《超缓凝混凝土技术条件》

行业标准编制说明

**（征求意见稿）**

**2025年3月**

**目 录**

[1 标准编制工作简况 1](#_Toc11564)

[2 标准编制的原则和主要内容 5](#_Toc5332)

[3 主要验证试验分析 10](#_Toc7754)

[4 标准中涉及专利、知识产权情况说明 15](#_Toc7753)

[5 产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效果等情况； 15](#_Toc12702)

[6 采用国际标准，与国际、国外同类标准水平的对比情况，国内外关键指标对比分析或与测试的国外样品、样机的相关数据对比情况； 17](#_Toc17497)

[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 18](#_Toc20969)

[9 标准性质的建议说明 18](#_Toc5156)

[10 贯彻标准的措施建议 18](#_Toc6174)

[11 废止现行有关标准的建议 18](#_Toc18911)

[12 其他应说明的事项 19](#_Toc25220)

JC/T XXXX-202X《超缓凝混凝土技术条件》

行业标准编制说明

1 标准编制工作简况

* 1. 任务来源

根据《工业和信息化部办公厅印发关于2022年第三批行业标准制修订和外文版项目计划的通知》（工信厅科〔2022〕312号）文件要求，《超缓凝混凝土技术条件》列入了行业标准计划（计划编号：2022-1751T-JC），由建筑材料工业技术情报研究所牵头组织编制工作，标准归口单位为建筑工业综合标准化技术委员会。国内主要超缓凝混凝土生产企业，应用企业，检测机构，科研院所，大专院校等有关单位共同参与起草。

* 1. 起草单位

本标准由建筑材料工业技术情报研究所等单位共同起草，形成《超缓凝土混凝土技术条件》标准的编制组。本标准负责起草单位共家，参加起草单位共家。包括高校（家）、科研院所（家）、检测单位（家）、施工单位（家）、生产企业（家）和应用企业（家）等。涵盖了生产、消费、检测、管理、研究、施工等相关领域的专家。

**表1 主要参加单位及其所做工作**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 主要完成工作 | 主要完成单位 | 成员 |
| 1 | 行业状况及产品应用的前期调研 | 建筑材料工业技术情报研究所、四川鸿仁建设工程有限公司、中德新亚建筑材料有限公司、中交三航局（厦门）海洋工程有限公司、江苏省水利建设工程有限公司、张家港市长江防洪工程管理处、成都建工集团有限公司、成都建工预筑科技有限公司 | 马旺坤、郭翠芬、刘峰、谭波、邵萌生、杨斌、汤应来、张伟、陈颖俊、刘宏、范晓玲 |
| 2 | 国内外技术材料及相关标准的搜集 | 建筑材料工业技术情报研究所、中铁二十三局集团第一工程有限公司、深圳市汇鑫混凝土有限公司、湖南宏振建设工程有限公司、中国建筑第四工程局有限公司、云南建投第五建设有限公司 | 马旺坤、董煊、焦鹏飞、余长虹、张麒麟、帅海乐、陈亦苏、杨永、刘俊峰 |
| 3 | 确定各项性能要求 | 全体参编单位 | 全体参编人员 |
| 4 | 提供验证试验数据 | 建筑材料工业技术情报研究所、云南建投绿色高性能混凝土股份有限公司、北京铁建永泰新型建材有限公司、北京建工新型建材有限责任公司 | 马旺坤、郭翠芬、郭群、梁丽敏、王模弼、韩小华、倪坤 |
| 5 | 资料汇总整理 | 邯郸金隅太行商砼科技有限公司、临沂海螺新材料科技有限公司、招商局重庆交通科研设计院有限公司、北京市高强混凝土有限责任公司 | 王进军、姜达超、耿波、袁佩、王波 |
| 6 | 编写及完善编制说明等相关文件 | 建筑材料工业技术情报研究所、云南建投绿色高性能混凝土股份有限公司、四川路航建设工程有限责任公司、山东公用建设集团有限公司、中交第二公路工程局有限公司、中铁物贸集团昆明有限公司、中建西部建设（上海）有限公司 | 马旺坤、郭翠芬、郭群、梁丽敏、王模弼、许世辉、杨辉、步德新、李振强、杨凯、芦文文、薛成、郝生炜、童丰华、王龙、付健鹏、刘大春、黄义雄、郭玉林 |

* 1. 标准编制背景及必要性

近年来，我国城市建设不断推进，建筑物和构筑物朝着多元化和综合化的方向发展，混凝土作为建筑的主要材料必须与发展相适应。超缓凝混凝土是一种为了满足建设工程对混凝土凝结时间有特殊要求而专门配制的初凝时间不小于24h、初终凝时间差不大于20h、28d强度或设计龄期强度不低于设计强度等级的新型混凝土。可以弥补传统缓凝混凝土在凝结时间上的局限性，拓宽混凝土的应用领域。

