

《超高性能混凝土非承重构件性能试验方法》

标准编制说明

(征求意见稿)

中国建筑材料科学研究总院有限公司

2024年3月

目录

一、工作简况.....	2
（一）任务来源.....	2
（二）工作过程简介.....	2
（三）参加单位及成员.....	3
二、标准编制原则和主要内容.....	5
（一）标准制定的基本原则.....	5
（二）标准制定的主要内容及依据.....	5
三、主要试验验证的情况及分析.....	8
（一）体积密度、含水率、吸水率、抗压强度、静力受压弹性模量、抗弯性能（抗弯比例极限强度、抗弯极限强度、抗弯弹性模量）、抗拉强度、抗冲击强度、抗冻性、收缩率验证试验.....	8
（二）锚杆拉拔力、预埋螺栓套筒拉拔力验证试验.....	85
四、标准中涉及的知识产权情况说明.....	92
五、产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效益情况.....	92
六、采用国际标准和国外先进标准的情况.....	92
七、与国内现行法律、法规、规章及相关标准的协调性情况.....	92
八、重大分歧意见的处理经过和依据.....	93
九、标准性质的建议说明.....	93
十、贯彻标准的要求和措施建议.....	93
十一、废止现行相关标准的建议.....	94
十二、其它应予说明的事项.....	94

《超高性能混凝土非承重构件性能试验方法》

征求意见稿编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

根据“国家标准化管理委员会关于下达 2022 年第三批推荐性国家标准计划及相关标准外文版计划的通知”（国标委发〔2022〕39 号）和全国水泥制品标准化技术委员会“关于下达 2022 年第三批推荐性国家标准计划的通知”（水制标秘字〔2023〕02 号）文件，《超高性能混凝土非承重构件性能试验方法》（计划号：20220982-T-609）制定已被正式列入 2022 年推荐性国家标准计划，由中国建筑材料科学研究总院有限公司负责组织该标准的制定工作。该标准制定工作将在 22 个月内完成。

（二）工作过程简介

中国建筑材料科学研究总院有限公司作为主要起草单位，于 2023 年开始标准修订工作，主要工作过程如下：

2023 年 1 月，开始进行标准编制的前期调研和征询意见，收集国内外相关标准资料。

2023 年 2~4 月，确定工作进度计划，形成标准编制大纲；同时，向社会发出标准编制邀请函，筹建标准编制工作组，同时制定研究方案，完成标准初稿。

2023 年 4 月 27-28 日，在北京组织召开了标准制定工作启动会，来自全国各地的代表共 50 余人出席了会议。会上中国建材总院水泥新材院原院长崔琪教授代表主编单位致辞，并介绍了本标准的重要性的对行业发展的重要意义。中国建材总院李清海教授代表编制组详细汇报了此次标准制订的背景情况、标准编制的工作大纲、编制组组成和标准初稿内容。与会代表对 UHPC 非承重构件性能试验方法进行了充分交流，并针对《超高性能混凝土非承重构件性能试验方法》（初稿）主要章节构架、试件制备、试验方法内容及步骤等关键点提出了意见和建议。在综合各方建议的基础上总结整理形成最终的标准制定方案，包括标准主要内容、制定原则、需要调查研究的主要问题、测试验证项目、工作进度计划和编制组成员组成等。重点确定了标准将从 UHPC 非承重构件的体积密度、吸水率、抗压强度、抗弯比例极限强度、抗弯极限强度、抗弯弹性模量、抗拉强度、抗冲击强度、锚杆/预埋螺

栓套筒拉拔力、抗冻性、收缩率方面进行编写，并开展验证试验。

2023年5~11月，征集全国各地具有代表性的UHPC试验样品，按照标准制定方案进行验证试验。整理验证试验数据，撰写标准讨论稿和标准制定编制说明（初稿）。

2023年11月23-24日，在安徽安庆组织召开了标准制定工作会议。来自标准参编单位及UHPC从业单位代表共计43人出席了会议。会上中国建筑材料科学研究总院李清海教授对标准编写进展情况及标准讨论稿主要内容进行了汇报和解读，重点对标准验证试验内容进行了详细介绍。与会代表结合验证试验结果对标准讨论稿各章节内容进行了逐条讨论，提出进一步完善及修改意见：1) 增加静力受压弹性模量；2) 修改抗拉强度试件要求；3) 与现有标准应相协调。会议统一了编制组对标准条款内容的认识，为形成征求意见稿奠定了基础。

2023年12月~2024年3月，补充静力受压弹性模量验证试验。对标准内容及标准制定编制说明进行修改、补充完善，完成了标准征求意见稿和标准征求意见稿编制说明。

2024年4月，标准征求意见稿和标准征求意见稿编制说明正式向社会公开征求意见。一方面通过全国水泥制品标准化技术委员会向专家委员发放标准征求稿和征求意见函，另一方面，通过网络或定向向行业专家及企业发放标准征求稿和征求意见函，涉及专业包括：材料、建筑设计、结构设计、施工管理等，单位性质包括：科研及设计院所、检测机构、大专院校、生产及施工企业、行业管理部门等。

（三）参加单位及成员

目前已有46个单位共同参加标准制定工作，其中包括科研单位、设计及检测单位7家，生产、施工应用及原材料供应单位39家。

表 1-1 标准起草单位统计表

起草单位		分工
负责起草	中国建筑材料科学研究总院有限公司	全面负责标准征询意见、国内外情况调研汇总、标准初稿、讨论稿、征求意见稿及相关文件的起草及标准中涉及的验证试验方案制定工作。
参加起草 (拼音排序)	安徽汇辽新型装饰材料有限公司 安徽开源路桥有限责任公司 安徽水利开发有限公司 保利长大工程有限公司 成都尚博特新材料科技有限公司	主要负责提供试验样品、承担部分验证试验、参加标准相关讨论、收集相关技术资料、并结合生产及工程实际应用提出技术指标要求与建议等。

<p> 广东饰纪上品建材科技有限公司 广州市第一市政工程有限公司 广州市市政工程设计研究总院有限公司 广州市双瑜建筑艺术工程有限公司 广州新尚艺术股份有限公司 国检测试控股集团北京有限公司 湖南天泽建材有限公司 江苏省建筑工程质量检测中心有限公司 江西交工装配制造有限公司 宁波森泰新材料有限公司 山东高速股份有限公司 山西二建集团有限公司 山西省交通科技研发有限公司 陕西省交通规划设计研究院有限公司 上海浦东路桥（集团）有限公司 上海卓欧建筑（集团）有限公司 申铁方圆检测科技有限公司 四川蜀道建筑科技有限公司 铁正检测科技有限公司 西安市市政道桥建设集团有限公司（礼泉）智造基地 招商局重庆公路工程检测中心有限公司 浙江大春科技股份有限公司 浙江宏日泰耐克新材料科技有限公司 浙江交工宏途交通建设有限公司 浙江交工新材料有限公司 浙江数智交院科技股份有限公司 中德新亚建筑材料有限公司 中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司 中国电建集团江西省水电工程局有限公司 中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司 中建新疆建工集团第一建筑工程有限公司 中交二航武汉港湾新材料有限公司 中交路建交通科技有限公司 中交中南工程局有限公司 中能建建筑集团有限公司 中铁二十二局集团有限公司 中铁二十四局集团桥梁建设有限公司 中铁二十一局集团有限公司 中铁十二局集团有限公司 中铁十九局集团有限公司 </p>	
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

二、标准编制原则和主要内容

（一）标准制定的基本原则

UHPC 非承重构件从早期以依靠进口为主，到目前自主研发并发展到规模化应用，每年在建筑工程中的应用量达百万平方米，且呈快速增长趋势。为规范 UHPC 非承重构件产品质量，制定《超高性能混凝土非承重构件性能试验方法》基础性国家标准十分必要，并对行业的规范发展具有重要意义。

本标准制定重点解决 UHPC 非承重构件主要性能的性能试验方法问题，为产品标准及性能检验提供统一的试验方法。引导 UHPC 非承重构件的技术进步，促进产品质量提升和满足工程建设的需要为基本原则。

同时贯彻制定标准中应遵循的原则：“简化、统一、协调、承继性与最大自由度原则”。重点与现有标准《活性粉末混凝土》GB/T31387—2015、《玻璃纤维增强水泥性能试验方法》GB/T15231-2023、《混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T 50081-2019 在用词统一性、技术内容的协调性的基础上，坚持标准的简化和最大自由度原则。

标准编写要求按照《标准化工作导则第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》GB/T 1.1—2020 给出的规则进行编写。

（二）标准制定的主要内容及依据

标准主要共分 15 章。分别为 1 范围；2 规范性引用文件；3 术语和定义；4 试件制备；5 标准试验条件；6 体积密度、含水率和吸水率；7 抗压强度；8 静力受压弹性模量；9 抗弯性能（抗弯比例极限强度、抗弯极限强度、抗弯弹性模量）；10 抗拉强度；11 抗冲击强度；12 锚杆拉拔力；13 预埋螺栓套筒拉拔力；14 抗冻性；15 收缩率。以下依照标准的每一章节内容及依据、解决的主要问题分别叙述。

1 范围

本文件规定了超高性能混凝土（以下简称：UHPC）非承重构件的体积密度、吸水率、抗压强度、静力受压弹性模量、抗弯性能（抗弯比例极限强度、抗弯极限强度和抗弯弹性模量）、抗拉强度、抗冲击强度、锚杆拉拔力、预埋螺栓套筒拉拔力、抗冻性、收缩率的试验方法。

本文件适用于建筑物或构筑物外立面等非承重部位或园艺景观装饰用超高性能混凝土构件(如 UHPC 外墙板、UHPC 装饰制品等)的性能试验。

明确了本标准为 UHPC 非承重构件性能试验方法标准，标准中包含的性能为 UHPC 非承重构件产品生产和工程应用常用性能。同时规定了标准的适用范围。

2 规范性引用文件

共有1个引用文件：JG/T 243《混凝土抗冻试验设备》。

主要考虑到随着UHPC技术提高产品抗冻性试验冻融循环次数大幅增加，产品标准中要求抗冻性试验冻融循环次数达200次，抗冻性试验也由人工冻融试验向自动冻融试验发展，相应采用符合JG/T 243《混凝土抗冻试验设备》满足自动冻融试验要求。

3 术语和定义

根据调研和 UHPC 产品及工程实际应用情况，提出了与本标准密切相关的术语和定义，便于专业使用者易于理解。包括：超高性能混凝土非承重构件（简称 UHPC 构件）、试验板/块和粘结盘。

4 试件制备

对本标准中所包括 UHPC 构件的性能分别按试验板/块法和切割制样法规定了试件尺寸和数量。因 UHPC 构件多为异形构件，性能试验时往往不易从产品上直接取得完全满足试验用试件，故增加了与构件相同条件下成型的试验板/块进行类比试验，以此标定产品的性能。两种制样方法可根据产品或工程中的实际情况供用户选择。

其中“静力受压弹性模量”试验时因对试件外形和尺寸要求严苛，而常用 UHPC 构件多为异形薄壁构造，产品上难以切割出满足该性能试验要求的试件，因此只规定了试验板/块法制样要求。

5 标准试验条件

考虑 UHPC 性能试验应在确定的试验室环境条件下进行，试验结果更准确，并不同试验室数据更有可比性。试验室环境温度规定为 $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ 、相对湿度 $(65 \pm 20) \%$ 。

6 体积密度、含水率和吸水率

本章内容参照了《玻璃纤维增强水泥性能试验方法》GB/T 15231-2023 对应内容。UHPC 试件因结构致密，在体积密度、含水率和吸水率试验中测量试件干燥状态质量时，试件干燥时间 24h 难以达到平衡，试验测试至干燥 96h 仍有质量缓慢下降，为统一试验方法本标准规定试件干燥时长为 48h。同理，测量试件饱水状态的质量时，试件浸水时长规定为 48h。

7 抗压强度

本章内容分别参考了《混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T 50081-2019 和《活性

粉末混凝土》GB/T 31387-2015 相关内容。根据 UHPC 材料超高强度性能明确了试件尺寸为 $100\text{mm} \times 100\text{mm} \times 100\text{mm}$ 的立方体、试件加载速度为 $1.2\text{MPa/s} \sim 1.4\text{MPa/s}$ 。另外根据试件中增强纤维的分布规定了受压方向。

8 静力受压弹性模量

本章内容参照了《混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T 50081-2019 对应内容，仅作了编辑性修改。根据 UHPC 材料超高强度性能明确了试件尺寸为 $100\text{mm} \times 100\text{mm} \times 300\text{mm}$ 的棱柱体、试件加载速度为 $1.2\text{MPa/s} \sim 1.4\text{MPa/s}$ 。

9 抗弯性能（抗弯比例极限强度、抗弯极限强度、抗弯弹性模量）

本章内容参照了《玻璃纤维增强水泥性能试验方法》GB/T 15231-2023 对应内容。根据 UHPC 材料特点修改了试件加载速度（ 0.5mm/min ），以与目前国际标准相协调，增加试验结果的可对比性。另外规定了荷载-挠度曲线中挠度值起始点的校正方法和试验结果的数据处理方法。

10 抗拉强度

本章内容参照了《玻璃纤维增强水泥性能试验方法》GB/T 15231-2023 对应内容。根据 UHPC 材料特点修改了试件加载速度（ 0.5mm/min ），以与目前国际及国内相关标准相协调，增加试验结果的可对比性。另外修改了试件形状及尺寸要求和试验结果的数据处理方法，以减小试件破坏断面发生在测量区之外的概率和对试验结果的影响。

11 抗冲击强度

本章内容参照了《玻璃纤维增强水泥性能试验方法》GB/T 15231-2023 对应内容。仅作了编辑性修改。

12 锚杆拉拔力

本章内容参照了《玻璃纤维增强水泥性能试验方法》GB/T 15231-2023 对应内容。仅作了编辑性修改。

13 预埋螺栓套筒拉拔力

本章内容参照了《玻璃纤维增强水泥性能试验方法》GB/T 15231-2023 对应内容。仅作了编辑性修改。

14 抗冻性

本章内容参照了《玻璃纤维增强水泥性能试验方法》GB/T 15231-2023 对应内容，删除了人工冻融试验方法。UHPC 试件因良好的耐久性，抗冻性冻融循环常规为 200 次。人工

冻融试验因试验周期长、人为因素易造成试验误差，难以保证其准确性，应采用自动冻融设备，每 25 次循环对冻融试件进行一次外观检查。

15 收缩率

本章内容参照了《玻璃纤维增强水泥性能试验方法》GB/T 15231-2023 对应内容。仅作了编辑性修改。

附录 A（规范性）外观不规整试件体积测量方法

本附录内容参照了《玻璃纤维增强水泥性能试验方法》GB/T 15231-2023 对应内容。仅作了编辑性修改。

三、主要试验验证的情况及分析

（一）体积密度、含水率、吸水率、抗压强度、静力受压弹性模量、抗弯性能（抗弯比例极限强度、抗弯极限强度、抗弯弹性模量）、抗拉强度、抗冲击强度、抗冻性、收缩率验证试验

选取来自行业内规模以上 20 家企业制作的 UHPC 非承重构件样品或与构件相同环境条件、相同配合比、相同成型工艺、相同养护方式的条件下制作试验板/块。按照本标准规定试验方法分别对体积密度、含水率、吸水率、抗压强度、静力受压弹性模量、抗弯性能（抗弯比例极限强度、抗弯极限强度、抗弯弹性模量）、抗拉强度、抗冲击强度、抗冻性、收缩率进行验证试验（符合异形产品验证试验要求）。试验内容如下：

1 试验数据与结果表示

1.1 试验编号 F-01

样品成型工艺-主要增强纤维：浇筑工艺-钢纤维。试验数据与结果见表 3-1~表 3-5:

表 3-1 体积密度、含水率、吸水率验证试验数据与结果

检测项目		体积密度、含水率、吸水率										
样品处理		烘干温度 60 °C (48h); 吸水率浸水 20 °C (48h)										
外观 规整 试件	样品编号	边长 l, mm		边长 b, mm		厚度 h, mm				气干状态 质量 m_1 , g	干燥状态 质量 m_2 , g	饱水状态 质量 m_3 , g
	①	100.9	100.9	100.1	100.1	10.8	10.8	10.7	10.8	264.8	263.1	265.1
	平均值	100.9		100.1		10.8						
	②	99.8	99.8	100.5	100.5	10.7	10.7	10.7	10.7	259.4	257.6	259.9
	平均值	99.8		100.5		10.7						
	③	99.6	99.6	100.7	100.7	10.8	10.8	10.8	10.8	266.1	264.2	266.4
	平均值	99.6		100.7		10.8						
	④	99.8	99.6	100.7	100.7	10.5	10.5	10.5	10.5	257.7	255.8	258.1
	平均值	99.7		100.7		10.5						
	⑤	99.8	99.8	100.8	100.8	10.8	10.8	10.8	10.8	267.9	265.9	268.3
平均值	99.8		100.8		10.8							
⑥	99.6	99.6	100.7	100.7	10.7	10.7	10.7	10.7	263.4	261.4	263.8	
平均值	99.6		100.7		10.7							
样品编号	体积密度 ρ , g/cm ³				含水率 w_h , %				吸水率 w_x , %			
①	2.4				0.6				0.8			
②	2.4				0.7				0.9			
③	2.4				0.7				0.8			
④	2.4				0.7				0.9			
⑤	2.4				0.8				0.9			
⑥	2.4				0.8				0.9			

平均值	2.4	0.7	0.9
备注:			

表 3-2 抗压强度验证试验数据与结果

检测项目	抗压强度				
试件尺寸: 100mm×100mm×100mm					
样品编号	受压面长度 l_1 , mm	受压面宽度 b_1 , mm	破坏荷载 P_c , N	抗压强度 σ_c , MPa	平均抗压强度 MPa
①	100.0	100.0	1390950	139.1	135.8
②	100.0	100.0	1345420	134.5	
③	100.0	100.0	1338420	133.8	

表 3-3 静力受压弹性模量验证试验数据与结果

检验项目	静力受压弹性模量						
试件尺寸:	100mm×100mm×300mm						
样品编号	受压面长度 l_1 , mm	受压面宽度 b_1 , mm	轴心破坏荷载 P_{cp} , N	轴心抗压强度 σ_{cp} , MPa	平均轴心抗压强度 MPa		
①	100.0	100.0	1345180	134.5	132.2		
②	100.0	100.0	1328120	132.8			
③	100.0	100.0	1292520	129.3			
试件编号	应力为 0.5MPa 时的初始荷载 P_0 的变形值 ε_0 , mm		平均值 ε_0 , mm	应力为 1/3 轴心抗压强度时的荷载 P_1 的变形值 ε_a , mm		平均值 ε_1 , mm	σ_{cp} , MPa
④	0.015	0.015	0.015	0.134	0.134	0.134	130.9
⑤	0.015	0.017	0.016	0.141	0.141	0.141	127.5
⑥	0.015	0.015	0.015	0.136	0.136	0.136	129.3
试件编号	0.5MPa 时的初始荷载 P_0 , N	1/3 σ_{cp} 时的荷载 P_1 , N	试件承压面积 A , mm ²	测量变形的标距 L_s , mm	最后一次从 P_0 加荷至 P_1 时试件两侧变形值 $\varepsilon_a - \varepsilon_0$, mm	混凝土弹性模量 E_c , MPa	
						单值	平均值

