

# 城市排水管道检测评估标准化体系构建研究

孙听雪

上海市青浦区排水管理所

DOI:10.12238/hwr.v9i1.6020

**[摘要]** 随着城市化进程加快,我国城市排水管道系统问题日益突出,因此建立科学规范的检测评估标准体系已成为当务之急。本文系统分析了排水管道检测评估工作现状与问题,提出了标准化体系的基本原则与总体架构。研究构建了包括检测数据采集与处理规范、评估指标体系、质量控制体系在内的标准化实施方案。创新性地提出了基于CCTV、声纳、激光检测的数据采集技术参数要求,建立了结构性、功能性、材质劣化三类量化评估指标体系,设计了三级检测人员认证与双人双核评估的质量控制机制。研究成果可为提升我国城市排水管道检测评估工作水平提供理论指导与技术支持。

**[关键词]** 城市排水管道; 检测评估; 标准化体系

中图分类号: TU991.36 文献标识码: A

## Research on Construction of Standardization System for Urban Drainage Pipeline Inspection and Assessment

Tingxue Sun

Shanghai Qingpu District Drainage Management Office

**[Abstract]** With the acceleration of urbanization, problems in China's urban drainage pipeline systems have become increasingly prominent, making the establishment of a scientific and standardized inspection and assessment system an urgent priority. This paper systematically analyzes the current status and issues of drainage pipeline inspection and assessment work, and proposes the basic principles and overall framework of a standardization system. The research constructs a standardized implementation plan that includes specifications for inspection data collection and processing, assessment indicator systems, and quality control systems. It innovatively proposes technical parameter requirements for data collection based on CCTV, sonar, and laser inspection, establishes quantitative assessment indicator systems for structural, functional, and material degradation categories, and designs a quality control mechanism featuring three-level inspector certification and dual-person dual-core assessment. The research findings can provide theoretical guidance and technical support for improving the level of urban drainage pipeline inspection and assessment work in China.

**[Key words]** urban drainage pipeline; inspection and assessment; standardization system

### 引言

随着城市化进程的不断推进,城市排水管道变形、腐蚀、破裂、沉积、结垢等一系列结构及功能性缺陷日益凸显,给人们的生活带来了较大的影响<sup>[1]</sup>。随着城市化进程的加快,排水管道系统服役年限不断延长,管道老化、破损、堵塞等问题日益凸显,给城市安全与居民生活带来严重隐患<sup>[2]</sup>。准确把握排水管道运行状态,科学评估管道病害程度,对制定合理的管道检修养护计划具有重要意义。我国城市排水管道检测评估工作起步较晚,现有检测评估方法与标准体系尚不完善,管道检测技术应用水平有待提升,评估结果缺乏统一性与可比性<sup>[3]</sup>。构建科学规范的城市排水管道检测评估标准化体系,提升检测评估工作的科学

性与规范性已成为当务之急。

### 1 城市排水管道检测评估标准化体系构建的必要性

#### 1.1 排水管道检测评估工作现状与问题

我国城市排水管道网络规模庞大,管路结构复杂。大量排水管道建设年代久远,施工质量参差不齐,存在不同程度的病害。管道检测评估工作开展不系统,检测频次与覆盖率不足,无法及时发现管道病害<sup>[4]</sup>。检测技术与设备应用水平较低,检测数据质量不高,难以满足评估需要。评估方法与标准不统一,评估结果主观性强,缺乏科学依据。检测评估工作管理机制不健全,技术人员专业素质参差不齐,工作质量难以保障。

检测评估数据管理混乱,数据格式不统一,难以实现信息共

享与综合利用。不同城市、不同单位采用的检测评估方法各异,结果可比性差。缺乏系统的质量控制与监督机制,检测评估工作质量难以保证。管道养护维修决策缺乏科学依据,资金投入效益不高。检测评估工作缺乏长效机制,难以形成常态化工作模式。

### 1.2 标准化体系构建的重要意义

排水管道检测评估标准化体系的构建对于提升管道管理水平具有重要作用。标准化体系可规范检测评估工作流程,统一技术要求与方法,提高工作质量与效率。通过建立统一的检测数据采集与处理标准,实现数据的规范化管理与共享利用。规范化的评估方法与标准可提高评估结果的科学性与可比性,为管道养护决策提供可靠依据。

标准化体系可促进检测评估技术进步,推动新技术、新设备的研发与应用。建立健全的质量控制体系,保障检测评估工作质量。统一的人员培训与考核标准有助于提升从业人员专业素质。标准化体系可为检测评估工作提供制度保障,推动工作常态化开展。完善的标准体系有利于形成科学的管道管理模式,提高管网运行安全水平。

### 1.3 国内外相关标准研究现状

发达国家排水管道检测评估标准体系建设起步较早,已形成较为完善的标准体系。美国水环境联合会制定的管道检测评估标准被广泛采用,涵盖检测方法、评估指标、数据管理等多个方面。德国排水管道检测评估标准体系层次分明,技术要求严格,实施效果良好<sup>[5]</sup>。日本建立了完整的管道检测评估标准体系,注重新技术应用与标准更新。

