**ICS 号**

**团 体 标 准**

|  |
| --- |
| T/SDUWA XXXXXXX |

**室外埋地排水管道非开挖修复工程技术规程**

**（征求意见稿）**

**Technical specification for trenchless repair of outdoor buried drainage pipes**

**2024-XX-XX发布 2024-XX-XX实施**

**山东省城镇供排水协会 发 布**

前 言

根据山东省城镇供排水协会《关于<水务数据资产管理规范>等7项团体标准立项的通知》（鲁水协字[2024]12号）的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内外标准，并在广泛征求意见的基础上，编制本规程。

本标准共10章，主要内容包括：总则；术语和符号；设计；材料与设备；功能性修复与预处理；施工；管道功能性检验；验收；数字化；安全与环境保护。

本标准编制单位承诺在该项标准中不侵犯他人专利。若标准中涉及到必不可少的专利，编制单位承诺确保专利权人或者专利申请人同意在公平、合理、无歧视基础上，免费许可任何组织或者个人在实施该标准时实施其专利。

本标准由山东省城镇供排水协会归口。 负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送至 （地址： ）

**本标准主编单位：**中建（济南）投资建设有限公司

天津科技大学

**本标准参编单位：**中建八局第一建设有限公司

中建八局第二建设有限公司

中国建设基础设施有限公司

济南城投排水集团有限公司

济南市市政工程设计研究院（集团）有限责任公司

浙江优为新材料有限公司

山东积高环境工程有限公司

杰瑞高科（广东）有限公司

天津倚通科技发展有限公司

**本标准主要起草人：**

**本标准主要审查人：**

目 次

[1 总 则 1](#_Toc196915192)

[2 术语和符号 2](#_Toc196915193)

[2.1 术 语 2](#_Toc196915194)

[2.2 符 号 3](#_Toc196915195)

[3 设 计 6](#_Toc196915196)

[3.1 一般规定 6](#_Toc196915197)

[3.2 修复方法选择 7](#_Toc196915198)

[3.3 内衬管壁厚设计 8](#_Toc196915199)

[3.4 喷涂厚度设计 12](#_Toc196915200)

[3.5 水力设计 12](#_Toc196915201)

[4 材料与设备 14](#_Toc196915202)

[4.1 一般规定 14](#_Toc196915203)

[4.2 预处理材料 14](#_Toc196915204)

[4.3 紫外光原位固化法 17](#_Toc196915205)

[4.4 翻转式原位固化法 18](#_Toc196915206)

[4.5 原位热塑成型法 21](#_Toc196915207)

[4.6 螺旋缠绕内衬法 22](#_Toc196915208)

[4.7 短管内衬法 24](#_Toc196915209)

[4.8 喷涂法 24](#_Toc196915210)

[4.9 碎裂管法 27](#_Toc196915211)

[5 功能性修复与预处理 29](#_Toc196915212)

[5.1 一般规定 29](#_Toc196915213)

[5.2 功能性缺陷修复 30](#_Toc196915214)

[5.3 预处理 31](#_Toc196915215)

[6 施 工 34](#_Toc196915216)

[6.1 一般规定 34](#_Toc196915217)

[6.2 紫外光原位固化法 35](#_Toc196915218)

[6.3 翻转式原位固化法 36](#_Toc196915219)

[6.4 原位热塑成型法 37](#_Toc196915220)

[6.5 螺旋缠绕内衬法 38](#_Toc196915221)

[6.6 短管内衬法 41](#_Toc196915222)

[6.7 喷涂法 41](#_Toc196915223)

[6.8 碎裂管法 43](#_Toc196915224)

[7 管道功能性检验 50](#_Toc196915225)

[7.1 一般规定 50](#_Toc196915226)

[7.2 闭水试验 50](#_Toc196915227)

[7.3 闭气试验 51](#_Toc196915228)

[7.4 管道渗水调查检验 53](#_Toc196915229)

[8 验 收 54](#_Toc196915230)

[8.1 一般规定 54](#_Toc196915231)

[8.2 功能性缺陷修复与预处理 55](#_Toc196915232)

[8.3 紫外光原位固化法 56](#_Toc196915233)

[8.4 翻转式原位固化法 58](#_Toc196915234)

[8.5 原位热塑成型法 59](#_Toc196915235)

[8.6 螺旋缠绕内衬法 60](#_Toc196915236)

[8.7 短管内衬法 61](#_Toc196915237)

[8.8 喷涂法 62](#_Toc196915238)

[8.9 碎裂管法 64](#_Toc196915239)

[9 数字化 65](#_Toc196915240)

[9.1 一般规定 65](#_Toc196915241)

[9.2 信息系统构成 65](#_Toc196915242)

[9.3 在线监测布点 67](#_Toc196915243)

[9.4 在线监测设备 68](#_Toc196915244)

[9.5 数据采集与管理 71](#_Toc196915245)

[10 安全与环境保护 74](#_Toc196915246)

[附录A 76](#_Toc196915247)

[附录B 82](#_Toc196915248)

[附录C 83](#_Toc196915249)

[附录D 84](#_Toc196915250)

[本规程用词说明 86](#_Toc196915251)

[引用标准名录 87](#_Toc196915252)

Contents

[1 General Provisions 1](#_Toc171074672)

[2 Terms and symbols 2](#_Toc171074673)

[2.1 Terms 2](#_Toc171074674)

[2.2 Symbols 3](#_Toc171074675)

[3 Design 6](#_Toc171074676)

[3.1 General requirements 6](#_Toc171074677)

[3.2 Selection of repair methods 7](#_Toc171074678)

[3.3 Design of Liner 8](#_Toc171074679)

[3.4 Design of spray-on liner 12](#_Toc171074680)

[3.5 Hydraulic design 12](#_Toc171074681)

[4 Material and equipment 14](#_Toc171074683)

[4.1 General requirements 14](#_Toc171074684)

[4.3 Pretreatment Materials 14](#_Toc171074685)

[4.3 UV cured-in-place pipe method 17](#_Toc171074685)

[4.4 Inversion cured-in-place pipe method 18](#_Toc171074686)

[4.5 Formed-in-place method 21](#_Toc171074687)

[4.6 Lining with spirally-wound pipes method 22](#_Toc171074688)

[4.7](#_Toc171074689) [Short pipe lining method 24](#_Toc171074689)

[4.8 Spraying method 24](#_Toc171074689)

[4.9 Pipe bursting](#_Toc171074689) [method 27](#_Toc171074689)

[5](#_Toc171074683) [Repair and pretreatment of functional defects 29](#_Toc171074683)

[5.1 General requirements 29](#_Toc171074684)

[5.2 Functional defect fixes 30](#_Toc171074685)

[5.3 Pretreatment 31](#_Toc171074686)

[6 Construction 34](#_Toc171074695)

[6.1 General requirements 34](#_Toc171074696)

[6.2 UV cured-in-place pipe method 35](#_Toc171074697)

[6.3 Inversion cured-in-place pipe method 36](#_Toc171074698)

[6.4 Formed-in-place method 37](#_Toc171074699)

[6.5 Lining with spirally-wound pipes method 38](#_Toc171074700)

[6.6 Short pipe lining method 41](#_Toc171074701)

[6.7 Spraying method 41](#_Toc171074702)

[6.8](#_Toc171074702) [Pipe bursting method 43](#_Toc171074702)

[7 Function test 50](#_Toc171074704)

[7.1 General requirements 50](#_Toc171074705)

[7.2 Waterproof test 50](#_Toc171074706)

[7.3 Gasproof test 51](#_Toc171074707)

[7.4 Infiltration test method 53](#_Toc171074707)

[8 Works acceptance 54](#_Toc171074708)

[8.1](#_Toc171074709) [General requirements 54](#_Toc171074709)

[8.2 Repair and pretreatment of functional defects 55](#_Toc171074710)

[8.3 UV cured-in-place pipe repair method 56](#_Toc171074712)

[8.4 Inversion cured-in-place pipe repair method 58](#_Toc171074713)

[8.5 Formed-in-place repair method 59](#_Toc171074714)

[8.6 Lining with spirally-wound pipes repair method 60](#_Toc171074715)

[8.7 Short pipe lining repair method 61](#_Toc171074702)

[8.8 Spraying (building) repair method 62](#_Toc171074715)

[8.9 Pipe bursting repair method 64](#_Toc171074715)

[9 Digitization 65](#_Toc171074717)

[9.1 General requirements 65](#_Toc171074718)

[9.2 Information system composition 65](#_Toc171074719)

[9.3 Online monitoring site 67](#_Toc171074720)

[9.4 Selection of monitoring equipment 68](#_Toc171074721)

[9.5 Data collection and management 71](#_Toc171074722)

[10 Safety and environmental protection 74](#_Toc171074723)

Appendix A 76

Appendix B 82

Appendix C 83

Appendix D 84

List Of Quoted Standards 86

Attached: Explanation of Provisions 87

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，规范城镇排水管道非开挖修复工程，制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于管道非开挖修复工程的设计、施工及验收质量控制。

**1.0.3** 管道非开挖修复工程除应符合本标准的规定外，尚应符合国家、行业及济南市有关标准的规定。

2 术语和符号

## 2.1 术 语

**2.1.1** 非开挖修复 trenchless rehabilitation

采用少开挖或不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** 整体修复 whole rehabilitation

对两个或多个检查井之间的排水管道采用同一技术进行整段修复。

**2.1.3** 局部修复 localized rehabilitation

对排水管道局部的破裂、变形、渗漏、错口和脱节等缺陷进行修复。

**2.1.4** 土体注浆法 soil grouting method

采用由管内向管外或由地面向下的钻孔方式，利用压力将水泥基浆液注入管道周边的病害区，以达到管道防渗、止水和加固土体等目的的辅助工法。

**2.1.5** 裂缝嵌补法 crack patching

采用聚氨酯浆液按一定注浆工艺，在原钢筋混凝土管道接口处使浆液充满并封闭缺陷部位，起到抗渗和补强作用的一种管道修复的辅助工法。

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

以不锈钢胀环和止水橡胶带为主要修复材料，在管道接口或缺陷部位安装止水橡胶带，再用两道不锈钢胀环固定的管道局部修复方法。

**2.1.7** 不锈钢快速锁法 stainless steel expansion sleeve method

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。

**2.1.8** 紫外光原位固化法 UV cured-in-place pipe method

将玻纤软管牵拉进入原有管道，通过玻纤软管内通入压缩空气，使其紧贴原有管道内壁，通过受控的紫外光灯照射，使玻软管固化而形成具有一定强度内衬管的修复方法，简称光固化修复。

**2.1.9** 翻转式原位固化法 inversion cured-in-place pipe method

翻转式原位固化法是指采用翻转方式将浸渍树脂的内衬管置入原有管道，通过热水或蒸汽加热固化后形成内衬管的修复方法。。

**2.1.10** 原位热塑成型法 formed-in-place pipe method

将工厂预制的PVC折叠管加热软化，采用牵拉方法置入原有管道内，通过加热、加压及冷却方法，使其紧密贴合于原有管道内壁，形成内衬管的修复技术。

**2.1.11** 短管内衬法 short pipe lining method

包括不贴壁短管法和贴壁短管法。不贴壁短管法是采用牵拉、顶推的方式将预制塑料短管置入原有管道形成内衬，并对内衬与原有管道或井壁之间的空隙进行填充的修复方法；贴壁短管法是采用高密度聚乙烯（简称 HDPE）片状型材在原有管道或检查井内通过焊接形成内衬的修复方法。

**2.1.12** 螺旋缠绕内衬法 lining with spirally-wound pipes method

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，并对内衬与原有管道之间的空隙进行填充的修复方法。本标准螺旋缠绕内衬法系指钢塑增强型螺旋缠绕内衬法。

**2.1.13** 水泥基材料喷涂法 lining with sprayed cementitious material method

通过离心或压力喷射方式将修复用水泥基材料均匀覆盖在原有管道设施内表面形成有一定厚度内衬的修复方法。

**2.1.14 高分子材料喷涂法** lining with sprayed polymeric material method

向管道内壁喷涂高分子材料，形成涂层的管道修复方法。

**2.1.15** 碎裂管法 pipe bursting method

应用碎（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，并同步拉入新管的管道更新修复方法。

**2.1.16** 内衬 liner

通过各种非开挖修复方法在原有管道内形成的管道内壁。

## 2.2 符 号

**2.2.1** 材料性能

*E* — 初始弹性模量；

*E*L — 长期弹性模量；

— 管材的屈服拉伸强度或抗压强度；

— 内衬管长期弯曲强度；

*I* — 内衬管管壁截面惯性矩；

— 泊松比；

— 喷涂材料密度。

**2.2.2** 作用与作用效应

*F* — 允许拖拉力；

*P*o — 管道中心部位地下水压力；

*q*t — 内衬管承担的土体、地下水自重及地面活荷载之和；

*W*s — 地面活荷载；

*H* — 管道埋深；

*H*W — 管顶以上地下水位高度；

*H*s — 管顶覆土厚度；

—土体容重；

— 内衬管刚度折减系数；

E’s — 管侧土的综合变形模量；

*P* — 闭气试验的起始测试气压；

ΔP — 试验压力修正值；

*Z*s — 管道所处的地下水位标高；

*Z*g — 管道的管内底标高。

**2.2.3** 几何参数

*D*o—内衬管外径；

*D*i — 内衬管内径；

*D*  — 内衬管计算直径；

*D*j — 试验管道内径；

*I* — 内衬管管壁截面惯性矩；

*t* — 内衬管壁厚；

*L* — 中空壁管内腔间距；

— 中空壁管宽度；

*B* — 熔接厚度；

*l* — 中空壁管内腔宽度；

*h* — 中空壁管内腔高度；

*D*E — 原有管道的平均内径；

*D* max — 原有管道的最大内径；

*D*min — 原有管道的最小内径；

*q* — 内衬管道的椭圆度；

SDR — 管道的标准尺寸比（外径/壁厚）；

*c* — 喷涂管段周长；

*l*p— 喷涂管段长度；

*l*p — 喷涂厚度。

**2.2.4** 水力计算

*Q* — 设计流量；

*v* — 流速；

— 水流有效断面面积；

*R* — 水力半径；

*n* — 粗糙系数；

*n*e — 原有管道的粗糙系数；

*n*l — 内衬管的粗糙系数；

*B* — 管道修复前后过流能力比。

**2.2.5** 计算系数及其他

*B*’ — 弹性支撑系数；

*R*W — 水浮力因子；

*Q*S — 许渗水量；

*N* — 安全系数；

*C* — 椭圆度折减因子；

*K* — 圆周支持率；

—内衬管刚度折减系数；

*G* — 喷涂材料用量；

*k* — 裕度系数；

— 未注浆角度；

*K*1 — 未注浆角度相关的系数。

3 设 计

## 3.1 一般规定

**3.1.1** 非开挖修复设计应依据现状管道勘察测绘报告、检测评估结果和管道养护维修情况进行设计，并应符合下列规定：

**1** 应根据原管道剩余强度进行设计。

**2** 原有管道地基及管周土体不满足承载力要求及管周土体出现空洞时，应进行预处理。

**3** 修复后管道的结构应满足强度、变形和稳定性要求。

**4** 修复后管道的过流能力不宜低于原有管道的设计过流能力。

**3.1.2** 现状管道勘察测绘应符合下列规定：

**1** 勘察测绘单位应具备相关资质。

**2** 测绘的内容应包括工程场地范围内地形、地下管线种类、规模及位置、水文地质情况、地下空洞位置及范围等。

**3** 测绘成果除符合国家、行业及地方规范、标准外，还应满足设计要求。

**3.1.3** 现状管道排检测评估应符合下列规定：

**1** 检测评估单位应具备相关资质。

**2** 检测评估报告内容除应符合现行行业标准《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ 181要求外，还应满足设计要求。

**3** 管道病害评级宜以管段为单位对局部点位分别作出缺陷评级。

**4** 检查评估报告附图应符合现行行业标准《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ 181附录D的相关要求，宜采用管段形式呈现，并绘制管段变形分析断面图。

**3.1.4** 管道非开挖修复更新工程设计前，应详细调查原管道的竣工资料及维修记录。复核勘察测绘和管道检测评估报告。

**3.1.5** 重力管道非开挖修复设计应符合现行行业标准《城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 210要求。

**3.1.6** 采用牵拉方式时，牵拉力应符合《水平定向钻法管道穿越工程技术规程》CECS 38的规定。采用顶力时应符合《给水排水工程顶管技术规程》CECS 246进行顶力设计。

**3.1.7** 设计文件应以管段为单位，注明缺陷类型、缺陷位置、修复方法、预处理措施并应注明内衬管结构设计参数、材料性能指标。

**3.1.8** 排水管道整体修复内衬分类及适用情况应符合表3.1.8的规定：

**表3.1.8 排水管道整体修复内衬分类及情况**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 受力条件/缺陷等级 | 内衬类别 | 示意图 | 要求 |
| 管道存在I级脱节、I级变形、I级腐蚀等轻微缺陷，没有外部荷载作用到管内 | 第I类内衬 | 形状, 圆圈  AI 生成的内容可能不正确。 | 内衬仅需满足日常修补维护需求，只进行功能性修复 |
| 管道存在Ⅱ级脱节、Ⅱ级变形、Ⅱ级腐蚀等轻微缺陷，有外水渗入、没有外部荷载作用到管内 | 第II类内衬 | 图形用户界面, 应用程序, 形状  AI 生成的内容可能不正确。 | 内衬可独立或与既有管道共同作用，满足补强要求，应能抵抗外部的静水压力 |
| 管道存在Ⅲ级及以上重大缺陷，遭受普遍的外部腐蚀且失效模式已经存在或可能有严重的纵向开裂等主管道，内衬管需抵抗外水渗入和外部荷载作用 | 第III类内衬 | 图形用户界面, 应用程序  AI 生成的内容可能不正确。 | 内衬应满足不依赖于既有管道能独立承受全部荷载 |

**3.1.9** 管道采用第Ⅲ类内衬修复后的使用期限不得低于50年；管道采用第Ⅱ类内衬修复后的使用期限不得低于原设计剩余使用年限，且不得低于20年。

## 3.2 修复方法选择

**3.2.1** 管道非开挖修复包括整体修复和局部修复，并应符合下列规定：

**1** 同一管段的结构性缺陷小于3处且结构性缺陷等级小于3级时，宜采用局部修复。

**2** 同一管段的结构性缺陷大于等于3处时，宜采用整体修复。

**3** 管道结构性状况评定结果修复指数RI≥7或评定等级为三级时，宜采用整体修复；单一严重结构性缺陷（如4级变形、4级破裂、3级 ~ 4级洼水、3级 ~ 4级异物侵入等）宜作技术经济比较后确定选用开挖或非开挖修复方案。

**3.2.2** 对于管道变形或破裂严重、接头错位严重及渗漏严重的部位，应采用土体注浆进行加固和止水；对于有影响修复施工的缺陷，应进行裂缝嵌补处理。

**1** 裂缝嵌补法可用于修复管径 DN800及以上的钢筋混凝土材质的圆形、矩形排水管道。

**2** 土体注浆加固分为管内注浆法和管外注浆法。管外注浆法可用于各类排水管道，管内注浆法可用于管径 DN800及以上的排水管道。

**3.2.3** 管道非开挖修复工程方法宜按附录A的规定选用。

## 3.3 内衬管壁厚设计

**3.3.1** 紫外光原位固化修复法、翻转式原位固化修复法、原位热塑修复成型法、短管内衬修复法、螺旋缠绕内衬修复法用于第 Ⅱ 类内衬进行重力流管道修复设计时，其内衬管最小壁厚应符合下列规定：

**1** 当采用原位固化法时，内衬管壁厚应按下列公式计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | **（3.3.1-1）** |
|  | **（3.3.1-2）** |
| *或* | **（3.3.1-3）** |

式中：t —— 内衬管壁厚（mm）；

Do——内衬管外径（mm）；

K——圆周支持率，可取7.0；

E₁——内衬管的长期弹性模量（MPa），宜取初始模量的50%;

P₀——内衬管管中心地下水压力（MPa）;

C——椭圆度折减因子；

q——内衬管道的椭圆度；

N——安全系数，推荐取2.0;

μ——泊松比，取0.3;

DE——原有管道的平均内径（mm）;

Dmax——原有管道的最大内径（mm）;

Dmin——原有管道的最小内径（mm）。

**2** 当采用短管内衬法时，内衬管刚度应满足下列公式要求：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *≥·* | **（3.3.1-4）** |
|  |  | **（3.3.1-5）** |
|  |  | **（3.3.1-6）** |
|  |  | **（3.3.1-7）** |
|  |  | **（3.3.1-8）** |

式中：EL——内衬管的长期弹性模量（MPa）；

*I*——内衬管管壁截面惯性矩（mm⁴/mm），不锈钢管片内衬法按式（3.3.1-5）计算，短管内衬法按图3.3.1-1及式（3.3.1-6）计算；

γ0——内衬管刚度折减系数，取1.0～3.0；

图示

描述已自动生成

**图3.3.1-1 中空壁型式内衬管断面图**

D——内衬管计算直径（mm）；

D。——内衬管外径（mm）；

t——内衬管壁厚（mm）；

K——圆周支持率，取值宜为7.0；

P₀——内衬管管中心地下水压力（MPa）；

C——椭圆度折减因子；

q——内衬管道的椭圆度，宜取2%；

N——安全系数，推荐取2.0；

μ——泊松比，取0.3；

L——中空壁管内腔间距（mm）；

A——中空壁管宽度（mm）；

B——熔接厚度（mm）；

h——中空壁管内腔高度（mm）。

**3** 当采用螺旋缠绕内衬法时，内衬管刚度应满足下列公式要求：

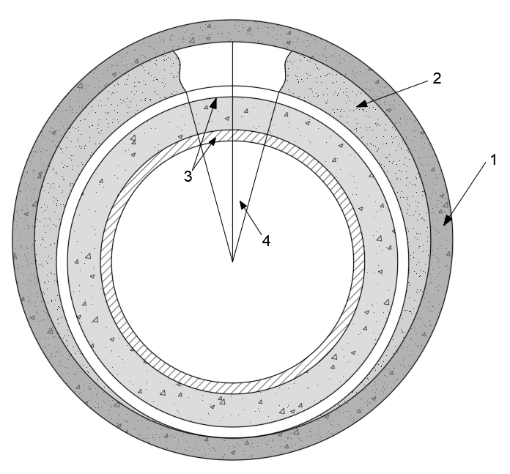
|  |  |
| --- | --- |
|  | **（3.3.1-9）** |
|  | **（3.3.1-10）** |

式中：φ——未注浆角度（图3.3.1-2）；

K₁——与未注浆角度φ相关的系数，K₁取值与未注浆角度的关系应符合表3.3.1的规定。

**表3.3.1 K1取值与未注浆角度的关系**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2φ（\*） | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 |
| K1 | 51.5 | 25.76 | 17.18 | 12.90 | 10.33 | 8.62 | 7.40 | 6.50 | 5.78 |
| 2φ（\*） | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 |
| K1 | 5.22 | 4.76 | 4.37 | 4.05 | 3.78 | 3.54 | 3.34 | 3.16 | 3.00 |



**图 3.3.1-2 未灌浆角度示意图**

**1-原有管道；2-浆体；3-螺旋缠绕内衬管，-未注浆角度**

**4** 当内衬管椭圆度不为零时，按式（3.3.1-1）或式（3.3.1-4）计算的内衬管的壁厚的最小值不应小于下列公式计算结果：

|  |  |
| --- | --- |
|  | **（3.3.1-11）** |
|  | **（3.3.1-12）** |

式中: L——内衬管的长期弯曲强度（MPa），宜取初始弯曲强度的 50%，初始弯曲强度由产品制造商提供；

q——内衬管道的椭圆度，按式（3.3.1-3）计算；

SDR——内衬管的标准尺寸比；

Do——内衬管外径（mm）；

t——内衬管壁厚（mm）；

P0——内衬管管中心地下水压力（MPa）；

N——安全系数，推荐取 2.0。

**5** 当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）不应大于100；PE内衬管的标准尺寸比（SDR）不应大于42。

**3.3.2** 紫外光原位固化修复法、翻转式原位固化修复法、原位热塑修复成型法、短管内衬修复法、螺旋缠绕修复法用于第 Ⅲ 类内衬进行重力流管道修复设计时，其内衬管最小壁厚应符合下列规定：

**1** 内衬管壁厚应满足下列公式要求：

|  |  |
| --- | --- |
|  | **（3.3.2-1）** |
|  | **（3.3.2-2）** |
|  | **（3.3.2-3）** |
|  | **（3.3.2-4）** |

式中：t——内衬管壁厚（mm）；

Do——内衬管外径（mm）；

qt——内衬管承担的土体,地下水自重及地面活荷载之和（MPa）；

Hw——管顶以上地下水位高（m）；

Hs——管顶覆土厚度（m）；

H——管道埋深（m）；

Rw——水浮力因子；

γ——土体容重（kN/m3）；

Ws——地面活荷载（MPa）；

N——安全系数，推荐取 2.0；

C——椭圆度折减因子；

q——内衬管道的椭圆度，按式（3.3.1-3）计算；

EL——内衬管的长期弹性模量（MPa），宜取初始弹性模量的 50%；

B’ ——弹性支承系数；

Es’——管侧土的综合变形模量（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** 内衬管的最小壁厚还应满足下式要求:

|  |  |
| --- | --- |
|  | **（3.3.2-5）** |

式中: t——内衬管壁厚（mm）；

Do——内衬管外径（mm）；

E——内衬管的初始弹性模量（MPa）。

**3** 内衬管的最小壁厚还应大于式（3.3.1-1）、式（3.3.1-4）和式(3.3.1-11)的计算结果。

**4** 当采用螺旋缠绕内衬法时，内衬管刚度应按下式计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | **（3.3.2-6）** |

**5** 当采用螺旋缠绕内衬法时，应对环向空隙内进行注浆，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。

**3.3.3** 采用碎裂管法更新旧管道时，应按照新建管道的要求设计管道壁厚。

## 3.4 喷涂厚度设计

**3.4.1** 喷涂法用于第 Ⅱ 类、第 Ⅲ 类内衬进行重力流管道修复设计时，须满足本标准第3.1.6和第3.1.7条的要求，最小喷涂厚度应满足表3.4.2的规定。

**3.4.2** 采用水泥基材料进行排水管道修复时，最小喷涂厚度宜按表3.4.22的规定选取，并满足设计要求。

**表3.4.2 水泥基材料最小喷涂厚度**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 管道公称直径d（mm） | | 涂层厚度（mm） | |
| 管道 |  | 人工喷涂 | 离心喷涂 |
| 300≤d≤800 | - | 8 |
| 800＜d≤1000 | 12 | 10 |
| 1000＜d≤1500 | 14 | 12 |
| 1500＜d≤1800 | 16 | - |
| 1800＜d≤2200 | 17 | - |
| 2200＜d≤2600 | 18 | - |
| D＞2600 | 20 | - |
| 检查井 | 井壁 | 15 | |
| 井底 | 20 | |

注：养护时间1d，抗压强度≥25.0MPa。

## 3.5 水力设计

**3.5.1** 修复后排水管渠的流量应按下式计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （3.5.1） |

式中： Q——设计流量（m3/s）；

v——流速（m/s）；

A——水流有效断面面积（m2）。

**3.5.2** 修复后恒定流条件下排水管渠的流速应按下式计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | **（3.5.2）** |

式中：v ——流速（m/s）；

R——水力半径（m）；

n——粗糙系数；

I——水力坡降。

**3.5.3** 修复后与修复前管道过流能力的比值应按下式计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | **（3.5.3）** |

式中：B——管道修复前后过流能力比（%）；

ne——原有管道的粗糙系数；

n1——内衬管的粗糙系数；

DE——原有管道内径（mm）；

Di——内衬管内径（mm）。

**3.5.4** 修复后排水管渠的粗糙系数宜按表3.5.4的规定取值。

**表3.5.4 粗糙系数**

|  |  |
| --- | --- |
| 管材类型 | 粗糙系数 |
| 原位固化内衬管 | 0.010 |
| 原位热塑成型衬管 | 0.009 |
| 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 |

4 材料与设备

## 4.1 一般规定

**4.1.1** 管道非开挖修复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环保规定，以及设计文件的要求。

**4.1.2** 在同一修复管段内，同一种损坏类型的工程宜使用同一生产厂家的相同型号的管材或型材进行修复，且应具备出场出厂合格证明和检验报告。

**4.1.3** 主要材料的进场验收应包括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，以及设计文件的要求。

**4.1.4** 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。

**4.1.5** 非开挖修复材料的储存、运输应符合下列规定：

**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、生产厂家、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。

**4.1.6**施工设备的性能应满足工程需求，相关装置应系统配套、运行良好，经检验合格后方可使用，并应符合下列规定：

**1** 设备进场后，应查验出厂合格证、检测报告等质量证明文件；涉及安全、节能、环保的设备应符合国家相关规定；

**2** 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情况，应配备满足施工要求的备品和备件；

## 4.2 预处理材料

Ⅰ 土体注浆法

**4.2.1** 土体注浆法可采用水泥基类、硅化浆液或高聚物材料对管道（渠）周边土体进行加固和止水。

**4.2.2** 土体注浆加固设计、施工及质量检验应符合现行行业标准《建筑地基处理技术规范》JGJ 79的相关规定。注浆材料使用范围应符合表 4.2.2 的规定。

**表 4.2.2 注浆材料适用范围**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 注浆材料 | | 适用范围 |
| 水泥基类浆液 | | 适用于软土地基处理；有地下水流动的软基不应采用单液水泥浆 |
| 硅化浆液 | 双液硅化法 | 适用于加固粗砂、中砂、细砂 |
| 单液硅化法 | 适用于加固粉砂、黄土 |
| 高聚物材料 | | 适用于填充加固各类土体及结构本体与土体脱空；修复管道渗漏、管道沉降等 |

