

SPCS 叠合剪力墙技术汇报

SANY
三一筑工

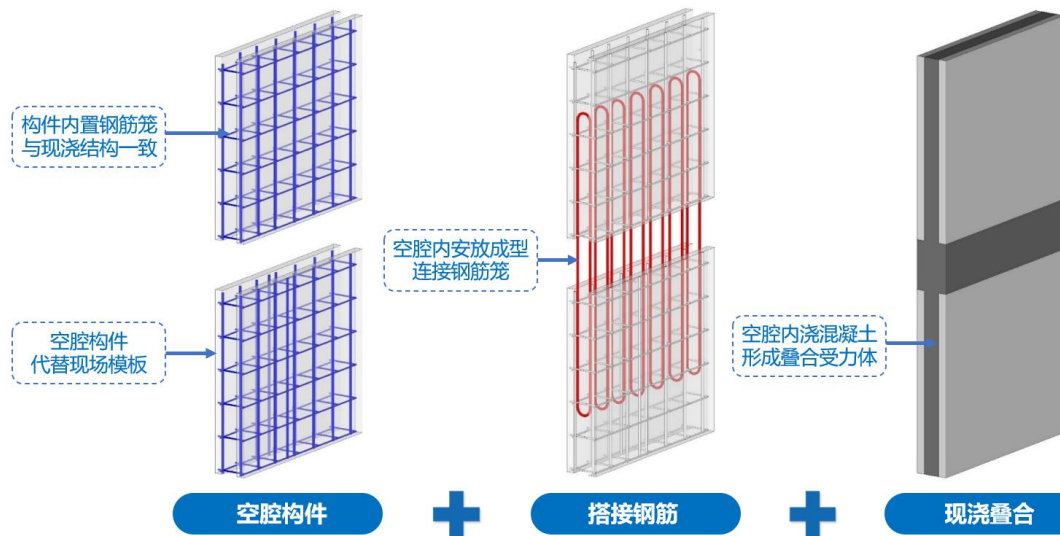
三一筑工科技有限公司

2020年9月27日

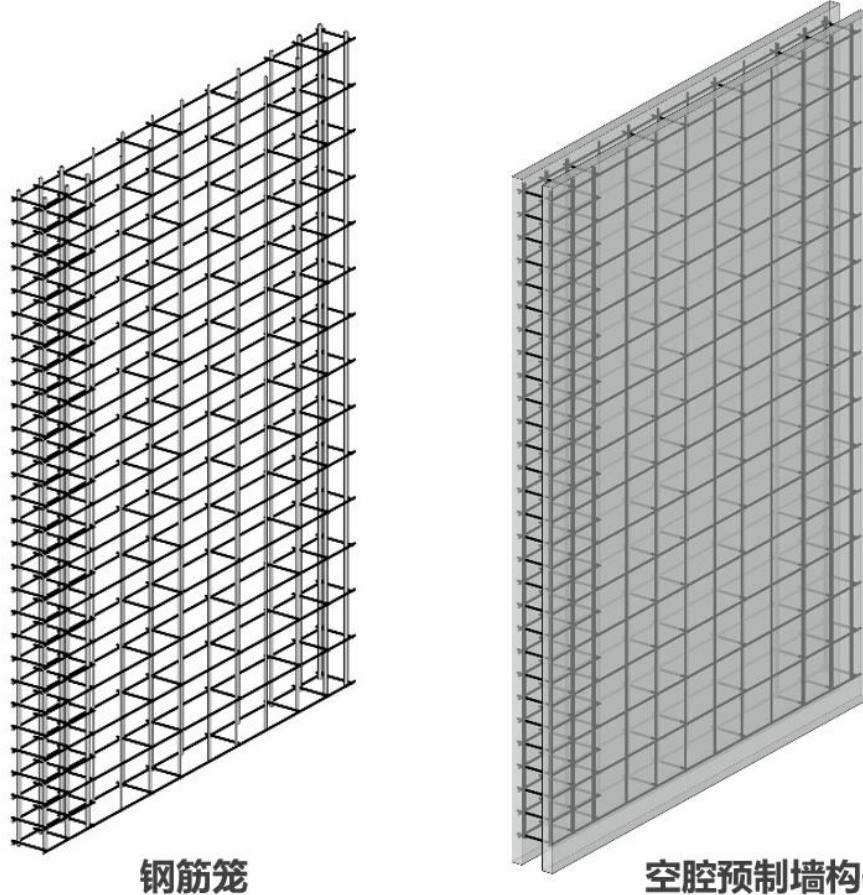
1 源自国标叠合墙的 SPCS 剪力墙

SPCS 剪力墙技术，是三一筑工在欧洲双皮墙和国标叠合剪力墙技术的基础上，通过大量理论研究和试验验证，改进升级形成叠合剪力墙技术。

SPCS 剪力墙技术，其特点是“空腔预制构件+搭接钢筋+现浇叠合混凝土”。其构件外形与国标叠合剪力墙一致，构件间连接方式相同。



空腔预制构件，指在工厂通过翻转工艺，将整体钢筋笼分别锚入两片混凝土叶板内，形成包含“受力叶板、受力钢筋笼、叶板间空腔”的整体预制墙板构件。

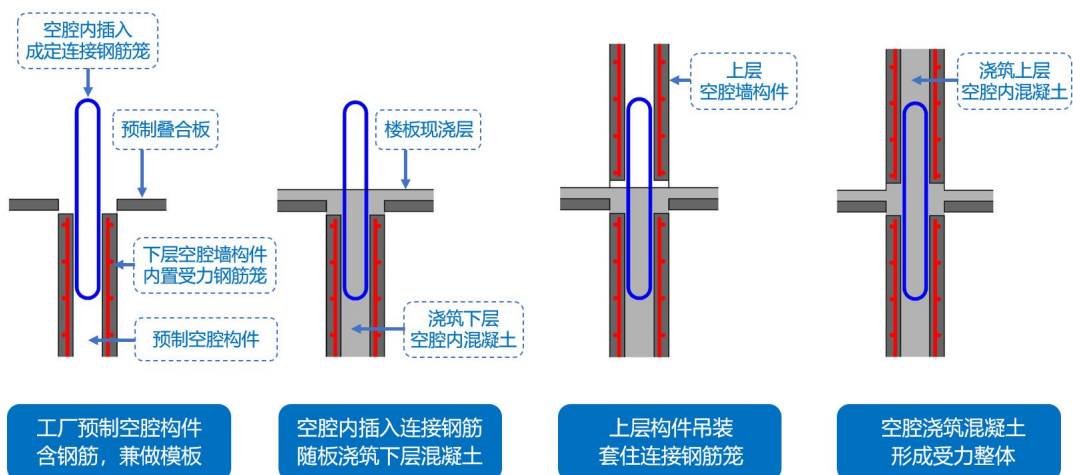


钢筋笼

空腔预制墙构件

空腔预制构件与国标《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231-2016 中附录 A 所述“双面叠合剪力墙构件”外形一致，均为由两侧叶板形成的空腔构件。

预制构件间通过在空腔内设置搭接钢筋、空腔内现场浇筑混凝土的方式连接形成整体的叠合受力剪力墙。此种构件连接方式，与《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231-2016 中附录 A 所述“双面叠合剪力墙构件”一致。



水平方向连接节点	
SPCS 剪力墙	<div style="text-align: center;"> <p>(a) 转角墙 (b) 翼墙</p> <p>图 6.3.6-3 转角墙及翼墙约束边缘构件</p> <p>1—现浇混凝土； 2—叠合构件； a、b—边缘构件阴影区域长度</p> </div>
国标 (GB/T51231) 双面叠合剪力墙	<div style="text-align: center;"> <p>(a) 转角墙 (b) 有翼墙</p> <p>图 A.0.7 约束边缘构件</p> <p>l_c—约束边缘构件沿墙肢的长度； 1—后浇段； 2—双面叠合剪力墙</p> </div>

