

建筑施工与水利工程中的试验检测技术与应用

翟维娟

雄铁工程检测有限公司, 雄安 新区 071600

DOI:10.61369/ERA.2025080015

摘 要 : 本文探讨了建筑施工与水利工程中的试验检测技术及其应用。试验检测技术在确保工程质量与安全方面发挥着关键作用。建筑施工中, 地基基础与主体结构的检测技术保障了建筑物的稳固性与质量; 水利工程中, 土石坝、混凝土坝及水闸工程的检测技术有效监测了工程运行状态, 预防潜在风险。随着科技发展, 试验检测技术正朝着智能化、高精度方向迈进, 为工程建设的高质量发展提供有力支撑。

关 键 词 : 试验检测技术; 建筑施工; 水利工程

Experimental Testing Technology and Its Applications in Construction and Water Conservancy Engineering

Zhai Weijuan

Xiongtie Engineering Testing Co., Ltd., Xiong'an New Area 071600

Abstract : This paper explores the experimental testing technology and its applications in construction and water conservancy engineering. Experimental testing technology plays a crucial role in ensuring the quality and safety of engineering projects. In construction, testing technologies for foundations and main structures ensure the stability and quality of buildings. In water conservancy engineering, testing technologies for earth-rock dams, concrete dams, and sluice projects effectively monitor the operational status of engineering projects and prevent potential risks. With the advancement of technology, experimental testing technology is moving towards intelligent and high-precision directions, providing strong support for the high-quality development of construction projects.

Keywords : experimental testing technology; construction; water conservancy engineering

引言

建筑施工与水利工程作为国家基础设施建设的关键领域, 对推动社会经济发展和保障民生具有重要意义^[1]。随着工程建设规模的不断扩大和技术难度的日益提升, 试验检测技术在确保工程质量、保障工程安全方面的作用愈发凸显。近年来, 我国颁布了《建设工程质量检测管理办法》(2022年), 进一步规范了建设工程质量检测行为, 明确了试验检测在工程建设全过程中的重要地位。该政策的实施为建筑施工与水利工程试验检测技术的发展提供了政策支持和方向指引。在此背景下, 深入研究试验检测技术及其在建筑施工与水利工程中的应用, 不仅有助于提升工程质量管理水平, 更能为工程建设的可持续发展提供有力保障^[2]。

一、试验检测技术概述

(一) 建筑施工中的试验检测技术

建筑施工中的试验检测技术是保障工程质量的关键环节^[3], 涵盖了众多项目, 其中建筑材料的强度检测和混凝土配合比试验尤为重要。建筑材料强度检测通过精确的力学试验, 确保钢材、水泥、砖石等材料的力学性能符合设计要求, 从而为结构安全奠定基础。混凝土配合比试验则通过科学的配比设计和试验验证, 优化水泥、砂石、水及外加剂的比例^[4], 以保证混凝土的工作性、强度和耐久性。从发展历程来看, 建筑施工试验检测技术经历了从手工操作到自动化仪器检测的转变, 如今已广泛采用先进的无损检测技术、智能检测设备以及大数据分析等手段, 实现了检测

的高效性与精准性。当前, 该技术正朝着智能化、信息化方向发展, 通过物联网技术实现远程监控与数据实时传输, 进一步提升了工程检测的效率与质量控制水平。

(二) 水利工程中的试验检测技术

水利工程的试验检测技术聚焦于关键环节^[5], 以确保工程的稳定性和安全性。土石坝的压实度检测是其中的重要内容, 通过环刀法、灌砂法等技术手段, 精确测量土石坝填筑材料的压实程度, 确保坝体的密实度满足设计要求, 从而保障坝体的稳定性和抗滑性能。混凝土坝的抗渗性试验同样至关重要, 采用渗透压力试验、渗流量观测等方法, 评估混凝土坝体的抗渗性能, 防止渗漏导致坝体结构破坏。水利工程试验检测技术具有复杂性和高精度要求的特点, 不仅要应对复杂的自然环境, 还需确保检测结果

的准确性与可靠性。随着科技的不断进步，该技术正朝着精细化、自动化和多学科融合的方向发展，借助卫星遥感、无人机监测、智能传感器等先进技术，实现对水利工程的全方位、实时监测与评估，为水利工程的安全运行提供有力的技术支撑。

