

水利行业检测技术体系优化与创新应用研究

何璐

赣州市水利电力勘测设计研究院 341000

DOI:10.32629/ems.v8i5.20200

[摘要] 以水利行业检测技术体系为着眼点, 对其特征, 存在的问题进行了深入分析, 并且有针对性地提出了优化对策。就水利行业检测技术体系进行综合考察, 目的在于为促进水利工程质量提高和确保水利设施的安全运行, 促进水利行业检测技术创新发展提供理论支持和实践指导。

[关键词] 水利行业; 检测技术体系; 特点; 问题; 优化对策

引言

水利事业繁荣发展的今天, 水利工程建设规模不断扩大, 水利工程质量安全关系到国计民生, 对于社会稳定、经济发展起着决定性的影响。水利行业检测技术体系是确保水利工程质量及安全的关键支持, 检测技术体系的有效性及其先进性, 直接关系到水利工程整体性能。但在水利行业飞速发展和技术不断进步的今天, 原有检测技术体系也面临许多挑战和问题, 很难完全适应水利行业不断增长的要求。对检测技术体系在水利行业中的优化和创新应用进行深入研究, 对促进水利工程质量提高和水利行业的可持续发展有着关键的实际意义。

一、水利行业检测技术体系特点

(一) 多学科交叉融合特性显著

水利行业检测技术体系具有极其显著的多学科交叉融合属性, 这一属性渗透在其整个发展过程中和每一个层次, 在理论基础建设上, 以水利工程学为核心学科提供水利工程结构受力和水流运动的基本检测技术体系是认识水利工程特点的基石; 材料科学主要研究水利工程建设中所采用的各种材料, 并对其物理和化学特性以及在各种环境条件下的变化趋势进行了深入研究, 这对评价材料质量和预测老化寿命的试验是非常关键的; 力学领域涉及结构力学, 流体力学及其他分支学科, 对水利工程结构受多种荷载作用时的应力-应变状态和稳定性分析提供关键的理论支撑。在技术应用层面, 电子技术的飞速发展使得各类高精度传感器得以应用于水利检测中, 实现了对水利工程物理量(如位移、应变、温度等)的实时、精确测量; 计算机科学为检测数据处理, 存储及分析等提供了有力的手段, 通过构建复杂数据模型及算法可以从大量检测数据中挖掘出宝贵信息, 从而为水利工程健康评

价及决策提供科学依据。

(二) 检测对象多样性与复杂性并存

水利行业测试对象多样性和复杂性交织在一起共同对测试技术体系形成巨大挑战, 在对象类型上, 水利工程检测类别极其宽泛, 涉及到了各种水利建筑物, 就如大坝这一关键结构一样, 由于所处环境及受力特点的不同, 坝体、坝基及坝肩的不同位置检测侧重点及方法也大不相同; 水闸作为一种重要的水流调节设施, 对闸门, 启闭机以及其他构件的启闭性能和密封性进行了精细而又严格的检测; 对于堤防工程, 需要密切关注其在抗渗性、稳定性等多个方面的性能指标。水工金属结构中, 闸门, 拦污栅等受水流的长期冲刷与侵蚀, 其材料性能与结构完整性的检测非常关键; 机电设备中的水泵, 电机等设备的运行效率以及电气性能的测试都需要专业的设备与技术手段的辅助。水文水资源探测对象主要有水质, 水量及水位, 各地区及各季节水文特征存在显著差异, 探测方法及标准需要进行灵活调整。另外水利工程所处的环境复杂多样, 水下检测需要攻克水流和能见度低的难题; 地下工程的探测面临着地质条件的不确定性和空间的狭小性; 高寒地区需要处理好低温对检测设备及材料性能造成的影响; 在高温地带, 设备的散热和工作人员的操作安全都是需要重点考虑的因素^[1]。

(三) 检测过程动态性与实时性要求高

水利行业在检测过程中对于动态性和实时性有苛刻的要求, 这一特点来源于水利工程复杂多变的运行环境和安全保障方面的迫切要求, 水利工程运行过程中随时受水流, 地质, 气象等多种因素的动态作用, 结构的性能和状态都处在不断的变化过程中。以大坝为例, 水库水位会随着季节及降雨量的变化而起伏变化, 坝体所受到的水压力也会随之变化, 这

就诱发坝体变形和应力重分布;地震活动,软基沉降以及其他地质条件都给大坝的稳定性带来潜在的威胁。如果探测过程动态性不强,只利用固定时间点探测资料,很难完整准确地反映大坝实际运行状态,会漏掉重点隐患。

