

# 中国建筑材料协会标准

T/CBMF 96—2020

T/CCPA 20—2020

---

## 超高性能混凝土预混料

Premix for ultra-high performance concrete



2020-12-22 发布

2021-03-22 实施

---

中国建筑材料联合会  
中国混凝土与水泥制品协会 发布



## 版权保护文件

本标准适用于超高性能混凝土预混料的生产及检验。请注意本标准的某些内容可能涉及专利。本标准发布机构不承担识别这些专利的责任。本标准版权所有归属于该标准的发布机构。除非有其他规定，否则未得许可，此发行物及其中章节不得以其他形式或任何手段进行复制、售卖或未经授权的发布，包括电子版、影印件，或发布在互联网及内部网络等。使用许可可于发布机构获取。

## 目 次

|                                          |    |
|------------------------------------------|----|
| 前言 .....                                 | V  |
| 1 范围 .....                               | 1  |
| 2 规范性引用文件 .....                          | 1  |
| 3 术语、定义、符号和缩略语 .....                     | 2  |
| 3.1 术语和定义 .....                          | 2  |
| 3.2 符号和缩略语 .....                         | 2  |
| 4 分类、分级和标记 .....                         | 3  |
| 4.1 分类 .....                             | 3  |
| 4.2 分级 .....                             | 3  |
| 4.3 纤维分类与标记 .....                        | 3  |
| 4.4 颜色与标记 .....                          | 4  |
| 4.5 产品标记 .....                           | 4  |
| 5 原材料 .....                              | 4  |
| 5.1 水泥 .....                             | 4  |
| 5.2 矿物掺合料 .....                          | 4  |
| 5.3 骨料 .....                             | 4  |
| 5.4 外加剂 .....                            | 4  |
| 5.5 纤维 .....                             | 4  |
| 6 性能要求 .....                             | 5  |
| 6.1 外观 .....                             | 5  |
| 6.2 性能 .....                             | 5  |
| 7 试验方法 .....                             | 6  |
| 8 检验规则 .....                             | 6  |
| 8.1 出厂检验 .....                           | 6  |
| 8.2 型式检验 .....                           | 7  |
| 8.3 编号及取样 .....                          | 7  |
| 8.4 判定规则 .....                           | 7  |
| 8.5 出厂检验报告 .....                         | 7  |
| 9 标志、包装、运输和贮存 .....                      | 7  |
| 9.1 标志与使用说明 .....                        | 7  |
| 9.2 包装 .....                             | 8  |
| 9.3 运输和贮存 .....                          | 8  |
| 附录 A (规范性) 超高性能混凝土其他物理力学性能试验方法 .....     | 9  |
| 附录 B (规范性) 超高性能混凝土早期变形试验方法 (波纹管法) .....  | 10 |
| 附录 C (资料性) 超高性能混凝土预混料使用说明书 (参考格式) .....  | 13 |
| 附录 D (资料性) 超高性能混凝土预混料产品生产质量控制与性能检验 ..... | 16 |

## 前 言

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国建筑材料联合会和中国混凝土与水泥制品协会共同提出并归口。

本文件负责起草单位：中国混凝土与水泥制品协会、清华大学、南京倍立达新材料系统工程股份有限公司、江西银杉白水泥股份有限公司、浙江吉川工程技术有限公司。

本文件参加起草单位：湖南大学、哈尔滨工业大学、江西贝融循环材料股份有限公司、山东省交通科学研究院、中交第二航务工程局有限公司、武汉源锦建材科技有限公司、北京市市政工程研究院、武汉大学、纽约大学、长安大学、北京交通大学、南京理工大学、同济大学、中铁桥研科技有限公司、广东广泽实业有限公司、广东汇海材料有限公司、埃肯国际贸易（上海）有限公司、保利长大工程有限公司、呼和浩特市巨日特种化工建材有限公司、北京市高强混凝土有限责任公司、青岛田弘嘉业装饰景观工程有限公司、中路杜拉国际工程股份有限公司、中山市灵湾新材料科技有限公司、上海瑞史坦环保科技有限公司、建华建材（中国）有限公司、广东盖特奇新材料科技有限公司、华新水泥股份有限公司、北京市燕通建筑构件有限公司、山东省公路桥梁建设有限公司、江西省建筑材料工业科学研究设计院、上海真强纤维有限公司、广州市玖珂塘材料科技有限公司、北京城建集团有限责任公司、中建西部建设建材科学研究院有限公司、中山市尚美佳装饰材料有限公司、上海市建筑科学研究院有限公司、上海宝生新型建材有限公司、上海复培新材料技术有限公司、砼创（上海）新材料科技股份有限公司、山东大元实业股份有限公司、山东高速股份有限公司。

本文件主要起草人：赵筠、路新瀛、黄政宇、曾庆东、张庆欢、师海霞、熊吉如、吴飞龙、方明辉、吴香国、朱雪峰、朱杰、刘加仁、鲁亚、范忠辉、郭保林、张国志、赵志刚、陈飞翔、纪宪坤、夏春蕾、何真、金伟华、王春生、段兰、朋改非、赖建中、孙振平、陈露一、严焕光、邱钰焱、杨磊、梁国焱、石俊清、杨荣俊、袁本青、田月强、王武峰、袁侠斌、林鹏程、欧阳波、杨青、季学阳、肖敏、刘福财、商得辰、张涛、廖娟、夏骏、刘光旺、宋安平、李磊、庞敏、蒋睿、吴文选、邹伟、柯雄、蔡亚宁、罗遥凌、俞海勇、余学良、刘松柏、李飞、薛会青、李宇容、张俊波、万雨帆、岳超、秦廉、闵洋洋、方军发、杜钊、姜瑞双、杨焕敏、王成尧、陈浩。

本文件主要审查人：徐永模、周丽玮、杨思忠、谢永江、王子明、王军、张君、陈宝春、赵顺增、秦明强、王欣宇、李欢欢、李雪峰、杨建辉、陈永胜、刘航、李广奇、郭永智、王娜、刘福忠、刘帅。



# 超高性能混凝土预混料

## 1 范围

本文件规定了超高性能混凝土预混料的术语、定义和符号、分类、分级和标记、原材料、性能要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于超高性能混凝土预混料的制备。

