



三一筑工SPCS 面内作业施工工艺



一、面内作业工艺介绍

1.1 研究背景



据相关统计表明，脚手架事故在建筑施工领域事故中占比约12%，但坍塌事故和物体打击等常与脚手架息息相关；脚手架事故中，较大事故占比60%；大多是群死群伤事故。

类型	落地式脚手架	悬挑脚手架	附着式升降脚手架
适用范围	常用于高度小于24米建筑	常用于60米以下建筑	常用于20层以上或标准层总高度60米以上建筑
架体痛点	搭设复杂危险，周转材料用量大，场地文明施工难以控制	预留预埋复杂；重复高空搭拆危险性大	组装时间长，架体费用高

一、面内作业工艺介绍

1.2 面内作业工艺简介

面内作业定义	免除传统外脚手架，所有施工操作都在结构面内完成。	
面内作业目的	取消搭拆外架工序，规避外架搭拆风险、外架上作业风险、外脚手架安装对施工速度的制约，同时省人提效。	
应用基础	结构外墙全预制，含空腔预制外墙、集成保温空腔预制外墙、外围护结构非砌筑等。	
配套技术点	1.结构体系	选用SPCS“空腔+搭接+后浇”装配式结构体系；
	2.安全体系	采用“安全带+外防护栏杆”辅助面内作业，产业工人施工更安全；
	3.定型模具	定型模具重量轻、精度高、高周转。可在面内完成安拆作业；
	4.工位器具	采用专业工位器具，让施工操作更简单；
	5.成型钢筋	等效异构钢筋笼工业化加工，现场仅需吊装；
	6.工艺工法	配套最优施工工艺，取消结构平面外操作。
优势	好	安全可靠：面内作业可规避外脚手架高空作业坠落风险，采用“安全带+护栏”为面内临边作业提供“双保险”；
	快	简化工序：面内作业可取消外脚手架工序，规避外脚手架安装对施工速度的制约；
	省	省人提效。

一、面内作业工艺介绍

1.3 国内外免外架做法图示



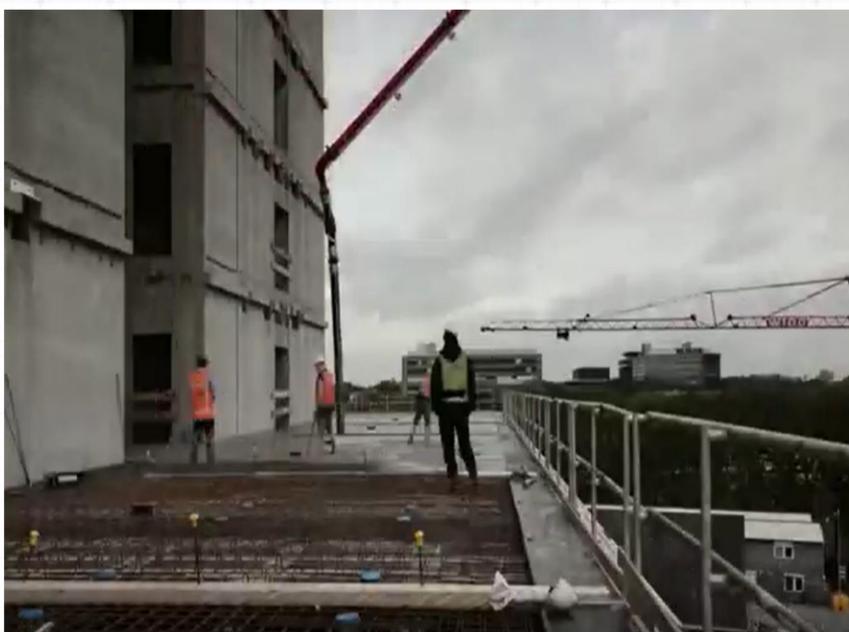
德国



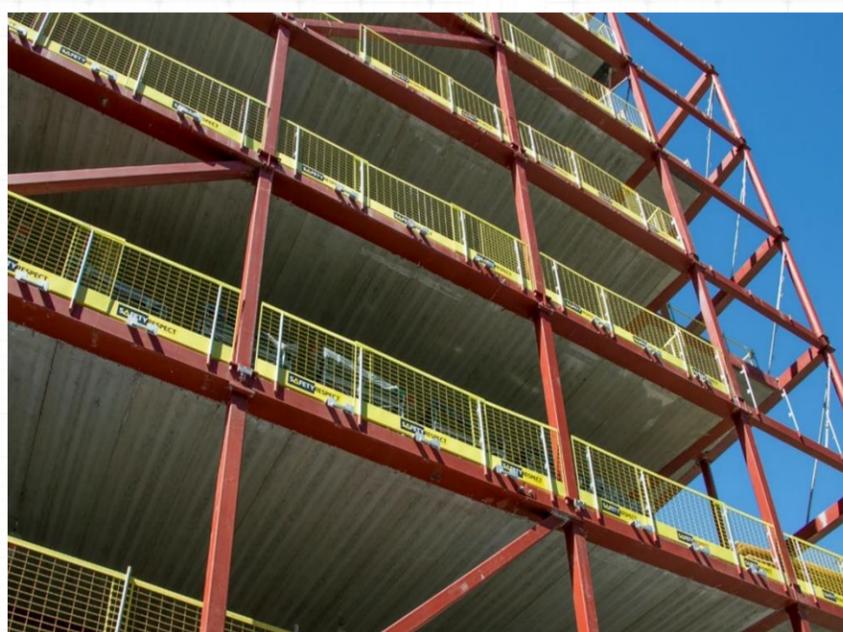
英国



中国



荷兰



英国



中国

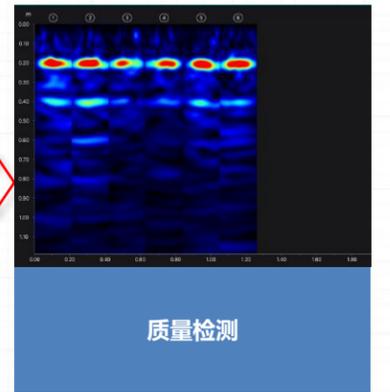
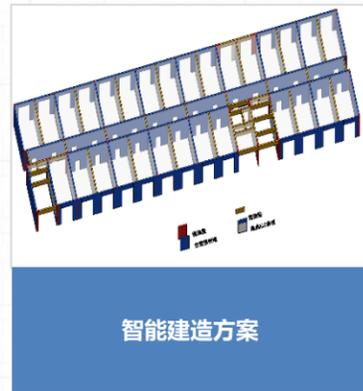
一、面内作业工艺介绍

