

# 水利工程项目中施工质量控制的智能化方法

王文涛

镇江三山建设工程有限公司 江苏镇江 212000

**摘要:** 本研究基于物联网、人工智能、大数据等技术,构建“感知-分析-决策-执行”闭环架构的智能化控制体系,通过多维度数据采集、智能分析、动态监管及溯源追溯等模块实现全流程管控,经实践应用,材料合格率、关键工序达标率提升,有效预警结构隐患。该智能化方法显著提升了质量控制的精准性与效率,为水利工程高质量建设提供了科学支撑,推动行业向数字化、智能化转型。

**关键词:** 水利工程; 施工质量控制; 智能化体系; 物联网

## 引言

水利工程作为国家基础设施的重要组成部分,其施工质量直接关系到防洪减灾、水资源调配等重大民生保障功能的实现。随着工程建设规模的持续扩大和复杂程度的不断提升,传统依赖人工巡检、定期检测的质量控制模式已难以适应现代工程管理需求。人工操作引发的误差、数据传递的滞后性、监管覆盖的局限性等问题,不仅影响工程建设效率,更对工程长期安全运行构成潜在威胁。在新一代信息技术快速发展的背景下,物联网、人工智能、大数据等技术的突破为水利工程施工质量控制的革新提供了可能。推动施工质量控制向智能化转型,构建科学高效的智能化控制体系,成为解决传统模式痛点、提升工程质量管控水平的关键路径,对促进水利工程建设高质量发展具有重要的现实意义。

## 一、水利工程施工质量控制智能化转型的现实基础

### (一) 传统施工质量控制模式的局限性

传统水利工程施工质量控制主要依靠人工操作与经验判断,在实际应用中暴露出诸多难以克服的缺陷。质量检测环节依赖人工现场取样、实验室分析的方式,不仅消耗大量人力物力,还存在检测周期长、数据反馈滞后的问题,难以满足施工过程中实时质量调控的需求。施工过程监管多采用定点巡查模式,受地理环境复杂、施工范围广阔等因素影响,部分关键区域和隐蔽工程的质量状况难以被全面覆盖,容易形成监管盲区。数据管

理缺乏系统性,检测数据、施工记录等多以分散形式存储,无法实现有效整合与深度分析,导致质量问题溯源困难,难以精准定位问题成因。这些局限性在大型复杂水利工程中表现尤为突出,严重制约了施工质量控制的科学性与有效性。

### (二) 智能化技术的支撑条件

物联网技术的成熟为施工质量控制提供了全方位的数据采集支撑,各类高精度传感器的研发与应用,能够实现施工环境、材料性能、结构状态等关键参数的实时捕捉与传输,打破了传统数据采集的时空限制。人工智能技术的快速发展,特别是机器学习、图像识别等算法的优化,具备了对海量复杂数据的智能分析与挖掘能力,能够从多元数据中识别质量异常特征,为质量判断提供科学依据。大数据技术则为数据资源的整合利用提供了保障,通过建立统一的数据管理平台,实现施工全过程各类数据的集中存储、关联分析与共享共用,为质量控制决策提供数据支撑。

### (三) 政策与行业发展需求

国家对水利工程建设质量的重视程度不断提升,相关政策明确提出要推动新一代信息技术与水利工程建设管理深度融合,提升工程质量管控的智能化水平。水利工程行业自身的发展也对质量控制提出了更高要求,工程建设的规模化、复杂化趋势,以及对工程安全耐久性、生态环保性的更高标准,迫使行业寻求更为高效、精准的质量控制方法。智能化转型不仅能够满足行业对施工质量控制提质增效需求,还能推动工程管理模式的革新,促进水利工程建设向数字化、智能化、绿色化方向发展,符合行业高质量发展的内在要求。

**作者简介:** 王文涛(1982.07-),男,汉族,大专,研究方向:建设工程管理。

## 二、水利工程施工质量控制智能化体系的构建

### (一) 体系架构设计

水利工程施工质量控制智能化体系采用“感知-分析-决策-执行”的闭环架构，实现从施工全过程质量数据采集到质量问题精准处置的全链条管控。感知层作为数据采集终端，通过部署在施工现场的各类传感器、无人机电、视频监控设备等，实现对施工材料、施工设备、施工工艺、环境参数等多维度质量相关数据的实时采集。网络层依托无线通信技术、物联网网关等设备，构建稳定高效的数据传输通道，确保采集数据能够快速、准确地传输至数据中心。数据层通过建立标准化的数据存储与管理平台，对各类异构数据进行清洗、整合、分类存储，形成涵盖施工全流程的质量数据库。应用层整合人工智能、大数据等技术，开发质量分析、风险预警、智能监管等功能模块，为质量控制决策提供支撑。执行层则通过联动施工现场管理系统、设备控制系统等，将决策指令转化为具体的质量控制行动，实现对施工质量的动态调整与优化。

