



T/CECS 559-2018

中国工程建设标准化协会标准

给水排水管道原位固化法 修复工程技术规程

Specification for water and drainage pipeline
rehabilitation using cured-in-place-pipe method

中国计划出版社

中国工程建设标准化协会标准

给水排水管道原位固化法
修复工程技术规程

Specification for water and drainage pipeline
rehabilitation using cured-in-place-pipe method

T/CECS 559-2018

主编单位：中国地质大学（武汉）

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：2019年5月1日

中国计划出版社

2019 北 京

中国工程建设标准化协会标准
给水排水管道原位固化法
修复工程技术规程

T/CECS 559-2018



中国计划出版社出版发行

网址: www.jhpress.com

地址:北京市西城区木樨地北里甲11号国宏大厦C座3层

邮政编码:100038 电话:(010)63906433(发行部)

廊坊市海涛印刷有限公司印刷

850mm×1168mm 1/32 2印张 50千字

2019年5月第1版 2019年5月第1次印刷

印数1—2080册



统一书号:155182·0496

定价:24.00元

版权所有 侵权必究

侵权举报电话:(010)63906404

如有印装质量问题,请寄本社出版部调换

中国工程建设标准化协会公告

第 393 号

关于发布《给水排水管道原位固化法 修复工程技术规程》的公告

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2014 年第二批工程建设协会标准制订、修订计划〉的通知》(建标协字〔2014〕070 号)的要求,由中国地质大学(武汉)等单位编制的《给水排水管道原位固化法修复工程技术规程》,经本协会管道结构专业委员会组织审查,现批准发布,编号为 T/CECS 559-2018,自 2019 年 5 月 1 日起施行。

中国工程建设标准化协会
二〇一八年十二月十六日

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2014年第二批工程建设协会标准制订、修订计划〉的通知》(建标协字〔2014〕070号)的要求,规程编制组在广泛调查研究,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,制定本规程。

本规程的共分7章和1个附录,主要技术内容包括:总则、术语和符号、基本规定、材料、设计、施工、验收等。

本规程由中国工程建设标准化协会管道结构专业委员会归口管理,由中国地质大学(武汉)负责具体技术内容的解释。本规程在执行过程中,如有意见或建议,请寄送解释单位(地址:湖北省武汉市洪山区鲁磨路388号,邮政编码:430074)。

主编单位:中国地质大学(武汉)

参编单位:北京市市政工程设计研究总院有限公司

广州市市政集团有限公司

成都市排水设施管理处

南宁市政工程管理处

武汉市城市排水发展有限公司

泉州市排水管理中心

杭州市水务控股集团有限公司

西安市城区市政养护管理公司

中国市政工程华北设计研究总院有限公司

北京排水建设有限公司

厦门安越非开挖工程技术股份有限公司

管丽环境技术(上海)有限公司

金陵力联思树脂有限公司

武汉中地大非开挖研究院有限公司
澜宁管道(上海)有限公司
杭州国通建设有限公司
上海誉帆环境科技有限公司
杭州诺地克科技有限公司
萨泰克斯管道修复技术(太仓)有限公司
北京普洛兰管道科技有限公司
石普贸易(上海)有限公司
上纬新材料科技股份有限公司
武汉中仪物联技术股份有限公司
莱茵技术(上海)有限公司

主要起草人: 马保松 安关锋 何彬 陈海杰 田中凯
张德亮 宋奇叵 邓晓青 谭文东 孙跃平
何镍鹏 陈爱朝 廖宝勇 王卫平 葛平
李佳川 赵伟 王黎明 吉乃晋 郑玉
赵继成 张欣 魏懿红 李红阳 黄春红
何善 王远峰 孔耀祖 赵业海 李鹤松
郑洪标 曾聪 周维 冯舒扬 刘强
主要审查人: 刘雨生 陈湧城 吕士健 黄家文 邱文心
唐东 杨涛 王诗烽 马孝春

目 次

1	总 则	(1)
2	术语和符号	(2)
2.1	术语	(2)
2.2	符号	(3)
3	基本规定	(5)
4	材 料	(6)
4.1	原材料	(6)
4.2	内衬管	(9)
5	设 计	(10)
5.1	一般规定	(10)
5.2	内衬管结构设计	(10)
5.3	水力计算	(13)
6	施 工	(15)
6.1	一般规定	(15)
6.2	管道预处理	(16)
6.3	翻转式施工	(16)
6.4	拉入式施工	(19)
6.5	点状原位固化法	(21)
7	验 收	(23)
7.1	一般规定	(23)
7.2	原有管道预处理	(26)
7.3	内衬管质量检验	(26)
7.4	管壁密实性试验	(28)
7.5	管道功能性试验	(28)
7.6	工程竣工验收	(29)

附录 A 管壁密实性试验方法	(32)
本规程用词说明	(33)
引用标准名录	(34)
附:条文说明	(35)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms and symbols	(2)
2.1	Terms	(2)
2.2	Symbols	(3)
3	Basic requirements	(5)
4	Material	(6)
4.1	Raw materials	(6)
4.2	Liner	(9)
5	Design	(10)
5.1	General requirements	(10)
5.2	Liner structure design	(10)
5.3	Hydraulic calculation	(13)
6	Construction	(15)
6.1	General requirement	(15)
6.2	Liner pretreatment	(16)
6.3	Turnover technique construction	(16)
6.4	Pull-in technique construction	(19)
6.5	Cured-in-place pipe of spot	(21)
7	Acceptance	(23)
7.1	General requirement	(23)
7.2	Original pipeline pretreatment	(26)
7.3	Liner inspection	(26)
7.4	Pipe wall compactness test	(28)
7.5	Pipe functional test	(28)

7.6 Project completion and acceptance	(29)
AppendixA The way of pipe wall compactness test	(32)
Explanation of wording in this specification	(33)
List of quoted standards	(34)
Addition: Explanation of provisions	(35)

1 总 则

1.0.1 为规范原位固化法修复给水排水管道工程,做到安全适用、技术先进、经济合理,制定本规程。

1.0.2 本规程适用于采用原位固化法修复给水排水管道工程的设计、施工和验收。

1.0.3 给水排水管道原位固化法修复工程的设计、施工和验收,除应符合本规程的规定外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 原位固化法 cured-in-place pipe(CIPP)

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

2.1.2 干软管 dry tube

与树脂有良好相容性的一层或多层聚酯纤维毡等增强纤维织物或同等性能材料制作而成的柔性管材。

2.1.3 湿软管 wet tube

干软管经浸渍树脂后尚未固化的管材。

2.1.4 内衬管 liner

湿软管经翻转或牵拉安装进入原有管道并固化形成的新的管道内衬。

2.1.5 局部修复 localized repair

对原有管道内的局部破损、接口错位等缺陷进行修复的原位固化法(CIPP)。

2.1.6 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原位固化法(CIPP)修复工程。

2.1.7 结构性修复 structural rehabilitation

内衬管独立承受原有管道内、外全部压力的原位固化法(CIPP)修复工程。

2.2 符 号

2.2.1 几何参数

A ——过流面积

D ——内衬管的计算直径；

D_{\max} ——原有管道的最大内径；

D_{\min} ——原有管道的最小内径；

D_0 ——内衬管管道外径；

D_1 ——内衬管的内径；

D_E ——原有管道平均内径；

H_s ——管顶覆土厚度；

H_w ——管底以上地下水水位高度；

H ——管道敷设深度；

I ——内衬管单位长度管壁惯性矩；

R ——管材允许弯曲半径；

R_h ——水力半径；

i ——水力坡降；

SDR ——管道的标准尺寸比；

d_i ——管道内径；

d_h ——原有管道中缺口或孔洞的最大直径；

l ——管道长度；

t ——内衬管的壁厚；

2.2.2 荷载和压力

P_n ——管道的设计压力；

P_w ——管顶位置地下水压力；

P_v ——真空压力；

q_t ——管道总的外部压力；

W_s ——活荷载。

2.2.3 材料性能

- E ——初始弹性模量；
- E_L ——长期弹性模量；
- E_S' ——管侧土综合变形模量；
- f ——管材环向长期抗拉强度标准值；
- σ_L ——内衬管道的长期弯曲强度；
- σ_θ ——在设计内水压力作用下管壁截面上的环向应力设计值。