1.4 面内作业应用统计

SPCS体系面内作业项目应用统计

序号	项目名称	应用面积 (万平)	层数	完成情况
1	韶山风电食堂倒班楼项目	0.84	6F	已完成
2	汨罗PC装备产业园宿舍项目	1.6	6F	已完成
3	三一工学院10#宿舍项目	1.37	7F	已完成
4	西安重装宿舍项目	2.63	6F	已完成
5	郴州三一智能制造产业园综合楼项目	0.89	6F	已完成
6	三一北京制造中心机器视觉及配套建设项目-1、2# 宿舍	7.54	7F/9F	在施
7	昆山苏宿舍项目	4.02	13F	计划
8	株洲石油项目	5.4	11F	计划
9	云谷二期	4.8	14/17/32F	计划
10	总应用面积	29.09	/	/

二、面内作业施工工艺流程



三、施工工艺流程及要点

3.1 环筋预放



主要工作

- 水平环筋预放，使用活扣尼龙扎带临时固定水平环筋。

安全要点

- 1. 工厂进行，无安全风险；
- 2. 捆扎要牢固，防止转运过程中发生脱落。

3.2 工作面准备

主要工作

- 1. 测量放线、基层处理；
- 2. 墙底垫块位置、标高标识；
- 3. 底部封堵工装组拼；
- 4. 底部封堵工装连接板、端部封堵板安装。

安全要点

- 1. 工作面准备工作属于面内作业，临边防护为定型防护网片；
- 2. 工作面准备作业时，不得手扶或脚踩防护网片；底部封堵工装安放应两人配合安放；
- 3. 工作面凿毛作业时，可翻转挡脚板覆盖到混凝土结构外边沿，防止混凝土碎渣飞溅至作业面外发生危险。



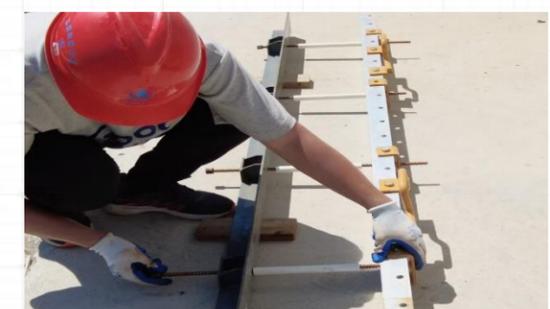
测量放线



垫块安放



工装连接板、封堵板安装



工装组拼

三、施工工艺流程及要点

3.3 空腔墙吊装

主要工作

- 1. 相应空腔墙位置外防护栏杆拆除;
- 2. 底部封堵工装就位;
- 3. 墙板起吊、转运 (地面);
- 4. 墙板就位、斜支撑安装、墙板校正、斜支撑紧固。

安全要点

- 1. 防护栏杆拆除, 由安装完成的预制外墙替代对应位置的防护栏杆发挥防护作用;
- 2. 安装墙板之前需将对应位置防护栏杆依次拆除, 非吊装位置禁止提前拆除; 预制梁侧安装的防护不得拆除;
- 3. 外墙板吊装作业时安全带系挂于地面锚环位置;
- 4. 临边作业在扳手等工具末端设置防坠安全索。



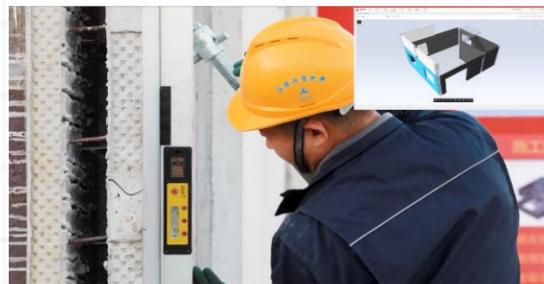
防护拆除



底部封堵工装就位



墙板吊装



校正紧固

3.4 底部封堵工装紧固



主要工作

- 1. 使用电动扳手或普通扳手在作业面内将对拉螺杆拧紧, 通过紧固螺母使工装内外模具紧贴结构面;
- 2. 工人可站在阳台处和走廊尽头检查外模具是否贴紧结构面。

安全要点

- 1. 封堵工装紧固属于面内作业, 施工人员应避免在窗口或无外围护墙位置探出身体检查外模具安装情况;
- 2. 对拉螺杆紧固时, 应控制紧固力度, 不得拧紧力矩过大使得螺杆绷断或滑丝, 产生外模具脱落的风险; 同时要保证对拉牢固, 可使用定扭矩电动扳手。

三、施工工艺流程及要点

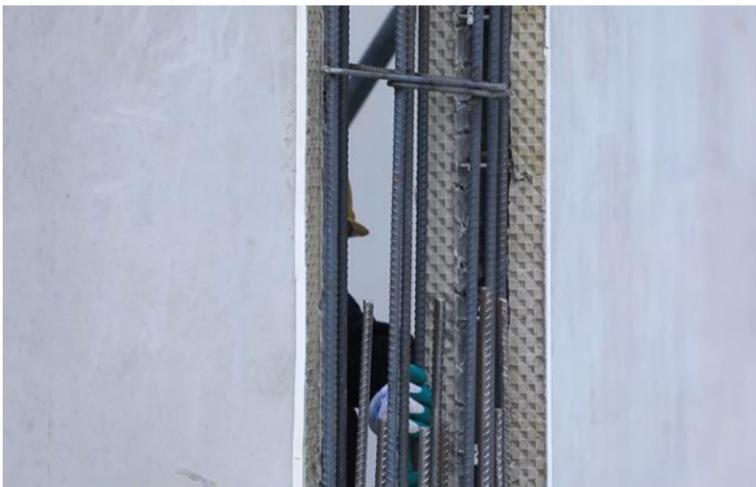
3.5 后浇节点成型钢筋笼安装

主要工作

- 1. 边缘构件钢筋笼挂钩完毕，检查并确认挂钩可靠、钢筋笼各焊点焊接牢固后，进行钢筋笼起吊，将钢筋笼平稳提升并转运至工作面上空；
- 2. 成型钢筋笼吊挂方式及吊点位置的确定应经过设计与验算，必要时应对吊点进行加强；
- 3. 钢筋笼吊运至后浇节点顶部正上方缓停。手扶并控制钢筋笼的朝向，使其对准两侧墙体且不晃动后，引导钢筋笼缓慢下降；
- 4. 水平连接钢筋就位，使用电动扎钩绑扎。

安全要点

- 1. 作业面防护为外墙板、防护栏杆；
- 2. 节点钢筋笼摘钩前进行临时固定，固定措施完成后才可摘钩；水平连接钢筋随安装随绑扎避免钢筋脱落；
- 3. 六级以上强风、浓雾、沙尘等恶劣天气暂停吊装作业。



3.6 安全防护栏杆安装



主要工作

- 1. 在地面将防护立柱、网片根据栏杆设计图纸组装成型，柱脚插入空腔部位应用PVC套管和胶带包严；
- 2. 使用专用吊梁将防护栏杆整体吊装就位，吊梁安装到位使所有网片固定牢固，下落过程中要注意立柱不能磕碰墙板；
- 3. 调整立柱下部可调支撑杆使防护竖直；
- 4. 依次将防护挡脚板安装就位。