搭接钢筋，指插入空腔内的连接钢筋，其直径与间距与构件内受力钢筋完全相同，位置对应。

现浇叠合混凝土，指施工现场在构件空腔内浇筑的混凝土，预制构件的设计强度等级与之相同。

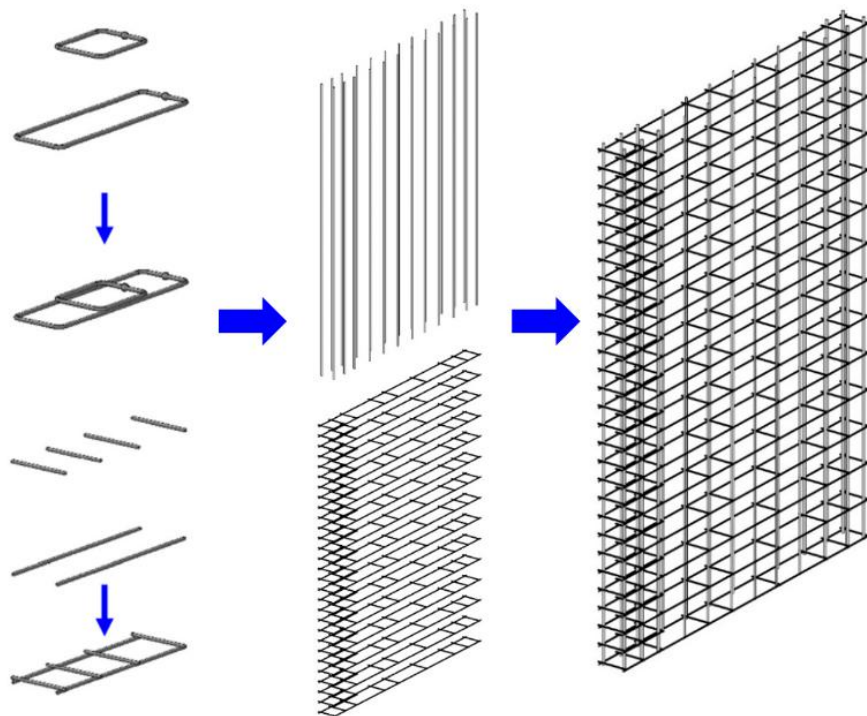
2 SPCS 剪力墙技术特征

源于欧洲双皮墙和国标叠合墙的 SPCS 剪力墙，也在上述技术的基础上，根据我国规范要求，进行了改进和优化，主要包括以下部分：

1. 空腔墙叶板间钢筋形态优化

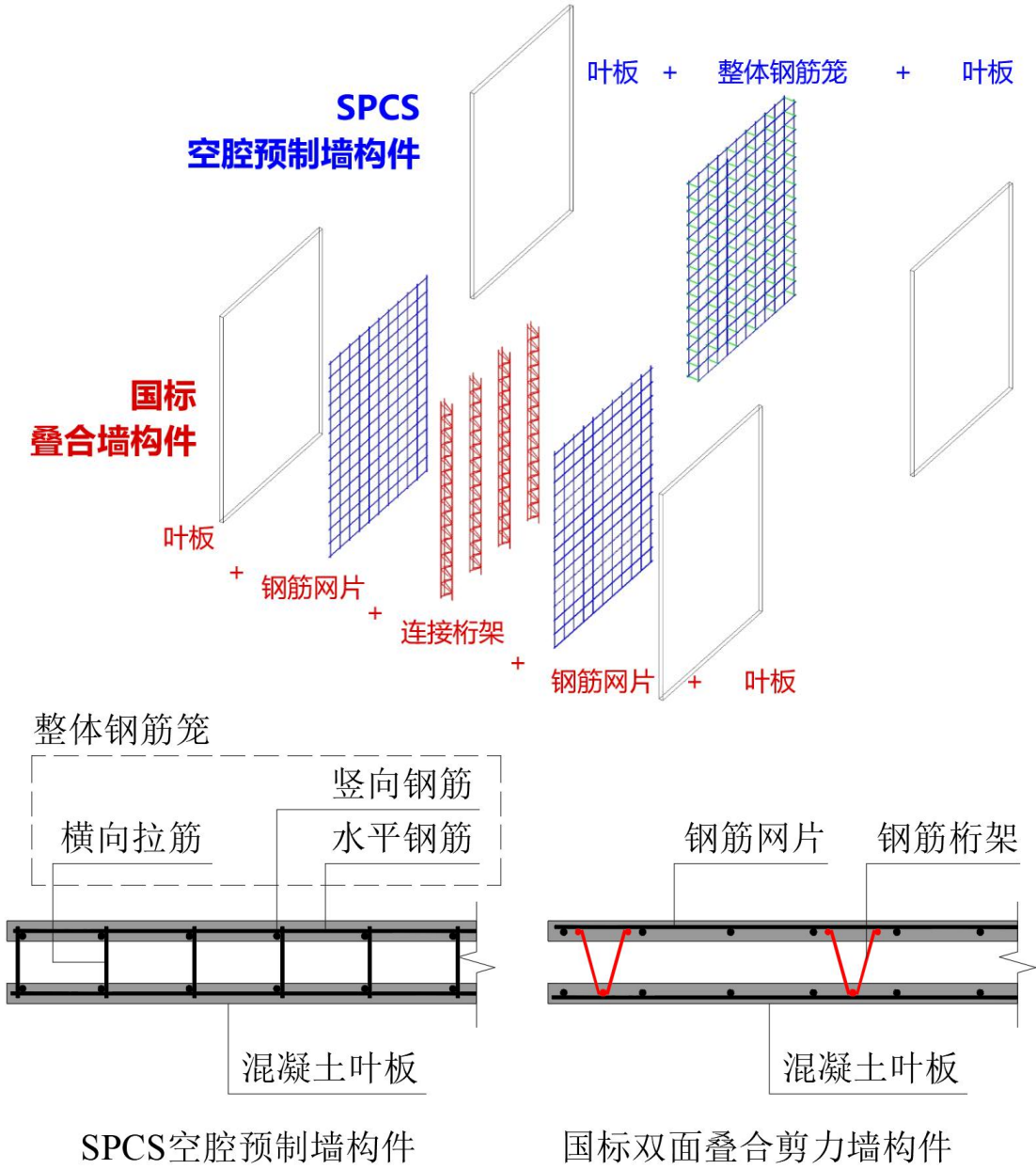
SPCS 空腔墙板构件叶板间采用整体钢筋笼连接，与国内整体现浇剪力墙内的钢筋形态一致。钢筋笼由梯子形水平钢筋网片与纵向钢筋组合而成。水平钢筋网片通过机械焊接方式成型，套住纵向钢筋并对其形成约束。

① 焊接钢筋网片 ② 钢筋网片与纵筋焊接 ③ 钢筋笼



钢筋笼在叶板内整体锚固，对两侧叶板形成整体强拉接；

