 DOI: https://doi.org/10.12349/edc.v8i1.8983

# Key Technology Innovation Analysis of Low-carbon Construction under Prefabricated Decoration Mode

**Lixin Song**

Jietong Smart Technology Co., Ltd., Beijing, 100000, China

**Abstract**

In recent years, the implementation of the "dual carbon" goals has imposed stricter requirements for low-carbon and eco-friendly practices in the building decoration sector. The prefabricated decoration model, as a key approach in this context, has garnered significant attention. Drawing on literature review and engineering practice, this paper first elucidates the essence and related aspects of the prefabricated decoration model. It then explores the technological innovation value of low-carbon construction under this model. Finally, it proposes five concrete and scientifically feasible strategies to support its innovation, aiming to provide actionable technical roadmaps and organizational safeguards for project implementation units and technical managers.

**Keywords**

construction; prefabricated decoration mode; low-carbon construction; key technology innovation; value; strategy

# 装配式装修模式下低碳施工关键技术创新分析

宋利新

捷通智慧科技股份有限公司，中国·北京 100000

**摘　要**

近些年来，“双碳”的实施对建筑装修领域低碳环保提出更高要求，而装配式装修模式作为其中一项重要路径在当前备受瞩目。有鉴于此，本文通过查阅相关文献资料并基于相关工程实践出发，首先就装配式装修模式内涵及其他有关内容进行阐述，随后探讨该模式下低碳施工关键技术创新价值，最后针对其创新提出五项具体科学可行的策略，旨在为项目实施单位与技术管理者提供可落地的技术路线与组织保障建议。

**关键词**

建筑；装配式装修模式；低碳施工；关键技术创新；价值；策略

## 1 引言

装配式装修作为现代建筑业的一项创新技术，凭借着高效、环保、节能等优点正在逐渐改变传统建筑装修的面貌。它通过预制构件的工厂化生产和现场快速装配，大幅缩短了施工周期，减少了建筑垃圾和环境污染，符合绿色建筑和可持续发展的理念，然而该模式中低碳施工技术体系仍不够完善[1]。基于此，下文将围绕装配式装修模式下低碳施工关键技术创新提出几点看法，以供参考。

## 2 装配式装修模式概述

装配式装修指在工厂化条件下生产标准化、模块化的室内部品部件，在现场通过装配方式完成室内装修的工程体系，该体系以“干法施工、模块化组合和信息化协同”为核心，强调部品的模数化、接口统一与可替换性。其生产链涵盖深化设计、部品工厂化生产、物流配送、现场快速装配与验收维护五个环节；设计阶段需基于模数协调与构件构造深化以满足工厂加工与现场嵌装要求；生产阶段强调材料配方管控与装配配件一致性以保证装配质量；现场阶段以预制件的精准落位与机械化辅助为主，减少湿法工序与施工污染。装配式装修在施工组织上通常依托 BIM 等信息化工具实现构件下发与序列化装配，同时结合集成卫生间、装配式隔墙与吊顶等模块化产品实现功能单元化交付。该模式在提升工期、减少建筑垃圾与能耗方面展现优势，但对设计协同、供应链管理和现场精度提出更高要求，需要项目团队在早期介入与标准化体系建设上形成闭环。

## 3 装配式装修模式下低碳施工关键技术创新价值

装配式装修在低碳目标下的技术创新价值体现在多层次效应：一是施工阶段碳排放的直接降低，工厂化生产与干法装配减少现场湿作业与二次加工，从而显著降低施工能耗与材料浪费，减少运输与现场搅拌等产生的碳排放。二是通

【作者简介】宋利新（1986–），男，中国天津人，本科，工程师，从事装饰装修施工研究。

过部品标准化与模数化设计实现材料利用率优化，构件化生产便于批量切割与余料回收，进而降低原材料消耗强度与废弃物处理负担。三是装配式装修促进施工与装配过程的机械化与精细化管理，采用机械化吊装、定位与预埋件装配可减少重复返工与能量浪费，并提升工程质量稳定性，从而降低后期维修与翻新的碳成本。四是装配式体系便于在生产端实施低碳材料替代与工艺改良，例如采用轻质高强材料、低 VOC 装饰材料与可回收构件，提高构件全寿命周期的环境绩效 [2]。五是信息化与流程协同带来的间接减排价值，基于 BIM 与生产计划联动可以优化物流路径与装配节拍，减少构件中转次数与现场堆放导致的损耗。为实现上述价值，必须在设计、生产、物流与现场装配四端协同发力，建立从构件选型到现场装配的碳核算与闭环反馈机制，以确保低碳目标在工程实施层面真正落地。

