



T/CECS XXX-202

中国工程建设标准化协会标准

给排水构筑物模筑法修复 技术规程

Technical specification for Modeling method rehabilitation of water
supply and waste water engineering

征求意见稿

2025年11月15日

中国xxxx出版社

中国工程建设标准化协会标准

给排水构筑物模筑法修复

技术规程

Technical specification for Modeling method rehabilitation of water
supply and waste water engineering

T/CECS XXX—202X

主编单位：上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司
堡森（上海）新材料科技有限公司

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3个附录，主要包括：总则、术语、基本规定、材料、设计、施工、质量检验与验收等。

本规程某些内容可能涉及聚合物改性水泥基模筑料相关专利（专利号：ZL202111499607.5）的使用。涉及专利的具体技术问题，使用者可直接与专利持有人（堡森（上海）新材料科技有限公司）协商处理。除上述专利外，本规程的某些内容仍可能涉及专利，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贮藏构筑物专业委员会归口管理，由上海市政工程设计研究总院（集团）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，请反馈至上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司（地址：上海市杨浦区中山北二路901号，邮政编码：200092；电子邮箱：xx）。

主编单位：上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司

堡森（上海）新材料科技有限公司

参编单位：上海市排水事务管理中心

上海城投污水处理有限公司

上海市城市排水有限公司

天津市政工程设计研究总院有限公司

同济大学

宁波市水务设施运行管理中心

上海园林（集团）有限公司

中机国际工程设计研究院有限责任公司

上海城建水务工程有限公司

西卡迈伯仕化学建材（上海）有限公司

上海同济检测技术有限公司

上海建筑科学研究院有限公司

山东泰通恒创塑业科技有限公司

主要起草人：

主要审查人：

目 录

1 总 则	1
2 术 语	2
3 基本规定	3
4 材 料	4
4.1 一般规定	4
4.2 质量要求	5
5 设 计	11
5.1 一般规定	11
5.2 结构设计	12
5.3 防水防腐设计	13
6 施 工	14
6.1 一般规定	14
6.2 预处理	14
6.3 模腔模板安装	15
6.4 模筑法施工	15
6.5 防腐涂料施工	16
6.6 MCPE 防水防腐衬片施工	17
6.7 不锈钢板覆面施工	17
7 质量检验与验收	19
7.1 一般规定	19
7.2 主控项目	19
7.3 一般项目	20
7.4 验收	20
8 附录	22
用词说明	27
引用标准名录	28
条文说明	29

Contents

1 General Provisions	1
2 Terms	2
3 Basic Requirements	3
4 Materials	4
4.1 General Requirements	4
4.2 Quality Requirements	5
5 Design	11
5.1 General Requirements	11
5.2 Design of Repair	12
6 Construction	15
6.1 General Requirements	15
6.2 Preconditioning	15
6.3 Mold and template installation	16
6.4 Modeling method Construction	16
6.5 Construction of anti-corrosion coatings	17
6.6 Construction of MCPE waterproof and anti-corrosion linings	18
6.7 Stainless steel plate construction	20
7 Quality Inspection and Acceptance	21
7.1 General Requirements	21
7.2 Master Projects	21
7.3 General Projects	22
8 Appendix	23
Explanation of wording in this specification	27
List of quoted standards	28
Addition Explanation of provisions	29

1 总 则

1.0.1 为规范给水排水构筑物模筑法修复工程技术要求，做到安全适用、技术先进、保障质量，经济合理，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于给水排水构筑物模筑法修复工程的材料、设计、施工、质量检验与验收，在城镇给水排水工程中管涵、检查井等可参照本规程执行。

1.0.3 给水排水构筑物模筑法修复工程，除应符合本规程的规定外，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

2.0.1 模筑法修复 Modeling method rehabilitation

在原有构筑物表面，设置模腔模板，需要时在腔内设置钢筋网片，采用高压泵送工艺将模筑料拌合物压注到模腔内，在原有构筑物表面形成厚度不大于100mm的薄壁结构，达到修复目的。

2.0.2 聚合物改性水泥基模筑料 Polymer modified cement-based castable material

采用水泥、高分子聚合物、级配骨料、掺合料、高效减水剂以及其他专用外加剂按一定比例复配后，在设备中磨细混合均匀而成的适用不同环境的粉料。

2.0.3 无机改性聚脲防水防腐涂料 Inorganic Modified Polyurea Anti-corrosion Waterproof Coating

由无机改性聚脲树脂、助剂及颜料组成，可滚涂或喷涂在混凝土、砂浆等基面上，固化成型后具有防水防腐功能的涂料。

2.0.4 MCPE 防水防腐衬片 Waterproof and anticorrosive lining

采用氯化聚乙烯与高密度聚乙烯共混树脂为主要原料一次挤出成型，一面为光滑平面，一面为交错均匀排布的V形抗拉拔锚固键结构，具备防水、耐腐蚀、耐冲击、耐磨、耐老化等性能的片材。

2.0.5 不锈钢板（锚固）覆面 Stainless steel plate (anchored) cladding

将不锈钢模块型材在现有构筑物内通过焊接连接形成覆面内衬，并对内衬与原构筑物内壁之间对的空隙进行注浆填充的修复方法。

2.0.6 功能性修复 functional rehabilitation

给水排水构筑物结构仅存在保护层腐蚀、损伤或不足等缺陷而采取的修复工艺。

2.0.7 结构性修复 Structural remediation

主要针对构筑物内壁破损或腐蚀后钢筋出露或发生锈蚀以及构筑物发生破裂、渗漏等结构强度不足的给水排水构筑物进行结构增强或调整其内力，使其具有安全性和耐久性。

3 基本规定

3.0.1 给水排水构筑物修复前应按照现行相关标准的相关规定进行鉴定，根据相关安全检测评估鉴定报告判定缺陷类型和等级，确定修复方法。

3.0.2 给水排水构筑物检测前应调查原有构筑物的基本信息、工程地质和水文地质条件、现场及周边环境和历史维修记录，宜检查原施工图、竣工图纸并进行相关的结构复核。

3.0.3 给水排水构筑物模筑法修复后的设计工作年限不得低于设计要求且不应低于 20 年。

3.0.4 给水排水构筑物模筑法修复工程包括功能性修复和结构性修复，根据使用环境采用常规型模筑料修复或防腐型模筑料修复。修复方法包括防腐型模筑料修复、常规型模筑料+防腐涂层修复或防腐覆面修复。

3.0.5 模筑料修复的结构长期使用环境温度不应高于 60℃。

3.0.6 模筑法修复施工可以在干燥基面或经界面剂处理后的潮湿基面上进行，环境温度应 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 。

3.0.7 给水构筑物内壁模筑法修复所采用的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/T17219 和《生活饮用水卫生标准》GB5749 的规定。

