

述评与讨论

DOI: 10. 19853/j. zgjssps. 1000-4602. 2024. 02. 001

《城镇智慧水务技术指南》解读

简德武¹, 章林伟², 张辛平¹, 龙程理¹, 刘伟岩³, 汪力³,
黄诚⁴, 梁岩松⁴, 冼峰⁵, 林峰⁶, 周强⁷, 杨剑⁸,
扈震⁹

(1. 中国市政工程中南设计研究总院有限公司, 湖北 武汉 430010; 2. 中国城镇供水排水协会, 北京 100048; 3. 北控水务集团有限公司, 北京 100102; 4. 北京清控人居环境研究院有限公司, 北京 100083; 5. 上海城投水务<集团>有限公司, 上海 200092; 6. 深圳环境水务集团有限公司, 广东 深圳 518031; 7. 武汉市水务集团有限公司, 湖北 武汉 430000; 8. 中国电信集团有限公司, 北京 100033; 9. 武汉众智鸿图科技有限公司, 湖北 武汉 430223)

摘要: 为了引导、规范、推动城镇水务行业智慧水务的健康有序发展,统一认识,统一路径,做好智慧水务的顶层设计,中国城镇供水排水协会组织编制并发布了《城镇智慧水务技术指南》(以下简称《指南》)。《指南》介绍了编制的背景、适用范围、智慧水务发展现状及目标、实施路径,明确了智慧水务的总体架构、保障体系以及数字化建设、智能化控制、智慧化决策的技术要求,并按照城镇供水、城镇水环境、排水(雨水)防涝三个领域对智慧水务建设应用进行集成汇总。

关键词: 智慧水务; 指南; 解读; 城镇水务行业

中图分类号: TU992 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2024)02-0001-09

Interpretation of Guidelines for Urban Smart Water

JIAN De-wu¹, ZHANG Lin-wei², ZHANG Xin-ping¹, LONG Cheng-li¹, LIU Wei-yan³,
WANG Li³, HUANG Cheng⁴, LIANG Yan-song⁴, XIAN Feng⁵, LIN Feng⁶,
ZHOU Qiang⁷, YANG Jian⁸, HU Zhen⁹

(1. Central & Southern China Municipal Engineering Design and Research Institute Co. Ltd., Wuhan 430010, China; 2. China Urban Water Association, Beijing 100048, China; 3. Beijing Enterprises Water Group Limited, Beijing 100102, China; 4. Tsinghua Holdings Human Settlements Environment Institute Co. Ltd., Beijing 100083, China; 5. Shanghai Chengtou Water Group Co. Ltd., Shanghai 200092, China; 6. Shenzhen Water and Environment Group Co. Ltd., Shenzhen 518031, China; 7. Wuhan Water Group Co. Ltd., Wuhan 430000, China; 8. China Telecom Group Co. Ltd., Beijing 100033, China; 9. Wuhan HopeTop Technology Co. Ltd., Wuhan 430223, China)

Abstract: To guide, standardize and facilitate the healthy, orderly development of the urban smart water, as well as to foster a shared understanding and establish a unified approach, the China Urban Water Association has undertaken the compilation and release of the *Guidelines for Urban Smart Water* (hereinafter referred to as the guidelines). The purpose of the guidelines is to provide a top-level design for

urban smart water initiatives in China. The guidelines introduced the background of the compilation of guidelines, the scope of application, the current status and future goals of smart water development. The guidelines also outlined the implementation path and clarify the overall architecture, assurance system, and technical requirements for digital construction, intelligent control, and smart decision-making of smart water. Furthermore, the guidelines explained the integrated application of smart water technology in water supply system, wastewater system, rainwater system.

Key words: smart water; guidelines; interpretation; urban water industry

智慧水务是智慧城市的重要组成部分,是数字时代的必由之路,也是建设数字中国、智慧城市的必然要求。2023年4月,在中国城镇供水排水协会(以下简称中国水协)的指导和组织下,我国首部针对城镇智慧水务建设顶层设计的技术标准——《城镇智慧水务技术指南》(以下简称《指南》)正式发布。《指南》的发布是我国城镇智慧水务建设的重要技术支撑,可进一步完善我国城镇智慧水务建设技术体系,为规划设计、建设及应用提供针对性和操作性更强的技术指导。

