

# 《清水混凝土预混料》

Premix for fair-faced concrete

JC/T XXXX—202X

## 编制说明 (征求意见稿)

《清水混凝土预混料》标准编制组

2025年10月

# 《清水混凝土预混料》行业标准

## 编制说明

### 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《清水混凝土预混料》（计划编号：2024-1927T-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）清水混凝土符合国家“绿色、环保、低碳和可持续发展”的政策要求

当前，我国建筑行业正从“高能耗、高污染、高排放”向“绿色化、工业化、智能化”加速转型。《中华人民共和国国民经济和社会发展“十四五”规划和 2035 年远景目标纲要》中提出，要推动建筑工业化、绿色化和智能化发展，加强绿色建材推广应用；工业和信息化部关于印发《“十四五”工业绿色发展规划》提出到 2025 年，碳排放强度持续下降，资源利用水平明显提高，绿色制造水平全面提升；《质量强国建设纲要》、《“十四五”建筑业发展规划》等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；《关于加快新型建筑工业化发展的若干意见》也强调“研发适应新型建筑工业化的绿色建材，完善建材标准体系”，为清水混凝土这类兼具结构功能与装饰价值的绿色建材提供了政策支撑。

清水混凝土凭借“一次浇筑成型、无需抹灰或装饰面层”的核心优势，可减少传统装修环节产生的建筑垃圾、降低涂料等化学建材的使用量，减少甲醛、VOCs 等污染物排放，完全契合国家“绿色、环保、低碳、可持续”的发展导向，近年来在公共文化建筑（如博物馆、美术馆）、市政基础设施（如桥梁、地铁站）、乡村文旅项目（如民宿、景观亭）及工业遗存改造等领域的应

用规模逐渐增长，已成为建筑装饰与结构一体化的主流选择之一。

### **(2) 传统生产模式存质量短板，预混料成质量管控核心**

清水混凝土质量要求比一般的混凝土工程要严格的多，在搅拌过程中要求注重精细化操作。一方面，搅拌过程需全程精细化操作，从原料计量到混合均质性均需精准把控；尤其白色或彩色清水混凝土，为避免色彩混杂、保证外观一致性，必须采用专线生产，从原料储存、设备清理到生产流程均需独立管控，是一项对细节要求极高的系统性工作。另一方面，清水混凝土的应用场景中，大量小型单体建筑（如乡村文旅小品、小型公共设施、异形装饰构件）体量较小，单次用量多为 50-200 立方米，而传统商品混凝土搅拌站以规模化生产普通混凝土为主，这类“小批量、多批次、定制化”订单因生产效率低、利润空间有限，配合度普遍较差。不仅易出现原料批次混杂、计量精度失控等问题，还可能因设备清理不彻底导致色彩交叉污染，最终引发混凝土外观质量缺陷。更关键的是，清水混凝土对原材料质量要求远高于普通混凝土，任何环节的原料波动都可能影响混凝土性能，而传统搅拌站在小批量生产中难以实现原料的稳定管控，进一步加剧了质量风险。

在此背景下，将清水混凝土制成预混料，现场仅需按比例加水搅拌即可使用，成为解决上述痛点、保障质量的必然选择：预混料在工厂通过自动化生产线实现精准配料与充分混合，可从源头避免原料混杂、计量误差等问题，确保每一批次产品的性能与外观一致性；现场简化操作流程，无需专业技术人员把控配比，既降低了施工门槛，又减少了人为操作失误对质量的影响。目前，我国清水混凝土市场需求正迅速增长，国内清水混凝土技术已日趋成熟，全国从事清水混凝土生产与施工的专业企业已达 30 余家，其应用场景也从高端建筑（如美术馆、精品酒店）逐步拓展至绿色建筑、桥梁装饰面、隧道内壁及其他重大工程的关键装饰部位，展现出广阔的市场前景。

### **(3) 缺乏清水混凝土预混料相关标准，制约该产品的推广应用**

现在对于清水混凝土工程的设计施工以及验收主要是参考行业标准《清水混凝土应用技术规程》(JGJ 169-2009)，并结合《混凝土结构工程施工验收规范》(GB 50204-2002)。相关的设计和施工水平也在不断地得到提高，但是在施工前的质量控制—清水混凝土预混料尚未建立相关标准，限制了清水混凝土预混料在中小型工程、定制化场景中的推广应用，与国家推动绿色建材普及的政