④	5000	440647	10000	150	0.119	54913	53700
⑤	5000	440647	10000	150	0.125	52278	
⑥	5000	440647	10000	150	0.121	54006	
备注							

表 3-4 抗弯性能验证试验数据与结果

检测项目		抗弯性能								
试件尺寸：250mm×50mm×10mm										
样品编号	宽度 b, mm	厚度 h, mm	跨距 L, mm	力臂, mm	抗弯破坏荷载 P_m , N	比例极限荷载 P_l , N	跨中挠度 δ , mm			
①	51.3	10.5	210	70	995	477				
②	51.2	10.3			839	508				
③	50.4	10.7			783	469				
④	50.7	10.5			1046	593				
⑤	51.2	10.5			866	556				
⑥	51.1	10.7			936	509				
强度			①	②	③	④	⑤	⑥	平均值	单块最小值
抗弯破坏强度 σ_{MOR} , MPa			36.9	32.4	28.5	39.3	32.2	33.7	33.8	28.5
抗弯比例极限强度 σ_{LOP} , MPa			17.7	19.6	17.1	22.3	20.7	18.3	19.3	17.1
抗弯弹性模量 E, MPa										

表 3-5 抗拉强度验证试验数据与结果

检测项目		抗拉强度				
试件尺寸：250mm×30mm×10mm						
样品编号	宽度 b, mm	厚度 h, mm	跨距 L, mm	抗拉破坏荷载 P_t , N	抗拉强度 σ_t , MPa	平均抗拉强度 MPa

①	30.4	10.1	80	2261	7.4	7.8
②	30.1	10.2		2356	7.7	
③	30.5	10.1		2495	8.1	
④	30.3	11.3		2785	8.1	
⑤	31.1	10.2		2551	8.0	
⑥	30.7	10.5		2420	7.5	

1.2 试验编号 F-02

样品成型工艺-主要增强纤维：浇筑工艺-钢纤维。试验数据与结果见表 3-6~表 3-13:

表 3-6 体积密度验证试验数据与结果

检测项目		体积密度、含水率、吸水率										
样品处理		烘干温度 60 °C (48h); 吸水率浸水 20 °C (48h)										
外观 规整 试件	样品编号	边长 l, mm		边长 b, mm		厚度 h, mm				气干状态 质量 m ₁ , g	干燥状态 质量 m ₂ , g	饱水状态 质量 m ₃ , g
	①	99.6	99.4	100.4	100.4	12.8	12.6	12.6	12.5	306.0	303.7	306.5
	平均值	99.5		100.4		12.6						
	②	101.3	101.1	99.2	99.2	12.8	12.7	12.6	12.7	310.8	308.5	311.2
	平均值	101.2		99.2		12.7						
	③	99.4	99.4	100.3	100.3	12.2	12.2	12.2	12.1	297.8	295.8	298.3
	平均值	99.4		100.3		12.2						
	④	100.7	100.3	100.1	100.1	12.6	12.6	12.6	12.6	307.4	305.2	307.8
	平均值	100.5		100.1		12.6						
	⑤	99.7	99.7	100.3	100.1	12.1	12.1	12.0	12.2	293.5	291.4	294.1
平均值	99.7		100.2		12.1							
⑥	99.4	99.6	100.2	100.2	12.3	12.7	12.5	12.5	300.6	298.6	301.2	
平均值	99.5		100.2		12.5							

样品编号	体积密度 ρ , g/cm ³	含水率 w_h , %	吸水率 w_x , %
①	2.4	0.8	0.9
②	2.4	0.7	0.9
③	2.4	0.7	0.8
④	2.4	0.7	0.9
⑤	2.4	0.7	0.9
⑥	2.4	0.7	0.9
平均值	2.4	0.7	0.9
备注:			

表 3-7 抗压强度验证试验数据与结果

检测项目	抗压强度				
试件尺寸: 100mm×100mm×100mm					
样品编号	受压面长度 l_1 , mm	受压面宽度 b_1 , mm	破坏荷载 P_c , N	抗压强度 σ_c , MPa	平均抗压强度 MPa
①	100.0	100.0	1438100	143.8	146.9
②	100.0	100.0	1477210	147.7	
③	100.0	100.0	1492700	149.3	

表 3-8 静力受压弹性模量验证试验数据与结果

检验项目	静力受压弹性模量					
试件尺寸:	100mm×100mm×300mm					
样品编号	受压面长度 l_1 , mm	受压面宽度 b_1 , mm	轴心破坏荷载 P_{cp} , N	轴心抗压强度 σ_{cp} , MPa	平均轴心抗压强度 MPa	
①	100.0	100.0	1363130	136.3	132.1	
②	100.0	100.0	1308140	130.8		
③	100.0	100.0	1292610	129.3		
试件编号	应力为 0.5MPa 时的初始荷载 P_0	平均值 ε_0 , mm	应力为 1/3 轴心抗压强度时的荷载 P_1 的变形		平均值 ε_1 , mm	σ_{cp} , MPa

试件编号	的变形值 ε_0 , mm		试件承压面积 A , mm ²	值 ε_a , mm		混凝土弹性模量 E_c , MPa	
	0.5MPa 时的初始荷载 P_0 , N	1/3 σ_{cp} 时的荷载 P_1 , N		测量变形的标距 L_s , mm	最后一次从 P_0 加荷至 P_1 时试件两侧变形值 $\varepsilon_a - \varepsilon_0$, mm	单值	平均值
④	0.021	0.021	0.021	0.139	0.139	0.139	132.9
⑤	0.025	0.021	0.023	0.141	0.141	0.141	124.7
⑥	0.021	0.021	0.021	0.139	0.139	0.139	122.3
④	5000	440431	10000	150	0.118	55351	55700
⑤	5000	440431	10000	150	0.116	56306	
⑥	5000	440431	10000	150	0.118	55351	
备注							

表 3-9 抗弯性能验证试验数据与结果

检测项目		抗弯性能								
试件尺寸: 250mm×50mm×10mm										
样品编号	宽度 b, mm	厚度 h, mm	跨距 L, mm	力臂, mm	抗弯破坏荷载 P_m , N	比例极限荷载 P_1 , N	跨中挠度 δ , mm			
①	49.3	14.5	210	70	1208	706				
②	50.1	13.8			1258	702				
③	51.2	14.2			1160	837				
④	49.6	13.6			1025	725				
⑤	50.3	13.3			986	663				
⑥	51.1	14.7			1232	981				
强度			①	②	③	④	⑤	⑥	平均值	单块最小值
抗弯破坏强度 σ_{MOR} , MPa			24.5	27.7	23.6	23.5	23.3	23.4	24.3	23.3
抗弯比例极限强度 σ_{LOP} , MPa			14.3	15.5	17.0	16.6	15.6	18.7	16.3	14.3
抗弯弹性模量 E, MPa										

表 3-10 抗拉强度验证试验数据与结果

检测项目		抗拉强度				
试件尺寸: 250mm×30mm×10mm						
样品编号	宽度 b, mm	厚度 h, mm	跨距 L, mm	抗拉破坏荷载 P_t , N	抗拉强度 σ_t , MPa	平均抗拉强度 MPa
①	30.4	11.1	80	2961	8.8	8.6
②	30.1	10.7		2956	9.2	
③	30.7	10.5		2782	8.6	
④	30.3	11.3		2697	7.9	
⑤	31.1	10.7		2752	8.3	
⑥	30.5	10.6		2828	8.7	

表 3-11 抗冲击强度验证试验数据与结果

检测项目		抗冲击强度					
试件尺寸: 120mm×50mm×10mm							
样品编号	宽度 b, mm	厚度 h, mm	跨距 L, mm	冲击能量 e, J	抗冲击强度 σ_i , kJ/m ²	平均抗冲击 强度 kJ/m ²	
模 板 面	①	49.3	70	16.45	24.4	21.9	
	②	50.2		15.10	21.6		
	③	50.4		16.42	22.9		
抹 平 面	④	51.1		13.64	19.6		
	⑤	49.6		13.86	20.9		
	⑥	49.4		14.79	21.9		

备注: 摆锤能量 0~25J

表 3-12 抗冻性验证试验数据与结果

检测项目	抗冻性	
样品处理	冻融前浸入 20℃ 水中 (24h)	
循环次数	冻融后外观：有无分层、剥落、龟裂等破坏现象	
25	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
50	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
75	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
100	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
125	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
150	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
175	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
200	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
结果：	经 200 次冻融循环， <u>无</u> 试件起层、剥落、龟裂等破坏现象。 <input type="checkbox"/> 经 <u> </u> 次冻融循环， <u>有</u> (数量 <u> </u>) 试件起层、剥落、龟裂等破坏现象。	
备注：	采用自动冻融试验	

表 3-13 收缩率验证试验数据与结果

收缩率								
样品尺寸 260mm×260mm×10mm								
样品处理	水温 20℃ (24h) 烘干温度 60℃ (48h)							
	样品编号	1				2		
标线①		标线②	标线③	标线④	标线⑤	标线⑥	标线⑦	标线⑧
浸水后试件长度 l_1 , mm	261.55	261.78	261.73	261.29	260.94	261.32	261.25	260.89
干燥后试件长度 l_2 , mm	261.43	261.66	261.61	261.15	260.82	261.20	261.11	260.75
每个点收缩率 k , %	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
结果	平均值 k , 0.05%							

1.3 试验编号 F-03

样品成型工艺-主要增强纤维：浇筑工艺-有机纤维。试验数据与结果见表 3-14~表 3-20：

表 3-14 体积密度、含水率、吸水率验证试验数据与结果

检测项目		体积密度、含水率、吸水率										
样品处理		烘干温度 60 °C (48h)； 吸水率浸水 20 °C (48h)										
外观 规整 试件	样品编号	边长 l, mm		边长 b, mm		厚度 h, mm				气干状态 质量 m_1 , g	干燥状态 质量 m_2 , g	饱水状态 质量 m_3 , g
	①	99.8	99.8	101.1	101.1	11.8	11.8	11.8	11.8	262.7	260.3	263.1
	平均值	99.8		101.1		11.8						
	②	100.4	100.4	101.3	101.3	11.3	11.3	11.3	11.3	257.4	255.1	257.6
	平均值	100.4		101.3		11.3						
	③	99.4	99.4	101.1	101.1	11.6	11.6	11.6	11.6	262.0	259.4	262.3
	平均值	99.4		101.1		11.6						
	④	101.7	101.7	101.1	101.1	11.9	11.9	11.9	11.9	274.3	271.9	274.5
	平均值	101.7		101.1		11.9						
	⑤	100.4	100.4	101.3	101.3	11.1	11.1	11.1	11.1	246.5	244.5	246.9
	平均值	100.4		101.3		11.1						
⑥	100.5	100.5	101.1	101.1	11.3	11.3	11.3	11.3	255.6	253.3	255.8	
平均值	100.5		101.1		11.3							
样品编号	体积密度 ρ , g/cm ³			含水率 w_h , %				吸水率 w_x , %				
①	2.2			0.9				1.1				
②	2.2			0.9				1.0				
③	2.2			1.0				1.1				
④	2.2			0.9				1.0				
⑤	2.2			0.8				1.0				
⑥	2.2			0.9				1.0				

平均值	2.2	0.9	1.0
备注:			

表 3-15 抗压强度验证试验数据与结果

检测项目	抗压强度				
试件尺寸: 100mm×100mm×100mm					
样品编号	受压面长度 l_1 , mm	受压面宽度 b_1 , mm	破坏荷载 P_c , N	抗压强度 σ_c , MPa	平均抗压强度 MPa
①	100.0	100.0	1308430	130.8	129.4
②	100.0	100.0	1231440	123.1	
③	100.0	100.0	1342100	134.2	

表 3-16 抗弯性能验证试验数据与结果

检测项目	抗弯性能									
试件尺寸: 250mm×50mm×10mm										
样品编号	宽度 b, mm	厚度 h, mm	跨距 L, mm	力臂, mm	抗弯破坏荷载 P_m , N	比例极限荷载 P_l , N	跨中挠度 δ , mm			
①	50.4	11.4	210	70	448	448	0.182			
②	50.7	11.4			412	412	0.175			
③	51.3	11.7			486	486	0.179			
④	50.6	11.1			419	419	0.188			
⑤	51.4	11.5			466	466	0.175			
⑥	50.3	11.3			444	444	0.187			
强度			①	②	③	④	⑤	⑥	平均值	单块最小值
抗弯破坏强度 σ_{MOR} , MPa			14.4	13.1	14.5	14.1	14.4	14.5	14.2	13.1
抗弯比例极限强度 σ_{LOP} , MPa			14.4	13.1	14.5	14.1	14.4	14.5	14.2	13.1

抗弯弹性模量 E, MPa	43300	41200	43400	42300	44800	43000	43000	41200
---------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

表 3-17 抗拉强度验证试验数据与结果

检测项目		抗拉强度				
试件尺寸: 250mm×30mm×10mm						
样品编号	宽度 b, mm	厚度 h, mm	跨距 L, mm	抗拉破坏荷载 P _t , N	抗拉强度 σ_t , MPa	平均抗拉强度 MPa
①	30.4	10.1	80	1823	5.9	5.6
②	30.9	10.5		1863	5.7	
③	30.7	10.2		1755	5.6	
④	30.3	11.3		1784	5.2	
⑤	30.1	10.6		1781	5.6	
⑥	30.7	10.7		1728	5.3	

表 3-18 抗冲击强度验证试验数据与结果

检测项目		抗冲击强度					
试件尺寸: 120mm×50mm×10mm							
样品编号	宽度 b, mm	厚度 h, mm	跨距 L, mm	冲击能量 e, J	抗冲击强度 σ_i , kJ/m ²	平均抗冲击强度 kJ/m ²	
模 板 面 抹 平 面	①	51.4	70	6.64	10.6	10.5	
	②	51.8		11.6	5.19		8.6
	③	50.1		11.7	6.35		10.8
	④	51.4		11.8	7.11		11.7
	⑤	51.3		11.3	6.41		11.1
	⑥	51.2		11.7	5.96		9.9

备注: 摆锤能量 0~25J

表 3-19 抗冻性验证试验数据与结果

检测项目	抗冻性	
样品处理	冻融前浸入 20℃ 水中 (24h)	
循环次数	冻融后外观：有无分层、剥落、龟裂等破坏现象	
25	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
50	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
75	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
100	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
125	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
150	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
175	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
200	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
结果：	经 200 次冻融循环， <u>无</u> 试件起层、剥落、龟裂等破坏现象。 <input type="checkbox"/> 经 <u> </u> 次冻融循环， <u>有</u> (数量 <u> </u>) 试件起层、剥落、龟裂等破坏现象。	
备注：	采用自动冻融试验	

表 3-20 收缩率验证试验数据与结果

收缩率								
样品尺寸 260mm×260mm×10mm								
样品处理	水温 20℃ (24h) 烘干温度 60℃ (48h)							
样品编号	1				2			
	标线①	标线②	标线③	标线④	标线⑤	标线⑥	标线⑦	标线⑧
浸水后试件长度 l_1 , mm	260.71	261.41	259.69	259.24	259.06	261.28	260.95	260.79
干燥后试件长度 l_2 , mm	260.55	261.25	259.54	259.07	258.91	261.11	260.81	260.61
每个点收缩率 k , %	0.06	0.06	0.06	0.07	0.06	0.07	0.05	0.07
结果	平均值 k , 0.06%							

1.4 试验编号 F-04

样品成型工艺-主要增强纤维：浇筑工艺-有机/无机纤维。试验数据与结果见表 3-21~表 3-27：

表 3-21 体积密度、含水率、吸水率验证试验数据与结果

检测项目		体积密度、含水率、吸水率										
样品处理		烘干温度 60 °C (48h)； 吸水率浸水 20 °C (48h)										
外观 规整 试件	样品编号	边长 l, mm		边长 b, mm		厚度 h, mm				气干状态 质量 m_1 , g	干燥状态 质量 m_2 , g	饱水状态 质量 m_3 , g
	①	100.2	100.2	99.1	99.1	11.3	11.3	11.3	11.3	250.7	247.9	251.3
	平均值	100.2		99.1		11.3						
	②	98.7	98.7	98.7	98.7	11.1	11.1	11.1	11.1	247.8	245.2	248.3
	平均值	98.7		98.7		11.1						
	③	98.5	98.5	98.2	98.2	11.3	11.3	11.3	11.3	250.1	247.2	250.6
	平均值	98.5		98.2		11.3						
	④	98.1	98.1	98.2	98.2	10.8	10.8	10.8	10.8	233.4	230.7	233.9
	平均值	98.1		98.2		10.8						
	⑤	98.2	98.2	98.3	98.3	10.4	10.5	10.6	10.5	232.1	229.1	232.5
平均值	98.2		98.3		10.5							
⑥	98.4	98.4	99.5	99.5	10.5	10.5	10.3	10.7	236.6	233.9	237.1	
平均值	98.4		99.5		10.5							
样品编号	体积密度 ρ , g/cm ³				含水率 w_h , %				吸水率 w_x , %			
①	2.2				1.1				1.4			
②	2.3				1.1				1.3			
③	2.3				1.2				1.4			
④	2.2				1.2				1.4			
⑤	2.3				1.3				1.5			
⑥	2.3				1.2				1.4			

平均值	2.3	1.2	1.4
备注:			

表 3-22 抗压强度验证试验数据与结果

检测项目	抗压强度				
试件尺寸: 100mm×100mm×100mm					
样品编号	受压面长度 l_1 , mm	受压面宽度 b_1 , mm	破坏荷载 P_c , N	抗压强度 σ_c , MPa	平均抗压强度 MPa
①	100.0	100.0	1349810	135.0	123.8
②	100.0	100.0	1148790	114.9	
③	100.0	100.0	1214630	121.5	

表 3-23 抗弯性能验证试验数据与结果

检测项目	抗弯性能									
试件尺寸: 250mm×50mm×10mm										
样品编号	宽度 b, mm	厚度 h, mm	跨距 L, mm	力臂, mm	抗弯破坏荷载 P_m , N	比例极限荷载 P_l , N	跨中挠度 δ , mm			
①	51.3	10.8	210	70	433	361	0.165			
②	51.3	11.1			427	377	0.158			
③	50.6	11.1			411	346	0.161			
④	50.1	10.9			429	351	0.159			
⑤	50.7	11.3			407	393	0.162			
⑥	50.7	11.1			418	355	0.163			
强度			①	②	③	④	⑤	⑥	平均值	单块最小值
抗弯破坏强度 σ_{MOR} , MPa			15.2	14.2	13.8	15.1	13.2	14.1	14.3	13.2
抗弯比例极限强度 σ_{LOP} , MPa			12.7	12.5	11.7	12.4	12.7	11.9	12.3	11.7

抗弯弹性模量 E, MPa	44500	44700	40800	44700	43600	41300	43300	41300
---------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

表 3-24 抗拉强度验证试验数据与结果

检测项目		抗拉强度					
试件尺寸: 250mm×30mm×10mm							
样品编号	宽度 b, mm	厚度 h, mm	跨距 L, mm	抗拉破坏荷载 P _t , N	抗拉强度 σ_t , MPa	平均抗拉强度 MPa	
①	30.4	10.2	80	1923	6.2	6.1	
②	30.6	10.4		1863	5.9		
③	30.7	10.1		1855	6.0		
④	30.3	10.3		1984	6.4		
⑤	30.5	10.4		1981	6.2		
⑥	30.7	10.4		1828	5.7		