1 《指南》编制背景及发展趋势、实施路径

1.1 《指南》编制的背景

从国家政策及行业发展背景看,智慧水务建设首先是贯彻“二十大”精神的需要,“二十大”提出要发展数字经济、打造智慧城市;第二是践行“双碳”战略的需要,中共中央、国务院提出要推进城乡建设和管理模式的低碳转型,智慧水务是碳减排的有力抓手;第三是智慧城市建设的需要,住房和城乡建设部提出要加快传统基础设施数字化、网络化、智能化建设与改造,智慧水务是智慧城市的重要组成部分;第四是执行《城镇水务2035年行业发展规划纲要》的需要,该规划纲要指出智慧水务建设对城镇水务行业的可持续发展具有重要指导意义^[1]。

为了城镇智慧水务的可持续发展,明确智慧水务顶层设计、技术体系及实施应用,在中国城镇供水排水协会的组织 and 指导下,全国30多家大型水务企业、大学、设计院、科技公司派出了60多位专家参加了《指南》的编制。主参编单位有中国市政工程中南设计研究总院、北控水务集团、北京清控人居研究院、上海城投水务集团、深圳环境水务集团、武汉市水务集团、中国电信集团、武汉众智鸿图科技有限公司等32家。

2023年3月7日,中国水协在武汉市组织召开

《指南》专家评审会,邀请了曲久辉、任南琪、侯立安、彭永臻、马军、徐祖信6位院士,以及李艺、黄晓家两位全国工程勘察设计大师等共12位专家对《指南》进行审定。专家组审定结论为:该《指南》填补了我国城镇智慧水务建设与应用的空白,处于国际同行前列,其发布实施对推动城镇水务高质量发展具有重要作用和意义。

1.2 适用范围

《指南》适用于城镇智慧水务的规划设计、建设和运维,范围包括城镇供水、城镇水环境、排水(雨水)防涝等领域,适用对象包括城镇智慧水务相关从业主体。

《指南》由概论、总体设计、数字化建设、智能化控制、智慧化决策、信息安全与运营维护、智慧水务应用7个篇章组成,涵盖了城镇智慧水务建设的总体设计、技术要求以及集成应用。

1.3 发展现状及目标

从现状看,目前我国社会经济发展中的数据已成为新型生产要素,智慧水务应与智慧城市建设协调发展,因此行业对水务管理和运营提出了更高要求。但是智慧水务还存在不少误区,主要问题如下:①智慧水务顶层设计缺失、标准体系不完善;②数据质量较差、数据利用不充分;③展示层面较多、应用场景较少;④智慧水务泛化、平台建设不系统^[2]。

针对这些问题,《指南》提出了智慧水务的5点发展要求和目标,即:①打造健全的水务感知网;②建立共享的数据资源体系;③建设全面的数字化管理系统;④推广精准自动的智能控制;⑤探索科学合理的智慧决策^[3]。

1.4 实施路径

城镇智慧水务建设可按照如下3个阶段分步有序推进:①夯实基础、补齐短板(第一阶段)。做好整体规划,构建智慧水务标准体系,全面提升软硬

件支撑能力,补齐短板,夯实智慧水务建设基础,侧重于重点、难点领域的开展应用。②完善功能、深化应用(第二阶段)。在夯实基础后,进一步完善物联感知数据采集,推动信息系统整合、数据资源共享、业务融合协同,深化数字化管理业务应用建设,扩大智能控制应用建设范围,从而实现管理服务能力的整体提升。③全面整合、智慧赋能(第三阶段)。通过数据和系统的全面融合,深度探索物联网、大数据、云计算、人工智能及模拟仿真等技术与水务业务的系统集成,逐步实现智慧化决策。

2 智慧水务总体设计

2.1 基本原则、需求分析、顶层规划

《指南》提出了智慧水务建设的基本原则,介绍了智慧水务需求分析的方法和步骤,强调了智慧水务顶层规划的重要性和必要性,可为企业智慧水务建设提供有效指导,避免出现盲目性和局限性。

2.2 智慧水务保障体系及建设内容

智慧水务保障体系包括标准、安全及运维三部分,标准体系是智慧水务的理论支撑,安全保障体系是国家信息安全保障体系的重要组成部分,而运营维护服务质量直接关系到智慧水务产生的预期效益。三大保障体系对智慧水务的应用和建设实施意义重大。

智慧水务建设主要包括数字化建设、智能化控制以及智慧化决策三部分。数字化建设包括建立城镇水务信息模型(CIM-water)和在线监测系统,构建数据感知体系,同时打造统一的数字化管理系统,建立健全智慧水务数据资源体系,以充分发挥大数据、云计算在智慧水务中的作用。智能化控制是在自动化基础上通过水务技术与人工智能、大数据技术的深度融合,实现关键环节控制的自感知、自学习、自执行和自适应。智慧化决策运用模拟仿真技术,提高了决策的科学性、准确性和高效性。

