

DB3502

福建省厦门市地方标准

DB3502/T 168—2024

排水管道非开挖修复技术指南

Technical guidelines for trenchless repair of municipal drainage sewers

2024 - 12 - 13 发布

2024 - 12 - 13 实施

厦门市市场监督管理局 发布

前 言

根据《厦门市市场监督管理局关于下达 2021 年厦门市地方标准制修订项目计划的通知》（厦市监标准【2021】3 号）的要求，标准编制组总结近年来国内关于排水管道非开挖修复工程的建设经验，参考相关标准和研究，在广泛征求意见的基础上，制定了本标准。

本标准包括总则、术语和符号、基本规定、管道修复材料、管道修复设计、管道修复施工、质量检验与工程验收、系统后评估等。

本标准由厦门市市政园林局归口管理，厦门市城市规划设计研究院有限公司负责具体内容的解释工作。执行过程中，如有意见和建议，请寄送至厦门市城市规划设计研究院有限公司（地址：厦门市思明区体育路 95 号，邮箱：xmsgy@163.com），以供今后修订时参考。

本标准起草单位： 厦门市城市规划设计研究院有限公司
安越环境科技股份有限公司
福州水字节科技有限公司
天津大学建筑学院
南京市测绘勘察研究院股份有限公司
厦门裕霆巨建筑工程有限公司
厦门城建生态环境有限公司
福建省长汀县第一建筑工程有限公司
广州市天驰测绘技术有限公司
中铁二十二局集团电气化工程有限公司

本标准主要起草人：廖宝勇 王 宁 郭繁锦 侯 雷 王清顺 林中奇 逯仲森
王福芝 邹 俊 曾 坚 余 林 吴 晶 黄铭钊 杨五一
邵薇薇 王 冲 谢鹏贵 李 慧 甘硕儒 黄黛诗 余淑蓉
郑天强 邹丰宝 江竹华 张积木 石梦兰 林土木 汪伟建

本标准主要审查人：欧阳永金 李益勤 洪永福 陈建平 林大滨

目 次

1	总 则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	4
3	基本规定	6
4	管道修复材料	7
4.1	一般规定	7
4.2	原位固化法材料	7
4.3	水泥基材料喷筑法材料	8
4.4	高分子材料喷涂法材料	9
4.5	机械制螺旋缠绕法材料	10
4.6	垫衬法材料	10
4.7	短管内衬法材料	12
4.8	热塑成型法材料	12
4.9	不锈钢快速锁法材料	12
4.10	点状原位固化法材料	13
4.11	碎（裂）管法材料	14
5	管道修复设计	15
5.1	一般规定	15
5.2	非开挖修复工艺选择	15
5.3	内衬管设计	18
5.4	排水流量复核算	22
6	管道修复施工	23
6.1	一般规定	23
6.2	管道预处理	23
6.3	翻转式原位固化法	25
6.4	紫外光原位固化法	26
6.5	水泥基材料喷筑法	27
6.6	高分子材料喷涂法	28
6.7	机械制螺旋缠绕法	28
6.8	垫衬法	30
6.9	短管内衬法	31
6.10	热塑成型法	32
6.11	不锈钢快速锁法	33
6.12	点状原位固化法	34
6.13	碎（裂）管法	34
7	质量检验与工程验收	36
7.1	一般规定	36
7.2	原有管道预处理质量检验	37
7.3	管道修复质量检验	37
7.4	管道功能性试验	51
7.5	工程竣工验收	54

8 系统后评估	56
本指南用词说明	57
引用标准名录	58
条 文 说 明	60

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms.....	2
2.2	Symbols.....	4
3	Basic Requirements.....	6
4	Pipe Repair Material	7
4.1	General Provisions	7
4.2	Materials of Cured-In-Place Pipe.....	7
4.3	Materials of Spray-Casted Cementitious Method	8
4.4	Materials of Sprayed Polymer Rehabilitation Method.....	9
4.5	Materials of Spiral Wound Lining.....	10
4.6	Materials of Grouting Anchor Lining.....	10
4.7	Materials of Short Tube Slip Lining Method	11
4.8	Materials of Form-In-Place Pipe Method.....	12
4.9	Materials of Stainless Steel Quick-Lock Pipe Repair Method.....	12
4.10	Materials of Spot Cured-In- Place Pipe.....	13
4.11	Materials of Pipe Bursting Method	14
5	Pipeline Repair Design.....	15
5.1	General Provisions	15
5.2	Selection of Trenchless Restoration Technology	15
5.3	Design of liner.....	18
5.4	Double Check of Drainage Flow.....	22
6	Pipeline Repair Construction	23
6.1	General Provisions	23
6.2	Pipeline Pretreatment	23
6.3	Inversion Cured-In- Place Pipe	25
6.4	UV Cured-In- Place Pipe.....	26
6.5	Spray-Casted Cementitious Method.....	27
6.6	Sprayed Polymer Rehabilitation Method	28
6.7	Spiral Wound Lining	28
6.8	Grouting Anchor Lining	30
6.9	Short Tube Slip Lining Method.....	31
6.10	Form-In-Place Pipe Method.....	32
6.11	Stainless Steel Quick-Lock Pipe Repair Method	33
6.12	Spot Cured-In- Place Pipe	34
6.13	Pipe Bursting Method	34
7	Quality Inspection and Works Acceptance.....	36
7.1	General Provisions	36
7.2	Quality Inspection of Original Pipeline Pretreatment	37
7.3	Quality Inspection of Pipeline Repair	37
7.4	Function Test.....	51
7.5	Final Acceptance of Construction	54
8	System Post-Evaluation	56
	Explanation of Wording in this specification	57
	List of Quoted Standards.....	58
	Explanation of Provisions	60

1 总 则

1.0.1 为规范厦门市排水管道非开挖修复工程，统一相关技术要求，确保工程标准的统一、完整，依据国家、省、市相关规范要求制定本标准。

1.0.2 本标准适用于本市排水管道非开挖修复工程的设计、施工和工程验收。

1.0.3 本标准规定了排水管道非开挖修复的材料、设计、施工、质量检验与工程验收、系统后评估等内容。

1.0.4 排水管道非开挖修复工程除应符合本标准外，尚应符合国家、行业、福建省和厦门市现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 非开挖修复工程 trenchless pipeline rehabilitation and renewal

采用少开挖或不开挖地表的方法进行地下管道修复的工程。

2.1.2 半结构性修复 semi-structural rehabilitation

利用原有管道承受外部土压力和动荷载，新形成的内衬管仅承受外部静水压力、真空压力的非开挖修复工程。

2.1.3 结构性修复 structural rehabilitation

新形成的内衬管具有不依赖于原有管道结构而独立承受外部静水压力、土压力和动荷载作用的非开挖修复工程。

2.1.4 原位固化法 cured-in-place pipe

将湿软管通过翻转或者牵拉的方法置入原有管道内部并与原管紧密贴合后固化形成内衬管的非开挖管道修复方法，简称 CIPP。

2.1.5 翻转式原位固化法 inversion cured-in-place pipe

采用翻转方式将浸渍热固性树脂的软管置入待修复管道内，通过热水或蒸汽固化形成管道内衬的修复方法。

2.1.6 紫外光原位固化法 UV cured-in-place pipe

采用牵拉方式将浸有光固化树脂的软管置入待修复管道内，通过紫外光固化形成管道内衬的修复方法，简称 UV CIPP。

2.1.7 水泥基材料喷筑法 spray-casted cementitious method

采用离心或压力喷射方式将修复用水泥基材料均匀覆盖在待修复表面形成内衬的非开挖修复方法。

2.1.8 高分子材料喷涂法 sprayed polymer rehabilitation method

采用喷涂方式将高分子材料均匀覆盖到待修复表面，形成涂层内衬的非开挖修复方法。

2.1.9 机械制螺旋缠绕法 spiral wound lining

采用机械缠绕的方法将带状型材在原有管道内制成一条新的管道内衬

的修复方法，简称螺旋缠绕法。

2.1.10 垫衬法 grouting anchor lining (GAL)

将带锚固键的塑料垫衬作成一条新的管道内衬，安装在原有管道内，并对内衬与原有管道之间的间隙进行注浆填充的管道修复方法。

2.1.11 短管内衬法 short tube slip lining method

将预加工的短管在检查井内连接后置入原有管道内，并对新管道与原有管道之间的间隙（若有）进行注浆填充处理的管道修复方法。

2.1.12 热塑成型法 form-in-place pipe method

采用牵拉方法将生产压制成“C”型或“U”型的内衬管置入原有管道内，然后通过加热、加压等方法使衬管与原有管道紧密贴合的管道内衬修复方法。

2.1.13 不锈钢快速锁法 stainless steel quick-lock pipe repair method

采用专用不锈钢圈扩充后将橡胶密封圈挤压到原有管道缺陷位置，形成管道内衬的管道局部修复方法。

2.1.14 点状原位固化法 spot cured-in-place pipe

采用原位固化法对管道进行局部修复的方法，又称点状 CIPP 法。

2.1.15 碎（裂）管法 pipe bursting method

采用碎（裂）管设备从内部破碎或割裂原有管道，将原有管道碎片挤入周围土体形成管孔，并同步拉入新管道的管道更新方法。

2.1.16 局部修复 localized repair

对原有管道内的局部破损、接口错位、局部腐蚀等局部缺陷进行修复的方法。

2.1.17 软管 tube

由一层或多层聚酯纤维毡或同等性能材料缝制而成的外层包覆非渗透性塑料薄层的柔性管材。

2.1.18 干软管 dry tube

主体结构由与树脂有良好相容性的一层或多层聚酯纤维毡、玻璃纤维布或同等性能材料制作而成、用于管道原位固化法修复的软管。

2.1.19 湿软管 wet tube

干软管浸渍树脂后但尚未固化的软管。

2.1.20 内衬管 liner

通过各种非开挖修复方法在原有管道内形成的管道内衬。

2.1.21 缺陷密度 defect density

根据管段缺陷的类型、严重程度和数量，基于平均分值得到的管段缺陷长度的相对值。

2.1.22 缺陷参数 defect parameters

依据管道缺陷评估分值及个数按照缺陷纵向径距计算出的加权平均缺陷分值与最大缺陷分值中的较大值。

2.2 符号

2.2.1 尺寸

D ——螺旋缠绕内衬管平均直径；
 D_L ——闭气试验管道内径；
 D_{\max} ——原有管道的最大内径；
 D_{\min} ——原有管道的最小内径；
 D_0 ——内衬管管道外径；
 D_i ——内衬管管道内径；
 D_E ——原有管道平均内径；
 H_s ——管顶覆土厚度；
 H_w ——管顶以上地下水位高度；
 H ——管道敷设深度；
 I ——内衬管单位长度管壁惯性矩；
 L ——工作坑长度；
 R ——管材允许弯曲半径；
 SDR ——管道的标准尺寸比；
 t ——内衬管的壁厚。

2.2.2 系数

B' ——弹性支撑系数；
 C ——椭圆度折减系数；

K ——圆周支持率；
 K_t ——系数
 N ——安全系数；
 n ——粗糙系数；
 n_e ——原有管道的粗糙系数；
 n_1 ——内衬管的粗糙系数；
 q ——原有管道的椭圆度；
 R_w ——水浮力系数；
 S ——管道坡度；
 μ ——泊松比。

2.2.3 荷载和压力

F ——允许拖拉力；
 P ——地下水压力；
 q_t ——管道总的外部压力；
 W_s ——活荷载。

2.2.4 模量和强度

E ——初始弹性模量；
 E_L ——长期弹性模量；
 E_s' ——管侧土综合变形模量；
 σ ——管材的屈服拉伸强度；
 σ_L ——内衬管长期弯曲强度；
 σ_{TL} ——内衬管长期抗拉强度。

2.2.5 其他符号

B ——管道修复前后过流能力比；
 Q ——流量；
 Q_e ——允许渗水量；
 V_e ——渗漏速率；
 γ ——土的重度。

3 基本规定

3.0.1 对于交通繁忙、环境敏感等地区的排水管道宜选用非开挖修复技术进行修复。

3.0.2 非开挖修复工程应依据管道检测评估报告进行设计和施工。

3.0.3 管道结构性修复后的使用期限不得低于 50 年；利用原有管道结构进行半结构性修复的管道，其设计使用年限应不低于原有管道结构的剩余设计使用年限，且不应低于 20 年。对于钢筋混凝土管道，修复后的最长设计使用年限不应少于 30 年。

3.0.4 雨水管或者合流管转换为纯污水管道时，应复核现有管道防腐性能，对于不满足要求的管道应采取防腐措施。

3.0.5 非开挖修复工程所用的管材、管件、构（配）件等应具有质量合格证书、性能检测报告、使用说明书。

3.0.6 非开挖修复工程施工时，应按《城镇排水管道维护安全技术规程》CJJ 6 和《福建省城镇排水管渠安全运维与管理标准》DBJ/T 13-300 的有关规定执行各项安全措施。

3.0.7 非开挖修复工程所产生的污物、噪音及振动应符合国家和地方政府有关环境保护的法律、法规的规定。

3.0.8 非开挖修复工程应在验收合格后方可投入使用。

4 管道修复材料

4.1 一般规定

4.1.1 工程所用主要原材料、各类管材、型材和片材的规格、尺寸、性能等，应符合相关产品现行国家标准和设计文件的规定；同一生产厂家、同一批次产品的出厂合格证明、性能的型式检验报告应齐全、准确。

4.1.2 主要材料的进场验收应检查每批产品的质量合格证书、性能检验报告、使用说明书等，并应符合本文件的规定和设计要求。

4.1.3 凡涉及安全、节能、环境保护和主要使用功能的材料、产品，应按各专业工程施工规范、验收规范和设计文件的规定进行复验。

4.1.4 非开挖修复材料的存储、运输应符合下列要求：

1 应按生产厂商要求或推荐的温度进行运输和分类存放，存放环境应干燥、通风，避免日晒，并远离火源，树脂类材料存储和运输过程中应记录暴露的温度和时间；

2 材料表面或包装表面应标明材料名称、生产厂名、重量、生产编号；

3 在贮运和装卸过程中应避免与硬质、尖刺物体发生刮擦、碰撞。

4.1.5 排水管道修复用材料不得对排水水质造成二次污染，施工中产生的排放物不得对下游污水处理设施和工艺产生有害影响。

4.2 原位固化法材料

4.2.1 树脂系统应采用间苯新戊二醇不饱和聚酯树脂（UP）、环氧树脂（EP）或者乙烯基酯树脂（VE），且应符合表 4.2.1 的规定。

表 4.2.1 根据管道内排水性质选用树脂

管道水质条件	选用树脂类型
雨水，城市生活污水	UP 树脂、EP 树脂
pH ≥ 8 的碱性腐蚀性的废排水，或者含有甲醇、甲苯类有机溶剂成分的废排水，或者温度高于 40℃ 的废排水	VE 树脂，EP 树脂，须树脂供应商出具其可以用于该用途排水的适用报告

4.2.2 原位固化法软管固化后力学性能及测试方法应符合表 4.2.2 的规定。

表 4.2.2 原位固化法软管固化后力学性能及测试方法

测试项目	测试指标	性能指标		测试方法	
		普通毡内衬管 /MPa	玻璃纤维增强内衬管 /MPa	普通毡衬管	玻璃纤维增强衬管
三点弯曲测试	抗弯强度	≥ 31	≥ 100	《塑料 弯曲性能的测定》GB/T 9341	《纤维增强塑料弯曲性能试验方法》GB/T 1449
	短期弯曲弹性模量	≥ 1724	≥ 10000		
拉伸试验	抗拉强度	≥ 21	≥ 62	《塑料 拉伸性能的测定 第2部分：模塑和挤塑塑料的实验条件》GB/T 1040.2	《塑料 拉伸性能的测定 第4部分：各向同性和正交各向异性纤维增强复合材料的试验条件》GB/T 1040.4
厚度测试	最小厚度	不小于设计值		《塑料管道系统 塑料部件尺寸的测定》GB/T 8806	
密实性试验	透水性	无水渗透		《给水排水管道原位固化法修复工程技术规程》T/CECS 559	

4.2.3 原位固化法内衬管耐腐蚀性能应满足表 4.2.3 的要求，在 $23 \pm 2^\circ\text{C}$ 温度下浸泡 28 天的弯曲强度保留率与弯曲模量保留率的平均值应不小于 80%。

表 4.2.3 原位固化法内衬管耐腐蚀性能及测试方法

化合物溶液	浓度（质量分数）	弯曲强度保留率与弯曲模量保留率的平均值	测试方法
硫酸	5%	$\geq 80\%$	《塑料 耐液体化学试剂性能的测定》GB/T 11547
氢氧化钠	0.5%	$\geq 80\%$	

4.3 水泥基材料喷筑法材料

4.3.1 水泥基材料喷筑法所用水泥基材料应满足下列要求：

- 1 主要凝结材料应为硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥；
- 2 材料应为工厂生产、统一包装的干混砂浆；
- 3 材料应按试喷确定的水料充分搅拌后使用；
- 4 搅拌后的浆料应适宜泵送和喷筑；
- 5 材料应能直接在潮湿表面使用而不影响内衬与基体的粘结。

4.3.2 水泥基材料喷筑法所用水泥基材料性能应符合表 4.3.2 的规定。

表 4.3.2 水泥基材料主要性能参数

项目	单位	龄期	性能要求	测试方法
抗压强度	MPa	24 h	≥ 25	《水泥胶砂强度检验方法》(ISO 法) GB/T 17671
		28 d	≥ 65	
抗折强度	MPa	24 h	≥ 3.5	《水泥标准稠度用量、凝结时间、安定性检验方法》GB/T 1346
		28 d	≥ 9.5	
凝结时间	min	初凝	≥ 45	《水泥标准稠度用量、凝结时间、安定性检验方法》GB/T 1346
		终凝	≤ 360	
静压弹性模量	GPa	28d	≥ 30	《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70
拉伸粘接强度	MPa	28d	≥ 1.2	
抗渗性能	MPa	28d	≥ 1.5	
收缩性	%	28d	≤ 0.1	
抗冻性(100 次循环)	%	28d	强度损失 <25	
耐酸性	5%硫酸液腐蚀 24h		无剥落、无裂纹	《水性聚氨酯地坪》JC/T2327

