



高等学校规划教材

GAODENG XUEXIAO GUIHUA JIAOCAI

非开挖施工技术

胡远彪 王贵和 马孝春 主编



中国建筑工业出版社

高等学校规划教材

非开挖施工技术

胡远彪 王贵和 马孝春 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

非开挖施工技术 / 胡远彪等主编. —北京: 中国建筑

工业出版社, 2014. 12

高等学校规划教材

ISBN 978-7-112-17488-1

I. ①非… II. ①胡… III. ①地下管道-管道施

工-高等学校-教材 IV. ①TU990.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 264728 号

本书共分为 10 章, 全面、系统地介绍了非开挖技术基本理论和工程应用技术、方法、设备, 包括非开挖技术基础知识、发展历程、现状, 地下管线种类、材料、规范, 地下管线探测基础理论、主要探测方法、探测仪器, 水平定向钻进工艺、钻孔轨迹测量与控制、泥浆应用与处理等铺管技术、设备与机具, 各类顶管施工原理、工艺与设备, 冲击矛与夯管法铺管工作原理、施工工艺、机具, 地下管道检查与清洗技术, 各类地下管道非开挖修复与更换技术, 以及非开挖铺管工程组织与设计等, 理论与实践并重, 先进性与实用性相结合。

本书可作为高等工科院校地质工程、环境工程、勘查技术与工程、土木工程、市政工程、电力、通信、地下工程等相关专业的本科生和研究生教材使用, 也可作为大专院校有关专业的参考书以及从事城市规划、环境保护、石油天然气、电力、通信、给水排水等地下管线铺设、修复、更换的科技人员和工程人员的技术参考书。

* * *

责任编辑: 张伯熙

责任设计: 董建平

责任校对: 陈晶晶 刘梦然

高等学校规划教材

非开挖施工技术

胡远彪 王贵和 马孝春 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京市密东印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 23 字数: 570 千字

2014 年 12 月第一版 2014 年 12 月第一次印刷

定价: 48.00 元

ISBN 978-7-112-17488-1

(26223)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

前 言

地下管线是城市乃至更广泛区域基础设施的重要组成部分,它如同人体内的“神经”、“血管”和“肠道”,日夜担负着传达信息、输送能量和流通物质的工作,已逐渐成为人们赖以生存和发展的一种基础条件。

然而,随着全球经济的快速发展和人口数量的迅速增长,城市化进程不断加快,原有管线的设计容量和运行能力已不能满足发展的要求,管线需要不断进行新建、扩容和修复。

传统的地下管线施工方法是“挖槽埋管法”,这种被人们戏称为“开肠破肚”的施工方法对地面交通与环境的影响极大,使本来已经十分拥挤的城市交通“雪上加霜”,给市民的工作和生活带来诸多不便。

因此,非开挖技术应运而生,即在地面无需挖沟(槽)的条件下,进行各类用途、各类材质管线的铺设、修复和更换技术。非开挖施工技术是对传统开挖法埋设地下管线施工技术的一场革命,自正式进入工程施工市场至今,以其独有的技术特征与优势,日益受到欧美发达国家的重视和提倡,取得了很好的社会和经济效益。

非开挖技术起源于西方发达国家,经过近 50 多年的发展,美、英、德、日等国的许多高等院校、研究机构、企业投入了大量的人力、物力研究开发非开挖施工技术,取得了大量的研究成果,形成了较完善的非开挖技术体系,并应用于工程实践中。目前非开挖技术已在西方发达国家成为一项政府普遍支持、社会大力提倡、企业积极参与的新技术产业,成为城市现代化进程中的一项关键支撑技术。

进入 21 世纪以来,在政府支持、企业参与、协会推进、市场需求的驱动下,我国非开挖技术的发展速度明显加快。国务院及各级地方政府纷纷通过立法来限制传统的开挖施工,住房和城乡建设部将非开挖技术作为“十一五”重点推广技术,并先后制定了城市供水管网和燃气管网改造规划及施工规范。受国家政策的支持和市场需求的驱动,有关非开挖设备制造和工程施工的专业公司相继成立,打破了依赖进口的局面,对我国非开挖技术的推广起到了重要的作用。

