

# 江苏省水利工程管理智能化初探

丰景春<sup>1,2</sup>, 张 可<sup>1,3</sup>, 虞旭升<sup>4</sup>, 肖忠明<sup>4</sup>, 殷 要<sup>1,2</sup>

(1. 河海大学商学院, 江苏 南京 211100; 2. 河海大学项目管理研究所, 江苏 南京 211100;  
3. 江苏省“世界水谷”与水生态文明协同创新中心, 江苏 南京 211100;  
4. 丹阳市九曲河枢纽管理处, 江苏 镇江 212000)

**摘要:** 从水利工程主管部门的视角, 对水利工程生命周期的各阶段进行智能化建设内容与关键技术的研究, 有利于进一步提升水利工程管理的智能化程度, 全面提高水利工程管理的科学决策、综合管理和应急响应能力, 以智能化推动水利工程从传统的经验管理模式转变为现代化管理模式。

**关键词:** 水利工程; 智能化; 管理; 全生命周期

**中图分类号:** TV698.2      **文献标识码:** B      **文章编号:** 1007-7839 (2017) 12-0024-04

## Preliminary study on intellectualization of water conservancy project management in Jiangsu Province

FENG Jingchun<sup>1,2</sup>, ZHANG Ke<sup>1,3</sup>, YU Xusheng<sup>4</sup>, XIAO Zhongming<sup>4</sup>, YIN Yao<sup>1,2</sup>

(1. Business School, Hohai University, Nanjing 211100, Jiangsu;  
2. Institute of Project Management, Hohai University, Nanjing 211100, Jiangsu;  
3. Jiangsu Provincial Collaborative Innovation Center of World Water Valley and Water Ecological Civilization, Nanjing 211100, Jiangsu;  
4. Jiu Qu River Administration Office of Danyang City, Zhenjiang 212000, Jiangsu)

**Abstract:** From the perspective of the department of water conservancy engineering, intelligent construction contents and key technologies in various stages of hydraulic engineering life cycle were studied. It's beneficial to further enhance the intelligent level and comprehensively improve the scientific decision-making, integrated management and emergency response capacity of hydraulic engineering management. The hydraulic engineering management mode was promoted from the traditional experience management mode to the modern management mode with intelligent.

**Key words:** hydraulic engineering; intelligent; management; whole life cycle

## 1 概述

由现代通信与信息技术、计算机网络技术、行业技术、智能控制技术汇集而成的“智能化”概念已渗透到各个领域, 江苏省作为水利大省, 率先提

出要着力推进智慧水利的建设。水利工程管理智能化是实现智慧水利的必要环节, 为解决水利工程管理突出问题提供技术支撑, 对水利工程管理智能化建设内容与关键技术的研究可有效提高水利工程管理的信息化水平, 大幅推进江苏省水利

收稿日期: 2017-10-11

基金项目: 江苏省水利科技计划项目(2016071); 贵州省水利科技经费项目(KT201601)

作者简介: 丰景春(1963-), 男, 教授, 博士生导师, 研究方向为项目管理。

现代化建设。

2 水利工程管理智能化建设体系

2.1 水利工程管理智能化内涵

水利工程智能化的内涵: 以现代通信与信息技术、计算机网络技术、行业技术、智能控制技术、互联网技术等为基础, 以水利工程管理应用业务需求为导向, 以信息采集、整合、管理、更新、共享和发布为手段, 以全面提升水利工程管理的综合分析、预警诊断、决策支持、三维展示等能力为目的, 从而为水行政主管部门以及水利工程参与

方在水利工程全生命周期内的高效管理提供辅助决策支持服务, 为公众、NGO、舆论等实现有效监督提供服务。

2.2 水利工程管理智能化建设内容

水利工程管理流程复杂、业务繁多, 其智能化建设必须以工程管理的实际需求为驱动。只有根据水利工程项目管理部门在不同阶段的决策需求设计出相应的智能化内容, 才能将先进的信息化、智能化等技术与工程管理实际相结合。为此, 本文从江苏省水利工程管理的 3 个主要部门出发, 系统性梳理不同阶段的管理事项, 并结合其需求设计出相应的建设内容。具体内容如表 1 所示。