目前，超缓凝混凝土主要用大体积混凝土、钻孔咬合桩、HPE液压垂直插入永久性钢管混凝土柱以及SCP同步切割浇筑混凝土连续墙等工程中。钻孔咬合桩工程要求后续施工的钻孔桩在施钻时，能对前期已浇筑完毕的钻孔桩桩身混凝土进行适量的切割，相互咬合连成一个整体，而达挡水止水作用，该施工工艺的关键技术在于先施工的桩的桩身混凝土凝结时间要长，早期强度要低，符合切割要求。因此，被切割桩的超缓凝混凝土能否满足设计与施工要求是该工艺能否成功的关键；HPE液压垂直插入永久性钢管柱法是逆作法钢管柱定位安装的一种工艺，考虑插入钢管柱的需要，基础桩的混凝土需要一定的缓凝时间，缓凝时间应不大于混凝土运输时间、插入时间、浇筑时间、HPE插入机就位时间以及插入时间的总和；SCP同步切割浇筑混凝土连续墙中需要利用未凝固状态混凝土的侧压力顶推切割箱和隔离装置整体向前行进，向混凝土浇筑段未凝固混凝土内及时跟进下放劲性骨架，形成无缝劲性骨架混凝土地下连续墙，适合SCP技术的混凝土凝结时间长，确保一定长度范围内的混凝土具有较好的流动性。

超缓凝混凝土属于半成品，具有质量动态变化及长期性、后滞性的特点，必然导致影响混凝土质量的因素是多方面的，供方和施工方都存在影响质量的因素。制定《超缓凝混凝土技术条件》行业标准，从原材料要求、性能要求、配合比设计、生产与施工要求、质量检验与验收要求等方面加强质量管控和过程管控，提高超缓凝混凝土产品质量的稳定性和可靠性，为超缓凝混凝土的推广应用提供基础保证，切实保证超缓凝混凝土工程质量。

目前国内关于超缓凝混凝土还没有相关的国家和行业标准可循，本标准将根据我国现有的相关标准规范、科研成果和实践经验，考虑各地原材料差异情况，并参考国外先进技术制定，规范超缓凝混凝土的配制及超缓凝混凝土技术在建设工程中的应用，为配合比设计、生产、质量检验和验收等方面提供一个统一和规范的试验准则，使相关的试验及试验结果具有一致性和可比性，确保超缓凝混凝土质量安全可靠、技术先进、经济合理。

* 1. 主要工作过程

# 成立工作组

建筑材料工业技术情报研究所接到任务后，首先收集相关标准，查询国内外超缓凝混凝土生产使用情况，调研生产企业的生产规模、产品规格。征集参加标准制定的单位，提出了标准制定工作计划。2023年12月在北京召开了第一次工作会议，共8家单位11人参加了会议，对标准的初稿和主要内容进行讨论，组成了标准工作组，明确了各成员单位的任务，并制定了详细的工作计划。

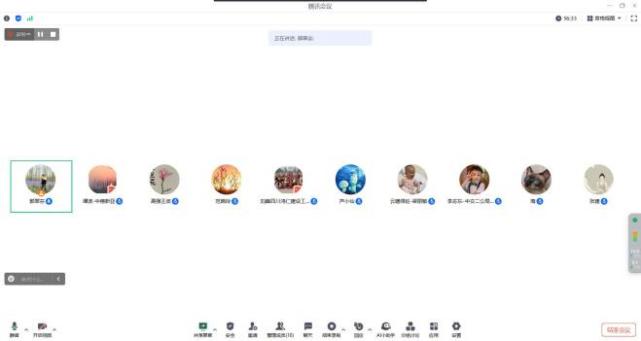
**图1 一次工作会照片**

# 样品征集和验证试验

2024年1月-2024年10月收集到国内超缓凝混凝土产品。本次验证试验由建筑材料工业技术情报研究所、云南建投绿色高性能混凝土股份有限公司、北京铁建永泰新型建材有限公司共同进行，验证了超缓凝混凝土配合比、超缓凝混凝土坍落度、坍落度经时损失、扩展度、初凝时间、终凝时间、初终凝时间差、水溶性氯离子最大含量、泌水率、抗压强度、耐久性能等。 验证试验期间，标准起草组与行业技术专家、企业技术专家采取电话沟通及视频会议的方式，对试验进程，试验结果进行了充分地讨论。

# 标准征求意见稿的确定

2024年12月23日采用线下+线上的会议形式召开第二次工作会议，共13家单位的19位代表参加了会议，会上对标准讨论稿的主要章节进行了逐条研讨，补充修改了标准稿件。



**图2 二次工作会照片**

会后，在认真总结各方意见的基础上，主编单位对需要附加的试验数据进行补充，并对标准讨论稿进行修改，形成了征求意见稿，向行业内生产施工企业、科研院所、高等学校等广泛征求意见。

1. 标准编制的原则和主要内容
   1. 标准制定的原则

（1）本文件按照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，标准的整体框架参考GB/T 41054《高性能混凝土技术条件》进行编写。

（2）遵循超缓凝混凝土产品特有的性能、配合比设计、质量检验和控制的普遍规律。

（3）符合超缓凝混凝土行业的一般规范。

（4）在符合超缓凝混凝土行业的产品技术水平和应用的基础上，参考以及相关地方标准、企业标准等，结合超缓凝混凝土自身验证试验数据编写，同时体现超缓凝混凝土的普遍特性和性能特点，具有合适的覆盖面。

