

水利工程项目管理中信息化协同平台优化研究

黄乐清

修水县水土保持中心, 江西 九江 332400

[摘要]水利工程项目管理信息化协同平台发挥的作用十分显著, 不过系统存在数据孤岛与协同效率低以及响应延迟等问题, 针对上述这些不足之处, 从多源数据融合与架构重构以及流程优化等方面提出改进方案。结果显示, 优化之后平台的数据共享效率得到提升, 协同响应时间有所缩短, 管理精细化程度得以增强, 能为水利工程信息化管理提供参考。

[关键词]水利工程; 项目管理; 信息化协同平台; 优化设计; 性能评估

DOI: 10.64635/ja.2026.1357

中图分类号: TV512

文献标识码: A

Research on the Optimization of Information-Based Collaborative Platforms in Water Conservancy Project Management

Huang Leqing

Xiushui County Soil and Water Conservation Center, Jiujiang, Jiangxi 332400, China

Abstract: Information-based collaborative platforms play a significant role in water conservancy project management. However, such systems still face problems including data silos, low collaborative efficiency, and delayed response. In view of these deficiencies, this paper proposes improvement measures from the perspectives of multi-source data integration, architectural reconstruction, and process optimization. The results show that, after optimization, the platform's data sharing efficiency is improved, collaborative response time is shortened, and the level of refined management is enhanced. The study can provide reference for the information-based management of water conservancy projects.

Keywords: water conservancy project; project management; information-based collaborative platform; optimization design; performance evaluation

引言

水利工程建设有着规模庞大且技术复杂特点, 参建单位众多, 让传统项目管理模式难以满足多方协同与数据实时共享需求, 信息化协同平台虽已被广泛应用, 可数据孤岛、响应延迟与模块耦合度高以及业务流程僵化等问题制约管理效能, 影响工程进度与质量管控及时性。围绕平台架构优化、数据融合机制以及业务流程再造等关键技术改进开展研究, 对提升水利工程全生命周期管控水平与协同效率有重要实践意义, 还为行业数字化转型提供方向。

1 信息化协同平台架构与优化需求分析

水利工程建设规模大且技术很复杂, 参建的单位数量众多, 管理过程受多种因素影响, 传统管理模式难以满足多方协同与数据共享需求。根据覆盖项目全生命周期的设想来分析, 水利工程建设项目管理要系统考虑项目全过程, 保障各项业务能够有序连接, 并且确保项目建设管理过程具备可视性和可控性^[1]。现有信息化协同平台在数据

互通与模块协同以及响应效率方面存在不足, 数据标准不统一致使信息流转受阻, 亟需从架构层面进行优化重构以提升跨部门协同与管控精细化水平。

2 信息化协同平台优化关键技术

2.1 多源异构数据融合与标准化处理

水利工程数据是从设计与施工以及监测等多个业务系统获取而来, 这些数据在格式与编码规则方面存在着差异, 若直接进行集成很容易造成信息冲突情况出现, 需要构建一套统一的数据标准体系, 针对多源异构的数据开展清洗与转换以及融合等操作。借助元数据映射的方式达成数据源之间语义的对齐以及格式的统一, 以此保证数据在传输与存储过程中的一致性。数据标准化要运用归一化方法, 把各个指标转换到同一量纲区间里, 从而消除量纲差异给后续分析带来的影响, 在融合过程中设定权重系数用以反映不同数据源的可信度大小, 再综合地计算出融合值, 具体公式如下:

$$x_{ij}^* = (x_{ij} - \min x_j) / (\max x_j - \min x_j) \quad (1)$$

式中： x_{ij}^* 为第*i*个样本第*j*项指标的标准化值； x_{ij} 为原始监测数据值； $\min x_j$ 和 $\max x_j$ 分别为第*j*项指标的最小值与最大值，经过处理之后多源数据具备统一量纲，这为平台协同分析奠定了数据基础。

2.2 基于 BIM+GIS 的协同管理模块重构

BIM 技术作为面向建设项目全生命周期的信息管理和集成手段，能够解决异构工程数据之间的交互与关联以及全局共享性问题，针对水利工程枢纽可实现构件级的精细化表达^[2]，GIS 技术通过采集大区域空间地理数据开展分析、运算与显示以及管理工作，近年来已广泛应用到包括水利工程在内的各行各业。把 BIM 模型和 GIS 场景进行深度的耦合操作，以此建立进度、质量与安全以及投资等要素跟 BIM 模型的双向链接关系，再将其集成到 GIS 三维地理空间场景之中，从而形成宏观与微观信息共同存在的融合模型，这一重构达成了多维度业务信息要素与 BIM 模型的关联耦合以及和 GIS 三维地理空间场景的交互，能够支持构件级属性查询与空间定位功能。通过可视化展示平台，参与工程建设的各方可以实时查看工程进度与质量状态，进而实现数据驱动的协同决策，这种架构在一定程度上解决了水利工程建设阶段管理粗放与信息集成以及协同困难等问题，如图 1 所示。

