

上海市城镇排水管道 非开挖修复技术 实施指南

上海市排水管理处

上海市城市建设设计研究总院

主编 吴坚慧
魏树弘



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

上海市城镇排水管道非开挖修复技术 实施指南

上海市排水管理处
上海市城市建设设计研究总院

吴坚慧 主编
魏树弘

内容简介

本书着力编制一部涵盖排水管道非开挖修复管理、设计、施工、验收各环节的技术指南，为排水管道非开挖修复工作提供指导。

全书共分为 4 章和 3 个附录。主要内容为：概述；排水管道非开挖修复工程设计；排水管道非开挖修复工程施工和验收；常用非开挖修复技术简介；附录 A 各缺陷标准定义、等级及样图；附录 B 常用非开挖修复技术应用实例和附录 C 工程设计施工及验收规范。

本书适用于在上海地区及长江三角洲等类似工程条件下排水管道非开挖修复工作，也可作为其他地区的排水管道非开挖修复工作的参考书。

图书在版编目（CIP）数据

上海市城镇排水管道非开挖修复技术实施指南 / 吴坚慧，
魏树弘主编. — 上海：同济大学出版社，2012. 10
ISBN 978-7-5608-4977-5

I. ①上… II. ①吴… ②魏… III. ①排水管道—维
修—指南 IV. ①TU992.4-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 223134 号

上海市城镇排水管道非开挖修复技术实施指南

主 编 吴坚慧 魏树弘

责任编辑 姚焯铭 责任校对 张德胜 封面设计 陈益平

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn
(地址：上海市四平路 1239 号 邮编：200092 电话：021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 上海盛隆印务有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 9.5

字 数 237 000

版 次 2012 年 10 月第 1 版 2012 年 10 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5608-4977-5

定 价 48.00 元

本书若有印装质量问题，请向本社发行部调换 版权所有 侵权必究

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。截至 2011 年，上海已拥有各类城镇排水管道 17670 公里，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。为了适应上海城镇排水管道非开挖修复的技术要求，由上海市排水管理处组织上海市城市建设设计研究总院并会同有关单位共同编制了《上海市城镇排水管道非开挖修复技术实施指南》（以下简称《指南》）。

本《指南》着力于编制一部涵盖排水管道非开挖修复技术管理、设计、施工和验收各环节的技术指南，为排水管道非开挖修复工作提供指导与参考，促进排水管道非开挖修复事业的发展。

本《指南》适用于在上海地区及长江三角洲等类似地质条件下排水管道非开挖修复工作，也可作为其他地区的排水管道非开挖修复工作的参考书。

本《指南》共分为 4 章和 3 个附录。主要内容是为：概述；排水管道非开挖修复工程设计；排水管道非开挖修复工程施工和验收；常用非开挖修复技术简介；附录 A 为各缺陷标准定义、等级及样图；附录 B 为常用非开挖修复技术应用实例；附录 C 为工程设计施工及验收规范。

在《指南》编制过程中，编制组进行了多项专题调研，总结了各种修复技术的实践经验，参考了相关国际标准，分析了排水管道非开挖修复技术的现状和发展趋势，并在广泛征求意见的基础上，通过反复讨论、修改和完善，最后由水务局科技委组织专家审查通过定稿。

本《指南》的编写得到了上海市水务局、上海市非开挖技术协会（修复专业委员会）等各方面的大力支持，在此，一并表示衷心感谢。

随着排水管道非开挖修复技术的不断创新，必定会出现新技术、新材料、新设备，本《指南》将适时修订完善。

本《指南》在使用过程中，欢迎各单位总结经验，积累资料，及时将意见反馈至上海市排水管理处（上海市厦门路 180 号，邮政编码：200001）或上海市城市建设设计研究总院（上海市东方路 3447 号，邮政编码：200125），以供今后修订时参考。