**4.2.3** 对井周土体塌陷或软土地基进行注浆加固或堵漏时，注浆材料应符合下列规定：

**1** 注浆材料应具有快硬早强特性；

**2** 现场配制时，注浆材料宜选用P·O 42.5级及以上强度等级水泥并添加水玻璃配制而成，水玻璃用量宜为水泥用量的0.5% ~ 3.0%；

**3** 注浆工艺和有效加固范围应满足注浆体的防渗、强度、变形、稳定性要求，注浆工艺参数宜通过现场试验或根据工程经验确定；

**4** 注浆量应根据地基土性质、浆液的渗透性以及对周边环境影响等因素确定；

**5** 注浆压力应根据土层性质、埋深或浆液材料的稠度确定注浆压力应确保达到设计的浆液扩散范围，并不得对周边设施造成损坏。

Ⅱ 裂缝嵌补法

**4.2.4** 管径≥DN800管涵裂缝嵌补的施工材料宜选用快干水泥和聚氨酯，并应符合下列规定：

**1**快干水泥的抗压强度应满足设计要求；

**2**聚氨酯性能指标应符合表4.2.4的规定。

**4.2.4 裂缝嵌补聚氨酯材料性能**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 要求 | 试验方法 |
| 密度（g/cm³） | 1.03 ~ 1.10 | 《液态胶粘剂密度的测定方法》GB/T 13354 |
| 黏度（Pa·s） | 100 ~ 400 | 《胶黏剂黏度的测定 单圆筒旋转黏度计法》GB/T 2794 |

**4.2.5** 井室内部渗漏裂缝嵌补可采用高聚物材料进行裂缝嵌补或止水，材料应符合下列规定：

**1** 应采用双组分AB料非水反应高聚物材料；

**2** 应满足在常温或低温下快速反应，膨胀固化在20 s ~ 120 s内完成；

**3** 应具备耐酸、碱、盐及多种有机溶剂，耐化学腐蚀性能和堵水补强耐久性能良好。

Ⅲ堵漏

**4.2.6** 检查井宜采用水溶性聚氨酯进行堵漏，并应符合现行行业标准《聚氨酯灌浆材料》JC/T 2041的规定。

Ⅳ 不锈钢双胀环法

**4.2.7** 胀环应符合下列规定：

1 应选用S304或以上不锈钢；

2 胀环厚度应根据管径大小确定，且不应小于5 mm；

3 胀环宽度不应小于50 mm。

**4.2.8** 止水橡胶带应符合下列规定：

1 应采用丁腈橡胶(NBR)；

2 橡胶带宽度应按照设计要求制作，宜为300 mm ～ 400 mm；橡胶带两侧应有不锈钢胀环压槽，压槽背面应有齿状止水条，止水条高度宜为8 mm ～ 10 mm；

3 橡胶带表面应平整、无缺陷，橡胶带性能应符合表4.2.8的规定；

4 橡胶带应在低温、干燥和避光的地方保存，保存期应不超过12个月。

**表4.2.8 橡胶带性能**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 要求 | 检测方法 |
| 拉伸强度（MPa） | 209 | 《硫化橡胶或热塑性橡胶拉伸应力应变性能的测定》GB／T 528 |
| 断裂延伸率（％） | ≥250 |
| 硬度（邵尔A） | 60±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 |
| 适用温度范围（℃） | -5~40 |  |
| 耐腐蚀性（500pphm：20%，48h） | 二级 | 大口径水下、水上的要求不同 |

Ⅴ 不锈钢快速锁法

**4.2.9** 不锈钢快速锁可分为气囊安装型和人工安装型。

**4.2.10** 不锈钢套筒的原材料应采用S31603（316或316L）不锈钢板，钢板加工前后应无影响使用的缺陷，并应符合现行国家标准《不锈钢冷轧钢板和钢带》GB/T 3280中6.6.2的规定。

**4.2.11** 橡胶套应采用三元乙丙或丁腈橡胶，橡胶材料的性能应符合现行国家标准《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中表2的规定，气囊安装型应满足硬度级别为40的要求，人工安装型应满足硬度级别为60的要求。

**4.2.12** 气囊型不锈钢快速锁由整片不锈钢板加工成型，气囊安装型快速锁锁紧机构应采用S31603（316L）不锈钢材质，齿轮轴焊接的拉伸强度不应小于500 MPa，并应符合现行国家标准《不锈钢复合钢板焊接技术要求》GB/T 13148的规定。

**4.2.13** 人工型不锈钢快速锁由2-3片不锈钢片拼装而成，人工安装型快速锁锁紧机构的螺栓型号不应低于M10，抗折强度不应小于500 MPa，螺栓材质应为用S31603（316L）不锈钢，并应符合现行国家标准《紧固件机械性能 不锈钢螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.6的规定。螺帽应采用圆头螺帽，并应符合现行国家标准《紧固件机械性能 不锈钢螺母》GB/T 3098.15的规定。

**4.2.14** 扩张工具的材质宜为Q235（碳钢）材质，并应符合现行国家标准《一般工程用铸造碳钢件》GB/T 11352的规定。

## 4.3 紫外光原位固化法

**4.3.1** 原材料、半成品和成品的性能及尺寸应符合现行国家标准《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的规定和设计要求。

**4.3.2** 内衬软管在运输、拆御和储藏过程中，应采取避光和控温措施。

**4.3.3** 内衬软管不应存在可见的流胶、缩径、壁厚不均等缺陷。

**4.3.4** 内衬软管生产厂家应提供满足内衬管有效固化的光源种类、波长、辐照剂量、工作压力等施工参数。

**4.3.5** 施工替换绳宜采用芳纶材料，并应符合现行国家标准《纤维绳索 聚酯3股、4股、8股和12股绳索》GB/T 11787的规定。

**4.3.6** 垫膜宜采用高密度聚乙烯材料，并应符合现行国家标准《土工合成材料聚乙烯土工膜》GB/T 17643的规定。

**4.3.7** 灯膜宜采用与玻纤软管内膜相同材质的筒膜。

**4.3.8** 扎头布宜采用聚乙烯复合材料，并应符合现行国家标准《土工合成材料聚乙烯土工膜》GB/T 17643的规定。

**4.3.9** 树脂应符合现行国家标准《纤维增强塑料用液体不饱和聚酯树脂》GB/T 8237的规定，不应使用邻苯类树脂。

**4.3.10** 内衬管的短期力学性能指标应符合表4.3.10的规定。

**表4.3.10 内衬管短期力学性能指标**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 性能 | 控制指标（MPa） | 测试方法 |
| 弯曲强度 | ≥125 | 《纤维增强塑料弯曲性能试验方法》GB/T 1449 |
| 弯曲模量 | ≥10000 | 《纤维增强塑料弯曲性能试验方法》GB/T 1449 |
| 抗拉强度 | ≥80 | 《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 |

**4.3.11** 内衬管的耐化学腐蚀性检验可按现行国家标准《塑料耐液体化学试剂性能的测定》GB/T 11547执行，并应符合下列规定：

**1** 耐化学性的检测浸泡时间宜为 28d，试验温度应为23℃±2℃；

**2** 浸泡典型介质应按表4.3.11选取；

**表4.3.11 浸泡典型介质**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 化合物溶液 | 间苯型不饱和聚酯树脂 | 乙烯基酯树脂/环氧树脂 |
| 5.0%浓度pH为 1 的H2SO4溶液 | 选测 | 选测 |
| 0.5%浓度pH为 10 的NaOH溶液 | 选测 | 选测 |

注：化合物溶液的浓度为质量分数。

**3** 试件浸泡完成后，应分别按本文件第4.3.10条规定检测试样的弯曲强度和弯曲模量，检测结果不应小于内衬管初始弯曲强度和弯曲模量的80%。

**4.3.12** 紫外光原位固化修复设备使用应符合下列规定：

**1** 施工前，应对紫外光灯架外观进行检查，灯架及脚轮应无异物或树脂残留，并应对紫外光灯管进行清洁处理。

**2** 紫外光灯宜采用波长范围为315 nm ～ 420 nm的高压汞灯，并应配备在线辐照计。

**3** 紫外光运行150h后应检查一次，当辐照强度衰减超过30%时，应更换紫外光灯管。

**4** 紫外光灯的检测记录应包括批号、编码代号、首次使用时间、运行时间、检查日期、测量值及检测结果等内容。

**4.3.13** 紫外光原位固化修复设备应具备采集和存储施工过程中静态和动态数据的功能。

**4.3.14** 在扎头上应配备压缩空气接口、辅助气体接口、调压阀及压力传感器接口，扎头应与内衬软管尺寸相匹配。

**4.3.15** 风机应具备气压调节功能，气压范围宜为20 Kpa ~ 100 KPa。

**4.3.16** 供电设备在运转前应保证支垫平稳，运转过程中严禁移动，应配备防雨防风设施；供电设备仪器仪表应定期进行检查，确保在固化过程中持续稳定供电。

## 4.4 翻转式原位固化法

**4.4.1**原材料、半成品和成品的性能及尺寸应符合现行国家标准《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的规定和设计要求

**4.4.2** 树脂包括间苯型不饱和聚酯树脂（UP）、乙烯基酯树脂（VE）或者环氧树脂（EP），树脂应具有良好的浸润性及触变性能且初始固化温度应低于60℃。

**4.4.3** 根据管道水质优先选用树脂类型宜按表4.4.3确定。

**表4.4.3 根据管道内排水性质选用树脂**

|  |  |
| --- | --- |
| 管道水质条件 | 优先树脂类型 |
| 雨水 | UP |
| 生活污水 | UP和EP |
| pH＞8或者温度高于40℃的工业排水 | VE，EP，须树脂供应商出具其可以用于该用途排水的适用报告 |

**4.4.4** 翻转式原位固化法用树脂系统浇铸体性能要求应符合表4.4.4。

**表4.4.4 翻转式原位固化法用树脂浇铸体性能要求**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 纯树脂性能 | 间苯型不饱和聚酯树脂（UP） | 乙烯基酯树脂(VE) | 环氧树脂(EP) | 试验方法 |
| 弯曲强度（MPa） | ≥90 | ≥100 | ≥100 | 《树脂浇铸体性能试验方法》GB/T 2567 |
| 弯曲模量（MPa） | ≥3000 | ≥3000 | ≥3000 |
| 拉伸强度（MPa） | ≥60 | ≥80 | ≥80 |
| 拉伸弹性模量（MPa） | ≥3000 | ≥3000 | ≥3000 |
| 断裂延伸率（％） | ≥2 | ≥4 | ≥4 |
| 热变形温度（℃） | ≥88 | ≥93 | ≥85 | 《塑料 负荷变形温度的测定 第2部分：塑料和硬橡胶GB/T 1634.4 |

**4.4.5** 翻转式原位固化法用树脂的耐腐蚀性要求和试验方法应符合表4.4.5。

**表4.4.5 翻转式原位固化修复法用树脂的耐腐蚀性要求和试验方法**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 化合物溶液 | 浓度 | 测试方法 |
| 硝酸 | 1.0% | 《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：  加温至60℃条件下，28天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。 |
| 硫酸 | 5.0% |
| 燃料油 | 100% |
| 氢氧化钠 | 0.5% |
| 蔬菜油（棉籽油、谷物油或矿物油） | 100% |
| 洗涤剂 | 0.1% |
| 肥皂水 | 0.1% |

**4.4.6** 内衬管外观应符合下列规定：

**1** 内衬管厚度均匀；

**2** 表面光滑平整、无褶皱；

**3** 表面色泽均匀、无破损；

**4** 表面无干斑或气泡。

**4.4.7** 内衬管应标记设计厚度、适用管径、长度等参数。

**4.4.8** 内衬管的短期力学性能指标应符合表4.4.8 的规定。

**表4.4.8 内衬管短期力学性能指标**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 测试项目 | 技术要求 | | 测试方法 |
| 聚酯纤维毡内衬管 | 含50%及以上玻璃纤维内衬管 |
| 弯曲强度（MPa） | ≥31 | ≥62 | 《纤维增强塑料弯曲性能试验方法》GB/T 1449 |
| 弯曲模量（MPa） | ≥2000 | ≥4000 |
| 抗拉强度（MPa） | ≥21 | ≥42 | 《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 |

**4.4.9** 内衬管的长期力学性能应根据设计要求进行测试，且不应小于初始性能的50%。

**4.4.10** 内衬管的耐化学腐蚀性检验可按现行国家标准《塑料耐液体化学试剂性能的测定》GB/T 11547执行，并应符合下列规定：

**1** 耐化学性的检测浸泡时间宜为28d，试验温度应为23℃±2℃；

**2** 浸泡典型介质应按表4.4.10 选取；

**表4.4.10 浸泡典型介质**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 化合物溶液 | 间苯型不饱和聚酯树脂 | 乙烯基酯树脂/环氧树脂 |
| 5.0%浓度pH为1的H2SO4溶液 | 选测 | 选测 |
| 0.5%浓度pH为10的NaOH溶液 | 选测 | 选测 |

注：化合物溶液的浓度为质量分数。

**3** 试件浸泡完成后，应分别按本文件第4.4.8条规定检测试样的弯曲强度和弯曲模量，检测结果不应小于内衬管初始弯曲强度和弯曲模量的80%。

**4.4.11** 产品生产企业应提供内衬管的长期力学性能型式检验报告。

**4.4.12** 热源供应装置应为D级无压锅炉，出水温度≤95℃，且应满足《锅炉安全技术规程》TSG 11中相关的规定，且应配备温度和压力测量仪表，固化过程中应对温度和压力进行测量和监控。

## 4.5 原位热塑成型法

**4.5.1** 材料性能应符合现行国家标准《地下无压排水管网非开挖修复用塑料管道系统第3部分：紧密贴合内衬法》GBT41666.3的规定和设计要求。

**4.5.2** 材料的标志、包装、贮存与运输应符合下列规定：

**1** 内衬管宜按米设置标志，每1米设置 1 处标志，标志应包括产品标准编号、产品名称、生产厂名或商标、公称外径和壁厚等内容；

**2** 内衬管宜采用卷盘式包装，卷盘宽度和外圆直径宜大于1800 mm；

**3** 内衬管与卷盘之间应设置柔性隔离缓冲材料；

**4** 内衬管应在-15℃~40℃的环境温度下贮存，远离热源，避免挤压变形；露天存放时，应遮盖，避免曝晒。

**4.5.3** 折叠内衬管截面宜为“H”形或“U”形，内外表面应光滑、平整，无裂口、凹陷或其他影响内衬管性能的表面缺陷。内衬管中不得有可见杂物。

**4.5.4** 衬管长度不应有负偏差。出厂时，衬管截面周长应为原有管道内周长的 80%~90%。

**4.5.5** 内衬管壁厚应大于设计壁厚，壁厚不均匀度应低于5 %。

**4.5.6** 内衬管的初始力学性能应符合表4.5.6的规定。

**表4.5.6 内衬管短期力学性能指标**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 检测项目 | 技术指标 | 测试标准 |
| 拉伸强度（MPa） | ≥30 | 现行国家标准《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》GB/T 8804.3 |
| 断裂伸长率（%） | ≥25 |
| 拉伸模量（MPa） | ≥1200 | 现行国家标准《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 |
| 弯曲模量（MPa） | ≥1600 | 现行国家标准《塑料 弯曲性能的测定》GB/T 9341 |
| 弯曲强度（MPa） | ≥40 |
| 蠕变比率 | ≤4.0 | 现行国家标准《热塑性塑料管材蠕变比率的试验方法》GB/T 18042 |

**4.5.7** 内衬管耐化学腐蚀性能型式检验的试件浸泡应符合本标准第 4.3.11 条的规定。试件浸泡完成后，应按本标准第 4.5.6条的规定检测其弯曲强度和弯曲模量，检测结果不应小于内衬管初始值的80%。

**4.5.8** 主要施工设备宜集成安装在箱式货车的车箱内，并应安装牢固。

**4.5.9** 蒸箱应设置独立封闭的空间，蒸箱内温度和压力应可调节，蒸汽发生器和储气罐应具有压力和温度过载保护功能。

## 4.6 螺旋缠绕内衬法

**4.6.1** 材料性能应符合现行国家标准《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的规定和设计要求：

**4.6.2** 带状型材初始力学性能应符合表4.6.2 的规定。

**表4.6.2 PVC-U 带状型材力学性能**

|  |  |
| --- | --- |
| 控制性指标 | 技术要求 |
| 弯曲强度/MPa | ≥58 |
| 拉伸弹性模量/MPa | ≥2500 |
| 屈服应力/MPa | ≥35 |
| 拉伸断裂标称应变/% | ≥40 |
| 简支梁缺口冲击强度/（KJ/m³） | ≥10 |
| 维卡软化温度/℃ | ≥75 |
| 密度/（kg/m³） | 1350~1460 |

**4.6.3** 定径式钢塑加强型钢带力学性能应符合表4.6.3 的规定。

**表4.6.3 钢带力学性能**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 控制指标 | 数值 | 试验方法 |
| 抗拉强度/MPa | ≥515 | 现行国家标准《金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法》GB/T 228.1 |
| 断裂伸长率/% | ≥40 | 现行国家标准《金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法》GB/T 228.1 |
| 弹性模量/GPa | ≥193 | 现行国家标准《金属材料 弹性模量和泊松比试验方法》GB/T 22315 |
| 规定非比例延伸强度Rp0.2MPa | ≥205 | 现行国家标准《金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法》GB/T 228.1 |

**4.6.4** 机头行走式工法选用钢带力学性能应符合表4.6.4的规定。

**表4.6.4 机头行走式选用钢带力学性能**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 控制项目 | 数值 | 测试方法 |
| 抗拉强度/MPa | ≥215 | 《金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法》GB/T 228.1 |
| 断裂伸长率/% | ≥22 |

**4.6.5** 带状型材和钢带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、凹陷或其他影响型材性能的表面缺陷，型材中不应含有可见杂质，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实时米数、产品规格；

**2** 型材的最小内层壁厚不应小于1.5 mm；

**3** 每卷型材的长度不宜低于2000 m；

**4** 公母锁扣接缝密封材料应均匀连续，与型材粘结牢固；

**5** 钢带表面应无裂纹、麻面、凸泡或脱皮，厚度应均匀，允许偏差应为±0.05mm。

**4.6.6** PVC-U带状型材耐腐蚀性能应符合现行国家标准《硬聚氯乙烯（PVC-U） 管材 二氯甲烷浸渍试验方法》GB/T 13526的规定，测试样品应无破坏，定径式钢塑加强型工法选用奥氏体型不锈钢材料，镍含量不应小于1.0%，并应符合现行国家标准《不锈钢冷轧钢板和钢带》GB/T3820中表3的规定。

**4.6.7** 采用钢塑加强法工艺时，注浆材料中使用的水泥应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 的有关规定。采用机头行走法工艺时，注浆材料性能应符合表 4.6.7 的规定。

**表4.6.7 机头行走法注浆材料性能**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 检测项目 | 单位 | 性能要求 | 测试方法 |
| 抗压强度，28d | MPa | ＞30 | 现行国家标准《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448 |
| 截锥流动度，30min | mm | ≥310 |

**4.6.8** 缠绕机组由缠绕笼和缠绕机头组成，可拆分组装，施工时可根据原有管道的管径选择缠绕笼。

## 4.7 短管内衬法

**4.7.1** 材料应符合下列规定：

**1** 短管应采用PE实壁管或HDPE中空壁管，PE实壁管应符合现行国家标准《给水排水用聚乙烯（PE）管材 第2部分：管材》GB/T 13663.2的有关规定；HDPE中空壁管应符合现行国家标准《埋地用聚乙烯（PE）结构壁管道系统 第2部分聚乙烯缠绕结构壁管材》GB/T 19472.2的有关规定；

**2** 短管长度应满足可从工作井进入管道的要求；

**3** 短管连接应采用热熔焊接或承插方式。

**4.7.2** 短管连接所用遇水膨胀橡胶密封圈的性能应符合现行国家标准《高分子防水材料 第3部分：遇水膨胀橡胶》GB/T 18173.3的有关规定。

**4.7.3** 注浆材料应符合《通用硅酸盐水泥》GB 175的有关规定，并应符合下列规定。

**表4.7.3 注浆材料性能**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 检测项目 | 单位 | 性能要求 | 测试方法 |
| 抗压强度，28d | MPa | ≥30 | 现行国家标准《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448 |
| 截锥流动度，30min | mm | ≥310 |

**4.7.4** 施工主要机械、电气设备应有定期维保、检验记录，并应符合下列规定。

**1** 热熔机的年检时间宜为每年1次；

**2** 液压设备宜采用双回路动力设备，压力区间宜为9MPa-15.5MPa。

## 4.8 喷涂法

Ⅰ 水泥基材料喷涂法

**4.8.1** 水泥基材料喷涂法所用水泥基材料应符合下列规定：

**1** 主要胶凝材料应为水泥；

**2** 材料应为工厂化生产、统一包装的干混砂浆；

**3** 材料在现场应只需加入适量的清水充分搅拌即可使用；

**4** 搅拌后的浆料应适宜泵送和喷涂；

**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。

**4.8.2** 结构性修复用水泥基材料性能应符合表 4.8.2 的规定。

**表 4.8.2 结构性修复用水泥基材料性能**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 单位 | 龄期 | 性能要求 | 测试方法 |
| 凝结时间 | min | 初凝 | ≤120 | 现行国家标准《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 | 现行国家标准《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 |
| 静压弹性模量 | GPa | 28d | ≥30 | 现行行业标准《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70 |
| 拉伸粘结强度 | 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≤5 |
| 耐酸性 | 5%硫酸液  腐蚀24h | | 无剥落、无裂纹 | 现行行业标准《水性聚氨酯地坪》JC/T 2327 |
| 10%柠檬酸；10%乳酸；  10%醋酸腐蚀 48h | |

注：耐酸性检验用酸的浓度均为质量百分数。

**4.8.3** 无机防腐水泥基材料性能应符合表4.8.3的规定;其中铝酸盐类水泥基材料中氧化铝含量不应小于15%，单质硫含量不应大于 0.5%。

**表4.8.3 无机防腐水泥基材料性能**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 单位 | 龄期 | 性能要求 | 测试方法 |
| 凝结时间 | min | 初凝 | ≥45 | 现行国家标准《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》GB/T  1346 |
| min | 初凝 | ≤360 |
| 抗压强度 | MPa | 12h1 | ≥8.0 | 现行国家标准《水泥胶砂强度检验方法(ISO法)》GB/T 17671 |
| MPa | 24h | ≥12.0 |
| MPa | 28d | ≥25.0 |
| 抗折强度 | MPa | 24h | ≥2.5 |
| MPa | 28d | ≥4.0 |
| 拉伸粘结强度 | MPa | 28d | ≥1.0 | 现行行业标准《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70 |
| 抗渗压力 | MPa | 28d | ≥1.5 |
| 耐酸性2 | 5%硫酸腐蚀24h | | 无剥落、无裂纹 | 现行行业标准《水性聚氨酯地坪》JC/T 2327 |
| 10%柠檬酸；  10%乳酸；  10%醋酸腐蚀48h | |

注：**1** 当需要快速恢复通水时可以协商进行12h抗压强度测试；

**2** 耐酸性检验用酸均为质量百分数。

**4.8.4** 水泥基喷涂施工设备应包括：电视检测设备、气体检测设备、通风设备、移动电源、空气压缩机、排水设备、小型注浆设备、手持钻孔设备、手持打磨设备。并应符合下列规定：

**1** 材料输送宜选用螺杆式砂浆输送泵，输送压力不宜小于2MPa，最大流量不宜小于20L/min，输送管内径不宜小于 20mm；

**2** 旋喷器的转速不应低于 1000 r/min，旋喷器升降装置提升和下放速度不应大于 3m/min。

Ⅱ 高分子材料喷涂法

**4.8.5** 喷涂材料的标志、包装、运输和储存应符合下列规定：

**1** 包装容器应密封，容器表面应标明材料名称、生产厂名重量、生产编号；

**2** 喷涂材料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，应避免日晒，并应远离火源。

**4.8.6** 排水管道修复用喷涂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。

**4.8.7** 高分子喷涂材料的施工性能应符合表4.8.7-1的规定粘结性能应符合表4.8.7-2的规定。

**表**4.8.7-1 **高分子喷涂材料的施工性能**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 检测项目 | 单位 | 性能要求 | 测试方式 |
| 流挂性能 | mm | ≤1 | 现行国家标准《色漆和清漆抗流挂性评定》GB/T 9264 |
| 表干时间 | mm | ≤3 | 现行国家标准《漆膜、腻子膜干燥时间测定法》GB 1728 |
| 硬干时间（可进行CCTV检测时间） | mm | ≤10 |
| 喷涂后可通水时间 | mm | ≥60 |  |

**表**4.8.7-2 **高分子喷涂材料的粘结性能**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 检测项目 | 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 | 现行国家标准《色漆和清漆拉开法附着力试验》GB/T 5210 |
| 金属基体 | MPa | ＞1 |

**4.8.8** 高分子材料喷涂固化后的短期力学性能应符合表4.8.8的规定。

**表4.8.8 高分子材料喷涂固化后的短期力学性能**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 检测项目 | 单位 | 性能要求 | 测试方法 |
| 弯曲强度 | MPa | ＞90 | 现行国家标准《塑料弯曲性能的测定》GB/T 9341 |
| 弯曲模量 | MPa | ＞2000 |
| 抗拉强度 | MPa | ＞30 | 现行国家标准《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 |

**4.8.9** 高分子材料喷涂固化后，材料的耐化学腐蚀性检验应执行本规程第 4.3.11条的规定。

## 4.9 碎裂管法

**4.9.1** 碎裂管法所用材料应符合下列规定：

**1** 新管管材宜采用PE实壁管、球墨铸铁管等，PE实壁管应符合现行国家标准《给水排水用聚乙烯（PE）管材 第2部分：管材》GB/T 13663.2的有关规定，球墨铸铁管应符合现行国家标准《污水用球墨铸铁管、管件和附件》GB/T 26081的有关规定；

**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，管材本身的抗压强度和接口的抗压强度应满足在施工过程中承受顶推力的要求；

**5** 内衬管承载性能不得低于原有管道，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。

**4.9.2** 管道更新应根据不同的管材类型选用不同的施工设备及部件，并应符合下列规定：

**1** 当待更新管道为脆性管道时，宜采用三角形压裂刀，在破碎头圆周方向按照120°均匀分布。

**2** 当待更新管道为塑料材质延性管道时，宜采用片式切刀，在破碎头圆周方向按照180°对称布置，切刀刀片最大外沿尺寸应大于原管道外径1.15倍。

**3** 当待更新管道为金属材质延性管道时，宜采用组合式圆盘滚刀组对管道进行线性破裂，最大滚刀外沿尺寸应大于原管道外径1.2倍。

**4.9.3** 气动锤及空气压缩机的型号、参数可按表4.9.3 选择。

**表4.9.3 气动锤与空压机型号选择**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 气动锤型号 | 180型 | 270型 | 350型 | 450型 | 600型 |
| 适用管径 | DN200~DN300 | DN300~DN400 | DN400~DN700 | DN700~DN900 | DN900~DN1200 |
| 空压机排量  （m³/min） | 11 | 16 | 21 | 30 | 50 |

注：空气压缩机应选用工作压力为0.7MPa 的螺杆式空压机。

**4.9.4** 气动碎裂管割裂爆管头组合装置，依据不同管径可分为气动锤前置式和气动锤后置式，割裂爆管头组合装置应在施工前制作，并应与工程相适应。

**4.9.5** 当采用短管置换法施工时，应依据管径、材质、长度、土质特征以及检查井空间尺寸等参数配套施工设备。

5 功能性修复与预处理

## 5.1 一般规定

**5.1.1** 管道非开挖修复工程施工前应对原有管道进行功能性缺陷修复及预处理。功能性缺陷修复措施包括管内沉积物、管内结垢、管内障碍物（异物、树根、障碍物、残墙、坝根）、浮渣清除；预处理措施包括土体注浆加固、裂缝嵌补、堵漏、复圆、错口及脱节修复等。

**5.1.2** 管道内衬施工前应按现行行业标准《城镇排水管渠与泵站运行、维护及安全技术规程》CJJ 68的有关规定对修复管段进行封堵排水作业。封堵排水应得到排水管理单位批准，并做好临时排水措施。

**5.1.3** 管道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造成损伤和破坏；采用喷涂法修复时，高压水枪应有足够压力，冲洗后所有基底应清洁、坚固并有足够的粗糙度，粗骨料应裸露。

