

复杂地质条件下桩基检测难点与应对策略

江玉龙

(安徽省建控建设工程质量检测有限公司, 安徽 合肥 230011)

摘要 在复杂地质条件下, 桩基检测易受环境干扰, 而且存在技术适配性不足、施工与检测协同不畅、结果解读难度大等问题。本文以岩溶、裂隙发育、软硬夹层等典型复杂地质为例, 对桩基检测核心难点与应对路径展开系统研究。通过梳理地质条件干扰、检测技术局限、现场协同矛盾、结果多解性四大关键问题, 从地质勘察、技术应用、施工管控、结果解读四个维度提出对应策略, 即推进地质勘察精细化前置、优化检测技术组合应用、建立施工与检测协同机制、构建科学的检测结果判定体系, 以为复杂地质场景下桩基检测方案制定、技术选型与质量控制提供参考, 助力提升桩基检测精度与工程可靠性。

关键词 复杂地质; 桩基检测; 检测技术; 协同管控; 结果解读

中图分类号: TU473.1

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.15.032

0 引言

桩基作为工程“地下生命线”, 质量直接决定结构安全。当前基建向海上风电、深层地下工程延伸, 岩溶、大溶腔等复杂地质场景日益增多。行业新规对检测精度、全程管控的要求更高, 传统检测模式面临诸多挑战。智能监测技术推广与产学研创新成果落地, 为破解难题提供新路径。本文立足于最新行业形势与工程实践, 聚焦复杂地质带来的检测干扰、技术适配等核心问题, 探索贴合实际的应对方案, 助力提升桩基检测规范化水平, 为质量强国战略下建设工程安全筑牢保障。

1 工程概况

滁州至南京城际铁路(滁州段)二期工程, 线路全长 13.28 km, 含地下段 5.791 km (含地下车站), 路基段 0.168 km, 高架段 7.321 km, 设站 6 座(预留 2 座), 其中高架站 4 座, 分别为滁州高铁站(建筑面积 7 053 m²)、滁阳路南站(预留, 建筑面积 7 961 m², 预留车站仅含车站主体及外部装修)、技术学院站(建筑面积 8 759 m²)、凤阳北路站(预留, 建筑面积 8 020 m², 预留车站仅含车站主体及外部装修), 地下站 2 座, 分别为龙蟠大道站(地下, 建筑面积 13 048 m²)、市政府站(地下, 建筑面积 13 030 m²), 在技术学院站附近设置牵引变电所一座。

2 复杂地质条件下桩基检测核心难点

2.1 地质条件复杂性导致的检测干扰

复杂地质构造与不良地质体直接影响检测数据的真实性与准确性。该影响贯穿桩基检测全流程, 在滁

州至南京城际铁路(滁州段)二期工程地下段、高架段均有显著体现。岩溶、裂隙发育是工程沿线常见的地质干扰源, 此类地质结构打破了岩土体的均一性, 使声波、应力波等检测信号在传播过程中易发生折射、反射或衰减, 无法按预设路径传递, 最终导致信号失真, 难以准确捕捉桩基实际性状。例如: 工程地下段龙蟠大道站、市政府站周边存在岩溶空洞, 检测信号易出现异常跳转, 裂隙中的泥质填充物会改变信号传导速度, 极易误导检测人员对桩基完整性的判断。

2.2 检测技术适配性不足的局限

传统检测技术难以满足复杂地质的多样化检测需求, 这种适配性上的欠缺成为影响桩基检测质量的一个关键因素。单一检测方法在应用过程中存在显著局限, 不同复杂地质场景对检测技术提出的要求也有所不同。例如: 低应变反射波法比较适合浅层桩基完整性检测, 但在岩溶、裂隙发育地带, 其检测深度和精度会大幅降低, 不能全面覆盖复杂地质条件下的检测需要。检测设备在极端地质条件下稳定性不够, 复杂地质往往伴随着高地下水位、强风化岩层、深厚软土等恶劣环境, 传统检测设备的防水、抗干扰、抗压性能达不到现场作业要求, 容易出现设备故障、数据采集中断等情况, 影响检测工作的连续进行。

2.3 现场施工与检测的协同矛盾

施工干扰与检测需求往往存在冲突, 导致检测工作难以顺利开展。这种协作不畅的局面, 主要源于施工与检测的核心诉求差异, 且在地质条件复杂的场景

作者简介: 江玉龙(1994-), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 勘察技术与工程。

中, 此类矛盾会表现得更为突出。施工留下的残渣以及现场积水, 对检测来说就是摆在眼前的干扰, 当地质条件变得复杂, 桩基施工的难度也会上升。在钻孔过程中容易带出大量岩土碎屑, 要是不及时清理, 就会挡住检测设备的正常摆放和操作, 进而对检测操作规范造成影响。地下水位偏高的时候, 桩孔里面很容易存水, 这不但会加速检测设备的腐蚀, 还会让检测介质的物理性质发生变化, 最后造成检测数据不够准。桩基施工出现的位置偏差让检测点位没办法准确布置, 复杂地质条件本身就让桩基施工变得更难, 容易出现桩位跑偏、桩身歪斜这类施工偏差, 而检测点位的布置又必须严格按规范操作, 需要和桩基设计位置完全对准, 施工出现的偏差直接导致检测点位不能按照预设方案布置, 从而影响检测的全面性和代表性^[1]。