（5）技术指标全面，宽严得当，既能适应实际生产，又能体现产品自身特点。

* 1. 标准的主要内容

#### 标准的适用范围

本文件规定了超缓凝混凝土性能等级、一般要求、原材料、配合比设计、技术要求、制备、试验方法、检验规则、订货与交货。

本文件适用于对混凝土凝结时间有延长需求的建设工程用超缓凝混凝土。

《超缓凝混凝土技术条件》行业标准的制定以规范统一超缓凝混凝土的概念、性能等级、技术指标为目的，为超缓凝混凝土配合比设计以及制备提供统一的评判依据及标准。

#### 规范性引用文件

标准中共引用了25项标准。包括：GB 175《通用硅酸盐水泥》、GB/T 1596《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》、GB 8076《混凝土外加剂》、GB/T 10171《混凝土搅拌站（楼）》、GB/T 14902《预拌混凝土》、GB/T 14684《建设用砂》、GB/T 14685《建设用卵石、碎石》、GB/T 18046《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》、GB/T 25176《混凝土和砂浆用再生细骨料》、GB/T 25177《混凝土用再生粗骨料》、GB/T 37990《水下不分散混凝土絮凝剂技术要求》、GB/T 50080《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》、GB/T 50081《普通混凝土力学性能试验方法标准》、GB/T 50082《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》、GB/T 50107《混凝土强度检验评定标准》、GB 50119《混凝土外加剂应用技术规范》、GB 50164《混凝土质量控制标准》、GB 55008《混凝土结构通用规范》、JGJ 52《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》、JGJ 55《普通混凝土配合比设计规程》、JGJ 63《混凝土用水标准》、JGJ/T 193《混凝土耐久性检验评定标准》、JGJ/T 241《人工砂混凝土应用技术规程》、JGJ/T 322《混凝土中氯离子含量检测技术规程》、JGJ/T 328《预拌混凝土绿色生产及管理技术规程》。

#### 术语和定义

本文件共规定了三条术语，分别是混凝土初凝时间、混凝土终凝时间以及超缓凝混凝土，混凝土初凝时间和终凝时间给出了定性的描述，根据市场上产品现状及验证试验数据规定超缓凝混凝土的定义为“混凝土初凝时间不小于24h，初终凝时间差小于20h，28d强度或设计龄期强度不低于设计强度等级的混凝土”，超缓凝混凝土作为一种新型混凝土，其特点在于凝结时间长，并且抗压强度不降低，均在定义中进行了描述。

#### 性能等级

#### 超缓凝混凝土拌合物坍落度、扩展度等级划分及允许偏差应符合GB 50164的规定。

#### 此条款中规定的内容，GB 50164中均有规定，超缓凝混凝土没有特殊要求，因此符合该标准即可。

#### 超缓凝混凝土按初凝时间分为NJ24、NJ36、NJ48、NJ60、NJ72、NJ84、NJ96七个等级。

#### 此条款中规定了超缓凝混凝土初凝时间等级，共七个等级，以12h为一个时间间隔，超缓凝混凝土的定义中规定了“混凝土初凝时间不小于24h”，以NJ24为最低等级，现行标准JGJ 432-2018《建筑工程逆作法技术标准》中提到了支撑桩混凝土宜采用缓凝混凝土，缓凝时间应根据施工操作流程综合确定，且初凝时间不宜小于36h。现行标准JGJ/T 396-2018《咬合式排桩技术标准》中提到了软法切割施工Ⅰ序桩应采用超缓凝混凝土，超缓凝混凝土缓凝时间应在施工前试验确定，且不应小于60h。根据调研以及工程应用案例，规定了超缓凝混凝土初凝时间最高等级为NJ96，该凝结时间等级的规定也能够满足不同工程的的需求。

#### 超缓凝混凝土按立方体抗压强度分为C20、C25、C30、C35、C40、C45、C50、C55八个等级。

#### 此条款规定了超缓凝混凝土抗压强度等级，根据超缓凝混凝土的应用领域和超缓凝混凝土的技术水平，共划分为八个等级，现行标准GB 55008《混凝土结构通用规范》中规定素混凝土结构构件的混凝土强度等级不应低于C20，现行标准JGJ∕T 396-2018《咬合式排桩技术标准》中规定有筋桩混凝土强度等级不应低于C25，无筋桩混凝土强度等级宜与有筋桩相同，且不宜低于C20，因此规定以C20最为最低强度等级，根据调研，目前超缓凝混凝土不作为高强混凝土进行使用，因此规定最高强度等级规定为C55，能够满足不同工程的需求。

#### 一般要求

#### 规定了超缓凝混凝土应采用预拌混凝土，凝结时间和坍落度保留时间应符合设计要求，考虑到超缓凝混凝土用于水下施工，规定用于水下施工的超缓凝混凝土应符合GB/T 37990的要求。

#### 原材料

#### 该条款中没有对原材料进行特殊要求，详见正文。

#### 配合比设计

#### 主要是规定了超缓凝混凝土配合比设计要求，因此，超缓凝混凝土配合比设计应符合本文件的规定。本文件未涉及的配合比设计通用技术内容可执行《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55的规定。试验研究表明，超缓凝混凝土28ｄ抗压强度随着凝结时间的延长有一定程度降低，因此在设计配合比时，规定了超缓凝混凝土强度标准差的选取原则，其中NJ24和NJ36等级的超缓凝混凝土在JGJ 55规定的基础上标准差增加1，NJ48、NJ60和NJ72等级的超缓凝混凝土标准差增加3，NJ84和NJ96等级的超缓凝混凝土标准差增加5。