安全要点

- 1. 产业工人严禁骑跨在墙顶作业；
- 2. 产业工人登高不超过2m，超过2m作业时需系挂安全带；
- 3. 防护栏杆安装人员2人一组配合作业，安装完成后防护验收；
- 4. 防护立柱及网片安装时设置临时防坠安全索；作业工具末端同时设置防坠安全索；
- 5. 相邻流水段间防护同上，如交界处为现浇结构，则在板面搭设单层防护架。

三、施工工艺流程及要点

3.7 后浇节点定型模具安装

主要工作

- 1.后浇节点定型模具组装(安装吊环和挂钩)、涂刷脱模剂;
- 2.外侧模具吊装、临时固定。

安全要点

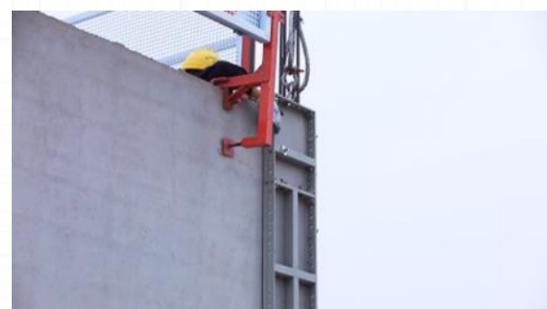
- 1.外侧模具未固定时严禁摘钩;
- 2.产业工人登高不超过2m, 超过2m作业时系挂安全带;
- 3.产业工人不得手扶或脚踩防护栏杆进行施工;
- 4.六级以上强风、浓雾、沙尘等恶劣天气暂停吊装作业。



外侧模具组装



涂刷脱模剂



外侧模具固定



外侧模具吊装

3.7 后浇节点定型模具安装



粘贴海绵条



内侧模具安装



螺杆安装



螺杆垫片准备

主要工作

- 1.将后浇节点内侧定型模具摆放到位;
- 2.采用锥形螺杆穿过对拉孔;
- 3.用电动扳手对螺杆进行紧固。

安全要点

- 1.属于面内作业, 防护为安装完成的预制外墙及防护栏杆
- 2.窗口处模板封堵应在工厂或堆场完成, 避免高空临边作业;
- 3.产业工人作业时严禁手扶、脚踩临边防护栏杆及外墙窗洞口的定型防护栏杆。

三、施工工艺流程及要点

3.8 梁模安装

主要工作

- 1. 将梁模板在工作面根据图纸预拼装成一体;
- 2. 使用塔吊或起重设备将预拼完成的梁模吊装就位;
- 3. 产业工人对梁模左右两端进行调整后增加支撑杆。

安全要点

- 1. 梁模板吊装时在工作面内作业，产业工人严禁攀登至墙顶；临边防护为防护栏杆；
- 2. 攀登至板面产业工人需系挂安全带，安全带系挂于已安装完成的叠合板吊环；
- 3. 为方便作业，可在作业面内搭设简易作业平台（活动脚手架）。



梁模预拼装



梁模整体吊装



独立支撑安装



梁模位置调整

3.9 水平工模安装



背框拼装



背框吊装



面板铺设



立杆安装

主要工作

- 1. 根据房间尺寸，制作专用模台，在模台上按照图纸拼装背框；
- 2. 制作一个专用吊装框架，使用步步紧将标准背框与框架进行连接，整体吊装就位；
- 3. 摘钩之后进行立杆安装，立杆安装完成后，将吊装框架吊离；
- 4. 水平面板铺设。

安全要点

- 1. 工业化后浇配套模具安装在工作面内作业，临边防护为外墙板、防护栏杆；
- 2. 超2m的登高作业应系挂安全带施工；
- 3. 背框整体吊装时，产业化工人应避免站立在背框正下方作业；
- 4. 步步紧拆除时，房间内不应站人。

三、施工工艺流程及要点

3.10 钢筋网片安装

主要工作

- 1.定型钢筋网片吊运、铺设、搭绑扎扎。

安全要点

- 1.属于面内作业，防护为安装完成的防护栏杆；
- 2.网片吊运时应避免接触碰撞楼层防护；
- 3.作业面网片堆放不应过高过重。



网片打包吊运

网片吊装就位



网片搬运就位

3.11 混凝土浇筑

主要工作

- 1.板、墙混凝土浇筑。

安全要点

- 1.属于面内作业，作业面防护为防护栏杆；
- 2.使用布料机浇筑时布料机底部楼板支撑体系应予以加强加强位置的楼面支撑受力应复核算；
- 3.布料机软管专人手扶辅助浇筑，避免碰撞防护设施；
- 4.混凝土浇筑时，防护栏杆底部的可翻转挡脚板覆盖到墙板外叶顶部，且在浇筑临近防护的墙、板混凝土时，使用挡板挡在防护内侧，避免防护污染及混凝土骨料飞溅至作业面外。



混凝土浇筑

三、施工工艺流程及要点

3.12 后浇节点定型模具拆除



对拉螺杆拆除



外侧模具拆除

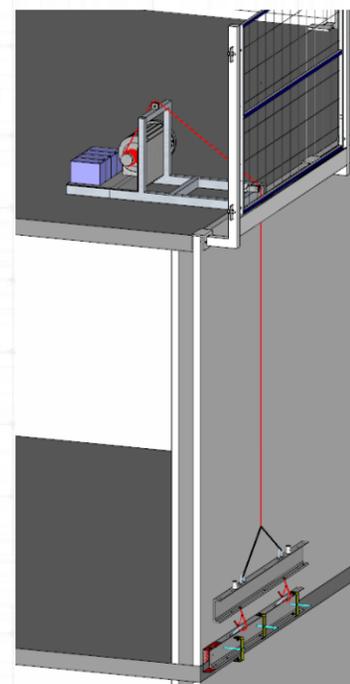
主要工作

1. 产业工人在工作面内将对拉螺杆拆除;
2. 产业工人在上层板面将挂钩挂在外侧模具顶部吊环处, 使用工具辅助将外侧模具脱离后浇混凝土面, 利用塔吊将模具吊运到上一层;
3. 模具拆除在上层工作面准备期间完成。

安全要点

1. 属于面内作业, 作业面防护为防护栏杆;
2. 外模具提升时, 产业工人手扶外模具保持稳定, 避免提升过程中碰撞外防护设施;
3. 模具拆除与外防护位置冲突时, 严禁自行拆除防护设施, 联系总包项目部进行改造处理;
4. 拆除时使用的撬棍等工具末端设置防坠安全索。

3.13 底部封堵工装拆除



工装整体示意



外模具挂钩



螺杆/内模拆除



外侧模具移除

主要工作

1. 外侧模具拆除使用专用工位器具完成
2. 产业工人站于已浇筑完成的板面, 将工装挂钩穿过防护栏杆与结构间隙、钩挂外侧模具; 钩挂牢固后板下产业工人使用电动扳手将穿墙螺杆从作业面内拆出;
3. 产业工人将底部封堵外侧模具提升至上层板面堆码备用。

