** T/CECS** XXX- 2022

中国工程建设标准化协会标准

**给水管道叠层结构修复工程技术规程**

Technical specification for engineering of water supply pipelines rehabilitation with laminated structure

（征求意见稿）

2022.9.30

中国计划出版社

中国工程建设标准化协会标准

**给水管道叠层结构修复工程技术规程**

Technical specification for engineering of water supply pipelines rehabilitation with laminated structure

**T/CECS XXX-2022**

主编单位：中国地质大学（北京），上海管康技术有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：2022年XX月XX日

中国计划出版社

2022北 京

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发（2021年第一批工程建设协会标准制订、修订计划）的通知》（建标协字〔2021〕119号）的要求，编制组经过深入调查研究，认真总结工程实践经验，参考有关国内、外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分8章，主要内容包括：总则、术语、材料、检测与评估、设计、施工、验收、安全与环境保护。

本规程由中国工程建设标准化协会管道结构专业委员会归口管理，由中国地质大学（北京）负责具体技术内容的解释。本规程在执行过程中，如有需要修改或补充之处，请将有关资料和建议寄送至解释单位（地址：中国地质大学（北京），北京市海淀区成府路20号，邮政编码：100083），以供修订时参考。

主编单位：中国地质大学（北京）

上海管康技术有限公司

参编单位**：**上海城投集团有限公司

上海水务建设工程有限公司

上海城建水务工程有限公司

上海市城市建设设计研究总院（集团）有限公司

上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司

中国市政工程中南设计研究总院有限公司

中国市政工程西北设计研究院有限公司

上海市水利工程设计研究院有限公司

城市水资源开发利用（南方）国家工程研究中心

贝耐德（江苏）管道新材料有限公司

天津科技大学

同济大学

华东理工大学华昌聚合物有限公司

苏州市自来水有限公司

苏州市苏水市政设计有限公司

吴江华衍水务有限公司

无锡市水务集团有限公司

主要起草人：马孝春 李才喜 刘 林 张振华 钱吉洪

顾 睿 李 任 王敬凡 王艾凯 沈小红

管慧玲 谢震方 王成全 楚文海 刘 华

蒋福春 张 璐 顾向明 笪跃武

主要审查人**：**杨 涛 樊锦仁 曹井国

**目 次**

[**1 总 则** 1](#_Toc109312262)

[**2 术 语** 2](#_Toc109312263)

[**3 材 料** 5](#_Toc109312264)

[3.1 一般规定 5](#_Toc109312265)

[3.2 结构层材料 5](#_Toc109312266)

[3.3 粘结层材料 7](#_Toc109312267)

[3.4 涉水层材料 9](#_Toc109312268)

[**4 检测与评估** 11](#_Toc109312269)

[4.1 一般规定 11](#_Toc109312270)

[4.2 管道调查 11](#_Toc109312271)

[4.3 管道清洗 12](#_Toc109312272)

[4.4 管道检测 13](#_Toc109312273)

[4.5 管道评估 14](#_Toc109312274)

[**5 设 计** 16](#_Toc109312275)

[5.1 一般规定 16](#_Toc109312276)

[5.2 结构层设计 16](#_Toc109312277)

[5.3 涉水层与粘结层设计 19](#_Toc109312278)

[5.4 水力计算 19](#_Toc109312279)

[5.5 工作井设计 20](#_Toc109312280)

[**6 施 工** 23](#_Toc109312281)

[6.1 一般规定 23](#_Toc109312282)

[6.2 工作井开挖与支护 23](#_Toc109312283)

[6.3 管道预处理 24](#_Toc109312284)

[6.4 结构层施工 25](#_Toc109312285)

[6.5 粘结层和涉水层施工 26](#_Toc109312286)

[6.6 管道连接 27](#_Toc109312287)

[**7 验 收** 28](#_Toc109312288)

[7.1 一般规定 28](#_Toc109312289)

[7.2 预处理质量检验 29](#_Toc109312290)

[7.3 结构层质量检验 29](#_Toc109312291)

[7.4 粘结层及涉水层质量检验 30](#_Toc109312292)

[7.5 叠层结构质量检验 31](#_Toc109312293)

[7.6 管道连接质量检验 31](#_Toc109312294)

[7.7 管道功能性试验 32](#_Toc109312295)

[7.8 工程竣工验收 32](#_Toc109312296)

[**8 安全与环境保护** 34](#_Toc109312297)

[**本规程用词说明** 35](#_Toc109312298)

[**引用标准名录** 36](#_Toc109312299)

[**条文说明** 38](#_Toc109312300)

[**1 总 则** 40](#_Toc109312301)

[**2 术 语** 40](#_Toc109312302)

[**3 材 料** 40](#_Toc109312303)

[3.1 一般规定 40](#_Toc109312304)

[**4 检测与评估** 40](#_Toc109312305)

[4.2 管道调查 40](#_Toc109312306)

[4.3 管道清洗 40](#_Toc109312307)

[4.4 管道检测 40](#_Toc109312308)

[4.5 管道评估 40](#_Toc109312309)

[**6 施 工** 40](#_Toc109312310)

[6.1 一般规定 40](#_Toc109312311)

[6.2 管道预处理 40](#_Toc109312312)

[**8 验 收** 40](#_Toc109312313)

[8.1 施工质量检验 40](#_Toc109312314)

[8.2 端口质量检验 40](#_Toc109312315)

**Contents**

**1 General provisions 1**

**2 Terms 2**

**3 Materials 5**

 3.1 General requirements 5

 3.2 Structural layer material 5

 3.3 Adhesive layer material 7

 3.4 Water-contacting material 9

**4 Inspection and evaluation 11**

 4.1 General requirements 11

 4.2 Pipeline survey 11

 4.3 Pipeline cleaning 12

 4.4 Pipeline inspection 13

 4.5 Pipeline evaluation 14

**5 Design 16**

 5.1 General requirements 16

 5.2 Determination of structural layer 16

 5.3 Determination of adhesive and water-contacting layer 19

 5.4 Hydraulic calculation 19

 5.5 Working pit design 20

**6 Construction 23**

 6.1 General requirements 23

 6.2 Excavation and support of working pit 23

 6.3 Pipe pre-processing 24

 6.4 Construction of structural layer 25

 6.5 Construction of adhesive and water-contacting layer 26

 6.6 Pipe end connection 27

**7 Acceptance 28**

 7.1 General requirements 28

 7.2 Examination of pre-processing 29

 7.3 Quality inspection of structural layer 29

 7.4 Quality inspection of adhesive and water-contact layer 30

 7.5 Quality inspection of laminated structure 31

 7.6 Examination of pipe end connection 31

 7.7 Pipeline function test 32

 7.8 Final acceptance 32

**8 Safety and environmental protection 34**

**Explanation of wording in this specification 35**

**List of quoted standards 36**

**Addition：Explanation of provisions 38**

**1 总 则**

**1.0.1** 为规范给水管道叠层结构修复工程的检测与评估、设计、施工、安全与环境保护、质量检验与验收，做到保证质量、安全可靠、经济合理、技术先进，制定本规程。

**条文说明：**

**1.0.1** 给水管道叠层结构修复技术是一种新型的给水管道非开挖修复技术，目前的国内非开挖规范中尚没有涉及。为规范该工法的设计、施工和验收，保证此类工程质量的安全性、可靠性、科学性、耐久性，特编制此规程。

**1.0.2**本规程适用于给水管道采用叠层结构修复工程的检测与评估、设计、施工和验收。

条文说明：

**1.0.2** 给水管道采用叠层结构修复工程详细的适用范围参见本规程的设计部分5.1.3条。

**1.0.3** 给水管道叠层结构修复工程的设计、施工和验收，除应符合本规程的规定外，尚应符合国家现行相关标准的规定。

条文说明：

**1.0.3** 除应符合本规程的规定外，给水管道叠层结构修复工程还应满足国家、行业、地方与供水相关的设计、施工和验收规范。

**2 术 语**

**2.0.1** 叠层结构 laminated structure

在原管道内由多个内衬层形成的一体化结构，通常由结构层、粘结层和涉水层组成，如图2.0.1所示。



图2.0.1 叠层结构

1―原管道；2―结构层；3―粘结层；4―涉水层

条文说明：

**2.0.2** 叠层结构施工时由两个工序完成，分别在原管道内形成叠层结构的外层和内层。外层由玻璃纤维织物材料的湿软管固化而成，成为内衬管的结构层；内层由聚酯纤维织物材料的湿软管经热固化后形成，内层的粘结层和涉水层在施工固化前就复合成一体。

