

ICS 93.080.10;83.120

P 66

备案号:



中华人民共和国交通运输行业标准

JT/T 524—2019

代替 JT/T 524—2004、JT/T 525—2004

公路工程水泥混凝土用纤维

Fiber for cement concrete in highway

2019-03-15 发布

2019-07-01 实施

中华人民共和国交通运输部 发布

目 次

前言	Ⅲ
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	2
5 技术要求	5
6 试验方法	6
7 检验规则	9
8 标志、包装、运输和储存	11
附录 A(规范性附录) 耐碱玻璃纤维抗拉强度试验方法	12
附录 B(规范性附录) 耐碱玻璃纤维初始模量试验方法	15
附录 C(规范性附录) 耐碱残留强度试验方法	17

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 JT/T 524—2004《公路水泥混凝土纤维材料 钢纤维》和 JT/T 525—2004《公路水泥混凝土纤维材料 聚丙烯纤维和聚丙烯腈纤维》。本标准以 JT/T 524—2004 为主,整合了 JT/T 525—2004 的部分内容。与 JT/T 524—2004 相比,除编辑性修改外,主要技术内容变化如下:

- 修改了标准名称为《公路工程水泥混凝土用纤维》;
- 删除了钢纤维、等效直径、长径比的术语和定义(见 2004 年版的 3.1~3.3);
- 增加了聚合物纤维、耐碱玻璃纤维、当量直径、耐碱残留强度术语和定义(见 3.1~3.4);
- 修改了钢纤维产品的分类与标记(见 4.1.1 和 4.2.1, 2004 年版的第 4 章);
- 增加了聚合物纤维和耐碱玻璃纤维的分类与标记(见 4.1.2、4.1.3、4.2.2 和 4.2.3);
- 修改了钢纤维的尺寸规格及偏差、物理力学性能指标要求(见 5.2.1 和 5.3.1, 2004 年版的第 5 章和 6.2);
- 增加了聚合物纤维和耐碱玻璃纤维的外观、尺寸规格及偏差、物理力学性能指标要求(见 5.1.2、5.1.3、5.2.2、5.2.3、5.3.2 和 5.3.3);
- 增加了纤维掺入混凝土后的性能要求(见 5.4);
- 增加了聚合物纤维和耐碱玻璃纤维的外观、尺寸及偏差、物理力学性能指标的试验方法(见 6.1.2、6.1.3、6.2.2、6.2.3、6.3.2 和 6.3.3);
- 增加了纤维掺入混凝土后的性能试验方法(见 6.4);
- 修改了钢纤维、增加了聚合物纤维和耐碱玻璃纤维的检验规则(见第 7 章, 2004 年版的第 8 章);
- 修改了钢纤维、增加了聚合物纤维和耐碱玻璃纤维的标志、包装、运输和储存方法(见第 8 章, 2004 年版的第 9 章);
- 增加了耐碱玻璃纤维抗拉强度试验方法(见附录 A);
- 增加了耐碱玻璃纤维初始模量试验方法(见附录 B);
- 增加了耐碱残留强度试验方法(见附录 C)。

本标准由全国交通工程设施(公路)标准化技术委员会(SAC/TC 223)提出并归口。

本标准起草单位:交通运输部公路科学研究所、清华大学、广西交通投资集团有限公司、山东高速股份有限公司、四川巴陕高速公路有限责任公司、山东高速云南发展有限公司、北京新桥科技发展有限公司、上海哈瑞克斯钢纤维科技有限公司、泰山玻璃纤维有限公司。

本标准主要起草人:路凯冀、刘兆磊、魏亚、于蕾、谭洪河、陈雷、李征、邓祥明、王大伟、张国庆、魏艺博、邹波、陈绪文、韩瑛萱、刘学、王和林、程小栓、乔国栋。

本标准所代替标注的历次版本发布情况:

- JT/T 524—2004;
- JT/T 525—2004。

公路工程水泥混凝土用纤维

1 范围

本标准规定了公路工程水泥混凝土用纤维的分类与标记、技术要求、试验方法、检验规则,以及标志、包装、运输和储存等要求。

本标准适用于公路工程水泥混凝土用掺入型钢纤维、聚合物纤维及耐碱玻璃纤维的生产、检验和使用。

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 1033.1 塑料 非泡沫塑料密度的测定 第1部分:浸渍法、液体比重瓶法和滴定法
- GB/T 1549 纤维玻璃化学分析方法
- GB/T 6503 化学纤维 回潮率试验方法
- 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/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 10685 羊毛纤维直径试验方法 投影显微镜法
- GB/T 14335 化学纤维 短纤维线密度试验方法
- GB/T 14337 化学纤维 短纤维拉伸性能试验方法
- GB/T 14684 建设用砂
- GB/T 21120 水泥混凝土和砂浆用合成纤维
- GB/T 28724 固体有机化学品熔点的测定 差示扫描量热法
- CECS 13 纤维混凝土试验方法标准
- JC/T 896 玻璃纤维短切原丝
- JGJ 63 混凝土用水标准
- YB/T 151 混凝土用钢纤维