2.3 平台总体架构

智慧水务平台总体架构由三层、三体系组成,三层即物联感知层、数据层和应用层;三体系,即标准体系、安全保障体系和统一运维体系。参考智慧城市顶层设计指南,智慧水务平台总体架构^[4]如图1所示。

① 物联感知层:主要包括在线监测、网络通信,能够为后续的数据处理提供原始数据。

② 数据层:主要包括数据资产管理、通用数

据库、数据流管理及大数据存储与计算,可为应用层提供有价值的数据服务和支撑。

③ 应用层:主要包括基础服务、算法库、模型库等应用支撑及服务,以及数字化管理、智能化控制、智慧化决策等业务应用,能够实现对数据及水务生产、运行的全面管理和控制。

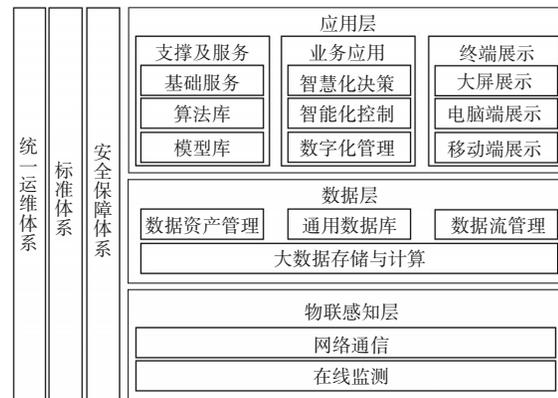


图1 智慧水务平台总体架构

Fig.1 Overall architecture of smart water platform

3 智慧水务技术要求

3.1 数字化建设

数字化建设是智慧水务的基础,通过数字技术可实现水务业务的在线化、流程化和闭环化,同时实现水务大数据的管理与治理,以及水务数据信息的高效互通、交换、共享及交易。数字化建设的目标是数据资源化以及管理数字化。数字化建设主要技术有城镇水务信息模型(CIM-water)技术、在线监测技术、数字化管理技术以及大数据与云技术。

3.1.1 城镇水务信息模型

在城市信息模型(CIM)基础上,《指南》结合智慧水务提出了CIM-water的概念,目的就是使智慧水务与智慧城市能够更好地协调一致。CIM-water包含BIM、GIS和网络通信技术,其目的是打造城镇水务的三维数据底座,在支持水务行业专业应用的同时更好地融入智慧城市。

① BIM是CIM-water的重要组成部分,也是数字孪生的数字基础底座,《指南》对智慧水务中BIM技术的模型单元等级、模型精细度等级、模型单元信息深度等级提出了技术要求,同时对BIM技术如何支撑智慧水务应用提出了具体方法,包括运维模型创建、数字资产管理等。

② 作为CIM-water的重要组成部分,GIS包括

系统建设及其在各类业务场景中的应用。具体介绍了GIS系统的构成、空间数据分类、基础功能、服务共享,以及对智慧水务的应用支撑等。

③ 网络通信也是CIM-water的重要组成部分,在城镇智慧水务中起到数据信息上传和控制调度指令下达的作用。其内容包括网络通信一般要求和技术要求,其中技术要求对网络通信分中心侧网络、边缘侧网络以及端侧网络进行了重点介绍。

3.1.2 在线监测

在线监测的核心是对数据和信息进行实时监测,包括一般要求、技术要求和常见监测指标。其中,针对监测设备、数据传输、校准机制等提出了技术要求,常见监测指标包括降水、流量、液位、水质、压力、状态以及环境。

3.1.3 数字化管理

水务数字化管理是通过现代管理理念,对生产运营进行业务数字化改造,其一般要求包括遵循先进理念、规划先行、系统化设计、采用成熟架构、契合业务本身等8个方面,技术要求主要包括数据监测管理、巡检管理、设备管理、报警管理、安防管理、化验管理、能耗管理、物料管理、成本管理、日常调度管理、服务营收11个方面。其中能耗管理与碳核算和碳减排相结合,强调了“双碳”战略在智慧水务建设应用中的重要性^[5]。

3.1.4 大数据与云计算

大数据和云计算是智慧水务数据应用的支撑和保障,其内容包括数据管理技术要求以及云计算技术要求。智慧水务的基础是数据,算据、算力和算法是体现数据应用水平的3个指标。算据需要数据管理,因此对数据整合、数据存储处理、数据治理与应用、数据流通提出了技术要求。

