

# 关于BIM技术的装配式绿色建筑材料管理探讨

杨 瑞 张海涛 陈文富

陕西铜川煤矿建设有限公司 陕西 铜川 727000

**摘要：**本文聚焦于BIM技术在装配式绿色建筑材料管理中的应用价值与实施路径，深入探讨了其在材料全生命周期管理中的核心作用。文章首先阐述了装配式绿色建筑对材料管理提出的新要求；其次，系统分析了BIM技术如何赋能材料管理的规划、采购、运输、仓储、安装及回收等各个环节；进而，从信息集成、流程再造、决策支持三个维度，揭示了BIM驱动下材料管理模式的深刻变革；最后，针对当前应用中存在的标准体系、人才储备、协同机制等挑战，提出了相应的优化策略。研究表明，以BIM技术为中枢，构建贯穿设计、生产、施工、运维全过程的数字化、精细化、智能化材料管理体系，是实现装配式绿色建筑降本增效、节能减排和提升品质的核心路径。

**关键词：**BIM技术；装配式建筑；绿色建筑；材料管理

## 引言

建筑业作为高能耗、高碳排放行业，正加速向绿色低碳转型。装配式建筑凭借标准化设计、工厂化生产等优势，与绿色建筑理念深度融合，成为未来发展方向。然而，其高效、精益、环保目标对传统材料管理模式构成严峻挑战：各环节割裂、信息滞后，导致损耗高、库存积压、返工频繁、废弃物处理粗放，背离绿色初衷。尤其在装配式建筑中，预制构件对材料计划精确性、供应链协同性和现场管理精细化提出更高要求。BIM技术作为集成多维信息的共享知识库，可实现全生命周期信息贯通与多方高效协同。将其深度应用于材料管理，能将材料从“被动响应”转为“主动规划”与“精准控制”。本文旨在系统探讨BIM如何重构装配式绿色建筑材料管理流程，释放其在提效、降本、保质与促可持续方面的巨大潜能。

## 1 装配式绿色建筑对材料管理的新要求

### 1.1 全生命周期视角下的材料管控

绿色建筑的核心思想是全生命周期评价（LCA），即从原材料获取、生产制造、运输、施工建造、运行维护到最终拆除回收的全过程，综合评估其对环境的影响。这要求材料管理不能仅仅关注施工阶段的成本和效率，而必须将视野前移至设计选材阶段，后延至建筑拆除后的循环利用阶段。在设计阶段，就需要基于LCA数据库，对不同材料的隐含碳、能耗、可再生性、可回收性等指标进行量化比选，优选环境友好型材料。在拆除阶段，则需预先规划材料的拆解方式和回收路径，确保高价值材料能够被有效再利用。这种贯穿始终的管控要求，需要一个能够承载和传递全生命周期信息的强大载体，而这正是BIM的优势所在。

### 1.2 高精度与零误差的物料需求计划

装配式建筑的核心在于“像造汽车一样造房子”，其前提是精确的物料清单（BOM）。每一个预制构件的尺寸、规格、数量、连接方式都必须在设计阶段就确定下来，并直接指导工厂的生产。任何设计变更或信息传递错误，都会导致工厂生产出错误的构件，造成巨大的经济损失和工期延误<sup>[1]</sup>。因此，材料管理必须建立在高度精确的物料需求计划之上。这要求设计模型与物料信息之间必须实现无缝关联，确保“所见即所得，所得即所需”。传统的二维图纸加Excel表格的方式，难以满足这种高精度、强关联的要求，极易产生错、漏、碰、缺等问题。

### 1.3 精益化与JIT（准时制）的供应链协同

为了最大限度地减少现场库存、降低仓储成本、避免材料二次搬运造成的损耗，装配式建筑普遍推行精益建造理念和JIT供应模式。这意味着材料（尤其是大型预制构件）必须在需要的时间、以需要的数量、送达需要的地点。这背后依赖于一个高度协同、信息透明的供应链体系。设计方、总包方、构件厂、物流方、施工方之间需要实时共享项目进度、构件状态、运输位置等关键信息。任何一个环节的信息延迟或不准确，都可能导致现场停工待料或场地拥堵。因此，材料管理必须打破组织边界，实现跨企业、跨专业的高效协同。

### 1.4 可追溯性与质量责任的闭环管理

绿色建筑材料往往涉及新型、高性能或认证产品（如绿色建材标识产品），其质量直接关系到建筑的节能环保性能和用户健康。因此，对材料来源、生产批次、检测报告、安装位置等信息的全程可追溯性至关重要。一旦在使用过程中发现问题，能够迅速定位到具体

