

《滨海核电厂址建构筑物混凝土表面渗透 修复技术规范》

Technical Specification for Concrete Surface Permeability Repair of
Buildings and Structures at Coastal Nuclear Power Plant Sites

T/CBMF XX—202X

编制说明 (征求意见稿)

《滨海核电厂址建构筑物混凝土表面渗透修复技术规范》

标准编制组

2025 年 12 月

目 录

1 任务来源及编制背景	2
1.1 任务来源	2
1.2 背景和意义	2
2 工作简况	3
2.1 参编单位及任务分工	3
2.2 具体编制过程	3
3 编制原则及标准的主要技术内容说明	3
3.1 本标准的编制原则	3
3.2 标准的主要内容及说明	4
4 主要验证情况分析	6
5 标准中涉及专利情况	6
6 标准实施后预期的经济和社会效益	6
7 与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性	7
8 重大分歧意见的处理经过和依据	7
9 标准性质的建议说明	7
10 贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过度办法、实施日期等）	7
11 废止现行相关标准的建议	7
12 其它应予说明的事项	7

1 任务来源及编制背景

1.1 任务来源

本项目属于中核核电运行管理有限公司重点研发计划项目“秦山核电厂址建构筑物混凝土结构表面快速渗透腐蚀修复技术研究”的研究成果。2025年6月，中国建筑材料联合会下达关于2025年第二批协会标准制定计划的通知，由中核核电运行管理有限公司、浙江大学等负责制定滨海核电厂址建构筑物混凝土表面渗透修复技术规范，项目编号：2025-08-xbjh。

1.2 背景和意义

海洋环境下，海工混凝土大多达不到设计使用年限就遭到腐蚀破坏，造成严重的国家海洋工程安全隐患和海洋环境污染。氯离子引起的钢筋腐蚀是造成海工混凝土结构性能劣化的主要原因。

滨海核电厂长期暴露于高氯离子、高湿度的海洋环境中，大气区域混凝土长期受海风侵蚀，海水中混凝土长期受到海水的冲刷和侵蚀，极易发生因氯离子侵蚀导致的钢筋锈蚀、膨胀，从而影响结构承载力，混凝土结构遭受严重的氯离子侵蚀和钢筋锈蚀问题，对核电厂安全运行造成不利影响。研究表明，海工混凝土中氯离子渗透会破坏钢筋钝化膜，引发腐蚀膨胀，造成混凝土开裂剥落，威胁核电厂的安全性和耐久性。现场调查发现，滨海核电厂多个厂房已出现混凝土保护层脱落、钢筋外露等腐蚀现象，亟需高效修复技术。因此，开发一种既能阻隔氯离子渗透、又能抑制钢筋锈蚀的表面快速渗透修复技术，成为保障核电设施长期安全运行的关键需求。

针对钢筋锈胀导致的混凝土开裂、剥落问题，传统的处理方法为凿除锈蚀部位混凝土直至钢筋两端漏出未锈蚀部分，再对钢筋进行除锈并采用高强度的微膨胀灌浆料进行封闭。传统方法施工复杂，且根据锈蚀程度会破坏较大面积的结构表面并影响截面配筋面积，对结构的安全性能存在一定影响。针对墙地面开裂问题，传统处理方法为进行裂缝表面修补，通过涂料阻止腐蚀性物质进一步渗入，但已渗入的腐蚀性物质无法去除，且内部钢筋锈蚀发展情况未知。为此，需要探索更加高效的方法。

目前的主流渗透修复材料体系包括有机涂层、渗透型涂层和阻锈渗透涂层等。其中涂层以阻隔水分和离子的传播达到保护混凝土钢筋的目的。硅烷作为一种渗透反应型的高分子聚合物涂料，在水泥基材的表面、毛细孔与凝胶孔道内部形成长效稳定的疏水吸附层与抗渗结晶体，抑制各种侵蚀介质与物理化学因素对水泥水化产物微结构的持续性破坏。

基于以上背景，本标准从滨海核电厂址建构筑物混凝土表面渗透修复技术的管理结构、

技术要求和应用实施等方面提出要求，为滨海重大工程的修复和维护提供高效、持久的解决方案。

2 工作简况

2.1 参编单位及任务分工

本文件主要起草单位为中核核电运行管理有限公司和浙江大学。

2.2 具体编制过程

参编单位在接到标准制定任务后，着手成立了标准编制组，制定了标准编制计划，明确了任务分工，确定了制定原则和指导思想，拟定了制定进度。在进行充分的调研和资料收集的基础上，完成了标准框架。

