



CECS XXX: 201X

中国工程建设协会标准

城镇排水管道非开挖修复工程施工验收规程

Construction acceptance specification for trenchless rehabilitation and
renewal engineering of urban sewer pipeline

中国计划出版社

2019.12

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2018年第二批协会标准制定、修订计划〉的通知》（建标协字〔2018〕030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。

本规程共分10章，主要技术内容包括：1 总则；2 术语；3 基本规定；4 管道预处理；5 土体注浆法；6 翻转式原位固化法；7 紫外光原位固化法；8 水泥基砂浆喷筑法；9 高分子材料喷涂法；10 机械制螺旋缠绕内衬法；11 管道垫衬法；12 碎（裂）管法；13 热塑成型管道修复技术；14 管片内衬法；15 不锈钢双胀环法；16 不锈钢快速锁法；17 点状原位固化法；18 短管内衬法；19 管道功能性试验。

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，由广州市市政集团有限公司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，请寄送广州市市政集团有限公司（地址：广州市越秀区环市东路338号，邮政编码：510060；电子邮箱：1271535624@qq.com），以供今后修订时参考。

主编单位：广州市市政集团有限公司 广州市市政工程协会

参编单位：

主要起草人：

主要审查人：

目 录

1 总则	1
2 术语和符号	2
2.1 术语	2
3 基本规定（市政集团，市政集团设计院）	4
3.1 验收管理	错误!未定义书签。
3.2 工程验收划分	错误!未定义书签。
3.3 验收程序及组织	错误!未定义书签。
4 管道预处理（市政集团，广州市城市排水有限公司）	7
4.1 一般规定	7
4.2 管道清洗	7
4.3 管道内壁处理	9
5 土体注浆法（郑州大学）	11
5.1 一般规定	11
5.2 注浆材料：非水反应高聚物材料	12
5.3 注浆工艺	14
5.4 质量检验	15
6 翻转式原位固化法（上海管丽建设工程有限公司）	16
6.1 一般规定	16
6.2 内衬材料	16
6.3 水翻工艺	18
6.4 气翻工艺	19
6.5 质量检验	20
7 紫外光原位固化法（萨泰克斯管道修复技术（平湖）有限公司）	25
7.1 一般规定	25
7.2 内衬材料	25
7.3 工艺要求	28
7.4 质量检验	32
8 水泥基砂浆喷筑法（武汉中地大非开挖研究院有限公司）	33
8.1 一般规定	33

8.2 内衬材料	33
8.3 工艺要求	34
8.4 质量检验	35
9. 高分子材料喷涂法（石普贸易（上海）有限公司）	37
9.1 一般规定	37
9.2 材料	38
9.3 工艺要求	39
9.4 质量验收	40
10 机械制螺旋缠绕内衬法（天津倚通科技发展有限公司）	43
10.1 一般规定	43
10.2 内衬材料	44
10.3 工艺要求	46
10.4 质量检验	48
11 管道垫衬法（深圳市巍特环境科技股份有限公司）	50
11.1 一般规定	50
11.2 内衬材料	50
11.3 工艺要求	53
11.4 质量检验	54
12 碎（裂）管法（中国地质大学/厦门安越）	57
12.1 一般规定	57
12.2 内衬材料	57
12.3 工艺要求	58
12.4 质量检验	60
13 热塑成型管道修复技术（厦门安越非开挖科技股份有限公司）	62
13.1 一般规定	62
13.2 材料	62
13.3 施工工艺流程	63
13.4 质量验收	65
14 管片内衬法（杭州诺迪克科技有限公司）	66
14.1 一般规定	66
14.2 内衬材料	66
14.3 工艺要求	69

14.4 质量检验	69
15 不锈钢双胀环法（上海管丽建设工程有限公司）	71
15.1 一般规定	71
15.2 内衬材料	71
15.3 工艺要求	72
15.4 质量检验	72
16 不锈钢快速锁法（武汉中地大非开挖研究院有限公司）	74
16.1 一般规定	74
16.2 内衬材料	74
16.3 工艺要求	75
16.4 质量检验	76
17 点状原位固化法（上海管丽建设工程有限公司）	77
17.1 一般规定	77
17.2 内衬材料	77
17.3 工艺要求	78
17.4 质量检验	78
18 短管内衬法（北京北排建设有限公司）	80
18.1 一般规定	80
18.2 内衬材料	81
18.3 工艺要求	81
18.4 质量检验（含检验频率取样方法指标测试方法）	83
19.管道功能性试验（广州市市政集团设计院有限公司）	86
19.1 一般规定	86
19.2 管道的闭水试验	86
19.3 管道的闭气试验	87
附录	错误!未定义书签。
本规程用词说明	136
引用标准名录	137

1 总则

1.0.1 为加强城镇排水管道非开挖修复工程施工验收工作，规范技术标准，统一施工质量检验与验收标准，确保工程质量，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于城镇排水管道非开挖修复工程施工验收。

1.0.3 城镇排水管道非开挖修复工程施工验收，除应符合本规程的规定外，尚应符合国家现行有关标准和规定。

【条文说明】 1.0.3 管道非开挖修复更新工程的质量验收应符合《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 和《城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 210。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 施工段 construction section

按照非开挖修复某一项工艺一次性连续修复的管段。

2.1.2 原位固化法 cured-in-place pipe

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

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

采用翻转或其他方式将浸渍热固性树脂软管置入待修复管道内，通过热水或蒸汽固化树脂后形成管道内衬的修复方法。

2.1.4 紫外光原位固化法 UV cured-in-place pipe

将浸有树脂的具有径向延伸率的软管拉入待修复管道内，通过紫外光固化树脂后形成管道内衬的修复方法。

2.1.5 水泥基内衬材料 cementitious Liner Material

用于水泥基砂浆喷筑法以水泥为主要胶凝材料，按设计配方加入骨料、纤维及其它添加剂在工厂通过专用生产机械混合并统一包装的修复材料。

2.1.6 水泥基砂浆喷筑法 spray-casted Cementitious method

通过离心或气力喷射方式将修复用水泥基材料均匀覆盖在待修复表面形成内衬的修复方法。

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

向管道内壁喷涂高分子材料，形成涂层的管道修复工艺。

2.1.8 机械制螺旋缠绕法 spiral wound lining

采用机械缠绕的方法将带状型材在原有管道内形成一条新的管道内衬的修复方法。

2.1.9 垫衬法 grouting anchor lining (GAL)

将速格垫制作成一条新的管道内衬，安装在原有管道内，并对内衬与原有管道之间的间隙进行填充的管道修复方法，又称浆膜内衬法。

2.1.10 速格垫 anchored plastic sheet

带“V”、“Y”字形等形状的锚固键的高分子塑料片材。

2.1.11 碎（裂）管法 pipe bursting/splitting

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

2.1.12 热塑成型法 fold-n-form

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

2.1.13 管片内衬法 splice segment lining

将片状型材在原有管道内拼接成一条新管道，并对新管道与原有管道之间的间隙进行填充的管道修复方法。

2.1.14 不锈钢双胀环法

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，达到止水目的的一种管道修复方法。

2.1.15 不锈钢快速锁内衬修复 stainless steel quick-lock pipe repair

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

2.1.16 点状 CIPP 方法 spot cured-in-place pipe

采用原位固化法对管道进行局部修复的方法

2.1.17 局部修复 localized repair

对原有管道内的局部破损、接口错位、局部腐蚀等缺陷进行修复的方法。

2.1.18 半结构性修复 semi-structural rehabilitation

新的内衬管依赖于原有管道的结构，在设计寿命之内仅需要承受外部的静水压力，而外部土压力和动荷载仍由原有管道支撑的修复方法。

2.1.19 结构性修复 structural rehabilitation

新的内衬管具有不依赖于原有管道结构而独立承受外部静水压力、土压力和动荷载作用的性能的修复方法。

3 基本规定

3.0.1 工程所用主要原材料、各类管材及型材和片材的规格、尺寸、性能等应符合现行国家标准规定和设计要求；同一生产厂家、同一批次产品的出厂合格证明、性能检验报告齐全、准确。

3.0.2 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。

3.0.3 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；经软管内衬修复的管道段的经济合理使用期限相当于新建段的使用期限，规定为 50 年。

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 对城镇排水干管，结构性修复的设计使用年限不得低于 50 年。

3.0.4 非开挖修复更新工程设计前应进行管道 CCTV 检测，获取必要的管道内部检测资料和管道条件。

3.0.5 施工前应编制施工组织设计，施工组织设计应按规定程序审批后执行。

3.0.6 施工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 和《城镇排水管道与泵站维护技术规程》CJJ 68 的有关规定制定和采取相应安全措施。

3.0.7 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《城镇排水管道与泵站维护技术规程》CJJ 68 的有关规定处理。

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

2 当管堵采用充气管塞时，应随时检查管堵的气压，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；当管堵需要长期使用时，应在上游（至少间隔 1 个井距）增加 1 层备用堵；

4 临时排水设施的排水能力应能确保修复工艺的施工要求。

5 污水不得排入环境水体。

3.0.9 城镇排水管道非开挖修复更新工程竣工验收应符合下列规定：

1 单位工程、分部工程、分项工程及其分项工程验收批应按附录 A 划分，其质量验收应全部合格；

2 工程质量控制资料应完整，并按附录 B 作记录；

3 工程有关安全及使用功能的检测资料应完整；

4 外观质量验收应符合要求。

3.0.10 工程竣工验收的外观质量检查应包括下列内容：

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

3.0.11 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 修复更新前、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、修复更新有关施工检验记录等汇总情况；
- 7 涉及材料、结构等试件试验以及管材、型材试验的检验汇总情况；

3.0.12 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 修复更新前对原有管道的检测和评定报告及电视检测(CCTV)记录；
- 4 设计施工图及施工组织设计（施工方案）；
- 5 工程原材料的质量合格证、性能检验报告、复试报告等质量保证资料；
- 6 所有施工过程的施工记录及施工检验记录；
- 7 所有分项工程验收批、分项工程、分部工程、单位工程的质量验收记录；
- 8 修复更新后管道的检测和评定报告及电视检测（CCTV）记录；
- 9 施工、监理、设计、检测等单位的工程竣工质量合格证明及总结报告；
- 10 管道功能性试验、管道位置贯通测量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。

3.0.13 非开挖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。

3.0.14 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。

3.0.15 检验批及分项工程应由专业监理工程师组织施工项目的技术负责人（专业质量检查员）等进行验收。

3.0.16 分部（子分部）工程应由总监理工程师组织施工项目负责人及其技术、质量负责人，设计和勘察单位工程项目负责人等进行验收。

3.0.17 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。

3.0.18 对符合竣工验收条件的单位工程，施工单位组织自检合格后，由总监理工程师组织各专业监理工程师进行竣工预验收，预验收合格后，由建设单位按规定组织验收。施工、勘察、设计、监理等单位的有关负责人以及该工程的管理或使用单位有关人员应参加验收。

3.0.19 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。

3.0.20 施工单位应遵守国家和地方政府有关环境保护的法律、法规，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。

4 管道预处理

4.1 一般规定

4.1.1 修复工程施工前，应根据管道状况、修复工艺要求对原有管道进行预处理，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现象；
- 2 管道内表面应洁净，应无影响干软管衬入的附着物、尖锐毛刺、突起现象；
- 3 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。

4 预处理应避免对管道造成进一步的损伤和破坏。

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

【条文说明】4.1.2 障碍物包括树根、管接件、沉积物和横跨的导管等。

4.1.3 管道变形或破坏严重、接头错位严重的部位，应满足设计要求并按经批准的施工方案进行预处理。

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

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

4.1.6 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《城镇排水管道与泵站维护技术规程》CJJ 68 中的有关规定处理。

4.2 管道清洗

4.2.1 管道应根据修复方法可采用高压水射流清洗。

【条文说明】4.2.1 管道清洗技术主要包括绞车清淤法、水冲刷清淤法、高压水射流清洗等。其中高压水射流清洗目前是国际上工业及民用管道清洗的主导设备，使用比例约占 80%-90%，国内该项技术也有较多应用。

高压水射流清洗是使用高压泵打出高压水，并经过一定管路到达喷嘴，再把高压低流速的水转换为高压高流速的射流，然后射流以其很高的冲击动能，连续不断地作用在被清洗表面，从而使垢物脱落，最终实现清洗目的（图 1）。



图 1 喷射铰头工作示意图

4.2.2 高压水射流管道清洗时应符合下列规定：

- 1 水流压力不得对管壁造成剥蚀、刻槽、裂缝及穿孔等损坏，当管道内有沉积碎片或碎石时，应防止碎石弹射而造成管道损坏；
- 2 喷射水流不宜在管道内壁某一局部停留过长时间；
- 3 当管道直径大于 800mm 时，可采取人工进入管内进行高压水射流清洗，高压水射流的压力不应破坏原有管道。

4 人工高压水射流作业应符合现行国家标准《高压水射流清洗作业安全规范》GB26148 的规定。

【条文说明】4.2.3 高压水射流清洗水性、油性、黏着性附着垢压力一般为 20~30MPa，对硬质垢一般为 30~70MPa。高压水射流清洗过程中与管道的损坏相关的因素除喷嘴处水压力之外还有水量、喷头和管壁之间的距离、喷头的数量、大小、喷出角度。这些参数的选择应根据清洗任务、管材、管道壁厚以及管道断面的结构条件来选取。喷射角度一般为 15°~30°。研究表明喷嘴处以 12MPa 的压力、300L/min 的流量清洗石棉水泥管、混凝土管、PVC 管和 HDPE 管时，不会损坏管道。

4.2.3 管道内存在大体积固体障碍物时应采用障碍物软切割技术，软切割射水压力可按表 4.2.3 取值。

表 4.2.3 常见障碍物切割的破碎压力

射水压力/MPa	障碍物类型
10	淤泥，疏松岩层
21	轻度燃油残留质，铝质物体
32	疏松混凝土，砂石和泥土层，疏松漆层锈层
42-70	管内混凝土，铸铁件模型，石灰层，常见石化垢层
70-105	混凝土，石灰石，厚层煤渣
105-210	花岗岩，大理石，石灰岩，铅板，橡胶

【条文说明】4.2.3 障碍物软切割指利用高压水射流喷射铰头，加上特制的高压软管，进行管道疏通工作，其可清除管道内的砖块、混凝土块、树根等大体积固体障碍物。由于水射流技术具有低成本、高效率、无污染、压力调节方便等优点，被广泛应用于各个领域及场所。不管是管道和容器内腔，还是设备表面，是结实的堵塞物，还是坚硬结垢物，凡是水射流能达到的部位都可使用管道软切割技术来彻底清洗干净。

可根据管道管径、管材、管道完整性、堵塞位置、堵塞物类型等情况通过表1和表2的喷射铣头选择原则，初步选择软切割铣头类型。

表 4.2.3-1 按管道材质选择喷射铣头

管道材质	金属管（钢管，铸铁管）	陶土管和石棉水泥管	混凝土管和钢筋混凝土管（PCP）	塑料管	玻璃钢夹砂管（RPMP）
喷头类型	喷水，钻头，链条，振动	喷水	喷水，钻头，链条，振动	喷水	喷水

表 4.2.3-2 按障碍物类型选择喷射铣头

障碍物类型	泥土砂石	油污	混凝土，水泥	树根	塑料袋等生活垃圾
喷头类型	喷水	喷水+振动	喷水，钻头，链条，振动	喷水，链条	喷水+链条

4.2.4 管道清洗产生的污水和污物应从检查井内排出，污物应按国家现行标准《城镇排水管渠与泵站维护技术规程》CJJ 68 中的规定处理，污水应经净化处理。

4.3 管道内壁处理

4.3.1 内壁附着物处理应符合下列规定：

- 1 对软结垢附着物应清洗露出管道内壁；
- 2 对硬结垢附着物处理不应损坏管道结构，并应在处理后露出管道内壁。

4.3.2 管道采用内衬钢环处理时应符合下列规定：

- 1 应依据管道材料、破损情况、地层条件、渗漏水状况以及管道检测与评估结果确定预处理方案。
- 2 对混凝土等非高分子化学建材管道，钢环安装前应对管道受损部位采用注浆止水及与管道混凝土同等强度环氧砂浆进行补强预处理；
- 3 对 HDPE 等非高分子化学建材管道，钢环安装前应对管道漏水流砂受损部位采用注浆止水及管道整形预处理；
- 4 采用钢环片装配成钢圆环时，连接部位应采用螺栓连接或焊接。
- 5 钢圆环与钢筋混凝土管之间的空隙应采用混凝土填充密实。
- 6 内衬钢环的断面损失不超过 10%。

4.3.3 管道内壁结构受损时应对内壁进行修补。

4.3.4 管道预处理后应满足表 4.3.2 的要求。

表 4.3.2 管道预处理后技术要求

非开挖修复更换方法	技术要求
短管内衬法	无影响内衬管插入的沉积、结垢、障碍物及尖锐凸起物
原位固化法	管道表面应无明显附着物、尖锐毛刺及突起
碎（裂）管法	待修复管道无堵塞，宜排除积水
机械制螺旋缠绕法	管道内无沉积、结垢和障碍物
管片内衬法	管道内无沉积、结垢和障碍物
垫衬法	管道内无沉积、结垢和障碍物
局部修复法	管道内无明显沉积、结垢和障碍物且待修复部位前后 500mm 内的管道表面应无明显附着物、尖锐毛刺及突起。

5 注浆法

5.1 一般规定

5.1.1 本章适用于采用水泥基类、硅化浆液或高聚物材料对管道（渠）周边土体进行加固和止水。

【条文说明】5.1.1 注浆法也称灌浆法。使用专用的设备，在压力的作用下将浆液（化学浆液或水泥类浆液）注入管道周边的病害区，以达到防渗堵漏和加固土体等目的。

5.1.2 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大于 DN 800mm 的排水管道。

【条文说明】5.1.2 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。图 5.1.2-1 和 5.1.2-2 分别为管外注浆法和管内注浆法示意图。

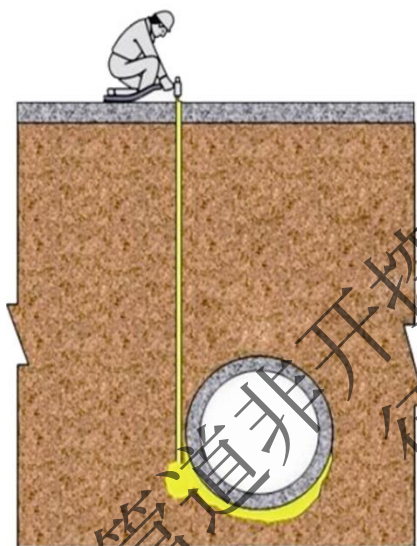


图 5.1.2-1

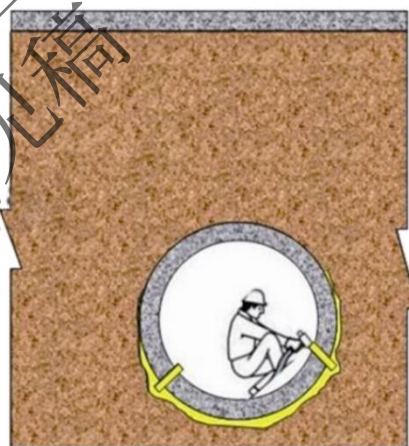


图 5.1.2-2

5.1.3 注浆防渗加固材料及方法宜按表 5.1.3 选用。

【条文说明】5.1.3 水泥基类与硅化浆液注浆方法应按照现行国家及行业标准《建筑地基基础工程施工质量验收标准》（GB50202-2018）和《既有建筑地基基础加固技术规范》（JGJ 123-2012）的相关规定执行。

表 5.1.3 常用注浆方法适用范围

注浆材料		适用范围
水泥基类及水泥水玻璃双液浆		适用于软土地基处理；有地下水流动的软基不应采用单液水泥浆。
硅化浆液	双液硅化法	适用于加固粗砂、中砂、细砂。
	单液硅化法	适用于加固粉砂，黄土。
碱液		适用于加固地下水位以上渗透系数为（0.1-2.0）m/d 的湿陷性黄土地基，对于自重湿陷性黄土地基适应性通过实验确定。
高聚物材料		适用于无水环境条件及有水环境条件下，填充加固各类土体及结构本体与土体脱空；修复管道渗漏、管道沉降等。

5.1.4 注浆法施工前应根据管道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。

5.2 注浆材料

5.2.1 水泥类及硅化类浆液注浆应符合《高压喷射注浆施工技术规范》HG/T 20691 方法选用。

5.2.2 高聚物注浆材料指非水反应高聚物。

【条文说明】5.2.2 非水反应类高聚物指 A 组分和 B 组分（树脂和硬化剂）按照设计比例充分混合反应生成的闭孔高聚物材料，反应过程中不需要与环境外界水发生化学反应。

5.2.3 土体注浆材料固化 15min 后的强度不应小于设计强度的 90%。

5.2.4 主要材料的进场验收应检查每批产品的质量合格证书、性能检验报告、使用说明书等，应符合表 5.2.4-1 和表 5.2.4-2 要求。

表 5.2.4-1 A 组分产品性能

项目	技术指标	测试方法
外观	棕色液体，透亮、无杂质	《多亚甲基多苯基异氰酸酯》GB/T 13658
粘度，mPa·s(25℃)	100-600	
固含量，%	>90	
密度，kg/m ³	1220-1300	
NCO 含量，%	30.50-32.00	
水解氯含量，%	≤0.2000	
酸值（以 HCL 计），%	≤0.0500	

表 5.2.4-2 B 组分产品性能

项目	技术指标	测试方法
外观	均匀液体无杂质	GB/T 22295，透明液体颜色测

		定方法(加德纳色度)
粘度, mPa·s(25℃)	≤800	GB/T27846, 黏度测定 H(o)ppler 落球式黏度计法
固含量, %	>80	GB1725, 涂料固体含量测定法
密度, kg/m ³	1000-1300	GB/T 611, 密度测定通用方法
PH 值	≥7	GB/T 9724, pH 值测定通则
水含量, %	≤2	GB/T 606, 水分测定通用方法 卡尔·费休法

5.2.5 注浆材料的标志、包装、运输和贮存应符合下列规定:

- 1 包装容器应密封, 容器表面应标明材料名称、生产厂名、重量、生产编号。
- 2 应按生产厂商要求或推荐的温度进行运输和分类存放, 存放环境应干燥、通风, 避免日晒, 并远离火源。

5.2.6 非水反应高聚物材料生成的聚合物技术要求应符合表 5.2.6 的规定。

表 5.2.6 非水反应高聚物材料生成材料技术要求

检测项目	单位	技术要求	检验方法
无束缚生成材料密度	kg/m ³	55±5	《泡沫塑料表观密度的测定》(GB/T 6343-2009)
环保性	—	不对水质造成污染	《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》(GB/T17219-1998)
耐化学腐蚀	—	良好	《塑料耐液体化学试剂性能的测定标准》(GB/T11547-2008)
水中反应收缩率	%	≤3	本规程附录 C
不透水性(无结皮) 0.2Mpa, 30min	-	不透水	本规程附录 D
起渗压力	MPa	≥0.20	本规程附录 E
闭孔率	%	≥92	《硬质泡沫塑料开孔和闭孔体积百分率的测定》(GB/T10799-2008)
吸水率	%	≤3	《硬质泡沫塑料吸水率的测定》(GB 8810-2005)
抗压强度	MPa	≥0.30	《硬质泡沫塑料压缩性能的测定》(GB/T 8813-2008)
拉伸强度	MPa	≥0.30	《硬质泡沫塑料拉伸性能试验方法》(GB/T 9641-1998)
膨胀比	—	15~25	本规程附录 F
泡沫外表皮	-	表皮无粉化现象	手测

5.3 注浆工艺

5.3.1 注浆时应调节注浆温度不低于 25℃。

5.3.2 采用管外注浆法时，应遵循下列要求：

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。

【条文说明】5.3.2 间断歇注浆法指在注浆的过程中按照一定时间间隔，通过开启关闭注浆枪或注浆设备使浆液间歇持续注入的一种注浆方法。

5.3.2 采用管内注浆法时，应遵循下列要求：

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。

5.3.3 注浆设备压力宜控制在 5-7MPa。

5.3.4 注浆设备宜采用集成式高聚物注浆系统。

【条文说明】5.3.4 集成式高聚物注浆系统指经专门设计并集成了空气压缩机，气动隔膜泵、动力源、A 料和 B 料桶、注浆配比仪及注浆枪头的整车系统，该系统具有精细配比、高压混合、自动控温控压等功能。

5.3.5 注浆设备宜采用集成式高聚物注浆系统

5.3.6 每个作业班次应做好现场施工工艺记录，内容应包括：

1 施工的时间、地点和工程项目名称；

2 施工天气状况；

3 钻孔数量，深度及位置；

4 注浆作业时设备压力及注浆温度；

5 记录单孔及每一个段落注浆用量；

6 施工过程中的异常状况；

7 记录施工过程中各项材料及用量。

5.4 质量检验

5.4.1 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/T1750-2013）、《地下管线周边土体病害评估防治规范》（DB11/T1347-2016）等现行规范执行。

【条文说明】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。

5.4.2 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水。

5.4.3 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》（GB50202-2018）和《既有建筑地基基础加固技术规范》（JGJ 123-2012）的相关规定执行。

5.4.4 注浆完成后，管内应无残留或凸起高聚物材料。

5.4.5 工程竣工验收的质量控制资料应包括下列内容：

- 1 施工基本程序的办理资料及开工报告；
- 2 管道沿线及周边勘察资料；
- 3 注浆前对原有管道的检测和评定报告及电视检测(CCTV)记录；
- 4 设计施工图及专项施工方案；
- 5 注浆材料的质量合格证、检验报告等质量保证资料；
- 6 施工过程的施工记录及施工检验记录；
- 7 注浆后检测和评定报告及电视检测（CCTV）记录；
- 8 施工、监理、设计等单位的工程竣工质量合格证明；
- 9 相关会议纪要、设计变更、业务洽商等记录；
- 10 质量事故、生产安全事故处理资料；
- 11 工程竣工图和竣工报告等。

6 翻转式原位固化法

6.1 一般规定

6.1.1 本章适用于修复 DN150~DN2700 的排水管道。

【条文说明】本章不适用于管道基础断裂、管道破裂、管道节脱呈倒栽式状、管道接口严重错位、管道线形严重变形等结构性缺陷严重损坏的修复。不适用于严重沉降、与管道接口严重错位损坏的检查井。非圆形的管道可参考使用。

6.1.2 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。

6.1.3 修复前,应对管道进行预处理,管渠内壁应平整、圆顺,并应满足原位固化法修复要求。

6.1.4 给水排水管道翻转式原位固化法工程应依据管道检测评估报告进行设计和施工。

6.1.5 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。

【条文说明】固化内衬的两端应在井孔的进口和出口点处切平,并用与内衬或树脂系统相容的适当材料密封,做到水密性密封。密封材料和安装方法应在施工前提交批准。

6.2 内衬材料

6.2.1 翻转式原位固化法使用的软管可由单层或多层聚酯纤维毡或同等性能的材料组成,并应与所用树脂兼容,且能承受施工的拉力、压力和固化温度。

6.2.2 翻转式原位固化法使用的软管应符合下列规定:

- 1 软管的外表面应包覆一层与所采用树脂兼容的非渗透性塑料膜;
- 2 多层软管各层的接缝应错开,接缝连接应牢固;
- 3 软管的横向与纵向抗拉强度不得低于 21MPa;
- 4 软管的长度应大于待修复管道的长度,软管展开后直径的大小应保证在固化后能与原有管道的内壁紧密贴合。

6.2.3 软管的浸渍树脂应符合下列规定:

- 1 树脂应根据修复工艺要求采用长期耐腐蚀和耐湿热老化的热固性树脂,常用不饱和聚酯树脂、环氧树脂或乙烯基酯树脂,树脂的主要性能应满足表 6.2.3 的要求;

表 6.2.3 树脂主要性能指标

项目	单位	不饱和聚酯树脂	乙烯基酯树脂	环氧树脂	检验方法
弯曲模量	MPa	3400-4000	3400-4000	3400-3800	《树脂浇铸体性能试验方法》GB/T2567-2008

