

成都市

排水管道非开挖修复 技术指南（试行）

成都市水务局 编
成都市市政工程设计研究院

四川科学技术出版社

成都市

排水管道非开挖修复 技术指南（试行）

成都市水务局 编
成都市市政工程设计研究院

四川科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

成都市排水管道非开挖修复技术指南 : 试用 / 成都市水务局, 成都市市政工程设计研究院编. -- 成都 : 四川科学技术出版社, 2018.4

ISBN 978-7-5364-9001-7

I. ①成… II. ①成… ②成… III. ①市政工程-排水管道-基础(工程)-成都-指南 IV. ①TU992.23-62

中国版本图书馆CIP数据核字 (2018) 第054862号

成都市排水管道非开挖修复技术指南

CHENGDU SHI PAISHUI GUANDAO FEI KAIWA XIUFU JISHU ZHINAN

成都市水务局 成都市市政工程设计研究院 编

出品人 钱丹凝
责任编辑 程蓉伟
封面设计 曾 琨
版式设计 曾 月
责任印制 欧晓春
出版发行 四川科学技术出版社
(成都市槐树街2号)
成品尺寸 185mm×260mm 1/16
印 张 9.5
字 数 150千字
制 作 四川最近文化传播有限公司
印 刷 四川经纬印务有限公司
版 次 2018年4月第1版
印 次 2018年4月第1次印刷
书 号 ISBN 978-7-5364-9001-7
定 价 36.00元

■ 著作权版权所有 违者必究

本书如有质量问题, 请与我社发行部联系

电话: (028) 87734035

前 言

排水管道设施是城市市政基础设施的重要组成部分，在城市污水收集与输送、防汛排水安全保障方面发挥着不可缺少的作用。由于种种原因，部分老旧城区排水管道已出现了不同程度的损坏，在加快城市排水管道设施建设的同时，排水管道的维护需求也日显迫切。为了适应成都市中心城区排水管道非开挖修复的技术要求，由成都市水务局组织成都市市政工程设计研究院会同有关单位共同编制了本《成都市排水管道非开挖修复技术指南（试行）》。

本《指南》是一本针对成都市区排水管道非开挖修复技术的管理、设计、施工、验收各个环节的技术指南，可为排水管道非开挖修复工作提供必要的技术指导与参考，以促进排水管道非开挖修复事业的发展。

本《指南》适用于成都市中心城区及周边区域有类似地质条件下的排水管道非开挖修复工作，也可作为其他城市的排水管道非开挖修复工作的参考资料。

本《指南》共分为七章。主要内容包括概述、常用排水管道非开挖修复技术简介、排水管道非开挖修复工程的设计、施工和验收等。

随着排水管道非开挖修复技术的不断创新，必定还会出现新的技术、新的材料、新的设备，本《指南》将根据其应用情况适时修订完善。

本《指南》在试行过程中，希望各单位注意总结经验，积累资料，及时反馈意见，以供今后修订时参考。

编委会成员

- 审 定 单 位 成都市水务局
- 主 编 单 位 成都市市政工程设计研究院
- 主 编 朱 钢 丁冠乔
- 参 编 人 员 贺栋才 王广华 黄建熙 汪 春 彭竹葳 张浩程
刘 琼 唐鹏飞 王 卓 孙跃平 朱 军 虞留高
徐伟忠 田义平 程 科 冼骏峰 刘永荣 王鸿鹏
李文平 周建华 陈继红
- 主要审查人员 颜学贵 魏懿红 卢灿辉 蔡洁茵 王和平
- 参 编 单 位 成都市兴蓉集团有限公司
成都市排水设施管理处
广州市市政工程设计研究总院
成都市市政工程（集团）有限责任公司
天津倚通科技发展有限公司
保定金迪地下管线探测工程有限公司
上海誉帆环境科技有限公司
管丽环境技术（上海）有限公司
四川中成煤炭建设（集团）有限责任公司
四川中科水务科技有限公司
深圳市巍特工程技术有限公司
凯诺斯（中国）铝酸盐技术有限公司

目 录

第一章 概 述

一、排水管道非开挖修复的意义	2
二、排水管道非开挖修复技术的分类	3
三、排水管道非开挖修复技术的施工方法	3
四、排水管道非开挖修复技术的发展趋势与存在的问题	6

