

ICS

P

团体标准

T/JSTJXH X-2025

城镇排水管道工程非开挖修复 技术规程

Technical codes for trenchless rehabilitation of urban
drainage pipeline

2025-X-XX 发布

2025-X-XX 实施

江苏省土木建筑学会 发布

江苏省土木建筑学会标准

城镇排水管道工程非开挖修复技术规程

**Technical codes for trenchless rehabilitation of urban drainage
pipeline**

T/JSTJXH X-2025

批准机构：江苏省土木建筑学会

施行日期：2025年X月X日

中国建筑工业出版社

2025年 月 日

前 言

根据国家标准化管理委员会、民政部制定的《团体标准管理规定》（国标委联〔2019〕1号）和江苏省土木建筑学会相关要求，为更好地推动排水管道非开挖修复工程的高效实施，并确保在设计、施工、质量验收和工程管理等各个环节中的规范化和标准化，编制组在总结近年来排水管道非开挖修复工程施工经验和相关科研成果的基础上，通过广泛的调查研究和专题论证，制定本规程。

本规程共分8章，主要包括：1.总则；2.术语和符号；3.基本规定；4.材料；5.设计；6.施工；7.质量验收；8.安全与环境保护。以及附录A、B。

本规程由江苏省土木建筑学会负责管理，无锡市照明和排水管理中心解释。各单位在执行过程中如有修改意见或建议，请反馈至无锡市照明和排水管理中心（地址：无锡市梁溪区后西溪25号，邮政编码：214000，联系电话：13813891721）。

本规程主编单位：无锡市照明和排水管理中心

无锡市公用水务投资有限公司

本规程参编单位：东南大学

无锡市市政工程质量监督管理中心

无锡市水务集团有限公司

华昕设计集团有限公司

无锡市城乡给排水工程设计院有限责任公司

无锡市政建设集团有限公司

上海誉帆环境科技股份有限公司

莱茵技术（上海）有限公司

江苏维宏环保科技有限公司

扬州三恒建设工程有限公司

本规程主要起草人：陈大庆，吴银根，李美，何人杰，章研，谈超群，瞿科强，惠炜，张跃华，陈向阳，华敏伟，胡金财，惠世春，孙伟，吴志明，王翠翠，夏家南，徐晓佳，吕付，张正豪，刘刚，余步存，漆磊廷，杨贺，葛一新，张智军，张松，杨海波，顾勇军，郭行健，张杰，包云凡，徐吉明，陈炜，邹琳，金俊杰，谢杰，周祥，朱炜，张琳，蒋欢，章志远，叶穆祥，沈刚，黄彦翔，陈涛，周飞，李亚俊，周健、吴向荣、李渊、吴峰、赵晓韡、沈畅、张臻、杜波、李雷、任晨、涂玲玲，陈冲，顾佳云。

本规程主要审查人：

目 次

1 总则.....	1
2 术语和符号.....	2
3 基本规定.....	6
4 材料.....	7
4.1 一般规定.....	7
4.2 原位固化法.....	7
4.3 螺旋缠绕内衬法.....	11
4.4 裂管法.....	14
4.5 点状原位固化法.....	15
4.6 不锈钢双胀环法.....	16
4.7 不锈钢快速锁法.....	18
4.8 喷涂（筑）法.....	19
5 设计.....	21
5.1 一般规定.....	21
5.2 内衬管设计.....	25
5.3 检查井修复设计.....	29
5.4 水力设计.....	30
6 施工.....	32
6.1 一般规定.....	32
6.2 原位固化法.....	33
6.3 螺旋缠绕内衬法.....	36
6.4 裂管法.....	37
6.5 点状原位固化法.....	38
6.6 不锈钢双胀环法.....	39
6.7 不锈钢快速锁法.....	40
6.8 喷涂（筑）法.....	41
7 质量验收.....	43
7.1 一般规定.....	43
7.2 原位固化法.....	44
7.3 螺旋缠绕内衬法.....	45

7.4 裂管法	46
7.5 点状原位固化法	46
7.6 不锈钢双胀环法	48
7.7 不锈钢快速锁法	49
7.8 喷涂（筑）法	49
7.9 功能性检验	51
7.10 工程竣工验收	52
8 安全与环境保护	54
附录 A 排水管道非开挖修复工程分项、分部、单位工程划分	58
附录 B 分项、分部、单位工程质量验收记录	59
本规程用词说明	60
引用标准名录	61
条文说明	63

1 总则

1.0.1 为提升排水管道质量，促进城镇排水系统提质增效，保障排水系统安全运行，恢复管道正常功能，延长管道使用寿命，规范城镇排水管道更新修复工程，制定本规范。

1.0.2 本文件适用于城镇排水管道非开挖修复工程的设计、施工及验收。

1.0.3 管道非开挖修复工程除应执行本标准的规定外，尚应符合国家、行业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 trenchless rehabilitation

采用不开挖或局部开挖方式恢复或提升原有排水管道系统性能的更新、维修和更换的技术和方法。

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、动荷载和内部水压，新形成的内衬管仅承受外部静水压力、真空压力或局部孔洞压力的修复方法。

2.1.3 结构性修复 structural rehabilitation

内衬管独立承受原有管道内、外全部压力的修复方法。

2.1.4 整体修复 comprehensive rehabilitation

对两个（或多个）检查井之间的排水管道进行整段修复。

2.1.5 局部修复 localized rehabilitation

对排水管道局部的破裂、变形、渗漏、错口、脱节等缺陷进行维修方法。

2.1.6 检查井非开挖修复 manhole trenchless rehabilitation

采用不开挖或微开挖方式恢复或升级原有检查井系统性能的更新、维修和更换技术与方法。

2.1.7 翻转式原位固化法 hot water cured-in-place pipe

采用翻转方式将浸渍热固性树脂的软管置入原有管道内并与原管紧密贴合后，通过加热固化形成内衬管的修复方法。

2.1.8 紫外光原位固化法 ultraviolet cured-in-place pipe

采用牵拉方式将浸渍光固性树脂软管置入原有管道内并与原管紧密贴合后，通过紫外光照射固化形成内衬管的修复方法。

2.1.9 螺旋缠绕内衬法 lining with spirally-wound pipes

将带状型材置入原有管道，通过螺旋缠绕方式形成连续内衬，并对内衬与原管之间的空隙进行填充的修复方法。

2.1.10 裂管法 pipe bursting

应用机械力（静拉力或气动锤的冲击力）从内部纵向割裂或脆性破碎原有管道，将原有管道碎片挤入周围土体形成管孔，并同步拉入等径或更大直径新管道的原位更新修复方法。

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

将树脂浸渍后的织物缠绕在修复气囊上，置入待修复管道位置处，修复气囊充气膨胀后使织物与原有管道内壁紧密贴和，保持压力，待树脂固化后形成局部内衬的修复方法。

2.1.12 不锈钢双胀环法 stainless steel double expansion ring method

以环状橡胶止水密封带与不锈钢套环为主要修复材料，在管道接口或局部损坏部位安装橡胶圈双胀环，橡胶带就位后用 2~3 道不锈钢胀环固定，达到止水目的的管道局部修复方法。

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

以不锈钢套筒、橡胶套和锁紧机构为主要修复材料，在管道接口或缺陷部位将不锈钢套筒通过修复气囊或人工方式扩张后，再将橡胶套用锁紧机构固定的管道局部修复方法。

2.1.14 喷涂（筑）法 Lining with spraying method

通过将聚合物基材料或水泥基材料等均匀覆盖在待修复表面。

2.2 符号

2.2.1 材料性能

E_L ——内衬管的长期弹性模量

μ ——泊松比

σ_L ——内衬管长期弯曲强度

E'_S ——管侧土综合变形模量

E ——内衬管初始弹性模量

I ——内衬管单位长度管壁惯性矩

E ——初始弹性模量

σ ——管材的屈服拉伸强度或抗压强度

ρ ——喷涂材料密度

2.2.2 作用力与作用效应

P ——内衬管管顶地下水压力

q_t ——管道总的外部压力

W_S ——活荷载

2.2.3 几何参数

t ——内衬管的壁厚

D_0 ——内衬管管道外径
 q ——原有管道的椭圆度
 D_E ——原有管道的平均内径
 D_{min} ——原有管道的最小内径
 D_{max} ——原有管道的最大内径
 SDR ——内衬管的标准尺寸比
 H_W ——管顶以上地下水位高
 γ ——土的重度
 H ——管道敷设深度
 H_S ——管顶覆土厚度
 D ——内衬管平均直径
 h ——带状型材高度
 \bar{y} ——带状型材内表面至带状型材中性轴的距离
 φ ——未注浆角度

2.2.4 水力计算

Q ——设计流量
 v ——流速
 A ——水流有效断面面积
 v ——流速
 R ——水力半径
 n ——粗糙系数
 I ——水力坡降
 B ——管道修复前后过流能力比
 n_e ——原有管道的粗糙系数
 n_1 ——内衬管的粗糙系数
 D_E ——原有管道内径
 D_i ——内衬管内径

2.2.5 计算系数及其他

K ——圆周支持率
 C ——椭圆度折减系数

N ——安全系数

R_w ——水浮力系数

B' ——弹性支撑系数；

K_1 ——与未注浆角度 φ 相关的系数

3 基本规定

3.0.1 敷设于交通繁忙、环境敏感、施工空间受限等区域的排水管道的修复应优先选用非开挖修复技术。

3.0.2 排水管道和检查井修复前，需要检测单位出具管道和检查井检测评估报告，并根据评估报告和本标准要求设计和施工，检测评估应符合《排水管道检测与评估技术规程》CJJ181。

3.0.3 管道结构性修复后的使用期限不得低于 50 年；管道半结构性修复后的使用期限不得小于原有管道的剩余使用寿命且不得低于 20 年，否则应采取结构性修复；检查井修复后的工作年限不得低于原有检查井的剩余设计工作年限，内部空间不得影响检修养护。

3.0.4 非开挖修复工程所用的原材料、半成品、成品以及内衬管的质量应符合国家现行标准规定，并应具有质量合格证书、性能检测报告和使用说明书。

3.0.5 非开挖修复工程施工应采取安全措施，并应符合《城乡排水工程项目规范》GB 55027 的有关规定。

3.0.6 管道修复完成后，应对内衬管端口、内衬管与支管接口或检查井接口处进行连接和密封处理。

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

3.0.8 管道非开挖修复工程应经验收合格后投入使用。

4 材料

4.1 一般规定

4.1.1 管道非开挖修复工程所使用的原材料、管材及型材性能及尺寸应符合国家相关标准规定及设计要求。

4.1.2 管道非开挖修复工程所用成品管道及型材应有清晰的标识。带状型材的标识间距不应大于 5 m，片状型材应每片进行标识。检查井非开挖修复工程所用原材料、半成品和成品等，应包装完好，且应有清晰的标识。

4.1.3 管道及检查井非开挖修复工程使用的原材料、内衬、型材及设备进场后应进行验收，验收合格后方可使用。

4.1.4 在同一个修复管段内以及同一个检查井内的修复应使用相同型号、同一生产厂家的管材或型材，管材及型材不得存在可见的裂缝、孔洞、划伤、夹杂物、气泡、变形等缺陷。

4.2 原位固化法

4.2.1 翻转式原位固化法及紫外光原位固化法采用的原材料为内衬软管，内衬软管至少包含以下材料：

——树脂；

——载体材料。

此外，还可包含：

——增强材料；

——内膜（永久性薄膜、半永久性薄膜及临时性薄膜）；

——外膜（永久性薄膜、半永久性薄膜及临时性薄膜）。

4.2.2 内衬软管各构成部分应选用表 4.2.1 所列的材料，制造商应声明各部分所使用的材料。

表 4.2.1 内衬软管各构成部分所用材料

内衬软管构成部分	材料
树脂体系 ——树脂类型 ^a ——填料类型 ——固化剂类型	UP ^b 、VE 或 EP 无机填料、有机填料或无填料 热引发、光引发或常温固化型
载体材料/增强材料	PA、PAN、PEN、PET、PP 或 PPTA 等聚合物纤维 符合 GB/T 4202 命名的“E”“C”“S”“R”型和“E-CR”型玻璃纤维 符合 GB/T 41705 命名的碳纤维

	以上几种纤维的组合 ^c
内膜和外膜	PE、PA、PP、PVC、TPU
<p>a 也可使用符合本文件性能和测试要求的树脂类型。</p> <p>b UP 应选用间苯型不饱和聚酯树脂。</p> <p>c 当使用多种组合纤维时，制造商应声明每种纤维的质量分数，且实际值与标称值的偏差不应超过 5%。</p>	

4.2.3 根据输送水质条件，宜按表 4.2.2 选择不同的树脂类型。

表 4.2.2 适合不同水质条件的树脂类型选择

管道水质条件	树脂类型
雨水、市政生活污水	UP、EP 和 VE
pH \geq 8 的碱性腐蚀性的废水，或者含有甲醇、甲苯类有机溶剂成分的废水，或者温度高于 40℃的废水	VE ^a 和 EP ^a
a 树脂供应商应出具材料可用于该水质条件的适用报告。	

4.2.4 树脂浇铸体的试样制备应符合 GB/T 2567 的要求，试样在 (23 \pm 2) °C 条件下浸泡 28 d 后耐腐蚀性应符合表 4.2.3 的要求。

表 4.2.3 树脂浇铸体耐腐蚀性要求

试验溶液	要求	试验方法
1.0% (质量分数) 硝酸	无腐蚀或耐腐蚀 ^a	《玻璃纤维增强热固性塑料耐化学介质性能试验方法》GB/T 3857
5.0% (质量分数) 硫酸		
100% (质量分数) 燃烧油		
0.5% (质量分数) 氢氧化钠		
100% (质量分数) 蔬菜油 (棉籽油、谷物油或矿物油)		
0.1% (质量分数) 84 消毒液		
a 浸泡后的弯曲强度保留率和弯曲模量保留率大于 80%，且样品外观无裂纹、无颜色明显变化为耐腐蚀，否则为不耐腐蚀。		

4.2.5 树脂浇铸体物理力学性能应符合表 4.2.4 的规定。

表 4.2.4 树脂浇铸体的物理力学性能要求

项目	材料类型和要求			试验方法
	UP	VE	EP	
弯曲模量/MPa	\geq 3000	\geq 3000	\geq 3000	《树脂浇筑体性能试验方法》GB/T 2567
弯曲强度/MPa	\geq 120	\geq 120	\geq 120	
拉伸模量/MPa	\geq 3000	\geq 3000	\geq 3000	
拉伸强度/MPa	\geq 60	\geq 80	\geq 80	
拉伸断裂伸长率/%	\geq 2.5	\geq 4.0	\geq 4.0	
热变形温度/°C	\geq 88	\geq 93	\geq 85	《塑料 负荷变形温度的测定 第 2 部分 塑料和硬橡胶》GB/T 1634.2

4.2.6 应根据树脂稳定性和固化方式确定树脂贮存环境、贮存温度和贮存时间。树脂和添加剂混合后应及时进行浸渍。

4.2.7 载体材料采用的聚酯纤维非织造布的抗拉强度不应低于 5 MPa，单层聚酯纤维非织造布厚度不应小于 1.5 mm，并应符合 GB/T 17638 的规定。载体材料采用的聚酯纤维非织造布的孔隙率不应低于 85%，孔隙率测试按 GB/T 42697 进行。载体材料和增强材料含水率不应大于 0.2%，含水率测试按 GB/B 9914.1 进行。