4.4 高分子材料喷涂法材料

4.4.1 修复用高分子喷涂材料应符合表 4.4.1-1、表 4.4.1-2 的规定。

表 4.4.1-1 施工性能要求

检验项目	单位	性能要求	测试方法
流挂性能	mm	≥ 1	《色漆和清漆 抗流挂性评定》GB/T 9264
表干时间	min	≤ 3	《漆膜、腻子膜干燥时间测定法》GB/T 1728
硬干时间(可进行 CCTV 检测时间)	min	≤ 10	《漆膜、腻子膜干燥时间测定法》GB/T 1728

表 4.4.1-2 粘结性能要求

检验项目	单位	性能要求	测试方法
混凝土基体	MPa	>1 , 或试验时基体破坏	《色漆和清漆 拉开法附着力试验》GB/T 5210

4.4.2 高分子材料喷涂固化后的短期力学性能和测试方法应符合表 4.4.2 的规定。

表 4.4.2 高分子材料喷涂固化后的短期力学性能和测试方法

检验项目	单位	性能要求	测试方法
弯曲强度	MPa	>90	《塑料 弯曲性能的测定》GB/T 9341
弯曲模量	MPa	>2000	《塑料 弯曲性能的测定》GB/T 9341
抗拉强度	MPa	>30	《塑料 拉伸性能的测定 第 2 部分: 模塑和挤塑塑料的试验条件》GB/T 1040.2

4.5 机械制螺旋缠绕法材料

4.5.1 带状型材外观质量应满足下列要求：

- 1 型材内表面应光滑、平整，无裂口、凹陷和其他影响型材性能的表面缺陷，外表面应布设 T 型加强肋，内表面应喷码，喷码内容应至少包括米数、产品规格。型材中不应含有可见杂质。
- 2 按照内衬管外径和型号的不同，管壁的厚度应符合设计的规定。
- 3 每卷型材的长度不宜小于 2000m。
- 4 型材公锁扣应连续布满密封材料，密封材料应与型材粘结牢固。

4.5.2 带状型材材料性能应符合表 4.5.2 规定：

表 4.5.2 PVC-U 带状型材材料特性

检验项目	单位	性能要求	测试方法
拉伸弹性模量	MPa	≥ 2000	《塑料 拉伸性能的测定 第 2 部分：模塑和挤塑塑料的试验条件》GB/T 1040.2
拉伸强度	MPa	$\geq 35\text{MPa}$	《热塑性塑料管材 拉伸性能测定》GB/T 8804.1
断裂伸长率	%	≥ 40	
弯曲强度	MPa	$\geq 58\text{MPa}$	《塑料 弯曲性能的测定》GB/T 9341

4.5.3 钢塑增强型工艺采用的钢带外观质量应满足下列要求：

- 1 钢带表面应该无裂纹、麻面、凸泡、脱皮；
- 2 钢带的厚度应该均匀，其误差应在 $\pm 0.05\text{mm}$ 以内。

4.5.4 注浆材料使用的水泥应符合《通用硅酸盐水泥》GB 175 的有关规定，材料固化后 28d 抗压强度应不小于 30MPa。

4.6 垫衬法材料

4.6.1 垫衬法内衬材料主要包含塑料衬垫和灌浆料。

4.6.2 塑料衬垫的材质可选用聚乙烯(PE)、聚丙烯(PP)、聚偏氟乙烯(PVDE)及乙烯三氟氯乙烯共聚物(ECTFE)等，生产塑料衬垫内层的原材料不得使用回收料，板材外观应光滑平整，不应有裂纹及杂质，锚固键不应有缩颈及裂纹。

4.6.3 塑料衬垫的产品分类及性能应符合表 4.6.3 的规定：

表 4.6.3 产品性能

检验项目	单位	性能要求				测试方法
		PE	PP	PVDF	ECTFE	
比重 23℃	g/cm ³	0.95±5%	0.9±5%	1.7±5%	1.6±5%	《塑料 非泡沫塑料密度测定 第1部分：浸渍法、液体比重瓶法和滴定法》GB/T 1033.1
屈服拉伸应力	MPa	≥20	≥25	≥25	≥30	《塑料 拉伸性能的测定 第3部分：薄膜和薄片的试验条件》GB/T 1040.3
屈服伸长率	%	≥10	≥10	≥9	≥5	《塑料 拉伸性能的测定 第3部分：薄膜和薄片的试验条件》GB/T 1040.3
断裂伸长率	%	≥400	≥300	≥80	≥250	《热塑性塑料管材 拉伸性能测定》GB/T 8804.1
弹性模量	MPa	≥600	≥900	≥200	≥1600	《塑料 拉伸性能的测定 第3部分：薄膜和薄片的试验条件》GB/T 1040.3
球压入硬度	MPa	≥36	≥45	≥80		《塑料 硬度测定第一部分：球压痕法》GB/T 3398.1

4.6.4 灌浆料可选用水泥基灌浆料和环氧树脂灌浆料。水泥基灌浆料的性能应符合表 4.6.4-1 的规定。环氧树脂灌浆料的性能应符合表 4.6.4-2 的要求。

表 4.6.4-1 水泥基灌浆料性能要求

检验项目		单位	性能要求	测试方法
凝胶时间	初凝时间	min	≤100	《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080
	终凝时间	h	≤12	
截锥流动度	初始值	mm	≥340	《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119
	30min	mm	≥310	
泌水率	—	%	0	《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080
抗压强度	2h	MPa	≥12	《水泥胶砂强度检验方法》GB/T17671
	28d	MPa	≥55	
抗折强度	2h	MPa	≥2.6	《水泥胶砂强度检验方法》GB/T 17671
	28d	MPa	≥10	
弹性模量	28d	GPa	≥30	《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081
自由膨胀率	24h	%	0~1	《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119
对钢筋锈蚀作用	—	—	对钢筋无锈蚀作用	《混凝土外加剂》GB8076

表 4.6.4-2 环氧树脂灌浆料性能要求

检验项目		指标要求	测试方法
初凝时间	20℃	≤2	《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》GB/T 1364
抗压强度, MPa	28d	≥60	《树脂浇铸体性能试验方法》GB/T 2567
抗拉强度, MPa	28d	≥20	
粘结强度, MPa	湿粘	≥3	《建筑防水涂料试验方法》GB/T 16777
	干粘	≥3.5	

4.7 短管内衬法材料

4.7.1 短管内衬用管材规格、外观尺寸应满足《排水用聚乙烯(PE)管材》GB/T 13663 要求, PE 管材性能应符合表 4.7.1 的规定和设计要求。

表 4.7.1 PE 管材性能

性能	单位	HDPE PE100	测试方法
环刚度	kN/m ²	≥8	《热塑性塑料管材 环刚度的测定》GB/T 9647
屈服强度	MPa	≥22	《热塑性塑料管材 拉伸性能测定》GB/T 8804.1
弯曲模量	MPa	≥900	《塑料 弯曲性能的测定》GB/T 9341
断裂伸长率	%	≥350	《热塑性塑料管材 拉伸性能测定》GB/T 8804.1

4.7.2 短管内衬长度不宜大于 600mm。

4.7.3 短管内衬连接断面应采用倒榫子母口形式。

4.7.4 短管内衬连接断面应安装有防水密封橡胶圈, 橡胶圈宜采用遇水膨胀密封橡胶材料。

4.8 热塑成型法材料

4.8.1 衬管长度不应有负偏差。衬管出厂时, 其截面周长应为待修复管道周长的 80%~95%。

4.8.2 衬管材料密度应为 1300 kg/m³ ~ 1460 kg/m³。

4.8.3 热塑成型衬管的力学性能应符合表 4.8.3 的规定。

表 4.8.3 热塑成型衬管力学性能

项目	单位	指标	测试方法
断裂伸长率	%	≥25	《热塑性塑料管材 拉伸性能测定 第 2 部分:硬聚氯乙烯(PVC-U)、氯化聚氯乙烯(PVC-C)和高抗冲聚氯乙烯(PVC-HI)管材》GBT 8804.1
拉伸强度	MPa	≥30	
弯曲模量	MPa	≥1600	《塑料 弯曲性能的测定》GB/T9341
弯曲强度	MPa	≥40	《塑料 弯曲性能的测定》GB/T9341

4.9 不锈钢快速锁法材料

4.9.1 不锈钢快速锁各部件应符合下列规定:

- 1 不锈钢套筒应采用 304 或 316 号不锈钢;
- 2 DN600mm 及以下的不锈钢套筒应由整片钢板加工成型, 安装到位后通过特殊锁紧装置固定;

3 DN600mm 以上的不锈钢套筒一般由 2~3 片加工好的不锈钢环片拼装而成，在安装到位后通过专用锁紧螺栓固定；

4 橡胶套为闭合式，橡胶套外部两侧应设有整体式的密封凸台。

4.9.2 不锈钢快速锁规格尺寸应符合表 4.9.2 的规定。

表 4.9.2 不锈钢快速锁技术参数

管径 mm	环向分 片数 (个)	不锈钢 套筒长 度 mm	适用管道内径		不锈钢套筒尺寸			橡胶密封带尺寸		
			最小值 mm	最大值 mm	钢板厚 度 mm	套筒卷 曲最大 直径 mm	最大扩 张直径 mm	厚度 mm	密封台 高度 mm	密封台 间距 mm
300	1	400	295	315	1.2	238	305	2	7	310
400	1	400	390	415	1.5	325	406	2	8	310
500	1	400	485	515	2.0	425	505	2	9	310
600	1	400	585	615	2.0	510	605	2	9	310
700	2	400	675	725	2.0	570	713	2	9	310
800	2	300	770	830	3	710	815	3	11	140
900	2	300	870	930	3	810	915	3	11	140
1000	2	300	970	1030	3	910	1015	3	11	140
1100	2	300	1070	1130	3	1010	1115	3	11	140
1200	2	300	1170	1230	3	1110	1215	3	11	140
1300	2	300	1270	1330	3	1210	1315	3	11	140
1400	3	300	1370	1430	4	1310	1415	3	11	140
1500	3	300	1470	1530	4	1410	1515	3	11	140
1600	3	300	1570	1630	4	1510	1615	3	11	140
1700	3	300	1670	1730	4	1610	1715	3	11	140
1800	3	300	1770	1830	4	1710	1815	3	11	140

4.10 点状原位固化法材料

4.10.1 点状原位固化法所用材料应符合下列规定：

- 1 软管织物应选用耐化学的 ECR 玻璃纤维，规格为 1050~1400 g/m²；
- 2 采用常温固化树脂，树脂的固化时间宜为 1h~2h；
- 3 采用硅酸树脂，其配比混合料性能指标应符合表 4.10.1 的规定。

表 4.10.1 硅酸树脂性能指标要求

项目	单位	指标	测试方法
密度	g/cm ³	1.2~1.27	《塑料 液体树脂 用比重瓶法测定密度》 GB/T 15223
粘度	mPa·s	150~600	《粘度测量方法》GB/T 10247

4.10.2 固化后内衬管力学性能应符合表 4.10.2 的要求。

表 4.10.2 内衬管力学性能指标

检测项目	技术指标	测试方法
抗弯强度 (MPa)	≥ 45	《纤维增强塑料弯曲性能试验方法》GB/T 1449
弯曲模量 (MPa)	≥ 6500	
抗拉强度 (MPa)	≥ 62	《塑料 拉伸性能的测定 第 4 部分：各向同性和正交各向异性纤维增强复合材料的试验条件》GB/T 1040.4

4.10.3 固化后内衬管耐化学性能应符合本文件 4.2.3 条的要求。

4.11 碎（裂）管法材料

4.11.1 内衬管材可选 PE、PVC 管材，采用顶推法置入内衬管时，可选用玻璃钢管、钢筋混凝土管等。

4.11.2 碎（裂）管法所用 PE 管材应符合下列规定：

- 1 管材应选择 PE80 或 PE100 及其改性材料；
- 2 管材规格尺寸应满足设计要求，尺寸公差允许范围应符合《排水用聚乙烯（PE）管材》GB/T 13663 的相关规定；
- 3 管材力学性能应符合表 4.11.2 的要求。

表 4.11.2 内衬 PE 管材力学性能要求

检验项目	单位	MDPE PE80 及其改性材料	HDPE PE80 及其改性材料	HDPE PE100 及其改性材料	测试方法
屈服强度	MPa	≥ 18	≥ 20	≥ 22	《热塑性塑料管材 拉伸性能测定 第 3 部分：聚乙烯管材》GB/T 8804.3
断裂伸长率	%	≥ 350	≥ 350	≥ 350	
弯曲模量	MPa	≥ 600	≥ 800	≥ 900	《塑料 弯曲性能的测定》GB/T 9341
环刚度	kN/m ²	≥ 8	≥ 8	≥ 8	《热塑性塑料管材 环刚度的测定》GB/T 9647

4.11.3 碎（裂）管法所用聚乙烯缠绕实壁排水管（顶拉管）产品性能尺寸符合《埋地用聚乙烯（PE）结构壁管道系统 第二部分：聚乙烯缠绕结构壁管材》GB / T 19472.2 的要求。

4.11.4 碎（裂）管法所用钢筋混凝土管应符合现行国家标准《混凝土和钢筋混凝土排水管》GB/T 11836 的相关规定。

5 管道修复设计

5.1 一般规定

5.1.1 非开挖修复工程设计前应结合溯源排查情况，调查原有管道的基本概况、工程地质和水文地质条件、现场施工环境。

5.1.2 应按《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ 181 的有关规定复核原有管道的缺陷密度。缺陷密度小于 0.1 时，应采用局部修复；缺陷密度大于 0.5 时应采用整体修复；缺陷密度位于 0.1~0.5 且缺陷个数大于等于 3 时，宜采用整体修复，缺陷个数小于 3 时，宜采用局部修复。

5.1.3 应按《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ 181 的有关规定对原有管道的结构性缺陷参数进行复核，当缺陷参数为四级时，应采用结构性修复设计，当缺陷参数小于四级时，应采用半结构性修复设计。

5.1.4 非开挖修复工程的设计应符合下列规定：

- 1 当原有管道地基不满足要求时，应进行处理；
- 2 管道结构应满足受力要求；
- 3 管道过流能力应满足要求；
- 4 管道应满足清疏技术对管道的要求。

5.2 非开挖修复工艺选择

5.2.1 非开挖修复方法的工法特征及适用范围应满足表 5.2.1 的规定。

表 5.2.1 排水管道常用非开挖修复技术特性及适用范围

非开挖修复方法	适用管径 (mm)	适用材质	适用范围	内衬材质	对工作坑的需求	注浆需求	最大允许转角	是否结构性修复	是否可带水修复
翻转式原位固化法	150~1000	各类材质	圆形、蛋形、矩形管道	聚酯纤维毡、热固性树脂	不需要	不需要	45°	半结构	不可
紫外光原位固化法	150~2000	各类材质	圆形、蛋形、矩形管道	玻璃纤维、光固性树脂	不需要	不需要	45°	半结构	不可
水泥基材料喷筑法	≥300	钢筋混凝土管、钢管	圆形、蛋形、矩形管道	硅酸盐无机防腐砂浆	不需要	—	—	半结构	不可
高分子材料喷涂法	≥300	钢筋混凝土管、钢管	圆形、蛋形、矩形管道	高分子聚合物材料	不需要	—	—	半结构	不可
机械制螺旋缠绕法	300~5000	各类材质	圆形、矩形管道	PVC-U 带状型材	不需要	需要	15°	半结构	可
垫衬法	≥400	钢筋混凝土管、钢管、塑料管	圆形、矩形、卵形或特殊几何形状	HDPE 垫, 填充砂浆	不需要	需要	—	半结构	不可
短管内衬法	200~600	各类材质	圆形、矩形管道	PE 管及其他材料	需要	需要	15°	结构性	可
热塑成型法	100~1200	各类材质	圆形、蛋形、矩形管道	特种高分子材料	不需要	不需要	60°	半结构	不可
不锈钢快速锁法	300~1800	各类材质	圆形管道	不锈钢	不需要	不需要	—	非结构	可
点状原位固化法	200~1200	各类材质	圆形管道	玻璃纤维、常温树脂	不需要	不需要	—	非结构	不可
碎(裂)管法	200~600	HDPE 波纹管、钢筋混凝土管	管道更新	PE, PVC	需要	不需要	7°	结构性	不可

5.2.2 不同缺陷等级排水管道修复方法选择宜按表 5.2.2 的规定选择。

表 5.2.2 不同缺陷等级排水管道修复方法选择表

序号	缺陷类别		修复措施			
			I 级	II 级	III 级	IV 级
1	支管暗接（AJ）		开挖修复			
2	变形（BX） （包含塌陷）		点修：局部树脂固化 整修：热塑成型修复或紫外光固化修复		开挖修复，对于 DN800 如不便开挖可经预处理使管道复原后采用整体非开挖修复	
3	错口（CK）	DN≤600	点修：局部树脂固化法		开挖修复	
			整修：热塑成型修复		开挖修复	
		DN>600	点修：局部树脂固化法		开挖修复	
			整修：紫外光固化修复或垫衬法（根据原管材及实际情况选取）		开挖修复	
4	异物穿入（只进行点修） （CR）	DN<800	铣刀机器人切割清除+局部树脂固化法（如管道穿入，暂不修复，需业主确定产权后确定处理方案）			
		DN≥800	人工切割清除（或铣刀机器人清除）+不锈钢快速锁（如管道穿入，暂不修复，需业主确定产权后确定处理方案）			
5	腐蚀（FS）		点修：局部树脂固化 整修：热塑成型修复或紫外光固化修复或垫衬法或机械制螺旋缠绕法（根据原管材及实际情况选取）			
6	破裂（PL） 不变形、坍塌	DN≤600	点修：局部树脂固化法			
			整修：热塑成型修复或紫外光固化修复或机械制螺旋缠绕修复			
		DN>600	点修：不锈钢快速锁			
			整修：紫外光固化修复或垫衬法或机械制螺旋缠绕法（根据原管材及实际情况选取）			
7	起伏（只进行整修）（QF）		热塑成型修复或紫外光固化修复或垫衬法（根据原管材及实际情况选取）		开挖修复	
8	渗漏（SL）不发生错口、变形		点修：化学注浆堵漏（渗漏严重时）+不锈钢快速锁 整修：化学注浆堵漏（渗漏严重时）+热塑成型修复或紫外光固化修复或垫衬法或机械制螺旋缠绕法（根据原管材及实际情况选取）			
9	脱节（TJ）不发生错口		点修：化学注浆（渗漏严重时）+不锈钢快速锁 整修：化学注浆（渗漏严重时）+热塑成型修复或紫外光固化修复或垫衬法或机械制螺旋缠绕法（根据原管材及实际情况选取）			
10	接口材料脱落（TL） 不发生错口	DN≤600	点修：局部树脂固化法修复			
			整修：热塑成型修复或紫外光固化修复或垫衬法（根据原管材及实际情况选取）			
		DN>600	点修：不锈钢快速锁			
			整修：紫外光固化修复或垫衬法或机械制螺旋缠绕法（根据原管材及实际情况选取）			

