

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2024.08.003

# 基于全生命周期策略的排水养护信息化管理新模式

邵银霞<sup>1,2</sup>, 周洁<sup>1,2</sup>, 汪玲玲<sup>1,2</sup>, 王沛丰<sup>1,2</sup>, 吕思远<sup>1,2</sup>

(1. 中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司, 浙江 杭州 311122; 2. 浙江华东工程数字技术有限公司, 浙江 杭州 311122)

**摘要:** 针对传统市政排水养护管理流程中普遍存在的计划编制缺乏科学指导、现场操作缺乏规范约束、作业安全缺乏有效监管、养护费用缺乏可靠计量等问题,结合城市排水管渠养护标准规范、智慧水务管理特点及各类用户业务需求,对传统排水设施养护流程进行了优化迭代设计,提出了基于全生命周期管护策略的市政排水养护信息化管理新思路,并有针对性地进行系统功能设计和应用实践。结果表明,该系统应用情况良好,适用于城市排水管网维养管理,有助于提高城市排水管网运维水平。

**关键词:** 市政排水; 管网养护; 智慧水务; 全生命周期

**中图分类号:** TU992.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2024)08-0017-05

## New Mode of Informatization Management about Drainage Maintenance Based on Full Life Cycle Management Strategy

SHAO Yin-xia<sup>1,2</sup>, ZHOU Jie<sup>1,2</sup>, WANG Ling-ling<sup>1,2</sup>, WANG Pei-feng<sup>1,2</sup>, LÜ Si-yuan<sup>1,2</sup>

(1. PowerChina Huadong Engineering Corporation Limited, Hangzhou 311122, China;

2. Zhejiang Huadong Engineering Digital Technology Co. Ltd., Hangzhou 311122, China)

**Abstract:** Taking into account the common issues with traditional municipal drainage maintenance, such as the absence of scientific guidance for planning, the lack of standardized on-site operations, the inadequate supervision of operation safety, and the absence of reliable measurement of maintenance costs, etc. This paper optimized the maintenance process of traditional drainage facilities by combing with relevant urban drainage pipe and canal maintenance standards, smart water management characteristics and various users' business needs. A new mode of information management about municipal drainage maintenance base on full life cycle management strategy was also proposed, as well as targeted system function design and application were conducted. The results indicated that the system is in good application condition, and is well-suited for the maintenance and management of the urban drainage pipe network. It plays a significant role in enhancing the overall operation and maintenance level of the urban drainage pipe network.

**Key words:** municipal drainage; pipe network maintenance; smart water; full life cycle

在城市水循环中,市政排水系统承担着收集、输送、处理城市雨污水的重要作用,是保障城市卫

生和居民健康生活不可或缺的重要基础设施。随着城市规模的扩大,城市排水系统服务范围不断拓

展,管线等排水设施维护工作的关联因素越来越多,传统的粗放管护机制无法统筹多方关联因素信息,渐渐凸显诸多问题<sup>[1]</sup>,养护作业的规范性、有效性得不到保障,导致虽然排水系统运维耗费了大量人力物力资源,但是养护工作常常达不到预期目标,排水系统的长期稳定运行受到影响<sup>[2]</sup>。

随着城市服务的数字化转型发展,构建市政排水养护系统替代传统的粗放管护机制成为解决排水设施养护难题的契机。将实体排水系统及其关联设施、管理要素等进行信息化集成,从城市排水系统稳定运行、有效运维的总体目标出发,综合统筹排水设施规划、设计、建设、运行、维护、改建、报废的全过程信息,打造基于全生命周期管护策略的市政排水养护管理新模式,提出新模式下排水养护业务流程的改进建议和系统功能设计思路,为排水养护信息化管理系统的建设提升提供参考。

## 1 排水养护业务流程

### 1.1 传统排水设施养护业务流程

随着排水设施养护的市场化改革<sup>[3]</sup>,排水设施养护工作通常由排水系统运营管理单位委托第三方工程公司进行作业。养护管理单位与第三方公司签订管辖范围内年养护合同,约定养护期限、养护范围、养护内容及结算单价,要求委托养护单位按月上报养护计划并执行养护工作,按月填报养护记录台账,养护管理单位根据其上报台账中的工程量进行季度或年度结算。

