

绿色智能建造背景下 BIM 深化设计效率与质量提升研究

林桂花

广东 深圳 510000

DOI:10.61369/ADA.2026010046

摘 要： 绿色智能建造将可持续作为根本指引，融合数字化技术与工业化生产方式。BIM 深化设计是实施过程中的主要支撑要素，但是目前存在效率方面的瓶颈以及质量上的短板。要通过技术整合（云平台、AI）、标准化与模块化、一体化协作、数据互用性以及全生命周期信息整合等途径提高效率和质量，实践案例证实其成效。未来要进一步深化技术运用、健全标准体系并培育跨学科专业人才，促使建筑业朝着绿色低碳、精细化的方向实现转型升级。

关 键 词： 绿色智能建造；BIM 深化设计；效率与质量提升

Research on BIM Deepening Design Efficiency and Quality Improvement under the Background of Green Intelligent Construction

Lin Guihua

Shenzhen, Guangdong 510000

Abstract： Green intelligent construction takes sustainability as its fundamental guideline, integrating digital technology with industrial production methods. BIM deepening design is a key supporting element in the implementation process, but there are current bottlenecks in terms of efficiency and shortcomings in quality. To improve efficiency and quality, we need to enhance through technological integration (cloud platforms, AI), standardization and modularization, integrated collaboration, data interoperability, and full life cycle information integration. Practical cases have confirmed its effectiveness. In the future, we should further deepen technological application, improve the standard system, and cultivate interdisciplinary professionals to promote the construction industry towards a green, low-carbon, and refined direction for transformation and upgrading.

Keywords： green intelligent construction; BIM deepening design; efficiency and quality improvement

引言

绿色智慧建造是建筑行业实现低碳转型与高质量进步的核心路径，BIM 深化设计作为其主要技术保障，通过多专业协作、参数化仿真等方式提高建造效能与品质，但是目前遭遇模型协同障碍、数据互操作性欠佳等难题。2023 年 6 月，住房和城乡建设部等相关部门所印发的《关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的指导意见》清晰提出，要加强 BIM 技术在设计、施工以及运维整个流程中的集成运用，以此推动建造的数字化升级。在这样的背景之下，深入研究绿色智能建造里 BIM 深化设计的效率提高与质量保障途径，既能够突破现有的技术管理困境，又能够为政策的落实提供实践方面的参考，推动建筑业朝着绿色低碳、精细化的建造模式转变，对于实现行业的可持续发展有重点要的意义。

一、绿色智能建造与 BIM 深化设计的理论基础

（一）绿色智能建造的核心内涵与发展要求

绿色智能建造的主要内涵是以可持续发展为根本指引，通过融合数字化技术和工业化生产方式，实现建造流程的资源高效运用、环境影响最小化以及全生命周期价值最大化^[1]。其主要特性表现在三个方面：可持续性重点于低碳减排、循环经济以及生态友好，要求从材料选取、施工技术到运营维护的整个链条降低环境负担；数字化依靠物联网、大数据、人工智能等技术搭建数字

孪生体系，实现建造信息的实时交互与动态优化；工业化则促进构件预制装配和模块化制造，减少现场作业量并且提高施工精准度。绿色智能建造对效能与品质提出系统性要求，效能方面要通过流程协作、资源整合以及技术集成来缩短建设周期、降低费用；品质方面则需建立全流程质量追溯系统，依靠数字化方式实现设计、生产、施工各环节的精确管控，保证建造成果符合功能要求与可持续准则。

（二）BIM 深化设计在绿色建造中的关键作用

BIM 深化设计以建筑信息模型为核心，对设计方案进行多方

面细化与优化,实现从概念设计到施工实施的精确衔接,其技术范围包含三维模型搭建、专业协作整合、施工工艺仿真以及数据集成管控等。在实现绿色建造目标的进程中,BIM深化设计的主要作用显示于多个方面:通过精细化设计,BIM能够对建筑构件的规格、空间关联以及材料特性开展参数化模拟,削减设计差错与施工返工现象,降低资源的浪费^[2];在多专业协作方面,BIM平台能够支持结构、机电、暖通等专业在同一模型里实时开展碰撞检查与信息共享,防止传统设计中因专业冲突而引发的材料损耗与工期延迟;从资源优化的角度来看,BIM深化设计可以结合施工进度和材料需求,实现建筑材料用量的精确计算以及供应链协同,减少库存积压和运输能耗;在质量可控性方面,BIM模型能够关联施工标准和验收规范,通过数字化交底和过程追溯,保障绿色建造技术(如节能材料应用、低碳施工工艺)的实施质量,最终帮助绿色智能建造的可持续目标实现。