策导向形成明显脱节。通过编制《清水混凝土预混料》，将有利于规范本行业的清水混凝土预混料制备和生产，加强清水混凝土在施工前的质量控制，保证清水混凝土工程质量，拓展清水混凝土应用边界的关键路径，对推动行业向“低损耗、高品质、可持续”转型具有重要的现实意义与长远价值。

由此可见，该标准的制订是十分必须且必要的，将清水混凝土原材料制备成预混料，可规避在搅拌站的搅拌过程，直接在施工现场进行加水现搅拌，严格控制现场搅拌过程，以避免由于搅拌站导致的清水混凝土潜在质量问题。符合清水混凝土高质量化、美观化方向的目标，响应广大相关企业经营者的呼声，可弥补当前国内外清水混凝土预混料标准的空白，从标准层面上对清水混凝土预混料的原材料、技术性能指标与试验方法进行规定，确保清水混凝土工程质量，能够产生技术、经济和环境的综合多赢效应。

## 2. 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预混料的技术发展脉络，重点研究了其原材料组成体系、关键性能影响因素、生产工艺控制要点及工程应用实践现状，并对现有相关标准规范进行了比对分析。为确保调研工作的深度与广度，编制组专门组建了专项调研组，赴相关生产企业、施工单位及科研机构开展实地考察。

经过调研，我国目前与清水混凝土相关的标准主要包括：

- （1）《清水混凝土应用技术规程》（JGJ 169-2009）侧重施工技术和质量验收，对预混料性能和生产环节规范不足；
- （2）《预拌砂浆》（GB/T 25181-2019）虽包含干混砂浆相关要求，但与清水混凝土预混料的性能需求存在差异；
- （3）《水电水利工程清水混凝土施工规范》（DL/T 5306-2013）规定了水利水电行业清水混凝土施工工艺；
- （4）《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；
- （5）地方标准如《建筑工程清水混凝土施工技术规程》（DB11/T 464-2023）也只侧重施工方面；

(6) 企业标准方面，武大巨成、中交三航局等企业已制定企业标准，但指标要求差异较大，如胶凝材料用量波动范围达  $400\text{-}520\text{kg/m}^3$ ，缺乏行业统一性。

(7) 国际上尚未制定专门的清水混凝土预混料标准，相关要求主要体现在混凝土产品标准中：

(8) 美国 ASTM C1645：规定了预制混凝土构件用预混料的一般要求，但未涉及清水混凝土外观性能指标；

(9) 欧洲 EN 206-1：对混凝土性能作出全面规定，但未针对清水混凝土预混料制定专项条款；

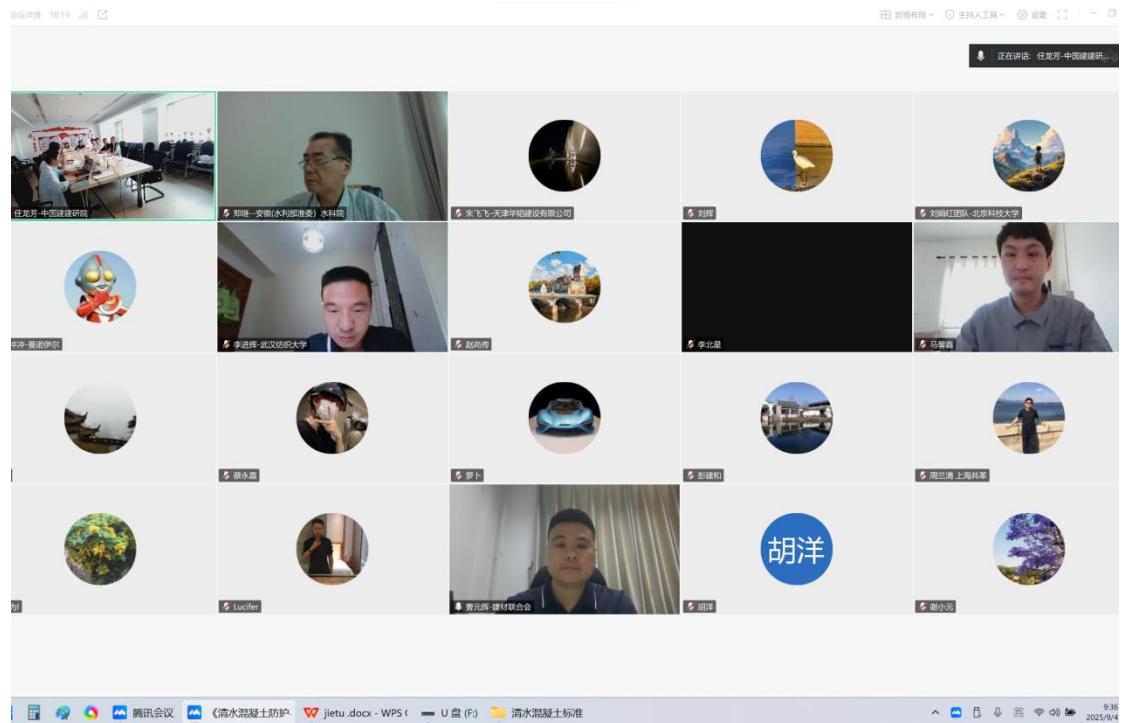
(10) 日本 JIS A 5308：包含预拌混凝土技术要求，对表面装饰性能有一定规定，但与我国需求存在差异；