安全要点

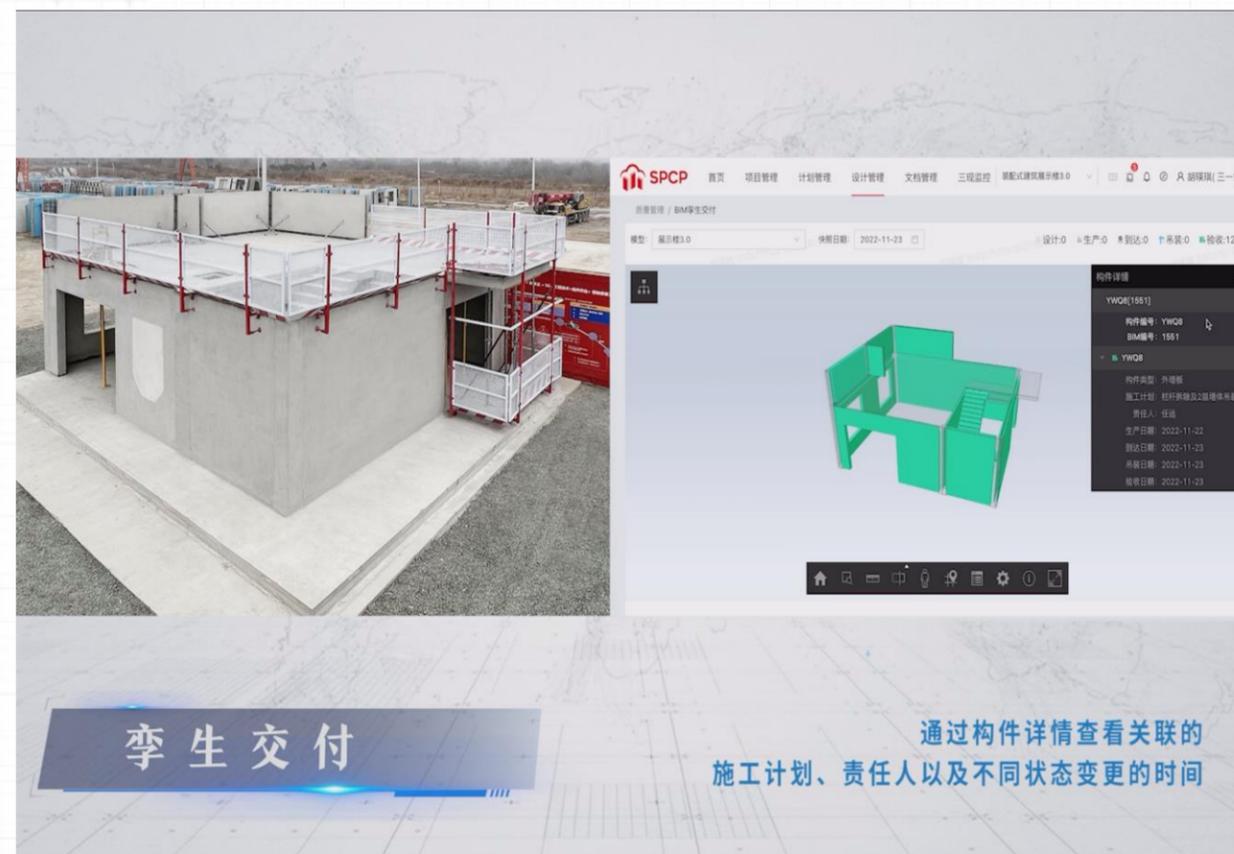
1. 外侧模具拆除时, 产业工人不得手扶栏杆外探观察, 可使用反光镜等辅助观察外部拆除情况;
2. 外侧模具挂钩使用带保险扣的挂钩, 避免提升时不稳造成模具坠落发生危险;
3. 工装尾部使用安全绳索连接到楼面锚环, 防止工装不稳发生坠落

三、施工工艺流程及要点

3.14 筑享云建造、BIM孪生交付



数字工地

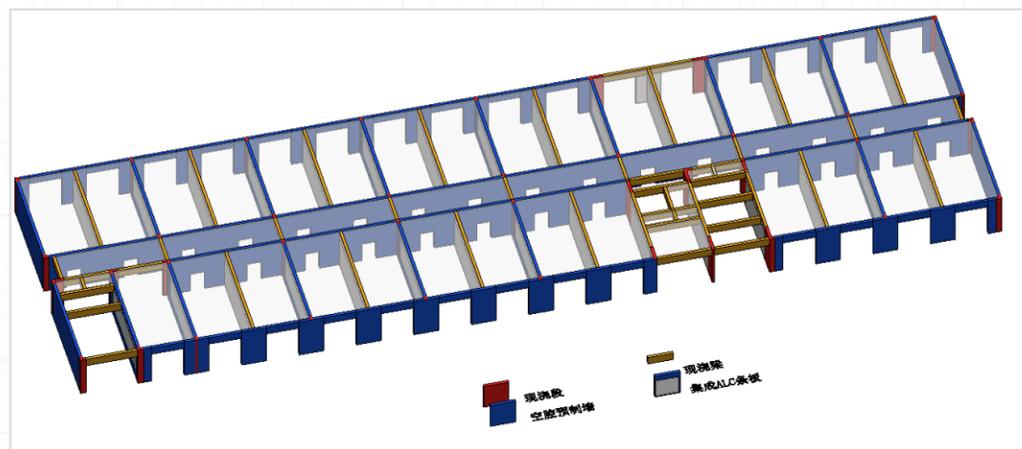


BIM孪生交付

采用筑享云建造，呈现智能建造五大场景（策划智能、设计智能、制造智能、施工智能、运营智能），实现数字工地及BIM孪生交付。

四、示例项目简介

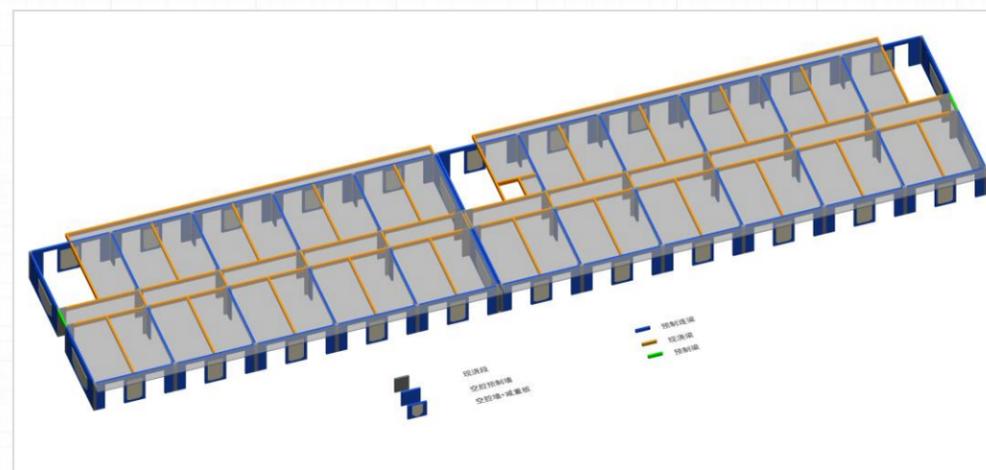
4.1 已完项目-韶山宿舍



工程位于湖南省湘潭韶山市，为六层住宅，总建筑面积8357平米，总建筑高度为19.2m，标准层高3.2m。项目主体结构应用了SPCS剪力墙结构体系，抗震设防烈度6度（0.05g）。

