

T

ICS 91.100.30

CCS Q14

团体标准

T/CWDPA XXX—2026

超高性能混凝土预制构件生产 技术规范

Technical specification for production of precast ultra-high performance
concrete components

2026-X-XX 发布

2026-X-XX 实施

中国西部开发促进会 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 原材料技术要求 2

 4.1 一般规定 2

 4.2 水泥 2

 4.3 硅灰 2

 4.4 石英砂 2

 4.5 高效减水剂 2

 4.6 钢纤维 2

5 配合比设计 3

 5.1 一般规定 3

 5.2 设计参数 3

 5.3 配合比计算 3

 5.4 试配与调整 3

6 生产工艺 3

 6.1 一般规定 4

 6.2 原材料计量与搅拌 4

 6.3 成型工艺 4

 6.4 养护工艺 4

 6.5 脱模与后处理 4

 6.6 成品堆放 4

7 质量检验 5

 7.1 一般规定 5

 7.2 进厂检验 5

 7.3 过程检验 5

 7.4 成品检验 5

 7.5 判定规则 5

8 标志、包装、运输与贮存 6

 8.1 标志 6

 8.2 包装 6

 8.3 运输 6

 8.4 贮存 6

9 环境保护与安全生产 6

 9.1 环境保护 6

 9.2 安全生产 7

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。

本文件由广西冀和水泥制品有限公司提出。

本文件由中国西部开发促进会归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

本文件为首次发布。

超高性能混凝土预制构件生产技术规范

1 范围

本文件规定了超高性能混凝土预制构件的原材料技术要求、配合比设计、生产工艺、质量检验、标志、包装、运输与贮存等技术要求。

本文件适用于超高性能混凝土预制构件生产，涵盖建筑构件、桥梁构件、市政构件等类型。

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 8076 混凝土外加剂
- GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
- GB/T 14684 建设用砂
- GB/T 15233 包装 单元货物尺寸
- GB/T 27690 砂浆和混凝土用硅灰
- GB/T 31387 活性粉末混凝土
- GB/T 50107 混凝土强度检验评定标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

超高性能混凝土 ultra-high performance concrete

由水泥、矿物掺合料、细骨料、高效减水剂与钢纤维等组成，经致密化设计与制备，具有超高强度、高韧性 with 高耐久性的水泥基复合材料，简称UHPC。

3.2

预制构件 precast component

在工厂预先制作成型，经养护达到规定强度后，运输至施工现场安装使用的混凝土构件。

3.3

水胶比 water-binder ratio

混凝土拌合用水量与胶凝材料总质量的比值，是影响UHPC强度与工作性的核心参数。

3.4

钢纤维 steel fiber

掺入UHPC中，用于提升基体抗拉、抗折与韧性性能的短纤维，按外形分为端钩型、平直型、扭曲型等。

3.5

硅灰 silica fume

硅铁合金冶炼过程中收集的超细二氧化硅粉尘，作为矿物掺合料填充胶凝材料孔隙，提升基体密实度与强度。

3.6

扩展度 spread value

表征UHPC新拌浆体流动性能的指标，通过扩展度筒提起后浆体扩散的平均直径测定。

4 原材料技术要求

4.1 一般规定

- 4.1.1 生产所用原材料应符合对应国家标准与产品技术要求，进场时查验出厂合格证、性能检测报告等质量证明文件，按批次见证取样复验，合格后方可投入使用。
- 4.1.2 原材料分类分区堆放，设置清晰标识，不同品种、批次间防止混杂；易潮材料密封储存，钢纤维做好防锈保护，避免锈蚀影响性能。

4.2 水泥

- 4.2.1 宜采用 P·II52.5 级及以上硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，性能符合 GB 175 的规定，碱含量低、安定性好，与减水剂适应性良好。
- 4.2.2 进场检验强度、安定性、凝结时间与细度，同厂家、同品种、同强度等级每 500 t 为一检验批，不足 500 t 按一批计。

4.3 硅灰

- 4.3.1 硅灰性能应符合 GB/T 27690 的规定，SiO₂质量分数不小于 90%，烧失量不大于 4%，比表面积不小于 15000 m²/kg，活性指数不小于 105%。
- 4.3.2 采用密封包装储存于干燥通风库房，防止受潮结块；不同批次分别堆放，使用前核查外观，结块超标不得使用。

