



中国建材



2023全国散装水泥绿色产业创新发展（西安）论坛

超高性能混凝土（UHPC）发展现状

中国建筑材料科学研究总院有限公司 李清海

2023. 05. 24

CONTENTS

目录

1

UHPC委员会成立

2

UHPC概述

3

UHPC构件

4

工作重点与展望

01

UHPC委员会成立

一、UHPC委员会成立

1. 2023年4月27日，中国散装水泥推广发展协会超高性能混凝土产业发展委员会（简称“中国散协超高性能混凝土委员会”）成立大会在北京举行。



一、UHPC委员会成立



一、UHPC委员会成立



一、UHPC委员会成立

会长单位			
名誉会长	崔琪	中国建筑材料科学研究总院有限公司	教授/分院原院长
会长	李清海	中国建筑材料科学研究总院有限公司	教授/所副总工
副会长单位名单（按姓氏笔划为序）			
副会长	刘辉	卓匈新材料科技（上海）有限公司	董事长
副会长	余战进	安徽汇辽新型装饰材料有限公司	总经理
副会长	张利俊	国检测试控股集团北京有限公司	总工
副会长	张宝贵	北京宝贵石艺科技有限公司	董事长
副会长	林鹏程	砃创（上海）新材料科技股份有限公司	总经理
副会长	秦永超	河北隆腾科技有限公司	总经理
副会长	黄政国	湖南天泽建材有限公司	董事长
副会长	黄麟	常德天宇建筑建材有限公司	总经理
副会长	舒浩	广州新尚艺术股份有限公司	副总经理
副会长	童延安	博创达（上海）新材料科技有限公司	董事长
副会长	雷新忠	北京雷诺轻板有限责任公司	董事长
副会长	谭毅	珠海山泰创新材料科技有限公司	董事长
秘书长名单			
秘书长	郭群	建筑材料工业技术情报研究所	教授/副所长

一、UHPC委员会成立

理事单位名单（按姓氏笔划为序）		
理事	车延飞	南京砣利建筑咨询有限公司
理事	刘金山	石家庄市易达恒联路桥材料有限公司
理事	袁建华	广州市双瑜建筑艺术工程有限公司
理事	栗爱河	北京西东伟业环保科技有限公司
理事	倪前涛	江苏惠全新材料科技有限公司
理事	唐晓飞	江西楼饰新型材料有限公司

会长单位：1家； 副会长单位：12家；

理事单位：6家； 秘书长单位：1家；

会员单位：35家。

02

UHPC概述

二、UHPC概述

1. 超高性能混凝土定义

以水泥和矿物掺合料等活性粉末材料、细骨料、外加剂、高强度微细钢纤维和（或）有机/无机纤维、水等原料生产的**超高强增韧（超高抗渗性能与力学性能）混凝土**。简称UHPC。



- 活性粉末混凝土—RPC（别名）**法国RPC®**；区分：宏观无缺陷水泥基材料—MDF；高致密水泥基材料—DSP；密实增强复合材料—CRC；灌浆纤维混凝土—SIFCON等（**x** 亲戚）；
- 国际：1993年法国皮埃尔·理查德研究小组；**1997**年在加拿大谢布洛克市建成了世界上第一座 UHPC 材料的步行桥等。
- 国内：自上世纪 90 年代末引进，道路、桥梁、电缆沟盖。**2005**年首次在沈阳应用了 C140UHPC 预制工业厂房梁板。



二、UHPC概述

2. 材料基本性能对比

UHPC的性能优势



指标类别	普通混凝土 (NC)	高性能混凝土 (HPC)	超高性能混凝土 (UHPC)	UHPC/NC
抗压强度 (MPa)	20-50	60-100	> 120	约3倍
轴拉强度 (MPa)	1.54-2.64	2-4	> 7	约4倍
弯折强度 (MPa)	2-5	6-10	> 20	约6倍
氯离子扩散系数 ($10^{-12}\text{m}^2/\text{s}$)	4-8	1-4	0.05-0.1	约80倍
冻融剥落 (g/cm^2)	>1000	900	7	约150倍
吸水特性 (kg/m^3)	>3	1.5-3	< 0.2	约15倍
磨耗指标 (mm)	0.8-1.0	0.5-0.8	< 0.03	约33倍

