



中华人民共和国黑色冶金行业标准

YB/T 151—2017

代替 YB/T 151—1999

混凝土用钢纤维

微信扫码关注，免费领取1000本规范

国标、公路、铁路、建工、水利



全网首发最新标准规范

2017-11-07 发布

2018-04-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 YB/T 151—1999《混凝土用钢纤维》，对下列主要技术内容作了修改：

- 对产品的尺寸和强度公差做了分级要求；
- 对抗拉强度的分级做了修改；
- 细化了表面质量的要求；
- 在附录中增加了钢纤维在混凝土里增强效果的测试方法；
- 在附录中增加了工厂生产控制(FPC)。

本标准由中国钢铁工业协会提出。

本标准由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本标准起草单位：贝卡尔特应用材料科技(上海)有限公司、马克菲尔(天津)钢纤维有限公司、上海哈瑞克斯钢纤维有限公司、玉田县致泰钢纤维制造有限公司、冶金工业信息标准研究院。

本标准主要起草人：孙斌、陈晓峰、陈相宇、任翠英、刘旭兰、王珏、梅峰、张学军、王宏君、王玲君。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- YB/T 151—1999。

混凝土用钢纤维

1 范围

本标准规定了混凝土用钢纤维的术语及定义、符号、分类及代号、订货内容、尺寸、重量及允许偏差、检测方法、包装、运输及贮藏。

本标准适用于增强混凝土及砂浆,包括喷射混凝土、地坪、预制、现场浇筑及修复混凝土用钢纤维(以下简称钢纤维)。对用于其他纤维增强工程材料,如增强耐火材料的不锈钢纤维,也可参考本标准。

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—2007 通用硅酸盐水泥

GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分:室温试验方法

GB/T 238 金属材料 线材 反复弯曲试验方法

GB/T 6379.2—2004 测量方法与结果的准确度(正确度与精密度) 第2部分:确定标准测量方法重复性与再现性的基本方法

GB/T 22315 金属材料 弹性模量和泊松比试验方法

GB/T 50080 普通混凝土拌合物性能试验方法

GB/T 50081 普通混凝土力学性能试验方法

GB 50119 混凝土外加剂应用技术规范

JG/J 52 普通混凝土用砂石质量及检验方法

ISO 13270 混凝土用钢纤维 定义和规范

3 术语及定义

下列术语及定义适用于本文件。

3.1

钢纤维 steel fibre

用钢材料经一定工艺制成的、能随机地分布于混凝土或砂浆中短而细的纤维。

3.2

长度 length

纤维外端部之间的距离。

3.3

伸展长度 developed length

异型钢纤维在保持横截面尺寸不变的条件下,展直后的长度。

3.4

等效直径 equivalent diameter

与纤维平均横截面积相同的圆的直径。对圆形截面钢纤维,等效直径与纤维的直径相同。

3.5

长径比 aspect ratio

纤维长度与等效直径的比值。

3.6

纤维形状 fibre shape

纤维的形状是指纤维外部构造的细节特征。包含纤维纵向,横截面形状,表面涂层以及粘结成排等方面的细节。

3.7

纤维的抗拉强度 tensile strength of fibre

纤维可以抵抗的最大拉力对应的应力值。抗拉强度由纤维可以抵抗的最大拉力值除以纤维的截面积计算得到。

3.8

弹性模量 elastic modulus

应力应变曲线初始段的斜率。

3.9

公称值 declared value

生产商在考虑由于制作工艺带来的差异后,依照本标准测定的确定能达到的,公差允许范围内的产品性能值。

4 符号

本标准中用到的符号及说明见表 1。

表 1 符号及说明

符 号	说 明	单 位
w^a	宽度	mm
t^a	厚度	mm
d	等效直径	mm
R_m	抗拉强度	MPa
l	长度	mm
λ	长径比= l/d	—
l_d	伸展长度	mm
m	质量	g
ρ	密度	kg/m ³
^a 描述矩形纤维。		

5 分类和代号

钢纤维可按工艺类别、形状、成型方式、抗拉强度分类:

5.1 工艺类别

I类:钢丝冷拉型

II类:钢板剪切型

III类:钢锭铣削型

IV类:钢丝削刮型

V类:熔抽型

5.2 形状

- 平直型
- 异型

5.3 成型方式

- 粘结成排型
- 单根散装型

5.4 公称抗拉强度

按公称抗拉强度(R_m)等级分类,类别和代号为:

- 公称抗拉强度 $400 \leq R_m < 700$ MPa 400 级
- 公称抗拉强度 $700 \leq R_m < 1000$ MPa 700 级
- 公称抗拉强度 $1000 \leq R_m < 1300$ MPa 1000 级
- 公称抗拉强度 $1300 \leq R_m < 1700$ MPa 1300 级
- 公称抗拉强度 $R_m \geq 1700$ MPa 1700 级

5.5 特殊要求

当使用镀层钢纤维时,需告知镀层类型和特征使用量。

6 订货内容

按本标准订货的合同至少包括下列内容:

- a) 重量;
- b) 本标准编号;
- c) 工艺类别,形状,成型方式,镀层;
- d) 公差级别;
- e) 公称抗拉强度;
- f) 直径或等效直径;
- g) 长度。

7 要求

7.1 产品要求

7.1.1 尺寸和强度

钢纤维产品,应指明其长度或伸展长度,直径或等效直径,组别(A或B),长径比和抗拉强度。允许公差见表2。

表2 纤维尺寸及强度公差

特 性	范 围	A 组		B 组	
		样本公差	均值公差	样本公差	均值公差
长度 l 和(或) 伸展长度 l_d	>30 mm	± 3 mm	$\pm 5\%$	$\pm 10\%$	$\pm 5\%$
	≤ 30 mm	$\pm 10\%$	± 1.5 mm		± 1.5 mm
等效直径 d	>0.30 mm	± 0.02 mm	± 0.015 mm	$\pm 10\%$	$\pm 5\%$
	≤ 0.30 mm				± 0.015 mm
抗拉强度 R_m	所有	$\pm 10\%$	$\pm 5\%$	$\pm 15\%$	$\pm 7.5\%$
长径比 λ	所有	$\pm 15\%$	$\pm 7.5\%$	$\pm 15\%$	$\pm 7.5\%$

