

行业标准

《清水混凝土防护与修复技术规范》
(征求意见稿)

编制说明

《清水混凝土防护与修复技术规范》编制组

二〇二五年十月

目 录

| | |
|----------------------------------|----|
| 一、工作简况 | 1 |
| 1.1 任务来源 | 1 |
| 1.2 编制背景 | 1 |
| 1.3 主要参加单位和工作组成员及其所做的工作 | 3 |
| 1.4 主要工作过程 | 5 |
| （一）开展调研工作 | 5 |
| （二）编制组成立暨第一次工作会议 | 6 |
| （三）确定标准征求意见稿 | 8 |
| 二、标准制定的原则和主要内容 | 8 |
| 2.1 标准制定的原则 | 8 |
| 2.2 标准制定的主要内容 | 8 |
| 2.3 重点工作及需要研究的内容 | 15 |
| 三、主要试验验证的情况 | 16 |
| 四、标准涉及专利的情况 | 24 |
| 五、产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效益情况 | 25 |
| 六、采用国际标准和同外先进标准的情况 | 29 |
| 七、与现行标准的协调性情况 | 29 |
| 八、重大分歧意见的处理经过和依据 | 30 |
| 九、标准性质的建议说明 | 30 |
| 十、贯彻标准的要求和措施建议 | 30 |
| 十一、废止现行相关标准的建议 | 31 |
| 十二、其它应予说明的事项 | 31 |

一、工作简况

1.1 任务来源

根据《工业和信息化部办公厅关于印发 2024 年第六批行业标准制修订计划的通知》（工信厅科函〔2024〕503 号）的要求，由中国建筑科学研究院有限公司会同有关单位编制行业标准《清水混凝土防护与修复技术规范》（计划编号：2024-2042T-JC），项目周期 12 个月，由建材工业综合标准化技术委员会负责归口管理，主管部门为工业和信息化部。

1.2 编制背景

（1）清水混凝土施工切实符合国家“绿色、环保、低碳和可持续发展”的政策要求

十四五期间，中共中央、国务院及住房和城乡建设部等连续发文，要求大力推动健全绿色建造体系，促进混凝土可持续性发展。“十四五”建筑业发展规划提出要推动建筑业高质量发展，加快建筑业转型升级，减少材料和能源消耗，推广绿色化、工业化、信息化、集约化、产业化建造方式，提出新建建筑施工现场建筑垃圾排放量控制在每万平方米 300 吨以下，降低建造过程碳排放量和环境污染；《质量强国建设纲要》提出要着力提升产品、工程、服务质量/面向重大工程建设需求，大力发展绿色建筑，深入推进可再生能源、资源建筑应用，实现工程建设全过程低碳环保、节能减排；《关于推动城乡建设绿色发展的意见》提出要建设高品质绿色建筑，实现工程建设全过程绿色建造；《混凝土与水泥制品行业“十四五”发展指南》也对混凝土与水泥制品的绿色、低碳、质量、性能、功能、保障能力等提出了更高要求。

混凝土作为最大宗建筑工程材料，全球总用量已突破 50 亿立方米，其向着绿色、低碳和功能化等技术特征的可持续方向发展。随着社会经济的发展，人们对于建筑的要求不只限于基本使用功能，对于美观、装饰等方面的要求愈来愈高，清水混凝土以其独特的色泽、质感和造型赢得现代建筑师的钟爱，清水混凝土用量呈现明显增长趋势。清水混凝土被广泛应用于市政、铁路、道桥、机场等混凝土工程，如上海杨浦大桥、武广高速铁路工程、南浦大桥等交通基础设施工程；北京亦庄东晶国际住宅工程、清华东路公寓工程、联想（北京）研发中心等民用

建筑工程；首都机场、上海浦东国际机场航站楼、北京奥运会建设项目国家网球场等大量高档公共建筑工程都采用了清水混凝土。

清水混凝土是一次成型，直接采用现浇混凝土的自然质感作为饰面，避免了传统混凝土技术中所需的抹灰施工、吊顶施工、装饰施工等技术步骤，减少施工环节、加快施工进度；消除抹灰工程易空鼓、脱落和裂缝的质量通病，延长了服役使用寿命；取消了抹灰和湿作业，减少了建筑垃圾产生。因此，清水混凝土具有耐久性好、节省装饰费用和绿色施工等优点，切实响应国家“绿色、环保、低碳和可持续发展”的政策要求。

（2）清水混凝土施工易产生外观缺陷，防护与修复施工必不可少

清水混凝土施工是一项非常细致的工作，比一般混凝土施工要求要严格的多，混凝土材料自身的特性、模板的设计安装质量、施工水平、管理措施等因素，都有可能使清水混凝土存在不同程度的质量缺陷，影响其品质与美观度，常易出现的外观质量缺陷有：气孔、蜂窝、麻面、漏浆、色差、冷缝等，需要根据情况对清水混凝土的缺陷进行修复。但目前清水混凝土修复工艺还没有形成明确的标准规范。

由于清水混凝土将结构与装饰功能合二为一，表面往往不再做饰面层，且为非均匀多孔结构，直接暴露在自然环境中，长期受日晒雨淋、风雪冰冻、微生物及大气污染的侵蚀，容易造成混凝土表面风化、发黄、吸水发黑、泛碱发白、锈蚀、中性化、盐害等破坏，逐渐失去本身质感，表面质量衰退、污损、过早老化等问题。因此，清水混凝土施工完通常要在外表面涂刷一层清水混凝土保护剂，以此提升混凝土的抗污、抗老化、耐久性能，降低后期维护成本，从而缩减工程的总造价。

（3）清水混凝土保护剂使用杂乱，没有统一标准

清水混凝土必须要进行基底修补、打磨、界面处理、调色，底漆、面漆等施工处理，方能达到清水混凝土保护效果。目前行业内钢筋混凝土表面保护材料使用杂乱，没有统一标准，包括普通涂料、防水涂料、假冒“清水混凝土保护剂”，清水混凝土保护剂等。

普通涂料只具有“短期”的装饰性，不具备防水功能，容易粉化，混凝土钢筋容易被侵蚀，钢筋混凝土使用寿命降低。防水涂料的成膜物质是丙烯酸，最惧

怕碱性物质，而清水混凝土属于强碱性物体，若用防水材料对其进行保护，很容易出现返碱、变色、起皮、脱落。假冒“清水混凝土保护剂”主要成分为丙烯酸、苯丙、硅丙类乳液，属于大分子结构，根本不具有渗透力，使混凝土丧失了呼吸功能，很容易开裂、起皮、脱落。

真正的清水混凝土保护剂，所使用的材料是一类分子内同时具有能与有机材料结合的碳官能基和能与无机材料结合的水解性硅官能基团的小分子材料。可以渗透无机材料，与无机材料融为一体，赋予了混凝土的呼吸功能，同时又形成强烈的疏水性和排它性，有效抵御有害物质的侵入，具有装饰性、耐酸耐碱性、憎水性、防裂性、耐久性、环保性等优点。

(4) 缺少清水混凝土防护与修复施工的相关技术规范

由于清水混凝土具有耐久性好、节省装饰费用和绿色施工等优点，清水混凝土工程应用日趋增多，而清水混凝土防护与修复施工是必不可少的，然而调研发现，目前有关清水混凝土的标准多侧重于清水混凝土的模板工程、钢筋工程和混凝土制备方面，并没有对清水混凝土如何防护以及清水混凝土出现的外观缺陷如何修复进行详细规定，导致清水混凝土防护和修复的施工工艺千差万别，施工质量也是参差不齐，不利于清水混凝土的外观质量和耐久性提升，限制了清水混凝土技术的发展。

因此，迫切需要制订一本针对清水混凝土防护与修复的工程技术标准，在行业标准层面上对清水混凝土的缺陷修复材料、防护工程用的清水混凝土保护剂等优选、对经过防护或修复施工后的清水混凝土工程质量验收进行规定，规范清水混凝土防护与修复施工工艺，确保清水混凝土工程质量。推动清水混凝土技术的创新和健康发展。

