

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2020.20.011

# CCTV 管道检测在扬州污水提质增效行动中的应用

郭 翔

(扬州市给排水管理处, 江苏 扬州 225009)

**摘 要:** 城镇污水处理提质增效三年行动已全面展开,扬州市对污水管网进行了 CCTV 检测,全面排查出污水管道中存在的残墙、穿凿、接口脱落及雨污水连通管等问题。通过开挖与非开挖管道修复,扬州汤汪、六圩污水厂的进水量、COD、BOD<sub>5</sub> 指标比检测修复前显著提高,污水厂的处理能效显著提升。扬州市结合本项目在江苏省率先建立了便于查询与管理的污水管网数据采集管理系统,对海量高清检测视频和测绘数据进行了信息化归集,按各级用户需求开发了查询、统计、分析等功能模块,便于动态更新管理,同时为下一步污水管网系统安装物联网终端感知设备和流量、水质传感器打好基础。总结分析了污水管道管材选取、闭水试验和污水管网 CCTV 检测中的注意点,可为其他城市开展污水提质增效行动提供参考。

**关键词:** 污水提质增效; CCTV 管道检测; 污水处理能效; 污水管网数据采集管理系统  
**中图分类号:** TU992 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2020)20-0067-05

## Application of CCTV Pipeline Inspection in Yangzhou Sewage Quality Improvement and Efficiency Enhancement Action

GUO Xiang

(Yangzhou Water Supply and Drainage Management Office, Yangzhou 225009, China)

**Abstract:** The three-year action to improve the quality and efficiency of urban sewage treatment has been fully launched. Yangzhou City has carried out a CCTV inspection on the sewage pipe network, and comprehensively investigated the problems including residual wall, chiseling, interface falling off, rainwater and sewage connecting pipe. Through the excavation and trenchless repair of sewage drainage pipeline, the indexes of water inflow, COD and BOD<sub>5</sub> of Tangwang and Liuwei sewage treatment plants in Yangzhou have been increased significantly compared with those before repair of the sewage drainage pipeline, and the treatment efficiency of the plants has been significantly improved. Based on this project, Yangzhou takes the lead in establishing a data collection and management system of sewage pipe network in Jiangsu Province, which is convenient for query and management. It collects massive high definition detection video and surveying and mapping data, and develops query, statistics, analysis and other functional modules according to the needs of users at all levels, resulted to an efficient facilitation of the dynamic update and management. Meanwhile, this work lays a good foundation for the installation of the internet of things terminal perception device as well as flow and water quality sensors for the novel sewage pipe network system in future. This paper investigated the critical issues in the selection of sewage pipe materials, closed water test and CCTV detection of sewage pipe network, which provides reference for other cities to carry out sewage quality improvement and efficiency enhancement.

**Key words:** sewage quality improvement and efficiency enhancement; CCTV pipeline inspection; energy efficiency of sewage treatment; data collection and management system of sewage

## pipe network

随着城市建设的不断发展,水环境污染问题逐步凸显,各地陆续开展了黑臭水体专项治理和污水提质增效专项行动。污水管网系统承担着城市污水收集及输送任务,其运行质态直接影响了污水处理厂的运行效能和城市水环境,要想达到“收污水、赶外水”的目标,必须对污水管网实施全面排查与治理。

2017年—2019年,扬州市区组织开展了污水管网 CCTV 排查与修复项目,项目实施后,污水处理厂进厂水量、水质均有明显提升,管网运行水位有效降低,污水溢流问题得到了缓解,取得了较好的项目实施效果。

### 1 项目概况

为切实做好扬州市污水处理提质增效精准攻坚专项行动,解决污水管网地下水、河水入渗严重,雨污混接与污水处理厂进水污染物浓度低,处理能效差等问题,扬州市通过政府采购服务方式,对现有污水管网的 890 km 进行了 CCTV 与 QV 检测<sup>[1]</sup>。本次检测形成了 25 194 段高清检测视频与多份检测报告,对检测报告进行了判读并开展了管道局部点状修复和开挖修复<sup>[2]</sup>工作。为便于后期检测视频的使用与动态更新管理,建立了扬州市污水管网数据采集管理系统。

