

智慧监理在大型水利枢纽工程中的应用实践

胡荣兵

淮北兴业建设工程项目管理有限公司, 安徽 淮北 235000

[摘要] 本文聚焦于智慧监理在大型水利枢纽工程中的应用实践。首先阐述了智慧监理的概念与内涵, 分析了大型水利枢纽工程监理面临的挑战。接着从多个方面详细探讨了智慧监理在工程中的具体应用, 包括质量、安全、进度、投资控制以及信息管理等。最后对智慧监理的应用效果进行总结, 并对其未来发展趋势进行展望, 旨在为大型水利枢纽工程监理工作提供有益的参考和借鉴, 推动工程监理行业的智能化发展。

[关键词] 智慧监理; 大型水利枢纽工程; 应用实践; 工程监理

DOI: 10.33142/sca.v9i4.19564

中图分类号: TU7

文献标识码: A

Application Practice of Intelligent Supervision in Large scale Water Conservancy Hub Projects

HU Rongbing

Huaibei Xingye Construction Project Management Co., Ltd., Huaibei, Anhui, 235000, China

Abstract: This article focuses on the application practice of smart supervision in large-scale water conservancy hub projects. Firstly, the concept and connotation of intelligent supervision were elaborated, and the challenges faced by the supervision of large-scale water conservancy hub projects were analyzed. Subsequently, the specific applications of smart supervision in engineering were discussed in detail from multiple aspects, including quality, safety, schedule, investment control, and information management. Finally, the application effect of smart supervision is summarized, and its future development trend is forecasted, aiming to provide useful reference and inspiration for the supervision work of large-scale water conservancy hub projects, and promote the intelligent development of the engineering supervision industry.

Keywords: smart supervision; large scale water conservancy hub projects; application practice; construction supervision

引言

大型水利枢纽工程规模大、技术复杂、周期长, 其建设质量关乎国计民生。传统监理模式依赖人工经验, 存在信息滞后、覆盖不全、效率低等问题, 难以应对复杂管理需求。随着物联网、大数据、云计算和人工智能等技术的发展, 智慧监理应运而生。该模式深度融合信息技术与监理业务, 通过实时感知、数据分析和智能决策, 实现对工程质量、安全、进度和投资的全过程精准、高效、动态管控, 在大型水利枢纽工程中具有重要应用价值。

1 智慧监理的概念与内涵

智慧监理是将物联网、大数据、云计算和人工智能等信息技术深度融合于工程监理业务, 构建智能化、数字化、网络化的监理平台, 实现对工程建设全过程的精准、高效管控。其核心内涵包括五个方面: 一是信息感知全面化, 通过在施工现场部署传感器、摄像头等设备, 实时采集质量、安全、进度、投资等多维数据, 实现全方位状态感知;

二是数据传输网络化, 依托有线或无线通信技术, 确保现场数据快速、完整、准确地上传至监理平台; 三是数据分析智能化, 利用大数据与 AI 技术对海量数据进行深度挖掘, 识别潜在风险与异常; 四是管理决策科学化, 结合业务规则与专家经验, 为监理人员提供精准、可靠的决策支持; 五是过程管控动态化, 通过实时监测与智能预警, 及时发现偏差并动态调整, 实现闭环管理。智慧监理显著提升了监理工作的科学性、前瞻性和响应效率。

2 大型水利枢纽工程监理面临的挑战

2.1 工程质量管控难度大

大型水利枢纽工程结构复杂, 涉及众多专业和工序, 工程质量要求高。传统的监理方式主要依靠人工检查和抽样检测, 难以对工程质量进行全面、细致的监控, 容易出现质量隐患。例如, 混凝土浇筑质量、金属结构安装精度等关键环节, 仅靠人工检查很难发现细微的质量问题, 一旦出现问题, 将严重影响工程的安全和耐久性。

2.2 施工安全管理任务重

水利枢纽工程施工环境复杂,存在诸多安全隐患,如高处坠落、坍塌、触电、机械伤害等。施工现场人员众多,设备密集,安全管理难度大。传统的安全管理模式主要依靠安全人员的现场巡查和安全教育培训,难以实现对施工现场安全状况的实时监控和预警,无法及时发现和消除安全隐患,容易导致安全事故的发生。

2.3 工程进度协调复杂

大型水利枢纽工程建设周期长,涉及多个参建单位和众多施工工序,进度协调难度大。传统的进度管理方式主要依靠进度计划和报表,难以实时掌握工程实际进度情况,无法及时发现进度偏差并采取有效的调整措施。此外,各参建单位之间信息沟通不畅,容易出现协调不一致的问题,影响工程整体进度。

2.4 投资控制难度高

水利枢纽工程投资规模大,建设过程中受多种因素影响,投资控制难度高。传统的投资控制方式主要依靠预算和结算,难以对工程投资进行实时动态监控和分析。在工程建设过程中,设计变更、材料价格波动、工程量增减等因素都会对工程投资产生影响,如果不能及时发现和处理这些问题,容易导致投资超支。

