

非开挖技术在温州市排水管道结构性缺陷修复中的应用

陈 默

温州国投建设有限公司 浙江 温州 325000

【摘 要】城市黑臭水体治理是我国生态文明建设的重要组成部分，其根本措施在于排水管道的排查和整治。通过对温州排水管网现状的摸排和问题分析，探讨排水管道结构性缺陷（破裂、变形、错口、腐蚀、渗漏、脱节等）非开挖修复的方法，结合实际工程案例，为排水管网非开挖修复提供借鉴。

【关键词】黑臭水体；非开挖修复；排水管道；结构性缺陷

前言

城市黑臭水体是我国目前最突出的环境问题之一。2015年9月住房城乡建设部等部门制定了《城市黑臭水体整治工作指南》，提出了“控源截污、内源治理、生态修复”的技术路线，将“控源截污”作为城市黑臭水体整治工作的主要措施。2016年9月住房和城乡建设部发布《城市黑臭水体整治一排水口、管道及检查井治理技术指南》（试行）指出“黑臭在水里，根源在岸上，关键在排口，核心在管道。”因此，黑臭水体整治的最根本措施就是摸清现有排水管道存在的问题，并及时采取针对性措施进行修复整治，提高管网质量^[1]。

传统的地下排水管道修复主要通过开挖，即先开挖管沟，后重新填埋新管道，这对城市道路交通、周围环境以及居民活动会造成巨大影响。而非开挖修复技术能有效解决开挖修复带来的上述问题，可在对环境造成较小影响下完成排水管道的整治^[2]。本文主要通过对温州现状排水管道的分析，针对结构性缺陷提出相应解决措施，同时结合本人实际参与工程，为排水管道非开挖修复提供参考。

1.排水管网现状

1.1.管网现状

市政道路下的一、二级管网由市排水公司负责维养，总长3285km，近年来通过加大整治力度，加强规范管养，市区一、二级排水管网基本畅通。此外，目前市区还有约400km已投用未移交的一、二级污水管网，因质量问题及整改进度滞后，未移交市排水公司管理维养。

非市政道路下的三级排水设施以2012年建设的99个和2015年建设的98个截污纳管片区项目为基底，由各级政府负责维养和监管。由于目前还未进行全面管网普查，三级管网存在底数不清、维养不规范的问题。根据市排水设施分级方案初步测算，目前市区约有三级管网1.1万km，其中居民小区约有0.5万km。

1.2.问题分析

温州排水管道多建于20世纪90年代前，目前已有半数管道达到使用年限，管道老化、破坏现象日益严重。且由于历史原因缺乏全面统筹，各部门根据各自需求开挖、重建，管道破坏、资源浪费现象时有发生，各种缺陷陆续凸显。

根据温州排水管网整治攻坚行动计划要求，已完成污水管道疏通调查300km，检测与评估73km，累计排查发现管道缺陷问题585处，主要为破裂、变形、错口、腐蚀、渗漏、脱节等结构性缺陷，见图1。

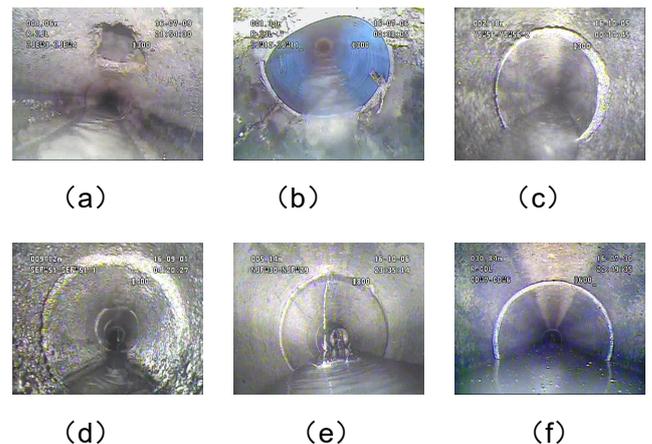


图1 排水管道结构性缺陷图（a：破裂、b：变形、c：错口、d：腐蚀、e：渗漏、f：脱节）

引起温州排水管道结构性缺陷的原因主要是以双壁波纹管及缠绕管等柔性管道为主的管材质量较差，不足以支撑上部荷载，或是施工质量存在缺陷，导致管道变形、破裂严重；管道不均匀沉降，施工质量不佳等问题导致管道接口偏移，两段管道不在同一水平面或同一垂直方向造成错口；承插接口的管道，由于管道施工时未承插到位，导致管道脱节；污水中含有的侵蚀剂以及在流动中发生其他化学反应而生成腐蚀剂引起管道内壁腐蚀；以上问题常常伴随着管道渗漏。

2.非开挖修复技术

排水管道非开挖修复可分为局部修复和整体修复两大类,局部修复是对原有管道内的局部破损、接口错位、局部腐蚀等缺陷进行修复,包括点状原位固化法、套环法、嵌补法;整体修复是对两个检查井之间的管段进行加固修复,包括穿插法、原位固化法、碎(裂)管法、折叠内衬法、缩径内衬法、机械制螺旋缠绕法、管片内衬法、喷涂法、热塑成型法 FIPP^[3]。具体见表 1。

