

地基检测在水运工程施工中的应用探讨

云甲

天津水运工程勘察设计院有限公司

DOI:10.12238/hwr.v8i5.5450

[摘要] 在水运工程施工中,地基检测不仅是强制性的前提条件,更是保障项目成功的关键。本文探讨了地基检测技术的应用及其在各类水运工程中的实际成效。文章先概述了地基检测的重要性及发展现状,继而详细讨论了静载试验、动力触探试验和地震波探测等主要技术。通过具体案例包括港口码头工程、船坞建设和通航桥梁工程,文中展示了地基检测如何配合工程需求,确保工程安全与质量,且技术的创新应用为复杂问题的解决提供了新方向。

[关键词] 地基检测; 水运工程施工; 应用

中图分类号: U692 **文献标识码:** A

Discussion on the Application of Foundation Testing in Water Transport Engineering Construction

Jia Yun

Tianjin Survey and Design Institute for Water Transport Engineering Co.,LTD

[Abstract] In water transportation engineering construction, foundation testing is not only a mandatory prerequisite, but also a key factor in ensuring project success. This article explores the application of foundation detection technology and its practical effects in various water transportation projects. The article first outlines the importance and current development status of foundation testing, and then discusses in detail the main technologies such as static load testing, dynamic penetration testing, and seismic wave detection. Through specific cases including port and dock engineering, shipyard construction, and navigation bridge engineering, the article demonstrates how these methods can meet engineering requirements, ensure engineering safety and quality, and the innovative application of technology provides new directions for solving complex problems.

[Key words] foundation testing; Construction of water transportation engineering; Application

引言

地基检测作为水运工程的起始步骤,它的准确性直接影响到工程的设计、施工乃至后期维护的可靠性。透过现代技术可以见到,地基检测已经从传统的方法,比如简单的土壤取样,演变到使用高科技设备进行深入探测。然而每种技术和方法都有其独特的应用场景和优势,理解这些可以帮助工程师选择最合适的方案。文中将深入分析这些技术,并通过具体的项目案例,揭示它们如何在现实世界中发挥作用。

1 地基检测的重要性与现状

1.1 地基检测的重要性

地基作为建筑物和构筑物的承载基础,其质量直接关系到整个工程的稳定性和安全性。如果地基不稳固,可能导致建筑物沉降不均匀、倾斜甚至倒塌,给人们的生命财产安全带来巨大威胁。通过地基检测,可以准确评估地基土的承载力、压缩性和稳定性等关键参数,从而为设计和施工提供科学依据。特别是在水

运工程中,由于水体对地基的冲刷和侵蚀,地基的稳定性尤为关键,该检测还可以及早发现潜在的地质隐患,采取相应的加固措施,防患于未然。同时,经过详细的地基检测,工程师可以根据检测结果进行针对性设计,选择合适的地基处理方法,如夯实、加固、排水等,从而增强地基的承载力和耐久性。且地基检测还能提高施工质量,避免因地基问题引发的后续施工困难和维修成本,而准确的地基信息使施工过程更为科学和高效,减少了施工中的不确定性因素,并提高了工程整体的质量和经济效益。

1.2 地基检测的现状

地基检测中,不同地区根据具体的地质条件、经济可行性和技术发展水平,采取了多样化的地基检测技术。在发达国家,如欧美地区,随着高精度仪器和精细化数据处理技术的飞速发展,地基检测精度得到显著提升。利用先进的地震反射和折射技术,及地电阻率成像技术,工程师能够精确描绘水下地层结构,尤其在复杂多变的地质环境中,例如多层沉积物和断层区域,这些技

术显示出卓越的性能。而环境扫描电镜 (ESEM) 和X射线衍射 (XRD) 等微观检测技术在识别土壤的矿物组成和显微结构方面, 为工程的设计提供了新视角。

针对发展中国家而言, 地基检测技术由于经济条件和技术落后, 常用地基检测手段还包括钻孔取样和现场标贯测试。尽管这些传统方法成本较低, 操作简便, 但在面对复杂的水下地质情况时, 其数据的精确性和代表性不足。这直接影响了工程质量和持续性, 尤其是在面对极端气候和自然灾害频发的区域, 地基的稳定性尤为关键。因此这些地区的地基检测技术急需与国际标准接轨, 同时引入更多的技术创新和本土化研究, 以适应不断变化的环境和技术需求。而未来地基检测的发展方向需要更加重视环境持续性和资源节约, 促使更多的技术创新演绎至生态敏感与经济适用并重的层次。

2 地基检测的主要方法与技术

2.1 静载试验

静载试验主要是施加静态荷载来模拟工程结构对地基土的实际应力状态, 进而评估地基的承载力和变形特性。在具体实施过程中, 需要采用加载平台、千斤顶、荷载传感器和位移计等设备, 逐级加载和卸载, 记录各级荷载对应的地基变形数据。静载试验的结果能直观地反映地基土在实际荷载作用下的变形和承载力特性, 为地基设计和处理提供科学依据, 例如在某水运工程项目中, 静载试验的结果显示, 地基土在1000kN荷载作用下的沉降量仅为5mm, 充分证明了地基的高承载力, 极大地提高了工程的安全性和可靠性。

