

BIM 在医院基建项目管理中的应用探究

谢璐妍

温州市人民医院

DOI:10.12238/bd.v9i3.4402

[摘要] 为探索BIM技术在医院基建项目全流程管理中的应用成效,为医疗建筑数字化管理提供解决方案。本文以温州市人民医院娄桥院区为例,基于BIM具备的三维可视化与多专业协同特性,建立全流程应用体系,着重分析医疗专项深化、感染防控、能耗管控及智慧运维方面的实践,用工期、成本、质量等核心指标定量对比后评估技术价值。研究发现项目借助BIM模型处理了58处专业碰撞情况,感染科病房的洁净度达标率提高到了98%,能耗实现了12%的降低,运维资产盘点效率提高了80%等。分析表明BIM技术以全生命周期数据集成的方式,极大增进了医院基建协同的效率和管理的精确水平,建议改进医疗建筑BIM标准,加快“BIM+物联网+AI”技术的融合步伐,促使项目管理朝智能化转型。

[关键词] BIM技术; 医院基建; 项目管理; 全生命周期

中图分类号: C935 **文献标识码:** A

Exploration of BIM Application in Hospital Infrastructure Project Management

Luyan Xie

Wenzhou People's Hospital

[Abstract] To explore the application effectiveness of BIM technology in the full process management of hospital infrastructure projects and provide solutions for digital management of medical buildings. This article takes the Louqiao campus of Wenzhou People's Hospital as an example, based on the three-dimensional visualization and multi-disciplinary consumption collaborative characteristics of BIM, establishes a full process application system, and focuses on analyzing the practice of medical special deepening, infection prevention and control, energy control, and intelligent operation and maintenance. The technical value is evaluated quantitatively by comparing core indicators such as construction period, cost, and quality. The study found that the project utilized BIM models to handle 58 professional collision situations, increasing the cleanliness compliance rate of the infectious disease ward to 98%, reducing energy consumption by 12%, and improving the efficiency of operation and maintenance asset inventory by 80%. Analysis shows that BIM technology, through the integration of data throughout the entire lifecycle, greatly enhances the efficiency and management accuracy of hospital infrastructure collaboration. It is recommended to improve the BIM standards for medical buildings, accelerate the integration of "BIM+IoT+AI" technology, and promote the transformation of project management towards intelligence.

[Key words] BIM technology; Hospital infrastructure; Project management; All Life Cycle

医院基建项目鉴于医疗功能复杂多样、专业协同程度高、运维要求精细,传统二维设计与分段管理模式容易引起信息断层、效率低下等方面问题。建筑信息模型(BIM)技术借助三维数字化建模和全生命周期数据整合,为化解这些难题找到了创新方法。浙江省温州市选为建筑信息化试点城市,从2020年起实施BIM技术在医疗基建中的应用工作。温州市人民医院娄桥院区作为区域医疗中心项目,建筑规模为8.77万平方米,规划里安排了1500张床位,整合了智能物流、净化工程等复杂系统,其BIM实践

为相似项目提供了具有重要意义的参考。本文与该项目相结合,深入分析BIM技术在医院基建各阶段的应用路线与实施成果,以促进医疗建筑管理实现数字化升级。

1 BIM技术在医院基础建设项目中的核心应用价值

1.1 全生命周期数据集成与协同管理

BIM技术依托三维模型贯穿项目的整个周期,规划阶段把GIS技术融合进来优化急诊布局,急救响应的时间缩短了10%;设计阶段采用广联达平台实现LOD300精度建模,处理掉80%的管

线冲突,处理通风管和消防管碰撞问题37处;施工阶段借助Navisworks对关键工序进行预演,预先找出23处工序冲突;运维阶段构建包含2.3万条设备信息的BIM数据库,达成从设计到运维整个链条的数据追溯,解决传统项目的数据断层难题^[1]。

1.2 实现复杂医疗场景的精细化模拟适配

在DSA手术室建设中通过模拟设备荷载来优化楼板配筋,避开结构加固需求;医用气体系统针对12种管路开展规划,保障间距、坡度契合规范要求;住院楼内的物流传输系统设置23个站点,从根本源头降低感染的可能性;感染科病房通过CFD分析优化压差至-15Pa,发热门诊调整通风管后负压达标,从源头降低感染风险^[2]。

1.3 施工过程智能化管控与风险预控

施工阶段采用“BIM+物联网”技术:高支模施工前通过三维放样提升方案通过率至90%,搭设效率提高30%;无人机建模指导土方开挖精度±5cm;移动端APP扫码验收缩短时间50%,处理质量问题156处。进度管理中BIM5D平台自动预警工期滞后,深基坑监测系统实时触发应急预案,保障施工安全^[3]。