第二章 术语与符号

一、术语	10
二、符号	10

第三章 常用排水管道非开挖修复技术简介

一、现场原位固化法内衬修复技术	14
二、机械制螺旋缠绕法内衬修复技术	15
三、喷涂法内衬修复技术	17
四、垫衬法修复技术	18
五、套环局部修复技术	20
六、裂缝嵌补修复技术	22
七、土体注浆—地基加固防渗处理技术	24

目 录

第四章 排水管道非开挖修复技术的选择

一、管道基本情况检测与评估	28
二、修复技术方案的选择	39

第五章 排水管道非开挖修复工程的设计

一、基本规定	46
二、设计依据	46
三、内衬管设计	47
四、水力计算	52
五、工作坑设计	54

第六章 排水管道非开挖修复工程的施工

一、施工准备	56
二、管道预处理	57
三、机械制螺旋缠绕法施工工艺流程及操作要求	59
四、现场原位固化法施工工艺流程及操作要求	63
五、喷涂法施工工艺流程及操作要求	67
六、垫衬法施工工艺流程及操作要求	71
七、局部修复法施工工艺流程及操作要求	75
八、土体注浆法施工工艺流程及操作要求	78

目 录

九、施工管理	81
十、环境保护	83

第七章 排水管道非开挖修复工程的验收

一、基本规定	88
二、管道预处理验收	92
三、机械制螺旋缠绕内衬法质量控制	94
四、原位固化内衬法质量控制	95
五、喷涂法质量控制	97
六、垫衬法质量控制	98
七、局部修复法质量控制	99
八、土体注浆法质量控制	101
九、管道功能性试验	103
十、工程竣工验收	104

第八章 附 录

附录一：各类缺陷标准定义、等级与样图	108
附录二：成都市水务工程质量监督管理办法（试行）	124
附录三：成都市水务工程质量监督细则（试行）	131
参考资料	143

第一章

概述

一、排水管道非开挖修复的意义

随着城市建设的飞速发展，排水管道的建设逐年增加，城市地下管网的规模也不断扩大。然而，成都市中心城区，尤其是一环路以内旧城区管网修建年份较早，经检测已大面积出现不同程度损坏。此外，一些新建管道也由于局部地质条件较差等原因而出现结构性和功能性损坏现象。与此同时，在建工程对周边已建排水管道造成的影响甚至损坏的情况也时有发生，这些情况都严重影响了城市排水的安全运行。因此，掌握排水管道的运行状况，确保城市排水安全运行，对存在缺陷的管道进行及时修复十分必要。

针对已经出现的问题，对城市地下排水管道的修复与更新将成为未来市政工程的重要组成部分，然而城市建成区道路繁忙的城市交通、错综复杂的地下管线以及环境保护和古迹维护的高标准要求、高速公路、铁路及河流等障碍物都制约了传统开挖换管更新技术在上述管道的大面积维护与修复上的应用。这就导致了传统的开挖修复施工维护措施代价高昂，甚至完全不具备实施条件。在这样的情况下，采取对周围环境影响较小的非开挖修复技术，在特定的工况环境下就显得十分必要。而从经济效益和社会效益的角度对管道非开挖修复技术进行分类归纳，将更有利于非开挖修复技术的认识和应用，从而大幅度延长城市基础设施的使用寿命，节约基础设施投资，达到节能减排的目的，提高城市建设管理的技术水平。

管道非开挖修复技术于20世纪70年代在发达国家兴起，之后逐渐形成产业。非开挖修复技术在保障工程周围管线、构筑物安全，保障交通畅通方面与传统的管道修复技术相比，具有显著的优越性，因而日益受到各国的重视。在我国，上海、广州等一线城市也在20世纪90年代逐步开展非开挖修复技术的试点与应用，在管道抢修和结构性损坏的预防性修复工程中逐渐得到应用和推广，目前，各类从国外引进或国内自主研发的用于排水管道修复的非开挖修复技术在应用上日趋成熟，各地采用非开挖修复技术的工程比例逐年加大，技术水平和发达国家的差距正在不断缩小，管道非开挖修复技术已成为排水管道养护维修的一个新手段。

