

《机制砂高性能水工混凝土质量控制与评价技术规程》

（征求意见稿）编制说明

《机制砂高性能水工混凝土质量控制与评价技术规程》

团体标准

起草工作组

二〇二五年十月

《机制砂高性能水工混凝土质量控制与评价技术规程》

（征求意见稿）编制说明

一、项目背景

1、国内外研究概况

（1）国内大型基础设施工程提升混凝土施工质量和耐久性的主要措施有：

1）混凝土设计从强度设计转变为“耐久性设计”、“强度设计与耐久性设计并重，强度服从耐久性”，针对工程混凝土所处环境，确定合适的混凝土设计标准。

2）杭州湾大桥、港珠澳大桥、舟山金塘大桥等国内大型工程，针对工程特点开展研究，提出混凝土性能指标、施工质量控制要求，制定具体工程的施工技术规范、耐久性控制规程。

3）混凝土防腐蚀基本措施、附加措施和辅助措施的组合应用，将混凝土高性能化作为基本措施之一，同时对于严酷环境的混凝土采取防腐蚀附加措施和辅助措施。

4）选择合适的配合比参数，严格的施工过程质量控制。

（2）混凝土高性能化技术进展

混凝土耐久性不良推动了混凝土技术的发展。20 世纪 70 年代，高性能混凝土最早起源于挪威，20 世纪 80 年代末西方发达国家在总结混凝土技术发展的基础上提出了“高性能混凝土”的概念，随后高性能混凝土很快被各国工程界所接受，是因为高性能混凝土的使用对于各方均有明显的效益。1990 年 5 月，美国国家标准与技术研究所和美国混凝土协会（ACI）率先给出了高性能混凝土的定义。高性能混凝土在性能上的重要特征是具有高的耐久性，而在组成材料上除了使用高效减水剂以外，矿物掺合料的应用是其特征，更加强调混凝土较低的用水量和水胶比，良好的工作性能和精心施工。

我国对高性能混凝土及其耐久性的研究是在高强混凝土和普通混凝土耐久性研究的基础上发展起来的，高性能混凝土这一概念从国外引进后，正在走“国际—国内—重要基础设施—全国推广”的发展路径，对高性能混凝土的研究、认识也在不断深入，但目前仍处于在重要基础设施工程中应用阶段，面广量大的普通工程推广应用任重道远。已故吴中伟院士认为高性能混凝土是一种新型高技术混凝土，在采用现代混凝土施工技术、选用优质原材料、在严格质量管理条件下制成的，混凝土具有良好的工作性、适用性、耐久性、体积稳定性、经

济合理性和必备的各种力学性能，并认为高性能混凝土可以向中低强度等级混凝土适当延伸，实现中低强度等级混凝土高性能化，高性能混凝土的发展才具有现实意义。

高性能混凝土首先应满足具体工程所需的性能要求，如抗碳化性能、抗氯离子侵蚀性能、抗冻性能等耐久性能、混凝土拌和物施工工作性能等，需要根据工程类别、结构部位和服役环境的不同，设计并提供具有“个性化”和“最优化”的混凝土；高性能混凝土的最低强度等级为 C30。高性能混凝土生产需要运用全过程质量控制的理念，在技术层面，需要建立结构设计、原材料、配合比、生产、施工、验收等各个环节的技术指标体系。

高性能混凝土研发与工程应用并进，主要是在大型桥梁、高层建筑、海洋工程、城市基础设施等国家重点工程得到应用，近年来水工高性能混凝土在重点工程逐渐得到应用。

虽然高性能混凝土在我国已经有了一些研究与应用实例，但与国外先进水平相比，高性能混凝土的应用水平和规模均相当落后，在工程中应用尚处于初级阶段。水利工程应用高性能混凝土的基础研究仍显滞后，混凝土实现高性能化的工程还较少，缺少水工高性能混凝土施工质量控制与评价标准。

2、必要性

（1）混凝土高性能化已成为水工混凝土发展和应用的方向

混凝土耐久性问题已迫使工程界提升混凝土品质、混凝土向高工作性化方向发展^[1-9]，并引起国家的高度重视，上升到国家战略。2014 年 8 月住房城乡建设部、工业和信息化部颁发《关于推广应用高性能混凝土的若干意见》（建标〔2014〕117 号），意见指出：“通过完善高性能混凝土推广应用政策和相关标准，建立高性能混凝土推广应用工作机制，优化混凝土产品结构，到‘十三五’末，高性能混凝土得到普遍应用，提升高性能混凝土应用水平……”。2015 年成立全国高性能混凝土推广应用技术指导组；2016 年国家选定江苏等 6 个省进行高性能混凝土推广应用试点，目的是提高高性能混凝土应用水平、推广绿色生产和管理技术、形成科学有效和切实可行的高性能混凝土推广应用管理模式。因此，水工混凝土向高性能方向发展已成为趋势。

（2）水工混凝土质量与耐久性提升的需要

调研近年来建设的 30 余座大中型水利工程混凝土耐久性，有近 50%的混凝土碳化至钢筋表面时间不足 50 年（见表 1），部分工程混凝土抗氯离子渗透能力不满足规范的技术要求，混凝土裂缝等施工缺陷较为普遍，保护层混凝土的密实性有待提高，说明混凝土质量还有很大的提升空间。