#### 规定了“缓凝剂和减水剂确定掺量后，二者宜单独使用”，考虑到当原材料发生变化时，可根据原材料变化对混凝土工作性能或凝结时间的影响，视情况单独调整减水剂或缓凝剂的掺量，便于精细化调整。

#### 技术要求

1、拌合物应具有良好的黏聚性、保水性和流动性，不得离析。

#### 该条款定性规定了超缓凝混凝土拌合物的工作性，保证其有良好的施工性能。

#### 坍落度、坍落度经时损失和扩展度

#### 该条款定量规定了超缓凝混凝土拌合物的工作性，规定了超缓凝混凝土的坍落度、坍落度经时损失和扩展度均符合GB/T 14902的规定。超缓凝混凝土拌合物工作性能的好坏是决定混凝土质量的重要因素之一，超缓凝混凝土坍落度和扩展度不满足施工要求会显著影响施工质量。在设计配合比时应采取增加混凝土黏聚性、防止混凝土离析的技术措施，并严格控制混凝土的坍落度和扩展度以满足施工要求。当超缓凝高效减水剂中缓凝组分含量较高时，减水组分和缓凝组分之间存在竞争吸附效应，会增加经时损失。因此，应加强超缓凝混凝土的坍落度经时损失控制。一般情况下，超缓凝混凝土的坍落度经时损失应控制在30mm/h内。

#### 水溶性氯离子最大含量

#### 该条款规定了超缓凝混凝土拌合物的水溶性氯离子含量，监测混凝土拌合物中的水溶性氯离子含量有助于及时发现氯离子超标的情况，从而调整混凝土配合比或采取其他措施，确保混凝土的质量，避免混凝土凝结硬化以后检测出氯离子含量超标造成的处理费用，规定拌合物中水溶性氯离子最大含量实测值应符合GB 55008的规定。

#### 泌水率

#### 该条款规定了超缓凝混凝土拌合物的泌水率，由于缓凝剂掺量较大会引起混凝土泌水自由水流失，导致混凝土内部水分分布不均，因此对泌水率进行了规定。

#### 凝结时间

#### 该条款规定了超缓凝混凝土拌合物的初凝时间和初终凝结时间差，初凝时间是超缓凝混凝土的一项重要的技术指标，直接影响施工工序的安排和工期，不同工程对超缓凝混凝土初凝时间要求不同，以保证在浇筑、振捣、养护等过程中有足够的时间进行操作，根据初凝时间等级的划分规定了每个等级初凝时间的限值，涵盖了24小时及以上的所有初凝时间。根据调研以及验证试验规定拌合物的初终凝时间差应小于20h。

#### 抗压强度

#### 该条款规定了超缓凝混凝土的抗压强度，抗压强度是超缓凝混凝土的一项重要力学性能指标，规定混凝土强度应符合设计要求和有关标准的规定，检验评定应符合GB/T 50107的规定。

#### 长期性能与耐久性能

#### 该条款规定了超缓凝混凝土的长期性能和耐久性能，超缓凝混凝土应具有良好的长期性能和耐久性能，因此规定混凝土长期性能和耐久性能应符合设计要求和有关标准的规定，检验评定应符合JGJ/T 193的规定。

#### **试验方法**

#### 凝结时间按GB/T 50080的规定进行。测试起始时间改为按照等级规定的凝结时间，提前6小时，每隔1h测试一次，在临近初凝和终凝时，改为不大于0.5h时间隔测试一次。

#### 此条款规定了超缓凝混凝土的凝结时间测定方法，该测定方法与普通混凝土基本相同，但应注意测针的开始试验时间和测试时间间隔。超缓凝混凝土的凝结时间较长，GB/T 50080的规定测定时，测试频率较大，测点较密，造成测点数值偏差大。因此，为保证测试次数合理，降低测点数值偏差。

#### 按GB/T 50081的规定进行。其中抗压强度试件应在试件成型后立即用不透水的薄膜覆盖表面，带模进行养护，终凝24h后拆模。

#### 此条款规定了超缓凝混凝土抗压强度试验方法，因超缓凝混凝土凝结时间长，24h拆模，还未初凝，无法进行拆模养护，因此规定终凝24h后拆模。

#### 按GB/T 50082的规定进行，其中抗冻试验应在56d龄期时开始冻融试验。

#### 此条款规定了超缓凝混凝土耐久性试验方法，普通混凝土冻融试验中养护龄期24d时提前将试件取出，之后需要再水中浸泡，浸泡4d，28d开始进行冻融试验，对比试件则一直在原养护环境中继续养护。但因超缓凝混凝土早期强度低，后期发展快，28d时没有普通混凝土强度高，水化不完全，因此进行冻融试验时，冻融破坏更为严重，此外对比试件因没有受到冻融破坏，强度可以持续增长，继续水化，冻融循环后试件的数据和对比试件的数据差值要比普通混凝土的差值大，因此规定在56d龄期时开始冻融试验，保证超缓凝混凝土有足够的强度抵御冻融破坏。