**2.0.2** 叠层结构修复工程 trenchless rehabilitation engineering rehabilitation with laminated structure

通过多次内衬工艺形成多层一体化内衬的管道修复工程。

条文说明：

2.0.2 当前国内的叠层结构修复工艺中，通常是在待修复的原管道内，先内衬一层高强度玻璃纤维增强材料作为结构层，然后再内衬一层符合饮用水标准的聚酯纤维增强材料并与结构层粘结，形成一体化内衬复合管。

**2.0.3** 结构层 structural layer

叠层结构中主要用于承受管道内外部全部荷载或辅助原管道承受部分管道内外部荷载的内衬层。

**2.0.4** 粘结层 adhesive layer

叠层结构中连接涉水层与结构层的单一或复合材料固化后的内衬层。

条文说明：

2.0.4 粘结层是由翻转前灌注在聚酯纤维非织造布软管内的树脂在翻转并固化后形成，包含固化后的树脂和聚酯纤维非织造布。

**2.0.5** 涉水层 layer contacted with drinking water

叠层结构中最内侧与水直接接触的内衬层。

条文说明：

**2.0.5** 涉水层为聚酯纤维非织造布涂覆的非渗透性热塑性塑料膜。

**2.0.6** 干软管 dry tube

 与树脂有良好相容性的织物面上辅以外膜或（和）内膜，经缝合、热焊接或粘接制成的柔性软管。

条文说明：

**2.0.6** 玻璃纤维干软管是指玻璃纤维织物辅以内膜和外膜，经缝合、热焊接或粘接制作而成的未浸润树脂的柔性管材；聚酯纤维非织造布干软管是指由单层或多层聚酯纤维非织造布或同等性能纤维材料组成，外表面覆有热塑性塑料膜，经缝合、热焊接或粘接制作而成的未浸润树脂的软管。根据材料不同，可分为玻璃纤维干软管、聚酯纤维非织造布干软管等。

**2.0.7** 湿软管 wet tube

干软管经树脂浸渍和碾压后尚未固化的软管。

条文说明：

2.0.7按材料划分，湿软管分为玻璃纤维湿软管、聚酯纤维非织造布湿软管等。

**2.0.8** 内衬管 liner

叠层结构的内衬管是指在原管道内经多次工艺形成的多层结构的整体内衬管的统称。

条文说明：

**2.0.8** 叠层结构中内衬管的概念不同于其它单工艺非开挖修复方法形成的内衬，而是指多层工艺固化内衬管复合或粘结在一起的整个结构，虽然从工序上依次通过紫外光固化将玻璃纤维湿软管形成了内衬管的外层，通过蒸汽固化将聚酯纤维非织造布湿软管形成了内层（内层包含粘结层和涉水层），但实际上内层和外层是紧密粘结在一起的，看成是一个内衬管。

**2.0.9** 内衬管厚度 thickness of liner

多次工序内衬后形成的叠层结构的总厚度，为结构层厚度、粘结层厚度和涉水层厚度之和。

**2.0.10** 结构性修复 structural rehabilitation

管道内、外部荷载全部由内衬管承受的修复工艺。

**2.0.11** 半结构性修复 semi-structural rehabilitation

原管道承受外部土压力、地面超载、管道内部水压力，内衬管承受外部地下水压力和管道内部真空压力的修复工艺。

**3 材 料**

3.1 一般规定

**3.1.1** 给水管道叠层结构修复用的材料应保证粘结层和涉水层固化后的成品符合现行国家标准《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》GB/T 17219的有关规定。

条文说明：

**3.1.1**叠层结构含结构层、涉水层与粘结层三层结构，所涉及的材料结构层用的通常为玻璃纤维增强复合材料、粘接层和涉水层材料，通常为涤纶纤维增强材料复合热塑性塑料膜。

**3.1.2** 湿软管材料应注明生产日期、有效使用期、储存温度、储存湿度等信息。

**3.1.3** 湿软管的存储和运输应符合下列规定：

**1** 存储和运输过程中应满足生产厂商要求的存储温度、湿度等条件，并记录暴露的时间和温度；

**2** 储运和装卸过程中应避免与硬质、尖锐物体发生刮擦或碰撞。

3.2 结构层材料

**3.2.1** 给水管道结构层所用材料宜采用具有耐腐蚀的ECR玻璃纤维原料加工成的玻璃纤维软管，ECR玻璃纤维原料应符合GB/T 18370的规定。

**3.2.2** 玻璃纤维干软管应至少含有2层玻璃纤维织物（图3.2.2），每层玻璃纤维织物的厚度不应小于0.7mm。



图3.2.2 玻璃纤维软管结构

1―外膜；2―多层玻璃纤维；3―内膜

**3.2.3** 玻璃纤维干软管的外膜应符合表3.2.3的要求。

表3.2.3 玻璃纤维干软管外膜的要求

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 性能指标 | 单位 | 要求 | 试验方法 |
| 1 | 外观 | ― | 光滑、完整、无破损 | 目测 |
| 2 | 紫外光透光率 | % | ≤0.5 | GB/T 16422.3 |
| 3 | 耐温 | ℃ | 0~120 | GB/T 2423.22 |
| 4 | 厚度 | mm | ≥0.1 | GB/T 6672 |
| 5 | 拉伸强度 | MPa | ≥20 | GB/T 1040.3 |
| 6 | 断裂伸长率 | % | ≥120 | GB/T 2567 |

条文说明：

**3.2.3** 表中参数参考了CUWA 60052-2021《城镇排水管道原位固化修复用内衬软管》规范中的第7.2.3条款下的表2。外膜应具有与玻璃纤维软管相当的在纵向与径向的扩展能力，因此，补充了断裂伸长率的指标，在CUWA 60052-2021要求玻璃纤维物干软管外径宜为原管道内径的94%~98%，因此要求干软管的径向膨胀比为106%左右，考虑到一定的余量，要求断裂伸长率大于等于120%。

**3.2.4** 玻璃纤维干软管的内膜应符合表3.2.4的规定。

表3.2.4 玻璃纤维干软管的内膜要求

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 性能指标 | 单位 | 要求 | 试验方法 |
| 1 | 外观 | ― | 光滑、完整、无破损 | 目测 |
| 2 | 紫外光透光率 | % | ≥50 | GB/T 16422.3 |
| 3 | 耐温 | ℃ | 0~140 | GB/T 2423.22 |
| 4 | 厚度 | mm | ≥0.1 | GB/T 6672 |
| 5 | 拉伸强度 | MPa | ≥20 | GB/T 1040.3 |
| 6 | 断裂伸长率 | % | ≥120 | GB/T 2567 |

条文说明：

**3.2.4** 内膜在充气过程中起密封作用，注意不要让在其中行走的固化设备划破，造成树脂流出；而且内膜承受固化过程中的高温。表中参数参考了CUWA 60052-2021《城镇排水管道原位固化修复用内衬软管》规范中的第7.2.3条款下的表2。内膜应具有与玻璃纤维软管相当的径向扩展能力，因此，补充了断裂伸长率的指标，在CUWA 60052-2021要求玻璃纤维物干软管外径宜为原管道内径的94%~98%，因此要求干软管的径向膨胀比为106%左右，考虑到一定的余量，要求断裂伸长率大于等于120%。

**3.2.5** 玻璃纤维湿软管使用的树脂应是具有耐化学腐蚀性能且符合饮用水标准的不饱和聚酯树脂、乙烯基树脂或环氧树脂。

条文说明：

**3.2.5** 参考了CECS 559-2018。目前应用于供水的树脂主要有环氧树脂，聚酯树脂和乙烯基树脂。饮用水标准的要求参见GB/T 17219《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》。

**3.2.6** 玻璃纤维湿软管出厂时应标明屈服拉伸强度值，且该值不宜低于5MPa。

条文说明：

**3.2.6** 通常情况下，玻璃纤维湿软管通过拉入方式进入原管道，为防止湿软管在拖入过程中受拉损伤，要求湿软管具有一定的拉伸强度。所需的牵引拉力与湿软管的重量、修复段长度、有无减阻措施有关。关于5MPa的依据，参照了《城镇排水管道原位固化修复用内衬软管》T/CUWA 60052-2021对聚酯纤维非织造布拉伸强度的要求。

