ICS 91.100.30

**CBMF**

Q14

中国建筑材料协会标准

中国建筑材料联合会

中国混凝土与水泥制品协会

发布

T/CBMF XX-20XX

T/CCPA XX-20XX

XXXX - XX - XX发布

 XXXX - XX - XX实施

**高延性水泥基复合材料用高强高模短切合成纤维**

**High strength and high modulus short synthetic fiber for**

**High Ductility Cementitious Composites**

（征求意见稿）

**目 次**

[1 范围 1](#_Toc39657103)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc39657104)

[3 术语和定义 1](#_Toc39657105)

[4 分类和标记 2](#_Toc39657106)

[4.1 分类 2](#_Toc39657107)

[4.2 标记 3](#_Toc39657108)

[5 一般要求 3](#_Toc39657109)

[6技术要求 3](#_Toc39657110)

[6.1 尺寸 3](#_Toc39657111)

[6.2 力学性能指标 3](#_Toc39657112)

[7 检验方法 4](#_Toc39657113)

[7.1 尺寸检测 4](#_Toc39657114)

[7.2 抗拉强度、初始模量及断裂伸长率 4](#_Toc39657115)

[7.3 耐碱性 4](#_Toc39657116)

[7.4 静态接触角 4](#_Toc39657117)

[7.5高延性水泥基复合材料性能检测 4](#_Toc39657118)

[8 检验规则 4](#_Toc39657119)

[8.1 检验分类 4](#_Toc39657120)

[8.2 出厂检验 4](#_Toc39657121)

[8.3 型式检验 5](#_Toc39657122)

[8.4 判定规则 5](#_Toc39657123)

[8.5 复检 5](#_Toc39657124)

[9 标志、出厂、包装、运输与储存 5](#_Toc39657125)

[9.1 标志 5](#_Toc39657126)

[9.2 出厂 5](#_Toc39657127)

[9.3 包装 6](#_Toc39657128)

[9.4 运输 6](#_Toc39657129)

[9.5 储存 6](#_Toc39657130)

[附录A（规范性附录）高强高模短切合成纤维静态接触角试验方法 7](#_Toc39657131)

[附录B（推荐性附录）高强高模短切合成纤维分散度试验方法 10](#_Toc39657134)

**前 言**

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标椎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。

本标椎起草单位：中冶建筑研究总院有限公司、东南大学、南京水利科学研究院、永安市宝华林实业发展有限公司、南京骏益胜新材料科技有限公司。

本标椎起草人：郭丽萍、曹擎宇、陈波、丁聪、邓忠华、丁晓峰、孙杨。

本标准主要审查人：

**高延性水泥基复合材料用高强高模短切合成纤维**

# 1 范围

本标准规定了高延性水泥基复合材料用高强高模短切合成纤维的术语和定义、标记、技术要求、检验方法、检验规则及标志、出厂、包装、运输与储存。

本标准适用于高延性水泥基复合材料用高强高模短切合成纤维，其他水泥混凝土和砂浆用短切合成纤维可参照执行。

# 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法

GB/T 8170 数据修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 10685 羊毛纤维直径试验方法 投影显微镜法

GB/T 21120 水泥混凝土和砂浆用合成纤维

JC/T 2461 高延性纤维增强水泥基复合材料力学性能试验方法

# 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

**高延性水泥基复合材料 high ductility cementitious composites**

以水泥、矿物掺合料、细集料、高强高模短切合成纤维和外加剂等为原材料，在轴心拉应力作用下表现出应变硬化和多缝开裂行为，极限延伸率不低于0.5%，且平均裂缝宽度不大于200 μm的纤维增强水泥基复合材料。

