

BIM 技术在建筑工程全生命周期管理中的应用

许琴

建研凯勃建设工程咨询有限公司, 北京 100013

[摘要]文中旨在探讨 BIM 技术在建筑工程全生命周期管理中的应用,展示了 BIM 技术在规划设计、建设施工、运营维护三个阶段的应用方式与成效。通过对各个阶段应用的分析,文中展示了 BIM 技术能够显著提升建筑工程全生命周期管理的整体效率与质量水平,同时有效降低工程建设及运营过程中的成本投入与各类风险隐患,具备极为广阔的工程应用前景与实践价值。

[关键词]BIM 技术; 建筑工程; 全生命周期管理

DOI: 10.33142/ec.v9i3.19242

中图分类号: U448.27

文献标识码: A

The Application of BIM Technology in the Whole Life Cycle Management of Construction Projects

XU Qin

Jiayan Kaibo Construction Engineering Consulting Co., Ltd., Beijing, 100013, China

Abstract: This article aims to explore the application of BIM technology in the whole life cycle management of construction projects, demonstrating the application methods and effectiveness of BIM technology in the three stages of planning and design, construction, and operation and maintenance. Through the analysis of the application in various stages, the article demonstrates that BIM technology can significantly improve the overall efficiency and quality level of the entire life cycle management of construction projects, while effectively reducing the cost investment and various risks and hidden dangers in the construction and operation process. It has extremely broad prospects and practical value for engineering applications.

Keywords: BIM technology; architectural engineering; whole life cycle management

引言

BIM 技术在外国建筑工程中已得到广泛应用,从前期策划、方案设计、施工图深化,到施工管理、运维监控乃至后期改造拆除,各环节均实现深度融合。近几年来,随着国内建筑产业的转型升级,对工程管理的精细化、协同化与智能化水平提出了更高要求, BIM 技术也得到了飞速发展。研究通过笔者实际经验的分析,为 BIM 技术在建筑工程全生命周期管理中的规范化、高效化应用提供参考,助力建筑行业实现数字化、智能化发展。

1 规划设计阶段的应用

1.1 规划阶段

设计师可借助理信息系统(GIS),将建筑模型(外观)导入地形模型中(如图 1 所示),对建筑及周边环境多种性能进行模拟分析。以某写字楼前拟增设的咖啡馆为例,通过 Flow Design 等专业风环境模拟软件,可对项目所在区域的风向、风速等气象特征进行数值模拟,精准研判不同建筑选址与朝向对周边风场分布的影响,从而科学评价并优化风环境舒适度(如图 2 所示)。根据模拟结果,在场地西侧布设建筑易造成区域风场强度显著加剧,不利于室外使用体验;综合评估后,本次咖啡馆选址确定于场地东侧,以营造更为稳定、舒适的风环境。在建筑能耗与光环境分析方面,可依托 BIM 技术对全年太阳光照轨迹

与辐射强度进行动态模拟。通过优化调整建筑围护结构、窗户传热系数、遮阳系数等参数,对比不同设计方案下的建筑能耗差异(如图 3 所示),系统量化分析建筑外立面及室内空间接收太阳辐射的实际情况(如图 4 所示)。相关模拟结果可为建筑朝向选型、总体布局优化、采光设计与节能策略提供数据支撑,从而在提升建筑自然采光效果、降低运行能耗的同时,有效提升空间使用舒适度与整体环境品质。

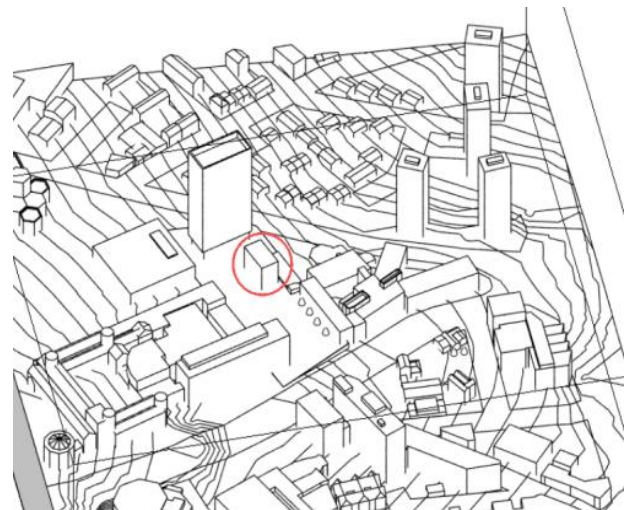


图 1 目标建筑位置模拟(来源:作者自绘)