弯曲强度	MPa	90-150	103-172	103-172	《树脂浇铸体性能试验方法》GB/T2567-2008
最大应变	%	3-5	4-7	4-7	《树脂浇铸体性能试验方法》GB/T2567-2008
拉伸模量	MPa	3300-3900	3300-3900	3300-3800	《树脂浇铸体性能试验方法》GB/T2567-2008
拉伸强度	MPa	60-85	80-90	80-90	《树脂浇铸体性能试验方法》GB/T2567-2008
拉伸断裂延伸率	%	2-5	4-7	4-7	《树脂浇铸体性能试验方法》GB/T2567-2008
热变形温度	℃	88-130	93-150	85-120	《塑料 负荷变形温度的测定》GB/T1634-2004

2 热固性树脂初始固化温度应低于 80℃；

3 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%；

4 树脂和添加剂混合后应及时进行浸渍，停留时间不得超过 20min。当不能及时浸渍时：热固性树脂应冷藏，冷藏温度应低于 15℃，冷藏时间应根据树脂本身的稳定性和固化体系来确定，不得超过 3h；

5 软管应在抽成真空状态下充分浸渍树脂，并不得出现干斑或气泡，整个软管厚度应均匀、无褶皱；

6 浸渍树脂后的软管应存储在低于 15℃的环境中，运输过程中应全程冷藏密封运输。

6.2.4 树脂软管材料进入施工现场时应进行进场验收，并符合下列规定：

1 确定发货单中内衬材料管径、壁厚、长度是否与设计文件要求一致。

2 内衬软管材料运输车温度应低于 15℃，宜有车内温度记录及路程时间记录。

3 确认辅助内衬套管是否随车，是否与设计文件要求一致。

4 确认修补软管材料（粘接剂，密封膜）是否随车。

5 内衬材料出厂应附有材料合格证。

6 树脂浸渍软管厚度应均匀、表面无破损、无较大面积褶皱、表面无气泡、干斑。

6.2.5 固化法修复后内衬管道的力学指标应符合表 6.2.5 的规定。

表 6.2.5 不含玻璃纤维的内衬管的短期力学性能要求

项目	单位	指标	检验方法
弯曲强度	MPa	>31	《塑料 弯曲性能的测定》GB/T 9341-2008
弯曲模量	MPa	>1724	《塑料 弯曲性能的测定》GB/T 9341-2008
抗拉强度	MPa	>21	《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 1040.2-2006

6.2.6 内衬管的耐化学腐蚀型式检验应按现行国家标准《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 与《塑料耐液体化学试剂性能的测定》GB/T 11547 执行，并应符合下列规定：

- 1 耐化学性的检测浸泡时间宜为 28 天，试验温度为 23±2℃；
- 3 应按表 6.5.6 选取浸泡典型介质。

表 6.5.6 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
硝酸，浓度 1.0%	耐	耐
硫酸，浓度 5.0%	耐	耐
燃料油，浓度 100%	耐	耐
氢氧化钠，浓度 0.5%	不耐	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

3 试件浸泡完成后，应分别按第 6.2.5 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%。

【条文说明】6.2.6 耐化学腐蚀型式检验是基于一般污水、卫生间下水以及工厂区下水来做长期耐腐蚀实验的。

6.2.7 应提供内衬管的长期力学性能型式检验报告。

【条文说明】内衬材料定型生产前，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。设计时应采用短期力学性能的 50%。

6.3 水翻工艺

6.3.1 采用水压的方法将浸渍树脂的软管翻转置入原有管道时应符合下列规定：

- 1 翻转时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点，相应压力值应咨询软管生产商；
- 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~1m 之间。

6.3.2 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 在施工段起点和终点，距离端口大于 300mm 处，应在浸渍树脂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；

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

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

6 可通过温度感应器监测的树脂放热曲线判定树脂固化的状况。

6.3.3 固化完成后内衬管的冷却应符合下列规定：

1 应先将内衬管的温度缓慢冷却至一定温度，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。

6.3.4 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 应清洁端口，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；

2 内衬管端部应切割整齐，并露出检查井壁 20mm-50mm。

6.3.5 翻转式原位固化法修复施工中应做好下列施工记录和检验：

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。

6.4 气翻工艺

6.4.1 采用气压的方法将浸渍树脂的软管翻转置入原有管道时应符合下列规定：

1 翻转时将软管的外层防渗塑料薄膜应向内翻转成内衬管的内膜，与管内气相接触；

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，相应压力值应咨询软管生产商；

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-1m 之间

6.4.2 翻转完成后应采用热水或蒸汽对软管进行固化，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 在施工段起点和终点，距离端口大于 300mm 处，应在浸渍树脂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，蒸汽应从标高较高的端口通入；

4 固化温度应均匀升高，固化所需的温度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或气压应能使软管与原有管道保持紧密接触，且压力不得超过软管在固化过程中承受的最大压力，并保持该压力值直到固化结束；

6 可通过温度感应器监测的树脂放热曲线判定树脂固化的状况。

6.4.3 固化完成后内衬管的冷却应符合下列规定：

1 应先将内衬管的温度缓慢冷却至一定温度，冷却后热水不宜高于 38℃；蒸汽冷却到 45℃；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。

4 固化完成后内衬管起点和终点端部应按本规程 6.3.4 条执行。

6.4.4 翻转式原位固化法修复施工中应做好下列施工记录和检验：

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。

6.5 质量检验

6.5.1 固化法修复后，内衬管应按每个施工段不少于一组的规定进行现场取样。

6.5.2 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；

2 取样时应考虑检查井的尺寸，取样应满足管道纵向长度不小于 350mm 的测试要求；

【条文说明】6.5.2 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。用于质量控制的样品切样，最好是在充气期间将内衬管的自由段封闭起来，采用具有限制功能的扎头布并将其固化到与内衬修复管道相同的周长。这种样品应尽可能在中间井孔处形取，或扎头与管口之间而不是在整体安装的一端或另一端。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。

6.5.3 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、内衬生产商；
- 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 测试结果不满足本规程第 6.5.4 条时，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。

【条文说明】6.5.3 壁厚检测样本准备的六步骤：

1. 样本的准备，切割



2. 修剪和去除覆盖的材料



3. 用砂纸打磨（比如：晶粒尺寸 P180）



4. 用水浸润



5. 湿润的样品和干燥的样品区别

6. 壁厚检测

平均复合厚度时外部净树脂层不得超过复合厚度的 20%。样品外部净树脂层如果较厚超过复合厚度的 20%，不应予使用。

主控项目

6.5.4 固化法修复后内衬管应按表 6.5.4 列出项目检测。

表 6.5.4 CIPP 内衬检测项目

测试项目	测试指标	技术要求	测试方法
三点弯曲测试	抗弯强度 MPa	设计要求	附录 G
	短期弯曲弹性模 MPa	设计要求	
拉伸试验	抗拉强度 MPa	设计要求	附录 H
厚度测试 mm	平均复合厚度 em	不小于设计值，单个样品测试值与平均厚度值偏差不大于 10%	《塑料管材尺寸测量方法》GB T 8806
密实性检测	材料样本透水性	无水渗透：0.5Bar，30min 测试合格	按附录 J 执行
耐化学腐蚀检验	弯曲强度和弯曲模量，浸泡时间宜为 28 天，试验温度为 $23\pm 2^{\circ}\text{C}$	检测结果不应小于内衬管初始弯曲强度和弯曲模量的 80%	《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、《塑料耐液体化学试剂性能的测定》GB/T11547
耐磨性	耐磨度	设计要求	《塑料管材耐磨损性试验方法》QBT 5101

6.5.5 测试样品的尺寸及技术要求应符合表 6.5.5 的规定。

表 6.5.5 测试样品尺寸及技术要求

测试项目	测试指标	取样要求	样品数量
三点弯曲测试	抗弯强度	测试试件尺寸： 宽度： $50\pm 1(\text{mm})$ 长度：切线方向 20 倍 e_m (平均复合厚度) 支点：切线方向 16 倍 e_m (平均复合厚度) 圆形管道在切线方向采集样本尺寸： D600 及以下直径：300 径：00 mm D600 以上直径：400 × 300 mm 负载速度按照 DIN EN IS178： 10 mm/min 预加力按照 DIN EN ISO178： 5 N	5
	短期抗弯模量		5
拉伸试验	抗拉强度	测试试件尺寸： 宽度： $20\pm 1(\text{mm})$ 长度： $150\pm 1(\text{mm})/200\pm 1(\text{mm})$ 圆形管道在切线方向采集样本尺寸： 长度 200~250mm，宽度 100mm	5
厚度测试	平均复合厚度	同三点弯曲测试	5
密实性检测	材料样本透水性	边长为 $45\pm 5\text{mm}$ 的正方形	3
耐化学腐蚀检验	弯曲强度和弯曲模量	同三点弯曲测试	3

注：e 为设计总壁厚。 e_m 为平均复合厚度。

【条文说明】6.5.5 ISO 11296-4:2009 用于地下常压排水管网修复的管道，第四部分：原位固化修复法内衬管。使用玻璃纤维作为内衬材料时，由于增强效果，按照 DIN EN ISO 2078 及 DIN 1259 标准仅允许使用耐腐蚀性玻璃纤维（E-CR 玻纤）。



6.5.6 内衬管的壁厚检验应按现行国家标准《塑料管道系统塑料部件尺寸的测定》GB/T 8306 的有关规定执行。固化后内衬管的壁厚不得小于设计值，平均壁厚不得大于设计壁厚的 20%。

检查方法：对照设计文件用测厚仪、卡尺等量测，并检查样品管或样品板检验记录。应量测管道两端各 1 个断面，每个断面测环向均匀至少 6 点，取平均值为该断面的代表值（平均壁厚）。

【条文说明】6.5.6 对于含有玻璃纤维(E-CR 玻纤)的 CIPP，此处的平均壁厚为复合材料的结构壁厚，因此测量时，需要去除外膜厚度。（根据 DWAA143-3 规定）。DWAA143-3 标准在测量厚度时，认为复合厚度 e_m 是通过总壁厚减去内外薄膜和净树脂计算得出复合厚度，外部净树脂层不得超过复合厚度的 20%。样品外部净树脂层较厚时，不应予使用。

但是，考虑到耐磨层的物理及化学抗性，在使用寿命期间，应保证操作安全性。因此，静态相对复合厚度 e_m 需加上耐磨层的厚度。耐磨层组成包括内侧的涂层、净树脂层、内侧的玻璃、绒毛或毡布层等复合的树脂层。耐磨层厚度按照 DWAA 143-3 应始终大于在试验（采用水、砂、燧石在内衬结构管中底部 10 万次摇摆耐磨损强度试验）中 (DIN EN 295-3) 计算得出的摩擦值。如果不存在根据 DIN EN 295-3 标准的耐摩擦值相关的证明，则耐磨层为 1mm。

6.5.7 内衬管壁密实性试验应按附录 J 进行，并应满足 0.5Bar 真空压力下 30min 不滴漏要求。

【条文说明】6.5.7 密实性试验的主要目的是检验 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。0.5Bar 真空压力下 30min 不滴漏的样品属于测试合格。具体装置见图 6.5.7

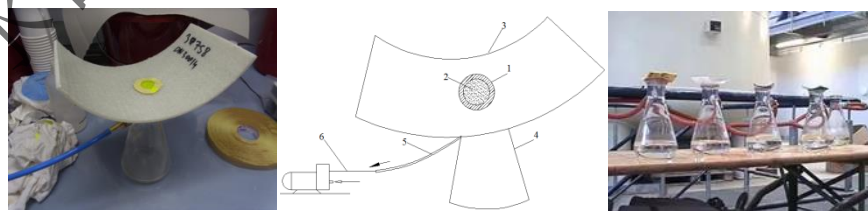


图 6.5.7 管壁密实性试验方法及装置

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

6.5.8 当内衬管力学性能指标不合格或密实性试验不满足要求时，应对内衬样品管进行频谱分析。

【条文说明】6.5.8 在频谱分析的帮助下可以检测所使用的树脂质量是否与所提供的树脂质量一样。这种方法检查的不是数量组成，而是质量组成。根据 DIBt 许可书，对于它所允许的软管内衬树脂系统，每个提供商都需提交各检测试验室的固化参考样品。由委托方授权的检测实验室会对所给出的样品创

建参考频谱。

依据：ASTM 5576, Standard Practice for Determination of Structural Features in Polyolefins and Polyolefin Copolymers by infrared Spectrophotometry (FT-IR),

DIN 55673, 涂层材料及其管道材料——近红外光谱分析——一般工作基础

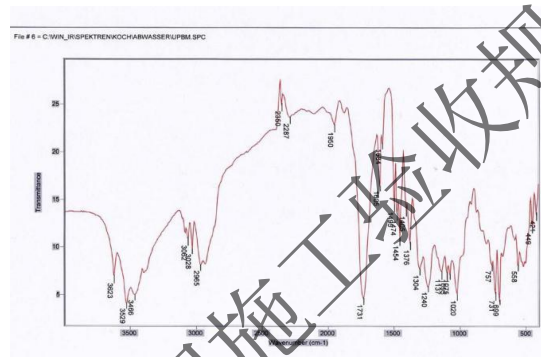


图 6.5.8 涂层材料及其管道材料近红外光谱分析

一般项目

6.5.9 翻转式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】6.3.9 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。

6.5.10 修复后管道表面质量应符合本规程第 6.3.6 条的相关规定。

检查方法：观察（CCTV 辅助检查）或检查施工记录、CCTV 记录等。

检查数量：全数

6.5.11 修复后管道线性和顺，折变或错台处过渡平顺；环向断面圆弧饱满。

检查方法：观察（CCTV 辅助检查）；或检查施工记录、CCTV 记录等。

检查数量：全数

6.5.12 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

6.5.13 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。

检查数量：全数

7 紫外光原位固化法

7.1 一般规定

7.1.1 本方法适用于修复 DN150-DN1800 的排水管道。

【条文说明】7.1.1 本方法适用于修复 DN150-1800 的排水管道，如管道内径小于 150mm，则受管道内部空间限制，无法进行本工艺的施工；如管道内径大于 1800mm，受内衬材料设备生产能力限制。

7.1.2 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。

7.1.4 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。

【条文说明】7.1.4 管道应采用适当的清洗设备清洗，通常通过高压水喷射或手动（取决于尺寸大小）清除所有的碎渣杂物，管道上的腐蚀物质或其他“紧密”贴合主管道物质，这是确保结构完整性的必要手段。任何侵入或有缺陷的侧壁连接物也应清除，并可能在内衬工艺开始之前需要修复。如果管道的变形超过其直径或高度的 10%，则在内衬施工前应将缺陷部分重新恢复。同样的，大面积的损坏可能需要引起注意并进行局部修复，然后再进行整段的修复。通过裂缝或其他损坏出现的渗水，可能也需要处理，以确保原位固化内衬在固化过程中不会失效。

7.1.6 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。

7.1.7 原位固化法（CIPP）修复工程应在验收合格后交付使用。

7.2 内衬材料

7.2.1 原位固化产品及其安装 CIPP 不得对城市的任何工艺管线或设施造成不利影响。本产品不得导致污水处理厂产生任何有害化合物或副产品。

【条文说明】7.2.1 原位固化内衬材料的结构如图 7.2.1-1、图 7.2.2-2。

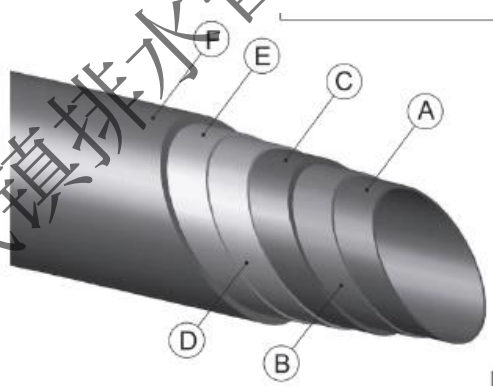


图 7.2.1-1 内衬管结构

A—内膜/内涂层，B—耐磨层

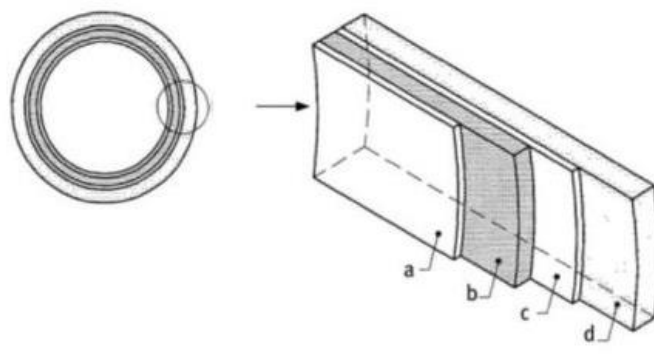


图 7.2.2-2 固化后管道结构

a—内膜/内涂层，b—结构层/静态层

C—结构层/静态层，D—纯树脂层 c—外膜/外涂层，d—老管道

E—外膜/外涂层，F—主管 (现有管)

7.2.2 内衬材料应无撕裂、孔洞、切口、异物等表面缺陷，树脂体系并应满足待修复污水管道的要求。

【条文说明】7.2.2 复合玻纤材料含义：固化树脂体系、GRP 载体材料和（或）增强材料的组合，不包括任何内、外膜或任何多余的外部树脂层。拉入式施工的内衬是由包括使用 E-CR 玻璃纤维增强的骨架材料制作的软管和紫外光固化树脂体系粘合材料组成。满足原位固化法修复现有污水管道的要求。

7.2.3 浸渍内衬用树脂应符合下列规定：

- 1 应为不饱和聚酯树脂 (UP)、环氧树脂 (EP) 或乙烯基酯树脂 (VE)。
- 2 软管内衬上的树脂应分布均匀，没有肉眼可见的气泡和缺陷。
- 3 浸渍内衬所用的树脂应耐腐蚀、耐磨损的，并且应证明具有符合 DIN 16946(UP-树脂 1140 型第 3 组)和 DIN 18820(乙烯酯树脂(PHA) 1310 第 5 组)的耐城市污水性能。
- 4 不同树脂系统选择时应考虑最终产品所需吸收的热负载、机械负载及化学负载。

【条文说明】7.2.3 这种树脂应该是化学性抗紫外线固化间苯二聚酯树脂或乙烯基酯树脂。固化后的树脂/内衬体系应满足 DIN EN175 的结构和耐化学性要求。树脂宜按表 7.2.1 选择

表 7.2.3 树脂类型选用表

序号	废水类型	优先使用的树脂类型
1	地方废水具有少量化学和生化负载（例如雨水渠道或管道）	UP 树脂系统 • DIN 16946-2 最小类型 1130 （热性和机械要求） • DIN 18820-1 组 2 或根据 DIN EN 13121-1 组 2 • 或者第 2 和 3 行允许的树脂
2	地方废水	UP 树脂 • DIN 16946-2 最小类型 1130 （热性和机械要求） • DIN 18820-1 组 3 或根据 DIN EN 13121-1 组 4 EP 树脂 • DIN 16946-2 类型 1020，类型 1021，类型 1040（热性和机械要求）或耐废水、耐水解、耐高温的 EP 树脂，有允许的独立检测机构出具的资质证明或是第 3 行允许的树脂
3	具有强大腐蚀性的废水，例如工业废水（特别的废水成分，需要特殊的废水分析）	VE 树脂 • DIN 16946-2 最小类型 1310 （热性和机械要求） • DIN 18820-1 组 5 或根据 DIN EN 13121-1 组 7 或组 8 EP 树脂 • 竞标方必须出具其可用于特殊废水的资质证明。 • 树脂，其化学抗性可由特殊废水的腐蚀性进行验证

7.2.4 固化后成品平均复合壁厚（mm）应满足静态设计的要求。

【条文说明】7.2.4 内衬的壁厚（mm）：需要根据现有管道状况或相当于完全恶化的管道病害状况级别进行设计和考虑。应采用符合欧洲标准的计算方法确定，在施工安装任何内衬之前提交一份静态设

计。设计应包括一步一步的计算，显示所有的方程，定义所有的变量，列出所有的假设，并清楚地指出所有用于设计的值。

在静态设计壁厚 (mm)时，采用内衬材料长期稳定弹性模量和长期(推测 50 年)衰减系数 A1 的初始设计抗弯弹性模量，由长期稳定试验方法确定为 10，000h 静态抗疲劳试验。没有 10，000h 静态抗疲劳试验报告是不行的。静态设计壁厚 (mm)时应确定短期和长期的最小价值与最少使用寿命为 50 年。未经批准的设计，不得安装内衬。

静态相对复合厚度可由总厚度减去下列厚度得出：内衬内侧的内膜或涂层；内衬外侧的外膜或涂层；含树脂玻纤层或净树脂层；耐磨层；做为安装辅助装置的增强材料，如扎头布。

7.2.5 内衬管力学性能应符合表 7.2.5 的规定。

表 7.2.5-1 内衬管初始力学性能

性能	指标（玻璃纤维内衬管）
抗弯强度，MPa	≥150（由 125 提高）
短期弯曲弹性模量，MPa	≥ 13500（由 1200 提高）
长期弯曲弹性模量	≥10000（由新增加指标）
抗拉强度，MPa	≥150（由 90 提高）
密实性	0.5Bar，30min 测试合格

表 7.2.5-2 含玻璃纤维的内衬管的短期力学性能要求和测试方法

性能	测试标准
弯曲强度 (MPa)	>45 《纤维增强塑料弯曲性能试验方法》GB/T 1449
弯曲模量 (MPa)	>6500 《纤维增强塑料弯曲性能试验方法》GB/T 1449
抗拉强度 (MPa)	>62 《塑料拉伸性能的测定 第 4 部分：各向同性和正交各向异性纤维增强复合材料的试验条件》GB/T 1040.4

7.2.6 储存和保管应符合下列规定：

- 1 内衬软管材料应附有测试报告，以证明材料符合标准。
- 2 储存时，内衬软管应得到充分的保护。
- 3 紫外光固化玻纤内衬软管应按照制造商建议的和客户批准的方式储存。
- 4 在运输、装卸和保管过程中，应注意避免损坏内衬软管材料。

7.3 工艺要求

7.3.1 施工技术专用设备应根据工程特点合理选用，应有备用动力和设备，并应有现场总体布置方案。

7.3.2 施工技术专用设备应包括如下内容：

- 1 卷扬机（绞盘）和用于原位拉入内衬的控制装置。
- 2 充气用的高压风机（空气压缩机）和软管的下料设备。
- 3 维护和监测压力的设备。
- 4 UV 固化设备。
- 5 切割修整设备

【条文说明】7.3.2 切割修整设备为气动手动切割机或铣刀机器人 用于切管口的内衬修复材料和重新开孔支线管的连接。原位拉入内衬的控制装置：6-8m/min 以内。应确保所有数值的可追溯性。

7.3.3 光固化的 UV 系统应具有下列功能：

- 1 具备固化过程的静态和动态数据瞬时采集存储，含控制开灯时间，固化速度，长度，压力、具备控制软件可记录每个 UV 灯管工作发射紫外线的时间。
- 2 每分钟自动记录温度，压力，巡航速度和米数。自动识别 UV 灯架类型的瓦数。

7.3.4 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应经进场检验合格并妥善保管。

7.3.5 树脂浸渍应符合本规程第 6.3.1 条的规定。

7.3.6 每次进行 UV 固化施工前，应开展下列工作：

- 1 应根据 UV 制造商信息用肉眼检测紫外线 UV 灯架，并对每只有编码代号的 UV 灯管进行清洁（例如排除指纹、灰尘等等）。
- 2 UV 灯管首次运行 400h 以后，应对紫外线 UV 灯管的进行强度检测，并应测量所使用的 UV 灯的辐射通量密度，与参考 UV 灯管进行比较测量。

检测 UV 灯管是由一台经过校准的测量 UV 灯管检测仪出报告。

- 3 每隔 150h 就检查一次 UV 灯，所接收的辐射通量密度如超过 30% 时，应更换 UV 灯。

- 4 每只 UV 灯管的检测记录包括批号、编码代号，首次使用时间，运行 h（固化过程），检查日期，测量值及检测结果，参考同类型 UV 灯管的批号、编码代号等。

【条文说明】7.3.6 每隔 150h 就检查一次 UV 灯检测应由监理执行。利用带有经过检测的参考 UV 灯和测量传感器的测量系统进行比较测量。

7.3.7 紫外光固化应符合下列规定：

- 1 紫外光源应根据制造商的内衬软管直径/壁厚规格进行组装。
- 2 紫外线光固化时，需确保 UV 灯架的持续功能检查。

- 3 每个内衬 LINER 产品上所使用的光技术波长应一致。
- 4 应遵守软管内衬制造商所给出的固化巡航速度以及使用何种型号的紫外线 UV 灯架。
- 5 在整个固化阶段，将持续记录：压力、固化巡航速度、距离及温度进程，并应符合操作指南系统手册中的规则标准参数。

【条文说明】7.3.7 为了适应固化巡航速度，需测量 LINER 内表面上软管内衬固化时的温度。依照口径/壁厚，固化参数为使内衬软管达到所需的水密性和规定的力学性能，在整个固化过程中应控制下列流程和参数，记录内衬软管全长各段的固化参数。这表明整个内衬软管是正确固化的。记录应包括：

- ① 开始记录
- ② 内衬软管开始充气/连接电缆
- ③ 内衬软管充气 and 拉入 UV 灯架
- ④ 获得压力
- ⑤ UV 灯架穿过终点井位
- ⑥ UV 固化
- ⑦ 去除内膜（如果安装的内衬是内涂层的，就不需要此步骤）
- ⑧ 进行密封性检验
- ⑨ 在扎头部分取样品

7.3.8 拉入湿软管之前准备工作应符合下列规定：

- 1 应在拉入内衬湿软管之前清洗现有的主管道。
- 2 清洗完成后，应进行视频记录检查，以验证管道的清洁度是否满足内衬施工条件，并应根据监理要求提供视频。
- 3 应在原有管道内铺设垫膜，垫膜（地膜）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。

7.3.9 湿软管拉入应符合下列规定：

- 1 在拉入前，应铺设地膜，不得磨损或划伤湿软管，并应准备好泄力用的万象吊环。
- 2 应沿管底的垫膜将湿软管平稳、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，拉入速度不宜大于 6-8m/min；
- 3 湿软管拉入过程中受到的最大拉力应符合表 7.3.7-1 中规定；

表 7.3.7-1 湿软管承受的最大拉力

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

4 湿软管两端端口伸出原有管道的长度应符合表 7.3.7-2 要求；

表 7.3.7-2 湿软管两端端口在旧管管口伸出长度

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

5 湿软管拉入原有管道之后，宜对折放置在垫膜上（底膜上）。

【条文说明】万象吊环示意图 7.3.7。

万象吊环



7.3.10 湿软管应采用压缩空气扩展，并应符合下列规定：

- 1 把扎头部分外面防紫外线膜划开，应使用扎头布绑扎牢固；
- 2 充气装置扎头和测压管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：压力表；
- 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 压缩空气压力气压应缓慢的充起，应能使湿软管充分膨胀扩张紧贴原有管道内壁，压力值应根据材料供应商操作指南说明书设定，各种口径和壁厚的压力值。同时。在扎头与旧管道处的内衬材料上划一小口复查是否有气溢出（起到检查内膜是否破裂的作用）

【条文说明】7.3.10 将扎头部分外面防紫外线膜划开（图 7.3.10）。



图 7.3.10 将扎头部分外面防紫外线膜划开

7.3.11 采用紫外光固化应符合下列规定：

- 1 紫外灯安装应避免损伤内膜，
- 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。
- 3 压力指标参数需遵守湿软管内衬制造商所给出的参数表（管径/壁厚/压力）。达到参数表压力，保持 10min 左右的时候，由人工再把紫外线灯架缓慢的从 1#井拉到 2#井。
- 4 紫外光固化时，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应一致。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光灯架型号，明确灯架瓦数、数量以及固化巡航速度参数表。
- 5 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。
- 6 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，且应符合湿软管内衬制造商操作指南系统手册中的规则标准参数；UV 设备应自动每一 min 自动记录温度，压力，巡航速度和米数做为原始记录提交监理。
- 7 为了适应固化巡航速度，需对工作 400h 以上的 UV 灯管做功率衰减检测，固化巡航速度及温度进程需要参考功率衰减表对应的巡航速度表。
- 8 摄像头应安装在紫外 UV 灯架上的前面一只，一个安装在 UV 灯架的后面或扎头上，以启用视频检查内衬，并确保内衬已经正确地充气，任何内衬问题都可以固化开始前被识别。
- 9 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。

