

ICS 号

CCS

团体标准

T/CMEA XXX-2025

市政排水管道高分子材料 喷涂施工及验收规程

Specification for construction and acceptance of polymer spraying
rehabilitation engineering of municipal drainage pipelines

(征求意见稿)

(在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上)

××××-××-××发布

××-××-××实施

中国市政工程协会 发布

市政排水管道高分子材料 喷涂施工及验收规程

Specification for construction and acceptance of polymer spraying
rehabilitation engineering of municipal drainage pipelines

T/CMEA XXX—2025

（征求意见稿）

主编单位：中建中环生态环保科技有限公司

批准单位：中国市政工程协会

施行日期：2025年XX月XX日

中国建筑工业出版社

2025.XX

前 言

根据中国市政工程协会《关于下达〈2023 年度第二批中国市政工程协会团体标准制(修订计划)的通知〉》(中市协〔2023〕92 号)的要求,本文件编制组经广泛调查研究,总结工程实践经验,参考国内外相关标准和资料,并在广泛征求意见的基础上,编制了本文件。

本文件共分 5 章和 4 个附录,主要技术内容是:总则、术语、管道检测与评估、施工、质量检验与验收。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利,本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国市政工程协会管道检测与修复专业委员会归口,由中建中环环保科技有限公司负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见和建议,请寄送至中建中环环保科技有限公司(地址:苏州工业园区八达街 118 号苏州新闻大厦,邮政编码:215123),以便修订时参考。

本文件主编单位:中建中环环保科技有限公司

本文件参编单位:中国地质大学(北京)

长江环保集团有限公司

南水北调东线智能水务(北京)有限公司

北京顺政水环境有限公司

长江勘测规划设计研究有限责任公司

北京市市政工程设计研究总院有限公司

天津市政工程设计研究总院有限公司

哈尔滨工业大学

河海大学

北京城更科技有限公司

包头市再生资源及污水处理有限责任公司

北京隆科兴科技集团股份有限公司

北京河沐生态科技有限公司

北京华宇航市政建设工程有限公司

北京市政七建设工程有限公司

北京焕发管道修复有限公司

图韧(上海)新材料有限公司

百奥源生态环保科技(北京)有限公司

湖北望新建设有限公司

山西东腾新材料科技有限公司

北京共价科技有限公司

石普贸易（上海）有限公司

甘肃省安装建设集团有限公司

本文件主要起草人：陈 星 徐增辉 马孝春 盛 明 淦方茂 藤海波
何跃深 段 凯 谭勇庆 王 睿 白培峰 于 雷
贾 君 鲁金会 王明岐 仝志强 杨 鹏 齐洪轩
武超毅 邵海波 刘存辉 吕耀志 李 响 田 禹
暴瑞玲 任鹏飞 王远峰 宋晓东 陈梅娟 陈 静
黄文迎 李林昊 李国峰 张 奎 杨俊才 王昊旻
李俐频 严晓菊 张 枫 任少斌 刘 霞

本文件主要审查人：安关峰 王蔚蔚 ……

目次

1 总则	1
2 术语	2
3 管道检测与评估	3
3.1 一般规定	3
3.2 管道清理	3
3.3 管道检测	3
3.4 管道评估	4
4 施工	5
4.1 一般规定	5
4.2 施工准备	6
4.3 管道预处理	7
4.4 喷涂施工	9
4.5 端口处理	12
5 质量检验与验收	13
5.1 一般规定	13
5.2 进场材料检验	13
5.3 基层质量检验	14
5.4 涂层质量检验	14
5.5 端口质量检验	15
5.6 管道功能性试验	16
5.7 工程验收	17
附录 A 超声波法检测涂层厚度	19
附录 B 露点温度对照表	20
附录 C 施工记录表	21
附录 D 施工验收自检表	22
本文件用词说明	23
引用标准名录	24

Contents

1 General Provisions	1
2 Terms	2
3 Pipeline inspection and evaluation	3
3.1 General requirements	3
3.2 Pipeline Cleaning	3
3.3 Pipeline inspection	3
3.4 Pipeline evaluation	4
4 Construction	5
4.1 General requirements	5
4.2 Preparation	6
4.3 Pretreatment	8
4.4 Spraying	10
4.5 End treatment	12
5 Quality inspection and acceptance	13
5.1 General requirements	13
5.2 Material inspection	13
5.3 Base quality inspection	14
5.4 Coating quality inspection	14
5.5 End quality inspection	15
5.6 Pipeline functional test	16
5.7 Engineering acceptance	17
Appendix A Ultrasonic testing of coating thickness	19
Appendix B Dew point temperature comparison table testing of coating thickness	20
Appendix C Construction record form	21
Appendix D Construction acceptance form for self-inspection	22
Explanation of wording in this specification	23
List of quoted standards	24

1 总 则

1.0.1 为规范市政排水管道高分子材料喷涂修复工程施工和验收，保障工程质量，做到安全适用、经济合理、质量可靠，制定本文件。

1.0.2 本文件适用于原管道内壁基层为混凝土和金属材质的市政排水管道的高分子材料喷涂修复工程的施工和验收。

1.0.3 市政排水管道高分子喷涂修复工程的施工和验收，除应符合本文件的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 预处理 pretreatment