表 1 江苏水利工程管理智能化建设内容分析

阶段	管理事项	管理部门	智能化建设内容	关键技术
水利工程前期	负责水工程建设规划同意书制度的实施	规计处	流域综合规划(总量、强度)和防洪规划的合规性检测	项目库技术
	负责省管河道管理范围内工程建设方案、位置、界限及有关活动的审批	工程管理处	辅助审查、位置与界限的自动检测	项目库技术、地理信息系统
	负责全省水利投资计划的综合平衡	规计处	投资计划的辅助编制	网络图和优化技术
	编制、审查大中型水利建设项目建议书、可行性研究报告	规计处	关键技术参数的辅助审查和优化建议	水文计算模型与优化模型
	负责水利统计工作	规计处	水利工程统计报表	项目库技术
水利工程建设期	负责省重点水利工程项目法人及招标投标活动的监督管理	基本建设处	项目法人辅助管理, 招投标过程智能化监督	项目法人学习、考试系统, 招标文件的辅助审查, 围标串标智能检测
	指导全省水利工程质量监督和建设监理工作, 承担水利行业安全生产监督管理工作, 指导厅属水利管理单位、生产经营类单位和重点建设项目的安全监管	基本建设处	工程质量、安全风险监测、评估、预警和应对, 工程参数控制	数据抓取、预测技术
	拟订全省水利建设工程定额	基本建设处	不同工程类型工程划分、定额测算和区间估计	聚类分析、多维分析技术
	负责省水利工程项目稽察和重点水利工程建设的验收	基本建设处	辅助督查系统	移动督查和督查数据分析
	指导水利建设市场的监督管理, 按规定负责水利工程质量检测单位资质管理	基本建设处	基于信用的市场主体动态管理	数据抓取和动态评价算法
	组织或参与重大水利安全生产事故和重大涉水违法事件的调查处理	基本建设处	辅助调查功能	案例库、规则库、安全事故分析诊断系统
	水利工程建设标准化管理	基本建设处	建设管理标准化	标准化技术
水利工程运营期	指导全省各类水利设施的管理与保护	工程管理处	分类标准、管理绩效监测、评估与预警	大数据抓取、聚类、预测技术
	指导水利工程的运行管理	工程管理处	水利工程优化调度	智能优化算法
	水利工程运行标准化管理	工程管理处	运行管理标准化	标准化技术

### 3 水利工程前期智能化

水利工程前期管理工作主要是项目的立项管理,具有周期长、投入大、涉及面广和不确定因素多等特点,传统的“人海战术”管理策略需要耗费大量的人力物力,且存在人员冗余,效率低下等问题,直接影响了水利工程管理的现代化进程<sup>[1]</sup>。项目库及知识库技术的应用和决策支持系统的实施可大幅度提高水利工程项目信息共享和协同办公能力,增强项目审批和投资管理工作的可控性,减少工作失误,保证投资的安全和效率。

#### 3.1 工程规划统计智能化

对水利工程项目统一编码,建立全生命周期项目库。按项目的不同阶段(前期、建设期、运行期)、不同类型(水闸、泵站、河道、堤防、水库、房屋建筑、道路桥梁、船闸、码头、输变电设施、农田水利等)、不同资金、不同归属地来源建立项目的标准库,确定全生命周期下项目数据字典。在项目前期阶段,从源头上做到标准统一、资源共享。在标准项目库的基础上,研究建立水利工程项目知识库。从技术、管理、规划、设计、建设、运行、移民、生态、防洪、发电、供水、航运等不同维度建立知识库,为项目前期工作做好基础性准备。

针对已建立的项目库和知识库,从政治、经济、生态环境、风险等多个维度进行流域综合规划和防洪规划的合规性检测,为水工程建设规划同意书的审查提供辅助决策。在进行水利工程的统计工作时,可直接从项目库中对相关数据抽取整合,生成统计报表,提高统计工作的效率和成果转化能力。

#### 3.2 工程投资立项智能化

利用建成的项目库,结合地理信息系统,对省管河道管理范围内工程位置、界限及有关活动进行自动监测,对建设方案实现辅助审查。运用网络图和优化技术,从经济效益、社会效益、投资预算、工期进度等维度对全省水利投资进行综合平衡,辅助编制全省水利投资计划。

