

南宁市城市排水设施地理信息系统的设计与应用

吴才东¹ 肖云龙²

1. 南宁市排水有限责任公司; 2. 南宁市勘测设计院集团有限公司

摘要:城市排水设施管理模式在不断变革, 传统的管理模式已不满足现代化管理需求, 信息化、智慧化的科学管理是提升城市排水设施管理决策水平及服务水平的必要条件。本文介绍南宁市应用城市信息模型(CIM)、物联网(IoT)、大数据与人工智能等多项先进技术, 将城市排水设施建设与运维管理数据按标准整理入库, 建立城市排水设施地理信息系统, 创造了城市排水设施图档一体化管控和“一张图”挂图作战的工作模式, 实现城市排水设施建设运维精细化、信息化、智慧化管理, 为赋能新型智慧城市建设提供有益的实践。

关键词:城市排水设施; 地理信息系统; 智慧化

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2022.22.011

城市排水设施是城市水环境循环系统的一个重要组成单元, 是保障现代城市发展的重要基础设施, 其形成与发展的结构分布广泛, 具有一定的规模性、复杂性、地区差别性, 其管理模式也在不断变革, 传统的管理模式已不满足现代化管理需求, 现代城市排水设施管理已进入了加强科学管理、提高安全可靠性的新时期, 信息化、智慧化的科学管理是提升城市排水设施管理决策水平及服务水平的必要条件。

为提升城市排水设施精细化管理水平, 推进城市排水事业向信息化和智慧化转型升级, 南宁市排水有限责任公司通过在排水设施建设与运维管理的实际工作中不断完善和提升, 开发建设了覆盖全市建成区范围“厂—网—河(湖)”全部排水设施的地理信息系统。

一、系统建设需求

城市排水设施精细化管理需要保证对排水事件处置过程有细致的管理。随着南宁市的建设发展, 城市排水设施建设的步伐也在日益加快, 排水设施数据冗杂, 亟须加以理清。建立准确了解排水设施建设运行情况的渠道与统一调度的平台, 利用信息化、智慧化手段对城市排水设施进行统一调控, 并采取统一、高效的维护管理手段, 使排水设施维护管理工作得以有序开展和高质量完成, 是南宁市城市排水设施地理信息系统的建设需求。

(一) 保障核心数据资产完备性和准确性

需对排水设施数据进行全面深入挖掘和分析, 查漏补缺, 改善基础数据的完备性, 建立健全统一的数据更新机制, 配合有针对性的修补测行动, 提高现有数据的准确性, 实现全市排水基础数据资产的价值回归。

(二) 强化城市排水信息化管理能力

需引入先进的信息化技术并建立更高效的管理模式, 通过信息化的手段进一步强化排水管理能力, 系统提升排水业务的管理效率, 实现城市公共排水设施“一

张图”。

(三) 统筹协调城市排水信息管理工作

需建立规范、精细、高效的排水管理模式, 从全局视角进行系统分析, 依照“厂—网—河(湖)”一体化管理思路, 统筹考虑不同管理主体在摸查、管理、巡检、养护、监督、考核、调度等方面的需求差异, 从全市层面建立统一的规划、设计、建设、运维的信息化平台, 打破信息孤岛, 实现各阶段管理无缝衔接。

(四) 提升现有业务协同水平、促进多个部门及时联动

需从全局视角打造统一的排水设施地理信息平台, 有效提升现有业务在数据传递、信息共享、业务协同、部门联动等方面的管理水平, 实现扁平化管理和规范化协作, 全面提升排水管理的软硬实力和科学水平, 有效支撑南宁市排水设施近远期的管理工作需求。

(五) 升级排水系统监测能力、提高业务分析处理水平

需合理布设不同类型的在线监测设备, 通过新一代物联网技术和移动通信技术升级排水系统监测能力, 扩展管理部门的感知范围, 改善数据传递的时效性, 提高南宁市排水管理业务分析处理水平。

(六) 构建城市排水防涝物联监测感知体系, 实现联合调度管理

需构建气象、雨情、水情、险情等排水实时在线监测体系, 围绕城市排水防涝业务需求, 实现多种数据源叠加分析, 解决信息服务能力、安全保障能力、应急精细化管理能力、综合预警能力不足的问题, 并建立城市排水防涝联合调度系统, 满足“预警预防、应急响应、善后处置、保障措施”等业务需求, 全面提升城市排水防涝信息化管理水平, 为南宁市社会经济安全提供保障。