总体来看，制定清水混凝土预混料专项标准，既可填补国内空白，也能为国际标准制定提供中国方案。

## （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《清水混凝土预混料》（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。该标准对于推动清水混凝土预混料的应用具有重要意义。

### （三）确定标准征求意见稿

根据编制组成立会上专家提出的意见，编制组进一步深入开展调研，系统了解清水混凝土预混料行业现状。通过走访清水混凝土生产企业和施工单位，

获取了大量基础数据和典型工程案例；与此同时，组织各单位开展验证试验并对试验结果进行分析，研究不同预混料材料组成及配合比设计对混凝土性能的影响。通过对验证试验结果的进一步分析，优化和完善标准草案内容，最终形成了标准征求意见稿。

### **3. 主要参加单位**

本标准主要起草单位：中国建筑科学研究院有限公司。

本标准主要参加起草单位：北京市蓝宝新技术股份有限公司、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、武汉理工大学、同济大学、天津华韬建设有限公司、交通运输部公路科学研究院、中国路桥工程责任有限公司、中国建筑设计研究院有限公司、中交第二公路工程局有限公司、建研建材有限公司、建研建硕（北京）科技有限公司等。

## **二、编制原则和主要内容**

### **1. 编制原则**

本标准根据 GB/T1.1-2020 进行编制，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. 标准的主要内容**

#### **2.1 名称**

标准申报与计划下达的项目名称为《清水混凝土预混料》。

#### **2.2 范围**

根据文献调查、行业调研和试验研究，结合清水混凝土预混料特点，规定了清水混凝土预混料的分类、分级和标记、材料、性能要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

#### **2.3 规范性引用文件**

标准中共引用了 18 项现行国家标准、3 项行业标准。均为试验方法标准和产品标准。

#### **2.4 术语和定义**

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。

现行行业标准《清水混凝土应用技术规程》JGJ 169 给出了清水混凝土术语和定义：直接利用混凝土成型后的自然质感作为装饰面效果的混凝土。本标准在 JGJ 169 的基础上进行了必要的完善与拓展，旨在更准确地反映当前行业的技术实践与发展趋势。

（2）清水混凝土预混料 Premix for fair-faced concrete

除拌合水外，用于制备清水混凝土的预先混合料。

（3）普通原色清水混凝土 Ordinary natural-color fair-faced concrete

直接呈现混凝土原材料固有颜色的清水混凝土。

普通原色清水混凝土，其观感源自材料自身，不依赖任何外来的着色剂。它展现的是水泥、骨料等原材料混合、硬化后所固有的青灰、质朴的自然色泽与质感。

（4）彩色清水混凝土 Colored fair-faced concrete

通过掺入染色颜料，形成具有装饰色彩的清水混凝土。

彩色清水混凝土是通过在拌合物中掺入矿物颜料、化学染料等染色颜料，使其在保持自身质感的同时，最终呈现出经设计的、非材料固有的特定装饰色彩。

## 2.5 分类、分级和标记

本标准根据颜色类型与包装形式对清水混凝土预混料进行分类，依据其关键性能指标进行分级，并规定了统一的标记方法，以建立系统化、规范化的产品标识体系，便于设计选型、生产控制与工程应用。

## 2.6 材料

原材料性能对产品质量尤为重要，本标准对清水混凝土预混料所用的水泥、矿物掺合料、粗细骨料、化学外加剂、纤维及染色颜料等原材料的品质要求和进场检验进行了规定。旨在从源头控制并保障最终清水混凝土预混料的性能及表观质量。

#### 2.6.1 水泥

本标准对水泥的选用与质量控制作出明确规定，首先明确了应优先选用品质稳定、色泽均匀的硅酸盐水泥与普通硅酸盐水泥，其技术指标须满足国家标准 GB 175 的强制性要求；对于有低热要求的工程，则可选用符合 GB/T 200 规定的中热或低热硅酸盐水泥。

