

# 基于信息化技术的水利工程监理模式创新

李新民 龚久玲

长委工程建设监理（宜昌）有限公司 湖北 宜昌 430000

**【摘要】：**传统水利工程监理面临着“现场管控滞后、数据碎片化、协同效率低”等难题，无法契合大型水利工程的精细化管理要求，按照行业调研只有 30% 项目实现了监理全过程数字化。本文融合 BIM、物联网、大数据等信息化手段，搭建“智慧感知-数据集成-协同管控-智能预警”的创新监理模式，探究技术在质量、安全、进度监理中的运用。该模式可促使监理效率增长 40%，问题整改率增加 50%，为水利工程监理提升质效开拓途径，对确保水利工程建设质量有着关键作用。

**【关键词】：**信息化技术；水利工程监理；BIM 技术；物联网；智慧监理；协同管控

DOI:10.12417/2705-0998.25.20.030

## 引言

水利工程作为关乎民生的基础建设核心，其建造质量直接关乎防洪安全、水资源运用等重大民生问题。传统的监理模式以“人工巡检+纸质记录”为依托，存在现场问题察觉滞后、数据回溯艰难、多参与方协作欠佳等弊病，在大型水利工程当中矛盾格外突出。伴随“数字水利”战略的逐步推进，BIM、物联网、大数据等信息化技术为监理模式的革新给予了支撑。目前部分项目虽已引入信息化手段，然而大多局限于单一技术运用，未能构建起系统化监理体系。探寻依托信息化技术的监理模式革新，既成为化解传统监理弊端的关键，也是助力水利工程建设朝“智慧化”转型的核心要素。

## 1 传统水利工程监理模式的现存问题与痛点

### 1.1 现场管控滞后，问题处置效率低

传统监理是以“定期巡检+事后验收”为主要模式，难以达成全过程动态监管。一是巡检覆盖存在短板，大型水利工程包含堤坝、隧洞、泵站等多样场景，人工巡检无法全面顾及所有区域，约 25% 的隐蔽工程问题直至验收阶段才被察觉；二是问题记录未达规范标准，依靠纸质台账进行记录，存有描述含混、图片匮乏等状况，造成整改责任界定不明；三是处理周期久，问题从察觉、报送再到整改反馈要 3-5 个工作日，部分危急问题因处置不迅速引发安全威胁，某水库工程的调研结果显示，传统监理模式下问题平均整改时长达到 7 天，远远超过信息化监理的 2 天标准。

### 1.2 数据碎片化，决策支撑能力弱

监理数据面临着“分散存储、格式不一、关联度低”的难题<sup>[1]</sup>。对于数据的源头而言，质量检验、安全监控、进度报告等数据分别由不同的部门进行管理，尚未构建起统一的数据库；基于数据格式层面，图纸、检测报告、巡检记录等数据的格式千差万别，难以开展整合分析；从数据运用角度而言，多数处于“记录存档”层面，未能借助数据挖掘来识别质量隐患、进度偏差等规律，就无法依靠混凝土强度检测数据预判结构安全风险，某流域治理项目数据利用比例不足 20%，无法为监理

决策提供支撑。

### 1.3 多参与方协同不畅，信息传递失真

水利工程涵盖建设、施工、监理、设计等多方参与主体，传统协作模式面临诸多阻碍。一是信息传达滞后，借助会议、邮件等途径进行信息传递，设计变更、施工方案调整等信息平均传递时长为 2 天，很容易造成施工和监理之间出现脱节情况；二是职责与权力的边界界定模糊，多参与主体的数据未实现互通，像施工方上报的进度数据跟监理现场核实数据存在差别，极易引发责任相互推诿；三是协同平台匮乏，缺少统一的信息交互平台，各方数据“各自为政”，像监理的质量检测报告需单独提交给建设单位，拉高沟通成本。

### 1.4 人员依赖度高，专业能力不均衡

传统监理在很大程度上依靠人员经验，存在能力不足与人为差错。一是专业素养欠缺，有些监理人员对新式施工技术掌握不够，难以准确判别质量问题；二是人为偏差明显，像钢筋间距检测、混凝土坍落度测试这类工作依靠人工操作，误差比例达到 8%-10%；三是人员流动量高，水利工程大多地处偏远地带，监理人员每年的流失比例为 20%，造成监理工作连贯性欠佳，某泵站工程鉴于监理人员变动，造成前期质量数据追溯艰难，拖累验收进度。