对Ⅰ型和Ⅱ型钢纤维,至少有95%的样本达到规定的样本公差要求。对Ⅲ,Ⅳ,Ⅴ型钢纤维,至少有

90%的样本达到规定的样本公差要求。

7.1.2 表面质量

钢纤维表面应保持干燥清洁,不得粘有残留物,包括表面氧化物、油脂、污垢及其他影响钢纤维在混凝土中和易性的物质。

7.1.3 加工碎屑

钢纤维内含有的因加工不良和严重锈蚀造成的粘连片、铁屑、杂质的纤维总重量不应超过钢纤维重量1%。

7.1.4 弯曲要求

I类(钢丝冷拉型),II类(钢板剪切型)和IV类(钢丝削刮型)钢纤维要求弯曲两次试样不断裂,III类(钢锭铣削型)和V类(熔抽型)要求钢纤维向最易弯折方向弯折90°试样不断裂,并且至少90%的样品达到要求。

7.1.5 重量偏差

每个包装内的产品净重偏差应不超过额定重量的±1%。

7.1.6 抗拉强度

钢纤维抗拉强度应符合表3规定。

表3 钢纤维抗拉强度要求

等级	1700级	1300级	1000级	700级	400级
公称抗拉强度 R_m/MPa	$R_m \geq 1700$	$1300 \leq R_m < 1700$	$1000 \leq R_m < 1300$	$700 \leq R_m < 1000$	$400 \leq R_m < 700$

7.1.7 弹性模量

经供需双方协商,可提供钢纤维变形前母材的弹性模量。

7.2 应用

7.2.1 添加搅拌

钢纤维混凝土应采用强制搅拌。钢纤维混凝土的搅拌工艺应确保钢纤维在拌合料中分散均匀不产生结团。生产商应提供拌合说明,用于指导钢纤维在混凝土搅拌站或混凝土搅拌车中的添加方法,操作程序,避免结团。

7.2.2 钢纤维在混凝土的增强增韧效果

经供需双方协商,可对钢纤维掺入到基准混凝土(参见附录A)中达到最小增强增韧效果的最低掺量做出测定和公布。

7.2.3 钢纤维对混凝土和易性影响

钢纤维掺入不对混凝土(参见附录A)的和易性产生显著影响,必要时可按照GB/T 50080对基准混凝土和对上述7.2.2条最低掺量的钢纤维混凝土分别进行稠度测定(参见附录A.4.5)。

7.2.4 钢纤维对混凝土含气量的影响

钢纤维的掺入不对新拌混凝土的含气量产生显著影响,必要时应对钢纤维混凝土含气量的增加值进行测定。

8 试验方法

8.1 检验项目

每批钢纤维的检验项目、取样方法和试验方法应符合表4的规定。

8.2 测试和检查方法

8.2.1 形状

采用目视法进行检验,对照钢纤维形状模板图,逐根检验钢纤维的形状符合度,判断是否存在明显不符合出厂形状的规定。

表4 钢纤维的检验项目、取样方法和试验方法

序号	检验项目	取样数量	取样方法	试验方法
1	形状	100 根	每批任选	8.2.1 条
2	尺寸	100 根	每批任选	8.2.2 条
3	抗拉强度	20 根	每批任选	8.2.3 条
4	弯曲性能	20 根	每批任选	8.2.4 条
5	表面质量	500g	每批任选	8.2.6 条
6	加工碎屑	500g	每批任选	8.2.7 条
7	重量偏差	5 袋(箱)	每批任选	8.2.8 条

8.2.2 尺寸

8.2.2.1 长度

纤维长度的测定应使用最小分度值为 0.1 mm 的量具(游标卡尺)。

对于不规则截面的钢纤维,需要测量其伸展长度来计算等效直径。当有展直需要时,应手工展直。若无法手工展直,应在木质平面,塑料平面或铜平面上用相似材质的锤子锤直。整个展直的过程中,纤维截面不应发生变化。

8.2.2.2 (等效)直径

对于圆形截面钢纤维,直径的测量应使用精度为 0.01 mm 的外径千分尺。沿两个垂直方向测定,取其平均值。

对于矩形截面钢纤维,纤维宽度(w)及厚度(t)的测量应使用精度为 0.01 mm 的外径千分尺。

纤维等效直径按下式计算:

$$d = \sqrt{\frac{4wt}{\pi}} \quad \dots\dots\dots (1)$$

对于不规则截面的钢纤维,应确定钢纤维的质量之和(m)和伸展长度之和(l_d),质量应精确到 0.001 g。钢纤维等效直径可由质量按下式计算:

$$d = \sqrt{\frac{4m}{\rho \pi l_d}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

其中 ρ 为名义密度,对于除不锈钢纤维之外的所有钢纤维,取 7850 kg/m³。对于不锈钢纤维取 7950 kg/m³。

8.2.3 抗拉强度

钢纤维的抗拉强度应按照 GB/T 228.1 的要求进行测量。

对于 I 类(冷拉钢丝型),抗拉强度应由变形前的金属丝或合格钢纤维测定。

对于 II 类(钢板剪切型),抗拉强度应由变形前的金属板或合格钢纤维测定。

对于 III 类(钢锭铣削型), IV 类(冷拉钢丝销刮型), V 类(熔抽钢纤维型),抗拉强度由钢纤维测定,试验机夹具间钢纤维最小长度 20 mm。由于这些纤维的横截面不规则,纤维会在最薄弱处断裂。纤维的公称抗拉强度由测试中最大抗拉力除以按等效直径计算得来的纤维截面积。