且静载试验还能经过数据分析揭示地基土体内部的应力传递和变形机理, 例如通过荷载-沉降曲线, 可以确定地基土的屈服点和极限承载力, 进而指导地基处理和基础设计。在某港口建设项目中, 经过对静载试验数据的细致分析, 发现地基土在800 kN荷载作用下, 沉降速率明显增大, 曲线呈现出显著的非线性特征^[1]。因此在设计基础时需特别关注此荷载范围内的地基土变形行为, 以防止基础过早失效。而静载试验还可与其他地基检测方法结合使用, 如静力触探、动力触探等, 多手段综合分析, 可以提高地基检测的准确性和全面性, 如在某大型码头建设项目中, 结合静载试验和静力触探结果, 对地基土的承载力和变形模量进行全面评估, 可以为基础设计提供可靠的数据支持。

2.2 动力触探试验

动力触探试验 (DCPT) 可以评估地基土的承载力、密实度和均匀性, 为地基设计提供关键数据。动力触探试验主要是经过锤击能量的传递, 使探锥贯入地基土中, 并记录其贯入深度和锤击数, 从而推断土体的力学特性。试验设备通常包括探锥、锤击装置和记录仪表。在实际应用中, 以某港口建设项目为例, 动力触探试验的数据表明, 地基土在50次锤击后, 贯入深度达到1.2米, 表明地基土的密实度较高, 承载力足以支撑预期的结构荷载。

与静载试验相比, 动力触探试验能够在较短时间内获取大量数据, 并能直观地反映地基土的连续性和均匀性。在实际工程中, 经过动力触探试验, 可以获得地基土的动阻力和动摩擦系数

等参数, 这可以评估地基土的抗剪强度和变形特性, 例如在某大型码头工程中, 动力触探试验结果显示, 地基土的动阻力系数为35 kN/m², 而动摩擦系数为0.7, 这些数据能直接指导基础设计和施工方案的优化。且经过对不同深度和位置的动力触探数据进行对比分析, 可以识别地基中的软弱层和局部不均匀区, 进而采取针对性的地基处理措施, 如换填、夯实或加固等, 以确保地基的整体稳定性和均匀性^[2]。虽然动力触探技术为工程测土提供了极具价值的见解, 但它仍需配合其他类型的地质和土壤测试来构建一个全面的地基评估模型, 如通过与地电阻率成像技术等先进技术的结合使用, 可进一步精确地分析地下水文地质情况, 为整个工程提供更为深入的安全保障和实施指导。

2.3 地震波探测

地震波探测技术是利用地震源产生的弹性波, 传播至地基土层后, 经过接收器记录反射和折射波的信息, 分析土层的物理性质和几何结构。该技术的核心在于通过分析地震波的传播速度和波形变化, 推断土层的弹性模量、密度和含水量等参数, 例如在某港口工程中, 利用地震波探测技术, 通过分析P波和S波的传播特性, 发现地基土层的剪切波速为300 m/s, 纵波速为1500 m/s, 进而计算得出地基土的动弹性模量为45 MPa, 密度为1800 kg/m³。这些数据为后续的地基加固方案设计提供了重要的参考依据, 确保了工程的安全性和稳定性。

地震波探测能够穿透较深的土层, 并识别不同土层之间的界面和不均匀区。在某大型水运工程中, 利用地震波探测技术进行地基勘察, 经过多点布设地震源和接收器, 详细记录了地震波的传播路径和时间差异, 发现地基深处存在一层软弱土层, 厚度约为5米, 剪切波速仅为150m/s, 显著低于其他土层。这一发现为地基设计提供了关键的警示, 促使工程师在设计过程中采取了局部地基处理措施, 如注浆加固和预压处理, 从而避免了潜在的地基沉降和变形风险^[3]。因此经过地震波探测, 不仅能够精确识别地基中的不均匀性, 还能有效监测地基在施工和运营过程中的动态变化, 为水运工程的长期稳定性提供持续的保障。

3 地基检测在水运工程施工中的实际应用案例

3.1 港口码头工程

在港口码头工程建设施工时, 地基检测技术的应用不仅能提升这些工程的设计准确性, 还能大大增加施工过程中的安全边际。以深圳湾港口为例, 该港口的建设面临复杂多变的海底地质条件。在进行了系列地基检测后, 工程师获取了大量宝贵数据, 包括地基土层的密实度、压实性及其对长期荷载的反应性。通过钻孔取样和声波透射测试, 发现部分区域存在较软的沉积物层, 厚达约30米。这种软土层的存在可能导致未来码头沉降或结构损坏。针对这种情况, 设计团队决定使用深层搅拌桩 (DMM) 技术, 该技术是经过在地下深部注入并混合特制化学物质以增强土壤强度的方法。地基检测的数据帮助确定了搅拌桩的具体深度和布局, 以确保覆盖所有关键区域。而定期的地基监测也需要纳入日常维护计划中, 用于监测地基行为的长期趋势和潜在的异动场所。

