

BIM 在医院建筑项目全生命周期 管理中的应用

——以某医院建筑为例

张玉琢¹,王逸飞¹,陈慧铭²,陈新华¹

(1. 沈阳建筑大学管理学院,辽宁 沈阳 110168;2. 中元国际(南京)城市规划建筑设计研究院有限公司,江苏 南京 210017)

摘要:医院建筑项目由于自身使用功能的特殊性,建设过程中往往存在着超预算、工期延误、协调困难等问题。以某医院迁建工程项目的正向设计为例,探讨建筑信息模型(Building Information Modeling, BIM)正向设计模式在设计、施工和后期运营维护中的实用性与可行性,为 BIM 技术在医院项目等大型城市综合体工程建设领域中的推行、全生命周期中的应用提供借鉴和参考。

关键词:医院建筑;多专业协同平台;BIM 正向设计;全生命周期

中图分类号:TU201.5 **文献标志码:**A

建筑信息模型(Building Information Modeling, BIM)包含的多方协作平台和便捷的信息共享功能,为解决当前项目全生命周期管理协调混乱、完整性不强的问题提供了良好的技术平台和解决方案。通过计算机构建 BIM 模型,可以将建筑的施工管理信息、功能信息、物理信息、设备信息等各专业相关数据进行集成并实现一体化管理。

聿建华等^[1]认为,在结构模型设计中采用 BIM 正向设计方法是进行后续专业综合集成的基础,也是 BIM 整体设计的基础。杨远丰^[2]认为, BIM 正向设计模式是整个建筑设计过程的流程再造和优化升级。严旭^[3]认为, BIM 正向规划设计较之传统的二维设计办法,大大减少了机械性的、重复性的绘制工作,使工程师可以专注于设计。吕天舟^[4]认为,在医院建筑的设计、施工、运营 3 个阶

段,采用 BIM 技术可以使医院建筑信息在医院建筑全生命周期中高效传递。

医院建筑由于体量大、曲线布置难、建设标准高和来往人群密集等特点,对整体设计的精密性、复杂性和特殊性有更高的要求。笔者通过剖析当前 BIM 技术在建筑全生命周期中的应用现状,以某医院迁建工程项目为例,研究 BIM 技术在结构深化设计、机电专业的布置和优化、运维平台及施工过程可视化的应用,最终实现与医院后期运营及维护阶段的智慧医疗平台对接的目的。

一、BIM 在建筑全生命周期管理中的应用

1. BIM 正向设计的应用

BIM 正向设计以三维 BIM 模型为起点,将其作为数据源完成建筑从初始方案设计到

最终施工图设计的全过程工作。作为建筑数字化、信息化体现的 BIM 模型,通过三维虚拟技术,可快速预测并解决建设过程中的建筑、机电、结构等专业问题,有利于项目施行风险的全面控制^[5-7]。同时,它可以帮助建筑师准确优化不同类型的系统,使空间的利用率达到最大^[8]。通过构建 BIM 模型可以准确模拟建筑内外表面和空气之间的热交换过程,模拟建筑的空调、给排水、通风、照明等。如果设计条件复杂,还可以通过 BIM 模型完成复杂的设计指导,从而创建适当的建筑环境。例如,将 rvt 文件导入 EnergyPlus 软件,可以分析建筑能耗,并对建筑物的方向、墙体结构的窗户设置、声源、光照、风速、空气湿度、空气质量等进行分析和处理。

除此之外,场地的气候条件、地形等都会影响建筑设计。BIM 正向设计可以通过场地分析来评价和分析建筑物的景观规划、建筑物周围环境、建筑物施工支持、交通流量等多种因素。传统的分析方法存在着数据信息复杂,定性分析占比 80% 以上、定量分析仅占 20% 及以下的弊端。利用 BIM 技术和地理信息系统(Geographic Information System, GIS)软件对建筑场地进行建模,量化数据信息,得到的可视化结果具有极强的说服力,有助于设计方阐述在前期规划布局设计阶段项目场地的应用条件和特征,最终确定该建筑项目最理想的场地规划、建筑物布局等决定性因素。

