

南方某市智慧排水管网监管平台的应用

陈欣

中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司

摘要：随着全国水环境治理的开展，排水系统的提质增效和运维管理越来越受到城市水务主管部门的重视。南方某市某区水务局为实现河流的长治久清，亟须建设排水管网监管平台，本文探讨了智慧排水系统的系统设计方案，充分利用物联网、大数据、云计算、人工智能等新一代信息技术，以地理信息、计算机通信网络和各采集控制终端为基础，建立集高新技术应用为一体的创新水环境治理管理体系，推行“厂-网-河”统筹考虑，强化涉水部门协同作用，全面汇集信息，建成“设施可视化，监管科技化，决策智能化，执法透明化”的智慧水务平台，为治水提质提供新动力，保证防洪排涝和水环境综合整治等工程发挥长效的工程效益。

关键词：排水管网；智慧水务；BIM；GIS；水力模型

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2020.12.151

一、导言

城市供排水管线就像人体内的“神经”和“血管”，日夜担负着传送信息输送能量的工作，被称为城市的“生命线”，尤其是排水系统，随着全国水环境综合整治的持续推进，越来越受到国家政府部门和水务行业的关注。摸清排水系统的情况，重视排水管网的提质增效，加强排水管网的运维管理^[1]，是消除城市黑臭水体，实现河流长治久清最根本的途径。

某城区主要河流的暗涵段河道淤积严重，由于存在雨污混接错接的情况，部分污水未进行有效收集直接排入河内，大量污染物排入导致河道黑臭，严重影响了整体生态环境和附近居民的生活环境。通过排污口整治、排水小区雨污分流改造等项目实施，2017年底，城区主要河流已实现消除黑臭目标，90%以上小区的雨污分流达标。但已实施正本清源的部分小区，由于物业管理水平低等条件所限，验收时雨污分流改造成功，后期由于疏于管养而造成“清源返潮”的问题。为此，区水务局亟须建设排水管网监管平台，完成可视化数据系统、初步建立管网监管系统，为后期运维提供重要支撑。本文着重介绍智慧管网平台的设计要点，以期在城市智慧排水管网平台提供借鉴。

二、平台总体架构

根据“设施可视化、监管科技化、决策智能化、执法透明化”的总体目标，结合区水务局发展管网监管相关要求，设计该区智慧水务平台总体框架，系统分四层结构，由下至上分别为感知层、数据层、应用层和展示层，整体应用架构见图1。



图1 总体架构图

(一) 感知层

感知层是区智慧水务平台的基础，建立所有供排水设施，包括供水、雨水、污水、中水管网、水厂、污水厂、泵站、河道和水库等资产信息库；建立实时在线、全面感知、准确可靠

的立体物联感知网，实现对管网液位、水质、流量和压力以及水库大坝位移、渗压、渗流等数据在线监测，以及对泵站、闸门、污水处理设施等设施设备运行工况远程实时监控与视频监控等，通过有线、无线网络将监测数据传输到数据层，为供排水管理提供基础数据支撑。

(二) 数据层

数据中心层是区智慧水务平台的核心，建立多源集成、资源共享、智能学习的大数据分析服务平台，实现对管网基础数据、监测数据、工程数据、运维数据、绩效数据等的统一存储与管理，通过标准化数据接口对内、对外提供数据分析应用与共享交换服务。

(三) 应用层

业务应用层是区智慧水务平台的关键，建设监测与预警、工程管理、水务监管、水质安全与防洪排涝五大业务模块，为区供排水管网日常管理提供可视化、智慧化管控工具。为水务监管和运维部门提供对应权限的系统功能。搭建日常管理网页端，为移动端应用模块及公众参与微信端预留接口，便于今后内容及形式上的扩展。

(四) 展示层

展示层包括两大块内容，实现供排水管网和设施资产BIM+GIS二三维一体化的可视化展示，能够进行信息查询和设施管理；智能分析展示，结合监测体系和模型分析，实现内涝模型和排水管网优化等展示。

