

**T/CECS** XXX-202X

**中国工程建设标准化协会标准**

原位喷筑法管道非开挖修复技术规程

**Technical specification for pipeline rehabilitation by cementitious lining method**

**中国××××出版社**

中国工程建设标准化协会标准

原位喷筑法管道非开挖修复技术规程

**Technical specification for pipeline rehabilitation by cementitious lining method**

**T/CECS XXX—202X**

主编单位：武汉中地大非开挖研究院有限公司

中国地质大学（武汉）

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：202×年××月××日

**中国××××出版社**

**202X　北　　京**

前　　言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2019年第一批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字〔2019〕12号）的要求，编制组经深入调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内外标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分7章和1个附录，主要技术内容包括：总则、术语与符号、基本规定、材料和设备、设计、施工、质量检验等。

本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

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，由武汉中地大非开挖研究院有限公司负责具体技术内容的解释。实施过程中如有意见或建议，请反馈至武汉中地大非开挖研究院有限公司（地址：武汉市东湖新技术开发区大学园路华中科技大学科技园现代服务业基地1号研发楼612室，邮政编码：430070；电子邮箱：info@cug-tti.com）。

主编单位：武汉中地大非开挖研究院有限公司

中国地质大学（武汉）

参编单位：中山大学

主要起草人：

主要审查人：

目　　次

[1　总　　则 1](#_Toc2841)

[2　术语与符号 2](#_Toc1450)

[2.1　术　语 2](#_Toc22183)

[2.2　符　号 3](#_Toc5587)

[3　基本规定 4](#_Toc9559)

[4　材料和设备 5](#_Toc9566)

[4.1　材　料 5](#_Toc6274)

[4.2　设　备 6](#_Toc10401)

[5　设　　计 7](#_Toc12818)

[5.1　一般规定 7](#_Toc17665)

[5.2　内衬设计 7](#_Toc10336)

[6　施　　工 9](#_Toc27634)

[6.1　一般规定 9](#_Toc20892)

[6.2　预处理 9](#_Toc25387)

[6.3　内衬施工 9](#_Toc11209)

[7　质量检验和验收 12](#_Toc19263)

[7.1　一般规定 12](#_Toc27995)

[7.2　主控项目 13](#_Toc59)

[7.3　一般项目 13](#_Toc11250)

[7.4　竣工验收 14](#_Toc19449)

[附录A　质量验收记录 16](#_Toc20940)

[附录B　离心喷筑机行走速度 18](#_Toc24649)

[用词说明 19](#_Toc8162)

[引用标准名录 20](#_Toc32541)

[条文说明 21](#_Toc10696)

Contents

[1　General provisions 1](#_Toc95681496)

[2　Terms and symbols 2](#_Toc95681497)

[2.1　Terms 2](#_Toc95681498)

[2.2　Symbols 2](#_Toc95681499)

[3　Basic requirements 4](#_Toc95681500)

[4　Material and equipment 7](#_Toc95681502)

[4.1　Material 2](#_Toc95681498)

[4.2　Equipment 2](#_Toc95681499)

[5　Design 8](#_Toc95681503)

[6　Construction](#_Toc95681504) 9

[6.1　General requirements](#_Toc95681505) 9

[6.2　Pretreatment](#_Toc95681506) 9

[6.3　Application of the cementitious liner](#_Toc95681507) 9

[7　Quality inspection……………………………………………………...…….……..11](#_Toc95681508)

[7.1　General requirements 1](#_Toc95681509)1

[7.2　Dominant items 1](#_Toc95681510)1

[7.3　General items 1](#_Toc95681511)2

[7.4　General items 1](#_Toc95681511)2

[Appendix A　Quality acceptance record 1](#_Toc95681513)3

[Appendix B　Movement speed of the centrifugal casting machine 1](#_Toc95681513)3

[Explanation of wording 1](#_Toc95681514)5

[List of quoted standards 1](#_Toc95681515)6

[Addition：Explanation of provisions 17](#_Toc95681516)