为确保同一视觉单元内混凝土颜色与质感的绝对均匀，条文要求同一工程同类构件必须采用同一厂家、同一品种、同一强度等级的水泥。此外，通过规定进场时须提供包含混合材信息的完整质量证明文件，并严格执行 GB 50164 的进场检验制度，构建了从生产源头到施工现场的全链条质量保证与可追溯体系。

#### 2.6.2 矿物掺合料

本标准对矿物掺合料的规定，旨在确保其在提升混凝土耐久性与工作性的同时，不对清水混凝土的核心装饰效果—尤其是颜色均匀性产生负面影响。条文首先明确了允许使用的掺合料种类及其须满足的对应现行相关国家/行业标准，为材料质量提供了基础保障。

为确保视觉效果的一致性，核心要求在于同一工程必须采用同一厂家、同一规格的掺合料。特别地，针对浅色清水混凝土，条文明确限制使用颜色较深且易变的粉煤灰，以防止其导致混凝土颜色发暗或产生色斑。

#### 2.6.3 骨料

本标准对骨料的规定在满足现行相关国家/行业标准的基础上，针对清水混凝土的特殊性提出了更高要求。条文明确规定粗骨料须采用色泽均匀、表面洁净的连续级配碎石，细骨料则优选同一料源的中砂，且含泥量不应过高，以确保混凝土成型后具有致密的微观结构和均匀、纯净的表观质感。

#### 2.6.4 外加剂

本标准对外加剂的质量控制与使用提出了明确要求。目前清水混凝土最常用的聚羧酸系高性能减水剂，其性能须满足专用标准 JG/T 223 的规定，以确保

其对混凝土工作性和表观质量的提升效果。

### 2.6.5 染色颜料

本标准对染色颜料的规定旨在严格控制彩色清水混凝土的最终表观效果。规定同一工程必须采用同一厂家和规格的产品，避免因颜料批次差异导致的色差问题，保证了混凝土装饰色彩的均匀性与一致性。

## 2.7 性能要求

本章节规定了清水混凝土预混料制备的清水混凝土的外观、强度、坍落度和扩展度、凝结时间、含气量、水溶性氯离子含量和耐久性能要求。

### 2.7.1 外观

距离混凝土面 5m 距离观察，同一视觉单元内，混凝土的表观颜色应基本一致，无明显色差。

### 2.7.2 强度

本条规定了清水混凝土预混料制备的清水混凝土的强度等级、强度设计要求以及强度检验评定依据的标准。

### 2.7.3 坍落度和扩展度

本条规定了清水混凝土预混料制备的清水混凝土拌合物坍落度和扩展度的等级划分、实测值与控制目标值的允许偏差应符合的标准规定。

### 2.7.4 凝结时间

清水混凝土的凝结时间应满足施工技术要求。

凝结时间过短将导致浇筑困难，易形成冷缝，影响结构整体性；时间过长则会延误拆模与后续工序，影响强度发展并增加早期开裂风险。

### 2.7.5 含气量

清水混凝土预混料含气量实测值不宜大于 7 %。冻融环境条件下的混凝土拌合物含气量应符合 GB/T 50476 的规定。无抗冻要求的一般环境条件下掺用引气剂或引气型外加剂混凝土拌合物的含气量应符合 GB 50164 的规定。

含气量过高时，内部大量微小气泡在成型过程中会迁移并富集于模板表面，硬化后形成密集的表面气泡与麻面，严重破坏其特有的光滑、均匀质感。因此，清水混凝土预混料含气量不宜过高。

### 2.7.6 水溶性氯离子含量

依据国家标准《预拌混凝土》 GB/T 14902 而规定。

### 2.7.7 耐久性能

本条规定了清水混凝土预混料制备的清水混凝土的耐久性能等级划分、耐久性能设计要求以及耐久性能检验评定依据的标准。

### 2.7.8 其他

当需方提出清水混凝土其他的性能要求时，应按国家现行有关标准规定进行试验。当无相应标准时，应由供需双方协商确定。

## 2.8 试验方法

本章节规定了清水混凝土预混料制备的清水混凝土的外观、强度、坍落度和扩展度、凝结时间、含气量、水溶性氯离子含量和耐久性能试验方法。

清水混凝土强度试验方法应符合 GB/T 50081 的规定；清水混凝土拌合物的坍落度、扩展度、凝结时间、含气量等试验方法应符合 GB/T 50080 的规定；混凝土拌合物中水溶性氯离子含量的试验方法应符合 JGJ/T 322 的规定；清水混凝土耐久性能试验方法应符合 GB/T 50082 的规定。