如使用光学的方法测定断面截面的面积,应注明截面面积的测量精度以及由最大拉力值除以断裂处截面面积得到的抗拉强度值。此时的抗拉强度要求由供需双方协商。

对于 III 类(钢锭铣削型), IV 类(冷拉钢丝销刮), V 类(熔抽钢纤维),生产商也可改为标注其最小抗拉强度值。

8.2.4 弯曲试验

按照 GB/T 238 将测试样品沿直径为 3.0 mm 的支撑轴在两个相反方向做 90° 的往复弯折, 测试样品弯曲 90° 并返回到初始位置为一次弯曲, 见图 1。测试应在室温 10℃~35℃ 下进行。

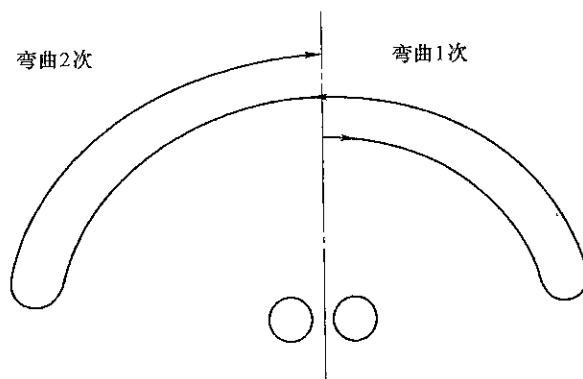


图 1 弯曲试验图解

8.2.5 弹性模量

弹性模量的测定按照 GB/T 22315 测定。对于 I 和 II 型钢纤维, 测试应使用变形前母材, 弹性模量可以 10% R_m 和 30% R_m 时的应力和应变计算得到。

8.2.6 表面质量

用目视法进行检验, 人工挑拣出表面有氧化物、油脂、污垢钢纤维, 要求检验合格率为 95%。

8.2.7 加工碎屑

用人工挑拣粘连片, 严重锈蚀钢纤维和其他杂质进行称重。要求称量仪器的精度不低于公称重量的 0.1%。

8.2.8 重量检验

对随机抽取的样品进行重量检测。称量仪器用前应调整至水平位置, 称量仪器的精度不低于公称重量的 0.1%。

8.2.9 钢纤维在混凝土中的增强增韧效果检验

8.2.9.1 钢纤维添加到基准混凝土(参见附录 A)中, 通过残余抗弯拉强度试验达到最小增强增韧要求的最低掺量值。

8.2.9.2 最小增强增韧效果是指当钢纤维混凝土试件切口位移达到 0.5 mm 时(或同等于试件跨中挠度达到 0.47 mm)的残余弯拉强度应为 1.5 MPa 和切口位移达到 3.5 mm 时(或同等于试件跨中挠度达到 3.02 mm)的残余弯拉强度应为 1.0 MPa。

8.2.9.3 钢纤维混凝土残余抗弯拉强度测试方法参见附录 B 的要求。

8.2.10 和易性检验

钢纤维混凝土和易性的检验方法按 GB/T 50080 执行。

8.2.11 含气量检验

钢纤维混凝土含气量的检验方法按 GB/T 50080 执行。

钢纤维混凝土性能对比对象为基准混凝土性能(参见附录 A)。在该基准混凝土中, 除了钢纤维体积率为 0 之外, 其他配合比参数均与钢纤维混凝土相同。而且, 基准混凝土和钢纤维混凝土试件的制备方式、外观尺寸、养护制度、养护龄期和试验制度均保持一致。

9 检验规则

9.1 检查和验收

钢纤维的检查由供方质量技术监督部门进行。需方有权按本标准对任一检验项目进行检查和验收。

9.2 组批规则

钢纤维应按批进行检查和验收。每批由同一类型、同一尺寸规格、同一强度等级的钢纤维组成,生产方按每批次不大于 20 t。使用方复检可适当增大批量。

9.3 取样数量和取样部位

每批钢纤维的取样数量和取样部位应符合表 4 的规定。

9.4 复验和判定

检验结果如有不合格项目,则应取双倍样进行复验,如复验结果全部符合本标准要求,则该批产品合格,如复验结果不满足本标准要求,则该批产品判为不合格。

如果使用方对工厂生产控制(FPC)有要求,参见附录 C 的要求。

10 包装、标志、运输和存放

10.1 包装

10.1.1 钢纤维包装可根据用户要求和运输特点,采用各种包装方式,但应有防潮措施。

10.1.2 每个包装内应为同一个类别,同一尺寸规格和同一强度的纤维。

10.2 标识

每个包装上应注明产品名称、商标、规格型号、标准编号、重量、公差级别、抗拉强度、生产日期、厂家的名称、厂址并应加“防潮”字样或图案。

如果有要求每个包装上可注明基准混凝土达到最小增强效果的最低钢纤维掺量以及最低钢纤维掺量混凝土和易性韦伯时间。

10.3 运输

适合一般装卸运输方式,但应采取必要措施防止雨雪侵袭。

10.4 存放

钢纤维应存放在清洁通风,干燥的库房内,不能与有腐蚀的物品同处一室。

11 质量证明文件

每批交货的产品,应提供产品质量证明书,其中应注明生产厂家,发货日期,标准标号,产品名称,规格。

附 录 A
(资料性附录)
基准混凝土

A.1 目的

通过规定基准混凝土的组成及特征来评价钢纤维在混凝土里的使用效果。
指定基准混凝土的目的是为了确定用于混凝土里钢纤维的普遍适用性。

A.2 一般要求

- A.2.1 规定了在标准实验室条件下用来评价纤维混凝土的性能标准的基准素混凝土的组成和比例。
A.2.2 基准混凝土的设计应当符合表 A.1 定义规定弯拉强度的要求。
A.2.3 纤维性能的测定应强制性使用的骨料最大尺寸为 16 mm 或 20 mm,按照附录 B 的测试方法并满足混凝土和易性要求。