1.3 主要参加单位和工作组成员及其所做的工作

本文件主要负责起草单位为中国建筑科学研究院有限公司，负责统筹标准起草的全部工作。各单位分工如表 1.3 所示：

表 1.3 参编单位任务分工

| 工作内容 | 承担单位 |
|------|------|
|------|------|

| | |
|---|---|
| 全面负责本标准编制工作的组织和技术协调，负责本标准各章节的统稿和协调工作，负责组织实施相关的试验研究，并负责标准的具体编写 | 中国建筑科学研究院有限公司 |
| 国内外相关标准和文献的调研，负责相关外文资料的翻译和整理工作。起草总则、术语和定义内容，并配合其他参编单位开展相应的验证试验。 | 中国建筑科学研究院有限公司 武汉理工大学 北京科技大学 武汉纺织大学 |
| 基本规定、材料、设计部分，负责相应的验证试验内容 | 中国建筑科学研究院有限公司 安徽省（水利部淮河水利委员会）水利科学研究院（安徽省水利工程质量检测中心站） 中国路桥工程责任有限公司 北京市蓝宝新技术股份有限公司 建研建材有限公司 建研建硕（北京）科技有限公司 |
| 清水混凝土防护与修复施工注意要点及相关验证试验 | 中国建筑科学研究院有限公司 北京益汇达清水建筑工程有限公司 上海共革建筑科技发展有限公司 天津华韬建设有限公司 上海市建筑装饰工程集团有限公司 江西华恒工程检测有限公司 交通运输部公路科学研究院 |
| 清水混凝土质量验收，负责相应的验证试验内容 | 中国建筑科学研究院有限公司 中国建筑设计研究院有限公司 四川省建筑机械化工程有限公司 湖北曼诺伊尔建设工程有限公司 中交第二公路工程局有限公司 |
| 条文说明 | 全体参编单位 |

1.4 主要工作过程

（一）开展调研工作

2025 年 1 月标准计划正式获批后，编制组迅即启动系统性行业调研工作。采用文献研究、工程案例收集、技术资料分析等多种方式，全面梳理了国内外清水混凝土防护与修复技术发展现状，重点调研了以下内容：清水混凝土相关标准体系及混凝土防护修复标准规范；清水混凝土常见质量缺陷类型、成因分析及修复技术方案；防护工程用保护剂种类与技术指标体系；防护修复措施对清水混凝土外观效果及耐久性能的影响等。同时，对现有相关标准规范进行了系统的对比分析。

为确保调研工作的深度与广度，编制组专门组建了技术调研团队，赴国内主要生产企业、施工单位和科研机构开展实地考察与技术交流，为后续标准编制工作奠定了坚实的理论与实践基础。

下表为各相关标准的适用范围、技术内容及对清水混凝土防护与修复的局限性的对比分析。

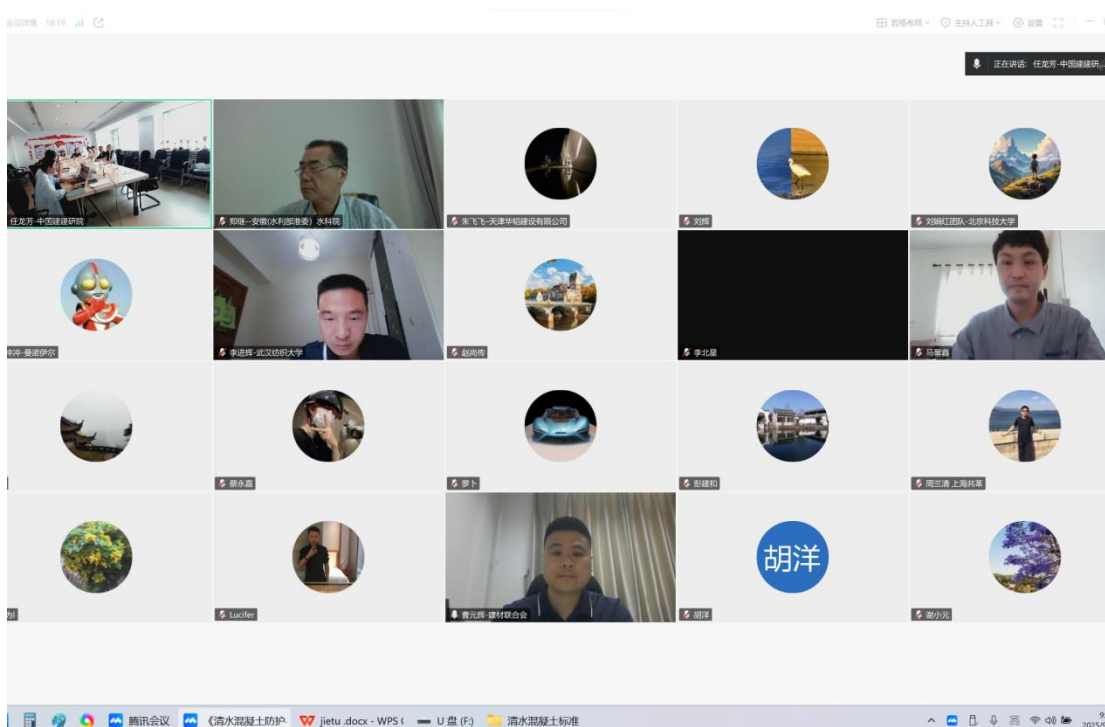
| 编号及名称 | 适用范围 | 技术内容 | 对清水混凝土防护与修复的局限性 |
|-----------------------------------|---|--|---|
| JGJ/T259-2012《混凝土结构与耐久性修复与防护技术规程》 | 适用于混凝土结构的耐久性修复与防护，涵盖工业与民用建筑等一般建筑领域的混凝土结构 | 内容包括钢筋锈蚀修复、延缓碱骨料反应措施及其防护、冻融损伤修复、裂缝修补、混凝土表面修复与防护等，涉及多种耐久性问题的修复与防护技术。 | 1.适用范围的局限性：该标准明确指出不适用于轻骨料混凝土及特种混凝土结构，而清水混凝土在某些情况下可能会采用特殊的骨料或配合比。 2.缺少清水混凝土外观质量及保护剂施工技术要求 |
| DL/T5315-2014《水工混凝土建筑物修补加固技术规程》 | 专门用于水工混凝土建筑物的缺陷处理和修补加固，如大坝、水闸等水利工程中的混凝土结构 | 主要规范水工混凝土建筑物修补加固的施工方法和要求，包括缺陷检测评估后的修补加固设计、施工方案制定、质量控制标准等。修补材料需满足抗冻、抗渗等级要求。 | 1.适用范围的局限性：该标准主要针对水工混凝土建筑物。而清水混凝土在建筑、桥梁等多个领域都有广泛应用。 2.缺少清水混凝土外观质量及保护剂施工技术要求 |
| JC/T2586-2021《装饰混凝土防护材料》 | 适用于装饰混凝土及其制品表面防护用涂覆材料，主要针对具有装饰性 | 注重装饰混凝土防护材料的性能和质量，以满足装饰混凝土表面的美观、 | 本标准主要侧重于装饰混凝土防护材料的技术要求、试验方法等方面， |

| | | | |
|---------------------------------|--|---|--|
| | 要求的混凝土表面防护 | 耐久和防护要求,同时考虑材料的环保性和施工便捷性。 | 未涉及清水混凝土的修复技术规范,缺乏防护材料施工后对清水混凝土外观颜色、光泽度、纹理等方面的技术规定 |
| JT/T695-2007《混凝土桥梁结构表面涂层防腐技术条件》 | 适用于混凝土桥梁结构表面涂层防腐工程,也可作为其他类似条件下钢筋混凝土表面涂层防腐工程的参考 | 根据不同的环境条件,如大气区、水位变动区和浪溅区以及水下区,制定了相应的防护方案,确保桥梁的结构安全和使用寿命,对涂层的耐候性、抗渗性、粘结强度等指标有较高要求。 | 1.适用范围的局限性:该标准主要针对桥梁结构表面涂层防腐技术。2.缺少清水混凝土外观质量及保护剂施工技术要求 |
| TB/T3228-2010《铁路混凝土结构耐久性修补及防护》 | 适用于铁路混凝土结构的耐久性修补及防护工程,包括铁路桥梁、隧道、涵洞等混凝土结构的修补和防护 | 内容包括混凝土结构评估、钢筋锈蚀修补、混凝土破损修补、混凝土裂缝修补、混凝土结构表面防护 | 1.适用范围的局限性:铁路混凝土结构所处的特殊环境,制定了相应修补和防护技术。2.缺少清水混凝土外观质量及保护剂施工技术要求 |