国标双面叠合剪力墙，源自欧洲双皮墙技术，采用钢筋网片+连接桁架的方式，虽便于生产加工，但仅通过桁架在叶板内浅层锚固将两侧叶板连接，而桁架并未能有效拉接两侧钢筋网片。



2. 连接钢筋形态优化

SPCS 预制墙板间水平及竖向连接钢筋均采用封闭的环状，并在水平连接钢筋端部增加竖向插筋，增强了锚固作用，且便于现场构件安装。

节点连接钢筋优化		
	水平连接节点	竖向连接节点
SPCS 剪力墙	<p>竖向插筋</p> <p>现浇段 预制墙板</p> <p>2</p> <p>环状连接钢筋</p> <p>竖向插筋</p>	<p>环状连接钢筋</p>
国标 (GB/T51231) 双面叠合剪力墙	<p>现浇段 预制墙板</p> <p>连接钢筋</p>	<p>连接钢筋</p>

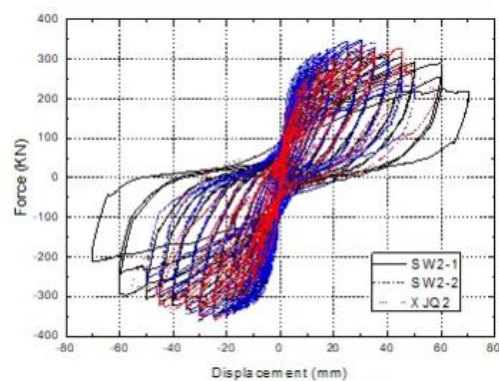
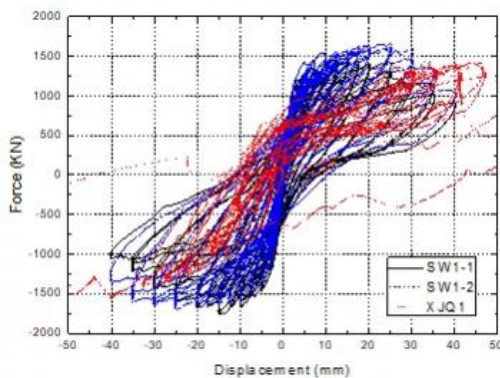
3 结构受力试验

