

水利工程质量检测技术浅析

徐新华

南通海洋水利工程质量检测有限公司 江苏 南通 226400

摘要：水利工程质量检测对保障工程安全与效益意义重大。本文详细阐述了其相关技术，包括原材料检测（水泥、钢材等）、混凝土结构检测（回弹法、超声法等）、土工合成材料检测及破损式（钻芯法）与激光检测技术等，并剖析其原理、应用及局限。同时针对现状提出提升对策，如统一更新检测标准、加大设备投入、提升人员素质、引入第三方机构以及强化检测监督管理等，旨在为水利工程质量检测提供全面技术参考与实践指导，促进水利工程质量检测水平的提升与行业发展。

关键词：水利工程；质量检测；技术浅析

引言：水利工程在水资源调配、防洪、灌溉等多方面起着关键作用，其质量关乎国计民生与生态安全。而质量检测是把控水利工程质量的核心环节，通过科学手段对工程各要素进行检验测定，判定是否符合标准要求。从原材料到实体结构，从传统检测技术到新兴方法，水利工程质量检测技术不断发展演进。深入研究这些技术及其应用现状，探讨提升检测技术水平的策略，对确保水利工程质量稳固、运行可靠，推动水利事业可持续发展具有极为重要的意义。

1 水利工程质量检测概述

1.1 质量检测的定义与范畴

它通过专业技术与设备，对各类工程要素进行精准测定。在原材料方面，检测水泥、钢材等的性能指标；构配件如预制构件的尺寸与强度等需符合要求；中间产品像混凝土拌合物的坍落度、强度等需严格把控；实体结构的稳定性、耐久性等更是检测重点。其范畴全面覆盖土建工程中的坝体、渠道等，金属结构的闸门、管道，以及机电设备的水泵、电机等。无论是基础的土方工程，还是复杂的电气设备，均在检测范围内，以此确保水利工程各部分质量达标，整体运行可靠。

1.2 质量检测的依据与标准

水利工程质量检测必须依据权威且适用的准则。国家与行业标准规范是核心依据，例如《水利水电工程施工质量检验与评定规程》明确了众多检测项目的技术要求与评定方法。工程设计文件则从项目特定需求出发，规定了如结构强度、材料规格等详细指标。合同约定也不容忽视，它可在标准规范基础上进一步细化质量要求，如对某些特殊材料的品牌或性能参数的约定。遵循这些依据与标准，能有效避免检测的随意性与主观性。

1.3 质量检测的一般流程

质量检测流程严谨有序。检测项目委托受理是起始点，需明确委托方需求与检测项目范围。制定检测方案时，要综合考虑工程特点、检测标准及现场条件等，确定检测方法、频率与抽样位置等关键要素。现场采样与检测环节，要求检测人员严格按方案操作，使用精准仪器设备获取数据，如在混凝土强度检测时规范操作回弹仪。数据处理与分析阶段，运用统计方法剔除异常值并计算相关参数。出具检测报告要内容完整、结论明确。最后报告审核与存档，审核确保报告准确合规，存档便于追溯查询，各环节相互衔接、相互制约，共同保障检测工作质量与有效性^[1]。

2 水利工程常用质量检测技术

2.1 原材料检测技术

对于水泥检测，重点关注强度、安定性、凝结时间等指标。强度检测采用胶砂强度试验法，以标准砂和水泥按特定比例混合成型试件，在规定养护条件下测定不同龄期的抗压与抗折强度，从而判断水泥是否满足工程要求。安定性检测运用雷氏夹法或试饼法，观察水泥试件在特定条件下的体积变化，防止因安定性不良导致混凝土开裂。钢材检测主要针对拉伸性能、弯曲性能和冲击韧性等。拉伸试验借助万能材料试验机，对钢材试件施加轴向拉力，测定屈服强度、抗拉强度和伸长率等参数，以评估钢材的承载能力与变形能力。弯曲试验则检验钢材在受弯状态下的性能，观察是否出现裂纹或断裂。冲击韧性通过冲击试验机测定，模拟钢材在冲击载荷下的抗破坏能力。砂石骨料检测涵盖颗粒级配、表观密度、堆积密度、含泥量与泥块含量等。利用筛分法测定颗粒级配，确定不同粒径骨料的分布情况，保障混凝土配合比的合理性。表观密度和堆积密度分别通过容量瓶法和标准容器法测定，影响混凝土的重量与体积特性。