## 2 规范性引用文件

下列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。

GB 175 通用硅酸盐水泥

GB/T 200 中热硅酸盐水泥、低热硅酸盐水泥

GB/T 748 抗硫酸盐硅酸盐水泥

GB/T 2015—2017 白色硅酸盐水泥

GB 6566 建筑材料放射性核素限量

GB 8076 混凝土外加剂

GB/T 9774 水泥包装袋

GB/T 10454 集装袋

GB/T 12573 水泥取样方法

GB/T 14684—2011 建设用砂

GB/T 14685—2011 建设用卵石、碎石

GB/T 18736 高强高性能混凝土用矿物外加剂

GB/T 21120 水泥混凝土和砂浆用合成纤维

GB/T 23439 混凝土膨胀剂

GB/T 27690 砂浆和混凝土用硅灰

GB/T 50080 普通混凝土拌合物性能试验方法标准

GB/T 50081—2019 混凝土物理力学性能试验方法标准

GB/T 50082—2009 普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准

GB/T 51003 矿物掺合料应用技术规范

JC/T 572 耐碱玻璃纤维无捻粗纱

JC/T 578—2009 评定水泥强度匀质性试验方法

JC/T 870—2012 彩色硅酸盐水泥

JC/T 2361 砂浆、混凝土减缩剂

YB/T 151—2017 混凝土用钢纤维

T/CBMF 37—2018/T/CCPA 7—2018 超高性能混凝土基本性能与试验方法

### 3 术语、定义、符号和缩略语

#### 3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

##### 3.1.1

**超高性能混凝土 ultra-high performance concrete; UHPC**

兼具超高抗渗性能和力学性能的纤维增强水泥基复合材料。

[来源: T/CBMF 37—2018/T/CCPA 7—2018, 3.1.1, 有修改]

##### 3.1.2

**超高性能混凝土预混料 premix for ultra-high performance concrete; P-UHPC**

除拌合水外, 用于制备超高性能混凝土的预先混合料。

注: 分为不含纤维预混料和含纤维预混料。

##### 3.1.3

**不含纤维预混料 matrix part of P-UHPC without fibers; PM-UHPC**

由水泥、矿物掺合料和骨料组成, 按颗粒级配和规定性能要求配制并混和均匀的干混料, 及配套使用的液体或粉体外加剂 (可内掺)。

##### 3.1.4

**含纤维预混料 P-UHPC with fibers; PF-UHPC**

由不含纤维预混料和增强纤维构成的产品。

##### 3.1.5

**增强纤维 reinforcing fibers**

分散在材料中以改善其力学性能的金属或非金属细短纤维。

注: 简称纤维。

##### 3.1.6

**匀质性 uniformity**

某一时期单一品种、单一强度等级不含纤维预混料标准养护后 7 d 或标准养护 28 d 抗压强度的稳定程度。

##### 3.1.7

**均匀性 homogeneity**

某一时期单一编号不含纤维预混料 10 个分割样标准养护后 7 d 或标准养护 28 d 抗压强度的均匀程度。

#### 3.2 符号和缩略语

下列符号和缩略语适用于本文件。

$C_{v\text{分割样}}$ ——预混料分割样抗压强度变异系数, 以百分数表示 (%);

$D_{Cl}$ ——氯离子扩散系数, 单位为平方米每秒 ( $m^2/s$ );

$F$ ——预混料拌合物的扩展度等级代号, 单位为毫米 (mm), 其后数字为等级;

$f_c$ ——尺寸为 100 mm × 100 mm × 100 mm 不含纤维预混料硬化立方体试件的抗压强度, 单位为兆帕 (MPa);

$f_{cu}$ ——尺寸为 100 mm × 100 mm × 100 mm 含纤维预混料硬化立方体试件的抗压强度, 单位为兆帕 (MPa);

$f_{te}$ ——弹性极限抗拉强度, 单位为兆帕 (MPa);

$f_{tr}$ ——规定变形值下所对应的抗拉强度，单位为兆帕（MPa）；

$f_{tu}$ ——抗拉强度，单位为兆帕（MPa）；

MC——不含纤维预混料抗压强度等级代号，其后数字为等级；

PF-UHPC——含纤维预混料代号；

PM-UHPC——不含纤维预混料代号；

S——预混料拌合物的坍落度等级代号，单位为毫米（mm），其后数字为等级；

UC——预混料抗压性能等级代号，其后数字为等级；

UD——预混料抗渗性能等级代号，其后数字为等级；

UT——预混料抗拉性能等级代号，其后数字为等级；

$\varepsilon_{tu}$ ——峰值拉应变。

#### 4 分类、分级和标记

##### 4.1 分类

超高性能混凝土预混料按组分分为不含纤维预混料（PM-UHPC）和含纤维预混料（PF-UHPC）两类；按包装形式又分为Ⅰ型和Ⅱ型。预混料产品分类及包装形式见表1。

表1 预混料产品分类及包装形式

| 产品代号    | 包装形式 | 包装形式描述                             |
|---------|------|------------------------------------|
| PM-UHPC | Ⅰ    | 所有矿物材料和粉体外加剂预混均匀后进行整体包装（简称干混料）     |
|         | Ⅱ    | 干混料和配套液体/粉体外加剂分别包装                 |
| PF-UHPC | Ⅰ    | PM-UHPC-Ⅰ和纤维预混均匀后进行整体包装            |
|         | Ⅱ    | PM-UHPC-Ⅰ和纤维分别包装或 PM-UHPC-Ⅱ和纤维分别包装 |

##### 4.2 分级

4.2.1 PM-UHPC 抗渗性能按 T/CBMF 37—2018/T/CCPA 7—2018 中 4.2 进行分级，抗压强度和工作性按本文件 6.2.1 规定的性能进行分级。

4.2.2 PF-UHPC 抗渗强度、抗拉性能、抗压性能分别按 T/CBMF 37—2018/T/CCPA 7—2018 中的 4.2、4.3、4.4 进行分级，工作性按本文件 6.2.1 规定的性能进行分级。

##### 4.3 纤维分类与标记

超高性能混凝土预混料用纤维的分类和标记见表2。

表2 纤维分类与标记

| 种类    | 名称       | 标记   |
|-------|----------|------|
| 金属纤维  | 碳纤维      | CS   |
|       | 不锈钢纤维    | SS   |
| 非金属纤维 | 聚乙烯醇纤维   | PVA  |
|       | 聚丙烯纤维    | PP   |
|       | 高密度聚乙烯纤维 | HDPE |
|       | 聚甲醛纤维    | POM  |
|       | 耐碱玻璃纤维   | ARG  |



#### 4.4 颜色与标记

对 PM-UHPC 颜色有要求的,由合同约定相应要求和标记方式。

#### 4.5 产品标记

4.5.1 PM-UHPC 按产品代号和类型、执行文件编号、抗压强度等级、抗渗等级、工作性等级依次标记。对其他性能有要求的,可顺序追加相应标记。

示例:抗压强度等级为 MC120、抗渗等级为 UD20、坍落度等级为 S175 的不含纤维超高性能混凝土 I 类预混料标记为:

PM-UHPC-I T/CBMF 96—2020/T/CCPA 20—2020 MC120 UD20 S175

4.5.2 PF-UHPC 按产品代号和类型、执行文件编号、抗压强度等级、抗拉性能等级、抗渗等级、工作性等级依次标记。对其他性能有要求的,可顺序追加相应标记。

示例:抗压强度等级为 UC150、抗拉性能等级为 UT07、抗渗等级为 UD02、扩展度等级为 F700 的含纤维超高性能混凝土 II 类预混料标记为:

PF-UHPC-II T/CBMF 96—2020/T/CCPA 20—2020 UC150 UT07 UD02 F700

### 5 原材料

#### 5.1 水泥

抗硫酸盐硅酸盐水泥应符合 GB/T 748 的规定;中热、低热硅酸盐水泥应符合 GB/T 200 的规定;白色硅酸盐水泥应符合 GB/T 2015—2017 的规定;通用硅酸盐水泥应符合 GB 175 的规定。

