

基于基桩自平衡检测方法的研究及应用

牛国生

中电建振冲建设工程股份有限公司 北京 100102

摘要: 本文通过基桩自平衡检测方法的应用,掌握其基本原理及关键技术。该法操作简便、周期短、安全性高,且适用范围广。关键技术包括荷载箱的研制与布置、加载系统的设计与实施,以及数据采集与处理,该方法适用于不同地质条件和桩型中。

关键词: 基桩; 自平衡检测; 方法

引言: 基桩是建筑工程中的重要结构,其承载力检测至关重要。基桩自平衡检测方法作为一种新兴技术,凭借其独特的优势,逐渐受到业界关注,可为理论支持和实践指导具应用价值及推广性。

1 基桩自平衡检测方法的基本原理

1.1 自平衡检测的原理概述

在桩身特定位置埋设荷载箱,利用该装置对荷载箱上、下段桩身分别施加反向荷载。加载后,桩身会出现上拔与下压变形。随着荷载持续施加,上、下段桩身会产生相应的荷载-位移曲线。当这两条曲线达到平衡状态时,意味着上、下段桩身所受荷载与产生的位移相互协调、稳定。此时,记录下平衡点处的荷载值和位移值。依据这些平衡点处的关键数据,结合相关力学及岩土工程理论进行计算分析。通过一系列严谨的计算推导,得出基桩的单桩竖向抗压承载力,同时也能确定单桩竖向抗拔承载力。

1.2 与传统检测方法的区别

首先是加载方式不同,传统静载试验是在桩顶位置施加竖向荷载,使桩身整体承受来自桩顶的向下作用力;自平衡检测方法是通过对上、下段桩身分别施加反向荷载,让桩身产生上拔和下压变形。其次是设备要求不同,传统静载试验需要搭建大型的堆载平台或设置反力梁等设备,这些设备体积大、重量重,安装和拆卸过程复杂;自平衡检测方法主要依赖荷载箱和油泵等小型设备,设备结构简单,体积小巧,搬运和安装都较为方便。最后是对桩身的影响不同,传统静载试验在桩顶加载,较大的荷载可能会使桩身局部产生应力集中,桩身造成不同程度的损伤;自平衡检测方法在桩身内部加载,荷载分布相对均匀,对桩身损伤较小,能更好地保护桩身结构完整性。

1.3 自平衡检测方法的优势

(1) 操作简便,该检测方法无需大型复杂设备参与,仅依靠荷载箱、油泵等小型装置即可开展工作。操作流程

简单直接,从设备安装到加载测试,步骤清晰明确,检测人员无需具备深厚的专业经验和高超的技术水平。(2) 检测周期短,安装过程简单,无需耗费大量时间和精力进行场地布置和设备调试,加载操作便捷高效,能在较短时间内完成荷载施加和数据采集。检测流程轻简,检测周期短。这对工程进度紧张较为有利,可有效避免因检测时间过长而导致的工期延误。(3) 成本较低,设备投资少,荷载箱、油泵等设备价格相对亲民,检测费用,由于操作简便、周期短,人工成本和时间成本都得到有效控制,在保证检测质量的前提下,为工程节省了大量资金,降低了工程成本^[1]。(4) 适用范围广,它不受地质条件和桩型的过多限制,在软土、砂土、岩石等不同地质环境中都能适用,对于各种类型的桩基,尤其是大直径、超长桩的检测,都能取得良好的检测效果。

2 基桩自平衡检测方法的关键技术研究

2.1 荷载箱的研制与布置

一是荷载箱的类型与结构。荷载箱作为核心部件,有活塞式和千斤顶式两种类型,活塞式荷载箱结构较为简单,其密封性能良好,能适应多种桩型检测需求。千斤顶式荷载箱具备较大的加载能力,不过结构相对复杂,对制造工艺和安装精度要求更高。在荷载箱的结构设计方面,需综合考虑多方面因素。承载能力是关键指标之一,要确保荷载箱能承受检测过程中所需的荷载,保证检测结果的准确性。密封性也不容忽视,良好的密封性能防止检测过程中液体或气体泄漏,影响检测正常进行。耐久性同样重要,荷载箱要能在复杂的地质环境和长期使用过程中保持性能稳定。二是荷载箱的布置位置。荷载箱的布置位置需依据桩的受力特点和地质条件确定,桩身不同部位受力情况不同,一般应布置在受力较大区域,像桩端附近或桩身弯矩较大的位置。对于摩擦桩,桩身中上部是较合适的布置位置,此处能较好地反映桩侧摩擦力的发挥情况。而对于端承桩,荷载箱应尽量靠近桩端布置,以便准确测定桩

