

绿色建筑背景下装配式建筑技术的应用探析

喻 曦

武汉东湖学院, 湖北 武汉 430200

摘 要: 绿色建筑以资源节约、环境改善为目标, 装配式建筑用模块化预制构件加信息化协同施工方式进行建造, 两者在节能降耗、污染防治和质量保障等方面具有互补性。实践中由于设计阶段协同不足、构件标准化程度低、现场连接不可靠等问题, 许多项目虽标榜“绿色”却难以落实相关理念。本文以现行绿色建筑评价标准、装配式建筑技术规范及相关政策文件为依托, 从装配式混凝土结构施工流程出发, 分析装配式技术对绿色建筑发展的积极影响, 并从整体化设计、生产质量把控、现场精细管理、数字化手段运用、全过程绩效监测五个方面给出改进建议。研究表明, 装配式建筑本身并无必然的绿色属性, 唯有将绿色发展理念系统融入规划前期并贯穿供应链前端, 方能达到实际节能减排效果。

关键词: 绿色建筑; 装配式建筑; 绿色施工; BIM技术; 全寿命期

0 引言

建筑业因资源消耗量大、废弃物排放多, 成为资源节约和环境保护的研究重点。随着双碳目标提出, 建筑行业正处于全生命周期绿色转型的新阶段。装配式建筑用工厂预制、模块化组装方式打破传统施工模式, 具有材料用量少、湿作业频次低、现场污染小、工程质量稳定等优势。本文将研究如何利用装配式技术推进建筑领域生态文明建设。

1 绿色建筑与装配式建筑的关系

绿色建筑以全生命周期综合性能优化为根本目的, 装配式建筑更重视施工技术及生产方式的革新。尽管两者研究角度不同, 但在节能减排、能耗控制和质量保证等方面有很高的契合度。绿色建筑依靠系统化指标体系和成熟技术途径达成可持续发展目标, 装配式建筑则把生态理念融入建造体系, 重视工业化生产的协同效应。若装配式建筑缺乏绿色发展指引, 其技术革新就只是对传统现浇工艺的简单取代, 反之亦然。

2 装配式建筑技术的应用要点

2.1 设计阶段的前置协同

装配式建筑设计在项目初设阶段起着决定性作用。传统工程设计按建筑、结构、机电专业顺序进行, 容易出现预留孔洞偏移、构件规格不同及现场二次加工等问题。在绿色建筑理念指引下, 设计方案需兼顾装配化水平、模块化程度、物流运输能力、起重设备性能、保温隔热特性等多方面因素, 通过系统评价达到最佳效果。模数协调机制强调使梁、板、柱及墙

体等主要构件的尺寸参数符合预设标准化体系, 有效缩减特殊构件的使用。制定科学的构件拆分方案需从建筑设计要求、结构力学性能、道路交通状况和机械负载能力等方面综合考量。

2.2 生产阶段的质量与环保控制

装配式建筑工厂化生产模式与传统施工方式有根本区别。构件生产基地需创建包含原材料进场检测、钢筋加工工艺改善、模具安装调试、混凝土浇筑质量监督、蒸汽养护参数调节、成品验收的全链条质量追踪体系。对叠合板、预制墙板、楼梯、阳台板等重要构件而言, 几何尺寸偏差、预埋件位置准确度、保护层厚度、混凝土力学性能等不仅直接影响安装精度, 还对工程安全性和耐久性产生深远影响。

绿色生产体系的形成需将能源、水及废弃物管理等资源有机结合, 通过边角废料精细化分类处理、改进模具重复使用率、降低养护期能耗、科学布置构件储存位置等方式推动绿色制造取得实质成果。若企业经营管理过于粗放, 就容易出现表面达标而深层存在环境隐患的现象。

构件生产与施工部署相互配合, 对工程整体进度有决定性影响。施工现场变化、设计修改、供应链中断等常造成库存积压或工序阻滞。创建完备的构件标识系统, 能实现对加工制造乃至现场组装全过程的数据追踪和掌控, 有助于发现和处理质量问题, 减少物料配置错漏或重复搬运等情况。

2.3 施工阶段的精细化组织

装配式建筑施工现场管理主要包括吊装作业安排、临时支撑固定、节点连接处理和成品保护。吊装方案规划需考虑构件重量特性、吊点分布、机械设备性能参数及作业场地条件。

墙体及叠合板安装后应重点对垂直偏差、标高差、支撑牢固度和接缝质量进行观测。灌浆连接工艺、后浇带施工技术、防水构造设计、保温材料拼接方式均属质量控制重点。

绿色施工依靠精细化管理体系对各类问题进行全方位优化。构件进场时需按吊装工艺合理排列,最大限度减少二次搬运;存放场地须平整并设置完善的排水和防护设施;临时设施宜使用可回收再利用材料。建筑垃圾转运记录、水电气能耗统计、扬尘监测日志、噪声治理台账等都是检验环保措施效果的依据。按照绿色施工技术规范,节材、节能、节水、节地和生态保护等关键内容需依靠全生命周期管理来保证。