当前混凝土防护修复相关标准主要面向普通混凝土,尚未建立针对清水混凝土的专项技术体系。国外标准体系中亦未发现专门针对清水混凝土防护修复的规范。本标准编制将填补该领域行业标准空白,并为国际标准体系建设提供中国实践方案。

（二）编制组成立暨第一次工作会议

2025年9月4日在北京召开了《清水混凝土防护与修复技术规范》（以下简称《标准》）编制组成立暨第一次工作会议。会议采用线下线上相结合的方式同步进行。标准主管单位中国建筑材料联合会标准质量部主任曹元辉高工、主编单位中国建筑科学研究院有限公司中建研科技股份有限公司总经理刘枫教授级高工、黄靖教授级高工、夏京亮正高级工程师、任龙芳高工及参编单位共计29人参加了会议。会议由标准主编夏京亮正高级工程师主持。



夏京亮正高首先介绍了与会代表，并对参会领导、专家和编制组成员的积极参与表示感谢。刘枫总经理和黄靖教授级高工分别代表主编单位致欢迎词，感谢各级领导在标准方面给予的大力支持，并承诺作为主编单位将为本标准制订提供相应条件，希望编制组成员群策群力、献言献策，共同保证标准的高质量完成。曹元辉主任介绍了中国建筑材料联合会的基本情况，并对标准的制订提出三点要求：一是希望编制组成员能积极参加每一次工作会议，充分研讨内容、提出可操作性意见，确保标准贴合产业实际；二是严格把控时间节点，对照编制周期计划推进工作，保质保量的完成标准编制；三是重视标准发布后的宣贯推广与后效应跟踪，充分发挥标准对行业的指导作用。随后夏京亮正高级工程师宣读了《标准》

编制组成员名单，宣布编制组正式成立。

任龙芳高工代表《标准》编制组就两部标准编制的目的意义、主要原则、前期筹备工作、任务分工及工作进度计划等进行了详细汇报。会上，编制组成员就《标准》主要技术问题、标准草案、需进一步开展的验证试验、编制组成员分工等多项内容进行了讨论，进一步明确了《标准》下一步工作内容。

（三）确定标准征求意见稿

在编制组成立暨第一次工作会议后，编制组根据专家审议意见，进一步深化行业调研，系统掌握清水混凝土防护与修复技术现状。通过走访清水混凝土保护剂生产企业、清水混凝土施工单位、设计单位等，获取了大量基础数据和典型工程案例；同步组织参编单位开展验证试验，系统分析了针对不同缺陷的修复工艺及不同保护剂施工对混凝土外观质量及性能的影响。基于试验数据与工程实践，优化和完善标准草案内容，最终形成了标准征求意见稿。

二、标准制定的原则和主要内容

2.1 标准制定的原则

本规范在编制过程中按照建设部的（建标【2008】182号）《工程建设标准编写规定》进行编写，遵循标准编制先进性、科学性、一致性和可行性的原则。在编制过程中，以国家法律法规、技术政策为依据，以标准化工作导则为指导，参照国内外相关标准，在验证试验的基础上，采用成熟可行的技术指标及试验方法，使本标准具有良好的可操作性。

2.2 标准制定的主要内容

标准制定的主要内容包括：1.总则；2.术语；3.基本规定；4.材料；5.设计；6.施工；7.质量检验。

1. 总则

总则主要提出编制该标准的目的、适用范围及清水混凝土防护与修复技术要求及与其他标准的关系。

清水混凝土将结构与装饰功能合二为一，直接以混凝土原浇筑表面作为饰面，对混凝土表观质量、使用性能和耐久性能要求都高于普通混凝土。清水混凝土施工是一项非常细致的工作，比一般混凝土施工要求严格，极易出现质量缺陷，

因此清水混凝土缺陷防护和修复工程十分重要。由于国内缺乏规范清水混凝土缺陷修补与防护工程的应用技术规范,导致在各地工程应用中出现了材料选择上的随意性,施工工法的不规范性,质量验收的不统一性等问题。制订本规范的目的,是为了指导建(构)筑物清水混凝土防护与修复工作,保障清水混凝土外观效果。编制组在认真总结实践经验的基础上,参考有关国家行业标准和国外标准,在广泛征求意见的基础上,制定本规范。

本规范从清水混凝土防护与修复材料、施工及质量检验与验收等角度提出技术要求,科学指导清水混凝土防护与修复工作。本规范的规定是最低标准要求,当设计文件和承包合同对质量验收的要求高于本规程的规定时,应当以设计文件和承包合同的要求为准。

清水混凝土修补和防护涉及不同工程类别及国家标准或行业标准,在使用中除应执行本规范外,还应按所属工程类别符合有关的现行国家和行业标准规范的规定。

2. 术语

对清水混凝土、外观缺陷、防护、修复、清水混凝土保护剂、清水混凝土调整材和色浆的术语进行定义。

本标准采用的术语及其定义,是根据下列原则确定的:

凡现行国家/行业标准已作出规定的,一律加以引用,不再另行给出命名和定义;

凡现行国家/行业标准尚未规定的,由本标准参照国家标准和国外先进标准给出命名和定义;若国际标准和国外先进标准尚无这方面术语,则由本标准自行命名和定义。

当现行国家/行业标准虽已有该术语,但或定义不准确或概括的内容不全时,由本标准完善其定义。

(1) 清水混凝土 fair-faced concrete

直接利用混凝土成型后的自然质感或艺术造型作为装饰效果的混凝土。

在标准《清水混凝土应用技术规程》JG/T 169-2009 中,清水混凝土的定义为:直接利用混凝土成型后的自然质感作为饰面效果的混凝土。本标准中“清水混凝土”的术语定义,参照了 JG/T 169 中清水混凝土的定义,并在此基础上结合近年工程实践与技术发展,对表述作了进一步提炼与完善。

（2）外观缺陷 appearance defect

清水混凝土表面存在的色差、错台、裂缝、麻面、掉角等外观瑕疵。

本术语所指外观缺陷系清水混凝土表面存在的色差、气泡、蜂窝、麻面、裂缝、掉角等外观瑕疵。这些缺陷虽通常不影响结构安全，但会显著降低其装饰效果与视觉整体性，是防护与修复工作中需重点处理的技术问题。

（3）防护 protect

为维持清水混凝土外观效果的持久性所采取的保护措施。

本术语明确了在清水混凝土工程中，“防护”的核心目的是维持其外观效果的持久性。

（4）清水混凝土保护剂 fair-face concrete protective agent

防止清水混凝土表面沾污或被腐蚀破坏，用以提高混凝土耐久性的透明材料，简称保护剂。

清水混凝土保护剂是用于防护工程的专用材料，其功能主要包括以下三个方面：形成有效防护层以防止表面污染物附着与渗透；阻隔腐蚀性介质对混凝土的侵蚀破坏；通过提升混凝土表面抗环境老化能力来延长使用寿命。定义中特别强调“透明”特性，是为了确保在提供有效保护的同时，能够最大限度保持清水混凝土原有的自然质感与色泽。