2.2.4 系数

- B' ——弹性支撑系数；
- C ——椭圆度折减系数；
- C_h ——海森-威廉系数；
- K ——圆周支持率；
- K_t ——系数；
- k ——强度安全系数；
- N ——管道截面环向稳定性抗力系数；
- n ——粗糙系数；
- n_e ——原有管道的粗糙系数；
- n_i ——内衬管的粗糙系数；
- q ——原有管道的椭圆度；
- R_w ——水浮力系数；
- μ ——泊松比；
- γ_0 ——管道的重要性系数；
- γ_{0t} ——原位固化法(CIPP)管材抗力分项系数。

2.2.5 其他符号

- B ——管道修复前后过流能力比；
- h ——水头损失；
- Q ——流量；
- Q_c ——闭水试验允许渗水量；
- V_c ——渗漏速率；
- γ ——土的重度。

3 基本规定

3.0.1 给水排水管道原位固化法(CIPP)工程应依据管道检测评估报告进行设计和施工。

3.0.2 给水排水管道原位固化法(CIPP)修复的设计使用年限应符合下列规定：

1 半结构性修复时,其结构设计使用年限不应低于原有管道结构的剩余设计使用期限；

2 结构性修复时,其结构设计使用年限不得低于原有管道的结构设计使用年限；

3 对城镇排水主干管,结构性修复的设计使用年限不得低于50年。

3.0.3 原位固化法(CIPP)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有关标准规定；涉及饮用水的材料卫生标准应符合现行国家标准《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》GB/T 17219 的规定。

3.0.4 在修复之前应对管道进行预处理,管道预处理应满足原位固化法(CIPP)修复要求。

3.0.5 排水管道原位固化法(CIPP)施工时,应按现行国家行业标准《城镇排水管道维护安全技术规程》CJJ6 的有关规定制定和采取相应安全措施。

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

3.0.7 原位固化法(CIPP)修复工程应在验收合格后交付使用。

4 材 料

4.1 原 材 料

4.1.1 原位固化法(CIPP)采用的原材料包括树脂系统和干软管;原材料的性能应符合内衬管的设计要求。

4.1.2 原位固化法(CIPP)使用的树脂系统应符合下列规定:

1 树脂系统可采用不饱和聚酯树脂(UP)、环氧树脂(EP)或者乙烯基酯树脂(VE);

2 树脂应具有良好的浸润性及触变性能;

3 树脂类型与管道水质宜按表 4.1.2-1 确定;

表 4.1.2-1 树脂类型与管道水质条件

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

4 原位固化法(CIPP)专用树脂系统浇铸体性能应符合表 4.1.2-2的规定;

表 4.1.2-2 原位固化法(CIPP)专用树脂浇铸体性能

纯树脂性能	间苯/邻苯	乙烯基酯	环氧树脂	测试方法
弯曲模量(MPa)	\geq 3000	\geq 3000	\geq 3000	按现行国家标准《树脂浇铸体性能试验方法》GB/T 2567中的相关规定执行
弯曲强度(MPa)	\geq 90	\geq 100	\geq 100	
拉伸模量(MPa)	\geq 3000	\geq 3000	\geq 3000	
拉伸强度(MPa)	\geq 60	\geq 80	\geq 80	
拉伸断裂延伸率(%)	\geq 2	\geq 4	\geq 4	

续表 4.1.2-2

纯树脂性能	间苯/邻苯	乙烯基酯	环氧树脂	测试方法
热变形温度(℃)	≥88	≥93	≥85	按现行国家标准《塑料负荷变形温度的测定》GB/T 1634 中的相关规定执行

5 原位固化法(CIPP)热固性树脂等级划分和试验方法应符合表 4.1.2-3 的规定。

表 4.1.2-3 原位固化法(CIPP)热固性树脂等级划分和试验方法

化合物溶液	等级 1	等级 2/等级 3	测试方法
硝酸,浓度 1.0%	耐	耐	按现行国家标准《玻璃纤维增强热固性塑料耐化学介质性能试验方法》GB/T 3857 中的有关规定执行
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	按现行国家标准《树脂浇铸体性能试验方法》GB/T 2567 中的相关规定执行
氢氧化钠,浓度 0.5%	不耐	耐	

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

2 按现行国家标准《玻璃纤维增强热固性塑料耐化学药品性能试验方法》GB/T 3857 中的规定,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。

6 树脂储藏环境、储藏温度和储藏时间应根据树脂本身的稳定性和固化体系来确定。树脂和添加剂混合后应及时进行浸渍。

4.1.3 干软管应符合下列规定:

- 1 采用折叠法、缝合法制作湿软管时,应先制作干软管;
- 2 干软管可由单层或多层聚酯纤维毡或同等性能的材料组成,应与所用树脂兼容;
- 3 干软管的外表面应包覆一层与所采用的树脂兼容的非渗

透性塑料膜；

4 采用折叠法制作干软管时，各层纤维毡或同等性能的材料
的接缝应错开；

5 干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；

6 干软管的轴向拉伸率不得大于 2%；

7 玻璃纤维增强的干软管的玻璃纤维层数应大于等于两层；

8 干软管制作厚度应确保固化后管壁大于或等于内衬管材
的设计厚度；

9 干软管应在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。

10 干软管的长度应大于待修复管道的长度，干软管的直径
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。

4.1.4 紫外光固化内衬的临时内膜应表面光滑，并且完整、无破
损，具有抗渗及防腐性能，可以采用下列材料：

1 聚乙烯(PE)；

2 聚丙烯(PP)；

3 聚氨酯(PUR)；

4 聚酰胺(PA)；

5 聚氯乙烯(PVC)；

6 紫外光固化内衬采用的临时内膜主要技术参数应符合表
4.1.4 的要求。

表 4.1.4 紫外光固化内衬临时内膜主要技术参数

项 目	数 值
耐温(C)	-40~85
拉伸强度(MPa)	>55
延伸率(%)	8~30
厚度(μm)	100~300

4.1.5 湿软管外观应符合下列规定：

- 1 湿软管厚度均匀；
- 2 表面无破损；
- 3 表面无较大面积褶皱；
- 4 表面无气泡；

5 浸渍过树脂的湿软管应存储在避光和产品要求的温度环境中，运输过程中应记录湿软管暴露的温度和时间。

4.2 内 衬 管

4.2.1 翻转法施工的内衬管应由纤维布或纤维毡等骨架材料制作的软管和树脂粘合材料组成。

4.2.2 拉入式施工的内衬管应由玻璃纤维增强的骨架材料制作的软管和紫外光固化树脂粘合材料组成。

4.2.3 内衬管力学性能指标应符合表 4.2.3 的规定。

表 4.2.3 内衬管初始力学性能指标

性 能	指 标	
	普通毡内衬管	玻璃纤维内衬管
抗弯强度(MPa)	≥31	≥45
短期弯曲弹性模量(MPa)	≥1724	≥6500
抗拉强度(MPa)	≥21	≥62