基于对国标双面叠合剪力墙的优化提升，三一筑工与权威科研机构“中国建筑科学研究院”合作，对改进部分做了大量相关受力试验及检测，对其力学特点与抗震性能进行验证，包括带水平、竖向拼装缝的 SPCS 叠合剪力墙构件的承载力、刚度、抗震性能等。

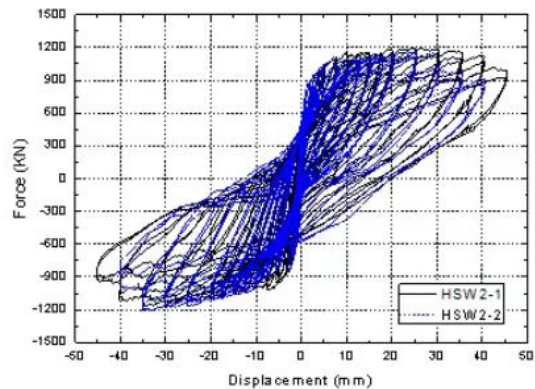
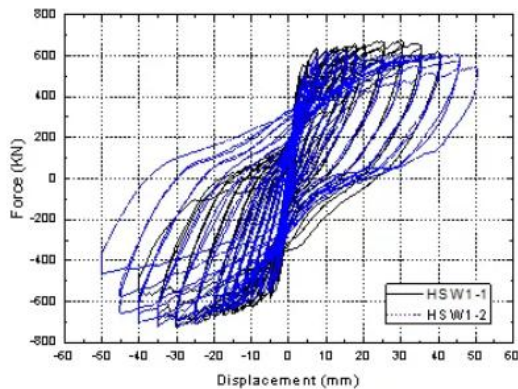
中国建筑科学研究院于 2018 年 7 月出具了《SPCS 装配式（双面叠合）剪力墙结构抗震性能试验研究报告》（见附件），通过一字型截面剪力墙抗震试验、工字型截面剪力墙抗震试验，研究 SPCS 叠合剪力墙的承载力、刚度、破坏形态，水平及竖向接缝的开裂、破坏模态等。

以下内容摘自该报告：

一字形截面剪力墙抗震试验共设计制作 4 组 10 个试件，包括不同的剪跨比、轴压比、边缘构件构造。墙厚为 200mm、墙高为标准层高 2800mm；混凝土设计强度等级为 C30，钢筋为 HRB400 级。墙身水平与竖向分布钢筋为 8@200，墙身配筋率 0.25%。



工字形截面剪力墙抗震试验共设计制作 2 组 4 个试件，包括不同的剪跨比构件。试件厚为 200mm、墙高取标准层高 2800mm；剪跨比为 1.4、2.0，设计轴压比为 0.2；混凝土设计强度等级为 C30，钢筋为 HRB400 级。墙身水平与竖向分布钢筋为 8@200，墙身配筋率 0.25%。



最终结论为：

- (1) 焊接钢筋节点可靠，梯子形钢筋焊接网片可以替代桁架钢筋用于叠合剪力墙、焊接箍筋网片可以替代传统箍筋；
- (2) SPCS 叠合剪力墙纵横墙交接处采用独立暗柱并用水平钢筋连接形成边缘构件的作法可行；
- (3) SPCS 装配式剪力墙破坏模式与现浇剪力墙一致，承载力、刚度、延性以及滞回特征与现浇剪力墙一致。可采用现行《混凝土结构设计规范》GB 50010 进行设计、计算、分析。

4 SPCS 技术实施依据

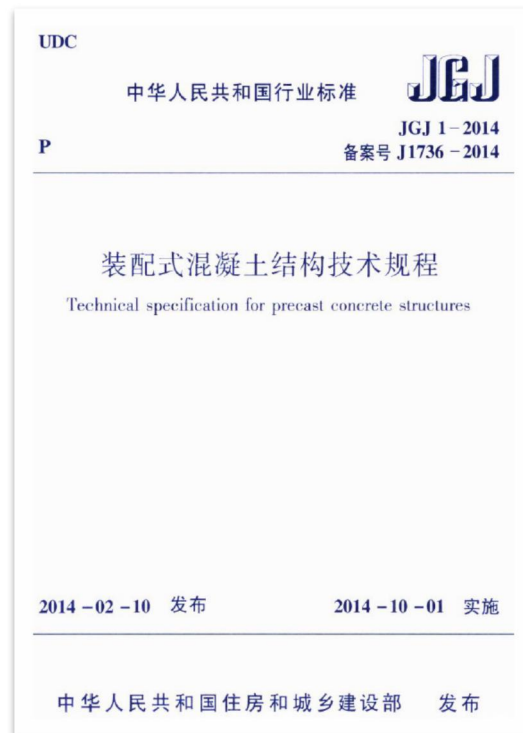
1. 《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231-2016