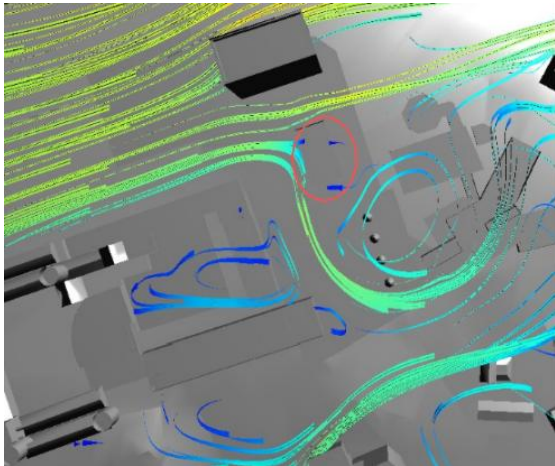


图2 风环境模拟(夏季、西北风)(来源:作者自绘,基于 Flow Design 软件模拟)

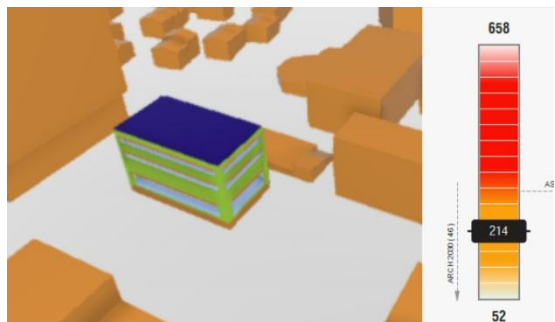


图3 建筑能耗模拟(来源:作者自绘)

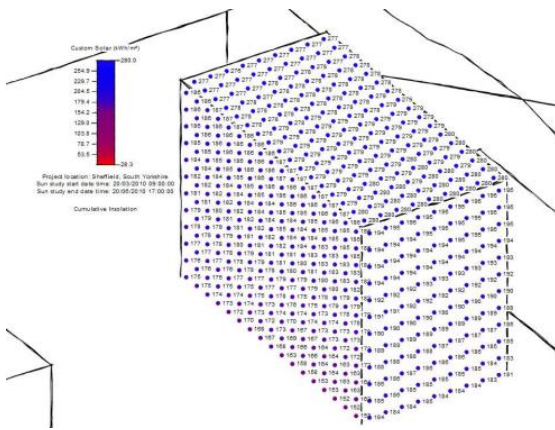


图4 太阳辐射模拟结果(来源:作者自绘)

1.2 设计阶段

在设计阶段,工程师通过 Revit、Rhino 等专业软件构建高精度三维模型,依托 BIM 技术的可视化与信息化核心优势,以 BIM 模型作为各专业提资条件,结构工程师可直接基于该模型录入结构设计数据,通过调整参数自动更新构件尺寸与荷载分布,快速验证多种结构方案,优化设计结果^[1]。在杭州茶叶博览会会议会展中心项目中,工程师依据现行钢结构相关规范对钢结构模型进行深化完善,补充缺失节点构造,优化不合理部位及构件布置形

式^[2]。此外,通过 BIM 模型进行受力分析,可精准定位薄弱部位,优化支撑布局与整体抗侧力体系,有效提高建筑结构的阻尼比,提高建筑的抗震性^[3]。而对于机电专业来说,设计工作需紧密结合建筑空间布局、结构形式及使用功能等多重因素,尤其在复杂建筑场景中,传统设计模式常因信息割裂导致管线冲突,仅依赖后期各专业设计师开会进行管线综合,极易耽误工作进度。而 BIM 技术的应用,为工程师提供了全新的设计思路——可基于建筑主体模型开展管线正向设计,在设计过程中同步完成管线综合,对地下、地上重点公共区域,复杂机房等进行管综统筹与净高优化,并对重点房间、机房进行布局优化并形成漫游。某些软件和插件可以直接为工程师生成多套管线走线方案,还可通过碰撞检查精准识别设计中的“错、漏、碰、缺”。以柳州市柳东新区文化广场为例,通过 BIM 技术,该项目共优化机电管线路径 1645 处,提前发现过低净高 276 处^[4],提高了设计效率与准确性。各专业可通过云端协同同步并行开展设计工作,其具有实时性,不易造成问题遗漏,同时可三维定位,便于追踪和设计管理。建筑专业调整核心筒布局时,结构专业可即时获取更新后的荷载数据,机电专业亦可同步优化垂直管井的定位,这种动态协同机制大幅降低了设计变更率,使设计变更率降低 60% 以上^[5]。