4.2.4 内衬管的规格尺寸应符合下列要求：

1 修复给水管道时，采用的内衬管的直径宜为 150mm～1600mm；

2 修复排水管道时，采用的内衬管的直径宜为 150mm～2000mm。

5 设计

5.1 一般规定

5.1.1 原位固化法(CIPP)工程设计前应详细调查原有管道的基本信息、工程地质和水文地质条件、现场及周边的施工环境。

5.1.2 应按现行国家行业标准《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ 181 和《城镇给水管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 244 的有关规定对原有管道的缺陷进行检测与评估,根据检测和评估报告的结论确定修复方式,整体或局部修复,结构性修复或半结构性修复。

5.1.3 原位固化法(CIPP)工程的设计应符合下列规定:

- 1 当原有管道地基不满足管道承载力要求时,应进行处理;
- 2 修复后的管道结构应满足强度、稳定性及变形要求;
- 3 修复后管道的过流能力应满足要求;
- 4 修复后管道应满足疏通要求;
- 5 结构性修复不应用于给水管道;
- 6 给水管道修复不应出现纵向褶皱。

5.2 内衬管结构设计

5.2.1 原位固化法(CIPP)工程所用干软管尺寸应与原有管道内径相匹配。

5.2.2 内衬管壁厚设计:

1 内衬管与原有管道联合承受外部地下水静液压力及真空压力时,壁厚可按下列公式计算:

$$t = \frac{D_0}{\left[\frac{2KE_1C}{(P_w + P_v)N(1-\mu^2)} \right]^{\frac{1}{3}} + 1} \quad (5.2.2-1)$$

$$C = \left[\frac{\left(1 - \frac{q}{100}\right)^3}{\left(1 + \frac{q}{100}\right)^2} \right] \quad (5.2.2-2)$$

$$q = 100 \times \frac{(D_E - D_{\min})}{D_E} \quad \text{或} \quad q = 100 \times \frac{(D_{\max} - D_E)}{D_E} \quad (5.2.2-3)$$

式中： P_w ——管底位置地下水压力(MPa)， $P_w = 0.00981H_w$ ；

P_v ——真空压力(MPa)(根据工程实际取值，不应小于0.05MPa)；

C ——椭圆度折减因子；

N ——管道截面环向稳定性抗力系数(取值不应小于2.0)；

q ——原有管道的椭圆度(%)；

D_E ——原有管道的平均内径(mm)；

D_{\min} ——原有管道的最小内径(mm)；

D_{\max} ——原有管道的最大内径(mm)；

E_L ——内衬管的长期弯曲弹性模量(MPa)，宜按表4.2.3短期弯曲弹性模量的50%选取；

K ——圆周支持率，应取值为7.0；

μ ——泊松比，取0.3；

2 排水管道结构性修复内衬管独立承受外部总荷载(地下水静液压力、土壤静载荷、活载荷)时，管壁厚度应按下列公式计算，内衬的最小壁厚还应满足式(5.2.2-1)及(5.2.2-8)的要求。

$$t = 0.721D_0 \left[\frac{\left(\frac{M \times q_t}{C}\right)^2}{E_L \times R_w \times B' \times E_s'} \right]^{\frac{1}{3}} \quad (5.2.2-4)$$

$$q_t = 0.00981H_w + \frac{\gamma \times H_s \times R_w}{1000} + W_s \quad (5.2.2-5)$$

$$R_w = 1 - 0.33 \times \frac{H_w}{H_s} \quad (5.2.2-6)$$

$$B' = \frac{1}{1 + 4e^{-0.213H_s}} \quad (5.2.2-7)$$

$$\frac{tE^{1/3}}{D_o} \geq 0.1973 \quad (5.2.2-8)$$

式中: q_t ——管道总的外部压力(MPa);

R_w ——水浮力因子(最小取 0.67);

H_w ——管底以上地下水位高度(m);

H_s ——管顶覆土厚度(m);

W_s ——活荷载(MPa),地面车辆荷载应根据现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332 中的规定确定;

B' ——弹性支撑系数;

E'_s ——管侧土综合变形模量(MPa),应根据现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332 的规定确定。

E ——内衬管短期弯曲弹性模量(MPa)

3 给水管道半结构性修复时应对缺口或孔洞处进行局部强度校核:

1) 当缺口或孔洞尺寸较小、且满足式(5.2.2-9)时,应按式(5.2.2-10)对内衬管壁厚设计值进行校核。

$$\frac{d_h}{D_E} \leq 1.83 \left(\frac{t}{D_o} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (5.2.2-9)$$

$$t \geq \frac{D_o}{\left[5.33 \times \left(\frac{D_E}{d_h} \right)^2 \times \frac{\sigma_L}{kF_{wd,k}} \right]^{\frac{1}{2}} + 1} \quad (5.2.2-10)$$

式中: d_h ——原有管道中缺口或孔洞的最大直径(mm);

D_E ——原有管道的平均内径(mm);

D_o ——管道计算直径(mm);

t ——管壁计算厚度(mm)。

σ_L ——内衬管道的长期弯曲强度标准值(MPa),取表 4.2.3

中短期强度的 50%。

k ——强度安全系数,可取 $k=2$;

$F_{wd,k}$ ——管道工作压力标准值(N/mm²);

2)当缺口或孔洞尺寸较大且超出式(5.2.2-9)的范围时,内衬管壁厚应按下式计算:

$$t \geq \frac{kF_{wd,k}D_0}{2f} \quad (5.2.2-11)$$

式中: f ——管材环向长期抗拉强度标准值,宜按本规程表 4.2.3 中抗拉强度的 50%选取(N/mm²);

5.2.3 当管道位于地下水水位以上时,翻转法内衬管标准尺寸比(SDR)不宜大于 100。

5.2.4 当排水管道进行结构性修复时,内衬结构设计应按现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332 进行强度和变形计算,不满足要求时应采取相关的构造措施。

5.3 水力计算

5.3.1 给水管道的的水头损失 H 应按下列式计算:

$$H = \frac{10.67Q^{1.852}l}{C_h^{1.852}d_i^{4.87}} \quad (5.3.1)$$

式中: H ——水头损失(m);

Q ——管道流量(m³/s);

l ——管道长度(m);

C_h ——海森-威廉系数,取值范围为 135-145;

d_i ——管道内径(m)。

5.3.2 排水管道的水力计算应满足下列要求:

1 排水管道流量应按下列式进行计算:

$$Q = Av \quad (5.3.2-1)$$

式中: A ——水流有效断面面积(m²);

v ——流速(m/s);

2 流速应按下式进行计算:

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

式中: i ——水力坡降;

n ——管道的粗糙系数;

R ——水力半径(m)。

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下式计算:

$$B = \frac{n_c}{n_1} \times \left(\frac{D_1}{D_E} \right)^{\frac{8}{3}} \times 100\% \quad (5.3.2-3)$$

式中: B ——管道修复前后过流能力比;

n_c ——原有管道的粗糙系数,取值按表 5.3.2 的规定确定;

D_1 ——内衬管的内径(m);

n_1 ——CIPP 管的粗糙系数,取值按表 5.3.2 的规定确定。

表 5.3.2 粗糙系数推荐值

管材类型	粗糙系数 n
原位固化内衬管	0.010
混凝土管	0.013
砖砌管	0.016
陶土管	0.014
钢管	0.012
铸铁管	0.013
玻璃钢管	0.0084
塑料管	0.010

