

装配式混凝土结构建筑技术与质量管理分析

吴华辉

广州市第二建筑工程有限公司, 广东 广州 510000

DOI:10.61369/UAID.2025040056

摘 要 : 文章系统阐述了混凝土装配式住宅建筑的施工优势、关键技术要点及项目设计阶段的应用策略。详细剖析了预制墙板安装、NPC技术、窗体与楼梯施工等核心工艺的技术规范与质量控制措施。最后,从项目管理角度,强调了施工过程安全监管、科学确定适用范围及建立多层次验收体系的重要性,为装配式建筑的高效、安全实施提供了全面的理论依据与实践指导。

关 键 词 : 装配式; 混凝土结构; 建筑技术; 质量管理

Analysis of Building Technology and Quality Management for Prefabricated Concrete Structures

Wu Huahui

Guangzhou No. 2 Construction Engineering Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510000

Abstract : This paper systematically elaborates on the construction advantages, key technical points, and application strategies during the project design phase for prefabricated concrete residential buildings. It provides a detailed analysis of technical specifications and quality control measures for core processes such as precast wall panel installation, NPC technology, and window/stair construction. Finally, from a project management perspective, it emphasizes the importance of safety supervision during construction, scientifically determining the scope of application, and establishing a multi-level acceptance system. This provides comprehensive theoretical basis and practical guidance for the efficient and safe implementation of prefabricated construction.

Keywords : prefabricated; concrete structure; construction technology; quality management

引言

随着建筑工业化的深入推进与可持续发展理念的深入人心,装配式混凝土住宅建筑作为一种先进的建造方式,正日益成为推动建筑业转型升级的重要力量。它通过将传统现场大量作业转化为工厂化生产、现场装配的新模式,从根本上改变了建筑业的业态。文章提出项目设计阶段的前瞻性应用策略,以期提升我国装配式建筑的整体发展水平提供有价值的参考。

一、混凝土装配式住宅建筑施工优势

(一) 提升建筑资源利用效率

在建筑领域,资源与能源的密集消耗一直是制约行业可持续发展的关键因素。推动资源利用效率的提升,已成为衡量现代建筑施工管理水平的重要标准。然而,目前不少企业仍受限于节能技术落后、管理方式粗放,导致在钢铁、混凝土等关键建材的使用上存在显著浪费,不仅提高了建造成本,也对环境造成负面影响。此外,施工过程中还伴随着大量污染物的排放,例如倾倒作业时产生的粉煤灰与施工废水,若不妥善处理,将对周边水土资源带来危害。同时,物料运输及混凝土振捣等环节所产生的噪声污染,也进一步加剧了对生活环境的影响,亟须通过技术和管理手段加以控制。

(二) 有效压缩工程建设周期

在传统建筑工程中,主体结构每完成一层施工,通常需要投入大量时间与人力进行木模板的搭设、拼装以及后续拆除作业,工序烦琐且耗时较长。为应对这一问题,预制混凝土(PC)住宅建筑技术提供了创新解决方案。该技术将叠合楼板在工厂内预先制作完成,使其完全不占用现场施工周期。现场安装时,通过采用叠合楼板与独立点支撑系统相结合的新型工艺,有效替代了原有的木模施工流程。这一转变不仅显著减少了现场作业环节,还大幅降低了劳动力投入,从而实现了整体工期的高效压缩^[1]。

(三) 建筑工程项目经济效益显著提升

在现代化建筑工程中,装配式混凝土技术通过标准化设计和工厂化生产模式,实现了建筑成本的结构优化。该技术体系要求根据前期工程设计,由专业厂家集中预制各类混凝土构件,这

一生产方式不仅显著提升了现场施工人员的作业效率，同时大幅降低了传统施工中的技术难度。构件在工厂内完成标准化生产后运至现场进行组装，有效简化了施工流程，缩短了工期，从而带动整体改造工作效率的全面提升。更为重要的是，预制混凝土技术的应用减少了对传统现场劳动力的依赖，降低了人工成本投入，同时在材料损耗、现场管理等方面实现多重节约，最终促使项目整体经济效益得到显著提升。

（四）全面提升建筑工程质量水平

混凝土装配式建筑通过集中化施工与标准化管理，实现了工程质量的系统性提升。在施工过程中，所有构件均按照统一标准进行工厂预制，现场安装时通过精密测量与协调控制，显著提高了构件定位的准确性和连接节点的可靠性。这种标准化作业模式不仅简化了现场操作流程，更使施工精度达到毫米级控制水平。同时，建筑内的水电路线预埋及孔洞预留等工序，借助定型化模具实现精准定位，从根本上避免了传统现场开槽打孔带来的质量隐患。整体而言，装配式建筑通过工业化生产与标准化安装的有机结合，构建从构件生产到现场装配的全过程质量控制体系，为工程质量的稳定提升提供了可靠保障^[2]。