传统排水设施养护业务流程中对被委托的第三方公司的自主性要求较高,运营管理单位仅通过年养护合同对其进行制约,由于养护合同的文本形式限制,运营管理单位与第三方公司之间对养护内容的约定通常仅包含大致范围及养护设施种类,管理单位对养护工作缺乏实质性的过程管控,虽然有对养护工作落实情况检查和监督的相关规定,但受限于排水系统覆盖范围大、要素多,且养护工作全年长期进行,监督检查工作常常难以有效开展。

### 1.2 传统养护流程存在的问题

① 养护任务制定缺乏科学标准。排水养护工作包括各类启闭机保养、管道水力冲洗、管道清淤疏通以及井盖、防坠网等设施检查和维护等,涉及设施种类多,养护频率和规范各不相同,实际上要求养护单位根据设施种类、老化情况、使用频率,

科学制定辖区内各月养护工作内容,合理安排各类设施的养护频率和养护时间。

以闸门养护为例。闸门作为城市排涝调度的重要节点设施,除了定期的检查和养护工作外,在汛期需特别重视其养护保障,视闸门使用情况,可在汛期增加周期性养护任务以外的特殊、临时的养护任务,特别是汛前应对所有闸门、潮闸门进行全面检查,保证其结构、设备无缺损,闸门、潮闸门前无淤泥和杂物。可见,设施的养护任务制定需要综合统筹该设施建设运行的各方面信息,以对设施养护的内容频次和“时机”进行科学评判。传统养护流程中仅依据年养护合同粗略制定每月养护计划显然无法满足排水设施养护的目标要求。

② 实际养护操作缺乏规范检查。根据《城镇排水管渠与泵站维护技术规程》(CJJ 68—2007),排水管理单位应制定本地区的排水管渠养护质量检查办法,并定期对排水管渠的养护情况进行检查,养护质量检查每3个月至少一次。事实上,养护任务制定发布后,养护执行人员应提交现场养护前后对比证明,按月提交养护记录台账,但因缺乏规范的提交途径,养护执行记录通常不够完备,巨大的养护工作量下,养护质量检查工作也举步维艰,导致现场实际的养护工作缺乏有效的监督,无法保障人员按时到位、规范有效操作。

③ 养护按量结算缺乏可靠依据。养护工作中,被委托单位提交的养护记录台账成为养护费用结算的唯一依据,可能存在第三方公司虚报工程量而导致维护费用的浪费,管理单位缺少可靠依据对已完成的养护工作进行评判,养护工作质量未与最终的养护费用结算挂钩,无法有效约束执行单位认真履行养护工作,不利于提高排水系统管护的有效性。

④ 养护作业安全缺乏有效监督。近年来,排水系统维护作业安全事故频发,特别是下井作业流程缺乏有效约束,个别单位下井人员安全教育培训不足、下井装备配备不完善、井下环境检测程序缺乏,对养护作业的安全监督管理不足。

### 1.3 基于全生命周期管护策略的流程改进

全生命周期管护策略旨在基于传统养护业务需求,强化养护前、养护中、养护后的信息集成和过程管控。养护前:集成排水设施的各类信息,基于设施实际建设和使用情况,灵活调整设施养护计

划,以期耗费最少资源达到较好的养护效果<sup>[4]</sup>;养护中:强化养护工作的全过程监督管控,保障养护任务按计划定时、定点、达标完成;养护后:基于养护工作成果进行信息统计和重新评估,及时更新设施养护标签,为设施的排查、维修、改建及新一轮养护提供信息依据。改进后的排水设施养护流程见图1。