在信息化应用方面,可借助 BIM 模型的数据化、实时化、清单化等特性,根据经济师提出的具体要求精准计算土建、机电工程量,生成详细报告,借助成本计算软件可计算出工程成本,同时验证概算的准确性。当参数数据变化时,工程量会实时更新,帮助设计者优选方案。某项目发现钢筋含量高于当地类似项目,设计团队随即采取造价管控措施,在 BIM 仿真验证后不影响建筑整体承载力的前提下,将筏板钢筋由 HRB400 ϕ 25 优化为 HRB400 ϕ 22,将局部柱箍筋的加密方式从全高加密改为局部加密,显著降低了项目造价^[6]。

最后,将所有设计成果按规范分类整理、优化完善后,全部集成到项目管理系统中。集成后的成果可直接用于日常项目统筹管理、阶段性工作汇报,以及对内对外的交流展示,清晰呈现设计核心内容,为项目后续施工组织、现场管控及长期运维阶段的高效推进,奠定了坚实、可靠的基础。

2 施工建造阶段的应用

2.1 施工进度动态控制

项目管理人员可借助 BIM 技术进行施工工序模拟,通过对关键施工节点的拆解及各专业工序穿插计划的编制,实现不同专业工序间的衔接配合^[7]。此外, BIM 技术可将模型与施工时间轴结合,实时追踪各专业是否按进度计划推进,及时发现滞后环节并预警,避免进度拖延^[8]。当因极端天气、设计变更、材料供应延迟等原因导致进度

偏差后,现场工程师可通过移动端实时更新施工进度,由系统自动测算工期延误对后续工序的影响,并结合现场资源配置情况生成多套进度调整预案,经项目部评审确定最优方案落地实施^[5]。

2.2 施工质量控制

施工前, BIM 可视化的特点能够让施工、监理人员更直观快速地熟悉图纸,明确施工质量控制要点。BIM 技术为管理人员提供项目全过程的各类信息,包括材料型号、设备参数、施工工艺、检测资料及现场影像等。在传统质量管理模式下,信息多以纸质资料留存,当遇到施工质量缺陷时,无法快速追踪问题具体部位及责任主体^[9]。而 BIM 平台可快速定位问题部位、明确责任归属并制定专项整改方案。同时,借助大数据与人工智能算法对历史质量数据进行深度挖掘,能够总结质量隐患发生规律,为后续工程质量管控提供指导。此外,将设计规范要求、验收标准等参数录入模型后,质检人员通过 BIM 模型提取控制指标(如混凝土强度等),使用智能测量设备采集现场数据后,系统可自动比对偏差值并生成整改通知单^[5]。对于复杂工艺,技术人员可在施工前应用 3Dmax 等软件进行工艺模拟,验证施工方案是否可行,比如节点在浇筑混凝土时是否存在碰撞风险,提升工序验收合格率^[5]。

2.3 施工现场管理及安全指导

对于施工现场来说,现场管理人员通过 BIM 技术辅助分析,模拟材料堆放区域、运输路线等,提前对场地进行合理规划^[5]。利用 BIM 模型精准计算各类材料存储面积,避免因场地规划不合理导致材料堆积混乱。通过 BIM 优化材料运输路径,规划从进场到使用的最短路线,防止与施工人员通道交叉干扰^[10]。此外,针对大型设备运输,可模拟运输路径与转弯半径,复核通道尺寸,规划吊装空间,避免场地条件的限制影响安装^[10]。BIM 技术对施工现场安全管理的优势在于能够可视化展示危险源。例如:利用 BIM 提前核对 BIM 模型参数与现场施工条件,优化图纸再施工,避免因图纸与实际不符引发安全问题。

3 运维管理阶段的应用

相对于设计及施工阶段,国内对 BIM 技术在运维管理阶段的应用明显不足,目前研究主要集中于安全管理、能耗管理、空间管理、设备及维修管理等方面^[8]。

3.1 安全管理

公共安全是建筑运维管理阶段的重点。BIM 技术可以帮助运维人员全面掌握建筑周边的人流、车流动态,为智能预警系统的构建提供数据支撑,让应急预案更加科学,提前防范潜在风险^[11]。同时, BIM 还能帮助优化应急疏散方案,确保在突发事件中人员能够快速、有序地撤离,最大限度减少伤亡和损失。一旦建筑内部发生险情,运维人员可通过三维模型迅速锁定事发位置,及时采取断电等应急措施防止险情蔓延,并结合走道、楼梯、应急通道的

