

水利工程检测数据质量管控的长效机制与完善方法

刘雅婧

水利部长春机械研究所 吉林 长春 130012

【摘要】：水利工程检测数据是工程质量评估与安全运维的核心依据，当前我国水利工程检测数据质量管控工作仍面临制度体系不健全、流程管理不规范、技术支撑滞后、人员专业能力不足等现实问题，直接影响了检测数据的可信度，也让工程质量评估的科学性大打折扣。这篇文章参考了水利部 2023 到 2025 年期间的行业监测数据，对检测数据质量管控的当前状况和关键难题加以审视，从责任追溯、标准化建设、考核激励、技术创新这四个方带进了一套全流程的长效管控机制，并且有针对性地给出了数据采集传输、存储安全、审核优化、人员设备保障等环节的改进办法，其目标在于提高水利工程检测数据的真实性、准确性和完整性，从而为水利工程的质量安全管理与科学决策给出坚实的数据基础。

【关键词】：水利工程；数据质量；长效机制

DOI:10.12417/3083-5526.25.06.014

引言

水利工程检测数据直接决定着工程质量评定、安全风险研判和运维决策制定的有效性，是水利工程质量管控的核心抓手。随着“数字水利”建设的深入推进，水利工程检测数据呈现出海量增长、多源异构、实时性强的新特征，传统粗放式的人工管控模式已难以适配行业高质量发展的需求。依据水利部门在 2025 年发布的水利工程质量发展报告里的数字，全国水利工程检测数据的不合格比例从 2023 年的 9.7% 下降到了 2025 年的 6.2%，行业管控水平虽然有所提高，不过数据造假、记录不合规范、溯源性不够这类问题仍然占到水利工程质量投诉总量的 41.3%，在实际工程里，某座大型水库除险加固工程由于混凝土强度检测数据不真实，蓄水之后坝体产生裂缝，带来的直接经济损失超过 2000 万元，这一事例也点明了检测数据质量管控的关键性。因此，构建科学高效的检测数据质量管控长效机制，探索贴合行业实际的完善方法，对防范水利工程质量风险、提升行业治理能力具有重要的理论与实践价值。

1 水利工程检测数据质量管控现状

1.1 数据管控基础框架初步形成

我国已构建以《水利工程数据安全管理办法》为核心的制度体系，明确了检测数据在采集、传输、存储、使用等全环节的管理要求。截至 2025 年年底，全国范围内已有 83% 的省级水利主管部门建成区域性检测数据管理平台，完成检测报告电子化备案工作，一些省份还进一步做到检测数据的即时上传与在线核验。当前检测数据覆盖范围涉及原材料、中间产品以及实体工程这三大类别，涵盖超过 200 项核心检测指标，每年产生的检测数据量突破 5 亿条，由此构建起规模可观的水利工程检测数据资源体系。

1.2 数据管控技术应用逐步推进

智能化技术正在慢慢取代传统人工记录方式，全国 76.5% 的甲级检测机构已经配备了电子数据采集终端，做到检测数据的自动记录、计算与上传，很大程度上减少了人工干预，在数据存储这个领域，云计算、分布式数据库技术被广泛使用，全国重点水利工程检测数据存储容量每年平均增长 35%，数据保存时间也延长到工程设计使用年限。就数据核验与溯源这一方面，一些水利工程项目试点运用区块链技术，例如黄河流域某个输水工程借助区块链记录检测全流程数据，明显提升了数据篡改的难度，削减了追溯成本，给行业数据溯源带来了实践参考。

1.3 管控现状数据统计

表 1 2023-2025 年全国水利工程检测数据质量问题分布
(单位：%)

数据质量问题类型	2023 年占比	2024 年占比	2025 年占比	三年平均占比
数据记录不规范	32.6	29.8	25.7	29.4
数据造假 / 篡改	18.7	15.3	11.2	15.1
数据缺失 / 重复	16.4	14.9	13.5	14.9
数据格式不统一	14.2	13.7	12.8	13.6
数据溯源性不足	12.5	15.6	18.9	15.7
其他问题	5.6	10.7	17.9	11.4

作者简介：刘雅婧（1987--），女，汉族，内蒙古赤峰市人，硕士，目前职称：工程师，研究方向：水利工程质量检测与检测质量管理。

数据来源：水利部水利工程质量监督总站、中国水利工程协会联合调研（2023-2025）

表2 不同规模检测机构数据质量达标率对比（2025年）

检测机构类型	数据达标率 (%)	电子采集覆盖率 (%)	数据溯源完整率 (%)	年度抽检不合格次数
甲级资质机构	92.3	96.7	89.5	0.3 次 / 家
乙级资质机构	78.6	73.2	65.8	1.7 次 / 家
丙级 / 小型机构	61.4	45.9	42.3	3.2 次 / 家