装配式建筑施工对专业人才有很高要求。吊装指挥、灌浆作业人员、测量工程师、质量控制专员等均需具备相应的装配式施工经验。若相关作业人员未接受足够岗前培训,易造成构件碰撞损伤、灌浆料密实度不足、支撑系统提前拆除等事故,这些质量隐患不仅增加后期维修费用,其危害也远高于一般现浇结构。

2.4 运维阶段的持续评价

绿色建筑评价标准应摆脱竣工验收的传统框架,在运营阶段对装配式建筑进行持续考察。外墙接缝耐久性、保温材料稳定性、管线安装便利程度等各项指标都应纳入评价体系。设计之初预留检修口、规范接口位置、考虑设备更新场地,可大大提高后期管理效率。运维阶段的数据反馈(能耗监测、室内环境参数采集、设施设备运行状况等)是评价绿色建筑设计成果的主要指标。公共建筑重视空调、照明、电梯、给排水等能耗情况,住宅项目则看重保温隔热、防水性能和居住舒适度。实际运行数据的实证分析对评判绿色建筑实际收益具有重要意义,不能仅依赖设计阶段的预测结果。

3 应用案例再分析

选取某城市保障性住房项目为研究对象具有现实意义。开展案例分析时需重视数据采集的合规性和真实性,节水效率、节能水平、碳减排量等指标应有明确的数据来源及统计方式,成稿时应引用官方工程验收文件、权威绿色建筑认证证书以及业内专家评审意见来支撑观点的可信度。

保障性住房是装配式建筑推广应用的主要场景之一,其空间布局具有标准化、模块化属性。此类建筑户型结构一致、构件种类单一,在预制叠合楼板、预制楼梯、预制阳台、保温一体化外墙、整体卫浴等项目上应用广泛。标准化单元规模越大,模具利用率越高,生产成本越低,资源浪费越少。集成保温一体化外墙、节能门窗、

雨水回收、太阳能利用等绿色建材,可大幅提高建筑节能降耗水平。

保障性住房的设计规划需解决户型标准化与居住体验优化之间的矛盾。"标准化"并非单纯追求空间布局一致,而是以科学规划厨卫、阳台、管井等高频功能区为前提,用模块化设计实现结构统一,在此基础上将住户个性化需求融入建筑外观和局部功能分区设计。该方案既提升了构件通用性,又确保了工程质量满足规范要求。

4 当前应用中的主要问题

4.1 一体化设计能力不足

目前一些装配式建筑工程的设计仍使用传统计算方式,在确定构件分割可行性、制造企业生产能力及现场安装环境等参数时没有做到位。施工图完成后才开展装配式专项深化设计,造成构件种类繁多、连接节点复杂、预埋管线冲突等问题。由于整体设计缺少系统性协作,保温材料选择不当或连接方式不合适易造成热桥效应,防水系统失效、后期运维问题也时有发生。

4.2 标准化与个性化矛盾处理不当

装配式建筑设计要充分认识标准化的价值,但不能轻视功能需求、场地环境及审美等方面的多样性。一味追求空间品质降低或过分强调外观差别,都会使非标构件比例大幅上升。目前建筑行业标准件系统不健全,构件重复使用率低,既加重了模具研发负担,也增加了生产和施工环节的成本损耗。

4.3 生产与现场衔接不够顺畅

装配式建筑施工中,构件工厂与施工现场之间受诸多因素制约,表现为生产计划协调不力、物料配送不及时、堆放和吊装衔接不好、成品防护措施欠缺等。供应链环节复杂,任何一环出现延迟都会导致现场作业停顿,若为赶工而简化质量检验流程,工程潜在风险便会迅速增多。

4.4 绿色评价重结果轻过程

部分项目为达到绿色建筑标识认证或装配式建筑标准,对生产能耗控制、物料运输碳足迹评价、施工返工率改善、运维阶段节能成效等重要方面有所忽略。绿色建筑评价指标体系包含全生命周期的全部内容,仅在竣工验收时依靠技术参数论证技术路径的可行性,不能很好地证明其实际效果和推广前景。

