

建筑工程检测技术在地基基础工程中的应用及研究

关沛斌

广东 东莞 523820

DOI:10.61369/ETQM.2025110037

摘要：本文介绍了多种建筑工程检测技术，包括地基基础、主体结构、幕墙与节能等工程的检测方法。阐述了各方法原理、适用场景及创新实践，如桩基检测的联合方法、动静结合评估单桩承载力等。还提及智能检测设备研发、标准体系差异分析及工程质量智能评估矩阵构建等内容，强调其对工程质量和安全的重要性。

关键词：建筑工程检测；检测方法；工程质量

Application and Research of Construction Engineering Testing Technology in Foundation Engineering

Guan Peibin

Dongguan, Guangdong 523820

Abstract : This paper introduces various construction engineering inspection technologies, including methods for foundation and substructure, main structure, curtain wall, and energy-saving projects. It elaborates on the principles, application scenarios, and innovative practices of these methods, such as integrated pile foundation testing and dynamic-static evaluation of single-pile bearing capacity. The text also discusses advancements in intelligent inspection equipment development, analysis of standard system differences, and the establishment of intelligent quality assessment matrices for engineering projects, emphasizing their critical importance to project quality and safety.

Keywords : construction engineering inspection; inspection methods; engineering quality

引言

随着建筑行业的不断发展，我国于2020年发布的《关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的指导意见》强调了建筑工程质量和技术创新的重要性。地基基础工程作为建筑的关键部分，其检测技术至关重要。多种检测方法各有特点，从声波透射法到静动载试验，从钻芯法联合检测到动静结合评估承载力等，不同技术在桩身质量检测、单桩承载力评估等方面发挥着关键作用。同时，在主体结构综合检测、幕墙与节能工程质量控制、钢结构焊缝检测等多个领域，各类检测技术不断创新和发展，为建筑工程的质量和安全提供了有力保障。

一、地基基础工程检测技术体系

(一) 基础检测方法分类与原理

地基基础工程检测方法多样，涵盖声波透射法、静动载试验等18类。声波透射法基于声学原理，通过在混凝土灌注桩中预埋声测管，发射并接收声波信号，根据声波在混凝土中的传播特性来检测桩身完整性，如波速、波幅等参数可反映混凝土的密实度和缺陷情况^[1]。静载试验则是模拟建筑物实际荷载情况，对地基或桩基础施加竖向压力，通过测量沉降量等数据来确定地基或桩的承载能力。动载试验包括高应变和低应变动力检测，高应变通过重锤冲击桩顶，测量桩顶的力和速度响应来评估桩的承载能力和桩身完整性；低应变是用小锤敲击桩顶，根据桩身反射波的特性判断桩身质量。这些不同检测方法各有其适用场景和技术特

征，需根据工程实际情况合理选择。

(二) 桩基检测技术创新实践

在桩基检测技术创新实践方面，钻芯法与声波透射法的联合检测方案具有重要意义。钻芯法可直接获取桩身混凝土芯样，观察其完整性、强度等情况^[2]。声波透射法则通过在桩内预埋声测管，利用声波在混凝土中的传播特性来检测桩身缺陷。将两者联合，能更全面、准确地评估桩身质量。

对于单桩承载力的评估，动静结合的方法是一种创新实践。静载试验能准确测定桩的极限承载力，但耗时费力。动力测试方法如高应变法，可快速检测桩的承载力。动静结合，既能利用静载试验的准确性，又能发挥动力测试的高效性，为单桩承载力的评估提供更可靠的依据^[2]。

二、结构工程多维度检测技术

(一) 主体结构综合检测系统

构建包含碳纤维拉拔、钢筋保护层检测等11项技术的现场检测体系是主体结构综合检测系统的重要内容。碳纤维拉拔检测可用于评估碳纤维增强复合材料与混凝土基体之间的粘结性能,对于保证结构加固效果至关重要^[3]。钢筋保护层检测能确保钢筋在混凝土结构中的合理位置,避免钢筋过早锈蚀影响结构耐久性。同时,无损检测技术的组合应用也具有重要意义。不同的无损检测技术,如超声检测、射线检测等,各有其优势和适用范围。通过合理组合这些技术,可以更全面、准确地检测主体结构的内部缺陷和损伤情况,为结构的安全性评估提供可靠依据。

(二) 幕墙与节能工程质量控制

在幕墙与节能工程质量控制方面,饰面砖粘结强度试验与保温材料抽芯检测具有重要意义。饰面砖粘结强度试验可有效评估饰面砖与基层的粘结性能,确保在长期使用过程中不会出现脱落等安全隐患^[4]。通过精确的试验方法和设备,获取准确的粘结强度数据,为工程质量提供可靠依据。保温材料抽芯检测则能直接了解保温材料的实际性能。从节能工程角度看,保温材料的质量直接关系到建筑的节能效果。抽芯检测可检测其导热系数、密度等关键参数,判断是否符合设计要求,从而保证幕墙与节能工程整体质量,实现建筑外围护系统性能的有效提升。