为使成都市城镇排水管道非开挖修复更新工程做到技术先进、安全可靠、经济合理、

确保质量和保护环境，并保证相关设计与施工符合成都市区域的自然与社会条件，由成都市水务局组织成都市市政工程设计研究院编写的这本《成都市排水管道非开挖修复技术指南（试行）》，对排水管道非开挖修复技术的归纳、总结和在成都地区的推广运用，以及保障城市排水系统的安全运行都具有十分重要的意义。

二、排水管道非开挖修复技术的分类

排水管道非开挖修复的基本目的是采用少开挖或不开挖地表的修复技术对损坏的排水管道进行局部或整体修复，使其恢复原有功能。

由于非开挖修复技术的局限性，排水管道能否采用非开挖修复技术予以修复，应对需修复管道损坏情况、所处环境和修复后能达到的功能等进行综合考虑，修复前需进行管道信息收集、损坏检测和评估、修复技术选择等。

排水管道非开挖修复方法很多，随着科学技术的进一步发展，以后也会有更多的技术被采用。目前，工程中常用排水管道非开挖修复技术按修复范围大体可分为整体修复、局部修复和辅助修复三个大类，现有的各类常用非开挖修复技术均可归于其中：

表1-1 非开挖修复分类

整体修复	现场原位固化内衬法
	机械制螺旋缠绕内衬法
	短管或管片内衬法
	牵引内衬法
	喷涂内衬法
局部修复	嵌补修复法
	套环修复法
	局部内衬法
辅助修复	土体加固法

三、排水管道非开挖修复技术的施工方法

（一）整体修复

整体修复是对两个检查井之间的管段整段加固修复，适用于管道内部严重腐蚀、接口

渗漏点较多，或管道的结构遭到多处损坏的管道。采用整体修复，可以使管道达到修旧如新的效果。整体修复可分为内衬法和涂层法两大类：

（1）内衬法修复是目前最常用的管道非开挖修复法，修复后的管道不仅防腐、防渗，而且可通过增加内衬管管壁厚度的方式增加管道总体结构强度。由于修复材料的内部粗糙系数通常优于原管道，虽然在修复后管径有所减小，但过流能力依然可以得到保障。此外，内衬法还具有施工速度快、可靠性强等优点，应用十分广泛。

（2）涂层法修复的管道是以防腐、防渗为修理目的，针对的是受损较为轻微、无结构性损伤的管道，或对有潜在腐蚀渗漏危险的管道进行保护性预修复。涂层法在异型管的修复上具有明显优势，但涂层内衬对施工前的堵漏和管道表面处理有较严格的要求，施工质量受操作环境和人为因素的影响较大，从现阶段来看，检查和评定涂层质量比较困难，修复后的管道粗糙系数也不会改变，如若处理结构破损较为严重的管道会对管道过流能力造成一定的损失，使用较为受限。常见的涂层法修复技术有水泥基聚合物涂层、无机防腐砂浆涂层内衬、水泥砂浆喷涂法和石浆喷涂法等，此外，喷涂内衬法还可用于检查井的修复。

由此可见，两种方法的适用范围各不相同。针对旧城区损坏较为严重的排水管道，内衬法修复技术最为实用，常见的修复技术有现场原位固化内衬法、机械制螺旋缠绕法等几种。

1. 现场原位固化内衬法

现今国内常见的紫外光固化与热水翻转技术均属于现场原位固化内衬法。该方法按固化方法可分为热水、蒸汽、喷淋或紫外线加热固化；按内衬材料置入管内的办法可分为水翻、气翻与拉入。其原理大致为将浸满热固性树脂的毡制软管通过翻转或牵引等方法将其送入已清洗干净的需要修理的管道中，并通过水压或气压使其紧贴于管道内壁，然后进行加热固化，形成内衬树脂新管。

2. 机械制螺旋缠绕法

机械制螺旋缠绕法按螺旋缠绕工艺可分为固定口径法和扩张法两种。其原理大致为通过安放在现有检查井内的制管机将塑料板带缠绕成螺旋状管，并不断向旧管道内推进，在管内形成新的内衬管。修复后的管道内壁光滑，输送能力比修复前的混凝土管要好，适合长距离的管道修复。机械制螺旋缠绕法内衬修复技术形成的新管主要有独立结构管和复合结构管两种，新管道可独立承力，与原有管道之间注浆可不承担结构要求。

