

中国工程建设标准化协会标准

喷筑法检查井修复技术规程

Technical specification for manhole rehabilitation by
cementitious lining method

T/CECS 1252 - 2023

主编单位：武汉中地大非开挖研究院有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：2 0 2 3 年 6 月 1 日

中国建筑工业出版社

2023 北 京

中国工程建设标准化协会标准
喷筑法检查井修复技术规程

Technical specification for manhole rehabilitation by
cementitious lining method

T/CECS 1252 - 2023

*

中国建筑工程出版社出版、发行（北京海淀三里河路9号）

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

印刷厂印刷

*

开本：850毫米×1168毫米 1/32 印张：1½ 字数：37千字

2023年5月第一版 2023年5月第一次印刷

印数：1—500册

定价：**24.00元**

统一书号：15112·40559

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社图书出版中心退换

（邮政编码 100037）

本社网址：<http://www.cabp.com.cn>

网上书店：<http://www.china-building.com.cn>

中国工程建设标准化协会公告

第 1439 号

关于发布《喷筑法检查井修复技术规程》的公告

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2016 年第二批工程建设协会标准制订、修订计划〉的通知》（建标协字〔2016〕084 号）的要求，由武汉中地大非开挖研究院有限公司等单位编制的《喷筑法检查井修复技术规程》，经本协会管道结构专业委员会组织审查，现批准发布，编号为 T/CECS 1252 - 2023，自 2023 年 6 月 1 日起施行。

中国工程建设标准化协会

2023 年 1 月 16 日

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2016 年第二批工程建设协会标准制订、修订计划〉的通知》（建标协字〔2016〕084 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 章和 1 个附录，主要技术内容包括：总则、术语和符号、基本规定、检测与评估、材料、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。执行过程中，如有意见或建议，请反馈给武汉中地大非开挖研究院有限公司（地址：湖北省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，邮编：430070，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

参 编 单 位：中国地质大学（武汉）

安越环境科技股份有限公司

北京北排建设有限公司

新疆鼎立非开挖工程有限公司

江苏苏武建设工程有限公司

武汉中仪物联技术股份有限公司

陕西中科非开挖技术股份有限公司

成都市供排水监管事务中心
西安排水集团有限公司
泉州市排水中心
广州市市政集团有限公司
深圳市水务（集团）有限公司
北京市市政工程设计研究总院有限公司
中国市政工程华北设计研究总院有限公司
上海市城市建设设计研究总院（集团）有限公司
南宁市市政工程管理处
沈阳市排水管理处
河南善隆建设有限公司
武汉市中威科信材料检测有限公司
德国莱茵（上海）技术有限公司

主要起草人：孔耀祖 安关峰 赵继成 魏懿红
何镍鹏 郑 玉 廖宝勇 曾 聪
谢 武 闫京涛 王荣林 郑洪标
景宁涛 赵业海 陆学兴 王清顺
遆仲森 郁片红 黄玉娟 张伟丽
董以广 谭文东 唐 东 王福之
马 冲 陈 炜 陈 俊

主要审查人：杨 涛 胡晶国 宋奇亘 马保松
方宏远 施敬林 王光明 范钟键
陈永祥

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	(4)
4	检测与评估	(5)
5	材料	(8)
6	设计	(10)
7	施工	(12)
7.1	一般规定	(12)
7.2	预处理	(12)
7.3	内衬施工	(12)
8	质量检验	(15)
8.1	一般规定	(15)
8.2	主控项目	(15)
8.3	一般项目	(16)
附录 A	质量验收记录	(17)
用词说明		(19)
引用标准名录		(20)
附：条文说明		(21)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms and symbols	(2)
2.1	Terms	(2)
2.2	Symbols	(3)
3	Basic requirements	(4)
4	Inspection and evaluation	(5)
5	Material	(8)
6	Design	(10)
7	Construction	(12)
7.1	General requirements	(12)
7.2	Pretreatment	(12)
7.3	Application of the cementitious liner	(12)
8	Quality inspection	(15)
8.1	General requirements	(15)
8.2	Dominant items	(15)
8.3	General items	(16)
	Appendix A Quality acceptance record	(17)
	Explanation of wording	(19)
	List of quoted standards	(20)
	Addition: Explanation of provisions	(21)

1 总 则

1.0.1 为规范喷筑法检查井修复的技术要求，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 本规程适用于喷筑法对混凝土和砌体检查井修复工程的检测评估、设计、施工及质量检验。

1.0.3 喷筑法检查井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 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 水泥基喷筑材料 cementitious liner material

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”。

2.1.2 非结构性修复 non-structural 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。