【条文说明】7.3.11 紫外灯光固化示意（图 7.3.11）。

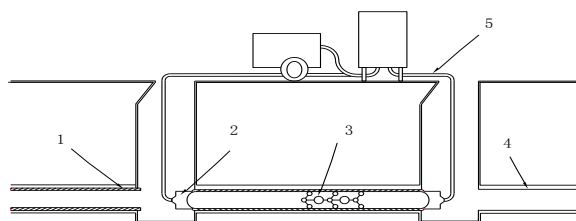


图 7.3.11 紫外灯光固化示意

1: 已内衬管, 2: 扎头, 3: UV 灯架, 4: 旧管道, 5 充气管

7.3.12 固化完成后，内衬管端头应按本规程第 6.1.4 条的规定进行密封和切割处理。

7.3.13 拉入式原位固化法应对湿软管做拉入长度、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、压力等原始记录和检验。

【条文说明】7.3.13 施工方应进行闭路电视检查。与施工前闭路电视检查的质量标准一致。提交未经编辑的施工后闭路电视检查录像和每个下水管道段的相关固化参数压力、温度、巡航速度，距离的原始记录报告，供验收。

7.4 质量检验

主控项目

7.4.1 固化法修复后，内衬管应按每个施工段不少于一组的规定进行现场取样。

7.4.2 现场取样应符合本规程第 6.5.2 条规定。

7.4.3 内衬管样品送检应符合本规程第 6.5.3 条规定。

7.4.4 固化法修复后内衬管应按表 6.5.4 列出项目检测。

7.5.5 内衬管壁密实性试验应按附录 J 进行，并应满足 0.5Bar 真空压力下 30min 不滴漏要求。

7.5.6 当内衬管力学性能指标不合格或管壁密实性试验不满足要求时，应按本规程第 6.5.6 条规定对内衬样品管进行频谱分析。

一般项目

7.4.8 修复后的管道内应无湿渍，不得出现滴漏、线漏等渗水现象。

7.4.9 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】7.4.9 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。

7.4.10 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。

8 水泥基砂浆喷筑法

8.1 一般规定

8.1.1 喷筑法分离心和人工喷筑两种方式，离心喷筑法适合检查井井壁部分以及 DN300~DN3000 的圆形管道的修复；人工喷筑法适用于人可进入的井室、井底、大直径管道、各类箱涵、硏室等各类断面形式结构的修复。

8.1.2 施工前应编制施工组织设计，施工组织设计应按规定程序审批后执行。

8.1.3 施工前应对进行预处理，按本规程第四章相关要求执行。

8.2 内衬材料

8.2.1 水泥基砂浆喷筑法所用水泥基砂浆应满足下列要求：

- 1 主要凝结材料应为硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥；
- 2 材料应为工厂生产、统一包装的成品材料；
- 3 材料在现场只需与适量的清水充分搅拌即可使用；
- 4 搅拌后的浆料应适宜泵送和喷筑；
- 5 材料应能直接在潮湿表面使用而不影响内衬与基体的粘结。

8.2.2 水泥基砂浆喷筑法所用水泥基砂浆性能应符合表 8.2.2 的规定。

表 8.2.2 水泥基砂浆主要性能参数

项目	单位	龄期	性能要求	检验方法
抗压强度	MPa	24 h	25	《水泥胶砂强度检验方法》(ISO 法) GB/T 17671
		28 d	65	
抗折强度	MPa	24 h	3.5	
		28 d	9.5	
凝结时间	min	初凝	≤120	《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70
		终凝	≤360	
静压弹性模量	GPa	28d	30	
拉伸粘接强度	MPa	28d	1.2	
抗渗性能	MPa	28d	1.5	
收缩性	——	28d	≤0.1%	
抗冻性(100 次循环)	——	28d	强度损失<5%	

8.2.3 无机防腐砂浆喷涂材料性能应符合表 8.2.3 的规定。

表 8.2.3 排水管道喷涂无机防腐砂浆产品性能要求

项目	单位	普通修复	快速修复	检测方法
无机材料成分	%	≥ 97	≥ 97	GB/T 29756

可工作时间	min	≥ 60	≥ 60	JC/T 2381
可恢复通水时间	h	≤ 24	$\leq 2 \sim 6$	JC/T 2381
1 天抗压强度	MPa	≥ 10	≥ 15	GB/T 17671
28 天抗压强度	MPa	≥ 20	≥ 30	GB/T 17671
1 天抗折强度	MPa	≥ 2	≥ 4	GB/T 17671
28 天抗折强度	MPa	≥ 4	≥ 6	GB/T 17671
拉伸粘结强度	MPa	≥ 1.0	≥ 1.0	JC/T 2381
抗渗压力	MPa	≥ 1.5	≥ 1.5	JC/T 2381
防腐蚀类型	——	硫化氢、弱酸、海水、硫酸盐等腐蚀		JC/T 2381

8.2.4 未获得供应商许可不得往砂浆中添加外来物质。

8.3 工艺要求

8.3.1 进入施工现场水泥基砂浆材料应符合设计规定，内衬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）10 吨时，应对进场材料按表 8.3.1 进行抽样复检。

表 8.3.1 水泥基砂浆复检项目及依据

检验项目	单位	——	性能要求	检验方法
凝结时间	min	初凝	≤ 120	《建筑砂浆基本性能试验方法标准》 JGJ/T 70
		终凝	≤ 360	
抗压强度	MPa	24h	25	《水泥胶砂强度检验方法》（ISO 法） GB/T 17671
		28 d	65	
抗折强度	MPa	24	3.5	
		28 d	9.5	

8.3.2 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 45min 内使用完，严禁将超过适用期的浆料二次搅拌后再使用。

8.3.3 当环境温度高于 37℃ 时，应通过降低水温的方式，保证搅拌好的浆料温度不高于 32℃，避免浆料水分过快蒸发或过快凝固；当环境温度低于 0℃ 时，应避免施工或采取措施以确保喷筑好的内衬在终凝前发生结冰现象。

8.3.4 采用离心喷筑法修复检查井时，应按如下步骤实施：

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

2 在离心喷筑过程中，旋喷器下放和提升速度宜使每回次的厚度达到 1~3mm，通过回次喷筑，从而确保内衬达到最好的密实度；

3 若离心喷筑过程因故中断，只需等待故障排除后重新启动旋喷器继续喷筑即可；若故障排除时间超过 30min，则应浆喷筑机和料管内剩余的内衬浆料清出并清洗设备，以免浆料在设备和料管内凝固；

4 内衬喷筑完成后，保留内衬原始形态，也可根据要求对表面进行压抹，但同一部位不得反复压抹。

8.3.5 采用离心喷筑法修复管道时，应按如下步骤实施：

1 将旋喷器在机架固定后，连接料管和气管，摆放在待修复管段的末端部位，调整旋喷器轴线高度；根据管道实际尺寸及砂浆的泵送排量，调节旋喷器的旋转速度，保证在离心力作用下喷筑到管道内壁的砂浆内衬均匀、平整；不论何种原因造成供浆短暂中断，只需停止回拖原地等待直至恢复供浆。

2 根据管道直径，选用适宜的砂浆泵排量及旋喷器行走速度，控制每层喷筑厚度在 10~20mm；设计厚度大于 10mm 时，可分多层喷筑，尽量减少缺陷的发生概率。

3 在高速离心力的压力作用下，砂浆内衬呈现为细腻光滑的表面，无需对内衬表面进行抹平或收浆。

8.3.6 采用人工喷筑法修复检查井和管道时，应符合下列规定：

- 1 应先调节喷筑气压和浆量，浆料应均匀分散喷出；
- 2 合理控制喷枪与基面距离，喷枪移动规律、平稳；
- 3 可一次或分多次喷筑到设计厚度，但厚度超过 20mm 时，应多次完成；
- 4 喷筑完成后，应将喷筑层抹平，但同一部位不宜反复抹压。

【条文说明】8.3.6 调节喷筑气压和浆量，避免出浆呈束状或团状，但也不宜过度雾化。

8.3.7 检查井井底修复宜采用人工喷筑后压抹的方式，井底与井壁的结合转角处应采取倒圆过渡，井底内衬厚度不得小于 20mm。

8.3.8 采用水泥基砂浆喷筑法修复，砂浆内衬的最小厚度不应小于 10mm。

8.3.9 水泥基砂浆施工完成后 6h 内不宜受激烈的水流冲刷，检查井修复后 12h 内，井盖应避免受到车辆的碾压或大的冲击振动。

8.3.10 内衬应在无风、潮湿的环境下养护，以免因水分过快蒸发造成内衬开裂。

8.3.11 在施工过程及施工后的 24h 内，应确保内衬砂浆不结冰。

8.4 质量检验

主控项目

8.4.1 水泥基砂浆材料性能应符合设计要求，质量保证资料齐全。

检查方法：对照设计文件全数检查、出厂检测报告、现场抽样检测报告、检查质量保证资料、厂家

产品使用说明等。

检验数量：全数检查

8.4.2 施工过程中，应对现场搅拌好的砂浆进行现场取样制作试块并送业主指定的第三方机构测试，取样频次应满足设计要求；设计未明确要求时，修复检查井时应按每半个台班取样 1 组或每 5 口井取样 1 组；管道修复时应按每个喷筑回次取样 1 组。现场取样测试指标应符合表 8.4.2 的要求。

表 8.4.2 水泥基砂浆现场取样检测项目及依据

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

8.4.3 内衬厚度满足设计要求。

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

检验数量：全数检查

一般项目

8.4.4 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

8.4.5 修复施工记录齐全、正确。

检查方法：对照设计文件和施工方案的规定进行检查。

检验数量：全数检查

9. 高分子材料喷涂法

9.1 一般规定

9.1.1 本章适用于各类断面形式混凝土、钢筋混凝土、砖砌、圬工排水管（渠）、金属管等管道（渠）和无机材料检查井修复。

【条文说明】9.1.1 喷涂法修复通常是通过在管道内壁喷涂聚合物来实现。聚合物在喷涂之前一般为两个组分（A 组分和 B 组分，或主料和催化剂）。聚合物喷涂在管道内壁上发生化学反应，迅速固化，从而在管道内壁形成一定厚度的聚合物内衬。不同的聚合物材料的强度有很大的差异，同时不同种类的聚合物能够形成的厚度也有很大差别。

聚合物一般为高分子材料，与一般管道材料（混凝土，金属）相比，其抗腐蚀能力卓越。所以喷涂修复一般可以大大增强管道的抗腐蚀能力。强度高，可以喷涂一定厚度的喷涂材料也可以实现结构性修复。

9.1.2 喷涂法可分为人工喷涂和机器设备喷涂。人工喷涂适用于管径 800mm 以上的排水管（渠）、金属管道与无机材料检查井。

【条文说明】9.1.2 该技术起源于传统用水泥砂浆喷涂的方法，采用不同的聚合物材料。图 9.1.2-1 及图 9.1.2-2 分别为机器及人工喷涂示意图。

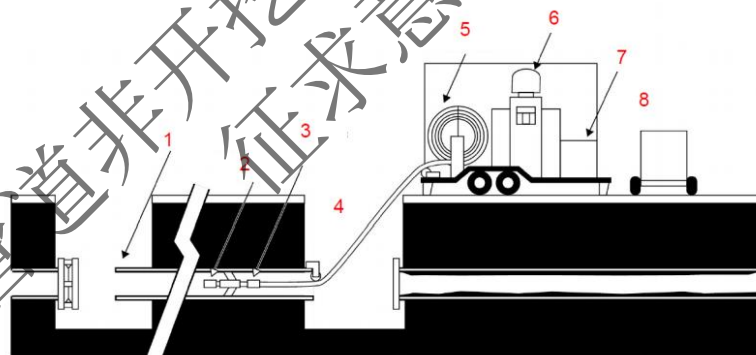


图 9.1.2-1 机器喷涂聚合物修复技术示意图

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

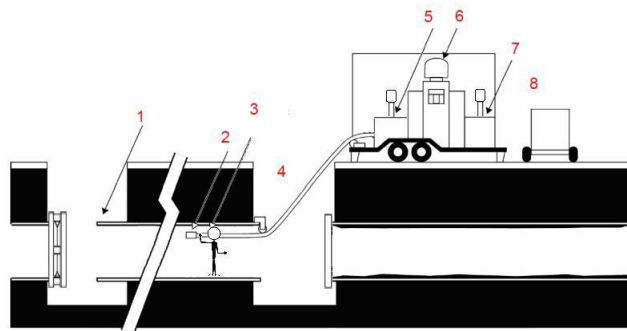


图 9.1.2-2 人工喷涂聚合物修复技术示意图

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

9.1.3 管道预处理应符合下列规定:

1 混凝土、砖石和玻璃钢结构管道宜采用高压水射流进行清洗, 要求清洗后基体表面坚实, 无松散附着物; 金属结构宜采用超高压溶剂水射流或喷砂处理, 处理后表面无锈蚀, 表面糙度达到 SSPC-SP1 或 NACE 2 级标准。

2 表面处理后暴露出的凹陷、孔洞和裂缝等缺陷, 应用嵌缝材料(通常为环氧树脂砂浆)填平, 待嵌缝材料固化后, 再打磨平整, 直至合格。

3 大部分高分子喷涂材料要求基体无渗水, 喷涂前需进行干燥, 检测基层干燥程度应符合《屋面工程质量验收规范》GB 50207 的规定, 不同材料对管道的干燥度要求不同, 具体要求需咨询材料提供方。

4 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。

9.1.4 在正式喷涂作业前, 应采取措施防止灰尘、溶剂、杂物等的污染。

9.2 材料

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

9.2.2 喷涂材料的标志、包装、运输和储存应符合下列规定:

1 包装容器应密封, 容器表面应标明材料名称、生产厂名、重量、生产编号。

2 应按生产厂商要求或推荐的温度进行运输和分类存放, 存放环境应干燥、通风, 避免日晒, 并远离火源。

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

9.2.4 修复用高分子喷涂材料应符合表 9.2.4-1、表 9.2.4-2 和表 9.2.4-3 的规定

表 9.2.4-1 施工性能要求

检验项目	单位	性能要求	检验方法
流挂性能	mm	≥ 1	《色漆和清漆 抗流挂性评定》GB/T 9264
胶化时间@20℃	s	≤ 60	《漆膜,腻子膜干燥时间测定法》GB 1728
表干时间	min	≤ 3	《漆膜,腻子膜干燥时间测定法》GB 1728
硬干时间（可进行 CCTV 检测时间）	min	≤ 10	《漆膜,腻子膜干燥时间测定法》GB 1728
喷涂后可通水时间	min	60	《漆膜,腻子膜干燥时间测定法》GB 1728

表 9.2.4-2 粘结性能要求

检验项目	单位	性能要求	检验方法
混凝土基体	MPa	>1, 或试验时基体破坏	《色漆和清漆 抗流挂性评定》GB/T 9264
金属基体	MPa	>1	《漆膜,腻子膜干燥时间测定法》GB 1728

表 9.2.4-3 抗化学腐蚀性能要求

化学试剂	浓度	结果
盐酸	1%-10%	耐
硝酸	1%	耐
硫酸	1%-10%	耐
氢氧化钠	5%	耐
溶剂油	—	耐
洗涤剂	5%	耐
肥皂水	5%	耐

【条文说明】9.2.4 喷涂材料和基体的粘结强度决定于材料本身的性能，喷涂工艺，基体表面处理等因素。特殊腐蚀介质建议根据业主要求做专项抗腐蚀实验，饮用水管道要求应满足卫生要求

9.3 工艺要求

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

9.3.2 每个工作日正式喷涂作业前，应在施工现场先喷涂一块 200mm×400mm、厚度不小于 3mm 的样

片，由施工技术主管人员进行外观质量评价并留样备查。当涂层外观质量达到要求后，方可确定工艺参数并开始喷涂作业。

9.3.3 喷涂作业时，喷枪宜垂直于基层，距离基层宜为 60cm，喷枪工作时匀速移动。应按照先细部后整体的顺序连续作业，一次多遍、交叉喷涂至设计要求的厚度。

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

9.3.5 每个作业班次应做好现场施工工艺记录，内容应包括：

- 1 施工的时间、地点和工程项目名称；
- 2 环境温度、湿度、露点；
- 3 打开包装时 A 料、B 料的状态；
- 4 喷涂作业时 A 料、B 料的温度和压力；
- 5 材料及施工的异常状况；
- 6 施工完成的面积；
- 7 各项材料的用量。

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

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

9.3.8 喷涂作业面之间的搭接宽度不应小于 150mm。

9.4 质量验收

主控项目

9.4.1 基层表面处理验收应符合下列规定：

- 1 待喷涂基层混凝土与旧基层应该紧密贴合，无空鼓、无硬突起，阴角和阳角处的过度宜平顺。

检验方法：观察检查，监理单位过程记录留底。

检验数量：全数检查

- 2 基层喷涂前，基层表面温度不应小于 5℃，并应强制通风。

检验方法：观察检查，监理单位过程记录留底。

检验数量：全数检查

3 基层涂料处理后基层表面应无孔洞、无裂缝、无划伤、无灰尘沾污、无异物，细部构造处的基层表面处理符合设计要求和本规程的规定。

检验方法：观察检查，监理单位过程记录留底。

检验数量：全数检查

9.4.2 喷涂高强度聚氨酯涂层质量验收应符合下列规定：

1 喷涂高强度聚氨酯材料和底涂料、涂层修补材料、层间处理剂等配套材料应符合设计要求和本规程的规定。

2 喷涂高强度聚氨酯的主控项目质量应满足表 9.4.2-1 的规定。

表 9.4.2-1 喷涂高强度聚氨酯材料主控项目质量要求

项目	质量要求	检测频率	检测方法
涂层厚度 (mm)	平均厚度应符合设计要求。检测的最小厚度值不应小于设计厚度的 80%，平均值不应小于 100%，管道接口喷涂的厚度不小于 100%。检测不得破坏已修复结构体。	宜选用超声波测厚方法，圆形管道每 500 m ² 检测一次，至少 3 个点；方沟每 500 m ² 检测一次，至少检测 3 个点，3 点分别为顶部、侧墙和底部；取样处必须含接口，全过程监理参与，并将记录结果作为过程报告。	采用超声波测厚仪
		可选择取样检测方法：每 500 m ² 检测一次，抽样 3 块 20mm×20mm 样品，用于检测，监理全过程参与并记录，结果作为过程报告。	将试样表面清理干净，用卡尺测量涂层的厚度。

注：当采用的两种方法的检测结果不一致时，应以卡尺法检测结果为准；

3 高强度聚氨酯喷涂法尺寸、性能及化学检测应符合下列规定：

(1) 高强度聚氨酯材料的短期力学性能和测试方法应符合表 9.4.2-2 的规定。

表 9.4.2-2 内衬管的短期力学性能和测试方法

检验项目	单位	性能要求	检验方法
短期弯曲强度	MPa	>90	GB/T 9341
短期弯曲模量	MPa	>5000	GB/T 9341
抗拉强度	MPa	>50	GB/T 1040.2

(2) 高强度聚氨酯的化学腐蚀试验，试验方法除应按现行国家标准《塑料 耐液体化学试剂性能的测定》GB/T 11547 执行外，尚应符合耐化学性的检测浸泡时间宜为 28d，试验温度宜为 23℃ 的规定。

一般项目

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

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

检验数量：全数检查

9.4.4 修复更新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。

检验数量：全数检查

9.4.5 高强度聚氨酯在阴角、阳角等的细部构造防水措施应符合设计要求和本规程的规定。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

检验数量：全数检查

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

检验方法：观察检查。

检验数量：全数检查

《城镇排水管道非开挖修复工程施工验收规程》
征求意见稿

10 机械制螺旋缠绕内衬法

10.1 一般规定

10.1.1 机械制螺旋缠绕内衬法适用于各类断面形式、各种材质排水管（渠）的修复。

【条文说明】10.1.1 机械制螺旋缠绕法具有可带水作业、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。

10.1.2 机械制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，其中扩张法主要适用于 DN200mm~DN600mm 的圆型管道修复，钢塑增强法主要适用于 DN600mm~DN3000mm 圆型管道的修复，机头行走法主要适用于不规则边长在 1200mm~5000mm 之间的任意形状管道修复。

【条文说明】10.1.2 扩张法、钢塑增强法、机头行各工艺原理示意图如图 10.1.2-1~图 10.1.2-3。

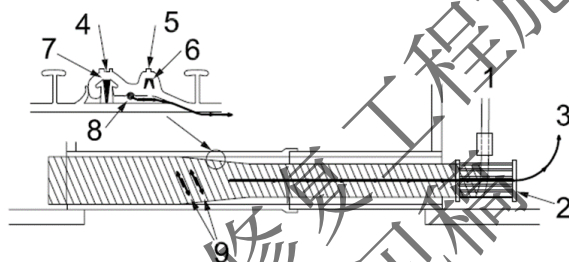
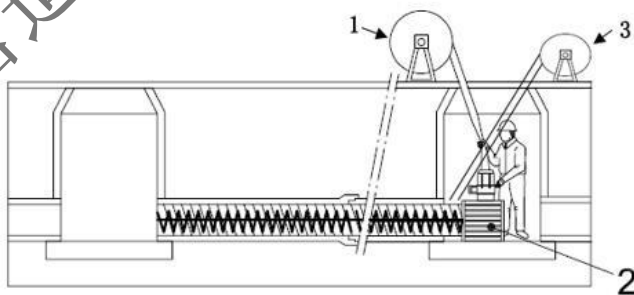


图 10.1.2-1 扩张法工艺原理示意图

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



1-带状型材；2-缠绕机；3-钢带

图 10.1.2-2 钢塑增强法工艺原理示意图

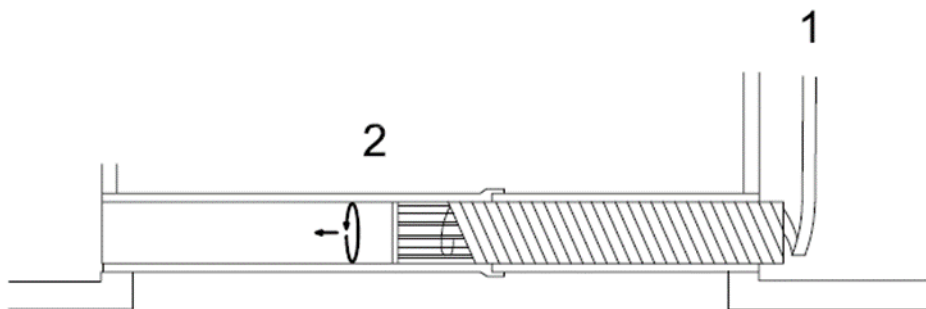


图 10.1.2-3 机头行走法工艺原理示意图

1-带状型材；2-缠绕机

10.1.3 原管道预处理后应符合下列规定：

1 原管道应顺直，最大弯曲角度不宜大于 5° 。

2 在进行内衬施工前，应对预处理后的管道进行 CCTV 检查，确保管道无障碍物，管壁的残留物不得超过 10mm，检查结果作记录并保存。

10.1.4 扩张法内衬管紧贴原管壁，不需要注浆，钢塑增强法和机头行走法应对环形间隙进行注浆处理。

10.1.5 管道修复完成后，应对内衬管的端口及与检查井的接口处进行处理。

10.2 内衬材料

10.2.1 带状型材外观质量应满足下列要求：

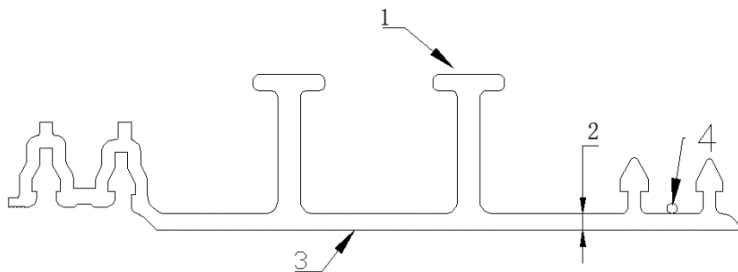
1 型材内表面应光滑、平整，无裂口、凹陷和其他影响型材性能的表面缺陷，外表面应布设 T 型加强肋，内表面应喷码，喷码内容应至少包括实时米数、产品规格。型材中不应含有可见杂质。

2 壁厚：按照内衬管外径和型号的不同，管壁的厚度应符合设计的规定。材料的水槽最小深度不应小于 1.5mm。

3 长度：每卷型材的长度不宜小于 2000 米。

4 密封材料：型材公锁扣应连续布满密封材料，密封材料应与型材粘结牢固。

【条文说明】10.2.1 型材外观可参考图 10.2.1-1~图 10.2.1-3。



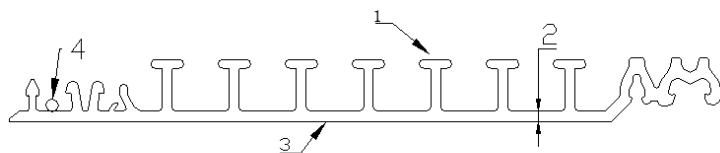
1—型材外表面 T 型肋

2—水槽最小深度

3—型材内表面

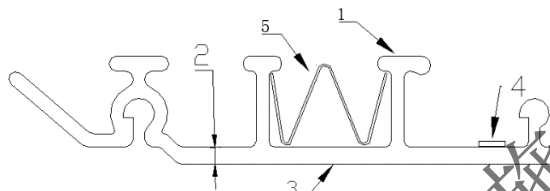
4—密封材料

图 10.2.1-1 型材外观示意图



1—型材外表面 T 型肋 2—水槽最小深度 3—型材内表面 4—密封材料

图 10.2.1-2 型材外观示意图



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

图 10.2.1-3 型材外观示意图

10.2.2 带状型材材料性能应符合表 10.2.2 规定：

表 10.2.2 PVC-U 带状型材材料特性

检验项目	单位	性能要求	测试速度	测试方法
弹性模量	MPa	≥ 2000	$1 \pm 0.2 \text{ mm/min}$	塑料 拉伸性能的测定 第 2 部分：模塑和挤塑塑料的试验条件 GB/T 1040.2
拉伸强度	MPa	$\geq 35 \text{ MPa}$	$5 \pm 0.5 \text{ mm/min}$	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
断裂伸长率	—	$\geq 40\%$		
弯曲强度	MPa	$\geq 58 \text{ MPa}$	$1 \pm 0.2 \text{ mm/min}$	塑料 弯曲性能的测定 GB/T 9341

10.2.3 钢带外观质量应满足下列要求：

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

10.2.4 钢塑加强型工艺使用的钢带材料性能应符合表 10.2.4 的规定：

表 10.2.4 钢塑加强型工艺钢带材料性能

检验项目	单位	性能要求
------	----	------

弹性模量	GPa	≥193
材质	——	不锈钢，Ni 含量大于 1%

10.2.5 采用钢塑增强型工艺时，注浆材料宜使用 32.5 级及以上的水泥。采用机头自行走工艺时，要求使用的注浆材料固化后 28 天抗压强度不小于 30Mpa。

【条文说明】对于钢塑增强型工艺，内衬管道为独立结构管设计，管道的自身强度高，注浆的作用仅仅为填充环形间隙，因而对浆液的强度没有要求。

10.3 工艺要求

10.3.1 螺旋缠绕修复应按表 10.3.1 配置设备。

表 10.3.1 螺旋缠绕修复应配备的设备

序号	名称	规格型号	数量	单位
1	缠绕机	专用	1	台
2	液压设备	专用	1	套
3	钢带压制设备	专用	1	套
4	型材焊机	专用	1	台
5	电子控制设备	专用	1	套
6	缠绕笼	专用	1	套
7	发电机	100KW	1	台
8	空压机	1.1m3/min	1	台
9	自卸吊车	6.3T 以上	1	台
10	卡车	中型	1	台
11	轴流风机	7.5KW	2	台
12	气体检测仪	四合一	1	台
13	长管空气呼吸器	——	1	套