4.2 已完项目-工学院项目

工程位于湖南省湘长沙市，为六层住宅，总建筑面积1.39万平米，总建筑高度为26.6m，标准层高3.25m。项目主体结构应用了SPCS剪力墙结构体系，抗震设防烈度6度（0.05g）。



楼内作业 施工方案专家论证意见表 (04-02)

序号	问题	专家意见	备注
1
2
3
4
5
6
7
8
9



四、示例项目简介

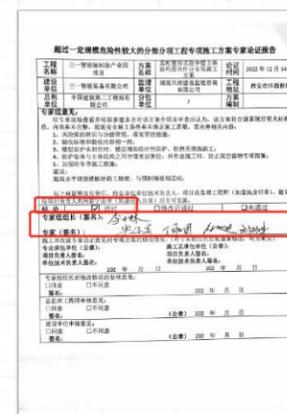
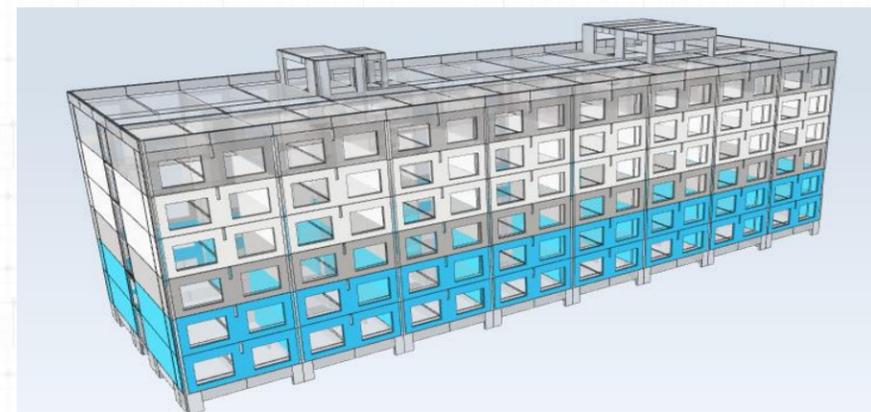
4.3 已完项目-汨罗项目



工程位于湖南省汨罗市，为六层住宅，总建筑面积1.6万平米，总建筑高度为19.2m，标准层高3.2m。项目主体结构应用了SPCS剪力墙结构体系，抗震设防烈度6度（0.05g）。

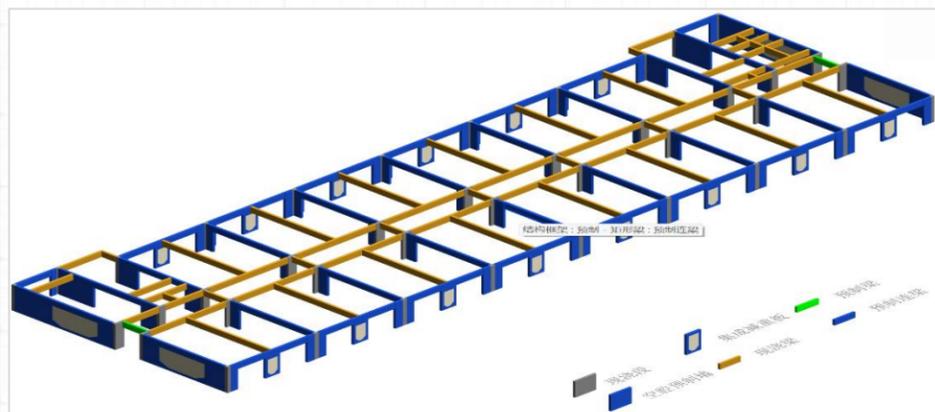
4.4 在施项目-西安重装项目

工程位于陕西省咸阳市秦都区沣西新城，ABC栋宿舍层高3.2m，总高20.45m；食堂层高6.0m，总高14.7m。三栋宿舍共2.63万平方米，主体结构采用了SPCS剪力墙结构体系，抗震设防烈度8度（0.20g）。



四、示例项目简介

4.5 在施项目-郴州综合楼项目



工程位于湖南省郴州市，为六层住宅，装配式建筑面积0.89万平米，总建筑高度为21.3m，标准层高3.2m。项目主体结构应用了SPCS剪力墙结构体系，抗震设防烈度6度（0.05g）。

4.6 在施项目-三一北京制造中心机器视觉及配套建设项目

工程位于北京市昌平区，总建筑面积10.47万平米，其中，1#宿舍总建筑高度23.11m，地上层7层、地下2层，标准层高3.2m；2#宿舍总建筑高度29.85m，地上层9层、地下1层，标准层高3.2m。项目主体结构应用了SPCS剪力墙结构体系，抗震设防烈度8度（0.20g）。



工程专项施工方案专家论证报告			
工程名称	三一北京制造中心机器视觉及配套建设项目	方案名称	主体结构内作业专项施工方案
建设单位	北京市三一重机有限公司	监理单位	湖南同建建设监理咨询有限公司
总包单位	中国建筑第二工程局有限公司	分包单位	/
论证时间	2023年2月28日	工程地址	北京市昌平区南口镇
专家组成员	结论：所编方案可行，提出以下建议： 1、细化定制吊具设计及验收要求，定制吊具平台架设计及验收要求，明确定制吊具抗倾覆系数≥3，安全防护高度满足规范要求。 2、增加流水段边界安全防护措施。 3、加强对作业人员学习培训，保证作业人员掌握安全操作要点。 以上问题整改完成后，经总包单位技术负责人、项目总工程师（加盖公章）、建设单位项目负责人共同签字盖章（加盖公章）后方可实施。		
专家组组长（签名）	李成	修改后通过	未通过
专家（签名）	张华 王强 赵明		
施工单位专家论证意见对专项方案的修改情况（对专家提出的意见逐条修改，可另附页）	专业承包单位（公章）： 施工单位（公章）： 项目负责人签名： 项目负责人签名： 单位技术负责人签名： 单位技术负责人签名： 年 月 日 年 月 日		
专家组组长对修改情况的复核意见：	<input type="checkbox"/> 同意 <input type="checkbox"/> 不同意 签名： 年 月 日		
总工程师审核意见：	<input type="checkbox"/> 同意 <input type="checkbox"/> 不同意 签名： 年 月 日		
建设单位审核意见：	<input type="checkbox"/> 同意 <input type="checkbox"/> 不同意 签名： 年 月 日		

