

# 城市污水管网检查井渗漏原因及快速修复技术

李淑婷

中国水电建设集团十五工程局有限公司 陕西 西安 710086

**【摘要】**：城市污水管网检查井渗漏是老旧管网运行的突出问题，呈现界面、结构、节点三类渗漏形态，危害管网系统稳定性与水环境安全，引发路基沉降、污水稀释、地下水与土壤污染等问题。结合多地实际案例，从材料结构缺陷、施工安装质量、运行环境与外力作用分析渗漏成因，介绍传统检测、非接触式快速检测及精准定位技术，阐述表面封堵、内衬加固、局部微创等快速修复关键技术，为城市污水管网检查井渗漏防控、检测与修复提供实践参考，助力提升管网运行效率与水环境治理水平。

**【关键词】**：污水管网；检查井；渗漏；检测技术；修复技术

DOI:10.12417/2811-0528.26.13.032

## 引言

城市化进程加快，污水管网作为城市水环境治理的核心基础设施，运行稳定性直接关系到居民生活质量与生态环境安全。检查井是管网系统的关键节点，承担检修、疏通、连接管道的重要功能，渗漏问题在老旧管网中普遍存在，西安、上海、成都等城市表现突出。渗漏破坏管网结构完整性，导致污水外渗、地下水倒灌，污染土壤与地下水，加重水体黑臭，制约水环境治理成效。系统分析检查井渗漏现状、成因，探索高效检测与修复技术，解决渗漏难题，对保障污水管网正常运行、推进生态环境治理有重要现实意义。

## 1 污水管网检查井渗漏现状与危害

### 1.1 检查井渗漏的典型表现形式

城市污水管网检查井渗漏在实际运行中呈现界面渗漏、结构渗漏、节点渗漏三类典型形态。检查井与污水管道衔接部位易发生界面渗漏，接口环向缝隙渗水、密封胶圈脱落会形成线状漏水，高水位运行时出现明显射流<sup>[1]</sup>。结构渗漏以面状慢渗为主，源于井壁贯通裂缝、砖砌井灰缝脱落、混凝土井蜂窝麻面，渗漏液沿井壁漫流，长期会形成白色结晶与生物污垢。井室底板、井筒拼接缝及井盖基座是节点渗漏的集中区域，底板渗漏常伴随地下水倒灌与泥沙涌入，基座渗漏表现为井盖周边间歇性溢水，雨天与管网满流时更为明显。西安、上海、成都等城市老旧管网中这类渗漏普遍存在，部分砖砌检查井甚至出现井体酥松后的整体渗漏。

### 1.2 渗漏对管网系统与水环境的影响

检查井渗漏危害排水系统运行与水环境安全。外渗污水会带走井周土体细颗粒，引发路基掏空与不均匀沉降，拉裂井体与管道，形成渗漏—沉降—破损的恶性循环，地下水倒灌还会稀释污水 COD、氨氮等关键指标，降低碳氮比，影响后续污水处理厂 PPCPs 等微量污染物的生化降解效率。渗漏污水携

带抗生素、咖啡因、三氯生等 PPCPs 类新兴污染物与常规污染物进入土壤与地下水，造成地下水硝酸盐、微生物超标，南方河网地区还会直接入河，加重水体黑臭与生态毒性，四川部分乡镇污水管网渗漏，曾导致周边农田土壤与浅层地下水被生活污水持续污染。

## 2 污水管网检查井渗漏成因分析

### 2.1 材料与结构自身缺陷

材料与结构先天不足诱发检查井渗漏。传统砖砌检查井采用黏土砖与水泥砂浆砌筑，砖体抗渗性差，砂浆易收缩开裂，长期受污水腐蚀与地下水浸泡，灰缝脱落、井体酥碱问题频发<sup>[2]</sup>。混凝土检查井若用低标号混凝土、振捣不密实，会形成内部孔洞与毛细通道，成为渗漏通道。井体与管道衔接未采用柔性接口，基础刚度不足，拼接缝未做防水处理，无法适应土体轻微沉降，易产生缝隙。密封材料采用普通橡胶圈与沥青油膏，耐污水腐蚀、耐老化性能差，3—5 年便硬化、脆裂、脱落，丧失密封作用。

### 2.2 施工与安装质量问题

施工管控缺失是检查井渗漏的主要诱因。管道与检查井衔接，未按规范凿毛、坐浆、密封，接口间隙直接用砂浆填塞，形成假性密封。井体砌筑时灰缝不饱满，通缝、瞎缝大量存在，混凝土浇筑漏振、冷缝，结构整体性差。基础施工中，地基未夯实、垫层厚度不足，投用后快速发生不均匀沉降，拉裂井壁与接口。回填土采用建筑垃圾，未分层夯实，侧向压力不均导致井体偏移错位。西安、河北等多地市政工程抽查中均有此类问题，部分新建检查井投用半年即出现接口渗漏（见图 1）。