数据来源：全国水利工程检测机构能力验证报告（2025）

2 水利工程检测数据质量管控存在的核心问题

2.1 数据全生命周期管控存在短板

采集环节依然以人工记录作为主要方式，丙级检测机构人工记录比例达到 54.1%，数据录入出错的比例高达 8.7%；另外智能检测设备和数据平台接口不能相互兼容，23.8%的检测数据得进行再次录入，这大幅提高了数据失真的可能性。传输环节缺少统一的传输规范，不同检测设备、软件系统的数据格式差别比较大，光是混凝土强度检测数据就有 12 种不同格式，数据整合起来难度很大，传输过程里数据丢失比例达到 3.2%，存储环节的问题主要出现在中小型检测机构，这类机构大多采用本地服务器做存储，数据备份的次数比较少，受到自然灾害、设备故障的影响容易发生数据丢失；并且 37.6% 的机构没有采用数据加密手段，数据泄露的隐患比较明显。

2.2 管控机制缺乏系统性与长效性

一个方面，责任机制不够清楚，没有明确检测数据质量的首要责任人，建设方、监理方、检测机构之间的责任分界模糊，出现数据质量问题时彼此推脱，根据调查显示，68.3% 的水利工程质量争议由于数据责任难以认定，造成处理时间超过三个月。另一个方面，考核评价机制不够健全，目前考核主要依据“结果导向”，只偏重数据合格率这一指标，忽略了数据采集过程的规范程度，一些检测机构借助“选择性上报”“事后修改”等手段来提升合格率，实际的检测数据质量很难得到保证。

2.3 技术支撑与保障能力不足

智能化管控技术使用比较落后，只有接近三成的检测机构会把大数据分析带进数据质量预警工作中，不到两成机构借助人工智能技术去发现异常数据，多数机构还是靠着人工核对，这种方式不光速度慢，还经常漏掉那些不明显的问题。检测人

员自身专业能力也不够，接受过系统数据管理培训的刚过三分之一，四成多的人对数据标准以及管控要求掌握得不太熟练，这就直接造成数据记录不统一、格式出错等情况反复出现，变成影响数据质量的关键人为原因。

2.4 数据安全性与溯源体系不完善

数据溯源链条出现中断，45.9% 的检测数据没办法追溯到取样人员、检测设备、检测时间这些关键信息，一旦发生质量问题很难倒查责任，溯源体系的不完善让数据管控失去了重要的约束手段。数据安全防护也比较薄弱，水利工程检测数据包含工程结构、水文地质等敏感信息，但 62.3% 的中小型检测机构没有建立数据安全管理制度，缺少防黑客攻击、病毒入侵等技术手段，2025 年全国就发生了 17 起水利检测数据泄露事件，数据安全风险依然居高不下。

3 水利工程检测数据质量管控的长效机制构建

3.1 构建全生命周期责任追溯机制

建立“检测人员直接负责、审核人员复核负责、机构负责人终身负责、监理单位监督负责、建设单位总责”的五级责任体系，要求各单位签订数据质量责任承诺书，将责任落实到具体岗位与个人；同时检测数据需明确标注采集人、审核人、批准人等关键信息，实现“一人一档、一数一责”。

3.2 建立标准化管控机制

统一数据采集的格式、字段定义、精度要求、传输协议、存储规范等具体内容，比如明确混凝土强度检测数据保留一位小数、钢筋直径检测数据保留两位小数，统一借助 JSON 格式来做数据传输，同步更新检测仪器设备的标准，要求新购置的设备必须兼容统一的数据接口，现有设备限期完成改造升级。制定检测数据全生命周期管控的流程图，明确采集、传输、存储、审核、使用、归档等各环节的操作规范与时间节点，采集环节要求实时记录、自动上传，不得有人工干预，审核环节实行“双人双审”制度，确保数据准确，归档环节实现电子数据与纸质资料同步归档，保存期限不少于工程设计使用年限。

3.3 构建考核评价与激励约束机制

改变单一的结果导向考核模式，构建“过程指标 + 结果指标 + 创新指标”的三维考核体系。过程指标包含数据采集规范率、传输及时率、溯源完整率等，聚焦管控过程；结果指标包含数据合格率、数据一致性、数据利用率等，反映管控成效；创新指标包含智能化管控技术应用、数据共享成效等，鼓励行业创新。考核实行“日常考核 + 季度抽检 + 年度评估”相结合的模式，日常考核由监理单位负责，季度抽检由市级水利主管部门组织，年度评估由省级水利主管部门开展，考核结果分为优秀、良好、合格、不合格四个等级，纳入检测机构信用评价体系。强化激励约束措施，对考核优秀的检测机构给予招投标加分、政府项目优先委托等奖励，对考核不合格的机构