### (二) 核心技术模块功能实现

#### 1. 物联网数据采集模块

该模块聚焦施工质量关键要素，实现全方位、高精度的数据采集。在施工材料控制方面，通过在原材料存储区域部署温湿度传感器、重量传感器等设备，实时监测材料存储环境与数量变化，确保材料质量不受存储条件影响。在结构施工过程中，利用光纤传感器、应变片等设备嵌入工程结构内部，实时采集混凝土浇筑、坝体沉降、堤防变形等关键参数，精准捕捉结构受力与变形情况。借助无人机搭载高清摄像头、红外热成像仪等设备，对大面积施工区域、高空作业部位进行航拍巡检，获取施工表面质量状况数据，实现对施工进度与质量的可视化监测。

#### 2. 人工智能分析模块

人工智能分析模块是实现质量智能控制的核心，通过算法模型对采集的海量数据进行深度处理。基于机器学习算法构建质量评估模型，利用历史施工质量数据对模型进行训练，使其能够根据实时采集的数据自动评估当前施工质量状况，识别质量达标情况。采用图像识别技术对施工现场的施工操作、材料外观、结构表面等进行智能分析，及时发现违规操作、材料缺陷、结构裂缝等质量问题。运用深度学习算法对施工过程中的多维度数据进行关联分析，挖掘数据背后隐藏的质量影响因素，

预测可能出现的质量风险，为提前采取防控措施提供依据。算法模型具备自学习能力，能够随着施工过程的推进不断优化，提升分析结果的准确性与可靠性。

#### 3. 大数据动态监管模块

大数据动态监管模块通过整合施工全过程数据，构建全面的质量监管体系。建立施工质量数据可视化平台，将采集的各类数据以图表、模型等形式直观呈现，使管理人员能够实时掌握施工质量动态。利用大数据分析技术对施工质量数据进行趋势分析，追踪质量变化规律，识别质量控制薄弱环节。构建跨部门数据共享机制，实现施工单位、监理单位、监管部门等各方的数据互通，打破信息壁垒，提升协同监管效率。通过对施工过程中各类违规行为、质量缺陷等数据的统计分析，形成质量控制评估报告，为工程质量考核与管理优化提供数据支持。

#### 4. 溯源追溯模块

溯源追溯模块依托区块链技术与数据记录功能，实现施工质量的全流程可追溯。对施工过程中的关键环节，包括材料进场检验、施工工艺执行、质量检测结果等，进行详细的数据记录，形成不可篡改的质量档案。每个施工环节的数据均与时间、人员、设备等信息相关联，确保质量问题发生时，能够快速追溯到问题产生的具体环节与责任主体。通过溯源数据的分析，总结质量问题产生的规律，为后续施工质量控制策略的优化提供参考，形成“发现问题-追溯原因-优化改进”的良性循环。

## 三、智能化方法在施工质量控制中的实践应用

### (一) 施工材料质量智能化控制

施工材料质量是工程施工质量的基础，智能化方法通过全流程管控确保材料质量符合要求。在材料采购环节，利用大数据技术对供应商的历史供货质量、信誉评价等数据进行分析，筛选优质供应商，从源头保障材料质量。材料进场时，通过智能检测设备对材料的物理性能、化学成分等关键指标进行快速检测，检测数据实时上传至质量控制平台，与标准数据进行自动比对，合格材料方可入场使用。材料存储期间，传感器实时监测存储环境参数，当环境参数超出设定阈值时，系统自动发出预警信号，提醒管理人员及时采取调整措施。材料使用过程中，通过物联网设备追踪材料的使用去向与用量，确保材料按照施工方案规范使用，避免浪费与违规使用情况的发生。

