

智慧水务建设项目管理中的问题及优化措施研究

孔潇楠¹, 贺敏¹, 王维明^{1,*}

1. 金乡县金思泉水务有限公司, 山东 济宁, 272200

摘要: 随着物联网、大数据、云计算、GIS 和平台集成技术的不断发展, 智慧水务建设已成为提升城乡供水管理水平、保障供水安全和推动水务企业数字化转型的重要手段。本文以某智慧水务建设项目为对象, 结合项目设计方案、实施管理资料和系统联调记录, 识别智慧水务建设项目在组织协同、系统集成、数据共享、现场实施、安全治理和运维培训等方面的管理问题, 并提出针对性优化措施。结果表明, 优化后系统接口问题数量由 32 项减少至 14 项, 数据重复录入问题由 26 项减少至 9 项, 数据接入完整率由 82.16% 提高至 96.24%, 系统联调验收周期由 45 d 缩短至 28 d。研究结果可为同类智慧水务建设项目管理提供参考。

关键词: 智慧水务; 建设项目管理; 系统集成; 数据共享; 信息化建设; 优化措施

Research on Problems and Optimization Measures in Smart Water Construction Project Management

Xiaonan Kong¹, Min He¹, Weiming Wang^{1,*}

1. Jinxiang County Jinsiquan Water Co., Ltd., Jinning, Shandong, China, 272200

Abstract: With the rapid development of the Internet of Things, big data, cloud computing, GIS and platform integration technologies, smart water construction has become an important approach for improving urban and rural water-supply management, ensuring water-supply security, and promoting digital transformation of water utilities. Taking a smart water construction project as the research object, this paper identifies management problems in organization and coordination, system integration, data sharing, field implementation, cyber security, and operation and maintenance training based on the project design scheme, implementation records, and joint commissioning documents, and then proposes targeted optimization measures. The results show that the number of system interface problems decreased from 32 to 14, repeated data-entry problems decreased from 26 to 9, the data access integrity rate increased from 82.16% to 96.24%, and the joint commissioning and acceptance period was shortened from 45 d to 28 d after optimization. The study can provide reference for similar smart water construction projects.

Keywords: Smart water; Construction project management; System integration; Data sharing; Information construction; Optimization measures

随着城市化进程不断加快和城乡供水一体化建设持续推进, 城乡供水系统的安全保障和精细化管理需求不断提高^[1]。传统水务管理主要依靠人工巡检、分散记录和事后处理, 容易出现数据采集滞后、信息共享不足、调度响应慢、风险预警能力弱等问题^[2]。智慧水务通过综合运用物联网、大

数据、云计算、GIS 和在线监测等技术，对水源、制水、供水、用水等环节进行动态感知和协同管理，能够提升供水系统运行效率和管理水平^[3]。

从项目管理角度看，智慧水务项目并不是单一的信息系统建设，也不是简单的设备采购安装，而是集自动化改造、监测设备布设、通信网络建设、软件平台开发、数据库建设、GIS 系统应用、水质在线监测和安全保障体系建设于一体的综合性工程^[3]。物联网技术能够提升水务系统数据采集、设备接入和运行管理能力，使水务管理从经验判断逐步转向数据驱动^[4]。在水务工程信息化管理中，GIS 可用于管网数据存储、空间分析和运行管理，是智慧水务平台建设的重要支撑^[5]。GIS 与决策支持系统结合后，可为供水管网运行维护和管理决策提供数据支撑^[6]。项目建设过程中涉及建设单位、设计单位、软件开发单位、设备供应商、施工单位、监理单位、运维单位等多方主体，管理内容复杂，协调难度较大。

本文结合某智慧水务建设项目的设计内容进行分析。该项目包括信息化管理工程和城乡供水水质在线监测预警工程两大部分，其中信息化管理工程涵盖基础自动化系统提标改造、213 个管网压力流量监测点位建设和软件平台开发等内容；城乡供水水质在线监测预警工程涵盖监控中心硬件及配套、管网勘测及 GIS 系统应用、水厂及管网水质监测、便携式水质检测系统等内容。该类项目具有系统性、综合性和持续运维性，对项目管理提出了较高要求。