2.2 混凝土结构检测技术

混凝土强度检测方面,回弹法较为常用。其原理是利用回弹仪对混凝土表面弹击,根据回弹值以及碳化深度来推算混凝土强度。操作时需注意回弹仪的轴线应始终垂直于混凝土检测面,且测点要均匀分布。然而,回弹法受表面碳化、湿度等因素影响,结果存在一定误差。超声回弹综合法弥补了这一不足,它结合超声声速和回弹值两个参数综合评定,能更精准地反映混凝土内部和表面的实际强度状况。对于混凝土内部缺陷检测,超声法应用广泛。通过向混凝土发射超声波,依据超声波在传播过程中的声时、波幅、频率等声学参数变化来判断内部是否存在空洞、疏松、裂缝等缺陷。例如在大坝混凝土检测中,可准确确定缺陷位置与范围。雷达法利用电磁波反射原理,能快速检测混凝土厚度变化、钢筋分布以及较大的内部空洞等情况,但对于微小缺陷检测效果相对较差。

2.3 土工合成材料检测技术

土工合成材料在水利工程中起着关键作用,如堤坝防护、反滤排水等,其检测技术至关重要。对于土工织物检测,主要涵盖物理性能与力学性能检测。物理性能检测包括单位面积质量和厚度检测,单位面积质量通过称重法测定,将已知面积的土工织物样品称重,计算单位面积重量,该指标影响材料的强度与过滤性能。厚度检测使用厚度仪,测量时需保证施压均匀,其数值对反滤和排水功能有重要意义。力学性能检测如拉伸强度、撕裂强度和顶破强度检测,利用万能材料试验机进行,分别模拟土工织物在受拉、撕裂和局部受压状态下的性能表现,为工程应用中承受不同作用力提供数据支撑。土工膜检测重点关注厚度、拉伸性能、抗渗性能与耐静水压力等指标。厚度检测方法类似,拉伸性能检测可确定土工膜的抗拉强度与延伸率,以评估其在工程中的抗变形能力。抗渗性能通过专门的渗透仪检测,测定在一定水压下土工膜的渗水量,耐静水压力则考验其长时间承受水压的能力,确保在水利防渗工程中能有效阻止液体渗漏,保障工程的防渗效果与稳定性。

2.4 破损式检测技术

破损式检测技术在水利工程质量检测领域具有独特地位,虽会对检测对象造成一定局部破坏,但能提供极为精准且直观的检测结果。钻芯法是典型的破损式检测手段。在混凝土结构检测中应用广泛,其操作是利用专门的钻芯设备从混凝土构件中钻取圆柱形芯样。钻取过程需精准控制,确保芯样的完整性与代表性。芯样取出后,通过抗压试验测定其强度,由此准确判断混凝土结

构的实际强度状况。钻芯法的优势在于检测结果直接可靠,能真实反映混凝土内部的质量特性,尤其在对其他非破损检测方法结果存疑时,常作为仲裁检测方法。然而,该方法的局限性也较为明显,钻芯过程会对混凝土结构造成局部损伤,可能影响结构的整体性与耐久性,因此在使用时需谨慎权衡利弊,并且要依据工程的具体情况,严格按照相关标准规范确定钻芯的位置、数量与深度等参数,以最大程度降低对结构的不利影响,为水利工程混凝土结构质量评估提供有力依据。

2.5 激光检测技术

其原理是基于激光的高方向性、高相干性和高亮度特性。在水利工程地形测绘方面,通过激光扫描系统向目标区域发射激光脉冲,激光束在地表反射后被接收器接收,根据激光往返时间计算出测点与仪器的距离,结合扫描角度信息,精确获取大量地表点的三维坐标,快速绘制出高精度的地形地貌图,为水利工程规划设计提供详细准确的基础数据。在大坝变形监测中,激光位移传感器能够实时监测大坝关键部位的微小位移变化,其高精度的测量能力可精确到毫米甚至微米级别,及时发现大坝的变形趋势,预警潜在安全风险。对于建筑物外观数字化建模,激光扫描技术可全方位、无死角地获取建筑物表面的点云数据,通过数据处理软件构建出高度还原的三维模型,直观展示建筑物的外观形态和细节特征,便于对建筑物的整体状况进行评估和分析,在水利工程的维护、修缮以及历史文化遗产保护等方面都发挥着重要作用^[2]。

3 提升水利工程质量检测技术的对策

3.1 加强检测标准的统一和更新

目前,不同地区、不同项目可能采用略有差异的检测标准,易导致检测数据缺乏可比性,影响对工程质量的准确评判。因此,需由行业权威部门牵头,整合现有标准资源,梳理各类标准间的异同与衔接关系,制定统一的、普适性强的核心检测标准体系,鉴于水利工程技术不断发展,新型材料、结构与工艺层出不穷,应建立高效的标准更新机制。密切关注国内外水利工程领域的科研成果与实践经验,及时将先进技术与方法纳入检测标准范畴,确保标准能紧跟行业发展步伐,为水利工程质量检测提供与时俱进、科学合理的规范依据,促进整个行业检测水平的协同提升。