### (二) 施工工艺智能化管控

施工工艺的规范执行是保障施工质量的关键，智能

化方法通过实时监测与智能调控实现施工工艺的精准控制。在混凝土浇筑施工中，传感器实时采集浇筑温度、坍落度、振捣时间等关键工艺参数，人工智能算法对参数数据进行实时分析，当参数偏离标准范围时，系统自动向施工设备发出调整指令，确保浇筑工艺符合要求。在堤防碾压施工中，通过全球定位系统与传感器结合，实时监测碾压设备的行驶轨迹、碾压速度、碾压遍数等数据，确保碾压作业均匀覆盖、达到设计压实度标准。借助视频监控与图像识别技术，对焊接、钢筋绑扎等关键工序的施工操作进行实时监督，识别违规操作行为并及时预警，督促施工人员规范操作。

### （三）结构质量智能化监测与预警

结构质量智能化监测与预警能够及时发现工程结构存在的质量隐患，保障工程安全。在大坝施工过程中，光纤传感器与应变传感器实时监测坝体结构的应力、应变变化，大数据分析技术对监测数据进行趋势预测，当数据呈现异常变化趋势时，系统发出早期预警信号，为管理人员采取加固措施提供时间窗口。在桥梁施工中，无人机定期对桥梁结构进行航拍，通过图像识别技术分析桥梁表面裂缝、沉降等质量状况，结合历史监测数据评估结构安全状态。借助数值模拟技术，模拟不同施工阶段与运行工况下的结构受力情况，提前预判可能出现的质量风险，优化施工方案。

## 四、智能化方法应用的保障措施

### （一）技术标准体系建设

完善的技术标准体系是智能化方法规范应用的前提。相关部门应组织行业专家制定水利工程施工质量控制智能化技术标准，明确数据采集、传输、存储、分析等各环节的技术要求，统一数据接口与格式标准，确保不同设备、不同系统之间的兼容性与互联互通。制定智能化设备选型、安装、校准、维护的技术规范，保障设备运行的稳定性与数据采集的准确性。建立智能化质量控制效果评价标准，为智能化方法的应用效果提供科学的评估依据，促进智能化技术的规范应用与持续优化。

### （二）专业人才培养

专业人才是智能化方法有效应用的核心支撑。水利工程行业应加强复合型人才培养，构建涵盖水利工程专业知识、信息技术、数据分析等多领域的人才培养体系。高校应调整相关专业课程设置，增加物联网、人工智能、大数据等相关课程内容，培养具备智能化技术应用能力

的专业人才。企业应加强对现有从业人员的技能培训，定期组织智能化技术应用培训与交流互动，提升施工管理人员、技术人员的智能化操作水平与数据分析能力。建立人才激励机制，吸引信息技术领域的专业人才投身水利工程行业，优化人才队伍结构，为智能化方法的应用提供人才保障。

### （三）安全保障体系构建

安全保障体系能够确保智能化控制体系稳定运行。加强数据安全治理，采用加密技术对采集的质量数据进行保护，建立数据访问权限管理制度，防止数据泄露、篡改与滥用。构建网络安全防护体系，部署防火墙、入侵检测系统等网络安全设备，定期进行网络安全检测与漏洞修复，抵御网络攻击，保障数据传输与系统运行安全。建立智能化设备与系统的应急保障机制，制定设备故障、系统瘫痪等突发情况的应急预案，定期开展应急演练，确保突发情况下能够快速响应、及时处置，保障施工质量控制工作的连续性。

## 结语

水利工程施工质量控制的智能化转型是行业应对规模化、复杂化建设需求的必然选择。本文构建的智能化体系，通过整合核心技术形成全链条管控能力，突破了传统模式的诸多局限。实践表明，该体系在提质增效、风险防控等方面成效显著。未来，需持续完善技术标准，强化人才培养与安全保障，推动智能化技术与施工管理深度融合。随着技术的迭代升级，智能化控制将在水利工程中实现更广泛应用，为行业绿色化、高质量发展注入持久动力。

## 参考文献

- [1]胡国庆.水利工程施工质量控制问题及应对措施分析[J].工程建设与设计, 2025(2): 237-239.
- [2]王明时.水利工程施工中的质量控制与安全管理研究[J].水上安全, 2025(3): 83-85.
- [3]梁健康.水利工程施工监理质量和进度控制对策[J].工程建设与设计, 2025(15): 270-272.
- [4]郑文燕.基于智能化监测的水利工程质量检测与评估方法研究[J].水上安全, 2025(16): 55-57.
- [5]廖丽霞.人工智能驱动的水利工程质量检测监督体系构建研究[J].治淮, 2025(7): 96-98.