**3.2.7** 玻璃纤维湿软管固化后的内衬管的性能应符合表3.2.7的规定。

表3.2.7 玻璃纤维内衬管初始性能要求

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 性能指标 | 单位 | 要求 | 试验方法 |
| 1 | 弯曲强度 | MPa | ≥125 | GB/T 1449 |
| 2 | 弯曲模量 | MPa | ≥8000 | GB/T 1449 |
| 3 | 拉伸强度 | MPa | ≥80 | GB/T 1040.4 |

注：表中数值为现场固化后样本测试数据，采购方应详细咨询供应商的材料性能指标。

条文说明：

**3.2.7** 表中关于内衬管的性能要求参考了T/CUWA 60052-2021团标。

3.3 粘结层材料

**3.3.1** 粘结层宜由聚酯纤维非织造布湿软管，以翻转方式进入结构层内部并固化而成。

**3.3.2** 粘结层的干软管宜由单层或多层聚酯纤维毡或同等性能材料制成，干软管外表面应覆有与树脂兼容的非渗透热塑性塑料膜，软管的接缝、接头宜采用热熔、缝合或热熔与缝合组合方式进行处理，接缝处的轴向和径向拉伸强度不应小于5MPa。

条文说明：

3.3.2若采用缝合方式，缝合线应符合FZ/T 63022的规定。

**3.3.3** 粘结层的干软管应符合表3.3.3的要求。

表3.3.3 粘结层干软管的性能要求

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 性能指标 | 单位 | 要求 | 试验方法 |
| 1 | 干软管 | 纵向拉伸强度 | MPa | ≥5 | GB/T 1040.3 |
| 2 | 环向拉伸强度 | MPa | ≥5 | GB/T 1040.3 |
| 3 | 孔隙率 | % | ≥85 | ― |
| 4 | 径向断裂伸长率 | % | ≥120 | GB/T 1040 |
| 5 | 轴向断裂伸长率 | % | ≤5 | GB/T 1040 |
| 6 | 厚度 | mm | 单层聚酯纤维非织造布厚度≥1.5，且固化后干软管厚度大于或等于设计厚度 | GB/T 6672 |
| 7 | 表观 | ― | 密实性好，真空状态下浸渍充分均匀，不出现气泡和白斑等缺陷 | GB/T 20967 |
| 8 | 外膜 | 材料 | ― | 非渗透热塑性塑料膜 | ― |
| 9 | 厚度 | mm | ≥0.4 | GB/T 6672 |
| 10 | 耐温 | ℃ | 30~120 | GB/T 2423.22 |

条文说明：

**3.3.3** 参考了T/CUWA 60052-2021标准中关于无纺布软管的内容以及CJJ/T 244-2016规程的规定。干软管孔隙率的测试方法目前尚没有合适规范，相关的《非织造布孔隙率测试方法》规范已由国家标准化管理委员会于2018年立项，目前仍在编制过程中。

**3.3.4** 粘结层使用的树脂浇注体的性能应符合表3.3.4的规定。

表3.3.4 粘结层所用环氧树脂浇注体的性能要求

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 性能指标 | 单位 | 要求 | 试验方法 |
| 1 | 弯曲模量 | MPa | ≥3000 | 现行国家标准《树脂浇铸体性能试验方法》GB/T 2567  |
| 2 | 弯曲强度 | MPa | ≥100 |
| 3 | 拉伸模量 | MPa | ≥3000 |
| 4 | 拉伸强度 | MPa | ≥80 |
| 5 | 拉伸断裂延伸率 | % | ≥4 |
| 6 | 热变形温度 | ℃ | ≤85 | GB/T 1634.1 |

条文说明：

**3.3.4** 表3.3.4中的数值参考了T/CECE 559-2018《给水排水管道原位固化法修复工程技术规程》的规定，而在CJJ/T 244-2016规程中，要求树脂的初始热固化温度应低于80℃，具有较低的稠度，能保证良好的浸润性，低反应性，低收缩性，固化后具有极高的粘接强度。

**3.3.5** 粘结层固化后的粘结性能应满足表3.3.5的要求。

表3.3.5 粘结层的性能要求

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 性能指标 | 单位 | 要求 | 试验方法 |
| 1 | 与结构层的结合强度 | MPa | ≥2.0 | GB/T 28897 |

**3.3.5** 表3.3.5中的数值参考了GB/T 28897《钢塑复合管》中，冷水用衬塑复合钢管的基管与内衬塑料层之间的结合强度不小于1.0MPa，热水用衬塑复合钢管的基管与内衬塑料层之间的结合强度不应小于1.5MPa。上海管康公司的试验表明，粘接层与结构层的结合强度通常在4MPa左右，满足GB/T 28897《钢塑复合管》规范的要求。

3.4 涉水层材料

**3.4.1** 涉水层所用材料应耐酸碱腐蚀，不应与输送水发生反应。

**3.4.2** 涉水层热塑性塑料膜宜采用PE材料，性能应符合表3.4.2的要求。

表3.4.2 涉水层热塑性塑料膜的性能要求

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 性能指标 | 单位 | 要求 | 试验方法 |
| 1 | 表面 | ― | 应光滑、完整、无破损 | 目测 |
| 2 | 剥离强度 | MPa | ≥1.5 | GB/T 28897 |
| 3 | 硬度 | 邵A | ≤95 | GB/T 2411 |
| 4 | 拉伸强度 | MPa | PE膜 | ≥20 | GB/T 1040.3 |
| 5 | 断裂伸长率 | % | PE膜 | ≥300 | GB/T 1040.3 |
| 6 | 耐温 | ℃ | 30~120 | GB/T 2423.22 |
| 7 | 厚度 | mm | ≥0.6 | GB/T 6672 |
| 8 | 密实性 | ― | 不渗漏 | T/CECS 559 |
| 9 | 透明度 | ― | 能观察到粘结层的浸渍或固化缺陷 | 目测或CCTV |
| 10 | 耐磨性能 （损失量，1000g/1000r，胶轮号CS―17） | mg | ≤200 | GB/T 1768 |

条文说明：

**3.4.2** 考虑到水解性和耐久性，没有推荐TPU膜和PP膜。PE膜的拉伸强度值参考了CUWA 60052-2021规范的规定；断裂伸长率：CUWA 60052-2021中没有规定，在GB/T 17643中规定：断裂伸长率（纵、横向）：≥600%。参考GB/T28897《钢塑复合管》中对于内面涂塑聚乙烯的厚度要求为0.4-1.0mm，本工艺适用口径为DN300-DN1200，因此热塑性塑料膜取值为0.6mm以上。