注:本表所列是指管道在完好无损的条件下的粗糙系数。

6 施 工

6.1 一 般 规 定

6.1.1 施工单位在开工前应编制施工组织设计,对的分项、分部工程应分别编制专项施工方案。

6.1.2 施工设备应根据工程特点合理选用,并应有现场总体布置方案,应有备用动力和设备。

6.1.3 当管道内需采取临时排水措施时,应符合下列规定:

1 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 的有关规定对原有管道进行封堵;

2 当管堵采用充气管塞时,应实时检查管堵的气压,当管堵气压降低时应及时充气;

3 当管堵上、下游有水压力差时,应对管堵进行支撑;

4 临时排水设施的排水能力应满足修复工艺的施工要求。

6.1.4 所用的干软管、湿软管、管道附件和固化设备等产品进入施工现场时必须经进场检验合格并妥善保管。凡涉及安全、节能、环境保护和主要使用功能的重要材料、产品,应按各专业工程施工规范、验收规范和设计文件等规定进行复验,并应经监理工程师检查认可。

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

6.1.6 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。

6.1.7 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。

6.1.8 工程应经过竣工验收合格后,方可投入使用。

6.2 管道预处理

6.2.1 原位固化法(CIPP)修复工程施工前,应对原有管道进行预处理,并应符合下列规定:

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

2 管道内表面应洁净,应无影响干软管沉入的附着物、尖锐毛刺、突起;

3 管道有沉降、变形、破损和接头错位的部位,应先进行复位和修复处理;

4 当采用局部修复法时,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,材料进入端应清洗干净,无影响软管材料进入的异物;

5 原有管道地下水位较高,内部存在可能影响整体固化的二级及以上渗漏时,应对漏水点通过注浆等措施进行止水或隔水处理。

6.2.2 管道宜采用高压水射流进行清洗,清洗产生的污水和污物应从检查井内排出,污物应按现行行业标准《城镇排水管渠与泵站维护技术规程》CJJ 68—2007中的有关规定处理;清洗时应避免高压水射流对管道造成的损伤和破坏。

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

6.2.4 有内钢套的原有管道,应对内钢套进行预处理。

6.2.5 在进行内衬施工前,应对预处理后的管道进行闭路电视(CCTV)检查,确保管道内部满足修复预处理要求,检查结果作为记录并保存。

6.3 翻转式施工

6.3.1 干软管的树脂浸渍应符合下列规定:

1 浸渍树脂时用于抽真空、搅拌、传送碾压的设备应齐全、性能良好,并符合批准后的施工组织设计要求;

2 浸渍树脂宜在室内完成,应采取避光,降温等措施,室内温度不应高于 30℃;

3 浸渍前应对软管进行检测,确认干软管无破损;

4 干软管应在抽成真空状态下充分浸渍树脂,且不得出现气泡;

5 在浸渍干软管之前应计算树脂的用量,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%;

6 树脂和添加剂混合后应及时进行浸渍,当不能及时浸渍时,应将树脂避光冷藏,冷藏温度和时间应根据树脂本身的稳定性和固化体系来确定;

7 整平、碾压湿软管时应匀速,并确定碾压厚度在设计范围内,且应控制干斑、气泡、厚度不匀、褶皱等缺陷的出现;

6.3.2 湿软管的存储和运输应符合下列规定:

1 湿软管应存储在避光和生产厂商要求的温度环境中,存储和运输过程中应记录暴露的温度和时间;

2 湿软管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。

6.3.3 可采用水压或气压的方法将湿软管翻转置入原有管道,并应符合下列规定:

1 当翻转时,应将湿软管的外层防渗塑料薄膜向内翻转成内衬管的内膜,与湿软管内水或蒸汽相接触;

2 翻转压力应控制在使湿软管充分扩展所需最小压力和湿软管所能承受的允许最大内部压力之间,同时应能使湿软管翻转到管道的另一端点;

3 翻转过程中宜用润滑剂减少翻转阻力,润滑剂应是无毒的油基产品,且不得对湿软管和相关施工设备等产生影响;

4 翻转完成后,湿软管伸出原有管道末端的长度宜为 0.5m~1.0m。

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

1 热水供应装置和蒸汽发生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,应在湿软管与原有管道之间安装监测管壁温度变化的温度感应器;

3 热水宜从标高较低的端口通入,蒸汽宜从标高较高的端口通入;

4 树脂应能在热水、热蒸汽作用下固化,且初始固化温度应低于 60℃,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根据树脂材料说明书的规定,并应根据修复管段的材质、周围土体的热传导性、环境温度、地下水水位等情况进行适当调整;

5 固化过程中湿软管内的水压或气压应能使湿软管与原有管道保持紧密接触,并保持该压力值直到固化结束;

6 可通过温度感应器监测的树脂放热曲线判定树脂固化的状况。

6.3.5 固化完成后内衬管的冷却应符合下列规定:

1 应先将内衬管的温度缓慢冷却,热水宜冷却至 38℃ 以下;蒸汽宜冷却至 45℃ 以下;冷却时间应根据树脂材料说明书设定;

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

3 应待冷却稳定后方可进行后续施工。

6.3.6 端头或连接处应在内衬管与原有管道之间充填树脂混合物进行密封,且树脂混合物应与湿软管的树脂材料相同。

6.3.7 内衬管端头应切割整齐。

6.3.8 翻转式原位固化法施工应做好树脂存储温度、冷藏温度和时间、树脂用量、湿软管浸渍停留时间和使用长度、翻转时的压力和温度、湿软管的固化温度、时间和压力、内衬管冷却温度、时间、

压力等记录和检验。

6.4 拉入式施工

6.4.1 树脂浸渍应符合本规程第 6.3.1 条的规定。

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

6.4.3 湿软管的拉入应符合下列规定:

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

2 湿软管拉入过程中受到的最大拉力应符合表 6.4.3-1 中规定;

表 6.4.3-1 湿软管承受的最大拉力(kN)

管径×壁厚(mm)	最大拉力
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

3 在拉入过程中,不得磨损或划伤湿软管;

4 湿软管两端端口伸出原有管道的长度应符合表 6.4.3-2 要求;

表 6.4.3-2 湿软管两端端口伸出长度(mm)

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

5 湿软管拉入原有管道之后,宜对折放置在垫膜上。

6.4.4 湿软管的扩展应采用压缩空气,并应符合下列规定:

1 扎头应使用扎头布绑扎牢固;

2 充气装置宜安装在湿软管入口端,且应装有控制和显示压缩空气压力的功能;

3 充气前应检查湿软管各连接处的密封性,湿软管末端宜安装调压阀;

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

6.4.5 采用蒸汽固化时应符合本规程第 6.3.3 条和第 6.3.4 条的规定。

6.4.6 采用紫外光固化时应符合下列规定:

1 紫外灯安装应避免损伤内膜,大于 DN800 的管道应设置空气锁。

2 紫外光固化过程中湿软管内应保持压缩空气压力不变,使湿软管与原有管道紧密接触;紫外线光固化时,需确保紫外光灯架的持续功能检查。每个湿软管产品上所使用的光技术波长必须一致。需遵守湿软管内衬制造商所给出的使用何种型号参数的紫外线紫外光灯架以及固化巡航速度。为了适应固化巡航速度,需测量湿软管内表面上软管内衬固化时的温度。在整个固化阶段,将持续记录:压力、固化巡航速度及温度进程,且必须符合系统手册中的规则标准参数。

