# 基桩检测技术在建筑工程中的应用分析

郑胜德
广东保顺检测鉴定有限公司，广东 广州 510000
DOI:10.61369/ETQM.2026080012

**摘　　要：** 文章聚焦基桩检测技术在建筑工程中的应用，梳理低应变反射波法、高应变动力检测、静载试验、钻芯法、声波透射法等主流技术的原理、适用场景与优劣。结合相关行业规范，分析复杂地质、长桩大直径桩、检测结果互证、现场操作、成本与效率平衡五大应用难点，提出技术选型优化、流程标准化、多方法融合、人员能力提升、全过程管控等针对性对策，为建筑工程基桩质量管控提供切实可行的参考。

**关 键 词：** 基桩检测技术；建筑工程；应用

## Analysis of the Application of Pile Testing Technology in Construction Engineering

Zheng Shengde
Guangdong Baoshun Testing and Appraisal Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510000

**Abstract:** This article focuses on the application of pile testing technology in construction engineering, examining the principles, applicable scenarios, and pros and cons of mainstream techniques such as low-strain reflection wave method, high-strain dynamic testing, static load test, core drilling method, and acoustic transmission method. In conjunction with relevant industry standards, it analyzes five major application challenges: complex geology, long piles with large diameters, mutual verification of test results, on-site operations, and the balance between cost and efficiency. It proposes targeted countermeasures such as technology selection optimization, process standardization, multi-method integration, personnel capability improvement, and whole-process control, providing a practical reference for quality control of foundation piles in construction engineering.

**Keywords:** pile testing technology; construction engineering; application

## 引言

基桩作为建筑工程基础的核心组成部分，其质量直接决定整个建筑结构的安全稳定性与使用寿命。随着建筑行业向高层、大跨度、复杂地质条件方向发展，传统的经验型验收方式已无法满足现代工程的质量安全要求，基桩检测成为工程质量管控的关键环节。当前行业内普遍存在技术选型不当、现场操作不规范、检测结果互证困难等问题，制约了基桩检测质量的提升。本文基于行业规范与工程实践，系统研究基桩检测技术的应用现状，深入剖析应用难点并提出优化措施，为工程实践提供技术支撑。

## 一、基桩检测技术概述

### （一）低应变反射波法

低应变反射波法是通过在桩顶施加瞬态激振，使应力波沿桩身传播，当应力波遇到桩身缺陷或桩底时会产生反射信号，通过传感器捕捉反射信号，结合信号的波速、幅值等参数判定桩身完整性。该方法操作便捷、检测成本低、耗时短，适合对大批量基桩进行快速普查。但该方法存在一定局限性，对于大直径桩、长桩的检测效果不佳，易因应力波衰减、干扰信号等导致缺陷漏判或误判，通常需要结合其他检测方法进行验证，适用于中小直径、短桩的完整性初步筛查。

### （二）高应变动力检测法

高应变动力检测法采用重锤自由落锤冲击桩顶，产生高能量应力波，通过实测桩顶的力与速度时程曲线，结合相关分析方法，同时获取基桩的竖向抗压承载力与桩身完整性信息。该方法适用范围较广，可用于大直径桩、长桩以及重要工程桩的承载力与完整性检测，能够有效评估桩身缺陷对承载力的影响。但该方法所需设备复杂、检测成本较高，对检测场地的要求较为严格，在软土地基等场地条件较差的区域难以顺利开展检测工作[1]。

### （三）静载试验法

静载试验法是在桩顶逐级施加竖向荷载，每级荷载维持至沉降稳定后再施加下一级荷载，通过记录荷载与沉降数据，绘制荷

 Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

载－沉降曲线，进而确定基桩的极限承载力。该方法直接模拟基桩的实际受力状态，检测结果准确可靠，是基桩承载力检测的核心方法，被誉为承载力检测的“金标准”。该方法适用于各类基桩，尤其是甲级设计桩基、重要工程桩以及地质条件复杂区域的基桩检测。但该方法检测周期长、成本高，对场地要求严格，需要平整场地并搭建稳定的反力装置，多用于试验桩检测、争议桩验证以及承载力验收的关键环节。

**（四）钻芯法**

钻芯法通过钻机在桩身钻取芯样，直接观察桩身混凝土的连续性、缺陷分布情况，通过对芯样进行抗压试验评定混凝土强度，同时可检测桩长、桩底沉渣厚度以及持力层性状。该方法检测结果直观、权威，能够有效验证低应变反射波法、声波透射法等其他检测方法的结果，适用于大直径嵌岩桩、甲级桩基以及检测结果存在争议的桩体，是确认Ⅲ、Ⅳ类桩缺陷的主要手段。但该方法属于半破损检测，会对桩身造成局部损伤，且检测成本高、效率低，芯样的获取质量受检测设备与地质条件的影响较大。

