

ICS 93.080.10

P66

备案号: XXXX-XXXX

JT

中华人民共和国交通运输行业标准

JT/T 524—XXXX

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

(征求意见稿)

201X - XX - XX 发布

201X - XX - XX 实施

中华人民共和国交通运输部

发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 产品分类、型号 2

5 技术要求 3

6 试验方法 7

7 检验规则 11

8 标志、包装、运输和储存 13

附录 A（规范性附录） 吸水率试验方法..... 15

附录 B（规范性附录） 耐碱残留强度试验方法..... 17

附录 C（规范性附录） 分散性试验方法..... 21

附录 D（规范性附录） 抗压强度比试验方法..... 24

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》、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》。与原标准相比，本标准除编辑性修改外，主要变化如下：

- 修改了标准名称为《公路工程水泥混凝土用纤维》；
- 删除了部分规范性引用文件（见2004年版的2），增加了部分规范性引用文件（见2）；
- 删除了原规范术语和定义（见2004年版的3），增加了定义（见3）；
- 修改了纤维产品分类、型号（见2004年版的4，见4）
- 增加了耐碱玻璃纤维、聚丙烯粗纤维、聚乙烯醇纤维、聚酰胺纤维、碳纤维外观、尺寸规格、物理力学性能指标（见5.3.2, 5.3.3, 5.3.4）；
- 修改了钢纤维、聚丙烯纤维、聚丙烯腈纤维规格（见2004年版的5.1，见5.3.1.1、5.3.3.1）；
- 修改了钢纤维物理性能指标（见JT/T 524-2004版的6.1，见5.3.1.2）；
- 修改了聚丙烯纤维、聚丙烯腈纤维物理性能指标（见JT/T 525-2004版的5.1，见5.3.3.2）；
- 增加了混凝土掺入性能要求（见5.4）
- 增加了耐碱玻璃纤维原材料要求（见 5.1.2）；
- 增加了聚乙烯醇纤维、聚酰胺纤维的原材料要求（见 5.1.3）；
- 增加了碳纤维的原材料要求（见 5.1.4）；
- 增加了耐碱玻璃纤维、碳纤维外观检测方法（见 5.2.2,5.2.4）；
- 增加了纤维密度试验方法（见 6.3.1）；
- 增加了耐碱玻璃纤维、碳纤维长度测量方法（见 6.3.2.2、6.3.2.4）；
- 修改了异型合成纤维当量直径检测方法（见JT/T 525-2004版的6.4，见6.3.3.3）
- 增加了耐碱玻璃纤维、碳纤维力学性能检测方法（见 6.3.5.2、6.3.5.4）；
- 增加了吸水率的检测方法（见 6.3.6）；
- 增加了含水率检测方法（见 6.3.7）；
- 增加了熔程检测方法（见 6.3.8）；
- 增加了耐碱玻璃纤维碱金属氧化物含量检测方法（见 6.3.11）；
- 增加了可燃物含量检测方法（见 6.3.12）；
- 增加了耐碱玻璃纤维短切率检测方法（见 6.3.13）；
- 增加了碳纤维碳含量检测方法（见 6.3.14）；
- 增加了掺入混凝土性能试验方法（见 6.4）；
- 增加了碳纤维、耐碱玻璃纤维的组批与抽样规则（见 7.3）；
- 增加了耐碱玻璃纤维、碳纤维判定规则（见 7.4）；
- 修改了钢纤维的标志、包装、运输、储存方法（见 JT/T 525-2004 版的 9，见 8）；
- 修改了聚丙烯纤维和聚丙烯腈纤维标志、包装、运输、储存方法（见 JT/T 525-2004 版的 8，见 8）；
- 增加了合成纤维吸水率检测方法（见附录A）；
- 增加了耐碱玻璃纤维耐碱残留强度检测方法（见附录B）；
- 增加了分散性检测方法（见附录C）；

— — 增加了抗压强度比检测方法（见附录D）。

本标准由全国交通工程设施（公路）标准化技术委员会(SAC/TC223)提出并归口。

本标准起草单位：交通运输部公路科学研究院、清华大学、北京新桥技术发展有限公司。

本标准主要起草人：路凯冀、刘兆磊、魏亚、于蕾、张国庆、李征、陈雷。

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术语和定义、分类和型号、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和储存等。

本标准适用于公路工程水泥混凝土用掺入型钢纤维、耐碱玻璃纤维、合成纤维及碳纤维，用于公路工程水泥混凝土的防裂抗裂和增韧。

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 3284 石英玻璃化学成分分析方法
- GB/T 175 通用硅酸盐水泥
- GB/T 222 钢的成品化学成分允许偏差
- GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第一部分：室温试验方法
- GB/T 494 建筑石油沥青
- GB/T 700 碳素结构钢
- GB/T 1549 纤维玻璃化学分析方法
- GB/T 1591 低合金高强度结构钢
- GB/T 2290 煤沥青
- GB/T 3280 不锈钢冷轧钢板和钢带
- GB/T 3536 石油产品闪点和燃点的测定 克利夫兰开口杯法
- GB/T 4472 化工产品密度、相对密度的测定
- GB/T 7351 纤维级聚乙烯醇树脂
- GB/T 7690.3 增强材料 纱线试验方法 第3部分：玻璃纤维断裂强力和断裂伸长的测定
- 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/T 8076 混凝土外加剂
- GB/T 8237 纤维增强塑料用液体不饱和聚酯树脂
- 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 12670 聚丙烯(PP)树脂
- GB/T 14335 化学纤维 短纤维线密度试验方法
- GB/T 14505 岩石和矿石化学分析方法
- 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 26752 聚丙烯腈基碳纤维

