

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2025.10.020

智慧排水信息化管理平台建设及探索

段龙武, 张馨

(辽宁省城乡建设规划设计院有限责任公司, 辽宁 沈阳 110000)

摘要: 以辽宁省盘锦市智慧排水信息化管理平台建设为例,主要介绍智慧排水信息化管理平台的建设需求及目标、平台架构、应用系统组成等。该平台是以物联网、大数据、移动互联网等新技术为主体,涵盖排水设施管理、在线监测、运行管理、在线调度等功能的综合性排水信息化管理平台,可以强化盘锦市辖区范围内的防汛应急、智慧排水、厂网监测等方面的业务管理能力。

关键词: 智慧排水; 物联网; 人工智能; 排水调度

中图分类号: TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2025)10-0126-06

Construction and Exploration of Smart Drainage Information Management Platform

DUAN Long-wu, ZHANG Xin

(Liaoning Urban and Rural Construction Planning and Design Institute Co. Ltd., Shenyang 110000, China)

Abstract: Taking the construction of smart drainage information management platform in Panjin, Liaoning Province as an example, this paper mainly introduces the construction requirements and objectives, platform architecture and application system composition of intelligent drainage information management platform. The platform is a comprehensive drainage information management platform taking new technologies such as Internet of Things, big data, mobile Internet as the main part, covering functions such as drainage facilities management, online monitoring, operation management, online scheduling, which can strengthen the business management capabilities of flood control emergency, smart drainage, plant and network monitoring within the jurisdiction of Panjin.

Key words: smart drainage; Internet of Things; artificial intelligence; drainage scheduling

我国正处在城市化高速发展的阶段,智慧水务系统逐渐在城市的给水和排水等方面得到了广泛的应用^[1-3]。随着智慧城市系统化建设的逐步开展,城市排水系统基础设施老化、落后问题日益凸显。为打造“智慧排水、智慧管水”的智慧化城市排水体系,智慧排水信息化管理平台的建设势在必行^[4-5]。通过智慧排水信息化管理平台的建设,能够全面实时地掌握城市排水管网的布局与各泵站、调蓄池、排涝站、污水处理厂的运行情况,合理地管理和调度各种设施及相关设备,提高整个城市排水系统的自动化

程度^[6-9]。智慧排水信息管理平台主要通过建立排水设施物联网,将所辖污水处理厂、雨污泵站、雨污管网等运行数据实时接入排水设施大数据云平台,对平台内的污水处理厂、泵站、管网等进行集中运维监管及优化运营决策^[10]。

目前,盘锦市现状排水系统大部分为截流式合流制,少部分新建或建筑较稀疏、人口较少的区域为分流制。该市现状设有3个排水主分区,分别为兴隆台区排水分区系统、双台子区排水分区系统和田家街道排水分区系统。近年来,随着环保要求的日

益提高,盘锦市对部分区域进行了分流制改造,但地下排水管网系统错综复杂,新旧系统原始状况不明,导致改造实施后的效果并不明显,排水系统缺少系统化管理策略。

1 平台建设思路

盘锦市智慧排水平台应用的主要关键技术包括:地理信息系统(GIS)、物联网、大数据分析、微服务、WEB、API、云计算、移动应用等。总体建设思路:前期工作→动态监测、感知层设备布设→GIS“一张图”建设→智能分析运用、辅助决策,具体分析如下。

① 前期工作:管网普查、雨污混接调查、检测评估;

② 动态监测、感知层设备布设:泵站/污水处理厂/水闸,城市低洼处/积水点,管网关键节点、调蓄池,窨井井盖;

③ GIS“一张图”可视化监管:全生命周期管理;

④ 智能分析、辅助决策:从日常运行维护管理以及汛期应急抢险两个核心需求出发,综合运行GIS、云计算、大数据分析、移动互联等技术,构建综合监管平台,科学辅助排水运行管理及汛期应急指挥。

2 平台建设目标

依据盘锦市现状排水管网、污水处理厂、排水泵站等实际情况,建立涵盖污水处理厂、排水管网及检查井、污水泵站的统一排水智慧平台,实现排

水系统设施所属区域内的污水处理厂、排水泵站(雨、污水)、排水管网(雨、污水)的集中监视、数据统计分析、预警预报、运行优化、运维管理等主要功能,提升排水管理公司的运营效率,降低运营成本,保障排水安全。