为满足喷涂修复要求而提前采取的管内障碍物清理、管道和管周缺陷处理、管道基层处理的工艺。

2.0.2 人工喷涂 manual spraying

以人工操作喷枪的方式，将材料均匀喷涂到管道内壁的工艺。

2.0.3 机械喷涂 mechanical spraying

以机械操作喷头的方式，将材料均匀喷涂到管道内壁的工艺。分为离心喷涂和压力喷涂。

2.0.4 离心喷涂 centrifugal spraying

利用喷头高速旋转的离心力，将材料均匀喷涂到管道内壁的工艺。

2.0.5 压力喷涂 pressure spraying

利用材料输送泵的泵送压力，使 A、B 料在喷嘴处混合后喷出，通过机械臂的慢速旋转将涂料均匀涂覆到管道内壁的工艺。

2.0.6 涂层 coating

喷涂材料固化后的材料层。

3 管道检测与评估

3.1 一般规定

3.1.1 喷涂施工前应委托具备检测评估资质的单位对原管道进行检测与评估，检测人员应具备相应的资格。

3.1.2 原管道的检测与评估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。

3.2 管道清理

3.2.1 管道检测与评估前，应对排水管道进行清理并达到施工要求的工作条件。

3.2.2 管道清理应符合下列规定：

- 1 应根据管道缺陷状况，确定管道清理工艺；
- 2 应制定交通疏导方案；
- 3 应制定封堵、导水方案；
- 4 清理产生的污水和废弃物应从检查井内排出。废弃物的运输与处置应按现行行业标准《城镇排水管道与泵站运行、维护及安全技术规程》CJJ 68 的有关规定执行。

3.2.3 宜按表 3.2.3 选择管道清理方法。

表 3.2.3 管道清理方法

缺陷名称	沉积、浮渣		结垢、障碍物、树根、残墙坝根	
清理方法	高压水冲洗	人工清理	机器清理	人工清理
管径	≤1200mm	≥800mm	<800mm	≥800mm

3.3 管道检测

3.3.1 施工前宜对管道周边的地下空洞和土体疏松进行探测。

3.3.2 施工前应采用电视检测（CCTV）等检测技术复核管道缺陷的类型、位置、级别等信息，与设计文件不一致时，应提请设计单位出具处理意见。

3.3.3 直径小于 800mm 的管道、宽度或高度小于 800mm 的渠箱，宜采用 CCTV 方法检测，超出上述尺寸的管道，除采用 CCTV 检测法外，可采用人工检测。

3.3.4 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 人工检测排水管道时，管道内积水深度不应大于管径的 50%，且不得大于 0.5m，管内水流速度不得大于 0.5m/s，否则应采取封堵上游入水口或设置临时排水等措施；

2 检测人员应取得培训合格证；

3 作业人员应穿戴防护装备，携带照明灯具和通信设备；

4 管道内检测人员应与地面工作人员保持通信畅通；

5 人工检测距离一次不宜大于 100m；

6 管道内检测人员应携带摄像设备，对管道内缺陷位置进行拍摄记录，摄像画面应清晰。

3.4 管道评估

3.4.1 管道检测与评估报告的编写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。

3.4.2 管道评估应以管段为最小评估单位。

3.4.3 应给出各管段是否适合采用高分子材料喷涂修复的建议。

4 施工

4.1 一般规定

4.1.1 喷涂施工应建立安全生产保障体系。

4.1.2 施工前应针对可能发生的危险状况编制应急预案，应急预案的编制应符合现行国家标准《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》GB/T 29639 的有关规定。

4.1.3 喷涂作业人员施工前应该经过岗位技能教育和安全培训后方可上岗。

4.1.4 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、乳胶手套、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。

4.1.5 人工进入管道内进行清理、检测、基层处理、喷涂作业时应符合下列规定：

1 应对作业管段进行强制通风；

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 设备工作中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。

4.1.6 现场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。

4.1.7 管道喷涂施工宜按施工准备→管道预处理→喷涂施工→端部处理的工序进行，上道工序检查合格后方可进行下道工序的施工。

4.1.8 施工过程中每个作业班次应按附录 C 做好现场施工记录，施工记录应包括下列内容：

1 工程项目名称、施工时间、地点、作业人员；

2 管段编号、长度、管径、材质、管道属性、埋深；

3 环境温度、相对湿度、露点温度；

4 材料（A 料、B 料）名称、厂商、规格、用量等；

5 管道缺陷类别、预处理方法、处理数量、预处理效果等；

6 喷涂作业时 A 料、B 料的温度和压力；

7 材料及施工的异常状况；

8 喷涂次数、喷涂时间、喷涂速度。

4.1.9 喷涂设备应由专业技术人员管理和操作，各组份的流体压力应在材料使用要求允许的范围内。

4.2 施工准备

4.2.1 喷涂施工开始前应做好材料、设备、方案准备。

4.2.2 宜根据工程进度，分批准备喷涂材料，施工时使用的高分子材料应符合下列规定：

- 1 高分子材料应以包装容器形式运送至现场；
- 2 高分子材料的包装容器表面应标识明晰，应标明产品名称、制造商名称、重量、组分、型号、批号、生产日期、产品有效期等；
- 3 进场材料应附有产品质量合格证、性能检测报告、使用说明书；
- 4 进入施工现场的高分子材料的性能应符合设计文件的规定；
- 5 材料进场后应进行抽样复验，合格后方可使用；
- 6 进场后应按产品技术文件要求的温度进行分类存放，存放环境应干燥、通风，避免日晒、雨淋、冷冻、污染，并应远离火源，进场的高分子材料贮存期不宜超过 6 个月；
- 7 喷涂材料用量宜按下式计算：

$$G = K\pi DLtp \quad (4.2.2)$$

式中：

G—喷涂材料用量（kg）；

K—裕度系数，宜根据施工经验或喷涂试验确定，无经验时宜取 1.05~1.10；

D—施工管段内径（m）；

L—施工管段长度（m）；

t—喷涂厚度（m）；

ρ —喷涂材料密度（kg/m³）。

4.2.3 高分子材料喷涂设备应符合下列规定：

- 1 喷涂作业设备应符合国家有关爆炸危险场所电气设备的安全规定，电气设施应整体防爆，操作部分应设置触电保护器，作业现场照明设备应符合现行国家标准《爆炸性环境 第 14 部分：场所分类 爆炸性气体环境》GB 3836.14 的有关规定；
- 2 料桶出口的材料温度和压力应达到喷涂工艺要求；
- 3 输送料管长度不宜大于 120m；

