

公司名称

华东建筑设计研究院有限公司

项目地址

中国，江苏镇江句容

应用软件

Autodesk® Revit®

Autodesk® Navisworks®

Autodesk Ecotect® Analysis

Autodesk 3ds Max® Design

句容市人民医院异地新建项目 BIM技术应用

——可持续发展的现代绿色医院

绿色建筑建造的全生命周期中，创建不同阶段单体和建筑群的建筑信息模型，借助不同的分析软件，将绿色医院理念贯穿到整个项目周期，同时将“以人为本”为整体理念，为医务人员和病患们带来高效健康与舒适的医疗环境，实现自然和谐共处的医疗环境。借助以Autodesk平台为主的BIM技术将各阶段的数据进行整合和提取，结合Autodesk Revit、Autodesk Ecotect等软件建立了契合医疗建筑性能指标要求的高精度信息化医疗建筑模型，同时与智慧医院管理应用结合，在数据层面上极大的促进了传统医疗业务的变革。

—邹为

数字化技术研究咨询部·BIM总监
华东建筑设计研究院



图1 句容市人民医院异地新建项目

华东建筑设计研究院有限公司

华东建筑集团股份有限公司是一家以建筑设计为核心、以前瞻科技为依托的技术服务型上市企业，集团定位为以工程设计咨询为核心，为城镇建设提供高品质综合解决方案的集成服务供应商。

1952年5月19日，华东工业部建筑设计公司成立，2015年10月30日，由国有独资公司转变为国有控股的上市公司。

华建集团业务领域覆盖工程建设项目全过程，包括各类设计咨询服务，以及设计、采购、施工一体化(EPC)工程总承包服务。华建集团连续多年荣获中国质量协会颁发的“用户满意企业”奖和“全国用户满意服务”奖。连续十多年被美国《工程新闻纪录》(ENR)列入“全球工程设计公司150强”企业。

项目概况

为了全面提升区域大型医院的医疗设施、医疗水平和服务功能，根据市委市政府工作部署，对老城区内的句容市人民医院进行异地新建。

项目拟建成集医疗、教学、科研、预防、保健、康复、急救功能为一体的现代化综合性三级甲等医院，打造区域型七大功能中心，项目位于句容市华阳镇，华阳南路以西，二圣路以北。建设用地面积约150亩。一期总建筑面积为17万平方米。地上11.8万平方米，地下5.2万平方米，包含门急诊医技楼、病房楼、感染病楼、值班宿舍楼、高压氧舱和后勤综合楼等主体建筑。

项目投资14亿元人民币，引入社会资本采用PPP模式进行建设。针对本项目的特点与难



图2 用地规划平面图

点，采用BIM技术进行项目全过程管理，力争将绿色设计、绿色施工和绿色运维的理念贯穿于建筑全过程，将项目建设成可持续发展的现代绿色医院。

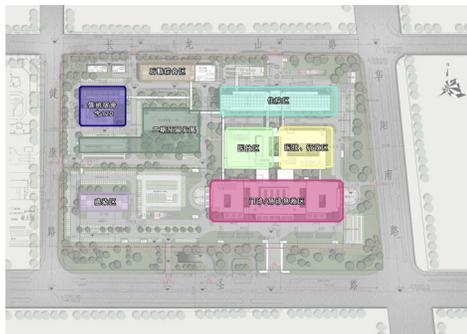


图3 业态分布图

BIM协同平台体系

将可持续发展和以人为本的核心理念贯穿整个项目，结合医院特点进行管理创新，建立基于BIM的协作机制。为保证沟通的即时性和高效性，模型数据的可传承性及一致性，我们以Teambition云平台为协同平台，以Autodesk Revit软件为主，Autodesk 3ds Max Design等多种建模软件为辅，以Autodesk Navisworks为数据整合平台，建立了BIM项目标准，规范项目模型与族库，统一模型结构和命名规则，并在项目中制定了建筑族486个，结构族153个，机电族568个，其他族1048个。