# 1　总　　则

**1.0.1**为规范喷筑法管道修复的技术要求，提高施工质量，做到安全适用、技术先进、保护环境、经济合理，制定本规程。

**1.0.2**本规程适用于采用喷筑法修复非化学建材排水管道的修复工程。

**1.0.3**本规程规定了排水管道喷筑法修复技术的材料、设备、设计、施工和验收要求。

**1.0.4**喷筑法管道修复除应符合本规程规定外，尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

# 2　术语与符号

## 2.1　术　语

**2.1.1**　喷筑法　　cementitious lining method

通过离心力或压缩空气使喷筑材料喷出并覆盖在待修复基面形成内衬的修复方法。

**2.1.2**　喷筑材料　　cementitious lining materials

以水泥为主要胶凝材料，含增强纤维、细骨料及其他增效添加剂，在工厂通过专用机械设备混合而成并适用于喷筑法施工的修复材料，以下简称“喷筑材料”。

**2.1.3**　功能性修复　　functional rehabilitation

新内衬主要起表面防护作用，不承担内外压力的修复方法。

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

新内衬需依赖原有管道结构，在设计工作期内仅需承受外部静水压力的修复方法。

**2.1.5**　结构性修复　　structural rehabilitation

新内衬结构不依赖原有管道结构独立承担管外全部压力的修复方法。

**2.1.6**　离心喷筑法　　centrifugal casting method

通过旋喷器高速旋转产生的离心力将材料均匀覆盖到待修复基面形成内衬的施工方法。

**2.1.7**　气流喷筑法　　gunite lining method

喷筑材料和压缩空气分别通过管道输送到喷枪喷嘴处混合后高速喷射到待修复基面形成内衬的施工方法。

**2.1.8**　砂浆联合机　　combined mortar machine

集砂浆搅拌和泵送功能于一体，或者集砂浆搅拌、泵送和喷涂功能于一体的砂浆机械。

**2.1.9**　离心喷筑机　　centrifugal casting machine

用于管道离心喷筑修复施工，由气动或电动旋喷器和可调节高度的行走机构组成；行走机构有无动力型和自行走型两类，其中无动力型可采用人工辅助推行或卷扬机拖行，自行走型可在启动后按设定速度匀速行走。

**2.1.10**　旋喷器　　rotating applicator

依靠压缩空气或电驱动高速旋转产生离心力将喷筑材料分散并高速甩出的装置。

## 2.2　符　号

**2.2.1**　几何参数

*t*——内衬厚度；

*r——*管内半径；

*——*管顶埋深；

*——*内衬出现贯穿性裂缝时的宽度；

*D*0*——*管道内径；

*t*s*——*当次喷筑层厚度。

**2.2.2**　荷载与压力

*——*垂直土压力。

**2.2.3**　材料性能

*E*s——静压弹性模量；

ν——喷筑材料的泊松比。

**2.2.4**　其它符号

——上覆土重力密度；

*F*s——安全系数；

*Vs——*旋喷器行走速度；

*Qs——*砂浆机排量。

# 3　基本规定

**3.0.1**喷筑修复前应进行管道检测与评估，根据评估结果进行设计。

**3.0.2**管道结构修复后的设计工作年限应按下列原则确定：

**1**　结构性修复时，设计工作年限不应低于50年；

**2**　半结构性修复时，设计工作年限应由业主和设计单位共同商定，设计工作年限不应低于管道的剩余设计工作年限，且不应低于20年。

**3.0.4**　喷筑修复作业时的安全要求应按现行行业标准《城镇排水管渠与泵站运行、维护及安全技术规程》CJJ 68和有限空间作业安全要求的有关规定执行。

**3.0.5**施工单位应具备相应资质，施工人员应经施工技能培训和安全教育；施工设备应满足施工要求。

**3.0.6**当管道内需采取临时排水措施时，应按现行行业标准《城镇排水管渠与泵站运行、维护及安全技术规程》CJJ 68的有关规定对原管道进行封堵，并应符合下列规定：

**1**当管堵采用充气管堵时，应随时检查管堵的气压，当管堵气压不满足要求时应及时补气；

**2**管径大于1000mm的管道，宜采用固定墙体式封堵；

**3**当管道封堵需超过48h时，宜在上游增设固定墙体式封堵；

**4**应制定临时专项排水导流方案，临时排水设施应满足管道修复施工要求；

**5**污水应合规处置，不得随意排至地表、雨水管道或自然水体内。

**3.0.7**喷筑修复作业应遵守环境保护相关法律、法规，应避免施工粉尘、废气、固废、污水、光污染及噪声等对环境造成污染和危害。

# 4　材料和设备

## 4.1　材　料

**4.1.1**　喷筑材料性能应符合国家相关产品标准和设计文件的规定，并应附有质量证明书、出厂检测报告和使用说明书等出厂技术文件。

**4.1.2**喷筑材料应符合下列规定：

**1**喷筑材料宜为统一包装的粉料；

**2**喷筑材料应按试喷确定的水料比充分搅拌后方可使用；

**3**喷筑材料应避免日晒雨淋，包装应完好无损，且应在阴凉干燥的环境下储存。

**4.1.3**　喷筑材料按成分和物理力学性能可分为I型和II型；其中I型材料是以通用硅酸盐水泥为主要胶凝材料，辅以骨料、矿粉、增强纤维及其他添加剂混配而成；II型材料是以铝酸盐水泥为主要胶凝材料，辅以骨料、矿粉、增强纤维及其他添加剂混配而成，且不得掺杂其他类型水泥。