1 项目概况与管理特点

1.1 项目建设内容

某智慧水务建设项目主要由信息化管理工程和城乡供水水质在线监测预警工程两部分组成。信息化管理工程主要包括基础自动化系统提标改造、管网压力流量监测和软件平台开发。其中，基础自动化系统提标改造涉及多个水厂的现场控制站改造、中控系统改造和数据对接；管网压力流量监测涉及 213 个监测点位建设；软件平台开发包括生产运营管控系统、管网监测管理系统、营业收费管理系统、客户服务系统、工程报装系统、设备管理系统和数据库开发等内容。

城乡供水水质在线监测预警工程主要包括监控中心硬件及配套、管网勘测及 GIS 系统应用、水厂及管网水质监测、便携式水质检测系统等内容。由此可见，该项目既包括硬件设备安装，又包括软件系统开发；既包括现场工程实施，又包括平台数据集成；既涉及日常业务管理，又涉及应急调度和安全保障，是典型的综合性智慧水务建设项目。

表 1 某智慧水务建设项目主要内容
Table 1 Main contents of a smart water construction project

一级内容	二级内容	管理重点
信息化管理工程	基础自动化系统提标改造	多个水厂现场控制站、中控系统改造
信息化管理工程	管网压力流量监测	213 个点位建设、设备安装、数据接入
信息化管理工程	软件平台开发	生产运营、管网监测、营业收费、客户服务、工程报装、设备管理、数据库开发
水质在线监测预警工程	监控中心硬件及配套	监控中心建设、硬件配置、运行环境保障
水质在线监测预警工程	管网勘测及 GIS 系统应用	管网数据采集、GIS 建库、空间信息管理
水质在线监测预警工程	水厂及管网水质监测	水质数据采集、在线监测、异常预警
水质在线监测预警工程	便携式水质检测系统	现场检测、应急检测、数据补充

1.2 项目系统架构特点

智慧水务项目系统架构具有明显的分层特征，通常由数据采集传输、网络通信、数据资源、应用支撑、业务应用和用户交互等层级共同构成^[7]。根据项目设计思路，平台主要包括数据采集传输层、网络与硬件设施层、数据资源层、应用支撑层、业务应用层和应用交互层，同时还需要配套标准规范体系和安全保障体系^[7]。各层级之间既相互独立，又相互关联，任何一个环节建设不到位，都会影响平台整体运行效果。

数据采集传输层主要承担水厂、管网、加压站、水质监测点等基础数据采集任务，是智慧水务平台实现实时感知的基础^[8]。水质传感网络能够提高供水系统水质状态的连续感知能力，对监测预警和运行管理具有支撑作用^[9]。网络与硬件设施层为系统运行提供通信网络、服务器、存储、显示和会商环境等支撑，其稳定性直接影响数据传输和平台运行效果^[7]。数据资源层承担监测数据、业务数据、基础数据、空间数据等资源存储和管理，是实现业务协同和辅助决策的关键环节^[5]。应用支撑层为上层业务系统提供 GIS、中间件、工作流、统一认证等基础服务，业务应用层主要面向生产运行、管网监测、客户服务、营业收费、设备管理、应急管理和调度决策等实际业务^[3]。



图 1 智慧水务综合管理平台架构图

Fig. 1 Architecture of the integrated smart water management platform

如图 1 所示，智慧水务综合管理平台并非单一业务系统，而是由多层级系统和多类保障体系共同构成^[7]。其项目管理重点不仅在于完成各子系统建设，更在于实现系统之间的有效衔接和协同运行^[4]。

表 2 智慧水务平台系统架构与管理重点

Table 2 System architecture and management priorities of the smart water platform

系统层级	主要内容	项目管理重点
数据采集传输层	水源、管网、水厂、加压站等监测信息采集	点位布局、设备接入、数据稳定性
网络与硬件设施层	通信网络、服务器、存储、备份、显示及会商环境	网络连通、安全隔离、运行兼容性
数据资源层	监测数据库、业务数据库、基础数据库、空间数据库	数据标准、数据治理、数据共享
应用支撑层	GIS、数据库、中间件、工作流引擎	平台集成、接口协同、统一认证
业务应用层	信息服务、业务管理、应急管理、调度决策	功能落地、业务流程匹配
应用交互层	管理门户、服务门户、移动端应用	使用体验、权限配置、培训推广

系统层级	主要内容	项目管理重点
安全保障体系	物理安全、网络安全、信息安全	等级保护、安全审计、权限管理
标准规范体系	数据标准、接口标准、管理规范	统一标准、避免信息孤岛