以欧特克软件为基础，在Teambition平台上进行信息交换，极大的便利了项目过程中的交流和协同。



图4 本项目BIM协同体系

案例BIM应用介绍

项目以“生态、绿色、以人为本”作为设计的指导思想，紧密结合现代医院的建筑发展动态，贯彻“高起点、高标准、高水平”的规划原则，厉行节约、节能、生态，将项目打造成平面布局合理，功能流线便捷，环境空间优美的新型、多功能、现代化的综合医院。同时也是构思新颖、布局巧妙、功能齐全、人与自然和谐统一的“绿色医院”。根据项目标准分项目单体、专业、楼层搭建BIM模型，准确且完

整的BIM模型是BIM全生命周期应用的基础。

本项目以BIM大数据为支撑，贯穿建设项目全生命周期（设计—施工—运维）的BIM应用。

> 设计阶段

在设计阶段，设计的首要目标是合理组织医疗空间，人车分流、医患分流、洁污分流，尽可能缩短患者就医流线，为患者创造交通便捷、环境优美的就医环境，其次需要为医护人员创造便捷、高效、舒适的工作环境。

而通过性能化分析、三维设计优化、成本分析等BIM技术手段可以有效解决医院设计工作目标需求，并显著提高设计工作效率，提升设计工作成果质量。

◆ 性能化分析

· 竖向交通分析

医院内各类电梯众多，分类用途不同，楼梯间众多，且位置关系较为复杂，因此需借助BIM模型进行竖向交通模拟，验证竖向交通方案的合理性，提高人流疏导效率，保证在医院垂直交通中形成高效流通。

将BIM模型导入到人流分析计算软件pathfinder中，通过pathfinder对主要的竖向交通点进行人流压力测试，分别得到不同人流情况下，各电梯、楼梯间的人流疏散速度，并根据竖向交通的人流疏散速度，对人流进行分析优化。得到电梯、楼梯间功能位置的最优分布设计。

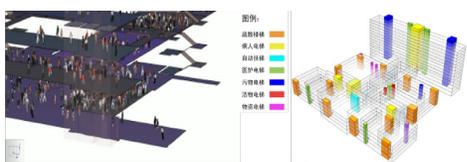


图5 竖向交通分析图

· 日照模拟分析

对于医疗建筑，日照性能是其中较为重要的一个设计指标。通过多个方案的比选，并在春秋分、夏至、冬至等时间点进行日照分析计算，合理化形体设计，并优化空间布局，使日照效果在最不利的时间点达到最佳。

经过模拟计算分析可得：病房部分位于四层及以上，均可获得日照冬至日连续满床2小时；值班宿舍楼位于2层及以上，半数以上房间可获得大寒日3小时以上的日照。

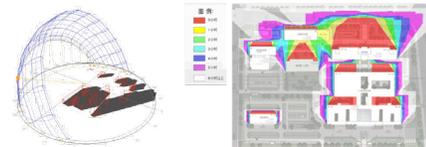


图6 项目日照分析图

· 室内自然采光

通过日照分析，优化项目日照效果后，医疗建筑还需尽可能优化室内采光，提高室内采光率，达到节约能源的目的。通过将BIM模型导入Autodesk Ecotect中进行分析，比选不同方案，调整采光窗的尺寸位置，使主要功能房间采光系数满足现行国家标准《建筑采光设计标准》GB50033要求的面积比例大于75%。室内自然采光充足，充分优化了医院工作者的工作环境和病人的疗养环境。

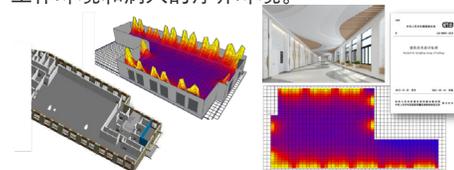


图7 项目室内采光分析图

· 绿化分析

室外环境设计也是医疗建筑体验的重要部分，优化项目绿化景观配置，是为医院工作者和病人创造一个舒适宜人的室外环境中的一个关键因素。借助Autodesk Ecotect Analysis的太阳辐射分析功能，考察场地中特定时间段的太阳辐射情况，以此为场地植物配置规划提供依据。结合镇江地区自然气象条件，选取合适的耐寒、耐热植物，场地内应进行乔木、灌木、地被复层绿化，同时利用乔木对室外活动场地进行遮阴，以降低项目及城市热岛效应。