3. 短管及管片内衬

短管及管片内衬通常作为排水管道非开挖整体修复技术，在部分情况下也可以作为局

部修复技术使用,该修复技术可分短管及管片内衬注浆法和贴壁内衬法。其做法是将特制的塑料短管或管片由检查井送入管内组装成衬管,然后逐节向旧管内推进,最后在新旧管道的空隙间注入水泥浆固定。这种复合结构的内衬管是在旧的管道中形成“管中管”,使修复后的管道结构性能进一步加强,从而延长使用寿命,但该方法的管道横截面面积损失较大,在实际应用中使用较少。

4.牵引内衬

牵引内衬按施工技术可分为折叠牵引法、缩径牵引法、牵引垫衬法和裂管法。其原理是采用牵引机将整条塑料管由工作坑或检查井牵引拉入旧管内,然后进行形状复原形成新的内衬管。目前,牵引垫衬法在深圳市等地有一定的应用。

(二)局部修复

局部修复是对旧管道内的局部破损、接口错位、局部腐蚀等缺陷进行修复的方法。如果管道本身质量较好,仅出现少量局部缺陷,采用局部修复比较经济,此外,部分破损严重管道在进行整体修复前也需要对破坏严重节点预先进行局部修复,修复后的接口视情况也可能进行一定的局部修复处理。常用的局部修复技术有嵌补法,套环法等几种。

1.嵌补法

嵌补法是一种使用嵌补材料对管网的局部破损进行修复的技术。最早的嵌补材料为石棉水泥或水泥砂浆,凿除旧的接缝后,用速干水泥或石棉膨胀水泥进行手工嵌补。随着化学材料的研发,环氧焦油砂浆、聚硫密封胶、聚氨酯等开始取代水泥砂浆。化学密封料具有较好的柔性,抗变形比水泥砂浆好,堵漏效果更好,适用于接口或裂缝嵌补,效果比刚性效果好。现如今,嵌补材料可分为刚性和柔性两种,常用的刚性材料有石棉水泥或双A水泥砂浆等;常用的柔性材料有沥青麻丝、环氧焦油砂浆、聚硫密封胶、聚氨酯等。

嵌补法存在着质量不够稳定,且工期较长,有着重复修理的可能,但设备简单,目前对于成都市中心城区不推荐采用。

2.套环法

套环法是在接口部位或局部损坏部位安装止水套环。绝大多数套环法的质量稳定性较好,而且施工速度快,但对水流形态和过水断面有一定影响。套环法按密封形式可分为橡胶止水带、圈密封、PE止水带密封、聚氨酯灌浆等类别。常用的套环法有不锈钢双胀环、不锈钢发泡筒修复技术等。套环支架材料有不锈钢、普通钢、PVC和NPC胶带双胀环等。

3.局部内衬法

局部内衬法是将整体内衬用于局部修理。利用毡筒气囊局部成型技术,将涂灌树脂的

毡筒用气囊使之紧贴母管，然后用紫外线等方法加热固化。一般可分为毡筒气囊局部成型、人工玻璃钢接口等。

（三）辅助修复

辅助修复主要针对排水管道外部进行处理，其对修复管道的稳定和防止道路路面的沉降作用较大，多为各种非开挖修复的前期处理工艺，通常作为一种辅助修复方法而与其他修复技术配合使用。

注浆分为土体注浆和裂缝注浆。土体注浆可选用水泥注浆和化学注浆两种，裂缝注浆则选用化学注浆。土体注浆法是较早应用的一种排水管道防渗堵漏和填充方法，通过管内向外或地面向下对排水管道周围土体和接口部位、检查井底板和四周井壁注浆，形成隔水帷幕防止渗漏，固化管道和检查井周围土体，填充因水土流失造成的空洞，增加地基承载力和变形模量，隔断地下水渗入管道及检查井的途径的一种堵漏、填充方法。