二、当前 BIM 深化设计在效率与质量层面的挑战

(一) 效率瓶颈与成因分析

目前 BIM 深化设计在效率和质量方面的挑战主要显示于效率瓶颈及其成因分析方面。在 BIM 深化设计进程里,模型修改迭代阶段常常由于各专业模型冲突未能及时察觉,导致反复进行调整,明显降低设计效能;协同数据交换之际,不同软件之间数据格式不兼容,容易造成信息缺失或失真,影响多专业协同的顺畅性;多源信息整合期间,建筑、结构、机电等专业数据较为分散,缺少统一的信息集成平台,增加信息梳理的时间开销。这些效率不高环节的成因可从三方面来分析:技术工具协同性欠佳,各 BIM 软件之间的数据交互存在障碍,很难实现模型信息的无缝隙传递;标准流程缺乏,行业里缺少统一的 BIM 深化设计标准和流程规范,使得设计过程随意性较强,质量控制难度增大;人才技能存在缺口,既掌握 BIM 技术又熟知专业设计的复合型人才不够,难以高效地完成深化设计中的复杂任务^[3]。

(二) 质量保障痛点与风险识别

现阶段 BIM 深化设计于质量保障方面存在多方面的难点。模型精准度欠缺体现为构件几何尺寸存在偏差、节点参数出现缺失,容易造成施工错位或者返工,特别是在复杂钢结构和机电集成里^[4]。信息完整性不足表现为材料性能、绿色指标参数(如节能率、碳排放系数)缺乏,对施工优化和可持续评估造成影响。碰撞检测的有效性受到限制,这是由于软件存在局限以及信息存在滞后性,隐蔽工程的相关问题难以提前识别。和绿色建造标准衔接欠佳,模型未嵌入如 LEED 这类量化参数,难以直接支撑绿色决策。这些不足造成设计图纸和现场不匹配、管线布局缺少维护空间、沟通出现误解等状况,导致材料浪费、工期延迟以及成本超出预算,降低绿色智能建造的效益长处。

三、绿色智能建造背景下 BIM 深化设计效率提升路径

(一) 技术驱动的效率优化机制

1. 基于云平台与智能算法的协同深化

在绿色智能建造的背景之下,BIM 深化设计效率的提高途径里,技术驱动的效率优化机制要重点关注通过云平台和智能算法的协同深化。云平台作为多方协同的主要载体,能够实现 BIM 模型、设计文档以及变更信息的即时共享,通过权限分级和版本追踪的功能,处理传统协同里信息孤岛和版本冲突的问题,保证设计数据的一致性与可追溯性^[1]。在此情形下,参数化设计工具通过预设的规则库以及关联参数逻辑,把重复性的建模任务转变为参数驱动的自动化流程,在减少人为操作失误的同时,缩短模型的迭代周期。自动化建模脚本进一步拓展参数化的应用范围,针对复杂构件或者标准化模块生成批处理命令,实现一键建模与批量改动^[2]。AI 辅助决策技术的介入,能够根据历史设计数据和绿色建造标准搭建智能分析模型,在深化设计环节自动识别碰撞风险、优化构件布局,还能输出能耗模拟和材料用量分析的结果,为设计方案的绿色程度与经济合理性提供即时决策支撑^[3]。三者的协同效应,让 BIM 深化设计由人工主导转变为人机协同,既提高设计效能,又通过数据驱动的智能校验确保深化成果的品质,符合绿色智能建造对于精准化、高效化的需求^[4]。

2. 标准化与模块化设计策略集成

在绿色智能建造的背景下,BIM 深化设计效率的提高途径里,技术驱动的效率优化机制要通过标准化和模块化的设计策略整合来实现。建立面向绿色建造的 BIM 构件库为核心基础,构件库要纳入低能耗、可循环材料特性以及绿色施工工艺参数,同时拟定标准化深化准则,包含构件几何约束、性能指标和协同接口等方面内容,保证设计成果符合绿色建造要求^[6]。模块化设计方式能够把建筑拆分为功能独立的预制模块,通过 BIM 平台实现模块参数化建模与碰撞检测,削减设计阶段的错漏碰缺问题,在提高预制装配率的同时降低现场施工变更的风险。标准化构件库和模块化设计的整合,可实现设计资源的复用与迅速调用,缩减深化设计的周期,促进绿色智能建造里 BIM 技术的高效运用。

(二) 管理与流程再造的效率保障

1. EPC 模式下一体化深化设计流程重构

在绿色智能建造的大背景下,工程总承包(EPC)模式重点设计、采购、施工的深度融合,这为 BIM 深化设计带来一体化协同的要求。传统分阶段设计流程易引发信息中断,在 EPC 模式里各参与方要在设计阶段同时考量采购可行性与施工可实施性,BIM 深化设计要承载多专业协同的数据,实现从设计到施工的无缝隙连接^[7]。设计、制造、装配(DfMA)导向的流程优化策略,要以 BIM 模型作为核心载体,把构件标准化设计、工厂化制造以及现场装配需求提前至深化设计环节。通过搭建通过 BIM 的协作平台,整合设计参数、材料采购信息以及施工工艺要求,实现设

