

T/JXCRC

江西省散装水泥和预拌混凝土协会团体标准

T/JXCRC XXX—2024

装配式预制构件连接用超高性能混凝土 (UHPC) 应用技术规范

Technical specification for the application of ultra-high-profile concrete for
assembled precast connections

征求意见稿

2024 - XX - XX 发布

2024 - XX - XX 实施

江西省散装水泥和预拌混凝土协会 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 UHPC 制备 2

5 性能与分级 5

6 结构设计 6

7 施工 7

8 检验与验收 9

前 言

本标准按照 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。

本标准由江西省散装水泥和预拌混凝土协会提出并归口。

本标准起草单位：

本标准主要起草人：

装配式预制构件连接用超高混凝土（UHPC）应用技术规范

1 范围

本文件规定了装配式预制构件连接用超高性能混凝土（UHPC）的术语和定义、UHPC制备、性能与分级、结构设计、施工、检验与验收。

UHPC在装配式预制构件连接中的应用，除应符合本文件的规定外，尚应符合国家、行业、地方现行有关标准规范的规定。

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 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 6566 建筑材料放射性核素限量
- GB 8076 混凝土外加剂
- GB 9774 水泥包装袋
- GB/T 10454 集装袋
- GB/T 14684 建设用砂
- GB/T 18736 高强高性能混凝土用矿物外加剂
- GB/T 21120 水泥混凝土和砂浆用合成纤维
- GB/T 23439 混凝土膨胀剂
- GB/T 27690 砂浆和混凝土用硅灰
- GB/T 31387 活性粉末混凝土
- GB/T 50080 普通混凝土拌合物性能试验方法标准
- GB/T 50081 混凝土物理力学性能试验方法标准
- GB/T 50082 普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准
- GB 50119 混凝土外加剂应用技术规范
- GB 50164 混凝土质量控制标准
- GB 50214 组合钢模板技术规范
- GB/T 51003 矿物掺合料应用技术规范
- GB/T 51231 装配式混凝土建筑技术标准
- JC/T 572 耐碱玻璃纤维无捻粗纱
- JC/T 2361 砂浆、混凝土用减缩剂
- JGJ/T 10 混凝土泵送施工技术规程
- JGJ 63 混凝土用水标准
- JGJ/T 193 混凝土耐久性检验评定标准
- JGJ/T 221 纤维混凝土应用技术规程

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;UHPC

兼具超高抗渗性能和力学性能的纤维增强水泥基复合材料。

3.2

超高性能混凝土预混料 premix for ultra-high performance concrete; P-UHPC

除拌合水外，用于制备超高性能混凝土的预先混合料。

注：分为不含纤维预混料和含纤维预混料。

3.3

不含纤维预混料 matrix part of P-UHPC without fibers;PM-UHPC

由水泥、矿物掺合料和骨料组成，按颗粒级配和规定性能要求配制并混和均匀的干混料，及配套使用的液体或粉体外加剂(可内掺)。

3.4

含纤维预混料 P-UHPC with fibers;PF-UHPC

由不含纤维预混料和增强纤维构成的产品。

3.5

纤维 s fiber

分散在材料中以改善其力学性能的金属或非金属细短纤维。

3.6

纤维体积率 fiber volume fraction

在超高性能混凝土中，纤维所占的体积百分数。

4 UHPC 制备

4.1 胶凝材料

4.1.1 水泥宜采用 GB 175 标准要求的硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥。当采用其他种类或标号的水泥时，应通过试验验证。

4.1.2 硅灰应符合 GB/T 18736 或 GB/T 27690 的规定；粉煤灰、磨细粒化高炉渣、磨细天然沸石和偏高岭土应符合 GB/T 18736 的规定；石灰石粉应符合 GB/T 51003 的规定。所有矿物粉体材料(包括矿物颜料)的放射性均应符合 GB 6566 的规定。

4.2 骨料

4.2.1 骨料宜优先选用最大粒径不超过 1.25mm 的单粒级石英砂，也可选用天然砂或机制砂。

4.2.2 石英砂宜采用以石英为主的颗粒材料，石英砂应分为粗粒径砂(1.25mm~0.63mm)、中粒径砂(0.63mm~0.315mm)和细粒径砂(0.315mm~0.16mm)三个粒级，且应符合表 1 要求。