二、UHPC概述

3. UHPC相关政策驱动

- 工业和信息化部、住房和城乡建设部《关于推广应用高性能混凝土的若干意见》提出要在超高层建筑和大跨度结构以及**预制混凝土构件中推广应用C60及以上强度等级的混凝土**。
- 中华人民共和国国家发展和改革委员会第**29**号令《产业结构调整指导目录》（**2019**年本）中明确鼓励海洋工程用混凝土、轻质高强混凝土、**超高性能混凝土**、混凝土自修复材料的开发和应用。
- 住房和城乡建设部发布的《“十四五”建筑业发展规划》明确要大力发展装配式建筑。加大**高性能混凝土**、高强钢筋和消能减震、预应力技术集成应用。
- 2023年2月6日中共中央国务院印发《质量强国建设纲要》提出“加快**高强度高耐久**、可循环利用、绿色环保等**新型建材研发与应用**，推动钢材、玻璃、陶瓷等传统建材升级换代，提升建材性能和品质。”

国家标准化管理委员会文件

国标委发〔2022〕8号

国家标准化管理委员会关于印发 《2022年全国标准化工作要点》的通知

二、着力重点突破，健全高质量发展的标准体系

6. 出台一批高端装备与信息技术、绿色低碳、现代服务融合标准，支撑装备制造高端化发展。制定高分子材料、碳纤维复合材料、**绿色低碳建材**等关键基础材料标准。

03

UHPC构件

三、UHPC构件

1. UHPC构件行业现状

主要应用于两大领域：

- ▣ **承重结构：**如桥梁结构和建筑结构中作为承载结构的柱及梁等；
- ▣ **非承重构件：**如建筑物或构筑物外立面等非承重部位或园艺景观装饰等构件，如UHPC外墙板、UHPC装饰制品等。

UHPC构件**优势：**

- ▣ **优异的力学性能、耐久性：**轻质超高强、可造型、耐极端恶劣环境中优异的耐久性，寿命长。
- ▣ **绿色低碳：**相比普通混凝土构件，使用更少水泥等原料，节约资源的同时与“双碳”政策方向相符合。

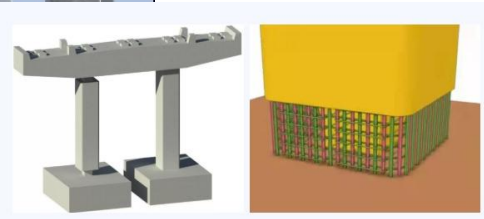
三、UHPC构件

UHPC承重构件现状

大叶公路奉贤段改建工程



(图片来源：奉贤区首条高架桥——大叶公路城区段高架桥正式开启预制拼装施工)



应用量：承重工程中（桥梁结构为主），我国约7~8万立方米/年应用量。

法国公路桥（2001年）

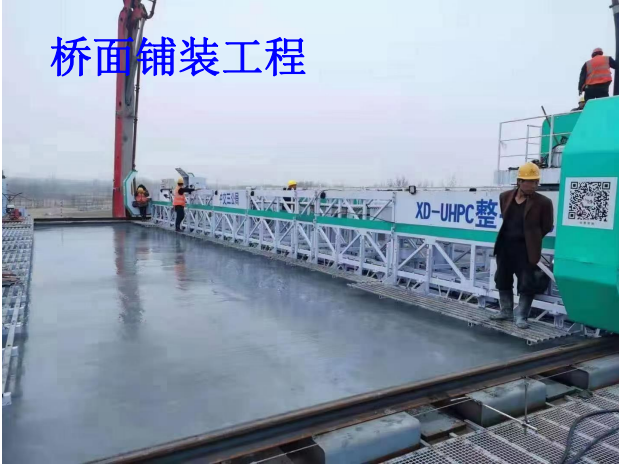


桥面板工程



(图片来源：中德新亚网站)