#### 5.2 矿物掺合料

硅灰应符合 GB/T 18736 或 GB/T 27690 的规定;粉煤灰、磨细粒化高炉渣、磨细天然沸石和偏高岭土应符合 GB/T 18736 的规定;石灰石粉应符合 GB/T 51003 的规定。所有矿物粉体材料(包括矿物颜料)的放射性均应符合 GB 6566 的规定。

#### 5.3 骨料

细骨料应符合 GB/T 14684—2011 的规定,其坚固性应符合 I 类的要求;粗骨料应符合 GB/T 14685—2011 的规定,其坚固性和压碎指标均应符合 I 类的要求。

#### 5.4 外加剂

化学外加剂应符合 GB 8076 的规定;膨胀剂应符合 GB/T 23439 的规定;减缩剂应符合 JC/T 2361 的规定。

#### 5.5 纤维

##### 5.5.1 金属纤维

细短钢纤维和不锈钢纤维应为 YB/T 151—2017 中的钢丝冷拉型,并按 YB/T 151—2017 规定的方法进行质量检验。

##### 5.5.2 非金属纤维

短切聚乙烯醇纤维和聚丙烯纤维应符合 GB/T 21120 的规定;短切耐碱玻璃纤维应符合 JC/T 572 的规定。对纤维规格尺寸有特殊要求的,由合同约定。



## 6 性能要求

### 6.1 外观

6.1.1 超高性能混凝土预混料应干燥、均匀、无结块。独立包装外加剂和纤维，包装应完好、无污染，钢纤维无锈蚀。纤维规格尺寸应符合合同要求。

6.1.2 对超高性能混凝土预混料颜色有要求的，按 GB/T 2015—2017 规定的白度要求，按 JC/T 870—2012 规定的色彩和色差要求，或满足合同约定。

### 6.2 性能

6.2.1 超高性能混凝土预混料产品性能等级应符合表 3 的要求。

表 3 性能等级

| 产品      | 性能               | 性能等级  | 性能要求               |                    |                                     |                                  |                                                           |
|---------|------------------|-------|--------------------|--------------------|-------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------|
|         |                  |       | 坍落度 $S/\text{mm}$  | 扩展度 $F/\text{mm}$  | 抗压强度<br>$f_c$ 或 $f_{cu}/\text{MPa}$ | 弹性极限抗拉<br>强度 $f_{te}/\text{MPa}$ | 氯离子扩散系数<br>$D_{Cl}/(\times 10^{-14} \text{m}^2/\text{s})$ |
| PM-UHPC | 坍落度 <sup>a</sup> | S25   | $S < 50$           | —                  | —                                   | —                                | —                                                         |
|         |                  | S75   | $50 \leq S < 100$  | —                  | —                                   | —                                | —                                                         |
|         |                  | S125  | $100 \leq S < 150$ | —                  | —                                   | —                                | —                                                         |
|         |                  | S175  | $150 \leq S < 200$ | —                  | —                                   | —                                | —                                                         |
|         | 扩展度 <sup>a</sup> | F400  | —                  | $350 \leq F < 450$ | —                                   | —                                | —                                                         |
|         |                  | F500  | —                  | $450 \leq F < 550$ | —                                   | —                                | —                                                         |
|         |                  | F600  | —                  | $550 \leq F < 650$ | —                                   | —                                | —                                                         |
|         |                  | F700  | —                  | $650 \leq F < 750$ | —                                   | —                                | —                                                         |
|         |                  | F800  | —                  | $F \geq 750$       | —                                   | —                                | —                                                         |
|         | 抗压强度             | MC120 | —                  | —                  | $120 \leq f_c < 150$                | —                                | —                                                         |
|         |                  | MC150 | —                  | —                  | $f_c \geq 150$                      | —                                | —                                                         |
|         | 抗渗性能             | UD20  | —                  | —                  | —                                   | —                                | $2.0 < D_{Cl} \leq 20$                                    |
|         |                  | UD02  | —                  | —                  | —                                   | —                                | $\leq 2.0$                                                |
| PF-UHPC | 坍落度 <sup>a</sup> | S25   | $S < 50$           | —                  | —                                   | —                                | —                                                         |
|         |                  | S75   | $50 \leq S < 100$  | —                  | —                                   | —                                | —                                                         |
|         |                  | S125  | $100 \leq S < 150$ | —                  | —                                   | —                                | —                                                         |
|         |                  | S175  | $150 \leq S < 200$ | —                  | —                                   | —                                | —                                                         |
|         | 扩展度 <sup>a</sup> | F400  | —                  | $350 \leq F < 450$ | —                                   | —                                | —                                                         |
|         |                  | F500  | —                  | $450 \leq F < 550$ | —                                   | —                                | —                                                         |
|         |                  | F600  | —                  | $550 \leq F < 650$ | —                                   | —                                | —                                                         |
|         |                  | F700  | —                  | $650 \leq F < 750$ | —                                   | —                                | —                                                         |
|         |                  | F800  | —                  | $F \geq 750$       | —                                   | —                                | —                                                         |
|         | 抗压强度             | UC120 | —                  | —                  | $120 \leq f_{cu} < 150$             | —                                | —                                                         |
|         |                  | UC150 | —                  | —                  | $150 \leq f_{cu} < 180$             | —                                | —                                                         |
|         |                  | UC180 | —                  | —                  | $f_{cu} \geq 180$                   | —                                | —                                                         |
|         | 抗拉性能             | UT05  | —                  | —                  | —                                   | $5 \leq f_{te} < 7$              | —                                                         |
|         |                  | UT07  | —                  | —                  | —                                   | $7 \leq f_{te} < 10$             | —                                                         |
|         |                  | UT10  | —                  | —                  | —                                   | $f_{te} \geq 10$                 | —                                                         |
|         | 抗渗性能             | UD20  | —                  | —                  | —                                   | —                                | $2.0 < D_{Cl} \leq 20$                                    |
|         |                  | UD02  | —                  | —                  | —                                   | —                                | $\leq 2.0$                                                |

<sup>a</sup> S125 及以下等级宜按坍落度表征，F600 及以上等级宜按扩展度表征，其他等级可用扩展度或坍落度表征。

6.2.2 超高性能混凝土预混料拌合物的坍落度或扩展度经时损失、扩展时间、凝结时间、含气量及超高性能混凝土预混料产品的其他物理力学性能，可由合同约定。

6.2.3 PM-UHPC 和 PF-UHPC 的均匀性指标  $C_{v\text{分割样}}$  应小于 15%。

6.2.4 超高性能混凝土预混料的生产和应用不能对人体、生物和环境造成有害影响，凡涉及安全与环保的有关要求，均应符合国家相关规定。

## 7 试验方法

7.1 超高性能混凝土预混料的外观检查和颜色检测方法见表 4。

表 4 外观检查和颜色检测方法

| 序号 | 项目 | 检查或检测方法                                                                   |
|----|----|---------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 外观 | 目测                                                                        |
| 2  | 颜色 | 白度按 GB/T 21315—2017 中附录 A 的试验方法检测；色彩和色差按 JC/T 870—2012 规定的方法检测；或按合同规定方法检测 |