3 基本规定

本章节旨在规定清水混凝土防护与修复工程应遵循的通用性、基础性技术要求。作为本规范的技术总纲，本章条款为后续各专项章节提供原则性指导，确保防护修复工程在技术路线选择、施工过程控制和最终效果评估方面保持统一标准。

规定现场样板试验要求，是基于清水混凝土工程的特殊性而设置的必要环节。通过样板试验可预先验证材料适配性、工艺可行性及最终视觉效果，避免大规模施工中出现不可逆的质量缺陷，是实现“样板引路”质量控制的有效措施。

确立结构安全优先原则，明确防护修复工作必须以不影响原结构安全和使用功能为前提。此条款从技术管理层面划定工作边界，要求修复方案需经过充分论证，确保任何修复措施都不会对结构承载体系和建筑使用功能产生不利影响。

规定同一视觉范围内保护剂及施工工艺的一致性，是保证防护修复后视觉效果协调统一的关键措施。该要求针对清水混凝土“结构装饰一体化”的特点，防

止因材料或工艺差异导致修补痕迹明显、色泽不均等问题。

建立全过程记录和质量检查制度，体现工程管理的完整性和可追溯性要求。完整的施工记录为工程验收、后期维护和责任界定提供依据，而系统的质量检查则是确保防护修复效果符合设计要求的重要保障。

明确防护修复工程的最终效果标准，将“恢复原设计饰面效果”作为核心验收依据。此条款将设计效果作为评判基准，为工程验收提供明确、客观的衡量标准，避免因主观判断导致的争议。

4 材料

4.1 修复材料

本章节对清水混凝土修复工程所用材料提出系统性技术要求，为修复工程的材料选择、质量控制和效果保证提供技术依据，确保修复效果。

确立材料适配性原则，要求修复材料必须与基层混凝土性能相匹配。此规定基于材料相容性理论，避免因材料性能差异导致界面粘结失效、收缩应力集中等质量问题，是保证修复工程长期有效的基础要求。清水混凝土修复材料同基层混凝土的相容性可以划分为三个不同的类别：功能相容性、环境相容性、尺寸相容性。

① 功能相容性是指修复材料同基础混凝土之间物理性能的关系。修复材料的抗压、抗折、抗拉强度需不低于基础混凝土；修复材料与基础混凝土的粘结强度需足够大以保证破坏不发生在界面。

② 环境相容性是指修复材料抵抗环境侵蚀的能力。

③ 尺寸相容性是指修复材料在使用期间保持体积稳定的能力这要求修补材料具有低收缩以及与基础混凝土类似的热膨胀系数。

建立材料选择的系统性决策框架。通过综合考虑技术要求、施工条件、使用环境等多维因素，引导工程技术人员进行科学选材，避免单一指标决策的局限性，确保材料选择的经济合理性与技术可行性。

明确具体材料的技术路径与质量控制要求。对修补砂浆应满足的标准进行规定；同时规定采用原工程同品种材料进行修复的原则，从材料源头保证色泽协调性；对调色材料和聚合物的使用规范，则为实现修复区域视觉融合提供有效技术手段。

4.2 保护剂

本章节对清水混凝土防护工程用保护剂的技术要求与质量控制进行规定。

出具质量检测证明可以确保所使用的保护剂质量可靠，能够达到预期的效果，从而保障清水混凝土防护工程的质量和进度

选用清水混凝土保护剂的目的是为了防止清水混凝土表面污染，减少外界有害物质的侵害，延缓混凝土表面碳化速度。需根据防护对象、防护对象所处的条件、使用情况等，结合防护材料的物理力学性能和抗侵蚀能力等因素加以综合考虑。

市面上，常用的清水混凝土保护剂通常有两种：硅烷系保护剂具有深层渗透与持久憎水特性，适合保持混凝土自然质感；氟碳树脂系保护剂则以其优异的耐候性与抗污染能力，可提供更强表面防护。选择时宜结合工程所处腐蚀环境、美学要求及使用寿命等要素综合考量。

存储管理要求体现材料保存的科学性与安全性，通过规范存储条件保障保护剂在施工前的性能稳定性。

规范保护剂的存储管理要求，可确保材料在储存期间保持性能稳定，防止因存储不当导致材料变质、失效或引发安全事故。

5 设计

本章节系统规定了清水混凝土防护与修复工程的专项设计要求，旨在建立从检测评估到方案制定的标准化设计流程，确保防护修复工程在技术可行性、结构安全性和美学效果等方面达到预期目标。

由于清水混凝土防护与修复工程的复杂性，使用的修复材料和保护剂需要经过专项设计。专项设计包括 8 项核心内容，涵盖从结构构造到材料性能，从修复工艺到保护剂设计的全过程技术要求。

确立以结构现状检测评估报告为设计依据的原则，旨在最大限度保留原有结构及材料。施工工艺优先选择对原结构影响较小的方式，并注重对未修复区域的隔离与保护，避免因施工造成二次损伤或污染。

提出“最小干预”的设计原则。强调在保证修复效果的前提下，最大限度保留原有结构和材料，通过优选施工工艺和加强成品保护，避免对完好区域造成二次损伤。

设定修复效果的验收基准。要求修复后的混凝土在力学性能、耐久性能等关键指标方面不低于原设计标准，确保修复工程的质量可靠性和长期使用安全。

6 施工

6.1 一般规定

通过规定专项施工方案编制、标准化工艺流程、样板先行制度、环境控制要求及成品保护措施等核心内容，构建了全过程质量控制体系，为后续各专项施工工序提供基础性技术指引，确保工程施工在规范化、标准化的管理模式下有序开展。

6.2 清水混凝土外观缺陷修复

本节系统规定了清水混凝土外观缺陷修复的施工技术要求，建立了从修复原则到具体工艺的完整技术体系。

缺陷修补遵循几个原则：只修补必要的缺陷部位，修补量越少越好，避免水泥浆、砂浆等污染物二次污染混凝土表面，一般的观感缺陷可以不进行修补；修补的方法需针对不同部位及不同的缺陷采取有针对性的修补方法；修补时要注意对清水混凝土的成品保护，修补处保持与原混凝土面色泽一致，做到不留痕迹。修补材料及基本处理原则：清水混凝土修补面是比较小的，通常采用混凝土原配合比的普通水泥和建筑胶乳配成水泥胶泥修补，修补面稍大时，可适当加入筛过的细砂，配成水泥砂浆修补。胶泥和砂浆需与混凝土基层色调保持一致，可采用掺配不同比例白水泥进行调配，不能破坏混凝土表面，颜色调整不破坏混凝土自然花纹和美感。修补前需充分润湿待修补面，在修补面润湿而不留积水的条件下修补，修补后需进行保湿养护，使修补材料与基层紧密结合，强度能正常发展。混凝土修补部位可采用调色的方法淡化修补痕迹，无明显的修补痕迹。混凝土色差调整剂需要采用专用材料，避免使用涂料型产品调色造成混凝土表面污染。。

对劣化的混凝土表层，一般先打磨清除，再用水清洗。对不宜用水清洗的表面，可用高压空气吹扫。基层的处理情况对修补材料与混凝土表面的粘结效果具有重要影响。通过基层处理，可以确保修复层与基层混凝土的可靠粘结。其中对钢筋除锈的要求，体现了修复工程既要考虑表观效果，也要保证长期耐久性的综合考量。

修补材料与基层混凝土的结合对修复工程质量具有重要影响，涂刷的界面剂要能有效提高修复层与基层混凝土的粘结强度。

清水混凝土常见缺陷有：气泡、蜂窝、麻面、色差、裂缝、错台、螺栓孔眼等，这些缺陷通常会影响混凝土表面的外观和性能，需要进行有效的预防和修补

处理，本标准针对七类常见的清水混凝土缺陷修复工艺进行了规定，明确修补过程应尽可能地不留明显的痕迹，以保持整个表面的一致性和美观度，最大限度保持清水混凝土的原始风貌。

