

上海市工程建设规范

DB/TJ XX-XXX-20XX

城镇排水管道非开挖修复技术标准

Technical standard for trenchless repair of urban drainage pipeline

(征求意见稿)

2020.4.28

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

上海市住房和城乡建设管理委员会 发布

上海市工程建设规范

城镇排水管道非开挖修复技术标准

Technical standard for trenchless repair of urban drainage pipeline

(征求意见稿)

DG/TJ XX-XXX-20XX

J XXXXX-20XX

主编单位：上海市城市建设设计研究总院(集团)有限公司

批准单位：上海市住房和城乡建设管理委员会

施行日期：2020年**月**日

同济大学出版社

2020 上海

前 言

根据上海市住房和城乡建设管理委员会《关于印发〈2018 年上海市工程建设规范建筑标准编制计划〉的通知》（沪建标发定[2017]898 号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准主要技术内容包括：1 总则；2 术语和符号；3 基本规定；4 材料；5 设计；6 施工；7 质量验收；8 功能性试验；9 工程竣工验收。

各单位及相关人员在本标准执行过程中，如有意见或建议，请将相关资料反馈至上海市城市建设设计研究总院（集团）有限公司（地址：上海市东方路 3447 号；邮政编码：200125；E-mail: sucdriszy@sucdri.com），或上海市建筑建材业市场管理总站（地址：上海市小木桥路 683 号；邮编：200032；E-mail: shgcjsgf@sina.com），以供今后修订时参考。

主 编 单 位：上海市城市建设设计研究总院（集团）有限公司

参 编 单 位：上海市排水管理处

上海市浦东新区排水管理所

上海管丽环境技术有限公司

上海凯顺市政建设工程有限公司

上海誉帆环境科技有限公司

堡森（上海）环保科技有限公司

上海纯齐复合材料有限公司

上海富宝建材有限公司

上海清誉建设工程有限公司

天津倚通科技发展有限公司

征求意见稿联系人：郁片红

联系邮箱：23733819@qq.com

联系电话：13816120130

目次

前 言.....	1
1 总 则.....	1
2 术语和符号.....	3
2.1 术语.....	3
2.2 符号.....	6
3 基本规定.....	8
4 材 料.....	10
4.1 一般规定.....	10
4.2 注浆法.....	11
4.3 裂缝嵌补法.....	11
4.4 原位固化法.....	12
4.5 无机防腐砂浆喷涂法.....	15
4.6 流态聚合物模注法.....	16
4.7 管片拼装内衬法.....	18
4.8 不锈钢内衬法.....	18
4.9 短管内衬法.....	19
4.10 螺旋缠绕内衬法.....	19
4.11 碎裂管法.....	21
4.12 点状原位固化法.....	22
4.13 不锈钢双胀环法.....	22
5 设 计.....	24
5.1 一般规定.....	24
5.2 内衬管壁厚设计.....	27
5.3 水力设计.....	32

6	施 工	34
6.1	一般规定	34
6.2	管道预处理	34
6.3	注浆法	35
6.4	裂缝嵌补法	37
6.5	热水原位固化法	38
6.6	紫外光原位固化法	40
6.7	无机防腐砂浆喷涂法	43
6.8	流态聚合物模注法	46
6.9	管片拼装内衬法	49
6.10	不锈钢内衬法	51
6.11	短管内衬法	52
6.12	螺旋缠绕内衬法	54
6.13	碎裂管法	55
6.14	点状原位固化法	58
6.15	不锈钢双胀环法	59
7	质量验收	61
7.1	一般规定	61
7.2	预处理质量检验	66
7.3	施工质量检验	67
8	功能性试验	77
8.1	一般规定	77
8.2	管道闭水试验	77
8.3	管道闭气试验	78
8.4	管道渗水调查检验	79
9	工程竣工验收	80

附录 A 带状型材刚度系数测试方法	82
附录 B 内衬材料厚度设计统计表(玻璃纤维)	83
附录 C 内衬材料厚度设计统计表(无纺布)	92
附录 D 闭气法试验方法.....	99
附录 E 管壁密实性试验方法.....	101
本标准用词说明	102
引用标准目录	103

1 总 则

1.0.1 为提升城镇排水管道质量，促进城镇排水系统提质增效，规范城镇排水管道非开挖修复工程的设计、施工及验收，制定本标准。

【条文说明】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，上海市排水管道即将面临老化严重、事故频发的问题。目前，上海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，有些不适应上海市的工况条件，有的在上海市应用不多，而有的上海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	无机防腐砂浆喷涂法	无	新增	根据本市工程实际应用情况新增
2	流态聚合物模注法	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	热水原位固化法	翻转式原位固化法	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
7	紫外光原位固化法	拉入式原位固化法	细化	根据本市工程实际应用情况，细化管片拼装内衬法的材料、施工、验收要求
8	管片拼装内衬法	管片内衬法	细化	
9	不锈钢内衬法	管片内衬法	细化	
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	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

序号	修复方法	行业标准 CJJ/T 210	本标准 修改情况	修改原因
				材料、施工、验收要求
12	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
13	点状原位固化法	点状原位固化法	细化	根据本市工程实际应用情况，细化点状原位固化法的材料、施工、验收要求
14	折叠内衬法	折叠内衬法	取消	在上海主要应用于压力管道修复，在排水管道中应用很少
15	缩径内衬法	缩径内衬法	取消	在上海应用很少
16	不锈钢套筒法	不锈钢套筒法	取消	施工质量难以控制，在上海已淘汰

1.0.2 本标准适用于城镇排水管道非开挖修复工程的设计、施工及验收。

【条文说明】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 0.1MPa 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 0.1MPa 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 城镇排水管道非开挖修复工程除应符合本标准的规定外，尚应符合国家及上海现行有关标准的规定。

【条文说明】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》CJJ 181、《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 非开挖修复 trenchless rehabilitation

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

【条文说明】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 更新 renovation

全部或部分利用原有排水管道系统结构提升其性能的技术和方法。

2.1.3 维修 repair

对排水管道系统局部缺陷进行复原的技术和方法。

2.1.4 更换 replacement

在排水管道原位或异位新建一条替代其功能的管道的技术和方法。

2.1.5 半结构性修复 semi-structural rehabilitation

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

2.1.6 结构性修复 structural rehabilitation

内衬管独立承受原有管道内、外全部压力的修复方法。

2.1.7 整体修复 comprehensive rehabilitation

对两个（或多个）检查井之间的排水管道进行整段修复。

【条文说明】2.1.7 本标准规定的非开挖修复方法分为整体修复、局部修复。整体修复主要包括热水原位固化法、紫外光原位固化法、无机防腐砂浆喷涂法、液态聚合物模注法、管片拼装内衬法、不锈钢内衬法、螺旋缠绕内衬法、短管内衬法、碎裂管法。

2.1.8 局部修复 localized rehabilitation

对排水管道局部的破裂、变形、渗漏、错口、脱节等缺陷进行维修的方

法。

【条文说明】**2.1.8** 本标准局部修复主要包括点状原位固化法和不锈钢双胀环法。

2.1.9 裂缝嵌补法 crack patching

采用水溶性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和封闭缺陷部位，起到抗渗、补强作用的一种点状或面状局部修复方法。

2.1.10 注浆法 soil grouting method

采用管内向管外或地面向下钻孔方式，在压力作用下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。

2.1.11 原位固化法 cured-in-place pipe (CIPP)

将浸渍树脂的软管通过翻转或者牵拉的方法置入原有管道内部并与原管紧密贴合后固化形成内衬管的修复方法。

2.1.12 热水原位固化法 hot water cured-in-place pipe

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

2.1.13 紫外光原位固化法 UV cured-in-place pipe

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

2.1.14 无机防腐砂浆喷涂法 inorganic anticorrosive mortar spraying method

通过离心或人工方式将修复用无机防腐砂浆喷涂至管壁后固化形成内衬的修复方法。

2.1.15 流态聚合物模注法 flow polymer injection

采用高压泵送工艺将聚合物改性水泥基流态防腐材料压注到密闭模腔内，固化后拆模，形成类钢砼结构，达到对原有管涵进行结构加固的修复方法。

2.1.16 管片拼装内衬法 splice segment lining

将片状型材在原有管道（检查井）内拼装形成内衬，并对内衬与原管（井

壁)之间的空隙进行填充的修复方法。又称管片内衬法。本标准片状型材是指 PVC 材料,采用螺栓连接。

2.1.17 不锈钢内衬法 stainless steel segment lining

将不锈钢管片在管道(检查井)内通过焊接连接形成内衬,并对内衬与原管(井壁)之间的空隙进行填充的修复方法。

2.1.18 短管内衬法 short pipe lining

采用牵拉、顶推方式将预制塑料短管置入原有管道(检查井)形成内衬,并对内衬与原管(井壁)之间的空隙进行填充的修复方法。本标准塑料短管是指高密度聚乙烯(简称 HDPE)管材。

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

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

2.1.20 碎裂管法 pipe bursting

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

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

采用气囊扩张法将浸渍固化性树脂的织物紧贴原管道待修复部位,通过常温、热水或光固化后形成内衬的局部修复方法。

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

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

2.1.23 软管 tube

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

2.1.24 内衬管 liner

通过各种非开挖修复方法在旧管道内形成的内衬。

2.1.25 带状型材 profile

经生产预制加工成内壁光滑、外壁有 T 形加强筋，在现场通过井下缠绕机形成内衬管道，从而完成修复目标的内衬材料。

2.2 符号

2.2.1 尺寸（本节符号的名称与正文不一致，另有重复的符号）

A ——水流有效断面面积；

d ——内衬管道公称直径；

d_h ——原有管道中孔洞或缺口的最大直径；

D ——原有旧管道的平均内径；

D_L ——闭气试验管道内径；

D_{max} ——原有旧管道的最大内径；

D_{min} ——原有旧管道的最小内径；

D_N ——聚乙烯管道外径；

D_O ——聚乙烯管道内径；

H ——管顶覆土厚度；

H_w ——管顶以上地下水位高度；

I ——内衬管的转动惯量；

L ——工作坑长度；

R ——水力半径；

SDR ——管道的标准尺寸比（外径/壁厚）；

t ——内衬管的壁厚。

2.2.2 系数和因子

B' ——弹性支撑系数；

C ——椭圆度折减因子；

EI ——螺旋缠绕内衬管的刚度系数；

K ——圆周支持率；

N ——安全系数；

n ——曼宁系数；
 n_e ——原有管道的曼宁系数；
 n_l ——内衬管的曼宁系数；
 q ——旧管道的椭圆度（百分率）；
 R_w ——水浮力因子；
 S ——管道坡度；
 μ ——泊松比。

2.2.3 荷载和压力

F ——允许拖拉力；
 P ——地下水压力；
 P_i ——压力管道内部压力；
 q_t ——管道总的外部压力；
 W_s ——动荷载。

2.2.4 模量

E ——初始弹性模量；
 E_L ——长期弹性模量；
 E_S' ——土体反作用模量；
 σ ——管材的屈服拉伸强度；
 σ_L ——内衬管长期弯曲强度；
 σ_{TL} ——内衬管长期抗拉强度；

2.2.5 其他符合

Q ——流量；
 Q_e ——允许渗水量；
 V_e ——渗漏速率；
 w ——土体重度。

3 基本规定

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

3.0.2 排水管道修复前，应委托具有检测评估资质的单位出具管道检测评估报告，并根据评估报告和本标准要求设计和施工。

3.0.3 管道结构性修复后的使用期限不得低于 50 年；管道半结构性修复后的使用期限不得低于 20 年，否则应采取结构性修复。

【条文说明】3.0.3 要求管道结构性修复后使用寿命不得低于 50 年是与《建筑结构可靠度设计统一标准》GB50068 一致。利用原有管道结构进行半结构性修复的管道，其设计使用年限应按原有管道结构的剩余设计使用期限确定，如果原有管道的剩余结构强度无法满足 20 年使用期限内提供有效支撑的要求，应按结构性修复设计内衬管。

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

3.0.5 非开挖修复工程施工应采取安全措施，并应符合现行行业标准《城镇排水管道维护安全技术规程》CJJ 6 和《城镇排水管渠与泵站运行、维护及安全技术规程》CJJ 68 的有关规定。

【条文说明】3.0.5 非开挖修复工程需在地面、检查井内进行操作，部分工艺尚需进入管道。《城镇排水管道维护安全技术规程》CJJ6 和《城镇排水管渠与泵站运行、维护及安全技术规程》CJJ 68 中对地面作业，井下作业的通风、气体检测、照明通信等安全措施进行了详细规定，进行非开挖修复工程时应按照该规程制定安全防护措施，并在施工时严格遵守。

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

【条文说明】3.0.6 管道修复完后，检查井处的内衬管端口与原有管道之间应进行密封处理，防止地下水进入检查井，同时防止内衬管与原有管道脱离。

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

3.0.8 管道非开挖修复工程应在验收合格后，方可投入使用。

4 材 料

4.1 一般规定

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

4.1.2 管道非开挖修复工程所用成品管道及型材应有清晰的标识。带状型材的标识间距不应大于 5m，片状型材应每片进行标识。

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

4.1.3 在同一个修复管段内应使用相同型号、同一生产厂家的管材或型材，管材或型材不得存在可见的裂缝、孔洞、划伤、夹杂物、气泡、变形等缺陷。

4.1.4 材料的运输和储存应符合下列规定：

1 内衬管或型材的储存和运输应符合现行行业标准《埋地塑料排水管道工程技术规范》CJJ 143 的有关规定；

2 螺旋缠绕内衬法使用 PVC-U 带状型材应连续地缠绕在卷筒上储存和运输；

3 紫外光原位固化法修复材料应避光运输，热水原位固化法修复材料应在运输过程中保证管材对温度的要求。

【条文说明】4.1.4 为保证内衬管材或型材在运输存储过程中不产生机械损伤或超过 10%壁厚的划痕等损伤，特制定本条。

4.1.5 内衬管与原有管道间的环状空隙需进行注浆时，所采用的注浆材料应满足下列要求：

1 注浆材料应具有高流动性，无收缩性；可用于狭窄间隙填充；

2 注浆材料应具有抗离析、微膨胀、抗开裂等性能；

3 注浆材料的初凝强度与初凝时间应符合工程作业时间与模具支撑时间要

求；

4 注浆材料的配比应符合表 4.1.5-1 的规定；

表 4.1.5-1 注浆材料配比（每 m³）

水灰比（%）	单位重量（kg）		备注
	砂浆	水	
21.2	1722	365	砂浆每袋 25kg

5 注浆材料性能指标应符合表 4.1.5-2 的规定。

表 4.1.5-2 注浆材料性能

项目	要求	试验方法
抗压强度等级	≥C30	《水泥基灌浆材料应用技术规范》 GB/T50448
抗压强度（MPa）28d	≥30	
流动度（mm）	≥270	

4.2 注浆法

4.2.1 注浆法应用于有地下水流动的软土地基时，注浆材料宜选用 PO425 及以上水泥并添加水玻璃；水玻璃用量宜为水泥用量的 0.5%~3.0%。

【条文说明】4.2.1 采用水泥砂浆的水灰比根据管道渗漏情况、漏水处缝隙大小等因素决定。为了加快水泥砂浆凝固，宜添加水泥用量的 0.5%~3.0% 的水玻璃。

4.3 裂缝嵌补法

4.3.1 裂缝嵌补法使用的施工材料应符合下列规定：

1 注浆前应采用双快水泥、沥青细麻丝等进行表面封闭，双快水泥抗压强度应满足设计要求；

2 预埋注浆管宜采用直径 DN≥10mm 的胶管或灌浆止水针管；

3 注浆材料应选用水性聚氨酯，其材料性能指标应符合表 4.3.1 的规定。

表 4.3.1 水性聚氨酯材料性能

项目	要求	试验方法
密度 (g/cm ²)	1.03~1.10	《液态胶粘剂密度的测定方法》 GB/T13354
粘度 (Pa s)	100~400	《胶黏剂黏度的测定》 GB/T 2794
膨胀率 (%)	≥350	
诱导凝胶时间 (s)	30~120	

4.4 原位固化法

4.4.1 热水原位固化法及紫外光原位固化法采用的原材料包括软管和树脂；原材料的物理性能、耐化学腐蚀性能和机械性能应满足内衬管的设计要求。

4.4.2 热水原位固化法及紫外光原位固化法使用的软管应符合下列规定：

1 软管的抗拉及柔韧性应满足施工牵引力、安装压力和树脂固化温度的要求，并能适应管道弯曲、变径等部位的修复；

2 软管的横向与纵向抗拉强度不得低于 5MPa；应按现行国家标准《纺织品 织物拉伸性能 第 1 部分：断裂强度和断裂伸长率的测定（条样法）》GB/T 3923.1 的规定执行；

3 软管制作厚度应确保固化后管壁大于等于内衬管材的设计厚度；

4 软管应在厂内抽成真空状态下充分浸渍树脂，碾胶时应避免出现干斑、气泡、厚度不匀、褶皱等缺陷。

5 软管的长度应大于待修复管道的长度，软管的直径应保证在固化后能与原有管道的内壁紧贴在一起，且不应在固化后产生影响质量的隆起或褶皱。

4.4.3 热水原位固化法使用的软管应由单层或多层聚酯纤维毡及外膜组成，并应与所用树脂兼容。多层软管各层的接缝应错开，接缝连接应牢固。

【条文说明】**4.4.3** 软管外表面覆盖的塑料膜在浸渍树脂时起到密封作用，在浸渍树脂的软管翻转入管道固化后成为内衬管的内表面。

4.4.4 紫外光原位固化法使用的软管应由双层或多层 ECR 玻璃纤维材料（E-glass of Chemical Resistance）以及内外膜组成，并应与所用树脂兼容。外膜应抗紫外线且耐磨、不透光。

【条文说明】4.4.4 紫外光原位固化法软管的外膜能防止玻璃纤维材料受外力影响损坏、受光照老化，并起到密封作用。固化后管道结构如图 1。

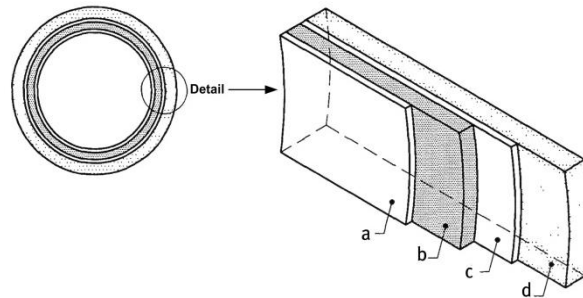


图 1 固化后管道结构

a—内膜；b—双层或多层玻纤；c—外膜；d—原有管道

4.4.5 紫外光原位固化法软管的内膜应表面光滑，并且完整、无破损，具有抗渗及防腐性能，可采用聚乙烯（PE）、聚丙烯（PP）、聚氨酯（PUR）、聚酰胺（PA）、聚氯乙烯（PVC）等材料。

【条文说明】4.4.5 紫外光原位固化法软管的内膜在软管拉入管道充气过程中起到密封作用，在光固化紫外灯行进中起到保护 ECR 玻璃纤维材料层的作用。

4.4.6 热水原位固化法及紫外光原位固化法使用的树脂应符合下列规定：

- 1 树脂可采用不饱和聚酯树脂(UP)、环氧树脂(EP)或乙烯基酯树脂(VE)；
- 2 树脂应具有良好的浸润性及触变性能，并应长期耐腐蚀、耐磨损；
- 3 专用树脂浇铸体性能指标应符合表 4.4.6 的规定；

表 4.4.6 原位固化法专用树脂浇铸体性能

纯树脂性能	不饱和聚酯树脂(间苯) 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	
拉伸模量 (MPa)	≥3000	≥3000	≥3000	
拉伸断裂延伸率 (%)	≥2	≥4	≥4	《塑料负荷变形温度的测定》GB/T1634
热变形温度 (°C)	≥88	≥93	≥85	

4 树脂初始固化温度应低于 60°C；

5 树脂和添加剂混合后应及时进行浸渍，浸渍树脂时的温度不宜高于 30℃。当不能及时浸渍时，树脂应冷藏，冷藏温度应低于 20℃，冷藏时间应根据树脂本身的稳定性和固化体系来确定，不宜超过 3h；

6 浸渍软管前，应计算树脂用量，树脂的各种成分应进行充分混合，实际用量应比理论用量多 5%~15%；

7 浸渍树脂后的软管应存储在低于 20℃的环境中，运输过程中应全程冷藏密封运输。

【条文说明】4.4.6 热水原位固化法所用树脂一般为热固性的不饱和聚酯树脂 UP、乙烯基树脂 VE 或环氧树脂 EP。由于树脂的聚合、热胀冷缩以及在翻转过程中会被挤向原有管道的接头和裂缝等位置，因此树脂的用量应比理论用量多 5%-15%。为防止树脂提前固化，树脂混合后应及时浸渍。树脂应注入抽成真空状态的软管中进行浸渍，并通过一些相隔一定间距的滚轴碾压，通过调节滚轴的间距来确保树脂均匀分布并使软管全部浸渍树脂，避免软管出现干斑或气泡。浸渍树脂后的软管应按本条中的规定存储和运输。

为提高施工进度、减少施工周期、降低施工成本、保证制品性能的稳定性，要求树脂软管内衬翻转完成后树脂软管能尽快固化；但树脂软管翻转内衬完成之前则恰恰相反，要求树脂的凝胶时间越长越好，以利于树脂的浸渍、运输及有充足的操作时间；因此需根据树脂性能、配比及施工经验，确定树脂的凝胶时间。

4.4.7 热水原位固化法及紫外光原位固化法应提供内衬管的长期力学性能型式检验报告，不含玻璃纤维的内衬管应进行 1000h 长期力学性能测试，含玻璃纤维的内衬管应进行 10000h 长期力学性能测试。修复后内衬管的力学性能应符合下列规定：

- 1 修复后应对内衬管现场取样检验或对同条件制作的样品管进行检验；
- 2 内衬管或样品管的短期力学性能应符合表 4.4.7 的规定；
- 3 内衬管的长期力学性能应满足设计要求，并应大于短期力学性能的 50%。

表 4.4.7 内衬管的短期力学性能

项目	要求	
	不含玻璃纤维内衬管指标	含玻璃纤维内衬管指标
抗弯强度 (MPa)	≥31	≥125
短期弯曲弹性模量 (MPa)	≥1724	≥8000
抗拉强度 (MPa)	≥21	≥80

4.4.8 热水原位固化法及紫外光原位固化法应提供内衬管耐化学腐蚀型式检验报告，检验应符合下列规定：

- 1 耐化学性的检测浸泡时间宜为 28d，试验温度为 23℃±2℃；
- 2 应按表 4.4.8 选取浸泡典型介质；

表 4.4.8 浸泡典型介质

化合物溶液	不饱和聚酯树脂	乙烯基酯树脂/环氧树脂	试验方法
硝酸，浓度 1.0%	耐	耐	《玻璃纤维增强热固性塑料耐化学介质性能试验方法》 GB/T3857
硫酸，浓度 5.0%	耐	耐	
燃料油，浓度 100%	耐	耐	
蔬菜油(棉籽油、谷物油或矿物油)，浓度 100%	耐	耐	
洗涤剂，浓度 0.1%	耐	耐	
肥皂水，浓度 0.1%	耐	耐	《树脂浇铸体性能试验方法》 GB/T2567
氢氧化钠，浓度 0.5%	不耐	耐	