**4 检测与评估**

4.1 一般规定

**4.1.1** 给水管道叠层结构修复前应进行管道检测与评估。

**4.1.2** 给水管道检测宜采用无损检测方法。

**4.1.3** 给水管道的检测与评估应符合现行行业标准《城镇给水管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 244的有关规定。

**4.1.4** 检测过程中，应采取安全保护措施，不得对管道产生污染，并应减少对用户正常用水的影响。管道清洗施工时，应在工作区域周边设置围挡、安全警示标志及导向标识，确保人员安全。

**4.1.5** 管道检测与评估应提交报告并及时归档。

4.2 管道调查

**4.2.1** 给水管道叠层结构修复工程设计前应查明原管道、工作井的基本概况、临近地下管线、构筑物、工程地质和水文地质条件及现场施工环境等。

条文说明：

**4.2.1** 详细要求可参考现行行业标准《城镇给水管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 244等。

**4.2.2** 给水管道基本概况调查宜符合下列规定：

**1** 调查内容宜包括下列内容：

1）管道竣工时间、平面位置、走向、埋深、截面尺寸、壁厚、长度、工作压力、流量、原管道强度等级或承载能力等；

2）管道材质、接口形式；

3）阀门、配件、支管、管道弯头的数量和位置、变径情况；

4）管道施工工艺、管道基础类型；

5）管道运行、维修情况；

6）地下水位情况等；

7）管线构筑物的位置、结构形式、强度等级等。

**2** 复测内容宜包括管道的截面尺寸、壁厚、椭圆度、长度等参数。

**4.2.3** 现场环境调查应包括下列内容：

**1** 进出场道路调查；

**2** 施工占地调查；

**3** 施工现场水源调查；

**4** 施工现场电源调查；

**5** 地下既有管线调查。

条文说明：

**4.2.3** 现场环境调查的详细内容包括：

1 进出场道路调查：应了解不同天气、不同时段的道路通行情况，查明车辆、行人的流量对进场道路和施工现场的影响；

2 施工占地调查：应了解施工设备、车辆停放位置与平面空间大小。涉及交通导行的，应考虑导行道路；涉及旁通临时管道的，应考虑临时管道的占位；

3 施工现场水源调查：应了解现场已有水源的位置与施工现场距离、水量、输送线路铺设环境等；

4 施工现场电源调查：应了解现场已有动力电源的功率、电压，电源位置与施工现场距离，以及输送线路铺设环境等；

5 地下既有管线调查：应了解叠层结构修复管道沿线邻近及与之交叉的各种地下管线。

4.3 管道清洗

**4.3.1** 给水管道非带压检测时，应进行管道清理，并满足管道检测与评估工作要求的条件。

**4.3.2** 给水管道清洗前的准备工作应符合下列规定：

**1** 应对原管道进行施工段实地调查，并确定工作井设置位置、断水时段及总时长；

**2** 管道断水前宜在管道两端各开挖一个工作井；

**3** 清洗前应制定断水、封堵、导水方案，并应预先通知相关部门或用户；

**4.3.3** 给水管道清洗方法宜符合下列规定：

**1** 管道清洗应根据管道破损和腐蚀状况确定；

**2** 金属管道宜采用超高压水射流清洗；

**3** 混凝土或钢筋混凝土管道宜采用高压水射流清洗；

**4** 采用高压水射流清洗时应符合《高压水射流清洗作业安全规范》GB 26148的有关规定，避免对原管道造成结构性损伤和破坏。

条文说明：

**4.3.3** 关于高压水射流的压力，在实际施工时需先进行选点试验，以不损坏旧管道的结构为前提，选择适当的冲洗压力。

**4.3.4** 给水管道清洗时应符合下列规定：

**1** 对管道内部进行清洗前，应使用联合清淤车等专业清淤装备对管道内的淤积物进行清理；

**2** 清洗产生的污水和污物应从工作井内排出。污物运输与处置应按现行行业标准《城镇排水管渠与泵站维护技术规程》CJJ 68的有关规定执行。

条文说明：

**4.3.4** 本条第2款规定参考了现行行业标准《城镇排水管渠与泵站维护技术规程》CJJ 68-2016规范的第3.8节“纳管管理”部分。

**4.3.5** 清理出的废弃物应随清随运。

4.4 管道检测

**4.4.1** 管道检测可采用电视检测CCTV、目测、试压检测、取样检测和电磁检测等方法。

条文说明：

**4.4.1** 管道检测的内容参考了现行行业标准《城镇给水管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 244和《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ 181的规定。

**4.4.2** 管道检测内容应包括缺陷位置、缺陷性质、缺陷尺寸、缺陷严重程度、特殊结构和附属设施等。

条文说明：

**4.4.2** 管道损坏状况的检测方法中，摄像检测、潜望镜检测、激光检测适用于管道内无水情况下，对管道表面的结垢、腐蚀、裂纹、变形等缺陷的检测；带压内窥检测、听漏检测适合检查管道内有水情况下的漏点检测。无损检测方法包括人工目测、电视检测（CCTV）、声纳检测、激光检测、听漏检测、潜望镜检测、电磁检测等方法。

**4.4.3**电视检测（CCTV）检测应在无积水状态或采取降低水位措施后进行，不满足电视检测（CCTV）检测条件时，应采用具有潜水功能的检测设备。

条文说明：

**4.4.3** 本条规定参考了《城镇排水管道维护安全技术规程》CJJ 6和《城镇排水管渠与泵站运行、维护及安全技术规程》CJJ 68的有关规定。

**4.4.4** 检测人员进入管道内部进行目测拍照、录像、测量等工作时，应符合下列规定：

**1** 应对管道内表面进行检查，人工检测距离一次不宜超过100m；

**2** 进入管道内目测的管道直径应大于800mm;

**3** 进入给水管道内部检测时，管道内积水深度不得超过管径的20%，且不得大于25 cm，并应对管道内进行持续通风及气体检测；

**4** 管道内检测工作人员应与地面工作人员保持通讯畅通；

**5** 作业人员应穿戴防护装备，携带照明灯具、摄像机等，对管道内缺陷位置进行拍摄记录，摄像画面应清晰，并进行尺寸测量。

**6** 当管道坡度较大时，进入管内目测的人员应采取安全保护措施。

4.5 管道评估

**4.5.1** 管道评估应依据管道基本资料、运行维护资料、管道检测成果资料等进行综合评估。

**4.5.2** 给水管道评估报告的内容除应符合现行行业标准《城镇给水管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 244的规定外，还应给出管道结构状况评价结果、防腐层状况及修复建议。

**4.5.3** 管道评估报告应包含下列内容：

1 竣工时间，管径及埋深，管材和接口形式，设计流量和压力，结构和附属设施及周边环境等基本资料；

2 管道运行维护资料；

3 电视检测（CCTV）、目测、试压检测、取样检测等管道检测资料；

4 绘制管道缺陷示意图及配套的缺陷说明表；

5 管道缺陷统计表；

6 管段整体状况评估结果；

7 修复建议。

条文说明：

**4.5.3** 管道修复方法应根据管道状况和综合评估结果综合确定，并应符合下列规定：

1 支管、弯管少的管段，宜采用非开挖修复；支管、弯管多的复杂管段，不宜采用非开挖修复。

2 管道缺陷只在极少数点位出现的管段，宜采用局部修复；管道缺陷在整个管段上普遍存在的管段，宜采用整体修复。

3 管体结构良好、仅存在功能性缺陷的管段，宜采用非结构性修复；有严重结构性缺陷的管段，宜采用结构性修复。

**5 设 计**

5.1 一般规定

**5.1.1** 给水管道叠层结构修复工程的设计应以管道检测与评估报告为依据。

**5.1.2** 管道结构性修复的设计工作年限不宜低于50年；半结构性和非结构性修复的设计使用年限不宜低于原管道的后续工作年限。

**5.1.3** 宜确认叠层结构修复工艺的适用范围符合表5.1.3的规定。

表5.1.3 给水管道内叠层结构修复适用范围

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 工艺名称 | 叠层结构修复工艺 |
| 1 | 适用管径 d （mm） | 300≤d≤1500 |
| 2 | 原管道材质 | 混凝土、铸铁、钢等 |
| 3 | 最大允许弯头转角（°） | 22.5 |
| 4 | 单段修复长度（m） | ≤400 |
| 5 | 管道内压（MPa） | 0.1-1.6 |
| 6 | 管道截面形状 | 圆形 |
| 7 | 完整性 | 整体修复 |
| 8 | 结构增强作用 | 结构性和半结构性 |

**5.1.4** 给水管道叠层结构修复设计应符合下列规定：

**1** 修复后管道的过流能力和承压能力应满足使用要求；

**2** 修复后管道的结构应满足承载能力要求、变形控制要求；

**3** 修复后管道应满足水质卫生安全要求。

**5.1.5** 水力计算应符合现行国家标准《室外给水设计规范》GB 50013的有关规定。

5.2 结构层设计

**5.2.1** 结构层干软管的尺寸应与原管道内径相匹配，玻璃纤维织物干软管外径宜为原管道内径的94%~98%。

条文说明：

**5.2.1** 本条要求参考了CECS 559-2018和/CUWA 60052-2021。聚酯纤维非织造布干软管外径宜为原管道内径的85%~97%，玻璃纤维织物干软管外径宜为原管道内径的94%~98%。

**5.2.2** 根据工程需要，结构层可设计为结构性或半结构性。

**5.2.3** 结构层按结构性修复设计时，应按GB 50332《给水排水工程管道结构设计规范》的规定，将结构层内衬管作为一个全新管道进行设计，由结构层承受管道内外的全部荷载。

**5.2.4** 结构层按半结构性修复设计时，结构层内衬管的厚度应满足5.2.5~5.2.7条的全部要求。

**5.2.5** 半结构性修复时，结构层与原管道应共同联合承受地下水静液压力和管道内部真空压力，结构层的壁厚宜按式（5.2.2-1）计算。

$$\begin{array}{c}t\geq \frac{D\_{0}}{\left[\frac{2KE\_{L}C}{\left(P\_{w}+\left|P\_{v}\right|\right)N\left（1-μ^{2}\right）}\right]^{\frac{1}{3}}+1}\#\left（5.2.2-1\right）\end{array}$$

$$\begin{array}{c}P\_{w}=0.00981H\_{w}\#\left（5.2.2-2\right）\end{array}$$

$$\begin{array}{c}C=\left[\frac{\left（1-\frac{q}{100}\right）}{\left(1+\frac{q}{100}\right)^{2}}\right]^{3}\#\left（5.2.2-3\right）\end{array}$$

$$\begin{array}{c}q=100×\frac{\left（D\_{E}-D\_{min}\right）}{D\_{E}}\#\left（5.2.2-4a\right）\end{array}$$