GB/T 28724 固体有机化学品熔点的测定 差示扫描量热法

GB/T 29762 碳纤维 纤维直径和横截面积的测定

GB/T 31290 碳纤维 单丝拉伸性能的测定

GB/T 50080 普通混凝土拌合物性能试验方法标准

GB/T 50081 普通混凝土力学性能试验方法标准

HG/T 2349 聚酰胺1010树脂

JGJ 55 普通混凝土配合比设计规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

分散型 dispersible

将纤维置于水中，搅拌片刻后，集束状态分散为单丝状态。

3.2

集束型 integrate

将纤维置于水中，搅拌片刻后，能够保持完整的集束状态。

3.3

当量直径 identical diameter

异型、非圆截面的纤维按等面积原则折算为圆形截面后的计算直径。

3.4

短切率 cut rate

未切断原丝质量占纤维总质量的比值。

3.5

熔程 melt range

纤维从初熔到终熔的温度区间，单位为摄氏度（℃）。

3.6

耐碱残留强度 alkali-resistant retention strength

将耐碱玻璃纤维原丝置于普通硅酸盐水泥中，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断裂强度值。

4 分类、型号

4.1 分类

按产品的化学成分可分为四类：钢纤维、耐碱玻璃纤维、合成纤维和碳纤维。

4.1.1 钢纤维

- 4.1.1.1 按原材料不同可分为碳素结构钢（C）、合金结构钢（A）、不锈钢三种（S）。
- 4.1.1.2 按生产工艺分为冷拉钢丝切断型（W）、薄板剪切型（S）、钢锭铣削型（Mi）、钢丝削刮型纤维（Sk）。
- 4.1.1.3 按形状可为平直型（01）或异形，异形钢纤维又可为压痕形（02）、波纹形（03）、端钩形（04）、大头形（05）和不规则麻面形（06）。
- 4.1.1.4 按胶黏形式不同可分为粘排型（G）和散丝型（L）。

4.1.2 耐碱玻璃纤维

用于水泥混凝土中的玻璃纤维为耐碱玻璃纤维，代号ARG。按照在水中的分散性不同，耐碱玻璃纤维可分为分散型（D）和集束型（I）。

4.1.3 合成纤维

合成纤维按化学组成可分为聚丙烯（PP）纤维、聚丙烯腈（PAN）纤维、聚乙烯醇（PVA）纤维、聚酰胺（PA）纤维。其中聚丙烯纤维按结构形式还可分为单丝（M）、网状（S）、粗纤维（T）。

4.1.4 碳纤维

- 4.1.4.1 碳纤维按照加工原材料不同分为聚丙烯腈基碳纤维和沥青基碳纤维。
- 4.1.4.2 按力学性能聚丙烯腈基碳纤维又分为高模量聚丙烯腈基碳纤维（PAN-M）和高抗拉强度聚丙烯腈基碳纤维（PAN-T）。沥青基碳纤维又分为一般性沥青基碳纤维（Pi-G）和高性能沥青基碳纤维（Pi-H）。

4.2 型号

纤维型号表示方式:见图 1。

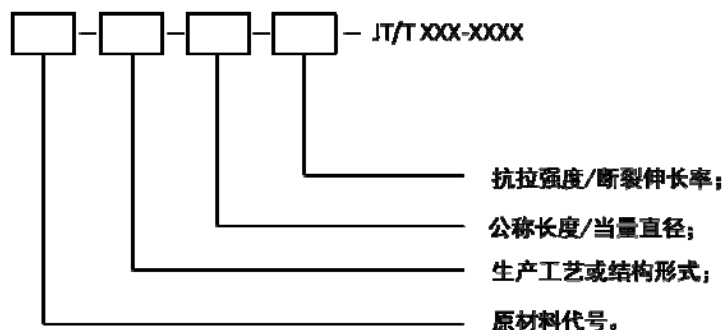


图1 型号表示方法

示例 1：低合金钢铣削纤维，波纹型，抗拉强度大于700MPa，长度为32mm，直径0.2mm，其型号为：A-Mi03-32/0.2-700-JT/T XXX-XXXX。

示例 2：长度6mm，直径12 μm，碱侵蚀后抗拉强度大于250MPa的分散型短切原丝耐碱玻璃纤维，其型号为：ARG-D-6/12-250-JT/T XXX-XXXX。

示例 3：长度为18mm，当量直径20 μm，抗拉强度大于910MPa、断裂延伸率小于15%的网状聚丙烯纤维的型号为：PP-M-18/20-910/15-JT/T XXX-XXXX。

示例 4：长度7mm，当量直径5 μm，抗拉强度2500MPa，断裂延伸率小于0.6%的高模量聚丙烯腈基碳纤维，其型号为：PAN-M-7/5-2500/0.6-JT/T XXX-XXXX。

5 技术要求

5.1 原材料

5.1.1 碳素钢应满足 GB/T 700 的规定；低合金钢应满足 GB/T 1591 的规定；不锈钢应满足 GB/T 3280 的规定。

5.1.2 耐碱玻璃纤维原材料为成分稳定的矿物组合物，或成分稳定、且洁净的玻璃球。

5.1.3 聚丙烯与聚丙烯腈纤维的生产原料聚丙烯应满足 GB/T 12670 要求；聚乙烯醇纤维的生产原料应满足 GB/T 7351 要求；聚酰胺纤维的生产原料应满足 HG/T 2349 要求；合成纤维的生产严禁使用粉状和再造粒状颗粒原料。

5.1.4 聚丙烯腈基碳纤维应满足 GB/T 12670 要求，沥青基碳纤维应满足 GB/T 494 或 GB/T 2290 要求。

5.2 外观

5.2.1 钢纤维表面应清洁干燥，不得粘混有油污和其他妨碍其与水泥砂浆粘结的杂质。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的 1%。

5.2.2 耐碱玻璃纤维应色泽均匀，不得有影响使用的污渍、杂物、原丝团等，短切率不小于 95%。

5.2.3 合成纤维的外观应符合表 1 的要求。

表 1 合成纤维外观要求

纤维种类	形状	手感	色差	洁净度	未牵伸丝
聚丙烯单丝纤维	束状单丝	柔软	色泽均匀	无污染	无
聚丙烯网状纤维	束状网	柔软			
聚丙烯粗纤维	束状单根	/			
聚丙烯腈纤维	束状单丝	柔软			
聚乙烯醇纤维	束状单丝	柔软			
聚酰胺纤维	束状单丝	柔软			

5.2.4 碳纤维自然光照为黑色，有光泽，外观均匀，无明显毛丝，无毛团，无异物，纤维束间无粘连。

5.3 物理力学性能

5.3.1 钢纤维

5.3.1.1 钢纤维尺寸规格及偏差要求应满足表 2 要求。

表 2 钢纤维尺寸规格及偏差要求

长度及偏差		直径及偏差		长径比及偏差	
长度或投影长度/mm	偏差/%	直径或当量直径/mm	偏差/%	长径比	偏差/%
20-60	±5	0.3-1.2	±5	30-100	±10