- 4 潮湿环境下施工应配备空气干燥机；
- 5 其他必备的装置如清洗罐、常用的耗材等可根据实际情况选用。

4.2.4 喷涂施工前对专用喷涂设备的检查与调试应包括下列内容：

- 1 清洗喷枪并与主机连接，输出气管与主机的气管连接是否正常；
- 2 检查接电相位是否正确；
- 3 设定喷涂设备参数，调节施工温度和压力到工作状态；
- 4 检查空气压缩机的油水分离器是否正常工作，放出空气压缩机汽缸和油水分离器中的水分；
- 5 检查喷涂主机的加热系统及料管加热系统是否正常运转；
- 6 检查喷涂机输送装置，将料送至喷枪，在喷枪混合室雾化后喷出，检查雾化效果。

4.2.5 施工前应编制施工组织设计或专项施工方案，并应按规定程序审批后实施，施工组织设计或方案应包括下列内容：

- 1 工程概况、工程地质、水文地质及周边环境；
- 2 交通疏导方案；
- 3 封堵导流措施；
- 4 管道预处理方案；
- 5 喷涂试验及喷涂参数确定；
- 6 喷涂质量控制及检验方法；
- 7 劳动保护及施工安全作业措施。

4.3 管道预处理

4.3.1 喷涂作业前，应根据管道状况和喷涂工艺要求对原管道进行预处理。

4.3.2 管道预处理应符合下列规定：

- 1 预处理不得对管道造成损伤和破坏；
- 2 管道预处理作业中发现管道缺陷与设计文件不符时，应停止预处理作业，提请设计单位重新复核并出具处理意见；
- 3 预处理完成后，应进行 CCTV 视频检测，并应记录预处理过程及效果，形成预处理施工检验记录或报告；
- 4 原管道预处理经验收合格后，方可进行喷涂施工。

4.3.3 管道预处理的工作内容应包括管周土体缺陷处理、管道清洗、管道缺陷处理、管道基层处理。

4.3.4 管周土体处理宜符合下列规定：

- 1 宜用地质雷达法等方法查明管周土体孔洞、孔隙与疏松区；
- 2 宜用管内或管外注浆法对管周土体缺陷进行处理；
- 3 宜用管内地质雷达法对管周土体密实度进行检验。

4.3.5 管道清洗应符合下列规定：

- 1 管道缺陷预处理前，宜采用高压水射流对管道进行清洗；
- 2 水流压力不得对管壁造成剥蚀、刻槽、裂缝及穿孔等损坏；
- 3 存在塌陷或空洞管段，不得用高压水流冲洗暴露的土体；
- 4 人工进入管内进行高压水射流清洗时，应符合现行国家标准《高压水射流清洗作业安全规范》GB 26148 的有关规定。

4.3.6 管道缺陷处理应符合下列规定：

- 1 当原管道存在变形、错口、渗漏，管内壁存在孔洞、裂缝、油污等缺陷时应进行处理；
- 2 地下水位较高的原管道渗、漏水严重时，应首先通过注浆等措施对漏水点进行止水或隔水处理后再对管道内部进行预处理；
- 3 管道破裂、错口、渗漏、变形、腐蚀、脱节、异物穿入等缺陷时，宜采用注浆、机械打磨、人工修补、局部修复等方法处理。

4.3.7 混凝土管道基层处理应符合下列规定：

- 1 混凝土基层表面的凹陷、孔洞和裂缝等缺陷，宜采用水泥基材料填平，待填充材料固化后再打磨平整；
- 2 混凝土表面酥松层、油污宜用高压水或机械打磨等方法除去，露出坚实的混凝土基层；
- 3 混凝土表面大面积损坏时，宜整体设置钢筋网并做保护层，保护层材料宜选用环氧树脂砂浆、高标号混凝土或快干混凝土，保护层厚度宜为 20mm 以上，保护层宜留有分隔缝；
- 4 渠箱混凝土基层宜做下列处理：
 - 1) 纵横向按一定间距的网格切槽；
 - 2) 表面阴角做成大于或等于 50mm × 50mm 的斜角或大于或等于 $\phi 100\text{mm}$ 的圆弧角；
 - 3) 表面阳角做成大于或等于 $\phi 5\text{mm}$ 的圆弧角；
 - 4) 结构的阴角、阳角及接缝等细部构造部位应设置加强层。

5 应采用高压水枪、吸尘器、吹风机等将基层砂粒、浮尘等清理干净；

6 基层清理干净后，应进行干燥度检测，含水率应符合设计要求。

4.3.8 金属管道基层处理应符合下列规定：

1 宜采用抛丸或打磨、清洗等手段清除基层表面灰尘、油污；

2 金属管道的基层宜采用喷砂处理，在表面清理的过程中，应添加防锈剂；金属结构宜采用超高压溶剂水射流或喷砂处理，处理后的金属表面应无锈蚀，表面糙度应达到 0.05mm；