## 2.9 检验规则

分为出厂检验和型式检验。

### 2.9.1 出厂检验

出厂检验考虑检验的便捷性和可行性，检验项目应为外观、拌合物坍落度或扩展度、拌合物含气量、经标准养护 28 d 抗压强度。

### 2.9.2 型式检验

型式检验项目包括第 6 章性能要求中的全部项目。在下列情况下进行型式检验：

- a) 新产品投产或产品定型鉴定时；
- b) 原材料、配方等发生较大变化，可能影响产品质量时；
- c) 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时；
- d) 产品停产三个月以上恢复生产时；
- e) 正常生产时间达一年时。

### 2.9.3 判定规则

型式检验报告在有效期内，且出厂检验项目结果符合要求，判定为出厂检验合格。型式检验项目全部符合要求，判定为型式检验合格。

出厂检验和型式检验若有一项指标不符合要求，应从同一批产品中重新取

样，并对所有项目进行复验。复验所有项目合格则判定为合格，否则为不合格品。

## 2.10 标志、包装、运输和贮存

### 2.10.1 标志

该条文系统规定了清水混凝土预混料产品标识与随行文件的核心要求。通过强制标明生产企业、产品信息、生产日期及"严禁受潮"等关键事项，确保产品来源可溯、特征可辨；同时要求提供出厂检验报告与详细使用说明，指导施工应用并验证产品合规性，从而在运输、贮存及使用全过程保障材料性能与最终工程质量。

### 2.10.2 包装

该条文对清水混凝土预混料的包装形式与计量精度作出明确规定，要求袋装产品必须采用符合国家标准的防潮包装，并严格规定了单袋净含量及批量抽检的质量允差。

### 2.10.3 运输和贮存

该条文系统规定了清水混凝土预混料在运输与贮存阶段的质量控制要求。运输与贮存时，不同类别、规格的产品应分别堆放，不应混杂。避免日晒雨淋，保持阴凉干燥。贮存期3个月。

## 三、采用国际标准和国外先进标准情况，与国际、国外同类标准水平的对比情况

调研发现，目前还没有关于清水混凝土预混料的相关国外或国际标准。

## 四、验证试验情况说明

为了验证标准技术内容提出的合理性，保证清水混凝土预混料产品质量，实现清水混凝土预混料在混凝土中的合理应用，编制组开展了一系列试验研究与验证工作，为标准中技术指标的确定提供了试验数据支撑。

### 4.1 清水混凝土预混料原材料的关键技术指标研究

清水混凝土不能像普通混凝土那样可以由后来装饰来掩盖外观质量的缺陷，因此要有效地控制清水混凝土预混料的质量，须对原材料的相关技术要求进行规定。

试验采用K1~K5共5组清水预混料，预混料组成见表4.1-1，在保持骨料品种、用水量、外加剂掺量及水胶比（0.38）一致的条件下，通过改变胶凝材

料组成进行对比分析, 研究不同清水混凝土预混料对混凝土的性能的影响。清水混凝土拌合物性能试验结果见表 4.1-2 及图 4.1-1 所示, 抗压强度性能试验结果见表 4.1-3, 抗碳化性能试验结果见表 4.1-4,

表 4.1-1 清水混凝土预混料组成

	水泥	石粉	粉煤灰	砂	碎石
K1	100	0	0	805	890
K2	70	30	0	805	890
K3	70	20	10	805	890
K4	70	10	20	805	890
K5	70	0	30	805	890

表 4.1-2 清水混凝土拌合物性能

编号	压力泌水率(%)	倒筒时间 (s)	含气量 (%)	凝结时间 (h:min)	
				初凝	终凝
K1	25	14	2.6	8h45min	12h35min
K2	18	17	1.9	9h35min	14h10min
K3	13	14	2.5	9h45min	14h15min
K4	14	13	2.8	9h45min	14h20min
K5	16	10	3.3	9h55min	14h35min

由表 4.1-2 可知, 清水混凝土的压力泌水率随着掺合料的掺入降低, 与石灰石粉相比, 粉煤灰的掺入更有利与混凝土拌合物压力泌水率的降低, 双掺石粉与粉煤灰可进一步降低混凝土拌合物的压力泌水率, 在掺入质量相同的情况下, 双掺粉煤灰与石粉比单掺对压力泌水率的降低作用更明显, 粉煤灰与石粉的掺入对混凝土倒筒时间的影响规律与对拌合物压力泌水率的影响规律相同; 粉煤灰的掺入可提高混凝土拌合物的含气量, 石粉的掺入使混凝土拌合物的含气量降低, 双掺石粉与粉煤灰可使混凝土拌合物含气量控制在较为适中的范围; 石粉与粉煤灰的掺入使混凝土初凝时间及终凝时间延长, 但均能满足施工要求, 与石粉相比, 粉煤灰的掺入对混凝土凝结时间影响更明显。