端承载力。三是荷载箱的安装要求。荷载箱的安装必须严格按照设计要求操作, 保证其与桩身连接牢固可靠, 避免在检测过程中出现松动或位移。安装过程中要特别注意保护荷载箱的密封件, 防止因操作不当造成密封件损坏。安



装完成后, 还需进行密封性试验, 通过向荷载箱内施加一定压力, 检查是否有泄漏现象, 确保荷载箱在工作过程中能正常发挥功能, 为基桩自平衡检测提供可靠保障。自平衡装置见下图。



2.2 加载系统的设计与实施

(1) 加载设备的选择, 加载系统主要由油泵、油管和压力表等构成。油泵须具备工作压力稳定、流量可调的特性, 稳定的压力能保证加载过程中荷载的平稳施加, 可调流量则可根据不同检测需求灵活调整加载速度。油管要具有良好的耐压性能和密封性, 耐压性能确保油管能承受油泵输出的高压油液, 密封性防止油液泄漏, 保证加载系统的正常工作。压力表要精度高、量程合适, 高精度能准确测量加载压力, 合适的量程可覆盖检测过程中的压力范围, 为加载控制提供准确数据。

(2) 加载方式与分级, 加载方式有慢速维持荷载法和快速维持荷载法可供选择。慢速维持荷载法加载速度较慢, 能更细致地反映桩身在不同荷载作用下的承载特性, 适用于对检测精度要求较高的情况。快速维持荷载法加载速度快, 可有效缩短检测周期, 适用于工期紧张的项目。加载分级应根据桩的承载能力和设计要求确定, 一般分为8-12级, 合理的分级能更准确地捕捉桩身的荷载-位移关系^[2]。(3) 加载过程的控制, 加载过程中要精确控制加载速度和加载量, 保证加载均匀、稳定, 避免因加载不均导致桩身受力和异常。每级加载后, 要按照规定的时间间隔进行位移观测, 并记录桩身的位移值。当桩身位移出现异常, 如位移突然增大或变形速率加快, 或达到规定的终止加载条件时, 应立即停止加载, 以确保检测安全并获取有效的检测数据。

2.3 数据采集与处理

第一, 数据采集的内容, 荷载箱上、下段桩身的荷载值、位移值以及桩身的应变值都是重要采集对象。荷载值通过压力表读取, 能直观反映加载过程中桩身所承受的压力大小。位移值借助位移传感器测量, 可精确获取桩身在不同荷载作用下的变形情况。应变值则利用应变片或光纤

传感器测量, 有助于了解桩身内部的应力分布和变化。这些数据为后续分析桩身承载特性和变形规律提供了基础。第二, 数据采集的方法, 自动采集系统优势明显, 具备实时性好、精度高、数据存储方便等特点, 能实时、准确地记录检测过程中的各项数据, 并自动存储, 便于后续分析处理, 但设备成本相对较高。人工采集方法操作简单, 无需复杂设备, 但数据精度和实时性相对较差, 容易受到人为因素影响。在实际检测工作中, 需综合考虑检测要求、成本预算、现场条件等因素, 选择合适的数据采集方法。第三, 数据处理与分析, 数据处理主要工作包括荷载-位移曲线的绘制、承载力的计算和变形特性的分析。根据荷载-位移曲线, 可确定桩身的极限承载力和特征值, 为桩基设计提供依据。承载力计算可采用等效转换法或理论计算法, 不同方法适用于不同情况。变形特性分析能深入了解桩身的刚度、弹性变形和塑性变形等情况, 评估桩身在不同荷载作用下的变形性能, 为桩基的安全性和稳定性评估提供重要参考。

3 基桩自平衡检测方法的应用分析

3.1 在不同地质条件下的应用

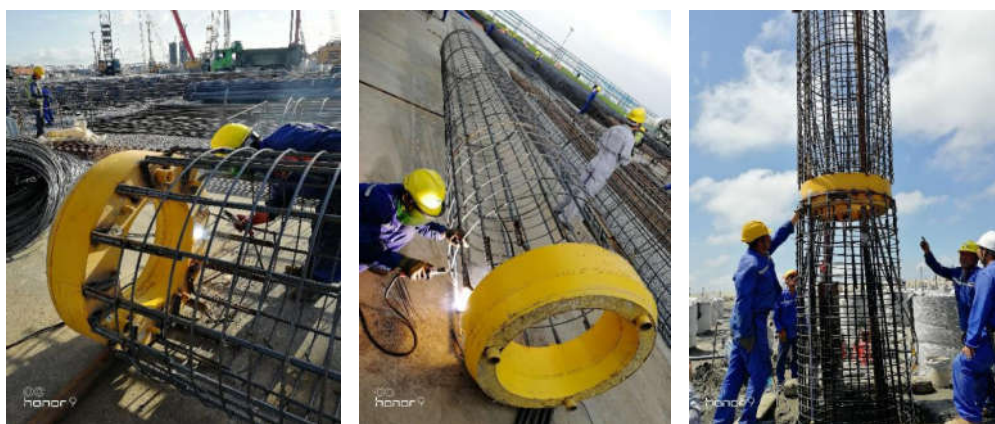
在软土地基中, 基桩承载力主要依赖桩侧摩阻力。自平衡检测方法能精准测定桩侧摩阻力的发挥状况, 为评估桩基承载性能提供关键数据。软土具有较大的压缩性, 在加载过程中桩身位移可能较为明显。这就要求在检测时严格控制位移, 避免因位移过大影响检测结果的准确性, 甚至导致桩身结构受损。检测时需密切关注位移变化, 合理调整加载参数。硬土地基中, 基桩承载力主要取决于桩端阻力。自平衡检测方法可有效测定桩端阻力的发挥情况, 但硬土强度较高, 对荷载箱的加载能力提出更高要求。需根据硬土特性和桩基设计承载力, 选择合适规格的荷载箱和加载设备, 确保加载过程稳

