



中华人民共和国国家标准

GB/T 38143—2019

水泥混凝土和砂浆用耐碱玻璃纤维

Alkali-resistant glass fibres for cement concrete and mortar

2019-12-10 发布

2020-11-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 分类与标记	3
5 要求	3
6 试验方法	4
7 检验规则	7
8 标志、出厂、包装、运输和贮存.....	8
附录 A (规范性附录) 耐碱玻璃纤维二氧化锆含量测定 熔片 X 荧光法	10
附录 B (规范性附录) 集束型短切纤维耐碱强力保留率试验方法	12
附录 C (规范性附录) 分散型短切纤维耐碱强力保留率试验方法	15
附录 D (规范性附录) 弯曲韧性试验方法	18

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国建筑材料联合会提出。

本标准由全国水泥制品标准化技术委员会(SAC/TC 197)归口。

本标准起草单位：苏州混凝土水泥制品研究院有限公司、扬州大学、泰山玻璃纤维有限公司、浙江省水利河口研究院、苏州市中信节能与环境检测研究发展中心有限公司、苏州混凝土水泥制品研究院检测中心有限公司、湖北汇尔杰新材料科技股份有限公司、国网江苏省电力有限公司电力科学研究院、阜阳市志诚水泥制品有限公司、中国铁道科学研究院集团有限公司铁道建筑研究所。

本标准主要起草人：谈永泉、杨鼎宜、唐志尧、薛万银、俞锋、李永艳、戚德海、孟宪明、郭清、曹敏、郑建根、骆静静、孙秀平、范志勇、武帅、张怀新、葛晨、王天琪、张建国、陈大兵、李成钢、濮琦、于符静、杨冬玲、谭盐宾、王娜。

引 言

耐碱玻璃纤维具有较高的拉伸强度和弹性模量、良好的化学稳定性和热稳定性等特性。水泥混凝土和砂浆用耐碱玻璃纤维是由连续耐碱玻璃纤维短切而成的纤维。在水泥混凝土和砂浆中掺加耐碱玻璃短切纤维,可以控制混凝土和砂浆的裂缝,提高混凝土和砂浆的防渗、抗裂性能、抗冲击性能、耐腐蚀性,提高混凝土的韧性,而且施工性能良好,耐碱玻璃纤维与水泥混凝土或砂浆密度相近,混合时易于分散,体积稳定、和易性好,因此耐碱玻璃纤维对混凝土和砂浆具有良好的抗裂、增韧、增强的作用,可广泛应用于水利、交通、军工、海工、建筑等工程。



水泥混凝土和砂浆用耐碱玻璃纤维

1 范围

本标准规定了水泥混凝土和砂浆用耐碱玻璃纤维的术语和定义、分类与标记、要求、试验方法、检验规则、标志、出厂、包装、运输、贮存。

本标准适用于能在混凝土和砂浆中均匀分散、用以改善混凝土和砂浆性能的长度不大于 60 mm 的耐碱玻璃纤维。

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 175 通用硅酸盐水泥

GB/T 1549 纤维玻璃化学分析方法

GB/T 4472—2011 化工产品密度、相对密度的测定

GB/T 7690.5 增强材料 纱线试验方法 第 5 部分:玻璃纤维纤维直径的测定

GB 8076 混凝土外加剂

GB/T 9914.1 增强制品试验方法 第 1 部分:含水率的测定

GB/T 9914.2 增强制品试验方法 第 2 部分:玻璃纤维可燃物含量的测定

GB/T 14684 建设用砂

GB/T 14685 建设用卵石、碎石

GB/T 16597 冶金产品分析方法 X 射线荧光光谱法通则

GB/T 21120 水泥混凝土和砂浆用合成纤维

GB/T 50081 普通混凝土力学性能试验方法标准

JC/T 896 玻璃纤维短切原丝

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 70 建筑砂浆基本性能试验方法标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

耐碱玻璃纤维 alkali-resistant glass fibre

ARGF

含氧化硅、氧化锆、氧化钠、氧化钙等组分且氧化锆质量百分比含量不低于 16.0% 的原料经高温熔融成玻璃液,通过纤维成型装置拉制成特定直径和根数并涂敷特殊处理剂(浸润剂),具有耐碱性能的玻璃纤维。

