

局部树脂固化法非开挖修复施工技术研究

韩沈尧

[上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司, 上海市 200092]

摘要: 虽然我国经济的快速发展, 城乡的建筑规模不断扩大, 但很多地方对管线的建设与维修没有足够重视, 尤其是地下污水管网的建设落后, 导致部分乡镇河道饱受地下污水侵扰, 晴天杂物在管道内发酵, 气味难闻, 雨天管道阻塞易形成内涝。以嘉善县大云镇全域“污水零直排”为例, 首先采用闭路电视检测技术对所有管道进行检测分析, 在检测分析后选择合适的非开挖修复方法, 该项目中采用局部树脂固化非开挖修补工艺, 介绍了其施工工艺流程。经过实践表明采用局部树脂固化法, 具有施工快、施工质量有保障、对周边环境影响小等特点, 可在类似污水零直排项目中加以应用。

关键词: 非开挖; 管道修复; 闭路电视检测技术; 局部树脂固化法; 施工技术

中图分类号: TU992.23

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2025)02-0299-04

Research on Construction Technology of Local Resin Curing Method for Trenchless Repair

HAN Shenyao

[Shanghai Municipal Engineering Design Institute (Group) Co., Ltd., Shanghai 200092, China]

Abstract: Despite the rapid development of economy and the continuous expansion of urban and rural construction scale in China, enough attention is not paid to the construction and maintenance of pipelines in many places, especially the backward construction of underground sewage pipe networks, resulting in some township rivers being plagued by underground sewage, debris fermenting in the pipelines on sunny days with an unpleasant odor, and pipeline blockage in rainy days prone to waterlogging. Taking the “zero direct discharge of sewage” in the whole Dayun Town, Jiahsan County as an example, the closed circuit television detection technology is firstly used to detect and analyze all pipelines, and then the appropriate trenchless repair methods are selected after detection and analysis. In this project, a local resin curing trenchless repair process is used, and its construction process is introduced. The practice shows that the local resin curing method has the characteristics of fast construction, guaranteed construction quality and small impact on the surrounding environment, and can be applied in similar projects with zero direct discharge of sewage.

Keywords: trenchless; pipeline repair; CCTV detection technology; local resin curing method; construction technique

0 引言

随着我国城市化的发展, 地上建设已日趋完善, 然而地下管网的建设却停滞不前。目前地下管网问题严重: (1) 地下管网规划不到位。很多地区属于先有地上建筑, 再去修建污水管网, 且污水管网长期阻塞^[1-2]; (2) 地下管网管材材质不到位。混凝土管道埋深较浅, 地上重荷载易导致管道破坏, 过去塑料管道的自然风化, 很多管道出现变形、塌陷、损坏等问题; (3) 相关部门重视不到位。由于地下管道隐藏在泥土之下, 相关检测方法不全面, 再加上以往大家的

施工观念都是以地上为先, 以地下为轻, 这就造成了地下管网的问题。近些年随着人民环保意识以及城市更新的要求, 地下管网问题逐步有所改变, 各省市地区分别发出了关于污水零直排的倡议, 地下管网的问题逐步有了清晰的治理方法。然而很多地区采用的施工方法过于粗暴, 一般都是以大面积管道开挖重铺为主^[3], 大面积管道开挖容易导致施工周期长、施工作业面要求高、所需的工程费用大等问题, 并且部分区域完全不具备开挖条件, 非开挖修复施工恰好可以解决此类问题。

1 工程概况

1.1 项目介绍

嘉善县大云镇污水零直排项目是以嘉善县大云

收稿日期: 2024-03-05

作者简介: 韩沈尧(1995—), 男, 硕士, 工程师, 从事市政工程技术管理工作。

镇城镇建成区范围内全域为施工范围,改造区域分为示范区和非示范区,包括居住类小区、市政道路类和其他类。本次改造内容对各个区块进行雨污水管道实测实量 CCTV 检测,并对各个块雨污水改造进行方案设计。设计内容包括雨水管(立管)、雨水管(开挖)、雨水管(非开挖修复)、雨水检查井、雨水口、现状雨水检查井修复;污水管(立管)、合流立管改造、污水管(开挖)、污水管(非开挖修复)、砖砌污水检查井、混凝土污水检查井、隔油池。