3 金属管道基层的除锈等级应满足设计要求。当设计无要求时，除锈等级应符合现行国家标准《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第 1 部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级》GB/T 8923.1 中规定的 Sa2.0 级或 St2.0 级；

4 金属管道接口可采用环氧树脂砂浆、快干混凝土或高标号混凝土填充。

4.3.9 管道预处理后的效果应符合下列规定：

1 管道内应无沉积物、垃圾及其他障碍物，无积水和渗水现象；

2 管道基层应坚固、密实，管周土体应密实，无空洞与疏松，基材表面腐蚀的酥松结构、破裂脱落部位、渗漏部位的沉积物应清理干净；

3 管道表面应洁净、平整、干净、干燥，不得有孔洞、裂缝、灰尘、油污、结垢、铁锈、尖锐毛刺、焊渣、凸起物、台阶等缺陷；

4 基层表面不应有水珠、水渍、流挂水、积水，且管道内壁含水率应符合设计要求；

5 预处理后的管壁、管道接口应无渗水且干燥。

4.4 喷涂施工

4.4.1 现场不得向 A 料和 B 料中添加任何物质，不得混淆 A 料和 B 料的进料系统。

4.4.2 喷涂工艺宜根据管径选择。管径小于 600mm 时宜选用离心喷涂；管径大于或等于 600mm 时宜选用压力喷涂；管径大于或等于 800mm 时亦可选用人工喷涂。

4.4.3 每天正式喷涂前应进行试喷。试喷时可将涂料喷涂在预先备好的易于剥离材质板上，调整喷涂距离，观察喷涂质量及固化情况是否正常，检查喷涂厚度，确定喷涂遍数、移动速度等施工参数。

4.4.4 喷涂施工前，应确认管道基层温度不小于 5℃、基层表面温度应高于按附录 B 确定的露点温度 3℃以上、管道内的环境温度不应小于 15℃、管道内的相对湿度不大于 85%。当

不满足上述要求时，可利用间接式加热器，对管道基层进行烘干，直至满足基层温度要求。且应对喷涂设备进行预加热，喷出的涂料温度应满足设计温度要求。

4.4.5 应采用倒退方式进行喷涂作业，出现异常情况时应立即停止施工，排除故障后方可继续作业；

4.4.6 喷涂作业及涂层固化期间，管道内应一直处于通风状态。通风应符合下列规定：

1 喷涂始发井处应配备吸风机，喷涂终端井应配备鼓风机；

2 管道内的风向应从终端井吹向始发井，从喷涂作业人员的后背吹向面前，从待喷涂的管段方向吹向已喷涂作业区的方向；

3 吸风机及鼓风机的功率应确保管道内的粉尘有效吹出、不起雾、不影响喷涂作业人员的视线。

4.4.7 喷涂作业采用多次喷涂法时，应根据产品说明书的要求确认是否需要在前一次喷涂表面干燥后再进行下一次喷涂；两次喷涂时间间隔宜小于材料产品使用说明规定的复涂时间，超过复涂间隔时间要求时，再次喷涂作业前，应在已有涂层的表面做层间处理，处理方式可选聚合物专用层间结合剂或将层间打磨至粗糙面；多次喷涂作业面之间的搭接宽度不应小于150mm。

4.4.8 人工喷涂作业尚应符合下列规定：

1 应按照先细部后整体的顺序连续作业，一次多遍、交叉喷涂至设计要求的厚度；

2 圆管内喷涂时，喷枪宜沿管道环向搭接喷涂，渠箱内喷涂时，喷枪宜垂直于基面十字交叉喷涂；

3 喷头距离基层宜为 600mm；

4 喷头的移动速度应均匀。

4.4.9 离心喷涂作业尚应符合下列规定：

1 应按照离心喷雾锥水平向后匀速移动的方式进行连续作业，一次一遍。一次完成后待材料表干后进行下次喷涂，反复多次喷涂至设计要求厚度；

2 圆管内喷涂时，应注意喷雾锥的中心位置，尽可能与管道中心位置水平居中，从而保障管壁的厚度均匀；

3 喷涂锥距离基材位置宜为喷雾锥最大处直径的 1.5 倍以上；

4 离心喷涂利用马达的高转速起到分散效果，喷涂前宜对马达转速进行检测，转速宜为 8000rpm~10000 rpm；

5 离心喷涂开始前 3s~5s, 宜在非喷涂面区域利用屏蔽物遮盖, 观察喷涂雾化混合情况与表面固化状态, 无问题后开始进行管道内壁喷涂。

4.4.10 压力喷涂作业尚应符合下列规定:

- 1 压力喷涂应采用专用的管道喷涂设备进行施工;
- 2 圆管内喷涂时, 压力喷涂喷枪应居于管道轴线位置旋转喷涂;
- 3 压力喷枪喷嘴与管道基材间的距离宜为 400mm 以上, 旋转过程中应保持距离稳定不变;
- 4 压力喷枪喷嘴应垂直于待喷涂表面;
- 5 压力喷涂应使用双组分材料;
- 6 喷涂压力宜为 3.5 MPa~24MPa, 双组分压力差不宜超过 3.5MPa, 实际喷涂压力宜采用材料供应商的推荐值;
- 7 喷涂时材料温度宜为 50℃~70℃, 实际材料温度宜采用材料供应商的推荐值;
- 8 喷枪气压应控制在 0.6 MPa~1.0MPa 之间, 实际喷枪气压宜采用材料供应商的推荐值;
- 9 宜选用扇形喷嘴, 扇面角度宜为 50° ~60° 。