7.2 超高性能混凝土预混料拌合物的坍落度及其经时损失、扩展度及其经时损失、扩展时间、凝结时间和含气量按 GB/T 50080 测定。其中，坍落度和扩展度经时损失、凝结时间测定时，应在室内温度为  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$  下进行；拌合物应密封静置，避免试验测试过程中拌合物的水分损失。

7.3 超高性能混凝土预混料的抗压强度、抗拉性能、抗渗性能按 T/CBMF 37—2018/T/CCPA 7—2018 测定。

7.4 PM-UHPC 的均匀性指标  $C_{v\text{分割样}}$  按 JC/T 578—2009 附录 A 取样和试验。其中，抗压强度为试件经标准蒸汽养护后 7 d 或标准养护 28 d 强度，按 T/CBMF 37—2018/T/CCPA 7—2018 测定。

7.5 超高性能混凝土预混料的其他物理力学性能应按附录 A 进行测定。其中，超高性能混凝土的塑性、凝结、硬化各阶段的变形量应按附录 B 进行测定。表 A.1 中未包含的性能测试，由合同约定。

## 8 检验规则

### 8.1 出厂检验

出厂检验项目见表 5。

表 5 出厂检验项目

| 产品      | 检验项目                                                                                           |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PM-UHPC | 外观                                                                                             |
|         | 拌合物坍落度 $S$ 或扩展度 $F$                                                                            |
|         | 拌合物含气量                                                                                         |
|         | 经标准蒸汽养护后 7 d 及/或标准养护 28 d 抗压强度 $f_c$                                                           |
| PF-UHPC | 拌合物坍落度 $S$ 或扩展度 $F$                                                                            |
|         | 拌合物含气量                                                                                         |
|         | 经标准蒸汽养护后 7 d 及/或标准养护 28 d 抗压强度 $f_c$                                                           |
|         | 经标准蒸汽养护后 7 d 及/或标准养护 28 d 抗拉性能 $f_{te}$ 和 $f_{tr}$ ，或 $f_{te}$ 、 $f_{tu}$ 和 $\varepsilon_{tu}$ |

## 8.2 型式检验

型式检验项目为第6章规定的全部项目。

有下列情况之一时，应进行型式检验：

- 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。

## 8.3 编号及取样

超高性能混凝土预混料按同一配方和工艺条件、同一类型、同一性能等级编号和取样，袋装和散装干混料应分别进行编号和取样。出厂编号按100 t为一批；不足100 t时，以日产量为一批。

每一编号为一个取样单位，取样方法按GB/T 12573的规定进行。取样应具有代表性，可连续取，也可以在20个以上不同部位取等量样品，总量不少于130 kg。

每个编号取得的试样应充分混匀，分为两等份；一份为检验样，一份为封存样，密封保存90 d。

## 8.4 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品，否则为不合格品。

## 8.5 出厂检验报告

出厂检验报告的内容应包括出厂检验项目及合同约定的其他技术要求、水料比、外加剂掺量、纤维品种规格和用量信息。

生产者应在产品发出之日起12 d内寄发除28 d性能检验结果以外的各项检验结果，32 d内补报28 d性能检验结果。

# 9 标志、包装、运输和贮存

## 9.1 标志

生产者应提供产品出厂检验报告（合格证）和使用说明（格式参考附录C）。如有要求，生产者提供半年或一年的产品匀质性检验评定结果（参考附录D中D.4）。

PM-UHPC产品外包装上的标志或散装交货卡片上应包含：

- a) 生产企业名称、地址；
- b) 产品名称、标记和商标；
- c) 产品净重；
- d) 特别约定的颜色标记；
- e) 生产日期和出厂编号；
- f) 贮存与运输注意事项，包括“严禁受潮”字样；
- g) 贮存期。

PF-UHPC-Ⅱ型产品纤维包装上的标志应包含：纤维种类与规格、产品净重、生产日期与批号、贮存与运输注意事项。

## 9.2 包装

9.2.1 PM-UHPC 产品可袋装或散装。袋装时应用防潮包装袋。小包装袋（包装质量不超过 50 kg）应符合 GB/T 9774 的规定；集装袋（包装质量为 500 kg ~ 3 000 kg）应符合 GB/T 10454 的规定。

9.2.2 每袋净含量不应少于其标志质量的 99%。随机抽取 20 袋，总质量（含包装袋）应不少于标志质量的总和。

9.2.3 PM-UHPC-Ⅱ的外加剂和 PF-UHPC-Ⅱ的纤维，可采用其原包装或重新分装。

## 9.3 运输和贮存

9.3.1 不同类型、不同等级的产品应分别贮存，不应混杂。避免日晒雨淋，不应接近火源，设置隔挡防止碰撞、撕刮，注意通风。

9.3.2 产品应干燥保存。应有防雨、防潮、防尘措施。

9.3.3 PM-UHPC 产品的贮存期从生产之日起为 90 d。贮存超过 90 d，应检验外观和按出厂检验项目重新检验。独立包装的外加剂和纤维材料遵循供应商指示的保质期要求。





## 附录 A

(规范性)

## 超高性能混凝土其他物理力学性能试验方法

超高性能混凝土其他物理力学性能试验方法见表 A.1。

表 A.1 其他物理力学性能的试验方法

| 性能指标                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 符号            | 单位                     | 试验方法            | 试样尺寸/mm                                    | 试件数量/个 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------------------|-----------------|--------------------------------------------|--------|
| 轴心抗压强度 <sup>a</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | $f_{cp}$      | MPa                    | GB/T 50081—2019 | 100 × 100 × 300                            | 3      |
| 弹性模量 <sup>b</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | $E_c$         | MPa                    |                 | 100 × 100 × 300<br>或 $\phi 100 \times 200$ | 6      |
| 泊松比                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | $\mu$         | —                      |                 | 100 × 100 × 300                            | 6      |
| 热膨胀系数 <sup>c</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | $\alpha$      | 1/°C                   |                 | $\phi 200 \times 500$                      | 2      |
| 硬化超高性能混凝土密度                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | $\rho$        | kg/m <sup>3</sup>      |                 | 100 × 100 × 100                            | 3      |
| 自由收缩（非接触法，成型后迅速密封并开始测量，至 28 d 或 90 d） <sup>d, e</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                | $\varepsilon$ | $\mu\text{m}/\text{m}$ | GB/T 50082—2009 | 100 × 100 × 515                            | 3      |
| 干燥收缩（接触法，1 d 脱模开始测量，至 90 d 或 180 d） <sup>d, f</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | $\varepsilon$ | $\mu\text{m}/\text{m}$ |                 | 100 × 100 × 515                            | 3      |
| 早期变形（波纹管法，成型后迅速密封并开始测量，至 28 d 或 90 d） <sup>d</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | $\varepsilon$ | $\mu\text{m}/\text{m}$ | 附录 B            | $\phi 50 \times 400$                       | 3      |
| <sup>a</sup> 应记录应力-应变或荷载-位移曲线。<br><sup>b</sup> 试样尺寸由设计方或合同协议规定；应记录应力-应变或荷载-位移曲线。<br><sup>c</sup> 在 GB/T 50081—2019 中称作“线膨胀系数”。<br><sup>d</sup> 采用的方法由设计方或合同协议规定。<br><sup>e</sup> 按 GB/T 50082—2009 的非接触法测试，应在试件成型后立即覆盖塑料薄膜密封，测试值为自收缩；不覆盖密封，测试值则包含自收缩和试件上表面失水干燥叠加的收缩。<br><sup>f</sup> 将 GB/T 50082—2009 接触法测试的起始时间从 3 d 提前到 1 d，测试值包含自收缩和试件失水干燥叠加的收缩。 |               |                        |                 |                                            |        |

