UDC

中华人民共和国行业标准 CJJ

P CJJ/T 210 - 2014

备案号 JXXX-XXXX

城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程

Technical Specification for trenchless rehabilitation and renewal of urban sewer pipeline

2014-01-22 发布 2014-06-01 实施

中华人民共和国住房与城乡建设部 发布

中华人民共和国住房和城乡建设部

公　　告

第 303 号

住房城乡建设部关于发布行业标准《城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程》的公告

现批准《城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程》为行业标准，编号为 CJJ/T210-2014，自 2014 年 6 月 1 日起实施。

本规程由我部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2014 年 1 月 22 日

中华人民共和国行业标准

城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程

Technical specification for trenchless rehabilitation and renewal of urban sewer pipeline

CJJ/T 210-2014

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2014 年 6 月 1 日

中国建筑工业出版社

2014 年 北京

前　言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2009 年工程建设标准规范制定、修订计划〉的通知》（建标[2009]88 号）的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内外标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程的主要技术内容：1. 总则；2. 术语和符号；3. 基本规定；4. 材料；5. 设计；6 施工；7. 工程验收。

本规程由住房和城乡建设部负责管理，由中国地质大学（武汉）负责具体技术内容的解释。请各单位在执行本规程过程中，注意总结经验，积累资料，随时将有关意见和建议寄中国地质大学（武汉）（地址：湖北省武汉市洪山区鲁磨路 388 号，邮编：430074）。

本规程主编单位：中国地质大学（武汉）

本规程参编单位：城市建设研究院
武汉市城市排水发展有限公司
管丽环境技术（上海）有限公司
杭州市排水有限公司
成都市兴蓉投资有限公司
河南中拓石油工程技术股份有限公司
上海市排水管理处
山东柯林瑞尔管道工程有限公司
河北肃安实业集团有限公司
上海乐通管道工程有限公司
陶氏化学（中国）有限公司
杭州诺地克科技有限公司
广州市市政集团有限公司
武汉地网非开挖科技有限公司
天津盛象塑料管业有限公司
迈佳伦(天津)国际工贸有限公司
中国京冶工程技术有限公司
厦门市安越非开挖工程技术有限公司

本规程主要起草人员：马保松　吕士健　田中凯　孙跃平　宋正华
颜学贵　徐效华　安关峰　周长山　王明岐
张熠伟　李佳川　王鲁麓　许　珂　逯仲森
田　颖　何　善　吴忠诚　吴　瑛　廖宝勇
孔耀祖

本规程主要审查人员：高立新　王乃震　宋序彤　吴学伟　李树苑
项久华　王长祥　苏耀军　王春顺　邝　诺
谌伟宁

目 次

1 总 则 1
2 术语和符号 2
2.1 术 语 2
2.2 符 号 3
3 基本规定 5
4 材 料 6
5 设 计 8
5.1 一般规定 8
5.2 内衬管设计 9
5.3 水力计算 12
5.4 工作坑设计 13
6 施 工 15
6.1 一般规定 15
6.2 原有管道预处理 15
6.3 穿插法 16
6.4 翻转式原位固化法 17
6.5 拉入式原位固化法 18
6.6 碎（裂）管法 18
6.7 折叠内衬法 19
6.8 缩径内衬法 20
6.9 机械制螺旋缠绕法 20
6.10 管片内衬法 21
6.11 不锈钢套筒法 21
6.12 点状原位固化法 22
7 工程验收 23
7.1 一般规定 23
7.2 原有管道预处理 25
7.3 修复更新管道 25
7.4 管道功能性试验 27
7.5 工程竣工验收 27
附录 A 折叠管、缩径管复原试验及型材抽样检测方法 29
A.1 PE 折叠管复原试验 29
A.2 缩径管复原试验 29
A.3 PVC-U 带状型材抽样检测 30
A.4 PVC-U 片状型材抽样检测 30
附录 B 带状型材刚度系数测试方法 31
附录 C 带状型材管道接口严密性压力测试方法 32
附录 D 闭气法试验方法 34
本规程用词说明 36
引用标准名录 37
附：条文说明 38

Contents

1 General Provisions 1
2 Terms and Symbols 2
2.1 Terms 2
2.2 Symbols 3
3 Basic Requirements 5
4 Meterial 6
5 Design 8
5.1 General Provisions 8
5.2 Design of liner 9
5.3 Hydraulic Computation 12
5.4 Design of Working Pit 13
6 Construction 15
6.1 General Provisions 15
6.2 Existing Pipeline Pretreatment 15
6.3 Slip Lining 16
6.4 Inversion Cured-In- Place Pipe 17
6.5 Pulling in Cured-In- Place Pipe 18
6.6 Pipe Bursting 18
6.7 Fold-and-Form Lining 19
6.8 Deformed-and-Reformed Lining 20
6.9 Machine Spiral Wound Lining 20
6.10 Splice Segment Lining 21
6.11 Stainless Steel Foam Sleeve 21
6.12 Spot CIPP 22
7 Works Acceptance 23
7.1 General Provisions 23
7.2 Original Pipeline Pretreatment 25
7.3 Pipeline Rehabilitation and Renewal 25
7.4 Function Test 27
7.5 Final Acceptance of Construction 27
Appendix A Folded and Deformed Pipe Recovery Test and Profiles Sampling Inspection 29
A.1 Folded Pipe Recovery Test 29
A.2 Deformed Pipe Recovery Test 29
A.3 PVC-U Ribbon Profiles Sampling Inspection 30

A.4 Flake Profiles Sampling Inspection....30
Appendix B Test Method of Stiffness Coefficient of Ribbon Profiles....31
Appendix C Test Method of Interface Rigor of Ribbon Profile....32
Appendix D Close Gas Test Mothod....34
Explanation of Wording in this specification....36
List of Quoted Standards....37
Addition: Explanation of Provisions....38

1 总 则

1.0.1 为使城镇排水管道非开挖修复更新工程做到技术先进、安全可靠、经济合理、确保质量和保护环境，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更新工程的设计、施工和验收。

1.0.3 城镇排水管道非开挖修复更新工程的设计、施工与验收，除应符合本规程的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 非开挖修复更新工程 trenchless pipeline rehabilitation and renewal

采用少开挖或不开挖地表的方法进行排水管道修复更新的工程。

2.1.2 穿插法 slip lining

采用牵拉或顶推的方式将内衬管直接置入原有管道的管道修复方法。

2.1.3 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。

2.1.4 原位固化法 cured-in-place pipe（CIPP）

采用翻转或牵拉方式将浸渍树脂的软管置入原有管道内，固化后形成管道内衬的修复方法。

2.1.5 折叠内衬法 fold-and-form lining

采用牵拉的方法将压制成“C”型或“U”型的管道置入原有管道中，然后通过加热、加压等方法使其恢复原状形成管道内衬的修复方法。

2.1.6 缩径内衬法 deformed-and-reformed lining

采用牵拉方法将经压缩管径的新管道置入原有管道内，待其直径复原后形成与原有管道紧密贴合的管道内衬的修复方法。

2.1.7 机械制螺旋缠绕法 mechanical 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。

2.1.8 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。

2.1.9 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。本规程主要指不锈钢套筒法和点状原位固化法。

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

采用原位固化法对管道进行局部修复的方法。

2.1.11 不锈钢套筒法 Stainless steel foam sleeve

采用外包止水材料的不锈钢套筒膨胀后形成管道内衬，止水材料在原有管道和不锈钢套筒之间形成密封性接触的管道局部修复方法。

2.1.12 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。

2.1.13 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。

2.1.14 软管 tube

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

2.1.15 内衬管 liner

通过各种非开挖修复更新方法在原有管道内形成的管道内衬。

2.1.16 折叠管 folded pipe

将圆形管材通过压制、折叠而成的“U”型或“C”型断面的管道。

2.2 符 号

2.2.1 尺寸

D——螺旋缠绕内衬管平均直径；

D_L——闭气试验管道内径；

D_{max}——原有管道的最大内径；

D_{min}——原有管道的最小内径；

D_O——内衬管管道外径；

D_I——内衬管管道内径；

D_E——原有管道平均内径；

H_S——管顶覆土厚度；

H_w——管顶以上地下水位高度；

H——管道敷设深度；

I——内衬管单位长度管壁惯性矩；

L——工作坑长度；

R——管材允许弯曲半径；

SDR——管道的标准尺寸比；

t——内衬管的壁厚；

2.2.2 系数

B'——弹性支撑系数；

C——椭圆度折减系数；

K——圆周支持率；

K_t——系数

N——安全系数；

n——粗糙系数；

n_e——原有管道的粗糙系数；

n_l——内衬管的的粗糙系数；

q——原有管道的椭圆度；

R_w——水浮力系数；

S——管道坡度；

μ——泊松比。

2.2.3 荷载和压力

F——允许拖拉力；

P——地下水压力；

P_i——压力管道内部压力；

q_t——管道总的外部压力；

W_S——活荷载。

2.2.4 模量和强度

E——初始弹性模量；

E_L——长期弹性模量；

E_S'——管侧土综合变形模量；

σ——管材的屈服拉伸强度；

σ_L——内衬管长期弯曲强度；

σ_{TL}——内衬管长期抗拉强度。

2.2.5 其他符号

B——管道修复前后过流能力比；

Q——流量；

Q_e——允许渗水量；

V_e——渗漏速率；

γ——土的重度。

3 基本规定

3.0.1 对于交通繁忙、新建道路、环境敏感等地区的排水管道应优先选用非开挖修复更新技术进行修复更新。

3.0.2 非开挖修复更新工程应根据管道安全检测评估鉴定报告进行设计并确定修复或更新方法。

3.0.3 管道结构性修复更新后的使用期限不得低于 50 年；利用原有管道结构进行半结构性修复的管道，其设计使用年限应按原有管道结构的剩余设计使用期限确定，对于混凝土管道，修复后的最长设计使用年限不宜超过 30 年。

3.0.4 非开挖修复更新工程所用的管材、管件、构（配）件等材料应具有质量合格证书、性能检测报告、使用说明书，进口产品还应具有商检报告或按本规程第 4.0.5 条、第 7.1.10 条的规定进行复检，合格后方可使用。

3.0.5 非开挖修复更新工程施工时，应按现行行业标准《城镇排水管道维护安全技术规程》CJJ6 的有关规定制定和采取各项安全措施。

3.0.6 当施工需进行局部开挖时，开挖前应取得相关部门的批准。

3.0.7 管道修复更新完成后，应对内衬管与检查井的接口处进行处理。

3.0.8 非开挖修复更新工程所产生的污物、噪音及振动应符合国家和地方政府有关环境保护的法律、法规的规定。

3.0.9 工程应在验收合格后投入使用。

4 材 料

4.0.1 非开挖修复更新工程所用 PE 管材应选择 PE80 或 PE100，PE 管材性能应满足表 4.0.1 的要求。

表 4.0.1 PE 管材性能

性能	MDPE PE80	HDPE PE80	HDPE PE100	试验方法
屈服强度（MPa）	>18	>20	>22	GB/T1040.2
断裂伸长率（%）	>350	>350	>350	GB/T1040.2
弯曲模量（MPa）	600	800	900	GB/T9341

4.0.2 原位固化法使用的软管应符合下列规定：

1 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，且应能承受施工的拉力、压力和固化温度；

2 软管的外表面应包覆一层与所采用的树脂兼容的非渗透性塑料膜；

3 多层软管各层的接缝应错开，接缝连接应牢固；

4 软管的横向与纵向抗拉强度不得低于5 MPa；

5 玻璃纤维增强的纤维软管应至少包含两层夹层，软管的内表面应为聚酯毡层加苯乙烯内膜组成，外表面应为单层或多层抗苯乙烯或不透光的薄膜；

6 软管的长度应大于待修复管道的长度，软管直径的大小应保证在固化后能与原有管道的内壁紧贴在一起；

7 应提供软管固化后的初始结构性能检测报告，并应符合本规程第 7.1.10 条的规定。

4.0.3 机械制螺旋缠绕法所用型材应为带状型材，可由 PVC-U 或加钢片的复合材料制成，带状型材的性能应满足设计要求。

4.0.4 管片内衬法所用片状型材可由不锈钢或 PVC-U 制成，型材表面应光滑，并应具有耐久性及抗腐蚀性。

4.0.5 施工前应对折叠内衬法、缩径内衬法所用 PE 管材进行折叠、缩径后复原试验及性能检测，螺旋缠绕带状型材以及管片内衬所用片状型材应进行抽样检测，试验要求和抽样检测应符合本规程附录 A 的规定。

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

4.0.7 非开挖修复更新工程所用成品管道或型材应有清晰的标注，折叠管的标注间距不应大于 3m。带状型材的标注间距不应大于 5 m，片状型材应每片进行标注。

4.0.8 内衬管或型材的运输和存储应符合下列规定：

1 工厂预制折叠管应采用非金属缠绕带进行捆扎并缠绕在卷筒上进行运输，缠绕带的层数和间距应根据管道的直径、壁厚、材料等级、环境温度等因素确定。

2 机械制螺旋缠绕法使用 PVC-U 带状型材应连续地缠绕在卷筒上储存和运输。

3 内衬管或型材的存储和运输应符合国家现行行业标准《埋地塑料排水管道工程技术

规范》CJJ 143 中的有关规定。

4.0.9 不锈钢套筒法所采用的材料应符合下列规定；

1 所采用的不锈钢、止水材料应符合国家现行有关标准的要求，应具有质量合格证和质量检测报告；

2 所用材料应无毒、无刺激性气味、不溶于水、对环境无污染；

3 止水材料应符合下列规定：

1）止水材料可由海绵、发泡胶或橡胶材料组成；

2）发泡胶应采用双组分，在作业现场混合使用；

3）发泡胶固化时间应可控，固化时间宜在 30min～120min。

4）橡胶材料应做成筒状，附在不锈钢套筒的外侧，橡胶筒的两端应设置止水圈。

4 不锈钢套筒应符合下列规定：

1）不锈钢套筒应采用 T304 及以上材质；

2）不锈钢套筒的厚度应根据选用的材质和管径来确定；

3）不锈钢套筒的两端应加工成喇叭状或锯齿形边口等，边口宽度宜为 20mm；

4）止回扣应能保证卡住后不发生回弹，且不应对修复气囊造成破坏。

5 设 计

5.1 一般规定

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

5.1.2 应按现行行业标准《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ 181-2012 的有关规定对原有管道的缺陷进行检测与评估，当管段结构性缺陷等级大于Ⅲ级时应采用结构性修复，当管段结构性缺陷类型为整体缺陷时应采用整体修复。

5.1.3 非开挖修复更新工程的设计应符合下列规定：

1 当原有管道地基不满足要求时，应进行处理；

2 修复后管道的结构应满足受力要求；

3 修复后管道的过流能力应满足要求；

4 修复后管道应满足清疏技术对管道的要求。

5.1.4 非开挖修复更新方法的工法特征可按表 5.1.4 的规定选取。

表 5.1.4 非开挖修复更新方法的工法特征

非开挖修复更新方法		适用范围和使用条件						
		适应管径（mm）	内衬管材质	是否需要工作坑	是否需要注浆	最大允许转角	可修复原有管道截面形状	局部或整体修复
穿插法		≥200	PE、PVC-U、玻璃钢、金属管等	需要	根据设计要求	0°	圆形	整体修复
原位固化法		翻转式：200～2700 拉入式：200～2400	玻璃纤维、针状毛毡、树脂等	不需要	不需要	45°	圆形、蛋形、矩形等	整体修复
碎（裂）管法		200～1200	PE	需要	不需要	7°	圆形	整体更新
折叠内衬法	工厂折叠	200～450	PE	不需要或小量开挖	不需要	15°	圆形	整体修复
	现场折叠	200～1400	PE	需要	不需要	15°	圆形	整体修复
缩径内衬法		200～1100	PE	需要	不需要	15°	圆形	整体修复
机械制螺旋缠绕法		200～3000	PVC-U、PE型材	不需要	根据设计要求	15°	圆形、矩形、马蹄形等	整体修复

