

高端制造产业园预制叠合板施工技术创新与应用研究

成 晨

上海基础设施建设发展（集团）有限公司，上海 200442

[摘要]预制叠合板具有结构整体性好，环保性能优、施工效率高优势，广泛应用于住宅及产业园配套建筑中。针对常规叠合板施工过程中存在的成本管控粗放、场地适配性差、绿色效益量化不足等弊端，文章以启东吴江高端制造产业园 08-02 地块、09-01 地块安置房项目为工程背景，结合项目规划布局、设计规范及现场施工条件，对预制叠合板构件全流程施工技术要点进行系统阐述，针对项目地块特点优化叠合板支撑体系与吊装排布方案，根据现场的施工情况，提出适配现场工况的施工技术优化与创新策略。通过量化测算经济效益、节能减排与碳减排成效，验证技术优化后的应用价值，从而提高施工效率与质量，践行绿色施工理念，以供参考。

[关键词]高端制造产业园；预制叠合板；施工技术；节点处理；质量控制

DOI: 10.33142/sca.v9i3.19368

中图分类号: TU741

文献标识码: A

Research on Innovation and Application of Prefabricated Composite Plate Construction Technology in High-end Manufacturing Industrial Park

CHENG Chen

Shanghai Infrastructure Construction Development (Group) Co., Ltd., Shanghai, 200442, China

Abstract: Prefabricated composite panels have the advantages of good structural integrity, excellent environmental performance, and high construction efficiency, and are widely used in residential and industrial park supporting buildings. In response to the drawbacks of extensive cost control, poor site adaptability, and insufficient quantification of green benefits in the conventional construction process of composite panels, this article takes the resettlement housing projects in the 08-02 and 09-01 plots of the Qidong Wujiang High-end Manufacturing Industrial Park as the engineering background, and combines project planning layout, design specifications, and on-site construction conditions to systematically expound the key points of the entire construction process of prefabricated composite panel components. Based on the characteristics of the project site, the composite panel support system and lifting layout plan are optimized, and according to the on-site construction situation, construction technology optimization and innovation strategies that are suitable for the site conditions are proposed. By quantitatively measuring the economic benefits, energy conservation and carbon reduction effects, verifying the application value of optimized technology, improving construction efficiency and quality, practicing the concept of green construction for reference.

Keywords: high-end manufacturing industrial park; prefabricated composite panels; construction technology; node processing; quality control

引言

在《“十四五”建筑业发展规划》的全面推进下，建筑绿色化工业化已经成为建筑业转型升级的重要方向。高端制造产业园配套工程建设节奏快、标准高，传统现浇混凝土施工模式存在一些不足，难以满足其高质量、高效率的建筑需求。预制叠合板技术通过工厂化预制、标准化的生产以及现场装配化施工等优势与高端制造产业园建设理念高度契合。目前，国内外对预制叠合板的生产工艺、质量控制、吊装施工等进行了深入的研究，而已有的研究

主要集中在一般的施工过程，而对于高端制造产业园配套住宅、周边既有市政管线、建筑紧邻等特殊条件下的装配式预制叠合板的优化研究较少。与此同时，已有研究成果存在绿色低碳成效缺乏数据支撑、技术创新点不突出等问题，且在叠合板现场施工中 BIM、智能化施工等前沿技术应用较少。启东吴江高端制造产业园安置房项目作为重点民生工程，项目现场的场地条件较为复杂，不仅对楼板的施工质量与精度要求高，同时对施工进度提出严格的要求。基于此，对预制叠合板技术全流程施工工艺与质量管