表 3-25 抗冲击强度验证试验数据与结果

检测项目		抗冲击强度					
试件尺寸: 120mm×50mm×10mm							
样品编号	宽度 b, mm	厚度 h, mm	跨距 L, mm	冲击能量 e, J	抗冲击强度 σ_i , kJ/m ²	平均抗冲击强度 kJ/m ²	
模 板 面 抹 平 面	①	51.3	70	7.76	14.0	12.5	
	②	51.1		11.1	6.24		11.0
	③	49.6		11.1	5.83		10.6
	④	50.7		10.3	7.06		13.5
	⑤	51.1		11.2	7.79		13.6
	⑥	50.2		11.0	6.72		12.2
备注: 摆锤能量 0~25J							

表 3-26 抗冻性验证试验数据与结果

检测项目	抗冻性	
样品处理	冻融前浸入 20℃ 水中 (24h)	
循环次数	冻融后外观：有无分层、剥落、龟裂等破坏现象	
25	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
50	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
75	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
100	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
125	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
150	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
175	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
200	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
结果：	经 200 次冻融循环， <u>无</u> 试件起层、剥落、龟裂等破坏现象。 <input type="checkbox"/> 经 <u> </u> 次冻融循环， <u>有</u> (数量 <u> </u>) 试件起层、剥落、龟裂等破坏现象。	
备注：	采用自动冻融试验	

表 3-27 收缩率验证试验数据与结果

收缩率								
样品尺寸 260mm×260mm×10mm								
样品处理	水温 20℃ (24h) 烘干温度 60℃ (48h)							
	样品编号	1				2		
标线①		标线②	标线③	标线④	标线⑤	标线⑥	标线⑦	标线⑧
浸水后试件长度 l_1 , mm	260.77	260.78	260.85	260.55	260.76	260.68	260.70	260.64
干燥后试件长度 l_2 , mm	260.65	260.65	260.72	260.41	260.62	260.51	260.55	260.49
每个点收缩率 k , %	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.07	0.06	0.06
结果	平均值 k , 0.05%							

1.5 试验编号 F-05

样品成型工艺-主要增强纤维：浇筑工艺-有机纤维。试验数据与结果见表 3-28~表 3-34：

表 3-28 体积密度、含水率、吸水率验证试验数据与结果

检测项目		体积密度、含水率、吸水率										
样品处理		烘干温度 60 °C (48h)； 吸水率浸水 20 °C (48h)										
外观 规整 试件	样品编号	边长 l, mm		边长 b, mm		厚度 h, mm				气干状态 质量 m_1 , g	干燥状态 质量 m_2 , g	饱水状态 质量 m_3 , g
	①	101.3	101.1	100.3	100.3	11.1	11.1	11.1	11.1	247.1	245.5	247.5
	平均值	101.2		100.3		11.1						
	②	101.8	101.8	101.3	101.3	10.6	10.6	10.6	10.6	240.1	238.9	240.5
	平均值	101.8		101.3		10.6						
	③	101.4	101.4	101.6	101.6	10.8	10.8	10.8	10.8	243.0	241.2	243.4
	平均值	101.4		101.6		10.8						
	④	101.2	101.2	101.5	101.5	10.5	10.5	10.5	10.5	243.1	241.7	243.5
	平均值	101.2		101.5		10.5						
	⑤	101.8	101.8	100.4	100.4	10.2	10.2	10.2	10.2	235.1	233.6	235.8
平均值	101.8		100.4		10.2							
⑥	100.7	100.7	101.7	101.7	11.2	11.2	10.9	11.1	251.2	249.7	251.9	
平均值	100.7		101.7		11.1							
样品编号	体积密度 ρ , g/cm ³				含水率 w_h , %				吸水率 w_x , %			
①	2.2				0.7				0.8			
②	2.2				0.5				0.7			
③	2.2				0.7				0.9			
④	2.2				0.6				0.7			
⑤	2.2				0.6				0.9			
⑥	2.2				0.6				0.9			

平均值	2.2	0.6	0.8
备注:			

表 3-29 抗压强度验证试验数据与结果

检测项目	抗压强度				
试件尺寸: 100mm×100mm×100mm					
样品编号	受压面长度 l_1 , mm	受压面宽度 b_1 , mm	破坏荷载 P_c , N	抗压强度 σ_c , MPa	平均抗压强度 MPa
①	100.0	100.0	1222230	122.2	122.7
②	100.0	100.0	1246710	124.7	
③	100.0	100.0	1211620	121.2	

表 3-30 抗弯性能验证试验数据与结果

检测项目	抗弯性能									
试件尺寸: 250mm×50mm×10mm										
样品编号	宽度 b, mm	厚度 h, mm	跨距 L, mm	力臂, mm	抗弯破坏荷载 P_m , N	比例极限荷载 P_l , N	跨中挠度 δ , mm			
①	50.3	10.9	210	70	361	361	0.174			
②	50.5	11.1			382	382	0.172			
③	50.7	10.4			324	324	0.168			
④	50.1	10.2			312	312	0.182			
⑤	51.1	10.7			330	330	0.165			
⑥	50.7	11.3			378	378	0.167			
强度			①	②	③	④	⑤	⑥	平均值	单块最小值
抗弯破坏强度 σ_{MOR} , MPa			12.7	12.9	12.4	12.6	11.8	12.3	12.4	11.8
抗弯比例极限强度 σ_{LOP} , MPa			12.7	12.9	12.4	12.6	11.8	12.3	12.4	11.8

抗弯弹性模量 E, MPa	41900	42300	44500	42400	42000	40700	42300	40700
---------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

表 3-31 抗拉强度验证试验数据与结果

检测项目		抗拉强度					
试件尺寸: 250mm×30mm×10mm							
样品编号	宽度 b, mm	厚度 h, mm	跨距 L, mm	抗拉破坏荷载 P _t , N	抗拉强度σ _t , MPa	平均抗拉强度 MPa	
①	30.1	11.1	80	1903	5.7	5.4	
②	30.5	10.7		1663	5.1		
③	30.2	10.9		1755	5.3		
④	30.3	11.3		1884	5.5		
⑤	30.5	10.7		1701	5.2		
⑥	30.6	10.7		1820	5.6		

表 3-32 抗冲击强度验证试验数据与结果

检测项目		抗冲击强度					
试件尺寸: 120mm×50mm×10mm							
样品编号	宽度 b, mm	厚度 h, mm	跨距 L, mm	冲击能量 e, J	抗冲击强度 σ _i , kJ/m ²	平均抗冲击强度 kJ/m ²	
模 板 面	①	51.1	70	5.02	9.5	10.4	
	②	50.7		5.56	10.2		
	③	51.3		5.85	11.3		
抹 平 面	④	50.2		6.35	11.3		
	⑤	50.7		5.27	9.5		
	⑥	50.9		5.96	10.4		

备注: 摆锤能量 0~25J

表 3-33 抗冻性验证试验数据与结果

检测项目	抗冻性		
样品处理	冻融前浸入 20℃ 水中 (24h)		
循环次数	冻融后外观：有无分层、剥落、龟裂等破坏现象		
25	有 <input type="checkbox"/>	无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
50	有 <input type="checkbox"/>	无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
75	有 <input type="checkbox"/>	无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
100	有 <input type="checkbox"/>	无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
125	有 <input type="checkbox"/>	无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
150	有 <input type="checkbox"/>	无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
175	有 <input type="checkbox"/>	无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
200	有 <input type="checkbox"/>	无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
结果：	经 200 次冻融循环， <u>无</u> 试件起层、剥落、龟裂等破坏现象。 <input type="checkbox"/> 经 <u> </u> 次冻融循环， <u>有</u> (数量 <u> </u>) 试件起层、剥落、龟裂等破坏现象。		
备注：	采用自动冻融试验		

表 3-34 收缩率验证试验数据与结果

收缩率								
样品尺寸 260mm×260mm×10mm								
样品处理	水温 20℃ (24h) 烘干温度 60℃ (48h)							
样品编号	1				2			
	标线①	标线②	标线③	标线④	标线⑤	标线⑥	标线⑦	标线⑧
浸水后试件长度 l_1 , mm	260.84	260.93	260.77	260.79	261.18	261.33	261.26	261.45
干燥后试件长度 l_2 , mm	260.66	260.77	260.59	260.65	261.05	261.19	261.12	261.29
每个点收缩率 k , %	0.07	0.06	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06

结果	平均值 k , 0.06%
----	-----------------

1.6 试验编号 F-06

样品成型工艺-主要增强纤维：浇筑工艺-有机纤维。试验数据与结果见表 3-35~表 3-40：

表 3-35 体积密度、含水率、吸水率验证试验数据与结果

检测项目		体积密度、含水率、吸水率										
样品处理		烘干温度 60 °C (48h)； 吸水率浸水 20 °C (48h)										
外观 规整 试件	样品编号	边长 l , mm		边长 b , mm		厚度 h , mm				气干状态 质量 m_1 , g	干燥状态 质量 m_2 , g	饱水状态 质量 m_3 , g
	①	100.2	100.4	100.8	100.8	12.2	12.5	12.1	12.1	290.1	287.3	290.8
	平均值	100.3		100.8		12.2						
	②	99.4	99.6	100.5	100.5	12.0	11.4	11.9	11.9	276.5	274.1	277.2
	平均值	99.5		100.5		11.8						
	③	100.4	100.4	100.5	100.5	11.6	11.6	11.8	11.5	261.2	258.7	261.8
	平均值	100.4		100.5		11.6						
	④	100.5	100.5	101.0	101.4	10.2	10.4	10.2	10.2	244.3	241.7	244.9
	平均值	100.5		101.2		10.2						
	⑤	100.4	100.4	100.2	100.2	11.2	11.3	11.2	11.2	256.2	253.5	256.8
	平均值	100.4		100.2		11.2						
⑥	100.7	100.7	101.0	101.0	10.9	11.0	11.0	11.1	254.3	251.9	254.7	
平均值	100.7		101.0		11.0							
样品编号	体积密度 ρ , g/cm ³				含水率 w_n , %				吸水率 w_x , %			
①	2.3				1.0				1.2			
②	2.3				0.9				1.1			
③	2.2				1.0				1.2			
④	2.3				1.1				1.3			
⑤	2.2				1.1				1.3			

⑥	2.2	1.0	1.1
平均值	2.3	1.0	1.2
备注:			

表 3-36 抗压强度验证试验数据与结果

检测项目	抗压强度				
试件尺寸: 100mm×100mm×100mm					
样品编号	受压面长度 l_1 , mm	受压面宽度 b_1 , mm	破坏荷载 P_c , N	抗压强度 σ_c , MPa	平均抗压强度 MPa
①	100.0	100.0	1289880	129.0	135.2
②	100.0	100.0	1354450	135.4	
③	100.0	100.0	1410540	141.1	

表 3-37 静力受压弹性模量验证试验数据与结果

检验项目	静力受压弹性模量						
试件尺寸: 100mm×100mm×300mm							
样品编号	受压面长度 l_1 , mm	受压面宽度 b_1 , mm	轴心破坏荷载 P_{cp} , N	轴心抗压强度 σ_{cp} , MPa	平均轴心抗压强度 MPa		
①	100.0	100.0	1263160	126.3	124.8		
②	100.0	100.0	1208190	120.8			
③	100.0	100.0	1272650	127.3			
试件编号	应力为 0.5MPa 时的初始荷载 P_0 的变形值 ε_0 , mm		平均值 ε_0 , mm	应力为 1/3 轴心抗压强度时的荷载 P_1 的变形值 ε_a , mm		平均值 ε_1 , mm	σ_{cp} , MPa
④	0.018	0.018	0.018	0.145	0.145	0.145	122.1
⑤	0.019	0.019	0.019	0.151	0.151	0.151	118.7
⑥	0.021	0.021	0.021	0.152	0.152	0.152	122.6
试件编号	0.5MPa 时的初始荷载 P_0 , N	1/3 σ_{cp} 时的荷载 P_1 , N	试件承压面积 A , mm ²	测量变形的标距 L_s , mm	最后一次从 P_0 加荷至 P_1 时试件两侧变形值		混凝土弹性模量 E_c , MPa
					单值	平均值	

					$\varepsilon_a - \varepsilon_0$, mm		
④	5000	416000	10000	150	0.127	48543	47400
⑤	5000	416000	10000	150	0.132	46705	
⑥	5000	416000	10000	150	0.131	47061	
备注							

表 3-38 抗弯性能验证试验数据与结果

检测项目		抗弯性能								
试件尺寸: 250mm×50mm×10mm										
样品编号	宽度 b, mm	厚度 h, mm	跨距 L, mm	力臂, mm	抗弯破坏荷载 P_m , N	比例极限荷载 P_1 , N	跨中挠度 δ , mm			
①	50.8	11.2	210	70	376	376				
②	50.5	11.6			364	364				
③	50.2	11.2			380	380				
④	50.1	11.8			426	426				
⑤	50.8	11.4			413	413				
⑥	49.9	11.4			396	396				
强度			①	②	③	④	⑤	⑥	平均值	单块最小值
抗弯破坏强度 σ_{MOR} , MPa			12.4	11.2	12.7	12.8	13.1	12.8	12.5	11.2
抗弯比例极限强度 σ_{LOP} , MPa			12.4	11.2	12.7	12.8	13.1	12.8	12.5	11.2
抗弯弹性模量 E, MPa										

表 3-39 抗冲击强度验证试验数据与结果

检测项目	抗冲击强度
试件尺寸: 120mm×50mm×10mm	

样品编号		宽度 b, mm	厚度 h, mm	跨距 L, mm	冲击能量 e, J	抗冲击强度 σ_i , kJ/m ²	平均抗冲击强度 kJ/m ²
模 板 面 抹 平 面	①	49.6	11.2	70	5.65	10.2	9.3
	②	51.3	10.8		4.86	8.8	
	③	49.2	11.1		4.32	7.9	
	④	49.9	11.4		5.64	9.9	
	⑤	50.8	11.4		5.55	9.6	
	⑥	51.2	11.2		5.38	9.4	
备注：摆锤能量 0~25J							

表 3-40 收缩率验证试验数据与结果

收缩率								
样品尺寸 260mm×260mm×10mm								
样品处理	水温 20℃ (24h) 烘干温度 60℃ (48h)							
样品编号	1				2			
	标线①	标线②	标线③	标线④	标线⑤	标线⑥	标线⑦	标线⑧
浸水后试件长度 l_1 , mm	260.92	261.39	260.78	261.43	260.77	261.49	260.89	260.94
干燥后试件长度 l_2 , mm	260.76	261.22	260.61	261.31	260.63	261.34	260.71	260.82
每个点收缩率 k , %	0.06	0.07	0.07	0.05	0.05	0.06	0.07	0.05
结果	平均值 k , 0.06%							

1.7 试验编号 F-07

样品成型工艺-主要增强纤维：浇筑工艺-钢纤维。试验数据与结果见表 3-41~表 3-47：

表 3-41 体积密度、含水率、吸水率验证试验数据与结果

检测项目	体积密度、含水率、吸水率
样品处理	烘干温度 60℃ (48h)； 吸水率浸水 20℃ (48h)

外观 规整 试件	样品编号	边长 l, mm		边长 b, mm		厚度 h, mm				气干状态 质量 m_1 , g	干燥状态 质量 m_2 , g	饱水状态 质量 m_3 , g
	①	101.3	101.3	101.5	101.5	14.6	14.6	14.6	14.6	364.1	360.8	365.1
	平均值	101.3		101.5		14.6						
	②	101.4	101.4	101.3	101.3	14.9	14.9	14.9	14.9	367.8	364.1	368.5
	平均值	101.4		101.3		14.9						
	③	101.7	101.7	100.9	100.9	12.3	12.3	12.3	12.3	287.1	284.5	287.6
	平均值	101.7		100.9		12.3						
	④	101.2	101.2	101.2	101.2	14.8	14.8	14.8	14.8	359.8	356.1	360.4
	平均值	101.2		101.2		14.8						
	⑤	101.4	101.4	101.5	101.5	15.0	15.0	14.9	15.0	368.5	365.3	369.2
平均值	101.4		101.5		15.0							
⑥	101.5	101.5	101.6	101.6	12.5	12.5	12.5	12.5	308.9	306.1	309.3	
平均值	101.5		101.6		12.5							
样品编号	体积密度 ρ , g/cm ³				含水率 w_n , %				吸水率 w_x , %			
①	2.4				0.9				1.2			
②	2.4				1.0				1.2			
③	2.3				0.9				1.1			
④	2.3				1.0				1.2			
⑤	2.4				0.9				1.1			
⑥	2.4				0.9				1.0			
平均值	2.4				0.9				1.1			
备注:												

表 3-42 抗压强度验证试验数据与结果

检测项目	抗压强度
试件尺寸: 100mm×100mm×100mm	

样品编号	受压面长度 l_1 , mm	受压面宽度 b_1 , mm	破坏荷载 P_c , N	抗压强度 σ_c , MPa	平均抗压强度 MPa
①	100.0	100.0	1222450	122.2	133.5
②	100.0	100.0	1314770	131.5	
③	100.0	100.0	1467760	146.8	

表 3-43 抗弯性能验证试验数据与结果

检测项目		抗弯性能								
试件尺寸: 250mm×50mm×10mm										
样品编号	宽度 b, mm	厚度 h, mm	跨距 L, mm	力臂, mm	抗弯破坏荷载 P_m , N	比例极限荷载 P_l , N	跨中挠度 δ , mm			
①	51.1	14.6	210	70	1669	880	0.161			
②	50.5	14.5			1709	1183	0.222			
③	51.2	14.7			1689	981	0.176			
④	50.5	14.8			1841	1244	0.225			
⑤	50.8	14.8			1826	1290	0.231			
⑥	50.6	14.7			1642	1031	0.181			
强度			①	②	③	④	⑤	⑥	平均值	单块最小值
抗弯破坏强度 σ_{MOR} , MPa			32.2	33.8	32.1	35.0	34.5	31.5	33.2	31.5
抗弯比例极限强度 σ_{LOP} , MPa			17.0	23.4	18.6	23.6	24.5	19.8	21.1	17.0
抗弯弹性模量 E, MPa			45200	45500	45100	44400	44600	46600	45200	44400

表 3-44 抗拉强度验证试验数据与结果

检测项目	抗拉强度
试件尺寸: 250mm×30mm×10mm	

样品编号	宽度 b, mm	厚度 h, mm	跨距 L, mm	抗拉破坏荷载 P_t , N	抗拉强度 σ_t , MPa	平均抗拉强度 MPa
①	30.4	14.2	80	3461	8.0	7.7
②	31.1	14.5		3356	7.4	
③	30.2	14.6		3395	7.7	
④	30.5	14.5		3335	7.5	
⑤	30.8	14.7		3451	7.6	
⑥	31.1	14.6		3520	7.8	