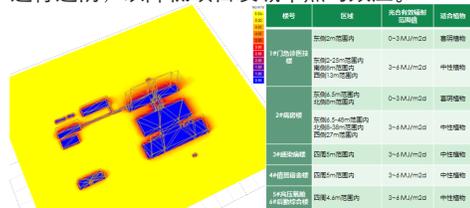


图8 项目绿化分析图

· 室外风环境分析

舒适的室外医疗环境不可或缺的另一因素是室外风环境指标，为模拟院区内自然通风环境，验证夏季与冬季内室外风场对行人区域的影响，通过CFD流体模拟计算软件，对室外风环境进行模拟计算。

通过建筑形体的优化，室外绿化景观、构筑物的布局设计优化，改善室外风环境，避免出现高风速、涡流、乱流等情况，通过多个方案的建筑室外空间形体分析比选，并比较了夏季冬季风况，得到满足室外风环境需求的最佳空间形体方案，优化了室外环境体验，提升了医疗建筑室外空间的舒适度。

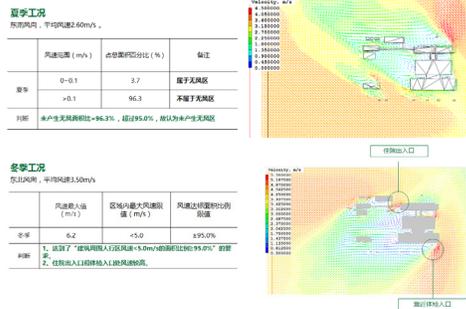


图9 项目夏季冬季风况分析图

· 室内气流组织分析

医疗建筑对室内空气流通度也有很高的要求，需要保证室内空气的各项指标满足治疗养的需要。借助BIM模型及Airkpak分析软件，在病房内合理地布置送风口和回风口，使得经过净化和热湿处理的空气，由送风口送入室内后，在扩散与混合的过程中，均匀地消除室内余热和余湿，从而使病房内形成比较均匀而稳定的温度、湿度、气流速度和洁净度，在满足热环境参数设计要求的时，满足人体舒适的要求。

本次项目采用CFD软件对病房内空气气流组织进行模拟，分析各个典型位置处的空气龄、PMV和PPD等于人体感受有关的参数，最终确定此类空气调节方案最优，且符合医院以人为本的设计原则。

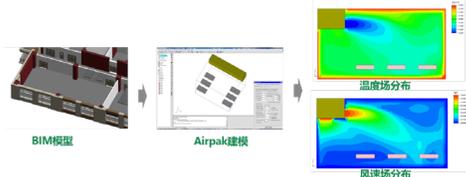


图10 项目室内气流组织分析图

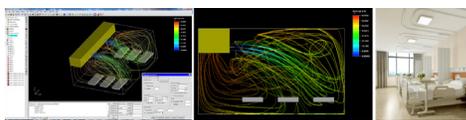


图11 项目室内气流组织分析图

· 就诊人流模拟

句容市人民医院作为定位为大型的三甲综合性医院，医院科室众多，不同就诊需求的人流流线较多，而且院方对新医院也有较高的日均就

诊人流量需求，使得项目的人流组织面临较大的挑战。传统的二维设计无法对人流组织给出明确计算验证，对优化多类别高数量的就诊人流设计难以给出有理论依据和数据支撑的明确结论。

因此本项目通过建立BIM模型，结合pathfinder软件，对不同就诊需求的人流进行了模拟。通过将施工图设计BIM模型导入pathfinder，并在pathfinder中进行房间空间的信息的设置，对院方的就诊人流进行数据调研，得到人流的时段类型数量分布等数据，根据数据在pathfinder模型中对不同人流的行为模型进行设置，达到模拟真实医院就诊人流的效果，通过定时划分进入医院人流，模拟正常医院的分时段就诊人流，通过就诊人流压力测试，发现可能存在的就医流线拥堵点，提出优化合理性建议，辅助门诊大厅的流线设计。

