

BIM 技术在建筑施工中的应用

文 / 耿 乾 安徽燊燊建设工程项目管理有限公司

摘要：在全球建筑业向数字化、智能化转型的背景下，建筑信息模型（BIM）技术通过构建三维数字化信息载体，重塑了建筑施工的价值创造逻辑。本文基于技术创新理论与系统工程视角，深入剖析 BIM 技术在施工阶段的核心价值，揭示其通过数据集成、流程再造与协同优化破解传统施工模式深层矛盾的作用机理。结合行业前沿实践，系统阐释 BIM 在多专业协同、进度动态管控、成本精细化管理、安全风险防控及运维价值延伸等场景的创新应用，探讨技术实施面临的生态构建、组织变革与能力升级等挑战。研究表明，BIM 技术不仅是工具迭代，更是推动建筑业从碎片化作业向系统化协同演进的关键引擎，其深度应用需构建“技术-管理-制度”三位一体的发展体系。

关键词：建筑信息模型；施工管理；数字化转型；协同创新；全生命周期管理

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.17.038

引言

在全球新一轮科技革命与产业变革的交织驱动下，建筑业正经历着从劳动密集型向技术密集型转型的关键历史节点。据《全球建筑业 2030》报告预测，数字化技术将成为破解行业效率低下、资源浪费、协同不足等传统痛点的核心引擎。作为建筑领域数字化转型的核心支撑技术，建筑信息模型（BIM）通过构建三维数字化信息载体，不仅重塑了工程建设的价值创造逻辑，更推动着施工管理从经验驱动向数据驱动的范式革新。

一、建筑业数字化转型的本质诉求与 BIM 技术内核

（一）传统施工模式的结构困境

建筑施工作为典型的复杂系统，长期存在三大深层矛盾：信息传导机制低效：设计意图在施工落地过程中存在多重衰减，各专业间信息孤岛导致方案调整成本呈指数级增长，据行业调研显示，施工阶段因信息不对称引发的变更占比超过总量的三分之一；资源配置缺乏全局视野：物料管理依赖经验判断，设备调度停留在局部优化层面，现场资源浪费与闲置现象并存，本质是缺乏贯穿施工全周期的数字化管控体系；风险防控存在滞后性：安全管理依赖人工巡检，质量追溯依赖纸质文档，隐患识别与处理存在明显的时间差，难以形成闭环管理。

（二）BIM 技术的范式革新价值

BIM 技术通过构建建筑全要素的数字化镜像，实现施工管理的三大核心转变：从经验驱动到数据驱动：将建筑构件转化为参数化数据单元，形成可追溯、可计算、可优化的数字资产，为科学决策提供量化支撑；从线性作业到网络协同：打破专业壁垒与参与方边界，建立基于统一数据源的协同工作平台，使设计深化、施工组织、资源调度等环节形成有机整体；从阶段性管控到全周期贯通：通过模型承载全生命周期信息，实现施工阶段与设计、运维的无缝衔接，构建建筑全产业链的价值传递链条。

二、BIM 技术在施工管理中的深度应用场景

（一）多专业协同设计：打破信息壁垒的底层架构

在复杂工程项目中，BIM 技术构建了多专业协同的数字底座。通过参数化建模技术，各专业工程师可在统一的三维空间中开展设计工作，实时查看其他专业的模型进展，从根本上避免传统二维图纸时代的专业冲突。例如，在超高层建筑施工中，机电工程师可基于建筑与结构模型进行管线布局，同步验证设备安装空间是否满足要求，提前发现并解决诸如通风管道与结构梁柱位置冲突等问题，减少后期因设计矛盾导致的返工损耗。

这种协同不仅限于技术层面，更推动了组织管理模式的变革。业主、设计、施工、监理等参与方基于同一 BIM 模型进行沟通，使方案评审从依赖图纸想象转变为直观的三维可视化推演。施工单位可在设计阶段提前介入，从施工可行性角度提出优化建议，如复杂节点的施工工艺适配性调整，实现设计方案与施工方案的深度融合，缩短项目前期筹备周期。

