

《海洋环境水位变动区现浇混凝土结构耐久性
应用技术规程》
(征求意见稿) 编制说明

《海洋环境水位变动区现浇混凝土结构耐久性
应用技术规程》
标准编制组
二〇二五年五月

《海洋环境水位变动区现浇混凝土结构耐久性应用技术规程》 (征求意见稿) 编制说明

1 工作简况

1.1 国内外情况

对于早龄期混凝土结构耐久性设计与施工,我国现行规范对混凝土耐久性提出了明确要求。《混凝土结构耐久性设计与施工指南》(CCES 01-2004)规定:当新浇的结构构件有可能接触流动水时应采取防水措施,保证混凝土在浇筑后 7 d 之内不受水的直接冲刷;对海洋浪溅区以下的新浇混凝土,应保证混凝土在养护期内并在其强度达到设计值以前不受海水与浪花的侵袭;应尽可能推迟新浇混凝土与海水等氯盐环境接触时的龄期,一般不宜小于 6 周;III-E 类环境,混凝土结构 100 年耐久性设计中混凝土 28 d 龄期的氯离子扩散系数 $D_{RCM} < 4 \times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$ 。

《混凝土结构耐久性设计标准》(GB/T 50476-2019)规定:III-E 类环境,混凝土结构 100 年耐久性设计中混凝土 28 d 龄期的氯离子扩散系数 $D_{RCM} \leq 4 \times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$ 。《混凝土结构工程施工规范》(GB 50666-2011)规定,采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥配制的混凝土,养护时间不得少于 7 d;而《水运工程混凝土施工规范》(JTS 202-2011)规定,硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥混凝土潮湿养护时间不少于 10 d(厚大结构混凝土,养护时间不少于 14 d);英国《Design Manual for Roads and Bridges》(BD 43/03)规定,对于现浇混凝土和预制混凝土,养护时间不少于 7 d。然而,目前国内外未见专门针对海洋环境水位变动区现浇混凝土结构耐久性设计和施工的规范和标准。

涂层和硅烷作为目前最为常用的两种混凝土附加防腐蚀措施,广泛应用于海工混凝土结构的腐蚀防护。根据《水运工程结构防腐蚀施工规范》(JTS/T 209-2020)的要求,实施涂层涂装和硅烷浸渍的混凝土龄期不宜少于 28 d,并应验收合格,但该标准尚未针对早龄期接触海水混凝土结构的涂层涂装龄期作出明确规定。

1.2 研究目的及意义

党的十八大报告首次提出了中国海洋强国战略,包括四个方面的内容:提高

资源开发能力、发展海洋经济、保护生态环境、坚决维护国家海洋权益。提高资源开发能力、发展海洋经济，是我国建设海洋强国的基本手段和具体路径。据统计，2019年中国海洋生产总值8.9万亿元，占GDP比重为9.0%，作为实施和践行“一带一路”倡议、“海洋强国”战略的先锋，沿海经济带在其中具有不可替代的优势和贡献，也是中国经济发展的脊梁，在促进国民经济发展中扮演着极其重要的角色。我国沿海基础设施建设正处于高速发展时期，不同于内陆普通环境，沿海基础设施由于受到海水或滨海环境中盐雾腐蚀影响，其面临的腐蚀破坏尤为严峻。中国工程院“我国腐蚀状况及控制战略研究”重大咨询项目报告指出：腐蚀是世界各国共同面临的问题，据有关统计，每年腐蚀损失约占各国GDP的3~5%，远远大于自然灾害、各类事故损失的总和。腐蚀问题已经成为影响国民经济和社会可持续发展的重要因素之一。相比之下，海洋环境下基础设施混凝土材料受氯盐侵蚀造成钢筋腐蚀破坏情况尤为严重。

针对海洋环境下混凝土结构耐久性面临的技术难题，国内外学者开展了长期、持续的研究工作，在混凝土结构中氯离子传输机制、海工混凝土结构耐久性提升与保障技术、混凝土结构耐久性寿命预测与评估技术等方面形成了众多研究成果。我国海工混凝土结构耐久性技术相对比较薄弱，原交通部组织有关科研单位分别于1963年、1965年、1980年针对我国沿海混凝土结构开展过三次调查，调查结果指出，我国沿海混凝土结构因海水中的氯离子侵入引发钢筋锈蚀破坏情况严重，其中80%以上的海港码头都发生了严重或较为严重的钢筋锈蚀破坏，出现破坏的时间有的仅为5~10年，实际使用寿命一般不超过30年。中交四航工程研究院（以下简称“四航研究院”）通过工程调查及长期野外观测试验，系统总结了我国海港工程腐蚀环境及耐久性破坏特点，经过30余年的技术积累与持续攻关，在海港工程混凝土结构耐久性基础理论、防护、施工技术等方面取得了一系列技术突破，创立以海工高性能混凝土与附加防腐蚀措施相结合的综合防护技术体系，使得我国沿海混凝土结构耐久性寿命由不到30年提高到50年以上，为国家及行业标准确定沿海工程设计使用年限为50年、重大混凝土结构进行100年及以上耐久性设计提供了技术支撑。