3 试块浸泡完成后，应分别按本标准第 4.4.7 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%。

4.5 无机防腐砂浆喷涂法

4.5.1 无机防腐砂浆喷涂法修复所用铝酸盐无机防腐砂浆应符合表 4.5.1 的规定：

表 4.5.1 铝酸盐无机防腐砂浆性能

项目		要求	试验方法
氧化铝含量 (%)		≥55%	《铝酸盐水泥化学分析方法》 GB/T 205, EDTA 直接滴定法
凝结时间	初凝/min	≥45	《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70
	终凝/h	≤10	
抗压强度 (MPa)	1d	≥12	《水泥砂浆强度检验方法》 GB/T 17671
	28d	≥20	
抗折强度 (MPa)	1d	≥2.5	
	28d	≥4.5	
拉伸粘结强度 (MPa)	28d	≥1.0	《建筑砂浆基本性能试验方法》JGJ/T 70
抗渗压力, MPa	28d	≥1.5	
防腐蚀类型	10%硫酸液点滴 24 小时	无起泡、无剥落、无裂纹	《色漆和清漆 耐液体介质的测定》GB 9274
	10%柠檬酸液腐蚀 48 小时	无起泡、无剥落、无裂纹	
	10%乳酸液腐蚀 48 小时	无起泡、无剥落、无裂纹	《水性聚氨酯地坪》 JC/T 2327
	10%醋酸液腐蚀 48 小时	无起泡、无剥落、无裂纹	

【条文说明】4.5.1 无机防腐砂浆性能参照《给水排水管道内喷涂修复工程技术规程》T/CECS 602-2019 标准的有关规定。

4.6 流态聚合物模注法

4.6.1 流态聚合物模注法所用材料应符合下列规定：

- 1 钢筋、植筋胶的技术指标应满足设计文件和规范要求；
- 2 修复胶泥材料性能指标应符合表 4.6.1-1 的规定，聚合物改性水泥基流态防腐材料性能指标应符合表 4.6.1-2、4.6.1-3 的规定。

表 4.6.1-1 修复胶泥性能指标

项目	要求	试验方法
----	----	------

类别		I 型 (底涂)	II 型	III 型	IV 型	V 型 (快硬)	
抗压 强度 (MPa)	12h	-	-	-	-	≥10	《水泥胶砂 检验方法 (ISO) 法》 GB/T 17671
	1d	-	-	-	-	≥15	
	3d	-	≥20	≥20	≥30	-	
	28d	≥15	≥30	≥40	≥50	≥30	
抗折 强度 (MPa)	1d	-	-	-	-	≥3.0	
	28d	-	≥5.0	≥6.0	≥6.0	≥5.0	
拉伸粘 结强度 (MPa)	28d	≥2.0	≥1.0	≥1.0	≥1.0	≥1.0	《建筑砂浆 基本性能试 验方法》 JGJ/T 70
施工可操作时 间 (min)		60	60	60	60	30-50	

表 4.6.1-2 聚合物改性水泥基流态修复材料性能指标 (普通型)

项目		要求		试验方法
		I 型	II 型	
抗压强度 (MPa)	3d	≥30	≥40	《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081
	28d	≥40	≥60	
坍落扩展度 (mm)	初始	≥650	≥650	《自密实混凝土应用技术规程》CECS 203
	30min	≥550	≥550	
膨胀率 (%)		≥0.02	≥0.02	《膨胀水泥膨胀率试验方法》JC/T 313
抗渗等级		≥P8	≥P10	《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082
骨料最大粒径 (mm)		16	16	《公路工程集料试验规程》JTGE 42
V 漏斗通过时间 (s)		≤20	≤20	《自密实混凝土应用技术规程》CECS 203
L 型仪填充比		≥0.9	≥0.9	《纤维混凝土试验方法标准》CECS 13
氯离子渗透电通量 (C)		≤1000	≤500	《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082

表 4.6.1-3 聚合物改性水泥基流态修复材料性能指标 (防腐型)

项目		要求	试验方法
抗压强度 (MPa)	3d	≥30	《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081
	28d	≥40	

坍落扩展度 (mm)	初始	≥ 650	《自密实混凝土应用技术规程》 CECS 203
	30min	≥ 550	
膨胀率 (%)		≥ 0.02	《膨胀水泥膨胀率试验方法》 JC/T 313
抗渗等级		$\geq P8$	《普通混凝土长期性能和耐久性能 试验方法标准》GB/T 50082
骨料最大粒径 (mm)		16	《公路工程集料试验规程》 JTGE 42
V 漏斗通过时间 (s)		≤ 20	《自密实混凝土应用技术规程》 CECS 203
L 型仪填充比		≥ 0.9	《纤维混凝土试验方法标准》 CECS 13
氯离子渗透电通量 (C)		≤ 1000	《普通混凝土长期性能和耐久性能 试验方法标准》GB/T 50082
防腐蚀 类型	10%硫酸液点滴 24 小时	无起泡、无剥落、 无裂纹	《水性聚氨酯地坪》 JC/T 2327
	10%柠檬酸液点滴 48 小时	无起泡、无剥落、 无裂纹	《水性聚氨酯地坪》JC/T2327

4.7 管片拼装内衬法

4.7.1 管片拼装内衬法所用型材应符合下列规定：

- 1 所用管片模块应由 PVC 或同等性能及以上材料制成，表面应光滑，并应具有耐久性、抗腐蚀性；
- 2 生产管片模块的原材料不得使用回收料；
- 3 片状模块材料应透明，厚度均匀，表面光滑、无裂纹、无破损；
- 4 管片模块的材料性能指标应符合表 4.7.1 的规定。

表 4.7.1 PVC 管片材料性能

项目	要求	试验方法
纵向拉伸强度 (MPa)	≥ 40	《塑料 拉伸性能的测定》 GB/T 1040.2
热塑性塑料维卡软化温 (°C)	≥ 60	《热塑性塑料维卡软化温度 (VST) 的测定》GB/T 1633

4.8 不锈钢内衬法

4.8.1 不锈钢内衬法所用型材应符合下列规定：

- 1 所用不锈钢管片应采用 SS304 或以上不锈钢材质，表面应光滑，并应具

有耐久性及耐腐蚀性；

2 不锈钢管片设计厚度经计算确定，且不宜小于 8mm。

【条文说明】4.8.1 根据工程经验发现，不锈钢片过薄，在管内焊接前容易产生变形，不利于施工。

4.9 短管内衬法

4.9.1 短管内衬法所用材料应符合下列规定：

- 1 内衬管可采用 PE 管、玻璃钢夹砂管等；
- 2 内衬管长度应满足可从井室进入管道的要求；
- 3 内衬管连接应采用防水密封橡胶圈，橡胶圈宜采用遇水膨胀密封材料。

4.9.2 短管内衬法所用管材的物理力学性能应符合下列规定：

1 聚乙烯（PE）管应符合现行国家标准《给水排水用聚乙烯（PE）管材》GB/T 13663 的规定；

2 聚乙烯（PE）缠绕结构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 的规定；

3 玻璃钢夹砂管应符合现行国家标准《玻璃钢纤维增强塑料夹砂管》GB/T21238、《玻璃钢纤维增强连续缠绕夹砂管》JC/T 2538 的规定。

4.10 螺旋缠绕内衬法

4.10.1 螺旋缠绕内衬法所用主要材料应符合下列规定：

1 所用型材应为带状型材，可由 PVC-U 或钢带增强 PVC-U 结构壁复合材料制成，带状型材性能指标应符合表 4.10.1-1 的规定：

表 4.10.1-1 PVC-U 带状型材性能

项目	要求	测试速度	试验方法
拉伸强度（MPa）	≥ 35	5±0.5mm/min	《塑料 拉伸性能的测定》 GB/T 1040.2
断裂伸长率（%）	≥ 40		
弹性模量（MPa）	≥ 2000	1±0.2mm/min	《塑料 拉伸性能的测定》 GB/T 1040.2

弯曲强度 (MPa)	≥58	1±0.2mm/min	《塑料 弯曲性能的测定》 GB/T 9341
------------	-----	-------------	---------------------------

2 钢带材料性能指标应符合表 4.10.1-2 的规定:

表 4.10.1-2 钢塑加强型工艺钢带材料性能

项目	要求
弹性模量 (GPa)	≥193
材质	SS304 或以上冷轧不锈钢钢板或钢带

4.10.2 螺旋缠绕内衬法带状型材外观质量应满足下列要求:

1 型材内表面应光滑、平整,无裂口、凹陷和其他影响型材性能的表面缺陷,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 1.5mm;

3 每卷型材的长度不宜小于 2000m;

4 密封材料应与型材粘结牢固;

5 钢带表面应无裂纹、麻面、凸泡、脱皮,厚度应均匀。

【条文说明】4.10.2 典型型材外观可参考图 2~图 4。

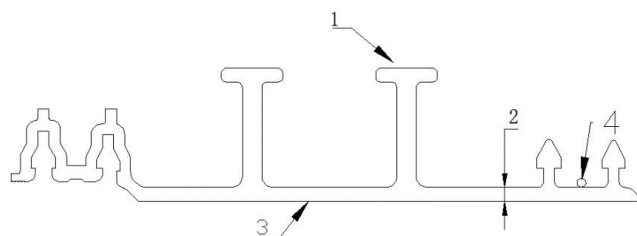


图 2 钢塑增强法型材外观示意图

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

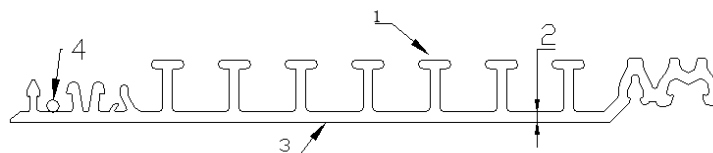


图 3 扩张法型材外观示意图

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

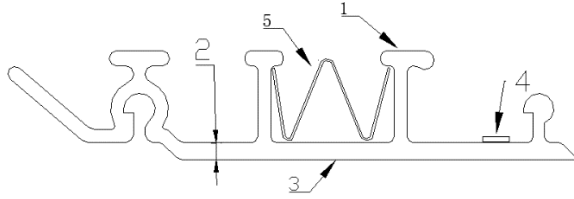


图 4 机头行走法工艺型材外观示意图

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；5-钢带

4.11 碎裂管法

4.11.1 碎裂管法修复所用材料应符合下列规定：

- 1 新管管材可采用 PE 管、PVC-U 管等；
- 2 内衬管的接口应采用焊接、机械连接等传力形式；
- 3 当采用牵拉施工时，管材接口抗拉强度不应小于管材本身的抗拉强度；
- 4 当采用顶推施工时，管材接口的抗压强度不应小于管材本身的抗压强度；
- 5 内衬管承载性能不应低于原有管道，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。

4.11.2 碎裂管法所用管材的物理力学性能应符合下列规定：

- 1 聚乙烯（PE）管应符合现行国家标准《给水排水用聚乙烯（PE）管材》GB/T 13663 的规定；
- 2 硬聚氯乙烯（PVC-U）管应符合现行国家标准《无压埋地排污、排水用硬聚氯乙烯（PVC-U）管材》GB/T 20221 的规定；
- 3 聚乙烯（PE）缠绕结构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 的规定；
- 4 钢塑复合管缠绕排水管应符合现行国家标准《埋地钢塑复合管缠绕排水管材》GB/T 2783 的规定；
- 5 玻璃钢夹砂管应符合现行国家标准《玻璃钢纤维增强塑料夹砂管》GB/T 21238、《玻璃钢纤维增强连续缠绕夹砂管》JC/T 2538 的规定。

4.12 点状原位固化法

4.12.1 点状原位固化法所用材料应符合下列规定：

- 1 软管织物应选用耐化学的 CRF 玻璃纤维，规格为 1050 g/m²~1400 g/m²；
- 2 采用常温固化树脂时，树脂的固化时间宜为 2h~4h，且不得小于 1h；
- 3 当采用硅酸树脂时，其配比混合料性能指标宜符合表 4.12.1 的规定；

表 4.12.1 混合树脂性能要求

项目	要求	检验方法
密度 (g/cm ³)	1.2~1.3	《塑料液体树脂用比重瓶法测定密度》GB/T 15223
拉伸强度 (MPa)	≥15	《树脂浇铸体性能试验方法》 GB/T 2567
拉伸弹性模量	≥210	
抗压强度 (MPa)	≥48	

4 软管织物浸渍完成后，应立即进行修复施工，否则应将软管保存在存储温度以下，且不应受灰尘等杂物污染。

4.13 不锈钢双胀环法

4.13.1 不锈钢双胀环法采用的胀环应符合下列规定：

- 1 应选用 SS304 或以上不锈钢；
- 2 胀环设计厚度不应小于 5mm，宽度为 50mm；
- 3 胀环应根据管道实际尺寸定制生产，尺寸应满足设计要求；

4.13.2 不锈钢双胀环法采用的止水橡胶带应符合下列规定：

- 1 应选用丁腈橡胶 (NBR)；
- 2 橡胶带宽度应按照设计要求制作，宜为 300 mm~400mm；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 8mm~10 mm；
- 3 橡胶带表面应平整、无缺陷，橡胶带性能应符合表 4.13.2 的规定；

表 4.13.2 橡胶带性能

项目	要求	检测方法
----	----	------

拉伸强度(MPa)	≥9	《硫化橡胶或热塑性橡胶拉伸应力应变性能的测定》GB/T528
断裂延伸率(%)	≥250	《硫化橡胶或热塑性橡胶拉伸应力应变性能的测定》GB/T528
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/T531.1
适用温度范围（℃）	-5~40	
耐腐蚀性（50pphm:20%,48h）	二级	大口径水下，水上的要求不同

4 橡胶带应在低温、干燥的地方保存，保存期不应超过 12 个月。

5 设计

5.1 一般规定

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

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

5.1.2 原有管道缺陷的检测与评估应符合国家现行行业标准《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ 181 及上海市地方标准《排水管道电视和声纳检测评估技术规程》DB31/T 444 的有关规定。

【条文说明】5.1.2 《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ 181 及上海市《排水管道电视和声纳检测评估技术规程》DB31/T 444 中对管道缺陷的名称、代码、等级划分以及结构性状况评估做了详细规定，其以管道缺陷参数 F 来决定管道结构性缺陷等级，以缺陷密度 SM 来决定管段结构性缺陷类型。

5.1.3 管道非开挖修复工程设计应符合下列原则：

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

【条文说明】5.1.3 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。

5.1.4 管道结构性状况评定和修复建议应符合表 5.1.4 的规定：

表 5.1.4 管道结构性状况评定和修复建议

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

【条文说明】5.1.4 修复指数 RI 值系根据上海市《排水管道电视和声纳检测评估技术规程》DB31/T444 的规定计算得出。1 级非渗漏缺陷指 1 级破裂、变形、腐蚀、错口、洼水、脱节、接口材料脱落等。

5.1.5 管道非开挖修复工程方法选择宜按表 5.1.5 选用。

【条文说明】5.1.5 各类非开挖修复技术均在一定条件下可使用，应根据修复后管道的流量、强度及现状管道的损坏情况进行选择。

表 5.1.5 管道非开挖修复适用范围和使用条件

非开挖修复方法	适用管径 (mm)	适用材质	适用范围	内衬管材质	对工作坑的需求	注浆需求	最大允许转角	是否结构性修复	是否可带水修复	局部或整体修复
裂缝嵌补法	≥800	钢筋混凝土管	圆形、矩形管道；检查井	水泥砂浆（不抹面）	不需要	—	—	半结构	不可	局部预处理
热水原位固化法	150~2700	各类材质	圆形、蛋形、矩形管道；检查井	聚酯纤维毡、热固性树脂	不需要	不需要	45°	半结构	不可	整体
紫外光原位固化法	150~1800	各类材质	圆形、蛋形、矩形管道；贴片法可用于检查井	玻璃纤维、光固性树脂	不需要	不需要	45°	半结构	不可	整体
无机防腐砂浆喷涂法	≥300	混凝土、钢筋混凝土管、钢管	圆形、蛋形、矩形管道；检查井，污水池，泵房	铝酸盐无机防腐砂浆	不需要	—	—	半结构	不可	整体/局部
流态聚合物模注法	≥1300	混凝土、钢筋混凝土管	圆形、蛋形、矩形管道；检查井，污水池，泵房	聚合物改性水泥基流态防腐材料	不需要	—	—	结构性	不可	整体/局部
管片拼装内衬法	≥800	各类材质	圆形、矩形、马蹄形管道；检查井	PVC	不需要	需要	15°	半结构	可	整体
不锈钢内衬法	≥1200	各类材质	圆形管道；检查井	不锈钢	不需要	需要	15°	半结构	不可	整体
短管内衬法	≥800	各类材质	圆形、矩形管道；检查井	PE，玻璃钢夹砂管	需要	需要		结构性	可	整体
螺旋缠绕内衬法	200~5000	各类材质	圆形、矩形管道	PVC-U	不需要	需要	15°	半结构	可	整体
碎裂管法	300~800	HDPE 波纹管、混凝土管、陶土管	管道更新	PE	一般不需要	不需要	7°	结构性	不可	整体
点状原位固化法	200~1500	各类材质	圆形管道	玻璃纤维、常温树脂	不需要	不需要	—	非结构	不可	局部
不锈钢双胀环法	≥800	各类材质	圆形管道	不锈钢	不需要	不需要	—	非结构	可	局部

5.1.6 当需采用工作坑时，工作坑的设计应符合国家现行行业标准《城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T210 的相关规定。

5.1.7 非开挖管道修复工程所用管材直径的选择应符合下列规定：

1 热水原位固化法、紫外光原位固化法所用软管外径应与原有管道内径相一致；

2 内衬管内径不宜小于原有管道内径的 90%，或有效过流面积不宜小于原有管道过流面积的 80%；

3 其他修复方法的有效过流面积不宜小于原有管道过流面积的 80%。

5.1.8 采用牵拉、顶推方式将内衬管置入原有管道时，其允许拖拉力应按下式计算：

$$F = \sigma \times \frac{\pi(D_N^2 - D_O^2)}{8} \quad (5.1.8)$$

式中： F ——允许拖拉力（N）；

σ ——管材的屈服拉伸强度（MPa 或 N/mm^2 ）PE80， $\sigma=17$ ；PE100， $\sigma=21$ ；或按管材性能选用；

D_N ——内衬管外径（mm）；

D_O ——内衬管内径（mm）。

5.2 内衬管壁厚设计

5.2.1 当采用原位固化法、管片拼装内衬法、不锈钢内衬法、短管内衬法等进行管道半结构性修复时，内衬管最小壁厚应符合下列规定：

1 内衬管刚度应满足下式要求：

$$E_L \cdot I \leq \frac{P(1-\mu^2)D^3}{24K} \cdot \frac{N}{C} \quad (5.2.1-1)$$

式中： E_L ——内衬管的长期弹性模量(MPa), 宜按表 5.2.1 取值；

I ——内衬管的管壁截面惯性矩(mm^4/mm)，按 5.2.1-2 计算；

D ——内衬管的计算直径(mm)， $D = D_0 - t$ ；

D_0 ——内衬管的外径(mm)；

t ——内衬管的壁厚(mm)；

P ——管道中心部位地下水压力(MPa);

N ——安全系数, 取 2.0;

C ——椭圆度折减因子, 按 $C = \left[\frac{(1-q)}{(1+q)^2} \right]^3$ 计算;

q ——原有管道的椭圆度, 一般取 2%;

K ——圆周支持率;

μ ——泊松比。

表 5.2.1 内衬管的长期弹性模量取值

修复指数	内衬管的长期弹性模量
原位固化法	短期弹性模量的 50%
PE 管	短期弹性模量的 20%~30%
PVC 管片	短期弹性模量的 40%~50%
不锈钢管片	参考《给水排水工程埋地钢管管道结构设计规范》CECS 141: 2002 中的相关规定

注: 内衬管的短期弹性模量即为材料初始弹性模量。

2 若内衬管采用实壁管的管壁型式, 管壁截面惯性矩 I 按 5.2.1-2 计算;

若内衬管采用图 5 中空壁的管壁型式, 管壁截面惯性矩 I 按 5.2.1-3 计算;

$$I = \frac{t^3}{12} \quad (5.2.1-2)$$

$$I = \frac{1}{12L} (Lt^3 - l \times h^3) \quad (5.2.1-3)$$

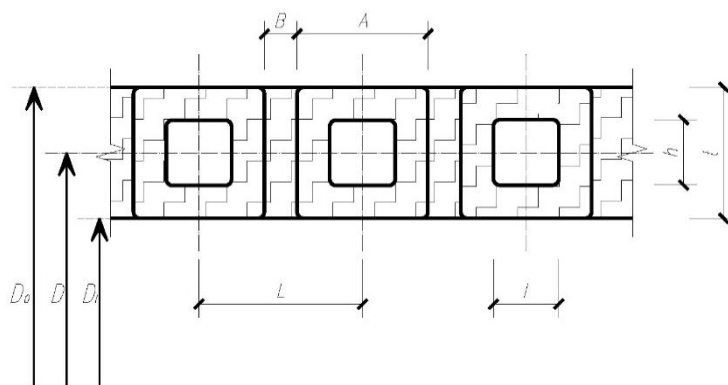


图 5 中空壁型式的内衬管断面图

式中 t ——内衬管的壁厚(mm);

D ——内衬管的计算直径(mm), $D = D_0 - t$;

- D_0 ——内衬管的外径(mm);
- D_I ——内径 (公称直径) ;
- L ——中空壁内腔间距(mm), $L=A+B$;
- A ——中空壁管宽度(mm);
- B ——熔接厚度(mm);
- l ——中空壁内腔宽度(mm);
- h ——中空壁内腔高度(mm);

3 内衬管的壁厚除应满足式 5.2.1-1 外, 且应大于下式的计算结果:

$$1.5 \frac{q}{100} \left(1 + \frac{q}{100} \right) SDR^2 - 0.5 \left(1 + \frac{q}{100} \right) SDR = \frac{\sigma_L}{PN} \quad (5.2.1-3)$$

式中: σ_L ——内衬管的长期弯曲强度(MPa), 宜取短期弯曲强度的 50%,
短期弯曲强度由产品供应商提供;

q ——原有管道的椭圆度, 一般取 2%;

SDR ——内衬管的标准尺寸比, 按 $SDR = \frac{D_0}{t}$ 计算;

D_0 ——内衬管的外径(mm);

t ——内衬管的壁厚(mm);

P ——管道中心部位地下水压力(MPa);

N ——安全系数。

4 当管道位于地下水位以上时, 热水固化法、紫外光原位内衬管的标准尺寸比 (SDR) 不得大于 100; PE 内衬管的标准尺寸比 (SDR) 不得大于 42。

【条文说明】5.2.3 采用内衬管进行非开挖修复非结构性 (局部损坏) 排水管道时, 对于处于该种工况下的内衬管受到的是地下水压力的作用, 式 (5.2.1-1) 按 Timoshenko 屈曲破坏准则进行设计。非开挖修复更新工程内衬管与新建埋地管道的受力区别是很大的, 修复后的埋地管道所受荷载主要由原有管土系统进行支撑, 内衬管随后的变形可以认为非常微小, 如果在长期、足够的压力作用下, 内衬管道可能会发生变形, 继而发生严重的屈曲失效。因此, 非开挖修复更新工程柔性内衬管的设计采用屈曲破坏准则, 半结构性内衬管的设计以 Timoshenko 等人的屈曲理论为基础; 考虑到长期蠕变效应, Timoshenko 屈曲方程中的弹性模量被改为长期弹性模量。另外还考虑了安全