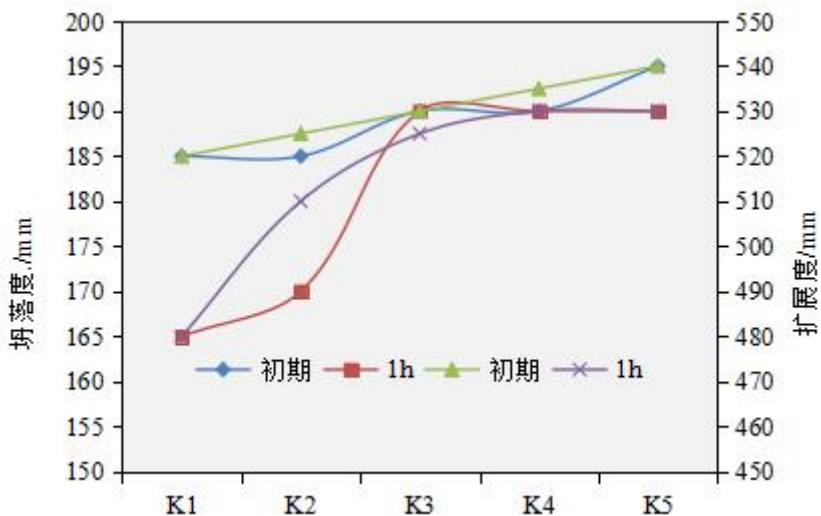


图 4.1-1 清水混凝土坍落度、扩展度

由图 4.1-1 可知, 石粉及粉煤灰的掺入使混凝土拌合物的坍落度增大, 拌合物扩展度增加; 粉煤灰的掺入对混凝土拌合物的坍落度及扩展度影响更敏感, 与石粉相比粉煤灰的掺入可进一步提高混凝土拌合物的坍落度及扩展度。

因此, 适当掺加矿物掺合料可以改善混凝土工作性能。

表 4.1-3 清水混凝土抗压强度

编号	标准养护抗压强度/MPa		
	7d	28d	56d
K1	38.7	43.2	45.7
K2	36.4	44.7	47.5
K3	38.1	46.2	52.7
K4	37.5	45.9	52.3
K5	36.0	44.2	48.3

由表 4.1-3 可知, 1) 随着粉煤灰及石粉的掺入, 混凝土的 7d 抗压强度降低, 但 28d 抗压强度及 56d 抗压强度均有所增加; 2) 与粉煤灰相比, 掺入石粉时混凝土 7d 强度更高, 但 56d 强度略低; 3) 双掺石粉与粉煤灰可获得更高的混凝土立方体抗压强度, 石粉与粉煤灰按照 2/1 比例等质量取代 30% 水泥时混凝土 28d 及 56d 抗压强度更高。主要因为石粉及粉煤灰的低反应活性降低了混凝土中胶凝材料体系的水化反应速率, 混凝土水化产物形成速度减缓, 混凝土早期强度降低; 两者的“成核效应”降低了混凝土骨料与浆体界面的定向

排列氢氧化钙的数量，改善了界面过渡区微观形貌，提高了混凝土最终强度。石粉与粉煤灰的微集料效应，提高了混凝土体系密实度，同时微集料效应也降低了硬化混凝土有害孔的数量，提高了混凝土的抗压强度。双掺石粉与粉煤灰使两者优势互补，进一步提高了混凝土强度。

表 4.1-4 清水混凝土碳化深度

N0	碳化深度 (mm)				碳化等级
	3d	7d	14d	28d	
K1	0	0	0	0	T-V
K2	0	0	0	0.05	T-V
K3	0	0	0	0	T-V
K4	0	0	0	0	T-V
K5	0	0	0	0.07	T-V