10.3.3 螺旋缠绕工艺带水作业时，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%。

10.3.4 机械制螺旋缠绕法所用缠绕机应能在地面拆分，井下组装。

10.3.5 扩张法螺旋缠绕工艺应符合下列规定：

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

10.3.6 钢塑增强法螺旋缠绕工艺应符合下列规定：

- 1 螺旋缠绕设备应固定在起始检查井中，且其轴线应与管道轴线一致；
- 2 内衬管的缠绕成型及推入过程应同步进行，直到内衬管到达目标工作坑或检查井；
- 3 内衬管缠绕过程中，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。
- 4 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。

【条文说明】10.3.6 公母锁扣处嵌合牢固如图 10.3.6 所示：

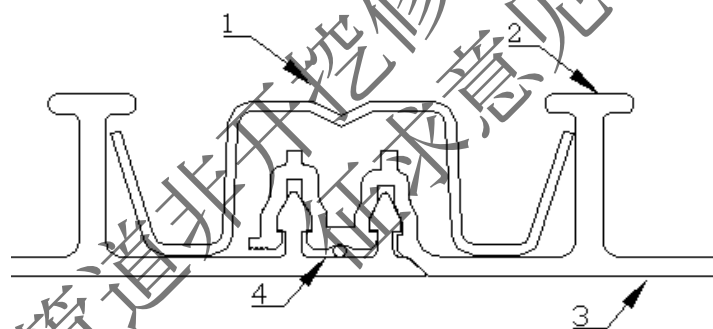


图 10.3.6 公母锁扣处嵌合牢固

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

10.3.8 机头行走法螺旋缠绕工艺应符合下列规定：

- 1 螺旋缠绕设备安装在管道内时，其轴线应与待修复管道轴线对正；
- 2 可通过调整螺旋缠绕设备获得所需要的内衬管直径；
- 3 螺旋缠绕设备的缠绕与行走应同步进行；
- 4 螺旋缠绕作业应平稳、匀速进行，锁扣应嵌合、连接牢固。
- 5 当型材截断后进行再连接时，对过自带的钢片应插入另一边型材完成（图 10.3.7）。

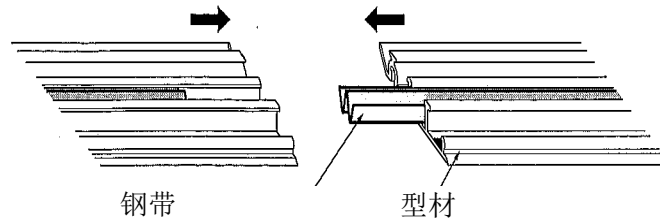


图 10.3.7 机头行走法工艺连接示意图

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

10.3.10 内衬管两端与原有管道间的环状空隙应用快干水泥等材料进行密封处理。

10.3.11 钢塑增强法和机头自行走法注浆时应符合下列规定：

- 1 应在管道两侧环形间隙 2 点、10 点、12 点分别埋设注浆管，一侧用于注浆，一侧用于放气和观察；
- 2 注浆压力为 1.0 Bar ~ 1.5 Bar，不得超过最大注浆压力；
- 3 注浆应分步进行，首次注浆量应根据内衬管自重、管内水量进行计算，应严格控制首次注浆量，不得超过计算量；
- 4 第二次注浆应至少在首次注浆浆液初凝后进行，与首次注浆的时间间隔不宜小于 12h；
- 5 注浆总量不应小于计算注浆量的 95%，并应做好记录；
- 6 注浆应在内衬管一侧进行，当观察到另一侧 12 点观察孔冒浆时，应停止注浆；
- 7 当管道距离较长（大于 100 米）时，宜在管道中间位置（顶部）进行开孔补浆；
- 8 当采用机头自行走法修复方涵且内衬管不足以承受注浆压力时，注浆前应对内衬管进行支护或采取其他保护措施；
- 9 注浆完成后应密封注浆孔，并应对管道端头进行处理，使其平整。

10.4 质量检验

10.4.1 机械制螺旋缠绕内衬法修复工程质量验收应符合下列规定：

- 1 施工完成，施工过程资料应齐全，方可进行工程验收。
- 2 进入施工现场所用的主要原材料应符合 10.2 内衬材料的规定和设计要求。
- 3 每一个修复工程中不同规格、不同批次的内衬材料均应进行现场取样检测。
- 4 取样在地面上从同批次任一卷轴截取。
- 5 钢带应安装在型材外表面。

主控项目

10.4.2 内衬管质量检测应符合下列规定：

1 带状型材和钢带的外观、性能符合本规程和设计要求；

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】10.4.2 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》CJJ143-2010 中公式 4.5.3-2，管道的环刚度等于管道刚度系数除以管道计算直径的 3 次方，因而，可以根据需要实测管道的环刚度 $SN(N/m^2)$ ，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：D——螺旋缠绕内衬管平均直径（mm）；

SN——实测管道的环刚度（N/m²）

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。

一般项目

10.4.3 修复后的管道外观质量应符合下列规定：

1 管道内不得有滴漏和线流现象

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

检查数量：全数

2 管道内应线形平顺，不得出现纵向隆起、环向扁平和其他变形情况

检查方法：采用 CCTV 闭路电视进行检查

检查数量：全数

3 管道环形间隙封堵严密

检查方法：进入检查井检查

检查数量：全数

4 注浆充满度符合设计要求

检查方法：查阅注浆记录

检查数量：全数

11 管道垫衬法

11.1 一般规定

11.1.1 垫衬法适用于直径 $\geq 300\text{mm}$ 的排水管道修复工程，适合管道断面为圆形、矩形、卵形或特殊几何形状，原管道材质为混凝土管、钢筋混凝土管、金属管、塑料管等排水管道和检查井的修复。

【条文说明】11.1.1 管道垫衬法是通过检查井将带有锚固键的塑料衬垫作为内衬管，通过牵引机置入原有管道内，在内衬管与原有管道间环形空隙进行注浆锚固，使原有管道重生的修复方法。

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

根据系统的结构不同，可通过多层内衬的组合达到结构所需的总厚度。同时，产生了多道设防、控制渗漏的管壁结构。



11.1.1 垫衬管结构示意图

11.1.2 内衬管背面应配有锚固键。

11.2 内衬材料

11.2.1 垫衬法所用的材料主要是速格垫和灌浆料。

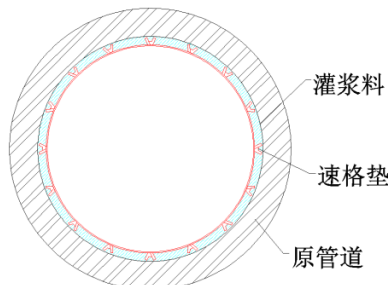


图 11.2.1 管道内衬材料示意图

【条文说明】11.2.1 速格垫结构结合了热塑性塑料的优点（柔韧性、延展性、耐腐蚀）和混凝土的特点（强度高、钢性好）。速格垫为混凝土结构的长期保护提供了一个高质量的解决方案。而且它满足了耐

酸结构的最高要求。速格垫防止混凝土的劣化从而延长建筑的使用寿命。除此之外还能防止泄露和渗透，直接保护了环境。特殊的锚固系统使其同样适用于存在被压区域的建筑。

灌浆料主要由水泥、专用外加剂，并辅以多种矿物改性组分和高分子聚合物材料配合组成。具有低水胶比、高流动性、零泌水、微膨胀、耐久性好的特点，施工时，直接加水搅拌使用，产品各项性能均达到国际领先水平。

11.2.2 适用于给排水管道修复的速格垫的材质有 PE、PP、PVDF 及 ECTFE 等。

11.2.3 生产速格垫内层的原材料不得使用回收料。

11.2.4 速格垫的产品分类及性能应符合表 11.2.4-1、表 11.2.4-2 的规定：

表 11.2.4-1 产品分类

项 目	类 型
材质	HDPE 高密度聚乙烯速格垫
	PP 聚丙烯速格垫
	PVDF 聚偏氟乙烯速格垫
	ECTFE 乙烯三氟氯乙烯共聚物速格垫
厚度	2.0mm、3.0mm、5.0mm
颜色	黑色、黄色、蓝色、白色

表 11.2.4-2 产品的性能

检验项目	单位	性能要求				检验方法
		PE	PP	PVDF	ECTFE	
比重 23℃	g/cm³	0.95±5%	0.9±5%	1.7±5%	1.6±5%	《塑料 非泡沫塑料密度测定第 1 部分：浸渍法、液体比重瓶法和滴定法》GB/T 1033.1
屈服拉伸应力	MPa	≥20	≥25	≥25	≥30	《塑料 拉伸性能的测定第 3 部分：薄膜和薄片的试验条件》GB/T 1040.3
屈服伸长率	%	≥10	≥10	≥9	≥5	《塑料 拉伸性能的测定第 3 部分：薄膜和薄片的试验条件》GB/T 1040.3
断裂伸长率	%	≥400	≥300	≥80	≥250	《塑料 拉伸性能的测定第 3 部分：薄膜和薄片的试验条件》GB/T 1040.3
弹性模量	MPa	≥600	≥900	≥200	≥1600	《塑料 拉伸性能的测定第 3 部分：薄膜和薄片的试验条件》GB/T 1040.3
球压入硬度	MPa	≥36	≥45	≥80		《塑料 硬度测定第一部分：球压痕法》GB/T3398.1
锚固键抗拉拔力（灌浆料抗	N	≥1500	≥1500	≥1500	≥1500	按附录 K 执行

压强度 35MPa)						
---------------	--	--	--	--	--	--

11.2.5 速格垫焊接成内衬层时，不得削去焊接区域的锚固键。

11.2.6 速格垫与旧管道间的灌浆料可选用水泥基灌浆料和环氧树脂灌浆料。

11.2.7 灌浆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。灌浆料的终凝强度应达到设计强度要求。灌浆料的流动度应符合灌浆时间与灌浆距离的要求。

11.2.8 水泥基灌浆料的性能应符合表 11.2.8 的规定。

表 11.2.8 水泥基灌浆料的性能要求

检验项目		单位	性能要求	检验方法
凝胶时间	初凝时间	min	≤100	《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080
流动度	初始值	mm	≥340	《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119
	30min	mm	≥300	
泌水率		%	0	《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080
抗压强度	2h	MPa	≥12	《水泥胶砂强度检验方法》GB/T17671
	28d	MPa	≥55	
抗折强度	2h	MPa	≥2.6	《水泥胶砂强度检验方法》GB/T17671
	28d	MPa	≥10	
弹性模量	28d	GPa	≥30	《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081
自由膨胀率	24h	%	0-1	《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119
对钢筋锈蚀作用			对钢筋无锈蚀作用	《混凝土外加剂》GB8076

11.2.9 环氧树脂灌浆料的性能应符合表 11.2.9 的要求。

表 11.2.9 环氧树脂灌浆料的性能

检验项目		指标要求	检验方法
初始粘度（mpa.s）		≤30	《胶黏剂黏度的测定 单圆筒旋转黏度计法》GB/T 2794
初凝时间	20℃	≤4	《环氧树脂砂浆技术规程》DL/T 5193
抗拉强度，MPa	28d	≥50	《环氧树脂砂浆技术规程》DL/T 5193
	28d	≥12	
粘结强度，MPa	湿粘	≥3	《环氧树脂砂浆技术规程》DL/T

	干粘	≥ 3.5	5193
固化物性能的试验龄期为 28 d			

11.3 工艺要求

11.3.1 衬垫铺设安装应符合下列规定：

- 1 安装衬垫前，应对待修复管道内部情况进行复查，衬垫应根据实际情况，按照设计要求和施工方案提前预制焊接成型；
- 2 衬垫焊接应通过测量及计算确定管径、长度、弯曲，其内径比原有管道内径小 3mm，焊缝满足质量要求；
- 3 衬垫内衬采用卷筒形式包装运输时，施工前应采用钢架支撑，钢支架应搭设牢固，支架滚轮应坚固、光滑；
- 4 根据实际情况而定，衬垫和气囊可同时安装，也可安装衬垫后再安装气囊，衬垫通过牵引的方法置入原有管道；
- 5 牵引衬垫前，先用无纺布类材料将衬垫进行包裹保护，用铁丝将包裹的衬垫绑扎好，牵引时钢丝绳与绑扎的铁丝连接，不得直接与衬垫连接；
- 6 置入衬垫时速度不应超过 0.2m/s；
- 7 牵拉操作应一次完成，不应中途停止，进入管道的衬垫应尽量保持平整，不可扭曲；
- 8 将衬垫内衬与原有管道的结构基层固定，在管道两端进出口处安装密封条，并通过锚固板及螺栓将衬垫端口固定在管道壁上，同时安装好灌浆管、回浆管、排水排气管等预埋件并封堵。

【条文说明】11.3.1 对于多个井段连续修复施工的，施工后切割中间井的井内内衬部分；对于两井之间修复施工的，施工后切割同步施工的伸出工作井井壁多余内衬部分。

11.3.2 固定密封及注水支撑应符合下列规定：

- 1 衬垫内衬两端应使用法兰盘进行封口，也可采用压条和堵漏材料等其他方式封口；
- 2 封口完成后，气囊两端应用挡板将其固定，气囊内应充满水，将衬垫内衬管支撑成满管，且气囊膜内的压力应保持恒定，充气压力根据管径不同确定；
- 3 注水压力将管道封闭后在衬垫内注入水并控制其注水压力，利用水的重力和压力将衬垫支撑，使其填满整个管道。

11.3.3 灌浆应符合下列规定：

- 1 根据管道长度、地质特征等因素确定，管道长度小于等于 50m 时，灌浆漏斗的高度最小为 5m。
- 2 管道长度大于 50m 时，灌浆漏斗高度按公式进行计算：

$$P = H + i \times L \quad (11.3.3)$$

式中，P—灌浆漏斗高度表示)(m)；

H—灌浆漏斗最低高度，宜为 5(m)

i—待修复管道坡度；

L—管道长度(m)。

3 采用压力法灌浆时，根据高位漏斗灌浆方法计算的数值换算成压力值，以确定灌浆压力。同时，灌浆压力不应大于速格垫内衬的内水压力。最大灌浆压力不得大于内水压力。

4 灌浆料与水按材料说明的比例进行调配，应在搅拌机中高速搅拌 5min，搅拌后的灌浆料应在 20min 内用完或按灌浆料的技术要求执行；

5 灌浆过程中，灌浆应快速持续进行，使灌浆密实，闭浆管返出浆料并保持在一定高度即可闭浆，闭浆管高度应高出进浆口 1.5m。

【条文说明】11.3.3 灌浆前，管道内壁应保持湿润状态，便于灌浆料的流动。灌浆平台控制高度根据管道长度确定，长度在 50m 以内的管道，灌浆平台高度为 5m，超过 50m 以上的管道，平台高度相对应提高（管道增加 10m，灌浆平台相应增加 1m），然后制备浆料，从灌浆孔中注入浆料，使浆料填充衬垫与混凝土管道之间的间隙，从而使衬垫与管道形成一个整体，灌浆结束后，进行闭浆，闭浆管高度比上游管道口顶部高出 1.5m，待闭浆管出浆即可。

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

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

11.4 质量检验

11.4.1 对施工过程中检查、验收的资料应进行核实，符合设计文件要求的管道方可进行管道功能性试验。

11.4.2 进入施工现场所用的主要原材料的规格、尺寸、性能应符合工程的设计要求，每一个单位工程的同一生产厂家、同一批次产品均应按设计要求进行性能检测，符合要求后方可使用。

11.4.3 现场检验和抽样检验须认真做好检验记录并存档。检验记录内容包括：工程编号、项目名称、施工单位名称、施工负责人、施工地点、管道规格、管材类型、修复长度、材料名称、生产厂家、生产日期、质量检验项目等内容。

11.4.4 原管道预处理验收应符合下列规定：

主控项目

1 原有管道经预处理后，应无影响垫衬法施工工艺的缺陷，管道内表面应符合设计规定。

检查方法：全数观察、摄像机辅助检查；检查预处理施工记录、相关技术处理记录。

检查数量：全数检查

2 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，检查施工材料的质量保证资料和施工检验记录或报告。

检查数量：全数检查

一般项目

1 原有管道范围内的检查井、工作井经处理应满足施工要求；应按要求已进行了管道试通，并应满足修复更新施工要求。

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。

检查数量：全数检查

2 应按要求已进行了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。

检查数量：全数检查

11.4.5 修复管道质量检验应符合下列规定：

主控项目

1 主要材料的规格、尺寸、性能应符合本规程的规定和设计要求。

检查方法：材料进场检查应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。材料性能检验应对同一批次产品现场取样不少于 1 组，对照设计文件检查取样检测记录、复测报告等；

2 内衬管的平均壁厚不得小于设计值。

检查方法：用尺子测量修复后的内衬管内径。对照设计文件，原管内径与内衬管内径之差的二分之一即为内衬管的厚度。

内衬管的厚度为设计值的 $\pm 2\text{mm}$ 或原管道标称直径的 1%时均为合格。当内衬管内径大于或等于 800mm 时，应在管道内测量至少 3 个断面；当内衬管内径小于 800mm 时，应测量管道两端各 1 个断面。取平均值为该断面的代表值。

一般项目

3 管道内表面质量检测：管道接口、接缝应平顺，新老管道过渡应平缓，不得出现渗漏现象。

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

检查数量：全数检查

4 速格垫内衬焊接质量：焊缝应清晰，无漏焊。

检查方法：采用加压充气或电火花检测方法，检查施工记录、焊接记录等。

检查数量：全数检查

单焊缝采用电火花检测，不产生电火花时为合格。双焊缝采用加压充气法检测，当焊缝不漏气、无脱开、压力没有明显下降时为合格。

5 灌浆固结体应充满环状间隙，无松散、空洞等现象。

检查方法：观察；对照设计文件和施工方案检查施工记录、灌浆记录等。

检查数量：全数检查

6 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。

检查数量：全数检查

7 修复更新管道的检查井及井内施工应符合设计要求，并应无渗漏现象。

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。

检查数量：全数检查

12 碎（裂）管法

12.1 一般规定

12.1.1 碎（裂）管法适用于 HDPE 波纹管、混凝土管道、陶土管等管道的更换，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】12.2.1 碎（裂）管法主要有静拉碎（裂）管法和气动碎管法两种工艺，静拉碎（裂）管法是在静拉力的作用下破碎原有管道或通过切割刀具切开原有管道，然后再用膨胀头将其扩大；气动碎管法是靠气动冲击锤产生的冲击力作用破碎原有管道。其中静拉工艺适应于 PE、PVC 类柔性管材，气动碎管适应于陶土管、混凝土管等刚性管材，对于钢带（钢筋）增强的管道应经过详细评估后使用。

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

12.1.3 施工前应按照国家现行行业标准《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ 181 和《城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 210 对排水管道进行检测、评估和修复设计。

12.1.4 施工过程中不得对周边环境、地下管线或其它建（构）筑物造成破坏。

12.2 内衬材料

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

【条文说明】12.2.1 碎（裂）管法所用管材的连接形式可采用地面热熔焊接，然后拉入，也可采用工作坑或检查井内机械连接，然后拉入或推入。

12.2.2 碎（裂）管法所用 PE 管材应符合下列规定：

- 1 管材应选择 PE80 或 PE100 及其改性材料；
- 2 管材规格尺寸应满足设计要求，尺寸公差允许范围应符合《给水用聚乙烯（PE）管材》GB/T 13663 的相关规定；
- 3 管材力学性能应符合表 12.2.2 的要求；

表 12.2.2 内衬 PE 管材力学性能要求

检验项目	MDPE PE80 及其改性材料	HDPE PE80 及其改性材料	HDPE PE100 及其改性材料	试验方法
屈服强度（MPa）	>18	>20	>22	GB/T 1040
断裂伸长率（%）	>350	>350	>350	GB/T 1040
弯曲模量（MPa）	600	800	900	GB/T 9341
耐环境应力开裂（ESCR） F_{50} （h）	>10000	>10000	>10000	GB/T 1842

【条文说明】12.2.2 聚乙烯管道是碎裂管法采用的管材之一，按照《塑料管道系统 用外推法确定塑性

塑料材料以管材形式的长期静液压强度》GB/T 18252 中确定的 20℃、50 年、预测概率 97.5%相应的静液压强度，常用聚乙烯可分为 PE63、PE80、PE100。其中，中密度 PE80、高密度 PE80 和高密度 PE100 从材料性能上能满足管道内衬的要求。

由于非开挖修复更新工程所用 PE 管材一般并不是标准尺寸管，故需要单独进行设计。因此，PE 管材规格尺寸应满足设计要求，尺寸公差允许范围可参照 GB/T 13663 的相关规定。

表 12.2.2 是对非开挖修复更新工程所用内衬 PE 管材的力学性能的规定。参照《采用聚乙烯内衬修复管道施工技术规范》SY/T 4110 规定了 MDPE 80、HDPE 80、HDPE 100 的屈服强度、弯曲模量及 ECSR；参照 GB/T 13663 规定了相应的断裂伸长率。

12.2.3 内衬管的接口应采用焊接、机械连接等形式，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，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。

12.2.4 内衬管性能不应低于原有管道，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。

12.3 工艺要求

12.3.1 采用静拉碎（裂）管法进行管道更新施工应符合下列规定：

1 应根据管道直径及材质选择不同的碎（裂）管设备；

2 当碎（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】12.3.1 静拉碎（裂）管施工示意图如图 12.3.1-1 所示，施工过程中应根据管材材质选择不同的碎（裂）管设备。图 12.3.1-2 为一种适用于柔性破坏的管道或钢筋加强的混凝土管道的碎（裂）管工具，由一个裂管刀具和胀管头组成，该类管道具有较高的抗拉强度或中等伸长率，很难破碎成碎片，得不到新管道所需的空間，因此需用裂管刀具沿轴向切开原有管道，然后用胀管头撑开原有管道形成新管道进入的空间。原有管道切开后一般向上张开，包裹在新管道外对新管道起到保护作用，因此根据《城镇燃气管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 147-2010 对切刀的位置进行了规定。

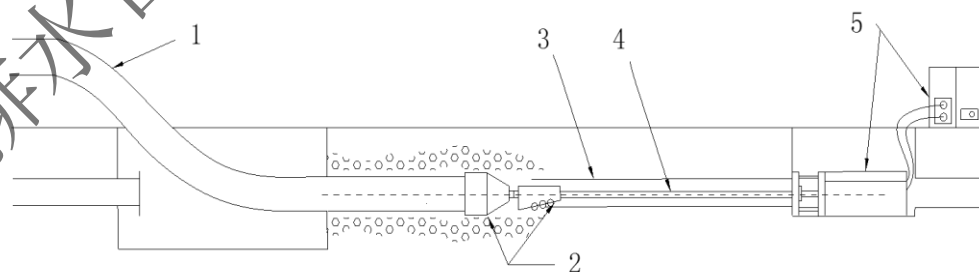


图 12.3.1-1 静拉碎（裂）管法示意图

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

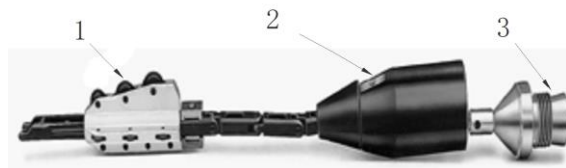


图 12.3.1-2 静拉碎（裂）管工具

1—裂管刀具；2—胀管头；3—管道连接装置

12.3.2 采用气动碎管法进行管道更新施工时，应符合下列规定：

- 1 采用气动碎管法时，碎裂管设备与周围其他管道距离不应小于 0.8m，且不小于待修复管道的直径，与周围其他建筑设施的距离不应小于 2.5m，否则应采取保护措施；
- 2 气动碎管设备应与钢丝绳或拉杆连接，碎（裂）管过程中，应通过钢丝绳或拉杆给气动碎管设备施加一个恒定的牵拉力；
- 3 在碎管设备到达出管工作坑之前，施工不宜终止。

【条文说明】12.3.2 气动碎管法中，碎管工具是一个锥形胀管头，并由压缩空气驱动在 180~580 次/min 的频率下工作，图 12.3.2 为气动碎管法示意图。气动锤对碎管工具的每一次敲击都将对管道产生一些小的破碎，因此持续的冲击将破碎整个原有管道。气动碎管法一般适用于脆性管道，如混凝土管道和铸铁管道。

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

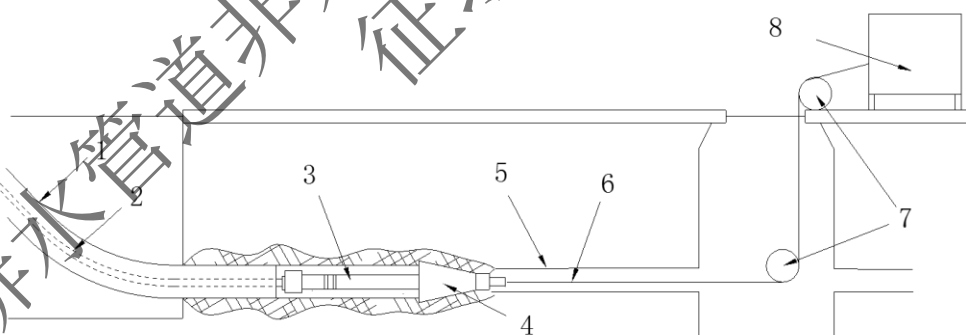


图 12.3.2 气动碎管示意图

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

12.3.3 当需开挖工作坑时，工作坑的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】12.3.3 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/T210-2014 的要求。

12.3.4 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，并应满足本规程 12.2.3 的要求。

12.3.5 新管道在拉入过程中应符合下列规定：

- 1 新管道应连接在碎（裂）管设备后随碎（裂）管设备一起拉入；
- 2 新管道拉入过程中宜采用润滑剂降低新管道与土层之间的摩擦力；
- 3 施工过程中牵拉力陡增时，应立即停止施工，查明原因后方可继续施工；
- 4 管道拉入完后自然恢复时间不应小于 4h。

【条文说明】12.3.5 管道拉入过程中润滑的目的是为了降低新管道与土层之间的摩擦力。应参考地层条件和原有管道周围的环境，来确定润滑泥浆的混合成分、掺加比例以及混合步骤。一般地，膨润土润滑剂用于粗粒土层（砂层和砾石层），膨润土和聚合物的混合润滑剂可用于细粒土层和黏土层。

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

根据 TTC 制定的《Guidelines for Pipe Bursting》中的规定，新管道拉入后的冷却收缩和应力恢复的时间应为 4h。

12.3.6 推顶（牵拉）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。

12.3.7 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】12.3.7 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。

12.3.8 应做好碎（裂）管法施工的牵拉力、速度，内衬管长度和拉伸率、贯通后静置时间等记录和检验。

12.4 质量检验

主控项目

12.4.1 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。

12.4.2 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规范规定。

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。

12.4.3 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】12.4.3 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。

12.4.4 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：检查施工记录。

一般项目

12.4.5 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；

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。

检查数量：全数检查。

12.4.6 新管道端口不得存在渗漏、土体松散现象。

检查方法：检查注浆记录及 CCTV 检测。

检查数量：全数检查。

12.4.7 管道功能性实验满足要求。

检查方法：检查闭水试验报告。

检查数量：全数检查。

13 热塑成型管道修复技术

13.1 一般规定

13.1.1 本章适用于修复 DN100~DN1200 的排水管道。

【条文说明】13.1.1 热塑成型技术可以用于存在严重缺陷，如管道上部塌陷，下部隆起（管道通流面积不小于原管道 50% 的管道修复）。热塑成型修复是一种采用牵拉方法将生产压制成“C”型或“U”型的内衬管置入原有管道内，然后通过静置、加热、加压等方法将衬管与原有管道紧密贴合的管道内衬修复技术。在 ISO 标准中该技术为紧密贴合内衬的一种。在北美材料字实验协会（ASTM）标准中，该技术也被称为变形成型法（Fold-n-Form）。