附录 B  
(规范性)

超高性能混凝土早期变形试验方法（波纹管法）

B.1 概述

本附录规定了超高性能混凝土早期变形试验方法——波纹管法，用于估测超高性能混凝土的塑性、凝结、硬化各阶段的变形量。

本方法适用于测定骨料粒径不大于 10 mm、纤维长度不大于 16 mm 的超高性能混凝土拌合物的早期变形。

B.2 试验原理

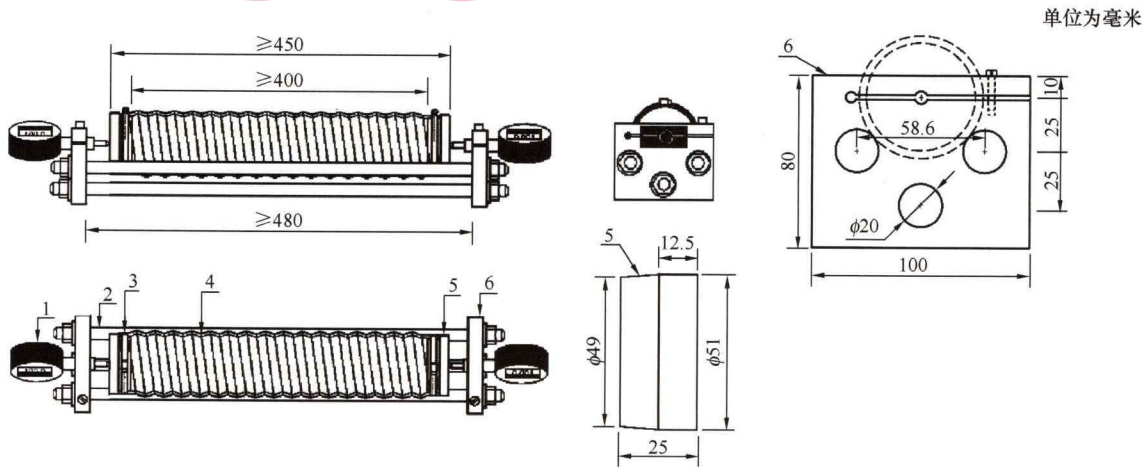
采用放置在水平钢棒支架上、两端密封的波纹管来测量混凝土的早期变形，使模具对混凝土的变形约束可以忽略，从而可准确测定混凝土从新拌塑性状态至凝结和硬化全过程的单向自由体积变形。

塑性、凝结、硬化阶段分别指初凝之前、初凝至终凝、终凝之后的阶段。各阶段对应的时间分段点，可由连续记录的变形-时间曲线上的拐点来近似判定。结合不同拐点，可估算超高性能混凝土在早期各阶段的变形量和自收缩大小。

B.3 试件模具、试件尺寸和数量

B.3.1 试件模具

试件模具为不透气的钢丝增强聚氨酯（PU）波纹管，其内、外径尺寸分别为  $\phi 50$  mm 和  $\phi 57$  mm，长为 425 mm；波纹管两端用圆形端盖密封，端盖尺寸见图 B.1，材质为聚甲醛（POM）塑料。



- 标引序号说明：
- 1——位移传感器；
  - 2——试件支架；
  - 3——喉箍；
  - 4——波纹管及混凝土试样；
  - 5——密封端盖；
  - 6——端板。

图 B.1 变形测量装置示意图

### B.3.2 试件尺寸

试件为注入波纹管内的超高性能混凝土柱，密封好的混凝土试件初始长度  $l_0 \geq 400$  mm。

### B.3.3 试件数量

试件数量为 3 个。

### B.4 试件制作

B.4.1 按 B.3.1 的要求，裁剪波纹管，将两端钢丝各剥除一段，剥除长度约 15 mm，使波纹管与密封端盖紧密接触，以保证波纹管的密闭。

B.4.2 先将波纹管一端密封，用喉箍箍紧，并保证密封。

B.4.3 将一端密封的波纹管放置于直径略大于该波纹管的一根竖直钢管或 PVC 管中，使波纹管在浇筑过程中保持稳定。

B.4.4 将新拌的超高性能混凝土拌合物缓慢注入波纹管中，如果需要，可采用直径 4 mm ~ 6 mm 的光滑有机玻璃棒（不应使用带肋钢筋）插捣或在波纹管外壁轻轻敲击，以排除气泡，使波纹管内部拌合物充填密实。

B.4.5 将波纹管另一端密封，用喉箍箍紧密封。

### B.5 试验装置

#### B.5.1 变形测量装置

包括图 B.1 所示的试件支架和位移传感器，及用千分尺。

#### B.5.2 试件支架

宜用柯瓦合金或热膨胀性小的耐蚀合金钢制作，长度不小于 480 mm，端板尺寸为 100 mm × 80 mm × 10 mm，支撑钢棒尺寸为  $\phi 20$  mm × 520 mm；根据位移传感器引伸杆直径大小和平放试件密封端盖的中心位置，设置位移传感器的固定孔位置。在整个测试周期内，测试架应保持稳定，不应移动。

#### B.5.3 位移传感器

宜采用测量精度不低于 0.001 mm 的位移传感器，可采用数显千分表。

#### B.5.4 千分尺

测长范围不小于 500 mm、精度为 0.02 mm 的千分尺。

### B.6 试验步骤

B.6.1 测试环境温度应稳定于  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ 。

B.6.2 将制作好的试件平直放于试件支架，调整试件两端密封端盖与位移传感器引伸杆垂直且良好接触。

B.6.3 开始测量时间宜控制在自加水搅拌后的 30 min 内，初始读数宜在试样置于试件支架上静停 10 min 后开始。

B.6.4 测量试件初始长度  $l_0$ 。用千分尺测量波纹管内的混凝土试件长度，精确至 0.02 mm。

B.6.5 数据记录应符合下列规定：

a) 连续记录试件两端长度变化量  $\Delta l_1$  和  $\Delta l_2$ 。

b) 测量总时长不宜小于 28 d，7 d 前数据采集间隔时间不宜超过 5 min，7 d 后数据采集间隔可

适当调大。

c) 测量过程中, 应注意观察试样的平直性, 如发现弯曲, 应拍照、量测并记录。

## B.7 试验结果计算与分析

### B.7.1 测试结果计算

按公式 (B.1) 计算被测试件的变形值, 取 3 个试件的平均值, 作为被测超高性能混凝土的变形值。

$$\varepsilon = \frac{\Delta l_1 + \Delta l_2}{l_0} \times 10^3 \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