桥面铺装工程



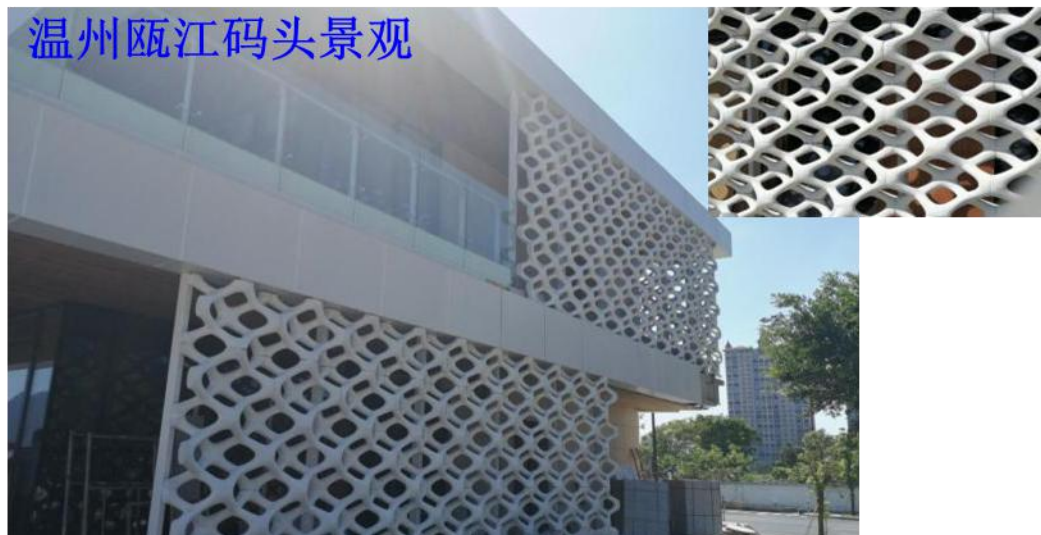
韩国LegolandTheme Park 桥

中国公路学报

(图片来源：UHPC的基本性能及其在桥梁工程中的应用)