编制组
2012 年 9 月

组织编制单位：上海市排水管理处

主编单位：上海市城市建设设计研究总院

参编单位：上海市非开挖技术协会（修复专业委员会）

上海市普陀区市政工程管理署

管丽环境技术（上海）有限公司

上海乐通管道工程有限公司

上海阿思列夫非开挖工程有限公司

上海杨浦市政养护建设工程有限公司

上海富宝建材有限公司

积水 SPR 亚洲有限公司

上海凯顺市政建设工程有限公司

顾问：王梦江 马远东 张善发

主编：吴坚慧 魏树弘

审核人员：彭 敏 庄敏捷 全洪福 张煜伟 朱保罗 张 强

参编人员：吴坚慧 魏树弘 庄 静 王诗烽 孙跃平 朱 军

张 立 葛启愚 乔宝玉 徐建成 张阿林 刘华平

赵来建 宋小伟

目 录

前 言

1 概述 / 1

1.1 排水管道非开挖修复的意义 / 1

1.2 非开挖修复技术分类 / 2

1.3 非开挖修复技术介绍 / 2

1.3.1 辅助修复 / 2

1.3.2 局部修复 / 3

1.3.3 整体修复 / 4

1.4 非开挖修复技术的发展趋势 / 6

2 排水管道非开挖修复工程设计 / 8

2.1 管道基本情况调查与检测 / 8

2.1.1 排水管道建设运行情况调查 / 8

2.1.2 排水管道检测 / 9

2.2 排水管道评估 / 9

2.2.1 管道结构性缺陷的分类与等级 / 10

2.2.2 确定修复管道结构性缺陷的紧急程度 / 11

2.3 修复工程方案设计 / 12

2.3.1 制定修复方案应遵循的设计原则 / 12

2.3.2 确定管道修复方法的

程序 / 12

2.3.3 非开挖修复技术的选择 / 14

2.3.4 非开挖内衬管设计 / 17

2.3.5 水力设计 / 20

3 排水管道非开挖修复工程施工和验收 / 23

3.1 施工准备 / 23

3.1.1 现场勘查 / 23

3.1.2 管道检测 / 23

3.1.3 施工组织编制 / 23

3.1.4 取得各类许可证 / 23

3.2 施工管理 / 24

3.2.1 施工现场安全防范 / 24

3.2.2 材料与设备 / 24

3.2.3 施工临时措施实施 / 25

3.2.4 降水清淤 / 25

3.2.5 地基加固和防渗处理 / 25

3.3 工程施工验收 / 25

3.3.1 工程施工质量控制 / 25

3.3.2	工程施工质量验收符合 条件 / 26	3.6.7	其他污染防治措施 / 31
3.4	工程质量安全风险评估 / 26	4	常用非开挖修复技术简介 / 33
3.4.1	质量安全风险因素分析 / 26	4.1	土体注浆——地基加固防渗处 理技术 / 33
3.4.2	设计质量安全风险应对 措施 / 27	4.1.1	工艺特点 / 33
3.4.3	施工质量安全风险应对 措施 / 27	4.1.2	适用范围 / 33
3.4.4	消防安全措施 / 28	4.1.3	工艺原理 / 34
3.5	文明施工 / 28	4.1.4	施工工艺流程及操作 要求 / 34
3.5.1	文明施工实施目标 / 28	4.1.5	材料与设备 / 36
3.5.2	文明施工方针政策 / 28	4.1.6	施工质量控制 / 36
3.5.3	组织措施 / 28	4.1.7	效益分析 / 38
3.5.4	综合管理措施 / 29	4.2	裂缝嵌补修复技术 / 39
3.5.5	施工现场环境布置措施 / 29	4.2.1	工艺特点 / 39
3.5.6	施工现场控制措施 / 29	4.2.2	适用范围 / 39
3.6	环境保护 / 30	4.2.3	工艺原理 / 39
3.6.1	环境保护目标 / 30	4.2.4	施工工艺流程及操作 要求 / 40
3.6.2	环境保护指标 / 30	4.2.5	材料与设备 / 41
3.6.3	组织措施 / 30	4.2.6	施工质量控制 / 42
3.6.4	防止大气污染措施 / 30	4.2.7	效益分析 / 43
3.6.5	防止水污染措施 / 31	4.3	不锈钢双胀环修复技术 / 44
3.6.6	防止施工噪声污染措施 / 31	4.3.1	工艺特点 / 44
		4.3.2	适用范围 / 45
		4.3.3	工艺原理 / 45
		4.3.4	施工工艺流程及操作 要求 / 46
		4.3.5	材料与设备 / 46
		4.3.6	施工质量控制 / 47