系数和椭圆度的影响。

内衬管道的长期力学性能的取值,美国 ASTM 标准中规定应咨询各管材生产商,通过进行试验确定内衬管的长期性能。德国标准中则是通过对样品内衬管的顶压试验,在一定形变的情况下保持 10000h 的试验,最后确定其长期性能。工程实际中长期性能一般取短期性能的一半。不同内衬管的材质,其长期性能与短期性能的关系也不尽相同,通过目前搜集的资料显示,PE 长期弹性模量为短期弹性模量的 20%~30%;PVC 长期弹性模量为短期弹性模量的 40%~50%;热水原位固化法、紫外光原位固化法内衬管道长期弹性模量一般为短期弹性模量的 50%;不锈钢内衬法内衬管的长期弹性模量参考《给水排水工程埋地钢管管道结构设计规范》CECS 141: 2002 中的相关规定。

内衬材料厚度设计统计表参见附录 C、附录 D。

5.2.2 当采用不锈钢内衬法、短管内衬法等进行管道结构性修复时,内衬管最小壁厚应符合下列规定:

1 内衬管刚度应满足下式要求:

$$q_t \leq \frac{1}{N} \sqrt{32R_w B' E_d C \frac{E_L I}{D^3}} \quad (5.2.2-1)$$

$$q_t = 0.00981H_w + \frac{\gamma H R_w}{1000} + W_s \quad (5.2.2-2)$$

式中: q_t ——内衬管承担的土体、地下水自重及地面活荷载之和(MPa);

R_w ——水浮力因子,按 $R_w = 1 - 0.33 \frac{H_w}{H}$ 计算;

γ ——土体容重, kN/m³;

W_s ——地面活荷载(MPa);

H_w ——地下水水位距离管道顶部的距离(m);

H ——管顶以上覆土厚度(m);

B' ——弹性支承系数,按 $B' = \frac{1}{1+4e^{-0.213H}}$ 计算;

E_d ——管侧土的综合变形模量(MPa),应按《给水排水工程管道结构设计规范》(GB50332)进行取值;

C ——椭圆度折减因子,按 $C = \left[\frac{(1-q)}{(1+q)^2} \right]^3$ 计算;

q ——原有管道的椭圆度,一般取 2%;

D ——内衬管的计算直径(mm), $D = D_0 - t$;

D_0 ——内衬管的外径(mm);

t ——内衬管的壁厚(mm);

E_L ——内衬管的长期弹性模量(MPa), 宜按表 5.2.1 取值;

I ——内衬管的管壁截面惯性矩(mm^4/mm), 按 5.2.1-2 计算;

N ——安全系数, 取 2.0;

K ——圆周支持率;

μ ——泊松比。

2 内衬管的最小壁厚还应满足下式要求:

$$\frac{E}{12 (SDR)^3} \geq 0.00064 \quad (5.2.2-3)$$

式中: E ——内衬管的初始弹性模量 (MPa);

SDR ——内衬管的标准尺寸比, 按 $SDR = \frac{D_0}{t}$ 计算。

D_0 ——内衬管的外径(mm);

t ——内衬管的壁厚(mm);

3 内衬管的最小壁厚还应同时满足式 5.2.1-3 的要求。

【条文说明】5.2.2 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' s Buckling Equation 进行设计。

5.2.3 螺旋缠绕法内衬管刚度应满足下式要求:

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

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

式中: E_L ——内衬管的长期弹性模量(MPa);

I ——内衬管的管壁截面惯性矩(mm^4/mm);

K ——圆周支持率, 取 0.7

μ ——泊松比, 取 0.38;

h ——带状型材高度(mm);

\bar{y} ——带状型材内表面至带状型材中性轴的距离(mm)。

5.2.4 当采用无机防腐砂浆喷涂法进行非结构性修复时, 喷涂厚度宜按表

5.2.4 确定，且喷涂后管道壁厚不应小于原管道厚度。

表 5.2.4 无机防腐砂浆涂层厚度 (mm)

硫化氢浓度 (ppm)		k<20	20≤k<50	50≤k<100	≥100
管道公称直径 d	喷涂工艺	涂层厚度			
300≤d≤800	离心喷涂	10	14	18	28
800≤d≤1000	离心喷涂、人工喷涂	12	16	20	30
1000≤d≤1500	离心喷涂、人工喷涂	14	18	22	32
1500≤d≤1800	人工喷涂	16	20	24	34
1800≤d≤2200	人工喷涂	17	21	25	35
2200≤d≤2600	人工喷涂	18	22	26	36
d>2600	人工喷涂	20	24	28	38

5.2.5 当采用流态聚合物模注法进行结构性修复时，砂浆喷涂厚度应由设计确定，一般宜采用 6cm~15cm。

5.2.6 当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。

5.3 水力设计

5.3.1 修复后的排水管渠的流量，应按下式计算：

$$Q = Av \quad (5.3.1)$$

式中：Q——流量 (m³/s)；

A——水流有效断面面积 (m²)；

v——流速 (m/s)。

【条文说明】5.3.1 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。

5.3.2 修复后的排水管渠中恒定流条件下排水管渠的流速，应按下式计算：

$$v = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}} \quad (5.3.2)$$

式中：v——流速（m/s）；
R——水力半径（m）；
n——粗糙系数；
I——水力坡降。

5.3.3 修复后管道的过流能力与修复前管道的过流能力的比值应按式 5.3.3 进行计算，且宜不小于 100%，过流能力小于 100%时宜复核排水效果：

$$\text{过流能力比百分数} = \frac{n_e}{n_l} \left(\frac{d}{D}\right)^{8/3} \times 100\% \quad (5.3.3)$$

式中： n_e ——原有管道的粗糙系数；
 n_l ——内衬管的的粗糙系数。

【条文说明】5.3.3 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。

5.3.4 修复后管道的粗糙系数，应按表 5.3.4 取值。

表 5.3.4 粗糙系数取值

管材类型	粗糙系数 n
原位固化内衬管	0.010
PE 管, PVC 管	0.009
螺旋缠绕内衬管	0.010
砂浆喷涂（抹面）	0.013~0.014
砂浆喷涂（不抹面）	0.015

6 施 工

6.1 一般规定

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

6.1.2 施工前，施工单位应编制施工组织设计，并按规定程序审批后实施。

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

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

6.1.5 管道修复开始前的准备工作应符合下列规定：

- 1 管道应进行预处理；
- 2 施工设备经安装调试满足施工工艺要求；
- 3 工程材料经进场验收满足设计和施工要求；
- 4 工作井工程验收合格。

6.1.6 施工单位应采取有效措施控制施工现场的各种粉尘、废水、废弃物以及噪音、振动等对环境造成的污染和危害。

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

6.1.8 对于监理单位提出检查要求的重要工序，应经监理工程师检查认可，才能进行下道工序施工。

6.2 管道预处理

6.2.1 非开挖修复工程施工前应对原有管道进行预处理，预处理措施主要包

括：临时封堵、管道清洗、缺陷预处理、土体注浆、裂缝嵌补等。

6.2.2 管道临时封堵措施应符合现行行业标准《城镇排水管渠与泵站运行、维护及安全技术规程》CJJ 68 的有关规定。

6.2.3 管道清洗宜采用高压水射流进行清洗，必要时辅以清洗剂，清洗产生的污水应排入污水管道，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，粗骨料裸露。

【条文说明】6.2.3 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、油污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，粗骨料裸露。

6.2.4 管道缺陷预处理应符合下列规定：

1 预处理后的原有管道内应无沉积物、垃圾及其它障碍物，管道内不应有影响施工的积水，管道内表面应洁净，无附着物、尖锐毛刺和突起；

2 当采用原位固化法或无机防腐砂浆喷涂法进行修复时，修复部位不应有渗水现象；

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

4 清除管道内影响修复施工的障碍物时宜采用专用工具进行；若障碍物范围较大或较难清除，可采用局部开挖方式更新。

6.2.5 对于管道变形或破坏严重、接头错位严重及漏水严重的部位，采用土体注浆进行加固、止水；对于有影响修复施工的缺陷，需进行裂缝嵌补处理。

6.3 注浆法

6.3.1 注浆法分为管内注浆法和管外注浆法。管外注浆法适用于各类排水管道，管内注浆法适用于管径 DN800mm 及以上的排水管道。

【条文说明】6.3.1 注浆法主要用于土体加固和止水。管内注浆法是在管道内部直接向裂缝或接口部位钻孔注浆来阻止管道渗漏，管外注浆法是在地面钻孔至管道周边进行注浆，形成管道外侧隔水屏障。

6.3.2 注浆法的设计、施工应执行现行上海市地方标准《地基处理技术规范》DG/TJ08-40 的规定。

6.3.3 注浆法施工前应根据管道检测评估报告及相关资料进行专项设计，并按规定程序审批后实施。

6.3.4 注浆范围宜满足下列要求：

- 1 管道注浆范围为底板以下 2m，管外径外侧 1.5m，管顶 1m；
- 2 检查井注浆范围为底板以下 2m，基础四周外侧各扩伸 1.5m。

【条文说明】6.3.4 采用注浆工艺修复管道时，工序操作如下：

(1) 管道清淤堵漏：封堵管道/检查井→抽水清淤→测毒与防护→查找渗漏点与破损点→止水堵漏（注：堵漏材料采用快速堵水砂浆）；

(2) 钻孔注浆管周隔水帷幕和加固土体，钻孔注浆范围见图 6 和图 7。

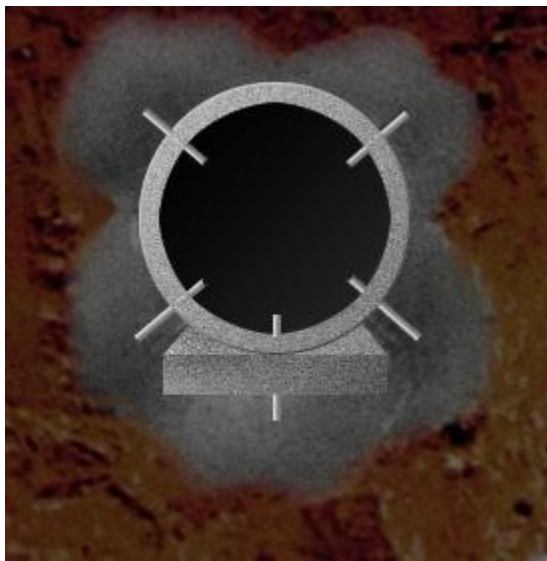


图 6 管内注浆范围

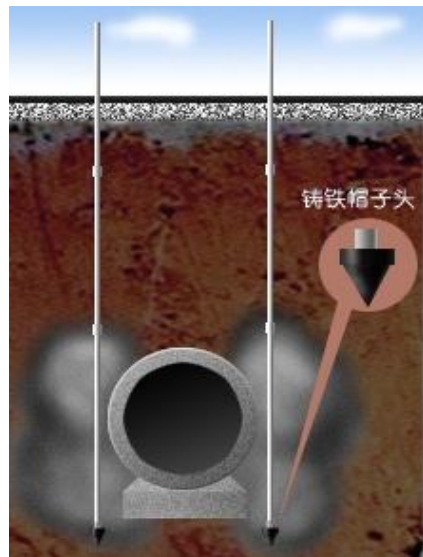


图 7 管外注浆范围

6.3.5 注浆孔布置宜符合下列规定：

1 管内注浆时：

- (1) 管材长度为 1.5 m~2 m 时，管节纵向注浆孔在管缝单侧 30cm 处；
- (2) 管材长度大于 2.5 m 时，管节纵向注浆孔在管缝两侧各 40cm 处；
- (3) 管径 $DN \leq 1600\text{mm}$ 时，管节横断面注浆孔布置四点，分别为时钟

位置 2、5、7、10 处；

(4) 管径 $DN>1600\text{mm}$ ，管节横断面注浆孔布置五点，分别为时钟位置 1、4、6、8、11 处。

2 管外注浆时，管节纵向注浆孔布置间距一般为 $1.0\text{ m}\sim 2.0\text{ m}$ ，当特大型管道两排注浆孔间距过大时，应适当增加；

3 检查井注浆时，在底部开设注浆孔，开孔数量控制在 $1\sim 2$ 个。

【条文说明】6.3.5 检查井基础处于流砂和软土层内极易失稳，造成检查井、井壁和拱圈开裂。除按本章对检查井基础底部土体进行注浆加固外，须结合其他方法对井壁裂缝进行修复。修复检查井底面或流槽，调整井座标高至修复道路标高一致。

6.3.6 采用管内注浆法时，应符合下列规定：

- 1 根据专项设计方案对注浆孔的位置进行定位；
- 2 钻孔深度应钻穿管壁，孔径不宜大于 25mm ；
- 3 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。

6.3.7 采用管外注浆法时，应符合下列规定：

- 1 应首先采用探地雷达管线探测仪等检测方法探明待修复管道上部管线等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 QV 等可视化设备进行实时监控，如材料进入管道内应减慢注浆速度或采用间歇注浆法；
- 4 注浆过程中，如产生管道偏移应中断注浆，调整注浆方案。

6.4 裂缝嵌补法

6.4.1 裂缝嵌补法适用于修复管径 $DN800\text{mm}$ 及以上的钢筋混凝土材质的圆形、矩形排水管道及检查井。

【条文说明】6.4.1 裂缝嵌补法现主要用于修复管道渗漏、接口轻微脱节等结构性缺陷。

6.4.2 在需要嵌补的部位预埋注浆胶管或灌浆止水针管，采用双快水泥封缝；

封缝层表面应密实、平整，与管道接口粘结牢固；注浆胶管或灌浆止水针管位置、间距应满足注浆要求，并设进浆口和排气口。

6.4.3 双快水泥达到设计强度后，由管道下部向上部逐一压注水性聚氨酯注浆液，待所有的注浆管都灌完后，回到第一个注浆管再次注浆。

6.4.4 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；当相邻注浆管开始出浆后，保持压力 3min~5min，即可停止注浆，改注相邻注浆管。

6.4.5 注浆完毕 24h 后经检查不渗水，可清理掉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、增强等处理。

6.5 热水原位固化法

6.5.1 热水原位固化法可用于修复管径 DN150mm~DN2700mm 的各种材质、各种断面管道；并可用于修复埋深不大于 5m、各种材质、形状规则的检查井。

【条文说明】6.5.1 热水原位固化法现主要用于修复破裂、变形、错位、脱节、渗漏、腐蚀等结构性缺陷。

检查井热水原位固化法是管道热水原位固化法的延伸，是按照检查井的构造和尺寸，设计加工内衬材料并浸渍树脂，并安装到原有检查井内，利用压缩空气将内衬材料膨胀紧贴于原检查井内壁，采用温水循环加热系统使材料固化，在原有检查井内形成内衬井。

6.5.2 热水原位固化法采用水压方式将浸渍树脂的软管翻转置入原有管道，翻转施工时应符合下列规定：

1 翻转时，应将软管的外层防渗塑料薄膜应向内翻转成内衬管的内膜，与软管内水相接触；

2 翻转压力应控制在使软管充分扩展所需最小压力和软管所能承受的允许最大内部压力之间，同时应能使软管翻转到管道的另一端点，相应压力值应符合产品说明书的规定；

3 翻转过程中宜用润滑剂减少翻转阻力，润滑剂应是无毒的油基产品，且

不得对软管和相关施工设备等产生不良影响；

4 翻转完成后，浸渍树脂软管伸出原有管道两端的长度宜为 0.5m~1.0m。

【条文说明】6.5.2 热水原位固化法通过水压方法进行，图 8 为水压翻转示意图。翻转压力应足够大以使浸渍软管能翻转到管道的另一端，翻转过程中软管与原有管道管壁紧贴在一起。翻转压力不得超过软管的允许最大张力，其合理值应咨询管材生产商。翻转过程中使用的润滑剂应不会滋生细菌，不影响液体的流动。翻转完成后两端宜预留 1m 左右的长度以方便后续的固化操作，特殊情况下内衬管的预留长度可以适当减小。当用压缩空气进行翻转时，应防止高压空气对施工人员造成伤害。

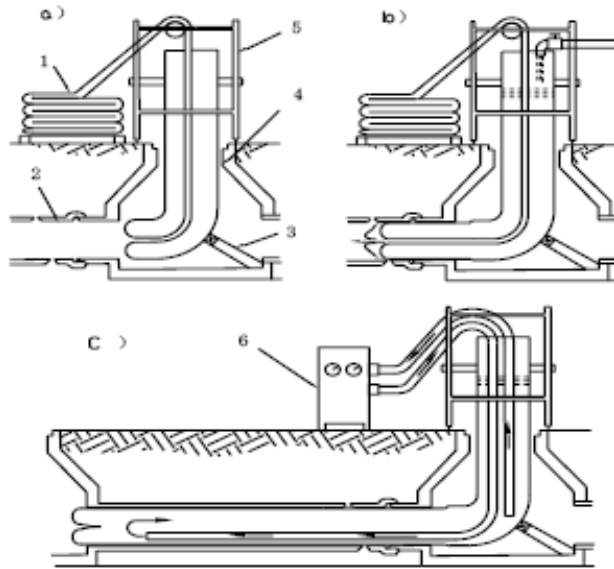


图 8 热水原位固化法示意图

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

6.5.3 翻转完成后应采用热水对软管进行固化，并应符合下列规定：

1 热水供应装置应装有温度测量仪，固化过程中应对温度进行跟踪测量和监控；

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

3 热水宜从标高较低的端口通入；

4 固化温度应均匀升高，固化所需的温度和时间以及温度升高速度应参照树脂材料说明书的规定或咨询树脂材料生产商，并应根据修复管段的材质、周

围土体的热传导性、环境温度、地下水位等情况进行适当调整；

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

6 可通过温度感应器监测的树脂放热曲线判定树脂固化的状况。

【条文说明】6.5.3 固化过程中应对温度、压力进行实时监测。热水宜从标高低的端口通入，以排除管道里面的空气；树脂固化分为初始固化和后续硬化两个阶段。当软管内水的温度升高时，树脂开始固化，当暴露在外面的内衬管变得坚硬，且起、终点的温度感应器显示温度在同一量级时，初始固化终止。之后均匀升高内衬管内水的温度直到后续硬化温度，并保持该温度一定时间。其固化温度和时间应咨询软管生产商。

6.5.4 固化完成后内衬管的冷却应符合下列规定：

1 应先将内衬管的温度缓慢冷却至一定温度，冷却后热水不宜高于 38℃；冷却时间应参照树脂材料说明书的规定或咨询树脂材料生产商；

2 可用常温水替换软管内的热水进行冷却，替换过程中内衬管内不得形成真空；

3 应待冷却稳定后方可进行后续施工。

6.5.5 固化完成后内衬管起点和终点端部应按下列规定进行密封和切割处理：

1 内衬管端部应切割整齐，并露出检查井壁 20mm~50mm。

2 当端口处内衬管与原有管道结合不紧密时，应在内衬管与原有管道之间充填树脂混合物进行密封，且树脂混合物应与软管浸渍的树脂材料性能相同；

3 应清洁端口，用树脂在内衬管与检查井壁之间宜做成 45° 倒角，起到保护管口及密封作用。

6.5.6 修复施工中应做好下列施工记录和检验：树脂存储温度、冷藏温度和时间，树脂用量，软管浸渍停留时间和使用长度，翻转压力、温度、固化温度、时间和压力，内衬管冷却温度、时间、压力等。

6.6 紫外光原位固化法

6.6.1 紫外光原位固化法可用于修复管径 DN150mm~DN1800mm 的各种材

质、各种断面管道，采用预制贴片拼贴的方式可修复混凝土材质的检查井。

【条文说明】6.6.1 紫外光原位固化法现主要用于修复破裂、变形、错位、脱节、渗漏、腐蚀等结构性缺陷。如管径小于 150mm，则受管道内部空间限制，无法进行本工艺的施工；如管径大于 1800mm，受内衬材料设备生产能力限制。

检查井紫外光原位固化法贴片修复技术，是按照检查井的构造和尺寸裁剪预制贴片，拼贴安装到原有检查井内，通过紫外光照射固化形成检查井内衬。主要用于检查井的防腐修复，多层黏贴可以增强结构强度，是快速修复检查井的新技术。

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

- 1 应在原有管道内铺设垫膜，垫膜应置于原有管道底部，并覆盖大于 1/3 的管道周长，且在原有管道两端进行固定，防止软管在安装过程中磨损或划伤；
- 2 对于已经复合了垫膜的软管，安装时直接拉入软管即可；
- 3 应沿垫膜将软管平稳、缓慢地拉入原有管道，牵引速度和牵引力应根据制造商提供的数值，拉入内衬软管的速度宜控制在 6m/min~8m/min；
- 4 软管拉入过程中承受的允许最大拉力应符合表 6.6.2-1 的规定；

表 6.6.2-1 树脂软管承受的允许最大拉力

管径×壁厚 (mm)	最大拉力 (KN)
DN300×4	40
DN400×5	55
DN500×6	100
DN600×6	125
DN700×8	190
DN800×8	225
DN1000×10	340
DN (1200~1600) ×12	500
DN1800×15	700

- 5 树脂软管两端端口伸出原有管道的长度应满足表 6.6.2-2 的要求；

表 6.6.2-2 树脂软管两端端口伸出原有管道的长度

树脂软管管径 D	端口伸出长度 mm
$D \leq 500$	≥ 500
$500 < D \leq 800$	≥ 800
$D > 800$	≥ 1000

6 软管拉入原有管道之后，宜对折放置在垫膜上。

6.6.3 软管的扩展应采用高压风机进行，并应符合下列规定：

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

2 应将端口固定装置安装在树脂软管端部准确位置，将护套、软管与端口固定装置绑扎牢固；同时，在端口固定装置与原有管道口处的内衬材料上划一小口用于复查加压是否有气溢出；

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

4 应缓慢充气，气压值应能使软管充分膨胀扩张紧贴原有管道内壁，应咨询软管生产商在不同管径/壁厚时的压力值。

6.6.4 采用紫外光原位固化法应符合下列规定：

1 紫外灯安装应避免损伤软管内膜；

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

3 压力应按软管内衬制造商所给出的压力值（管径/壁厚）采用并保持不少于 10min；

4 紫外光灯架型号、灯瓦数、数量以及固化巡航速宜与软管匹配；

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

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

【条文说明】6.6.4 紫外光固化工艺示意图如图 9 所示，由于该工艺采用的树脂体系是光固化树脂体系，紫外光的吸收率决定着树脂固化效果，内衬管

管径越大、壁厚越厚越不利于树脂的固化，因此应通过合理控制紫外光灯前进速度来使树脂充分固化。

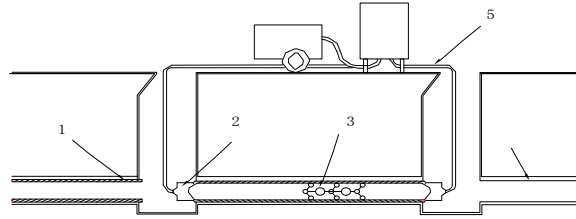


图 9 紫外光原位固化法示意图

固化后内衬管；2—端口固定装置；3—UV 灯架；4—原有管道；5—充气管

6.6.5 固化完成后内衬管起点和终点端部应按 6.5.4 进行密封和切割处理。

6.6.6 修复施工中应做好下列施工记录和检验：树脂软管拉入长度、扩展压缩空气压力、树脂软管固化温度、时间和压力、紫外光灯的巡航速度、内衬管冷却温度、时间、压力等原始记录。