**（五）声波透射法**

声波透射法需要在桩身施工过程中预埋声测管，检测时在声测管内注入耦合剂，将发射换能器与接收换能器沿桩身同步移动，通过分析超声波的传播参数，判定桩身混凝土的密实度以及缺陷的位置、程度。该方法能够精准探测全桩长任意截面的缺陷，对缩颈、离析、夹泥等常见缺陷的定性定量检测较为准确，适合大直径灌注桩、长桩以及复杂地质条件下的基桩检测。但该方法需要提前预埋声测管，增加了施工成本与施工时间，若声测管出现堵塞、偏移等问题，会直接导致检测失败，是低应变反射波法的重要补充手段[2]。

## 二、基桩检测技术应用难点

**（一）复杂地质条件下的检测适配难题**

建筑工程中复杂地质条件较为常见，如岩溶、软土、孤石、液化土层等，这类地质条件会导致桩土参数离散性较大，严重影响检测结果的准确性。在岩溶区域，桩底溶洞、桩侧岩溶裂隙等地质缺陷，容易被常规检测方法误判，常规检测方法难以准确识别溶洞反射信号，受溶洞填充物质的影响，检测数据会出现偏差。在软土地基区域，场地承载力不足，大型静载试验的反力装置难以稳定布置，高应变法重锤冲击时还容易引发场地沉降，进一步影响检测精度。此外，复杂地质条件下的基桩检测缺乏统一的评价标准，不同检测方法的结果容易出现矛盾，增加了检测结果的判定难度。

**（二）长桩与大直径桩的检测精度挑战**

随着建筑工程向高层、超高层发展，长桩与大直径桩的应用日益广泛，这类桩体的检测精度面临较大挑战。长桩的桩身较长，应力波在传播过程中衰减明显，采用低应变反射波法检测时，深部缺陷的信号微弱，容易出现漏判情况；高应变动力检测法对长桩深部阻抗变化的识别灵敏度较低，会导致承载力分析出现较大误差。大直径桩的横向尺寸较大，应力波在桩身分布不均，低应变反射波法难以获取清晰的桩底反射信号，无法准确判定桩底持力层的实际情况。声波透射法虽适用于大直径桩检测，但声测管的布置数量、平行度会直接影响检测精度，管内杂质、气泡等会干扰超声波传播，容易导致缺陷误判。同时，长桩与大直径桩的检测成本高、周期长，设备操作难度大，进一步制约了检测效率与精度的提升[3]。

**（三）检测结果互证与一致性判定难题**

不同基桩检测方法的检测原理、适用场景存在差异，导致检测结果容易出现矛盾。例如，低应变反射波法判定为完整桩的桩体，采用钻芯法检测时可能发现内部存在混凝土离析、夹泥等缺陷；静载试验判定承载力不满足设计要求的桩体，高应变动力检测法的结果可能符合设计标准。目前行业内缺乏统一的多方法检测结果互证标准，检测结果的判定多依赖检测人员的经验，主观性较强，严重影响了检测结果的权威性。此外，检测人员的专业水平、操作规范性存在差异，对同一桩体采用相同方法检测，也可能出现不同的检测结果，进一步加剧了检测结果一致性判定的难度，无法全面、准确地评估基桩质量。

**（四）现场操作不规范引发的质量风险**

现场操作不规范是导致基桩检测结果失真的重要原因，也是当前基桩检测应用中的突出难点。在低应变反射波法检测中，传感器粘贴不牢固、未使用专业耦合剂，会导致应力波信号失真，无法准确识别桩身缺陷；激锤的力度、冲击位置不当，会产生干扰信号，影响检测结果的判定。在静载试验中，加载速率控制不均匀、沉降观测不及时，会导致荷载－沉降曲线失真，无法正确判定基桩的极限承载力；反力装置布置不当、受力不均，会引发场地沉降，影响检测数据的可靠性。在钻芯法检测中，钻机的转速、压力控制不当，会导致芯样破损，无法准确评估混凝土强度与桩身缺陷；钻孔位置偏差，会漏检桩身关键区域，导致检测结果不全面，埋下工程质量隐患。

**（五）成本控制与检测精度的平衡困境**

建筑工程项目普遍存在成本控制需求，部分项目为降低建设成本，在基桩检测环节简化检测流程、选用低成本检测设备，或减少检测桩数，导致检测精度不足，留下质量安全隐患。例如，大直径灌注桩仅采用低应变反射波法进行检测，忽略了深部缺陷漏判的风险；长桩未结合多种检测方法，无法全面评估桩身完整性与承载力。高精度的检测方法如静载试验、钻芯法、声波透射法等，检测成本较高、周期较长，与项目的进度要求、成本控制需求存在冲突，难以在所有项目中全面应用。尤其是中小规模建筑项目，资金预算有限，无法承担多方法综合检测的费用，只能采用单一检测方法，难以全面、准确地评估基桩质量，形成了成本控制与检测精度之间的突出矛盾。

## 三、基桩检测技术应用优化措施

**（一）优化技术选型，适配地质与桩型**

结合行业相关规范，建立“地质条件－桩型－检测目的”三

Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License. 