3.0.8 模筑法施工时，应按现行国家标准及地方相关规定，采取安全生产措施。

3.0.9 给水排水构筑物模筑法修复工程施工及质量验收尚应符合现行国家标准。

4 材 料

4.1 一般规定

4.1.1 材料应有产品合格证、质量保证书、产品使用说明书和型式检验报告，材料应为工厂生产、完整包装的成品材料。

4.1.2 聚合物改性水泥基模筑料应满足下列要求：

1 聚合物材料，应为改性环氧类、改性丙烯酸酯类、改性丁苯类或改性氯丁类聚合物，不得使用聚乙醇类、苯丙类、氯偏类聚合物以及乙烯-醋酸乙烯共聚物；

2 模筑料拌合用水水质应符合《混凝土拌合物用水标准》GJG 63、水量应符合产品使用说明书的要求。

4.1.3 防水防腐涂层应满足下列要求：

1 防水防腐涂层配套中的相邻材料间应相容，宜选用同一类型的配套产品。

2 防水防腐涂层应具有抗渗性、抗介质性、抗冲刷性和环保性能。

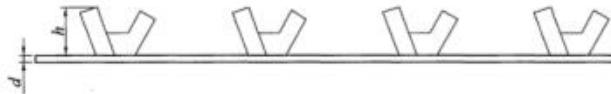
4.1.4 MCPE防水防腐衬片应满足以下要求：

1 采用氯化聚乙烯（CPE）与高密度聚乙烯（HDPE）共混高分子树脂为主要原料一次挤出成型，一面为光滑平面，一面为交错均匀排布的V形抗拉拔锚固键结构。

2 MCPE防水防腐衬片基板及抗拉拔V形锚固键应为一次挤出成型，不得使用粘接、焊接或者其它连接方式；基板厚度 $\geq 2\text{mm}$ ，锚固键高度16mm，横向距离锚固键个数不少于17个/m，纵向距离锚固键个数不少于25个/m，每平方米数量 ≥ 420 个，单个锚固键楔形面向内拉拔力 $\geq 1000\text{N}$ ；

3 MCPE防水防腐衬片通过流态胶凝材料在密闭模腔模板内与给排水构筑物一体浇筑成型，物理方式紧密锚固结合，共同形成长效、安全、可靠的稳固防护层，对原构筑物加固修复。

4 MCPE防水防腐衬片之间缝隙采用同材质焊材以挤出对接焊或挤出搭接焊热熔焊接，焊接节点强度不得低于母材本身强度。



MCPE 防水防腐衬片断面示意
 h 锚固键高度, d 基板厚度

5 生产原料不得采用再生料。

4.1.5 不锈钢覆面板应满足下列规定:

1 宜采用奥氏体不锈钢材质, 牌号应选用06Cr19Ni10 (S30408) 或022Cr17Ni12Mo2 (S31603), 厚度应不小于2.0mm。

2 表面应进行喷砂处理, 粗糙度Ra值应达到 $6.3 \mu m \sim 12.5 \mu m$, 处理后的表面应在4小时内完成覆面施工。

3 采用满焊工艺固定时, 焊缝间距应不大于200mm, 角焊缝焊脚高度应不小于板厚的0.7倍; 采用机械锚固时, 锚固件应选用适配不锈钢覆面板材质及安装要求的类型, 其材质应具备良好的机械性能与耐久性, 能承受预期的荷载与环境作用。锚固件间距应不大于 $300mm \times 300mm$, 且锚固件的安装应牢固可靠, 安装过程需严格按照相关标准与操作规程执行, 确保每个锚固件都能有效发挥锚固作用。在安装前, 应对锚固件进行质量检查, 包括外观、尺寸、力学性能等方面, 不合格产品不得使用。

4 搭接部位应设置连续密封焊缝, 搭接宽度应不小于50mm, 接缝处应进行渗透检测且合格率应达100%。

5 所有焊接材料应出具熔敷金属化学成分报告, 其耐腐蚀性能不得低于基材标准。

4.2 质量要求

4.2.1 聚合物改性水泥基模筑料分为两种类型, 常规型聚合物改性水泥基模筑料性能指标应符合表4.2.1-1的规定, 防腐型聚合物改性水泥基模筑料性能指标应符合表4.2.1-2的规定。

表4.2.1-1 常规型聚合物改性水泥基模筑料性能指标

检测项目	性能指标要求			试验方法
	I型	II型	III型	
骨料最大粒径 (mm)	≤ 12		JC/T 986	
坍落扩展度 (mm)	初始	≥ 650		T/CECS 203

	30min	≥ 550			
抗压强度 (MPa)	28d	≥ 40.0	≥ 60.0	≥ 80.0	GB/T 50081
抗折强度 (MPa)	28d	≥ 8.0	≥ 9.0	≥ 10.0	GB/T 50081
劈裂抗拉强度 (MPa)	28d	≥ 3.0	≥ 3.5	≥ 5.0	GB/T 50081
竖向膨胀率 (%)	24h 与 3h 之差值	≥ 0.02			GB 50119
抗渗等级	28d	$\geq P8$	$\geq P10$	$\geq P12$	GB/T 50082
粘结强度 (MPa)	28d	≥ 1.3	≥ 1.5	≥ 1.5	GB/T 50081
水溶性氯离子含量 (%)		≤ 0.06			JGJ/T 322

表4.2.1-2 防腐型聚合物改性水泥基模筑料性能指标

检测项目		性能指标要求	试验方法
骨料最大粒径 (mm)		≤ 12	JC/T 986
抗压强度 (MPa)	28d	≥ 60.0	GB/T 50081
抗折强度 (MPa)	28d	≥ 12.0	GB/T 50081
劈裂抗拉强度 (MPa)	28d	≥ 5.0	GB/T 50081
竖向膨胀率 (%)	24h 与 3h 之差	≥ 0.02	GB 50119
抗渗等级	28d	$\geq P10$	GB/T 50082
粘结强度 (MPa)	28d	≥ 2.5	GB/T 50081
水溶性氯离子含量 (%)		≤ 0.02	JGJ/T 322
耐 5%硫酸腐蚀 (点滴法 24h)		无起泡、无剥落、无裂纹、	GB/T 9274
耐 10%柠檬酸、10%乳酸、10%醋酸腐蚀		无起泡、无剥落、无裂纹、	JC/T 2327

4.2.2 无机改性聚脲防水防腐涂层覆面

无机改性聚脲防水防腐涂层底涂应符合表 4.2.2-1 的要求，无机改性聚脲防水防腐涂层面涂应符合表 4.2.2-2 的要求。

表 4.2.2-1 无机改性聚脲防水防腐涂层底涂性能指标

检测项目		性能指标要求	试验方法
容器中状态		搅拌后呈均匀状态	GB/T 22374
适用期 (min)		≥ 20	GB/T 31416
干燥时间 (h)	表干	1- 6	GB/T 1728
	实干	≤ 24	

拉伸粘结强度 (MPa) (与混凝土板)	标准条件 1d	≥ 2.5 或混凝土内聚破坏	GB/T 22374
	浸水后 1d	≥ 2.5 或混凝土内聚破坏	GB/T 22374

表 4.2.2-2 无机改性聚脲防水防腐涂层面涂性能指标

检测项目		性能指标要求	试验方法
容器中状态		搅拌后呈均匀状态	GB/T 22374
涂膜外观		涂膜平整、无明显可见的起皱，缩孔现象	GB/T 22374
适用期@20°C (min)		≥ 20	GB/T 31416
干燥时间 (h)	表干	1-6	GB/T 1728
	实干	≤ 24	GB/T 1728
拉伸粘结强度 ^a (MPa) (与混凝土板)	标准条件 1d	≥ 2.5 或混凝土内聚破坏	GB/T 22374
	浸水后 1d	≥ 2.5 或混凝土内聚破坏	GB/T 22374
背水面抗渗性		1.5MPa 未渗水	GB/T 23445
迎水面抗渗压力		1.2MPa 未渗水	GB/T 23445
7d 附着力 (MPa) (与钢板)		≥ 7	GB/T 5210
拉伸强度 (MPa)		≥ 20	GB/T 528
断裂伸长率		$\geq 20\%$	GB/T 528
耐磨性 (mg) (750g.500r)		≤ 30	GB/T 1768
抗冲击性 (kgm)		≥ 2.0	GB/T 20624.2
邵氏 D 型硬度	(23±2), 1d	≥ 55	GB/T 2411
	(23±2), 7d	≥ 70	
	10°C, 1d	≥ 25	
	10°C, 7d	≥ 70	
早期耐水性 (5h)		无起泡、无起皱、无脱落、无开裂、无生锈、无变色	HG/T 5176
耐人工气候老化 ^b (1000h)		不起泡、不开裂、不脱落，粉化≤1 级	GB/T 1865
耐湿性 (720h)		不起泡、不开裂、不脱落	GB/T 13893