5.3 内衬管设计

5.3.1 当采用翻转式原位固化法、紫外光原位固化法、热塑成型法、短管内衬法进行管道半结构性修复时，内衬管最小壁厚应符合下列规定：

1 内衬管壁厚应按下列公式计算：

$$t = \frac{D_0}{\left[\frac{2KE_L C}{PN(1-\mu^2)} \right]^{\frac{1}{3}} + 1} \quad (5.3.1-1)$$

$$C = \left[\frac{\left(1 - \frac{q}{100}\right)}{\left(1 + \frac{q}{100}\right)^2} \right]^3 \quad (5.3.1-2)$$

$$q = 100 \times \frac{(D_E - D_{\min})}{D_E} \text{ 或 } q = 100 \times \frac{D_{\max} - D_E}{D_E} \quad (5.3.1-3)$$

式中：

t ——内衬管壁厚（mm）；

D_0 ——内衬管管道外径（mm）；

K ——圆周支持率，推荐取值为 7.0；

E_L ——内衬管的长期弹性模量（MPa），10000h 蠕变测试外推 50 年的值，如没有第三方检测报告，取短期模量的 50%；

C ——椭圆度折减系数；

P ——内衬管管中地下水压力（MPa），地下水位的取值应符合《给排水管道结构工程设计规范》GB 50332 中的有关规定；

N ——安全系数，取 2.0；

μ ——泊松比，原位固化法内衬管取 0.3，PE 内衬管取 0.45；

q ——原有管道的椭圆度（%），可取 2%；

D_E ——原有管道的平均内径（mm）；

D_{\min} ——原有管道的最小内径（mm）；

D_{\max} ——原有管道的最大内径（mm）。

2 当内衬管管道位于地下水位以上时，翻转式原位固化法内衬管 SDR 不得大于 100，PE 内衬管 SDR 不得大于 42。

3 当内衬管椭圆度不为零时，内衬管的壁厚除应满足式（5.3.1-1）外，其最小值不应小于下式计算结果：

$$1.5 \frac{q}{100} \left(1 + \frac{q}{100}\right) SDR^2 - 0.5 \left(1 + \frac{q}{100}\right) SDR = \frac{\sigma_L}{PN} \quad (5.3.1-4)$$

式中：SDR——管道的标准尺寸比；

σ_L ——内衬管材的长期弯曲强度（MPa），宜取短期强度的 50%。

5.3.2 当采用翻转式原位固化法、紫外光原位固化法、热塑成型法、短管内衬法进行管道结构性修复时，内衬管最小壁厚应符合下列规定：

1 内衬管壁厚应按下列公式计算。

$$t = 0.721D_0 \left[\frac{\left(\frac{N \times q_t}{c}\right)^2}{E_L \times R_w \times B' \times E_s'} \right]^{\frac{1}{3}} \quad (5.3.2-1)$$

$$q_t = 0.00981H_w + \frac{\gamma \times H_s \times R_w}{1000} + W_s \quad (5.3.2-2)$$

$$R_w = 1 - 0.33 \times \frac{H_w}{H_s} \quad (5.3.2-3)$$

$$B' = \frac{1}{1 + 4e^{-0.213H}} \quad (5.3.2-4)$$

式中：

q_t ——管道总的外部压力（MPa），包括地下水压力、上覆土压力以及活荷载；

R_w ——水浮力系数，最小取 0.67；

B' ——弹性支撑系数；

E_s' ——管侧土综合变形模量（MPa），可按《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332 的规定确定。

H_w ——管顶以上地下水位高（m）；

γ ——土的重度（kN/m³）；

H_s ——管顶覆土厚度（m）；

W_s ——活荷载（MPa），应按《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332 的规定确定。

2 内衬管最小壁厚还应满足下式规定：

$$t \geq \frac{0.1973D_0}{E^{1/3}} \quad (5.3.2-5)$$

式中：

E ——内衬管初始弹性模量（MPa）。

3 结构性修复内衬管的最小厚度还应同时满足公式（5.3.1-1）和（5.3.1-4）

的要求。

5.3.3 当采用碎(裂)管法更新管道时,应按新建管道的要求设计管道壁厚,更新管道 SDR 的最大取值应符合表 5.3.3 的规定。

表 5.3.3 更新管道 SDR 的最大取值

覆土深度 (m)	SDR
0-5.0	21
>5.0	17

5.3.4 机械制螺旋缠绕法内衬管刚度系数应符合下列规定:

1 采用内衬管贴合原有管道机械制螺旋缠绕法半结构性修复时,内衬管最小刚度系数应按下列公式计算:

$$E_L I = \frac{P(1-\mu^2)D^3}{24K} \cdot \frac{N}{C} \quad (5.3.4-1)$$

$$D = D_0 - 2(h - \bar{y}) \quad (5.3.4-2)$$

式中:

E_L ——内衬管的长期弹性模量 (MPa);

I ——内衬管单位长度管壁惯性矩 (mm^4/mm);

D ——内衬管平均直径 (mm);

K ——圆周支持率,推荐取值为 7.0;

h ——带状型材高度 (mm);

\bar{y} ——带状型材内表面至带状型材中性轴的距离 (mm);

μ ——泊松比,取 0.38。

2 采用内衬管不贴合原有管道机械制螺旋缠绕法半结构性修复时,内衬管与原有管道间的环状空隙应进行注浆处理,且内衬管最小刚度系数应按下列式计算:

$$E_L I = \frac{PND^3}{8(K_1^2-1)C} \quad (5.3.4-3)$$

$$\sin K_1 \frac{\phi}{2} \cos \frac{\phi}{2} = K_1 \sin \frac{\phi}{2} \cos K_1 \frac{\phi}{2} \quad (5.3.4-4)$$

式中:

ϕ ——未注浆角度,如图 5.3.4 所示。

K_1 ——与未注浆角度 ϕ 相关的系数, K_1 取值与未注浆角度的关系应符合表 5.3.4 的规定。

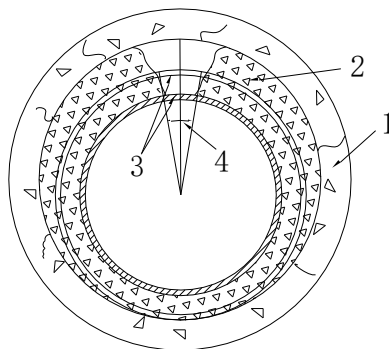


图 5.3.4 未灌浆角度示意图

1—原有管道；2—浆体；3—螺旋缠绕内衬管；4—未注浆角度

表 5.3.4 K_1 取值与未注浆角度的关系

$\phi(^{\circ})$	10	20	30	40	50	60	70	80	90
K_1	51.5	25.76	17.18	12.9	10.33	8.62	7.4	6.5	5.78
$\phi(^{\circ})$	100	110	120	130	140	150	160	170	180
K_1	5.22	4.76	4.27	4.05	3.78	3.54	3.34	3.16	3.0

3 当采用内衬管贴合原有管道机械制螺旋缠绕法结构性修复时,最小刚度系数应按式计算:

$$E_L I = \frac{(q_t N/C)^2 D^3}{32 R_W B' E_S'} \quad (5.3.4-5)$$

4 当采用内衬管不贴合原有管道机械制螺旋缠绕法结构性修复时,应对环状空隙内进行注浆,原有管道、并应确认内衬管、注浆体和原有管道组成的复合结构能承受作用在管道上的总荷载。

5.3.5 采用水泥基材料喷筑法进行排水管道修复时,最小喷涂厚度宜按表 5.3.5 的规定选取,并满足设计要求。

表 5.3.5 水泥基材料喷筑法最小喷涂厚度

修复类型		最小喷涂厚度 (mm)
管道管径 (mm)	管径 ≤ 1350	15
	$1350 < \text{管径} \leq 1800$	20
	$1800 < \text{管径} \leq 2400$	25
	$2400 < \text{管径} \leq 2800$	30
	$2800 < \text{管径} \leq 3600$	40

5.3.6 采用聚合物基材料喷涂法进行排水管道修复时,最小喷涂厚度应满足设计要求,经验值可按表 5.3.6 选取。

表 5.3.6 聚合物基材料喷涂最小喷涂厚度

类型	最小喷涂厚度 (mm)
管道管径 (mm)	$800 \leq \text{管径} \leq 1350$
	$1350 < \text{管径} \leq 1500$
	管径 > 1500
	5
	6
	8

5.4 排水流量复核算

5.4.1 修复后的排水流量，应按下列式计算：

$$Q = Av \quad (5.4.1)$$

式中：

Q ——流量 (m^3/s)；

A ——水流有效断面面积 (m^2)；

v ——流速 (m/s)。

5.4.2 修复后管道的过流能力与修复前管道的过流能力的比值应按下列式计算，且宜不小于 100%，过流能力小于 100% 时宜复核排水效果：

$$B = \frac{n_e}{n_l} \times \left(\frac{D_l}{D_E} \right)^{\frac{8}{3}} \times 100\% \quad (5.4.2)$$

式中：

B ——管道修复前后过流能力比；

n_e ——原有管道的粗糙系数；

D_l ——内衬管管道内径 (m)；

n_l ——内衬管的粗糙系数。

5.4.3 部分管材的粗糙系数可按表 5.4.3 取值。

表 5.4.3 粗糙系数

管材类型	粗糙系数 n
原位固化内衬管	0.010
PE 管	0.009
PVC-U 管	0.009
螺旋缠绕内衬管	0.010
钢筋混凝土管	0.013

注：本表所列粗糙系数是指管道在完好无损的条件下的粗糙系数。如果管道受到腐蚀或破坏等，其粗糙系数会增加。

6 管道修复施工

6.1 一般规定

6.1.1 施工前应取得施工许可证，遵守有关施工安全、劳动防护、防火、防毒的法律、法规，建立安全生产保障体系，并执行有限空间作业安全相关规定。

6.1.2 施工前应查明既有管线的材质和性能、工程地质和水文地质条件以及周边地下管线和建（构）筑物的类型及状态。

6.1.3 施工过程中不得对周边环境、地下管线或其它建（构）筑物造成破坏。

6.1.4 施工前应编制施工组织设计，施工组织设计应按规定程序审批后执行。

6.1.5 施工设备应根据工程特点合理选用，并应有总体布置方案，对于不宜间断的施工方法，应有满足施工要求备用的动力和设备。

6.1.6 管道内采取临时排水措施，应符合下列规定：

1 按《城镇排水管渠与泵站维护技术规程》CJJ 68 的有关规定对原有管道进行封堵；

2 充气管塞式管堵应随时检查管堵的气压，管堵气压降低应及时充气；

3 管堵上、下游有水压力差，应对管堵进行支撑。

6.1.7 质量检验、验收使用的计量器具和检测设备应经计量检定、校准合格。

6.1.8 对管道渗漏严重部位应进行止水或隔水预处理，管道地基及井周土体不满足承载力要求及井周土体出现空洞，修复完后应进行注浆填充处理。

6.1.9 原有管道预处理完成后以及修复工程完成后，应采用电视检测（CCTV）设备进行管道内部视频检测，并保存影像资料。

6.1.10 管道非开挖修复施工时，应同步做好工程概况、施工参数、天气温度等必要信息的施工记录。

6.2 管道预处理

6.2.1 管道内的污泥宜采用高压水射流进行清洗，且应符合下列规定：

1 水流压力不得对管壁造成剥蚀、刻槽、裂缝及穿孔等损坏，当管道内有沉积碎片或碎石时，应防止碎石弹射而造成管道损坏；

- 2 喷射水流不宜在管道内壁某一局部停留过长时间；
- 3 对严重腐蚀管道应试喷确定合适压力后方可整段清洗；
- 4 对存在塌陷或空洞管段，严禁用高压水流冲洗暴露的土体；
- 5 当管道直径大于 800mm 时，可采取人工进入管内进行高压水射流清洗，人工高压水射流作业应符合《高压水射流清洗作业安全规范》GB 26148 的规定。

6 清洗产生的污水和污物应从检查井内排出，污物应按《城镇排水管道与泵站运行、维护及安全技术规程》CJJ 68 中的有关规定处理，污水应合规排放至规定地点。

6.2.2 管内影响内衬施工的障碍物宜采用专用工具或局部开挖的方式进行清除。

6.2.3 管道变形或破坏严重、接头错位严重的部位，应按经批准的施工方案进行预处理，当采用内衬钢环处理时应符合下列规定：

- 1 应依据管道材料、破损情况、地层条件、渗漏水状况以及管道检测与评估结果确定预处理方案；
- 2 对混凝土等非高分子化学建材管道，钢环安装前应对管道受损部位采用注浆止水并采用不低于管道混凝土强度的环氧砂浆进行补强预处理；
- 3 对 HDPE 等高分子化学建材管道，钢环安装前应对管道漏水、流砂等受损部位采用注浆止水及管道整形预处理；
- 4 采用钢环片装配成钢圆环的连接部位应采用螺栓连接或焊接；
- 5 错位、破裂、异型管等内衬钢环时，应进行管内精确测量，定制异型钢环；
- 6 钢圆环与钢筋混凝土管之间的空隙应采用水泥砂浆或灌浆料填充密实；
- 7 内衬钢环的断面损失不宜超过 10%。

6.2.4 原有管道地下水位较高，漏水严重时，应对漏水点通过注浆等措施进行止水或隔水处理。

6.2.5 在进行内衬施工前，应对预处理后的管道进行检查，并应保存影像、文字等资料。

6.2.6 管道预处理后应满足表 6.2.6 的技术要求。

表 6.2.6 管道预处理的技术要求

非开挖修复方法	技术要求
原位固化法	管道表面应无明显附着物、尖锐毛刺及突起
水泥基材料喷筑法	管道内无漏水，管道表面应润湿和粗糙
高分子材料喷涂法	基体表面应坚实、无松散附着物，无锈蚀，无渗水，干燥
机械制螺旋缠绕法	管道内无沉积、结垢和障碍物
垫衬法	管道内无沉积、结垢和障碍物
短管内衬法	管道内壁应表面洁净，底部 135° 范围内无附着物以及可能划伤管道的尖锐毛刺、突起硬物
热塑成型法	管道内无沉积、结垢和障碍物，基面应平整圆顺
局部修复法	管道内无明显沉积、结垢和障碍物且待修复部位前后 500mm 内的管道表面应无明显附着物、尖锐毛刺及突起
碎（裂）管法	待修复管道无堵塞，宜排除积水

注：处理后化学管道内径变形率（化学管道内径/原管道设计内径）不大于4%。

6.3 翻转式原位固化法

6.3.1 采用水压或气压的方法将湿软管翻转置入原有管道应符合下列规定：

- 1 应将湿软管的外层防渗塑料薄膜向内翻转成内衬管的内膜，与湿软管内水或蒸汽相接触；
- 2 翻转压力应控制在使湿软管充分扩展所需最小压力和湿软管所能承受的允许最大内部压力之间；
- 3 翻转过程中宜用润滑剂减少翻转阻力，润滑剂应是无毒的油基产品，且不得对湿软管和相关施工设备等产生影响；
- 4 翻转完成后，湿软管伸出原有管道末端的长度宜为 0.5m～1.0m。

6.3.2 翻转完成后应采用热水或热蒸汽对湿软管进行固化，并应符合下列规定：

- 1 固化过程中应对温度进行跟踪测量和监控，其中热水供应装置和蒸汽发生装置应装有温度测量仪；
- 2 应在湿软管与原有管道之间安装监测管壁温度变化的温度传感器，具体位置在修复段起点和终点距离端口大于 300mm 处；
- 3 热水宜从标高较低的端口通入，蒸汽宜从标高较高的端口通入；
- 4 固化温度应均匀升高，固化所需的温度、时间以及升温速度应符合树脂材料说明书的规定；
- 5 固化过程中湿软管内的水压或气压应能使湿软管与原有管道紧密接

触，并保持该压力值直到固化结束；

6 可通过温度传感器监测的树脂放热曲线判定树脂固化的状况。

6.3.3 固化完成后内衬管的冷却应符合下列规定：

1 应先将内衬管的温度缓慢冷却，热水宜冷却至 38℃ 以下，蒸汽宜冷却至 45℃ 以下，冷却时间应符合树脂材料说明书的规定；

2 采用常温水替换内衬管内的热水或蒸汽进行冷却，替换过程中内衬管内不得形成真空；

3 应待冷却稳定后方可进行后续施工。

6.3.4 固化完成后，内衬管端头应切割平整，并应露出检查井壁 20mm~50mm，与原有管道间存在空隙时，应采用与湿软管的树脂材料相同的树脂混合物进行密封处理。

6.4 紫外光原位固化法

6.4.1 拉入湿软管之前应在原有管道内铺设垫膜，垫膜应置于原有管道底部，并覆盖大于 1/3 的管道周长，且在原有管道两端进行固定。

6.4.2 湿软管的拉入应符合下列规定：

1 应沿管底的垫膜将湿软管平稳、缓慢地拉入原有管道，拉入速度不得大于 5m/min；

2 在拉入湿软管过程中，不得磨损或划伤湿软管；

3 湿软管两端端口伸出原有管道的长度应符合表 6.4.2 要求；

表 6.4.2 湿软管两端端口伸出长度

湿软管管径	端口伸出长度
$D \leq 500\text{mm}$	500mm
$500 < D \leq 800\text{mm}$	800mm
$D > 800\text{mm}$	不小于 1000mm

4 湿软管拉入后，应在软管两端靠近管口处加入遇水膨胀的密封圈。

6.4.3 湿软管的扩展应采用压缩空气，并应符合下列规定：

1 充气前应在软管两端套上扎头布，并将扎头绑扎牢固；

2 充气装置应装有控制和显示压缩空气压力的装置；

3 充气时压缩空气压力应能使湿软管充分膨胀扩张紧贴原有管道内壁，压力值应根据产品说明书设定。

6.4.4 紫外光固化时应符合下列规定：

- 1 紫外灯放入软管内时宜设置空气锁，避免损伤内膜；
- 2 紫外光固化过程中湿软管内应保持空气压力，使湿软管与原有管道紧密贴合；
- 3 紫外线光固化时，灯架牵拉速度应遵守湿软管内衬制造商给出的固化巡航速度，并通过内衬固化时的放热温度进行实时调整。
- 4 湿软管固化完成后，应缓慢降低管内压力至大气压，降压速度不应大于 0.01MPa/min。
- 5 在整个固化阶段，应持续记录压力、固化巡航速度及温度等参数；