3.2

公称直径 nominal diameter of monofilament fibre

用于标志耐碱玻璃纤维制品中玻璃纤维单丝的直径,其近似等于它的实际平均直径。

注:单位为 μm 。

3.3

单丝纤维 monofilament fibre

一根细而长的纺织单元。

3.4

集束状纤维 integrate strands

耐碱玻璃纤维单丝间被浸润剂粘合并经分束器集束而成,成集束状,一般每集束含有几十根以上的单丝纤维,纤维单丝间呈平行排布。

3.5

短切纤维 chopped strands

未经任何形式结合的短切连续纤维原丝段。连续的耐碱纤维原丝束被切成一定长度的原丝束。

3.6

分散型短切纤维 dispersible chopped strands

将短切耐碱玻璃纤维原丝置于水中,搅拌后能高度分散。

3.7

集束型短切纤维 integrate chopped strands

短切耐碱玻璃纤维原丝中的单丝不易发生散开、断裂,原丝保持完整的集束状纤维状态。

3.8

含水率 moisture content

在规定条件下测得的原丝或制品的含水量,即试样的湿态质量和干态质量的差值与湿态质量的比值,用百分率表示。

3.9

可燃物含量 combustible matter content

干态耐碱玻璃纤维制品的烧失量和干态质量的比值,用百分率表示。

3.10

耐碱强力 alkali-resistant tensile stress

将耐碱玻璃纤维置于水泥上层清液里,在水泥碱性侵蚀加速老化试验前提下测试得到的耐碱玻璃纤维强力值。

3.11

耐碱强力保留率 alkali-resistant tensile stress retention rate

将耐碱玻璃纤维置于水泥上层清液里,在水泥碱性侵蚀加速老化试验前提下测试得到的耐碱玻璃纤维强力保留百分率。

3.12

耐碱玻璃纤维掺量 dosage of alkali-resistant glass fibre

纤维在混凝土或砂浆中所占的体积百分数或质量百分数。

3.13

推荐掺量 recommended dosage

由耐碱玻璃纤维生产或销售企业、科研机构、规划设计院等单位,根据试验结果确定的、推荐给使用

方的耐碱玻璃纤维掺量范围。

3.14

基准混凝土 reference concrete

同一试验条件下、未掺加耐碱玻璃纤维的水泥混凝土。

3.15

受检混凝土 tested concrete

同一试验条件下、掺加有一定比例耐碱玻璃纤维的水泥混凝土。

3.16

基准砂浆 reference mortar

同一试验条件下、未掺加耐碱玻璃纤维的水泥砂浆。

3.17

受检砂浆 tested mortar

同一试验条件下、掺加有一定比例耐碱玻璃纤维的水泥砂浆。

4 分类与标记

4.1 产品分类

耐碱玻璃纤维按其特性分为分散型短切纤维(代号 A)和集束型短切纤维(代号 B)。

4.2 产品标记

产品标记应由产品名称、分类、公称长度、公称直径和标准编号组成。

示例 1:长度 12 mm、公称直径 14 μm 的分散型玻璃纤维,标记为:

ARGF-A-12 mm/14 μm GB/T $\times\times\times\times$ - $\times\times\times\times$

示例 2:长度 36 mm、公称直径 62 μm 的集束型玻璃纤维,标记为:

ARGF-B-36 mm/62 μm GB/T $\times\times\times\times$ - $\times\times\times\times$

5 要求

5.1 一般要求

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,应符合我国相关标准和规范的规定。

5.2 外观

耐碱玻璃纤维外观色泽应均匀、表面无污染。

5.3 尺寸

5.3.1 耐碱玻璃纤维的长度偏差应不大于公称值的 ± 3 mm。

5.3.2 耐碱玻璃纤维的公称直径偏差应在公称直径的 $\pm 20\%$ 之内。

5.4 耐碱玻璃纤维的性能指标

耐碱玻璃纤维的性能指标应符合表 1 的要求。

表 1 耐碱玻璃纤维的性能指标

项目		要求	
		A类	B类
二氧化锆含量(ZrO_2)/%	\geq	16.0	
密度/(g/cm^3)		2.68 ± 0.3	
含水率/%	\leq	0.50	
可燃物含量	公称含量 $\leq 1.5\%$ 时	公称值绝对值 $\pm 0.3\%$	
	公称含量 $> 1.5\%$ 时	公称值相对值 $\pm 20\%$	
耐碱强力保留率/%	\geq	70	80

5.5 掺耐碱玻璃纤维水泥混凝土和砂浆性能指标

掺耐碱玻璃纤维水泥混凝土和砂浆性能指标应符合表 2 的要求。

表 2 掺耐碱玻璃纤维水泥混凝土和砂浆性能指标

项目		要求	
		用于混凝土时	用于砂浆时
抗压强度比/%	\geq	90	
弯曲韧性(能量吸收值)		应不低于设计要求	—
抗冲击次数比	\geq	2.0	—
注：表 2 项目可由供需双方协商选用。			

6 试验方法

6.1 外观

正常光照度,距离 0.5 m,目测法检查。

6.2 尺寸

6.2.1 长度

长度按 JC/T 896 的方法进行测定。

6.2.2 公称直径

耐碱玻璃纤维公称直径按 GB/T 7690.5 规定的方法进行测定。

6.3 耐碱玻璃纤维的性能指标试验

6.3.1 二氧化锆含量

耐碱玻璃纤维二氧化锆含量按 GB/T 1549 规定的方法或附录 A 规定的方法进行测定。GB/T 1549 的方法为仲裁试验方法。

6.3.2 密度

耐碱玻璃纤维绝对密度按 GB/T 4472—2011 中 4.2.2 方法一密度瓶法进行测定,试验前需将样品放到 625 °C 的马弗炉中灼烧不低于 30 min,待样品在干燥器中冷却后再进行试验。

6.3.3 含水率

耐碱玻璃纤维含水率按 GB/T 9914.1 规定的方法进行测定。

6.3.4 可燃物含量

耐碱玻璃纤维可燃物按 GB/T 9914.2 规定的方法进行测定。

6.3.5 耐碱强力保留率

集束型短切纤维耐碱强力保留率按附录 B 规定的方法进行测定;分散型短切纤维耐碱强力保留率按附录 C 规定的方法进行测定。

6.4 掺耐碱玻璃纤维水泥混凝土和砂浆性能

6.4.1 试验环境

掺耐碱玻璃纤维水泥混凝土和砂浆性能试验项目应在温度为 20 °C ± 5 °C 的室内进行。拌合混凝土用原材料应提前运至室内,存放时间不应小于 24 h;需要模拟施工条件下所用的混凝土或砂浆,试验室原材料的温度宜保持与施工现场一致。



