

基于绿色建筑之下的装配式建筑施工技术探索

张福刚

水发民生产业投资集团有限公司建设分公司

DOI:10.32629/btr.v8i8.4922

[摘要] 在绿色建筑理念下,装配式建筑施工技术通过模块化设计、工厂化生产与装配化施工,实现节能减排与资源高效利用。其核心在于标准化构件选型与 BIM 协同设计优化建筑能效,工厂端采用低碳建材与节能工艺减少碳排放,现场依托干式连接与机械化吊装缩短工期、降低污染。结合物联网与智能监控,施工全过程实现数字化管理,提升资源利用率与建造精度,推动建筑行业向工业化、集约化转型,助力“双碳”目标实现。

[关键词] 绿色建筑; 装配式建筑; 施工技术

中图分类号: TU756 文献标识码: A

Exploration of Prefabricated Building Construction Technology Based on Green Building

Fugang Zhang

Construction Branch of Shuifa Minsheng Industrial Investment Group Co., Ltd.

[Abstract] Under the concept of green building, prefabricated building construction technology achieves energy conservation, emission reduction, and efficient resource utilization through modular design, factory production, and assembled construction. Its core lies in standardized component selection and BIM collaborative design to optimize building energy efficiency. Low-carbon materials and energy-saving processes are used at the factory end to reduce carbon emissions. On-site, dry connections and mechanized hoisting shorten construction periods and reduce pollution. Combined with the Internet of Things and intelligent monitoring, the entire construction process achieves digital management, improving resource utilization and construction precision, promoting the transformation of the construction industry toward industrialization and intensification, and contributing to the achievement of the "dual carbon" goals.

[Key words] green building; prefabricated building; construction technology

引言

在全球可持续发展与“双碳”目标驱动下,建筑行业正面临节能减排与资源高效利用的双重挑战。绿色建筑强调全生命周期的低碳环保,而装配式建筑凭借标准化设计、工厂化生产及装配化施工优势,成为实现绿色建造的关键路径。二者融合不仅能显著减少现场湿作业、降低施工污染,还可通过信息化管理优化资源利用效率,推动建筑工业化转型。然而,技术标准不统一、初期成本高、产业链协同不足等瓶颈仍制约其规模化应用。本文聚焦绿色建筑导向下的装配式施工技术,探索其协同创新路径与实践策略。

1 绿色建筑与装配式建筑的理论基础

1.1 绿色建筑的核心要素

(1) 节能性: 绿色建筑优先采用高效保温隔热材料与节能设备,减少建筑运行阶段的能源消耗,同时积极整合太阳能、风能、地热能等可再生能源系统,例如在屋顶安装光伏板、设置地源热

泵,实现能源供给的清洁化与高效化,降低对传统化石能源的依赖。(2) 环保性: 在建材选择上,优先选用可回收、可降解的绿色建材,如再生钢材、竹木纤维板等,减少不可再生资源消耗;施工与使用过程中,通过设置废气净化装置、雨水回收系统等,控制粉尘、污水、噪声等污染,降低对周边环境的影响。(3) 资源节约: 水资源利用方面,采用节水型器具、雨水收集回用系统及中水利用技术,提高水资源重复利用率;土地资源利用上,遵循紧凑布局原则,合理规划建筑密度与容积率,保护耕地与生态用地,同时利用地下空间拓展使用功能,提升土地利用效率。(4) 健康舒适性: 通过优化建筑朝向、开窗面积,保障充足的自然采光与通风;采用低挥发性有机物(VOCs)的涂料、家具,控制室内空气污染;引入屋顶绿化、垂直绿化等生态设计,改善室内外微环境,提升居住舒适度。

1.2 装配式建筑的技术特征

(1) 标准化设计、工厂化生产、装配化施工: 标准化设计制

定统一的构件尺寸与接口标准,实现设计模块化;工厂化生产在车间内精准加工梁、板、柱等预制构件,减少现场作业误差;装配化施工通过机械吊装、拼接等方式组装构件,大幅缩短现场施工时间,降低劳动强度。(2)信息化管理:借助建筑信息模型(BIM)技术,整合设计、生产、施工、运维全流程数据,实现构件从生产到安装的全过程追踪;通过BIM模型进行碰撞检测、施工模拟,提前解决设计与施工矛盾,提升项目管理效率与精度。(3)全生命周期成本与碳排放优势:全生命周期内,工厂化生产减少材料浪费,装配化施工降低能耗,运维阶段借助信息化管理实现高效节能,整体降低建筑全周期成本;同时,减少现场混凝土浇筑、建材运输等环节的碳排放,符合低碳发展要求,助力实现“双碳”目标^[1]。