3 湿软管固化完成后,应缓慢降低管内压力至大气压,降压速度不大于 0.01MPa/min。

6.4.7 固化完成后,内衬管端头应按本规程第 6.3.5 条和第 6.3.6 条的规定进行密封和切割处理。

6.4.8 拉入式原位固化法施工应做好湿软管拉入长度、扩展压缩空气压力、湿软管固化温度、时间和压力、紫外线灯的巡航速度、内衬管冷却温度、时间、压力等记录和检验。

6.5 点状原位固化法

6.5.1 内衬管的长度应能覆盖待修复缺陷,且前后应比待修复缺陷至少长 200mm。

6.5.2 浸渍树脂应符合下列规定:

1 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;采用紫外光固化树脂时,树脂的固化时间宜为不大于 5min。

2 树脂的浸渍宜按本规程第 6.4 节的相关规定进行,或根据实际情况采取特殊的浸渍工艺;

3 湿软管浸渍完成后,应立即进行修复施工,否则应将湿软管保存在适宜的温度下,且不应受灰尘等杂物污染。

6.5.3 湿软管的安装应符合下列规定:

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

2 通过气囊或小车将湿软管运送到待修复位置,并应采用闭路电视(CCTV)设备实时监测、辅助定位;

3 气囊的工作压力和修补管径范围应符合气囊设备规定的技术要求。

6.5.4 湿软管的膨胀及固化应符合下列规定:

1 当采用常温固化树脂时,气囊宜充入压缩空气进行膨胀;

2 当采用加热固化树脂时,应先采用空气或水使湿软管膨胀,再换成热蒸汽或热水进行固化;如果采用紫外光固化树脂时,固化应控制紫外灯的功率;

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

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

5 当采用加热固化树脂体系时,应按本规程第 6.3 节的规定

进行操作；

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

6.5.5 点状原位固化法应做好树脂用量、湿软管浸渍停留时间和使用长度、气囊压力、湿软管固化温度、时间和压力以及内衬管冷却温度、时间、压力等记录和检验。

7 验 收

7.1 一 般 规 定

7.1.1 应对施工过程中需要检查验收的资料进行核实,符合设计、施工要求的内衬管方可进行管道功能性试验。

7.1.2 进入施工现场所用的各类管材的规格、尺寸、性能等应符合本规程第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。

7.1.3 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。

7.1.4 现场取样应符合下列规定:

1 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;

2 在拼合管的周围可堆积沙包或采取其他措施,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;

3 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。

7.1.5 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 当本条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。

7.1.6 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本规程表 4.2.3 和表 7.1.6 的规定；

3 管壁应密实、不透水，应按本规程第 7.4 节要求对内衬管壁进行密实性试验。

表 7.1.6 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

7.1.7 修复后的管道内应无湿渍，不得出现滴漏、线漏等渗水现象。

7.1.8 内衬管外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;

5 当采用点状原位固化法时,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。

7.1.9 原位固化法(CIPP)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。

7.1.10 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。

7.1.11 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规范进行验收,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。

7.1.12 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。

7.1.13 原位固化法(CIPP)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 的有关规定。

7.2 原有管道预处理

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《城镇给水管道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规程第 6.2.1 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 内衬管

I 主控项目

7.3.1 干软管和树脂的规格、性能应符合本规程第 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。

7.3.2 内衬管表面质量应符合本规程第 7.1.8 条的规定。

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

7.3.3 内衬管的最小厚度不得小于设计值。

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。

7.3.4 内衬管的主要技术指标经进场检验应符合本规程第 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;内衬管检查方法应按本规程第 7.1.3~7.1.6 条执行。

II 一般项目

7.3.5 管道线性和顺,接口、接缝平顺,新老管道过渡平缓;管道内无明显湿渍。

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

7.3.6 采用点状原位固化法施工,原有管道缺陷应被修复材料完全覆盖,且内衬管长度应符合本规程第 6.5.1 条的规定。

检查方法:全数观察;检查施工记录等。

7.3.7 内衬管两端与原有管道间的环状空隙密封处理应符合设计要求,且应密封良好。

检查方法:全数观察;对照设计文件检查施工记录等。

7.3.8 修复管道的检查井及井内施工应符合设计要求,并应无渗漏水现象。

检查方法:全数观察;对照设计文件和施工方案检查施工记录等。

7.4 管壁密实性试验

7.4.1 在固化完成后,应对内衬管管壁的密实性进行测试。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 $21^{\circ}\text{C} \sim 25^{\circ}\text{C}$;
- 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 4h;
- 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;
- 6 管壁密实性试验方法应按本规程附录 A 进行。

7.5 管道功能性试验

7.5.1 重力管道内衬管安装完成、内衬管冷却到周围土体温度后,应进行管道严密性检验。检验可采用下列两种方法之一,当修复管段的检查井采用不同工艺进行修复或未修复时,应选用闭气试验:

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

$$Q_e = 0.0046D_L \quad (7.5.1)$$

式中: Q_e ——允许渗水量($\text{m}^3/24\text{h} \cdot \text{km}$);

D_L ——试验管道内径(mm)。

2 闭气法试验:按现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的规定进行。

7.5.2 压力管道内衬管安装完成、内衬管冷却到周围土体温度后,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 的规定进行水压试验。

7.5.3 当管道处于地下水位以下,管道内径大于 1000mm,且试验用水源困难或管道有支、连管接入,且临时排水有困难时,可按现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 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检查,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。

7.5.4 局部修复的重力管道可采用局部的闭气或闭水试验,压力管道应进行水压试验。

7.5.5 管道水压试验合格后,应按现行国家标准《给水排水管道工程施工验收规范》GB 50268 的规定对管道进行冲洗消毒和水质检验。

7.5.6 修复后的管道经水压试验合格和水质检验达标后,方可回填工作坑,并允许并网通水投入运行。

7.6 工程竣工验收

7.6.1 原位固化法(CIPP)工程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 的有关规定。

7.6.2 施工单位在修复更新工程完工后,应进行工程资料整理及管道水压试验预验,自检合格并经监理单位检查同意后通知相关部门验收。

7.6.3 原位固化法(CIPP)工程的竣工验收,应由建设单位组织,设计单位、施工单位、监理单位按本规程要求进行联合验收。

7.6.4 原位固化法(CIPP)工程竣工验收应符合下列规定:

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

7.6.5 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、流出及临时排水工后处理等情况；
- 6 沿线地面、周边环境情况。

7.6.6 工程竣工验收的安全及使用功能检查应包括下列内容：

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

7.6.7 工程竣工验收的质量控制资料应包括下列内容：

- 1 建设基本程序办理资料及开工报告；
- 2 原有管道管竣工图纸等相关资料，工程沿线勘察资料；
- 3 修复前对原有管道的检测和评定报告及闭路电视(CCTV)记录；
- 4 设计施工图及施工组织设计(施工方案)；
- 5 工程原材料、各类管材等材料的质量合格证、性能检验报告、复试报告等质量保证资料；
- 6 所有施工过程的施工记录及施工检验记录；
- 7 工程的质量验收记录；
- 8 修复后管道的检测和评定报告及闭路电视(CCTV)记录；
- 9 施工、监理、设计、检测等单位的工程竣工质量合格证明及总结报告；
- 10 管道功能性试验、管道位置贯通测量、管道环向变形率等

涉及工程安全及使用功能的有关检测资料；

11 相关工程会议纪要、设计变更、业务洽商等记录；

12 质量事故、生产安全事故处理资料；

13 工程竣工图和竣工报告等。

附录 A 管壁密实性试验方法

A.0.1 试样应从现场固化的原位固化法(CIPP)内衬管上截取。

A.0.2 宜选择不太透明的或者目测判断可能有针孔的试样进行试验。

A.0.3 当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;当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 $4\text{mm}\times 4\text{mm}$ 的网格。