$\varepsilon$ ——试件的早期变形, 换算为微应变, 单位为微米每米 ( $\mu\text{m}/\text{m}$ ) 或百万分之 ( $\times 10^{-6}$ , 无量纲);

$\Delta l_1$  和  $\Delta l_2$ ——分别为试件两端长度变化值, 单位为微米 ( $\mu\text{m}$ );

$l_0$ ——试件初始长度, 单位为毫米 (mm)。

### B.7.2 变形分析

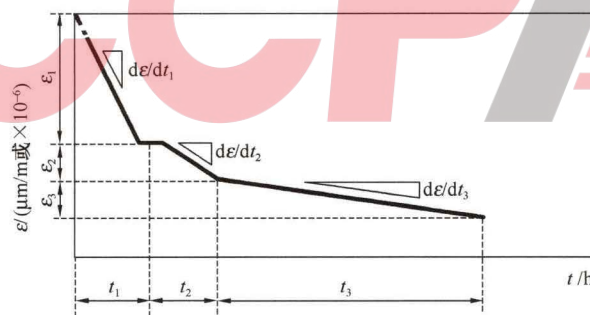
B.7.2.1 按图 B.2, 由 B.7.1 得到平均变形-时间 ( $\varepsilon-t$ ) 曲线, 确定出  $t_1$ 、 $t_2$  和  $t_3$ , 以及  $\varepsilon_1$ 、 $\varepsilon_2$  和  $\varepsilon_3$ 。可根据变形-时间 ( $\varepsilon-t$ ) 曲线的微分曲线来分析并确定图 B.2 中各时间拐点。

B.7.2.2  $\varepsilon_3$  为被测超高性能混凝土的自收缩近似值。

## B.8 试验报告

B.8.1 由 B.7.1 计算出试件平均变形-时间 ( $\varepsilon-t$ ) 曲线。

B.8.2 由 B.7.2 得到自收缩值  $\varepsilon_3$ 。



标引序号说明:

$d\varepsilon/dt_1$ ——塑性阶段变形速率;

$d\varepsilon/dt_2$ ——凝结阶段变形速率;

$d\varepsilon/dt_3$ ——硬化阶段变形速率;

$\varepsilon_1$ ——塑性阶段变形量;

$\varepsilon_2$ ——凝结阶段变形量;

$\varepsilon_3$ ——硬化阶段变形量;

$t_1$ ——初凝前的塑性段时间;

$t_2$ ——初凝至终凝的凝结段时间;

$t_3$ ——终凝后硬化段时间。

图 B.2 变形-时间曲线 ( $\varepsilon-t$  曲线)



## 附录 C

(资料性)

## 超高性能混凝土预混料使用说明书参考格式

超高性能混凝土预混料使用说明书的参考格式见表 C.1。

表 C.1 超高性能混凝土预混料使用说明书参考格式

| 序号 | 项目              | 内容                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 生产企业信息          | 企业名称<br>地址<br>客服或技术服务电话                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 2  | 产品名称、代号和等级、执行标准 | 超高性能混凝土 (UHPC) 预混料 PF-UHPC<br>本产品适合制备 UHPC 等级: UD <sub>xx</sub> /UT <sub>xx</sub> /UC <sub>xxx</sub><br>颜色特征 (如有要求)<br>执行文件编号: T/CBMF 96—2020/T/CCPA 20—2020<br>标记, 示例: PF-UHPC-II UC150 UT07 UD02 F700                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 3  | 产品基本信息          | 产品基本信息如下:<br>a) 推荐水/料比: $xx.xx$ kg/1 000 kg PM-UHPC 产品 (以每 1 000 kg PM-UHPC 产品用水量计, 不包括液体外加剂中的水);<br>b) PM-UHPC-II 型独立包装外加剂用量: $xx.xx$ kg/1 000 kg PM-UHPC (以每 1 000 kg PM-UHPC 的用量计);<br>c) 制备每立方米 UHPC 的 PM-UHPC 用量: $xx$ kg (不包括纤维体积、含气量和拌合水量);<br>d) 使用纤维: 种类 (CS/SS/PVA/HDPE 等)、规格、推荐掺量 (指性能检验掺量, 通常为 2% 或 2.5% 体积, 以体积含量 $x.xx\%$ 表示, 及对应 1 000 kg PM-UHPC 质量比例 $xx.xx$ kg/1 000 kg PM-UHPC 表示);<br>e) 产品保质期: 自生产之日起 90 d;<br>f) 贮存要求: 防雨、防潮、防尘、干燥保存。 |
| 4  | 拌合物性能           | PM-UHPC 拌合物<br>推荐水/料比 PM-UHPC 拌合物, 即 PM-UHPC (及外加剂) 加水搅拌均匀后:<br>a) 工作性: 坍落度 $S_{xxx}$ 等级或扩展度 $F_{xxx}$ 等级;<br>b) 坍落度或扩展度经时损失;<br>c) 初凝时间 $x$ h $xx$ min, 终凝时间 $x$ h $xx$ min。                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|    |                 | PF-UHPC 拌合物<br>推荐水/料比/推荐纤维掺量 UHPC 拌合物, 即 PM-UHPC (及配套液体外加剂) 加水、纤维搅拌均匀后:<br>a) 工作性: 坍落度 $S_{xxx}$ 等级或扩展度 $F_{xxx}$ 等级;<br>b) 坍落度或扩展度经时损失;<br>c) 初凝时间 $x$ h $xx$ min, 终凝时间 $x$ h $xx$ min。                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|    |                 | 注 1: 拌合水应符合 JGJ 63 的规定。水的计量偏差为 $\pm 1\%$ , 外加剂和纤维的计量偏差为 $\pm 1\%$ 。<br>注 2: 拌合物的含气量通常在 3% ~ 6% 范围。<br>注 3: 测量 F700 和 F800 等级扩展度值, 宜同时测量扩展直径达 500 mm 的时间 ( $T_{500}$ )。<br>注 4: 适宜的拌合物工作性等级, 指易于浇筑密实, 同时能够获得良好的纤维分布均匀性, 需要结合预制成型或现浇施工的方法、条件以及超高性能混凝土所含纤维种类与规格等因素选择。其中:<br>1) 扩展度 F800 等级拌合物可自流平、自密实浇筑, 适合浇筑面 (自由面) 为水平面或顶面用模板覆盖的结构。含钢纤维, 不宜振动, 防止钢纤维沉降。纤维方向性受流动方向、模板墙效应等因素影响。                                                                                |