6.4.5 固化完成后，内衬管端头应切割平整，并应露出检查井壁 20mm~50mm，与原有管道间存在空隙时，应采用水泥砂浆进行密封处理。

6.5 水泥基材料喷筑法

6.5.1 材料现场搅拌时应按材料供应商推荐的水灰比搅拌内衬浆料，并应符合下列规定：

- 1 拌料用水应为洁净的自来水，搅拌时间不宜少于 3min；
- 2 搅拌好的浆料应在 45min 内使用完，严禁将超过适用期的浆料二次搅拌后再使用。
- 3 环境温度过高时，应通过降低水温的方式，保证搅拌好的浆料温度不高于 32℃，避免浆料水分过快蒸发或过快凝固。

6.5.2 采用离心喷筑法修复管道时，应按如下步骤实施：

- 1 将旋喷器在机架固定后，摆放在待修复管段的末端部位，并调整旋喷器轴线高度位于管道中间位置；
- 2 应根据管道直径，选用适宜的砂浆泵排量、旋喷器行走速度及旋转速度，控制每层喷筑厚度应在 10mm~20mm。

6.5.4 采用人工喷筑法修复管道时，应符合下列规定：

- 1 浆料应均匀分散喷出；
- 2 应控制喷枪与基面距离，喷枪移动应规律、平稳；
- 3 喷筑完成后，应将喷筑层抹平，同一部位不宜反复抹压。

6.5.5 喷筑厚度超过 20mm 时，宜多次喷筑到设计厚度。

6.5.6 水泥基材料施工完成后 6h 内不宜受激烈的水流冲刷，且应在无风、潮湿的环境下养护，避免因水分过快蒸发造成内衬开裂。

6.6 高分子材料喷涂法

6.6.1 喷涂作业前应充分搅拌材料，严禁向材料中添加任何物质，且不得混淆材料的进料系统。

6.6.2 喷涂作业前，应在施工现场试喷一块 200mm×400mm、厚度不小于 3mm 的样片，由施工技术主管人员进行外观质量评价合格后确定工艺参数。

6.6.3 喷涂作业时，喷枪宜垂直于基层，距基层宜为 60cm，且移动匀速。应按照先细部后整体的顺序连续作业，一次多遍、交叉喷涂至设计要求的厚度。

6.6.4 出现异常情况，应立即停止作业，检查并排除故障后方可继续作业。

6.6.5 喷涂作业完毕后，应检查和清理机械设备，并妥善处理剩余物料。

6.6.6 两次喷涂时间间隔宜小于材料生产厂家规定的间隔时间，超过间隔时间，再次喷涂作业前，应在已有涂层的表面做层间处理。

6.6.7 喷涂作业面之间的搭接宽度不应小于 150mm。

6.7 机械制螺旋缠绕法

6.7.1 扩张法螺旋缠绕工艺应符合下列规定：

- 1 螺旋缠绕设备应固定在起始检查井中，且其轴线应与管道轴线一致；
- 2 内衬管的缠绕成型及推入过程应同步进行，直到内衬管到达目标工作坑或检查井；
- 3 内衬管缠绕过程中，应在主锁扣和次锁扣间放置钢丝，并在主锁扣中注入密封剂和胶粘剂；
- 4 内衬管在扩张前应将端口固定；
- 5 扩张工艺的钢丝抽拉和螺旋缠绕操作应同步进行，直至整个施工段内衬管扩张完毕；
- 6 扩张前应在管两端的环形间隙内注入聚胺脂发泡胶，扩张完成后应对端头和检查井用快干水泥进行抹平。

6.7.2 固定直径法螺旋缠绕工艺应符合下列规定：

- 1 螺旋缠绕设备应固定在起始检查井中，且其轴线应与管道轴线一致；
- 2 内衬管的缠绕成型及推入过程应同步进行，直到内衬管到达目标工作坑或检查井；
- 3 需增加钢带时，钢带应在内衬管缠绕过程中同步安装在带状型材外表面，与型材公母锁扣处嵌合牢固；
- 4 当型材截断后进行再连接时，焊缝翻边应均匀，焊接牢固。

6.7.3 机头行走法螺旋缠绕工艺应符合下列规定：

- 1 螺旋缠绕设备安装在管道内时，其轴线应与待修复管道轴线对正；
- 2 可通过调整螺旋缠绕设备获得所需要的内衬管直径；
- 3 螺旋缠绕设备的缠绕与行走应同步进行；
- 4 螺旋缠绕作业应平稳、匀速进行，锁扣应嵌合、连接牢固。

6.7.4 当原管道内部已有内衬管道、原管道内有弯曲、错台等导致缠绕管无法到达接收检查井时，可以在原管道中间进行对接，对接时两段管道的距离不应超过 20cm，对接处表面应进行防腐处理。

6.7.5 环状空隙注浆时应符合下列规定：

- 1 应在管道两侧环形间隙 2 点、10 点、12 点分别埋设注浆管，一侧用于注浆，一侧用于放气和观察；
- 2 注浆压力宜为 0.10MPa~0.15MPa，不得超过最大注浆压力；
- 3 应采用分步注浆，首次注浆量应根据内衬管自重、管内水量进行计算，且不得超过计算量；
- 4 第二次注浆应在首次注浆浆液初凝后进行，与首次注浆的时间间隔不宜小于 12h；
- 5 注浆总量不应小于计算注浆量的 95%，并应做好记录；
- 6 注浆应在内衬管一侧进行，当观察到另一侧 12 点观察孔冒浆时，应停止注浆；
- 7 当管道距离大于 100m 时，宜在管道中间位置的顶部进行开孔补浆；
- 8 内衬管不足以承受注浆压力时，注浆前应对内衬管进行支护或采取其他保护措施；
- 9 注浆完成后应密封注浆孔，并应对管道端头平整处理。

6.8 垫衬法

6.8.1 塑料衬垫焊接成内衬层时，不得削去焊接区域的锚固键。

6.8.2 衬垫铺设安装应符合下列规定：

1 安装衬垫前，应对待修复管道内部情况进行复查，并应根据实际情况按照设计要求和施工方案提前焊接成型；

2 衬垫焊接应通过测量及计算确定管径及长度，焊缝应满足质量要求；

3 牵引衬垫前，宜先用无纺布类材料将衬垫包裹保护，用铁丝将包裹的衬垫绑扎好，牵引时钢丝绳与绑扎的铁丝连接，不得直接与衬垫连接；

4 置入衬垫时速度不应超过 0.2m/s；

5 牵拉操作应一次完成，不应中途停止，进入管道的衬垫应尽量保持平整，不可扭曲；

6 牵拉完成后应在管道两端进出口处安装密封条，并通过锚固板及螺栓将衬垫端口固定在管道壁上，同时安装好灌浆管、闭浆管、排水排气管等预埋件并封堵。

6.8.3 固定密封及注水支撑应符合下列规定：

1 衬垫内衬两端宜使用法兰盘进行封口，也可采用压条和堵漏材料等其他方式封口；

2 封口完成后，应用挡板将气囊两端固定，气囊膜内的充气压力应根据管径不同确定，并保持压力恒定；

3 衬垫内注水压力应能保证衬垫撑圆并填满整个管道；

4 管径较大时，宜采用模板及钢管在管道内部设置支撑。

6.8.4 衬垫与原管道间空隙的灌浆应符合下列规定：

1 采用重力法灌浆时，应根据管道长度、地质特征等因素确定灌浆漏斗的高度，管道长度小于等于 50m 时，最小为 5m。管道长度大于 50m 时，灌浆漏斗高度应按公式（6.8.4）进行计算：

$$P = H + i \times L \quad (6.8.4)$$

式中：

P —灌浆漏斗高度(m)；

H —灌浆漏斗最低高度，宜为 5m；

i —待修复管道坡度；

L —管道长度(m)。

2 采用压力法灌浆时，灌浆压力应按照式(6.8.4)计算的数值进行换算，且不应大于塑料衬垫内衬的内水压力；

3 应按材料说明书中的比例调配灌浆料，并应在搅拌机中高速搅拌5min。搅拌后的灌浆料应在20min内用完或按灌浆料的技术要求执行；

4 灌浆过程应快速持续进行，直至闭浆管返出浆料，且高度应保持在高出进浆口1.5m。

6.8.5 待灌浆体凝固后方可撤除或拆除衬垫的内部支撑，且端口应填充密实、平整。

6.9 短管内衬法

6.9.1 砗后背及设备安装应满足下列要求：

1 保护检查井壁的砗后背厚度不应小于15cm，后背平面尺寸应能满足最大顶力的需要；

2 顶镐应与砗后背贴实紧密，油管与顶镐、油压泵连接牢靠，顶进前应进行试机，确保顶镐伸缩自由，具备足够的牵引和推力；

3 辅助工具不应应对管道产生损伤和破坏。

6.9.2 施工前应采用与内衬短管同直径的短管进行试通。

6.9.3 短管穿插施工应符合下列规定：

1 内衬管可通过牵引、顶推或两者结合的方法置入原有管道中。内衬管穿插时应匀速、可控，受力应与管道轴线重合或平行，且不得损伤内衬管；

2 一个施工管段宜在同一连续作业时段内完成；

3 穿插时最大作用力不应大于内衬管的设计压力或拉力以及接口的允许最小拉力，无设计值时最大顶推或牵拉力不应大于内衬管允许压力或拉力的50%；

4 内衬管道顶推或牵拉就位后宜经过24h的应力恢复后方可进行后续操作；

5 顶推作业应保证形成的内衬管平顺，不宜出现“蛇形”变形和起伏；

6 顶推（牵拉）内衬短管时，应在短管末端放置硬橡胶挡板对管口进行

保护；

7 管道连接时，应在每个子口的规定位置安装一道遇水膨胀止水胶圈，并将子母口擦拭干净，满涂密封胶，保证管口完全密封；

6.9.4 内衬管穿插完成后，应将管道两端切割整齐，并对原有管道和内衬管之间的环状间隙进行密封处理。

6.9.5 内衬管与原管道的环状间隙注浆应符合下列规定：

- 1 注浆材料的性能应满足相关要求；
- 2 注浆前应采取保护措施避免浆液泄漏进入支管或从注浆孔、内衬接头处泄漏；
- 3 注浆压力应小于内衬管可承受的外压力，不应大于 0.4MPa；如条件不能满足时，应对内衬管进行支护或采取其他保护措施；
- 4 注浆应饱满、无空隙，并不得造成内衬管的移动和变形，每一作业管段的注浆均应一次完成；
- 5 注浆后应密封注浆孔，并对管道端口进行平整处理。

6.10 热塑成型法

6.10.1 衬管现场预加热应符合下列规定：

- 1 衬管的预加热宜在对待修管道进行清洗的同时进行；
- 2 应将衬管轮盘放入预制的蒸箱内或用篷布覆盖进行预加热；
- 3 预加热时间应根据衬管的长度、管径、加热方式确定，一般为 1h~3h。

6.10.2 衬管的拖入应符合下列规定：

- 1 衬管拖入应在待修管道的清洗和预处理结束，且衬管的预加热结束之后进行；
- 2 衬管拖入过程中，卷扬机绳索应与衬管连接牢靠；
- 3 衬管拖入过程中应在检查井井口及管口设置保护措施，避免衬管损伤。

6.10.3 衬管成型前，需在衬管两端靠近管口处加入遇水膨胀的密封圈，确保成型后衬管与原有管道间密封。

6.10.4 衬管的成型应符合下列规定：

- 1 衬管完全拖入后，应对衬管两端进行加热软化，并采用设置有通气通

道的塞堵将衬管的两端塞住；

2 应将管道上游的管塞通过蒸汽管与蒸汽发生器连接，并将管道下游的管塞与带有阀门、温度和压力仪表的蒸汽管连接；

3 衬管再次加热软化时，应在下游温度达到材料软化点后，逐渐关闭下游蒸汽管上的阀门；

4 衬管复原成型过程中，温度不宜超过 95℃，压力不宜超过 0.15MPa；

5 衬管成型过程中，应在管道的上游检查井实时观察衬管复原状况，直至衬管紧贴待修管道。

6.10.5 衬管成型后的冷却和端口处理应符合下列规定：

1 衬管加热复原后，应在保持原有压力的情况下，将衬管内的蒸气逐渐置换成冷空气；

2 空气置换过程中应实时监测衬管下游的温度，当温度降低到 40℃ 以下时，方可打开阀门，释放衬管内的压力；

3 修复后管道两端多余管道应切除，衬管应伸出待修管道长度大于 10cm，伸出部分宜呈喇叭状或按照设计要求处理。

6.11 不锈钢快速锁法

6.11.1 采用气囊方式安装的不锈钢快速锁，应符合下列要求：

1 不锈钢套筒和橡胶套应在地表预先套好，并检查锁紧装置工作状态；

2 快速锁应固定在带轮子的专用气囊上，并在 CCTV 或 QV 的辅助下牵拉至待修复位置；

3 不锈钢快速锁应通过向气囊内缓慢充气扩展并紧贴原有管道内壁，气囊充气压力宜控制在 0.35MPa~0.40MPa；

4 安装气囊应在不锈钢快速锁完全张开后，卸掉压力后撤出。

6.11.2 采用人工方式安装不锈钢快速锁，应符合下列要求：

1 不锈钢环片、橡胶套送到待修复位置后，应将不锈钢环片预拼装成小直径钢套，再将橡胶套套在不锈钢套上，橡胶套迎水破边应朝来水方向；

2 不锈钢快速锁应采用专用扩张器对快速锁进行扩张并锁紧。

6.11.3 不锈钢快速锁安装后应能覆盖待修复缺陷，且应符合下列规定：

1 不锈钢快速锁覆盖位置前后应比待修复缺陷长不小于 100mm；

2 当缺陷轴向长度超过单个快速锁长度时，宜采取多个快速锁搭接的方式安装，安装时后一个快速锁应压住前一个快速锁的橡胶套上。

6.12 点状原位固化法

6.12.1 点状原位固化法软管的安装应符合下列规定：

1 裁剪折叠后的玻璃纤维织物应能覆盖待修复缺陷，且轴向前后应比待修复缺陷长不小于 200mm；

2 玻璃纤维布浸渍完成后，应立即进行修复施工，否则应将软管保存在存储温度以下，并不应受灰尘等杂物污染；

3 应将浸渍树脂的玻璃纤维布绑扎在由弹性材料制成，且具有良好密封性能的可膨胀气囊上送至缺陷位置；

4 采用气囊的工作压力和修补管径范围应符合气囊设备规定的技术要求；

5 气囊送入时，宜采用 CCTV 设备实时监测、辅助定位；

6.12.2 点位原位固化法软管膨胀及固化应符合下列规定：

1 气囊宜通过充入空气进行膨胀，气囊内气体压力应保证软管紧贴原有管道内壁，压力应控制在 0.08MPa~0.20MPa，且每隔 15min 对气囊内气压进行记录；

2 固化时间应根据树脂厂家的使用说明，根据现场温度确定；

3 应在固化完成后缓慢释放囊内的压力。

6.13 碎（裂）管法

6.13.1 工作坑开挖时，应满足下列要求：

1 工作坑宜设计在管道变径、转角、消防栓、阀门井等处，且应避开道路交汇口、医院入口、消防队入口处、地上建筑物、架空线、地下管线或其它构筑物；

2 一个施工段的两工作坑的间距应控制在施工能力范围内；

3 工作坑的尺寸应满足设计要求；

4 基坑支护应符合《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的有关规定；

5 危大工程需编制专项施工方案，并应按规定程序审批后执行。

6.13.2 塑料内衬管的接口宜采用热熔对接、机械连接等形式，且应满足下列要求：

1 PE 管的热熔对接应符合《塑料管材和管件聚乙烯（PE）管材/管材或管材/管件热熔对接组件的制备操作规范》GB19809 的规定；

2 PE 管的机械连接应连接紧固，管材接口抗拉强度不应小于管材本身的抗拉强度；

3 聚乙烯缠绕实壁排水管应采用双胶圈密封自锁接口，连接口密封圈应采用 EPDM 橡胶，不宜采用普通 O 形圈结构，且宽度不小于 15mm。

6.13.3 采用静拉碎（裂）管法进行管道更新施工，应符合下列规定：

1 应根据管道直径及材质选择碎（裂）管设备；

2 裂管刀具应从原有管道底部切开，切刀的位置应处于与竖直方向成 30° 夹角的范围内。

6.13.4 采用气动碎管法进行管道更新施工，应符合下列规定：

1 碎裂管设备与周围其他管道距离不应小于 0.8m，且不小于待修复管道的直径，与周围其他建筑设施的距离不应小于 2.5m，否则应采取保护措施；

2 气动碎管设备应与钢丝绳或拉杆连接，且应在施工过程中通过钢丝绳或拉杆给气动碎管设备施加一个恒定的牵拉力；

6.13.5 新管道在拉入过程中应符合下列规定：

1 新管道应连接在碎（裂）管设备后随碎（裂）管设备一起拉入；

2 新管道拉入过程中宜采用润滑剂降低新管道与土层之间的摩擦力；

3 施工过程中牵拉力陡增时，应立即停止施工，查明原因后方可继续施工；

4 管道拉入完后自然恢复时间不应小于 4h。

6.13.6 应在进管工作坑及出管工作坑中对新管道周围土体进行注浆加固，加固长度不应小于 200mm。

7 质量检验与工程验收

7.1 一般规定

7.1.1 城镇排水管道非开挖修复工程的质量验收应符合《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的有关规定。

7.1.2 城镇排水管道非开挖修复工程的分项、分部、单位工程划分应符合表 7.1.2 的规定。

表 7.1.2 城镇排水管道非开挖修复工程的分项、分部、单位工程划分

单位工程（可按 1 个施工合同或视工程规模按 1 个路段、1 种施工工艺，分为 1 个或多个单位工程）		
分部工程	分项工程	分项工程验收批
两井之间管段	工作井（围护结构、开挖、井内布置）	每座
	原有管道预处理	两井之间管段
	管道接口连接	
	（各类施工工艺）修复管道	