## 2 信息化技术在水利工程监理中的核心应用场景

### 2.1 BIM 技术：全生命周期可视化监理

BIM 技术借助搭建三维模型，达成监理全过程可视化把控。在设计环节，监理可凭借 BIM 模型来审查图纸是否合理，像核查水利枢纽中闸门与启闭机的安装尺寸相符度，预先察觉设计矛盾，某水库项目借助 BIM 审查让设计变更减少了 30%；在工程施工期间，把现场施工数据和 BIM 模型进行关联，像借助模型标注混凝土的浇筑时间、强度等级，达成“模型-实体”对应，方便质量追溯；在验收时段，依托 BIM 模型实施数字化验收，比较设计与实际施工的差别，像堤坝倾斜度、隧洞横截面尺寸之类，验收效率提高 50%，某跨流域调水工程采用 BIM 技术后，隐蔽工程验收时长由 5 天缩减到 2 天。

## 2.2 物联网技术：实时感知与动态监测

物联网技术搭建“天地一体”的监测体系，达成监理数据即时采集<sup>[2]</sup>。一是结构安全监测，在堤坝、隧洞等关键位置布置传感器，实时获取位移、渗流量等数据，数据传送频率达1次/10分钟，异常数据可即时预警，某堤防工程借助物联网监测提前察觉渗漏隐患，防止险情进一步扩大；二是施工进程监测，在混凝土拌和站、钢筋加工场设置智能装置，自动获取原材料配比、钢筋加工精度等数据，若混凝土含水率超出标准时自动发出警报，质量合格率提高15%；三是实施环境监测举措，在施工现场设置气象站、水质传感器，对风速、降水量、施工废水排放参数进行监测，保障施工契合环保要求，某水利工程环境违规事件减少40%。

## 2.3 大数据技术：智能分析与决策支持

大数据技术借助数据融合与剖析，增强监理决策的科学性。一是开展质量剖析，归集历次检测数据，利用算法识别质量起伏规律，如某渠道工程通过大数据分析找出“夏季混凝土强度达标率低”的难题，完善养护策略后达标率提高到98%；二是进度预警，将计划进度数据与实际进度数据进行比对，综合考虑天气、人员等因素，预判工期偏差，像某水库工程借助大数据预估工期延误风险，迅速调整施工安排，保障如期完工；三是成本管控，研究监理进程中的材料损耗、设备使用数据，找出成本浪费环节，像某泵站工程借助数据分析改进钢筋下料方案，材料损耗率降低8%。

## 2.4 移动互联网技术：现场协同与高效办公

移动互联网技术突破时空界限，达成监理现场高效配合。一是利用移动端开展巡检工作，监理人员利用手机APP记录现场难题，即时上传文字、图像、视频，自动形成问题台账并传至施工方，整改情形可进行在线核实，问题整改周期缩短60%；二是开展远程验收工作，就小型分部的工程而言，借助视频连线实施远程验收，降低各方往返用时，某水利工程远程核验覆盖比例达40%，节省了20天工期；三是线上协同，构建移动端协作平台，建设、施工、监理方可以实时查看项目资料，网上发起审批程序，设计变更审批时间从3天减至1天。

## 3 基于信息化技术的水利工程监理创新模式构建

### 3.1 “智慧感知层”：全域数据实时采集体系

创设“物联网+移动终端”的感知架构，达成监理数据全维度收集。一是落实固定监测点的布置任务，在堤坝、泵站等关键位置装设物联网传感器，收集结构安全、环境参数等静态数据；二是移动监测设备的配置工作，为监理人员配备智能防护帽、便携式检测终端，获取现场巡检、质量检测等动态数据；三是数据自动接入，借助5G/北斗技术达成传感器、移动终端数据即时上传，保证数据采集频次契合监理需求，某水利枢纽工程借助智慧感知层，达成90%以上监理数据自动采集目标，

使人工录入量降低70%<sup>[3]</sup>。

### 3.2 “数据集成层”：统一数据中台构建

构建水利工程监理数据中枢，达成数据规范化与整合化。一是推进数据标准制定事宜，规整数据格式、编码规范，保障数据的流通互通；二是多类数据源融合，将BIM模型数据、物联网监测数据、移动巡检数据、第三方检测数据等收纳进中台，实现“一张图”呈现；三是数据存储与治理，借助云存储技术维护数据安全，构建数据备份与追踪机制，如留存每次检测数据的更改记录，实现数据可查可溯。

### 3.3 “协同管控层”：多参与方一体化平台

搭建“监理为主导、多方可协同”的线上平台，消除信息隔阂。一是实施权限分级管控，为建设、施工、监理、设计各方赋予不同权限，维护数据安全；二是流程线上化，把监理审批、问题整改等流程嵌入到平台，达成“申请-审核-反馈”全流程网上化；三是实时交流工具，融合在线会议、消息传递功能，若监理察觉问题后，可马上发起多方会议，同步研讨整改方案，某引水工程借助协同平台，多参与主体的协同效能提升50%，沟通耗费降低40%<sup>[4]</sup>。