1.3 项目管理特点

智慧水务建设项目具有建设内容综合性强、参与主体多、系统集成要求高、现场实施范围广和后期运行维护要求高等特点^[3]。项目既涉及水厂自动化系统改造，又涉及管网监测设备安装、GIS 系统建设、软件平台开发和水质在线监测，专业覆盖面较广^[8]。

智慧水务平台需要整合 SCADA 监测数据、GIS 空间数据、营业数据、客服数据、设备数据和水力模型数据，系统接口和数据标准对平台运行效果影响较大^[5]。智能计量和终端采集数据的接入质量会影响后续运行评价、用户服务和管理决策^[10]。项目建成后还需要持续开展数据维护、设备校准、系统升级、权限管理和人员培训，因此项目管理应覆盖建设、试运行和运维衔接全过程。

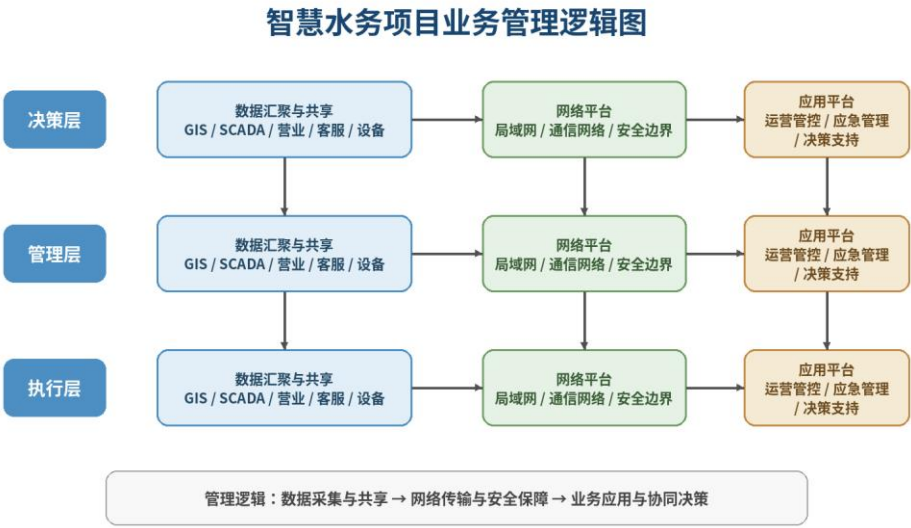


图 2 智慧水务项目业务管理逻辑图

Fig. 2 Business management logic of the smart water project

如图 2 所示，智慧水务建设项目不仅是技术系统建设，更是水务企业管理模式优化的重要载体^[3]。项目建成后，需要支撑决策层、管理层和执行层之间的信息传递与业务协同，因此项目管理应同时关注技术建设和组织管理两个方面^[7]。

2 结果与分析：项目管理问题识别与成因

2.1 多主体协同链条较长

智慧水务建设项目同时具有市政工程、信息系统工程和运行管理平台建设的特征，参建主体多、专业接口多、任务依赖关系强^[3]。若建设单位、软件开发单位、设备供应商和现场实施单位之间缺少统一的任务分解和沟通机制，容易出现需求确认滞后、现场条件反馈不及时、软件功能开发与点位接入不同步等情况^[11]。项目管理理论强调范围、进度、质量和沟通的协同控制，但在智慧水务项目中，上述控制内容往往需要与系统接口、数据标准和现场点位管理同步推进^[11]。

2.2 系统接口和数据标准约束不足

系统集成是智慧水务项目建设质量的关键环节，也是平台能否发挥整体效益的核心影响因素^[7]。该类项目通常需要整合水厂自动化系统、管网监测系统、营业收费系统、客户服务系统、GIS 系统、设备管理系统和调度决策系统，不同系统的数据格式、通信协议、接口字段和更新频率存在差异^[5]。

如果设计阶段未形成统一的数据字典和接口规范,联调阶段容易出现数据无法接入、接口反复修改、业务流程无法贯通等问题^[4]。

2.3 现场点位实施条件差异较大

智慧水务项目现场实施具有点多、线长、面广的特点,现场条件差异会直接影响设备安装、数据传输和调试进度^[12]。以管网压力流量监测为例,项目计划建设213个监测点位,点位分布在不同区域,安装空间、供电条件、通信信号、管网资料完整性和现场协调条件均存在差异。部分点位需要结合道路、市政管线、水厂运行和供水安全要求统筹安排,若前期踏勘深度不足,后续容易出现点位调整、施工等待和重复协调等问题。