二、试验检测方向的分类

（一）材料性能检测方向

材料性能检测是建筑施工与水利工程试验检测的重要方向之一，其涵盖内容广泛且至关重要^[6]。在建筑材料方面，钢材检测重点关注其抗拉强度、屈服强度、伸长率等力学性能指标，通过拉伸试验、弯曲试验等方法确保钢材满足结构承载要求；水泥检测则侧重于强度等级、安定性、凝结时间等，采用标准养护条件下的抗压与抗折试验等手段，保障混凝土结构的耐久性与稳定性；砂石检测着重于颗粒级配、含泥量、泥块含量等，以满足混凝土配合比设计的精准需求^[7]。水利材料中，土工材料检测聚焦于抗拉强度、延伸率、渗透系数等，通过直剪试验、拉伸试验等方法，确保其在土石坝等工程中发挥良好的过滤与加固功能；防水材料检测则着重于防水性能、粘结强度等，采用不透水性试验、拉伸试验等，保障水利工程的防渗效果。在实际工程中，材料性能检测的应用实例比比皆是。例如，在某大型建筑工程中，通过对进场钢材进行严格检测，及时发现一批屈服强度不达标的钢材，避免了因材料问题导致的结构安全隐患^[8]；在某水利枢纽工程中，对土工膜进行防水性能检测，确保了其在大坝防渗体系中的可靠应用，有效防止了渗漏事故的发生，保障了工程的正常运行。材料性能检测通过精准把控材料质量，为建筑施工与水利工程的高质量建设筑牢了基础。

（二）结构性能检测方向

结构性能检测是保障建筑施工与水利工程安全性和可靠性不可或缺的关键环节。对于建筑结构，梁、板、柱等构件的性能检测方法多样且技术成熟。以混凝土梁为例，采用静载试验法，通过在梁上施加分级荷载，测量梁的挠度、裂缝宽度等指标，以此评估梁的承载能力和抗裂性能；对于高层建筑的框架柱，利用超声波检测技术^[9]，探测柱内部是否存在缺陷，如蜂窝、空洞等，同时结合回弹法检测混凝土强度，综合判断柱的结构性能是否满足设计要求。在水利结构方面，大坝的性能检测技术更为复杂且要求严格。对于混凝土坝，采用无损检测技术，如超声波检测、雷达检测等，检测坝体内部是否存在裂缝、空洞等缺陷，同时通过变形监测系统，实时监测坝体的位移、沉降等变形情况，分析坝体的稳定性；对于水闸的闸门结构，运用动载试验法，模拟闸门在实际运行中的启闭过程，检测闸门的启闭力、振动特性等，确保闸门在长期运行中能够安全可靠地控制水流。结构性能检测对工程安全性和可靠性的重要性不言而喻^[10]。在建筑领域，通过对结构构件的性能检测，能够及时发现潜在的结构隐患，采取有效的加固措施，避免因结构失效导致的建筑坍塌事故，保障人员生命财产安全；在水利工程中，大坝等水利结构的性能检测是确保工程安全运行的关键，一旦坝体结构出现问题，可能导致洪水泛滥等严重灾害，通过科学的检测手段，提前预警并采取措施，能够有效保障水利枢纽工程的防洪、发电、灌溉等功能的正常发挥，维护社会经济的稳定发展。

三、建筑施工中的试验检测技术应用

（一）地基基础检测

1. 地基承载力检测技术

地基承载力检测是建筑施工中关键环节，常用方法包括静载试验与触探试验。静载试验通过在地基上施加荷载，测量地基变形，精确获取地基承载能力，是工程设计重要依据。触探试验则利用探头贯入土层，根据贯入阻力评估地基承载力，具有快速、经济特点，适用于大面积初步勘察。地基承载力检测结果直接影响建筑设计与施工。合理承载力数据可优化基础设计，避免过度设计浪费资源，或因承载力不足引发工程事故。施工阶段，检测结果指导基础施工，确保施工符合设计要求，保障建筑整体稳定性与安全性，为后续施工奠定坚实基础。

2. 基础检测技术

基础检测涵盖基础尺寸、位置偏差及结构完整性等多项内容。尺寸检测确保基础结构符合设计规格，通过精确测量基础长度、宽度、厚度等参数，保障基础承载能力与稳定性。位置偏差检测则利用测量仪器，检查基础中心位置、轴线偏差是否在允许范围内，防止因位置偏差导致上部结构受力不均。基础检测在施工过程中发挥质量控制关键作用。施工前，检测可发现施工场地潜在问题，提前调整施工方案；施工中，实时检测及时发现偏差，指导施工纠偏，确保施工质量；施工后，全面检测验证基础施工质量，为后续验收提供依据，保障基础施工质量，为建筑整体质量提供有力保障。