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

聚合物纤维 **polymer fiber**

以合成高分子聚合物为原料制成的化学纤维。

3.2

耐碱玻璃纤维 **alkali-resistant glass fiber**

能够抵抗水泥基体碱性环境长期侵蚀的玻璃纤维。

3.3

当量直径 **equivalent diameter**

非圆截面的纤维按等面积原则折算为圆截面后的计算直径。

3.4

耐碱残留强度 **alkali-resistant retention strength**

耐碱玻璃纤维经水泥基体碱性侵蚀后的残留抗拉强度。

4 分类与标记

4.1 分类

4.1.1 钢纤维

钢纤维分类见表1。

表1 钢纤维分类

分类依据	分类名称	分类代号	黏结形式	黏结形式代号
原材料	低碳钢	C	—	—
	合金结构钢	A	—	—
	不锈钢	S	—	—
生产工艺	冷拉钢丝切断型	W	散丝型	L
			粘排型	G
	薄板剪切型	S	—	—
	钢锭铣削型	Mi	—	—
	钢丝削刮型	Sk	—	—
形状	平直形	01	—	—
	压痕形	02	—	—
	波纹形	03	—	—
	端勾形	04	—	—
	大头形	05	—	—
	不规则麻面形	06	—	—
抗拉强度等级	1200 级	1200	—	—
	1000 级	1000	—	—
	600 级	600	—	—

4.1.2 聚合物纤维

聚合物纤维分类见表2。

表2 聚合物纤维分类

分类名称	分类代号	形状	形状代号
聚丙烯纤维	PP	单丝	M
		网状	S
		粗	T
聚丙烯腈纤维	PAN	—	—
聚乙烯醇纤维	PVA	—	—
聚酰胺纤维	PA	—	—

4.1.3 耐碱玻璃纤维

耐碱玻璃纤维分类见表3。

表3 耐碱玻璃纤维分类

分类代号	型态	型态代号
ARG	分散型	D
	集束型	I

4.2 标记

4.2.1 钢纤维

钢纤维标记表示方式见图1。

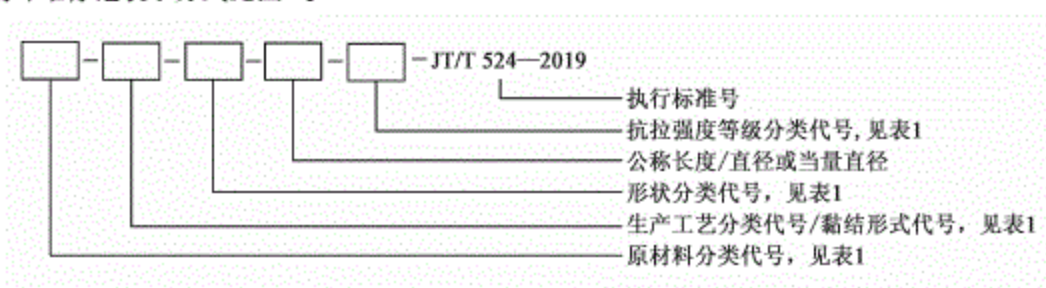


图1 钢纤维标记表示方法

示例1:

低碳钢冷拉钢丝切断型钢纤维,端勾黏排形,长度35mm,直径0.55mm,抗拉强度大于1100MPa,其标记为:C-W/G-04-35/0.55-1000-JT/T 524—2019。

示例2:

合金结构钢钢锭铣削型钢纤维,端勾形,长度为32mm,当量直径0.9mm,抗拉强度大于700MPa,其标记为:A-Mi-04-32/0.9-600-JT/T 524—2019。

4.2.2 聚合物纤维

聚合物纤维标记表示方式见图2。

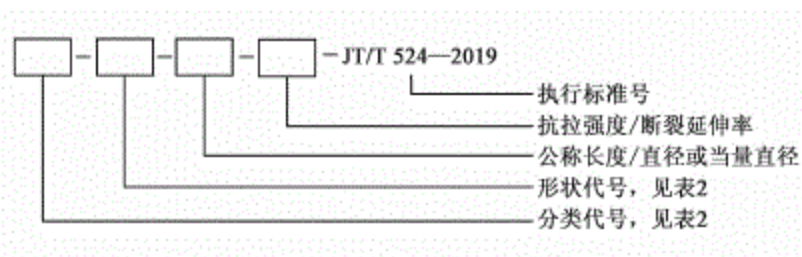


图2 聚合物纤维标记表示方法

示例 1:

聚丙烯纤维(单丝), 长度为 18mm, 直径 30 μ m, 抗拉强度大于 450MPa, 断裂延伸率小于 20%, 标记为: PP-M-18/30-450/20-JT/T 524—2019。

示例 2:

聚丙烯纤维(网状), 长度 20mm, 当量直径 100 μ m, 抗拉强度大于 400MPa, 断裂延伸率小于 20%, 标记为: PP-S-20/100-400/20-JT/T 524—2019。

示例 3:

聚丙烯纤维(粗), 长度 30mm, 直径 0.8mm, 抗拉强度大于 350MPa, 断裂延伸率小于 15%, 标记为: PP-T-30/0.8-350/15-JT/T 524—2019。

示例 4:

聚丙烯腈纤维, 长度 30mm, 直径 20 μ m, 抗拉强度大于 600MPa, 断裂延伸率小于 15%, 标记为: PAN-30/20-600/15-JT/T 524—2019。

示例 5:

聚乙烯醇纤维, 长度 15mm, 直径 12 μ m, 抗拉强度大于 800MPa, 断裂延伸率小于 8%, 标记为: PVA-15/12-800/8-JT/T 524—2019。

示例 6:

聚酰胺纤维, 长度 15mm, 直径 22 μ m, 抗拉强度大于 1 000MPa, 断裂延伸率小于 3%, 标记为: PA-15/22-1000/3-JT/T 524—2019。

4.2.3 耐碱玻璃纤维

耐碱玻璃纤维标记表示方式见图 3。

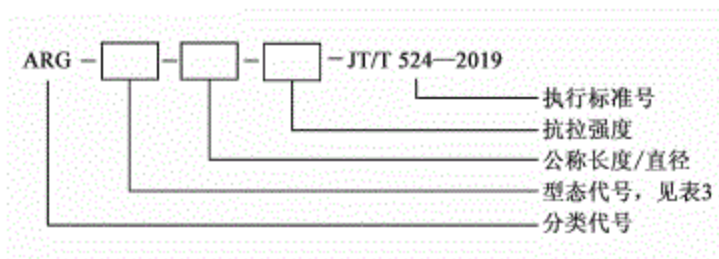


图3 耐碱玻璃纤维标记表示方法

示例 1:

耐碱玻璃纤维, 分散型, 长度 12mm, 直径 14 μ m, 抗拉强度大于 700MPa, 其标记为: ARG-D-12/14-700-JT/T 524—2019。

示例 2:

耐碱玻璃纤维, 集束型, 长度 20mm, 直径 30 μ m, 抗拉强度大于 700MPa, 其标记为: ARG-I-20/30-700-350-JT/T 524—2019。

5 技术要求

5.1 外观

5.1.1 钢纤维表面应清洁干燥,不应粘混有油污。因加工不良和严重锈蚀造成的粘连片、铁屑、杂质等,质量不应超过钢纤维总质量的1%。

5.1.2 聚合物纤维应色泽均匀,无污染,无未牵伸丝。

5.1.3 耐碱玻璃纤维应色泽均匀,无污染,无原丝团。

5.2 尺寸及偏差

5.2.1 钢纤维尺寸规格及偏差应满足表4要求。

表4 钢纤维尺寸规格及偏差

长度及偏差		直径及偏差		长径比及偏差	
长度 (mm)	偏差 (%)	直径或当量直径 (mm)	偏差 (%)	长径比	偏差 (%)
20~60	±10	0.2~1.2	±10	30~100	±10

5.2.2 聚合物纤维尺寸规格及偏差应满足表5要求。

表5 聚合物纤维尺寸规格及偏差

纤维种类		长度及偏差		直径或当量直径及偏差		长径比及偏差	
		长度 (mm)	偏差 (%)	直径或当量 直径	偏差 (%)	长径比	偏差 (%)
聚丙烯纤维	单丝	12~40	±10	25μm~50μm	±10	—	—
	网状	15~40		100μm~180μm		—	—
	粗	20~60		0.6mm~1.2mm		30~100	±10
聚丙烯腈纤维		12~40		12μm~20μm		—	—
聚乙烯醇纤维		12~40		12μm~18μm		—	—
聚酰胺纤维		12~40		20μm~25μm		—	—

5.2.3 耐碱玻璃纤维尺寸规格及偏差应满足表6要求。

表6 耐碱玻璃纤维尺寸规格及偏差

长度及偏差		单丝直径及偏差	
长度(mm)	偏差	单丝直径(μm)	偏差(%)
30~50	±10%	8~30	±20
12~30	±3mm		

5.3 物理力学性能

5.3.1 钢纤维物理力学性能应满足表7要求。

表7 钢纤维物理力学性能指标

抗拉强度等级	抗拉强度 (MPa)	弯曲性能 (%)
1 200 级	> 1 200	≥90
1000 级	> 1 000	
600 级	> 600	

5.3.2 聚合物纤维物理力学性能应满足表8要求。

表8 聚合物纤维物理力学性能指标

纤维种类		抗拉强度 (MPa)	初始模量 (MPa)	断裂延伸率 (%)	含水率 (%)	密度 (g/cm ³)	熔点 (℃)	耐碱性 (%)
聚丙烯纤维	单丝	≥450	≥3 000	≤40	≤1	0.90 ~ 0.92	165 ~ 175	≥98
	网状	≥400	≥3 000	≤40	≤1	0.90 ~ 0.92	165 ~ 175	≥98
	粗	≥350	≥3 000	≤40	≤1	0.90 ~ 0.92	165 ~ 175	≥98
聚丙烯腈纤维		≥600	≥7 000	≤25	≤2	1.16 ~ 1.18	190 ~ 240	≥95
聚乙烯醇纤维		≥800	≥14 000	≤12	≤2	1.20 ~ 1.30	215 ~ 220	≥95
聚酰胺纤维		≥900	≥4 000	≤20	≤4	1.14 ~ 1.16	230 ~ 300	≥98

5.3.3 耐碱玻璃纤维物理力学性能应满足表9要求。

表9 耐碱玻璃纤维物理力学性能指标

抗拉强度 (MPa)	初始模量 (MPa)	含水率 (%)	二氧化硅含量 (%)	可燃物含量 (%)	耐碱残留强度 (MPa)	
					分散型	集束型
≥700	≥70 000	≤0.5	≥16	<3	≥250	≥350