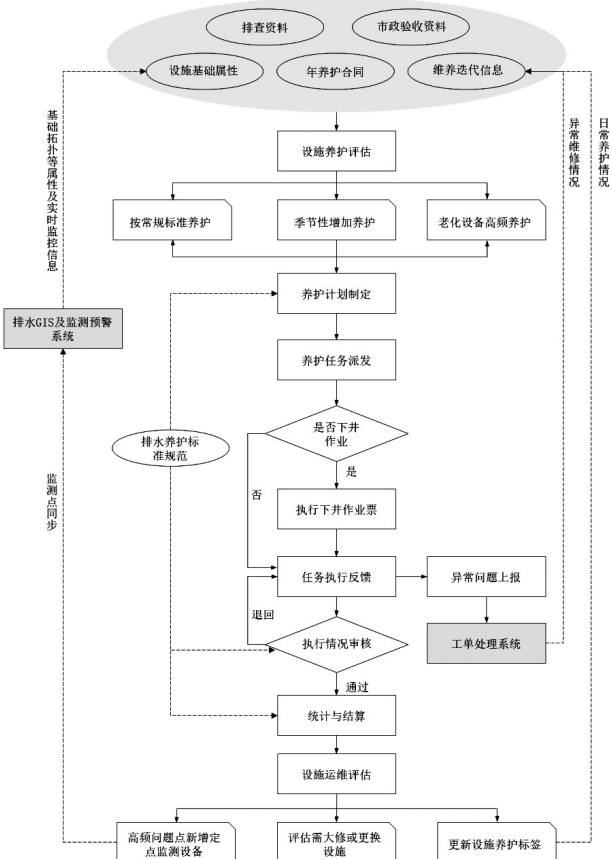


图1 排水设施全生命周期养护流程  
Fig.1 Process of drainage facilities of life cycle maintenance

① 养护前的信息集成与评估。养护计划的制定除满足国家和地方相关规程标准外,还需因地制宜、因时制宜,统筹评估设施建设运行、历史养护及发现的问题,根据设施当前实际情况制定养护计划,在汛期、冰冻期等特殊时期应针对性地对相关重点设施增加季节性养护频次,对于老化、高频问题设施,可在标准基础上适当提高养护频次<sup>[5]</sup>。

② 养护中的过程管控与审核。养护工作过程管控包括任务的派发、下井作业票的执行、任务执行后的反馈、反馈结果的审核等,管理单位可通过信息化系统保障每一步流程得到完善执行,否则

养护工作将无法向下一步开展。而结算工程量也必须是通过反馈结果审核的那部分工程量,若养护反馈情况不合格,则该任务将被退回并重新执行直至通过。同时,加强对养护外勤工作的现场监管<sup>[6]</sup>,可采取移动端自动记录养护时间、坐标,将移动端上报养护记录与网页端养护任务派发进行闭环关联。此外,养护过程中增加异常问题上报流程,以利于及时上报日常养护无法解决的设施问题,并与工单处理流程相衔接形成闭环。

③ 养护后的标签分析与更新。养护后的信息分析将为设施的进一步维护提供信息基础,在问题高频发生的设施处,根据其问题类型,合理设置定点自动监测仪器,以提高管理单位对该问题点感知的及时性和精确性;评估养护性价比不高而需要大修或更换的设施可及早进入更换维修流程;日常养护记录也可形成设施的养护标签并更新到设施属性相关数据中,为新一轮养护提供参考。

2 基于全生命周期策略的排水养护系统功能设计

2.1 总体思路

基于全生命周期策略的排水养护系统功能架构如图2所示。

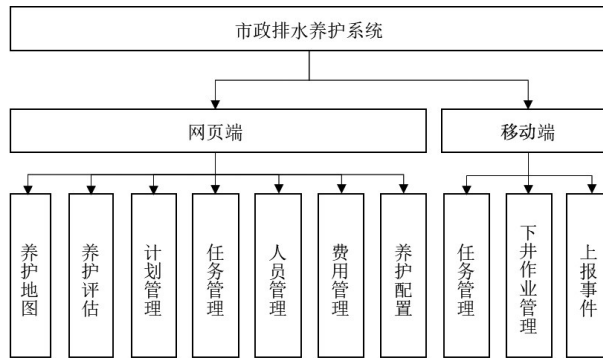


图2 系统功能架构  
Fig.2 System functional architecture

系统总体设计以闭环维保工作流程、规范现场操作方式、提高过程质量把控、完善费用管理手段为原则,在充分调研水司实际生产工作规范、业务流程、岗位设置及角色分工等信息的基础上,梳理划分信息化管理需求,形成横向信息贯通、纵向流程封闭的排水养护信息化系统。

2.2 功能设计

2.2.1 网页端

① 养护地图。养护地图提供本区域内年度



养护工作的一览图。用户可通过地图查询管线、检查井、排放口等排水设施的年度养护计划、已养护情况统计;分片区展示养护时间间隔,为动态管理养护计划、制定月度任务提供数据支撑;直观展示本月养护任务的执行情况,统计未开始、执行中、待审核和已完成任务量,方便管理者对整体进度进行把控和质量审核。