二、系统建设目标

以“创新”驱动城市排水设施管理方式变革和效率提升, 依托现代化信息技术手段, 综合运用WebGIS技术、物联网技术、工作流技术、Web Service技术、GIS+BIM技术等, 将全市排水设施建设与运维管理数据按标准整理入库, 形成排水设施“一张图”管理, 实现排水设施建设与运维信息的整合、共享、更新、监管、分析、系统调度和辅助决策, 为进一步实现城市排水设施建设运维精细化管理模式奠定工作基础。

(一) 实现资产“底数清”

将全市排水管网普查工作按标准整理入库, 实现排水设施“底数清”, 并建立监测预警系统及时掌握排水设施动态数据信息, 及时分析、预警、辅助决策, 进而动态管理各类排水设施资产。对已发现的失养、失修、

错接、混接管网开展养护、维修、改造、清淤、疏解等工作，通过网格化、精细化、动态化管理，建立科学有效的排水设施巡查和维护机制，实时客观体现生产情况、质量评估、监测数据，提升排水设施管理的工作效率。

(二) 实现管理“智慧化”

建立厂网联动、管网、河湖一体化的管理系统，实现数据在各关联平台之间的共享和互联互通，实现管理“智慧化”，系统调度全市排水设施运行，对水厂、泵站、调蓄池、排口、易涝点等设施进行有效的动态监测调控，结合城市排水管网水力模型，提高管网及污水处理厂的运行能力，降低运行风险，优化和提高排水管网的运行调度能力。

三、系统设计与功能实现

南宁市城市排水设施地理信息系统以管理方式变革和效率提升为建设目标，按照排水设施基础信息数据整合、共享、更新、监管、分析、调度和辅助决策的总体建设思路，建立系统总体架构。

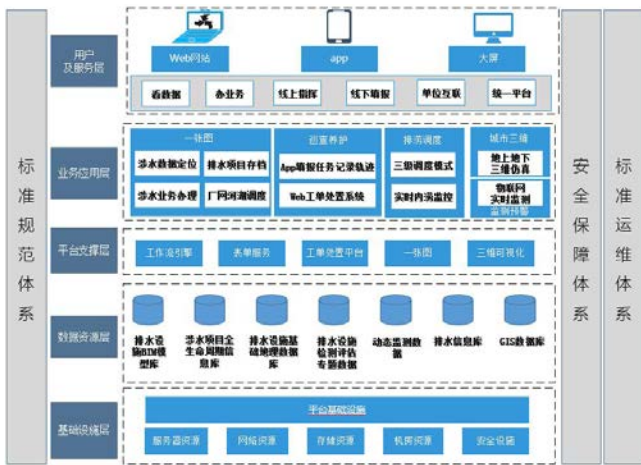


图1 系统架构

该架构分为基础设施层、数据资源层、平台支撑层、业务应用层、用户及服务层，以业务功能需求为建设基础，开发了排水设施资产管理、运行动态监测预警、三维可视化、排水户管理信息、网格化巡查养护、联合调度等六大模块。

(一) 排水设施资产管理模块

本模块利用WebGIS技术、工作流技术、Web Service技术，以高精度的电子地图、遥感影像等作底图，集成了雨水、污水、雨污合流三类排水管网、水系分布、泵站、污水处理厂、排水口、错混接点、外水点、断头淤堵点、管网封堵点、自来水表等各类涉水数据，接入了全市范围内排水设施工程项目立项批复、规划许可、施工图信息、施工许可、竣工验收等工程档案及养护、维修、改造、清淤等全过程信息，实现了全市排水设施的一张图管理，提供设施基础信息查询、全景浏览、管网流向分析、追踪溯源、统计分析、断面分析、水质分析、问题反馈、档案挂接等多种功能，创建了图档一体化管控和挂图作战的工作模式，全面适应并满足工程建

