**CECS T/CECS** XXX- 201X

中国工程建设协会标准

**给水排水管道内喷涂修复工程技术规程**

Specification for the rehabilitation of water supply and sewerage pipelines with internal spraying method

（征求意见）

2018.07.13

中国计划出版社

中国工程建设协会标准

**给水排水管道内喷涂修复工程技术规程**

Specification for the rehabilitation of water supply and sewerage pipelines with internal spraying method

T/CECS XXX: 201X

主编单位： 北京城市管理科技协会

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期： 201X年XX月XX日

中国计划出版社

2018北京

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发(2013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〔2013〕119号)的要求，规程编制组在认真总结工程实践经验，参考有关国内、外先进标准，并充分征求意见的基础上，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、安全与环境保护、质量检验与验收等。

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，由北京城市管理科技协会负责具体技术内容的解释，执行过程中如有意见或建议，请寄送解释单位（地址：北京市朝阳区农光里117号楼711房间，邮政编码：100021 ）。

**主编单位**：北京城市管理科技协会，中国地质大学（北京）

**参编单位**：

北京城建集团有限责任公司，北京北排建设有限公司，北京金河水务建设集团有限公司，北京隆科兴非开挖工程股份有限公司，北京华宇航市政建设工程有限公司，北京焕发管道修复有限公司，凯诺斯(中国)铝酸盐技术有限公司，深圳市巍特工程技术有限公司，北京市恒锋市政工程有限公司，北京市自来水集团禹通市政工程有限公司

**主要起草人**：

马孝春，马军英，赵继成，陆学兴，贾君，王远峰，鲁金会，詹明杰，王明岐，杨鹏，李文平，王鸿鹏，钟紫蓝，信金玲，焦小刚，张春海，张丽莉，张雅杰，刘伟

**主要审查人：**

**目次**

[**1 总则** 1](#_Toc517926799)

[**2 术语** 2](#_Toc517926800)

[**3 材料** 4](#_Toc517926801)

[**3.1 一般规定** 4](#_Toc517926802)

[**3.2 砂浆类** 4](#_Toc517926803)

[**3.3 环氧树脂类** 5](#_Toc517926804)

[**3.4 聚氨酯类** 5](#_Toc517926805)

[**4 检测与评估** 7](#_Toc517926806)

[**4.1 管道勘察** 7](#_Toc517926807)

[**4.2 管道清理** 8](#_Toc517926808)

[**4.3 管道检测** 9](#_Toc517926809)

[**4.4 管道评估** 9](#_Toc517926810)

[**5 设计** 10](#_Toc517926811)

[**5.1 一般规定** 10](#_Toc517926812)

[**5.2 非结构性喷涂修复** 11](#_Toc517926813)

[**5.3 半结构性喷涂修复** 13](#_Toc517926814)

[**5.4 喷涂材料用量计算** 14](#_Toc517926815)

[**6 施工** 16](#_Toc517926816)

[**6.1 一般规定** 16](#_Toc517926817)

[**6.2 管道清理及预处理** 17](#_Toc517926818)

[**6.3 喷涂施工** 17](#_Toc517926819)

[**6.4 端口连接** 20](#_Toc517926820)

[**7 安全与环境保护** 21](#_Toc517926821)

[**8 质量检验与验收** 23](#_Toc517926822)

[**8.1 一般规定** 23](#_Toc517926823)

[**8.2 预处理验收** 25](#_Toc517926824)

[**8.3 管道喷涂修复施工验收** 25](#_Toc517926825)

[**8.4 端口连接验收** 29](#_Toc517926826)

[**8.5 管道功能性试验与冲洗消毒验收** 29](#_Toc517926827)

[**8.6 工程竣工验收** 29](#_Toc517926828)

[**附录A** 31](#_Toc517926829)

[**本规程用词说明** 32](#_Toc517926830)

[**引用标准名录** 33](#_Toc517926831)

**Contents**

1 General provisions 1

2 Terms 2

3 Materials 4

3.1 General requirements 4

3.2 Mortar 4

3.3 Epoxy resin 5

3.4 Polyurethane 5

4 Inspection and evaluation 7

4.1 Pipeline survey 7

4.2 Pipeline cleaning 8

4.3 Pipeline inspection 9

4.4 Pipeline evaluation 9

5 Design 10

5.1 General requirements 10

5.2 Non-structural spraying 11

5.3 Semi-structural spraying 13

5.4 Calculation of the dosage of spraying materials 14

6 Construction 16

6.1 General requirements 16

6.2 Pipeline cleaning and pre-processing 17

6.3 Spray construction 17

6.4 Pipe end connection 20

7 Safety and environmental protection 21

8 Quality inspection and acceptance 23

8.1 General requirements 23

8.2 Acceptance of pre-processing 25

8.3 Acceptance of pipeline spraying construction 25

8.4 Acceptance of pipe end connection 29

8.5 Acceptance of pipeline function test and washing and disinfection 29

8.6 Final acceptance 29

Appendix A 31

Explonation of wording in this specification 32

List of quoted standards 33

Addition: Explonation of provisions 34

**1 总则**

**1.0.1** 为使给水排水管道内喷涂修复工程做到技术先进、安全可靠、经济合理、保证质量，减少环境污染，制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于给水排水管道内喷涂修复工程的评估、设计、施工和验收。

**1.0.3** 给水排水管道内喷涂修复工程的评估、设计、施工和验收，除应符合本规程的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

**2 术语**

**2.0.1 管道内喷涂修复 pipeline rehabilitaitn with internal spraying**

向管道内壁喷涂材料，形成涂层的管道修复工艺。按喷涂作业方法分为人工喷涂修复和机械喷涂修复；按结构作用分为非结构性喷涂修复和半结构性喷涂修复。

**2.0.2 人工喷涂修复 manual spraying rehabilitation**

通过人工移动喷头在管道内进行喷涂的管道修复工艺。

**2.0.3 机械喷涂修复 machinery spraying rehabilitation**

利用机械装置在管道内喷涂的管道修复工艺。按作业方法分为离心喷涂修复、旋风内喷涂修复等。

**2.0.4 离心喷涂修复 centrifugal spraying rehabilitation**

利用喷头旋转时的离心力，将材料均匀喷涂到管道内壁的管道修复工艺。

**2.0.5 旋风内喷涂修复 swirl wind spraying rehabilitation**

以压缩空气在管道内形成的旋转气流为动力，携带液体涂料，并使之均匀涂覆在管道内壁的管道修复工艺。

**2.0.6 非结构性喷涂修复 non-structural spray rehabilitation**

不承受荷载作用的管道喷涂修复技术。

**2.0.7 半结构性喷涂修复 semi-structural spray rehabilitation**

能够承受外部地下水压力和管道内部真空压力荷载作用的管道喷涂修复技术。

**2.0.8 基层 base course**

对涂层起支撑作用的原有管道底材层，如混凝土层、砂浆层、金属表面层或玻璃钢层等。

**2.0.9 底涂料 primer**

涂覆在基层上，用于增强涂层与基层之间的粘结力，以及封闭基层缺陷、阻隔水汽的一层涂料。也称底漆。

**2.0.10 层间处理剂 interlayer treatment agent**

涂覆在已固化涂层表面，用于增强涂层之间粘结强度的材料。

**2.0.11 涂层 coating**

喷涂材料固化后形成的结构。

**2.0.12 涂层附着力 coating adhesive force**

涂层与基层间的结合力。通常采用涂层粘结力、涂层剥离强度表达。

**2.0.13 涂层厚度 coating thickness**

最终涂层表面与基层表面间的距离。

**2.0.14 湿膜厚度 wet film thickness**

涂料未固化时的涂层厚度。

**2.0.15 干膜厚度 dry film thickness**

涂料固化后的涂层厚度。

**3 材料**

**3.1 一般规定**

**3.1.1** 主要材料的进场验收应检查每批产品的质量合格证书、性能检验报告、使用说明书等，应符合本规程的规定和设计要求。

**3.1.2** 喷涂材料的标志、包装、运输和贮存应符合下列规定：

**1** 包装容器必须密封，容器表面应标明材料名称、生产厂名、重量、生产编号。

**2** 应按生产厂商要求或推荐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，并远离火源。

**3.1.3** 给水管道修复用喷涂材料应符合《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评估标准》GB/T 17219的要求。

**3.1.4** 排水管道修复用喷涂材料不得对排水水质造成二次污染。

**3.2 砂浆类**

**3.2.1** 用普通硅酸盐水泥砂浆喷涂修复给水管道时，水泥砂浆原材料的性能应符合《城镇给水管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 244-2016第4.0.5条的规定。