4.4.11 喷涂时局部构造应符合下列规定:

- 1 混凝土基层阴、阳角两侧各 100mm 范围内, 涂层应加厚 1.0 mm~2.0 mm;
- 2 混凝土基层伸缩缝两侧各 150mm 范围内, 涂层应加厚 2.0 mm~3.0 mm;
- 3 金属基层焊缝处的喷涂层应加厚 1.0mm~2.0mm;
- 4 与支管、检查井与设备的连接处, 涂层应加厚 0.5 mm~1.5 mm;
- 5 流体冲击力变化较大的区域, 涂层宜加厚 1.5 mm~2.0 mm。

4.4.12 喷涂后的固化时间应符合产品使用说明书的规定。产品说明书中未明确固化时间时, 聚氨酯涂料的固化时间宜为 30min 以上, 聚脲涂料的固化时间宜为 15min 以上, 环氧树脂涂料的固化时间宜为 1min 以上。

4.4.13 冬期施工时, 应做相应的保温措施。

4.4.14 喷涂完毕, 应对整体质量进行初步检查, 对涂层厚薄不匀、连接过渡不平整、粘结不牢、漏喷、针孔、气泡、空鼓、剥落、损伤等缺陷及时修补, 修补后的涂层应与整体涂层保持连续一致且平整。

4.4.15 涂层修补应符合下列规定:

- 1 涂层缺陷应采用与原喷涂材料同样的材料进行修补;

2 涂层修补或连接时，将底涂层清理干净后，宜打磨打毛处理或涂抹层间粘结剂，处理宽度宜不小于 150mm；

3 修补涂层的鼓泡、剥落、损伤、粘结不牢等缺陷时，应将缺陷部位边缘外扩 100mm 内的涂层及基层打磨清理干净，再进行修补，针孔缺陷可直接填补；

4 涂层厚度达不到设计要求时，应进行二次喷涂；

5 大面积修补涂层时，应先清除损伤及粘结不牢的涂层，并应将缺陷部位边缘 100mm 范围内的涂层及基底打毛并清理干净，分别涂刷层间处理剂，待层间处理剂干燥 4h 后进行喷涂修补；

6 涂层修补后应按涂层材料要求的养护时间进行养护。

4.4.16 喷涂施工完毕后，应按设备使用说明书的要求清洗喷涂设备和处理剩余物料。

4.5 端部处理

4.5.1 喷涂作业完工后，应对管道与检查井的连接处进行密封处理。

4.5.2 不能及时处理的管道端口，应采取保护措施。

4.5.3 机械喷涂的管道，管道与检查井的连接部位应配合人工喷涂处理。

5 质量检验与验收

5.1 一般规定

5.1.1 管道喷涂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。

5.1.2 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。

5.1.3 工程竣工后施工单位宜先进行自检，并应按附录 D 填写施工验收记录表，各项验收项目合格后再申请正式验收。

5.2 进场材料检验

I 主控项目

5.2.1 喷涂材料的类型、规格、性能应符合设计要求和本文件的规定。

检验方法：对照设计文件，检查出厂产品的质量合格证书、性能检验报告、使用说明书、生产日期、产品有效期、进场抽样复检报告等。

检查数量：检查每批产品。

5.2.2 抽检和复验喷涂材料的性能应符合设计要求和本文件的规定。当某项指标达不到要求时，可在受检样品中加倍取样进行复检。复检结果合格的，可判定该批产品为合格产品，否则，应判定为不合格。

检验方法：将喷涂材料按设计的配比，实际的喷涂工艺制作成喷涂试样，试样送至第三方检测机构检测。

检查数量：同一类型的涂层材料应按每 5t 为一批，不足 5t 的应按一批计，每一批制作至少 3~5 个试样，取试样实测结果的平均值作为某一项指标的代表值。某一试验结果的偏差大于平均值的 30%时应舍弃该值，重取一组试样进行补做。

II 一般项目

5.2.3 喷涂材料的质量保证资料应齐全。

检验方法：对照设计文件，检查出厂产品的质量合格证书、性能检验报告、使用说明书、生产日期、保质期等。

检查数量：检查每批产品。

5.3 预处理质量检验

I 主控项目

5.3.1 原管道经预处理后，管道基层应符合本文件第 5.3.7 和第 5.3.8 条的规定。

检查方法：查看 CCTV 视频、管内目测、敲击、检查预处理施工记录等方式。

检查数量：全数检查。

5.3.2 排水管道预处理后应无渗漏水现象。

检查方法：目测、CCTV 检测或潜望镜检查；检查施工作业记录。

检查数量：全数检查。

5.3.3 基层表面含水率应符合设计要求。

检查方法：含水率检测仪，对照设计文件，检查施工记录。

检查数量：管径小于 800mm 时，应在修复管段两端管口位置 6 点和 12 点方向各测一次。管径大于或等于 800mm 时，除两端管口外，中间段宜每间隔 10m 处，在 6 点和 12 点方向各测一次。

II 一般项目

5.3.4 排水管道预处理后，管道线形应顺直，过渡应平缓，无空鼓、无硬凸起物，阴角和阳角处的过渡应平顺。

检查方法：目测、CCTV 检测或潜望镜检查；检查施工作业记录。

检查数量：全数检查。

5.3.5 原管道的预处理记录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，检查预处理材料质量保证资料和预处理施工检验记录或报告。