注：当工程规模较小时，如仅 1 个井段，则该分部工程可视同单位工程。

7.1.3 单位工程、分部工程、分项工程以及分项工程验收批的质量验收应符合《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268 的规定。

7.1.4 根据不同的修复工艺对施工过程中需要检查验收的资料应进行核实，符合设计、施工要求的管道方可进行管道功能性试验。

7.1.5 进入施工现场所用的主要原材料、各类型材和管材的规格、尺寸、性能等应符合本文件的规定和设计要求，每一个单位工程的同一生产厂家、同一批次产品均应按设计要求进行性能复测。

7.1.6 管道修复完成后，应进行管道功能性检验，且应符合下列规定：

1 宜采用闭水试验和闭气试验，管径不大于 1000mm 的排水管道宜采用闭气实验。

2 局部修复管道可不进行闭气或闭水试验。

3 采用原位固化法修复时，内衬管安装完成并冷却到周围土体温度后，方可进行试验。

4 管道功能性检验涉及水压、气压作业时，应有安全防护措施，作业人员应按相关安全作业规程进行操作。管道排出的水，应及时排放至规定地点，不得影响周围环境和造成积水，并应采取措施确保人员、交通通行和附近设

施的安全。

5 管道功能性检验除应符合本文件要求外,还应符合《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268的有关规定。

7.2 原有管道预处理质量检验

I 主控项目

7.2.1 原有管道的预处理应符合设计和施工方案的要求。

检查方法:对照设计文件和施工方案检查管道预处理记录,检查施工材料质量保证资料和施工检验记录或报告。

检查数量:全数检查。

II 一般项目

7.2.2 原有管道经预处理后,应满足本文件 6.2.6 的要求。

检查方法:观察或 CCTV 检测;检查预处理施工记录、相关技术处理记录。

检查数量:全数检查。

7.3 管道修复质量检验

7.3.1 原位固化法管道修复的质量检验应符合下列规定:

I 主控项目

1 原位固化法所用软管产品合格证、质量保证书和产品性能检验报告应检查合格。

检查方法:对照本文件 4.2.2~4.2.3 条检查。

检查数量:全数检查。

2 修复后内衬管的壁厚应不低于设计要求。壁厚检验应按《塑料管道系统塑料部件尺寸的测定》GB/T 8806 的有关规定执行。

检查方法:用测厚仪、卡尺、钢尺等量测。

检查数量:修复管段的两个端头,每个端头均布 4 个测点。

3 固化后应在管口或中间检查井处按设计要求进行切割取样,并送第三方检测,且固化后的内衬管力学性能应满足本文件 4.2.2 条的要求。

检查方法：现场切割取样、检测。

检查数量：同一生产厂家、同一加工批次、同一管径的产品现场取样不少于 1 组。

4 管道内不得有滴漏和线流现象。

检查方法：修复完成后采用 CCTV 闭路电视进行检查，修复后管径大于 800mm 时也可进入管道检查。

检查数量：全数检查。

II 一般项目

5 原位固化法修复后内衬管与原管道贴附紧密，无明显突起、凹陷、错台、空鼓等现象。内衬管表面光洁、平整，无划伤、裂纹、磨损、孔洞、气泡、干斑、冷斑、脱皮、分层、折痕、杂质和软弱带等影响管道使用的缺陷。

内衬管褶皱应满足设计要求，当设计无要求时，最大褶皱不应超过 6mm；

检查方法：观察或 CCTV 检测；或检查施工记录、CCTV 记录等。

检查数量：全数检查。

6 内衬管起点和终点端部密封处理符合设计要求，且密封良好、饱满密实。

检查方法：观察或对照设计文件检查施工记录等。

检查数量：全数检查。

7 修复施工记录齐全、正确。

检查方法：对照设计文件和施工方案的规定进行检查，检查施工记录等。

检查数量：全数检查。

表 7.3.1 原位固化法管道修复质量检验一般项目检查表

项目	要求	检查方法	检查数量
外观	内衬贴附情况	贴附紧密，无明显突起、凹陷、错台、空鼓等现象。	全数检查
	内衬管表面		全数检查
	内衬管褶皱		全数检查
端口	内衬端部密封处理	密封良好、饱满密实。	全数检查
记录	记录齐全、正确。	对照设计文件和施工方案的规定进行检查。	全数检查

7.3.2 水泥基材料喷涂法管道修复的质量检验应符合下列规定：

I 主控项目

1 水泥基材料材料性能应符合设计要求，质量保证资料齐全。

检查方法：对照设计文件全数检查、出厂检测报告、现场抽样检测报告、检查质量保证资料、厂家产品使用说明等。

检验数量：全数检查。

2 施工过程中，应对现场搅拌好的砂浆进行现场取样制作试块并送业主指定的第三方机构测试，现场取样测试指标应符合表 7.3.2 的要求。

表 7.3.2 水泥基材料现场取样检测项目及依据

检验项目	单位	——	性能要求	测试方法
抗压强度	MPa	28d	≥ 65	《水泥胶砂强度检验方法》GB/T 17671
抗折强度	MPa	28d	≥ 9.5	

检查方法：现场取样制作试块并送业主指定的第三方机构测试。

检查数量：取样频次应满足设计要求；设计未明确要求时，管道修复时应按每个喷筑回次取样 1 组。

3 内衬厚度满足设计要求。

检查方法：采用测厚尺在未凝固的内衬表面随机插入检测，每个断面测 3~4 个点，以最小插入深度作为内衬厚度；或在监理的见证下，在检查井或管道断面设置标记钉，当内衬完全覆盖全部标记钉时认为厚度满足要求。

检验数量：全数检查。

4 管道内不得有滴漏和线流现象。

检查方法：修复完成后采用 CCTV 闭路电视进行检查，修复后管径大于 800mm 时也可进入管道检查。

检查数量：全数检查。

II 一般项目

5 修复后内衬表面应平整，无明显湿渍、渗水；流槽平顺、管口与井壁结合严密。

检查方法：观察、QV 或 CCTV 检测。

检验数量：全数检查。

6 修复施工记录齐全、正确。

检查方法：对照设计文件和施工方案的规定进行检查。

检验数量：全数检查。

7.3.2 水泥基材料喷涂法管道修复质量检验一般项目检查表

项目		要求	检查方法	检查数量
外观	内衬贴附情况	流槽平顺、管口与井壁结合严密。	观察、QV 或 CCTV 检测。	全数检查
	内衬管表面	表面应平整，无明显湿渍、渗水。		全数检查
记录	施工记录	记录齐全、正确。	对照设计文件和施工方案的规定进行检查。	全数检查

7.3.3 高分子材料喷涂法管道修复的质量检验应符合下列规定：

I 主控项目

1 高分子喷涂材料及其配套材料应符合设计要求，质量保证资料应齐全。

检查方法：对照设计文件检查出厂产品的质量合格证书、性能检验报告、使用说明书、生产日期、保质期等。

检验数量：每批产品检查。

2 高分子喷涂材料的涂层平均厚度应符合设计要求，检测的最小厚度值不应小于设计厚度的 80%，平均值不应小于 100%，管道接口喷涂的厚度不小于 100%。检测不得破坏已修复结构体。

检验方法：宜选用超声波测厚方法。按照《塑料管道系统 塑料部件尺寸的测定》GB/T 8806 进行检测。

检验数量：圆形管道每 500 m² 检测一次，至少 6 个点；方沟每 500 m² 检测一次，至少检测 6 个点，6 点分别为顶部、侧墙和底部；取样处必须含接口，全过程监理参与，并将记录结果作为过程报告。

3 管道内不得有滴漏和线流现象。

检查方法：修复完成后采用 CCTV 闭路电视进行检查，修复后管径大于 800mm 时也可进入管道检查。

检查数量：全数检查。

II 一般项目

4 管道线形应和顺，接口、接缝应平顺，内衬与原有管道过渡应平缓；

管道内应无明显湿渍。

检查方法：全数观察，电视检测（CCTV）辅助检查；检查施工记录、电视检测（CCTV）记录等。

检验数量：全数检查。

5 涂层应连续、无漏涂，无空鼓、无剥落、无划伤、无龟裂、无异物。
气泡直径不得大于 1cm，成膜材料每平米内包含的上述气泡不得超过 5 个。

检验方法：观察检查。

检验数量：全数检查。

6 修复施工记录齐全、正确。

检查方法：对照设计文件和施工方案的规定进行检查。

检验数量：全数检查。

7.3.3 高分子材料喷涂法管道修复质量检验一般项目检查表

项目		要求	检查方法	检查数量
外观	线形	管道线形应和顺。	观察，电视检测（CCTV）辅助检查；检查施工记录、电视检测（CCTV）记录等。	全数检查
	接口	接口、接缝应平顺。		
	管道内	管道内应无明显湿渍。		
	与原管道过渡	内衬与原有管道过渡应平缓		
	涂层	涂层应连续、无漏涂，无空鼓、无剥落、无划伤、无龟裂、无异物。 气泡直径不得大于 1cm，成膜材料每平米内包含的上述气泡不得超过 5 个。		
记录		记录齐全、正确。	对照设计文件和施工方案的规定进行检查。	全数检查

7.3.4 机械制螺旋缠绕法管道修复的质量检验应符合下列规定：

I 主控项目

1 带状型材和钢带的外观、性能符合本文件 4.5.1 和 4.5.3 的要求。

检查方法：外观在材料进场后现场抽检，性能检查产品的合格证、出厂试验报告。

检查数量：外观检查不少于进场总量的 1/3，性能检查全数检查。

2 管道的刚度系数应符合设计要求。

检查方法：检查成品的环刚度或刚度系数检测报告

检查数量：检查产品环刚度时，每种管径为一验收批，留样 1 组。检查

刚度系数时，型材和钢带不同组合为一验收批，留样 1 组。

3 管道内不得有滴漏和线流现象。

检查方法：修复完成后采用 CCTV 闭路电视进行检查，修复后管径大于 800mm 时也可进入管道检查。

检查数量：全数检查。

II 一般项目

4 修复后的管道内应线形平顺，不得出现纵向隆起、环向扁平和其他变形情况。

检查方法：采用 CCTV 检测或人工检查。

检查数量：全数检查。

5 修复后的管道端口环形间隙封堵严密。

检查方法：进入检查井检查。

检查数量：全数检查。

6 注浆充满度符合设计要求。

检查方法：查阅注浆记录。

检查数量：全数检查。

7 修复施工记录齐全、正确。

检查方法：对照设计文件和施工方案的规定进行检查，检查施工记录等。

检查数量：全数检查。

7.3.4 机械制螺旋缠绕法管道修复质量检验一般项目检查表

项目	要求	检查方法	检查数量
外观	修复后的管道内应线形平顺，不得出现纵向隆起、环向扁平和其他变形情况。	CCTV 检测或人工检查。	全数检查
端口	修复后的管道环形间隙封堵严密。	进入检查井检查。	全数检查
注浆	注浆充满度符合设计要求。	查阅注浆记录。	全数检查
记录	记录齐全、正确。	对照设计文件和施工方案的规定进行检查。	全数检查

7.3.5 垫衬法管道修复的质量检验应符合下列规定：

I 主控项目

1 塑料衬垫材料的规格、性能应符合本文件和设计文件的规定。

检查方法：材料进场时，对照设计文件检查质量保证资料、厂家产品使

用说明等。材料性能检验应对同一批次产品现场取样不少于 1 组，对照设计文件检查取样检测记录、复测报告等。

检查数量：全数检查。

2 灌浆料的性能应符合本文件第 4.6.4 条和设计文件的规定；

检查方法：对照设计文件检查取样检测记录、复测报告等。

检查数量：同一批次产品现场取样不少于 1 组。

3 塑料衬垫内衬焊接焊缝应清晰、无漏焊。

检查方法：采用加压充气或电火花检测方法，检查施工记录、焊接记录等。单焊缝采用电火花检测，不产生电火花时为合格。双焊缝采用加压充气法检测，当焊缝不漏气、无脱开、压力没有明显下降时为合格。

检查数量：全数检查。

4 管道内不得有滴漏和线流现象。

检查方法：修复完成后采用 CCTV 闭路电视进行检查，修复后管径大于 800mm 时也可进入管道检查。

检查数量：全数检查。

II 一般项目

5 管道内表面质量检测：管道接口、接缝应平顺，内衬与原有管道过渡应平缓，不得出现渗漏现象。

检查方法：观察，电视检测(CCTV)辅助检查；检查施工记录、电视检测(CCTV)记录，保留影像资料。

检查数量：全数检查。

6 灌浆固结体应充满环状间隙，无松散、空洞等现象。

检查方法：观察；对照设计文件和施工方案检查施工记录、灌浆记录等。

检查数量：全数检查。

7 内衬管两端与原有管道间的环状空隙密封处理应符合设计要求，且应密封良好。

检查方法：观察；对照设计文件检查施工记录等。

检查数量：全数检查。

8 修复施工记录齐全、正确。

检查方法：对照设计文件和施工方案的规定进行检查，检查施工记录等。

检查数量：全数检查。

7.3.5 垫衬法管道修复质量检验一般项目检查表

项目	要求	检查方法	检查数量
外观	接口	观察，电视检测(CCTV)辅助检查；检查施工记录、电视检测(CCTV)记录，保留影像资料。	全数检查
	管道内		
	与原管道过渡		
注浆	应充满环状间隙，无松散、空洞等现象。	观察；对照设计文件和施工方案检查施工记录、灌浆记录等。	全数检查
端口	内衬管两端与原有管道间的环状空隙密封处理应符合设计要求，且应密封良好。	观察；对照设计文件检查施工记录等。	全数检查
记录	记录齐全、正确。	对照设计文件和施工方案的规定进行检查。	全数检查

7.3.6 短管内衬法管道修复的质量检验应符合下列规定：

I 主控项目

1 短管内衬加工前，管材、原材料的规格、尺寸、性能应符合设计文件和《给水用聚乙烯（PE）管道系统 第2部分：管材》GB/T 13663.2的有关规定。

检查方法：检查质量保证资料、出厂检验报告；用卡尺、钢尺量测；进场复测报告。

检验数量：同一生产厂家、同一批次产品现场取样不少于1组。

2 管材短管壁厚、平均外径和不圆度应符合设计文件和《给水用聚乙烯（PE）管道系统 第2部分：管材》GB/T 13663.2的有关规定；

检验方法：按《塑料管道系统 塑料部件尺寸的测定》GB/T 8806的规定测量。

检验数量：短管切割后，连接口加工前，短管全数。

3 管道内不得有滴漏和线流现象。

检查方法：修复完成后采用CCTV闭路电视进行检查，修复后管径大于800mm时也可进入管道检查；

检查数量：全数检查。

II 一般项目

1 修复后的管道内壁应无局部裂纹、褶皱、明显变形、脱节，修复管道内壁应光洁、平整、线性、无明显突起，接口、接缝应平顺，新原有管道过渡应平缓。两管节中轴线应保持同心，承口、插口部位无破损、变形、开裂，插口推入深度应符合要求。

检查方法：观察，管径小于等于 800mm 时应依据闭路电视管道检测图像。

检查数量：全数检查

2 内衬管与原有管道的间隙注浆充填时，注浆固结体应充满间隙，无松散、空洞等现象，管段端部的间隙密封处理应符合设计要求。

检查方法：观察；检查施工记录、注浆记录。

检查数量：全数检查

3 管道接口连接的分项工程质量验收应按《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的有关规定。管道内应无明显湿渍、渗水、滴漏等现象。

检查方法：通过 CCTV 检测，逐个接口检查施工记录。

检查数量：全数检查

4 修复施工记录齐全、正确。

检查方法：对照设计文件和施工方案的规定进行检查，检查施工记录等。

检查数量：全数检查。

7.3.6 短管内衬法管道修复质量检验一般项目检查表

项目	要求	检查方法	检查数量
外观	修复前管道内壁应光洁、平整、线性、无明显突起。	观察，管径小于等于 800mm 时应依据闭路电视管道检测图像。	全数检查
	修复后的管道内壁应无局部裂纹、褶皱、明显变形、脱节。		
	接口、接缝应平顺，新原有管道过渡应平缓。		
	两管节中轴线应保持同心，承口、插口部位无破损、变形、开裂，插口推入深度应符合要求。		

7.3.6 短管内衬法管道修复质量检验一般项目检查表（续）

项目	要求	检查方法	检查数量
注浆、端口	注浆固结体应充满间隙，无松散、空洞等现象，管段端部的间隙密封处理应符合设计要求。	观察；检查施工记录、注浆记录。	全数检查
接口	管道接口连接的分项工程质量验收应按《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的有关规定。 管道内应无明显湿渍、渗水、滴漏等现象。	通过 CCTV 检测，逐个接口检查施工记录。	全数检查
记录	记录齐全、正确。	对照设计文件和施工方案的规定进行检查。	全数检查

7.3.7 热塑成型法管道修复的质量检验应符合下列规定：

I 主控项目

1 内衬管的规格、尺寸、性能应符合设计文件的规定，主要技术指标经进场检验应符合设计文件的规定。

检查方法：对照设计文件检查质量保证资料、厂家产品使用说明等。

检查数量：全数检查。

2 修复后内衬管几何形状应与原管道形状一致。

检查方法：CCTV 检测。

检查数量：全数检查。

3 修复后内衬管壁厚应满足设计要求。

检查方法：对现场取样，按《塑料管道系统 塑料部件尺寸的测定》GB/T 8806 的有关规定测定，测量值不应小于设计最小值。

检查数量：每个施工段不少于一组。

4 内衬管力学性能应符合设计文件以及本文件 4.8 的规定。

检查方法：对现场取样进行主要力学性能复检，检验项目应满足本文件 4.8 的要求。

检查数量：每个施工段不少于一组。

5 管道内不得有滴漏和线流现象。

检查方法：修复完成后采用 CCTV 闭路电视进行检查，修复后管径大于

800mm 时也可进入管道检查；

检查数量：全数检查。

II 一般项目

6 修复前，热塑成型内衬管表面应光洁、平整，无局部划伤、裂纹、磨损、孔洞、等影响管道结构、使用功能的损伤和缺陷。

检查方法：观察。

检查数量：全数检查。

7 修复完成后，内衬管应紧贴原有管道，内壁顺滑，无明显的环形褶皱。内表面不得有裂缝、孔洞、脱落、灼伤点和可见的渗漏现象；内衬管褶皱应满足设计要求，当设计无要求时，最大褶皱不应超过 6mm。