三、特殊工程检测技术研究

(一) 钢结构全生命周期检测

1. 焊缝超声检测技术改进

随着建筑工程的发展,钢结构应用日益广泛,焊缝质量检测至关重要。开发基于人工智能的钢结构焊缝缺陷自动识别系统是焊缝超声检测技术的重要改进方向。通过机器学习算法对大量焊缝超声检测数据进行学习和分析,系统能够自动识别焊缝中的缺陷类型、位置和大小等关键信息^[5]。与传统人工检测方法相比,该系统具有更高的检测精度和效率。它能够快速处理大量检测数据,减少人为因素导致的误差,有效提高钢结构焊缝质量检测的可靠性,保障钢结构在全生命周期中的安全性和稳定性。

2. 防火防腐涂装评价体系

建立包含25种典型工程案例的涂层性能数据库,为防火防腐涂装评价提供数据支持。通过收集不同工程环境、不同涂层材料及施工工艺下的涂层性能数据,可更全面地了解涂层在实际应用中的表现^[6]。研制多功能覆层测厚仪,能够准确测量涂层的厚度。这对于评估涂层的防护效果至关重要,因为涂层厚度是影响其防火防腐性能的关键因素之一。该测厚仪可适用于多种钢结构表面形状和涂层类型,提高了检测的准确性和效率,为钢结构全生命周期的防火防腐涂装检测提供了有力工具。

(二) 市政路桥专项检测技术

1. 桥面系综合检测方案

结合光纤传感与冲击回波法,可实现桥面铺装层隐性病害识

别与定位。光纤传感技术利用光纤对环境变化的敏感性,通过测量光纤中光的传输特性变化来检测桥面铺装层的物理量变化,如应变、温度等,从而发现潜在病害^[7]。冲击回波法则是通过在桥面表面施加冲击荷载,测量反射波的传播时间和频率等参数,来推断铺装层内部的结构状况。两种方法相结合,可以优势互补,更准确地识别和定位桥面铺装层的隐性病害,为桥面系的维护和修复提供可靠依据。

2. 路基质量快速评估技术

路基质量快速评估技术是市政路桥专项检测中的重要部分。研发车载式贯入度检测装置具有重要意义,该装置可在移动过程中对路基贯入度进行实时检测,获取相关数据。同时,构建基于大数据分析的路基承载力预测模型也是关键举措^[8]。通过收集大量路基相关数据,包括不同地质条件、施工工艺下的数据,利用大数据分析技术挖掘数据中的规律。将贯入度检测装置获取的数据输入预测模型,能够快速、准确地评估路基承载力,为市政路桥工程的质量控制和安全保障提供有力支持。

四、检测技术集成创新研究

(一) 智能检测设备研发

1. 多功能检测机器人开发

智能检测设备研发以及多功能检测机器人开发在建筑工程检测技术领域至关重要。以地基基础工程为例,设计出具有自适应爬壁功能的智能检测终端是关键创新点之一。这种终端集成了16种传感器模块^[9],能够全方位、多角度地对地基基础进行检测。通过自适应爬壁功能,它可以灵活地在不同地形和建筑结构表面移动,确保检测无死角。多种传感器模块的集成则实现了对多种物理量和参数的同时测量,如应力、应变、温度、湿度等,为准确评估地基基础的质量和性能提供了丰富的数据支持。这不仅提高了检测效率,还大大增强了检测结果的准确性和可靠性,为建筑工程的安全施工和长期稳定提供了有力保障。

2. 远程监控系统构建

随着科技的发展,智能检测设备研发及远程监控系统构建在建筑工程检测技术中愈发重要。智能检测设备应具备高精度、高灵敏度等特性,能够准确获取地基基础工程的各项参数,如利用新型传感器技术实现对土壤压力、位移等的精确测量^[10]。在远程监控系统构建方面,借助5G技术的高速率、低延时优势,可实现检测数据的实时传输。通过在施工现场布置多个监测点,将采集到的数据实时上传至监控中心,工作人员能及时对地基基础工程的状态进行分析和判断,以便在出现问题时迅速采取措施,保障工程质量与安全。

(二) 检测标准体系优化

1. 跨区域检测标准对比

在建筑工程检测技术领域,对国内外7大标准体系的差异特征进行分析具有重要意义。国内外标准体系在地基基础工程检测方面存在多方面差异。例如,在检测指标的设定上,有些标准更注重对土壤物理性质的详细检测,而其他标准可能侧重于对地基承