该项目采用市级统筹、区级负责、达标统一移交的组织方式,着力避免污水管网建设主体多、建设质量参差不齐、养护水平差等问题,经修复达标后统一移交养护,充分调动原污水管网建设主体参与的积极性。技术层面采用疏测分离、修后复测、视频检测与污水线路测绘统一的解决方案,保障了污水管网疏通与检测的质量,规避了疏测一体可能存在的虚假疏通、视频冒充等弊端。修后复测能够进一步检查污水管网修复的质量,为移交养护提供可靠资料。视频检测与污水线路测绘统一能够为现有 GIS 系统提供更加详细的污水管线基础测绘信息,校正原有系统中的数据,并为基于现有 GIS 的污水二次开发提供数据支撑。

### 2 CCTV 检测结果判读与分析

本次检测共发现管道缺陷点 8 952 处。其中 I 级缺陷点 3 295 处、II 级缺陷点 3 097 处、III 级缺陷点 1 166 处、IV 级缺陷点 1 394 处。管道缺陷点统计结果如表 1 所示。

表 1 缺陷点统计结果

Tab. 1 Statistical results of defects of sewage pipe 处

缺陷种类	缺陷名称	缺陷等级及数量			
		I 级	II 级	III 级	IV 级
		监控处理	监控 + 改造处理	改造处理	改造处理
结构性缺陷	破裂	364	342	129	154
	变形	518	487	164	238
	腐蚀	367	563	75	—
	错口	297	280	132	99
	起伏	64	172	107	84
	脱节	47	63	24	62
	接口材料脱落	273	251	—	—
	支管暗接	38	32	33	—
	异物穿入	51	21	60	—
	渗漏	628	359	101	38
功能性缺陷	沉积	274	258	97	266
	结垢	57	54	20	25
	障碍物	235	58	41	366
	残墙、坝根	27	66	23	62
	树根	28	74	130	—
	浮渣	27	17	30	—

#### 2.1 结构性缺陷判读与分析

在结构性缺陷中,破裂、变形、错口、起伏、脱节、渗漏<sup>[3]</sup>为主要问题,占需要改造处理的结构性缺陷总量的比例达 88.8%。结构性缺陷带来的最致命的问题就是地下水入侵和污水外渗。地下水大量入侵导致节点污水提升泵站来水量大,满负荷运行,污水处理厂进厂 COD 浓度降低。地下水位低的区域,污水外渗导致原状土壤受到污染并持续污染浅层地下水水质。结构性缺陷高清视频见图 1。



图 1 扬州市 CCTV 检测结构性缺陷高清视频截图

Fig. 1 High definition video screenshot of CCTV detecting structural defects in Yangzhou

#### 2.2 功能性缺陷判读与分析

在功能性缺陷中,沉积、障碍物、残墙、坝根<sup>[4]</sup>为主要问题,占需要改造处理的比比例达 80.7%。主要为建筑垃圾、沥青块、油污块、施工遗留残墙等,采

用常规的高压水枪疏通方式难以清除,只能由潜水员下井使用风镐拆除。功能性缺陷造成了管道断面损失,通而不畅,严重降低了污水管网运行效能,导致污水管网运行水位偏高,部分低洼路段甚至偶有污水满溢地表问题。功能性缺陷高清视频见图 2。

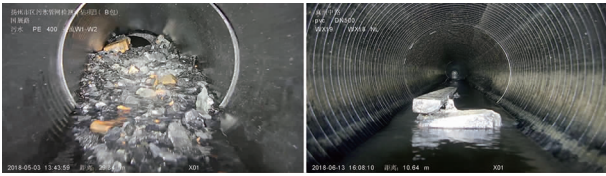


图 2 扬州市 CCTV 检测功能性缺陷高清视频截图

Fig. 2 High definition video screenshot of CCTV detection functional defects in Yangzhou

### 2.3 缺陷点位置分布与分析

在行政区域分布方面,广陵区、邗江区、开发区污水管网缺陷点数量大于瘦西湖景区和生态科技新城;在地理位置分布方面,扬州市南部区域污水管网缺陷点数量大于中部、北部区域;在道路管线位置分布方面,机动车道下方的污水管网缺陷点数量大于非机动车道和绿化带下方;在周边地块用途分布方面,商业服务设施用地附近污水管网缺陷点数量大于居住用地和公共服务设施用地。