- 4.3.7 效益分析 / 48
- 4.4 不锈钢发泡筒修复技术 / 48
 - 4.4.1 工艺特点 / 48
 - 4.4.2 适用范围 / 49
 - 4.4.3 工艺原理 / 49
 - 4.4.4 施工工艺流程及操作要求 / 49
 - 4.4.5 材料与设备 / 51
 - 4.4.6 施工质量控制 / 52
 - 4.4.7 效益分析 / 53
- 4.5 局部现场固化修复技术 / 53
 - 4.5.1 工艺特点 / 53
 - 4.5.2 适用范围 / 54
 - 4.5.3 工艺原理 / 54
 - 4.5.4 施工工艺流程及操作要求 / 54
 - 4.5.5 材料与设备 / 57
 - 4.5.6 施工质量控制 / 58
 - 4.5.7 效益分析 / 59
- 4.6 现场固化内衬修复技术 / 59
 - 4.6.1 工艺特点 / 59
 - 4.6.2 适用范围 / 60
 - 4.6.3 工艺原理 / 60
 - 4.6.4 施工工艺流程及操作要求 / 61
 - 4.6.5 材料与设备 / 64
 - 4.6.6 施工质量控制 / 64
 - 4.6.7 效益分析 / 65
- 4.7 机械制螺旋管内衬修复技术 / 66
 - 4.7.1 工艺特点 / 66
 - 4.7.2 适用范围 / 66
 - 4.7.3 工艺原理 / 67
 - 4.7.4 施工工艺流程及操作要求 / 68
 - 4.7.5 材料与设备 / 70
 - 4.7.6 施工质量控制 / 71
 - 4.7.7 效益分析 / 72
- 4.8 短管焊接内衬修复技术 / 73
 - 4.8.1 工艺特点 / 73
 - 4.8.2 适用范围 / 73
 - 4.8.3 工艺原理 / 74
 - 4.8.4 施工工艺流程及操作要求 / 74
 - 4.8.5 材料与设备 / 83
 - 4.8.6 施工质量控制 / 85
 - 4.8.7 效益分析 / 86
- 4.9 折叠管牵引内衬修复技术 / 86
 - 4.9.1 工艺特点 / 86
 - 4.9.2 适用范围 / 86
 - 4.9.3 工艺原理 / 87
 - 4.9.4 施工工艺流程及操作要求 / 87
 - 4.9.5 材料与设备 / 91
 - 4.9.6 施工质量控制 / 92
 - 4.9.7 效益分析 / 94
- 4.10 水泥基聚合物涂层修复技术 / 94
 - 4.10.1 工艺特点 / 94
 - 4.10.2 适用范围 / 95
 - 4.10.3 工艺原理 / 95

4. 10. 4	施工工艺流程及操作 要求 / 96	附录 C	工程设计施工及验收规范 / 139
4. 10. 5	材料与设备 / 98		工程设计施工及验收规范（国家、行 业标准） / 139
4. 10. 6	施工质量控制 / 99		工程设计施工及验收规范（上海地方 标准） / 140
4. 10. 7	效益分析 / 101		
附录 A	各缺陷标准定义、等级及样图 / 103	国外参考文献	/ 141
附录 B	常用非开挖修复技术应用实例 / 119		

1 概述

1.1 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不断扩大。然而,从排水管道建设和运行调研结果看,除了建国初期开始建设的、使用已达半个世纪以上的管道出现损坏外,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影响甚至损坏的情况也时有发生,这些情况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是十分必要的。

目前我国城市发展已从建设时代逐渐进入维护管理时代,但管道维护与修复往往受到繁忙的城市交通、地下管线、环境保护、古迹维护、农作物和绿化保护、构(建)筑物、高速公路、铁路及河流等各种复杂地理环境因素的影响,导致传统的开挖修复施工维护措施代价高昂,迫使对周围环境影响较小的非开挖修复技术获得广泛应用,以提高社会效益。

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。该方法独到的技术特征,在保障工程周围管线、构(建)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,正日益受到各国的重视。

在我国,管道非开挖修复技术最初主要用于公用地下管线工程,随后在排水管道沉管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,包括从国外引进及自主开发用于排水管道修复的非开挖技术种类繁多,其中不乏先进技术。

近年来,我国各地在排水管道非开挖修复技术的研究和应用方面取得了较大进步,已引起各方面的广泛关注。采用非开挖修复技术的比例逐年提高,技术水平与发达国家的差距在不断缩小,正成为排水管道养护维修的一个新手段。

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推广,从而有助于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。

近期,我国有多个城市相继因暴雨引发严重内涝,除了加强对城市排水系统的

建设力度外，更需对现有排水管道加强维护管理，因此，对排水管道非开挖修复技术的归纳总结、推广运用，对保障城市排水系统的安全运行具有十分重要的意义。

1.2 非开挖修复技术分类

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、修复技术选择等程序。

排水管道非开挖修复技术很多，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，上海市常用排水管道非开挖修复按技术可分为土体注浆法、嵌补法、套环法、局部内衬、现场固化内衬、螺旋管内衬、短管及管片内衬、牵引内衬、涂层法和裂管法等；按修复目的可分为防渗漏型、防腐蚀型和加强结构型三类；按修复范围可分为辅助修复、局部修复和整体修复三个大类。表 1.1 为排水管道非开挖修复技术分类一览。