**4.1.4**　喷筑材料的性能应符合表4.1.4的规定。

**表4.1.4　喷筑材料性能要求**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **项　目** | | I**型** | II**型** | **检验方法** |
| 氧化铝含量（%） | | **—** | ≥15 | 现行国家标准《铝酸盐水泥化学分析方法》GB/T 205 |
| 凝结时间①（min） | 初凝 | ≥45 | ≥45 | 现行国家标准《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》GB/T 1346 |
| 终凝 | ≤360 | ≤360 |
| 抗压强度（MPa） | 24h | ≥25.0 | ≥15.0 | 现行国家标准《水泥胶砂强度检验方法（ISO法）》GB/T 17671 |
| 28d | ≥65.0 | ≥30.0 |
| 抗折强度（MPa） | 24h | ≥3.5 | ≥3.0 |
| 28d | ≥9.5 | ≥5.0 |
| 静压弹性模量（MPa） | 28d | ≥30,000 | **—** | 现行行业标准《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70 |
| 拉伸粘结强度（MPa） | **—** | ≥1.2 | ≥1.0 |
| 抗渗性能（MPa） | 28d | ≥1.5 | ≥1.5 |
| 收缩性（％） | 28d | ≤0.1 | ≤0.1 |
| 抗冻性②（％） | 强度损失 | ≤25 | ≤25 |
| 质量损失 | ≤5 | ≤5 |
| 耐酸性③ | 5%硫酸液腐蚀24h | 无剥落、无裂纹 | 无剥落、无裂纹 | 现行行业标准《水性聚氨酯地坪》JC/T 2327 |
| 注：① 有早强要求时，凝结时间由供需双方另行确定，但不得影响其他性能。  ② 有抗冻性要求时，应进行抗冻性试验；冻融次数寒冷地区取50次，严寒地区取100次。  ③ 雨水管修复可不做耐酸性测试。 | | | | |