检查方法：采用 CCTV 检测或人工观察。

检查数量：全数检查。

8 修复后内衬管两端处理应符合设计文件的规定，且应密封良好。

检查方法：采用 CCTV 检测或人工观察。

检查数量：全数检查。

9 修复施工记录齐全、正确。

检查方法：对照设计文件和施工方案的规定进行检查，检查施工记录等。

检查数量：全数检查。

7.3.7 热塑成型法管道修复质量检验一般项目检查表

项目		要求	检查方法	检查数量
外观	内衬贴附情况	内衬管应紧贴原有管道，内壁顺滑，无明显的环形褶皱。	采用 CCTV 检测或人工观察。	全数检查
	内衬管表面	修复前，热塑成型内衬管表面应光洁、平整，无局部划伤、裂纹、磨损、孔洞等影响管道结构、使用功能的损伤和缺陷。	观察。	
		修复后，内表面不得有裂缝、孔洞、脱落、灼伤点和可见的渗漏现象； 内衬管褶皱应满足设计要求，当设计无要求时，最大褶皱不应超过 6mm。	采用 CCTV 检测或人工观察。	
端口		修复后内衬管两端处理应符合设计文件的规定，且应密封良好。	采用 CCTV 检测或人工观察。	全数检查
记录		记录齐全、正确。	对照设计文件和施工方案的规定进行检查。	全数检查

7.3.8 不锈钢快速锁法管道修复的质量检验应符合下列规定：

I 主控项目

1 不锈钢快速锁技术参数应符合本文件第 4.9.2 条的规定和设计要求，质量保证资料齐全。

检查方法：对照设计文件全数检查；检查质量保证资料、厂家产品使用说明等。

检查数量：全数检查。

2 管道内不得有滴漏和线流现象。

检查方法：修复完成后采用 CCTV 闭路电视进行检查，修复后管径大于 800mm 时也可进入管道检查；

检查数量：全数检查。

II 一般项目

3 原有缺陷完全被修复材料覆盖，已修复部位没有明显漏水、渗水。

检查方法：全数观察，CCTV 辅助检查；检查施工记录、CCTV 记录等。

检查数量：全数检查。

4 修复施工记录齐全、正确。

检查方法：对照设计文件和施工方案的规定进行检查，检查施工记录等。

检查数量：全数检查。

7.3.8 不锈钢快速锁法修复质量检验一般项目检查表

项目		要求	检查方法	检查数量
外观	修复位置	原有缺陷完全被修复材料覆盖。	观察或 CCTV 检测；检查施工记录、CCTV 记录等。	全数检查
	管道内	已修复部位没有明显漏水、渗水。		
记录		记录齐全、正确。	对照设计文件和施工方案的规定进行检查。	全数检查

7.3.9 点状原位固化法管道修复的质量检验应符合下列规定：

I 主控项目

1 浸渍树脂、软管织物等工程材料的性能、规格、尺寸应符合本文件第 4.10.1 条的相关规定和设计要求，质量保证资料齐全。

检查方法：对照设计文件按本文件第 4.10.1 条的规定，检查材料进场验

收记录，检查质量保证资料、厂家产品使用说明等。

检查数量：全数检查；

2 固化后内衬管的力学性能、壁厚应符合本文件 4.10.2 的有关规定和设计要求。其中壁厚允许偏差应符合：平均壁厚不得小于设计值，且任意点的厚度不应小于设计值。

检查方法：对照设计文件按本文件的有关规定进行检测；检查样品管或样品板试验报告、检测记录；现场用测厚仪、卡尺等量测内衬管管壁厚度。

检查数量：同一生产厂家、同一加工批次，同一管径的产品现场制作样品管不少于 1 组；

3 管道内不得有滴漏和线流现象。

检查方法：修复完成后采用 CCTV 闭路电视进行检查，修复后管径大于 800mm 时也可进入管道检查；

检查数量：全数检查。

II 一般项目

4 点状原位固化法修复管道内衬管与原管道紧密贴合，无明显突起、凹陷、错台、空鼓等现象。修复位置正确，内衬完整，表面光洁、平整，无局部划伤、裂纹、磨损、孔洞、起泡、干斑、冷斑、分层、杂质和软弱带等影响管道使用功能的缺陷。修复后管道线性和顺，折变或错台处过渡平顺，内衬与原有管道过渡平缓；环向断面圆弧饱满，且管道内不应有渗水现象。

检查方法：观察或 CCTV 检测；检查施工记录、CCTV 记录等。

检查数量：全数检查。

5 待修复缺陷部位应被完全覆盖，且延伸宽度应大于 200mm。

检查方法：观察或 CCTV 检测，对照设计文件和施工方案检查施工记录等。

检查数量：全数检查。

6 修复施工记录齐全、正确。

检查方法：对照设计文件和施工方案的规定进行检查，检查施工记录等。

检查数量：全数检查。

7.3.9 点状原位固化法管道修复质量检验一般项目检查表

项目		要求	检查方法	检查数量
外观	内衬贴附情况	内衬管与原管道紧密贴合，无明显突起、凹陷、错台、空鼓等现象。	观察或 CCTV 检测； 检查施工记录、CCTV 记录等。	全数检查
	内衬管表面	修复位置正确，内衬完整，表面光洁、平整，无局部划伤、裂纹、磨损、孔洞、起泡、干斑、冷斑、分层、杂质和软弱带等影响管道使用功能的缺陷。		
	管道线性	修复后管道线性和顺，折变或错台处过渡平顺，内衬与原有管道过渡平缓。		
	环向断面	环向断面圆弧饱满，且管道内不应有渗水现象。		
	修复位置	待修复缺陷部位应被完全覆盖，且延伸宽度应大于 200mm。	观察或 CCTV 检测， 对照设计文件和施工方案检查施工记录等。	全数检查
施工记录		修复施工记录齐全、正确。	对照设计文件和施工方案的规定进行检查。	全数检查

7.3.10 碎（裂）管法管道修复的质量检验应符合下列规定：

I 主控项目

1 管材的规格、尺寸应符合设计要求和现行国家有关产品标准规定，质量保证资料应齐全。

检查方法：检查质量保证资料、出厂检验报告。

检查数量：全数检查。

2 管材的主要技术指标经进场复检应符合设计要求和本文件 4.11 的规定。

检查方法：检查取样检测记录、进场复检报告。

检查数量：同一生产厂家、同一批次产品现场取样不少于 1 组；在施工现场管材、型材、主要材料有再形变过程或需分段连接的，同一生产厂家、同一批次产品、每一个加工批次均应按设计要求进行性能复测。

3 管道内不得有滴漏和线流现象。

检查方法：修复完成后采用 CCTV 闭路电视进行检查，修复后管径大于 800mm 时也可进入管道检查；

检查数量：全数检查。

II 一般项目

4 碎（裂）管法施工前，应检测管节及接口有无划痕、刻槽、破损等，管壁损失不得大于 10%，接口不得破碎。

检查方法：施工前管节及接口全数观察，施工后对牵拉端取样检测。

检查数量：全数检查。

5 更新管道内壁表面应光洁、平整，无局部划伤、裂纹、磨损、孔洞、变形、错台等影响管道结构、使用功能的损伤和缺陷。

检查方法：观察或 CCTV 检测；检查施工记录、电视检测（CCTV）记录等。

检查数量：全数检查。

6 新管道端口不得存在渗漏、土体松散现象。

检查方法：检查注浆记录及 CCTV 检测。

检查数量：全数检查。

7 修复施工记录齐全、正确。

检查方法：对照设计文件和施工方案的规定进行检查，检查施工记录等。

检查数量：全数检查。

7.3.10 碎（裂）管法管道修复质量检验一般项目检查表

项目		要求	检查方法	检查数量
外观	管节与接口	碎（裂）管法施工前，应检测管节及接口有无划痕、刻槽、破损等，管壁损失不得大于 10%，接口不得破碎。	施工前管节及接口全数观察，施工后对牵拉端取样检测。	全数检查
	内衬管表面	更新管道内壁表面应光洁、平整，无局部划伤、裂纹、磨损、孔洞、变形、错台等影响管道结构、使用功能的损伤和缺陷。	观察或 CCTV 检测；检查施工记录、电视检测（CCTV）记录等。	
新管道端口		新管道端口不得存在渗漏、土体松散现象。	检查注浆记录及 CCTV 检测。	全数检查
施工记录		修复施工记录齐全、正确。	对照设计文件和施工方案的规定进行检查。	全数检查

7.4 管道功能性试验

I 管道闭水试验

7.4.1 闭水试验法应按设计要求和试验方案进行。

7.4.2 试验管段应按井距分隔，抽样选取，带井试验。

7.4.3 管道闭水试验时，试验管段应符合下列规定：

- 1 内衬表面外观质量已验收合格；
- 2 全部预留孔应封堵，不得渗水；
- 3 管道两端堵板承载力经核算应大于水压力的合力，除预留进水管外，应封堵坚固，不得渗水。

7.4.4 管道闭水试验应符合下列规定：

- 1 试验段上游设计水头不超过管顶内壁时，试验水头应以试验段上游管顶内壁加 2m 计；
- 2 试验段上游设计水头超过管顶内壁时，试验水头应以试验段上游设计水头加 2m 计；
- 3 计算出的试验水头小于 10m，但已超过上游检查井井口时，试验水头应以上游检查井井口高度为准；

7.4.5 管道闭水试验时，应进行外观检查，不得有漏水现象，实测渗水量应小于或等于按下式计算的允许渗水量：

$$Q_e = 0.0046D_L \quad (7.4.5)$$

式中：

Q_e ——允许渗流量 $[m^3/(24h \cdot km)]$ ；

D_L ——试验管道内径(mm)。

II 管道的闭气试验

7.4.6 采用低压空气测试塑料内衬修复排水管道的严密性采用本办法。

7.4.7 闭气试验应包括试压和主压两个步骤。

7.4.8 试压应按下列步骤进行：

- 1 向内衬管内充气，直到管内压力达到 27.5kPa。关闭气阀，观察管内气压变化；
- 2 当压力下降至 24kPa 时，往管内补气，使得压力保持在 24kPa~27.5kPa 之间并且持续时间不小于 2min。

7.4.9 试压步骤结束后，应进入主压步骤。主压应按下列步骤进行：

- 1 缓慢增加压力直到 27.5kPa，关闭气阀停止供气；
- 2 观察管内压力变化，当压力下降至 24kPa 时，开始计时；

3 记录压力表中压力从 24kPa 下降至 17kPa 所用的时间。

7.4.10 通过比较实际时间与规定允许的时间判断实验是否合格，并满足下列要求：

- 1 如果实际时间大于规定的时间，则管道闭气试验合格，反之为不合格；
- 2 如果所用时间已经超过规定允许时间，而气压下降量为零或远小于 7kPa，则也应判定管道闭气试验合格。

7.4.11 测试允许最短时间应按下列公式计算：

$$T = 0.00102DK_t/V_e \quad (7.4.11-1)$$

$$K_t = 5.408 \times 10^{-5}DL \quad (7.4.11-2)$$

式中：

T ——压力下降 7kPa 允许最短时间 (s)，应按表 7.4.11 取值；

D ——管道平均内径 (mm)；

K_t ——系数，不应小于 1.0；

V_e ——渗漏速率，取 0.45694×10^{-3} ($\text{m}^3/\text{min}/\text{m}^2$ ，渗漏量/时间/管道内表面面积)；

L ——测试段长度 (m)。

表 7.4.11 气压下降 7kPa 所用时间允许的最小值

管道内径(mm)	最小时间(min:s)	最小时间管道长度(m)	测试管道长度(m)								
			30	50	70	100	120	150	170	200	300
100	3:43	185.0	3:43	3:43	3:43	3:43	3:43	3:43	3:43	4:01	6:02
200	7:26	92.0	7:26	7:26	7:26	8:03	9:40	12:4	13:41	16:06	24:09
300	11:10	62.0	11:10	11:10	12:41	18:07	21:44	27:10	30:47	36:13	54:20
400	14:53	46.0	14:53	16:06	22:32	32:12	38:38	48:18	54:44	64:23	96:35
500	18:36	37.0	18:36	25:09	35:13	50:18	60:22	75:27	85:31	100:36	150:54
600	22:19	31.0	22:19	36:13	50:42	72:26	86:56	108:39	123:9	144:53	217:19
700	26:3	26.4	29:35	49:18	69:1	98:36	118:19	147:54	167:37	197:12	295:47
800	29:46	23.0	38:38	64:23	90:9	128:47	154:32	193:10	218:55	257:33	386:20
900	33:29	20.5	48:54	81:30	114:05	162:59	195:35	244:29	277:05	325:58	488:57
1000	37:12	18.5	60:22	100:37	140:51	201:13	241:28	301:50	342:04	402:26	603:39

注：1 表中对于管道长度值可以采取插值法获取其他长度的最小允许时间；对于管道直径不可采取插值法。

2 表中包括规定的压力从 24kPa 下降到 17kPa 允许的最小时间，采用的允许渗漏速率为 $0.45694 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{min}/\text{m}^2$ （渗漏量/时间/管道内表面面积）。最大渗漏量不得超过 $635V_e$ 。

7.4.12 如果测试不合格，应检查渗漏点并进行修复。修复之后，再次进行闭

气试验，并应达到规定的要求。

7.4.13 对于长距离大直径的管道，宜采用压力下降 3.5kPa 的方法。气压下降 3.5kPa 所用时间允许的最小值应满足表 7.4.13 中的要求。

表 7.4.13 气压下降 3.5 kPa 所用时间允许的最小值

管道内径(mm)	最小时间(min:s)	最小时间管道长度(m)	测试管道长度(m)								
			30	50	70	100	120	150	170	200	300
100	1:52	92.5	1:52	1:52	1:52	1:515	1:52	1:52	1:52	2:01	3:01
200	3:43	46.0	3:43	3:43	3:43	4:015	4:50	6:20	6:51	8:03	12:05
300	5:35	31.0	5:35	5:35	6:21	6:035	10:52	13:35	15:24	18:07	27:10
400	7:27	23.0	7:27	8:03	11:16	16:06	19:19	24:09	27:22	32:12	48:18
500	9:18	18.5	9:18	12:35	17:37	25:09	30:11	37:44	42:46	50:18	75:27
600	11:10	15.5	11:10	18:07	25:21	36:13	43:28	54:20	66:35	72:27	108:40
700	13:15	13.2	14:43	24:39	34:31	49:18	59:10	73:57	83:49	98:36	147:54
800	14:53	11.5	19:19	32:12	45:45	64:235	77:16	96:35	109:28	128:47	193:10
900	16:45	10.3	24:27	40:45	57:03	81:295	97:48	122:15	138:33	162:59	244:29
1000	18:36	9.3	30:11	50:19	70:26	100:365	120:44	150:55	171:02	201:13	301:50

注：表中对于管道长度值可以采取插值法获取其他长度的最小允许时间；对于管道直径不可以采取插值法。

7.5 工程竣工验收

7.5.1 城镇排水管道非开挖修复工程质量验收应符合《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的有关规定。

7.5.2 城镇排水管道非开挖修复工程竣工验收应符合下列规定：

- 1 单位工程、分部工程、分项工程及其分项工程验收批的质量验收应全部合格；
- 2 工程质量控制资料应完整；
- 3 工程有关安全及使用功能的检测资料应完整；
- 4 外观质量验收应符合要求。

7.5.3 工程竣工验收的感观质量检查应包括下列内容：

- 1 管道位置、线形及渗漏水情况；
- 2 检查井管口处理及渗漏水情况；
- 3 合同、设计工程量的实际完成情况；
- 4 相关排水管道的接入、流出及临时排水工后处理等情况；

5 沿线地面、周边环境情况。

7.5.4 工程竣工验收的安全及使用功能检查应包括下列内容：

- 1 工程内容、要求与设计文件相符情况；
- 2 修复前、后的管道检测与评估情况；
- 3 管道功能性试验情况；
- 4 管道位置贯通测量情况；
- 5 管道环向变形率情况；
- 6 管道接口连接检测、修复有关施工检验记录等汇总情况；
- 7 涉及材料、结构等试件试验以及管材、型材试验的检验汇总情况；
- 8 涉及土体加固、原有管道预处理以及相关管道系统临时措施恢复等情况。

7.5.5 工程竣工验收的质量控制资料应包括下列内容：

- 1 建设基本程序办理资料或开工报告；
- 2 原有管道管竣工图纸等相关资料，工程沿线勘察资料；
- 3 修复前对原有管道的检测和评定报告及 CCTV 检测视频；
- 4 设计施工图及施工组织设计（施工方案）；
- 5 工程原材料、各类型材、管材等材料的质量合格证、性能检验报告、复试报告等质量保证资料；
- 6 所有施工过程的施工记录及施工检验记录；
- 7 所有分项工程验收批、分项工程、分部工程、单位工程的质量验收记录；
- 8 修复后管道的检测和评定报告及 CCTV 检测视频；
- 9 施工、监理、设计、检测等单位的工程竣工质量合格证明及总结报告；
- 10 管道功能性试验、管道位置贯通测量、管道环向变形率等涉及工程安全及使用功能的有关检测资料；
- 11 相关工程会议纪要、设计变更、业务洽商等记录；
- 12 质量事故、生产安全事故处理资料；
- 13 工程竣工图和竣工报告等。

8 系统后评估

8.1 修复后评估主要是在工程验收合格的前提下，经过一段运行时间之后，针对已完成修复的排水管网，评价其修复后的功能性和结构性的运行效能。

8.2 系统评估工作宜由第三方评估单位编制系统评估方案，且应对评估范围、评估周期、评估内容等进行具体说明。

8.3 评估范围应为修复改造工程所属的上下游一定范围内存在运行异常（水量过大、浓度低于污水处理厂平均水平）的污水管网系统、合流及截流管网系统，且应结合项目所属区域排水系统的实际情况以及系统评估要求予以确定。