1.3两者融合的协同效应

(1)缩短施工周期与减少现场污染:装配式建筑的工厂化生产与装配化施工,结合绿色建筑的环保理念,可进一步减少现场湿作业,缩短施工周期;同时,减少现场粉尘、噪声、污水排放,降低对周边环境的污染,实现施工过程的绿色化。(2)提升建筑能效与材料利用率:绿色建筑的节能技术与装配式建筑的标准化管理相结合,可优化建筑构件的节能性能,如预制保温一体化构件,提升建筑整体能效;标准化设计减少构件种类,工厂化生产精准控制材料用量,提高建材利用率,减少资源浪费^[2]。(3)推动建筑工业化与可持续发展:两者融合促进建筑行业从传统粗放式生产向工业化、集约化转型,推动产业链整合与技术创新;同时,实现建筑在节能、环保、资源利用等方面的综合提升,符合可持续发展理念,为建筑行业高质量发展提供方向。

2 基于绿色建筑之下的装配式建筑关键施工技术

2.1绿色设计技术

(1)模块化设计与标准化构件选型:以绿色建筑“资源节约、高效利用”为核心,模块化设计将建筑拆分为功能独立的标准化模块(如居住模块、厨卫模块),模块内部管线、构件提前集成,减少现场二次加工。标准化构件选型遵循“通用化、可互换”原则,统一梁、板、柱等构件的尺寸规格与接口标准,例如采用统一模数的预制叠合板、预制楼梯,既降低设计复杂度,又提高构件重复利用率,减少非标构件生产带来的材料浪费与能耗增加,同时为后续工厂化生产与装配化施工奠定基础,契合绿色建筑的集约化发展需求。(2)基于BIM的协同设计与优化:借助BIM技术搭建多专业协同设计平台,整合建筑、结构、机电等各专业设计数据,实现设计信息实时共享。通过BIM模型开展碰撞检测,提前发现管线与结构构件、各专业管线之间的空间冲突,例如避免水管与电气管线交叉碰撞,减少现场返工与材料损耗;同时利用BIM能耗模拟功能,模拟建筑在不同朝向、围护结构参数下的能耗情况,优化外墙保温层厚度、窗户传热系数等设计指标,确保建筑满足绿色建筑节能标准,实现设计阶段的节能预判与优化,提升建筑全生命周期的能源利用效率^[3]。

2.2绿色生产技术

(1)低碳建材应用:生产环节优先选用低碳、环保的绿色建材,推动建材循环利用。再生混凝土以建筑废弃混凝土为原料,经破碎、筛分、配比优化后重新用于预制构件生产,例如制作预制围墙板、路基构件,减少天然砂石开采与建筑垃圾填埋;竹材凭借生长周期短、可再生性强的优势,加工为竹集成材用于预制内墙板、装饰构件,替代部分实木与钢材,降低高能耗建材的使用;同时,将钢铁厂矿渣、电厂粉煤灰等工业废料作为掺合料用于混凝土生产,减少工业废料排放与水泥用量,降低建材生产过程的碳排放,符合绿色建筑的环保要求。(2)工厂化生产中的节能减排措施:预制构件工厂引入太阳能光伏发电系统、地源热泵系统,为生产车间提供电力与热能,替代传统燃煤、燃气能源,减少生产过程的温室气体排放;在构件生产环节,安装粉尘收集装置与废气处理设备,控制水泥、砂石等原材料加工产生的粉尘与有害气体;建立生产废弃物回收体系,对混凝土余料、钢筋边角料进行分类回收,混凝土余料加工为小型预制块(如排水沟盖板),钢筋边角料回炉重炼,实现废弃物资源化利用,降低工厂生产对环境的污染,践行绿色生产理念。

2.3绿色施工技术

(1)装配化施工工艺:施工过程采用干式连接技术,通过螺栓、预埋件等连接件实现预制构件的拼接,替代传统湿式作业(如现场浇筑混凝土),减少水泥、砂石等材料的现场消耗,同时避免湿式作业带来的养护期长、施工效率低等问题;依托起重机、专用安装设备等机械化工具开展构件安装,例如采用塔式起重机吊装预制剪力墙、预制梁,减少人工投入,提升施工精度与效率;此外,干式连接便于后期建筑维护与构件更换,符合绿色建筑的可持续性要求,同时缩短施工周期,降低施工阶段的能源消耗^[4]。(2)施工现场环境管理:针对施工现场环境问题,采取全方位管控措施。扬尘控制方面,在施工场地周边设置围挡、安装喷雾降尘系统,对裸土覆盖防尘网,运输建材的车辆加盖篷布并冲洗轮胎,减少施工扬尘对周边空气质量的影响;噪声降噪方面,选用低噪声施工设备,在施工区域设置隔声屏障,合理安排施工时间(避开居民休息时段),降低施工噪声对周边居民生活的干扰;水资源循环方面,在施工现场设置雨水收集池与沉淀池,收集雨水与施工废水,经沉淀、过滤后用于场地洒水降尘、混凝土养护,实现水资源循环利用,减少市政用水消耗,契合绿色建筑的资源节约理念。