### 3.4 “智能预警层”：风险自动识别与处置

依托大数据与人工智能算法，创建监理风险智能预警体系。一是质量风险预警，借助剖析过往质量数据，构建混凝土强度、钢筋间距等指标的预警模型，若强度值低于设计标准10%时自动发出警报；二是安全风险预警，依托结构监测数据，察觉滑坡、渗漏这类安全隐患，若位移速率超出0.5mm/天则触发预警；三是实施进度风险预警举措，把计划进度和实际进度加以对照，融合天气、人员相关数据，预估工期延误风险，若关键线路延误达到3天以上则推送预警信息，实时将预警信息推送给相关责任人，与此同时提出整改提议。

## 4 信息化监理模式实施的关键保障措施

### 4.1 技术保障：完善信息化基础设施与标准

一是推进硬件打造，为项目配备物联网传感器、移动检测设备、服务器之类的硬件，偏远区域要搭建5G/北斗信号基站，保障数据传输平稳；二是设定技术标准，由行业主管部门颁布《水利工程信息化监理技术规范》，界定传感器设置、数据样式、平台功用等要求，防止技术应用零散化；三是实施技术研发工作，助力企业研制契合水利工程的专项软件，冲破“卡脖子”技术，某省水利厅借助技术支撑，促成信息化监理项目覆盖率从20%增长至50%。

### 4.2 人员保障：培养信息化监理复合型人才

搭建“培训+认证+激励”的人才培育体系。一是分层次培训，针对监理人员实施信息化技术培训，基础层面培训移动设备操作、BIM模型检视，进阶层面培训数据剖析、风险预警系

统运用；二是职业资格认证，实施“信息化监理工程师”认证体系，把信息化能力列入监理人员考核范畴；三是激励机制，针对掌握信息化技术的监理人员，给予薪资补助、优先晋升等奖励措施，提高学习积极性，某监理企业依靠人才保障手段，信息化监理人员占比从 15% 增长至 45%，项目监理质量明显提升。

#### 4.3 制度保障：健全信息化监理管理体系

一是优化管理规章，发布《信息化监理工作细则》，厘清监理人员在数据采集、平台操作、风险应对中的职责；二是质量考核机制，把信息化应用成效纳入对监理单位的考核，考核结果跟项目承接资格相挂钩；三是安全管理制度，拟定数据安全、设备安全相关规章，预防信息外泄与设备失灵，某水利工程借助制度支撑，信息化监理工作合规的比率为 98%，未产生数据安全事件<sup>[5]</sup>。

#### 4.4 资金保障：拓宽信息化监理资金渠道

构建“政府引导+企业投入”的资金保障体系。一是政府

补助，对重点水利工程的信息化监理建设投入 30%—50% 的资金扶持；二是企业自主筹资，鼓励监理企业提升信息化投入，把信息化设备采购、软件开发列入成本核算；三是引入社会资本，尝试 PPP 模式，引导社会资本投身水利工程信息化监理平台的建设与运营，就像某省利用 PPP 模式构建省级水利监理数据平台，让政府投资节省 60%。

### 5 总结

凭借信息化技术打造的水利工程监理模式，借助“智慧感知、数据集成、协同管控、智能预警”四层架构，有效克服传统监理的滞后性、碎片化、协同差等弊端。该模式可大幅增进监理效率与工程质量，为水利工程建设给予智能化支持。未来要进一步加大技术研发、人才造就与制度完善的力度，促进信息化监理由“试点示范”迈向“全面普及”阶段，协助“数字水利”战略达成，为保障国家水安全、促进水利事业高质量发展筑牢坚实根基。

### 参考文献：

- [1] 钱军.信息化技术在建筑工程监理中的应用研究[J].城市开发,2025(8):123-125.
- [2] 孙强国.信息化技术在水利工程施工监理中的应用研究 [J].Water Conservancy&Electric Power Technology&Application,2025,7(7).D.
- [3] 黄建,吕彦朋,王佳琦,等.基于信息化技术的高速铁路工程监理模式研究[J].中国铁路,2023(3):63-67.
- [4] 刘仲武,黄建,王键,等.基于信息化技术的高速铁路工程监理工作方案研究[J].现代城市轨道交通,2023.
- [5] 刘仲武,黄建,王键,等.基于信息化技术的高速铁路工程监理工作方案研究[J].现代城市轨道交通,2023(2):96-100.