表 3-45 抗冲击强度验证试验数据与结果

检测项目		抗冲击强度					
试件尺寸: 120mm×50mm×10mm							
样品编号		宽度 b, mm	厚度 h, mm	跨距 L, mm	冲击能量 e, J	抗冲击强度 σ_i , kJ/m ²	平均抗冲击 强度 kJ/m ²
模 板 面 抹 平 面	①	49.3	15.0	70	18.31	24.8	25.5
	②	50.9	14.5		19.28	26.1	
	③	51.3	14.8		18.54	24.4	
	④	50.9	14.2		19.13	26.5	
	⑤	51.2	14.2		18.56	25.5	
	⑥	49.3	14.6		18.35	25.5	
备注: 摆锤能量 0~25J							

表 3-46 抗冻性验证试验数据与结果

检测项目	抗冻性
样品处理	冻融前浸入 20℃ 水中 (24h)
循环次数	冻融后外观: 有无分层、剥落、龟裂等破坏现象

25	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:
50	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:
75	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:
100	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:
125	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:
150	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:
175	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:
200	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:
结果: 经 200 次冻融循环, <u>无</u> 试件起层、剥落、龟裂等破坏现象。 <input type="checkbox"/> 经 <u> </u> 次冻融循环, <u>有 (数量 <u> </u>)</u> 试件起层、剥落、龟裂等破坏现象。		
备注: 采用自动冻融试验		

表 3-47 收缩率验证试验数据与结果

收缩率								
样品尺寸 260mm×260mm×10mm								
样品处理	水温 20℃ (24h) 烘干温度 60℃ (48h)							
	样品编号	1				2		
	标线①	标线②	标线③	标线④	标线⑤	标线⑥	标线⑦	标线⑧
浸水后试件长度 l_1 , mm	261.85	261.89	261.49	260.92	260.24	261.44	260.12	260.77
干燥后试件长度 l_2 , mm	261.70	261.76	261.35	260.77	260.07	261.28	259.96	260.61
每个点收缩率 k , %	0.06	0.05	0.05	0.06	0.07	0.06	0.06	0.06
结果	平均值 k , 0.06%							

1.8 试验编号 F-08

样品成型工艺-主要增强纤维: 浇筑工艺-POM 纤维。试验数据与结果见表 3-48~表 3-53:

表 3-48 体积密度、含水率、吸水率验证试验数据与结果

检测项目		体积密度、含水率、吸水率										
样品处理		烘干温度 60 °C (48h); 吸水率浸水 20 °C (48h)										
外观 规整 试件	样品编号	边长 l, mm		边长 b, mm		厚度 h, mm				气干状态 质量 m ₁ , g	干燥状态 质量 m ₂ , g	饱水状态 质量 m ₃ , g
	①	100.3	100.3	99.7	99.7	11.3	11.3	11.3	11.3	266.1	263.3	266.5
	平均值	100.3		99.7		11.3						
	②	100.5	100.5	99.4	99.4	11.6	11.6	11.6	11.6	273.5	270.3	273.6
	平均值	100.5		99.4		11.6						
	③	99.7	99.7	100.1	100.1	10.7	10.7	10.7	10.7	249.7	247.3	250.7
	平均值	99.7		100.1		10.7						
	④	100.3	100.3	100.2	100.2	10.4	10.4	10.4	10.4	243.7	241.1	244.4
	平均值	100.3		100.2		10.4						
	⑤	99.3	99.3	99.7	99.7	10.5	10.4	10.4	10.4	242.1	239.4	242.3
	平均值	99.3		99.7		10.4						
	⑥	100.1	100.1	100.1	100.1	10.6	10.6	10.6	10.6	250.7	248.2	251.5
平均值	100.1		100.1		10.6							
样品编号	体积密度 ρ, g/cm ³				含水率 w _n , %				吸水率 w _x , %			
①	2.3				1.1				1.2			
②	2.3				1.2				1.2			
③	2.3				1.0				1.4			
④	2.3				1.1				1.4			
⑤	2.3				1.1				1.2			
⑥	2.3				1.0				1.3			
平均值	2.3				1.1				1.3			
备注:												

表 3-49 抗压强度验证试验数据与结果

检测项目	抗压强度				
试件尺寸: 100mm×100mm×100mm					
样品编号	受压面长度 l_1 , mm	受压面宽度 b_1 , mm	破坏荷载 P_c , N	抗压强度 σ_c , MPa	平均抗压强度 MPa
①	100.0	100.0	1255820	125.6	125.6
②	100.0	100.0	1303100	130.3	
③	100.0	100.0	1209700	121.0	

表 3-50 抗弯性能验证试验数据与结果

检测项目	抗弯性能									
试件尺寸: 250mm×50mm×10mm										
样品编号	宽度 b, mm	厚度 h, mm	跨距 L, mm	力臂, mm	抗弯破坏荷载 P_m , N	比例极限荷载 P_l , N	跨中挠度 δ , mm			
①	50.6	11.3	210	70	441	441	0.181			
②	50.5	11.1			414	414	0.167			
③	50.7	10.9			422	422	0.211			
④	50.7	11.4			483	483	0.195			
⑤	50.4	11.2			450	450	0.192			
⑥	50.6	11.3			442	442	0.178			
强度			①	②	③	④	⑤	⑥	平均值	单块最小值
抗弯破坏强度 σ_{MOR} , MPa			14.3	14.0	14.7	15.4	14.9	14.4	14.6	14.0
抗弯比例极限强度 σ_{LOP} , MPa			14.3	14.0	14.7	15.4	14.9	14.4	14.6	14.0
抗弯弹性模量 E, MPa			43900	47200	40100	43400	43500	44700	43800	40100

表 3-51 抗拉强度验证试验数据与结果

检测项目	抗拉强度

试件尺寸：250mm×30mm×10mm						
样品编号	宽度 b, mm	厚度 h, mm	跨距 L, mm	抗拉破坏荷载 P_t , N	抗拉强度 σ_t , MPa	平均抗拉强度 MPa
⑦	30.4	11.1	80	1856	5.5	5.5
⑧	30.9	10.7		1803	5.5	
⑨	30.7	10.9		1726	5.2	
⑩	30.3	11.3		1945	5.7	
⑪	31.1	10.7		1896	5.7	
⑫	30.7	10.7		1777	5.4	

表 3-52 抗冻性验证试验数据与结果

检测项目	抗冻性		
样品处理	冻融前浸入 20℃ 水中(24h)		
循环次数	冻融后外观：有无分层、剥落、龟裂等破坏现象		
25	有 <input type="checkbox"/>	无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
50	有 <input type="checkbox"/>	无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
75	有 <input type="checkbox"/>	无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
100	有 <input type="checkbox"/>	无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
125	有 <input type="checkbox"/>	无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
150	有 <input type="checkbox"/>	无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
175	有 <input type="checkbox"/>	无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
200	有 <input type="checkbox"/>	无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
结果：	经 200 次冻融循环， <u>无</u> 试件起层、剥落、龟裂等破坏现象。 <input type="checkbox"/> 经 <u> </u> 次冻融循环， <u>有</u> (数量 <u> </u>) 试件起层、剥落、龟裂等破坏现象。		
备注：	采用自动冻融试验		

表 3-53 收缩率验证试验数据与结果

收缩率									
样品尺寸 260mm×260mm×10mm									
样品处理		水温 20℃ (24h) 烘干温度 60℃ (48h)							
样品编号		1				2			
		标线①	标线②	标线③	标线④	标线⑤	标线⑥	标线⑦	标线⑧
浸水后试件长度 l_1 , mm		260.89	261.69	261.32	261.12	261.36	261.43	260.39	261.20
干燥后试件长度 l_2 , mm		260.74	261.52	261.16	260.95	261.17	261.28	260.23	261.04
每个点收缩率 k , %		0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06
结果		平均值 k , 0.06%							

1.9 试验编号 F-09

样品成型工艺-主要增强纤维：浇筑工艺-钢纤维。试验数据与结果见表 3-54~表 3-59：

表 3-54 体积密度、含水率、吸水率验证试验数据与结果

检测项目		体积密度、含水率、吸水率										
样品处理		烘干温度 60℃ (48h)； 吸水率浸水 20℃ (48h)										
外观 规整 试件	样品编号	边长 l, mm		边长 b, mm		厚度 h, mm				气干状态 质量 m_1 , g	干燥状态 质量 m_2 , g	饱水状态 质量 m_3 , g
	①	99.8	99.8	100.0	100.0	11.5	11.5	11.4	11.6	278.2	275.4	278.6
	平均值	99.8		100.0		11.5						
	②	100.3	100.3	100.1	100.1	11.3	11.3	11.2	11.3	276.2	273.7	276.8
	平均值	100.3		100.1		11.3						
	③	100.1	100.1	99.8	99.8	9.8	9.7	9.9	9.8	239.8	237.6	240.5
	平均值	100.1		99.8		9.8						
	④	99.4	99.4	100.5	100.5	10.5	10.4	10.4	10.4	250.6	248.3	251.1
	平均值	99.4		100.5		10.4						
⑤	100.2	100.2	100.3	100.3	9.6	9.7	9.5	9.6	223.5	221.2	224.1	

	平均值	100.2		100.3		9.6						
	⑥	99.3	99.3	99.0	99.0	9.7	9.7	9.6	9.8	223.8	221.8	224.3
	平均值	99.3		99.0		9.7						
样品编号	体积密度 ρ , g/cm ³			含水率 w_n , %			吸水率 w_x , %					
①	2.4			1.0			1.2					
②	2.4			0.9			1.1					
③	2.4			0.9			1.2					
④	2.4			0.9			1.1					
⑤	2.4			1.0			1.3					
⑥	2.4			0.9			1.1					
平均值	2.4			1.0			1.2					
备注:												

表 3-55 抗压强度验证试验数据与结果

检测项目	抗压强度				
试件尺寸: 100mm×100mm×100mm					
样品编号	受压面长度 l_1 , mm	受压面宽度 b_1 , mm	破坏荷载 P_c , N	抗压强度 σ_c , MPa	平均抗压强度 MPa
①	100.0	100.0	1175160	117.5	124.8
②	100.0	100.0	1303410	130.3	
③	100.0	100.0	1265060	126.5	

表 3-56 抗弯性能验证试验数据与结果

检测项目	抗弯性能						
试件尺寸: 250mm×50mm×10mm							
样品编号	宽度 b , mm	厚度 h , mm	跨距 L , mm	力臂, mm	抗弯破坏荷载 P_m , N	比例极限荷载 P_1 , N	跨中挠度 δ , mm
①	50.4	11.7	210	70	701	458	0.187

②	50.7	10.9			605	420	0.172			
③	50.5	11.3			692	403	0.166			
④	50.7	10.7			587	437	0.192			
⑤	50.4	11.2			637	467	0.211			
⑥	50.5	11.4			711	482	0.203			
强度			①	②	③	④	⑤	⑥	平均值	单块最小值
抗弯破坏强度 σ_{MOR} , MPa			21.3	21.1	22.5	21.2	21.2	22.8	21.7	21.1
抗弯比例极限强度 σ_{LOP} , MPa			13.9	14.6	13.1	15.8	15.5	15.4	14.7	13.1
抗弯弹性模量 E, MPa			39900	48900	43800	48200	41100	41700	43900	39900

表 3-57 抗拉强度验证试验数据与结果

检测项目	抗拉强度					
试件尺寸: 250mm×30mm×10mm						
样品编号	宽度 b, mm	厚度 h, mm	跨距 L, mm	抗拉破坏荷载 P_t , N	抗拉强度 σ_t , MPa	平均抗拉强度 MPa
①	30.7	11.2	80	2180	6.3	5.5
②	30.4	10.7		1759	5.4	
③	30.3	11.6		2036	5.7	
④	30.6	10.7		1646	5.0	
⑤	31.1	10.9		1721	5.1	
⑥	30.9	11.4		1935	5.5	

表 3-58 抗冻性验证试验数据与结果

检测项目	抗冻性
样品处理	冻融前浸入 20℃ 水中 (24h)
循环次数	冻融后外观: 有无分层、剥落、龟裂等破坏现象

25	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:
50	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:
75	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:
100	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:
125	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:
150	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:
175	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:
200	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:
结果: 经 200 次冻融循环, <u>无</u> 试件起层、剥落、龟裂等破坏现象。 <input type="checkbox"/> 经 <u> </u> 次冻融循环, <u>有 (数量 <u> </u>)</u> 试件起层、剥落、龟裂等破坏现象。		
备注: 采用自动冻融试验		

表 3-59 收缩率验证试验数据与结果

收缩率								
样品尺寸 260mm×260mm×10mm								
样品处理	水温 20℃ (24h)							
	烘干温度 60℃ (48h)							
样品编号	1				2			
	标线①	标线②	标线③	标线④	标线⑤	标线⑥	标线⑦	标线⑧
浸水后试件长度 l_1 , mm	260.88	261.85	260.45	260.92	261.54	261.55	261.38	261.53
干燥后试件长度 l_2 , mm	260.73	261.70	260.30	260.75	261.39	261.37	261.22	261.37
每个点收缩率 k , %	0.06	0.06	0.06	0.07	0.06	0.07	0.06	0.06
结果	平均值 k , 0.06%							

1.10 试验编号 F-10

样品成型工艺-主要增强纤维: 喷射工艺-玻璃纤维。试验数据与结果见表 3-60~表 3-63:

表 3-60 体积密度、含水率、吸水率验证试验数据与结果

检测项目		体积密度、含水率、吸水率										
样品处理		烘干温度 60 °C (48h); 吸水率浸水 20 °C (48h)										
外观 规整 试件	样品编号	边长 l, mm		边长 b, mm		厚度 h, mm				气干状态 质量 m ₁ , g	干燥状态 质量 m ₂ , g	饱水状态 质量 m ₃ , g
	①	98.8	98.6	101.2	101.0	12.0	11.8	11.8	11.7	278.2	275.4	278.8
	平均值	98.7		101.1		11.8						
	②	99.3	99.3	100.7	100.7	12.6	12.7	12.6	12.6	289.2	286.7	289.8
	平均值	99.3		100.7		12.6						
	③	99.6	99.6	101.0	101.0	12.8	12.8	12.8	12.8	306.8	303.5	307.4
	平均值	99.6		101.0		12.8						
	④	100.0	100.1	100.3	100.3	12.2	12.6	12.7	12.6	286.5	283.9	287.2
	平均值	100.0		100.3		12.5						
	⑤	98.9	98.9	99.7	99.7	12.3	12.3	12.6	12.7	282.2	279.8	283.1
	平均值	98.9		99.7		12.5						
	⑥	100.5	100.5	99.7	99.7	12.8	12.6	12.9	12.7	295.7	292.8	296.4
平均值	100.5		99.7		12.8							
样品编号	体积密度 ρ , g/cm ³				含水率 w _n , %				吸水率 w _x , %			
①	2.3				1.0				1.2			
②	2.3				0.9				1.1			
③	2.4				1.1				1.3			
④	2.3				0.9				1.2			
⑤	2.3				0.9				1.2			
⑥	2.3				1.0				1.2			
平均值	2.3				1.0				1.2			
备注:												

表 3-61 抗弯性能验证试验数据与结果

检测项目		抗弯性能								
试件尺寸: 250mm×50mm×10mm										
样品编号	宽度 b, mm	厚度 h, mm	跨距 L, mm	力臂, mm	抗弯破坏荷载 P_m , N	比例极限荷载 P_l , N	跨中挠度 δ , mm			
①	51.3	11.8	210	70	1288	733	0.243			
②	50.2	11.3			1134	702	0.267			
③	51.1	11.8			1026	656	0.246			
④	51.3	11.7			1168	711	0.248			
⑤	50.7	11.6			1222	734	0.255			
⑥	50.6	11.7			1012	682	0.247			
强度			①	②	③	④	⑤	⑥	平均值	单块最小值
抗弯破坏强度 σ_{MOR} , MPa			37.9	37.2	30.3	34.9	37.6	30.7	34.8	30.3
抗弯比例极限强度 σ_{LOP} , MPa			21.5	23.0	19.4	21.3	22.6	20.7	21.4	19.4
抗弯弹性模量 E, MPa			47100	47700	41800	45900	47800	44800	45800	41800

表 3-62 抗拉强度验证试验数据与结果

检测项目		抗拉强度				
试件尺寸: 250mm×30mm×10mm						
样品编号	宽度 b, mm	厚度 h, mm	跨距 L, mm	抗拉破坏荷载 P_t , N	抗拉强度 σ_t , MPa	平均抗拉强度 MPa
①	30.1	10.6	80	2651	8.3	8.6
②	30.9	10.5		2812	8.7	
③	30.7	10.7		2865	8.7	
④	30.7	10.5		2845	8.8	
⑤	30.1	10.8		2789	8.6	
⑥	30.2	10.7		2796	8.7	

表 3-63 抗冲击强度验证试验数据与结果

检测项目		抗冲击强度					
试件尺寸: 120mm×50mm×10mm							
样品编号	宽度 b, mm	厚度 h, mm	跨距 L, mm	冲击能量 e, J	抗冲击强度 σ_i , kJ/m ²	平均抗冲击强度 kJ/m ²	
模 板 面 抹 平 面	①	50.5	11.8	70	17.31	29.0	29.2
	②	51.3	11.1		16.20	28.4	
	③	51.1	11.7		15.54	26.0	
	④	50.7	11.3		16.53	28.9	
	⑤	51.7	11.7		19.69	32.6	
	⑥	50.3	11.4		17.47	30.5	
备注: 摆锤能量 0~50J							

1.11 试验编号 F-11

样品成型工艺-主要增强纤维: 浇筑工艺-有机/无机纤维。试验数据与结果见表 3-64~表 3-70:

表 3-64 体积密度、含水率、吸水率验证试验数据与结果

检测项目		体积密度、含水率、吸水率										
样品处理		烘干温度 60 °C (48h); 吸水率浸水 20 °C (48h)										
外观 规整 试件	样品编号	边长 l, mm		边长 b, mm		厚度 h, mm				气干状态 质量 m_1 , g	干燥状态 质量 m_2 , g	饱水状态 质量 m_3 , g
	①	98.4	99.6	98.8	98.4	10.2	10.4	10.0	10.2	231.8	230.6	231.9
	平均值	99.0		98.6		10.2						
	②	101.2	101.6	99.2	99.0	10.6	10.6	10.5	10.5	245.0	242.9	245.6
	平均值	101.4		99.1		10.6						
③	99.0	99.2	98.5	98.6	10.4	10.5	10.3	10.4	237.5	235.4	238.1	

平均值	99.1	98.6	10.4								
④	100.6	100.0	98.2	98.8	10.0	10.5	10.2	10.2	237.1	235.3	237.7
平均值	100.3	98.5	10.2								
⑤	100.4	100.2	98.0	98.4	10.4	10.2	10.3	10.2	236.2	234.5	236.7
平均值	100.3	98.2	10.3								
⑥	99.8	100.2	99.5	99.3	10.6	10.8	10.6	10.4	246.1	244.4	246.6
平均值	99.5	99.4	10.6								
样品编号	体积密度 ρ , g/cm ³			含水率 w_n , %				吸水率 w_x , %			
①	2.3			0.5				0.7			
②	2.3			0.9				1.1			
③	2.3			0.9				1.1			
④	2.3			0.8				1.0			
⑤	2.3			0.7				0.9			
⑥	2.2			0.7				0.9			
平均值	2.3			0.7				1.0			
备注:											