与此同时,上海、广东、北京、四川和福建等地先后成立了非开挖技术协会;中国地质大学(北京)、中国地质大学(武汉)、成都理工大学、吉林大学、中南大学等院校设立了非开挖技术课程,并培养了该方向的研究生。本书就是在此基础上,根据近年来的教学体会、中国地质学会非开挖技术专业委员会的工作经历,收集国内外近年来的最新成果,整理编写而成。本书的特点是汇集国内外最新技术、覆盖全部非开挖技术,资料系统、全面、翔实、丰富。本教材适用 32 学时至 48 学时。

本书可作为高等工科院校地质工程、环境工程、勘查技术与工程、土木工程、市政工程、电力、通信、地下工程等相关专业的本科生和研究生教材使用,也可作为大专院校有关专业的参考书以及从事城市规划、环境保护、石油天然气、电力、通信、给水排

水等地下管线铺设、修复、更换的科技人员和工程人员的技术参考书。

本书在编写过程中，得到了中国地质大学（北京）国家特色专业及北京市特色专业——地质工程（勘查技术与工程）建设经费的资助，得到了众多学者的大力支持。刘宝林、朱文鉴、颜纯文、余彬泉、武志国、杨宇友老师参与了本书部分章节的编写工作，国际非开挖技术协会、中国地质学会非开挖技术专业委员会的同仁们提供了众多翔实、丰富的技术资料，我们在此谨表诚挚的谢意。同时，在本书诞生之际，借此机会感谢本书引用参考文献的所有作者和学者！

由于作者水平有限，在编著本书中定会存在不足和错误之处。希望广大读者批评和指正。

编 者

2014年10月于北京

目 录

第一章 概述	1
第一节 非开挖技术的由来与定义	1
第二节 非开挖技术的特点与应用领域	2
第三节 非开挖技术分类	3
第四节 非开挖技术发展概况	5
1. 国外发展历程	5
2. 国外发展现状	6
3. 我国发展历程	11
4. 我国发展现状	13
5. 我国非开挖行业发展存在的问题	17
6. 非开挖技术组织	19
第五节 非开挖技术展望	21
1. 发展前景与有利条件	21
2. 我国非开挖技术发展建议	22
第二章 地下管线	25
第一节 基本术语	25
1. 公称外径, Nominal Outside Diameter	25
2. 公称壁厚, Nominal Wall Thickness	25
3. 公称压力, Nominal Pressure	25
4. 标准尺寸比, Standard Dimension Ratio (SDR)	25
第二节 地下管线的种类	26
1. 给水管道	27
2. 排水管道	29
3. 燃气管道	30
4. 工业管道	32
5. 热力管道	33
6. 电力电缆	34
7. 通信电缆	36
第三节 管道材料	37
1. 钢管 (Steel Pipe)	37
2. 铸铁管 (Cast Iron Pipe)	38
3. 塑料管 (Plastic Pipe)	38
4. 钢筋混凝土管 (Reinforced Concrete)	42



5. 陶土管 (Clay Pipe)	45
6. 玻璃钢保护管	46
第四节 各类管材要求	46
第五节 我国地下管线现状	47
1. 我国地下管线基本情况	47
2. 我国地下管线管理情况	47
3. 我国地下管线综合管理机构	48
4. 我国地下管线特点	49
第六节 地下管线相关规范	50
第三章 地下管线探测技术	54
第一节 地下管线探测基本知识	54
1. 地下管线探测原理	54
2. 地下管线探测原则	56
3. 地下管线探测任务	56
4. 地下管线探测基本程序	57
5. 地下管线探测取舍标准	59
6. 地下管线探测精度要求	59
7. 地下管线地面管线点标志设置	60
第二节 地下管线探测的主要方法	60
1. 地下管线探测方法及特点	60
2. 电磁法	63
3. 直流电法	70
4. 磁法	71
5. 地震波法	72
6. 红外辐射法	72
7. 真空挖土探查	73
8. 地下管线定位技术	73
第三节 复杂条件下地下管线探测技术	77
1. 实地调查研究	77
2. 探测方法试验	78
3. 实地探测	79
第四节 典型地下管线探测仪器	80
1. 惯性陀螺仪-管道精确定位仪	80
2. RD1000 探地雷达	82
3. SSI Noggin 管线雷达	82
4. RD8000 万能管线定位仪	83
5. RD7000 系列——专用公共管道和电缆探测仪	84
第四章 水平定向钻进非开挖铺管技术	85
第一节 钻机锚固	86