4.4 石英砂

- 4.4.1 采用洁净硬质石英砂，质地坚硬、级配连续，粒径范围 0.15 mm~0.6 mm，含泥量不大于 0.5%，云母含量不大于 0.5%，无杂质与风化颗粒。
- 4.4.2 按粒径分级堆放，使用前过筛剔除超径颗粒，级配曲线符合配合比设计要求，保证基体颗粒紧密堆积。

4.5 高效减水剂

- 4.5.1 采用聚羧酸系高效减水剂，性能符合 GB 8076 的规定，减水率不小于 30%，含固量偏差不超过 ±1%，与水泥、硅灰适应性良好。
- 4.5.2 进场检验减水率、凝结时间差、抗压强度比，同厂家同品种每 50 t 为一检验批，不足 50 t 按一批计。

4.6 钢纤维

- 4.6.1 采用端钩型高强碳素钢纤维，抗拉强度不小于 2850 MPa，长度 12 mm~20 mm，直径 0.15 mm~0.25 mm，长径比 60~100，表面无锈蚀、无结团。
- 4.6.2 进场检验抗拉强度、长度偏差与直径偏差，每 10 t 为一检验批，不足 10 t 按一批计，不合格批次不得使用。
- 4.6.3 原材料主要性能指标应符合表 1 规定。

表 1 原材料主要性能指标要求

材料名称	检验项目	指标要求	检验依据
P·II52.5 水泥	28 d抗压强度	≥52.5 MPa	GB 175
	安定性	煮沸法合格	GB 175
硅灰	SiO ₂ 含量	≥90%	GB/T 27690
	比表面积	≥15000 m ² /kg	GB/T 27690
石英砂	含泥量	≤0.5%	GB/T 14684
	粒径范围	0.15 mm~0.6 mm	—
聚羧酸减水剂	减水率	≥30%	GB 8076

材料名称	检验项目	指标要求	检验依据
端钩型钢纤维	28 d抗压强度比	≥130%	GB 8076
	抗拉强度	≥2850 MPa	GB/T 15233
	长度偏差	±1 mm	—

5 配合比设计

5.1 一般规定

- 5.1.1 配合比设计应满足强度等级、工作性能、耐久性能与生产工艺要求，遵循低水胶比、致密堆积、经济合理的原则。
- 5.1.2 采用绝对体积法计算配合比，结合原材料性能通过试配验证，工作性能满足搅拌、成型工艺要求，强度储备不低于 1.15 倍。

5.2 设计参数

- 5.2.1 水胶比宜控制在 0.16~0.22 之间，根据强度等级与工作性要求调整，最低不小于 0.16，保证浆体均匀成型与水化充分。
- 5.2.2 硅灰掺量为胶凝材料总质量的 20%~30%，取代部分水泥，优化颗粒级配，填充界面孔隙，提升基体致密性与后期强度。
- 5.2.3 钢纤维体积掺量为 1.5%~3.0%，根据构件受力等级调整，最低不小于 1.5%，保障构件抗裂性、韧性与抗冲击性能。
- 5.2.4 胶凝材料总用量宜为 900 kg/m³~1200 kg/m³，石英砂与胶凝材料质量比为 0.8~1.2，形成紧密颗粒堆积体系。
- 5.2.5 UHPC 配合比设计参数范围应符合表 2 规定。

表 2 UHPC 配合比设计参数范围

参数名称	单位	控制范围	说明
水胶比	—	0.16~0.22	强度高取小值，工作性要求高取大值
硅灰掺量	%	20~30	占胶凝材料总质量
钢纤维体积率	%	1.5~3.0	受弯构件取大值，受压构件取小值
胶凝材料总量	kg/m³	900~1200	含水泥、硅灰
砂胶比	—	0.8~1.2	石英砂质量/胶凝材料质量
减水剂掺量	%	1.5~3.0	占胶凝材料总质量