#### 4、其余技术指标试验方法均按相关标准进行测定。

#### **检验规则**

#### 参考GB/T 41054进行了规定。

3 主要验证试验分析

试验由建筑材料工业技术情报研究所、云南建投绿色高性能混凝土股份有限公司、北京铁建永泰新型建材有限公司、建筑材料工业技术监督研究中心共同承担试验项目检测。根据《超缓凝混凝土技术条件》行业标准编制组第一次工作会议研究讨论结果，超缓凝混凝土的验证试验内容包括：配合比设计、坍落度、坍落度经时损失、扩展度、初凝时间、终凝时间、初终凝时间差、水溶性氯离子最大含量、泌水率、抗压强度以及耐久性能等。

1. 配合比设计

采用C20、C45和C55三个强度等级的混凝土配合比，每个配合比采用不同凝结时间的外加剂，分别为PC1、PC2、PC3和PC4。混凝土配合比见表2，试验结果见表3。

表2 混凝土配合比/(kg/m3)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 配合比 | 水泥 | 粉煤灰 | 矿粉 | 砂 | 石 | 水 | 外加剂 |
| C20(A) | 220 | 60 | 40 | 700 | 1210 | 170 | 8.2 |
| C45(B) | 300 | 90 | 60 | 620 | 1180 | 155 | 10.5 |
| C55(C) | 330 | 100 | 70 | 610 | 1150 | 140 | 12.1 |

表3 试验结果

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 编号 | 初凝时间/h | 28d抗压强度/MPa | 28d抗压强度差/MPa |
| A-PC1 | 6 | 32.5 | 0 |
| A-PC2 | 38（NJ36） | 32.1 | 0.4 |
| A-PC3 | 75（NJ72） | 28.6 | 3.9 |
| A-PC4 | 96（NJ96） | 30.3 | 6.3 |
| B-PC1 | 7 | 57.2 | 0 |
| B-PC2 | 40（NJ36） | 56.8 | 0.4 |
| B-PC3 | 77（NJ72） | 54.4 | 2.8 |
| B-PC4 | 98（NJ96） | 51.8 | 5.4 |
| C-PC1 | 7 | 67.8 | 0 |
| C-PC2 | 41（NJ36） | 67.2 | 0.6 |
| C-PC3 | 80（NJ72） | 63.7 | 3.5 |
| C-PC4 | 100（NJ96） | 60.9 | 6.9 |

超缓凝混凝土的主要特点是凝结时间长、早期强度低、后期强度发展快。因此，在配合比设计时，采用提高矿物掺合料掺量、提高试配强度。通过调研以及大量的试验结果证明，初凝时间的不断延长，对混凝土28d抗压强度会有一定的影响，由表3可知，NJ36等级的超缓凝混凝土对28抗压强度影响不大，抗压强度降低不足1MPa，不足（1.645×1）MPa，为了保证超缓凝混凝土的28抗压强度，配合比设计时，对于NJ24和NJ36等级的超缓凝混凝土应在JGJ 55规定的基础上标准差增加1；NJ72等级的超缓凝混凝土28抗压强度降低约（1.645×2）MPa左右，为了保证超缓凝混凝土的28抗压强度，配合比设计时，对于NJ48、NJ60和NJ72等级的超缓凝混凝土标准差增加3；NJ96等级的超缓凝混凝土28抗压强度降低约（1.645×4）MPa左右，为了保证超缓凝混凝土的28抗压强度，配合比设计时，对于NJ84和NJ96等级的超缓凝混凝土标准差增加5。

1. 坍落度、坍落度经时损失和扩展度

超缓凝混凝土作为一种预拌混凝土，其拌合物的坍落度和扩展度是应满足施工要求的，本标准没有特殊规定，实测值与控制目标值的允许偏差均符合GB/T 14902，不再进行验证，只对坍落度经时损失进行验证，验证试验如下：

表4 坍落度经时损失验证试验结果

|  |  |
| --- | --- |
| 配合比 | 坍落度经时损失/mm |
| 1 | 0 |
| 2 | 5 |
| 3 | 15 |
| 4 | 10 |
| 5 | 0 |
| 6 | 5 |
| 7 | 30 |
| 8 | 20 |
| 9 | 0 |
| 10 | 10 |
| 12 | 5 |
| 13 | 35 |
| 14 | 10 |
| 15 | 5 |

由表4可知，15个组样品中1组不符合指标要求，合格率为93%。

1. 水溶性氯离子最大含量

拌合物水溶性氯离子最大含量验证试验结果见表5。

表5 水溶性氯离子最大含量验证试验结果

|  |  |
| --- | --- |
| 配合比 | 水溶性氯离子最大含量/% |
| 1 | 0.15 |
| 2 | 0.17 |
| 3 | 0.21 |
| 4 | 0.13 |
| 5 | 0.09 |
| 6 | 0.11 |
| 7 | 0.17 |
| 8 | 0.22 |
| 9 | 0.14 |
| 10 | 0.06 |
| 11 | 0.14 |
| 12 | 0.17 |
| 13 | 0.18 |
| 14 | 0.25 |
| 15 | 0.24 |