云计算为算力和算法提供支持,包括一般要求和技术要求。其中,技术要求对云基础设施、云部署以及云计算技术进行了说明。

3.2 智能化控制

3.2.1 智能控制及算法

智能控制是一类无需人的干预就能够自主地驱动智能机器实现其目标的自动控制。城镇智慧水务系统的智能控制主要通过大数据、云计算、人工智能等新兴信息技术,获得最佳运行参数,并向自动控制系统发出指令,在无人干预的情况下使水务生产环节达到更优化、更可靠、更高效的运行目

标。智能控制的核心是智能算法,关键是大数据。智能控制针对的是单一工艺单元。《指南》中列举了一些水务行业常用算法,在具体应用中需要结合算法特点和控制环节进行选择。

3.2.2 主要控制环节

智能控制的选择需要结合控制对象工艺环节的原理、特性、目标进行选取。《指南》对给水厂、污水厂和排水(雨水)防涝水务生产控制中的主要控制环节进行了梳理。

3.2.3 智能控制技术要求

对常见智能控制提出了技术要求,包括水平衡智能控制、产线水量智能分配、智能加药絮凝、智能排泥、智能反冲洗、智能消毒、泵组优化智能控制、智能曝气、智能内回流、智能污泥回流及排放、智能加药除磷、智能碳源投加、智能加药调理、智能污泥转运、排涝智能控制、智能照明和智能通风共17个智能控制技术模块。以智能曝气为例,每个智能控制技术模块均按以下6个维度展开:①应用范围,主要为污水厂生化池曝气充氧工艺段;②控制目标,即保证出水水质稳定,降低鼓风机运行电耗;③实施条件,包括智能控制对设备、仪表、检测等方面的要求;④控制要求,采用大数据及智能算法,以COD、NH₃-N等为主控因子,实现出水水质满足内控标准;⑤可用算法,主要有神经网络算法、强化学习算法等;⑥实施效益,智能曝气可节省电耗10%~15%。

3.3 智慧化决策

3.3.1 一般要求

水务智慧化决策针对城镇供排水系统中多设施、多维度、多目标的复杂业务场景,通过模拟仿真、预警预测、智能诊断等方法,实现复杂水务业务的预判规划、优化调度、应急管理及情景分析,辅助制定科学、精准、有效的决策方案。

3.3.2 仿真模拟

智慧化决策的核心是应用仿真模拟技术及大数据分析、人工智能算法对复杂问题进行仿真模拟、判断分析和科学决策,主要包括水处理工艺模拟、水文模拟、水动力模拟、水质模拟、城市水系统模拟等。

3.3.3 水务智慧化决策

有别于智能控制针对的是单一工艺环节局部最优解,智慧化决策针对的是多设施、多维度、多目

标的复杂系统的全局较优解。因此,智慧化决策需要考虑系统性。

水务智慧决策包括突发水污染公共卫生事件应急决策、供水多水源多水厂调度决策、供水管网运行优化决策、排水管网破损渗漏诊断及修复改造决策、污水厂异常进水应急决策、源-网-厂-河(湖)水环境运维决策、城镇排水(雨水)防涝应急决策、供排水突发事故应急决策8项。其中,供水管网运行优化决策又分为4个部分,即漏损分析及控制、爆管分析及抢修、水龄控制、管网水质污染溯源。源-网-厂-河(湖)水环境运维决策又包括河(湖)水环境质量管控、CSO溢流污染控制、污水厂运行优化、海绵城市径流污染控制4个方面。每项智慧化决策都从决策目的、决策内容、模拟仿真、决策执行4个方面进行了介绍。

3.4 信息安全与运营维护

3.4.1 信息安全

信息安全是智慧水务健康运行的有力保障,包括安全体系框架、技术要求、能力建设。在能力建设中,主要从泵站、水厂、管网、平台等方面对信息安全提出了技术要求。

3.4.2 运营维护

运营维护章节包括基本规定、运维对象和运维模式。运维对象包括信息通信技术基础设施、自控基础设施、数据、信息系统、安全系统。运维模式从组织资源、管理制度、培训机制3个方面展开。