2.5 信息管理效率低下

大型水利枢纽工程建设过程中产生大量的信息,包括工程图纸、施工记录、检测报告、监理通知等。传统的信息管理方式主要依靠纸质文件和电子文档,信息存储分散,检索困难,难以实现信息的共享和交流。此外,各参建单位之间信息传递不及时、不准确,容易导致信息孤岛和管理混乱。

3 智慧监理在大型水利枢纽工程中的具体应用

3.1 质量控制方面

利用物联网技术,材料质量监控在建材进场时即通过智能传感器与二维码标识,实时采集并上传材料的品种、规格、数量及质量证明等信息至监理平台。在存储与使用阶段,系统借助温湿度传感器持续监测环境参数,尤其对水泥等环境敏感材料,一旦参数超限即自动预警,确保材料性能稳定。施工过程方面,在关键部位和工序部署摄像头与传感器,实时获取图像、视频及质量数据;如混凝土浇筑时,通过搅拌车与浇筑点的传感器监控配合比、坍落度和温度等关键指标,保障施工质量。同时,视频系统全程记录施工过程,便于监理随时调阅与回放,及时发现隐患。此外,借助无损检测仪、全站仪等智能设备开展质量检测,数据自动上传至平台,经分析软件实时评估并生成

检测报告,助力监理人员迅速发现问题、督促整改,全面提升工程质量管控水平。

3.2 安全管理方面

人员安全管理通过为施工人员配备集成定位芯片、传感器和通信模块的智能安全帽,实时采集其位置、运动状态及生命体征等数据,并上传至监理平台,实现对人员分布与作业状态的动态掌握;一旦人员进入危险区域或出现异常,系统立即预警,提醒相关人员及时应对。设备安全管理则在塔吊、施工电梯等大型机械上加装传感器与监控装置,实时监测运行状态、载荷及安全装置有效性,参数超限时自动报警并停机,有效预防设备事故;同时依托设备管理系统,跟踪维护保养记录,确保设备始终处于良好工况。环境安全管理方面,在现场布设环境传感器,持续监测空气质量、噪声、粉尘等指标,一旦超标即触发预警,督促施工单位迅速采取治理措施,切实保障作业人员健康与施工现场环境安全。

3.3 进度控制方面

借助项目管理软件,结合工程实际与资源条件,科学编制进度计划,并通过智慧监理平台实现可视化展示,使各参建方清晰掌握整体进度安排;同时运用智能算法对计划进行优化,综合考虑各类不确定因素,提升其合理性与可执行性。在实际进度跟踪方面,通过施工现场布设的监测点、传感器及移动终端,实时采集施工进展数据并上传至平台,系统自动比对实际与计划进度,生成偏差分析报告,便于监理人员及时识别问题、分析成因并采取纠偏措施,确保工期可控。此外,智慧监理平台还构建了高效协同机制,支持各方实时共享进度信息、协调冲突、讨论调整计划,实现进度的动态协同管理;平台还能自动生成进度会议纪要与进度报告,显著提升沟通效率与管理透明度。

3.4 投资控制方面

借助三维激光扫描与 BIM(建筑信息模型)技术,可对工程实体进行高精度快速测量与建模,自动生成工程量数据,并与施工单位申报的工程量进行智能比对审核,显著提升计算准确性与审核效率,有效防范虚报或错算问题。在工程变更管理方面,智慧监理平台设有专门模块,实现从变更申请、审核、评估到批准与实施的全流程闭环管理;施工单位在线提交变更请求后,监理单位与建设单位可协同评估其对投资、进度及质量的影响,审批通过后系统自动同步更新投资与进度计划,确保变更受控。同时,平台实时采集工程款支付、材料价格、设备租赁等投资数据,构建动态监控模型,对成本进行实时分析与趋势预测,

一旦发现偏差即自动预警，助力监理人员及时干预调控，保障项目投资不超预算。

3.5 信息管理方面

智慧监理平台整合工程图纸、施工记录、检测报告、监理通知等全过程信息，构建统一数据库，授权各参建单位按需访问，实现高效共享与协同，有效打破信息孤岛。通过电子文档管理系统，对各类工程文件进行自动分类、编号、索引及版本控制，并嵌入审批流程，保障文档的准确性与规范性；项目竣工时可一键生成完整电子档案，为后期运维提供支撑。同时，配套移动监理 APP 支持监理人员通过手机或平板随时查看信息、处理业务、下达指令，结合远程视频监控系統，使建设与监理单位在办公室即可实时掌握现场动态，显著提升管理效率与决策科学性。