三、UHPC构件

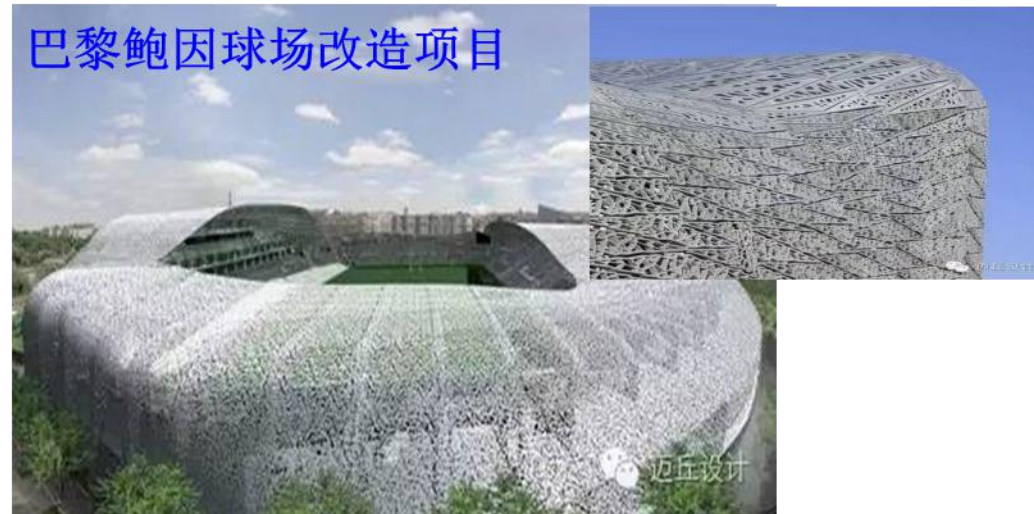
UHPC非承重构件现状



应用量：非承重工程中（尤其装配式建筑），我国**100~120万平米/年应用量**，居世界之首。



巴黎鲍因球场改造项目



三、UHPC构件



三、UHPC构件

先进性水平：

- 我国在UHPC材料及产品技术达到**国际先进水平**；每年有约7-8万立方承重构件、100-120万平米非承重构件应用量（**居世界之首**），且呈**快速增长趋势**。

促进产业发展：

- UHPC产品节约水泥等材料约**40-50%**（较传统装饰混凝土制品），降低能耗和减少碳排放—**绿色低碳**；
- **减轻建筑自重**，实现建筑向轻型、高层方向发展；
- 显著提升混凝土制品质量、**延长工程寿命**；
- 符合**装配式建筑发展方向**，实现装饰与围护结构一体化。