**4.1.5**　喷筑材料搅拌用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63的有关规定。

## 4.2　设　备

**4.2.1**　喷筑施工时，除管道预处理和有限空间作业必配的机具外，喷筑专用机具主要有：砂浆联合机、离心喷筑机、牵引机、空压机、手持喷枪、浆料管、高压气管及清洗球等。

**4.2.2**　喷筑修复施工宜选用集砂浆搅拌和泵送功能于一体的砂浆联合机，且应符合下列规定：

**1**砂浆泵送机宜采用螺杆泵形式，且额定泵送压力不低压3.0MPa；

**2**砂浆泵送机应自带储料仓且具备无极调速功能；

**3**砂浆泵送机的储料仓容量应不小于搅拌机最大单次搅拌量；

**4**砂浆搅拌机制浆能力不低于砂浆泵送机在最小排量下连续施工要求；

**5**砂浆搅拌机不宜选用连续式搅拌机。

**4.2.3**　离心喷筑机应符合下列规定：

**1**离心喷筑机尺寸应满足下井及井下安装要求，旋喷器中心高度可调以适应不同管径喷筑需求；

**2**依靠人力推行的行走机构应采用轮式结构；

**3**依靠牵引机拖行的行走机构宜为雪橇式，且牵引机应具调速和定速收绳功能；

**4**自行走式行走机构应应具备调速和定速行走的功能；

**5**旋喷器宜正反双向旋转功能，最高转速不应小于3000rpm；

**6**旋喷器可采用气动或电动形式，当采用人工推行方式喷筑施工时，应采用气动或安全电压驱动的旋喷器；

**7**旋喷器上的进浆料管应直通到末端旋转盘。

**4.2.4**　驱动气动旋喷器用的空压机排量和供气压力符合旋喷器性能要求，采用气流喷筑法施工时，空压机额定排量不小压1.0m³/min，额度气压不低于0.7MPa。

**4.2.5**　气流喷筑法专用手持喷枪宜选用无气针的结构形式，喷嘴规格应通过试喷确定。

# 5　设　　计

## 5.1　一般规定

**5.1.1**喷筑法修复工程设计前应详细调查管道的基本状况、工程地质和水文地质条件、现场及周边的施工环境。

**5.1.2**修复后的结构应能满足承载力、防渗、防腐及过流等方面的要求。

**5.1.3**管道有明显变形、错节、起伏、脱节时，应对其进行整形处理。

**5.1.4**矩形管道喷筑修复时，其顶部应采用增加钢筋网或增强附着力的措施；构造钢筋网应符合设计要求，矩形管道单面挂钢筋网时，钢筋两段应折角延伸至相邻涵壁不少于10cm。

**5.1.5**对管道外部已探明的空洞的处理可按照《既有建筑地基基础加固技术规范》JGJ 123进行设计。

**5.1.6**　喷筑施工后的表面未出现明显凹凸不平或显著流挂时，可不对喷筑表面进行额外抹平处理。

## 5.2　内衬设计

**5.2.1**管道采用结构性修复时，应根据《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332要求按新建结构进行设计。

**5.2.2**圆形管道采用半结构性修复时，其内衬厚度可按下式计算：

（5.2.2-1）

（5.2.2-2）

式中：*t*——内衬厚度(mm)；

*——*管顶垂直土压力（MPa）；

*——*上覆土重力密度（kN/m³），一般可取18kN/m³；

*——*管顶埋深（m）；

*E*s——喷筑材料静压弹性模量(MPa)，建议取28天模量值的50%或24h模量；

*r*——管内半径(mm)；

——因外管变形导致内衬出现贯穿性裂缝的宽度，取0.2mm，如图5.2.2所示；

*F*S——安全系数，取1.5～2.0；结构性缺陷3级及以下取1.5，3级以上取2.0。

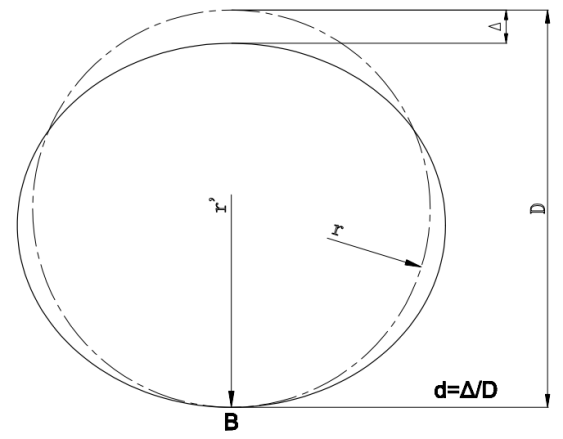
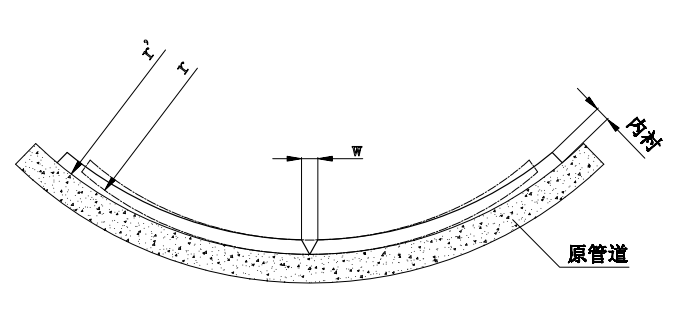
 