2.1.3 半结构性修复 semi-structural rehabilitation

新内衬需依赖原有检查井结构，在设计工作期内仅需承受外部静水压力的修复方法。

2.1.4 结构性修复 structural rehabilitation

新内衬结构不依赖原有检查井结构，独立承担井外全部压力的修复方法。

2.1.5 喷筑法 cementitious lining method

通过离心力或压缩空气使材料喷出并覆盖在待修复基面形成内衬的修复方法。

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 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 材料性能

E_s ——静压弹性模量；

ν ——水泥基喷筑材料的泊松比。

2.2.2 几何参数

t ——内衬厚度；

r ——内衬平均半径；

L ——内衬的有效长度。

2.2.3 作用与作用效应

q ——最大径向均布压力。

2.2.4 计算系数

F_s ——安全系数；

R_m ——检查井修复指数；

S_n ——结构性缺陷分值。

3 基本规定

3.0.1 喷筑修复前应进行检查井的检测与评估，并应根据评估结果进行设计。

3.0.2 检查井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检查井的剩余设计工作年限，且不应低于 20 年。

3.0.3 喷筑修复作业时的安全要求应按现行行业标准《城镇排水管道维护安全技术规程》CJJ 6 的有关规定执行。

3.0.4 喷筑修复作业时，应采取安全防护、交通疏导及照明等措施，并应对施工现场的各种粉尘、噪声、振动以及废弃物等采取控制措施。

4 检测与评估

4.0.1 从事检测与评估的单位应具备相应的技术条件，检测人员应具备相应的资格。

4.0.2 检测前应调查原有检查井的基本信息、工程地质和水文地质条件、现场及周边的施工环境。

4.0.3 外观检测可采用目视检查、管道潜望镜检测或电视检测等方法，并应保留检测影像资料。当井内积水或井壁附着物影响检测时，应清除后再进行检测。

4.0.4 检查井评估的最小单元宜为 1 座检查井，可按不同类型缺陷的种类及程度赋予 0~10 的分值。

4.0.5 检查井结构性缺陷名称、定义、等级划分及分值应按表 4.0.5 确定。

表 4.0.5 检查井结构性缺陷名称、定义、等级划分及分值

缺陷名称	定义	缺陷等级	缺陷描述	分值
腐蚀	井身材料因侵蚀而发生脱落或退化	1	轻微：表面形成凹凸面，抹面材料少量剥落	1
		2	中度：除轻微和重度以外的腐蚀缺陷	5
		3	重度：抹面材料脱落超过总面积 50% 或混凝土井壁腐蚀深度超过 25mm	8
渗漏	井外水透过井壁进入井内	1	轻微：3 处及以内的渗点	2
		2	中度：井壁面积 15% 及以下区域渗水或有超过 3 处的渗点	5
		3	重度：井壁面积 15% 以上区域渗水或有连续水流	8

续表 4.0.5

缺陷名称	定义	缺陷等级	缺陷描述	分值
脱开	井身沿深度方向断成若干节	1	轻度：脱开距离小于或等于 20mm	0.5
		2	中度：脱开距离为 20mm~50mm	2
		3	重度：脱开距离大于 50mm	5
井体下沉	井体在高程上发生整体下移	1	轻度：下沉距离小于或等于 20mm	0.5
		2	中度：下沉距离为 20mm~50mm	2
		3	重度：下沉距离大于 50mm	5
错口	井身结构沿水平方向错开	1	轻度：错口距离小于或等于井筒直径的 5%	3
		2	中度：错口距离为井筒直径的 5%~10%	5
		3	重度：错口距离大于井筒直径的 10%	10

4.0.6 检查井结构性缺陷参数应按下式计算：

$$R_m = \max(S_1, S_2, \dots, S_n) \quad (4.0.6)$$

式中： R_m ——检查井修复指数；

S_n ——结构性缺陷分值。

4.0.7 检查井修复等级划分应符合表 4.0.7 的规定。

表 4.0.7 检查井修复等级划分

等级	I	II	III
修复指数	$R_m < 2$	$2 \leq R_m \leq 8$	$R_m > 8$
等级说明	结构状况总体较好	有明显可见的缺陷，井体形状完好、主体结构无明显缺失	大部分结构已损坏或个别位置出现重大缺陷，检查井功能基本丧失
修复建议	不修复或非结构性修复	半结构性修复	结构性修复

4.0.8 检查井检测与评估除应符合本规程规定外，尚应符合现行行业标准《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ 181 的有关规定。

5 材 料

5.0.1 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。

5.0.2 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充分搅拌后使用；
- 3 喷筑材料运输过程中应避免日晒雨淋，包装应完好无损，且应在阴凉干燥的环境下储存。