8.4 系统评估周期宜分为短期评估和长期抽检。

8.5 短期评估应至少跨越一个完整雨季，且应在评估周期内完成所有评估内容。

8.6 长期抽检应在运营期间，由业主和评估单位共同拟定周期进行评估。

8.7 评估内容宜包含以下：

1 评估监测点的选取：所属排水系统内的管网中的关键节点。监测点的选取应具有代表性，宜根据项目和系统的实际情况通过在线和人工进行取样监测；

2 工程效果评定：通过对水头损失、入流入渗量及水质的监测，总体评价排水系统入渗水量及水质浓度变化情况，符合所属流域规划及相关规定要求则认定合格。

本指南用词说明

1 为便于在执行本导则条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《通用硅酸盐水泥》 GB 175
- 《塑料 拉伸性能的测定 第4部分：各向同性和正交各向异性纤维增强复合材料的试验条件》 GB 1040.4
- 《混凝土外加剂》 GB 8076
- 《高压水射流清洗作业安全规范》 GB 26148
- 《地下防水工程质量验收规范》 GB 50208
- 《给水排水管道工程施工及验收规范》 GB 50268
- 《给水排水管道结构工程设计规范》 GB 50332
- 《塑料 非泡沫塑料密度测定 第1部分：浸渍法、液体比重瓶法和滴定法》 GB/T 1033.1
- 《塑料 拉伸性能的测定 第2部分：模塑和挤塑塑料的实验条件》 GB/T 1040.2
- 《塑料 拉伸性能的测定 第3部分：薄膜和薄片的试验条件》 GB/T 1040.3
- 《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》 GB/T 1346
- 《纤维增强塑料弯曲性能试验方法》 GB/T 1449
- 《漆膜、腻子膜干燥时间测定法》 GB/T 1728
- 《树脂浇铸体性能试验方法》 GB/T 2567
- 《色漆和清漆 拉开法附着力试验》 GB/T 5210
- 《热塑性塑料管材 拉伸性能测定 第2部分》 GB/T 8804.2
- 《热塑性塑料管材 拉伸性能测定 第3部分》 GB/T 8804.3
- 《塑料管道系统 塑料部件尺寸的测定》 GB/T 8806
- 《色漆和清漆 抗流挂性评定》 GB/T 9264
- 《塑料 弯曲性能的测定》 GB/T 9341
- 《粘度测量方法》 GB/T 10247
- 《塑料 耐液体化学试剂性能的测定》 GB/T 11547
- 《混凝土和钢筋混凝土排水管》 GB/T 11836
- 《排水用聚乙烯（PE）管材》 GB/T 13663
- 《给水用聚乙烯（PE）管材》 GB/T 13663.2

《水泥胶砂强度检验方法》（ISO法）GB/T 17671

《埋地用聚乙烯（PE）结构壁管道系统 第二部分：聚乙烯缠绕结构壁管材》GB/T 19472.2

《地下无压排水管网非开挖修复用塑料管道系统 第 4 部分：原位固化内衬法》GB/T 41666.4

《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080

《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081

《城镇排水管道维护安全技术规程》CJJ 6

《城镇排水管渠与泵站运行、维护及安全技术规程》CJJ 68

《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ 181

《城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 210

《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70

《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120

《水性聚氨酯地坪》JC/T 2327

《给水排水管道原位固化法修复工程技术规程》T/CECS 559

《福建省城镇排水管渠安全运维与管理标准》DBJ/T 13-300

条文说明

1 总则

1.0.1 排水管道及其它市政管线被称为城市的“生命线”，然而随着城市建设的发展，我国排水管道即将面临老化严重、事故频发的问题。目前，国内用非开挖修复技术对排水管道进行修复的工程日趋增多，保证修复工程的质量对于排水管道的安全运行显得尤为重要。在采用非开挖技术对排水管道进行修复时，应以安全可靠为基础，确保工程质量和不影响环境。

1.0.2 本标准中的排水管道是指收集、输送污水或雨水的管道，包括内压不大于0.1MPa的压力输送污水或雨水的管道。对于内压超过0.1MPa的排水管道，应参照有关压力管道内衬修复规范进行设计和施工。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 本标准规定的非开挖修复方法分为整体修复、局部修复。整体修复工法包括翻转式原位固化法、紫外光原位固化法、水泥基材料喷筑法、高分子材料喷涂法、机械制螺旋缠绕法、垫衬法、短管内衬法、热塑成型法；局部修复工法包括不锈钢快速锁法和点状原位固化法；碎（裂）管法为管道更新方法。

2.1.2~2.1.22 术语在参照《非开挖修复用塑料管道 总则》GB / T 37862 和《城镇排水管道非开挖修复工程技术规程》CJJ/T 210 基础上，做了一定修改，术语英文采用《非开挖修复用塑料管道 总则》GB / T 37862 中的表述。

3 基本规定

3.0.1 非开挖技术可用于管道修复现有几乎所有管材类型的排水管道，但由于该类技术目前仍属于新技术，市场还没有普及，工程造价比传统方法稍高。所以，对于交通繁忙、环境敏感等不适合进行开挖修复地区应优先选用非开挖修复工程进行修复技术；在工程造价合理的条件下，对城镇排水管道修复也建议优先选用非开挖技术。

3.0.3 要求管道结构性修复后使用寿命不得低于 50 年是与工程结构可靠度统一标准一致；如果原有管道的剩余结构强度无法满足对半结构性修复内衬管在使用期限内进行有效的支撑，应按结构性修复设计内衬管。

3.0.5 非开挖修复工程中材料的性能是确保工程质量的重要因素，因此要求非开挖修复工程中所用材料必须具有相应的合格证书、性能检测报告及使用说明。

3.0.6 非开挖修复工程需在地面、检查井内进行操作，部分工艺尚需进入管道。《城镇排水管道维护安全技术规程》CJJ 6 中对地面作业，井下作业的通风、气体检测、照明通信等安全措施进行了详细规定，进行非开挖修复工程时应按照该规程制定安全防护措施，并在施工时严格遵守。

4 管道修复材料

4.2 原位固化法材料

原位固化法包含翻转式原位固化法和紫外光原位固化法，两种方法原材料、工艺原理类似，都属于原位固化法的范畴。新出版的《地下无压排水管网非开挖修复用塑料管道系统 第4部分：原位固化内衬法》GB/T 41666.4中按照施工阶段和施工阶段对原位固化法的材料性能进行了规定，并没有区分翻转式原位固化法和紫外光固化法进行单独介绍。因此，本导则编制过程中借鉴该标准的经验，对两种工法的材料性能进行统一规定。

紫外光原位固化法软管一般采用玻璃纤维制成，其性能指标需满足玻璃纤维增强内衬管的要求。翻转式原位固化法的软管一般为普通毡制成，其性能应满足普通毡内衬管的要求。

4.5 机械制螺旋缠绕法材料

4.5.1 型材外观可参考图 4.5.1~4.5.3。

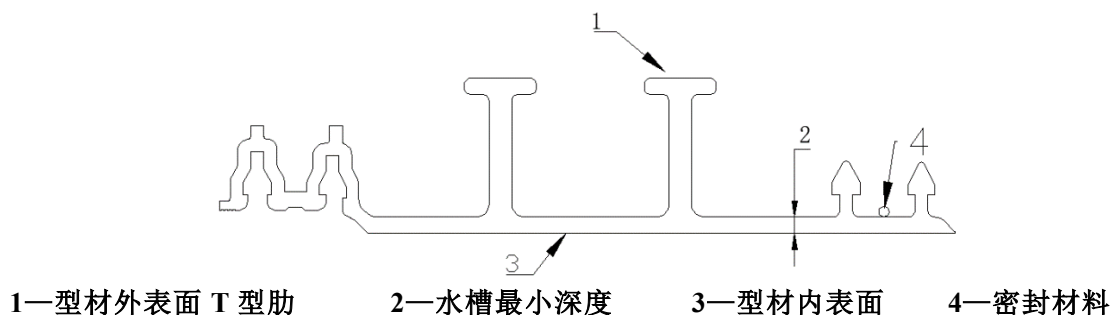


图 4.5.1 型材外观示意图

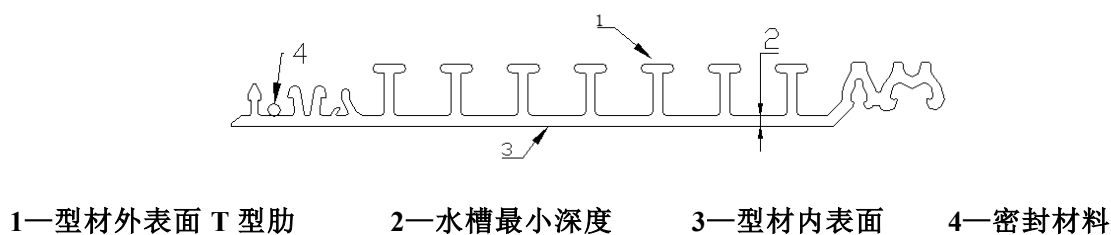
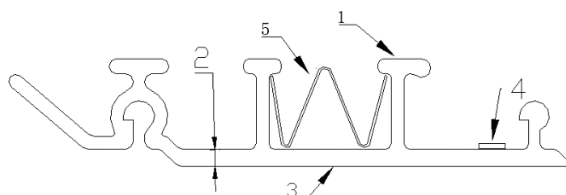


图 4.5.2 型材外观示意图



1—型材外表面 T 型肋 2—水槽最小深度 3—型材内表面 4—密封材料 5—钢带

图 4.5.3 型材外观示意图

4.6 垫衬法材料

4.6.1 塑料衬垫结构结合了热塑性塑料的优点（柔韧性、延展性、耐腐蚀）和混凝土的特点（强度高、钢性好）。塑料衬垫为混凝土结构的长期保护提供了一个高质量的解决方案。而且它满足了耐酸结构的最高要求。塑料衬垫防止混凝土的劣化从而延长建筑的使用寿命。除此之外还能防止泄露和渗透，直接保护了环境。特殊的锚固系统使其同样适用于存在被压区域的建筑。灌浆料主要由水泥、专用外加剂，并辅以多钟矿物改性组分和高分子聚合物材料配合组成。具有低水胶比、高流动性、零泌水、微膨胀、耐久性好的特点，施工时，直接加水搅拌使用。

4.10 点状原位固化法材料

4.10.1 点状原位固化法目前有三种工艺，分别为常温固化局部修复，光固化局部修复，加热固化（热水固化，电热片加热固化）局部修复。目前国内采用常温固化 95%以上，加热固化国内目前无应用。常温固化采用的树脂为双组份，A 为聚氨酯，B 为无机硅酸盐，国外习惯统称硅酸盐树脂，表 4.10.1 中列出硅酸盐树脂性能指标要求。

4.11 碎（裂）管法材料

4.11.2 聚乙烯管道是碎裂管法采用的管材之一，按照《塑料管道系统 用外推法确定塑性塑料材料以管材形式的长期静液压强度》GB/T 18252 中确定的 20℃、50 年、预测概率 97.5%相应的静液压强度，常用聚乙烯可分为 PE63、PE80、PE100。其中，中密度 PE80、高密度 PE80 和高密度 PE100 从材料性能上能满足管道内衬的要求。

由于非开挖修复工程所用 PE 管材一般并不是标准尺寸管，故需要单独进行设计。因此，PE 管材规格尺寸应满足设计要求，尺寸公差允许范围可参照《给水用聚乙烯（PE）管道系统 第 2 部分：管材》GB/T 13663.2 的相关规定。

表 4.11.2 是对非开挖修复工程所用内衬 PE 管材的力学性能的规定。参照《采用聚乙烯内衬修复管道施工技术规范》SY/T 4110 规定了 MDPE 80、HDPE 80、HDPE 100 的屈服强度、弯曲模量的数值。考虑管材拖拉划伤，表中耐慢速裂纹增长（管材切口试验）（SDR11， $e_n \geq 5\text{mm}$ ）指标选用《燃气用埋地聚乙烯(PE)管道系统第 1 部分：管材》GB/T 15558.1 附录 D 指标。

5 管道修复设计

5.1 一般规定

5.1.1 原有管道的基本概况包括管道用途、直径、材质、埋深；工程地质和水文地质条件包括管道所处地基情况、覆土类型及其重度、地下水位等；现场环境主要包括：原有管道区域内交通情况以及既有管线、构（建）筑物与原有管道的相互位置关系及其他属性。

5.1.2~5.1.3 《城镇排水管道检测与评估技术规程》中对管道缺陷的名称、代码、等级划分以及结构性状况评估做了详细规定，其以管道缺陷参数 F 来决定管段结构性缺陷等级，以缺陷密度 SM 来决定管段结构性缺陷类型。本条根据该规程中的管段结构性缺陷参数等级来区分结构性修复和半结构性修复，以管段结构性缺陷密度来区分局部修复和整体修复。

5.1.4 本条规定了修复更新工程的设计原则，原有管道地基不满足要求主要是指管道地基失稳或发生不均匀沉降的情况。

5.3 内衬管设计

5.3.1 本条参照 CJJ/T 210、ASTM F 1216、F 585-94、F 1947 进行规定。非开挖修复更新工程内衬管与新建埋地管道的受力区别是很大的，修复后的埋地管道所受荷载主要由原有管土系统进行支撑，内衬管随后的变形可以认为非常微小，如果在长期、足够的压力作用下，内衬管道可能会发生变形，继而发生严重的屈曲失效。因此，非开挖修复更新工程柔性内衬管的设计采用屈曲破坏准则，半结构性内衬管的设计以 Timoshenko 等人的屈曲理论为基础；考虑到长期蠕变效应，Timoshenko 屈曲方程中的弹性模量被改为长期弹性模量。另外还考虑了安全系数和椭圆度的影响。

内衬管长期力学性能的取值，ASTM 标准中规定咨询管材生产商，通过给定管道寿命周期内的荷载情况下实验确定。德国标准中则是通过对样品内衬管的顶压试验，在一定形变的情况下保持 10000 小时的试验，最后确定其长期性能。工程实际中长期性能一般取短期性能的一半。

5.3.2 本条根据参照 CJJ/T 210、ASTM F1216 和 ASTM F1743 的规定，采用修正的 AWWA C950 设计方程作为重力流管道结构性修复的设计方程。

活荷载按照《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332 中的规定进行选取。 E_s' 国外称为“modulus of soil reaction”，是修正后的 Iowa 方程中的参数，该参数是一个经验参数，仅能在已知其他参数的情况下通过 Iowa 方程反算求出。很多学者对 E' 的取值进行了研究；McGrath 建议用侧限压缩模量 M_s 替代 E_s' 。ASTM F1216 中建议 E_s' 参照 ASTM D3839 中的规定，而 ASTM D3839 中采用了 McGrath 的研究成果；澳大利亚标准中区分了回填土、管侧原状土的 E_s' 模量，分别称为 E_e' ， E_n' ，埋地柔性管道设计中需综合考虑回填土和管侧原状土的 E_s' 。国标 GB 50332 及其相关埋地塑料管道标准中 E' 值称为管侧回填土的综合变形模量，以 E_d 表示，其与澳大利亚标准规定的相同。本导则中 E_s' 参考国标 GB 50332 中的规定进行选取。

5.3.3 碎（裂）管应按新管道的要求进行设计，主要根据美国非开挖研究中心（TTC）制定的《Guidelines for Pipe Bursting》中的规定。

5.3.4 该条参照参照 CJJ/T 210、ASTM F1741 中机械制螺旋缠绕法的设计规定。由于螺旋缠绕内衬管由带有肋的带状型材缠绕形成。因此其缠绕管不能用管道壁厚 t 进行设计，所以应对内衬管的刚度系数进行设计规定。螺旋缠绕法带状型材相应参数如图 5.3.4 所示。

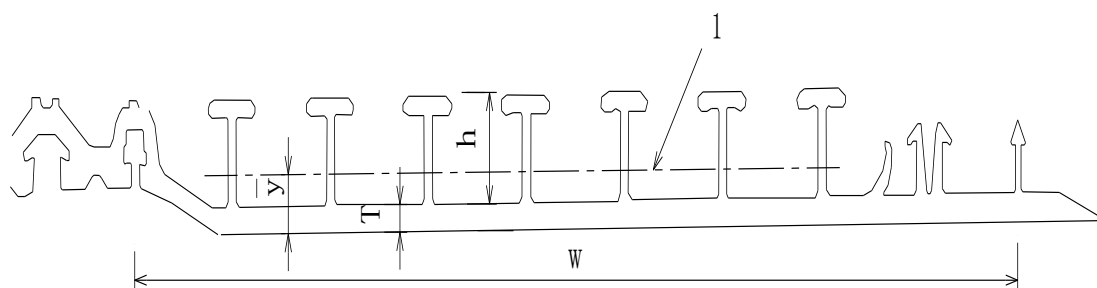


图 5.3.4 螺旋缠绕带状型材示意图

1—中性轴

由于 I 和 D 的值都取决于所采用的带状型材，因此在设计的过程中可以采用反复尝试的方法来选择满足要求的带状型材。由于原有管道平均内径 D_E 与内衬管的平均直径 D 非常接近，因此可以取 D_E 的值进行首次尝试计算。

灌浆系数 K_1 的选取，ASTM 标准中只给出了计算公式，但没有给出具体值，ASTM F1689 中规定当 ϕ 为 9° 时 K_1 的取值为 25，但将其反代入进行验

算，误差为 2.0607。

5.4 排水流量复核算

5.4.1~2 该条规定了管道过流量的计算公式，管道内衬修复后，过流断面会有不同程度的减小。但是内衬管的粗糙系数较原有管道小，因此管道经内衬修复后的过流量一般可以满足原有管道的设计流量要求，或者大于原有管道的设计流量。

6 管道修复施工

6.2 管道预处理

6.2.1 管道清洗技术主要包括绞车清淤法、水冲刷清淤法、高压水射流清洗等。其中高压水射流清洗目前是国际上工业及民用管道清洗的主导方法，使用比例约占 80%~90%，国内该项技术也有较多应用。

高压水射流清洗是使用高压泵打出高压水，并经过一定管路到达喷嘴，再把高压低流速的水转换为高压高流速的射流，然后射流以其很高的冲击动能，连续不断地作用在被清洗表面，从而使垢物脱落，最终实现清洗目的（图 6.2.1）。



图 6.2.1 喷射铣头工作示意图

高压水射流清洗水性、油性、黏着性附着垢压力一般为 20MPa~30MPa，对硬质垢一般为 30MPa~70MPa。高压水射流清洗过程中与管道的损坏相关的因素除喷嘴处水压力之外还有水量、喷头和管壁之间的距离、喷头的数量、大小、喷出角度。这些参数的选择应根据清洗任务、管材、管道壁厚以及管道断面的结构条件来选取。喷射角度一般为 $15^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 。研究表明喷嘴处以 12MPa 的压力 300L/min 的流量清洗石棉水泥管、混凝土管、PVC 管和 HDPE 管时，不会损坏管道。

对于原 CCTV 检测报告显示腐蚀较严重的管段，应在靠近井口处采取较低的水流压力试喷，确定适合的压力后，再对整个管段进行清洗。对于原管道已经发生的塌陷或空洞处，严禁用高压水流冲洗暴露的土体，防止出现水土流失导致坍塌。