3.2 加大检测设备的投入和更新力度

检测设备是水利工程质量检测的重要工具,其性能直接影响检测数据的准确性与可靠性。当前,部分水利工程检测机构存在设备陈旧、精度不足等问题,难以满

足日益复杂的检测需求。为改变这一现状,应加大资金投入,购置先进的检测设备,如高精度的无损探伤仪、智能化的材料性能测试仪等。对于大型水利枢纽工程,可配备具有远程监控与数据自动传输功能的检测设备,实现实时监测与数据分析,注重检测设备的更新换代,依据设备的使用寿命、技术发展趋势以及检测任务的变化,定期淘汰落后设备,引进新技术产品。此外,加强与设备制造商的合作与交流,开展设备的定制研发与技术改进,使检测设备能更好地适配水利工程的特殊检测要求,从而为工程质量检测提供有力的硬件支撑。

3.3 提高检测人员的专业素质和责任意识

一方面,需强化检测人员的专业知识培训,定期组织内部培训课程与外部学术交流活动,内容涵盖水利工程基础知识、材料学、力学、检测技术原理与操作方法等多领域,使其不断更新知识结构,掌握最新的检测技术与标准规范。鼓励检测人员参加相关职业资格证书考试与技能竞赛,以考促学,提升其专业技能水平。另一方面,着力培养检测人员的责任意识与职业道德。通过开展职业道德教育讲座、案例分析等活动,让检测人员深刻认识到检测工作对水利工程安全的重大意义,自觉遵守行业规范与操守,杜绝人为因素导致的检测数据偏差或虚假报告。建立完善的人员考核与激励机制,将检测工作质量与个人绩效挂钩,对表现优秀的检测人员给予表彰与奖励,激发其工作积极性与责任心,确保检测工作的严谨性与公正性。

3.4 引入第三方检测机构,确保检测结果的公正性和准确性

第三方检测机构独立于工程建设方、施工方与监理方,能够避免利益关联对检测结果的干扰。其具备专业的检测团队、先进的检测设备以及丰富的行业经验,可依据相关标准规范开展全面、细致的检测工作。在项目招标阶段,应严格筛选第三方检测机构,综合考量其资质等级、业绩信誉、技术能力等多方面因素,确保所选机构具备承担水利工程检测任务的实力。在检测过程中,明确第三方检测机构的权利与义务,要求其严格按照合同约定的检测范围、方法与频率进行操作,并及时、准确地出具检测报告。加强对第三方检测机构的监督管

理,建立健全监督机制,定期检查其检测工作质量,对违规操作或出具虚假报告的行为予以严肃处理,从而充分发挥第三方检测机构在保障水利工程质量方面的重要作用,为工程建设提供客观、公正的检测数据支持。

3.5 加强检测过程中的监督和管理,减少人为干扰

由于检测工作涉及多个环节与人员操作,易受人为因素干扰,如采样不规范、数据篡改、检测流程随意简化等问题。因此,需建立一套完善的监督管理体系。首先,明确检测流程与操作规范,制定详细的标准作业程序,使检测人员在每个环节都有章可循。其次,加强对检测现场的巡查监督,安排专人不定期对采样现场、实验室检测过程等进行抽查,检查检测人员是否严格按照标准规范操作,仪器设备是否正常运行,环境条件是否符合要求等。再者,利用信息化技术,建立检测数据实时监控系,对检测数据的采集、传输、处理与存储全过程进行监控,及时发现异常数据并追溯原因,强化对检测报告的审核把关,实行多级审核制度,确保报告内容完整、数据准确、结论合理^[3]。

结束语

水利工程质量检测技术作为保障工程质量的关键防线,贯穿于水利工程建设与运维的全过程。随着科技的飞速发展,检测技术正朝着更精准、高效、智能的方向迈进。我们必须充分认识到检测技术完善与创新的重要性,持续加强对检测标准规范的优化,大力推动检测设备的更新换代,全力提升检测人员的专业素养与责任担当。唯有如此,方能确保水利工程质量检测工作的科学性、公正性与权威性,为水利工程的安全稳定运行筑牢坚实根基,有力推动水利事业在新时代稳健、可持续地发展。

参考文献

- [1]马迎双.水利工程质量检测技术研究进展[J].水利学报,2022,53(4):321-330.
- [2]何承浩,彭艳梅.水利工程质量检测技术标准化研究[J].水利技术监督,2022,(3):28-32.
- [3]刘念.基于大数据的水利工程质量检测技术分析[J].水利信息化,2021,(6):56-60.