5.0.3 喷筑材料按成分和物理力学性能可分为Ⅰ型和Ⅱ型。Ⅰ型材料可用于结构性、半结构性和非结构性修复；Ⅱ型材料可用于非结构性修复。

5.0.4 喷筑材料基本性能应符合表 5.0.4 的规定。

表 5.0.4 喷筑材料基本性能要求

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	

续表 5.0.4

项目		I 型	II 型	检验方法
静压弹性模量 (MPa)	28d	≥ 30000	—	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。 ② 有抗冻性要求时，应进行抗冻性试验；冻融次数寒冷地区按 50 次确定，严寒地区按 100 次确定。 ③ 雨水管修复可不要求耐酸性。				

5.0.5 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。

6 设 计

6.0.1 喷筑法检查井修复工程应根据缺陷的评估等级和分值进行修复设计。

6.0.2 喷筑修复设计应包括预处理设计。预处理设计应对不满足修复条件的井壁提出处理要求，并应对检查井周边不稳定土层提出加固措施。检查井底板破坏或整体下沉时，应采取处理措施。

6.0.3 喷筑修复设计应符合下列规定：

1 修复后的检查井应满足承载力极限状态和正常使用极限状态以及防渗、防腐等的要求；

2 离心喷筑法可用于井口到井底之间的井壁修复，井底、流槽、水平顶板等部位可采用气流喷筑法或刮抹方式修复；

3 爬梯、井盖及支座有损坏时，应在修复设计中明确更换要求。

6.0.4 检查井非结构性修复时，内衬厚度不宜小于 15mm。

6.0.5 检查井结构性修复时，应按新建检查井结构进行设计。

6.0.6 圆形检查井半结构性修复时，内衬厚度应按下式计算：

$$t = \sqrt[2.5]{\frac{q \cdot L \cdot r^{1.5} \cdot (1 - \nu^2)^{0.75}}{0.807 \cdot E_s}} \cdot F_s \quad (6.0.6)$$

式中： t ——内衬厚度（m）；

q ——最大径向均布压力（MPa）；

E_s ——静压弹性模量（MPa），可按 28d 弹性模量的 50%取值；

r ——内衬平均半径（m）；

L ——内衬的有效长度（m）；

ν ——水泥基喷筑材料的泊松比，取 0.26；

F_s ——安全系数，取 1.5~2.0。

6.0.7 矩形检查井半结构性修复时，可按现行国家标准《混凝土结构加固设计规范》GB 50367 和《砌体结构加固设计规范》GB 50702 的有关规定进行修复设计。

6.0.8 内衬中增加构造钢筋网时，钢筋网外侧保护层厚度不宜小于 15mm。

6.0.9 内衬结构的设计厚度值宜为 5mm 的倍数，且不应小于结构计算厚度。

6.0.10 如需更换爬梯，应在修复前实施。

7 施 工

7.1 一 般 规 定

- 7.1.1 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。
- 7.1.2 施工单位应根据工程特点选择施工工艺和设备。
- 7.1.3 喷筑材料的性能应满足设计要求，质量证明资料应齐全。
- 7.1.4 井内水位影响喷筑施工时，应采取导流措施。
- 7.1.5 应保留检查井预处理及修复作业的影像资料。

7.2 预 处 理

- 7.2.1 喷筑修复前应进行预处理，并应符合下列规定：
 - 1 宜采用高压水枪对井壁进行清洗，清洗时应避免杂物进入管道内；
 - 2 经处理的井壁应表面干净、基底坚实，无松散腐蚀层及有机涂层等附着物；
 - 3 井内有漏水时，应结合现场情况进行止水堵漏。
- 7.2.2 基底经高压清洗暴露的凹陷、孔洞和裂缝等缺陷，可采用 M10 及以上等级的无收缩水泥砂浆补平，且砂浆抗压强度等级应比原结构表面砂浆或混凝土提高一个等级。
- 7.2.3 当管道与检查井连接部位出现渗漏时，应进行封堵处理。
- 7.2.4 井周边空洞可采取注浆等方式充填加固。