表 1 石英砂质量要求

项 目	技术要求
1.25mm~0.63mm粒级 \geq 1.25mm的颗粒比例 (%)	≤ 5
1.25mm~0.63mm粒级 $<$ 0.63mm的颗粒比例 (%)	≤ 5
0.63mm~0.315mm粒级 \geq 0.63mm的颗粒比例 (%)	≤ 5
0.63mm~0.315mm粒级 $<$ 0.315mm的颗粒比例 (%)	≤ 5
0.315mm~0.16mm粒级 \geq 0.315mm的颗粒比例 (%)	≤ 5
0.315mm~0.16mm粒级 $<$ 0.16mm的颗粒比例 (%)	≤ 5
SiO ₂ 含量 (%)	≥ 97
云母含量 (%)	< 0.5
硫化物及硫酸盐含量 (%)	≤ 0.5
氯离子含量 (%)	≤ 0.02

4.2.3 石英粉宜采用以含石英为主的粉状材料，且应符合表 2 要求。

表 2 石英粉质量要求

项 目	技术要求
$< 0.16\text{mm}$ 粒径的颗粒比例 (%)	≥ 95
SiO ₂ 含量 (%)	≥ 97
云母含量 (%)	≤ 0.5
硫化物及硫酸盐含量 (%)	≤ 0.5
氯离子含量 (%)	≤ 0.02

4.2.4 天然砂应满足 GB/T 14684 的规定，宜采用细度模数为 2.3~3.0 的中砂或 1.6~2.2 的细砂且应符合表 3 要求。

表 3 天然砂质量要求

项 目	技术要求
$> 4.75\text{mm}$ 粒径的颗粒比例 (%)	< 1
含 泥 量 (%)	≤ 0.5

4.2.5 机制砂应满足 GB/T 14684 的规定，宜采用细度模数为 2.3~3.0 的中砂或 1.6~2.2 的细砂，且应符合表 4 要求。

表 4 机制砂质量要求

项 目	技术要求
$> 4.75\text{mm}$ 粒径的颗粒比例 (%)	< 1

母岩强度 (MPa)	≥ 100
------------	------------

4.3 外加剂

- 4.3.1 减水剂应符合 GB 8076 和 GB 50119 的规定。宜选用高性能减水剂，减水剂的减水率宜大于 30%。
- 4.3.2 膨胀剂应符合 GB/T 23439 的规定，宜采用氧化钙类膨胀剂，不得采用含硫铝酸钙组分的膨胀剂。
- 4.3.3 减缩剂应符合 JC/T 2361 的规定。不得使用与水泥、矿物掺合料及其水化产物发生化学反应的减缩剂。
- 4.3.4 其它外加剂应符合国家现行有关标准的规定，与水泥和矿物掺合料有良好的适应性，并应通过试验验证，在满足设计要求后方可使用。

4.4 纤维

- 4.4.1 细短钢纤维和不锈钢纤维应为 YB/T 151 中的钢丝冷拉型，并按 YB/T 151 规定的方法进行质量检验，其性能指标应符合表 5 的要求。

表 5 钢纤维性能指标

项目	技术要求
抗拉强度 (MPa)	≥ 2000
长度 (mm)	6~25
直径 (mm)	0.10~0.25

- 4.4.2 选用短切聚乙烯醇纤维和聚丙烯纤维应符合 GB/T 21120 的规定；短切耐碱玻璃纤维应符合 JC/T 572 的规定。对纤维规格尺寸有特殊要求的，由合同约定。
- 4.4.3 用于超高性能混凝土的纤维的产品性能应符合国家有关标准的规定。

4.5 水

- 4.5.1 拌合用水宜采用饮用水；当采用其他水源时，水质应符合 JGJ 63 的规定。
- 4.5.2 超高性能混凝土冬期施工时，可考虑加热拌合用水，水温不宜超过 60℃。