5.3.1.2 钢纤维物理性能应满足表 3 要求。

表 3 钢纤维物理力学性能要求

抗拉强度等级	抗拉强度/MPa	弯曲性能/%	密度/ (g/cm ³)
1200	>1200	≥90	7.80~7.90
1000	>1000, ≤1200		
600	>600, ≤1000		

5.3.2 耐碱玻璃纤维

5.3.2.1 耐碱玻璃纤维尺寸规格及偏差要求应满足表 4 要求。

表 4 耐碱玻璃纤维尺寸规格及偏差要求

长度及偏差			单丝直径及偏差	
长度(I)/mm	长度偏差	平均长度偏差	单丝直径/μm	偏差/%
30≤I≤50	±10%	±5%	8-30	±15
20≤I<30		±1.5mm		
I<20	±2mm			

5.3.2.2 耐碱玻璃纤维物理性能应满足表 5 要求。

表 5 耐碱玻璃纤维物理力学性能要求

性能		指标值
抗拉强度/MPa		≥700
弹性模量/GPa		≥70
断裂延伸率/%		≤3.1
含水率/%		≤0.5
密度/ (g/cm ³)		2.65~2.71
二氧化硅含量/%		≥16.0
可燃物含量/%		≥1.2
耐碱残留强度/MPa	分散型	≥250
	集束型	≥350

5.3.3 合成纤维

5.3.3.1 合成纤维尺寸规格及偏差要求应满足表 6 的要求。

表 6 合成纤维尺寸规格及偏差要求

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/%
聚丙烯单丝纤维	3~30	±10	15~50 μm	±10	/	/
聚丙烯网状纤维	6~20	±10	/	/	/	/
聚丙烯粗纤维	20~60	±10	0.1~1.8mm	±50	30~200	±10
聚丙烯腈纤维	6~20	±10	12~20 μm	±10	/	/

表 6（续） 合成纤维尺寸规格及偏差要求

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/%
聚乙烯醇纤维	6-15	±10	12-40 μm	±10	/	/
聚酰胺纤维	6-20	±10	10-12 μm	±10	/	/

5.3.3.2 合成纤维物理性能应满足表 7 的要求。

表 7 合成纤维物理力学性能指标

纤维种类	抗拉强度 /MPa	弹性模量 /MPa	断裂延伸率 /%	吸水率 /%	含水率/%	密度 /(g/cm ³)	熔点或 熔程/℃	耐碱 性/%
聚丙烯单丝纤维	≥450	≥3000	15-40	≤0.5	≤0.1	0.90-0.92	165-175	≥99
聚丙烯网状纤维	≥400	≥3000	15-40	≤0.3	≤0.1	0.90-0.92	165-175	≥99
聚丙烯粗纤维	≥350	≥5000	3-30	≤0.3	≤0.1	0.90-0.92	165-175	≥99
聚丙烯腈纤维	≥900	≥7000	10-40	≤2	≤2	1.16-1.18	190-240	≥95
聚乙烯醇纤维	≥800	≥35000	6-12	≤5	≤1	1.20-1.30	160-165	≥95
聚酰胺纤维	≥2000	≥60000	2.5-4	≤4	≤3	1.14-1.16	480-500	≥99

5.3.4 碳纤维

5.3.4.1 碳纤维的尺寸规格及偏差要求应满足表 8 的要求。

表 8 碳纤维尺寸规格及偏差要求

纤维种类	长度及偏差		直径或当量直径及偏差	
	长度/mm	偏差/%	直径或当量直径/μm	偏差/%
PAN-M	6-20	±10	4-7	±10
PAN-T			5-9	
Pi-G			10-13	
Pi-H			9-18	

5.3.4.2 碳纤维的物理性能应满足表 9 的要求。

表 9 碳纤维物理力学性能指标

性能指标	PAN-M	PAN-T	Pi-G	Pi-H
抗拉强度/MPa,	≥2500	≥3500	≥480	≥1500
弹性模量/GPa,	≥380	≥230	≥270	≥400
断裂延伸率/%	≤0.7	≤1.5	≤2.4	≤1.1
含水率/%	0	0	≤7	0
密度/(g/cm ³)	1.6-1.7	1.6-1.7	1.6-1.7	1.8-2.15
熔点/℃	389	389	389	486
含碳量/%	≥93	≥93	≥93	≥93

5.4 纤维掺入混凝土后的性能要求

5.4.1 纤维的分散性应满足表 10 的要求。

表 10 分散性要求

纤维种类		纤维分散性相对误差
钢纤维		±5%
耐碱玻璃纤维	集束型	±10%
	分散型	/
合成纤维	聚丙烯单丝纤维	±10%
	聚丙烯网状纤维	±10%
	聚丙烯粗纤维	±5%
	聚丙烯腈纤维	±10%
	聚乙烯醇纤维	±10%
	聚酰胺纤维	±10%
碳纤维		±10%

5.4.2 水泥混凝土抗压强度比应满足表 11 的要求。

表 11 抗压强度比要求

纤维种类		抗压强度比/%
钢纤维		≥100
耐碱玻璃纤维		≥95
合成纤维	聚丙烯单丝纤维	≥95
	聚丙烯网状纤维	≥90
	聚丙烯粗纤维	≥90
	聚丙烯腈纤维	≥95
	聚乙烯醇纤维	≥100
	聚酰胺纤维	≥95
碳纤维		≥100

6 试验方法

6.1 原材料

6.1.1 钢纤维原材料按 GB/T 222 的规定进行，结果应符合 5.1.1 的规定。

6.1.2 耐碱玻璃纤维生产用矿物原材料按 GB/T 14505 的规定进行，玻璃球按 GB 3284 的规定进行，结果应符合 5.1.2 的规定。

6.1.3 聚丙烯按 GB/T 12670 的规定进行；聚乙烯醇按 GB/T 7351 的规定进行；聚酰胺 1010 树脂按 HG/T 2349 的规定进行，结果应符合 5.1.3 的规定。

6.1.4 聚丙烯腈按 GB/T 12670 的规定进行，沥青按 GB/T 494 或 GB/T 2290 的规定进行，结果应符合 5.1.4 的规定。

6.2 外观

6.2.1 钢纤维用目视法进行检验，人工挑拣出表面混有油污和其他妨碍其与水泥砂浆粘接的介质的钢纤维，或因加工不良和严重锈蚀造成的粘接片、铁屑的钢纤维及杂质，并称重计算，结果应符合 5.2.1 的规定。