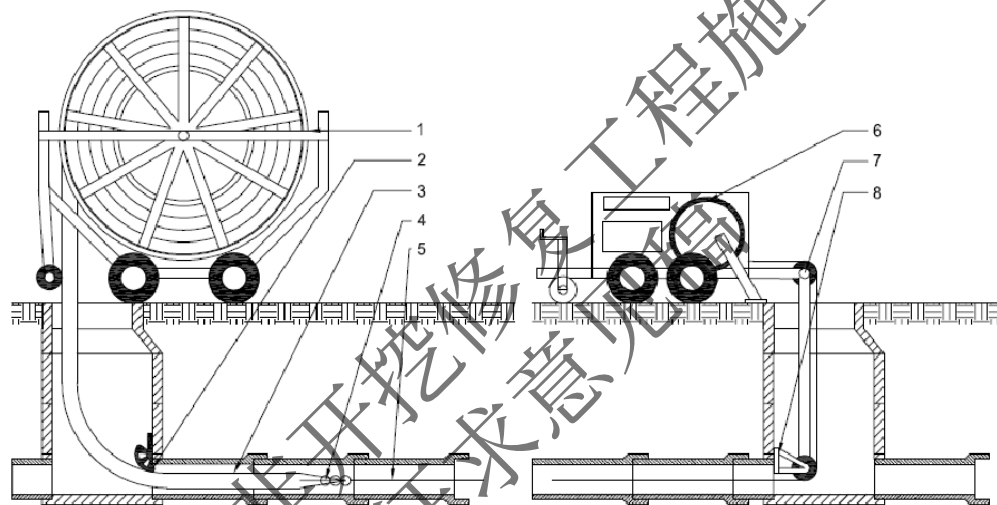


图 13.1.1 热塑成型加衬修复技术现场施工布置图

1 盘拖车/架子 2 导滑件 3 内衬管（折叠） 4 牵拉头
5 牵引绳 6 绞车/牵引单元 7 导轮 8 支撑

13.1.2 待修复管道基面应平整圆顺。

13.2 内衬材料

13.2.1 生产衬管的材料应以高分子热塑聚合物树脂为主，加入改性添加剂时，添加剂应分散均匀。

13.2.2 衬管内外表面应光滑、平整，无裂口、凹陷和其他影响衬管性能的表面缺陷。衬管中不应含有可见杂质。

13.2.3 衬管长度不应有负偏差。衬管用于非变径管道的修复时，衬管出厂时，其截面周长应为待修复管道周长的 80%-95%。

【条文说明】13.2.3 热塑衬管长度可以几十米，特殊要求可以超过 100m。

13.2.4 按照衬管等同外径和型号的不同，管壁的厚度应符合设计的规定，厚度检测应符合现行国家标准《塑料管道系统塑料部件尺寸的测定》GB/T 8806 的规定。衬管安装前的平均厚度不应小于出厂值。

13.2.5 衬管材料密度应为 $1300 \text{ kg/m}^3 \sim 1460 \text{ kg/m}^3$ 。

13.2.6 热塑成型衬管的力学性能应符合表 13.2.6 的规定。

表 13.2.6 热塑成型衬管力学性能

项目	指标	测试方法
高速冲击（23℃）	不发生脆性破坏	《热塑性塑料管材和管件耐冲击性能的测试方法》GB/T 6112
断裂伸长率/（%）	≥ 25	《热塑性塑料管材 拉伸性能测定 第 1 部分 试验方法总则》GB/T 8804.1-2003
拉伸强度/(MPa)	≥ 30	《热塑性塑料管材 拉伸性能测定 第 1 部分 试验方法总则》GB/T 8804.1-2003
弯曲模量/(MPa)	≥ 1600	《塑料 弯曲性能的测定》GB/T 9341
弯曲强度/(MPa)	≥ 40	《塑料 弯曲性能的测定》GB/T 9341
耐磨性/(MPa)	$< 20\text{mg}/1000\text{g}/1000\text{r}$	《色漆和清漆 耐磨性的测定 旋转橡胶砂轮法》GB/T 1768

13.2.7 衬管材料耐化学腐蚀性应按现行国家标准《塑料耐液体化学试剂性能的测定》GB/T 11547 规定测试，其抗腐蚀性能应满足表 13.2.7 的要求。

表 13.2.7 抗化学腐蚀性能

化学试剂	浓度	结果
硫化氢	10%	耐
氢氧化钠	50%	耐
醋酸	10%	耐
二氧化碳	50%	耐
煤气	50%	耐
洗涤剂	20%	耐
肥皂水	20%	耐

13.3 工艺要求

13.3.1 衬管的运输、储藏和现场预加热应符合下列规定：

- 1 热塑成型法管道衬管在工厂生产后，应缠绕在木质或钢质的轮盘之上；
- 2 衬管的现场储存也可以在常温下长时间储存，短时间可以露天储存，如需要长期储存，建议室内储存，或者用篷布遮盖，以避免长期日光照射。
- 3 在单个管道的修复施工中，与其相应的轮盘运到工程现场。在对待修管道进行清洗的同时，开始实施对在轮盘上的管道衬管进行预加热，通常可以将衬管轮盘放入预制的蒸箱或是用塑料布覆盖。
- 4 根据所需预加热的衬管的长度，管径，和预热方式，预加热时间一般需要 1 到 3h。当衬管触摸柔软后即可准备拖入待修管道。

【条文说明】13.3.1 热塑衬管根据管径的不同，缠绕段可为几十米，甚至上百米。其卷盘方式和通常电缆的卷盘方式类似，方便运输。在运输过程中，衬管不需要任何遮盖，或低温保存等特殊处理。

13.3.2 衬管的拖入应符合下列规定：

- 1 当待修管道的清洗和预处理结束，且衬管的预加热结束之后，可以开始向管道称管内拖入衬管。
- 2 衬管在生产过程后的形状为扁形，C 型，或是工字形，其目的是减小衬管的横截面积，从而使拖入待修管道成为可能。
- 3 在拖入过程中，下游的卷扬机通过铁链和上游卷盘上的衬管连接，上下游的施工人員通过步话机联系相互配合，保证将衬管顺利拖入待修管道之中。

13.3.3 衬管的成型应符合下列规定：

- 1 衬管完全拖入后，在上游用水蒸气继续对衬管加热（衬管在拖入的过程中会冷却硬化），在衬管再次加热并软化后，用专用塞堵在上游和下游分别将衬管的两头塞住。
- 2 管塞的中部有可通过气体的通道。
- 3 在管道的上游通过管塞中间的通道向管道内吹水蒸气，管道下游的管塞中接阀门，温度和压力仪表。下游的阀门根据温度和压力的情况逐渐关小，衬管内部的水蒸气压力将衬管吹起。衬管首先将恢复到生产时变型前的圆形。然后在水蒸汽的压力下继续膨胀，直至紧贴于待修管道的内壁。
- 4 在成型过程中，下游的温度不宜超过 95℃，而压力则由管道的长度和管道的直径而决定，不宜超过 0.15Mpa。
- 5 在管道的上游观察到衬管紧贴于待修管道后，则可以停止输入水蒸汽。

13.3.4 成型后的冷却和端口处理应符合下列规定：

- 1 在热塑成型法管道被吹起紧贴于管道内壁之后，在保持压力的情况下，通过塞堵的气体通道向衬管内部输入冷空气冷却衬管。当下游的温度表显示出通流气体温度降到 40℃ 以下时可以释放压力，将两端多余的衬管切掉，安装结束。
- 2 衬管应伸出待修管道大于 10cm，其伸出部分呈喇叭状，或按照设计方的规定处理。
- 3 必要时，衬管末端可翻边至原管道的端口。

13.4 质量验收

13.4.1 固化法修复后，内衬管应按每个施工段不少于一组的规定进行现场取样。

13.4.2 样品管现场取样应符合下列规定：

- 1 应在原有管道管封堵处进行取样。
- 2 若现场封堵处尺寸不能满足取样要求，则需在施工时安装一段与原有管道内径相同的拼合管进行样品管制备，拼合管的长度应使样品管能满足测试试样的数量和尺寸要求，且长度不应小于原有管道一倍直径。

主控项目

13.4.3 修复后内衬管的尺寸、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，壁厚应符合设计要求；

2 壁厚检测方法，测量值不小于设计最小值；

13.4.4 内衬管质量检测应符合下列规定：

1 原材料衬管的规格、尺寸、性能应符合设计要求

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。

2 内衬管主要材料的主要技术指标经进场检验应符合设计要求。

检查方法：生产厂家证明文件。并对主要力学性能进行现场取样复检，检验项目及指标。

3 壁厚检查检验方法：现场取样，按照《塑料管道系统塑料部件尺寸的测定》GB/T 8806—2008 进行抽样检查，检查结果不得小于设计壁厚要求。现场取样为每一项目的每一管径、每一厚度取样送检。

一般项目

13.4.5 安装前，热塑成型内衬管表面应光洁、平整，无局部划伤、裂纹、磨损、孔洞、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。

13.4.6 安装后，热塑成型内衬管表面外观检查结果应符合下列规定：

1 无裂缝、孔洞、干斑、脱落、灼伤点、软弱带和可见的渗漏现象；

2 应紧贴旧管道，内壁顺滑，无明显的环形褶皱；

3 无由于内衬自身引起的隆起；

4 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：采用影像检测或观察。

检查数量：全数检查

14 管片内衬法

14.1 一般规定

14.1.1 本章适用于修复直径 800mm~3000mm 的重力污水、雨水、雨污合流的混凝土管（渠）、钢筋混凝土管（渠）、圻工管（渠），检查井，污水池等排水设施。

【条文说明】在规定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。

14.1.2 管片拼装法可用于修复圆形，方形和马蹄形管道。

14.1.3 采用本技术修复管道时，应对管片内衬管和原有管道之间的空隙进行注浆填充，提高结构强度。

14.2 内衬材料

14.2.1 管片拼装法主要使用的材料为 3S 模块和 3S 填充砂浆（图 14.2.1）。

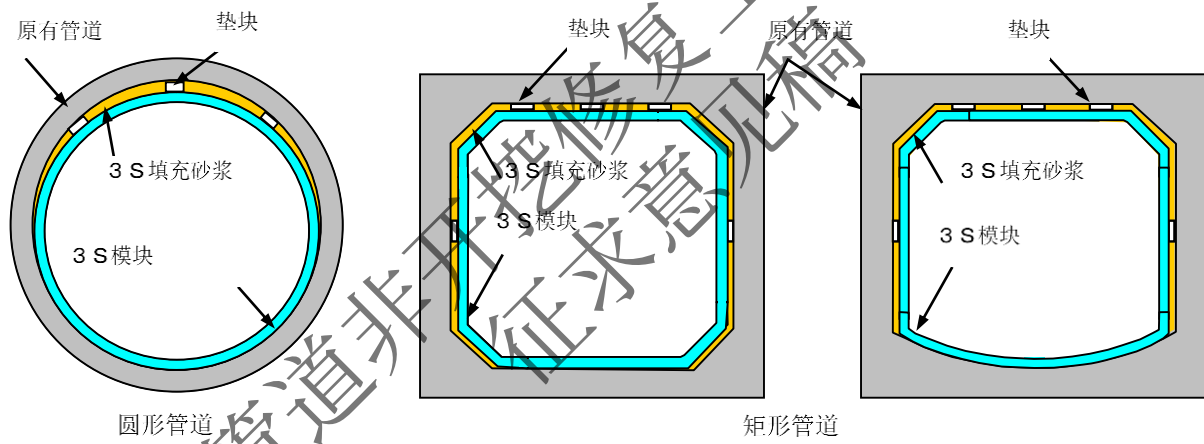


图 14.2.1 3S 模块和 3S 填充砂浆示意图

14.2.2 常用的片状型材结构如图 14.2.2-1 和 14.2.2-2。管片拼装法常用块状型材尺寸应按表 14.2.2-1 和表 14.2.2-2 中规定选用。



图 14.2.2-1 圆形管道用 3S 模块

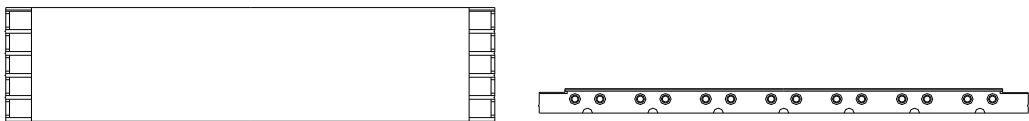


图 14.2.2-2 矩形管道用 3S 模块

表 14.2.2-1 圆形管道修复后管径

原有管径	圆形管道用 3S 模块
	修复后管径 (mm)
800	725
900	820
1000	915
1100	1005
1200	1105
1350	1240
1500	1370
1650	1510
1800	1650
2000	1840
2200	2030
2400	2220
2600	2405

表 14.2.2-2 矩形管道修复后尺寸

原有矩形管道尺寸 (mm)	矩形管道用 3S 模块
	修复后矩形管尺寸 (mm)
1000×1000	895×895
1100×1100	986×986
1200×1200	1076×1076
1350×1350	1225×1225

1500×1500	1375×1375
1650×1650	1525×1525
1800×1800	1675×1675

14.2.3 管片材料技术指标应满足表 14.2.3 的要求。

表 14.2.3 管片材料性能要求

检验项目	单位	技术指标	检验方法
纵向拉伸强度	Mpa	>40	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/T1040.2
纵向拉伸延伸率	(%)	>150	《塑料 弯曲性能的测定》GB/T9341
热塑性塑料维卡软化温度	℃	>60	《热塑性塑料维卡软化温度（VST）的测定》GB/T1633

14.2.4 3S 填充砂浆应具有在水中不易分离、水平方向的流动性好特性，可用于狭窄的间隙填充。3S 填充砂浆的配比应符合表 14.2.4 规定。

表 14.2.4 3S 填充砂浆配比（每 m³）

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

【条文说明】14.2.4 砂浆材料的组成如表 14.2.4 所示。

表 14.2.4 3S 填充砂浆组成

名称	水泥	骨料	添加剂
成分	高炉水泥	石灰石，砂	消泡剂，减水剂，增稠剂，微膨胀剂
比率	36.9%	59.6%	3.5%

14.2.5 3S 填充砂浆应满足强度、流动度等要求，并应满足表 14.2.5 的要求。

表 14.2.5 3S 填充砂浆的基本要求

项目	单位	技术指标	检验方法
抗压强度	MPa	>C30	《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T50448
流动度	mm	300±30	在直径 DN50mm，高度 100mm 的试验器具竖放在水平放置的玻璃平板上，注满浆液后向上垂直提起试验器具，测量砂浆的直径

14.3 工艺要求

14.3.1 管片内衬法施工应包括管内清洗、组装结构增强材料、模块拼装、模块搬运、管道拼装、支管开孔、设置支撑、注浆撤除支撑、管口处理等步骤。

14.3.2 当采用人工进入管道内进行施工时，管内水位不得超过管道垂直高度的 30%或 500mm。地面人员应保持同井下人员之间的联络。

14.3.3 施工前应具备下列条件后，方可施工。

- 1 施工人员应采用有毒气体测试仪测试管道内有毒气体；
- 2 管内硫化氢气体浓度应小于 10ppm；
- 3 一氧化碳气体浓度应小于 50ppm。

14.3.4 设备操作人员应严格遵守设备操作规则。

14.3.5 发生紧急情况时，除应按操作规程采取应急措施外，应听从现场统一指令，服从命令。

14.3.6 施工前，应采用高压冲洗车对管内进行清理，以保证工程质量。

14.3.7 将管片通过检查井运入管内。管片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。

14.3.8 采用人工或机器的方法在管内将管片拼装成一体。管片与管片之间采用连接键或焊接连接时，应注入密封胶和粘结剂，确保水密性。

14.3.9 管片连接完成后，注浆之前，应对管道进行支护工作，以确保安全。

14.3.10 管片拼装完成后对原有管道与既有管道之间填充砂浆应符合下列规定：

- 1 注浆时，注浆压力应随时根据现场情况进行调节，必要时可根据材料的承载能力分次进行注浆，并且需对每次注浆进行制作试块试验；
- 2 注浆泵应采用可调节流量的连续注浆设备（最大 50L/min）；
- 3 最终注浆阶段的注浆压力不应大于 0.02MPa，流量不应大于 15L/min；
- 4 注浆完毕后，应按导流管中流出的砂浆比重确认注浆结束。

14.3.11 注浆结束后，应对注浆口及管口进行处理。应在保持原管长度不变的情况下进行管口处理时，管口应平滑完整。

14.3.12 施工过程中应对路面交通、井下封闭空间作业、设备起吊的操作、井下作业水流等采取安全措施。

14.4 质量检验

主控项目

14.4.1 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。

14.4.2 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。

14.4.3 管片材料应按表 14.4.3 进行性能检测。

表 14.4.3 管片拼装技术材料检测标准

项目	单位	技术指标	检测标准
纵向拉伸强度	Mpa	>40	《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/T1040.2
纵向拉伸延伸率	%	>150	《塑料 弯曲性能的测定》GB/T9341
热塑性塑料维卡软化温度	℃	>60	《热塑性塑料维卡软化温度（VST）的测定》GB/T1633

14.4.4 注浆作业时，应按表 14.2.4 对 3S 填充砂浆进行现场测试流动度并取样做抗压强度测试。

表 14.4.4 3S 填充砂浆标准

项目	技术指标	检测标准
抗压强度	>C30	《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T50448
流动度	300±30mm	

14.4.5 管道修复后，应根据实际情况采用闭气或闭水的方法进行管道严密性试验。

一般项目

14.4.6 每片管片的材料需要有清晰的标记，标记应该包括生产商的名称、商标、产品编号、产地、生产日期和 PVC 材料等级等。

14.4.7 所使用的粘结剂和密封剂应与 PVC 复合材料之间拼接工艺相匹配。

14.4.8 修复后管道内壁不得出现鼓包，漏浆等外观缺陷，浆液应充满，无空洞。

检验方法：采用 CCTV 检测或人员进入管内目测检查，

检查数量：全数检查。

14.4.9 修复后，应测量管道内径，尺寸应满足表 14.2.2-1 和表 14.2.2-2 的要求。

15 不锈钢双胀环法

15.1 一般规定

15.1.1 本章适用于修复 DN800 以上的混凝土管、钢筋混凝土管、钢管、球墨铸铁管及各种合成材料管材的排水管道。

【条文说明】本章不适用于管道基础断裂、管道破裂、管道脱节呈倒栽式状、管道接口严重错位、管道线形严重变形等结构性缺陷损坏的修复本章不适用于管道基础断裂、管道破裂、管道脱节呈倒栽式状、管道接口严重错位、管道线形严重变形等结构性缺陷严重损坏的修复。不适用于对塑料材质管道，不适用于严重沉降、与管道接口严重错位损坏的检查井。

15.1.2 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。

15.2 内衬材料

15.2.1 双胀环法采用的胀环应符合下列规定：

- 1 应选用 C304（C316）号不锈钢；
- 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，尺寸应符合设计要求。

15.2.2 双胀环法采用的止水橡胶应符合下列规定：

- 1 应选用耐腐蚀橡胶；
- 2 橡胶条宽度应按照设计要求制作，宜为 300 mm~400mm，止水橡胶两侧设计有不锈钢胀环压槽，压槽背面应有齿状止水条，止水条高度宜为 8 mm~10 mm。
- 3 橡胶表面应平整、无缺陷，止水橡胶应满足表 15.2.2 的性能要求：

表 15.2.2 橡胶止水带材料性能指标

项目	单位	指标	检测方法
硬度(邵尔 A)		60±5	《硫化橡胶或热塑性橡胶压入硬度试验方法第 1 部分：邵氏硬度计法（邵尔硬度）》GB/T 531.1-2008
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/T 528-2009
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/T 528-2009
适用温度范围	——	-40℃~70℃	无
耐腐蚀性（50pphm:20%,48h）	——	二级	无

4 橡胶圈应在低温、干燥的地方保存，保存期不应超过 6 个月。

15.2.3 不锈钢双胀环主要材料进场验收时,所用的止水橡胶圈、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,每生产厂家、每批次产品抽取一组;

15.2.4 现场施工时,修复用原材料现场检查应符合下列规定:

1 工程所使用的原材料性能及尺寸应符合国家相关标准规定及设计要求;

2 现场原材料直接取样测试,其中不锈钢压条取样尺寸为 50mm*50mm,止水橡胶取样尺寸为 400mm*400mm,样品强度及耐腐蚀性等性能测试参数需满足相关要求。

15.3 工艺要求

15.3.1 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。

【条文说明】15.3.1 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。

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。

15.3.2 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。

15.4 质量检验

主控项目

15.4.1 止水橡胶圈、不锈钢胀环等工程材料的性能、规格、尺寸应符合本规程第 15.2.1 条和第 15.2.2 条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。

15.4.2 止水橡胶圈的硬度、断裂延伸率等主要技术指标应符合本规程第 15.2.2 条的相关规定。且任意指

标的性能不小于设计值的 95%。

检查方法：对照设计文件按本规程第 15.2.2 条的规定进行检验；检查取样检测记录、复试报告等。

检查数量：全数检查。

一般项目

15.4.3 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。

15.4.4 修复后管道线性和顺，新旧管道过渡平缓，断面损失符合设计要求。

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。

15.4.5 待修复缺陷部位应被完全覆盖，止水橡胶圈与原管壁贴合紧密。

检查方法：全数观察，CCTV 辅助检查，对照设计文件和施工方案检查施工记录等。

检查数量：全数检查。

15.4.6 胀环两端部密封处理符合设计要求，且密封良好、密实。

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：全数检查。

15.4.7 修复施工记录齐全、正确。

检查方法：对照设计文件和施工方案按本规程第 15.3.2 条的规定进行检查，检查施工记录等。

检查数量：全数检查。

16 不锈钢快速锁法

16.1 一般规定

16.1.1 不锈钢快速锁法适用于 DN300~DN1800mm 排水管道的局部修复，不适宜管道变形和接头错位严重情况的修复。

16.1.2 管径 DN600mm（含）以下的快速锁应采用专用气囊安装，DN800mm 及以上的，宜采用人工安装的多片式快速锁结构。

【条文说明】16.1.2 不锈钢快速锁安装状态可见图 16.1.2

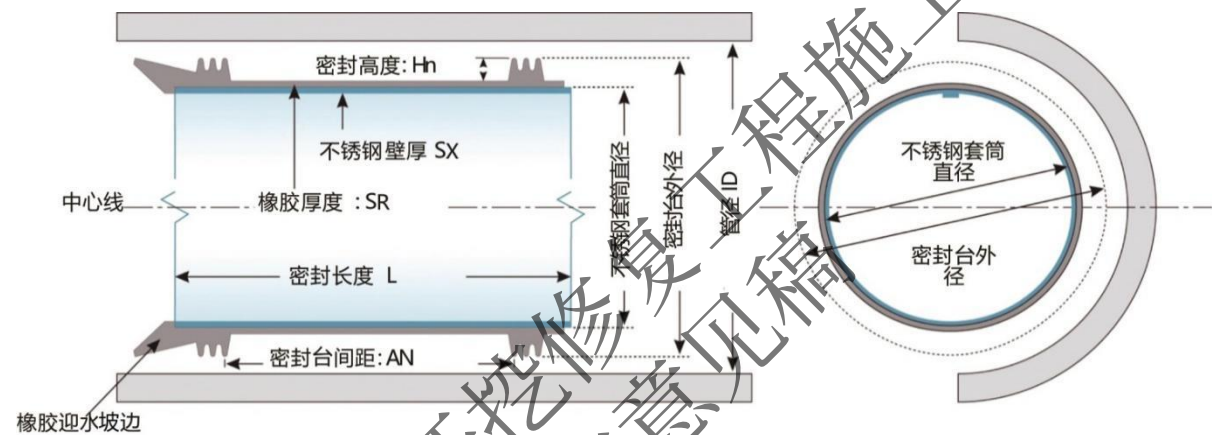


图 16.1.2 不锈钢快速锁安装状态示意图

16.2 内衬材料

16.2.1 不锈钢快速锁可由 304 或 316 号不锈钢套筒、EPDM 橡胶套和锁紧机构等部件构成，各部件应符合下列规定：

- 1 DN600mm 及以下的不锈钢套筒应由整片钢板加工成型，安装到位后通过特殊锁紧装置固定；
- 2 DN600mm 以上的不锈钢套筒一般由 2~3 片加工好的不锈钢环片拼装而成，在安装到位后通过专用锁紧螺栓固定；
- 3 橡胶套为闭合式，橡胶套外部两侧应设有整体式的密封凸台，其性能指标应满足表 15.2.2 要求。

16.2.2 不锈钢快速锁规格尺寸应符合表 16.2.2-1 和表 16.2.2-2 的规定。

表 16.2.2-1 气囊安装不锈钢快速锁技术参数

型号	橡胶套	不锈钢	适用管径 ID	密封段	不锈钢套筒	橡胶套
----	-----	-----	---------	-----	-------	-----

	直径 /mm	套筒长 度 L/mm	最小值 /mm	最大值 /mm	长度 AN/mm	钢板厚度 SX/mm	套筒卷曲直 径 da/mm	最大扩张直 径 DA/mm	厚度 SR/mm	密封台 高度
300	235	400	295	315	310	1.2	238	305	2	7
400	323	400	390	415	310	1.5	325	406	2	8
500	420	400	485	515	310	2.0	425	505	2	9
600	500	400	585	615	310	2.0	510	605	2.5	9

表 16.2.2-2 人工安装不锈钢快速锁技术参数

型号	环片 数	套筒长度 L/mm		适用管径 ID		不锈钢套筒			橡胶套			
		短款	长款	最小值 /mm	最大 值 /mm	钢板厚 度 SX/mm	套筒卷曲 直径 da/mm	最大扩张 直径 DA/mm	厚度 SR/mm	密封台高 度 Hn/mm	密封段长度 AN/mm	
											短款	长款
700	2	200	300	670	730	3	610	715	3	11	140	240
800	2	200	300	770	830	3	710	815	3	11	140	240
900	2	200	300	870	930	3	810	915	3	11	140	240
1000	2	200	300	970	1030	3	910	1015	3	11	140	240
1100	2	200	300	1070	1130	3	1010	1115	3	11	140	240
1200	2	200	300	1170	1230	3	1110	1215	3	11	140	240
1300	2	200	300	1270	1330	3	1210	1315	3	11	140	240
1400	3	200	300	1370	1430	4	1310	1415	3	11	140	240
1500	3	200	300	1470	1530	4	1410	1515	3	11	140	240
1600	3	200	300	1570	1630	4	1510	1615	3	11	140	240
1700	3	200	300	1670	1730	4	1610	1715	3	11	140	240
1800	3	200	300	1770	1830	4	1710	1815	3	11	140	240

16.3 工艺要求

16.3.1 不锈钢快速锁安装前，应对原有管道进行预处理，并应符合下列规定：

- 1 预处理后的原有管道内应无沉积物、垃圾及其他障碍物，不应有影响施工的积水；
- 2 原有管道待修复部位及其前后 500mm 范围内管道内表面应洁净，无附着物、尖锐毛刺和突起。

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

16.3.3 采用气囊安装的不锈钢快速锁，应按下列步骤操作：

- 1 在地表将不锈钢套筒和橡胶套预先套好，并检查锁紧装置可正常工作；
- 2 分别在始发井和接收井各安装一个卷扬机，然后将快速锁固定在带轮子的专用气囊上，然后在 CCTV 或 QV 的辅助下将气囊牵拉至待修复位置；

3 在 CCTV 或 QV 设备的监控下，缓慢向气囊内充气使不锈钢快速锁缓慢扩展并紧贴原有管道内壁，气囊压力宜控制在 3.5 bar~4.0bar；

4 当确认不锈钢快速锁完全张开后，卸掉气囊压力后撤出。

16.3.4 采用人工方式安装的不锈钢快速锁，应按下列步骤操作：

1 将不锈钢环片、橡胶套等从检查井下入并送到待修复位置；

2 到达待修复位置后，先将不锈钢环片预拼装成小直径钢套，再将橡胶套套在不锈钢套上，安装时橡胶套迎水破边朝来水方向；

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

16.4 质量检验

主控项目

16.4.1 不锈钢快速锁技术参数应符合本规程第 16.2 节的规定和设计要求，质量保证资料齐全。

检查方法：对照设计文件全数检查；检查质量保证资料、厂家产品使用说明等。

检查数量：全数检查。

一般项目

16.4.2 原有缺陷完全被修复材料覆盖，已修复部位没有明显漏水、渗水。

检查方法：全数观察，CCTV 辅助检查；检查施工记录、CCTV 记录等。

检查数量：全数检查。

17 点状原位固化法

17.1 一般规定

17.1.1 本方法适用于修复 DN200-DN1500 的混凝土管、钢筋混凝土管、钢管及各种塑料管管材的排水管道。

【条文说明】17.1.1 适用管道结构性缺陷呈现为破裂、变形、错位、脱节、渗漏，且接口错位应小于等于 5cm，管道基础结构基本稳定、管道线形无明显变化、管道壁体坚实不酥化，管道接口处有渗或临界时预防性修复；不适用于管道基础断裂、管道坍塌、管道脱节口呈倒栽式状、管道接口严重错位、管道线形严重变形等结构性缺陷损坏的修复，不适用于检查井损坏修复。