监控情况,在 BIM 模型中快速规划最优疏散与逃生路线,为人员安全撤离、逃生及救援工作提供精准指导,争取宝贵时间^[12]。

3.2 能耗管理

运维人员将实时检测出的能耗数据导入 BIM 模型,借助分析模型对建筑能耗数据进行分析对比,可在三维模型中自动生成能耗可视化图表,直观展示建筑各区域与各类设备的能耗情况^[11]。运维人员可将实际能耗与标准值进行对比分析,若出现超标情况,能及时排查原因,并制定设备布局优化、运行参数调整、节能设备替换等针对性节能方案;同时对高能耗设备进行重点标注与动态监测,持续完善节能管控工作。某医院综合楼挖掘具备节能潜力的设备并实施重点监控,与预测值相比,项目每年可节约用水约 9800t、节约用电约 72.5 万 kW h,能耗成本降低约 50 万元^[13]。

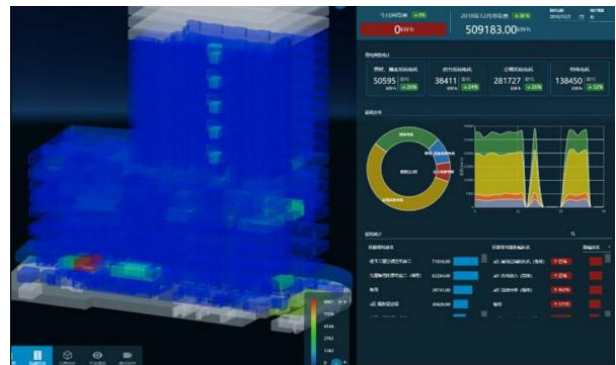


图5 设备能耗检测与分析^[13]



图6 运维管理平台实时监测设备运行状态^[14]

3.3 空间管理

空间管理是借助 BIM 技术对建筑空间使用、基础信息及规划进行统筹管理。平台可直观呈现房间信息,判断空间布局是否符合规范要求或是否满足使用需求,辅助使用者在运维阶段改变需求时进行空间规划,提出解决方案,从而减少资源浪费、提高空间利用率^[15]。此外,还可实时提供房间的占用情况,在图书馆、医院等建筑内为使用者提供预订服务。

3.4 设备及维修管理

BIM 模型为运维人员提供建筑内部详细的设备信息,

以实现设备的可视化管理与快速检索^[8],无需在信息采集上浪费人力。另一方面,BIM 技术可辅助人们依托设备管理数据制定维护计划与方案,保障机电设备稳定运行与日常养护。设备正常运行时,会实时显示绿灯,表示处于正常运行中,当设备相关指标达到预设阈值时,系统可自动报警并向运维人员发送通知,运维人员借助及时预警快速定位设备异常,采取对应处置措施,有效降低设备故障发生率与停机时长^[14]。用户可通过平台提交报修申请,经审批后生成工单,通过系统派送给维修人员^[13]。

4 应用难点与优化方向

4.1 标准体系不完善及信息协同不畅

各专业、各阶段使用的软件不同,不同参与方采用的软件平台、数据格式不兼容。例如在设计阶段建筑及结构专业使用 Revit 软件,机电专业使用从日本引进的 Rebro 软件,二者整合过程易引发电脑卡顿,直接拖慢绘图效率,影响整体设计进度。建造阶段 BIM 必须转化成运维阶段 BIM 才能够投入使用,这中间涉及到一系列复杂操作^[16],大量信息需要人工重新录入,不仅增加工作量,还易出现数据错误。BIM 应用缺少统一标准与规范,导致不同项目间的信息协同不畅,制约了其在工程全生命周期管理中的价值发挥^[17]。针对上述问题,设计单位正着手研发适用于多专业场景的轻量化设计软件或功能插件,目前相关工作尚未取得实质性进展。政府应当发挥核心引领作用,发布政策加快 BIM 软件的标准化和规范化发展,出台相关技术规范,确保工程全生命周期的数据统一。同时,应当支持搭建统一的云端协同平台,整合规划、设计、施工、运维各阶段信息,实现多方与多平台互通,打破信息壁垒,提升协同效率。

4.2 人才培养与技术普及问题

BIM 技术的落地与推广还需重点攻克人才培养与技术普及两大难题。现有协同设计平台难以适配多专业同步作业需求,为压缩时间成本,设计阶段多数项目会安排单一设计师绘制三个专业的图纸,这就要求设计人员具备跨专业的综合知识储备,对其技术能力提出了极高要求。此外,目前应用最广的 Revit 软件,操作逻辑与传统 CAD 软件不同,受软件界面层级多、族文件体系抽象、协同规则与建模标准要求严格等因素影响,设计人员往往需要较长周期的系统培训与实践磨合,才能达到稳定高效的应用水平。在项目周期紧张、人员精力有限的现实条件下,较高的学习成本与初期效率下降问题,显著降低了一线人员的接受度与主动应用意愿,进而在整体层面加剧了 BIM 技术规模化推广与深度落地的难度。为加强 BIM 技术的培训和推广,提升从业人员的专业素质和业务能力,建议各大高校增设 BIM 相关课程,培养复合型人才,提前培养 BIM 应用逻辑。各市协会定期开展统一技术培训,鼓励从业人员积极参与交流,共同提高实操能力和全生命周