检查数量：全部检查。

5.4 涂层质量检验

I 主控项目

5.4.1 管道涂层的性能应符合设计文件要求。

检查方法：现场制作喷涂试样，比对试验结果值与设计文件要求值。

检查数量：每喷涂 3000m² 制作一组试样，每组应至少制作 3 个试样。

5.4.2 涂层表面应均匀、固化正常、无漏涂、无剥落、无开裂、无空鼓。细部结构处的处理

应符合设计要求和本文件的规定。

检查方法：查看 CCTV 视频或管内目测，检查预处理施工记录。

检查数量：全数检查。

5.4.3 涂层厚度的平均值不应小于设计壁厚，最小壁厚不应小于设计壁厚的 90%。

检查方法：超声波检测法、设置标记钉、卡尺或取样。涂层厚度精度应达到 0.01mm，涂层厚度超声波检测法应按本文件附录 A 执行。

检查数量：管内径小于 800mm 时，应在管道两端各取 1 个测量截面；当管道内径不小于 800mm 时，除在管道两端各取 1 个测量截面外，管道中间应每隔 10m 增加一个测量截面。每个测量截面应取环向均布的 4 个测点，测量截面的测量值应为 4 个测点的平均值；涂层厚度应为所有测量截面测量值的平均值。

II 一般项目

5.4.4 管道线形应顺直，接口、转角处过渡应平顺，管道内应无明显湿渍。

检验方法：观察或 CCTV 检测；检查施工记录、CCTV 检测记录等。

检查数量：全数检查。

5.4.5 涂层颜色应一致，涂层表面应均匀、连续、光滑，无肉眼可见的气泡、水泡、无流挂、无剥落。

检查方法：管内目测，查看 CCTV 视频，检查施工记录等。

检查数量：全数检查。

5.4.6 喷涂材料用量应符合设计要求，材料配比应符合产品使用说明书的要求。

检查方法：检查使用说明书，查看现场施工记录等。

检查数量：每一单位工程。

5.5 端口质量检验

I 主控项目

5.5.1 喷涂修复后的管口与检查井之间应密封。

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

5.5.2 喷涂修复后的管口与检查井之间应过渡平顺，表面均匀、平整、光滑。

检验方法：观察或 CCTV 检测；检查施工记录、CCTV 检测记录等。

检查数量：全数检查。

5.6 管道功能性试验

5.6.1 管道修复完成后，应进行管道功能性试验。

5.6.2 应对施工过程中的记录和验收资料进行核实，符合设计文件和施工组织设计要求，且外观质量验收合格的管道方可进行管道功能性试验。

5.6.3 管道功能性试验除应符合本文件要求外，尚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。

5.6.4 管道功能性试验宜采用闭水试验、闭气试验或管道渗水调查方法。局部喷涂修复管道可不进行闭气或闭水试验。

5.6.5 管道功能性试验涉及水压、气压作业时，应有安全防护措施，作业人员应按相关安全作业要求进行操作。管道排出的水应排放至规定地点，不得影响周围环境或造成积水，并采取确保人员和附近设施安全的措施。

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

5.6.7 闭水试验应符合下列规定：

1 应按设计要求和试验方案进行，并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 中无压管道闭水试验的有关规定；

2 试验用水宜使用自来水或河水；

3 管道闭水试验应按检查井间距分段进行，每段试验长度不宜超过 5 个连续井段，并应带井试验；

4 闭水试验应采用补水法进行，判定闭水试验合格的依据应为实测渗水量不应大于允许渗水量；

5 检查井未修复时，可不进行闭水试验。

5.6.8 闭气试验应符合下列规定：

1 应按设计要求和试验方案进行，并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 无压管道闭气试验的有关规定；

- 2 闭气试验宜用于直径不大于 1000mm 的排水管道的严密性试验；
- 3 管道闭气试验合格的判定依据应为标准闭气时间内实测的气体压力值大于规定值；
- 4 若测试不合格，应检查渗漏点并进行修复，修复之后，应再次进行闭气试验。

5.6.9 管道渗水调查检验应符合下列规定：

- 1 直径大于 1000mm 的管道，且位于地下水位以下时，宜采用管道渗水调查检验；
- 2 管道渗水调查检验合格的判定依据应为现场检查结合 CCTV 辅助检查，修复管道应无明显渗水，无水珠、滴漏、线漏等现象。

5.7 工程验收

5.7.1 工程竣工验收应包括工程实体验收和竣工资料的验收。

5.7.2 工程实体验收应符合下列规定：

- 1 工程内容应与设计文件相符，工程质量验收的主控项目应全部合格，一般项目检测点的合格率应大于 80%，且不合格点不得影响使用；
- 2 管道功能性试验合格。

5.7.3 工程竣工资料验收应包括下列内容：

- 1 开工批件、施工队伍资质证书复印件；
- 2 工程设计文件、图纸会审书、设计变更文件；
- 3 施工组织设计或施工方案；
- 4 工程原材料的质量合格证、性能检测报告、质量保证书、进场抽检复验报告、现场施工质量检测报告等质量保证资料；
- 5 原有管线图和资料；
- 6 修复前原管道 CCTV、目测、试压检测、取样检测等检测和评估资料；
- 7 施工记录和施工质量检测记录；
- 8 喷涂修复后管道内部的 CCTV 影像记录；
- 9 现场试验、管道功能性试验报告；
- 10 工程会议纪要、业务洽商记录等；
- 11 质量事故、生产安全事故处理资料；
- 12 修复管道质量评定资料，含施工自评、监理评估、验收记录；