耐盐雾性 (1100h)	不起泡, 不开裂, 不剥落, 不生锈	GB/T 1771
耐液体介质 ^c @7d	无起泡、无开裂、无剥落现象，邵氏硬度保留率不低于 90%	GB/T 9274, GB/T 2411
耐 H ₂ S 腐蚀 ^a	H ₂ S 浓度≥100ppm	GB/T 2411

注: a 仅限涂层体系测试;
b 耐人工气候老化仅针对半封闭和敞口露天的混凝土构筑物部位使用的防腐涂料;
c 耐液体介质。液体种类见附录 A, 可以为一种或多种组合, 具体种类由供需双方商定。

4.2.3 MCPE 防水防腐衬片覆面物理性能应符合表4.2.3-1, 耐化学试剂性能应符合表4.2.3-2, 防水性能应符合表4.2.3-3, 耐老化性能应符合表4.2.3-4要求:

表 4.2.3-1 MCPE 防水防腐衬片物理性能指标

检验项目	性能指标要求	试验方法
密度 (g/cm ³)	0.95±0.05	GB/T 1033.1 试验温度: 23°C±0.5°C
硬度 (邵氏硬度 D)	50-62	GB/T 531.1 试验温度: 23°C±2°C
拉伸强度 (MPa) (屈服强度)	≥15	GB/T 528 拉伸速度: (100±1) mm/min
断裂伸长率	≥350%	GB/T 528 拉伸速度: (100±1) mm/min
氧化诱导时间 (min)	≥20	GB/T 19466.6 试验温度: 200°C
熔体质量流动速率 (g/min)	≤3/10	GB/T 3682.1 试验温度: 190°C 负荷: 2.16kg
耐磨性 (mm ³) (体积损失)	≤4	GB/T 11982.2
耐冲击强度	无渗漏	GB/T 328.24 试验温度: 23°C±2°C
锚固键抗拉拔力 (N) (灌浆料抗压强度 35MPa)	≥600	T/CECS 717

表 4.2.3-2 MCPE 防水防腐衬片耐化学试剂性能指标

检验项目	性能指标要求		试验方法
	外观变化	质量变化	
70%硫酸	外观表面无龟裂、分层、	≤0.12%	GB/T 11547 浸泡温度: 20°C 浸泡时间: 7d

20%氢氧化钠	起泡、粘结和孔洞等现象	$\leq 0.20\%$	GB/T 11547 浸泡温度: 20°C 浸泡时间: 7d
28%氨水		$\leq 0.40\%$	GB/T 11547 浸泡温度: 20°C 浸泡时间: 7d
5%氯化铁		$\leq 0.60\%$	GB/T 11547 浸泡温度: 20°C 浸泡时间: 7d
20%氯化钠		$\leq 0.15\%$	GB/T 11547 浸泡温度: 20°C 浸泡时间: 7d
洗涤剂		$\leq 0.40\%$	GB/T 11547 浸泡温度: 20°C 浸泡时间: 7d
25%硝酸		$\leq 0.20\%$	GB/T 11547 浸泡温度: 20°C 浸泡时间: 7d
次氯酸钠 (含氯量 13%)		$\leq 0.20\%$	GB/T 11547 浸泡温度: 20°C 浸泡时间: 7d
75%氢氟酸		$\leq 0.20\%$	GB/T 11547 浸泡温度: 20°C 浸泡时间: 7d
35%双氧水		$\leq 0.20\%$	GB/T 11547 浸泡温度: 20°C 浸泡时间: 7d

表 4.2.3-3 MCPE 防水防腐衬片防水性能指标

检验项目	性能指标要求	试验方法
吸水率	$\leq 0.10\%$	GB/T 1034 试验方法: 1 浸泡时间: 24h 试样尺寸: 75mm×25mm
水蒸汽渗透系数 ($\text{g}^*\text{cm}/(\text{cm}^2*\text{s}^*\text{pa})$)	$\leq 1.0 \times 10^{-13}$	GB/T 1037
耐水性能	试验后不应出现裂纹、分层、起泡和破碎等现象	GB 55030 试验温度: 23°C 试验时间: 14d
搭接焊缝	不透水	GB 55030 0.2MPa, 30 分钟
对接焊缝	不透水	GB 55030 0.2MPa, 30 分钟

表 4.2.3-4 MCPE 防水防腐衬片耐老化性能指标

检测项目	性能指标要求	试验方法
热空气加速老化	拉伸强度(屈服强度)保持率 $\geq 85\%$ 断裂伸长率保持率 $\geq 85\%$ 外观表面无龟裂、分层、起泡、粘结和孔洞等现象	GB/T 3512 试验温度: 80°C 老化时间: 14d GB/T 528 拉伸速度: (100±1) mm/min
人工气候加速老化	拉伸强度(屈服强度)保持率 $\geq 85\%$ 断裂伸长率保持率 $\geq 85\%$ 外观表面无龟裂、分层、起泡、粘结和孔洞等现象	GB/T 16422.2 试验温度: 70°C 老化时间: 7d GB/T 528 拉伸速度: (100±1) mm/min

耐紫外老化性能	拉伸强度（屈服强度）保持率≥85% 断裂伸长率保持率≥85% 外观表面无龟裂、分层、起泡、粘结和孔洞等现象	GB/T 18244 波长：340nm，辐照度：0.51w/ $m^2 \cdot nm$ 喷淋周期：18min 试验时间：168h GB/T 528
耐臭氧老化性能	拉伸强度（屈服强度）保持率≥85% 断裂伸长率保持率≥85% 外观表面无龟裂、分层、起泡、粘结和孔洞等现象	GB/T 7762 臭氧浓度： 100×10^{-6} 试验时间： 168h 试验温度：40°C，相对湿度：65% GB/T 528

4.2.4 不锈钢防腐覆面材料质量可参照现行国家标准《不锈钢冷轧钢板和钢带》

GB/T 3280、《不锈钢热轧钢板和钢带》GB/T4237的相关规定。

5 设计

5.1 一般规定

5.1.1 模筑法修复设计应包括预处理要求，结构设计和防水防腐设计。

5.1.2 对不满足修复条件应进行预处理，包括内壁清洗清理、孔洞裂缝封堵修补，及必要时土体注浆加固。修复后应复核构筑物整体安全性。

5.1.3 给水排水构筑物修复后的内部空间不得影响正常使用和检修养护。

5.1.4 模筑法修复后的构筑物应满足承载能力极限状态和正常使用极限状态以及防水防腐等的要求。

5.1.5 适用于给水排水构筑物模筑法修复的缺陷名称及等级划分应符合表 5.1-1 的规定。

表 5.1-1 给水排水构筑物缺陷名称及等级划分

缺陷名称	缺陷等级	缺陷描述
破裂	1	裂口：破裂处已形成明显间隙，抹面砂浆少量脱落
	2	破裂：多处裂口，抹面砂浆脱落、主体材料稳定
	3	坍塌：大量破裂，主体材料大面积缺失
腐蚀	1	轻微：抹面材料形成凹凸面或脱落，但主体结构材料未见剥落
	2	中度：主体结构材料剥落，腐蚀深度小于 35mm
	3	重度：主体结构腐蚀深度超过 35mm
钢筋锈蚀	2	锈斑：钢筋表层生锈，发生轻微腐蚀
	3	锈蚀：钢筋腐蚀，截面变小
渗漏	1	轻微：3 处以内的渗漏点
	2	中度：池壁面积 15% 以内区域发生渗漏
	3	重度：池壁面积 15% 以上区域发生渗漏