我国排水管道检测评估标准化工作起步较晚,现有标准体系不完善。国家层面已颁布部分检测评估相关标准,地方标准数量有限且水平参差不齐。行业标准制定缓慢,难以满足实际需要。标准之间衔接性不强,存在重复与矛盾。标准实施效果不理想,执行力度不够。缺乏系统的标准体系规划,标准更新机制不健全。

## 2 城市排水管道检测评估标准化体系总体框架

### 2.1 标准化体系的基本原则

城市排水管道检测评估标准化体系构建应遵循科学性原则。标准内容要立足工程实践,充分考虑管道特点与检测评估工作规律,确保技术要求符合科学规律。标准体系结构要层次分明,逻辑严密,各项标准之间相互衔接,形成完整的技术支撑体系。标准制定要以国内外先进技术为基础,适应技术发展趋势,具有前瞻性与创新性。

标准化体系需体现实用性原则。标准要求要符合我国排水管道检测评估工作实际,具有可操作性。技术指标要满足工程需要,便于检验与考核。标准实施成本要适中,避免过高要求造成实施困难。标准表述要明确具体,易于理解与执行。标准体系要适应不同地区、不同规模城市的实际情况,具有普遍适用性。

体系构建要坚持系统性原则。标准体系要覆盖检测评估全过程,包括检测方法、评估指标、数据管理等各个环节。标准之间要保持统一协调,避免矛盾冲突。标准更新要统筹考虑,确保

体系完整性。标准实施要建立配套机制,形成完整的管理体系。各项标准要相互支撑,共同服务于管道管理目标。

### 2.2 标准化体系的总体架构

城市排水管道检测评估标准化体系采用多层次结构设计。基础标准是整个体系的基石,规定基本术语、符号、分类等通用要求,为其他标准提供基础支撑。基础标准包括术语定义、代码编制规则、图形符号等内容,确保标准体系概念统一、表达规范。基础标准具有基础性与延续性特点,变动频率较低。

技术标准是标准体系的核心内容,规定检测评估工作的具体要求。技术标准包括检测技术规程、评估方法标准、数据处理规范等,明确各项工作的技术要求与质量标准。检测技术标准规定管道检测方法、仪器设备要求、检测数据采集规范等内容。评估方法标准规定管道状况评估指标、评估模型、评级方法等要求。数据处理标准规定数据格式、处理方法、质量控制等规范。

管理标准规定检测评估工作的组织管理要求。管理标准包括工作流程规范、质量管理办法、人员管理制度等内容,保障检测评估工作有序开展。工作流程规范明确工作程序与职责分工。质量管理办法规定质量控制措施与考核要求。人员管理制度规定从业人员资质要求与培训考核标准。管理标准注重实践指导,具有较强的可操作性。

### 2.3 标准化体系的关键要素

检测技术标准是标准化体系的重要组成部分。检测技术标准需规范检测方法选择,明确各类检测方法的适用条件与技术要求。制定检测仪器设备技术规范,规定性能指标与校准要求。规范检测操作流程,确保数据采集质量。建立检测数据质量控制体系,保证数据真实可靠。检测技术标准要适应新技术发展,为创新技术应用预留空间。

评估方法标准是体系建设的关键环节。评估方法标准需建立科学的评估指标体系,涵盖管道结构、功能、材质等多个方面。构建合理的评估模型,实现定性与定量评估相结合。制定统一的评级标准,确保评估结果可比性。建立评估结果验证方法,提高评估准确性。评估方法标准要兼顾技术先进性与实用性,适应工程实践需要。

数据管理标准对实现信息共享具有重要作用。数据管理标准需统一数据格式与编码规则,便于数据交换与共享。规范数据存储与传输要求,保障数据安全。建立数据质量控制体系,确保数据完整性与准确性。制定数据应用规范,促进数据深度利用。数据管理标准要适应信息化发展趋势,支持智能化管理。

## 3 城市排水管道检测评估标准化体系实施路径

### 3.1 检测数据采集与处理规范化

排水管道CCTV检测实施标准要求每200米设置一个固定检查井作为控制点,视频分辨率不低于1920×1080像素,帧率保持在25fps以上。检测人员需在每个检查井录制360度环视画面,确保管道连接处细节清晰可见。管道缺陷编码采用分层结构,主要类别包括结构性缺陷、功能性缺陷、材质缺陷,每类下设具

体病害类型代码。缺陷定位精度要求纵向距离误差不超过0.5米,环向位置误差不超过5度。

声纳检测数据采集要求扫描间隔不大于5mm,单次扫描点数不少于1000点。管道沉积物深度测量精度应达到±10mm,断面轮廓采集精度控制在±5mm以内。激光检测断面扫描频率不低于100Hz,单圈采样点数不少于2000点,管道变形测量精度控制在±2mm。检测数据需采用专用软件进行预处理,剔除异常点,校正坐标系统。