限期 3 个月整改，整改期间限制承接新业务，整改后仍不合格的吊销资质；对考核优秀的个人给予薪酬晋升、评优评先等奖励，激发全员参与数据质量管控的积极性。

3.4 构建技术创新与应用机制

依托全国水利大数据中心，建设国家级水利工程检测数据共享平台，打通建设、监理、施工、检测机构、水利主管部门之间的数据壁垒；制定数据共享管理办法，明确共享范围、权限与流程，非敏感数据实行无条件共享，敏感数据经脱敏处理后共享，实现检测数据一次采集、多方复用，减少重复劳动，提升数据利用率。

4 水利工程检测数据质量管控的完善方法

4.1 优化数据采集与传输方法

制定不同检测项目的数据采集操作指南，明确采集频率、采样点数、环境条件要求，如混凝土强度检测每构件采集 16 个回弹值，环境温度需控制在 $-4^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ 之间，超出范围设备自动报警并禁止采集；对采集数据实行实时校验，通过逻辑校验识别异常数据，及时提醒检测人员复核。

4.2 完善数据存储与安全防护方法

构建“云端加上本地”双备份存储架构，检测数据即时上传到国家级水利检测数据共享平台，同时在检测机构本地服务器做备份，达成“两地三中心”存储形式，云端存储使用分布式数据库，保证数据高可用与高可靠，本地存储按周期和云端做同步，避免数据遗失，对超出五年的历史数据做压缩归档，提升存储效率。设立数据安全等级保护机制，把检测数据按照敏感程度划分成三级并开展分级防护。

4.3 创新数据质量审核与优化方法

建立“智能初审 + 人工复审”的二级审核模式，智能初审由数据平台自动完成，通过预设的校验规则对数据进行批量审核，确保审核通过率达 90% 以上；人工复审由专业审核人员负责，重点审核智能初审未通过的数据、异常数据及工程关键部位的检测数据，确保审核质量；审核过程全程留痕并形成

审核日志，便于后续追溯。应用大数据分析优化数据质量，通过对海量检测数据的深度挖掘，分析数据分布特征、变化趋势，识别数据质量管控的薄弱环节；如通过分析不同检测机构的合格率、异常数据发生率，找出管理薄弱的机构并重点监管，通过分析不同检测项目的问题类型，优化采集方法与标准；建立数据质量预警模型，对数据不合格率超过阈值、异常数据增多等情况自动发送预警信息，及时采取干预措施。

4.4 强化人员与设备保障方法

构建分层分类培训系统，针对检测人员、审核人员、管理人员的不同岗位需要开展有区别的培训，检测人员重点训练数据采集规范、智能设备使用，审核人员重点训练数据标准、审核手段，管理人员重点训练管控体系、政策法规，培训采取“线上 + 线下”结合的形式，线上借助水利部网络培训平台进行常态化学习，线下安排实操演练、案例分析，并且建立培训考核机制，考核不通过的人暂停上岗，直到培训通过。改进设备全生命周期管理办法，建立检测设备台账，详细登记设备型号、采购时间、校准状态、维护记录等内容。

结论

水利工程检测数据质量管控是一项系统性、长期性的工作，当前行业仍面临数据全生命周期管控短板、管控机制不健全、技术支撑不足、安全防护薄弱等突出问题，这些问题直接影响了检测数据质量，也制约了水利工程质量管控的成效。本文从行业实际出发，构建了全生命周期责任追溯、标准化管控、考核评价与激励约束、技术创新与应用四大长效机制，同时从数据采集传输、存储安全防护、审核优化、人员设备保障四个方面提出了具体的完善方法，通过机制构建与方法优化的协同配合，能够有效提升水利工程检测数据的真实性、准确性和完整性，实现检测数据质量的长效管控。未来，随着数字化、智能化技术在水利行业的深度应用，需进一步推动管控机制的落地实施，持续优化技术应用与管理方法，让检测数据真正成为水利工程质量安全、科学决策的坚实支撑，推动水利行业高质量发展。

参考文献：

- [1] 候涛. 水利工程检测数据异常值识别与处理方法研究 [J]. 科技创新与应用, 2025, 15 (35): 148-151.
- [2] 杨景东. 水利工程混凝土质量检测技术改进与实践 [J]. 工程建设与设计, 2025, (16): 153-155.
- [3] 邓小龙. 渗流监测技术在水利工程施工质量检测中的应用 [J]. 中国水运, 2025, (16): 112-114.