

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2021.18.005

# 南京市某片区现状污水收集系统问题调查及分析

汪 健

(中机国际工程设计研究院有限责任公司 华东分院, 江苏 南京 210023)

**摘 要:** 随着城市建设的不断发展,城市人口不断增加,污水收集系统承受的压力越来越大,污水管网错接漏接以及管道本身破损、淤积现象日趋严重。由于空间和经济的问题,无法重新修建污水管道,对现状存在问题的污水管道进行排查整改势在必行。根据南京市某片区总长 286.4 km 污水管道的全系统排查结果,对现状污水管网存在的问题从不同管材、管径及不同的损坏形式进行系统分析,以期今后调查和分析现状污水管道系统提供依据,同时对新建污水管道提出设计和施工建议。

**关键词:** 污水收集系统; 管道检测; 缺陷分析; 管道修复

**中图分类号:** TU992 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2021)18-0025-04

## Investigation and Analysis on the Problems of the Current Sewage Collection System in a District of Nanjing

WANG Jian

(East China Branch, China Machinery International Engineering Design & Research Institute Co. Ltd., Nanjing 210023, China)

**Abstract:** With the construction and development of cities, the urban population and the pressure on the sewage collection system is increasing. Phenomena such as wrong connection, missing connection, damage and deposition of the sewage pipe network are getting more and more serious. Rebuild the sewage pipeline is hard to accomplish due to the shortage of space and economy, thus it is imperative to check and rectify the existing sewage pipeline. Based on the whole system investigation of 286.4 km sewage pipeline in a district of Nanjing, this paper systematically analyzed the problems existing in the current sewage pipe network from different pipes, pipe diameters and different damage forms. It provides the reference for the investigation and analysis of the current sewage pipeline system in the future and puts forward the design and construction suggestions for the new sewage pipeline.

**Key words:** sewage collection system; pipeline inspection; defect analysis; pipeline repair

### 1 项目背景

随着城市建设和发展,城区人口不断增加,污水收集系统承受的压力越来越大,部分老旧小区污水管网错接漏接以及管道本身破损、淤积现象日趋严重<sup>[1-3]</sup>。因此,根据南京市行动计划部署与住房和城乡建设部要求,对全南京市管网进行普查,根据普查结果进行分析后制定针对性的整改意见。

### 2 项目概况

#### 2.1 项目范围

本次项目围绕某污水处理厂收集片区(面积约为 54 km<sup>2</sup>)的污水收集系统进行了一次全系统排查及整治。该片区污水管管径范围为 d300 ~ d2 200 mm,管道材质分别为塑料管、金属管、钢筋混凝土管,总长为 286.4 km,其中系统内塑料管 137.76

km,钢筋混凝土管 83.24 km,金属管 65.40 km。

## 2.2 检测方法

依据《城镇排水管道检测与评估技术规程》(CJJ 181—2012)要求,检测方法有闭路电视检测(CCTV)、声呐检测、管道潜望镜(QV)检测,市政道路一般采用 CCTV 或 QV 检测作业。在进行检测施工前,应对待检测管道进行疏通,确保待测管道内壁无污泥残留。管道疏通检测统计见表 1。

表 1 管道疏通检测统计

Tab. 1 Statistics of pipeline cleaning and drainage inspection

项目	CCTV	QV	声呐	浑水机器人	检测小计
数值	196.73	4.2	7.06	2.48	210.47

由表 1 可以看出,管道检测覆盖率约为 73.49%。部分管段未检测的主要原因:长距离顶管、障碍物、大口径管道无法疏通调排、施工围挡、压力管道、已实施管段、管道无法封堵、非设施范围、拾遗补缺及其他。

## 3 检测结果及分析

### 3.1 缺陷分析

管道检测完成后,对污水管道结构性缺陷分析与功能性缺陷分析进行评估。管道结构性缺陷主要影响排水管道结构强度以及排水使用寿命,其主要包括管道自身的材料脱落、破裂以及渗漏等;管道功能性缺陷主要影响管道的输水能力,主要包括沉积、结垢、树根以及障碍物等。各缺陷分为 I、II、III、IV 级等级。

### 3.2 结构性缺陷分析

本次检测共发现结构性缺陷 5 159 处:

① 严重 IV 级缺陷 869 处,该部分污水管道均有重大缺陷,受损程度较为严重,管道自身结构性能已经发生破坏或存在发生破坏的征兆,应立即修复;

② 较为严重的 III 级缺陷 1 271 处,结构在短期内可能会发生破坏,应尽快修复;

③ 一般的 II 级缺陷 2 248 处,近期内管道结构性能不会发生破坏结构,但是随着运行时间增加会产生破坏的趋势,应制定修复计划;

④ I 级缺陷 771 处,该部分污水管道缺陷程度较为轻微,结构体系未发生变化,但是在后期运行中可能存在隐患,暂不修复。

管道结构性缺陷统计结果见表 2。不同管材管道结构性缺陷统计见图 1。

表 2 管道结构性缺陷统计

Tab. 2 Statistics of pipeline structural defects

项 目	I 级/处	II 级/处	III 级/处	IV 级/处	小计/处	缺陷占比/%
变形	109	194	109	79	491	9.52
材料脱落	62	60	0	0	122	2.36
错口	197	408	234	238	1 077	20.88
腐蚀	37	36	4	1	78	1.51
破裂	169	543	330	168	1 210	23.45
起伏	11	75	135	170	391	7.58
渗漏	51	204	106	57	418	8.10
脱节	99	688	322	156	1 265	24.52
异物穿入	28	35	30	0	93	1.80
支管暗接	8	5	1	0	14	0.27
合计	771	2 248	1 271	869	5 159	100.00

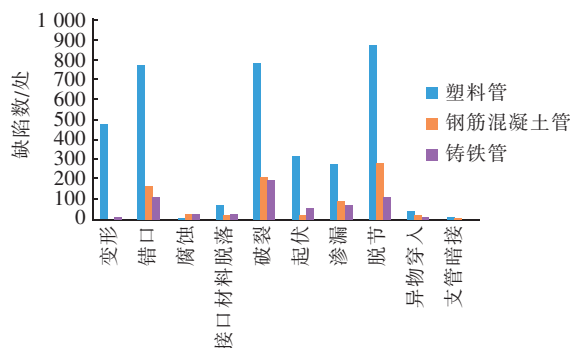


图 1 不同管材管道结构性缺陷统计

Fig. 1 Statistics of pipeline structural defects for different materials

从管材形式上对结构性缺陷的统计分析可知:①塑料管结构性缺陷共计 3 637 处,主要缺陷类型包括脱节、错口、破裂、变形以及起伏;②钢筋混凝土管结构性缺陷共计 874 处,主要缺陷类型包括破裂、脱节、错口以及渗漏;③铸铁管段结构性缺陷 648 处,主要的缺陷为脱节、错口。

III、IV 级结构缺陷问题统计见图 2。不同管材每 100 m 的 III、IV 级结构性缺陷个数见图 3。

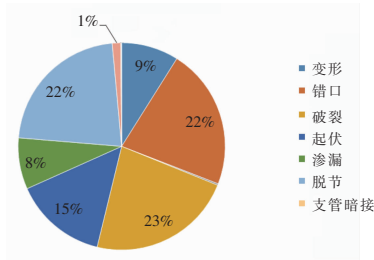


图 2 III、IV 级结构缺陷问题

Fig. 2 III and IV level structural defects

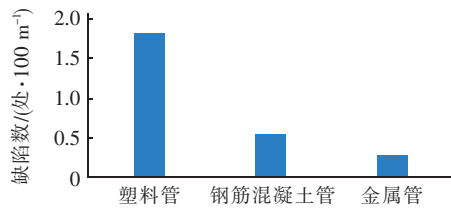


图3 不同管材Ⅲ、Ⅳ级结构性缺陷数量

Fig. 3 Number of Ⅲ and Ⅳ level structural defects of different pipeline

钢筋混凝土管道管材较短,一般为2 m/节,接口数量多,受到外部荷载影响时,易出现接口问题。而塑料管和铸铁管有良好的挠曲性能,对土壤变形较为适应,由于柔性采用中粗砂基础及回填,亦会出现脱节和错口问题。但塑料管材质量不一,还会出现破裂、起伏、变形等结构性问题。