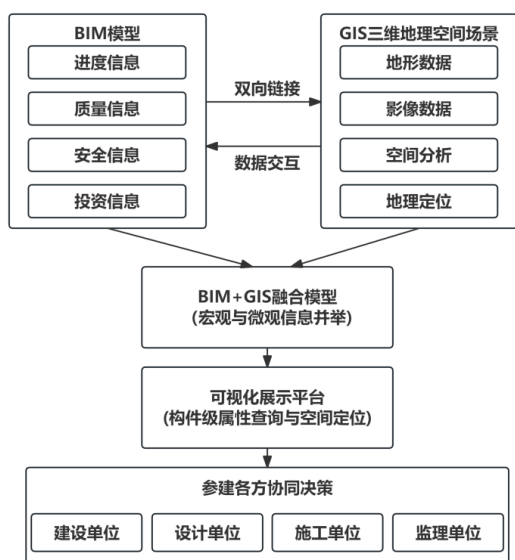


图 1 基于 BIM+GIS 的协同管理模块架构示意图

2.3 业务流程动态调度与权限优化

水利工程项目管理涵盖进度、质量、安全、投资等多个业务条线，传统固定流程没办法适应动态变化的管理需求，需要建立基于角色与业务状态的动态调度机制，依据

工程进展自动调整流程节点与审批路径，以此减少人工干预所造成的时滞。权限配置采用分级授权模式，按照岗位职责划分数据访问与操作权限，从而确保信息安全与业务高效并行，优先级设定要综合考虑紧急程度与资源约束条件，公式如下：

$$P_k = \alpha \times E_k + \beta \times R_k + \gamma \times T_k \quad (2)$$

式中： P_k 为优先级得分； E_k 为紧急程度系数； R_k 为资源占用率，%； T_k 为剩余工期，d； α 、 β 、 γ 为权重系数，且 $\alpha + \beta + \gamma = 1$ 。权重系数按照工程管理实际经验和专家打分法综合来确定，该公式适用于多任务并行场景之下的调度排序工作，经过动态调度优化之后，业务流程响应速度与管理柔性显著提升。

2.4 平台架构轻量化与接口集成优化

基于组件化思维构建的管控一体化平台，能对业务需求变化展现出灵活的适应能力，面对新应用具备良好的扩展性，在信息和应用资源方面可实现高度共享，这充分显示出应用支撑平台强大的生命力^[3]。现有平台架构存在模块耦合度高以及接口响应慢等方面的问题，需要通过微服务拆分的方式来降低系统耦合度，要将进度管理与质量管控以及安全监测等核心业务封装成独立的服务单元，各个服务之间借助轻量级 HTTP 协议进行通信，以此实现服务解耦与独立部署。接口集成用标准化 RESTful 协议来做，统一 JSON 数据交换格式和 OAuth 认证机制，以此实现跨系统数据无缝流转与身份鉴权，通过引入 Redis 缓存机制和消息队列异步通信技术，减少高频接口调用出现的阻塞情况，降低数据库面临的访问压力，提升系统并发处理能力，轻量化架构优化之后，平台部署的灵活性得以增强，资源占用情况有所降低，系统扩展与维护成本能够得到控制，为后续功能迭代和多系统集成提供便利条件，如图 2 所示。

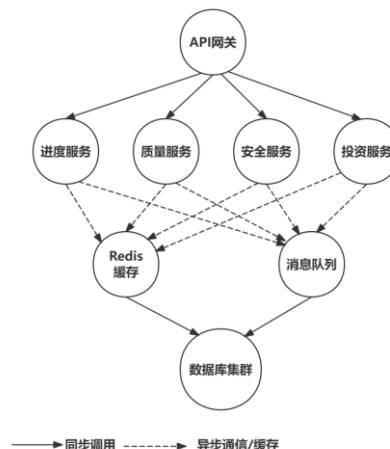


图 2 接口调用链路拓扑图

3 平台优化实验验证与效果评估

3.1 实验环境搭建与测试方案设计

实验环境采用分布式服务器集群部署，配置了应用服务器与数据库服务器以及缓存节点各两台，单台设备的内存是 32GB，CPU 主频为 2.5GHz，网络带宽能够达到千兆的水平，操作系统选用的是主流的服务器版本。测试方案是围绕着平台的核心功能来开展的，设计了数据融合准确性与模块协同响应时效以及接口并发处理稳定性这三类测试场景，采用自动化测试工具来执行。在各个场景设置多组重复实验并记录关键指标，关键指标包含响应时间与吞吐量及错误率等，单次实验持续时间不少于 30min，测试数据源自某水利枢纽工程实际业务数据，该数据涵盖进度、质量与安全以及投资等多维度信息，数据量达到 10 万条以上，以此确保实验条件贴近真实工程环境，通过标准化测试流程与统一数据采集规范，为后续性能评估提供可靠依据^[4]。