**5.1.4** 对于结构性缺陷等级达到2级及以上的管道，在修复前宜采用裂缝嵌补、土体注浆等方法进行止水或加固，并宜进行预处理专项设计。

**5.1.5** 管道非开挖修复方法预处理的质量应符合表5.1.5的规定。

**表5.1.5 管道预处理的质量要求**

|  |  |
| --- | --- |
| 非开挖修复方法 | 质量要求 |
| 不锈钢双胀环法 | 基体表面应坚实、干燥，不得有松散附着物及锈蚀、渗水现象 |
| 不锈钢快速锁法 |
| 原位固化法 | 管道表面应无明显附着物、尖锐毛刺及凸起物 |
| 螺旋缠绕内衬法 | 管道内应无沉积、结垢和障碍物，水深不应超过管径的20％，且不得超过400mm。 |
| 碎（裂）管法 | 原有管道应无堵塞，宜排除积水 |
| 原位热塑成型法 | 管道内应无沉积、结垢和障碍物，基面应平整圆顺 |
| 短管内衬法 | 管道内应无沉积、结垢和障碍物，管道内壁表面应洁净，底部135°范围内应无附着物以及可能划伤管道的尖锐毛刺、凸起硬物 |
| 喷涂法 | 管道内应无漏水，管道表面应润湿和粗糙 |

**5.1.6** 管道预处理清洗产生的污水和污物应从检查井内排出，污水和污物处理应按现行行业标准《城镇排水管渠与泵站运行、维护及安全技术规程》CJJ 68的有关规定执行。

**5.1.7** 管道预处理完成后应进行CCTV视频检测，经验收合格后方可进入下一步施工。

## 5.2 功能性缺陷修复

Ⅰ 排水管道疏通

**5.2.1** 管道疏通包含浮渣、沉积物、障碍物、结垢、树根、残墙、坝根清除。

**5.2.2** 高压水射流管道清洗时应符合下列规定：

**1** 水流压力不应对管壁造成剥蚀、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，不应用高压水流冲洗暴露的土体；

**5** 当管道直径大于800 mm 时，可采取人工进入管内进行高压水射流清洗，高压水射流的压力不应破坏原有管道结构；

**6** 高压水射流设备应由专业人员操作，并应符合现行国家标准《高水射流清洗作业安全规范》GB/T 26148的有关规定。

**5.2.3** 铣刀疏通管道时应符合下列规定：

**1** 根据障碍物的材质（如树根、混凝土、金属）和管道直径选择合适型号的铣刀，确保铣刀尺寸适配管道，避免损坏。

**2** 确认铣刀及配套机械（如疏通机）处于良好工作状态，润滑充分，电源正常。

**3** 在铣削前，先用其他工具（如通条）清除松散垃圾或小障碍物，减少铣刀负担。

**4** 通过内窥镜等设备准确定位障碍物，避免盲目操作。

**5** 缓慢进给，确保铣刀均匀切割障碍物，避免因力度过大导致管道变形或断裂。

**6** 根据材料硬度调整铣刀转速和施加的压力，防止设备过载或损坏管道，实时观察铣削效果及管道反应，及时调整参数。

**7** 操作完成后，使用高压水冲洗管道，确保无残留碎屑，避免再次堵塞。

Ⅱ 检查井清洗

**5.2.4** 检查井宜采用高压水射流进行清洗。

**5.2.5** 高压水射流清洗检查井应符合下列规定：

**1** 水流压力不得对井壁造成剥蚀、裂缝及穿孔等损坏；

**2** 对严重腐蚀检查井应进行试喷，确定合适压力后方可整体清洗；

**3** 对井壁已发生塌陷或空洞处,不得采用高压水流冲洗；人工进入井内清洗作业应符合现行国家标准《高压水射流清洗作业安全规范》GB 26148的有关规定。

**5.2.6** 检查井清洗产生的污水和污物应从检查井内排出，污物处理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》CJJ 68的有关规定，污水应排放至规定地点。

## 5.3 预处理

Ⅰ 土体注浆法

**5.3.1** 采用管内注浆施工时，应符合下列规定：

**1** 宜根据专项设计方案对注浆孔的位置进行定位；

**2** 钻孔应钻穿管壁，孔径不宜大于 25 mm；

**3** 在注浆结束后，应对修复管段施工垃圾进行清理，保证无异物残留。

**5.3.2** 采用管外注浆施工时，应符合下列规定：

**1** 应采用探地雷达、管线探测仪等检测方法，探明原有管道上部管线及其他地下构筑物分布情况；

**2** 钻孔深度应达到待修管道外部病害区域；

**3** 注浆过程中应采用 CCTV 和潜望镜等可视化设备进行实时监控；如材料进入管道内，宜减慢注浆速度或采用间歇注浆法，注浆压力不得影响其他公用管线的安全；

**4** 如产生管道偏移，应立即中断注浆，调整注浆方案。

**5.3.3** 管周土体处理宜符合下列规定：

**1** 宜用地质雷达法等方法，查明管周土体孔洞、孔隙与疏松区；

**2** 宜用管内或管外注浆法对管周土体缺陷进行处理；

**3** 宜用管内地质雷达法对管周土体密实度进行检验。

**5.3.4** 用于堵漏的注浆处理应采用井内注浆法。用于加固的注浆处理宜采用井内注浆法，也可采用井外注浆法。

Ⅱ 裂缝嵌补法

**5.3.5** 采用裂缝嵌补时，宜在需要嵌补的部位预埋注浆胶管或灌浆止水针管，并采用快干水泥封缝；封缝层表面应密实、平整，与管道接口黏结牢固；注浆胶管或灌浆止水针管位置和间距应满足注浆要求，并应设进浆口和排气口。

**5.3.6** 在快干水泥达到设计强度后，应由管道下部向上部逐一压注水性聚氨酯注浆液，待所有的注浆管都注浆后，回到第一个注浆管再次注浆。

**5.3.7** 宜按施工要求严格控制注浆压力和注浆量，防止水性聚氨酯注浆液从封缝层以及粘结处流出；宜在相邻注浆管开始出浆后，保持压力 3 min~5 min 后停止注浆，改注相邻注浆管。

**5.3.8** 宜在注浆完毕 24 h，且经检查不渗水后，清理注浆胶管或灌浆止水针及已固化的溢漏浆液，并按设计要求进行表面防水和增强等处理。

**5.3.9** 注浆孔的布设应符合下列规定:

**1** 应在井内使用电钻沿裂缝两侧或渗漏点进行钻孔,钻孔角度宜为90°,裂缝渗漏缝隙钻孔间距不应大于500 mm；

**2** 当有较大漏水点或多个漏水点时，应同时布设多个钻孔点。

**5.3.10** 注浆管埋设时，钻孔深度应钻穿井壁,并应在钻好的孔内安装注浆管，注浆嘴周围与钻孔之间应无空隙、不漏水。

**5.3.11** 注浆施工应符合下列规定：

**1** 注浆时，应按照1:1体积比注浆，并应保持注浆压力为0.5 MPa ~ 4 MPa；

**2** 注浆过程中，相邻的注浆管注浆液溢流或注浆管之间缝隙溢流即可结束注浆；

**3** 注浆结束后，应截断留在井壁内的注浆管，并应进行封孔处理；

**4** 应及时清理井室内注浆产生的垃圾。

Ⅲ 堵漏

**5.3.12** DN800及以上排水管道宜在嵌缝后，应采用不锈钢双胀圈、快干水泥或水溶性聚氨酯注浆进行堵漏。

**5.3.13** DN800以下排水管道宜采用不锈钢快速锁法进行堵漏，并应符合现行行业标准《城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 210规定。

**5.3.14** 检查井宜采用水溶性聚氨酯进行堵漏，并应符合下列规定：

**1** 水溶性聚氨酯材料应具有良好的亲水性，遇水后能够迅速膨胀并形成弹性固结体；

**2** 在渗漏部位钻孔，孔径和孔距应根据渗漏情况确定，一般孔距宜200 mm ~ 500 mm；钻孔完成后应埋设注浆嘴，并用快干水泥或专用封缝胶封闭孔口及裂缝表面；

**3** 灌浆时应根据渗漏情况控制灌浆压力和灌浆量；灌浆顺序宜从下往上、从外往内进行；当相邻注浆嘴出浆时，应停止灌浆并移至下一注浆嘴继续灌浆，直至灌浆压力稳定上升且无渗漏为止；

**4** 灌浆结束后，应待浆液固化后拆除注浆嘴，并对注浆孔进行封堵处理，确保表面平整、密实。

Ⅳ 不锈钢双胀环法

**5.3.15** 不锈钢胀环法修复施工时，应符合下列规定：

**1** 修复前应检查缺陷点，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** 止水橡胶带宜采用人工辅助沿管道环向平铺于管道内壁的方式，平铺后应完全覆盖管道缺陷处，同时橡胶带表面应平整、无褶皱，内壁应紧贴原管道；

**3** 不锈钢胀环应沿止水橡胶带的压槽安装，安装时钢套环应垂直无倾斜，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，禁止沿纵向施力拆除。

**5.3.16** 修复施工时，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。

Ⅴ 不锈钢快速锁

**5.3.17** 不锈钢快速锁应覆盖待修复缺陷，且覆盖缺陷部位以外的轴向前、后超出长度均应大于100 mm；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。

**5.3.18** 采用气囊安装的不锈钢快速锁应符合下列规定：

**1** 应采用CCTV或潜望镜设备实时监测、辅助气囊定位；

**2** 气囊内的气体压力应保证快速锁缓慢展开、紧贴原有管道内壁，气囊压力宜为0.35 MPa～0.40 MPa；

**3** 快速锁完全张开后，应缓慢释放气囊内的压力并撤出；

**4** 采用气囊安装的不锈钢快速锁不宜采用搭接方式。

**5.3.19** 采用人工方式安装的不锈钢快速锁应符合下列规定：

**1** 不锈钢环片、橡胶套等应由检查井置入待修复位置；

**2** 不锈钢环片应在井内拼装成钢圈，安装橡胶套时迎水坡边宜朝来水方向；

**3** 快速锁扩张过程中可用橡胶锤环向振击，确认各部位与原管壁紧密贴合后紧固螺丝。

6 施 工

## 6.1 一般规定

**6.1.1** 埋设于交通繁忙、环境敏感、施工空间受限等区域的排水管道的修复、更新宜优先选用非开挖修复技术进行修复。

**6.1.2** 非开挖修复工程应依据管道专项检测评估报告和岩土勘察报告，结合现状管道缺陷等级进行设计。

**6.1.3** 非开挖修复宜采用管内修复、管周保护的方式。

**6.1.4** 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、性能检测报告和使用说明书。

**6.1.5** 非开挖修复工程应符合《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的有关规定。

**6.1.6** 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。

**6.1.7** 非开挖修复工程应在验收合格后方可投入使用，验收不合格时，应拆除修复材料，重新对原管道进行评估后，再进行修复。

**6.1.8** 非开挖修复后的管道应满足日常的疏通养护作业需要。

**6.1.9** 管道修复后使用年限应符合《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。

**6.1.10** 管道与检查井连接应采用摄像检查，确认连接效果。

## 6.2 紫外光原位固化法

**6.2.1** 内衬软管拉入前应在原有管道底部铺设垫膜。垫膜宽度应大于原有管道周长的1/3，长度应超出修复管段长度500 mm~ 600 mm，拉入后的垫膜不应发生断裂、堆积、表面无磨损或划伤，并应在两端锚固。垫膜上宜喷洒对原有管材无腐蚀性、可生物降解的润滑液体。

**6.2.2** 玻纤软管端头应对折后拉入原有管道，对折部分应绑扎保护垫膜，拉入过程中不应出现堆积或翻转，拉入速度不应大于5 m/min。

**6.2.3** 当玻纤软管管径≥DN800时，玻纤软管拉入宜采用送料平台辅助。

**6.2.4** 拉入完成时，内衬软管两端应伸出原有管道，内衬管两端伸出原有管道的长度不应小于300mm。

**6.2.5** 扎头绑扎应牢固，不应破坏玻纤软管内膜，绑扎完成后、应对气体接口、压力传感器接口等连接外进行密封性检查。

**6.2.6** 内衬软管两端裸露部位应安装相应匹配的扎头布。跨井段施工时，中间检查井裸露的玻纤软管应安装拉链扎头布，扎头布伸入原有管道长度应大于250 mm。

**6.2.7** 第一次充气过程中充气管、测压管等连接处应密封，充气压力不应低于内衬软管使用说明书规定的最低气压值，撑起后应保压 10 min~30 min。

**6.2.8** 紫外光灯架应与玻纤软管管径相匹配，送入紫外光灯架中不应损坏内膜。

**6.2.9** 第二次充气前应再次检查内衬软管各连接处的密封性；充气过程中，气压应缓慢升高，应使玻纤软管充分膨胀扩张紧贴原有管道内壁，各管径的压力值宜按表6.2.9执行。

**表6.2.9 玻纤软管充气压力操作要求**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 管径 (mm) | 充气压力 (Kpa) | 增压次数 （次） | 每次增压 (Kpa) | 停歇时间 (min) |
| 150~200 | 50~60 | 8~10 | 4~6 | 3~5 |
| 250~350 | 45~55 |
| 400~500 | 44~50 |
| 600~700 | 30~40 | 10~12 | 3 | 4~6 |
| 800~900 | 25~30 |
| 1000~1800 | 20~30 | 6~8 | 3 | 7~9 |

**6.2.10** 固化时施工中紫外光灯持续辐照功能应正常，径向辐照应均匀。

**6.2.11** 固化过程应监控内衬管壁的温度，实时调整紫外光灯架移动速度和充气设备进气量，管壁反应温度宜控制在 80 ℃~120 ℃之间，管壁辐照剂量应满足厂家最低剂量要求。

**6.2.12** 内衬软管固化完成后，应缓慢降低管内压力至常压，降压时间应不低于15 min。

**6.2.13** 管道固化施工完成后，应对内衬管起点和终点端部进行切割，切割处应整齐，并宜露出原有管道20 mm ~ 50 mm。

**6.2.14** 内衬管与原有管道的端口位置应进行密封处理，处理完成后应对端口进行清洁。

**6.2.15** 施工完成后，应将内膜拉出。

## 6.3 翻转式原位固化法

**6.3.1** 水压翻转用水应采用自来水或洁净的天然淡水，翻转水头宜采用材料商的推荐高度，无推荐高度的不宜低于 2m。

**6.3.2** 翻转施工过程应符合下列规定：

**1** 内衬软管宜匀速翻转置入，保持管内压力能使其紧密贴合在原有管壁；

**2** 内衬软管置入原管道时，位置应准确，不宜反复拖动；

**3** 翻转完成后，内衬软管伸出原有管道末端的长度宜为0.5 m -1 m。

**6.3.3** 气压翻转设备工作压力应满足0 MPa ~ 0.1 MPa，工作温度应满足5 ℃ ~ 100 ℃。

**6.3.4** 固化过程中应对循环水温度和压力进行跟踪测量和监控，且循环水的平均温度应达到树脂固化所需温度。

**6.3.5** 在施工段起点和终点距离端口 200 mm ~300 mm 处，在内衬软管与原有管道之间应安装温度感应器。

**6.3.6** 内衬软管固化应符合下列规定：

**1** 固化应采用阶段式加热方式进行，固化所需的温度和时间以及温度升高速度应按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；

**2** 固化过程中应保持始端与末端之间的内部温度差在15 ℃以内；

**3** 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；

**4** 固化过程中湿软管内的压力应能使内衬软管与原有管道紧密贴合，压力不得超过湿软管在固化过程中承受的最大压力，并不得损坏原有管道。

**6.3.7** 热水宜从标高较低的端口送入，循坏加热至固化完成，水头应高于原管底4.5 m ~ 5.5 m范围内。

**6.3.8** 内衬管冷却时间应符合材料使用说明书的规定，冷却过程中内衬管内应避免形成负压。

**6.3.9** 热水固化内衬管应冷却至38 ℃以下进行泄压，蒸汽固化内衬管应冷却至45 ℃以下进行泄压。完全泄压后方可进行后续施工。

**6.3.10** 内衬管固化完成并冷却后应对端部进行切割，密封处理，端部应整齐，并应露出原管口20 mm ~ 50 mm，切割下的废料等应妥善处置。在不影响排水和养护的情况下，宜保留位于流槽中的部分内衬管。

**6.3.11** 密封前应清洁原管口端头管壁和井壁，并密封，表面应抹光。

## 6.4 原位热塑成型法

**6.4.1** 材料进入施工现场时，应进行进场验收并妥善保管。

**6.4.2** 内衬管的预加热及拉入应符合下列规定：

**1** 应依据材料厂商提供的产品说明书的要求对衬管材料进行预加热，衬管软化后方可拉入待修管道；

**2** 拉入前应检测卷扬机的绳索处于完好状态，卷扬机绳索与卷盘上的衬管应连接牢固；应在所有改变牵引方向处设置滚筒或定滑轮，滚筒或定滑轮应可靠固定。衬管材料与尖锐物体直接接触处应设置防衬管材料划伤的保护措施；

**3** 折叠内衬管材料应从管盘匀速展开拉入原有管道，拉入速度应根据衬管材料拉入时的温度、牵拉力及环境温度等因素确定和调整；

**4** 折叠内衬管拖入应在衬管软化状态时完成，若折叠内衬管在拉入中途冷却变硬，则应重新加热后再实施拖入。

**6.4.3** 内衬管的加热成型应符合下列规定：

**1** 内衬管拉入完成后，应对管两端露出部分重新进行加热，软化后用专用管塞将衬管的两端封堵；通过对管塞充气，使内衬管膨胀紧贴原有管道，管塞的充气压力应控制在0.1 MPa ~ 0.15 MPa之间，且应保持压力稳定；

**2** 通过下游的温度表实时监测管内的温度，内衬管成型过程中温度不宜超过95 ℃；

**3** 实时观察内衬管成型状况，内城管紧贴于管道后，停止送水蒸汽。

**6.4.4** 衬管的冷却和端口处理应符合下列规定：

**1** 内衬管加热成型后，应在保持原有压力的情况下，将衬管内的蒸汽逐渐置换成冷空气；

**2** 置换过程中应实时监测下游的温度，当温度降低到40 ℃以下时，方可打开阀门，释放管内的压力；

**3** 修复后，内衬管伸出原有管道的长度应大于100 mm，伸出部分宜呈喇叭状或按照设计要求处理。

**6.4.5** 排水管道修复完成后，内衬管两端与原管道之间的环状间隙应进行密封处理。

## 6.5 螺旋缠绕内衬法

**6.5.1** 修复材料进入工地现场时应进行验收，应检查每批产品的质量合格证书、性能检测报告和使用说明书，并核对材料品种及型号、生产企业。进场材料验收应符合下列规定：

**1** 带状型材外观检查不应少于进场总量的1/3，并应符合本标准第4.6.5 条的规定。

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

**3** 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第4.6.2条的规定，刚度系数测试方法应符合附录C的规定。

**6.5.2** 施工时，应对过程实时监控，如型材及内衬管发生破损、弯曲等现象，及时停止作业并更换型材。施工时环境温度低于 10℃时，宜采取封闭保温措施，并应符合下列规定：

**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。

**6.5.3** 带水作业时，井下人员应配置安全带、防毒面具、防护服等安全措施，并应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** 管道内水深不宜超过 300 mm，且充满度不宜超过 50%；

**2** 水流速度不宜超过 0.5 m/s。

**6.5.4** 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，且轴线应与管道轴线一致。

**6.5.5** 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，且设备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氨酯发泡胶，扩张完成后应对端头和检查井用快干水泥进行抹平；

**7** 应检验和记录缠绕速度和行走速度。

**6.5.6** 定径式螺旋缠绕内衬法应符合下列规定：:

**1** 缠绕笼应固定在起始检查井中，缠绕笼轴线应与管道轴线一致；

**2** 内衬管的缠绕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，钢带应同步安装在带状型材外表面，并应与带状型材公母锁扣处嵌合牢固；

**4** 带状型材截断后进行热熔焊接连接时，焊缝翻边应均匀，焊接应牢固。

**6.5.7** 机头行走式螺旋缠绕内衬法应符合下列规定：

**1** 螺旋缠绕设备安装在管道内时，设备轴线应与原有管道轴线对正；

**2** 可通过调整螺旋缠绕设备获得所需要的内衬管直径；

**3** 缠绕机头的行走与带状型材输送应同步；

**4** 螺旋缠绕作业应平稳，行走速度应均匀，锁扣应嵌合、连接牢固；

**5** 当型材截断后再连接时，应通过自带的钢片插入另一边型材完成。

**6.5.8** 当管道断面为非圆形时，机头行走式缠绕内衬工艺管道倒角处的曲率半径应符合表 6.5.8 的规定。

**表6.5.8 倒角处的曲率半径要求**

|  |  |
| --- | --- |
| 短边边长（L） | 倒角处的曲率半径（R）要求 |
| 800mm<L≤1000mm | R≤250mm |
| 1000mm<L≤2000mm | R≤300mm |
| 2000mm<L≤3000mm | R≤400mm |
| 3000mm<L≤5000mm | R≤700mm |

**6.5.9** 当原有管道内部存在内衬管道、弯曲、错台等导致缠绕管无法到达接收检查井时，应在原有管道中间进行对接，对接时两段管道的距离不应超过200 mm，对接处表面应进行防腐处理。

**6.5.10** 环形间隙灌浆前宜采取防止内衬管上浮的支护或固定措施。

**6.5.11** 内衬管直径小于800 mm时，宜采取充水、放置金属链等重物的防浮措施。

**6.5.12** 内衬管直径等于或大于80 mm时，宜在内衬管内部安装支架作为支撑，防止灌浆压力引起内衬管上浮和屈曲。若内衬管内部没有支撑时，最大注浆压力应满足式（6.5.12）的要求：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （**6.5.12**） |

式中：Pzj −设计注浆压力，MPa；

EI −内衬管的刚度系数，MPa∙mm3；

E −内衬管的初始弹性模量，MPa；

I −内衬管的惯性矩，mm4/mm；

N −安全系数，推荐值为2.0；

D −内衬管的平均直径，mm；

μ −内衬管的泊松比，取0.38；

C −椭圆度折减系数。

**6.5.13** 单个修复段的理论注浆总量按式（6.5.13）计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （**6.5.13**） |

式中：

Q −单个修复段的理论注浆总量，m³；

R −原管道内径，m；

r −内衬管平均直径，m；

L −单次注浆段管道长度，m。

**6.5.14** 定径式和机头行走法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点的位置分别埋设注浆管，一侧可用于注浆，另一侧可用于放气和观察；

**2** 注浆压力宜为0.10 MPa ~ 0.15 MPa；

**3** 注浆应分步进行，首次注浆量应根据内衬管自重、管内水量进行计算，应控制首次注浆量，不得超过计算量；

**4** 第二次注浆应至少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12 h ；

**5** 注浆总量不应小于计算注浆量的95 % ，并应做好记录；

**6** 观察到另一侧12点观察孔冒浆时，应停止注浆；

**7** 管道距离大于100 m时，宜在管道中间位置的顶部进行开孔补浆；

**8** 采用机头行走法修复方涵，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，并应对管道端头进行平整处理。

**6.5.15** 管道修复完成后，应对内衬管的端口及与检查井的接口处进行处理。

**1** 内衬管起点和终点端口应切割整齐，突出部位长度不应超过50 mm；

**2** 应使用高强快干水泥封口，封口深度不应小于150 mm，且不应损坏内衬管。

## 6.6 短管内衬法

**6.6.1** 应对进场材料进行性能复测，同一生产厂家、同一批次、同一管径产品现场取样，200m不宜少于1组，管材的性能复测结果应符合本标准第4.7.2条的规定；焊接材料、遇水膨胀橡胶密封圈的性能复测结果应符合本标准第4.7.3条的规定。

**6.6.2** 施工过程应符合下列规定：

**1** 工作井工况应满足施工要求；

**2** 工作井内应设置导滑装置；短管顶推或牵拉时应匀速、可控；施工宜在同一连续作业段内完成；

**3** 短管安装宜自下游开始，承口应朝向施工前进的方向，施工宜一次完成；

**4** 最大顶推力或牵引力不宜大于内衬管允许顶力或拉力的50%；管道弯曲段或变形较大的管道宜减慢速度；

**5** 短管连接时，应依次推入指定位置，相邻两段管材可通过热熔焊接或承插连接形成整体，连接宜采用热熔焊接；连接后的内衬管宜平顺，不应有“蛇形”变形和起伏；

**6** 热熔焊接连接时，子口焊缝表面应光滑、平整，无裂缝，错边量不应超过管材壁厚的10%；

**7** 承插连接时，子口的规定位置应安装遇水膨胀止水胶圈，承插口应清洁，满涂密封胶，管口应密封完全；

**8** 内衬管伸出原有管道长度应满足应力恢复和热胀冷缩的要求，管道就位且应力恢复后方可进行后续操作。

**6.6.3** 施工完成后，应将工作井与目标井的管端进行切削处理，并将管口打磨光滑。

**6.6.4** 应对内衬管与原管道环状间隙进行注浆，并应符合下列规定：

**1** 宜采用分段注浆工艺。

**2** 浆液应具备流动性强、固化过程收缩小、放热量低的特性。

**3** 注浆完成后，应对端口缝隙进行封堵。

## 6.7 喷涂法

Ⅰ 水泥基材料喷涂法

**6.7.1** 进入施工现场水泥基材料应符合设计文件的规定，内衬材料进场应附有产品质量检测报告；当单项工程材料用量大于或等于 10t 时，应对进场材料的凝结时间、抗压强度、抗折强度和抗渗压力4项指标进行抽样复检，材料复检性能应符合本规程第4.8.2条、第4.8.3条的规定。