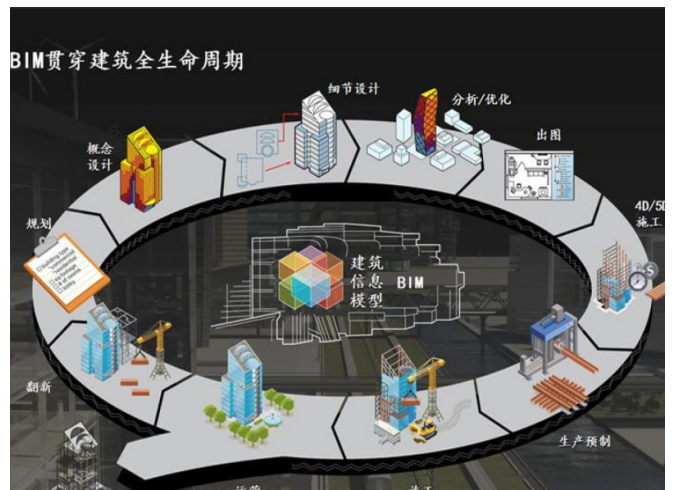


图 1 bim 技术的协同管理

（二）动态进度管控：构建弹性施工组织体系

传统施工进度管理依赖静态计划，难以应对现场变化。BIM 技术通过将施工进度计划与三维模型关联，形成动态可调整的 4D 管理体系。项目经理可在模型中模拟各工序的施工顺序，直观查看不同施工方案对工期的影

响，例如大型设备吊装路径规划、流水施工段划分等，从而选择最优施工组织方案。

在施工过程中，BIM 系统实时采集现场数据，与计划模型进行比对分析，自动识别进度偏差并预警。这种动态监控能力使管理层能够及时调整资源配置，例如根据某施工区域的进度滞后情况，灵活调配人力与设备支援，避免局部滞后导致的全局延误。更重要的是，BIM 技术支持施工进度的可视化复盘，通过历史数据积累形成企业级施工知识库，为后续项目提供经验参考，逐步提升组织的进度管控能力。

（三）精细化成本管理：重构价值核算体系

成本管理的核心在于对资源消耗的精准把控。BIM 技术通过建立构件级的成本数据库，将人工、材料、机械等资源需求与三维模型深度绑定，实现工程量的自动统计与成本的动态归集。例如，在混凝土浇筑施工中，系统可根据模型计算各楼层的混凝土用量，并结合市场价格信息实时生成成本报表，使项目管理者清晰掌握各分项工程的成本投入情况。

更关键的是，BIM 技术支持成本的前置管控。在施工方案比选阶段，通过模拟不同方案的资源消耗，量化分析各方案的经济性，为决策提供科学依据。例如，在基坑支护方案选择中，对比不同支护形式的材料投入、工期影响及维护成本，选择综合效益最优的方案。这种基于数据的成本管理模式，使成本控制从事后核算转变为事前预控与过程监控，提升项目盈利能力。

（四）智能安全管理：构建主动防控体系

安全管理是施工阶段的核心任务。BIM 技术通过整合传感器数据与三维模型，建立全方位的安全监测系统。在施工现场关键区域部署智能设备，实时采集环境参数（如深基坑的土体位移、高支模的荷载变化），并在 BIM 模型中实时显示监测数据，当数据超过预警阈值时自动触发报警机制，提示管理人员采取措施。

同时，BIM 技术支持安全培训与应急演练的数字化升级。通过虚拟仿真技术，构建施工现场的三维场景，对工人进行高处作业、机械操作等安全培训，提升其安全意识与应急处理能力。在应急预案制定阶段，利用模型模拟事故场景（如火灾、坍塌），推演人员疏散路径与救援方案，提前发现薄弱环节并优化，提高实际应急响应效率。

（五）数字化交付：开启运维价值新维度

施工阶段的 BIM 模型不仅是建造过程的记录，更是运维阶段的重要资产。通过在模型中集成建筑构件的规格参数、安装位置、维护要求等信息，为后期运营管理提供完整的数字化档案。运维人员可通过模型快速定位设备位置，调取相关技术资料，缩短故障排查时间。