具体建设目标:

① 基础数据可视化。实现排水系统(管网、泵站、桥洞及易涝点、排水口、排水户等)基础数据和城市(道路、建筑物、水系、居民小区、地名地址点等)基础数据的可视化,结合地理位置信息,以“一张图”的方式进行展示。

② 运行数据可视化。实时采集运行数据,包括工况、水雨情、气象、报警、人员车辆实时位置、安防等信息,以图标、地图等多种方式进行可视化展示。

③ 管理数据可视化。集成用户投诉信息、热线数据信息、运维养护信息、预案信息、行业基础资料,以图标、地图等多种方式进行可视化展示。

④ 管理主动化。主动发现运行问题,提前预警应急事件,全程跟踪城市服务。

⑤ 精细化管理。从源头到终端的全链条实时监管,根据业务管理需要,划分城市网格,实现重点区域和重要节点的业务管理。

⑥ 管理智慧化。科学运行优化,科学调度资源,科学巡检养维,科学应急处置,科学规划设计。

3 平台建设方案

平台总体逻辑架构见图1。



图1 综合管理平台逻辑架构

Fig.1 Logic architecture of integrated management platform

盘锦市智慧排水平台是集信息采集、传输、存储、分析、业务管理和应急管理为一体的信息系统,按照分层原则进行设计和实现。采用分层的体系结构能够较好地实现建设任务的分解,以便整个系统在明确接口定义的基础上进行建设,可以缩短建设周期。在系统设计中,利用分层结构的技术优势,充分满足目前排水系统信息管理工作,并为将来管理工作的拓展提供信息服务接口。总体思路采用面向服务架构、分层架构体系。

3.1 平台数据中台建设

智慧排水信息管理平台建设离不开数据的收集处理,以及底层感知设备的布设工作。

① 数据标准化建设。以统一规则命名、标准化的数据格式要求,将排水系统已有的各类资料进行标准化数据处理,集成在项目建设系统中,包括属性、电子资料等现有管网历史数据,已有CAD竣工图的标准化处理与数据集成等。

② 综合数据库。数据库总体结构可分为6个部分:基础数据库、业务数据库、空间数据库、监测数据库、BIM库、多媒体数据库。综合管理平台的各个数据库在物理上分开,但在运行管理逻辑上紧密相关,以保持数据的一致性。综合数据库的建设时还可实现数据采集、处理、储存、共享。

③ 数据分析服务。数据分析服务包括监测数据管理、监测数据的校验修复、监测数据的统计分析、监测数据对比、降雨数据管理。

④ 排水普查平台。开发具备数据编辑、数据校验、CCTV数据标准化处理、状态评估等功能的排水管网普查系统,建立格式统一、信息完整的排水设施数据库,并提供动态更新功能,便于数据统一管理并为运维、决策等提供基础数据支撑。

3.2 平台物联感知系统建设

物联感知建设主要包含管网监测、调蓄池、污水处理厂和泵站自控的集成。利用任何可以随时随地感知、测量、捕获和传递信息的设备、系统或流程,通过排水专网、运营商网络等技术,将个人电子设备、组织和信息系统中存储的数据信息进行交互和共享,实现对水位、水质、压力、流量等监测数据更透彻地感知,更全面地互联互通。

3.2.1 感知设备布点原则

① 代表性原则:选择能够监测点位及其周边的特定监测指标的监测点,在相同条件下尽量不要

重复选取。

② 便利性原则:监测设备点位的选择要考虑便利性原则,有较好的安装和后期运维条件,允许交通工具前往。

③ 可行性原则:优先选择市政供电。监测点位确定后要及时进行安装井内环境的现场勘察,确保后续安装工作的可实施性。

④ 坚持长短结合原则:监测点的布置可结合长期监测和短期监测,关键位置布置长期监测点。短期监测点为可移动的加密监测,分片区执行监测计划。短期监测点也可采用人工监测,对关注点进行短期、高频次的人工采样监测。