5.4 纤维掺入混凝土后的性能

纤维掺入混凝土后的性能应满足表10要求。

表10 纤维掺入混凝土后的性能指标

纤维种类	分散性相对误差 (%)	抗压强度比 (%)
钢纤维	±15	≥100
聚合物纤维	±10	≥90
耐碱玻璃纤维	—	≥95

6 试验方法

6.1 外观

6.1.1 钢纤维

按 YB/T 151 的规定进行。

6.1.2 聚合物纤维

在正常光照下目测检验。

6.1.3 耐碱玻璃纤维

在正常光照下目测检验。

6.2 尺寸及偏差

6.2.1 钢纤维

6.2.1.1 长度及偏差

按 CECS 13 的规定进行。

6.2.1.2 直径或当量直径及偏差

按 CECS 13 的规定进行。

6.2.1.3 长径比及偏差

6.2.1.3.1 按 6.2.1.1 和 6.2.1.2 测得纤维长度与直径或当量直径后,长径比按式(1)计算:

$$\lambda = \frac{L}{d} \quad (1)$$

式中: λ ——长径比;

L ——长度的实测平均值,单位为毫米(mm);

d ——直径或当量直径的实测平均值,单位为毫米(mm)。

6.2.1.3.2 长径比偏差按式(2)计算:

$$\delta_{\lambda} = \frac{\lambda - \lambda_k}{\lambda_k} \times 100\% \quad (2)$$

式中: δ_{λ} ——长径比偏差;

λ ——长径比;

λ_k ——长径比的标准值。

6.2.2 聚合物纤维

6.2.2.1 长度及偏差

长度按 GB/T 21120 的规定进行,长度偏差按式(3)计算:

$$\delta_L = \frac{L - L_k}{L_k} \times 100\% \quad (3)$$

式中: δ_L ——长度偏差;

L ——长度的实测平均值,单位为毫米(mm);

L_k ——长度的标准值,单位为毫米(mm)。

6.2.2.2 直径或当量直径及偏差

6.2.2.2.1 直径或当量直径试验方法如下:

- 聚丙烯纤维(粗)以及截面形状是圆形的单丝纤维按 GB/T 10685 的规定进行;
- 截面形状是异形的纤维(含聚丙烯网状纤维)按 GB/T 14335 规定方法测得线密度,按 GB/T 1033.1 浸渍法测得密度后,按式(4)换算当量直径。

$$d_e = \sqrt{\frac{T_l \times 10^3}{\pi \rho}} \times 2 \quad (4)$$

式中: d_e ——当量直径,单位为毫米(mm);

T_l ——纤维的线密度,单位为特克斯(tex);

ρ ——纤维的密度,单位为克每立方厘米(g/cm^3)。

6.2.2.2.2 直径或当量直径偏差按式(5)计算:

$$\delta_d = \frac{d - d_k}{d_k} \times 100\% \quad (5)$$

式中: δ_d ——直径或当量直径偏差;

d ——直径或当量直径的实测平均值,单位为毫米(mm);

d_k ——直径或当量直径的标准值,按合同规定确定,单位为毫米(mm)。

6.2.2.3 长径比及偏差

按 6.2.2.2.1 和 6.2.2.2.2 测得纤维长度与直径或当量直径后,长径比及偏差分别按式(1)和式(2)计算。

6.2.3 耐碱玻璃纤维

6.2.3.1 长度及偏差

按 JC/T 896 的规定进行。

6.2.3.2 单丝直径及偏差

按 GB/T 7690.5 的规定进行。

6.3 物理力学性能

6.3.1 钢纤维

6.3.1.1 抗拉强度

按 CECS 13 的规定进行。

6.3.1.2 弯曲性能

按 YB/T 151 的规定进行。

6.3.2 聚合物纤维

6.3.2.1 抗拉强度、初始模量、断裂延伸率

聚丙烯纤维(粗)按 GB/T 14337 规定的方法进行,其他聚合物纤维按 GB/T 21120 的规定进行。

6.3.2.2 含水率

按 GB/T 6503 的规定进行。

6.3.2.3 密度

按 GB/T 1033.1 浸渍法的规定进行。

6.3.2.4 熔点

按 GB/T 28724 的规定进行。

6.3.2.5 耐碱性

按 GB/T 21120 的规定进行。

6.3.3 耐碱玻璃纤维

6.3.3.1 抗拉强度、初始模量

抗拉强度按附录 A 的规定进行,初始模量按附录 B 的规定进行。

6.3.3.2 含水率

按 GB/T 9914.1 的规定进行。

6.3.3.3 二氧化锆含量

按 GB/T 1549 的规定进行。

6.3.3.4 可燃物含量

按 GB/T 9914.2 的规定进行。

6.3.3.5 耐碱残留强度

按附录 C 的规定进行。

6.4 纤维掺入混凝土后的性能要求

按 GB/T 21120 的规定进行。

7 检验规则

7.1 检验分类

7.1.1 检验分为出厂检验和型式检验。

7.1.2 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检验；
- b) 正式生产后，如材料、工艺有较大变化，可能影响产品性能时；
- c) 停产 6 个月以上，重新恢复生产时；
- d) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- e) 正常情况下每年至少检验 1 次；
- f) 质量监督机构或行业管理部门提出型式检验要求时。