5.3 配合比计算

- 5.3.1 按绝对体积法计算各材料用量，先确定水胶比与胶凝材料总量，按硅灰掺量分配水泥与硅灰用量，再计算石英砂体积与用量。
- 5.3.2 减水剂掺量按胶凝材料质量百分比计，通过试拌调整，以新拌浆体扩展度满足施工要求为准，不得超掺。

5.4 试配与调整

- 5.4.1 初步配合比确定后进行试拌，测定初始扩展度与 30 min 扩展度损失，扩展度宜为 600 mm~800 mm，损失率不大于 10%。
- 5.4.2 按标准方法成型试件，标准养护至 28 d 龄期，检测抗压、抗折强度，强度达标且工作性能满足生产要求，方可确定正式配合比。
- 5.4.3 原材料更换、生产工艺调整或构件性能要求变化时，重新开展配合比试配与验证，不得直接沿用原配合比。

6 生产工艺

6.1 一般规定

- 6.1.1 生产前编制专项生产工艺方案，明确各工序参数、质量控制点与检验要求，作业人员经专项培训合格上岗，关键工序定员定岗。
- 6.1.2 计量、搅拌、成型、养护设备定期校准维护，计量精度符合要求，设备能力匹配生产规模，保障生产连续稳定。

6.2 原材料计量与搅拌

- 6.2.1 原材料采用重量计量，计量精度：胶凝材料 $\pm 0.5\%$ ，骨料 $\pm 1\%$ ，拌合用水 $\pm 0.5\%$ ，外加剂 $\pm 0.5\%$ ，计量设备每月检定一次。
- 6.2.2 采用强制式行星搅拌机搅拌，先投入水泥、硅灰、石英砂干拌 30 s~60 s，再加水与减水剂搅拌 120 s~180 s，最后均匀撒入钢纤维搅拌 60 s~90 s。
- 6.2.3 搅拌完成后逐盘检测扩展度，每工作班至少检测 2 次，工作度不满足要求的，调整减水剂用量或废弃该盘。

6.3 成型工艺

- 6.3.1 模具清理干净，均匀涂刷专用脱模剂，无漏涂、无积液；钢筋骨架、预埋件安装定位准确，固定牢固，偏差符合允许范围。
- 6.3.2 浇筑分层进行，每层厚度不大于 150 mm，采用高频振动台振捣，振捣时间 60 s~90 s，至表面均匀出浆无大气泡，确保钢纤维分散均匀。
- 6.3.3 表面采用机械抹面，分粗抹与精抹两次作业，表面平整无露石、无浮浆，按设计要求做拉毛或防滑处理。

6.4 养护工艺

- 6.4.1 成型后及时覆盖保湿膜，静停养护 4 h~6 h，环境温度不低于 20 $^{\circ}\text{C}$ ，避免表面失水开裂。
- 6.4.2 采用蒸汽养护时，升温速率不大于 15 $^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ，最高养护温度不超过 90 $^{\circ}\text{C}$ ，恒温时间 12 h~16 h，降温速率不大于 15 $^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ，防止温度应力开裂。
- 6.4.3 蒸养结束后自然养护至 28 d 龄期；提前脱模的以同条件养护试件强度为准，达到设计强度 70% 以上方可脱模。
- 6.4.4 生产工艺主要参数控制应符合表 3 规定。

表 3 生产工艺主要参数控制要求

工序	控制项目	控制范围	检验频率
计量	各材料计量精度	胶凝材料 $\pm 0.5\%$ ，骨料 $\pm 1\%$	每班核查1次
搅拌	总搅拌时间	210 s~330 s	每盘监控
	新拌浆体扩展度	600 mm~800 mm	每工作班 ≥ 2 次
振捣	振捣时间	60 s~90 s	每构件抽查
蒸养	升温速率	$\leq 15\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{h}$	每2 h记录1次
	最高温度	$\leq 90\text{ }^{\circ}\text{C}$	每2 h记录1次
	恒温时间	12 h~16 h	每批次记录
	降温速率	$\leq 15\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{h}$	每2 h记录1次