3.2.2 监测方案

盘锦市现状共有易涝积水点18处,根据各易涝积水点的特点,设置不同的感知设备,主要考虑设置液位监测系统、视频监控系统、防雷系统、视频软件等。

① 地道桥积水点监测:对现存的3处地道桥雨季积水点,设置液位监测系统、视频监控系统、防雷系统、LED显示系统、视频管理软件等。

② 污水处理厂及泵站监测:盘锦市城区现状主要有3座污水处理厂,分别为盘锦市第一污水厂、盘锦市第二污水厂和盘锦市第三污水厂。现状及本次工程拟建泵站共计52座,包括污水泵站、雨水泵站及合流制泵站。

a. 污水处理厂监测

通过安装底层感知设备可远程24h全天候在线监测污水处理厂内的各构筑物液位、进出水流量、进出水水质(COD、氨氮、总磷、总氮、pH)、泵组运行工况(电流、电压、温度)、重点区域视频、有毒有害气体/易燃气体浓度、智能门禁系统等的实时数据。

b. 雨、污水泵站监测

通过安装底层感知设备可远程24h在线监测泵站前池液位、进出水流量、进出水水质(COD、氨氮、总磷、总氮、pH)、泵组运行工况(电流、电压、温度)、有毒有害气体/易燃气体浓度、雨量计等数据。

③ 排水管网监测

为准确管控各片区雨污水管道内的流量、水位、水质等参数情况,需要对不同分区范围内的管网进行分区管控。排水管网布设的监控设备主要有液位计、流量计、视频监控、水浸传感器、雨量计、

智能井盖、智能抢修车辆等。

④ 闸门监测

目前,盘锦市现状共有 47 处排河闸门。根据现状雨水管道排河处设有闸门的点位,布设监测闸门的水位、视频、状态(开闭)等设备,并将参数及时传送到智慧平台,以实现闸门的水位监测、视频检测、状态(开闭)检测等远程控制。

⑤ 雨水调蓄池监测

本次工程拟对新建 90 座雨水调蓄池设置智慧监测系统。在各调蓄水池点位布设流量、水位、水质、雨量及汽车运水工程量计量等监测设备,并将设备参数及时传送到智慧排水平台,对调蓄池现场的泵机、阀门进行实时远程控制。

4 平台应用系统设计

4.1 排水综合展示系统

排水综合展示系统界面见图 2。



图 2 综合展示系统示意

Fig.2 Schematic diagram of comprehensive display system

排水综合展示系统作为排水系统运行状态的综合展示窗口,通过多种专题“一张图”手段达到对排水系统的各个业务场景实时监控、统计分析指标的计算与展示,支撑领导决策、工作调度、会商研判等场景的需要。此外,该系统支持排水设施信息的二维、三维与 BIM 展示,提供可视化模型,并展示设施各细节的信息和数据,实现快速查询与分析。

4.2 排水地理信息展示系统

排水地理信息展示系统功能界面见图 3。



图 3 排水地理信息展示系统示意

Fig.3 Schematic diagram of drainage geographic information display system

排水地理信息展示系统集成现状的各类监测数据、排水设施数据,利用可视化组件进行展示,满足系统平台对排水设施的展示和基础数据管理需求,实现排水设施的可视化交互、空间数据管理、属性数据管理、数据发布、数据统计与分析等功能。

4.3 排水资产管理系统

排水资产管理系统应用界面见图 4。

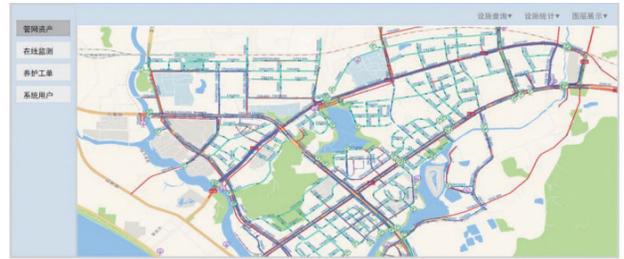


图 4 排水资产管理系统示意

Fig.4 Schematic diagram of drainage asset management system

系统将 GIS 有机集成,利用 GIS 提供排水设施资产管理涉及的海量空间数据的管理、浏览、查询和空间分析功能,对设施设备进行多级分类管理和唯一性编码管理,建立资产身份证;通过对设施运行状态的评估和预测,提供运维决策支持,为制定资产管养计划提供指导,实现对排水设施资产的科学、有效管理。

