

UDC

中华人民共和国行业标准

CJJ

P

CJJ×××—20××

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

(征求意见稿)

20××—××—××发布

20××—××—××实施

中华人民共和国住房和城乡建设部 发布

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，参考有关国际标准和国外先进标准，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包括：1. 总则；2. 术语和符号；3. 基本规定；4. 管道检测与清洗；5. 设计；6. 穿插法施工；7. 原位固化法施工；8. 碎（裂）管法施工；9. 折叠内衬法施工；10. 缩径内衬法施工；11. 机械制螺旋缠绕法和管片内衬法施工；12. 局部修复法施工；13. 工程验收；附录 A. 排水管道结构性缺陷的等级划分；附录 B. 排水管道功能性缺陷的等级划分；附录 C. 闭气法试验；附录 D. 带状型材刚度系数测试方法；附录 E. 带状型材接口严密性压力测试方法；附录 F. 带状型材接口严密性压力测试方法；附录 G. 更新管外压破坏荷载试验方法

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。执行过程中如有意见或建议，请函告中国地质大学（武汉）工程学院（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：

本规程主要起草人员：

本规程主要审查人员：

目 录

| | | |
|------|-----------------------|----|
| 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..... | 6 |
| 4 | 管道清洗与检测..... | 7 |
| 4.1 | 管道清洗..... | 7 |
| 4.2 | 管道检测..... | 7 |
| 4.3 | 管道缺陷的分类..... | 8 |
| 5 | 设 计..... | 11 |
| 5.1 | 修复设计原则..... | 11 |
| 5.2 | 重力管道壁厚设计..... | 13 |
| 5.3 | 压力管道壁厚设计..... | 15 |
| 5.4 | 水力设计..... | 16 |
| 6 | 穿插法施工..... | 18 |
| 6.1 | 施工准备..... | 18 |
| 6.2 | 施 工..... | 19 |
| 7 | 原位固化法施工..... | 21 |
| 7.1 | 材料和设备..... | 21 |
| 7.2 | 施工准备..... | 21 |
| 7.3 | 翻转法施工..... | 22 |
| 7.4 | 拉入法施工..... | 23 |
| 8 | 碎（裂）管法施工..... | 25 |
| 8.1 | 材料与设备..... | 25 |
| 8.2 | 施工准备..... | 26 |
| 8.3 | 施 工..... | 27 |
| 9 | 折叠内衬法施工..... | 28 |
| 9.1 | 材料..... | 28 |
| 9.2 | 施工准备..... | 29 |
| 9.3 | 施 工..... | 29 |
| 10 | 缩径内衬法施工..... | 31 |
| 10.1 | 材 料..... | 31 |
| 10.2 | 施工准备..... | 31 |
| 10.3 | 施 工..... | 32 |
| 11 | 机械制螺旋缠绕法和管片内衬法施工..... | 33 |
| 11.1 | 材料和设备..... | 33 |
| 11.2 | 施工准备..... | 34 |
| 11.3 | 施 工..... | 34 |
| 12 | 局部修复法施工..... | 35 |
| 12.1 | 不锈钢发泡筒法..... | 35 |
| 12.2 | 点状原位固化法..... | 36 |

| | |
|----------------------------|----|
| 13 工程验收..... | 38 |
| 13.1 外观检测..... | 38 |
| 13.2 取样检测..... | 38 |
| 13.3 渗漏检测..... | 39 |
| 13.4 工程竣工验收..... | 40 |
| 附录 A 排水管道结构性缺陷的等级划分 | 42 |
| 附录 B 排水管道功能性缺陷的等级划分 | 44 |
| 附录 C 闭气法试验..... | 45 |
| 附录 D 带状型材刚度系数测试方法..... | 48 |
| 附录 E 带状型材接口严密性压力测试方法 | 49 |
| 附录 F 带状型材接口严密性压力测试方法..... | 51 |
| 附录 G 更新管外压破坏荷载试验方法..... | 52 |
| 本规程用词说明..... | 53 |

1 总 则

1.0.1 为了加强城镇排水管道非开挖修复更新工程的管理，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应积极采用满足本规程质量要求的新技术、新材料和新设备。

1.0.4 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 非开挖管道修复更新 trenchless pipeline rehabilitation and renewal

采用少开挖或不开挖地表的方法进行地下管道修复或更新。

2.1.2 穿插法 slip lining

采用牵拉或顶推的方式将新管直接置入旧管,对新旧管道之间的间隙进行充填的管道修复方法。

2.1.3 碎(裂)管法 pipe bursting/cracking

使用碎(裂)管设备从旧管道内部破碎或割裂旧管道,旧管道碎片挤入周围土体并形成管孔,新管道拉入管孔的管道更新方法。

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

将浸渍热固性树脂的软管通过翻转或牵拉方式置入旧管道内,通过加热等方法将树脂固化形成管道内衬的修复方法。

2.1.5 折叠内衬法 fold-and-form lining

将圆形塑料管道进行折叠,并置入旧管道中,通过加热、加压的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

将新管道的直径缩小,通过牵拉置入旧管道内,待其直径恢复到原来大小后,形成与旧管道紧密配合的管道内衬的修复方法。

2.1.7 机械制螺旋缠绕法 spiral wound lining

将带状型材在旧管道内缠绕成一条新管道,并对新管道与旧管道之间的间隙进行注浆处理的管道修复方法。

2.1.8 管片内衬法 splice segment lining

将片状型材在旧管道内拼接成一条新管道,并对新管道与旧管道之间的间隙进行填充和粘接处理的管道修复方法。

2.1.9 局部修复 localized repair

对旧管道内的局部破损、接口错位、局部腐蚀等缺陷进行修复的方法。

2.1.10 不锈钢发泡筒法 Stainless steel foam sleeve

在管道局部破损处安装一个外附吸附发泡胶海绵的不锈钢套筒,发泡胶膨胀后在旧管道和不锈钢套筒之间形成密封性接触的管道修复方法。

2.1.11 点状原位固化法 spot CIPP

用气囊扩张法将浸渍树脂的织物紧贴在管道损坏部位,然后通过加热等方法固化进行管道局部修复的方法。

2.1.12 部分破坏管道 partially deteriorated pipe

出现轻微的结构性破损,但在管道的设计寿命之内仍能承受外部土压力和动荷载,截面变形不大于管公称内径的 12.5%的管道。

2.1.13 完全破坏管道 fully deteriorated pipe

管道出现结构性破损,虽在管道的设计寿命之内,但不能继续承受外部压力和动荷载作用,或截面变形大于管公称内径 12.5%的管道。

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柔性管材,外层包覆非渗透性的塑料薄层。

2.1.15 内衬管 liner

在不破坏旧管道的前提下,通过各种非开挖修复方法在旧管道内形成的内衬。

2.1.16 折叠管 folded pipe

将圆形塑料管通过压制、折叠而成的 U 形或 C 形断面的管道。

2.1.17 PIG 清洗法 PIG cleaning technology

PIG 也称“清管器”,由聚氨酯发泡体做成,主要用于压力管道的清洗,将 PIG 两端增加牵引绳可用于重力管道的清洗。

2.2 符 号

2.2.1 尺寸

A ——过水断面积;

d ——内衬管道公称直径;

d_h ——原有管道中孔洞或缺口的最大直径;

D ——原有旧管道的平均内径;

D_L ——闭气试验管道内径;

D_{\max} ——原有旧管道的最大内径；
 D_{\min} ——原有旧管道的最小内径；
 D_N ——聚乙烯管道外径；
 D_O ——聚乙烯管道内径；
 H ——管顶覆土厚度；
 H_w ——管顶以上地下水位高度；
 I ——内衬管的转动惯量；
 L ——工作坑长度；
 P ——湿周；
 R ——水力半径；
 SDR ——管道的标准尺寸比（外径/壁厚）；
 t ——内衬管的壁厚；

2.2.2 系数和因子

B' ——弹性支撑系数；
 C ——椭圆度折减因子；
 EI ——机械制螺旋缠绕管的刚度系数；
 K ——圆周支持率；
 N ——安全系数；
 n ——曼宁系数；
 n_e ——原有管道的曼宁系数；
 n_t ——内衬管的曼宁系数；
 q ——旧管道的椭圆度（百分率）；
 R_w ——水浮力因子；
 S ——管道坡度；
 μ ——泊松比。

2.2.3 荷载和压力

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

W_s ——动荷载。

2.2.4 模量

E ——初始弹性模量；

E_L ——长期弹性模量；

E_S' ——土体反作用模量；

σ ——管材的屈服拉伸强度；

σ_L ——内衬管长期弯曲强度；

σ_{TL} ——内衬管长期抗拉强度。

2.2.5 其他符号

Q ——流量；

Q_e ——允许渗水量；

V_e ——渗漏速率；

w ——土体重度。

3 基本规定

- 3.0.1** 从事城镇排水管道修复更新工程的施工单位应具备相应的施工资质。
- 3.0.2** 施工单位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，建立安全管理体系和安全生产责任制，确保施工安全。
- 3.0.3** 施工单位在施工前，应编制施工组织设计。施工组织设计必须按照规定程序审批后执行，有变更时要办理变更审批。
- 3.0.4** 施工前，应查明施工区域的交通情况以及既有管线、构（建）筑物与拟修复管道的相互位置关系及其他属性，并形成正式文件。
- 3.0.5** 施工设备应根据工程特点合理选用，并有总体布置方案。对于不宜间断的施工工艺，应有完全满足施工要求的备用的动力和设备。
- 3.0.6** 修复更新工程所用的管材、管件、构（配）件和主要原材料等产品进入施工现场时必须进行验收并妥善保管。验收时应检查每批产品的质量合格证书、性能检测报告、使用说明书、进口产品的商检报告等，并按国家有关标准规定进行复检，复检合格后方可使用。
- 3.0.7** 修复更新工程所用成品管道或型材应有清晰的标记，标记应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。
- 3.0.8** 需井下作业时，必须按《CJJ6 排水管道维护安全规程》中的规定做好安全生产各项措施。
- 3.0.9** 施工中需进行的局部开挖，开挖前应取得相关部门的批准，施工结束后恢复原样。
- 3.1.0** 因检查、清洗、修复管道需要封堵管道的，应按《CJJ68 城镇排水管渠与泵站维护技术规程》中的规定执行。

4 管道清洗与检测

4.1 管道清洗

4.1.1 管道清洗可采用高压水射流清洗法、PIG 清洗法以及其它清洗技术。清洗后的管道表面应无明显附着物、尖锐毛刺、影响内衬管道施工的突起，除此之外还应满足各种施工工法对管道表面清洁程度的要求；必要时可采用局部开挖的方法清除管内影响施工的障碍。

4.1.2 采用高压水射流进行管道清洗时，应符合以下规定：

- 1 水流压力不得对管壁造成损坏（例如剥蚀、刻槽、裂缝及穿孔等）。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点停留时间过长；
- 3 清洗产生的污水和废渣应从检查井或工作坑内排出，为减少水的用量和环境污染，宜采用水净化循环利用系统。
- 4 管道直径大于 800mm 时，也可采取人工进入管内进行高压水射流清洗。

4.1.3 采用 PIG 清洗法进行管道清洗作业时，应符合以下规定：

- 1 在进行管道清洗工作前，应仔细检查设备的可靠性，包括充气囊的密封性以及是否破损、绞车的牵引能力、钢丝绳是否完好等；
- 2 确保管道内无尖锐的碎渣、突出物等，以防止损坏充气或充水胶囊；
- 3 气囊在管道内扩张的压力不宜过大，以防止管道破裂或变形；
- 4 水囊或气囊在管道内的前进速度不宜超过 0.1m/s；
- 5 从管道清理出来的碎渣应按照相关规定处理，不得随意堆放或丢弃。