6.2.2 耐碱玻璃纤维在正常光照下目测检验，短切率检验要求如下：

6.2.2.1 所需测试器具及其技术要求如下：

- a) 分析天平，感量0.001g；
- b) 其他：镊子1把，托盘2个。

6.2.2.2 方法与步骤如下：

- a) 用镊子夹取 15g 左右无外观瑕疵的样品，放至分析天平上，称其质量，精确至 0.001g，记为 m_1 ；
- b) 将称量好的纤维移入托盘，用镊子翻夹，挑出其中未切断的原丝至另一托盘；
- c) 将未切断原丝移入天平称量盘，称其质量，精确至 0.001g，记为 m_2 。

6.2.2.3 计算方法

短切率按（1）进行计算，结果应符合 5.2.2 的规定：

$$N = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

- N ——短切率；
- m_1 ——未经挑选的样品质量，单位为克（g）；
- m_2 ——未切断原丝质量，单位为克（g）。

6.2.3 合成纤维在正常光照下目测检验及手感检验，结果应符合 5.2.3 的规定。

6.2.4 碳纤维在正常光照下目测检验，结果应符合 5.2.4 的规定。

6.3 物理力学性能

6.3.1 长度

6.3.1.1 钢纤维长度用最小分度值为 0.01mm 的量具测定 10 根纤维长度，取其平均值为纤维长度，结果应符合 5.3.1.1 的规定。

6.3.1.2 耐碱玻璃纤维长度用最小分度值为 0.5mm 的测长计，随机抽取 20 束无外观斑点并短切良好的纤维，测定每一束的长度，取 20 束的算数平均值作为测定值，结果应符合 5.3.2.1 的规定。

6.3.1.3 合成纤维用分度值为 0.02mm 的游标卡尺直接测定 10 根纤维长度，取其平均值为纤维长度，结果应符合 5.3.3.1 的规定。

6.3.1.4 碳纤维用分度值为 0.02mm 的游标卡尺直接测定 10 根纤维长度，取其平均值为纤维长度，结果应符合 5.3.4.1 的规定。

6.3.2 直径或当量直径

6.3.2.1 钢纤维

不同截面形状的钢纤维，直径或当量直径检测方法如下：

- a) 对于形状规则的圆形截面钢纤维用卡尺测量纤维中间截面的直径，在垂直方向各测量一次计算其平均值；
- b) 对于矩形截面的钢纤维，用卡尺测量中间截面两边的尺寸换算出当量直径。矩形截面的当量直径按（2）计算：

$$d_{eq} = \sqrt{\frac{4}{\pi} a_0 \times b_0} \quad (2)$$

式中：

d_{eq} ——纤维的当量直径，单位为毫米（mm）；

a_0, b_0 ——纤维矩形截面的实测两个边长，单位为毫米（mm）。

- c) 对于非圆形不规则截面钢纤维，每根用天平称重，用卡尺测量钢纤维的实际曲线长度值；或截取中间直线段用天平称重，用卡尺测量截取的直线段长度值，按（3）计算等效直径：

$$d_{eq} = 1.13 \sqrt{m_f / (l_f \gamma_f)} \quad (3)$$

式中：

d_{eq} ——纤维的当量直径，单位为毫米（mm）；

m_f ——被测钢纤维或其直线段的实测质量，单位为毫克（mg）；

l_f ——钢纤维的实际曲线长度或截取的直线段长度（mm）；

γ_f ——钢纤维的质量密度，取为7.85mg/mm³。

- d) 纤维直径或当量直径偏差

随机抽取10根纤维，直径或当量直径偏差按（4）计算，结果应符合5.3.1.1的规定：

$$\delta_d = \frac{d_0 - d_k}{d_k} \times 100\% \quad (4)$$

式中：

δ_d ——钢纤维直径或当量直径偏差；

d_0 ——钢纤维直径或当量直径的实测平均值，单位为毫米（mm）；

d_k ——钢纤维直径或当量直径的标准值，按合同规定确定，单位为毫米（mm），。

6.3.2.2 耐碱玻璃纤维单丝直径按 GB/T 7690.5 的规定进行，结果应符合 5.3.2.1 的规定。

6.3.2.3 合成纤维

不同截面形状的合成纤维，直径或当量直径检测方法如下：

- a) 截面形状是圆形的，按 GB/T 10685 的规定进行；
- b) 截面形状是异型的纤维按 GB/T 14335 规定方法测试线密度后，依（5）换算当量直径，其中，密度按本规程 6.2.1 的规定测定。

$$d_e = \sqrt{\frac{T_1}{\pi \rho 10^4}} \times 2 \quad (5)$$

式中：

d_e ——当量直径，单位为(mm)；

T_1 ——线密度值，单位为分特（dtex）；

ρ ——密度值，单位为克/立方厘米（g/cm³）。

c) 纤维直径或当量直径偏差

随机抽取10根纤维，直径或当量直径偏差按（6）计算，结果应符合5.3.3.1的规定：

$$\delta_d = \frac{d_0 - d_k}{d_k} \times 100\% \quad (6)$$

式中：

δ_d ——纤维直径或当量直径偏差；

d_0 ——纤维直径或当量直径的实测平均值，单位为毫米（mm）；

d_k ——纤维直径或当量直径的标准值，按合同规定确定，单位为毫米（mm）。

6.3.2.4 碳纤维的直径或当量直径按 GB/T 29762 的规定进行，结果应符合 5.3.4.1 的规定。

6.3.3 长径比

6.3.3.1 钢纤维

根据6.3.2.1和6.3.3.1测得纤维长度 l 与直径 d 后计算长径比，结果应符合5.3.1.1的规定。

6.3.3.2 聚丙烯粗纤维

根据6.3.2.3和6.3.3.3测得纤维长度 l 与直径 d 后计算长径比，结果应符合5.3.3.1的规定。

6.3.4 抗拉强度、弯曲性能、弹性模量、断裂伸长率

6.3.4.1 钢纤维抗拉强度、弯曲性能、弹性模量、断裂伸长率按 GB/T 228 的规定进行，钢纤维的弯曲性能检测温度不低于 16℃，结果应符合 5.3.1.2 的规定。