5.1.6 给水排水构筑物模筑法修复应根据缺陷评估情况确定修复类型，分为功能性修复和结构性修复。修复类型及适用情况应符合表 5.2-1 的规定。

表 5.1-2 给水排水构筑物模筑法修复分类

修复分类	功能性修复	结构性修复
------	-------	-------

主体结构存在下列任一情况： 破裂（1 级）1-2 处； 腐蚀（1 级）1-2 处； 渗漏（1 级）1-2 处；	宜采用	可采用
主体结构存在下列任一情况： 破裂（1 级）3-4 处， （2-3 级）1-2 处； 腐蚀（1 级）3-4 处， （2-3 级）1-2 处； 钢筋锈蚀（2 级）1-2 处； 渗漏（1 级）3-4 处， （2-3 级）1-2 处；	应采用	宜采用
主体结构存在下列任一情况： 破裂（1 级）5 处及以上， （2-3 级）3-4 处； 腐蚀（1 级）5 处及以上， （2-3 级）3-4 处； 钢筋锈蚀（2 级）3-4 处， （3 级）1-2 处； 渗漏（1 级）5 处及以上， （2-3 级）3-4 处。	不得采用	应采用

注：既有构筑物缺陷评估的最小单位宜取混凝土表面积 $100m^2$ ，或取每一分项工程的混凝土表面积。

5.2 结构设计

5.2.1 给水排水构筑物上的永久作用和可变作用应满足《给水排水工程构筑物结构设计规范》GB 50069及相关规范的要求。

5.2.2 结构性修复钢筋最小保护层厚度30mm。

5.2.3 模筑法修复时，最小模筑厚度要求应满足表5.2-1的要求。

表 5.2-1 给水排水构筑物最小模筑厚度

修复位置	最小模筑厚度/mm	
	功能性修复	结构性修复
顶板	30	40
侧壁	35	50
底板	40	50
梁、柱	35	50

5.2.4 给水排水构筑物采用模筑法修复后，截面厚度应不小于原截面厚度。

采用结构性修复时，可按现行国家标准《混凝土结构加固设计规范》GB 50367的有关规定进行修复设计。

5.2.5 采用常规型模筑料修复，修复后的构筑物内表面应根据相应的腐蚀情况进行防腐防护。采用无机改性聚脲防腐涂料涂层配套时，最小干膜厚度应不小于0.5mm。

5.2.6 模筑法修复的分缝要求应与现有构筑物分缝情况匹配。

5.3 防水防腐设计

5.3.1 给排水构筑物修复应根据介质腐蚀特点进行防水防腐设计。

5.3.2 池容损失受限的结构性修复宜采用防腐型聚合物改性水泥基模筑料。

5.3.3 结构相对比较完整，腐蚀轻微时，可直接采用防水防腐涂层修复。

5.3.4 原构筑物结构较为规整时宜采用MCPE防水防腐衬片，施工浇筑时不作为施工外模；结构较为复杂、转折较多时宜采用不锈钢板覆面，当作为施工外模时应根据浇筑荷载复核不锈钢板覆面厚度和拉结筋间距。

6 施工

6.1 一般规定

6.1.1 施工应严格执行安全生产、劳动保护、职业健康、防火及防汛防台等法律法规，落实安全生产责任制，制定安全措施，确保施工安全。

6.1.2 施工应符合环境保护及文明施工要求，采取有效措施控制粉尘、废水、废气、废弃物、噪声及振动等污染。

6.1.3 施工前应编制施工组织设计，明确施工方案、平面布置、交通组织、临时排水及安全防护措施。临时排水规模应按日高峰流量核算。

6.1.4 施工应建立质量与安全管理体系，实施分级质量控制；有限空间作业人员须持证上岗，完成安全培训，设置通风照明设施，并制定应急预案。

6.1.5 结构性修复中植筋施工及验收应符合《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB50550的要求

6.1.6 修复工程完工后，须对给水排水构筑物进行功能性试验，试验合格后方可进行验收。功能性试验应遵循《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB50141的相关要求。

6.2 预处理

6.2.1 施工前应对原构筑物基面进行预处理，预处理前后应进行检测，检测方法可采用电视检测或管内目测等方法。

6.2.2 预处理应清除沉积物、垃圾、油脂和污垢、生物膜、旧的涂装或防水层及其他障碍物。应根据构筑物的大小和形状，选择合适的清淤方法。

6.2.3 原构筑物存在裂缝、孔洞、锈蚀等局部缺陷时，可采用灌浆、填补、机械打磨、局部加固、机械矫正、材料置换等方法进行修补处理。

6.2.4 应对原构筑物表面凿毛处理，清除混凝土表面松软层，直至露出粗骨料。凿毛作业完成后，应对表面进行清洗。

6.2.5 密闭空间施工应满足相关规范要求。通风及照明工作应在原构筑物清淤前安装完成。

6.2.6 预处理经验收合格后，方可进行下一步施工。

6.3 模腔模板安装

- 6.3.1** 模腔模板应按照设计图纸和施工方案进行模块化安装制作和安装。
- 6.3.2** 模腔模板材料应满足强度、刚度和稳定性要求，并具有良好的耐久性。
- 6.3.3** 模腔模板接缝应严密，不得有漏浆现象。
- 6.3.4** 模腔模板安装应牢固，不得有变形、位移或松动。
- 6.3.5** 模腔模板支撑体系应满足施工过程中可能产生的最大荷载要求。
- 6.3.6** 模腔模板拆除应符合设计要求和施工方案，确保结构安全。
- 6.3.7** 模腔模板施工过程中应定期检查，发现问题及时处理。

6.4 模筑法施工

- 6.4.1** 材料及设备准备应满足以下要求：
 - 1 应根据现有构筑物部位的长度、截面尺寸、材料厚度计算所需材料的数量，并应按不少于计算材料重量的30%预留备用量；
 - 2 应先用水冲洗湿润模筑料搅拌机、输送泵及构筑物；
 - 3 应检查卷扬吊臂、模筑料搅拌机、输送泵等设备是否正常。
- 6.4.2** 化学植筋、钢筋绑扎、钢筋搭接、锚固、钢筋保护层、钢筋接头位置和立模施工应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010的有关规定，并应符合下列规定：
 - 1 面植筋的孔径和孔深应满足设计要求，植筋前应对钢筋进行除锈，除锈长度应大于植入孔径的钢筋长度；
 - 2 宜采用注浆胶管向孔径注入植筋胶，注胶量宜为孔深的2/3（孔深不应击穿），宜待植筋胶注入12h后进行钢筋焊接绑扎；
 - 3 板安装应坚固、稳定，模腔模板缝隙处宜用泡沫胶密封，模腔模板与钢筋的间距应满足保护层要求。
- 6.4.3** 施工用注浆管和排气管宜交叉安装，当竖向模腔模板连续支设宽度超过3m时，宜每隔3m再平行增加一排注浆孔。注浆管、排气管间距和注浆压力应根据管道长度进行设计且应满足设计要求。