编制组收集了有关渗透修复材料相关的国内外资料，进行了认真分析，并充分考虑到近年来混凝土表面渗透修复技术的现状，针对滨海环境氯离子检测、硅烷渗透效果评价等关键技术，组织进行了挂片法、湿烛法对比试验，不同深度氯离子取样分析试验，以及硅烷浸渍后的吸水率、浸渍深度、透水性等系列验证性试验，为条款制定提供数据支撑，制定本规范。

2025年3月，编制组就已针对该项目组建了行标制定专家组。邀请行业内权威的生产、检测、应用单位的专家，对标准框架、技术参数、附录方法等进行深入研讨和修改完善。进行了详细的标准框架、性能指标等的讨论，在调研与试验基础上，起草了标准草案初稿。

2025年12月，标准起草组结合行业内专家意见，结合验证试验数据分析，对标准草案进行了修改完善，最终形成征求意见稿。

3 编制原则及标准的主要技术内容说明

3.1 本标准的编制原则

为保证标准的科学性和适用性，标准起草工作组在充分讨论和研究的基础上，明确了以下编制原则：

1.规范性原则。本文件按照GB/T1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的要求和规定，编写本文件的内容。

2.适用性原则。本文件立足滨海建筑物混凝土性能需求、使用实况和腐蚀现状，充分考虑相关企业防护与修复需求，技术要求、实施情境的设置力求科学合理，符合实际使用要求，能够有效指导企业对滨海建筑物混凝土表面进行防护和修复，实现建构筑物的长期服役。

3.协调性原则。本文件的编制充分考虑与我国现行法律、法规和政策相符合，与现有相

关国家标准、行业标准等相互协调。

4.开放性原则。本文件在研制推进过程中，广泛联合业界力量，曾多次召开标准起草会、专家研讨会，广泛听取并充分采纳业内专家、生产一线的意见建议，为标准的科学性和实用性提供了保障。

3.2 标准的主要内容及说明

3.2.1 范围

本文件规定了渗透型硅烷防腐蚀处理的材料、施工、安全要求、检验验收。

本文件适用于使用渗透型硅烷对于新建混凝土的防护，更适用于使用渗透型硅烷对于遭到海水腐蚀、盐雾腐蚀的受氯盐侵蚀混凝土构筑物的修复和维护。当混凝土主要腐蚀原因为海洋大气中氯离子侵入时建议采用本规范。

3.2.2 规范性引用文件

本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。

《核电厂海工构筑物防腐蚀施工及验收规范》NB/T 25095-2018

《混凝土结构硅烷浸渍技术规程》DB37/T 4383-2021

《钢筋阻锈剂应用技术规程》JGJ/T 192-2009

《混凝土中钢筋检测技术标准》JGJ/T 152-2019

《水运工程结构防腐蚀施工规范》JTS/T 209—2020

《公路工程混凝土结构耐久性设计规范》JTG/T 3310—2019

《金属和合金的腐蚀 大气腐蚀性 第1部分:分类、测定和评估》GB/T 19292.1-2018

《核电厂混凝土结构技术标准》GB/T 51390-2019

《核电站钢板混凝土结构技术标准》GB/T 51340-2018

《混凝土耐久性检验评定标准》JTG/T 3193—2009

《海上风电场风力发电机组混凝土基础防腐蚀技术规范》NB/T 31133-2018

《核电厂海工混凝土结构防腐蚀技术规范》NB/T 10597-2021

《混凝土结构防护用成膜型涂料》JG/T 335—2011

3.2.3 术语和定义

在充分考虑本文件适用范围以及参考其他相关标准定义的基础上给出本文件的术语和定义。参考国家现行相关标准，对渗透型硅烷、受氯盐侵蚀混凝土、热膨胀系数、弹性模量、阻锈型硅烷和大气氯离子沉积速率等关键性术语作相关定义，使标准的使用者更为便捷地获取其含义。

3.2.4 材料

本文件给出了滨海核电厂址建构筑物混凝土表面渗透修复技术的材料要求。基于实际运用场景和使用者的实际需求，本文件提出了修复材料的选用原则、渗透型硅烷的性能要求和使用注意事项，让读者更精确地了解材料。