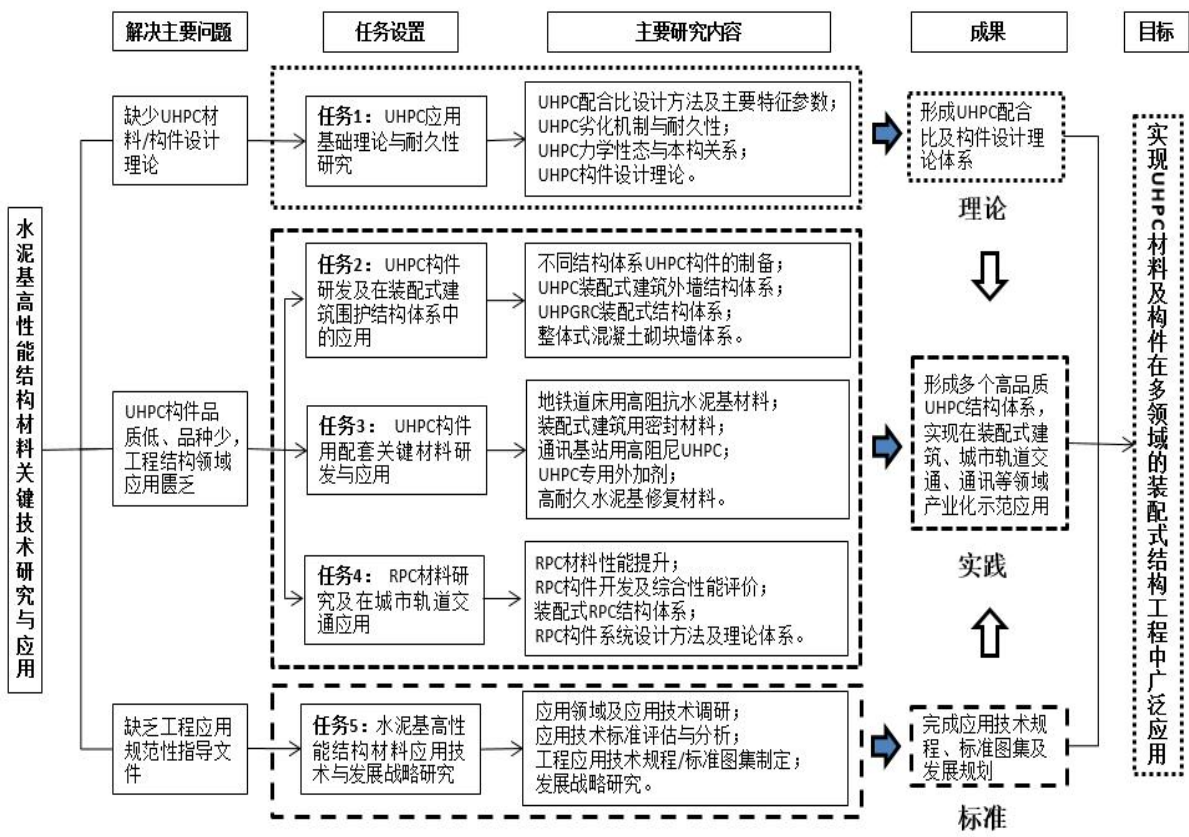
04

工作重点与展望

四、工作重点与展望

1. 国际及国内重点研发方向

- (1) 科学问题—UHPC材料/构件设计理论；
- (2) 共性技术—超高强、超高韧性、高流动性、体积稳定性、外观质量等—UHPC材料/构件品质提升、品种多样化、应用领域拓展；
- (3) 标准—基础性能、试验方法、产品、设计规范、工程应用、评价等。



四、工作重点与展望

2. 标准规范

(1) 国外主要标准

1) 法国

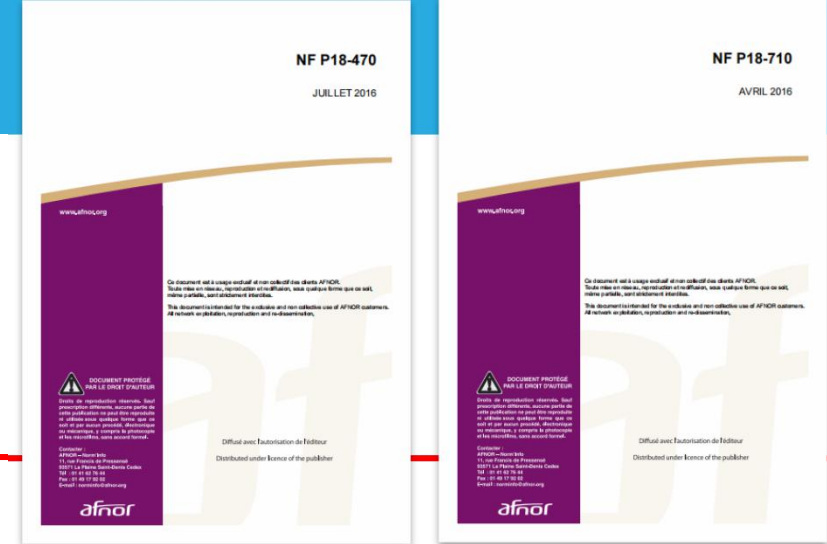
2002年法国土木工程协会（AFGC）颁布了UHPC暂行设计指南《Ultra-HighPerformance Fibre Reinforced Concrete – Interim Recommendations》，成为最早相对完善的UHPC 结构设计依据；于2013年修订。

2016年4月，UHPC设计规范《National addition to Eurocode 2 —Design of Concrete structures: specific rules for Ultra-High Performance Fibre-Reinforced Concrete(UHPFRC)》（NF P 18-710）；

2016年7月，UHPC的材料技术标准《Concrete — Ultra-high performance fibre-reinforced concrete — Specifications, performance, production and conformity》（NF P 18-470）。

2) 日本

2004年日本土木工程学会（JSCE）颁布了《超高強度纖維補強コンクリートの設計施工指針(案)》（超高强纤维增强混凝土(UFC)结构设计施工指南(草案)）



四、工作重点与展望

2. 标准规范

(1) 国外主要标准

3) 美国

2015年，美国混凝土协会(ACI) ACI239C委员会负责编制《UHPC设计指南》；美国联邦公路管理局(FHWA)于2013年颁布了预制UHPC华夫型桥面板设计指南-《DesignGuide for Precast UHPC Waffle Deck Panel System, including Connections》。

4) 瑞士

2016年，瑞士工程及建筑师学会(SIA)制定并颁布了关于超高性能纤维混凝土(UHPFRC)的SIA 2052技术规范——《Recommendation: Ultra-High Performance Fibre Reinforced Cement-based composites (UHPFRC) Construction material, dimensioning und application》(超高性能纤维混凝土指南—材料、设计及应用)。