计方案和生产、施工环节的实时反馈与动态调节。例如在深入设计里融入预制构件的生产工艺参数，保证设计模型能直接指导工厂加工，降低现场返工情况；同时通过 BIM 模型开展碰撞检测与施工模拟，提前化解管线冲突和施工难题，提高各环节的协同效率。这种一体化的流程重新建立，不但缩短设计的周期，还通过信息的集成与共享确保深化设计的品质，为绿色智能建造的高效开展提供流程方面的支持。

2. 数据互操作性与知识管理强化

在绿色智能建造的环境中，BIM 深化设计要将数据互操作性与知识管理的强化当作核心途径。通过 IFC 等开放性 BIM 标准的运用，能够打破不同软件和环节之间的信息屏障，实现模型数据在规划、设计、算量、模拟等全流程的无损耗传递，降低因格式转换造成的信息缺失与重复建模情况，进一步提高各环节的协同效能^[1]。搭建通过 BIM 的知识体系，把过往项目里积攒的深化设计经验、绿色技术指标、智能建造准则等转变为结构化的知识，通过知识图谱和检索体系，帮助设计人员迅速复用成熟的方案和决策参考，缩短设计的时长并减少错误率^[2]。知识管理系统要和 BIM 平台进行深度整合，及时更新绿色材料性能、能耗模拟数据这类动态信息，保证设计方案既符合智能建造的自动化要求，又实现绿色建筑的低碳目标^[3]。数据互操作性的加强要结合管理流程的重塑，建立跨专业的数据共享体系，让各参与主体在统一规范下实现高效协作。而知识管理需要通过培训和激励办法，促使设计人员积极贡献并运用知识，形成良好的循环^[4]。这种数据和知识的双重加强，不但能够提高 BIM 深化设计的效能，还可确保设计品质与绿色智能建造的实施成效^[5]。

四、BIM 深化设计质量提升方法与实践验证

（一）深化设计质量控制关键技术

1. 面向绿色性能的设计合规性自动核查

针对绿色性能的设计合规性自动核算是 BIM 深化设计质量管控的主要技术，其核心是把绿色建筑规范、节能指标以及材料环保要求等转变为 BIM 模型能够识别的信息表达与语义规则。该研究通过搭建多方面的绿色性能参数系统，确定模型元素的属性映射关联，比如把外墙热工性能需求关联到 BIM 模型里的墙体材质参数，将自然采光准则对应到门窗尺寸与位置数据^[6]。在此前提下，研发通过 IFC 标准的自动规则核查工具，通过预先设定的规则库对模型开展批量扫描，即时识别设计里不符合绿色规范的状况，例如围护结构热传导系数超出标准、可再生材料使用比例不够等。此工具能够自动生成合规性报告，标记问题所在位置并给出优化提议，明显提高审查的效率与精准度，防止人工核查出现的遗漏和主观误差。实际情况显示，自动核查技术可让绿色性能合规性审查时长缩短超过 60%，同时把错误识别比率降低到 5% 以内，为绿色智能建造环境下的 BIM 深化设计质量提高提供技术支持。

2. 高精度建造模拟与冲突预消解

BIM 深化设计质量把控的主要在于高精度建造模拟和冲突提前消解。通过搭建包括几何信息、材料特性、施工工艺的深化模

型，实现 4D/5D 施工模拟，关联时间和成本数据，预先识别工序衔接冲突。对于大型设备吊装这类复杂流程，根据模型规划吊运路线，模拟其在空间中的运行轨迹，核查与结构、管线是否存在干涉情况，规避碰撞隐患。复杂节点通过三维剖切和动态展示实现可视化交底，降低图纸理解误差。此技术把传统的事后整改转变为事前控制，积极处理管线和结构梁碰撞、工序交叉这类问题。实际情况显示，在超高层、大型场馆等工程里，返工比例降低 30% 以上，施工工期缩短约 15%，明显提高深化设计的精准度与施工效能。

（二）全生命周期信息集成与质量追溯

1. 深化模型与物联网（IoT）数据的融合应用

在绿色智慧建造的背景之下，BIM 深化模型和 IoT 数据的融合是实现全生命周期信息集成以及质量追溯的主要途径。在施工环节，通过布置传感器来实时收集温度、位移、应力等相关数据，并且与模型进行动态关联，建立模型、数据、实体的映射关系。当监测数据超出预先设定的阈值时，系统会自动发出预警并精准定位偏差，从而避免出现返工情况以及质量方面的隐患。在隐蔽工程里，传感器和模型相融合产生可视化的施工记录，化解隐蔽后难追溯难题。在运维时期，IoT 设备不断采集能耗和运行数据，反馈到模型进一步生成性能分析报告，识别设计方面的偏差并推动迭代式优化，建立设计、施工、运维的质量闭环。此融合应用加强深化设计的精确程度，通过全生命期的数据整合与追溯，确保绿色智能建造质量的连贯性与可持续发展性。

