

# 建筑工程桩基础检测技术发展特点研究

郑月棠

广东祥泰检测鉴定有限公司，广东 广州 510378

DOI:10.61369/ADA.2025020021

**摘要：**文章分析了在复杂地质条件下桩基技术的关键特征与实际作用，强调了精细化施工与质量控制的重要性。详细评述了静动载试验、动力触探、桩侧阻力法及射线与超声波检测等多种现有检测技术的优势与局限性，指出其各自在精度、成本、效率及适用性方面的特点。最后，展望了桩基检测技术的未来趋势，认为智能化与非损伤检测技术的深度融合，将推动该领域向更高效、精准、无损的方向发展，为建筑工程的质量与安全提供更为可靠的保障。

**关键词：**建筑工程；桩基础检测技术；发展特点

## Research on Development Characteristics of Pile Foundation Testing Technology in Construction Engineering

Zheng Yuetang

Guangdong Xiangtai Testing and Appraisal Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510378

**Abstract :** This paper analyzes the key characteristics and practical applications of pile foundation technology under complex geological conditions, emphasizing the importance of precision construction and quality control. It provides a detailed review of the advantages and limitations of various existing testing technologies, including static and dynamic load tests, dynamic cone penetration tests, side resistance tests, and radiographic and ultrasonic inspections, highlighting their respective features in terms of accuracy, cost, efficiency, and applicability. Finally, it explores future trends in pile foundation inspection technology, suggesting that the deep integration of intelligent and non-destructive testing techniques will drive the field toward greater efficiency, precision, and non-destructive capabilities, providing more reliable safeguards for the quality and safety of construction projects.

**Keywords :** construction engineering; pile foundation inspection technology; development characteristics

## 引言

桩基础作为建筑物下部结构的关键组成部分，其核心功能是将上部荷载有效传递至深层稳定岩土层，是确保各类工程结构，尤其是在复杂地质条件下构筑物安全与稳定的根本。我国地域广阔，地质条件迥异，这对桩基工程的施工质量与控制标准提出了极高的要求。同时，桩基作为隐蔽工程，其成型后的质量状况难以直接观测，因此，发展可靠、高效的检测技术已成为工程界至关重要的课题。从传统的静载、动载试验到现代的无损检测技术，各类方法不断演进，旨在实现对桩基性能的精准评价。本文旨在系统梳理桩基础技术的特点与作用，深入分析现有主流检测技术的优缺点，并展望其智能化与非损伤化的未来发展趋势，以期为相关工程实践与技术选择提供参考。

## 一、建筑桩基础技术的特点及实际作用

### (一) 桩基础技术的主要特征

我国幅员辽阔，不同区域的地质结构和岩土构成差异明显。在此如此复杂多变的地层条件下开展预制桩基工程，必须采取更为严格的质量控制措施与精细化施工工艺。当前工程领域的核心任务之一，是全面提升桩基施工的技术水平与质量稳定性，同时建立起更为系统、严格的桩基施工质量控制标准体系。从大量工程实践反馈来看，许多桩基施工事故的发生，往往与桩型选择不合理、预制桩成品进场验收不到位，以及现场施工工艺控制不严等

因素密切相关，这些因素直接导致最终成型的桩基础无法满足设计要求及相关规范标准。

### (二) 桩基础技术的功能与应用

桩基础技术能够有效将建筑上部荷载传递至下部更为坚实的土层或岩层，从而弥补浅层土体承载力不足的问题，确保建筑物整体稳定。以砂砾石桩为例，当其被压入疏松砂质地基时，会对周边砂土产生横向挤密作用，显著降低土层孔隙率，提高土体密实度与整体承载力，进而优化地基力学性能。在具体施工过程中，测量人员需严格依据前期设计的桩位布置图，借助经纬仪等精密仪器，精确定位各灌注桩的平面坐标，并设定桩基控制基准

点。规范要求桩位放样误差不得超过10mm，同时还需结合地面高程测量，准确计算灌注桩的成孔深度与桩身实际长度，为后续施工提供可靠依据<sup>[1]</sup>。

## 二、建筑工程桩基础检测现有技术的优缺点

### (一) 静动载试验技术的优势与局限分析

静载试验与动载试验作为桩基检测中两种经典方法，各自具有明确的技术侧重点：静载试验主要用于测定桩基的实际承载力，而动载试验则侧重于分析桩体在动力荷载作用下的响应特性。尽管这两种方法在工程实践中应用广泛，但它们各自存在一定的局限性。静载试验需在桩基施工完成后实施，一旦检测结果显示承载力不达标，往往需拆除重建，显著增加工期与成本投入。此外，该试验过程通常耗时较长，所需加载次数多，进一步推高了经济与时间成本。动载试验虽具快速响应优势，但对测量设备的精度要求极高，仪器购置与维护费用昂贵。在部分复杂地质或桩体损伤识别场景中，其检测结果所能提供的信息较为有限，难以全面诊断桩基质量问题。