由表 4.1-4 可知，1) 石粉及粉煤灰的掺入对混凝土碳化性能影响不大，石粉及粉煤灰掺入后清水混凝土的抗碳化等级仍为 T-V，混凝土具有良好的抗碳化性能；2) 石粉及粉煤灰的掺入会引起混凝土碳化深度的增大，但碳化深度增加量很小，相对来说掺粉煤灰后混凝土碳化深度增加较多；3) 石粉与粉煤灰按 2/1 比例掺配后混凝土抗碳化性能提高，混凝土 28d 碳化深度与未掺石粉及粉煤灰组相同，各龄期混凝土碳化深度均为 0。总而言之，石粉及粉煤灰掺入后对混凝土碳化性能影响不大，混凝土具有良好的抗碳化性能。

试验结果表明，科学合理地选用矿物掺合料是优化清水混凝土综合性能的关键技术途径，不同矿物掺合料的复合协同效应，可在保证混凝土力学性能达标的前提下，系统提升其工作性、耐久性与表观质量。

## 五、标准中涉及专利的情况说明

本标准在制定过程中没有涉及专利的情况。

## 六、产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效果等情况

在当代建筑领域，清水混凝土凭借其“结构装饰一体化”的核心特征和绿色可持续优势，正从大型公共建筑向小型精品项目广泛延伸。然而，其推广应用面临着深刻的产业化矛盾：传统商品混凝土搅拌站的标准化、规模化生产模式难以满足清水混凝土对材料一致性和颜色稳定性的苛刻要求。清水混凝土质量要求比一般的混凝土工程要严格得多，在搅拌过程中要求注重精细化操作，

且白色或彩色清水混凝土需要专线生产，是一项相当细致的工作。此外，清水混凝土在对原材料品质要求的同时，其往往是小型的单体建筑，体量较小，传统搅拌站的生产质量难以保证，且配合力度较差。将清水混凝土做成预混料，现场加水搅拌，有利于清水混凝土质量控制。因此，清水混凝土预混料是提高质量的必然选择，在绿色建筑、高端建筑、桥梁、隧道以及其他重大工程中具有广泛应用。

目前，清水混凝土预混料的产业化发展正面临关键契机。市场对高品质清水混凝土的需求持续增长，部分先进企业已具备相应的技术储备和生产能力。然而，由于缺乏统一的产品标准，市场上产品质量参差不齐，性能指标不明确，严重制约了该技术的规模化推广。编制《清水混凝土预混料》行业标准，正是要通过建立统一的技术门槛和质量要求，为产业链各环节提供明确的技术依据，从而推动清水混凝土预混料实现规范化、产业化发展，最终提升我国建筑品质的整体水平。

编制行业标准《清水混凝土预混料》对于清水混凝土的产业化发展具有重要作用，主要体现在以下几个方面：

**推动技术进步：**标准的制定将推动企业在清水混凝土预混料生产和应用方面的技术研究与创新。不仅可以保障清水混凝土的性能和外观质量，还能倒逼生产企业优化原材料配方、改进生产工艺并提升质量控制水平。标准发布后，可以避免清水混凝土预混料“经验化使用”带来的混乱，为预混料规模化生产与批量应用提供秩序保障，是产业化的基础前提。

**提高市场认可度：**制定行业标准将为清水混凝土预混料的生产和应用提供权威性保障，增强市场对其应用效果和性能的信任，促使更多的建筑商、工程单位和设计单位认可清水混凝土预混料的应用价值。这将推动市场的接受度，促进清水混凝土预混料在更多项目中得到应用。

**规范产品使用：**有助于规范产品使用全流程，解决产业化“无标可依”的核心痛点。通过制定统一的技术规范，能够指导生产企业和施工单位在实际应用中遵循标准要求，从而提升清水混凝土预混料的质量，确保其在不同工程环境下的适用性和耐久性，推动其广泛应用。

**推广应用论证：**

通过系统的文献研究与工程实践验证，清水混凝土预混料作为工厂化制备的专用材料，可从根本上保证混凝土拌合物性能及其硬化后表观质量的一致性与稳定性，有效解决预拌混凝土易出现的色差、气泡等质量顽疾。采用预混料模式能够显著提升施工效率，降低现场技术依赖，从源头减少因配合比失控导致的材料浪费与质量缺陷，实现综合成本的优化。同时，清水混凝土预混料的推广符合绿色建造发展方向。其“结构装饰一体化”的特性，省去了抹灰、涂料等二次装修材料，大幅减少了建筑垃圾的产生。

因此，加快清水混凝土预混料的标准化与产业化，不仅能够满足建筑业对高品质混凝土日益增长的需求，更有助于推动建筑行业向“低损耗、高品质、可持续”的方向转型，对实现建筑工业化和绿色化发展具有重要战略意义。

