

水利水电工程地基基础岩土试验检测技术

袁春鑫

承德市海河水利工程质量检测有限公司 河北 承德 067000

摘要：地基基础岩土试验检测是水利水电工程建设质量保障的关键环节。原位测试、室内试验、无损检测及渗透试验等技术，从不同维度为工程设计与施工提供数据支撑。然而，当前检测工作存在技术手段局限、设备与人员水平差异大、监管缺失等问题。通过强化技术研发创新、提升设备与人员素质、完善监管机制，可有效提升检测质量，保障水利水电工程地基基础的稳定性与安全性，推动工程建设高质量发展。

关键词：水利水电工程；地基基础；岩土试验检测；技术

引言

水利水电工程作为国家重要基础设施，地基基础的稳定性直接关系到工程的安全与使用寿命。岩土试验检测技术能够精准获取地基岩土的物理力学性质、渗透特性等关键参数，为工程设计与施工提供科学依据。随着工程建设规模扩大与技术要求提高，传统检测技术逐渐难以满足需求。本文深入探讨水利水电工程地基基础岩土试验检测技术要点，分析现存问题并提出改进措施，以期提升工程质量提供参考。

1 水利水电工程地基基础概述

水利水电工程地基基础作为水工建筑物的重要组成部分，直接关系到工程的整体安全与稳定运行。地基基础是建筑物与地基相互作用的系统，承担着将水工建筑物所受的各类荷载，包括上部结构自重、水压力、扬压力、地震力等，安全可靠地传递至地基土体或岩体之中的关键作用。地基可分为土基和岩基两大类。土基具有颗粒松散、孔隙率较大、压缩性较高等特点，其承载能力相对有限，在荷载作用下易产生变形。不同类型的土，如砂土、黏土、粉土等，力学性质差异显著，对水利水电工程建筑物的影响也各不相同。岩基一般具有较高的强度和较低的压缩性，能够承受较大的荷载，但岩体中常存在节理、裂隙、断层等结构面，这些结构面会降低岩体的整体性和强度，增加地基处理的复杂性。地基基础设计需综合考虑工程地质条件、建筑物结构特点及使用要求等因素。通过工程地质勘察获取地基土或岩体的物理力学性质指标，分析地基的承载能力、变形特性和稳定性。运用土力学、岩石力学等理论，结合数值计算方法和工程经验，进行地基基础的选型与设计。例如，对于承载力不足的软土地基，常采用换填垫层、排水固结、桩基础等处理措施，以提高地基强度、减少沉降变形；针对岩基中存在的软弱夹层或破碎带，则需采

取灌浆、锚固等加固手段，增强岩体的整体性和承载力。水利水电工程地基基础的施工质量控制同样至关重要。施工过程中需严格按照设计要求和施工规范进行操作，对地基处理材料、施工工艺和施工过程进行全程监测，确保地基基础达到设计标准，为水利水电工程的长期安全运行奠定坚实基础。

2 水利水电工程地基基础岩土试验检测技术要点

2.1 原位测试技术

(1) 原位测试技术通过在岩土体原始状态下开展试验，获取地基基础岩土的物理力学性质指标，避免了取样、运输和室内试验过程中对岩土体结构和性能的扰动。圆锥动力触探试验借助重锤冲击能量，使探头贯入土层，根据贯入阻力判定土的类型、密实度和力学特性，在砂土、粉土和粘性土地基检测中应用广泛，能直观反映土体的力学强度随深度的变化规律。(2) 标准贯入试验以规定质量的穿心锤，从一定高度自由下落，将标准规格的贯入器打入土中，记录贯入一定深度所需的锤击数，该锤击数与土的密实度、强度存在相关性，常用于砂土液化判别、地基承载力估算以及确定桩基持力层等，为工程设计提供关键参数依据。(3) 静力触探试验利用压力装置将有触探头的触探杆压入试验土层，通过量测系统测土的贯入阻力，可连续、快速地测定土的锥尖阻力、侧壁摩阻力等参数，进而划分土层、评价地基土的工程性质，尤其适用于软土、粘性土和粉土地基的勘察，能高效获取大量连续的测试数据，为地基基础设计和施工提供全面的岩土力学指标^[1]。

2.2 室内试验技术

(1) 室内试验技术将现场采集的岩土试样带回实验室，在可控环境下开展精细化试验，以深入研究岩土体的物理化学和力学特性。岩土的颗粒分析试验采用筛分法、密度计法等，测定土中不同粒径颗粒的含量，从而