第二节 导向孔钻进	87
第三节 扩孔钻进	89
1. 扩孔钻进钻具组合	89
2. 扩孔钻进技术规程	91
第四节 回拉铺管	94
1. 回拉铺管钻具组合	94
2. 回拉铺管拉力计算	94
3. 管线制作	95
4. 回拉铺管施工步骤	96
第五节 钻孔轨迹测量与控制	96
1. 钻孔轨迹的空间位置	96
2. 钻孔轨迹测量原理	97
3. 钻孔轨迹控制	100
4. 钻孔轨迹设计	100
第六节 泥浆应用与处理	103
1. 泥浆的基本知识	103
2. 泥浆的基本性能	105
3. 泥浆处理剂	109
4. 泥浆的配制及处理	110
第七节 设备与机具	124
1. 钻机	124
2. 泥浆泵	143
3. 钻具	145
4. 导向仪	147
第八节 施工场地及布置	152
1. 施工场地	152
2. 工作坑	152
3. 泥浆循环池	153
第九节 复杂地层铺管施工	153
1. 松散砂层中铺管	153
2. 黏土层中铺管	154
3. 岩石层中铺管	154
4. 长距离穿越	157
第五章 顶管法非开挖铺管技术	159
第一节 概述	159
1. 历史及发展现状	160
2. 顶管法施工原理	161
3. 顶管法分类及适用范围	162
第二节 顶管施工的主要内容	164



1. 工作坑和接收坑	164
2. 顶进	164
3. 排土	165
4. 测量	165
5. 注浆	165
6. 中继间	165
7. 通风	165
第三节 工作坑和接收坑施工	165
1. 工作坑和接收坑的种类	165
2. 工作坑和接收坑的选取原则	166
3. 工作坑和接收坑的尺寸设计	166
4. 顶管工作坑的构筑方法	167
第四节 手掘式顶管	168
1. 工作原理	168
2. 手掘式顶管机的结构形式	169
3. 手掘式顶管施工工艺	170
4. 手掘式顶管应用范围	172
第五节 机械式顶管	173
1. 机械式顶管机的结构	173
2. 机械式顶管机分类	173
3. 机械式顶管机应用范围	174
第六节 泥水平衡式顶管	174
1. 工作原理	174
2. 泥水作业	176
3. 泥水平衡顶管掘进机	180
4. 泥水平衡式顶管施工的特点	191
5. 泥水平衡式顶管应用范围	191
第七节 土压平衡式顶管	192
1. 工作原理	192
2. 土压力控制	192
3. 土体改良	194
4. 土压平衡式顶管掘进机	196
5. 土压平衡式顶管的应用范围	200
第八节 气压平衡式顶管	201
1. 工作原理	201
2. 气压平衡式顶管气压量计算	202
3. 气压平衡式顶管应用范围	203
第九节 小口径顶管（微型隧道）	204
1. 先导式微型隧道施工法	204



2. 螺旋排土式微型隧道施工法	205
3. 泥水式微型隧道施工法	205
第十节 曲线顶管施工	206
1. 传统曲线顶管法	207
2. 预调式曲线顶管	207
第十一节 非圆断面管道顶管	208
1. DPLEX 顶管施工法	208
2. Takenaka 顶管施工法	209
第十二节 顶管机选型	209
第十三节 顶管施工的附属设备	211
1. 主顶设备	211
2. 中继间	215
3. 出土和泥水输送设备	216
4. 注润滑浆设备	219
5. 起重设备	222
6. 切削刀盘	222
第六章 冲击矛法非开挖铺管技术	225
第一节 概述	225
1. 冲击矛的结构和工作原理	225
2. 冲击矛非开挖铺管的特点	229
3. 冲击矛非开挖铺管的应用范围	229
第二节 冲击矛发展现状	230
1. 冲击矛的发展历史	230
2. 冲击矛的技术现状	231
第三节 气动矛铺管施工工艺	231
1. 施工机具	231
2. 冲击矛铺管方法	232
3. 施工步骤	233
4. 施工要点	234
第四节 可控式冲击矛	235
1. 矛头控向机构	236
2. 信号发射和接收装置	237
3. 后退机构	238
第五节 国内外典型冲击矛	238
1. 国外产品	238
2. 国内产品	243
第七章 夯管法非开挖铺管技术	244
第一节 概述	244
1. 工作原理	244