**3.2.2** 用无机防腐砂浆喷涂修复排水管道时，其性能应符合表3.2.2的规定。

表3.2.2 排水管道喷涂无机防腐砂浆产品性能要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 普通修复 | 快速修复 | 检测方法 |
| 无机材料成分 (%) | ≥ 97 | ≥ 97 | GB/T 29756-2013 |
| 可工作时间 (min) | ≥ 60 | ≥ 60 | JC/T 2381-2016 |
| 可恢复通水时间 (h) | ≤24 | ≤ 2~ 6 | JC/T 2381-2016 |
| 1天抗压强度 (MPa) | ≥ 10 | ≥ 15 | GB/T 17671 |
| 28天抗压强度 (MPa) | ≥ 20 | ≥ 30 | GB/T 17671 |
| 1天抗折强度 (MPa) | ≥ 2 | ≥ 4 | GB/T 17671 |
| 28天抗折强度(MPa) | ≥ 4 | ≥ 6 | GB/T 17671 |
| 拉伸粘结强度 (MPa) | ≥ 1.0 | ≥ 1.0 | JC/T 2381-2016 |
| 抗渗压力 (MPa) | ≥ 1.5 | ≥ 1.5 | JC/T 2381-2016 |
| 防腐蚀类型 | 硫化氢、弱酸、海水、硫酸盐等腐蚀 | | JC/T 2381-2016 |

**3.2.3** 使用聚合物水泥砂浆喷涂修复排水管道时，其性能应满足《混凝土结构修复用聚合物水泥砂浆》JG/T 336-2011的B型产品的力学性能要求。

**3.3 环氧树脂类**

**3.3.1** 用环氧树脂喷涂修复给水管道时，其性能应符合《城镇给水管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 244-2016第4.0.6条的规定。

**3.3.2** 与环氧树脂配套使用的稀释剂应使用优级食用酒精，其乙醇浓度不得小于95.5％，其感官要求、理化指标应符合《食用酒精》GB 10343的相关规定。

**3.4 聚氨酯类**

**3.4.1** 给水管道喷涂用聚氨酯涂料的基本性能应符合表3.4.1的规定。

表3.4.1 给水管道喷涂聚氨酯脂涂料的基本性能

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 合格值 | | 试验方法 |
| 1 | 外观 | 组份A | 组份B | 目测 |
| 与说明书一致 | 与说明书一致 |
| 2 | 不挥发性，% | 100 | 100 |  |
| 3 | 流挂性能，mm | ≥1 | | GB/T 9264 |
| 4 | 胶化时间@20℃，s | ≤60 | | GB/T 1728 |
| 5 | 表干时间，min | ≤3 | | GB/T 1728 |
| 6 | 硬干时间（可进行CCTV检测时间），min | ≤10 | | GB/T 1728 |
| 7 | 所需总固化时间，min | 60 | | GB/T 1728 |
| 8 | 混合比例 | 按使用说明 | | 量杯及电子秤 |
| 9 | 固含量，% | ≥97 | |  |
| 10 | 挥发性有机物（VOC）， g/L | 0 | | EPA方法24 |
| 11 | 双酚A含量 | 无 | | EPA方法1311 |

**3.4.2** 高强度聚氨酯用于给水排水管道的半结构性修复、防渗和防腐工程时，其性能应符合表3.4.2的要求。

表3.4.2 给水排水管道喷涂高强度聚氨酯性能要求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项 目 | 性能要求 | 试验方法 |
| 固体含量（％） | ≥98 | GB/T 16777 |
| 表干时间（s） | ≤120 | GB/T 16777 |
| 拉伸强度（MPa） | ≥45 | GB/T 16777 |
| 断裂伸长率（%） | ≥2 | GB/T 16777 |
| 短期弯曲模量（MPa） | ≥4800 | GB/T 16777 |
| 短期弯曲强度（MPa） | ≥85 | GB/T 16777 |
| 粘结强度（MPa） | ≥2 | GB/T 16777 |
| 抗压强度（MPa） | ≥105 | GB/T 16777 |
| 硬度（邵D） | ≥80 | GB/T 16777 |
| 不透水性（0.4MPa2h） | 不透水 | GB/T 16777 |