6.3 清水混凝土外观颜色调整

清水混凝土修补工艺完成后，可能会存在一些颜色、质感、肌理、纹路等方面的差异，为了使修补后的墙面与周围的墙面保持一致，需要对修补区域进行进一步的调整。

选择合适的调色方案对于清水混凝土表面的最终效果非常重要，可以帮助实现建（构）筑物设计的意图和审美要求。因此，在进行清水混凝土调色时，需根据具体情况和需求来选择整体调色或局部调色，并参考专业人员的建议和经验，以确保获得理想的调色效果。对于整体调色，一般采用专用的颜料在半透明混凝土着色剂中混合调制，参照整面清水墙或板原色，调制出一种适中的颜色，在整面墙上进行施涂；对于局部调色：一般使用拍涂的方式，将缺陷部位颜色逐渐过度，与周边墙体融为一体。

清水混凝土的禅缝和螺栓孔等元素通常是为了在混凝土构件中引入设计上的特定效果或功能而设置。在进行清水混凝土调色时，可能会对禅缝、螺栓孔等清水元素的强度和稳定性造成一定的削弱，导致其失去原有的形态和功能，需采取特殊加强处理措施，以确保这些清水元素在调色后仍然具有足够的强度和稳定性。可在调色后对禅缝、螺栓孔等处进行额外的处理，如填充、加固或者保护措施等，以保持其原有的形态和功能。

6.4 清水混凝土保护剂施工

清水混凝土外表面长期暴露于自然环境中，极易受雨水、大气等外界环境的破坏，因此建议清水混凝土尤其是处于酸雨环境地区的清水混凝土或对装饰要求较高的饰面清水混凝土采用疏水性的透明保护剂或着色透明保护剂进行喷涂，以在混凝土表面形成均匀透明的保护性膜层，起到防止清水混凝土表面污染，减少外界有害物质的侵害，延缓混凝土表面碳化速度，从而起到长久保持混凝土本身的自然质感和增强混凝土的耐久性作用。为保持混凝土表面自然的肌理及质感，一般选用透明保护涂料。采用着色透明保护涂料，可以进一步改善混凝土表面的色均性。

保护剂喷涂施工前，建议先做样板，是因为样板可以用来展示清水混凝土喷

涂施工后的效果，包括涂层的厚度、颜色、纹理等，通过样板，可以提前发现并解决可能出现的施工缺陷或质量问题，从而避免在实际施工中出现不必要的纠纷和修复工作；样板可以作为质量控制的标准，对比施工后的喷涂效果，确保符合设计要求和规范要求；样板可以用来验证施工工艺的可行性和合理性，在实际施工前，通过样板可以进行施工方法和步骤的试验，以确定最佳的施工流程，并进行必要的调整和改进；样板还可以用来确认设计效果是否符合预期。

在同一视觉范围内，使用一致的清水混凝土保护涂料和施工工艺可以确保外观一致性；保持一致的涂料选择和施工工艺可以确保涂层在同一视觉范围内具有相似的性能和寿命。使用一致的保护涂料和施工工艺还可以简化后续的维护管理工作。

7 质量检验

规定了经过防护与修复后的清水混凝土工程外观质量应该满足的技术要求。参照现行行业标准《清水混凝土应用技术规程》JG/T 196 并结合工程实际进行规定。

2.3 重点工作及需要研究的内容

（1）系统开展技术调研与分析。全面收集整理国内外清水混凝土防护与修复相关的标准规范、技术文献和工程案例，系统分析现有技术体系的完整性与适用性，识别技术空白与研究难点，为标准技术内容的确定提供理论支撑。

（2）深入实施工程实地调研。选取典型防护修复工程进行实地考察，系统评估施工效果与长期性能。同时，组织与生产企业、设计院所、施工单位等行业各方的技术交流，收集工程实践中的技术难题与需求反馈，确保标准内容紧密贴合工程实际。

（3）科学组织关键技术验证试验。针对不同缺陷类型的修复工艺、保护剂防护效果、施工工艺对混凝土外观质量与性能的影响等关键技术参数开展系统验证，明确防护修复后清水混凝土的外观效果与性能指标体系。

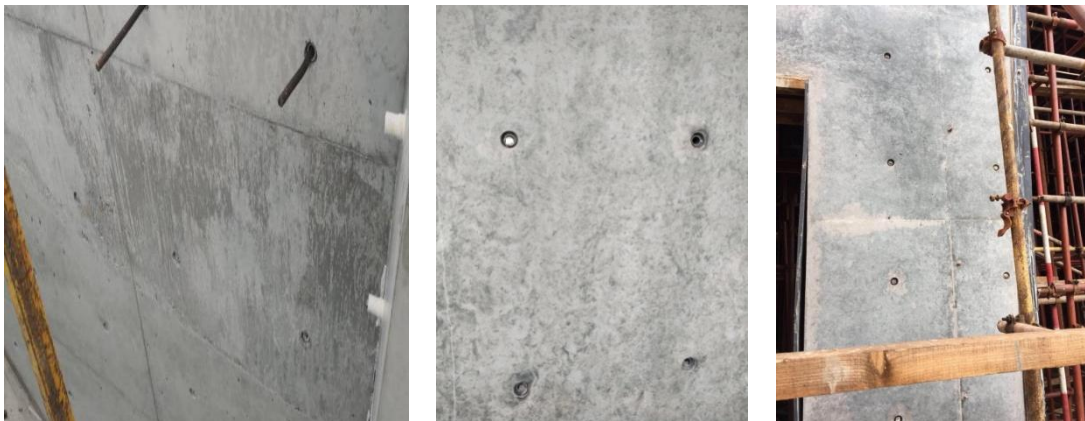
（4）构建标准技术内容框架。在充分调研和试验验证基础上，建立涵盖材料性能、设计要求、施工工艺与质量验收的全链条技术体系。重点规范修复材料与防护材料的技术要求、防护修复设计原则、缺陷修复工艺及保护剂施工要点等内容，确保标准技术的先进性与可操作性。

(5) 广泛征求行业专家、学者以及工程实践者的意见。通过组织技术专家座谈会，详细讨论草案的可行性和适用性，针对标准条文的细节部分进行优化调整。同时，还将通过定向征求专家意见，收集不同专家对标准的意见和建议，进一步完善标准内容，为行业提供一套具有广泛适用性的技术规范。

三、主要试验验证的情况

在《清水混凝土防护与修复技术规范》编制过程中，针对缺陷修补与保护剂施工的技术验证主要基于系统性的工程调研与现场样板试验。编制组通过广泛调研，总结出色差、蜂窝、露筋、烂根、对拉螺旋孔封堵和裂缝等常见的清水混凝土缺陷质量问题的成因，提出了相应的修复工艺与材料要求。

1. 色差



1.1 色差产生原因

- (1) 同一单位工程使用的水泥、砂、碎石等原材料的品牌、产地、颜色不一致、未统一；
- (2) 混凝土配合比、和易性变化、坍落度波动性较大；
- (3) 同一单位工程养护条件不完全一致；
- (4) 脱模油涂刷不均，造成混凝土局部污染。

1.2 色差修复措施

利用清水混凝土调整材对混凝土色差进行调整，保持混凝土整体颜色一致：

- (1) 用色浆调配调整材颜色与要求颜色一致；
- (2) 用无纺布把调整材拍到混凝土表面 2~3 遍；
- (3) 整体观看墙体颜色，在颜色不同部位拍调整材至颜色一致；