定、可靠,能准确模拟桩基实际受力状态,从而获取准确的桩端阻力数据。岩溶地质条件下,基桩承载力受溶洞、溶槽等地质缺陷影响较大,自平衡检测方法通过检测桩身的荷载-位移曲线,能直观反映桩身受力与变形关系^[3]。若荷载-位移曲线出现异常,如位移突变、承载力骤降等情况,可判断桩身可能受到地质缺陷影响,为处理地质缺陷提供了重要依据,可采取针对性预防措施,确保工程质量。

3.2 在不同桩型中的应用

灌注桩是建筑工程中广泛应用的桩型,自平衡检测方法对各种直径和长度的灌注桩都适用,桩身混凝土浇筑质量和荷载箱安装质量是关键。预制桩具有质量稳定、施工速度快的特点,自平衡检测方法可用于预制桩

承载力检测,但预制桩接头较多,这可能会影响荷载传递。在检测预制桩时,必须仔细检查桩接头的连接质量。若接头连接不紧密,荷载在传递过程中会出现不均匀现象,使部分桩段受力过大或过小,无法准确反映桩基整体承载性能。可通过外观检查、无损检测等方式,确保接头连接牢固、密封良好,保证荷载能均匀传递。组合桩由不同材料或不同桩型组合而成,自平衡检测方法可根据组合桩特点,合理布置荷载箱,由于组合桩各部分材料和结构不同,承载特性也有差异,通过合理布置荷载箱,能分别测定各部分桩身的承载力。根据这些检测数据,可分析组合桩各部分的工作状态和协同作用情况,为组合桩的设计和施工提供科学依据。工程应用实例见下图。



3.3 应用中的注意事项

检测前的准备工作是确保检测顺利开展的基础,要全面、详细地了解工程地质资料,包括地层分布、土质特性、地下水位等信息,同时掌握桩的设计参数,如桩径、桩长、桩型、设计承载力等。基于这些资料,制定科学合理的检测方案,明确荷载箱的布置位置、加载方式、数据采集频率等内容。此外,还需对荷载箱、加载设备和数据采集系统等进行细致检查和调试。检查荷载箱的密封性、承载能力等是否符合要求;调试加载设备,确保油泵工作压力稳定、流量可调,油管无泄漏;对数据采集系统进行校准,保证压力表、位移传感器、应变片等设备精度达标,能准确采集和记录数据。在加载过程中,密切关注设备运行状态和桩身反应,一旦发现异常情况,立即停止加载并采取相应措施。检测结果的分析与判断直接关系到检测结论的可靠性,分析检测结果时,要紧密结合工程实际情况和相关规范要求^[4]。对于异常的检测结果,不能轻易下结论,应进行复测,或采用其他可靠的检测方法进行验证,通过多方法、多角

度的检测分析,确保检测结果的准确性,为工程提供可靠的依据。

结语

基桩自平衡检测方法作为一种创新的检测技术,具有显著的技术优势和广阔的应用前景。通过深入研究其基本原理、关键技术和应用,可为工程实践提供科学依据和技术支持,为建筑工程的安全性和可靠性提供更加坚实的保障。

参考文献

- [1]梁鹏,吕纯万.基于双荷载箱自平衡法的桥梁桩基承载力检测技术[J].黑龙江交通科技,2025,48(4):35-38.
- [2]杨坤.基桩自平衡法静载试验分析及荷载箱优化研究[J].工程技术研究,2024,9(22):224-226.
- [3]张鹏,徐毅明,王伟.基于自平衡法与传统静载荷试验检测方法在湿陷性黄土地区的应用对比分析[J].中国住宅设施,2024(3):145-147.
- [4]谌洪菊.自平衡法桩基检测中转换系数敏感性分析[J].价值工程,2023,42(25):125-127.