管片内衬法	800～3000	PVC-U 型材、填充材料	不需要	需要	15°	圆形、矩形、马蹄形等	整体修复
不锈钢套筒法	200～1500	止水材料、不锈钢套筒等	不需要	不需要	—	圆形	局部修复
点状原位固化法	200～1500	玻璃纤维、针状毛毡、树脂等	不需要	不需要	—	圆形、蛋形、矩形等	局部修复

5.1.5 相同直径并且管道转角符合表 5.1.4 中的规定的管道，可按同一个修复段进行设计，否则应按不同管段进行设计。

5.1.6 非开挖管道修复更新工程所用管材直径的选择应符合下列规定：

1 穿插法所用内衬管的外径应小于原有管道的内径，但其减少量不宜大于原有管道内径的 10%，且最大不应大于 50mm；

2 机械制螺旋缠绕法内衬管的内径不宜小于原有管道内径的 90%；

3 折叠内衬法内衬管外径应与原有管道内径相一致，缩径内衬法内衬管复原后宜与原有管道形成紧密配合；

4 原位固化法所用软管外径应与原有管道内径相一致。

5.2 内衬管设计

5.2.1 当采用穿插法、原位固化法、折叠内衬法或缩径内衬法进行管道半结构性修复时，内衬管最小壁厚应符合下列规定：

1 内衬管壁厚应按下列公式计算：

$$t=\frac{D_O}{\left[\frac{2KE_LC}{PN(1-\mu^2)}\right]^{\frac{1}{3}}+1} \tag{5.2.1-1}$$

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

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

式中：t——内衬管壁厚（mm）；

D_O——内衬管管道外径（mm）；

K——圆周支持率，推荐取值为 7.0；

E_L——内衬管的长期弹性模量（MPa），宜取短期模量的 50%；

C——椭圆度折减系数；

P——内衬管管顶地下水压力（MPa），地下水位的取值应符合现行国家标准《给水排

水管道结构工程设计规范》GB 50332 中的有关规定；

N——安全系数，取 2.0；

μ——泊松比，原位固化法内衬管取 0.3，PE 内衬管取 0.45；

q——原有管道的椭圆度（%），可取 2%；

D_E——原有管道的平均内径（mm）；

D_{min}——原有管道的最小内径（mm）；

D_{max}——原有管道的最大内径（mm）。

2 当内衬管管道位于地下水位以上时，原位固化法内衬管 *SDR* 不得大于 100，PE 内衬管 *SDR* 不得大于 42。

3 当内衬管椭圆度不为零时，内衬管的壁厚除应满足式（5.2.1-1）外，其最小值不应小于下式计算结果：

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

$$SDR=\frac{D_0}{t} \tag{5.2.1-5}$$

式中：*SDR*——管道的标准尺寸比；

σ_L——内衬管材的长期弯曲强度（MPa），宜取短期强度的 50%。

5.2.2 当采用穿插法、原位固化法、折叠内衬法或者缩径内衬法进行管道结构性修复时，内衬管最小壁厚应符合下列规定：

1 内衬管壁厚应按下列公式计算。

$$t=0.721D_O\left[\frac{\left(\frac{N\times q_t}{C}\right)^2}{E_L\times R_W\times B'\times E_S'}\right]^{\frac{1}{3}} \tag{5.2.2-1}$$

$$q_t=0.00981H_w+\frac{\gamma\times H_S\times R_w}{1000}+W_s \tag{5.2.2-2}$$

$$R_w=1-0.33\times\frac{H_w}{Hs} \tag{5.2.2-3}$$

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

式中：q_t——管道总的外部压力（MPa），包括地下水压力、上覆土压力以及活荷载；

R_w——水浮力系数，最小取 0.67；

B'——弹性支撑系数；

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

H_w——管顶以上地下水位高（m）；

γ——土的重度（kN/m^3）；

H_S——管顶覆土厚度（m）；

W_S——活荷载（MPa），应按现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332 的规定确定。

2 内衬管最小壁厚还应满足下式规定：

$$t \geq \frac{0.1973 D_O}{E^{1/3}} \qquad (5.2.2\text{-}5)$$

式中：E ——内衬管初始弹性模量（MPa）。

3 结构性修复内衬管的最小厚度还应同时满足公式（5.2.1-1）和（5.2.1-4）的要求。

5.2.3 当采用碎（裂）管法更新管道时，应按新建管道的要求设计管道壁厚，更新管道 SDR 的最大取值应符合表 5.2.3 的规定。

表 5.2.3 更新管道 SDR 的最大取值

覆土深度（m）	*SDR*
0-5.0	21
>5.0	17

5.2.4 机械制螺旋缠绕法内衬管刚度系数应符合下列规定：

1 采用内衬管贴合原有管道机械制螺旋缠绕法半结构性修复时，内衬管最小刚度系数应按下列公式计算：

$$E_L I = \frac{P(1-\mu^2)D^3}{24K} \cdot \frac{N}{C} \qquad (5.2.4\text{-}1)$$

$$D = D_O - 2(h - \bar{y}) \qquad (5.2.4\text{-}2)$$

式中： E_L——内衬管的长期弹性模量（MPa）；

I——内衬管单位长度管壁惯性矩（mm^4/mm）；

D——内衬管平均直径（mm）；

K——圆周支持率，推荐取值为 7.0；

h——带状型材高度（mm）；

$\bar{y}$——带状型材内表面至带状型材中性轴的距离（mm）；

μ——泊松比，取 0.38。

2 采用内衬管不贴合原有管道机械制螺旋缠绕法半结构性修复时，内衬管与原有管道间的环状空隙应进行注浆处理，且内衬管最小刚度系数应按下列式计算：

$$E_L I = \frac{PND^3}{8\left(K_1^2 - 1\right)C} \qquad (5.2.4\text{-}3)$$

$$\sin K_1 \frac{\phi}{2} \cos \frac{\phi}{2} = K_1 \sin \frac{\phi}{2} \cos K_1 \frac{\phi}{2} \qquad (5.2.4\text{-}4)$$

式中：

ϕ——未注浆角度，如图 5.2.4 所示。

K_1——与未注浆角度 ϕ 相关的系数，K_1 取值与未注浆角度的关系应符合表 5.2.4 的规定。

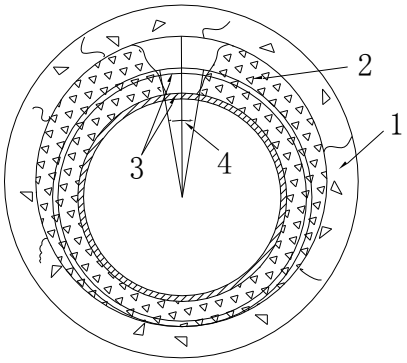


图 5.2.4 未灌浆角度示意图

1—原有管道；2—浆体；3—螺旋缠绕内衬管；4—未注浆角度

表 5.2.4 K_1 取值与未注浆角度的关系

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

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

$$E_L I = \frac{\left(q_t N / C\right)^2 D^3}{32 R_W B' E'_S} \qquad (5.2.4.4)$$

4 当采用内衬管不贴合原有管道机械制螺旋缠绕法结构性修复时，应对环状空隙内进行注浆，原有管道、并应确认内衬管、注浆体和原有管道组成的复合结构能承受作用在管道上的总荷载。

5 当采用机械制螺旋缠绕内衬法进行结构性修复时，内衬管最小刚度系数 $E_L I$ 还应同时满足公式（5.2.4-1）的要求。

5.3 水力计算

5.3.1 管道内流量可按下式计算：

$$Q = 0.312 \frac{D_E^{\frac{8}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}}{n} \qquad (5.3.1)$$

式中： Q——管道的流量（m^3/min）；

D_E——原有管道平均内径（m）；

S——管道坡度；

n——管道的粗糙系数。

5.3.2 修复后管道的过流能力与修复前管道的过流能力的比值应按下式计算：

$$B=\frac{n_{\mathrm{e}}}{n_l}\times\left(\frac{D_I}{D_E}\right)^{\frac{8}{3}}\times 100\% \qquad (5.3.2)$$

式中： B——管道修复前后过流能力比；

n_e——原有管道的粗糙系数；

D_I——内衬管管道内径（m）；

n_l——内衬管的粗糙系数。

5.3.3 部分管材的粗糙系数可按表 5.3.3 取值。

表 5.3.3 粗糙系数

管材类型	粗糙系数 n
原位固化内衬管	0.010
PE 管	0.009
PVC-U 管	0.009
螺旋缠绕内衬管	0.010
混凝土管	0.013
砖砌管	0.016
陶土管	0.014

注：本表所列粗糙系数是指管道在完好无损的条件下的粗糙系数。如果管道受到腐蚀或破坏等，其粗糙系数会增加。

5.4 工作坑设计

5.4.1 当需开挖工作坑时，工作坑的位置应符合下列规定：

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、转角或检查井处。

5.4.2 工作坑的大小应满足施工空间的要求。连续管道穿插法进管工作坑如图 5.4.2，最小长度应按下式计算：

$$L=\left[H\times(4R-H)\right]^{\frac{1}{2}} \qquad (5.4.2)$$

式中：L——工作坑长度（m）；

H——管道敷设深度（m）；

R——管材许用弯曲半径（m），且 $R\geq 25D_O$；

D_O——内衬管外径（m）。

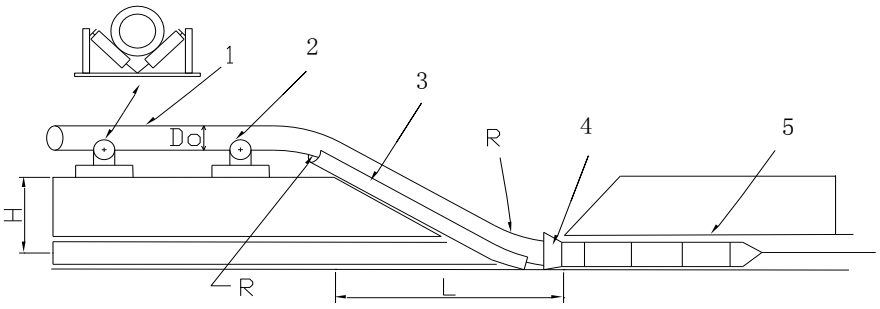


图 5.4.2　连续管道进管工作坑布置示意图

1—内衬管；2—地面滚轮架；3—防磨垫；4—喇叭形到导入口；5—原有管道

5.4.3　当工作坑较深时，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 的有关规定设计放坡或支护。

6 施　工

6.1　一般规定

6.1.1　施工前应取得安全施工许可证，并应遵循有关施工安全、劳动防护、防火、防毒的法律、法规，建立安全生产保障体系。

6.1.2　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。

6.1.3　施工设备应根据工程特点合理选用，并应有总体布置方案，对于不宜间断的施工方法，应有满足施工要求备用的动力和设备。

6.1.4　当管道内需采取临时排水措施时，应符合下列规定：

1　应按现行行业标准《城镇排水管渠与泵站维护技术规程》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；

4 临时排水设施的排水能力应能确保各修复工艺的施工要求。

6.1.5　PE 管道的连接施工应符合下列规定：

1　连接前应进行外观检查，管道外表面划痕深度不应大于壁厚的 10%，管道不应有过度弯曲导致的屈曲，管道内表面不应有任何磨损和切削；

2　PE 管的连接宜采用热熔对接的方法，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 的有关规定。

6.1.6　在内衬管穿插前，应采用一个与待插管直径相同、材质相同、长度不小于 3m 的试穿管段进行试通，并检测试穿管段表面损伤情况，划痕深度不应大于内衬管壁厚的 10%。

6.1.7　在质量检验、验收中使用的计量器具和检测设备，应经计量检定、校准合格后方可使用。

6.2　原有管道预处理

6.2.1　非开挖修复更新工程施工前，应对原有管道进行预处理，并应符合下列规定：

1　预处理后的原有管道内应无沉积物、垃圾及其他障碍物，不应有影响施工的积水；当采用原位固化法和点状原位固化法进行管道整体或局部修复时，原有管道内不应有渗水现象；

2　管道内表面应洁净，应无影响衬入的附着物、尖锐毛刺、突起现象；

3　当采用碎（裂）管法时，无须对原有管道内表面进行处理，但原有管道内应有牵引拉杆或钢丝绳穿过的通道；

4　当采用局部修复法时，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。

6.2.2　管道宜采用高压水射流进行清洗，清洗产生的污水和污物应从检查井内排出，污物应按现行行业标准《城镇排水管渠与泵站维护技术规程》CJJ 68 中的有关规定处理。

6.2.3 管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。

6.2.4 有内钢套的原有管道，应对内钢套进行预处理。

6.2.5 管道变形或破坏严重、接头错位严重的部位，应按经批准的施工组织设计进行预处理。

6.2.6 漏水严重的原有管道，应对漏水点进行止水或隔水处理。

6.3 穿插法

6.3.1 内衬管道可通过牵引、顶推或两者结合的方法置入原有管道中。

6.3.2 连续管道穿插施工应符合下列规定：

1 管道牵拉速度不宜大于 0.3m/s，在管道弯曲段或变形较大的管道中施工应减慢速度；

2 牵拉过程中牵拉力不应大于内衬管允许拉力的 50%；

3 牵拉操作应一次完成，不应中途停止；

4 内衬管伸出原有管道端口的距离应满足内衬管应力恢复和热胀冷缩的要求；

5 内衬管道宜经过 24h 的应力恢复后进行后续操作。

6.3.3 不连续管道穿插工艺应符合下列规定：

1 当采用机械承插式接头连接的短管时，可允许带水作业，水位宜控制在管道起拱线之下；

2 当采用热熔连接的 PE 管时，应保证连接设备干燥，且应满足本规程第 6.1.5 条的规定；

3 当不需开挖工作坑时，短管的长度以能够进入检查井为宜；

4 当需开挖工作坑时，工作坑应满足本规程第 5.4 节的规定；

5 短管进入工作坑或检查井时不应造成损伤。

6.3.4 在内衬管穿插时应采取下列保护措施：

1 应在原有管道端口设置导滑口，防止原有管道端口对内衬管的损伤；

2 应对内衬管的牵拉端或顶推端采取保护措施；

3 当连续管道穿插时，地面上管道应置于滚轮架传送，工作坑中管道外壁底部应铺设防磨垫。

6.3.5 内衬管穿插完成后，在修复管道端部处应采用具有弹性和防水性能的材料对原有管道和内衬管之间的环状间隙进行密封处理。

6.3.6 当管道环状间隙需要注浆时应符合下列规定：

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

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

3 注浆孔或通气孔应设置在两端密封处或支管处，也可在内衬管上开孔；

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

5 宜采用分段注浆工艺；

6 注浆完成后应密封内衬管上的注浆孔，且应对管道端口进行处理，使其平整。

6.3.7 穿插法施工应做好牵引或顶推力大小和速度、内衬管长度和拉伸率、贯通后静置时间、内衬管与原有管道间隙注浆量等记录和检验。

6.4 翻转式原位固化法

6.4.1 软管的树脂浸渍及运输应符合下列规定：

1 树脂可采用热固性的聚酯树脂、环氧树脂或乙烯基树脂；

2 树脂应能在热水、热蒸汽作用下固化，且初始固化温度应低于 80℃；

3 在浸渍软管之前应计算树脂的用量，树脂的各种成分应进行充分混合，实际用量应比理论用量多 5%～15%；

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，应将树脂冷藏，冷藏温度应低于 15℃，冷藏时间不得超过 3h；