17.1.2 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。

17.2 内衬材料

17.2.1 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 1050~1400 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应符合表 17.2.1 的规定；

表 17.2.1 硅酸树脂性能指标要求

项目	单位	指标	检验方法
密度	g/cm ³	1.2~1.27	《塑料 液体树脂 用比重瓶法测定密度》GB/T 15223-2008
粘度	Pa·s	150~600	《粘度测量方法》GB/T 10247-2008
诱导固化时间	min	60~240	无

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，并不应受灰尘等杂物污染。

17.2.2 点状原位固化法工程材料施工现场进场验收应满足下列要求：

1 工程所用主要原材料、各类管材及型材和片材的规格、尺寸、性能等应符合现行国家标准规定和设计要求；同一生产厂家、同一批次产品的出厂合格证明、性能检验报告齐全、准确，并符合本规程第 17.2.1 条的有关规定；

2 点状原位固化法修复工艺所采用的材料的技术指标按设计要求现场抽样送至相关材料检测机构进行测试，并由检测机构出具有效的检测报告。

【条文说明】17.2.2 如当地材料检测机构无能力对该工艺进行测试，可采用厂家提供的测试报告。

17.2.3 点状原位固化法施工时，对修复用原材料现场检查应符合下列规定：

- 1 工程所使用的原材料性能及毡筒尺寸应符合国家相关标准规定及设计要求；
- 2 壁厚测量及固化管性能应采用和施工条件同等的环境下制作试块并送至第三方质量检测机构进行检测。

【条文说明】17.2.3 若现场条件允许（检测人员可以安全进入管道），对已施工的部位进行现场施工检测，主要为内衬材料壁厚测量（施工部位的材料无法截取，若截取将会破坏修复后的管道结构）。

17.3 工艺要求

17.3.1 点状原位固化法的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长不小于200mm。

17.3.2 点状原位固化法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，并应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，作业人员无法进入管道时，应采用 CCTV 设备实时监测、辅助定位。

17.3.3 软管的膨胀及固化应符合下列规定：

- 1 施工时，气囊宜充入空气进行膨胀，并应根据施工段的直径、长度和现场条件确定固化时间；
- 2 气囊内气体压力应保证软管紧贴原有管道内壁，并不得超过软管材料所能承受的最大压力；修复过程中每隔 15min 对气囊内气压进行记录，压力应控制在 0.8 Bar ~2.0Bar 范围；
- 3 固化完成后应缓慢释放气囊内的压力。

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

17.4 质量检验

主控项目

17.4.1 浸渍树脂、软管织物等工程材料的性能、规格、尺寸应符合本规程第 17.2.1 条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：对照设计文件按本规程第 17.2.1 条和第 17.2.2 条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。

17.4.2 固化后内衬管的力学性能、壁厚应符合本规程第 6.2.3 条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%。

检查方法：对照设计文件按本规程第 6.2.3 条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、卡尺等量测内衬管壁厚度。

一般项目

17.3.5 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。

17.4.4 修复后管道线性和顺，折变或错台处过渡平顺，新老管道过渡平缓；环向断面圆弧饱满。

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。

17.4.5 待修复缺陷部位应被完全覆盖，且延伸宽度应大于 200mm；玻璃纤维层数应不小于 3 层。

检查方法：全数观察，CCTV 辅助检查，对照设计文件和施工方案检查施工记录等。

检查数量：全数检查。

17.4.6 内衬管两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：全数观察；对照设计文件检查施工记录等。

检查数量：全数检查。

17.4.7 修复施工记录齐全、正确。

检查方法：对照设计文件和施工方案按本规程第 17.3.2 条的规定进行检查，检查施工记录等。

检查数量：全数检查。

18 短管内衬法

18.1 一般规定

18.1.1 短管内衬法适用于管道老化、内壁腐蚀脱落的 DN200~DN600 的混凝土管道置换 PE 管的更新工程。

【条文说明】18.1.1 短管内衬法是在不开挖路面的情况下，利用检查井，将经过特殊加工的聚乙烯(PE)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 18.1.1。

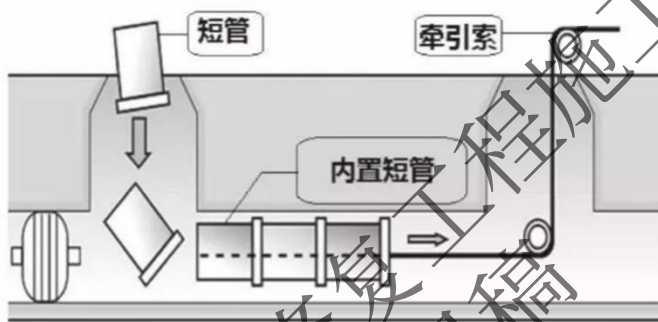


图 18.1.1 短管内衬法修复原理示意图

短管内衬施工一般采用卷扬机牵引就位的方法，但该方法存在施工控制困难、效率低等问题。因此根据实际条件，采用单向顶进方法施工，即在检查井内设置千斤顶和顶托，将管道先顶推撞口，然后沿着管道顶进到位，直至该段短管全部顶入现况管道中。

该方法具有下列特点：

- 1) 适用于污水检查井，操作简单方便；
- 2) 顶进设备小且轻便，可直接放置在运输车辆上，无需装卸，省时省力，具有一定的灵活性；
- 3) 施工速度快、质量有保证，可大量节约工期，同时保证施工质量，能够满足夜间施工要求，长为 50~80m 的井段，6h 内能够敷设安装完成。

2. 施工设备

由于该施工工艺过程较简单，仅仅需要将短管送入原有管道内，通过液压设备顶推、撞合即可完成。对机械性能和动力要求也相对较低，短管内衬套管设备研制时，重点考虑顶推动力。

18.1.2 采用顶推方法施工时，施工设备由液压操作系统、管道装配系统及液压动力站组成，具体包括千斤顶、管口抱箍和护口铁帽。

18.1.3 修复更新工程完成后，应采用电视检测 (CCTV)设备进行管道内部检测。

18.2 内衬材料

18.2.1 PE 管原材的规格、外观尺寸满足现行国家标准《给水用聚乙烯(PE)管材》GB/T 13663 要求,性能应符合表 18.2.1 的规定和设计要求。

表 18.2.1 PE 管材性能

性能	单位	HDPE PE100	试验方法
环刚度	MP/m ²	≥8	《热塑性塑料管材 环刚度的测定》GB/T 9647-2015
屈服强度	MPa	>22	《塑料 拉伸性能的测定 第二部分:模塑和挤塑塑料的实验条件》GB/T 1040.2
弯曲模量	MPa	900	《塑料 弯曲性能的测定》GB/T 9341
断裂伸长率	%	>350	《塑料 拉伸性能的测定 第二部分:模塑和挤塑塑料的实验条件》GB/T 1040.2

18.2.2 PE 短管内衬长度应满足可从井室进入管道的要求,不宜大于 600mm。

18.2.3 PE 短管内衬连接断面应采用倒榫子母口形式;

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

18.2.5 PE 短管内衬生产过程应采用全面质量控制程序以保障加工尺寸精度。

18.3 工艺要求

18.3.1 短管内衬法应包括管道污水导流、管道疏通清淤、清洗、CCTV 内窥检查、施工设备安装、短管安装(含加工)、管道闭气试验、新、旧管道间隙注浆填充、CCTV 内窥检测、管头及支线处理、检查井修补、清理验收等主要步骤。

【条文说明】**18.3.1** 现状污水管道清理是短管内衬法修复的基础,一般采用高压水进行冲洗,清除管内表面附着的淤积物、障碍物,对于管道封堵残渣、侵入管道的接口混凝土等采用钢刷、机械手等方法清除。

18.3.2 清管应彻底,露出管道基底后,应采用与内衬短管同直径的短管进行试通,试通后,应采用 CCTV 内窥检测仪检查清管质量。

18.3.3 施工前应检查所使用穿插管管材,管材的型号、材质、长度、接口形式应符合设计要求,外观不得存在可见的裂缝、孔洞、划伤、夹杂物、变形等缺陷。

18.3.4 内衬管可通过牵引、顶推或两者结合的方法置入原有管道中。动力设备牵引、顶推速度与内衬管送入原有管道应配合同步,内衬管道受力应与管道轴线重合或平行。

18.3.5 内衬管穿插时,应对原有管道端口、牵引或顶推连接端、内衬传送接触部位采取保护措施,不得损伤内衬管。

18.3.7 不连续内衬管（短管）穿插施工应符合下列规定：

- 1 内衬管顶推或牵拉时应匀速、可控；一个施工管段宜在同一连续作业时段内完成；
- 2 顶推或牵拉时最大作用力不应大于内衬管的设计压力或拉力以及接口的允许最小拉力，无设计值时最大顶推或牵拉力不应大于内衬管允许压力或拉力的 50%；
- 3 内衬管道顶推或牵拉就位应考虑应力变形和热胀冷缩的变形量；就位后宜经过 24h 的应力恢复后方可进行后续操作。
- 4 顶推作业应保证形成的内衬管平顺，不宜出现“蛇形”变形和起伏。
- 5 接口连接时，连接方式和操作应符合设计、工艺或加工厂家的要求。

18.3.8 穿插管工艺带水作业时，水位和流速应根据作业安全和修复质量要求确定。

18.3.9 内衬管穿插完成后，应将管道两端切割整齐，在修复管道端部处应对原有管道和内衬管之间的环状间隙进行密封处理。

18.3.10 内衬管与原管道的环状间隙注浆应符合下列规定：

- 1 注浆前应采取保护措施避免浆液泄漏进入支管或从注浆孔、内衬接头处泄漏；注浆后应密封注浆孔，并对管道端口进行处理，使其平整；
- 2 注浆压力应小于内衬管可承受的外压力；如条件不能满足时，应对内衬管进行支护或采取其他保护措施；
- 3 浆液应具有较强的流动性，并应满足固化过程收缩量小、放热量低的要求；
- 4 注浆应饱满、无空隙，并不得造成内衬管的移动和变形；每一作业管段的注浆均应一次完成。

18.3.11 施工中应同步完成包括牵引或顶推力大小和速度、内衬管长度和拉伸率、就位后静置时间、内衬管与原有管道间隙注浆量等相关记录和检验。

18.3.12 原有管道预处理应满足下列要求：

- 1 插管法修复时，管道经清理冲洗，管道内壁应表面洁净，底部 135° 范围内无附着物以及可能划伤管道的尖锐毛刺、突起硬物。
- 2 胀插管修复时，应将原管道内淤泥、垃圾等物进行清理，可不进行表面清洗，管道变形宜适当，以获得较好的管道置换施工质量。

18.3.13 原有管道内影响内衬施工的障碍宜采用专用工具或局部开挖的方式进行清除。

18.3.14 原有管道预处理完成后，应采用电视检测(CCTV)设备进行管道内部视频检测，并保存影像资料。

18.3.15 砼后背及设备安装应满足下列要求：

- 1 保护井墙的砼后背厚度不应小于 15cm，后背平面尺寸应能满足最大顶力 的需要；顶镐应与砼后背贴实紧密，保证受力均匀。
- 2 油管与顶镐、油压泵连接牢靠，顶进前进行试机，确保顶镐伸缩自由，具 备足够的牵引和推力。

3 辅助工具的要求及使用：切实保证提高施工质量，且不会对管道产生损伤和破坏，经评估鉴定后方可使用。

18.3.16 管道推进、管口拼接及处理应满足下列要求：

- 1 应在无水的条件下进行作业；
- 2 推顶（牵拉）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，顶镐应缓慢匀速推进；
- 3 应在每个子口的规定位置安装遇水膨胀止水胶圈一道，并将子母口擦拭干净，满涂密封胶，保证管口完全密封；
- 4 井段更新完成后，将工作井与目标井的管端进行切削处理，并将管口打磨光滑，使用速凝水泥对环形间隙进行密封且管顶预留注浆孔、出浆孔。

18.3.17 环状间隙注浆处理应满足下列要求：

- 1 严格控制浆液配比，注浆压力不应大于 0.4MPa。
- 2 注浆后的环形间隙应充满，无松散、空洞等现象。
- 3 注浆完成后应对两端端口进行封闭处理，保证封口平滑、密封良好。

18.3.18 检查井修复应满足下列要求：

- 1 修复完成，应按井内原状或设计要求恢复井内设施。
- 2 对损坏处进行修补，必要时做防渗处理。

18.4 质量检验

18.4.1 短管内衬法修复管道应符合下列规定：

主控项目

- 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规范规定。

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；按本规范第 5.9.8 条有关规定执行

检查数量：全数检查。

一般项目

4 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。

检查方法：观察，管径小于等于 800mm 时应依据闭路电视管道检测图像。

检查数量：全数检查

5 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：检查施工记录。

检查数量：全数检查。

6 修复管道内壁应光洁、平整、线性、无明显突起；接口、接缝应平顺，新旧管道过渡应平缓。

检查方法：观察，管径小于等于 800mm 时应依据闭路电视管道检测图像。

检查数量：全数检查

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

检查方法：观察；检查施工记录、注浆记录。

检查数量：全数检查

18.4.2 经过预处理的原有管道采用管道潜望镜或电视检测（CCTV）设备进行管道内部查看，并保存影像资料，作为验收检查的一部分。

检查方法：全数观察，电视检测（CCTV）检查；包括预处理施工记录、相关技术处理记录。

检查数量：全数检查

18.4.3 PE 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，管节及管件的规格、性能应符合国家有关标准的规定和设计要求，进入施工现场时其外观质量应符合下列规定：

1 不得有影响结构安全、使用功能及接口连接的质量缺陷，

2 管节不得有异向弯曲，端口应平整；

3 管道线性应和顺，接口应平顺；管道内应无明显湿渍、渗水、滴漏等现象。

4 遇水膨胀止水胶圈应符合相关规范的规定，外观应光滑平整，不得有裂缝、破损、气孔、重皮等缺陷，并留取同批次材料以供检查。

检查方法：检查产品质量保证资料；检查成品管进场验收记录。

检查数量：全数检查

5 接口连接，两管节中轴线应保持同心，承口、插口部位无破损、变形、开裂，插口推入深度应符合要求。

检查方法：通过电视检测（CCTV）检查，逐个接口检查（施工记录）；检查施工记录。

检查数量：全数检查

18.4.4 胀插管（插管）法修复更新管道内衬管表面质量应符合下列规定：

1 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；

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。

检查数量：全数检查

18.4.5 内衬管与原有管道之间的环状间隙的注浆，注浆固结体应充满间隙、无松散、空洞等现象。

检查方法：检查注浆记录。

检查数量：全数检查

18.4.6 两端管口密封处理应符合设计要求，如无要求时，应保证管口灰浆平滑，密封良好。

检查方法：管道潜望镜检查

检查数量：全数检查

19 管道功能性试验

19.1 一般规定

19.1.1 内衬管安装完成、内衬管冷却到周围土体温度后，应进行管道严密性试验，严密性试验分为闭水试验和闭气试验。

19.1.2 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。

19.1.3 局部修复管道可不进行闭气或闭水试验。

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

19.1.5 冬期进行压力管道水压或闭水试验时，应采取防冻措施。

19.1.6 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管、连管接入，且临时排水困难时，可按照现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268 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，修复更新管道应无明显渗水，严禁水珠、滴漏、线漏等现象。

19.2 管道的闭水试验

19.2.1 闭水试验法应按设计要求和试验方案进行。

19.2.2 试验管段应按井距分隔，抽样选取，带井试验。

19.2.3 管道闭水试验时，试验管段应符合下列规定：

- 1 管道及检查井外观质量已验收合格；
- 2 管道未回填土且沟槽内无积水；
- 3 全部预留孔应封堵，不得渗水；
- 4 管道两端堵板承载力经核算应大于水压力的合力；除预留进水管外，应封堵坚固，不得渗水；
- 5 顶管施工其注浆孔封堵且管口按设计要求处理完毕，地下水位于管底下列。

19.2.4 管道闭水试验应符合下列规定：

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

3 计算出的试验水头小于 10m，但已超过上游检查井井口时，试验水头应以上游检查井井口高度为准；

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

$$Q_e = 0.0046D_L$$

式中： Q_e —允许渗流量 [$m^3/(24h \cdot km)$]；

D_L —试验管道内径(mm)。

19.3 管道的闭气试验

19.3.1 采用低压空气测试塑料排水管道的严密性采用本办法。

19.3.2 闭气试验应包括试压和主压两个步骤。

19.3.3 试压应按下列步骤进行：

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

19.3.4 试压步骤结束后，应进入主压步骤。主压应按下列步骤进行：

- 1 缓慢增加压力直到 27.5KPa，关闭气阀停止供气；
- 2 观察管内压力变化，当压力下降至 24kPa 时，开始计时；
- 3 记录压力表中压力从 24kPa 下降至 17KPa 所用的时间；

19.3.5 闭气

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

19.3.6 测试允许最短时间应按下列公式计算：

$$T=0.00102 DK_t/V_e \quad (C.0.6-1)$$

$$K_t=5.4085 \times 10^{-5} DLL \quad (C.0.6-2)$$

式中：T——压力下降 7 kPa 允许最短时间 (s)，应按表 19.3.6 取值；

D——管道平均内径 (mm)

K_t ——系数，不应小于 1.0；

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

L——测试段长度 (m)。

表 19.3.6 气压下降 7kPa 所用时间允许的最小值

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

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

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

19.3.7 如果测试不合格，应检查渗漏点并进行修复。修复之后，再次进行闭气试验，并应达到规定的要求。

19.3.8 对于长距离大直径的管道，宜采用压力下降 3.5kPa 的方法。气压下降 3.5kpa 所用时间允许的最小值应满足表 19.4.8 中的要求。

表 19.4.8 气压下降 3.5 kPa 所用时间允许的最小值

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

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

19.3.9 闭气法试验可按附录 L 执行。

《城镇排水管道非开挖修复工程施工验收规程》
征求意见稿

附录 A 排水管道非开挖修复工程分项、分部、单位工程划分

表 A 排水管道非开挖修复工程分项、分部、单位工程划分表

单位工程（子单位工程）		大、中型管道非开挖修复工程	
分部工程（子分部工程）		分项工程	检验批
管道修复工程	原有管道预处理	管道清掏、管道清洗、除锈、障碍清除、管道封堵、导水	每修复井段
	土体注浆加固	注浆、注浆后处理	每注浆带点
	翻转式原位固化修复	软管翻转置入、软管固化、端口处理	每施工段 2 个
	紫外光原位固化修复	软管牵拉置入、软管固化、端口处理	每施工段 2 个
	水泥基砂浆喷涂修复	喷涂、端口处理；	每施工段 2 个
	高分子材料喷涂修复	喷涂、端口处理；	每施工段 2 个
	机械制螺旋缠绕内衬法	机械制螺旋缠绕、注浆、端口处理；	每施工段 2 个
	管道垫衬修复	软管牵拉置入、注浆、端口处理；	每施工段 2 个
	碎（裂）管更新	管段碎（裂）管更新、端口处理	每施工段 2 个
	热塑成型修复	管段穿插置入、热力加压、端口处理	每施工段 2 个
	管片内衬修复	拼装制管、注浆、端口处理	每施工段 2 个
	不锈钢双胀环修复	——	每个点位
	不锈钢快速锁修复	——	每个点位
	点状 CIPP 方修复	——	每个点位
	短管内衬法	穿插置入、管段（节）连接、注浆、端口处理	每施工段 2 个
	渠箱结构修复	管段（节）连接（压制）、穿插置入、注浆、端口处理	每修复井段
检查井修复	检查井地基加固	每个检查井地基	每个检查井地基
	检查井结构修复	每个检查井结构	每个检查井一个

注：1 大型管道非开挖修复工程：指管道一次修复长度大于 1000m 的管道工程；

2 中型管道非开挖修复工程：指管道一次修复长度大于 500 小于 1000m 的管道工程；

3 小型管道非开挖修复工程：指管道一次修复长度小于 500 的管道工程。

4 局部修复包括不锈钢双胀环修复、不锈钢快速锁修复、点状 CIPP 修复等小型管道非开挖修复。

5 工作井的地基与基础、围护结构工程，可按现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《地下防水工程质量验收规范》GB 50208、《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141 等相关规定执行。

附录 B 分项、分部、单位工程质量验收记录

表 B.0.1 CIPP 内衬施工前管道检查记录表

表 GLZ-01

工程名称					施工路段			
修复管段编号			修复施工长度		修复施工管径		内衬设计厚度	
建设单位					监理单位			
设计单位					施工单位			
序号	管道修复前检查项目		施 工 前 管 道 内 部 要 求					
1	第 6.2.1 条		施工前，对待修复管道内部情况进行复查。					
2	第 6.2.1 条		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，原有管道内不应有渗水现象					
3	第 6.2.4 条		有内钢套的原有管道，应对内钢套进行预处理。					
4	第 6.2.5 条		变形严重、接头错位严重的管道应按经批准的施工组织设计进行预处理					
5	第 6.2.6 条		漏水严重的原有管道，应对漏水点进行止水或隔水处理。					
6	施工前管道内检测 发现结构性缺陷							
施工单位 自检情况		(盖章) 施工员： 技术负责人： 日期：						
监理单位 检查验收 情况		(盖章) 现场监理： 专业监理工程师： 日期：						
建设单位 检查验收 情况		(盖章) 建设方代表： 日期：						

表 B.0.2 CCIPP 树脂浸渍软管检查记录表

表 GLZ-02

工程名称						施工路段					
修复管段编号		修复施工长度		修复施工管径				内衬设计厚度			
建设单位						监理单位					
设计单位						施工单位					
序号	软管外观检查项目		软管浸渍质量要求								
1	第 4.0.2 条		软管的长度应大于待修复管道长度，软管直径的大小应保证在固化后能与原有管道内壁紧贴在一起								
2	第 4.0.2 条		多层软管各层接缝处应错开、接缝连接应牢靠								
3	第 6.4.1 条		软管应在抽成真空状态下充分浸渍树脂，且不得出现干斑或气泡								
4	第 6.4.1 条		浸渍过树脂的软管应储存在不高于 20℃ 的环境中，运输过程中应记录软管暴露的温度和时间								
5	测量项目	规定值或允许偏差	软管厚度实测值								
6	厚度检测 (mm)	>t, 宜为 (1.1-1.3) t	0 m	10m	20m	30m	40m	50m	60m	70m	80m
			90m	100m	110m	120m	130m	140m	150m	160m	170m
施工单位自检情况	(盖章) 施工员: 技术负责人: 日期:										
监理单位检查验收情况	(盖章) 现场监理: 专业监理工程师: 日期:										
建设单位检查验收情况	(盖章) 建设方代表: 日期:										

表 B.0.3 CIPP 内衬管翻转固化冷却过程检查记录表

表 GLZ-03

工程名称						施工路段					
修复管段编号		修复施工长度		修复施工管径		内衬设计厚度					
建设单位					监理单位						
设计单位					施工单位						
序号	检查项目		施 工 情 况								
1	第 6.4.2 条		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								
2	第 6.4.2 条		翻转完成后, 浸渍树脂软管伸出原有管道两端的长度宜大于 1m								
3	第 6.4.3 条		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, 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								
4	第 6.4.4 条		应先将内衬管的温度缓慢冷却至一定温度, 热水固化宜为 38℃; 蒸汽固化宜为 45℃								
5	固化温度实测值℃ (每 60 分记录一次)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
施工单位 自检情况	(盖章) 施工员: _____ 技术负责人: _____ 日期: _____										
监理单位 检查验收 情况	(盖章) 现场监理: _____ 专业监理工程师: _____ 日期: _____										
建设单位 检查验收 情况	(盖章) 建设方代表: (签章) _____ 日期: _____										

表 B.0.4 CIPP 内衬固化后管道检查记录表

表 GLZ-04

工程名称								施工路段					
修复管段编号			修复施工长度			修复施工管径			内衬设计厚度				
建设单位								监理单位					
设计单位								施工单位					
序号	检查项目		质 量 情 况										
1	第 7.1.12 条		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	第 6.4.6 条		内衬管端头应切割整齐										
3	第 7.1.0 条		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，壁厚应符合设计要求										
4	第 7.1.0 条		《塑料管道系统 塑料部件尺寸的测定》GB/T 8806 规定：在每个选定的被测截面上，沿环向均匀间隔至少 6 点进行壁厚测量										
5	测量项目	规定值或允许偏差	内衬固化管端部断面环向厚度测量值										
			端部 1						端部 2				
	厚度检测	$\geq t$	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5
施工单位自检情况		(盖章) 施工员： 技术负责人： 日期：											
监理单位检查验收情况		(盖章) 现场监理： 专业监理工程师： 日期：											
建设单位检查验收情况		(盖章) 建设方代表： 日期：											

表 B.0.5 CIPP 内衬固化后管道闭水试验记录表

表 GLZ-05

工程名称					施工路段		
试验管道编号		试验管道长度		试验管道管径		是/否 带检查井	
建设单位				监理单位			
设计单位				施工单位			
检查项目		试验水头 (m)		允许渗水量 (小于或等于) 计算式		允许渗水量 (m ³ /24h*km)	
管道严密性检验				Q _e =0.0046D _i			
渗水量测定记录表	次数	观测起始 时间 T1	观测结束 时间 T2	恒压时间 T (min)	恒压内补入 水量 W(L)	实测渗水量 L/ (min*m)	
	1						
	2						
	3						
	折合平均渗水量: (m ³ /24h*km)						
施工单位 自检情况	(盖章) 施工员: 技术负责人: 日期:						
监理单位检查验收情况	(盖章) 现场监理: 专业监理工程师: 日期:						
建设单位检查验收情况	(盖章) 建设方代表: (签章) 日期:						

表 B.0.6 _____分部（子分部）CIPP 内衬修复后管道验收表

表 GLZ-06

工程名称				施工 路段		施工 管段	
施工单位				施工员		质量员	
序号	分项工程名称	原管径 (mm)	原长度 (m)	实测管径 (mm)	实测长度 (m)	施工单位 检查评定	验收 意见
1							
2							
3							
4							
5							
6							
质量控制资料							
安全和功能检验（检测）报告							
感官质量验收							
验收 单 位	施工单位 (盖章)	技术负责人：_____ 项目经理：_____ 日期：_____					
	监理单位 (盖章)	现场监理：_____ 专业监理工程师：_____ 日期：_____					
	建设单位 (盖章)	建设方代表：_____ 日期：_____					

表 B.0.7 注浆法管道修复验收表

工程名称				施工路段 (管段编号)		管径	
施工单位				道病害类型		埋深	
编号	注浆设备 名称/型号	注浆压力 (Mpa)	注浆方法 (管内/管外)	注浆材料	注浆量 (Kg)	渗漏情况	抬升量 (cm)
1							
施工照片	注浆前		注浆中		注浆后		
雷达对比图	注浆前雷达图			注浆后雷达图			
施工单位自检				项目负责人: 施工单位 (盖章) 日期:			
监理单位验收意见				监理工程师: 监理单位 (盖章) 日期:			
建设单位验收意见				项目负责人: 建设单位 (盖章) 日期:			