的供应商、生产批次乃至安装班组，实现质量责任的精准追溯和闭环管理。这不仅是保障工程质量的需要，也是应对未来可能出现的产品召回或法律纠纷的重要依据。传统的纸质记录或分散的电子文档，难以构建起这样一条完整、可信、不可篡改的信息链条。

## 2 BIM 技术赋能材料管理的全链条应用

### 2.1 设计与规划阶段：精准算量与绿色选材

在设计阶段，BIM模型本身就是最精确的工程量计算依据。通过在模型中赋予每个构件、每种材料以详细的参数信息（如材质、规格、品牌、绿色属性等），BIM软件可以自动、快速、准确地统计出整个项目的材料需求量，生成详细的物料清单（BOM）。这从根本上解决了传统手工算量效率低、易出错的问题<sup>[2]</sup>。更重要的是，BIM平台可以集成绿色建材数据库，设计师在选材时，可以直接调用符合绿色建筑评价标准的材料库，并实时查看其LCA数据（如碳足迹、能耗等）。通过方案比选和性能模拟，可以直观地评估不同材料选择对建筑整体绿色性能的影响，从而做出最优决策，将绿色理念从源头植入。

### 2.2 采购与生产阶段：信息驱动与订单协同

基于BIM模型自动生成的精确BOM，可以直接作为采购和生产的指令。总包方可以将包含详细构件信息的BIM模型或从中导出的结构化数据（如IFC格式）直接发送给构件生产厂家。厂家无需再进行繁琐的图纸深化和算量，可以直接将这些信息导入其生产管理系统（MES），自动生成加工任务单和物料需求计划。这种基于统一数据源的协同模式，极大地减少了信息转换过程中的错误和沟通成本。同时，BIM模型还可以与项目进度计划（4D BIM）关联，明确每个构件的交付时间节点，从而驱动JIT采购和生产，确保供应链的顺畅运行。

### 2.3 运输与仓储阶段：可视化调度与智能管理

在物流环节，BIM同样能发挥重要作用。通过将预制构件的BIM模型与GPS、物联网（IoT）传感器等技术结合，可以实现对运输车辆和构件的实时追踪与可视化监控。管理人员可以在BIM平台上直观地看到每个构件的当前位置、预计到达时间、运输状态（如温湿度、震动情况）等信息<sup>[3]</sup>。对于现场仓储，可以利用BIM模型进行场地布置模拟（5D BIM的一部分），预先规划好各类构件的堆放区域、吊装顺序和通道，最大化利用有限的场地空间。甚至可以将BIM模型与智能仓储系统对接，实现构件入库、出库、盘点的自动化管理，确保账实相符。

### 2.4 施工与安装阶段：指导作业与过程管控

在施工现场，BIM模型是指导装配作业的“数字蓝

图”。施工人员可以通过移动终端（如平板电脑）随时调阅与自己工作面相关的BIM模型，清晰地了解构件的安装位置、连接节点大样、预埋件定位等复杂信息，有效避免因图纸理解错误导致的安装失误。对于复杂的吊装作业，还可以通过BIM进行施工模拟（4D/5D BIM），提前发现潜在的碰撞和工序冲突，优化工法和资源配置。此外，通过在BIM模型中记录每个构件的实际安装时间和状态，可以实现对施工进度的精细化管控，并为后续的质量追溯提供数据基础。

### 2.5 运维与回收阶段：资产登记与循环利用

建筑竣工后，包含所有材料和设备详细信息的竣工BIM模型，可以作为建筑的“数字孪生体”移交至运维阶段。运维管理人员可以利用该模型快速查询任何设备或材料的规格型号、供应商信息、保修期限、维护手册等，极大地提升了运维效率。更为重要的是，从绿色建筑的全生命周期视角看，这份详尽的材料“户口簿”为未来的建筑改造或拆除提供了宝贵的数据支持。当建筑达到使用寿命时，管理者可以根据BIM模型精确地制定拆解方案，识别出哪些材料可以原位再利用，哪些可以回收再生，从而最大限度地减少建筑垃圾，实现资源的循环利用，真正践行循环经济的理念。

## 3 BIM 驱动下材料管理模式的变革

### 3.1 从信息割裂到全链条集成

传统材料管理的最大痛点在于“信息孤岛”。设计、采购、生产、施工等环节各自为政，信息以碎片化的形式存在于不同的系统和人员手中，流转效率低下且容易失真。BIM技术通过创建一个单一、权威、共享的信息源（Single Source of Truth），将材料的所有相关信息——从设计参数、采购合同、生产批次、物流轨迹到安装位置——都集成在一个统一的模型中。任何一方对信息的更新，都能实时同步给所有相关方<sup>[4]</sup>。这种全链条的信息集成，确保了数据的一致性和可追溯性，为高效协同奠定了坚实基础。