5 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；

6 浸渍过树脂的软管应存储在低于 20℃的环境中，运输过程中应记录软管暴露的温度和时间。

6.4.2 可采用水压或气压的方法将浸渍树脂的软管翻转置入原有管道，施工过程应符合下列规定：

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

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

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

4 翻转完成后，浸渍树脂软管伸出原有管道两端的长度宜大于 1m。

6.4.3 翻转完成后可采用热水或热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 在修复段起点和终点，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，蒸汽宜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根据树脂材料说明书的规定，并应根据修复管段的材质、周围土体的热传导性、环境温度、地下水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，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。

6.4.4 固化完成后内衬管的冷却应符合下列规定：

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

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。

6.4.5 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相同。

6.4.6 内衬管端头应切割整齐。

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

6.5 拉入式原位固化法

6.5.1 软管浸渍所用树脂应为热固性树脂或光固性树脂，树脂浸渍应符合本规程第 6.4.1 条的规定。

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

6.5.3 软管的拉入应符合下列规定：

1 应沿管底的垫膜将浸渍树脂的软管平稳、缓慢地拉入原有管道，拉入速度不得大于 5m/min；

2 在拉入软管过程中，不得磨损或划伤软管；

3 软管的轴向拉伸率不得大于 2%；

4 软管两端应比原有管道长出 300mm～600mm；

5 软管拉入原有管道之后，宜对折放置在垫膜上。

6.5.4 软管的扩展应采用压缩空气，并应符合下列规定：

1 充气装置宜安装在软管入口端，且应装有控制和显示压缩空气压力的装置；

2 充气前应检查软管各连接处的密封性，软管末端宜安装调压阀；

3 压缩空气压力应能使软管充分膨胀扩张紧贴原有管道内壁，压力值应根据产品说明书确定。

6.5.5 采用蒸汽固化时应符合本规程第 6.4.3 条和第 6.4.4 条的规定。

6.5.6 采用紫外光固化时应符合下列规定：

1 紫外光固化过程中内衬管内应保持空气压力，使内衬管与原有管道紧密接触；

2 应根据内衬管管径和壁厚控制紫外光灯的前进速度；

3 内衬管固化完成后，应缓慢降低管内压力至大气压。

6.5.7 固化完成后内衬管端头应按本规程第 6.4.5 条和第 6.4.6 条的规定进行密封和切割处理。

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

6.6 碎（裂）管法

6.6.1 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。

6.6.2 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，否则应对周围管道和建筑设施采取保护措施；

2 气动碎管设备可与钢丝绳或拉杆连接，在碎（裂）管过程中，可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。

6.6.3 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 当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 管道拉入后自然恢复时间不应小于 4h。

6.6.4 在进管工作坑及出管工作坑中应对新管道与土体之间的环状间隙进行密封，密封长度不应小于 200mm。

6.6.5 碎（裂）管法施工应做好牵拉力、速度、内衬管长度和拉伸率、贯通后静置时间等记录和检验。

6.7 折叠内衬法

6.7.1 折叠管的压制应符合下列规定：

1 管道折叠变形应采用专用变形机，缩径量应控制在 30%～35%。

2 折叠过程中，折叠设备不得对管道产生划痕等破坏，折叠应沿管道轴线进行，不得出现管道扭曲和偏移现象等；

3 管道折叠后，应立即用非金属缠绕带进行捆扎，管道牵引端应连续缠绕，其它位置可间断缠绕；

4 折叠管的缠绕和折叠速度应保持同步，宜控制在 5m/min～8m/min。

6.7.2 折叠管的拉入应符合下列规定：

1 管道不得被坡道、操作坑壁、管道端口划伤；

2 应仔细观察管道入口处等弯曲部位折叠管情况，防止管道发生过度弯曲或起皱；

3 管道拉入过程应满足本规程第 6.3.2 条的规定。

6.7.3 工厂预制 PE 折叠管的复原及冷却过程应符合设计和产品使用说明书的要求，并应符合下列规定：

1 应在管道起止端安装温度测量仪监测折叠管外的温度变化，温度测量仪应安装在内衬管与原有管道之间；

2 折叠管中通入蒸汽的温度宜控制在 112℃～126℃之间，然后加压最大至 100kPa，当管外周温度达到 85℃±5℃后，增加蒸汽压力，最大至 180kPa；

3 维持蒸汽压力时间，直到折叠管完全膨胀复原；

4 折叠管复原后，应先将管内温度冷却到 38℃以下，然后再慢慢加压至大约 228kPa，同时用空气或水替换蒸汽继续冷却直到内衬管降到周围环境温度；

5 折叠管冷却后，应至少保留 80mm 的内衬管伸出原有管道。

6.7.4 现场折叠管的复原过程应符合设计和产品使用说明书的要求，并应符合下列规定：

1 当复原时应严格控制注水速度，折叠管应能够完全复原且不得损坏；

2 折叠管恢复原形并达到水压稳定后，应保持压力不少于 24h。

6.7.5 折叠管复原后，应将管道两端切割整齐。

6.7.6 折叠内衬法施工应做好折叠缠绕和折叠的速度、折叠管复原温度、压力和时间和内衬管冷却温度、时间、压力等记录和检验。

6.8 缩径内衬法

6.8.1 径向均匀缩径内衬法施工应符合下列规定：

1 PE 管道直径的缩小量不应大于 15%；

2 缩径过程中不得对管道造成损伤。

6.8.2 拉拔缩径内衬法施工应符合下列规定：

1 PE 管道直径的缩小量不应大于 15%；

2 当环境温度低于 5℃时，对 PE 管道进行拉拔缩径前应先预热。

6.8.3 管道拉入过程中，应符合下列规定：

1 管道缩径与拉入应同步进行，且不得中断；

2 拉入速度宜为 3m/min～5m/min，且不得超过 8m/min；

3 拉入过程中不得对 PE 管道造成损伤；

4 拉入过程还应满足本规程第 6.3.2 条的相关规定。

6.8.4 缩径管拉入完毕后，采用自然恢复时，恢复时间不应少于 24h；采用加热加压方式时，恢复时间不应少于 8h。

6.8.5 内衬管复原后，应将管道两端切割整齐。

6.8.6 缩径内衬法施工应做好缩径量、缩径预热温度、管道牵拉力、牵拉速度、内衬管复原温度、时间、内衬管伸长量变化等记录和检验。

6.9 机械制螺旋缠绕法

6.9.1 机械制螺旋缠绕法所用缠绕机应能拆分组装。

6.9.2 固定设备内衬管螺旋缠绕工艺应符合下列规定：

1 螺旋缠绕设备应固定在起始工作坑中，且其轴线应与管道轴线一致；

2 内衬管的缠绕成型及推入过程应同步进行，直到内衬管到达目标工作坑或检查井；

3 内衬管缠绕过程中，应在主锁扣和次锁扣中分别注入密封剂和粘结剂，对于需扩张贴合原有管道的工艺应在主锁扣和次锁扣间放置钢丝；

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交替进行，直至整个修复段内衬管扩张完毕。

6.9.3 移动设备内衬管螺旋缠绕工艺应符合下列规定：

1 螺旋缠绕设备的轴线应与待修复管道轴线对正；

2 可通过调整螺旋缠绕设备获得所需要的内衬管直径；

3 螺旋缠绕设备的缠绕与行走应同步进行；

4 内衬管缠绕过程中，应在主锁扣和次锁扣中分别注入密封剂和粘结剂。

6.9.4 螺旋缠绕作业应平稳、匀速进行，锁扣应嵌合、连接牢固。

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

6.9.6 螺旋内衬管道贴合原有管道的环状空隙宜进行注浆处理，内衬管不贴合原有管道的环

状间隙应进行注浆处理，注浆工艺应符合本规程第 6.3.6 条的规定。

6.9.7 机械制螺旋缠绕法施工应做好缠绕和行走速度、主锁口密封剂和次锁口粘结剂注入量、内衬管与原有管道间隙注浆量等记录和检验。

6.10 管片内衬法

6.10.1 当管片进入检查井及原有管道时不得对管片造成损伤。

6.10.2 宜采用人工方法将管片拼装在一起。

6.10.3 当管片之间采用螺栓连接或焊接连接时，应在连接部位注入与管片材料相匹配的密封胶或粘结剂。

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

6.10.5 管片拼装完后应对内衬管与原有管道间的环状空隙进行注浆，且应符合下列规定：

1 注浆材料性能宜满足表 6.10.5 的规定，且应具有抗离析、微膨胀、抗开裂等性能；

2 注浆工艺应符合本规程第 6.3.6 条的规定。

表 6.10.5 注浆材料性能

性能	指标
抗压强度等级	＞C30
流动度（mm）	＞270

6.10.6 管片内衬法施工应做好管片安装连接、密封胶和粘结剂注入量、内衬管与原有管道间隙注浆量等记录和检验。

6.11 不锈钢套筒法

6.11.1 不锈钢套筒制作应符合下列规定：

1 不锈钢及海绵的长度应能覆盖整个待修复的缺陷，且前后应比待修复缺陷至少长 100mm；

2 发泡胶的涂抹应在现场阴凉处完成，用量应为海绵体积的 80%。

6.11.2 修复过程应符合下列规定：

1 应分别在始发井和接收井各安装一个卷扬机牵引不锈钢套筒运载车和电视检测（CCTV）设备；

2 将运载车牵引到管内待修复位置；

3 运载车被牵拉到达待修复位置后，应缓慢向气囊内充气，使不锈钢套筒和海绵缓慢扩展开并紧贴原有管道内壁，气囊压力不得破坏不锈钢套筒的卡锁机构，最大压力宜控制在 400kPa 以下；

4 当确认不锈钢套筒完全扩展开并锁定后，缓慢释放气囊内的气压，并收回运载车和 CCTV 等设备。

6.11.3 不锈钢套筒法施工应做好不锈钢和海绵、橡胶筒的安装位置、发泡胶用量、气囊压力、卡锁锁定等记录和检验。

6.12 点状原位固化法

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

6.12.2 浸渍树脂应符合下列规定：

1 如果采用常温固化树脂，树脂的固化时间宜为 2h～4h，且不得小于 1h。

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

3 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。

6.12.3 软管的安装应符合下列规定：

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

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

3 气囊的工作压力和修补管径范围应符合气囊设备规定的技术要求。

6.12.4 软管的膨胀及固化应符合下列规定：

1 当采用常温固化树脂时，气囊宜充入空气进行膨胀；

2 当采用加热固化树脂时，应先采用空气或水使软管膨胀，再置换成热蒸汽或热水进行固化；

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

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

5 当采用加热固化树脂体系时，应按本规程第 6.4 节的规定进行操作；

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

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

7 工程验收

7.1 一般规定

7.1.1 城镇排水管道非开挖修复更新工程的质量验收应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268 的有关规定。

7.1.2 城镇排水管道非开挖修复更新工程的分项、分部、单位工程划分应符合表 7.1.2 的规定。

表 7.1.2 城镇排水管道非开挖修复更新工程的分项、分部、单位工程划分

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

注：当工程规模较小时，如仅 1 个井段，则该分部工程可视同单位工程。

7.1.3 单位工程、分部工程、分项工程以及分项工程验收批的质量验收记录应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268—2008 附录 B 的规定。

7.1.4 工作井分项工程质量验收应按现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268 的相关规定执行。

7.1.5 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》GB50268 的相关规定执行。

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

7.1.7 进入施工现场所用的主要原材料、各类型材和管材的规格、尺寸、性能等应符合本规程第4章的规定和设计要求，每一个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复测，并应符合下列规定：

1 PE管材的性能复测应包括管环刚度、环柔性、拉伸屈服应力等，PVC-U管材的性能复测应包括管环刚度、环柔性、抗冲击强度和密度；

2 PVC-U带状型材还应符合本规程附录A.3的规定；

3 PVC-U片状型材还应符合本规程附录A.4的规定。

7.1.8 当采用折叠内衬法、缩径内衬法和原位固化法施工时，每一个单位工程在相同施工条件下的同一批次产品均应现场制作样品管进行取样检测。采用原位固化法、管片内衬法进行局部修复施工时，每一个单位工程在相同施工条件下的同一批次产品应现场制作样品板进行

取样检测。

当单位工程规模较小，在相同施工条件下进行多个单位工程施工时，同一批次产品每5个单位工程应至少取一组样品管进行检测；少于5个单位工程时，取一组样品管进行检测。

7.1.9 采用折叠内衬法、缩径内衬法和原位固化法施工的样品管现场取样应符合下列规定：

1 应在原有管道管端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；

2 在拼合管的周围应堆积沙包或采取其它措施保证和实际修复的管道处于同样的工况环境条件；

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

7.1.10 折叠内衬、缩径内衬和原位固化内衬管的尺寸、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 折叠内衬法、缩径内衬法内衬管样品的检测应按本规程附录 A 的规定执行，并应符合下列规定：

1）折叠内衬法应在样品管折叠时的最小半径处复原后的位置切取试样进行检测；

2）测试内衬管的弯曲性能应按现行国家标准《塑料弯曲性能的测定》GB/T 9341 执行，并应满足本规程第 4.0.1 条的规定；

3 不含玻璃纤维和含玻璃纤维原位固化法内衬管的短期力学性能和测试方法应分别符合按表 7.1.10-1 和表 7.1.10-2 的规定；内衬管的长期力学性能应根据设计要求进行测试，且不应小于初始性能的 50%；

表 7.1.10-1 不含玻璃纤维原位固化法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）	＞31	GB/T 9341
弯曲模量（MPa）	＞1724	GB/T 9341
抗拉强度（MPa）	＞21	GB/T 1040.2

注：本表只适用于原位固化法内衬管初始结构性能的评估。

表 7.1.10-2 含玻璃纤维的原位固化法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	GB/T 1449
弯曲模量（MPa）	＞6500	GB/T 1449
抗拉强度（MPa）	＞62	GB/T 1040.4

注：本表只适用于原位固化法内衬管的初始结构性能的评估。

4 原位固化法内衬管应进行耐化学腐蚀试验，试验方法应按现行国家标准《塑料耐液体化学试剂性能的测定》GB/T 11547 有关规定执行，并应符合下列规定：

1）耐化学性的检测浸泡时间宜为28d，试验温度宜为23℃；

2）样品浸泡完成后，应分别按本条第3款的规定检测试样的弯曲强度和弯曲模量，检测结果不应小于样品初始弯曲强度和弯曲模量的80%。

7.1.11 修复更新后的管道内应无明显湿渍、渗水，严禁滴漏、线漏等现象。

7.1.12 修复更新管道内衬管表面质量应符合下列规定：

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

2 当采用折叠内衬法、缩径内衬法、原位固化法、管片内衬法、不锈钢套筒法、点状原位固化法时，内衬管应与原有管道贴附紧密；

3 当采用管片内衬法、不锈钢套筒法和点状原位固化法时，内衬管应与原管道贴附紧密，管内应无明显突起、凹陷、错台、空鼓等现象；内衬应完整、搭接平顺、牢固；

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

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

7.2 原有管道预处理

Ⅰ 主控项目

7.2.1 原有管道经检查，其损坏程度、修复更新施工方案满足设计要求。

检查方法：按现行行业标准《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ 181 的有关规定进行检查；对照设计文件检查施工方案；检查原有管道检测与评估报告、与设计的洽商记录等。

7.2.2 原有管道经预处理后，应无影响修复更新施工工艺的缺陷，管道内表面应符合本规程第 6.2.1 条的规定。

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

Ⅱ 一般项目

7.2.3 原有管道的预处理应符合设计和施工方案的要求。

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

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

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。

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

检查方法：检查施工记录、技术处理方案和施工检验记录或报告。

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

检查方法：观察；检查施工材料质量保证资料、施工记录等。

7.3 修复更新管道

Ⅰ 主控项目

7.3.1 管材、型材、原材料的规格、尺寸、性能应符合本规程第 4 章的规定和设计要求，质量保证资料齐全。

检查方法：对照设计文件全数检查；检查质量保证资料、厂家产品使用说明等。

7.3.2 管材、型材、主要材料的主要技术指标经进场检验应符合本规程第 4 章的规定和设计要求。

检查方法：同一批次产品现场取样不少于 1 组；对照设计文件检查取样检测记录、复测报告等；折叠、缩径和原位固化法的内衬管检查方法应按本规程第 7.1.8 条～7.1.10 条执行。