**6.7.2** 内衬浆料应按材料供应商推荐的水料比搅拌，拌料用水应采用洁净的自来水，搅拌时间不宜少于3min；搅拌好的浆料应在45min内使用完，超过使用期的浆料不得再次使用。

**6.7.3** 喷涂施工前，应保证基底处于湿润状态，不得有明显水滴或流水；当环境温度低于0℃时，不宜进行喷涂施工；当施工环境温度高于35℃时，应采取降温措施。

**6.7.4** 采用离心喷涂法修复检查井时，应按下列步骤进行：

**1** 按要求依次启动设备，待设备运行平稳后，按要求制备浆料；

**2** 将离心旋喷器居中置于井内，启动旋喷器待运行平稳后启动砂浆输送泵，待浆料从旋喷器均匀甩出后，操纵吊臂卷扬使旋喷器平稳下行至井底后切换方向提升旋喷器上升至井口完成一个喷涂回次，如此循环往复直至设计厚度；

**3** 在离心喷涂过程中，旋喷器下放和提升速度宜使每回次的厚度达到1mm~3mm，通过多回次喷涂，从而确保内衬达到最好的密实度。

**6.7.5** 采用离心喷涂法修复管道时，应按下列步骤进行：

**1** 将旋喷器在机架固定后，摆设在待修复管段的末端部位，调整旋喷器轴线高度，连接料管和气管；根据管道实际尺寸及砂浆的泵送排量调节旋喷器的旋转速度；

**2** 根据管道直径，选用适宜的砂浆泵排量及旋喷器行走速度，控制每层喷涂厚度应在10mm~20mm。

**6.7.6** 采用人工喷涂法修复管道、检查井、各类箱涵和硐室时，应符合下列规定：

**1** 应先调节喷涂气压和浆量，浆料应均分散喷出；

**2** 应控制喷枪与基面距离，喷枪移动规律、平稳；

**3** 可一次或分多次喷涂到设计厚度，厚度超过20mm时，应多次完成；

**4** 喷涂完成后，应将喷涂层抹平，同一部位不宜反复抹压。

**6.7.7** 检查井井底修复宜采用人工喷涂后压抹的方式，并底与井壁的结合处应做倒圆处理，并底内衬厚度不得小于20mm。

**6.7.8** 采用水泥基材料喷涂法修复应符合下列规定：

**1** 若离心喷涂过程因故中断，只需等待故障排除后重新启动旋喷器继续喷涂即可；若故障排除时间超过30min，则应将喷涂机和料管内剩余的内衬浆料清出并清洗设备；

**2** 离心喷涂到管道或检查井内壁的内衬应均匀、平整；

**3** 内衬喷涂完成后，宜保留内衬原始形态，可根据要求对表面进行压抹，同一部位不得反复压抹；

**4** 砂浆内衬的最小厚度不应小于 10mm。

**6.7.9** 水泥基材料施工完成后6h内不宜受激烈的水流冲刷，检查井修复后12h内，并盖应避免受到车辆的碾压或冲击振动。

**6.7.10** 内衬应在无风、潮湿的环境下养护。

**6.7.11** 在施工过程及施工后的 24h内，内衬砂浆不应结冰。

Ⅱ 高分子材料喷涂法

**6.7.12** 喷涂作业前应充分搅拌B料。严禁现场随意向A料和B料中添加任何物质。严禁混淆A料和B料的进料系统。

**6.7.13** 喷涂应采用专用设备。喷涂作业前，应在施工现场先喷涂一块200mm×400mm、厚度不小于3mm的样片，并由施工技术主管人员进行外观质量评价并留样备查。当涂层外观质量达到要求后，方可确定工艺参数并开始喷涂作业。

**6.7.14** 喷涂作业应符合下列规定：

**1** 喷枪宜垂直于基层，距离基层宜为600mm；

**2** 喷枪工作时应匀速移动；

**3** 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。

**6.7.15** 当出现异常情况时，应立即停止作业，经检查并排除故障后方可继续作业。

**6.7.16** 每个作业班次应做好现场施工工艺记录，施工工艺记录应包括下列内容：

**1** 施工的时间、地点和工程项目名称；

**2** 环境温度、湿度、露点；

**3** 打开包装时 A料、B料的状态；

**4** 喷涂作业时A料、B料的温度和压力；

**5** 材料及施工的异常状况；

**6** 施工完成的面积；

**7** 各项材料的用量。

**6.7.17** 喷涂作业完毕后，应按使用说明书的要求检查和清理机械设备，并应妥善处理剩余物料。

**6.7.18** 两次喷涂时间间隔宜小于材料产品使用说明规定的复涂时间，超过间隔时间时，再次喷涂作业前，应在已有涂层的表面做层间处理。

**6.7.19** 喷涂作业面之间的搭接宽度不应小于150mm。

## 6.8 碎裂管法

**6.8.1** 进场材料验收应符合下列规定：

**1** 按设计文件要求对管材、管道附件进行核对；

**2** 应按产品标准及设计要求逐根检验管道外观；

**3** 应重点抽检规格尺寸、环刚度、环柔度、冲击强度等项目，抽检结果应符合本标准第4.9.1条的规定。

**6.8.2** 施工前应对待置换管道的信息进行验证，并应符合下列规定：

**1** 应采用CCTV或QV对管道内状况进行检测；

**2** 应测量管段与管段之间的夹角与管道高程落差；

**3** 可通过查阅设计及运营资料和相关单位交底，详尽调查施工场地内地下基础设施分布和具体参数；

**4** 宜观察并详细记录施工区域及周围交通、道口及地表设施分布等信息。

**6.8.3** 施工前应根据管道调查信息合理调整施工方案，明确施工段划分，工作坑位置及支护方式，施工计划，交通疏导、施工现场占道及围蔽、封堵导流、降排水等措施。

**6.8.4** 施工前应对原有管道及分支管线采用临时封堵导流措施，封堵导流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》CJJ 68的相关规定。

**6.8.5** 当需开挖工作坑时，工作坑位置的确定应满足下列要求：

**1** 工作坑的坑位应避开地上建筑物、架空线、地下管线或其他构筑物；

**2** 工作坑不宜设置在道路交汇口、医院入口、消防队入口处；

**3** 一个施工段的两座工作坑的间距应控制在施工能力范围内；

**4** 工作坑的尺寸应满足设计要求。工作坑的开槽宜采用人工开挖；当采用机械开挖时，应先人工开挖，再机械开挖，且机械开挖的深度不得超过探坑的深度，并应符合现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120的相关规定。

**6.8.6** 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取润滑措施降低新管道与原有管道之间的摩擦力；

**3** 拉入过程中应实时监测拉力的变化情况，当拉力突然陡增时应停止施工，查明原因后方可继续施工；

**4** 新管道拉入后的应力恢复时间不宜低于4 h。

**6.8.7** 管道的连接应满足下列要求：

**1** PE管采用热熔对接时，应符合现行国家标准《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的有关规定；

**2** PE管采用机械连接时，连接处应紧固且严密。

**6.8.8** 推顶内衬短管时，应在短管末端设置硬橡胶挡板，油缸推进应缓慢匀速。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。

**6.8.9** 在实施碎裂管法时，应对原管道及检查井进行疏通和预处理，并应符合下列规定：

**1** 管道清疏后应进行CCTV或QV检测，不应存在超过原管径10%以上的污泥、污物，障碍物的粒径不宜超过30 mm；管道内应有牵引拉杆或钢丝绳穿过的通道；检查井底的污泥厚度不应超过50 mm；

**2** 管道及检查井清淤宜采用高压射水清洗，检查井井壁、爬梯等应无污物，清洗产生的污水或污物应从检查井排出，污物应按照现行行业标准《城镇排水管渠与泵站维护技术规程》CJJ 68的有关规定处理；

**3** 当原管道内有钢套环、局部树脂修复环或锚杆/锚索等障碍物时，应采用专用工具或局部开挖进行清除。

**6.8.10** 应按照设计要求对更新管段中间的检查井与管道连接处的结构进行破除，破除后洞口尺寸不应小于扩管头最大外沿尺寸的1.1倍。

Ⅰ 气动碎裂管法

**6.8.11** 气动碎裂管法施工时，原有管道与周围其他管道距离应符合下列规定:

**1** 不应小于600 mm；

**2** 实施扩径置换时，原有管道与周围其他管道距离不应小于900 mm，并不应小于原管道直径的1.5倍；

**3** 与周围其他建筑设施的距离不应小于2.5 m，否则应采取保护措施。

**6.8.12** 气动碎管工具应与钢丝绳或拉杆连接，碎管过程中，应通过钢丝绳或拉杆对碎管头施加一个恒定的拉力。

**6.8.13** 新管道与气动锤、胀管头宜采用螺栓连接，并应在每个螺栓连接点处加缓冲套。胀管头内径应比新管道外径大2 mm ~3 mm，连接长度不应小于300 mm。固定连接螺栓应采用4.8级以上沉头螺栓、垫片组合，螺栓规格应不低于M12，螺栓间距沿扩孔头周长不应小于250 mm，并应按照梅花状布设。

**6.8.14** 新管道的连接应依据现场状况选择，在碎裂管实施前一次性全段焊接，或碎裂管实施过程中分段即时焊接；当对压力排水管道置换时应提前一次性完成焊接，并对新管道打压后再实施置换。

**6.8.15** 当采用连续HDPE管置换时，应采用热熔焊接，焊接质量应符合现行国家标准《塑料管材和管件聚乙烯（PE）管材/管件热熔对接组件的制备操作规范》GB 19809与现行行业标准《埋地塑料排水管道工程技术规程》CJJ 143的相关规定，热熔时应对焊口外卷边进行剔除；

**6.8.16** 当采用连续钢管置换时，管道和焊口应采取防腐措施，管道焊接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相关规定。

**6.8.17** 管道拉入过程中宜采用注浆润滑措施，注浆材料应符合下列规定：

**1** 应根据地层条件和原有管道周围的环境确定润滑泥浆的混合成分、掺加比例以及混合步骤；

**2** 当地层为砂层或砾石层等粗粒土层时，宜使用膨润土润滑剂；当地层为细粒土层和黏土层时，宜使用膨润土和聚合物的混合润滑剂。

**6.8.18** 短距离的管道置换可选择在新管外壁涂抹润滑剂或加热后的石蜡等。

**6.8.19** 在气动碎裂新管置入过程中，应密切观察新管置入速度的变化情况，当速度突然降低时，应立即停止施工，查明原因或排除障碍后方可继续施工。

**6.8.20** 在新管道置入就位后，新管道与检查井之间的环状间隙应采用具有微膨胀的高强度灌浆料进行注浆填充，并应对内表面做防水处理。恢复原检查井流槽及井内附属设施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规定。

Ⅱ 静拉碎裂管法

**6.8.21** 应在静拉碎裂管机前端应制靠背墙，靠背墙与拉杆应呈90°垂直，偏差不应大于2°，靠背墙的结构及尺寸应根据管道置换中最大的回拖力进行设计，确保施工时不发生位移或破损。

**6.8.22** 施工应符合下列规定：

**1** 应根据管道直径及材质选择裂管设备。

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

**6.8.23** 施工时，原有管道与周围其它管道和设施的安全距离不应小于300 mm，当实施扩径置换时，安全距离不应小于600 mm，并不应小于2倍原管道直径。当安全距离不足时应局部开挖释放土层应力，并应对周边管道和设施采取保护加固措施。

**6.8.24** 碎裂管机安装时，拉杆与原管道轴线位置误差应小于± 20 mm，且拉杆与原管道轴线夹角不应大于2°。

**6.8.25** 管道拉入过程中可采用注浆润滑措施，注浆材料应符合本规程第4.2.2的规定。

**6.8.26** 胀管头与新管道之间应建立可靠连接，宜采用螺栓连接或专用接口，并应符合本规程 6.8.13 的规定。

**6.8.27** 当新管材为球磨铸铁管时，其连接应符合下列规定:

**1** 球墨铸铁管的接口型式分为柔性接口、自锚接口和法兰接口，破裂管施工时，宜采用内自锚接口；

**2** 自锚接口性能应符合现行国家标准《球墨铸铁管线用自锚接口系统设计规定和型式试验》GB/T 36173的相关规定，自锚接口的最大允许拉力值应不低于表6.8.27的相关规定；

**表6.8.27 碎裂管法用自锚接口的最大允许拉力值**

|  |  |
| --- | --- |
| 规格 | 允许拉力／kN |
| 100 | 43 |
| 150 | 90 |
| 200 | 120 |
| 250 | 180 |
| 300 | 250 |
| 350 | 330 |
| 400 | 400 |
| 450 | 480 |
| 500 | 640 |
| 600 | 820 |
| 700 | 960 |
| 800 | 1180 |
| 900 | 1400 |
| 1000 | 1650 |
| 1200 | 2000 |

**3** 自锚接口管道与普通接口球墨铸铁管道连接时,可对自锚管道承插口进行转换或者切除后再利用承套管件进行对接；

**4** 自锚管道与其他管材连接宜采用法兰盘管件进行对接；

**5** 原管道检查井位置需要连接支管时，应根据支管大小布置三通管件进行连接，三通管件接口形式应根据待连接管道材质选用承插接口或法兰盘接口；

**6** 球墨铸铁管宜采用承套等连接件进行合拢；

**7** 球墨铸铁管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》GB50268的相关规定。

**6.8.28** 在新管置入过程中，应密切观察新管拉入过程中拉力的变化情况，当出现拉力突然陡增或陡降时，应立即停止施工，查明原因或排除障碍后方可继续施工。

**6.8.29** 当置换更新 HDPE 双壁波纹排水管发生原管道堆积无法继续牵拉时，应局部开挖清除堆积物后方可继续牵拉。

Ⅲ 液压碎裂管法

**6.8.30** 液压碎裂管法置换可适用于管径不大于 DN600的管道置换。

**6.8.31** 液压碎裂管法置换施工前应对管道外部进行详细勘察。

**6.8.32** 施工时，待更新管道与周围其它管道和设施的安全距离不应小于300 mm，当实施扩径置换时，安全距离不应小于600 mm，并不应小于2倍原管道直径。当安全距离不足时应局部开挖释放土层应力，并应对周边管道和设施采取保护加固措施。

**6.8.33** 施工前应紧固导向轮支架，支架背面应紧贴检查井内壁，必要时应加强井壁强度,确保支架有足够的承载力。

**6.8.34** 液压碎裂管法置换管道宜使用无缝环链作为牵引连接。当牵引液压缸压力表出现陡升时，应立即停止牵引，待驱动液压胀管器膨胀一个循环后方可继续牵引。

**6.8.35** 油缸顶入速度与碎裂胀管器牵引速度应保持基本一致。

**6.8.36** 与液压胀管器连接的高压油管每段长度应控制在10 m ~ 15 m，并用液压专用高压快速接头连接，可根据修复管道长度自由增减。

**6.8.37** 根据待更新管道检查井尺寸大小，可选择不同长度的顶推油缸，建议使用插入式钢制管帽顶住新建管道末端，以免损坏管道接口。

**6.8.38** 当采用液压碎裂管法变径修复时，变径不宜超过原管径200 mm。

Ⅳ 短管置换法

**6.8.39** 短管置换施工安装钢制靠背墙时应保证与管道轴线垂直，误差不超过±2°，并应采用高强度水泥砂浆将钢制靠背与检查井之间的间隙填充密实。

**6.8.40** 安装顶力前支架和穿心千斤顶时，传力短杆中心与原管道轴线应一致，偏差不应超过管径的± 2.5%，固定安全可靠。

**6.8.41** 裂管头承力盘与扩管头之间应设置定位卡槽或定位销，在回拉扩管过程中扩管头不得随意转动。

**6.8.42** 扩管头与第一节短管管道的连接应采用承插连接，扩管头内径应比短管外径大2mm~3mm，承插口接合长度应大于置换管段长度的0.5%；在置换施工时，管道应压紧连接，并应通过紧固丝杆、紧固螺栓、“U”型顶铁和后端盖保持短管之间稳固连接。

**6.8.43** 新管道连接应符合下列规定：

**1** 当采用 HDPE或 PVC 短管置换时，应采用承插式过盈配合倒榫设计插口外径边界尺寸应大于承口内径外边界尺寸，安装时应在承插口处涂刷防水结构胶；

**2** 当采用钢短管承插连接时，宜作为管道预修复措施，短管置换完成后，应对管内壁作整体内衬修复或涂层防腐；

**3** 当采用钢短管焊接连接时，焊口应做防腐处理，焊接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 相关规定；

**4** 当采用顶推式球墨铸铁管或高强度混凝土短管时，应在承插口处安装防水密封胶圈，在接口端面处安装传力缓冲垫。

**6.8.44** HDPE短管置换施工时，宜考虑在短管内设置扶正器，扶正器应与回拉短杆同轴组合安装。扶正器外圆尺寸不应大于短管内径的96%，扶正器宜2 m ~ 3 m米安装一个，并应设置于接口处。

**6.8.45** 当碎裂管施工前端拉力较大时，可采用拉顶结合工法，在短管后端安装液压千斤顶实施顶力辅助。千斤顶应通过定制的顶铁将顶力施加在后端盖与短管结合面处。

**6.8.46** 施工时宜采取减阻措施，短距离的置换宜在短管外部涂抹润滑剂。在对较大管径或较长距离管段实施置换时应采用注浆措施，注浆应符合本规程6.8.17条的规定。

**6.8.47** 短管置入后，管道与检查井周围间隙的注浆填充应符合本规程6.8.20的规定。

7 管道功能性检验

## 7.1 一般规定

**7.1.1** 管道修复完成后，应进行管道功能性检验。检验宜采用闭水试验或闭气试验；管径大于 2000 mm的管道，宜采用管道渗水调查检验。

**7.1.2** 管道功能性检验除应符合本标准要求外，还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** 管道功能性检验应满足下列要求：

**1** 管道闭水试验合格的判定依据应为允许渗水量值；

**2** 管道闭气试验合格的判定依据应为达到规定压降值所需测试时间；

**3** 管道渗水调查检验合格的判定依据应为现场检查结合CCTV辅助检查；

**4** 局部修复管道可不进行闭气或闭水试验；

**5** 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。

**7.1.4** 进行管道功能性检验时，应按安全作业规程进行操作。试验用水宜使用自来水或河水，应做好水源的引接、排放方案。

## 7.2 闭水试验

**7.2.1** 管道闭水试验应按检查井间距分段进行，每段试验长度不宜超过5个连续井段，并应带井试验。

**7.2.2** 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 2 m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 2 m计；

**3** 计算试验水头小于 10 m，但已超过上游检查井井口时，试验水头应以检查井井口高度为准。

**7.2.3** 闭水试验应采用补水法进行，判定闭水试验合格的依据应为实测渗水量不大于允许渗水量，允许渗水量可按下式计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （7.2.3） |

式中：Q——允许渗水量[m3/（24 h·km）]；

Dj——试验管道内径（mm）。

## 7.3 闭气试验

**7.3.1** 螺旋缠绕内衬法、短管内衬法和碎裂管法工程施工完成后应进行闭气试验，并应符合现行行业标准《城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 210的规定。

**7.3.2** 闭气试验可用于修复后口径不大于 2000 mm塑料内衬排水管道的严密性试验。

**7.3.3** 管道闭气试验应按本标准附录D的规定执行。

**7.3.4** 管道闭气试验的合格判定应符合下列规定：

**1** 闭气试验的起始测试气压宜为3×10⁴Pa，如管道所处的地下水位高于管道内底 0.5m以上时，应提高起始测试气压，增加的测试气压值△P和起始测试气压P可按下列公式计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （7.3.4-1） |
| P | （7.3.4-2） |

式中：P——闭气试验的起始测试气压（Pa）；

△P——试验压力修正值（Pa）；

Zs——管道所处的地下水位标高（m）；

Zg——管道的管内底标高（m）。

**2** 闭气试验通过规定的压降值所需测试时间来判定严密性试验是否合格。当闭气管段内的压降值达到规定的7000 Pa或3500 Pa，所需的时间大于表7.3.4-1和表7.3.4-2中相对应的标准闭气时间T时，则该段管道严密性合格。

**表7.3.4-1 闭气试验压降值为7000Pa时的标准闭气时间**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 转价（mm） | 最小闭气时间  （h:m） | 最小闭气时间对应管段长度 （m） | 检测管段长度L（m），相应的标准闭气时间T（h:m） | | | | | | |
| 10m | 20m | 30m | 40m | 60m | 80m | 100m |
| 300 | 0:12 | 62 | 0:12 | 0:12 | 0:12 | 0:12 | 0:12 | 0:15 | 0:19 |
| 400 | 0:15 | 46 | 0:15 | 0:15 | 0:15 | 0:15 | 0:20 | 0:26 | 0:33 |
| 600 | 0:23 | 31 | 0:23 | 0:23 | 0:23 | 0:29 | 0:11 | 0:58 | 1:13 |
| 800 | 0:03 | 23 | 0:30 | 0:30 | 0:39 | 0:52 | 1:18 | 1:44 | 2:09 |
| 900 | 0:34 | 21 | 0:34 | 0:34 | 0:49 | 1:06 | 1:38 | 2:11 | 2:44 |
| 1000 | 0:38 | 18 | 0:38 | 0:41 | 1:01 | 1:21 | 2:01 | 2:41 | 3:22 |
| 1200 | 0:45 | 15 | 0:45 | 0:58 | 1:27 | 1:56 | 2:54 | 3:52 | 4:50 |
| 1300 | 0:49 | 14 | 0:49 | 1:09 | 1:43 | 2:17 | 3:25 | 4:33 | 5:41 |
| 1100 | 0:53 | 13 | 0:53 | 1:19 | 1:59 | 2;38 | 3:57 | 5:16 | 6:35 |
| 1500 | 0:56 | 12 | 0:56 | 1:31 | 2:16 | 3:02 | 4:32 | 6:03 | 7:33 |
| 1600 | 0:60 | 12 | 0:6 | 1:44 | 2:35 | 3:27 | 5:10 | 6:53 | 8:36 |
| 1700 | 1:04 | 11 | 1:04 | 1:57 | 2:55 | 3:53 | 5:49 | 7:46 | 9:42 |
| 1500 | 1:07 | 10 | 1:07 | 2:11 | 3:16 | 4:21 | 6:32 | 8:42 | 10:53 |
| 1900 | 1.11 | 10 | 1:11 | 2:26 | 3:38 | 4:51 | 7:16 | 9:42 | 12:07 |
| 2000 | 1:15 | 9 | 1:15 | 2:41 | 1:02 | 5:22 | 8:03 | 10:44 | 13:25 |

注：检测管段长度非表中给出值时，可用内插法计算对应标准闭气时间。

**表7.3.4-2 闭气试验压降值为3500Pa时的标准闭气时间**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 转价（mm） | 最小闭气时间  （h:m） | 最小闭气时间对应管段长度 （m） | 检测管段长度L（m），相应的标准闭气时间T（h:m） | | | | | | |
| 10m | 20m | 30m | 40m | 60m | 80m | 100m |
| 300 | 0:12 | 62 | 0:06 | 0:06 | 0:06 | 0:06 | 0:06 | 0:08 | 0:10 |
| 400 | 0:15 | 46 | 0:08 | 0:08 | 0:08 | 0:08 | 0:10 | 0:13 | 0:17 |
| 600 | 0:23 | 31 | 0:12 | 0:12 | 0:12 | 0:15 | 0:22 | 0:29 | 0:37 |
| 800 | 0:03 | 23 | 0:15 | 0:15 | 0:20 | 0:26 | 0:39 | 0:52 | 1:05 |
| 900 | 0:34 | 21 | 0:17 | 0:17 | 0:25 | 0:33 | 0:49 | 1:06 | 1:22 |
| 1000 | 0:38 | 18 | 0:19 | 0:21 | 0:31 | 0:41 | 1:01 | 1:21 | 1:41 |
| 1200 | 0:45 | 15 | 0:23 | 0:29 | 0:41 | 0:58 | 1:27 | 1:56 | 2:25 |
| 1300 | 0:49 | 14 | 0:25 | 0:35 | 0:52 | 1:09 | 1:43 | 2:17 | 2:51 |
| 1100 | 0:53 | 13 | 0:27 | 0:40 | 0:60 | 1:19 | 1:59 | 2:38 | 3:18 |
| 1500 | 0:56 | 12 | 0:28 | 0:46 | 1:08 | 1:31 | 2:16 | 3:02 | 3:47 |
| 1600 | 0:60 | 12 | 0:30 | 0:52 | 1:18 | 1:44 | 2:35 | 3:27 | 4:18 |
| 1700 | 1:04 | 11 | 0:32 | 0:59 | 1:28 | 1:57 | 2:55 | 3:53 | 4:51 |
| 1500 | 1:07 | 10 | 0:34 | 1:06 | 1:38 | 2:11 | 3:16 | 4:21 | 5:27 |
| 1900 | 1.11 | 10 | 0:37 | 1:13 | 1:49 | 2:26 | 3:38 | 4:51 | 6:04 |
| 2000 | 1:15 | 9 | 0:41 | 1:21 | 2:01 | 2:11 | 4:02 | 5:22 | 6:13 |

注：检测管段长度非表中给出值时，可用内插法计算对应标准闭气时间。

**3** 对直径较大、井段距离较长的管段进行闭气试验时，且试验刚开始的 15 min内，如果每 5min测得的泄漏值都小于 100 Pa，可采用标准压降值为 3500 Pa的管道允许最小闭气时间来判断管道气密性能是否合格。

## 7.4 管道渗水调查检验

**7.4.1** 管道渗水调查按上海市工程建设规范《城镇排水工程施工质量验收规范 第1部分：管道工程》DG/TJ08-2110 “混凝土结构无压管道渗水量测与评定方法”的有关规定进行，并做好记录。

**7.4.2** 经检查，修复管道应无明显渗水，严禁水珠、滴漏、线漏等现象。

8 验 收

## 8.1 一般规定

**8.1.1** 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8.1.1的规定。

**表8.1.1 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 | 分项工程检验批 |
| 管道修复工程 | 功能性缺陷修复 | | 沉积、结垢、障碍物、残墙、坝根、树根、浮渣 | 每修复井段 |
| 预处理 | | 土体注浆、裂缝嵌补、堵漏、不锈钢双胀圈、不锈钢快速锁 | 每修复井段 |
| 管道修复 | 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 |
| 翻转式原位固化法 | 软管翻转置入与软管固化、端口处理 |
| 螺旋缠绕内衬法 | 螺旋缠绕、注浆、端口处理 |
| 原位热塑成型法 | 管段穿插置入、热力加压、端口处理 |
| 短管内衬法 | 拼装制管、注浆、端口处理 |
| 喷涂法 | 喷涂 |
| 检查井修复 | | 喷涂 | 每座检查井 |

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。

**8.1.2** 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。

**8.1.3**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。

**8.1.4** 工程施工完成后，应由具有相关资质的第三方检测机构进行CCTV检测，并出具检测报告。

**8.1.5** 管道非开挖修复工程应经单位工程质量验收合格后，方可通水使用。不能长时间停止运行的管道，应由建设单位组织设计、监理、施工单位，并邀请设施管理单位，按照相关法律法规和管理要求进行分部或分项工程通水验收，满足管道正常运行需求。

**8.1.6** 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。

**8.1.7** 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。

**8.1.8** 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。

**8.1.9** 分部工程（子分部工程）验收及竣工验收应由建设单位组织，勘察、设计、施工、监理单位应参加验收。

**8.1.10** 修复工程的质量验收不合格时，应按下列规定处理：

**1** 经返工重做或更换内衬、型材等的验收批，应重新进行验收；

**2** 对返工重做或更换的内衬、型材，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。

## 8.2 功能性缺陷与预处理

**8**.**2.1** 管道疏通质量检验应符合下列规定。

**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** 当采用喷涂进行修复时，施工前基底应处于无自由水的状态。

**4** 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。

**8.2.2** 土体注浆加固质量应符合下列规定：

**1** 管道接口处及裂缝处应无明显的渗漏水；

**2** 管道外部脱空及空洞位置、深度、面积应明确，脱空及空洞处应填充密实；

**3** 注浆完成后应对管道外部土体加固质量进行评估；

**4** 注浆完成后，管内应无残留或凸起的注浆材料。

**8.2.3** 裂缝嵌补质量检验应符合下列规定。

**1** 嵌补区域表面应平整，无凹凸不平、气孔或剥离现象。

**2** 胶结材料与原结构粘结牢固，无开裂或脱落。

**3** 填缝材料颜色均匀一致，无明显色差。

**8.2.4** 堵漏质量检验应符合下列规定。

**1** 封堵区表面应平整，光滑、无气泡、裂纹和脱落现象。

**2** 堵漏区无渗水现象。

**8.2.5** 不锈钢双胀环法、不锈钢快速所法应符合下列规定：

**1** 修复位置应正确，修复装置应安装牢固；

**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，止水材料与原管应贴合紧密；

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

## 8.3 紫外光原位固化法

**8.3.1** 样品宜在中间检查井处截取；若在端部取样，应在扎头处预留不小于300mm内衬管，沿轴向进行切割或按设计要求取样；受现场条件限制无法截取时，应采用同批次同规格软管在同等固化条件下制作。

**8.3.2** 取样尺寸及技术要求应符合表8.3.2 的规定。

表**8.3.2** 取样尺寸及技术要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 测试项目 | 测试指标 | 取样要求 | 样块数量 |
| 三点弯曲测试 | 抗弯强度 | 施工现场采集样块尺寸：  （周向长度 × 轴向长度）  em ＜ 10mm内衬管：200mm × 300mm  em ≥ 10mm内衬管：400mm × 300mm  同三点弯曲测试 | 1 |
| 短期弯曲模量 |
| 厚度测量 | 平均厚度em |
| 拉伸试验 | 抗拉强度 | 施工现场采集样块尺寸：  （周向长度 × 轴向长度）  200mm × 300mm | 1 |
| 密实性检测 | 材料样本透水性 | 边长为45mm±5mm 的正方形 | 1 |

注：取样要求为最小取样尺寸。

**8.3.3** 内衬管样品送检应符合下列规定：

**1** 应由具有相应检测资质的第三方进行检测，并出具检测报告；

**2** 每个样品应有样品说明单，样品说明单包括下列信息：

1）内衬材料、尺寸、树脂类型、载体材料、内衬生产商；

2）施工日期、采样日期、批次编号；

3）采样位置、采样方法；

4）测试委托方、施工方签字确认。

Ⅰ 主控项目

**8.3.4** 预处理后，原有管道内壁应无影响修复施工的缺陷，并应符合本规程第8.2节的规定。

检查方法：观察或CCTV检测；检查预处理施工记录、CCTV检测记录等。

检查数量：全部检查。

**8.3.5** 内衬软管等主要材料和固化设备进场应符合本规程第4.3节的规定，应检查质量合格证书、性能检测报告和使用说明书。

检查方法：人工检查。

检查数量：全部检查。

**8.3.6**内衬管样品应避光储藏，送检，力学性能应符合表4.4.10的规定和设计要求。巴氏硬度测试方法应符合现行国家标准《增强塑料巴柯尔硬度试验方法》GB/T 3854的规定。管壁的密实性、耐腐蚀性测试方法应按现行国家标准《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进行测试。