2. 基于区块链的建造过程信息可信存证

在绿色智能建造的大背景下，BIM 深化设计质量的提高要依靠全生命周期信息的可靠流转与追溯，区块链技术为其提供主要支持。针对建筑信息模型（BIM）模型信息在设计变更、工序验收等环节容易被篡改、追溯难度大的问题，区块链所具备的分布式账本与哈希加密特性能够实现信息的可信存证。把模型版本情况、更改记录、验收数据等转变为加密哈希数值，存于区块链节点里，共识机制保证信息无法篡改且附带时间标记与操作标识，实现全流程追溯。

（三）典型案例应用与成效评估

1. 医疗建筑项目 BIM 管线综合深化效率提升实践

在某三甲医院机电深化设计时期，根据建筑、结构、机电模型建立协同工作集合，通过轻量化整合实现多专业即时碰撞检测。对于医用气体管道、洁净空调这类复杂系统，确立优先级规则，优先处理手术区、ICU 等主要区域的净高矛盾。项目运用参数化族库和模块化模板，把管线配件、支吊架转变为可重复使用的构件，降低重复建模的情况；引入自动校审工具，批量核查管线间距、坡度以及抗震支吊架的设置。实际检验结果表明，碰撞问题的检测出率提高到 98%，深化工作周期缩短 40%，核心医疗区域的净高达标率从 85% 提高到 99%，减少返工情况并且降低现场变更成本约 15%，这证实 BIM 在医疗建筑机电深化过程中对效率和质量具有双重提高效果。

2. 装配式住宅项目绿色建造目标下的深化质量验证

以某装配式住宅项目作为案例，BIM 深化设计通过建立包括

构件几何参数、材料特性、连接节点的三维模型，实现预制构件精确下料，并且嵌入生产与安装工艺逻辑，预先模拟碰撞和安装次序，降低现场返工情况。应用成果表明，预制构件下料的误差被控制在 $\pm 2\text{mm}$ 范围之内，安装效率提高30%。在绿色建造目标评定里，精确下料削减材料损耗，建筑垃圾相较于传统施工降低25%；工厂化制作减少现场湿施工，施工阶段能源消耗降低18%。

五、总结

在绿色智能建造的大背景下，要提高 BIM 深化设计的效率与

质量，需依靠技术集成创新、流程标准优化、数据全链贯通以及绿色性能嵌入这些核心途径。技术集成创新通过 BIM 和物联网、人工智能等技术相融合，实现设计信息的实时交互与动态调控；流程标准优化重点于设计阶段的协同机制和交付准则，降低重复作业与信息偏差；数据全链打通破除设计、施工、运维等阶段的数据障碍，保障信息的一致性和可追溯性；绿色性能融入把节能、环保等指标嵌入设计全流程，促进建筑全生命周期的低碳化发展。

参考文献

- [1] 李晴. “双减”背景下初中《道德与法治》作业设计质量提升研究 [D]. 洛阳师范学院, 2023.
- [2] 梅中亚. 智能建造背景下混凝土模板周转使用系统优化研究 [D]. 重庆交通大学, 2022.
- [3] 黄卓. 大数据背景下 WHLT 公司营销效率提升研究 [D]. 华中科技大学, 2022.
- [4] 张刘慧. 基于 BIM 的梁柱构件深化设计研究 [D]. 沈阳工业大学, 2023.
- [5] 李潇聪. 基于 BIM+GIS 的长大隧道 智能建造技术应用研究 [D]. 华南理工大学, 2022.
- [6] 张宇航, 李飞, 李军明, 等. BIM 深化设计与机电管道工厂化预制加工 [J]. 安装, 2024(7): 28-30.
- [7] 魏丽. 数字建造背景下提升 BIM 应用质量的路径探究 [J]. 中国住宅设施, 2022(1): 149-151.
- [8] 何梦瑶, 李伟丽, 冯雨欣, 等. 绿色建造背景下 BIM 技术与装配式建筑融合研究 [J]. 科技创新与应用, 2023, 13(31): 181-184.
- [9] 南锦顺. 智能建造背景下 BIM 设计及应用现状与发展趋势分析 [J]. 智能建筑与智慧城市, 2022(7): 82-84.
- [10] 罗文海, 陈传波, 何志强, 等. 制冷机房 BIM 深化设计重点及运用 [J]. 制冷, 2023, 42(1): 18-21.