4 智慧水务的应用

4.1 应用平台架构

遵循总体架构原则,智慧水务平台由物联感知层、数据层和应用层组成,具体见图2。

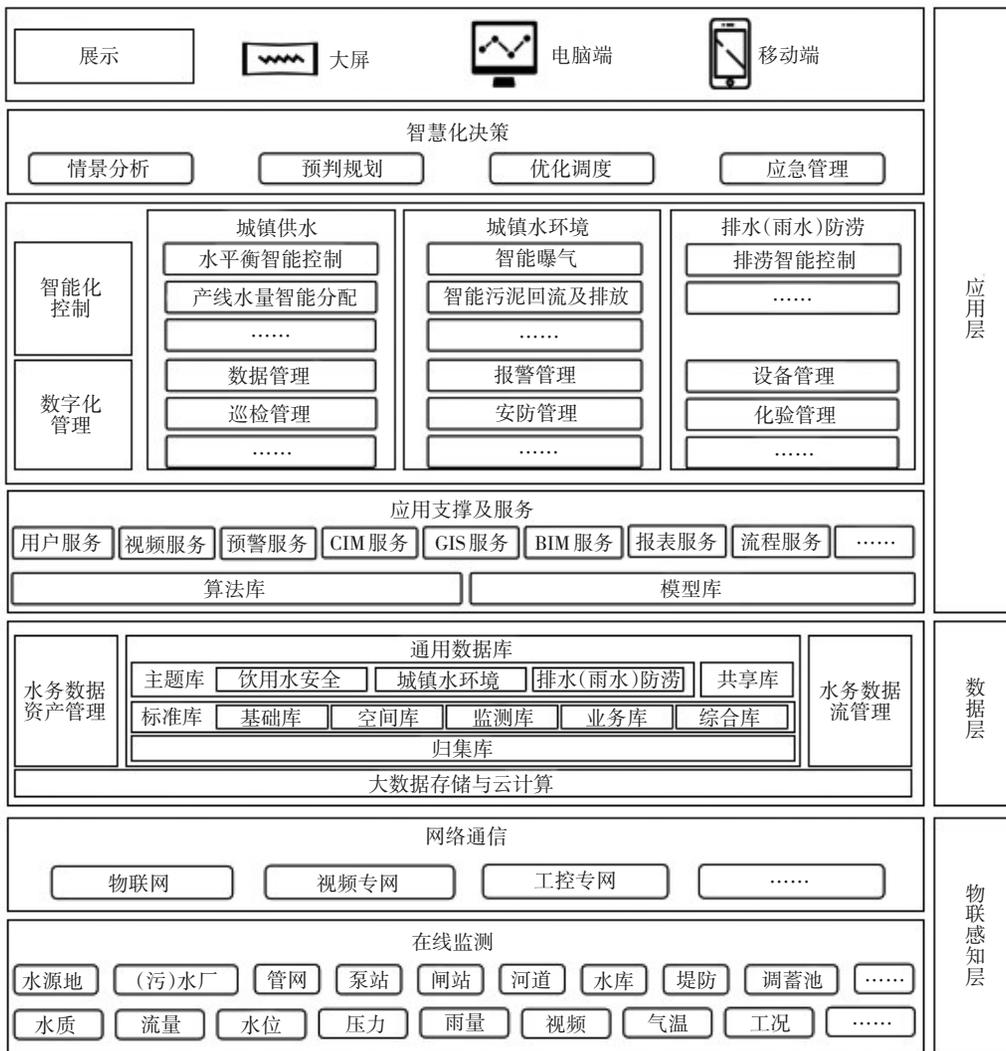


图2 智慧水务平台应用架构

Fig.2 Platform architecture of smart water

4.2 建设应用

我国智慧水务的发展当前处于数字化、智能化和智慧化三种模式交织叠加的阶段。这三种模式并非完全递进式的前后发展阶段,每种模式的侧重点不同,在建设智慧水务的过程中,这三种模式应该互为补充、协调实施。为了便于不同企业结合自身业务情况,因地制宜地实施智慧水务应用,《指南》从城镇供水、城镇水环境、排水(雨水)防涝3个领域对智慧水务建设应用进行集成汇总。

4.2.1 城镇供水

城镇供水包括原水系统、水厂、输配水系统及用户4个部分,在进行智慧水务应用时,应充分考虑不同对象对智慧水务的真实需求。

城镇供水 CIM-water 应用包括 BIM、GIS 和网络通信3个方面,需要综合考虑供水系统中各对象的技术要求,同时兼顾不同城市规模及发展需要。根据城市规模的不同,对供水系统各对象(如取水泵站、水厂、加压泵站等)提出 BIM 覆盖要求(见表1),同时也对 GIS 系统中各对象包含的数据信息等提出了要求。