我国海域辽阔，海岸线自北向南延绵约18,000 km，跨越温带、亚热带及热带，并且沿海及近海岛屿众多。大量沿海及跨海公路、铁路等混凝土建筑物正面

临氯盐等有害物质侵蚀，部分建筑物暴露出亟待解决的耐久性问题。在海洋环境中，水位变动区由于受到潮汐、氯盐侵蚀及干湿循环等多重不利因素的综合作用，导致混凝土结构耐久性恶化尤为严重。尤其在桥梁、港口、码头等沿海工程施工过程中，由于混凝土在达到 28 天标准养护龄期前难以避免与海水直接接触，加之早龄期混凝土水化不充分、内部结构尚未形成致密体系，其抗海水侵蚀性能较弱。因此，针对海洋环境下水位变动区现浇早龄期混凝土的耐久性设计和施工规范的制定，对于提升混凝土建筑物整体耐久性和延长使用寿命具有重要意义。

1.3 进度安排

项目实施期限为 1 年，起止时间为 2025 年 1 月至 2025 年 11 月。主要进度如下：

2025 年 1 月至 3 月：

- (1) 项目实施方案编制。
- (2) 开展国内外现浇混凝土结构耐久性设计和施工发展状况调研。
- (3) 开展海洋环境水位变动区混凝土结构耐久性相关技术研究，初步形成设计标准体系，明确表面涂层涂装龄期、混凝土结构寿命预测等计算方法。

2025 年 4 月至 11 月：

- (1) 组织召开专家评审会，完成标准初稿审查，预计于 2025 年 4 月 12 日完成；
- (2) 编制团体标准征求意见稿，计划于 2025 年 5 月中旬完成；
- (3) 开展意见征求工作，计划于 2025 年 6 月底完成；
- (4) 完成标准送审稿，预计于 2025 年 8 月底前形成；
- (5) 编制形成《海洋环境水位变动区现浇混凝土结构耐久性应用技术规程》及其编制说明（建议稿），并于 2025 年 9 月至 10 月发布实施。

2 主要研究内容

为规范海洋环境水位变动区现浇混凝土结构耐久性设计和施工，保障工程质量，做到安全可靠、耐久适用、技术先进、经济合理，制定本规程。

本规程适用于海洋环境下新建水位变动区混凝土结构耐久性设计、施工、检验与验收。

海洋环境水位变动区混凝土结构耐久性设计和施工除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

3 规范框架设计

从标准范围、规范性引用文件、术语和符号、基本规定、耐久性设计、施工质量控制、检验与验收等几个方面进行设计。具体内容见标准大纲，初步框架设计如下：

前言

引言

1 范围

2 规范性引用文件

3 术语和符号

4 基本规定

5 耐久性设计

5.1 结构形式与构造要求

5.2 混凝土材料与性能

5.3 附加防腐蚀措施

6 施工质量控制

6.1 混凝土施工质量控制

6.2 附加防腐蚀施工质量控制

7 检验与验收

7.1 混凝土检验与验收

7.2 附加防腐蚀措施检验与验收

附录 A 海洋水位变动区混凝土结构设计使用年限校核

附录 B 海工混凝土结构表面涂层涂装龄期的确定方法

4 与现有标准、制定中标准的协调配套情况

《混凝土结构耐久性设计与施工指南》（CCES 01-2004）规定：当新浇的结

构构件有可能接触流动水时应采取防水措施，保证混凝土在浇筑后 7 d 之内不受水的直接冲刷；对海洋浪溅区以下的新浇混凝土，应保证混凝土在养护期内并在其强度达到设计值以前不受海水与浪花的侵袭；应尽可能推迟新浇混凝土与海水等氯盐环境接触时的龄期，一般不宜小于 6 周；III-E 类环境，混凝土结构 100 年耐久性设计中混凝土 28 d 龄期的氯离子扩散系数 $D_{RCM} < 4 \times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$ 。《混凝土结构耐久性设计标准》（GB/T 50476-2019）规定：III-E 类环境，混凝土结构 100 年耐久性设计中混凝土 28 d 龄期的氯离子扩散系数 $D_{RCM} \leq 4 \times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$ 。《混凝土结构工程施工规范》（GB 50666-2011）规定，采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥配制的混凝土，养护时间不得少于 7 d；而《水运工程混凝土施工规范》（JTS 202-2011）规定，硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥混凝土潮湿养护时间不少于 10 d（厚大结构混凝土，养护时间不少于 14 d）；英国《Design Manual for Roads and Bridges》（BD 43/03）规定，对于现浇混凝土和预制混凝土，养护时间不少于 7 d。然而，目前国内外未见专门针对海洋环境水位变动区现浇混凝土结构耐久性设计和施工的规范和标准。