或

$$\begin{array}{c}q=100×\frac{\left（D\_{max}-D\_{E}\right）}{D\_{E}}\#\left（5.2.2-4b\right）\end{array}$$

式中，

$t-$半结构性修复时结构层所需的最小壁厚（mm）；

$D\_{o}-$结构层内衬管外径（mm）；

 $K-$原管道对内衬管的支撑系数，取值宜为7.0，并应根据耐负压试验确认；

 $E\_{L}-$结构层内衬管的长期弹性模量（MPa），宜根据实测资料确定，无实测数据时，可取短期弹性模量的50%；

 $C-$原管道椭圆度折减系数；

 $P\_{w}-$管顶位置地下水压力（MPa），按式（5.2.5-2）计算；

 $P\_{v}-$真空压力（MPa），根据工程实际取值，无经验时可取为0.05MPa；

 $N-$管道截面环向稳定性抗力系数，不应小于2.0；

 $μ-$结构层内衬管的泊松比，原位固化法内衬管取0.3；

 $H\_{w}-$管顶以上地下水位深度（m）；

 $q-$原管道的椭圆度（%）；

 $D\_{E}-$原管道的平均内径（mm）；

 $D\_{min}-$原管道的最小内径（mm）；

 $D\_{max}-$原管道的最大内径（mm）。

条文说明：

**5.2.5** 公式（5.2.5-1）及其符号解释参考了《给水排水管道原位固化法修复工程技术规程》CECS 559-2018和《城镇给水管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ 244-2016的规定。

**5.2.6** 当原管道位于地下水位以上时，结构层内衬管的尺寸比(SDR)不宜大于100。

条文说明：

**5.2.6** 此条参考了《给水排水管道原位固化法修复工程技术规程》CECS 559-2018和《城镇给水管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ 244-2016的规定。

**5.2.7** 当原管道上存在孔洞时，应进行局部强度校核。当孔洞尺寸较小，满足式（5.2.7-1）时，应按式（5.2.7-2）计算跨越孔洞所需的结构层内衬管最小壁厚。当孔洞尺寸较大，不满足式（5.2.7-1）时，应按式（5.2.7-3）计算跨越孔洞所需的结构层内衬管最小壁厚。

$$\begin{array}{c}\frac{d\_{h}}{D\_{E}}\leq 1.83\left(\frac{t}{D\_{o}}\right)^{0.5}\#\left（5.2.7-1\right）\end{array}$$

$$\begin{array}{c}t\geq \frac{D\_{o}}{\left[5.33\left(\frac{D\_{E}}{d\_{h}}\right)^{2}\left(\frac{σ\_{L}}{ηP\_{k}}\right)\right]^{0.5}+1}\#\left（5.2.7-2\right）\end{array}$$

$$\begin{array}{c}t\geq \frac{ηP\_{k}D\_{0}}{2σ\_{t}}\#\left（5.2.7-3\right）\end{array}$$

式中，

 $d\_{h}-$原管道中孔洞的最大直径（mm）；

 $D\_{E}-$原管道的平均内径（mm）；

 $t-$结构层的厚度（mm）；

$D\_{o}-$结构层内衬管外径（mm）；

 $σ\_{L}-$结构层内衬管的长期弯曲强度（MPa），宜取短期弯曲强度的50%；

 $P\_{k}-$管道工作内压标准值（MPa）；

 $η-$强度安全系数，取$η=2.0$；

 $σ\_{t}-$内衬管的长期拉伸强度标准值（MPa），宜按本规程表3.2.7中拉伸强度的50%取值。

条文说明：

5.2.7 此处的计算公式参考了《给水排水管道原位固化法修复工程技术规程》CECS 559-2018和《城镇给水管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ 244-2016的规定。

5.3 涉水层与粘结层设计

**5.3.1** 涉水层的热塑性塑料膜宜采用流延方式粘附于聚酯纤维毡表面。

**5.3.2** 涉水层的性能应满足表5.3.2的要求。

表5.3.2 涉水层的性能

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 性能指标 | 单位 | 要求 | 试验方法 |
| 1 | 厚度 | mm | 满足设计寿命期间的磨损要求，且最小厚度应不小于1mm | GB/T 1768 |
| 2 | 水解性 | - | 满足设计寿命要求，且溶解成分符合饮用水水质要求 | GB 17219 |

条文说明：

**5.3.2** GB/T 1768-2006《色漆和清漆 耐磨性的测定 旋转橡胶砂轮法》标准是有关色漆、清漆及相关产品取样和试验的系列标准之一。规定了采用橡胶砂轮并通过橡胶砂轮的旋转运动进行磨擦来测定色漆、清漆或相关产品的干膜的耐磨性的试验方法。根据耐磨试验推算出设计使用寿命终了时要求的厚度。

**5.3.3** 粘结层的性能应满足表5.3.3的要求。

表5.3.3 粘结层的性能要求

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 性能指标 | 单位 | 要求 | 试验方法 |
| 1 | 结合强度（涉水层与粘结层间） | MPa | ≥1.5 | GB/T 28897 |
| 2 | 剥离强度（粘结层与涉水层之间） | MPa | ≥1.5 | GB/T 28897 |

5.4 水力计算

**5.4.1** 给水管道叠层修复管段的水头损失应按下式计算：

$$\begin{array}{c}H=\frac{10.67 l}{d\_{i}^{4.87}}\left(\frac{Q}{C\_{h}}\right)^{1.852}\#\left（5.4.1-1\right）\end{array}$$

$$\begin{array}{c}d\_{i}=D\_{0}-2T\#\left（5.4.1-2\right）\end{array}$$

$$\begin{array}{c}T=t\_{1}+t\_{2}+t\_{3}\#\left（5.4.1-3\right）\end{array}$$

式中：

$H-$叠层结构修复段给水管道的水头损失（m）；

$l-$修复段长度（m）；

$d\_{i}-$修复后的管道内径（m）；

$Q-$修复后的管道流量（$m^{3}/s$）；

$C\_{h}-$海森-威廉系数，取值范围为135-145。

$D\_{0}-$结构层内衬管的外径（m）；

$T-$内衬管厚度（m）；

$t\_{1}-$结构层厚度（m）；

$t\_{2}-$粘结层厚度（m）；

$t\_{3}-$涉水层厚度（m）。

条文说明：

**5.4.1** 公式（5.4.1）参考了CECS 559-2018《给水排水管道原位固化法修复工程技术规程》和GB 50013-2018《室外给水设计标准》。式中的$C\_{h}$可基于水力物理模型试验推算得到，如果没有试验值，可根据管道的管材种类，按GB 50013-2018的附录A中的表A.0.1选用。