A.0.4 当测试时采用管壁密实性试验方法及装置(图 A.0.4)的系统时,在样本的一侧形成 -0.05MPa 负压(误差为 $\pm 2.5\text{kPa}$)。

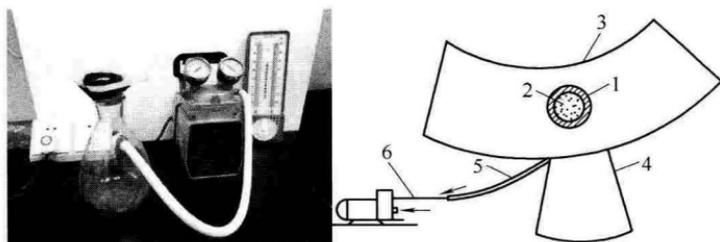


图 A.0.4 管壁密实性试验方法及装置

1—橡皮泥;2—染色的水;3—原位固化法(CIPP)试样;

4—透明玻璃瓶;5—气管;6—抽气装置

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

- 《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268
- 《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332
- 《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
- 《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》GB/T 1634
- 《树脂浇铸体性能试验方法》GB/T 2567
- 《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
- 《不饱和聚酯树脂浇铸体耐碱性测定方法》GB/T 7194
- 《塑料管道系统 塑料部件尺寸的测定》GB/T 8806
- 《塑料 弯曲性能的测定》GB/T 9341
- 《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》GB/T 17219
- 《城镇排水管道维护安全技术规程》CJJ 6
- 《城镇排水管渠与泵站运行、维护及安全技术规程》CJJ 68
- 《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ 181
- 《城镇给水管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 244

中国工程建设标准化协会标准

给水排水管道原位固化法
修复工程技术规程

T/CECS 559-2018

条文说明

目 次

2	术语和符号	(39)
2.1	术语	(39)
3	基本规定	(40)
4	材 料	(42)
4.1	原材料	(42)
4.2	内衬管	(44)
5	设 计	(45)
5.1	一般规定	(45)
5.2	内衬管结构设计	(45)
5.3	水力计算	(46)
6	施 工	(48)
6.1	一般规定	(48)
6.2	管道预处理	(48)
6.3	翻转式施工	(48)
6.4	拉入式施工	(50)
6.5	点状原位固化法	(51)
7	验 收	(53)
7.1	一般规定	(53)
7.4	管壁密实性试验	(54)
7.5	管道功能性试验	(54)

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 原位固化法采用的热固性树脂通常为不饱和聚酯树脂(UP)、环氧树脂(EP)或乙烯基酯树脂(VE)。

2.1.5 在条件合适的情况下,原位固化法(CIPP)也可以对发生局部破坏的管道进行修复。

2.1.6、2.1.7 这部分参照现行行业标准《城镇给水管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 244,这是原位固化法(CIPP)修复的设计基础,但是本规程对原位固化法(CIPP)修复进行了更加严格的限定:采用原位固化法(CIPP)对给水管道进行修复设计和施工时,只考虑半结构性修复。

3 基本规定

3.0.1 本条文参考了现行行业标准《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ 181,采用原位固化法(CIPP)修复给排水管道之前,必须对待修复的管道进行检测评估,可参考《城镇给水管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 244—2016 中管道检测的相关内容,以获取必要的管道内部条件,并出具相应的检测评估报告,应按照检测评估报告结果进行原位固化法(CIPP)修复工程设计和施工。

3.0.2 本条文参考了现行行业标准《城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 210 和《城镇给水管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 244,给排水管道采用原位固化法(CIPP)进行结构性修复后,应视为新建的管道,其设计使用期限不得低于 50 年;给排水管道采用原位固化法(CIPP)进行半结构性修复后,需要依赖原有管道结构而承担荷载,应视为原有管道设计使用年限的延续,因此修复后的设计使用年限不得低于原有管道剩余使用期限。

3.0.3 本条文参考现行国家标准《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性能评价规范》GB/T 17219,凡与饮用水接触的原材料,半成品和成品材料不得污染水质。原位固化法(CIPP)工程所用的原材料目前还没有完善的国标体系,在相关国标发布前可参考 ISO 标准或者企业标准。

3.0.6 采用原位固化法(CIPP)修复时,内衬管与原有管道的接口处必须进行密封处理,防止地层中的地下水进入检查井,造成管道系统的失效。

3.0.7 本规程设计、施工和验收应按现行国家标准《室外给水设计标准》GB 50013、《室外排水设计规范》GB 50014、《给水排水管

道工程施工及验收规范》GB 50268 及《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332 等标准的有关规定执行。

4 材 料

4.1 原 材 料

4.1.1 由于目前国内尚无干软管的国家标准或行业标准,在国内相关标准颁布之前,本条文制定时参考了国际标准 ISO 11296-4《地下重力排水和污水管网修复用塑料管道系统 第4部分:原位固化内衬》、德国标准 DWA-A 144-3《室外排水系统的修复 第3部分:经现场固化的软管内衬》、美国标准 ASTM F1216《非开挖管道原位固化法标准规程》或者国内企业有关质量标准、检测方法 & 检测规则的要求,最终由建设单位会同相关单位商定后列入原材料供货合同。

4.1.2 本条规定了原位固化法(CIPP)使用的树脂系统要求。

3 本款考虑到城镇给排水管道的复杂性,根据已经有的经验和案例罗列了相关情形,视原位固化法(CIPP)的发展,可进一步补充和完善此分类;树脂材料的性能参考了 LANZO Lining Services 公司的 *Engineering design guide for rehabilitation with cured-in-place pipe 2nd Edition*,并综合了国内外工程实际使用过的所有原位固化法(CIPP)树脂的性能指标。

4 本款与 ASTM D5813-04 (Reapproved 2012) *Standard Specification for Cured-In-Place Thermosetting Resin Sewer Piping Systems* 是一致的,原标准采用了测试条件在 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 下浸泡一年后弯曲弹性模量的保留率不小于 80% 为耐,本规程建议根据已有的加速测试原理和复合材料行为的时间-温度转化规律,按照现行国家标准《玻璃纤维增强热固性塑料耐化学药品性能试验方法》GB/T 3857 中加温至 60°C 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。

4.1.3 本条中的用于翻转反的干软管应至少包括无纺毛毡和外层 PU 膜毛毡两个部分;用于紫外线光固化的干软管应至少包括内外膜和玻璃纤维。另外视情况不同,干软管也可以含有结构增强材料、内膜或临时内膜、外膜等,这些组成部分的相互关系如图 1~图 3 所示。

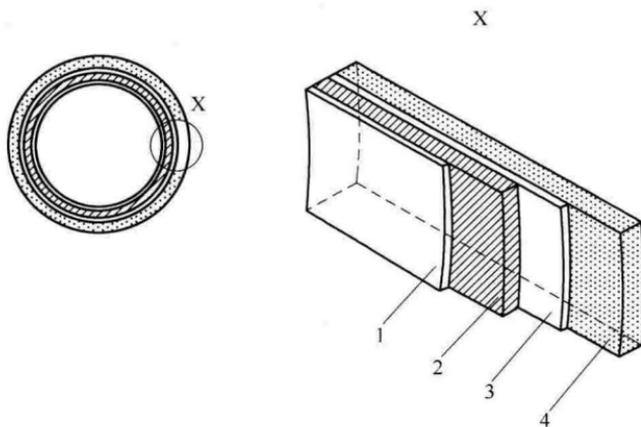


图 1 干软管典型组成部分

1—永久内膜或临时内膜;2—复合材料(含有树脂的载体/结构增强材料);
3—外膜;4—原有管道

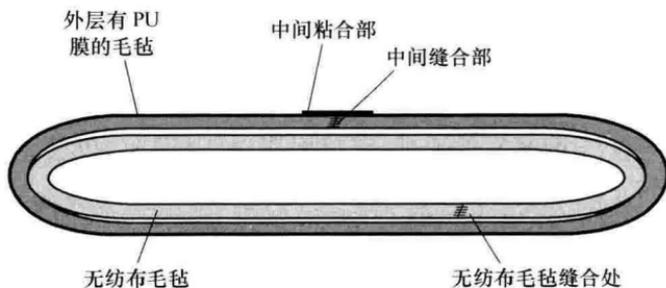


图 2 缝合法干软管结构图(以翻转法用两层结构为例)