13 分项、分部、单位工程质量检验评定记录；

14 工程竣工质量合格证明、工程竣工图、竣工报告；

15 工程整体验收记录。

5.7.4 工程质量验收不合格时，应按下列规定处理：

1 应修补或返工，返修记录应写入交工验收文件中；

2 经返工重做的验收批，应重新进行验收；

3 经检测单位检测鉴定能够达到设计要求的验收批，可予以验收；

4 经检测单位检测鉴定达不到设计要求，但经设计单位验算认可，能够满足结构安全和使用功能要求的验收批，可予以验收；

5 经返修或加固处理的分项工程、分部及子分部工程，改变外形尺寸但仍能满足结构安全和使用功能要求，可按技术处理方案文件和协商文件进行验收。

5.7.5 通过返修或加固处理仍不能满足结构安全或使用功能要求的分部工程、单位工程，不得验收。

5.7.6 单位工程质量验收合格后，建设单位应将竣工验收报告和有关文件，报工程所在地建设行政主管部门备案。

5.7.7 喷涂修复工程经竣工验收合格后方可投入使用。

附录 A 涂层厚度超声检测波法

A.1.1 超声涂层测厚仪应符合下列规定：

- 1 设备应包括带数显功能的主机、探头、校正材料、耦合剂，并应符合相关标准的规定；
- 2 仪器的量程、精度和使用条件应满足混凝土基层的要求；
- 3 耦合剂应符合仪器生产厂家要求；
- 4 使用前应进行校正并合格。

A.1.2 待测涂层表面应平整、干净，不得有灰尘、油污。

A.1.3 现场检测步骤应符合下列规定：

- 1 测试前应用已知厚度的喷涂层现场校准仪器并在待测部位涂超声波耦合剂；
- 2 测试时应按照使用说明书的规定安装并操作仪器；
- 3 应以合适、恒定的力垂直将探头压在测区表面，每个测点应重复读数三次。

A.1.4 每处应以 3 次读数的算术平均值作为该处的测量值。

附录 B 露点温度对照表

B.1.1 露点温度对照表见表 B。

表 B 露点温度对照表

外界环境温度	-7℃	-1℃	4℃	10℃	16℃	21℃	27℃	32℃	38℃	43℃	49℃
相对湿度	露点温度										
90%	-8℃	-2℃	3℃	8℃	14℃	19℃	25℃	31℃	36℃	42℃	47℃
85%	-8℃	-3℃	2℃	7℃	13℃	18℃	24℃	29℃	35℃	40℃	45℃
80%	-9℃	-4℃	1℃	7℃	12℃	17°	23℃	28℃	34°	39℃	43℃
75%	-9℃	-4°	1℃	6℃	11℃	17℃	22℃	27℃	33℃	38℃	42℃
70%	-11℃	-8℃	-1℃	4℃	10°	16℃	20℃	26℃	31℃	36℃	41℃
65%	-11℃	-7℃	-2℃	3℃	8℃	14℃	19℃	24℃	29℃	34℃	39℃
60%	-12℃	-7℃	-3℃	2℃	7℃	13℃	18℃	23℃	26℃	33℃	38℃
55%	-13℃	-8℃	-4℃	1℃	6℃	12℃	16℃	21℃	27℃	32℃	37℃
50%	-14℃	-9℃	-5℃	-1℃	4℃	10℃	15℃	19℃	25℃	30℃	34℃
45%	-16℃	-11℃	-6℃	-2℃	3℃	8℃	13℃	18℃	23℃	28℃	33℃
40%	-17℃	-12℃	-8℃	-3℃	2℃	6℃	11℃	16℃	21℃	28℃	31℃
35%	-19°	-13℃	-9℃	-5℃	-1℃	4℃	9°	14℃	18℃	23℃	28℃
30%	-20℃	-16°	-11℃	-7℃	-2℃	2℃	7℃	11℃	16℃	21℃	25℃

附录 C 施工记录表

项目 基本信息	工程名称				施工时间		
	地点				作业人员		
管道 基本信息	管段编号				长度 (m)		
	管径				管道材质		
	管道性质	<input type="checkbox"/> 雨水	<input type="checkbox"/> 污水	<input type="checkbox"/> 合流	埋深 (m)	上游	下游
		<input type="checkbox"/> 其他					
环境	环境温度				相对湿度		
	露点温度				天气 (风力)		
材料	材料	名称	厂商	规格	用量		
	A 料						
	B 料						
预处理	类别	处理方法			处理数量	处理效果	
	管周缺陷						
	管内缺陷						
	基层处理						
喷涂	材料	温度 (°C)	压力 (psi)				
	A 料						
	B 料						
	喷涂次数	开始时间	结束时间	机器行走速度 (m/min)	喷头旋转速度 (r/min)		
	第 1 次						
	第 2 次						
	第 3 次						
...							
备注							

附录 D 施工验收记录表

工程名称					施工路段		
修复管段编号		修复施工长度		修复施工管径		内衬管管径	
建设单位				监理单位			
设计单位				施工单位			
序号	检查项目	条款	要求			检查结果	
1	材料进场检验	5.2	喷涂材料的类型、规格、性能应符合设计要求和本文件的规定。				
2	预处理质量检验	5.3	管道基层预处理效果应达到 4.3.9 条的要求				
3	涂层质量检验	5.4	涂层的表观、性能、厚度应符合设计文件要求				
4	端口质量检验	5.5	喷涂修复后的管段与相邻管段之间应密封连接				
5	管道功能性试验	5.6	管道无渗漏，端口连接密封良好				
6	归档资料检查	5.7.3	文档资料齐全且合乎要求				
施工单位 自检情况	施工员： 技术负责人： (盖章) 日期： 年 月 日						
监理单位 检查验收情况	现场监理： 专业监理工程师： (盖章) 日期： 年 月 日						