## 4 装配式装修模式下低碳施工关键技术创新策略

### 4.1 构件化设计与模数化协调

第一，从项目前期介入，建立统一模数体系并与结构间距、楼层净高及装配单元尺寸配合，制定优先模数、扩大模数与分模数的尺寸表，并在深化设计阶段以尺寸族与公差带方式标注，按制造公差进行切割排样校验，实施工厂可制造性校核流程和样板件确认，关联材料切割优化规则与余料回收方案，减少现场裁切与大规格调整。第二，构件接口标准化以机械锁定件、插销与可调金属连接件替代填料补偿，明确接口几何定位配合、公差配合等级及预调节机构，设计文件中明确受力传递路径与密封、防火、隔声的处理节点，出厂前开展插接与渗漏试验并建立接口类型矩阵与检验依据，运输与吊装时按连接位保护与临时支撑要求操作以减少现场返工。第三，功能性管线与装饰构件同步布置，执行套管优先、预留孔位与暗道布设三层控制策略，构件出厂前完成套管预埋、穿孔定位与预留件安装，现场仅做就位连接与系统联调，配套设置检修口、可拆卸盖板和成套接口件以减少现场开槽与二次加工，施工交接时实施逐条管线穿通检查与密封性检测并留存检测记录。第四，构件族库与工厂制造能力联动，建立构件编码、生产能力参数、最小批量与运输堆放限制规则，设计变更须经工厂可生产性判定并形成书面反馈单，纳入样板件复核与批量生产判定，结合质量验收表、批次标识与施工日志实现可追溯性、装配率与构件复用率提升，并在安装前组织装配顺序模拟与半成品拼装预检，编制现场安装工艺卡与节拍控制表，明确工序接口与责任单位，实行首件检验、批次抽检与到场验收三段式质量控制，所有检验记录归档并纳入改进与索赔流程，并实施运输防护与碳排放记录管理。

### 4.2 预制部品精准制造与材料替代

针对预制部品制造，应推行严格的模数化与公差管控体系，具体包括：第一，建立部品模数与公差管控体系。结合装配式建设模块化原则，编制分级模数表与接口样板，明确关键配合尺寸与相应公差带，设计阶段邀请生产端参与样板试装并形成签认记录，工厂使用量规和三坐标等计量手段对几何形状与装配配合面进行注册检验并记录检验报告，针对尺寸偏差设定返工规则，检验合格率目标不低于九十八个百分点以保证现场一次装配到位。第二，推进低碳材料替代与配方工程化。依托粉煤灰、矿渣等矿物掺合料与外加剂优化水泥替代体系，开展抗压、胶结与早期强度试验以确定最优掺量，板材优先采用轻质水泥基复合板或纤维增强复合板并对吸水率、密度及燃烧性能进行分级验收，粘合剂以低挥发性有机物配方为主并通过剪切与老化试验验证粘结可靠性 [3]。第三，优化裁料与排版工艺实现资源最大化利用。建立常用规格排样库并对批量部品尺寸实施嵌套排版和阶梯下料策略，制定切割顺序与落料优先级以减少废料，边角料按尺寸与性能分类进入回收加工流程用于支撑件、夹层或再生填充材料，同时建立出材率统计制度并进行周度分析以持续改进排样规则。第四，实施工厂级机械化装配与批次追溯。推广专用定位夹具、压接与插接治具以稳定接口几何一致性，编制装配工艺卡并以统计过程控制方法管控关键尺寸，装配后按批次开展抗弯、抗压、耐久性及环境老化抽检，抽检比例按项目规模设定且不低于五个百分点，合格件发放出厂合格证并入质量档案以实现追溯，生产与工程端建立周例会以处理界面异常并形成变更记录。

### 4.3 干法装配与现场快速拼装工艺

为了实现装配式装修体系下的低碳干法施工与现场快速拼装，提出四项技术创新策略。第一，节点标准化与预埋件协调。建立覆盖门窗、隔墙、厨卫与地面辐射等构件的节点族库，明确连接件材质、等级与受力传递路径，按模数化尺寸制定预埋件定位模板及孔位公差，工厂端与现场装配端采用统一校核表与验收判据，装配顺序以受力闭合与检修可达为原则，节点校正采用机械定位夹具配合千分尺及光学准直仪，校准周期与人员资质按规范明确。第二，装配台车与分区卸料系统优化。设计可调定位台车与转运小车，台车具备精准定位销与可逆临时固定快拆装置，卸料区细分为一次卸、二次分料与就位区，采用标准托盘、标签与定位销减少搬运步骤，现场按装配线节拍与构件序列布置，人工与起重机械协同以降低空载与待机能耗，设置缓冲区避免二次搬运。第三，精细化拼接与快速校正工序。开发专用夹具、楔形校正器与拉压联动装配工具，实现拼缝间隙可控至毫米级，关键构件就位后立即开展贴合检测、密封完整性检测与点荷载试验，采用机械临时固定结合可逆连接件保证二次调整不损伤饰面，误差记录用于回溯到设计与工厂生产环节，并规定现场修整步骤与允许修整量以保持构件可替换性。第四，质量快速检测与工序闭环管理 [4]。构建现场快速检测流程，设置目测、尺寸与力学三层并行检验点，规定关键项验