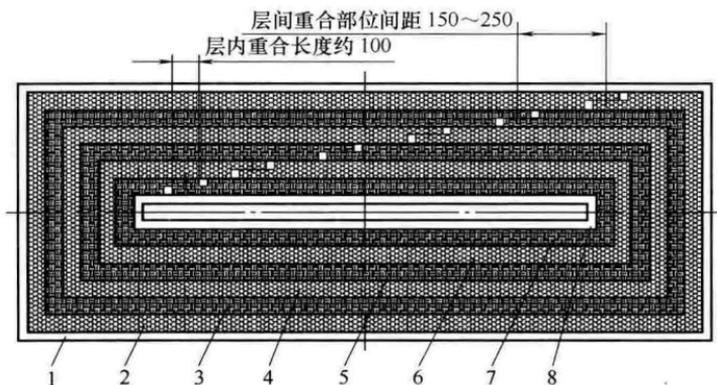


图 4.3 折叠法干软管结构图(以 UV 固化 6 层玻璃纤维结构为例)

- 1—外膜;2—第一层玻璃纤维;3—第二层玻璃纤维;4—第三层玻璃纤维;
5—第四层玻璃纤维;6—第五层玻璃纤维;7—第六层玻璃纤维;8—内膜

4.1.4 本条中表 4.1.4 紫外光原位固化法临时内膜主要技术参数参考美国标准 *Standard Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting* ASTM D882 的相关参数要求。

4.2 内衬管

4.2.3 本条文参考现行行业标准《城镇给水管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 244, 原位固化法(CIPP)的材料性能试验按照 GB 标准执行, 主要是因为利用 GB 标准的试验方法对原位固化法内衬管进行力学性能测试, 同时使其满足美国材料实验学会 (ASTM) 标准中质量验收的指标要求是可行的; 并且新增了原位固化法(CIPP)的密实性要求; 原位固化法(CIPP)内衬设计采用的力学指标应根据生产商推荐值或取短期力学强度的 50%, 并通过施工完成后现场取样测试进行核实, 即现场取样测试的性能指标应大于设计取值的 2 倍。

5 设计

5.1 一般规定

5.1.1 原有管道的基本概况包括管道用途、口径、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；现场及周边的施工环境主要包括：原有管道区域内交通情况以及既有管线、构（建）建筑物与原有管道的相互位置关系及其他属性。

5.1.3 本条参考了现行行业标准《城镇排水非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 210 和《城镇给水非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 244，规定了给排水管道原位固化法（CIPP）修复工程的设计原则，原有管道地基不满足要求主要是指管道地基失稳或发生不均匀变形的情况；并对修复后的管道结构强度、稳定及变形验算提出了要求；由于原位固化法（CIPP）内衬与原有供水管道贴合，并不能单独工作承担内压，假定由原位固化法（CIPP）单独承担内压是不合理的，因此限制其用于供水管道结构性修复；考虑到原位固化法（CIPP）的纵向褶皱会严重降低其内压承载力，因此限定在供水管道修复中不应出现纵向褶皱。

5.2 内衬管结构设计

5.2.2 本条规定了内衬管壁厚设计的要求。

1 本款中内衬与原有管道联合承受外部地下水静液压力及真空压力时的设计公式（5.2.2-1），参照了美国材料实验学会标准 ASTM F1216 中针对压力管道内衬修复时内衬层承受外部水压的设计公式。本公式中真空压力的推荐值 $P_v \geq 0.05 \text{MPa}$ 参考了

国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332—2002 中第 3.3.6 条的规定,对于重力排水管道,计算时可不考虑该真空压力。该公式属于内衬外压屈曲设计范畴;当无法取得内衬管材料的长期弹性模量值时,可咨询管材生产商或取短期弯曲弹性模量的 50%。半结构性修复时假定内压不传递至外部管道,只承担外水压力。外部为 PE 管道,可能会有椭圆度折减因子, q 值超过 10% 不能使用半结构修复设计公式。对于压力管道:外压产生的拉应力与内压力的拉应力叠加验算;目前假定条件是复杂情况下的简化,应考虑与现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332 协调,稳定性计算是一致的,应力计算存在区别。

3 本条文规定,本条参照美国标准 ASTM F1216《非开挖管道原位固化法标准规程》对于部分破损压力管道的局部破损缺口校核的设计公式,并限定对于给水管, CIPP 考虑半结构性修复;当原有管道破损缺口较小、满足式(5.2.2-9)的条件时,按照环形平板的条件对破损缺口位置进行抗弯强度校核,即按照式(5.2.2-10)进行校核;当管道缺口较大、超出式(5.2.2-9)的范围时,按照环向受拉的条件进行环向抗拉强度校核,即按照式(5.2.2-11)进行校核;内衬结构强度设计参考了国家现行标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332 和《埋地塑料给水管道工程技术规程》CJJ 101,采用极限状态设计方法;原位固化法(CIPP)的环向长期抗拉强度标准值 f 应由材料供应商提供,并出具检测报告。

5.2.4 本条为满足修复后管道的结构安全,应按现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332 对口径大于 600mm 的原位固化法(CIPP)内衬进行强度和变形校核,并规定计算的壁厚 t 值应是内衬管实际壁厚的最小值。

5.3 水力计算

5.3.1 公式 5.3.1 位管道沿程水头损失,在管道的竖向、水平向

出现弯曲或管道设置闸阀、三通等时将发生局部水头损失,局部水头损失可按照管道沿程损失的 5%~10%取值。

5.3.2 本条第 2 款参考了现行国家标准《室外排水设计规范》GB 50014 的有关规定。

6 施 工

6.1 一 般 规 定

6.1.1 本条对施工组织和施工方案的编制以及审批程序做出规定。施工组织设计的核心是施工方案,本规程重点对施工方案做出具体规定;对于施工组织设计和施工方案审批程序,各地、各行业均有不同的规定,本规程不宜对此进行统一的规定,而强调其内容要求和按“规定程序”审批后执行。

6.1.4 本条规定工程所用的管材、管件、构(配)件和主要原材料等产品应执行进场验收和复验制,验收合格后方可使用。

6.2 管 道 预 处 理

6.2.1 内衬修复施工开始前应对管道进行检测评估,并根据评估结果制定合理的预处理方案,管道预处理内容主要包括清除管内沉积物、结垢、污物、腐蚀瘤等;消除管道沉降、变形、破损及接头错位;及防止地下水渗漏等影响原位固化法(CIPP)修复施工的不利因素。

6.2.3 障碍物包括树根、管接件、沉积物和横跨的导管等。

6.2.5 管道内部条件是影响原位固化法(CIPP)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闭路电视(CCTV)检测,确保管道清洁并且无障碍物,保证湿软管顺利地安装到预定位置,并达到最优的修复效果。

6.3 翻 转 式 施 工

6.3.1 本条文参考了现行行业标准《城镇给排水管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 244,翻转式原位固化法所用树脂一般为