3.2

**短切合成纤维 synthetic fiber**

以合成高分子化合物为原材料制成的切断长度小于20 mm的化学纤维。

3.3

**高强高模聚乙烯醇纤维 high strength and high modulus polyvinyl alcohol fiber**

以聚乙烯醇为主要原材料经纺丝制成的，抗拉强度不低于1250 MPa，初始模量不低于30 GPa的聚乙烯醇纤维。

3.4

**高强高模聚乙烯纤维 high strength and high modulus polyethylene fiber**

以聚乙烯为主要原材料经纺丝制成的，抗拉强度不低于2425 MPa，初始模量不低于63 GPa的聚乙烯纤维。

3.5

**当量直径 equivalent diameter**

异形、非圆截面的短切合成纤维按等面积原则折算为圆形截面后计算的直径。

3.6

**抗拉强度 tensile strength**

短切合成纤维拉断时所能承受的、不被破坏的最大拉应力。

3.7

**初始模量 initial modulus of elasticity**

由荷载-伸长曲线中起始部分荷载随伸长变化最大时点切线或割线的斜率。

3.8

**断裂伸长率 breaking elongation**

短切合成纤维断裂时的伸长与其初始长度之比。

3.9

**静态接触角 static contact angle**

液滴在短切合成纤维表面达到稳定平衡时的接触角。

3.10

**耐碱性 resistance to alkali**

短切合成纤维在碱性介质中纤维强度的长期稳定性。

3.11

**分散性 dispersion**

短切合成纤维在硬化高延性水泥基复合材料中均匀分散成单纤维状态的性能。

# 4 分类和标记

## 4.1 分类

按纤维类别可分为高强高模聚乙烯醇纤维（代号PVAF）、高强高模聚乙烯纤维（代号PEF）两类。

## 4.2 标记

高延性水泥基复合材料用高强高模短切合成纤维按产品名称、纤维类别、公称长度、当量直径、抗拉强度、初始模量、断裂伸长率顺序标记。

**示例1：**符合本标准，公称长度12 mm、当量直径40 μm，抗拉强度1600 MPa、初始模量35 GPa、断裂伸长率7%的高延性水泥基复合材料用高强高模短切聚乙烯醇纤维标记为：

 T/CBMF XX—2020 HDCC-PVAF-12/40-1600/35-7%

**示例2：**符合本标准，公称长度18 mm，当量直径20 μm，抗拉强度2800 MPa、初始模量100 GPa、断裂伸长率3%的高延性水泥基复合材料用高强高模短切聚乙烯纤维标记为：

T/CCPA XX—2020 HDCC-PEF-18/20-2800/100-3%

# 5 一般要求

**5.1** 本标准包括的产品不应对人体、生物和环境造成危害、涉及与生产、使用有关的安全与环保问题，产品设计和制造的安全卫生要求应符合国家相关标准和规范的规定。

**5.2** 高强高模短切合成纤维应保证色泽均匀，表面应无污染。

# 6技术要求

## 6.1 尺寸

高强高模短切合成纤维的公称长度和当量直径偏差应在其相对量的10%之内。

## 6.2 力学性能指标

高延性水泥基复合材料用高强高模短切合成纤维性能指标应满足表1的要求。

**表1 高强高模短切合成纤维性能指标**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 纤维代号 | 性能指标 |
| 抗拉强度/MPa | PVAF | ≥1250 |
| PEF | ≥2425 |
| 初始模量/GPa | PVAF | ≥30 |
| PEF | ≥63 |
| 断裂伸长率/% | PVAF | ≥5 |
| PEF | ≥2 |
| 耐碱性/% | PVAF | ≥95 |
| PEF | ≥95 |
| 静态接触角/° | PVAF | ≥60 |
| PEF | ≥90 |

按照JC/T 2461中关于高延性水泥基复合材料性能性能指标规定，高强高模短切合成纤维增强的高延性水泥基复合材料性能指标应满足表2的要求。

**表2 高延性水泥基复合材料性能指标**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 性能指标 |
| 极限延伸率/% | ≥0.5 |
| 平均裂缝宽度/μm | ≤200 |
| 纤维分散度/% | ≥75 |