6.3.4.2 耐碱玻璃纤维抗拉强度、弯曲性能、弹性模量、断裂伸长率按 GB/T 7690.3 的规定进行，结果应符合 5.3.2.2 的规定。

6.3.4.3 合成纤维抗拉强度、弯曲性能、弹性模量、断裂伸长率按 GB/T 21120 的规定进行，结果应符合 5.3.3.2 的规定。

6.3.4.4 碳纤维的抗拉强度、弯曲性能、弹性模量、断裂伸长率按 GB/T 31290 的规定进行，结果应符合 5.3.4.2 的规定。

6.3.5 密度

6.3.5.1 钢纤维密度按 GB/T 4472 的规定进行，结果应符合 5.3.1.2 的规定。

6.3.5.2 耐碱玻璃纤维密度按 GB/T 4472 的规定进行，结果应符合 5.3.2.2 的规定。

6.3.5.3 合成纤维密度按 GB/T 4472 的规定进行，结果应符合 5.3.3.2 的规定。

6.3.5.4 碳纤维密度按 GB/T 4472 的规定进行，结果应符合 5.3.4.2 的规定。

6.3.6 含水率

6.3.6.1 耐碱玻璃纤维含水率按 GB/T 9914.1 的规定进行，结果应符合 5.3.2.2 的规定。

6.3.6.2 合成纤维含水率按 GB/T 9914.1 的规定进行，结果应符合 5.3.3.2 的规定。

6.3.6.3 碳纤维含水率按 GB/T 9914.1 的规定进行，结果应符合 5.3.4.2 的规定。

6.3.7 吸水率

合成纤维吸水率按附录 A 的规定进行，结果应符合 5.3.3.2 的规定。

6.3.8 熔点或熔程

6.3.8.1 合成纤维熔点或熔程按 GB/T 28724 的规定进行，结果应符合 5.3.3.2 的规定。

6.3.8.2 碳纤维熔点或熔程按 GB/T 28724 的规定进行，结果应符合 5.3.4.2 的规定。

6.3.9 耐碱残留强度

耐碱玻璃纤维的耐碱残留强度，以耐碱玻璃纤维原丝为准，按附录 B 的规定进行，结果应符合 5.3.2.2 的规定。

6.3.10 耐碱性

合成纤维的耐碱性按 GB/T 21120 的规定进行，结果应符合 5.3.3.2 的规定。

6.3.11 二氧化锆含量

耐碱玻璃纤维二氧化锆含量按 GB/T 1549 的规定进行，结果应符合 5.3.2.2 的规定。

6.3.12 可燃物含量

耐碱玻璃纤维可燃物含量按 GB/T 9914.2 的规定进行，结果应符合 5.3.2.2 的规定。

6.3.13 碳含量

碳纤维的碳含量按 GB/T 26752 的规定进行，结果应符合 5.3.4.2 的规定。

6.4 纤维掺入混凝土后的性能

6.4.1 分散性

纤维掺入混凝土后，在混凝土中的分散性按附录 C 的规定进行，结果应符合 5.4.1 的规定。

6.4.2 抗压强度比

纤维掺入混凝土后，抗压强度比按附录 D 的规定进行，结果应符合 5.4.2 的规定。

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) 每年检验 1 次或合同规定时；
- 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

检验项目见表 12。

表 12 检验项目

序号	项目名称	型式检验	出厂检验	技术要求	试验方法
1	原材料	+	-	5.1	6.1
2	外观	+	+	5.2	6.2
3	物理力学性能	+	+	5.3	6.3
4	掺入混凝土性能	+	+	5.4	6.4
注：“+”为需检验项，“-”为不需检验项。					

7.3 组批与抽样

7.3.1 组批

- 7.2.1.1 产品以批为单位进行检验。
- 7.2.1.2 钢纤维同一品种，同一尺寸规格，同一强度等级每批不大于5t；
- 7.2.1.3 耐碱玻璃纤维应根据材料、用途、规格一致每10t为一批，不足10t按一个批次计；
- 7.2.1.4 合成纤维同一牌号的原料、同一用途、同一规格每5t为一批，不足5t的以实际数量为一批；
- 7.2.1.5 碳纤维同一生产线、同一批原材料、同一工艺，连续（不大于10天）稳定生产的同一牌号一批。

7.3.2 抽样

- 7.2.2.1 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。另一份密封保存半年，以备有疑问时提交复验或仲裁。
- 7.2.2.2 钢纤维外观检验时抽取一箱或一袋；尺寸检验时抽样数量100根；物理力学性能检验时抽样数量10根。
- 7.2.2.3 耐碱玻璃纤维抽取10kg。
- 7.2.2.4 合成纤维抽取5kg。
- 7.2.2.5 碳纤维抽取5kg。

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

8.1.1 钢纤维每个包装箱（袋）上，应注明产品名称、型号、商标、标准编号、批号、重量（净重、毛重）、生产日期、检验员代号、生产厂名、厂址并应加“防潮”字样的标志。

8.1.2 耐碱玻璃纤维产品标志应包括产品名称、规格、型号、商标、标准编号、批号、净重、生产日期、生产厂名、厂址。产品标志应在包装上标明，或者预先向用户提供有关资料。包装上应特别注明劳动保护提示。

8.1.3 合成纤维所有包装上，应注明产品名称、型号、商标、标准编号、批号、净重、生产日期、生产厂名、厂址。包装上应特别注明劳动保护提示。

8.1.4 碳纤维所有包装上，应注明产品名称、型号、商标、标准编号、批号、净重、生产日期、生产厂名、厂址；还应注明“禁止翻滚”图示。

8.2 包装

8.2.1 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，但须有防潮措施；每种包装中应为同一品种，同一尺寸规格，同一强度纤维。每批交货的产品，应附有质量证明书。其中应注明生产厂家、发货日期、标准编号、产品名称、规格、标准中规定的各项检验结果、质检部门印证。

8.2.2 耐碱玻璃纤维应使用防潮材料密封；每一包装中应放入同一种类的产品；特殊包装由供需双方商定。每批交货的产品，应附有质量证明书。其中应注明生产厂家、发货日期、标准编号、产品名称、规格、标准中规定的各项检验结果、质检部门印证。

8.2.3 合成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，粗纤维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；包装采取避光、密封防潮措施。每批交货的产品，应附有质量证明书。其中应注明生产厂家、发货日期、标准编号、产品名称、规格、标准中规定的各项检验结果、质检部门印证。

