

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2023.20.018

智慧排水平台在排水管网整治工作中的应用

乔志勇

(厦门精图信息技术有限公司, 福建 厦门 361008)

摘要: 排水管网的溯源排查和整治改造是城市水环境治理工作的重要一环。但是,排水管网整治工作存在着规模大、周期长、情况复杂等不利因素,给项目管理带来了很大困难。为此,借助信息系统进行管理是十分必要的。相较于以工程为单位进行管理的系统,智慧排水平台基于空间位置进行管理,不仅可以提供全过程跟踪管理,还能够基于管网拓扑关系开展智慧化的分析,辅助完成管道缺陷等级和管道修复优先级的计算工作,为“正本清源”改造工程的开展提供技术指导。

关键词: 智慧排水平台; 溯源排查; 管网整治

中图分类号: TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2023)20-0110-05

Application of Smart Drainage Platform in Drainage Network Management

QIAO Zhi-yong

(Xiamen Kingtop Information Technology Co. Ltd., Xiamen 361008, China)

Abstract: The tracing investigation and drainage network management is an important part of urban water environment management. However, some unfavorable factors in drainage network management, such as large scale, long cycle and complex situation, bring great difficulties to the project management. Therefore, it is very necessary to use information system for management. Compared with the engineering management system, the smart drainage platform based on spatial location can not only provide the whole process tracing management, but also carry out intelligent analysis based on the pipe network topological relationship, assist the calculation of pipeline defect level and pipeline repair priority, which can provide technical guidance for the original source renovation project.

Key words: smart drainage platform; tracing investigation; drainage network management

我国各大城市的排水管网普遍存在铺设年代不一、施工水平不尽相同、管网结构复杂等问题。随着现代化程度的日益提高,排水管网架构越来越密集,越来越复杂,更新也越来越频繁,雨污混流、管网错接、淤堵断裂等各类缺陷问题也越来越多,导致各类堵塞、泄漏等管线事故频发,管线改造、抢修补漏工作压力越来越大^[1-4]。为此,城市排水管网的溯源排查、整治改造就成为迫切需要完成的基础性工作。

1 排水管网整治存在的问题和解决思路

1.1 工作组织实施过程中的问题

全国各大城市排水管网整治工作的基本思路,

是先在全市范围内开展溯源排查工作,借助专业化的检测手段(CCTV或QV),从排水管网的末端(排放口或污水处理厂)开始,沿着市政管网向上游排查,直至追溯到每个排水户(小区、企业、工厂等),从而完成对整个排水系统的现状摸底,梳理出排水管道存在的各类问题,做好测绘、检测、现场照片等资料的存档管理工作。针对前阶段溯源排查发现的雨污混流、管网错接、淤堵断裂等各类缺陷问题,逐一制定专项整治方案,指导“正本清源”整改工作有序地开展,最终实现排水口水质达到排放标准和污水处理厂提质增效的双重目标^[5]。

城市排水管网自身存在的规模大、隐蔽性强、缺陷多发等问题导致整治工作规模庞大,管网整改工程费用动辄几十亿甚至上百亿元,工作周期则需以年为单位。此外,项目实施需要测绘、检测、工程施工、计算机软件等多方面技术人员的协同配合,这就导致项目的统筹管理和质量把控都十分困难。

1.2 传统信息化思路存在的问题

为解决上述问题,各地提出通过搭建信息系统来辅助完成管理工作。但是,传统以工程为单位进行管理的信息系统在有效提升工作效率的同时,也存在着一定的不足。

首先,排水管网整治工作与传统的建设工程不同,是由数量巨大的子项构成的一个大项目,按传统方式对这些项目进行编号和管理会导致管理者很难直观把握全市的总体情况。

其次,由于排水管网自身存在的上下游关联关系,导致各子项虽然相对独立,但是又存在一定的关联,所以不宜分别作为完全独立的项目进行管理。

最后,管网整治工作的一个重要内容在于管网缺陷等级的判定和修复计划的制定,目前仅有部分系统涉及管道缺陷的自动化识别,在修复计划制定方面仍需人工完成。

1.3 智慧排水平台的解决思路

为解决上述问题,提出基于 GIS 平台搭建智慧排水平台,针对排水管网整治工作提供更加全面、优化的解决方案。相对于传统的工程管理系统,这一方案的主要优势在于:

首先,基于 GIS 平台进行搭建,所有排水设施、管道缺陷、整治工程项目等信息通过空间坐标和管网拓扑结构进行关联,不仅可以实现所见即所得的地图展示效果,还能从排水系统、排水流域、城市管理网格等多个维度开展统计分析。