设审批监管和排水设施运维管理权限的分级划分，为排水设施规划、建设、运维提供基础数据支撑，也有效提升了生产运维效率。

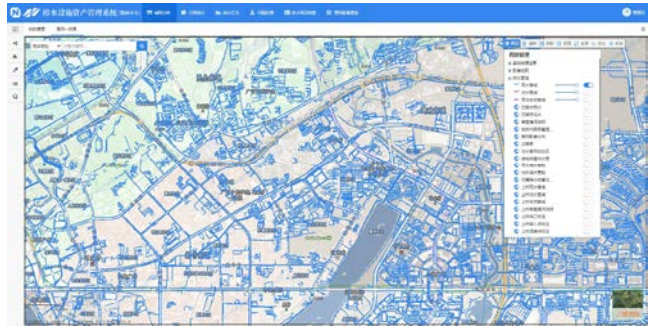


图2 资产管理模块界面

(二) 运行动态监测预警模块

本模块利用物联网技术、WebGIS技术、Web Service技术，搭建排水设施运行动态监测预警系统，将实时获取到的设备定位信息和实时传感数据在一张图上绘制展示，提供地图展示、查询分析、异常预警、消息推送等功能，实现了对“内涝”“倒灌”“超标排放”等常见管网运行问题的预警，对厂、站设备运行情况的自动监控，智能提示城市排水管网运行风险，协助锁定问题管网位置，辅助抢险、防灾、应急管理决策，为全市排水防涝、厂网河湖一体化调度提供全过程服务，实现排水管网的动态实时和常态化监管，为管理者提供决策支持。

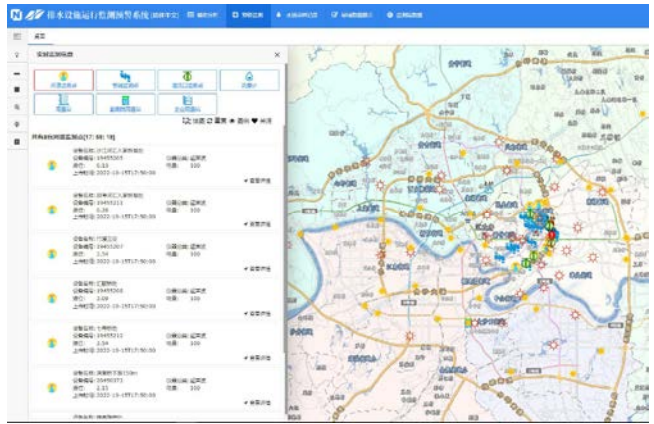


图3 运行动态监测预警模块界面

(三) 三维可视化模块

本模块基于GIS+BIM技术，利用建成区排水管网专项普查成果数据，以“一张图”集中展示的方式，在地面空间加载南宁市建成区范围内约600平方公里的实景三维模型，地下空间加载地下排水管网BIM模型，建立地上地下一体化的三维仿真场景，搭建了三维可视化系统，实现排水管线三维可视化、城市立体空间导航、管线碰撞检测、管线优化设计、开挖分析、爆管分析、二三维联动等功能，能够直观地展示管网的三维空间分布，能够辅助各管线部门协同工作、合理布线、施工以及运营维护管理，为城市排水设施建设与运维管理提供辅助支撑。

(四) 排水户管理信息模块

本模块利用WebGIS技术，集成了全市排水户的排口坐标、现场照片、接入情况、混接情况、用水量、排水许可、排污许可等信息，形成“排水户一张图”，目的是记录排水户详细信息，能够查询分析排水户数据信息，为排水户溯源、用水量统计、排水、排污许可到期提醒、排水接入意见在线办理等提供了数据和技术支撑，全面推行排水户管理，实现“户户有人管”。

