仅能够帮助检测混凝土结构中的缺陷和裂缝，还能评估混凝土的强度和耐久性。针对钢结构，无损检测技术可以检测和评估钢结构的腐蚀情况、焊接质量和连接处的缺陷。此外，无损检测技术还可应用于建筑玻璃、保温材料、电线和管道等方面，检测和评估其质量和性能。无损检测技术的作用主要体现在以下几个方面。首先，其非侵入性和无破坏性的特点使得建筑材料和构件可以在不损坏的情况下进行检测，避免了人为因素和二次破坏的可能性；其次，无损检测技术提供的检测结果准确可靠，可以帮助工程师和监理人员全面了解材料和构件的缺陷、性能和强度等指标，从而及时发现和解决潜在的问题，确保建筑结构工程的质量和安全；再次，相比于传统的破坏性检测方法，无损检测技术不仅能够节约时间和成本，还可以同时检测多个位置和大量样本，提高检测的效率和可行性。然而，无损检测技术在建筑结构工程质量检测中也面临一些挑战。首先，技术设备和专业人员的要求较高，需要具备一定的专业知识和技能；其次，无损检测技术所产生的大量数据需要进行准确的处理和解读，需要建立相应的数据分析和评估体系；最后，不同的建筑结构工程工况和材料特性也会对无损检测技术的应用产生一定的限制，需要根据具体情况进行调整和优化。无损检测技术在建筑结构工程质量检测中的发展趋势和创新方向主要包括以下几个方面。首先，

进一步提高无损检测技术的精度和准确性，研发更先进的检测设备和方法；其次，通过结合和整合其他技术手段，例如人工智能和大数据分析等，实现无损检测技术的智能化和自动化；最后，加强与建筑结构工程设计、施工和维护等环节的协同，形成闭环的质量控制体系，以提高建筑结构工程的整体质量和可持续性发展^[2]。

三、无损检测技术在建筑结构工程质量检测中的应用

（一）混凝土结构的无损检测

1. 超声波检测在混凝土裂缝和空洞检测中的应用

在混凝土结构的无损检测中，超声波检测是一种常用且有效的方法。它利用超声波在混凝土中传播的速度和振幅的变化，检测混凝土中的裂缝和空洞。具体来说，当超声波传播过程中遇到裂缝或空洞时，其传播速度和振幅会发生变化，通过测量这些变化，可以准确地识别混凝土结构中的问题。

超声波检测在混凝土裂缝检测中的应用。例如，在桥梁结构的裂缝检测中，超声波检测技术可以精确定位并评估裂缝的深度和宽度。通过超声波传播时间的测量，可以确定裂缝的位置，并结合超声波幅值的变化来估计裂缝的深度。这种精准的定位和评估能力使工程师能及时发现混凝土结构中的裂缝问题，从而采取相应的修复措施，保障结构的安全性。

超声波检测在混凝土空洞检测中的应用。在混凝土结构中，空洞会导致结构强度下降和耐久性降低。超声波检测技术通过测量超声波在混凝土中的传播速度和振幅，可以确定混凝土中的空洞位置和尺寸。这种无损检测方法不仅可以帮助工程师快速定位空洞问题，而且可以量化空洞的大小，为后续修复工作提供重要依据^[3]。

2. 钢筋混凝土结构中X射线检测的应用

X射线检测在钢筋混凝土结构的无损检测中具有独特的优势，特别适用于检测深埋或难以直接观测的结构部位，如深层墙体、柱子、梁等。通过X射线的穿透性，该技术可以非破坏性地深入检测混凝土结构内部的钢筋分布、连接质量和可能存在的缺陷，为结构安全性提供关键信息。

在实际工程中，裂缝是常见的结构缺陷问题，可能导致结构的强度和稳定性降低。X射线检测技术能够清晰地显示混凝土内部的裂缝，包括裂缝的形态、尺寸和位置。通过分析X射线图像，工程师可以准确判断裂缝的深度和宽度，为后续的维修和加固工作提供有力支持。

钢筋的锈蚀是一种常见问题，尤其在潮湿或受到化

学腐蚀的环境中更为严重。锈蚀可能降低钢筋的截面积，影响结构的承载能力。X射线检测技术通过检测钢筋截面积的变化，识别锈蚀情况。通过定量分析X射线图像，可以得知锈蚀的程度，为决定维修和加固措施提供准确依据。

（二）钢结构的无损检测

1. 超声波检测在钢结构焊缝质量评估中的应用

在钢结构的无损检测中，超声波检测是一项关键技术，尤其在焊缝质量评估中发挥重要作用。钢结构的焊接质量直接影响结构的强度和耐久性，因此准确评估焊缝质量对结构的安全性至关重要。

超声波检测在钢结构焊缝质量评估中的应用。通过超声波传播的速度和振幅的变化，可以检测焊缝中可能存在的缺陷，如气孔、夹杂、裂纹等。超声波技术具有高灵敏度和高分辨率，能够准确识别焊缝内部的问题。

例如，在桥梁和建筑的大型钢结构中，超声波检测技术被广泛应用于焊缝的质量评估。工程师可以利用超声波检测技术，精确地定位焊缝中的缺陷，判断其大小和形状，为焊接质量的评估提供可靠依据^[4]。

除了焊缝内部的缺陷，超声波检测还可用于评估焊缝的完整性。焊缝的完整性是指焊接是否完全、无裂缝，以及焊接区域是否均匀。通过超声波检测，工程师可以检测焊缝表面以下的结构，判断焊缝的完整性，确保焊接质量符合设计要求。