7.3.3 PE 管接口连接经质量检验应符合本规程第 6.1.5 条的规定；内衬管表面质量应符合本规程第 7.1.12 条的规定。

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

7.3.4 折叠内衬法、缩径内衬法、原位固化法、点状原位固化法、不锈钢套筒法内衬管的平均壁厚不得小于设计值。穿插法、机械制螺旋缠绕法、管片内衬法导致原有管道的缩小量应符合设计要求。

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

1 对于穿插法、机械制螺旋缠绕法、管片内衬法，当管内径大于 800mm 时，应在管道内量测，每 5m 为 1 个断面，每个断面测垂直方向 4 点，取平均值为该断面的代表值；当管内径小于或等于 800mm 时，应量测管道两端各 1 个断面，每断面测垂直方向 4 点，取平均值为该断面的代表值。

2 对于折叠内衬法、缩径内衬法、原位固化法、点状原位固化法、不锈钢套筒法内衬管，现场取样后按现行国家标准《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。

Ⅱ 一般项目

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

检查方法：全数观察，CCTV 辅助检查；检查施工记录、CCTV 记录等。

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

检查方法：观察；对照设计文件和施工方案检查施工记录、注浆记录等。

7.3.7 采用不锈钢套筒法、点状原位固化法施工，原有管道缺陷应被修复材料完全覆盖，且套筒或内衬管长度应符合本规程 6.11.1 或 6.12.1 的规定；采用管片内衬法施工，管片搭接宽度符合设计要求，密封胶或粘结剂饱满密实。

检查方法：全数观察；检查施工记录等。

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

检查方法：全数观察；对照设计文件检查施工记录等。

7.3.9 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。

7.4 管道功能性试验

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

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

$$Q_e = 0.0046 D_L \qquad (7.4.1)$$

式中：Q_e——允许渗水量（m^3/24h·km）；

D_L——试验管道内径（mm）。

2 闭气法试验：应按本规程附录 D 的规定进行。

7.4.2 当管道处于地下水位以下，管道内径大于 1000mm，且试验用水源困难或管道有支、连管接入，且临时排水有困难时，可按现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 混凝土结构无压管道渗水量测与评定方法的有关规定进行检查，并做好记录。经检查，修复更新管道应无明显渗水，严禁水珠、滴漏、线漏等现象。

7.4.3 局部修复管道可不进行闭气或闭水试验。

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

7.5 工程竣工验收

7.5.1 城镇排水管道非开挖修复更新工程质量验收应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的有关规定。

7.5.2 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的质量验收应全部合格；

2 工程质量控制资料应完整；

3 工程有关安全及使用功能的检测资料应完整；

4 外观质量验收应符合要求。

7.5.3 工程竣工验收的感观质量检查应包括下列内容：

1 管道位置、线形及渗漏水情况；

2 管道附属构筑物位置、外形、尺寸及渗漏水情况；

3 检查井管口处理及渗漏水情况；

4 合同、设计工程量的实际完成情况；

5 相关排水管道的接入、流出及临时排水工后处理等情况；

6 沿线地面、周边环境情况。

7.5.4 工程竣工验收的安全及使用功能检查应包括下列内容：

1 工程内容、要求与设计文件相符情况；

2 修复更新前、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；

8 涉及土体加固、原有管道预处理以及相关管道系统临时措施恢复等情况。

7.5.5 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 CCTV 记录；

4 设计施工图及施工组织设计（施工方案）；

5 工程原材料、各类型材、管材等材料的质量合格证、性能检验报告、复试报告等质量保证资料；

6 所有施工过程的施工记录及施工检验记录；

7 所有分项工程验收批、分项工程、分部工程、单位工程的质量验收记录；

8 修复更新后管道的检测和评定报告及 CCTV 记录；

9 施工、监理、设计、检测等单位的工程竣工质量合格证明及总结报告；

10 管道功能性试验、管道位置贯通测量、管道环向变形率等涉及工程安全及使用功能的有关检测资料；

11 相关工程会议纪要、设计变更、业务洽商等记录。

12 质量事故、生产安全事故处理资料；

13 工程竣工图和竣工报告等。

附录 A　折叠管、缩径管复原试验及型材抽样检测方法

A.1　PE 折叠管复原试验

A.1.1　每一批次折叠管应至少抽检 1 组样品。

A.1.2　折叠管的复原试验应按下列步骤进行：

1　将一段小于 3m 的折叠管道安装到拼合管道模型中并将两端固定；

2　将模型置于一个封闭的容器内进行加热，保持温度在 93℃以上，不小于 15min；

3　将温度升高到 121℃，同时将管道内部压力升至 100kPa，维持时间不小于 2min；

4　保持温度不变，继续升高压力至 180kPa，并维持时间不小于 2min；

5　保持压力不变，用空气替换蒸汽，使温度冷却到 38℃以下；

6　现场折叠管的复原应通过水压进行；

7　将复原后的管道样品从管道模型中取出；

8　在加热加压的过程中，应采取相应的安全防护措施。

A.1.3　试样管道的性能检测应符下列规定：

1　管道的外径和壁厚应符合设计要求，其检测方法应按现行国家标准《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；

2　管材的屈曲强度、断裂强度和断裂伸长率应符合本规程第 4.0.1 条的规定，其检测方法应按现行国家标准《塑料 拉伸性能的测定》GB/T 1040.1 的有关规定执行。

3　管材的弯曲模量应符合本规程第 4.0.1 条的规定，其检测方法应按现行国家标准《塑料弯曲性能的测定》GB/T 9341 的有关规定执行。

4　折叠 PE 管试样应由具备资质的认证机构进行检测。

A.1.4　样品的复测应符合下列规定：

1　当样品测试结果中有任何指标不能满足本规范的要求时，都应对该指标进行复测；

2　当复测时不得通过任何方式降低规范的要求；

3　复测应按本规范中所规定的测试方法进行，复测时的温度和湿度容许偏差分别不应大于±1℃和±2%，并且应达到本规范对产品的要求。如果复测仍然未能通过，则应判定所选用的管道不能满足要求。

A.2　缩径管复原试验

A.2.1　施工前应对每一修复段应至少取 1 组样品进行检测。

A.2.2　缩径 PE 管材的取样应按照下列步骤进行：

1　取标准长度的 PE 管进行缩径；

2　缩径后的 PE 管经过 24h 的自然恢复后，截取具有代表性的管段作为试样进行测试；

A.2.3　试样的检测应按照本规程第 A.1.3 条和第 A1.4 条的规定执行。

A.3 PVC-U 带状型材抽样检测

A.3.1 对机械制螺旋缠绕法不同生产批次的带状型材应分别进行抽样检测。

A.3.2 带状型材的检测应符合下列规定：

1 样品应由具备资质的认证机构进行检测，并提供检测结果报告；

2 机械制螺旋缠绕法使用带状型材的宽度、高度和壁厚应按现行国家标准《塑料管道系统塑料部件尺寸的测定》GB/T8806 中有关规定的方法检测，检测结果应满足产品说明书中的要求；

3 机械制螺旋缠绕法带状型材的刚度系数应按本规程附录 B 中所规定的方法进行测量；

4 机械制螺旋缠绕法接口严密性的测试应按本规程附录 C 所规定的方法进行。

A.4 PVC-U 片状型材抽样检测

A.4.1 管片内衬法不同生产批次的片状型材应分别进行抽样检测。

A.4.2 PVC-U 片状型材性能指标应符合表 A.4.2 的规定。

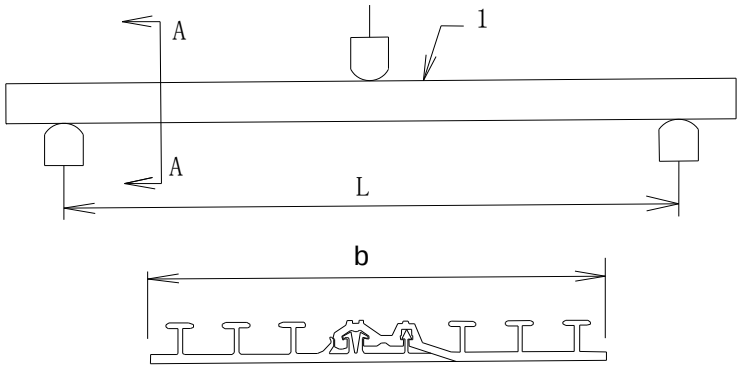
表 A.4.2 PVC-U 片状型材**性能**

性能		测试标准
纵向拉伸强度（MPa）	＞44.4	GB/T1040.2
纵向弯曲强度（MPa）	＞75.0	GB/T9341
热塑性塑料维卡软化温度（℃）	＞75.4	GB/T1633

附录 B　带状型材刚度系数测试方法

B.0.1　机械制螺旋缠绕带状产品的刚度系数检验应采用本办法。

B.0.2　样品应从平整的带状型材中取样。样品应按要求图 B.0.2 放置进行试验，取样时，不宜切割到肋状物，带状型材的接合处应处在样品的中间位置。



A-A剖面图

图 B.0.2　机械制螺旋缠绕法带状型材样品测试示意图

1—测试样品

B.0.3　样品的宽度不应小于 305mm。

B.0.4　载荷施加在样品带有肋状物的一侧。

B.0.5　试验步骤应符合现行国家标准《塑料 弯曲性能的测定》GB/T9341 的有关规定。刚度系数按下式计算：

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

式中：EI——刚度系数（MPa·mm^3））；

L ——两支撑点间的距离（m）；

m ——加载变形曲线初始直线段的切线斜率。

b ——测试样品的宽度，等于带状型材的宽度 W（m）；

B.0.6　试验得到的刚度系数不宜用于计算管道整体的刚度系数。

附录 C　带状型材管道接口严密性压力测试方法

C.0.1　用于严密性试验的机械制螺旋缠绕内衬管样品的长度不应小于内衬管外径的 6 倍。

C.0.2　带状型材接口严密性压力试验应分别在本规程第 C.0.3 条、第 C.0.4 条和第 C.0.5 条规定的三种不同状态下进行。

C.0.3　直线状态下接口严密型测试按下列步骤进行：

1　安装内衬管及测试装置，两端出口应用管塞等方法进行密封（图 C.0.3）；

2　按本规程第 C.0.6 条和第 C.0.7 条规定的水压和真空试验法进行试验。

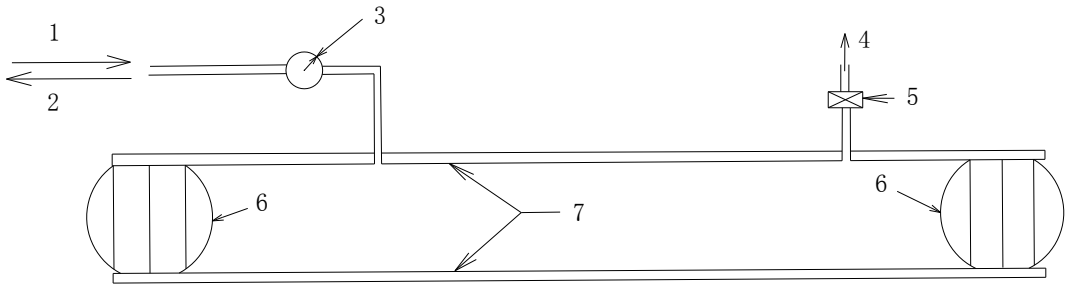


图 C.0.3　直线状态下接口严密型测试示意图

1—进水口；2—排气管；3—压力表；4—出水口；5—封闭阀；6—管塞；7—螺旋缠绕管

C.0.4　弯曲状态下接口严密性测试按下列步骤进行：

1　按产品规定的弯曲半径弯曲管道，弯曲角度不应小于 10°，两端出口应用管塞等方法进行密封（图 C.0.4）；

2　保持该弯曲状态，然后按本规程第 C.0.6 条和第 C.0.7 条规定的水压和真空试验法进行试验。

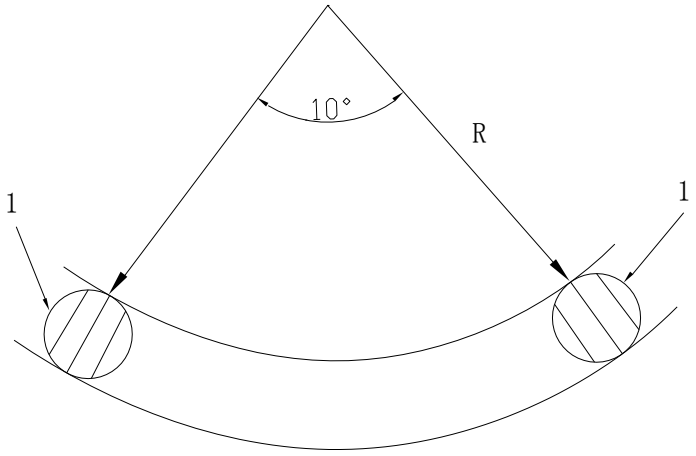


图 C.0.4　弯曲状态下接口严密性测试示意图

1—管塞

C.0.5 剪切变形状态下接口严密性测试按下列步骤进行：

1 固定内衬管两端(图 C.0.5)，并在管道中间施加荷载直至施加荷载的部位向下凹的位移达到管道外径的 5%，两端出口应用管塞等方法进行密封；

2 保持这种状态，然后按本规程第 C.0.6 条和第 C.0.7 条中规定的水压和真空试验法进行试验。

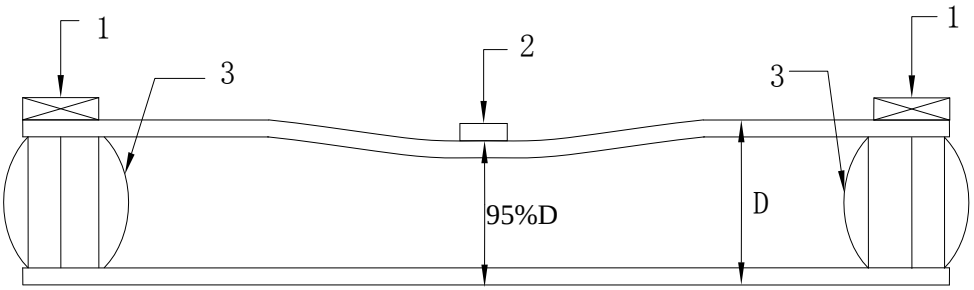


图 C.0.5 剪切变形状态下接口严密性测试示意图

1—约束荷载；2—施加荷载；3—管塞

C.0.6 水压试验应按下列步骤进行：

1 将内衬管中充满水；

2 缓慢增加水压，直至 74kPa，维持该压力 10min；

3 观察管外壁，若连接处出现明显可见的泄露，则说明接缝密封不严。

C.0.7 真空试验应按下列步骤进行：

1 采用真空泵将内衬管内空气压力抽至 74kPa；

2 关闭通气阀门、移走真空管线，观察管内压力变化情况，10min 后，压力变化不应超过 3kPa；

3 若在该 10min 内压力达到试验要求，应继续记录管内压力值变化情况；

4 第二个 10min 内管内压力值改变量不应超过 17kPa。

C.0.8 对于不能承受 74kPa 的测试压力的带状型材材料，可以对管道壁进行加固，但接口处不得加固。对管壁进行加固处理的内衬管如果满足了本规程第 C.0.6 条和第 C.0.7 条中压力测试的要求，则应认为其接口严密性合格。