A.3 设备

A.3.1 混凝土搅拌机

混凝土的拌合应使用强制式混凝土搅拌机。

A.3.2 模具

模具用来制作硬化的,无吸收的,刚性材料的,不被水泥浆侵附的混凝土试件。试件的尺寸为 150 mm×150 mm×最小 550 mm。

A.3.3 高频率振动台

适用于附录 B 中的梁式混凝土试件的振动压实。

A.4 材料

A.4.1 骨料

骨料应为天然二氧化硅基,非破碎,小于 2%含水率,在烤箱中烘干。测量骨料级配应符合 JGJ 55 要求,骨料最大直径 16 mm 或 20 mm 时在 0.25 mm 的比例应为 5%~10%。

A.4.2 拌合水

拌合水应符合 JGJ 63 要求。

A.4.3 水泥

水泥使用 GB 175—2007 中 P. II 42.5 R 水泥。

A.4.4 外加剂

符合 GB 50119 的规定。配置钢纤维混凝土宜选用高效减水剂来控制混凝土的工作性。

A.4.5 钢纤维

钢纤维选样检验根据第 7 章和第 8 章要求。钢纤维长度宜为最大骨料粒径的 2 倍,不大于 60 mm。

A.5 基准混凝土的组成和特性

A.5.1 概述

本附件指定四种基准混凝土,它们是根据弯拉强度、骨料最大尺寸和最大水泥含量来定义的。根据应用的工程和纤维类型来选取基准混凝土。纤维制造商应公布产品对混凝土的增强性能。该性能通过利用附录 B 所描述的方法测试,以及使用强制的最大粒径 16 mm 或 20 mm 骨料混合(弯拉强度 4.3 MPa

+/-0.3 MPa)的基准混凝土进行测试。同时也可以选择对其他三种有着不同最大水泥含量和/或骨料大小的基准混凝土进行相关测试。

基准混凝土的比例参数应在符合下文阐述的范围内作适当调整,以使得平均弯拉强度处于表 1 中所描述的范围。平均弯拉强度将作为多根梁(至少 12 根)的平均比例极限,这些梁均根据附录 B 的实验方法进行测试。

A. 5.2 水灰比

水灰比定义参照 JGJ 55,需满足表 A.1 要求。

表 A.1 W/C 比例及水泥含量限制

弯拉强度 /MPa	水/水泥比		最大水泥含量 /(kg/m³)
	最大骨料尺寸		
	8 mm 或 10 mm	16 mm 或 20 mm	
4.3±0.3 (30) ^c	0.55 ^b	0.55 ^a	350
5.8±0.4 (50)	0.45 ^b	0.45 ^b	400
^a 强制混合; ^b 选择性混合; ^c 混凝土立方体抗压强度。			

A. 5.3 最大水泥含量

最大水泥含量根据表 A.1 选取。

A. 5.4 钢纤维含量

当在基准混凝土中添加钢纤维,并测试钢纤维的性能时,所添加钢纤维的数量需要达到 8.2.8 所阐述的性能水平。

A. 5.5 和易性

不含钢纤维的基准混凝土的和易性由以下方式决定:

- 根据 GB/T 50080 进行维勃稠度测定,要求维勃稠度达到 10 s~6 s;
- 可以添加复合的减水剂或高效减水剂混合物,以使混凝土达到表 A.1 的要求;
- 合适的稠度能够使浇筑混凝土避免泌水或离析;
- 对基准混凝土样本表面有任何特殊要求时使用特定测试方法需要在相应测试方法中进行相关说明。

A. 5.6 样品制备

A. 5.6.1 准备一批混凝土料,体积为搅拌机体积的 50%~90%。

A. 5.6.2 将全部干燥骨料倒进搅拌器,加入一半水并搅拌 2min。

A. 5.6.3 持续搅拌,并在 1 min 内加入水泥和另一半的水(或含外加剂)。

A. 5.6.4 搅拌时间不得超过 5 min。

注:在给混凝土添加纤维时,应注意按照制造商的建议,在适当的阶段添加纤维,以确保混合后钢纤维均匀分布在混凝土中。

A. 5.7 混凝土养护和存储

A. 5.7.1 混凝土试件浇筑后应带模养护 24 h,在(20±2)℃、聚丙烯薄膜覆盖、不低于 95%相对湿度的条件下。

A. 5.7.2 随后拆模,并在(20±2)℃的水中继续养护 27 天。

A.5.7.3 养护阶段完成后,试件即可用于测试。

A.5.8 报告

任一组基准混凝土测试需要记录以下信息:

- a) 配合比,包括干燥骨料、外加剂的量(kg/m^3)以及具体的搅拌过程;
- b) 水灰比;
- c) 钢纤维类型(包括长度、直径和抗拉强度)描述,根据 ISO 13270 说明;
- d) 生产日期及时间;
- e) 骨料的粒径级配;
- f) 养护和存储条件;
- g) 接近 0.01 MPa(平均值及个体值)时的强度比值临界值;
- h) 参照的规范标准;
- i) 规范标准造成的任何误差。

附录 B

(资料性附录)

钢纤维混凝土残余抗弯拉强度测试方法

B.1 目的

通过测定钢纤维混凝土试件的残余抗弯拉强度值来评价钢纤维在混凝土里的增强、增韧效果。

B.2 原则

B.2.1 试验把一集中荷载作用在简支带切口的长方体试件的跨中位置,测得切口张开处的水平位移与荷载变化的曲线(Load-CMOD curve)或竖向挠度与荷载变化的曲线(Load-deflection curve),根据曲线计算得出的残余抗弯拉强度来评价钢纤维对混凝土的增强、增韧效果。

B.2.2 规定在标准实验室条件下进行钢纤维混凝土的残余抗弯拉强度试验。

B.3 术语和定义

B.3.1

预切口张开的位移 crack mouth opening displacement(CMOD)