表1 城镇供水领域 BIM 技术的应用

Tab.1 Integrated application of BIM in water supply system

对象	超大城市	特大城市	大城市	中等城市	I型小城市	II型小城市
取水泵站 (规模≥5×10 ⁴ m ³ /d)	■	■	■	■	■	▲
取水泵站 (规模<5×10 ⁴ m ³ /d)	■	■	■	▲	▲	▲
输水管线	■	■	■	▲	▲	▲
水厂(规模≥5×10 ⁴ m ³ /d)	■	■	■	■	■	■
水厂(规模<5×10 ⁴ m ³ /d)	■	■	■	■	▲	▲
供水管网 (DN300以上)	■	■	■	▲	▲	▲
加压泵站 (规模≥5×10 ⁴ m ³ /d)	■	■	■	■	■	▲
加压泵站 (规模<5×10 ⁴ m ³ /d)	■	■	■	▲	▲	▲

注: 1. ■表示应覆盖; ▲表示宜覆盖,后文表格同此。2. 超大城市指城区常住人口在1 000万人以上的城市;特大城市指城区常住人口为(500~1 000)万人的城市;大城市指城区常住人口为(100~500)万人的城市;中等城市指城区常住人口为(50~100)万人的城市;I型小城市指城区常住人口为(20~50)万人的城市;II型小城市指城区常住人口在20万人以下的城市。

对于网络通信,则应结合具体情况进行选择,

供水厂站通常控制对象较多、控制频率较高、稳定性要求较高,宜采用有线专线的形式进行通信。

在线监测需构建全过程感知体系,为智能应用的实现提供基础的数据支撑,包括原水监测、厂(站)监测、管网监测、环境监测、用户监测等。监测指标包括流量、液位、压力、水质、环境、状态等。

数字化管理的主要对象包括取水、净水、输配水等,结合具体业务需求对数字化管理提出覆盖要求,详见表2。

表2 城镇供水领域数字化管理技术的应用

Tab.2 Integrated application of digital management technology in water supply system

对象	数据监测管理	巡检管理	设备管理	报警管理	安防管理	化验管理	能耗管理	物料管理	成本管理	日常调度管理	客服管理
水源	■	▲	▲	■		■					
取水泵站	■	■	■	■	■		■		■	■	
输水管线	■	■		■							
水厂	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
供水管网	■	■	■	■	■		■			▲	
加压泵站	■	■	■	■	■		■		■	■	
用户	■	■		■							■

智能化控制的主要对象包括取水泵站、絮凝沉淀、过滤消毒等,结合具体工艺流程提出智能加药絮凝、智能反冲洗、智能消毒等智能控制应用,详见表3。

表3 城镇供水领域智能化控制技术的应用

Tab.3 Integrated application of intelligent control technology in water supply system

对象	泵组优化智能控制	水量智能分配	智能加药絮凝	智能排泥	智能反冲洗	智能消毒	水平衡智能控制	智能照明	智能通风
取水泵站	■						■		
絮凝沉淀		▲	■	■					
过滤		▲			■				
消毒/调蓄						■	■		
送水泵房	■	▲					■		
加压泵站	■							▲	
地理式水厂								■	■

智慧化决策主要场景包括突发水污染公共卫生事件应急决策、供水多水源多水厂调度决策等,根据不同城市规模及发展需要,提出智慧化决策的应用要求,详见表4。

表4 城镇供水领域智慧化决策技术的应用

Tab.4 Integrated application of smart decision-making technology in water supply system

业务对象/场景	超大城市	特大城市	大城市	中等城市	I型小城市	II型小城市
突发水污染公共卫生事件应急决策	■	■	■	■	■	■
供水多水源多水厂调度决策	■	■	■	■	■	▲
供水管网运行优化决策	■	■	■	■	■	■
供水突发事故应急决策	■	■	■	■	▲	▲

4.2.2 城镇水环境

城镇水环境主要包括污水收集、地表径流污染及CSO控制、污水处理、尾水排放和再生水补水4个方面。其对象包括公众、环保部门、城镇河湖水体管理部门、污水收集及处理企业。

在CIM-water方面,《指南》提出了各对象的BIM覆盖要求应考虑不同城市的规模及发展情况,详见表5。GIS系统所包含的数据信息应结合具体对象确定;在网络通信方面,污水厂、泵站通常控制对象较多、控制频率较高、稳定安全性要求较高,宜采用有线专线的形式进行通信。