4.6 配合比设计

- 4.6.1 超高性能混凝土的配合比设计宜综合考虑结构形式特点、设计要求、施工工艺以及施工环境等因素。先根据设计要求的混凝土工作性能、力学性能、耐久性、体积稳定性及其他指标初步计算配合比。再对设计配合比进行试配、调整得到满足相关性能要求的基准配合比，后经坍落扩展度、强度、收缩徐变、耐久性等技术指标复核后确定。
- 4.6.2 当需要改善超高性能混凝土的体积稳定性，宜调整膨胀剂的掺量；当需要改善拌合物的工作性能，宜调整减水剂的掺量。
- 4.6.3 基于最大堆积密实度原理进行配合比设计，超高性能混凝土的配制强度参照 GB/T 31387 要求。
- 4.6.4 不同强度等级的超高性能混凝土的水胶比、胶凝材料用量和钢纤维（体积）掺量宜符合下表 6 规定。若掺入合成纤维时，其体积掺量不宜大于 3%，且不宜明显降低拌合物工作性能。

表 6 超高性能混凝土的水胶比及组分掺量要求

等级	水胶比	胶凝材料用量/(kg/m ³)	钢纤维(体积)掺量/%
UC120	≤ 0.20	≤ 900	≥ 1.2
UC140	≤ 0.18	≤ 950	≥ 1.7

UC160	≤ 0.16	≤ 1000	≥ 2.0
UC180	≤ 0.14	≤ 1000	≥ 2.5
UC200	≤ 0.13	≤ 1000	≥ 2.8

4.6.5 硅灰用量不宜小于胶凝材料用量的 10%，水泥用量不宜小于胶凝材料用量的 50%。

4.7 材料储存与计量

4.7.1 采用原材料供应方式时，UHPC 原材料(胶凝材料、骨料、外加剂、钢纤维、拌合用水)储存要求应符合 GB/T 31387 的规定。

4.7.2 采用干混料供应方式时，UHPC 干混料产品宜采用防潮包装袋包装，并应符合下列规定：

- a) 小包装袋(包装重量不超过 50kg)应符合 GB 9774 的规定；集装袋(包装重量介于 500~3000kg)应符合 GB/T 10454 的要求。
- b) 袋装 UHPC 干混料每袋净含量不应少于其标识质量的 99%。随机抽取 20 袋，总质量(含包装袋)应不少于标识质量的总和。
- c) 袋装 UHPC 干混料包装袋上应标志标明产品名称、标记、商标、加水量范围、净含量、使用说明、储存条件及保质期、生产日期或批号、生产单位、地址和电话等。

4.7.3 UHPC 干混料在储存过程中不应受潮和混入杂物，并应符合下列规定：

- a) 不同品种、规格型号和批号的 UHPC 干混料应分别储存，不应混杂，且宜先存先用。
- b) 袋装 UHPC 干混料应储存于干燥环境中，应有防雨、防潮、防扬尘措施。储存过程中，包装袋不应破损。
- c) 袋装 UHPC 干混料的保质期自生产日期起为 3 个月。当存放时间超过 3 个月或对 UHPC 干混料有怀疑或受潮时，应重新取样复验，只有复验合格后方可使用。

4.7.4 干混料的运输应符合下列规定：

- a) UHPC 干混料运输时，应有防雨、防潮、防扬尘措施，避免受潮，不应污染环境。
- b) 袋装 UHPC 干混料可采用交通工具运输。运输过程中，不得混入杂物。
- c) 袋装 UHPC 干混料搬运时，不应摔包，不应自行倾卸。

4.7.5 原材料和干混料的计量应符合下列规定：

- a) 固体原材料、干混料应按质量计量，水和液体外加剂可按体积计量。
- b) 原材料计量应采用电子计量设备。计量设备应具有法定计量部门签发的有效检定证书，并应定期检验，每月应至少自检一次。每一工作班开始前，应对计量设备进行零点校准。
- c) 原材料的计量允许偏差不应大于表 7 规定的范围，并应每班检查 1 次。