控要点进行阐述,在此基础上开展技术优化与创新,验证该技术的经济与绿色效益,从而推动预制叠合板施工技术向低碳化、精细化、智能化的方向发展。

1 工程概况

1.1 项目基本信息

启东吴江高端制造产业园 08-02 地块、09-01 地块项目位于江苏省启东市南阳镇,属于配套安置房建设工程,严格遵循《民用建筑通用规范》(GB55031—2022)、《建筑防火通用规范》(GB55037—2022)等国家及地方相关规范要求,践行“科学规划、注重品质、可持续发展”的设计原则。其中,08-02 地块用地面积 17464m²,总建筑面积 40529m²,计容建筑面积 31457.9m²,规划居住户数 272 户,由 4 栋 18 层住宅(底层设置非机动车库)及 1 栋配套用房构成;09-01 地块用地面积 20967m²,总建筑面积 55622.4m²,计容建筑面积 41850.7m²,规划居住户数 378 户,由 2 栋 18 层、1 栋 24 层、1 栋 26 层住宅构成,呈“1”字型布局。

项目住宅户型以 86m²、100m²、130m² 拼合为主,两个地块均采用地下为主、地面为辅的停车方式,08-02 地块配建机动车停车位 300 辆(地下 211 辆),09-01 地块配建机动车停车位 402 辆(地下 303 辆)。结合项目设计理念及施工需求,本工程楼板采用预制叠合板施工,涉及预制构件总量约 820 块,构件尺寸根据户型布局优化设计,最大板长 7.7m、宽 3.9m、厚 130mm,有效解决传统现浇楼板施工周期长、湿作业量大、质量控制难度高的问题。

1.2 项目施工环境特点

本项目施工环境具有以下特点:一是地形条件,两个地块地势平坦,气候温和,属北亚热带湿润气候区,降水较为充沛,需做好预制构件防雨、防潮措施。08-02 地块呈扁长梯形,西侧临 S255 省道、东侧临富民路、南侧临人民路,北侧为已建小区启运上城,需预留公用道路连接启运上城南侧主入口,施工场地受限;09-01 地块呈竖向

矩形,东西面窄、南北进深长,西侧有横贯南北的市政主供水管道,对构件吊装及支撑体系搭设提出严格要求。此外。项目作为安置房工程,需兼顾施工效率与工程质量,同时践行节能、节材、环保的可持续发展理念,预制叠合板施工技术的应用需适配项目场地及规范要求,确保施工安全与进度同步推进。

1.3 预制叠合板应用优势

预制叠合板在工厂预制完成,现场只需进行安装拼接,减少了现场湿作业时间,加快工程整体进度。工厂预制生产能够严格控制生产环境和工艺流程,保证构件尺寸精度和质量稳定,提高住宅的整体质量。预制叠合板在工厂制作时已完成部分结构受力,现场安装后能较快形成整体受力体系,提高了施工过程中的结构安全性。采用预制叠合板施工减少了现场模板的使用量和建筑垃圾的产生量,降低了施工过程中对环境的影响。

2 预制叠合板常规施工技术要求

2.1 预制叠合板构件生产技术

严格按照设计图纸控制原材料,采用 C30 商品混凝土,粗骨料采用连续级配,最大粒径不大于 20mm,水胶比、最小水泥用量等指标符合耐久性要求。选用 HRB400 级热轧带肋钢筋,吊环采用 HPB300 级钢筋,吊环埋入混凝土深度不小于 30d (d 为吊环钢筋直径),并与钢筋骨架焊接牢固。钢筋桁架采用电阻点焊制作,高度控制在 70~100mm,上、下弦钢筋焊点间距不大于 200mm,腹杆与上、下弦钢筋夹角控制在 40°~60°,焊点牢固无脱焊、漏焊现象。

模具制作采用钢模,确保尺寸精度,模具组装后平整度偏差不得超过 2mm,拼缝严密,防止漏浆;浇筑前对模具进行清理、涂刷脱模剂,采用平板振动器振捣密实,混凝土坍落度控制在 180±20mm,浇筑完成后及时进行表面抹平、拉毛处理,叠合面凹凸差不小于 4mm。采用蒸汽养护方式,确保构件混凝土强度达到设计强度的 75% 以上方可脱模。预制叠合板构造见图 1。