该规范中“结构设计、生产运输、施工安装、质量验收”等内容均适用于 SPCS 剪力墙技术。

规范附录 A 双面叠合剪力墙的相关内容也适用于 SPCS 剪力墙技术。

2. 《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1-2014



该规范中“结构设计、构件制作与运输、结构施工、工程验收”等内容均适用于 SPCS 剪力墙技术。

3. 《装配式住宅建筑检测技术标准》JGJ/T 485-2019



该规范中“装配式混凝土结构检测”适用于 SPCS 剪力墙技术。

4. 《湖南省装配整体式混凝土叠合剪力墙结构技术规程》 DBJ 43/T 342-2019



该规范为湖南省针对叠合剪力墙结构的地方标准，其内容包括“结构设计、构件制作、施工、验收”等适用于 SPCS 剪力墙技术。

5. 《装配整体式钢筋焊接网叠合混凝土结构技术规程》T/CECS 579-2019



该规程为中国工程建设标准化协会标准，在上述国标、行标、地标基础上，针对 SPCS 体系有别于国标双面叠合剪力墙特点，进行了补充和完善。该规程涵盖“设计、构件制作与运输、施工与验收”等具体内容。

6. “建筑业 10 项新技术”（2017 版）

住房和城乡建设部 2017 年 10 月发布的“建筑业 10 项新技术”（2017 版）中第 4 章第 6 节为“叠合剪力墙结构技术”。SPCS 剪力墙即为其中的一个具体技术形态。

4.6 叠合剪力墙结构技术

4.6.1 技术内容

叠合剪力墙结构是指采用两层带格构钢筋（桁架钢筋）的预制墙板，现场安装就位后，在两层板中间浇筑混凝土，辅以必要的现浇混凝土剪力墙、边缘构件、楼板，共同形成的叠合剪力墙结构。在工厂生产预制构件时，设置桁架钢筋，既可作为吊点，又增加平面外刚度，防止起吊时开裂。在使用阶段，桁架钢筋作为连接墙板的两层预制片与二次浇筑夹心混凝土之间的拉接筋，可提高结构整体性能和抗剪性能。同时，这种连接方式区别于其他装配式结构体系，板与板之间无拼缝，无需做拼缝处理，防水性好。

利用信息技术，将叠合式墙板和叠合式楼板的生图转化为数据格式文件，直接传输到工厂主控系统读取相关数据，并通过全自动流水线，辅以机械支模手进行构件生产，所需人工少，生产效率高，构件精度达毫米级。同时，构件形状可自由变化，在一定程度上解决了“模数化限制”的问题，突破了个性化设计与工业化生产的矛盾。

4.6.2 技术指标

叠合剪力墙结构采用与现浇剪力墙结构相同的方法进行结构分析与设计，其主要力学技术指标与现浇混凝土结构相同，但当同一层内既有预制又有现浇抗侧力构件时，地震设计状况下宜对现浇水平抗侧力构件在地震作用下的弯矩和剪力乘以不小于 1.1 的增大系数。高层叠合剪力墙结构其建筑高度、规则性、结构类型应满足现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 等规范标准要求。

结构与构件的设计应满足国家现行标准《建筑结构荷载规范》GB50009、《建筑抗震设计规范》GB50011、《混凝土结构设计规范》GB50010 和《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 等现行国家、行业规范标准要求。

4.6.3 适用范围

适用于抗震设防烈度为 6~8 度的多层、高层建筑，包含工业与民用建筑。除了地上，本技术结构体系具有良好的整体性和防水性能，还适用于地下工程，包含地下室、地下车库、地下综合管廊等。

4.6.4 工程案例

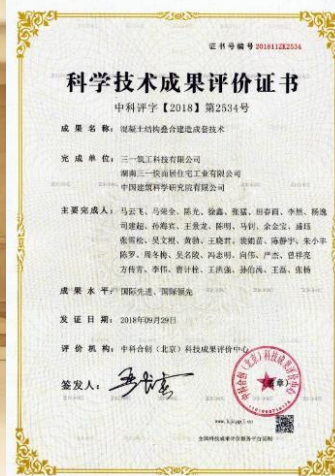
青浦爱多邦、万华城 23 号楼、上海地产曹路保障房、袍江保障房、滨湖南园、南岗第二公租房、滨湖南园保障房、新站区公租房、天门湖公租房、经开区出口加工区公租房、合肥保障试验楼、1 号试验楼、蚌埠大禹家园等；南翔星信综合体、中纺 CBD 商业中心、之江学院等；顺园大规模地下车库、青年城半地下车库、滨湖康园地下车库、临湖二期地下人防等。

5 专家指导和政府认可

SPCS 体系研发和工程实践过程中，受到了行业的广泛关注和很多业内专家的悉心指导。

1. 科技成果评价

2018 年 9 月 29 日，装配式叠合结构成套技术通过第三方机构组织的科技成果评价，该技术受到与会专家一致好评，认为该成套技术总体达到国际先进水平，其中叠合柱技术达到国际领先水平。科技成果评价报告见附件。



审查专家

叶可明	上海市建交委科技委	中国工程院院士
肖绪文	中国建筑行业协会	中国工程院院士
娄宇	中国电子工程设计院有限公司	勘察设计大师
马涛	北京市建筑设计研究院	设计总监
肖明	中国建筑标准设计研究院	副总工程师
蒋世林	同圆设计集团有限公司	总工程师
纪颖波	中国建筑学会建筑产业现代化委员会	教授
韩飞	北方工业大学	教授
刘玉明	北京交通大学	教授

