

T/CUPC

团 体 标 准

T/CUPC 037—2026

水利工程纤维混凝土施工技术规范

Technical specifications for fiber reinforced concrete construction
in water conservancy projects

2026 - 03 - 12 发布

2026 - 03 - 12 实施

中国城镇化促进会 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	1
4 基本要求	2
5 原材料	2
5.1 水泥	2
5.2 骨料	2
5.3 外加剂	3
5.4 矿物掺合料	3
5.5 水	3
5.6 钢纤维	3
5.7 合成纤维	3
5.8 玄武岩短切纤维	4
6 配合比	4
6.1 一般要求	4
6.2 配合比设计	4
6.3 配合比调整	4
7 拌合和运输	5
7.1 一般要求	5
7.2 拌合	5
7.3 运输	5
8 施工	5
8.1 一般要求	5
8.2 浇筑	5
8.3 喷射	6
8.4 养护	6
9 质量控制	7
9.1 原材料	7
9.2 拌合物	7
9.3 浇筑	7
9.4 喷射	8

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由亨泰水利工程集团有限公司提出。

本文件由中国城镇化促进会归口。

本文件起草单位：亨泰水利工程集团有限公司、禹顺生态建设有限公司、中国铁建大桥工程局集团有限公司、深圳市特区建工能源建设集团有限公司、新郑市水利工程运行保障中心、易县水利局、江苏省淮沭新河管理处、杭州水电建筑集团有限公司、江苏琴湖水利建设有限公司、河北水利建设管理有限公司、保定市建筑安装工程处、南京第一建设事务所有限责任公司、湖南良禹建设工程有限公司、宜兴市河海建设工程有限公司、河南省广宇建设集团有限公司、如皋市水利枢纽管理中心、沭阳县十字水利站、嘉兴市滨海建设工程有限公司、江阴市农村水利服务中心、江阴市防汛防旱服务中心（江阴市重点水利工程建设服务中心）、江苏盈联环境建设有限公司、昆山中水工程项目咨询有限公司、江苏科弘岩土工程有限公司、浙江航河水利建设有限公司、南京市第二基础工程有限责任公司、江苏省水利建设工程有限公司、兴化市水润建设工程有限公司、宁夏驰以恒建筑工程有限公司、浙江珩斐建设工程有限公司、宁夏亘利建筑工程有限公司、杭州河昇水利工程有限公司。

本文件主要起草人：郭段鑫、王云峰、乔树勋、代先利、高文兴、杜丽华、严后军、邵浩杰、缪凤琴、吴东、张博骞、邹飞、蒋宇、李慧鹏、刘鹏、陈峰、毛韦、张驰、顾荣涛、游剑南、李敏、梅俊官、王晓鑫、陈明、徐军、耿昌明、陈丽霞、杨思婷、吕国汉、苏海涛、郑王建。

水利工程纤维混凝土施工技术规范

1 范围

本文件规定了水利工程纤维混凝土施工技术的基本要求、原材料、配合比、拌合和运输、施工、质量控制。

本文件适用于采用钢纤维、合成纤维、玄武岩短切纤维的大中型水利工程纤维混凝土施工，小型水利工程可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 1596 用于水泥和混凝土中的粉煤灰
- GB/T 8076 混凝土外加剂
- GB/T 18046 用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉
- GB/T 21236 电炉回收二氧化硅微粉
- GB/T 26408 混凝土搅拌运输车
- GB/T 35159 喷射混凝土用速凝剂
- GB 50119 混凝土外加剂应用技术规范
- DL/T 5150 水工混凝土试验规程
- DL/T 5330 水工混凝土配合比设计规程
- DL/T 5797 水电水利工程纤维混凝土施工规范
- JGJ 63 混凝土用水标准
- JGJ/T 221 纤维混凝土应用技术规程
- JGJ/T 372 喷射混凝土应用技术规程
- JT/T 1088 公路工程 喷射混凝土用无碱速凝剂
- SL/T 352 水工混凝土试验规程
- SL/T 631.2 水利水电工程单元工程施工质量验收标准 第2部分：混凝土工程
- SL 677 水工混凝土施工规范
- SL/T 805 水工纤维混凝土应用技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