2. BIM 施工平台的应用

BIM 施工平台的应用主要处于项目全生命周期中的施工阶段。在这个阶段,前期设计过程中的信息将通过建设项目管理载入至实际的加工和施工工程中,其特点是更贴近施工信息的需求。设计阶段的模型构件能够按照不同的类别、楼层、施工进度、加工、运输、堆放时间和位置进行输入和排序,使得整个模型可以直观地展示每个施工阶段的主要施工过程和施工现场布置情况,如道路、地下水位、基坑支护变形监测点等^[9-11]。这些情

况可以在施工进度计划模型中得到反映,按照计划进度对人力、材料和机械进行供应,根据计划进度和实际进度的偏差调整现场布局并采取相关措施使施工进度按时完成。

在施工过程中,利用 BIM 5D 技术实现施工模拟、工程量统计、碰撞检测和管线优化等功能,可以减少资源消耗,降低人力、材料和机具成本,缩短工期。通过 BIM 技术建立的三维模型在设计和施工阶段对建筑结构和各机械专业进行管线综合碰撞测试,以此优化施工过程、施工方法、材料布置,并提出耗时最短及成本最低的方案。

BIM 技术通过为项目各参与方建立信息共享平台、项目实施数据库等方式,解决了项目实施过程中的质量、进度和信息等专业问题,有利于医院工程项目的实施,缩短工期,节约建设成本。同时,施工平台针对施工现场设置了进度审核、安全统计、设计管理等模块,为整个项目的“三控三管一协调”提供了平台支撑,提高了管理的效率^[12-13]。

3. BIM 运维模型的应用

建立 BIM 运维模型时,应按照运维平台中规定的参数信息格式进行数据的传递和界面的更新设计,修正建筑模型中使用的错误信息和过时信息,并补充操作和维护运维模型中的特定信息。

同时,也要考虑医院管理者的需求并提出相应的解决办法。将现有建筑自动化系统数据与运维平台相对接,不断整合更多层次的数据,从而为医院的科学管理和自助分析提供对应的接口平台。平台通过定制化的方法来挖掘数据的价值,有助于医院资源的利用效率得到充分提升,更好地为患者提供优质服务。另外,随着 BIM 技术、物联网、大数据技术的迅速发展,可以预见 BIM 技术在医疗工艺、绿色医院等方面的应用前景十分广阔。BIM 技术与虚拟现实、人工智能等技术的结合也是今后发展和研究的方向。

4. 造价信息的传递

在项目全生命周期的各个阶段,都应以工程造价在后方作为支撑。

(1)在设计阶段。以 BIM 模型为基础进行算量和计价,可以快速准确地对各个专业单位所建议的各个项目的单边成本和整体成本进行比较分析,在项目初期,协助业主、设计人员与施工人员共同确定合理的投资方案。从经济成本的角度出发,结合 BIM 成本信息,可以为项目找到更好、更合理的设计方案。

(2)在施工阶段。通过对 BIM 模型的设计进度进行验算,将其作为实际施工进度的参照,能够使模型形象进度、现场形象进度、结算款进度协调一致。施工图预算的数量可以从 BIM 模型中分类型、分参数导出,施工图预算的价格则通过广联达计价软件,利用项目的本地定额或企业常用的定额进行工程预算,在节约人力计算工作量的同时,提高了成本预测的精确度。

(3)在运维阶段。运维阶段的成本在设备升级和部分改造时,可以参照原设备厂商和运行方式的定价,快速准确地制定出更新方案。

二、BIM 在某医院建筑全生命周期管理中的应用实例分析

1. 项目概况

该医院是一家非营利性公立医院,作为一所综合性二级甲等医院,其集医疗、预防保健、教育于一体,负责全县 57 万人口的医疗救助工作。该医院占地面积 20 000 m²,拥有病房及诊室共 40 000 m²,开放式床位 500 张。2018 年门诊量为 34.8 万人,每年住院人数约为 2.8 万人。

该医院项目体量大,设计过程复杂,技术难度大,各专业接口多,工期紧。同时,该医院建设项目需兼顾医疗流程及城市设计,需根据地块和环境特色提前布局,规划各地块发展用地。在此基础上,通过 BIM 环境下的医院全生命周期协同管理模式,建立满足项目需要的全过程数据集成管理平台,实现项目的全生命周期管理。该医院项目建成效果如图 1 所示。