4.2 管道检测

4.2.1 管道的检测一般采用闭路电视或人工的方法，应查清原有管道接头错位、管壁压碎、坍塌等缺陷和异常情况，并详细记录其位置和缺陷等级，管道缺陷和异常的分类描述可参照本章 4.3 的规定，或按所在地的管道电视和声纳检测与评估地方标准或行业标准执行。

4.2.2 闭路电视检测应符合以下要求：

- 1 采用闭路电视进行管道检测和评估应以相邻两座检查井之间的管段为单位进行；
- 2 检测前应对设备进行检查，并在地面试用，以确保设备能够正常工作；
- 3 在仪器进入井内进行检查前，应先拍摄看板，看板上应用清晰端正的字体写明本次

检测管道的地点、管道材质、编号、管径、时间、负责人员姓名等信息；

4 采用闭路电视进行检测时，管道内水位高度不应大于管道垂直高度的 20%；

5 遇到管道内缺陷或异常，检测设备应暂时停止前进，变换摄像头对缺陷异常部位进行仔细摄像后再继续前进；

6 当检测遇障碍物无法通过时，应退出检测器，清除障碍物之后继续检测；

7 当旧管道内壁结垢、淤积或严重腐蚀剥落等影响电视图像效果时，应对管道内部进行清洗后继续检测。

4.2.3 人工检测应符合以下要求：

1 对于直径大于 800mm 的管道，也可采用人工进入管道进行检查。人工检测距离一次不宜超过 100m。

2 采取人工进入检查时，管道内积水深度不得超过管径的 1/3 并不得大于 0.5m，管内水流流速不得超过 0.3m/s，管道内水流过大时，应采取封堵上游入水口或设置排水等措施降低管内水位。

3 采用潜水员检查管道时，管径不得小于 1200mm，流速不得大于 0.5m/s。

4 下井检测工作人员应与地面工作人员保持通讯联络。

5 井下检测人员应携带摄像机，对管道内缺陷位置进行详细拍摄记录，摄像画面应清晰。

4.3 管道缺陷的分类

4.3.1 管道检测中发现的缺陷和异常情况应采用标准名称进行描述，采用标准代码进行记录，或按所在地的管道电视和声纳检测与评估的地方（行业）标准执行。

4.3.2 管道检测中发现的缺陷和异常情况可分为以下三类：

1 结构性缺陷 影响管道结构强度和使用寿命的缺陷，如裂缝、腐蚀等。

2 功能性缺陷 影响管道排水功能的缺陷，如沉积、结垢、树根等。

3 特殊构造 特殊的管道构造，如暗井、变径等。

4.3.3 管道结构性缺陷的名称、代码和定义应符合表 4.3.3 的规定。结构性缺陷等级的划分应符合附录 A 的规定。

表 4.3.3 管道结构性缺陷的名称、代码和定义

| 缺陷 | 代 | 定义 | 计量单位 |
|----|---|----|------|
|----|---|----|------|

| 名称 | 码 | | |
|------|-----|---|-----------------|
| 破裂 | PL | 管道外部压力超过了自身承受力，出现了裂缝或破裂。 | 个（环向） 或米（纵向） |
| 变形 | BX | 管道原来的形状被改变（本缺陷仅适用于柔性管道） | 个（环向） 或米（纵向） |
| 错口 | CK | 管道接口的插口和承口没有对中，看上去像一轮“半月”。 | 个 |
| 脱节 | TJ | 管道接口的插口和承口没有充分插紧，或因沉降造成脱开，相邻接口看上去像一轮“满月”。 | 个 |
| 渗漏 | SL | 地下水通过渗漏的管道或有缺陷的接口进入检查井或管内。 | 个或米 |
| 腐蚀 | FS | 管道内壁受到有害物质的侵蚀或磨损。 | 米 |
| 胶圈脱落 | JQ | 橡胶圈、沥青、水泥等接口材料进入管道。 | 个 |
| 支管暗接 | ZAJ | 支管未通过检查井直接接入管道。 | 个 |
| 管线侵入 | QR | 外来管线戳破管壁穿入管内。 | 个 |

4.3.4 管道功能性缺陷的名称、代码和定义应符合表 4.3.4 的规定。功能性缺陷等级的划分应符合附录 B 的规定。

表 4.3.4 管道功能性缺陷的名称、代码和定义

| 缺陷名称 | 代码 | 定义 | 计量单位 |
|------|----|--|-----------------|
| 沉积 | CJ | 有机物或泥沙沉淀在管底，减少了管道的过水断面。 | 米 |
| 结垢 | JG | 铁或石灰质的沉积物及油脂沉积或附着在管道内壁，减少了管道的过水断面 | 个（环向） 或米（纵向） |
| 障碍物 | ZW | 管道内的杂物，如砖石、树枝、遗弃的工具等。 | 个 |
| 树根 | SG | 包括单根或束状的树根侵入管道，减少了过水断面。 | 个 |
| 洼水 | WS | 管道沉降形成水洼，无法采用重力排除。 | 米 |
| 坝头 | BT | 砖墙等封堵材料残留在管道内。 | 个 |
| 浮渣 | FZ | 管道或检查井内有机物发酵后聚集在水面的漂浮物。浮渣需记入检查记录，但不列入计分项目。 | 米 |

4.3.5 管道特殊构造的名称、代码和定义应符合表 4.3.5 的规定。

表 4.3.5 管道特殊构造的名称、代码和定义

| 缺陷名称 | 代码 | 定义 |
|------|----|------------|
| 修复 | XF | 检测前已修复的管道。 |

| | | |
|----|----|----------------------|
| 变径 | BJ | 两座检查井之间有两种不同管径相的管道接。 |
| 暗井 | AJ | 井室上部被盖板封闭的检查井。 |

4.3.6 管道缺陷在管段纵向的位置应采用该缺陷离起始井之间的距离来描述。缺陷在管道环向的位置应采用时钟表示法来描述,前二位钟点数代表缺陷的起始点,后二位钟点数代表缺陷的结束点(见图 4.3.6)。

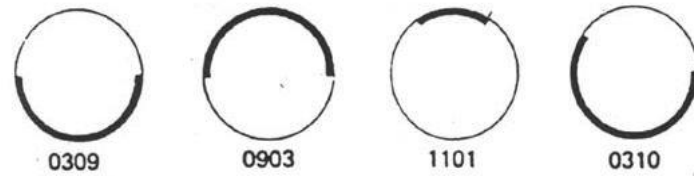


图 4.3.6 时钟表示法

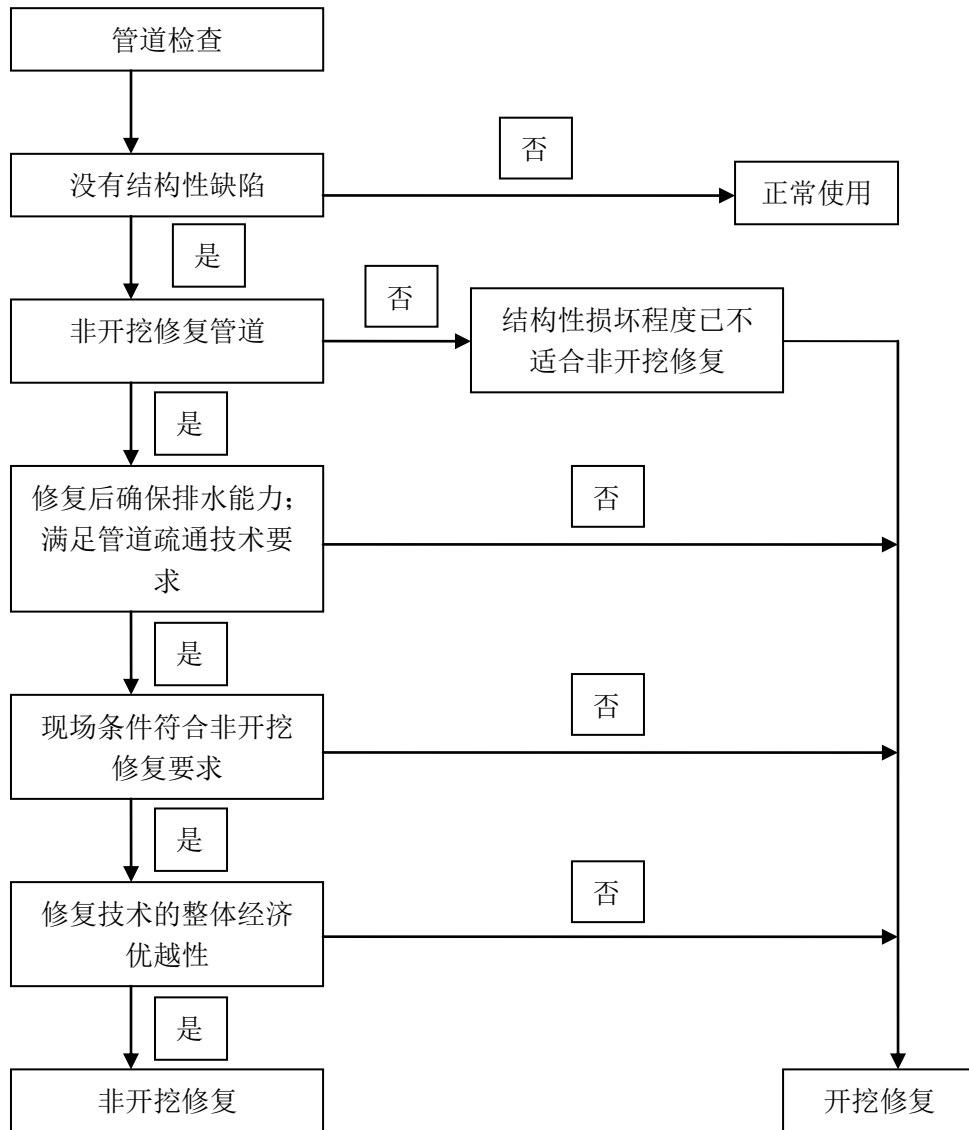
5 设计

5.1 修复设计原则

5.1.1 管道的非开挖修复或更新应设计符合以下原则：

- 1、满足管道的承载负荷要求；
- 2、管道流量应达到该管道原有设计流量；
- 3、满足管道所在地疏通技术对管道要求；
- 4、同一管段的点状修复超过 3 处的，宜采用整体修复。

5.1.2 管道非开挖修复选择应按下图程序执行：



5.1.3 管道修复工艺应根据现场条件、管道损坏情况及其各修复方法的使用条件选择。部分修复更新工艺适用条件可参照表 5.1.3。

表 5.1.3 部分修复更新工艺的适用范围和使用条件

| 修复更新方法 | 旧管道内径 (mm) | 内衬管材质 | 内衬管 SDR | 是否需要工作坑 | 是否需要注浆 | 修复弯曲管道能力 | 可修复旧管道截面形状 | |
|-----------------------|--------------------------------------|---------------------|------------------------|-------------|----------|----------|---------------|----|
| 穿插法 | 100~1000 | PE、PVC、玻璃钢等 | 根据要求设计 | 需要 | 根据设计要求 | 直管 | 圆形 | |
| 原位固化法 | 翻转法： 100~2700 拉入法： 100~2400 | 聚酯纤维，聚酯树脂，环氧树脂，乙烯基酯 | 根据要求设计，但不得大于100 | 不需要 | 不需要 | 90°弯管 | 圆形、蛋形、矩形或三角形等 | |
| 碎（裂）管法 ¹ | 75~1000 | HDPE | SDR11, SDR17.6, SDR 26 | 需要 | 不需要 | 直管 | 圆形 | |
| 折叠内衬法 | 工厂折叠 | 100~1200 | HDPE | 17.6≤SDR≤42 | 不需要或少量开挖 | 不需要 | 15°弯管 | 圆形 |
| | 现场折叠 | 100~1200 | HDPE | 17.6≤SDR≤42 | 需要 | 不需要 | 15°弯管 | 圆形 |
| 缩径内衬法 | 75~1200 | HDPE | 根据要求设计 | 需要 | 不需要 | 15°弯管 | 圆形 | |
| 机械制螺旋缠绕法 ² | 150~3000 | PVC 型材 | 根据要求设计 | 不需要 | 根据设计要求 | 15°弯管 | 圆形、矩形、马蹄形等 | |
| 管片拼装法 ² | 800~3000 | PVC 型材、填充材料 | 根据要求设计 | 不需要 | 需要 | 15°弯管 | 圆形、矩形、马蹄形等 | |
| 不锈钢发泡卷筒法 | 150~1350 | 不锈钢和聚氨酯 | - | 不需要 | 不需要 | - | 圆形 | |
| 点状 CIPP 法 | 50~1500 | 玻璃纤维与聚酯，环氧树脂，硅酸盐树脂 | 根据要求设计 | 不需要 | 不需要 | - | 圆形、蛋形、矩形或三角形等 | |