2. “智能制造为中国建筑工业化赋能创新技术发展” 战略研究项目咨询会

2019年10月23日，由中国工程院牵头召开三一“智能制造为中国建筑工业化赋能战略咨询会”。咨询会有幸邀请到13位院士：钟志华，聂建国，崔俊芝，周福霖，杨秀敏，卢春房，周绪红，缪昌文，肖绪文，杜彦良，任辉启，郑健龙，岳清瑞，以及建研院肖从真大师、中国院霍文营总工程师，北京院马涛总监，住建部领导、土木工程学会、建筑业协会领导等行业专家20余位，共同研讨如何用智能制造为中国建筑工业化赋能，并一致认可三一以智能装备优势为基础开发的适合智能装备和数字化、自动化建造的SPCS结构体系很有意义，非常有发展前景。



3. 协会标准审查会

由三一筑工主编的中国工程建设协会标准《装配整体式钢筋焊接网叠合混凝土结构技术规程》T/CECS 579-2019 于 2019 年 1 月通过专家审查，2019 年 6 月 1 日执行。



审查专家

娄宇	中国电子工程设计院有限公司	勘察设计大师
王四清	湖南省建筑设计院有限公司	总工程师
苗启松	北京市建筑设计研究院	副总工程师
蒋世林	同圆设计集团有限公司	总工程师
李新华	上海中森建筑与工程设计顾问有限公司	总工程师
刘明	沈阳建筑大学	教授
许清风	上海市建筑科学研究院	教授

4. 住建部领导认可

2019年10月北京住博会期间,中国住房和城乡建设部党组成员、副部长**倪虹**、中国住房和城乡建设部总工程师**陈宜明**等多位领导莅临三一展台进行现场参观指导,并对三一 SPCS 体系给与高度评价。



2020年8月26日,国家住房和城乡建设部科技与产业化发展中心**文林峰**副主任、武振处长一行来到北京回龙观产业园,调研三一集团、三一筑工和树根互联在工业互联网、产业互联网、智能建造和建筑工业化方面的成功经验。文主任对此次调研考察给予高度评价,称赞三一“做得扎实,落地性、创新性特别好”。三一筑工将以根云平台的工业互联网为基础,结合三一装备的优势,通过筑享云平台实现工业与建筑业的跨界融合,为住建部献计献策,为中国建筑业提供智能建造的工业化方案。



5. 省领导认可

2019年8月，湖南省政府考察团来到安仁三一筑工参观指导。期间，湖南省副省长**陈飞**、省科技厅厅长**童旭东**、省工信厅厅长**曹慧泉**、安仁县县委书记李小军、安仁县人大副主任、安仁县财政局局长等专程考察了湖南安仁三一筑工科技有限公司。对于三一筑工在建筑工业化领域的成绩，陈飞副省长给予了高度认可，鼓励三一筑工充分发挥自主创新主体作用，创造更多一流建筑工业化项目和产品。



6. 湖南省认定企业技术中心 2020年3月，湖南三一快而居住宅工业有限公司被湖南省工信厅认定为湖南省认定企业技术中心。

2020/04 关于公布第二批湖南省认定企业技术中心名单的通知 - 湖南省工业和信息化厅



网站首页 政府信息公开 办事服务
互动交流 专题专栏

首页 > 信息公开 > 通知公告

关于公布第二批湖南省认定企业技术中心名单的通知
时间: 2020年03月05日 08:40

湘工信科技〔2020〕61号

各市（州）工信局，有关企业：
根据《湖南省认定企业技术中心管理办法》，经企业申报、市（州）工信局推荐、省工信厅组织专家评审、现场考核和厅务会研究，公示无异议，同意认定长沙中联重科环境产业有限公司等23家企业技术中心为湖南省认定企业技术中心（第二批），现公布名单如下：

1. 长沙中联重科环境产业有限公司
2. 湖南三一快而居住宅工业有限公司
3. 湖南艾布鲁环保科技股份有限公司
4. 长沙矿冶研究院有限责任公司
5. 长沙市比亚迪汽车有限公司
6. 湖南中车时代通信信号有限公司
7. 株洲华锐精密工具股份有限公司
8. 众鑫森科技（株洲）有限公司
9. 株洲精工硬质合金有限公司
10. 湖南国声声学科技股份有限公司
11. 湖南傲农生物科技有限公司
12. 湖南世光化工有限公司
13. 湖南中电电气股份有限公司
14. 湖南三兴精密工业股份有限公司
15. 湖南省玉峰食品实业有限公司
16. 湖南运达机电科技股份有限公司
17. 湖南响箭重工科技有限公司
18. 益阳紫府福利药业有限公司

get.hunan.gov.cn/get/xqk_71033tqpp20200302020305_1179514.html 1/2

2020/04 关于公布第二批湖南省认定企业技术中心名单的通知 - 湖南省工业和信息化厅

19. 益阳世林食品有限公司
20. 宜章弘源化工有限责任公司
21. 湖南临武舜华鸭业发展有限责任公司
22. 湖南双阳高分子材料有限公司
23. 湖南天益高技术材料制造有限公司

全省各级工业和信息化系统要深入实施创新驱动发展战略，强化企业技术创新主体地位和主导作用，切实落实支持企业技术中心建设和发展的政策措施，充分发挥省认定企业技术中心示范引领作用，省认定的企业技术中心要加大研发投入强度，充分发挥技术创新平台重要支撑作用，全面提升创新能力，增强企业核心竞争力，为全省高质量发展做出新的贡献。