为克服上述方法的不足，近年来工程界不断探索新型检测技术与手段，旨在提升桩基检测的精准度与工作效率。无损检测技术即为其中一类重要发展方向，它能够在不对桩体造成破坏的前提下，有效识别内部缺陷。部分新兴检测方法更可在施工前阶段实施，有助于早期发现潜在问题并采取预处理措施，从而显著节约后期整改成本与时间。尽管静载与动载试验在当前仍为桩基质量评定的主要方式，但随着检测技术的持续进步，更多高效、精准且经济的检测手段将不断涌现，推动桩基检测水平整体提升<sup>[2]</sup>。

### (二) 动力触探技术的优势与适用性分析

动力触探技术是近年来发展起来的一种桩基检测新方法，具备检测效率高、经济性好且对桩体结构无损伤等显著优点。该技术借助钻杆与套管将锤击荷载产生的应力波传入桩体及周边土层，通过接收并分析反射波与透射波信号，可有效判断桩身长度、混凝土强度及周边土层的力学性能。相较于传统的静载试验和动载试验方法，动力触探在多个方面展现出更强的适用性。其一，检测速度快，能够在较短时间内完成单桩或多桩测试，大幅节约工期；其二，所需设备简单，材料消耗少，整体成本较低；其三，作为一种无损检测手段，其测试过程基本不损伤桩体结构，有利于桩基的后续使用安全。尽管动力触探技术具备上述优势，其应用仍存在一定局限性。首先，该技术对桩径和土层性质较为敏感，在桩径过小或土质过于松软的情况下，信号质量易受影响，导致数据准确性下降。此外，该方法难以直接测得桩基的极限承载力，通常需与静载试验等其他方法配合使用，才能全面评估桩基性能。

为弥补这些不足，当前研究方向包括开发新型复合检测工艺，以及引入数据分析算法提升信号解析能力。一些可在施工前期实施的检测手段也逐渐被引入，以实现早期问题识别与风险防控，从而整体上节约工程成本与时间。同时，采用多种检测方法

协同工作，能够整合各自优势，提高检测结果的准确性与可靠性。尽管存在一定局限，动力触探技术因其高效、经济和无损的特点，仍在现代桩基检测中占有重要地位。在实际工程中，应结合具体地质条件、桩型特点及检测目标，综合选用最适合的检测方法组合，以实现质量、成本与进度的最优平衡<sup>[3]</sup>。

### (三) 桩侧阻力法的技术特点与适用范围

桩侧阻力法是一种通过测量桩身侧面土体抗剪强度来推算桩基承载力的检测手段。该方法在实施过程中不损伤桩体结构，且具备较高的测量精度，能够较为准确地反映桩-土相互作用机制，因此在特定工程条件下被视作一种可靠的检测方式。

然而，该方法亦存在一定局限性。首先，为获取准确的桩侧阻力参数，需对桩周土体开展大量现场或室内试验，导致检测周期延长、经济成本上升。其次，该方法所获数据需经过复杂的土力学分析与数值处理，对人员专业能力及计算工具要求较高，一定程度上限制了其推广应用。作为对比，传统的静载试验通过逐级施加静态荷载至桩顶，能够直接测定桩基承载力，并可绘制荷载-沉降关系曲线，直观反映桩土体系受力变形特性。但其缺点在于属于破坏性试验，仅能在工程后期进行；若桩基承载力不达标，则面临返工重建，造成工期与资源的浪费。另一方面，动载试验虽具备快速检测的优点，但对设备精度要求严苛，仪器成本较高，且在复杂土层或桩身存在轻微缺陷时，其识别能力与数据完整性常显不足，往往需辅以其他方法进行综合判断。

为解决上述各类方法的不足，近年来无损检测技术不断发展，例如超声波成像、高应变动力测试等，可在不损伤桩身的前提下识别内部缺陷，部分方法更可于施工前实施，实现早期质量控制。多种检测技术的融合应用，也成为提升检测精度与工程适用性的重要发展方向。尽管静载、动载试验目前仍为规范中的主流方法，但随着传感技术、信号处理与人工智能分析的进步，桩基检测正朝着更高效、精准、非破坏的方向演进。在实际工程中，应根据地质条件、桩型特点、检测目标与经济性等因素，合理选择或组合使用不同检测方法，以实现对桩基性能的全面、可靠评价<sup>[4]</sup>。

### (四) 射线与超声波检测方法的技术特性分析

射线透射法与超声波检测法均属于非破坏性桩基检测技术，通过物理手段获取桩体内部结构信息，具有精度高、不损伤桩基结构等共同优势，在建筑工程质量评估与桩基可靠性判断中应用广泛。射线透射法主要利用X射线等电离辐射的穿透特性，对桩体进行成像检测。该方法具备较高的空间分辨能力，且无需直接接触被测桩体。然而，由于其涉及放射性物质，操作过程中必须采取严格的防护措施，并需由具备相应资质的专业人员执行，以防止辐射危害。