缺陷点成因分析:①广陵区、邗江区、开发区路网建设年限较长,污水管网长期高负荷运行后问题点偏多,瘦西湖景区、生态科技新城新建区域占比较高,随路建设的污水管网时限短,问题点偏少。②扬州市中部老城区多为瓦砾土层,北部地区以黄土状亚黏土和黏土为主,地基稳定,承载力高,不透水性强,污水管道的基础条件较好,不易损坏;328 国道以南区域为长江河漫滩,土质主要为沙壤土及粉砂土,一旦污水管道接口出现破裂、错口等问题,大量沙土、粉砂土被水流不断带走,容易导致基础冲刷甚至路面塌陷问题。③车行道下方的污水管网受到上部重载和超载车辆的影响较大,易发生变形、错口等问题,尤其以红绿灯停车线 30 m 范围内缺陷点更为集中,位于非机动车道和绿化带下方的污水管网受压较小,问题点偏少。④商业服务设施用地附近餐饮业集聚,排放污水中动植物油含量偏高,进入管网后迅速冷却凝固,易沉积板结而造成管网断面损失。

### 2.4 管网材质与缺陷点关联性分析

扬州市区污水管网材质中,钢筋混凝土管占比 55.96%,各类型塑料管材占比 34.69%,玻璃钢管

占比 5.77%,金属管占比 3.52%,砖砌和陶瓷管占比 <1%。在单位长度缺陷点个数方面,其他塑料管材(以 PVC-U 埋地管为主)单位长度缺陷点最多,达到 18.86 个/km,其次是玻璃钢管、钢筋混凝土管、实壁 PE 管,HDPE 双壁波纹管 and 金属管最少(见图 3)。

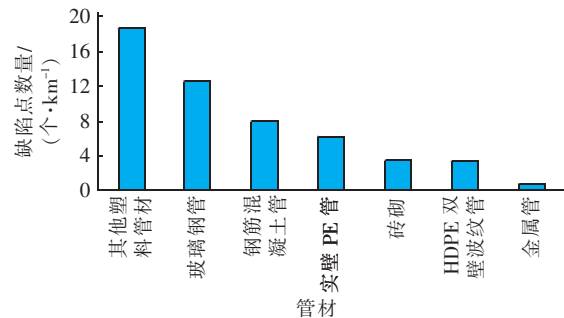


图 3 各类材质管道单位长度缺陷点个数统计

Fig. 3 Statistics of defect points per unit length of various material pipes

## 3 污水管网数据采集管理系统建设

为做好对 CCTV 及测绘数据的归集管理,扬州市在江苏省率先建立了污水管网数据采集管理系统(见图 4),用于对海量高清视频数据和测绘点数据的管理。底图系统采用了国家地理信息公共服务平台的天地图,视频采用硬盘阵列进行存储,管线坐标、材质、问题点位置等均能在该系统中进行展示,点击不同位置污水管线能播放检测视频,建立了用户权限分级,便于市区各级建设、养护、管网维修用户的查询与使用,便于管段视频的动态更新。开发了综合查询、统计、分析等功能的子模块,便于污水管网数据系统动态更新管理。数据采集管理系统解决了 CCTV 检测数据停留在纸面报告、共享不便的问题,同时为下一步污水管网系统安装物联网终端感知设备和流量、水质传感器打好了基础。

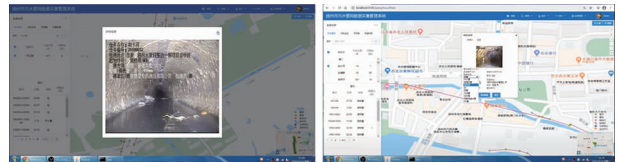


图 4 扬州市污水管网数据采集管理系统

Fig. 4 Data collection and management system of Yangzhou sewage pipe network

## 4 污水管网修复及效果

### 4.1 缺陷点修复

针对 CCTV 检出的 I、II、III 级缺陷点,通过观

察并采用内缠绕和紫外光固化非开挖方法进行修复。Ⅳ级缺陷点由各区原污水管网建设主体逐步开展开挖修复,少量连续损毁严重、不具备修复价值的管道纳入城建计划,随道路翻建整体废除,重新敷设。另外,对本次检测中排查出的雨污水检查井中的连通管现场进行了封堵,同时对雨污错接的接口也进行了改造。

#### 4.2 修复效果

扬州市区目前有汤汪、六圩两座污水处理厂,处理能力共计  $38 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。管网修复后,汤汪污水厂2019年月处理水量全面高于2018年处理水量,同时雨季7月和8月水量比2018年有所降低(见图5)。全市污水管网通过检测与维修,全面提高了污水厂的进厂水量,同时有效抵制了雨季外水的侵入。