2. 蜂窝



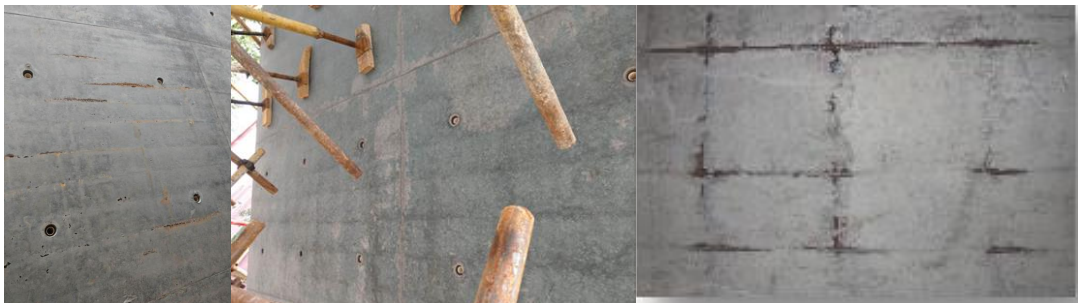
2.1 蜂窝产生原因

- (1) 混凝土配合比不准确，或原材料计量不准，砂浆少石子多；
- (2) 混凝土和易性差，振捣不密实；
- (3) 下料不当或下料过高使石子集中造成石子砂浆离析；
- (4) 混凝土未分层下料，振捣不实或漏振或振捣时间不够；
- (5) 模板缝隙未堵严，使水泥浆流失；
- (6) 粗细骨料级配差，不便于水泥砂浆充分包裹，而形成蜂窝；
- (7) 清水混凝土泌水。

2.1 蜂窝修复措施

- (1) 小蜂窝洗刷干净后，用 1:2 或 1:2.5 水泥砂浆抹平压实；
- (2) 较大蜂窝，凿去蜂窝处薄弱松散颗粒，刷洗净后支模用高一级细石混凝土仔细填塞捣实；
- (3) 较深蜂窝，如清除困难可埋压浆管、排气管，表面抹砂浆或灌筑混凝土封闭后进行水泥压浆处理。

3 露筋



3.1 露筋产生原因

- (1) 钢筋保护层垫块位移或垫块太少、漏放，致使钢筋紧贴模板外露；
- (2) 结构构件截面小，钢筋过密，石子卡在钢筋上，使水泥砂浆不能充满

钢筋周围，造成露筋；

（3）混凝土配合比不当，产生离析，靠模板部位缺浆或模板漏浆；

（4）保护层处混凝土振捣不实或振捣棒撞击钢筋或踩踏钢筋，使钢筋位移，造成露筋。

3.2 露筋修复措施

将外露钢筋上的清水混凝土残渣和铁锈清理干净，用水冲洗湿润，再用 1:2 或 1:2.5 水泥砂浆抹压平整，如露筋较深，将薄弱清水混凝土剔除，冲刷干净湿润，用高一级的细石清水混凝土捣实，认真养护。

4 根部漏浆烂根



4.1 烂根产生原因

（1）内外立面底部没有做水泥砂浆封堵处理；

（2）底部混凝土坍落度偏小，振捣时间过长；

（3）根部胶条太薄，密封不严实失水所致。

4.2 烂根修复措施

（1）模板下口必须与明缝处的装饰条预留出的企口位置相吻合，缝隙用双面胶条密封，或抹砂浆找平层，切忌将双面胶条伸入混凝土墙体内。

（2）在浇筑前一晚，用手电伸入模板内部，检查是否漏光，若漏光立即找出部位，用腻子刮平，粘贴双层双面胶条密封严密。混凝土浇筑前要进行模板内部的清理，干净后用水湿润方可浇筑；墙根部先浇同混凝土内砂浆型号相同的水泥砂浆，采用人工入模的方式，保证均匀性，厚度控制在 50mm 左右；施工中摊铺砂浆的工作应落实到人。

5 对拉螺栓失水形成“熊猫眼”



对拉螺栓处由于堵头与面板接触不紧密，混凝土浇筑时失水极易造成“熊猫眼”。防治“熊猫眼”的关键在于是保持塑料堵头与面板紧密接触。

防治措施：对拉螺栓内套管应采用优质 PVC 管，对拉螺栓周边尽量布置一根 E 型梁或增加防凸卡具，若对拉螺栓边 80mm 内无 E 型梁，需采用防凸卡具夹在模板与 100#双 C 型钢背楞之间。所有螺栓孔开孔后采用清漆进行封边，确保长期放置后，开孔处不会变形。在模板安装前，检查 PVC 管尺寸是否准确，偏差要符合要求且不大于 2mm，并要求进行磨边处理，保证 PVC 管端部平整。检查每个螺栓孔胶垫的正确放置，对拉螺栓与清水模板面保持垂直，最后用力矩扳手检查对拉螺栓紧固力。

验证工作重点选取了对拉螺栓孔封堵和裂缝修复两类具有代表性的案例进行现场样板试验。

6 清水混凝土对拉螺旋孔封堵

清水混凝土施工过程中必然会留下对拉螺栓使用后留下的螺旋孔。一般情况下有：通丝螺杆和三（五）接头螺杆留下的螺旋孔



图 6.1 通丝螺杆的螺旋孔

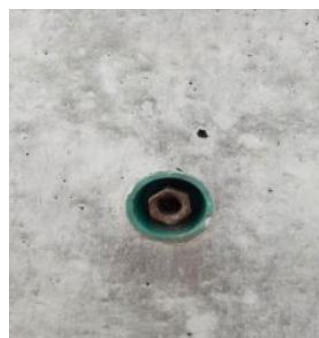


图 6.2 三（五）接头的螺旋孔

6.1 修复过程

将螺旋孔洞中的杂物、灰尘用鼓风机清理干净后，将螺旋孔中多余的硬质物体去除。

用密封发泡剂封堵内部中空的螺旋孔：封堵过程中控制发泡剂的用量，不可过多、亦不可过少。要用刀片清理多余的发泡剂。



图 6.3：密封发泡剂封堵

封堵螺旋孔前，用清水将螺旋孔湿润。螺旋孔周围混凝土吸水达到饱和。

将抗裂砂浆、膨胀剂、清水混凝土专用高强胶水按一定比例拌和。将拌和好的抗裂砂浆用小抹子填充到螺栓孔中，用手指压实，清理边缘多余砂浆。



图 6.4：砂浆封堵

用清水混凝土专用做孔器使劲旋转挤压螺栓孔中的砂浆，过程中根据密实程度，增加抗裂砂浆，用锤子敲击做孔器，使孔洞中砂浆更密实，直至不在需要填充抗裂砂浆，周围多余、遗漏的砂浆用壁纸刀刮干净。将做孔器湿润，再次将螺栓孔砂浆表面压平、压光。再次清理残留砂浆。

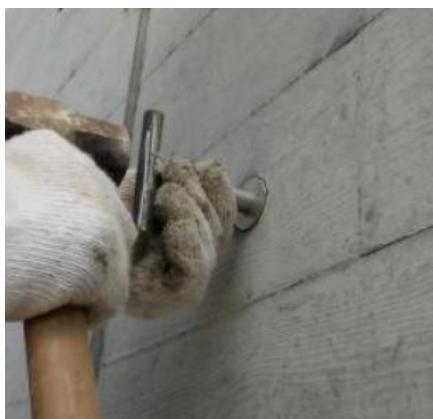


图 6.5 做孔器成型



图 6.6 封堵成型后的螺旋孔

修复螺旋孔阳角破损，待螺旋孔中砂浆彻底干硬，等待墙面工序完工后，一起涂刷清水混凝土保护剂。

6.2 螺旋孔封堵施工的验收标准：

- (1) 阳角挺立、无缺损；
- (2) 内径圆顺、内壁圆滑；
- (3) 清洁；
- (4) 层次感清晰。



图 6.7 封堵后完美成型的螺旋孔

6 清水混凝土裂缝修补

6.1 修补原则

- (1) 对于宽度小于 0.15mm 的裂缝可不作处理。
- (2) 对于宽度大于 0.15mm 小于 0.3mm 的裂缝采用低压持续注射方法（低压灌浆法）进行修补，该方法是利用裂缝修补材料的高流动性和高强度，通过低压注射进行修补。
- (3) 对于宽度大于 0.3mm 或深度较深的裂缝，采用凿槽嵌补法进行修补：