表 1.1 非开挖修复技术分类一览表

修复技术	辅助修复	地基加固处理
	局部修复	嵌补法
		套环法
		局部内衬
	整体修复	现场固化内衬
		螺旋管内衬
		短管及管片内衬
		牵引内衬
		涂层内衬

1.3 非开挖修复技术介绍

1.3.1 辅助修复

辅助修复常用方式为地基加固防渗处理技术（土体注浆法）。

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窰井的途径的一种堵漏、填充方法。是排水管道非开挖修复的基础, 其对修复管道的稳定和防止道路路面的沉降作用较大, 且为各种非开挖修复的前期处理工艺, 通常被作为一种辅助修复方法被应用, 一般与其他修复技术配合使用。

注浆分为土体注浆和裂缝注浆; 对于注浆材料, 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。

土体注浆常用方式有渗透注浆、压密注浆和劈裂注浆, 但在实际注浆中, 浆液往往是以多种形式灌入地基中, 单一的流动方式是难以实现的, 只是以某一种形式为主而已。

1.3.2 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。

常用的局部修复技术有以下几种方法:

1) 嵌补法

嵌补法是一种排水管道非开挖局部嵌补修复技术, 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、聚流密封胶、聚氨酯等。

最早的嵌补材料为石棉水泥或双 A 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。

常用的嵌补法为裂缝嵌补修复技术(聚氨酯材料), 该技术不仅适用于排水管道的接口堵漏修理, 也适用于检查井修理。

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等不足, 但设备简单, 对某些地质条件较好而经费又不足的地区来说, 仍然是可考虑的一种选择。

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。套环法可分为以下几种:

按套环支架材料可分为不锈钢套环、普通钢套环、PVC套环、NPC胶带双胀环法等。

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。

常用的套环法有不锈钢双胀环、不锈钢发泡筒修复技术等。

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。

常用的为局部现场固化（毡筒气囊局部成型）修复技术，该技术适用于检查井修理。

1.3.3 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。对管道内部严重腐蚀、接口渗漏点较多、以及管道的结构遭到多处损坏或经济比较不宜采用局部修复的管道，采用整体修复就可以达到修旧如新的效果。

这种修复可分为两大类，即内衬法和涂层法。

内衬法修复的管道不仅可以防腐、防渗，而且可按需要增加内衬管管壁厚度，达到增加管道总体结构强度的目的。内衬法施工速度快、可靠性强，因此已经成为排水管道非开挖整体修理的主流。

涂层法修复的管道以防腐、防渗为修理目的。

常用的整体修复技术有：

1) 现场固化内衬

现场固化内衬是一种全新的排水管道非开挖整体修复技术。将浸满热固性树脂的毡制软管通过翻转或牵引等方法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。

按加热方法可分为热水、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。

现场固化内衬修复技术，常采用水压进行翻转，再热水固化，该技术还适用于检查井修理。

紫外线加热固化具有固化时间短、节约能源的优点，但同时也有穿透能力弱、安全性差等缺点，目前适用于管径 600mm 以下管道。

2) 螺旋管内衬

螺旋管内衬是对排水管道非开挖整体内衬修复技术,通过安放在井内的制管机将塑料板带绕制成螺旋状管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强,适合长距离的管道修复。

按螺旋缠绕工艺可分为:扩张法和固定口径法两种。

机械制螺旋管内衬修复技术主要有独立结构管和复合结构管两种,新管道与原有管道之间可注浆或不注浆。

3) 短管及管片内衬

短管及管片内衬是既可以对排水管道进行非开挖整体修理,也可以进行局部修理的方法。将特制的塑料短管或管片由检查井进入管内,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,这种复合结构内衬管是在旧的管道中形成“管中管”,使修复后的管道具备结构性能加强,延长了使用寿命,但该方法的管道横截面面积损失较大。

该修复技术可分短管及管片内衬注浆法和贴壁内衬法;又可分小口径管道修复技术和中、大管道修复技术。

常用的短管及管片内衬法为短管焊接内衬修复技术,该技术适用于检查井修理。

4) 牵引内衬

牵引内衬是对排水管道非开挖整体内衬修理,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。

按施工技术可分为折叠牵引法、缩径牵引法、滑衬法和裂管法,裂管法在上海地区尚未使用过。

常用的为折叠管牵引内衬修复技术。

5) 涂层内衬

涂层内衬是一种不增强结构强度的排水管道非开挖整体修复技术,主要用于防腐处理,对轻微渗漏也有一定预防作用。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较大,稳定性和可靠性比较差,检查和评定涂层质量也较为困难。