续表

| 序号      | 项目                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 内容                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |         |                                                                                                                                                                                                                                               |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4       | 拌合物性能                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <p>2) 扩展度 F700 和 F600 等级拌合物, 适合浇筑面为水平面或坡度很小或顶面用模板覆盖的结构, 宜借助机械、刮耙或低频振动等辅助布料可自密实, 通常借助插捣、低频振动等方法确保边角或钢筋密集处密实。含钢纤维, 不宜高频振动。</p> <p>3) 浇筑面有一定坡度且无模板覆盖的结构, 以及喷射施工、挤压成型等, 拌合物需要具备一定的稠度, 需要结合浇筑、密实施工方法, 测试确定适合的工作性等级 (稠度水平)。</p> <p>4) 坍落度 S175 等级及更高工作性等级 (稠度更低) 的拌合物, 均适合泵送。超高性能混凝土拌合物较为粘滞, 宜采用相对低的速率 (管内流速) 泵送, 避免泵送压力过高。泵送过程应尽可能连续进行, 搅拌制备速率应与泵送速率相匹配, 避免泵送过程中间停顿。</p> <p>注 5: 在应用中, 环境温度变化和拌合物水分损失会导致工作性经时损失和凝结时间变化, 需要在相应条件下进行测试, 从而确定是否满足浇筑成型与施工需求。快速凝结硬化的超高性能混凝土需要专门配制, 需由合同协商具体技术要求, 确定针对使用环境条件的凝结时间与强度发展要求。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |         |                                                                                                                                                                                                                                               |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 5       | 硬化性能                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <table><tr><td>PM-UHPC</td><td><p>推荐水/料比条件下:</p><p>a) 标准蒸汽养护硬化性能: 抗渗性能等级 UD<sub>xx</sub>, 抗压强度等级 MC<sub>xxx</sub>;</p><p>b) 标准养护抗压强度发展: xx h xx MPa, 1 d xxx MPa, 7 d xxx MPa, 28 d xxx MPa, 90 d xxx MPa 等 (或提供龄期-抗压强度发展曲线, 宜含不同温度下的强度发展曲线);</p><p>c) 合同约定的其他物理力学性能。</p></td></tr><tr><td>PF-UHPC</td><td><p>推荐水/料比及推荐纤维与掺量条件下:</p><p>a) 标准蒸汽养护后 7 d 硬化性能: 抗渗性能等级 UD<sub>xx</sub>, 抗拉性能等级 UT<sub>xx</sub>, 抗压强度等级 UC<sub>xxx</sub>;</p><p>b) 标准养护抗压性能发展特征: xx h xx MPa, 1 d xxx MPa, 7 d xxx MPa, 28 d xxx MPa, 90 d xxx MPa 等 (或提供龄期-抗压强度发展曲线, 宜含不同温度下的强度发展曲线);</p><p>c) 标准养护 28 d 或 90 d 抗拉性能 (用户需要时提供);</p><p>d) 合同约定的其他物理力学性能, 如表 A.1 中性能。</p></td></tr></table> <p>注 1: 所使用 PM-UHPC 产品的抗渗性能体现了超高性能混凝土的整体耐久性。在 GB/T 50476—2019 定义的所有类别和等级的暴露环境中应用, 不需要再检验其他普通混凝土的耐久性项目如抗冻性、抗硫酸盐侵蚀等。UD20 抗渗等级, 适用于 GB/T 50476—2019 中规定的 A、B 环境等级; UD02 抗渗等级则适用于 GB/T 50476—2019 中规定的所有环境等级 (A、B、C、D、E 和 F)。如使用环境不在 GB/T 50476—2019 定义环境类别、等级中, 需要评估 UHPC 的适用性或需要进行表面防护。</p> <p>注 2: 需要 UHPC 具备优良耐磨性能、耐高温 (防火性能)、抗冲击或抗爆性能的, 需专门配制和检验。</p> | PM-UHPC | <p>推荐水/料比条件下:</p> <p>a) 标准蒸汽养护硬化性能: 抗渗性能等级 UD<sub>xx</sub>, 抗压强度等级 MC<sub>xxx</sub>;</p> <p>b) 标准养护抗压强度发展: xx h xx MPa, 1 d xxx MPa, 7 d xxx MPa, 28 d xxx MPa, 90 d xxx MPa 等 (或提供龄期-抗压强度发展曲线, 宜含不同温度下的强度发展曲线);</p> <p>c) 合同约定的其他物理力学性能。</p> | PF-UHPC | <p>推荐水/料比及推荐纤维与掺量条件下:</p> <p>a) 标准蒸汽养护后 7 d 硬化性能: 抗渗性能等级 UD<sub>xx</sub>, 抗拉性能等级 UT<sub>xx</sub>, 抗压强度等级 UC<sub>xxx</sub>;</p> <p>b) 标准养护抗压性能发展特征: xx h xx MPa, 1 d xxx MPa, 7 d xxx MPa, 28 d xxx MPa, 90 d xxx MPa 等 (或提供龄期-抗压强度发展曲线, 宜含不同温度下的强度发展曲线);</p> <p>c) 标准养护 28 d 或 90 d 抗拉性能 (用户需要时提供);</p> <p>d) 合同约定的其他物理力学性能, 如表 A.1 中性能。</p> |
| PM-UHPC | <p>推荐水/料比条件下:</p> <p>a) 标准蒸汽养护硬化性能: 抗渗性能等级 UD<sub>xx</sub>, 抗压强度等级 MC<sub>xxx</sub>;</p> <p>b) 标准养护抗压强度发展: xx h xx MPa, 1 d xxx MPa, 7 d xxx MPa, 28 d xxx MPa, 90 d xxx MPa 等 (或提供龄期-抗压强度发展曲线, 宜含不同温度下的强度发展曲线);</p> <p>c) 合同约定的其他物理力学性能。</p>                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |         |                                                                                                                                                                                                                                               |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| PF-UHPC | <p>推荐水/料比及推荐纤维与掺量条件下:</p> <p>a) 标准蒸汽养护后 7 d 硬化性能: 抗渗性能等级 UD<sub>xx</sub>, 抗拉性能等级 UT<sub>xx</sub>, 抗压强度等级 UC<sub>xxx</sub>;</p> <p>b) 标准养护抗压性能发展特征: xx h xx MPa, 1 d xxx MPa, 7 d xxx MPa, 28 d xxx MPa, 90 d xxx MPa 等 (或提供龄期-抗压强度发展曲线, 宜含不同温度下的强度发展曲线);</p> <p>c) 标准养护 28 d 或 90 d 抗拉性能 (用户需要时提供);</p> <p>d) 合同约定的其他物理力学性能, 如表 A.1 中性能。</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |         |                                                                                                                                                                                                                                               |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 6       | 收缩                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <p>PM-UHPC 产品在推荐水/料比下、PF-UHPC 产品在推荐水/料比和推荐纤维掺量下的收缩, 应根据产品使用环境, 选择附录 A 中适宜的试验方法与测试龄期进行检测。</p> <p>注: 常温养护超高性能混凝土的收缩在 7 d 龄期内发展最快, 约占总收缩的 60% ~ 85%; 7 d 后发展较慢; 28 d 后趋于稳定。超高性能混凝土以自收缩为主, 占总收缩的 70% ~ 90%。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |         |                                                                                                                                                                                                                                               |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