2.4 安全治理和权限管理要求较高

水质在线监测系统涉及水质数据采集、传输和预警,相关技术标准对监测系统建设和运行提出了要求^[13]。智慧水务系统还涉及水厂运行数据、管网监测数据、用户信息、设备状态和调度指令,系统安全直接关系到供水运行安全和公共服务稳定^[14]。随着系统逐步网络化、平台化,非法访问、数据泄露、越权操作和系统故障等风险随之增加^[14]。除满足水质在线监测和管网运行维护相关技术要求外,项目还需关注网络安全等级保护、边界防护、访问控制和日志审计等内容^[14]。

2.5 运维移交和人员培训衔接不足

智慧水务项目的建设目标不仅是完成平台上线,还要保证系统在运行阶段持续发挥作用^[3]。若试运行、运维移交和用户培训安排不足,容易出现平台功能会用但不会管、监测数据能接入但缺少维护责任、报警信息能产生但处置流程不清等问题^[11]。对于水厂、管网和客服等不同岗位人员,应根据岗位职责开展分层培训,明确系统使用、设备巡检、数据维护和故障处置要求^[12]。

2.6 问题成因归纳

综合来看,智慧水务建设项目管理问题并非单一技术因素造成,而是由项目建设边界、数据标准、接口规范、现场条件和运维机制共同影响形成^[7]。其本质是“工程建设逻辑”与“信息系统建设逻辑”之间的衔接问题^[11]。只有在前期设计、实施过程、系统联调和运维移交阶段建立连续管理机制,才能降低项目后期整改压力,提高平台建设质量^[11]。

3 管理优化措施与实施效果

3.1 建立统一项目管理机制

针对多主体协同链条较长的问题,建设单位宜牵头建立项目管理小组,将设计单位、软件开发单位、设备供应商、现场施工单位、监理单位和后期运维单位纳入同一协调体系^[11]。各单位应围绕需求确认、设备安装、数据接入、系统开发、联调测试和验收移交等环节明确责任边界,减少因信息传递不畅造成的返工^[11]。

在实施过程中,可采用“会议纪要+问题清单+整改闭环”的方式管理关键事项,保证项目问题能够被及时记录、分派和复核^[11]。对于系统接口、点位接入、现场施工、软件功能调整和安全建设等问题,应明确责任单位、整改时限和复核方式,形成可追溯的过程资料^[11]。

3.2 完善系统集成与接口管理

针对接口反复调整的问题,应在设计深化阶段同步完成接口清单和数据字典编制,避免各子系统独立建设后再被动对接^[4]。接口规范应明确数据类型、传输协议、字段格式、更新频率、校验规则、异常处理机制和安全要求,从源头减少系统联调阶段的接口冲突^[7]。

在系统集成阶段,应建立接口台账,对接口名称、来源系统、目标系统、数据内容、责任单位、测试状态和上线时间进行跟踪^[11]。对于生产运行、管网监测和水质预警等关键接口,应提前开展联调测试和压力测试,降低集中验收阶段的问题暴露风险^[13]。

3.3 建立统一数据标准和共享机制

智慧水务项目建设应将数据标准化作为基础性工作,数据标准统一是实现多系统协同的前提^[5]。建设单位可围绕设备编码、管网空间数据、监测数据、业务数据、用户信息和数据更新规则建立统一标准,使GIS、SCADA、营业、客服和设备管理等系统之间能够实现数据互认和共享^[4]。

在数据资源建设方面,应建立综合数据库或数据资源中心,对监测数据库、业务数据库、基础数据库、空间数据库和多媒体数据库进行统一管理^[7]。对于GIS数据、SCADA数据、营业数据、客服数据和设备数据,应明确数据来源、更新频率、责任部门和质量检查要求,以提高数据资源的可用性和可维护性^[5]。

3.4 加强现场实施进度与质量控制

针对现场点位分散、施工条件差异较大的问题,应在实施前开展点位复核和现场踏勘,核实安装条件、通信条件、供电条件和安全条件,形成点位实施清单和风险清单^[12]。该做法有助于提前识别施工组织、设备安装和数据接入风险,减少后续点位调整和返工^[11]。