6.7 无机防腐砂浆喷涂法

6.7.1 无机防腐砂浆喷涂法适用于修复管径 DN300mm 及以上的混凝土、钢筋混凝土、钢管材质的圆形、蛋形、矩形管道，以及检查井、污水池、泵房、污水处理相关构筑物等。

【条文说明】6.7.1 无机防腐砂浆喷涂法现主要用于修复破裂、变形、错位、脱节、渗漏、腐蚀等结构性缺陷。分离心和人工喷涂两种方式，离心喷涂法适合检查井井壁部分以及 DN300~DN3000 的圆形管道的修复；人工喷涂法适用于人可进入的井室、井底、大直径管道、各类箱涵、硿室等各类断面形式结构的修复。

6.7.2 无机防腐砂浆喷涂施工前管道基层表面处理应达到管道预处理要求，并应符合下列规定：

- 1 喷涂施工前基底应处于吸水饱和、表面潮湿且无自由水的状态；
- 2 如基底清洗结束后有流水或渗水现象，应使用专业防渗、堵漏材料快速阻止流水或渗水；
- 3 严禁在有流水的区域喷涂砂浆；

4 管道基层温度宜大于等于 5℃，管道内的环境温度宜采用 5℃~35℃。

【条文说明】6.7.2 大多数下水道封闭结构都是处于吸水饱和状态。如果结构停用、干水了一段时间，则应在喷涂砂浆前淋水充分预湿基底。预湿工作必须在砂浆喷涂前停止。喷涂前用手指触摸基底，确认基底潮湿但无表面流水。

6.7.3 喷涂材料用量的计算应符合下列规定：

1 喷涂材料的用量应根据施工管段的管道长度、内径、裕度系数、喷涂厚度和材料的固体含量确定。

2 喷涂材料用量宜按式(6.7.3)计算：

$$G = K\pi DLt\rho \quad (6.7.3)$$

G ——喷涂材料用量(kg)；

K ——裕度系数，根据施工经验或喷涂试验确定，宜取 1.05~1.20；

D ——施工管段内径(m)；

L ——施工管段长度(m)；

t ——喷涂厚度(m)；

ρ ——喷涂材料密度(kg/m³)。

【条文说明】6.7.3 涂料用量计算时，是根据待喷涂管道的内表面积与喷涂厚度相乘的体积，再考虑喷涂层的密度和喷涂工艺浪费等因素的裕度系数后确定的理论值。

6.7.4 无机防腐砂浆材料搅拌应按下列规定进行：

1 在将铝酸盐无机防腐砂浆干料送入搅拌机前，任何大块颗粒都应加以细化处理或被清除；

2 搅拌用水必须是清洁的生活用水。加水量按产品说明书的建议；

3 按砂浆干料比例加入指定水量进行充分搅拌，然后投入输送泵；

4 严禁使用喷涂过的材料。

6.7.5 无机防腐砂浆喷涂施工应按下列规定进行：

1 严禁在结冰表面或者施工后 24 小时之内会结冰的表面喷涂砂浆；

2 喷涂角度应尽可能与施工表面垂直；

3 应预先确定施工操作程序。在狭小空间、远距离或障碍物附近施工时，

应调节砂浆的稠度和喷涂速度；

4 一般每层喷涂的最大厚度不超过 50mm；

5 尽量避免使用施工缝；

6 使用一种简便可行的方式控制砂浆喷涂的最终厚度，并确保厚度尺寸在规定的公差范围内。

【条文说明】6.7.5 如果保护层的施工厚度需要超过 50mm 时，一般应该使用钢筋网或者分两层施工。分两层施工时，第二层的施工必须在第一层和基层已经有了一定的粘性后、但在砂浆终凝时间还没有到达前进行。

如果必须采用施工缝并指定使用其它材料来连接，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应尽量仔细清除干净，然后通过空气喷射和清水冲洗。

6.7.6 无机防腐砂浆喷涂喷涂完毕后表面处理及养护应按下列规定进行：

1 可采用刮刀找平砂浆及适当收光，应避免过度抹刮，以防砂浆从基底上脱落；

2 应对砂浆及时、有效地进行养护。养护方法通常是使用有效的养护剂。

6.7.7 采用铝酸盐无机防腐砂浆喷涂用于检查井修复时应按下列规定进行：

1 离心喷涂方防腐砂浆可以用于喷涂修复直径 500mm-3000mm 圆形和方形检查井；

2 喷涂厚度宜根据检查井的缺陷状况以及检查井的结构状况由设计单位设计确定；

3 施工前应使用高压水枪彻底冲洗检查井井壁，清除已有的腐蚀或松动部分，对于井室渗漏等缺陷应注浆等措施进行封堵止水；

4 喷涂施工前，检查井井壁表面应保持湿润；

5 喷涂完成后应及时清洗整设备，防止砂浆堵塞现有设备和输浆管；

6 修复空间狭小的检查井时，如果砂浆喷涂后表面比较平整、厚度均匀，可以不做抹平收光。

【条文说明】6.7.7 应根据待喷涂检查井的尺寸调整喷涂的相关参数，确保喷涂完整均匀，根据设计要求确定喷涂的厚度。喷涂施工应在砂浆凝固前完成，喷涂完成后的检查井井壁可通过人工抹面的方式适当收光。施工过程应

详细记录施工现场的环境状况、砂浆用量以及喷涂过程中各项参数的数值并留档保存。

6.8 流态聚合物模注法

6.8.1 流态聚合物模注法适用于修复管径 DN1300mm 及以上的钢筋混凝土管和检查井、污水池、泵房等附属设施，修复的管道断面类型包括圆形、蛋形和矩形。

【条文说明】6.8.1 流态聚合物模注法现主要用于修复破裂、变形、错位、脱节、渗漏、腐蚀等结构性缺陷。在规定可以进入的大型管道或箱涵内，采用人工在管道内部绑扎钢筋、支设模板、采用高压泵送工法将浆聚合物改性水泥基流态材料送到模腔内，形成管道内衬结构的修复方法。适用于结构局部补强和承载力不足的结构加固整体修理以及基础结构基本稳定、过水断面满足流量需求、壁体未完全酥化并坍塌的排水设施修理。采用人工进入管道操作，需要事先对排水设施结构强度做基本定性判断，确保安全。

6.8.2 流态聚合物模注法施工前，管道基层表面处理效果应达到管道预处理要求；管道基层温度、管道内的环境温度和相对湿度应满足聚合物改性水泥基流态修复材料施工条件，管道基层温度宜大于等于 5℃，管道内的环境温度宜采用 5℃~30℃。

【条文说明】6.8.2 当环境温度高于 40℃时，应通过降低水温的方式，保证搅拌好的浆料温度不高于 30℃，避免浆料水分过快蒸发或浆料过快凝固；当环境温度低于 5℃时，应避免施工或采取措施以确保喷筑好的内衬发生缓凝甚至不凝现象。

6.8.3 喷涂材料用量的计算宜按照本标准 6.8.3 的规定执行。

6.8.4 管道底涂施工应符合《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550 中的界面处理施工要求且应符合下列规定：

- 1 底涂用界面剂是一种用于管道新旧结构结合的专用界面处理剂；
- 2 底涂用界面剂需和聚合物改性水泥基流态修复材料相匹配。
- 3 进入施工现场的底涂用界面剂和聚合物改性水泥基流态修复材料在使用

前需做匹配性实验，满足设计要求后方可使用。

【条文说明】6.8.4 进入施工现场的底涂用界面剂和聚合物改性水泥基流态修复材料应符合设计规定，材料进场应附有出厂检测报告；当单项工程材料用量大于（含）10t 时，应对进场材料进行抽样复检；材料在使用前需做匹配性实验，满足设计要求后方可使用。

6.8.5 化学植筋、钢筋绑扎、钢筋搭接、锚固、钢筋保护层、钢筋接头位置和立模施工应符合《混凝土结构设计规范》GB50010 的规定，并应符合下列规定：

1 基面植筋的孔径和孔深应满足设计要求，植筋前需对钢筋进行除锈，除锈长度应大于植入孔径的钢筋长度；

2 采用注浆胶管向孔径注入植筋胶，注胶量为孔深的 2/3，待植筋胶注入 12h 后进行钢筋焊接绑扎；

3 模板安装应坚固、稳定，模板缝隙处宜用泡沫胶密封，模板与钢筋的间距应大于 30mm。

【条文说明】6.8.5 将钢筋插入孔径并旋转向前推进，确保钢筋和植筋胶充分的结合，植好钢筋后不可扰动，待植筋胶养护固结后才可以进行钢筋焊接绑扎，一般在 12h 左右，钢筋焊接时需采取保护措施，防止植筋胶高温受损。

6.8.6 聚合物改性水泥基流态修复材料模注法施工用注浆管、排气管宜交叉安装，当竖向模板连续支设宽度超过 3m 时，每隔 3m 再平行增加一排注浆孔。注浆管、排气管间距和注浆压力根据管道长度进行设计且应满足设计要求。

【条文说明】6.8.6 注浆管宜安装在顶部模板距离端部 1.5m 处，排气管宜安装在距离端部 0.2m，放气管与顶板间距宜为 8mm-10mm；每隔 3m 安装 1 根注浆管和 1 根排气管。若竖向模板连续支设高度超过 1.5m 时，应从下至上每增加 1.5m，在模板上安装一个注浆孔，并采用分层逐级阶梯式灌浆，防止胀模、跑模、爆模。

注浆管、排气管布管示意图如图 10 所示：

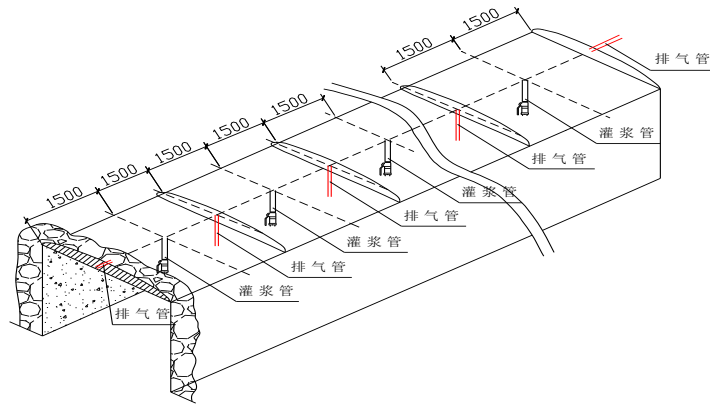


图 10 注浆管、排气管布管示意图

6.8.7 聚合物改性水泥基流态修复材料搅拌和浇注应符合下列规定：

1 聚合物改性水泥基流态修复材料搅拌时应按设计水灰比加水搅拌，搅拌时间不宜少于 3min；搅拌好的浆料应在 60min 内使用完；

2 采用高压泵送工法压注聚合物改性水泥基流态修复材料时应分层逐级阶梯式压浆，按施工要求严格控制注浆压力和注浆量，待顶部排气管溢出浆液，保持压力 3min~5min 后可停止注浆。

【条文说明】6.8.7 聚合物改性水泥基流态修复材料搅拌时应按材料供应商推荐的水灰比搅拌内衬浆料，拌料用水应为洁净的自来水，搅拌时间不宜少于 3min；搅拌好的浆料应在 60min 内使用完，严禁将超过适用期的浆料二次搅拌后再使用。

压浆时保持施工场地通风畅通，照明充足，采用高压泵送设备压注聚合物改性水泥基流态修复材料时，采取分层逐级阶梯式压浆，按施工要求严格控制注浆压力和注浆量，防止聚合物改性水泥基流态修复浆料从封缝层以及粘结处流出；待顶部排气管溢出浆液，保持压力 3min~5min，即可停止泵送注浆并迅速转移到下一个注浆管注浆。

高压泵送设备示意图如图 11 所示：



图 11 高压泵送设备示意图

1—智能搅拌系统；2—物料搅拌系统；3—注浆压力控制箱；
4—智能加水阀；5—智能水泵；6—电机

6.8.8 当管道不需要植筋或仅需非结构性修复时，宜在底涂施工后采用聚合物改性水泥基修复胶泥进行喷涂，喷涂厚度可小于 6cm。

6.9 管片拼装内衬法

6.9.1 管片拼装内衬法适用于修复管径 DN800mm 及以上的钢筋混凝土管道以及检查井，修复管道断面类型包括圆形、矩形、马蹄形等。

【条文说明】6.9.1 管片拼装内衬法现主要用于修复破裂、变形、错位、脱节、渗漏、腐蚀等结构性缺陷。在可以进入的大型管道或箱涵内，采用人力的方式在管道或箱涵内部拼装或组装模块，并在组装完成的管道和原有管道之间注入高强度的特殊水泥砂浆，使原有管道和模块组装管道结合形成一体化的复合结构的新管道。

6.9.2 管片置入检查井应符合下列规定：

- 1 应选择适合吊入施工作业的井作为施工井，从施工井进行管片模块材料的吊入，另一端检查井为接收井；
- 2 当管片进入检查井及原有管道时不得对管片造成损伤；
- 3 将管片模块通过检查井运入管内。管片模块下井和管内运输过程中，管内人员不得站在运输物下方，以确保安全。

6.9.3 管片拼装应符合下列规定：

- 1 采用人工的方法在管内将管片模块材料拼装成一体；
- 2 管片之间采用螺栓连接时，应在连接部位注入与管片材料相匹配的密封胶或胶黏剂；
- 3 管片拼装时应准确对槽，螺丝应拧紧且受力均匀；
- 4 安装前应确认拧紧工具的紧固力矩符合表 6.9.3 的规定。

表 6.9.3 管片拼装法专用紧固扳手参数表

设备名称	紧固力矩
长螺栓用专用扳手	5~20 N·m
短螺栓用专用扳手	12~30 N·m

6.9.4 内衬管两端与原有管道间的环状空隙应进行密封处理，密封材料应与片状型材兼容。

6.9.5 管片拼装完后应对内衬管与原有管道的环状间隙进行注浆填充，且应符合下列规定：

- 1 注浆填充应在 5℃到 30℃的外部温度下进行。在其他情况下，应采取适当的措施；
- 2 注浆填充宜采用分段注浆方式，最终注浆阶段的注浆压力不应大于 0.02MPa；
- 3 应采用可调节流量的连续注浆设备（最大 50L/min）。流量不应大于 15L/min；
- 4 当从排气口流出的注浆液与注入浆液相同时，应结束注浆；
- 5 注浆填充前应对内衬管进行支护或采取其他保护措施；
- 6 注浆时，应两侧对称注入，防止侧向压力过大，造成管道偏移；
- 7 注浆完成后应密封内衬管上的注浆孔，且应对管道端口进行处理，使其平整；
- 8 当有支管存在时，注浆前应打通内衬管连接并采取保护措施，注浆时浆液不得进入支管；
- 9 注浆孔或通气孔宜设置在两端密封处或支管处，也可在内衬管上开孔；
- 10 管片内衬法施工应对管片安装连接、密封胶或胶黏剂注入量、内衬管与

原有管道间隙注浆量进行记录和检验。

6.10 不锈钢内衬法

6.10.1 不锈钢内衬法适用于修复管径 DN1200mm 及以上各类管材的圆形管道和检查井。

【条文说明】6.10.1 不锈钢内衬法现主要用于修复破裂、变形、错位、脱节、渗漏、腐蚀等结构性缺陷。

6.10.2 每环不锈钢管片根据管径大小、现场情况，宜分为 3~4 片进行焊接拼装。拼装顺序为：先安装底部，再安装两侧，最后安装顶部。

6.10.3 不锈钢内衬与检查井连接处宜采用遇水膨胀橡胶条进行密封处理。

6.10.4 焊接表面不得有裂缝、气孔、焊坑、夹渣等缺陷，并不得保留熔渣。焊缝按《钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级》GB11345 进行超声波检测。

6.10.5 宜按 1m~2m 设一排注浆孔，每排有 4 个，按时钟面上的 3 点、6 点、9 点和 12 点布置。注浆顺序为：先注 6 点，待 3 点和 9 点冒浆后停止，然后再注 3 点和 9 点，直至 12 点冒浆后停止。

【条文说明】6.10.5 为保证内衬管的稳定，必须进行注浆处理。第一次注浆后内衬管不应在浮力作用下脱离内衬管管底部，第二次注浆应不引起内衬管的变形。

6.10.6 注浆材料应具有抗离析、微膨胀、抗开裂等性能，性能满足表 6.10.6 的规定：

表 6.10.6 注浆材料性能

性能	指标
抗压强度等级	≥C30
流动度 (mm)	≥270

【条文说明】6.10.6 不锈钢内衬修复法是由管片、浆体和原有管道共同来承受荷载，因此对注浆材料的性能具有一定的要求，表 6.11.5 中的相关性能试验所得，并成功运用于施工中。

6.10.7 注浆完成后应密封注浆孔，使其平滑完整。

6.10.8 不锈钢管片用于检查井修复时，根据检查井形状预制不锈钢管片，管片与井壁间隙采用注浆填充，相关要求同管道修复。

6.11 短管内衬法

6.11.1 短管内衬法适用于修复管径 DN800mm 及以上的混凝土管、钢筋混凝土管、钢管及各种塑料管管材的圆形、矩形管道以及检查井。

【条文说明】**6.11.1** 短管内衬法现主要用于修复破裂、变形、错位、脱节、渗漏、腐蚀等结构性缺陷。是在不开挖路面的情况下，利用检查井，将经过特殊加工的塑料短管送到原有管道内，并用水泥浆对新、旧管道之间的空隙进行填充，保证新、旧管道共同作用，从而实现对现况管道的修复，短管内衬法修复原理见图 12。

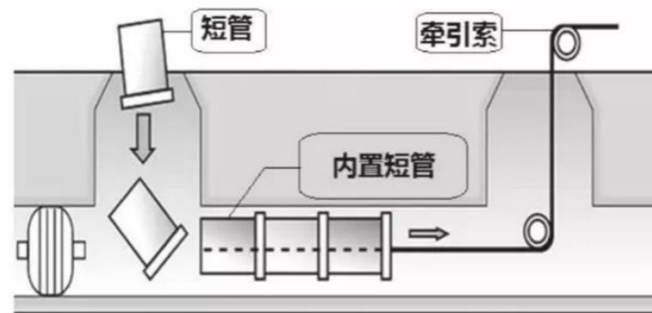


图 12 短管内衬法修复原理图

6.11.2 短管内衬法可通过牵引、顶推或两者结合的方式将内衬管置入原有管道中，并符合下列规定：

1 内衬管顶推或牵拉时应匀速、可控；一个施工段宜在同一连续作业段内完成；

2 最大顶推力或牵引力不应大于内衬管允许顶力或拉力的 50%；在管道弯曲段或变形较大的管道中施工应减慢速度；

3 工作井尺寸应满足预制管施工；可允许带水作业，但水位宜控制在管道充满度 50% 以下；

4 牵拉操作应一次完成，不应中途停止；形成的内衬管应平顺，不宜有“蛇

形”变形和起伏；

5 内衬预制管伸出原有管道端口的长度应能满足内衬管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。

6.11.3 短管内衬法施工时应采取下列保护措施：

- 1 应在工作井设置导滑装置，防止原有管道端口对损伤内衬管；
- 2 应对内衬管的牵拉端或顶推端采取保护措施。

6.11.4 管道内衬管施工完成后，内衬管与原有管道之间的间隙进行填充注浆时应符合下列规定：

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

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

3 注浆孔、通气孔应根据管道长度、管径大小和注浆工艺要求，设置在两端部处或支管处，也可在内衬预制管上开孔；

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

5 注浆应饱满密实，宜采用逐次、分层、分段注浆工艺；

6 6 注浆完成后应密封注浆孔、通气孔，且应对管道端口进行处理，使其平滑完整。

6.11.5 管道内衬管施工完成后，内衬管起点和终点端部应按 6.5.4 的规定进行密封和切割处理。

6.11.6 短管内衬法用于检查井修复时，一般应按以下步骤进行：

- 1 先置入内衬管道，无内衬管道时应置入止水圈；
- 2 井筒位置开井筒口；
- 3 焊接井筒并修去毛刺；
- 4 水泥 45 度抹嵌两端；
- 5 井筒间隙缓慢注浆、填充黄砂和水泥抹平。

6.12 螺旋缠绕内衬法

6.12.1 螺旋缠绕内衬法适用于修复管径为 DN200mm~DN5000mm 各种材质的圆形和矩形管道。

【条文说明】6.12.1 螺旋缠绕内衬法现主要用于修复破裂、变形、错位、脱节、渗漏、腐蚀等结构性缺陷。具有可带水作业、占地面积较小、组装便捷、施工速度快、施工机动灵活等优点，适合在复杂地理环境下施工，适合长距离的管道修复。螺旋缠绕内衬法按工艺可分为扩张法、钢塑增强法、机头行走法三种，其中扩张法主要用于 DN200mm~DN600mm 的圆型管道修复，钢塑增强法主要用于 DN600mm~DN3000mm 圆型管道的修复，机头行走法主要用于不规则边长在 1200mm~5000mm 之间的任意形状管道修复。

6.12.2 螺旋缠绕内衬法使用的 PVC-U 带状型材应连续地缠绕在卷筒上储存和运输，并符合国家现行有关标准的规定和设计要求。

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

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

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

1 管道内水深不宜超过 300mm，特殊情况下应进行作业时，应报施工单位安全主管部门审批同意；

2 水流速度不宜超过 0.5m/s；

3 充满度不宜超过 50%。

6.12.6 螺旋缠绕作业应平稳、匀速进行，锁扣应嵌合、连接牢固。

【条文说明】6.12.6 螺旋缠绕设备应固定在起始检查井中，且其轴线应与管道轴线一致。锁扣处嵌合牢固如图 13 所示。

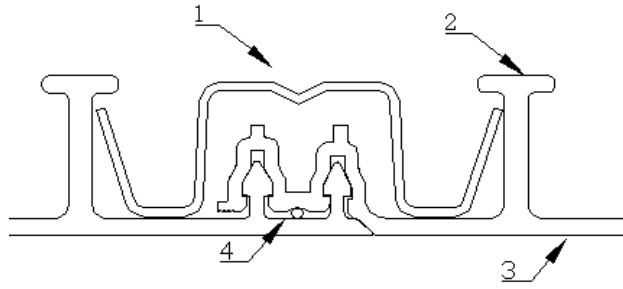


图 13 公母锁扣处嵌合牢固

1-钢带；2-型材外部 T 型肋；3-型材内表面；4-咬合后的公母锁扣

6.12.7 钢塑增强法螺旋缠绕工艺应符合下列规定：

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。

6.12.8 钢塑增强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 点分别埋设注浆管，一侧用于注浆，一侧用于放气和观察；