注 1：碎（裂）管法是唯一可进行管道扩容的非开挖管道更新技术；

注 2：螺旋缠绕法和管片拼接法不宜用于修复有内压的管道。

5.1.4 在相同直径和满足表 5.1.3 中修复弯曲管道能力条件下，可作为同一个修复段进行设计。需要设计工作坑的可在这些点设置工作坑作为上一管道的接收坑及下一段管道的插入坑。

5.1.5 当管道发生部分管段脱落缺失、管道接口错位、管道开裂、管道局部腐蚀、管道渗漏

等局部轻微损坏时，可对管道进行点状修复。

5.1.6 对于穿插法和固定直径机械制螺旋缠绕法，管道修复所用内衬管的外径应小于原有管道的内径，但直径减少量不宜超过旧管内径的 10% 或 50mm。

5.1.7 当修复工艺需要将修复管道拖拉进入旧管道时，其允许最大拖拉力应按下列式计算：

$$F = \sigma \times \frac{\pi(D_N^2 - D_O^2)}{8} \quad (5.1.7)$$

式中： F ——允许拖拉力（N）；

σ ——管材的屈服拉伸强度（MPa 或 N/mm²）PE80， $\sigma=17$ ；PE100， $\sigma=21$ ；或实测值；

D_N ——聚乙烯管道外径（mm）；

D_O ——聚乙烯管道内径（mm）。

5.2 重力管道壁厚设计

5.2.1 当采用穿插法、CIPP 法、折叠内衬法和缩径内衬法修复部分破坏管道时，内衬管壁厚的设计应按照以下方法确定：

1 内衬管壁厚应采用下列公式计算：

$$t = \frac{D}{\left[\frac{2KE_L C}{PN(1-\mu^2)} \right]^{\frac{1}{3}} + 1} \quad (5.2.1-1)$$

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

$$q = 100 \times (D - D_{\min}) / D$$

或者 (5.2.1-3)

$$q = 100 \times (D_{\max} - D) / D$$

式中： t ——内衬管的壁厚（mm）；

P ——地下水压力（MPa）；

SDR ——管道的标准尺寸比（ D_N/t ）；

C ——椭圆度折减因子；

q ——原有旧管道的椭圆度（%）；

D ——原有旧管道的平均内径（mm）；

D_{\min} ——原有旧管道的最小内径（mm）；

D_{\max} ——原有旧管道的最大内径（mm）；

N ——安全系数（推荐取值为 2.0）；

E_L ——内衬管的长期弹性模量（MPa），HDPE 推荐 150，PVC 推荐 1750，一般可取短期弹性模量的 50%；

K ——圆周支持率，推荐取值为 7.0；

μ ——泊松比（原位固化法内衬管取 0.3，PVC 内衬管取 0.38，HDPE 内衬管取 0.45）。

2 当管道位于地下水位以上时，内衬管的壁厚应按照业主要求选取。对于原位固化法施工的内衬管，其标准尺寸比 SDR 不得大于 100；对于 HDPE 或 PVC 内衬管，其 SDR 不得大于 42。

3 内衬管的壁厚除应满足式（5.2.1-1）外，且应大于（5.2.1-4）的计算结果：

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

式中： σ_L ——内衬管材的长期弯曲强度（MPa）。

5.2.2 当采用穿插法、CIPP 法、折叠内衬法或者缩径内衬法修复完全破坏的管道时，其内衬管壁厚的设计应符合以下要求：

1 内衬管壁厚应采用公式（5.2.2-1）进行计算：

$$t = 0.721D \left[\frac{(Nq_t / C)^2}{E_L R_w B' E'_S} \right]^{\frac{1}{3}} \quad (5.2.2-1)$$

$$q_t = 0.00981H_w + wH R_w / 1000 + W_s \quad (5.2.2-2)$$

$$R_w = 1 - 0.33(H_w / H) \quad (5.2.2-3)$$

$$B' = 1 / (1 + 4e^{-0.213H}) \quad (5.2.2-4)$$

$$I = t^3 / 12 \quad (5.2.2-5)$$

式中： q_t ——管道总的外部压力（MPa）；

R_w ——水浮力因子（最小取 0.67）；

H_w ——管顶以上地下水位高度（m）；

H ——管顶覆土厚度（m）；

w ——土体重度（ kN/m^3 ）；

W_s ——动荷载（MPa）；

B' ——弹性支撑系数；

I ——内衬管的转动惯量 (mm^4/mm);

E_S' ——土体反作用模量 (MPa), 一般可取 4.8;

2 内衬管的最小壁厚还应满足公式 (5.2.2-6) 的要求。

$$\frac{E}{12(SDR)^3} \geq 0.00064 \quad (5.2.2-6)$$

式中: E ——初始弹性模量 (MPa)。

3 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)管法更新旧管道时, 应按照新建管道的要求设计管道壁厚。

5.2.4 当采用机械制螺旋缠绕法或管片内衬法修复管道时, 更新后的管道强度应根据混凝土极限状态法计算进行设计, 计算方法可根据《GB50332-2002 给水排水工程管道结构设计规范》的要求进行。如果通过外压破坏荷载试验确认了更新后的管道具有和新管同等以上的破坏强度, 则可以免除结构计算。

5.3 压力管道壁厚设计

5.3.1 对于部分破坏管道应能承受外壁水压力和管道内部压力的作用。当部分损坏管道满足式 (5.3.1-1) 的条件时, 其内衬管的壁厚应取式 (5.2.1-1) 和 (5.3.1-2) 中的壁厚计算的最大值。

$$\frac{d_h}{D} \leq 1.83 \left(\frac{t}{D} \right)^{1/2} \quad (5.3.1-1)$$

式中: d_h ——原有管道中孔洞或缺口的最大直径 (mm);

$$P_i = \frac{5.33}{(SDR-1)^2} \left(\frac{D}{d_h} \right)^2 \frac{\sigma_L}{N} \quad (5.3.1-2)$$

式中: σ_L ——内衬管道的长期弯曲强度 (MPa)。

P_i ——管道内部压力 (MPa)。

5.3.2 当部分破坏管道不满足式 (5.3.1-1) 的条件时, 其内衬管壁厚的设计应取 (5.2.1-1)、和 (5.3.2) 中的最大值。

$$P_i = \frac{2\sigma_{TL}}{(SDR-2)N} \quad (5.3.2)$$

式中: σ_{TL} ——内衬管道的长期抗拉强度 (MPa)。

5.3.3 对于完全破坏管道, 其内衬管壁厚的设计应取 (5.2.1-1)、(5.2.2-1)、(5.2.2-6) 和 (5.3.2) 中的最大值。

5.4 水力设计

5.4.1 当管道内没有完全充满流体时，其流量应按照式（5.4.1-1）进行计算。

$$Q = \frac{AR^{2/3}S^{1/2}}{n} \quad (5.4.1-1)$$

式中：Q——流量（m³/s）；

n——曼宁系数；

R——水力半径（m）； $R = \frac{A}{P}$

A——过水断面面积（m²）；

P——湿周（m）；

S——管道坡度。

5.4.2 当管道中充满流体时，其流量应按式（5.4.2）进行计算：

$$Q = 0.312 \frac{D^{8/3}S^{1/2}}{n} \quad (5.4.2)$$

5.4.3 修复后管道的过流能力与修复前管道的过流能力的比值应按式（5.4.3）进行计算：

$$\text{过流能力比百分数} = \frac{n_e}{n_l} \left(\frac{d}{D} \right)^{8/3} \times 100 \quad (5.4.3)$$

式中：n_e——原有管道的曼宁系数；

n_l——内衬管的的曼宁系数。

5.4.4 部分管材的曼宁系数，应按表 5.4.4 取值。

表 5.4.4 曼宁系数取值

| 管材类型 | 曼宁系数 n |
|---------|--------|
| 原位固化内衬管 | 0.010 |
| HDPE 管 | 0.009 |
| PVC 管 | 0.009 |
| 混凝土管 | 0.013 |
| 砖砌管 | 0.016 |
| 陶土管 | 0.014 |

注：本表所列曼宁系数是指管道在完好无损的条件下的曼宁系数。如果管道受到腐蚀或破坏等，其曼宁系数会增加。

5.4.5 为了确保管道设计流量，D800以上大口径管道修复后的管道内径不宜小于表5.4.5中的要求。

表5.4.5 D800以上管道修复后内径的最小尺寸要求

| 混凝土旧管道直径, mm | 修复后塑料管道内径, mm |
|--------------|---------------|
| 800 | 725 |
| 900 | 820 |
| 1000 | 915 |
| 1100 | 1005 |
| 1200 | 1105 |
| 1350 | 1245 |
| 1500 | 1370 |
| 1650 | 1510 |
| 1800 | 1650 |
| 2000 | 1840 |

6 穿插法施工

6.1 施工准备

6.1.1 应根据设计方案和现场实际情况制定旧管道的闭路电视检查、清洗、临排和试穿方案，并确定工作坑的位置。工作坑的位置应避开地下构筑物、地下管线及其他障碍物。

6.1.2 穿管前对管道的清洗和检测应符合本规范第四章的规定。

6.1.3 牵引工艺工作坑最小长度应按照式 6.1.3 计算，工作坑的布置如图 6.1.3 所示。

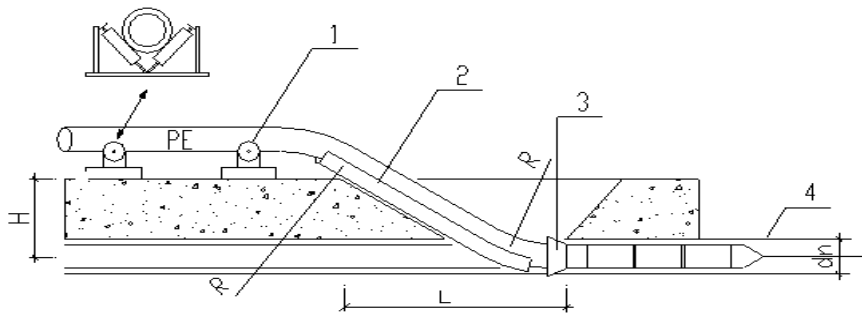
$$L = [H \times (4R - H)]^{\frac{1}{2}} \quad (6.1.3)$$