6.5 脱模与后处理

- 6.5.1 脱模时构件强度满足设计脱模强度要求，采用专用吊具轻吊轻放，避免磕碰缺棱掉角，脱模后即时检查外观缺陷。
- 6.5.2 表面气泡、麻面等轻微缺陷及时修补，修补材料强度与颜色与本体匹配，修补后平整无明显痕迹。
- 6.5.3 构件连接端面按要求进行凿毛处理，凿毛深度不小于 5 mm，露出新鲜基体，保障现场拼接与灌浆结合强度。

6.6 成品堆放

- 6.6.1 脱模后按规格、型号、生产批次分类堆放，堆放支点符合设计受力位置，叠放高度不超过 3 层，防止压损与变形。
- 6.6.2 堆放场地平整坚实，排水良好，构件间留不小于 500 mm 通道，便于检查、吊装与转运。

7 质量检验

7.1 一般规定

- 7.1.1 质量检验分为原材料进厂检验、生产过程检验、成品出厂检验三级，检验结果真实可追溯，记录完整归档，保存期限不少于产品全生命周期。
- 7.1.2 检验方法符合现行国家标准，检验仪器计量检定合格，抽样方法与判定规则符合 GB/T 50107 的规定。

7.2 进厂检验

- 7.2.1 原材料进厂按批次查验质量证明文件，按规定抽样复验，不合格原材料标识隔离，及时清退出场，严禁投入生产。
- 7.2.2 检验记录包含材料名称、规格、批次、数量、检验项目、结果、日期与检验人员签字，作为质量追溯依据。

7.3 过程检验

- 7.3.1 每工作班至少检测 2 次搅拌物扩展度，每台班制作 1 组强度试件，验证强度稳定性，试件注明成型日期与批次。
- 7.3.2 成型工序检查模具尺寸、钢筋骨架、预埋件位置，振捣工艺与抹面质量，每班次抽查不少于 3 件，不合格及时整改。
- 7.3.3 养护过程监测温度、时间，每 2 h 记录一次温升值，确保养护制度执行到位，养护记录完整可查。

7.4 成品检验

- 7.4.1 成品检验包含外观质量、尺寸偏差、力学性能三类，批量生产时每 200 件为一检验批，不足 200 件按一批计。
- 7.4.2 外观质量：表面平整，无露筋、无贯通裂缝，蜂窝麻面面积不超过总面积的 1%，缺棱掉角深度不大于 5 mm，每处面积不大于 20 cm²。
- 7.4.3 尺寸偏差：长度±5 mm，宽度±3 mm，高度±3 mm，预埋件位置偏差不大于 5 mm，对角线差不大于 5 mm。
- 7.4.4 力学性能：28 d 抗压强度不小于 120 MPa，抗折强度不小于 16 MPa，每批抽样 1 组 3 个试件，不合格加倍抽样复验。
- 7.4.5 成品构件性能检验指标应符合表 4 规定。

表 4 UHPC 预制构件成品性能检验指标

检验类别	检验项目	指标要求	检验方法	抽样数量
外观质量	表面缺陷	无露筋、无贯通裂缝，麻面≤1%	目视、量测	全数
	缺棱掉角	深度≤5 mm，单处≤20 cm ²	量测	全数
尺寸偏差	长度	±5 mm	钢卷尺	每批抽10%且≥5件
	宽度、高度	±3 mm	钢直尺	每批抽10%且≥5件
	预埋件位置	≤5 mm	钢直尺	每批抽10%且≥5件
力学性能	28 d抗压强度	≥120 MPa	GB/T 50107	每批1组3个试件
	28 d抗折强度	≥16 MPa	GB/T 31387	每批1组3个试件