2 注浆压力为 1.0 Bar ~1.5Bar，不得超过最大注浆压力；

3 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 12h；

4 注浆应在内衬管一侧进行，当观察到另一侧 12 点观察孔冒浆时，应停止注浆；

5 当管道距离较长（大于 100 m）时，宜在管道中间位置（顶部）进行开孔补浆。

6.13 碎裂管法

6.13.1 裂管法适用于管径 DN300mm~DN800mm 的 HDPE 波纹管、混凝土管、陶土管等材质管道的更换，对于钢筋混凝土管及带钢筋的 PE 管应经过评估后使用。

【条文说明】6.13.1 裂管法适用于原管道已经破裂、变形等管道材料几何尺寸发生改变，无法进行常规非开挖修复的管道的更新。裂管法施工具有不需

要进行开挖、不占用其他管线位置，不产生建筑垃圾，施工快速等特点。碎裂管法主要有静拉碎裂管法和气动碎管法两种工艺。

6.13.2 采用静拉裂管法进行管道更新施工应符合下列规定：

- 1 应根据管道直径及材质选择不同的裂管设备；
- 2 当裂管设备包含裂管刀具时，应从原有管道底部切开，切刀的位置应处于与竖直方向成 30° 夹角的范围内。

【条文说明】6.13.2 静拉裂管施工示意图如图 14 所示，施工过程中应根据管材材质选择不同的裂管设备。图 15 为一种适用于延性破坏的管道或钢筋加强的混凝土管道的裂管工具，由一个裂管刀具和胀管头组成，该类管道具有较高的抗拉强度或中等伸长率，很难破碎成碎片，得不到新管道所需的空間，因此需用裂管刀具沿轴向切开原有管道，然后用胀管头撑开原有管道形成新管道进入的空间。原有管道切开后一般向上张开，包裹在新管道外对新管道起到保护作用。

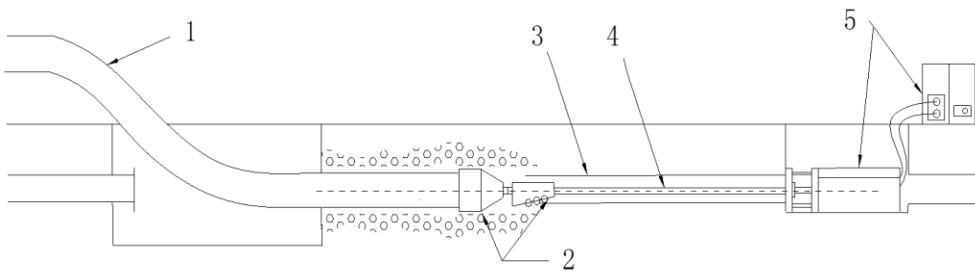


图 14 静拉裂管法示意图

1-内衬管；2-静压裂管工具；3-原有管道；4-拉杆；5-液压裂管设备



图 15 静拉裂管法示意图

1-裂管刀具；2-胀管头；3-管道连接装置

6.13.3 当需开挖工作坑时，工作坑的位置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、地下管线或其它构筑物；
- 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 工作坑宜设计在管道变径、转角、消防栓、阀门井等处；

- 4 一个施工段的两工作坑的间距应控制在施工能力范围内；
- 5 工作坑的尺寸应满足设计要求。

【条文说明】6.13.3 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《城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T210的要求。

6.13.4 管道的连接应满足下列要求：

1 PE 管采用热熔对接时，热熔对接应符合现行国家标准《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操作规范》GB19809的规定；

2 PE 管采用机械连接时，连接处应连接紧固，管道接口的抗拉强度不应小于管材本身的抗拉强度，当采用顶推施工时，管道接口的抗拉强度不应小于管材本身的抗压强度。

6.13.5 新管道在拉入过程中应符合下列规定：

- 1 新管道应连接在裂管设备后随裂管设备一起拉入；
- 2 新管道拉入过程中宜采用润滑剂降低新管道与土层之间的摩擦力；
- 3 施工过程中牵拉力陡增时，应立即停止施工，查明原因后方可继续施工；
- 4 管道拉入完后自然恢复时间不应小于 4h；
- 5 拉入过程中应时刻监测拉力的变化情况，为了保障施工过程中的安全，当拉力突然陡增时，应立即停止施工，查明原因后方可继续施工；
- 6 新管道拉入后的冷却收缩和应力恢复时间应为 4h。

【条文说明】6.13.5 管道拉入过程中润滑的目的是为了降低新管道与土层之间的摩擦力。应参考地层条件和原有管道周围的环境，来确定润滑泥浆的混合成分、掺加比例以及混合步骤。一般地，膨润土润滑剂用于粗粒土层（砂层和砾石层），膨润土和聚合物的混合润滑剂可用于细粒土层和黏土层。新管道拉入后的冷却收缩和应力恢复时间应为 4h，此条系根据 TTC 制定的《Guidelines for Pipe Bursting》中的规定。

6.13.6 推顶内衬短管时，应对短管末端放置硬橡胶挡板对管口进行保护，油缸应缓慢匀速推进。在进管工作坑及出管工作坑中应对新管道周围土体进行

注浆加固，加固长度不应小于 200mm。

【条文说明】6.13.6 新管道应力恢复完后，在进管工作坑（检查井）及出管工作坑（检查井）中应对新管道周围土体进行注浆加固处理确保新管道周围不发生渗漏且土体稳固，处理长度不应小于 200mm。应做好裂管法施工的顶力、速度，内衬管长度和拉伸率、贯通后静置时间等记录和检验。

6.14 点状原位固化法

6.14.1 点状原位固化法适用于修复管径 DN200mm~1500mm 的混凝土管、钢筋混凝土管、钢管及各种塑料管管材管道。

【条文说明】6.14.1 点状原位固化法现主要用于修复破裂、变形、错位、脱节、渗漏等结构性缺陷，且接口错位应小于等于 5cm。

6.14.2 内衬管的长度应能覆盖待修复缺陷，且轴向前后应比待修复缺陷至少长 200mm。裁切玻璃纤维布时应确保搭接长度至少为 10cm，根据待修复管道的管径计算玻璃纤维布的裁切长度。

6.14.3 软管的安装应符合下列规定：

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

2 气囊的工作压力和修补管径范围应符合气囊设备规定的技术要求；

3 可通过小车将浸渍树脂软管运送到待修复位置；作业人员无法进行管道时，应采用 CCTV 设备实时监测、辅助定位。

6.14.4 软管的膨胀及固化应符合下列规定：

1 采用常温固化树脂时，气囊宜充入空气进行膨胀，并应根据修复段的直径、长度和现场条件确定固化时间；

2 采用紫外线或加热固化树脂时，应按本标准 6.5、6.6 的规定进行固化；

3 气囊内气体压力应能保证软管紧贴原有管道内壁，但不得超过软管材料所能承受的最大压力；修复过程中每隔 15min 对气囊内气压进行记录，压力应在 0.8 Bar ~2.0Bar 之间；

4 固化完成后应缓慢释放气囊内的压力。

6.14.5 修复施工中应做好树脂存储温度和时间，树脂用量，软管浸渍停留时间和使用长度，气囊压力，固化温度、时间和压力，内衬管冷却温度、时间、压力等施工记录。

6.15 不锈钢双胀环法

6.15.1 不锈钢双胀环法适用于修复管径 DN800mm 以上的混凝土管、钢筋混凝土管、钢管、球墨铸铁管及各种塑料管管材管道。

【条文说明】6.15.1 不锈钢双胀环法现主要用于修复破裂、错位、脱节、渗漏等结构性缺陷，且接口错位应小于等于 5cm。

6.15.2 施工设备应根据工程特点合理选用，并应有总体布置方案，应有满足施工要求备用的动力和设备。

6.15.3 不锈钢胀环法修复施工时应符合下列规定：

- 1** 在进行双胀圈点状修复前，应对管周土体进行注浆加固；
- 2** 止水橡胶圈宜采用人工辅助沿管道环向平铺于管道内壁的方式进行，平铺后应完全覆盖管道缺陷处，同时橡胶圈表面应平整、无褶皱，内壁紧贴原管道；
- 3** 不锈钢胀环应沿止水橡胶圈的压槽安装，安装时保证钢套环垂直无倾斜，牢固可靠；
- 4** 安装完成后应拆除胀环上焊接的液压设备支撑点，拆除时应沿环向施力拆除，禁止沿纵向用力拆除。

【条文说明】6.15.3 在修复管道的底部两侧使用钻机进行钻孔，然后埋入注浆管进行压密注浆，待管道顶部有浆液流出结束。使注浆液充满土层内部及空隙，形成防渗帷幕，加强管周围的土体稳定，提高管基土体承载力。

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

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

7 质量验收

7.1 一般规定

7.1.1 城镇排水管道非开挖修复工程的质量验收应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 及上海市地方标准《城镇排水工程施工质量验收规范 第 1 部分：管道工程》DG/TJ 08 的有关规定。

7.1.2 排水管道修复工程的分项、分部、单位工程的划分应符合表 7.1.2 的规定。

表 7.1.2 城镇排水管道非开挖修复工程的分项、分部、单位工程划分

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

注：当工程规模较小时，如仅 1 个井段，则该分部工程可视同单位工程。

7.1.3 单位工程、分部工程、分项工程以及分项工程验收批的质量验收记录应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的有关规定。

7.1.4 工作井分项工程质量验收应按现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的有关规定执行。

7.1.5 管道接口连接的分项工程质量验收应按现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的有关规定执行。

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

7.1.7 进入施工现场所用主要原材料、各类管材及型材和片材的规格、尺寸、

性能等应符合本标准第 4 章的规定和设计要求，每一个分项工程的同一生产厂家、同一批次产品均应按设计要求进行性能复测，并应符合下列规定：

1 PE 管材、HDPE 管材、玻璃钢夹砂管的性能复测应包括环刚度、环柔性、拉伸屈服应力等，PVC-U 管材的性能复测应包括环刚度、环柔性、抗冲击强度和密度；

2 PVC 片状型材、不锈钢片状型材应符合本标准 4.7 节、4.8 节的规定。

7.1.8 原位固化法现场取样应符合下列规定：

1 现场取样时，在相同施工条件下每 3 个修复段应制作至少 1 个样品管，或者按照设计要求进行取样检测；

2 宜采取在原有管端部设置拼合管的方式制作；取样时应考虑检查井的尺寸，取样长度应满足测试要求，且不宜小于原有管道直径的 1 倍；

3 在拼合管的周围可堆积沙包或采取其它措施，保证样品管和实际修复的内衬管处于同样的工况环境条件；

4 在管道修复过程中，应同时对拼合管进行内衬，待内衬管复原冷却或固化冷却后，打开拼合管，截取样品管。

7.1.9 原位固化法内衬管样品送检应符合下列规定：

1 应由第三方进行检测，并出具完整检测报告；

2 每个样品应有样品说明单，其内容应至少包括如下信息：

(1) 内衬材料、尺寸、树脂类型、是否有涂层、内衬生产厂家；

(2) 施工日期、采样日期；

(3) 采样位置、采样方法；

(4) 测试委托方、施工方签字确认。

3 当上述测试结果不满足质量要求时，应由材料供应商、施工方和业主共同商议后确定增补测试项目。

7.1.10 原位固化法内衬管的尺寸、性能检测应符合下列规定：

1 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，壁厚检测位置不应少于 8 个；

2 不含玻璃纤维和含玻璃纤维内衬管的短期力学性能和测试方法应分别符合表 4.4.7 和表 7.1.10 的规定；

表 7.1.10 内衬管短期力学性能检测要求

测试项目	测试指标	试样尺寸及测试标准		试样数量
		普通毡衬管	玻璃纤维衬管	
三点弯曲测试	抗弯强度	按现行国家标准《塑料弯曲性能的测定》GB/T 9341 执行	按现行国家标准《纤维增强塑料弯曲性能试验方法》GB/T 1449 执行	5
	短期弯曲弹性模量	按现行国家标准《塑料弯曲性能的测定》GB/T 9341 执行	按现行国家标准《纤维增强塑料弯曲性能试验方法》GB/T 1449 执行	
拉伸试验	抗拉强度	按现行国家标准《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 执行	按现行国家标准《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 执行	5

3 内衬管的耐化学腐蚀试验应符合本标准 4.1.11 的规定；

4 管壁应密实、不透水，应对内衬管管壁的密实性进行测试，试验方法应按照附录 E 进行。测试时应满足如下要求：

- (1) 测试应在室温条件下进行，要求温度为 21℃~25℃；
- (2) 每个样品的试验点数不少于 3 个，每段施工分别取 3 个试样分别检测；
- (3) 样本在检测前应在测试环境中至少放置 4 小时；
- (4) 检测介质为染色的饮用水，不含松弛剂；
- (5) 如果放在样本上的纸上出现水迹，则视为有水渗漏。在每个样本的三个检测点上，都不出现渗水，则表示合格。

【条文说明】7.1.10 ASTM 标准中规定了内衬管试样试验的标准，国内标准与 ASTM 标准在试样的尺寸和试验过程上不尽相同。通过试验分析对比，表明按照 ASTM 标准测试的弯曲性能（弯曲强度和弯曲模量）比按照 GB 标准测试的结果要偏高，也就是说采用 ASTM 标准规定的性能要求是相对保守的。拉伸试验的测试结果则相差不大。因此，CIPP 质量验收中利用国标 GB 标准的试验方法对内衬管进行力学性能测试，同时使其满足 ASTM 标准中质量验收的指标要求是可行的。

考虑到 CIPP 具有内膜，管道功能性试验无法验证固化后的 CIPP 内部树脂的均匀度和渗透性能，需要对固化效果进行进一步的检测，参考德国标准 DWA-A143 标准，提出了管壁密实性试验，该试验能够检验原位固化(CIPP)

内衬中固化树脂的均匀度，也能反映内衬的结构整体强度和渗透性。

7.1.11 无机防腐砂浆喷涂法涂层厚度测量应符合下列规定：

- 1 当管径小于 800mm 时，应在管道两端各取 1 个测量截面；
- 2 当管径大于或等于 800mm 时，除应在管道两端各取 1 个测量截面外；管道中间应每隔 10m 增加 1 个测量截面；
- 3 每个测量截面均应取均布的 4 个测点，测量截面的测量值应为 4 个测点的平均值；
- 4 涂层厚度应为所有测量截面测量值的平均值。

7.1.12 管片拼装内衬法、不锈钢内衬法材料进场应进行验收，并符合下列规定：

- 1 管片拼装内衬法管道修复工程所用的材料应具有质量合格证书、性能检测报告、使用说明书，并应符合本标准的规定和设计要求；
- 2 管片（模块）、注浆液应在使用前进行检查，合格后方可使用；
- 3 应分别对不同生产批次的管片（模块）型材进行抽样检测；
- 4 样品应由具备资质的认证机构进行检测，并提供检测报告；
- 5 管片拼装内衬法使用的型材的宽度，高度和壁厚应按现行国家标准《塑料管道系统塑料部件尺寸的测定》GB/T8806 中有关规定的检测方法检测，检测结果应满足产品说明书中的要求。

7.1.13 短管内衬法管道接口连接施工及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》GB50268、上海市地方标准《城镇排水工程施工质量验收规范 第 1 部分：管道工程》DG/TJ 08 的相关规定，内衬管严禁在固化冷却前受力。

7.1.14 螺旋缠绕内衬法带状型材应进行抽样检测和刚度系数测试，刚度系数测试应按本标准附录 A 中所规定的方法进行。带状型材的抽样检测应符合下列规定：

- 1 应分别对不同生产批次的带状型材应分别进行抽样检测；
- 2 带状型材的宽度、高度和壁厚应按现行国家标准《塑料管道系统塑料部件尺寸的测定》GB/T 8806 中有关规定的检测方法检测，检测结果应满足产品说明书中的要求；

3 当样品测试结果中有任何指标不能满足本标准的要求时，均应对该指标进行复测；样品应由具备资质的认证机构进行检测，并提供检测结果报告。

7.1.15 不锈钢双胀环主要材料进场验收时，所用的止水橡胶带、不锈钢胀环应按设计要求进行抗拉强度、断裂延伸率、弯曲强度复试，每个生产厂家、每批次产品抽取一组。

7.1.16 修复后内衬管内表面质量应符合以下规定：

1 内衬管表面应光洁、平整，无局部划伤、裂纹、磨损、孔洞、起泡、干斑、褶皱、拉伸变形和软弱带等影响管道结构、使用功能的损伤和缺陷；

2 当采用原位固化法时，内衬管应与原位管道贴附紧密；

3 当采用管片内衬法、不锈钢内衬法和不锈钢套双胀环法时，内衬管应与原管道贴附紧密，管内应无明显突起、凹陷、错台、空鼓等现象；内衬应完整、搭接平顺、牢固；

4 当采用螺旋缠绕内衬法时，接缝应嵌合严密、连接牢固，并应无明显突起、凹陷、错台等现象，不得出现纵向隆起、环向扁平、接缝脱离等现象。

7.1.17 工程完工后应按现行行业标准《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ 181 的有关规定对修复管道进行检测。

7.1.18 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 经有相应资质的检测单位检测鉴定达不到设计要求，但经原设计单位验算认可，能够满足结构安全和使用功能要求的验收批，可予以验收；

4 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，可按技术处理方案文件和协商文件进行验收。

【条文说明】7.1.18 本条规定了非开挖修复工程质量验收不合格处理的具体规定：返修，系指出工程不符合标准的部位采取整修等措施；返工，系指对不符合标准的部位采取的重新制作、重新施工等措施。返工或返修的验收批或分项工程可以重新验收和评定质量合格。正常情况下，不合格品应在验

收批检验或验收时发现，并应及时得到处理，否则将影响后续验收批和相关的分项、分部工程的验收。本条强调通过返修或加固处理仍不能满足结构安全或使用要求的分部（子分部）工程、单位（子单位）工程，严禁验收。

7.1.19 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，严禁验收。

7.1.20 单位工程经施工单位自行检验合格后，应由施工单位向建设单位提出验收申请。单位工程有分包单位施工时，分包单位对所承包的工程应按本标准进行验收，验收时总承包单位应派人参加；分包工程完成后，应及时地将有关资料移交总承包单位。

【条文说明】7.1.20 本标准规定分包工程验收时，施工单位应派人参加；施工单位系指施工承包单位或总承包单位。

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

【条文说明】7.1.21 建设单位应依据国务院第 729 号令《建设工程质量管理条例》及建设部第 78 号令《房屋建筑工程和市政基础设施工程竣工验收备案管理暂行办法》以及各地方的有关法规规章等规定，报工程所在地建设行政主管部门或其他有关部门办理竣工备案手续。

7.1.22 修复工程的质量验收除应满足本章节的规定外，尚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 及上海市地方标准《城镇排水工程施工质量验收规范 第 1 部分：管道工程》DG/TJ 08 的有关规定。

7.2 预处理质量检验

I 主控项目

7.2.1 原有管道经检查，其损坏程度、施工方案满足设计要求。

检查方法：按现行行业标准《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ 181 和《城镇给水非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 244 的有关规定进行检查；对照设计文件检查施工方案；检查原有管道检测与评估报告、与设计的洽商记录等。

7.2.2 原有管道经预处理后，应无影响修复施工工艺的缺陷，管道内表面应符合本标准第 6.2.4 条的规定。

检查方法：全数观察，闭路电视（CCTV）辅助检查；检查预处理施工记录、相关技术处理记录。

II 一般项目

7.2.3 原有管道的预处理应符合设计和施工方案的要求。

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

7.2.4 原有管道范围内的检查井、工作井经处理满足施工要求；按要求已进行管道试通，并应满足修复施工要求。

检查方法：观察；检查施工记录、试穿管段试通记录、相关技术处理记录。

7.2.5 按要求已进行管道内表面基面处理、周边土体加固处理，且应符合设计和施工方案的要求。

检查方法：检查施工记录、技术处理方案和施工检验记录或报告。

7.2.6 按要求已完成拼合管制作，现场拼合管工况条件应符合样品管的制备要求。

检查方法：观察；检查施工材料质量保证资料、施工记录等。

7.3 施工质量检验

I 主控项目

7.3.1 管材、型材、主要材料的主要技术指标经进场检验应符合本标准第 4 章的规定和设计要求。

检查方法：同一批次产品现场取样不少于 1 组；对照设计文件检查取样检测记录、复测报告等；原位固化法的内衬管检查方法应按本标准第 7.1.9-7.1.11 条执行。

7.3.2 管道接口连接经质量检验应符合本标准第 7.1.5 条的规定；内衬管表面质量应符合本标准第 7.1.17 条的规定。

检查方法：全数观察，电视检测（CCTV）辅助检查；检查 PE 管接口连接分项工程质量验收记录等；检查施工记录、现场检测（CCTV）记录等。

7.3.3 注浆法质量检验应符合下列规定：

1 对于管道外部脱空，宜采用探地雷达方法进行探测，通过对比前后探地雷达图谱，评估注浆效果，参照《公路路基路面探地雷达检测规程》DB13/T 1750、《地下管线周边土体病害评估防治规范》DB11/T 1347 等现行规范执行；

2 对于管道渗漏，宜采用 CCTV、QV 等可视化设备进行检验，管道接口处及裂缝处应无明显的渗漏；

3 对于管道外部土体加固质量评估，参考《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202 和《既有建筑地基基础加固技术规范》JGJ 123 的相关规定执行。

【条文说明】 7.3.3 埋深 3m 及下列的管道应采用管内探地雷达；埋深 3m 以上的管道应采用地面探地雷达。

7.3.4 裂缝嵌补法质量检验应符合下列规定：

1 聚氨酯、双快水泥等主要材料应符合本规程第 4 章的相关规定和设计要求，质量保证资料齐全；

检查方法：对照设计文件进行全数检查；检查材料进场验收记录，检查质量保证资料、厂家产品使用说明等。

2 聚氨酯的强度、延伸率和双快水泥的抗压强度等主要技术指标应符合本规程第 4 章的相关规定，其中聚氨酯的强度允许偏差应为 $\pm 5\%$ 、延伸率允许偏差应为 $\pm 3\%$ ；

检查方法：对照设计文件按本规程第 4 章和第 7.1.5 条的规定进行检验；检查取样检测记录、复试报告等。

7.3.5 原位固化法干软管和树脂的规格、性能应符合本标准第 4 章的规定和设计要求，质量保证资料齐全。

检查方法：对照设计文件全数检查；检查质量保证资料、厂家产品使用说明等。

7.3.6 热水原位固化法、紫外光原位固化法内衬管的平均壁厚不得小于设计值。管片拼装内衬法、不锈钢内衬法、短管内衬法、螺旋缠绕内衬法导致原

有管道的缩小量应符合设计要求。

检查方法：对照设计文件用测厚仪、卡尺等量测，并检查样品管或样品板检验记录；检查管材、型材、相关原材的经常检验记录，并应符合下列规定：

1 对于热水原位固化法、紫外光原位固化法，现场取样后因按现行国家标准《塑料管道系统 塑料部件尺寸的测定》GB/T8806 的有关规定执行；

2 对于管片拼装内衬法、不锈钢内衬法、螺旋缠绕内衬法，当管内径大于 800mm 时，应在管道内量测，每 5m 为 1 个断面，每个断面测垂直方向 4 点，取平均值为该断面的代表值；当管内径小于或等于 800mm 时，应量测管道两端各 1 个断面，每个断面测垂直方向 4 点，取平均值为该断面的代表值。