# 7 检验方法

## 7.1 尺寸检测

**7.1.1 长度**

高强高模短切合成纤维的长度测定按GB/T 21120中的规定进行。

**7.1.2 当量直径**

高强高模短切合成纤维的当量直径测定按GB/T 10685中的规定进行。

## 7.2 抗拉强度、初始模量及断裂伸长率

高强高模短切合成纤维的抗拉强度、初始模量及断裂伸长率测定按GB/T 21120中的规定进行。

## 7.3 耐碱性

高强高模短切合成纤维的耐碱性测定按GB/T 21120中的规定进行。

## 7.4 静态接触角

高强高模短切合成纤维的静态接触角测定按本标准附录A中的规定进行。

## 7.5高延性水泥基复合材料性能检测

**7.5.1 极限延伸率与平均裂缝宽度**

高延性水泥基复合材料的极限延伸率与平均裂缝宽度测定按JC/T 2461中的规定进行。

**7.5.2 纤维分散度**

短切合成纤维在硬化水泥基体中的分散均匀性测定按本标准附录B中的规定进行。

# 8 检验规则

## 8.1 检验分类

产品检验分为出厂检验和型式检验。

## 8.2 出厂检验

**8.2.1 组批与抽样**

以同一品种、同一规格的产品每25 t为一批进行检验，不足25 t也作为一批。在该批产品中随机抽取5 kg进行物理力学性能检验。

每批取得的试样均分为二份，一份按照规定的项目进行试验，另一份要密封保存半年，以备有疑问时提交复检或仲裁。

**8.2.2 检验项目**

按照技术要求中规定的项目进行检验，检验项目见表1-2。

## 8.3 型式检验

本标准所列的全部技术指标项目为型式检验项目，有下列情况之一者，应进行型式检验：

a) 新产品投产或产品定型鉴定；

b) 产品的工艺、原材料、生产设备等方面有重大改变；

c) 产品停产6个月以上恢复生产时；

d) 规定的周期性检查时；

e) 出厂检验与上次型式检验有较大差异时；

f) 国家检验机构或顾客要求进行型式检验时。

## 8.4 判定规则

规格尺寸、外观质量及物理力学性能各项检验指标全部符合技术要求，则为合格品。若物理力学性能有一项指标不符合技术要求，应另取双倍试样进行该项复试，全部合格为合格品。

## 8.5 复检

复检以封存样进行，如使用单位要求现场取样，应事先在供货合同中规定，并在生产和使用单位人员在场的情况下于现场取平均样，复检按照型式检验项目检验。

# 9 标志、出厂、包装、运输与储存

## 9.1 标志

每包产品均在包外印刷明显不褪色的标志，印刷时应防止油、色渗入包内污染纤维。本产品外包装应标明如下内容：产品名称、规格型号、净质量、生产厂名、厂址、生产日期、执行标准等。如有商标应在包装上注明。包装上应特别注明劳动保护提示。

## 9.2 出厂

凡有下列情况之一者，不得出厂：不合格产品，技术文件不全（产品说明书、合格证、检验报告）、包装不符、数量不足、产品受潮或受到污染。

## 9.3 包装

用塑编织袋包装，并保证纤维不外露。可按单位体积用量进行小袋包装，若干个小袋组合成大件包装。

## 9.4 运输

运输中应采取防潮、防雨、防晒、防污损等措施。严禁损坏外包装。

## 9.5 储存

产品按批堆放，储存在干燥、避光、通风、防高温的场所，避免与其他易腐蚀的化学产品混放。

**附录A****（规范性附录）****高强高模短切合成纤维静态接触角试验方法**

**A. 1 范围**

本方法适用于高强高模短切合成纤维的静态接触角测定。

**A. 2 原理**

通过视频光学接触角测量仪，测定液滴在待测样品表面所形成的接触角大小来表征其表面润湿性能，如图A.1所示。



**图 A.1 接触角示意图**

**A. 3 仪器设备及主要技术指标**

视频光学接触角测量仪由液滴注射系统、摄像系统、样品台、光源、测量系统等部分组成。

**A. 3.1** 液滴注射系统

液滴注射系统应使用泵驱动的微量注射器来精确控制液滴体积，末端配有平切的针头，能将规定体积的液滴滴到样品表面。

**A. 3.2** 摄像系统

摄像系统应能够清晰获取液滴的放大图像或视频，放大倍数至少6倍以上。

**A. 3.3** 样品台

样品台可上下移动以调节其高度，并配有水平仪。

**A. 3.4** 光源

光源可以是卤素、白炽灯等类型的灯光，其产生的热量不能影响试样和液滴的相互作用。

**A. 3.5** 测量系统

测量系统可使用自动图像分析能力的计算机系统，接触角测量范围为0°～180°，测量精度为0.1°，测量分辨率为0.01°。

**A. 4 试验液体**

实验液体采用符合GB/T 6682中三级水规定的蒸馏水或去离子水。

**A. 5 样品准备**

试样经四分法缩分至2g左右3份，采用多根短切纤维机械压密的方式制成表面平整的饼状样品，并在温度为(20±2) ℃，相对湿度为(65±4) %的环境下进行试样预调湿或者调湿24h。应注意保护好样品表面，避免沾污被测样品表面。