### 工程案例：

#### （1）重庆广阳岛大河文明馆

重庆广阳岛大河文明馆位于重庆市南岸区广阳岛沿江农田区域，为多层博物馆建筑、大中型综合类博物馆，同时容身智慧广阳岛、长江模拟器等功能。总建筑面积约1.9万平米，清水展开面积约6.2万平米。清水混凝土预混料技术在此项目中的成功应用为解决复杂曲面结构的外观质量控制提供了重要范例。该项目作为空间型双曲面彩色清水混凝土结构，87.5%的建筑结构为异形曲面，包含双螺旋壳体、伞形柱、弧形梁等复杂构件，对混凝土材料的颜色一致性和工作性能提出了极高要求。



项目清水混凝土墙体饰面效果要求为暗红色木纹饰面效果。以清水混凝土的自然状态为最终饰面效果，强调清水混凝土的自然表现肌理。

构成混凝土预混料的水泥、砂子及石子的类型、比例等，都会对混凝土的

色彩及质感产生一定的影响。为确保实现设计要求的暗红色木纹饰面效果，项目团队依托清水混凝土预混料技术体系，通过系统的材料配比研究，累计完成 114 组样品试验，最终确定了满足工程要求的彩色生态混凝土预混料配方。该配方通过精确控制水泥、骨料、矿物掺合料及专用染料的配比，实现了混凝土色彩与纹理的精准调控，确保了大规模施工条件下材料性能的稳定性和表观质量的一致性。

### （2）苏州山峰双语学校

苏州山峰国际双语学校项目文体中心，是一所包含从幼儿园到高中的 K12 学校的文体中心，被国际知名建筑媒体 Dezeen 评为 2022 年最值期待的建筑之一。项目占地 770m<sup>2</sup>，建筑面积 13676m<sup>2</sup>。由 OPEN 建筑事务所李虎和黄文菁主持设计，建筑师曾群带领同济大学建筑设计研究院负责校园规划和文体中心以外的其他建筑设计。



山峰书院将为近 2000 名学生提供校园里最重要的共享公共空间。项目主要由五个单体以及风雨连廊组成，分别为能量立方塔、风雨操场、山峰礼堂、水庭书院、光影讲堂。白色木纹清水混凝土总面积约为 16000 m<sup>2</sup>，北京益汇达负责白色木纹清水混凝土施工，主要集中在文体中心五个单体建筑的外立面，外露清水楼梯，以及主体间构成连接的风雨连廊。清水混凝土预混料技术在这一项目中的应用，确保了关键建筑元素的最终呈现效果。采用预混料模式，能从源头确保原材料配比的精确性和稳定性，最大限度地避免因材料波动导致的色差、斑驳等瑕疵，保障最终建筑立面纯净、统一的视觉效果。

### （3）日照白鹭湾·艺术中心

日照白鹭湾艺术中心的构思为一座架在空中的中国园林。项目位于山东省日照市白鹭湾，建筑面积 1130 m<sup>2</sup>，建筑高度 13.95m，黑色清水混凝土用量约

2000m<sup>3</sup>，由标准营造建筑事务所设计。项目旨在让艺术走进社区并为该地区提供公共空间。建筑的结构系统是混凝土梁的弯曲网格结构，其上部结构和下部结构是脱开的，由角部三个核心筒的隔震支座连接。

作为项目美学表达与结构安全的核心材料，黑色木纹清水混凝土对外观精度、肌理一致性及结构性能提出严苛要求：黑色基底对色差极为敏感，微小的颜料配比波动便会导致立面出现视觉斑驳，且木纹肌理需连贯自然，若纤维分布不均，易破坏“建筑即雕塑”的整体艺术感。清水混凝土预混料的定制化应用，成为解决上述工程与美学痛点的关键。针对黑色外观控制，将黑色无机颜料与水泥、骨料、功能性外加剂按固定配比预混，降低每批次材料的颜料掺量误差，完全规避现场分散配料导致的颜色不均问题；针对木纹肌理呈现，预混料中提前掺入长度、直径均一的专用木纹纤维，通过优化纤维分散工艺，避免纤维团聚或断裂，使混凝土脱模后木纹肌理连贯度达98%以上，完美契合“返璞归真”的设计理念。



## 七、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。以上标准均未对清水混凝土预混料进行规定。标准是在文献、工程调研及验证试验基础上，参考以上相关标准编制而成，标准技术指标先进与其他标准协调性

好。与相关的强制性标准无冲突。

## **八、大分歧意见的处理经过和依据**

本标准制订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**

建议本标准为建材行业推荐性标准。

## **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的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单位的重视，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。