6.4.2 材料

6.4.2.1 水泥

符合 GB 175 规定的 P · O42.5 的水泥。

6.4.2.2 砂

符合 GB/T 14684 要求的含泥量小于 1% 的中砂。

6.4.2.3 石

符合 GB/T 14685 要求的粒径为 5 mm ~ 20 mm 的碎石。

6.4.2.4 水

符合 JGJ 63 要求。

6.4.2.5 外加剂

符合 GB 8076 要求。

6.4.2.6 耐碱玻璃纤维

需要检测的耐碱玻璃纤维。

6.4.2.7 其他掺合料

需符合相应的标准要求。

6.4.3 混凝土和砂浆制备

6.4.3.1 混凝土配合比

基准混凝土和受检混凝土之配合比按 JGJ 55 进行设计,配合比设计应符合以下规定:

- a) 混凝土强度等级为 C30。
- b) 使用外加剂及其他混凝土掺合料时,需依据相应标准的要求对混凝土配合比进行调整。
- c) 耐碱玻璃纤维:按受检产品提供的推荐掺量范围。
- d) 用水量:应使混凝土坍落度保持在 180 mm±20 mm 之间。

6.4.3.2 砂浆配合比

砂浆的质量配合比为:水泥:砂:水=1:1.5:0.5。

6.4.3.3 混凝土和砂浆的计量、搅拌

试验用原材料应称重计量,称量的准确度:水泥、水、外掺料(外加剂、掺合料和耐碱玻璃纤维)为±0.2%,砂、石为±0.5%。

采用强制式混凝土搅拌机,拌合量控制在 10 L~45 L 之间,保证搅拌均匀,材料投入及搅拌时间方式一般采用:砂石、水泥粉料、水、掺合料和外加剂搅拌 60 s~90 s,再加纤维后搅拌 30 s,出料后在铁板上用人工翻拌 2 次~3 次再行试验。受检混凝土或砂浆的搅拌方式按照受检产品说明书提供的搅拌方法进行。

6.4.4 试件制作、养护及试验所需试件数量

混凝土试件制作、养护按 GB/T 50081 进行,硬化混凝土或砂浆的标准养护龄期为 28 d。试验项目及所需数量详见表 3。

表 3 试验项目及所需数量

试验项目	耐碱玻璃纤维类别	试验类别	试验所需数量			
			拌合批数	每批取样数目	掺耐碱玻璃纤维混凝土或砂浆总取样数目	基准混凝土或砂浆总取样数目
混凝土抗压强度比	A、B	硬化混凝土和砂浆	3	3 块	9 块	9 块
砂浆抗压强度比	A、B		3	3 块	9 块	9 块
弯曲韧性(能量吸收值)	A、B		3	4 块	12 块	12 块
抗冲击次数比	A、B		3	6 块	18 块	18 块
注:试验时,检验一种纤维的混凝土或砂浆对比试验要在同一天内完成。						

6.4.5 硬化混凝土和砂浆

6.4.5.1 混凝土抗压强度比

混凝土抗压强度比以受检混凝土与基准混凝土同龄期立方体试件的抗压强度比表示,计算如式(1)所示:

$$\alpha_c = \frac{f_{cc1}}{f_{cc0}} \times 100 \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中：

α_c ——混凝土抗压强度比,用百分数表示(%)；

f_{cc1} ——受检混凝土的抗压强度,单位为兆帕(MPa)；

f_{cc0} ——基准混凝土的抗压强度,单位为兆帕(MPa)。

受检混凝土与基准混凝土抗压强度按 GB/T 50081 进行试验和计算。

混凝土抗压强度比以三批试验测值的平均值表示(结果精确到 1%)。若三批试验测值的最大值或最小值与中间值的差值超过中间值的 15%，则把最大值及最小值一并舍去,取中间值作为该批的试验结果;若三批试验测值的最大值和最小值与中间值的差均超过中间值的 15%，则该组试验结果无效,应重做。

6.4.5.2 砂浆抗压强度比

砂浆抗压强度比以受检砂浆与基准砂浆同龄期 70.7 mm×70.7 mm×70.7 mm 立方体试件的抗压强度比表示,计算如式(2)所示：

$$\alpha_{m,c} = \frac{f_{m,cu1}}{f_{m,cu0}} \times 100 \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中：

$\alpha_{m,c}$ ——砂浆抗压强度比,用百分数表示(%)；

$f_{m,cu1}$ ——受检砂浆的抗压强度,单位为兆帕(MPa)；

$f_{m,cu0}$ ——基准砂浆的抗压强度,单位为兆帕(MPa)。

受检砂浆与基准砂浆抗压强度按 JGJ 70 进行试验和计算。

砂浆抗压强度比以三批试验测值的平均值表示(结果精确到 1%)。若三批试验测值的最大值或最小值与中间值的差值超过中间值的 15%，则把最大值及最小值一并舍去,取中间值作为该批的试验结果;若三批试验测值的最大值和最小值与中间值的差均超过中间值的 15%，则该组试验结果无效,应重做。