5) 德国规范

德国钢筋混凝土协会(DAFSTB)《Sachstandsbericht - Ultrahochfester Beton》，2003/2008报告详细总结了UHPC材料性能、设计与施工方法，作为过渡性UHPC设计施工指南。

6) 韩国

韩国在2008年制定了《K-UHPC DesignGuidelines(1stDraft)K-UHPC设计指南》(暂定)，于2012年发布《K- UHPC Design GuidelinesK-UHPC设计指南》



四、工作重点与展望

2. 标准规范



电缆槽独特中间隔墙设计，既起到对盖板支撑作用，又能将不同功能的电缆分开摆放；



(1) 国内（国标、行标、团体标准）

- 《客运专线RPC材料人行道挡板、盖板暂行技术条件》铁道部2006年发布标准（专用产品标准）；
- 《活性粉末混凝土》GB/T31387-2015（材料标准）；
- 《超高性能混凝土基本性能与试验方法》T/CBMF 37-2018（材料标准）；
- 《超高性能混凝土预混料》T/CBMF 96-2020（材料标准）；
- 《超高性能混凝土(UHPC)技术要求》T/CECS 10107-2020（材料标准）；
- 《超高性能混凝土试验方法标准》T/CECS 864-2021（试验方法标准）；
- 《超高性能混凝土结构设计技术规程》T/CBMF 185-2022（工程建设——设计标准）；
- 《超高性能混凝土预制构件生产技术规程》T/CBMF 127-2021（工程建设——产品生产标准）；
- 《超高性能混凝土现场浇筑施工技术规程》T/CBMF 128-2021（工程建设——施工技术标准）；

四、工作重点与展望

2. 标准规范

(1) 国内（国标、行标、团体标准）

- 《超高性能混凝土(UHPC)外墙板》 T/CBMF 171-2022（产品标准）；
- 《超高性能混凝土(UHPC)装饰制品》 T/CBMF 172-2022（产品标准）；
- 《超高性能混凝土非承重构件性能试验方法》国家标准，在研（试验方法标准）；
- 《超高性能混凝土（UHPC）非承重构件应用技术规范》行业标准，在研（工程建设——应用技术标准）；
- 《超高性能混凝土（UHPC）外墙板》协会标准外文版，中国建材联合会标准，在研（产品标准外文版）；
- 《超高性能混凝土（UHPC）非承重构件生产企业实验室基本条件》中国建材联合会标准，在研（管理标准）；
- 《绿色建材评价 超高性能混凝土（UHPC）构件》中国工程建设标准化协会标准，在研（评价标准）；

--- ---

➤ UHPC非承重构件标准布局

➤ UHPC委员会目前的任务之一

四、工作重点与展望

3. UHPC非承重构件技术性能

举例：《超高性能混凝土(UHPC)外墙板》 T/CBMF 171-2022



成型工艺：

- a) 浇注工艺；
- b) 喷射工艺。

主要增强纤维种类：

- a) 钢纤维；
- b) 有机/无机纤维；
- c) 玻璃纤维。



四、工作重点与展望

3. UHPC非承重构件技术性能

7.3 物理力学性能

7.3.1 超高性能混凝土抗压强度不应小于120 Mpa。
(不掺加纤维)