4.2.8 内膜和外膜应表面光滑、完整、无破损，具有防渗、耐温及防腐性能，可采用聚乙烯（PE）、聚丙烯（PP）、聚氨酯（TPU）、聚酰胺（PA）、聚氯乙烯（PVC）复合膜，性能要求应符合表 4.2.5 的规定。

表 4.2.5 内膜和外膜性能要求

序号	内膜和外膜	材料	项目	要求	试验方法
1	热水固化工艺用内膜	PE、TPU、PP	硬度（邵氏硬度 A）	≤95	《塑料和硬橡胶使用硬度计测定压痕硬度（邵氏硬度）》GB/T 2411
			强度高温保持率/%	≥90（烘烤温度 100℃）	《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
			厚度/mm	≥0.4	《塑料薄膜和薄片厚度测定机械测量法》GB/T 6672
2	紫外光固化工艺用内膜	PA、PE 和 PA 的复合膜	紫外光透光率/%	≥80	测量透过试样的光通量与射到试样上的光通量 ¹
			强度高温保持率/%	≥90（烘烤温度 160℃）	《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
			厚度/mm	≥0.15	《塑料薄膜和薄片厚度测定机械测量法》GB/T 6672
			拉伸强度/MPa	≥20	《塑料 拉伸性能

					的测定 第 3 部分: 薄塑和薄片的试验条件》GB/T 1040.3
3	紫外光固化工艺用外膜	PE、PP、PA 及以上材料的复合膜	紫外光透光率/%	≤0.5	测量透过试样的光通量与射到试样上的光通量 ^a
			强度高温保持率/%	≥90 (烘烤温度 120℃)	《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
			厚度/mm	≥0.15	《塑料薄膜和薄片 厚度测定 机械测量法》GB/T 6672
			拉伸强度/MPa	≥20	《塑料 拉伸性能的测定 第 3 部分: 薄塑和薄片的试验条件》GB/T 1040.3
a 采用 365 nm 波长的紫外光在 100 mm 的照射距离下, 通过 UV 能量计测量透过试样的紫外光通量与射到试样上的光通量, 并计算其比值。					

4.2.9 干软管的外表面应包覆一层与所采用的树脂兼容的非渗透性塑料薄膜。玻璃纤维增强的干软管应至少包含两层玻璃纤维层。干软管可采用折叠法、缝合法、缠绕法等方法制作。

4.2.10 浸渍树脂的湿软管进入施工现场时, 应符合下列规定:

- 1 内衬材料管径、壁厚应满足设计要求;
- 2 湿软管的长度应大于待修复管道的长度, 湿软管的直径应满足在固化后紧贴于原有管道内壁。湿软管厚度应均匀, 表面无破损、无较大面积褶皱、无气泡、无干斑;
- 3 湿软管宜存储在低于 20℃ 的环境中, 运输过程应全程冷藏、密封, 储藏时间不宜超过 7 天;
- 4 配套供应的湿软管修补材料、辅助内衬套管应满足设计要求。湿软管的规格应根据工程实际需求定制, 翻转式原位固化湿软管的规格要求按表 4.2.6。

表 4.2.6 原位固化湿软管的规格要求

项目	要求	试验方法
湿软管外径	玻璃纤维增强软管: 标称外径的 93%~98% 聚酯纤维非织造布软管: 标称外径的 85%~97%	《橡胶和塑料软管及软管组合件
湿软管厚度偏差	标称壁厚的 3%~20%	

湿软管长度偏差	定制长度的 0%~0.5%	软管尺寸和软管组合件长度测量方法》GB/T 9573
---------	---------------	----------------------------

4.2.11 湿软管外壁应有标志，如进行包装，还应印制在预包装上，标记应至少包括表 4.2.7 所列的内容。

表 4.2.7 湿软管的标记内容

内容	标记或符号
本文件编号	GB/T 41666.4
制造商和/或商标	名称和/或符号
“M”阶段的标称外径×标称壁厚	$d_n \times e_n$
树脂体系	树脂类型(UP'、VE 或 EP)固化剂类型(热引发、光引发或常温固化型)
载体和增强材料	PA、PAN、PEN、PET、PP 或 PPTA 等聚合物纤维
生产批号	—

4.3 螺旋缠绕内衬法

4.3.1 带状型材的原材料应以聚氯乙烯（PVC）为主，可使用含有利于型材性能且满足带状型材要求的添加剂。带状型材的原材料应以新料为主，可添加本厂同一牌号的生产同种产品的清洁回用料，不应使用外来回用料、再生料。

4.3.2 接缝密封材料应为新料。带状型材供应商应声明用于接缝密封的材料名称（或种类）。根据带状型材的设计，接缝密封材料应包含以下一种或多种材料：

- 1 热塑性弹性体（如 EPDM、有机硅类）；
- 2 黏合剂（如无定形聚 α 烯烃）。

4.3.3 材料供应商应声明其带状型材是否含有增强钢带。增强钢带应根据《钢分类 第 2 部分：按主要质量等级和主要性能或使用特性的分类》GB/T 13304.2 确定的材料等级分类。增强钢带应满足螺旋缠绕内衬管使用环境的要求。

4.3.4 带状型材使用的材料制成的平板试样应符合表 4.3.1 的要求。试样优先从带材上截取，当从带材上无法满足制取要求时可采用挤出法制取试样。

表 4.3.1 未增塑聚氯乙烯（PVC-U）带状型材材料性能

项目	要求	试验参数		试验方法
		试验速度 试样类型	(1±0.2)mm/min 类型 1B	
拉伸弹性模量 E	≥2500 MPa			《塑料 拉伸性能的测定 第 2 部分：模塑和挤

屈服应力	≥35 MPa	试验速度 试样类型	(5±0.5)mm/min 类型 1B	《塑料的试验条件》 GB/T 1040.2
拉伸断裂标称应变	≥40%			
简支梁缺口冲击强度	≥10 kJ/m ²	试样类型 冲击方向 缺口类型 试验温度	类型 1 贯层 双 V 型, 类型 A 23 °C	《塑料 简支梁冲击性能的测定 第 1 部分: 非仪器化冲击试验》 GB/T 1043.1
密度	1350 kg/m ³ ~1460 kg/m	试验温度	23 °C	《塑料 非泡沫塑料密度的测定 第 1 部分: 浸渍法、液体比重瓶法和滴定法》 GB/T 1033.1 浸渍法

4.3.5 用作接缝密封材料的热塑性弹性体（如 EPDM、有机硅类）应符合表 4.4.2 的材料性能要求。

表 4.4.2 热塑性弹性体的材料性能

项目	要求	试验参数		试验方法
拉伸强度	≥1 MPa	试验速度 试样类型	500 mm/min 类型 1	《硫化橡胶或热塑性橡胶拉伸应力应变性能的测定》 GB/T 528
断裂伸长率	≥200%			
邵氏硬度 A (EPDM)	30±5	—		《硫化橡胶或热塑性橡胶 压入硬度试验方法 第 1 部分: 邵氏硬度计法 (邵尔硬度)》 GB/T 531.1
邵氏硬度 A (有机硅类)	55±5	—		

4.3.6 带状型材的表面应光滑、清洁、无划痕，不应有凹陷、气泡、杂质和其他影响产品性能的表面缺陷。

4.3.7 带状型材供应商应声明所供型材的尺寸和截面特性（包括公差），并应符合表 4.3.3 的要求（如适用）。

表 4.3.3 带状型材尺寸和截面特性

项目			要求
带状型材高度	e_0	mm	供应商声明值，且≥6
带状型材壁厚	e_w	mm	供应商声明值，且≥1.5
带状型材的中性轴距底部的高度	e_n	mm	供应商声明值
钢带顶部任意点防腐层厚度	e_1	mm	供应商声明值，且≥1.4
钢带侧面任意点防腐层厚度	e_2	mm	供应商声明值，且≥1.4
带状型材有效宽度	w	mm	供应商声明值
带状型材的截面惯性矩	I_w	mm ⁴	供应商声明值
缠绕管材最小允许外径	$d_{e,min}$	mm	供应商声明值 ¹
缠绕管材最大允许外径	$d_{e,max}$	mm	供应商声明值 ²
1) $d_{e,min}$ 应受到带状型材最大允许缠绕应变的限制。			

2) $d_{e,max}$ 应受到管材最小环刚度要求的限制。

4.3.8 带状型材应具有唯一的产品标志，产品说明书中应列出表 4.3.3 中的尺寸和截面特性参数。

4.3.9 带状型材应符合表 4.3.4 的要求。

表 4.3.4 带状型材物理性能

项目	要求	试验参数		试验方法
维卡软化温度	供应商声明值，且 $\geq 75^{\circ}\text{C}$	试样厚度 ¹ 加热速率 负载	$\geq 3\text{ mm}$ 50°C/h 50 N	《热塑性塑料维卡软化温度（VST）的测定》GB/T 1633
1) 如果试样厚度小于 3 mm，将至多三片试样直接叠合在一起，使其总厚度在 3 mm~6.5 mm 之间，上片厚度至少为 1.5 mm。				

4.3.10 用于长距离、大直径管道修复时，带状型材长度不足时，可对型材进行焊接。

4.3.11 带状型材说明书中应声明型材连接方法及要求。带状型材标志信息应永久且清晰地标记在型材外表面上，标志不应引发裂纹或其他类型的过早失效，且储存、运输和安装不应影响标志的清晰度。带状型材标志每米均应标记。带状型材标志应至少包括表 4.3.5 所列的内容。

表 4.3.5 至少包括的标志内容

内容	标志或符号
本文件编号	GB/T 41666.7
制造商名称和/或商标	名称和/或符号
带状型材高度	e_0
材料	PVC-U
长度标志	—
生产日期	制造商在多个地点进行生产，应以清晰的数字或代码表示制造商的信息，用以提供可追溯的生产日期（至少以年和月表示）和生产地点
厂家地址（提供可追溯性）	

4.3.12 供应商应声明其各种带状型材（包括具有内嵌金属增强构件的复合型材）可缠绕的最大和最小外径的管材的环刚度和蠕变比率。如果最终管材是由纯塑型材和独立的金属增强构件组合缠绕而成，带状型材供应商除应提供各种组合方案形成的最大和最小口径缠绕管道的环刚度和蠕变比率外，还应提供相应口径纯塑带状型材缠绕管的环刚度和蠕变比率。

4.3.13 螺旋缠绕内衬管应满足表 4.3.6 的要求。受缠绕应力的影响，不应通过带状型材的 I_w 值和弹性模量 E 值的计算来预测环刚度值。

表 4.3.6 螺旋缠绕内衬管的力学性能

项目	要求	试验参数	试验方法
环刚度	供应商声明值，且 $\geq 0.5\text{ kN/m}^2$	—	《热塑性塑料管材 环

			刚度的测定》GB/T 9647 ¹
蠕变比率 ^a	供应商声明值，且 ≤ 2.5	—	《热塑性塑料管材蠕变比率的试验方法》GB/T 18042 ²
接缝拉伸强度	供应商声明值，且 ≥ 4 N/mm	试样宽度	(15 \pm 0.5) mm
		夹具间距	两个夹具分别位于缝边(10 \pm 1) mm 处
		试验速度	5 mm/min
<p>1) 所要求的蠕变比率为 50 年蠕变比率。</p> <p>2) 螺旋缠绕内衬管无论是否包含增强元件，均应按照《热塑性塑料管材 环刚度的测定》GB/T 9947 和《热塑性塑料管材蠕变比率的试验方法》GB/T 18042 中的试验方法测试。</p>			

4.3.14 从螺旋缠绕管道上切割的样品末端应适当固定，以防止锁接缝开裂。

4.3.15 黏合剂应符合带状型材制造商规定的要求。黏合剂不应影响螺旋缠绕管道的性能产生影响，不应影响管道满足表 4.3.6 的要求，不应影响管内水质造成污染。

4.4 裂管法

4.4.1 裂管法修复所用材料应符合下列规定：

- 1 新管管材可采用 PE 实壁管、球墨铸铁管等；
- 2 内衬管的接口应采用焊接、机械连接等传力形式；
- 3 当采用牵拉施工时，管材自身的抗拉强度以及接口抗拉强度应满足在施工过程中承受牵引力的要求；
- 4 当采用顶推施工时，管材自身的抗拉强度以及接口抗拉强度应满足在施工过程中承受顶推力的要求；
- 5 内衬管承载性能不应低于原有管道，应能满足承受施工过程荷载和运行过程中承受内、外部荷载的要求。

4.4.2 裂管法所用管材的物理力学性能应符合下列规定：

- 1 PE 实壁管应符合《给水排水用聚乙烯（PE）管材》GB/T 13663 的规定；
- 2 球墨铸铁管应符合《排水工程用球墨铸铁管、管件和附件》GB/T 26081 的规定。

4.5 点状原位固化法

4.5.1 树脂系统应符合下列规定：

- 1 具有良好的浸润性；
- 2 满足环保产品要求；
- 3 宜根据外界环境温度调整固化时间，使树脂的固化时间控制在 1~2 h。
- 4 其他物理性能应符合表 4.5.1 的规定。

表 4.5.1 树脂系统物理性能表

序号	检测项目	单位	技术指标	试验方法
1	树脂密度	g/cm ³	1.10~1.30	《塑料 液体树脂用比重瓶法测定密度》GB/T 15223
2	固化剂密度	g/cm ³	1.40~1.70	
3	树脂粘度	mPa·s	150~800	《粘度测量方法》GB/T 10247
4	固化剂粘度	mPa·s	150~800	
5	树脂不挥发物含量	%	≥99	《胶粘剂不挥发物含量的测定》GB/T 2793

4.5.2 玻璃纤维织物应符合下列规定：

- 1 玻璃纤维织物应为耐化学腐蚀的玻璃纤维织物；
- 2 玻璃纤维织物应为双层或多层结构，可燃物含量≤2%；
- 3 玻璃纤维织物物理性能应符合表 4.5.2 的规定，材料耐化学性能应符合表 4.2.3 的规定。

表 4.5.2 玻璃纤维织物系统物理性能表

序号	检测项目	单位	技术指标	试验方法
1	拉伸断裂强度（经向）	MPa	4.78×10 ³	《增强材料 机织物试验方法 第 5 部分：玻璃纤维拉伸断裂强力和断裂伸长的测定》GB/T 7689.5
2	拉伸断裂强度（纬向）	MPa	4.18×10 ³	
3	含水率	%	≤0.151	《增强制品试验方法 第 2 部分：玻璃纤维可燃物含量的测定》GB/T 9914.2
4	总单位面积质量	g/m ²	1050~1400	
5	可燃物含量	%	≤1.85	

4.5.3 固化后内衬管力学性能应符合表 4.5.3 的要求，耐化学性能应符合表 4.5.4 的要求。

表 4.5.3 内衬管力学性能指标

序号	检测项目	单位	技术指标	试验方法
1	抗弯强度	MPa	≥45	《纤维增强塑料弯曲性能试验方法》GB/T 1449
2	弯曲模量	MPa	≥6500	
5	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