对于实时性的要求,强调了检测数据的及时获取和处理的重要性,以便为水利工程的安全运营提供实时的决策支持。借助先进的传感器技术和物联网系统,可实现对水利工程关键参数(如位移、应变、温度等)的实时监测,数据传输至监控中心后,由专业数据分析软件快速加工分析。当出现异常数据时,该系统能够即时报警,并提醒管理人员采取适当措施,例如调节水库运行水位,加强结构监测等等,有效地避免了事故发生,确保了水利工程安全平稳地运行。

二、水利行业检测技术体系存在问题

(一) 检测技术水平参差不齐

水利行业检测技术水平表现出明显参差不齐的趋势,这一现象给整个行业发展带来诸多影响,在地域上,经济发达地区依靠强大资金实力与政策支持可以积极引进世界先进检测设备与技术、培养检测专业队伍、使本地检测技术水平比较高。在这些区域水利工程检测机构通常都有一套完整的检测流程以及一套严密的质量控制体系可以提供精确可靠的检测结果。经济欠发达地区因资金短缺和技术人才缺乏,检测设备的更新换代和技术研发的投入都有明显欠缺,仍然以依靠传统检测方法与技术手段为主,检测精度与效率不高,很难达到现代水利工程检测质量要求。

就单位性质而言,大型国有企业及科研机构一般都具有较强的科研实力与技术创新能力,可以独立进行检测技术的研发与完善,促进检测技术持续进步。且部分民营小型检测企业由于规模小,资源受限等原因,自主创新能力通常不强,多依靠对别人技术的模仿与引进,技术应用与创新能力相差甚远。另外,各单位间检测人员专业素质与技能水平也有差别,有些检测人员对于新技术没有系统专业培训与实践经验、对新方法掌握与应用能力的欠缺进一步加重检测技术水平参差不齐^[2]。

(二) 检测标准与规范不完善

水利行业检测标准和规范体系还不够健全,这种现状从很多层面上限制了该行业的良性发展,从检测对象的维度考察,水利工程涉及大坝,水闸,堤防,泵站等多种类型,不同项目的结构,材料及功能特性均不相同,而现行标准规范

并没有全面细化对每一类项目特征的检测需求,造成具体的检测操作缺乏准确的依据,容易发生检测项目漏检或者检测方法选择不恰当的情况。从技术发展水平上看,由于新型材料,先进施工工艺以及智能化检测技术等不断出现,现行标准规范并没有及时进行后续更新,对于新技术而言、对新方法适用性,准确性和可靠性验证等方面没有明确的规定,使水利检测领域中新技术的推广和应用受阻,技术优势难以发挥。检测标准规范缺乏统一性,各区域,各部门所制定标准的检测指标和判定准则不一致,造成检测结果可比性不强,对水利工程质量评估,安全鉴定及运行管理等造成了很多不便,不利于业内技术交流及协作,阻碍着水利行业检测技术全面升级和规范发展。

(三) 检测数据管理与利用不足

水利行业检测数据在管理和使用方面存在的缺陷,已经成为了制约该产业发展的关键之一,从数据管理层面上看,许多水利检测机构都没有一个统一,规范的数据管理系统,检测数据零散地保存在各部门,各格式文件或者数据库之中,数据标准不够统一,格式不够标准,造成数据检索,共享与整合难度大,很难形成一个完整,准确的水利工程健康档案。数据安全防护措施不力,存在着数据泄露和篡改的危险,对水利工程运行安全构成严重威胁。从数据利用上看,尽管累积了大量检测数据,但是缺少高效的数据分析技术与手段,挖掘的深度与广度还很不够。大多数时候检测数据只是应用于单纯的结果判定与报告生成上,并没有完全发挥出检测数据对水利工程全生命周期管理的价值。比如没有通过分析历史检测数据来构建水利工程性能退化模型以达到健康状态预测预警的目的;也没有能够运用数据关联分析来揭示水利工程中各个组成部分间的相互影响,从而为项目优化设计、科学维护等提供决策支撑。

三、水利行业检测技术体系优化对策

(一) 加强技术研发与创新,提升检测技术水平

提高水利行业检测技术水平关键是要加大技术研发和创新力度,水利工程的规模越来越大,结构越来越复杂,对于检测技术的准确性,效率以及可靠性等方面都有很高的需求。一方面应该增加对基础科学研究和应用科学研究的资金支持,特别是集中在先进技术领域,例如人工智能、大数据和物联网等,以便更好地探索这些技术在水利检测应用中的创新性。比如采用人工智能算法深入挖掘和分析大量检测数据,