6.4.5.3 弯曲韧性

弯曲韧性试验按附录 D 规定的方法进行测定。

6.4.5.4 抗冲击次数比

抗冲击次数比试验按 GB/T 21120 规定的方法进行测定。

7 检验规则

7.1 检验分类

检验分为出厂检验和型式检验两类。

7.2 出厂检验

7.2.1 出厂检验项目

包括:外观、尺寸、二氧化锆含量、含水率、可燃物含量。

7.2.2 组批规则

同一品种、同一规格、同一生产工艺、稳定连续生产的产品为一批。每批为 50 t,不足 50 t 也为一批。

7.2.3 抽样及留样

7.2.3.1 以批为单位,每批随机抽取纤维 0.5 kg。

7.2.3.2 每批取得的试样应分为两等份,一份按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验或仲裁。

7.2.4 判定规则

产品经检验,所测耐碱玻璃纤维的性能指标符合本标准要求,则判定该批耐碱玻璃纤维合格,如不符合上述要求时,则判该批耐碱玻璃纤维不合格。

7.3 型式检验

7.3.1 型式检验项目



包括 5.2~5.5 的性能指标。其中表 2 项目和 A 类纤维耐碱强力保留率指标可由供需双方协商选用,如无特殊要求,型式检验无需进行。

有下列情况之一时,应进行型式检验:

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定。
- b) 正式生产后,如材料、工艺有较大改变,可能影响产品性能时。
- c) 正常生产时,一年至少进行一次检验。
- d) 产品停产半年以上恢复生产时。
- e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。
- f) 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

7.3.2 组批规则

同 7.2.2。

7.3.3 抽样及留样

同 7.2.3,抽样数量为 A 类纤维 1 kg,B 类纤维 5 kg。

7.3.4 判定规则

产品经检验,所测耐碱玻璃纤维的性能指标符合本标准要求,则判定该批耐碱玻璃纤维合格,如不符合上述要求时,则判该批耐碱玻璃纤维不合格。

8 标志、出厂、包装、运输和贮存

8.1 标志

所有包装上均宜在显著位置注明以下内容:产品名称、标记、净质量、生产日期等,如有商标应在产品包装上标明。

8.2 出厂

生产厂应随货提供产品合格证,或质量检验单。

8.3 包装、运输和贮存

8.3.1 可按单位混凝土或砂浆体积用量进行小袋包装,若干个小袋组合成一个大件包装。

8.3.2 包装应采取避光、密封防潮的措施。运输过程应防止包装损坏。出厂产品在使用前应安置在阴凉、干燥的地方,避免与其他易腐蚀的化学产品混放。使用中应注意做好防潮、防晒。



附 录 A
(规范性附录)

耐碱玻璃纤维二氧化锆含量测定 熔片 X 荧光法

A.1 范围

本方法适用于耐碱玻璃纤维中的成分二氧化锆的检测,本方法利用国家标准物质二氧化锆配制适合于分析二氧化锆不同含量的系列标样求得标样曲线,测量玻璃片的荧光 X 射线强度,根据曲线自动获得二氧化锆的含量。

A.2 原理

高能量子如电子、X 射线光子或质子与原子发生碰撞并从中驱逐出一个内层电子,原子内的电子重新配位即原子内的内层电子空位由外层电子补充并同时放出 X 射线光子。每种元素受高能辐射即可发射出具有一定特征的 X 射线谱线。测得该谱线的波长即可知道为何种元素,测得强度即可知道该元素的含量。

A.3 设备

设备应符合以下要求:

- a) 波长色散 X 射线荧光仪光谱仪:符合 GB/T 16597 规定。
- b) 熔样机:0 °C ~ 1 300 °C 可调,精度 ± 5 °C。
- c) 分析天平,分度值 0.000 1 g。
- d) 黄铂金坩埚:Pt95%, Au5%。

A.4 试剂

试剂应符合以下要求:

- a) 熔剂:混合熔剂(无水四硼酸锂 $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$: 无水偏硼酸锂 $\text{LiBO}_2 = 33 : 67$)。
- b) 溴化锂 50%, 50 g 溴化锂溶于 100 mL 水中。
- c) 高纯二氧化锆无水四硼酸锂偏硼酸锂混合溶剂, LiBr 脱模剂, 玻璃标准物质 GBW03132, 叶腊石标准物质 GBW03126、GBW03127, 石灰石标准物质 GBW03117, 钠钙硅玻璃标准物质 GBW07214a, 高纯氧化锆。

A.5 分析步骤

A.5.1 标准曲线

标准曲线制作步骤如下:

- a) 选择分析元素及其谱线,选择 Zr 的 $L_{\alpha 1}$ 线与 Hf 的 $L_{\beta 1}$ 线进行测试。
- b) 建立测试标样组,标准样品由 GBW03132、GBW03126、GBW03127、GBW07214a、GBW03117

与高纯二氧化锆几种物质按照一定比例搭配,由于标样中的氧化锆与氧化铪的含量已知,测定其信号强度,强度为纵坐标,百分含量为横坐标,建立标准曲线。

A.5.2 样品制取和测试

样品制取和测试步骤如下:

- a) 称取 5 g(精确到小数点后四位)熔剂放于黄铂金坩埚中,再称取 0.5 g(精确到小数点后四位)样品。
- b) 用玻璃棒轻轻搅拌均匀,再滴 1 滴~2 滴溴化锂。
- c) 将黄铂金坩埚放入熔样机的熔样位置,按照熔样机设定程序熔制样品。
- d) 熔制出样品后,待样品冷却到常温后放入 X 荧光仪样品杯中,选择测试程序进行测试,输入样品质量及熔剂质量。熔片样品应在冷却到常温时再放入荧光仪检测,以免碎裂引起仪器故障。待样品检测完毕,处理数据。
- e) 测试数据保留小数点后二位,修约至一位。

附 录 B
(规范性附录)

集束型短切纤维耐碱强力保留率试验方法

B.1 概述

本方法适用于集束型短切纤维的耐碱强力保留率试验,长度应不小于 30 mm。长度 30 mm 以下的集束型短切纤维则由供应商提供不小于 30 mm 的同质产品进行本项目测试。

B.2 设备

设备应符合以下要求:

- a) 分度为 0.1 g 的天平。
- b) 量程为 1 000 mL 的量杯。
- c) 可实现 50 °C~100 °C 的水浴箱,精度±2 °C。
- d) 精度 1 级的拉伸试验机,测试力值应在仪器量程的 20%~80%范围内,并具有位移控制功能。
- e) 电热恒温鼓风干燥箱。
- f) 带有盖子的储存器皿和搅拌机、抹刀。

B.3 材料

材料应符合以下要求:

- a) 基准水泥,符合 GB 8076 要求。
- b) 蒸馏水。
- c) 粘贴片和玻璃纤维粘结剂。



B.4 试验方法

B.4.1 试验条件

B.4.1.1 水泥上层清液配制如下:

- a) 用天平称取 80 g 的基准水泥和 800 g 的蒸馏水(可根据实际试验称取,确保基准水泥:蒸馏水=1:10)。
- b) 将称好的基准水泥和蒸馏水倒入搅拌锅混合,通过搅拌机搅拌 30 min±1 min。
- c) 取下搅拌锅,静置 24 h±30 min。
- d) 取水泥上层清液并倒入带有盖子的器皿中。

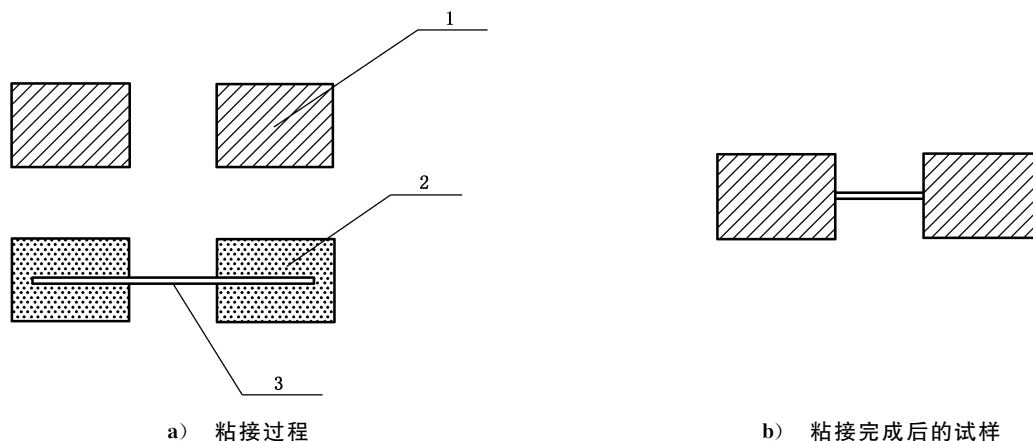
B.4.1.2 试样处理如下:

- a) 将不少于 10 根待检集束型短切纤维放入装有水泥上层清液的器皿中,盖上盖子。
- b) 将装有试样的器皿放入 80 °C±2 °C 的水浴箱中浸泡 6 h±10 min。
- c) 取出试样,用蒸馏水浸泡 24 h,再冲洗 3 遍。

B.4.2 试样制作

同一批样品未经耐碱处理的短切纤维和经水泥上层清液处理过的短切纤维试样数量各不少于 10 个,并保证各得到至少 10 个有效试样。

将试样放置在 $50\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的烘箱内烘干 $1\text{ h} \pm 5\text{ min}$ 。待烘干后的纤维冷却至室温后,将每根纤维的两端(纤维两端加固的部分长度应不小于 10 mm)通过粘贴片和玻璃纤维粘结剂进行加固处理,确保中间测试部分的纤维长度为 $10\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$ 。见图 B.1。



说明:
 1——粘贴片;
 2——玻璃纤维粘结剂;
 3——集束型短切纤维测试部分。

图 B.1 试样制作图

B.5 力学测试

B.5.1 将纤维两端由粘贴片包裹的部分夹持在拉伸试验机的夹口中,启动拉伸试验机,拉伸速度为 1 mm/min ,直至试样破坏。记录每个试样破坏时的最大负载(N)。

B.5.2 由于受到了玻璃纤维粘结剂的保护,拉伸力被传送到样品的中间部位,因而断裂位置会发生在测试部分。当某些特殊原因或纤维保护存在缺陷时,测试部分外的纤维也会发生少量的断裂,当这种情况发生时,测试结果为无效。

