装配式建筑在绿色建筑设计中的优势与应用

杨　强

中恒建筑设计院（广州）有限公司　广东　广州　510000

摘　要：在绿色建筑规模化发展的背景下，装配式建筑凭借工业化建造模式与绿色设计理念高度契合，成为建筑行业低碳转型的关键路径。本文梳理装配式建筑与绿色建筑的核心理论，剖析其在资源节约、生态环保、品质提效、全周期运维的核心优势，结合住宅、公共建筑、超低能耗建筑场景阐述应用要点，剖析行业现存短板，并从标准化、一体化建设、成本管控等维度提出优化策略，助力绿色建筑高质量落地推广。

关键词：装配式建筑；绿色建筑设计；优势；应用

引言：双碳目标下，建筑行业绿色低碳转型已成必然趋势，传统现浇施工模式能耗高、污染大、资源浪费严重，难以适配绿色建筑发展要求。装配式建筑依托标准化、工厂化、装配化的建造优势，打破传统建造弊端，与绿色建筑节能、环保、全周期可持续的核心理念深度契合。基于此，本文探究装配式建筑在绿色建筑设计中的核心价值与应用路径，针对行业现存问题提出优化方案，为建筑工业化与绿色化融合发展提供参考。

1 装配式建筑与绿色建筑设计相关理论概述

1.1 装配式建筑核心概念与体系分类

（1）装配式建筑是指将建筑构件、部品在工厂预制，再运输至现场通过可靠连接方式装配而成的建筑形式，其核心特征表现为设计标准化、生产工厂化、施工装配化、管理信息化，建造逻辑遵循“预制—运输—装配—集成”的工业化流程，强调以系统集成思维替代传统湿作业模式。（2）装配式混凝土结构体系技术成熟、成本较低，适用于住宅与公共建筑，但自重大、节点连接要求高；钢结构体系强度高、施工快、可回收率高，适用于大跨度与高层建筑，但防火防腐成本较高；木结构体系低碳环保、保温性能好，适用于低层建筑，但受材料与规范限制较大[1]。（3）标准化是装配式建筑的前提，通过统一模数与接口实现构件通用互换；模块化是标准化的延伸，将建筑拆分为独立功能模块进行组合；工业化则是以流水线生产、机械化施工和信息化管理实现建造方式的根本变革，三者共同构成装配式建筑的核心属性。

1.2 绿色建筑设计核心内涵与评价标准

（1）绿色建筑设计是指在建筑全生命周期内，最大限度节约资源、保护环境、减少污染，为人们提供健康适用高效空间的设计理念，其核心原则包括节能、环保、低碳，强调被动式设计优先、主动式技术优化与可再生能源利用相结合。（2）我国绿色建筑三星评价体系涵盖安全耐久、健康舒适、生活便利、资源节约、环境宜居五大指标，其中资源节约包含节能、节水、节材、节地等分项，三星为最高等级，要求综合得分达到规定阈值且每类指标均满足最低要求。（3）绿色建筑设计与传统设计的核心差异在于：前者以全生命周期视角统筹性能目标，强调量化模拟与多专业协同，注重运行实效；后者侧重功能与形式，较少系统考量资源环境代价。

1.3 二者融合的适配性与内在逻辑

（1）装配式工业化建造与绿色低碳理念高度契合：工厂预制减少现场湿作业与扬尘噪声，构件精度提升降低材料损耗，可拆解连接利于材料回收，二者在节材、节能、减废目标上形成天然协同。（2）绿色设计为装配式建筑提供规范化发展方向，通过性能目标引导构件标准化与接口通用化，避免为装配而装配，确保工业化手段服务于绿色性能提升。（3）装配式技术赋能绿色建筑落地提质增效，其精细化生产与快速装配能力可有效实现绿色设计意图，缩短工期、降低能耗，推动绿色建筑从设计理念走向高效实践。

2 装配式建筑在绿色建筑设计中的核心优势

2.1 资源节约优势，降低建筑能耗损耗

（1）工厂预制生产减少建材浪费，提升资源利用率。传统现浇施工普遍存在混凝土超耗、钢筋浪费、模板损耗大等问题。装配式建筑将构件生产转移至工厂流水线，通过钢模重复使用、精准下料和自动化养护，使混凝土损耗率由 5%—8% 降至 2% 以内，钢筋与模板利

用率显著提高，从源头减少建材浪费。（2）模块化设计优化建材配比，降低整体能耗消耗。模块化设计以统一模数协调构件尺寸，使梁、板、柱、墙等部品实现系列化组合，避免规格杂乱与材料冗余。工厂化生产可精确控制水灰比与养护条件，优化截面尺寸与配筋量，降低水泥、钢材等高能耗建材总体用量[2]。（3）可回收构件循环利用，践行可持续发展理念。装配式建筑采用干式连接与可拆卸节点，钢结构、预制混凝土及木结构组件拆除后可回收或再利用，减少建筑废弃物填埋量。钢材回收率可达 90%以上，预制混凝土构件可破碎用作再生骨料，实现物质闭环流动，契合循环经济要求。