从而达到准确预测水利工程存在的风险;在物联网技术辅助下建设实时监测网络对检测数据进行实时传输和分享,增强了检测时效性。另一方面鼓励产学研用深度融合发展,强化科研机构,高校和企业的协作,整合各方面资源形成创新合力。通过共同实施科研项目和共建研发平台,加快科研成果转化和应用,促进检测技术由实验室向实际工程转变。重视人才的培养和引进,建设一支富有创新精神、专业素养高的检测技术人才团队,为科技研发和创新提供扎实的人才保证,从而提高水利行业整体检测技术,为水利工程安全运行与可持续发展提供强有力的支持^[3]。

(二) 完善检测标准与规范体系,保障检测质量

水利行业检测质量得到有效保证迫切需要健全检测标准和规范体系,水利工程种类繁多,构造复杂,并且新材料,新工艺层出不穷,既有的检测标准及规范缺乏全面性,适应性及协调性。完善这一系统需要以水利工程全生命周期为基础,根据不同的工程类型,结构特点和运行环境制定精细化和差异化检测标准,对每个检测项目都明确了具体的要求,方法和判定准则,保证检测工作有规律可循。同时加强与新材料,新工艺研发协同配合,适时将新技术,新方法检测需求纳入标准规范中,推动新技术新方法在水利检测中合理运用。加强不同区域和部门之间标准规范协调统一,杜绝由于标准差异造成检测结果可比性不强,促进检测数据互联互通共享。为了保证标准规范的权威性及有效性,必须建立并完善标准制定,修订及评估机制,并定期审查及更新标准规范,以保证标准规范符合行业技术发展水平。通过对检测标准和规范体系的不断完善,为水利检测提供了一个科学,统一和标准的基础,提高了检测质量的整体水平,为水利工程安全平稳运行提供了保障。

(三) 强化检测数据管理与分析,挖掘数据价值

加强检测数据管理和分析,深入挖掘数据价值是水利行业发展过程中提高工程安全和运行效能的重要途径,水利检测中累积了大量的资料,但是资料的零散和标准的不一致限制了这些资料的高效使用。在此背景下,需要建设统一数据管理体系并建立数据标准和规范,对检测数据进行集中存储,安全共享和高效整合,破除信息孤岛并为数据分析打下坚实的基础。从数据分析层面来看,要引进先进的数据挖掘技术,

机器学习算法和人工智能模型等,多维度,深层次地分析检测数据,揭示了水利工程性能的演变规律,潜在风险因素以及各个组成部分之间相互影响的关系。通过构建水利工程健康评估模型,性能预测模型等来实现工程状态实时监控,精准评估和科学预警,从而为工程维护和管理提供决策支持。同时强调数据可视化技术在管理中的应用,把繁杂的数据用直观易懂的图形和图表形式表现出来,方便管理人员迅速了解和做出决策。加强检测数据管理和分析,深入挖掘数据价值不仅可以提高水利检测精准性和时效性,而且可以为水利工程优化设计提供参考、为水利行业的科学维护和可持续发展,促进水利行业朝着智能化和精细化的方向发展提供了强大的支持。

结论

水利行业检测技术体系是确保水利工程质量和安全的主要依托,其特点是多学科相互交叉和融合,检测对象种类繁多且复杂,检测过程动态且实时。但目前水利行业的检测技术体系普遍存在检测技术水平良莠不齐,检测标准和规范不够健全,检测数据的管理和使用不到位的现象。为解决上述问题,提出了相应的优化对策,包括加强技术的研发和创新,健全检测标准和规范体系以及加强对检测数据的管理和分析。通过落实这些应对措施,可望促进水利行业检测技术水平的不断提高,检测标准和规范的不断完善以及检测数据价值的充分挖掘,从而为水利工程的质量和安全生产提供更多可靠保证,促进水利行业的可持续良性发展。在今后的工作中,伴随着科学技术的进步,水利行业也在不断地发展,其检测技术体系也会得到不断地优化与创新,从而为我国水利事业发展作出更大贡献。

[参考文献]

- [1] 刘广文, 邓院林, 邓健, 等. 水利水电工程电子文件归档四性检测技术研究与应用[J]. 水利水电快报, 2025, 45:108-111.
- [2] 陈雅颖. 水利工程中土石坝渗透系数现场检测技术与评估体系构建[J]. 2024(22):168-170.
- [3] 辛华为. 新型水利工程质量检测技术的开发与应用[J]. Water Conservancy & Electric Power Technology & Application, 2025, 7(1).