B.5.3 10 个试样为一组,结果保留两位小数。

B.6 结果计算

B.6.1 分别计算未经耐碱处理的短切纤维和经水泥上层清液处理后的短切纤维的断裂强力平均值、标准差、变异系数。

B.6.2 试样 10 个为一组。通过式(B.1)计算断裂强力平均值,通过式(B.2)计算标准差,通过式(B.3)计算变异系数。

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad \dots\dots\dots (B.2)$$

$$C_v = \frac{s}{\bar{x}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (B.3)$$

式中：

\bar{x} ——10 个试样断裂强力的平均值,单位为牛顿(N)；

x_i ——第 i 个试样断裂强力值,单位为牛顿(N)；

S ——标准差；

C_v ——变异系数,用百分数表示(%)。

B.6.3 如果一组结果的 C_v 超过 14%，这组结果应被舍弃,然后取一次新的试样重新进行试验。

B.6.4 样品的耐碱强力保留率,通过式(B.4)计算。

$$G = \frac{\bar{x}_2}{\bar{x}_1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (B.4)$$

式中：

G ——耐碱强力保留率,用百分数表示(%)；

\bar{x}_1 ——未经耐碱处理的短切纤维断裂强力平均值,单位为牛顿(N)；

\bar{x}_2 ——经水泥上层清液处理后的短切纤维断裂强力平均值,单位为牛顿(N)。



附 录 C (规范性附录)

分散型短切纤维耐碱强力保留率试验方法

C.1 概述

本方法适用于分散型短切纤维的耐碱强力保留率试验。试验时取分散型短切纤维单丝,长度应不小于 15 mm。长度 15 mm 以下的分散型短切玻璃纤维则由供应商提供不小于 15 mm 的同质产品进行本项目测试。

C.2 设备

设备应符合以下要求:

- a) 量程为 1 000 mL 的量杯。
- b) 可实现 50 °C~100 °C 的水浴箱,精度 ± 2 °C。
- c) 精度 1 级的强力引伸仪,测试力值应在仪器量程的 20%~80% 范围内;强力测量分辨率:0.001 N;下夹持器下降速度:连续可调;夹持器隔距:1 mm~20 mm 连续可调。
- d) 电热恒温鼓风干燥箱。
- e) 带有盖子的储存器皿和搅拌机。

C.3 材料

材料应符合以下要求:

- a) 基准水泥,符合 GB 8076 要求。
- b) 蒸馏水。
- c) 粘贴片和玻璃纤维粘结剂。

C.4 试验方法

C.4.1 试验条件

C.4.1.1 水泥上层清液配制

同 B.4.1.1。

C.4.1.2 试样水泥上层清液处理

试样水泥上层清液处理如下:

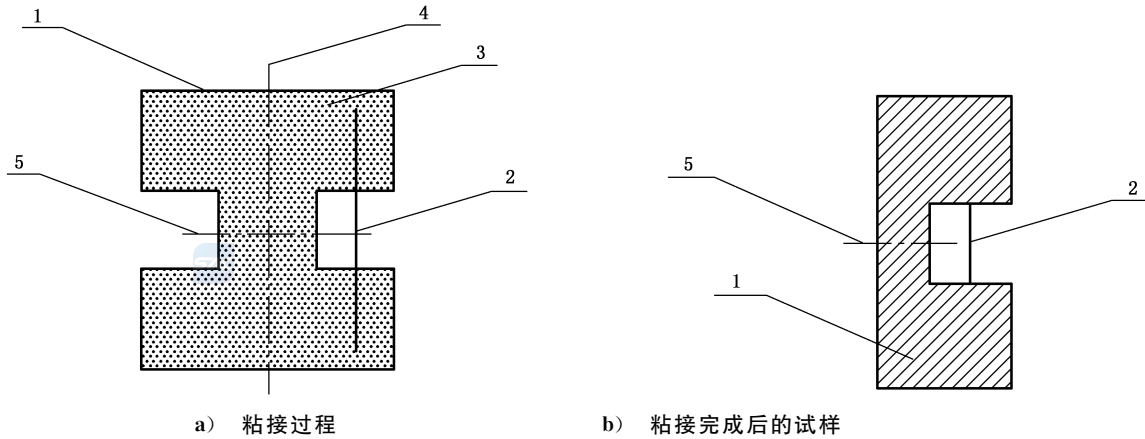
- a) 将不少于 30 根待检分散型短切纤维的单丝放入装有水泥上层清液的器皿中,盖上盖子。
- b) 将装有试样的器皿放入 80 °C ± 2 °C 的水浴箱中浸泡 6 h ± 10 min。
- c) 取出试样,用蒸馏水浸泡 24 h,再冲洗 3 遍。

C.4.2 试样制作

同一批样品未经耐碱处理的短切纤维和经水泥上层清液处理过的短切纤维试样数量各不少于

30 个,并保证各得到至少 30 个有效试样。

将试样放置在 50 °C ± 2 °C 的烘箱内烘干 1 h ± 5 min。待烘干后的纤维冷却至室温后,将每根纤维单丝粘结固定在粘贴片上(粘贴片部分的纤维长度应不小于 4 mm),粘贴片预先留出 5 mm × 5 mm 的正方形中空,形状见图 C.1,确保中间测试部分的纤维长度为 5 mm ± 1 mm。



说明:

- 1——粘贴片;
- 2——分散型短切纤维单丝测试部分;
- 3——玻璃纤维粘结剂;
- 4——粘贴片对折线;
- 5——剪切线。

图 C.1 试样制作图

C.5 力学测试

C.5.1 选择合适的张力夹,固定好粘贴片两端后,用剪刀沿粘贴片的剪切边剪开,然后进行拉伸试验,拉伸速度为 1 mm/min,直至试样破坏。记录每个试样破坏时的最大负载(N)和断裂伸长率(%)。