表5 城镇水环境领域BIM技术的应用

Tab.5 Integrated application of BIM in wastewater system

对象	超大城市	特大城市	大城市	中等城市	I型小城市	II型小城市
污水管网(DN300以上)	■	■	■	▲	▲	▲
提升泵站(规模≥5×10 ⁴ m ³ /d)	■	■	■	■	■	▲
提升泵站(规模<5×10 ⁴ m ³ /d)	■	■	■	▲	▲	▲
污水厂(规模≥5×10 ⁴ m ³ /d)	■	■	■	■	■	■
污水厂(规模<5×10 ⁴ m ³ /d)	■	■	■	■	▲	▲
初期雨水处理厂(规模≥10×10 ⁴ m ³ /d)	■	■	■	■	▲	▲
初期雨水处理厂(规模<10×10 ⁴ m ³ /d)	■	■	■	■	▲	▲
尾水管/补水管	■	■	▲	▲	▲	▲

在线监测包括排水户、管网、提升泵站、污水厂、初期雨水处理厂、排口、水体等对象,监测指标包括流量、液位、水质、环境、状态等。

数字化管理的主要对象包括污水管网、提升泵站、污水厂等,结合具体业务需求对数字化管理提出覆盖要求,详见表6。

表6 城镇水环境领域数字化管理技术的应用

Tab.6 Integrated application of digital management technology in wastewater system

对象	数据监测管理	巡检管理	设备管理	报警管理	安防管理	化验管理	能耗管理	物料管理	成本管理	日常调度管理
排水户	■	■	▲	■	■	▲				■
污水管网	■	■	■	■	■	▲				■
提升泵站	■	■	■	■	■		■		■	■
污水厂/初期雨水处理厂	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
尾水管/补水管	■	■		■	■	■				▲
接纳水体	■	■		■	■	■				▲

智能化控制的主要对象包括污水提升、污水处理及污泥处理等工艺环节,提出了智能曝气、智能污泥回流及排放、智能加药除磷、智能加药调理等智能控制的应用要求,详见表7。

表7 城镇水环境领域智能化控制技术的应用

Tab.7 Integrated application of intelligent control technology in wastewater system

对象	泵组优化智能控制	智能曝气	智能内回流	智能污泥回流及排放	智能加药除磷	智能碳源投加	智能加药调理	智能污泥转运	智能照明	智能通风
污水提升	■									
生化池		■	▲							
二沉池及污泥泵房				■						
深度处理沉淀及反硝化					■	■				
污泥调理							■			
污泥转运								■		
地理式污水厂									■	■
再生水补水泵房	▲									

智慧化决策主要场景包括排水管网破损渗漏诊断及修复改造决策、污水厂超标进水应急决策、

源-网-厂-河(湖)水环境运维决策、排水突发事故应急决策等,根据不同规模城市的发展需要,提出智慧化决策的应用要求,详见表 8。

表 8 城镇水环境领域智慧化决策技术应用

Tab.8 Integrated application of smart decision-making technology in wastewater system

业务对象/场景	超大城市	特大城市	大城市	中等城市	I型小城市	II型小城市
排水管网破损渗漏诊断及修复改造决策	■	■	■	■	▲	▲
污水厂超标进水应急处理决策	■	■	■	■	■	■
源-网-厂-河(湖)水环境运维决策	■	■	■	■	■	▲
排水突发事故应急决策	■	■	■	▲	▲	▲

4.2.3 排水(雨水)防涝

排水(雨水)防涝主要包括雨水收集、雨水调蓄、排涝系统 3 个方面,其对象包括公众和水务局。公众的核心诉求主要是信息公开,通过信息获知提前避险,以保障人身安全,减少经济损失。水务局的需求是依靠模拟仿真等技术,预警告警,排涝调度,减少内涝风险。同时在发生内涝时将渍水点、降雨情况与城市交通疏导、应急救援进行信息交互,提高水务、交通之间的信息交换效率,为智慧城市、韧性城市提供数据支持。

在 CIM-water 方面,排水防涝领域各对象 BIM 覆盖要求应考虑不同城市的规模和发展情况而定,详见表 9。

表 9 排水(雨水)防涝领域 BIM 技术的应用

Tab.9 Integrated application of BIM in rainwater system

对象	超大城市	特大城市	大城市	中等城市	I型小城市	II型小城市
重要区域海绵设施	■	▲	▲	▲	▲	▲
雨水管渠(DN600以上)	■	■	■	■	▲	▲
调蓄池(规模 $\geq 0.5 \times 10^4 \text{ m}^3$)	■	■	■	■	▲	▲
调蓄池(规模 $< 0.5 \times 10^4 \text{ m}^3$)	■	■	▲	▲	▲	▲
排涝泵站(规模 $\geq 5 \text{ m}^3/\text{s}$)	■	■	■	■	■	■
排涝泵站(规模 $< 5 \text{ m}^3/\text{s}$)	■	■	■	▲	▲	▲
闸站	■	■	■	▲	▲	▲