更进一步，BIM 技术支持运维阶段的智能化管理。将模型与物联网系统对接，实时采集设备运行数据，实

现对建筑能耗、设备状态的动态监控与分析，为节能改造、设备更新等决策提供依据。这种从施工到运维的价值延伸，使建筑全生命周期管理成为可能，提升项目的长期效益。

三、BIM 技术实施的深层挑战与突破路径

（一）技术生态构建：标准统一与系统兼容难题的破局之道

当前 BIM 技术应用面临的标准碎片化问题，本质上是产业数字化转型初期的“语言不通”困境。不同软件厂商基于自身技术路线形成数据壁垒，如 Autodesk 的 RVT 格式、Bentley 的 DGN 格式与国产软件的 BIMBase 格式之间存在天然互斥，导致跨平台模型传递时出现几何信息失真、属性数据丢失等问题。某大型公建项目曾因设计方使用 Revit、施工方使用 Tekla、运维方使用 ArchiCAD，在模型交接时累计丢失 23% 的构件参数，直接导致后期设备维护手册编制返工率达 40%。

破解这一困境需要构建“标准引领+技术攻关+生态协同”的三维体系：国家级标准体系的立体化构建我国在《建筑信息模型应用统一标准》基础上，需进一步细化施工阶段数据交互细则。例如，针对钢结构深化设计，可制定《钢结构 BIM 构件编码标准》，明确节点构造、材料属性、加工工艺等数据颗粒度；针对机电安装，建立《管线综合 BIM 交付标准》，规定不同系统管线的建模精度与碰撞检测规则。深圳前海自贸区试点“施工阶段 BIM 标准应用指南”，将模型精度划分为 LOD300（用于施工深化）、LOD400（用于预制加工），使参建各方在数据传递时误差率降低至 5% 以下。

国产软件生态的协同创新依赖国外软件导致的“卡脖子”问题，倒逼国内企业加速自主研发。广联达、鲁班软件等企业通过“引进消化吸收再创新”，已推出覆盖设计、施工、运维的全流程 BIM 平台。某央企施工集团建立内部软件适配中心，开发 Revit 与国产平台的数据转换中间件，实现模型几何信息保留率达 95% 以上，属性数据映射准确率提升至 88%。更重要的是，通过开源社区建设，鼓励中小企业贡献细分领域应用模块，形成“基础平台+插件生态”的协同发展模式。

（二）组织管理变革：从职能割裂到价值网络的重构逻辑

传统施工企业的科层制架构与 BIM 技术的网络协同需求存在内在冲突。某省属建工集团调研显示，其原有的技术、质量、物资等部门在 BIM 应用中出现职责重叠与管理真空，部门间数据共享率不足 30%，导致模型应用停留在可视化展示层面。这种组织惯性的突破，需要进行“制度重构-流程再造-能力重塑”的系统性变革：

建立矩阵式 BIM 管理架构头部企业的实践表明，设立独立的 BIM 中心是打破部门壁垒的有效路径。中建三

局在每个项目部设置“1+N”管理模式：1个BIM总监统筹全局，N个专业工程师（结构、机电、安全等）嵌入各职能部门，形成“横向到边、纵向到底”的协同网络。该模式使技术部的方案优化建议能实时传递到物资部进行资源匹配，质量部的现场问题可直接反馈至模型进行标注，部门间沟通效率提升60%以上。

构建基于模型的流程控制体系传统施工流程中的图纸会审、技术交底、隐蔽工程验收等环节，均可基于BIM模型进行重构。某超高层项目将技术交底从二维图纸讲解转变为三维模型推演，施工班组对复杂节点的理解周期从3天缩短至1天；隐蔽工程验收时，通过模型关联现场照片、检测数据，形成可追溯的数字化档案，验收时间缩短40%。这种流程再造本质上是将管理节点从“结果检查”前移到“过程控制”，实现施工质量的事前预控。

（三）成本效益平衡：短期投入阵痛与长期价值释放的战略抉择

中小企业面临的BIM应用成本压力，本质是数字化转型的“入门门槛”问题。以中型施工企业为例，一套正版BIM软件年授权费约10万元，配套硬件升级需20万元，专业人才培养需5万元，初期投入相当于其年度利润的15%-20%。破解这一困境需要构建“政府引导、行业搭台、企业唱戏”的成本分摊机制：