超声波检测法则依赖高频声波在混凝土中的传播与反射行为，通过分析声波信号推断桩身完整性及缺陷位置。该方法不涉及辐射源，现场操作更为安全环保，但其有效应用同样依赖于专业人员的操作经验与信号解读能力。为保障检测结果的准确可靠，采用这两种方法前均需结合桩型尺寸、设计要求和场地条件进行详细的检测方案设计。应当注意的是，两种方法均受到桩径

尺寸与周边土质条件的制约。当桩径过小或土层过于松散时，信号衰减加剧，可能影响数据质量与判读有效性。

当前，为弥补传统方法的局限，各类无损检测新技术不断涌现。例如，基于电磁波的地质雷达、基于光纤传感的分布式监测等，均能在不破坏桩身的前提下识别内部缺陷。部分方法还可施工前期介入，实现早期质量预警，从而有效节约后期处理成本与时间。尽管射线法与超声波法在应用中均需依赖专业团队与周密计划，它们仍是目前桩基质量检测中不可或缺的技术手段。未来随着传感技术、成像算法与智能诊断模型的进一步发展，桩基无损检测将逐步实现更高精度、更强适应性与更优经济性的目标。在实际工程中，建议结合项目具体要求、设备条件与操作资源，科学选择适合的检测方法或方法组合。

### 三、建筑工程桩基础检测技术发展趋势分析

#### (一) 智能化技术在桩基检测中的发展与应用

当前，智能化技术的快速演进正深刻改变着桩基检测领域的技术格局。随着人工智能、物联网及大数据分析等新一代信息科技的融合发展，桩基检测过程逐步实现自动化采集、智能诊断与数字化管理，显著提升了该技术领域的现代化水平。通过引入智能传感设备与自动化监测系统，桩基检测的数据获取环节更加高效可靠，有效减少了人为操作误差。基于机器学习算法构建的数据分析平台，能够对采集的桩身完整性、承载力等参数进行深度挖掘与智能判读，不仅大幅提升了检测结果的准确性，也为工程设计与施工决策提供了更为科学的依据<sup>[5]</sup>。

此外，智能化技术的全面应用还有助于优化检测资源配置，降低重复作业与人力投入，从而在控制总体成本的同时提高工作效率。随着相关技术体系的不断完善，智能化检测模式正逐步成

为保障桩基工程质量、提升行业技术水平的重要支撑，并在未来基础建设领域中展现出广阔的应用前景。

#### (二) 非损伤检测方法的技术优势与工程价值

非损伤检测技术是一类在不影响桩基结构完整性的前提下，对其质量状况进行有效评估的先进检测手段。该类技术借助超声波探测、磁粉探伤、涡流检测等多种物理方法，能够系统评估桩身材料的均匀性、连续性及潜在缺陷，无需开展钻芯、静载试验等传统破坏性检测，从而在最大程度上保持桩基原有承载性能。相较于有损检测方式，非损伤技术具有显著的工程适用性优势。它不仅能够有效避免因检测操作对桩体造成的结构性损伤，还可通过高精度传感器与数字信号处理系统，提升数据采集的准确性与结果判读的可靠性。此外，该技术具备良好的可重复检测特性，便于在桩基服役期间进行周期性质量监测，从而动态掌握其长期性能演变趋势，为早期识别潜在安全隐患、实施预防性维护提供科学依据。

### 四、结束语

综上所述，建筑桩基础技术及其质量检测是涉及设计、施工与验收的复杂系统工程。面对多变地质条件，必须重视桩型选择与全过程质量控制。传统静载、动载试验能提供直接承载力数据，但存在成本高、周期长的局限；而动力触探、超声波等无损检测技术虽在效率和经济性上更具优势，却受桩径、土质等条件限制。当前技术发展呈现融合趋势：智能化技术推动检测过程向自动化、精准化发展；无损检测技术因其不破坏结构的特性，工程价值日益凸显。通过综合运用多种检测方法并融合智能化技术，将构建更加科学可靠的桩基工程质量保障体系。

### 参考文献

- [1] 李鑫.建筑工程桩基础检测技术发展特点探析 [J].建筑与装饰,2024(17):151-153.
- [2] 王安兴.建筑工程桩基础检测技术发展特点分析 [J].百科论坛电子杂志,2019(14):226.
- [3] 刘芾.建筑工程桩基础检测技术发展特点探析 [J].中国科技投资,2018(31):39.
- [4] 魏建智.关于建筑工程桩基础检测技术的相关研究分析 [J].百科论坛电子杂志,2019(21):140.
- [5] 孙源.自平衡静载检测技术在建筑工程桩基础检测中的应用 [J].科学技术创新,2025(15):99-102.