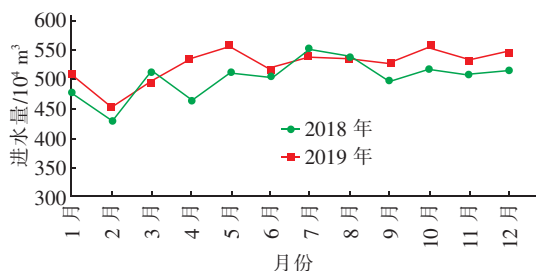


图5 汤汪污水处理厂2018年、2019年逐月进厂水量

Fig.5 Monthly inflow of Tangwang sewage treatment plant in 2018 and 2019

六圩污水厂2019年4月后进厂污水COD、BOD<sub>5</sub>同比2018年有较大幅度上升,9月后COD基本能达到260 mg/L以上(见图6)。六圩污水厂B/C值仅2018年10月达到0.45,2019年4月—8月达到0.45以上,有效降低了碳源的投加需求。

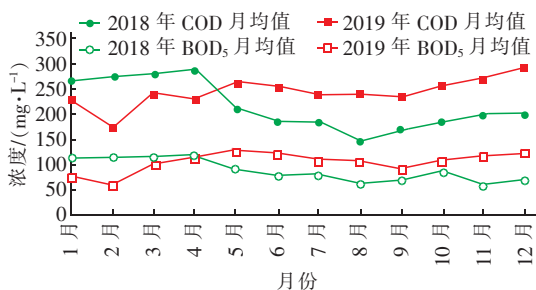


图6 六圩污水处理厂2018年、2019年进水COD、BOD<sub>5</sub>浓度

Fig.6 Influent concentration of COD and BOD<sub>5</sub> of Liuwei sewage treatment plant in 2018 and 2019

以上数据分析说明,通过市区管网的检测与修

复,污水处理厂进水浓度得到了大幅提升,污水处理厂受到的雨水外水冲击得到了有效控制。

#### 5 总结与思考

城镇污水提质增效工作开展过程中,管网检测、排查与修复是提质增效专项行动的基础性工作,根据扬州市CCTV管网检测修复工作的开展情况,提出以下总结与思考:

① 城市污水管网建设过程中,宜优先使用金属管材,如球墨铸铁管、内防腐钢管等。塑料管材宜优先使用HDPE双壁波纹管。主要承担运输功能的城市道路宜优先采用钢筋混凝土管。

② 污水管网施工作业中,需加强对管道接口的质量控制,闭水试验结束后要全面检查用于闭水试验的堵头和残墙,及时进行清理。

③ 城镇污水提质增效行动中,CCTV管网检测和修复对提升城市污水处理厂进水量和进水浓度具有明显作用,并能显著提升进水B/C值,提高进水可生化性,减少污水厂碳源的使用量,降低污水处理成本。该项工作应尽早开展,具备条件的可以同步开展雨水管网的检测与修复,排查消除雨污混接点,结合排水达标区建设,进行溯源治理。

④ CCTV管网检测排查的海量视频资料宜建立信息化系统,便于分类管理和多级使用,能够提高污水检测结果文件的分享度与可用度。项目开展过程中,宜同步开展检查井与坐标测绘,便于入库管理及对现有GIS系统数据的校核与更新。

⑤ 提质增效专项行动管网排查作业中,管网疏通和管网检测宜采用不同单位,疏测分离,互为监督,避免疏测一体导致的虚假疏通和虚假检测视频产生。

#### 参考文献:

- [1] 李田,郑瑞东,朱军. 排水管道检测技术的发展现状[J]. 中国给水排水,2006,22(12):11-13.  
Li Tian, Zheng Ruidong, Zhu Jun. Development of sewer inspection and assessment technologies[J]. China Water & Wastewater, 2006, 22(12): 11-13 (in Chinese).
- [2] 李通,刘华平. 排水管道检测与非开挖修复技术的应用[J]. 中国市政工程,2008(2):45-46.  
Li Tong, Liu Huaping. Techniques applied to detection and trenchless repair of drainage pipelines[J]. China Municipal Engineering, 2008(2): 45-46 (in Chinese).

(下转第76页)