湖南省工业和信息化厅
2020年3月4日

信息来源：科技处
主办单位：湖南省工业和信息化厅 政府网站标识码：4300000013
地址：湖南省长沙市天心区新韶路467号 邮编：410004
备案号：湘ICP备10004984号 技术支持：湖南省人民政府发展研究中心
湘公网安备 43010302000530号 联系电话:0731-88955310

get.hunan.gov.cn/get/xqk_71033tqpp20200302020305_1179514.html 2/2

6 工程实践

SPCS 自 2018 年至今，已有多个实际工程应用案例。

■ 禹城市站南片区棚户区改造建设项目 2#楼、31#楼

建设方	德州永安置业有限公司
工程总承包	三一城建住工（禹城）有限公司
设计单位	沈阳三一建筑设计研究有限公司
施工单位	禹城市建业建筑安装工程有限公司
构件供应	三一城建住工（禹城）有限公司

项目所在地	山东省德州市
抗震设防烈度	7度 (0.10g)
设计地震分组	第二组
场地类别	III类
特征周期	0.55s
气候分区	寒冷B区

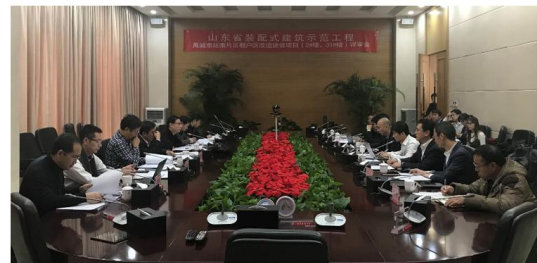


■ 禹城市站南片区棚户区改造建设项目 2#楼、31#楼

2019.1.18

通过结构专项评审会

评审专家		
霍文营	中国建筑设计研究院有限公司	总工程师
蒋世林	同圆设计集团有限公司	总工程师
张维汇	山东省建筑设计研究总院	总工程师
候和涛	山东大学	教授
赵彦革	中国建筑科学研究院有限公司	副总工程师



■ **禹城项目2#楼** (2019.11.16)



■ **三一北京制造中心食堂项目**

第一个框架结构示范项目2019年5月23日顺利通过专家审查。



项目所在地	北京市
建筑抗震设计参数	8度 (0.20g)、第一组、II类场地
使用功能	食堂、办公
建筑面积	22472m ²
结构形式	钢筋混凝土框架结构
建筑高度、层数	20m、地上4层/地下1层

评审专家		
钱稼茹	清华大学	教授
肖从真	中国建筑科学研究院	副总工程师
于东晖	北京市建筑设计研究院	副总工程师
田春雨	建研科技股份有限公司	副总工程师
肖明	中国建筑标准设计研究院	副总工程师

设计团队		
霍文营	中国建筑设计研究院	总工程师
张守峰	中国建筑设计研究院	装配院副院长



■ **三一北京制造中心食堂项目** (2020.03.20)



■ 邯郸峰峰第一中学新校区项目 4#、5#、6#、7#学生宿舍

项目所在地	河北省邯郸市
抗震设防烈度	8度
设计地震分组	第一组
场地类别	II类
使用功能	宿舍
建筑面积	61030m ²
结构形式	钢筋混凝土框架结构
建筑高度	21.6m
结构层数	地上6层



■ 娄底三一街区住宅项目

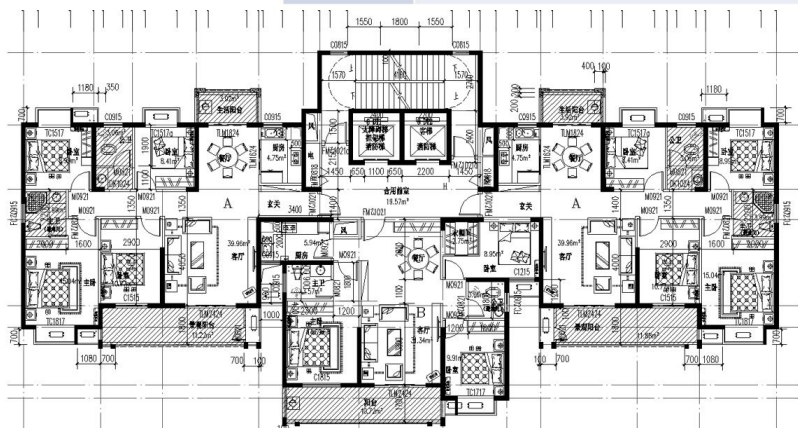
建设方	上海竹胜园地产有限公司
设计单位	湖南诚士建筑规划设计有限公司
咨询单位	湖南省建筑设计院
构件供应	三一长沙榔梨工厂

项目所在地	湖南省娄底市
抗震设防烈度	6度 (0.05g)
设计地震分组	第一组
场地类别	II类
使用功能	住宅
建筑面积	26600m ²
结构形式	钢筋混凝土剪力墙结构
建筑高度	98.4m
结构层数	地上32层/地下2层