2.4 检测结果解读的难度提升

在复杂地质条件下, 检测数据存在多解性, 加大了对结果进行判断的难度。这种困难来源于地质条件的复杂性和检测数据之间的关联性, 给检测人员带来专业判断上的挑战。地质异常与桩基缺陷的检测信号不容易区分, 复杂地质里的岩溶、裂隙、软硬夹层等地质异常, 它们产生的检测信号和桩基断桩、缩颈等缺陷信号具有相似性, 缺乏明确的区分特征, 检测人员难以借助单一信号判断是地质异常引起还是桩基本身出现缺陷, 容易造成判断错误。缺乏针对复杂地质的检测结果判断标准, 现行桩基检测判断标准多数基于常规地质条件制定, 没有充分考虑到复杂地质对检测数据带来的影响, 无法为复杂地质条件下的检测结果提供精准判断依据, 这样就会导致检测人员在解读数据时缺少统一标准, 判断结果主观性变得更强。检测数据的关联性分析比较困难, 复杂地质条件下, 检测数据受到多种因素影响, 不同检测指标之间的关联性复杂, 并且存在相互干扰的情形, 检测人员难以借助多组数据的关联性分析, 精准提炼出桩基质量信息, 无法形成全面、客观的检测结论, 进一步增加了检测结果解读的难度。

3 复杂地质条件下桩基检测难点的应对策略

3.1 地质勘察精细化前置策略

开展精准的勘察工作, 充分掌握地质方面的信息, 为检测任务提供前置性的支撑, 成为化解复杂地质检测难点的基本条件。其关键在于借助精细化的勘察手段, 达成地质信息的完整收集、系统化整理与准确应用。从检测开始阶段减少检测受到的干扰, 运用多

种检测技术融合起来的综合勘察方式, 明确复杂地质分布的具体特点, 摆脱单一勘察方法带来的限制, 把钻探、物探、坑探等不同勘察方法加以整合, 从各个方向、多种角度排查岩溶、裂隙、软硬夹层等不良地质体的分布范围、具体形态、规模大小以及物理力学性质, 准确掌握地下水位变化的具体规律、岩土体分层特征及其力学参数, 为后续检测任务提供详尽、准确的地质基础资料, 使检测任务更有针对性^[2]。构建地质信息数据库, 准确预判检测中的重点和难点, 将勘察得到的各类地质数据加以系统化整理、分类归档, 建立涵盖地质构造、岩土体特性、地下水位、不良地质体分布等信息的专门数据库, 借助数据梳理与深入分析, 预判不同区域桩基检测可能遇到的干扰因素、潜在问题以及重点难点环节, 为检测方案的制定提供科学的数据支撑。提前避开检测风险, 结合勘察结果制定个性化的检测方案, 放弃统一化、模板化的检测模式, 依据不同区域的地质特征、不良地质分布情况, 有针对性选择适合的检测方法、合理确定检测点位和检测流程, 充分考虑到地质干扰因素。优化检测技术参数, 确保检测方案与复杂地质条件高度匹配, 提升检测任务的针对性和有效性, 为后续检测任务的有序、高效开展打下坚实的基础。

3.2 检测技术优化与组合应用策略

技术层面的升级和多种方法搭配使用, 能够提升检测的适配性和精度, 成为应对复杂地质环境下检测技术本身局限的主要技术路线。其关键在于借助技术创新和模式上的优化, 突破传统检测技术的应用限制, 达成复杂地质条件下桩基检测的精准化和高效化, 以适应复杂地质的检测需要。结合复杂地质里存在的检测难点, 有针对性引入超声波透射法、钻孔雷达法、分布式光纤传感法等新技术, 这些技术拥有抗干扰能力强、检测精度高、适用面宽的优势, 可以有效处理岩溶、裂隙、深层桩基等复杂检测场合, 准确捕捉桩基的细微缺陷信息, 弥补传统检测技术在复杂地质场景里存在的不足, 提升检测数据的真实度和准确度。采用“主检测加上辅助检测”的组合方式, 提升结果的可靠性, 按照检测需求和地质条件, 选择一种核心检测方法当作主检测手段, 集中关注桩基核心质量指标的检测, 同时配合一种到两种辅助检测方法, 弥补主检测方法存在的局限, 借助不同检测方法的互相补充和验证, 让检测结果彼此印证, 降低单一检测方法受到地质干扰而产生的检测偏差, 提升检测结果的可靠性和权威性^[3]。优化检测设备的性能, 加强极端条