6.4.4 修复材料搅拌和浇注应符合下列规定：

- 1 修复材料搅拌时宜采用机械拌合。拌合应符合厂家的使用说明要求。

2 采用高压泵泵送工法压注聚合物改性水泥基流态修复材料时，应分层逐级阶梯式压浆，并应按施工要求严格控制注浆压力和注浆量；待顶部排气管溢出浆液后，应保持压力3min~5min。

6.5 防腐涂料施工

6.5.1 防腐涂料施工应在基层验收合格后进行。修复工程中，基层的粘结强度不得低于2.5MPa。涂装施工应在干燥通风的环境下进行，环境温度应为5℃~30℃，空气相对湿度不应大于85%。混凝土结构应干燥无明水，表面应清洁。在雨、雾、雪、大风、强烈阳光直射和较大灰尘的条件下，避免户外施工。

6.5.2 涂装准备应符合下列规定：

- 1 涂装材料的品种、型号、规格应符合设计的规定，应使用保质期内的合格涂装材料；
- 2 根据涂装材料的产品特点以及施工要求选择适当的涂装工具；
- 3 涂装材料使用前应将各组分材料搅匀后再按比例混合均匀；混合好的涂装材料需在说明书规定的操作时间内完成涂装。

6.5.3 防腐蚀涂装工程用防腐涂料可采用喷涂、刷涂、辊涂和刮涂等方式进行涂装，施工流程包括基面修复、砂浆找平、底涂、中涂层、面层。

6.5.4 混凝土构筑物防腐蚀涂装工程中防腐涂料的施工应符合下列规定：

- 1 涂膜厚度应满足设计要求，不得出现漏涂、裂纹、气泡、流挂、针孔等漆膜缺陷；
- 2 涂装间隔宜参照使用说明书和施工环境温度湿度确定。每道涂层施工应在前一道涂膜实干后进行。

6.5.5 涂装养护应满足下列要求：

- 1 涂层表干前应予以保护，避免淋雨和沙尘侵袭，对高湿工作环境中的工程构件，宜加强防护，并应避免混凝土基材表面凝露。
- 2 施工完成后，涂层应按产品说明书规定养护期满后方可使用。

6.5.6 防腐蚀涂装工程应符合现行国家标准《涂装作业安全规程安全管理通则》GB 7691的有关规定。

6.6 MCPE 防水防腐衬片施工

6.6.1 MCPE防水防腐衬片下料应按照现场实际测量进行。

6.6.2 壁面安装应将MCPE防水防腐衬片用钢钉临时固定在内壁上，接缝焊接完成后支模。

6.6.3 底面安装应符合下列要求：

- 1 用水湿润清洁的混凝土底板上，并用界面剂或界面砂浆等做好界面处理；
- 2 将常规型聚合物改性水泥基模筑料在界面处理好的底板上刮抹平整，边缘设置木隔条，分段循环施工；
- 3 在常规型聚合物改性水泥基模筑料终凝前，将裁切好的MCPE防水防腐衬片沿池底一边平铺压入模筑料中，擀压平整，分段循环施工；
- 4 底板衬片、底板与侧墙衬片之间缝隙宽度均不大于5mm。衬片用模板覆盖，压放沙袋、木模板等重物，压放时间不少于24小时；
- 5 焊接完成后覆盖的模板应保留，至水池内壁整体施工完毕。验收前清理MCPE防水防腐衬片上的杂物。

6.6.4 顶板底面安装应符合下列要求：

- 1 用水湿润 清洁的顶板底面混凝土，并用界面剂或界面砂浆等做好界面处理；
- 2 裁切MCPE防水防腐衬片，用汽动码钉固定在顶板底模上；
- 3 顶板模板封模，支撑牢固；
- 4 模筑料压力灌注充满空腔；
- 5 拆模后，MCPE防水防腐衬片缝隙采用热熔焊接。

6.7 不锈钢板覆面施工

6.7.1 不锈钢板施工包括前处理、植筋、不锈钢安装焊接、模筑。

6.7.2 植筋应符合下列要求：

- 1 植筋前，应先检查原构件结构植筋部位，原构件混凝土不得有局部缺陷。如有局部缺陷，应进行补强或加固处理后再植筋。
- 2 植筋划线定位、钻孔、清除孔尘、灌注胶粘剂、植入钢筋、养护固化应符合《混凝土结构加固设计规范》GB 50367的要求。

3 植筋与钢筋网片焊接连接时，应进行双面焊接，钢筋焊接接头位置错开。

6.7.3 不锈钢安装应按放样、下料、点焊固定、焊接施工、焊缝检查等依次进行，不锈钢内衬安装时，内侧提前焊接不锈钢锚固钢板，先安装侧板再安装顶板。

6.7.4 侧板安装应符合下列要求：

- 1 在侧板安装前，须对底部进行找平处理，确保侧板安装后高度一致。
- 2 在侧面不锈钢与底板之间应设置橡胶垫。
- 3 侧板安装完成后，应进行质量检查，包括但不限于侧板的水平度、垂直度、固定点的牢固性等。

6.7.5 顶板安装应符合下列要求：

- 1 顶板两端应进行折边处理，与侧板对齐。
- 2 侧板与顶板接触处应进行点焊固定，确保顶板在后续焊接过程中的稳定性。
- 3 不锈钢板安装好后，应对接缝进行焊接，焊缝质量应符合《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205的要求。

6.7.6 模筑应符合下列要求：

- 1 模筑应设置注浆管和观测孔，观测孔应设于顶板中央最高点，兼作排气孔。
- 2 注浆时，应对不锈钢板须进行支撑。
- 3 应进行分段注浆，分段长度和模筑顺序应根据聚合物改性水泥基模筑料特性和注浆量确定。每一段的注浆施工应在前一段聚合物改性水泥基模筑料初凝后进行，各注浆段的施工应确保连续性和均匀性。
- 4 注浆应对称进行，注浆过程中应使用橡皮锤敲打不锈钢板，检查浆液密实度，并监测板面变形。

7 质量检验与验收

7.1 一般规定

7.1.1 给水排水构筑物模筑法修复工程的质量验收应符合现行国家标准《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB50141 及有关规定。

7.1.2 构筑物修复表面或覆面质量应符合下列规定：表面应光洁、平整，无局部划伤、裂纹、损、孔洞、起泡、干斑、褶皱、拉伸变形和软弱带等影响管道结构、使用功能的损伤和缺陷。

7.1.3 构筑物修复表面质量验收应符合表 7.1-1 的规定。

表 7.1-1 构筑物修复表面质量验收标准检测项目表

检查项目	检查方法	验收标准
表面平整度	2m 直尺	$\leq 3\text{mm}$
色泽均匀性	目测法	无分层
表面缺陷	目测与敲击法	裂缝 $\leq 0.1\text{mm}$ 空鼓 $\leq 0.5\%$ 面积
实体强度	超声回弹综合法	\geq 设计值 95%
粘结强度	拉拔试验	$\geq 1.5\text{MPa}$
内部缺陷	雷达扫描	空洞 $\leq 2\%$ 体积