1.2 管道缺陷调查

由于管道口径以及埋深原因无法采用人工检测,目前,我国最普遍采用的是闭路电视检测技术,即 CCTV 检测。CCTV 检测主要是为了了解城镇污水管线的情况,确定管线的构造状态及功能状态,并对其进行实际诊断和分析。工作时,采用带有摄像机的爬行器,在管线上拍摄管道内的影像,并将影像资料经由电缆传送到监视器及储存装置。通过对图像的判断,以及对探测到的故障的特点和位置进行分析,从而对管线的损伤程度和破坏程度进行分类,最后得出评价结果。

本次排查范围为嘉善县大云镇全境,涉及排摸现状雨污水管网总长度 92 111 m。排查工程量见表 1。由表 1 可知缺陷管网的长度约占排查总数的 1/3,极

大地影响了该地区雨污的治理。

表 1 管道排查工程量

序号	类别	雨水 管网/m	污水 管网/m	雨污 管网 总长度/m	缺陷 管网 长度/m	缺陷管 网占 比/%
1	小区	21 408	20 439	41 847	17 647	42.17
2	市政道路	13 427	10 497	23 924	9 115	38.09
3	其他	16 943	9 397	26 340	8 557	32.48
总计		51 778	40 333	92 111	35 319	38.34

2 修复方案比选

2.1 修复方法介绍

根据管道 CCTV 检测结果,结合现场管材类型、施工场地限制、工艺优缺点,对管道修复的必要性和优先级进行评价,并视具体情况决定是否采用预防性修复、开挖修复或非开挖修复。目前,开挖施工仍然是最有效解决管道缺陷的方法,非开挖修复技术的应用还具有一定的局限性,对管道本身和周围的环境都有一定的要求。根据文献调研^[4-5]现有非开挖修复包括整体修复和局部修复。整体修复主要有翻转式原位固化法^[6](CIPP 法)、热塑成型法、水泥基材料喷涂法、紫外光成型内衬法^[7]、机械制螺旋缠绕法^[8]等;局部修复包括局部树脂固化修复法、钢抱环修复法等;排水管道工程中常见的非开挖修补技术特性和优缺点见表 2。

表 2 常用非开挖修复技术特性及优缺点

修复形式	修复工艺	适应缺陷类型	适用管材	工艺优点	工艺缺点
整体修复	翻转式原位固化法	各种缺陷,管道错口会导致内衬管表面轻微不平整	PVC 管、HDPE 管等	热水固化,内部不可视	施工操作难度大
	紫外光成型内衬法	各种缺陷,管道错口会导致内衬管表面轻微不平整	可修复矩形等异形管涵	固化过程可视,施工效率高	所需要的工人素质高
	热塑成型法	各种缺陷,尤其适用于轻微错口、起伏的管道	各种管材	材料物理变化,施工稳定性高	对管径影响较大
	水泥基材料喷涂法	各种缺陷	混凝土管、陶土管	修复效果好,承载能力高	一次性喷涂厚度有限,多次喷涂对管径厚度有影响
	机械制螺旋缠绕法	各种缺陷	大于 300 mm 各种管材	可带水作业,施工可随时中断	修复时会引起管径的缩小
局部修复	局部树脂固化修复法	各种缺陷	各种管材	修复速度快,施工前需进行堵漏	同一管道上存在多种缺陷时,修复效果差
	钢抱环修复法	不适应变形、承载力不够时的修复	适用于管径 800 mm 以上	设备简单	管道渗漏时需注浆

2.2 整体修复和局部修复的对比

(1)从成本比较中可以看出,若单一管线存在较多缺陷点时,此时非开挖修复按点计费,修复成本较高,且修复效果难以保证,宜采用开挖修复;若单一管线仅有零星的缺陷点,且缺陷点无扩张趋势,建议采用非开挖修复。