表 B.0.8 水泥基砂浆喷筑法检查记录表

工程名称					施工路段		
修复管段编号			修复施工 长度/m		修复施工 管径/mm		内衬设计厚 度/mm
建设单位					监理单位		
设计单位					施工单位		
序号	检查项目	质 量 情 况					
1	第 8.4.1 条	材料性能应符合设计要求，质量保证资料齐全					
2	第 8.4.2 条	施工现场按要求制作试块					
3	第 8.2.3 条	内衬厚度满足设计要求					
4	第 8.4.4 条	修复后内衬表面规整，无明显渗水，严禁滴漏、线漏等现象；流槽平顺、管口与井壁结合严密。					
施工单 位 自 检 情 况	(盖章) 施工员： 技术负责人： 日期：						
监理单 位 检 查 验 收 情 况	(盖章) 现场监理： 专业监理工程师： 日期：						
建设单 位 检 查 验 收 情 况	(盖章) 建设方代表： 日期：						

表 B.0.9 高分子材料喷涂修复后管道检查记录表

表 GLZ-09

工程名称					施工路段			
修复管段编号			修复施工长度		修复施工管径		内衬设计厚度	
建设单位					监理单位			
设计单位					施工单位			
序号	检查项目		质 量 情 况					
1	第 9.4.1 条 基层表面处理		1. 待喷涂基层混凝土与旧基层应该紧密贴合，无空鼓、无硬突起，阴角和阳角处的过度宜平顺 2. 基层喷涂前，基层表面温度应 ≥ 5 （不同材料的要求可能有差别），并应强制通风 3. 基层涂料处理后基层表面应无孔洞、无裂缝、无划伤、无灰尘沾污、无异物，细部构造处的基层表面处理符合设计要求和本规程的规定					
2	第 9.4.3 条		管道线形应和顺，接口、接缝应平顺，新老管道过渡应平缓；管道内应无明显湿渍					
3	第 9.4.4 条		修复更新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					
4	第 9.4.6 条		高强度聚氨酯涂层应连续、无漏涂，无空鼓、无剥落、无划伤、无龟裂、无异物。气泡直径不得大于 1cm，成膜材料每平米内包含的上述气泡不得超过 5 个					
5	测量项目	规定值或允许偏差	高强度聚氨酯喷涂厚度按表 9.4.1 测量					
			1	2		3		
	厚度检测	$\geq t$						
施工单位自检情况		（盖章） 施工员： 技术负责人： 日期：						
监理单位检查验收情况		（盖章） 现场监理： 专业监理工程师： 日期：						
建设单位检查验收情况		（盖章） 建设方代表： 日期：						

表 B.0.10 螺旋缠绕法分项工程（验收批）质量验收记录表

工程名称		分项工程名称	
施工单位		项目经理	
验收批名称、部位			
主控项目	质量验收规范规定的检查项目及验收标准		监理单位检查评定记录
	1	带状型材和钢带的外观、性能符合本规程和设计要求	
	2	管道的刚度应符合设计要求	
	3	修复后的管道不得有滴漏和线流现象	
一般项目	1	管道修复后不得出现纵向隆起、环向扁平和其他变形情况	
	2	管道环形间隙封堵严密	
	3	注浆充满度符合设计要求	
施工单位检查评定结果		项目专业质量检查员： 年 月 日	
监理单位（建设）单位验收结论		监理工程师： （建设单位项目专业技术负责人） 年 月 日	

表 B.0.11 垫衬法修复管道验收记录表

工程名称				施工路段	
修复管段编号			修复施工段长度		修复施工管道直径
建设单位				监理单位	
设计单位				施工单位	
序号	检查项目及要 求				检查结果
1	主控项目	主要材料的规格、尺寸、性能应符合规程和设计要求。			
2		灌浆料强度符合规程和设计要求。			
3		内衬的平均厚度不得小于设计值。			
4	一般项目	管道内表面质量检测：管道接口、接缝平顺，新老管道过渡应平缓，不得出现渗漏现象。			
5		速格垫内衬焊接质量：焊缝清晰，无漏焊。			
6		灌浆固结体应充满环状间隙，无松散、空洞等现象。			
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，且密封良好。			
8		修复管道相关的检查井及井内施工应符合设计要求，无渗漏现象。			
施工单位自检情况		(盖章) 施工员：_____ 技术负责人：_____ 日期：_____			
监理单位检查验收情况		(盖章) 现场监理：_____ 专业监理工程师：_____ 日期：_____			
建设单位检查验收情况		(盖章) 建设方代表：_____ 日期：_____			

表 B.0.12 碎（裂）管法检查记录表

表 GLZ-12

工程名称					施工路段		
修复管段编号			修复施工长度		修复施工管径		内衬设计厚度
建设单位					监理单位		
设计单位					施工单位		
序号	检查项目	质 量 情 况					
1	第 12.4.1 条 安装前管道规格尺寸	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。					
2	第 12.4.2 条 安装前管材技术指标	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规范规定。					
3	第 12.2.3 条 管道接口连接	当采用牵拉施工为主时，管材接口抗拉强度不应小于管材本身的抗拉强度，当采用顶推为主施工时，管材接口的抗压强度不应小于管材本身的抗压强度。					
4	第 12.4.3 条 修复后功能性试验	每个施工段均应进行功能性试验，管道功能性按现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268 无压管道闭水试验的有关规定进行，并满足其规定的要求。					
5	第 12.4.4 条 修复后管道内表面	更新管道内衬管内壁表面应光滑、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					
6	第 12.4.5 条 修复后管道端口	新管道端口不得存在渗漏、土体松散现象。					
7	第 12.4.6 条 修复后管道外表面	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。					
施工单位 自检情况	（盖章） 施工员：_____ 技术负责人：_____ 日期：_____						
监理单位 检查验收 情况	（盖章） 现场监理：_____ 专业监理工程师：_____ 日期：_____						
建设单位 检查验收 情况	（盖章） 建设方代表：_____ 日期：_____						

表 B.0.13 热塑成型修复管道检查记录表

表 GLZ-13

工程名称					施工路段		
修复管段编号		修复施工长度		修复施工管径		内衬设计厚度	
建设单位				监理单位			
设计单位				施工单位			
序号	检查项目	质 量 情 况					
1	第 13.4.4 条 安装前管道外观	热塑成型内衬管表面应光洁、平整，无局部划伤、裂纹、磨损、孔洞、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	第 13.4.5 条 安装后管道内壁	1 无裂缝、孔洞、干斑、脱落、灼伤点、软弱带和可见的渗漏现象； 2 内壁顺滑，无明显的环形褶皱； 3 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。					
3	第 13.4.2 条 与原管道贴合性能	修复后内衬管道应保证和原管道紧密贴合，修复后 CCTV 结果应与原管道内部几何形状相符					
4	第 13.4.6 条 严密性实验	1 无压管道的修复，外观检查合格的内衬管无需进行严密性试验，应认同严密性试验合格。 2 热塑成型法修复压力管道时应按《排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 相关规定进行严密性试验。					
5	测量项目	规定值或允许偏差	按 GB/T8806 对管材在安装前或安装后测量				
	厚度检测		1	2	3	4	5
施工单位自检情况	(盖章) 施工人员：_____ 技术负责人：_____ 日期：_____						
监理单位检查验收情况	(盖章) 现场监理：_____ 专业监理工程师：_____ 日期：_____						
建设单位检查验收情况	(盖章) 建设方代表：_____ 日期：_____						

表 B.0.14 管片内衬法检查记录表

工程名称					施工路段		
修复管段编号		修复施工长度		修复施工管径		内衬设计厚度	
建设单位					监理单位		
设计单位					施工单位		
序号	检查项目	质 量 情 况					
1	第 14.4.1 条	检查到现场的模块具有相同材质，部件不得存在裂缝、漏洞、外来夹杂物、变形或其他损伤缺陷。					
2	第 14.4.2 条	应分别对不同生产批次的管片进行抽样检测。					
3	第 14.4.3 条 管片检测	应按照 GB/T 1040.2、GB/T 9341、GB/T 1633 检测管片的纵向拉伸强度、纵向拉伸延伸率、热塑性塑料维卡软化温度。					
4	第 14.4.4 条 填充砂浆检测	每次进行注浆作业时，必须对 3S 填充砂浆进行现场测试流动度并取样做抗压强度测试。					
5	第 14.4.5 条 修复前材料检查	每片管片的材料需要有清晰的标记，标记应该包括生产商的名称、商标、产品编号、产地、生产日期和 PVC 材料等级等。					
6	第 14.4.7 条 制管后管内检查	管道修复后，采用 CCTV 检测或人员进入管内目测检查，不得出现鼓包，漏浆等外观缺陷。					
7	第 14.4.8 条 注浆后管内检查	管道修复后，采用 CCTV 检测或人员进入管内目测检查，确认注浆程度。浆液必须充满，无空洞。					
8	第 14.4.9 条 修复后管道功能性检查	管道修复后，可以根据实际情况采用闭气或闭水的方法确认管道无渗漏缺陷。原则上认为管道内部无漏浆即无渗漏。					
9	第 14.4.10 条 修复后管道尺寸检查	管道修复后，需测量管道内径，确认符合表 14.2.2-1 和表 14.2.2-2 中的尺寸要求。					
施工单位 自检情况	(盖章) 施工员： 技术负责人： 日期：						
监理单位 检查验收 情况	(盖章) 现场监理： 专业监理工程师： 日期：						
建设单位 检查验收 情况	(盖章) 建设方代表： 日期：						

表 B.0.15-1 不锈钢双胀环内衬管道施工前检查记录表

表 GLZ-01

工程名称				施工路段	
修复管段编号		修复施工点数		修复施工管径	
建设单位				监理单位	
设计单位				施工单位	
序号	管道修复检查项目	施 工 前 管 道 内 部 要 求			
1	第 4.1.1 条	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现象；			
2	第 4.1.1 条	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。			
3	施工前管道内检测发现结构性缺陷				
施工单位自检情况	施工方（签章） 日期：				
监理单位检查验收情况	监理方（签章） 日期：				
建设单位检查验收情况	建设方（签章） 日期：				

表 B.0.15-2 不锈钢双胀环内衬管道施工过程检查记录表

表 GLZ-02

工程名称				施工路段	
修复管段编号		修复施工点数		修复管段编号	
建设单位			监理单位		
设计单位			施工单位		
序号	管道修复检查项目	施 工 情 况			
1	第 15.4.3 条 第 15.4.5 条	待修复缺陷部位应被完全覆盖，止水橡胶圈应与原管道紧密贴合，无明显凸起、褶皱现象；管道严禁有渗水现象。			
2	第 15.4.3 条	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	第 15.4.4 条	修复后管道线性和顺，新旧管道过渡平缓，断面损失符合设计要求			
5	第 15.4.6 条	胀环两端部密封处理符合设计要求，且密封良好、密实。			
施工单位自检情况	施工方（签章） 日期：				
监理单位检查验收情况	监理方（签章） 日期：				
建设单位检查验收情况	建设方（签章） 日期：				

表 B.0.16-1 不锈钢快速锁内胀圈施工前检查记录表

工程名称						施工路段			
修复管段编号			修复施工点数		管道材质		修复施工管径		
建设单位					监理单位				
设计单位					施工单位				
序号	管道修复检查项目	施 工 前 管 道 内 部 要 求							
1	第 4.1.1 条	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现象；							
2	第 4.1.1 条	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。							
3	施工前管道内检测发现结构性缺陷								
施工单位自检情况	施工方（签章） 日期：								
监理单位检查验收情况	监理方（签章） 日期：								
建设单位检查验收情况	建设方（签章） 日期：								

表 B.0.16-2 不锈钢快速锁内胀圈施工过程检查记录表

工程名称				施工路段	
修复管段编号		修复施工点数		修复管段编号	
建设单位				监理单位	
设计单位				施工单位	
序号	管道修复检查项目	施 工 情 况			
1	第 16.4.4 条	待修复缺陷部位应被完全覆盖，修复部位无渗水现象。			
2	第 16.4.4 条	修复位置正确，不锈钢快速锁安装牢固			
3	第 16.4.4 条	修复后管道线性和顺，新旧管道过渡平缓，断面损失符合设计要求			
施工单位自检情况	施工方（签章） 日期：				
监理单位检查验收情况	监理方（签章） 日期：				
建设单位检查验收情况	建设方（签章） 日期：				

表 B.0.16-3 _____分部（子分部）不锈钢快速锁内胀圈修复后管道验收表

工程名称						施工路段	
施工单位				技术负责人		质量负责人	
序号	分项名称	原管径 (mm)	设计点数 (处)	实测管径 (mm)	实修点数 (处)	施工单位 检查评定	验收 意见
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
质量控制资料							
安全和功能检验（检测）报告							
感官质量验收							
验收单位	施 工 单 位	项目经理： 年 月 日					
	监 理 单 位	项目总监： 年 月 日					
	建 设 单 位	项目负责人： 年 月 日					

表 B.0.17-1 CIPP 局部内衬管道施工前检查记录表

表 GLZ-01

工程名称				施工路段	
修复管段编号		修复施工点数		修复施工管径	
建设单位				监理单位	
设计单位				施工单位	
序号	管道修复检查项目	施 工 前 管 道 内 部 要 求			
1	第 6.2.1 条	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，原有管道内不应有渗水现象			
2	第 6.2.1 条	原有管道待修复部位及其前后 500mm 范围内管道内表面应洁净，无附着物、尖锐毛刺和突起			
3	施工前管道内检测发现结构性缺陷				
施工单位自检情况	施工方（签章） 日期：				
监理单位检查验收情况	监理方（签章） 日期：				
建设单位检查验收情况	建设方（签章） 日期：				

表 B.0.17-2 CIPP 局部内衬管道施工过程检查记录表

表 GLZ-02

工程名称				施工路段	
修复管段编号		修复施工点数		修复管段编号	
建设单位				监理单位	
设计单位				施工单位	
序号	管道修复检查项目	施 工 情 况			
1	第 6. 2. 1 条	施工前, 对待修复管道内部情况进行复查。			
2	第 6. 12. 1 条	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			
3	第 6. 12. 2 条	软管浸渍完成后, 应立即进行修复施工, 否则应将软管保存在适宜的温度下, 且不应受灰尘等杂物污染			
3	第 6. 12. 3 条	通过气囊或小车将浸渍树脂软管运送到待修复位置, 并采用 CCTV 设备实时监测、辅助定位;			
4	第 6. 12. 4 条	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			
施工单位自检情况	施工方 (签章) _____ 日期: _____				
监理单位检查验收情况	监理方 (签章) _____ 日期: _____				
建设单位检查验收情况	建设方 (签章) _____ 日期: _____				

表 B.0.18 短管内衬法修复后管道验收表

工程名称				管线种类	
施工单位		项目负责人		开工日期	
分包单位		分包单位负责人		竣工日期	
序号	项目名称			检查意见	
1	材质质量保证资料	① 管节、胀插管、插管设备 ② 防水型玻璃胶 ③ 遇水膨胀止水胶圈、水泥、砂石、砖、混凝土、混凝土外加剂		合格 ☐ 不合格 ☐	
2	施工检测	① 修复更新前的 CCTV 检测		有 ☐ 无 ☐	
		② 修复更新后的 CCTV 检测		合格 ☐ 不合格 ☐	
3	功能性试验	① 闭水试验 ☐ ② 闭气试验 ☐		合格 ☐ 不合格 ☐	
4	施工技术管理	①施工组织设计（施工方案）、专题施工方案及批复②材料、设备进场验收③工程会议纪要④施工日志、安全交底、技术交底 及公司规定的文件⑤质量事故（问题）处 理记录⑥材料的检验报告		合格 ☐ 不合格 ☐	
5	施工记录	①接口组对拼装②检查井加固措施③顶进设备安装④顶进⑤接口处理及防水措施⑥顶进设备压力记录⑦环状间隙注浆⑧检查井修复		合格 ☐ 不合格 ☐	

附录 C 高聚物水中反应收缩率测试方法

C.0.1 本方法适用于检测高聚物水中反应收缩率。

C.0.2 试验设备应满足下列要求：

如图 C.0.2，2000ml 烧杯上直径为 133mm，高度 205mm，最小刻度 100ml，允许尺寸误差在 10% 以内。



图 C.0.2 试验用烧杯

C.0.3 试验步骤应符合下列规定：

1 水中反应：在 2000ml 烧杯里面装 1000ml 水，控制水温：25℃，静置使水面平稳。双组份高聚物的 A、B 组份各 50g，控制料温：25℃，物料重量比例 1:1，把两种原料都倒入在 500ml 塑料烧杯中，手工使用电动搅拌（2500r/min）混合 2s，快速把搅拌好的原料在 2000ml 烧杯杯口正中心位置倒入水中，静置等待完全固化。

2 同时在水中做试样 5 个以上，水中反应和其他试样区别较大的样品舍去。

3 将以上试样和塑料烧杯一起保留，至少在 23℃ ±2℃ 的条件下放置 16h。

4 放置 16h 后，把烧杯和泡沫一起切片，切片厚度为 2.5cm，取出试样测试泡沫最大直径 d1，最小直径 d2，对应的塑料烧杯最大直径 d3，最小直径 d4。

C.0.4 应按下式计算收缩率：

$$s1=[(d3+d4-(d1+d2))/(d3+d4)] \quad (C.0.4)$$

式中：d1——试样测试泡沫最大直径（mm）；

d2——试样测试泡沫最小直径（mm）；

d3——对应的塑料烧杯最大直径（mm）；

d4——对应的塑料烧杯最小直径。

附录 D 高聚物不透水性试验方法

D.0.1 试验仪器应满足下列要求:

- 1 不透水仪应由三个透水盘、液压系统、测试管路系统和夹紧装置等部分组成。
- 2 透水盘底座内径应为 92mm，透水盘金属压盖上有 7 个均匀分布、直径为 25mm 的透水孔。
- 3 压力表测量范围应为 0~0.6MPa，精确度等级 2.5 级。
- 4 透水盘尺寸应符合图 D.0.1 规定。

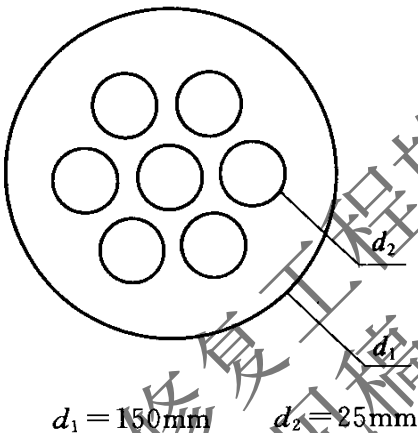


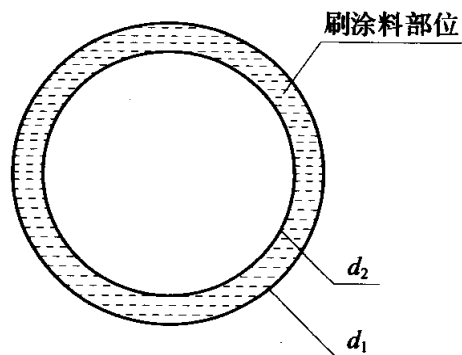
图 D.0.1 透水盘尺寸

D.0.2 试验条件应符合下列规定:

- 1 送至实验室的试样在试验前，应在温度 $23\pm 2^\circ\text{C}$ 、相对湿度 45%~55% 的环境中放置至少 48h，进行状态调节。
- 2 试验所用的水应为蒸馏水或洁净的淡水(饮用水)，试验水温: $20\pm 5^\circ\text{C}$ 。

D.0.3 试样制备应符合下列规定:

- 1 按直径 150mm、厚度 $15\text{mm}\pm 0.2\text{mm}$ 的尺寸加工试样，并要求试样平整无凹凸、无破损. 每一样品准备 3 个试样。
- 2 在准备的试样上按图 D.0.2 中阴影部分，正反两面均匀涂刷高分子弹性防水涂料，在第一遍涂料实干后再涂第二遍涂料，涂层厚度达到 1mm 以上，待试样完全实干后备用。



$$d_1 = 150\text{mm} \quad d_2 = 92\text{mm}$$

图 D.0.2 试样涂刷涂料位置

D.0.4 试验步骤应符合下列规定：

- 1 把试样放置在不透水仪的圆盘上，拧紧上盖螺丝，使其达到既不破坏试样，又能密封不漏水；
- 2 随后加水压至 0.2MPa，保持 30min 后，卸下试样观察，检查试样有无渗透现象；
- 3 试验结果判定，当有一个试样渗水时即判为不合格。

附录 E 高聚物渗透性能测试方法

E.0.1 本方法适用于检测高聚物渗透性能。

E.0.2 试样规格与形状应符合下列规定：

- 1 试件形状为圆台型（图 E.0.2）。
- 2 试样具体尺寸为上底直径为 175mm，下底直径为 185mm，高为 150mm。



a) 渗透试验试件 b) 试件顶部盲板

图 E.0.2 高聚物试件制作

E.0.3 试验设备应符合下列规定：

- 1 应采用型号为 DY-200 的微控高精度抗渗仪。
- 2 试件顶端安装一个圆形盲板，盲板上底直径为 175.0mm，下底直径为 175.6mm，高为 10mm（图 E.0.3）。
- 3 盲板上设置 4 个直径 5 mm 的观察孔。

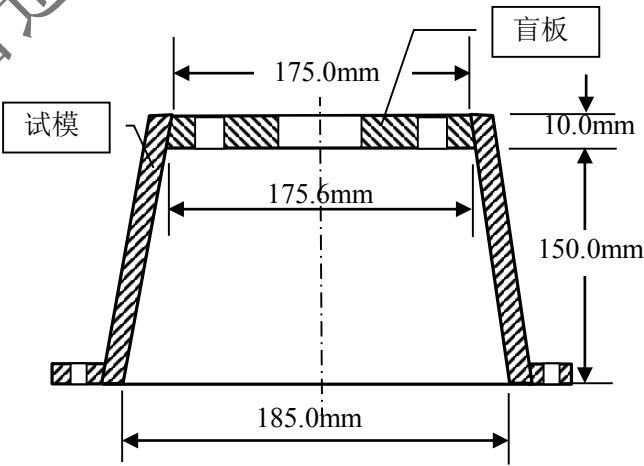


图 E.0.3 带盲板的试模

E.0.4 试验步骤应符合下列规定：

- 1 把试样放进试验装置的模具中。
- 2 在试件周围与模具侧壁涂抹密封材料。
- 3 从试样底部施加水压，从 0.1MPa 开始，每隔 3 小时增加 0.1MPa 压力。
- 4 观察试件顶部有无渗水，直至试件被压力水穿透时停止试验。
- 5 记录此时的水压力值，即为试件的起始渗透压力值。

《城镇排水管道非开挖修复工程施工验收规程》
征求意见稿

附录 F 高聚物材料膨胀比测试方法

F.0.1 本方法适用于测试高聚物材料的膨胀比。

F.0.2 试件规格与数量应符合下列规定：

- 1 试件采用边长（100±1）mm 的正方体或直径（50±1）mm、高度（100±1）mm 的圆柱体。
- 2 每一样品测试 5 个试件。

F.0.3 高聚物材料的膨胀比测试应符合下列规定：

1按照《泡沫塑料及橡胶表观密度的测定》（GB/T 6343-2009）的规定测定高聚物材料的表观芯密度。

2按下式计算高聚物材料的膨胀比：

$$n = \frac{\rho_0}{\rho} \quad (\text{F.0.3})$$

式中： n ——膨胀比；

ρ_0 ——材料各液体组份平均密度，单位为：g/cm³；

ρ ——聚合物表观芯密度，单位为：g/cm³。

3每组试件中剔除最大、最小两个值，取剩余三个试件的算术平均值为膨胀比的试验结果。

4 三个试件的计算结果差值不应大于10%，否则，重新进行试验。

附录 G 原位固化内衬管道短期抗弯性能测试

G.1 一般规定

G.1.1 本节规定了三点击抗弯测试的设备、样品形状和尺寸，以及用来测定施工阶段实际或模拟安装的原位固化管道抗弯性能的测试步骤。

G.1.2 本测试方法适用于纤维增强的热固性化合物的测试样品跨度与样本平均厚度可接受的比值，以及可能在长纤维增强的复合材料中发生的失效模式的定义。

【条文说明】G.1.2 对于弯曲的环状样品，考虑到几何校正因素后的修改公式提供了弯曲模量、应力应变和挠度测量的计算值。这些适用于三点击抗弯测试，需要仔细记录。

G.2 设备

G.2.1 测试弯曲的环状样品时，两个支座以及荷载作用点，都应是半径 $(5\pm 0.2)\text{mm}$ 的圆柱或半圆柱形的形状（图 G.2.1）。

【条文说明】G.2.1 因为测试样品不是百分百平面但又与支座完全接触，为了减少扭转应变的影响，样品的冲击边可以在一个垂直于样品轴线的平面内自由旋转。

在所有其他方面，测试机器、力和挠度测量系统和测量样品宽度和厚度的设备都应符合 ISO 178 或 ISO 14125 的要求。

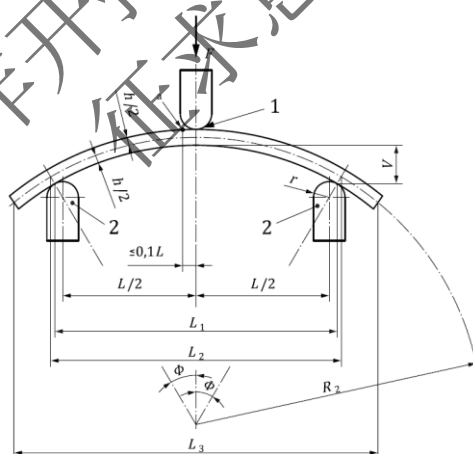


图 G.2.1 测试开始时就位的弯曲的圆周测试样品尺寸图

1——冲击边；2——支座；F——作用力；h——测试样品总厚度；l——支座间的距离；L1——空载下的测试样品与支座相接触点之间的距离；L2——弯曲测试样品真正的跨度；L3——弯曲测试样品的总弦长；r——支座的半径；R2——在 1/2 厚度处测试样品的曲率半径；V——内径高出空载下的测

试样品与支座相相接触点的高度； ϕ ——空载下的测试样品与支座相接触点之间的半角； a ——测试样品的最高点。

G.3 样品的形状与尺寸大小

G.3.1 样品的形状应符合下列规定：

- 1 从原位固化管的圆周方向切取的测试样品应有显著均匀的曲率半径，这样当测试样品放置在支座上时，最高点会出现在距离中心点不超过 $0.1 L$ 的位置。(图 G.2.1)。
- 2 纵向测试样品的边缘在切割时应互相平行。(图 G.3.1)。

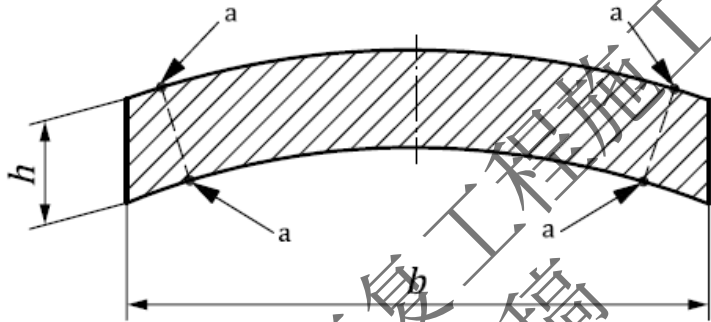


图 G.3.1 标记了纵向测试样品厚度测量点的截面图

h ——测试样品的厚度； A ——测试样品的宽度； a ——测量点

G.3.2 样品厚度在样品跨度的中间三分之一长度内的任何地方，复合材料中心的厚度不应超过平均值 10%。

G.3.3 样品的宽度应符合下列规定：

- 1 圆周方向的测试样品，从圆柱管样品切取时，宽度宜为 $(50 \pm 1) \text{mm}$ ；
- 2 从平面样品切取时，宽度应符合表 G.3.3 的规定。

表 G.3.3 纵向测试样品的宽度 A 与相应壁厚 $e_{c,m}$

复合材料平均厚度， $e_{c,m}$	宽度， A
$e_{c,m} \leq 10$	15.0 ± 1
$10 < e_{c,m} \leq 20$	30.0 ± 1
$20 < e_{c,m} \leq 35$	50.0 ± 1
$e_{c,m} > 35$	80.0 ± 1