其次,通过将排水管网缺陷定级成果与排水系统分布相关联,提供基于排水流域的管网缺陷修复工作优先度计算,可以得到初步的修复计划,辅助管理方开展全市范围内的统筹安排。

再次,以空间信息为纽带,可以顺畅地实现管网整治过程资料和管网日常管理工作的关联,利用一个平台实现管网资料的日常管理和整治工作全过程管理。

最后,在整改工作完成之后,需要借助物联网

技术对全市排水管网的运行状况开展全面而持续的运行监测,一方面对前面管网整治工作的成效进行检验,另一方面及时发现管网运行过程中出现的各类问题,维持排水管网的健康运转。

2 智慧排水平台总体架构设计

智慧排水平台的总体架构设计为 6 层,具体见图 1。

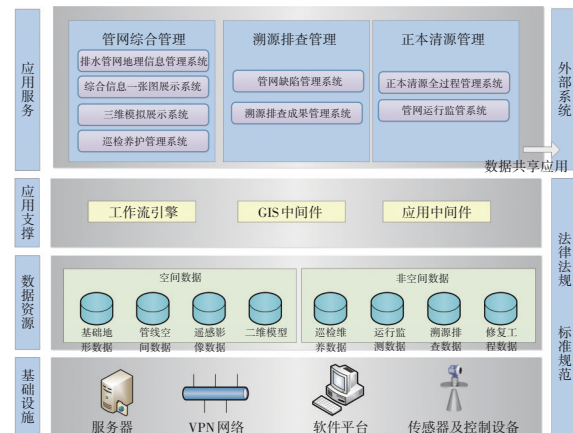


图 1 系统架构

Fig.1 System architecture diagram

基础设施层为平台提供运行环境支撑,主要包括系统运行所必需的软硬件平台、网络设施,以及各类移动终端、物联传感设备等;数据资源层提供系统分析应用的对象,大致可区分为空间数据和非空间数据两大类;应用支撑层是指为系统各项功能的实现提供支持的工作流引擎和各类中间件;应用服务层通过对信息资源的挖掘、利用,为用户提供管网综合管理、溯源排查工作成果管理和“正本清源”工程全程管理三个层面的应用服务。除此之外,智慧排水平台的建设还需要考虑到与其他相关系统间的数据共享应用,预留相应的数据共享接口。

3 智慧排水平台主要功能设计

基于以上思路,智慧排水平台需要从排水设施整治工作的以下重要节点入手,开展功能设计。

3.1 溯源排查成果资料整理分析

通过大数据管理技术和 GIS 技术相结合,将溯源排查的成果按照不同应用场景进行分层分类存储,达到对排水设施的多角度分析管理的目的。首先对管网空间数据、检测成果数据、检测过程中产生的视频和图像数据、排水户入户调查数据、排水户排水许可证数据等多源海量数据进行集中存储

和管理。在此基础上通过对海量数据的整理、归纳和抽取,对管网数据和缺陷数据生成多角度的统计报表,进而实现管道缺陷在地图上的定位,以及管道检测视频、裂缝处的照片等资料的分类存储和联动调取。

3.2 管道缺陷辅助定级

传统的排水管道缺陷定级需要人工进行大量计算,费时费力且出错率高。借助大数据计算,协助工作人员完成各排水管段的缺陷定级工作,可以有效减少工作人员的计算强度,提高工作效率。这一阶段的计算结果将作为后续排水管道修复方案制定的依据。

以结构性缺陷为例,首先,由现场人工判读,确定每个缺陷点的位置、缺陷类别(破裂、变形、腐蚀、错口、起伏、脱节、接口材料脱落、支管暗接、异物穿入、渗漏等)和初步的缺陷分值,系统将自动按《城镇排水管道检测与评估技术规程》(CJJ 181—2012)计算得到管段损坏状况参数,再利用管段损坏状况参数计算得到结构性缺陷参数,并存入数据库,供用户查阅及检索。

3.3 修复工程统筹安排

利用管道缺陷参数开展进一步的计算分析,再

结合排水系统的分布得到各排水系统的修复指数,进而协助用户制定管道修复方案。

首先,继续利用大数据计算功能,参照《城镇排水管道检测与评估技术规程》(CJJ 181—2012),代入各管段的结构性缺陷参数,计算得到各管段的修复指数 RI。利用全市排水管网的空间拓扑关系,将排水管网划分为一系列的排水系统,对于每个排水系统分别计算其修复指数 RS,具体的计算方法见下式:

$$RS = \sum RI/n \quad (1)$$

式中: n 为排水系统中存在缺陷的管段数量。

对全市的排水系统分别计算修复指数 RS 后,再进行排序,可以作为全市各排水系统缺陷修复的优先级依据,进而得到初步的管道修复计划。

3.4 整改工程全过程管理

针对具体的管段整改工作,对项目的人员、进度、质量开展跟踪管理。将空间坐标和缺陷点编号关联起缺陷等级、现场照片、管道材质、设计图纸、工程进度、施工人员等多角度的信息(见图 2),不仅可以快速把握全市整治工程的总体情况,还可以具体跟踪某一特定工程的详细信息,使项目的质量、进度和风险实现可知、可控、可预测。