图5.2.2 内衬因外管变形而出现贯穿性裂缝示意图

**5.2.4**　非圆形管道半结构性修复时，可按现行国家标准《混凝土结构加固设计规范》GB 50367、《砌体结构加固设计规范》GB 50702和《混凝土结构设计通用规范》GB 50228的有关规定进行修复设计。

**5.2.5**　内衬设计时，材料性能指标按表4.1.4选取。

**5.2.6**　内衬设计还应符合下列规定：

**1**内衬厚度不宜小于15mm，且不应小于原结构已损失的厚度；

**2**功能性修复最小内衬厚度取15mm；

**3**内衬中增加构造钢筋网时，钢筋网外侧保护层厚度不应小于15mm；

**4**内衬结构的设计厚度值宜取5mm的整数倍，且不应小于计算厚度。

# 6　施　　工

## 6.1　一般规定

**6.1.1**喷筑修复施工前应编制专项施工方案，并应按规定程序审批后执行。

**6.1.2**施工单位应根据设计要求和工程特点选用合适的施工设备。

**6.1.3**喷筑材料的性能应满足设计要求，质量证明资料应齐全。

**6.1.4**修复施工应避免在严寒、酷暑或暴雨等恶劣环境下开展。

**6.1.5**管道修复时应根据井内水位、水量采取合理的封堵和导水措施。

**6.1.6**喷涂作业人员应按照现行国家标准《个体防护装备选用规范》GB/T 11651的有关规定配备工作服、护目镜、防护面具、防护手套、安全鞋、急救箱等劳保用品，并应定期对使用的设备和用品进行维护和检查。

**6.1.7**人工进入管道内进行疏通、检测、预处理、喷筑等工作时，应符合下列规定：

**1**应对作业管段进行全程强制通风；

**2**检查井及管道内的空气质量应符合现行国家标准《缺氧危险作业安全规程》GB 8958的有关规定；

**3**井内及管道中空气的粉尘含量及有害物质浓度应符合现行国家标准《涂装作业安全规程涂漆工艺安全及其通风》GB 6514的有关规定；

**4**施工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。

**6.1.8**施工产生的废弃物和有害物质应回收处理，不得随意丢弃、倾倒、排放。

**6.1.9**应保留修复管道预处理及修复作业的影像资料。

## 6.2　预处理

**6.2.1**预处理前应对管道进行清淤疏通。

**6.2.2**采用高压水射流对管壁进行清洗，彻底清除基底松散、腐蚀层及其他附着物，直至露出坚实基底；当有地下水往管道渗漏时，应采取可靠措施堵漏。

**6.2.3**基底经高压清洗暴露的大面积凹陷、孔洞和宽裂缝等缺陷，应采用符合《修补砂浆》JC/T 2381要求的普通刚性修补砂浆（NS）或喷筑材料修补平整。

**6.2.4**管壁有结构缺失的，应按照设计要求进行修补使其结构完整和稳定。

**6.2.5**管道外部空洞可采取注浆充填加固。

**6.2.6**管渠预处理完成后应进行CCTV检测，保留影像资料。

**6.2.7**完成设计要求的其它预处理作业。

## 6.3　内衬施工

**6.3.1**　喷筑修复设备进入施工现场后，应布设围挡及警示标识；正式施工前，应检查并试运行设备，设备试运行无异常后方可下井施工。

**6.3.2**喷筑材料应按产品说明书推荐的水料比搅浆并试喷，满足要求后方可用于正式施工。

**6.3.3**喷筑修复施工前，应使基底处于湿润状态，但不宜有水滴或流水。

**6.3.4**喷筑修复施工宜在5℃～35℃环境温度下进行，否则宜停止施工。

**6.3.5**喷筑修复施工是从修复管段的远端往入口端方向进行；当砂浆联合机最大泵送距离小于待修复管道长度时，可分别从管道两端井口进入，从两端各修复一半长度在中部汇合，若待修复管段长度超过砂浆联合机最大泵送距离2倍时，则应采取其他措施解决。

**6.3.6**针对不同的设计壁厚，喷筑施工可分为若干层次进行，离心喷筑法施工每层厚度不超过20mm，气流喷筑法施工每层厚度不超过40mm。每层喷筑完成后，应确保其表面不受污染，后一层喷筑应在人员和机具在管内移动时不对已喷筑内衬造成破坏的前提下进行。