纤维混凝土 fiber concrete

在普通混凝土中掺入纤维而制成的复合材料，包括钢纤维混凝土、合成纤维混凝土、玄武岩短切纤维混凝土等。

3.2

钢纤维 steel fiber

用钢材经加工制成的短纤维，主要有普通碳钢纤维、低合金钢纤维、不锈钢纤维等。

3.3

合成纤维 synthetic fiber

用有机合成材料制成、能分散于混凝土中的短纤维，主要有聚乙烯纤维、聚丙烯纤维、聚丙烯腈纤维、膜裂纤维、粗纤维等。

3.4

玄武岩短切纤维 chopped basalt fiber

以玄武岩纤维为基材，通过短切并能均匀分散在混凝土或砂浆中的纤维。

3.5

混凝土拌合物 concrete mixture

混凝土各组成材料按一定比例配料并拌制，具有一定工作性能、呈塑性状态的混合物，称为混凝土拌合物，也称为新拌混凝土。

3.6

拌合时间 mixing time

全部材料加入完成至拌合料开始出料的时间。

3.7

混凝土运输时间 concrete transportation time

从搅拌机出料口全部卸料完至混凝土到达仓面的时间。

4 基本要求

4.1 纤维混凝土的材料选型、设计计算方法及施工工艺，应根据工程类型、功能需要，并结合受力特征、工程经验等确定。

4.2 纤维混凝土所用的水、水泥、骨料、掺合料及外加剂应符合 SL 677 的规定。

4.3 应对纤维材料的出厂合格证及出厂检验报告进行检查，并现场取样进行质量检验，满足性能要求后方可使用。

4.4 纤维混凝土应进行配合比设计，通过试验确定纤维掺量。纤维混凝土的抗压强度、抗拉强度（或抗弯强度）、耐久性等满足设计要求，和易性、凝结时间和输送性能等满足施工要求。

5 原材料

5.1 水泥

纤维混凝土宜采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，并应符合 GB 175 的规定。当采用其他品种水泥时，其性能指标应符合国家标准的有关规定，用于永久性结构的水泥强度等级不应低于 42.5。

5.2 骨料

5.2.1 骨料选择应做到优质、经济、就地取材。可选用天然骨料、人工骨料或两者互相补充。选用人工骨料时，宜优先选用石灰岩质的料源。

5.2.2 粗骨料应根据其最大粒径分级进行配料，最大粒径不大于 19 mm 时，宜分为 3 级~4 级，大于 19 mm 时，可适当增加 1 级~2 级。在施工过程中，应保持粗骨料级配的连续性和稳定性。

5.2.3 粗骨料应洁净、质地坚硬，不因加热引起性质变化。不应使用风化岩石加工的粗骨料。粗骨料的质量应符合表 1 的要求。

表 1 粗骨料质量要求

指标		质量要求
超逊径率	超径率 (%)	≤5
	逊径率 (%)	≤10
表观密度 (g/cm ³)		≥2.6
吸水率 (%)		≤2
含泥量 (%)		≤0.5

表1 粗骨料质量要求（续）

指标	质量要求
针片状颗粒含量（%）	≤25
压碎率（%）	≤30
坚固性（%）	≤12

5.2.4 细骨料可采用碱性岩石加工的人工砂，当选用酸性岩石加工的人工砂、天然砂或人工砂与天然砂混合使用时，应进行试验论证。细骨料的质量应符合表2的要求。加工碱性碎石的石屑应充分利用。

表2 细骨料质量技术要求

指标	技术要求
超径率（%）	≤10
表观密度（g/cm ³ ）	≥2.55
吸水率（%）	≤2
含泥量（%）	≤2
坚固性（%）	≤15
有机质含量	浅于标准色
石粉含量（%）	≤15