表 7 UHPC 原材料计量允许偏差

原材料品种	水泥*	掺合料*	钢纤维	外加剂	骨料*	水	干混料*
每盘计量允许偏差(%)	±2	±2	±1	±1	±3	±1	±2
累计计量允许偏差 (%)**	±1	±1	±1	±1	±2	±1	±1

*:当UHPC供应方式为干混料供应时，水泥、掺合料、骨料的计量替换为干混料的计量；

**：累计计量允许偏差是指每一运输车中各盘混凝土的每种材料计量和的偏差。

5 性能和分类

5.1 工作性能

5.1.1 UHPC 拌合物应具有良好的工作性能，不得离析和泌水，无纤维结团和基体结块。

5.1.2 UHPC 拌合物工作性能应采用坍落扩展度(SF)表征, 试验方法应符合现行国家标准 GB/T 50080 的规定, 按表 8 的规定进行分级。USF1 级拌合物性能, 可由用户根据实际需要自行规定。

表 8 UHPC 拌合物工作性能及分级

等级	USF1	USF2	USF3	USF4
SF	SF<550	550≤SF<650	650≤SF<750	SF≥750

5.2 力学性能

5.2.1 UHPC 的抗压强度等级应根据 100mm 立方体抗压强度划分, 强度等级划分为 UC120、UC140、UC160、UC180、UC200。

5.2.2 UHPC 轴心抗压强度标准值 f_{ek} 和 UHPC 轴心抗压强度设计值 f_a 应按表 9 采用。

表 9 UHPC 轴心抗压强度取值 (MPa)

UHPC 强度等级					
强度取值	UC120	UC140	UC160	UC180	UC200
f_{cu}, k	120	140	160	180	200
f_{ek}	84	98	112	126	140
f_{cd}	58	68	77	87	97

5.2.3 UHPC 的轴心抗拉性能等级应根据狗骨头轴拉试验的轴心抗拉初裂强度 $f_{0, k}$ 、极限抗拉强度 f 划分, 在钢纤维掺量 0.5%~6% 的情况下, UHPC 强度等级划分为 UCT6、UCT7、UCT8、UCT9, 分级要求见表 10。

表 10 表 UHPC 的轴心抗拉强度分级

参数	要求			
	UCT6	UCT7	UCT8	UCT9
$f_{0, k}/MPa$	≥6	≥7	≥8	≥9
$f_u/f_{0, k}$		≥1.1	≥1.1	≥1.2
C_{tu}		≥1500 μc		≥2000 μe
类型	应变软化	低应变硬化		高应变硬化

5.2.4 UHPC 弹性模量 E_e 宜根据 GB/T 31387 的规定进行测试。若无实测数据, UHPC 弹性模量 E_e 可按表 11 采用。

表 11 UHPC 弹性模量 ($\times 10^3 MPa$)

UHPC 强度等级					
强度取值	UC120	UC140	UC160	UC180	UC200
E_e	41.9	44.3	46.2	47.8	49.2

5.3 耐久性能

5.3.1 UHPC 耐久性能设计指标包括氯离子扩散系数和耐磨性能。不同环境类别下, UHPC 的耐久性能设计指标宜按表 12 的规定选用。

表 12 UHPC 耐久性能

环境类别名称	耐久性设计指标
一般环境、冻融环境、近海或海洋氯化物环境、除冰盐等其他氯化物环境、盐结晶环境、化学腐蚀环境。	氯离子扩散系数
磨蚀环境	耐磨性能

5.3.2 UHPC 的氯离子扩散系数应按表 13 的规定进行分级。

表 13 UHPC 抗渗性能分级

等级	UD100	UD20	UD02
$D_{cl} (\times 10^{-14} \text{m}^2/\text{s})$	$20 \leq D_{cl} < 100$	$2 \leq D_{cl} < 20$	$D_{cl} < 2$

6 结构设计

- 6.1 超高性能混凝土快速连接技术可适用于装配式建筑受弯、受压和受剪切构件的连接。
- 6.2 采用本技术时，按现场检测结果确定的原构件混凝土强度等级不应低于 C30。
- 6.3 当被连接构件与超高性能混凝土之间的界面处理及粘结质量符合本标准规定时，可按整体截面计算。