按修理技术可分为水泥基聚合物涂层、玻璃钢涂层内衬、水泥砂浆喷涂法和聚脲喷涂法等。

常用的涂层内衬法为水泥基聚合物涂层修复技术,该技术适用于检查井修理。

管径对各种非开挖修复技术的应用有很大的限制,表 1.2 为常用非开挖修复技术适用的管径表。

表 1.2 常用非开挖修复技术适用管径表 (单位: mm)

修复技术		管径 $D < 800$	管径 $800 \leq D < 1500$	管径 $D \geq 1500$	检查井	常用 修复技术
辅助修复	地基加固处理	●	●	●	●	土体注浆技术
局部修复	嵌补法	—	●	●	●	裂缝嵌补修复技术
	套环法	—	●	●	—	不锈钢双胀环修复技术
		●	●	—	—	不锈钢发泡筒修复技术
	局部内衬	—	●	●	●	局部现场固化修复技术
整体修复	现场固化内衬	●	●	●	●	现场固化内衬修复技术
	螺旋管内衬	●	●	●	—	机械制螺旋管内衬修复技术
	短管及管片内衬	●	●	●	●	短管焊接内衬修复技术
	牵引内衬	$D < 600$	—	—	—	折叠管牵引内衬修复技术
	涂层内衬	—	●	●	●	水泥基聚合物涂层修复技术

注: 表中“●”表示适用。

1.4 非开挖修复技术的发展趋势

在城市的发展过程中,随着人民生活水平的不断提高,对水、电、气、信息等市政设施的需求也在不断增加,必然要求城市管网输送能力不断提高。

由于各类公共地下管线数量和构(建)筑物的增加,可利用地下空间越来越小,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,对其进行改造将成为城市发展过程中的必然。

非开挖管道修复技术整体优势在于修复的负面影响小,对地面、交通、环境以及周围地下管线等的影响弱。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,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解决,使得管道非开挖修复技术越来越多地被运用。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。

非开挖管道修复技术推广的难度在于修复费用较高，很多中小城市望而止步。其实，综合考虑交通、构（建）筑保护、周围管线开挖的危险、市民生活环境的影响等因素，开挖修复的综合造价以及对社会造成的影响越来越大，而非开挖修复的费用却可以控制。费用高的主要原因在于有些修复技术材料和设备完全依赖进口，以及修复规模小，使得修复成本大大上升。目前这种情况已有所改善，随着国产化率的提高，修复规模的增大，修复成本自然会有下降。

尽管我国排水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技术人员及施工企业越来越多，非开挖修复技术在我国将不断成熟和发展，修复材料和设备将逐步国产化，修复费用会相应降低，非开挖修复技术将成为排水和市政行业建设的重要组成部分，并且广泛地应用于城市管网的修复。

本书将详细介绍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。

2 排水管道非开挖修复工程设计

前期调查、检测、评估与修复设计是排水管道非开挖修复过程中的一项重要工作，本章列示非开挖修复计划的基本步骤，对于在选择修复技术之前信息收集调查、管道损坏情况检测、损坏情况评估、修复方案设计及优先顺序进行叙述。

为了有计划、有效率地进行管道修复，必须进行管道设施的调查与检测。制定排水管道修复方案基本程序，见图 2.1。

- 管道基本情况调查与检测…… (1) 排水管道建设运行情况调查；
 (2) 对排水管道进行结构性检测。
- 排水管道评估…… (1) 管道结构性缺陷的分类与等级；
 (2) 确定修复管道结构性缺陷的紧急程度。
- 修复方案设计…… (1) 制定修复方案应遵循的设计原则；
 (2) 确定管道修复方法的程序；
 (3) 非开挖修复技术的选择；
 (4) 非开挖内衬管设计；
 (5) 水力设计。

图 2.1 制定排水管道修复方案程序图

2.1 管道基本情况调查与检测

2.1.1 排水管道建设运行情况调查

现有排水管道设施情况信息的调查对于管道老化及损坏等情况的掌握是不可缺少的，需要对下列项目进行调查，以便日后使用，见表 2.1。

表 2.1 管道基本情况的信息调查项目

基本信息	管道所属排水系统及其在系统中的作用地位 竣工年代 原施工方法 管径及埋深 管材和接口形式 地质和地下水位
其他信息	设计流量 现状流量 排水设施周围管线及道路交通情况 有否临排措施
维护信息	养护维修状况