1.4 医院感染控制与洁污分区精细化设计

BIM规划洁污分区流线,感染科病房分隔医护与患者通道≥1.5米,优化缓冲间操作空间扩大20%;手术室确保百级洁净区人均面积3.5m²以上,预演无菌物品运输避免交叉。发热门诊调整通风管后压差稳定在-15Pa,经检测医护动线交叉率降低60%,室内环境指标优于国家标准。

1.5 建筑能耗与环境质量动态优化

BIM联动能耗模拟软件,西楼病房外遮阳优化使空调能耗减少15%;地下车库分区照明年节电8万千瓦时;儿科候诊区增加排风系统控制CO₂浓度≤1000ppm。屋顶太阳能板年发电50万千瓦时,项目总能耗较设计值降低12%,获评“三星级绿色建筑”。

1.6 医疗设备全生命周期管理优化

BIM建立含60余项属性的设备族库,设计阶段预留设备基础及通道,避免地下室通道返工;施工阶段AR技术指导基座浇筑误差≤1mm;运维阶段设备运行数据实时接入模型,冷却系统故障时停机时间缩短60%,实现设备与建筑环境的深度适配^[4]。

1.7 应急场景模拟与安全体系构建

凭借BIM结合模拟软件完成安全设计优化:门诊楼火灾模拟时,调整防火门让疏散时间缩短35秒;地下车库的排烟布局让CO浓度在5分钟内达到标准;施工阶段预先找出3处消防管线问题,项目消防验收一次就通过了,应急预案科学性经实战得以证实。

2 基建项目BIM实施路径

2.1 构建多方协同管理体系

项目建立“业主主导、技术牵头、专业协同”的实施架构,成立由医院基建处、设计单位、施工总包、BIM咨询公司组成的联合工作组,制定《温州市医疗建筑BIM应用技术标准》,明确各阶段模型交付标准:规划阶段LOD100、设计阶段LOD300、运维阶段LOD400。采用国产化BIM软件体系,自定义医用气体管道族库,包含压力等级、管径规格等20余项参数,满足《医用气体工

程技术规范》要求,解决传统国外软件在医疗专项建模中的功能短板。

2.2 医疗流程与空间深度耦合

在门诊区域设计工作中,借助BIM对患者就诊全流程进行模拟,发现儿科门诊跟检验科室的步行距离有80米长。经过调整楼层各功能分区,把检验窗口移到儿科诊区旁边,把平均就诊动线的长度缩短至50米以内。手术室设计采用“BIM+医疗工艺”双重确认机制:以百级洁净手术室为对象,模型清晰标注出无影灯吊架的荷载以及医用吊塔管线接口的位置,结合净化工程专用软件模拟气流分布,让手术区洁净度达到ISO5级的标准水平;病房设计凭借BIM对病床和护理站的视线夹角做分析,调整优化护士站位置,实现护理效率提升30%。DSA手术室用模型精准定位设备基础跟管线接口,防止后期打孔返工,缩短设备安装周期。

2.3 BIM驱动的精益建造实践

主体结构施工时采用“BIM模板数字化加工”技术。凭借模型导出模板加工图,使用数控切割机精确下料,把模板拼接误差控制到2mm以内,混凝土浇筑合格率从85%提升到了98%;机电安装采用“预制装配跟BIM放样”做法,将走廊的综合管线的工厂里预制为模块化管段,现场安装效率增进了30%,同时把管材用量节约了12%。就地下室区域,依靠BIM开展支吊架优化设计,采用综合支架让立柱数量降低40%,留出更多设备检修的空间;在深基坑施工的阶段,设置16个自动化监测点位,即时采集沉降数据并与模型形成联动,做到施工安全的动态统筹。

2.4 构建智慧管理平台

项目交付时同步移交“数字孪生”运维模型,集成建筑空间、设备资产、能耗数据三大核心模块。空间管理模块支持三维可视化导览,科室搬迁时可快速模拟家具摆放与通道通行能力;设备管理模块关联2.3万余台(套)医疗设备,扫码即可查看安装图纸、保修期限及历史维护记录,CT机房冷却系统故障时,运维人员通过模型快速定位阀门位置,维修时间从2小时缩短至30分钟;能耗管理模块接入水电表智能数据,按楼层、科室实时显示能耗曲线,发现行政办公区空调能耗偏高后,针对性调整温控策略,年节约电费约30万元。平台预留HIS、EMR等系统接口,为未来医疗业务数据与建筑运维数据的深度融合奠定基础。