7.2 检验项目

7.2.1 钢纤维型式检验和出厂检验的检验项目见表 11。

表 11 钢纤维的检验项目

项 目	技 术 要 求	试 验 方 法	型 式 检 验	出 厂 检 验
外观	5.1.1	6.1.1	+	+
长度及偏差	5.2.1	6.2.1.1	+	+
直径或当量直径及偏差	5.2.1	6.2.1.2	+	+
长径比及偏差	5.2.1	6.2.1.3	+	+
抗拉强度	5.3.1	6.3.1.1	+	+
弯曲性能	5.3.1	6.3.1.2	+	+
分散性相对误差	5.4	6.4	+	-
抗压强度比	5.4	6.4	+	-
注：+ 表示需要检验，- 表示无须检验。				

7.2.2 聚合物纤维型式检验和出厂检验的检验项目见表12。

表12 聚合物纤维的检验项目

项 目	技 术 要 求	试 验 方 法	型 式 检 验	出 厂 检 验
外观	5.1.2	6.1.2	+	+
长度及偏差	5.2.2	6.2.2.1	+	+
直径或当量直径及偏差	5.2.2	6.2.2.2	+	+
长径比及偏差	5.2.2	6.2.2.3	+	+
抗拉强度	5.3.2	6.3.2.1	+	+
初始模量	5.3.2	6.3.2.1	+	+
断裂延伸率	5.3.2	6.3.2.1	+	+
含水率	5.3.2	6.3.2.2	+	+
密度	5.3.2	6.3.2.3	+	-
熔点	5.3.2	6.3.2.4	+	-
耐碱性	5.3.2	6.3.2.5	+	+
分散性相对误差	5.4	6.4	+	-
抗压强度比	5.4	6.4	+	-
注：+ 表示需要检验，- 表示无须检验。				

7.2.3 耐碱玻璃纤维型式检验和出厂检验的检验项目见表13。

表13 耐碱玻璃纤维的检验项目

项目	技术要求	试验方法	型式检验	出厂检验
外观	5.1.3	6.1.3	+	+
长度及偏差	5.2.3	6.2.3.1	+	+
单丝直径及偏差	5.2.3	6.2.3.2	+	+
抗拉强度	5.3.3	6.3.3.1	+	+
初始模量	5.3.3	6.3.3.1	+	-
含水率	5.3.3	6.3.3.2	+	+
二氧化硅含量	5.3.3	6.3.3.3	+	+
可燃物含量	5.3.3	6.3.3.4	+	+
耐碱残留强度	5.3.3	6.3.3.5	+	-
抗压强度比	5.4	6.4	+	-
注：+ 表示需要检验，- 表示无须检验。				

7.3 组批与抽样

7.3.1 组批

7.3.1.1 产品以批为单位进行检验。

7.3.1.2 钢纤维应根据同一品种、强度等级、尺寸组批,每 25t 为一批,不足 25t 按一个批次计。

7.3.1.3 聚合物纤维应根据同一原料、用途、尺寸组批,每 15t 为一批,不足 15t 按一个批次计。

7.3.1.4 耐碱玻璃纤维应根据同一原料、用途、尺寸组批,每 20t 为一批,不足 20t 按一个批次计。

7.3.2 抽样

7.3.2.1 以批为单位抽样;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,另一份密封保存 6 个月,以备复验。

7.3.2.2 钢纤维抽取 30kg,聚合物纤维抽取 10kg,耐碱玻璃纤维抽取 20kg。

7.4 判定规则

产品的型式检验和出厂检验,若各项性能指标均符合要求,则判定该批号纤维为合格产品;如有一项不符合规定的要求时,允许在该批产品中再随机抽取两份样品,对不合格项进行复查,如全部达到标准规定则判合格,否则该批产品不合格。

8 标志、包装、运输和储存

8.1 标志

所有包装上均应在显著位置注明以下内容:产品名称、标记、净质量、生产厂名、厂址、生产日期、执行标准等。

8.2 包装

8.2.1 每批次产品应随货提供产品说明书、合格证和检验报告。

8.2.2 包装应为同一品种的纤维,并应采取密封防潮措施。聚合物纤维还应采取避光措施。

8.2.3 聚合物纤维和耐碱玻璃纤维可按单位混凝土体积用量进行小袋包装,若干个小袋组合成一个大件包装。聚丙烯纤维(粗)的大件包装内应分产品批号提供未经短切的同批长纤维样品。

8.3 运输

8.3.1 纤维的运输应采取防潮、防日晒雨淋、防污染及避免包装破坏的措施。

8.3.2 钢纤维适合一般装卸方式,聚合物纤维应轻装轻卸、防止挤压,耐碱玻璃纤维应避免翻滚、机械损伤。

8.4 储存

纤维应在清洁、通风、干燥的库房内储存,避免与其他易腐蚀化学产品混放。

附录 A

(规范性附录)