对于213个管网压力流量监测点位,应按照区域、施工条件和重要程度进行分类管理,制定分批实施计划。对具备条件的点位优先施工,对存在问题的点位提前协调解决,以保障现场实施进度和供水运行安全^[12]。现场施工过程中,应加强设备安装质量、数据接入质量和调试记录管理,确保每个点位可追溯、可检查、可验收^[13]。

3.5 完善网络安全和权限管理体系

智慧水务项目应将网络安全和信息安全纳入项目全过程管理,避免功能建设与安全建设相互脱节^[14]。系统建设过程中,应开展网络分区、边界防护、访问控制和安全审计,对生产控制系统、业务管理系统和公共服务系统进行分级防护,避免不同安全等级系统直接混联^[14]。

在权限管理方面,应根据岗位职责和管理层级设置不同角色权限,实现用户权限最小化管理^[14]。不同岗位人员只能访问和操作与自身职责相关的数据和功能,防止越权操作和误操作^[14]。系统还应建立日志审计机制,对用户登录、数据查询、指令操作、参数修改等行为进行记录,便于问题追溯和责任认定^[14]。

3.6 强化运维管理和人员培训

智慧水务项目验收前,应由建设单位、软件开发单位、设备供应商和运维单位共同制定运维方案,明确设备巡检、系统维护、数据更新、故障处理、安全管理和版本升级等内容^[11]。运维方案应与项目建设资料、系统联调记录和验收整改资料相衔接,避免平台上线后出现管理责任断档^[11]。

在人员培训方面,应根据不同用户群体开展分层培训,使平台功能与岗位职责相匹配^[11]。对管理人员重点培训数据分析、调度决策和综合管理功能,对一线运行人员重点培训设备监测、报警处理和日常操作,对系统管理员重点培训权限配置、数据维护、安全审计和故障处理^[14]。

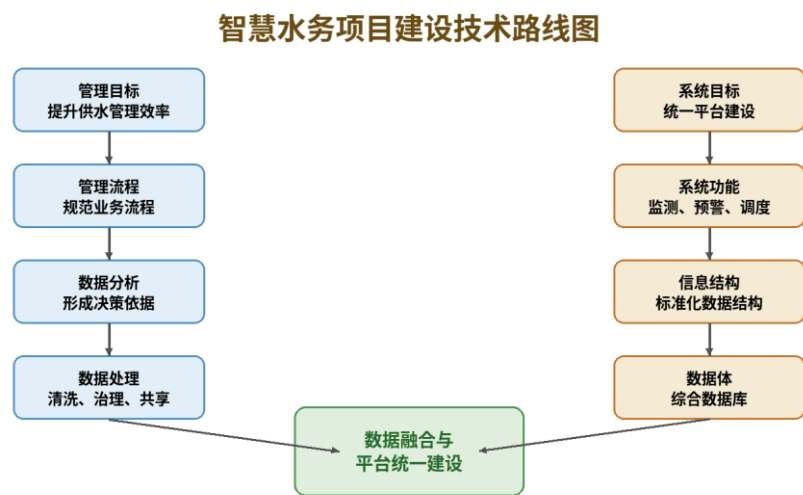


图 3 智慧水务项目建设技术路线图

Fig. 3 Technical route of smart water project construction

如图 3 所示，智慧水务项目建设应以原有业务系统和信息化基础为依托，通过系统集成和系统优化实现平台统一建设^[7]。因此，项目管理不能仅关注单个系统的建设进度，还应关注整体技术路线的一致性和平台后续扩展能力^[11]。

3.7 管理效果分析

本文数据主要来源于某智慧水务建设项目总体设计资料、建设内容清单及项目实施管理记录，相关项目名称和管理数据经脱敏整理后用于论文研究。表 3、表 4 中的数据主要依据项目实施阶段形成的问题清单、系统联调记录、培训签到记录及验收整改记录进行统计整理，用于反映智慧水务建设项目管理优化前后的变化情况。

表 3 智慧水务建设项目管理问题类型统计

Table 3 Statistics of management problems in the smart water construction project		
问题类型	占比（%）	主要表现
系统集成协调问题	28	多系统接口不统一，数据对接难度大
数据标准不统一问题	22	GIS、SCADA、营业、客服等数据标准不一致
现场实施协调问题	18	水厂、管网、监测点位分散，组织协调难度大
软件功能需求变更问题	14	平台功能调整、业务流程变更、接口增加
网络与信息安全问题	10	权限管理、安全审计、边界防护要求高
运维培训不足问题	8	后期使用、维护、数据更新机制不完善