**4 检测与评估**

**4.1 管道勘察**

**4.1.1** 给水排水管道内喷涂工程设计前应详细调查原有管道的基本概况、工作坑位的工程地质和水文地质条件、现场施工环境。

**4.1.2** 给水管道基本概况调查宜包括以下内容：

**1** 调查内容：管道位置、走向、埋深、管道内径(或截面尺寸)、壁厚、长度、工作压力；管道材质、接口型式、管道弯曲情况；管道上阀门、配件、支管的数量和位置；以往的施工工艺、管道基础、维修、运行情况等。

**2** 复测内容：管道内径或截面尺寸、管道壁厚、周长、椭圆度、管道长度等参数。

**4.1.3** 排水管道基本概况调查宜包括以下内容：

**1** 调查内容：管道位置、走向、埋深，管道内径(或截面尺寸)、变径、壁厚、井距、高程变化、淤泥厚度、污水充满度；材质、接口型式、跌落井，支管接入的数量、位置；水流速度、有害气体成分及浓度；以往的施工工艺、管道基础、维修、运行情况等。

**2** 复测内容：管道内径或截面尺寸、管道壁厚、井距、淤泥厚度、污水充满度、硫化氢浓度、变径、跌落井，支管接入的数量、位置等参数。

**4.1.4** 工作坑位的工程地质和水文地质条件勘察宜调查以下内容：

**1** 工作坑位处土的种类及分布、地下水的埋深及类型、地下已有管线分布。

**2** 对于地下水的调查还应考虑季节的影响，以及原有管道附近的渗漏管线。

**4.1.5** 现场施工环境调查应包括以下内容：

**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 排水管道施工现场导流条件调查。应了解现场污水导流对河道的影响、污水导流对地下室的影响、合流管道和雨水管道封堵及导流对防汛的影响。

**4.2 管道清理**

**4.2.1** 应对给水排水管道进行必要的清理，达到损坏状况调查与评估工作要求的条件。

**4.2.2** 给水管道清理前进行的工作应符合下列规定：

**1** 应确定修复管道的分段、断开管道的位置、断开管道的时段及总时长；

**2** 断管前应预先通知相关部门或用户；

**3** 断管前宜在拟喷涂修复管道两端各开挖一个工作坑。

**4.2.3** 排水管道清理前进行的工作应符合下列规定：

**1** 根据管道淤积情况及污水充满度，确定是否需要断水清淤；

**2** 根据管道破损和腐蚀状况，确定可以保证管道安全的清淤工具；

**3** 当需要断水清淤时，落实封堵、导水方案，并通知污水厂、泵站、防汛等相关部门。

**4.2.4** 给水管道清洗方法宜选择：

**1** 金属结构宜采用超高压溶剂水射流（水压力为34MPa~69MPa）或喷砂处理（级别为SSPC-SP1或NACE NO.2）；对于侵蚀较浅的部分，需要凿毛处理。

**2** 一般混凝土或钢筋混凝土结构，宜采用16MPa~34MPa高压清洗车清洗工作段表面，清洗掉表面的所有杂质、油污、松散结构。

**4.2.5** 排水管道清洗方法宜选择：

**1** 管径小于600mm的管道，宜采用高压冲洗车或绞车进行管道清淤；

**2** 管径大于600mm并小于1000mm的管道，宜采用高压冲洗车冲洗；

**3** 管径大于等于1000mm的管道或方沟，宜采用人工清淤。

**4.2.6** 排水管道清淤时应遵守以下规定：

**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泥及垃圾等进行清理。

**2** 清洗产生的污水和污物应从检查井内排出，污物应按现行行业标准《城镇排水管渠与泵站维护技术规程》CJJ 68的有关规定执行。

**3** 专业清淤人员应持证上岗。

**4** 清淤施工过程中，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。

**4.2.7** 清理出的废弃物应随清随运。

**4.3 管道检测**

**4.3.1** 管道损坏状况调查应包括损坏类型、位置、尺寸及损坏程度。

**4.3.2** 管道损坏状况调查宜采取无损检测(摄像检测、声纳检测、激光检测、听漏检测、潜望镜检测)、人工目测、试压测试、取样测试相结合的方法。

**4.3.3** 人员进入到给水排水管道内部进行目测拍照、录像、测量等工作时，应符合如下规定：

**1** 人工检测仅适用于直径不小于800mm的管道；

**2** 人工检测距离一次不宜超过100m；

**3** 采用人工检测时，管道内积水深度不宜超过管径的15%，且不得大于0.5m，管内水流流速不得超过0.3m/s，否则应采取封堵上游入水口或设置临时排水等措施；

**4** 井下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。

**6** 当人员进入排水管道检测时，还应满足《城镇排水管道维护安全技术规程》CJJ 6-2009和《城镇排水管渠与泵站运行、维护及安全技术规程》CJJ 68-2016的规定。

**4.3.4** 给水管道的检测应遵守《城镇给水管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 244-2016第5章检测与评估中有关检测的规定。

**4.3.5** 排水管道的检测应遵守《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ 181-2012中有关检测的规定。

**4.4 管道评估**

**4.4.1** 管道评估应由管理单位或业主组织专业技术人员或第三方专业检测机构进行，并应提供管道检测与评估报告。

**4.4.2** 管道质量评估以管段为最小评估单位，对多个管段或区域进行检测时应做总体评估。

**4.4.3** 给水管道的评估应遵守《城镇给水管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 244-2016第5章检测与评估中有关评估的规定。

**4.4.4** 排水管道的评估应遵守《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ 181-2012中有关评估的规定。

**5 设计**

**5.1 一般规定**

**5.1.1** 给水排水管道内喷涂修复工程的设计应以原有管道检测与评估报告为基础。

**5.1.2** 管道内喷涂修复设计，宜遵守以下规定：

**1** 管体结构完好或含有轻微结构性缺陷的原有管道，适合采用管道内喷涂修复；

**2** 利用原有管道结构进行半结构性喷涂修复的管道，其设计使用年限应不低于原有管道结构的剩余设计使用期限。对于混凝土管道，半结构性喷涂修复后的最长设计使用年限不宜超过30年。

**3** 管道内喷涂修复可采用局部喷涂修复，当管段缺陷为整体缺陷时，应采用整体修复。

**5.1.3** 管道内喷涂设计至少应包括以下内容：

**1** 管道预处理后的状态；

**2**内喷涂修复管道的承载能力；

**3** 内喷涂修复管道的过流能力；

**4** 对涂层质量检验的具体要求；

**5** 对工作坑处的相邻管段的连接、工作坑内管道外防腐进行说明；

**6** 内喷涂修复管道的运营清理要求；

**7** 喷涂工艺；

**8** 涂层厚度。

**5.1.4** 给水管道内喷涂修复工艺宜按表5.1.4选择。

表5.1.4 给水管道内喷涂修复工艺选择

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 喷涂工艺名称 | 适用范围及使用条件 | | | |
| 修复适用管内径 (mm) | 适用喷涂的底材 | 弯头转角(°) | 修复类型 |
| 水泥砂浆手工喷涂 | ≥1100 | 混凝土、金属 | ― | 非结构性 |
| 水泥砂浆离心喷涂 | ≥100 | 混凝土、金属 | 11.25 | 非结构性 |
| 环氧树脂旋风内喷涂 | ＜200 | 混凝土、金属 | ― | 非结构性 |
| 环氧树脂离心喷涂 | ［200，600］ | 混凝土、金属 | 11.25 | 非结构性 |
| 聚氨酯离心喷涂 | ［100，900］ | 金属 | 11.25 | 非结构性 |
| 高强度聚氨酯手工喷涂 | ≥1000 | 混凝土、金属 | ― | 非结构性 |

**5.1.5** 排水管道内喷涂修复工艺宜按表5.1.5选择。

表5.1.5 排水管道内喷涂修复工艺选择

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 喷涂工艺名称 | 适用范围及使用条件 | | | |
| 修复适用管内径 (mm) | 适用喷涂的底材 | 修复类型 | 非结构性喷涂厚度(mm) |
| 无机防腐砂浆、聚合物砂浆手工喷涂 | ≥800 | 混凝土、钢、铸铁 | 非结构性 | 6～50 |
| 无机防腐砂浆、聚合物砂浆离心喷涂 | ≥300 | 混凝土、钢、铸铁 | 非结构性 | 6～24 |
| 高强度聚氨酯人工喷涂 | ≥1000 | 混凝土、钢、铸铁 | 非结构性、半结构性 | 3~8(半结构性修复时按计算确定) |

**5.1.6** 喷涂工作坑的设计应满足以下要求：

**1** 工作坑位置宜设置在管道阀门、转角、变径或分支管处。

**2** 一个喷涂段的两个工作坑间距应控制在施工能力范围内。

**3** 工作坑尺寸应根据原有管道埋深、具体工艺等确定。

**4** 工作坑的探槽开挖、降排水、工作坑开挖、支护或放坡、回填等应符合《给水排水管道工程施工及验收规范》GB/T 50268的有关规定。

**5.1.7** 当出现以下情况时，应提出处理要求：

1 原有管道存在管节错位、不均匀沉降；

2 管道内壁不平整、不连续等缺陷；

3 混凝土管道存在阴角、阳角及接缝。

**5.2 非结构性喷涂修复**

**5.2.1** 给水管道非结构性喷涂修复宜按如下规定进行：

**1** 在钢管或铸铁管内壁上喷涂水泥砂浆时，喷涂厚度与厚度允许偏差宜按表5.2.1-1确定。

表5.2.1-1 水泥砂浆喷涂钢管或铸铁管时的厚度及其允许偏差

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 管道内、外径或公称直径(mm) | 水泥砂浆手工喷涂法 | | 水泥砂浆离心喷涂法 | |
| 喷涂厚度(mm) | 厚度允许偏差(mm) | 喷涂厚度(mm) | 厚度允许偏差(mm) |
| 300～700 | ― | ― | 8 | +2  -2 |
| 800～1000 | ― | ― | 10 | +2  -2 |
| 1100～1500 | 14 | +3  -2 | 12 | +3  -2 |
| 1600～1800 | 16 | +3  -2 | 14 | +3  -2 |
| 2000～2200 | 17 | +4  -3 | 15 | +4  -3 |
| 2400～2600 | 18 | +4  -3 | 16 | +4  -3 |
| ＞2600 | 20 | +4  -3 | 18 | +4  -3 |