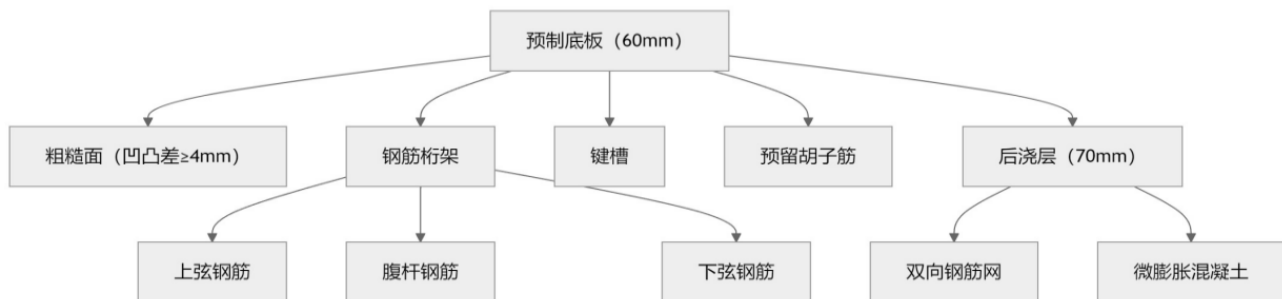


图 1 预制叠合板构造示意图

注: 图中 1-预制底板 (60mm); 2-钢筋桁架; 3-后浇层 (70mm); 4-预留胡子筋; 5-键槽; 6-粗糙面

2.2 预制叠合板运输与存储技术

预制叠合板运输应采用专用平板车辆,运输前对构件做好包裹防护,车厢内部铺设木方与硬橡胶垫层;构件采取平放叠放方式,层间使用木方隔开并保证上下对齐,堆放层数不得超过3层。现场存放需选择地势平坦、排水良好的区域,远离各类管线及主要道路;采用砖砌架空支座,支座间距不大于2m,板底位置增设橡胶垫层。构件按型号、规格分类堆放并做好标识,安排专人定期巡查维护,雨天及时覆盖塑料薄膜防护,存放时长不宜超过30d。

2.3 现场施工准备

施工前期组织技术人员开展图纸的会审工作,重点对预制叠合板相关设计内容进行复核。充分围绕项目地块的实际条件,制定专项的施工方。对施工现场进行清理平整,保障场内道路通畅,作业区域规整,08-02地块施工时严禁占用公共道路,09-01地块需避让既有供水管道并设置明显警示标志。同时配齐各类检测仪器,并定期进行校验。叠合板安装前搭设扣件式钢管脚手架作为临时支撑体系,合理确定立杆间距与横杆步距,立杆间距控制在 $1.2\text{m}\times 1.2\text{m}$,横杆步距不大于1.8m,底部设置垫板,搭接长度不满足要求时增设附加支撑,精确调整支撑标高。

2.4 预制叠合板吊装安装技术

吊装前,根据构件型号、安装位置,在支座梁或墙上弹出板边线、控制线及标高控制线,复核支座标高,偏差超过10mm时用水泥砂浆找平;检查预制叠合板预留钢筋,弯曲变形的调直,锈蚀严重的除锈,清理叠合面浮灰、杂物。

吊装采用模数化吊装梁,确保四个吊点均匀受力,吊点位置与设计一致,起吊时保持构件水平,避免倾斜导致板面开裂。吊装过程缓慢平稳,当构件吊至作业层上空300mm处时停顿,调整方位后缓慢落位,由专人引导对位,确保板边与控制线对齐,落位时轻放,避免冲击荷载损坏构件。

安装顺序遵循“先内后外、先远后近”的原则,结合地块布局特点,08-02地块先吊装内侧住宅构件,再吊装临近S255省道及富民路的构件,避开公用道路预留区域;09-01地块按“1”字型布局从北至南依次吊装,避开西侧市政主供水管道。构件就位后,用靠尺检查平整度,偏差超过5mm时通过可调顶托调整,相邻板高低差控制在3mm以内,板缝宽度保持10~20mm,便于后期节点处理。