从表 3 可以看出，系统集成协调问题占比最高，为 28%，说明智慧水务项目管理难点首先集中在多系统集成与接口对接方面^[7]。数据标准不统一问题占比为 22%，说明数据治理和标准体系建设对平台运行效果具有重要影响^[5]。现场实施协调问题、软件功能需求变更、网络与信息安全、运维培训不足等问题也在不同程度上影响项目建设效果^[11]。

表 4 智慧水务项目管理优化前后对比

Table 4 Comparison before and after management optimization of the smart water project			
指标	优化前	优化后	改善效果
系统接口问题数量	32 项	14 项	减少 56.25%

数据重复录入问题	26 项	9 项	减少 65.38%
现场协调问题数量	21 项	10 项	减少 52.38%
软件功能变更次数	18 次	8 次	减少 55.56%
数据接入完整率	82%	96%	提高 14 个百分点
系统联调验收周期	45 d	28 d	缩短 37.78%
用户培训覆盖率	76%	98%	提高 22 个百分点

从表 4 可以看出，优化后系统接口问题数量由 32 项减少至 14 项，数据重复录入问题由 26 项减少至 9 项，现场协调问题数量由 21 项减少至 10 项。与此同时，数据接入完整率由 82% 提高至 96%，系统联调验收周期由 45 d 缩短至 28 d。上述结果说明，统一协调、接口管理、数据治理和过程闭环等措施对提高系统联调效率和数据接入质量具有积极作用^[11]。

表 5 数据接入完整率分析
Table 5 Analysis of data access integrity rate

项目	数量
计划接入管网压力流量监测点位	213 个
优化前稳定接入点位	175 个
优化后稳定接入点位	205 个
优化前数据接入完整率	82.16%
优化后数据接入完整率	96.24%

数据接入完整率的计算公式为：数据接入完整率=已稳定接入点位数量/计划接入点位数量×100%。优化前数据接入完整率为 $175/213\times100\%=82.16\%$ ；优化后数据接入完整率为 $205/213\times100\%=96.24\%$ 。由此可见，经过优化后，监测点位数据接入效果明显提升，为智慧水务平台实现实时监测、异常预警和调度决策提供了更加可靠的数据基础^[7]。

智慧水务建设项目管理优化流程图

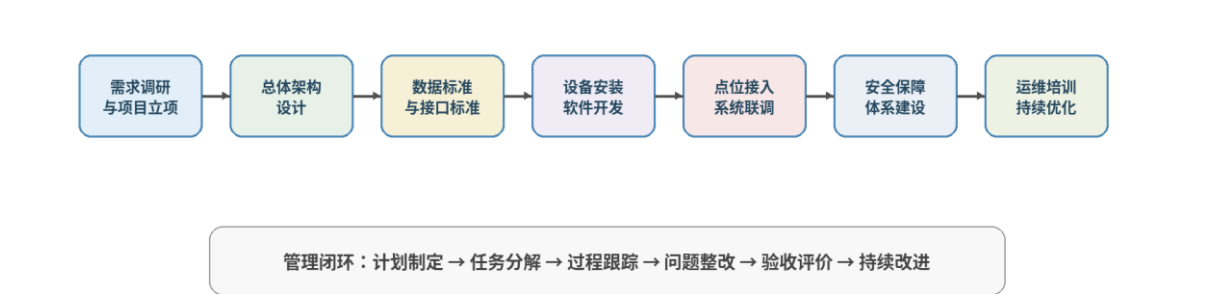


图 4 智慧水务建设项目管理优化流程图

Fig. 4 Management optimization process of the smart water construction project

结合上述分析，智慧水务建设项目管理优化应贯穿项目建设全过程，其优化流程如图 4 所示^[11]。通过将需求调研、架构设计、标准制定、现场实施、系统联调、安全保障和运维培训等环节进行统一管理，可以有效提升项目建设质量和平台运行效果^[11]。

4 讨论

智慧水务建设项目的管理难点来源于工程建设与信息系统建设的叠加特征^[3]。一方面，项目具有传统建设项目的现场实施属性，需要关注施工组织、设备安装、进度控制和质量验收^[12]。另一方面，项目又具有信息化系统建设属性，需要关注软件开发、接口集成、数据治理、网络安全和运维管理^[14]。因此，智慧水务项目管理具有明显的多主体协同、多系统耦合和多阶段持续优化特征^[11]。