5.2.5 粗、细骨料加工宜采用封闭式干法生产，细骨料在进入拌合楼加热前其含水率应满足生产要求，含水率控制标准应通过试验确定。

5.3 外加剂

5.3.1 速凝剂符合下列规定：

- a) 宜采用无碱或低碱速凝剂，速凝剂掺量通过试验确定，且不应大于10%；
- b) 掺速凝剂的水泥净浆初凝时间不应大于3 min，终凝时间不应大于12 min；掺碱性速凝剂和低碱速凝剂的水泥净浆凝结时间试验方法应按 GB/T 35159 执行；掺无碱速凝剂的水泥净浆凝结时间试验方法应按 JT/T 1088 执行；
- c) 掺速凝剂胶砂强度应符合 GB/T 35159 的有关规定。

5.3.2 其他外加剂性能应符合 GB/T 8076 和 GB 50119 的规定。

5.4 矿物掺合料

矿物掺合料应符合下列规定：

- a) 粉煤灰的质量符合 GB/T 1596 的有关规定，等级不低于 II 级；
- b) 硅粉的质量符合 GB/T 21236 的有关规定，牌号不低于 SF90；
- c) 粒化高炉矿渣粉的质量符合 GB/T 18046 的有关规定，级别不低于 S95。

5.5 水

混凝土拌合用水、养护用水应符合 JGJ 63 的规定。

5.6 钢纤维

5.6.1 钢纤维混凝土可采用碳钢纤维、低合金钢纤维或不锈钢纤维。钢纤维的形状可为平直形或异形，异形钢纤维又可为压痕形、波形、端钩形、大头形和不规则麻面形等。

5.6.2 钢纤维的几何参数及性能要求应符合 JGJ/T 221 的规定。

5.7 合成纤维

5.7.1 合成纤维可采用聚丙烯纤维、聚乙烯醇纤维、聚丙烯腈纤维、聚酰胺纤维或其它经过试验和技术论证符合性能要求的纤维。

5.7.2 合成纤维性能应符合 SL/T 805、DL/T 5797 的规定。

5.8 玄武岩短切纤维

5.8.1 混凝土应采用短切玄武岩纤维，单丝公称直径宜为 $17\ \mu\text{m}\sim 22\ \mu\text{m}$ ，长度宜为 $20\ \text{mm}\sim 25\ \text{mm}$ 。

5.8.2 玄武岩纤维基本性能指标应满足表 3 的规定。

表 3 玄武岩纤维基本性能指标

性能	单位	指标
外观合格率	%	≥ 95
密度	g/cm^3	2.60~2.80
含水率	%	≤ 0.2
短切率	%	≥ 95
分散率	%	≥ 95
可燃物含量	%	0.1~1.0
耐碱性	%	≥ 75

5.8.3 玄武岩纤维其它性能指标应符合 DL/T 5797 的规定。

6 配合比

6.1 一般要求

6.1.1 纤维混凝土配合比应根据工程设计以及结构型式、施工工艺、气候条件、原材料等进行设计，满足拌合物工作性能、力学性能、耐久性能、长期性能以及温度控制等要求。

6.1.2 施工单位应对预拌混凝土生产单位提供的配合比进行复核，对重要结构和关键部位的混凝土配合比进行试验验证。

6.1.3 纤维混凝土配合比设计报告应经监理单位审核。

6.2 配合比设计

6.2.1 纤维混凝土配合比设计与试验验证应符合 SL/T 352、DL/T 5150 等规定，配合比试验应采用施工所用的原材料。

6.2.2 纤维混凝土最大用水量、最大水胶比与胶凝材料用量、矿物掺合料最大掺量应符合 DL/T 5330 的规定。

6.2.3 纤维混凝土工作性能应根据结构型式、运输距离、浇筑工艺以及施工环境条件等确定。

6.2.4 原材料的产地、品种或质量发生变化，纤维混凝土质量出现异常，纤维混凝土配合比 6 个月以上未使用，应重新进行纤维混凝土配合比设计或验证。

6.3 配合比调整

6.3.1 出现下列情况时，应对混凝土配合比进行调整：

- a) 开盘鉴定结果不符合要求；
- b) 细骨料细度模数、粗骨料级配等发生变化；
- c) 气候条件发生显著变化；
- d) 混凝土运输条件发生变化；
- e) 现场施工条件发生变化。