热固性的聚酯树脂、环氧树脂或乙烯基树脂。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,保证湿管厚度均匀,并避免出现气泡;浸渍树脂后的软管应按本条中的规定存储和运输。

6.3.3 翻转式原位固化法一般通过水压或气压的方法进行,图 4 为水压翻转示意图。翻转压力应足够大以使浸渍软管能翻转到管道的另一端,翻转过程中软管与原有管道管壁紧贴在一起。翻转压力不得超过软管的最大允许张力,其合理值应咨询管材生产商。依据现行行业标准《城镇燃气管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 147 和施工经验,规定翻转速度宜控制在 2m/min~3m/min,翻转压力应控制在 0.1MPa 下。翻转过程中使用的润滑剂应不会滋生细菌,不影响液体的流动。翻转完成后两端宜预留 0.5m 左右的长度以方便后续的固化操作,特殊情况下内衬管的预留长度可以适当减小。当用压缩空气进行翻转时,应防止高压空气对施工人员造成伤害。

6.3.4 翻转固化工艺一般采用热水或热蒸汽进行软管固化。固化过程中应对温度、压力进行实时监测。热水宜从标高低的端口通入,以排除管道里面的空气;蒸汽宜从标高高的端口通入,以便在标高低的端口处处理冷凝水。树脂固化分为初始固化和后续硬化两个阶段。当软管内水或蒸汽的温度升高时,树脂开始固化,当暴露在外面的内衬管变的坚硬,且起、终点的温度感应器显示温度在同一量级时,初始固化终止。之后均匀升高内衬管内水或蒸汽的温度直到后续硬化温度,并保持该温度一定时间。其固化时间和时间应咨询软管生产商。树脂固化时间取决于:工作段的长度、管道直径、地下情况、使用的蒸汽锅炉功率以及空气压缩机的气量等。

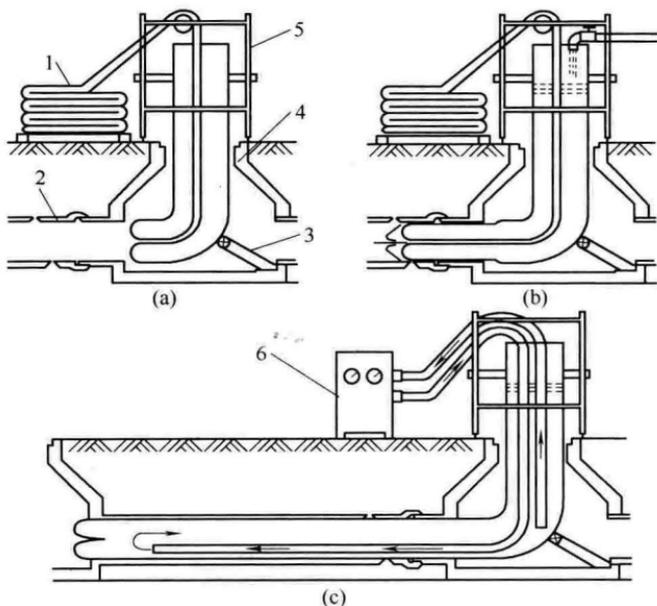


图 4 水压翻转原位固化法示意图

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

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

6.4 拉入式施工

6.4.2 本条根据 *Standard Practice for Rehabilitation of Existing Pipelines and Conduits by the Pulled in Place Installation of Glass Reinforced Plastic (GRP) Cured-in-Place Thermosetting Resin Pipe (CIPP)* ASTM F2019 制定，铺设垫膜的目的是减少软管拉入过程中的摩擦力和避免对软管的划伤，按照 F2019 中的规定，垫膜应铺设于原有管道底部，覆盖面积应大于原有管道

1/3 的周长。

6.4.3 本条第 4 款,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。

6.4.6 紫外光固化工艺示意图如图 5 所示,由于该工艺采用的树脂体系是光固化树脂体系,紫外光的吸收率决定着树脂固化效果,内衬管管径越大、壁厚越厚越不利于树脂的固化,因此应严格根据湿软管内衬制造商所给出的湿软管管径和壁厚,合理按照操作系统手册中的规则标准参数控制紫外光灯的相关工艺参数;通过合理控制紫外光灯前进速度使树脂充分固化。

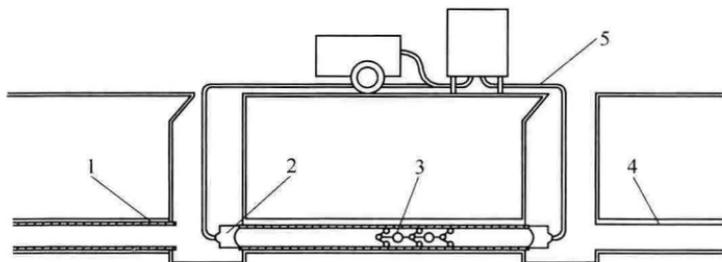


图 5 紫外光固化示意图

1—固化后内衬管;2—端口固定装置;3—紫外光灯链;4—原有管道;5—压缩空气

6.5 点状原位固化法

6.5.2 点状原位固化法可以采用加热固化或常温固化。聚酯树脂一般在常温下就可以固化,但其固化前会受到水的不利影响;环氧树脂一般需要加热固化,其不溶于水,但造价较高,且固化条件要求较高。软管的浸渍一般在现场进行,也可以预先在工厂浸渍好后再运送到修复现场。现场浸渍软管过程中,应当谨慎操作,避免环境风险和化学药品溢漏。树脂混合及浸渍时,应该尽量做好

密封措施,混入空气将对材料产生损害作用,如果混入空气过多,固化后树脂会含有比较多的孔隙,因此有些修复系统为了尽量避免空气混入,而采用真空浸渍技术。

6.5.3 气囊一般是弹性材料(如橡胶)制成。内压先使气囊膨胀,之后将软管挤压在原有管道管壁上。常温固化法多采用压缩空气使软管膨胀,加热固化工艺中常采用混合的空气和蒸汽,或者使用热水,加热介质在气囊和地面上的加热设备间往复循环。需要注意的是不能加压过大,气囊既受到静水压作用,还受到泵压作用。

6.5.4 固化时间与树脂配方、内衬管厚度、气囊内温度(加热固化时)、原有管道管壁温度有关。地下水位高,可能形成吸热源,降低内衬管外表面温度,将会延长固化时间。

7 验 收

7.1 一般规定

7.1.6 *Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials*

ASTM D 790 中规定了内衬管试样试验的标准,国内标准与 ASTM D 790 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)比按照国家标准测试的结果要偏高,也就是说采用 ASTM D 790 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多。因此,原位固化法(CIPP)质量验收中利用现行国家标准《树脂浇铸体性能试验方法》GB/T 2567 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。

7.1.9 本条规定了原位固化法(CIPP)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。

7.1.11 本规程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。

7.1.12 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。

7.4 管壁密实性试验

7.4.1 考虑到原位固化法(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 *Sanierung Von Entaesserungssystemen Ausserhalb Von Gebaeuden-Teil 3; Vor Ort Haertende Schlauchliner* DWA-A143,提出了管壁密实性试验,该试验能够检验原位固化法(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。

7.5 管道功能性试验

7.5.2 修复后管道的水压试验应按照现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的规定进行压力管道水压试验。试验分为预试验和主试验阶段;试验合格的判定依据分为允许压力降值和允许渗水量值,按设计要求确定;设计无要求时,应根据工程实际情况,选用其中一项值或同时采用两项值作为试验合格的最终判定依据。

S/N:155182·0496



统一书号:155182·0496

定价:24.00 元

9 787155 182049 >