检查方法：送第三方检验。

检查数量：每个施工段的内衬管应按同一厂家、同一批次、同一管径，且不超过200米进行现场取样，取样数量应不少于1组。

**8.3.7** 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。

**8.3.8** 修复后的内衬管应与原有管道贴附紧密，无缝隙。

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。

**8.3.9** 因施工原因产生的环形褶皱、纵向褶皱、局部隆起检查应符合下列规定：

**1** 局部划伤、磨损、气泡或干斑的出现频次每10 m应不多于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的高度不应大于0.02D或6mm中的较小值。

检查方法：观察，检查CCTV检测图像。

检查数量：全数检查。

Ⅱ 一般项目

**8.3.10** 修复后管道内壁应光洁、平整、线性、无明显凸起；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：全数检查。

**8.3.11** 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：全数检查。

**8.3.12** 内衬管两端与原有管道间的环状空隙做密封处理无缝隙。

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。

## 8.4 翻转式原位固化法

Ⅰ 主控项目

**8.4.1** 预处理后，原有管道内壁应无影响修复施工的缺陷，并应符合本规程第8.2节的规定。

检查方法：观察或CCTV检测；检查预处理施工记录、CCTV检测记录等。

检查数量：全部检查。

**8.4.2** 内衬软管等主要材料和固化设备进场应符合本规程第4.3节的规定，检查资料包括质量合格证书、性能检测报告和使用说明书。

检查方法：原材和设备进场检查记录表。

检查数量：全部检查。

**8.4.3** 内衬管主要技术指标应符合本文件的规定和设计要求。

检查方法：对照设计文件检查取样检测记录、复测报告等；内衬管检查方法应按本文件第8.4.1条～8.4.4条执行。

检查数量：每个施工段内衬管应按同一厂家、同一批次、同一管径，且不超过200米进行现场取样，取样数量不应少于一组。

**8.4.4** 现场内衬管的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。固化后内衬管的最小壁厚不应小于图纸设计值，平均壁厚不宜大于设计壁厚的20%。

检查方法：对照设计文件用测厚仪、卡尺等量测，取平均值为该断面的平均壁厚。检查样品管或样品板检验记录并填入本文件附录表B。

检查数量：应量测管道两端各1个断面，每个断面测环向均匀至少4个点。

II 一般项目

**8.4.5** 内衬管表面质量应符合下列规定：

**1** 内衬管与原有管道内壁紧密贴合，线形与原有管道一致，不应有明显凸起、凹陷、错台、空鼓等现象。

**2** 内衬管表面光洁、平整，无划伤、裂纹、磨损、孔洞、气泡、干斑、脱皮、分层、折痕、杂质和软弱带等影响管道使用的缺陷；管道不应有渗水现象。

**3** 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6mm中的较大值。

检查方法：观察（CCTV辅助检查）；或检查施工记录、CCTV记录等。

检查数量：全部检查。

**8.4.6** 修复后管道线形平顺，折变或错台处过渡平顺；环向断面圆弧饱满。

检查方法：观察（CCTV辅助检查）；或检查施工记录、CCTV记录等。

检查数量：全部检查。

**8.4.7** 内衬管端头应切割整齐，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。

## 8.5 原位热塑成型法

Ⅰ 主控项目

**8.5.1** 预处理后，原有管道内壁应无影响修复施工的缺陷，并应符合本规程第8.2节的规定。

检查方法：观察或CCTV检测；检查预处理施工记录、CCTV检测记录等。

检查数量：全部检查。

**8.5.2** 折叠管等主要材料和固化设备进场应符合本规程第8.5节的规定，质量合格证书、性能检测报告和使用说明书应检查合格。

检查方法：原材和设备进场检查记录表。

检查数量：全部检查。

**8.5.3** 内衬管的最小厚度不得小于设计值。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：对照设计文件用在线测厚仪或卡尺测量，并检查样品管检验记录。

检查数量：修复管段的两个端头，每个端头均布4个测点。

**8.5.4** 内衬管短期力学性能、管壁的密实性、耐腐蚀性应送第三方检测机构对进行检测，应符合表4.5.6的规定和设计要求。管壁的密实性、耐腐蚀性测试方法应按《地下无压排水管网非开挖修复用塑料管道系统第3部分：紧密贴合内衬法》GB/T 41666.3附录H进行测试。

检查方法：试验检测报告。

检查数量：每个施工段的内衬管应按同一厂家、同一批次、同一管径，且不超过 200米进行现场取样，取样数量应不少于1组。

**8.5.5** 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10m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0.02D0或6mm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

**8.5.6** 预处理过程中不得对原检查井、工作坑及原有管道造成损伤，且不得对周边土体造成明显扰动。

检查方法：观察，检查施工记录。

检查数量：全数观察。

**8.5.7** 修复后内衬管内壁应光洁、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，CCTV检测。

检查数量：全部检查。

**8.5.8** 管道端部切口应平整，无松动、无明显缝隙。

检查方法：观察，检查施工记录。

检查数量：全部检查。

## 8.6 螺旋缠绕内衬法

Ⅰ 主控项目

**8.6.1** 预处理后，原有管道内壁应无影响修复施工的缺陷，并应符合本规程第8.2节的规定。

检查方法：观察或CCTV检测；检查预处理施工记录、CCTV检测记录等。

检查数量：全部检查。

**8.6.2** 带状型材等主要材料和施工设备进场应符合本规程第6.5节的规定，质量合格证书、性能检测报告和使用说明书应检查合格。

检查方法：原材和设备进场检查记录表。

检查数量：全部检查。

**8.6.3** 内衬管质量检测应符合下列规定：

**1** 带状型材和钢带的外观、性能应符合本规程第4.6.2、4.6.5条和设计文件的规定。

检验方法：外观：材料进场时现场抽检；性能：检查产品合格证、质量检测报告。

检查数量：外观检查，不少于进场总量的1/3；性能：全部检查。

**2** 管道内不得有滴漏和线流现象。

检验方法：修复完成后宜采用CCTV检测，修复后管径大于800mm可进入管道人工检查。

检查数量：全部检查。

**8.6.4** 螺旋缠绕法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，留样一组。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

**8.6.5** 修复后的管道外观质量应符合下列规定：

**1** 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。

检验方法：采用 CCTV检测或人工检查。

检查数量：全部检查。

**2** 管道环形间隙应封堵严密

检验方法：进入检查井检查。

检查数量：全部检查。

**3** 注浆充满度应符合设计文件的规定。

检验方法：查阅注浆记录。

检查数量：全部检查。

## 8.7 短管内衬法

I 主控项目

**8.7.1** 验收资料应符合设计、施工工艺要求，记录应齐全。

检查方法：检查施工记录。

检查数量：全部检查。

**8.7.2** 短管内衬法管节及管段接口的连接质量应检验合格。

检查方法：按现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268的有关规定执行。

检查数量：全部检查。

Ⅱ 一般项目

**8.7.3** 短管内衬法修复管道后，管道内壁应光洁、平整、线性，应无裂纹、明显变形、脱节。

检验方法：观察；CCTV检测。

检查数量:：全部检查。

**8.7.4** 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，不得有松散、空洞等现象，管段端部的间隙密封处理应符合设计文件的规定。

检查方法：观察；检查施工记录、注浆记录。

检查数量:：全部检查。

**8.7.5** 管口两端密封处理应符合设计文件的规定，管口灰浆应平滑，密封应良好。

检查方法：观察；CCTV检测。

检查数量：全部检查。

## 8.8 喷涂法

I 主控项目

**8.8.1** 喷涂材料性能应符合设计要求，质量保证资料应齐全。

检验方法：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。

检查数量：每批产品检查。

**8.8.2** 基层表面处理验收应符合下列规定：

**1** 水泥抹面与管道内壁应紧密贴合，无空鼓、无硬凸起物，阴角和阳角处的过渡宜平顺。

检验方法：观察和敲击，检查施工记录。

检查数量：全数检查。

**2** 基层喷涂前，基层表面温度不应小于5℃，并应采取强制通风措施。

检验方法：观察，检查施工记录。

检查数量：全数检查。

**8.8.3** 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检测单位检测，取样频次应满足设计要求；设计未明确要求时，修复检查井时应按每半个台班取样1组或每5口井取样 1组；管道修复时应按每个喷涂回次取样1组。结构修复用水泥基材料现场取样检测项目应符合表8.8.3的规定。

**表8.8.3 结构修复用水泥基材料现场取样检测项目**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 检测项目 | 单位 | 龄期 | 性能要求 | 测试方式 |
| 抗压强度 | MPa | 28d | ≥65 | 现行国家标准《水泥胶砂强度检验方法（ISO法）》GB/T 17671 |
| 抗折强度 | MPa | 28d | ≥9.5 |

**8.8.4** 无机防腐水泥基材料现场取样制样及检测频率应符合本规程第 8.8.3 条的规定，现场取样检测项目应符合表 8.8.4 的规定。

**表8.8.4 无机防腐水泥基材料现场取样检测项目**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 检测项目 | 单位 | 龄期 | 性能要求 | 测试方式 |
| 抗压强度 | MPa | 28d | ≥25.0 | 现行国家标准《水泥胶砂强度检验方法（ISO法）》GB/T 17671 |
| 抗折强度 | MPa | 28d | ≥4.0 |

**8.8.5** 高分子材料喷涂层质量验收应符合下列规定：

**1** 高分子喷涂材料和底涂料、涂层修补材料、层间处理剂等配套材料应满足设计要求；

**2** 高分子材料喷涂固化后的质量要求应符合表8.8.5的规定；

**3** 高分子喷涂材料的短期力学性能和测试方法应符合本规程表4.8.8的规定；

**4** 喷涂后表面应无孔洞、无裂缝、无划伤，细部构造处的表面处理应符合设计文件的规定。

**表8.8.5 高分子材料喷涂固化后的质量要求**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 检测项目 | 质量要求 | 检测频率 | 测试方法 |
| 涂层厚度  （mm） | 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 | 圆形管道每500m2检测一次，至少6个点;方沟每500m2检测一次，至少检测6个点，6点分别为顶部、侧墙和底部；取样处应含接口，样块尺寸20mm×20mm 全过程记录结果作为过程报告 | 现行国家标准《塑料管道系统 塑料部件尺寸的测定》GB/T 8806 |

检验方法：观察，检查施工记录。

检查数量：全数检查。

Ⅱ 一般项目

**8.8.6** 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。

检验方法：观察或CCTV检测;检查施工记录、CCTV检测记录等。

检查数量：全数检查

**8.8.7** 修复后内衬表面应无明显湿、水，不得有漏、线漏等现象；流槽平顺、管口与井壁应结合严密。

检验方法：观察、CCTV检测或潜望镜检查。

检查数量：全数检查。

**8.8.8** 修复管道的检查井及井内施工应满足设计要求，并应无渗漏水现象。

检验方法：观察，检查施工记录。

检查数量：全数检查。

**8.8.9** 高强度聚氨酯在阴角、阳角等细部构造的防水措施应符合设计文件的规定。

检验方法：观察，检查隐蔽工程验收记录。

检查数量：全数检查。

**8.8.10** 喷涂材料涂层应连续、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，成膜材料每平方米内包含的气泡不得超过5个。

检验方法：观察或CCTV 检测。

检查数量:：全数检查。

**8.8.11** 修复施工记录应齐全、正确。

检验方法：对照设计文件和施工方案的规定进行检查。

检查数量：全数检查。

## 8.9 碎裂管法

Ⅰ 主控项目

**8.9.1** 碎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。

**8.9.2** 碎裂管法施工前后，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

**8.9.3** 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。

**8.9.4** 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。

9 数字化

## 9.1 一般规定

**9.1.1** 市政排水管道非开挖修复工程的设计、施工、验收等过程应在统一的信息系统中完成。

**9.1.2** 信息系统宜建立在云平台之上，可运用物联网、云计算、大数据和人工智能等技术辅助管理。

**9.1.3** 市政排水管道原位固化修复原有数字化信息和新采集的数字化信息，均应纳入信息系统。

**9.1.4** 施工期间应对管井内有毒有害气体含量进行实时监测和预警。

## 9.2 信息系统构成

**9.2.1** 信息系统应包括数据感知层、网络层和应用层。

**9.2.2** 信息系统应具备可拓展接口，应满足系统二次开发或系统配置的要求。

**9.2.3** 信息系统应提供人工采集的数据接口。

**9.2.4** 感知层应包括管道非开挖修复过程所需各类感知设备，应能采集环境数据、材料储运数据、施工数据和图纸等文件信息。

**9.2.5** 感知设备应包括设备感知、环境感知、图像感知、身份感知和位置感知等感知设备。

**9.2.6** 感知层应具有网络接入功能，将感知数据传送到网络层，感知层接入网络层的安全要求应符合现行国家标准《信息安全技术 物联网感知层接入通信网的安全要求》GB/T 37093的有关规定。

**9.2.7** 在线监测数据应保证数据的一致性和准确性。

**9.2.8** 数据传输宜使用TCP/IP、FTP、UDP协议，信息数据宜采用JSON数据交换格式。

**9.2.9** 应统一在线监测数据的格式要求、处理要求和存储方式。

**9.2.10** 在线监测数据库应符合下列规定：

**1** 存储容量应满足存储和可扩展的要求；

**2** 应具有安全高效的存储和备份能力，宜建立异地容灾存储备份机制；

**3** 应满足监测数据存储、删除、查询、展示的要求，不得擅自修改传感器传入数据；

**4** 数据修改时，应能产生对应的日志文件；

**5** 应具备权限赋予功能，并应满足不同用户的需求和数据的完整性；

**6** 在线监测数据库中对于不同实体应设置对应的编码。

**9.2.11** 在线监测数据库应根据数据使用权限提供信息查询接口，并应长期保存监测数据，视频数据应大于90 d，其他数据应大于10 a。

**9.2.12** 应赋予感知层设备相应编号，并应能同步显示设备的状态参数。

**9.2.13** 在数据应用前应开展数据质量分析评价，并应符合下列规定：

**1** 应建立数据质量审核机制，保障数据质量；

**2** 数据应具有完整性、规范性、准确性、一致性、时效性；

**3** 对存在数据质量问题的监测点位，应及时进行现场核实和整改。

**9.2.14** 应用层应包含远程监控模块、施工预警模块和用户端模块，并应结合工程数字化需求进行针对性设置。

**9.2.15** 远程监控模块宜采用多媒体设备展现信息系统的总体布局和各系统界面，并应符合下列规定：

**1** 应支持数据接入、数据存储和数据分析的各项功能，并应具有良好的适用性和兼容性；

**2** 应具备查询功能；

**3** 应具备时钟自动校准功能；

**4** 应能呈现监测点位分布图、监测设备状态图、监测数据标记图、预警报警图等；

**5** 应具有监测设备、监测点位、预警报警的功能，应支持设备配置信息的远程同步；

**6** 应支持不同监测设备、不同时间段监测数据的对比与统计分析，对比结果应通过曲线形式展示；

**7** 应采取网络信息安全防护措施；

**8** 应通过远程终端单元（RTU）实现远程监控。

**9.2.16** 施工预警模块应能根据用户权限通过多种方式及时给相应的用户发布预警报警信息，并应具有下列功能：

**1** 空气、土壤、温度、湿度等环境信息预警；

**2** 无机污染物、有机污染物、辐射、有毒气体等危险信息的预警；

**3** 根据现场设定的危险信息预警值，具备实时预警功能；

**4** 监测漏水、漏电、短时间内反复重启及其他非正常工作状态等故障指标；

**5** 监测固化温度、固化时间、施工拉力和压力等运行状态基本指标。

**9.2.17** 用户端模块应满足下列要求：

**1** 可视化操作应对导入平台的模型进行浏览、剖切、漫游、属性查看、测量及批注等基础三维可视化操作；

**2** 数据集成应分类设置模型属性，应具备图档数据不同维度的查询与统计的功能；

**3** 流程管理应具备定制工作流程，标准化管理的功能；应具备实时追踪流程、在线沟通和工作协同的功能；

**4** 移动端APP应具备信息采集录入、快速流程处理、图档查询、问题追踪、协同沟通等功能。

## 9.3 在线监测布点

**9.3.1** 监测对象应包括材料、设备和施工。

**9.3.2** 在线监测布点应根据监测区域的现状和实际需求布设，做到全面、均匀、有效。

**9.3.3** 各类监测指标的数据采集时间间隔应符合下列规定：

**1** 视频监测设备和水量监测设备的采集数据间隔宜设定为1min~5 min；

**2** 气体监测设备的采集数据间隔宜设定为5 min~10 min。

**9.3.4** 最大通讯时间间隔不宜超过60 min。

**9.3.5** 传感器应统一编码格式，并应具备离线存储功能。

**9.3.6** 传感器宜采用静态和动态组合的方式。

**9.3.7** 含有多个量程的传感器，应具有自动转换量程功能，并应显示最终监测结果。

**9.3.8** 修复管段的监测应包括下列监测对象：

**1** 管道埋深及位置、水位，管道缺陷图像，管道中支管位置和图像；

**2** 管道及检查井内的氧气、甲烷、一氧化碳、硫化氢、二氧化碳和氨气等气体浓度；

**3** 导流和引流流量、机械通风流量。

**9.3.9** 修复管段传感器布设应符合下列规定：

**1** 在修复管段的上游点位应设置液位和流量传感器，水量监测应符合现行行业标准《城镇排水水质水量在线监测系统技术要求》CJ/T 252-2011的有关规定；

**2** 在修复管段上下游堵水气囊上应设置压力传感器，并应能持续记录气囊压力；

**3** 施工检查井应布设有害气体传感器。

## 9.4 在线监测设备

**9.4.1** 在线监测设备应包括视频监测、气体监测、流量监测、温湿度监测、位置监测等设备。

**9.4.2** 在线监测设备应满足材料储运和现场施工的要求，同时应满足易安装维护、可靠性高、兼容性好等要求，并应具备远传功能。

**9.4.3** 在线监测设备的防护等级应符合现行国家标准《外壳防护等级（IP代码）》GB/T 4208的有关规定，涉水设备防护等级应为IP68，室外安装设备的防护等级不应低于IP65。

**9.4.4** 在管道等密闭空间内，应安装防爆型在线监测设备，防爆等级应为本质安全型。

**9.4.5** 在线监测设备供电系统应安全可靠。当无法采用外部电源供电时，密闭空间内安装的在线监测设备应采用防爆型电池供电。

**9.4.6** 在线监测设备应具备掉电保护功能，当外部电源突然中断时，应能保证已有监测数据不丢失。

**9.4.7** 在线监测设备应保证传输通信的稳定性和可靠性，宜采用无线网络通讯方式，在易于接入有线网络的区域，可采用有线网络方式。

**9.4.8** 在线监测设备的采集时间间隔和通讯时间间隔应满足本文件第5.1.3~5.1.4条的要求。

**9.4.9** 在线监测设备应具备自动时间校对功能和低电量报警功能。

**9.4.10** 在线监测设备应具备数据自动采集的功能。

**9.4.11** 在线采集设备应至少具备下列通信方式之一：

**1** 无线传输方式，在线采集设备应通过NB-IoT、蓝牙、4G/5G等无线方式与上位机或管理平台通信；

**2** 以太网方式，在线采集设备应直接通过局域网或互联网与上位机通信；

**3** 有线方式，在线采集设备应通过现场总线方式与上位机通信。

**9.4.12** 在线采集数据应进行有效性审核，并应符合下列规定：

**1** 在线采集设备在故障状态下、校准和维护期间采集的数据及超量程的数据应视为无效数据，并应做出标记；

**2** 当在线采集数据短时间内急剧上升或下降或长时间保持不变等异常情况时，应确认数据异常的原因，并应采取处置措施；

**3** 超出仪器仪表校准周期的数据应评估其数据有效性；

**4** 当零点漂移或量程漂移超过规定范围时，应对从上次校验合格到本次校验不合格期间的采集数据进行确认，并应剔除无效数据。

**9.4.13** 在线采集设备的安装应符合现行国家标准《自动化仪表工程施工及验收规范》GB 50093的规定，并应符合下列要求：

**1** 安装环境应符合额定工作条件的要求；

**2** 安装位置应避开温度高、磁场干扰强、腐蚀性强的环境，应选择易于安装、校验、巡检与维护的位置，室外安装时宜使用不锈钢防水盒并配备防雨棚；

**3** 网络环境应符合国家相关通信标准的要求；

**4** 安装过程应符合产品使用说明书的要求。

**9.4.14** 在线监测设备和电源应设置防雷设施，防雷等级不应低于3级。

**9.4.15** 在线采集设备及配套设施安装后应进行现场验收，验收要求应符合国家相关标准规定。

**9.4.16** 应定期对在线监测设备进行维护和校验，确保测量准确，测量精度、灵敏度符合要求。属国家强检范围的仪表应按规定进行标定。

**9.4.17** 应定期排查在线监测设备的电源情况，确保电源正常供电。

**9.4.18** 视频监测设备应能远程采集高清图像，宜增加声音信息采集功能。CCTV检测设备主要技术指标应符合表9.4.18规定。

**表9.4.18 CCTV检测设备主要技术指标**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 技术指标 |
| 1 | 图像传感器 | ≥1/4"CCD，彩色 |
| 2 | 灵敏度（最低感光度的） | ≤3lx |
| 3 | 视角 | ≥45° |
| 4 | 分辨率 | ≥1280×720 |
| 5 | 照明 | ≥1000lx |
| 6 | 图像变形 | ≤5% |
| 7 | 爬行器 | 电缆长度为120m时，爬坡能力≥5° |
| 8 | 电缆抗拉力 | ≥2kN |
| 9 | 存储 | 录像格式：MPEG4、AVI等  照片格式：JPEG、PNG等 |

**9.4.19** 视频监测设备应具有可自动控制的红外摄像功能。

**9.4.20** 视频监测设备所配的摄像机视角应能全方位覆盖观察区域。

**9.4.21** 视频图像存储编码应满足H.265或最新编码标准，本地存储期限不应少于30 d。

**9.4.22** 视频监测应采用网络摄像机，并应采用全数字视频传输方式。

**9.4.23** 视频监测设备应结合区域条件和设备性能，采用可靠的供电方式。

**9.4.24** 气体监测设备监测指标应包括排水管网中的氧气、硫化氢、甲烷、一氧化碳、二氧化碳和氨气等气体浓度，固化过程中产生的臭氧、苯乙烯和甲醛等气体浓度。气体浓度应符合现行国家标准《工作场所有害因素职业接触限值 化学有害因素》GBZ 2.1的有关规定，监测频率不应低于1次/min。

**9.4.25** 气体监测设备应具备根据分析结果和危害程度做出预警和报警的功能，应及时推送预警和报警的目标、位置和时间等信息。

**9.4.26** 气体监测设备应符合下列规定：

**1** 应适用于多种气体的浓度监测；

**2** 应具备本质安全防爆等级；

**3** 应满足排水系统防潮防腐工况的要求。

**9.4.27** 气体监测设备的技术指标应符合下列规定：

**1** 主机量程可根据现场具体要求调整；

**2** 测量误差不应大于全量程的5%；

**3** 应具备整分钟整点进行间隔采样监测的能力，可根据需求调整监测的间隔时间。

**9.4.28** 流量监测设备应包括水量和通风量监测设备。

**9.4.29** 水量监测设备应包括液位计、流量计等，应适合浅流、非满流、满流、管道过载、低流速和逆流等工况的测量。

**9.4.30** 通风量监测设备应包括通风检测仪、风机等，应能防火、防潮、耐腐蚀。

**9.4.31** 修复管段液位监测应根据现场工况选择传感器，可通过组合传感器避免测量盲区。

**9.4.32** 水量、通风量监测设备的测量误差，应符合下列规定：

**1** 液位测量误差不应大于全量程的1%，测量分辨率应为1 mm；

**2** 流量测量误差不应大于全量程的5%。

**9.4.33** 水量、通风量监测设备应具备间隔采样的能力，最小采集时间间隔应为1min，宜支持整分钟整点监测，受现场条件或设备限制，可降低监测频次，旱季管道液位的监测时间间隔不应大于15min，雨季管道液位的监测的时间间隔不应大于5min。

**9.4.34** 水量、通风量监测设备应支持远程设置预警值与报警值，应支持数据预警或报警的及时通知，宜通过通信网络进行数值设置和推送通知。

**9.4.35** 环境温湿度监测设备应能在温度-15℃~50℃、相对湿度30%~100%环境下正常工作。

**9.4.36** 温湿度监测设备的测量误差，应符合下列规定：

**1** 正常工作时，温度测量误差不应超过1℃；

**2** 当相对湿度由30%上升至100%，或由100%下降至30%时，湿度示值的变量与实际变量之差应为实际变量的±5%。

**9.4.37** 内衬管固化在线温度计量程应能在-20℃~200℃环境下正常工作。

**9.4.38** 位置监测设备应对作业人员和设备进行定位。

**9.4.39** 位置监测设备的定位功能应符合下列规定：

**1** 应能提供实时定位状态信息，可储存在内部，同时通过无线通信方式上传至数字化信息管理系统；

**2** 应能在信号中断时以先进先出方式存储不少于10000条定位信息，在恢复通信后将存储的定位信息补报上传；

**3** 应支持时间间隔、距离间隔或外部事件触发方式上传定位信息；

**4** 在收到监控中心下发的实时定位请求时，应答时间不应大于10s。

**9.4.40** 安装区域应远离碰撞、过热和涉水等环境，宜隐蔽安装，不得影响正常的施工操作。

**9.4.41** 安装就绪，应由技术人员进行检查。完成安装工作后应按产品的使用说明书进行远程测试，各项功能应正常。

## 9.5 数据采集与管理

**9.5.1** 数据采集与管理应包括原有管道信息、修复材料信息、施工数据和验收信息。

**9.5.2** 数据采集应包括自动采集和人工采集；自动采集过程应包括获取、审核、传输、处理和存储；人工采集过程应包括收集、整理、审核、录入和存储。

**9.5.3** 自动采集数据和人工采集数据应存储至信息系统，并应向用户动态呈现。

**9.5.4** 采集的数据应通过信息系统生成电子报告。

**9.5.5** 数据管理应符合现行国家标准《基础地理信息城市数据库建设规范》 GB/T 21740的有关规定。

**9.5.6** 应收集原有管道区域内的相关资料，包括原有管道检测信息、原有管道设计图纸等。

**9.5.7** 原有管道检测信息应包括下列内容：

**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** 相关排水管道的接入、流出及临时排水后处理等情况；

**4** 沿线地面、周边环境情况；

**5** 原有管道视频信息，视频格式宜包括MP4，AVI；

**6** 原有管道缺陷图片，图片格式宜包括JPEG，PNG。

**9.5.8** 原有管道设计图纸应采集原有管道缺陷报告、缺陷点位图和内衬管设计图，图纸信息宜采用DWG、PDF、PNG、Gbxml和IFC的格式。

**9.5.9** 原有管道检测信息应按视频、图片、工程图以及文本信息等类型分类显示。

**9.5.10** 修复材料信息应包括质检信息和合格证书，以及运输信息，湿软管进场时间和出场时间；应采集湿软管存放场地平整度、温度和湿度信息。

**9.5.11** 修复材料包装上应附带二维码，二维码信息应包含材料生产日期、质检信息、批次、种类、管径、长度、适用场景和修复管段等。

**9.5.12** 应实时采集运输和存放过程中修复材料的温度数据。

**9.5.13** 修复材料信息应能通过移动端显示，并应根据二维码实时反馈现场修复材料信息。

**9.5.14** 施工数据应包括施工组织设计及专项施工方案信息和地理位置信息，临时排水数据应包括流量、视频和液位。应实时监测原有管道内有毒气体的浓度和通风风量。

**9.5.15** 应采集所用施工设备和机具的合格检验证书，应实时采集施工过程动力设备的用电数据。

**9.5.16** 管道封堵和调水应采集封堵气囊的压力值、调水流量和液位信息。

**9.5.17** 管道预处理应采集高压清洗设备的清洗压力和流量，并应采集管道预处理后的视频信息。

**9.5.18** 施工档案数据采集应包括下列信息：

**1** 管道检测报告；

**2** 有限空间作业票；

**3** 有限空间气体检测表；

**4** 现场草签单；

**5** 检验批；

**6** 现场收方单；

**7** 修复施工记录表。

**9.5.19** 内衬管样品送检，应采集下列信息：

**1** 管材、树脂类型、尺寸和数量；

**2** 施工日期和采样日期；

**3** 采样位置、采样方法和影像资料。

**9.5.20** 应采集修复后内衬管的CCTV检测数据。

**9.5.21** 应采集内衬管管壁密实性试验数据。

**9.5.22** 应采集管道功能性试验数据，并应符合下列规定：

**1** 采用闭水试验时，应采集渗水量；

**2** 采用闭气试验时，应采集环境温度、管内压力、管内温度和闭气时间；

**3** 闭水试验和闭气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的有关规定进行。

**9.5.23** 应采集工程竣工图和竣工报告，图片格式宜包括JPEG和PNG，图纸格式宜包括DWG、PDF和PNG。

**9.5.24** 应能通过信息系统生成工程竣工验收报告。

10 安全与环境保护

**10.0.1** 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现行行业标准《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、《文明施工标准》DG/TJ08—2102等的有关规定。