7.2 主控项目

7.2.1 聚合物改性水泥基模筑料应符合本规程第 4.2.1 节的规定，产品合格证、质量保证书、材料性能检测报告、型式检验报告应检查合格，进场抽样检验应合格。

检查方法：对照本规程第 4.2.1 节检查。

检查数量：全部检查。

7.2.2 聚合物改性水泥基模筑料浇筑完成后，构筑物应无内部缺陷，空洞 $\leq 2\%$ 体积。

检查方法：有覆面的先采取空鼓敲击，有异响的，采用雷达扫描或超声波检测，无覆面的采用肉眼观察蜂窝麻面。

7.2.3 防腐蚀涂装材料的性能要求应符合本规程 4.2.2 的规定；品种规格的选用应符合涂层配套设计规定。

检查方法：检查产品出厂合格证、产品性能检测报告和现场抽样检测报告。

7.2.4 防腐涂料与基层的附着力不宜低于 2.5Mpa（或混凝土基面破坏）。

检查数量：按检验批检查。

7.2.5 MCPE 板的性能要求应符合本规程 4.2.3 的规定，产品合格证、质量保证书、材料性能检测报告、型式检验报告应检查合格，进场抽样检验应合格。

7.2.6 不锈钢板材质、规格及厚度应符合设计要求，进场时应提供质量证明文件（包括材质报告、出厂合格证等），并按规定进行抽样复验。

7.2.7 不锈钢板施工完成后的焊缝检测应符合《现场设备、工业管道焊接工程质量验收规范》GB 50683 的规定。

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。

检查数量：全数检查；

检验方法：观察，并辅以钢丝刷或其他小工具检查。

7.3.2 涂层的厚度应均匀一致，涂层的层数和厚度应符合设计规定。涂层厚度小于设计规定厚度的测点数，应不大 10%，且测点处的实测厚度应不小于设计规定厚度的 90%。

7.3.3 构筑物修复表面平整度应不大于 3mm，色泽均匀无分层。

检查数量：全部检查。

7.4 验收

7.4.1 单位工程、分项工程、检验批的划分按附录 D 执行。

7.4.2 隐蔽工程验收应核查焊缝内部检测报告、涂层附着力试验记录、基面处理影像资料。

7.4.3 质量验收应在施工单位自检合格基础上，按分项工程(验收批)、单位(子

单位)工程的顺序进行，并符合下列规定：

- 1 工程施工质量应符合本规范和相关专业验收规范的规定；
- 2 工程施工应符合工程勘察、设计文件的要求；
- 3 参加工程施工质量验收的各方人员应具备相应的资格；
- 4 工程质量的验收应在施工单位自行检查、评定合格的基础上进行；
- 5 隐蔽工程在隐蔽前应由施工单位通知监理单位进行验收，并形成验收文件；
- 6 涉及结构安全和使用功能的试块、试件和现场检测项目：应按规定进行平行检测或见证取样检测；
- 7 分项工程(验收批)的质量应按主控项目和一般项目进行验收：每个检查项目的检查数量，除本规范有关条款有明确规定外，应全数检查；
- 8 对涉及结构安全和使用功能的分部工程应进行试验或检测；
- 9 承担试验检测的单位应具有相应资质；
- 10 工程的外观质量应由质量验收人员通过现场检查共同确认。

8 附录

附录 A

(资料性附录)

使用的液体介质

A.1 说明

本附录列举的液体介质，是在市政污水处理设施，管道，沼气处理池，二次围堰保护区等环境中接触到的液体，适用于无机改性聚脲防水防腐涂料耐液体介质性能的评定，除此之外，经相关方商定，也可以选用其他试剂。

A.2 液体介质

按产品标准规定的测试液体。应采用蒸馏水或纯净水进行配制。配制好的液体介质应贮存在密封的容器中，放在暗处存放，存放温度为(23±2)℃。

液体介质类型	液体介质
耐酸性	50%硫酸
	20%盐酸
	10%硝酸
	20%次氯酸
	20%柠檬酸
	5%乳酸
耐碱性	50%氢氧化钠
	饱和氢氧化钙
耐盐水性	饱和氯化钠
耐油性	120#溶剂油
	92#汽油
耐氧化性	20%过氧化氢
	20%次氯酸

	50%硝酸铵
洗涤剂	12%次氯酸钠
	40%苯磺酸

附录 B 构筑物预处理检查表

表 B 构筑物预处理检查表

工程名称				施工区段		施工区编号	
施工单位				项目负责人		项目技术负责人	
序号	预处理检验项目				施工单元检查评定	验收意见	
1	预处理后构筑物结构符合修复工艺要求						
2	构筑物内壁无影响修复施工工艺的缺陷						
3	构筑物内清理满足后续处理工艺施工要求						
4							
5							
6							
验收单位	施工单位 (盖章)	施工员:		质量检查员: 日期:			
	监理单位 (盖章)	现场监理:		专业监理工程师: 日期:			
	建设单位 (盖章)	建设方代表:		日期:			

附录 C 模筑法浇筑施工记录表

表 C 模筑法浇筑施工记录表

单位工程名称：

分部工程						
施工日期						
工程部位						
工程量						
设计强度等级						
扩展度						
平均气温						
试块	组数					
	编号					
	平均养护温度					
浇前复核高程						
拆模日期						
实体养护状况						
备注						

班组长：

质检员：

技术负责人：

附录 D 模筑法工程的分项工程及检验批划分表

表 D 模筑法工程的分项工程及检验批划分表

分项工程	检验批
基面处理	按施工段划分检验批
模板	按《混凝土工程施工质量验收规范》规定执行
钢筋	
模筑修复	按《混凝土工程施工质量验收规范》及《地下防水工程质量验收规范》规定执行

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”。

条文中指明应按其他有关标准执行时的写法为“应符合……的有关规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