式中： L ——工作坑长度（m）；

H ——敷设深度（m）；

R ——聚乙烯管许用弯曲半径（m），且 $R \geq 25 dn$ ；

dn ——管径（m）。



1—地面滚轮架 2—防磨垫 3—喇叭型导入管 4—旧管道

图 6.1.3 穿插法工作坑设计和现场布置示意图

6.1.4 顶推工艺工作坑尺寸及布置如图 6.1.4 所示。

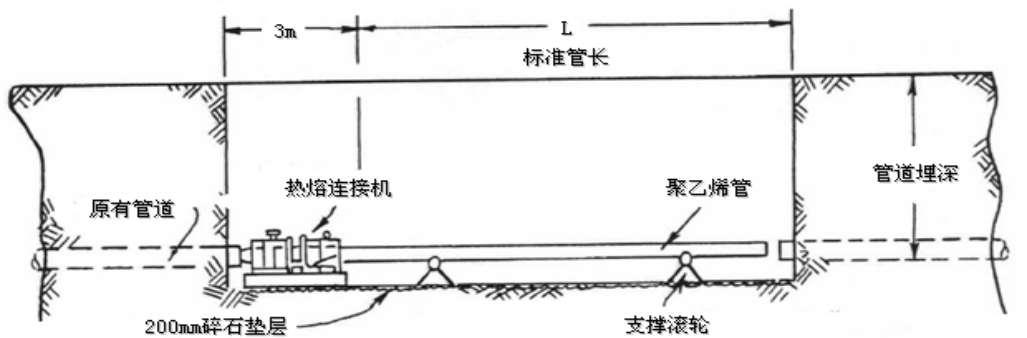


图 6.1.4 顶推工作坑

6.1.5 穿管前，应采用长度不小于 3m 与待插入管同径的聚乙烯检测管段拉过旧管，并检测其表面划痕深度，不超过壁厚的 10%时为合格。

6.1.6 管道的连接应符合以下要求：

1 连接前应检查管道的损坏情况：管道外表面刻痕不应超过壁厚的 10%，不应有过度或突然弯曲导致的屈曲，对于短管扁平率不应超过 5%，内表面不应有任何磨损和切削；

2 对于在工作坑或检查井中使用电子点火或者明火连接设备连接管道的，应事先对可燃气体的含量进行评估；

3 管道的连接宜采用热熔对接的方法，热熔对接应符合《GB19809 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》中的要求。

6.2 施 工

6.2.1 内衬管道可以通过牵引、顶进或两者的组合安装到原有管道中。在安装超常壁厚或超长聚乙烯管时宜使用顶进和牵拉组合工艺。

6.2.2 牵引工艺应符合下列要求：

1 牵引管道时，应采取必要措施防止 HDPE 管进入管道时被磨碎、划伤。

2 在牵拉遇到阻塞的情况下，应控制牵拉力的大小，防止管道受力超过允许值；

3 管道的拉伸率不得超过 1.5%，牵拉速度不得超过 0.3m/s，在弯曲或管道变形较大的管道中施工应减慢速度。牵拉操作一旦开始就不宜中断；

4 当把聚乙烯管插入旧管道时，每段插入管末端伸出旧管道端口的长度应能满足管道拉伸变形恢复和连接操作的要求（推荐值为 $1\%L+20\text{mm}$ ）。管道拉伸恢复时间宜保持 24 小时。

6.2.3 顶进工艺应符合下列要求：

1 热熔焊接聚乙烯管道也可采用顶推方式进行安装；

2 当采用机械承插式接头时，采用顶推工艺可允许原管道中有水流，但其水位应在管道起拱线之下；

3 该工艺也可以用于短管的曲线顶进；

4 施工现场应预备水泵和临排设施。

6.2.4 在穿插内衬管过程中应注意对内衬管的保护，防止杂物进入内衬管，防止对内衬管表面的损伤。

6.2.5 在内衬管道稳定和应力完全松弛后方可进行固定和注浆等加固措施。

6.2.6 内衬管和原管道间的环状空隙宜进行注浆处理，注浆应满足以下规定：

- 1 对直径 800mm 以上管道，内衬管和旧管道之间的环状间隙必须进行注浆。
 - 2 注浆宜分段进行，并均匀注满环状空隙，且注浆压力不应大于内衬管允许注浆压力（咨询生产商）。
 - 3 注浆过程中应通过安装竖管或其它方式调节注浆压力。
 - 4 内衬管直径大于 900mm 时应在管内进行支护，防止内衬管在注浆压力的作用下发生变形。
 - 5 注浆完成后，应将注浆孔密封。
- 6.2.7** 在管道进出检查井处，应用具有弹性以及可以在水下使用的材料对旧管道和内衬管之间的环状间隙进行密封处理。
- 6.2.8** 在内衬管直接与周围土体接触的部位应采取相应措施进行保护。

7 原位固化法施工

7.1 材料和设备

7.1.1 原位固化法的材料一般包括：热固性树脂、针刺毛毡、玻璃纤维等。

7.1.2 原位固化法所采用的软管应符合以下要求：

1 软管应包含单层或多层聚酯纤维毡或同等性能的材料，其应能浸渍树脂并不与树脂发生反应，且能承受施工的拉力、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相容的非渗透性的透明塑料膜。

3 当软管由多层织物叠加而成时，各层之间的接缝必须错开，不得叠加。接缝连接必须牢固。软管及其接缝的横向与纵向抗拉强度按照《GBT 3923.1 纺织品 织物拉伸性能第1部分 断裂强力 and 断裂伸长率的测定 条样法》的要求测试，均不得低于5 MPa。

4 玻璃纤维增强的纤维软管应至少包含两层由抗腐蚀的玻璃纤维形成能够浸渍树脂的软管，内表面应为聚酯毡层，外表面应为单层或多层抗苯乙烯或不透光的薄膜。

5 软管应能够伸展，并具有一定的韧性，其长度应大于待修复的管道的长度。软管直径的大小应保证在固化后能恰好与旧管道的内壁紧贴在一起。

6 生产商应提供软管固化后的初始结构性能的检测报告，其应符合本规范13.2.6和13.2.7的要求。

7.1.3 原位固化法所采用的树脂应符合以下要求：

1 树脂可采用热固性的聚酯树脂、环氧树脂或乙烯基树脂，并可与一定量的添加剂混合以达到工程的设计要求。

2 树脂应能在热水、热蒸汽或者紫外线的作用下固化，且初始固化温度应低于 80℃。

7.1.4 采用紫外线光固化时，紫外光发生装置应能满足相应管径和树脂固化的需要。

7.2 施工准备

7.2.1 管道检测和清洗应符合本规程第四章的规定。

7.2.2 在浸渍软管之前应仔细计算树脂的用量，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5~10%。

7.2.3 树脂混合后应及时进行浸渍，停留时间不得超过20min；如不能及时浸渍，应将树脂冷藏，冷藏温度应低于15℃，冷藏时间不得超过3h。

7.2.4 软管宜在抽成真空状态下浸渍树脂，应保证软管材料充分浸透树脂，不得出现干斑或气泡。

7.2.5 浸渍过树脂的软管在储存和运送过程中必须保证软管的温度低于20℃，并应记录储存和运送过程中的温度和时间；在施工现场浸渍软管时，作业环境温度应低于20℃。

7.3 翻转法施工

7.3.1 将浸渍后的软管翻转置入待修复管道可采用水压或气压的方法。翻转压力应足够大以使浸渍软管能翻转到管道的另一终点，并使软管与旧管管壁紧贴在一起。在翻转时压力不得超过软管的允许最大张力。翻转完毕后，应保证软管的防渗塑料薄膜朝内(与管内水或蒸汽相接触)。

7.3.2 在翻转过程中，应保持适当的翻转压力和速度，使软管与原管道能够紧密黏贴。

7.3.3 在翻转过程中，可使用润滑剂以减少翻转阻力。所使用的润滑剂必须是无毒的油基产品，不得对树脂浸渍软管、锅炉和水泵系统等产生不良影响，同时不会滋生细菌，不影响液体的流动。

7.3.4 翻转完成后，应保证树脂浸渍软管比原管道两端各长200mm以上。

7.3.5 采用热水或热蒸汽对翻转后的浸渍树脂的软管进行固化：

1 采用热水固化应满足下列要求：

- 1) 热水的温度应均匀地升高，使其缓慢达到树脂固化所需的温度。
- 2) 在热水供应装置上应安装温度测量仪监测水流入和流出时的温度。
- 3) 应在修复段起点和终点的浸渍树脂软管与旧管道之间安装温度感应器以监测管壁温度变化。温度感应器应安装在至少距离旧管道端口里侧 0.3m 处。
- 4) 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。

2 采用热蒸汽固化应满足下列要求：

1) 应使热蒸汽缓慢升温并达到使树脂固化所需的温度。固化所需的温度和时间应咨询树脂材料生产商。

2) 蒸汽发生装置应具有合适的监控器以精确测量蒸汽的温度。应对内衬管固化过程中的温度进行测量和监控。

3) 可通过温度感应器监测的树脂放热曲线判定树脂固化的状况。

7.3.6 在固化过程中，应考虑修复管段的材质、周围土体的热传导性、环境温度、地下水位

等情况，以适当调整固化温度和时间。固化过程中温度及压力的变化应有详细记录。

7.3.7 软管内的水压或气压应大于使软管充分扩展的最小压力，且不得大于内衬管所能承受的最大内部压力。

7.3.8 软管固化完成后，应先进行冷却，然后降压。采用水冷时，应将内衬管冷却至38℃以下然后进行降压；采用气冷时，应冷却至45℃以下再进行降压。在排水降压时必须防止形成真空使内衬管受损。

7.3.9 在修复段的出口端将内衬管端头切割整齐。如果内衬管与旧管道粘合不紧密，应在内衬管与旧管道之间充填树脂混合物进行密封。

7.4 拉入法施工

7.4.1 在拉入软管之前应在旧管内铺设垫膜。垫膜应置于旧管道底部，并应覆盖大于三分之一的管道周长，将垫膜在旧管两端固定。

7.4.2 软管的树脂浸渍应满足 7.2 中的规定。

7.4.3 软管的拉入应遵循以下规定：

1 应平稳缓慢地将浸渍树脂的软管沿管底的光滑垫膜拉入旧管道，拉入速度不得超过 5m/min；

2 软管拉入旧管道之后，宜对折放置在垫膜上；

3 在拉入软管时，应避免软管被磨损或划伤；

4 软衬管的拉伸率不得超过 2%。

5 软管两端应分别比旧管道长 300mm~600mm；

7.4.4 充气装置宜安装在软管入口端，所用的蒸汽发生装置应能控制和显示温度和压力，空压机应能够控制和显示压缩气体的压力。

7.4.5 宜采用蒸汽或紫外光两种方式对浸渍树脂的软管进行固化。

7.4.6 采用热蒸汽固化时，应分别在旧管道起始和终点端软管外表面上安装温度传感器，安装位置应至少距离旧管道端口内侧 300mm。

7.4.7 软衬管的扩展应符合以下规定：

1 充气前应仔细检查各连接处是否密封良好，在软管末端宜安装调压阀，防止管内空气压力过高。

2 空气压力应能使软管充分膨胀扩张，并紧贴旧管道内壁。

7.4.8 蒸汽固化应符合本规定 7.3.5 中的相关规定。固化过程的压力和温度应有详细实时的记录。

7.4.9 软管固化完成后，应进行冷却降压。冷却降压应符合本规程 7.3.8 中的相关规定。

7.4.10 采用紫外光固化时应符合以下规定：

- 1 应合理控制紫外光发生装置的前进速度以保证树脂固化完全；
- 2 在进行紫外光固化的过程中，应保持管内空气的压力；
- 3 应咨询材料制造商获取最佳的树脂固化时间与压力；
- 4 树脂固化完成后，应缓慢降低管内压力至大气压；
- 5 应详细实时地记录固化过程中压力的变化、时间、紫外光发生装置的行进速度等。