**6.3.7**设备安装调试应符合下列规定：

**1**结合修复管段现场情况，将地面主操作区设置在对环境影响小的区域，砂浆联合机及喷筑材料尽量靠近管道入口；

**2**喷筑施工需要的浆料管长度应在修复管段长度、检查井深度和砂浆联合机到井口直线距离三者总和基础上增加至少1m，管道喷涂器及手喷枪所用的气管和电缆长度不得小于浆料管长度；

**3**在地面将浆料管、气管及电缆分别连接好，浆料管、气管连接时，应检查其内部没有异物；

**4**管线连接好并与设备端接通后，再将管线从入口检查井拉入修复管段末端；

**5**手工喷枪可由操作人员带至管内，离心喷筑机通常从修复管段末端检查井放入，并在管口处组装调试。

**6**井内管线和机具调试正常后，地面再开始搅拌砂浆。

**6.3.8**喷筑材料搅拌应符合下列规定：

**1**现场使用的喷筑材料不得有结块；

**2**应按试喷确定的水料比制备喷筑浆料，搅拌时间不宜少于3min；

**3**搅拌好的浆料内不得有结块，且应在产品说明书中规定的操作时间内用完；

**4**撒落在地上或超出操作时间的浆料不得二次搅拌后利用。

**6.3.9**采用离心喷筑法修复管道应符合下列规定：

**1**离心喷筑法可用于不大于DN2000的圆形管道和拱形管道；

**2**由人工辅助推行进行离心喷筑修复的方式适合DN800～DN2000的管道；

**3**由卷扬机拖行和自行走离心喷筑修复方式适合DN300～DN2000的管道；

**4**调节离心喷筑机高度，DN1200及以下管道的，使旋喷器居于管道中轴线上，DN1200以上管道，应使旋喷器垂直居中并高于管道中轴线管径5%左右；

**5**在管段末端管口启动旋喷器后泵送喷筑浆料进行试喷；根据管道直径及浆料排量，调节离心喷筑机行走速度及旋喷器转速，使内衬厚度达到10～20mm为宜，以喷筑表面应无明显流挂或凹凸不平为宜；

**6**旋喷器移动速度和转速确定好后可正式喷筑施工，在施工过程中应保持泵送参数、旋喷器行走和旋转相关参数稳定，离心喷筑机行走速度按附录B计算；

**7**喷筑施工应连续进行直至喷完整个管段，中途因故中断施工不能在30min内恢复的，应及时清除设备和浆料管内剩余浆料；故障排除过程中，已喷筑部分不得受到污染和破坏；

**8**管内喷筑施工过程应在全程监控下进行。

**6.3.10**采用气流喷筑法修复管道时，应符合下列规定：

**1**气流喷筑法适用于DN1000以上圆管和宽度不小于600，高度不小于1000的箱涵修复；

**2**结合砂浆泵和空压机排量选择合适的喷嘴进行试喷，试喷合格后正式施工；

**3**喷枪出口与基底距离不宜小于100mm，喷筑时应匀速缓慢移动喷枪；

**4**立面单次喷筑厚度不宜超过40mm，顶面单次厚度不宜超过20mm；

**5**　设计厚度大于单次最大喷筑厚度时应分多次喷筑；

**6**分多次喷筑时，应及时清理喷筑过程造成流挂的浆料，避免其凝固后对后一次喷筑造成不利影响；

**7**喷筑修复完成后内衬应厚度均匀、表面平整。

**6.3.11**挂网喷筑时，宜按整平基底、挂网、喷筑的施工顺序，避免在网片后面形成蜂窝和空鼓；

**6.3.12**箱涵喷筑修复时，应对直角腋角部位按R100做倒圆角处理。

**6.3.13**喷筑完成应及时清洗设备和浆料管，废弃浆料应按要求处置，不得进入管道。

**6.3.14**新完成的内衬应在无风、潮湿环境下养护，内衬终凝前不得通水。

**6.3.15**喷筑施工期间及施工后的24h内应避免受到干热或霜冻。

# 7　质量检验和验收

## 7.1　一般规定

**7.1.1**原位喷筑法管道非开挖修复工程的分项、分部、单位工程划分应符合表7.1.1的规定。

**表7.1.1　原位喷筑法管道非开挖修复工程的分项、分部、单位工程划分**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 单位工程  （可按1个施工合同划分为1个单位工程或视工程规模按路段划分为若干个单位工程） | | |
| 分部工程 | 分项工程 | 分项工程验收批 |
| 每施工段1个 | 原有管道预处理 | 每施工段1个 |
| 原位喷筑法管道修复 |

注：当工程规模较小时，如仅1个管段，则该分部工程可视同单位工程。

**7.1.2**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》GB 50268的有关规定。

**7.1.3**对施工过程中需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。

**7.1.4**进入施工现场所用的主要原材料和设备的性能应符合本规程第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。

**7.1.5**喷筑修复期间，连续施工时，按每4小时取样一次制作试块，不足4小时按一次处理；试块应按要求养护至期满后送第三方检测机构检测28d抗压强度和抗折强度，测试结果应符合设计文件的规定。

**7.1.6**喷筑法修复完成后质量检验记录应按本标准附录A的表A.0.2填写

**7.1.7**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的有关规定对喷筑修复后的管道进行检测。

**7.1.8**工程完工后应按现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268的有关规定进行管道功能性试验。

## 7.2　主控项目

**7.2.1**　原有管道经预处理后，应无影响施工工艺的缺陷，管道内表面应符合本规程第6.2节的规定。

检查方法：检查施工记录、相关技术处理记录，CCTV影像资料。

检查数量：全数检查。

**7.2.2**　喷筑法管道修复应符合下列规定：

**1**　喷筑材料性能应符合设计文件的规定，质量证明资料应齐全。

检查方法：核对设计文件、出厂检测报告、检查质量证明资料、厂家产品使用说明、现场取样检测报告等。

检验数量：全数检查。

**2**　内衬最小厚度不低于设计值。

检查方法：在监理见证下用测厚仪现场随机插入未凝固的内衬测取；或在监理见证下，在管道内每隔10m取一个截面设置4个相隔90°的标记钉，当内衬完全覆盖全部标记钉时认为厚度满足要求。

检验数量：全数检查。

## 7.3　一般项目

**7.3.1**　预处理应符合设计文件和施工方案的规定。

检查方法：对照设计文件和施工方案检查预处理记录，施工检验记录或报告。

**7.3.2**　内衬应表面规整，不得有空鼓、裂缝等现象，内衬表面应无明显湿渍。

检查方法：CCTV检测。

检验数量：全数检查。

**7.3.3**　修复施工记录应齐全、准确。

检查方法：对照设计文件和施工方案的规定进行检查。

检验数量：全数检查。

## 7.4　竣工验收

**7.4.1**原位喷筑法管道非开挖修复工程质量验收应符合现行国家标准《建筑与市政工程施工质量控制通用规范》GB 55032、《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268的有关规定。