确定土的级配,判断土的工程性质,如砂土的密实度、粘性土的可塑性等,为地基土分类和工程处理提供基础数据。(2)土的压缩试验通过施加不同荷载,测定土样在受压过程中的变形量,绘制压缩曲线,计算压缩模量、压缩指数等压缩性指标,这些指标直接影响建筑物地基的沉降计算和稳定性分析,对评估地基的承载能力和预测地基沉降变形具有重要意义。(3)岩石的力学性能试验,如单轴抗压强度试验、三轴压缩试验等,通过对岩石试样施加轴向压力或围压与轴压组合荷载,测定岩石的抗压强度、弹性模量、泊松比等力学参数,为地下洞室、大坝基础等岩石地基的设计和施工提供关键力学依据,确保工程结构在岩石地基上的安全性和稳定性。

2.3 无损检测技术

(1)无损检测技术在不破坏岩土体结构完整性的前提下,利用物理方法探测岩土体内部的缺陷、性质和状态。地质雷达检测基于高频电磁波在介质中的传播特性,当电磁波遇到不同介电常数的界面时会发生反射,通过接收和分析反射波的时间、幅度和波形等信息,可探测地下岩土体中的空洞、裂隙、分层界面等情况,在水利水电工程地基基础隐患排查和质量检测中能快速、准确地定位缺陷位置和范围。(2)声波检测通过在岩土体中激发和接收弹性波,根据波的传播速度、振幅和频率等参数的变化,评价岩土体的完整性、均匀性和力学性能。在混凝土灌注桩检测中,声波透射法可检测桩身混凝土的密实度、缺陷程度和位置;在岩石地基检测中,能判断岩石的风化程度和裂隙发育情况,为工程质量评估和处理提供可靠依据。(3)瞬态瑞雷波检测利用瑞雷波在岩土体中传播时,其速度与岩土体的物理力学性质密切相关的特性,通过采集和分析瑞雷波的频散曲线,反演计算出岩土体的分层厚度和剪切波速,进而评估地基土的承载力、压缩性和均匀性等,在大面积地基检测中具有高效、经济、无损的优势,能够快速获取地基岩土体的力学性能分布情况^[2]。

2.4 渗透试验技术

(1)渗透试验技术用于测定岩土体的渗透特性,研究地下水在岩土体中的流动规律,对水利水电工程的防渗设计和施工至关重要。常水头渗透试验适用于透水性较强的砂土和砾石土,在试验过程中保持水位恒定,通过测量一定时间内流经试样的水量,计算渗透系数,该系数反映了岩土体允许水通过的能力,是设计排水设施和防渗结构的关键参数。(2)变水头渗透试验则针对透水性较弱的粘性土,通过改变试验水头,记录不同时间的水位变化,利用特定公式计算渗透系数,精确测定粘

性土地基的渗透性能,为分析地基的渗流稳定性和设计防渗措施提供准确数据。(3)在实际工程中,常采用现场抽水试验或注水试验测定岩土体的渗透特性,通过在试验井中抽水或注水,观测周围观测井的水位变化,利用地下水动力学理论计算岩土体的渗透系数、导水系数等参数,这种现场试验方法更能真实反映岩土体在天然状态下的渗透性能,为大坝、渠道等水利工程的防渗设计和渗流控制提供可靠的技术支持,有效防止工程运行过程中出现渗漏和渗透破坏等问题。

3 水利水电工程地基基础岩土试验检测技术存在的问题与改进措施

3.1 存在的问题

3.1.1 检测技术手段局限性

水利水电工程地基基础岩土试验检测中,传统检测技术手段难以满足复杂地质条件下的检测需求。在面对深层地基或特殊岩土体时,常规的钻探取样、静力触探等方法,无法精准获取岩土体的力学特性与微观结构信息。例如,对于埋藏较深的软弱夹层,现有技术难以完整取样,导致无法准确分析其物理力学参数,影响地基稳定性评估。一些检测技术在空间分辨率与时效性上存在不足,无法对岩土体变化进行实时动态监测。随着工程规模扩大与地质条件复杂程度增加,现有检测技术在数据采集的全面性、准确性方面的短板日益凸显,难以满足工程精细化设计与施工对岩土参数的高精度要求,给工程质量把控与安全运行带来潜在风险。