7.4.11 端口的处理应符合本规程 7.3.9 中的规定。

8 碎（裂）管法施工

8.1 材料与设备

8.1.1 管材一般应选择 PE80 或其以上级别的全新的 HDPE 管道，且应符合 GB/T13663-2000 中的规定。

8.1.2 在同一个更新管段内，应采用相同的 HDPE 管材，不得使用不同型号或不同生产厂家的管材。

8.1.3 新管材应经过仔细检查，不应存在可见的裂缝、孔洞、划伤、夹杂物、气泡、变形或其它缺陷。

8.1.4 裂管设备规格及适用管径宜按照表 8.1.4 进行选择。

表 8.1.4 推荐裂管设备规格及适用管径

| 裂管机回拖力 (KN) | 工作坑/工作坑 | 适用管径范围 (mm) |
|-------------|---------|-------------|
| 200 KN | √ | 50- 150 |
| 400 KN | √ | 50- 300 |
| 770 KN | √ | 65- 450 |
| 1250 KN | √ | 150- 600 |
| 2500 KN | √ | 300- 1000 |

注：200 KN 及 400 KN 裂管机也可用于检查井之间的裂管作业。“√”表示适用。

8.1.5 不同管材推荐使用的裂管刀（工）具宜符合表 8.1.5 的规定。

表 8.1.5 不同管材推荐适用的裂管刀（工）具

| 液压/气动 | 静液压 | 静液压 | 静液压 | 静液压 | 气动 |
|----------------|-----|-------|-------|------------|------------|
| 滚刀类型/ 管材类型 | 滚刀 | 铅皮管切刀 | 塑料管切刀 | 带胀头的切 刀 | 带胀头的 切刀 |
| 铸铁管 (CIP) | √ | -- | -- | √ | √ |
| 球墨铸铁管 (DIP) | √ | -- | -- | -- | -- |
| 钢管 | √ | -- | -- | √ | √ |
| PE/PP 管 | -- | -- | √ | √ | √ |
| PVC 管 | -- | -- | -- | √ | √ |
| 石棉水泥管 (ACP) | -- | -- | -- | √ | √ |
| 铅皮管 | -- | √ | -- | -- | -- |
| 陶土管 (VCP) | -- | -- | -- | √ | √ |
| 混凝土/钢筋混凝土 | √ | -- | -- | √ | √ |

| | | | | | |
|---------------|----|----|----|---|---|
| 管 (CP/RCP) | | | | | |
| 玻璃纤维聚酯管 (GRP) | √ | -- | -- | √ | √ |
| 砖管 | -- | -- | -- | √ | √ |

注：1 “√”表示适用；

2 “--”表示不适用。

8.2 施工准备

8.2.1 施工前应调查待更新管道的材质、走向、埋深、管段长度、管径、以及是否有管道基础或钢筋加固等信息。

8.2.2 应探明旧管道上所有检查井的深度与直径，以及井内支管、水流方向、管内底高程、进水口和出水口的管径等。

8.2.3 应探明施工区域内其它地下管线的尺寸、走向及埋深。施工管段与其它管线及设施（如：天然气、电力电缆、通讯光缆等）较近时，应与相关单位联系做好安全措施。

8.2.4 施工前应对施工区域内其他排水管线情况、施工区域土质条件、施工区域内的地下暗井、人防设施、障碍物、施工区域内的地上建筑物、变压器、电线杆、绿地等进行详细勘查，制定合理的临排方案、地下设施的保护方案、安全施工方案和交通疏导方案等。

8.2.5 管道检测除应满足第四章的要求外，尚应查清旧管的弯曲状况和曲率半径。

8.2.6 工作坑的坑位及尺寸应符合下列规定：

1 坑位应注意避开地上建筑物、地下管线或其它构筑物；

2 工作坑尺寸应根据设备的尺寸选择，以利于施工作业为宜，坑底应低于待修复管道外壁底端 350mm；

3 进管坑宽度应大于新管道直径 300mm，并不得小于 650mm；长度应根据 PE 管材的容许弯曲半径确定。

8.2.8 工作坑的施工应符合下列要求：

1 设备坑的坑壁面应垂直于坑底平面及旧管中心线；

2 设备坑下宜铺设不小于 80mm 厚的砾石；

3 应将进管坑坑壁与旧管道接口处适当开凿；

4 应保持工作坑干燥，必要时进行降水。

8.3 施工

8.3.1 采用静液压法进行管道更新施工时，应符合以下规定：

- 1 施工前应测试设备的报警装置及紧急开关；
- 2 检查设备安全性与可靠性；
- 3 拉杆与管道之间应连接牢固；
- 4 进管坑中的工作人员应与设备坑端的操作主机人员协调一致，宜采用对讲机通讯。

8.3.2 采用气动法进行管道更新施工时，应符合以下规定：

- 1 碎（裂）管过程中，应对碎管头施加一个恒定的拉力。
- 2 在碎管头达到接收坑的之前，施工不宜终止。

8.3.3 设备操作人员应严格遵守设备操作规则。

8.3.4 应设置安全标志、护栏、警示灯等并设置安全员，施工过程中禁止无关人员进入施工现场。

8.3.5 发生紧急情况时，应按操作规程做出应急措施处理，应听从现场统一指挥的口令，服从命令，协调一致进行处理。施工中的紧急情况应包括下列内容：

- 1 主机、液压动力站在正常施工过程中，突然出现故障，致使施工中断或失去控制；
- 2 报警装置发出报警信号；
- 3 设备操作及施工现场出现危及设备、设施及人身安全情况。

8.3.6 如遇报警器报警，设备操作人员保持镇定，站在安全位置上，保持不动，禁止与坑壁其它物件、人员、接触。通知地面指挥人员联系有关部分切断电源。通过干燥非金属的人梯脱离设备，上至地面。

8.3.7 新管回拖完成后，应切除多余的管段，两端应各预留 500mm 长度的管段，以适应管道后期的收缩。

8.3.8 应在起始坑及接收坑中对新管道与土体之间的环状间隙进行密封，密封长度应不小于 200mm。

9 折叠内衬法施工

9.1 材料

9.1.1 同一修复管段应采用同种管材，且不得存在可见裂隙、漏洞、外来夹杂物或其它损伤缺陷。

9.1.2 管道应采用热熔法进行连接。管道的热熔连接应按照《GB19809 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》的要求进行。

9.1.3 管道折叠变形应采用专用变形机进行轧“U”变形，缩径量应控制在 30%~35%。

9.1.4 应采用非金属缠绕带对变形后的折叠管进行捆扎。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。

9.1.5 工厂预制折叠管应在施工前进行取样检测，现场折叠管道应在施工前制作折叠管道样品，对样品管道的性能进行测试。每一批次折叠管应至少抽检一组样品。

9.1.6 施工前应按如下步骤进行折叠管的复原试验：

- 1 将一段足够长的折叠管道（最大长度 3m）安装到对开管道模型中并且两端固定；
- 2 将组装的管道组合模型置于一个封闭的容器内进行加热，保持闭合空间温度在 93℃ 以上至少 15 分钟；
- 3 将温度升高到 121℃，同时将管道内部压力加至 100kPa，维持压力 2 分钟；
- 4 保持温度不变，继续升高压力至 180kPa，并维持 2 分钟；
- 5 慢慢释放压力，并将温度冷却到 38℃ 以下；
- 6 将复原后的管道样品从管道模型中取出；
- 7 在加热加压的过程中，应采取相应的安全防护措施。

9.1.7 试样管道应进行如下性能检测并符合相关要求：

- 1 应根据《GB/T 8806 塑料管道系统 塑料部件尺寸的测定》测量管道外径和壁厚，测量值应符合设计要求；
- 2 拉伸强度和断裂伸长率的测量应按照《GB/T 1040.1 塑料 拉伸性能的测定》的相关规定进行。测量结果应符合管材出厂拉伸强度和断裂伸长率的要求；
- 3 弯曲模量的测量应按照《GB/T 9341-2008 塑料弯曲性能的测定》的相关规定。测量结果应符合管材出厂弯曲模量的要求。
- 4 折叠 HDPE 管试样应由国家相关权威认证机构进行检测。

9.1.8 样品的复测应符合以下规定：

- 1 如果样品测试结果中有任何指标不能满足本规范的要求，都需要对该指标进行复测；
- 2 复测时不得通过任何方式降低规范的要求；
- 3 复测应按照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应为 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 和 $\pm 2\%$ ），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。

9.1.9 应在折叠好的管道上进行清晰地标记，标注间距不应大于 3m。

9.1.10 折叠管上标注的信息应包括管材制造所依照的规范编号、管材公称外径、管段长度、管材生产所采用原材料的代码、生产商名称和商标、产品代码和生产日期、对于每批次管材还应标有厂商地址等信息。

9.1.11 工厂预制的折叠管道宜缠绕到卷轴上，且应采用非金属缠绕带分层固定。

9.2 施工准备

9.2.1 待修复管道的检测和清洗应符合本规范第四章的。

9.2.2 清洗工作完成后，应采用一个与折叠管直径相同，长度大于 3m 的 HDPE 管探头进行试通过。如果探头在试通过过程中出现了阻塞，或者管壁划痕超过壁厚 10%，应重新检测清洗管道，直至满足要求。

9.2.3 工作坑长度计算和布置可按照本规程 6.1.3 进行。

9.2.4 折叠管的压制过程应符合下列要求：

- 1 对于现场折叠管道，折叠速度不得大于 10m/min；
- 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。

9.3 施工

9.3.1 牵引折叠管道时应缓慢施加拉力，防止折叠管道所受拉力超过管材允许的最大轴向拉力。

9.3.2 拉入折叠管道过程中应采取必要措施防止 HDPE 管进入管道时被坡道、操作坑壁、管道端口划伤。应仔细观察管道入口处 HDPE 管情况，防止管道过度弯曲或起皱。

9.3.3 折叠管拉入的拉伸率不得超过 1.5%。

9.3.4 管道拉入完毕后，卸除管道所受拉力，两端应分别预留超过原有管道 300mm~500mm 的预留段。

9.3.5 折叠管复原过程应符合下列要求：

1 在复原过程中应记录温度和压力变化，保证在复原的各个阶段温度压力都达到了相关要求。应在管道起始端旧管道与内衬管之间安装温度测量仪以检测内衬管道外的温度变化；

2 向折叠管中通入温度在 112-126℃之间，压力为 100KPa 的蒸汽，当管周围温度达到 $85\pm 5^{\circ}\text{C}$ 后，将蒸汽加压到 180KPa；

3 维持该压力一定时间使折叠管完全膨胀并在支管处形成凹形。

4 折叠管温度应先冷却到 38℃以下，然后再慢慢加压至大约 228KPa，再用空气或水继续冷却直到获得周围温度。

9.3.6 内衬管复原冷却后，将管道两端切割整齐，内衬管道两端应比原有管道长至少 100mm。

9.3.7 施工过程应有详细的文字记录。

10 缩径内衬法施工

10.1 材料

10.1.1 PE 管原材料应选择 PE80 或 PE100 及其改性材料,管材性能应满足表 10.1.1 的要求。

表 10.1.1 PE 内衬管材性能要求

| 性能 | 单位 | 试验方法 | MDPE PE80 及其 改性材料 | HDPE PE80 及其改性材 料 | HDPE PE100 及其改性材 料 |
|-----------------------------------|-----|--------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| 屈服强度 | MPa | GB1040 | >18 | >20 | >22 |
| 断裂强度 | MPa | | >30 | >30 | >30 |
| 断裂伸长率 | % | | >350 | >350 | >350 |
| 弯曲模量 | MPa | ISO178 | 600 | 800 | 900 |
| 耐环境应力开裂 (ESCR) F ₅₀ | h | GB1842 | >10000 | >10000 | >10000 |