（二）主体结构检测

1. 混凝土结构检测技术

混凝土结构检测项目主要包括强度与耐久性检测。强度检测采用回弹法、超声回弹综合法等，通过测定混凝土表面硬度或内部声学特性，推算混凝土抗压强度，确保结构承载能力满足设计要求。耐久性检测则涉及抗渗性、抗冻性、抗碳化性等，通过模拟实际使用环境，评估混凝土结构在长期使用中的耐久性能，预防结构因环境侵蚀导致的早期损坏。混凝土结构检测对建筑质量保障至关重要。准确的强度检测结果可优化结构设计，避免因强度不足引发的结构破坏或过度设计增加成本。耐久性检测则延长建筑使用寿命，降低后期维护成本，保障建筑在设计使用年限内安全可靠，为建筑整体质量提供坚实保障。

2. 钢结构检测技术

钢结构检测涵盖焊缝检测与钢材性能检测。焊缝检测采用超声波检测、射线检测等无损检测技术，检测焊缝内部缺陷，如裂纹、未熔合、气孔等，确保焊缝质量符合设计与规范要求。钢材性能检测则通过拉伸试验、冲击试验等，测定钢材的屈服强度、抗拉强度、延伸率等力学性能指标，验证钢材是否满足工程使用要求。钢结构检测在建筑施工中意义重大。焊缝质量直接影响钢结构连接强度与整体稳定性，合格焊缝可有效传递荷载，保障结构安全。钢材性能检测则从源头把控材料质量，避免因钢材性能不足导致的结构失效，确保钢结构施工质量，为建筑施工提供可靠保障。

四、水利工程中的试验检测技术应用

（一）土石坝工程检测

1. 坝体压实度检测技术

土石坝坝体压实度检测是确保坝体施工质量的关键环节。环

刀法通过在坝体中取样,利用环刀精确测量土体体积与质量,进而计算土体干密度,该方法操作简便且精度较高,适用于黏性土等均匀性较好的土体。灌砂法则利用标准砂的密度与体积关系,通过在坝体表面挖坑,填入标准砂来间接计算土体压实度,适用于各类土体,尤其在粗粒土和砾石土中具有良好的适用性。压实度检测对土石坝质量控制至关重要,压实度不足会导致坝体抗剪强度降低,增加坝体沉降和滑动风险,影响坝体的整体稳定性和防渗性能。通过科学合理的压实度检测,能够及时发现施工过程中的质量问题,指导施工参数调整,确保坝体施工质量满足设计要求,为土石坝的安全运行提供坚实基础。

2. 坝体渗漏检测技术

坝体渗漏检测是保障土石坝安全运行的重要手段。钻孔测压技术通过在坝体中钻孔安装测压管,实时监测孔内水位变化,间接反映坝体内部渗漏情况,能够及时发现坝体内部潜在的渗漏通道和渗漏区域。渗漏观测则主要通过在坝体表面设置观测设施,如渗漏量观测孔、渗漏观测井等,直接测量坝体表面渗漏水量和渗漏路径,直观反映坝体渗漏现状。渗漏检测在土石坝安全运行中发挥着重要作用,渗漏可能导致坝体内部孔隙水压力升高,降低坝体抗滑稳定性,同时渗漏水流携带的土体颗粒流失会逐渐扩大渗漏通道,最终可能引发坝体坍塌等严重安全事故。通过有效的渗漏检测技术,能够及时发现渗漏隐患,采取针对性的处理措施,防止渗漏问题进一步恶化,确保土石坝在各种工况下的安全稳定运行。

(二) 混凝土坝工程检测

1. 混凝土坝强度检测技术

混凝土坝强度检测是评估混凝土坝质量的重要指标,常用方法包括回弹法和超声波法。回弹法通过测量混凝土表面的回弹值,结合碳化深度,推算混凝土的抗压强度;超声波法则利用超声波在混凝土中的传播特性,通过测量声速和波形变化,评估混凝土的内部质量。强度检测对混凝土坝质量评估具有重要意义,它直接关系到坝体的承载能力和抗裂性能。准确的强度检测可以为混凝土坝的设计、施工和运行提供科学依据,确保坝体的安全性和可靠性。