7 施工

7.1 一般规定

- 7.1.1 UHPC 材料供应方式可分为干混料供应方式和原材料供应方式两大类，由供需双方协商确定，宜优先选用干混料供应方式。若采用原材料供应要求，应采取必要措施确保其性能稳定。
- 7.1.2 根据 UHPC 的早期收缩和水化热特点，应采取必要措施防止 UHPC 早期开裂。
- 7.1.3 本规范未明确规定的施工事项应符合 GB/T 51231-2016 的相关规定。

7.2 搅拌与运输

- 7.2.1 UHPC 宜采用干混料集中湿拌或现场加水搅和，并应符合下列规定：
- 搅和前，应检查搅拌设备状态，并应严格按施工配合比进行拌和。
 - 设备搅拌能力应大于现场浇筑能力。
 - 应通过试验确定投料顺序、数量及分段搅拌时间等工艺参数。
 - 对于未掺入钢纤维的干混料或现场拌制的 UHPC，搅拌系统中宜设置防止纤维结团的下料装置。
 - 应采用具有计量系统的强制式搅拌设备拌和，搅拌时间不宜少于 8min；待 UHPC 流化后继续搅拌 2min。
 - 搅拌应保证拌合物质量均匀，出机拌合物中不得有纤维结团和下沉现象。
 - 同一盘 UHPC 的均质性除应符合 GB 50164 的规定之外，对同一盘 UHPC 中纤维含量随机进行检测，检测方法应符合 JGJ/T 221 的规定，检测次数不少于三次，所有测值与设计钢纤维含量的相对误差均不应大于 5%。
 - 搅拌结束后，应及时清洗搅拌设备。

7.2.2 UHPC 若采用吊斗或其他方式运输时，应保证 UHPC 的连续浇筑，且等候卸料和浇筑时间不宜过长。

7.3 模板、支架施工

7.3.1 模板及支架的设计应满足下列规定：

- a) 模板宜采用标准化的组合钢模板，组合钢模板的拼装应符合 GB 50214 的规定；支架宜采用钢材或常备式定型钢材构件等材料制作。
- b) 模板应能适应构件的高温蒸汽养护，对于钢模板表面还应进行防腐防锈处理。
- c) 应根据振动器的作用范围，在模板上交错布置附着式振动器。
- d) 预应力构件的模具应根据设计要求设置预拱度。
- e) 对于现场接缝浇筑施工也可采用木模进行，但应保证模具的强度、刚度。

7.3.2 模板及支架应具有足够的承载力、刚度和稳定性，应能可靠地承受施工过程中所产生的各类荷载。

7.3.3 模板的制作与安装应符合下列规定：

- a) 模板组装应连接牢固、缝隙严密，不漏浆，并有防漏浆措施。
- b) 斜坡面 UHPC 的外斜坡表面应支设模板，并采取可靠措施防止其偏位。
- c) 对于中空结构的梁体，对芯模应有防止上浮和偏位的可靠措施。
- d) 浇筑面积较大、形状复杂或封闭模板空间内 UHPC 时，应在模板上适当部位设置排气口和浇筑观察口。
- e) 模板与混凝土接触面应清理干净并应涂刷脱模剂，脱模剂不得污染钢筋和混凝土表面。
- f) 固定在模板上的预埋件、预留孔洞均不得遗漏，且应安装牢固、位置准确。
- g) 宜选择合适的脱模剂，减少 UHPC 表面的气孔。

7.3.4 模板、支架的拆除应符合下列规定：

- a) 模板、支架的拆除期限和拆除程序等应严格按施工图设计要求进行，设计未要求时，应在同条件养护 UHPC 试件抗压强度达到 40MPa 及以上方可拆除。
- b) 拆模时，构件表面温度与环境温度的温度差不应大于 15℃。
- c) 拆模后，应及时对构件转角处露出的钢纤维进行处理。