耐碱玻璃纤维抗拉强度试验方法

A.1 仪器设备

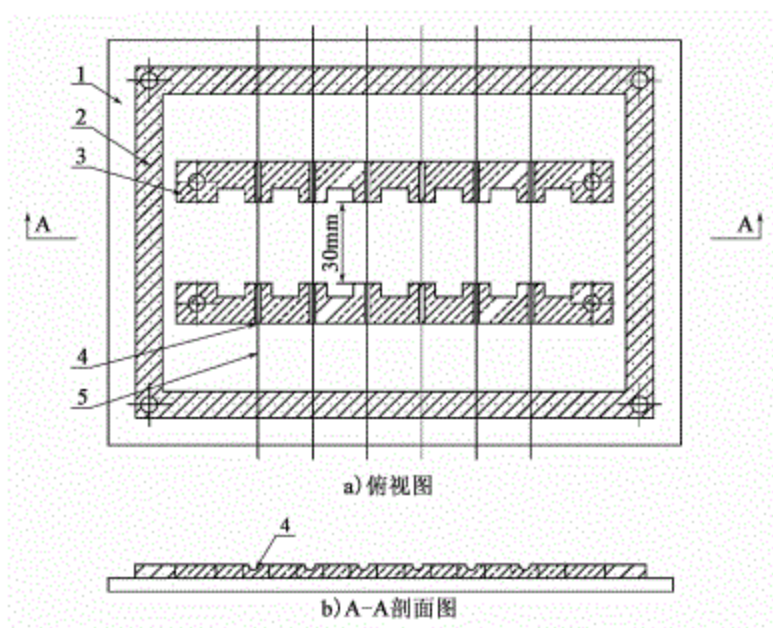
A.1.1 拉伸试验机:量程大于被测纤维断裂荷载的 80%,且不小于被测纤维断裂荷载的 20%;测量误差不超过 1%,分辨率 200N;具有荷载和位移速率调节和控制功能;能够自动采集数据,采样误差不超过 1%,采样频率不低于 1.0kHz。

A.1.2 夹具:应保证试件的轴线与拉力机的作用力同轴,接触试件的夹具表面必须使试件能够夹持牢固、不滑动,并避免试件出现划痕及其他损伤。

A.1.3 模具:刚性材质,形状结构见图 A.1。

A.1.4 游标卡尺:量程 500mm,分度值 0.02mm。

A.1.5 天平:分度值 0.01g。



说明:

- 1——底座;
- 2——框架;
- 3——横梁;
- 4——凹槽;
- 5——耐碱玻璃纤维束。

图 A.1 制作试样的模具示意图

A.2 材料

A.2.1 环氧树脂:可适当添加增稠剂及色料。

A.2.2 其他:润滑油、纱线、双面胶带、单面胶带等。

A.3 取样

随机抽取耐碱玻璃纤维同批次长丝(长度 $300\text{mm} \pm 5\text{mm}$)22 束。

A.4 试样制作

A.4.1 在底座上涂覆润滑油,将框架和底横梁固定在底座上,并在框架四周粘上双面胶带。

A.4.2 将耐碱玻璃纤维束摆放在底横梁的凹槽内并将纤维束端部粘在框架的双面胶带上。用 2 根纱线沿横梁内侧、垂直于耐碱玻璃纤维束的方向粘在框架的双面胶带上。在框架上再粘上一层单面胶带。

A.4.3 取出框架,将环氧树脂均匀涂覆于 2 根纱线和框架内侧之间的耐碱玻璃纤维束上。

A.4.4 移除 2 根纱线,将带有耐碱玻璃纤维束的框架置于常温下至少 12h,待环氧树脂干燥硬化后,分别取下耐碱玻璃纤维束。

A.4.5 每次抗拉强度试验制作 12 个耐碱玻璃纤维束试样。

A.5 试验步骤

A.5.1 取其余 10 束未涂覆环氧树脂的耐碱玻璃纤维,用游标卡尺测定每一束纤维的长度并求和,记为 L_x ,用天平称量 10 束纤维的总质量,记为 m_x 。

A.5.2 将试样的环氧树脂涂覆端夹持在拉伸试验机的夹具中,启动拉伸试验机,以 $5\text{mm}/\text{min}$ 的速率加载,直至试样断裂。

A.5.3 记录每个试样断裂时的最大载荷,记为 F_i 。

A.6 结果计算

A.6.1 耐碱玻璃纤维的线密度按式(A.1)计算:

$$T_l = \frac{m_x}{L_x \times 10^6} \quad (\text{A.1})$$

式中: T_l ——纤维(束)的线密度,单位为特克斯(tex);

m_x ——10 束未涂覆环氧树脂耐碱玻璃纤维的总质量,单位为克(g);

L_x ——10 束未涂覆环氧树脂耐碱玻璃纤维的总长度,单位为毫米(mm)。

A.6.2 单束耐碱玻璃纤维的抗拉强度按式(A.2)计算:

$$\sigma_i = \frac{F_i \times \rho}{T_l \times 10^3} \quad (\text{A.2})$$

式中: σ_i ——第 i 束纤维的抗拉强度,单位为兆帕(MPa);

F_i ——第 i 束纤维断裂时的最大载荷,单位为牛顿(N);

ρ ——纤维的密度,单位为克每立方厘米(g/cm^3);

T_l ——纤维(束)的线密度,单位为特克斯(tex)。

A.6.3 耐碱玻璃纤维的平均抗拉强度、标准偏差及变异系数分别按式(A.3)、式(A.4)和式(A.5)计算:

$$\sigma = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sigma_i \quad (\text{A.3})$$

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\sigma_i - \sigma)^2} \quad (\text{A.4})$$

$$C_v = \frac{S}{\sigma} \times 100\% \quad (\text{A.5})$$

式中: σ ——纤维的平均抗拉强度,单位为兆帕(MPa);

σ_i ——第 i 束纤维的抗拉强度,单位为兆帕(MPa);

S ——标准差,无量纲;

C_v ——变异系数;

n ——有效试样个数。

A.7 结果处理

A.7.1 试验的有效试样不少于 10 个,结果保留 1 位小数。

注:有效试样是指在试验过程中,耐碱玻璃纤维束在待测纤维部分发生断裂;无效试样是指在试验过程中,耐碱玻璃纤维束在非待测纤维部分发生断裂(如在夹具内断裂),以及在断裂前夹具中的耐碱玻璃纤维束在夹具内打滑或与环氧树脂分离。