由表5可知，不同环境下混凝土拌合物的水溶性氯离子最大含量均有涉及。

1. 泌水率

拌合物泌水率试验验证结果见表6。

表6 泌水率验证试验结果

|  |  |
| --- | --- |
| 配合比 | 泌水率/% |
| 1 | 0.4 |
| 2 | 0.2 |
| 3 | 0.2 |
| 4 | 0.3 |
| 5 | 0.6 |
| 6 | 0.1 |
| 7 | 0.3 |
| 8 | 0.7 |
| 9 | 0.2 |
| 10 | 0.2 |
| 11 | 0.2 |
| 12 | 0.3 |
| 13 | 0.1 |
| 14 | 0.4 |
| 15 | 0.2 |

由表6可知，15个组样品中2组不符合指标要求，合格率为87%。

1. 初凝时间、终凝时间和初终凝时间差

拌合物初凝时间、终凝时间和初终凝时间差验证试验结果见表7。

表7 初凝时间、终凝时间和初终凝时间差验证试验结果

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 配合比 | 初凝时间/h | 终凝时间/h | 初终凝时间差/h |
| 1 | 25.0 | 43.5 | 18.5 |
| 2 | 30.0 | 48.0 | 18.0 |
| 3 | 38.0 | 55.0 | 17.0 |
| 4 | 40.5 | 56.0 | 15.5 |
| 5 | 50.0 | 65.0 | 15.0 |
| 6 | 55.0 | 73.0 | 18.0 |
| 7 | 60.0 | 77.5 | 17.5 |
| 8 | 68.0 | 85.0 | 17.0 |
| 9 | 72.0 | 90.0 | 18.0 |
| 10 | 75.5 | 91.0 | 15.5 |
| 11 | 80.0 | 97.0 | 17.0 |
| 12 | 84.0 | 101.0 | 17.0 |
| 13 | 90.5 | 108.0 | 17.5 |
| 14 | 96.0 | 114.0 | 18.0 |
| 15 | 99.5 | 117.0 | 17.5 |

由表7可知，15组样品中，符合NJ24等级有2组，符合NJ36等级有2组，符合NJ48等级有2组、符合NJ60等级有2组、符合NJ72等级有3组，符合NJ84等级有2组、符合NJ96等级有2组，各个初凝时间等级均有涉及，初终凝时间差也均可以满足小于20h。

1. 抗压强度

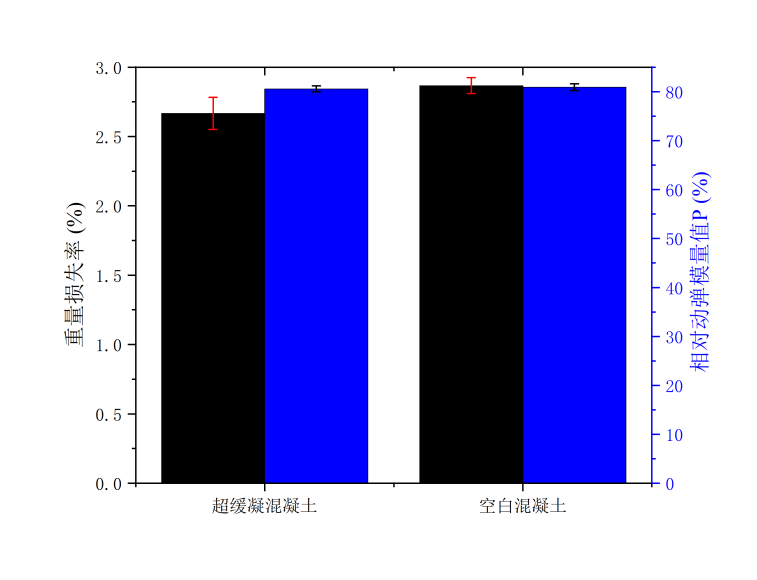
抗压强度验证试验结果见表8。

|  |  |
| --- | --- |
| 配合比 | 28d抗压强度/MPa |
| 1 | 59.2(C55) |
| 2 | 27.5(C25) |
| 3 | 43.8(C40) |
| 4 | 37.1(C35) |
| 5 | 49.2(C45) |
| 6 | 54.3(C50) |
| 7 | 44.8(C40) |
| 8 | 26.8(C25) |
| 9 | 23.5(C20) |
| 10 | 33.6(C30) |
| 11 | 38.4(C35) |
| 12 | 49.2(C45) |
| 13 | 27.8(C25) |
| 14 | 36.7(C35) |
| 15 | 33.5(C30) |

由表8可知，15组样品中，符合C20等级有2组，符合C25等级有3组，符合C30等级有2组、符合C35等级有3组、符合C40等级有2组，符合C45等级的有2组、符合C50等级有1组、符合C55等级有1组，各个抗压强度等级均有涉及。