**2** 喷涂环氧树脂涂料时，喷涂厚度宜按表5.2.1-2确定。

表5.2.1-2 环氧树脂喷涂厚度

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 管道公称直径(mm) | 湿膜厚度(mm) | 干膜厚度(mm) |
| 15～25 | ≥0.25 | ≥0.20 |
| 32～50 | ≥0.25 | ≥0.20 |
| 65～100 | ≥0.32 | ≥0.25 |
| 150～600 | ≥0.38 | ≥0.30 |

**3** 喷涂聚氨酯涂料时，喷涂厚度宜按表5.2.1-3确定。

表5.2.1-3聚氨酯喷涂厚度

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 管道公称直径(mm) | 干膜厚度(mm) | 厚度允许偏差(mm) |
| 100～610 | 1.2 | ±0.3 |
| 700～900 | 2 | ±0.5 |

**4** 喷涂高强度聚氨酯涂料时，喷涂厚度宜按表5.2.1-4确定。

表5.2.1-4高强度聚氨酯手工喷涂厚度

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 管道类型 | | 喷涂厚度(mm) |
| 管道公称直径(mm) | 1000～1200 | 3 |
| 1300～1500 | 4 |
| ≥1600 | 5 |
| 箱涵跨度(mm) | 1000～1400 | 4 |
| 1400～1700 | 5 |
| 1700～2000 | 6 |
| ＞2000 | 7 |

**5.2.2** 排水管道非结构性喷涂修复宜按如下规定进行：

**1** 无机防腐砂浆、聚合物砂浆喷涂时，喷涂厚度宜按表5.2.2确定。

表5.2.2 排水管道内喷涂厚度选择

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 喷涂工艺名称 | 修复适用管内径 (mm) | 非结构性喷涂厚度(mm) |
| 无机防腐砂浆、聚合物砂浆手工喷涂 | ≥800 | 10～50 |
| 无机防腐砂浆、聚合物砂浆离心喷涂 | ≥300 | 10～24 |

**2** 高强度聚氨酯人工喷涂时，喷涂厚度的确定方法与给水管道的规定一致。

**5.3 半结构性喷涂修复**

**5.3.1** 当给水排水管道喷涂工程设计为半结构性修复时，应进行喷涂层结构强度设计计算，并应满足非结构性修复喷涂层厚度的最小要求厚度。

**5.3.2** 给水排水圆形管道半结构性喷涂修复

**1** 喷涂内衬管的最小壁厚应符合(5.4.2-1)式要求。

式中：

喷涂内衬管壁厚(mm)；

喷涂内衬管外径(mm)；

管外土体对管道的圆周支持率，取7.0；

喷涂内衬管的长期弯曲模量(MPa)，长期弯曲模量可取为短期弯曲模量的50%；

原有管道椭圆度折减系数，按(5.4.2-2)式计算；

喷涂内衬管的管顶地下水压力和管内真空压力之和(MPa)。地下水压力的取值应按GB 50332确定；排水管道内部的真空压力取0，给水管道内部的真空压力取0.5MPa。

安全系数，取2.0；

泊松比，宜由厂家提供。无经验时也可参考如下数据取值：水泥砂浆取0.16，聚合物水泥砂浆取0.18，环氧树脂取0.38，聚氨酯取0.42，高强度聚氨酯取0.45；

式中：

原有管道的椭圆度（%)，按式(5.4.2-3)或式(5.4.2-4)计算，当无法计算时，可取2.0；

式中：

原有管道的平均内径（mm)；

原有管道的最小内径（mm)；

原有管道的最大内径(mm)。

**2** 当喷涂管道位于地下水位以上时，喷涂内衬管的标准尺寸比(SDR)不得大于100。

**3** 当喷涂内衬管椭圆度不为零时，喷涂内衬管的最小壁厚值还应满足(5.4.2-5)式要求：

式中：

喷涂内衬管的标准尺寸比，按(5.4.2-6)式计算；

喷涂内衬管的长期弯曲强度(MPa)，宜取短期弯曲强度的72%。

内衬管的标准尺寸比按下式计算：

**5.3.3** 给水排水矩形管道半结构性喷涂厚度宜参照相关设计理论确定，或根据试验结果确定。

**5.4 喷涂材料用量计算**

**5.4.1** 根据施工管段的管道长度、内径、裕度系数、喷涂厚度和材料的固体含量，确定喷涂材料用量。

**5.4.2** 喷涂材料用量宜按式(5.5.2)计算：

式中：喷涂材料用量(kg)；

裕度系数，宜根据施工经验确定，或喷涂试验确定。砂浆类宜取1.05~1.20，其它类涂料宜取1.05～1.50；

施工管段内径(m)；

施工管段长度(m)；

喷涂厚度(m)；

喷涂材料密度(kg/m3)。

**6 施工**

**6.1 一般规定**

**6.1.1** 管道内喷涂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** 应编制施工组织设计或专项施工方案，并在审批后执行。

**6.1.3** 施工对用户用水产生影响时，应按现行行业标准《城镇供水服务》CJ/T 316的有关规定采取相应措施。

**6.1.4** 涉及道路开挖与回填、交通导行的工程应按要求报批。

**6.1.5**应根据工程特点合理选用施工设备，并应有设备总体配置方案。对于季节性施工、重要工程、不宜间断的工程，应有满足施工要求备用的动力和设备。

**6.1.6** 喷涂设备应由专业技术人员管理和操作，机械喷涂作业人员应接受过岗位技能教育及安全培训。

**6.1.7** 喷涂工程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** 作业过程中，应进行过程控制和质量检验。喷涂施工的每道工序完成后，经过检查合格后，方可进行下道工序的施工，并应采取成品保护措施。检查不合格时，重新进行上一道工序的施工，并经重新检验其质量后再决定是否进行下一道工序的施工。

**6.1.9** 作业过程应有完整的施工工艺记录。

**6.1.10** 喷涂预处理施工前应完成喷涂施工场地准备、工作坑的开挖与支护、管道断管工作。

**6.1.11** 给水排水管道施工前断管、封堵、导流工作应符合4.2.2或4.2.3的要求。

**6.1.12** 当管道需采取临时排水措施时，应符合下列规定：

**1** 对原有管道进行封堵应按CJJ 68执行；

**2** 当管堵采用充气管塞时，应随时检查管堵的气压，当管堵气压降低时应及时充气；

**3** 当管堵上、下游有水压力差时，应对管堵进行支撑；

**4** 临时排水设施的排水能力应能确保各修复工艺的施工要求。

**6.2 管道清理及预处理**

**6.2.1** 喷涂施工前，应对清淤或管道内表面清洗后的管道进行预处理，包括堵漏、切除突出部位、填补结构缺陷、除锈或除垢、干燥通风等工作。

**6.2.2** 管道清理及预处理的效果，应符合设计要求，并应满足下列规定：

1 预处理后的原有管道内应无积水、沉积物、垃圾及其他障碍物。

2预处理后的原有管道内壁表面应洁净，应无影响喷涂的结垢、铁锈、油污、油脂、灰尘、粉尘、浮浆等附着物，无尖锐毛刺、焊渣，无结构孔隙。

3预处理后的原有管道壁应无漏水、渗水点。

4环氧树脂与聚氨酯喷涂的给水管道底材预处理后表面应满足《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的有关规定。