10.1.2 同一修复管段应采用同样材质的管道,且不得存在可见裂隙、漏洞、划痕、外来夹杂物或其它损伤缺陷。

10.1.3 应在 HDPE 管道缩径前进行热熔连接,管道的热熔连接应按照《GB19809 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》的要求进行。

10.1.4 施工前应对每一修复段应至少取一组样品进行检测,缩径 HDPE 管材的取样和检测按照如下方法进行:

- 1 取一标准长度的 HDPE 管进行缩径;
- 2 缩径后的 HDPE 管经过 24h 的时间自然恢复后,截取具有代表性的管段作为试样进行测试;
- 3 试样的检测应按照本规程 9.1.7 中的规定进行。

10.1.5 试样检测结果应符合本规程管材出厂性能测试的要求。

10.1.6 管材上标注的信息应符合 9.1.10 中的规定。

10.2 施工准备

10.2.1 管道的检测与清理应符合本规程第四章的规定。

10.2.2 清洗工作完成后,应采用一个与缩径管直径相同,长度不小于 3m 的 HDPE 管进行

试穿，试穿管的前后都应该由钢丝绳牵引。如果试穿管在试穿过程中出现了阻塞，或者出现了划痕超过壁厚 10%等现象，应重新检测清洗管道，直至满足要求。

10.2.3 缩径内衬法工作坑长度计算和布置可按照本规程 6.1.3 中的规定进行。

10.3 施 工

10.3.1 径向均匀缩径法应遵循如下规定：

- 1 HDPE 管道直径的缩小量不得大于 15%；
- 2 在拉入过程应对缩径的 HDPE 管施加一定的牵引力，防止缩径管直径在完全进入待修复管道前发生较大的回弹。

10.3.2 拉拔法缩径应遵循以下规定：

- 1 HDPE 管道直径的缩小量不得大于 15%；
- 2 宜先将 HDPE 管道预热至约 100℃再进行拉拔缩径；
- 3 拉管过程中，应均匀施加拉力，且应防止拉力超过管道所能承受的最大拉力。

10.3.3 管道缩径的过程应连续，不宜中断。

10.3.4 在管道拉入过程中，应缓慢、均匀施加拉力，防止缩径管道所受拉力超过允许最大轴向拉力（材料屈服强度的 50%）。

10.3.5 在拉入过程中，应防止管壁发生磨损、划伤、变形等。

10.3.6 管道拉入过程中，拉伸率不得超过 1.5%。

10.3.7 管道拉入完毕后，卸除拉力，内衬管两端应留有足够长度（推荐值为 $1\%L+20\text{mm}$ ）。

10.3.8 缩径管拉入完毕后，管道静置时间不得少于 24h，使其充分恢复至原来的管径；也可采用加热加压方式加速缩径管复原，时间不应少于 8h。

11 机械制螺旋缠绕法和管片内衬法施工

11.1 材料和设备

11.1.1 机械制螺旋缠绕法所用材料为 PVC 带状型材。

11.1.2 用于制造咬合条带状型材的硬质 PVC（或加钢片）和 CPVC 复合材料性能应达到相关标准的要求。

11.1.3 管片内衬法中所用材料为工厂预制的 stainless steel、PVC 等具有耐久性、抗腐蚀以及表面光滑的片状型材。

11.1.4 同一修复段所采用的带状型材或片状型材应是同材质的，并且不存在可见裂隙、漏洞、夹带杂物或其它损伤等缺陷。

11.1.5 应分别对机械制螺旋缠绕法采用不同生产批次的带状型材进行抽样检测。

- 1 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。
- 2 应按照《GB/T8806 塑料管道系统塑料部件尺寸的测定》中规定的方法检测机械制螺旋缠绕法使用带状型材的宽度、高度和壁厚，检测结果应符合本规程表 5.2.4 的要求。
- 3 机械制螺旋缠绕法带状型材的刚度系数应按照本规程附录 D 中所规定的方法进行测量。刚度系数不应小于表 5.2.4 中带状型材的最小刚度系数值。
- 4 机械制螺旋缠绕法接口严密性的测试应按照本规程附录 E 或附录 F 所规定的方法进行。

11.1.6 应分别对管片内衬法不同生产批次的片状型材进行抽样检测。PVC 片状型材的物理性质的检测及要求应满足表 11.1.6 的规定。同时还应满足《GB/T 14152-2001 热塑性塑料管材耐外冲击性能（TIR）试验方法 时针旋转法》中的规定。

表 11.1.6 管片内衬材料的物性要求

| 结构性能 | 测试方法 | 最小值 |
|-------------|-----------------|----------|
| 纵向拉伸强度 | GB/T1040.2-2006 | >44.4Mpa |
| 纵向弯曲强度 | GB/T9341-2008 | >75Mpa |
| 热塑性塑料维卡软化温度 | GB/T1633-2000 | >75.4℃ |

11.1.7 管片内衬法所使用的灌浆料的强度、流动度必须满足本规程表 11.1.7 的要求。同时灌浆料还需具有抗离析、微膨胀、抗开裂等性能。

表 11.1.7 灌浆料的基本要求

| | |
|------|--------|
| 结构性能 | 最小值 |
| 抗压强度 | >C30 |
| 流动度 | >270mm |

11.1.8 机械制螺旋缠绕法用带状型材或管片内衬法用片状型材应有清晰的标记，标记应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。带状型材的标记间距不应大于 5.0m，片状型材每片都应进行标记。

11.1.9 机械制螺旋缠绕法所用 PVC 带状型材应连续地缠绕在卷筒上，以方便储存及运输。

11.1.10 所使用的粘结剂或密封剂应与 PVC 复合材料和机械制螺旋缠绕工艺或管片内衬工艺相匹配。

11.1.11 机械制螺旋缠绕法所用缠绕机应可拆分组装，通过现有的检查井施工，无需开挖工作坑。

11.2 施工准备

11.2.1 管道检测和清洗应符合本规程第四章相关规定。

11.3 施 工

11.3.1 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 30% 并不大于 500mm，应特别注意井下人员安全，必须保持地面同井下人员之间的通讯联络。

11.3.2 机械制螺旋缠绕法缠绕作业应平稳、匀速进行，锁扣应连接牢固。

11.3.3 在扩张机械制螺旋缠绕过程中，应在主锁扣和次锁扣中分别注入密封胶和粘结剂。

11.3.4 管片内衬法管片间采用螺栓连接或焊接连接时，应在连接部位注入密封胶或粘结剂，确保防水性能。

11.3.5 采用固定直径的机械制螺旋缠绕法和管片内衬法修复管道时，应对内衬管和原管之间的间隙进行注浆填充，必要时应在注浆前对内衬管进行支护，以确保注浆安全。

11.3.6 机械制螺旋缠绕法和管片内衬法修复施工完成后应对管道端口进行处理，保证管口平滑完整。

12 局部修复法施工

12.1 不锈钢发泡筒法

12.1.1 管道的检测与清洗应符合本规程第四章相关规定。清洗后尚应符合以下要求：

1 待修复部位及其前后各延伸 500mm 范围内的旧管道内壁应无污垢、剥蚀碎片等影响发泡胶卷粘结的杂物；

2 管道内水位不应超过管道内径的 10%，必要时应采取临排措施。

12.1.2 所采用的材料与设备应符合以下要求：

1 所采用的不锈钢、海绵、发泡胶等材料应符合国家有关标准的要求，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 发泡材料应符合以下要求：

1) 发泡剂应采用双组分，在作业现场混合使用；

2) 发泡胶固化时间应可控，固化时间宜在 30min~120min。

4 不锈钢板应符合以下要求：

1) 不锈钢板应采用 T304 及以上材质；

2) 不锈钢板厚度不应小于 2mm，管径越大，厚度相应增加；

3) 不锈钢板两边应加工成锯齿形边口，边口宽度宜为 20mm；

4) 止回扣应能保证卡住后不回弹，且不对修复气囊造成破坏。

5 气囊应符合以下要求：

1) 气囊长度不宜大于井口直径的 1.5 倍；

2) 气囊直径不宜大于旧管道直径的 0.8 倍；

12.1.3 不锈钢卷筒设计与制作应符合以下要求：

1 应根据管道检测的结果，合理设计不锈钢卷筒的长度和直径，不锈钢及海绵的长度应能覆盖整个待修复的缺陷，且前后至少各长 200mm；

2 不锈钢卷筒的制作宜在车间内完成；

3 发泡胶用量应为海绵体积的 80%。发泡胶的涂抹应在现场阴凉处完成，防止阳光直射。

12.1.4 施工应遵循以下规定：

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卷筒运载小车和 CCTV 设备；

2 可通过 CCTV 设备监控不锈钢卷筒在旧管道内的位置；

3 应缓慢向气囊内充气，使钢卷筒和海绵缓慢扩展并紧贴旧管内壁，气囊最大压力宜控制在 392kPa 以下，不得破坏卷筒的卡锁机构。

4 当确认钢卷筒完全扩展并锁定后，缓慢释放气囊内的气压，并收回运载小车和 CCTV 设备。

12.1.5 不锈钢卷筒安装完毕后，应采用 CCTV 设备进行检查，检查结果应符合以下规定：

1 不锈钢发泡卷筒的位置应安装正确，完全覆盖缺陷部位，不得出现倾斜、扭曲、变形等情况；

2 不锈钢圈的锁扣应全部扣好，不应出现松扣现象；

3 不锈钢发泡卷筒应与旧管道内壁接触紧密，无地下水渗漏现象。

12.2 点状原位固化法

12.2.1 管道检测与清洗应符合本规程第四章的相关规定。

12.2.2 材料应满足如下要求：

1 点状原位固化法采用与原位固化法相同的材料时，应满足本规程第 7 章中对材料的相关规定；

2 如果采用常温固化树脂，树脂的固化时间宜为 2h~4h，不得小于 1h。固化时间可根据修复段的直径、长度以及施工条件确定。

12.2.3 点状原位固化法内衬管设计应符合下列规定：

1 点状原位固化法内衬管厚度的设计应符合本规程第 5 章对原位固化法内衬层厚度的设计规定；

2 内衬管的长度应能覆盖待修复缺陷，并前后至少各长 200mm；

12.2.4 浸渍树脂

1 树脂的浸渍宜按照本规程第七章相关规定进行，也可根据实际情况采取特殊的浸渍工艺。软管应得到充分的浸渍，不应有干斑、气泡等缺陷；

2 软管浸渍完成后，应尽快进行修复施工。否则应妥善保存，防止灰尘等杂物污染，且应保存在适宜的温度下，防止树脂过早固化。

12.2.5 软管的安装应遵循以下规定：

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

2 可采用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。

12.2.6 软管的固化应符合以下规定：

1 当采用常温固化树脂体系时，气囊宜充入空气进行膨胀；如采用加热固化的树脂体系，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；

2 气囊内气体或水的压力应能保证软管紧贴旧管内壁，但不得超过软管材料所能承受的最小压力；

3 采用加热固化方式时，应按照本规程第 7 章相关规定进行操作；

4 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。

13 工程验收

13.1 外观检测

13.1.1 对于每种修复方法，当修复更新作业完成后都应采用闭路电视设备对管道内部进行检查，管径较大时也可派人进入管道检测，其影像资料进入竣工档案中。

13.1.2 新的内衬管不得出现局部凹陷、划伤、裂缝、磨损、孔洞、起泡、干斑、隆起、分层和软弱带等缺陷以及超过管径 10%的变形、相对高度大于 2%管道内径的褶皱等缺陷；管道内不得存在地下水渗入的现象。

13.1.3 对内衬管与旧管之间的环状间隙进行注浆充填的修复工程，注浆固结体应能够牢固支撑内衬管道。

13.1.4 应核查修复施工所用管材、管件、管道附件以及其他相关材料的合格证、检测报告等质量证明文件，确保其在质量保证期内。凡非标准产品，均应参照相应的标准作性能试验或检验。