4.4 排水运行管理系统

排水运行管理系统应用界面见图 5。



图 5 排水运行管理系统示意

Fig.5 Schematic diagram of drainage operation management system

为解决人工现场工作效率低、纸质文档难以存储、监督管理难等问题,设置了排水运行管理系统。该系统集巡查、养护、排查等多功能于一体,通过与移动应用系统的联动,支持多业务工单派发。在巡检人员发现管网病害并上传后,管理人员可及时派发抢修工单,抢修人员收到工单后立即进行现场抢

修,这种工作模式改善了以往巡查与养护、抢修分离的现状,大大提高了管网病害修复率,为管网24 h修复提供了保障。

4.5 智慧排水在线监测系统

智慧排水在线监测系统可实现泵站的集中监控,在排水管网、易涝点、排口等安装监测设备进行在线监测,对在线监测收集的数据进行统一储存、管理。通过对排水设施运行状况进行24 h实时监测,可为决策者提供早期的报警信息,从而对整个排水设施的运行情况及水量水质变化状况作出迅速、准确的判断。

4.6 应急抢修指挥调度系统

应急抢修指挥调度系统针对防汛应急管理和指挥调度全过程的信息化需求,基于GIS、在线监测和移动通信等技术设计和建设,为城市管理部门进行事前应急资源准备、事中应急指挥调度和事后问题分析诊断提供全流程、精细化和标准化的管理模式。通过事前、事中和事后的全流程考虑,可辅助进行应急预案制定、应急指挥和工程改造,从而逐步减少事故发生频率、事故风险,提高城市防汛管理功能,有效支撑城市平安度汛,保障居民出行安全。

4.7 智慧排水运行调度系统

平台以远程、实时、自动控制为目标,以数据平台为内核、监测感知设备为基础、自动控制系统为执行机构,帮助实现排水系统的一体化联合调度,为城市内涝削减、合流制溢流控制、河道水质提升、调蓄设施高效利用以及污水处理厂稳定运行提供可靠、稳定与可持续的管理手段。此外,还可实现对泵站、管网、监控监测数据的运行管理,以及实时监测、预警、报警等信息的综合展示,对流域内排水信息进行全面统筹,充分发挥智慧排水运行调度系统全局优化控制的优势。

4.8 排水户管理系统

在城市排水管理工作中,排水户的规范排水是城市排水设施安全稳定运行和污水处理厂出水稳定达标排放的重要前提之一。排水户管理系统可加强对排水户的污水排放监管力度,减少排水户的偷排、乱排行为。

4.9 排水资料信息综合管理系统

排水资料信息综合管理系统为对外发布门户,通过资料信息馆可实现对已有电子资料的统一管

理和标准化存储,系统提供在线检索、资料调阅、文档下载、收藏夹、热点资料排行等功能,方便用户浏览相关资料信息。文档资料包括生产技术资料、设备资料、技改项目资料、科研项目资料、地质测量资料、影音视频资料、预案资料、专家信息等。

4.10 地理信息平台

地理信息平台是一种具有信息系统空间专业形式的空间数据管理基础平台,通过该平台可实现对地理分布数据的采集、储存、管理、运算、分析、显示和描述,同时,支持二次开发,从而满足不同业务需求和用户需要。本次项目涉及的地理信息平台为桌面端GIS软件和服务器端GIS软件,并可与其他智慧管理基础设施平台所使用的GIS地理信息平台进行数据共享。

5 结论

盘锦市智慧排水信息化管理平台的构建,响应了智慧水务、智慧城市的未来发展趋势。信息化平台利用物联网、大数据、移动互联网等新技术,建立了可视化、便捷化、高效化、智能化的排水信息化管理平台,不仅可实现排水管网“一张图”的信息化管理,而且还实现了排水系统从源头到末端的全过程监控管理,提高了排水系统运行管理水平,保障了城市排水系统稳定运行,可为其他地区推进智慧水务建设与管理提供参考。