5 优化策略

5.1 将绿色目标前置到方案阶段

装配式建筑绿色性能的优化要从项目前期

规划入手,进行整体统筹和系统设计。各参与方共同开展方案初选,综合考虑结构体系、构件单元划分、供应链改善、机械设备购置及环保技术整合等。住宅类工程可推广厨卫设备、非承重墙体、电梯安装和管线预埋的标准化设计模式,公共建筑要重视机电管线布置、保温材料选用和运维空间预留等细节的改进。

5.2 完善构件标准化体系

构件标准化的主要目的不是减少种类数量,而是在保证结构安全、使用功能齐全的前提下提高通用性和互换性。企业需创建完备的部品信息数据库,就叠合楼板、预制楼梯、内外墙板、阳台及空调板等主要构件开展模数化规划,制定统一的连接方式和技术指标体系。政府部门应当统一推进区域内构件标准化,缩减因地域不同造成的资源浪费及市场割裂状况。

5.3 加强生产端绿色管理

创建贯穿整个生命期的资源综合管理体系,是现代建筑工业化过程中的重要课题。该体系应重点整合物料、能源、水资源、废弃物管理模块,将混凝土配合比优化、钢筋加工损耗控制、模具使用效率提高、养护期间能耗和废水分级回收等要素纳入系统管控。在使用再生骨料、低碳水泥和环保脱模剂时,需首先考虑结构安全和耐久性,对生态效益与质量风险进行慎重权衡,努力达到可持续发展目标。

5.4 提升现场施工质量控制

施工企业应把吊装准确度、节点连接稳定性、成品保护措施作为主要质量控制因素。灌浆套筒连接技术应用过程中应注意浆体性能指标、填充饱满情况和养护环境标准的落实;外墙面拼缝构造还需评价其防水性能、保温作用以及耐久改进途径。叠合板施工期间要加强对支撑体系稳定情况、接缝密封质量及现浇段工

艺参数的现场检测。以绿色建筑为理念,从物资进场计划优化、减少二次倒运、实行临时设施循环利用、建筑垃圾分类回收等途径,推进资源高效利用及可持续发展目标。

5.5 利用数字化工具形成闭环

BIM技术、二维码跟踪系统、物联网感知设备、项目管理系统可明显提高装配式建筑施工协作水平。构件应赋予唯一编码,对其从设计研发到运维各阶段的数据(几何参数、制造批次、运输路线、安装坐标和质量检测情况等)进行详细记录。设施运行阶段需对能源消耗、水资源利用、设备工况及维护情况等数据进行采集,并通过信息化平台反馈到前期规划设计与建造阶段,形成从源头到终端的数据链条。该数字化方案的核心在于冲破传统管理模式造成的信息孤岛,消除管理漏洞,促进一体化运营体系的创建。

6 结论

绿色建筑理念之下,装配式建筑技术有着宽广的发展空间。该技术将工厂化生产、模块化组装和信息化管理融合起来,显著改善了资源利用率,削减了施工污染排放,提升了建筑工程整体质量水平,更为建筑全生命周期可持续管理提供了强力的技术支持。装配式建筑不等于绿色建筑。只有在设计阶段就将生态理念全面融入,在构件制造阶段加强精细化控制,在施工环节重视接缝处理 and 环境保护,在运维阶段建立动态监测评价体系,才能真正释放其节能降耗的实际效果。装配式建筑研究应从全生命周期碳排放核算、运输半径标准、废弃物循环利用途径、运行能耗监测系统等方面深入展开。只有将设计、制造、安装、运维各环节纳入系统评价范围,装配式建筑才能实现技术突破,成为推动可持续建筑设计的有力支柱。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部.绿色建筑评价标准:GB/T 50378-2019[S].北京:中国建筑工业出版社,2019.
- [2] 国务院办公厅.国务院办公厅关于大力发展装配式建筑的指导意见:国办发〔2016〕71号[Z].2016.
- [3] 中华人民共和国住房和城乡建设部.装配式建筑评价标准:GB/T 51129-2017[S].北京:中国建筑工业出版社,2017.
- [4] 住房和城乡建设部,国家发展改革委.城乡建设领域碳达峰实施方案[Z].2022.
- [5] 中华人民共和国住房和城乡建设部.建筑工程绿色施工规范:GB/T 50905-2014[S].北京:中国建筑工业出版社,2014.
- [6] 中国建筑科学研究院有限公司.装配式混凝土建筑技术标准:GB/T 51231-2016[S].北京:中国建筑工业出版社,2016.

作者简介: 喻曦(1993.01—),女,汉族,湖北武汉人,硕士研究生,助教,研究方向:工程管理。