公共服务平台的共享经济模式杭州、成都等地政府牵头建设“区域BIM公共服务中心”，提供软件租赁、模型托管、技术咨询等服务，企业按需付费使用，初始成本降低70%以上。某县级施工企业通过接入本地BIM云平台，仅支付传统模式1/3的费用，即可使用全专业建模工具与云端协同平台，实现了从“用不起”到“用得好的转变”。

全周期价值核算的财务模型创新传统财务核算侧重显性成本，而BIM技术的隐性价值（如减少返工、提升品牌溢价）往往被低估。某咨询机构开发的《BIM价值评估体系》，将工期节约转化为资金时间成本、将质量提升转化为运维阶段的费用节省，测算出某房建项目BIM应用的全周期ROI达2.3:1。这种价值显性化分析，帮助企业管理层建立长期战略视角，某民营建企据此调整预算，将BIM投入占比从3%提升至8%，3年内项目利润率提升2个百分点。

产业链上下游的成本共担机制在EPC项目中，业主、设计、施工单位可签订BIM应用专项协议，明确各方成本分担比例与价值分享机制。某产业园项目中，业主承担40%的软件采购费用，设计与施工单位分别承担30%、30%，最终因工期提前30天带来的收益按投入比例分配，形成“风险共担、利益共享”的合作模式，有效降低单个企业的投入压力。

四、未来发展趋势：从技术应用到生态重构

（一）技术融合催生智能建造新范式

随着物联网、人工智能、数字孪生等技术的发展，BIM技术将与新兴技术深度融合，构建智能建造体系。例如，BIM与数字孪生结合，可实时映射建筑施工过程，实现对施工现场的虚拟监控与优化；与人工智能结合，可通过机器学习算法分析历史数据，预测施工风险与资源需求，提升决策的智能化水平；与区块链结合，可确保工程数据的不可篡改与可追溯，提升项目管理的透明度与可信度。

（二）管理模式向数字化协同演进

BIM技术推动施工管理从层级式控制向网络化协同转变。未来的工程项目管理将基于云端BIM平台，实现各参与方的实时协作与数据共享。项目管理重心从任务分配转向价值协同，通过建立基于模型的沟通机制，打破部门壁垒，形成全员参与、全过程协同的管理模式。这种转变不仅提升项目执行效率，更促进企业组织能力的整体提升。

（三）产业生态向全产业链整合升级

BIM技术的应用将推动建筑业从碎片化的产业形态向一体化的产业生态演进。设计、施工、运维等环节基于同一模型实现深度协同，建筑产业链各主体通过数据共享与价值共创，形成紧密的合作网络。这种生态整合不仅提升单个项目的效益，更将重塑行业竞争格局，促使企业向全产业链服务能力转型，培育具有国际竞争力的建筑产业集团。

结语

战略层面：企业应将BIM技术纳入数字化转型的核心战略，明确发展路径与实施规划，从组织架构、资源配置等方面给予保障；技术层面：关注行业标准动态，积极参与技术生态建设，推动模型数据在全产业链的流通与应用；管理层面：以BIM应用为契机推进管理变革，建立基于数据的决策机制，培育数字化时代的项目管理能力；人才层面：构建多层次的人才培养体系，通过校企合作、内部培训等方式，培养既懂技术又懂管理的复合型人才。BIM技术的应用不仅是技术问题，更是一场涉及整个行业的系统性变革。只有通过技术创新与管理创新的深度融合，才能充分释放其潜力，推动建筑业实现从传统建造向智能建造的跨越式发展。

参考文献

- [1] 吴海霞. BIM技术在建筑工程施工管理中的应用与实践探索[J]. 产品可靠性报告, 2025, (04): 94-95.
- [2] 黄秀珍. BIM技术在建筑施工中的应用研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2025, (12): 133-135.
- [3] 穆朝春. 机场道路工程施工中BIM技术的应用[J]. 汽车周刊, 2025, (05): 101-103.