7.3 内 衬 施 工

- 7.3.1 喷筑修复施工前，作业现场和设备应符合下列规定：

- 1 设备进入施工现场后，应布设围挡及警示标识；
 - 2 应检查并试运行设备，发现异常时应及时处理。
- 7.3.2** 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。
- 7.3.3** 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。
- 7.3.4** 喷筑修复施工宜在 $5^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ 环境温度下进行，否则宜停止施工。
- 7.3.5** 喷筑材料搅拌应符合下列规定：
- 1 倒入搅拌机内的粉料不得有结块；
 - 2 应按试喷确定的水料比搅浆，搅拌时间不宜少于 3min；
 - 3 搅拌好的浆料内不应有结块，且应在规定时间内用完。
- 7.3.6** 离心喷筑法施工应符合下列规定：
- 1 宜采取循环往复的离心喷筑方式达到设计厚度；
 - 2 旋喷器下放和提升速度不宜大于 $3\text{m}/\text{min}$ ；
 - 3 旋喷器的出料口在下降、上升过程中不应撞击井底和露出井口；
 - 4 喷筑修复施工过程不宜发生流挂和回弹；
 - 5 设计无要求时，喷筑后的内衬表面可不作刮抹处理。
- 7.3.7** 气流喷筑法施工应符合下列规定：
- 1 喷筑修复工艺参数应经试喷后确定；
 - 2 喷枪出口与工作面距离不宜小于 100mm，喷筑过程应匀速进行；
 - 3 立面单次喷筑厚度不宜超过 30mm，顶面单次喷筑厚度不宜超过 20mm；
 - 4 设计厚度大于单次最大喷筑厚度时应分多次喷筑，后次喷筑宜在前次喷筑内衬终凝后 6h 内实施；
 - 5 喷筑修复完成后内衬应厚度均匀、表面平整。
- 7.3.8** 检查井内部所有阴角接合部位均应做倒角处理。

7.3.9 内衬应在材料终凝 2h 后方可接触流水，内衬施工完成后 7d 内宜避免干热或霜冻。

7.3.10 喷筑修复过程记录应按本规程附录 A 表 A.0.1 填写。

8 质量检验

8.1 一般规定

8.1.1 内衬表面应规整，无湿渍、渗水，严禁滴漏、线漏等。

8.1.2 检查井的严密性试验可按现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的有关规定执行。

8.1.3 喷筑修复期间，现场应按一个施工台班一组的频次取样并制作抗压抗折试块；试块应按要求养护期满后送至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。

8.1.4 喷筑法修复完成后质量检验记录应按本规程附录 A 表 A.0.2 填写。

8.2 主控项目

8.2.1 原有检查井经预处理后，应无影响施工工艺的缺陷，检查井内表面应符合本规程第 7.2 节的规定。

检验方法：检查施工记录、相关技术处理记录。

检查数量：全数检查。

8.2.2 喷筑法检查井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。

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

检查数量：全数检查。

2 内衬最小厚度不应低于设计值。

检验方法：在喷筑完成且凝固前，在监理单位见证下用测厚

针现场随机插入内衬测取；或在监理单位见证下，在井筒和井室段各随机选取一个横截面并设置 4 个相距 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。

检查数量：全数检查。

8.3 一般项目

8.3.1 预处理应符合设计文件和施工方案的规定。

检验方法：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。

8.3.2 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，流槽应平顺。

检验方法：目视或采用管道潜望镜观察。

检查数量：全数检查。

8.3.3 修复施工记录应齐全、准确。

检验方法：对照设计文件和施工方案的规定进行检查。

检查数量：全数检查。

附录 A 质量验收记录

A.0.1 修复过程记录应按表 A.0.1 填写。

表 A.0.1 修复过程记录

工程名称				施工日期	年 月 日
检查井编号		检查井材质		记 录 人	
检查井规格				内衬设计厚度	
材料名称		材料批次		材料用量	
施工开始时间		施工结束时间		温度	
修复前结构性缺陷情况					
缺陷名称	腐蚀	渗漏	脱开	井体下沉	错口
缺陷等级					
施工过程描述					
施工负责人签字：			项目负责人签字：		

A.0.2 质量检验记录应按表 A.0.2 填写。

表 A.0.2 质量检验记录

工程名称			
检查井编号		施工日期	年 月 日
规格尺寸		内衬设计厚度	(mm)
建设单位		监理单位	
设计单位		施工单位	
序号	检查项目	质量情况	
1	本规程第 5.0.1 条		
2	本规程第 8.1.3 条		
3	本规程第 8.2.1 条		
4	本规程第 8.2.2 条		
施工单位 自检情况	(盖章) 施工员： 技术负责人： 日期： 年 月 日		
监理单位检 查验收情况	(盖章) 现场监理： 专业监理工程师： 日期： 年 月 日		
建设单位检 查验收情况	(盖章) 建设方代表： 日期： 年 月 日		

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于本规程；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