建立水文计算与优化模型库,和项目库、知识库整合为决策支持系统,在编制、审查大中型水利建设项目建议书、可行性研究报告过程中,为关键技术参数的辅助审查提供决策支持和优化建议。

### 4 水利工程建设期管理智能化

项目前期的智能化管理能为水利工程创造条件,提供保障,优秀的水利工程还需要靠建设期的管理来实现。水利工程建设期的智能化管理是水利工程建设的關鍵,是安全运行的基础<sup>[2]</sup>。

#### 4.1 安全风险监管智能化

通过先进的传感和测量技术、数据实时采集传输技术、预测技术、控制技术的应用,在有关安全信息监测、管理、设备控制和调度环节实现高度智能化、自动化运行,自动预判、识别大多数故障和风险,实现对人的不安全行为、物的不安全状态、管理缺陷进行监控,达到水利建设的可靠、安全、高效的目标。

在水利工程建设过程中,采集施工信息,监测信息的风险程度,实时记录工程各项参数数据(如干密度、湿密度、含水量、压实度、混凝土浇筑强度、温度等),一旦超过设置预警标准,智能化系统立即响应程序,实现工程现场重要指标远程监控和实时预警。通过对水利工程施工安全风险监控预警分析,对安全风险预警管理提出合理可靠的措施和应对预案。实现安全风险监测、评估、预警和应对全过程的智能化运行。

#### 4.2 围串标诊断智能化

电子招投标形式在我国经过近十年的探索和实践逐渐成熟,为政府打击围标串标行为掌握违法证据提供了更多的可能,同时也增加了政府在新形势下的监督工作的难度。因此,对围串标诊断智能化的研究具有很强的实践意义。

首先,运用文献定量分析方法与专家调查相结合的方式提取出围标串标的关键特征。其次,对提取的特征划分为结构化数据包括报价数据、项目管理人员数据、投标文件制作人数据、文件编制机器数据、投标文件上传地址数据和投标保证金账户数据和非结构化数据即技术标文件数据。最后,通过运用聚类分析等数据挖掘技术对结构化数据通过进行智能化诊断,运用文本相似度计算技术对技术标进行诊断以辅助管理人员进行科学决策。

#### 4.3 建设目标管理智能化

动态跟踪水利工程进度、费用、质量等管理目标,通过直观可视化界面实时展示水利工程项目管理目标,对进度延期、费用支付异常、质量不

达标等情况进行远程监控、数据探查、多维数据分析、可视化、预警、智能化决策, 在线分析项目当前完成情况, 提供项目实施优选方案, 并预测项目完成时的各项指标。

#### 4.4 市场主体监管智能化

目前, 水利工程建设市场存在部分诚信缺失现象:

(1) 勘察设计单位在水利建设工程项目中不严格按基本建设程序运作;

(2) 施工企业之间围标和低价抢标或靠不正当手段中标;

(3) 建设监理单位借用其他企业或非本监理企业的执业资格人员资质进行越级承揽监理业务;

(4) 工程设备、材料等供货单位提供劣质设备和材料。

针对上述问题, 建立水利工程市场主体动态管理体系。首先利用爬虫数据抓取技术对水利建设市场主体信用进行信息采集, 继而建立市场主体信用评价指标体系对市场主体进行信用评级, 最后利用高效准确的动态评价算法对市场主体信用进行动态管理。

#### 4.5 项目法人管理智能化

在实行项目法人责任制的过程中存在项目法人组建不规范, 机构分层不清晰, 责任不明确等问题, 为此建立项目法人学习考试系统, 组织相关人员全面系统地学习和研究有关项目法人责任制的理论及有关政策法规并进行考试, 强化项目法人制度建设, 推进项目法人责任制的知识普及。

#### 4.6 建设应急管理智能化

生产安全事故的调查处理, 是安全生产监督管理工作的重要环节<sup>[3]</sup>。通过收集水利工程安全事故的历史数据, 建立水利工程安全事故的案例库和规则库, 运用聚类数据挖掘技术对所有的安全事故进行分类处理, 建立安全事故诊断系统。在有关部门对重大水利安全生产事故和重大涉水违法事件进行调查处理时, 将其在诊断系统中归类比对, 给出参考意见。