**7.4.2**原位喷筑法管道非开挖修复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。

**7.4.3**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、断面尺寸及渗漏水情况；

2　管道喷筑后表观质量情况。

**7.4.4**工程竣工验收的安全及使用功能应包括下列内容：

1　工程内容、要求与设计文件相符情况；

2　管道喷筑前、后的管道检测与评估情况；

3　管道功能性试验（闭水试验、闭气试验）情况；

4　管道喷筑有关施工检验记录等汇总情况；

5　涉及材料、钢筋等试验的检验汇总情况；

6　涉及土体加固、原有管道预处理的施工记录等资料；

7　管道喷筑厚度情况。

**7.4.5**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　原有管道竣工图纸等相关资料，工程沿线勘察资料；

3　管道喷筑前对原有管道的检测与评估报告及电视检测（CCTV）记录；

4　设计施工图纸及施工组织设计（施工方案）；

5　工程原材料、各类型材等材料的质量合格证、检验报告、复试报告及砂浆试块抗压、抗折试验报告等质量保证资料；

6　所有施工过程（含隐蔽工程）的施工记录及施工检验记录；

7　所有分项工程（验收批）、分部工程、单位工程的质量验收记录；

8　喷筑修复后管道的检测与评估报告及电视检测（CCTV）记录；

9　设计、施工、监理、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、洽商等记录；

12　工程竣工图纸和竣工报告等。

# 附录A　质量验收记录

**A.0.1**　管道喷筑修复施工应按表A.0.1填写。

表A.0.1 管道喷筑修复施工记录表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 |  | | | | |
| 管段编号 |  | | 管径/长度 |  | |
| 设计厚度 |  | | 管道材质 |  | |
| 施工工序 |  | | 起止时间 |  | |
| 材料用量 |  | | 试块制作 |  | |
| 天气情况 |  | | 日 期 |  | |
| 施工过程描述 |  | | | | |
| 记录人： | | 现场负责人： | | | 项目负责人： |

**A.0.2**　管道喷筑修复质量检验记录应按表**A.0.2**填写。

表A.0.2 管道修复质量检验记录表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 |  | | | |
| 管段编号 |  | | 完工日期 |  |
| 管道规格  长度 |  | | 内衬设计厚度 |  |
| 建设单位 |  | | 监理单位 |  |
| 设计单位 |  | | 施工单位 |  |
| 序号 | 检查项目 | 质 量 情 况 | | |
| 1 | 第4.1.1条 |  | | |
| 2 | 第7.1.5条 |  | | |
| 3 | 第7.2.1条 |  | | |
| 4 | 第7.2.2条 |  | | |
| 5 | 第7.3.2条 |  | | |
| 施工单位  自检情况 | 施工员： 技术负责人： 日期： | | | |
| 监理单位检查验收情况 | 现场监理： 专业监理工程师： 日期： | | | |
| 建设单位检查验收情况 | 建设方代表： 日期： | | | |

# 附录B　离心喷筑机行走速度

**B.0.1**　离心喷筑机行走速度按下式计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （B.0.1） |

式中：*Vs*——旋喷器行走速度（m/min）；

*Qs*——砂浆机排量（L/min）；

*D0*——管道内径（m）；

*ts*——当次喷筑层厚度（mm）。

# 用词说明

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”。

# 引用标准名录

本规程引用下列标准。其中，注日期的，仅该日期对应的版本适用本规程；不注日期的，其最新版适用于本规程。

《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268

《混凝土结构加固设计规范》GB 50367

《砌体结构加固设计规范》GB 50702

《铝酸盐水泥化学分析方法》GB/T 205

《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》GB/T 1346

《水泥胶砂强度检验方法（ISO法）》GB/T 17671

《建筑与市政工程施工质量控制通用规范》GB 55032

《城镇排水管渠与泵站运行、维护及安全技术规程》CJJ 68

《城镇管道检测与评估技术规程》CJJ 181

《混凝土用水标准》JGJ 63

《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70

《水性聚氨酯地坪》JC/T 2327

《修补砂浆》JC/T2381

《既有建筑地基基础加固技术规范》JGJ 123

**中国工程建设标准化协会标准**

**喷筑法管道修复技术规程**

**T/CECS** XXX**-202X**

# 条文说明

**制定说明**

本规程制定过程中，编制组针对喷筑法管道修复技术进行了广泛深入的调查研究，总结了国内外喷筑法管道修复工程的实践经验，从材料、设计、施工和质量检测扥方面，对喷筑法管道修复技术提出了具体和明确规定，对喷筑法管道修复技术应用具有重要指导意义。

