加快建设智慧水务监测管理系统推进“智慧港口”建设

刘雅静 张婷婷 冯静
山东省青岛生态环境监测中心 山东 青岛 266003

摘 要 建设“智慧城市”是在城市建设管理中充分运用新一代信息技术，帮助城市实现精细化和动态管理，提升城市管理成效和改善市民生活质量的重要举措，“智慧港口”是在此基础上引申出的建设理念。智慧水务监测管理系统作为建设智慧港口的重要组成部分，能够为港口水务保障提供科学决策，实现港口精细化、标准化、智能化管理，从而全面提高港口水务保障综合能力水平，是未来发展的必然趋势，具有广阔的应用前景。对此，本文主要对港口智慧水务监测管理系统的建设实施路径进行了探讨，以供参考。

关键词 智慧水务；智慧港口；港口水务保障；智慧港口水务系统

Accelerating the Construction of Smart Water-Monitoring Management Systems to Advance “Smart Port” Development

Liu Ya-jing, Zhang Ting-ting, Feng Jing
Qingdao Eco-Environmental Monitoring Centre of Shandong Province, Qingdao 266003, Shandong Province, China

Abstract Building a “smart city” relies on the full application of next-generation information technology to achieve refined and dynamic urban management, improve governance performance, and enhance citizens’ quality of life. The concept of a “smart port” extends this philosophy to port operations. As a key component of a smart port, an intelligent water-monitoring management system provides scientific decision support for port water services, enabling refined, standardized, and intelligent management and comprehensively upgrading the port’s water-security capacity. This paper discusses implementation pathways for such a system, offering references for future development.

Key words Smart Water Affairs; Smart Port; Port Water Security; Smart Port Water System

智慧水务监测管理系统指的是通过构建大数据平台，利用互联网、数据采集系统、水质监测系统等实时监测设备对城市水务运转情况进行在线监测，还可以将数字信号转化为可视化图形，帮助水务管理者实时了解水务数据、及时发现用水问题、科学制订详细的水务计划等，使各项资源得到更好的整合优化，大幅提高水务系统生产与管理水平[1]。在“智慧港口”建设中应用智慧水务监测管理系统，是有效提高港口水务保障能力和水平的保证。

1 现状及问题

1.1 行业发展背景与水务需求特征

我国是港口大国，拥有沿海港口160余个，内河港口300余个，港口货物吞吐量连续多年位居世界第一。随着港口规模化、集约化发展，水务系统的支撑作用日益凸显。港口水务不仅要满足生产作业（如船舶供水、装卸设备冷却）、人员生活的用水需求，还要承担污水处理、雨洪防控、生态保护等多重任务[2]。据统计，我国沿海大型港口日均用水量可达10～50万t，供水管网总长度普遍超过100 km，污水处理量日均3～15万t，水务系统的运行效率直接影响港口的正常运营与生态安全。

1.2 当前港口水务管理的突出问题

1.传统运维模式效率低下，资源浪费严重。我国多数港口水务沿用“人工巡检+事后维修”，供水管网人工排查耗时费力，人均日巡检不足5 km，隐蔽漏损难发现。港口供水管网平均漏损率为15%～20%，老旧港口超25%，年浪费水超1亿t，损失数亿元。且传统供水调度凭经验，无实时数据支撑，水资源配置失衡，部分区域既存在供水过剩，又面临缺水难题。

2.监测体系不完善，风险防控能力薄弱。多数港口未构建全覆盖水务监测网，对供水管网水质、水量及排水管网污染物浓度等监测不足。水质监测人工采样送检，周期为24～48 h，难以及时应对污染。某港因未及时监测船舶污水导致排水管网污染。此外，雨洪监测预警缺失，依赖通用预警，极端天气易

引发内涝等灾害。

3.信息孤岛现象严重，协同管理能力不足。港口水务多环节分属不同部门，监测设备、数据标准等不同，数据难共享。如供水与排水部门数据无法联动，污水处理厂数据难反馈。信息孤岛使水务管理协同性差，应急响应效率低。某港供水管网破裂，因难调取数据，修复耗时8 h，影响众多企业与员工用水。