表 4.5.4 内衬管耐化学性能表

序号	化合物溶液	等级 1	等级 2/等级 3	试验方法
1	1.0%（质量分数）硝酸	耐	耐	《玻璃纤维增强热固性塑料耐化学介质性能试验方法》GB/T 3857
2	5.0%（质量分数）硫酸	耐	耐	
3	100%（质量分数）燃料油	耐	耐	
4	100%（质量分数）蔬菜油（棉籽油、谷物油或矿物油）	耐	耐	
5	0.1%（质量分数）洗涤剂	耐	耐	
6	0.1%（质量分数）肥皂水	耐	耐	
7	0.5%（质量分数）氢氧化钠	不耐	耐	《树脂浇筑体性能试验方法》GB/T 2567

注 1：等级 1 为热固性不饱和聚酯树脂，等级 2 为热固性不饱和聚酯树脂以及乙烯基酯树脂，等级 3 为热固性环氧树脂；

注 2：按照现行国家标准《玻璃纤维增强热固性塑料耐化学介质性能试验方法》GB/T 3857 中的规定，加温至 60℃条件下，28 d 期龄的弯曲强度保留率与弯曲模量保留率的平均值大于 70%，同时样品外观无劣化视为耐，否则为不耐。

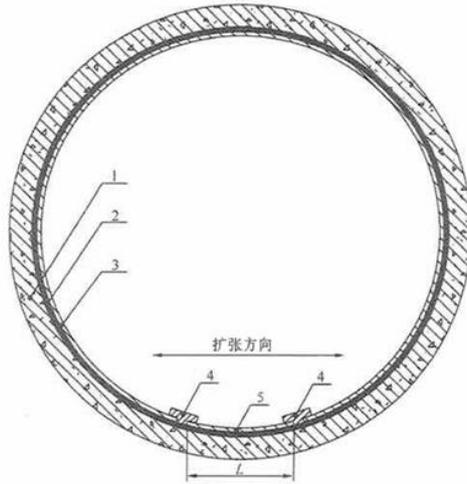
4.6 不锈钢双胀环法

4.6.1 不锈钢胀环一般由 304 或 316 不锈钢带制成，不锈钢性能应符合《不锈钢热轧钢板和钢带》GB/T 4237 的不锈钢带的相关要求。

4.6.2 不锈钢胀环的厚度应根据管径大小确定，且不锈钢胀环厚度应大于等于 5 mm，不锈钢双胀环宽度应大于等于 50 mm。

4.6.3 不锈钢胀环通过卷圆成型，形状为半圆形或接近整圆的开口环形。

4.6.4 不锈钢胀环两端处应根据扩张器的液压油缸行程焊接扩张位，不锈钢胀环两端的胀顶部位应焊接放置固定插片的工字形卡槽，如图 4.6.1 所示。



标引序号说明：

1——钢筋混凝土管；2——橡胶密封带；3——不锈钢胀环；4——工字形卡槽；5——插片； L ——扩张位。

图 4.6.1 不锈钢橡胶胀环安装示意图

4.6.5 橡胶密封带表面应平顺、无缺陷，材料性能应符合《橡胶密封件 给、排水管及污水管道用接口密封圈 材料规范》GB/T 21873 相关要求，并满足表 4.6.1 要求。

表 4.6.1 橡胶密封带的性能要求

序号	检测项目		单位	技术指标		试验方法
				<DN800	≥DN800	
1	硬度		IRHD	40±5	±5	《硫化橡胶或热塑性橡胶硬度的测定（10 IRHD ~ 100 IRHD）》GB/T 6031
2	拉伸强度		MPa	≥9	≥9	《硫化橡胶或热塑性橡胶拉伸应力应变性能的测定》GB/T 528
3	拉断伸长率		%	≥400	≥300	
4	压缩永久变形	23℃, 72 h	%	≤12	≤12	《硫化橡胶或热塑性橡胶 压缩永久变形的测定 第1部分：在常温及高温条件下》GB/T 7759.1
		70℃, 24 h	%	≤20	≤20	
		-10℃, 72 h	%	≤40	≤50	
5	老化	硬度变化	IRHD	-5~+8		《硫化橡胶或热塑性橡胶硬度的测定（10 IRHD ~ 100

					IRHD)》GB/T 6031	
6		拉伸强度变化率	%	≤20	《硫化橡胶或热塑性橡胶拉伸应力应变性能的测定》GB/T 528	
7		拉断伸长率	%	≤10		
8		应力松弛 (23 °C, 7 d)	%	13	15	《硫化橡胶或热塑性橡胶 在常温和高温下压缩应力松弛的测定》GB/T 1685
9		在水中的体积变化 (70 °C, 7 d)	%	-1~+8		《硫化橡胶或热塑性橡胶耐液体试验方法》GB/T 1690
10		耐臭氧	—	无裂纹		《硫化橡胶或热塑性橡胶耐臭氧龟裂静态拉伸试验》GB/T 7762
<p>注：耐臭氧试验条件如下： ——臭氧浓度：(50±5) ×10⁻⁸； ——温度：(40±2) °C； ——暴露时间：(480-2) h； ——预拉伸率：(20±2) %</p>						

4.6.6 橡胶密封带宽度应符合设计要求，橡胶密封带的内侧应包含有不锈钢胀环的压槽，压槽背面应有齿状密封止水线。

4.6.7 橡胶密封带应在常温、干燥、防晒的环境下保存，不应超过 12 个月。

4.6.8 插片材质及厚度应与不锈钢胀环一致。插片长度应能保证密封效果，根据待修复管道的管径来定制并应与管道内壁曲率接近。

4.7 不锈钢快速锁法

4.7.1 橡胶密封带应为闭合式，外部两侧应设有整体式的密封凸台，橡胶密封带表面应平顺、无缺陷，材料性能符合《橡胶密封件 给、排水管及污水管道用接口密封圈 材料规范》GB/T 21873 对应要求，并应满足表 4.6.1 要求。

4.7.2 不锈钢套筒材质应为 304 或 316 不锈钢，不锈钢板性能应符合《不锈钢热轧钢板和钢带》GB/T 4237 要求，不锈钢板的厚度应根据设计要求确定。

4.7.3 不锈钢快速锁规格尺寸应符合表 4.7.1 的规定。

表 4.7.1 不锈钢快速锁规格尺寸表

管径	环向分片数	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

4.8 喷涂（筑）法

4.8.1 聚合物基喷涂材料应符合下列规定：

- 1 应保证材料的均匀性，喷涂过程中应保持一定的流动性，不得出现硬化、结块现象；
- 2 可在潮湿表面使用；每次正式喷涂前，应在施工现场先喷涂一块 200 mm×200 mm 且厚度不低于 3 mm 的样块，由现场技术人员初步判断，确认达到喷涂质量后方可正式开工，并保留样块；
- 3 添加材料至喷涂机料筒过程中，操作人员应正确佩戴防护用品，避免与材料直接接触。

4.8.2 聚合物基喷涂材料性能应符合表 4.8.1 的规定。

表 4.8.1 聚合物基喷涂材料性能

项目		性能要求	检验方法
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
弯曲强度(MPa)		≥60	《塑料 弯曲性能的测定》GB/T 9341
弯曲模量(MPa)		≥3000	
拉伸黏结强度	与混凝土基体(MPa)	≥1.0 或试验时基体破坏	《高强度胶粘剂剥离强度的测定 浮辊法》GB/T 7122
	与金属基体(MPa)	≥1.0	
	与 UV、热水固化内衬管基体(MPa)	≥1.0	
耐腐蚀	耐 5% 硫酸液腐蚀，24 h	无起泡、无剥落、无裂纹	《水性聚氨酯地坪》JC/T 2327
	耐 10% 柠檬酸；10% 乳酸；10% 醋酸腐蚀，48 h	无起泡、无剥落、无裂纹	

4.8.3 水泥基喷涂材料应符合下列规定：

- 1 喷涂材料的主要胶凝材料应为水泥，并应含增强纤维、细骨料及改性添加剂；
- 2 材料应在现场与适量的清水搅拌后使用；
- 3 搅拌后的浆料应适宜泵送和喷筑；
- 4 可在潮湿表面使用；
- 5 水泥基内衬浆料制备用水应符合《混凝土用水标准》JGJ 63 的有关规定。

4.8.4 水泥基喷涂材料性能应符合表 4.8.2 的规定。

表 4.8.2 水泥基喷涂材料性能

项目	龄期	性能要求	检验方法
凝结时间(min)	初凝	≥45	《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》 GB/T 1346
	终凝	≤360	
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	
	28 d	≥9.5	
拉伸黏结强度(MPa)	28 d	≥1.2	《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T70
抗渗性能(MPa)	28 d	≥1.5	
耐 5% 硫酸液腐蚀, 24 h		无起泡、无剥落无裂纹	《水性聚氨酯地坪》JC/T 2327

5 设计

5.1 一般规定

5.1.1 管道非开挖修复工程设计前应详细调查原有管道的基本概况、工程地质和水文地质条件以及现场施工环境。

5.1.2 原有管道缺陷的检测与评估应符合《城乡排水工程项目规范》GB 55027 的有关规定。

5.1.3 管道非开挖修复工程设计应符合下列规定：

- 1 原有管道地基及管周土体不满足承载力要求时，应进行处理；
- 2 修复后管道的结构应满足强度、稳定性及变形要求；
- 3 修复后管道的过流能力应满足设计要求；
- 4 修复后管道应满足管道清淤、疏通要求。

5.1.4 管道结构性状况评定和修复建议应符合表 5.1.1 的规定：

表 5.1.1 管道结构性状况评定和修复建议

修复指数	$RI < 4$	$4 \leq RI < 7$	$RI \geq 7$
损坏等级	一级	二级	三级
管道修复建议	<p>1) 1 级渗漏缺陷需修复，1 级非渗漏缺陷可不作修复；</p> <p>2) 同一管段的结构性缺陷超过 3 处时，宜采用整体修复；</p> <p>3) 其余采用局部修复。</p>	<p>1) 同一管段的结构性缺陷超过 3 处时，宜采用整体修复；</p> <p>2) 其余采用局部修复。</p>	<p>1) 宜采用整体修复；</p> <p>2) 单一严重结构性缺陷(如 4 级变形、4 级破裂、3-4 级洼水/3-4 级异物侵入等)) 宜采用整体修复，或局部开挖更新后再作整体修复。</p>

5.1.5 管道非开挖修复工程方法选择宜按表 5.1.2 选用。

表 5.1.2 管道非开挖修复适用范围和使用条件

非开挖修复方法	适用管径 (mm)	适用材质	适用范围	内衬管材质	对工作坑的需求	注浆需求	最大允许转角	是否可带水修复	局部或整体修复	设计计算方法
翻转式原位固化法	150~2700	各类材质	圆形、蛋形、矩形管道；检查井	聚酯纤维毡、热固性树脂	不需要	不需要	45°	否	整体	5.2.1 5.2.2
紫外光原位固化法	150~1800	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°	否	整体	5.2.1 5.2.2
螺旋缠绕内衬法	200~5000	各类材质	圆形、矩形管道	PVC-U	不需要	需要	45°	是	整体	5.2.3
裂管法	300~800	PE 实壁管、球墨铸铁管	管道更新	PE	一般不需要	不需要	7°	否	整体	5.2.4
点状原位固化法	200~1500	各类材质	圆形管道	玻璃纤维、常温树脂	不需要	不需要	—	否	局部	—
不锈钢双胀环法	≥800	各类材质	圆形管道	不锈钢	不需要	不需要	—	是	局部	—
不锈钢快速锁	300~600	各类材质	圆形管道	不锈钢	不需要	不需要	—	否	局部	—

5.1.6 当需采用工作坑时，工作坑的设计应符合《城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 210 的相关规定。

5.1.7 非开挖管道修复工程所用管材直径的选择应符合下列规定：

- 1 翻转式原位固化法、紫外光原位固化法所用软管外径应与原有管道内径相一致；
- 2 内衬管内径不宜小于原有管道内径的 90%，或有效过流面积不宜小于原有管道过流面积的 80%；
- 3 其他修复方法的有效过流面积不宜小于原有管道过流面积的 80%。

5.1.8 检查井修复应分别按井盖、井座、井筒和井室实施。

5.1.9 检查井的井盖存在路框差、盖框差或井盖有碎裂、破损时，应更换井盖。

5.1.10 检查井的井座如有损坏，宜拆除并安装新井座，如为轻微表面脱落或腐蚀，也可采用水泥砂浆抹面进行修复。

5.1.11 检查井的井筒修复应根据结构性缺陷评估情况分为第 I 类修复、第 II 类修复、第 III 类修复。修复分类及适用情况应符合表 5.1.3 的规定。

表 5.1.3 检查井井筒修复分类

适用情况	第 I 类修复	第 II 类修复	第 III 类修复
		井内衬仅需满足检查井的修补、防腐要求	井内衬可独立或与既有检查井共同作用，满足补强要求，应能抵抗外部的静水压力
井筒存在下列任一情况： 破裂(1 级~2 级)1 处~3 处； 腐蚀(1 级~2 级)1 处~3 处； 渗漏(1 级~2 级)1 处~3 处； 脱开(1 级)1 处~3 处； 错口(1 级)1 处~3 处； 井体下沉(1 级)1 处~2 处	宜采用	可采用	可采用
井筒存在下列任一情况： 破裂(1 级~2 级)4 处~5 处； (3 级~4 级)1 处~2 处； 腐蚀(1 级~2 级)4 处~5 处； (3 级)1 处~2 处； 渗漏(1 级~2 级)4 处~5 处； (3 级)1 处~2 处； 脱开(1 级)4 处~5 处； (2 级~3 级)1 处~2 处； 错口(1 级)4 处~5 处；	不得采用	宜采用	可采用

(2级~3级)1处~2处; 井体下沉(1级)3处~4处; (2级~3级)1处~2处			
---	--	--	--

注：井筒缺陷数量大于表中对应指标时，应采用整体更新。

5.1.12 检查井的井室修复应根据结构性缺陷评估情况分为第 I 类修复、第 II 类修复、第 III 类修复。修复分类及适用情况应符合表 5.1.4 的规定。

表 5.1.4 检查井井室修复分类

适用情况	第 I 类修复	第 II 类修复	第 III 类修复
		井内衬仅需满足检查井的修补、防腐要求	井内衬可独立或与既有检查井共同作用，满足补强要求，应能抵抗外部的静水压力
井室存在下列任一情况： 破裂(1级)1处~2处； 腐蚀(1级)1处~2处； 渗漏(1级)1处~2处	宜采用	可采用	可采用
井室存在下列任一情况： 破裂(1级)3处~4处； (2级~3级)1处~2处； 腐蚀(1级)3处~4处； (2级~3级)1处~2处； 渗漏(1级)3处~4处； (2级~3级)1处~2处； 脱开(1级~2级)1处~2处； 错口(1级~2级)1处~2处； 井体下沉(1级~2级)1处~2处	不得采用	宜采用	可采用
井室存在下列任一情况： 破裂(1级)5处以上； (2级~3级)3处~4处； (4级)1处~2处； 腐蚀(1级)5处以上； (2级~3级)3处~4处； 渗漏(1级)5处以上； (2级~3级)3处~4处； 脱开(1级~2级)3处~4处； 脱开(3级)1处~2处； 错口(1级~2级)3处~4处； 错口(3级)1处~2处； 井体下沉(1级~2级)1处~2处；	不得采用	不得采用	应采用