6.3.2 按调整后的纤维混凝土配合比进行性能试验，所有性能均满足设计要求时的配合比即为确定的配合比并报监理单位审核。

7 拌合和运输

7.1 一般要求

- 7.1.1 纤维混凝土施工前应对混凝土拌合设备、运输设备和浇筑设备等进行检查、调试，确保设备完好和正常运行。
- 7.1.2 混凝土拌和设备正式投入纤维混凝土生产前，应按经批准的纤维混凝土施工配合比进行生产性试验，以确定投料顺序和拌合时间。
- 7.1.3 纤维混凝土运输设备和浇筑设备，应与运输条件、混凝土级配、拌合能力、运输能力、浇筑强度、混凝土温度控制要求、仓面具体情况等相适应。

7.2 拌合

- 7.2.1 纤维混凝土应采用机械搅拌。
- 7.2.2 应提前测定粗、细骨料的实际含水率，根据实际含水率调整确定实际粗、细骨料用量及用水量。
- 7.2.3 原材料计量宜采用电子计量仪器，使用前应确认其工作正常，纤维混凝土原材料质量计量的允许偏差应符合表4的规定。

表4 原材料计量允许偏差

偏差类别	水泥、矿物掺合料	骨料	水、外加剂、纤维
计量允许偏差	±1.0%	±2.0%	±1.0%

7.3 运输

- 7.3.1 纤维混凝土在运输过程中不应离析和分层。
- 7.3.2 纤维混凝土应采用搅拌运输车运输，运输车辆应符合 GB/T 26408 的规定，运输过程中应保证混凝土拌合物的均匀性和和易性。纤维混凝土运输过程中，搅拌运输车搅拌筒转速宜为 2 r/min~6 r/min，从拌合完成至入仓的总运输时间不宜超过 90 min，高温季节不宜超过 60 min。运输应满足现场施工连续供应的需要。

8 施工

8.1 一般要求

- 8.1.1 纤维混凝土工程施工前应对场内运输、摊铺、振捣设备进行检查，确保设备完好。
- 8.1.2 纤维混凝土工程施工应进行仓面设计。仓面设计应包括仓面尺寸、浇筑顺序、布料方式、振捣点位、温控措施等内容，设计方案经监理单位审核批准后实施。
- 8.1.3 纤维混凝土工程施工设备应与仓面面积、浇筑强度、混凝土温度控制要求等相适应。
- 8.1.4 大体积纤维混凝土应按温控要求控制入仓温度。

8.2 浇筑

- 8.2.1 纤维混凝土浇筑前应对基面或施工缝进行处理。纤维混凝土浇筑过程中不应向仓内加水。
- 8.2.2 采用混凝土泵输送纤维混凝土，泵送混凝土的停泵时间超过 15 min 时，应间隔 4 min~5 min 开泵，使泵机进行正转和反转两个冲程，同时开动料斗搅拌器。停泵时间超过 45 min 或混凝土出现离析现象时，应将管中混凝土清除，并清洗泵机。
- 8.2.3 混凝土泵的位置应靠近浇筑地点。
- 8.2.4 纤维混凝土浇筑过程中应保证均匀性、密实性和连续性，控制浇筑速度，均匀布料、对称浇筑。底板齿坎、水平止水片（带）下部等部位混凝土浇筑宜采取静置、复振等措施。
- 8.2.5 纤维混凝土应分层浇筑，分层厚度宜为 300 mm~500 mm，上下层浇筑间歇时间不应超过混凝土初凝时间。上下层浇筑间歇时间较长，且下层混凝土不能重塑的，应按施工缝处理。在斜面上浇筑混凝土，应从低处开始，采取措施防止混凝土向低处流动。
- 8.2.6 纤维混凝土浇筑时，应及时清除粘附在模板、钢筋、止水片（带）和预埋件表面的砂浆；纤维