6.3 翻转式原位固化法

6.3.1 翻转式原位固化法一般通过水压或气压的方法进行，图 6.3.1 为水压翻转示意图。翻转压力应足够大以使浸渍软管能翻转到管道的另一端，翻转过程中软管与原有管道管壁紧贴在一起。翻转压力不得超过软管的最大允许张力，其合理值应咨询管材生产商。《城镇燃气管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 147 根据施工经验规定翻转速度宜控制在 2m/min~3m/min，翻转压力应控制在 0.1MPa 下。翻转过程中使用的润滑剂应不会滋生细菌，不影响液体的流动。翻转完成后两端宜预留 0.5m 左右的长度以方便后续的固化操作，特殊情况下内衬管的预留长度可以适当减小。当用压缩空气进行翻转时，应防止高压空气对施工人员造成伤害。

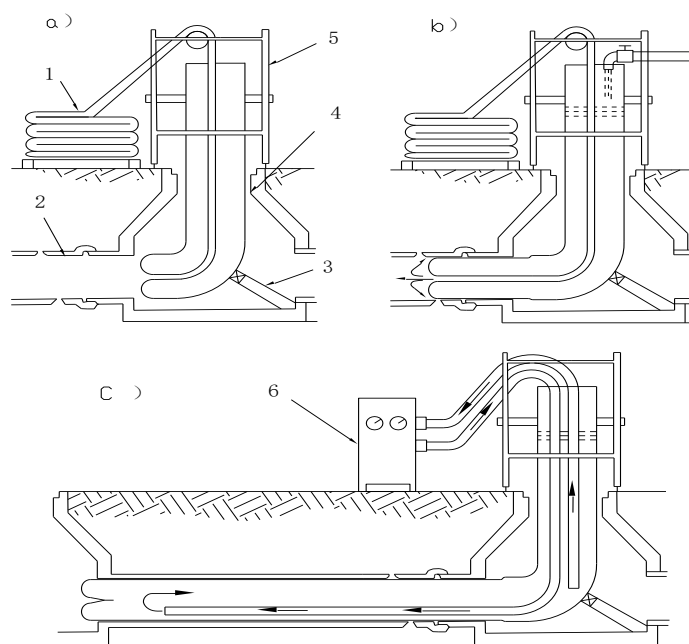


图 6.3.1 翻转原位固化法示意图

1—浸渍树脂的软管；2—原有管道；3—翻转弯头；4—检查井；5—支架；6—锅炉和泵

6.3.2 翻转固化工艺一般采用热水或热蒸汽进行软管固化。固化过程中应对温度、压力进行实时监测。热水宜从标高低的端口通入，以排除管道里面的空气；蒸汽宜从标高高的端口通入，以便在标高低的端口处处理冷凝水。树脂固化分为初始固化和后续硬化两个阶段。当软管内水或蒸汽的温度升高时，树脂开始固化，当暴露在外面的内衬管变的坚硬，且起、终点的温度感应器显示温度在同一量级时，初始固化终止。之后均匀升高内衬管内水或蒸汽的

温度直到后续硬化温度，并保持该温度一定时间。其固化温度和时间应咨询软管生产商。树脂固化时间取决于：工作段的长度、管道直径、地下情况、使用的蒸汽锅炉功率以及空气压缩机的气量等。

6.3.3 固化完成后应先将内衬管内的温度自然冷却到一定的温度下，热水固化应为 38°C ，蒸汽固化应为 45°C ；然后再通过向内衬管内注入常温水，同时排出内衬管内的热水或蒸汽，该过程中应避免形成真空造成内衬管失稳。

6.4 紫外光原位固化法

6.4.1 铺设垫膜的目的是减少软管拉入过程中的摩擦力和避免对软管的划伤，按照 ASTM F2019 中的规定，垫膜应铺设于原有管道底部，覆盖面积应大于原有管道 $1/3$ 的周长。

6.4.4 紫外光固化工艺示意图如图 6.4.4 所示，由于该工艺采用的树脂体系是光固化树脂体系，紫外光的吸收率决定着树脂固化效果，内衬管管径越大、壁厚越厚越不利于树脂的固化，因此应严格根据湿软管内衬制造商所给出的湿软管管径和壁厚，合理按照操作系统手册中的规则标准参数控制紫外光灯的相关工艺参数；通过合理控制紫外光灯前进速度使树脂充分固化。

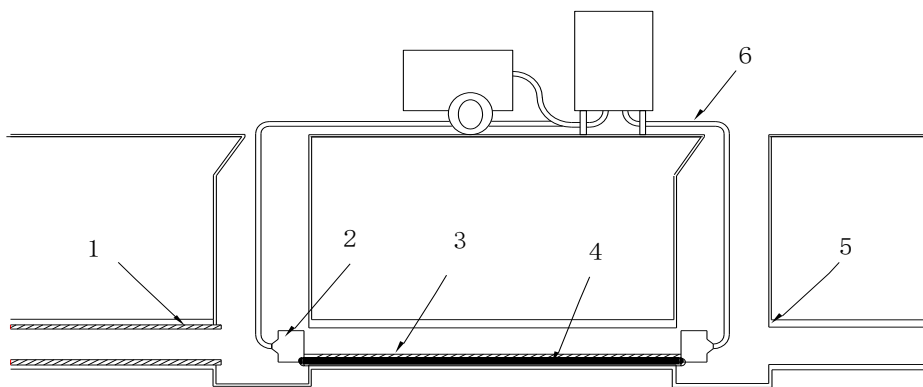


图 6.4.4 软管拉入示意图

1—固化后内衬管；2—端口固定装置；3—拉入后的软管；4—垫膜；5—原有管道；6—压缩空气

6.6 高分子材料喷涂法

6.6.1 喷涂法修复通常是通过在管道内壁喷涂聚合物来实现。目前采用的聚合物主要为聚氨酯、聚脲和环氧树脂，聚合物在喷涂之前一般为两个组分（A 组分和 B 组分，或主料和催化剂）。聚合物喷涂在管道内壁上发生化学反应，

迅速固化，从而在管道内壁形成一定厚度的聚合物内衬。不同的聚合物材料的强度有很大的差异，同时不同种类的聚合物能够形成的厚度也有很大差别。聚合物一般为高分子材料，与一般管道材料（混凝土，金属）相比，其抗腐蚀能力卓越，所以喷涂修复一般可以大大增强管道的抗腐蚀能力；强度高，可以喷涂一定厚度的喷涂材料，也可以实现结构性修复。机器喷涂聚合物修复技术示意图如图 6.6.1-1，人工喷涂聚合物修复技术示意图如图 6.6.1-2。

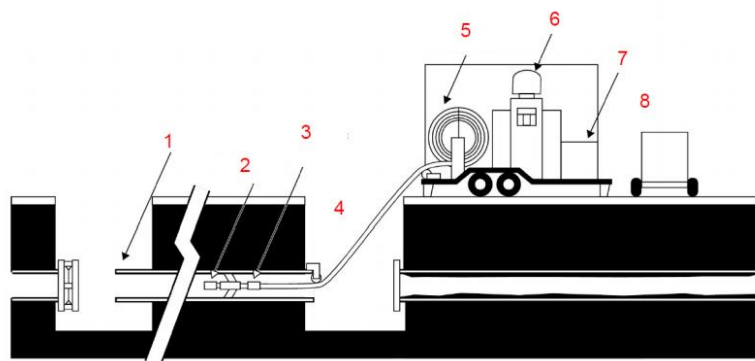


图 6.6.1-1 机器喷涂聚合物修复技术示意图

1—待修复管道；2—内衬喷头；3—静态混合器；4—空气软管；5—绞车；
6—定量泵；7—储存室；8—空压机和发电机

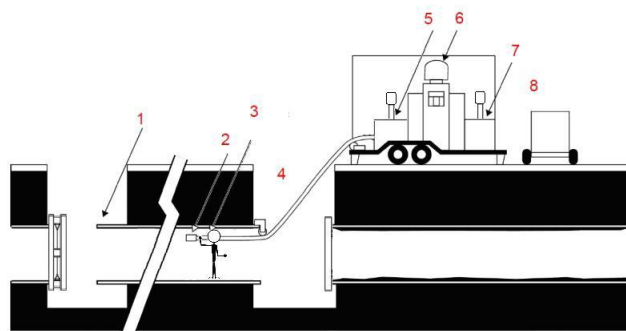


图 6.6.1-2 人工喷涂聚合物修复技术示意图

1—待修复管道；2—喷枪；3—喷涂人员；4—材料输送管道；5—A组分料；
6—喷涂设备；7—B组分料；8—空压机，发电机

6.7 机械制螺旋缠绕法

6.7.1~6.7.3 扩张法、固定直径法、机头行走法各工艺原理示意图如图 6.7.1~图 6.7.3。

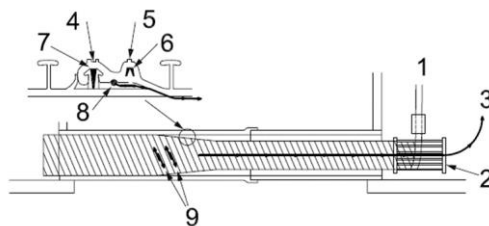


图 6.7.1 扩张法工艺原理示意图

1—带状型材；2—缠绕机；3—拉线；4—主锁扣；5—副锁扣；6—弹性胶粘剂；
7—润滑密封胶；8—钢线；9—型材滑动扩张

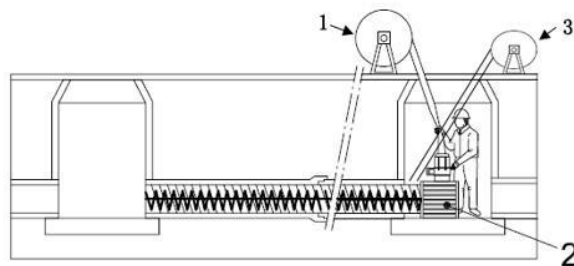


图 6.7.2 钢塑加强法工艺原理示意图

1—带状型材；2—缠绕机；3—钢带

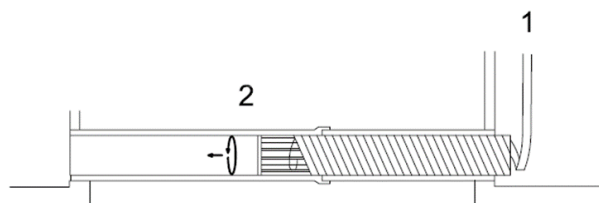


图 6.7.3 机头行走法工艺原理示意图

1—带状型材；2—缠绕机

6.8 垫衬法

6.8.1 垫衬法是通过检查井将带有锚固键的塑料衬垫作为内衬管，通过牵引机置入原有管道内，在内衬管与原有管道间环形空隙进行注浆锚固，使原有管道重生的修复方法。

内衬管在其背面增加锚固键是很必要的，它作为与旧管的支撑，与旧管壁构成的环状空间用灌浆材料填充。浆料固化后，内衬管与管道内壁结合在一起，形成新的管道结构，起到防渗、防腐蚀、加固的作用。

6.8.4 灌浆前，管道内壁应保持湿润状态，便于灌浆料的流动。灌浆平台控制高度根据管道长度确定，长度在 50m 以内的管道，灌浆平台高度为 5m，超过 50m 以上的管道，平台高度相对应提高（管道增加 10m，灌浆平台相应

增加 1m)，然后制备浆料，从灌浆孔中注入浆料，使浆料填充衬垫与混凝土管道之间的间隙，从而使衬垫与管道形成一个整体，灌浆结束后，进行闭浆，闭浆管高度比上游管道口顶部高出 1.5m，待闭浆管出浆即可。

灌浆采用水平衡原理，利用灌浆料的自重推动浆料流动并充满管道。制浆机容量不小于 200L，转速 1440r/min，搅拌时间：5min~6min。

6.8.5 灌浆完成后，一段时间后方可将气囊膜拆除，其与大气的温度、湿度等因素有关。一般情况下，夏季至少为 24h，冬季至少为 48h。拆除气囊膜后，应进行端部处理，灌浆管、排气管等管件端部切口应平整，并与法兰齐平。衬垫端部切口应用快速密封胶（或树脂混合物）封闭衬垫与老管内壁的间隙。

6.10 热塑成型法

6.10.1 衬管预加热时间与衬管的长度、管径和预热方式相关，一般为 1h~3h，当衬管触摸柔软后即可准备拖入待修管道，采用内加热方式，衬管的加热时间较短。

6.10.4 衬管复原过程是在衬管软化状态完成的，其首先将恢复到生产时变形前的圆形，然后在水蒸汽的压力下继续膨胀，直至紧贴于待修管道的内壁，因此，衬管复原时衬管内温度控制及加压时间控制是比较重要的。衬管复原时软化温度一般不超过 95℃，复原时压力与管道的长度和管道的直径有关，一般不超过 0.15MPa。

6.13 碎（裂）管法

6.13.1 考虑到工作坑的开挖对周围建筑物安全、人们正常生活的影响以及非开挖修复更新工程设计对工作坑位置的特殊要求制定本条，工作坑的尺寸应满足设计要求。

6.13.3 静拉碎（裂）管施工示意图如图 6.13.3-1 所示，施工过程中应根据管材材质选择不同的碎（裂）管设备。图 6.13.3-2 为一种适用于延性破坏的管道或钢筋加强的混凝土管道的碎（裂）管工具，由一个裂管刀具和胀管头组成，该类管道具有较高的抗拉强度或中等伸长率，很难破碎成碎片，得不到新管道所需的空間，因此需用裂管刀具沿轴向切开原有管道，然后用胀管头

撑开原有管道形成新管道进入的空间。原有管道切开后一般向上张开，包裹在新管道外对新管道起到保护作用，因此根据《城镇燃气管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 147 对切刀的位置进行了规定。

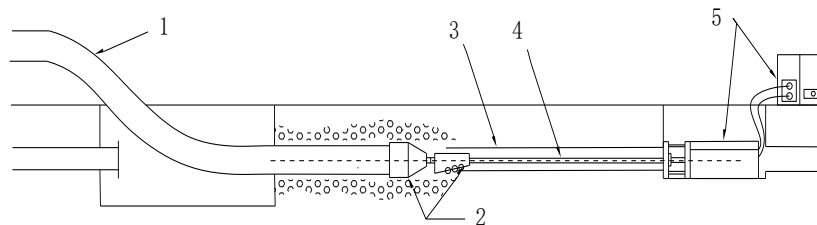


图 6.13.3-1 静拉碎（裂）管法示意图

1—内衬管；2—静压碎（裂）管工具；3—原有管道；4—拉杆；5—液压碎（裂）管设备

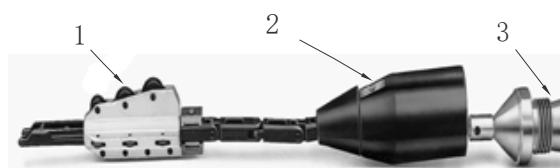


图 6.13.3-2 静拉碎（裂）管工具

1—裂管刀具；2—胀管头；3—管道连接装置

6.13.4 气动碎管法中，碎管工具是一个锥形胀管头，并由压缩空气驱动在 180~580 次/min 的频率下工作，图 6.13.4 为气动碎管法示意图。气动锤对碎管工具的每一次敲击都将对管道产生一些小的破碎，因此持续的冲击将破碎整个原有管道。气动碎管法一般适用于脆性管道，如混凝土管道和铸铁管道。

气动碎管法施工过程中由于气动锤的敲击，对周围地面造成震动，为了防止对周围管道或建筑造成影响，按照 TTC 制定的《Guidelines for Pipe Bursting》中的规定对碎裂管设备与周围管道和设施的安全距离做了规定，超过该距离应采取相应的措施，如开挖待修复管道与原有管道之间的土层，卸除对周围管道的应力。

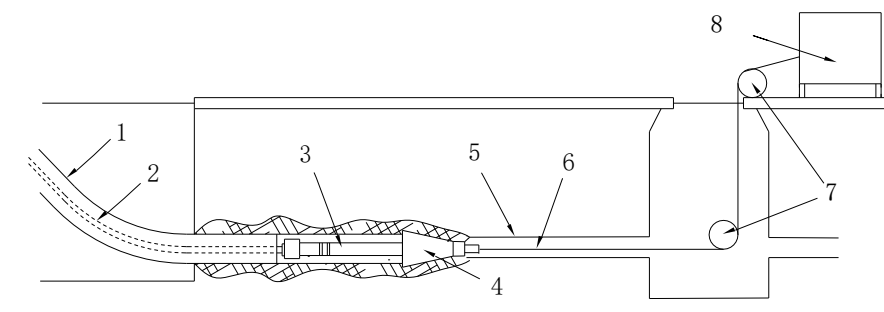


图 6.13.4 气动碎管示意图

1—内衬管；2—供气管；3—气动锤；4—膨胀头；5—原有管道；
6—钢丝绳；7—滑轮；8—液压牵引设备

6.13.5 管道拉入过程中润滑的目的是为了降低新管道与土层之间的摩擦力。应参考地层条件和原有管道周围的环境，来确定润滑泥浆的混合成分、掺加比例以及混合步骤。一般地，膨润土润滑剂用于粗粒土层（砂层和砾石层），膨润土和聚合物的混合润滑剂可用于细粒土层和黏土层。

拉入过程中应时刻监测拉力的变化情况，为了保障施工过程中的安全，当拉力突然陡增时，应立即停止施工，查明原因后方可继续施工。

根据美国非开挖研究中心（TTC）制定的《Guidelines for Pipe Bursting》中的规定，新管道拉入后的冷却收缩和应力恢复的时间应为 4h。

6.13.6 新管道应力恢复完后，在进管工作坑（检查井）及出管工作坑（检查井）中应对新管道周围土体进行注浆加固处理确保新管道周围不发生渗漏且土体稳固，处理长度不应小于 2m。

7 质量检验与工程验收

7.4 管道功能性试验

7.4.7 关于闭气试验，《给排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 中对钢筋混凝土的管的闭气试验进行了规定，考虑本导则中包括 CIPP 等工艺的城镇排水管道整体非开挖修复技术对修复后管道严密性有保障，参考 CJJ/T 210，以及美国标准《Standard Test Method for Installation Acceptance of Plastic Gravity Sewer Lines Using Low-Pressure Air》ASTM F1417 对非开挖修复工程的内衬管闭气试验进行了规定。