5钢质给水管道底材预处理后的除锈等级应符合设计要求，或达到GB/T 8923中规定的Sa2.0级或St2.0级的要求。

6 原有管基层与基层局部处理混凝土应该紧密贴合，阴角和阳角处过渡平顺。

7 高强度聚氨酯基层喷涂前，基层表面温度应≥5℃，环境温度≥15℃，管道内壁表面触干，环境相对湿度≤85%，并应强制通风。

**6.2.3** 预处理前应采取断水或导水措施，满足施工要求。

**6.2.4** 对有缺陷的管道基础应按设计要求进行处理。

**6.2.5** 管道清理及预处理时，不得对原有管道结构造成破坏。

**6.2.6** 预处理作业中发现病害比原设计文件严重时，应停止预处理作业并与设计单位沟通。

**6.2.7**预处理后至少用CCTV、人工目测、试压检测、取样检测等方法中的一种方法进行检测，并记录、保存检测结果。

**6.2.8** 管道清理与清洗产生的污水和污物应按《城镇排水管渠与泵站维护技术规程》CJJ 68中的有关规定处理。

**6.3 喷涂施工**

**6.3.1 给水管道喷涂施工**

**1** 砂浆类喷涂施工

1)水泥砂浆喷涂宜采用机械喷涂。当管径大于1100mm时，可采用手工喷涂或涂抹。

2)采用机械喷涂时，弯头、三通等特殊管件和邻近闸阀的管段可采用手工喷涂，并应采用光滑的渐变段与机械喷涂的衬里相接。

3)水泥砂浆喷涂作业结束后，管端口应及时进行密封，不能及时密封时应采取保护措施。

4)在金属基层上喷涂砂浆时，处理后的基层应符合如下要求：（1）金属基层应干净，无焊渣、毛刺、铁锈、油污、浮尘等杂质。（2）金属基层除锈等级不低于Sa2级或St2.0级。（3）焊缝和搭接部位预先用砂浆找平。

5)在混凝土基层上喷涂砂浆时，处理后的基层必须坚固、密实，不得有起砂、起壳、油污等现象。

6)普通硅酸盐水泥砂浆喷涂后需进行养护作业。

**2** 环氧树脂类喷涂施工

1)喷涂环氧树脂前，宜保持管道内表面干燥。

2)环氧树脂喷涂可采用离心喷涂或旋风内喷涂工艺。

3)为保证管道除锈效果和液体环氧涂料涂覆的质量，每次拟修复的管道施工段的长度应符合表6.3.1-1的要求。

表6.3.1-1 拟修复管道施工段长度

|  |  |
| --- | --- |
| 管径（mm） | 拟修复的管道施工段长度（m） |
| ≤DN100 | ≤200 |
| >DN100 | ≤150 |

4)环氧树脂涂料的混配应根据产品说明书的要求确定。

5)环氧树脂气体喷涂作业应喷涂两次以上，每次喷涂应在前一次喷涂达到表干后方可进行。

6)环氧树脂离心喷涂作业应通过多次喷涂达到设计内衬厚度，第一道底漆喷涂宜在喷砂除锈后1h内完成，每次喷涂应在前一次喷涂层达到表干后方可进行。

7)环氧树脂喷涂后应进行养护作业。

8)环氧树脂喷涂及养护作业完成后，管端口应及时进行密封，不能及时进行密封的应采取保护措施。

9)当涂层表干后，在所修复的管道内注入洁净的自来水进行浸泡，浸泡10分钟后用自来水进行冲洗。

10)管道冲洗完毕，应在现场取水，进行余氯及浊度检测，合格后方可接通给水管道恢复供水，表干后的环氧涂层在水中将继续固化直至完全固化。

11)环氧树脂喷涂施工应记录预处理、树脂混配、喷涂、养护、压力试验、冲洗与消毒等工艺过程与参数。

**3** 聚氨酯喷涂施工

1)聚氨酯喷涂宜采用自动化喷涂机进行施工。

2)聚氨酯喷涂作业的环境温度应符合厂方说明书要求。

3)聚氨酯喷涂后的养护时间应根据厂方说明书进行，且至少应养护到喷涂结束后30分钟。

4)喷涂后的器具及储料罐清洗、余料处理应根据使用说明进行。

5)聚氨酯喷涂及后续清洗、消毒作业完成后，管端口应及时进行密封，不能及时进行密封的应采取保护措施。

6）聚氨酯喷涂施工应记录预处理、喷涂、压力试验、冲洗与消毒等。喷涂记录内容宜结合设备自动记录内容，包括现场施工日期和内壁喷涂修复时厚度、温度、时间、固化喷涂长度等。

**4** 高强度聚氨酯喷涂施工

1. 高强度树脂喷涂宜采用手工喷涂施工，施工管道直径宜大于1000mm。
2. 混凝土基底应做到表面坚固、密实、干燥、无尖锐突出物，钢铁和铝材应做NACE No.2级喷砂处理，或SSPC-SP1级溶剂清洗，在做表面清理的过程中，应添加防锈剂。
3. 基层温度不小于15℃，环境温度不小于5℃，相对湿度小于85%。

4）高强度树脂喷涂后的养护时间控制在喷涂结束后30分钟。

**6.3.2 排水管道喷涂施工**

**1** 无机防腐砂浆喷涂施工

1)表面准备应符合喷涂前预处理要求。

2)大面积修复时，可增设一层玻璃纤维网格布或者钢筋网。

3) 喷涂的水泥砂浆达到终凝后，应立即进行保湿养护，保持涂层湿润状态时间应在7d以上；达到设计规定的养护期限后，应及时投入使用。

**2** 聚合物水泥砂浆喷涂施工

1)聚合物水泥砂浆施工环境宜为10~30℃，当低于5℃时，应采取加热保温措施，不宜在大风天气、雨天、或阳光直射的高温环境下施工，不应在养护期小于3d的砂浆面和混凝土基层上施工。

2)喷涂聚合物水泥砂浆前，底层应先刷涂一遍聚合物水泥净浆，宜薄而均匀，然后喷涂聚合物水泥砂浆。喷涂完毕后，宜人工一次抹平，不宜反复抹压，遇有气泡时应刺破，使表面密实。

**3** 高强度聚氨酯喷涂施工

1)表面准备应符合喷涂前预处理要求。

2)直径≥1500mm的管道，需要沿轴线和环向进行切槽处理。

3)喷涂施工前应使环境温度保持在5℃及以上、相对湿度小于85%，基层表面温度不低于15℃。必要时可利用间接式加热器对基层进行烘干。

4)喷涂料混配应符合产品供应商的要求。

5)喷涂施工前，材料需进行热处理至设计温度。

6)喷涂作业施工应符合高强度聚氨酯喷涂工艺要求。

7)涂层修补应符合涂层厚度及缺陷处理要求。

**6.4 端口连接**

**6.4.1**管道断开部位的端口连接应符合设计或施组的要求。

**6.4.2** 喷涂作业完工后，连接给水管道时不得直接在端口连接处涂层上凿孔、打洞、敲击。严禁直接对端口喷涂材料进行明火烘烤、热熔沥青材料等施工。

**7 安全与环境保护**

**7.0.1** 管道内喷涂修复工程应符合以下基本要求：

**1** 施工应符合现行施工安全、职业健康、消防规范的要求。

**2** 应符合有限空间作业的有关规定。

**3** 给水管道内喷涂修复施工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及有限空间作业的有关规定。

**4** 排水管道内喷涂修复施工采取的安全措施应符合现行行业标准《城镇排水管道维护安全技术规程》CJJ 6的要求。

**5** 发现有异常情况时应立即采取措施、撤离或进行救治。

**6** 当施工需进行局部开挖时，开挖前应取得相关部门的批准。

**7** 作业前及作业中应对作业管段进行强制通风，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** 现场应将施工形成的固体废弃物、废溶剂回收处理。严禁现场随意丢弃、倾倒、排放固体废弃物和环境有害物质。