期应用意识。

4.3 成本投入问题

BIM 技术在工程建设领域的推广应用,往往伴随着较高的前期投入与持续成本,这已成为制约其规模化落地的重要因素。一方面,购买正版 BIM 软件,后续升级高性能电脑配置、分配授权账号、搭建企业及项目内部协同平台等,都需要大量的人力、财力的投入。另一方面,企业需组织人员进行长期的培训,形成持续的人力与管理成本。对于企业来说,大量的投入成本无法通过项目收益快速覆盖,投入产出比不明确,难以在行业内全面普及。政府还需要进一步完善政策法规和激励机制,出台更具前瞻性和强制性的 BIM 应用推广规划。明确不同类型工程项目在哪些阶段、达到什么深度应用 BIM,引导市场从“被动接受”真正走向“主动应用”。

5 结束语

综上所述,BIM 技术在项目全生命周期的各个阶段都取得了较好的应用效果,可从整体上提升项目管理水平,提升项目质量与效益。不过就当前发展现状而言,BIM 技术的落地应用仍存在诸多现实挑战,例如行业标准缺乏统一规范、不同软件间的数据兼容性不足等问题尤为突出。相信随着建筑行业全方位的转型升级,相关标准体系将会越来越完善,对于软件轻量化研发投入会逐渐增大,各企业对 BIM 技术的应用会越来越积极,共同推动建筑行业向数字化、智能化方向高质量转型。

[参考文献]

- [1]梁若然,魏道全.基于 BIM 的建筑结构设计方法研究[J].智能建筑与智慧城市,2025(2):161-163.
- [2]江春晓,董超,石强,等.BIM 技术在建筑设计中的应用综述——以杭州茶叶博览会会议会展中心项目为例[J].城市建设,2025(1):15-19.
- [3]陈阳阳.分析 BIM 技术在建筑设计中的运用——以某市文化综合体项目为例[J].城市建设,2026(4):115-117.
- [4]朱亮.BIM 技术优势及应用——以柳东新区文化广场项目为例[J].中国建筑装饰装修,2023(3):71-73.
- [5]魏敏.BIM 技术在建筑工程全生命周期管理中的应用实践[J].中国住宅设施,2025(5):88-90.
- [6]夏平.BIM 技术在工程造价精细化管理中的应用[J].中国招标,2025(2):45-47.
- [7]王结兵.BIM 技术在超高层建筑机电安装工程中的应用[J].城市建设理论研究(电子版),2023(15):76-78.
- [8]李明柯.BIM 技术在建筑工程全生命周期管理中的应用实践[J].城市建设,2025(24):29-31.
- [9]巩烁烁.基于 BIM 的暖通施工全过程质量管控与进度协同优化研究[C].天津:天津市三品机电工程有限公司,2025.
- [10]张帅,崔洪亮,张广凯,等.基于 BIM 技术的医院建筑施工现场空间布局优化[J].中国建筑装饰装

修,2025(24):65-67.

[11]唐优秀,蒋海波.BIM 技术在建筑工程运维阶段的应用研究[J].房地产世界,2025(1):155-157.

[12]包胜,卜航栋,楼笑笑,等.基于 BIM 运维管理的现状与展望[J].施工技术(中英文),2024,53(20):28-35.

[13]文浩.基于 BIM 的医院建筑设备运维成本控制研究[D].武汉:武汉工程大学,2022.

[14]陶文秀,雷显峰.BIM 技术在运维管理平台中的应用探究[J].绿色建造与智能建筑,2024(7):55-57.

[15]倪晋宝.基于 BIM 的建筑运维管理绩效评价研究[D].合肥:合肥工业大学,2023.

[16]金钟鸣,程明,李慧波,等.基于 BIM 的医院公共建筑智慧运维管理平台的建设与应用[J].中国医院建筑与装备,2024,25(6):23-27.

[17]董玉峰,陈雪松,杨东辉.关于 BIM 技术的智能建筑工程施工质量管理分析[J].中华建设,2026(1):61-63.

作者简介:许琴(1995.3—),女,北京人,就职建研凯勃建设工程咨询有限公司,从事项目监理工作。