7.3.7 无机防腐砂浆喷涂法质量验收应符合下列规定：

1 喷涂法管道涂层的性能应符合本标准第 4.5 节的规定，并应满足设计文件的要求；

检查方法：对照设计文件全数检查；抗压强度、抗折强度、拉伸粘结强度、附着力、弯曲模量、抗弯强度检测项目应达到性能要求。

【条文说明】7.3.7 喷涂粘结强度的检验标准除指定的中国标准外，可供参考的国外标准有 ASTM D7234 及 D4542 规范。

2 涂层厚度的平均值应符合本标准 5.2.4 的要求，涂层厚度允许偏差应符合表 7.3.7 的规定。

检查方法：对照设计文件用测厚仪或卡尺等测量。

表 7.3.7 无机防腐砂浆涂层厚度允许偏差 (mm)

硫化氢浓度 (ppm)		k<20	20≤k<50	50≤k<100	≥100
管道公称直径 d	喷涂工艺	涂层厚度允许偏差			
300≤d≤800	离心喷涂	+2, -2	+2, -2	+2, -2	+2, -2
800≤d≤1000	离心喷涂、 人工喷涂	+3, -2	+3, -2	+3, -2	+3, -2
1000≤d≤1500	离心喷涂、 人工喷涂	+3, -2	+3, -2	+3, -2	+3, -2
1500≤d≤1800	人工喷涂	+3, -2	+3, -2	+3, -2	+3, -2
1800≤d≤2200	人工喷涂	+4, -3	+4, -3	+4, -3	+4, -3
2200≤d≤2600	人工喷涂	+4, -3	+4, -3	+4, -3	+4, -3
d>2600	人工喷涂	+4, -3	+4, -3	+4, -3	+4, -3

7.3.8 流态聚合物模注法质量检验应符合下列规定：

1 钢筋、箱涵聚合物修复胶泥、箱涵聚合物压注料、植筋胶等工程材料的技术指标、规格、尺寸应符合本标准第 4 章的相关规定和设计图纸要求，质量保证资料齐全；

检查方法：对照设计文件按本标准第 4 章的规定进行全数检查，检查材料进场验收记录，检查质量保证资料，厂家产品使用说明等。

2 钢筋的直径、化学植筋钻孔深度应符合本标准第 4 章的有关规定或设计图纸要求；

检查方法：对照设计文件按本标准第 4 章的有关规定进行检测，检测记录：现场用卡尺测量钢筋的直径、用直尺测量化学植筋钻孔深度。

3 基面处理、钢筋除锈、界面剂喷涂、化学植筋、钢筋绑扎应符合本标准第 6 章的有关规定或设计图纸要求；

检查方法：对照设计文件按本标准第 6 章的规定进行全数检查，检查施工记录和验收记录。

4 喷注厚度的平均值应符合本标准 5.2.5 的要求，厚度允许偏差允许偏差 5mm。

检查方法：对照设计文件用测厚仪或卡尺等测量。

7.3.9 管片拼装内衬法质量检验应符合下列规定：

1 进场的管片质量检验应符合下列规定：应分别对不同生产批次的管片进行抽样检测。样品应由国家权威认证机构进行检测，并提供检测结果报告；

检查方法：按本标准第 4 章的规定进行性能检测。检查数量：每一批次抽取 3 块。

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

检查方法：现场观察。检查数量：全数检查。

3 注浆质量检验应按本标准第 4 章的规定对注浆液进行现场测试 30min 截锥流动度并取样做抗压强度测试。检查数量：每 10m³ 取一组样。

7.3.10 不锈钢内衬法质量检验应符合下列规定：

1 焊缝和采用的焊条等主要技术指标应符合本标准第 4 章的相关规定；纵向、环向焊缝应完整、连接紧密，无气孔、鼓泡、裂缝、冷缝现象；

检查方法:对照设计文件按第 4 章的规定进行检验;检查取样检测记录、复试报告等。

2 不锈钢内衬法设计要求全焊透的一、二级焊缝应用超声波探伤进行内部缺陷的检验,超声波探伤不能对缺陷作出判断时,应采用射线探伤,其内部缺陷分级及探伤方法应符合现行国家标准《钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级》GB11345 或《钢熔化焊接接头射线照相和质量分级》GB3323 的规定。

检验方法:全数检查,检查超声波或射线探伤记录。

7.3.11 短管内衬法质量检验应符合下列规定:

1 管材、型材、原材料的规格、尺寸、性能应符合设计要求和现行国家有关产品标准规定,质量保证资料应齐全;

检查方法:检查质量保证资料、出厂检验报告。

2 管材、型材、主要材料的主要技术指标经进场复检应符合设计要求和本标准规定;

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

3 管节及管段接口的连接质量应经检验合格。

检查方法:管节及接口全数观察;按本标准第 4 章有关规定执行。检查数量:全数检查。

7.3.12 螺旋缠绕法内衬法质量检验应符合下列规定:

1 带状型材和钢带的外观、性能符合本标准和设计要求;

检查方法:外观在材料进场后现场抽检,性能检查产品的合格证、出厂试验报告。检查数量:外观检查不少于进场总量的 1/3,性能检查全数检查。

2 管道的刚度应符合设计要求。

检查方法:检查成品的环刚度或刚度系数检测报告

【条文说明】7.3.12 对于钢塑增强型螺旋缠绕,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《埋地塑料排水管道工程技术规范》CJJ143 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 $SN(N/m^2)$ ，再换算刚度系数 $E_L I (MPa \cdot mm^3)$ 与设计要求的刚度系数进行比较，换算方法如下：

$$E_L I = SN \times D^3 \times 1000$$

式中： $E_L I$ ——带状型材的刚度系数($MPa \cdot mm^3$)

D ——螺旋缠绕内衬管平均直径 (mm)

SN ——实测管道的环刚度 (N/m^2)

检查数量：检查产品环刚度时，每种管径为一验收批，留样 1 组。检查刚度系数时，型材和钢带不同组合为一验收批，留样 1 组。

7.3.13 碎裂管法质量检验应符合下列规定：

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

检查方法：检查质量保证资料、出厂检验报告。检查数量：全数检查。

2 管材、型材、主要材料的主要技术指标经进场复检应符合设计要求和本标准规定。检查方法：检查取样检测记录、进场复检报告。检查数量：同一生产厂家、同一批次产品现场取样不少于 1 组；在施工现场管材、型材、主要材料有再形变过程或需分段连接的，同一生产厂家、同一批次产品、每一个加工批次均应按设计要求进行性能复测；

3 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：施工前管节及接口全数观察，施工后对牵拉端取样检测；

【条文说明】7.3.13 为保证碎裂管法的施工质量特指定本条，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，则应采取相应的处理措施。

7.3.14 点状原位固化法质量检验应符合下列规定：

1 浸渍树脂、软管织物等工程材料的性能、规格、尺寸应符合本标准第 4 章的相关规定和设计要求，质量保证资料齐全，浸渍树脂的运输、存储符合要求；

检查方法：对照设计文件按本标准第 4 章的规定进行全数检查；检查材料进场验收记录，检查质量保证资料、厂家产品使用说明等；检查浸渍树脂的运输、存储等记录。

2 固化后内衬管的力学性能、壁厚应符合本标准第 4 章的有关规定和设计要求。其中壁厚允许偏差应符合：平均壁厚不得小于设计值，且任意点的厚度不应小于设计值的 0%~20%；

3 检查方法：对照设计文件按本标准第 4 章的有关规定进行检测；检查样品管或样品板试验报告、检测记录；现场用测厚仪、卡尺等量测内衬管管壁厚度。

7.3.15 不锈钢双胀环法质量检验应符合下列规定：

1 止水橡胶圈、不锈钢胀环等工程材料的性能、规格、尺寸应符合本标准第 4 章 的相关规定和设计要求，质量保证资料齐全；

检查方法：检查材料进场验收记录，检查质量保证资料、厂家产品使用说明等；检查止水橡胶圈 的出场日期等记录。检查数量：全数检查。

2 止水橡胶圈的硬度、断裂延伸率等主要技术指标应符合本标准第 4 章 的相关规定。且任意指标的性能不小于设计值的 95%。

检查方法：对照设计文件按本标准第 4 章的规定进行检验；检查取样检测记录、复试报告等。检查数量：全数检查。

II 一般项目

7.3.16 修复后内衬表面应平整，无明显湿渍、渗水，严禁滴漏、线漏等现象；流槽平顺、管口与井壁结合严密。

检查方法：观察、QV 或 CCTV 检测。检验数量：全数检查。

7.3.17 管道线形应和顺，接口、接缝应平顺，新老管道过度应平缓；管道内应无明显湿渍。

检查方法：全数观察，电视检测（CCTV）或管内目测检查；检查施工记录、电视检测（CCTV）记录等。

7.3.18 内衬管与原有管道之间的环状间隙需进行注浆充填的，注浆固结体应充满间隙，应无松散、空洞等现象。

检查方法：观察；对照设计文件和施工方案检查施工记录、注浆记录等。

7.3.19 热水原位固化法修复后的管道表面质量应符合下列规定：

- 1 内衬管与原管道贴附紧密，无明显突起、凹陷、错台、空鼓等现象；
- 2 内衬管表面光洁、平整，无局部划伤、裂纹、磨损、孔洞、起泡、干斑、冷斑、脱皮、分层、折痕、褶皱、杂质和软弱带等影响管道使用功能的缺陷；管道严禁有渗水现象。

【条文说明】**7.3.19** 热水原位固化管内壁检测是验收的最重要环节，应仔细检查和观测表面有无鼓胀、褶皱、裂纹。其中表面有无鼓胀与裂纹作为必检项目，是判断施工质量合格与否标准之一。

7.3.20 紫外光原位固化法内衬管表观质量应符合下列规定：

- 1 内衬管表面应光洁，无局部孔洞、贯穿性裂纹和软弱带；
- 2 局部划伤、磨损、气泡或干斑的出现频次每 10m 不大于 1 处；
- 3 内衬管褶皱应满足设计要求，当设计无要求时，最大褶皱不应超过 6mm；
- 4 内衬管应与原有管道贴附紧密；

【条文说明】**7.3.20** 褶皱应满足下列规定：在直线段和原有管道曲率半径 $r > 10D$ 的曲线段，应遵守 DIN EN ISO 11296-4:2011-07 的限值：最大褶皱不能超过 0.02D 或 6mm 中的较大值；原有管道曲率半径在 $5D \leq r \leq 10D$ ，应遵守下列限值：最大褶皱不应大于 0.03D 或 20mm 中的较小值；原有管道曲率半径 $r < 5D$ ，最大褶皱应符合设计要求。软管内衬的稳定性、操作安全性及使用寿命不得受褶皱的影响。

7.3.21 管道喷涂所用主要材料的类型、规格应符合本标准第 4 章和设计文件的要求，且质量保证资料齐全。

检查方法：对照设计文件全数检查；检查出厂合格证、性能检测报告等质量保证资料、产品使用说明书等。

7.3.22 管道喷涂配比应符合产品使用说明书的要求。

检查方法：检查使用说明书并现场查看施工记录。

7.3.23 管道喷涂层颜色应均匀，涂层应连续、无漏涂和流挂，涂层无针孔、无剥落、无深度大于喷涂层厚度 0.3 倍或 1mm 的划伤、无长度大于 1m 或深度大于喷涂层厚度 0.3 倍或 1mm 的龟裂、无异物，涂层内气泡直径不得大于

10mm，成膜材料每平米内包含的上述气泡不得超过 5 个。

检验方法：全数观察，电视检测（CCTV）或管内目测检查；检查施工记录、电视检测（CCTV）记录等。

【条文说明】7.3.25 测量喷涂层厚度时，若测厚仪与卡尺测量值不统一，以卡尺测量值为准。

7.3.24 基层层与喷涂层之间以及不同的喷涂层间应粘接牢固。

检验方法：全数观察，敲击管端硬化后的喷涂层应无空壳声。

7.3.25 采用点状原位固化法、不锈钢双胀环法施工，原有管道缺陷应被修复材料完全覆盖。

检查方法：全数观察；检查施工记录等。

7.3.26 阴角、阳角等的细部构造防水措施应符合设计要求和本标准的规定。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

7.3.27 短管内衬法修复后的管道内壁应无局部裂纹、褶皱、明显变形、脱节；修复部位应完全覆盖。应对修复工艺特殊需要的施工过程中的检查验收资料进行核实，应符合设计、施工工艺要求、记录齐全。

检查方法：电视检测（CCTV）或管内目测检查，检查施工记录。检查数量：全数检查。

7.3.28 碎裂管法更新管道内衬管内壁表面应光洁、平整，无局部划伤、裂纹、磨损、孔洞、变形、错台等影响管道结构、使用功能的损伤和缺陷；新管道端口不得存在渗漏、土体松散现象。

检查方法：全数观察—电视检测（CCTV）检查；检查施工记录、电视检测（CCTV）记录等，检查注浆记录。检查数量：全数检查。

7.3.29 点状原位固化法修复更新管道内衬管表面质量应满足下列要求：

- 1 内衬与原管道紧密贴合，无明显突起、凹陷、错台、空鼓等现象；
- 2 修复位置正确，内衬完整，表面光洁、平整，无局部划伤、裂纹、磨损、孔洞、起泡、干斑、冷斑、脱皮、分层、杂质和软弱带等影响管道使用功能的缺陷；
- 3 管道严禁有渗水现象。

检查方法：全数观察（CCTV 辅助检查）；检查施工记录、CCTV 记录

等。检查数量：全数检查。

7.3.30 不锈钢双胀环法修复后管道表面质量应满足下列要求：

- 1 止水橡胶圈应与原管道紧密贴合，无明显凸起、褶皱现象；
- 2 修复位置正确，不锈钢胀环安装牢固，橡胶圈与不锈钢胀环表面光洁、平整，无局部划伤、裂纹、磨损、孔洞等影响管道使用功能的缺陷；
- 3 管道严禁有渗水现象。

检查方法：全数观察（CCTV 辅助检查）；检查施工记录、CCTV 记录等。检查数量：全数检查。

7.3.31 内衬管起点和终点端部密封处理符合设计要求，且密封良好、饱满密实。

检查方法：观察或对照设计文件检查施工记录等。检查数量：全数。

7.3.32 修复管道的检查井及井内施工符合设计要求，无渗漏水现象。检查方法：观察或对照设计文件和施工方案检查施工记录等。

检查方法：全数观察；对照设计文件检查施工记录等。检查数量：全数。

8 功能性试验

8.1 一般规定

8.1.1 管道修复完成后，应进行管道功能性试验，检查管道安装的严密性。检验可采用闭水试验、闭气试验或渗水调查检验，三种方法之一合格，可认定管道功能性试验合格。

8.1.2 管道功能性试验除符合本标准要求外，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 及现行上海市地方标准《城镇排水工程施工质量验收规范 第1部分:管道工程》DG/TJ 08 的规定。

8.1.3 排水管道功能性试验应满足下列要求：

- 1 管道闭水试验合格的判定依据为允许渗水量值；
- 2 管道闭气试验合格的判定依据为规定气压下降所用的时间允许值；
- 3 管道渗水调查检验合格的判定依据为现场检查结合 CCTV 辅助检查，修复管道应无明显渗水，严禁水珠、滴漏、线漏等现象；
- 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，方可进行管道功能性试验；
- 6 管道功能性试验优先宜采用闭气试验或闭水试验，如试验用水源困难，或临时排水有困难，或管道有支、连管接入等，不具备闭气试验或闭水试验条件时，可采用管道渗水调查检验。

8.1.4 进行管道功能性试验时，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。

8.2 管道闭水试验

8.2.1 管道闭水试验应按检查井井间距分段进行，每段试验长度不宜超过 5

个连续井段，并应带井试验。

8.2.2 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 2m 计；

2 试验段上游设计水头超过管顶内壁时，试验水头应以试验段上游设计水头加 2m 计；

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

8.2.3 闭水试验采用补水法进行，试验程序按现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的规定执行。要求渗水量不大于允许渗水量为合格，允许渗水量可按下式计算：

$$Q_s = 0.0046D_j \quad (8.2.3)$$

式中： Q_s ——允许渗水量（ $m^3/24h km$ ）；

D_j ——试验管道内径（mm）。

【条文说明】8.2.3 参照现行国家标准《给排水管道工程施工及验收规范》GB50268 对内衬管的碧水试验作了规定。由于本标准中的内衬管大多为化学建材，因此按照现行国家标准《给排水管道工程施工及验收规范》GB50268 的要求其渗水量应满足式（8.2.3）的要求。

8.3 管道闭气试验

8.3.1 管道采用闭气试验应符合下列规定：

1 闭气试验适用于公称直径 $DN \leq 1000$ 的无压管道；

2 闭气试验前沟槽不得回填；

3 沟槽内不得有积水；

4 下雨时不得进行闭气试验；

5 闭气试验不适用于混凝土检查井的严密性试验。

8.3.2 闭气试验时，应采取下列安全措施：

1 应按规定安装、约束和固定所有橡胶充气堵头，在充气加压前，必须检

查所有堵头的固定情况；

2 在加压过程中，禁止任何人进入检查井内、或有突然弹出的堵头的可能路径。

3 测试压力不得超过 42kPa，增压设备应带有确保压力不超过 42kPa 的泄压阀。

4 闭气试验完成后，打开放气阀并排出所有空气；在管道内气压未降至大气压之前，不得取下堵头。

8.3.3 闭气试验应按本标准附录 D 的规定进行。

【条文说明】 8.3.3 关于闭气试验，参照了美国标准《Standard Test Method for Installation Acceptance of Plastic Gravity Sewer Lines Using Low-Pressure Air》ASTM F1417 对非开挖修复更新工程的内衬管闭气试验进行了规定。

8.4 管道渗水调查检验

8.4.1 管道渗水调查检验采用管内现场检查结合 CCTV 辅助检查方式。当管径小于等于 800mm 时，采用 CCTV 检查；管径大于 800mm 时，采用人工现场检查为主、CCTV 检查为辅。

8.4.2 采用 CCTV 检查时应符合下列规定：

1 管径小于等于 800mm 时，直向摄影的行进速度不宜超过 0.05m/s，每行进 0.5m 做一次环向拍摄；

2 管径大于 800mm 时，直向摄影的行进速度不宜超过 0.10m/s；

3 圆形或矩形排水管道摄像镜头移动轨迹应在管道中轴线上，对特殊形状管道进行检测时，应适当调整摄像头位置并获得清晰图像；

4 当采用电视检测数字化模型分析时，摄像头移动轨迹应在管道中轴线上，偏离不应大于 $\pm 5\%$ 。

8.4.3 管道渗水调查检查按照“管内表面的渗漏程度水展开图”进行，检查程序参照现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 附录 F“混凝土结构无压管道渗水量测与评定方法”的规定进行，并做好记录。经检查，修复管道应无明显渗水，严禁水珠、滴漏、线漏等现象。

9 工程竣工验收

9.0.1 上海市排水管道非开挖修复工程竣工验收应在分项、分部、单位工程验收合格的基础上进行。验收程序应按现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 及上海市地方标准《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)的有关规定执行，并应按要求填写中间验收记录表。

9.0.2 上海市排水管道非开挖修复工程竣工验收应符合下列规定：

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

9.0.3 工程竣工验收的感观质量检查应包括下列内容：

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

9.0.4 工程竣工验收的安全及使用功能检查应包括下列内容：

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

9.0.5 竣工验收时，应核实竣工验收资料，进行必要的复验和外观检查，其要

求应符合有关规定，竣工验收资料应包括下列内容：

- 1 竣工技术资料编制说明总目录；
- 2 工程概况；
- 3 施工合同、施工协议、施工许可证；
- 4 工程开工、竣工报告；
- 5 经审批的施工组织设计及专项施工方案；
- 6 工程地质勘察报告；
- 7 设计图纸交底及工程技术会议纪要；
- 8 设计变更通知单、施工业务联系单、监理业务联系单、工程质量整改通知单；
- 9 质量自检记录，分项、分部工程质量检验评定单；
- 10 工程质量事故报告及调查处理意见，上级部门审批处理记录；
- 11 隐蔽工程验收单；
- 12 工程原材料、各类型材、管材等材料的质量合格证、性能检验报告、复试报告等质量保证资料；
- 13 所有施工过程的施工记录及施工检验记录；
- 14 修复前、后的管道检测和评定报告及电视检测（CCTV）记录；
- 15 施工、监理、设计、检测等单位的工程竣工质量合格证明及总结报告；
- 16 管道功能性试验、管道位置贯通测量等涉及工程安全及使用功能的有关检测资料；
- 17 管道变形检验资料；
- 18 监理单位质量评审意见；
- 19 全套竣工图、初步验收整改通知单、竣工验收报告及验收会议纪要。

9.0.6 验收合格后，建设单位应组织竣工备案，并按工程所在地城建档案管理要求，将有关设计、施工及验收文件和技术资料立卷归档。

附录 A 带状型材刚度系数测试方法

A.0.1 本方法适用于螺旋缠绕内衬法带状产品的刚度系数检验。

A.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，带状型材的接合处应尽量处在样品的中间位置。样品放置按照图 D.0.2 所示。

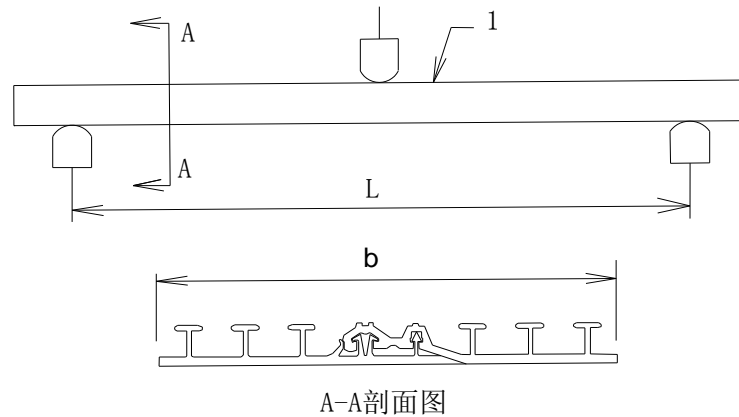


图 D.0.2 螺旋缠绕内衬法带状型材样品测试示意图

A.0.3 测试样品的宽度为 305mm。

A.0.4 载荷施加在样品带有肋状物的一侧。

A.0.5 试验步骤依照现行国家标准《塑料弯曲性能的测定》GB/T9341 中相应的规定进行测试。刚度系数采用公式 (A.0.5) 进行计算：

$$EI = \frac{L^3 \times m}{48 b} \quad (\text{A.0.5})$$

式中： EI ——刚度系数 (MPa mm³)；

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。

A.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 B 内衬材料厚度设计统计表(玻璃纤维)

表 B.0.1 内衬材料厚度设计统计表(E_L=3500MPa)