7.4 浇筑

7.4.1 UHPC 拌合物浇筑应保证纤维分布的均匀性和结构的整体性，并应符合下列规定：

- a) 浇筑前要检查模板及其支架、钢筋以及保护层厚度、预埋件位置、尺寸，确认无误后，方可进行浇筑。浇筑的混凝土应填充到钢筋、埋设物周围及模板内各角落。
- b) UHPC 浇筑应连续，宜一次浇筑完成；若采用分层浇筑，宜采取水平分层、斜向推进的方式浇筑，每层的厚度不应大于 300mm，各层间混凝土的间隔浇筑时间不应超过 10min，层间不应出现冷缝。
- c) UHPC 宜采用平板振捣或模外振捣器振捣成型。所采用的振捣机械和振捣方法除应保证密实外，还应避免拌合物离析、分层以及纤维下沉或露出构件表面。
- d) UHPC 拌合物浇筑倾落的自由高度不应超过 1.5m，当倾落高度大于 1.5m 时，应加串筒、斜槽、溜管等辅助工具，避免钢纤维从水泥浆中离析或结团。
- e) 采用布料机浇筑时，应由一端开始均匀连续进行。
- f) 在浇筑 UHPC 过程中，应随机抽样制作同条件试件。同条件试件应在与结构或构件相同环境条件下成型与养护。

7.4.2 装配式预制构件间的 UHPC 湿接缝施工应符合下列规定：

- a) 湿接缝用 UHPC 宜采用补偿收缩型 UHPC。
- b) 施工前应将浇筑 UHPC 的范围内的梁板表层 UHPC 凿去 2~5mm，直至钢纤维裸露表面，清洗干净，保持表面润湿，并不得有积水。
- c) 湿接缝处的模板应具有足够的强度和刚度，与梁(板)体的接触面应密贴并具有一定的搭接长度，各接缝应严密不漏浆，模板周围宜采用高强止浆橡胶条止浆。
- d) 湿接缝 UHPC 应在一天中气温相对较好的时段浇筑，且一联中的全部湿接缝应一次浇筑完成。
- e) 湿接缝浇筑完毕后，应尽早覆盖保湿薄膜，宜保湿养护 7d 以上，并采取必要措施防止出现收缩裂缝。同条件养护试件的抗压强度达到 40MPa 后方可拆模。
- f) 养护时环境平均温度宜高于 10℃，当环境平均气温连续 5d 低于 5℃时，应按冬季施工过程处理，采取保温措施。

7.5 养护

7.5.1 UHPC 连接构件浇筑完成后，应及时进行保湿养护(静停)，并应符合下列规定：

- a) 宜覆盖节水保湿薄膜进行保湿养护。养护过程中，应加强巡查力度，发现有缺水部位时，应及时补水养护。
- b) 养护过程中不得对 UHPC 连接构件进行扰动。
- c) 养护时间不宜少于 24 小时，且同条件养护试件的抗压强度达到 40MPa 后方可拆模。

7.5.2 当日平均温度在 10℃以上，日最低温度在 5℃以上，应按如下步骤进行一般保湿养护：

- a) UHPC 连接构件振捣抹平完成后应将塑料薄膜覆盖在表面；
- b) 浇筑完成后至 24h 内，应覆盖上塑料薄膜养护，且不定期往塑料薄膜上喷水(以喷水雾的方式喷洒)。24h 后应往 UHPC 连接构件表面喷水(以喷水雾的方式喷洒)，再覆盖上塑料薄膜；
- c) UHPC 连接构件应带模养护 7d，如受施工工期等原因影响需缩短带模养护时间时，UHPC 连接构件最短养护时间不应短于 3d；
- d) 拆除模板后 UHPC 连接构件应继续进行养护，总养护时间宜控制在 28d，如受其它原因影响需缩短养护时间时，养护时间不短于 14d；
- e) UHPC 连接构件养护期间，塑料薄膜应完好无损，彼此搭接完整，搭接位置应用质量较轻的木块或其它物品覆盖，搭接宽度应大于 20cm，内表面应具有凝结水珠。

8 检验与验收

8.1 一般规定

8.1.1 施工单位应根据全面质量管理要求，建立健全有效的质量保证体系，对原材料进场、试验室试配、试验性浇筑、施工等环节及硬化后的超高性能混凝土质量进行全过程检验，掌握质量动态信息，并应达到所规定的质量要求，确保施工质量。