C.0.9 本试验方法不宜作为常规工程质量控制的必检手段。

附录 D　闭气法试验方法

D.0.1　采用低压空气测试塑料排水管道的严密性应采用本办法。

D.0.2　闭气法试验应包括试压和主压两个步骤。

D.0.3　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，向管内补气，使得压力能够保持在 24kPa～27.5kPa 之间并且持续时间应不小于 2min。

D.0.4　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　记录压力表压力从 24kPa 下降至 17kPa 所用的时间；

4　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；

5　如果所用时间超过规定允许时间，而气压下降量为零或小于 7kPa，则也应判定管道闭气试验合格。

D.0.5　测试允许最短时间应按下列公式计算：

$$T = 0.00102\frac{D \times K_t}{V_e} \qquad \text{（D.0.5-1）}$$

$$K = 5.4085 \times 10^{-5} D \times L \qquad \text{（D.0.5-2）}$$

式中：T——压力下降 7 kPa 允许最短时间（s），见表 D.0.5；

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}，（渗漏量/时间/管道内表面面积，$m^3/\min/m^2$）；

L——测试段长度（m）。

表 D.0.5　气压下降 7kPa 所用时间允许的最小值

管道内径(mm)	最小时间(min：s)	最小时间管道长度(m)	测试管道长度(m)								
			30	50	70	100	120	150	170	200	300
100	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。

注 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 0.45694×10^{-3} $m^3/min/m^2$。最大渗漏量不应超过 635 V_e。

D.0.6 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，并应达到试验的要求。

D.0.7 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 3.5 kPa 所用时间允许的最小值应满足表 D.0.7 中的要求。

表 D.0.7 气压下降 3.5 kPa 所用时间允许的最小值

管道内径(mm)	最小时间(min：s)	最小时间管道长度(m)	测试管道长度（m）								
			30	50	70	100	120	150	170	200	300
100	1:52	92.5	1:52	1:52	1:52	1:515	1:52	1:52	1:52	2:01	3:01
200	3:43	46.0	3:43	3:43	3:43	4:015	4:50	6:20	6:51	8:03	12:05
300	5:35	31.0	5:35	5:35	6:21	6:035	10:52	13:35	15:24	18:07	27:10
400	7:27	23.0	7:27	8:03	11:16	16:06	19:19	24:09	27:22	32:12	48:18
500	9:18	18.5	9:18	12:35	17:37	25:09	30:11	37:44	42:46	50:18	75:27
600	11:10	15.5	11:10	18:07	25:21	36:13	43:28	54:20	66:35	72:27	108:40
700	13:15	13.2	14:43	24:39	34:31	49:18	59:10	73:57	83:49	98:36	147:54
800	14:53	11.5	19:19	32:12	45:45	64:235	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。

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

1 《给排水管道工程施工及验收规范》GB 50268-2008

2 《给水排水工程管道结构设计规范》GB50332

3 《塑料 拉伸性能的测定 第 2 部分：模塑和挤塑塑料的试验条件》GB/T 1040.2

4 《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方法》GB/T 1040.4

5 《纤维增强塑料弯曲性能试验方法》GB/T1449

6 《热塑性塑料维卡软化温度（VST）的测定》GB/T1633

7 《纺织品 织物拉伸性能第 1 部分 断裂强力和断裂伸长率的测定 条样法》GB/T 3923.1

8 《塑料管道系统 塑料部件尺寸的测定》GB/T 8806

9 《塑料 弯曲性能的测定》GB/T 9341

10 《塑料耐液体化学试剂性能的测定》GB/T 11547

11 《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

12 《排水管道维护安全规程》CJJ6

13 《城镇排水管渠与泵站维护技术规程》CJJ68

14 《埋地塑料排水管道工程技术规范》CJJ 143

15 《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ 181-2012

中华人民共和国行业标准

城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程

CJJ/T ×××-20××

条 文 说 明

制定说明

《城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T××-20××经住房和城乡建设部××××年××月××日以第×××号公告批准颁布。

在规程编制过程中，编制组对我国城镇排水管道非开挖修复更新工程的实践经验进行了总结，对管道检测与清洗、非开挖修复更新工程设计、施工及验收等要求等做出了规定。

为便于广大设计、施工、科研、院校等单位有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定，《城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目　次

1　总　则.....41
2　术语和符号.....42
2.1　术　语.....42
3　基本规定.....46
4　材　料.....47
5　设　计.....50
5.1　一般规定.....50
5.2　内衬管设计.....50
5.3　水力计算.....51
5.4　工作坑设计.....52
6　施　工.....53
6.1　一般规定.....53
6.2　原有管道预处理.....53
6.3　穿插法.....53
6.4　翻转式原位固化法.....53
6.5　拉入式原位固化法.....56
6.6　碎（裂）管法.....56
6.7　折叠内衬法.....58
6.8　缩径内衬法.....59
6.9　机械制螺旋缠绕法.....59
6.10　管片内衬法.....61
6.11　不锈钢套筒法.....61
6.12　点状原位固化法.....62
7　工程验收.....63
7.1　一般规定.....63
7.4　管道功能性试验.....63
7.5　工程竣工验收.....63

1 总 则

1.0.1 排水管道及其它市政管线被称为城市的“生命线”，然而随着城市建设的发展，我国排水管道即将面临老化严重、事故频发的问题。目前，国内用非开挖修复技术对排水管道进行修复的工程日趋增多，保证修复工程的质量对于排水管道的安全运行显得尤为重要。在采用非开挖技术对排水管道进行修复更新时，应以安全可靠为基础，确保工程质量和不影响环境。

1.0.2 本规程中的排水管道是指收集、输送污水或雨水的管道，包括内压不大于 0.1MPa 的压力输送污水或雨水的管道。对于内压超过 0.1MPa 的排水管道，应参照有关压力管道内衬修复规范进行设计和施工。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 本规程规定的非开挖修复更新方法分为整体修复、局部修复和管道更新。整体修复工法包括穿插法、原位固化法、折叠内衬法、缩径内衬法、机械制螺旋缠绕法、管片内衬法；局部修复工法包括不锈钢套筒法和点状原位固化法；碎（裂）管法为管道更新方法。

2.1.2 本规程中定义的穿插法包括连续穿插法和不连续穿插法两种施工工艺，本规程中不连续穿插法涵盖了短管内衬工艺。

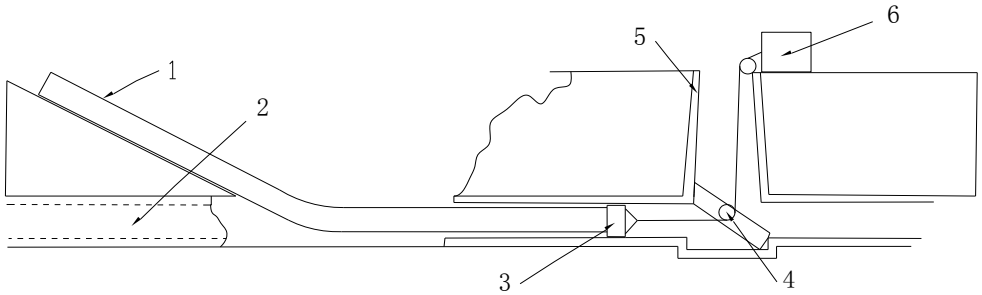


图 1 连续管道穿插法示意图

1—内衬管；2—原有管道；3—拖管头；4—滑轮；5—检查井；6—牵拉装置

2.1.3 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。

2.1.4 根据软管置入原有管道方式的不同，原位固化法分为翻转式原位固化法和拉入式原位固化法，分别如图 2、图 3 所示。

原位固化法中采用的树脂体系一般是热固性或光固性的树脂体系，考虑到树脂体系及固化方式的进一步发展，本条没有对树脂体系及其固化方式做出具体规定。

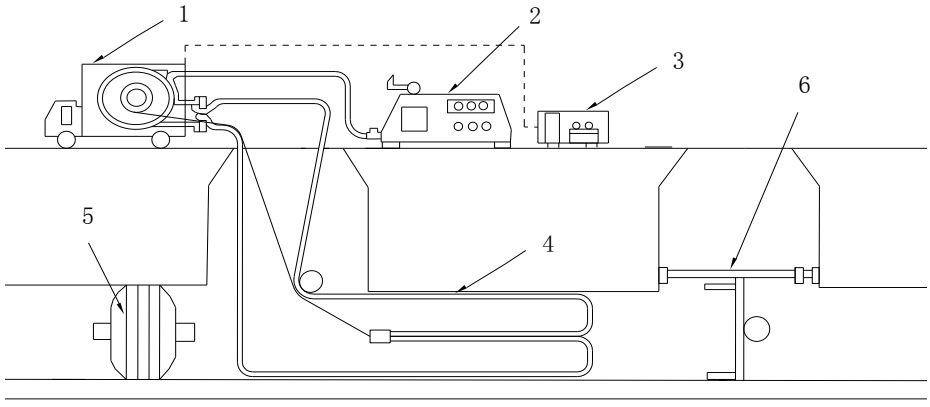


图 2 翻转式原位固化法示意图

1—翻转设备；2—空压机；3—控制设备；4—软管；5—管塞；6—挡板

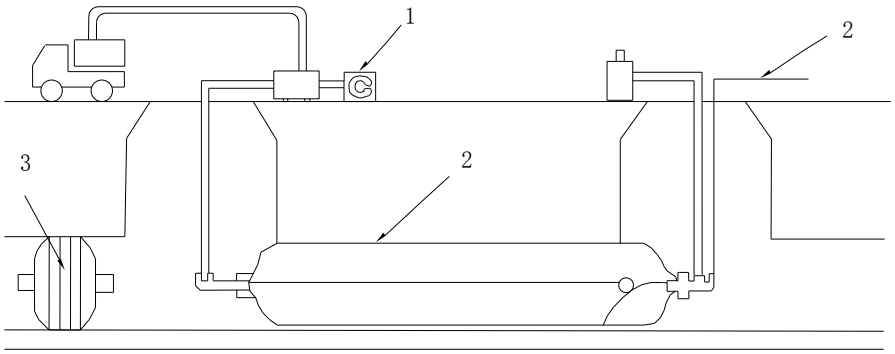
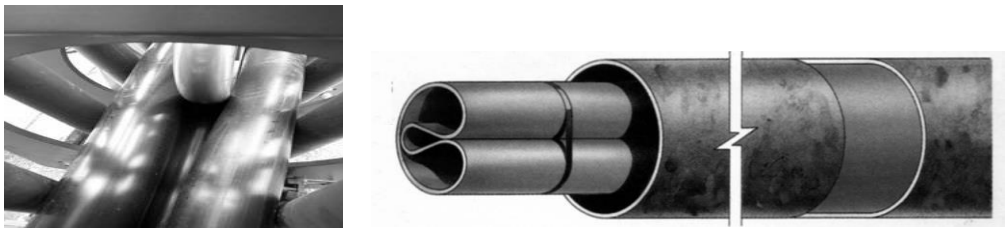


图 3 拉入式原位固化法示意图

1—空压机；2—软管；3—管塞

2.1.5 折叠内衬法分为工厂折叠内衬和现场折叠内衬，折叠管的折叠过程和穿插如图 4 所示。



(a) （b）

图 4 折叠内衬法

2.1.6 缩径内衬法的原理是利用中密度或高密度的聚合链结构在没有达到屈服点之前材料结构的临时变化并不影响其性能这一特点，使衬管临时性的缩小，以方便置入原有管道内形成内衬。衬管直径的减小可采用径向均匀压缩法和拉拔法，图 5 为缩径内衬法的示意图。

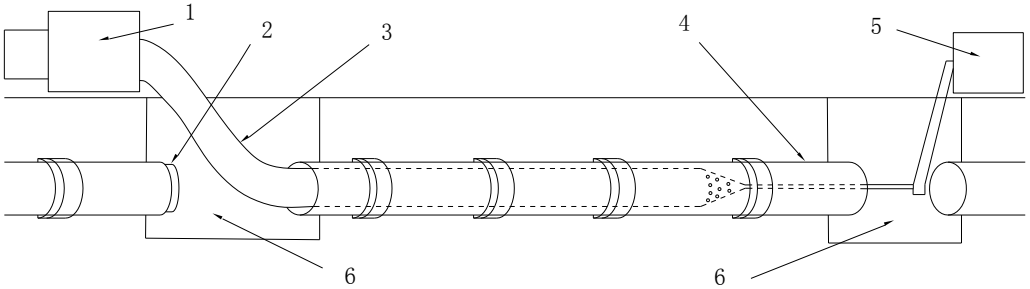


图 5 缩径内衬法示意图

1—缩径机；2—膨胀的内衬管；3—缩径的内衬管；4—原有管道；5—牵引装置；6—工作坑

2.1.7 螺旋缠绕内衬管分为贴合原有管壁和非贴合原有管壁两种工艺，前者称为可扩充螺旋管，安装在井内的制管机先将带状型材绕制成比原有管道略小的螺旋管，推送到终端后继续旋转使其膨胀，直到和原有管壁贴合；后者则需向管壁之间的环状空隙注入水泥浆使内衬管与原有管道结合成整体。

按照缠绕机的工作状态可分为固定设备内衬和移动设备内衬两种工艺。固定设备内衬过程中螺旋缠绕机在工作井内施工，缠绕管沿管道推进，如图 6 所示；移动设备内衬过程中螺旋缠绕机随着螺旋缠绕管的形成沿管道移动。

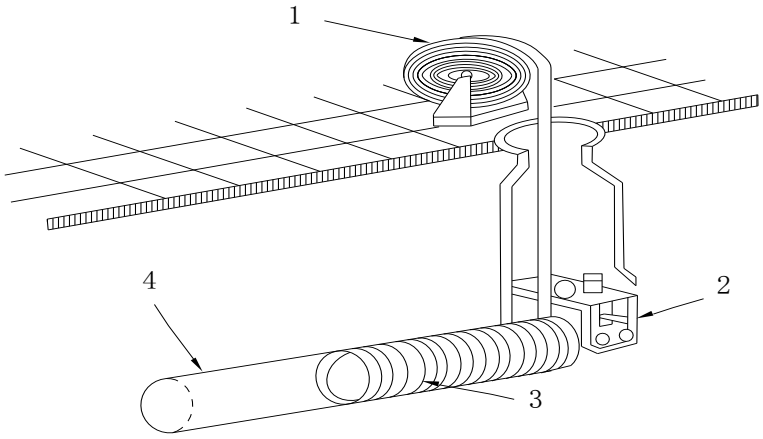


图 6 机械制螺旋缠绕法示意图

1—带状型材；2—螺旋缠绕机；3—螺旋缠绕内衬管；4—原有管道

2.1.8 管片内衬法是采用管内组装管片的方法修复破损的排水管道。该技术采用的主要材料为 PVC-U 材质的管片和灌浆料，通过使用连接件将管片在原有管道内连接拼装，然后在原有管道和拼装而成的内衬管之间填充灌浆料，使内衬管和原有管道连成一体，达到修复原有管道的目的，如图 7 所示。

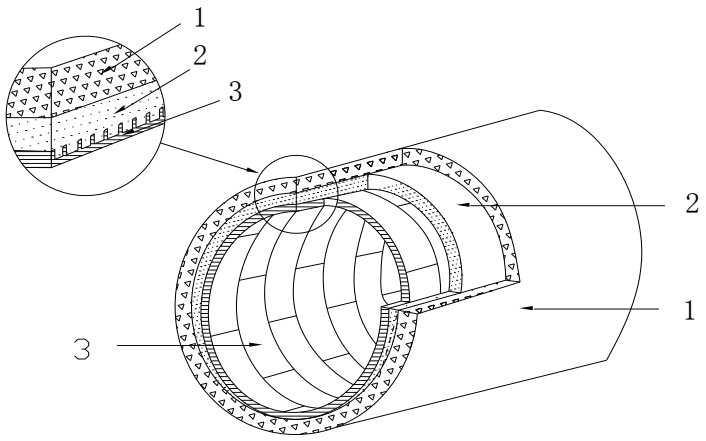


图 7 管片内衬法示意图

1—原有管道；2—灌浆料；3—PVC 管片

2.1.9 本规程仅对较先进的不锈钢套筒法和点状原位固化法法作了规定，其他常规的排水管道局部非开挖修复方法包括接口嵌补、注浆法、套环法、局部树脂固化法等，也可在合适的条件下选择使用。