续表

| 序号 | 项目 | 内容                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7  | 搅拌 | <p>搅拌制备超高性能混凝土宜采用可调速强制式搅拌机，预拌混凝土生产型搅拌机通常具备足够的搅拌效率，适合拌制超高性能混凝土。</p> <p>PM/PF-UHPC-II 的搅拌通常分为四个阶段：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>预混料干拌少量时间；</li> <li>边搅拌边加入水和减水剂（可分批加入），先搅拌至黏聚状态再进一步搅拌至均匀（搅拌机效率决定此段时长）；</li> <li>边搅拌（慢速）边加入纤维；</li> <li>全部纤维加入后，继续（慢速）搅拌一段时间，等完全均匀后即可出机。</li> </ol> <p>对于可调速搅拌机，建议搅拌程序为：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>先中速干拌 PM-UHPC 预混料 30 s ~ 60 s；</li> <li>然后加入 2/3 的水和全部外加剂，搅拌至拌合物呈黏聚状态；再加入剩余的水，快速搅拌 1 min ~ 2 min，至完全均匀；</li> <li>之后慢速搅拌，同时均匀加入纤维；加入全部纤维后再慢速搅拌 1 min ~ 3 min。</li> </ol> <p>一次搅拌量不宜超过搅拌机公称体积容量（针对普通混凝土）的 70%。根据搅拌机效率、所用纤维的种类和掺量，通常总搅拌时间在 5 min ~ 15 min 之间。最后阶段进行慢速搅拌有助于排出较大气泡，此阶段若边搅拌边抽真空除气，可显著降低拌合物的含气量，获得更高强度。</p> <p>采用定速（慢速）强制式搅拌机拌制超高性能混凝土的加料顺序相同，每段搅拌时间宜根据一次搅拌量、加料耗费时间、拌合物的黏聚状态等进行调整。</p> |
| 8  | 养护 | <p>良好养护的基本原则是在浇筑后的 7 d 内应采取措施避免水分损失。浇筑后应立即用塑料薄膜或养护剂覆盖超高性能混凝土的暴露表面，防止水分蒸发损失。大面积施工，特别是暴露于风吹日晒时，应在浇筑后马上开始养护，避免成型或抹面后表面暴露时间过长。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 9  | 包装 | <p>PM-UHPC/PF-UHPC-I 预混料通常采用小袋（净质量 50 kg）或大袋（净质量 1 000 kg）包装，宜按袋投入搅拌机使用（含骨料、纤维的预混料受运输颠簸等影响可能会出现粗细颗粒、纤维分布不均匀）。为避免拆袋分批使用，可根据工程使用特点、一次最小使用量、一次搅拌量等因素，确定适宜的包装规格。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 10 | 安全 | <p>使用预混料生产制备超高性能混凝土和浇筑施工，操作人员应佩戴工业级 N95 口罩、护目镜、手套、安全鞋、安全帽、工作服，防止吸入粉尘，防止纤维伤害身体。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |



## 附录 D

(资料性)

### 超高性能混凝土预混料产品生产质量控制与性能检验

#### D.1 原材料质量检验与控制

##### D.1.1 粉体材料与骨料质量检验

PM-UHPC 生产用原材料,除对进厂粉体材料按相应标准进行质量检验外,宜对每次进厂的砂进行颗粒级配检验。

##### D.1.2 其他原材料质量检验

配套外加剂和纤维供应商应按批次提供外加剂和纤维的材质、性能或质量检验合格证。金属纤维应按 YB/T 151—2017 的规定进行检验。外加剂的实际质量和性能,宜使用 PM-UHPC 预混料所制备的拌合物性能(包括含气量)进行检验。纤维的实际质量和性能,宜使用预混料所制备的超高性能混凝土的拌合物性能与硬化性能进行检验。

#### D.2 生产设备系统

PM-UHPC 产品生产称量系统应能确保配料准确,所有粉体和颗粒原材料计量偏差为  $\pm 1\%$ ;宜使用高效混合设备,保证混合的均匀性;包装的计量偏差应在  $\pm 1\%$  范围内。

#### D.3 产品质量和性能检验

##### D.3.1 生产质量控制日常检验

PM-UHPC 生产过程的质量稳定性和可靠性,采用预混料的拌合物性能与硬化性能进行检验。试件宜采用标准蒸汽养护(养护制度见 T/CBMEF 37—2018/T/CCPA 7—2018 中 5.2.4 的规定)或标准养护 3 d、7 d,较快获得检验结果。日常检验项目包括:

- a) 新拌拌合物工作性、含气量;
- b) 抗压强度。

##### D.3.2 PM-UHPC 产品的抗压强度均匀性检验

宜每月检验一次 PM-UHPC 产品的均匀性。均匀性指标  $C_{v\text{分制样}}$  按 JC/T 578—2009 附录 A 取样和试验。其中,抗压强度为试件经标准蒸汽养护后 7 d 或标准养护 28 d 强度,按 T/CBMEF 37—2018 /T/CCPA 7—2018测定。

##### D.3.3 出厂检验

按表 5 所列项目进行检验。

##### D.3.4 全面物理力学性能检验

固定组成、原材料、配合比及纤维的产品,即定型的 PF-UHPC 产品,宜进行全面物理力学性能测试和检验。全面物理力学性能检验项目宜包含第 6 章规定的全部项目,并根据工程应用类别的需要,提供设计需要的物理力学性能,如(不限于以下性能):

- a) 弹性模量;
- b) 收缩特性;



c) 热膨胀系数等。

如原材料变更或配合比变化，宜重新进行全面性能检验。

#### D.4 PM-UHPC 产品的匀质性检验评定

定型 PM-UHPC 产品可使用日常检验获得的标准蒸汽养护后 7 d 或标准养护 28 d 抗压强度数据，按 JC/T 578—2009 评定产品一个月、一个季度、半年和一年抗压强度的匀质性，包括平均强度、强度最大和最小值、标准偏差和变异系数。



## 参 考 文 献

- [1] GB/T 50476—2019 混凝土结构耐久性设计规范
  - [2] JGJ 63 混凝土用水标准
- 



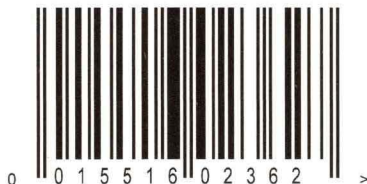


中国建筑材料协会标准  
超高性能混凝土预混料  
T/CBMF 96—2020/T/CCPA 20—2020

\*

中国建材工业出版社出版  
各地新华书店经售  
北京雁林吉兆印刷有限公司印刷  
版权所有 不得翻印

开本 880mm×1230mm 1/16 印张 1.75 字数 40 千字  
2021年3月第一版 2021年3月第一次印刷  
印数：1~2020册 定价：48.00元  
统一书号：155160·2362



本社网址：www.jccbs.com 电话：(010) 88386906  
地址：北京市海淀区三里河路1号 邮编：100044  
本标准如出现印装质量问题，由我社市场营销部负责调换。