A.7.2 试验结果的变异系数应不超过 15%。若变异系数超过 15%,本次试验无效,应重做试验。

附录 B

(规范性附录)

耐碱玻璃纤维初始模量试验方法

B.1 仪器设备

B.1.1 拉伸试验机和夹具的技术指标满足附录 A 要求。

B.1.2 引伸计:有效长度 50mm,误差不超过 0.05mm,分辨率 1%;带有可连续记录伸长量的装置;足够轻,在试件上产生的附加应力可忽略不计;移动部件的惯性应足够低,不会对“荷载—伸长曲线”产生影响。

B.1.3 游标卡尺:量程 500mm,分度值 0.02mm。

B.1.4 天平:分度值 0.01g。

B.2 材料

环氧树脂:可适当添加增稠剂及色料。

B.3 取样

随机抽取耐碱玻璃纤维同批次长丝(长度 $300\text{mm} \pm 5\text{mm}$)20 束。

B.4 试样制作

B.4.1 取 10 束耐碱玻璃纤维,放置在温度为 $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 、相对湿度为 $50\% \pm 10\%$ 的标准环境中至少 16h。

B.4.2 将环氧树脂均匀涂覆在纤维束上,在常温下放置至少 12h,待环氧树脂干燥硬化。

B.5 试验步骤

B.5.1 将涂覆环氧树脂的玻璃纤维束夹持在拉伸试验机的夹具中,启动拉伸试验机,施加低于预计断裂荷载 10% 的预张力,以保证校正拉直纤维束。

B.5.2 安放引伸计,保证引伸计在试样上不产生滑动,且不损伤试样。

B.5.3 以 $5\text{mm}/\text{min}$ 的速率加载,至拉伸荷载达到预计断裂荷载 2/3 时移开引伸计,继续加载至试样断裂。

B.5.4 取其余 10 束未涂覆环氧树脂的耐碱玻璃纤维,用游标卡尺测定每一束纤维的长度并求和,用天平称量 10 束纤维的总重量,按式(A.1)计算线密度。

B.6 结果计算

B.6.1 单束耐碱玻璃纤维的初始模量按式(B.1)计算:

$$E_i = \frac{F_i \times \rho}{T_i \times 10^3} \times \frac{L_0}{\Delta L_i} \quad (\text{B.1})$$

式中: E_i ——第 i 束纤维的初始模量,单位为兆帕(MPa);

F_i ——第 i 束纤维对应于 ΔL_i 的荷载,单位为牛顿(N);

ρ ——纤维的密度,单位为克每立方厘米(g/cm^3);

T_i ——纤维(束)的线密度,单位为特克斯(tex);

L_0 ——引伸计的有效长度,单位为毫米(mm);

ΔL_i ——力 F_i 下引伸计的伸长量,单位为毫米(mm)。

B.6.2 耐碱玻璃纤维的平均初始模量按式(B.2)计算:

$$E = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_i \quad (\text{B.2})$$

式中: E ——纤维的平均初始模量,单位为兆帕(MPa);

E_i ——第 i 束纤维的初始模量,单位为兆帕(MPa);

n ——有效试样个数。

B.7 结果处理

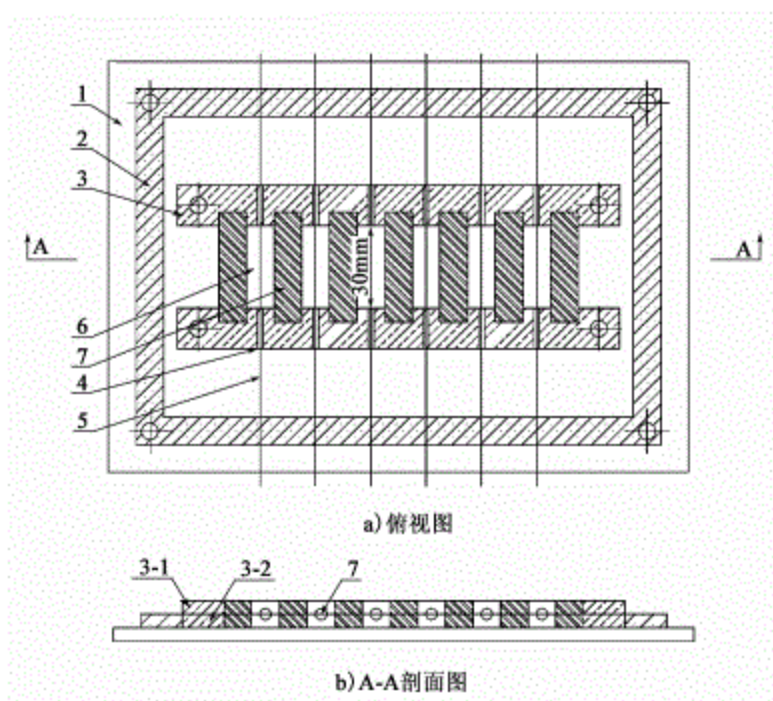
试验的有效试样不少于5个,初始模量试验结果精确到 $0.1 \times 10^3 \text{MPa}$ 。