图 2 各工程多角度展示

Fig.2 Schematic diagram of projects multi-angle display

3.5 传感监测对整治效果的验证

通过在管网关键节点开展液位、水质等指标的动态监测(见图 3),可以实现对排水管网整治效果的验证。

除常规的监测数据展示和曲线绘制等功能外,

以监测数据为基础,针对污水偷排、城市内涝、管道淤堵等问题,系统还可以提供更具有针对性的分析功能,为最终实现排水口排水水质达到排放标准和污水处理厂提质增效的双重目标提供辅助决策作用。

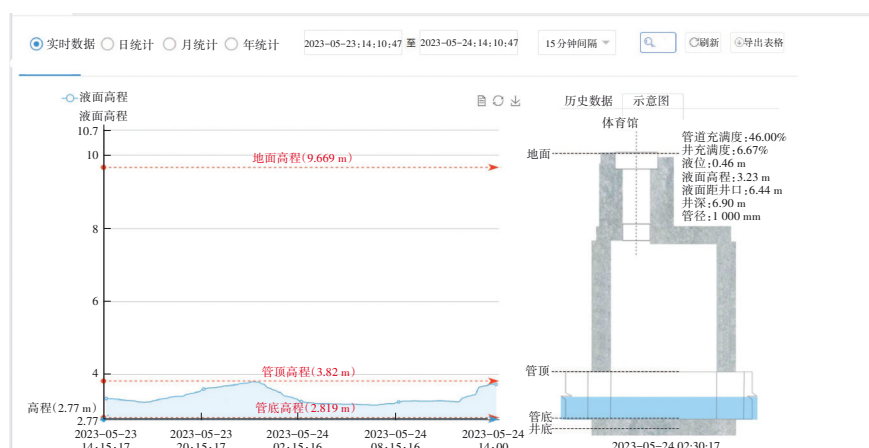


图3 液位监测示意

Fig.3 Schematic diagram of liquid level monitoring

4 应用效果

依照上述思路,厦门精图信息技术有限公司(以下简称“精图公司”)在多个城市开展了智慧排水平台建设项目,从收集到的用户反馈来看,平台建设为排水管网管理、排水管网整治、整治成果验证等方面提供了有效的技术支持。以厦门市同安区智慧排水平台项目为例,进行具体分析。

4.1 项目概况

为落实《城镇污水处理提质增效三年行动方案(2019—2021年)》、福建省政府《水污染防治行动计划工作方案》和《关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战实施意见》,以及厦门市的《厦门市排水管网雨污混接改造项目管理实施细则》等文件精神,厦门市同安区市政园林局于2019年启动了全区排水管网溯源排查及智慧化管理的项目建设。为更好地以智慧化手段指导排水管网排查及整治工作的开展,同安区于2020年1月委托精图公司开展了智慧排水平台建设,并于2020年9月通过验收。在系统建设完成并上线试运行后,同安区才开始着手排水管网溯源排查工作,并先后于2020年8月—10月陆续启动小区及农村部分的排水管网溯源排查工作。目前,溯源排查工作已于2022年1月全面完成,正在根据排查到的问题有序开展“正本清源”改造施工。

4.2 系统应用效果

同安区排水管网排查及整治工作以系统先行,借助系统成果为各项外业施工工作提供指导和帮助,在项目实施全过程中,智慧排水平台发挥了重要作用。

① 实现全方位的排水管网管理

通过平台的应用,实现了与排水管网相关的地理空间数据、管道设施数据、巡检维保数据、防洪排涝数据、运行监测数据等多类别数据的集中存储和管理,有效改变了以往多头管理的状态。平台以管道设施ID为媒介,实现设备属性、CCTV检测资料、附属设施情况、所在排水系统等层面信息的快速跳转,再加上多角度的查询统计和空间分析功能,以及丰富的移动端应用,为管网日常管理、维保工作开展、工作监督管理等不同应用场景提供有针对性的应用服务,极大地方便了各项工作的开展。

② 有效提升排水管网溯源排查工作效率

平台存储了全区所有管网设施溯源排查阶段的成果资料,可以快速检索需要的资料。在实际施工过程中,排查单位白天开展排查检测工作,晚上及时对检测成果进行处理并录入系统,系统则及时对录入的数据进行检查和分析操作,计算各管段的缺陷等级。同安区市政园林局的领导每天都能看到前一天的工作成果,系统会从多个角度给出日报表和月报表,及时把握项目进展情况及全区管道的缺陷分布情况。