本文件用词说明

1 为便于在执行本文件条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明下列：

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”；

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”；

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”；

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

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

《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

《爆炸性环境 第 14 部分：场所分类 爆炸性气体环境》 GB 3836.14

《涂装作业安全规程 涂漆工艺安全及其通风》 GB 6514

《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第 1 部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级》 GB/T 8923.1

《缺氧危险作业安全规程》 GB 8958

《个体防护装备选用规范》 GB/T 11651

《高压水射流清洗作业安全规范》 GB 26148

《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》 GB/T 29639

《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

中国市政工程协会团体标准

市政排水管道高分子材料 喷涂施工及验收规程

Specification for construction and acceptance of polymer spraying
rehabilitation engineering of municipal drainage pipelines

T/CMEA XXX-XXXX

条文说明

目次

1 总则	1
2 术语	2
3 管道检测与评估	3
3.1 一般规定	3
3.2 管道清理	3
3.3 管道检测	3
3.4 管道评估	4
4 施工	5
4.1 一般规定	5
4.2 施工准备	6
4.3 管道预处理	7
4.4 喷涂施工	9
4.5 端口处理	12
5 质量检验与验收	13
5.1 一般规定	13
5.2 进场材料检验	13
5.3 基层质量检验	14
5.4 涂层质量检验	14
5.5 端口质量检验	15
5.6 管道功能性试验	16
5.7 工程验收	17
附录 A 超声波法检测涂层厚度	19
附录 B 露点温度对照表	20
附录 C 施工记录表	21
附录 D 施工验收自检表	22
本文件用词说明	23
引用标准名录	24

1 总 则

1.0.1 排水管道高分子材料喷涂修复技术是一种新型的非开挖修复技术，目前国内外在施工和验收环节缺乏详细的技术要求，为指导此类工程的施工和验收，保证工程施工的安全性、可靠性、科学性、耐久性，特编制此规程。

1.0.2 本文件中涉及的高分子材料主要是聚氨酯喷涂材料、聚脲喷涂材料、环氧树脂喷涂材料。排水管道材质分为金属和混凝土两类，金属材质排水管道通常以钢管、球墨铸铁等为主，混凝土基排水管道包括混凝土管和钢筋混凝土管。其它材质的排水管道经试验验证后可参照执行。

2 术 语

关于本章未提到的其它术语，如高分子材料、喷涂修复、功能性修复、半结构性修复、基层等，请参见《市政排水管道高分子材料喷涂修复工程设计指南》T/CMEA 36-2023。

3 管道检测与评估

3.2 管道清理

3.2.3 喷涂法施工对管道表面的清洗质量要求较高，本条基于国内喷涂施工企业多年来的施工经验和教训，提出了管道清理方法的指导。

3.3 管道检测

3.3.1 喷涂法形成的喷涂内衬层与原管道粘结在一起，形成一体式受力结构，而非独立受力结构，故此对原管道外的空洞和疏松区较为敏感，要求在喷涂修复前能检查到原管道周围的空洞和疏松区，并在后续的预处理阶段消除管道外的空洞和疏松区。

4 施 工

4.1 一般规定

4.1.1 喷涂施工相关的安全标准主要有：《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、《缺氧危险作业安全规程》GB 8958、《涂装作业安全规程涂漆工艺安全及其通风净化》GB 6514、《个体防护装备选用规范》GB/T 11651、《工业企业噪声控制设计规范》GB/T 50087、《呼吸防护用品的选择、使用与维护》GB/T 18664、《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》GB/T 29639 等。

4.4 喷涂施工

4.4.9

离心喷涂常用专用的喷涂机器进行施工,常用气动马达和喷雾锥是专门设计的气体驱动马达,适用于管道内表面喷涂修复涂层。设备运行过程中,压缩空气被施加于气动马达上,从而使气动马达与喷雾锥高速旋转。双组分修复涂料通过中央进料管泵入气动马达,并在喷雾锥中进行均匀混合后,通过离心作用将其喷出。设备适用修复管径 DN200-DN800,在喷涂之前,使用滑行撬或滑车将喷雾锥调节至管道中心线位置。

转速 (rpm) 是喷涂修复是否能成功的关键要素。转速决定了修复涂层的光洁度与涂层质量。转速太大会导致涂层“起伏”,转速太低会导致涂料在喷雾锥内凝胶。

4.4.10

压力喷涂又称高压无气喷涂,是指使用高压柱塞泵,直接将油漆加压,形成高压力的油漆,喷出枪口形成雾化气流作用于物体表面的一种喷涂方式。

在管道修复领域采用专用的压力喷涂机器进行施工,从而起到代替人工手持喷涂的方式。前端喷枪使用的类型与人工手持喷涂的喷枪类似,采用可在管道内部自行前进、后退、旋转、喷涂的智能化设备作为载体。

4.4.13 冬季施工达不到喷涂材料要求的温度和湿度时,宜采用通风干燥和加热烘干措施。宜在施工下料检查井联通的上游或下游检查井配备大功率通风机。

5 质量检验与验收

5.2 进场材料检验

5.2.1 高分子材料的性能应符合《市政排水管道高分子材料喷涂修复工程设计指南》T/CMEA 36-2023 的要求。

5.6 管道功能性试验

5.6.8 闭气试验的详细要求参见 GB 50268-2008《给水排水管道工程施工及验收规范》中的表 9.4.4 及附录 E：闭气法试验的有关规定。