4.技术应用层次低，智能化水平不足。部分港口引入少量智能设备，但未形成完整智慧体系，数据仅停留在采集层面，缺乏深度分析与智能决策支持。如水质监测仪无预警模型，监控平台缺乏AI算法，难实现水量预测等功能。且专业技术人才匮乏，多数管理人员缺乏交叉学科知识，难以发挥智慧系统价值。

2 智慧水务监测管理系统在港口水务保障中的重要作用

智慧水务监测管理系统可实现对港口水务系统进行统一规划，包括集源水、制水、供水、排水、污水、中水等水资源的全生命周期管理，构建管理者与用户统一的、协作化的管理模式[3]。

2.1 水资源优化配置

建立港口智慧水务监测管理系统的关键是应用信息技术，目前主要依托智能感知领域的窄带物联网技术、高性能计算领域的云计算技术、数据分析领域的大数据技术、智能应用领域的人工智能技术等[4]。搭建综合以上几种技术的信息化平台，实现数据互通、互联、共享，是降低港口水务系统运维成本，提高港口水务保障能力深度和广度的基础。

2.2 供水管网运维

依托智慧水务监测管理系统的水量审计系统、区块建设与管理系统、漏损监控分析系统、大数据综合分析系统等信息化管理平台，制订对供水管网的流量分析、用户用水特征分析、损益比分析、管网资产状态与维护分析、漏损快速检测分析、预案模型分析等综合控制方案，提高港口供水管网运维质效，为港口水务管理者提供辅助决策[5]。

2.3 污水处理站管理

智慧水务监测管理系统在港口污水处理站管理方面包括数据监控、管网模型建立、污水管网评估与分析、污水管网调度、截污设施精细化管理、污水溯源分析等功能，能抵御冲击负荷产生的风险，可确保港口污水管网健康运行和处理出水达标排放，实现港口污水管网运维的综合管理。

2.4 雨洪监测预警

智慧水务监测管理系统通过各类新型传感器技术手段，对港口水务系统基础信息数据进行实时动态采集，并分析各类水务活动的发展趋势，如水量预测、预案管理、应急调度等，识别潜在的风险，进而制订智能化决策建议，为港口雨洪监测和预警工作提供科学依据，实现港口防洪、防涝、防台的智慧化管理。

3 港口智慧水务监测管理系统的建设实施路径

3.1 搭建信息平台，打破信息孤岛

信息平台作为智慧水务监测管理系统的核心载体，其建设依托前沿信息技术，以实现数据互通、互联、共享[6]。在技术架构选型上，采用“云—边—端”三层架构：终端层部署物联网监测设备，如传感器、数据采集器等，达成数据实时采集；边缘层承担数据预处理与本地存储任务，减轻网络传输压力；云层采用混合云架构（公有云+私有云），其中私有云存储核心业务数据，确保数据安全，公有云提供弹性计算资源，满足大规模数据处理需求。核心技术应用方面，窄带物联网（NB-IoT）凭借低功耗、广覆盖、大连接优势，满足港口大范围监测需求；云计算平台采用IaaS、PaaS、SaaS三层架构，提供弹性计算等服务；大数据平台运用Hadoop、Spark等技术，实现数据全流程处理与可视化；人工智能技术用于智能调度等模型，提升系统智能化水平。同时，制定统一数据采集标准与接口规范，整合多源数据，建立数据共享平台，开放权限，实现数据协同利用，为港口综合管理提供有力支撑。

3.2 保障网络安全，提高数据质量

网络安全与数据质量是智慧水务系统稳定运行的基石，必须从技术、管理、制度等多个层面构建起全方位的保障体系[7]。在网络安全保障方面，运用数据加密技术，涵盖对称加密与非对称加密，对传输和存储的数据进行加密，防止数据泄露；部署防火墙、入侵检测系统以及安全审计系统等设备，有效抵御各类网络攻击；同时，建立网络安全应急预案，并定期开展应急演练，以此提升应对网络安全事件的快速反应与处理能力。在数据质量控制上，制定严格的数据采集规范，明确监测设备的安装标准、采集频次以及数据格式等具体要求；建立数据校验规则，借助逻辑校验、阈值校验等手段剔除异常数据；采用数据清洗技术处理缺失值、重复值等问题，保证数据的准确性与完整性。还要建立数据质量评估体系，定期监测与优化数据质量。此外，在制度保障建设上，完善网络安全与数据管理相关制度，清晰界定各部门的安全职责；加强从业人员的安全培训，提升其安全意识与规范操作水平；建立数据安全审计机制，定期审计数据使用情况，防范数据滥用风险。