本规程引用下列标准。其中，注日期的，仅对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。

《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

《生活饮用水卫生标准》 GB5749

《混凝土拌合物用水标准》 GJG 63

《不锈钢冷轧钢板和钢带》 GB/T 3280

《不锈钢热轧钢板和钢带》 GB/T4237

《给水排水工程构筑物结构设计规范》 GB 50069

《建筑结构加固工程施工质量验收规范》 GB50550

《给水排水构筑物工程施工及验收规范》 GB50141

《混凝土结构设计标准》 GB/T 50010

《涂装作业安全规程安全管理通则》 GB 7691

《混凝土结构加固设计规范》 GB 50367

《钢结构工程施工质量验收标准》 GB 50205

《现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范》 GB 50683

中国工程建设标准化协会标准

给排水构筑物模筑法修复

技术规程

T/CECS XXX—202X

条文说明

1 总 则

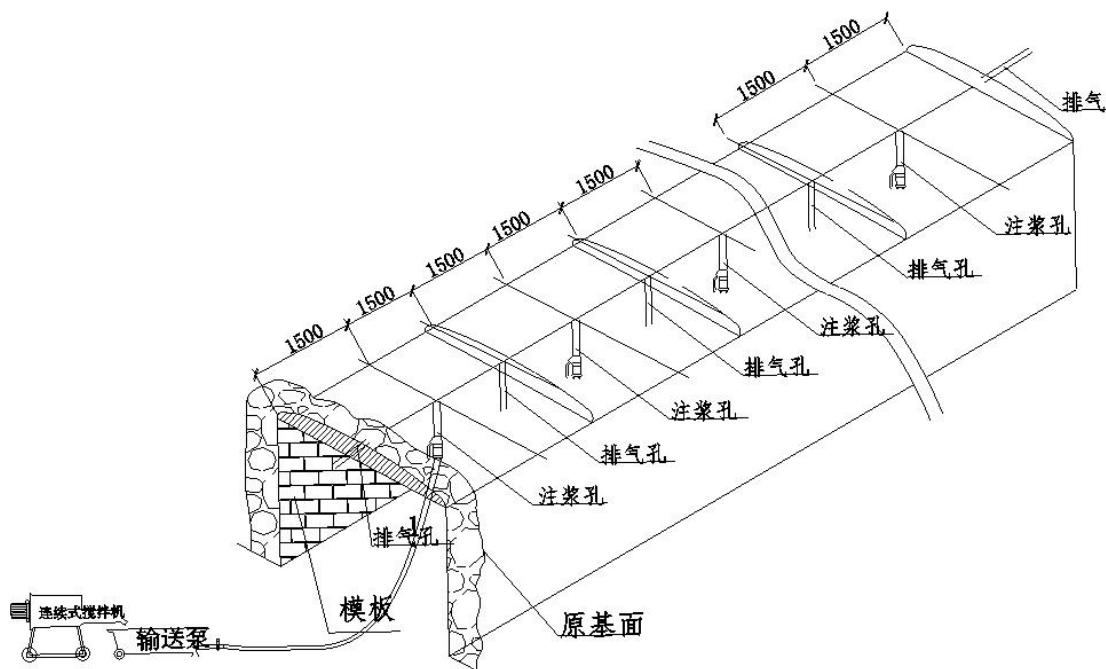
1.0.1 给水排水构筑物作为城市供水排水系统的重要基础设施之一，对城市给水排水系统的正常运行、日常管理和安全维护等十分重要。当前，我国城市给水排水构筑物在运维过程中投入相对较少、技术相对落后、运行工况差，部分存在严重的结构病害、漏损及损坏等问题，直接影响城市给水排水系统运行安全和输送效率，本规程作为国内首部给水排水构筑物模筑法修复工程技术标准，其编制意义重大，且具有重要的行业指导和工程实践价值。

1.0.2 本规程是为确保给水排水工程构筑物模筑法修复工作从工程的设计、材料、施工、质量检验与验收等方面能够遵循一定的技术标准，保证给水排水构筑物模筑法修复工程的安全性、适用性、技术先进性和经济合理性。通过明确技术指标、工法、质量检验与验收，旨在为工程质量提供保障，确保修复工程达到预期的效果。

1.0.3 给水排水构筑物模筑法修复工程设计、施工和质量检验与验收中除了要遵守本规程的规定外，还必须符合《室外排水设计标准》GB 50014、《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ 181、《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB50141 及《给水排水工程构筑物结构设计规范》GB50069 国家现行的相关标准和行业相关标准。

2 术语

2.0.1 模筑法是一种针对城镇给水排水构筑物结构进行加固修复的方法。在不拆除或大规模开挖原有构筑物结构的前提下，通过采用高压泵送工艺将流态胶凝材料压注到模腔模板与支撑搭建的密闭模腔模板内，固化后拆模，形成光滑实体结构，以增强给水排水构筑物的承载力和耐久性，从而达到修复和加固的目的。



模筑法修复工艺示意图

(1) 模腔模板：用于限定修复结构形状、尺寸及表面形态的临时或永久性支撑体系。分为可拆除式模腔模板和一体化模版，可拆除式模版施工完成后拆除，仅起成型作用，如木模腔模板、钢模腔模板；一体化模腔模板与修复材料结合后永久保留，兼具成型与功能性，如不锈钢板、PE 板等。(2) 模腔模板 (Mold Cavity)：由原有构筑物内壁与模腔模板共同围合形成的封闭空间，用于容纳并成型填充材料，如灌浆料等。(3) 覆面材料 (Lining Material)：附着于修复结构表面，用于提升耐久性（防腐、耐磨、抗渗等）的功能性附加层，如不锈钢板、PE 板、聚脲涂料等。可作为永久性模腔模板，如不锈钢板覆面直接作为模腔模板边界；亦可作为二次保护层，在模筑结构完成后附加。

3 基本规定

3.0.1 给水排水构筑物相关检测评估鉴定可参考《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ 181-2012、《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344-2019 和《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144-2019 等。

3.0.3 给水排水构筑物修复后工作年限与剩余工作年限相关，应结合业主意见确定；同时针对部分构筑物已将要达到设计工作年限，修复后参考现行国家标准《混凝土结构加固设计规范》GB 50367-2013 的相关原则，建议设计工作年限取 20 年较为合理。

3.0.9 给水排水构筑物模筑法修复工程施工及质量验收尚应符合《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141 等的有关规定，防腐涂层须满足《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046 的相关要求。

4 材 料

4.1 一般规定

4.1.2 按聚合物材料的状态分为乳液类和干粉类。对重要结构加固，应选用乳液类聚合物改性水泥砂浆中采用的聚合物材料，应为改性环类、改性丙烯酸酯类、改性丁苯类或改性氯丁类聚合物，不得使用聚乙烯醇类、苯丙类、氯偏类聚合物以及乙烯-醋酸乙烯共聚物。

4.1.4 MCPE 防水防腐衬片基板外观应光滑平整，具备防水、耐强腐蚀、耐冲击、高耐磨、耐老化等性能。对有特殊高耐磨应用场景，可采用基板厚度 3mm。

4.1.5 不锈钢种类很多，给水排水行业常用奥氏体不锈钢S30408、S31603。

不锈钢材料性能对照表

钢种类型	适用腐蚀环境	技术优势	限制条件
奥氏体不锈钢	常规大气环境($\text{Cl}^- \leq 100\text{ppm}$, $\text{pH}=6-8.5$)	成本低、成型性好(延伸率 $\geq 40\%$)	不耐氯离子应力腐蚀
钼增强奥氏体	弱酸性介质($\text{pH} \geq 4$) 低氯环境($\text{Cl}^- \leq 200\text{ppm}$)	耐点蚀当量 (PREN ≥ 25) 提升耐局部腐蚀能力	避免硫化物腐蚀环境
双相不锈钢	高氯环境($\text{Cl}^- \leq 5000\text{ppm}$) 海水浸泡($\leq 40^\circ\text{C}$)	高强度(屈服 $\geq 450\text{MPa}$) 耐应力腐蚀开裂 (SCC)	焊接需严格控制层间 温度($\leq 150^\circ\text{C}$)
超双相不锈钢	强腐蚀性介质 ($\text{Cl}^- \leq 10000\text{ppm}$, H_2S 分压 $\geq 0.1\text{kPa}$)	超高 PREN 值(≥ 40) 耐冲刷腐蚀	冷加工难度大，需固溶处理

4.2 质量要求

4.2.1 I型对应混凝土C40等级，II型对应混凝土C60等级，III型对应混凝土C80等级。通常给水排水构筑物中这几种类型都可以使用，强度等级越高，修复的厚度相对可以较薄。

4.2.2 无机改性聚脲区别于传统聚脲分子结构，给水排水结构中的腐蚀是生

物硫酸演变的过程，区别于常规的工业硫酸的腐蚀特性，有条件时宜提供耐生物硫酸报告，否则应有10年以上成功使用案例。

5 设计

5.1 一般规定

5.1.2 预处理除了应对构筑物内壁的附着物、破裂、腐蚀、渗漏等进行处理外，构筑物外壁和底板孔洞较大、渗漏严重时，应对周边土层缺失进行处理。

5.1.3 构筑物修复后断面尺寸损失不应过大，一般不超过10%，设计时应由工艺相关专业进行复核是否满足正常使用要求；修复后的内部空间应满足原设计的检修维养要求。

5.1.5 参考《排水检查井非开挖修复工程技术规程》T/CECS 1333、《喷筑法检查井修复技术规程》T/CECS 1252和《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ 181-2012中相关缺陷等级和描述。