收阈值与检验频次，检验合格方可签发工序交接单，未达标构件进入修整或返厂返修通道，建立不合格记录与纠偏措施驱动构件设计与工艺改进，同时实施班组培训与验收人员资质管理保证检验一致性。

### 4.4 现场装配质量管控与协同流程

在装配式装修低碳施工框架下，针对现场装配质量管控与协同流程提出下列技术策略。第一，构件进场与装配前验收形成严格的尺量复核与接口预配合检验程序，要求厂方随构件交付加工图与出厂检验单，施工方依据模数化样板逐件对接并对关键接口实施容差控制，常规抽样比例不低于 1:50，关键节点容差宜控制在 ±3 毫米以内并以量具校对为准，超差构件须出具处置单并进入返检或替换流程。第二，现场配置适配性机械化辅助装配设备并实施装配节拍管控，制定标准化作业节拍表与机械作业顺序，明确起吊、初定位、临时支撑及最终紧固的动作要点，规定专用起重与定位夹具的使用与校验周期，施工班组按节拍编组并实施交接班质量签认与即时偏差校正程序以降低盲装与重复作业。第三，推行装配工序标准化与作业卡制度，将每道工序细化为可核验的质量项，作业卡载明关键尺寸、接口高程、固定件紧固力矩与检验频次，附标准检查工具清单，监检人员逐项签证并保留留样与检验记录，卡内同时规定偏差临界值、停工复核与整改程序，整改形成书面记录并纳入分项验收资料。第四，建立以出厂批次与现场装配记录为依据的闭环追溯与快速处置机制，构件随附批次凭证、运输验收记录与现场安装校核表，所有检验、整改与复验资料以纸质整改单与验收记录形式归档，供后续质量评审及外部验收使用。现场设专责小组由施工、监理与设计代表组成，负责偏差分析与书面整改单归档。

### 4.5 物流组织与部品循环利用

在装配式装修中构建就近生产与分区配送体系应以工程节点网络与构件模数化矩阵为依据，实施生产基地地理布点与区域分拣中心协同，优先实行施工半径内小批量多频次发货并规定最小装载率与回程满载率，采用运输批次化与承运路线固定化以降低空驶与里程碳排放。可拆装与模块化包装方案需按构件力学与表面保护需求划分标准化类别，推广可折叠工程托盘、耐磨缓冲件与机械化锁扣，制定托盘寿命、循环次数与表面完整性检验规程，明确换修阈值与回收周期以保障多轮重复使用和机械拣配兼容。针对施工端产生的废弃与边角料应建立 A、B、C 三级回收分档，现场按材质、尺寸与剩余加工量进行首检分拣，A 类返厂再制造并接入再加工工艺流程，B 类经修整后纳入次级构件库，C 类进入建材再生处理链并记录批次以便质量追溯。施工现场布置材料缓冲区与先检仓库时应满足按序下料与逆向物流需求，实施入库前尺寸核验与表面检测，按施工节拍执行最小批量出库与先检后用，并设置分区标识、批次标签与堆放标准以便逆向装运。物流与循环利用体系需在制造端签署书面回收路径协议并建立构件规格登记表，明确返厂质量阈值、再加工工序与责任主体，建立返运计划与定期对账机制、现场与工厂联合检验程序与绩效 KPI，并开展托盘与缓冲件寿命监测、零件可修复性评估与更换计划，最终通过周期性联席会商优化配送频次与返厂路径，实现制造、运输与再制造三段闭环的衔接与可量化碳排放核算 [5]。

## 5 结语

综上所述，面向装配式装修的低碳实施，技术创新应以可操作性与体系化管理为根基，兼顾设计、材料、现场装配、质控与物流五端协同。通过构件化设计、预制部品精准制造、干法装配与现场快装、现场装配的质量闭环以及物流组织与部品循环五条技术路径，可在短期内实现施工阶段的能耗与材料损耗下降，并为构建工程全寿命周期的低碳管理奠定基础。后续应在规范对接、试点示范与产业链协同上进一步推进，以确保技术在不同规模项目中的可复制性与经济性。

### 参考文献

[1] 余广,金毅勐.绿色低碳装配式墙面装修关键技术创新和系统集成[J].建设科技, 2024(1):45-48.

[2] 卢梅,章琦.低碳视角下装配式建筑施工项目多目标优化研究[J].项目管理技术, 2025(5).

[3] 周淑颖.低碳环保理念下装配式建筑研究[J].住宅产业, 2023(3):16-19.

[4] 王淑芳.装配式高层住宅低碳建造技术研究[J].中国住宅设施, 2025(7).

[5] 李春光.装配式建筑绿色低碳发展路径探索[J].城市建设理论研究(电子版), 2023(21):196-198.