

基于 BIM 技术的模块化病房优化设计研究

Research on the Optimized Design of Modular Ward Based on BIM Technology

许庆虎^{1,2}, 王澳¹, 唐雅勤¹, 田士林¹

XU Qing-hu^{1,2}, WANG Ao¹, TANG Ya-qin¹, TIAN Shi-lin¹

(1. 安徽建筑大学; 2. 安徽省 BIM 工程中心)

(1. Anhui Jianzhu University; 2. BIM Engineering Center of Anhui Province)

【摘要】在席卷全国的新冠疫情中,装配式箱式病房在抗疫中得到广泛应用,如何保证医院建设按时完工,满足传染病医院医疗流程的需要至关重要。文章以 BIM 技术为基础,结合武汉火神山和雷神山医院的钢结构箱式模块化病房,优化模块化病房设计,设计出功能齐全、组装快速、可折叠拆装的模块化病房。通过对钢结构主体进行折叠和优化改造,改造后的构件在工厂生产,施工现场可直接进行安装,优化设计后运输方便,安装工序少,有利于现场快速施工安装。

【Abstract】In the COVID-19 epidemic sweeping the country, assembled box wards have been widely used in the fight against the epidemic. It is crucial to ensure the completion of hospital construction on time and meet the needs of medical procedures in infectious disease hospitals. Based on BIM technology, this paper combines the steel structure box-type modular wards of Huoshenshan Hospital and Leishenshan Hospitals in Wuhan, optimizes the design of the modular box room, and designs a modular ward with complete functions, fast assembly, and collapsible disassembly. By folding and optimizing the main body of the steel structure, the reformed components are produced in the factory and can be installed directly on the construction site. The optimized design is convenient for transportation and fewer installation procedures, which is conducive to the rapid construction and installation on the site.

【关键词】BIM 技术; 装配式模块化病房; 可折叠设计; 高集成度; 绿色建筑

【Keywords】BIM technology; assembled modular wards; collapsible design; high integration; green buildings

【基金项目】基于 BIM 技术的模块化病房优化设计研究,项目编号: S202010878036; 安徽省高校省级自然科学基金项目,项目编号: KJ2019A0748; 校引进人才及博士启动基金项目,项目编号: 2018QD28; 大学生创新创业训练计划项目。

中图分类号: TU203; TU17

DOI: 10.13655/j.cnki.ibci.2021.08.055

1 引言

BIM 技术(Building Information Modeling)通过数字化 3D 技术对建筑工程中涉及的多种信息进行全面的整合,实现了工程数据模型的构建。目前, BIM 技术已广泛用于计算机辅助建筑结构设计,它的三维仿真功能为设计的各个参数提供了更科学的参考,促进了建筑结构设计的科学性和便捷性,通过 BIM 模型我们可以有效实现构件的可视化、参数化与协同作业,有效辅助工程项目设计更全面的进行。在深化构件设计的过程中,先对构件进行拆分,然后进行形状优化、管线优化、碰撞检测等,大大提高了设计效率和建筑整体结构质量。

“模块化”设计研究方法采用标准化的操作思路,设计各个模块,然后以不同的方式组合,形成一个符合要求的系统。雷神山医院病房的装配化已达相当高的水平,但模块化病房施工速度快的优势只

局限于主体结构部分,机电系统与医疗设备的集成化水平相对较低,远未实现模块化,并且在病房内安装密闭传递窗,密封穿墙管孔,现场安装医疗器械都是非常费时的^[1]。基于 BIM 技术,可以对模块化病房进行折叠优化,并对病房空间布局和医疗设备预留的孔洞进行优化。同时,应用 BIM 技术来研究构件的模块化和标准化,进一步节省了运输和储存空间,加快了整体安装进度。

2 BIM 技术的特点及优势

2.1 BIM 技术贯穿项目全生命周期

大量的项目管理实践研究表明, BIM 技术大大促进了建筑工程全生命周期的信息资源共享。 BIM 技术将设计、施工、运营、维护等诸多方面融入建筑工程管理全过程,有效改善了业主对整个施工项目的管理能力并提高了所有利益相关者的生产力。

2.2 BIM 的应用特点

BIM 技术具有可视化操作、协调设计、模拟构建、优化信息数据处理、可出图性五大基本特点。应用 BIM 技术可以同时建筑的数据化、信息化管理模型研究进行分析整合,在项目的全生命周期过程中共享和传递实时信息,为项目的设计、施工、运营等各个环节的进行提供了互为完善、相互关系协调的统一平台。 BIM 技术的应用对提高项目设计效率、满足生产质量、节约施工成本、缩短工期具有重要作用^[2]。 BIM 在三维数字技术的基础上进行模型构建,充分研究建筑物的各种数据信息,确保施工方和设计方收到一致的信息,并与多方合作和碰撞检测以降低图纸设计的错误和施工管理的难度,为实现设计生产与施工的协调奠定基础。

2.3 BIM 技术与模块化

模块化是建筑业参照系统工程原理,在参数化、标准化、系列化等基础上发展

起来的预制装配的成熟形式。模块化设计的理念是:首先,将建筑整体分为几层,根据功能要求将整层分解成几个户型模块和辅助模块,然后将户型模块和辅助模块划分为不同类别的组件,最后,将单元、层等组件按照“搭积木”的方式建造出整个建筑^[3]。BIM平台的参数化特性可以使类似模块的多样性更新不再困难,只需根据原本“族群”的基本性质调整“族群”的参数设置即可,并且模块的信息可直连到施工方和生产工厂。数字模块具有单元模块的可变性和可定制性的特点,通过BIM的“族”,可以自动识别、整合和分离模块的变化。