表 1 排水管道非开挖技术特点

非开挖修复类型	非开挖修复技术	修复实施方式	适用范围
局部修复	点状原位固化法	在损坏点固化树脂	管道非结构性修复
	套环法	在管道接口或局部损坏部位安装橡胶圈双胀环	管道破损及错节处修复
	嵌补法	在有地下水渗漏的部分开凿裂缝,注入嵌补材料	管道非结构性修复
整体修复	穿插法	采用牵拉或顶推的方式将新管直接置入原有管道	穿插法可修复的管径理论上不受限
	原位固化法	将浸渍树脂的软管置入管道内,进行加热固化	污水管道、给水管道修复
	碎(裂)管法	利用碎(裂)管设备从内部破坏原管道,并同步拉入新管道	等直径管道或增大径管道更换
	折叠内衬法	采用牵拉方法将制成“C”或“U”形管道置入原管道中,通过加热、加压等方法使其恢复原状并紧贴母管,形成管道内衬	修复管道直径范围是 100~450mm
	缩径内衬法	将新管道的直径缩小置入旧管道内,待其直径恢复,形成与旧管道紧密配合的管道内衬	修复管径范围一般是 100~600mm
	机械制螺旋缠绕法	通过螺旋缠绕的方法在旧管道内部将带状型材通过压制卡口不断前进形成新的管道	压力流和重力流管道的结构性及非结构性损坏的修复

管片内衬法	使用连接件将管片在管内连接拼装,然后在原有管道和拼装成的内衬管之间,填充灌装料	钢筋混凝土管修复
喷涂法	通过快速回转喷涂头将浆液喷涂到管道内壁形成管道内衬	对破损混凝土、金属、砖砌、石砌及陶土类排水管道进行防渗防水、结构性修复或防腐处理
热塑成型法 FIPP	将衬管加热软化,牵引置入原有管道内部,加热加压后冷却形成内衬管	母管管材不限,可应用于任何材质的管道修复

3.结构性缺陷修复

3.1.管道破裂修复

破裂:管道的外部压力超过自身承受力,导致管道发生破裂。其形式有纵向、环向和复合 3 种。其中纵向破裂多发生在顶管工艺管道中,多呈整体缺陷。

水泥管破裂一般以一级(裂痕)、二级(裂口)缺陷较多,较少出现三级(破碎)、四级(坍塌)等缺陷;塑料管道出现三级(破碎)、四级(坍塌)缺陷较多。对于破裂一级(裂痕)、二级(裂口)等破裂程度较小管道适宜采用非开挖修复,而对于破裂三级(破碎)、四级(坍塌)等管道一般只能采用开挖修复。

3.2.管道变形修复

变形:管道受外力挤压造成形状变异。主要针对化学管材结构壁管的变形,原有管道失去承载能力,是最严重也是最难处理的结构性缺陷。

DN600 以下采用碎(裂)管法或开挖处理;DN600 以上轻微变形采用不锈钢快速锁修复处理,严重变形一般采用开挖处理。

3.3.管道错口修复

错口:同一接口的两个管口产生横向偏差,未处于管道的正确位置。错口主要发生在管道接口处,多数伴有脱节缺陷,常见混凝土管道,尤其是小口径管道,该类缺陷一般较难修复。

病害 3 处及以下采用不锈钢快速锁局部修复或 CIPP 局部修复;病害 3 处以上采用整体修复。轻微错口采用翻转式原位固化法、原位热塑成型修复;严重错口采用碎(裂)管法或开挖处理。

3.4.管道腐蚀修复

腐蚀：管道内壁受侵蚀而流失或剥落，出现麻面或露出钢筋。主要发生在混凝土类管道，一般表现为整体缺陷。

管道腐蚀有较多修复工艺可以采用，如翻转式原位固化法、紫外光固化修复、原位热塑成型修复或原位喷筑修复。对于小口径管道采用翻转式原位固化法、紫外光固化修复；对于大口径管道建议采用原位喷筑修复。

3.5.管道渗漏修复

渗漏：管外的水流进管道。温州属于软土基础，地下水位较高，管道错位脱节情况较多，而错位、脱节往往伴随着管道渗漏。

管道渗漏一二级时，可采用 CIPP 局部修复作为止水预处理；管道渗漏三四级时，管节涌漏、喷漏，常采用聚氨酯止水树脂，该材料无溶剂、无邻苯二甲酯，主要用于涌水治理和空洞填充，材料与水接触后会迅速反应并急速发泡膨胀，形成的弹性泡沫体可实现永久的止水效果。

3.6.管道脱节修复

脱节：两根管道的端部未充分接合或接口脱离。管道脱节多呈局部缺陷。

管径 DN800 以下，采用不锈钢快速锁局部修复或 CIPP 局部修复；管径 DN800 以上，将接口嵌补后再采取局部修复或整体修复。

4.工程分析

本工程为龙湾区瑶溪街道永中西路污水管网整治工程，采用拉顶入式碎管法施工的 DN400 管有 452 米、顶入式碎管法施工的 DN300 管有 33 米，CIPP 点状修复

DN300 有一处。修复前后见图 2。



图 2 修复前与修复后对比图

经非开挖技术修复后污水管恢复原有过流能力，效果显著。

5.结论

城市黑臭水体治理是当前我国城市建设的重大举措，而提升排水管网质量是其核心。温州现状排水管道年限已久，摸排发现结构性缺陷是其主要问题，通过影响较小的非开挖技术对排水管道进行修复是大势所趋。

结合温州市永中西路污水管网整治工程，经非开挖修复后管道恢复原有过流能力，取得良好成效。实践经验可为管道非开挖修复工程提供参考。

【参考文献】

[1]唐建国.工欲解黑臭必先治管道—《城市黑臭水体整治—排水口、管道及检查井治理技术指南》解读[J].给水排水,2016,52(12):1-3+137.

[2]王中柱,李田.城市排水管道开挖与非开挖修复的综合成本分析[J].给水排水,2008(06):95-99.

[3]周杨军,蒋仕兰,解铭,等.非开挖修复技术在城市排水管道维护中的应用[J].中国给水排水,2020,36(20):58-62.

第一作者：陈默，198906-，男，本科，工程师，从事工程管理