(3级)1处~2处			
-----------	--	--	--

5.1.13 检查井的井筒和井室的第 I 类和第 II 类修复宜采用聚合物基材料喷涂法或水泥基材料喷筑法，选用工法的适用范围和使用条件应符合表 5.1.5 的规定，检查井的井筒和井室的第 III 类修复通常采用开挖修复。

表 5.1.5 检查井非开挖修复工法适用范围和使用条件

工法名称	推荐适用井尺寸	适用井类型	是否适用于井筒	适用材质	内衬材质	是否适用带水修复
聚合物基材料喷涂法	不限	圆形井、矩形井、异型井、扇形井	适用	砖砌、混凝土、钢筋混凝土	聚合物基(含聚氨酯、改性聚脲)	不适用
水泥基材料喷筑法	不限	圆形井、矩形井、异型井、扇形井	适用	砖砌、混凝土、钢筋混凝土	硅酸盐无机防腐砂浆	不适用

5.2 内衬管设计

5.2.1 当采用翻转式原位固化法和紫外光原位固化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：

$$t = \frac{D_0}{\left[\frac{2KE_L C}{PN(1-\mu^2)} \right]^{\frac{1}{3}} + 1} \dots\dots\dots (5.2.1-1)$$

$$C = \left[\frac{(1-\frac{q}{100})}{(1+\frac{q}{100})^2} \right]^3 \dots\dots\dots (5.2.1-2)$$

$$q = 100 \times \frac{(D_E - D_{min})}{D_E} \text{ 或 } q = 100 \times \frac{(D_{max} - D_E)}{D_E} \dots\dots\dots (5.2.1-3)$$

式中：

t ——内衬管的壁厚(mm)；

D_0 ——内衬管管道外径(mm)；

K ——圆周支持率，取值宜为7.0；

E_L ——内衬管的长期弹性模量(MPa)，宜根据材料厂家提供的长期力学性能测试报进行取值，当无长期力学性能图测试报告时取短期模量的50%；

C ——椭圆度折减系数；

P ——内衬管管顶地下水压力(MPa)，地下水位的取值应符合现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332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，一般取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，原位固化法内衬管的标准尺寸比（SDR）不得大于 100。

3 当内衬管椭圆度不为零时，按式（5.2.1-1）计算的内衬管的壁厚最小值不应小于下列公式计算结果：

$$1.5 \frac{q}{100} \left(1 + \frac{q}{100}\right) SDR^2 - 0.5 \left(1 + \frac{q}{100}\right) SDR = \frac{\sigma_L}{PN} \dots\dots\dots (5.2.1-4)$$

$$SDR = \frac{D_o}{t} \dots\dots\dots (5.2.1-5)$$

式中：

SDR ——内衬管的标准尺寸比；

σ_L ——内衬管长期弯曲强度（MPa），宜取短期强度的 50%。

5.2.2 当采用翻转式原位固化法和紫外光原位固化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 内衬壁厚应按下列公式计算：

$$t = 0.721 D_o \left[\frac{(N \times q_t)^2}{E_L \times R_W \times B' E'_S} \right]^{\frac{1}{3}} \dots\dots\dots (5.2.2-1)$$

$$q_t = 0.00981 H_W + \frac{\gamma \times H_S \times R_W}{1000} + W_S \dots\dots\dots (5.2.2-2)$$

$$R_W = 1 - 0.33 \times \frac{H_W}{H_S} \dots\dots\dots (5.2.2-3)$$

$$B' = \frac{1}{1 + 4e^{-0.213H}} \dots\dots\dots (5.2.2-4)$$

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)，可按现行国家标准《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 ——管道敷设深度；

H_s ——管顶覆土厚度(m)；

W_s ——活荷载(MPa)，应按现行国家标准《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该满足下式规定：

$$t \geq \frac{0.1973D_0}{E^{\frac{1}{3}}} \dots\dots\dots (5.2.2-5)$$

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本规程公式(5.2.1-1)和(5.2.1-4)的要求。

5.2.3 螺旋缠绕内衬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螺旋缠绕内衬法半结构性修复时，内衬管最小刚度系数应按下列公式计算：

$$E_L I = \frac{P(1-\mu^2)D^3}{24K} \cdot \frac{N}{C} \dots\dots\dots (5.2.3-1)$$

$$D = D_0 - 2(h - \bar{y}) \dots\dots\dots (5.2.3-2)$$

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(mm⁴/mm)；

D ——内衬管平均直径(mm)；

K ——圆周支持率，取值宜为 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螺旋缠绕内衬法半结构性修复时，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公式计算：

$$E_L I = \frac{PND^3}{8(K_1^2 - 1)C} \dots\dots\dots (5.2.3-3)$$

$$\sin \frac{K_1 \varphi}{2} \cos \frac{\varphi}{2} = K_1 \sin \frac{\varphi}{2} \cos \frac{K_1 \varphi}{2} \dots\dots\dots (5.2.3-4)$$

式中：

φ ——未注浆角度（图 5.2.4）；

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 5.2.1 的规定。

表 5.2.1 K_1 取值与未注浆角度的关系

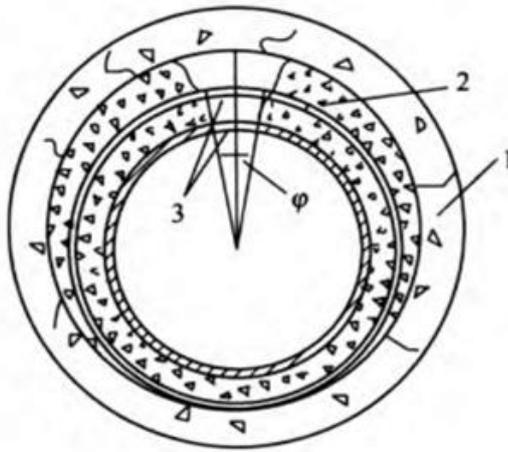
2φ (°)	10	20	30	40	50	60	70	80	90
K_1	51.5	25.76	17.18	12.9	10.33	8.62	7.4	6.5	5.78
2φ (°)	100	110	120	130	140	150	160	170	180
K_1	5.22	4.76	4.37	4.05	3.78	3.54	3.34	3.16	3.0

3 当采用内衬管贴合原有管道螺旋缠绕内衬法结构性修复时，最小刚度系数应按下式计算：

$$E_L I = \frac{(q_t N / C)^2 D^3}{32R_W B' E'_S} \dots\dots\dots (5.2.3-5)$$

4 当采用内衬管不贴合原有管道螺旋缠绕内衬法结构性修复时，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 当采用螺旋缠绕内衬法进行结构性修复时，内衬管最小刚度系数 EI 还应同时满足公式（5.2.3-1）的要求。



标引序号说明：

1——原有管道；2——浆体；3——螺旋缠绕内衬管； φ ——未灌浆角度

图 5.2.4 未灌浆角度示意图

5.2.4 当采用裂管法更新管道时，应按新建管道的要求设计管道壁厚。

5.3 检查井修复设计

5.3.1 检查井结构上的永久荷载应包括检查井结构自重、侧向土压力、竖向土压力、井壁重力、检查井内外水压力。

5.3.2 检查井结构上的可变荷载应包括地面人群或车辆荷载、地面堆积荷载和地下水的作用。

5.3.3 当采用聚合物基材料喷涂法进行检查井修复时，最小喷涂度应满足设计要求，也可按表 5.3.1 选取。

表 5.3.1 聚合物基材料喷涂法最小喷涂厚度(mm)

修复位置		最小喷涂厚度	
		第 I 类修复	第 II 类修复
井筒		3	5
井室	井壁	3	5
	井底	10	10

5.3.4 当采用水泥基材料喷筑法进行检查井修复时，最小喷涂厚度应满足设计要求，也可按表 5.3.2 选取。

表 5.3.2 水泥基材料喷筑法最小喷筑厚度(mm)

修复位置		最小喷筑厚度	
		第 I 类修复	第 II 类修复

井筒		10	15
井室	井壁	15	5
	井底	20	10

5.4 水力设计

5.4.1 修复后排水管渠的流量应按下列式计算：

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

式中：

Q ——设计流量(m³/s)；

v ——流速(m/s)；

A ——水流有效断面面积(m²)。

5.4.2 修复后恒定流条件下排水管渠的流速应按下列式计算：

$$v = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (5.4.2)$$

式中：

v ——流速(m/s)；

R ——水力半径(m)；

n ——粗糙系数；

I ——水力坡降。

5.4.3 修复后与修复前管道过流能力的比值应按下列式计算：

$$B = 100 \frac{n_e}{n_1} \left(\frac{D_i}{D_E} \right)^{\frac{8}{3}} \dots\dots\dots (5.4.3)$$

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；

n_1 ——内衬管的粗糙系数；

D_E ——原有管道内径(mm)；

D_i ——内衬管内径(mm)。

5.4.4 修复后排水管渠的粗糙系数宜按表5.4.1的规定取值。

表 5.4.1 粗糙系数

管材类型	粗糙系数 n
原位固化内衬管	0.010

PE 管, PVC 管	0.009
螺旋缠绕内衬管	0.010
砂浆喷涂 (抹面)	0.013~0.014
砂浆喷涂 (不抹面)	0.015

6 施工

6.1 一般规定

6.1.1 施工单位应具有相应的工程施工资质和安全生产许可证，遵循有关施工安全、劳动防护、防火、防毒的法律、法规，并建立工程质量和安全生产保证体系。

6.1.2 施工前，施工单位应编制施工组织设计，并按规定程序审批后实施。

6.1.3 施工单位应根据工程特点合理选用施工设备，对于不宜间断施工的修复方法，应有备用动力和设备。

6.1.4 施工使用的计量器具和检测设备，应经计量检定、校准合格且在有效期内使用。

6.1.5 管道修复工程施工前，应根据管道状况、修复工艺要求对原有管道进行预处理，预处理措施包括封堵和导流、管道清洗、缺陷预处理、土体注浆、裂缝嵌补等，预处理后的原有管道内应无沉积物、垃圾及其他障碍物，管道内不得有影响施工的积水，管道内表面应洁净，无附着物、尖锐毛刺或突起，并应符合下列规定：

- 1 施工设备经安装调试满足施工工艺要求；
- 2 工程材料经进场验收满足设计和施工要求；
- 3 工作井工程验收合格；
- 4 安全保护措施应已准备到位。

6.1.6 检查井修复工程施工前，应根据检查井状况、修复工艺要求对原有检查井进行预处理，预处理措施宜包括封堵或导流、检查井清洗、土体注浆、裂缝嵌补、内壁处理及踏步与流槽处理等，并应符合下列规定：

- 1 预处理后的检查井内壁应洁净，应无影响内衬修复的污泥、垃圾、油脂、有机涂层等附着物，应无尖锐毛刺、凸起物等；
- 2 井壁上的腐蚀层、酥松结构均应清除干净；
- 3 预处理不得对检查井造成二次结构损伤和破坏；
- 4 应对井底、井盖与井室连接缝隙、井壁与管口连接处等部位进行堵漏止水处理，不应有影响施工的积水和渗水现象；
- 5 井壁如有凹凸不平或混凝土面层脱落，应先进行砂浆抹面找平。

6.1.7 管道和检查井封堵措施应符合现行行业标准《城镇排水管渠与泵站运行、维护及安全技术规程》CJJ68 的有关规定。

6.1.8 管道和检查井清洗宜采用高压水射流，必要时辅以清洗剂，清洗产生的废水应排入污水管道，污物应按管渠污泥的要求进行处理处置；清洗时，应避免高压水射流对管道和检查井造成损伤和破坏。

6.1.9 管道缺陷预处理应符合下列规定：

1 预处理后的原有管道内应无沉积物、垃圾及其他障碍物，管道内不得有影响施工的积水，管道内表面应洁净，无附着物、尖锐毛刺或突起；

2 当采用原位固化法进行修复时，修复部位不得有渗水现象；

3 当采用局部修复时，原有管道待修复部位及其前后 0.5 m 范围内管道内表面应洁净，无附着物、尖锐毛刺或突起；

4 当管道内有影响修复施工的障碍物时，宜采用专用工具清除；若障碍物范围较大或较难清除时，宜采用局部开挖方式清除。

6.1.10 当检查井内壁有附着物时，应清洗露出检查井内壁，并不得损坏检查井结构。当检查井内壁结构受损时，应对内壁进行结构修补。

6.1.11 当原检查井内有踏步时，应检查踏步的安全性，当有损坏时应进行更换。拆除踏步时，宜采用磨砂轮或切割机将所有脚蹬拆除，拆除时磨砂轮或切割机应与内壁贴合。拆除后，内壁突出部分不得高于表面 20 mm。

6.1.10 各施工工序应按施工技术标准进行质量控制，每道施工工序完成后，经施工单位自检符合规定后，才能进行下道工序施工。各专业工种之间的相关工序应进行交接检验，并应记录。

6.2 原位固化法

6.2.1 翻转式原位固化法可用于修复管径 DN150~2700 mm 的管道。紫外光原位固化法可用于修复管径 DN150~1800 mm 的管道。

6.2.2 翻转式原位固化法采用水压或气压的方式将浸渍树脂的软管翻转置入原有管道，翻转施工时应符合下列规定：

1 翻转前，在翻转井上方搭建翻转作业台，在接收井内设置挡板等工作；

2 翻转时应保持匀速，将软管的外层防渗塑料薄膜应向内翻转成内衬管的内膜，与软管内水相接触；

3 翻转压力应控制在使软管充分扩展所需最小压力和软管所能承受的允许最大内部压

力之间，同时应能使软管翻转到管道的另一端点，相应压力值应符合产品说明书的规定；

4 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，且不得对软管和相关施工设备等产生不良影响；

5 翻转完成后，浸渍树脂软管伸出原有管道两端的长度宜大于 0.5 m。

6.2.3 翻转式原位固化法翻转完成后应采用热水对软管进行固化，并应符合下列规定：

1 热水供应装置应装有温度测量仪，固化过程中应对温度进行跟踪测量、监控和存档；

2 在修复段起点和终点，距离端口大于 300 mm 处，应在软管与原有管道之间安装监测内衬管固化温度变化的温度感应器；

3 热水宜从标高较低的端口通入；

4 固化温度应均匀升高，固化所需的温度和时间以及温度升高速度应参照树脂材料说明书的规定或咨询树脂材料生产商，并应根据修复管段的材质、周围土体的热传导性、环境温度、地下水位等情况进行适当调整；

5 固化过程中软管内的水压应能使软管与原有管道保持紧密接触，且压力不得超过软管在固化过程中承受的最大压力，并保持该压力值直到固化结束；

6 可通过温度感应器监测的树脂放热曲线判定树脂固化的状况。

6.2.4 翻转式原位固化法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至一定温度，冷却后热水不宜高于 38 ℃，冷却时间应参照树脂材料说明书的规定或咨询树脂材料生产商；