为便于广大技术和管理人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定，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等进行了说明。

本条文说明不具备与标准正文及附录同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

**目　　次**

**[1　总　　则 20](#_Toc118833023)**

**[2　术语与符号 21](#_Toc118833024)**

**[3　基本规定 23](#_Toc118833025)**

**[4　检测与评估 24](#_Toc118833026)**

**[5　材　　料 25](#_Toc118833027)**

**[6　设　　计 26](#_Toc118833028)**

**[7　施　　工 29](#_Toc118833029)**

[6.1　一般规定 29](#_Toc118833030)

[6.2　预处理 29](#_Toc118833031)

[6.3　内衬施工 29](#_Toc118833032)

**[8　质量检验 31](#_Toc118833033)**

[7.1　一般规定 31](#_Toc118833034)

[7.2　主控项目 31](#_Toc118833035)

# 4　材料和设备

## 4.1　材　料

**4.1.3**以防腐为主要目的的II型喷筑材料，主要依赖于以铝酸盐水泥为基础的凝胶体系，不得以普硅水泥替代；I型喷筑材料是通过加入特种防腐剂进行防腐，因此对水泥类型不限。

**4.1.4**喷筑材料相关性能指标检测时仅是参考相应检测方法，检测结果优于最低要求的不受程度限制。

## 4.2　设　备

**4.2.2**砂浆泵送排量无极调速与喷筑施工过程把控和喷筑质量密切相关，对于排量大的设备尤为重要，排量太大时，会造成制浆速度跟不上泵送速度，是喷筑作业频繁中断，对于离心喷筑法施工而言极为不利。此外，因喷筑材料对水料比控制较为严格，目前绝大多数连续式搅拌机没办法做到精确控制水料比，因此不建议使用。

**4.2.3**旋喷器转速直接关系着喷筑材料的分散状态及喷射距离，转速太慢，喷筑材料无法有效分散，转速太快，材料内各组分会因比重不同发生离散，同样对质量不利，旋喷器正常速度范围在3000-7000rpm，管径越大转速越高。

**4.2.4**气量和气压是确保气流喷筑法材料充分分散的最重要参数，浆料排量越大需要的气量越大，大量的工程经验表明，空压机排量不应小于1m³/min。

# 5　设　　计

## 5.2　内衬设计

**5.2.2**喷筑材料静压弹性模量是内衬设计的核心指标，由于喷筑材料弹性模量是随着养护时间逐渐提高的，正常以养护至28天的值为其最终弹性模量，但是管道修复完成后不可能在完全不受外界影响的条件下养护28d，设计时建议采用28d弹性模量值的50%进行计算，或者采用24h弹性模量值，经实验测试，满足4.1节性能指标的喷筑材料其24h弹性模量正常能达到28d的60%左右。

# 6　施　　工

## 6.3　内衬施工

**6.3.2**水料比是喷筑材料使用过程中唯一现场调解的参数，直接关系着材料的施工性和最终固体的性能，材料在研制时通常有一个最佳水料比范围，由于材料自身可能存在的质量波动和现场环境的不同，通常会结合环境状况、喷筑管道类型、尺寸及长度进行试喷确定，但应在推荐范围内。

**6.3.4**温度低于5℃时，材料凝结时间会大幅延长，当管内温度低压0℃时，喷筑后的材料在凝固前会面临结冰的风险，进而是内衬彻底失效；高压35℃时，材料的凝胶时间会大幅缩短且流动性变差，对施工顺利进行不利。因此，如确实需要在寒冷或高温环境下进行喷筑施工，则应采取加热或制冷方式来确保浆材料在凝固前均处于要求的温度范围内。

**6.3.6**分多次喷筑时，若不涉及人员或设备在喷筑层上直接碾压时，材料终凝后即可进行下一层的喷筑。

**6.3.9**对于离心喷筑法最小适用管径，原则上只要旋喷器能正常进入均可适用，但管径达到DN2000及以上时，会因需要过高的旋喷速度造成材料的组分分离，因此不建议使用；且由于旋喷器水平放置，受重力作用，同时喷射出来的浆料朝上和朝下实际效果是不一样的，当管径达DN1200及以上时，将旋喷器设置于略高于管道中轴线，以减少重力影响。

**6.3.10**气流喷筑法当前主要还是以人工操作的形式实施，今后也不排除有机器人替代方式；因此，气流喷筑法主要适用于人可自如进入的管道。

**6.3.11**钢筋网紧贴基底后进行喷筑，能最大限度减少因钢筋网遮挡造成的蜂窝现象；当钢筋网基底设有保护层厚度时，最好先将保护层喷筑完成并使其平整，待其上强度后，再挂网，然后再进行二次、三次喷筑施工。