**10.0.2** 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。

**10.0.3** 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。

**10.0.4** 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。

**10.0.5** 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；未按规定穿戴警示服及佩戴和使用劳动防护用品的人员，不得上岗作业。

**10.0.6** 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。

**10.0.7** 作业现场严禁吸烟，未经许可严禁动用明火。

**10.0.8** 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。

**10.0.9** 井下作业前，施工单位必须检测管道内有害气体。井下有害气体浓度必须符合现行行业标准《城镇排水管道维护安全技术规程》CJJ 6的规定。

**10.0.10** 井下作业前，应开启作业井及其上、下游井盖进行自然通风，且通风时间不应小于30 min。当管道经过自然通风，井下气体浓度仍不符合要求时，应进行机械通风。

**10.0.11** 施工现场产生的垃圾应由专人管理，管道施工废料按环保规定处理，不得擅自倾倒或排放。

**10.0.12** 严禁未经审批或备案的夜间施工。获准的夜间施工，在离噪声敏感建筑物10 m半径内边界处噪声源应小于55 dB，10 m半径外边界处噪声源应小于60 dB。

**10.0.13** 在施工现场严禁露天敞开堆放易扬尘建材；在施工现场切割、加工易扬尘建材时，应采取有效的防尘措施。

**10.0.14** 固化树脂材料等宜采用不产生刺激性气味的新型环保材料。

**10.0.15** 施工现场内的灯光或电焊弧光不得直射行人和车辆通行道路。严禁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。

**10.0.16** 施工材料堆放及机械设备的停放应在施工范围内，不应占用行车通道。

附录A

**A.0.1** 管道非开挖修复适用范围和使用条件

| 非开挖修复方式 | 适用管径 (mm) | 适用材质 | 适用管道形状 | 内衬材质 | 工作坑需求 | 注浆  需求 | 修复  类型 | 是否允许带水施工 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 热水原位固化修复法 | 300~1800 | 各类材质 | 圆形、矩形、异形 | 聚酯纤维毡、热固性树脂 | 井室尺寸满足施工时不需要 | 不需要 | 结构性缺陷修复 | 不允许 |
| 蒸汽原位固化修复法 | 300~1800 | 各类材质 | 圆形、矩形、异形 | 聚酯纤维毡、玻璃纤维、热固性树脂 | 结构性缺陷修复 | 不允许 |
| 紫外光原位固化修复法 | 300~1800 | 各类材质 | 圆形、矩形 | 玻璃纤维、光固性树脂 | 结构性缺陷修复 | 不允许 |
| 原位热塑成型修复法 | 200~1200 | 各类材质 | 圆形、矩形、异形 | 热塑聚合物树脂 | 结构性缺陷修复 | 不允许 |
| 碎裂管法 | 300~600 | 混凝土及钢筋混凝土管、金属管 | 圆形 | PE管 | 结构性缺陷修复 | 允许 |
| 机制螺旋缠绕法 | 300~5000 | 各类材质 | 圆形、矩形、异形 | PVC-U带状型材 | 需要 | 结构性缺陷修复 | 允许 |
| 短管内衬法 | 300~600 | 各类材质 | 圆形、矩形 | PE管、HEPE管 | 结构性缺陷修复 | 允许 |
| 垫衬法 | ≥1000 | 各类材质 | 圆形、矩形、异形 | PE垫、填充浆液 | 井室尺寸满足施工时不需要 | 需要 | 结构性缺陷修复 | 不允许 |
| 无机防腐砂浆喷涂法 | ≥300 | 混凝土及钢筋混凝土管、金属管、砖砌管涵 | 圆形、矩形、异形 | 铝酸盐无机防腐砂浆 | 不需要 | 不需要 | 结构性缺陷修复 | 不允许 |
| 水泥基材料喷涂法 | ≥300 | 混凝土及钢筋混凝土管、金属管、砖砌管涵 | 圆形、矩形、异形 | 硅酸盐无机防腐砂浆 | 结构性缺陷修复 | 不允许 |
| 高分子材料喷涂法 | ≥300 | 混凝土及钢筋混凝土管、金属管、砖砌管涵 | 圆形、矩形、异形 | 聚合物（含氨酯、改性聚麻） | 结构性缺陷修复 | 不允许 |
| 点状原位固化修复法 | 200~1200 | 各类材质 | 圆形 | 玻璃纤维、树脂 | 不需要 | 不需要 | 结构性缺陷修复 | 不允许 |
| 不锈钢双胀环法 | ≥800 | 各类材质 | 圆形 | 不锈钢 | 不需要 | 结构性缺陷修复 | 不允许 |
| 不锈钢快速锁法 | 300~1800 | 各类材质 | 圆形 | 不锈钢 | 不需要 | 结构性缺陷修复 | 不允许 |
| 注浆加固土体 | —— | 各类材质 | 圆形、矩形、异形 | 水泥浆液、硅化浆液、碱液 | 不需要 | —— | 结构性缺陷修复 | —— |
| 裂缝嵌补 | ≥800 | 混凝土及钢筋混凝土管、砖砌管涵 | 圆形、矩形、异形 | 聚氨酯等 | 不需要 | —— | 结构性缺陷修复 | —— |
| 高压水射清洗 | 300~1200 | 各类材质 | 圆形、矩形、异形 | 水 | 不需要 | —— | 功能性缺陷修复 | —— |
| 铣刀清洗 | 300~1200 | 各类材质 | 圆形、矩形、异形 | 水 | 不需要 | —— | 功能性缺陷修复 | —— |
| 机械清洗 | 300~800 | 各类材质 | 圆形、矩形、异形 | —— | 不需要 | —— | 功能性缺陷修复 | —— |
| 人工清洗 | 300~800 | 各类材质 | 圆形、矩形、异形 | —— | 不需要 | —— | 功能性缺陷修复 | —— |

**A.0.2 不同等级功能性缺陷预处理方式选择表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 缺陷类别 | 预处理方式 | | | |
| I | II | III | IV |
| 1 | 沉积（CJ） | 管径≤800mm：机械、高压射水 管径＞800mm：人工、高压射水 | | 管径≤800mm：机械、高压射水、铣刀 管径＞800mm：人工、高压射水、铣刀 | |
| 2 | 结垢（JG） | 管径≤800mm：高压射水 管径＞800mm：人工、高压射水 | | 管径≤800mm：高压射水、铣刀 管径＞800mm：人工、高压射水、铣刀 | |
| 3 | 障碍物（ZW） | 管径≤800mm：机械、高压射水 管径＞800mm：人工、高压射水 | | 管径≤800mm：机械、高压射水、铣刀 管径＞800mm：人工、高压射水、铣刀 | |
| 4 | 残墙、坝根（CQ） | 铣刀+高压射水+机械或人工 | | | |
| 5 | 树根（SG） | 铣刀+高压射水 | | | |
| 6 | 浮渣（FZ） | 机械、人工、高压射水、真空吸污 | | | |

**A.0.3 不同等级功能性缺陷预处理方式选择表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 缺陷类别 | 修复方式 | | | | |
| I | II | | III | IV |
| 破裂（PL） | 紫外光原位固化法或翻转式原位固化法或原位热塑成型法或螺旋缠绕内衬法或短管内衬法或裂管法 | | | 病害位置预处理后可采用螺旋缠绕内衬法或短管内衬法或开挖 | 开挖 |
| 变形（BX） | 紫外光原位固化法或翻转式原位固化法或原位热塑成型法或螺旋缠绕内衬法或短管内衬法或裂管法 | | | 开挖 | |
| 腐蚀（FS） | 紫外光原位固化法或翻转式原位固化法或原位热塑成型法或螺旋缠绕内衬法或短管内衬法或裂管法或喷涂法 | | 翻转式原位固化法或原位热塑成型法或螺旋缠绕内衬法或短管内衬法或裂管法 | 开挖 | -- |
| 错口（CK） | 紫外光原位固化法或翻转式原位固化法或原位热塑成型法或螺旋缠绕内衬法或短管内衬法或裂管法或不锈钢快速锁或不锈钢双胀环 | | | 开挖 | |
| 起伏（QF） | 紫外光原位固化法或翻转式原位固化法或原位热塑成型法或螺旋缠绕内衬法或短管内衬法或裂管法 | | | 开挖 | |
| 脱节（TJ） | 紫外光原位固化法或翻转式原位固化法或原位热塑成型法或螺旋缠绕内衬法或短管内衬法或裂管法或不锈钢快速锁或不锈钢双胀环 | | | | 开挖 |
| 接口材料脱落（TL） | 紫外光原位固化法或翻转式原位固化法或原位热塑成型法或螺旋缠绕内衬法或短管内衬法或裂管法或不锈钢快速锁或不锈钢双胀环 | | | —— | |
| 支管暗接（AJ） | 开挖 | | | | |
| 异物穿入（CR） | 结合异物切改方案局部开挖 | | | | —— |
| 渗漏（SL） | 土体注浆法或裂缝嵌补法或堵漏或不锈钢双胀环法或不锈钢快速锁法 | | | | |

附录B

**表B.0.1 固化后内衬管检查记录表**

表GLZ-04

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 | | 质 量 情 况 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 |  | |  | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 |  | |  | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 |  | |  | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 |  | |  | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 测量  项目 | 规定值或允许偏差 | 内衬管端部断面环向厚度测量值 | | | | | | | | | | | | | | |
| 端部1 | | | | | | | 端部2 | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | | 4 | 5 | 6 | 1 | | 2 | 3 | 4 | | 5 | 6 |
| 厚度  检测 | ≥t |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  | |  |  |
| 6 | 修复后管道  功能性检查 | | 管道修复后，按本文件要求进行严密性试验，并满足本文件要求 | | | | | | | | | | | | | | |
| 施工单位  自检情况 | （盖章）  施工员： 技术负责人： 日期： | | | | | | | | | | | | | | | | |

附录C

**C.0.1** 本方法可适用于螺旋缠绕内衬法带状产品的刚度系数检验。

**C.0.2** 应从平整的带状型材中取样。取样时,不宜切割到肋状物，带状型材的接合处宜处于样品的中间位置。样品应按图C.0.2方式放置。

图示

AI 生成的内容可能不正确。

**图 C.0.2 螺旋缠绕内衬修复法带状型材样品测试示意图**

**C.0.3** 测试样品的宽度宜为 305 mm。

**C.0.4** 载荷宣施加在样品带有肋状物的一侧。

**C.0.5** 试验步骤应符合现行国家标准《塑料弯曲性能的测定》GB/T 9341的有关规定。刚度系数应按下式计算:

式中：EI—刚度系数（MPa·mm2）；

L—两支撑点间的距离（m）；

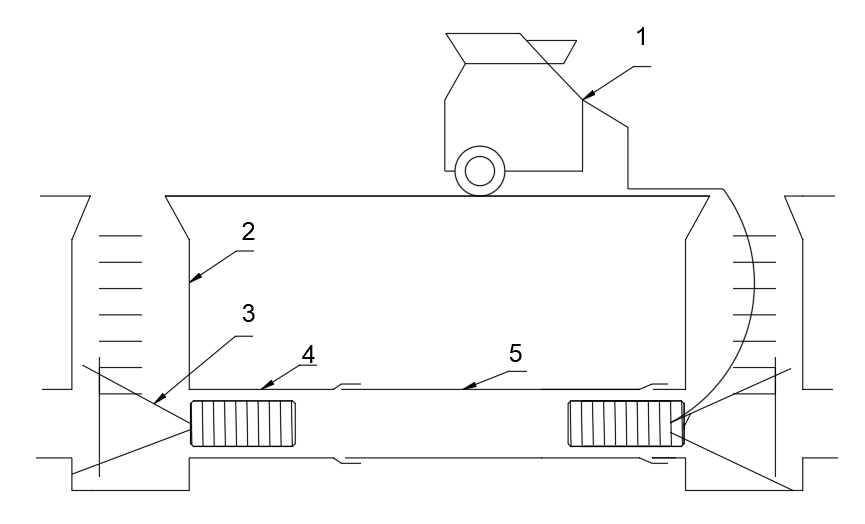
b—测试样品的宽度,等于带状型材的宽度W（m）；

m—加载变形曲线初始直线段的切线斜率。

**C.0.6** 试验得到的刚度系数不宜用于计算管道整体的刚度系数。

附录D

**D.0.1** 闭气设备安装:将进行闭气试验的已修复管道两端用气囊按要求进行密封，然后向管道内冲入空气至特定的压力,在规定压降值的情况下，测定所需要的时间。检测设备安装如图 D.0.1 所示。



**图 D.0.1 闭气试验检测设备安装示意图**

**1-橡皮泥；2-纯净水；3-试样；4-透明玻璃瓶；5-气管；6-真空泵；7-压力阀；8-压力表**

**D.0.2** 试压步骤：

**1** 管口处理：测试前应使用潜望镜设备对闭气试验的排水管段的两端管口的内壁进行观察，如发现有砂砾、污垢等任何突起物，则应进行清洗和处理，使其洁净无杂物，从而保证气囊的封堵效果。

**2** 管塞安装与测试：应将封堵气囊安装于测试管道两端，对气囊进行充气、充压至气囊规定的安全压力（结合气囊情况），充气完毕后应检查封堵管口是否封堵好，是否有泄漏点，可在封堵位置喷肥皂沫检查。

**3** 充压稳定：应从封堵气囊的充气孔向检测管段内冲入低压空气，当气压表读数达到 31 Kpa~32 Kpa 时停止充气（可根据测试气压适当调整），并使其稳定至少5 min。

**4**、测试计时:测试压力应从 30 Kpa 开始（如测试管段的地下水位较高，可相应提高测试气压，但最高不得超过 60 Kpa），当管内气体经过稳定后，将压力缓慢降至 30 Kpa 时开始计时测试。

**5** 管道严密性判定：在规定的标准闭气时间（本标准表6.3.3-1或表6.3.3-2）内，被测管段内实测气压降低值小于等于 7 000 Pa（或3500 Pa)时,则该检测管段严密性能合格；反之，则不合格。

**6** 管道闭气检验完毕后,应先排除管道内气体，再排除管道封堵气囊内的气体，,最后拆除封堵的气囊，将所有试验设备收放整齐，并清洁现场。

**D.0.3** 闭气试验应作记录，记录表格应复符合表D.0.3的规定。

**表D.0.3 管道闭气试验记录表**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 | | |  | | | | |
| 路段或桩号 | | |  | | | | |
| 起始井号 | | | 号井段至 号井段，管段长共 m | | | | |
| 试验日期 | | |  | | | 试验起止时间 |  |
| 管材种类 | | |  | | | 接口种类 |  |
| 管道内径 Di(mm) | | |  | | | 试验次数 |  |
| 地下水位 标高Hs（m） | | |  | | | 管内底标 高Hg（m） |  |
| 闭气试验 压力修正 值ΔP（Pa） | | |  | | | 闭气试验的 起始测试气 压值P（Pa） |  |
| 该管段对应的压力降值7000Pa的 标准闭气时间T（min；s） | | | | | | 该管段对应的压力降值3500Pa的 标准闭气时间T＇（min：s） | |
|  | | | | | |  | |
| 第一个5min检测管段 内的气压降值（Pa） | | | | 第二个5min 检测管段 内的气压降值（Pa） | | | 第三个5min检测管段 内的气压降值（Pa） |
|  | | | |  | | |  |
| 气压下降及计时记录 | 次数 | 压降值为7000Pa | | | 压降值为3500Pa | | |
| 压降值达到7000 Pa所需时间（min：s）或计时达到T时的压降值（Pa） | | | 压降值达到35000Pa所需时间（min：s）或计时达到T时的压降值（Pa） | | |
| 1 |  | | |  | | |
| 2 |  | | |  | | |
| 3 |  | | |  | | |
|  |  | | |  | | |
|  |  | | |  | | |
| 检测结果 | |  | | | | | |

施工单位： 试验负责人：

监理单位： 设计单位：

建设单位： 记录员：

本规程用词说明

**1** 为便于在执行本规程条文时区别对待，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

《漆膜、腻子膜干燥时间测定法》GB 1728

《塑料管材和管件聚乙烯（PE）管材/管件热熔对接组件的制备操作规范》GB 19809

《自动化仪表工程施工及验收规范》GB 50093

《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141

《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202

《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268

《金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法》GB/T 228.1

《硫化橡胶或热塑性橡胶拉伸应力应变性能的测定》GB/T 528

《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

《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

《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

《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

《塑料 负荷变形温度的测定 第2部分：塑料和硬橡胶GB/T 1634.4

《树脂浇铸体性能试验方法》GB/T 2567

《胶黏剂黏度的测定 单圆筒旋转黏度计法》GB/T 2794

《紧固件机械性能 不锈钢螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.6

《紧固件机械性能 不锈钢螺母》GB/T 3098.15

《不锈钢冷轧钢板和钢带》GB/T 3280

《增强塑料巴柯尔硬度试验方法》GB/T 3854

《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

《外壳防护等级（IP代码）》GB/T 4208

《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: 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》GB/T 8804.3

《塑料管道系统塑料部件尺寸的测定》GB/T 8806

《纤维增强塑料用液体不饱和聚酯树脂》GB/T 8237

《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

《一般工程用铸造碳钢件》GB/T 11352

《塑料耐液体化学试剂性能的测定》GB/T 11547

《纤维绳索 聚酯3股、4股、8股和12股绳索》GB/T 11787

《不锈钢复合钢板焊接技术要求》GB/T 13148

《液态胶粘剂密度的测定方法》GB/T 13354

《给水排水用聚乙烯（PE）管材 第2部分：管材》GB/T 13663.2

《给水用聚乙烯（PE）管道系统第5部分：系统适用性》GB/T 13663.5

《土工合成材料聚乙烯土工膜》GB/T 17643

《水泥胶砂强度检验方法 （ISO法）》GB/T 17671

《热塑性塑料管材蠕变比率的试验方法》GB/T 18042

《高分子防水材料 第3部分：遇水膨胀橡胶》GB/T 18173.3

《埋地用聚乙烯（PE）结构壁管道系统 第2部分聚乙烯缠绕结构壁管材》GB/T 19472.2

《基础地理信息城市数据库建设规范》 GB/T 21740

《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

《金属材料 弹性模量和泊松比试验方法》GB/T 22315

《污水用球墨铸铁管、管件和附件》GB/T 26081

《高水射流清洗作业安全规范》GB/T 26148

《球墨铸铁管线用自锚接口系统设计规定和型式试验》GB/T 36173

《信息安全技术 物联网感知层接入通信网的安全要求》GB/T 37093

《地下无压排水管网非开挖修复用塑料管道系统第3部分：紧密贴合内衬法》GB/T 41666.3

《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

《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

《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448

《工作场所有害因素职业接触限值 化学有害因素》GBZ 2.1

《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》CJJ68

《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

《建筑地基处理技术规范》JGJ 79

《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120

《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70

《水性聚氨酯地坪》JC/T 2327

《文明施工标准》DG/TJ08—2102

**ICS 号**

**团 体 标 准**

|  |
| --- |
| T/SDUWA XXXXXXX |

**室外埋地排水管道非开挖修复工程技术规程**

**Technical specification for trenchless repair of outdoor buried drainage pipes**

**条 文 说 明**

**2024-XX-XX发布 2024-XX-XX实施**

**山东省城镇供排水协会 发 布**

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，济南市排水管道即将面临老化严重、事故频发的问题。目前，济南市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的质量对于排水管道的安全运行显得尤为重要。虽然在《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，有些不适应济南市的工况条件，有的在天津市应用不多，而有的济南应用成熟的工法行标没有纳入，本标准与行业标准CJJ/T 210对照表见表1。

**表 1 本标准与行业标准CJJ/T 210 对照表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 修复方法 | 行业标准CJJ/T 210 | 本标准修改情况 | 修改原因 |
| 1 | 无机防腐砂浆喷涂修复法 | 无 | 新增 | 根据本市工程实际应用情况新增 |
| 2 | 液态聚合物模注法 | 无 | 新增 | 根据本市工程实际应用情况新增 |
| 3 | 不锈钢双胀环法 | 无 | 新增 | 根据本市工程实际应用情况新增 |
| 4 | 裂缝嵌补法 | 无 | 新增 | 根据本市工程实际应用情况新增 |
| 5 | 注浆法 | 无 | 新增 | 根据本市工程实际应用情况新增 |
| 6 | 紫外光原位固化法 | 拉入式原位固化修复法 | 细化 | 根据本市工程实际应用情况，细化紫外光原位固化修复法的材料、施工、验收要求 |
| 7 | 翻转式原位固化法 | 翻转式原位固化修复法 | 细化 | 根据本市工程实际应用情况，结合《给水排水管道原位固化修复法修复工程技术规程》T/CECS 559、在编团体标准及其他城市地方标准进行补充深化 |
| 8 | 原位热塑成型法 | 折叠内衬法 | 细化 | 根据本市工程实际应用情况，细化原位热塑成型法的材料、施工、验收要求 |
| 9 | 螺旋缠绕内衬法 | 机械制螺旋缠绕法 | 细化 | 根据本市工程实际应用情况，细化钢带增强工艺螺旋缠绕内衬法的材料、施工、验收要求 |
| 10 | 短管内衬法 | 穿插法 | 细化 | 根据本市工程实际应用情况，细化短管内衬法的材料、施工、验收要求 |
| 11 | 碎裂管法 | 碎（裂）管法 | 细化 | 根据本市工程实际应用情况，细化碎裂管法的材料、施工、验收要求 |
| 12 | 点状原位固化修复法 | 点状原位固化修复法 | 取消 | 在济南应用很少 |
| 13 | 管片拼装内衬修复法 | 管片内衬法 | 取消 | 在济南应用很少 |
| 14 | 不锈钢内衬修复法 | 管片内衬法 | 取消 | 在济南应用很少 |
| 15 | 缩径内衬修复法 | 缩径内衬法 | 取消 | 在济南应用很少 |
| 16 | 不锈钢套筒法 | 不锈钢套筒法 | 取消 | 施工质量难以控制 |

**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和检查井，包括压力等级不大于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、拱形等。对于内压超过0.1 MPa 的排水管道，应参照有关压力管道规范进行设计、施工及验收。

**1.0.3** 本标准设计、施工和验收应按照《室外排水设计规范》GB50014、《城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 210、《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ181、《排水管道电视和声纳检测评估技术规程》DB31/T 444、《给排水管道工程施工及验收规范》GB50268及《给水排水工程管道结构设计规范》GB50332等标准的有关规定执行。

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及检查井等附属构筑物。

**2.1.2** 本标准规定的非开挖修复方法分为整体修复、局部修复。整体修复主要包括紫外光原位固化法、翻转式原位固化法、原位热塑成型法、螺旋缠绕内衬法、短管内衬法、喷涂法、碎裂管法。

**2.1.3** 本标准局部修复主要包括不锈钢快速锁法和不锈钢双胀环法。

3 设 计

## 3.1 一般规定

**3.1.4** 本条规定了修复工程的设计原则，原有管道地基承载力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。

## 3.2 修复方法选择

**3.2.2** 裂缝嵌补法现主要用于管道渗漏、接口轻微脱节等缺陷管内注浆法是在管预处理。注浆法主要用于土体加固和止水。管道内部直接向裂缝或接口部位钻孔注浆来防止管道渗漏，管外注浆法是在地面钻孔至管道周边进行注浆，形成管道外侧隔水。

**3.2.3** 各类非开挖修复技术均在一定条件下可使用，应根据修屏障。复后管道的流量、强度及现状管道的损坏情况进行选择。

## 3.3 内衬管壁厚设计

**3.3.1** 非开挖修复中的内衬管与新建埋地管道受力的区别是很大的，修复后内衬管主要由原有管道与周围土体进行支撑，其变形可认为非常微小；若在长期、足够的压力作用下，内衬管可能会发生变形，继而发生严重的屈曲破坏。因此，非开挖修复柔性内衬管的设计采用屈曲破坏准则。第Ⅱ类内衬修复的设计们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改为长期弹性模量，另外考虑了安全系数和椭圆度的影响。

当采用第Ⅱ类内衬修复方法时，紫外光原位固化法、翻转式原位固化法及原位热塑成型法内衬管壁厚t采用式（3.3.1-1）进行计算；短管内衬法及螺旋缠绕内衬法采用公式（3.3.1-2）进行刚度验算。

关于管道椭圆度，考虑非开挖工艺的不同，当采用紫外光原位固化法、翻转式原位固化法及原位热塑成型法时，内衬管和原有管道紧密贴合，内衬管道的椭圆度采用原有管道椭圆度的实测值，当无实测值时，可按2%取值；当采用短管内衬法时，内衬管和原有管道间存有空隙，内衬管道的椭圆度采用内衬管道允许椭圆度，即2%。

内衬管长期力学性能的取值，美国ASTM标准中规定应咨询各制造商，通过试验确定。德国标准中则是通过对样品内衬管的顶压试验，在一定形变情况下保持10000h的试验，最后确定其长期性能。工程实际中，紫外光原位固化法、翻转式原位固化法及原位热塑成型法长期性能一般取初始性能的一半，短管内衬法的长期力学性能由产品制造商提供。

内衬管刚度折减系数的取值需考虑内衬拼装方法、待修复管道管径、埋深和原有管道承载能力等因素，短管内衬法一般取 1.0。

**3.3.2** 当采用第Ⅲ类内衬修复方法进行管道结构性修复（全部损坏）时，对于处于该种工况下的内衬管受到的是上部土体自重、地下水自重及地面活荷载之和，参考美国ASTM标准按Luscher'sBuckling Equation 进行设计。

## 3.5 水力设计

**3.5.1** 管道过流量的计算方式，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。

**3.5.3** 管道修复后过流能力小于原有管道设计过流能力时，宜复核修复的管道运行时的排水效果，若不能满足排水要求，需采取措施，如上游分流、敷设双管等。

4 材 料

## 4.1 一般规定

**4.1.1** 每批成品软管进入施工现场前应进行验收，验收应包括以下内容：

**1** 型号与批次，包括名称、类别（成分）、编号（批次）、产地、生产日期等；

**2** 规格与数量，包括外径、壁厚、长度等；

**3** 外观检查，不得有干斑、气泡等缺陷；

**4** 质量证明文件，包括合格证书、性能检测报告、所依据的标准等；

**5** 使用说明文件，包括储运条件、施工要求等。

**4.1.2** 在进行非开挖修复之前，应重新对管径进行测量。在同修复管段内，同一种损坏类型的工程宜使用同一生产厂家的相同型号的管材或型材进行修复。如果内衬材料管径大于待修复管道实际管径，则会导致材料在原管道内无法完全舒展，管壁内部容易引起褶皱，影响管道的强度和使用寿命。如果内衬材料管径小于待修复管道实际管径，或将引起材料过度膨胀；管道厚度低于设计要求，影响管道弹性模量，同时，内衬管道与原管壁无法紧密贴合存在夹层，这不仅会造成管道过流面积的损失，更无法与原有管道复合受力。排水管道管径可以采用以下方式进行测量：用卷尺分别垂直和水平测量上下游检查井中的管道尺寸。如果管道外形不是圆形或标准的卵形，可用卷尺或内径卡尺在管道内部测量管道周长。

**4.1.6** 施工设备应根据实际工程的需要合理的选用调配，其动力与性能要求也应根据实际的工程方案合理的使用。长期停用的施工设备在重新使用前，应检查各部件，并测量绝缘电阻值，认安全后方可使用;设备应定期进行维修保养，并应有相应的运行维修保养记录;运转时，操作人员应经常检查仪表，如发现异常声响、过热等情况时，应立即停机检查;设备使用场所比较潮湿时应做好防潮措施，做好移动式发电机组接地接零工作，保障设备和用电安全。

## 4.2 预处理材料

**4.2.2** 国家现行标准《高压喷射注浆施工技术规范》HG/T20691、《注浆技术规程》YS/T5211、《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB50202和《既有建筑地基基础加固技术规范》JGJ123，对于水泥基类与硅化浆液的注浆工程都适用。

**4.2.3** 注浆材料的干混料组成材料中包含水泥、矿物掺合料,和各种外加剂,使用时,水固比因干混料的组成和配合比不同,加水量(或水固比)有差异。注浆材料的水固比可根据管道渗漏情况、漏水处缝隙大小等情况进行调整。现场配制时,为了加快结速率并提高早期强度,宜掺加占水泥用量0.5%~3.0%的水玻璃。

**4.2.9** 根据产品的安装方式，不锈钢快速锁可分为气囊安装型和人工安装型两种分类。

气囊安装型：适用于管径范围为DN300~DN700的管道。这种类型的快速锁使用气囊进行安装，通过气囊膨胀扩张，实现修复装置的固定和密封。

人工安装型：适用于管径范围为DN800~DN2400的管道。这种类型的快速锁需要人工安装，通常使用专用的安装工具和技术，确保装置正确安装在管道上，并达到密封和修复的效果。

通过对快速锁的分类，可以更好地适应不同管道规格和安装环境的需求，提供更灵活、有效的修复方案。

**4.2.10** 组合套筒的钢板原材料应选用316或316L不锈钢板，并且必须符合GB/T 3280标准的规定。这保证了不锈钢快速锁的材料质量和耐腐蚀性能，满足产品的使用要求。

**4.2.11** 橡胶套应采用三元乙丙或丁晴材质，确保了橡胶套具有良好的耐用性和密封性能，能够有效地承受管道内部的压力和环境的影响。采用符合规定的橡胶材料，能够保证修复装置的稳定性和长期可靠性。

**4.2.12** 气囊安装型快速锁的锁紧机构应采用316不锈钢材质，确保了锁紧机构具有优良的耐腐蚀性能和强度，能够在各种环境条件下保持稳定的工作状态。采用316不锈钢材质，符合对于气囊安装型快速锁高品质、长期可靠性的要求。

**4.2.14** 扩张工具要求采用碳钢及以上的材质，确保能够满足快速锁的扩张需求。

## 4.3 紫外光原位固化法

**4.3.2** 玻纤软管应在恒温恒湿的环境下存储，应避免空气及水分进人树脂，稳定的环境有助于内衬材料的性能稳定。在运输拆卸和保管过程中，也应时刻注意避光和控温措施，防止玻纤软管提前固化。如果施工现场的温度超过 30℃或者低于10℃，则不能将材料长时间存放在施工现场，应在配备空调的集装箱或临时库房内暂存，或临近施工将其运送至施工现场，可采用保温车运输。