2.1.11 目前不锈钢套筒法所用止水材料一般是海绵、发泡胶和橡胶等。施工时将不锈钢套筒直接通过检查井送入管道待修复位置，然后使其膨胀、发泡，在修复部位形成一道密封良好的不锈钢内衬。

2.1.12~2.1.13 参照 ASTM F 1216 中关于内衬管的设计分类“Partially Deteriorated Pipe”和“Fully Deteriorated Pipe”制定了 2.1.11 和 2.1.11 两条，其是内衬管设计的基础，由于管道的破坏程度难以界定，根据这两种管道的设计条件，并且按照国内习惯本规程采用“半结构性修复”和“结构性修复”来描述。

2.1.14 软管的作用是在原位固化法施工和固化过程中浸渍并携带树脂。

2.1.16 折叠内衬管可以在现场压制或工厂预制，其管材一般是 HDPE，PVC-U、钢管等也

可进行折叠，但国内应用尚不普遍，因此本规程中只对 HDPE 管的折叠做了规定。

3 基本规定

3.0.1 非开挖技术可用于管道修复更新现有几乎所有管材类型的排水管道，但由于该类技术目前仍属于新技术，市场还没有普及，工程造价比传统方法稍高。所以，对于交通繁忙、新建道路、环境敏感等不适合进行开挖修复地区应优先选用非开挖修复更新工程进行修复更新技术；在工程造价合理的条件下，对城镇排水管道修复更新也建议优先选用非开挖技术。

3.0.3 要求管道结构性修复更新后使用寿命不得低于 50 年是与工程结构可靠度统一标准一致；如果原有管道的剩余结构强度无法满足对半结构性修复内衬管在使用期限内进行有效的支撑，应按结构性修复设计内衬管。

3.0.4 非开挖修复更新工程中材料的性能是确保工程质量的重要因素，因此要求非开挖修复更新工程中所用材料必须具有相应的合格证书、性能检测报告及使用说明，由于某些工艺尚依赖于国外进口，因此对进口产品进行了相关规定。CIPP 进口软管的质量检测可依据本规程中 7.1.10 条的规定进行，带状型材、片状型材的质量检测可依据本规程 4.0.5 条的规定进行。

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

3.0.6 非开挖修复更新工程中的局部开挖：一方面是指某些工艺需开挖工作坑进行施工，如穿插法、碎（裂）管法、折叠内衬法等；另一方面，管道修复前，需要对原有管道的缺陷进行预处理，对于不能通过管道内部进行处理的缺陷宜通过局部开挖的方式进行处理。

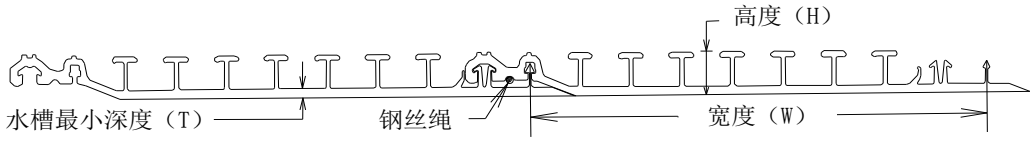
3.0.7 管道修复完后，检查井处的内衬管端口与原有管道之间应进行处理，以确保地下水不从检查井进入原有管道与内衬管间的环状空隙，同时应防止检查井处内衬管与原有管道脱离，对于不同的施工方法其处理措施不同。

4 材 料

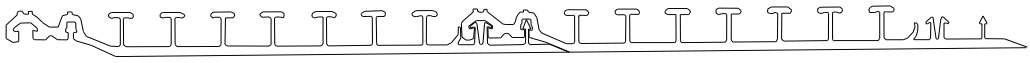
4.0.1 聚乙烯管道是非开挖修复更新工程使用的主要管材之一，对于聚乙烯材料，密度越高，刚性越好；密度越低，柔性越好。进行内衬修复或内衬防腐的材料既要有较好的刚性，同时还要有较好的柔韧性。通常将PE分为低密度聚乙烯（简称LDPE，密度为0.910g/cm^3~0.925g/cm^3）、中密度聚乙烯（简称MDPE，密度为0.926g/cm^3~0.940g/cm^3）、高密度聚乙烯（简称HDPE，密度为0.941g/cm^3~0.965g/cm^3）。按照GB/T 18252中确定的20℃、50年、预测概率97.5%相应的静液压强度，常用聚乙烯可分为PE63、PE80、PE100。其中，中密度PE80、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。参照SYT 4110-2007和GB/T13663-2000对非开挖修复更新工程所用PE管的性能进行了规定，其中断裂伸长率是按照GB/T 13663-2000中规定的性能选取，SYT 4110-2007中规定MDPE 80、HDPE 80、HDPE 100的屈服强度依次为18、20、22。

4.0.2 根据 ASTM F 1216、F1743、F2019 标准对原位固化法所用软管的要求进行了规定，软管横行与纵向抗拉强度的测试方法应按现行国家标准《纺织品 织物拉伸性能第 1 部分 断裂强度和断裂伸长率的测定 条样法》GB/T 3923.1 的规定执行。

4.0.3 常用 PVC-U 带状型材如图 8 所示。在大直径管道修复中，为了增加 PVC-U 带状型材的刚度，可以在 PVC-U 带状型材内部增加钢片。ASTM 标准中规定了螺旋缠绕法常用带状型材规格，如表 1 所示。



可扩充带状型材



固定直径带状型材

图 8 机械制螺旋缠绕法用 PVC-U 带状型材

表 1 螺旋缠绕法常用带状型材规格

带状型材 [1,2]	最小宽度 W (mm)	最小高度 h (mm)	水槽最小壁厚 T (mm)	到中性轴的深度 $\overline{y}$ (mm)	型材面积（mm^2/mm）	管壁惯性矩 I (mm^4/mm)	最小刚度系数 EI (MPa·mm^3)
1	51.0	5.5	1.60	1.98	3.00	7.70	21.2×10^3
2	80.0	8.0	1.60	3.30	3.70	23.00	63.4×10^3
3	121.0	13.0	2.10	5.24	5.20	88.00	242.7×10^3
4	110.0	12.2	1.00	5.08	3.18	63.30	180.8×10^3
5	203.2	12.4	1.50	4.57	3.18	65.50	180.8×10^3
6	304.8	12.4	1.50	4.57	3.18	65.50	180.8×10^3

注：1　可能用到使用增强添加剂或加钢片的其他类型的型材，需咨询制造商；

2　肋的间隙根据不同的型材类型可能不同；

3　列出的刚度系数是制造商所提供的型材的最小刚度值。

4.0.4　常用管片内衬法的片状型材如图 9 所示。

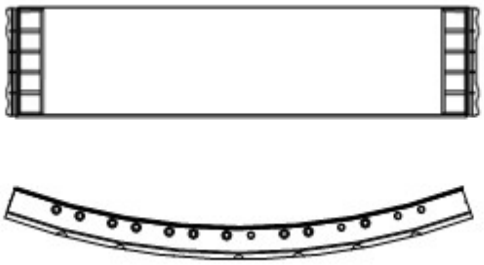


图 9　管片内衬法用 PVC-U 片状型材

4.0.7　标注一般包括生产商的名称或商标、产品编号、产地、生产设备、生产日期、型号、材料等级和生产产品所依据的规范名称等详细信息。

4.0.8　为保证内衬管材或型材在运输存储过程中不产生机械损伤、超过 10%壁厚的划痕等损伤特制定本条。

4.0.9　不锈钢套筒法的材料主要为不锈钢和止水材料，目前应用的止水材料主要为橡胶和海绵，不锈钢材料质量可参照现行国家标准《不锈钢冷轧钢板和钢带》GB/T3280-2009、《不锈钢热轧钢板和钢带》GB/T4237-2009 的相关规定，止水材料可参照现行国家标准《高分子防水材料》GB18173、《高聚物多孔弹性材料 海绵与多孔橡胶制品》GB/T 18944.1-2003 的相关规定。

5 设 计

5.1 一般规定

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

5.1.2 《城镇排水管道检测与评估技术规程》中对管道缺陷的名称、代码、等级划分以及结构性状况评估做了详细规定，其以管道缺陷参数 F 来决定管段结构性缺陷等级，以缺陷密度 S_M 来决定管段结构性缺陷类型。本条根据该规程中的管段结构性缺陷等级来区分结构性修复和半结构性修复，以管段结构性缺陷类型来区分局部修复和整体修复。

5.1.3 本条规定了修复更新工程的设计原则，原有管道地基不满足要求主要是指管道地基失稳或发生不均匀沉降的情况。

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

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

碎（裂）管法是唯一可进行管道扩容的非开挖管道更新技术；PE 管连续穿插需要工作坑，但采用短管插入法时一般不需要工作坑；各种非开挖修复更新方法对原有管道材质无特殊要求；各种方法适应原有管道病害的情况可参考表 6.2.1 中各中方法对原有管道预处理的要求。

5.1.6 该条是为以后的计算服务，确定了内衬管外径，进而再进行内衬管壁厚或刚度系数的计算。其中穿插法内衬管 10%的直径减小量能够满足穿插操作的空隙要求，同时也可以使原有管道 75%到 100%的过流能力得到保留，修复后的实际过流能力应通过计算获得。对于直径大于 500mm 的管道，为了确保修复后管道的过流能力，本条穿插法内衬管的最大直径减小量不应大于 50mm；机械制螺旋缠绕法内衬管的直径减小量参考了穿插法的规定。

5.2 内衬管设计

5.2.1 本条根据参照 ASTM F 1216、F 585-94、F 1947 进行规定。非开挖修复更新工程内衬管与新建埋地管道的受力区别是很大的，修复后的埋地管道所受荷载主要由原有管土系统进行支撑，内衬管随后的变形可以认为非常微小，如果在长期、足够的压力作用下，内衬管道可能会发生变形，继而发生严重的屈曲失效。因此，非开挖修复更新工程柔性内衬管的设计采用屈曲破坏准则，半结构性内衬管的设计以 Timoshenko 等人的屈曲理论为基础；考虑到长期蠕变效应，Timoshenko 屈曲方程中的弹性模量被改为长期弹性模量。另外还考虑了安全系数和椭圆度的影响。

式 5.2.1-4 是当管道为椭圆形时，作用力将在内衬管上产生弯矩，必须保证内衬管所受

的力不超过管道的长期弯曲强度。

内衬管长期力学性能的取值，ASTM 标准中规定咨询管材生产商，通过给定管道寿命周期内的荷载情况下实验确定。德国标准中则是通过对样品内衬管的顶压试验，在一定形变的情况下保持 10000 小时的试验，最后确定其长期性能。工程实际中长期性能一般取短期性能的一半。

5.2.2 本条根据 ASTM F1216 和 ASTM F1743 的规定，采用修正的 AWWA C950 设计方程作为重力流管道结构性修复的设计方程。

活荷载按照《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332 中的规定进行选取。E_S'国外称为“modulus of soil reaction”，是修正后的 Lowa 方程中的参数，该参数是一个经验参数，仅能在已知其他参数的情况下通过 Iowa 方程反算求出。很多学者对 E'的取值进行了研究；McGrath 建议用侧限压缩模量 M_s 替代 E_S'。ASTM F1216 中建议 E_S'参照 ASTM D3839 中的规定，而 ASTM D3839 中采用了 McGrath 的研究成果；澳大利亚标准中区分了回填土、管侧原状土的 E_S'模量，分别称为 E_e'，E_n'，埋地柔性管道设计中需综合考虑回填土和管侧原状土的 E_S'。国标 GB 50332 及其相关埋地塑料管道标准中 E'值称为管侧回填土的综合变形模量，以 E_d 表示，其与澳大利亚标准规定的相同。本标准中 E_S'参考国标 GB 50332 中的规定进行选取。

5.2.3 碎（裂）管应按新管道的要求进行设计，根据美国非开挖研究中心 TTC 制定的

5.2.4 该条参照 ASTM F1741 中机械制螺旋缠绕法的设计规定。由于螺旋缠绕内衬管由带有肋的带状型材缠绕形成。因此其缠绕管不能用管道壁厚 t 进行设计，所以应对内衬管的刚度系数进行设计规定。螺旋缠绕法带状型材相应参数如图 10 所示。

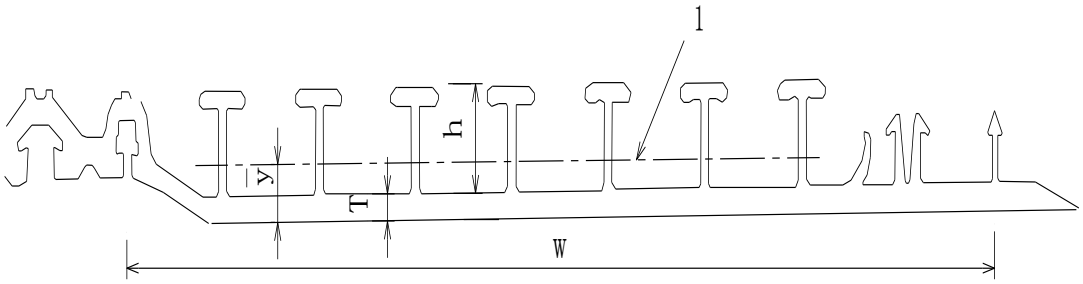


图 10 螺旋缠绕带状型材示意图

1—中性轴

由于 I 和 D 的值都取决于所采用的带状型材，因此在设计的过程中可以采用反复尝试的方法来选择满足要求的带状型材。由于原有管道平均内径 D_E 与内衬管的平均直径 D 非常接近，因此可以取 D_E 的值进行首次尝试计算。

灌浆系数 K_1 的选取，ASTM 标准中只给出了计算公式，但没有给出具体值，ASTM F1689 中规定当 φ 为 9 ℉时 K_1 的取值为 25，但将其反代入进行验算，误差为 2.0607。因此为方便设计人员的参照应用，通过二分法进行迭代计算，得出了 K_1 取值与未注浆角度的关系，表 5.2.4 是取两位小数后的结果，将其反代入进行验算，误差在 0.03 之间。

5.3 水力计算

5.3.1 该条规定了管道过流量的计算公式，管道内衬修复后，过流断面会有不同程度的减小。

但是内衬管的粗糙系数较原有管道小，因此管道经内衬修复后的过流量一般可以满足原有管道的设计流量要求，或者大于原有管道的设计流量。

5.4 工作坑设计

5.4.1 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。

5.4.2 选择工作坑大小时，应考虑设备、管材起吊或拉入原有管道、管材性能及人员作业的施工空间，当设备需放到工作坑里面时尚应对工作坑底部进行处理，如铺设砾石垫层等。按照《城镇燃气管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 147 中的规定对连续管进管工作坑的长度进行了规定。