维技术选型机制，根据项目的实际情况科学匹配检测方法，避免盲目选型。对于常规地质条件下的中小直径、短桩，可采用低应变反射波法进行快速普查，针对检测中发现的可疑桩，辅以钻芯法进行验证，确保检测结果准确。对于复杂地质条件下的大直径、长桩，采用多种检测方法组合的方案，通过声波透射法精准检测桩身完整性，结合高应变动力检测法与静载试验评估承载力，全面掌握基桩质量状况。根据项目的重要性、地质条件、桩型特点，合理搭配检测方法，在保证检测精度的前提下，兼顾检测效率与成本，实现检测资源的合理利用。

**（二）规范检测流程，强化全过程管控**

制定标准化的基桩检测流程，涵盖检测方案制定、现场准备、数据采集、结果评定等全环节，明确各环节的操作要求与质量控制点。在检测方案制定阶段，结合项目地质报告、桩型设计参数、工程重要性，明确检测方法、检测数量、检测点位，编制详细的检测方案并严格审核。在现场准备阶段，清理桩顶浮浆，露出新鲜混凝土面，平整检测场地，检查检测设备、声测管、反力装置等，确保满足检测要求。在数据采集阶段，严格按照规范与操作手册执行，规范操作流程，减少人为操作误差。在结果评定阶段，综合多种检测方法的结果，对照行业规范判定基桩质量等级，对不合格桩及时提出处理意见，加强全过程监督管理，确保检测工作合规、有序开展[4]。

**（三）推进多方法融合，提升结果可信度**

构建多方法融合的基桩检测体系，充分发挥各类检测方法的优势，实现检测结果的互补与互证，提升检测结果的可信度。在桩身完整性检测中，采用低应变反射波法进行快速筛查，结合声波透射法精准定位深部缺陷，弥补单一方法的局限性；在承载力检测中，以静载试验作为核心验证方法，结合高应变动力检测法快速评估大批量桩体的承载力，提高检测效率。对于检测结果存在争议的桩体，采用钻芯法进行最终验证，确保检测结果的权威性。建立多方法数据融合分析模式，综合各类检测参数，减少单一方法的检测误差，推广一体化检测设备，实现多种检测方法数据的同步采集、协同分析，进一步提升检测效率与结果准确性。

**（四）提升人员能力，规范操作标准**

加强基桩检测人员的专业培训与管理，提升检测人员的专业素养与操作水平。定期组织检测人员学习行业规范、检测技术原理、设备操作方法，开展案例研讨与技能考核，实行持证上岗制度，确保检测人员具备相应的专业能力。编制标准化操作手册，明确各类检测方法的操作要点、质量控制点，规范检测人员的操作行为，减少人为操作误差。开展行业交流活动，分享复杂地质、长桩大直径桩的检测经验，提升检测人员解决实际问题的能力。建立检测人员能力评价体系，根据专业水平、操作规范性、检测结果准确率进行分级管理，优先安排能力强、经验丰富的人员参与关键项目的检测工作。

**（五）创新技术应用，平衡成本与效率**

积极推广新技术、新设备在基桩检测中的应用，通过技术创新提升检测效率、降低检测成本，实现成本控制与检测精度的平衡。推广智能检测设备，如智能低应变检测仪，能够自动分析反射信号，减少人工干预，提高检测速度与准确性；研发便携式高应变检测设备，降低对检测场地的要求，适用于狭小空间、场地条件较差的项目。应用光纤传感监测技术，实现基桩施工全过程的实时监测，及时发现施工过程中的质量隐患，减少后期检测成本。优化检测方案，根据项目规模、地质条件，合理分配检测资源，避免重复检测，提高检测资源利用率。采用信息化管理平台，实现检测数据的存储、分析、共享，提升检测管理效率，降低管理成本[5]。

## 四、结束语

综上所述，当前基桩检测技术在应用过程中，面临复杂地质适配难、长桩大直径桩检测精度不足、检测结果互证困难、现场操作不规范、成本与精度难以平衡等问题。通过优化技术选型、规范检测流程、推进多方法融合、提升人员能力、创新技术应用等优化措施，能够有效解决各类应用难点，提升基桩检测质量与效率。未来应结合建筑行业的发展趋势，持续完善检测技术与规范，推动基桩检测技术向智能化、高效化、精准化发展，为建筑工程质量安全提供有力保障。

*参考文献*

[1] 王海波 . 建筑工程地基基础与桩基检测技术应用研究 [J]. 砖瓦世界 ,2025(7):13-15.

[2] 张爱静 . 桩基检测技术在建筑工程中的应用研究 [J]. 建筑技术开发 ,2021,48(6):63-64.

[3] 赵云飞 . 基桩检测技术在高层建筑中的应用研究 [J]. 石材 ,2025(9):150-152.

[4] 谢世林 . 建筑工程地基基础检测技术应用策略研究 [J]. 现代工程科技 ,2024,3(19):89-92.

[5] 李俊儒 , 李琦 . 桩基检测技术在建筑工程中的应用 [J]. 智能建筑与工程机械 ,2024,6(8):86-88.

 Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.