#### 4.7 项目稽查验收智能化

创建水利工程稽查数据模型和业务模型, 利用数据采集、传输、分析技术, 建立集工程信息采集、信息核查比对、信息综合分析于一体的移动督查系统, 使稽查人员能够及时、准确、全面地

了解项目情况, 提高项目稽查的工作效率。

#### 4.8 工程定额拟定智能化

采用聚类数据挖掘技术, 对水利工程全项目库进行聚类分析, 从工程类型、地理位置、规模、投资等多个维度进行工程定额的测算, 并用预测技术对工程定额进行区间估计, 为工程定额的拟定提供参考。

### 5 水利工程运行期管理智能化

水利工程运行管理的质量, 对于工程建设质量以及服务范围内人民群众的生命财产安全都有着十分重要的影响<sup>[4]</sup>。长期以来, 项目管理人员都把关注点集中在工程建设期的管理上面, 而忽略工程运行调度和安全监控等问题, 很大程度上制约了水利工程建设作用的发挥, 也对水利工程建设健康良性发展造成了很大的影响。因此, 对水利工程运行期管理智能化的研究有利于引导项目管理人员对运行期管理加以重视, 确保水利工程的安全运行, 充分发挥工程最高效益, 延长工程使用寿命。

#### 5.1 工程运行调度智能化

通过自动化监控系统达到运行调度智能化。自动化监控系统包括: 自动控制系统、中控室视频监控系統、在线检测仪表、中控室调度自动化系统。通过前端的监控系统获取实时信息, 汇集到中控室进行数据分析, 运用智能优化算法进行优化部署, 通过中控室调度自动化系统指挥前端实时调度。

#### 5.2 运行绩效监测智能化

以水利工程的运行调度为对象, 围绕水利工程绩效监测与反馈关键技术主题, 构建水利工程运行的关键绩效指标体系、绩效评估方法和绩效监测技术, 解决复杂运行条件下水利工程多目标绩效监测、预警和反馈问题, 为水利工程绩效管理提供智能决策支持。

首先, 通过现场考察和技术调研, 了解工程的资产折旧情况和工程日常运行人员的相关支出, 邀请专家对费用、效益指标进行分析确认。其次, 对关键绩效指标(KPI)进行识别确认, 建立绩效评估模型, 最后将模型在虚拟环境中进行测试调整和仿真检验, 建立绩效监测评估系统。

(下转第 30 页)

（上接第 27 页）

### 5.3 运行安全管理智能化

通过整合无线、手持终端技术、3S 技术（遥感技术、地理信息系统、全球定位系统）和数字仿真分析等技术，对水利工程运行过程中的数据进行全方位的实时采集和多维分析，然后应用三维可视化技术和二维图形及动态查询表格等技术，实现三维视景交互漫游与动态搜索，最后应用数字仪表盘、预报警平台等技术手段，通过定义各类安全指标，实现对项目运行的关键效应指标的综合评价与动态展现和监测结果与计算结果的综合比对，实时掌握水利工程的运行状态，对其进行快速反馈与实时控制。

## 6 结语

本文运用全生命周期理论，以水利工程管理的全过程为研究对象，统筹各生命周期的不同管

理内容并对相应的智能化技术进行了梳理，建立了水利工程管理全生命周期的智能化理论模型，构建了水利工程管理智能化的基本框架，对实现标准统一、互联互通、广泛共享、深度融合的智慧水利综合体系具有一定的参考意见。

### 参考文献：

- [1] 问泽杭，张立师．水利工程现代化管理机制的探讨[J]．江苏水利，2014（07）：8-9．
- [2] 张基尧．大中型水利工程建设管理的实践和体会[J]．中国工程科学，2011（08）：22-25．
- [3] 詹敏利，邵亮．浅议水利工程安全生产管理事故调查与分析[J]．人民长江，2009（21）：104-106．
- [4] 艾克拜尔·买买提．水利工程运行管理中的问题及其对策探析[J]．吉林水利，2015（02）：52-53．

（责任编辑：徐丽娜）