6 施　工

6.1　一般规定

6.1.4　非开挖修复更新工程一般都需采取临时排水措施，《城镇排水管渠与泵站维护技术规程》CJJ 68 中对排水管道的封堵顺序、管塞的类型、以及相应的安全措施进行了规定。
对于不容许水流存在的修复更新工艺，如原位固化法，临时排水设施的能力应根据原有管道中的水量确定，且应抽干修复管段中的污水；对于容许一定水流存在的修复工艺，如机械制螺旋缠绕法，临时排水设施的排水能力可适当减小，且不必抽出修复管段中的污水。局部修复时管道内水位不应超过管道内径的 10%，必要时应按本条规定采取临排措施。
6.1.5　本条参照 ASTM F585-94(2000)规定了拉入前聚乙烯管道的连接方式及相关安全措施。本条对 PE 管的热熔对接引用了国家标准《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 中的规定。
6.1.6　该条的规定主要是针对需要穿插内衬管的施工工艺，如穿插法、折叠内衬法和缩径法，为了避免管内遗留杂物对内衬管可能造成的影响，把施工损失降低到最低点，在正式插入前，按照 ASTM F585-94 标准，施工前应插入一段长度不小于 3m 的试验管道，并检查管段外观，符合要求后再进行正式施工。

6.2　原有管道预处理

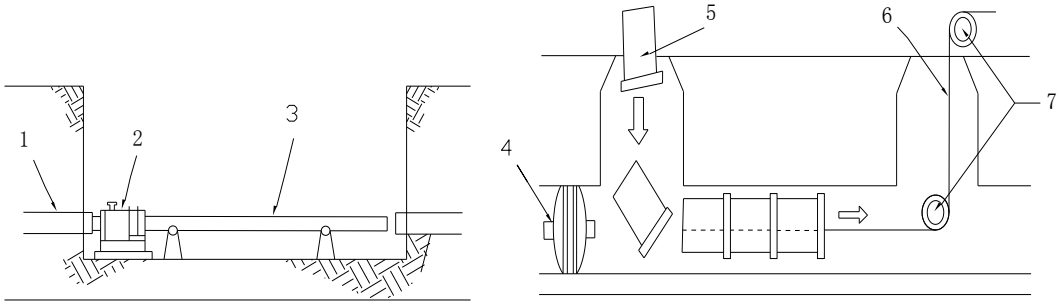
6.2.1　非开挖修复更新工程施工前应对原有管道进行预处理，预处理措施包括管道清洗、障碍物的清除、以及对现有缺陷的处理。
6.2.2　管道清洗技术主要包括高压水射流清洗、化学清洗等。其中高压水射流清洗目前是国际上工业及民用管道清洗的主导设备，使用比例约占 80%-90%，国内该项技术也有较多应用。
6.2.3　影响管道内衬施工障碍主要包括不能通过清洗方法清除的固体、伸入管道内的支管、压碎的管段、管内的树根等。可通过专门的工具（如管道机器人）进行清除，对于不能通过这些工具进行清除的应进行开挖处理。

6.3　穿插法

6.3.1　对于连续管道施工工艺，应采用牵引工艺进行穿插法施工；对于不连续管道施工工艺应采用顶推工艺施工；由于厚壁超长聚乙烯管重量较大，施工中所受的摩阻力也较大，为了避免施工对管道结构的损伤，可以用顶进和牵拉组合的工艺进行施工。
6.3.3　当采用具有机械承插式接头短管进行穿插施工时，可允许带水作业，原有管道内的水流减小了管道推入的阻力同时可以减少或避免临时排水设施的使用，为了能有效的减小管道推入的摩擦力，原有管道中的水位宜控制在管道起拱线之下，管道起拱线是指管道开始向上形成拱弧的位置；

不连续的 PE 管道可在工作坑内进行连接，然后插入原有管道。PE 管的连接需在工作坑内进行，如图 11（a）所示，应在施工现场预备水泵和临时排水设施排出工作坑内水流，保证管道连接设备干燥和工作环境的干燥。

本规程将短管内衬包含在穿插法中，如图 11（b）所示，在施工中不需开挖工作坑，但要求短管的长度应能方便进入检查进内。应缓慢将短管送入工作坑或检查井，防止造成短管损伤。



（a）　　（b）

图 11　不连续穿插法示意图

1—原有管道；2—内衬管连接设备；3—内衬管；4—管塞；5—短管；6—钢丝绳；7—滑轮

6.3.4　在牵引聚乙烯管进入原有管道时，端口处的毛边容易对聚乙烯管造成划伤，可安装一个导滑口，既避免划伤也减少阻力；内衬管的牵拉端和顶推端是容易损坏的地方，应采取保护措施；连续穿插施工中在地面安装滚轮架、工作坑中安装防磨垫可减少内衬管与地面的摩擦。

6.3.6　根据施工经验，对于直径 800mm 以上管道，环状空隙较大，为保证内衬管使用过程中的稳定，必须进行注浆处理。800mm 以下的管道，考虑到环状空隙较小，不易注浆，应根据设计要求进行处理，确保管道稳定。

如果所需要的注浆压力大于管道所能承受的压力，应在内衬管内部进行支撑，也可向内衬管道里面注入具有一定压力（略高于注浆压力）的水进行保护。注浆材料应满足以下要求：

1)　较强的流动性，以填满整个环面间隙；

2)　较小的收缩性（低于 1%），以防止固化以后在环面上形成空洞；

3)　水合作用时发热量低，使水泥浆混合物内不同成分剥落的危险性最小。

为了满足以上要求，建议水泥浆的混合比例是 1:3。该配比水泥浆密度约为水的 1.5 倍，最小的强度为 5MPa。

注浆材料理论上应注满整个环状空隙。根据 ASTM F1741 注浆有两种方法：一种是连续注浆，施工过程中应合理控制注浆压力，防止注浆压力过大超过内衬管的承受能力，注浆压力合理值应咨询生产商；另一种是分段注浆，第一次注浆后内衬管不应在浮力作用下脱离内衬管底部，第二次注浆应不引起内衬管的变形。分段注浆能够确保通过观察泥浆搅拌器旁边的压力表监控环面是否完全被水泥浆灌满，推荐使用该方法。

6.4　翻转式原位固化法

6.4.1　该条中相应参数根据ASTM F1216、F1743、F2019的规定选取。翻转式原位固化法所用树脂一般为热固性的聚酯树脂、环氧树脂或乙烯基树脂。由于树脂的聚合、热胀冷缩以及在翻转过程中会被挤向原有管道的接头和裂缝等位置，因此树脂的用量应比理论用量多

5%~15%。为防止树脂提前固化，树脂混合后应及时浸渍。树脂应注入抽成真空状态的软管中进行浸渍，并通过一些相隔一定间距的滚轴碾压，通过调节滚轴的间距来确保树脂均匀分布并使软管全部浸渍树脂，避免软管出现干斑或气泡。浸渍树脂后的软管应按本条中的规定存储和运输。

6.4.2 翻转式原位固化法一般通过水压或气压的方法进行，图12为水压翻转示意图。翻转压力应足够大以使浸渍软管能翻转到管道的另一端，翻转过程中软管与原有管道管壁紧贴在一起。翻转压力不得超过软管的最大允许张力，其合理值应咨询管材生产商。《城镇燃气管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 147-2010中根据施工经验规定翻转速度宜控制在2m/min~3m/min，翻转压力应控制在0.1MPa下。翻转过程中使用的润滑剂应不会滋生细菌，不影响液体的流动。翻转完成后两端宜预留1m左右的长度以方便后续的固化操作，特殊情况下内衬管的预留长度可以适当减小。当用压缩空气进行翻转时，应防止高压空气对施工人员造成伤害。

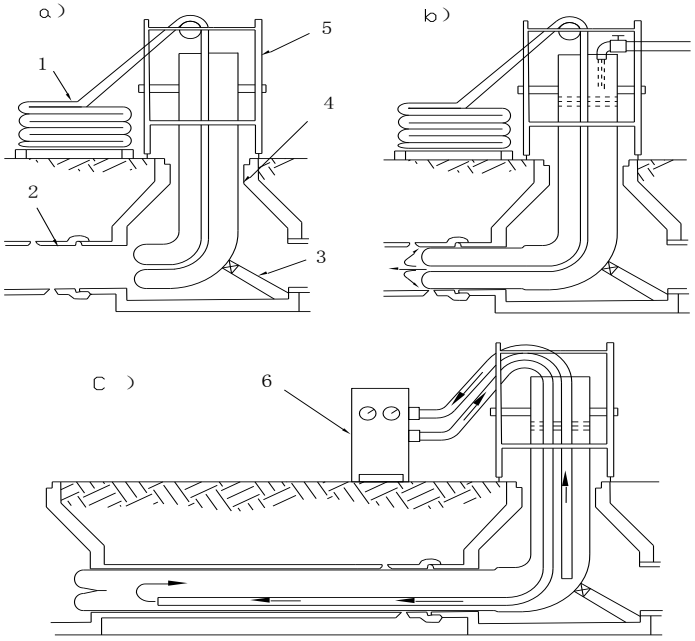


图12 水压翻转原位固化法示意图

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

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

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

6.5 拉入式原位固化法

6.5.2 本条根据 ASTM F2019 制定，铺设垫膜的目的是减少软管拉入过程中的摩擦力和避免对软管的划伤，按照 F2019 中的规定，垫膜应铺设于原有管道底部，覆盖面积应大于原有管道 1/3 的周长。

6.5.3 该条参照 ASTM F2019 对软管的拉入作了规定，保证软管比原有管道长 300mm~600mm，是为了安装进入口集合管，其在固化过程中将与进出蒸汽的软管相连，并安装温度压力传感器，图 13 为软管拉入后的示意图。

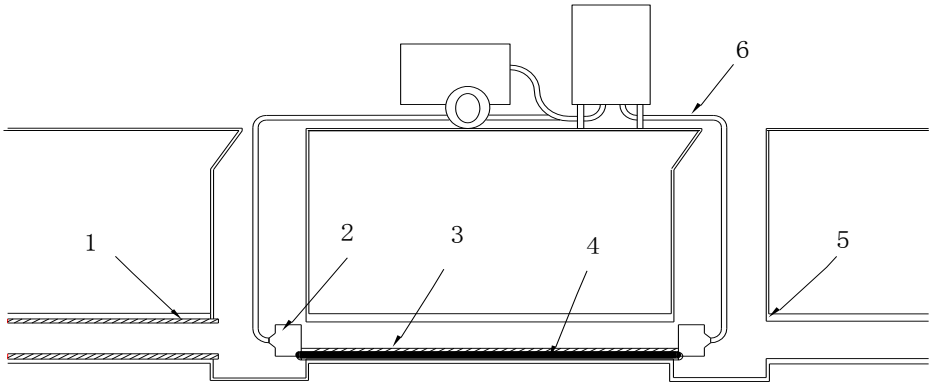


图 13 软管拉入示意图

1—固化后内衬管；2—端口固定装置；3—拉入后的软管；4—垫膜；5—原有管道；6—压缩空气

6.5.6 紫外光固化工艺示意图如图 14 所示，由于该工艺采用的树脂体系是光固化树脂体系，紫外光的吸收率决定着树脂固化效果，内衬管管径越大、壁厚越厚越不利于树脂的固化，因此应通过合理控制紫外光灯前进速度使树脂充分固化。

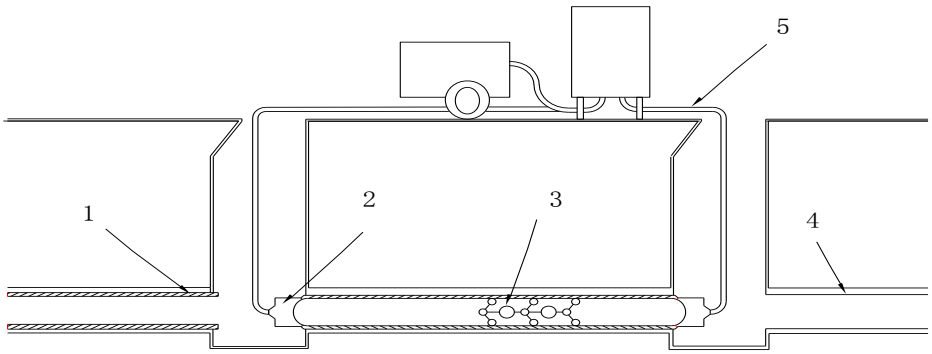


图 14 紫外光固化示意图

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

6.6 碎（裂）管法

6.6.1 静拉碎（裂）管施工示意图如图 15 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 16 为一种适用于延性破坏的管道或钢筋加强的混凝土管道的碎（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间，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》对切刀的位

置进行了规定。

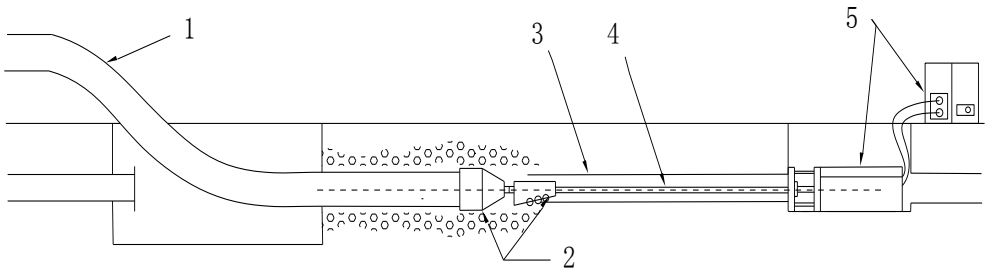


图 15　静拉碎（裂）管法示意图

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

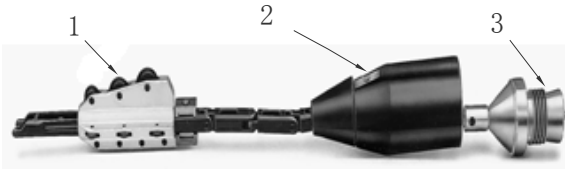


图 16　静拉碎（裂）管工具

1—裂管刀具；2—胀管头；3—管道连接装置

6.6.2　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/分钟的频率下工作，图 17 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，主要是排水管道中的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。

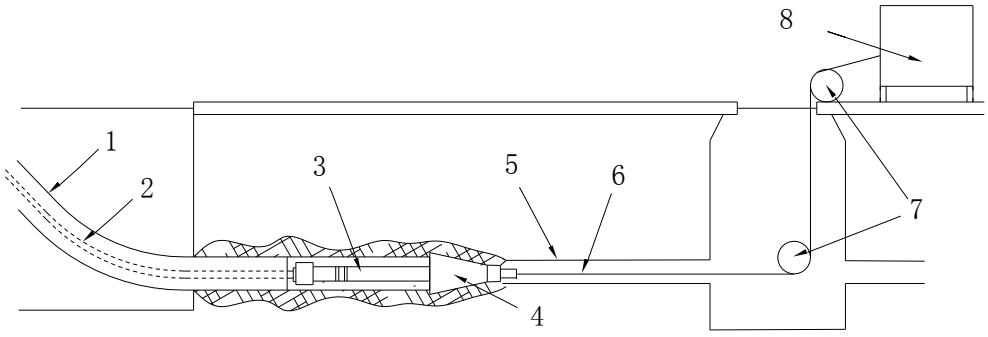


图 17　气动碎管示意图

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

6.6.3　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 4 小时。

6.6.4 应力恢复完后，在进管工作坑及出管工作坑中应对新管道与土体之间的环状间隙进行密封处理以形成光滑、防水的接头，密封长度不应小于 200mm。确保新管道与检查井壁恰当连接是至关重要的。

6.7 折叠内衬法

6.7.1 折叠管压制过程是通过调整压制机的上下和左右压辊来调整折叠管的缩径量的，在压制过程中 U-HDPE 管下方两侧不得出现死角或褶皱现象，否则必须切除此段，并在调整左右限位滚后重新工作。捆扎带缠绕的速度过快，会造成捆扎带不必要的浪费，如果缠绕速度过慢，会造成缠绕力不够，可能导致折叠管在回拉过程中意外爆开。根据《城镇燃气管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 147 对折叠管的折叠速度和缠绕速度进行了规定，现场折叠管的折叠速度应与折叠管的直径有关。为防止捆扎带与原有管道内壁发生摩擦产生断裂，一般在机械缠绕后，操作人员每隔 50cm~100cm 人工补缠捆扎带数匝。图 18 为现场折叠管的压制图片。