长方体试件受中心荷载 F ,由传感器测得试件切口处张开的水平位移值 $CMOD$ 。

B.3.2

挠度 deflection

长方体试件受中心荷载 F ,由传感器测得试件切口处竖向位移值 δ 。

B.3.3

比例极限 limit of proportionality

长方体试件受中心荷载 F_L ,使试件的切口顶端应力达到最大应力,应力产生在未开裂截面处并呈线性分布,该应力为试件的最大应力即抗折强度。

B.3.4

残余抗弯拉强度 residual flexural tensile strength

长方体试件受中心集中荷载 F_j ,测得荷载 F_j 和相对应的试件切口顶端张开的水平位移值 $CMOD_j$ (此处 $CMOD_j > CMOD_{FL}$) 或者切口顶端的挠度值 δ_j (此处 $\delta_j > \delta_{FL}$, $j=1,2,3,4$ 表示不同位置)。当跨中截面未开裂且应力呈线性分布时通过荷载与位移或挠度的关系计算得出的切口顶端应力为残余抗弯拉强度。

B.4 设备要求

B.4.1 液压伺服试验机:量程 200 kN,相对于误差不大于 1.0%,试验机应具有足够刚度,并具有位移控制功能。

B.4.2 位移传感器:量程不小于 5 mm,精度不低于 0.01 mm。

B.4.3 力传感器:量程 200 kN,精度不低于 0.1 kN。

B.4.4 动态数据采集系统:应能确保实时采集力与挠度的数值,采集频率不低于 1 kHz。

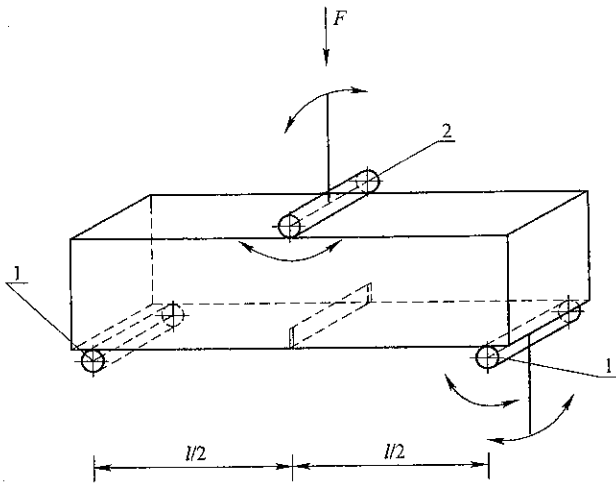
B.4.5 夹式引伸仪:量程不小于 5 mm,精度不低于 0.01 mm。

B.4.6 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。

B.4.7 力传递到试件和支承试件装置是分别由两个支承辊轴和一个荷载辊轴组成(见图 B.1)。

辊轴的直径为 30 mm~50 mm,长度要比试件宽度长 10 mm。三个辊轴可以万向滚动和前后(垂直

于试件轴线方向)自由倾斜。两个辊轴中心线之间的间距为 500 mm。辊轴要调整到正确的位置,要求所有距离精确到 ± 2.0 mm。

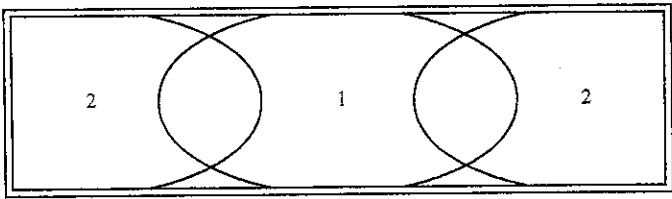


说明:
1——支承辊轴;
2——加载辊轴图。

图 B. 1 试件加载位置

B. 5 试件的制作和养护

- B. 5. 1 试件制作养护按照 GB/T 50081 规定。
- B. 5. 2 试件尺寸:150 mm×150 mm×550 mm,跨度为 500 mm。
- B. 5. 3 试件的浇筑步骤见图 B. 2,先浇筑区域 1 再浇筑区域 2,区域 1 的面积应是区域 2 的 2 倍。
- 当模子里的混凝土达 90%的试件高度时可进行振实,做到边振实边加满和整平混凝土。振实采用外部振动法。



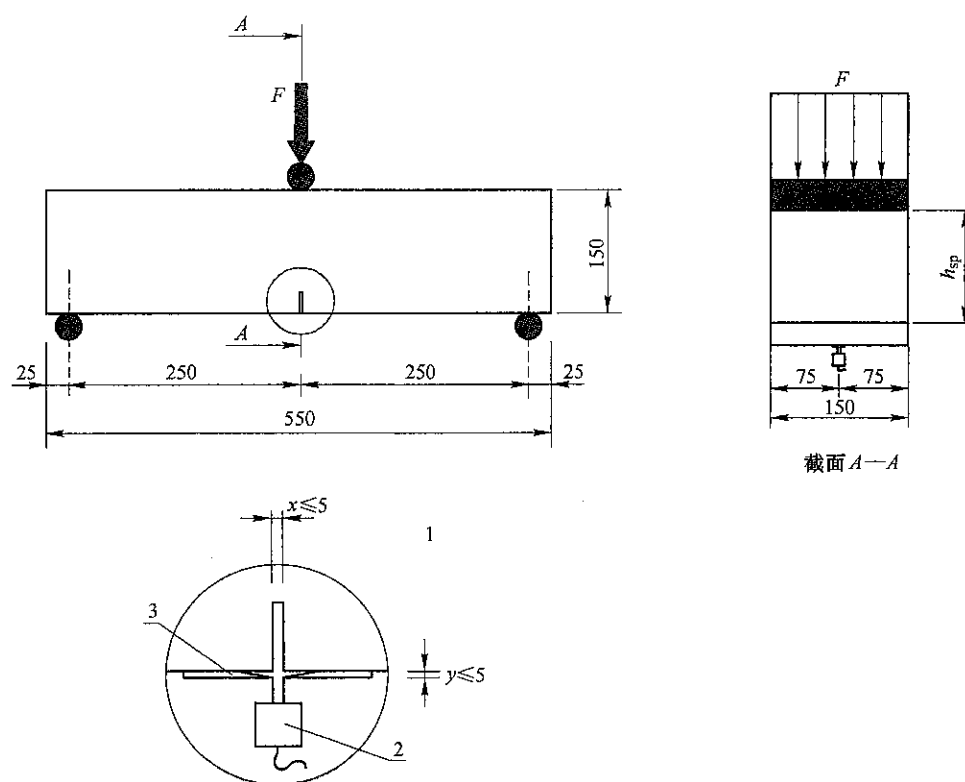
说明:
1,2——浇筑的顺序。

图 B. 2 试件浇筑步骤

- B. 5. 4 将试件成型时的侧面作为支承面,跨中一面预留开口,开口宽度不大于 5 mm,深度 25 mm $\pm$ 1 mm。
- B. 5. 5 当试件不满足要求,应进行修补直到符合标准。
- B. 6 试验步骤