**7.0.2** 喷涂作业人员应符合以下要求：

**1** 从事管道喷涂作业的人员应经过培训，取得相应资格后方可上岗。

**2** 喷砂和喷涂时，应穿防护服，戴防护口罩和护目镜，遵守《呼吸防护用品的选择、使用与维护》GB/T 18664-2002的规定。

**3** 进入施工现场人员禁止吸烟，必须佩戴安全帽、防毒面具及穿反光背心。

**4** 作业小组至少由三人组成，进入管道内的作业应留一人在井室内负责联络。

**7.0.3** 喷涂作业设备应符合以下要求：

**1**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** 管道除锈、涂覆生产过程中，所有机械设施的转动和运动部位应设有保护罩等保护设施。

**3** 准备必要的清淤检测仪器、防毒面具和救生工具。

**7.0.4** 喷涂作业环境应符合以下要求：

**1** 管道基层表面除锈处理和喷涂作业时，空气中的粉尘含量及有害物质浓度应符合国家现行标准《涂装作业安全规程涂漆工艺安全及其通风净化》GB 6514的规定。

**2** 管道内喷涂时应符合《缺氧危险作业操作规程》GB 8958的要求。

**3** 涂覆生产的安全、环保应符合《涂装作业安全规程涂漆前处理工艺及通风净化》GB 7692的要求。

**4** 管道除锈、涂覆生产过程中，各种生产设备的噪声应符合《工业企业噪声控制设计规范》GB 50087-2013的有关规定。

**5** 在各类危险区域设置明显的标志、警示牌及防护围拦。

**6** 严禁在雨天、雪天、六级风及以上时实施露天喷涂作业。

**8 质量检验与验收**

**8.1 一般规定**

**8.1.1** 管道喷涂修复工程的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 的有关规定和设计文件的要求。

**8.1.2** 给水排水管道的单位工程、分部工程、分项工程的划分应符合表8.1.2的规定。

表8.1.2 给水排水管道喷涂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 1 个施工合同或视工程规模按 1 个路段、1 种施工工艺，分为 1 个或若干个） | | |
| 分部工程 | 分项工程 | 分项工程验收批 |
| 两工作坑之间 | 1 工作坑（降排水、围护结构、开挖、坑内布置） | 每座 |
| 2 原有管道预处理 | 两工作坑之间 |
| 3 喷涂施工 |
| 4 端口连接与处理 |
| 5 管道试压与清洗、消毒 |

注：1当工程仅有 1 个喷涂段（两工作坑之间），则该分部工程可视同单位工程。

2 端口连接，一般为给水管道涉及，重力排水管道基本不涉及。

**8.1.3** 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。

**8.1.4** 工作坑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。

**8.1.5** 对施工过程中需要检查、验收的资料应进行核实，符合设计文件、施工组织设计要求的管道方可进行管道功能性试验。

**8.1.6** 使用的计量器具和检测设备应经鉴定合格，且在鉴定有效期内。

**8.1.7** 修复后的表面检测应采用CCTV设备对管道内表面质量进行检测。当管道内径不小于800mm时可采用目测进行。

**8.1.8** 管道喷涂修复工程应在验收合格后交付使用。

**8.1.9** 现场检验和抽样检验须认真做好检验记录并存档。检验记录内容包括：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、修复的长度、涂料名称、生产厂家、生产日期、质量检验项目等内容。

**8.1.10** 喷涂主要原材性能检测项目、检测频度、方法按表8.1.10执行。

表8.1.10 喷涂主要原材性能检测方法

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 原材名称 | 检测项目或试件制作、抽样数量 | 检测方法 |
| 1 | 人工或离心内喷涂的普通硅酸盐水泥砂浆 | 7天与28天抗压强度、7天与28天抗折强度、28天拉伸粘结强度、28天干缩率 | JC/T 2381 |
| 初凝时间、终凝时间 | JGJ 70 |
| 2 | 旋风内喷涂的环氧树脂 | 涂料固体体积含量，% | SY/T 0457 |
| 耐冲击性，cm | GB/T 1732 |
| 柔韧性 ，mm | GB/T 1731 |
| 附着力（级） | GB/T 1720 |
| 干燥时间 | GB/T 1728 |
| 3 | 离心内喷涂的环氧树脂 | 涂料固体体积含量，% | GB 1725 |
| 耐冲击性，cm | GB/T 1732 |
| 柔韧性 ，mm | GB/T 1731 |
| 附着力，MPa | GB/T 5210 |
| 干燥时间 | GB/T 1728 |
| 4 | 离心喷涂的聚氨酯 | 抗拉强度 | GB/T 2567 |
| 弯曲模量、弯曲强度 | GB/T 2567 |
| 附着力，MPa | GB/T 5210 |
| 耐磨性 | GB/T1768 |
| 延伸率 | GB/T 2567 |
| 透水率 | GB/T 2567 |
| 干燥时间 | GB/T 1728 |
| 5 | 人工内喷涂的高强度聚氨酯 | 抗拉强度 | GB/T 2567 |
| 弯曲模量、弯曲强度 | GB/T 2567 |
| 附着力，MPa | GB/T 5210 |
| 耐磨性能 | GB/T1768 |
| 延伸率 | GB/T 2567 |
| 透水率 | GB/T 2567-2008 |
| 干燥时间 | GB/T 1728 |
| 6 | 人工或离心内喷涂的无机防腐砂浆 | 1天及28天抗压强度、1天及28天抗折强度、28天拉伸粘结强度、28天干缩率 | JC/T 2381 |
| 初凝时间、终凝时间 | JGJ 70 |
| 7 | 人工或离心内喷涂的聚合物砂浆 | 28天抗压强度、28天抗折强度、28天拉伸粘结强度、28天干缩率 | JC/T 2381 |
| 初凝时间、终凝时间 | JGJ 70 |

**8.1.11** 喷涂用环氧树脂、聚氨酯、高强聚氨酯的化学腐蚀试验方法除应执行GB/T 11547外，试验方法还应符合耐化学性的检测浸泡时间宜为28d，试验温度宜为23℃的要求。

**8.1.12** 喷涂层厚度应取每个测点的平均值作为测量值。一个喷涂截面为1个测点，每个测点的测量值为截面上均布的4点的实测值的平均值。当管内径大于800mm时，应在管道端部、管道接口处及管内非接口处取测点，全部测点应不少于4个，管内测点间隔10m；当管内径小于或等于800mm时，应在管道两端各取1个测点。

**8.2 预处理验收**

**I 主控项目**

**8.2.1**原有管道经预处理后，管道内表面应符合本规程第6.2.2条的相关规定。

检查方法：全数电视检测（CCTV )或管内目测检查；检查预处理施工记录。

Ⅱ 一般项目

**8.2.2** 原有管道的预处理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，检查施工材料质量保证资料和施工检验记录或报告。

**8.3 管道喷涂修复施工验收**

Ⅰ主控项目

**8.3.1** 管道喷涂所用主要材料的类型、规格应符合本规程第3章和设计要求，质量保证资料齐全。

检查方法：对照设计文件全数检查；检查出厂合格证、性能检测报告等质量保证资料、生产商产品使用说明等。

**8.3.2** 喷涂用主材的主要技术指标应符合本规程第3章和设计要求。

检查方法：人工或离心内喷涂的普通硅酸盐水泥砂浆性能检测项目及合格值应满足表8.3.2-1规定。旋风内喷涂的环氧树脂性能检测项目及合格值应满足表8.3.2-2规定。离心内喷涂的环氧树脂性能检测项目及合格值应满足表8.3.2-3A、8.3.2-3B规定。离心内喷涂的聚氨酯性能检测项目及合格值应满足表8.3.2-4规定。高强度聚氨酯性能检测项目及合格值应满足表8.3.2-5规定。人工或离心内喷涂的无机防腐砂浆性能检测项目及合格值应满足表8.3.2-6规定。人工或离心内喷涂的聚合物砂浆性能检测项目及合格值应满足表8.3.2-7规定。