8.2.4 碳纤维包装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，包装内应分产品批号提供未经短切的同批长纤维样品；包装采取避光、密封防潮措施。每批交货的产品，应附有质量证明书。其中应注明生产厂家、发货日期、标准编号、产品名称、规格、标准中规定的各项检验结果、质检部门印证。

8.3 运输

8.3.1 钢纤维适合一般装卸运输方式，但应采取必要的措施防止雨雪侵袭。

8.3.2 耐碱玻璃纤维应用干燥的遮篷运输工具运输，运输过程中应避免淋雨。

8.3.3 合成纤维运输过程中应轻装轻卸，防止挤压、避免与化学腐蚀物品混装运输，并应有遮篷等防日晒雨淋、避免包装破坏。

8.3.4 碳纤维运输过程中应保持干燥，覆盖运输，严防受潮，避免撞击。

8.4 储存

8.4.1 钢纤维应储存在清洁通风、干燥的库房内，不能与有腐蚀的物资同贮一室。

8.4.2 耐碱玻璃纤维应放置在通风、干燥的室内储存。

8.4.3 合成纤维应安置在较为阴凉、干燥的地方，避免与其他易腐蚀化学产品存放。

8.4.4 碳纤维应放在干燥、阴凉通风的库房内，远离火源和热源，防潮。

附 录 A
(规范性附录)
吸水率试验方法

A.1 范围

本方法适用于合成纤维吸水率试验。

A.2 原理

由干燥状态下与饱水24h后纤维试样的质量来计算吸水率。

A.3 仪器

仪器要求如下：

- a) 烘箱：可维持温度在 $65^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 容器：用以盛蒸馏水或同等纯度的水，装有能控制水温在规定温度的加热装置；
- c) 分析天平：量程50g，感量0.0001g；
- d) 其他：干燥器（装有干燥剂），温度计，蒸馏水，镊子等。

A.4 试验条件

试验条件要求如下：

- a) 温度 $20^{\circ}\text{C} \pm 2.0^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 相对湿度 $50^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ；
- c) 调湿时间 4h。

A.5 取样

随机抽取10g纤维作为1组试样，共抽取3组。

A.6 试验步骤

A.6.1 将试样放入 $50.0^{\circ}\text{C} \pm 2.0^{\circ}\text{C}$ 烘箱内干燥至少24h，然后在干燥器内冷却至室温，称量试样质量，精确至0.1mg（质量 m_1 ），重复本步骤，直至相邻两次称量的试样质量差值在0.1mg以内停止。

A.6.2 将试样放入盛有蒸馏水的容器中，水温控制在 $23.0^{\circ}\text{C} \pm 1.0^{\circ}\text{C}$ 。

A.6.3 浸泡 $24\text{h} \pm 1\text{h}$ 后，取出试样，用滤纸迅速阴干试样表面水分，再次称量试样，精确至0.1mg（质量 m_2 ），试样从水中取出后，应在1min内完成称量。

A.7 结果计算

每个试样相对于初始干燥质量的吸水质量分数用公式（A.1）计算：

$$C = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100\% \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

C —试样的吸水质量分数；

m —干燥后试样的质量，单位为毫克（mg）；

m —浸泡后试样的质量，单位为毫克（mg）。

实验结果以三个试样结果的算数平均值表示，精确至 1%。

附 录 B
(规范性附录)
耐碱残留强度试验方法

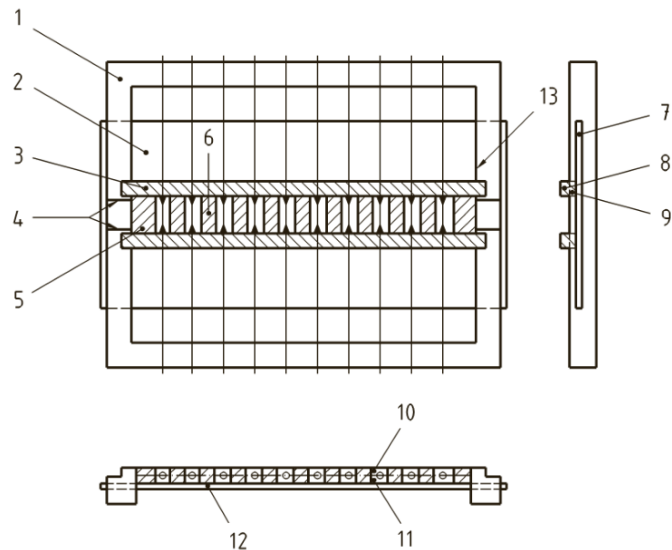
B.1 范围

本方法适用于耐碱玻璃纤维耐碱残留强度试验。

B.2 仪器

仪器要求如下：

- a) 托住原丝的框架，使10个30mm×10mm×10mm的模具形成水泥浇筑的形状（见图A. 1）；
- b) 天平：量程10kg，感量0.1g；
- c) 分析天平：量程50g，感量0.0001g；
- d) 养护室：20℃±2.0℃，相对湿度不小于98%；
- e) 水浴箱，比值：每10个试样体积1 dm³，能够保持试样温度在规定温度 ± 1℃；
- f) 试验机：具有橡胶表面夹头的拉伸试验机，称重传感器为200 N，加荷速度可控制在5mm/min；
- g) 烘箱：可维持温度在（30-100）℃，控温精度±1℃；
- h) 其他：储存容器、混合容器、抹刀等。



说明：

- | | | | |
|----------|-----------|-----------|------------|
| 1——木质框架； | 2——胶合板基础； | 3——横梁； | 4——标距长度标记； |
| 5——端块； | 6——分隔模块； | 7——胶合板槽； | 8——顶部横梁； |
| 9——底部横梁； | 10——顶部横梁； | 11——底部横梁； | 12. 胶合板基础； |
| 13——框架。 | | | |

图 B.1 制作耐碱残留强度试样的框架

B.3 试验条件

试验条件如下：

- a) 温度 $20^{\circ}\text{C} \pm 2.0^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 相对湿度 $50\% \pm 5\%$ RH。