《城镇排水管道维护安全技术规程》CJJ 6

《城镇排水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

中国工程建设标准化协会标准

喷筑法检查井修复技术规程

T/CECS 1252 - 2023

条 文 说 明

制 定 说 明

本规程制定过程中，编制组针对喷筑法检查井修复技术进行了广泛深入的调查研究，总结了国内外水泥基材料喷筑法检查井修复工程的实践经验，制定了检查井检测与评估技术规则，提出了检查井水泥基喷筑材料内衬半结构性修复的设计方法，对喷筑法检查井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款规定，《喷筑法检查井修复技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条款说明。对条款规定的目的、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	(25)
2	术语和符号	(26)
2.1	术语	(26)
3	基本规定	(28)
4	检测与评估	(29)
5	材料	(30)
6	设计	(31)
7	施工	(35)
7.1	一般规定	(35)
7.2	预处理	(35)
7.3	内衬施工	(35)
8	质量检验	(37)
8.1	一般规定	(37)
8.2	主控项目	(37)

1 总 则

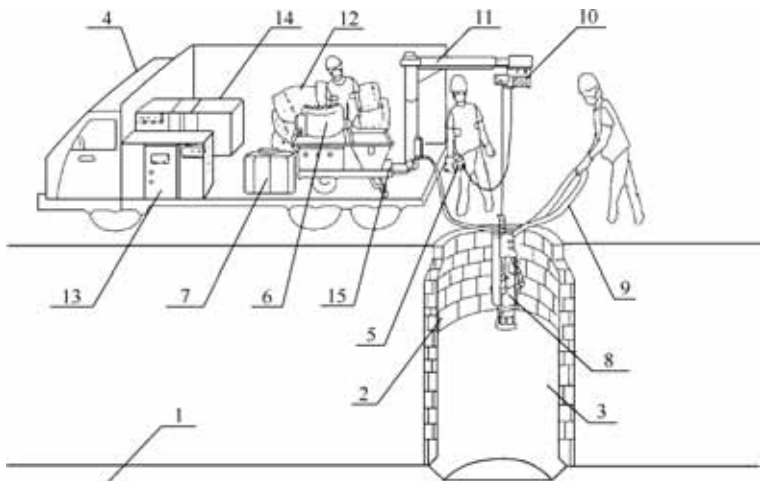
1.0.1 检查井作为市政管网的重要组成部分，对管网日常运营及道路安全具有举足轻重的作用，检查井破坏后将会对道路及管道安全造成严重威胁。喷筑法是目前检查井修复最常用的技术，在国内已发布的非开挖修复技术标准中，仅协会标准《城镇排水管道非开挖修复工程施工及验收规程》T/CECS 717-2020 有一章节对喷筑法技术作了规定，但其并不只针对检查井修复，本规程的编制对规范现有检查井喷筑法修复并带动相关技术发展起到积极的推动作用。

1.0.2 喷筑法检查井修复技术适用于各种用途的混凝土和砌体检查井（包括排水、供水、燃气、热力及电力检查井等）的修复。本规程中检查井修复主要指各类市政排水设施相关的检查井，其他检查井修复可以参照本规程执行。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.6 离心喷筑法检查井修复技术使用高速旋喷器产生的离心力将搅拌好的内衬浆料均匀、连续地喷筑到待修复的检查井内壁，同时通过卷扬悬吊旋喷器在井内上下往复移动，从而在井壁形成厚度均匀连续的内衬，如图 1 所示。在喷筑作业时，通过控制提升下放速度和泵量，控制每回次砂浆层厚度为 2mm~3mm，采用多回次喷筑以达到所需的内衬厚度。该方法适用于直径或外接圆 3m 以内的圆形、方形或类圆截面的检查井修复。



1—管道；2—检查井；3—内衬；4—工程车；5—控制手柄；
6—制浆机；7—水箱；8—旋喷器；9—输浆管道；10—卷扬机；
11—吊臂；12—内衬材料；13—空压机系统；14—供电系统；15—输送泵

图 1 离心喷筑法工艺示意

2.1.7 气流喷筑法一般是由人或机械臂持喷枪到井室内部进行喷筑施工，因此需要施工空间足够大，该方法主要适用于大型井室及井室水平盖板、底板及其他不规则部位的喷筑。此外，由于气流喷筑法施工时不像离心喷筑法在 360° 范围内是连续均匀的，喷筑效果受人为因素影响较大，一般喷筑完成的表面需要进行人工找平。

3 基本规定

3.0.2 检查井结构性修复后可作为全新井使用，因此其设计工作年限按规范取 50 年。进行半结构性修复时，内衬要依赖原有检查井结构共同工作，其工作年限受原有结构影响较大，此外，修复后的检查井工作年限还跟对应管道的剩余工作年限有关，因此以业主意见为主；在实际修复工程中，砖砌检查井占绝大多数，参考现行国家标准《砌体结构加固设计规范》GB 50702 和《混凝土结构加固设计规范》GB 50367 的相关原则，建议半结构性修复设计工作年限取 20 年较为合理。