表 2 物理力学性能指标（掺加纤维）

性能	指标要求		
	浇注工艺	浇注工艺	喷射工艺
	钢纤维	有机/无机纤维	玻璃纤维
抗压强度（MPa）	≥ 130.0	110.0	100.0

四、工作重点与展望

3. UHPC非承重构件技术性能

7.3 物理力学性能

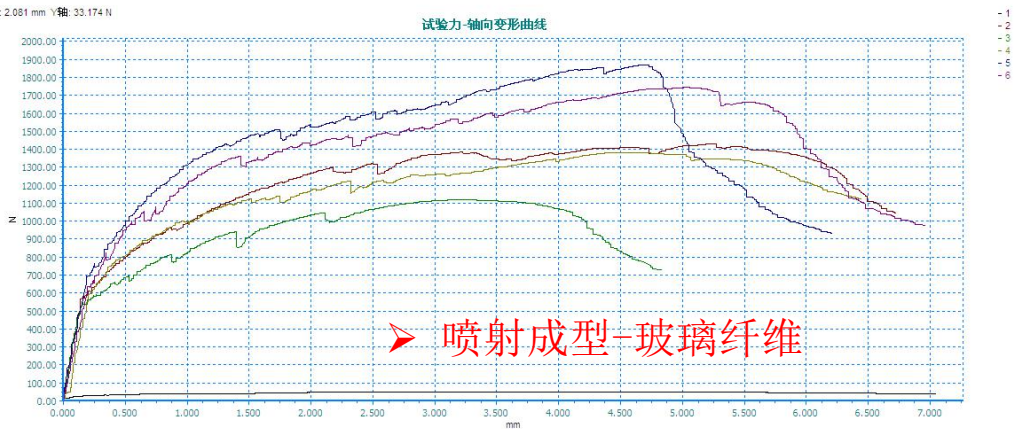
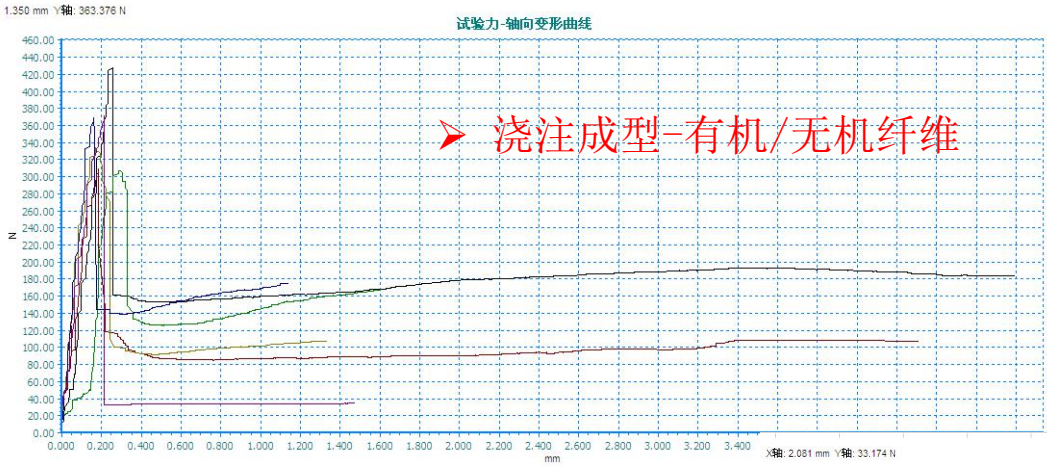
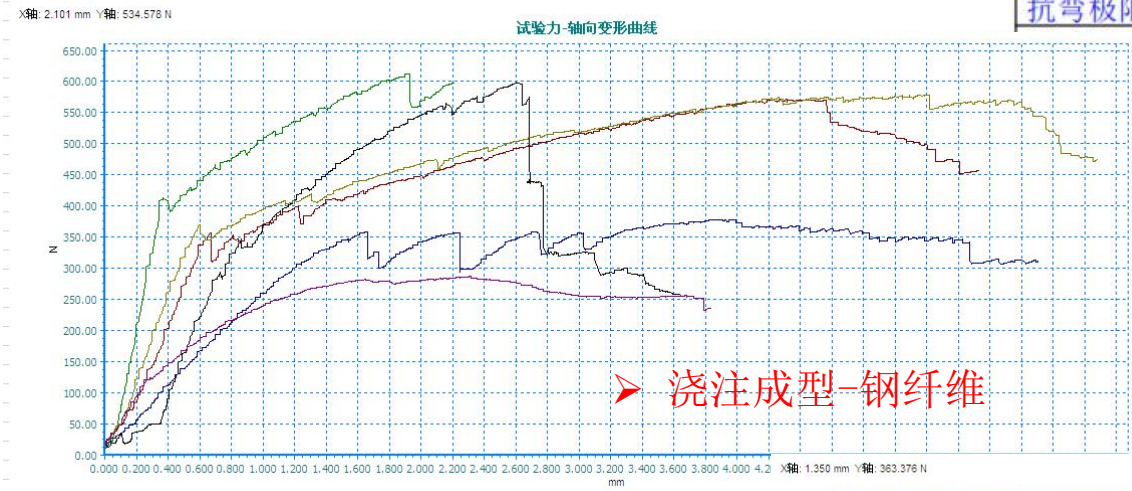
7.3.2 UHPC外墙板物理力学性能应符合表2的规定。