3.3 加强分析预测，实现人机决策

基于数据模型的水务态势分析作为智慧水务系统的核心功

能，旨在借助科学数字模型，实现对港口水务系统的精准预测与辅助决策。在模型选型与应用上，借鉴国内外成熟经验，引入供水模型Cybernet、排水模型Mouse、Swmm等先进水务模型，并结合港口实际，对模型参数进行校准与优化，以适配港口水务系统的预测分析[8]。如利用Swmm模型模拟港口排水管网水力特性，预测不同降雨强度下管网运行状态；借助Cybernet模型分析供水管网水力平衡，优化供水调度方案。在数据积累与优化方面，系统建设初期数据来源有限，模型预测精度可能不高，可通过人工监测补充数据，加强物联网设备部署与数据采集，逐步积累历史数据，并定期迭代优化模型，依据实际运行数据调整参数，提升预测精度。此外，智慧水务系统核心在于辅助决策，系统经数据分析与模型预测生成多种决策方案并提供推荐建议，管理者结合自身经验与实际情况做出最终决策，同时建立决策反馈机制，将实施效果反馈至系统，持续优化模型与决策建议。

3.4 建立知识体系，完善系统管理

构建标准规范的知识体系，是实现港口水务精细化、智慧化管理的核心要义。需借助制度建设、人才培养、持续优化等举措，保障系统长期稳定运行[9]。在标准规范制定上，要制定涵盖数据采集、设备安装、系统运维、安全管理等多方面的智慧水务系统建设与运营标准规范，明确现状评估、战略规划、实施设计、组织管理等各环节的工作流程与要求，确保系统建设与运营有章可循。在人才队伍建设方面，需加强复合型人才的培养与引进，对现有水务管理人员开展信息技术培训，提升其运用物联网、大数据、人工智能等技术的能力。同时，引进信息技术专业人才充实水务管理团队，并建立人才激励机制，鼓励从业人员学习新技术、新方法，提升专业素养。在持续优化提升环节，鉴于智慧水务系统建设是螺旋式上升的过程，要定期评估系统运行效果，分析问题与不足，结合港口发展需求和技术进步，对系统功能进行升级优化，拓展如中水回用智能调度、水务成本分析等应用场景，持续提升系统的适用性和价值。

4 结束语

信息时代背景下，构建智慧水务监测管理系统是高效管理水务系统的强力抓手，是解决中国水资源匮乏的有效途径，对推进智慧城市向着“低碳、绿色、和谐”可持续发展起着至关重要的作用。港口智慧水务监测管理系统作为“智慧港口”建设的重要组成部分，必须改变以往粗放式的管理方式，通过利用各类信息技术手段构建大数据平台，培养能够应用智慧水务监测管理系统的专业人员，不断提高现代化港口保障能力。

参考文献

[1]尹勇,李彪铭.智慧水务大数据平台建设中存在的问题及解决策略[J].数字通信世界,2019(12):215.

[2]杨正.智慧水务下的城市供排水信息系统改进与优化[J].数码世界,2019(9):269.

[3]戴连义.智慧水务关键技术研究及应用[J].砖瓦世界,2019(10):289.

[4]孟翔飞.“智慧水务”平台系统的构建及关键技术分析[J].数字化用户,2019(12):174.

[5]谢善斌,刘辛悦,王杨,等.智慧水务信息化建设规划与实践[J].净水技术,2020,39(5):11-13.

[6]IWA国际水协会,百度.人工智能赋能数字水务[R].2020:49-52.

[7]刘英丽.基于信息化背景下智慧水务建设的思考[J].山东青年,2019(12):191-193.

[8]裴佩.智慧水务基本理念及其现实意义思索[J].工作探索,2017(23):105.

[9]张宁,陈延鑫.智慧水务市场嵌入中的利益主体参与意愿及其影响因素——以浙江“五水共治”为例[J]. 统计与信息论坛,2019,34(8):121-128.

（本文编辑 吴文博）