检测数据分类存储采用统一的数据库结构。基础信息表记录管道编号、起终点位置、管径、材质等属性信息。检测记录表存储检测时间、方法、设备参数等过程信息。缺陷数据表记录病害类型、位置、尺寸等详细信息。检测影像与图片单独建立媒体数据库,采用管道编号与检测时间建立索引关系。建立数据备份机制,每日增量备份,每周全量备份,确保数据安全。

### 3.2 管道状况评估指标体系构建

结构性评估指标包括管道破裂指数、变形指数、错口指数。破裂指数根据裂缝宽度分级,0.2mm以下为轻微,0.2-2mm为一般,2-5mm为严重,5mm以上为危险。变形指数按管径变化率确定,2%以下为轻微,2-5%为一般,5-10%为严重,10%以上为危险。错口指数依据接口错位度量,错位量小于管壁厚度1/8为轻微,1/8-1/4为一般,1/4-1/2为严重,超过1/2为危险。

功能性评估指标涵盖管道淤积指数、渗漏指数、支管接入指数。淤积指数根据截面面积堵塞率判定,10%以下为轻微,10-25%为一般,25-50%为严重,50%以上为危险。渗漏指数按渗水量分级,滴漏为轻微,线流为一般,涌水为严重,喷射为危险。支管接入指数根据支管突入长度确定,突入1/8管径以下为轻微,1/8-1/4为一般,1/4-1/2为严重,超过1/2为危险。

材质劣化评估指标考虑管壁腐蚀指数、磨损指数、结垢指数。腐蚀指数依据管壁厚度损失率评定,5%以下为轻微,5-15%为一般,15-30%为严重,30%以上为危险。磨损指数按管底磨损深度分级,磨损深度小于2mm为轻微,2-5mm为一般,5-10mm为严重,超过10mm为危险。结垢指数根据结垢厚度判定,2mm以下为轻微,2-5mm为一般,5-10mm为严重,10mm以上为危险。

### 3.3 检测评估质量控制体系建设

检测人员资质管理采用三级认证制度。初级检测员需经过160学时专业培训,掌握基本检测方法与设备操作技能。中级检测员要求具备3年以上工作经验,熟练使用各类检测设备,能独立完成检测任务。高级检测员需具备5年以上工作经验,精通检测技术标准,能解决复杂技术问题。每年组织一次专业技能考核,

考核内容包括理论知识、实操技能、数据处理能力。

检测设备校准与维护制度规定主要检测设备每半年进行一次性能校准。CCTV系统校准项目包括摄像头分辨率、变焦精度、水平度等。声纳设备重点校准声速参数、扫描精度、距离测量误差。激光检测仪器校准内容涵盖激光强度、扫描角度、测距精度。检测车载设备每月进行一次综合性能检查,及时更换老化部件。建立设备档案,记录校准维护情况。

评估结果质量控制采用双人双核制度。评估工程师按照统一评估标准独立完成初评工作,记录各项评估指标得分。复核工程师对评估过程与结果进行复查,重点核实评估依据的完整性与评分的合理性。两次评估结果差异超过10%需召开专家论证会。建立评估报告审核制度,报告内容须包含管道基础信息、检测数据分析、评估方法说明、分项指标评分、综合评级结论等要素。

## 4 结论

城市排水管道检测评估标准化体系通过构建基础标准、技术标准与管理标准三大支柱,形成了系统完整的标准框架。本研究提出的检测数据采集规范化要求、管道状况评估指标体系、检测评估质量控制体系为各地开展排水管道检测评估工作提供了技术支撑,对提升管网运行安全水平具有重要意义。这套标准化体系的建立将推动我国排水管道检测评估工作向规范化、科学化、精细化方向发展,为城市地下基础设施的长效管理奠定基础。

### [参考文献]

- [1]魏云.基于CCTV检测技术的城市排水管道检测与评估[J].江西建材,2022,(12):83-85.
- [2]刘艳海,李鸿,郭师.南、北方3个城市排水管道缺陷统计分布特征比较研究[J].合肥工业大学学报(自然科学版),2023,46(07):930-935.
- [3]李国瑞,王志豪,刘康和.城市排水系统地下管网排查技术探析及应用[J].湖南水利水电,2022,(05):10-14.
- [4]石稳民,邹静,彭冠平等.城市排水箱涵缺陷检测及评估技术研究进展[J].工业用水与废水,2021,52(06):6-10.
- [5]许亮,陈伟,李迦南.基于CCTV技术的城市排水管道病害评估研究与应用[J].市政技术,2021,39(S1):96-101+106.

### 作者简介:

孙听雪(1994--),女,汉族,江苏人,助理工程师,本科,研究方向:给排水科学与工程。