7.5 判定规则

- 7.5.1 原材料检验全部合格方可投入生产，过程检验不合格的工序不得进入下道工序，返工合格后方

可继续生产。

7.5.2 成品检验主控项目全部合格，一般项目合格率不低于 90%，判定为批合格；主控项目任意一项不合格直接判定批不合格。

7.5.3 不合格构件标识隔离存放，分析原因制定整改措施，返工后重新检验，仍不合格的按废品处置，做好记录。

8 标志、包装、运输与贮存

8.1 标志

8.1.1 构件明显位置标注永久标识。

8.1.2 标志内容应包括：

- a) 构件型号；
- b) 规格；
- c) 生产批号生产日期；
- d) 合格标识；
- e) 生产厂家名称。

8.1.3 标志清晰耐久，不易脱落，位置统一规范，便于出厂查验、现场吊装与质量追溯。

8.2 包装

8.2.1 构件棱角采用专用橡胶护角保护，饰面构件表面粘贴保护膜，防止运输过程中磕碰、划伤与污染。

8.2.2 叠装运输时层间垫放缓冲垫块，绑扎固定牢固，防止运输中移位、碰撞造成构件损坏。

8.3 运输

8.3.1 构件运输应采用专用运输车辆，运输车辆应具有足够的承载能力和稳定性。

8.3.2 构件在运输车辆上应放置平稳，绑扎牢固。

8.3.3 构件与车体之间应设置垫木或橡胶垫，防止构件损伤。

8.3.4 运输过程中应避免剧烈颠簸和碰撞，车速应根据路况合理控制。

8.3.5 对于异形或大型构件，应制定专项运输方案。

8.4 贮存

8.4.1 构件储存场地应平整坚实，排水良好。

8.4.2 构件应按品种、规格、型号和检验状态分类堆放。

8.4.3 构件堆放层数应根据构件承载能力和垫木设置确定，不得超过设计允许的堆放层数。

8.4.4 构件之间应设置垫木，垫木位置应与吊点位置一致。

8.4.5 构件储存应采取防晒、防雨、防冻措施。

8.4.6 标识应向外，便于识别。

9 环境保护与安全生产

9.1 环境保护

9.1.1 一般规定

超高性能混凝土预制构件生产过程中应遵守国家 and 地方环境保护法律法规，采取有效措施防治污染。

9.1.2 粉尘控制

原材料储存、输送和搅拌过程中应采取以下粉尘控制措施：

- f) 水泥和矿物掺合料应采用封闭式筒仓储存；
- g) 上料、配料和搅拌工序应设置除尘装置；

- h) 生产区域应定期洒水降尘；
- i) 原材料运输车辆进出厂区应进行冲洗。

9.1.3 废水控制

生产过程中应采取以下废水控制措施：

- a) 搅拌设备清洗废水应经沉淀处理后方可排放或回用；
- b) 厂区应实行雨污分流；
- c) 废水排放应符合国家和地方排放标准。

9.1.4 噪声控制

生产过程中应采取以下噪声控制措施：

- a) 搅拌设备、振捣设备等噪声源应采取隔声、减振措施；
- b) 厂界噪声应符合 GB 12348 的规定；
- c) 夜间施工应严格控制噪声排放。

9.1.5 固体废弃物处理

生产过程中产生的固体废弃物应分类收集、妥善处置：

- a) 废弃混凝土和砂浆应进行资源化利用或运至指定处置场所；
- b) 废钢筋和废金属应回收利用；
- c) 危险废物应按照相关规定进行处置。

9.2 安全生产

9.2.1 一般规定

超高性能混凝土预制构件生产应遵守安全生产法律法规，建立健全安全生产管理制度。

9.2.2 设备安全

生产设备应符合以下安全要求：

- a) 搅拌机、起重设备、运输车辆等应定期检查和维护；
- b) 设备的安全防护装置应齐全有效；
- c) 电气设备应符合防触电要求；
- d) 压力容器和管道应定期检验。

9.2.3 作业安全

生产作业应符合以下安全要求：

- a) 操作人员应经过安全培训，持证上岗；
- b) 高处作业应设置安全防护设施；
- c) 吊装作业应制定专项方案，专人指挥；
- d) 有限空间作业应进行气体检测，配备通风设备。

9.2.4 职业健康

生产过程中应采取以下职业健康保护措施：

- a) 粉尘作业区域应配备防尘口罩等个人防护用品；
- b) 噪声作业区域应配备耳塞等听力保护用品；
- c) 高温作业区域应采取防暑降温措施；
- d) 应定期对作业人员进行职业健康检查。

9.2.5 应急管理

生产企业应制定生产安全事故应急预案，并定期组织演练。应急预案应包括以下内容：

- a) 火灾事故应急处置；
- b) 机械伤害事故应急处置；

- c) 起重伤害事故应急处置；
 - d) 触电事故应急处置。
-