四、示例项目简介

4.7 计划项目-云谷二期项目



工程位于湖南省长沙市，北地块共8栋住宅，层高3m，层数分别为14、17、26、32层。总建筑面积约8万平米，项目主体结构应用了SPCS剪力墙结构体系，抗震设防烈度6度（0.05g）。

四、示例项目简介

4.8 亮点展示 (安全防护-跨层)



后浇阳台跨层防护

斜拉杆连接

整体拆装

走廊两端临边防护做法

实施方案

后浇阳台跨层防护（下层安装，上层防护）采用多片成组、整体拆除-提升-安装的方式。

应用效果

- ◇标准化程度高-护栏统一规格，上下立柱、立柱与网片、护栏与阳台反坎等连接均采用螺栓连接或卡接。
- ◇节省成本-已拆除护栏楼层，采用成本较低的钢管搭设防护，替代该新型护栏，节省材料成本。
- ◇施工高效-护栏多片整体快捷拆装，每组（5片成组，约10m）用工3人，用时22分钟，工效是传统脚手架搭设的3.6倍（同等投影面积脚手架搭设，需要1人0.5天）。工学院单层2000m²预计1天可完成整圈拆装。

4.9 亮点展示 (安全防护-单层)

实施方案

空腔墙上部采用定型防护（卡具式），采用多片成组、整体拆除-提升-安装的方式。

应用效果

- ◇标准化程度高-护栏统一规格，基座为倒U型，底部增设支撑杆及调节螺母。
- ◇节省成本-采用倒F型卡具式防护，相较传统脚手架大幅降低成本。
- ◇施工高效-护栏多片整体快捷拆装，西安重装宿舍单层面积1400m²，3人1天可完成楼座周圈栏杆安装，安装工效是传统脚手架搭设的3~4倍。经测算此防护栏杆拆除工效为传统脚手架的20倍。



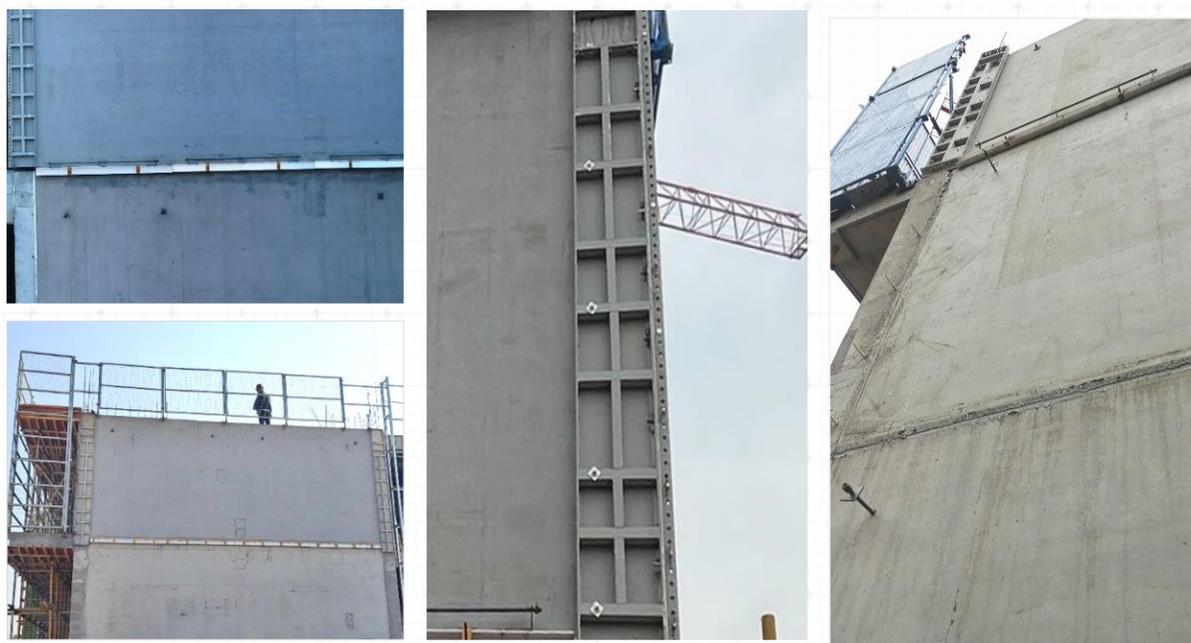
空腔墙顶部防护

转角处防护

内侧安装效果

四、示例项目简介

4.10 亮点展示 (成型效果)



底部封堵

后浇节点模具

拆模后成型面

实施方案

项目应用后浇节点定型模具和底部封堵模具，并在作业面内完成全程安拆施工。

应用效果

定型模具安装和拆除便捷高效，整体成型面良好。

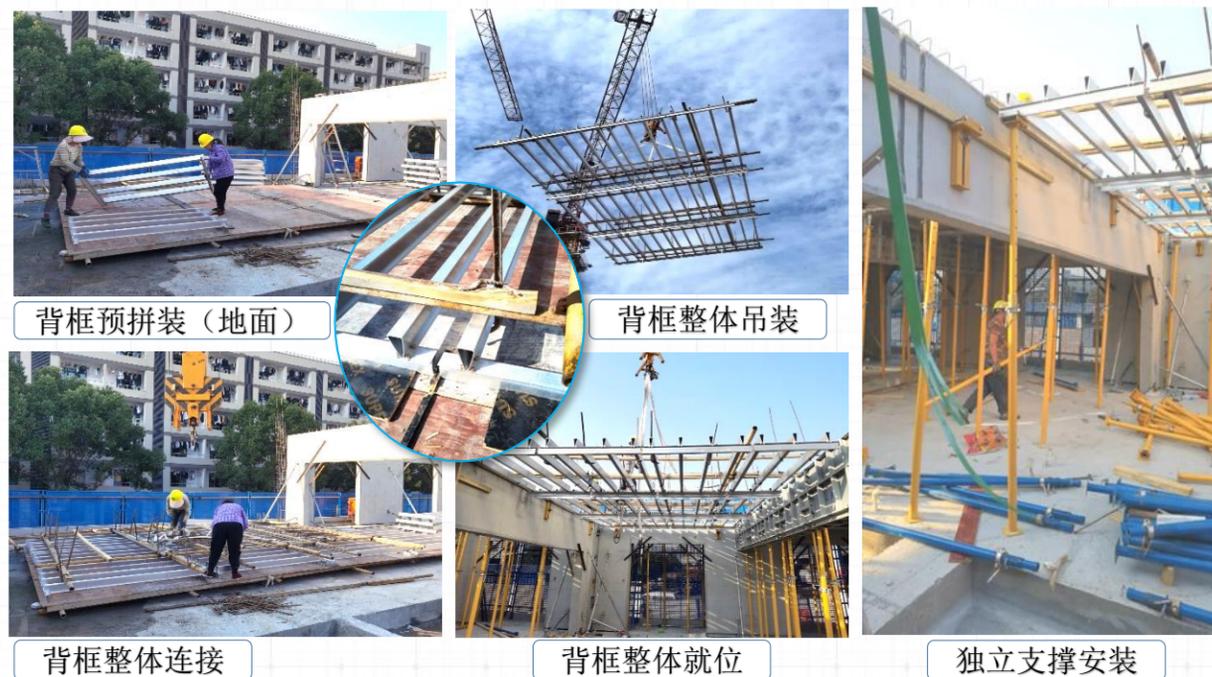
4.11 亮点展示 (工业化支撑)