混凝土泌水、积水应排除；纤维混凝土顶面的浮浆宜清理。

8.2.7 纤维混凝土顶面应及时抹平、压实、收光，终凝前抹面宜不少于2次，抹面时不应洒水。

8.2.8 纤维混凝土在高温季节施工时，宜采取缩短运输及卸料时间、改变仓面小气候、避开高温时段等措施。

8.2.9 露天纤维混凝土不应安排在雨天施工。浇筑过程中若突遇降雨应停止浇筑，并及时覆盖仓面。

8.3 喷射

8.3.1 喷射纤维混凝土施工宜采用湿喷工艺，小型工程和洞外作业可采用干喷工艺。

8.3.2 喷射纤维混凝土除速凝剂外，包括水在内的所有拌合料组分在送入喷射机前应已拌合、制备完成。

8.3.3 湿喷法喷射纤维混凝土在运输及喷射过程中不应加水。

8.3.4 喷射纤维混凝土应在受喷面、布筋等质量验收符合要求后方可施工。

8.3.5 喷射纤维混凝土施工作业符合下列规定：

- a) 应分片、分段进行喷射作业，且每分段长度不宜大于6m；
- b) 对有较大蜂窝、低凹处和裂缝的受喷面，应处理至符合要求后进行喷射；
- c) 喷射作业时，喷嘴指向与受喷面应保持90°夹角，喷嘴与喷射面的距离宜符合表5的规定；

表5 喷嘴与喷射面的距离

喷射方式	喷射工艺	
	干喷法	湿喷法
人工喷射	0.8 m~1.2 m	1.0 m~1.5 m
机械式喷射	-	1.0 m~2.0 m

- d) 喷射纤维混凝土一次喷射厚度宜符合表6的规定，厚度宜大于100mm、加固工程喷射厚度大于70mm时，应采用分层喷射；

表6 喷射纤维混凝土一次喷射厚度

喷射工艺	喷射方式			
	水平		竖直	
	掺速凝剂	不掺速凝剂	掺速凝剂	不掺速凝剂
干喷法	70 mm~100 mm	50 mm~70 mm	50 mm~60 mm	30 mm~40 mm
湿喷法	80 mm~150 mm	60 mm~100 mm	-	-

- e) 分层喷射时，第二次喷射应在第一次喷射的混凝土初凝后进行，当间隔时间超过1h时，应采用高压水或压缩空气对混凝土喷层表面进行处理后喷射；

- f) 不应将喷射时产生的回弹物料重新掺入喷射拌合物使用。

8.3.6 在喷射纤维混凝土施工过程中，水平面喷射纤维混凝土拌合物回弹率不宜大于15%，竖直面喷射纤维混凝土拌合物回弹率不宜大于25%。喷射纤维混凝土的喷射回弹率的试验方法应按JGJ/T 372执行。

