

工程勘察桩基检测技术的应用与优化研究

马志康

(浙江省地球物理技术应用研究所有限公司, 浙江 杭州 311115)

摘 要 在现代工程建设领域, 桩基作为一种重要的基础形式, 承载着建筑物的上部荷载, 其质量直接关系到整个工程结构的安全性与稳定性。而工程勘察桩基检测技术则是把控桩基质量的关键手段, 通过科学、准确的检测, 能够及时发现桩基中存在的缺陷、隐患, 为后续的工程施工及使用提供可靠依据。本文深入分析了常见的桩基检测技术, 探讨了实际应用过程中存在的问题, 并提出了相应的优化策略, 旨在为提升桩基检测技术的准确性、保障工程质量、确保工程结构安全提供有力的技术支持。

关键词 工程勘察; 桩基检测技术; 静载试验; 高应变检测; 自平衡法

中图分类号: TU723.3

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.19.015

0 引言

随着工程建设规模的不断扩大、结构形式日益复杂以及对工程质量要求的逐步提高, 桩基检测技术的应用也面临着不同地质条件下检测结果的准确性、多种检测技术如何合理选用以及检测过程中的效率与成本控制等问题。因此, 深入研究工程勘察桩基检测技术的应用与优化, 对于提高工程质量、保障工程安全以及推动工程建设行业的健康发展, 都具有十分重要的现实意义。

1 工程勘察桩基检测技术概述

1.1 桩基检测技术的重要性

桩基作为工程结构的基础, 承载着上部建筑的全部荷载, 其质量优劣直接关乎整个工程的安危。一旦桩基存在缺陷, 如桩身断裂、缩径等, 就可能导致建筑物不均匀沉降、倾斜甚至倒塌。桩基检测技术能在施工前后对桩基质量进行精准检测, 提前发现隐患, 为采取补救措施提供依据, 是保障工程结构安全、维护使用功能的关键环节。

1.2 常见桩基检测技术分类及原理

第一, 静载试验, 是指在桩顶施加荷载, 了解在荷载施加过程中桩土间的作用, 最后通过测得 $Q \sim S$ 曲线 (即沉降曲线) 的特性判别桩的施工质量及确定桩的承载力, 静荷载试验法适用于检测单桩的竖向抗压承载力, 利用静荷载试验法可将桩加载至破坏, 为设计提供单桩承载力数据, 作为设计依据。

第二, 高应变检测则用重锤冲击桩顶, 分析桩的承载能力与完整性, 基于应力波传播及桩土动力相互

作用原理^[1]。声波透射法是在桩内预埋声测管, 利用超声波在混凝土中的传播情况判断桩身质量, 依靠声学原理来实现检测目的。

第三, 自平衡法, 顾名思义, 是由桩体本身重量提供反力, 而不借助外力的一种静载荷试桩方法, 该技术是在施工过程中将按桩承载力参数要求定型制作的荷载箱置于桩身底部, 连接施压油管及位移测量装置于桩顶部, 待砼养护到标准龄期后, 通过顶部高压油泵给底部荷载箱施压, 得出桩端承载力及桩侧总摩阻力。

2 工程勘察桩基检测技术的应用现状

2.1 工程勘察桩基检测技术在不同工程类型中的应用情况

在高层建筑工程中, 由于其高度大、荷载重, 对桩基的承载能力和稳定性要求极高。静载试验在此应用广泛, 比如, 在一座超高层工程中, 建设单位为了精确测量其竖向压缩承载力, 对其进行了多次静载荷载测试, 并对其进行了分级加载和观察, 从而判断其能否达到设计标准, 保证其在较大荷载作用下的长期安全。此外, 还采用了一种基于低应变法的桩基质量检验方法, 即在桩基完工后, 沿桩身均匀布设各测点, 通过对桩顶进行振动, 使其能够迅速地检查出桩基有无开裂、缩径等缺陷, 保证各桩能够以较高的可靠性进行受力。

对于工业厂房工程, 根据厂房内设备布局及生产工艺不同, 对桩基的沉降控制要求较为严格。静载试验常用来确定桩基的承载能力, 保证能承载厂房自重及设备重量。而且, 低应变检测配合使用, 可全面排

查桩身质量,防止因桩身缺陷导致厂房不均匀沉降,影响生产设备的正常运行。例如:某重型机械制造厂房,通过将这两种检测技术相结合,精准检测桩基情况,为后续顺利安装高精度生产设备奠定基础^[2]。

2.2 工程勘察桩基检测技术在实际应用中存在的问题剖析

首先,地质条件复杂会影响检测结果准确性。比如在岩溶发育地区进行桩基检测,溶洞、地下暗河等地质构造会使应力波传播规律发生改变,导致低应变检测、声波透射法等基于波传播原理的检测技术出现误判,难以准确判断桩身完整性。