3.1.2 检测设备和人员水平参差不齐

检测设备质量与性能差异显著影响检测结果准确性。部分检测机构使用的设备老化严重,缺乏定期维护与校准,导致设备性能下降,测量数据偏差较大。例如,压力传感器灵敏度降低、位移测量装置精度不足等问题,会使岩土体力学参数测试结果出现较大误差。在人员水平方面,检测人员专业素养与操作技能良莠不齐。部分检测人员对检测原理理解不深入,操作过程不规范,无法正确处理检测过程中出现的异常情况。在复杂地质条件下,缺乏经验的检测人员难以根据实际情况灵活调整检测方案,导致检测数据不能真实反映岩土体特性,降低了检测结果的可靠性与有效性,进而影响水利水电工程地基基础设计与施工决策^[3]。

3.1.3 检测过程缺乏有效监管

水利水电工程地基基础岩土试验检测过程中,缺乏有效的内部质量控制与外部监督机制。在实际操作中,部分检测机构为追求效率与降低成本,简化检测流程,减少必要的检测环节与重复试验。例如,未严格按照标

准要求进行样品制备、试验环境控制,导致检测数据缺乏代表性。检测过程中的数据记录与处理环节也存在随意性,数据篡改、编造等现象时有发生。由于缺乏实时有效的监督手段,无法及时发现和纠正检测过程中的违规操作与不规范行为,使得检测结果可信度大打折扣,难以保障水利水电工程地基基础质量安全,为工程后续运行埋下隐患。

3.2 改进措施

3.2.1 加强检测技术研发与创新

针对现有检测技术手段的局限性,需大力推动检测技术研发与创新。引入现代信息技术,如物联网、大数据、人工智能等,研发智能化检测技术与方法。例如,利用分布式光纤传感技术实现对岩土体变形的实时、分布式监测,通过深度学习算法对检测数据进行分析处理,提高检测结果的准确性与可靠性。借鉴其他领域先进检测技术,结合水利水电工程特点进行改进与应用。在无损检测技术方面,研发适用于岩土体检测的高频探地雷达、超声波检测等技术,提升对岩土体内部缺陷与结构变化的探测能力,以满足复杂地质条件下水利水电工程地基基础岩土试验检测的高精度、实时化需求。

3.2.2 提升检测设备质量和人员素质

提升检测设备质量是保障检测结果准确性的关键。检测机构应加大设备投入,及时更新老旧设备,引进先进的检测仪器与设备。例如,采用高精度的岩土力学试验仪器,配备自动化数据采集与处理系统,减少人为因素对检测结果的影响。注重设备的日常维护与校准,建立完善的设备管理体系,确保设备始终处于良好运行状态。在人员素质提升方面,加强检测人员专业技能培训,通过组织技术交流、学术研讨等活动,拓宽检测人员知识面与视野。鼓励检测人员参与新技术、新方法的学习与应用,提高其解决实际问题的能力,打造一支专业素质高、操作技能娴熟的检测队伍,为水利水电工程

地基基础岩土试验检测提供可靠的技术支撑。

3.2.3 完善检测过程监管机制

为确保检测过程规范、数据真实可靠,需建立健全检测过程监管机制。在检测机构内部,完善质量控制体系,加强对检测流程各环节的管理与监督。从样品采集、制备到试验操作、数据记录与处理,制定严格的操作规范与质量标准,明确各环节责任人,确保检测过程可追溯。引入第三方质量监督机构,对检测机构的检测活动进行定期检查与不定期抽查,通过盲样测试、平行试验等方式验证检测结果的准确性与一致性。利用信息化手段,建立检测数据实时监控平台,实现对检测过程的远程监控与数据实时传输,及时发现并纠正检测过程中的问题,保障水利水电工程地基基础岩土试验检测质量,为工程建设与安全运行提供有力保障^[4]。

结语

综上所述,岩土试验检测技术在水利水电工程地基基础建设中发挥着不可替代的作用,是保障工程安全稳定运行的重要技术支撑。当前检测技术手段、设备与人员素质、监管机制等方面的问题,制约着检测工作的准确性与有效性。未来需持续加强技术创新,优化设备与人员配置,完善监管体系,从而全面提升岩土试验检测水平,为水利水电工程高质量建设筑牢根基。

参考文献

- [1]李启凯.水利水电工程地基基础岩土试验检测技术[J].珠江水运,2023(5):41-43.
- [2]毛元静.水利水电工程地基基础岩土试验检测技术[J].珠江水运,2020(21):64-65.
- [3]冯献国.水利水电工程地基基础岩土试验检测技术[J].环球市场,2020(9):344.
- [4]蔡雪峰.水利水电工程地基基础岩土试验检测技术[J].中国科技投资,2021(10):161-162.