载能力的直接评估。在检测方法上，不同标准体系所采用的技术手段和设备要求也不尽相同。技术融合路径的提出是基于这些差异分析。通过对比各标准体系的优势和不足，可以寻找一种综合的方法，将不同标准中的有效技术和理念进行整合，以提高地基基础工程检测的准确性和全面性，更好地适应不同地区和工程类型的需求。

2. 全流程质量监管模型

在建筑工程地基基础检测中，构建涵盖25项关键参数的工程质量智能评估矩阵至关重要。首先需确定这些关键参数，它们应涵盖地基土的物理力学性质、基础结构的各项指标等多个方面。通过对大量工程实例和实验数据的分析，筛选出对工程质量有显著影响的参数。然后利用智能算法，如神经网络、机器学习等，对这些参数进行综合评估。构建的评估矩阵不仅要能准确反映工程当前质量状态，还应具备预测能力，为后续施工提供指导。同时，要根据不同的地质条件和工程要求，对评估矩阵进行动态调整和优化，确保其科学性和实用性，从而实现对地基基础工程质量的全流程有效监管。

（三）典型工程应用研究

1. 超高层建筑检测案例

以下以某超高层建筑为例，阐述检测技术在深基坑支护体系中的应用。该建筑地处复杂地质环境，深基坑支护面临巨大挑战。在检测过程中，集成了多种先进技术。例如，采用高精度传感器对支护结构的应力应变进行实时监测，能精准获取关键部位的数据变化，为评估结构安全提供可靠依据。同时，利用无损检测技术对锚杆、锚索等进行质量检测，确保其性能符合设计要求。通过三维激光扫描技术，对基坑周边环境及支护结构的变形

进行全面监测，直观呈现变形趋势。这些技术的集成应用，实现了对深基坑支护体系全方位、动态的监测，有效保障了施工安全，为类似工程提供了有益借鉴。

2. 跨海桥梁检测实践

在海洋环境下，钢结构跨海桥梁面临着严重的腐蚀问题。针对此，需要研究有效的腐蚀检测与防护效果评价方法。在腐蚀检测方面，可利用多种技术手段，如电化学检测技术，通过监测钢结构的电位、电流等参数变化来判断腐蚀情况。同时，超声检测技术也可用于检测钢结构内部的腐蚀缺陷。对于防护效果评价，可建立相应的数学模型，综合考虑防护涂层的厚度、附着力、耐腐蚀性等因素。通过长期的现场监测和实验室分析，获取相关数据，对防护效果进行量化评估。这不仅有助于及时发现腐蚀问题并采取措施，还能为后续的跨海桥梁设计和维护提供科学依据，提高桥梁的安全性和耐久性。

五、总结

建筑工程检测技术在地基基础工程中具有关键作用。通过对相关技术的应用研究，不仅明确了其现有技术要点，还对未来发展方向进行了展望。提炼出的创新要点为技术的进一步完善提供了基础，而三维数字化检测、智能诊断系统及绿色检测技术的提出，则为行业发展指明了方向。智能检测云平台架构的构建更是从宏观层面，为涵盖建设全周期的检测工作提供了高效、智能的解决方案。这些成果有助于提高地基基础工程的质量和安全性，推动建筑工程检测技术不断进步，更好地适应行业发展需求，为建筑工程的可持续发展奠定坚实基础。

参考文献

- [1] 蓝天锐.基于本体的建筑工程检测实验室管理系统构建 [D].广东工业大学, 2021.
- [2] KIM IL BOM. 三维激光扫描技术在竣工盾构隧道检测中的应用 [D]. 北京工业大学, 2022.
- [3] 史靖. 移动数字图像采集设备在结构检测中的应用研究 [D]. 东南大学, 2022.
- [4] 刘欣. 基于喇叭类探针的花菁类探针的构建及在检测中的应用 [D]. 华南理工大学, 2022.
- [5] 陶琪. BIM技术在建筑工程造价控制中的应用研究 [D]. 沈阳大学, 2022.
- [6] 顾显方. 无损检测技术在建筑工程检测中的应用分析 [J]. 建筑·建材·装饰, 2022(1): 148-150.
- [7] 唐鸣. 无损检测技术在建筑工程检测中的应用 [J]. 建材发展导向 (上), 2021, 19(7): 310-311.
- [8] 徐航. 无损检测技术在建筑工程检测中的应用研究 [J]. 智能建筑与工程机械, 2024, 6(5): 88-90.
- [9] 梁艳玲. 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.
- [10] 曹新旺. 无损检测技术在建筑工程检测中的应用探析 [J]. 建设科技, 2023(1): 82-84.