2. 磁粉探伤技术在钢结构中的应用

磁粉探伤技术是一种常用于检测钢结构中表面和亚表面缺陷的无损检测方法。它利用磁粉在磁场作用下沿缺陷或裂纹形成磁粉堆积，通过观察磁粉的分布和形态变化，判断钢结构中是否存在缺陷。这种方法广泛应用于焊缝、接头、螺栓等钢结构的质量评估，特别是在工程中焊接质量的评定和隐蔽缺陷的检测方面。

磁粉探伤技术在焊缝质量评估中的应用。例如，在桥梁、厂房等大型钢结构的焊接接头处，由于操作环境的复杂性，很难确保焊缝的质量。磁粉探伤技术可以快速、准确地发现焊缝表面和亚表面的缺陷，如裂纹、气孔等。通过观察磁粉在缺陷处的聚集情况，工程师可以确定缺陷的位置、形状和大小，为焊接质量的评估提供可靠的依据。

（三）无损检测技术在地基工程中的应用

1. 地质雷达技术用于地下管道和隧道探测

在现代地基工程中，地质雷达技术被广泛应用于地下管道和隧道的探测与评估。地质雷达利用电磁波在地

下介质中传播的原理，能够探测到地下结构的变化和异质性，为工程师提供非常宝贵的地下信息。

地质雷达技术在隧道探测中的应用。在隧道工程中，地质雷达技术可以用来探测隧道内部的地质结构、裂缝、水分渗透等问题。通过地质雷达扫描，工程师可以获取隧道内部的三维地质信息，帮助评估隧道的稳定性和安全性。例如，在地铁隧道施工前，地质雷达技术可以用来确定隧道路线下的地下介质特性，为隧道设计提供重要依据。

2. 土壤声波检测技术在地基稳定性评估中的应用

土壤声波检测技术是一种非侵入性的无损检测方法，常被用于地基工程中的地基稳定性评估。该技术基于声波在土壤中传播的特性，可以帮助工程师了解土壤的密实程度、孔隙度和弹性模量等参数，为地基的设计和施工提供重要依据。在地基稳定性评估中，土壤声波检测技术通常用于以下两个方面。

土壤密实度评估。土壤声波检测可以测量声波在土壤中的传播速度，从而推断土壤的密实度。密实土壤通常具有较高的声波传播速度，而松散土壤的传播速度较低。通过分析声波传播速度的数据，工程师可以评估土壤的密实程度，为地基工程的设计和施工提供合理建议。例如，在筑路工程中，通过声波检测可以确定路基土壤的密实度，帮助选择合适的土工材料，提高路基的承载能力和稳定性。

孔隙度分析。土壤声波检测技术还能估算土壤的孔隙度，即土壤中的空隙比例。孔隙度是影响土壤渗透性和承载性的重要参数。通过声波检测，工程师可以了解土壤中空隙的分布和大小，为地下水渗透、土壤固结和地基沉降等问题的评估提供依据。在基坑工程中，通过土壤声波检测可以确定周围土壤的孔隙度，预测基坑沉降和变形的可能性，采取相应的支护措施，确保基坑工程的安全施工^[5]。

四、案例分析

(一) 工程概况

某嵌岩桩桩身长可以达到2 300cm，因为桩身较长，采用常规检测技术，无法实现检测的理想目标，因此引进了超声波检测，通过探测后发现，桩基为Ⅱ类桩，桩身较为完好。并且从桩顶开始向下0~2 300cm各个剖面的波幅值并不存在异常，均属正常范围，由此可以评估桩身完整性。在此基础上，通过取芯检测可以进一步验证超声波检测结果，此桩胶结状况良好，属于合格桩。

(二) 无损检测技术的应用

首先，在超声波检测技术应用中，声测管的埋设属于重点，施工中需将盖子盖住管口，借此避免声测管被异物堵塞。其次，确保声测管位置合理，可实现同步自由伸缩。最后，结合桩基的直径，有效设定声测管数量。案例项目中，声测管数量使用情况如表1所示。

表1 声测管埋设数量

桩基的直径 (cm)	声测管埋设数量 (根)
桩径 $d \leq 80$	2
$80 < d \leq 160$	3
$160 < d \leq 250$	4
$d > 250$	5

随着社会科技进步，以及建筑施工标准的提升，建筑工程领域中已经广泛使用无损检测技术，并将其作为关键的质量保障措施，消除建筑施工中的不确定因素，进而保障建筑施工品质。在建筑工程领域中，无损检测技术的应用主要体现在钢结构施工和混凝土结构施工中。结合工程案例可知，无损检测技术具有极高的推广价值，其核心理念是通过无损伤的方式，检测结构内部情况，及时发现和定位风险，为工程施工消除隐患。

结语

在建筑结构工程领域，无损检测技术作为一项重要的非破坏性检测手段，为确保建筑结构的安全性、稳定性和耐久性提供关键支持。通过无损检测技术，能够深入了解建筑结构内部情况，发现潜在问题，提前采取修复和加固措施，从而避免传统破坏性检测可能引发的次生损害。然而，无损检测技术的应用仍然面临技术人才匮乏的情况。在未来发展中，需要持续关注这些问题，加大研究力度，培养更多高素质的专业人才，推动无损检测技术的发展和革新。

参考文献

- [1] 许桥伟. 建筑结构工程质量检测中无损检测技术的应用分析[J]. 江苏建筑, 2022 (S2): 11-14+27.
- [2] 骆登万. 无损检测在建筑结构工程质量检测中的应用[J]. 中国建筑金属结构, 2022 (06): 32-34.
- [3] 高金伟. 无损检测技术在建筑工程质量检测中的应用[J]. 科学技术创新, 2020 (10): 107-108.
- [4] 武鹏. 建筑结构工程质量检测中的无损检测技术分析[J]. 建材与装饰, 2019 (28): 73-74.
- [5] 马晓慈. 建筑工程质量监督中无损检测技术的应用[J]. 门窗, 2019 (13): 61.