- B. 6. 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。
- B. 6. 2 将试件无偏心的放置于试验支座上,以试件预开口面作为支承面。位移传感器安装在沿试件长度方向的中心位置。预开口张开的水平位移或挠度测试的试验装置见图 B. 3 和图 B. 4。

单位为毫米



说明:

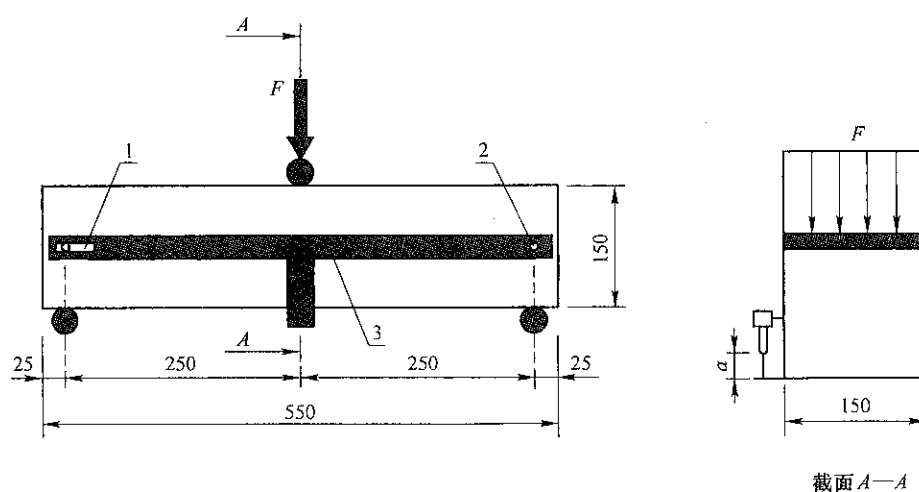
1——切口细节;

2——传感器;

3——刀口。

图 B.3 水平位移测试试验装置和测量仪表位置

单位为毫米



说明:

1——滑动固定装置;

2——转动固定装置;

3——刚架。

图 B.4 挠度测试试验装置和测量仪表位置

- B.6.3 挠度测试装置应配有型钢或铝材制作的横梁,固定横梁与试件侧面的螺栓,要求横梁的一端可以滑移,另一端可以转动(见图 B.4 中标示的 1 和 2)。
- B.6.4 采用单点加载,作用点距支座距离为二分之一的跨度。加载前,试件,加载装置以及铰支座应充分接触,调整到正确的位置。
- B.6.5 启动试验机,采用闭环等速位移控制,速率为 0.05 mm/min,当 $CMOD=0.1$ mm 时,调整速率为 0.2 mm/min。
- B.6.6 实验应进行至 $CMOD$ 不小于 4 mm。
- B.6.7 当测得在 $CMOD_{FL}$ 到 $CMOD=0.5$ mm 范围内的最小荷载小于 30% 的 $CMOD=0.5$ mm 的对应荷载,则为不稳定实验步骤应重新检查。
- B.6.8 若裂缝未出现在试件的预开口处,则舍弃该试验效果。

B.7 计算结果表述

B.7.1 当采用挠度测试试验时,上述的 $CMOD$ 值应换算为等效挠度值 δ 。具体换算公式如下:

$$\delta=0.85CMOD+0.04 \quad \dots\dots\dots(B.1)$$

表 B.1 列出常用的 $CMOD$ 与等效挠度值 δ 作参考。

表 B.1 $CMOD$ 与等效挠度值 δ

$CMOD/mm$	δ/mm
0.05	0.08
0.1	0.13
0.2	0.21
0.5	0.47
1.5	1.32
2.5	2.17
3.5	3.02

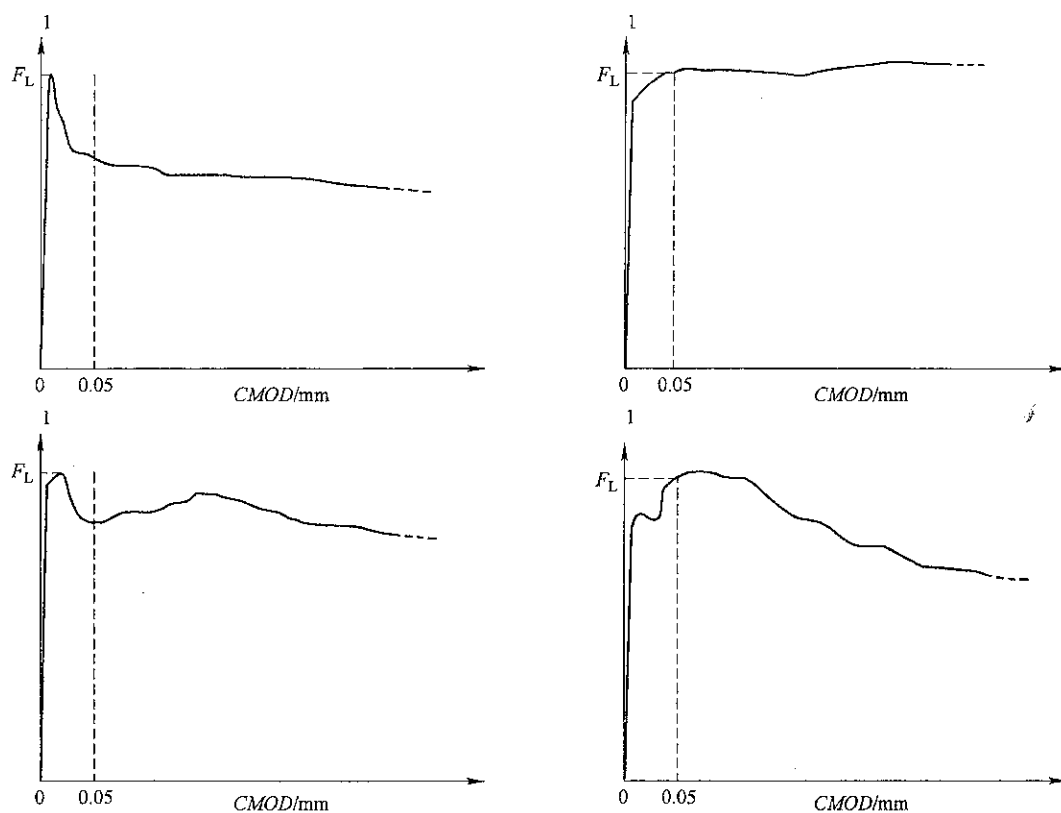
B.7.2 比例极限弯拉强度 $f_{ct,L}^i$,表达式为:

$$f_{ct,L}^i=\frac{3F_Ll}{2bh_{sp}^2} \quad \dots\dots\dots(B.2)$$

式中:

- $f_{ct,L}^i$ ——比例极限弯拉强度,单位为牛顿每平方米(N/mm²);
- F_L ——对应于比例极限弯拉强度的最大荷载,单位为牛顿(N);
- l ——试件跨度,单位为毫米(mm);
- b ——试件宽度,单位为毫米(mm);
- h_{sp} ——试件从切口顶端到试件顶部的高度,单位为毫米(mm)。

其中图 B.5 中所示最大荷载 F_L 在 0 到 $CMOD=0.05$ mm 的范围内出现被采集。

图 B.5 最大荷载 F_L 与切口张开位移值 $CMOD$

B.7.3 残余抗弯拉强度

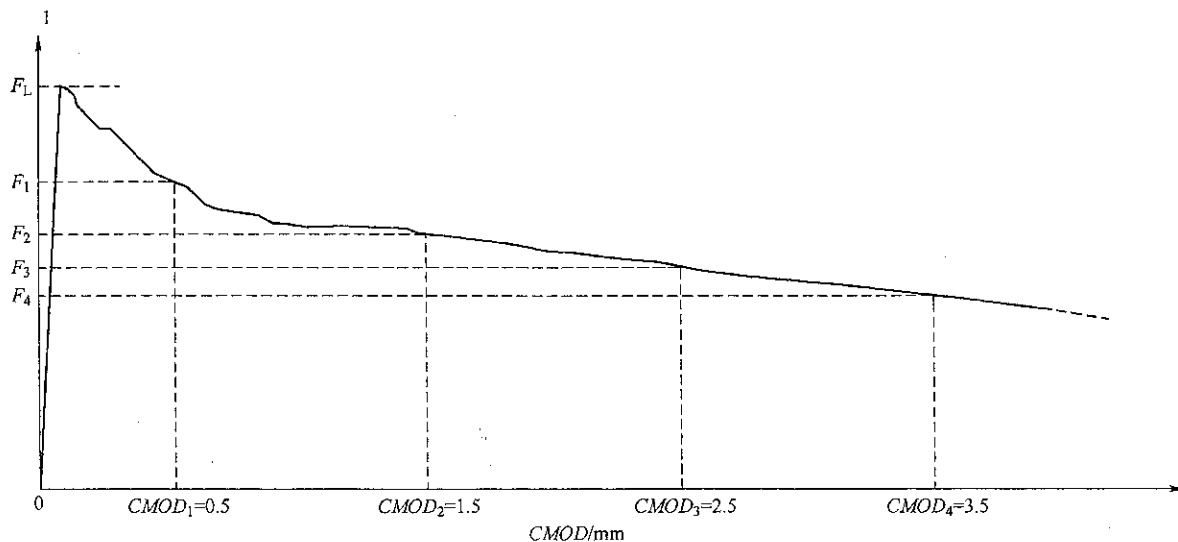
残余抗弯拉强度 $f_{R,j}$, 表达式为:

$$f_{R,j} = \frac{3F_j l}{2bh_{sp}^2} \dots\dots\dots (B.3)$$

式中:

$f_{R,j}$ ——对应切口张开位移值 $CMOD = CMOD_j$ 或挠度值 $\delta = \delta_j$ ($j=1,2,3,4$) 的残余抗弯拉强度, 单位为牛顿每平方米 (N/mm^2);

F_j ——对应切口张开位移值 $CMOD = CMOD_j$ 或挠度值 $\delta = \delta_j$ ($j=1,2,3,4$) 的荷载值, 单位为牛顿 (N);

图 B.6 荷载 F_j 与切口张开位移值 $CMOD_j$ ($j=1,2,3,4$) 曲线

- l ——试件跨度,单位为毫米(mm);
 b ——试件宽度,单位为毫米(mm);
 h_{sp} ——试件从切口顶端到试件顶部的高度,单位为毫米(mm)。

B.8 试验报告

试验报告应包括下列内容:

- a) 试件标注;
- b) 混凝土配合比标注;
- c) 试件制作日期;
- d) 试件切口日期;
- e) 试验日期;
- f) 试验的数量;
- g) 试件养护情况记录含湿度情况;
- h) 试件平均宽度值近似到 0.1 mm;
- i) 试件从切口顶端到试件顶部的平均高度值近似到 0.1 mm;
- j) 跨度近似到 0.1 mm;
- k) 控制速率;
- l) 荷载和 $CMOD$ 或挠度曲线图;
- m) 抗折强度值近似到 0.1 N/mm²;
- n) 残余强度值近似到 0.1 N/mm²;
- o) 试验方法下的标准差;
- p) 实验人员签字负责声明。

B.9 评估

利用附录 A 所描述的基准混凝土制作 12 根掺入钢纤维的开口梁,尺寸为 550 mm×150 mm×150 mm。这些梁将在第 28 天时,对其 500 mm 跨度中心点进行测试。