2 可用常温水替换软管内的热水进行冷却，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。

6.2.5 紫外光原位固化法将浸渍树脂的软管拉入原有管道，软管的拉入应符合下列规定：

1 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，防止软管在安装过程中磨损或划伤；

2 对于已经复合了垫膜的软管，安装时可直接拉入软管；

3 应沿垫膜将软管平稳、缓慢地拉入原有管道，牵引速度和牵引力应根据制造商提供的数值，拉入内衬软管的速度应不大于 5 m/min；

4 软管拉入过程中承受的允许最大拉力应符合材料厂家提供的产品说明书；

5 树脂软管两端端口伸出原有管道的长度应满足表 6.2.1 的要求；

表 6.2.1 树脂软管两端端口伸出原有管道的长度

树脂软管管径 D (mm)	端口伸出长度 (mm)
-----------------	-------------

$D \leq 500$	≥ 500
$500 < D \leq 800$	≥ 800
$D > 800$	≥ 1000

6 软管拉入原有管道之后，宜对折放置在垫膜上。

6.2.6 紫外光原位固化法软管的扩展应采用高压风机进行，并应符合下列规定：

1 充气装置端口固定装置和测压管宜安装在树脂软管入口端，并应具有控制和显示压缩空气压力功能的压力表；

2 应将端口固定装置安装在树脂软管端部准确位置，将护套、软管与端口固定装置绑扎牢固；同时，在端口固定装置与原有管道口处的内衬材料上划 3~5 cm 的小口用于释放软管内的残留气体；

3 充气前应检查软管与端口固定装置各连接处的密封性，软管端口固定装置宜安装调压阀；

4 应缓慢充气，气压值应能使软管充分膨胀扩张紧贴原有管道内壁，压力值应满足产品要求。

6.2.7 采用紫外光原位固化法应符合下列规定：

1 紫外灯安装应避免损伤软管内膜；

2 紫外光固化过程中内衬管内应保持压缩空气压力不变，使内衬管与原管道紧密接触；

3 压力应按软管内衬制造商所给出的压力值采用并保持不少于 10 min；

4 紫外光灯架型号、灯瓦数、数量以及固化巡航速宜与软管匹配，固化光源应满足辐射到内衬软管表面的紫外光辐射强度不小于 10 mW/cm²；

5 灯架架设后，检查软管内是否平整、光滑；

6 设备应具备固化过程的可视性和可控性；在线持续显示并在线记录固化过程的压力、温度、自动巡航速度和距离位置；

7 内衬管固化完成后，应缓慢降低管内压力至大气压，降压速度不应大于 0.01 MPa/min。

6.2.8 固化完成后内衬管起点和终点端部应按下列规定进行密封和切割处理：

1 内衬管端部应切割整齐，并露出检查井壁 20~50 mm。

2 当端口处内衬管与原有管道结合不紧密时，应在内衬管与原有管道之间进行密封；

6.2.9 翻转式原位固化法修复施工中应做好下列施工记录和检验：软管使用长度，翻转压力、温度、固化温度、时间和压力，内衬管冷却温度、时间、压力等。紫外光原位固化法修复施工中应做好下列施工记录和检验：树脂软管拉入长度、扩展压缩空气压力、树脂软管固化温

度、时间和压力、紫外光灯的巡航速度、内衬管冷却温度、时间、压力等原始记录。

6.3 螺旋缠绕内衬法

6.3.1 螺旋缠绕内衬法适用于修复管径为 DN600~2600 mm 的管道。

6.3.2 螺旋缠绕内衬法进场材料验收应符合下列规定：

1 带状型材应具有产品合格证、质量保证书、性能检测报告，并应符合本标准的规定和设计要求。

2 带状型材外观检查应不少于进场总量的 1/3，并应符合本标准第 4.3.1 条的规定。

3 带状型材的宽度、高度和壁厚的测定应符合《塑料管道系统 塑料部件 尺寸的测定》GB/T 8806 的有关规定，测定结果应满足产品说明书的要求。

4 应对不同生产批次的带状型材进行性能抽样检测和刚度系数测试，检测结果符合本标准第 4.3.1 条的规定。

6.3.3 螺旋缠绕内衬法所用缠绕机应能在地面拆分，井下组装。螺旋缠绕内衬法设备应固定在起始检查井中，且其轴线应与管道轴线一致。

6.3.4 在螺旋缠绕内衬法作业中，应有专人检测型材是否发现破损、弯曲等现象，应及时修补小的缺陷；当发生较为严重的情况时，应及时通知现场专业技术人员采取措施，如遇特别严重的情况，应停止施工。

6.3.5 螺旋缠绕内衬法施工应符合下列规定：

1 内衬管缠绕过程中，钢带应同步安装在带状型材外表面，与型材公母锁扣处嵌合牢固；

2 当型材截断后进行再连接时，应保证焊缝翻边均匀，焊接牢固；

3 螺旋缠绕作业应平稳、匀速进行，锁扣应嵌合、连接牢固。

6.3.6 固定口径内衬管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工作坑中，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中分别注入密封剂和胶粘剂；

6.3.7 机头行进式内衬管螺旋缠绕工艺应符合下列规定：

1 螺旋缠绕设备的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 内衬管缠绕过程中，应在主锁扣和次锁扣中分别注入密封剂和胶粘剂。

6.3.8 内衬管两端与原有管道间的环状孔隙应进行密封处理，且密封材料应与内衬管道相兼容。

6.3.9 螺旋内衬管道贴合原有管道的环状空隙宜进行注浆处理，内衬管不贴合原有管道的环状空隙应进行注浆处理，当管道环状间隙需要注浆时应符合以下规定：

1 当内衬管不足以承受注浆压力时，注浆前必须对内衬管进行支护或采取其他保护措施；

2 当有支管存在时，注浆前应打通内衬管的支管连接并采取保护措施，注浆时浆液不得进入支管；

3 注浆孔和通气孔应设置在两端密封处或支管处，也可在内衬管上开孔；

4 浆液应具有较强的流动性、固化过程收缩小、放热量低的特性，固化后应具有一定的强度；

5 宜采用分段注浆工艺；

6 注浆完成后应密封内衬管上的注浆孔，且应对管道端口进行处理，使其平滑完整。

6.3.10 螺旋缠绕内衬法带水作业时，井下人员必须系好安全带，并有专人在地面上负责与井下人员沟通。管道内水流应满足下列要求：

1 水流速度不宜超过 0.5 m/s；

2 充满度不宜超过 30%。

6.3.11 螺旋缠绕内衬法施工应对缠绕和行走速度、主锁口密封剂和次锁扣胶粘剂注入量、内衬管与原有管道间隙注浆量等进行记录和检验。

6.4 裂管法

6.4.1 裂管法适用于管径 DN300 mm~DN600 mm 的 HDPE 波纹管、混凝土管、陶土管等材质管道的更换，对于钢筋混凝土管及带钢筋的 PE 管应经过评估后使用。

6.4.2 裂管法进场材料验收应符合下列规定：

1 管材应有产品合格证、质量保证书、检验报告；

2 按设计文件要求对管材、管道附件进行核对；

3 应按产品标准及设计要求逐根检验管道外观；

4 应重点抽检规格尺寸、环刚度、环柔度、冲击强度等项目。

6.4.3 采用静拉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不同的裂管设备；

2 当裂管设备包含裂管刀具时，应从原有管道底部切开，切刀的位置应处于与垂直方向成 30°夹角的范围内。

6.4.4 新管道在拉入过程中应符合下列规定：

1 新管道应连接在裂管设备后随裂管设备一起拉入；

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 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；

5 新管道拉入后的冷却收缩和应力恢复时间应为 4 h。

6.4.5 管道的连接应满足下列要求：

1 PE 管采用热熔对接时，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》GB 19809 的规定；

2 PE 管采用机械连接时，连接处应连接紧固。

6.4.6 推顶内衬短管时，应对短管末端放置硬橡胶挡板对管口进行保护，油缸应缓慢匀速推进。在进管工作坑及出管工作坑中应对新管道周围土体进行注浆加固，加固长度不应小于 200 mm。

6.4.7 裂管法施工应对牵拉力、速度、内衬管长度和拉伸率、贯通后静置时间等进行记录和检验。

6.5 点状原位固化法

6.5.1 点状原位固化法可用于 DN200 mm~DN1200 mm 各种材质排水管道的局部修复。

6.5.2 点状原位固化法的内衬筒长度应能覆盖待修复缺陷，且覆盖缺陷部位以外的轴向前、后超出长度均应大于 100 mm。

6.5.3 软管的安装应遵循下列规定：

1 软管应绑扎在可膨胀的气囊上，气囊应由弹性材料制成，能承受一定的水压或气压，并应有良好的密封性能；

2 应通过气囊或小车将浸渍树脂软管运送到待修复位置，并应采用电视检测（CCTV）设备实时监测、辅助定位；

3 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。气囊内的气体压力应保证软管紧贴原有管道内壁，并不得超过软管材料所能承受的最大压力；修复过程中应每隔 15 min 对气囊内气压进行记录，压力应符合生产厂家的产品说明书；

6.5.4 软管的膨胀及固化应符合下列规定：

1 当采用常温固化树脂时，气囊宜充入空气进行膨胀；

2 当采用加热固化树脂时，应先采用空气或水使软管膨胀，再替换成热水进行固化；

3 气囊内气体的压力应能保证软管紧贴原有管道内壁，但不得超过软管材料所能承受的最大压力；

4 采用常温固化树脂体系时，应根据修复段的直径、长度和现场条件确定固化时间；

5 采用加热固化树脂体系时，应按照本规程第 6.2 节的相关规定进行操作；

6 固化完成后应缓慢释放气囊内的气体。如果采用加热固化法，应先将气囊内气体的温度降到 38℃ 后，缓慢释放气囊内的气体或水。

6.5.5 点状原位固化法内衬筒的安装应符合下列规定：

1 浸渍树脂后的织物缠绕在修复气囊后应做临时绑扎，缠绕织物前应对修复气囊进行检查；

2 修复气囊的工作压力和修补管径范围及各项技术指标应符合气囊设备规定的技术要求；

3 将绑扎织物后的修复气囊运送到待修复位置时，若作业人员无法进入管道，应采用 CCTV 实时监测、辅助定位。

6.5.6 点状原位固化法修复施工中应做好树脂存储温度和时间、树脂用量、软管浸渍停留时间和使用长度、气囊压力、固化时间等施工记录。

6.6 不锈钢双胀环法

6.6.1 不锈钢双胀环法适用于修复管径 DN800 mm 以上的混凝土管、钢筋混凝土管、钢管、球墨铸铁管及各种塑料管管材管道。

6.6.2 不锈钢双胀环法修复施工时应符合下列规定：

1 在进行双胀圈点状修复前，若存在明显内渗漏、错口、异物等，应先采取注浆、堵水等必要的预处理措施；

2 止水橡胶圈宜采用人工辅助沿管道环向平铺于管道内壁的方式进行，平铺后应完全覆盖管道缺陷处，同时橡胶圈表面应平整、无褶皱，内壁紧贴原管道；

3 不锈钢胀环应沿止水橡胶圈的压槽安装，安装时保证钢套环垂直无倾斜，牢固可靠；

4 安装完成后应拆除胀环上焊接的液压设备支撑点，拆除时应沿环向施力拆除，禁止沿纵向用力拆除。

6.6.3 修复施工中应做好注浆用量、注浆压力、液压设备的撑力，修复前、后的渗水程度等施工记录。

6.7 不锈钢快速锁法

6.7.1 不锈钢快速锁法可用于 DN300 mm~DN600 mm 的管道局部修复。

6.7.2 不锈钢快速锁安装前，应对原有管道进行预处理，并应符合下列规定：

1 预处理后的原有管道内应无沉积物、垃圾及其他障碍物，不应有影响施工的积水；

2 原有管道待修复部位及前后 500 mm 范围内管道内表面应洁净，无附着物、尖锐毛刺和凸起物。

6.7.3 不锈钢快速锁应覆盖待修复缺陷，且轴向前后应比待修复缺陷长不小于 100 mm；当缺陷轴向长度超过单个快速锁长度时，可采取多个快速锁搭接的方式安装，安装时，后一个快速锁的橡胶套应压住前一个快速锁超出的橡胶套。

6.7.4 采用气囊安装的不锈钢快速锁不得采用搭接方式，应按下列步骤操作：

1 在地表将不锈钢套筒和橡胶套预先套好，并检查锁紧装置可正常工作；

2 分别在始发井和接收井各安装一个卷扬机，将快速锁固定在带轮子的专用气囊上，然后在 CCTV 或潜望镜的辅助下将气囊牵拉至待修复位置；

3 在 CCTV 或潜望镜设备的监控下，缓慢向气内充气，使不锈钢快速锁缓慢展开并紧贴原有管道内壁，气囊压力宜为 0.35~0.40 MPa；

4 当确认不锈钢快速锁完全张开后，卸掉气囊压力后撤出。

6.7.5 采用人工方式安装的不锈钢快速锁，应按下列步骤操作：

1 将不锈钢环片、橡胶套等从检查井下入并送到待修复位置；

2 先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，安装时橡胶套迎水坡边朝来水方向；

3 将预拼装好的不锈钢快速锁放置在待修复位置，采用专用扩张器对快速锁进行扩张，待扩张到橡胶套密封台接近管壁时，使用扩张器上的辅助扩张丝杆缓慢扩张，在扩张过程中可用橡胶锤环向振击快速锁，确认各个部位与原管壁紧密贴合后锁死紧固螺栓，完成安装。

6.8 喷涂（筑）法

6.8.1 采用聚合物基材料喷涂法施工前，应使基底处于干燥状态，环境温度应为 10℃~50℃。

6.8.2 聚合物基喷涂施工应符合下列规定：

1 喷涂过程中喷枪空气压力不得低于 0.3 MPa；

2 喷涂作业应连续，应按先局部后整体的顺序，下一道工序应压住上一道工序的 100 mm 或 1/4，不得出现漏喷现象；

3 喷涂作业结束或间隔超过 30 min 的，应及时清洗喷枪及管路，清洗渣液应收集在预先准备的容器内，避免环境污染。

6.8.3 作业时应在管壁表面或检查井内壁预先安装计量钉，确定厚度，单次喷涂厚度不得超过 3 mm，喷涂间隔时间不得超过 30 min。

6.8.4 与待修复检查井联通的上游或下游检查井内应配备大功率鼓风机，鼓风机应采用吸风外排模式。喷涂作业应采用倒退方式进行喷涂，井室喷涂顺序应采用自下而上方式。

6.8.5 井底或井壁下部较潮湿处应采用喷射模式，不对混合物进行雾化，喷涂厚度宜为井壁的 2 倍。

6.8.6 成型的喷涂层应进行复查，对有漏喷流挂部位进行处理并应进行养护。

6.8.7 喷涂施工完成后，应测定喷涂材料的表干时间和实干时间，且表干时间不应大于 60 s，实干时间不应大于 5 min。测定方法应符合《漆膜、腻子膜干燥时间测定法》GB/T 1728 的有关规定。