表8.3.2-1人工或离心内喷涂的普通硅酸盐水泥砂浆性能检测项目及合格值

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | | 合格值 | 试验方法 |
| 1 | 凝结时间 | 初凝/min | ≥45 | JGJ 70 |
| 终凝/h | ≤10 |
| 2 | 抗压强度，MPa | 7d | ≥15.0 | JC/T 2381 |
| 28d | ≥30.0 |
| 3 | 抗折强度，MPa | 7d | ≥3.0 |
| 28d | ≥6.5 |
| 4 | （浸水）拉伸粘结强度，MPa | 28d | ≥1.00 | JC/T 2381 |
| 5 | 收缩率，% | 28d | ≤0.10 | JC/T 2381 |

表8.3.2-2旋风内喷涂的环氧树脂性能检测项目及合格值

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检测项目 | 合格值 | | 试验方法 |
| 1 | 涂料固体体积含量，% | ≥94 | | SY/T 0457 |
| 2 | 耐冲击，cm | 50 | | GB/T 1732 |
| 3 | 柔韧性 ，mm | ≤2 | | GB/T 1731 |
| 4 | 附着力（级） | 1～2 | | GB/T 1720 |
| 5 | 干燥时间  （25℃±2℃，h） | 表干 | ≤4 | GB/T 1728 |
| 实干 | ≤24 | GB/T 1728 |

表8.3.2-3A离心内喷涂的环氧树脂性能检测项目及合格值

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检测项目 | 合格值 | | 试验方法 |
| 1 | 涂料固体体积含量，% | ≥80 | | GB 1725 |
| 2 | 耐冲击，cm | ≥30 | | GB/T 1732 |
| 3 | 柔韧性 | 合格 | | GB/T 1731 |
| 4 | 附着力，MPa | 1～2 | | GB/T 5210 |
| 5 | 干燥时间  （23℃±2℃，h） | 表干 | ≤24 | GB/T 1728 |
| 实干 | ≤48 | GB/T 1728 |

8.3.2-3B 离心内喷涂的环氧树脂底漆性能检测项目及合格值

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检测项目 | 合格值 | | 试验方法 |
| 1 | 耐冲击，cm | ≥30 | | GB/T 1732 |
| 2 | 柔韧性，mm | 1 | | GB/T 1731 |
| 3 | 附着力 ，MPa | 1～2 | | GB/T 5210 |
| 4 | 干燥时间  （23℃±2℃，h） | 表干 | ≤4 | GB/T 1728 |
| 实干 | ≤24 | GB/T 1728 |

表8.3.2-4离心内喷涂的聚氨酯性能检测项目及合格值

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检测项目 | 合格值 | | 试验方法 |
| 1 | 抗拉强度， MPa | ≥37 | | GB/T 2567 |
| 2 | 弯曲模量， MPa | ≥3500 | | GB/T 2567 |
| 3 | 抗弯强度， MPa | ≥55 | | GB/T 2567 |
| 4 | 附着力 ，MPa | 1～2 | | GB/T 5210 |
| 5 | 耐磨性能 (损失量，1000g/1000r，胶轮号CS-17)，mg | ≤220 | | GB/T 1768 |
| 6 | 延伸率，% | ≥1.5% | | GB/T 2567 |
| 7 | 透水率，% | 0 | | GB/T 2567 |
| 8 | 干燥时间  （23℃±2℃，min） | 表干 | ≤3 | GB/T 1728 |
| 实干 | ≤10 | GB/T 1728 |

表8.3.2-5人工内喷涂的高强度聚氨酯性能检测项目及合格值

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检测项目 | 合格值 | | 试验方法 |
| 1 | 抗拉强度 ，MPa | ≥45 | | GB/T 2567 |
| 2 | 弯曲模量 ，MPa | ≥4800 | | GB/T 2567 |
| 3 | 弯曲强度 ，MPa | ≥85 | | GB/T 2567 |
| 4 | 附着力 ，MPa | ≥2 | | GB/T 5210 |
| 5 | 耐磨性能 (损失量，1000g/1000r，胶轮号CS-17)，mg | ≤13 | | GB/T 1768 |
| 6 | 延伸率，% | ≥2% | | GB/T 2567 |
| 7 | 透水率，% | 0 | | GB/T 2567 |
| 8 | 干燥时间  （23℃±2℃，h） | 表干 | ≤4 | GB/T 1728 |
| 实干 | ≤24 | GB/T 1728 |

表8.3.2-6人工或离心内喷涂的无机防腐砂浆性能检测项目及合格值

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检测项目 | | 合格值 | 试验方法 |
| 1 | 凝结时间 | 初凝/min | ≥45 | JGJ 70 |
| 终凝/h | ≤10 |
| 2 | 抗压强度，MPa | 1d | ≥12.0 | JC/T 2381 |
| 28d | ≥30.0 |
| 3 | 抗折强度，MPa | 1d | ≥2.5 |
| 28d | ≥4.5 |
| 4 | （浸水）拉伸粘结强度，MPa | 28d | ≥1.00 | JC/T 2381 |
| 5 | 收缩率，% | 28d | ≤0.10 | JC/T 2381 |

表8.3.2-7人工或离心内喷涂的聚合物砂浆性能检测项目及合格值

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检测项目 | | 合格值 | 试验方法 |
| 1 | 凝结时间 | 初凝/min | ≥45 | JGJ 70 |
| 终凝/h | ≤12 |
| 2 | 抗压强度，MPa | 28d | ≥35.0 | JC/T 2381 |
| 3 | 抗折强度，MPa | 28d | ≥10.0 |
| 4 | （浸水）拉伸粘结强度，MPa | 28d | ≥1.00 | JC/T 2381 |
| 5 | 收缩率，% | 28d | ≤0.10 | JC/T 2381 |

**8.3.3** 给水管道喷涂材料应符合GB/T 17219《生活饮用水输配水设备及防护材料安全性评价标准》。

检查方法：检查入场材料的卫生许可批件，该批件应由有资质的检验机构出具的合格检验报告。

**8.3.4** 喷涂基层表面的浮尘、污垢、油渍等应清除干净。喷涂基层的干燥度应符合材料供应商要求。

检查方法：检查CCTV影像资料或人进入管道内查看、施工记录、材料使用说明书。

**8.3.5** 喷涂配合比应符合材料供货商要求。

检查方法：检查使用说明书并现场查看施工记录。

**8.3.6** 防腐喷涂厚度符合本规程的表5.1.5中规定及设计要求，且检测的最小厚度值不应小于设计厚度的80%。非结构性喷涂厚度符合本规程的表5.2.1-1、5.2.1-2、5.2.1-3、5.2.1-4中规定及设计要求，且检测的最小厚度值不应小于设计厚度的80%。半结构性喷涂厚度符合设计要求，且检测的最小厚度值不应小于设计厚度的80%。