吊装完成后,及时固定构件,在预制叠合板预留钢筋与支座钢筋绑扎牢固前,不得拆除临时支撑,确保构件安装稳定。

2.5 节点处理技术

节点处理是保证预制叠合板结构整体性、防水性的关键,本项目重点处理板与板、板与梁、板与墙的连接节点,严格遵循设计规范及施工方案要求。

2.5.1 板缝处理

板缝清理干净后,先涂刷一道界面剂,增强粘结力,然后采用微膨胀混凝土填塞,填塞过程中采用微型振动棒振捣密实,确保无空隙、无蜂窝。对于密拼板缝,采用聚合物改性水泥砂浆和耐碱玻璃纤维网布进行加强处理,防止后期开裂,网布铺设宽度不小于150mm,两边各延伸75mm,与混凝土结合紧密。

2.5.2 板与梁、墙连接

预制叠合板与梁、墙连接时,预制底板的预留胡子筋伸入支座内,长度不小于 $10d$ (d 为钢筋直径),并与支座钢筋绑扎牢固,绑扎间距不大于200mm。若板筋与梁主筋冲突,先绑扎梁筋,安装叠合板后再调整或绑扎交叉钢筋,确保钢筋连接符合设计要求。连接节点处采用水泥砂浆封堵严密,防止后期渗漏。

2.5.3 预留洞口处理

预制叠合板上的预留洞口(如管线洞口),安装前核对洞口位置、尺寸,确保与设计一致;安装完成后,在洞口周边绑扎加强钢筋,加强钢筋直径不小于12mm,间距不大于150mm,然后浇筑微膨胀混凝土,确保洞口周边结构强度,防止开裂渗漏。

2.6 后浇层施工技术

预制叠合板安装及节点处理完成后进行后浇层施工,后浇层厚度70mm,采用C30商品混凝土钢筋绑扎时,铺设后浇层双向钢筋网,与预制叠合板预留钢筋交叉搭接,搭接长度不小于30d,钢筋保护层厚度控制在15mm,采用垫块支撑。

模板封堵采用胶合板,混凝土浇筑前,清理叠合面杂物并浇水湿润,但不得有积水,浇筑时从中间向两边连续施工,采用平板振动器振捣密实。混凝土浇筑完成后,及时覆盖土工布洒水养护,养护时间不少于14天。

3 预制叠合板施工技术创新与优化

3.1 受限场地吊装排布与支撑体系优化

针对09-01地块东西狭长、西侧市政供水管线禁压、08-02地块周边既有建筑与预留通道受限的工况,采用“分区可调式独立支撑体系”,结合管线走向、构件受力点位,

加密管线正上方支撑间距至 0.9m×0.9m，其余区域保持 1.2m×1.2m 标准间距，既保证支撑稳定性，又避免管线受压破损，节约钢管用料。

吊装环节采用“分段定向吊装”方案，结合狭长地块布局，划分南北吊装区段，避开市政管线与预留通道，采用小半径平稳吊装。同时利用简易定位卡槽辅助构件就位，将吊装对位偏差控制在 2mm 以内，提升吊装效率。

3.2 叠合板节点抗裂防渗优化

针对安置房外墙等防水关键部位，优化叠合板板缝与支座节点施工工艺，增设“界面处理+止水凸樁+防水砂浆封堵”三道抗裂防渗措施。板缝内侧预留梯形止水凸樁，封堵前涂刷专用混凝土界面剂，外侧采用掺防水剂的微膨胀水泥砂浆压实收光，杜绝板缝开裂、渗水隐患；同时调整后浇层钢筋搭接排布，在板缝上方增设附加抗裂钢筋网，解决后期温差、荷载导致的板缝开裂问题，经淋水试验检测，提高节点防渗合格率。