13.2 取样检测

13.2.1 每一个独立的工程均应进行取样检测。应根据不同的修复工艺对其过程检查验收的资料进行核实，符合设计、施工要求的管道方可进行强度试验。

13.2.2 当采用同一批次产品在相同施工条件下进行多个安装段施工时，应至少每5个安装段取一组样品进行检测，少于5个安装段时，取一组样品进行检测。

13.2.3 折叠内衬法、缩径内衬法和原位固化法的现场取样应符合以下要求：

1 应在管道的起始端或末端安装一段与旧管道内径相同，长度宜不小于旧管道一倍直径的拼合管。拼合管的长度应使样品管能满足测试试样的数量要求。

2 在拼合管的周围应堆积沙包等保持管道的温度；

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，分离拼合管，切下样品管。

13.2.4 应采用《GB/T 8806 塑料管道系统 塑料部件尺寸的测定》中相应的方法测量折叠内衬、缩径内衬和原位固化法内衬管壁壁厚。管道的平均壁厚不得小于设计壁厚，任意点的厚度不应小于设计值的90%。

13.2.5 折叠内衬法、缩径内衬法内衬管的力学性能测试应符合以下规定：

1 业主可指定在折叠内衬法样品管折叠时的最小半径处复原后的位置切取试样进行力学性能的测试。

2 应按《GB/T 9341 塑料弯曲性能的测定》中的规定测试弯曲模量和弯曲强度，并应满足出厂时的要求。

3. 应按《GB/T 1040 塑料拉伸性能的测定》中的相关规定测试拉伸性能，并应满足出厂时的要求。

13.2.6 原位固化法内衬管的短期力学性能的测试应按表 13.2.6-1 和表 13.2.6-2 中的规定进行，并满足其规定的要求。内衬管的长期力学性能应根据业主要求进行测试，其不应小于初始性能的 50%。

表 13.2.6-1 不带玻璃纤维原位固化法内衬管的初始结构性能

| 结构性能 | 测试方法 | 最小值 (MPa) |
|------|------------------|-----------|
| 弯曲强度 | GB/T 9341-2008 | 31 |
| 弯曲模量 | GB/T 9341-2008 | 1724 |
| 抗拉强度 | GB/T 1040.2-2006 | 21 |

注：本表只适用于 CIPP 内衬管初始结构性能的评估。

表 13.2.6-2 带玻璃纤维的原位固化法内衬管的初始结构性能

| 结构性能 | 测试方法 | 最小值 (MPa) |
|------|------------------|-----------|
| 弯曲强度 | GB/T 1449-2005 | 45 |
| 弯曲模量 | GB/T 1449-2005 | 5000 |
| 抗拉强度 | GB/T 1040.4-2006 | 62 |

注：本表只适用于 CIPP 内衬管的初始结构性能的评估。

13.2.7 对于CIPP法，应进行耐化学腐蚀试验。内衬管的抗化学腐蚀试验应符合以下规定：

- 1 耐化学性的检测应按照相关标准进行，浸泡时间最短为一个月，试验温度为23℃；
- 2 样品浸泡完成后，按表13.2.6的规定检测弯曲强度和弯曲模量，检测结果应分别不小于样品初始弯曲强度和弯曲模量的80%。

13.2.8 采用机械制螺旋缠绕管和原有管道形成整体构造的注浆法修复破坏的管道或管片内衬法修复破坏管道的强度应由外压破坏荷载试验来确认管道强度，外压破坏荷载试验可参看附录 G。

13.3 渗漏检测

13.3.1 内衬管安装完成后，应对内衬管道进行渗漏检测（局部修复不需进行渗漏检测）。测

试必须在内衬管冷却到周围土体温度后进行。应采用下列两种方法之一对新管道进行渗漏测试。

1 闭水试验：按照现行《GB 50268 给排水管道工程施工及验收规范》无压管道闭水试验的相关规定进行。实测渗水量应小于或等于按公式（13.3.1）计算的允许渗水量：

$$Q_e=0.0046D_L \quad (13.3.1)$$

式中： Q_e ——允许渗水量($m^3/24h \cdot km$)；

D_L ——试验管道内径(mm)。

2 闭气法试验：按照附录 C 中相关规定进行。

13.3.2 对于直径大于 1500mm 的管道，不宜采用渗漏测试，而应通过对内衬管内部的观察来判断其渗漏性。内衬管内部不得有可见的渗漏现象。

13.3.3 对于局部修复，不需进行闭气或闭水试验，而应通过CCTV 检测来判断其渗漏性。内衬管内壁不得有渗漏现象，内衬管与旧管道应接触紧密，待修复缺陷部位应被完全覆盖，内衬管与旧管壁接触处应没有渗流现象。

13.3.4 渗漏检测合格后应及时回填操作坑，并清理施工现场。操作坑回填应按照《GB 50268 城镇给排水管道施工验收规范》要求进行。

13.4 工程竣工验收

13.4.1 施工单位在修复更新工程完工后，应先对修复更新管道目测进行外观检查，以及强度、严密性试验预验，合格后通知相关部门验收。

13.4.2 排水管道修复更新工程的竣工验收，应由建设单位组织，设计单位、施工单位、监理单位按本规程要求进行联合验收。

13.4.3 工程验收应包括工程实体验收和竣工档案的验收。

13.4.4 工程实体验收应包括下列内容：

- 1 工程内容与要求应与设计文件相符；
- 2 外观质量应包括修复更新前管材的几何尺寸等检测资料，接口的外观应符合接口的质量标准要求。管道的稳固性、工作坑及接收工作坑的处理应符合本规程的有关规定；
- 3 管道强度试验、严密性试验应符合国家现行相关标准的规定；
- 4 接口检测资料应符合设计文件要求。

13.4.5 工程竣工档案验收应包括下列内容：

- 1 核准开工的批件；
- 2 施工图及施工组织设计；

- 3 管材、管件等材料的合格证和质量保证书；
- 4 旧管道管线图和资料；
- 5 修复前对旧管道内壁清洗后的闭路电视（CCTV）和评定资料；
- 6 施工过程及检验记录；
- 7 修复管道质量评定资料，含施工自评、监理评估、验收记录；
- 8 施工后内衬管道内部的闭路电视检测记录；
- 9 质量事故处理资料；
- 10 生产安全事故报告；
- 11 分项、分部、单位工程质量检验评定记录；
- 12 工程竣工图和竣工报告；
- 13 工程整体验收记录。

附录 A 排水管道结构性缺陷的等级划分

(资料性附录)

| 缺陷名称 | 缺陷等级 | 定义 |
|------|------|---------------------------------------|
| 破裂 | 1 | 细裂: fine cracks 管壁可见细裂纹。 |
| | 2 | 开裂: open cracks 裂纹处有明显间隙, 破裂处尚无脱落。 |
| | 3 | 断裂: breaking 变形小于 15%, 断裂或破碎小于弧度 60°。 |
| | 4 | 坍塌: collapse 变形大于 15%, 断裂或破碎大于弧度 60°。 |
| 变形 | 1 | 轻度: 变形小于直径的 5%。 |
| | 2 | 中度: 变形为直径的 5~15%。 |
| | 3 | 重度: 变形大于直径的 15%。 |
| 错口 | 1 | 轻度: 错口距离小于管壁厚度的 1/2。 |
| | 2 | 中度: 错口距离在管壁厚度的 1/2~1 倍之间。 |
| | 3 | 重度: 错口距离为管壁厚度的 1~2 倍。 |
| | 4 | 严重: 错口距离大于管壁厚度的 2 倍。 |
| 脱节 | 1 | 轻度: 脱节距离小于管壁厚度的 1/2。 |
| | 2 | 中度: 脱节距离在管壁厚度的 1/2~1 倍之间。 |
| | 3 | 重度: 脱节距离为管壁厚度的 1~2 倍。 |
| | 4 | 严重: 脱节距离大于管壁厚度的 2 倍。 |
| 渗漏 | 1 | 渗漏: 管壁有明显水印或反光。 |
| | 2 | 滴漏: 渗入水呈滴状, 断断续续流入。 |
| | 3 | 线漏: 渗入水呈线状不间断流入。 |
| | 4 | 涌漏: 渗入水呈压力状涌入。 |
| 腐蚀 | 1 | 轻度: 管壁出现凹凸不平的麻面。 |
| | 2 | 中度: 混凝土石料裸露。 |
| | 3 | 重度: 混凝土钢筋裸露。 |
| 胶圈脱落 | 1 | 轻度: 半管以上可见橡胶圈, 其弧度小于 15°(1 小时弧长)。 |
| | 2 | 中度: 半管以上可见橡胶圈, 其弧度大于 15°。 |
| | 3 | 重度: 脱落的橡胶圈进入半管以下, 其弧度大于 15°。 |
| 支管暗接 | 1 | 轻度: 支管进入主管内的长度小于主管直径 10%。 |
| | 2 | 中度: 支管进入主管内的长度在主管直径的 10~20% 之间。 |
| | 3 | 重度: 支管进入主管内的长度大于主管直径 20%。 |
| | 4 | 严重: 支管管口离主管有一段距离, 未接到主管内。 |
| 管线 | 1 | 轻度: 外来管线位于半管上方, 占据过水断面 < 10%。 |

| | | |
|----|---|--|
| 侵入 | 2 | 中度：外来管线位于半管下方，占据过水断面<10%；或位于上方，占据过水断面>10%。 |
| | 3 | 重度：外来管线位于半管下方，占据过水断面>10% |

附录 B 排水管道功能性缺陷的等级划分

(资料性附录)

| 缺陷名称 | 缺陷等级 | 定义 |
|------|------|---|
| 沉积 | 1 | 沉积物深度小于管径的 20% 且为软质污泥。 |
| | 2 | 沉积物为硬质，其深度小于管径的 20%，或软质污泥其深度为管径的 20%~40%。 |
| | 3 | 沉积物为硬质，其深度大于管径的 20%，或软质污泥其深度大于管径的 40% 的。 |
| 结垢 | 1 | 管壁硬质结垢造成 15% 以下的断面损失，或软质结垢造成 15%~25% 的断面损失。 |
| | 2 | 管壁硬质结垢造成 15%~25% 的断面损失，或软质结垢造成大于 25% 的断面损失。 |
| | 3 | 管壁硬质结垢造成大于 25% 的断面损失。 |
| 障碍物 | 1 | 在检测过程中，障碍物已被去除。 |
| | 2 | 障碍物造成的断面损失小于 5%。 |
| | 3 | 障碍物造成的断面损失大于 5%。 |
| 树根 | 1 | 树根造成的断面损失小于 15%。 |
| | 2 | 树根造成的断面损失在 15%~25% 之间。 |
| | 3 | 树根造成的断面损失大于 25%。 |
| 洼水 | 1 | 水深与管径之比小于 20%。 |
| | 2 | 水深与管径之比大于 20%，小于 40%。 |
| | 3 | 水深与管径之比大于 40%。 |
| 坝头 | 1 | 坝头造成的断面损失小于 5%。 |
| | 2 | 坝头造成的断面损失在 5%~15% 之间。 |
| | 3 | 坝头造成的断面损失大于 15%。 |
| 浮渣 | 1 | 漂浮物覆盖水面小于 20%。 |
| | 2 | 漂浮物覆盖水面 20%~50%。 |
| | 3 | 漂浮物覆盖水面大于 50%。 |

附录 C 闭气法试验

(规范性附录)

C.0.1 本试验方法适用于采用低压空气测试塑料排水管道的渗漏性。

C.0.2 闭气试验应包括试压和主压两个步骤。

C.0.3 试压步骤应遵循以下规定：

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

持续时间至少 2min。[条文说明：保持时间取决于空气以及地面温度。使空气的温度与管壁的温度保持平衡。温度达到平衡后，压力会稍微下降，但是应保持在 24kPa 以上。]