1. 耐久性能

超缓凝混凝土与普通混凝土的抗冻性能对比如图3。



**图3 超缓凝混凝土与普通混凝土的抗冻性能对比**

如图3所示，250个冻融循环以后，超缓凝混凝土的重量损失率与相对动弹模量值P均接近于空白混凝土，具有良好的抗冻性能。通过调研以及相关验证试验其他耐久性能指标也均可满足设计要求。

4 标准中涉及专利、知识产权情况说明

经检索，本标准所列技术内容没有涉及专利和知识产权的情况。

5 产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效果等情况；

目前，超缓凝混凝土主要用于高层建筑和地铁修建过程中的深基坑支护结构以及对混凝土凝结时间有特殊要求的超大体积混凝土、超长大直径水下桩基工程，尤其在地铁车站等钻孔咬合桩施工中具有广泛的应用优势。

2021年底，中国内地累计有46个城市开通城轨交通运营线路8773.22公里，我国地铁建设进入到了快速发展期，同时越来越多的道路下穿线、高层建筑物等城市构筑物的深基坑工程中采用钻孔咬合桩工艺，越来越多的地铁车站、超高层建筑采用逆作法施工工艺。

1999年钻孔咬合桩在深圳地铁首次应用，北京地铁九号线第6标段东钓鱼台站，成都地铁6号线一、二期工程土建11标三官堂站围护桩施工工程，南京地铁5号线盐仓桥地下车站钻孔咬合桩，杭州至富阳城际铁路工程土建施工SGHF-9标，杭州市市民中心地下停车库（S1）标、昆明地铁3号线等众多深基坑咬合桩支护工程中均采用了大量超缓凝混凝土。京津城际延伸线于家堡站、天津中信城市广场、武汉地铁中南路站、北京城市副中心站综合交通枢纽等工程逆作法施工中均使用了大量超缓凝混凝土。此外C55超缓凝混凝土在株洲至六盘水铁路复线南山河特大桥中的应用，混凝土初凝时间大于24h；C35超缓凝混凝土在大连湾港10万吨散粮码头筒仓基础混凝土中的应用。

我国地铁建设进入到了快速发展期，同时越来越多的道路下穿线、高层建筑物等城市构筑物的深基坑工程中采用钻孔咬合桩工艺。超缓凝混凝土作为钻孔咬合桩施工关键技术，将会有更大的发展空间和广泛的应用前景。同时，近年来，建筑工程正向超高、超深、超大规模和极端严酷的服役环境中发展，超缓凝混凝土技术在解决超大体积、超深地下空间、超深水下工程、超复杂环境条件下的混凝土工程施工技术难题以及降低温度裂缝风险具有较好应用前景。

典型案例：

（1）北京城市副中心站综合交通枢纽工程

项目用地范围约61公顷，地下总建筑面积约128万平米，地上面积约139万平米，地下枢纽部分总投资约为345亿元。车站为地下三层，整体埋深为32米。图1效果图中白色立柱为逆作法竖向支承钢管柱，钢管柱下方逆作桩均使用超缓凝混凝土浇筑。逆作桩设计使用初凝时间大于72h的超缓凝混凝土，强度等级C35，拌和物坍落度≥230mm，单桩混凝土用量130m³～280m³之间。

表3 铁建永泰商混站逆作桩超缓凝混凝土供应情况

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 施工单位 | 标段 | 数量（根） | 桩径（mm) | 桩长（m） | 强度等级 | 初凝时间  （h） | 混凝土用量(m3) |
| 中铁建设 | 01 | 109 | 2000~2600 | 40~47 | C35 | 72 | 23275 |
| 北京建工 | 01 | 3 | C35 | 72 | 467 |
| 北京城建 | 02 | 283 | C35 | 72 | 41970 |
| 中铁建工 | 02 | 223 | C35 | 72 | 47833 |
| 中基发展 | 03 | 73 | C35 | 72 | 15783.5 |
| 北京市政 | 04 | 70 | C35 | 72 | 10500 |
|  | 小计 | **761** |  |  |  |  | **139828.5** |



图1 效果图

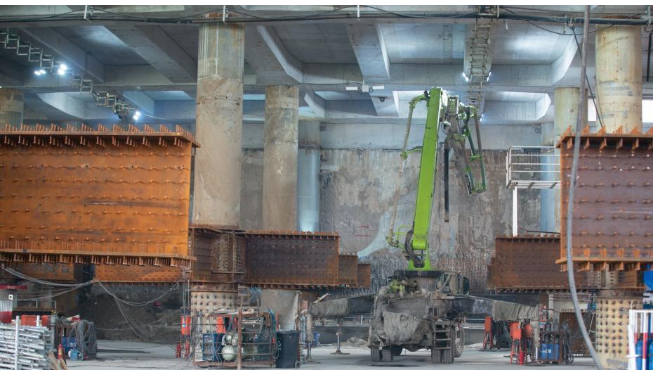
 

图2 施工现场

（2）昆明轨道交通工程

昆明轨道交通工程：到2019年昆明市地铁建设规模达到187.5公里，车站124座。自2010年4月30日，地铁1、2号线首期工程全面开工建设。第一轮轨道交通线网规划共6条线，总里程162.6公里。昆明市远景线网方案由14条线路组成放射普线网+穿越快线的线网形态，新线网全长561.8公里。昆明轨道交通工程车站主体结构深基坑采用钻孔咬合桩作为围护结构，A桩分别应用了C30 和C20超缓凝水下素混凝土桩，初凝时间60~80h，最长达100h。