注:有效试样是指试验时,试样中间所有耐碱玻璃纤维同时断裂或破裂(最终断裂前部分纤维已经断裂);无效试样是指试验时,试样中间以外部分发生断裂,或断裂前夹具中的耐碱玻璃纤维束与环氧树脂分裂,导致“荷载—伸长曲线”不连续。

附 录 C
(规范性附录)
耐碱残留强度试验方法

C.1 仪器设备

- C.1.1 拉伸试验机、夹具及记录仪器的技术指标满足附录 A 要求。
 C.1.2 高低温恒温水浴:温控范围 $5^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$, 恒温精度 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 。
 C.1.3 行星式水泥胶砂搅拌机。
 C.1.4 振动台:振幅 $0.5\text{mm} \pm 0.05\text{mm}$, 频率 $50\text{Hz} \pm 3\text{Hz}$ 。
 C.1.5 模具:刚性材质,形状结构见图 C.1。



说明:

- | | | |
|--------|-----------|-----------------------------|
| 1——底座; | 3-1——顶横梁; | 5——耐碱玻璃纤维束; |
| 2——框架; | 3-2——底横梁; | 6——浇注槽(30mm × 10mm × 10mm); |
| 3——横梁; | 4——凹槽; | 7——模具块。 |

图 C.1 制作耐碱残留强度试样的模具示意图

- C.1.6 游标卡尺:量程 500mm, 分度值 0.02mm。
 C.1.7 天平:分度值 0.1g 与 0.01g 各一台。
 C.1.8 其他:抹刀等。

C.2 材料

- C.2.1 环氧树脂:可适当添加增稠剂及色料。
 C.2.2 水泥:符合 GB 175 规定的 P · O 42.5 或 P · O 42.5R 水泥。
 C.2.3 砂:符合 GB/T 14684 规定、粒径小于 1mm 的河砂。

C.2.4 水:符合 JGJ 63 的要求。

C.2.5 其他:润滑油、纱线、双面胶带、单面胶带、硅酮密封胶等。

C.3 取样

随机抽取耐碱玻璃纤维同批次长丝(长度 $300\text{mm} \pm 5\text{mm}$)22 束。

C.4 试件制作

C.4.1 在底座上涂覆润滑油,将框架和底横梁固定在底座上,并在框架四周粘上双面胶带。

C.4.2 将耐碱玻璃纤维束摆放在底横梁的凹槽内并将纤维束端部粘在框架的双面胶带上。用 2 根纱线沿横梁内侧、垂直于耐碱玻璃纤维束的方向粘在框架的双面胶带上。在框架上再粘上一层单面胶带。

C.4.3 取出框架,将环氧树脂均匀涂覆于 2 根纱线和框架内侧之间的耐碱玻璃纤维束上。

C.4.4 移除 2 根纱线,将带有耐碱玻璃纤维束的框架置于常温下至少 12h,待环氧树脂干燥硬化。

C.4.5 将模具块、横梁、底座均匀涂覆润滑油。

C.4.6 将底横梁、框架依次安装到底座上,确保耐碱玻璃纤维束放置在底横梁的沟槽内,然后安装并扣紧顶横梁,同时放置好模具块,并在试块槽内裸露的耐碱玻璃纤维束两端涂上硅酮密封胶,待硅酮密封胶干燥硬化。

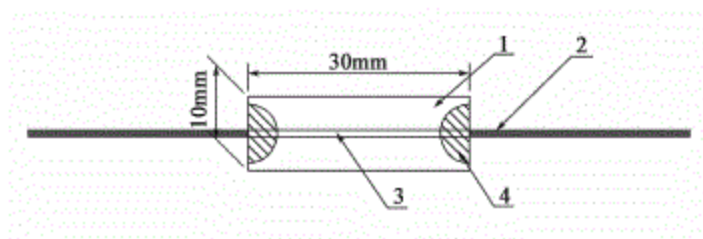
C.4.7 用水泥胶砂搅拌机拌和砂浆 2L~3L,水泥胶砂中水泥、砂和水按质量计的比例为 75:25:32。

注:可根据实际配合情况适当调整比例,调整范围控制在 $\pm 10\%$ 。

C.4.8 向试块槽内均匀填注水泥砂浆,将模具放置于振实台上振动至少 20s,消除可能出现的气泡,并用抹刀去除多余砂浆。

C.4.9 将整个模具放置在室温下 1h,然后置于 20°C 的高低温恒温水浴中 23h。

C.4.10 取出模具,拆除框架、横梁及模具块,取下试样。成型后的耐碱玻璃纤维束试样见图 C.2。



说明:

1——水泥胶砂块;

2——耐碱玻璃纤维束涂覆环氧树脂的部分;

3——耐碱玻璃纤维束的测试部分;

4——硅酮密封胶。

图 C.2 耐碱残留强度试样示意图

C.5 试验步骤

C.5.1 将试样放入 80°C 的高低温恒温水浴中浸泡 $96\text{h} \pm 1\text{h}$,取出试样,冷却至室温。

C.5.2 按附录 A 进行抗拉强度测试。试样从高低温恒温水浴中取出到完成抗拉强度测试应不超过 4h。

C.5.3 取其余 10 束未涂覆环氧树脂的耐碱玻璃纤维,用游标卡尺测定每一束纤维的长度并求和,用天平称量 10 束纤维的总质量,按式(A.1)计算线密度。

C.6 结果计算与处理

结果计算与处理应按 A.6 和 A.7 进行。