二、装配式混凝土结构建筑技术

（一）预制墙板安装施工要点

1. 预制墙板灌浆施工技术要求

预制墙板安装过程中的灌浆作业是确保结构整体性的关键环节。施工时需首先进行浆料的拌合，按照设计配比加入适量清水，通过多次充分搅拌使浆液达到均匀状态，随后静置完成排气过程。此拌和工序应在15分钟内连续完成，并需全程避免阳光直射，以保证浆料品质。灌浆操作时应精确控制注入量，既要确保填充饱满，又要防止材料外溢。选用的钢筋规格必须符合施工规范，直径范围宜控制在12~40毫米之间。灌浆前还需监测环境温度，当气温超过30℃时需采用冷水搅拌，冬季施工则需采取相应的保温措施。

2. 灌浆工艺实施与质量控制

实际灌浆作业推荐采用压浆法施工，通过灌浆套管自下排灌浆孔注入。如出现冒浆现象，应及时拔除灌浆管并将孔洞封堵密实。完成灌浆后，需将实际用量与设计用量进行比对分析，以此评估灌浆密实度。构件养护期间应将环境温度稳定在5~30℃范围内，超出此范围需立即采取调控措施。特别要注意的是，灌浆结束后的24小时内必须避免任何振动干扰，同时定期检测浆体强度发展情况，待其强度达到35MPa后方可进行后续工序施工。

3. 全过程质量保障措施

为确保预制墙板安装质量，需要建立从材料准备到后期养护的全过程质量控制体系。在浆料制备阶段，除严格控制配比和搅拌工艺外，还需注重施工环境的稳定性。灌浆过程中应实时观察浆液流动状态，及时调整注浆压力与速度。养护阶段不仅要维持适宜的温湿度条件，还需建立系统的强度监测机制。通过这些系统化的控制措施，有效保障预制墙板的结构性能与安装质量，为

后续施工创造良好条件^[3]。

（二）新型混凝土预制装配技术的应用与发展

新型混凝土预制装配技术（NPC）作为建筑工业化的重要实现形式，其核心在于将主要构件在工厂通过标准化、机械化的方式预制完成，再运输至施工现场进行组合装配。这种建造模式较传统PC技术具有显著优势，不仅能有效减少施工现场的扬尘、噪声等环境污染，还可以大幅降低对人工的依赖，提高施工效率，缩短建设周期。经过近年来的持续研发与工程实践，该技术体系已日趋成熟，特别是在结构体系设计方面，纵向承重构件普遍采用全预制叠合形式，最大限度减少了现场湿作业和混凝土浇筑量。然而，NPC技术在具体应用过程中仍存在一定的局限性。特别是在混凝土预制构件与现浇剪力墙连接部位，由于需要保证结构整体性，往往需要设置大量灌浆孔，导致施工复杂度增加。在现有技术条件下，这一问题尚未找到经济有效的解决方案，成为制约该技术推广的因素之一。展望未来，随着学术界对连接节点技术的持续深入研究，预计将通过创新构造形式或开发新型材料逐步突破这一瓶颈，使NPC技术在建筑领域发挥更大的价值。

（三）预制窗体与楼梯安装工艺控制要点

在预制窗体安装过程中，施工人员需首先准确定位窗台方位，随后通过高强度螺栓与窗体预埋螺母进行可靠连接。此阶段需进行多方位校正调整，包括垂直度、水平度及进出位尺寸等参数，确保窗体安装位置精准、密封性能达标。安装过程中应使用专用调节垫片进行微调，并采用密封胶对接缝处进行防水处理，从而全面提升外围护结构的安装质量。预制楼梯安装前，需根据梯段构件的几何尺寸及重量特性选用匹配的吊装器具。所有预制构件均需在工厂完成编号标识，现场严格按编号顺序进行吊装作业。为保障安装精度，应在楼梯平台及梯梁位置预先设置基准控制线，施工人员通过激光定位仪器对轴线位置和高程进行双重校验。吊装过程中需实时监测构件姿态，通过可调节支撑系统确保梯段就位后的平衡性与稳定性。在完成初步安装后，还需对连接节点进行二次检查，重点核查螺栓紧固扭矩及接缝填充质量。对于楼梯踏面与平台接口处，应采用高强灌浆料进行密实填充，确保荷载传递符合设计要求。通过实施全过程质量控制，有效保障建筑部件的安装精度与使用安全。

三、项目设计阶段装配式建筑的实际应用策略

（一）严格监管施工过程

1. 预制构件吊装前的场地与工序准备

在装配式混凝土住宅施工中，吊装作业前的现场准备工作至关重要。以阳台吊装为例，施工单位需在作业前彻底清理该层楼面的杂物与灰尘，随后铺设一层均匀湿润的水泥砂浆层并进行规范坐浆。这道工序旨在为后续安装创造理想基面，确保预制构件与主体结构之间形成完整密实的接合面。构件起吊前，需系统检查吊索状况，确认吊索与构件连接点牢固可靠，并严格控制吊绳与构件水平面夹角不小于45度，以此保障吊装过程中力系分布的均衡性^[4]。