2. 施工特点	246
3. 应用范围	246
第二节 地层的可夯性	250
第三节 施工工艺	250
1. 施工机具	250
2. 施工步骤	252
第四节 气动夯管锤的选用	255
第五节 工程案例	256
第八章 非开挖铺管工程组织与设计	257
第一节 铺管方法选择	257
第二节 非开挖铺管工程设计依据	265
第三节 非开挖铺管工程组织设计	266
1. 非开挖工程工作流程	266
2. 施工准备	266
3. 施工计划制订	268
4. 施工总平面图	270
第四节 安全保障措施	270
1. 施工现场地下管线保护措施	271
2. 地下建（构）筑物现场保护措施	271
3. 地面建筑、市政设施现场保护措施	271
第五节 非开挖铺管验收标准	272
第六节 非开挖铺管工程成果提交	272
第九章 地下管道检查与清洗技术	274
第一节 地下管道缺陷	274
1. 结构性缺陷	274
2. 功能性缺陷	276
第二节 地下管道检查技术	278
1. 传统检查方法	278
2. CCTV 管道内窥检测技术	280
3. 声纳检测技术	282
4. SSET 检测技术	283
5. 典型地下管道检查仪器	284
第三节 地下管道清洗技术	290
1. 化学清洗技术	291
2. 高压射流清洗技术	291
3. PIG 机械通球清洗技术	292
4. 空气脉冲法	293
第十章 地下管道非开挖修复与更换技术	294
第一节 概述	294



1. 管道修复与更换的必要性	294
2. 国内外管道修复与更换市场	295
3. 管道修复与更换的方法	296
第二节 穿插内衬法修复技术	297
1. 概述	297
2. 特点	297
3. 适用范围	298
4. 施工工艺	298
第三节 缩径内衬法修复技术	300
1. 冷轧法缩径	301
2. 拉拔法缩径	302
3. 缩颈法适用管材	303
第四节 折叠内衬法修复技术	304
1. 概述	304
2. 特点	305
3. 修复工艺	306
4. 适用范围	306
第五节 软衬法修复技术	307
1. 概述	307
2. 软衬管与树脂	310
3. 翻转内衬法工程设计	311
4. 软衬法施工工艺	312
5. 软衬施工方法比较	319
第六节 喷涂法修复技术	320
1. 概述	320
2. 特点	320
3. 适用范围	321
4. 技术标准	321
5. 喷涂法施工工艺	321
6. 挤压涂衬工艺	324
7. 喷涂法比较	326
第七节 缠绕法修复技术	327
1. 概述	327
2. 特点	327
3. 适用范围	328
4. 工程设计	328
5. 施工标准	329
6. 施工工艺	330
第八节 局部修复技术	333



1. 补丁法	334
2. 套环法	334
3. 机器人法	336
第九节 注浆法修复技术	337
1. 注浆材料	337
2. 点注浆法	339
3. 段密封注浆法	339
4. 双液注浆法	339
5. 支管注浆修复	340
第十节 旧管线更换技术	340
1. 爆管法	341
2. 裂管法	348
3. 吃管法	350
4. 抽管法	351
5. 定向钻扩孔法	351
参考文献	352

第一章 概 述

第一节 非开挖技术的由来与定义

地下管线是城市乃至更广泛区域基础设施的重要组成部分，它如同人体内的“神经”、“血管”和“肠道”，日夜担负着传达信息、输送能量和流通物质的工作，已逐渐成为人们赖以生存和发展的一种基础条件。

然而，随着全球经济的快速发展和人口数量的迅速增长，城市化进程不断加快，原有管线的设计容量和运行能力已不能满足发展的要求，管线需要不断进行新建、扩容和修复。

传统的地下管线施工方法是“挖槽埋管法”——即“开挖施工法”，如图 1-1 所示。这种被人们戏称为“开肠破肚”的施工方法对地面交通与环境的影响极大，使本来已经十分拥挤的城市交通“雪上加霜”，给市民的工作和生活带来诸多不便。同时，开挖施工还具有施工周期长、成本高、使原道路质量变差、寿命变短等缺点。此外，在诸如古迹保护区、闹市区、农作物及植物保护区、穿越高速公路、铁路、建筑物、河流等场合施工十分困难，甚至根本无法进行施工。