（3）成都地铁施工工程

成都地铁施工工程中，主体结构深基坑采用钻孔咬合桩作为围护结构。桩径1200mm，相邻两桩咬合量250mm，桩长15～25m。咬合桩分为A桩和B桩，A桩为C30超缓凝水下素混凝土桩，B桩为C35水下钢筋混凝土桩，C30水下超缓凝混凝土量约1800m3。使用Ⅰ级粉煤灰、S75级磨细矿粉、高性能减水剂以及超缓凝外加剂，在低胶凝材料用量情况下配制大流动性、高保坍C30水下超缓凝泵送混凝土，初凝时间67h，3d、28d抗压强度分别为2.3MPa、39.7MPa。粉煤灰掺量为15%～25%，矿粉掺量为10%～20%，掺合料总用量控制在25%～35%。

6 采用国际标准，与国际、国外同类标准水平的对比情况，国内外关键指标对比分析或与测试的国外样品、样机的相关数据对比情况；

无。

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

### 综合调研国内外情况，未发现专门针超缓凝混凝土产品制定的标准，属于行业空白。本标准中所涉及到的试验方法与现行相关法律、法规、规章及相关标准保持一致，没有冲突的地方，具有很好的协调性。具体见附录A。

### 8 重大意见分歧的处理依据和结果

在标准的编制过程中，广泛征求了行业相关单位和业内专家的意见和建议，主要针对标准规定中各项技术指标的要求做了深入研讨，各家单位和行业专家结合自身的工作经验和实验验证提出了作为数据支撑的有力依据，最终对标准要求达成一致。编制过程中对标准的主要内容并未产生重大意见分歧。

9 标准性质的建议说明

建议本标准为推荐性，发布后立即实施。

10 贯彻标准的措施建议

目前，国内超缓凝混凝土产品没有统一的评价标准，所以产品以哪些性能进行评价，如何设计、制备等都给企业和消费者带来困扰，整体上不利于产品的发展，制约了该行业的进步。

建议在本标准发布实施后，各生产厂家、科研单位以及相关检测机构、管理部门依据本标准中的相关规定，对超缓凝混凝土产品进行评判和管理。具体实施措施建议如下：（1）加大标准宣传力度，提高认知度。（2）标准归口单位进行贯标指导，组织标准宣贯活动。（3）鼓励行业相关企业贯彻实施标准，并对相关企业人员进行指导，使有关人员拥有标准、了解标准、熟悉标准，按要求执行标准。（4）标准归口单位跟踪服务，对企业贯彻实施标准中遇到的问题进行协调处理作好记录，并进行长期监督检查工作。

11 废止现行有关标准的建议

无。

12 其他应说明的事项

无。

**附录A：**

本标准与JGJ/T 396《咬合式排桩技术标准》、JGJ 432《建筑工程逆作法技术标准》、GB 50164《混凝土质量控制标准》的对比分析如表A.1所示：

表A.1标准对比分析

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | JGJ/T 396 | JGJ 432 | GB 50164 | 本标准 |
| 凝结时间 | 规定软法切割施工Ⅰ序桩应采用超缓凝混凝土，超缓凝混凝土缓凝时间应在施工前试验确定，且不应小于60h | 支撑桩混凝土宜采用缓凝混凝土，应具有良好的流动性，缓凝时间应根据施工操作流程综合确定，且初凝时间不宜小于36h | 规定混凝土拌合物的凝结时间应满足施工要求和混凝土性能要求 | 本标准规定超缓凝混凝土按初凝时间分为NJ24、NJ36、NJ48、NJ60、NJ72、NJ84、NJ96七个等级 |
| 抗压强度 | 规定咬合式排桩布置形式可分为有筋桩和无筋桩搭配、有筋桩和有筋装搭配。有筋桩混凝土强度等级不应低于C25，无筋桩混凝土强度等级宜与有筋桩相同，且不宜低于C20 | / | 按立方体抗压强度分为C10～C100 | 本标准规定超缓凝混凝土按立方体抗压强度分为C20、C25、C30、C35、C40、C45、C50、C55八个等级 |
| 初终凝时间差 | / | / | / | 本标准规定超缓凝混凝土拌合物的初终凝时间差应小于20h |
| 混凝土配合比 | / | / | 除了符合相关标准的规定，根据高性能混凝土的特性进行了规定 | 除应符合JGJ 55的规定，本标准也根据超缓凝混凝土的进行了规定 |

综合表A.1对比分析，本标准具有如下特点：

1. JGJ/T 396《咬合式排桩技术标准》和JGJ 432《建筑工程逆作法技术标准》中提到了超缓凝混凝土，并规定了混凝土初凝时间，本标准规定了超缓凝混凝土的等级划分；
2. 本标准规定了抗压强度等级划分；
3. 本标准规定了初终凝时间差；
4. 本标准根据超缓凝混凝土的特性，对配合比也进行了规定。