检查方法：对照设计文件用测厚仪或卡尺等测量。

**8.3.7** 对于抽检不合格的单项喷涂施工，应返工处理，返工施工结束后仍按上述要求验收。

**Ⅱ 一般项目**

**8.3.9** 喷涂层颜色应均匀，涂层应连续、无漏涂和流挂，涂层无针孔、无剥落、无深度大于喷涂层厚度0.3倍或1mm的划伤、无长度大于1m或深度大于喷涂层厚度0.3倍或1mm的龟裂、无异物，涂层内气泡直径不得大于1cm，成膜材料每平米内包含的上述气泡不得超过5个。

检验方法：全数观察，电视检测（CCTV ) 或管内目测检查；检查施工记录、电视检测（CCTV) 记录等。

**8.3.10** 基体层与喷涂层、不同的喷涂层间应粘接牢固。

检验方法：全数观察，敲击管端硬化后的喷涂层应无空壳声。

**8.3.11** 环氧树脂、聚氨酯、高强聚氨酯，原材料应有合格的化学腐蚀试验报告。

检验方法：全数观察生产商提供的试验报告。

**8.3.12** 管道线形应和顺，接口处应平顺。

检验方法：全数观察，电视检测（CCTV ) 或管内目测检查；检查施工记录、电视检测（CCTV) 记录等。

**8.3.13** 阴角、阳角等的细部构造防水措施应符合设计要求和本规程的规定。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

**8.3.14** 排水管道的检查井及井内施工应符合设计要求，并应无漏水现象。

检查方法：全数观察；对照设计文件和施工方案检查施工记录等。

**8.4 端口连接验收**

**8.4.1** 喷涂修复后的管段与相邻管段连接应符合设计或施组的要求。

检查方法：全数观察；对照设计文件和施工方案检查施工记录等。

**8.5 管道功能性试验与冲洗消毒验收**

**8.5.1** 喷涂修复后的管道应进行管道功能性试验。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。

**8.5.2** 管道功能性试验检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的有关规定检验冲洗消毒、水质。

**8.6 工程竣工验收**

**8.6.1** 检验批应在施工单位自检合格后，由专业监理工程师组织施工单位项目专业质量检查员或专业工程师等进行验收。

**8.6.2** 分项工程应由专业监理工程师组织施工单位项目专业工程师等进行验收。

**8.6.3** 分部工程应由总监理工程师组织施工单位项目负责人和项目技术、质量负责人等进行验收；设计单位项目专业负责人应参加工程验收。

**8.6.4** 建设单位收到工程竣工报告后，应由建设单位项目负责人组织 监理、施工、设计项目负责人进行单位工程竣工验收。工程验收合格后，方可交付使用，未经验收或者验收不合格的，不得交付使用。

**8.6.5** 单位工程验收，应在工程质量监督机构的监督下进行。

**8.6.6** 单位工程质量验收合格后，建设单位应在规定时间向建设行政主管部门或其他有关部门移交建设工程竣工档案资料。应包括以下主要资料：

**1** 施工单位出具的工程竣工报告、包括使用功能抽样检测资料等合格证明文件、以及施工过程中发现的质量问题整改报告等；

**2** 设计单位出具的工程质量检查报告；

**3** 监理单位出具的工程质量评估报告；

**4** 监督机构出具的工程质量监督报告。

**附录A**

**（资料性附录）**

**超声波法检测涂层厚度**

**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** 现场取样应符合下列规定：

1)每500m2为一个检验批，不足500m2按500m2计：每一检验批测点不应少于3处，每处不应小于10m2；

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高强度聚氨酯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；每一检验批应以5次检测值的算术平均值作为涂层厚度的检测值。

**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**

《城镇给水管道非开挖修复更新工程技术规程》 CJJ/T 244-2016

《城镇供水服务》 CJ/T 316-2009

《城镇供水管网运行、维护及安全技术规程》 CJJ 207-2013

《城镇排水管道检测与评估技术规程》 CJJ 181-2012

《城镇排水管道维护安全技术规程》 CJJ 6-2009

《城镇排水管渠与泵站运行、维护及安全技术规程》 CJJ 68-2016

《低压流体输送用焊接钢管》 GB/T 3091-2015

《地下工程防水技术规范》 GB 50108-2008

《给水排水工程管道结构设计规范》 GB 50332-2002

《给水排水管道工程施工及验收规范》 GB 50268-2008

《工业企业噪声控制设计规范》 GB 50087-2013

《管道防腐层检漏试验方法》 SY/T 0063-1999

《管道无溶剂聚氨酯涂料内外防腐层技术规范》 SY/T 4106-2005

《呼吸防护用品的选择、使用与维护》 GB/T 18664-2002

《环氧树脂防水涂料》 JC/T 2217-2014

《混凝土结构修复用聚合物水泥砂浆》 JG/T 336-2011

《混凝土裂缝用环氧树脂灌浆材料》 JC/T 1041-2007

《建筑给水排水及采暖工程施工质量及验收规范》 GB 50242-2002

《建筑砂浆基本性能试验方法标准》 JGJ/T 70-2009

《聚氨酯防水涂料》 GB/T 19250-2013

《聚合物水泥防水浆料》 JC/T 2090-2011

《聚合物水泥防水砂浆》 JC/T 984-2011

《聚合物水泥防水涂料》 GB/T 23445-2009

《连续铸铁管》 GB 3422-2008

《喷涂聚脲防护材料》 HG/T 3831-2006

《喷涂聚脲防水工程技术规程》 JGJ/T 200-2010

《喷涂聚脲防水涂料》 GB/T 23446-2009

《喷涂型聚脲防护材料涂装工程技术规范》 HG/T 20273-2011

《球墨铸铁管和管件水泥砂浆内衬》 GB/T 17457-2009

《缺氧危险作业操作规程》 GB 8958-2006

《溶剂型聚氨酯涂料（双组份）》 HG/T 2454-2014

《色漆和清漆漆膜的划格试验》 GB/T 9286-1998

《色漆和清漆漆膜厚度的测定》 GB/T 13452.2-2008

《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》 GB/T17219-1998

《食品安全国家标准食品接触材料及制品用添加剂使用标准》 GB 9685-2016

《食用酒精》 GB 10343-2008

《水及燃气用球墨铸铁管、管件和附件》 GB/T 13295-2013

《水泥胶砂强度检验方法》 GB/T 17671-1999

《塑料耐液体化学试剂性能的测定》 GB/T 11547-2008

《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 8923.1-2011

《涂覆涂料前钢材表面处理表面清洁度的目视评定第2部分: 已涂覆过的钢材表面局部清除原有涂层后的处理等级》 GB/T 8923.2-2008

《涂覆涂料前钢材表面处理表面清洁度的目视评定第3部分:焊缝、边缘和其他区域的表面缺陷的处理等级》 GB/T 8923.3-2009

《涂覆涂料前钢材表面处理表面清洁度的目视评定第4部分:与高压水喷射处理有关的初始表面状态、处理等级和闪锈等级》 GB/T 8923.4-2013

《涂覆涂料前钢材表面处理表面清洁度的评定试验第３部分涂覆涂料前钢材表面的灰尘评定（压敏粘带法）》 GB/T18570.3

《涂装作业安全规程涂漆工艺安全及其通风净化》 GB 6514-2008

《涂装作业安全规程涂漆前处理工艺及通风净化》 GB 7692-2012

《污水排入城镇下水道水质标准》 GB/T 31962-2015

《屋面工程质量验收规范》 GB 50207-2012

《无溶剂环氧液体涂料的防腐蚀涂装》 GB/T 31361-2015

《修补砂浆》 JC/T 2381-2016