3.2 协同效率与数据共享性能测试

协同效率测试模拟多部门并行审批的场景，对比优化前后跨部门任务流转耗时与数据同步延迟情况，测试覆盖设计、施工、监理这三类角色，数据共享性能测试重点验证多源异构数据经标准化处理后的融合准确率与传输稳定性，并且逐步增加并发访问量到 500 次/s 来检验系统承载能力。测试结果显示，平台跨部门数据同步成功率从 82%提升到了 96%，数据同步延迟降低大约 60%，多源数据融合准确率达到 94%，丢包率控制在 0.5%以下。在并发访问条件下，数据共享模块的吞吐量和稳定性都比优化前水平更优，统筹一体化设计与动态调度协同机制在平台协同管理中起到了重要作用，信息共享与业务协同效率得到了实质性改善^[5]。

3.3 平台响应速度与并发处理能力分析

响应速度测试靠压力测试工具模拟不同负载状况，记录接口平均响应时间和峰值响应时间，负载梯度设定成 50、100、200、500 并发用户这四档，并发处理能力测试逐步增加并发用户数量，监测系统吞吐量和资源占用率的变化趋向，覆盖正常负载与峰值负载这两种工况，同时对关键接口开展稳定性测试。测试结果表明，平台在峰值负载 500 用户场景下接口响应时间稳定在 80ms 以内，并发 200 用户时吞吐量能达到 280 次/s，系统 CPU 占用率保持在 75%以下且内存占用率不超过 60%。缓存机制与异步通信技术的引入有效缓解了数据库访问压力，接口调用阻塞现象大幅减少使平台整体运行稳定性得以增强。

3.4 优化前后平台性能与管控效果对比分析

综合对比一下优化前后的测试数据，能发现平台在响应速度、协同效率与并发处理以及数据共享这些方面都有改善，如表 1 所示，优化之后平均响应时间从 120ms 降到了 45ms，最大并发用户数从 200 个提升到了 800 个，数据共享效率从 65%提升到了 92%，协同审批时间从 15min 缩短到了 5min。在管控效果方面，优化后的平台跨部门信息流转变得更加顺畅，业务流程自动化程度提高，管理精细化水平增强，各环节数据可追溯性得到了改善，决策响应速度加快，工程进度偏差率降低，项目全周期管控能力得到了提升。实验结果说明，平台架构优化与关键技术改进对提升水利工程项目管理信息化水平是有实际价值的，还为同类工程信息化平台建设提供了参考。

表 1 优化前后平台核心性能指标对比

性能指标	优化前	优化后	提升幅度
平均响应时间/毫秒	120	45	62.5%
最大并发用户数/个	200	800	300%
数据共享效率	65%	92%	41.5%
协同审批时间/分钟	15	5	66.7%
接口吞吐量/(次每秒)	150	420	180%
接口错误率	8.5%	1.2%	85.9%

4 结语

水利工程项目管理信息化协同平台优化研究聚焦数据融合与架构重构以及流程再造来开展，实验验证显示，优化方案在提升协同效率，缩短响应时间以及增强管理精细化程度方面成效显著。研究成果为水利工程信息化建设提供了能够复用的技术路径，对推动行业数字化转型具备参考价值，后续可进一步探索智能化技术与物联网的深度融合，以拓展平台应用场景。

【参考文献】

[1]庄宝庆,谢锡刚,朱海,等.水利工程建设项目管理信息系统设计[J].现代信息科技,2021,5 (13):23-26+30.
[2]陈杰,朱学英,徐彤.基于 BIM+GIS 的水利工程智慧管理平台原型设计与应用研究[J].治淮,2021, (11):82-84.
[3]张伟,钱钰钢.某水利枢纽工程管控一体化信息平台项目设计方案分享[J].智能建筑,2021, (10):35-39.
[4]李建新,董辰,王凡,等.水利工程建设项目管理平台建设与研究[J].海河水利,2024, (8):112-115+124.
[5]束洋.水利工程建设中节制闸与船闸协同建设管理方法探析[J].黑龙江水利科技,2025,53 (11):169-172.

作者简介：黄乐清（1993.05—），男，汉族，江西省九江市，本科，助理工程师，研究方向：水利工程管理信息化。