② 养护评估。综合设施基础数据、生产运行、养护记录及维修工单等信息,建立设施养护标签,高效识别常规、特殊或异常的设施设备与养护点,如新装或即将报废设施、维修频率偏高设施、问题频发点等,有针对性地制定常规养护方案或定制化养护方案,提高设施设备运行生命周期,优化常规养护效率。

基于GIS数据库、工单数据库、生产运行数据库等多方数据,实现排水设施信息的全面集成和实时更新,基于全面集成的数据进行大数据分析,提供本区域内管网健康水平、需重点关注问题、工作人员处理效率等综合分析结论,为本区的排水养护提升改进工作提供指导性意见。

③ 计划管理。集中式管理本区所有历史及进行中的养护计划,实时同步移动端数据,在线管理各计划养护进度。新建计划时,基于后台已配置的养护范围、养护类型、设施类型,可轻松制定年度/月度养护计划。同时,系统自动提供各养护子范围的最近养护时间、年度养护次数、对应养护类型、设施养护周期性标准等信息,使得养护计划的制定有据可依,更具科学性。

④ 任务管理。统一管理所有状态任务,包括未开始、执行中、已完成和已废弃任务。通过已制定计划,自动派发年度/月度养护任务至指定养护人员移动端。通过权限控制和条件筛选功能,可快速查询到指定任务的执行情况。对于已完成的养护任务,提供二级审核流程,各级审核员可根据养护规范和现场养护记录核定养护质量和本次养护工程量,选择审批通过或退回整改。

⑤ 人员管理。人员管理模块为所有现场养护人员的统一管理中心。以图表结合形式,一方面可快速查看当前在岗人员分布及执行任务,另一方面建立个人工作报表,通过设置任务按时完成率、审核通过率、事件发现数、养护管线长度、养护设施数量等关键评价指标,综合评估个人工作情况,提

高人员管理水平。

⑥ 费用管理。费用管理模块主要实现自定义范围内养护工作量的自动拉取和养护结算报表的生成和审核。用户自定义本次结算的时间段和范围后,系统自动从养护数据库中筛选和拉取通过审核的实际工程量,根据配置的各类设施的养护费用单价,自动生成需结算范围的养护费用报表。系统中养护单价支持用户自定义配置,养护工作量数据与养护任务模块相关性较强,可保证一项设施的养护工作闭环后方可进入结算阶段,因此养护结算依据更加明晰,能够保障养护合同内容的执行落到实处。

⑦ 养护配置。养护配置模块可为养护标准规范提供数字化入口,并为在线养护工作提供可考可量的依据,包括养护范围、养护设施、养护费用、养护考核指标等。养护范围配置功能可省去制定计划时养护范围的重复划分工作;养护设施配置可提供查询功能,如标准规范中应养护的设施类型及养护周期,对养护工作起到精准约束;在养护费用配置方面,明确了各类设施的计费标准,根据相关养护标准规范,细化设施分类和级别划分,建立了多级运维成本体系,当年际间单价出现更替时,能够实现便捷的统一更新;养护考核指标配置则可用于对养护工作及养护团队的年度考核,通过建立综合评价指标体系,可为养护工作及团队的提升提供针对性的建议。

### 2.2.2 移动端

① 任务管理。现场工作人员通过工作机登录个人工作账号,接收管理员指派的养护任务,查看不同任务要求的完成时间、养护范围、养护管线和养护管点分布;对养护过的设备添加养护记录,确认本次养护工作量,上传养护前后对比凭证和系统所要求的排水设施当前参数。

② 下井作业管理。下井作业管理模块用于帮助用户对下井作业进行更严格、规范的流程管理,包括下井作业前人员安全教育记录及查询、特定位置气体检测记录及下井作业票管理,提升养护工作的安全保障。作业人员若缺少规定时间范围内的安全教育记录,将无法进入下一步作业流程。执行任务时,需首先上传特殊部位气体检测达标记录,由安全监督员填报确认井盖通风、井下气体检测结果、现场防毒防爆装具等情况后进行下井作