8.3.7 遇到大风、气温达到冬期混凝土施工温度或雨水冲刷等情况时，应在采取遮挡、防寒、引排等措施后方可继续喷射。

8.3.8 喷射作业中可用针探法随时进行厚度检测，厚度不满足设计要求时应及时补喷。

8.4 养护

8.4.1 纤维混凝土表面养护，宜采取下列措施：

- a) 混凝土在浇筑完成或抹面后宜进行表面喷雾养护，终凝后应及时覆盖、洒水养护；
- b) 混凝土养护应连续，养护时间不宜少于28d；

- c) 对利用混凝土后期强度或重要部位、有特殊要求的混凝土，应适当延长养护时间。
- 8.4.2 对建筑物棱角、过流面等重要部位的纤维混凝土，应加强表面保护。
- 8.4.3 纤维混凝土在终凝 2 h 后应及时保湿养护。
- 8.4.4 养护水温与纤维混凝土温度之差不宜超过 20 °C。
- 8.4.5 在低温季节或气温骤降时，宜将进行纤维混凝土施工的隧洞、竖井、廊道等孔洞进行临时封闭保温。纤维混凝土施工后气温低于 5 °C 时，需采取措施进行保温防冻。
- 8.4.6 对于冬期施工的纤维混凝土，养护应符合下列规定：
- 日均温度低于 5 °C 时，不采用喷水养护；
 - 混凝土受冻前强度不低于 6 MPa，且用普通硅酸盐水泥制备的混凝土强度不低于设计强度的 40%；
 - 混凝土强度达到设计强度等级标准值 80% 时，方可拆除养护措施。
- 8.4.7 纤维混凝土养护应配备专人负责，并应做好养护记录，养护资料齐全。

9 质量控制

9.1 原材料

- 9.1.1 进场纤维应包装完整，标志齐全，并附有相关质量证明文件。
- 9.1.2 纤维应进行进场检验，检验合格后方可使用。检验项目符合下列规定：
- 钢纤维检验项目应包括抗拉强度、弯折性能、尺寸偏差、形状合格率、根数误差及杂质含量；
 - 合成纤维、玄武岩短切纤维检验项目应包括纤维抗拉强度、初始模量、断裂伸长率、耐碱性；
 - 用于防裂及增韧的合成纤维及玄武岩短切纤维，应根据设计要求或工程需要选测掺加纤维后混凝土的分散性相对误差、混凝土裂缝降低系数、混凝土抗压强度比、混凝土渗透高度比、韧性指数、抗冲击次数比。
- 9.1.3 纤维混凝土原材料的检验规则应符合下列规定：
- 用于同一工程的同品种和同规格的钢纤维，应按每 20 t 为一个检验批；用于同一工程的同品种和同规格的合成纤维、玄武岩短切纤维，应按每 50 t 为一个检验批；
 - 散装水泥应按每 500 t 为一个检验批，袋装水泥应按每 200 t 为一个检验批；矿物掺合料应按每 200 t 为一个检验批；砂、石骨料应按每 400 m³ 或 600 t 为一个检验批；外加剂应按每 50 t 为一个检验批；
 - 不同批次或非连续供应的纤维混凝土原材料，在不足一个检验批量情况下，应按同品种和同规格（或等级）材料每批次检验一次；
 - 纤维及其它原材料质量应符合第 5 章的规定。

9.2 拌合物

- 9.2.1 纤维混凝土制备系统各种计量仪器设备在投入使用前应经标定合格后方可使用，并定期校验。开盘前应检查确认生产设备和控制系统正常，计量仪表归零。
- 9.2.2 原材料计量偏差应每一工作班检查至少 2 次，混凝土搅拌时间应每盘检查，检验结果应符合 7.2 的规定。
- 9.2.3 骨料含水率的检验每工作班不应少于 1 次，当雨雪等外界影响导致混凝土骨料含水率变化时应及时检验。
- 9.2.4 纤维混凝土拌合物性能应符合 SL/T 805、DL/T 5797 的规定。

9.3 浇筑

- 9.3.1 纤维混凝土的强度等级应符合设计要求。用于检查结构构件混凝土强度的试件，应在混凝土的浇筑地点随机取样。取样频次应符合下列规定：
- 每一施工段取样不少于 1 次；
 - 每工作班拌制的同一配合比的混凝土每 100 盘且不超过 100 m³ 时，取样不少于 1 次，不足 100 盘时，取样不少于 1 次；

- c) 当一次连续浇筑超过 500 m 后，每台搅拌机组同一配合比的混凝土每 200 m 取样不少于 1 次。
- 9.3.2 每次取样应至少留置一组标准养护试件，同条件养护试件的留置组数应根据实际需要确定。
- 9.3.3 纤维混凝土的浇筑质量检验应按 SL/T 631.2 执行。

9.4 喷射

- 9.4.1 喷射纤维混凝土应按设计要求进行抗拉、抗渗、抗冻性能等检验。
 - 9.4.2 喷射纤维混凝土检验与验收应按 JGJ/T 372 执行。
-