**A. 6 试验方法**

**A. 6.1** 试验的温湿度条件与调节温湿度条件相同。

**A. 6.2** 将注射针管采用抽吸的方式装满液体，若针头出存在气泡，应将气泡排除，然后将注射针管安装在注射系统装置上

**A. 6.3** 调整试验台，使其处于水平状态。

**A. 6.4** 将试样的测试面朝上安装在在夹持架上，并确保试样放置水平，然后将试样夹持架放置在仪器试验台上。

**A. 6.5** 调整试验台的高度，使注射针的针头与试样表面之间达到规定的距离，推荐距离为10 mm。

**A. 6.5** 通过注射系统，将液体体积设定在1μL～5μL，一般情况下，液滴体积为5μL。

**A. 6.5** 注射系统挤出液滴并滴落在试样表面上，当接触时间为60s时对试样及其上面的液滴进行拍照，通过固液气三相交界点作气-液间沿着液体方向的切线和固-液界面间的交界线；或通过软件提示操作，采用外形图像分析法测出左右接触角。

**A. 6.5** 重复实验步骤对剩余试样进行测试。

**A. 7结果计算**

**A. 7.1** 计算每个液滴的左右接触角的平均值作为该试样的接触角，如液滴接触到试样表面后，液滴完全被吸收，则直接记录该试样的接触角为0°。

**A. 7.2** 计算3个样品的接触角的平均值，结果精确到0.1°，若需要，计算标准偏差或变异系数。

**A. 8 实验报告**

实验报告应具备下列内容：

a) 标准编号；

b) 试样名称；

c) 液滴名称；

d) 测量结果；

e) 液滴体积；

f) 接触时间；

g) 针头与试样表面间距；

h) 调湿和试验用大气条件；

i) 任何偏离本标准的细节和异常条件；

j) 试验日期。

**附录B****（推荐性附录）****高强高模短切合成纤维分散度试验方法**

**B.1 范围**

本方法适用于硬化高延性水泥基复合材料中高强高模短切合成纤维的分散度测定。

**B.2 原理**

短切合成纤维在硬化高延性水泥基复合材料中的分布可通过扫描电子显微镜背散射模式下的图像获取。背散射技术捕捉被固体物质中的原子核反弹回来的一部分入射电子进行成像，原子序数越大的原子反弹入射电子的能力越强，形成的背散射电子越多，形成图像的衬度越亮，反之则越暗。合成纤维主要由C、H、O等元素组成，反弹电子的能力较弱，在高延性水泥基复合材料试样的背散射图像中衬度相对较低。

**B.3 仪器和试剂**

本方法使用的仪器和试剂包括：

a) 环氧树脂镶嵌料；

b) 镶嵌用软胶模具；

c) 砂纸、抛光液；

d) 金相磨抛机；

e) 真空干燥箱；

f) 场发射扫描电子显微镜。

**B.4 试验方法**

**B.4.1 试样镶嵌**

**B.4.1.1** 在硬化高延性水泥基复合材料试件中截取样品，样品应在高延性水泥基复合材料试件的中心区域截取，试样应在不同样品中截取数量不少于3个。

**B.4.1.2** 截取的样品放入烘箱中烘干至恒重；

**B.4.1.2** 取出样品并用环氧树脂进行镶嵌。

**B.4.2 试样磨抛**

将镶嵌样品用砂纸在金相磨抛机上磨至高延性水泥基复合材料样品表面暴露出，且光滑无划痕，并用抛光液抛光。砂纸和抛光液的规格可根据实际情况而定。

**B.4.2 试样烘干**

磨抛后的试样放入烘箱中烘干至恒重；

**B.4.3 图像获取**

试样采用扫描电子显微镜在背散射模式下进行观察，并拍摄的背散射图片总数量不小于60张。推荐采用1500×放大倍数进行观察，也可根据实际情况而定。



**图 B.1 扫描电镜背散射模式观察纤维的分布**

**B.5 试验结果**

高延性水泥基复合材料用高强高模短切合成纤维的分散度按式(D.1)进行计算：

$α\_{f}=exp⁡\left(-\sqrt{\frac{\sum\_{}^{}(X\_{i}/X\_{average}-1)}{n}}\right)$ (D.1)

式中：$α\_{f}$——纤维分散度，越接近1，分散性越好，以百分数计(%)；

 $X\_{i}$——第*i*张扫描电镜图片中纤维的个数；

$X\_{average}$——平均纤维个数；

$n$——扫描电镜图片张数。

**B.6 实验结果的处理**

高延性水泥基复合材料用高强高模短切合成纤维的分散度计算到小数点后二位，按GB/T 8170 修约到小数点后一位。

**B.7 实验报告**

a) 标准编号；

b) 试样名称；

c) 电镜图片张数；

d) 每张电镜图片中纤维根数；

e) 平均纤维根数；

f) 纤维分散度；

g) 试验日期。