■ SPCS应用范围

8#、9#楼	
平面尺寸	35mX16m
竖向范围	5~32层
应用构件	SPCS空腔预制墙 叠合板



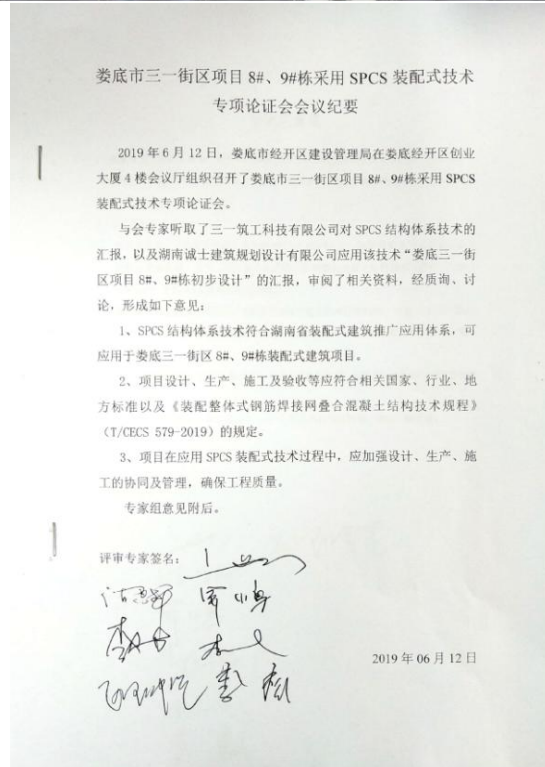
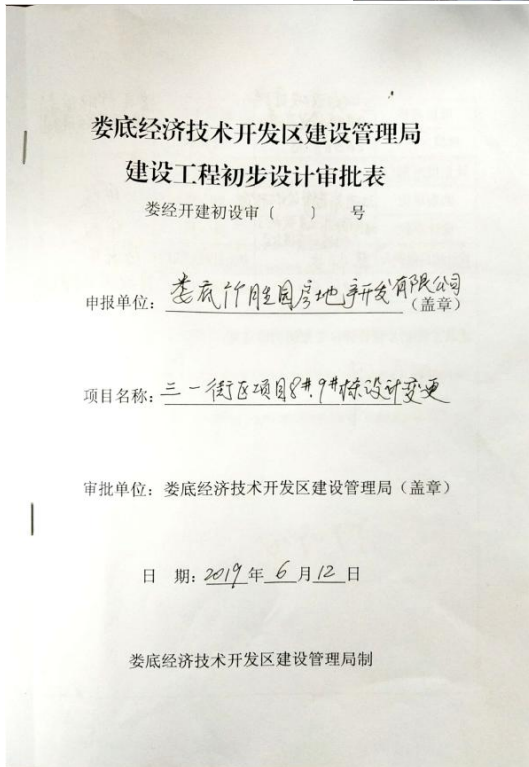
层号	98.450	2.950	C35	C30
32	95.500	2.950	C35	C30
31	92.550	2.950	C35	C30
30	89.600	2.950	C35	C30
29	86.650	2.950	C35	C30
28	83.700	2.950	C35	C30
27	80.750	2.950	C35	C30
26	77.800	2.950	C35	C30
25	74.850	2.950	C35	C30
24	71.900	2.950	C35	C30
23	68.950	2.950	C35	C30
22	66.000	2.950	C35	C30
21	63.050	2.950	C35	C30
20	60.100	2.950	C35	C30
19	57.150	2.950	C35	C30
18	54.200	2.950	C35	C30
17	51.250	2.950	C35	C30
16	48.300	2.950	C35	C30
15	45.350	2.950	C35	C30
14	42.400	2.950	C40	C30
13	39.450	2.950	C40	C30
12	36.500	2.950	C40	C30
11	33.550	2.950	C40	C30
10	30.600	2.950	C40	C30
9	27.650	2.950	C45	C30
8	24.700	2.950	C45	C30
7	21.750	2.950	C45	C30
6	18.800	2.950	C45	C30
5	15.850	2.950	C45	C30
4	12.900	2.950	C45	C30
3	9.950	2.950	C50	C30
2	7.000	2.950	C50	C30
1	4.050	2.950	C50	C35
夹层	-0.750	4.800	C50	C35

注：有黑框标注，为混凝土浇筑楼层，其余为叠合板层。

**娄底三一街区项目
8#-9#栋**

评审专家		
王四清	湖南省建筑设计院有限公司	总工程师
欧阳仲贤	湖南省装配式建筑发展办公室	副主任
罗小勇	中南大学土木工程学院	教授
唐昌辉	湖南大学土木工程学院	教授
李水生	中国建筑第五工程局有限公司	首席工程师
李凤武	湖南省建筑设计院建筑与技术研究院	副院长
李松	娄底市施工图审查中心	总工程师

2019.6.12
通过湖南省专项审查会



项目名称	三一筑工项目群 9#楼设计变更	建设单位	娄底市湘阴同地房地产开发有限公司
规模 (m²)	26568.18	投资额	
计划批准部门		计划批准文号	
勘察单位	江西省勘察设计院	资质	甲级
设计单位	湖南省建筑设计院 长沙设计分公司	资质	甲级
设计项目负责人	蒋怀庆	执业注册建筑师	蒋怀庆
建筑高度	98.80米	结构型式	装配整体式剪力墙

建筑工程初步设计评审专家组初审意见：
见附件

专家组组长: (签名) 日期: 2019.6.12

建筑工程初步设计评审专家组终审意见：

专家组组长: (签名) 日期:

专家组成员名单			
姓名	单位	职称/专业	签名
王四清	湖南省建筑设计院有限公司	教授/结构	(签名)
周小勇	中南大学	教授/结构	(签名)
李心宇	中国建筑第五工程局有限公司	高工/建筑	(签名)
王松	湖南理工大学工程管理学院	副教授/结构	(签名)
李凤英	湖南省建筑设计院有限公司	高工/结构	(签名)
欧阳仲安	湖南省建筑设计院有限公司	高工/结构	(签名)
李秋	娄底市施工图审查中心	高工/结构	(签名)

临澧翡翠湾项目

项目所在地	湖南省常德市临澧县
设计单位	湖南省建筑设计院
抗震设防烈度	7度 (0.10g)
使用功能	住宅
结构形式	剪力墙
建筑高度	88.52m
结构层数	地上30层/地下1层
建筑面积	8.8万m²
装配率	50%
工程进度	至正二层