4 检测与评估

4.0.2 检测前，需要对原有检查井的基本信息加以调查，如：建设年代、尺寸、深度、结构形式及材质等信息。

4.0.4 行业标准《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ 181 - 2012 第 9 章仅限于提出问题，对问题缺少专业定义、分级等，不能直接作为判断检查井是否应进行修复、采用何种方式修复的依据。本章主要结合检查井非开挖修复中的常见缺陷问题，对各种缺陷进行分级并赋予分值，在进行评估时，分值越高代表问题越严重。由于检查井数量多、分散且单个体量小，对其缺陷及修复指数的评价采取了简化做法，取其中最严重的缺陷类型作为判断修复指数的依据，这样做极大降低了检测评估的工作量，有利于实际操作。

5 材 料

5.0.2 为避免因现场计量配料不准造成喷筑材料质量波动，并保证施工的便捷性，喷筑材料一般是由工厂标准化生产并统一包装好的成品材料，材料内已按设计的配方加入了所需的各种外加剂，在现场仅需与一定比例的清水充分搅拌即可使用。

5.0.3 内衬修复的主要目标是在最大限度保留原有结构断面的同时，实现对原有结构的修复与补强，进而延长修复后整体结构的使用寿命。采用高强度的Ⅰ型材料有利于提高修复后检查井的整体结构强度，使修复后的结构能更好应对地下水压力、交通荷载等外力破坏。Ⅱ型材料主要指以铝酸盐水泥为主要胶凝材料配置的砂浆材料，相较于未经特殊处理的硅酸盐水泥砂浆，铝酸盐水泥砂浆在市政污水环境下具有更好的耐腐蚀性能，该水泥具有早强特性，但长期力学性能倒缩严重，不适宜作为参与强度校核的主体材料，常用于市政设施表面防腐。

6 设 计

6.0.2 除应对井内壁的附着物、腐蚀层、漏水、破洞、裂缝等进行处理外，还应对井外空洞、井底下沉、缺失等问题进行处理。

6.0.3 检查井修复后的内部空间不能显著缩小，以至于丧失使用功能；原本可进入的检查井修复后同样应满足进入的要求。原则上，修复完后的检查井，断面尺寸损失不应大于 10%。

6.0.4 检查井非结构性修复，主要用于防腐或主体结构未发生显著破坏且无地下水环境下检查井的修复；从水泥基喷筑材料和喷筑法本身技术特点而言，内衬属于脆性材料，太薄容易碎裂，喷筑法自身又很难做到厚度一致和表面平整，因此综合考虑，建议采用喷筑法修复内衬厚度不宜小于 15mm。

6.0.6 检查井半结构性修复时，主要考虑的外力为静水压力。对于运行时间较长的检查井，其周围土体已充分压实和固结，对内衬不会产生额外的侧向土压力；地下水渗入是导致旧井结构破坏的主要原因，要求内衬能够完全承受外部的地下水压力且不发生渗漏。

在对圆形检查井半结构性修复内衬进行厚度计算时，假设内衬与原井壁之间不存在粘结力，外部静水压力均匀作业在内衬上（图 2）。由薄壁筒理论可知，当筒的径厚比大于 10 时，刚性内衬的破坏形式表现为材料屈服。按照《罗氏应力应变公式手册》，支承形式满足如下条件：①短管（长径比小于 15），长度为 L ，两端无约束；②长管，在每隔一段距离 L 处保持圆形。此时，薄壁圆壳的屈服压力可按下式计算：

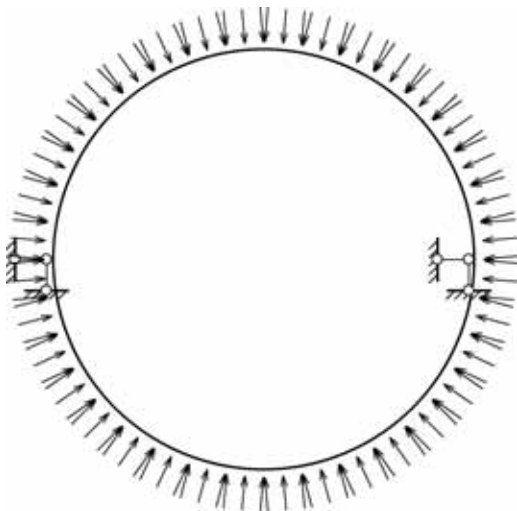


图 2 井内衬承受均布横向荷载计算简图

$$q = 0.807 \cdot \frac{E_s \cdot t^2}{L \cdot r} \sqrt{\left(\frac{1}{1-\nu^2}\right)^3 \cdot \frac{t^2}{r^2}} \quad (1)$$