5 与其他行业或领域的关系及跨行业、跨领域的协调情况

本标准属于混凝土结构耐久性设计和施工技术规范，不涉及具体的产品制造及检验相关内容，所采用的具体产品需参照相应的国家标准。如钢筋阻锈剂应符合现行国家标准《钢筋混凝土阻锈剂耐蚀应用技术规范》（GB/T 33803-2017），采用的不锈钢钢筋应符合现行国家标准《钢筋混凝土用不锈钢钢筋》（GB/T 33959-2017）的有关规定。相关内容详见标准的规范性引用文件。

6 标准对产业发展的支撑作用及解决的主要问题

我国沿海基础设施建设正处于高速发展时期，不同于内陆普通环境，沿海基础设施由于受到海水或滨海环境中盐雾腐蚀影响，其面临的腐蚀破坏尤为严峻。中国工程院“我国腐蚀状况及控制战略研究”重大咨询项目报告指出：腐蚀是世界各国共同面临的问题，据有关统计，每年腐蚀损失约占各国 GDP 的 3~5%，远远大于自然灾害、各类事故损失的总和。腐蚀问题已经成为影响国民经济和社会可持续发展的重要因素之一。相比之下，海洋环境下基础设施混凝土材料受氯

盐侵蚀造成钢筋腐蚀破坏情况尤为严重。

我国海域辽阔，海岸线自北向南延绵约 18,000 km，跨越温带、亚热带及热带，并且沿海及近海岛屿众多。大量沿海及跨海公路、铁路等混凝土建筑物正面临氯盐等有害物质侵蚀，部分建筑物暴露出亟待解决的耐久性问题。在海洋环境中，水位变动区由于受到潮汐、氯盐侵蚀及干湿循环等多重不利因素的综合作用，导致混凝土结构耐久性恶化尤为严重。尤其在桥梁、港口、码头等沿海工程施工过程中，由于混凝土在达到 28 天标准养护龄期前难以避免与海水直接接触，加之早龄期混凝土水化不充分、内部结构尚未形成致密体系，其抗海水侵蚀性能较弱。因此，针对海洋环境下水位变动区现浇早龄期混凝土的耐久性设计和施工规范的制定，对于提升沿海混凝土建筑物整体耐久性和延长使用寿命具有重要意义。

7 采用国际标准和国外先进标准的程度，以及与国际、国外同类标准水平的对比情况

国外组织尚未针对海洋环境下水位变动区混凝土结构耐久性设计和施工制定专门的技术规范。英国《Design Manual for Roads and Bridges》（BD 43/03）规定，对于现浇混凝土和预制混凝土，养护时间不少于 7 d，但未专门针对水位变动区混凝土结构进行说明，也尚未详细考虑混凝土表面涂层涂装龄期确定方法。

8 标准中涉及的专利

本申报标准属于混凝土结构耐久性设计和施工技术规范，所采用的技术均为成熟产品，不涉及专利问题。

9、重大分歧意见的处理经过和依据

目前，未见重大分歧意见。

10、贯标的措施和建议

本标准为团体标准，建议按照国家有关团体标准管理规定和中国科技产业化促进会团体标准管理要求，推广采用本标准，并鼓励社会各有关企业自愿采用该标准。建议条件成熟时，在吸收团体标准实施经验基础上，适时转为国家标准。

11、废止现行有关标准的建议

无。

12 其他需要说明的情况

提出单位相关业绩情况如下：

中交四航工程研究院有限公司（以下简称四航研究院）是一家为港航、公路、铁路、水利、市政、工民建等基础设施和工程提供科技研发、技术服务、工程质量检测的科技型企业，已获得“高新技术企业”认证。四航研究院科技力量雄厚，拥有交通运输部野外观测研究基地、水工构造物耐久性技术交通运输行业重点实验室、中国交建建筑材料重点实验室、中交交通基础工程环保与安全重点实验室等多个科研平台，与国内外多所高校及科研机构长期开展业务和人才培养方面的合作和交流，在高性能混凝土及耐久性技术、工程腐蚀与防护、混凝土结构裂缝控制、码头及桥梁检测评估与维修加固、等多个领域取得了令人瞩目的成果，不少成果处于国际先进或国内领先水平，获省部级以上及中国交建科技奖励 136 项，其中国家科技进步一等奖和二等奖各 1 项；获批国家专利 157 项（发明专利 71 项），其中获中国专利优秀奖 1 项；主编国家标准 1 部，主编和参编 45 项国家行业规范；获得国家级工法 5 项，省部级和中国交建工法 20 项；获得软件著作权 18 项；在国内外核心期刊、国际学术会议上发表论文已达 900 余篇，其中 SCI/EI/ISTP 三大索引收录 200 多篇。