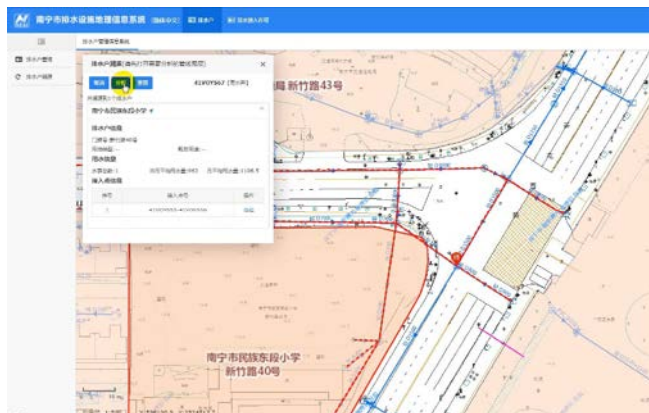


图4 排水户管理信息模块界面

(五) 排水设施网格化巡查养护模块

本模块利用 workflow 技术、WebGIS 技术、Web Service 技术，结合 PC 端和移动端实现了线上线下一体化的巡查养护功能，通过“小流域”划分网格，结合全生命周期管理建设的数据库，把排水管网基本信息融入网格，责任落到个人，实现管网日常养护的有效评估。运维人员在排水设施运维现场可通过手机 APP 完成日常巡护、问题上报、事件处置、工单管理、巡查轨迹记录等，PC 端同步展示 APP 上报的数据。本模块实现排水设施运维全程透明化、可追溯的闭环式管理，有效提高日常运维工作效率，确保排水系统的高效运行，辅助绩效考核的精准管理。

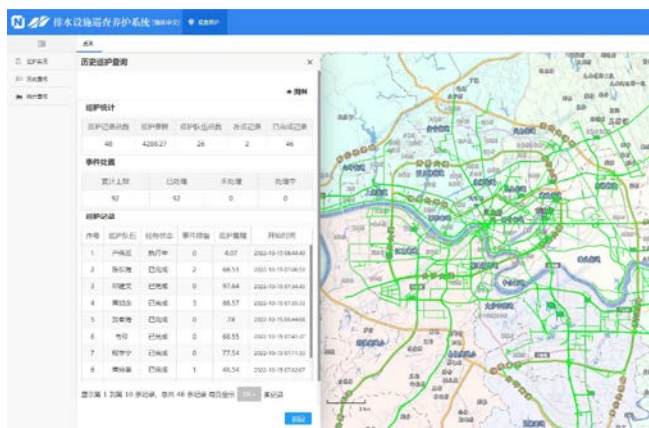


图5 巡查养护模块界面

(六) 排水设施联合调度模块

本模块利用物联网技术、WebGIS 技术、Web Service 技术，包括了日常巡查、运维调度和排水防涝调度功能，对排水设施各类数据分析、联动、监控、布

控和预警，辅助指挥和决策，对水厂、泵站、调蓄池等设施进行有效的动态调控，提高管网及污水处理厂的运行能力，降低运行风险，优化和提高排水管网的运行调度能力。

在防内涝应急调度指挥模块中，汇集气象、雨量、液位等在线监测以及车辆定位、车载视频监控、内涝点监控视频来实时获取现场内涝情况，提供了气象、防内涝预警发布、会商、任务上传下达、应急响应等功能，实现了对排水设施运行状态、队伍人员出动、物资使用情况进行全程跟踪，对问题上报、任务下达、执行反馈以及督办进行全过程办理，对调度方案、调度规则、队伍人员、物资、排水设施、汛期值班、一雨一报等进行统一管理，满足防汛应急工作要求。

该模块同时采用自动采集加人工填报的方式，汇集南宁市所有的污水厂、泵站、调蓄池等设施的运行情况，提供了异常报警、处置指令下达、结果反馈等功能。同时利用知识图谱和人工智能等技术，智能推荐厂网河湖一体化调度方案，为南宁市“厂—网—河—湖”调度提供决策支持，提高排水调度的智慧化水平。



图6 调度模块界面

四、总结

南宁市城市排水设施地理信息系统以城市排水设施基础数据为信息载体，运用大数据、物联网、空间数据库等先进技术，完成了排水设施空间位置和属性数据的建立和整合，并通过系统专业化模块界面，建立了一个实时更新、动态可视、综合管控的厂网河湖一体化管控平台，实现了排水设施建设与运维信息的整合、共享、更新、监管、分析、系统调度和辅助决策等基本功能，多维一体地实现了“多水统管、多污共治、联调联控”效果，能够满足管理部门的应用需求，为全面提升城市排水设施精细化管理水平、决策水平及服务水平，创建了“南宁智慧水务解决方案”。

参考文献：

- [1] 张磊. 浅谈城市排水工程中的现代化管理[J]. 工程技术. 2017, 20 (06).
- [2] 王涛; 蒋祥. 试论GIS在城市给排水管网管理中的应用[J]. 城镇建设. 2020, 3 (18)
- [3] 王浩正, 蔡然, 骆春会, 刘智晓, 刘龙志, 许申来. 排水管网资产管理技术和工具研究进展[J]. 中国给排水. 2021, 37 (2), 18-24