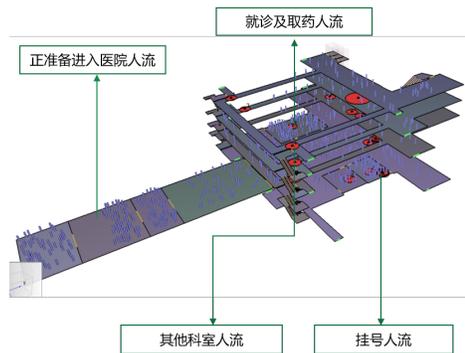


图12 项目就诊人流模拟分析图

◆ 三维设计优化

· 管线综合

根据各专业技术要求、空间要求、施工工作面以及质量安全监督部门要求等因素采用 BIM 技术中的可视化模型及碰撞检测功能，对现有信息模型进行碰撞检查，直观地发现管线综合中的问题，对问题进行避让调整后汇总排布出图，依据运用 BIM 技术深化设计后的图纸进行施工。



图13 项目管线综合优化示意图

· 净空分析

基于BIM模型分析哪些区域为净空不利区域，将这些不利区域标识出来形成报告，并及时向院方和设计方反映，以便对这些区域采取应对措施。



图14 项目净空分析优化图

· 装修一体化

本项目采用土建与装修工程一体化设计，并借助BIM技术进行装修核查，充分考虑建筑装修的需要，做好构件的孔洞预留，找出问题点并提前解决，避免后期装修中对现有措施的破坏造成的材料浪费。



图15 项目装修一体化设计优化图



礼堂内装模型



图16 项目报告厅精装修深化前后对比图

· 三维核查

借助BIM技术，将问题前置化，大大提高设计质量，并减少了施工过程中的返工和变更问题，此举大大减少了资源的耗费。

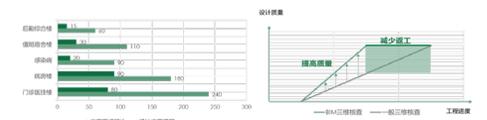


图17 项目三维核查问题统计图

◆ 成本分析

基于BIM的工程量计算与造价管理系统可以实现工程量以及所有工程实体数据的共享与透

明，项目各参与方可以统一调用工程BIM而实现数据透明、公开、共享，极大的保证了各方对于工程实体客观数据的信息对称性，从而节约大量的工期、人力、物力。

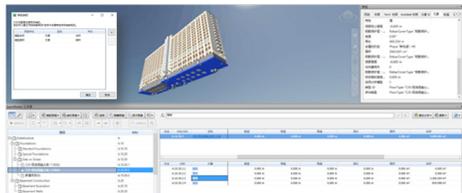


图18 项目成本分析统计图

➢ 施工阶段

绿色施工作为绿色建造的保障，是实现建筑领域资源节约和节能减排的关键环节。绿色施工是指工程建设中，在保证质量、安全等基本要求的前提下，通过科学管理和技术进步，最大限度地节约资源并减少对环境负面影响的施工活动，实现节能、节地、节水、节材和环境保护（“四节一环保”）。实施绿色施工，应依据因地制宜的原则，贯彻执行国家、行业和地方相关的技术经济政策。绿色施工应是可持续发展理念在工程施工中全面应用的体现，绿色施工并不仅仅是指在工程施工中实施封闭施工，没有尘土飞扬，没有噪声扰民，在工地四周栽花、种草，实施定时洒水等这些内容，它涉及到可持续发展的各个方面，如生态与环境保护、资源与能源利用、社会与经济的内容。