式中： q ——屈曲压力（MPa）；

E_s ——静压弹性模量（MPa）；

r ——壳的平均半径（m）；

t ——壳的厚度（m）；

L ——壳的有效长度（m）；

ν ——水泥基喷筑材料的泊松比。

由公式（1）可知，圆壳的抗屈服压力是材料静压弹性模量、泊松比及结构尺寸的函数，在检查井内衬厚度计算中，可以静水压、侧向土压力或二者联合作为内衬外力，通过对公式（1）变形后得到内衬厚度计算公式（2）：

$$t = \sqrt[2.5]{\frac{q \cdot L \cdot r^{1.5} \cdot (1-\nu^2)^{0.75}}{0.807 \cdot E_s}} \quad (2)$$

此外，出于安全考虑，通常在设计计算时还引入了安全系数(F_s)，其取值为 1.5~2.0；检查井评估分数低或地下水位低时取小值。由于检查井修复数量多、位置分散、单个井工程体量小，在实际操作过程中，很难做到对每个检查井进行计算校核，计算时通常假设地下水高度与井深度相等，同时以最深处计算出的内衬厚度作为整个检查井修复的内衬厚度。

另外，由于水泥基材料强度是一个长期发展的过程，通常以 28d 强度作为最终强度，与之对应还有材料的静压弹性模量，但实际检查井修复后很快就需要投入使用，为防止内衬早期破坏，一般采用材料 24h 静压弹性模量（取 28d 模量的 50%或 15GPa）作为计算值。

安全系数(F_s)取值主要受井的工况影响。通常，修复指数越高，取值越大，尤其对于地下水位高、路面交通荷载频繁、结构建设久远情况，应取最大值；其他情况可按修复指数分值线性择取。

6.0.9 由于喷筑法施工受现场人为操控因素及技术自身特点限制，内衬厚度很难精确控制，在实际操作中通常会容许一定的偏差。《Standard Practice for Installing a Protective Cementitious Liner System in Sanitary Sewer Manholes》ASTM F2551-09 要求内衬的最小厚度为 0.5in (12.5mm)，内衬厚度以 0.25in 为级数来增减厚度。在我国，为配合国内公制习惯及工艺特点，规定不论检查井的尺寸及埋深状态，最小内衬厚度为 15mm，内衬厚度以 5mm 为级数增减；如计算厚度为 18.6mm，实际设计厚度按 20mm 取值。

表 1 和表 2 是 4 种常见规格的圆形检查井采用本规程式(6.0.6)安全系数分别取 1.5 和 2.0 计算后并按 5mm 整数倍归整后计算值与推荐厚度值对比，除在最低要求厚度（15mm）范围内的小埋深偏差较大外，其他都控制在 5mm 内的厚度偏差。

表 1 检查井修复内衬厚度 ($F_s=1.5$) (mm)

井深 (m)	$\phi 700$		$\phi 1000$		$\phi 1250$		$\phi 1500$	
	计算值	推荐值	计算值	推荐值	计算值	推荐值	计算值	推荐值
1.00	2.89	15	3.57	15	4.09	15	4.56	15
2.00	5.02	15	6.22	15	7.11	15	7.94	15
3.00	6.95	15	8.61	15	9.84	15	10.98	15
4.00	8.75	15	10.83	15	12.39	15	13.82	15
5.00	10.46	15	12.95	15	14.81	15	16.52	20
6.00	12.10	15	14.99	15	17.13	20	19.11	20
7.00	13.69	15	16.95	20	19.38	20	21.62	25
8.00	15.23	20	18.86	20	21.57	25	24.06	25
9.00	16.73	20	20.73	25	23.70	25	26.44	30
10.00	18.21	20	22.55	25	25.78	30	28.76	30

表 2 检查井修复内衬厚度 ($F_s=2.0$) (mm)

井深 (m)	$\phi 700$		$\phi 1000$		$\phi 1250$		$\phi 1500$	
	计算值	推荐值	计算值	推荐值	计算值	推荐值	计算值	推荐值
1.00	3.85	15	4.77	15	5.45	15	6.08	15
2.00	6.70	15	8.30	15	9.49	15	10.58	15
3.00	9.27	15	11.48	15	13.12	15	14.64	15
4.00	11.66	15	14.45	15	16.52	20	18.43	20
5.00	13.94	15	17.27	20	19.74	20	22.03	25
6.00	16.13	20	19.98	20	22.84	25	25.48	25
7.00	18.25	20	22.60	25	25.84	30	28.83	30
8.00	20.31	25	25.15	30	28.76	30	32.08	35
9.00	22.31	25	27.64	30	31.60	35	35.25	35
10.00	24.28	25	30.07	30	34.38	35	38.35	40