业,通过流程的严格限制,达到下井作业规范执行、全过程监督、有材料追溯的目的。

③ 上报事件。对养护中遇到的设备损坏等需要维修的问题,通过事件上报窗口,可便捷地填报现场情况、初步处理措施及多媒体资料等信息,养护过程中上报的异常事件可通过接口上报至企业工单处理相关系统进一步流转。

### 3 应用实践

以杭州市余杭区排水管线为研究对象,开展基于全生命周期管护策略的市政排水养护信息化系统试点应用。研究区域范围较大,总面积超过1 200 km<sup>2</sup>,雨水管线1 100 km,污水管线1 184 km。该区水司承担养护任务,存在养护范围广,管理难度大,养护计划依据性弱、随机性高,养护质量难以把控等管理或技术问题。

排水养护信息化系统上线后,实现了区排水管线养护的数字化管理。一方面,大大提升了水司管理效率,基本实现了养护工作线上化办公和全流程一站式处理。基于设施使用状态、养护标准、养护记录,动态制定全年养护计划,有据可依,有数可查,有标可考。系统运行半年后,累计形成养护计划209条,自动派发养护任务610个,审查记录354条,积累养护素材4G,生成事件工单50条。另一方面,系统有效降低了水司设施维养成本,据统计,系统上线以来,设施养护频率、养护内容得到了精细化管理,累计发生管网养护费用较上年同期至少降低6%。

### 4 结论

排水管线养护是城市水务日常运维工作中的重要一环,系统梳理了传统养护工作各个流程中存在的痛点和难点,结合水务现代化管理发展趋势,研究了过程改进建议及实现思路,研发了基于设备全生命周期管护的管网养护管理系统,并进行了试点应用。研究成果适用于城市级排水系统的日常运维管理,有助于提高排水系统现代化管理水平,具有很好的实用价值。

### 参考文献:

- [1] 杨一帆. 城市排水系统管理问题研究[J]. 环境科学与管理, 2014, 39 (5): 21-23.  
YANG Yifan. Research on urban drainage system

management[J]. Environmental Science and Management, 2014, 39 (5): 21-23(in Chinese).

- [2] 郭轩. 论述市政排水管网管理存在的问题及应对措施[J]. 智能城市, 2016 (1): 199-200.

GUO Xuan. Discussion on the problems and countermeasures of municipal drainage pipe network management [J]. Intelligent City, 2016 (1): 199-200 (in Chinese).

- [3] 梁珊珊, 殷健. 上海市排水管道设施养护行业市场化的政府监管研究[J]. 给水排水, 2014, 40 (11): 87-92.

LIANG Shanshan, YIN Jian. Research on government supervision of market-oriented drainage pipeline facility maintenance industry in Shanghai [J]. Water & Wastewater Engineering, 2014, 40(11): 87-92(in Chinese).

- [4] 朱志文, 左达任, 林健新, 等. 基于排水动态管控平台的在线监测系统在排水运维中的应用[J]. 节能与环保, 2019 (5): 105-106.

ZHU Zhiwen, ZUO Daren, LIN Jianxin, et al. On-line monitoring system based on dynamic drainage management and control platform discussion on the application of urban drainage operation and maintenance [J]. Energy Conservation & Environmental Protection, 2019 (5): 105-106(in Chinese).

- [5] 王和平, 安关峰, 谢广永. 《城镇排水管道检测与评估技术规程》(CJJ 181—2012)解读[J]. 给水排水, 2014, 40 (2): 124-127.

WANG Heping, AN Guanfeng, XIE Guangyong. Interpretation of Technical Specification for Inspection and Evaluation of Urban Drainage Pipeline (CJJ 181-2012)[J]. Water & Wastewater Engineering, 2014, 40 (2): 124-127(in Chinese).

- [6] 陈迪超, 沈引子, 汪晴涛. 排水企业外勤工作管理平台建设实践[J]. 中国给水排水, 2016, 32 (9): 116-118.

CHEN Dichao, SHEN Yinzi, WANG Qingtao. Construction and practices of field work management platform for drainage enterprises [J]. China Water & Wastewater, 2016, 32 (9): 116-118(in Chinese).

作者简介:邵银霞(1991-),女,江苏靖江人,硕士,工程师,主要研究方向为城市水务信息化。

E-mail:773929019@qq.com

收稿日期:2022-02-11

修回日期:2022-07-27

(编辑:丁彩娟)