表1 86组构件预测碳化至钢筋表面时间统计结果

预测碳化至钢筋表面时间的构件百分率/%				
<30 年	30~50 年	50~70 年	70~100 年	>100 年
24.6	26.2	19.2	17.8	12.2

江苏水利科学研究院调研近3年190组水工混凝土配合比，C30混凝土中约有75%的用水量大于 $170\text{kg}/\text{m}^3$ ，84%的水泥用量大于 $280\text{kg}/\text{m}^3$ ，73%的水胶比大于0.45。调查结果表明大部分工程混凝土用水量和水胶比高于规范的要求，大部分混凝土配合比不能满足耐久混凝土配合比要求，如《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》（SL654—2014）规定设计使用年限为100年的混凝土水胶比不大于0.45，《高性能混凝土应用指南》则规定100年的混凝土水胶比不大于0.40；混凝土用水量偏多、水胶比偏大也是造成混凝土有害裂缝较多的原因之一。

江苏水利科学研究院对在建工程24组C25~C50混凝土人工碳化试验，70%不满足《高性能混凝土应用技术指南》中规定的碳化I-C环境50年不大于15mm的要求，29%不满足

《水工混凝土耐久性技术规范》（DB32/T 2333-2013）规定的50年不大于20mm的技术要求，79%不满足100年不大于10mm的技术要求。氯离子扩散系数和电通量试件15组，对照《水工混凝土耐久性技术规范》（DB32/T 2333-2013），84d的试件氯离子扩散系数仅有1组满足50年使用年限的技术要求；9组标准养护56d的试件电通量，参照《混凝土质量控制标准》（GB 50164-2011），6组电通量达到Q-II级、评价为差，3组电通量达到Q-III级、评价为一般。对实体工程钻芯取样室内测试氯离子扩散系数和电通量，试件龄期均在1年以内，11组芯样的氯离子扩散系数仅有3组达到50年使用年限的技术要求；4组芯样的电通量中，1组达到Q-II级、评价为差，3组达到Q-III级、评价为一般。从混凝土电通量和氯离子扩散系数等指标测试结果也反映混凝土的密实性能需要得到提高。

（3）水利工程推广应用高性能混凝土的需要

将C30以上的混凝土实现高性能化，对提高混凝土耐久性的意义重大。根据调查，绝大部分技术人员对混凝土原材料选择、配合比优化设计、制备、施工浇筑、养护等阶段如何实现混凝土高性能化还不了解，对如何制备和施工出满足水工高性能混凝土要求的认识还不足。

（4）国家建设标准《高性能混凝土评价标准（JGJ/T 385—2015）》没有涉及结构实体混凝土评价内容，而混凝土高性能化，关键是结构混凝土实现高性能化。

二、标准编制原则

1、科学性与适用性原则

标准编制过程中，总结水工机制砂高性能混凝土研究和工程实践经验基础上，针对水工混凝土特点，科学凝练标准技术框架，提炼标准主要技术内容，形成理论可行、经济合理、技术可操作性强的标准化文件，保障标准的可行性和适用性。

2、实用性与易操作性原则

标准编制过程中，吸收总结相关研究成果和工程应用经验，做到标准规定的相关内容容易执行。

3、与相关标准的协调性原则

引用 80 余项国家、行业标准，确保了标准的技术规范性和兼容性。

4、规范性原则

本标准按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

三、主要工作过程

1、依据的相关成果

为适应混凝土质量提升发展要求，实现水工混凝土高性能化，本课题组基于江苏省水利科技重点项目、南京市水务科技重点项目等多个课题，以及 18 座水利工程应用实践，历时数年试验与应用实践，形成了水工混凝土高性能化施工技术。该技术已应用于新孟河拓浚延伸界牌水利枢纽工程、奔牛水利枢纽、牛塘水利枢纽、南京市九乡河闸站工程、沭新闻拆除重建工程、如东县沿海挡潮闸刘埠水闸、盐城市大丰区三里闸拆建工程等工程。

《中低强度等级混凝土表层致密化施工方法》被授予国家发明专利，获得国家版权局计算机软件著作权有：《水工建筑物高密实表层混凝土施工质量控制软件》、《水利工程应用预拌混凝土实现高性能化施工质量控制软件 V1.0》（证书号 5772389），《水利工程应用中高强度等级的预拌混凝土实现高性能化后评价软件 V1.0》（证书号 5770905）。《内河水工建筑物中低强度等级混凝土高性能化施工工法》被批准为江苏省省级工法（JSSJ-GF-01-2019）；《低渗透高密实表层混凝土施工技术》《内河淡水区水工中低强度等级混凝土高性能化施工技术》《提升沿海涵闸混凝土耐久性施工技术》分别入选 2019 年、2021 年和 2023 年《水利先进实用技术重点推广指导目录》，并被认定为水利先进实用技术。