8.1.2 施工质量不能满足要求的，应及时分析原因，提出改进措施。存在质量缺陷的，应根据对建筑物可靠性的影响，采取必要的措施。

8.1.3 所有与装配式预制构件连接用 UHPC 施工有关的原始记录均应如实保存。

8.2 检测规则

8.2.1 超高性能混凝土出厂前应进行出厂检验，出厂检验的要求及结果应符合相关国家现行标准及行业标准。

8.2.2 超高性能混凝土的交货检验应在供需双方合同约定的交货地点进行，建设单位应委托具备相应资质的第三方检测机构进行质量检测，非建设单位委托的检测机构出具的检测报告不得作为工程质量验收依据。

8.2.3 超高性能混凝土交货检验的检验项目应包括扩展度、扩展度经时损失、扩展时间、抗压强度、抗拉性能、弹性模量、氯离子扩散系数。

8.2.4 当且仅当以上各项指标均满足检测要求时，可判定该批产品检验项目为合格产品。如检验结果不满足要求，应要求供货方重新提供材料进行二次检验，满足要求后方可采用。

8.3 取样规则

8.3.1 出厂检验的预混料试样，应在出料口随机采样，按超高性能混凝土配合比拌制成超高性能混凝土拌合物后检验。以 100t 相同配比的预混料为 1 批，每 1 批取样不应少于 1 次。

8.3.2 交货检验的预混料试样，应在交货地点随机抽取，按超高性能混凝土配合比拌制成超高性能混凝土拌合物后检验。扩展度和抗压强度的检验，每 100t 相同配比的预混料取样不应少于 1 次；抗拉性能的检验，每 500t 相同配比的预混料取样不应少于 1 次；其他检验项目，同一工程、同一配比预混料应至少进行一次检验。

8.3.3 超高性能混凝土拌合物应在浇筑地点随机抽样检验纤维是否有结团及纤维含量。拌合物中不得有纤维结团；纤维含量偏差不应超过配合比设计的纤维含量的 $\pm 5\%$ 。同一工程、同一配合比的超高性能混凝土每 50m³ 为一批，不足一批的也按一批计，每批至少抽检一次。

8.3.4 超高性能混凝土拌合物抽样检验项目应包括扩展度或坍落度的经时损失。扩展度或坍落度的经时损失应 24h 检验一次。扩展度或坍落度应在搅拌地点和浇筑地点分别取样检验。取样检验频率应符合下列规定：

- a) 每一工作班或每一单元结构物应不少于 2 次；
- b) 每次连续拌制不超过 50m³ 时，取样不宜少于 1 次；
- c) 当超高性能混凝土的原材料来源有所改变或对混凝土性能怀疑时应进行检验。

8.4 试件制备

8.4.1 超高性能混凝土试件应采用强制式搅拌机搅拌，搅拌时宜将水泥、矿物掺合料、骨料、粉剂外加剂等干料预先干拌 1min~2min，然后加入水和其他液体原材料湿拌，湿拌时间不宜低于 5min，至拌合物接近目标流动性；然后缓慢加入纤维，待纤维全部加完后继续搅拌不少于 2min，至纤维在拌合物中分散均匀。

8.4.2 超高性能混凝土拌合物宜从试模的一侧开始浇筑，一次浇筑完毕，浇筑后可用橡胶锤轻敲侧模排除气泡，成型过程中不得进行插捣。

8.4.3 试件成型后，应立即在试模表面覆盖塑料薄膜，避免水分散失，试件应按 GB/T 50081 的规定进行标准养护。

8.5 拌合物性能测定要求

8.5.1 超高性能混凝土试件拌合物的扩展度及扩展度经时损失应按 GB/T 50080 的有关规定进行测定，应测试超高性能混凝土拌合物不再扩散或扩散持续时间达到 90s 时的扩展度。扩展度经时损失无特殊要求情况下应测试 1h 扩展度经时损失。

8.5.2 超高性能混凝土试件拌合物的扩展时间应按 GB/T 50080 的有关规定进行测定，应测试自坍落度筒提离地面时开始，至扩展开的超高性能混凝土拌合物外缘初触平板上所绘直径 500mm 圆周的时间。