3.2.5 腐蚀原因诊断

本文件要求，在施工之前，需要对腐蚀混凝土所在的地方环境调研，对于腐蚀混凝土所在的地区采用挂片法或者湿烛法进行大气氯离子沉积速率检测，对于腐蚀混凝土进行实地取样，对于现场已经腐蚀的混凝土进行不同深度氯离子含量的检测，并给出具体实验操作，为后续正式修复环节提供科学的理论依据。

3.2.6 施工

本文件对施工的对象、施工前的天气情况、施工过程所用的机具及设备、施工人员培训、施工现场人员组织、施工前混凝土表面预处理等作出规定，并给出具体施工方法，让使用者更便捷、安全、高效率地施工。

3.2.7 检验

本文件对检测方法及设备、预试验前的准备工序、预试验的具体工序和判定标准、施工后的即时验收标准、施工完成两周后的效果检验、施工完成150d后的效果检验等作出规定，并给出具体检测工序和预试验方法，让使用者能更科学地检验混凝土表面渗透修复的效果。

3.2.8 安全要求

本文件对渗透型硅烷材料的存放和运输、施工现场的安全和施工现场人员急救措施等作出规定，让使用者能避免施工过程中的安全隐患，更安全、高效率地施工。

3.2.9 附录A 大气氯离子沉积速率检测——挂片法

附录A为试验方法型附录，给出了用于大气氯离子沉积速率检测的挂片法的具体实验操

作和结果评定方式。

3.2.10 附录 B 大气氯离子沉积速率检测——湿烛法

附录B为试验方法型附录，给出了用于大气氯离子沉积速率检测的湿烛法的具体实验操作和结果评定方式。

3.2.11 附录 C 不同深度氯离子含量检测试验

附录C为试验方法型附录，给出了不同深度氯离子含量检测试验的具体实验操作和结果评定方式。

3.2.12 附录 D 混凝土中钢筋锈蚀状况的检测

附录D为试验方法型附录，给出了混凝土中钢筋锈蚀状况的检测试验的具体实验操作和结果评定方式。

3.2.13 附录 E 吸水率试验

附录E为试验方法型附录，给出了吸水率试验的实验操作和结果评定方式。

3.2.14 附录 F 硅烷浸渍深度

附录F为试验方法型附录，给出了硅烷浸渍深度的测试方法和结果评定方式。

3.2.15 附录 G 透水性试验

附录G为试验方法型附录，给出了透水性试验的实验操作和结果评定方式。

4 主要验证情况分析

为了充分验证标准草案各章、条（列项）的合理性、适用性、完整性、可行性等，确定本标准的技术要求和试验方法，标准编制组特制定了试验方案，对标准中涉及的所有检验项目进行了验证试验。试验样品选择上尽量做到有代表性，同时采纳了业内专家和企业相关人员的意见，保证评价指标切实贴近企业实际情况。通过对典型企业的验证评估，评估结果表明本文件符合滨海核电厂址建构筑物混凝土表面渗透修复的实际建设情况及发展需求。

5 标准中涉及专利情况

经检索，本标准所列技术内容未涉及专利和知识产权的情况。

6 标准实施后预期的经济效益

本文件从滨海核电厂址建构筑物混凝土表面渗透修复技术的管理结构、技术要求和应用

实施等方面提出要求，为滨海重大工程的修复和维护提供了高效、持久的解决方案。通过应用该技术，成功修复了因海水侵蚀导致的混凝土腐蚀问题，显著延长了建筑物的使用寿命，降低了维护成本。与传统修复方法相比，该技术施工周期大大缩短，修复效果提高，为业主节约了大量资金。此外，该技术的应用还保障了核电等重大基础设施的安全运行，减少了因腐蚀引发的停工风险，提升了运营效率，带来了直接的经济收益。同时，该技术符合绿色环保理念，减少了建筑废弃物的产生，为社会可持续发展作出了贡献。未来，随着技术的进一步推广，将拉动相关产业链发展，促进区域经济增长，为滨海地区的建设提供更全面的保障。

7 与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

本文件与现行相关法律、法规、规章及相关标准协调一致。

8 重大分歧意见的处理经过和依据

无。

9 标准性质的建议说明

无。

10 贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法、实施日期等）

建议本文件发布后面向标准使用者开展多场次、多层次的线上和线下培训，使标准的使用者及时了解施工要求等。在有需求的企业进行试点应用，落地实施后也要注意实施情况的反馈，逐步完善标准，确保其实施效果。本文件是滨海核电厂址建构物混凝土表面修复所急需的技术规范，建议在 2025 年发布实施。

11 废止现行相关标准的建议

无。

12 其它应予说明的事项

无。