设计条件: W L = G L -1.0m

管径(mm) 底埋深(m)	φ 250	φ 300	φ 400	φ 500	φ 600	φ 700	φ 800	φ 1000	φ 1200	φ 1350	φ 1500
2.0	1.69	2.01	2.62	3.19	3.73	4.30	4.76	5.53	6.05	6.19	6.06
2.5	1.97	2.35	3.08	3.79	4.48	5.20	5.83	7.03	8.09	8.77	9.38
3.0	2.18	2.61	3.44	4.25	5.04	5.86	6.61	8.06	9.42	10.36	11.24
3.5	2.36	2.82	3.73	4.62	5.50	6.39	7.24	8.88	10.44	11.56	12.64
4.0	2.51	3.01	3.98	4.94	5.89	6.85	7.77	9.57	11.30	12.55	13.77
4.5	2.65	3.17	4.20	5.22	6.23	7.25	8.23	10.16	12.04	13.40	14.74
5.0	2.77	3.32	4.40	5.48	6.54	7.61	8.65	10.70	12.70	14.16	15.59
5.5	2.89	3.46	4.59	5.71	6.82	7.94	9.03	11.18	13.29	14.84	16.36
6.0	2.99	3.58	4.76	5.92	7.08	8.24	9.38	11.63	13.84	15.46	17.06
6.5	3.09	3.70	4.92	6.12	7.32	8.53	9.71	12.04	14.34	16.03	17.71
7.0	3.18	3.81	5.06	6.31	7.55	8.79	10.01	12.43	14.81	16.57	18.31
7.5	3.27	3.92	5.20	6.48	7.76	9.04	10.30	12.79	15.25	17.07	18.88
8.0	3.35	4.01	5.34	6.65	7.96	9.28	10.57	13.13	15.67	17.55	19.41

注: (1)按照 ASTM 规格规定的计算公式,考虑内衬管材料承受地下水载荷时进行计算。

$$t = D / [\{ 2 N \cdot C \cdot EL / P \cdot F_s (1 - v^2) \}^{1/3} + 1]$$

- (2) 旧管道没有发生变形的设定。
- (3) 安全系数 F_s 取 2 时
- (4) 使用树脂: 不饱和聚酯树脂
- (5) 长期弹性模量值 EL 为 3500MPa (短期弹性模量值 E 为 7000MPa)
- (6) 圆周支持率取 7.0 时
- (7) 泊松比取 0.3 时

表 B.0.2 内衬材料厚度设计统计表($E_L=4000\text{MPa}$)

设计条件: $W L = G L - 1.0\text{m}$

管径(mm) 底埋深(m)	φ 250	φ 300	φ 400	φ 500	φ 600	φ 700	φ 800	φ 1000	φ 1200	φ 1350	φ 1500
2.0	1.62	1.93	2.51	3.05	3.57	4.11	4.55	5.29	5.79	5.92	5.79
2.5	1.88	2.25	2.95	3.63	4.29	4.97	5.58	6.72	7.74	8.39	8.97
3.0	2.09	2.49	3.29	4.06	4.83	5.60	6.33	7.71	9.01	9.91	10.76
3.5	2.26	2.70	3.57	4.42	5.26	6.12	6.92	8.49	9.99	11.06	12.09
4.0	2.40	2.88	3.81	4.73	5.63	6.55	7.43	9.15	10.81	12.01	13.17
4.5	2.53	3.03	4.02	5.00	5.96	6.94	7.88	9.73	11.52	12.82	14.10
5.0	2.65	3.18	4.21	5.24	6.26	7.28	8.28	10.24	12.15	13.55	14.92
5.5	2.76	3.31	4.39	5.46	6.53	7.60	8.64	10.70	12.72	14.20	15.66
6.0	2.86	3.43	4.55	5.67	6.77	7.89	8.98	11.13	13.24	14.79	16.33
6.5	2.96	3.54	4.70	5.86	7.00	8.16	9.29	11.53	13.72	15.34	16.95
7.0	3.04	3.65	4.85	6.04	7.22	8.41	9.58	11.89	14.17	15.86	17.52
7.5	3.13	3.75	4.98	6.21	7.42	8.65	9.86	12.24	14.6	16.34	18.06
8.0	3.21	3.84	5.11	6.37	7.62	8.88	10.11	12.57	15.00	16.79	18.57

注: (1) 按照 ASTM 规格规定的计算公式, 考虑内衬管材料承受地下水载荷时进行计算。

$$t = D / [\{ 2 N \cdot C \cdot EL / P \cdot F_s (1 - v^2) \}^{1/3} + 1]$$

(2) 旧管道没有发生变形的设定。

(3) 安全系数 F_s 取 2 时

(4) 树脂: 不饱和聚酯树脂

(5) 长期弹性模量值 EL 为 4000MPa (短期弹性模量值 E 为 8000MPa)

(6) 圆周支持率取 7.0 时

(7) 泊松比取 0.3 时

表 B.0.3 内衬材料厚度设计统计表($E_L=4500\text{MPa}$)

设计条件: $W L = G L - 1.0\text{m}$

管径(mm) 底埋深(m)	φ 250	φ 300	φ 400	φ 500	φ 600	φ 700	φ 800	φ 1000	φ 1200	φ 1350	φ 1500
2.0	1.56	1.85	2.41	2.94	3.43	3.96	4.38	5.09	5.57	5.69	5.57
2.5	1.81	2.16	2.84	3.49	4.13	4.78	5.37	6.47	7.44	8.07	8.63
3.0	2.01	2.40	3.16	3.91	4.64	5.39	6.08	7.42	8.66	9.53	10.35
3.5	2.17	2.60	3.43	4.25	5.06	5.88	6.66	8.17	9.61	10.64	11.63
4.0	2.31	2.77	3.66	4.55	5.42	6.30	7.15	8.8	10.40	11.55	12.67
4.5	2.44	2.92	3.87	4.81	5.73	6.67	7.58	9.36	11.08	12.34	13.57
5.0	2.55	3.06	4.05	5.04	6.02	7.01	7.96	9.85	11.69	13.03	14.35
5.5	2.66	3.18	4.22	5.25	6.28	7.31	8.31	10.3	12.24	13.66	15.06
6.0	2.75	3.30	4.38	5.45	6.52	7.59	8.64	10.71	12.74	14.23	15.71
6.5	2.84	3.41	4.52	5.63	6.74	7.85	8.94	11.09	13.20	14.76	16.30
7.0	2.93	3.51	4.66	5.81	6.95	8.09	9.22	11.44	13.63	15.25	16.86
7.5	3.01	3.60	4.79	5.97	7.14	8.32	9.48	11.78	14.04	15.72	17.38
8.0	3.08	3.70	4.91	6.12	7.33	8.54	9.73	12.09	14.43	16.15	17.87

注: (1) 按照 ASTM 规格规定的计算公式, 考虑内衬管材料承受地下水载荷时进行计算。

$$t = D / [\{ 2 N \cdot C \cdot EL / P \cdot F_s (1 - v^2) \}^{1/3} + 1]$$

(2) 旧管道没有发生变形的设定。

(3) 安全系数 F_s 取 2 时

(4) 树脂: 不饱和聚酯树脂

(5) 长期弹性模量值 EL 为 4500MPa (短期弹性模量值 E 为 9000MPa)

(6) 圆周支持率取 7.0 时

(7) 泊松比取 0.3 时

表 B.0.4 内衬材料厚度设计统计表($E_L=5000\text{MPa}$)

设计条件: $W L = G L - 1.0\text{m}$

管径(mm) 底埋深(m)	φ 250	φ 300	φ 400	φ 500	φ 600	φ 700	φ 800	φ 1000	φ 1200	φ 1350	φ 1500
2.0	1.51	1.79	2.33	2.83	3.31	3.82	4.23	4.92	5.38	5.50	5.38
2.5	1.75	2.09	2.74	3.37	3.98	4.62	5.18	6.24	7.19	7.79	8.33
3.0	1.94	2.32	3.05	3.78	4.48	5.2	5.87	7.16	8.37	9.20	9.99
3.5	2.10	2.51	3.31	4.11	4.89	5.68	6.43	7.89	9.28	10.27	11.23
4.0	2.23	2.67	3.54	4.39	5.23	6.09	6.90	8.50	10.04	11.15	12.24
4.5	2.35	2.82	3.74	4.64	5.54	6.45	7.32	9.04	10.70	11.91	13.10
5.0	2.46	2.95	3.91	4.87	5.81	6.77	7.69	9.51	11.29	12.59	13.86
5.5	2.57	3.07	4.08	5.07	6.06	7.06	8.03	9.94	11.82	13.19	14.55
6.0	2.66	3.19	4.23	5.27	6.29	7.33	8.34	10.34	12.3	13.74	15.17
6.5	2.75	3.29	4.37	5.44	6.51	7.58	8.63	10.71	12.75	14.26	15.75
7.0	2.83	3.39	4.50	5.61	6.71	7.82	8.90	11.05	13.17	14.73	16.28
7.5	2.90	3.48	4.63	5.77	6.90	8.04	9.16	11.37	13.56	15.18	16.78
8.0	2.98	3.57	4.75	5.91	7.08	8.25	9.40	11.68	13.93	15.60	17.26

注: (1) 按照 ASTM 规格规定的计算公式, 考虑内衬管材料承受地下水载荷时进行计算。

$$t = D / [\{ 2 N \cdot C \cdot EL / P \cdot F_s (1 - v^2) \}^{1/3} + 1]$$

(2) 旧管道没有发生变形的设定。

(3) 安全系数 F_s 取 2 时

(4) 树脂: 不饱和聚酯树脂

(5) 长期弹性模量值 EL 为 5000MPa (短期弹性模量值 E 为 10000MPa)

(6) 圆周支持率取 7.0 时

(7) 泊松比取 0.3 时

表 B.0.5 内衬材料厚度设计统计表($E_L=5500\text{MPa}$)

设计条件: $W L = G L - 1.0\text{m}$

管径(mm) 底埋深(m)	φ 250	φ 300	φ 400	φ 500	φ 600	φ 700	φ 800	φ 1000	φ 1200	φ 1350	φ 1500
2.0	1.46	1.73	2.26	2.75	3.21	3.70	4.10	4.76	5.21	5.33	5.21
2.5	1.69	2.02	2.65	3.27	3.86	4.47	5.02	6.05	6.96	7.55	8.07
3.0	1.88	2.24	2.96	3.66	4.34	5.04	5.69	6.94	8.11	8.92	9.68
3.5	2.03	2.43	3.21	3.98	4.74	5.50	6.23	7.65	8.99	9.95	10.88
4.0	2.16	2.59	3.43	4.25	5.07	5.90	6.69	8.24	9.73	10.81	11.86
4.5	2.28	2.73	3.62	4.50	5.37	6.25	7.09	8.76	10.37	11.54	12.7
5.0	2.39	2.86	3.79	4.72	5.63	6.56	7.45	9.22	10.94	12.2	13.43
5.5	2.49	2.98	3.95	4.92	5.88	6.84	7.78	9.64	11.45	12.78	14.10
6.0	2.58	3.09	4.10	5.10	6.10	7.10	8.08	10.02	11.92	13.32	14.70
6.5	2.66	3.19	4.24	5.27	6.31	7.35	8.36	10.38	12.36	13.81	15.26
7.0	2.74	3.28	4.36	5.44	6.50	7.57	8.63	10.71	12.76	14.28	15.78
7.5	2.82	3.37	4.48	5.59	6.69	7.79	8.87	11.02	13.14	14.71	16.26
8.0	2.89	3.46	4.60	5.73	6.86	7.99	9.11	11.32	13.5	15.12	16.72

注: (1) 按照 ASTM 规格规定的计算公式, 考虑内衬管材料承受地下水载荷时进行计算。

$$t = D / [\{ 2 N \cdot C \cdot EL / P \cdot F_s (1 - v^2) \}^{1/3} + 1]$$

(2) 旧管道没有发生变形的设定。

(3) 安全系数 F_s 取 2 时

(4) 树脂: 不饱和聚酯树脂

(5) 长期弹性模量值 EL 为 5500MPa (短期弹性模量值 E 为 11000MPa)

(6) 圆周支持率取 7.0 时

(7) 泊松比取 0.3 时

表 B.0.6 内衬材料厚度设计统计表($E_L=6000\text{MPa}$)

设计条件: $W L = G L - 1.0\text{m}$

管径(mm) 底埋深(m)	φ 250	φ 300	φ 400	φ 500	φ 600	φ 700	φ 800	φ 1000	φ 1200	φ 1350	φ 1500
2.0	1.42	1.68	2.19	2.67	3.12	3.60	3.98	4.63	5.06	5.17	5.06
2.5	1.65	1.96	2.58	3.17	3.75	4.35	4.88	5.88	6.77	7.34	7.84
3.0	1.83	2.18	2.88	3.55	4.22	4.90	5.53	6.74	7.88	8.66	9.41
3.5	1.97	2.36	3.12	3.87	4.60	5.35	6.06	7.43	8.74	9.67	10.57
4.0	2.10	2.52	3.33	4.13	4.93	5.73	6.50	8.00	9.46	10.50	11.52
4.5	2.22	2.65	3.52	4.37	5.21	6.07	6.89	8.51	10.08	11.22	12.34
5.0	2.32	2.78	3.69	4.58	5.47	6.37	7.24	8.96	10.63	11.85	13.05
5.5	2.42	2.89	3.84	4.78	5.71	6.65	7.56	9.36	11.13	12.42	13.70
6.0	2.50	3.00	3.98	4.96	5.93	6.90	7.85	9.74	11.58	12.94	14.28
6.5	2.59	3.10	4.12	5.12	6.13	7.14	8.13	10.08	12.01	13.42	14.83
7.0	2.66	3.19	4.24	5.28	6.32	7.36	8.38	10.41	12.40	13.87	15.33
7.5	2.74	3.28	4.36	5.43	6.50	7.57	8.62	10.71	12.77	14.29	15.80
8.0	2.8	3.36	4.47	5.57	6.67	7.77	8.85	11.00	13.12	14.69	16.25

注: (1) 按照 ASTM 规格规定的计算公式, 考虑内衬管材料承受地下水载荷时进行计算。

$$t = D / [\{ 2 N \cdot C \cdot EL / P \cdot F_s (1 - v^2) \}^{1/3} + 1]$$

(2) 旧管道没有发生变形的设定。

(3) 安全系数 F_s 取 2 时

(4) 树脂: 不饱和聚酯树脂

(5) 长期弹性模量值 EL 为 6000MPa (短期弹性模量值 E 为 12000MPa)

(6) 圆周支持率取 7.0 时

(7) 泊松比取 0.3 时

表 B.0.7 内衬材料厚度设计统计表($E_L=6500\text{MPa}$)

设计条件: $W L = G L - 1.0\text{m}$

管径(mm) 底埋深(m)	φ 250	φ 300	φ 400	φ 500	φ 600	φ 700	φ 800	φ 1000	φ 1200	φ 1350	φ 1500
2.0	1.38	1.64	2.13	2.60	3.04	3.50	3.88	4.51	4.93	5.04	4.93
2.5	1.60	1.91	2.51	3.09	3.65	4.23	4.75	5.72	6.59	7.14	7.64
3.0	1.78	2.12	2.80	3.46	4.11	4.77	5.39	6.57	7.67	8.44	9.16
3.5	1.92	2.3	3.04	3.77	4.48	5.21	5.90	7.23	8.51	9.42	10.30
4.0	2.05	2.45	3.24	4.03	4.80	5.58	6.33	7.80	9.21	10.23	11.22
4.5	2.16	2.58	3.43	4.26	5.08	5.91	6.71	8.29	9.81	10.92	12.01
5.0	2.26	2.71	3.59	4.46	5.33	6.21	7.05	8.72	10.35	11.54	12.71
5.5	2.35	2.82	3.74	4.65	5.56	6.47	7.36	9.12	10.84	12.10	13.34
6.0	2.44	2.92	3.88	4.83	5.77	6.72	7.65	9.48	11.28	12.60	13.91
6.5	2.52	3.02	4.01	4.99	5.97	6.95	7.92	9.82	11.69	13.07	14.44
7.0	2.59	3.11	4.13	5.14	6.15	7.17	8.16	10.14	12.08	13.51	14.93
7.5	2.66	3.19	4.24	5.29	6.33	7.37	8.40	10.43	12.44	13.92	15.39
8.0	2.73	3.27	4.35	5.42	6.49	7.56	8.62	10.71	12.78	14.31	15.83

注: (1) 按照 ASTM 规格规定的计算公式, 考虑内衬管材料承受地下水载荷时进行计算。

$$t = D / [\{ 2 N \cdot C \cdot EL / P \cdot F_s (1 - v^2) \}^{1/3} + 1]$$

(2) 旧管道没有发生变形的设定。

(3) 安全系数 F_s 取 2 时

(4) 树脂: 不饱和聚酯树脂

(5) 长期弹性模量值 EL 为 6500MPa (短期弹性模量值 E 为 13000MPa)

(6) 圆周支持率取 7.0 时

(7) 泊松比取 0.3 时

表 B.0.8 内衬材料厚度设计统计表($E_L=7000\text{MPa}$)

设计条件: $W L = G L - 1.0\text{m}$

管径(mm) 底埋深(m)	φ 250	φ 300	φ 400	φ 500	φ 600	φ 700	φ 800	φ 1000	φ 1200	φ 1350	φ 1500
2.0	1.35	1.60	2.08	2.54	2.96	3.34	3.70	4.30	4.70	4.80	4.70
2.5	1.56	1.87	2.45	3.02	3.56	4.04	4.53	5.46	6.28	6.81	7.28
3.0	1.73	2.07	2.73	3.38	4.01	4.55	5.14	6.26	7.32	8.05	8.74
3.5	1.88	2.24	2.97	3.67	4.37	4.97	5.62	6.90	8.12	8.98	9.82
4.0	2.00	2.39	3.17	3.93	4.68	5.32	6.04	7.44	8.78	9.75	10.70
4.5	2.11	2.52	3.34	4.15	4.96	5.64	6.40	7.90	9.36	10.42	11.46
5.0	2.21	2.64	3.50	4.36	5.20	5.92	6.73	8.32	9.87	11.01	12.12
5.5	2.30	2.75	3.65	4.54	5.43	6.18	7.02	8.70	10.34	11.54	12.72
6.0	2.38	2.85	3.79	4.71	5.63	6.41	7.30	9.04	10.76	12.02	13.27
6.5	2.46	2.94	3.91	4.87	5.82	6.63	7.55	9.37	11.15	12.47	13.77
7.0	2.53	3.03	4.03	5.02	6.00	6.84	7.79	9.67	11.52	12.89	14.24
7.5	2.60	3.12	4.14	5.16	6.17	7.03	8.01	9.95	11.86	13.28	14.68
8.0	2.67	3.19	4.25	5.29	6.34	7.22	8.22	10.22	12.19	13.65	15.10

注: (1) 按照 ASTM 规格规定的计算公式, 考虑内衬管材料承受地下水载荷时进行计算。

$$t = D / [\{ 2 N \cdot C \cdot EL / P \cdot F_s (1 - v^2) \}^{1/3} + 1]$$

(2) 旧管道没有发生变形的设定。

(3) 安全系数 F_s 取 2 时

(4) 树脂: 不饱和聚酯树脂

(5) 长期弹性模量值 EL 为 7000MPa (短期弹性模量值 E 为 14000MPa)

(6) 圆周支持率取 7.0 时

(7) 泊松比取 0.3 时

表 B.0.9 内衬材料厚度设计统计表($E_L=7500\text{MPa}$)

设计条件: $W L = G L - 1.0\text{m}$

管径(mm) 底埋深(m)	φ 250	φ 300	φ 400	φ 500	φ 600	φ 700	φ 800	φ 1000	φ 1200	φ 1350	φ 1500
2.0	1.32	1.56	2.04	2.48	2.90	3.34	3.70	4.30	4.70	4.80	4.70
2.5	1.53	1.82	2.40	2.95	3.48	4.04	4.53	5.46	6.28	6.81	7.28
3.0	1.70	2.03	2.67	3.30	3.92	4.55	5.14	6.26	7.32	8.05	8.74
3.5	1.83	2.19	2.90	3.59	4.27	4.97	5.62	6.90	8.12	8.98	9.82
4.0	1.95	2.34	3.09	3.84	4.58	5.32	6.04	7.44	8.78	9.75	10.70
4.5	2.06	2.47	3.27	4.06	4.84	5.64	6.40	7.90	9.36	10.42	11.46
5.0	2.16	2.58	3.42	4.26	5.08	5.92	6.73	8.32	9.87	11.01	12.12
5.5	2.24	2.69	3.57	4.44	5.30	6.18	7.02	8.70	10.34	11.54	12.72
6.0	2.33	2.79	3.70	4.61	5.51	6.41	7.30	9.04	10.76	12.02	13.27
6.5	2.40	2.88	3.82	4.76	5.69	6.63	7.55	9.37	11.15	12.47	13.77
7.0	2.47	2.96	3.94	4.91	5.87	6.84	7.79	9.67	11.52	12.89	14.24
7.5	2.54	3.05	4.05	5.04	6.04	7.03	8.01	9.95	11.86	13.28	14.68
8.0	2.61	3.12	4.15	5.17	6.19	7.22	8.22	10.22	12.19	13.65	15.10

注: (1) 按照 ASTM 规格规定的计算公式, 考虑内衬管材料承受地下水载荷时进行计算。

$$t = D / [\{ 2 N \cdot C \cdot EL / P \cdot F_s (1 - v^2) \}^{1/3} + 1]$$

(2) 旧管道没有发生变形的设定。

(3) 安全系数 F_s 取 2 时

(4) 树脂: 不饱和聚酯树脂

(5) 长期弹性模量值 EL 为 7500MPa (短期弹性模量值 E 为 15000MPa)

(6) 圆周支持率取 7.0 时

(7) 泊松比取 0.3 时

附录 C 内衬材料厚度设计统计表(无纺布)

表 C.0.1 内衬材料厚度设计统计表($E_L=900\text{MPa}$)

设计条件: $W L = G L - 1.0\text{m}$

管径(mm) 底埋深(m)	φ 250	φ 300	φ 400	φ 500	φ 600	φ 700	φ 800	φ 1000	φ 1200	φ 1350	φ 1500
2.0	2.65	3.15	4.11	5.00	5.84	6.74	7.46	8.67	9.49	9.70	9.50
2.5	3.08	3.68	4.83	5.94	7.02	8.14	9.14	11.01	12.67	13.74	14.69
3.0	3.41	4.08	5.38	6.65	7.89	9.16	10.35	12.62	14.74	16.21	17.61
3.5	3.69	4.41	5.83	7.23	8.60	10.00	11.32	13.89	16.34	18.09	19.77
4.0	3.93	4.70	6.22	7.72	9.21	10.71	12.15	14.96	17.67	19.63	21.54
4.5	4.14	4.96	6.57	8.16	9.74	11.34	12.87	15.89	18.83	20.96	23.05
5.0	4.33	5.19	6.88	8.56	10.22	11.90	13.52	16.72	19.85	22.13	24.38
5.5	4.51	5.40	7.17	8.92	10.66	12.41	14.11	17.48	20.77	23.19	25.57
6.0	4.67	5.60	7.43	9.25	11.06	12.88	14.66	18.17	21.62	24.15	26.66
6.5	4.82	5.78	7.68	9.56	11.43	13.32	15.16	18.81	22.40	25.05	27.66
7.0	4.96	5.95	7.91	9.85	11.78	13.73	15.63	19.41	23.13	25.88	28.60
7.5	5.10	6.11	8.12	10.12	12.11	14.11	16.08	19.97	23.81	26.65	29.47
8.0	5.23	6.26	8.33	10.38	12.42	14.48	16.50	20.50	24.46	27.39	30.30