图 1-1 开挖施工法铺设地下管线

因此，非开挖技术应运而生，即在地面无需挖沟（槽）的条件下（个别作业坑除外），进行各类用途、各类材质管线的铺设、修复和更换技术（如图 1-2 所示）。可广泛应用于穿越公路、铁路、建筑物、河流以及在闹市区、古迹保护区、农作物和植被保护



图 1-2 非开挖施工法铺设地下管线



区等不允许或不能开挖条件下,对诸如供水、煤气、石油天然气、污水、电力、电信电缆、热力等地下管线的铺设、更换和修复。非开挖施工技术是对传统开挖法埋设地下管线施工技术的一场革命,自正式进入工程施工市场至今,以其独有的技术特征与优势,日益受到欧美发达国家的重视和提倡,取得了很好的社会 and 经济效益。

非开挖技术起源于西方发达国家,经过几十年的发展,美、英、德、日等国的许多高等院校、研究机构、企业投入了大量的人力、物力研究开发非开挖施工技术,取得了大量的研究成果,形成了较完善的非开挖技术体系,并应用于工程实践中。目前非开挖技术已在西方发达国家成为一项政府普遍支持、社会大力提倡、企业积极参与的新技术产业,成为城市现代化进程中的一项关键支撑技术。2001年,联合国环保署(UNEP)将非开挖技术列为环境友好的施工技术(Environmentally Sound Technology-EST)。2008年初,美国国家工程院把“修复和改善城市基础设施”列为21世纪工程学面临的14大挑战之一。

随着我国的国民经济快速发展和城市现代化的快速建设,近20年来,非开挖施工技术在我国的取得了巨大的进展,每年以50%以上的速度快速增长。

总之,在城市化的过程中,非开挖技术是一种适时的、有力的、不可代替的先进手段,是完成城市水、气、电、通信等生命线工程施工的必备技术,也是地下空间利用必须掌握的基本技术之一,是对地下工程施工常规工法的重要补充,有时也是唯一的选择,是我国、美国、欧洲、日本和俄罗斯等国家鼓励和优先推广的技术。

【定义】非开挖技术,即非开挖地下管线施工技术,国外简称TT(Trenchless Technology)或“No-Dig”。它是指在不开挖地表或对地层结构破坏极小的情况下,利用岩土钻掘、定向测控等技术手段,穿越河流、湖泊、重要交通干线、重要建筑物,铺设、修复或更换诸如供水、煤气、天然气、污水、电信等各种地下管道与电缆的一种高科技实用施工新技术。

国际非开挖技术协会(ISTT)给非开挖技术的定义是:Trenchless Technology, also known as No-Dig, is the science of installing, repairing or renewing underground pipes, ducts and cables using techniques which minimize or eliminate the need for excavation。即:非开挖技术是利用微开挖或不开挖技术对地下管线、管道和地下电缆进行铺设、修复或更换的一门科学。

第二节 非开挖技术的特点与应用领域

与传统的开挖施工技术对比,非开挖施工技术具有不污染环境、不影响交通、对地层结构破坏小、施工安全可靠、周期短、无须运输和堆放杂土、成本低、社会效益与经济效益显著等优点,具体体现在以下几方面:

(1) 解决了传统开挖施工对人们正常生活和工作的干扰,减少了对交通、环境、周边建筑物基础的破坏和不良影响。

(2) 在传统方法无法施工或不允许开挖施工的场所(如穿越河流、高速公路、铁路、机场跑道、广场、绿地以及闹市区、古迹保护区、农作物和植被保护区等),可用



非开挖技术从其下方穿越铺设，并可将管线设计在工程量最少的最佳位置。

(3) 非开挖技术可以高精度地控制地下管线的铺设方向、埋深，并可使管线绕过地下障碍物（如巨石和地下构筑物等）和原有地下管线。

(4) 具有较好的经济效益。非开挖施工随深度增加时，成本增加不是很多，而且还可以按最短的合理路径穿越河流、湖泊、铁路、公路、城市建筑物等，施工效率高，节约材料消耗，降低施工费用，所以在某些工程中非开挖比较具有优势。