4 智慧监理的应用效果

4.1 提高监理工作效率

智慧监理作为现代工程建设管理的重要创新手段，其应用效果显著体现在多个维度。首先，在提高监理工作效率方面，智慧监理依托物联网、大数据和云计算等信息化技术，实现了工程信息的自动化采集、高效传输与智能处理，大幅减少了传统人工记录、纸质文档流转及重复性劳动。例如，利用无人机巡检、智能传感器和 AI 图像识别技术，可快速完成工程质量检测与工程量核算，不仅提升了数据的准确性，也极大缩短了作业周期，使监理人员能够将更多精力投入到关键决策和风险管控中。

4.2 提升工程质量水平

智慧监理有效提升了工程质量水平。通过布设各类传感设备和视频监控系统，实现对施工全过程的实时监测与动态分析，一旦发现材料不合格、工艺偏差或结构隐患，系统可自动预警并推送整改建议，从而在问题萌芽阶段即予以干预，防止质量事故扩大。同时，全过程留痕与数据可追溯机制，也为质量责任界定提供了可靠依据。

4.3 增强施工安全保障

在施工安全保障方面，智慧监理构建了覆盖人员、机械与环境的立体化安全监管体系。如通过佩戴具备定位与生命体征监测功能的智能安全帽，结合 AI 视频分析，可实时识别未戴安全帽、违规操作或危险区域闯入等行为，并即时发出警报。设备运行状态也被纳入监控范围，预防因机械故障引发的安全事件，切实保障一线作业人员的生命安全。

4.4 优化工程进度管理

智慧监理显著优化了工程进度管理。借助 BIM 模型与进度计划的集成，系统可自动比对实际施工进度与计划

节点，精准识别滞后工序并辅助制定纠偏方案。各参建方通过统一的协同平台共享信息、在线审批与任务派发，极大提升了沟通效率，减少了因信息不对称或协调不畅造成的工期延误。

4.5 有效控制工程投资

在投资控制方面，智慧监理通过自动化的工程量计量、严格的变更审批流程和动态的投资监控机制，有效遏制了虚报工程量、随意变更设计等常见问题，确保资金使用合理、透明，从而提升项目的整体经济效益与投资回报率。综上所述，智慧监理正全面推动工程建设向更高效、更安全、更高质量和更可控的方向发展。

5 智慧监理的未来发展趋势

5.1 与新兴技术深度融合

随着 5G、区块链、数字孪生等新兴技术的不断发展，智慧监理将与这些技术深度融合，进一步提升监理的智能化水平。例如，5G 技术的高速稳定传输将为实时监控和远程协作提供更强大的支持；区块链技术的不可篡改和可追溯性将保障工程建设信息的安全和可信；数字孪生技术将对工程建设全过程的虚拟仿真和动态模拟，为监理决策提供更准确的依据。

5.2 智能化决策水平不断提高

利用人工智能和机器学习技术，智慧监理平台将能够对海量的工程建设数据进行深度挖掘和分析，自动发现潜在的问题和规律，为监理人员提供更加智能化的决策建议。例如，通过对历史工程数据的学习和分析，预测工程质量和安全风险，提前采取预防措施。

5.3 行业标准化和规范化建设加强

为了促进智慧监理的健康发展，相关部门将加强行业标准化和规范化建设，制定统一的技术标准、数据接口和管理规范。这将有助于不同智慧监理平台之间的互联互通和数据共享，提高智慧监理的通用性和可操作性。

5.4 监理服务模式创新

智慧监理将推动监理服务模式的创新，从传统的现场监理向远程监理、全过程工程咨询等方向发展。监理企业将利用智慧监理平台，为建设单位提供更加全面、专业、高效的监理服务，拓展监理服务的领域和范围。

6 结论

智慧监理作为工程监理行业的新兴模式，在大型水利枢纽工程中具有广阔的应用前景。通过将信息技术与工程监理业务深度融合，智慧监理实现了对工程建设全过程的精准、高效、动态管理，有效解决了传统监理模式存在的问题，提高了工程质量、保障了施工安全、控制了工程进

度和投资,提升了监理工作的效率和水平。未来,随着新兴技术的不断发展和应用,智慧监理将不断完善和创新,为大型水利枢纽工程建设提供更加优质、可靠的监理服务,推动工程监理行业向智能化、数字化、网络化方向发展。同时,监理企业应积极拥抱智慧监理,加强技术研发和人才培养,提升自身的核心竞争力,以适应行业发展的需求。

[参考文献]

- [1]侯秀勇.2025 中国城建经济研讨会论文集[C].河南:河南省豫商经济文化交流协会,2025.
- [2]李延芳,夏明庆,高前进,等.智慧水利系统驱动下的工程监理全过程数字化发展研究[J].水上安全,2025(20):145-147.
- [3]杨磊.2025 中国建筑经济研讨会论文集(下册)[C].河南:河南省豫商经济文化交流协会,2025.
- [4]黄泽萍.市政工程监理现场规范化管理的困境与对策分析[J].城市建设理论研究(电子版),2025(22):68.

作者简介:胡荣兵(1976—),男,汉族,安徽肥东人,安徽理工大学本科毕业,研究方向为水利智能化。