**4.3.3** 灌胶均匀时，玻纤软管材料显示透光性好，整段材料内部树脂均清晰可见，无阴影，无黑斑。灌胶不均匀时，玻纤软管会出现大面积阴影（黑斑），而且阴影面积越大，导致光线无法通过，从而出现固化缺陷。如果灌胶不均匀，在加压过程中，由于部分材料没有被树脂浸润，无法产生固化反应，材料局部内壁呈现泛白现象。

**4.3.4** 玻纤软管使用说明书应包括满足内衬管有效固化的光源种类、波长、辐照强度和剂量、工作压力及紫外光灯前进速度。

**4.3.5** 替换绳需要预埋在软管内，用于在施工过程中替换紫外光灯架牵引绳。替换绳宜采用芳纶材料，并应符合现行国家标准《纤维绳索聚酯3股、4股、8股和12 股绳索》GB/T 11787 的规定。

**4.3.6** 垫膜宜采用高密度聚乙烯材料，提前放入原有管道底部防止玻纤软管在拉人过程中受到损伤，垫膜应符合现行国家标准《土工合成材料 聚乙烯土工膜》GB/T 17643 的规定。

**4.3.7** 灯膜与软管一端连接，在灯架送入时，用于保护灯架宜采用与玻纤软管内膜相同材质的简膜。

**4.3.8** 扎头布宜采用聚乙烯复合材料，并应符合现行国家标准《土工合成材料 聚乙烯土工膜》GB/T 17643 的规定。

**4.3.9** 目前国内工程内衬管的短期弯曲强度普遍能超过5000MPa这种情况下，可适当提高内衬管的固化指标，以确保内衬管有效固化。本规程参考了国内外标准，在《紫外光固化修复技术规程》ASTM F2019标准的基础上适当提高，采纳了弯曲强度、曲模量和抗拉强度指标限值为125MPa，8000MPa和80MPa。

**4.3.10** 不饱和聚酯树脂具有良好的耐化学腐蚀性和物理性能是最早用于原位固化修复的树脂，多为热固性树脂。乙烯树脂和环氧树脂由于具有较强的耐腐蚀能力、抗溶解性和高温稳定性能，多用于工业管道和压力管道。紫外光固化树脂系统包含树脂、增稠剂、固化剂和光引发剂，树脂的用量应根据软管规格以及所用材料的孔隙率综合计算。树脂系统应以黏度为控制性指标，较低的黏度可以减少浸润过程中吞入的气泡，使树脂具有良好的浸润性和触变性能，拥有更好的力学性能和外观。玻璃纤维还可以通过添加浸润剂来增进与树脂之间的相容性与黏结性。本部分规定了树脂类型选用依据、树脂浇注体性能和树脂耐化学腐蚀性能，与现行行业标准《城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 210 保持一致。

**4.3.12** 每隔150h就检查一次紫外光灯检测应由监理执行。利用带有经过检测的标准紫外光灯和测量传感器的测量系统进行比较测量。每只紫外光灯管的检测记录可参考同类型紫外光灯管的批号、编码代号等。

**4.3.14** 扎头盖板应由扎头、开槽圈、盖板三部分组成，扎头上应配备高压气体接口，辅助气体接口及压力感应接口，应在使用时和软管尺寸相匹配，扎头绑扎时在两端应各用2~3根轧带固定，防止扎头滑出。

**4.3.15** 管径为 DN300~ DN1600 的玻纤软管的操作压力范围为20 KPa~ 60 KPa，一般风机的最大正排气压为 100KPa，风机在工作中需要缓慢鼓气，应具备变频调节的功能，从而控制出风量。为满足管径范围内玻纤软管的充分涨开，本条规定空气压缩机的可调气压范围应为 20 KPa~ 100 KPa。

压力记录可以监控施工团队是否按施工手册的要求分梯度加压、保压时间是否足够、目标压力是否达到、固化结束以后是否按要求缓慢降压降温等。

**4.3.16** 供电设备在运转前应保证支垫平稳，运转过程中严禁移动。当在雨期、台风季节使用供电设备时，应有防雨、防风设施;操作人员应定期检查仪表，供电设备在固化过程中应能持续稳定的供电。

## 4.4 翻转式原位固化法

**4.4.3** 根据所用的排水水质条件，选用相应的管道，树脂供应商应给出相适应的检测报告。

**4.4.6** 软管外观可肉眼观察，内衬管色泽均匀一致，膜表面光滑平整，无明显杂质，表面无破损、无气泡、无白斑等。

**4.4.8** 对含30%及以上玻璃纤维内衬管指标确认，由不同材料厂家，按照玻纤含量30%制备样品，并送第三方检测机构，对表中测试项目进行测试，结果远大于表中数据。

**4.4.12** 用于内衬材料加热时提供热源。

## 4.5 原位热塑成型法

**4.5.3** 原料分配可通过电脑实时监控的计量系统，将PVC-U、助剂、色母按照配方比例计量，自动混合后进入挤出机，通过螺杆的挤压成型，再经过专用设备将管折叠，最后在卷盘上完成收卷，见图4 。在修复前，管道厚度应符合设计文件的规定，厚度检测应符合现行国家标准《塑料管道系统 塑料部件尺寸的测定》GB/T 8806的规定。

图示

描述已自动生成

**图** **4.5.3（a）“H”型折叠管截面示意图 图4.5.3（b）“U”型折叠管截面示意图**

**1——折叠管；2——原有管道**

**4.5.4** 热塑性衬管根据管径的不同，缠绕段可为几十米至几百米。其卷盘方式与通常电缆的卷盘方式类似，方便运输。在运输过程中，衬管要遮阳并避免高温。热塑成型的过程中，将出厂时内周长略小于待修管道内周长的衬管膨胀紧贴于待修管道的内壁,可以有效地减少和消除待修管道缺陷造成的皱褶。

## 4.6 螺旋缠绕内衬法

**4.6.3** 钢塑增强型螺旋缠绕法型材外观可参考图4.6.3。

图示

AI 生成的内容可能不正确。

**1-型材外表面T型肋；2-内层壁厚；3-型材内表面；4-密封材料**

**图4.6.3 钢塑增强型螺旋缠绕法型材外观示意**

**4.6.7** 对于钢塑加强法工艺，内衬管道为独立结构管设计，管道自身强度高，注浆的作用仅仅为填充环形间隙，因而对浆液的强度没有要求。

## 4.8 喷涂法

**4.8.7** 喷涂材料和基体的粘结强度取决于材料本身的性能、喷涂工艺、基体表面处理等因素。特殊腐蚀介质建议根据业主要求做专项抗腐蚀实验，饮用水管道要满足卫生要求。表4.8.7-1规定喷涂后一个可通水时间的最小值60min主要是保证材料不会因为突然快速冷却而造成开裂，这是一个经验值

## 4.9 碎裂管法

**4.9.5** 施工核心装置主要有：穿心千斤顶、小型液压泵站、胀裂管头组合、短接杆、扶正器以及配套的传力/承力连接组件等。

5 功能性修复与预处理

## 5.1 一般规定

**5.1.3** 管道清洗主要包括高压水射流清洗、化学清洗等。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设备，使用比例约占80%~90%，国内该项技术也有较多应用。

采用喷涂法时，应使用足够压力的高压水枪冲洗基材去除浮皮、松动的材料、完全或部分腐蚀的材料、污油以及各种残留的有机膜或有机涂料，确保所有基底清洁、坚固并有足够的粗糙度，粗骨料应裸露。

## 5.2 功能性缺陷修复

**5.2.2** 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°~30°。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CCTV检测报告显示腐蚀较严重的原管段，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。对于原有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。

**5.2.5** 高压水射流清洗过程中与井壁损坏相关的因素除水压力之外还有水量，喷头和井壁的距离，喷头的数量、大小、喷出角度这些参数的选择需根据检查井材质、结构条件及清洗程度来选取。喷射角度一般为15°~30°，一般建议冲洗机压力不低于15MPa，应将检查井表面和井底的劣质混凝土和腐蚀层冲洗掉，直至露出有效结构层。

清洗腐蚀严重的井壁时，需先采用低压水流试喷，待压力确定后，再对整个井壁进行清洗。对井壁已发生塌陷或空洞处，不得用高压水流冲洗暴露的土体，防止出现水土流失导致坍塌。

## 5.3 预处理

**5.3.15** 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。

**5.3.17** 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。

**5.3.18** 采用气囊安装时，需在地面上预先安装不锈钢套筒和橡胶出的橡胶套。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开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。

**5.3.19** 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入待修复位置；在井内先将不锈钢环片拼装成套筒，再将橡胶套入形成不锈钢快速锁；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 施 工

## 6.1 一般规定

**6.1.9** 《城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 210 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

## 6.2 紫外光原位固化法

**6.2.1** 铺设垫膜是为了避免在下料过程中，玻纤软管与管底摩擦而损坏。垫膜的覆盖面积大于原有管道 1/3 周长，长度控制在两端各超出原有管道 500mm~ 600mm。为了避免垫膜在拉人过程中打转，使用万向吊环连接绳索，并包裹在垫膜内，采用检测机器人或冲洗设备引人牵引绳，待垫膜完全拉人后，再次检查确认垫膜的位置，确认无误后将其固定在原有管道中，避免下料过程中产生摩擦力使其发生位移。在垫膜上喷洒非腐蚀性可生物降解的润滑液体，可以减少玻纤软管在拉入和加压膨胀的过程中遇到的摩擦力，使玻纤软管更好的延伸。

**6.2.2** 玻纤软管应对折后拉入原有管道，对折部分应绑扎保护垫膜，拉人过程中不得出现堆积或翻转。绑扎过程中还需注意不要损伤玻纤软管，设置两道以上的轧带，保证在牵引过程中不发生脱落现象，用U形吊装环连接吊装带与钢丝绳套，利用检测机器人将钢丝绳拉人管道，并与卷扬机连接。

玻纤软管拉入时，管段上下游井口处应有工作人员相互配合，应控制卷扬机转速，玻纤软管拉人速度应不大于 5m/min，不得出现堆积或翻转。

**6.2.4** 由于拉入式原位固化法软管固化时，两端的固化效果较差，因此为了保证修复效果和质量，湿软管必须伸出待修复的管道端口一定长度，在软管固化成型后，应将该段伸出部分去除。

**6.2.5** 拥绑扎头布是为了保证玻纤软管外露部分在充气时不致过度膨胀和爆裂，扎头绑扎过程中不得破坏玻纤软管内膜。内膜是高分子膜材料，石块、金属等尖锐物容易将其划伤或破坏。内膜划破后，会产生以下两方面不利影响：

**1** 在施工过程中，如管道内部有水渗入，水分在内膜破损处渗人树脂和玻纤层，影响紫外光与树脂的固化效果，导致固化后渗水的材料部分形成泛白情况。材料固化不充分即无法达到材料预期设计的强度，从而导致施工缺陷。

**2** 向材料内部充气时，气体会从内膜划破的地方进入树脂和玻纤层，尚未固化的树脂会被吹散，吹散的区域亦会造成大片材料泛白的情况，甚至玻纤裸露，导致材料无法达到其该有的强度，最终导致施工缺陷。

绑扎应紧实且牢固，避免在充气过程中发生崩脱现象可通过设置在扎头上的压力传感器检査密封性。

**6.2.6** 玻纤软管两端裸露部位应安装相匹配的扎头布。跨井段施工时，中间检查井裸露的玻纤软管应安装拉链扎头布，扎头布伸入原有管道长度应大于 250 mm。

**6.2.7** 充气用时和保压时间，要根据层压材料的温度、内衬软管的厚度以及管道的形状确定。特别是冬季温度偏低或者材料层壁厚偏厚，以及异形管道的情况，有必要将保压时间延长。气压不足时，会导致材料不完全舒展，厚薄不均，灯架行驶时可能会因为材料不平整而受阻，扯破内膜；或者材料堆叠处因树脂过多玻纤层过少，影响固化后的弹性模量。气压过高时，则可能导致扎头盖板飞出，扎头布绷开；如管道内有错位、脱节、破洞，则可能导致内衬材料爆裂。

**6.2.8** 由于紫外光固化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，因此应严格根据玻纤软管制造商给出的管径和壁厚选择合适的紫外光灯架，以满足辐照强度和辐照剂量要求，按照操作系统手册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。

送入紫外光灯架时，将灯膜罩（空气锁）在紫外光灯架外，在充气状态下将灯架缓慢送入，检查井内的操作人员需配合细致，避免灯架将内膜划破或绳索缠绕灯腿。

**6.2.9** 充气用时和保压时间，应根据环境温度、玻纤软管的厚度以及管道的形状确定。特别是冬季温度偏低或者材料层壁厚偏厚，以及异形管道的情况，保压时间需延长至15min。气压不足时，会导致材料不完全舒展，厚度不均，灯架行驶时可能会因为材料不平整而受阻，扯破内膜;或者材料堆叠处因树脂过多、玻纤层过少，从而影响固化效果。气压过高时，有可能导致扎头盖板飞出，扎头布绷开；如管道内有错位、脱节、破洞等问题，则可能导致内衬材料爆裂。

**6.2.10** 紫外光的辐照强度会随着辐照距离的改变而改变，在相同辐照时间内，如果紫外光灯并非处在管道的中心位置，内衬管内壁受到的辐照剂量就会有所差异，辐照不均匀，导致内衬管不能均匀完整的固化。

**6.2.11** 固化过程中固化温度过高会导致内衬管中存在泡状凸起，使得内衬管很容易被磨损，严重降低了内衬管的使用寿命。因此，在整个固化过程中要留意管壁的温度。通过控制反应温度，可以直观的判断紫外光固化的程度，通常温度应保持在80℃~ 120℃之间，如果超出该范围，应及时调整固化前进速度和充气量。

**6.2.12** 固化完成后，依次关闭各盏紫外光灯，相邻两灯的关闭间隔应与开启间隔相同，降压时间不得低于15min。随后拆除滚筒和滑轮，再拆除充气管、扎头端盖，收缩灯腿，取出紫外灯架，并卸下控制电缆和牵引绳，最后用紫外光灯架牵引绳将内膜扎紧并拉出。

**6.2.14** 内衬管与管井端口是运维的潜在隐患，处理不当或不处理会造成渗漏或侵蚀，可采用树脂混合物对端头进行密封处理，并进行有效固化。

## 6.3 翻转式原位固化法

**6.3.5** 加热前，应在锅炉的热水出入口及待修复管道上下游端部伸入200~300mm的位置安装温度传感器，从加热开始到结束进行持续测量，并用图表纸将温度测量值持续记录下来。

**6.3.6** 固化管末端遇冷水情况在施工中较容易发生，应定时检查端部，及时抽除冷水，以免影响端部固化。

**6.3.8** 固化反应是一个剧烈的放热过程，若这部分热量不能及时移走，将在内衬管的内壁聚集，导致内衬管内壁防渗膜被烫坏，影响固化管表观形貌。

**6.3.9** 软管固化完成后，先进行冷却，然后降压。采用水冷时，加热完全后，若立即放空热水，可能因降温过快致使固化管热胀冷缩产生褶皱甚至破裂，故应将内衬管冷却至38℃以下，方可进行降压。采用气冷时，应冷却至45℃以下再进行降压，排水降压时必须防止形成真空使内衬管受损。

**6.3.10** 软衬管内冷却水抽除或空气压力释放后，才能切割端部软衬管，切口宜平整。软衬管端部切口必须用快速密封胶（或树脂混合物）封闭软衬管与原有管道内壁的间隙。为了保证内衬管与井壁的良好衔接，切割内衬管时，在修复段的出口端将内衬管端头切割整齐，应做到切口平整，并与井壁齐平，并可在管口处留出适量余量，一般为20mm～50mm。

## 6.4 原位热塑成型法

**6.4.2** 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。

**6.4.3** 衬管复原过程是在衬管软化状态完成的，逐渐关闭下游蒸汽管上的阀门，使衬管内压力逐渐上升，首先恢复到生产时变形前的圆形，然后在水蒸气的压力下继续膨胀，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。

**6.6.4** 当设计有要求时，衬管末端可翻边至待修复管道的端口。

## 6.5 螺旋缠绕内衬法

**6.5.1** 对于钢塑增强型螺旋缠绕法，由于其刚度大部分由钢带提供，而对这种复合结合的刚度系数测试，目前尚无明确的办法。根据行业标准《埋地塑料排水管道工程技术规范》CJJ143-2010中公式(4.5.3-2)，管道的环刚度等于管道刚度系数除以管道计算直径的3次方，因而，可以根据需要实测管道的环刚度 SN(N/m)再换算刚度系数ELI(MPa·mm³)与设计要求的刚度系数进行比较,换算方法如下：

式中：——带状型材的刚度系数（MPa·mm³）；

D——内衬管计算直径（mm）；

SN——实测管道的环刚度（N/m²）。

**图示

描述已自动生成6.5.5** 本条参考了 CECS 717-2020，ISO 11296-7-2019，ASTM F1741-2018 的相关规定。

1─带状型材滑动扩张；2─带状型材；3─缠绕笼

图 6.5.5 扩张式螺旋缠绕内衬法

**6.5.6** 本条参考了 CECS 717-2020 的相关要求。

图示, 工程绘图

AI 生成的内容可能不正确。

1─缠绕笼；2─带状型材；3─钢带

图 6.5.6 定径式螺旋缠绕内衬法

**6.5.7** 本条参考了 T/CECS 717-2020，CJJ /T 210-2014，ASTMF1741-2018，ISO 11296-7-2019 的相关要求。

图示, 工程绘图

描述已自动生成

1—缠绕机头；2—带状型材

图6.5.7 机头行走式螺旋缠绕内衬法

**6.5.8** 机头行走式缠绕内衬工艺管道倒角曲率半径 R 如图 1 所示。

形状

AI 生成的内容可能不正确。

图 6.5.8 倒角处的曲率半径 R 示意

**6.5.12** 图 6.5.12 显示了 6 支点和 8 支点支撑的示意图。为了防止内衬管上浮，在内衬管顶部钻孔，以便使 支撑物坐落到原管道上。SRM 建议注浆时造成的内衬管变形不宜超过直径的 6%。

手机屏幕的截图

AI 生成的内容可能不正确。

图 6.5.12 中大直径管道防上浮支护

## 6.7 喷涂法

**6.7.3** 0℃以下施工面临的首要问题是，拌合物可能在未固结的情况下发生结冰现象，导致修复失效。对于排水检查井修复施工而言，一般情况下，即使地面空气温度低于0℃，待修复地下管道设施基底温度通常都是在0℃以上。如果能保证拌合物制备及使用过程中不结冰，多数情况是可以正常施工的，在国内有在-15℃环境下正常施工的案例。在夏季高温施工环境中，尤其在地上部分的输浆管道在烈日下暴晒后，温度很高，很容易引起管道内的拌合物温度升高,流动性下降甚至发生凝结，很容易造成输浆管路堵塞并由此引发连锁设备故障。因此，在夏季高温施工时，拌合物最好采用冷却水（20℃以下）或加冰的水。

**6.7.5** 喷涂施工中若保护层的施工厚度需要超过20mm时，一般使用钢筋网或分两层施工。分两层施工时，第二层的施工必须在第一层砂浆与基层间产生一定的黏性，但砂浆尚未终凝时进行。若必须采用施工缝并指定使用其他材料来连接，则该施工缝应是一条清洁、规则的45°角窄缝。施用连接材料前,斜坡部分和附近的施用材料需序量仔细清除干净，然后通过空气喷射和清水冲洗。

**6.7.7** 为避免井壁与井底之间的间隙引发渗漏，井底与井壁的结合处宜做倒圆处理。

**6.7.10** 喷涂完毕后的内衬需在无风、潮湿的环境下养护，以免因水分过快蒸发造成内衬开裂。

## 6.8 碎裂管法

**6.8.3** 施工段划分和工作坑的位置应考虑多种因素，但在设计阶段往往存在工况信息掌握不充分的情况，这样就需要在施工阶段依据现场工况进行方案修正或变更。影响施工段划分和工作坑。位置的因素如下：

**1** 地质特征变化会带来管道受力较大的变化；

**2** 管段之间水平夹角超过8°或存在超过管径1/3的跌水时应分段实施；

**3** 采用碎裂管置换时往往无法修复原管道存在的高程缺陷（如倒坡等）；

**4** 工作坑应避开地上、地下设施分布密集和交通通行密集的区域；

**5** 如有支管暗接，需要增加井室，进行分段施工；

**6** 碎裂管施工时，若主管道存在运行需要对主管级全部分支管线实施封堵并导流；

**7** 施工时应考虑对区域周围的交通出行和正常生产生活干扰降到最低；

**8** 当施工区域内存在高于工作坑底标高的地下水时，应提前考虑降排水措施。

**6.8.4** 在碎裂管施工整个过程中，封堵导流可阶段性实施，根据清淤方式选择，视情况确定是否导水，工作基坑制作过程中只要不断管也无须导流，人员井下作业、清除管内障碍物或局部开挖时必须实施封堵导流，碎裂管实施开始直到管道接口处理完成需持续封堵导流作业。

**6.8.5** 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的要求。

**6.8.6** 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黏土层。新管道拉入后的冷却收缩和应力恢复时间为4h，此条系根据TTC制定的Guidelines for PipeBursting 中的规定。

**6.8.8** 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。

**6.8.9** 本条针对碎裂管法置换管道的预处理作出了要求：理论上讲，管道原位置换可以不对管道进行预处理，但在实际操作中，如果管道内存在大量的淤泥，当碎裂管施工新管道拉入作业基坑时会有大量淤泥涌入作业基坑，存在巨大的安全风险，对在基坑内作业人员的人身安全构成威胁，同时也不符合环保和文明施工规范；碎裂管法施工时往往需要对置换段长中间的检查井进行预处理，如：扩大原管道与检查井接口尺寸，剔除溜槽等障碍，这些作业往往需要人员下井作业，检查井或管道淤堵会对在井下作业人员的人身安全构成威胁；此外，碎裂管施工若遇到既往管道局部修复环或其他特殊坚硬的障碍物等，也会存在导致事故或失败的风险，因此，在碎裂管实施前需要对原管道进行CCTV 或 QV 检测。

**6.8.10** 从检查井内对原管道外围结构和溜槽进行破除，有可能会破坏原有检查井或造成管道局部高程起伏，要按照设计要求严格进行，且破除部位新置换的管道标高应满足设计要求。

**6.8.11** 由于碎裂管施工是将在役管道割裂或胀裂后向外扩张挤入周围的土壤.保证空间可以拉入一根同径或扩大管径的新管。在役管道被破坏并向外扩张时，周边土层的移动会影响邻近其他管道.并可能引起地表隆起，如果相邻管线距离太小，会对其产生一定的不利影响。实际工程应用中，应根据物探报告，到现场与相关市政管线的维护人员逐一核对位置、埋深等情况，保证施工安全。根据现行行业标准《城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 210的有关规定，碎裂管设备与周围其他管道距离不应小于0.8m。与周围建筑设施的距离不应小于2.5m，结合工程实践经验及TTC制定的Guidelines forPipe Bursting中规定碎裂管设备与周围管道和设施的距离要求，结合设备改进发展等因素，待更新管道与周围其他管道距离不应小于600mm。实施扩径置换时，待更新管道与周围其他管道距离不应小于800mm，并不应小于原管道直径的1.5倍。超过该距离应采取相应的措施，如开挖待修复管道与原管道之间的土层，卸除对周围管道的应力。

**6.8.13** 增加缓冲套的目的是避免置换过程中因气动锤的冲击力造成管道头撕裂脱开。

**6.8.17** 采用注浆润滑措施的目的是降低新管道与土层之间的摩擦力。

**6.8.24** 拉杆与原管道轴线位置误差过大会导致新置入管道的高程发生较大改变，拉杆与原管道轴线夹角过大会导致快接杆受力不均，出现快接杆与设备之间相对位置偏差过大，造成快接杆牵拉困难，同时容易造成快接杆的损坏。

**6.8.29** 若原管道周围为淤泥、流砂等松软地质条件时，由于受管道周围土体附着力不足的因素影响，往往会出现原管道在裂管刀前端堆积无法割裂，从而造成裂管施工卡顿，需要局部开挖清除堆积物后继续牵拉。

**6.8.31** 勘察的目的是避免在施工过程中会发生地面隆起，避免对周边地下管线和设施造成损坏。

**6.8.35** 如顶入速度过快易造成短管接口折裂，顶入过慢造成胀管器和短管之间距离太长会使异物掉入胀管器和短管之间的空隙，从而使短管前推阻力过大。

**6.8.38** 变径修复受限于管道外部因素较多。

**6.8.41** 裂管头割裂刀的角度是依据施工具体工况而定的，施工中需要相对固定，考虑因素：原管道病害缺陷情况、周围管线分布情况、管道周围地质特点等。扩管头在裂管施工中受到多种因素制约，受力是不均匀的，往往会发生转动，如果不加以约束会导致施工质量偏差或安全事故的发生。

**6.8.42** 碎裂管法短管置换施工时，其实质是利用液压穿心千斤顶的顶力，通过传力短杆将顶力转换为拉力，一直传至位于最后端的紧固装置，紧固丝杆、紧固螺栓、“U”型顶铁和后端盖组合装置将拉力转化为顶力，将短管逐节顶入就位，施工时每一节短管受到外壁摩擦阻力后都会向后挤压后方的管道同时产生微量的变形或位移，最终都会累计叠加在最前端，当累计位移尺寸大于承插自由长度时，就会脱开从而导致施工事故或失败。

**6.8.44** 为了保证碎裂管时短接杆拉力居中，同时保证短管在巨大拉力下接口处不会产生严重屈服变形，应在回拉短管内同步安装扶正器。

8 验收

## 8.2 管道预处理

**8.2.2** 埋深超过3m且管径大于600mm的管道一般采用管内探地雷达；埋深3m以内的管道建议采用地面探地雷达。

## 8.3 紫外光原位固化法

**8.3.6** 样品取出后，应严格密封避光保存，并在监理或业主监督下送检，以确保内衬管性能检测的真实性。应按本规程 4.3 节规定的短期力学性能、苯乙烯含量以及材料的上下表面硬度进行检测，基于光固化辐射特点，在远离光源的一侧，存在固化不完全的潜在问题。

固化试样的力学性能达不到要求可能是由以下原因造成的：(1)内衬软管浸润过程中的原因有内衬软管中的树脂用量不足；树脂浸润不密实；稀释剂、填充剂添加过多。(2)施工过程中的原因有原管道预处理不到位，局部渗漏冲刷导致树脂流失；原管道内有凸起物未预处理，导致凸起物处内衬管壁变薄，厚度不达标。(3)固化时紫外灯强度不够，固化反应不彻底。因此要求严控树脂浸润工艺，对原管道缺陷进行严格预处理，确保固化过程中的光照度、温度和速度，并保持足够长的固化反应时间。对于强度不达标的内衬管，将内衬管分段分片割除并清理干净后，重新进行紫外光固化施工。

固化完成后，内衬管内外侧的硬度应一致，偏差不应高于10%，用于验证固化的完整性。

内衬管投入使用后，应具有良好的防渗性能。美国现行标准《使用低压空气对塑料自流排水管道进行安装验收的标准试验方法》ASTM F1417规定，一定压强下，通过空气从排水管道溢出的速率检验管道的气密性;德国密实性测试是根据《排水管道的铺设和检验》DIN EN1610进行，将待测基材的防水层划开，滴加具有特殊颜色的实验液体，在0.5bar真空条件下，持续30min，观察其是否有渗漏。

**8.3.7** 壁厚是原位固化材料的关键指标之一，反映了玻纤软管的各项性能以及原有管道病害情况和环境影响因素，如管道直径、破损程度、地下水压、过水压力等，如某管道存在多种病害，原则上按最差的条件进行设计。光固化材料的主要问题是复合材料和总壁厚的确定。复合材料的壁厚应按总厚度减去内外膜进行确定，如图6.2.6所示。通过显微镜仔细观察各个层间的分界点，量取各层的厚度值。壁厚测试应按照《塑料管道系统塑料部件尺寸的测定》GB/T 8806 的相关规定进行测试。