C.0.4 试压步骤结束后，应进入主压步骤。主压步骤应遵循以下规定：

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

C.0.5 测试时间应由公式 C.05-1 计算：

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

$$K=5.4085 \times 10^{-5} D_L L \quad (\text{C.0.5-2})$$

式中：T——压力下降 7 kPa 允许最短时间 (s)；

K——系数，不应小于 1.0；

V_e ——渗漏速率，取 0.45694×10^{-3} ，(m³/min/m²，渗漏量/时间/管道内表面面积)；

D_L ——管道平均内径 (mm)；

L——测试段长度 (m)。

表 C.0.5 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} m³/min/m² (渗漏量/时间/管道内表面面积)。最大渗漏量不得超过 635Q。

C.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，并应达到规定的要求。

C.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。并应满足表 C.0.7 中的要求。

表 C.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 | 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：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。

表 C.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。

附录 D 带状型材刚度系数测试方法

(规范性附录)

D.0.1 本测试适用于机械制螺旋缠绕带状产品的刚度系数检验。

D.0.2 应从平整的带状型材中取样。取样时, 应尽量不要切割到肋状物, 并且带状型材的接合处应尽量接近样品的中线。样品放置按照图 D.0.2 所示。

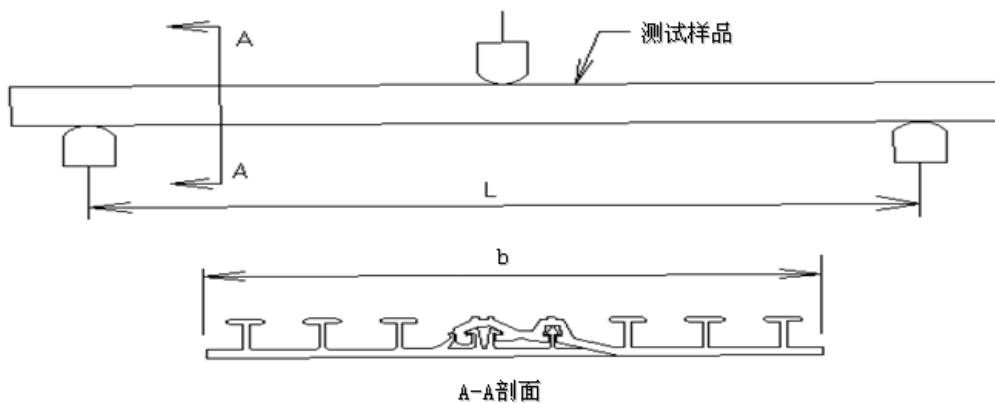


图 D.0.2 机械制螺旋缠绕法带状型材样品

D.0.3 样品的宽度应不小于 305mm。

D.0.4 载荷施加在样品带有助状物的一侧。

D.0.5 试验步骤依照试验方法《GB/T9341 塑料 弯曲性能的测定》中相应的规定进行测试。

刚度系数采用等式(D.0.5) 进行计算:

$$EI=L^3m/48b \quad (D.0.5)$$

式中: EI ——刚度系数 ;

L ——两支撑点间的距离;

b ——测试样品的宽度,等于带状型材的宽度 W ;

m ——加载变形曲线初始直线段的切线斜率。

D.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 E 带状型材接口严密性压力测试方法

(规范性附录)

E.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应不小于内衬管外径的六倍。

E.0.2 带状型材接口严密性压力试验应在三种不同的条件下进行试验。

E.0.3 测试方法一应按下列步骤进行：

- 1 将内衬管按图 E.0.3 所示安装，两端出口可用节流阀端盖或机械式密封设备密封；

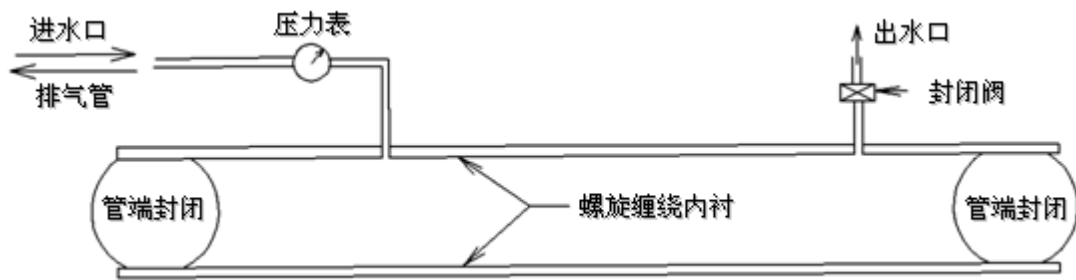


图 E.0.3 直线状态下接口严密型测试

- 2 按照 E.0.6 和 E.0.7 中的压力和真空试验法对直线机械制螺旋缠绕内衬管进行试验。

E.0.4 测试方法二应按下列步骤进行：

- 1 按照制造商指定的弯曲半径，适当地弯曲管道，弯曲角度不应小于 10° ；如图 E.0.4 所示；
- 2 保持该弯曲状态，然后按照 E.0.6 和 E.0.7 对机械制螺旋缠绕内衬管进行压力和真空试验法。

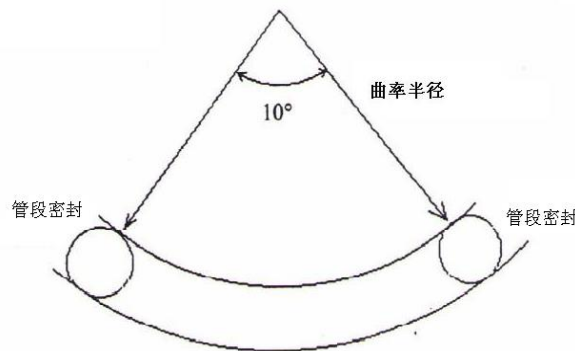


图 E.0.4 弯曲状态下的接口严密性测试

E.0.5 测试方法三应按下列步骤进行：

- 1 按图 E.0.5 所示固定内衬管的两端，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%。
- 2 保持这种状态，然后按照 E.0.6 和 E.0.7 中的方法对内衬管进行压力和真空试验。

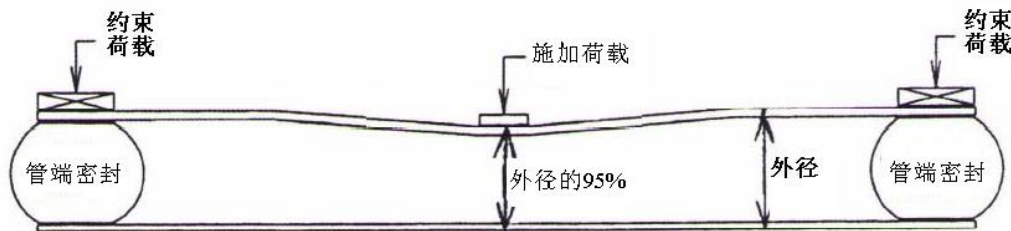


图 E.0.5 剪切变形状态下的接口严密性测试

E.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 10 分钟；
- 3 仔细观察管外壁，若连接处出现明显可见的泄露，则说明接缝密封不严。

E.0.7 空压试验应按下列步骤进行：

- 1 往内衬管中通入空气，逐步增加管内空气压力至 74kPa；
- 2 关闭通气阀门。观察管内压力变化情况，10 分钟后，压力变化不得超过 3kPa；
- 3 若在该 10 分钟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 10 分钟内管内压力值改变量不得超过 17kPa。

E.0.8 某些带状型材材料可能无法承受压力为 74kPa 的测试压力。在这种情况下，可以对管道壁进行加固，但接口处不得加固。这种对管壁进行加固的管道如果满足了 E.0.3、E.0.4 及 E.0.5 中压力测试的要求，则应认为接口严密性合格。

E.0.9 管道接缝的压力试验不作为常规质量控制试验，但反应了管道使用的可靠性。

附录 F 带状型材接口严密性压力测试方法

(规范性附录)

F.0.1 通过实验确认带状型材的接口能否防止更新管内部的漏水或来自外部的渗水。

F.0.2 测试方法应按下图所示：

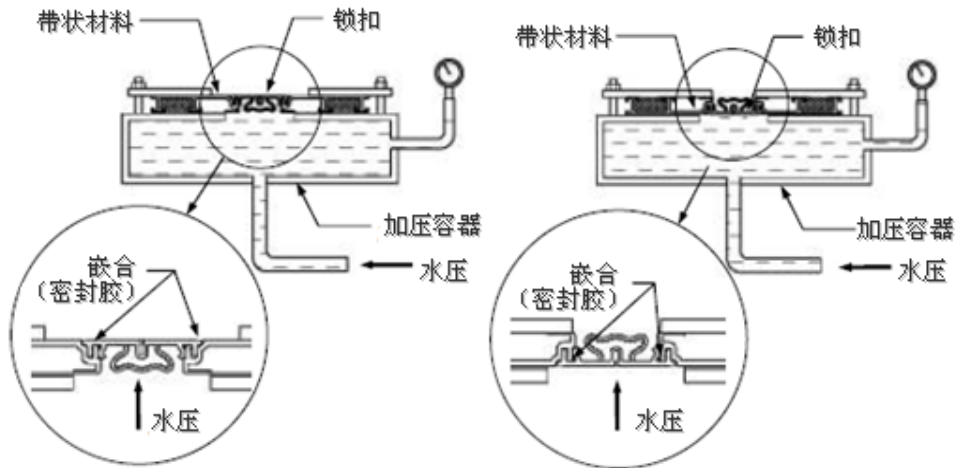


图 F.0.2 带状型材接口严密性测试

F.0.3 水压试验应按下列步骤进行：

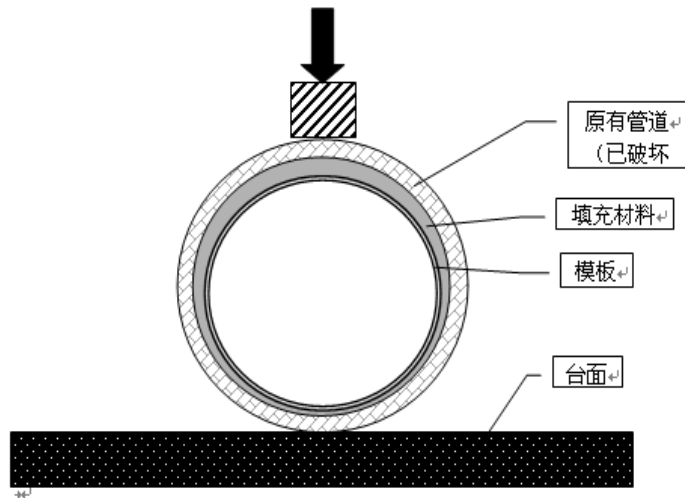
- 1 如上图所示充满水；
- 2 缓慢增加水压，直至0.2MPa，维持该压力10分钟；
- 3 仔细观察管外壁，若连接处出现明显可见的泄露，则说明接缝密封不严。

附录 G 更新管外压破坏荷载试验方法

(规范性附录)

G.0.1 人为地制作带有裂缝，破损的老化钢筋混凝土管，并对其进行修复。对更新后的管道进行外压破坏荷载试验，确认强度能够恢复到初期状态。

G.0.2 试验方法如图G.0.2所示：



图G.0.2 管道外压破坏荷载试验方法示意图

- 1 人为地将新管破坏，测定破坏时的荷载 (q_1)。
- 2 对1中破坏的管道进行修复后，重新测定破坏时的荷载 (q_2)。
- 3 确认 q_2 坏的管。

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”。

(规程条文说明部分待正文通过审查、修改后统一编写)!