表 3-65 抗压强度验证试验数据与结果

检测项目	抗压强度				
试件尺寸: 100mm×100mm×100mm					
样品编号	受压面长度 l_1 , mm	受压面宽度 b_1 , mm	破坏荷载 P_c , N	抗压强度 σ_c , MPa	平均抗压强度 MPa
①	100.0	100.0	1352530	135.3	134.7
②	100.0	100.0	1375150	137.5	
③	100.0	100.0	1313700	131.4	

表 3-66 静力受压弹性模量验证试验数据与结果

检验项目	静力受压弹性模量
------	----------

试件尺寸:	100mm×100mm×300mm						
样品编号	受压面长度 l_1 , mm	受压面宽度 b_1 , mm	轴心破坏荷载 P_{cp} , N	轴心抗压强度 σ_{cp} , MPa	平均轴心抗压强度 MPa		
①	100.0	100.0	1326870	132.7	135.6		
②	100.0	100.0	1301230	130.1			
③	100.0	100.0	1440670	144.1			
试件编号	应力为 0.5MPa 时的初始荷载 P_0 的变形值 ε_0 , mm		平均值 ε_0 , mm	应力为 1/3 轴心抗压强度时的荷载 P_1 的变形值 ε_a , mm		平均值 ε_1 , mm	σ_{cp} , MPa
④	0.012	0.012	0.012	0.151	0.151	0.151	136.1
⑤	0.012	0.012	0.012	0.150	0.152	0.151	107.2
⑥	0.013	0.013	0.013	0.151	0.151	0.151	100.0
试件编号	0.5MPa 时的初始荷载 P_0 , N	1/3 σ_{cp} 时的荷载 P_1 , N	试件承压面积 A , mm ²	测量变形的标距 L_s , mm	最后一次从 P_0 加荷至 P_1 时试件两侧变形值 $\varepsilon_a - \varepsilon_0$, mm	混凝土弹性模量 E_c , MPa	
						单值	平均值
④	5000	452086	10000	150	0.139	48246	48200
⑤	5000	452086	10000	150	0.139	48246	
⑥	5000	452086	10000	150	0.139	48246	
备注							

表 3-67 抗弯性能验证试验数据与结果

检测项目		抗弯性能					
试件尺寸: 250mm×50mm×10mm							
样品编号	宽度 b, mm	厚度 h, mm	跨距 L, mm	力臂, mm	抗弯破坏荷载 P_m , N	比例极限荷载 P_1 , N	跨中挠度 δ , mm
①	50.5	11.0	210	70	428	428	
②	50.3	10.2			511	511	
③	50.4	11.2			439	439	
④	50.0	11.2			447	447	

⑤	50.5	11.6			483	483				
⑥	50.4	11.0			505	505				
强度			①	②	③	④	⑤	⑥	平均值	单块最小值
抗弯破坏强度 σ_{MOR} , MPa			14.7	20.5	14.6	15.0	14.9	17.3	16.2	14.6
抗弯比例极限强度 σ_{LOP} , MPa			14.7	20.5	14.6	15.0	14.9	17.3	16.2	14.6
抗弯弹性模量 E, MPa										

表 3-68 抗冲击强度验证试验数据与结果

检测项目		抗冲击强度					
试件尺寸: 120mm×50mm×10mm							
样品编号	宽度 b, mm	厚度 h, mm	跨距 L, mm	冲击能量 e, J	抗冲击强度 σ_i , kJ/m ²	平均抗冲击强度 kJ/m ²	
模 板 面 抹 平 面	①	51.8	70	8.86	17.1	16.3	
	②	51.0		10.0	7.35		14.4
	③	50.6		10.2	8.86		17.2
	④	51.4		10.0	6.42		12.5
	⑤	51.6		10.4	9.79		18.2
	⑥	50.0		10.2	9.42		18.5
备注: 摆锤能量 0~25J							

表 3-69 抗冻性验证试验数据与结果

检测项目	抗冻性	
样品处理	冻融前浸入 20℃ 水中 (24h)	
循环次数	冻融后外观: 有无分层、剥落、龟裂等破坏现象	
25	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:
50	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:

75	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
100	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
结果：经 100 次冻融循环， <u>无</u> 试件起层、剥落、龟裂等破坏现象。 <input type="checkbox"/> 经 <u> </u> 次冻融循环， <u>有</u> （数量 <u> </u> ）试件起层、剥落、龟裂等破坏现象。		
备注：采用自动冻融试验		

表 3-70 收缩率验证试验数据与结果

收缩率								
样品尺寸 260mm×260mm×10mm								
样品处理		水温 20℃（24h） 烘干温度 60℃（48h）						
样品编号	1				2			
	标线①	标线②	标线③	标线④	标线⑤	标线⑥	标线⑦	标线⑧
浸水后试件长度 l_1 , mm	259.23	259.06	259.23	258.12	259.44	258.46	259.74	260.02
干燥后试件长度 l_2 , mm	259.07	258.92	259.08	257.97	259.28	258.43	259.57	260.86
每个点收缩率 k , %	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
结果	平均值 k , 0.06%							

1.12 试验编号 F-12

样品成型工艺-主要增强纤维：浇筑工艺-POM 纤维。试验数据与结果见表 3-71~表 3-78：

表 3-71 体积密度、含水率、吸水率验证试验数据与结果

检测项目		体积密度、含水率、吸水率										
样品处理		烘干温度 60℃（48h）； 吸水率浸水 20℃（48h）										
外观规	样品编号	边长 l , mm		边长 b , mm		厚度 h , mm				气干状态 质量 m_1 , g	干燥状态 质量 m_2 , g	饱水状态 质量 m_3 , g
		①	100.7	100.7	101.1	101.1	11.3	11.3	11.3	11.3	257.6	255.1

整 试 件	平均值	100.7		101.1		11.3				263.4	260.5	263.9
	②	100.3	100.3	100.9	100.9	11.4	11.5	11.5	11.6			
	平均值	100.3		100.9		11.5				261.8	259.3	262.4
	③	100.1	100.1	100.7	100.7	11.6	11.6	11.6	11.6			
	平均值	100.1		100.7		11.6				264.1	261.4	264.7
	④	100.6	100.6	101.1	101.1	11.5	11.5	11.4	11.5			
	平均值	100.6		101.1		11.5				257.5	254.	258.1
	⑤	100.1	100.1	100.9	100.9	11.2	11.2	11.2	11.3			
	平均值	100.1		100.9		11.2				265.1	262.2	265.4
	⑥	100.7	100.7	100.3	100.3	11.6	11.5	11.7	11.6			
平均值	100.7		100.3		11.6							
样品编号	体积密度 ρ , g/cm ³			含水率 w_h , %				吸水率 w_x , %				
①	2.2			1.0				1.2				
②	2.2			1.1				1.3				
③	2.2			1.0				1.2				
④	2.2			1.0				1.3				
⑤	2.2			1.4				1.5				
⑥	2.2			1.1				1.2				
平均值	2.2			1.1				1.3				
备注:												

表 3-72 抗压强度验证试验数据与结果

检测项目	抗压强度				
试件尺寸: 100mm×100mm×100mm					
样品编号	受压面长度 l_1 , mm	受压面宽度 b_1 , mm	破坏荷载 P_c , N	抗压强度 σ_c , MPa	平均抗压强度 MPa
①	100.0	100.0	1285210	128.5	128.2
②	100.0	100.0	1315960	131.6	

③	100.0	100.0	1243970	124.4	
---	-------	-------	---------	-------	--

表 3-73 静力受压弹性模量验证试验数据与结果

检验项目	静力受压弹性模量						
试件尺寸:	100mm×100mm×300mm						
样品编号	受压面长度 l_1 , mm	受压面宽度 b_1 , mm	轴心破坏荷载 P_{cp} , N	轴心抗压强度 σ_{cp} , MPa	平均轴心抗压强度 MPa		
①	100.0	100.0	1263420	126.3	121.5		
②	100.0	100.0	1128350	112.8			
③	100.0	100.0	1252780	125.3			
试件编号	应力为 0.5MPa 时的初始荷载 P_0 的变形值 ε_0 , mm		平均值 ε_0 , mm	应力为 1/3 轴心抗压强度时的荷载 P_1 的变形值 ε_a , mm		平均值 ε_1 , mm	σ_{cp} , MPa
④	0.022	0.022	0.022	0.155	0.155	0.155	112.7
⑤	0.024	0.024	0.024	0.158	0.158	0.158	114.2
⑥	0.021	0.021	0.021	0.144	0.144	0.144	112.3
试件编号	0.5MPa 时的初始荷载 P_0 , N	1/3 σ_{cp} 时的荷载 P_1 , N	试件承压面积 A , mm ²	测量变形的标距 L_s , mm	最后一次从 P_0 加荷至 P_1 时试件两侧变形值 $\varepsilon_a - \varepsilon_0$, mm	混凝土弹性模量 E_c , MPa	
						单值	平均值
④	5000	404950	10000	150	0.133	45107	46200
⑤	5000	404950	10000	150	0.134	44771	
⑥	5000	404950	10000	150	0.123	48774	
备注							

表 3-74 抗弯性能验证试验数据与结果

检测项目	抗弯性能						
试件尺寸: 250mm×50mm×10mm							
样品编号	宽度 b, mm	厚度 h, mm	跨距 L, mm	力臂, mm	抗弯破坏荷载 P_m , N	比例极限荷载 P_1 , N	跨中挠度 δ , mm

①	50.9	13.2	210	70	985	826				
②	51.3	11.6			820	588				
③	50.3	11.4			827	594				
④	51.4	11.5			746	534				
⑤	50.5	11.7			767	546				
⑥	50.4	11.9			822	588				
强度			①	②	③	④	⑤	⑥	平均值	单块最小值
抗弯破坏强度 σ_{MOR} , MPa			23.3	24.9	26.6	23.1	23.3	24.2	24.2	23.1
抗弯比例极限强度 σ_{LOP} , MPa			19.6	17.9	19.1	16.6	16.6	17.3	17.8	16.6
抗弯弹性模量 E, MPa										

表 3-75 抗拉强度验证试验数据与结果

检测项目		抗拉强度				
试件尺寸: 250mm×30mm×10mm						
样品编号	宽度 b, mm	厚度 h, mm	跨距 L, mm	抗拉破坏荷载 P_t , N	抗拉强度 σ_t , MPa	平均抗拉强度 MPa
①	30.8	11.1	80	2451	7.2	7.1
②	30.9	11.7		2312	6.4	
③	30.7	10.8		2421	7.3	
④	30.5	11.2		2325	6.8	
⑤	31.1	11.3		2486	7.1	
⑥	30.7	11.5		2782	7.9	

表 3-76 抗冲击强度验证试验数据与结果

检测项目		抗冲击强度		
试件尺寸: 120 mm× 50 mm× 10 mm				

样品编号		宽度 b, mm	厚度 h, mm	跨距 L, mm	冲击能量 e, J	抗冲击强度 σ_i , kJ/m ²	平均抗冲击强度 kJ/m ²
模 板 面 抹 平 面	①	51.1	13.2	70	13.93	20.7	18.7
	②	50.1	12.8		11.65	18.2	
	③	50.5	11.8		9.55	16.0	
	④	49.6	12.6		10.45	16.7	
	⑤	50.3	12.4		13.25	21.2	
	⑥	50.5	12.7		12.44	19.3	
备注：摆锤能量 0-25 J							

表 3-77 抗冻性验证试验数据与结果

检测项目	抗冻性	
样品处理	冻融前浸入 20℃ 水中 (24h)	
循环次数	冻融后外观：有无分层、剥落、龟裂等破坏现象	
25	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
50	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
75	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
100	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
125	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
150	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
175	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
200	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有，描述试件破坏数量及现象：
结果：	经 200 次冻融循环， <u>无</u> 试件起层、剥落、龟裂等破坏现象。 <input type="checkbox"/> 经 <u> </u> 次冻融循环， <u>有</u> (数量 <u> </u>) 试件起层、剥落、龟裂等破坏现象。	
备注：采用自动冻融试验		

表 3-78 收缩率验证试验数据与结果

收缩率								
样品尺寸 260mm×260mm×10mm								
样品处理	水温 20℃ (24h) 烘干温度 60℃ (48h)							
样品编号	1				2			
	标线①	标线②	标线③	标线④	标线⑤	标线⑥	标线⑦	标线⑧
浸水后试件长度 l_1 , mm	260.70	260.53	260.34	260.76	259.83	259.96	259.81	259.79
干燥后试件长度 l_2 , mm	260.55	260.38	260.18	260.62	259.71	259.82	259.66	259.63
每个点收缩率 k , %	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06
结果	平均值 k , 0.06%							

1.13 试验编号 F-13

样品成型工艺-主要增强纤维：喷射工艺-玻璃纤维。试验数据与结果见表 3-79~表 3-81：

表 3-79 体积密度、含水率、吸水率验证试验数据与结果

检测项目		体积密度、含水率、吸水率										
样品处理		烘干温度 60℃ (48h)； 吸水率浸水 20℃ (48h)										
外观 规整 试件	样品编号	边长 l , mm		边长 b , mm		厚度 h , mm				气干状态 质量 m_1 , g	干燥状态 质量 m_2 , g	饱水状态 质量 m_3 , g
	①	101.3	101.3	101.1	101.1	13.2	12.8	13.0	13.0	307.1	303.5	307.5
	平均值	101.3		101.1		13.0						
	②	101.4	101.4	100.7	100.7	13.1	13.1	13.1	13.1	307.9	304.7	308.4
	平均值	101.4		100.7		13.1						
	③	100.6	100.6	101.1	101.3	12.8	13.0	13.2	13.0	308.8	305.1	309.3
	平均值	100.6		101.2		13.0						
	④	100.9	100.9	101.1	101.1	13.1	13.1	13.1	13.1	310.7	307.1	311.1
	平均值	100.9		101.1		13.1						
⑤	100.3	100.3	100.9	100.9	13.0	13.0	13.0	13.0	309.9	306.8	310.2	

	平均值	100.3		100.9		13.0						
	⑥	100.5	100.5	100.7	100.7	12.7	12.7	12.7	12.7	302.1	298.6	302.8
	平均值	100.5		100.7		12.7						
样品编号	体积密度 ρ , g/cm ³			含水率 w_n , %			吸水率 w_x , %					
①	2.3			1.2			1.3					
②	2.3			1.1			1.2					
③	2.3			1.2			1.4					
④	2.3			1.2			1.3					
⑤	2.3			1.0			1.1					
⑥	2.3			1.2			1.4					
平均值	2.3			1.1			1.3					
备注:												

表 3-80 抗弯性能验证试验数据与结果

检测项目		抗弯性能								
试件尺寸: 250 mm× 50 mm× 10 mm										
样品编号	宽度 b, mm	厚度 h, mm	跨距 L, mm	力臂, mm	抗弯破坏荷载 P_m , N	比例极限荷载 P_1 , N	跨中挠度 δ , mm			
①	51.8	13.2	210	70	1281	785	0.203			
②	51.3	12.3			1375	661	0.217			
③	51.1	13.2			1371	720	0.186			
④	51.4	13.2			945	742	0.191			
⑤	51.6	13.4			1164	745	0.185			
⑥	51.3	13.1			1281	646	0.172			
强度			①	②	③	④	⑤	⑥	平均值	单块最小值
抗弯破坏强度 σ_{MOR} , MPa			29.8	37.2	32.3	22.2	26.4	30.6	29.7	22.2
抗弯比例极限强度 σ_{LOP} , MPa			18.3	17.9	17.0	17.4	16.9	15.4	17.1	15.4

抗弯弹性模量 E, MPa	42700	42000	43300	43200	42600	42800	42800	42000
---------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

表 3-81 抗拉强度验证试验数据与结果

检测项目		抗拉强度				
试件尺寸: 250mm×30mm×10mm						
样品编号	宽度 b, mm	厚度 h, mm	跨距 L, mm	抗拉破坏荷载 P _t , N	抗拉强度 σ_t , MPa	平均抗拉强度 MPa
①	31.4	11.2	80	2652	7.5	7.8
②	30.9	10.7		2512	7.6	
③	30.7	10.9		2435	7.3	
④	30.8	10.8		2788	8.4	
⑤	31.1	10.8		2595	7.7	
⑥	31.4	10.7		2762	8.2	

1.14 试验编号 F-14

样品成型工艺-主要增强纤维: 浇注工艺-有机纤维。试验数据与结果见表 3-82~表 3-85:

表 3-82 体积密度、含水率、吸水率验证试验数据与结果

检测项目		体积密度、含水率、吸水率										
样品处理		烘干温度 60 °C (48h); 吸水率浸水 20 °C (48h)										
外观 规整 试件	样品编号	边长 l, mm		边长 b, mm		厚度 h, mm				气干状态 质量 m ₁ , g	干燥状态 质量 m ₂ , g	饱水状态 质量 m ₃ , g
	①	100.2	100.2	100.3	100.3	14.1	14.1	14.1	14.1	320.5	316.8	321.2
	平均值	100.2		100.3		14.1						
	②	100.2	100.2	100.3	100.3	14.2	14.2	14.2	14.2	324.2	320.2	325.1
平均值	100.2		100.3		14.2							

③	100.3	100.3	100.5	100.5	14.7	14.7	14.7	14.7	335.1	331.1	335.8
平均值	100.3		100.5		14.7						
④	100.2	100.2	100.4	100.4	14.6	14.6	14.6	14.6	333.3	329.8	333.9
平均值	100.2		100.4		14.6						
⑤	100.6	100.6	100.3	100.3	14.4	14.4	14.4	14.4	326.1	322.5	326.7
平均值	100.6		100.3		14.4						
⑥	100.2	100.2	100.7	100.7	14.5	14.5	14.5	14.5	330.8	326.4	331.2
平均值	100.2		100.7		14.5						
样品编号	体积密度 ρ , g/cm ³				含水率 w_h , %				吸水率 w_x , %		
①	2.2				1.2				1.4		
②	2.2				1.2				1.5		
③	2.2				1.2				1.4		
④	2.2				1.1				1.2		
⑤	2.2				1.1				1.3		
⑥	2.2				1.3				1.5		
平均值	2.2				1.2				1.4		
备注:											

表 3-83 抗弯性能验证试验数据与结果

检测项目		抗弯性能					
试件尺寸: 250 mm× 50 mm× 10 mm							
样品编号	宽度 b, mm	厚度 h, mm	跨距 L, mm	力臂, mm	抗弯破坏荷载 P_m , N	比例极限荷载 P_l , N	跨中挠度 δ , mm
①	50.5	14.7	210	70	903	903	0.158
②	50.3	14.8			1024	1024	0.175
③	50.3	14.9			995	995	0.181
④	50.9	14.9			833	833	0.141
⑤	51.2	13.8			816	816	0.183

⑥	50.5	14.6			953	953	0.171			
强度			①	②	③	④	⑤	⑥	平均值	单块最小值
抗弯破坏强度 σ_{MOR} , MPa			17.4	19.5	18.7	15.5	17.6	18.6	17.9	15.5
抗弯比例极限强度 σ_{LOP} , MPa			17.4	19.5	18.7	15.5	17.6	18.6	17.9	15.5
抗弯弹性模量 E, MPa			46800	47200	43400	46100	43600	46600	45600	43400