其次,检测设备精度存在局限。部分老旧的桩基检测仪器,在测量微小应变、应力变化时误差较大,影响对桩基质量的全面评估。以某桥梁建设项目为例,该项目在初期使用了一批老旧的电阻应变片式测量仪器来检测桩基应力应变。在对桩基进行加载测试时,由于仪器精度不足,测量结果波动明显,无法准确反映桩基在不同荷载下的真实应力应变状态。经对比发现,与高精度的新型设备测量结果相比,老旧仪器测量的应力数据误差最高可达 15%,应变数据误差也在 10% 左右。这种误差导致工程师难以准确判断桩基的实际承载能力,严重影响了对桩基质量的全面评估,进而可能对整个桥梁工程的安全性和稳定性造成潜在威胁。

最后,操作人员技术水平参差不齐也是一大问题。一些检测人员缺乏扎实的理论基础和丰富的实践经验,在检测过程中不能正确设置检测参数、规范操作仪器,致使检测数据不准确,后续对结果的分析和判定也容易出现偏差,无法为工程提供可靠的桩基质量依据。

3 工程勘察桩基检测技术的优化策略

3.1 提前规划,开展地质勘察

在工程建设中,地质条件的复杂性往往是影响桩基检测结果准确性的关键因素^[3]。以某岩溶发育地区的高层建筑项目为例,通过综合运用地质测绘、地球物理勘探、钻探等手段,成功实现了对场地地质条件的精准掌握。该项目采用地质雷达对 12 000 平方米的场地进行扫描,探测到大小溶洞 23 处,地下暗河 3 条,结合钻探验证,准确率达到 98%。高精度磁法勘探进一步圈定了溶蚀带分布范围,为后续桩基设计与检测提供了可靠依据。

针对复杂地质条件,检测技术组合的优化至关重要。在另一桥梁工程中,通过低应变检测发现 23 根桩基存在疑似缺陷,但声波透射法验证结果显示其中 15

根为误判。通过引入钻芯法进行验证,最终确认其中 8 根存在不同程度的桩身完整性问题。数据表明,单一低应变检测的误判率高达 65%,而结合钻芯法后,检测准确率提升至 92%。这一案例充分证明了多技术组合应用的必要性。为进一步提升地质勘察效率,三维地震勘探技术的应用效果显著。某地铁项目采用三维地震勘探技术,在 2 000 米线路范围内,精准定位了 17 处隐伏溶洞,其空间定位误差小于 0.5 米。结合钻探验证,三维地震勘探的溶洞识别准确率达到 95%,较传统二维勘探提升了 30%。

这些数据充分表明,提前开展全面地质勘察,合理选择检测技术组合,能够有效应对复杂地质条件带来的挑战。通过多技术协同应用,不仅提高了检测结果的准确性,还为工程设计与施工提供了科学依据,保障了工程质量。

3.2 加强维护,提升检测设备精度

在工程勘察桩基检测工作中,检测设备的精度直接关系到检测结果的可靠性。老旧的桩基检测仪器往往难以满足当下复杂工程的检测需求,因此,及时更新换代老旧设备势在必行。例如:在某大型桥梁建设项目中,前期使用的传统电阻应变片在测量桩基应变时,误差较大,难以精确获取桩基在不同荷载下的应变数据,影响了对桩基承载能力的准确评估。后来,项目团队引进了基于光纤传感技术的应变测量设备,该设备精度相比传统电阻应变片提升了近一个数量级,能够精准捕捉桩基在微小受力变化下的应变数据。在一次加载试验中,传统设备测量的应变数据误差在 $\pm 5 \mu\epsilon$ 左右,而新型光纤传感设备误差可控制在 $\pm 0.5 \mu\epsilon$ 以内,大大提高了测量的准确性,为桥梁桩基的质量评估提供了更可靠的数据支持。

除了更新设备,建立完善的设备校准和维护制度同样关键。以某城市地铁建设项目为例,该项目制定了严格的设备校准计划,每季度对桩基检测设备进行一次全面校准^[4]。在一次校准过程中,发现一台声波透射法检测仪器的声波发射和接收频率出现偏差,若未及时校准,可能导致对桩身缺陷的误判。通过及时校准,确保了设备测量精度符合要求。在设备日常维护方面,项目团队安排专人负责,每天对设备进行清洁、检查连接线路是否松动等。在一次日常检查中,发现一台低应变检测设备的传感器出现故障,及时进行了更换,避免了在检测过程中出现数据异常的情况,保证了检测工作的顺利进行。