（a）折叠管压制　　（b）捆扎带缠绕

图 18　现场折叠管压制及捆扎带缠绕

6.7.2 为防止折叠管在拉入过程受到损伤，制定了本条。施工中可以在原有管道端口安装带有限位滚轴的防撞支架和导向支架，避免内衬管与原有管道端口发生摩擦。

6.7.3 参照 ASTM F1605 对工厂预制 PE 折叠管的复原进行了规定。其中复原过程中的压力值应根据现场条件和内衬管的 DR 值来调整。折叠管冷却后应至少保留 80mm 的内衬管伸出原有管道两端，用于内衬管温度降到周围温度后的收缩。折叠管的复原示示意图如图 19 所示；本条中的温度、压力值不适用于 PVC-U 折叠管的复原，其复原参数应咨询生产商。

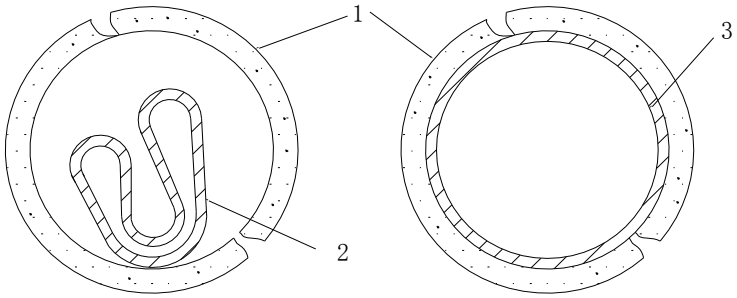


图 19　折叠管复原示意图

1—原有管道；2—折叠内衬管；3—复原后内衬管

6.7.4 参照《城镇燃气管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 147 对现场折叠管的复原过程作了规定。应严格控制复原速度，首先应计算出复原后 PE 管的水容积，复原时在不加

压情况下使水充满折叠后的聚乙烯管的空间，并准确测量注入水量。复原后的水容积与无压注入水量之差就是复原时需压入的水量。水不可压缩，通过控制加压注水的速度即可控制折叠管的复原速度。

6.8 缩径内衬法

6.8.1 径向均匀缩径是通过专门设计的滚轮缩径机完成的，如图 20、图 21 所示。为确保缩径后的内衬管能恢复原形，根据实际经验，缩径量不应大于 15%。

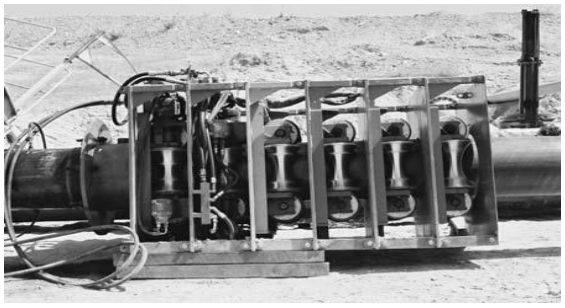


图 20 径向缩径设备

图 21 径向缩径滚轮

6.8.2 拉拔法是通过一个锥形的钢制拉模拉拔新管，使塑料管的长分子链重新组合，管径减小。管径的减少量取决于聚乙烯管对其聚合链结构的记忆功能，对大直径的管道，直径的减少量约为 7%~15%；而对小直径的衬管，该值可能更大，如直径 100mm 的管道可达 20%，考虑到排水管道的直径一般大于 200mm，本条规定缩径量不应大于 15%。通常，当环境温度低于 5℃时，为避免拉伤管道，要求必须对压模进行加热处理。

6.8.3 管道的缩径和拉入过程是同步进行的，是个连续的施工过程，一旦开始便不能中途停止，因为绞车停止牵拉时变形管就会开始恢复形状，因而难以置入原有管道内。

拉入过程中不应对 PE 管造成损伤，其措施可参照本规程 6.3.4 条和 6.7.2 条的规定。拉入过程的拉力、伸长率、超出原有管道的长度以及应力恢复时间可参考本规程 6.3.2 条的规定。

6.8.4 缩径内衬管就位后，依靠塑料分子链对原始结构的记忆功能，在管道的轴向拉力卸除之后，可逐渐自然恢复到原来管道的形状和尺寸，并与原有管道内壁形成紧配合，该自然恢复过程一般需 24h。通过加热加压的方式可促使其快速复原，减少复原的时间，但不应少于 8h。

6.9 机械制螺旋缠绕法

6.9.2 缠绕机应放在管道插入坑里并与原有管道轴线对正，以便内衬管螺旋缠绕和直接插入（旋转并推进）到原有管道里。带状型材经缠绕机缠绕成直径满足要求的内衬管，同时将内衬管沿原有管道推进直到修复管段终点（见图 22）。当带状型材在缠绕机中形成内衬管时，应该向带状型材边缘的主锁扣和次锁扣锁定装置中注入密封剂或粘结剂，对于可扩张螺旋缠绕工艺，同时还应将钢线放在主锁扣和次锁扣锁定装置之间。可扩张螺旋缠绕工艺内衬管推进到终点时，应在新管端口处打孔并插入钢筋固定以防止新管转动。通过将钢线从互锁接缝中拉出，从而割断次锁使带状型材沿连接的主锁方向自由滑动。不断拉出钢线同时继续缠绕，

使型材不断地沿径向增加或扩张，直到螺旋缠绕内衬管的非固定端紧紧地贴在原有管道内壁（见图 23）。

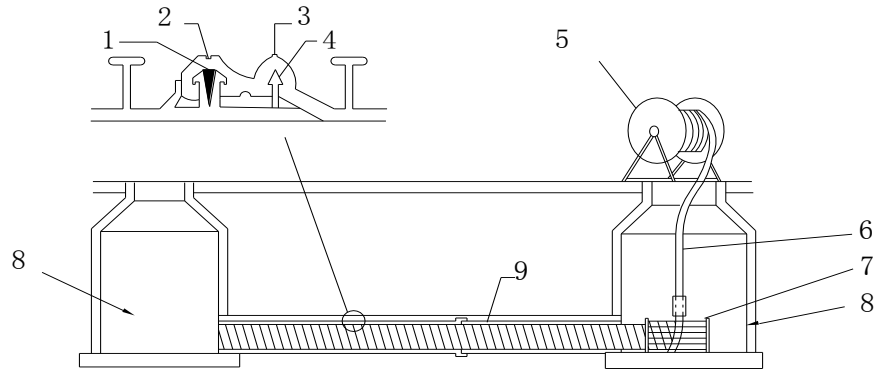


图 22　固定直径螺旋缠绕工艺

1—密封胶；2—主锁扣；3—次锁扣；4—粘结剂；5—转轴；6—型材；7—缠绕机；8—检查井；9—水泥浆

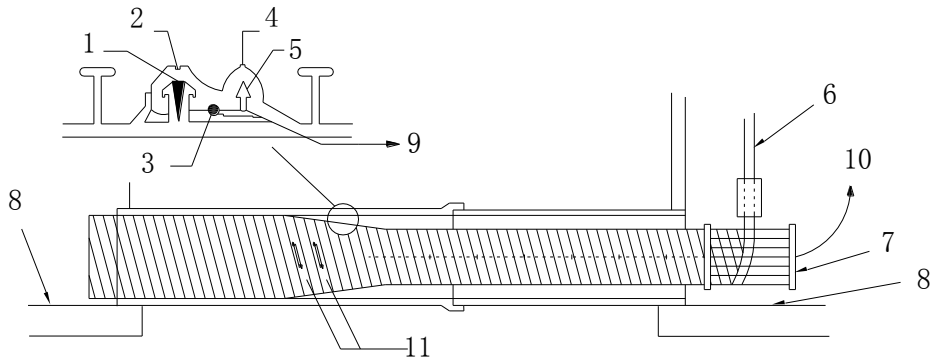


图 23　内衬管直径可扩张螺旋缠绕工艺

1—密封胶；2—主锁扣；　3—钢丝；4—次锁扣；5—粘结剂；6—型材；7—缠绕机；8—检查井；9—拉出钢丝、次缩扣拉断、衬管扩张；10—牵拉钢丝；11—型材滑动

6.9.3　当带状型材在缠绕机里形成内衬管时，应向带状型材边缘的次锁扣锁定装置中注入密封剂、粘结剂或这两种物品的混合物。移动设备螺旋缠绕工艺可分别缠绕形成与原有管道贴合型和非贴合型的内衬管，分别如图 24、图 25 所示。

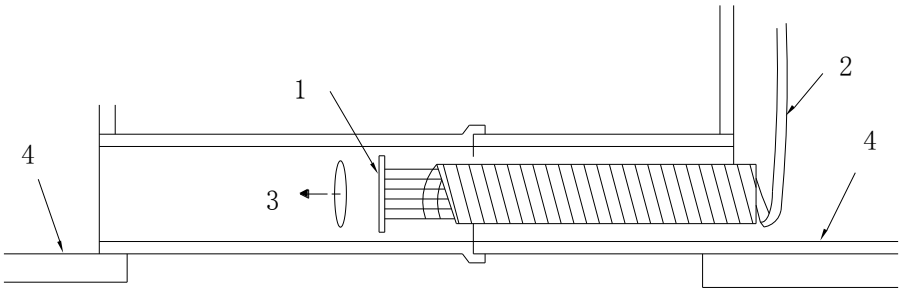


图 24 非贴合螺旋缠绕工艺

1—缠绕机；2—带状型材；　3—螺旋缠绕机前进方向；4—检查井

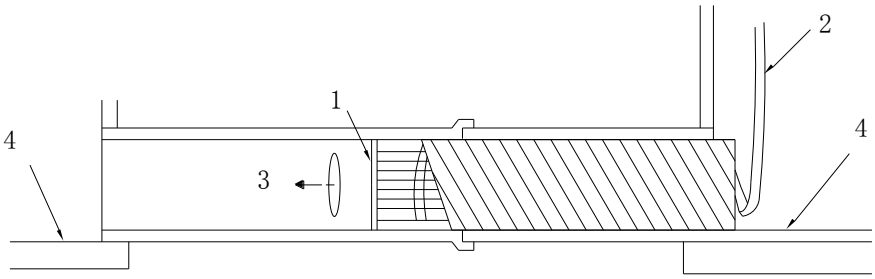


图 25 贴合型螺旋缠绕工艺

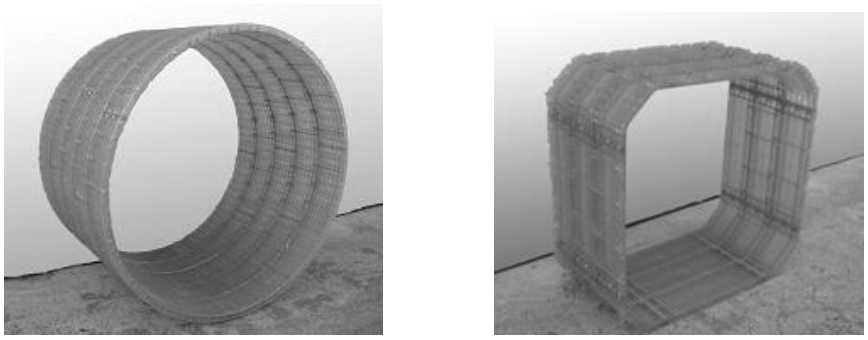
1—缠绕机；2—带状型材； 3—螺旋缠绕机前进方向；4—检查井

6.9.6 螺旋内衬管道贴合原有管道，由于设计是由内衬管完全承受荷载，因此可不进行注浆处理；当内衬管不贴合原有管道时，所以必须对环状间隙进行注浆处理，将内衬管、注浆体和原有管道作为复合管结构。

6.10 管片内衬法

6.10.1 管片进入检查井时，应避免管片与井壁和原有管道端口的碰撞，以免对管片造成损伤。

6.10.2 目前，管片一般通过人工在原有管道内进行拼装，图 26 为某公司生产的管片拼装后形成的内衬管。



（a） 圆形 （b）方形

图 26 管片拼装后的形成的内衬管道

6.10.5 管片内衬法是由管片、浆体和原有管道共同来承受荷载，因此对注浆材料的性能具有一定的要求，表 6.10.5 中的相关性能为试验所得，并成功运用于施工中。

6.11 不锈钢套筒法

6.11.1 典型不锈钢套筒如 27 所示：

图 27　不锈钢套筒

6.11.2　不锈钢套筒法的施工示意图如图 28 所示：

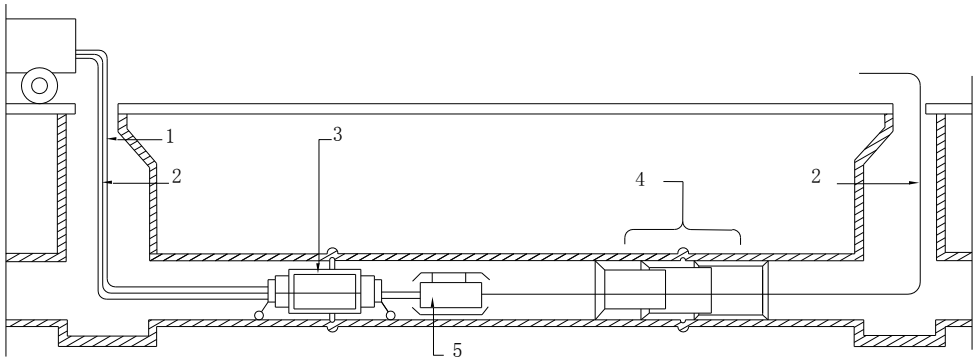


图 28　不锈钢套筒法施工示意图

1—软管；2—拖线；3—不锈钢套筒；4—连续多套筒安装；5—闭路电视

6.12　点状原位固化法

6.12.2　点状原位固化法可以采用加热固化或常温固化。聚酯树脂一般在常温下就可以固化，但其固化前会受到水的不利影响；环氧树脂一般需要加热固化，其不溶入水，但其造价较高，且固化条件要求较高。软管的浸渍一般在现场进行，也可以预先在工厂浸渍好后再运送到修复现场。现场浸渍软管过程中，应当谨慎操作，避免环境风险和化学药品溢漏。树脂混合及浸渍时，应该尽量做好密封措施，混入空气将对材料产生损害作用，如果混入空气过多，固化后树脂会含有比较多的孔隙，因此有些修复系统为了尽量避免空气混入，而采用真空浸渍技术。

6.12.3　对于大口径修复，采用小车将浸渍树脂的软管运送到待修复位置。

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

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

7　工程验收

7.1　一般规定

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

本规程参照 ASTM F1216 标准对排水管道修复中 CIPP 内衬管抗化学腐蚀测试作了规定，试验方法应按现行国家标准《塑料耐液体化学试剂性能的测定》GB/T 11547 的规定。德国标准中则规定对于固化后的树脂材料应在固化完成一周后，分别取 5 件样品放入三种不同酸碱环境的液体中（水、5%浓度的 pH 值等于 10 的 NaOH 溶液、5%浓度的 pH 值等于 1 的 H_2SO_4 溶液），浸泡 28 天后进行力学测试。

7.4　管道功能性试验

7.4.1　参照现行国家标准《给排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 对内衬管的闭水试验做了规定。由于本规程中的内衬管材大多为化学建材，因此按照 GB 50268 的要求其渗水量应满足式（7.4.1）的要求。

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

7.4.2　根据 ASTM F1216、F2019、F1741 的中的规定，对于直径大于 900mm 的管道进行渗漏测试是不实际的，因此制定了本条。

7.5　工程竣工验收

7.5.1　本条参照了行业标准《城镇燃气管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 147 对排水管道的工程竣工验收程序及其相关要求作出了规定。