表 3-84 抗冲击强度验证试验数据与结果

检测项目		抗冲击强度					
		试件尺寸: 120 mm× 50 mm× 10 mm					
样品编号	宽度 b, mm	厚度 h, mm	跨距 L, mm	冲击能量 e, J	抗冲击强度 σ_i , kJ/m ²	平均抗冲击强度 kJ/m ²	
模板面抹平面	①	50.1	70	10.33	13.7	13.7	
	②	50.2		9.83	13.2		
	③	50.2		9.43	12.6		
	④	50.1		9.00	12.1		
	⑤	50.3		10.47	14.5		
	⑥	50.2		14.3	11.77		16.4
备注: 摆锤能量 0-25 J							

表 3-85 抗冻性验证试验数据与结果

检测项目	抗冻性	
样品处理	冻融前浸入 20 °C 水中 (24h)	
循环次数	冻融后外观: 有无分层、剥落、龟裂等破坏现象	
25	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:
50	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:
75	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:

100	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:
125	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:
150	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:
175	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:
200	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:
结果: 经 200 次冻融循环, <u>无</u> 试件起层、剥落、龟裂等破坏现象。 <input type="checkbox"/> 经 <u> </u> 次冻融循环, <u>有</u> (数量 <u> </u>) 试件起层、剥落、龟裂等破坏现象。		
备注: 采用自动冻融试验		

1.15 试验编号 F-15

样品成型工艺-主要增强纤维: 浇注工艺-有机纤维。试验数据与结果见表 3-86~表 3-89:

表 3-86 体积密度、含水率、吸水率验证试验数据与结果

检测项目		体积密度、含水率、吸水率										
样品处理		烘干温度 60 °C (48h); 吸水率浸水 20 °C (48h)										
外观 规整 试件	样品编号	边长 l, mm		边长 b, mm		厚度 h, mm				气干状态 质量 m ₁ , g	干燥状态 质量 m ₂ , g	饱水状态 质量 m ₃ , g
	①	100.8	100.8	100.5	100.7	10.2	10.0	10.0	10.2	248.7	245.8	249.2
	平均值	100.8		100.6		10.1						
	②	100.5	101.0	100.4	100.6	10.2	10.3	10.3	10.0	249.2	246.5	249.7
	平均值	100.8		100.5		10.2						
	③	102.0	100.0	101.2	100.2	11.2	10.8	10.8	11.2	268.6	265.9	269.4
	平均值	101.0		100.7		11.0						
	④	100.5	99.8	100.2	100.0	11.3	11.3	11.0	11.6	273.8	270.6	274.3
	平均值	10.2		100.1		11.3						
⑤	101.0	100.5	101.2	100.5	10.7	10.3	10.5	10.5	260.1	257.4	260.8	
平均值	100.8		100.9		10.5							

	⑥	100.8	100.4	101.0	100.2	11.6	10.8	11.2	11.2	259.3	256.3	259.9
	平均值	100.6		100.6		11.2						
样品编号	体积密度 ρ , g/cm ³			含水率 w_n , %			吸水率 w_x , %					
①	2.4			1.2			1.4					
②	2.4			1.1			1.3					
③	2.4			1.0			1.3					
④	2.4			1.2			1.4					
⑤	2.4			1.0			1.3					
⑥	2.3			1.2			1.4					
平均值	2.4			1.1			1.3					
备注:												

表 3-87 抗压强度验证试验数据与结果

检测项目	抗压强度				
试件尺寸: 100 mm × 100 mm × 100 mm					
样品编号	受压面长度 l_1 , mm	受压面宽度 b_1 , mm	破坏荷载 P_c , N	抗压强度 σ_c , MPa	平均抗压强度 MPa
①	100.0	100.0	1277430	127.7	126.7
②	100.0	100.0	1217770	121.8	
③	100.0	100.0	1305470	130.5	

表 3-88 静力受压弹性模量验证试验数据与结果

检验项目	静力受压弹性模量				
试件尺寸:	100mm × 100mm × 300mm				
样品编号	受压面长度 l_1 , mm	受压面宽度 b_1 , mm	轴心破坏荷载 P_{cp} , N	轴心抗压强度 σ_{cp} , MPa	平均轴心抗压强度 MPa
①	100.0	100.0	1244350	124.4	122.0
②	100.0	100.0	1208200	120.8	

③	100.0		100.0		1208670	120.9			
试件编号	应力为 0.5MPa 时的初始荷载 P_0 的变形值 ε_0 , mm		平均值 ε_0 , mm		应力为 1/3 轴心抗压强度时的荷载 P_1 的变形值 ε_a , mm		平均值 ε_1 , mm	σ_{cp} , MPa	
④	0.016	0.016	0.016		0.155	0.155		0.155	112.1
⑤	0.017	0.017	0.017		0.158	0.158		0.158	121.5
⑥	0.020	0.020	0.020		0.156	0.156		0.156	118.1
试件编号	0.5MPa 时的初始荷载 P_0 , N	1/3 σ_{cp} 时的荷载 P_1 , N	试件承压面积 A , mm ²	测量变形的标距 L_s , mm	最后一次从 P_0 加荷至 P_1 时试件两侧变形值 $\varepsilon_a - \varepsilon_0$, mm	混凝土弹性模量 E_c , MPa			
						单值	平均值		
④	5000	406802	10000	150	0.139	43360		43500	
⑤	5000	406802	10000	150	0.141	42745			
⑥	5000	406802	10000	150	0.136	44316			
备注									

表 3-89 抗弯性能验证试验数据与结果

检测项目		抗弯性能								
试件尺寸: 250 mm × 50 mm × 10 mm										
样品编号	宽度 b, mm	厚度 h, mm	跨距 L, mm	力臂, mm	抗弯破坏荷载 P_m , N	比例极限荷载 P_1 , N	跨中挠度 δ , mm			
①	50.0	18.5	210	70	1524	1524				
②	50.0	18.0			894	894				
③	51.5	18.6			1344	1344				
④	51.5	18.8			1021	1021				
⑤	51.5	17.6			1607	1607				
⑥	50.5	17.2			1476	1476				
强度			①	②	③	④	⑤	⑥	平均值	单块最小值
抗弯破坏强度 σ_{MOR} , MPa			18.7	11.6	15.8	11.8	21.2	20.7	16.6	11.6

抗弯比例极限强度 σ_{LOP} , MPa	18.7	11.6	15.8	11.8	21.2	20.7	16.6	11.6
抗弯弹性模量 E, MPa								

1.16 试验编号 F-16

样品成型工艺-主要增强纤维： 喷射工艺-玻璃纤维。试验数据与结果见表 3-90~表 3-94:

表 3-90 体积密度、含水率、吸水率验证试验数据与结果

检测项目		体积密度、含水率、吸水率										
样品处理		烘干温度 60 °C (48h); 吸水率浸水 20 °C (48h)										
外观 规整 试件	样品编号	边长 l, mm		边长 b, mm		厚度 h, mm				气干状态 质量 m_1 , g	干燥状态 质量 m_2 , g	饱水状态 质量 m_3 , g
	①	100.0	100.0	100.1	100.1	14.4	14.4	14.3	14.5	338.1	334.9	338.7
	平均值	100.0		100.1		14.4						
	②	100.1	100.1	100.2	100.2	14.5	14.5	14.5	14.5	337.5	334.4	338.1
	平均值	100.1		100.2		14.5						
	③	100.1	100.1	99.9	99.9	14.8	14.8	14.8	14.8	335.0	331.8	335.6
	平均值	100.1		99.9		14.8						
	④	100.1	100.1	99.7	99.7	14.9	14.9	14.9	14.9	322.8	320.0	323.3
	平均值	100.1		99.7		14.9						
	⑤	100.3	100.3	100.1	100.1	14.4	14.4	14.4	14.4	337.8	334.9	338.5
平均值	100.3		100.1		14.4							
⑥	100.2	100.2	99.7	99.7	13.9	13.9	13.9	13.9	310.0	307.5	310.6	
平均值	100.2		99.7		13.9							
样品编号	体积密度 ρ , g/cm ³				含水率 w_h , %				吸水率 w_x , %			
①	2.3				1.0				1.1			
②	2.3				0.9				1.1			
③	2.2				1.0				1.1			
④	2.2				0.9				1.0			

⑤	2.3	0.9	1.1
⑥	2.2	0.8	1.0
平均值	2.2	0.9	1.1
备注:			

表 3-91 抗弯性能验证试验数据与结果

检测项目		抗弯性能								
试件尺寸: 250 mm× 50 mm× 10 mm										
样品编号	宽度 b, mm	厚度 h, mm	跨距 L, mm	力臂, mm	抗弯破坏荷载 P_m , N	比例极限荷载 P_1 , N	跨中挠度 δ , mm			
①	50.4	12.8	210	70	1006	756				
②	50.3	14.5			1393	836				
③	50.7	13.1			1232	778				
④	50.5	12.8			951	656				
⑤	51.3	12.8			935	689				
⑥	50.4	13.3			906	633				
强度			①	②	③	④	⑤	⑥	平均值	单块最 小值
抗弯破坏强度 σ_{MOR} , MPa			25.6	27.7	29.7	24.1	23.4	21.3	25.3	21.3
抗弯比例极限强度 σ_{LOP} , MPa			19.2	16.6	18.8	16.6	17.2	14.9	17.2	14.9
抗弯弹性模量 E, MPa										

表 3-92 抗拉强度验证试验数据与结果

检测项目		抗拉强度				
试件尺寸: 250mm×30mm×10mm						
样品编号	宽度 b, mm	厚度 h, mm	跨距 L, mm	抗拉破坏荷载 P_t , N	抗拉强度 σ_t , MPa	平均抗拉强度 MPa

①	30.4	10.1	80	2345	7.6	7.1
②	30.2	10.1		2214	7.3	
③	30.2	10.2		2012	6.5	
④	30.3	10.3		2088	6.7	
⑤	30.1	10.2		2095	6.8	
⑥	30.4	10.4		2362	7.5	

表 3-93 抗冲击强度验证试验数据与结果

检测项目		抗冲击强度					
试件尺寸: 120 mm × 50 mm × 10 mm							
样品编号		宽度 b, mm	厚度 h, mm	跨距 L, mm	冲击能量 e, J	抗冲击强度 σ_i , kJ/m ²	平均抗冲击强度 kJ/m ²
模 板 面	①	51.1	13.3	70	11.21	16.5	17.4
	②	50.2	14.2		13.47	18.9	
	③	50.7	14.2		13.46	18.7	
抹 平 面	④	50.1	13.8		11.09	16.0	
	⑤	50.5	13.7		13.04	18.8	
	⑥	50.3	13.2		10.22	15.4	
备注: 摆锤能量 0-25 J							

表 3-94 抗冻性验证试验数据与结果

检测项目	抗冻性	
样品处理	冻融前浸入 20 °C 水中(24h)	
循环次数	冻融后外观: 有无分层、剥落、龟裂等破坏现象	
25	有□ 无	若有, 描述试件破坏数量及现象:
50	有□ 无	若有, 描述试件破坏数量及现象:

75	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:
100	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:
125	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:
150	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:
175	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:
200	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:
结果: 经 200 次冻融循环, <u>无</u> 试件起层、剥落、龟裂等破坏现象。 <input type="checkbox"/> 经 <u> </u> 次冻融循环, <u>有</u> (数量 <u> </u>) 试件起层、剥落、龟裂等破坏现象。		
备注: 采用自动冻融试验		

1.17 试验编号 F-17

样品成型工艺-主要增强纤维: 喷射工艺-玻璃纤维。试验数据与结果见表 3-95~表 3-98:

表 3-95 体积密度、含水率、吸水率验证试验数据与结果

检测项目		体积密度、含水率、吸水率										
样品处理		烘干温度 60 °C (48h); 吸水率浸水 20 °C (48h)										
外观 规整 试件	样品编号	边长 l, mm		边长 b, mm		厚度 h, mm				气干状态 质量 m ₁ , g	干燥状态 质量 m ₂ , g	饱水状态 质量 m ₃ , g
	①	100.4	100.4	101.2	101.2	12.7	12.7	12.7	12.7	290.6	287.1	290.7
	平均值	100.4		101.2		12.7						
	②	100.9	100.9	101.2	101.2	12.8	12.8	12.8	12.8	289.7	286.2	290.1
	平均值	100.9		101.2		12.8						
	③	100.7	100.7	101.7	101.7	12.9	12.9	12.9	12.9	295.8	292.3	296.4
	平均值	100.7		101.7		12.9						
	④	100.8	100.8	100.2	100.2	12.7	12.7	12.7	12.7	292.1	288.5	292.6
	平均值	100.8		100.2		12.7						
⑤	100.9	100.9	101.1	101.1	12.8	12.8	12.8	12.8	293.3	290.0	293.9	

	平均值	100.9		101.1		12.8						
	⑥	100.9	100.9	100.9	100.9	12.5	12.4	12.7	12.5	288.4	285.2	288.8
	平均值	100.9		100.9		12.5						
样品编号	体积密度 ρ , g/cm ³			含水率 w_n , %			吸水率 w_x , %					
①	2.2			1.2			1.3					
②	2.2			1.2			1.4					
③	2.2			1.2			1.4					
④	2.2			1.2			1.4					
⑤	2.2			1.1			1.3					
⑥	2.2			1.1			1.3					
平均值	2.2			1.2			1.4					
备注:												

表 3-96 抗弯性能验证试验数据与结果

检测项目		抗弯性能								
试件尺寸: 250 mm× 50 mm× 10 mm										
样品编号	宽度 b, mm	厚度 h, mm	跨距 L, mm	力臂, mm	抗弯破坏荷载 P_m , N	比例极限荷载 P_1 , N	跨中挠度 δ , mm			
①	49.4	13.8	210	70	1267	649	0.138			
②	49.7	13.1			1110	678	0.215			
③	49.7	14.6			1269	572	0.155			
④	49.6	13.2			1205	576	0.154			
⑤	49.8	13.5			1206	620	0.206			
⑥	49.4	14.2			1314	547	0.142			
强度			①	②	③	④	⑤	⑥	平均值	单块最小值
抗弯破坏强度 σ_{MOR} , MPa			28.3	27.3	25.2	29.2	27.9	27.7	27.6	25.2
抗弯比例极限强度 σ_{LOP} , MPa			14.5	16.7	11.3	14.0	14.3	11.5	13.7	11.3

抗弯弹性模量 E, MPa	47600	37100	31400	43100	32300	35800	38000	31400
---------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

表 3-97 抗拉强度验证试验数据与结果

检测项目		抗拉强度				
试件尺寸: 250 mm×30 mm×10 mm						
样品编号	宽度 b, mm	厚度 h, mm	跨距 L, mm	抗拉破坏荷载 P_t , N	抗拉强度 σ_t , MPa	平均抗拉强度 MPa
①	31.6	13.7	80	4306	9.9	9.6
②	31.9	14.2		4351	9.6	
③	31.7	13.8		4433	10.1	
④	31.7	12.9		3833	9.4	
⑤	31.9	13.3		3945	9.3	
⑥	31.9	13.6		4084	9.4	

表 3-98 抗冻性验证试验数据与结果

检测项目	抗冻性	
样品处理	冻融前浸入 20 °C 水中(24h)	
循环次数	冻融后外观: 有无分层、剥落、龟裂等破坏现象	
25	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:
50	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:
75	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:
100	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:
125	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:
150	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:
175	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:
200	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:

结果： 经 200 次冻融循环， <u>无</u> 试件起层、剥落、龟裂等破坏现象。 □经 <u> </u> 次冻融循环， <u>有</u> (数量 <u> </u>) 试件起层、剥落、龟裂等破坏现象。
备注：采用自动冻融试验

1.18 试验编号 F-18

样品成型工艺-主要增强纤维：喷射工艺-玻璃纤维。试验数据与结果见表 3-99~表 3-106：

表 3-99 体积密度、含水率、吸水率验证试验数据与结果

检测项目		体积密度、含水率、吸水率										
样品处理		烘干温度 60 °C (48h)； 吸水率浸水 20 °C (48h)										
外观 规整 试件	样品编号	边长 l, mm		边长 b, mm		厚度 h, mm				气干状态 质量 m_1 , g	干燥状态 质量 m_2 , g	饱水状态 质量 m_3 , g
	①	100.1	100.1	100.5	100.5	11.6	11.6	11.6	11.6	257.6	254.6	258.1
	平均值	100.1		100.5		11.6						
	②	100.3	100.3	100.1	100.1	11.7	11.7	11.7	11.7	261.7	258.3	262.1
	平均值	100.3		100.1		11.7						
	③	99.7	99.7	100.3	100.3	13.1	13.1	13.1	13.1	291.7	288.6	292.1
	平均值	99.7		100.3		13.1						
	④	100.2	100.2	99.8	99.8	12.2	12.2	12.2	12.2	267.2	264.3	267.8
	平均值	100.2		99.8		12.2						
	⑤	100.3	100.3	98.3	98.3	13.0	12.9	13.1	13.0	289.1	285.7	289.7
平均值	100.3		98.3		13.0							
⑥	99.4	99.4	100.1	100.1	12.1	12.1	12.1	12.1	269.2	266.1	269.8	
平均值	99.4		100.1		12.1							
样品编号	体积密度 ρ , g/cm ³				含水率 w_h , %				吸水率 w_x , %			
①	2.2				1.2				1.4			
②	2.2				1.3				1.5			
③	2.2				1.1				1.2			

④	2.2	1.1	1.3
⑤	2.2	1.2	1.4
⑥	2.2	1.2	1.4
平均值	2.2	1.2	1.4
备注:			

表 3-100 抗压强度验证试验数据与结果

检测项目	抗压强度				
试件尺寸: 100 mm×100 mm×100 mm					
样品编号	受压面长度 l_1 , mm	受压面宽度 b_1 , mm	破坏荷载 P_c , N	抗压强度 σ_c , MPa	平均抗压强度 MPa
①	100.0	100.0	1307850	130.8	129.9
②	100.0	100.0	1247340	124.7	
③	100.0	100.0	1341950	134.2	

表 3-101 静力受压弹性模量验证试验数据与结果

检验项目	静力受压弹性模量						
试件尺寸:	100mm×100mm×300mm						
样品编号	受压面长度 l_1 , mm	受压面宽度 b_1 , mm	轴心破坏荷载 P_{cp} , N	轴心抗压强度 σ_{cp} , MPa	平均轴心抗压强度 MPa		
①	100.0	100.0	1168530	116.9	123.0		
②	100.0	100.0	1307450	130.7			
③	100.0	100.0	1212650	121.3			
试件编号	应力为 0.5MPa 时的初始荷载 P_0 的变形值 ε_0 , mm		平均值 ε_0 , mm	应力为 1/3 轴心抗压强度时的荷载 P_1 的变形值 ε_a , mm		平均值 ε_1 , mm	σ_{cp} , MPa
④	0.021	0.021	0.021	0.156	0.156	0.156	112.5
⑤	0.025	0.025	0.025	0.157	0.157	0.157	120.1
⑥	0.021	0.021	0.021	0.157	0.157	0.157	115.4

试件编号	0.5MPa 时的初始荷载 P_0 , N	1/3 σ_{cp} 时的荷载 P_1 , N	试件承压面积 A , mm ²	测量变形的标距 L_s , mm	最后一次从 P_0 加荷至 P_1 时试件两侧变形值 $\varepsilon_a - \varepsilon_0$, mm	混凝土弹性模量 E_c , MPa	
						单值	平均值
④	5000	409848	10000	150	0.135	44983	45200
⑤	5000	409848	10000	150	0.132	46005	
⑥	5000	409848	10000	150	0.136	44652	
备注							