6.8.8 当采用喷筑法修复时，进入施工现场的修复材料应符合下列规定：

1 进场材料应出具型式检验报告，水泥基材料喷筑法的检验项目及应满足本规程表 4.9.2 的要求；

2 应对每批进场材料进行抽样检验，水泥基材料喷筑法的检验项目应包括 28 d 抗压强度和 28 d 抗折强度，并应满足本规程表 4.9.2 的要求。

6.8.9 采用水泥基材料喷筑法施工前，应使基底处于湿润状态，但不得有水滴或流水；基层表面温度不宜小于 5℃，环境温度宜为 5℃~35℃；

6.8.10 当进行离心喷筑时，应符合下列规定：

1 在离心喷筑过程中，旋喷器下放和提升速度不宜大于 3 m/min；若离心喷筑过程因故中断，应及时清理喷涂设备，避免堵塞；

- 2 内衬喷筑完成后，保留内衬原始形态，也可根据要求对表面进行压抹；
- 3 离心喷涂结束后，应人工下井对井底、盖板、井壁与管口连接处等部位进行喷涂处理。

6.8.11 当进行人工喷筑时，应符合下列规定：

- 1 应先调节喷筑气压和浆量，浆料应均匀分散喷出；
- 2 应控制喷枪与基面距离，使得喷枪移动规律、平稳；
- 3 可一次或分多次喷筑到设计厚度，当设计度超过 10 mm 时，宜多次完成；
- 4 喷筑完成后，应将喷筑层抹平，但同一部位不宜反复抹压；
- 5 井底与井壁的结合部位应采取倒圆过渡。

6.8.12 内衬养护应符合下列规定：

- 1 内衬应在无风、潮湿环境下养护；
- 2 在施工过程及施工后的终凝前，应确保内衬浆料不发生结冰。

7 质量验收

7.1 一般规定

7.1.1 施工单位在排水管道修复施工前应进行工程质量验收单元的划分。工程项目的单位(子单位)工程、分部(子分部)工程、分项工程和分项工程检验批的质量验收单元划分应符合表 7.1.1 的规定。

表 7.1.1 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 个或若干个子单位工程)		
分部工程	分项工程	分项工程验收批
两井之间	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。

7.1.2 管道非开挖修复工程的质量验收应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268。

7.1.3 工作井的围护结构、井内结构施工质量验收标准应按现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202、《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141 的有关规定执行。

7.1.4 工程施工完成后应对修复管道进行 CCTV 检测。

7.1.5 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、分项工程及分项工程验收批应按本规程附录 A 划分,质量验收的主控项目应全部合格;

2 工程质量控制资料应完整,并应按本规程附录 B 作记录;

3 工程有关安全及使用功能的检测资料应完整。

7.1.6 修复工程的质量验收不合格时,应按下列规定处理:

1 经返工重做或更换管节、管件、管道设备等的验收批,应重新进行验收。

2 经有相应资质的检测单位检测鉴定能够达到设计要求的验收批,可予以验收。

3 经返修或加固处理的分项工程、分部(子分部)工程,改变外形尺寸但仍能满足结构安全和使用功能要求的,可按技术处理方案文件和协商文件进行验收。

7.1.7 通过返修或加固处理仍不能满足结构安全或使用功能要求的分部(子分部)工程、单

位（子单位）工程，严禁通过验收。

7.1.8 单位工程经施工单位自行检验合格，并经监理单位确认通过后，应向建设单位提出单位工程验收。

7.1.9 单位工程质量验收合格后，建设单位应将竣工验收报告和有关文件，报工程所在地建设行政主管部门备案。

7.2 原位固化法

I 主控项目

7.2.1 翻转式原位固化法所用软管等进场材料应符合本标准第 4.2 节的规定，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：对照本标准第 4.2 节检查。

检查数量：全部检查。

7.2.2 紫外光原位固化法所用软管等进场材料应符合本标准第 4.2 节的规定，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：对照本标准第 4.2 节检查。

检查数量：全部检查。

7.2.3 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。取样的成品内衬管其主要力学性能指标经检验应符合 4.2 节的规定。

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。

7.2.4 修复后内衬管的壁厚应不低于设计要求。壁厚检验应按现行国家标准《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。

7.2.5 修复后的内衬管应与原有管道贴附紧密，管道内壁应无局部裂纹、孔洞、脱落、软弱带；因施工原因产生的环形褶皱、纵向褶皱、局部隆起应符合下列规定。

1 局部划伤、磨损、气泡或干斑的出现频次每 10 m 不应大于 1 处；

2 内衬管褶皱应满足设计要求；当设计无要求时，管道直线段最大褶皱不应大于 $0.02D$ 或 6 mm 中的较大值。

检查方法：观察，检查 CCTV 检测图像。

检查数量：全部检查。

II 一般项目

7.2.6 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，新旧管道过渡应平缓。

检查方法：观察，检查 CCTV 检测图像。

检查数量：全部检查。

7.2.7 内衬管道端部切口应平齐，无松动、无明显贴合缝隙。

检查方法：观察；检查施工记录。

检查数量：全部检查。

7.3 螺旋缠绕内衬法

I 主控项目

7.3.1 螺旋缠绕内衬法主要进场型材、管材、原材料应符合本标准第 4.4 节的规定，产品合格证、质量保证书、出厂检验报告应检查合格，材料的外观检查、抽样检测、进场复检应合格。

检查方法：对照本标准第 4.4 节检查。

检查数量：全部检查。

7.3.2 同一施工段应采用相同材质的部件，部件不得存在裂缝、漏洞、外来夹杂物、变形或其他损伤缺陷。

检查方法：观察。

检查数量：全部检查。

7.3.3 螺旋缠绕内衬法管道的刚度应符合设计要求。

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。

II 一般项目

7.3.4 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，新旧管道过渡应平缓。

检查方法：观察，检查 CCTV 检测图像。

检查数量：全部检查。

7.3.5 内衬管与原有管道之间的环状间隙注浆充填时，注浆固结体应充满间隙，应无松散、空洞、溢出等现象；管道端部的间隙密封处理应符合设计要求。

检查方法：观察；对照设计文件和施工方案，检查施工记录、注浆记录等。

检查数量：全部检查。

7.4 裂管法

I 主控项目

7.4.1 裂管法应进行管道连接接头试验，并应符合下列规定。

检查方法：按现行国家标准《给水用聚乙烯（PE）管道系统第 5 部分：系统适用性》GB/T 13663.5 的有关规定执行。

检查数量：全部检查。

7.4.2 裂管法施工前后，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，施工后对牵拉端取样检测。

检查数量：全部检查。

II 一般项目

7.4.3 碎裂管法修复后管道接口应紧密，内壁无裂纹、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、CCTV 检测记录等。

检查数量：全部检查。

7.4.4 新管道端口不得存在渗漏、土体松散现象。

检查方法：检查注浆记录或 CCTV 检测。

检查数量：全部检查

7.5 点状原位固化法

I 主控项目

7.5.1 点状原位固化法的外观检验应符合下列规定：

- 1 缺陷部位应已被修复材料完全覆盖，且延伸宽度应大于 200 mm；
- 2 已修复部位不得漏水、渗水。

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、CCTV 检测记录等。

检查数量：全部检查。

7.5.2 点状原位固化法质量检验应制作和管内修复同规格的样品管，并送第三方检测。样品管的质量检验应符合设计要求和下列规定：

- 1 样品管厚度应满足设计要求；
- 2 内衬筒纤维缠绕层数应不小于 3 层；
- 3 样品管的初始力学性能和测试方法应分别符合本标准 4.2 节的规定。

检查方法：现场制作样品管。

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。

II 一般项目

7.5.3 点状原位固化法修复管道内衬管表面质量应满足下列要求：

- 1 内衬与原管道应紧密贴合，无明显突起、凹陷、错台、空鼓等现象；
- 2 修复位置应正确，内衬应完整，表面光洁、平整，无局部划伤、裂纹、磨损、孔洞、起泡、干斑、脱皮、分层、杂质和软弱带等缺陷。

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、CCTV 检测记录等。

检查数量：全部检查。

7.5.4 修复后管道线形应和顺，接口、接缝处过渡应平顺，内衬与原有管道过渡应平缓。

检查方法：观察或 CCTV 检测；检查施工记录、CCTV 检测记录等。

检查数量：全部检查。

7.5.5 内衬两端密封处理应符合设计文件要求，且应密封良好、密实。

检查方法：观察；对照设计文件检查施工记录等。

检查数量：全部检查。

7.6 不锈钢双胀环法

I 主控项目

7.6.1 不锈钢双胀环法质量检验应符合下列规定：

1 不锈钢胀环的性能、规格、尺寸应符合本标准 4.7 节和设计文件的规定，质量保证资料齐全。

检查方法：对照设计文件，按本标准 4.7 节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技术文件。

检查数量：全部检查。

2 橡胶密封带的硬度、断裂延伸率等主要技术指标应符合本标准第 4.7.5 条和设计文件的规定。

检查方法：对照设计文件，按本标准第 4.7.5 条的规定检查取样检测记录、复试报告等。

检查数量：全部检查。

7.6.2 不锈钢双胀环法质量检验应符合下列规定：

1 修复位置应正确，不锈钢胀环应安装牢固；

2 已修复部位不得漏水、渗水；

3 原有缺陷部位应已被修复材料完全覆盖，止水橡胶带与原管应贴合紧密。

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、CCTV 检测记录等。

检查数量：全部检查。

II 一般项目

7.6.3 不锈钢双胀环法修复后管道表面质量应满足下列要求：

1 止水橡胶带应与原管道紧密贴合，无明显凸起、褶皱现象；

2 橡胶带与不锈钢胀环应表面光洁、平整，无局部划伤、裂纹、磨损、孔洞等缺陷。

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、CCTV 检测记录等。

检查数量：全部检查。

7.6.4 修复后管道线形应和顺，接口、接缝处过渡应平顺，内衬与原有管道过渡应平缓。

检查方法：观察或 CCTV 检测；检查施工记录、CCTV 检测记录等。

检查数量：全部检查。

7.6.5 内衬两端密封处理应符合设计文件要求，且应密封良好、密实。

检查方法：观察；对照设计文件检查施工记录等。

检查数量：全部检查。

7.7 不锈钢快速锁法

I 主控项目

7.7.1 不锈钢快速锁技术参数应符合本标准 4.8 节和设计文件的规定，质量保证资料齐全。

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：全部检查。

7.7.2 不锈钢快速锁修复后管道表面质量应满足下列要求：

- 1 修复位置应正确，不锈钢快速锁安装应牢固；
- 2 原有缺陷应已被修复材料完全覆盖；
- 3 已修复部位不得漏水、渗水。

检查方法：观察或 CCTV 检测；检查施工记录、CCTV 检测记录等。

检查数量：全部检查。

II 一般项目

7.7.3 修复后管道线形应和顺，接口、接缝处过渡应平顺，内衬与原有管道过渡应平缓。

检查方法：观察或 CCTV 检测；检查施工记录、CCTV 检测记录等。

检查数量：全部检查。

7.7.4 内衬两端密封处理应符合设计文件要求，且应密封良好、密实。

检查方法：观察；对照设计文件检查施工记录等。

检查数量：全部检查。

7.8 喷涂（筑）法

I 主控项目

7.8.1 聚合物基材料喷涂法的质量验收应符合下列规定：

1 主要修复材料应符合本规程第 4.9.1 条、第 4.9.2 条的规定，产品合格证、质量保证书、材料性能检测报告、型式检验报告应检查合格，进场抽样检验应合格。

检查方法：现场喷涂制作尺寸 200 mm×200 mm 且厚度不低于 3 mm 的样板 3 块，送第三方检测机构检测。检测项目为抗拉强度、弯曲强度和短期弯曲模量。

检查数量：抽样检测，在相同施工条件下进行多个检查井施工时，同一批次产品每 5 个检查井应至少取一组样品进行检测；少于 5 个检查井时，应取一组样品进行检测。

2 喷涂层厚度不得小于设计壁厚。

检查方法：对照设计文件，用测厚仪或卡尺等测量；对于井室每个井至少检测 3 个点，3 个点分别为顶部、侧墙和底部；取样处必须含接口。

检查数量：全部检查。

3 材料喷涂法喷涂层与原有井体之间以及不同的喷涂层间应粘接牢固。

检验方法：全数观察，敲击管端硬化后的喷涂层应无空壳声。

检查数量：全部检查。

7.8.2 水泥基材料喷筑法的质量验收应符合下列规定：

1 主要修复材料应符合本规程第 4.9.3 条~第 4.9.4 条的规定，产品合格证、质量保证书、材料性能检测报告、型式检验报告应检查合格，进场抽样检验应合格。

检查方法：现场制作抗压抗折试块，试块应按要求养护期满后送至第三方检测机构检测。

检查数量：抽样检测，在相同施工条件下进行多个检查井施工时，同一批次产品每 5 个检查井应至少取一组样品进行检测；少于 5 个检查井时，应取一组样品进行检测。

2 喷涂层厚度不得小于设计壁厚。

检查方法：对照设计文件，用测厚仪或卡尺等测量。

检查数量：全部检查。

3 材料喷涂法喷涂层与原有井体之间以及不同的喷涂层间应粘接牢固。

检验方法：全数观察，敲击管端硬化后的喷涂层应无空壳声。

检查数量：全部检查。

II 一般项目

7.8.3 修复后井内表面应平整，应无明显湿、渗水，不得有滴漏、线等现象；管口与井壁结合应严密。

检查方法：观察或潜望镜检查。

检验数量：全部检查。

7.8.4 修复后井口、管道接口、接缝处过渡应平顺，喷涂层与原有井体过渡应平缓。

检查方法：观察或潜望镜检查，检查施工记录、检测记录等。

检查数量：全部检查。

7.8.5 聚合物基喷涂材料涂层应连续，应无漏喷、空鼓、剥落、划伤、龟裂、异物等缺陷。

气泡直径不得大于 1 mm，成膜材料每平方米内包含的气泡不得超过 5 个。

检验方法：观察或潜望镜检查。

检查数量：全部检查。

7.8.6 聚合物基材料喷涂法在阴角、阳角等的细部构造防水措施应符合设计要求。

检验方法：观察，检查隐蔽工程验收记录。

检查数量：全部检查。

7.8.7 检查井及井内施工应符合设计要求，并应对井底、井盖与井室连接缝隙、井壁与管口连接处等重点部位进行观察，应无漏水现象。

检查方法：观察，对照设计文件和施工方案检查施工记录

检查数量：全部检查。

7.9 功能性检验

7.9.1 内衬管安装完成、内衬管冷却到周围土体温度后，应进行管道严密性检验。检验可采用下列两种方法之一：

1 闭水试验应按现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 无压管道闭水试验的有关规定进行。实测渗水量应小于或等于按下式计算的允许渗水量：

$$Q_e = 0.0046D_L \dots\dots\dots (7.10.1)$$

式中： Q_e ——允许渗水量[m³/(24 h·km)]；

D_L ——试验管道内径(mm)。

2 闭气法试验应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的相关规定。

7.9.2 当管道处于地下水位以下，管道内径大于 1000 mm，且试验用水源困难或管道有支、连管接入，且临时排水有困难时，可按现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》

GB50268 凝土结构无压管道渗水量测与评定方法的有关规定进行检查，并应做好记录。经检查，修复管道应无明显渗水，严禁水珠、滴漏、线漏等现象。

7.9.3 局部修复管道可不进行闭气或闭水试验。

7.9.4 管道严密性检验合格后应及时回填工作坑，并应清理施工现场。工作坑的回填应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的有关规定。