③ 协助完成“正本清源”工作规划与管理

同安区排水管网“正本清源”工作的全过程均处于本系统的有效管理之下。在项目启动之初,利用本系统中存储的全区排水管网溯源排查成果资料,借助大数据分析手段,对各管段以及各排水系统的修复等级进行计算,并将计算结果提交市政园林局作为参考。各修复工程开工后,由各自的负责人根据工程实施阶段依次录入阶段性成果,做好全

区“正本清源”进展情况的及时把握,对施工过程中存在问题的修复工程,可以及时发现、调整工作方案,使得全区“正本清源”工作全程可查可控。

④ 实现全流域排水设施集成管理

将排水户、排水管网、排放口、污水处理厂、雨污水泵站等设施的空间位置信息,全区排水管网溯源排查成果,以及排水管网的拓扑关系等资料相结合,实现全区排水管网“源(排水户)、站(泵站)、网(管网)、厂(污水厂)、河(排放口)”的一体化管理。一方面,对于各排水设施,可以实现多角度、全方位的信息监管;另一方面,能够以排水系统为单位,实现从源头到末端的各个组成单元信息数据的集中管理,从而更好地指导各泵站的启停。

⑤ 协助发现污水偷排

自系统上线以来,借助系统的监测报警功能,已在全区发现3家企业存在夜间排水量异常增多的情况,通过现场突击检查,证实了未达标污水偷排的情况。通过这一方式,对规范企业污水排放工作提供了强有力的支持,进而为水污染治理工作提供帮助。

⑥ 维护城市排水管网健康运行

排水管网整治工作是一项利国利民的大工程,如此耗资巨大、周期漫长的工程完成后,需要做好成果维护、持续发展的工作。通过智慧排水平台的持续有效应用,可以及时发现管道淤堵、污水偷排等问题,提示管理部门开展有针对性的检查和治理工作,从而维持城市排水管网一直处于健康运转状态,进而从根本上解决城市内涝、黑臭水体的问题。

5 结论

排水管网的管理在城市水环境治理工作中占有举足轻重的地位,排水管网整治工作存在着项目规模大、周期长、管理复杂的问题,为此,提出通过搭建智慧排水平台,对排水管网日常管理、溯源排查和“正本清源”工作提供有针对性的技术支持。特别是在管道缺陷定级、整治工作统筹安排和管道整治全过程管理方面,借助大数据分析技术,不仅大大提升了分析计算工作的效率和准确率,同时有效节约了人力物力;对于管道整治工作完成后的成果维护也可起到促进作用。智慧排水平台的有效应用,必将有助于排水口水质达到排放标准和污水处理厂提质增效两大目标的实现,从而为改善城市

水环境提供有力的帮助。

参考文献:

- [1] 吕永鹏. 城镇污水处理提质增效“十步法”研究与应用[J]. 中国给水排水, 2020, 36(5): 82-88.
LÜ Yongpeng. Research and application of ten-step framework for improving municipal wastewater treatment quality and efficiency [J]. China Water & Wastewater, 2020, 36(5): 82-88 (in Chinese).
- [2] 范江. 排水管网健康度动态维护系统建设研究[J]. 城市勘测, 2021, 12(6): 153-156.
FAN Jiang. Research on health condition dynamic maintenance system of drainage network [J]. Urban Geotechnical Investigation & Surveying, 2021, 12(6): 153-156 (in Chinese).
- [3] 鄢琳, 荣宏伟, 谭锦欣, 等. “源—网—厂—河”一体化智慧排水系统的构建设计[J]. 给水排水, 2021, 47(3): 150-154.
YAN Lin, RONG Hongwei, TAN Jinxin, et al. Construction and design of pollution source—drainage pipe network—sewage treatment plant—urban river integrated intelligent drainage system [J]. Water & Wastewater Engineering, 2021, 47(3): 150-154 (in Chinese).
- [4] 陆露, 高峰, 郭娟, 等. 排水管网运维管理问题分析与对策研究[J]. 中国给水排水, 2022, 38(2): 8-13.
LU Lu, GAO Feng, GUO Juan, et al. Problem analysis and countermeasure research for sewer operation and maintenance management [J]. China Water & Wastewater, 2022, 38(2): 8-13 (in Chinese).
- [5] 廖治中, 张俊波. 管道暗涵排口排查溯源及治理技术研究[J]. 中国资源综合利用, 2021(7): 51-54.
LIAO Zhizhong, ZHANG Junbo. Research on the investigation, traceability and treatment technology of the pipeline concealed culvert outlet [J]. China Resources Comprehensive Utilization, 2021(7): 51-54 (in Chinese).

作者简介: 乔志勇(1981—), 男, 内蒙古宁城人, 大学本科, 高级工程师, 高级项目经理, 常务副总裁, 主要从事智慧水务相关工作。

E-mail: 13950003571@163.com

收稿日期: 2022-05-12

修回日期: 2022-05-26

(编辑: 衣春敏)