表 3-102 抗弯性能验证试验数据与结果

检测项目		抗弯性能								
试件尺寸: 250 mm × 50 mm × 10 mm										
样品编号	宽度 b, mm	厚度 h, mm	跨距 L, mm	力臂, mm	抗弯破坏荷载 P_m , N	比例极限荷载 P_l , N	跨中挠度 δ , mm			
①	50.5	10.8	210	70	733	522				
②	49.2	10.3			680	486				
③	48.6	10.2			541	390				
④	49.2	9.7			494	359				
⑤	48.8	9.8			503	360				
⑥	49.2	10.3			530	378				
强度			①	②	③	④	⑤	⑥	平均值	单块最小值
抗弯破坏强度 σ_{MOR} , MPa			26.1	27.4	22.5	22.4	22.5	21.3	23.7	21.3
抗弯比例极限强度 σ_{LOP} , MPa			18.6	19.6	16.2	16.3	16.1	15.2	17.0	15.2
抗弯弹性模量 E, MPa										

表 3-103 抗拉强度验证试验数据与结果

检测项目	抗拉强度
试件尺寸: 250mm × 30mm × 10mm	

样品编号	宽度 b, mm	厚度 h, mm	跨距 L, mm	抗拉破坏荷载 P_t , N	抗拉强度 σ_t , MPa	平均抗拉强度 MPa
①	30.7	11.1	80	2420	7.1	7.0
②	31.5	11.5		2414	6.7	
③	31.7	10.9		2464	7.1	
④	30.3	11.2		2458	7.2	
⑤	31.5	11.1		2483	7.1	
⑥	30.7	10.7		2262	6.9	

表 3-104 抗冲击强度验证试验数据与结果

检测项目		抗冲击强度					
		试件尺寸: 120 mm × 50 mm × 10 mm					
样品编号	宽度 b, mm	厚度 h, mm	跨距 L, mm	冲击能量 e, J	抗冲击强度 σ_i , kJ/m ²	平均抗冲击 强度 kJ/m ²	
模 板 面 抹 平 面	①	49.6	70	8.96	14.9	16.2	
	②	49.3		8.69	15.6		
	③	50.1		7.94	14.8		
	④	50.7		9.82	18.8		
	⑤	48.9		8.84	16.9		
	⑥	50.4		8.68	16.2		
备注: 摆锤能量		0-25 J					

表 3-105 抗冻性验证试验数据与结果

检测项目	抗冻性	
样品处理	冻融前浸入 20 °C 水中(24h)	
循环次数	冻融后外观: 有无分层、剥落、龟裂等破坏现象	
25	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:

50	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:
755	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:
100	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:
125	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:
150	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:
175	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:
200	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	若有, 描述试件破坏数量及现象:
结果: 经 200 次冻融循环, <u>无</u> 试件起层、剥落、龟裂等破坏现象。 <input type="checkbox"/> 经 <u> </u> 次冻融循环, <u>有 (数量 <u> </u>)</u> 试件起层、剥落、龟裂等破坏现象。		
备注: 采用自动冻融试验		

表 3-106 收缩率验证试验数据与结果

收缩率								
样品尺寸 260 mm × 260 mm × 10 mm								
样品处理	水温 20 °C (24h)							
	烘干温度 60 °C (48h)							
样品编号	1				2			
	标线①	标线②	标线③	标线④	标线⑤	标线⑥	标线⑦	标线⑧
浸水后试件长度 l_1 , mm	261.33	261.56	261.38	261.59	261.88	260.45	261.78	260.67
干燥后试件长度 l_2 , mm	261.19	261.40	261.23	261.44	261.75	260.31	261.63	260.32
每个点收缩率 k , %	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.06	0.06
结果	平均值 k , 0.06 %							

1.19 试验编号 F-19

样品成型工艺-主要增强纤维: 浇筑工艺-钢纤维。试验数据与结果见表 3-107~表 3-111:

表 3-107 体积密度、含水率、吸水率验证试验数据与结果

检测项目		体积密度、含水率、吸水率										
样品处理		烘干温度 60 °C (48h); 吸水率浸水 20 °C (48h)										
外观 规整 试件	样品编号	边长 l, mm		边长 b, mm		厚度 h, mm				气干状态 质量 m_1 , g	干燥状态 质量 m_2 , g	饱水状态 质量 m_3 , g
	①	100.1	100.3	100.0	100.0	10.7	11.1	10.8	11.1	289.5	287.3	290.1
	平均值	100.2		100.0		10.9						
	②	100.0	99.8	100.1	100.1	11.3	11.1	11.3	11.1	299.3	296.9	299.8
	平均值	99.9		100.1		11.2						
	③	100.3	100.7	100.7	100.9	11.4	11.2	11.3	11.8	288.2	286.1	288.7
	平均值	100.5		100.8		11.4						
	④	100.0	100.4	100.7	100.7	10.7	11.1	11.2	11.2	285.6	282.9	286.1
	平均值	100.2		100.7		11.1						
	⑤	100.0	100.2	100.4	100.6	11.0	11.2	11.2	11.0	295.1	292.6	295.6
	平均值	100.1		100.5		11.1						
	⑥	99.7	100.3	100.4	100.2	11.0	11.2	11.2	11.0	298.1	295.8	298.5
平均值	100.0		100.3		11.1							
样品编号	体积密度 ρ , g/cm ³				含水率 w_n , %				吸水率 w_x , %			
①	2.6				0.8				1.0			
②	2.7				0.8				1.0			
③	2.5				0.7				0.9			
④	2.5				1.0				1.1			
⑤	2.6				0.9				1.0			
⑥	2.7				0.8				0.9			
平均值	2.6				0.8				1.0			
备注:												

表 3-108 抗压强度验证试验数据与结果

检测项目	抗压强度
------	------

试件尺寸: 100 mm× 100 mm× 100 mm					
样品编号	受压面长度 l_1 , mm	受压面宽度 b_1 , mm	破坏荷载 P_c , N	抗压强度 σ_c , MPa	平均抗压强度 MPa
①	100.0	100.0	1433690	143.4	131.9
②	100.0	100.0	1309460	130.9	
③	100.0	100.0	1213020	121.3	

表 3-109 静力受压弹性模量验证试验数据与结果

检验项目	静力受压弹性模量						
试件尺寸:	100mm×100mm×300mm						
样品编号	受压面长度 l_1 , mm	受压面宽度 b_1 , mm	轴心破坏荷载 P_{cp} , N	轴心抗压强度 σ_{cp} , MPa	平均轴心抗压强度 MPa		
①	100.0	100.0	1312480	131.2	127.9		
②	100.0	100.0	1257450	125.7			
③	100.0	100.0	1265740	126.6			
试件编号	应力为 0.5MPa 时的初始荷载 P_0 的变形值 ε_0 , mm		平均值 ε_0 , mm	应力为 1/3 轴心抗压强度时的荷载 P_1 的变形值 ε_a , mm		平均值 ε_1 , mm	σ_{cp} , MPa
④	0.012	0.012	0.012	0.132	0.132	0.132	122.7
⑤	0.013	0.013	0.013	0.131	0.131	0.131	120.1
⑥	0.015	0.015	0.015	0.139	0.139	0.139	125.6
试件编号	0.5MPa 时的初始荷载 P_0 , N	1/3 σ_{cp} 时的荷载 P_1 , N	试件承压面积 A , mm ²	测量变形的标距 L_s , mm	最后一次从 P_0 加荷至 P_1 时试件两侧变形值 $\varepsilon_a - \varepsilon_0$, mm	混凝土弹性模量 E_c , MPa	
						单值	平均值
④	5000	426186	10000	150	0.120	52648	52400
⑤	5000	426186	10000	150	0.118	53541	
⑥	5000	426186	10000	150	0.124	50950	
备注							

表 3-110 抗弯性能验证试验数据与结果

检测项目		抗弯性能								
试件尺寸: 250 mm× 50 mm× 10 mm										
样品编号	宽度 b, mm	厚度 h, mm	跨距 L, mm	力臂, mm	抗弯破坏荷载 P_m , N	比例极限荷载 P_l , N	跨中挠度 δ , mm			
①	51.5	11.1	210	70	783	533				
②	51.2	11.3			690	521				
③	51.7	11.2			665	503				
④	51.4	12.0			909	605				
⑤	51.3	11.8			800	564				
⑥	51.6	11.7			719	508				
强度			①	②	③	④	⑤	⑥	平均值	单块最小值
抗弯破坏强度 σ_{MOR} , MPa			25.9	22.2	21.5	25.8	23.5	21.4	23.4	21.4
抗弯比例极限强度 σ_{LOP} , MPa			17.6	16.7	16.3	17.2	16.6	15.1	16.6	15.1
抗弯弹性模量 E, MPa										

表 3-111 抗冲击强度验证试验数据与结果

检测项目		抗冲击强度					
试件尺寸: 120 mm× 50 mm× 10 mm							
样品编号	宽度 b, mm	厚度 h, mm	跨距 L, mm	冲击能量 e, J	抗冲击强度 σ_i , kJ/m ²	平均抗冲击 强度 kJ/m ²	
模 板 面	①	50.6	10.7	15.54	28.7	27.8	
	②	50.7	10.6	15.85	29.5		
	③	50.2	11.2	14.62	26.0		
抹 平 面	④	50.5	10.6	15.23	28.5		
	⑤	50.2	11.0	14.71	26.6		
	⑥	51.1	10.8	15.02	27.2		

备注：摆锤能量 0-25 J

1.20 试验编号 F-20样品成型工艺-主要增强纤维：喷射工艺-玻璃纤维。试验数据与结果见表 3-112~表 3-118:

表 3-112 体积密度、含水率、吸水率验证试验数据与结果

检测项目		体积密度、含水率、吸水率										
样品处理		烘干温度 60 °C (48h); 吸水率浸水 20 °C (48h)										
外观 规整 试件	样品编号	边长 l, mm		边长 b, mm		厚度 h, mm				气干状态 质量 m ₁ , g	干燥状态 质量 m ₂ , g	饱水状态 质量 m ₃ , g
	①	100.7	100.7	101.0	101.2	11.6	11.6	11.5	11.7	268.2	265.3	268.8
	平均值	100.7		100.1		11.6						
	②	100.5	100.5	100.8	100.8	11.6	11.6	11.6	11.6	264.9	262.1	265.4
	平均值	100.5		100.8		11.6						
	③	100.9	100.9	101.1	101.1	9.8	9.8	9.8	9.8	223.8	221.2	224.1
	平均值	100.9		101.1		9.8						
	④	100.6	100.6	101.1	101.1	10.4	10.5	10.3	10.4	236.7	233.7	237.1
	平均值	100.6		101.1		10.4						
	⑤	100.8	100.8	100.7	100.7	11.1	11.5	11.3	11.3	258.7	255.7	259.2
平均值	100.8		100.7		11.3							
⑥	100.9	100.9	100.7	100.7	10.6	10.5	10.7	10.6	244.2	241.3	244.9	
平均值	100.9		100.7		10.6							
样品编号	体积密度 ρ, g/cm ³			含水率 w _n , %				吸水率 w _x , %				
①	2.2			1.1				1.3				
②	2.2			1.1				1.3				
③	2.2			1.2				1.3				
④	2.2			1.3				1.5				
⑤	2.2			1.2				1.4				

⑥	2.2	1.2	1.5
平均值	2.2	1.2	1.4
备注:			

表 3-113 抗压强度验证试验数据与结果

检测项目	抗压强度				
试件尺寸: 100 mm × 100 mm × 100 mm					
样品编号	受压面长度 l_1 , mm	受压面宽度 b_1 , mm	破坏荷载 P_c , N	抗压强度 σ_c , MPa	平均抗压强度 MPa
①	100.0	100.0	1219430	121.9	126.2
②	100.0	100.0	1252160	125.2	
③	100.0	100.0	1313940	131.4	

表 3-114 静力受压弹性模量验证试验数据与结果

检验项目	静力受压弹性模量						
试件尺寸:	100mm × 100mm × 300mm						
样品编号	受压面长度 l_1 , mm	受压面宽度 b_1 , mm	轴心破坏荷载 P_{cp} , N	轴心抗压强度 σ_{cp} , MPa	平均轴心抗压强度 MPa		
①	100.0	100.0	1188330	118.8	120.2		
②	100.0	100.0	1216160	121.6			
③	100.0	100.0	1201810	120.2			
试件编号	应力为 0.5MPa 时的初始荷载 P_0 的变形值 ε_0 , mm		平均值 ε_0 , mm	应力为 1/3 轴心抗压强度时的荷载 P_1 的变形值 ε_a , mm		平均值 ε_1 , mm	σ_{cp} , MPa
④	0.018	0.018	0.018	0.154	0.154	0.154	112.9
⑤	0.017	0.017	0.017	0.150	0.150	0.150	120.1
⑥	0.017	0.017	0.017	0.149	0.149	0.149	118.7
试件编号	0.5MPa 时的初始荷载 P_0 , N	1/3 σ_{cp} 时的荷载 P_1 , N	试件承压面积 A , mm ²	测量变形的标距 L_s , mm	最后一次从 P_0 加荷至 P_1 时试件两侧变形值	混凝土弹性模量 E_c , MPa	
						单值	平均值

					$\varepsilon_a - \varepsilon_0$, mm		
④	5000	400700	10000	150	0.136	43643	44400
⑤	5000	400700	10000	150	0.133	44628	
⑥	5000	400700	10000	150	0.132	44966	
备注							

表 3-115 抗弯性能验证试验数据与结果

检测项目		抗弯性能								
试件尺寸: 250 mm × 50 mm × 10 mm										
样品编号	宽度 b, mm	厚度 h, mm	跨距 L, mm	力臂, mm	抗弯破坏荷载 P_m , N	比例极限荷载 P_l , N	跨中挠度 δ , mm			
①	50.9	13.5	210	70	1173	741				
②	51.3	13.2			1061	762				
③	51.5	13.2			1095	668				
④	50.7	12.8			1188	743				
⑤	51.4	11.4			938	672				
⑥	51.7	13.3			1245	865				
强度			①	②	③	④	⑤	⑥	平均值	单块最小值
抗弯破坏强度 σ_{MOR} , MPa			26.6	24.9	25.6	30.0	29.5	28.6	27.5	24.9
抗弯比例极限强度 σ_{LOP} , MPa			16.8	17.9	15.6	18.8	21.1	19.9	18.3	15.6
抗弯弹性模量 E, MPa										

表 3-116 抗冲击强度验证试验数据与结果

检测项目	抗冲击强度
试件尺寸: 120 mm × 50 mm × 10 mm	

样品编号	宽度 b, mm	厚度 h, mm	跨距 L, mm	冲击能量 e, J	抗冲击强度 σ_i , kJ/m ²	平均抗冲击强度 kJ/m ²
模 板 面 抹 平 面	①	51.3	70	12.79	19.5	21.8
	②	50.1		13.67	22.5	
	③	51.6		13.59	22.7	
	④	51.5		14.25	24.3	
	⑤	50.9		13.45	22.6	
	⑥	51.2		12.88	18.9	
备注：摆锤能量 0-25 J						

表 3-117 抗冻性验证试验数据与结果

检测项目	抗冻性	
样品处理	冻融前浸入 20 ℃ 水中(24h)	
循环次数	冻融后外观：有无分层、剥落、龟裂等破坏现象	
25	有 <input type="checkbox"/> 无	若有，描述试件破坏数量及现象：
50	有 <input type="checkbox"/> 无	若有，描述试件破坏数量及现象：
75	有 <input type="checkbox"/> 无	若有，描述试件破坏数量及现象：
100	有 <input type="checkbox"/> 无	若有，描述试件破坏数量及现象：
125	有 <input type="checkbox"/> 无	若有，描述试件破坏数量及现象：
150	有 <input type="checkbox"/> 无	若有，描述试件破坏数量及现象：
175	有 <input type="checkbox"/> 无	若有，描述试件破坏数量及现象：
200	有 <input type="checkbox"/> 无	若有，描述试件破坏数量及现象：
结果：	经 200 次冻融循环， <u>无</u> 试件起层、剥落、龟裂等破坏现象。 <input type="checkbox"/> 经 <u> </u> 次冻融循环， <u>有</u> (数量 <u> </u>) 试件起层、剥落、龟裂等破坏现象。	
备注：采用自动冻融试验		

表 3-118 收缩率验证试验数据与结果

收缩率								
样品尺寸 260 mm× 260 mm× 10 mm								
样品处理		水温 20 °C (24h) 烘干温度 60 °C (48h)						
样品编号	1				2			
	标线①	标线②	标线③	标线④	标线⑤	标线⑥	标线⑦	标线⑧
浸水后试件长度 l_1 , mm	261.49	261.75	260.92	260.88	260.49	260.75	261.45	261.77
干燥后试件长度 l_2 , mm	261.33	261.60	260.79	260.71	260.33	260.58	261.31	261.62
每个点收缩率 k , %	0.06	0.06	0.05	0.07	0.06	0.07	0.05	0.06
结果	平均值 k , 0.06 %							

2 试验结果分析

将以上验证试验结果按样品成型工艺-主要增强纤维分类（浇筑工艺-钢纤维、浇筑工艺-有机/无机纤维、喷射工艺-玻璃纤维）分别进行汇总，如表 3-119：

表 3-119 验证试验结果汇总

性能指标 试验编号	体积密度 g/cm ³	含水率%	吸水率%	抗压强度 MPa	静力受压弹性模量 MPa	抗弯性能			抗拉强度 MPa	抗冲击强度 kJ/m ²	抗冻性次数（自动）	收缩率%	成型工艺-主要增强纤维
						极限强度 MPa	比例极限强度 MPa	抗弯弹模 MPa					
F-01	2.4	0.7	0.9	135.8	53700	33.8	19.3		7.8				浇筑工艺-钢纤维
F-02	2.4	0.7	0.9	146.9	55700	24.3	16.3		8.6	21.9	200	0.05	浇筑工艺-钢纤维
F-07	2.4	0.9	1.1	133.5		33.2	21.1	45200	7.7	25.5	200	0.06	浇筑工艺-钢纤维
F-09	2.4	1.0	1.2	124.8		21.7	14.7	43900	5.5		200	0.06	浇筑工艺-钢纤维
F-19	2.6	0.8	1.0	131.9	52000	23.4	16.6			27.8			浇筑工艺-钢纤维
F-03	2.2	0.9	1.0	129.4		14.2	14.2	43000	5.6	10.5	200	0.06	浇筑工艺-有机/无机纤维
F-04	2.3	1.2	1.4	123.8		14.3	12.3	43300	6.1	12.5	200	0.05	浇筑工艺-有机/无机纤维
F-05	2.2	0.6	0.8	122.7		12.4	12.4	42300	5.4	10.4	200	0.06	浇筑工艺-有机/无机纤维
F-06	2.3	1.0	1.2	135.2	47400	12.5	12.5			9.3		0.06	浇筑工艺-有机/无机纤维
F-08	2.3	1.1	1.3	125.6		14.6	14.6	43800	5.5		200	0.06	浇筑工艺-有