2.2 生态环保优势，减少施工环境污染

（1）现场干式施工，有效降低扬尘、噪音污染。装配式施工以构件吊装、拼接和机械连接为主，取消或大幅减少现场搅拌、振捣、抹灰等湿作业环节，从源头削减水泥粉尘与砂石扬尘。同时，现场切割、钻孔等噪音源显著减少，施工噪音可降低约 10—15 分贝，有效缓解对周边居民与生态环境的干扰。（2）减少建筑垃圾产出，缓解建筑固废处理压力。传统现浇施工产生的建筑垃圾约占城市固废总量的 30%—40%，而装配式建筑通过工厂精准下料与现场干式装配，建筑垃圾减少率可达 70%以上。废弃构件与包装材料便于分类回收，显著减轻填埋场与消纳场的处理压力。（3）精准施工管控，降低水土、大气生态破坏。装配式施工采用 BIM 技术与信息化管理平台，实现构件生产、运输、吊装全过程精准管控，减少现场材料堆场占地与土方开挖量，降低地表扰动和水土流失风险。现场湿作业减少也直接削减了水泥、砂石等粉状材料对大气环境的影响。

2.3 质量与效率优势，提升绿色建筑品质

（1）工厂标准化生产，规避传统施工质量通病。工厂恒温恒湿养护与机械化振捣使构件密实度、平整度和尺寸精度显著优于现场浇筑，有效避免蜂窝麻面、裂缝、渗漏等质量通病。标准化生产还便于植入保温层、门窗框及管线预埋件，提升建筑整体气密性与保温性能。（2）装配式施工缩短工期，减少现场运维能耗。装配式施工受天气影响小，各工种可交叉作业，主体结构施工速度较传统方式提升 30%—50%，整体工期缩短约 20%—30%。工期压缩直接减少现场塔吊、照明、临时设施等能耗，降低施工阶段碳排放。（3）构件精度更高，适配绿色建筑节能保温设计要求。预制构件尺寸偏差可控制在毫米级，外墙板可集成保温层与防水层，形成连续无热桥的围护结构，有效提升建筑整体节能效果，满足绿色建筑对围护结构热工性能的严格要求[3]。

2.4 运维适配优势，助力建筑全周期绿色化

（1）装配式构件可拆卸、可改造，适配建筑迭代更新。采用干式连接节点的装配式建筑，在功能调整或空间改造时可直接拆卸、更换或重组构件，避免传统拆除方式产生的大量建筑垃圾与资源浪费，延长建筑使用寿命。（2）模块化布局便于后期节能设备加装与改造。模块化设计为设备管线预留标准化接口与独立空间，便于后期加装太阳能光伏板、雨水回收系统、新风热回收装置等节能设备，降低改造难度与成本。（3）降低建筑后期运维成本与资源消耗。装配式建筑构件精度高、密封性好，渗漏与开裂风险低，日常维修频率和费用显著下降。设备管线与结构分离设计便于检修更换，减少因维修造成的二次破坏，在全生命周期内持续降低资源消耗与运维支出。

3 装配式建筑在绿色建筑设计中的具体应用与优化策略

3.1 装配式建筑在各类绿色建筑中的应用场景

（1）绿色住宅建筑：模块化户型、装配式围护结构应用。装配式技术以模块化户型设计为基础，将厨房、卫生间等整体预制，实现集成交付。外墙采用预制夹心保温墙板，集结构、保温、防水、装饰于一体，消除热桥效应，提升气密性与保温性能。标准化楼梯、叠合楼板与预制阳台广泛应用，使建造精度与绿色性能同步提升，满足节能、节材、室内环境质量要求。（2）绿色公共建筑：大跨度装配式钢结构、集成系统应用。学校、医院、体育馆等对大空间与灵活布局要求较高，装配式钢结构凭借强度高、自重轻、施工快成为首选。钢梁钢柱工厂精准加工，现场高强螺栓连接，配合预制楼板与幕墙系统，实现大跨度无柱空间。机电管线与结构分离设计，便于集成太阳能光伏、雨水回收、智能照明等绿色系统，提升整体能效与运行品质。（3）超低能耗建筑：装配式保温、节能一体化构件应用。超低能耗建筑对围护结构热工性能要求极高，装配式外墙板可集成高效保温材料、断热桥连接件与三层中空 Low-E 门窗，形成连续密闭的节能围护体系。预制构件尺寸精度高，接缝采用耐久密封材料，降低空气渗透率。配合地源热泵、新风热回收等系统，可在装配式技术支撑下实现近零能耗目标。