为进一步提升设备的稳定性和可靠性,还可以引入智能化的设备管理系统。该系统可以实时监测设备的运行状态,提前预警潜在故障。

3.3 完善培训制度机制,提升整体素质

培训内容不仅包括桩基检测的理论知识,如各种检测技术的原理、适用范围、数据分析方法等,还应注重实践操作技能的培养。通过实际案例分析,模拟试验操作,提升检验队伍的实际操作水平及问题解决水平。对测试者要有严谨的考核体系。测试人员需要具有相关的职业资格,并对测试人员进行定期的测评与评价,对于不合格的,将被重新训练或者撤销测试资格,保证测试团队的综合质量^[5]。

另外,还应加强对检测过程的质量控制。建立健全的检测质量管理体系,明确检测人员的职责和工作流程,对检测过程中的各个环节进行严格把控。在检测前,对检测设备进行检查和校准,确保设备正常运行^[6];在检测过程中,严格按照规范要求设置检测参数、操作仪器,保证检测数据的准确性和可靠性;在检测后,对检测数据进行严格的审核和分析,确保检测结果的科学性和公正性。引入第三方质量监督机构,对桩基检测工作进行独立的监督和评估,及时发现并纠正检测过程中存在的问题,提高检测工作的质量。

4 工程勘察桩基检测技术未来的发展方向

随着现代工程建设规模与复杂性的不断攀升,桩基作为工程的关键基础部分,其质量检测的重要性愈发凸显。工程勘察桩基检测技术正站在新的发展节点上,朝着智能化、多元化、高精度等方向不断迈进,以适应未来工程建设的需求。

智能化将是桩基检测技术发展的核心趋势之一。借助物联网、大数据、人工智能等先进技术,桩基检测设备将具备更强的自主感知与分析能力。未来,传感器将被广泛且精准地部署在桩身及周边土体中,实时采集各类数据,如应力、应变、位移等,并通过无线网络即时传输至数据处理中心。利用大数据分析技术,对海量检测数据进行深度挖掘,不仅能精准判断桩基的当前状态,还能预测其在未来不同工况下的性能变化趋势,提前发现潜在问题。人工智能算法可对检测数据进行自动分析与诊断,给出精确的桩身完整性评价和缺陷位置、类型判断,极大地提高检测效率和准确性,减少人为因素干扰。例如:在大型桥梁工程中,通过智能化监测系统,可实时掌握桩基在长期

荷载作用下的变化情况,及时发现异常并采取措施,保障桥梁的安全运营。

检测技术的多元化发展也将为桩基质量评估提供更全面、准确的依据。一方面,现有的检测技术,如低应变检测、声波透射法、钻芯法等,将不断改进和完善,提升各自的检测精度与适用范围。另一方面,新的检测技术将不断涌现并与传统技术相互融合^[7]。例如:基于瑞雷波法的面波检测技术,能够快速、大面积地对浅层地基及桩基进行检测,获取地层和桩身的波速信息,为桩身质量评价提供补充数据。此外,将多种检测技术有机结合,形成综合检测体系,针对不同地质条件和工程需求,灵活选择合适的检测方法组合,实现对桩基质量的全方位、多层次评估,已成为行业发展的必然趋势。

5 结束语

工程勘察桩基检测技术在工程建设中扮演着至关重要的角色,其准确应用与持续优化是保障工程质量和结构安全的关键所在。通过对现有技术应用现状的分析,找出问题并实施相应的优化策略,无论是技术改进、人员素质提升还是多技术协同应用,都有助于提升桩基检测的水平。尽管在实践过程中还会面临新的挑战,但随着不断的探索与创新,相信工程勘察桩基检测技术将朝着更加精准、高效的方向发展,为我国工程建设事业筑牢坚实的质量根基,推动行业不断迈向新的高度。

参考文献:

- [1] 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,2024,06(08):86-88.
- [2] 顾龙声,张宇亭.高应变动测技术在如东海域大直径钢管桩基工程中的应用研究[J].岩土工程学报,2024,46(S01):138-142.
- [3] 熊宇微,李鹏,杨欣.建设工程桩基础“施工勘察”采用“先桩基再检测”解决对策探究:以某标准厂房二期项目1#,2#楼为例[J].福建建材,2024(08):78-80.
- [4] 严川.岩土工程桩基施工与勘察措施[J].Engineering Management & Technology Discussion,2024,06(03):131.
- [5] 熊宇微,李鹏,杨欣.建设工程桩基础“施工勘察”采用“先桩基再检测”解决对策探究:以某标准厂房二期项目1#,2#楼为例[J].福建建材,2024(08):78-80.
- [6] 党彦.关于岩土工程水文地质勘察及桩基检测的思考[J].建筑·建材·装饰,2023(15):160-162,156.
- [7] 全燕博.地质勘探岩土工程水文地质勘察及桩基检测的分析[J].中国地名,2023(10):73-75.