5.5 工作井设计

**5.5.1** 给水管道叠层结构修复工作井的设计应符合下列规定：

**1** 工作井的井位应避开地上建筑物、架空线、地下管线或其他构筑物；

**2** 工作井位置宜设置在靠近管道阀门、转角、变径或分支管处，不宜设置在道路交汇口、医院出入口、消防出入口、地铁出入口、车站出入口等人员和车辆来往密集处；

**3** 一个修复段的两个工作井间距应控制在施工能力范围内，通常不超过400m；

**4** 工作井的结构设计应符合相关现行国家标准。

**5.5.2** 工作井尺寸宜参考图5.5.2按以下规定取值。



(a)工作井俯视图



（b）工作井剖面图

图5.5.2 工作井尺寸

1―工作井；2―管道

**1** 工作井的长度宜按下式计算：

$$\begin{array}{c}L\_{p}=L\_{1}+2L\_{2}\#\left（5.5.2-1\right）\end{array}$$

式中，$L\_{p}-$工作井长度（m）；

$L\_{1}-$工作井内净作业长度（m），当$D<0.8m$时，取$L\_{1}=3.0m$；当$D\geq 0.8m$时，取$L\_{2}=4.0m$；

$L\_{2}-$单侧管道伸入工作井内的长度（m），取$0.5m$。

**2** 工作井的宽度宜按下式计算：

$$\begin{array}{c}W\_{p}=D+2a\#\left（5.5.2-2\right）\end{array}$$

式中，$W\_{p}-$工作井宽度（m）；

$D-$原管道外径（m）；

$a$―单侧管道边缘距工作井边缘的距离（m），当$D<0.8m$时取$a=0.5m$；当$D\geq 0.8m$时，取$a=0.75m$。

**3** 工作井的深度宜按下式计算：

$$\begin{array}{c}H\_{p}=h\_{1}+D+h\_{2}\#\left（5.5.2-3\right）\end{array}$$

式中，$H\_{p}-$工作井深度（m）；

$h\_{1}-$管顶覆土厚度（m）；

$D-$原管道外径（m）；

$h\_{2}-$管底至工作井井底之间的距离（m），取0.5m。

**5.5.3** 工作井的探槽开挖、降排水、工作井开挖、支护或放坡、回填等，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。

**6 施 工**

6.1 一般规定

**6.1.1** 给水管道叠层结构修复工程施工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。

**6.1.2** 给水管道叠层结构修复工程应编制施工组织设计方案，涉及道路开挖与恢复、交通导行时应编制专项方案。

**6.1.3** 给水管道断管前，应提前通知相关部门和用户。

**6.1.4** 施工对用户用水产生影响时，应符合现行行业标准《城镇供水服务》CJ/T 316的有关规定。当施工引起给水管道水质污染时，宜按《室外给水设计标准》GB 50013进行强化消毒处理。

条文说明：

**6.1.4** 关于强化消毒技术的要求参见《室外给水设计标准》GB 50013-2018第11.3.2应急净水部分。

**6.1.5** 修复材料进场验收时，应检查每批产品的质量合格证书、使用说明书，并应核对材料品种及型号、生产企业、产品有效期。

**6.1.6** 修复材料的包装容器应封闭，进场后应按产品技术文件要求的温度进行运输和分类存放，存放环境应干燥、通风，避免日晒、雨淋，并应远离火源。

**6.1.7** 修复施工前应通过图纸会审，施工单位应掌握工程主体及细部构造的技术要求。

**6.1.8** 管道预处理施工前，应完成修复施工场地准备、工作井的开挖与支护、管道断管工作。

**6.1.9** 作业过程中，应进行全过程质量控制，每道工序施工完成并检验合格后，方可进行下一道工序施工。

**6.1.10** 修复施工记录应包括预处理、修复施工日期、环境温度和湿度、作业时间、修复长度、设备压力、冲洗与消毒等工艺过程与参数。

6.2 工作井开挖与支护

**6.2.1** 工作井开挖施工前，应确定工作井位置和尺寸以及修复管段的划分，并按照《城镇给水管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 244-2016第6.3节的规定和现场情况制定专项施工方案。

**6.2.2** 当工作井开挖（施工）需采取降排水、支护、地基处理等措施时，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。

**6.2.3** 工作井采用支护结构时，支护结构应符合《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120的规定。

6.3 管道预处理

**6.3.1** 修复施工前，应根据原管道管内情况，制定预处理方案。

**6.3.2** 当管道存在下列缺陷时，应进行预处理：

**1** 原管道地基变形或不均匀沉降超出规范要求；

**2** 原管道存在裂缝、断裂、塌陷、异物侵入、接口错位、脱节、接口橡胶圈脱落；

**3** 原管道存在截面变形或变径、凹坑、明显凸起等缺陷；

**4** 其他需要进行预处理的情形。

**6.3.3** 原管道预处理可采用机械清洗、高压水射流清洗和管内修补等技术。

**6.3.4** 采用机械清洗时可采用配有敲击、刮削、磨擦等功能的清洗工艺；采用高压水射流清洗工艺时，设备应由专业人员操作，并应合理控制射流压力和流量；清洗过程中不得对管壁造成损坏。

**6.3.5** 管道预处理中产生的污水和污物的处置，应符合现行行业标准《城镇排水管渠与泵站维护技术规程》CJJ 68的有关规定，对污水污物收集处理，不得随意排放。

**6.3.6** 管道内存在裂缝、接口错位和漏水、孔洞、变形、管壁材料脱落、锈蚀等局部缺陷时，可采用灌浆、机械打磨、点位加固、人工修补等措施方法进行预处理。

**6.3.7** 原管道缺陷严重无法修补时，应采取开挖方式更换掉缺陷管段。当支管、变径管、阀门等影响叠层结构内衬施工时，应通过开挖或其他措施进行处理，保证内衬施工的连续作业。

**6.3.8** 管道预处理作业中，若发现管道状况与设计文件严重不符时，应停止预处理作业，立即与设计单位沟通。

**6.3.9** 预处理后的原管道内应无沉积物、障碍物，不应有影响施工的积水；管道内表面应洁净，应无影响衬入的附着物、尖锐毛刺、突起；管壁、管道接口应无渗水现象。

**6.3.10** 管道预处理后应进行电视检测（CCTV），人工可进入的管道也可采用管内目测进行检查，并做好详细的施工记录，预处理验收合格后，方可进行下一步施工。

6.4 结构层施工

**6.4.1** 拉入玻璃纤维软管之前应在原管道内铺设垫膜，垫膜应铺设于原管道底部并覆盖大于1/3的管道周长，且应在原管道至少一端固定。

**6.4.2** 玻璃纤维软管的拉入应符合下列规定：

**1** 应沿管底的垫膜将内衬软管平稳、缓慢地拉入原管道，拉入速度不宜大于5m/min;

**2** 玻璃纤维湿软管拉入过程中受到的最大拉力应符合式（6.4.2）的规定；

$$\begin{array}{c}F\leq \frac{π\left(D\_{0}^{2}-D\_{i}^{2}\right)σ\_{t}}{4N\_{1}}\#\left（6.4.2\right）\end{array}$$

式中：

$F-$玻璃纤维软管最大允许拉力（N）；

$D\_{0}-$玻璃纤维软管外径（mm）；

$D\_{i}-$玻璃纤维软管内径（mm）；

$σ\_{t}-$玻璃纤维软管的屈服拉伸强度（MPa）；

$N\_{1}-$安全系数，宜取3.0。

**3** 拉入过程中，不得磨损或划伤内衬软管；

**4** 内衬软管两端端口伸出原管道的长度应符合表6.4.2中的要求。

表6.4.2 内衬软管两端端口伸出长度

|  |  |
| --- | --- |
| 内衬软管直径（mm） | 端口伸出长度（mm） |
| D≤500 | 500 |
| 500<D≤800 | 800 |
| D>800 | >1000 |