应制作具有不同纤维掺量的一系列的混凝土试件并测试,直到达到第 8.2.9 规定的强度性能。

纤维的数量取决于是否能达到 $CMOD$ 0.5 mm(相当于 0.47 mm 跨中挠度)至少 1.5 MPa 的平均残余抗弯强度,以及 $CMOD$ 3.5 mm(相当于 3.02 mm 跨中挠度)至少 1 MPa 的平均残余抗弯强度。

计算 12 根梁的平均性能时,任何异常值(非代表性的)均应排除。异常值的判定需要根据 GB/T 6379.2—2004 的格拉布斯 Grubb 试验法,概率在 5%以内。

注:统计学上,假设 25%的变异系数,置信水平为 90%,那么 12 根梁测试系列的平均值将不会偏离分布模型均值 10%以上。

注:本附录是参考欧洲标准 EN14651 中钢纤维混凝土残余抗弯拉强度测试方法,可作为弯曲韧性试验(切口梁法)参考。

附 录 C
(资料性附录)
工厂生产控制(FPC)

C.1 总则

生产商应建立文件化并持续维护工厂生产控制(FPC)系统以保证产品的性能符合本标准要求,及其自身的性能要求。FPC 系统应包括程序,定期检验及测试和/或评估,并运用这些对原材料、其他来料或组件、设备、生产流程和产品进行控制。

任何影响产品性能及使用的原材料、生产流程以及控制计划的重要更改,都应该和纤维新特征参数的试验数据一同记录在手册或相关文件中。

对需要采取措施的检查、测试或评估结果应进行记录归档,同时,所采取的措施也应记录下来。当控制值与标准不相符时采取的措施也应记录下来。

注:按照 ISO 9001 的相关章节建立的 FPC 系统,并满足本标准的相关规定,是满足上述要求的。

C.2 设备

所有称量,测量及测试设备,应按照相关文件规定的程序和标准定期检查和校准。

C.3 原材料

为确保来料的一致性,所有来料的规格及检验计划应形成文件。

C.4 设计程序

工厂生产控制系统应记录产品设计的各个阶段,识别检查程序和各个设计阶段的负责人。

在设计过程中,应记录所有的检查,检查结果和纠正措施。该记录应当充分详细和准确地记录每个设计阶段和所有的检查。

C.5 产品测试和评估

制造商应当建立相关程序以确保产品性能标称值的稳定。应当控制的特性包括:

- a) 形状;
- b) 纤维涂层;
- c) 尺寸和公差;
- d) 抗拉强度;
- e) 弯曲要求。

最小测试频率及测试量要求见表 C.1。

表 C.1 生产控制最小数量单位

检验项目	条款	试验方法	最小数量单位		
			严格控制(T)	正常控制(N)	简化控制(R)
形状	8.2.1	目视法	12 根纤维/10 t/机器	12 根纤维/50 t/机器	3 根纤维/周/机器
涂层	5.5	由涂层类型 决定	交货量<15 t 时至少 3 次检测: 每 5 t 增加一次	每 5 t 一次	每 10 t 一次
尺寸和公差	8.2.2	用尺测量	12 根纤维/10 t/机器	12 根纤维/50 t/机器	3 根纤维/周/机器

表 C.1 生产控制最小数量单位(续)

检验项目	条款	试验方法	最小数量单位		
			严格控制(T)	正常控制(N)	简化控制(R)
抗拉强度	8.2.3	按 GB/T 228.1 规定	12 根纤维/10 t/机器	12 根纤维/50 t/机器	3 根纤维/周/机器
抗弯要求	8.2.4	按 GB/T 238 规定	每 1 t 一次	每 5 t 一次	每 10 t 一次
注：机器指生产过程中成品工序的机器设备。					

数据、详细资料及检查、测试和实验的结果应记录下来。控制模式的转换见 C.8。在可能并适用的情况下,对检查检测结果和试验应运用统计属性或变量予以解释,以确定其对应的产品是否和本标准的要求以及产品标称值相符。

C.6 可追溯性

来料及材料使用的控制和制成品的库存管理系统应在手册或相关文件中加以说明。

C.7 不合格品纠正措施

当来料或成品不符合规定的要求时所采取的应急措施应进行说明和记录。这些措施包括必要的纠正步骤,需要时要修改手册或相关文件,识别和隔离有缺陷的原料、成品和其他来料,确定它们是否应丢弃或者应让步接收。

C.8 T-N-R 控制模式的转换条件

新工厂在至少 6 个月内应使用 T 模式。

以下所有条件均适用时,生产商可以从 T 模式转换到 N 模式:

- a) 检测在 T 模式下进行了至少 6 个月,并且
- b) 最后三个月里生产的钢纤维全部符合规范要求。

以下所有条件适用时,生产商可以从 N 模式转换到 R 模式:

- a) 纤维属于 I, II 类,并且
- b) 检测在 N 模式下进行了至少 12 个月,并且
- c) 最近 12 个月内生产的钢纤维符合规范要求,并且
- d) 由 3 个月的生产数据计算得出的抗拉强度和尺寸的 C_{pk} 值在最近的两个连续季度内均大于 1。
- e) 如有一个季度的抗拉强度或外形的 C_{pk} 值小于或等于 0.67,则制造商应该从 R 模式转换回 N 模式。
- f) 如果下一个季度的结果符合规定的要求,且抗拉强度和外形的 C_{pk} 值再次大于 0.67,则允许转换回 R 模式。

注: C_{pk} 表示过程能力指数。

中华人民共和国黑色冶金
行 业 标 准
混凝土用钢纤维
YB/T 151—2017

*

冶金工业出版社出版发行
北京市东城区嵩祝院北巷39号
邮政编码:100009

固安华明印业有限公司印刷
各地新华书店经销3月

*

开本 880×1230 1/16 印张 1.5 字数 41 千字
2018年3月第一版 2018年3月第一次印刷

*

统一书号:155024·1128 定价:45.00元

155024·1128



9 715502 411285 >