2. 高空吊装作业的精确定位与安全控制

构件起吊至施工层过程中,必须保持匀速平稳上升,避免急停急启。当构件底部升至距目标标高约1米位置时,需暂停提升,由专人测量构件与既有结构之间的净距,通过微调确保预留足够安全间隙,防止碰撞损坏。就位过程中,施工人员应使用专用撬棍或垫放木质垫块进行精细调平,使构件安装位置完全符合设计坐标。对于梁体吊装,同样需严格把控吊点定位,维持吊绳夹角规范,并在起吊离地50厘米处进行全面安全检查,确认吊具连接可靠后方可继续提升。

3. 全过程安全防护体系的建立与实施

为确保吊装作业安全受控,必须建立完善的安全监督机制。所有参与吊装的人员均应正确佩戴安全防护装备,并在作业区域设置明显警示标识。起吊指挥人员需全程监控吊装状态,通过统一指挥信号协调塔吊司机与地面人员的配合。特别要注重对吊索具的日常检查维护,建立定期更换制度。同时应制定应急预案,针对突发天气变化或设备异常等情况设置应对措施,通过系统化的安全管理最大限度降低作业风险,保障施工全过程安全有序推进。

(二) 科学确定装配式建筑适用范围与技术体系

装配式建造模式特别适合应用于户型标准化程度高、建筑立面规整统一、使用功能相对固定的中低端住宅项目。这种建筑体系的优势在于其集成化程度高,各类给排水、电气及暖通管线均在工厂预制阶段完成预埋定位,形成与结构体一体化的内置管网系统。这种工艺特点在提升施工效率的同时,也导致项目竣工后业主难以进行常规的墙体开槽或管线改造。因此,在方案设计初期就必须充分考虑未来使用者的个性化需求,通过精细化设计实现建筑功能与空间布局的灵活适配。从经济性角度分析,在同等建设规模下,装配式建筑的前期建造成本通常高于传统现浇结构。这种成本差异主要源于预制构件生产所需的模具投入和特殊运输费用。然而,随着项目规模扩大和构件重复使用率的提升,

标准化生产带来的边际成本递减效应将逐步显现。当预制率提升到一定比例后,通过规模化生产与快速装配形成的综合效益,可使项目全生命周期成本趋于优化。这就需要在规划设计阶段深入论证装配式技术的适用边界,合理确定预制范围与装配率,以实现技术可行性与经济合理性的最佳平衡。

(三) 装配式混凝土结构质量验收标准体系

装配式混凝土结构的质量验收工作需建立完整的标准体系,其验收内容主要涵盖三个层面:基础性规范要求、关键控制项目及常规检验项目。所有验收工作必须严格遵循现行装配式混凝土结构技术的相关技术标准,确保施工成果符合规范要求。在关键控制项目的验收过程中,需采用科学的抽样检测方法进行质量验证。这类项目的合格是工程质量达标的基本前提,任何一项关键指标都必须完全满足技术规范。对于常规检验项目,同样需要通过抽样检验进行质量评估。当采用计数检验方法时,其合格率需达到80%及以上方可通过验收。此外,验收过程中还需进行外观质量与使用性能的双重核查。构件表面不得存在影响结构安全的明显缺陷,同时要确保所有构件在承载能力、耐久性等结构性能方面完全满足设计要求。这种多层次的验收体系能够全面保障装配式结构的工程质量和长期使用安全^[5]。

四、结束语

综上所述,混凝土装配式住宅建筑凭借其在效率、成本、质量和环保方面的多重优势,代表了行业未来的发展方向。然而,其全面推广和成功实践,不仅依赖于预制墙板灌浆、新型NPC技术、精细化部品安装等核心技术的成熟应用与持续创新,更有赖于在项目源头进行科学规划,明确适用范围,并建立涵盖吊装安全、质量验收在内的全过程监管体系。唯有将技术与管理深度融合,方能充分发挥装配式建筑的核心价值,最终实现建筑产品品质与建筑产业现代化的同步提升。

参考文献

- [1] 孔祥国. 装配式混凝土结构建筑技术与质量管理分析 [J]. 建筑与装饰, 2024(11): 64-66.
- [2] 许佳. 基于装配式混凝土结构建筑技术与质量管理研究 [J]. 百科论坛电子杂志, 2021(18): 1632.
- [3] 王世桥. 装配式混凝土结构建筑质量检测技术的发展探讨 [J]. 建筑·建材·装饰, 2020(2): 183, 193.
- [4] 梁治. 绿色装配式建筑混凝土结构施工技术要点研究 [J]. 现代工程科技, 2025, 4(8): 61-64.
- [5] 刘洪伟, 郑泽浩. 房屋建筑装配式混凝土结构施工技术研究 [J]. 中州建设, 2025(4): 21-22.