3.2 装配式绿色建筑关键技术应用要点

（1）装配式 BIM 模块化协同设计技术的落地应用。BIM 技术贯穿装配式绿色建筑设计、生产、施工、运维全过程，通过三维建模实现构件拆分、碰撞检查与管线

综合。模块化协同设计平台使建筑、结构、机电、绿建各专业在同一模型上协同作业，提前发现并解决设计冲突，确保绿色设计意图准确传递至生产与施工环节，减少现场变更与返工。（2）节能型装配式围护结构与门窗系统应用。预制外墙板采用夹心保温构造，内外叶墙板通过断热桥连接件拉结，保温层连续无间断。门窗系统与预制墙板一体化设计，窗框预埋于构件中，安装精度高、密封性好。外遮阳构件可与预制外墙同步生产，形成遮阳、保温、通风一体化的节能围护体系，显著降低建筑制冷与采暖能耗[4]。（3）装配式海绵城市配套构件与绿色景观结合应用。透水铺装、预制排水沟、雨水花园等海绵城市设施可采用装配式构件，工厂预制、现场快速安装，减少现场湿作业与工期。预制生态护坡、模块化种植池与绿色屋顶系统相结合，在满足雨水渗透、滞蓄与净化功能的同时，提升场地生态景观品质，实现绿色基础设施与建筑环境的有机融合。

3.3 当前装配式绿色建筑应用存在的问题

（1）标准化体系不完善，构件适配性不足。当前装配式建筑标准规范尚不健全，不同地区、不同企业之间的模数体系与接口标准不统一，导致构件通用性差、互换性低。设计单位往往根据单个项目定制构件，难以形成规模化生产效应，既增加成本，也制约绿色设计方案的灵活实施。（2）设计与施工衔接脱节，绿色设计落地偏差。部分项目设计阶段未充分考虑装配式施工工艺与绿色性能验证，导致设计意图在施工阶段难以落实。设计与生产、施工之间缺乏有效协同机制，BIM模型未能全程贯通，造成构件预留预埋偏差、保温层破损、气密性不达标等问题，影响绿色建筑实际运行效果。（3）成本管控难度大，规模化推广受限。装配式建筑前期投入较高，模具摊销、运输费用与专业安装成本叠加，使初始造价高于传统现浇建筑。绿色技术增量成本进一步加大开发企业资金压力，而现阶段政策激励与市场回报机制尚不完善，导致装配式绿色建筑规模化推广动力不足。

3.4 装配式绿色建筑设计优化与推广策略

（1）完善标准化设计体系，强化模块通用适配性。加快建立全国统一的装配式建筑模数协调标准与构件接口规范，推动形成通用化、系列化、标准化的构件库。鼓励企业基于统一模数开发标准化模块，实现不同项目间构件互换与重复利用，降低模具种类与生产成本，为绿色设计的多样化组合提供标准化支撑。（2）推进设计施工一体化，保障绿色理念落地。推行工程总承包模式，整合设计、生产、施工全产业链资源，建立以BIM为核心的全过程协同平台。设计阶段即引入生产与施工团队参与，提前解决构件拆分、节点连接与绿色技术集成问题，确保绿色设计意图从图纸到实体的精准传递，减少落地偏差[5]。（3）优化成本管控，依托政策推动规模化应用。通过标准化设计减少模具种类、规模化生产降低单件成本、优化运输方案缩短运距，系统降低装配式建筑综合造价。政府应加大财政补贴、容积率奖励、绿色金融等政策支持力度，将装配式建筑纳入绿色建筑评价加分项，引导开发企业主动采用装配式绿色建造方式，推动规模化应用与产业良性循环。

结束语

综上，装配式建筑是赋能绿色建筑提质增效、实现建筑行业低碳发展的重要载体，在资源节约、生态保护、建筑品质提升等方面具备显著优势，可广泛适配各类绿色建筑场景。当前行业仍存在标准不完善、设计施工脱节、推广成本偏高等问题。未来需持续完善标准化体系、推进全产业链协同、优化成本与政策机制，充分发挥装配式技术价值，推动绿色建筑设计理念高效落地，助力建筑行业可持续发展。

参考文献

[1] 童宇军, 凌安琪, 田耿东, 等. 绿色建筑理念下装配式建筑设计优化与工程应用 [J]. 住宅产业,2026,8(03):45-48.

[2] 张伟, 张琳昌. 绿色建筑背景下装配式建筑技术的应用策略 [J]. 散装水泥,2023,15(02):119-121.

[3] 张希海. 绿色建筑背景下装配式建筑技术的应用价值分析 [J]. 陶瓷,2022,26(02):168-170.

[4] 王梦真. 双碳目标下装配式建筑低碳优势与绿色设计体系构建 [J]. 工程建设标准化,2022,11(08):67-71.

[5] 李娟. 装配式建筑在绿色节能建筑中的实践与创新 [J]. 建筑科技,2021,5(04):89-92.