**6.4.3** 内衬软管的扩展宜采用压缩空气，并应符合下列规定：

**1** 扎头应使用扎头布绑扎牢固，不得漏气；

**2** 充气装置宜安装在内衬软管入口端，且应装有控制和显示压缩空气压力的装置；

**3** 充气前应检查内衬软管各连接处的密封性，末端安装调节阀；

**4** 压缩空气压力应能使内衬软管充分膨胀并紧贴于原管道内壁，管内充气压力值应根据产品说明书确定。

条文说明：

**6.4.3** 扎头是一个一端封闭的管堵，其直径与待修复管道内径相匹配，封闭端面上留有允许电缆线和高压空气通入的预留孔。

**6.4.4** 采用紫外光固化时应符合下列规定：

**1** 紫外光灯组的放入应避免损伤内膜；

**2** 紫外光固化过程中内衬软管应保持压缩空气压力，使内衬软管与原有管壁紧密贴合；

**3** 应根据内衬管管径、内衬管壁厚、辐照强度等指标按照行业规范和厂方推荐值控制紫外光灯的行进速度；

**4** 固化完成后，应缓慢减低管内压力至大气压，降压速度不大于0.01MPa/min；

**5** 内衬管冷却后应切除多余部分，切割位置宜选在距旧管道端口30cm处，断面切割应齐整，切割过程中采用粉尘回收装置，避免粉尘进入管道，切割下来的内衬管应留样并送第三方检测机构进行检验。

**6.4.5** 拉入式原位固化法施工应复检并记录内衬软管长度、扩张时的压缩空气压力、软管固化温度、固化时间和固化时的压力、紫外光灯巡航速度、内衬管冷却温度、时间、压力等。

6.5 粘结层和涉水层施工

**6.5.1** 粘结层所用树脂的浸渍工艺应符合下列规定：

**1** 浸渍树脂时用于抽真空、搅拌、传送、碾压的设备应齐全、性能良好；

**2** 浸渍树脂宜在室内完成，应采取避光，降温等措施，室内温度不应高于25℃；

**3** 浸渍前应对软管进行检查，确认干软管无破损；

**4** 应在抽成真空状态下充分浸渍树脂，真空度不应低于60kPa，且不得出现气泡；

**5** 浸渍之前应计算树脂的用量，树脂的各种成分应按合理比例进行充分混合，实际用量应比理论值多5%-15%；

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

**7** 碾压湿软管时应平整，速度均匀，确定碾压均匀厚度在设计范围内，应避免气泡、厚度不匀、褶皱等缺陷。

**6.5.2** 采用气压或者水压方式将湿软管翻转到固化后的结构层内部，并应符合下列规定：

**1** 翻转施工前，在修复管段起点和终点，距离端口大于500mm处，应在湿软管和原管道之间安装监测管壁温度变化的温度传感器；

**2** 翻转时湿软管的外侧向内翻转，涉水膜与翻转工作介质（气体或者水）相接触；湿软管的内部向外翻转，与结构层内壁粘结；

**3** 翻转压力应控制在使湿软管充分扩展所需最小压力和湿软管所能承受的允许最大内压之间，同时应能使湿软管翻转到待修管道末端；

**4** 翻转过程中宜用润滑剂减少翻转阻力，润滑剂宜为食品级油基产品，润滑剂不得对湿软管的固化性能和施工设备产生影响；

**5** 翻转完成后，湿软管伸出原管道末端的长度宜为1m。

**6.5.3** 翻转完成后采用热蒸汽对湿软管进行固化，并应符合下列规定：

**1** 蒸汽发生装置应装有温度和压力监测装置，固化过程中对温度和压力进行跟踪测量和监控；

**3** 蒸汽宜从标高较高的端口输入；

**4** 树脂应能在热蒸汽作用下固化，且初始固化温度应低于60℃，固化温度应能均匀升高，固化所需的温度和时间以及温度升高速度应符合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的调整；

**5** 固化过程中湿软管内的气压应能使湿软管与已固化的结构层保持紧密贴合，并保持该压力值直到固化结束；

**6** 应通过温度感应器监测数据绘制的树脂放热曲线监测树脂固化状况。

**6.5.5** 固化完成后内衬管的冷却应符合下列规定：

**1** 固化完成后，温度应缓慢冷却，蒸汽宜冷却至40℃以下；冷却时间应根据树脂材料说明书设定；

**2** 宜用常温空气或者压缩空气替换管道内热蒸汽进行冷却，替换过程中不得形成真空；

**3** 冷却完成后，应对管道端头进行切割，要求切割整齐，并取样留存。

**6.5.6** 翻转式原位固化法施工应检验并记录树脂的存储温度、冷藏温度和时间、树脂用量、湿软管浸渍停留时间和使用长度、翻转压力和温度、湿软管的固化温度、时间和压力、内衬管冷却温度、时间、压力等参数。

6.6 管道连接

**6.6.1**叠层结构修复作业之前，在工作井内的原管道上安装新的法兰钢短管，便于修复完成后工作井内连接。

**6.6.2**叠层结构修复作业完成后，必须对管道施工的接口进行密封和防腐处理。采用双法兰钢管与法兰钢短管进行连接，不能及时连接的管道端口，应采取保护措施。

**6.6.2** 作业完成后，连接给水管道时不得直接在端口内衬管上凿孔、打洞、敲击和高温切割。

**7 验 收**

7.1 一般规定

**7.1.1** 给水管道叠层结构修复工程的质量检验与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的有关规定和设计文件的要求，材料供应商提供检测相关证明文件。

**7.1.2** 给水管道叠层结构修复工程的单位工程、分部工程、分项工程的划分宜符合表7.1.2的规定。

表7.1.2 给水管道叠层结构修复工程的单位工程、分部工程、分项工程的划分

|  |
| --- |
| 单位工程（可按一个施工合同或视工程规模按一个路段、一种施工工艺，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 |
| 两工作井之间 | 1 工作井（降排水、围护结构、开挖、坑内布置） | 每座 |
| 2 原管道预处理 | 两工作井之间 |
| 3 修复更新管道（各类施工工艺） |
| 4 端口连接与处理 |
| 5 管道试压与清洗、消毒 |

注：当工程仅有1个修复段（两工作井之间）时可视为单位工程。

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

**7.1.4** 工作井的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的有关规定和设计文件的要求。

**7.1.5** 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。

**7.1.6** 管道修复后应采用电视检测（CCTV）设备对管道内部进行表观检测。当管径大于800mm时，可以采用管内目测。检测资料应存入竣工档案中。

**7.1.7** 现场检验和抽样检验应做好检验记录并存档。检验记录应包括工程编号、项目名称、施工单位名称、施工负责人、施工地点、管道规格、管材类型、修复长度、材料名称、生产厂家、产品有效日期、质量检验项目等内容。

**7.1.8** 每个单位工程在相同施工条件下的同一批次产品应现场见证取样，并应进行取样检测。每个单位工程应至少取一组样品进行检测。

**7.1.9** 内衬管厚度测量应符合下列规定：

**1** 内衬管厚度测量方法宜根据现场条件选用测厚仪、卡尺等量测；

**2** 当管道内径小于800mm时，应在管道两端各取1个测量截面；

**3** 当管道内径大于或等于800mm时，除应在管道两端各取1个测量截面外，管道中间应每隔100m增加一个测量截面；

**4** 每个测量截面应取环向均布的5个测点，测量截面的测量值应为5个测点的平均值；

**5** 内衬管厚度应为所有测量截面测量值的平均值。

**7.1.10** 工程验收合格后，应按现行行业标准《城镇供水管网运行、维护及安全技术规程》CJJ 207的有关规定并网运行。

7.2 预处理质量检验

**I 主控项目**

**7.2.1** 原管道缺陷的预处理方案应满足设计要求。

检查方法：按《城镇给水管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 244的有关规定进行检查；对照设计文件检查施工方案；检查原管道检测与评估报告、设计治商记录等。

检查数量：全数检查。

**7.2.1** 原管道经预处理后，应无影响修复施工工艺的缺陷，管道内表面应符合本规程第6.3.9条的规定。

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

检查数量：全数检查。

**Ⅱ 一般项目**

7.2.2 原管道的预处理作业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；检查预处理材料质量保证资料；预处理施工检验记录或报告。