3.3 施工质量控制与安全保障措施

构建“事前控制、事中检查、事后验收”的三级质量控制体系，实现预制叠合板施工全过程的质量闭环管理。

事前控制：对生产厂家的资质以及原材料的质量进行严格的审核，复核施工专项方案及技术交底内容，对吊装设备的性能以及测量仪器的精度进行校验。

事中检查：在施工的过程中，重点管控构件吊装定位精度、节点处理质量、支撑体系的稳定性，常态化检测板面平整度，检查后浇层的施工状况、节点连接质量，做好施工记录。

事后验收：实行分阶段的验收制度，上一工序验收合格后方可进入下一工序，在整体施工完成之后，开展全面的竣工验收，着重检查结构外观质量、防水性能，合格后出具验收报告。同时对施工中常见的质量隐患，制定针对性的防控措施，例如对于板缝渗漏隐患，严格做好接缝的清理，并填塞密实，加强后浇区域养护管控作业；对于构件尺寸偏差问题，加强对模具精度的校验，在施工过程中采用放大样复核定位。预制叠合板施工质量控制标准见表 1。

表 1 预制叠合板施工质量控制标准

控制项目	允许偏差(mm)	检验方法	检验频率
构件长度	±5	钢尺测量	每批次抽查 10%，不少于 3 块
构件宽度	±5	钢尺测量	每批次抽查 10%，不少于 3 块
构件厚度	±2	靠尺测量	每批次抽查 10%，不少于 3 块
安装平整度	≤4	2m 靠尺+塞尺	每块板抽查 4 个点
相邻板高低差	≤3	靠尺测量	每道板缝抽查 2 个点
板缝宽度	10~20	钢尺测量	每道板缝抽查 3 个点
钢筋保护层厚度	±3	钢筋保护层测定仪	每块板抽查 5 个点

注：本表严格遵照《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB 50204-2015)、《装配式混凝土结构技术规程》(JGJ 1-2014) 编制。

3.2 施工安全保障措施

建立安全生产责任制，明确各岗位安全职责，定期开展安全培训及安全教育，提高施工人员安全意识；吊装作业前，对吊装设备、索具进行全面检查，确保设备正常运行；高空作业人员必须佩戴安全带、安全帽，搭设安全防护网，严禁高空抛物。

在吊装区域、支撑体系搭设区域设置明显警示标识，划分安全作业区域，严禁非作业人员进入；09-01 地块西侧市政主供水管道周边设置防护围栏，避免施工损坏管道；08-02 地块预留公用道路保持畅通，不得堆放构件及施工材料。

制定吊装作业、高空坠落、设备故障等应急预案，配备应急物资，定期开展应急演练，确保突发情况能够及时处置；雨天、大风天严禁吊装作业，做好防雨、防风措施。

4 项目经济效益与可持续性分析

4.1 项目总投资概况

本项目 08-02、09-01 两个配套安置地块建设规模、投资明细及经济指标均贴合现场实际测算，具体数据如表 2 所示。

4.2 预制叠合板成本效益量化分析

本次效益测算以同规模传统现浇楼板施工为基准，结合项目 820 块预制叠合板的实际施工量，成本节约、工期增效及运维减负效益见表 3。

表 2 配套安置地块建设规模、投资明细及经济指标

地块编号	用地面积 (m ²)	总建筑面积 (m ²)	计容建筑面积 (m ²)	建安工程费 (万元)	其他基建费 (万元)	预备费 (万元)	建设期贷款利息 (万元)	工程总投资 (万元)	单位造价 (元/m ²)
08-02 地块	17464	40529	31457.9	19215.81	2653.71	656.09	386.31	22911.91	4520
09-01 地块	20967	55622.4	41850.7	19816.14	2707.90	675.72	397.88	23597.64	4655
合计	38431	96151.4	73308.6	39031.95	5361.61	1331.81	784.19	46509.55	-