土体注浆（包括渗透注浆、压密注浆、劈裂注浆）在实际实施中，浆液往往是以多种形式灌入地基中，单一的注浆方式几乎难以实现，只是以某一种形式为主而已。

四、排水管道非开挖修复技术的发展趋势与存在的问题

在城市的发展过程中，随着人民生活水平的不断提高，对各项市政设施的要求也在不断提高，这也在客观上促进了城市管网的建设和管理。

由于各类公共地下管线数量和构筑物的增加，可利用地下空间越来越小，尤其是对于已建成且无大规模全面改造计划的老城区，新建排水管道的敷设难度越来越大，同时原有管道随着时间的推移，管道的错位、渗漏、腐蚀等结构性缺陷情况越发严重，对其进行相应的处理将成为城市发展过程中的必然选择。

非开挖管道修复技术的整体优势在于修复时对地面、交通、环境以及周围地下管线等的影响较小。是在不开挖或少开挖路面的情况下，利用原管位资源，采取相关非开挖修复技术使管道获得修复，使得旧管可以重新获得不少于20年的使用寿命。伴随着非开挖修复技术的不断发展，一些原本需要进行开挖施工的管道可以采取非开挖修复技术得以解决，使得管道非开挖修复技术的应用越来越普及，因此，推广非开挖修复技术在排水管道修复领域的运用意义重大。

然而，由于非开挖管道修复技术在我国起步较晚，目前虽在各大城市已有了相当规模的应用尝试，但依然存在着一些问题亟待解决。

(1) 修复费用较高: 推广非开挖管道修复技术最大的难度就在于修复费用较高, 这使得很多中小城市望而止步。综合考虑交通、构筑保护、周围管线开挖的危险, 以及对市民生活环境的影响等因素, 非开挖修复的费用可以控制, 且相较于大开挖修复有着更低的综合造价, 以及对社会生活有着更小的不利影响。此外, 鉴于目前有些修复技术材料和设备不再完全依赖进口, 施工与监测采用的技术也逐步国产化, 使得修复单价成本有所下降, 而且随着非开挖修复设备与技术国产化率的提高和修复规模的继续增大, 可以预见, 未来非开挖修复的成本必将持续下降。

(2) 缺乏统一有效的技术规范: 尽管目前我国已有了《城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程》(CJJ/T 210-2014), 且作为全国性的行业规程, 能在高层面对总体把控非开挖修复工程实施, 但落实到地方的具体情况, 则需要结合当地情况强化相应的细化指南与解读。上海市等一线城市已出台地方标准, 但其目的主要是针对本地情况, 部分条件不具备普适性, 对于工程验收也缺乏约束条件等不足。目前, 国内与非开挖管道修复技术的作用和地位相适应、能够有力推动非开挖科技发展的政策、法规环境也相对薄弱, 在非开挖工程设计、施工、质量检验与验收、工程管理与定额编制上没有依据, 从而给政府监管、企业操作带来较大难度。

(3) 低水平竞争: 目前, 由于成都本地尚缺乏相应的技术指导规程, 无明确准入制度管束, 所以非开挖管道修复市场存在一些隐患, 如设计标准不完善, 定额尚未形成, 低价中标者对工程质量无法保障等, 由此加大了工程风险, 造成了不良循环。综观全局, 从定额和市场分析入手, 编制适应成都市具体情况的非开挖预算定额、提出市场指导价, 同时完善相应管理制度, 对从业人员进行相关培训指导是规范行业秩序、保障工程品质的最佳方案。

尽管我国管道非开挖修复技术的发展还不能满足巨大的市场需求, 但随着从事这项研究的工作人员及施工单位越来越多, 非开挖修复技术在我国将不断成熟发展, 修复材料和设备将逐步国产化, 修复费用会逐步降低, 非开挖修复技术必将成为排水和市政行业建设的重要组成部分, 并且广泛应用于城市管网的修复。所以, 本《指南》详细介绍了常用的排水管道非开挖修复技术, 并就非开挖修复技术的适应性进行指导说明, 同时针对如今市面上繁杂的各项非开挖修复技术在实际工程中的效果与成都市的具体特点, 对有关的非开挖修复技术进行了一定的选择, 可为成都市的非开挖修复工程提供可靠的依据。

第二章

术语与符号