检查数量：全数检查。

7.3 结构层质量检验

**Ⅰ 主控项目**

**7.3.1** 结构层的性能应符合本规程第3.1～3.2节的规定，并应满足设计文件要求。

检查方法：对照设计文件全数检查；性能指标符合要求，试验方法按指定的规程进行。

检查数量：修复管段长度大于等于200m时，每个管段取样1个；管段小于200m时，同样修复工艺、同样材料规格时，多个管段合并取样1个。

**7.3.2** 结构层内衬管的壁厚应达到设计要求。

检查方法：对照设计文件用测厚仪或卡尺等测量。

检查数量：按照本规程8.1.9条确定。

**7.3.3** 结构层短期力学性能达到设计规定。

检查方法：检查取样试验报告。

检查数量：每批次进场材料检查1次。

**7.3.4** 结构层内衬管不应出现裂缝、孔洞、褶皱、起泡、干斑、分层和软弱带等影响管道使用功能的缺陷。

检查方法：检查施工记录、电视检测（CCTV）记录（或管内目测记录）。

检查数量：全数检查。

**Ⅱ 一般项目**

**7.3.5** 结构层内衬管的线形应和顺，接口应平顺，特殊部位过渡平缓。

 检查方法：检查施工记录、电视检测（CCTV）记录等。

 检查数量：全数检查。

7.4 粘结层及涉水层质量检验

**Ⅰ 主控项目**

**7.4.1** 粘结层及涉水层的性能应符合本规程第3.3～3.4节的规定，并应满足设计文件要求。

检查方法：对照设计文件全数检查；性能指标符合要求，试验方法按指定的规程进行。

检查数量：修复管段长度大于等于200m时，每个管段取样1个；管段小于200m时，同样修复工艺、同样材料规格时，多个管段合并取样1次。

**7.4.2** 粘结层的粘接强度应达到设计值。

检查方法：检查粘结层的粘结强度测试报告，粘结层与结构层和涉水层的粘结强度符合设计要求。

检查数量：每管段取样1处。

**7.4.3** 涉水层壁厚应达到设计要求。

检查方法：对照设计文件用测厚仪或卡尺等测量。

检查数量：按照8.1.9条确定。

**7.4.4** 涉水层不应出现裂缝、孔洞、褶皱、起泡、干斑、分层和软弱带等影响管道使用功能的缺陷。

检查方法：检查施工记录、电视检测（CCTV）记录（或管内目测记录）。

检查数量：全数检查。

**Ⅱ 一般项目**

**7.4.5** 涉水层的线形应和顺，接口应平顺，特殊部位过渡平缓。

 检查方法：检查施工记录、电视检测（CCTV）记录等。

 检查数量：全数检查。

7.5 叠层结构质量检验

**Ⅰ 主控项目**

**7.5.1** 给水管道叠层结构修复粘结层和涉水层材料应符合现行国家标准《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》GB/T 17219的有关规定。

检查方法：检查入场涉水材料的卫生许可批件；

检查数量：每批次进场检查1次。

**Ⅱ 一般项目**

**7.5.2** 叠层结构的线形应和顺，接口应平顺，特殊部位过渡平缓。

 检查方法：对取样样品断面目视检查等。

 检查数量：全数检查。

7.6 管道连接质量检验

**Ｉ 主控项目**

**7.6.1** 经叠层结构修复后管道端口与原管道和相邻管段之间的连接应密封。

检查方法：观察，检查施工记录等。

检查数量：全数检查。

**Ⅱ 一般项目**

**7.6.2** 工作井处连接管道的外防腐应满足设计要求。

检查方法：观察，检查施工记录等。

检查数量：全数检查。

7.7 管道功能性试验

**7.7.1** 修复后的所有管段都应进行管道水压试验。

**7.7.2** 管道水压试验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的有关规定和设计文件的要求。

**7.7.3** 管道水压试验合格后，应按现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268和GB 5749的有关规定对管道进行冲洗消毒和水质检验。

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

7.8 工程竣工验收

**7.8.1** 给水管道叠层结构修复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。

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

**7.8.3** 工程竣工验收应由建设单位组织，设计单位、施工单位、监理单位共同参加进行联合验收。

**7.8.4** 给水管道叠层结构修复工程竣工验收应符合下列规定：

**1** 工程验收批的质量验收应全部合格；

**2** 外观质量验收应符合要求；

**3** 工程有关安全及使用功能的检测资料应完整；

**4** 工程质量控制资料应完整。

**7.8.5** 工程验收批的质量验收内容应包括本规程8.2~8.6节的全部内容。

**7.8.6** 外观质量验收应包括下列内容：

**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** 工作井管口处理及渗漏水情况；

**4** 设计工程量的实际完成情况；

**5** 沿线地面、周边环境情况。

**7.8.7** 工程有关安全及使用功能检测资料应包括下列内容：

**1** 工程内容、要求与设计文件相符情况；

**2** 修复前、后的管道检测与评估情况；

**3** 管道功能性试验情况；

**4** 管道位置贯通测量情况；

**5** 管道环向变形率情况；

**6** 管道接口连接检测、修复有关施工检验记录等汇总情况；

**7** 涉及材料、结构等试件试验以及管材试验的检验汇总情况；

**8** 涉及土体加固、原管道预处理以及相关管道系统临时措施恢复等情况。

**7.8.8** 工程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** 原管道管竣工图纸等相关资料，工程沿线勘察资料；

**3** 修复前对原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、各类管材等材料的质量合格证、性能检验报告、复试报告等质量保证资料；

**6** 所有施工过程的施工记录及施工检验记录；

**7** 工程的质量验收记录；

**8** 修复后管道的检测和评定报告及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** 相关工程会议纪要、设计变更、业务洽商等记录；

**11** 质量事故、生产安全事故处理资料；

**12** 工程竣工图和竣工报告等。

**8 安全与环境保护**

**8.0.1** 给水管道叠层结构修复工程施工应符合下列规定：

**1** 应满足施工安全、职业健康、消防的要求；

**2** 采取的安全措施应符合现行行业标准《城镇供水管网运行、维护及安全技术规程》CJJ 207的有关规定；

**3** 发现有异常情况时应立即采取措施、撤离或进行救治；

**4** 应将施工现场产生的固体废弃物、废溶剂回收处理，不得随意丢弃、倾倒、排放；

**5** 应满足有限空间作业的有关安全要求；

**6** 当井内空气经空气检测仪测试合格后，方可进行井下作业。

**8.0.2** 作业人员应符合下列规定：

**1** 从事管道修复作业的人员应经过岗位技能教育和安全培训；

**2** 井下施工作业时应配戴符合国家现行标准《呼吸防护用品的选择、使用与维护》GB/T 18664的安全防护用品，并应满足《城镇排水管道维护安全技术规程》CJJ 6的有关规定；

**3** 进入施工现场的人员应禁止吸烟，并应佩戴安全帽、穿反光背心，下井人员应配戴防毒面具；

**4** 作业小组应至少由3人组成，进入管道内作业时，应留一人在井室内负责联络。

**8.0.3** 作业设备应符合下列规定：

**1** 设备应符合国家有关爆炸危险场所电器设备的安全规定，电器设施应整体防爆，操作部分应设置触电保护器；

**2** 机械设施的转动和运动部位应设有防护罩等保护设施；

**3** 施工现场应准备足够数量的有毒有害气体检测仪器、防毒面具和救生工具。

**8.0.4** 作业环境应符合下列规定：

**1** 管道除锈、作业过程中，各种生产设备的噪声应符合现行国家标准《工业企业噪声控制设计规范》GB/T 50087的有关规定；

**2** 在各类危险区域设置明显的标志、警示牌及防护围拦；

**3** 雨天、雪天、六级风及以上时不得进行施工作业。

**8.0.5** 预处理清洗产生的污水和污物应从检查井内排出，污水和污物应按《城镇排水管渠与泵站运行、维护及安全技术规程》CJJ 68的有关规定处理。

**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**

《塑料 拉伸性能的测定 第3部分：薄膜和薄片的试验条件》GB /T 1040.3

《塑料 拉伸性能的测定 第4部分：各向同性和正交各向异性纤维增强复合材料的试验条件》GB /T 1040.4

《纤维增强塑料弯曲性能试验方法》GB/T 1449

《塑料 负荷变形温度的测定 第1部分：通用试验方法》GB/T 1634.1

《塑料管材耐磨损性试验方法》QB/T 5101

《塑料和硬橡胶 使用硬度计测定压痕硬度（邵氏硬度）》GB/T 2411

《环境试验 第2部分：试验方法 试验N：温度变化》GB/T 2423.22

《树脂浇铸体性能试验方法》GB/T 2567

《生活饮用水卫生标准》GB 5749

《塑料 实验室光源暴露试验方法 第3部分：荧光紫外灯》GB/T 16422.3

《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》GB/T 17219

《土工合成材料 聚乙烯土工膜》GB/T 17643

《玻璃纤维无捻粗纱布》GB/T 18370

《无损检测 目视检测 总则》GB/T 20967

《高压水射流清洗作业安全规范》GB 26148

《钢塑复合管》GB/T 28897

《室外给水设计标准》GB 50013

《工业企业噪声控制设计规范》GB/T 50087

《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268

《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332

《城镇供水服务》CJ/T 316

《城镇排水管道维护安全技术规程》CJJ 6

《城镇排水管渠与泵站运行、维护及安全技术规程》CJJ 68

《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ 181

《城镇供水管网运行、维护及安全技术规程》CJJ 207

《城镇给水管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 244-2016

《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120

《给水排水管道原位固化法修复工程技术规程》T/CECS 559

《涂层织物 涂层剥离强力的测定》FZ/T 01010

《城镇排水管道原位固化修复用内衬软管》T/CUMA 60052

《热塑性聚氨酯（TPU）薄膜》HG/T 5070

中国工程建设标准化协会标准

**给水管道叠层结构修复工程技术规程**

T/CECS XXX - 2022

**条文说明**

**目 次**

1 总 则 35

2 术 语 35

3 材 料 35

3.1 一般规定 35

4 检测与评估 35

4.2 管道调查 35

4.3 管道清洗 35

4.4 管道检测 35

4.5 管道评估 35

6 施 工 35

6.1 一般规定 35

6.2 管道预处理 35

8 质量检验与验收 35

8.3 施工质量检验 35

8.4 端口质量检验 35

**1 总 则**

**2 术 语**

**3 材 料**

3.1 一般规定

**4 检测与评估**

4.2 管道调查

4.3 管道清洗

4.4 管道检测

4.5 管道评估

**6 施 工**

6.1 一般规定

6.2 管道预处理

**7 验 收**

7.3 施工质量检验

7.4 端口质量检验