5.1.6 参考《地下防水工程质量验收规范》GB 50208-2011中关于水泥砂浆、卷材、涂料、塑料防水板和金属板防水层等抽样检验，应按施工面积每100m²为一个单位，定义给水排水构筑物检测鉴定的最小单位为混凝土表面积100m²为一个单位，但当分项工程中构筑物表面积小于100m²时，则可取该分项工程的混凝土表面积。

5.2 结构设计

5.2.2 防腐型聚合物改性水泥基模筑料考虑了材料本身防腐能力，常规型聚合物改性水泥基模筑料，考虑有不锈钢覆面或防水防腐涂层。

5.2.3 采用给水排水构筑物模筑法修复构筑物时，在满足最小保护层厚度、钢筋布置要求的条件下，配筋给水排水构筑物模筑法修复材料结构体应满足结构安全性、刚度及局部稳定等要求且结构体厚度应不小于40mm。

6 施工

6.1 一般规定

6.1.3 施工组织设计应涵盖临时排水、施工现场平面布置、施工方案、交通组织设计等内容。对于需维持不间断运营的修复工程，应实施临时排水措施。临时排水的规模根据流量计算确定，需对日高峰流量进行核算以明确临时排水的规模。同时，应采取适当保护措施确保临时排水设施的安全，并保证其不影响交通安全。

6.1.4 在施工过程中，应建立完善的质量管理体系和安全生产管理体系。制定总体工程质量控制措施及各分项工程的质量控制细则。对于有限空间作业，作业人员必须持证上岗，并接受相应的培训与技术交底。根据作业时长要求，施工前应完成通风与照明设施的设置，并制定有效的应急预案。

6.2 预处理

6.2.1 模筑法修复预处理与常规修复预处理区别如表6.2-1。

表 6.2-1 模筑法修复预处理与常规修复预处理区别

	模筑法预处理技术要求	常规修复预处理技术要求
基面适配性	建立与模腔模板系统的几何适配关系，预留模腔模板定位基准点	仅需表面平整度达标($\leq 3\text{mm}/2\text{m}$)
界面活化	涂刷专用界面剂，剪切粘结强度 $\geq 1.5\text{MPa}$	可选界面处理(无强制强度要求)
缺陷治理	刚性填充+结构锚固处理原结构裂缝/空洞，填充料弹性模量匹配度 $\geq 80\%$	常规注浆修补(无弹性模量匹配要求)
空间预留	设置模腔模板厚度限位装置，精度 $\pm 2\text{mm}$	无需特定空间预留措施
监测预埋	预埋应变监测元件，元件间距 $\leq 1.5\text{m}$	通常不预埋监测设备

6.2.2 清淤方法包括但不限于如机械清淤、高压水射流清洗等。腐蚀产物，如水垢、锈蚀等，可通过机械清洗或化学方法去除。

6.7 不锈钢板施工

6.7.1 通常作为不锈钢板覆面修复示意图，如图6.7-1。

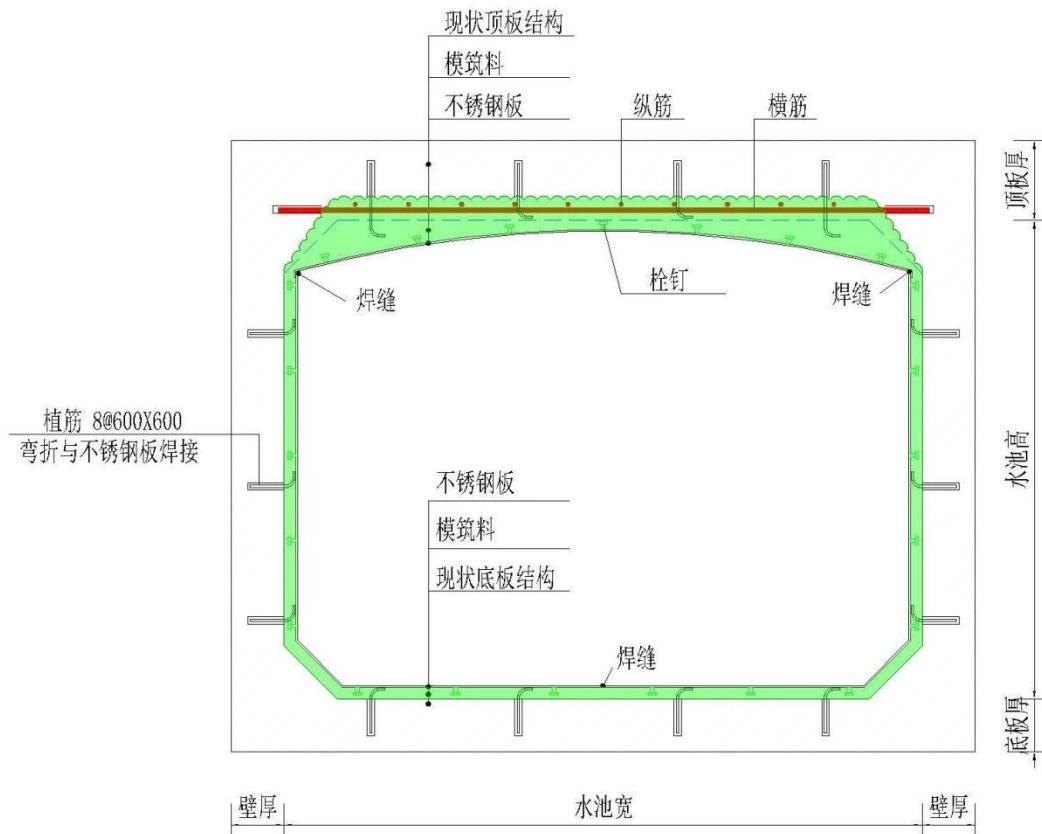


图 6.7-1 不锈钢板覆面修复示意图

6.7.4 侧板的安装应确保侧板的安装高度及位置的准确性。安装过程中，应确保侧板与底板的连接紧密，无明显缝隙。侧板固定应采用螺栓与原混凝土壁固定。安装第一块侧板时，将锚固钢板与原构筑物钢筋进行焊接固定，同时在内侧设支撑固定，避免侧板产生位移。

6.7.5 顶板安装应符合下列要求：

- 1 顶板定位应准确，确保顶板与侧板之间的间隙均匀一致。
- 2 不锈钢板安装好后，钢板间全部采用等强满焊，焊缝等级三级及以上，焊缝宽度不小于3mm。

6.7.6 模筑应符合下列要求：

- 1 注浆管应沿注浆段布置，确保浆液充满不锈钢板与原构件间的空隙。
- 2 聚合物改性水泥基模筑料应满足特定防腐性能指标，且浆体搅拌应均匀，无大颗粒，确保流动性能满足泵送要求。侧壁注浆和顶板注浆应分开进行，分别分次施工，分次注浆的施工时间间隔应根据聚合物改性水泥基模筑料的初凝和终凝时间来确定，在聚合物改性水泥基模筑料初凝前完成第一次注浆，并在终凝前进行后续注浆，确保各层之间结合牢固。
- 3 分段注浆应确保注浆材料的有效扩散并防止注浆压力对周围结构造成损害，须保证各段之间良好的结合和整体结构的稳定性。
- 4 侧壁及顶板的注浆时须在两侧壁同时浇筑聚合物改性水泥基模筑料，确保在注浆过程中两侧的压力保持平衡。