注： 单位 mm

【条文说明】G.3.3 对于使用粗增强的复合材料或者该增强的主要方向不是在圆周方向上这两种情况，可以使用大一些的测试样品宽度。这些使用的测试样品宽度，误差 $\pm 1 \text{mm}$ ，应变成所有的圆周方向抗弯

测试产品的要求，弯曲和平面样品分别考虑。

纵向测试样品的宽度要求应符合表 G. 1。

注：不管什么原因，如果纵向测试样品的宽度超过表 G. 1 中的值，在推导抗弯性能时，它都应通过增强的弯曲截面惯性矩(参见图 G. 2)来纠正。

G.3.4 样品的长度应符合下列规定：

1 标称跨度为 L 的平面测试样品应切取不小于 $L + 4e_{c,m}$ 的总长度，符合 ISO14125:1998+A1:2011 表 3 定义的单向或多向复合材料除外，该类的长度不得少于 $L + 10e_{c,m}$ 。

2 对于弯曲的测试样品，切取的测试样品总弦长 L_3 (图 G.1)

$$L_3 = L_2 + 4e_{c,m} \cos \phi \quad (G.3.4-1)$$

3 对于第三类或第四类的复合材料，切取的测试样品总弦长 L_3 为

$$L_3 = L_2 + 10e_{c,m} \cos \phi \quad (G.3.4-2)$$

G.4 步骤

G.4.1 复合材料的厚度与宽度测量应符合下列规定：

1 总厚度 h 首先应通过测量位于测试样品跨度中间三分之一处的 6 个点来确定(图 G.4.1)。

2 复合材料的厚度应通过从每个测量到的总厚度减去已知或单独测量的任何内部和/或外部的膜的厚度来确定。

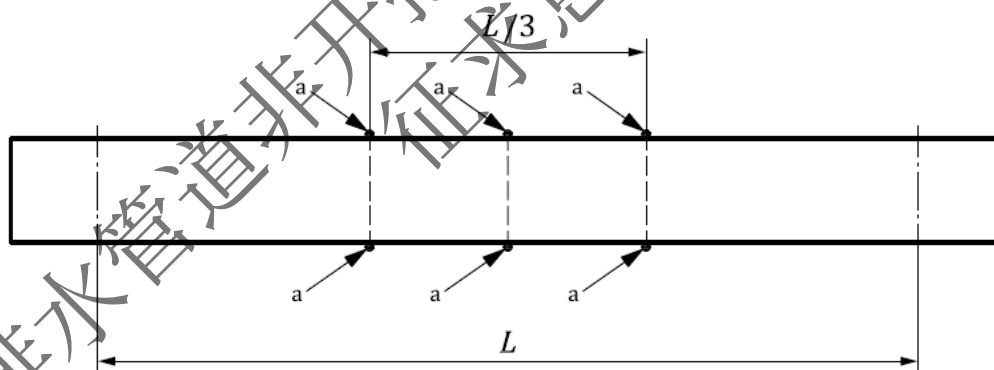


图 G.4.1 标记了测试样品(圆周向或纵向)厚度和宽度测量点的平面图

a——测量点

注：任何永久性或半永久性膜的厚度通常可以依照 8.4.2 定义的值。

条文说明 对于任何测试样品背部多余的纯树脂（对应于内衬管的外侧），特别是形成了不规则的厚度层，为了符合厚度公差或减少相关的挠曲模量的测量误差，在测试前可能部分或完全磨掉，前提是复合材料的部分没有因此被损伤。多余的纯树脂在这种情况下被定义为没有合并任何纤维的凝固树脂。这是现场取样技术的结果，否则按照 8.4.2，这将局部提高了树脂与纤维在复合材料中的比例。

树脂非常丰富的膜包括耐磨层都是 CIPP 壁体结构的考虑部分，这些将不从复合材料厚度中扣除，在测试之前也不需磨掉。

如果一个复合材料的厚度测量值偏离复合材料厚度的平均值 $e_{B,m}$ 超过 10%，该测试样品应被废弃并随机选取新的测试样品。

如果一个复合材料测试样品的厚度平均值 $e_{B,m}$ 偏离这一组测试样品的均值 $e_{c,m}$ 超过 10%，那么这个测试样品应被另一个随机选取的测试样品取代。

3 复合材料的厚度测量值偏离复合材料厚度的平均值 $e_{c,m}$ 不得超过 10%。

4 测试样品的宽度应在测量厚度的 3 组位置点进行测量（见图 G.4.1）。

G.4.2 跨度设置应符合下列规定：

1 在两支座之间的标称距离 L 应设置为 $(16 \pm 1) e_{c,m}$ ；

2 当使用弯曲的测试样品时，在两支座处接触点之间形成的半角 ϕ （图 G.4.1）不得超过 45° 。

【条文说明】G.4.2 使用弯曲的测试样品时，在两支座处接触点之间形成的半角 ϕ （图 G.1）不得超过 45° ，这对应了标称距离与直径比， L/d_n ，的上限约为 0.70。

G.4.3 跨度测量应符合下列规定：

1 支座中心间的水平距离 L 的测量将精确到 0.5%。

2 当使用弯曲的测试样品时，真正的跨度 L_2 应按下式计算（图 G.2.1）。

$$L_2 = \frac{L}{1 - \left[\frac{r + e_1 + \frac{e_{c,m}}{2}}{R_2} \right]} \quad (G.4.3-1)$$

式中： r ——支座的半径；

$e_{c,m}$ ——复合材料的平均厚度；

e_1 ——内膜的平均厚度；

R_2 ——在复合材料 1/2 厚度处测试样品的曲率半径

3 若圆周式测试样品时从圆环形内成全切取的情况，已知内衬管的外径 d_n ， R_2 可按式（G.4.3-2）计算：

$$R_2 = \frac{d_n - e_{c,m}}{2} \quad (G.4.3-2)$$

4 所有其他情况下， R_2 可按式（G.4.3-3）或者（G.4.3-4）计算（图 G.2.1）

$$R_2 = \frac{V}{2} + \frac{L_1^2}{8V} + e_1 + \frac{e_{c,m}}{2} \quad (G.4.3-3)$$

式中：V——

L_1 ——，可以直接在测试样品放置在支座但未加荷载时直接测量获得。

或者通过在纸上追踪测试样品内表面的边缘轮廓，并使用几何作图或其他合适的方法从而推导出最适合该轮廓的圆弧半径 R_1

$$R_2 = R_1 + e_1 + \frac{e_{c,m}}{2} \quad (G.4.3-4)$$

5 样品对齐在加荷载前，测试样品应垂直于支座放置，并且其中心线应位于冲击边支座线 $\pm 0.5\text{mm}$ 的位置。

G.5 计算与结果表示

G.5.1 用于计算的跨度和厚度应符合下列规定：

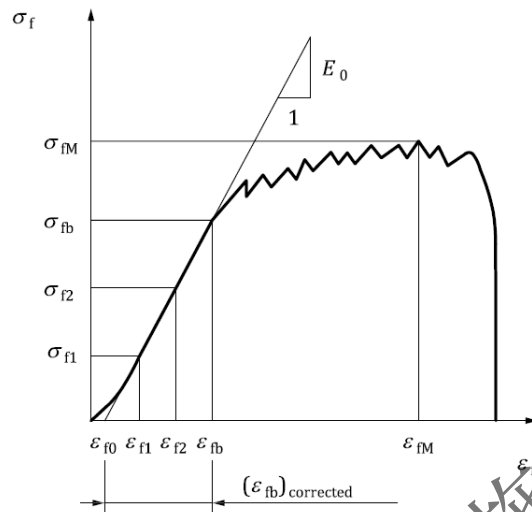
1 当采用弯曲的测试样品时，用于计算抗弯性能的跨度 L_2 应按式 (G.4.3-1) 计算，而不是两支座中心的距离 L 。

2 在任何情况下，用于计算复合材料的弯曲模量和强度的厚度，应采用本规程第 G.4.1 条测量得到的复合材料的厚度 $e_{c,m}$ 。

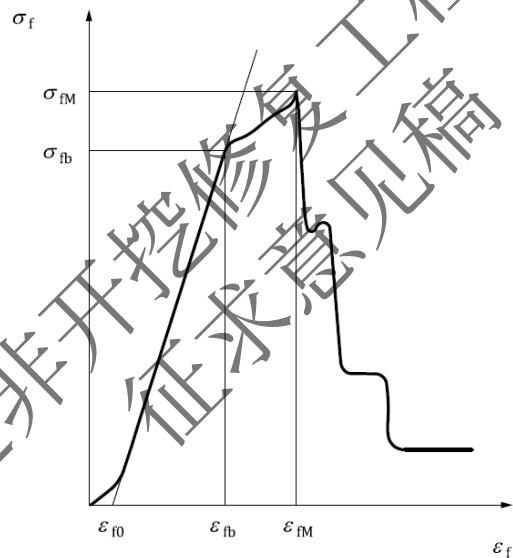
G.5.2 应变基点测定应符合下列规定：

1 测量应变基准或零点应按照图 G.5.2 所示，在表面应力-应变曲线的初始线性部分的斜率与应变轴的交点处。

2 当测试机器的软件不自动纠正零点误差时，应使用 G.5.3 中描述的通过由未修正的应变数据推导表面挠曲模量的步骤来计算真正的应变基点。



a) 在第一次断裂与施加最大荷载间复合材料足够的应变容量



A) 在第一次断裂时或稍后不久，复合材料呈现的脆裂

图 G.5.2 典型的弯曲应力-应变曲线特征以及相关衍生的材料属性

G.5.3 平板样品抗弯性能的推导应符合下列规定：

1 对于轴向方向的平面样品，压力，应变和弹性模量应按公式 (G.5.4-1) ~ (G.5.4-4) 计算，并应采用本规程第 G.5.1 条确定的复合材料的厚度 $e_{c,m}$ 替代总厚度 h 。

2 当使用未修正的应变数据时，短期抗弯模量 E_0 应依据 ISO 178:2010 + A1: 2013, 9.3 应用 $\epsilon_{f2} = \epsilon_{f1} + 0,002$ 来决定， ϵ_{f1} 应介于 0.0005 和 0.004 之间，这将使计算的挠曲模量值最大化， $E_f = E_0$ 。然后通过画出斜率 E_0 与应变轴相交，基准应变 ϵ_{f0} 可根据图 G.5.2 得到。在应力-应变曲线上任何一点的真正

的应力则可以从未修正的应变得得到, $(\varepsilon_{f1})_{\text{修正}} = (\varepsilon_{f1})_{\text{未修正}} - \varepsilon_{f0}$ 。如果由于其形状的过度扭曲, 或者该测试样品在未充分利用到支座前已达到了 0.002 表面应力 (未修正), 则该测试样品应被废弃并用一块新的随机选取的测试样品替代。

G.5.4 弯曲样品抗弯性能的推导应符合下列规定:

1 对于在圆周方向所取的弯曲样品, 应首先进行平面样品的计算, 并应采用按公式 (G.4.3-1) 计算的 L_2 替代 L , 按公式 (G.5.4-1) 计算应力 σ_c 和公式 (G.5.4-2) 计算应变 ε_c :

$$\sigma_c = \frac{3F \square L_2}{2b \square (e_{c,m})^2} \quad (\text{G.5.4-1})$$

$$\varepsilon_c = \frac{6s \square e_{c,m}}{(L_2)^2} \quad (\text{G.5.4-2})$$

2 在对应应变 0.0005 和 0.0025 的应力时, 按 (G.5.4-3) 计算表面弹性模量 E_c :

$$E_c = \frac{\sigma_{c2} - \sigma_{c1}}{\varepsilon_{c2} - \varepsilon_{c1}} \quad (\text{G.5.4-3})$$

式中: σ_{c2} , ε_{c2} ——较高的表面应力、应变测量值;

σ_{c1} , ε_{c1} ——较低的表面应力、应变测量值。

3 当使用未修正的应变数据时, 应使用 G.5.3 中描述的一个类似的步骤。设置 $\varepsilon_{B2} = \varepsilon_{B1} + 0.002$, ε_{B1} 的值应介于 0.000 5 和 0.004 之间, 这将最大化计算的表面挠曲模量值 E_B , 然后画出斜率 EB 与应变轴相交, 来确定基准应变 ε_{B0} 。

4 表面的模量和应力值应按公式 (G.5.4-4) 通过弯曲样品的几何结构来修正:

$$E_f = \frac{E_c}{C_E} \quad (\text{G.5.4-4})$$

$$C_E = \frac{(L_c/d_m) h^3 \square \cos^2 \phi}{1.5 [\phi - (L_c/d_m) \square \cos \phi]} \quad (\text{G.5.4-5})$$

$$d_m = 2R_2 \quad (\text{G.5.4-6})$$

$$\sigma_f = \frac{\sigma_c}{C_\sigma} \quad (\text{G.5.4-7})$$

$$C_\sigma = \left[1 + \frac{e_{c,m}}{3d_m} \right] / \cos \phi \quad (\text{G.5.4-8})$$

ϕ 应按下式计算

$$\sin \phi = L_2 / d_m \quad (\text{G.5.4-9})$$

式中： C_E ——校正系数，将从弯曲样品中获得的表面模量 E_c 转换为等价的平面样品的 E_f ；

d_m ——管直径平均值。

C_σ ——校正系数，将从弯曲样品中获得的表面应力 σ_c 转换为等价的平面样品的 σ_f 。

G.5.5 抗弯性能的替代表达应符合下列规定：

1 当不能获得复合材料的平均厚度 $e_{c,m}$ 时，可在公式（G.5.4-1）和（G.5.4-2）中采用总测试样品的平均厚度 h_m 代替 $e_{c,m}$ 。

2 抗弯性能可用截面抗弯刚度和截面弯矩能力来表示（G.5.4-10）和（G.5.4-11）：

$$EI = \frac{E_f [b] h_m^3}{12} \quad (\text{G.5.4-10})$$

$$M = \frac{\sigma_f [b] h_m^2}{6} \quad (\text{G.5.4-11})$$

【条文说明】注：这个测试结果的替代表达式可以用于检测已安装的 CIPP 内衬样品的质量控制，从而不需要详细的检查或测量墙体结构来核实截面设计特征的达成度。

G.6 测试报告

G.6.1 测试报告应包括下列信息：

- 1 引用文件
- 2 完整的所测试材料的识别，包括已知的类型、来源、制造商的代码，形式和以前的历史，和复合材料的类别；
- 3 对于管道样品，每个测试样品的取向（即周向或纵向）；
- 4 每个测试样品的形状和尺寸，对于弯曲的测试样品，包括总厚度平均值 h_m ，总长度 L_3 ，价值和半径的确定方法，半径 R_2 的值以及测量方法，还有直接测得的尺寸 L_1 和 V ；
- 5 根据 G.4.1，从测量总厚度中扣除的任何内部和/或外部膜的厚度 e_1 和 e_2 ，由此所确定的复合材料的厚度；
- 6 复合材料的平均厚度 $e_{B,m}$ 以及相较于样品中间三分之一段平均值的偏差最大百分比；
- 7 测量的数据；
- 8 准备测试样品的方法；
- 9 试验环境和调节过程；
- 10 测试样品的数量；
- 11 使用的标称跨度 L ，以及对于弯曲的测试样品所计算出真正的跨度 L_2 ；

- 12 测试速度；
- 13 测试机器的精度等级；
- 14 对于平面测试样品，与制作接触的那一面；
- 15 与支座接触的任何膜的厚度 e_1 以及获取方法；
- 16 使用的公式和应变范围(即应变差异)；
- 17 有测试日期的测试结果，表示为模量的平均值，在第一次断裂时的应力应变值，在最大荷载时的应力应变值，或者作为另一种选择，在客户指定的点所对应给的截面抗弯刚度值和截面弯矩能力；
- 18 所有单独的测试数据，包括所有在图 G.5.2 所示的关键点的力-位移图，力和位移的值；
- 19 失效类型；
- 20 平均值的标准差。

附录 J 原位固化内衬管壁密实性测试方法

J.0.1 试样应从现场已固化 CIPP 内衬管上截取。

【条文说明】J.0.1 本测试方法以 EN 1610 及 DWA-A 143-3 条款 7.2.9 为基础编订。

J.0.2 测试时应满足下列要求：

- 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，每施工段应分别取 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；

J.0.3 样品制备应符合下列规定：

- 1 当薄膜或者涂层是内衬管道的一部分时，不得破坏内衬表面的涂层。
- 2 当薄膜或者涂层不是内衬管道的一部分时，应进行下列操作：
 - 1) 应采用游标卡尺精确材料薄膜或者涂层厚度
 - 2) 然后对其切割 10 个相互垂直的切口，形成尺寸为 4*4mm 的网格
 - 3) 可采用相关辅助器材，控制切割厚度
 - 4) 样品在检测前需在指定的检测环境中储存至少 4h

J.0.4 测试应符合下列规定：

- 1) 测试时采用如图 J.0.4 所示的系统，形成外侧受负压的状态
- 2) 检测面积的直径为 45mm±5mm
- 3) 检测使用的介质（带颜色的试验水）放置在样品内侧
- 4) 检测压力为-0.05MPa（误差为±2.5KPa）
- 5) 检测时长为 30min
- 6) 每个施工现场选择三个样品进行测试

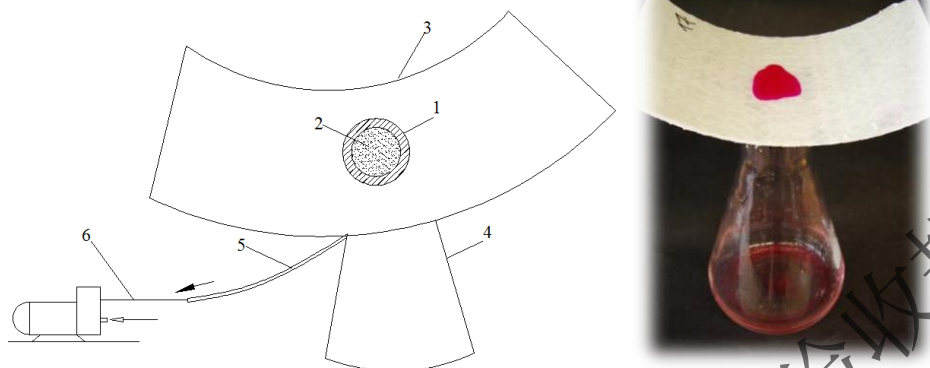


图 J.0.4 管壁密实性试验方法及装置

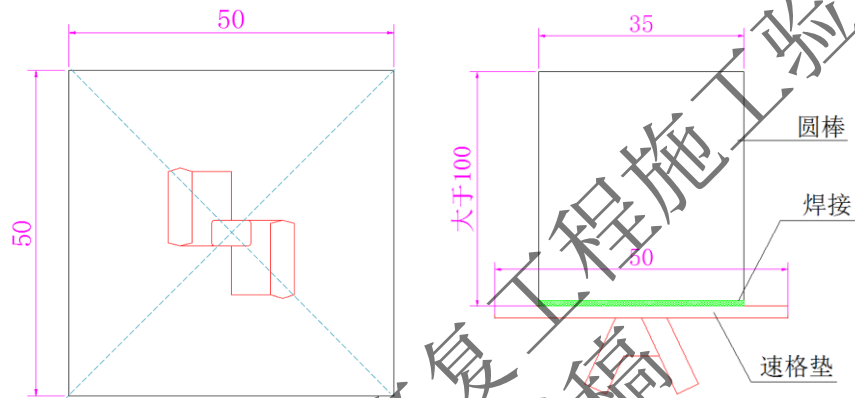
1-橡皮泥 2-带颜色的水 3-CIPP 试样 4-透明玻璃瓶 5-气管 6-抽气装置

J.0.5 测试时间结束后，每个样品的三个检测点上，均无测试介质渗透至玻璃瓶中，则判断测试通过，否则不通过。

附录 K 速格垫锚固键抗拉拔试验方法

K.0.1 裁取一块尺寸为 $50\text{mm} \times 50\text{mm}$ 的速格垫片料，片料上必须附有一个锚固键，且锚固键应处于片料的中心位置。如图 K.0.1 所示。

K.0.2 将样品平面与直径 35mm 的圆棒焊接，圆棒高度应大于等于 100mm 。以方便拉拔试验。如图 K.0.2 所示。



K.0.1 $50 \times 50\text{mm}$ 样品平面图

K.0.2 $50 \times 50\text{mm}$ 样品立面图

K.0.3 将样品置于模形盒中，向模形盒中倒入准备好的灌浆料。待灌浆料固化，并按灌浆料说明书要求进行养护。试块规格为 $150\text{mm} \times 150\text{mm}$ ，厚度 50mm 。试块制作数量至少应为 3 块。

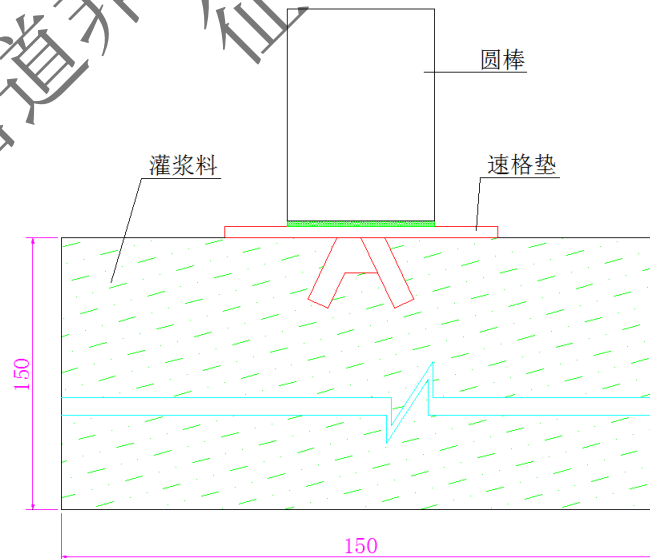


图 K.0.3 灌浆料试块制作示意图

K.0.4 养护 28 天，待灌浆料完全固化，强度稳定后进行拉拔测试；用拉力试验机将速格垫样品从灌浆料试块中垂直拉出，拉出速度控制在 5mm/min；记录这些试块的试验数据，并确定破坏发生的方式，如速格垫内层破坏、锚固键从灌浆料中拔出、灌浆料结构层断裂破坏等。拉力试验机应满足《电子式万能试验机》GB/T 16491 的规定。

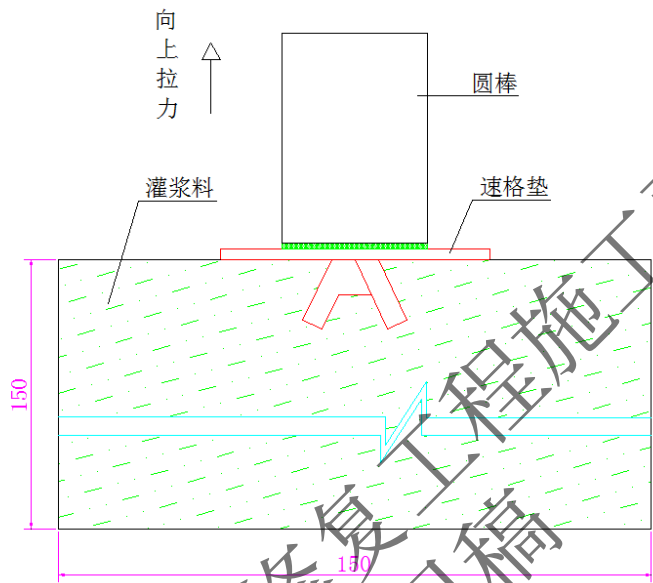


图 K.0.4 试块拉力试验示意图

K.0.5 测试结果的有效性

对于每个测试试样，除以下情况外，破坏时的荷载对于所有破坏类型都是有效的。
测试无效的情形包括：（1）圆棒与速格垫的焊接破坏；（2）试验结果受到了灌浆料结构层开裂的影响。

K.0.6 数据处理

1 对每一个发生有效破坏的测试试样，用公式（K.0.6）计算锚固强度，精确到 0.1MPa。

$$f_h = \frac{4F_h}{L^2} \tag{K.0.6}$$

式中，

- f_h —试验样品的锚固强度(MPa)；
- F_h —破坏拉力(N)；
- L —速格垫试样边长(mm)，即 50mm。

2 计算至少三个测试样品的平均值和极差，当试验实测值的极差不超过平均值的 30%时，取平均值作为试验样品的锚固强度特征值。若某测试样品的实测值的极差超过平均值的 30%，则抛弃该测试样品，重新补充一个测试样品进行上述测试。该过程可反复，直至得到符合极差要求的特征值。

附录 L 闭气法试验

L.0.1 将进行闭气检验的排水管道两端用管堵密封，然后向管道内填充空气至一定的压力，在规定闭气时间测定管道内气体的压降值。检验装置如图 L.0.1 所示。

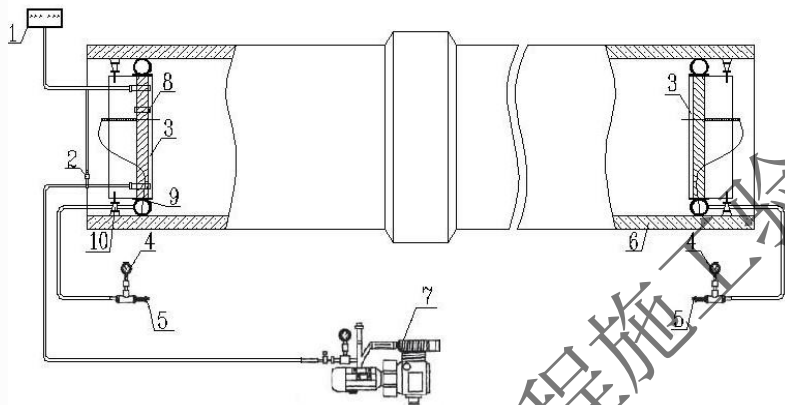


图 L.0.1 排水管道闭气检验装置图

1—膜盒压力表；2—气阀；3—管堵塑料封板；4—压力表；5—充气嘴；6—排水管道；
7—空气压缩机；8—温度传感器；9—密封胶圈；10—管堵支撑脚

L.0.2 检验应按下列步骤执行：

- 1 对闭气试验的排水管道两端管口与管堵接触部分的内壁应进行处理，使其洁净磨光；
- 2 调整管堵支撑脚，分别将管堵安装在管道内部两端，每端接上压力表和充气罐，如图 K.0.1 所示；
- 3 用打气筒向管堵密封胶圈内充气加压，观察压力表显示至 0.05~0.20MPa，且不宜超过 0.20MPa，将管道密封；锁紧管堵支撑脚，将其固定；
- 4 用空气压缩机向管道内充气，膜盒表显示管道内气体压力至 3000Pa，关闭气阀，使气体趋于稳定。记录膜盒表读数从 3000Pa 降至 2000Pa 历时不应少于 5min（对于塑料管不应少于 10min）；气压下降较快，可适当补气；下降太慢，可适当放气；
- 5 膜盒表显示管道内气体压力达到 2000Pa 时开始计时，在满足该管径的标准闭气时间规定（见本规范表 19.4.8），计时结束，记录此时管内实测气体压力 P ，如 $P \geq 1500\text{Pa}$ 则管道闭气试验合格，反之则为不合格；管道闭气试验记录表见表 L.0.1；

表 L.0.1 管道闭气检验记录表

工程名称	
施工单位	
起止井号	_____号井段至_____号井段_____共_____m

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

- 《高压水射流清洗作业安全规范》GB26148
- 《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
- 《给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
- 《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维护技术规程》CJJ 68
- 《城镇燃气管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 147
- 《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ 181
- 《城镇排水非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 210
- 《热塑性塑料管材 环刚度的测定》GB/T 9647
- 《塑料 拉伸性能的测定 第二部分： 模塑和挤塑塑料的实验条件》GB/T 1040.2
- 《塑料 弯曲性能的测定》GB/T 9341
- 《塑料 液体树脂 用比重瓶法测定密度》GB/T 15223
- 《粘度测量方法》GB/T 10247
- 《硫化橡胶或热塑性橡胶压入硬度试验方法第 1 部分：邵氏硬度计法（邵尔硬度）》GB/T 531.1
- 《硫化橡胶或热塑性橡胶拉伸应力应变性能的测定》GB/T 528
- 《高压喷射注浆施工技术规范》HG/T 20691