在结构表面沿裂缝走向骑缝凿出槽深 20mm 槽宽 15mm 的 U 型槽，采用双组份环氧树脂填充，然后表面用抗裂砂浆、腻子刮抹平整。该方案在不对结构造成二次破坏的情况下，能切实修补裂缝，恢复结构强度，复原结构体承载力和外观，保证结构的正常使用。

（4）对于正在发生形变或可能发生形变的结构裂缝，如地基沉降、结构渐变、结构周边环境会产生明显震动的因素导致结构震动等，此类裂缝目前没有好的办法从表面上完全修复。

6.2 低压灌浆法修补方案

6.2.1 工艺流程

裂缝表面清理--涂底座胶---粘注胶底-----涂封缝胶-----配置灌缝胶-----注入灌缝胶----- 养护-----消除底座

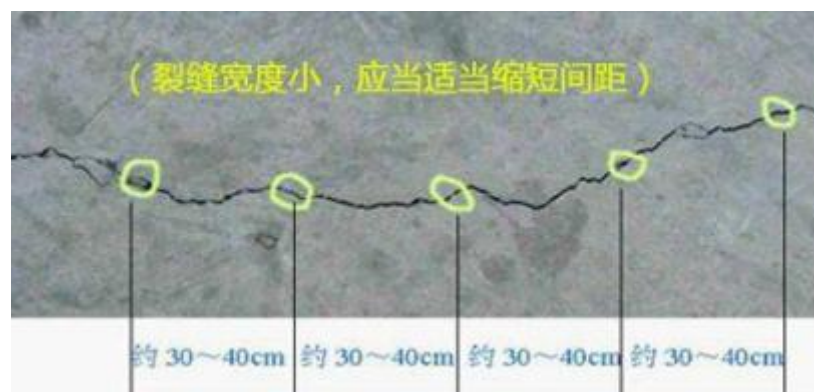
6.2.2 施工方法

（1）裂缝表面清理

- a. 用钢丝刷将裂缝周围，尤其是灌胶底座粘贴面周围的油污认真清除干净；
- b. 用吸尘器（吹风机）或酒精等将裂缝处的灰尘洗净、清除。

（2）标注灌胶底座的位置

- a. 根据裂缝的宽度及深度，确定灌胶底座的位置。并用粉笔在裂缝附近做出标记；
- b. 裂缝宽度在 0.2mm 以下时，底座间距为 200mm；裂缝宽度在 0.2mm 以上时，底座间距为 300mm ~ 350mm。



（3）粘接灌胶底座

- a. 调和灌胶底座粘接胶。按主剂与固化剂的配合比进行调和，直至调和均匀为止；

- b. 将调和后的粘接胶涂抹在灌胶底座下底面周围；
- c. 将灌胶底座按标注位置顺缝粘贴在裂缝表面，并适当用力下压底座使底部粘接胶部分溢出，并包住注胶底座边缘；



(4) 封闭裂缝

- a. 用缝密封胶将灌胶底座之间的裂缝完全封闭；
- b. 涂抹封缝胶至灌胶底座处时，应检查底座是否粘接严密；若存在缝隙，应用缝密封胶对其进行周围封闭；
- c. 粘贴表示灌胶底座橡胶膨胀限度的纸条；
- d. 封缝胶的涂抹宽度应以 2~3cm，厚度 2mm 为宜；为确保固化，缝密封胶应至少养护 12 小时以上。



(5) 裂缝灌胶施工

- a. 按规定比例称量并根据裂缝状况估算在可使用时间内可以用完的灌缝树脂材料。并按一个人进行灌注时，一次用量为 500g~1000g 进行树脂称量；
- b. 将灌缝树脂混合均匀后，装入专用注射器（泵）内；
- c. 给注射泵套上专用的喷嘴 TG，通过注入口上的阀门逐渐加压进行灌注，

直至弹性橡胶膜膨胀至限高纸条处；

d. 当弹性橡胶膜内树脂不足时，表示应进行补充灌注，直至达到预估灌缝树脂用量或橡胶膜内树脂不再减少；

e. 针对不同的裂缝应使用不同类型的树脂，裂缝较宽的地方，先注射粘度低的灌缝树脂，然后再加注粘度高的灌缝材料；



(6) 养护：灌缝完毕后，应养护一昼夜，等待树脂固化。



(7) 结构表面清理

a. 灌缝材料固化后，要进行表面清理。先清除掉灌胶底座和封缝胶，然后使表面平滑；

b. 拆除底座后，残存的树脂可以用砂轮等工具进行清除。

基于大量工程实践与样板试验结果的总结分析，本标准提出了清水混凝土的主要缺陷，并对缺陷修复材料、防护材料、修复工艺和防护工艺等进行规定，经过实际工程的充分验证，具备可靠的技术适用性和工程可行性，能够有效指导清水混凝土防护与修复工程的规范化施工。

四、标准涉及专利的情况

本标准制定过程中不存在涉及相关专利的情况。

五、产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效益情况

1、产业化情况：

清水混凝土具有节省装饰费用和绿色施工等优点，切实符合国家“绿色、环保、低碳和可持续发展”的政策要求。清水混凝土施工工程更注重精细化施工。然而，往往由于设计考虑不周、施工工艺、关键技术研究不够、施工管理和质量控制措施不力等原因而引发工程缺陷尤其是外观质量通病，需要根据情况对清水混凝土的缺陷进行修复；清水混凝土施工完通常要在外表面涂刷一层清水混凝土保护剂，以提升混凝土的抗污、抗老化、耐久性能，但目前行业内清水混凝土表面保护材料使用杂乱，且保护剂施工没有统一标准可依。

目前，国内清水混凝土技术已经成熟，全国清水混凝土生产和施工企业有30多家，然而，由于当前缺乏统一的清水混凝土防护与修复标准，导致清水混凝土建筑防护和修复的施工工艺千差万别，施工质量也是参差不齐，不利于清水混凝土的外观质量和耐久性提升，限制了清水混凝土技术的发展。因此，亟需从标准层面对清水混凝土防护与修复工艺进行规范，确保清水混凝土工程质量。

编制行业标准《清水混凝土防护与修复技术规范》对于促进清水混凝土防护与修复技术发展、行业进步具有重要作用，主要体现在以下几个方面：

推动技术进步：通过确立统一的技术指标和工艺规范，为清水混凝土防护与修复领域树立明确的技术标杆，引导材料研发和工艺创新方向。标准将系统整合当前分散的技术经验，推动修复材料、保护剂产品及施工技术向高性能、标准化方向发展，促进新技术、新工艺的研发与应用，从而提升行业整体技术水平。

提高市场认可度：本标准将为设计、施工和验收各环节提供可靠依据，促使更多业主、设计师和施工单位认可清水混凝土防护修复技术，消除市场对防护修复效果不确定性的顾虑，推动清水混凝土在更广泛建筑类型中的应用，提升行业专业化形象和市场价值。

规范产品使用：本标准将明确防护、修复材料的性能指标、施工工艺的关键参数和质量验收的具体要求，为工程实践提供全面技术指导。通过规范材料选用、

施工流程和验收标准，确保防护修复工程的质量可控和效果持久，避免因材料选择不当或施工工艺不规范导致的工程质量问题。

促进绿色低碳发展：标准的实施将有效延长清水混凝土建筑的使用寿命，减少因质量问题导致的资源浪费和过度消耗。同时，清水混凝土免装修，避免了混凝土后续装修过程所产生的扬尘、灰雾等环境污染物，降低对环境的影响，为绿色建筑和可持续发展目标贡献力量。