2. 混凝土坝裂缝检测技术

裂缝检测是混凝土坝安全评估的重要内容,常用技术手段包括裂缝宽度和深度检测。裂缝宽度检测通常采用裂缝宽度测量仪,通过光学原理精确测量裂缝的宽度;裂缝深度检测则利用超声波法或钻孔取芯法,通过测量超声波的传播时间和钻孔取芯的深度,确定裂缝的深度。裂缝检测对混凝土坝的安全性保障作用

显著,及时发现和评估裂缝的严重程度,可以采取相应的加固措施,防止裂缝进一步扩展,避免坝体发生结构性破坏,确保混凝土坝的安全运行。

(三) 水闸工程检测

1. 闸门检测技术

闸门检测是水闸工程的重要环节,主要内容包括启闭性能和防腐性能检测。启闭性能检测通过模拟闸门的实际运行工况,测试闸门的启闭力、启闭速度和启闭时间,确保闸门的正常运行;防腐性能检测则通过检测闸门表面的防腐涂层厚度和附着力,评估闸门的耐久性。闸门检测对水闸运行安全至关重要,闸门的启闭性能直接影响水闸的调节功能,而防腐性能则决定了闸门的使用寿命。定期进行闸门检测可以及时发现和处理潜在问题,确保水闸的安全运行。

2. 闸室结构检测技术

闸室结构检测是水闸工程的重要组成部分,主要项目包括结构变形和裂缝检测。结构变形检测通过在闸室结构上安装位移传感器和沉降观测点,实时监测结构的变形情况;裂缝检测则利用裂缝检测仪,测量裂缝的宽度和深度,评估裂缝的严重程度。闸室结构检测在水闸工程中具有重要意义,及时发现和处理结构变形和裂缝问题,可以防止结构进一步损坏,确保水闸的整体稳定性和安全性,保障水闸的正常运行。

五、总结

试验检测技术在建筑施工与水利工程中占据着至关重要的地位,其应用现状已广泛覆盖从材料性能到结构安全的多个关键环节。在建筑施工领域,地基基础检测确保了建筑物的稳固性,而主体结构检测则为建筑的整体质量提供了有力保障;水利工程中,土石坝、混凝土坝以及水闸工程的检测技术,有效监测了工程的运行状态,预防潜在风险。然而,当前试验检测技术仍面临诸多挑战,如检测精度有待进一步提高、检测设备的智能化程度不足以及检测标准的更新滞后于技术发展等。未来,随着科技的不断进步,试验检测技术将朝着智能化、自动化和高精度的方向发展,大数据、物联网以及人工智能等新兴技术的融合应用将为试验检测提供更高效、更精准的解决方案。试验检测技术作为工程质量管理的核心手段,其对保障工程质量和安全的关键作用不容忽视。通过科学、准确的检测手段,能够及时发现工程中的潜在问题,为工程的顺利实施和长期稳定运行提供坚实的技术支撑,从而推动建筑施工与水利工程建设的高质量发展。

参考文献

- [1] 胡国伟. 水利水电工程中地基基础岩土试验检测技术研讨 [J]. 模型世界, 2023: 133-135.
- [2] 李响. 水利水电工程中试验检测的作用 [J]. 工程技术: 全文版, 2021(2017-2): 222-222.
- [3] 潘密成. 水利工程试验监测新技术探讨 [J]. 建筑工程技术与设计, 2018, 000(036): 2577.
- [4] 胡林峰. 无损检测技术在水利工程质量检测中的应用研究 [J]. 科技创新导报, 2020, 17(18): 2.
- [5] 李增军. 试验检测在水利工程中的作用 [J]. 珠江水运, 2019(7): 2.
- [6] 陈淑杰, 李志军. 水利建筑工程结构检测综合技术分析 [J]. 华东科技: 综合, 2019(11): 1.
- [7] 帅宗胜. 关于水利建筑工程结构检测技术探析 [J]. 现代物业: 中旬刊, 2018(7): 1.
- [8] 刘彬. 水利水电工程中试验检测的作用 [J]. 四川水泥, 2018, (01): 313.
- [9] 付海峰, 潘亚辉, 刘敏. 无损检测技术在水利工程中的应用分析 [J]. 工程建设与设计, 2022(011): 000.
- [10] 郭箫. 水利水电工程试验检测工作要点浅析 [J]. 中文科技期刊数据库(文摘版) 工程技术, 2021(1): 73-74.