且经过实时监控地基位移和压力变化,工程师可以不断调整施工策略,以适应不断变化的地质条件和环境影响,例如在发现地下水流速异常增快的区域,即使不出现明显的土体位移,仍调整了支撑结构的设计参数,增加了额外的排水措施。这种基于详实检测数据的响应机制,极大提高了工程的适应能力和防灾减灾性能,确保港口码头的长期运营安全与效率。在施工过程中,使用的每一项技术都源于对地基检测数据的深入分析和科学利用,展示了现代土木工程在确保重大基础设施项目成功实施方面所能达到的高水平。

3.2 船坞建设项目

在船坞建设项目施工中,其需精确掌握地下的土质状况、水文地质特性及载荷分布情况。例如在进行某海洋船坞的建设过程中,地质队进行了一系列详细的地下探测,其包括电阻率成像技术(ERT)以及地震反射测试。这些先进测量方法的应用,使工程团队获得了关于地下层结构的详尽信息,比如土壤类型的不均匀性、含水层的位置及其动力特性等。针对发现的多层次砂质土层交织在细粒泥土中的复杂结构,利用核磁共振成像(NMRI)细化了水分分布和流动模式的观察。这些数据对于优化设计船坞的地基深度和确定适当的加固材料至关重要,最终帮助工程团队选择了一种耐压强度高、抗渗透能力强的新型混凝土材料,平衡了结构稳定性与成本。

经过精密的地基检测,设计团队还注意到某区域存在潜在的滑坡风险,软弱的泥石层和活跃的地下水流为船坞的长期稳定性构成威胁。为此专家团队引入了地下锚固技术,并设计了一个排水系统,该系统不仅能有效降低水压,而且还可通过调整水流方向来减少土壤侵蚀。而为了实时监控这一改造后地基的表现,工程团队部署了传感器网络,这些传感器能够连续测量地下压力变化并实时反馈数据,确保任何微小的地质移动都能被及时检测并处理。

3.3 通航桥梁工程

在通航桥梁工程施工中,由于此类桥梁不仅要承载重大的交通流量,同时还要考虑到船只通行的可能性,因此地基稳定性直接关系到桥梁的安全与功能性。一个关于通航桥梁的工程显示,在施工前的初步地质调查中,河床下方存在由粘土和细沙组成的多层地基结构,经过地质雷达(GPR)和钻孔取样,分析了土壤层的厚度和密度,发现河流河底下存在较大片的软弱土层,可

能会因桥梁结构重量引发土壤压缩甚至是沉降。考虑到这种可能性,桥梁设计师和地质工程师联合开发了一个地基加固计划,包括在某些关键区域使用深基桩来改善土质,以及采用格栅加筋技术来提升土壤承载力。这些措施的实施,据估算可将地基承载力提高30%,从而确保桥梁的长期稳定性和安全。

经过对嵌岩深度、土壤湿度以及潜在的地质活动(如滑坡和地质断层移动)进行系统的监测和预测,桥梁工程不仅可以实现结构上的安全,还优化了资源配置。同时,在施工过程中,利用实时地质监控系统对土层位移进行连续跟踪,有助于及时调整施工策略,确保在复杂地质条件下的施工安全。这样的实际应用表明,细致且系统的地基检测不仅可以提升工程质量和安全性,还可以极大的减少后期维护的难度和成本。因此通过对该工程进行分析,可以发现地基检测在通航桥梁工程中提供了决定性的技术支持,使工程设计更加精确和科学。且经过地基检测获取的数据支持了一个多层面的工程决策过程,从而针对不同的地质风险制定了有效的应对策略,确保了整个工程的成功与长期的稳定性。

4 结语

经过对比不同的地基检测技术及其在水运工程中的实际应用,明确了技术的选择必须针对特定工程的需求进行优化,以保证成果的准确性和效率。而实际案例的剖析清晰显示了专业地基检测如何提升工程安全和运营效率。未来随着技术的进步,地基检测将进一步融入自动化和智能化元素,从而在更大范围和更深层次上优化水运工程建设。面向这一未来,工程师和决策者需要不断探索和适应新技术,以维持工程项目的成功和可持续发展。

[参考文献]

- [1]蔡勇.水运工程软土地基施工监测检测重难点分析[J].工程建设与设计,2023,(05):57-59.
- [2]杨昊.水运工程软土地基处理技术应用[J].运输经理世界,2022,(08):140-142.
- [3]许大安.水运工程软基处理施工技术[J].珠江水运,2021,(15):102-103.

作者简介:

云甲(1995-),男,汉族,天津人,硕士,初级工程师,从事水运工程地基和结构检测。