2.4绿色运维技术

(1)智能化管理系统:建筑交付使用后,搭建基于物联网的智能运维管理系统,在建筑内安装能耗监测传感器,实时采集电力、水资源、燃气等能耗数据,通过系统平台分析能耗变化趋势,识别高能耗环节并制定节能优化方案,例如调整空调运行参数、优化照明控制策略,降低建筑运行能耗;同时,系统对电梯、水泵、空调等设备进行实时状态监测,记录设备运行数据,当设备出现故障预警时,自动推送维护信息至管理人员,实现设备预防性维护,减少设备故障停机时间,延长设备使用寿命,降低运维成本,保障建筑长期高效、节能运行^[5]。(2)建筑可拆卸性与

构件再利用设计:在建筑设计与施工阶段,充分考虑后期可拆卸性与构件再利用,采用模块化拼接方式与可拆卸连接节点,例如预制构件之间采用螺栓连接而非焊接,便于建筑报废时构件的拆解与分离;对预制构件进行标识管理,记录构件型号、材质、生产信息,当建筑需要改造或拆除时,可根据标识快速识别可再利用构件,经检测、修复后重新用于新建筑项目(如预制楼板、预制门窗框),减少建筑垃圾产生,提高建筑资源的循环利用率,实现建筑全生命周期的绿色运维,推动建筑行业向循环经济模式转型。

3 基于绿色建筑的装配式建筑发展挑战与优化策略

3.1 当前面临的主要问题

(1)技术标准不统一与构件兼容性差:不同地区、企业的装配式建筑技术标准存在差异,缺乏全国统一的设计、生产、施工规范,导致预制构件尺寸、接口规格不统一,构件兼容性差。例如,甲厂生产的预制墙板无法与乙厂的预制梁适配,增加现场调整成本,影响施工效率,也制约绿色建筑与装配式建筑融合的规模化推进。(2)初期成本较高与市场接受度低:装配式建筑工厂建设、预制构件生产设备投入大,且低碳建材价格高于传统建材,导致项目初期成本比传统建筑高10%-15%。同时,部分开发商与消费者对装配式建筑的节能效益、质量稳定性认知不足,更关注短期成本,市场接受度低,抑制行业发展动力。(3)产业链协同不足与专业人才短缺:装配式建筑涉及设计、生产、施工、运维等多环节,但目前各环节企业多独立运作,信息共享不畅,如设计方案未充分考虑工厂生产能力,导致构件生产返工。此外,兼具绿色建筑理念与装配式技术的复合型人才匮乏,施工人员对智能化设备操作不熟练,影响技术落地效果。

3.2 优化策略与建议

(1)完善政策激励与标准体系:国家层面出台统一的技术标准,规范构件设计、生产与安装流程;推行碳交易机制,将装配式建筑的碳减排量纳入交易体系,提升企业收益;发展绿色金融,对相关项目提供低息贷款、财政补贴,降低企业初期资金压力,

引导市场积极参与。(2)推动技术创新与成本分摊模式:加大研发投入,突破构件轻量化、连接技术等瓶颈,降低建材与生产能耗;推广EPC总承包模式,由总承包商统筹设计、生产、施工,实现成本分摊;建设共享工厂,多个企业共用生产设备与场地,降低单个企业的工厂建设成本,摊薄初期投入。(3)加强全产业链协同与数字化赋能:搭建全产业链协同平台,利用区块链技术实现构件从生产到运维的全程溯源,保障信息透明;借助BIM、物联网技术实现设计、生产、施工数据共享,提升协同效率;开展智能运维,通过数字化手段优化后期运营成本,同时加强高校与企业合作,培养复合型专业人才,解决人才短缺问题。

4 结束语

绿色建筑与装配式建筑的深度融合,是建筑行业迈向低碳化、工业化与可持续发展的重要实践。通过标准化设计、低碳建材应用、装配化施工及智能化运维等技术创新,不仅显著提升了建造效率与资源利用率,更有效减少了全生命周期的碳排放,为“双碳”目标实现提供了有力支撑。未来,需进一步突破技术标准壁垒、优化成本分摊机制、强化全产业链协同,并培育复合型人才,以推动装配式建筑在绿色转型中规模化应用,引领建筑行业迈向更高质量的绿色发展新阶段。

[参考文献]

- [1]张悦.装配式建筑关键技术在绿色建筑中的应用[J].石材,2024(10):69-71.
- [2]胡利烽.装配式建筑关键技术在绿色建筑中的应用[J].绿色建造与智能建筑,2024(7):173-176.
- [3]李玉文.绿色建筑视域下装配式建筑施工技术研究[J].佛山陶瓷,2024,34(5):153-155.
- [4]冯家晨.基于绿色建筑之下的装配式建筑施工技术探索[J].佛山陶瓷,2023,33(2):97-99.
- [5]王江平,李强.绿色建筑背景下的装配式建筑技术探索[J].住宅与房地产,2021(21):202-203.