GIS 系统所包含的数据信息应结合排水防涝系统具体对象确定。对于网络通信,大型调蓄池、泵

站等对通常控制要求和稳定安全性要求较高,宜采用有线专线的形式进行通信。

在线监测对象包括降水量、海绵设施、易涝点、雨水调蓄设施、排涝泵站等,监测指标包括雨量、流量、液位、水质、环境、状态等。

数字化管理的主要对象包括海绵设施、调蓄设施、排涝泵站等,结合具体业务需求对数字化管理提出覆盖要求,详见表 10。

表 10 排水(雨水)防涝领域数字化管理技术的应用

Tab.10 Integrated application of digital management technology in rainwater system

对象	数据监测管理	巡检管理	设备管理	报警管理	安防管理	能耗管理	物料管理	成本管理	日常调度管理
海绵设施	■	■	■	■	■				
调蓄池	■	■	■	■	■	▲			■
雨水管(渠)道	■	■	▲	■	▲				■
排涝堰闸	■	■	■	■	■	▲			■
排涝泵站	■	■	■	■	■	■			■
雨水排口		■		■	▲				■
水体		■		■	▲				

排涝智能化控制的主要对象包括调蓄设施、排涝泵站等,应用要求详见表 11。智慧化决策主要场景包括排水管网破损渗漏诊断及修复改造决策、排水突发事故应急决策等,根据不同规模城市及发展需要,提出智慧化决策的应用要求,见表 12。

表 11 排水(雨水)防涝领域智能化控制技术的应用

Tab.11 Integrated application of intelligent control technology in rainwater system

对象	泵组优化智能控制	排涝智能控制	智能排泥
调蓄池		▲	■
排涝泵站	■	■	

表 12 排水(雨水)防涝领域智慧化决策技术的应用

Tab.12 Integrated application of smart decision-making technology in rainwater system

业务对象/场景	超大城市	特大城市	大城市	中等城市	I型小城市	II型小城市
排水管网破损渗漏诊断及修复改造决策	■	■	■	■	▲	▲
城镇排水(雨水)防涝应急决策	■	■	■	■	■	▲
排水突发事故应急决策	■	■	■	▲	▲	▲

5 结语

《城镇智慧水务技术指南》与《城镇水务系统碳核算与减排路径技术指南》以及其他系列团标,作为落实和践行《城镇水务2035年行业发展规划纲要》的系列技术丛书,对推动城镇水务行业落实国家战略部署、推动城镇水务行业高质量发展具有重要参考及指导意义。《城镇智慧水务技术指南》的发布,将对各地城镇水务企事业单位推进城镇智慧水务建设提供指导,对我国城镇智慧水务建设的健康有序发展起到积极促进和引导作用。

参考文献:

- [1] 中国城镇供水排水协会. 城镇水务2035年行业发展规划纲要[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2021.
China Urban Water Association. Urban Water Industry Development Plan Outline 2035 [M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2021(in Chinese).
- [2] 中国城镇供水排水协会. 城镇水务行业智慧水务调研分析报告(2020年)[M]. 北京:中国环境出版集团, 2021.
China Urban Water Association. Research and Analysis Report on Smart Water Industry in Urban Water Services (2020) [M]. Beijing: China Environment Publishing Group, 2021(in Chinese).
- [3] 中国测绘学会智慧城市工作委员会. 智慧水务应用与发展[M]. 北京:中国电力出版社,2021.
Smart City Working Committee of the Chinese Society for Geodesy Photogrammetry and Cartography. Smart Water Management Applications and Development [M]. Beijing: China Electric Power Press, 2021(in Chinese).
- [4] 国家市场监督管理总局,国家标准化管理委员会. 智慧城市 顶层设计指南:GB/T 36333—2018[S]. 北京:中国标准出版社,2018.
State Administration for Market Regulation, Standardization Administration. Smart City—Top-level Design Guide: GB/T 36333—2018 [S]. Beijing: Standards Press of China, 2018(in Chinese).
- [5] 中国城镇供水排水协会. 城镇水务系统碳核算与减排路径技术指南 [M]. 北京:中国建筑工业出版社,2022.
China Urban Water Association. Guidelines for Carbon Accounting and Emission Reduction in the Urban Water Sector [M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2022(in Chinese).

作者简介:简德武(1965—),男,湖北安陆人,硕士,教授级高级工程师,长期从事水务与环保工程设计研究与数字化创新工作。

E-mail: 1070559030@qq.com

收稿日期:2023-09-26

修回日期:2023-10-09

(编辑:丁彩娟)

完善水利基础设施网络
增强水安全保障能力