8.6 力学性能测定要求

- 8.6.1 超高性能混凝土试件的抗压强度应按 GB/T 50081 的有关规定进行测定，并应符合下列规定：
- 应采用 100mm×100mm×100mm 的立方体试件，每组 6 个试件；
 - 加载速率应为 1.20 MPa/s~1.40MPa/s；
 - 取与平均值偏差小于 10%的试件强度平均值作为测定值。当 6 个值中有 1 个或 2 个与平均值的差值超过平均值的 10%时，将超出平均值 10%的测值舍除，取剩余测值的平均值作为该组试件的抗压强度值；当有 3 个或 3 个以上试件强度值与平均值偏差大于 10%时，则该组试件试验结果无效。
- 8.6.2 超高性能混凝土试件的抗拉性能应按 GB/T 50081 的有关规定进行测定，并应符合下列规定：
- 抗拉性能试件厚度分为 30mm 和 100mm 两种，当超高性能混凝土中纤维长度不大于 13mm 且不含粗骨料时，宜采用厚度为 30mm 的试件；当超高性能混凝土中纤维长度大于 13mm 或含有粗骨料时，宜采用厚度为 100mm 的试件，每组 6 个试件；
 - 每个试件在进行抗拉性能试验时，应同时确定弹性极限抗拉强度、弹性极限拉应变、拉伸弹性模量、抗拉强度，抗拉应变 5 个参数，对于抗拉应变小于 1000×10^{-6} 的试件尚应确定残余抗拉强度。
 - 拉伸试验时，应对试件进行连续、均匀加荷，宜采用位移控制加荷，加荷速率宜控制在 0.2mm/min。
 - 当试件进入拉伸应变软化阶段后拉应力低于抗拉强度的 30%，或试件的拉应变达到 10000×10^{-6} 、或拉断时应终止加载，停止试验。
 - 开裂位置位于标距内的试件为有效拉伸试件，有效拉伸试件数量不应小于 4 个。当有效拉伸试件数量小于 4 个时，该组试件无效。以所有有效拉伸试件测值的平均值确定弹性极限抗拉强度、弹性极限拉应变、拉伸弹性模量、抗拉强度、抗拉应变的最终试验结果。
- 8.6.3 超高性能混凝土试件的弹性模量应按 GB/T 50081 的有关规定进行测定，试件应采用 100mm×100mm×300mm 的棱柱体试件，加载速率应为 1.20MPa/s~1.40MPa/s。

8.7 耐久性能测定要求

- 8.7.1 超高性能混凝土试件的氯离子扩散系数应按 GB/T 50082 的有关规定进行测定。
- 8.7.2 试件尺寸宜采用直径 100mm±1mm、高度 50mm±2mm 的圆柱体试件；当需要提高氯离子渗透深度时，可采用直径 100mm±1mm、高度 30mm±1mm 的圆柱体试件；每组试件数量为 3 块；试件成型时应使用不含纤维的超高性能混凝土拌合物。
- 8.7.3 应采用快速氯离子扩散系数法(RCM 法)进行测定，测定结果的判定应符合以下规定：
- 计算 3 个试件氯离子扩散系数的算术平均值。
 - 当氯离子扩散系数的计算平均值小于 $0.10 \times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$ 时，直接取 3 个试件氯离子扩散系数的中间值作为该组试件的氯离子扩散系数测定值。
 - 当氯离子扩散系数的计算平均值介于 $0.10 \times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s} \sim 0.40 \times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$ 之间时，若最大值或最小值与中间值之差超过中间值的 30%，应剔除此值，再取其余两值的平均值作为测定值；若最大值和最小值均超过中间值的 30%，应取中间值作为测定值。
 - 当氯离子扩散系数的计算平均值大于 $0.40 \times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$ 时，若最大值或最小值与中间值之差超过中间值的 15%，应剔除此值，再取其余两值的平均值作为测定值；若最大值和最小值均超过中间值的 15%，应重新制样进行试验，或取其中最大值作为测定值。