三、应用模块

(一) BIM+GIS二三维一体化展示

BIM+GIS二三维一体化展示模块为水务局提供电脑端、大屏幕多屏联动的一图全景展现管网监管系统建设成效，将所有资产信息和动态信息整合到同一个系统中，实现可视化的统一管理，彻底解决过去用纸质图纸、电子版图纸和表格等碎片化的管理方式，能够随时查询、随时调用。二维+三维展示效果能实现对真实场景的精准还原，打造一个透明的城市数字管网^{[2][3]}。

一体化展示的层次包括：①地面城市实景三维模型。②重点建筑物三维BIM模型。③管网信息图层。④物联感知数据图层。⑤地下地质三维模型。⑥其他要素。视频监控、排水户信息、工程信息、执法信息等动态加载到地图之上，扩展地理位置属性，体现分布趋势。

(二) 智能分析

智能分析模块是基于管网BIM+GIS系统及动态耦合模型（地表漫流模型、水力模型、水文水动力模型等），开发的各项分析展示。

(1) 污水管网实时运行状态

系统能够基于水力模型和实时监测数据率定，实现定时对当前污水管网运行状态进行全局模拟，监控污水管道液位、管道流量、水流方向、节点液位、节点流量、24小时流量波动情况等，并能够以彩色分析图及报表方式显示不同区间范围，直观看到管段可能存在高液位、超负荷流量运行的异常情况。

(2) 雨水系统内涝模型

系统搭建的动态耦合模型，通过现有城市基础支撑平台管理的端口，获取实时和历史降雨数据、降雨预测信息、潮位监测与预测、台风信息等，根据接入的雨情、潮位情况，预测未来预报降雨条件下内涝演进，能够查看内涝动态演进、淹没位置水深、淹没历时。

(3) 排水管网优化

排水管网优化能够制定多种预案, 方案管理包括了新建方案, 各方案切换, 管网上定位方案, 查看方案详情, 共享方案, 各方案模拟计算等功能。

平台能模拟当前管网的运行状态, 通过预定义的可视化图形来直观表达各种运行状态。可以通过修改水闸或泵站的运行状态, 快速评估管网运行状态相应的变化, 制定各种运行预案, 提高排水安全性和事故应变能力。使动态水力模型成为决策辅助工具。应用平台的方案管理模块可方便快捷的建立不同的管网调度方案, 并保存。通过新建或修改待模拟方案信息, 可直接在模型中设置组件状态, 该修改会被作为方案内容记载, 并在模型中突出显示位置信息, 选择将要模拟的时刻方可进行运算结果(包括液位、流量变化, 流速)查询。并可限制查询结果区间进行定向搜索。该结果可在方案评估说明进行描述, 最后结合该方案模拟结果给出评价和评级等操作。可选择是否对该方案进行归档保存。

(4) 精度统计

系统能够将管网中实时模拟的液位、流量等实时模拟值数据与历史数据进行对比, 并能够以彩色分析图的方式显示现状管网数据与历史数据精度范围。同时实现在应用平台对精度稍差的表计直接进行校核调整, 显示调整前后变化情况。在模型布局下不同的颜色点分别表现不同精度。

(三) 监测与预警

监测预警模块基于二三维场景展示和物联感知层, 以及智能分析模块, 进行深度开发。针对不同水务对象设定监测指标阈值, 设置警报级别和预警线。

智能分析中的管网水力模型模拟具有风险预警的作用, 依托管网感知体系收集的大量历史数据如液位、流量、水质, 经统计学和算法分析实时数据, 以及水力模型模拟结果, 输出异常预警信息。系统对排水管网进行风险预警, 监管人员根据预警的类型和优先级别, 结合水质安全、水务监管等业务模块的工作流程进行问题核查、追责和处理。

(四) 工程管理

基于BIM+GIS场景展示底图, 能够实现工程进度可视化。在网页端能够进行视图操作, 制作工程档案时, 能够利用基本功能工具条在GIS底图上做标记, 同步导入工程范围图层和管网布置图, 方便直观展示工程所在范围、设计管线、工程进度等, 能够方便地查询项目概况、设计、承包单位等基本信息。