7.10 工程竣工验收

7.10.1 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。

7.10.2 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 管道附属构筑物位置、外形、尺寸及渗漏水情况；
- 3 检查井管口处理及渗漏水情况；
- 4 合同、设计工程量的实际完成情况；
- 5 相关排水管道的接入、流出及临时排水施工后处理等情况；
- 6 沿线地面、周边环境情况。

7.10.3 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施恢复等情况。

7.10.4 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及开工报告；
- 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电视检测（CCTV）记录；
- 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电视检测（CCTV）记录；
- 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 安全与环境保护

8.0.1 管道非开挖修复工程施工应采取安全防护措施，施工现场安全管理与环境保护应符合《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 等的有关规定。

8.0.2 管道非开挖修复工程所产生的废气、噪声与振动应符合国家有关环境保护的排放标准要求；产生的污染废弃物处置应符合国家有关环境保护的法规规定。

8.0.3 施工单位应在施工现场建立健全安全管理体系和安全生产责任制，并遵守有关施工安全、劳动保护等法律法规，制定相应措施，确保施工安全。

8.0.4 井下和管道内作业、拆封排水管道头子作业、水下作业、闭气试验、施工用电等风险性较高的施工作业，应制定相应的安全技术专项施工作业方案，安全生产条件符合规定后方可施工。

8.0.5 在进行路面作业时，作业人员应穿戴配有反光标志的安全警示服并正确佩戴和使用劳动防护用品；未按规定穿警示服及佩戴和使用劳动防护用品的人员，不得上岗作业。

8.0.6 作业区域内应采取设置安全警示标志等防护措施；夜间作业时，应在区域周边明显处设置警示灯；作业完毕，应及时清除障碍物。

8.0.7 作业现场严禁吸烟，未经许可严禁动用明火。

8.0.8 下井作业人员必须经过专业安全技术培训、考核，具备下井作业资格，并应掌握人工急救技能和防护用具、照明、通信设备的使用方法；施工单位应为下井作业人员建立个人培训档案。

8.0.9 井下作业前，作业单位应做好下列工作：

- 1 应查清管径、水深、潮汐、积泥厚度等；
- 2 应查清附近工厂污水排放情况，并做好截流工作；
- 3 应制定井下作业方案，并尽量避免潜水作业；
- 4 应对作业者进行安全交底，告知作业内容和安全防护措施及自救互救的方法；
- 5 当施工管段位于提升泵站的上、下游时，泵站调度应在收到作业开工、完工的书面确认函后方可下达停、开泵指令；
- 6 应检查下井专用设备是否配备齐全、安全有效。

8.0.10 井下作业前，作业负责人应向排水管理单位提交《城镇排水有限空间下井作业审批表》，经监理、排水管理单位项目负责人审批同意。下井作业前必须办理《下井安全作业票》。

8.0.11 井下作业前，应开启作业管段井盖和对应的上下游井盖，进行机械通风，且通风时间不应小于 30 min。机械通风应符合下列要求：

1 作业管段内的平均风速不应小于 0.8 m/s，管内风速可采用测井口风速的方式进行判定，管道通风效果与井口风速判定关系参见表 8.0.1；

2 当作业管段只有一个出入口时，应将通风设备出风口置于作业面；

3 当作业管段有两个或两个以上出入口时，应在远离作业者的井口进行排风；

4 风机的进风口空气应保持洁净。

8.0.12 井下作业前，施工单位必须检测管道内有毒气体。气体检测应测定井下的空气含氧量和常见有毒气体的浓度。井下的空气含氧量不得低于 19.5%，甲烷浓度不得超过 1.0%。井下有毒气体的浓度除应符合国家现行有关标准的规定外，常见有毒气体的浓度还应符合表 8.0.1 的规定。

表 8.0.1 常见有毒气体浓度判定限值

气体名称	评判值	
	mg/m ³	ppm (20 ℃)
硫化氢	10	7
一氧化碳	30	25

8.0.13 作业期间发现下列情况之一时，作业者应停止作业，迅速撤离作业面：

1 发现异常；

2 作业者出现身体不适；

3 安全防护设备或个体防护装备失效；

4 气体检测报警仪报警；

5 监护人或作业负责人下达撤离命令。

8.0.14 施工现场的废弃物处置应符合下列规定：

1 施工完成后，应及时清除障碍物和清扫干净作业区域；

2 对施工过程中所使用的含有化学物质的液体材料在使用完毕后，应进行统一的回收处理；

3 作业施工所产生的固废料应按照国家环保部门的有关规定处理；

4 在管道清淤和预处理过程中，检查井内的污泥、污物清除应优先考虑用吸污车进行清运；吸污车无法的剩余部分宜采用人工在地上使用特殊的清掏工具清除至井外，利用封闭式

污泥清运车（通常采用专用的垃圾清运车）清运；

5 采用人工下井清淤时，清出的垃圾可装在有防水内膜的编织袋，并将袋口封闭，施工现场设置污染物临时存放点，存放点下应铺设防渗膜，并设置目视化标牌。应当日用垃圾车清运干净，不得弃置与生活垃圾箱内；

6 清运的污泥、污物不得随意倾倒，应交由有资质的污泥处置机构处置，清淤过程中地面散落的污泥、污物应及时清除，并使用高压清洗车对地面清洗干净；

7 在作业基坑开挖过程中产生的土方，应优先考虑渣土车外运，当施工现场允许堆放的情况下，须覆盖防尘网，并有防雨防水措施。

8 清淤污泥可采用污泥运输车辆运输，运输车辆应按制定路线运输，运输过程宜保持密封状态并在指定地点卸倒；杜绝车辆跑冒滴漏现象对道路的污染；

9 排水管理单位应对污泥处置过程进行跟踪和监督。

8.0.15 施工现场的噪声控制应符合下列规定：

1 施工前应根据施工过程中使用的所有机械设备和可能产生污染环境噪声源向工程项目所在地的环保主管部门进行申报备案，经环保部门审查批准后实施；

2 施工现场噪声敏感区域设置隔声设施，满足隔声要求；

3 现场应设噪声监测点，并应实施动态监；

4 限制施工时间，所有机械噪声源控制在允许的范围；

5 夜间施工噪声声强值应符合国家有关规定，车载发电机及液压动力站应选用静音式，施工作业时距离设备 2.0 m 以外噪音不应高于 80 dB。

8.0.16 施工现场的扬尘与废气体控制应符合下列规定：

1 施工现场的围挡应从工地四周连续设置，应采用硬质材料进行封闭围挡，以控制扬尘外泄；

2 现场使用散装水泥、预拌砂浆应采取封闭、降尘、降噪措施；

3 施工现场的各类运输车辆应当做好车辆保洁工作，车辆进出施工现场时应当采取清洗保洁措施，确保车辆不污染环境；

4 施工现场防护范围内，同样应做好有毒、有害和易燃易爆气体的实时监测并记录；

5 施工作业车辆应按车管部门的规定定期进行尾气检测，未检测或检测未达标的车辆严禁使用，作业的机械设备、车辆尾气排放应符合国家环保部门规定的排放标准。

8.0.17 施工现场作业时产生的污、废水处置应符合下列规定：

1 施工现场产生的泥浆应设置专门的沉淀池及有序排放泥浆水的沟、槽。沉淀池应经常清污，以保证其正常的使用功能；

2 施工现场应对施工废水、污水进行分类合理的收集处理，对其采取科学的污水处理措施，预处理达标后再排放至城市污水管网；

3 对管道、检查井高压射流清洗过程中，需对喷头经过的检查井进行临时遮盖，防止井内污水喷出污染环境；

4 在导流过程中，当导流管接头或导流管出现渗漏时，须及时更换，更换时应先将污水空干不得将污水泄流于地表面或绿化带内，因漏水产生的污水应及时处理干净；

5 有条件的施工现场应做到沉淀水的循环使用，节约利用水资源。

8.0.18 施工现场应对强光作业和照明灯具采取遮挡措施，减少对周边居民和环境的影响。

附录 A 排水管道非开挖修复工程分项、分部、单位工程划分

表 A 排水管道非开挖修复工程分项、分部、单位工程划分表

单位工程（子单位工程）		管道非开挖修复工程	
分部工程（子分部工程）		分项工程	检验批
管道修复工程	翻转式原位固化法	软管翻转置入与软管固化、端口处理	每施工段 1 个
	紫外光原位固化法	软管牵拉置入与软管固化、端口处理	每施工段 1 个
	螺旋缠绕内衬法	螺旋缠绕、注浆、端口处理	每施工段 1 个
	裂管法	管段裂管、端口处理	每施工段 1 个
	点状原位固化法	—	每个点位
	不锈钢双胀环法	—	每个点位
	不锈钢快速锁法	—	每个点位
检查井修复	喷涂（筑）法	喷涂、端口处理	每个检查井

附录 B 分项、分部、单位工程质量验收记录

表 B 分项、分部、单位工程质量验收记录表

工程名称					施工路段		
修复管段 编号		修复施 工长度		修复施 工管径		内衬设 计厚度	
建设单位				监理单 位			
设计单位				施工单 位			
序号	检查项目			施工情况			
施工单位 自检情况	<p style="text-align: right;">(盖章)</p> 施工员: 技术负责人: 日期: 年 月 日						
监理单位 检查验收 情况	<p style="text-align: right;">(盖章)</p> 现场监理: 专业监理工程师: 日期: 年 月 日						
建设单位 检查验收 情况	<p style="text-align: right;">(盖章)</p> 建设方代表: 日期: 年 月 日						

本规程用词说明

执行本规程条文时，对于要求严格的用词，采用以下写法：

1 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”；

反面词采用“禁止”。

2 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

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用词：

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用词，采用“可”。

5 规程中指明应按其他有关标准、规范执行时，写法为：“应按……执行”或“应符合……要求（或规定）”。

引用标准名录

- GB 12358 作业场所环境气体检测报警仪器 通用技术要求
- GB 19809 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
- GB 50268 给水排水管道工程施工及验收规范
- GB 55027 城乡排水工程项目规范
- GB/T 528 硫化橡胶或热塑性橡胶 拉伸应力应变性能的测定
- GB/T 531.1 硫化橡胶或热塑性橡胶 压入硬度试验方法 第1部分：邵氏硬度计法（邵氏硬度）
- GB/T 1033.1 塑料 非泡沫塑料密度的测定 第1部分：浸渍法、液体比重瓶法和滴定法
- GB/T 1040.2 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 1040.3 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 1040.4 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 1043.1 塑料 简支梁冲击性能的测定 第1部分：非仪器化冲击试验
- GB/T 1346 水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法
- GB/T 1449 纤维增强塑料弯曲性能试验方法
- GB/T 1633 热塑性塑料维卡软化温度（VST）的测定
- GB/T 1634 塑料 负荷变形温度的测定
- GB/T 1634.2 塑料 负荷变形温度的测定 第2部分：塑料和硬橡胶
- GB/T 1685 硫化橡胶或热塑性橡胶 在常温和高温下压缩应力松弛的测定
- GB/T 1690 硫化橡胶或热塑性橡胶耐液体试验方法
- GB/T 1728 漆膜、腻子膜干燥时间测定法
- GB/T 2411 塑料和硬橡胶 使用硬度计测定压痕硬度（邵氏硬度）
- GB/T 2567 树脂浇铸体性能试验方法
- GB/T 2793 胶粘剂不挥发物含量的测定
- GB/T 3857 玻璃纤维增强热固性塑料耐化学介质性能试验方法
- GB/T 4237 不锈钢热轧钢板和钢带
- GB/T 6031 硫化橡胶或热塑性橡胶硬度的测定（10 IRHD~100 IRHD）
- GB/T 6672 塑料薄膜和薄片 厚度测定 机械测量法

GB/T 7122 高强度胶粘剂剥离强度的测定 浮辊法

GB/T 7689.5 增强材料 机织物试验方法 第 5 部分：玻璃纤维拉伸断裂强力和断裂伸长的测定

GB/T 7759.1 硫化橡胶或热塑性橡胶 压缩永久变形的测定 第 1 部分：在常温及高温条件下

GB/T 7762 硫化橡胶或热塑性橡胶耐臭氧龟裂静态拉伸试验

GB/T 8806 塑料管道系统 塑料部件 尺寸的测定

GB/T 9341 塑料弯曲性能的测定

GB/T 9573 橡胶和塑料软管及软管组合件 软管尺寸和软管组合件长度测量方法

GB/T 9647 热塑性塑料管材 环刚度的测定

GB/T 9914.1 增强制品试验方法 第 1 部分：含水率的测定

GB/T 9914.2 增强制品试验方法 第 2 部分：玻璃纤维可燃物含量的测定

GB/T 10247 粘度测量方法

GB/T 13304.2 钢分类 第 2 部分：按主要质量等级和主要性能或使用特性的分类

GB/T 13663 给水排水用聚乙烯（PE）管材

GB/T 15223 塑料 液体树脂 用比重瓶法测定密度

GB/T 17671 水泥胶砂强度检验方法（ISO 法）

GB/T 21873 橡胶密封件 给、排水管及污水管道用接口密封圈 材料规范

GB/T 26081 排水工程用球墨铸铁管、管件和附件

GB/T 41666.4 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 41666.7 地下无压排水管网非开挖修复用塑料管道系统 第 7 部分：螺旋缠绕内衬法

CJJ 6 城镇排水管道维护安全技术规程

CJJ 68 城镇排水管渠与泵站运行、维护及安全技术规程

CJJ 143 埋地塑料排水管道工程技术规程

CJJ/T 210 城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程

JC/T 2327 水性聚氨酯地坪

JGJ 63 混凝土用水标准

JGJ/T 70 建筑砂浆基本性能试验方法标准

江苏省土木建筑学会标准

城镇排水管道工程非开挖修复技术规程

T/JSTJXH X-2024

条文说明

目 次

1 总则	67
2 术语和符号	70
2.1 术语	70
3 基本规定	71
4 材料	71
4.1 一般规定	71
4.7 不锈钢快速锁法	11
4.8 喷涂（筑）法	714
5 设计	721
5.1 一般规定	721
5.2 内衬管设计	72
6 施工	74
6.1 一般规定	74
6.2 原位固化法	74
6.3 螺旋缠绕内衬法	75
6.4 裂管法	75
6.6 不锈钢双胀环法	76
6.7 不锈钢快速锁法	76
6.8 喷涂（筑）法	76
7 质量验收	78
7.2 原位固化法	78
7.4 裂管法	78
7.9 功能性检验	78
8 安全与环境保护	79

1 总则

1.0.1 排水管道及其他市政管线被称为城市的“生命线”，然而随着城市建设的发展，排水管道正面临老化、事故频发的问题。目前，采用非开挖修复技术对排水管道进行修复的工程日趋增多，保证修复工程质量对于排水管道的安全运行和使用寿命显得尤为重要。显然在现行行业标准《城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 210 中提及了多种修复方法，但有的技术已逐渐被淘汰，本标准与行业标准 CJJ/T 210 的对照见表 1。