													机/无机纤维
F-11	2.3	0.7	1.0	134.7	48200	16.2	16.2			16.3	200	0.06	浇筑工艺-有机/无机纤维
F-12	2.2	1.1	1.3	128.2	46200	24.2	17.8		7.1	18.7	200	0.06	浇筑工艺-有机/无机纤维
F-14	2.2	1.2	1.4			17.9	17.9	45600		13.7	200		浇注工艺-有机/无机纤维
F-15	2.4	1.1	1.3	126.7	43500	16.6	16.6						浇注工艺-有机/无机纤维
F-10	2.3	1.0	1.2			34.8	21.4	45800	8.6	29.2			喷射工艺-玻璃纤维
F-13	2.3	1.1	1.3			29.7	17.1	42800	7.8				喷射工艺-玻璃纤维
F-16	2.2	0.9	1.1			25.3	17.2		7.1	17.4	200		喷射工艺-玻璃纤维
F-17	2.2	1.2	1.4			27.6	13.7	38000	9.6		200		喷射工艺-玻璃纤维
F-18	2.2	1.2	1.4	129.9	45200	23.7	17.0		7.0	16.2	200	0.06	喷射工艺-玻璃纤维
F-20	2.2	1.2	1.4	126.2	44400	27.5	18.3			21.8	200	0.06	喷射工艺-玻璃纤维

对照上表，将现行 UHPC 非承重构件产品标准（《超高性能混凝土（UHPC）外墙板》T/CBMF 171-2022、《超高性能混凝土（UHPC）装饰制品》T/CBMF 172-2022）性能指标限值及 UHPC 非承重构件工程常规设计要求值列于下表：

表 3-120 UHPC 非承重构件物理力学性能指标

性能	指标要求			备注
	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	
体积密度/（g/cm ³ ）	≥2.4	≥2.2	≥2.2	T/CBMF171-2022、 T/CBMF172-2022
含水率/%	≤1.0	≤1.2	≤1.2	常规设计要求值
吸水率/%	≤1.2	≤1.5	≤1.5	T/CBMF171-2022、 T/CBMF172-2022
抗压强度/MPa	≥120.0			T/CBMF171-2022、 T/CBMF172-2022
静力受压弹性模量/MPa	≥40000 或 ≥45000			常规设计要求值
抗弯比例极限强度/MPa	≥13.0	≥12.0	≥11.0	T/CBMF171-2022、 T/CBMF172-2022
抗弯极限强度/MPa	≥20.0	≥12.0	≥22.0	T/CBMF171-2022、 T/CBMF172-2022
抗弯弹模/MPa	≥40000			常规设计要求值
抗拉强度/MPa	≥5.0 或 ≥7.0			常规设计要求值
抗冲击强度/（kJ/m ² ）	≥24.0	≥9.0	≥15.0	T/CBMF171-2022、 T/CBMF172-2022
抗冻性	冻融循环 200 次后，无起层、剥落等破坏现象			T/CBMF171-2022、 T/CBMF172-2022
收缩率/%	≤0.06			

根据表 3-119 验证试验结果和表 3-120 物理力学性能指标要求分析可知：

1、按照本标准规定的性能试验方法对不同企业的样品进行的体积密度、吸水率、抗压强度、抗弯比例极限强度、抗弯极限强度、抗拉强度、抗冲击强度、抗冻性、收缩率验证试验结果与现行产品标准 T/CBMF 171-2022、T/CBMF 172-2022 有较好的相关性，说明本标准规定的性能试验方法具有科学性和可操作性。虽然不同企业样品验证试验结果有一定的差别，其中也有个别指标不能符合产品标准限值要求（如 F-02 抗冲击强度 21.9kJ/m²），这与不同企业产品选用原材料、配合比不同及生产技术水平有差别相关。

2、按照本标准规定的性能试验方法对不同企业的样品进行的含水率、静力受压弹性模量、抗弯弹模、抗拉强度验证试验结果虽在现行 UHPC 非承重构件

产品标准中尚无对应的指标限值要求，但对照 UHPC 非承重构件工程常规设计要求值均有较好的相关性，同样也可说明本标准规定的性能试验方法具有科学性和可操作性。同理，不同企业样品验证试验结果有一定的差别，其中也有个别指标不能符合工程常规设计要求值（如 F-17 抗弯弹模为 38000MPa），这与不同企业产品技术水平有差别相关。

3、本标准规定的 UHPC 非承重构件性能统一试验方法，可以对同一企业产品性能进行检验，同时也可对不同企业产品性能指标进行横向对比，为不同企业产品生产技术水平评判提供试验依据。

（二）锚杆拉拔力、预埋螺栓套筒拉拔力验证试验

1 锚杆拉拔力验证试验

征集了来自行业内规模以上 6 家企业分别制作的 UHPC 锚杆拉拔力试验样品 6 组（每组 6 个试件）。按照验证试验要求，所有试验样品均为各企业目前正在施工的 UHPC 外墙板实际工程产品取样或同原材料、同工艺制作的验证试验样品（符合异形产品验证试验要求）。按标准规定方法进行锚杆拉拔力验证试验。

同一企业制作的 UHPC 锚杆拉拔力试验 6 个试件分成两组（每组 3 块），分别委托中国建筑材料科学研究总院和国家建筑材料工业房建材料及结构安全质量监督检验中心进行验证试验。验证试验结果如下表，其中编号“#-1”样品为中国建筑材料科学研究总院试验结果；编号“#-2”样品为国家建筑材料工业房建材料及结构安全质量监督检验中心试验结果。试验结果汇总如下：

表 3-121 UHPC 锚杆拉拔力验证试验结果汇总表

样品编号		1-1			1-2			2-1			2-2			3-1			3-2		
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
锚杆拉拔力 (kN)		10.5			10.9			11.1			10.8			8.8			8.7		
单块最大荷载 P_a (kN)		10.2	9.9	11.5	11.4	11.1	10.1	10.2	11.8	11.2	11.7	10.6	10.1	8.7	8.2	9.4	8.6	8.4	9.1
标准差 (kN)		0.7						0.7						0.4					
锚杆规格	锚杆直径 d_a (mm)	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3
	垂直段长度 L_{a1} (mm)	131	133	130	134	132	130	172	172	170	172	176	173	201	198	202	200	202	199
	预埋水平段长度 L_{a2} (mm)	83	82	84	85	82	85	125	125	125	128	125	125	117	118	118	123	122	124
粘结盘尺寸 mm	长度 a_p (mm)	122	120	121	124	126	122	125	119	113	127	124	121	124	122	127	126	121	126
	宽度 b_p (mm)	125	140	103	122	112	113	257	224	225	203	205	213	223	225	217	214	216	202
	锚杆顶部的粘结盘平均厚度 e_p (mm)	40.0	44.5	43.0	42.5	45.0	35.0	42.0	50.5	48.0	47.0	47.5	47.0	47.5	43.0	45.0	42.0	43.0	44.5
试件厚度 h (mm)		21	22	21	22	22	21	22	23	24	23	25	23	11	10	11	10	10	11
破坏形式	粘结盘破坏	√																	
	粘结盘脱落		√	√		√		√	√	√	√	√	√						
	锚杆钢筋屈服																		
	UHPC 板破坏				√		√							√	√	√	√	√	√

(续表)

样品编号		4-1			4-2			5-1			5-2			6-1			6-2		
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
锚杆拉拔力 (kN)		8.7			8.5			11.0			11.4			12.2			11.8		
单块最大荷载 P_a (kN)		8.2	8.8	9.2	8.1	9.0	8.5	10.5	10.1	12.3	12.5	10.3	11.5	11.3	12.2	13.0	12.2	11.3	11.8
标准差 (kN)		0.4						1.0						0.6					
锚杆规格	锚杆直径 d_a (mm)	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
	垂直段长度 L_{a1} (mm)	115	116	116	114	113	112	109	111	112	108	111	112	165	168	169	185	196	201
	预埋水平段长度 L_{a2} (mm)	87	86	85	88	90	93	100	101	100	101	97	97	118	120	119	116	117	118
粘结盘尺寸 mm	长度 a_p (mm)	131	112	128	122	125	120	162	169	164	142	150	152	132	124	131	130	132	130
	宽度 b_p (mm)	136	138	140	142	150	145	182	186	180	182	172	170	145	136	142	122	126	125
	锚杆顶部的粘结盘平均厚度 e_p (mm)	45.0	45.0	45.5	44.0	45.0	43.0	45.0	47.5	48.0	43.0	38.0	35.0	52.5	53.5	56.0	49.0	49.5	49.0
试件厚度 h (mm)		25	24	25	23	24	24	23	23	22	22	22	23	24	23	23	24	22	23
破坏形式	粘结盘破坏																		
	粘结盘脱落	√	√	√	√	√	√		√			√		√	√	√	√	√	√
	锚杆钢筋屈服																		
	UHPC 板破坏							√		√	√		√						

根据上表验证试验结果分析可知：

1、按照实际工程要求，UHPC 锚杆拉拔力一般要求控制在平均值不低于 10kN，单块最大荷载最小值不低于 8 kN。验证试验中 1#、2#、5#和 6#样品两组试件试验结果都很好满足要求，且测试数据波动不大，两验证试验机构测得结果较一致；在合格样品中试件破坏形式粘结盘破坏、粘结盘脱落和 UHPC 板破坏都有发生。

2、验证试验中 3#样品两组试件因 UHPC 试件厚度只有约 10~11mm，破坏均发生在 UHPC 板内，没有达到锚杆拉拔力合格要求，因此在 UHPC 锚杆拉拔力样品制备时应应对 UHPC 板最小厚度进行规定；

3、验证试验中 4#样品两组试件虽 UHPC 试件厚度达到 23~25mm，破坏均发生粘结盘脱落，但其锚杆拉拔力测试值均未达到合格要求。究其原因，发现试件受力破坏时粘结盘脱落处界面平整，粘结盘与 UHPC 板存在明显冷缝，说明粘结盘未能与 UHPC 板形成一相互融合的整体，锚杆预埋制作时操作存在错误。此试验很好地检验出 UHPC 锚杆的实际拉拔承载力，对材料选用及制作工艺的正确与否给出客观定量的检验评判。

4、同一企业提供的 6 个试件在两个独立的验证试验机构测得的 6 个锚杆拉拔力数值，其标准差不超过 1.0 kN，说明该试验方法测试结果有较好的相关性。

2 预埋螺栓套筒拉拔力验证试验

征集了来自行业内规模以上 6 家企业分别制作的 UHPC 预埋螺栓套筒拉拔力试验样品 6 组（每组 6 个试件）。按照验证试验要求，所有试验样品均为各企业目前正在施工的 UHPC 外墙板实际工程产品取样或同原材料、同工艺制作的验证试验样品（符合异形产品验证试验要求）。按标准规定方法进行预埋螺栓套筒拉拔力验证试验。

同一企业制作的 UHPC 预埋螺栓套筒拉拔力试验 6 个试件分成两组（每组 3 块），分别委托中国建筑材料科学研究总院和国家建筑材料工业房建材料及结构安全质量监督检验中心进行验证试验。验证试验结果如下表，其中编号“#-1”样品为中国建筑材料科学研究总院试验结果；编号“#-2”样品为国家建筑材料工业房建材料及结构安全质量监督检验中心试验结果。试验结果汇总如下：

表 3-122 UHPC 预埋螺栓套筒拉拔力验证试验结果汇总表

样品编号		1-1			1-2			2-1			2-2			3-1			3-2		
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
套筒拉拔力 (kN)		13.3			13.0			8.4			8.6			15.8			15.1		
单块最大荷载 P_s (kN)		14.0	13.5	12.4	12.8	12.6	13.7	8.1	8.8	8.2	8.3	8.8	8.9	14.6	16.0	16.9	15.2	16.2	14.0
标准差 (kN)		0.7						0.4						1.1					
套筒规格	套筒外径 D_s (mm)	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0
	公称直径 d_s (mm)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	套筒长度 L_s (mm)	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
粘结盘尺寸	有/无粘接盘	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	无	无	无	无	无	无
	长度 a_p (mm)	150	152	152	150	151	150	149	132	135	145	148	145	/	/	/	/	/	/
	宽度 b_p (mm)	150	151	150	150	150	152	132	134	132	135	132	132	/	/	/	/	/	/
	套筒埋入深度 e_p (mm)	40.0	39.5	40.0	40.0	40.0	39.0	30.5	33.0	35.0	32.0	35.0	32.0	39.5	40.0	40.5	40.0	40.0	39.5
试件底板厚度 h (mm)		31	30	29	30	30	31	11	10	11	10	11	10	50	50	51	50	50	49
破坏形式	粘结盘破坏																		
	粘结盘脱落				√	√													
	螺栓拔出															√	√		
	螺栓屈服																		
	套筒拔出																		
	UHPC 板破坏	√	√	√			√	√	√	√	√	√	√	√	√	√			√

(续表)

样品编号		4-1			4-2			5-1			5-2			6-1			6-2		
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
套筒拉拔力 (kN)		12.6			13.0			10.6			11.2			14.7			15.2		
单块最大荷载 P_s (kN)		11.8	13.5	12.5	13.9	12.5	12.5	11.2	10.1	10.6	10.6	12.5	10.6	14.0	15.7	14.5	15.3	13.8	16.4
标准差 (kN)		0.8						0.8						1.0					
套筒规格	套筒外径 D_s (mm)	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0
	公称直径 d_s (mm)	12	12	12	12	12	12	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	套筒长度 L_s (mm)	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
粘结盘尺寸	有/无粘接盘	有	有	有	有	有	有	无	无	无	无	无	无	有	有	有	有	有	有
	长度 a_p (mm)	102	101	100	99	100	102	/	/	/	/	/	/	182	180	182	181	180	178
	宽度 b_p (mm)	198	201	200	202	198	202	/	/	/	/	/	/	178	182	180	180	182	181
	套筒埋入深度 e_p (mm)	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	18.0	16.0	17.0	17.0	18.0	17.5	40.0	40.0	39.5	40.5	40.0	40.5
试件底板厚度 h (mm)		25	26	25	26	25	25	31	30	30	30	31	30	28	29	28	28	27	29
破坏形式	粘结盘破坏														√				√
	粘结盘脱落	√	√		√									√		√	√	√	
	螺栓拔出																		
	螺栓屈服																		
	套筒拔出							√	√	√	√	√	√						
	UHPC 板破坏			√		√	√												

根据上表验证试验结果分析可知：

1、按照实际工程要求，UHPC 预埋螺栓套筒拉拔力一般要求控制在平均值不低于 10 kN，单块最大荷载最小值不低于 8 kN。验证试验中 1#、3#、4#、5#和 6#样品两组试件试验结果都很好地满足要求，且测试数据波动不大，两验证试验机构测得结果较一致；在合格样品中试件破坏形式粘结盘破坏、粘结盘脱落、螺栓拔出、套筒拔出和 UHPC 板破坏都有发生。

2、验证试验中 2#样品两组试件因 UHPC 试件厚度只有 10~11mm，破坏均发生在 UHPC 板内，没有达到预埋螺栓套筒拉拔力合格要求，因此在 UHPC 预埋螺栓套筒拉拔力样品制备时应应对 UHPC 板最小厚度进行规定；

3、同一企业提供的 6 个试件在两个独立的验证试验机构测得的 6 个预埋螺栓套筒拉拔力数值，其标准差不超过 1.1 kN，说明该试验方法测试结果有较好的相关性。

四、标准中涉及的知识产权情况说明

本标准未涉及专利等知识产权的问题。

五、产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效果情况

制定《超高性能混凝土非承重构件性能试验方法》国家标准主要目的是解决相关产品标准、工程建设标准及性能检验中的试验方法缺失和不统一的问题，为规范 UHPC 非承重构件产品及工程应用质量提供技术支撑。

UHPC 非承重构件作为一种轻质、超高强、可造型的新型材料，目前我国已发展到规模化应用，每年在建工程中应用量达百万平方米，且逐年增长，整体技术水平达到国际先进水平行列。该标准对标国际先进水平，标准的发布将有利于产品的技术提升和提高工程应用技术水平，促进 UHPC 非承重构件在工程中应用的科学化、规范化，以保证工程质量。

UHPC 非承重构件在建筑工程中的规范化推广应用，一方面可显著提升工程混凝土制品质量、延长工程寿命的同时，减轻建筑自重，实现建筑向轻型、高层方向发展，符合建材产品发展“尚品”理念和要求。另一方面减少维修维护成本、减少结构自重、节约材料，降低生产能耗和污染排放，生态效益显著，符合建材产品发展“宜业”的要求。再者，工厂预制生产 UHPC 非承重构件，现场干作业法施工安装，符合我国正在大力推广的装配式建筑发展方向，实现装饰与围护结构一体化，同时可以降低工人劳动强度，提高劳动效率，加快施工速度，缩短工期，减少施工管理费用——即在为社会提供高质量建材产品的同时解放了劳动力，以造福人类为目标。

因此，《超高性能混凝土非承重构件性能试验方法》国家标准的制定将推动行业技术进步，经济及社会效益巨大，同时提升绿色建筑质量、促进建筑产业转型升级不断升级，会有十分广阔的发展前景。

六、采用国际标准和国外先进标准的情况

本标准未等效采标。

七、与国内现行法律、法规、规章及相关标准的协调性情况

本标准在制定过程中特别注意了相关法律、法规、规章及相关标准的引用情

况说明，与现行相关法律、法规、规章及相关标准之间不存在矛盾。并与现有标准《活性粉末混凝土》GB/T31387—2015、《玻璃纤维增强水泥性能试验方法》GB/T15231-2023、《混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T 50081-2019 相协调。

另外，国际上尚无与《超高性能混凝土非承重构件性能试验方法》对应的标准。而与 UHPC 相关的标准在发达国家均有制定和颁布，如 1) 法国：《UHPC 暂行设计指南》、《UHPC 设计规范》(NF P 18-710)、《UHPC 的材料技术标准》(NF P 18-470)、《混凝土-混凝土结构施工-针对 UHPFRC 的特定规则》(NF P18-451)； 2) 日本：《超高强纤维增强混凝土 (UFC) 结构设计施工指南 (草案)》； 3) 美国：《UHPC 设计指南》、《UHPC 试样的制造和测试标准实施规程》(C1856/C1856M-17)； 4) 瑞士：《UHPFRC 指南—材料、设计及应用》(SIA 2052)； 5) 德国：《情况报告 - UHPC》； 6) 加拿大：《混凝土材料和混凝土施工方法-附录 U UHPC》(CSA A23.1:19) 等。与本标准相比，以上国外标准主要内容涉及 UHPC 材料、性能及试验方法、结构设计、施工 (制作) 等，重点集中在 UHPC 作为结构承重材料/构件的应用进行规定；而本标准主要针对对象为以装饰功能为主 UHPC 非承重构件，且内容上将 UHPC 非承重构件生产及工程应用中涉及到的产品性能试验方法进行了统一的规定。在内容上更全面，较国外标准更有针对性，规定更加具体、细致，可操作性更强。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

九、标准性质的建议说明

本标准建议为推荐性国家标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议

本标准经过审议、直至完成报批后，由标准主要起草单位和各有关部门共同组织相关生产、施工、研究、检验等单位，开展标准宣贯工作。

预计本标准 2024 年 8 月完成审议，2024 年 10 月前完成标准报批，建议实施日期为 2025 年 4 月 1 日。

十一、废止现行相关标准的建议

无。

十二、其它应予说明的事项

无。