C.5.2 由于受到了玻璃纤维粘结剂的保护,拉伸力被传送到了样品的中间部位,因而断裂位置会发生在测试部分。当某些特殊原因或纤维保护存在缺陷时,测试部分外的纤维也会发生少量的断裂,当这种情况发生时,测试结果为无效。

C.5.3 30 个试样为一组,结果保留两位小数。

C.6 结果计算

C.6.1 分别计算未经耐碱处理的短切纤维和经水泥上层清液处理后的短切纤维的断裂强力平均值、标准差、变异系数。

C.6.2 试样 30 个为一组。通过式(C.1)计算断裂强力平均值,通过式(C.2)计算标准偏差,通过式(C.3)计算变异系数:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad \dots\dots\dots(C.1)$$

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad \dots\dots\dots(C.2)$$

$$C_v = \frac{S}{\bar{x}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (C.3)$$

式中:

\bar{x} ——30 个试样断裂强力的平均值,单位为牛顿(N);

x_i ——第 i 个试样断裂强力值,单位为牛顿(N);

S ——标准差;

C_v ——变异系数,用百分数表示(%)。

C.6.3 如果一组结果的 C_v 超过 30%,这组结果应该被舍弃,然后取一次新的试样重新进行试验。

C.6.4 样品的耐碱强力保留率,通过式(C.4)计算。

$$G = \frac{\bar{x}_2}{\bar{x}_1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (C.4)$$

式中:

G ——耐碱强力保留率,用百分数表示(%)；

\bar{x}_2 ——水泥上层清液处理后纤维单丝断裂强力平均值,单位为牛顿(N)；

\bar{x}_1 ——原状态纤维单丝断裂强力平均值,单位为牛顿(N)。

附录 D
(规范性附录)
弯曲韧性试验方法

D.1 概述

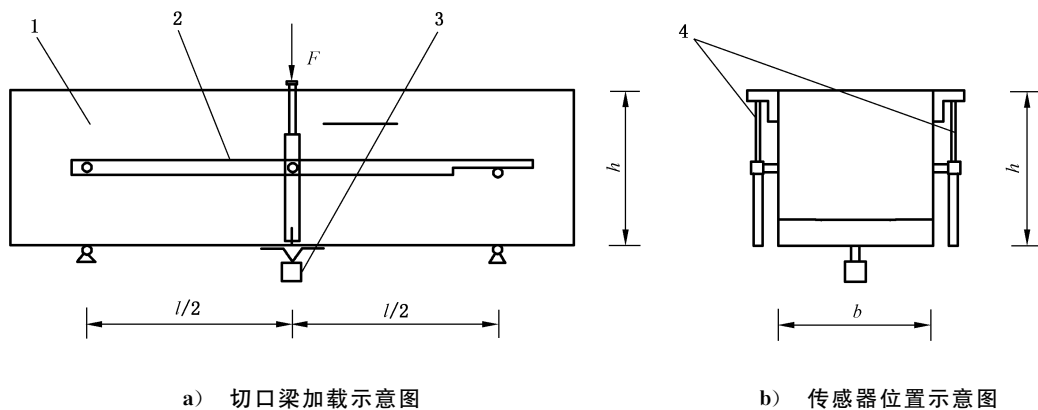
本方法适用于测定纤维混凝土(砂浆)带切口梁试件的弯曲韧性试验。

D.2 试验仪器

D.2.1 仪器主要技术要求如下：

- a) 液压伺服试验机:量程 200 kN,相对误差不大于 1.0%,试验机应具有足够的刚度,并具有位移控制功能。
- b) 位移传感器:量程不小于 5 mm,精度不低于 0.01 mm。
- c) 荷载传感器:量程 200 kN,精度不低于 0.1 kN。
- d) 动态数据采集系统:应能确保实时采集荷载与挠度的数值,采集频率不低于 1 kHz。
- e) 夹式引伸仪:量程不小于 5 mm,精度不低于 0.01 mm。
- f) 挠度测量架,包括水平安装的铝板、固定钮、位移传感器触头顶板等。
- g) 其他:钢直尺、游标卡尺。

D.2.2 试验装置及测量仪表见图 D.1。



说明:

- 1 —— 试件;
- 2 —— 铝板(钢板);
- 3 —— 切口;
- 4 —— 夹式引伸仪;
- F —— 外加荷载,单位为牛顿(N);
- l —— 跨度,单位为毫米(mm);
- b —— 试件宽度,单位为毫米(mm);
- h —— 试件截面有效高度,等于截面高度减去预开口深度,单位为毫米(mm)。

图 D.1 试验装置及测量仪表简图

D.3 试件制作

D.3.1 当纤维长度不大于 40 mm 时,试验应采用尺寸为 100 mm×100 mm×400 mm 试件,跨度为 300 mm,跨中一侧面有预开口,预开口宽度为 2 mm,深度为 15 mm±1 mm。当纤维长度大于 40 mm 时,采用尺寸为 150 mm×150 mm×550 mm 试件,跨度为 500 mm,跨中一侧面有预开口,预开口宽度为 2 mm,深度为 25 mm±1 mm。