建立全去工程项目的统一入库管理, 以工程项目管理流程为主线, 以项目管理体系、风险控制体系、内控体系等为主要控制手段, 通过项目规划、进度管理、合同管理等功能, 支撑对工程项目建设全过程的信息化管理, 把控重要风险监控点, 对项目的进度、质量、资金、文档进行实时信息跟踪与动态管理, 实现工程项目的立项、预算、招标、现场管理、工程量确认与支付、竣工验收等全过程管理。与ERP系统的财务、人力、供应链、资产设备管理模块实现集成, 对项目批复文件等工程档案进行信息化管理, 实现对工程项目相关的各单位、各级人员提供业务信息化支撑。

(五) 水质安全

(1) 断面水质评价

在国控监测点、省控点、市控点河流断面设置水质自动监测微型子站, 实现河流断面总磷、氨氮等参数的监测分析。为水质污染预警、路径分析、污染源治理提供数据支撑, 将监测信息资源转化为决策资源。

(2) 污染路径分析

根据河道排口、管网检查井水质预警情况和流向分析成果, 对污染雨水系统和河道水质的污染源进行路径分析, 将初

步的分析成果, 手动或自动关联到水务执法使用的水务局综合管理系统中, 或发送给管网运维单位, 进行污染溯源核查, 找到污染源头。

(3) 污染源管理

建立污染源管理系统, 将污染源从审批起所有的资料以数据共享的形式从水务局现有综合管理系统中接入到本系统中, 实现污染源的“一源一档”管理。提供关联查询污染源基本情况及其生产工艺流程、排放污染物种类及浓度、环评批复数据、日常监察笔录、行政处罚情况、信访举报记录等各项环节监管内容。对发生水质污染的污染源, 动态更新监测信息、监察执法信息、信访投诉信息、行政处罚信息等。

(4) 排水户管理

建立排水户管理系统, 将所有一级排水户以数据共享的形式从水务运维单位信息系统中接入, 实现对排水户的监管。对发生错接混排的重点排水户进行标记, 进行相关记录的动态更新, 如监测信息、整改情况、处罚信息等。

(六) 水务监管

(1) 执法监管

基于管网感知系统的预警预报, 经过管网模型诊断分析(污染溯源), 将管网异常情况快速通知监管人员, 环境水务监察队可使用其已有综合管理系统, 派发工单给执法人员, 执法人员利用移动端采集证据、现场执法, 并将现场执法情况及时反馈, 纵向逐级派发或横向协调相关部门进行处理, 可以通过网页或移动端反馈执行情况, 形成闭环。

(2) 运维监管

目前, 水务局对管网运维单位的运维质量监管较单一, 主要依靠聘请第三方单位进行巡检、抽查, 定期报送巡检结果报告, 监管信息不能及时获取、监管效率较低, 制约了管网监管服务水平。系统根据监管制度体系和考核制度体系, 建立KPI考核模块, 实现自动考核评价, 形成总结报告。系统中形成运维监管流程, 保证运维质量。

(七) 防洪排涝

防洪排涝业务模块是基于智能分析中的内涝模型, 将分析结果与水务局日常工作相结合的模块。

(1) 易涝点监测与内涝风险预警

通过内涝分析模块预测未来内涝风险情况, 进行内涝点预警预报, 输出内涝点的淹没范围、高度以及历时信息。共享给水务局“智慧三防应急指挥系统”, 作为三防应急调度指挥的技术参考。

(2) 预案库信息服务

系统将管网水力模型、地表漫流模型和河道水文水动力模型耦合, 根据历史降雨、潮位过程, 在不同工况下进行洪水淹没分析, 形成丰富的闸泵优化调度预案库。

四、结语

排水管网的提质增效, 是实现水环境长治久清的根本所在, 项目建设必要性充足。通过全面普查地下供排水管网, 汇集供排水系统信息, 提升监测数据的采集能力, 建立智慧排水监管平台, 能够充分分析、利用数据, 为水质管理、运维监管和应急指挥提供科学的依据和智能手段。

参考文献

- [1] 孙永利. 城镇污水处理提质增效的内涵与思路[J]. 中国给水排水, 2020, 36(02): 1-6.
- [2] 刘琳琳. BIM技术在地下市政管网工程全生命周期中的应用研究[D]. 青岛理工大学, 2016.
- [3] 白喆, 朱玉明, 王鹏, 刘红义, 万艳东. 基于厂网一体化运行模式的智慧排水一张图应用[J]. 城乡建设, 2020(17): 49-52.