表2 物理力学性能指标

性能	指标要求		
	浇注工艺	浇注工艺	喷射工艺
	钢纤维	有机/无机纤维	玻璃纤维
抗弯比例极限强度/MPa ≥	13.0	12.0	11.0
抗弯极限强度/MPa ≥	20.0	12.0	22.0
抗冲击强度/（kJ/m²） ≥	24.0	9.0	15.0
体积密度（干燥状态）/（g/cm³） ≥	2.4	2.2	2.2
吸水率/% ≤	1.2	1.5	1.5
抗冻性	冻融循环200次后，无起层、剥落等破坏现象		
不透水性	静置48h试件背面无湿痕或水滴形成		
收缩率/% ≤	0.06		

四、工作重点与展望

性能	指标要求		
	浇注工艺	浇注工艺	喷射工艺
	钢纤维	有机/无机纤维	玻璃纤维
抗弯比例极限强度/MPa	≥13.0	≥12.0	≥11.0
抗弯极限强度/MPa	≥20.0	≥12.0	≥22.0



四、工作重点与展望

4. UHPC非承重构件工程案例



余杭区文化艺术中心

23000平米

南京倍立达有限公司

四、工作重点与展望



黄石华新新材料和智能装备 制造车间	140000平米	华新超可隆新型建材科技有限公司
----------------------	----------	-----------------

四、工作重点与展望



马累国际机场	9200平米	砦创（上海）有限公司
--------	--------	------------

四、工作重点与展望



珠海皇家马德里足球 世界体育中心	3600平米	砦创（上海）有限公司
---------------------	--------	------------

四、工作重点与展望



温州肯恩大学

6800平米

倍立达公司

四、工作重点与展望



宁波诺丁汉大学

4600平米

砦创（上海）有限公司

四、工作重点与展望



嘉兴火车站

23000平米

博创达（上海）有限公司

四、工作重点与展望



武汉月亮湾

9000平米

博创达（上海）新材料科
技有限公司

四、工作重点与展望



上海松江职工活动中心

5000平米

砃创（上海）新材料
科技股份有限公司

四、工作重点与展望



南京中海项目	2000平米	南京倍立达有限公司
--------	--------	-----------

四、工作重点与展望



温州瓯江码头

5000平米

南京倍立达有限公司

四、工作重点与展望



温州瓯江码头景观	2000平米	南京倍立达有限公司
----------	--------	-----------

四、工作重点与展望



景观园艺(河北隆腾)

四、工作重点与展望



装饰构件（重庆云天化天聚）

镂空装饰构件
(河北隆腾)



四、工作重点与展望



花盆(河北隆腾)



花盆(博创达)

四、工作重点与展望



景观装饰工程(上海鼎中)





感谢聆听，批评指导



THANK YOU



法国天才建筑师 鲁迪·里乔蒂(RudyRicciotti)

UHPC——“我们不知道这种材料将带我们走多远，
但我们肯定可以一起改变世界。”