6.0.10 更换爬梯在内衬施工前实施，主要是避免安装爬梯对新的内衬造成破坏。

7 施 工

7.1 一 般 规 定

7.1.2 离心喷筑法和气流喷筑法在实施过程中所用的设备有较大差异，因此要结合现场实际情况，确定适宜的施工工艺和设备。一般情况下，采用离心喷筑法施工时，离心喷涂器出料盘旋转速度不宜小于 3000r/min；采用气流喷筑法施工时，空压机排气量不宜小于 1m³/min。由于离心喷筑是连续不间断作业，因此对浆料的稳定性要求较高，一般情况下建议采用传统的桨叶式搅拌机，按需要的水灰比搅好一桶卸入泵送储料仓待用，然后重新搅另一桶，如此连续作业，目前市面上的连续式搅拌机不能很好地控制浆料的稳定，不建议采样；另外，浆料输送泵建议采用低脉冲的螺杆泵，这样可以获得连续均匀的表面喷筑效果。

7.1.4 检查井喷筑修复主要范围是流槽以上的井室及井筒部位，若修复过程中管道正常水位低于流槽，则修复施工无须封堵和倒水；若修复过程中，井内水位漫过流槽，则应当将上下游封堵住，抽干井内积水后方能开展修复，并待材料终凝后方可通水。

7.2 预 处 理

7.2.2 一般情况下，砖石基础、检查井、雨水井等砌体常用 M7.5 等级的砂浆；1:2 水泥砂浆为检查井内外抹灰常用的设计配比。

7.3 内 衬 施 工

7.3.1 喷筑施工浆料是通过输料管泵送到旋喷器或气喷枪处的，因此对浆料有严格的要求，浆料中的异物极易造成整个施工的中

断，因此在正式喷筑施工前，应彻底清除搅拌机、砂浆泵、输浆管、旋喷器及手喷枪内残留的固结物，确保喷筑施工过程不发生阻卡或堵管。

7.3.4 水泥基喷筑材料适宜的施工环境温度为 $5^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ 。温度低于 5°C 时，材料的凝结时间显著延长，影响通水，若温度低于 0°C ，还有可能在材料未正常凝固时引发材料结冰，进而使材料完全失效。一般情况下，即使环境温度在 0°C 以下，多数情况下井内也是可以正常施工的，国内有在 -15°C 环境下成功施工的案例。当浆料温度超过 35°C 时，浆料凝结速度比实验室条件下要快很多，容易造成输浆管路堵塞；因此，高温天气施工时，需要采用凉水制浆。

7.3.9 水泥基喷筑材料一般情况下不具备固定的养护条件，在材料研制时一般都需要考虑该工况特点。根据材料技术要求，正常在 6h 内须达到终凝，一般终凝后 2h 左右便具有了一定的强度，此时通水内衬不会被冲坏。管道和检查井正常属于潮湿环境，有利于内衬的自然养护，但为确保内衬质量，在材料大部分强度未形成前，干热容易诱发内衬表面开裂，而冰冻在材料未充分凝固前可能造成内衬失效，因此要采取相应的预防措施。

8 质量检验

8.1 一般规定

8.1.4 现场取样的目的是控制施工过程，对于抽检频次，由于检查井规格尺寸差异大，小井总面积不足 2m^2 ，而有的大井总面积超过 50m^2 ，通常检查井修复施工是连续进行，一口井修完后可以很快转场到下一口井，这期间甚至可以做到修复车上设备不停机，所以可认为整个修复过程在一个台班内是连续的，因此采取一个台班取一组样。

8.2 主控项目

8.2.2 内衬厚度是保证修复工程质量的最主要因素之一，由于喷筑施工内衬是现场成型，其厚度只能在施工完成后才最终确定。为不破坏内衬的整体性，可在喷筑完成后立即用测厚针在井壁随机测取几点，测取的最小厚度应满足设计厚度，这种做法的不足在于会占用大量的施工时间，影响施工效率。另一种常用做法是，预处理时，在井筒和井室各随机取一截面均匀布设 4 个标记钉，每个标记钉露出的长度均不小于内衬厚度设计值，布设标记钉时应有监理单位见证或视频取证，喷筑施工时，当全部标记钉被覆盖后，则认为内衬厚度满足设计要求，这种做法准备工作要事先做好，喷筑时只需要观察标记钉，不会影响施工进度。