### 3.2 从事后纠偏到事前模拟与事中控制

传统管理模式往往是“事后诸葛亮”，问题发生后再去查找原因、进行补救，成本高昂且效果有限。BIM技术则将管理重心前移，实现了“事前模拟、事中控制”。在设计阶段，通过碰撞检查可以提前发现管线与结构的冲突，避免施工阶段的返工；通过施工模拟可以优化吊装顺序，预防安全事故。在施工阶段，通过移动终端与BIM模型的联动，可以实现对安装过程的实时指导和校验，将质量问题消灭在萌芽状态。这种基于模拟和预测的主动式管理，极大地提升了管理的前瞻性和有效性。

### 3.3 从经验决策到数据驱动的智能决策

过去,材料管理的许多决策(如安全库存量、供应商选择、物流路线)很大程度上依赖于管理者的个人经验和主观判断,缺乏科学依据。BIM平台汇聚了项目全过程的海量数据,结合大数据分析和人工智能技术,可以为管理者提供强大的决策支持。例如,通过分析历史项目的材料损耗数据,可以建立更精准的损耗率预测模型;通过分析供应商的交货准时率、产品质量合格率等数据,可以构建客观的供应商评价体系;通过分析交通、天气等外部数据,可以动态优化物流配送方案。这种数据驱动的智能决策,使材料管理更加科学、精准和高效。

## 4 挑战与优化路径

### 4.1 完善标准体系与数据互操作性

当前,BIM应用的一大障碍是缺乏统一、完善的标准体系。不同软件厂商的数据格式各异,不同项目、不同参与方对模型深度(LOD)和信息粒度的要求不一,导致模型和数据在传递过程中常常出现信息丢失或无法识别的问题。为此,亟需加快制定和推广覆盖设计、生产、施工、运维全链条的BIM技术应用标准、分类编码标准和数据交换标准(如深化IFC标准的应用),确保不同系统、不同主体之间的数据能够无缝、准确地交互,真正实现“一模到底”。

### 4.2 加强复合型人才培养与组织变革

BIM技术的有效应用,关键在于人。目前,既懂BIM技术又精通材料管理、供应链管理的复合型人才严重短缺。许多一线管理人员和操作工人对BIM的认知和应用能力不足,导致先进的技术工具无法在基层落地生根。因此,一方面要加强高校和职业院校的专业教育,培养新一代的BIM+工程管理人才;另一方面,企业内部要加大对现有员工的培训力度,并推动组织架构的适应性变革,设立专门的BIM协调员或BIM经理岗位,负责统筹协调各方的BIM应用,打破部门壁垒。

### 4.3 构建多方协同的信任机制与利益分配模式

BIM的成功应用依赖于项目各参与方的深度协同。然而,在现实中,各方出于商业机密、责任划分、利益博弈等考虑,往往不愿意完全开放和共享自己的数据。要解决这一问题,除了技术上的安全保障(如区块链用于数据存证),更需要项目层面建立起一套公平、透明、互信的协同机制和利益分配模式。例如,可以通过合同条款明确各方的数据共享义务和权益,或者探索基于BIM协同带来的整体效益(如成本节约、工期缩短)进行分享的激励机制,让所有参与者都能从协同中获益,从而形成良性循环。

## 5 结语

装配式绿色建筑对材料管理提出更高要求,BIM技术凭借信息集成、协同管理和可视化模拟能力,为破解传统难题提供系统性解决方案。通过将BIM深度融入材料全生命周期,可实现源头绿色精准选材、过程精益协同供应、末端高效运维与循环利用,在保障质量与进度的同时,显著降低资源消耗、减少污染、提升效益。未来,BIM与物联网、大数据、人工智能、区块链等技术深度融合,将推动材料管理向自动化、智能化、智慧化演进。以BIM模型为核心的智慧材料管理平台,集成实时感知、智能分析、自动预警与优化决策功能,将成为建筑业高质量、可持续发展的关键基础设施。深化BIM应用,既是提升企业竞争力的战略选择,更是践行“双碳”目标、建设美丽中国的重要使命。

## 参考文献

- [1]潘统欣.基于BIM技术的装配式绿色建筑材料管理研究[J].城市建筑空间,2024,31(S2):163-165.
- [2]宋玉红.基于BIM技术的装配式绿色建筑材料管理研究[J].陶瓷,2024,(08):155-157+202.
- [3]陈楚晓,郝京华.BIM技术在新型装配式绿色建筑中的应用策略[J].工程建设与设计,2025,(16):105-107.
- [4]徐欣格.浅谈BIM技术在装配式绿色建筑中的应用[J].绿色建造与智能建筑,2025,(01):168-170.