表 3 预制叠合板成本效益

效益类别	明细项目	合计节约金额 (万元)	效益说明
建安成本节约	周转材料费用	168	采用分区可调式独立支撑, 替代传统满堂架, 减少钢管、木方等周转料投入, 用料节约 12%
	人工及机械台班费	146	分段定向吊装提速, 单块构件吊装时长缩短, 现场人工投入减少 35%, 机械台班损耗降低
	主材损耗费	124	工厂标准化生产严控损耗, 主材损耗率由 8% 降至 3%, 大幅节约钢筋、混凝土用料
工期及管理效益	现场管理费节约	41	叠合板施工工期较传统现浇缩短 32 天, 压缩建设单位管理费、监理费等各项现场管理开支
	工期溢价收益	76	项目提前交付, 缩短建设期资金占用周期, 减少贷款利息支出, 规避工期违约风险
后期运维效益	维修返修费用节约	92	节点抗裂防渗工艺优化, 彻底解决板缝开裂、渗水通病, 全生命周期降低维修养护成本
合计总效益	-	647	有效抵消装配式增量成本, 实现提质、提速、控费三重效益, 贴合安置房项目管控要求
类别	指标项	量化成效	效益说明
资源能源节约	木材节约	56m ³	减少现场模板支设用量, 降低木材消耗
	钢材节约	25t	优化支撑体系排布, 降低支撑钢材损耗, 主材利用率提升
	商品混凝土节约	76m ³	工厂集约化生产, 杜绝现场现浇浪费, 损耗量大幅下降
	施工用水、用电节约	用水 240t, 用电 1.8 万 kW·h	现场湿作业量减少 70%, 大幅降低水电能耗
污染减排	扬尘、噪音防控	扬尘排放量减少 65%	减少现场现浇、振捣作业, 改善施工现场及周边人居环境
低碳环保成效	建筑垃圾减量	建筑垃圾减量 60%, 回收利用率 85%	现场装配施工替代湿作业, 建筑垃圾产生量由 200t 降至 80t
	碳减排量	145.2tCO ₂ eq	贴合国家双碳战略, 助力园区低碳建设, 符合绿色建筑推广要求

5 结论与展望

预制叠合板施工技术在高端制造产业园配套住宅项目中具有良好的适配性, 通过对各个施工环节进行技术优化, 可以提高施工效率, 确保工程质量, 缩短建设工期, 而且能够践行绿色施工理念。通过构建三级管控体系, 为施工全过程的质量稳定提供可靠的保障。未来伴随着建筑工业化与装配式建筑的持续发展, 预制叠合板施工技术也应该逐步向精细化智能化的方向发展, 通过研发新型优化构建设计以及借助 BIM 技术, 持续拓展技术应用场景与适用范围, 提高施工精度, 为建筑行业转型升级与高质量发展提供有力支撑。

[参考文献]

[1]朱为连.装配式建筑施工中的节点连接技术优化分析[J].新潮电子,2025(9):187-189.
[2]闫超.预制装配式建筑施工技术在成本预算中的应用与优化[J].河南建材,2025(1):154-156.

[3]张长友.房建工程中装配式建筑技术的应用与挑战[J].中国建筑装饰装修,2024(11):68-70.
[4]王月.装配式混凝土路面在房建工程中的推广应用[J].建筑技术开发,2020(9):124-125.
[5]冯晓建,岳霞,朱关夫,等.住宅项目中的装配式装修应用与发展[J].建筑施工,2023,45(9):1781-1784.
[6]王雪峰.BIM 技术在建筑装配式装修工程中的运用研究[J].工程建设与设计,2023(17):157-159.
[7]张艺.装配式施工技术在房屋建筑工程中的实践探究[J].中国建筑装饰装修,2025(12):167-169.
[8]王磊.基于 BIM 技术的装配式建筑装修一体化设计及措施探讨[J].工程技术研究,2022,7(3):188-190.
作者简介:成晨(1978.7—),毕业院校:同济大学,所学专业:项目管理,研究方向:施工项目管理,当前就职单位:上海基础设施建设发展(集团)有限公司,职务:区域市场总监,职称级别:副高。