1.0.2 本标准中的排水管道是指收集、调蓄、输送污水或雨水的管道，包括重力流以及压力等级不大于 0.1 MPa 的压力输送污水或雨水管道，管道断面形式包括圆形、矩形和拱形等。对于压力等级超过 0.1 MPa 的排水管道，需参照有关压力管道规范进行设计、施工及验收。

1.0.3 排水管道非开挖修复工程不仅要遵循本标准的规定，同时还要符合现行国家标准《室外排水设计标准》GB 50014、《给排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 及《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332，现行行业标准《城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 210 及《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ 181 等标准的规定。

表 1 本标准与行业标准 CJJ/T 210 的对照

序号	工法名称	行业标准 CJJ/T 210	本标准	修改原因
1	原位固化法	翻转式原位固化法和 拉入式原位固化法	细化	根据工程实际情况，结合《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 进行了细化。
3	螺旋缠绕内衬法	机械制螺旋缠绕法	细化	根据工程实际情况，结合《地下无压排水管网非开挖修复用塑料管道系统 第 7 部分：螺旋缠绕内衬法》GB/T 41666.7-2024 细化螺旋缠绕内衬法的材料、施工、验收要求等。
4	裂管法	碎（裂）管法	细化	根据工程实际情况，细化裂管法的材料、施工、验收要求。
5	点状原位固化法	点状原位固化法	细化	根据工程实际情况，结合《排水管道非开挖局部修复工程技术规程》T/CAS 680-2023 细化点状原位固化法的材料、施工、验收要求。
6	不锈钢双胀环法	无	有	目前已广泛应用于排水管道非开挖修复工程，结合《排水管道非开挖局部修复工程技术规程》T/CAS 680-2023 进行进一步规范。

续表 1

序号	工法名称	行业标准 CJJ/T 210	本标准	修改原因
7	不锈钢快速锁法	无	有	目前已广泛应用于排水管道非开挖修复工程，结合《排水管道非开挖局部修复工程技术规程》T/CAS 680-2023 进行进一步规范。
8	喷涂（筑）法	无	有	目前已广泛应用于检查井非开挖修复，结合《排水检查井非开挖修复工程技术规程》T/CECS 1333-2023 进行进一步规范。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 排水管道系统包括排水管道和检查井等附属构筑物。更新是指全部或部分利用原有排水管道结构提升其性能的技术和方法；维修是指对排水管道局部损坏的复原；更换是指在排水管道的原位或异位新建一条替代其性能的管道的技术的方法。

3 基本规定

3.0.1 非开挖技术可用于管道修复更新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、新建道路、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更新工程进行修复更新技术；在工程造价合理的条件下，对城镇排水管道修复更新也建议优先选用非开挖技术。

3.0.3 要求管道结构性修复更新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。

3.0.4 非开挖修复更新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更新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。

3.0.5 非开挖修复更新工程需在地面、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》CJJ6 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，进行非开挖修复更新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。

3.0.6 管道修复完后，检查井处的内衬管端口与原有管道之间应进行处理，以确保地下水不从检查井进入原有管道与内衬管间的环状空隙，同时应防止检查井处内衬管与原有管道脱离，对于不同的施工方法其处理措施不同。

4 材料

4.1 一般规定

4.1.2 标识一般包括生产商的名称或商标、产品编号、产地、生产设备、生产日期、型号、材料等级和生产产品所依据的规范名称等详细信息。

4.1.4 为保证内衬管材或型材在存储与运输过程中不产生机械损伤或不超过 10% 壁厚的划痕等损伤，特设置本条。

4.7 不锈钢快速锁法

4.7.4 不锈钢快速锁尺寸及安装可见图 3。

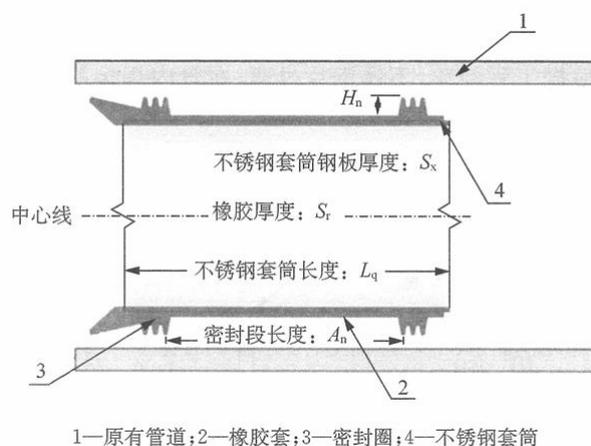


图 3 不锈钢快速锁尺寸及安装示意

4.8 喷涂（筑）法

4.8.1 聚合物基材料为双组分材料，工厂标准化生产的成品材料。在施工现场根据用量分别将双组分（AB 料）加入喷涂机内。

聚合物基材料包括聚氨酯、改性聚脲等，喷涂材料和基体的黏结强度决定于材料本身的性能，喷涂工艺，基体表面处理等因素对于特殊腐蚀性介质，建议根据工程要求做专项耐腐蚀性测试。

5 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 《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ 181 中对管道缺陷的名称、代码、等级划分以及结构性状况评估作了详细规定,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 S_M 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,以管段结构性缺陷类型来区分局部修复和整体修复。

5.1.3 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。

5.1.4 根据《室外排水设计规范》GB50014-2006(2011年版)中的规定,街区和厂区内污水管道最小管径为 200 mm,街道下为 300 mm。雨水管道的最小管径为 300 mm,雨水口连接管最小管径为 200 mm。而各施工方法的最小修复管道直径都可以达到 200 mm。

最大允许转角是管道修复更新方法修复弯曲管道能力的表达,考虑到城镇排水管道实际弯曲角度,该值比各工法适用的修复弯曲能力偏小。

5.2 内衬管设计

5.2.1 本条参照《Standard Practice for Rehabilitation of Existing Pipelines and Conduits by the Inversion and Curing of a Resin-Impregnated Tube》ASTM F 1216、《Standard Practice for Insertion of Flexible Polyethylene Pipe into Existing Sewers》ASTM F 585-94、《Standard Practice for Installation of Folded Poly(Vinyl Chloride)(PVC) Pipe into Existing Sewers and Conduits》ASTM 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 h 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。

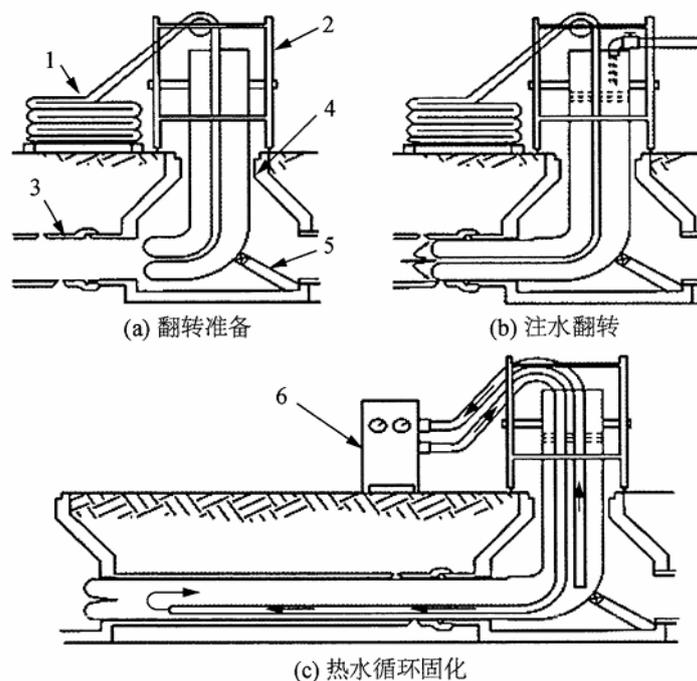
6 施工

6.1 一般规定

6.1.7 管道修复完后，检查井处的内衬管端口与原有管道之间需进行密封处理，防止盖在进入检查井，同时防止内衬管与原有管道脱离。

6.2 原位固化法

6.2.2 翻转式原位固化法常通过水压方法进行，图4为水压翻转示意图。翻转压力应足以使浸渍软管能翻转到管道的另一端，并使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允许最大压力，其合理值需咨询制造商。翻转过程中使用的润滑剂不应滋生细菌和影响液体的流动。翻转完成后两端宜各预留1 m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，需防止高压空气对施工人员造成伤害。



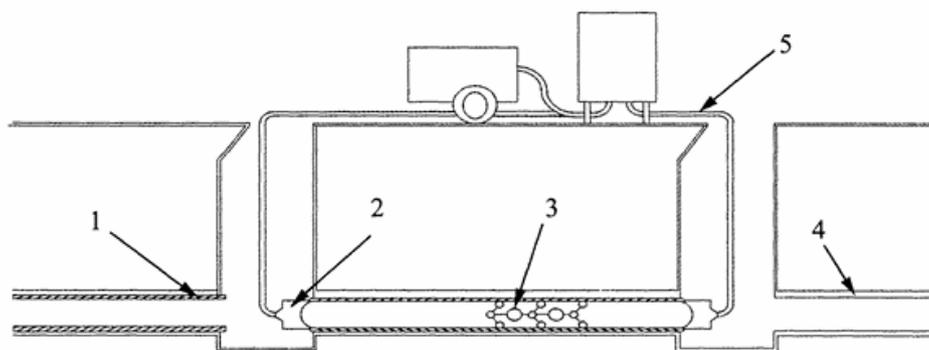
1—浸渍树脂的软管；2—原有管道；3—翻转弯头；4—检查井；5—支架；6—锅炉和泵

图4 翻转式原位固化法示意图

6.2.3 固化过程中需对温度、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；树脂固化分为初始固化和后续硬化两个阶段。当软管内水的温度升高时，树脂

开始固化，当暴露在外面的内衬管变得坚硬，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的温度直到后续硬化温度，并保持该温度一定时间。固化温度、压力、时间需咨询软管制造商。

6.2.5 紫外光固化工艺如图 5 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，因此需通过合理控制紫外光灯前进速度来使树脂充分固化。

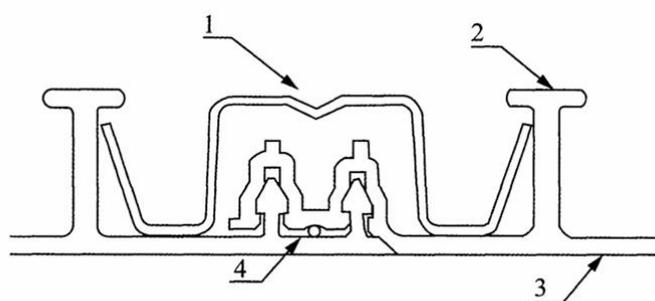


1—固化后内衬管；2—端口固定装置；3—UV 灯架；4—原有管道；5—充气管

图 5 紫外光原位固化法示意

6.3 螺旋缠绕内衬法

6.3.3 螺旋缠绕设备需固定在起始检查井中，且其轴线与管道轴线一致。锁扣处嵌合牢固如图 6 所示。



1—钢带；2—型材外部 T 型肋；3—型材内表面；4—咬合后的公母锁扣

图 6 公母锁扣处嵌合牢固示意

6.4 裂管法

6.4.4 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。需参考地层条件

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。通常，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蒙古土层。新管道拉入后的冷却收缩和应力恢复时间为 4 h，此条系根据 TTC 制定的 Guidelines for Pipe Bursting 中的规定。

6.4.6 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）中需对新管道周围土体进行注浆加固处理，以确保新管道周围不发生渗漏且土体稳固。

6.6 不锈钢双胀环法

6.6.2 若采用两片安装，安装时一边以承插安装，另外一边以专用液压设备分别顶在胀环的两侧接口处，通过液压设备的撑力，将两侧接口分开至设计宽度后，插入与两侧接口同宽度的固定塞片，从而完成安装。若采用三片安装，其中一片采用两边承插安装，另外两片均采用单侧承插安装，最后这两片的接口再按照上述方式采用千斤顶安装固定。

6.7 不锈钢快速锁法

6.7.3 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方式，安装时后一个快速锁橡胶套应压住前一个快速锁超出的橡胶套。

6.7.4 采用气囊安装时，需在地面上预先安装不锈钢套筒和橡胶套，并在始发井和接收井各安装卷扬机；将快速锁固定于带轮专用气囊，在 CCTV 或潜望镜辅助下将气囊牵拉至待修复位置，向气囊内缓慢充气使快速锁扩展并紧贴于原有管道内壁；当确认快速锁完全张开后，需可释放气囊压力后撤出。

6.7.5 采用人工方式安装时，需将不锈钢环片、橡胶套等通过检查井置人待修复位置；在井内先将不锈钢环片拼装成套筒，再将橡胶套人形成不锈钢快速锁；在待修复位置采用专用扩张器对快速锁进行扩张，待扩张到橡胶套密封台接近管壁时，使用扩张器上的辅助扩张丝杆缓慢扩张；在扩张过程中可用橡胶锤环向振击快速锁，当各个部位与原管壁紧密贴合时可紧固螺丝，完成安装。

6.8 喷涂（筑）法

6.8.9 当环境温度高于 40 ℃时，需通过降低水温的方式，保证搅拌好的浆料温度不高于 30 ℃，避免浆料水分过快蒸发或浆料过快凝固；当环境温度低于 5 ℃时，应避免施工或采

采取措施以确保喷筑好的内衬发生缓凝甚至不凝现象。

7 质量验收

7.2 原位固化法

7.2.4 褶皱应满足下列规定：在直线段和原有管道曲率半径 $r > 10D$ 的曲线段，应遵守 DIN EN ISO 11296-4:2011-07 的限值最大褶皱不能超过 $0.02D$ 或 6 mm 中的较大值；原有管道曲率半径在 $5D \leq r \leq 10D$ ，应遵守下列限值：最大褶皱能超过 $0.03D$ 或 20 mm 中的较小值；原有管道曲率半径 $r < 5D$ ，最大褶皱应符合设计要求。软管内衬的稳定性、操作安全性及使用使用寿命不得受褶皱的影响。

7.4 裂管法

7.4.2 为保证碎裂管法的施工质量特制定本条。要求施工前对管道外表面划痕、刻槽、破损程度进行检测，同时为确保施工过程中管道外表面遭到进一步的破碎，要求施工后对牵拉出的管道外表面进行取样检测。如果不满足本条要求，则需采取相应的处理措施。

7.9 功能性检验

7.9.1 参照现行上海市工程建设规范《城镇排水工程施工质量验收规范》DG/TJ 08-2110，对内衬管的闭水试验以及修复后口径不大于 2000 mm 的排水管道的闭气试验作了规定。

8 安全与环境保护

8.0.1 非开挖修复工程需在地面、检查井或需进入管道内操作，应该严格遵守现行行业标准《城镇排水管道维护安全技术规程》CJJ 6 和《城镇排水管渠与泵站运行、维护及安全技术规程》CJJ 68 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的详细规定，施工期间必须制定和做好安全防护措施。

8.0.5 作业人员穿戴配有反光标志的安全警示服在进行路面作业能起到明显警示作用，并能与一般人区别开来，可有效地防止交通事故的发生。

8.0.18 根据国家标准《建设工程施工现场供用电安全规范》GB 50194-2014 第 7.0.2 条的有关规定，禁止施工现场夜间照明灯光、电焊弧光直射敏感建筑物。因施工设施设备遮挡路灯照明时，应在受影响的一侧增设照明灯。