B.4 试件制作

试验所需试件的制作步骤如下所述：

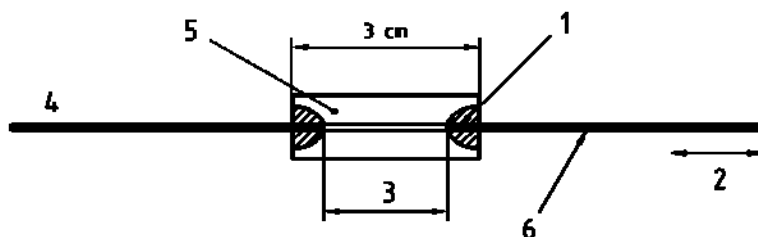
- a) 在模具基座、框架和两块机加工导向板(托槽)上涂油；
- b) 将框架和导向板固定在基座上并在框架四周粘上双面胶带；
- c) 将 10 股试验纱束及 2 股备用纱束放在相应的位置，2 股备用纱束要垂直于 10 股实验纱束，起到拉紧和限定作用以便在纱束末端涂树脂；
- d) 在框架上和纱束末端再粘上一层单面胶带，起到辅助粘附的作用；
- e) 在框架末端，粘上单面胶带并附上样本和模具的编号或者名称；
- f) 移除框架，在 2 个备用纱束和框架内侧之间的部分用细笔涂上树脂；

注：树脂配备：上威 2511-1A 树脂 A 10 克，上威 2511-1BS 固化剂 3 克，红色涂料 2 滴，气相二氧化硅 0.7 克。

- g) 移除备用纱束，在常温下放置至少 12h 或在大约 50°C 的温度下放置 4h。（注意不能超过 50°C ），使树脂干燥硬化；
- h) 树脂干燥硬化后，将框架重新安装到基座上，并放置上片机加工导向板（不带沟槽），确保纱束放置在下片机加工导向板的沟槽内，然后扣紧上下片导向板，同时放置好样本垫块；

注意：为方便移除、清洁、保护模板及部件，所有与水泥接触的部分都涂上。

- i) 在样本两端涂上硅胶保护层(乐泰蓝色硅酮胶)，这样保护样本末端的临界点；
- j) 调制水泥浆制作混合基质：42.5 水泥 568g、标准砂 189g、水 242g 把以上成分混合起来，制成砂浆；
- k) 使用合适的工具将试样填满水泥浆，使它统一均匀分布，并确保所有的测试标本看起来一样；
- l) 将样本放置于用 50 Hz 交流电的振动台上至少振动 1min，消除可能会出现的气泡；
- m) 将水泥放置在室温下 1h，然后将整个板放在 20°C 的水中 23h；
- n) 从涂树脂的地方剪开纱束，刮去框架外的水泥，拆除框架及垫块；
- o) 在每个测试样本的水泥部分用铅笔做上标示；
- p) 在 80°C 的水中浸泡 4d 取出后在室温下放置至少 4h；
- q) 试验所需试样拆模后如图 B.2 所示。



说明：

- 1——硅胶； 2——握固长度； 3——“裸”原丝试验长度；
4——树脂浸渍原丝； 5——水泥块； 6——握固长度。

图 B. 2—水泥原丝耐碱残留强度试样

B. 5 试验步骤

B. 5. 1 将试样放置在拉伸试验机上，用橡胶表面夹头夹住两端握固区（即涂覆树脂的部位）。

B. 5. 2 设定拉力机加载速度为5mm/min, 开始拉伸测试，至加载破坏，记录最大荷载（单位为牛顿）。

B. 5. 3 其余9个试样的拉伸试验重复上述两个步骤。

注1：由于受到了树脂和硅胶的保护，拉伸力被传送到样品的中间部位，因而纤维原丝应在水泥块中破坏。当某些特殊原因或纤维保护存在缺陷时，硬块外部的纤维也会发生少量的断裂，当这种情况发生时，该试块的测试结果无效。

注2：如果任何一组十个试样中有两个以上水泥块外的破坏，应确定破坏原因并采取补救措施，并重新进行评估。

B. 6 结果计算

B. 6. 1 每个耐碱残留强度试样的断裂应力采用公式B. 1计算得出：

$$\sigma = \frac{F}{M} \rho \quad (\text{B. 1})$$

式中：

σ ——断裂应力，计算结果保留三位小数，单位为兆帕（MPa）；

F ——断裂时的拉力，单位为牛顿（N）；

ρ ——耐碱玻璃纤维的密度，单位为克每立方厘米（g/cm³）；

M ——邻近1m原丝的重量，单位为克（g）。

注：试验结果取一组10个耐碱残留试样强度的平均值，保留三位小数。

B. 6. 2 通过公式B. 2计算10个试件的断裂应力平均值，通过公式B. 3计算标准偏差，通过公式B. 4计算变异系数：

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (\text{B. 2})$$

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad (\text{B. 3})$$

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \times 100\% \quad (\text{B. 4})$$

式中,

$\bar{X}$ ——10 个试件的断裂应力平均值, 单位为兆帕 (MPa);

X_i ——第 i 个试件的断裂应力值, 单位为兆帕 (MPa);

S ——标准差, 无量纲;

CV ——变异系数。

注: 如果一组结果的 CV 超过 14%, 这组结果应该被舍弃, 然后在新试样上重新进行试验。

附 录 C
(规范性附录)
分散性试验方法

C.1 范围

本方法适用于钢纤维、耐碱玻璃纤维、合成纤维、碳纤维分散性试验。

C.2 仪器

仪器要求如下：

- a) 试样筒：刚性金属圆筒，两侧装有把手，对于集料公称最大粒径不大于31.5mm的拌合物采用5L的试样筒，其内径与内高为 $186\text{mm} \pm 2\text{mm}$ ，壁厚为3mm。对于集料公称最大粒径大于31.5mm的拌合物所采用试样筒，其内径与其内高均应大于集料公称最大粒径的4倍；
- b) 捣棒：长600mm，直径16mm，端部磨圆；
- c) 磅秤：量程100kg，感量50g；
- d) 方孔筛：孔径 $75\mu\text{m}$ ；
- e) 烘箱：温度可控在 $65^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ；
- f) 天平：2000g，感量0.01g；
- g) 其他：钢刷，镩刀等。

C.3 试验条件

试验条件如下：

- a) 温度 $20^{\circ}\text{C} \pm 5.0^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 相对湿度 $50^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 。