### 3.3 功能性缺陷分析

本次检测共发现功能性缺陷1 132处(见表3):①严重的Ⅳ级缺陷298处,该部分管道断面缩窄严重,过流能力严重降低,严重影响管道输水功能。②Ⅲ级功能性缺陷的管段172处,管道淤堵较为严重,严重影响过流性能。③Ⅱ级缺陷290处,管道输水功能影响轻微,其运行能力满足要求,缺陷不明显。④Ⅰ级缺陷372处,管道输水功能受轻微影响或不受影响,管道运行基本不受影响,没有明显要处理的缺陷。

表3 管道功能性缺陷统计

Tab. 3 Statistics of pipeline functional defects

项 目	Ⅰ级/处	Ⅱ级/处	Ⅲ级/处	Ⅳ级/处	小计/处	缺陷占比/%
残墙、坝根	1	1	2	8	12	1.06
结垢	95	51	23	6	175	15.46
树根	10	7	5	9	31	2.74
障碍物	266	231	126	259	882	77.92
沉积	0	0	14	16	30	2.65
浮渣	0	0	2	0	2	0.18
合计	372	290	172	298	1 132	100.00

不同管材的管道功能性缺陷见图4。不同管径管道淤积占比见图5。

调查结果表明,在运行期间,相对于HDPE管,钢筋混凝土管易发生结垢、沉积等功能性缺陷。出现这种现象主要是管材的曼宁系数不同,HDPE管的曼宁系数 $n=0.009\sim0.01$ ,水力条件良好;铸铁管、钢筋混凝土管的曼宁系数 $n=0.013\sim0.014$ ,水力条件较差。

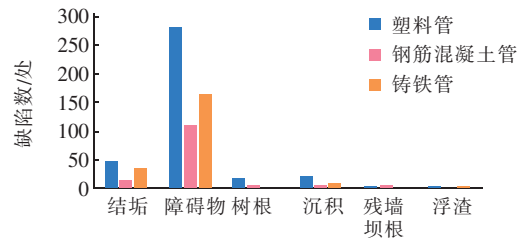


图4 不同管材的管道功能性缺陷统计

Fig. 4 Statistics of pipeline functional defects for different materials

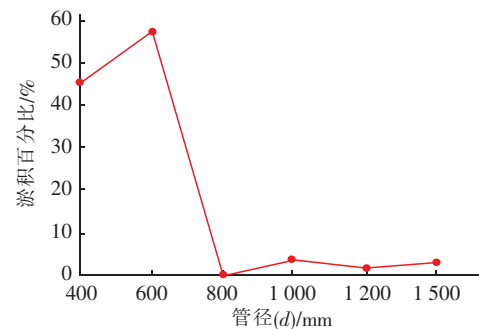


图5 淤积百分比分布

Fig. 5 Distribution of deposition percentage

由于管道管径越大,水力条件越好,所以功能性缺陷沉积问题减少趋势明显。小管径管道水力条件差,管段流速较慢,更容易发生管道沉积,严重影响过流能力,因此在今后的管道养护过程中应加强对上游小管径管道养护频次及等级,定期疏通。

功能性缺陷占比最大的为障碍物,主要原因是排水户排水不规范,特别是施工工地违规排放,致使水泥砂浆残留管道内部造成管道淤堵,管道过水功能受到影响。此类缺陷难以疏通,因此应对存在该问题的管道进行开挖更换。

此外,在南方城市,绿化面积较大,树木较多且根系较为发达,同时由于管道内养分充足,部分树木根系垂直生长,形成树根,对管道接口处的破坏性很大,对于此类功能性缺陷应加强养护频次,及时进行清理。

## 4 其他原因分析

① 由于原管道设计承插口的密封材料均为塑胶材料,易于老化从而逐渐脱落,根据南京当地土质,部分地区主要是砂性土,易于流动,对管道的沉降变形产生严重影响,同时管道内水流产生的动荷载加剧了管道变形,致使管道接口产生脱节甚至断裂,管道内污水外渗或者地下水等内渗严重。

② 随着城市建设大规模的发展,原城市道路经过整改或者进行扩建的过程以及地下水位的易变性等原因而形成路面沉降的不均匀性,对其下部原有管道造成严重影响,易产生接头变形从而发生渗漏<sup>[4]</sup>。