图 1 医院建筑建成效果

2. 结构专业 BIM 深化设计的应用

在结构部分的正向设计中,钢筋混凝土结构为该医院迁建工程项目主要采用的结构。结构的连接处是设计的重要部位,在节点的设计中,采用 BIM 技术可以对节点进行仿真模拟,以保证节点的合理性。找到合理的连接点后,计算出正确的参数并进行结构建模,在此过程中,可以对各结构中的参数不断进行调试。由于模型中缺少部分节点的做法,需对构造板、螺栓、门梁、桁架等节点进行深化设计,以减少施工阶段作业人员私自选择节点做法造成的损失和返工,从而有助于进一步提高建筑结构设计的质量。其中,门梁节点深化设计如图 2 所示,柱底节点深化设计如图 3 所示。

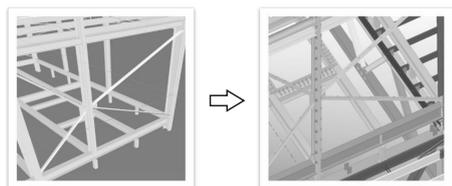


图 2 门梁节点深化设计

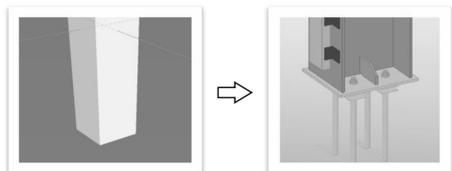


图 3 柱底节点深化设计

该医院建筑项目在结构部分的正向设计中充分应用各类 BIM 软件构造了医院结构分析模型,对各个连接节点进行分析和仿真,以此为基础进行连接。模型建造时,应充分分析结构柱、主梁、次梁、板等要素。为保证模型质量,还应高效完成以下任务:第一,选

择特殊的医院结构样板文件,并建立对应的 BIM 模型;第二,利用相应的软件来建立标高,然后对轴网进行精确定位,使项目基点及测量点处于横向“A”轴线及竖向“1”轴线的交点;第三,对于建筑结构中的混凝土构件应根据后续施工方案及相关国家标准进行设计。通过上述工作构建初始结构模型,并进行深化设计,可避免后期出现因缺乏节点做法而引起的工期延误、做法不一等问题。

3. 机电专业 BIM 正向设计的应用

(1) 碰撞检测

医院项目由于体量庞大、机电系统专业多、施工协调难度大等特点,在设计阶段常出现机电与结构专业的碰撞以及管道间的碰撞问题,因此,该项目在进行机电部分的正向设计时,将 Navisworks 软件导入 rvt 格式模型后进行碰撞检测和场景漫游,得出管道碰撞点及不合格构件,为工程提前预留孔洞提供了最终依据。这样可以提高各个专业团队之间的沟通效率,保证建筑质量。

(2) 净空优化

通过 BIM 模型的可视化功能和多学科共同合作功能,在 Revit 模型的基础上使用 Fuzor 插件预先检测每个建筑的净空高度,并对存在问题的管道调整标高,进行净空优化。在不发生冲突的情况下,调整各专业管线规划模型,最大限度地提高净空高度,通过动态线路分析和内部空间模拟实现绿色、人性化、智能化的管理。最后再次对修改后的 BIM 模型进行净空分析,减少后期施工成本。优化后的管道排布状况如图 4 所示。

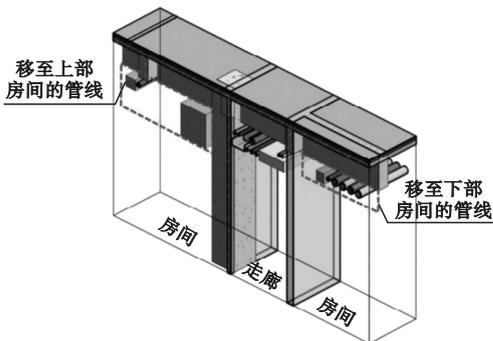


图4 管线优化结果

4. BIM 运维平台的应用

在项目全生命周期内实时开展多方协作,将深化设计成果每周上传至平台,项目所有参与者均可随时下载相关成果,且可以在平台上直接查看审批三维模型及对应的二维图纸,对设计情况进行实时跟踪。