实施方案

与逐个背框“挂-撑-支”方式不同，采用“分片拆装，整体吊装”的方式。

应用效果

- ◇工效提升：较原施工方法，采用新工艺整体施工工效提升32%。
- ◇安全性：背框整体吊装，安全性更好，更省力。



背框预拼装 (地面)

背框整体吊装

背框整体连接

背框整体就位

独立支撑安装

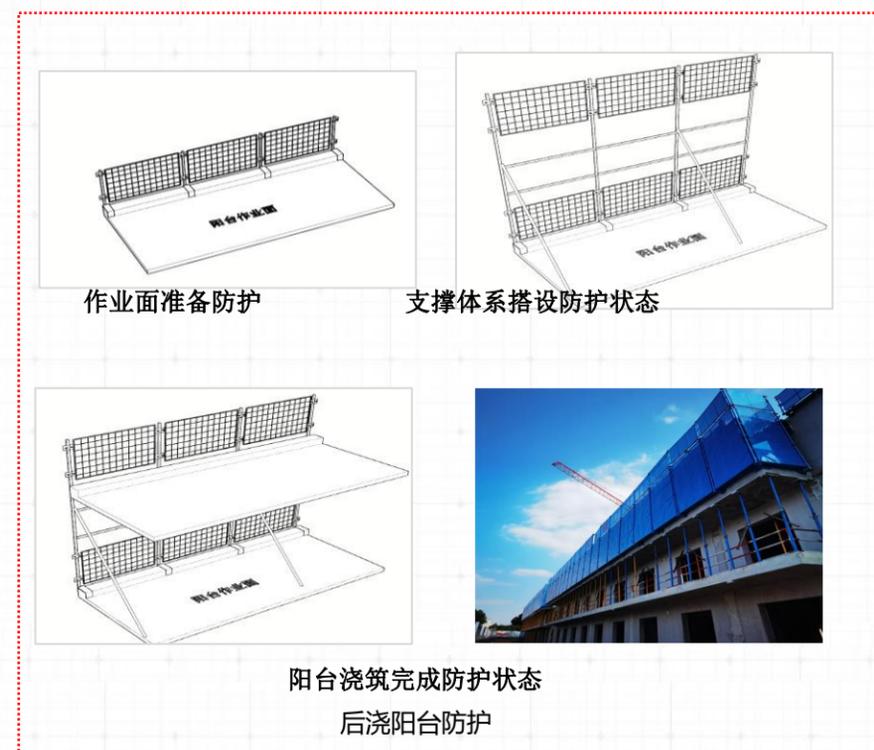
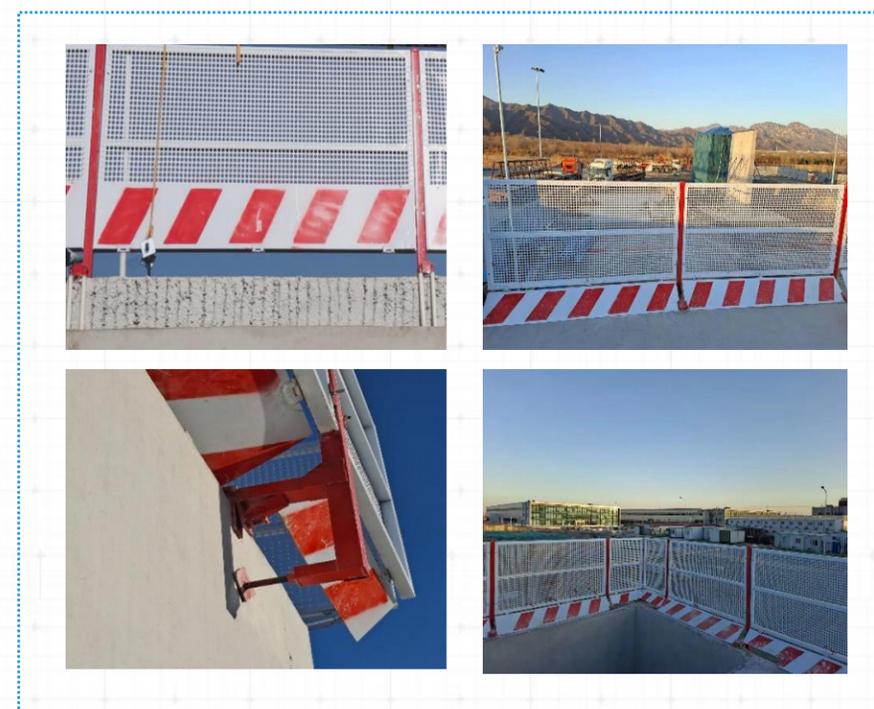
五、安全保证措施

5.1 各工序安全保证措施

工序名称	安全隐患类型	防护栏杆/外墙	安全带	应对措施
工作面准备		√	-	
空腔墙吊装	临边作业	×	√	产业工人系挂安全带作业
后浇节点钢筋笼安装		√	-	
底部封堵工装紧固		√	-	
后浇节点定型模具安装		√	-	
梁模安装		√	-	
水平工模安装		√	-	
板面钢筋安装		√	-	
竖向插筋笼安装		√	-	
混凝土浇筑		√	-	
底部封堵工装拆除		√	-	
后浇节点模具拆除		√	-	
预制楼梯安装		√	-	