③ 各种工程建设施工可能对管道造成机械性破坏。

④ 在软基处理地段,由于施工因素,道路沉降稳定时间不足,使得管道建设后不久会因沉降严重而造成管道损坏<sup>[5]</sup>。

## 5 工程建议

### 5.1 设计及施工

① 根据上述分析,设计时应充分考虑新建污水管道的管材、管径及其水力条件等方面对管道淤堵的影响,提供较为经济合理的管道选用方案。同时提高小口径管道的养护等级与频次(管径 $\geq 800$  mm或流速 $>0.6$  m/s时不易积淤),定期进行清疏检测。此外,还应加强监管,避免因不规范排水行为导致的浮渣、障碍物等功能性缺陷。

② 开挖施工时推荐采用Ⅱ级钢筋混凝土管和球墨铸铁管,顶管施工时推荐采用混凝土管,并采用柔性接口,市政道路下杜绝采用塑料管(PE管牵引施工需报批且需严格保证管道的坡降)。

③ 管道施工时,需加强管道地基处理,减缓管道错口、渗漏等结构性缺陷。检查井施工尤其要注意施工质量,加强新建、改造地块内部污水管道及检查井等设施材质、施工及竣工验收全流程的管控,确保污水系统的密闭性,规范施工方法。

### 5.2 监管部门

① 优化政策落实,提高排水规划的冗余量,严格执行排水规划,统一责任主体,强化排水监管,落实财政资金,建立常态化管道检测排查机制。

② 强化水务执法,严格执行排水许可及监管,落实即查即改政策,以提质增效,巩固雨污分流成果,落实质效评估。

③ 逐步建立排水信息化、智能化管理系统,进一步提高养护效能。

④ 管控污水源头,优化区属截流设施、闸门的调度方案。

⑤ 提高小管径低流速管道(管径 $\geq 800$  mm或流速 $>0.6$  m/s时不易积淤)、沿河管、过河管等的养护频次,保证系统内设施出现问题后能够及时发现和整改维修。加强监管,避免因不规范排水行为导致的浮渣、障碍物等功能性缺陷。

## 参考文献:

- [1] 林明波. 福州市某片区污水管道健康状况检测及分析[J]. 中国给水排水, 2014, 30(9): 96-98.  
LIN Mingbo. Health inspection and analysis of sewer system in an area of Fuzhou City[J]. China Water & Wastewater, 2014, 30(9): 96-98 (in Chinese).
- [2] 黄川, 王涌涛, 黄天寅, 等. 苏州市姑苏区污水管道评估及维护效果分析[J]. 给水排水, 2015, 41(3): 98-102.  
HUANG Chuan, WANG Yongtao, HUANG Tianyin, et al. Evaluation and maintenance analysis of the sewer system of the Gusu District, Suzhou[J]. Water & Wastewater Engineering, 2015, 41(3): 98-102 (in Chinese).
- [3] 林家森. 大城市老城区排水体制调查研究及改造对策[J]. 中国市政工程, 2005(2): 43-45.  
LIN Jiasen. Investigation and reform of drainage system in metropolitan old districts [J]. China Municipal Engineering, 2005(2): 43-45 (in Chinese).
- [4] 李会凌, 尤昌龙. 某污水管道的下沉破坏原因分析[J]. 铁道建筑, 2001(7): 34-36.  
LI Huiling, YOU Changlong. Analysis on the cause of the sinking damage of a sewage pipeline [J]. Railway Engineering, 2001(7): 34-36 (in Chinese).
- [5] 姜向东, 张会, 刘海军, 等. CIPP 翻转内衬工艺用于污水管道功能性修复[J]. 中国给水排水, 2012, 28(14): 106-108.  
JIANG Xiangdong, ZHANG Hui, LIU Haijun, et al. Application of CIPP lining technology to functional rehabilitation of sewers[J]. China Water & Wastewater, 2012, 28(14): 106-108 (in Chinese).

作者简介:汪健(1988-),男,安徽黄山人,硕士,工程师,主要从事市政工程结构设计工作。

E-mail: 513019767@qq.com

收稿日期: 2019-11-30

修回日期: 2019-12-19

(编辑:丁彩娟)