(1) 图纸版本自动变更识别

通过运维平台可在软件 PC 端有效地管理、分类和版本化项目中的图纸文件,从而便于存储和利用图纸的不同版本。施工过程中应确保工程图纸的唯一性、安全性和可控性,比较版本之间的差异,快速发现问题并进行更改,减少肉眼识别的不确定性,节省手动检查图纸的时间。

在移动(手机)端将照片、视频、音频、文字等信息发送到 PC 端的指定位置,以便随时查看和记录施工进度、质量、安全状况。还可以将上述信息与所反映的图纸中的实际位置相关联,快速反映施工现场问题。同时可在网页端查看 CAD 图纸,并对不同版本的图纸进行对比,快速查找变更位置。

(2) 多方共同监测

针对项目协作中的设计问题,问题发现者可在线上发起审批流程,各方在平台上进行审批并提出意见,从而更高效地解决设计问题。总包管理人员、监理、管理公司在现场发现质量和安全问题可以随时拍照,通过手机端上传至平台,缩短问题的解决周期,保证项目的进度和质量。同时,通过该模块功能可以将现场实际情况与图纸联系起来,提高施工质量和安全水平,更好地进行工程管理。

(3) 构件实时监控

将信息平台与物联网有机结合,将构件在出厂时读取的射频识别(Radio Frequency Identification, RFID)数据信息发送至平台,在此期间,建设总承包方可以登录平台随时查看构件的装运数量、时间等信息,并可在到达现场后再次读取 RFID 信息进行构件的确认和验收,以此作为支付货款的依据。RFID 的功能如图 5 所示。

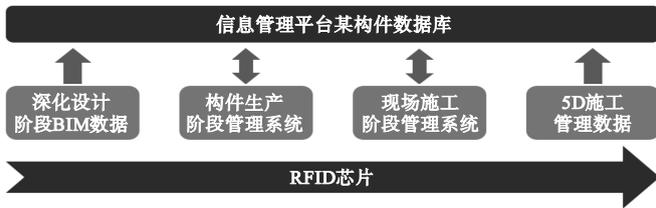


图5 RFID的功能

将 BIM 技术与住宅产业化相结合,通过创建标准 PC 构件族库,进一步强化安全生产、文明施工、环保、施工质量控制等方面细节的把控。

(4)3D GIS 时刻浏览

将保存的设计阶段资料、施工阶段数据与 BIM 模型中的相关设施、设备等相关联,建立运营维护模型,便于医院后期的运营和管理。在该医院迁建工程项目中,结合 BIM 技术构建了运营维护系统,以 3D GIS 为基础,导入各个专业的 BIM 模型,将 3D BIM 模型与空间地理位置、属性信息整合在一起,实现从室外到室内、从地面到地下的导航。管理员可以单击鼠标中键,从任何角度无缝浏览和漫游项目周围的道路管道、建筑环境、站点内布局、设施设备。

同时,BIM 运维模型还支持 BIM 构件的选择,能够迅速地查询与构件相关的上下游构件的相关信息。利用 BIM 构件连接技术安装开关、控制阀等关节组件有助于快速高效地进行设施管理,确定故障影响范围、消防设施等。

5. 进度管理

通过利用 BIM 模型模拟施工过程,可以让项目的各参建方随时快速、直观地掌握项目的计划进度和实际进度,并根据施工方的实际进度随时进行调整。对施工进度模拟,可以让业主方、施工方和监理方全面了解工程建造中的各种问题和情况,施工人员和技术人员可以提前发现并解决施工过程中的困难问题,促使多专业间高效协同工作,加快项目的施工进度。

利用 Primavera 6.0(以下简称 P6)软件对计划中的关键线路进行规划,严格控制施工进度,对可能影响总工期的工序进行有效

控制和工期预警,协助项目经理合理安排生产计划,提前避免施工空间冲突,直观监控项目进度。针对施工中出现的扬尘治理等情况,可根据相关政策及现场实际情况调整计划工期。在 P6 软件中输入人、材、机等相关信息,在宏观层面上可以控制现场资源,合理优化配置,为机电专业后期的进度管理做好准备,确保项目进度的顺利推进。