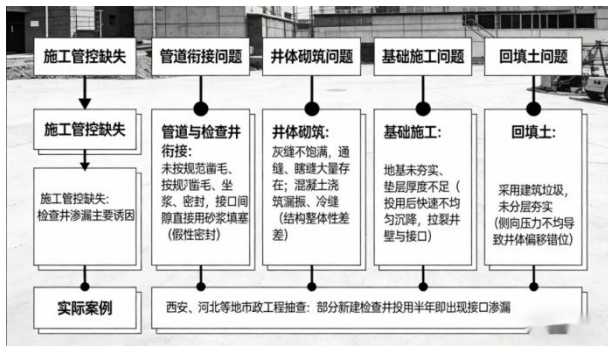


图1 施工与安装质量问题

## 2.3 运行环境与外力作用影响

运行环境与外力荷载持续加剧检查井渗漏。地下水位波动产生静水压力与渗透压力，推动污水与地下水双向穿透井体薄弱部位。交通车辆碾压、地面堆载形成动荷载，反复作用于井体与基座，导致裂缝扩展、接口松动。北方地区冻融循环让井体内部水分冻胀开裂，南方地区雨水入渗叠加污水腐蚀，加速材料劣化。管网内污水流量、水位频繁变化，形成水锤效应，冲击井体结构与接口，使微小缺陷逐步发展为明显渗漏。

## 3 检查井渗漏快速检测与诊断技术

### 3.1 传统渗漏检测方法应用

传统检测方法以直观检查、烟雾试验、注水试验为主，适用于浅层、裸露检查井的快速筛查。下井观察井壁湿渍、渗水点、结晶污垢，可初步判断渗漏位置。向井内通入烟雾，外冒位置即为渗漏通道。向井内注水至设计水位，观测水位下降速率与渗漏点，能判断渗漏程度。这类方法设备简单、操作便捷，乡镇管网与老旧小区普查中广泛应用，精度却较低，无法定位隐蔽渗漏，还需占用井口、影响短时排水。

### 3.2 非接触式快速检测技术

非接触式检测以红外热成像、超声波检测为代表，可实现无接触、快速筛查。红外热成像仪捕捉井壁温度差异，识别渗水引发的低温区域，夜间或阴天检测精度更高，能快速圈定渗漏范围。超声波检测发射声波，接收井体内部缺陷反射信号，判定裂缝、空洞位置与深度，适用于混凝土检查井结构缺陷检测。上海、深圳等城市已将红外热成像用于管网常态化巡检，单井检测时间缩短至5分钟内，大幅提升筛查效率。

### 参考文献：

- [1] 李伟明.市政道路污水管网施工技术探讨[J].中国房地产业,2025,(31):202-205.
- [2] 金忠明,谭亦民,徐义通,等.暗渠内污水管道运维的实践与思考[J].建筑监督检测与造价,2025,18(05):6-13.
- [3] 石兆强,邹灿,李发康.城镇污水管网施工中的质量问题及防治探究[J].建筑科技,2025,9(07):52-54.

## 3.3 渗漏点位精准定位方法

精准定位采用管道检测机器人、示踪剂、水压试验组合技术。管道CCTV机器人进入井内与衔接管道，拍摄高清影像，定位接口裂缝、破损渗漏点。荧光示踪剂投入管网后，渗漏位置会出现荧光示踪，可定位地下隐蔽渗漏通道。向井内施加恒定水压，结合压力传感器与声学探头，锁定微小渗漏点。这类技术可定位毫米级裂缝与接口渗漏，为局部快速修复提供精准依据。

## 4 检查井渗漏快速修复关键技术

(1) 表面封堵类快速修复技术：表面封堵适用于I、II级浅表渗漏，核心材料为速凝水泥、高分子密封胶、环氧砂浆。速凝水泥10—30分钟内可初凝，封堵井壁蜂窝、微小裂缝。高分子密封胶注入渗漏缝隙，耐老化、耐腐蚀，适配接口微动变形<sup>[3]</sup>。环氧砂浆强度高、抗渗性好，修补酥碱、脱落的井壁表面。该工艺无需大型设备，单人可操作，2小时即可恢复使用，西安老旧小区检查井微渗漏修复中已大量应用。

(2) 内衬加固类快速修复技术：内衬加固适用于II、III级大面积渗漏与结构弱化，涵盖喷涂聚脲、树脂内衬、玻璃钢内衬。聚脲喷涂在井壁形成完整无缝防水内衬，固化快、附着力强，单次喷涂就能形成抗渗层。树脂内衬采用光固化或常温固化，贴合井体轮廓，修复后结构强度提升50%以上。无需破除井体，施工周期4—8小时，适配城区交通繁忙路段检查井修复。

(3) 局部微创修复技术：局部微创针对接口、拼接缝、点状裂缝等III级渗漏，采用注浆封堵、柔性接口修复、局部换填。聚氨酯注浆液注入渗漏缝隙后遇水膨胀，封堵毛细通道与裂缝。柔性接口修复更换耐腐蚀橡胶圈，用密封胶二次封闭，解决管井衔接渗漏。局部微创开挖仅破除破损部位，快速更换构件后回填夯实。上海、成都城区管网修复中，微创修复占比超60%，有效减少对交通与居民生活的影响。

## 4 结语

污水管网检查井渗漏由多因素共同作用产生，材料结构缺陷、施工管控不足、运行环境影响均会诱发或加剧渗漏，渗漏危害具有传导性，需从防控、检测、修复全流程发力。本文梳理的三类检测技术与修复技术，可根据渗漏等级、现场工况灵活选用，能实现渗漏快速筛查与精准定位，也能通过微创、高效的修复手段减少对城市交通与居民生活的影响。