(2)综合维修计划的选取:对原管材为 PVC 管、

HDPE 管,采用固化法进行修复,成本稍高,但总体上成管成功率高,效果好,建议使用紫外线固化修复。对原排水管道为混凝土材料的管线,采取水泥基材料喷涂法进行修补,以保证原有管线的缺陷位置,并保证管线的完整性,阻止缺陷的进一步蔓延。

(3)选择局部修补方案。钢抱环修复法不需要固化、安装方便、快捷,但因人力作业空间的限制,推

荐直径大于800 mm或对管线有一定强度要求的管线,应选用不锈钢快速锁具。直径小于800 mm的局部缺陷,对管线强度不高的部分,可使用局部树脂固化。

本项目中主要需要修复的管道管材为HDPE管,管道直径在300~800 mm之间,且单一管道中缺陷破坏点位较少,因此可采用局部树脂固化的修复方法。

3 局部树脂固化法施工工艺流程

局部树脂固化法属于点状原位固化法的一种,其施工工艺流程主要包括以下几个步骤:施工前检查→管道疏通清理→封堵气囊抽水→CCTV检查→局部树脂固化→检查验收。

3.1 施工前检查

在施工前期需要对现场进行实地勘察,对实际施工情况充分了解,包括交通状况、周围建筑分布情况、临时施工场地的选择,以业主提供的相关资料为依据,全面核实已有管道资料的准确性,对资料缺失的管道进行机器人摸排,确保非开挖局部树脂固化法管道修复施工准备充足。

3.2 管道疏通清理

正式施工前,首先打开管道上下游井盖,及时排除管道内有毒气体。待管道内有毒气体经检测满足施工作业条件时,采用高压冲洗水对排水管清淤,使用污水净化装置分离已抽出的淤泥,对管道进行初步清淤。

3.3 封堵气囊抽水

在气囊阻塞的初期阶段,需要清除管道内的垃圾和淤泥。通过机器人或人工将安全气囊放置在指定位置后使用,膨胀至管道完全阻塞。在切断安全气囊的过程中,需要配备可实时监视安全气囊内压和上游水位的特殊人员。如果安全气囊的压力远低于正常压力范围,则需要补充安全气囊。上游水位超过规定值时,需要接通泵的由源,降低水位。最终成功封堵管道之后,可以对封堵区域下游井泵抽水,排除多余水做好疏通冲洗管道的准备工作。使用联合冲洗车,由专人清捞大块砖石,向指定堆放点运送已抽出的垃圾和泥浆。

3.4 CCTV检测

CCTV检测又称为管道闭路电视系统检测,排水管道的CCTV检测可确定管道的冲洗程度和清洁程度,并确定管道的破损维修位置。CCTV检查完成

后,检查得到的图像、照片及其他文件将逐个转换为文件格式,用户可阅览计算机,刻印在光盘上,轻松、及时地进行查询。

3.5 局部树脂固化修复

(1)涂保护膜:用塑料薄膜包裹修补气囊,并保证薄膜的完整,不能有任何遗漏,防止修补物附着到气囊上,导致气囊破损起皱。

(2)配制修补树脂:A/B组分树脂按一定的比例,按一定的比例进行混合。需要树脂的容积足以填满名义厚度和所有直径的玻璃钢管,并在考虑到树脂的聚合和渗透到要修补的管道的裂缝和接头位置时,适当的容限也应该增大。树脂按一定的比例混合后,要迅速地搅拌。

(3)涂胶:用刮板把树脂的混合物均匀地涂在玻璃/布上,再把它折成一定的厚度。每次折叠后都要涂上一层树脂,以保证树脂充分浸透在玻璃纤维织物上。

(4)修补材料的安装:修理用的材料应按维修气囊所标明的位置,以避免滑落。在安装之前,最好将少量的气体注入到安全气囊中,使其稍微膨胀。使用胶带或细铁线将修补材料缠绕起来,防止物料在进入管道时滑落或脱落,绑扎材料的强度应该可以将物料固定住,但会被充气后的气囊给撑破。图1所示为已缠绕好的玻璃纤维布。