“水工混凝土质量提升关键技术”“低渗透高密实表层混凝土施工技术”、“新孟河界牌水利枢纽混凝土高性能化施工技术研究与应用”分别获江苏省水利科技进步一、二、三等奖；“水利工程钢筋混凝土结构耐久性保障及提升关键技术与应用”获得中国科技产业化促

进会科技创新奖二等奖。

2、标准立项

2024 年 2 月，江苏省水利科学研究院向中国科技产业化促进会提出团体标准编制立项申请，2024 年 4 月 29 日，中国科技产业化促进会主持召开标准立项评估会，会议采用线上线下相结合的方式举行，会议建议“水利工程机制砂高性能混凝土施工技术规程”予以立项。2025 年 5 月，中国科技产业化促进会下达了《关于〈压缩空气储能电站地下贮气硐室技术规程〉等 10 项团体标准立项计划的通知》（中科促字〔2024〕7 号），同意《机制砂高性能水工混凝土质量控制与评价技术规程》立项，计划编号为：T/CSPSTC JH2024-09。

3、标准起草过程

2024 年 6~7 月：确定工作大纲，形成标准框架；

2024 年 8 月~2025 年 2 月：初稿第一稿；

2025 年 3~5 月：组织初稿第一稿讨论、修改，形成初稿第二稿；

2025 年 6~8 月：初稿第二稿讨论、修改，小范围征求意见与修改；

2025 年 9~10 月：编制组继续对初稿修改，形成研讨会讨论稿；

2025 年 10 月 19 日：中国科技产业化促进会组织研讨会，会议邀请 30 余家单位 50 余名专家、代表参加会议。

2025 年 10 月 20 日~26 日，编写组对研讨会意见进行修改，形成征求意见稿，并在全中国标准信息公共服务平台进行了公示，面向各相关单位公开征求意见，进一步提高标准制定的科学性、适用性和广泛参与性。

2025 年 11 月，召开标准审查会，审查专家对送审稿开展技术审查，并形成审查结论。专家评审组同意该项标准通过审查，编制组根据审查意见形成报批稿。

2025 年 12 月，标准发布批准文件公示，团体标准通过项目验收和审查批准，发放标准编号并发布公告。中国标准出版社、中国质检出版社统一负责印刷出版，出版社进行最终标准审查、文字校对。

四、标准主要内容

1、前言

规定《规程》编制执行的标准、标准提出单位、归口管理单位、编制单位和主要编制人员、审核人员等。

2、引言

提出标准立项背景、目的、意义，标准主要内容

3、范围

明确了《规程》的适用范围。

4、规范性引用文件

列明了《规程》所引用的文件，共 80 余部标准。

5、术语与定义

提出了《规程》所用的术语和定义，共 17 个。

6、一般规定

规定了水工机制砂混凝土实现高性能化施工方法，结构混凝土高性能化评价方法。

7、技术性能

规定了水工机制砂高性能混凝土的拌和物性能、力学性能、耐久性能、密实性能、体积稳定性能等要求。

8、原材料

提出了高性能混凝土原材料选用基本要求和品质控制要点。

9、配合比

提出了高性能混凝土配合比设计基本要求，推荐了混凝土最大用水量、最大水胶比与胶凝材料用量、矿物掺合料掺量等配合比参数；提出了施工配合比确定方法。

10、制备

提出了原材料管理、贮存、计量、搅拌和运输等混凝土制备质量控制要求。

11、施工

提出了模板制作安装、钢筋安装和混凝土制备、浇筑、养护等过程质量控制要求；提出了低温季节、高温季节和雨天施工质量控制相关要求。

12、特制品高性能混凝土

提出了机制砂高性能纤维混凝土、机制砂高性能膨胀混凝土、机制砂高性能抗冲磨防空蚀混凝土、机制砂高性能自密实混凝土、机制砂高性能高强混凝土、机制砂高性能喷射混凝土、机制砂高性能水下不分散混凝土、机制砂高性能超缓凝混凝土施工过程质量控制要求。

13、裂缝控制

提出了改善混凝土约束条件、降低混凝土温升、延缓降温速度、提高混凝土抗裂能力、温度监测与应变监测等裂缝控制措施。

14、质量检验

提出了混凝土拌和物性能、强度与耐久性能等施工质量检验的要求。

15、高性能混凝土评价

提出了混凝土从设计、生产和结构实体质量等方面进行高性能化评价方法。

五、预期的经济效益和社会效益

《机制砂高性能水工混凝土质量控制与评价技术规程》标准的制定与实施，为水工混凝土正确开展原材料优选、开展配合比优化、选用先进实用的配制技术、施工过程质量控制提供了技术支撑，有利于实现混凝土高性能化，提高工程投资效益，经济效益和社会效益显著。

六、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

本标准制定过程中，未检索到国际标准或国外先进标准，标准水平达到国内先进水平。

七、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本标准符合现有的法律、法规。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

没有分歧意见。

九、废止现行有关标准的建议

无。

十、贯标的措施和建议

本标准团体标准，建议按照国家有关团体标准管理规定和中国科技产业促进会团体标准管理要求，在协会会员中推广采用本标准，鼓励社会各有关方面企业自愿采用该标准。

十一、其他应予说明的事项

无