3 储备模块化病房及快速建造传染病应急医院的必要性

3.1 事发突然,分秒必争

近年来传染病大多是突然暴发,很难在短时间内全面了解新病毒的传播途径和特点。疫情暴发后,患者的救治和传染病医院的建设一刻也不能耽误。

3.2 集中暴发,传播迅速

传染病病毒具有潜伏性、高致病性以及传染性。在人口众多的城市,由于人流量大,疫情往往会在短时间内的某个时点引发,然后随着人口的流动迅速暴发。

3.3 救治急迫,损失巨大

疫情大规模暴发时,若无预案和抗疫物资的准备,会使当地医院的救治能力出现巨大缺口,陷入医疗物资、防疫医疗保障建筑以及病房紧缺的局面。2020年,我国GDP的增速由2019年的6.1%放缓至2.3%,而对于消极防疫的某些西方国家,损失则更为巨大。

4 BIM技术辅助模块化病房优化的策略

根据火神山与雷神山医院的CAD图纸及考察情况,从模块化病房设计阶段使用BIM软件(如Autodesk Revit)建立三维可视化模型,之后进行拆分,把主体结构重新组合,再把拆分的预制构件的节点数据信息、详细设计参数导入数据库,用Revit进行分析和优化,能够实现预制构件属性的标准化。在BIM平台中对模块化病房施工的各个过程中进行三维仿真,

可以有效地发现预制信息参数中存在的误差和模块病房安装时易出现的错误。同时,有效解决在施工过程中机电系统和医疗设备安装的不便、费时等难题。

4.1 4D虚拟建造优化模块化病房的构造

工程师使用Revit软件构建出病房虚拟模型,通过该模型查看有关模块化病房的各种信息,多角度研究分析工程的整体效果。设计的变化可通过屏幕实时数据显示,确保病房的空间感,使病房的设计更人性化,还可以对病房的设计思路、方法进行合理性验证。

4.2 优化图纸的生成

在传统的设计过程中,图纸是独立的,通过整套图纸看到项目的全图,这增加了工程实际开展过程中图纸修改的难度,造成了人力和时间的浪费。BIM技术的应用则从根本上解决了图纸整合与生成的难题,利用虚拟模型发现问题,然后通过修改单个图纸就可以实现全套图纸的自动更新。

4.3 优化数据分析过程

传统状态下,CAD中的图像是静态的,进行数据分析技术难度大,难以完成数据的整体模拟。利用BIM技术构建的整个虚拟模型将大量的数据信息输入到仿真软件中,根据病房的结构进行性能分析,以较高的质量完成对病房空间效果的仿真,通过BIM辅助数据技术分析来提高计算结果的准确度^[4]。

5 BIM技术辅助模块化病房优化设计的应用流程—以火神山医院钢结构箱式模块化房屋为例

在BIM平台下模块化病房实施过程的关键优势在于实现了模块设计的参数化,建立了较为全面的模块产品数据库,在信息化和虚拟化建设的支持下,实现了高效的现场装配施工。基于三维建筑信息模型,利用参数化建筑信息和时间维度的结合,不仅可以协调各个阶段的专业设计和施工,还可以通过虚拟技术模拟生产和施工过程,从而预测每个阶段可能出现的问题,达到提前避免和改进的效果。

设计阶段BIM平台下的模块化病房

模型包含了病房的几何数据信息、主要参数性能、供应商产品价格等大量信息。此外,随着模块数据库的不断积累,以往的设计工作将省去设计各个模块的步骤,直接在数据库中选择成熟的模块产品,大大减轻了设计人员的工作量,促进了模块产品的产业化和标准化发展。同时,BIM模型信息在各专业间是互联互通的,任何修改都会立即与其他专业模型共享,传统的专业“提资”和“反提资”方式不会重现。这也避免了信息在沟通中丢失的可能性,真正实现了各专业之间的信息技术协调与共享^[5]。

5.1 可折叠拆装的模块化病房优化

病房的尺寸为3m(宽)×6m(长)×2.9m(高),如图1所示^[6]。

可折叠拆装模块化病房通过立柱表面以及墙体里内置的铰链,使得进深方向的墙板之间可以向开间的方向折叠。病房的箱顶和箱底可以通过预制铰链和板内的液压装置折叠到箱体内部。立柱、墙体、箱顶板、箱底板构成了一个可折叠结构框架,医护人员通道处的窗户和传递窗,缓冲区处的门和病人通道处的门装在墙体内,这就构成了最基本的可折叠拆装的模块化病房,如图2所示。

5.2 连接技术

可折叠拆装的模块化病房相互之间连接的主要方式是锁具和水平限位器。锁主要用于病房面的四根侧梁与外立面结构框架的锁固,是将多个病房连成一体、共同抵抗外力的主要受力构件,可防止箱体的竖向位移。夹层部分采用水平限位器,其主要作用是配合PE橡胶垫片,防止箱体间的水平位移,同时在上部箱体的吊装过程中还可以起到辅助定位的作用,提高施工精度^[6]。

5.3 应急救护高精度集成化优化

在病房内进行预留风机风管、净化暖通所需的孔洞、安装给水排水的管道、强弱电的电缆,并在墙体外安装设备所需的电源接口,使装修、电气、医气、智能设备安装一体化,如图3所示。同时,通过相应的标准,进一步将可折叠模块化病房的特点与应急救援项目的特殊要求相结合,充分发挥可折叠模块化病房快速施工安装的优势,更好地满足应急工作的需要。当然,还可以通过针对不同应急救援