图1 已缠绕好的玻璃纤维布

(5)将修补气囊送入要修补的位置:将包裹着修补材料的修补气囊推进到要修补的管道中,并通过CCTV机器人对修复装置的位置进行实时监测。修补材料不可滑移或从修补气囊中掉落,进入管路时,不可触及管口的边缘,图2表示气囊正在管道内移动。

(6)充气固化:将充气阀打开,使其充气并使其膨胀,从而使修补材料与管道的壁面保持紧密,图3为非开挖修复完成,气囊正在移走的过程。充气压力严格按照安全气囊制造商的标注要求进行。当材料凝固后,将气囊内的空气慢慢排出,然后取出修补



图2 气囊正在靠近修复点

的安全气囊。



图3 非开挖修复完成

3.6 检查验收

污水管网的修复可采用观察法和实验法,一般而言对于修复的管道多采用机器人管道观察法检测,实验法则是采用全区域闭水实验,闭水实验检测严格,能很好的定量分析全区域修复完成情况。

(1)观察法评价。在管道非开挖修复结束、材料凝固之后,即对修复地点的管道展开CCTV内窥检测,发现经修复的内衬管内壁表面平滑,没有鼓胀,没有明显的划伤、褶皱、裂纹及渗水的情况。该衬管与被修理管道粘结紧密,满足CJJ 181—2012的要求。

(2)实验法评价。为了定量分析全区域修复完成情况,待整个区块非开挖管道完全修复后,采用全区块闭水实验。经闭水0.5 h后,大部分小区管道内水位下降量约2 mm,部分小区水位下降量可达到1 mm,满足相关规范要求。

4 结 语

管道非开挖修补是一种新型的施工方法,它在施工场地有限,管道损坏程度较低时,具有较好的施工便利性。同时,使用局部树脂固化技术对管道进行修补,修补后的管壁表面光滑无裂纹,其过流能力保持不变,相关参数均符合要求。

参考文献:

- [1] 陈传辉,胡腾宇,王笏勇,等.村镇污水管网运行关键问题诊断[J].天津建设科技,2023,33(1):37-40.
- [2] 童世伟.芜湖市城东片区污水管网综合整治经验探讨[J].吉林水利,2023(2):59-63.
- [3] 黄俊.城市供水管网漏损检测及非开挖修复技术研究[J].建筑科技,2022(6):48-50.
- [4] 许世明.论非开挖技术在市政给排水工程中的实践[J].居业,2023(1):19-21.
- [5] 吴凡,李张卿,韩卫强,等.城市水环境治理中管道修复技术应用研究[J].给水排水,2022,58(增刊1):471-475.
- [6] 李旦罡,遆仲森.城市地下管线非开挖修复更新技术的探讨[J].城市勘测,2018(增刊1):247-250.
- [7] 张登祥.紫外光原位固化法在污水管网修复中的应用[J].江西建材,2022(10):406-407,412.
- [8] 胡举波.机械制螺旋缠绕内衬法用于大口径排水管道非开挖修复[J].科技创新与应用,2022,12(16):121-124.

(上接第298页)

- [2] 莫海雄.公路桥梁伸缩缝病害产生的原因及养护措施[J].城市道桥与防洪,2018,3(3):165-167.
- [3] 杨帆等.基于MIDAS仿真的T梁伸缩缝宽度与温度应力研究[J].筑路机械与施工机械化,2017,3(11):67-71.
- [4] 徐斌,徐速,王博,等.单元式多向变位梳形板桥梁伸缩装置性能仿真与优化[J].中国公路,2019(13):114-117.
- [5] JTG 3362—2018,公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规

范[S].

- [6] JT/T 327—2016,公路桥梁伸缩装置通用技术条件[S].
- [7] JTG D60—2015,公路桥涵设计通用规范[S].
- [8] 张剑锋,周昌群,唐志,等.伸缩缝槽口混凝土受力特性及其构造优化研究[J].交通科技,2022,8(4):39-44.
- [9] 王建波.公路桥梁伸缩装置模数式与梳齿板式之比较与选型研究[J].公路交通科技(应用技术版),2019(2):194-195.