推广应用论证：

本标准的推广应用具备充分可行性，经过多年工程实践，清水混凝土防护与修复技术已趋于成熟。国内企业在保护剂研发、修复工艺创新等方面取得显著进展，多项技术在实际工程中得到验证，材料性能与施工工艺能够满足不同环境下的防护与修复需求；同时，标准内容与国家推动绿色建筑、提升建筑品质的政策导向高度契合，且随着大量清水混凝土建筑进入维护期，市场需求明确而迫切。

工程案例：

项目组在国内外多个典型工程中开展了示范应用，取得了良好的技术经济效益。现将部分典型工程案例总结如下：

（1）首都机场 3 号航站楼项目

首都机场 3 号航站楼（T3A）为 2008 年北京奥运会配套重点工程，是国内早期大规模应用清水混凝土的公共建筑，核心区域（中央大厅立柱、登机桥连接体、行李分拣区承重墙）清水混凝土总面积达 23 万 m²。2006 年主体结构验收后，发现局部存在细微裂缝（宽度≤0.1mm）、表面浮浆及模板拼缝色差等缺陷，且需应对北方冬季融雪盐侵蚀、机场高湿度及尾气污染等严苛环境，故启动防护与修复工程。本项目首次采用国产硅烷改性丙烯酸酯保护剂系统，兼顾透气性与耐候性需求。

清水混凝土保护剂施工前，首先进行了细致的基层处理，以确保混凝土表面达到清洁，然后对蜂窝麻面用同色系水泥基微粒子修补砂浆填补，裂缝采用低粘度环氧树脂灌浆处理，随后用清水混凝土调整材进行调整色差；防护阶段采用“底漆-润色漆-面漆”三层系统，滚涂硅烷渗透底漆，局部补涂透明润色漆修正痕迹，再喷涂硅烷改性丙烯酸酯面漆，最后进行验收。整个过程对环境有严格要求，例如需避免在雨雪天气或基层结露时施工，以保证施工质量。

保护剂施工后，在保持混凝土自然质感与纹理的同时，有效提升了其防水、防污及防泛碱的能力。最终工程观感效果良好，颜色均匀一致，达到了设计要求的饰面标准，使 T3 航站楼的清水混凝土在呈现“素面朝天”的朴素美感的同时，也增强了耐久性。经长期使用验证，该防护层无剥落、粉化现象，性能稳定可靠。此项工程的成功实施，为后续同类项目提供了成熟的技术范本，有力推动了国产清水混凝土保护剂的产业化进程。



施工前



施工中



施工后

2. 东莞富民停车场项目

东莞富民停车场项目总建筑面积 30557.73m²，建筑占地面积 7567.78m²，共 4 层停车楼，总建筑高度 19.30 米，结构类型为框架、剪力墙结构。其外围墙、柱及梁，内、外装饰面均为饰面清水混凝土装饰面层，其中饰面清水混凝土面积约 17653.82m²。施工过程中发现清水混凝土表面存在典型新建缺陷：一是模板拼缝处因密封不严产生的色差，二是浇筑时振捣不匀形成的表面气泡，三是局部漏振导致的小型蜂窝。项目采用高耐候性水性氟碳透明涂料组合（底涂、中涂、面漆）进行防护。经过防护处理的清水混凝土，完全消除了混凝土浇注过程中留下的污染物、锈迹、蜂窝、麻面、色差、错台等等缺陷，在自然的光线下略微呈现光泽，混凝土表面显得很洁净、自然、素面朝天。



3. 纳晴高速公路第 T12 项目

纳晴高速公路第 T12 项目路线起点位于六枝特区中寨乡长寨村，终点于六枝

特区中寨乡平基村，起讫桩号：ZK93+078/YK93+070～ZK97+500/YK97+500，路线全长 4.426km。本项目段路线大致呈东西走向，基本平行水黄公路布线。起点于箐脚特长隧道 ZK93+565/YK93+555 处设 2543 长隧道穿越刘家岩山脉，在距离隧道进口 1753 处至本项目段终点。乌蒙山大桥是纳晴高速公路的重点控制性工程，主桥结构为 270 米钢桁腹杆-混凝土组合拱桥，是世界首座钢桁腹杆-混凝土组合拱桥。该桥在建设过程中，主拱圈采用了清水混凝土施工工艺，以确保其外观质量和耐久性。修复施工采用了清水混凝土保护剂修补工艺，具体为修补腻子补孔、底漆滚涂、润色漆拍花、面层滚涂修饰和保护工艺，防护与修复效果显著。截至目前，桥梁墩柱无剥落、粉化现象，隧道端墙无雨水渗透痕迹，服务区外墙的车辆尾气污染可通过清水轻松擦拭清除，保护剂涂层耐候性持续达标。



修复前



修复后

六、采用国际标准和同外先进标准的情况

调研发现，目前还没有关于清水混凝土防护与修复的相关国外或国际标准。

七、与现行标准的协调性情况

本标准与现行相关法律、法规、规章及相关标准协调一致。

我国已经在清水混凝土施工及混凝土质量控制等方面制订了相关的标准，如建工行业标准《清水混凝土应用技术规程》JGJ 169-2009 规定了保证清水混凝土外观质量的技术措施；国家标准《混凝土质量控制标准》GB/T 50164-2011 规定了混凝土需满足的基本性能指标；《水电水利工程清水混凝土施工规范》DLT 5306-2013 规定了水利水电行业清水混凝土施工工艺；《核电厂清水混凝土施工

技术规程》NB / T 20349-2015 规定了核电行业清水混凝土施工工艺。在混凝土防护与修复领域相关标准：《混凝土结构耐久性修复与防护技术规程》JGJ/T 259-2012 规定了既有混凝土结构耐久性修复和防护工艺；《水工混凝土建筑物修补加固技术规程》DL/T 5315-2014 规定了水工混凝土建筑缺陷修补加固施工方法；《装饰混凝土防护材料》JC/T 2586-2021 规定了装饰混凝土两种防护材料的性能指标。以上标准均未对清水混凝土防护和修补工艺进行规定。该标准的研制，将会规范清水混凝土建筑防护与修复施工工艺，确保清水混凝土工程质量，推动清水混凝土技术的创新和健康发展。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准制定过程中对具体指标和内容没有重大分歧。

九、标准性质的建议说明

建议作为建材行业推荐标准实施。

十、贯彻标准的要求和措施建议

建议本标准发布后尽快实施，并由标准化技术委员会和标准主要起草单位在工业和信息化部领导下开展标准宣贯培训，推进标准顺利实施。具体实施措施建议如下：

（1）加大标准宣传力度，提高认知度，建立信息公共平台，将有参考价值的案例、好的做法和经验等在行业内部公开发布，引起有关部门领导和相关企业的重视，使相关单位能够积极主动的购买标准和资料、参加培训、结合本单位实际情况学习研究标准并准备贯彻实施标准。

（2）标准归口单位进行贯标指导，组织标准宣贯培训班，由标准制定人员主讲。设立专门的答疑或咨询部门或网站，为贯标企业排忧解难，组织有关人员积极参加行业协会组织的各项活动，培训班等。及时了解标准制、修订信息。

（3）鼓励行业相关企业或项目部成立标准贯彻实施小组，组员由技术负责人、质量负责人、标准化技术人员、设计人员、质检人员、施工技术人员等技术相关工作人员组成，进行明确的分工合作，适时组织标准宣贯会，使有关人员拥有标准、了解标准、熟悉标准，执行标准。

（4）标准化技术人员全面负责贯标实施工作，跟踪服务对贯标中出现的技术问题进行协调处理作好贯标记录，并进行长期监督检查工作。

十一、废止现行相关标准的建议

无。

十二、其它应予说明的事项

无。