参考文献:

- [1] 惠玉鑫. “厂网河湖”一体化智慧排水系统应用功能设计[J]. 中国水利, 2022(12): 58-60.
HUI Yuxin. Design of sewage treatment plant-drainage pipe network-urban river and lake intelligent drainage system application [J]. China Water Resources, 2022 (12): 58-60(in Chinese).
- [2] 尹海龙, 张惠瑾, 徐祖信. 城市排水系统智慧决策技术研究综述[J]. 同济大学学报(自然科学版), 2021, 49(10): 1426-1434.
YIN Hailong, ZHANG Huijin, XU Zuxin. Review of intelligent decision-making technologies for urban drainage system [J]. Journal of Tongji University (Natural Science), 2021, 49 (10) : 1426-1434 (in Chinese).
- [3] 丁孝兵, 伍超云, 陈凤. 智慧城市背景下排水信息化建设及应用探索[J]. 测绘与空间地理信息, 2021(7): 119-122.

- DING Xiaobing, WU Chaoyun, CHEN Feng. Discussion on the drainage informatization construction and application under the background of intelligent city[J]. *Geomatics & Spatial Information Technology*, 2021(7): 119-122(in Chinese).
- [4] 毛月红. 中山市中心城区智慧排水平台建设思考[J]. *陕西水利*, 2023(9):125-127.
- MAO Yuehong. Reflection on the construction of smart drainage platforms in the central urban area of Zhongshan City [J]. *Shaanxi Water Resources*, 2023(9):125-127 (in Chinese).
- [5] 邢汉坤,刘佳,占智玲. 智慧排水综合管理平台的建设及探索[J]. *环境工程*, 2023, 41(11):115-122.
- XING Hankun, LIU Jia, ZHAN Zhiling. Construction and exploration of a comprehensive management platform for smart drainage [J]. *Environmental Engineering*, 2023, 41(11):115-122 (in Chinese).
- [6] 乔志勇. 智慧排水平台在排水管网整治工作中的应用[J]. *中国给水排水*, 2023, 39(20):110-114.
- QIAO Zhiyong. Application of smart drainage platform in drainage network management [J]. *China Water & Wastewater*, 2023, 39(20):110-114(in Chinese).
- [7] 鲁菁,马晓虎,杨涛. “智慧水务”平台系统的构建及关键技术分析[J]. *数字技术与应用*, 2023, 41(10): 199-201.
- LU Jing, MA Xiaohu, YANG Tao. Construction and key technology analysis of the “smart water management” platform system [J]. *Digital Technology & Application*, 2023, 41(10):199-201(in Chinese).
- [8] 刘玉涛. 基于物联网等技术的城市智慧排水系统建设应用研究[J]. *仪器仪表用户*, 2022, 29(2):21-24.
- LIU Yutao. Research on the construction and application of urban intelligent drainage system based on Internet of Things and other technologies [J]. *Instrumentation Customer*, 2022, 29(2): 21-24 (in Chinese).
- [9] 张彦晶. 上海中心城区智慧排水管理平台构建[J]. *城市道桥与防洪*, 2021(5):146-148, M0015.
- ZHANG Yanjing. Build of smart drainage management platform for central urban area of Shanghai [J]. *Urban Roads Bridges & Flood Control*, 2021(5): 146-148, M0015(in Chinese).
- [10] 徐科威,王佳,李怀波,等. 智慧化城市排水管网信息系统建设研究[J]. *智能城市*, 2023, 9(2):102-105.
- XU Kewei, WANG Jia, LI Huaibo, *et al.* Research on the construction of intelligent urban drainage network information system [J]. *Intelligent City*, 2023, 9(2): 102-105(in Chinese).

作者简介:段龙武(1970-),男,辽宁沈阳人,本科,教授级高级工程师,主要从事给排水设计、排水信息化建设研究工作。

E-mail:844235456@qq.com

收稿日期:2024-04-02

修回日期:2024-07-29

(编辑:衣春敏)

强化依法治水,携手共护母亲河