件下的稳定表现,针对复杂地质的极端环境,对检测设备做针对性的技术升级,强化设备的防水、抗干扰、抗压、耐低温性能,优化设备的数据采集和传输系统,提升设备在高地下水水位、强风化岩层、深厚软土等极端条件下的持续正常运行能力,确保能够不间断采集到准确的检测数据,为检测结果的科学性奠定设备基础。

3.3 施工与检测协同管控策略

建立施工与检测协同管控机制,化解施工与检测之间的矛盾冲突,是保障复杂地质条件下桩基检测质量的一个重要手段。借助流程优化与协同管控,推进施工与检测的高效连接、协同前进,同时兼到施工效率和检测质量。制定施工与检测协同流程,将二者责任边界划分清楚,结合桩基施工整个流程以及检测规范要求,制定详细、可以落地执行的协同工作流程。明晰施工单位与检测单位各自的工作职责、工作节点、沟通方式和衔接条件,细化施工环节与检测环节的配合重点,防止出现工作断开、责任推脱、流程乱套的局面,让检测工作能够有序地进入施工过程中,实现施工与检测协同推进^[4]。加强对施工过程的管控,降低对检测工作的干扰,施工单位需要严格依照施工规范和协同流程开展作业,及时清理桩基施工过程中出现的岩土残渣,做好桩孔排水、防护动作,防止施工残渣以及积水对检测设备、检测操作带来的干扰。同时,加强桩基施工精度的管控,强化桩位、桩身、桩径的施工质量,减少桩位偏移、桩身倾斜这类施工偏差,让检测点位能够精准地布置下去,为检测工作的规范开展创造有利条件^[5]。合理规划工期,保证检测工作按标准开展,建设单位需要结合复杂地质条件下桩基施工与检测的实际需求,科学地规划工程工期,摒弃“重施工、轻检测”的想法,留出足够的检测时间,杜绝为了赶工期压缩检测流程、降低检测标准的行为,确保检测工作可以按照规范要求全面、细致地开展,充分体现检测工作的质量管控作用,保障桩基工程质量安全。

3.4 检测结果科学解读与判定策略

建立一套科学合理的解读体系,是提升复杂地质条件下桩基检测结果解读准确性的核心环节。借助多维度分析、标准规范完善以及技术手段赋能,来破解检测结果在解读过程中遇到的难点,实现检测结论的科学性、客观性和精准度。检测人员在对检测数据进行解读时,需要充分结合前期地质勘察资料,清晰把握检测区域的地质特征、不良地质分布情况以及岩土体特性,对检测数据和地质信息做深度的关联分析,

准确区分地质异常与桩基缺陷所产生的信号差异。避免单纯依赖检测数据进行判断的模式,应当结合地质条件来做综合判断,这样能够提升检测结果解读的准确性,减少误判和漏判的发生。结合复杂地质条件的检测特点和实际需求,针对不同地质场景和不同检测方法,补充并完善检测结果的判定指标和标准,明确地质异常对检测数据的影响范围、影响程度以及判定依据,细化不同地质条件下桩基质量的判定阈值,为检测人员提供统一、精准的判定规范,减少主观判定带来的偏差,提升检测工作的规范性和权威性。借助大数据、人工智能等先进技术,引入智能化分析工具,提升数据解读的效率和精度,开发针对性的检测数据智能化分析工具,实现检测数据的快速梳理、关联分析、异常识别和趋势预判,精准提取桩基质量的核心信息,辅助检测人员完成结果判定,既能够提升数据解读的效率,又能够进一步提升检测结果的科学性和准确性,为工程安全评估提供可靠的检测依据。

4 结束语

复杂地质条件下桩基检测是保障桩基工程质量与结构安全的关键环节,其技术实施与结果判定直接关系到工程整体稳定性。面对地质环境复杂、信号干扰显著、传统方法适用性有限等现实问题,仅依靠单一检测手段或常规管理模式难以满足工程要求,唯有将精细化地质勘察作为前置基础,以技术优化与组合应用提升检测精度,以协同管控理顺施工与检测关系,以科学解读体系降低误判漏判风险,才能形成全流程、多维度的解决方案。随着勘察技术、智能分析手段与工程管理水平的持续提升,复杂地质桩基检测的可靠性与规范性将不断增强,为各类复杂地质条件下的桩基工程安全建设与长期运营提供坚实的支撑。

参考文献:

- [1] 郭绍猛. 路桥工程混凝土桩基施工检测技术优化与应用[J]. 中国水泥, 2025(09):90-92.
- [2] 王双双, 贺吉祥, 王磊. 自平衡法在桩基承载力试验检测中的应用分析[J]. 工程机械与维修, 2025(08):119-121.
- [3] 张聪, 周政, 霍玉龙. 复杂地质条件下钻孔灌注桩桩底沉渣分析处理[J]. 科学技术创新, 2024(24):164-167.
- [4] 郭壮. 桩基检测技术在高层建筑中的运用[J]. 江苏建材, 2024(04):126-127.
- [5] 江辉. 复杂地质条件下大直径嵌岩桩检测分析[J]. 福建建筑, 2021(05):71-74.