注：安全带下标注“-”意为与常规施工相同，按规范设置相应安全作业措施

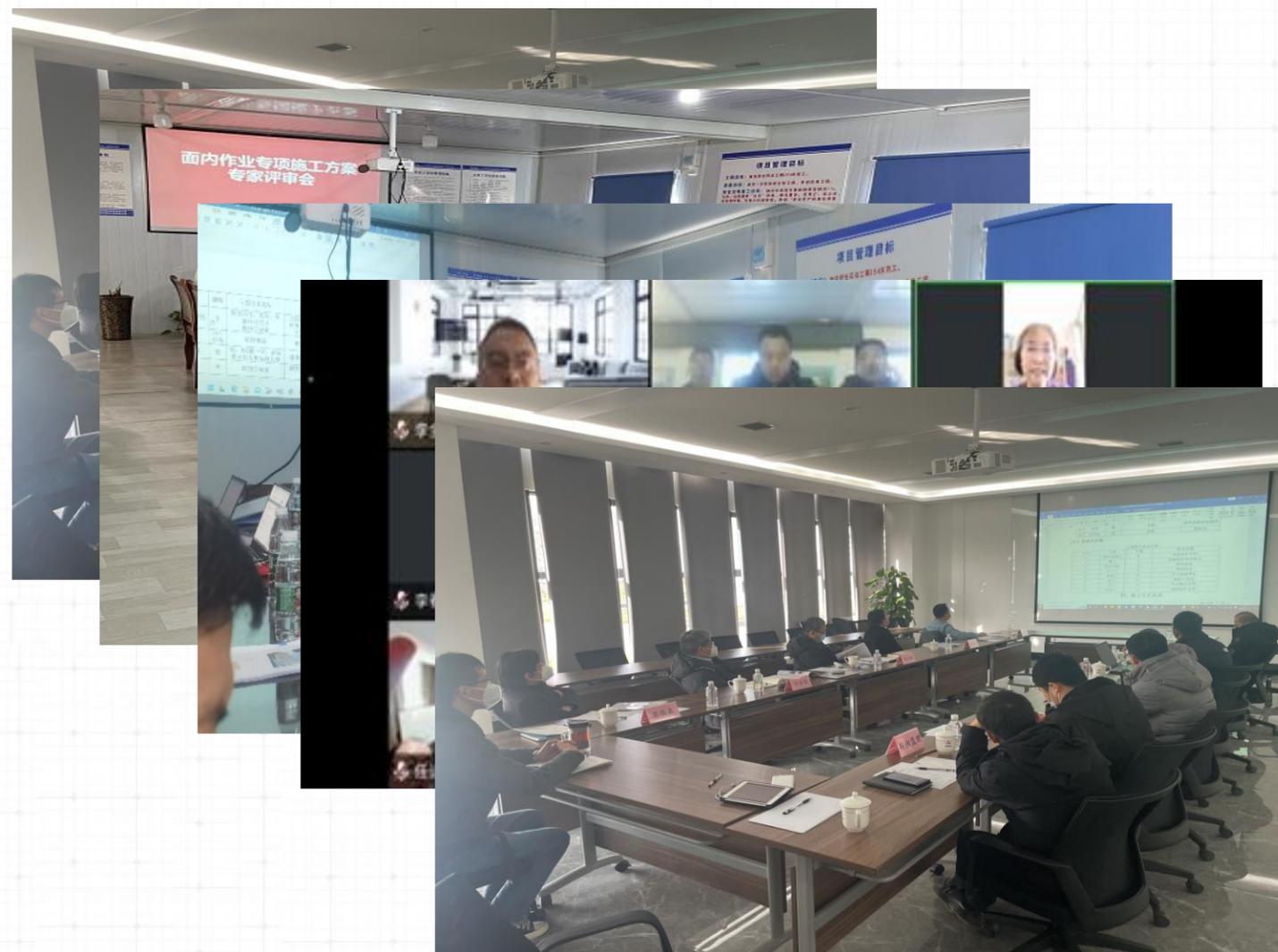
5.2 临边防护设置



五、安全保障措施

5.3 专家认可

工程专项施工方案专家论证报告			
工程名称	三一北京制造中心机群视觉及装配建造项目	方案名称	主体结构内作业专项施工方案
建设单位		论证时间	2023年2月28日
总包单位			
专家组成员	三一北京制造中心机群视觉及装配建造项目		
1、	工程名称	三一北京制造中心机群视觉及装配建造项目	方案名称
2、	建设单位	北	主体结构内作业
3、	总包单位	中	论证
专家组成员	三一北京制造中心机群视觉及装配建造项目		
1、	超过一定规模危险性较大的分部分项工程专项施工方案专家论证报告		
2、	工程名称	三一智能制造产业园项目	论证时间
3、	建设单位	三一智能装备有限公司	2022年12月14日
专家组成员	监理单位	湖南兴洲建设监理咨询有限公司	工程地址
1、	总包单位	中国建筑第二工程局有限公司	西安市沣西新城
2、	分包单位		
3、	方案编制		
专家意见	<p>专家组意见：</p> <p>经专家现场查看并听取参建各方对该方案介绍及审查后认为，该方案符合国家现行有关标准规范，内容基本完整，现场安全施工条件基本满足施工需要，需完善相关内容：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 风险源的辨识与分级管理，落实管控措施； 2. 验收标准和验收内容一致； 3. 楼层防护未到位时，楼层增加临时性防护，杜绝无档施工； 4. 防护架体与主体结构之间空隙密封到位，外作业施工时，防止高空坠物专项措施； 5. 加强秋冬季施工措施； <p>建议：</p> <p>提高水平浇筑模板施工精度，与预制墙板相适应；</p> <p>以上问题整改完毕后，经总包单位技术负责人、项目总工程师（加盖执业印章）、建设单位项目负责人共同签字盖章（加盖公章）后方可实施。</p> <p>结论：<input checked="" type="checkbox"/> 通过 <input type="checkbox"/> 修改后通过 <input type="checkbox"/> 未通过</p> <p>专家组组长（签名）：李桂林</p> <p>专家（签名）：宋海兵 何国 姜建 刘建</p> <p>施工单位项目负责人：姜建</p> <p>专业承包单位项目负责人：姜建</p> <p>监理单位项目负责人：姜建</p> <p>2023年 月 日</p> <p>2023年 月 日</p> <p>2023年 月 日</p> <p>2023年 月 日</p>		
结论	<p>专家组组长对修改情况的复核意见：</p> <p><input type="checkbox"/> 同意 <input type="checkbox"/> 不同意</p> <p>2023年 月 日</p> <p>总工程师审核意见：</p> <p><input type="checkbox"/> 同意 <input type="checkbox"/> 不同意</p> <p>（公章） 2023年 月 日</p> <p>建设单位审核意见：</p> <p><input type="checkbox"/> 同意 <input type="checkbox"/> 不同意</p> <p>（公章） 2023年 月 日</p>		



多个项目均顺利通过专家论证，且获得专家一致好评，安全可靠！

六、面内作业相关研发成果

6.1 工艺卡片/工法/视频



三一筑工科技股份有限公司		“空腔浇筑、中隔内穿”施工工艺		编号
过程名称	SPC控制措施	编制人	审核人	签字
编制人	QC	审核人	编制时间	
附件编号	施工工序	三一筑工科技股份有限公司 水平工业化支撑架		
		三一筑工科技股份有限公司 底部封堵板具施工卡片-面内作业		
		三一筑工科技股份有限公司 混凝土卸料斗		
		三一筑工科技股份有限公司 多功能工具		

6.2 工位器具



六、面内作业相关研发成果