6. 建造过程模拟仿真

利用 BIM 技术可以实现模型数据参数化、模拟仿真、施工动画制作、计算机辅助设计等功能,在施工阶段模拟医院项目的建造过程,并参照真实环境对施工阶段的人、材、机等信息进行三维模拟。通过计算机虚拟仿真施工过程,对施工中可能出现的问题提前进行预警。利用 BIM 技术对施工现场进行仿真,结果如图 6 所示。



图6 施工现场模拟

三、结 语

由于医院后期使用功能要求较高,在医院初期建设过程中要充分考虑后期医疗服务的需求。BIM 在工程建设领域已经显示出较大优势,通过信息整合与各专业业务合作,同时进行各阶段间的信息传递和共享,提高了建筑行业从规划阶段到运维管理阶段的技术水平。借助高度可视化功能在项目初期模拟和确定方案可以极大地满足后期医疗服务和运营管理的要求。同时,BIM 技术能够保

存项目全生命周期的设施和组件信息,这对后期维护和设备更新等也有极大帮助。由此可见,BIM技术的利用可以显著提升医院项目等大型城市综合体工程的建设效率和质量。

参考文献:

[1] 聿建华,习朝位,蒋义平,等. 建筑结构 BIM 协同设计[J]. 建筑结构,2021,51(1):1225-1228.

[2] 杨远丰. 全面 BIM 正向设计的关键技术与管理要点[J]. 土木建筑工程信息技术,2021,13(5):1-11.

[3] 严旭. BIM 技术在某钢结构厂房全过程设计中的应用[J]. 结构工程师,2020,36(5):186-196.

[4] 吕天舟. 基于 BIM 的全生命周期服务在医疗建筑中的应用[J]. 上海建设科技,2021(4):60-62.

[5] 王英华,苏永玲. BIM 技术在古建筑保护中的应用研究[J]. 沈阳建筑大学学报(社会科学版),2019,21(6):610-615.

[6] 王宝令,陈娜,吕贺. BIM 技术在我国建筑行

业的应用及发展前景[J]. 沈阳建筑大学学报(社会科学版),2018,20(5):470-475.

[7] 齐宝库,张美琪. 基于 BIM 技术的施工现场安全管理[J]. 沈阳建筑大学学报(社会科学版),2018,20(4):360-364.

[8] 余括. 基于 BIM 技术的站房正向设计方法研究[J]. 结构工程师,2021,37(1):198-205.

[9] 吴京戎,姜金延,熊能超. BIM 技术在医院建筑管线综合设计中的应用:以孙逸仙心血管医院为例[J]. 土木建筑工程信息技术,2021,13(3):81-87.

[10] 陶桂林,马云玉,唐克强,等. BIM 正向设计存在的问题和思考[J]. 图学学报,2020,41(4):614-623.

[11] 顾向东,吴锦华,赵文凯,等. BIM 技术在医院建设项目全生命周期的应用[J]. 建筑经济,2018,39(1):49-52.

[12] 边延凯,高伟,林沂,等. BIM 在国内建筑项目全生命周期中的应用研究与进展[J]. 天津城建大学学报,2017,23(5):356-362.

[13] 张国华,郭敏,霍婕,等. BIM 技术在绿色建筑全生命周期的应用:以北京市某医院建筑为例[J]. 智能建筑与城市信息,2015(12):82-84.

BIM Application in the Full Life Cycle Management of Hospital Construction Projects: Taking a Hospital Building as an Example

ZHANG Yuzhuo¹, WANG Yifei¹, CHEN Huiming², CHEN Xinhua¹

(1. School of Management, Shenyang Jianzhu University, Shenyang 110168, China; 2. Zhongyuan International (Nanjing) Urban Planning and Architectural Design Institute Co., Ltd, Nanjing 210017, China)

Abstract: Due to the special functions of the hospital construction project, there are often problems in the construction process such as over-budget, delay in construction period, difficulty in coordination, etc. Taking the forward design of a hospital relocation project as an example, the practicality and feasibility of the BIM forward design model in design, construction, and subsequent operation and maintenance are discussed. The application in the life cycle and the promotion of BIM technology in comprehensive project construction field including hospital construction project can provide future references.

Key words: hospital buildings; multi-professional collaboration platform; BIM forward design; full life cycle

(责任编辑:高旭 英文审校:林昊)