实践证明，在大多数情况下，尤其是在繁华市区或管线埋设较深地带，非开挖施工法是开挖施工的极好替代方法；在特殊情况下，非开挖施工技术更是唯一经济可行的施工方法。

目前，非开挖施工技术主要在以下工程施工领域得到广泛应用：

(1) 地下管线施工。各类管线（自来水、污水、雨水、石油、天然气等管道，以及通信、动力和信号等电缆线）的铺设、更换、修复。

(2) 管棚支护。地下人行过道、地铁、地下车库等工程的结构性支护。

(3) 环境治理。在受污染的地下水和地层中设置水平环境治理井，用于进行环境治理或监测。

(4) 其他。基础工程（钢管桩、微桩、土钉）、边坡、路基、大坝等工程施工（排渗孔、降水孔和注浆孔等），以及天然气排放和煤层气开发等。

第三节 非开挖技术分类

非开挖施工方法按其用途可分为管线铺设、管线更换和管线修复三大类。包括的主要技术有：地下管线探测技术，管道机器人检测技术，水平定向钻进技术，顶管、微型隧道技术，冲击矛与夯管施工技术，管线原位修复与更换技术等。

每种非开挖施工方法各具特点，因而适用范围亦不同，表 1-1 给出了目前常规非开挖施工方法及其应用条件。

常用的各种非开挖施工技术的主要特点和典型应用

表 1-1

	施工方法	典型应用	管材	适用管径/mm	施工长度/m
管线铺设	水平钻进法	钢套管、跨越孔、降水井	钢管	50~600	20~100
	顶管法	各种大口径管道、跨越孔	混凝土、钢、铸铁	>900	30~1500
	微型隧道法	小口径管道、管棚、跨越孔	混凝土、钢、铸铁	100~900	30~300
	水平螺旋钻进法	钢套管、跨越孔	钢管	100~1500	20~100
	水平定向钻进法	长跨越孔、水平环境井	钢、塑料	300~1500	100~1500
	导向钻进法	压力管道、电缆线、短跨越孔	钢、塑料	50~350	20~300
	顶推钻进法	压力管道、钢套管	钢、混凝土	40~200	30~50
	气动矛法	压力管道、电缆线、跨越孔	钢、塑料	30~250	20~100
	夯管法	钢套管、跨越孔、管棚、桩	钢套管	50~2000	20~80

续表

	施工方法	典型应用	管材	适用管径/mm	施工长度/m
管线 更换	爆管法	各种重力和压力管道	混凝土、陶土、塑料	50~1200	200
	裂管法	各种重力和压力管道	钢、塑料	50~1200	200
	吃管法	各种重力和压力管道	混凝土、陶土、塑料	100~900	200
	抽管法	各种压力管道	钢管、塑料管	100~900	200
管线 修复	传统的内衬法	各种重力和压力管道	类管材	60~2500	600
	改进的内衬法	各种重力和压力管道		75~1200	1000
	软衬法	各种重力和压力管道		50~2700	900
	缠绕法	各种重力管道		150~2500	300
	喷涂法	各种重力和压力管道		75~4500	150
	局部修复法 (补丁法、密封法、 铰接管法)	各种重力和压力管道		100~2800	

注: PE=聚乙烯; PP=聚丙烯; PVC=聚氯乙烯; PVDF=聚偏二氟乙烯; HD/MDPE=高/中密度聚乙烯;
GRP=玻璃纤维加强树脂(玻璃钢)。

各种非开挖施工方法的中英文对照如下:

新管铺设 (New Installation)

水平钻进法: Horizontal Drilling

顶管法: Pipe Jacking

微型隧道法: Microtunnelling

水平螺旋钻进法: Auger Boring

定向钻进法: Directional Drilling

导向钻进法: Guide Boring

气动矛法: Impact Moling

夯管法: Pipe Ramming

顶杆法: Rod Pushing

管线更换 (Replacement)

爆管法: Pipe Bursting

裂管法: Pipe Splitting

吃管法: Pipe Eating

抽管法: Pipe Pulling

管线修复 (Renovation or Repair)

传统的内衬法: Conventional Sliplining

改进的内衬法: Modified Sliplining

软衬法: Soft Lining or CIPP

缠绕法: Spiral Lining

喷涂法: Spray Lining