从本文案例看，系统集成协调和数据标准不统一是影响项目建设效果的主要因素，该结果与既有研究中强调的系统接口、GIS 数据管理、物联网平台建设和水务数字化管理规律具有一致性^[4]。

在实践中,若仅在项目后期集中处理接口问题,往往会造成系统联调周期延长、需求反复调整和整改工作增加^[1]。因此,智慧水务项目应在设计阶段前移数据标准、接口规范和安全要求,并在实施阶段形成持续跟踪和闭环整改机制。

同时,本文也存在一定局限性。由于研究主要基于单一智慧水务项目进行分析,样本数量有限,管理效果数据主要用于反映项目优化前后的趋势变化。后续研究可进一步结合多个智慧水务建设项目开展对比分析,从不同建设规模、不同系统架构和不同运维模式出发,进一步验证优化措施的适用性与推广价值。

5 结论

(1) 智慧水务建设项目是传统水务工程与现代信息技术深度融合的综合性建设项目,具有建设内容复杂、系统层级多、专业交叉强、数据类型多、现场点位分散和系统集成要求高等特点^[3]。

(2) 智慧水务建设项目管理中的主要问题包括项目统筹协调难度大、多系统接口不统一、数据标准不一致、现场实施点位分散、网络与信息安全要求高以及运维培训机制不完善等^[11]。

(3) 通过建立统一项目管理机制、完善系统集成与接口管理、建立统一数据标准和共享机制、加强现场实施进度与质量控制、完善网络安全和权限管理体系、强化运维管理和人员培训,可以有效提升智慧水务建设项目实施质量和运行效果^[11]。

参考文献

- [1] 中共中央,国务院. 国家水网建设规划纲要[R/OL]. 2023.
- [2] 国家发展改革委,水利部. “十四五”水安全保障规划[R]. 北京: 国家发展改革委, 2021.
- [3] Owen D L. Smart water management[J]. River, 2023, 2: 29.
- [4] Maroli A A, Narwane V S, Raut R D, et al. Framework for the implementation of an Internet of Things (IoT)-based water distribution and management system[J]. Clean Technologies and Environmental Policy, 2021, 23(1): 271-283.
- [5] Patel K, Nihalani S. A review of urban water networks management using GIS[J]. MethodsX, 2023, 11: 102261.
- [6] Eljamassi A, Abeaid R A. A GIS-Based DSS for Management of Water Distribution Networks (Rafah City as Case Study)[J]. Journal of Geographic Information System, 2013, 5(3): 281-291. DOI:10.4236/jgis.2013.53027.
- [7] Conejos Fuertes P, Martínez Alzamora F, Hervás Carot M, et al. Building and exploiting a Digital Twin for the management of drinking water distribution networks[J]. Urban Water Journal, 2020, 17(8): 704-713.
- [8] Chen Y, Han D. Water quality monitoring in smart city: a pilot project[J]. Automation in Construction, 2018, 89: 307-316.
- [9] Carminati M, Turolla A, Mezzera L, et al. A self-powered wireless water quality sensing network enabling smart monitoring of biological and chemical stability in supply systems[J]. Sensors, 2020, 20(4): 1125.
- [10] Msamadya S, Joo J C, Lee J M, et al. Role of water policies in the adoption of smart water metering and the future market[J]. Water, 2022, 14(5): 826.
- [11] Project Management Institute. A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide)[M]. 7th ed. Newtown Square: Project Management Institute, 2021.
- [12] 中华人民共和国住房和城乡建设部. CJJ/T 244—2016 城镇给水管网运行、维护及安全技术规程[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2016.
- [13] 中华人民共和国住房和城乡建设部. CJJ/T 271—2017 城镇供水水质在线监测技术标准[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2017.
- [14] 国家市场监督管理总局, 国家标准化管理委员会. GB/T 22239—2019 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求[S]. 北京: 中国标准出版社, 2019.

¹ 第1作者简介: 孔潇楠(1991-), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 智慧水务建设管理与信息化项目管理研究, 工程管理。E-mail: 18765999624@163.com。

*通讯作者简介: 王维明(1975-), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 工程管理, 建筑施工安全。E-mail: wwm15563159880@163.com。