**表格

AI 生成的内容可能不正确。**

图8.3.7 壁厚测试

**8.3.9** 内衬管表面存在局部开裂可能是由以下原因造成的：

**1** 内衬软管直径偏小，过度扩张导致内衬管偏薄、厚度不达标，严重时导致内衬管破裂：

**2** 内衬软管运输、吊放、翻转或牵引安装过程中，设备、工作台、井壁、管壁等存在的尖锐物，造成了内衬软管划痕及破裂；

**3** 内衬管冷却速度过快，收缩引起拉裂。一旦内衬管出现开裂，就应判为不合格工程，需要局部重新修复或整段重新修复。将内衬管分段分片割除并清理干净后，重新进行紫外光固化施工。

内衬管的内部出现局部鼓包或降起可能是由以下原因造成的：

**1** 原管道内部凸出部分处理不彻底；

**2** 固化过程中内衬管内部气压偏低；

**3** 原管道缺陷处理不到位，渗水积聚在内衬管与原管道的环状间隙中所致。隆起会影响过流能力。因此在预处理时要将原管道的渗漏点彻底消除，固化时保持足够的气压。

固化后的内衬管与原管道间存在间隙可能是由以下原因造成的：

**1** 尺寸裁剪偏差，对原管道尺寸测量不精确或没有严格进行裁剪；

**2** 固化过程中压力控制不到位，施工气压过低，导致内衬材料不能充分膨胀，无法紧贴管壁；

**3** 原管道存在变形、脱节、错位、局部凸起等缺陷，而预处理时未能完全消除这些缺陷，因此要求精确测量原管道尺寸精确裁剪与制作内衬软管，施工前做好原管道预处理工作，固化时保持足够高的气压，使软管紧贴原管内壁。

固化后的内衬管中存在白斑可能是由于内衬软管树脂浸润过程中，抽真空和碾压工艺不到位，致使树脂浸润不密实，含有气泡。因此要求严控树脂浸润工艺，消除气泡。如果白斑数量超出规范要求，局部缺陷需局部切除和修复，如果在整个管段上出现了较多的白斑，则需全部移除内衬管，重新修复。

紫外光固化后的内衬管表面有褶皱可能是由于以下原因造成：

**1** 内衬软管外表面的面积与原管道内表面的面积不一致，可能是由于测量数据偏差或制作偏差，导致内衬软管外径与原管道内径尺寸不能很好匹配；

**2** 原管道存在局部变形、缩径、变径、转弯等情形；

**3** 固化时内衬软管内部的鼓胀压力不足。

为避免固化内衬管表面产生褶皱，应采取预防措施：

**1** 精确测量原管道管径沿纵轴线的尺寸，并精确裁剪；

**2** 对原管道缺陷作处理，使之满足修复前的预处理要求；

**3** 固化过程中，增大内衬软管内部的充气压力，使内衬软管紧贴原管道内壁，如产生褶皱管段不符合规范要求，应将内衬管分段分片割除并清理干净后，重新进行紫外光固化施工。

《紫外光固化修复技术规程》ASTM F2019 规定内衬管固化后应尽量减少内壁褶皱；《城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 210 规定内衬管固化后应尽量减少内壁褶皱，内衬管的表面应光洁、无局部划伤、磨损、气泡或干斑等缺陷。

## 8.4 翻转式原位固化法

**8.4.4** 壁厚是原为固化材料的关键指标之一，厚度反映了内衬软管的各项性能以及原有管道病害情况和环境影响因素，如管道直径、破损程度、地下水压、过水压力等。

## 8.5 原位热塑成型法

**8.5.2** 管道内部条件是影响原位热塑成型法（FIPP）修复效果的主要控制因素之一，必须在施工之前对预处理后的管道进行全面的电视（CCTV）检测，确保管道清洁并且无障碍物，保证内衬管顺利地安装到预定位置，并达到最优的修复效果。

**8.5.3** 内衬管的最小厚度不得小于设计值。测试方法参照现行国家标准《塑料管道系统 塑料部件尺寸的测定》GB/T 8806的有关规定。使用卡尺测定管道最小和最大直径，至少进行六次测量，使用圆柱或球砧管千分尺测定最小和最大壁厚，至少进行八次测量，取平均值，以百分比计算壁厚范围E。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （8.5.3） |

式中：

A—任意横截面处的最大厚度（mm）；

B—任意横截面处的最小厚度（mm）。

《塑料管道系统 塑料部件尺寸的测定》（GB/T 8806）规定平均外径和平均内径可用π尺直接测量，或根据表8.5.3的要求对每个选定截面上沿环向均匀间隔测量的一系列单个值计算平均值。

**表8.5.3 给定公称尺寸的单个直径测量的数量**

|  |  |
| --- | --- |
| 管材或管件的公称尺寸/mm | 给定截面要求单个直径测量的数量/个 |
| ≤40 | 4 |
| 40～600 | 6 |
| 600～1600 | 8 |
| ＞1600 | 12 |

壁厚的测量使用管壁测厚仪或其他相同精度等级的测量仪器。在选定的被测截面上，沿环向均匀间隔至少6点进行壁厚测量。

**8.5.8** 成型后的内衬管与原有管道存在间隙可能是由以下原因造成的：

**1** 尺寸裁剪偏差，对原管道尺寸测量不精确或没有严格进行裁剪。

**2** 成型过程中压力控制不到位，施工气压过低，导致内衬材料不能充分膨胀，无法紧密贴合管壁。

**3** 原管道存在变形、脱节、错位、局部凸起等缺陷，而预处理时未能完全消除这些缺陷，因此要求精确测量原管道尺寸，精确裁切与制作折叠管，施工前做好原管道预处理工作，成型过程时保持足够高的气压，使得内衬管紧密贴合原有管道。

## 8.9 碎裂管法

**8.9.2** 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。

9 数字化

## 9.1 一般规定

**9.1.1** 市政排水管道原位固化修复工程应根据管道检测评估报告进行设计和施工。排水管道原位固化修复工程施工时，应制定和采取相应安全措施，并应符合现行行业标准《城镇排水管道维护安全技术规程》CIJ 6 的有关规定。排水管道原位固化修复工程所用的管材、管件、构(配)件等材料应有质量合格证书、性能检测报告和使用说明书。排水管道原位固化修复工程施工过程中所产生的污物、噪声及振动应符合国家环境保护的有关规定并应进行伴随/旁站监控。排水管道原位固化修复工程应在验收合格后方可投入使用。

**9.1.2** 云平台拥有大量的计算、存储和服务功能，对于单个原位固化修复工程，可将其数据存储至本地。但是，随着时间的推移，工程数量势必会越来越多，本地无法满足存储、管理和运维等要求，这时就需要云平台对其进行管理。物联网是利用局城网或互联网等通信技术把传感器、计算机和人或物联系在一起的媒介，可实现信息化和远程控制;云计算只需用户在具备网络接人条件的地方，就可以随时随地获取数据资源;大数据是目前最具优势的数据分析处理方式，主要包括数据的收集、存储、处理分析和应用。

**9.1.3** 原有数字化信息包括: CCTV 探测图片信息、图纸信息、管道维修维护检测信息;新设数字化信息包括:传感器数据信息、管道内各气体含量信息、视频信息、施工信息等。结合数据融合技术，对于新旧信息进行对比融合，若出现数据的格式不对应应采取对应措施，提前作好格式的规定或将信息统一转化为同种格式，并进行数据整合与分析。本规程将原有数字化信息和新设数字化信息都纳人数字化信息系统进行统一管理，确保修复过程数据的完整性和可靠性。

**9.1.4** 排水管道中的有毒有害气体，例如甲烷、硫化氢、氨气、一氧化碳等，都会对人体健康造成伤害，甚至危害生命。所以在进行人工作业时，施工人员必须拥有有限空间作业证，必须实时监测管道内有毒有害气体，确保施工人员的生命安全。

## 9.2 信息系统构成

**9.2.1** 为了满足不同客户的需求，该系统将开放二次开发功能,用户可以根据自身的需求，利用功能扩展接口对系统进行的功能扩展和修改。

**9.2.3** 该拓扑图(图9.2.3)将原位固化修复工程按照信息化的方式分为感知层、网络层和应用层。感知层主要是各种传感器采集到的信息以及工程相关信息。感知层的数据传输至网络层，利用云平台等技术对信息进行存储、分析。用户利用网络，从网络层的平台提取数据，进行数据的应用如智能报警、远程控制等。人们利用数据应用，可以通过网络层作为中间纽带对感知层进行远程控制。

图示

描述已自动生成

**图9.2.3 信息系统拓扑图**

**9.2.4**  感知层是物联网的“皮肤”和“五官”，用于识别物体和采集信息，其中包括原位固化修复工程所需各类传感器和感知设备。

**9.2.5** 设备感知设备采集的对象包括电视检査(CCTV)设备、清淤设备、水泵、风机、锅炉、固化施工设备、卷扬机、发电机;环境感知设备采集的对象包括修复管段及上下游封堵倒流断面、施工场地、材料存储;图像感知设备采集的对象包括修复管段、检查井、施工场地、材料;身份和位置感知设备采集的对象包括设备、人员、材料。对以上采集对象所采集的信息也作出了相应规定，通过感知设备得到信息，并利用网络传输通信协议，对感知对象信息进行采集、传输、分析，从而达到控制对象的目的。

**9.2.6** 将感知数据传输至网络层时，应考虑信息安全问题，国家标准《信息安全技术 物联网感知层接入通信网的安全要求GB/T 37093-2018 提出了通信网络接入系统、感知信息传输网络及感知层接入的安全技术要求。

**9.2.8** 为了保障感知层数据的准确传输，使用 TCP/IP(网际传输协议)、FTP(文件传输协议)UDP(用户数据报协议)进行传输，可保证数据的准确性和一致性。

**9.2.9** 对于不同类型的数据，要采用其对应格式，如数值类型：整型(int)、单精度浮点型(foat)、双精度浮点型(double )。对于字符采用字符串(sting)类型。

**9.2.11** 对于有效数据，在人库时其对应数据的属性及其类型要一致，以免使用过程中存在错误。为了保证原位固化修复工程数据的追溯和应用，应长期保存工程监测数据。

**9.2.12** 考虑同种设备可能需要多台，设备的编号应作为数据库表中的主属性，便于对设备进行查询和管理。

**9.2.13** 对于给定的数据模型中数据及其联系所具有的制约和依存规则，用以限定符合数据模型的数据库状态以及状态的变化，以保证数据的正确、有效和相容;根据数据的质量监控，对于常出现差错明显的传感器，要重新对其进行铺设和整改。

**9.2.15** 为确保修复设备的规范使用，应对其使用情况进行记录并实现可视化查阅，通过实时检测对比并通过曲线显示，可以更加直观的显示出数据的变化;设置网络信息安全防护措施防止数据信息泄露;RTU(远程终端单元)，英文全称Remote TermimnaUnit，中文全称为远程终端控制系统，负责对现场信号、工业设备的监测和控制。

1 RTU 是一种耐用的现场智能处理器，它支持SCADA控制中心与现场器件间的通信。它是一个独立的数据获取与控制单元。

2 RTU 通常具有优良的通信能力和更大的存储容量，适用于更恶劣的温度和湿度环境，提供更多的计算功能。RTU产品在石油天然气、水利、电力调度、市政调度等行业 SCADA系统中广泛应用。

**9.2.16** 以往的原位固化修复工程，需要大量人工作业，每个施工环节都存在安全隐患，其中危害生命安全的隐患包括无机污染物、有机污染物、辐射、有毒有害气体、漏水、漏电等;设备安全隐患包括短时间内反复重启和其他非正常工作状态;材料安全隐患包括材料温度、湿度、固化温度、固化时间、施工拉力和压力等。利用数字化信息管理系统的施工预警模块，对以上信息提供预警和报警功能，从而提高原位固化修复工程的安全性。

## 9.3 在线监测布点

**9.3.1** 遵循针对性、持续性和有效性等原则，监测点位的布设应遵循全面性、多样性、均匀性、经济性和可行性等基本原则。

**9.3.2** 监测方案制定过程中，根据收集的资料，首先进行监测点位的初步筛选与布置，然后进行现场踏勘形成监测布点图。紫外光固化施工、热水固化施工、蒸汽固化施工和常温固化施工在线监测布点示意图见图 9.3.2-1、图9.3.2-2、图9.3.2-3 和图9.3.2-4。

图示, 工程绘图

描述已自动生成

**图 9.3.2 紫外光固化施工在线监测布点示意图**

**1、6—温度采集位点；2—有害气体采集位点；3—本地信息存储；4、5、7—压力采集位点；8—流量采集位点**

各种颜色的地图

低可信度描述已自动生成

**图 9.3.2-2 热水固化施工在线监测布点示意图**

**1、4、5、7、8—温度采集位点；2—有害气体采集位点；3、10—流量采集位点；6、9—压力采集位点**

地图的截图

描述已自动生成

**图 9.3.2-3 蒸汽固化施工在线监测布点示意图**

**1、3、5、8—温度采集位点；2—有害气体采集位点；4、6、7、9—压力采集位点；10—流量采集位点**

图示, 工程绘图

描述已自动生成

**图 9.3.2-4 常温固化施工在线监测布点示意图**

**1、4、5、7、8—温度采集位点；2—有害气体采集位点；3、10—流量采集位点；6、9—压力采集位点**

**9.3.4** 原位固化修复工程涉及多种传感器，在传感器和系统之间进行通信，就需要一种共同的接口，所以要统一传感器的编码格式。离线存储是为了防止不可抗力导致数据丢失的功能。

**9.3.8** 原管道中结构性和功能性缺陷包括破裂、变形、腐蚀错口、起伏、脱节、接口材料脱落、支管暗接、渗漏，以及沉积、结垢、树根、残墙、坝根、障碍物、浮渣等。以上缺陷均作为修复管段视频监测的对象。

**9.3.9** 《城镇排水水质水量在线监测系统技术要求》CJ/T252-2011规定了城镇排水自动监测系统的构成及功能、现场监测站设备及在线监测器配置、设备的技术要求、运行管理的技术要求与监测数据的质量。

## 9.4 在线监测设备

**9.4.1** 在线监测具有很强的系统性，对于不同的监测目标，需要对雨量、水量、有毒有害气体等多项指标进行监测。针对不同的监测指标和要求，选择不同类型的在线监测设备。

**9.4.3** 市政排水管道属于地下工程，运行环境、工况复杂，在线监测设备的选择应便于在监测点位进行快速安装与调试。其中，水量监测设备应适应非满流、满管、浅流、逆流等实际工况。在线监测不仅要收集数据，还需要利用实时数据进行预警报警，因此需要具备高稳定性，能够持续收集数据;为了建立统一的监测系统，实现软硬一体，对实时数据进行分析处理，实现智能报警等功能。

**9.4.3** 本条对防护等级进行规定。在线监测设备有些需要安装于管道内或井下，日常运行环境湿度大，当管道负荷增大时，设备存在与水接触甚至被淹没的可能性，在此条件下仍需要保障设备能够正常工作，就需要设备达到最高级别的防水等级标准IP68。设备室外安装部分被水流淹没的可能性较小，主要是防护日常降雨和空气颗粒物等，防护等级的要求适当降低，达到IP65即可。

**9.4.4** 本条对密闭空间安装设备的防爆要求进行规定。地下管网管线长、结构复杂、环境恶劣，管道中生活污水、工业废水中所含的有机和无机物质在密闭的条件下极易发生复杂的物理、化学、生物反应，产生易燃易爆气体，所以对在线监测设备要求有安全防爆的能力，即在规定的工作场景下，正常工作或规定的故障状态下产生的电火花或热效应均不能点燃规定的爆炸性混合物。在线监测设备宜达到本质安全防爆等级，以是否通过IECEX、NEPSI、ATEX等的防爆认证为准，并验证防爆型式是否为本质安全型。如:IECEX的防爆等级为EXiaIICT3Ga的为本质安全防爆。

**9.4.5** 并不是所有点位都适合采用市电供电，为支持不同点位的监测需求，监测设备应能够进行自供电，避免现场供电带来的不便。其中，并下安装的设备，电池宜选用防爆电池供电。

**9.4.6** 考虑到数据的持续性，为避免在断电情况下数据丢失，需要设备具有掉电保护功能。

**9.4.7** 在线监测设备对监测点位数据进行采集后，需要对数据进行传输，基于临时监测、轮换监测等监测方式对设备便携性、可移动性的考虑、建议优先采用无线网络的通信方式，减少对安装环境的限制，避免额外铺设网线等工作;在没有无线信号覆盖的区域，或者有线网络接人方便且不影响设备可移动性的情况下，可以采用有线网络。

**9.4.9** 在线监测设备采集的数据具有非常高的时效性，不同时间所采集的数据，代表性也不同。因此，监测设备应具备时间校对功能，确保数据采集时间的准确性。同时低电量报警功能便于工作人员及时更换电池。

**9.4.11** 在线监测设备对监测点位数据采集后，需要将采集到的数据上传到上位机，可采取无线传输、以太网传输和有线传输的方式:无线传输可以通过NB-1oT、蓝牙、4G/5G等方式进行信息传递。NB-Io为窄带物联网(万物互联网络的一个重要分支)。NB-LoT 构建于蜂窝网络，只消耗大约180kHz的带宽，可直接部署于 GSM 网络、UMTS 网络或 LTE 网络，以降低部署成本，其特点为低功耗、广覆盖、大连接。蓝牙是一种支持设备短距离通信(-般10m内)的无线电技术，能在设备间实现方便快捷，灵活安全、低成本、低功耗的数据通信和语音通信。4G/5G技术为当今应用最多的技术，信息传输应用较多，且目前5G技术传输速度更快，便于在线系统的实时显示。以太网是最早的局域网也是目前应用最为广泛的局域网，其核心技术是CSMA/CD，采用冲突检测功能的载波监听多路访问介质访问控制方法。以太网使用的局域网标准是IEEE802.3，它定义了CSMA/CD 总线介质层与物理层规范。以太网所使用的传输介质包括同轴电缆、双绞线和光纤，可以更好地避免干扰。在没有无线网络的范围区域，可以采用有线方式，其传输过程中数据包的丢失更少，更加稳定。

**9.4.12** 数据管理系统应对监测数据进行判断，对于无效数据(如超量程、掉电期间的数据、急剧上升或下降等)应进行筛选和标记，由专业人员对数据进行检查，确定是否可以纳入数据库。

**9.4.13** 管道非开挖修复属于地下工程，排水管道内空气潮湿微生物较多，腐蚀性强，在雨季，采集设备还有被雨水淹没的可能。为了增强采集设备的耐用性，其安装应满足《自动化仪表工程施工及质量验收规范》GB 50093 的规定，以对设备进行保护。

**9.4.14** 在线采集设备并不是所有点位都适合采用市电供电，为支持不同点位的监测需求，监测设备应能够进行自供电，避免现场供电带来的不便。因管道内潮湿且部分采集设备表面为金属导体，容易被雷击，为保护设备，其防雷等级应不低于3级。

**9.4.15** 在线采集设备安装完成后，为检测系统的功能，应现场对数字化信息系统的功能进行测试，并对其布点的安全性进行检测。

**9.4.16** 在线监测设备大多位于地下，环境复杂，在潮环境和微生物的腐蚀下，设备容易受损，所以应定期对设备进行维护校验，以保证采集到的数据真实可靠。

**9.4.17** 为了适应不同监测点位的需求，考虑到并非所有点位都能方便使用市电供电，监测设备应具备自供电功能，以避免依赖现场供电所带来的不便。

**9.4.18** 视频监测设备应能采集高清图像，应符合表9.4.18 的要求及以上的高清摄像头。音频资料可作为排水管理决策的支撑，有条件的应同步采集声音信息。

**9.4.19** 夜间光线较暗，会影响视频、图像信息的清晰度，因此，视频监测设备应配有自动控制的红外灯，能够在光线较差的条件下进行补光，根据摄像机焦距白动切换远近红外灯并自动调节。

**9.4.20** 在进行视频设备安装时、应选择最佳安装角度、以能够直接捕捉所关注的点位图像，但在实际运行工况下，位置有可能发生改变，摄像机应具有一定的旋转范围，才能全面捕捉图像避免存在监测育区而导致信息的遗漏。

**9.4.21** 本条对设备存储容量进行规定根据管理需求，监测设备需要长时间处于工作状态，并持续收集视频信息，若网络出现故障则无法及时传输，为保障历史信息不丢失，视频监测设备应具有一定容量的本地存储功能，考虑目前大多数设备的性能以及现有需求，应至少保障存储 30d视频数据的容量，随着设备技术进步，本地存储容量要求可进一步提升。

**9.4.22** 网络摄像机是视频技术的发展趋势网络摄像机只要利用现有的网络就可以使用，降低了对安装环境的要求网络摄像机可实时、连续地传输图像，甚至可以在那些不适宜布线的环境中，使用无线宽带网络完成远端监控及录影。采用数字视频方式传输，在监控点前端进行数字编码，数字传输的视频信号经解码设备还原为模拟信号后、由模拟显示设备(如电视墙)显示，或由数字用户终端直接显示利用网络优势，经过数字化并压缩后的图像数据可以传输至网络能到达的地方，实现远程监控。

**9.4.23** 在不方便外接电源的条件下，可利用设备自供电的方式对于网络摄像机还可通过以太网进行供电，而无需单独增加电源、无论采取哪种供电方式，为保障监测设备正常稳定工作，都需要对电源稳定性和安全性进行考虑，除了应符合电乐、电流等供电要求，必须保障不断电，能够实时采集所需视频信息。

**9.4.24** 由于排水管网长期处于封闭环境，尤其是污水，其中含有大量杂质并在微生物作用下进行厌氧分解，产生多种有毒有害气体，若发生泄漏，可能危害周围人员的健康;另外，有些气体如甲烷具有可燃性，当浓度达到一定的限值，可能会发生爆炸。因此应对有毒有害和易燃易爆气体进行监测。

**9.4.25** 进行气体监测的主要目的在于避免事故的发生，保障人身和财产安全。为实现该监测目的，气体监测设备除了能准确监测气体浓度，还应该在气体浓度超过临界限值时进行及时有效的预警和报警，从而避免事故的发生。

**9.4.26** 气体监测设备需要进行井下的安全，环境恶劣，在防爆防潮、防腐等级要求方面都应采取较高标准，以保障设备安全运行。

**9.4.27** 不同监测点位的环境及运行工况有所差异，因而气体浓度的范围有一定的差异，主机量程具备可调整的性能就可有更广的适应性。测量的误差根据量程而设定，兼顾测量数据的绝对准确性和工程误差的容错性。在测量频次设定上，实现全网时钟同步，保证所有监测设备时间戳唯一，方便对不同监测数据的管理与分析。

**9.4.29** 水量监测指标主要为液位和流量，对应设备为液位计和流量计。由于排水管网实际运行工况复杂，存在浅流(一般指液位低于 50mm )、非满流、满流、过载、低流速(流速小于 0.1m/s)等不同的运行状态，在不同状态下都需要收集水量指标的准确数据。受上游管网、下游受纳水体的影响，管网水流可能存在流速低、液位线及逆流、侧流等特殊工况，监测设备都应具有一定的适应性，从而可全面获取排水管网的水量信息。

**9.4.30** 在修复工作开展之前需要对修复管段进行通风处理，保持管道内气体流通，从降低管道有毒有害气体浓度和提高氧气浓度、因此，需要风机进行通风工作，并依通风量检测仪确保修复管殷通风充分。由于管道内环境潮湿，污水具有腐蚀性，所以通风监测设备应具备防溯和防腐蚀能力。

**9.4.32** 本条规定了水量监测设备的监测误差。水量监测设备监测误差要求的设定，综合考点了排水管网运行规律、设备监测理翻监测要求等多个因素。设备测量精度设置越小，数据获取精度越高，但要考虑监测数据分析的实际需要。在设备分辨率的选择上，应保证设备能监测到大部分数据，过小流速或过低的液位对排水管网整体影响小，且监测难确度降低。

**9.4.33** 不条规定了设备的监测阃隔时间。在管道液位监测中通过系统电路和测盘模式优化，可以将监测所需的电耗控制在很低的水平，为证数据的连续性和有效性，提高液位超限值报警的及时姓，宜每分钟监测一次、同时，为了便于数据对比，监测设备可以同步时钟，并在秒时刻到达0时进行监测，这样大量设备的时间戳一致。便于数据对比和指标分析，降低数据指标分析难度。

**9.4.34** 本条规定了对设备报警功能的要求。为了更好地满足排水设施长期运行规律分析与短时应急事件及时通知的要求管道液依监控应支持动态配置顼警值与报警值，管理者可根据预警和报警需求，动态修改和配置设备的预警值与报警值，为提高工作效率，宜通过通信网络进行数据配置。设备应采用合适的数据发送频率和颠暂报警的通知机制。同时，应具备向手机摊送报警消息的功能，尽可能为公众提供积水风险报警信息，指导公众极端天气情况下的出行，减少事故造成的生命财产损失。

**9.4.35** 本条根据原位固化修复工程一般环境温度和相对湿度统计后进行规定。

**9.4.37** 目前市政排水管道原位园化修复施工环境最低温度不低于-20℃，所以需要在线温度计能够在-20℃条件下工作。当采用热固化树脂软管施工时，软管温度最高不超过200℃，因此在线温度计应能够在 200℃条件下正常工作。

**9.4.38** 在市政排水管道原位固化修复施工过程中，为了确定地下管道缺陷、支管、修复进度等位置信息，需借助位置监测设备。管理者通过数字化信息系统获取实时的时间、经度、纬度、速度、高程和方向的定位信息，并根据需求对指定位置制定修复方案。

**9.4.39** 位置监测设备的定位功能应满足以下规定:首先，设备应能够实时提供当前位置信息，并通过无线通信方式上传至数字化信息管理系统。其次，在通信信号中断时，设备需能够以先进先出方式存储不少于 10000条定位信息，并在通信恢复时补报上传。此外，设备应支持时间间隔、距离间隔或外部事件触发的方式上传定位信息，以满足不同应用场景的需求。最后，当监控中心发送实时定位请求时，设备的响应时间不应大于10s，确保监控中心及时获取所需信息，提高系统的实时性和响应性。

**9.4.40** 安装区域应远离碰撞、过热和涉水等有害环境，同时建议隐蔽安装，以避免意外损坏或被恶意破坏。此外，设备的安装不得影响正常的施工操作，确保周围环境的正常。这些安装方面的规定，旨在保障位置监测设备在安全、稳定的环境中运行，同时不影响周围施工工程的正常进行，提高设备的可靠性和有效性。

## 9.5 数据采集与管理

**9.5.2** 信息系统的数据采集模块包含自动采集和人工采集。自动采集获取在线设备中实时采集的数据，加以审核传输至数字化信息系统，随后对数据进行分类处理并储存;人工采集通过收集记录手册，整理并分类数据后人工审核，再将合理、准确的数据录入数字化信息系统并储存。数据采集、测量误差的判定和处理应符合《工业物联网数据采集结构化描述规范》GB/T386192020和《测量不确定度评定与表示》JJF1059.1-2012的规定:数据保留位数，应符合国家及行业有关试验规程及施工规范的规定。计算合格率时，小数点后保留一位。数值修正应符合《数值修约规则与极限数值的表示和判定》GB8170-2008的规定。

**9.5.3** 视频信息、传感器数据、人工数据可作为管道预处理方法判断依据，也可作为施工验收依据。因此，这些数据信息应能够动态、清晰地呈现出来。

**9.5.7** 检测原有管道信息应符合下列规定：

1 原有管道视频信息，视频格式宜包括 MP4、AVI；

2 原有管道缺陷图片，图片格式宜包括 JPEG、PNG。

**9.5.8** 应采集电子图纸信息，图纸信息格式宜包括DWG、PDF、PNG。

**9.5.11** 确保湿软管存放场地的平整度，避免软管出现“头重脚轻”的问题。对于受温度而发生树脂固化的湿软管，应确保存放场地处于无法使树脂固化的环境温度。

**9.5.12** 通过二维码的形式，实现材料数据的“一键式”获取，以满足用户的需求。

**9.5.13** 原位固化修复湿软管的温度控制是非常重要的，在酷和严寒的天气下，应监测软管运输过程中的实时温度，以避免软管出现质量问题。

**9.5.17** 为确保封堵气囊处于安全工作条件，须采集其工作压力值;有时需进行调水作业，应实时监测液位信息和调水流量，不应影响居民或商业正常用水。

**9.5.18** 在使用高压清洗设备对管道进行预处理时，应监测清洗压力避免对原管道造成一次破坏，通过预处理后视频信息判断预处理效果。

**9.5.20~9.5.25** 主要是针对原位固化修复工程需要采集的验收材料和验收数据进行规定。

10 施工安全与环境保护

**10.0.1** 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》CJJ68 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。

**10.0.5** 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。

**10.0.9** 下井作业前,施工单位必须先检测管道内气体情况，必须坚持先检测后作业的程序,该规定是作业中预防硫化氢中毒的有效手段,通过气体检测可以使现场作业人员对管道作业环境有一个正确的辨识好认知,以便及时采取安全预防措施,杜绝盲目下井作业。并下有害气体浓度按照行业标准《城镇排水管道维护安全技术规程》CJJ6-2009中表 5.3.3 的规定。

**10.0.10** 通风是井下作业采取安全措施的必要手段,作业前应采取自然通风或必要的机械强制通风,有效降低作业井内的有毒气体浓度和提高氧气含量,以达到井下作业气体安全规定的标准，从而为作业人员创造一个安全、良好的作业环境。

**10.0.12** 夜间施工指在晚上 10 点至次晨 6 点内的施工活动。

**10.0.15** 根据国家标准《建设工程施工现场供用电安全规范》GB50194-2014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。