注: (1) 按照 ASTM 规格规定的计算公式, 考虑内衬管材料承受地下水载荷时进行计算。

$$t = D / [\{ 2 N \cdot C \cdot EL / P \cdot F_s (1 - v^2) \}^{1/3} + 1]$$

(2) 旧管道没有发生变形的设定。

(3) 安全系数 F_s 取 2 时

(4) 树脂: 不饱和聚酯树脂

(5) 长期弹性模量值 EL 为 900MPa (长期弹性模量值 E 为 1800MPa)

(6) 圆周支持率取 7.0 时

(7) 泊松比取 0.3 时

表 C.0.2 内衬材料厚度设计统计表($E_L=1000\text{MPa}$)

设计条件: $W L = G L - 1.0\text{m}$

管径(mm) 底埋深(m)	φ 250	φ 300	φ 400	φ 500	φ 600	φ 700	φ 800	φ 1000	φ 1200	φ 1350	φ 1500
2.0	2.56	3.05	3.96	4.83	5.64	6.51	7.20	8.38	9.17	9.37	9.18
2.5	2.98	3.55	4.66	5.74	6.78	7.86	8.82	10.63	12.24	13.27	14.19
3.0	3.30	3.94	5.19	6.42	7.62	8.85	9.99	12.19	14.24	15.66	17.01
3.5	3.56	4.26	5.63	6.98	8.31	9.66	10.94	13.42	15.79	17.47	19.10
4.0	3.79	4.54	6.01	7.46	8.89	10.35	11.74	14.45	17.07	18.96	20.81
4.5	4.00	4.79	6.35	7.89	9.41	10.95	12.44	15.35	18.19	20.24	22.27
5.0	4.19	5.01	6.65	8.27	9.87	11.49	13.06	16.16	19.17	21.38	23.55
5.5	4.36	5.22	6.92	8.62	10.29	11.99	13.63	16.88	20.07	22.40	24.70
6.0	4.51	5.41	7.18	8.94	10.68	12.44	14.16	17.55	20.88	23.33	25.76
6.5	4.66	5.58	7.42	9.24	11.04	12.87	14.65	18.17	21.64	24.20	26.73
7.0	4.80	5.75	7.64	9.52	11.38	13.26	15.10	18.75	22.34	25.00	27.63
7.5	4.93	5.90	7.85	9.78	11.70	13.63	15.53	19.29	23.01	25.75	28.47
8.0	5.05	6.05	8.05	10.03	12.00	13.99	15.94	19.81	23.63	26.46	29.27

注: (1) 按照 ASTM 规格规定的计算公式, 考虑内衬管材料承受地下水载荷时进行计算。

$$t = D / [\{ 2 N \cdot C \cdot EL / P \cdot F_s (1 - v^2) \}^{1/3} + 1]$$

(2) 旧管道没有发生变形的设定。

(3) 安全系数 F_s 取 2 时

(4) 树脂: 不饱和聚酯树脂

(5) 长期弹性模量值 EL 为 1000MPa (短期弹性模量值 E 为 2000MPa)

(6) 圆周支持率取 7.0 时

(7) 泊松比取 0.3 时

表 C.0.3 内衬材料厚度设计统计表($E_L=1100\text{MPa}$)

设计条件: $W L = G L - 1.0\text{m}$

管径(mm) 底埋深(m)	φ 250	φ 300	φ 400	φ 500	φ 600	φ 700	φ 800	φ 1000	φ 1200	φ 1350	φ 1500
2.0	2.48	2.95	3.84	4.68	5.47	6.31	6.98	8.12	8.88	9.08	8.89
2.5	2.88	3.44	4.52	5.56	6.57	7.62	8.55	10.30	11.86	12.86	13.75
3.0	3.20	3.82	5.03	6.22	7.39	8.58	9.69	11.81	13.80	15.18	16.48
3.5	3.45	4.13	5.46	6.77	8.05	9.36	10.60	13.00	15.30	16.93	18.51
4.0	3.68	4.40	5.83	7.23	8.62	10.03	11.37	14.01	16.55	18.38	20.16
4.5	3.88	4.64	6.15	7.64	9.12	10.61	12.05	14.88	17.63	19.62	21.58
5.0	4.06	4.86	6.44	8.01	9.57	11.14	12.66	15.66	18.58	20.72	22.82
5.5	4.22	5.06	6.71	8.35	9.98	11.62	13.21	16.36	19.45	21.71	23.94
6.0	4.37	5.24	6.96	8.66	10.35	12.06	13.72	17.01	20.24	22.62	24.96
6.5	4.52	5.41	7.19	8.95	10.70	12.47	14.20	17.61	20.97	23.45	25.91
7.0	4.65	5.57	7.40	9.22	11.03	12.85	14.64	18.17	21.66	24.23	26.78
7.5	4.78	5.72	7.61	9.48	11.34	13.22	15.06	18.70	22.30	24.96	27.60
8.0	4.89	5.87	7.80	9.72	11.63	13.56	15.45	19.20	22.91	25.65	28.37

注: (1) 按照 ASTM 规格规定的计算公式, 考虑内衬管材料承受地下水载荷时进行计算。

$$t = D / [\{ 2 N \cdot C \cdot EL / P \cdot F_s (1 - v^2) \}^{1/3} + 1]$$

(2) 旧管道没有发生变形的设定。

(3) 安全系数 F_s 取 2 时

(4) 树脂: 不饱和聚酯树脂

(5) 长期弹性模量值 EL 为 1100MPa (短期弹性模量值 E 为 2200MPa)

(6) 圆周支持率取 7.0 时

(7) 泊松比取 0.3 时

表 C.0.4 内衬材料厚度设计统计表($E_L=1200\text{MPa}$)

设计条件: $W L = G L - 1.0\text{m}$

管径(mm) 底埋深(m)	φ 250	φ 300	φ 400	φ 500	φ 600	φ 700	φ 800	φ 1000	φ 1200	φ 1350	φ 1500
2.0	2.41	2.87	3.73	4.55	5.32	6.13	6.78	7.89	8.63	8.82	8.64
2.5	2.80	3.34	4.39	5.40	6.39	7.40	8.31	10.01	11.52	12.50	13.36
3.0	3.10	3.71	4.89	6.05	7.18	8.34	9.41	11.48	13.41	14.75	16.01
3.5	3.36	4.01	5.31	6.57	7.83	9.10	10.30	12.64	14.87	16.45	17.99
4.0	3.57	4.28	5.66	7.03	8.38	9.74	11.05	13.61	16.08	17.86	19.60
4.5	3.77	4.51	5.98	7.43	8.86	10.31	11.71	14.46	17.13	19.07	20.97
5.0	3.94	4.72	6.26	7.79	9.30	10.83	12.30	15.22	18.06	20.14	22.18
5.5	4.10	4.91	6.52	8.12	9.70	11.29	12.84	15.90	18.90	21.10	23.27
6.0	4.25	5.09	6.76	8.42	10.06	11.72	13.34	16.53	19.67	21.98	24.26
6.5	4.39	5.26	6.99	8.70	10.40	12.12	13.80	17.12	20.39	22.79	25.18
7.0	4.52	5.42	7.20	8.96	10.72	12.49	14.23	17.66	21.05	23.55	26.03
7.5	4.64	5.56	7.39	9.21	11.02	12.84	14.63	18.18	21.67	24.26	26.83
8.0	4.76	5.70	7.58	9.45	11.31	13.18	15.02	18.66	22.26	24.93	27.58

注: (1) 按照 ASTM 规格规定的计算公式, 考虑内衬管材料承受地下水载荷时进行计算。

$$t = D / [\{ 2 N \cdot C \cdot EL / P \cdot F_s (1 - v^2) \}^{1/3} + 1]$$

(2) 旧管道没有发生变形的设定。

(3) 安全系数 F_s 取 2 时

(4) 树脂: 不饱和聚酯树脂

(5) 长期弹性模量值 EL 为 1200MPa (短期弹性模量值 E 为 2400MPa)

(6) 圆周支持率取 7.0 时

(7) 泊松比取 0.3 时

表 C.0.5 内衬材料厚度设计统计表($E_L=1300\text{MPa}$)

设计条件: $W L = G L - 1.0\text{m}$

管径(mm) 底埋深(m)	φ 250	φ 300	φ 400	φ 500	φ 600	φ 700	φ 800	φ 1000	φ 1200	φ 1350	φ 1500
2.0	2.35	2.79	3.64	4.43	5.18	5.97	6.6	7.68	8.41	8.59	8.41
2.5	2.73	3.26	4.28	5.26	6.22	7.21	8.09	9.75	11.22	12.17	13.01
3.0	3.02	3.61	4.77	5.89	6.99	8.12	9.17	11.18	13.06	14.36	15.6
3.5	3.27	3.91	5.17	6.40	7.62	8.86	10.03	12.31	14.48	16.03	17.52
4.0	3.48	4.17	5.52	6.85	8.16	9.49	10.77	13.26	15.66	17.40	19.09
4.5	3.67	4.39	5.82	7.23	8.63	10.05	11.41	14.08	16.68	18.57	20.43
5.0	3.84	4.60	6.10	7.59	9.06	10.54	11.99	14.82	17.59	19.61	21.61
5.5	4.00	4.79	6.35	7.91	9.45	11.00	12.51	15.49	18.41	20.55	22.67
6.0	4.14	4.96	6.59	8.20	9.80	11.42	12.99	16.11	19.16	21.41	23.63
6.5	4.28	5.12	6.81	8.47	10.13	11.81	13.44	16.68	19.86	22.20	24.53
7.0	4.40	5.28	7.01	8.73	10.45	12.17	13.86	17.21	20.51	22.94	25.35
7.5	4.52	5.42	7.20	8.98	10.74	12.51	14.25	17.71	21.11	23.63	26.13
8.0	4.63	5.55	7.39	9.20	11.02	12.84	14.63	18.18	21.69	24.28	26.86

注: (1) 按照 ASTM 规格规定的计算公式, 考虑内衬管材料承受地下水载荷时进行计算。

$$t = D / [\{ 2 N \cdot C \cdot EL / P \cdot F_s (1 - v^2) \}^{1/3} + 1]$$

(2) 旧管道没有发生变形的设定。

(3) 安全系数 F_s 取 2 时

(4) 树脂: 不饱和聚酯树脂

(5) 长期弹性模量值 EL 为 1300MPa (短期弹性模量值 E 为 2600MPa)

(6) 圆周支持率取 7.0 时

(7) 泊松比取 0.3 时

表 C.0.6 内衬材料厚度设计统计表($E_L=1400\text{MPa}$)

设计条件: $W L = G L - 1.0\text{m}$

管径(mm) 底埋深(m)	φ 250	φ 300	φ 400	φ 500	φ 600	φ 700	φ 800	φ 1000	φ 1200	φ 1350	φ 1500
2.0	2.29	2.73	3.55	4.32	5.05	5.82	6.44	7.50	8.20	8.38	8.21
2.5	2.66	3.18	4.17	5.14	6.07	7.03	7.90	9.51	10.95	11.88	12.70
3.0	2.95	3.53	4.65	5.75	6.82	7.92	8.95	10.91	12.74	14.02	15.22
3.5	3.19	3.82	5.04	6.25	7.44	8.65	9.79	12.01	14.13	15.64	17.10
4.0	3.40	4.07	5.38	6.68	7.96	9.26	10.51	12.94	15.28	16.98	18.63
4.5	3.58	4.29	5.68	7.06	8.42	9.80	11.13	13.75	16.28	18.13	19.93
5.0	3.75	4.49	5.95	7.40	8.84	10.29	11.70	14.47	17.17	19.14	21.09
5.5	3.90	4.67	6.20	7.72	9.22	10.73	12.21	15.12	17.97	20.06	22.12
6.0	4.04	4.84	6.43	8.00	9.57	11.14	12.68	15.72	18.70	20.90	23.07
6.5	4.17	5.00	6.64	8.27	9.89	11.52	13.12	16.28	19.38	21.67	23.94
7.0	4.30	5.15	6.84	8.52	10.20	11.88	13.53	16.79	20.01	22.39	24.75
7.5	4.41	5.29	7.03	8.76	10.48	12.21	13.91	17.28	20.61	23.07	25.50
8.0	4.52	5.42	7.21	8.98	10.75	12.53	14.28	17.74	21.17	23.70	26.22

注: (1) 按照 ASTM 规格规定的计算公式, 考虑内衬管材料承受地下水载荷时进行计算。

$$t = D / [\{ 2 N \cdot C \cdot EL / P \cdot F_s (1 - v^2) \}^{1/3} + 1]$$

(2) 旧管道没有发生变形的设定。

(3) 安全系数 F_s 取 2 时

(4) 树脂: 不饱和聚酯树脂

(5) 长期弹性模量值 EL 为 1400MPa (短期弹性模量值 E 为 2800MPa)

(6) 圆周支持率取 7.0 时

(7) 泊松比取 0.3 时

表 C.0.7 内衬材料厚度设计统计表($E_L=1500\text{MPa}$)

设计条件: $W L = G L - 1.0\text{m}$

管径(mm) 底埋深(m)	φ 250	φ 300	φ 400	φ 500	φ 600	φ 700	φ 800	φ 1000	φ 1200	φ 1350	φ 1500
2.0	2.24	2.66	3.47	4.22	4.94	5.69	6.30	7.33	8.02	8.19	8.02
2.5	2.60	3.11	4.08	5.02	5.93	6.87	7.72	9.30	10.70	11.61	12.41
3.0	2.88	3.45	4.55	5.62	6.67	7.75	8.74	10.66	12.46	13.70	14.88
3.5	3.12	3.73	4.93	6.11	7.27	8.45	9.57	11.74	13.81	15.29	16.71
4.0	3.32	3.97	5.26	6.53	7.78	9.05	10.27	12.65	14.94	16.59	18.21
4.5	3.50	4.19	5.56	6.90	8.24	9.58	10.88	13.44	15.92	17.72	19.49
5.0	3.66	4.39	5.82	7.24	8.64	10.06	11.44	14.14	16.78	18.71	20.61
5.5	3.81	4.57	6.06	7.54	9.01	10.49	11.94	14.78	17.57	19.61	21.63
6.0	3.95	4.73	6.29	7.82	9.35	10.89	12.40	15.37	18.28	20.43	22.55
6.5	4.08	4.89	6.49	8.09	9.67	11.26	12.82	15.91	18.95	21.19	23.40
7.0	4.20	5.03	6.69	8.33	9.97	11.61	13.23	16.42	19.57	21.89	24.19
7.5	4.31	5.17	6.87	8.56	10.25	11.94	13.60	16.90	20.15	22.55	24.93
8.0	4.42	5.30	7.05	8.78	10.51	12.25	13.96	17.35	20.69	23.17	25.63

注: (1) 按照 ASTM 规格规定的计算公式, 考虑内衬管材料承受地下水载荷时进行计算。

$$t = D / [\{ 2 N \cdot C \cdot EL / P \cdot F_s (1 - v^2) \}^{1/3} + 1]$$

(2) 旧管道没有发生变形的设定。

(3) 安全系数 F_s 取 2 时

(4) 树脂: 不饱和聚酯树脂

(5) 长期弹性模量值 EL 为 1500MPa (短期弹性模量值 E 为 3000MPa)

(6) 圆周支持率取 7.0 时

(7) 泊松比取 0.3 时

附录 D 闭气法试验方法

D.0.1 本方法适用于采用低压气体测试塑料排水管道的严密性。

D.0.2 闭气试验应包括试压和主压两个步骤。

D.0.3 试压步骤应符合下列规定：

- 1 往管内充气，直到管内压力达到27.5kPa。关闭气阀，观察管内气压变化；
- 2 当压力下降至24kPa时，往管内补气，使得压力能够保持在24kPa~27.5kPa之间，持续时间至少2min。

D.0.4 试压步骤结束后，进入主压步骤，主压步骤应符合下列规定：

- 1 缓慢增加压力直到27.5kPa，关闭气阀停止供气；
- 2 观察管内压力变化，当压力下降至24kPa时，开始计时；
- 3 记录压力表中压力从24kPa下降至17kPa所用的实际时间 T_l ；
- 4 比较实际时间 T_l 与最小允许时间 T ，如果 $T_l \geq T$ ，则管道闭气试验合格，反之为不合格；
- 5 如果实际时间 T_l 已经超过最小允许时间 T ，而气压下降量为零或远小于7kPa，则也应判定管道闭气试验合格。

D.0.5 压力下降7 kPa 最小允许时间 T 按表 D.0.5取值，也可按下式计算：

$$T = 0.00102DK_t/V_e \quad (\text{D.0.5-1})$$

$$K_t = 5.4085 \times 10^{-5}DL_t \quad (\text{D.0.5-2})$$

式中： T ——压力下降 7kPa 最小允许时间 (s)；

K_t ——安全系数，按式 E.0.5-2 计算，且不小于 1；

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

D_j ——管道计算内径 (mm)；

L_t ——测试段长度 (m)。

表 D.0.5 气压下降 7 kPa 最小允许时间 T

管道	最小	最小时	
			测试管道长度 (m)

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

注：1 可以采取插值法获取其他长度的最小允许时间 T ，对管道直径不可采取插值法；

2 表中包括规定的压力从24kpa 下降到17kpa 允许最短时间，采用的允许渗漏速率为 $0.45694 \times 10^{-3} \text{m}^3 / (\text{min} \cdot \text{m}^2)$ ，最大渗漏量不应超过635Ve。

D.0.6 也可采用压力下降 3.5kPa 的方法，压力下降 3.5kPa 最小允许时间 T 按表 D.0.6 取值。

表 D.0.6 气压下降 3.5 kPa 最小允许时间 T

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

注：1 可以采取插值法获取其他长度的最小允许时间 T ，对管道直径不可采取插值法；

2 当测试管径大或测试距离长时，采用压力下降3.5kPa 的方法，可缩短试验时间。

附录 E 管壁密实性试验方法

E.0.1 本方法适用于采用原位固化法内衬管的管壁密实性试验。

E.0.2 试样应从现场固化的原位固化法（CIPP）内衬管上截取。

E.0.3 如果薄膜或者涂层是内衬管道的一部分，则不得破坏内衬表面的涂层；如果薄膜或者涂层是可去除的，则采用游标卡尺精确材料薄膜或者涂层厚度，然后对其切割10个相互垂直的切口，形成尺寸为4X4mm 的网格。

E.0.4 测试时采用如图 E.0.4 所示的系统，在样本的一侧形成-0.05MPa 负压（误差为±2.5kPa）。

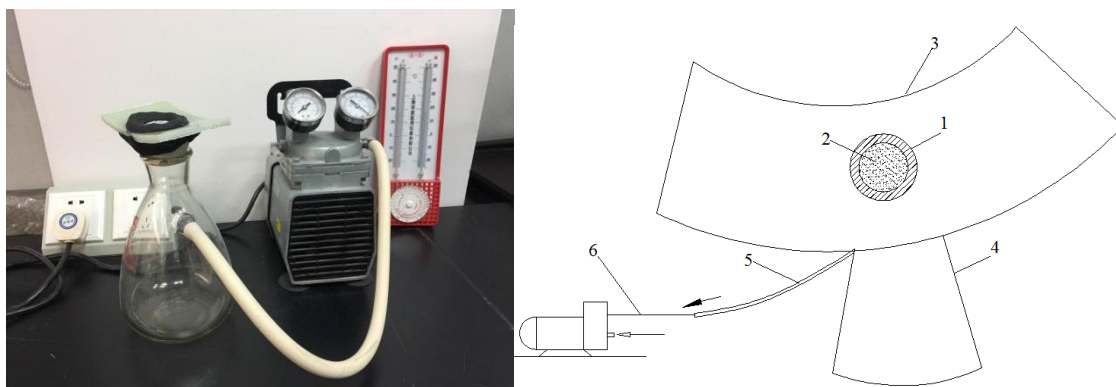


图 E.0.4 管壁密实性试验方法及装置

1-橡皮泥；2-带颜色的水；3-试样；4-透明玻璃瓶；5-气管；6-抽气装置

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

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用词：

正面词采用“应”；

反面词采用“不得”。

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”；

反面词采用“不宜”。

4) 表示有选择，在一定条件下可以这么做的用词，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”。

引用标准目录

- 1 《室外排水设计规范》 GB 50014
- 2 《城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程》 CJJ/T 210
- 3 《城镇排水管道检测与评估技术规程》 CJJ 181
- 4 《排水管道电视和声纳检测评估技术规程》 DB31/T 444
- 5 《城镇排水管道设计规范》 DG/TJ08-2222
- 6 《非开挖修复用塑料管道 总则》 GB/T 37862
- 7 《埋地塑料排水管道工程技术规程》 CJJ 143
- 8 《埋地塑料排水管道工程技术技术标准》 DG/TJ 08-308
- 9 《给水排水用聚乙烯（PE）管材》 GB/T 13663
- 10 《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
- 11 《无压埋地排污、排水用硬聚氯乙烯（PVC-U）管材》 GB/T 20221
- 12 《埋地钢塑复合管缠绕排水管材》 GB/T 2783
- 13 《玻璃钢纤维增强塑料夹砂管》 GB/T21238
- 14 《玻璃钢纤维增强连续缠绕夹砂管》 JC/T 2538
- 15 《给水排水管道原位固化法修复工程技术规程》 T/CECS 559
- 16 《给水排水管道内喷涂修复工程技术规程》 T/CECS 602
- 17 《城镇排水管道维护安全技术规程》 CJJ 6
- 18 《城镇排水管渠与泵站运行、维护及安全技术规程》 CJJ 68
- 19 《给水排水管道工程施工及验收规范》 GB 50268
- 20 《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
- 21 《色漆和清漆 抗流挂性评定》 GB/T 9264
- 22 《色漆和清漆 拉开法附着力试验》 GB/T 5210
- 23 《树脂浇铸体性能试验方法》 GB/T 2567
- 24 《塑料拉伸性能的测定》 GB/T 1040
- 25 《塑料弯曲性能的测定》 GB/T 9341

- 26 《热塑性塑料管材耐性外冲击性能试验方法》 GB/T 14152
- 27 《热塑性塑料管材纵向回缩率的测定》 GB/T 6671
- 28 《热塑性塑料管材蠕变比率的试验方法》 GB/T18042
- 29 《热塑性塑料管材环刚度的测定》 GB/T 9647
- 30 《热塑性塑料管材拉伸性能测定》 GB/T 8804.3
- 31 《增强热固性塑料耐化学介质性能试验方法》 GB/T 3857
- 32 《塑料耐液体化学试剂性能的测定》 GB/T 11547
- 33 《塑料管道系统塑料部件尺寸的测定》 GB/T 8806
- 34 《给水排水工程管道结构设计规范》 GB50332
- 35 《地下工程防水技术规范》 GB50108
- 36 《地基处理技术规范》 DBJ 08-40
- 37 《地下防水工程质量验收规范》 GB 50208

上海市工程建设规范

城镇排水管道非开挖修复技术标准

DG/TJ XX-XXX-20XX

J XXXXX-20XX

条文说明