C.4 材料

C.4.1 水泥

符合GB 8076规定的基准水泥。在因故无法获得基准水泥时，允许采用符合GB175之规定的P·O 42.5水泥。但仲裁仍需用基准水泥。

C.4.2 砂

符合GB/T 14684要求的细度模数为2.6-2.9、含泥量（质量分数）小于1%的中砂。

C.4.3 石子

符合GB/T 14685 粒径为5mm-20mm。如有争议，以卵石试验结果为准。

C.4.4 水

符合混凝土拌合用水要求。

C.4.5 外加剂

符合相应外加剂标准要求。

C.4.6 纤维

需要检测的纤维。

C.4.7 其他掺合料

需符合相应的标准要求。

C.5 混凝土配合比

C.5.1 配合比设计基本要求

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C40；
- 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) 纤维：按受检产品提供的推荐掺量；
- d) 用水量：应使混凝土的坍落度保持在 $180\text{mm} \pm 20\text{mm}$ 之间。

C.5.2 混凝土的计量、搅拌

制备混凝土所需原材料的称重以及混凝土的搅拌应符合下列规定：

- a) 试验用原材料应称重计量，称量的精确度：水泥、水、外掺料（外加剂和纤维）为 $\pm 0.5\%$ ；砂、石为 $\pm 1\%$ ；
- b) 采用强制式混凝土搅拌机，全部材料及外加剂一次投入，拌合量控制在10L-45L之间，搅拌3min，出料后在铁板上用人工翻拌2次-3次再次进行试验。受检混凝土的搅拌方式按照受检产品说明书提供的搅拌方法进行。

C.5.3 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。拌合3批，每批取样1次，总取样3次。

C.6 试验步骤

C.6.1 按C.5配制受检混凝土，分别按GB/T 50080 表观密度试验或密度试验的方法进行混凝土的装料和捣实。

C.6.2 用75 μm孔径的方孔筛从受检混凝土中水洗分离出纤维，洗净后在65℃±5℃温度的烘箱内烘干至恒重，冷却至室温后分别称其质量，精确至0.01g。

C.7 结果计算

计算如下式所示：

$$\beta = \frac{G_1 - G_0}{G_0} \times 100\% \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

β —纤维分散性相对误差；

G_0 —纤维含量理论计算值，单位为克（g）；

G_1 —三批试验合成纤维含量的算数平均值，单位为克（g）；

附 录 D
(规范性附录)
抗压强度比试验方法

D.1 范围

本方法适用于钢纤维、耐碱玻璃纤维、合成纤维、碳纤维抗压强度比试验。

D.2 仪器

仪器要求如下：

- a) 压力机或万能试验机：试件破坏荷载应在压力机量程的20%-80%，加载速率满足0.3MPa/s-1.0MPa/s，能够均匀、连续加载；
- b) 磅秤：量程100kg，感量50g；
- c) 振动台：满足混凝土试验用振动台要求，振动频率50Hz±2Hz，空载振幅0.5mm±0.02mm，满载与空载振幅比不小于0.7；
- d) 烘箱：温度可控在65℃±5℃；
- e) 天平：2000g，感量0.01g；
- f) 其他：钢刷，镋刀等。

D.3 试验条件

试验条件要求如下：

- a) 温度20℃±5.0℃；
- b) 相对湿度65℃±5℃。

D.4 材料

D.4.1 水泥

符合GB 8076规定的基准水泥。在因故无法获得基准水泥时，允许采用符合GB175规定的P·042.5水泥。但仲裁仍需用基准水泥。

D.4.2 砂

符合GB/T 14684要求的细度模数为2.6-2.9、含泥量（质量分数）小于1%的中砂。

D.4.3 石子

符合GB/T 14685 粒径为5mm-20mm。如有争议，以卵石试验结果为准。

D.4.4 水

符合混凝土拌合用水要求。

D.4.5 外加剂

符合相应外加剂标准要求。

D.4.6 纤维

需要检测的纤维。

D.4.7 其他掺合料

需符合相应的标准要求。

D.5 混凝土配合比

D.5.1 配合比设计基本要求

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C40；
- 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) 纤维：按受检产品提供的推荐掺量；
- d) 用水量：应使混凝土的坍落度保持在 $180\text{mm} \pm 20\text{mm}$ 之间。

D.5.2 混凝土的计量、搅拌

制备混凝土所需原材料的称重以及混凝土的搅拌应符合下列规定：

- a) 试验用原材料应称重计量，称量的精确度：水泥、水、外掺料（外加剂和纤维）为 $\pm 0.5\%$ ；砂、石为 $\pm 1\%$ ；
- b) 采用强制式混凝土搅拌机，全部材料及外加剂一次投入，拌合量控制在10L-45L之间，搅拌3min，出料后在铁板上用人工翻拌2-3次再次进行试验。受检混凝土的搅拌方式按照受检产品说明书提供的搅拌方法进行。

D.5.3 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，试件尺寸 $150\text{mm} \times 150\text{mm} \times 150\text{mm}$ ，硬化混凝土的标准养护龄期为28d。基准混凝土拌合1批，取样3块；纤维混凝土拌合3批，每批取样3块，共计9块试件。

D.6 试验步骤

D.6.1 至试验龄期时，自养护室取出试件，应用潮湿抹布覆盖，避免其湿度变化。

D.6.2 取出试件，检查其尺寸及形状，相对两面应平行。量出棱边长度，精确至1mm。试件受力截面积按其与压力机上下接触面的平均值计算。在破型前，保持试件原有湿度，在试验时擦干试件。

D. 6. 3 以成型时侧面为上下受压面，试件中心应与压力机几何对中。

D. 6. 4 控制试验加载速度0. 5MPa/s~0. 8MPa/s，进行加载试验，记录破坏极限荷载F（N）。

D. 7 结果计算

D. 7. 1 混凝土立方体抗压强度按式D. 1计算：

$$f_{cu} = \frac{F}{A} \quad (D. 1)$$

式中：

f_{cu} ——混凝土立方体抗压强度，单位为兆帕（MPa）；

F——极限荷载，单位为牛顿（N）；

A——受压面积，单位为平方毫米（mm²）。

D. 7. 2 混凝土抗压强度比以受检混凝土与基准混凝土抗压强度比表示，按式D. 2计算：

$$\alpha_c = \frac{f_{cc1}}{f_{cc0}} \times 100\% \quad (D. 2)$$

式中：

α_c ——混凝土抗压强度比；

f_{cc1} ——纤维混凝土的抗压强度，单位为兆帕（MPa）；

f_{cc0} ——基准混凝土的抗压强度，单位为兆帕（MPa）。

D. 7. 3 混凝土抗压强度比以三批试验检测值的平均值表示（结果精确至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%，则把最大及最小值一并舍去，取中间值作为该批的试验结果；如果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。