D.3.2 每组四个试件,其制作及养护应符合 GB 50081 的规定。

D.3.3 试验用配合比,纤维混凝土基体配合比同 6.4.3.1。

D.4 试验方法

D.4.1 进行试件尺寸测量,并作出安装位置和测试仪表位置的标记。

D.4.2 将试件无偏心地放置于试验支座上,以试件预开口面作为支撑面。加荷前,试件、加荷装置以及铰支座应充分接触。

D.4.3 采用单点加载,作用点距支座距离为二分之一跨度。在试件跨中位置两侧面分别安置位移传感器,以消除加荷时因试件扭转而带来的影响。

D.4.4 启动试验机,采用闭环等速位移控制,跨中位移速率为 0.2 mm/min。试验应进行至试件跨中挠度不小于 3 mm。

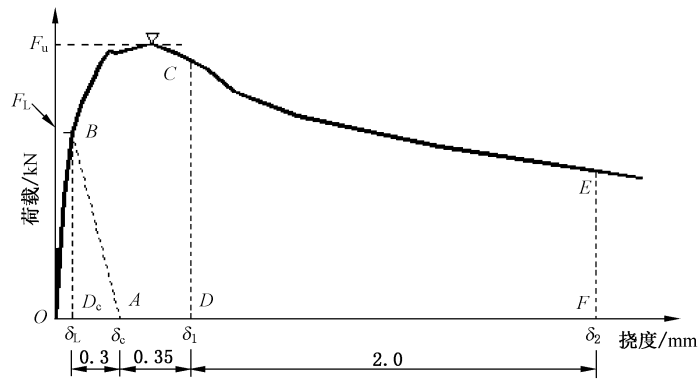
D.4.5 测量试件断裂面处的有效高度和宽度各两次,精确到 1.0 mm,以确定试件有效高度和宽度的平均值。

D.4.6 若试件在非预开口处断裂,则舍弃该测试结果。

D.5 试验结果

荷载-挠度曲线计算示意如图 D.2 所示,试验结果的计算按式(D.1)~式(D.5)进行。





说明:

- A —— 挠度 $\delta_L + 0.3$ mm 点;
- B —— 曲线 0~0.05 mm 挠度范围内最大荷载点;
- C —— 挠度 $\delta_L + 0.65$ mm 处荷载点;
- D —— 挠度 $\delta_L + 0.65$ mm 点;
- E —— 挠度 $\delta_L + 2.65$ mm 处荷载点;
- F —— 挠度 $\delta_L + 2.65$ mm 点;
- F_L —— 曲线 0~0.05 mm 挠度范围内最大荷载值,单位为牛顿(N);
- δ_L —— 荷载 F_L 处对应的挠度值,单位为毫米(mm);
- δ_c —— $\delta_1 = \delta_L + 0.3$ mm 时的挠度,单位为毫米(mm);
- δ_1 —— $\delta_1 = \delta_L + 0.65$ mm 时的挠度,单位为毫米(mm);
- δ_2 —— $\delta_2 = \delta_L + 2.65$ mm 时的挠度,单位为毫米(mm);
- D_c —— 跨中挠度为 δ_L 时混凝土开裂的能量吸收值(在数值上对于三角形 ABO 的面积),单位为牛毫米(N·mm)。

图 D.2 荷载-挠度曲线计算示意图

$$f_L = \frac{3F_L l}{2bh^2} \dots\dots\dots (D.1)$$

$$F_{eq1} = \frac{D_{1f}}{0.5} \dots\dots\dots (D.2)$$

$$F_{eq2} = \frac{D_{2f}}{2.5} \dots\dots\dots (D.3)$$

$$f_{eq1} = \frac{3F_{eq1} l}{2bh^2} \dots\dots\dots (D.4)$$

$$f_{eq2} = \frac{3F_{eq2} l}{2bh^2} \dots\dots\dots (D.5)$$

式中:

- f_L —— 线性极限时的抗弯强度,单位为兆帕(MPa);
- l —— 跨度,单位为毫米(mm);
- b —— 试件宽度,单位为毫米(mm);
- h —— 试件截面有效高度,等于截面高度减去预开口深度,单位为毫米(mm);
- F_L —— 曲线 0~0.05 mm 挠度范围内最大荷载值,单位为牛顿(N);
- F_{eq1}, F_{eq2} —— 跨中挠度为 δ_1, δ_2 时的等效荷载,单位为牛顿(N);
- f_{eq1}, f_{eq2} —— 跨中挠度为 δ_1, δ_2 时的等效抗弯强度,单位为兆帕(MPa);

- D_{1f} ——跨中挠度为 δ_1 ($\delta_1 = \delta_L + 0.65$ mm) 时纤维对混凝土所贡献的能量吸收值(在数值上等于 ABCD 所围成的面积),单位为牛毫米(N·mm);
- D_{2f} ——跨中挠度为 δ_2 ($\delta_2 = \delta_L + 2.65$ mm) 时纤维对混凝土所贡献的能量吸收值(在数值上等于 ABCE 所围成的面积),单位为牛毫米(N·mm)。

D.6 评价体系

D.6.1 该评价体系中采用对比不同挠度下纤维能量吸收值 D_n 和等效抗弯强度 $f_{eq,n}$ 作为纤维混凝土弯曲韧性评价指标。

D.6.2 试验结果均应以 4 个试件试验值的平均值表示。