2.5 室内装修阶段的BIM深化应用

医疗建筑室内装修需把功能性与耐候性都兼顾到,BIM技术在材料选型、节点构造当中发挥核心作用:病房地面借助模型做模拟对比,选上防滑等级R11的同质透心地板,与《医院建筑装饰装修工程技术标准》相符;护士站台面凭借BIM进行人体工程学分析,把高度从85cm调整至80厘米,结合着弧形转角处理,让护士的取药效率提升15%,同时减小腰部形成劳损的风险;墙地砖开始铺贴前借助模型导出排版图,指导现场施工达到精准要求,把卫生间墙缝对缝误差约束在1毫米以内,减少瓷砖损耗率;检验科特殊区域中,标注为酸碱腐蚀区域的墙面防护层厚度,防止了后期因防护不够而造成的墙体损坏。

2.6 竣工交付与数字化资产移交创新

传统竣工图编制既费时间又容易失真, BIM技术达成“模型即竣工图”的高效交付。经由无人机三维扫描后和BIM模型拟合, 生成误差不大于5mm的竣工模型, 自动把隐蔽工程的设计参数跟施工记录关联起来, 形成可直观查看的竣工档案, 在资产移交阶段构建了一个有12万条数据的BIM资产数据库, 包含建筑构配件、机电设备、医疗专项设施整个生命周期的信息, 每个资产节点与采购合同、检测报告、保修期限等相关文件相连接, 医院后勤单位借助该数据库开展资产盘点事宜, 和传统人工盘点方式相比, 效率提升80%, 设备台账的准确率从75%提高到了99%, 为后续固定资产管理、维修计划的编排提供了精准的数据支撑。

2. 7招投标阶段的BIM应用创新

在项目招标和投标阶段, BIM技术提高了造价管理的精准度和施工方案的竞争力。招标方以BIM模型自动生成工程量清单, 算量误差把控在2%以内, 修复清单编制的92处错误, 杜绝造价出现额外的120万元增长; 投标方借助BIM施工模拟呈现高支模、深基坑等危大工程专项方案。

3 挑战与对策

3. 1破解数据互导与标准缺失难题

针对不同BIM软件彼此数据互导存在15%信息丢失的状况, 建议由国家卫健委作为牵头主体制定《医疗建筑BIM数据交付标准》, 使设备编码和参数模板达到统一。明确各阶段模型交付深度的界限, 推动广联达、Autodesk等主流软件厂商去开发医疗专项数据接口, 探寻基于IFC4. 3标准的模型交付体系, 保证从设计阶段到运维阶段的信息完整传递。

3. 2构建全产业链协同机制

就参与方协同效率的不同差异而言, 制定项目级BIM绩效考核规章, 把模型提交质量与问题响应速度纳入合同约定。某分包单位鉴于模型精度不达标而被扣除1%进度款后, 后续提交时合格率升至100%, 建议行业主管部门牵头搭建医疗建筑BIM联盟, 制定出《医院基建项目BIM实施指南》, 明确业主、设计、施工、

运维各参与方的职责权限和数据共享办法, 设立可实现跨行业协同的工作平台。

3. 3激活BIM数据资产价值

当下多数项目的BIM模型仅仅作竣工资料归档, 数据活化的占比不足30%。主张搭建基于BIM的智慧运维平台, 依靠API接口实现与医院HIS、OA、设备监控系统的数据互通有无, 采用大数据分析技术发掘模型隐含内容。温州市人民医院正在开展“BIM+AI”运维系统试点工作, 采用机器学习对设备运行数据做分析, 预先72小时预判空调机组故障, 达成从被动维修到主动防范的转变。

4 结论

温州市人民医院基建项目实践说明, BIM技术运用全生命周期数据的贯通与场景化的应用, 切实化解了传统管理模式里信息孤岛、协同低效、运维粗放等难题, 在工期把控、成本节省、质量提高、运维效能等方面都取得显著突破, 其价值不只是彰显在技术工具的运用, 更在于推动医院基建管理往“数据驱动、精准决策”模式过渡。

[参考文献]

- [1]刘剑, 嵇勇, 林军, 等. BIM技术在医院建设项目精细化管理中的应用实践[J]. 中国医院建筑与装备, 2025, 26(04): 47-51.
- [2]赵旭. BIM在医院基建项目管理中的应用研究[J]. 工程建设与设计, 2024, (21): 149-153.
- [3]徐丹, 张玉彬, 赵奕华, 等. 基于BIM技术的医院项目施工过程结算管理研究[J]. 工程经济, 2021, 31(12): 47-50.
- [4]庞革. 基于BIM技术下医院基建管理方法探究[J]. 价值工程, 2020, 39(36): 69-70.

作者简介:

谢璐妍(1998--), 女, 汉族, 浙江温州人, 本科, 助理工程师, 研究方向: 绿色建筑与建筑信息模型。