本项目充分利用BIM技术，对绿色施工进行全方位指导，真正做到四节一环保的绿色施工理念。

◆ 施工模拟

在正式开工前进行施工计划的调整，提早发现并排除冲突，让拟定的施工计划更具有效率、整合性及完整性。

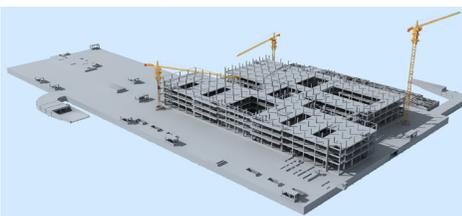


图19 项目施工模拟示意图

◆ 构件深化设计

进行部分复杂构件的深化设计，提高施工效率，同时构件的深化也对某些构件的工厂加工提供数据基础。

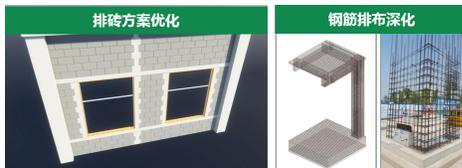


图20 项目构件深化设计示意图

◆ 场布模拟

借科学合理布置办公生活区和现场施工布置，有效降低现场设施之间的影响，大大降低了临时设施和施工用材料等。



图21 项目场布模拟示意图

➢ 运维阶段

绿色运维是绿色建造的延伸，为绿色医院的可持续运营提供了大量的数据基础，运用BIM技术与运营维护管理系统相结合，对建筑的空间、设备资产进行科学管理，对可能发生的灾害进行预防，大大降低医院的运营维护成本。

◆ 完善运维模型

深化BIM模型，并通过现场比对，完成竣工模型。以此作为运维和管理的关键数据。

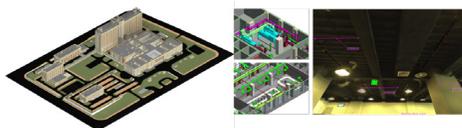


图22 项目现场设施模拟示意图

◆ 数据传递

利用信息交换标准体系传递BIM数据至FM运维管理平台



图23 项目数据传递示意图

◆ 搭建运维平台

建筑项目运营维护阶段涉及大量信息的整合,利用BIM技术可以实现信息高度集成和三维立体可视化,实现空间管理/资产管理/维保管理/应急预案/能耗集成。

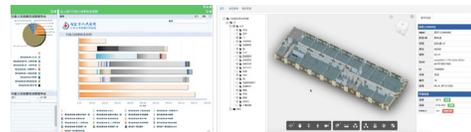


图24 项目运维平台示意图

BIM应用总结

设计阶段，项目以Autodesk Revit为工具，采用了30多项绿色技术，对整个项目进行推敲，实现项目的绿色建筑的评价目标，将绿色建筑理念贯穿到整个项目周期，使建筑更具传承性，更具表现力，更具生命力。

施工阶段，通过绿色施工确立绿色建造的保障，能最大程度保证资源的节约、减少污染的产生以及环境保护。应用BIM模型为施工阶段提供信息数据，对项目实现预先分析，产生最佳施工方案，有效地防止施工现场问题的发生。最大限度的提高了施工过程效率，并保证了施工的质量。

运维阶段，建筑信息模型的建立，为运维管理者提供了标准化和可视化的数据，提升了运维管理的效率和集成度。运维平台的建立为院方管理人员提供了直观的操作界面和功能模块，集成了空间管理、资产管理、维保管理和能耗集成等模块，为绿色运维，绿色医院提供数据和平台。

展望

设计阶段，绿色建筑设计包括大量的定量分析计算，不同工程之间，在计算时互相影响，所以在设计阶段，采用数字仿真技术，基于项目特点，对工程项目进行管理，并进行数据信息的积累，最终纳入到整个区域管理的数据库，以便提取相关信息。

施工阶段，目前绿色建筑评价标准中，还没有突出施工组织和材料运输和施工过程的能源消耗，但是BIM模型可以提供技术对相关过程进行监控和分析，从长远角度考虑，施工过程的绿色分析也非常重要。

运维阶段，运维信息模型较为复杂，可继承设计阶段的系统描述，又可考虑检测系统和计量系统设置，设备维护期、设备运行状态和设备维护运行费用等绿色运维信息。互联网+BIM与智慧医院的结合会促进传统医疗业务流程发生巨大的变革，BIM能够提供整个医院的直观的、可互动的可视化界面，更可以成为医疗信息的载体或基础数据，最终实现区域卫生信息化平台。