

BIM 技术在某医院离子中心设计阶段的应用

孙彬

上海建筑设计研究院有限公司 上海 200041

DOI:10.12238/ems.v7i7.14327

[摘要] 质子重离子医院因治疗设备具有高度复杂性与特殊性,其设计要求区别于常规医疗建筑。BIM 技术在设计阶段发挥关键作用,初期依据设备供应商 EBI 文件,利用 BIM 建模确保混凝土结构满足设备运行空间与辐射屏蔽要求。构建质子区土建模型时,通过 BIM 精准定位预埋件、预留洞及预埋管。在机电路由设计中,借助 BIM 三维可视化检查并优化方案。此外,BIM 碰撞检查能提前解决预埋件与结构、管线冲突。BIM 技术的应用保障了设计成果符合设备需求与国内规范,显著提升设计质量与项目效率。

[关键词] 设计 BIM、质子重离子医院

1. 引言

随着近年来 BIM 技术的不断发展,越来越多的工程项目将 BIM 技术投入于全生命周期建设与运维中,将基于 BIM 建立的可视化信息模型嵌入到各个阶段的工作协调当中。如今 BIM 已不仅仅作为一种三维可视化呈现工具,其更多的价值在于质量控制、空间管理、工程量统计、精准出图等方面的应用。而在众多建设工程项目中,智慧医院作为一种创新型医院,在建设阶段除了拥有医院本身的工艺复杂性之外,还追求管理上的智慧化,以达到高效率+高质量的目的。因此,BIM 技术必然是其建设过程中不可缺少的重要应用之一。本文将某医院质子重离子中心为例,介绍 BIM 技术在其设计阶段的主要应用。

2. 项目难点分析

该项目为某医院二期建设的质子重离子中心,为医院提供质子重离子治疗服务,是其肿瘤治疗中心的重要组成部分。项目总建筑面积约 1.7 万平方米,建筑高度 17.2 米,地上三层,地下一层。地上主要分为辅助功能区、对外接待区、会议办公区、诊疗接待区、质子设备区及机房区。地下部分主要为治疗准备区、诊疗辅助区、质子区及机房区。

作为大型综合医院(包含重离子质子设备),有几个特点:

- (1) 工程复杂,涉及专业系统繁多,设计难度大。
- (2) 对施工质量要求高,仅依靠常规施工图设计、施工流程,存在较大的实施风险。
- (3) 参建单位众多,包括设计、施工总包和分包,设备供应厂商等,信息传递和工作沟通协调困难。
- (4) 不确定因素多,需动态调整设计内容。

重离子质子医院设计难点有以下几个方面:

- (1) 建筑布置紧凑,以人性化的要求,进行区域规划,创造舒适的医疗环境。

- (2) 治疗区域辐射屏蔽的安全性要求。

- (3) 治疗舱的空间设计需满足治疗设备的安装及运行。

- (4) 土建墙体中的预埋预留复杂,质子区设备和管线的布置难度大、安装与维护要求高。

针对以上特点难点,BIM 技术提供了解决方案:一是在设计过程中通过有效的、实时的专业协同工作避免产生大量的专业冲突问题,即协同设计;二是建立三维模型,并且通过三维模型进行的冲突检查,形成碰撞报告并实时修改,避免各种不确定因素;三是利用三维模型作为有效的信息传递手段,完整而且具体,可以贯穿整个设计过程,涵盖各个参建单位。

3. BIM 技术应用要点

3.1 BIM 应用目标

在医院项目开展初期,根据项目的难点与特点,制定 BIM 实施计划。方案设计阶段,利用 BIM 技术为建筑、景观、室内装饰等方案提供必要的技术支持。施工图设计阶段,在初步设计模型的基础上,根据各专业提供的施工图完成建筑、结构、机电、幕墙、场地各专业的的设计模型搭建;根据施工图设计的进度安排,完成施工图各节点的建模需求,提供过程版碰撞报告、净高分析报告以及各专业协调记录,便于在施工图设计过程中发现各专业及净高不足区域,及时与设计团队协调并解决相关问题,控制设计还原度;重点关注质子区建筑结构布置、机电管线综合,复核设备运行空间需求、防辐射屏蔽要求等,及时发现问题,在施工图设计过程中进行消化解决,减少实施风险,满足设备运行需求;建筑、结构、幕墙专业向业主提交施工图过程版碰撞报告后,组织各专业设计师进行协调、修改图纸中相关碰撞内容,形成土建协调记录,可追溯相关内容修改时间及进度。

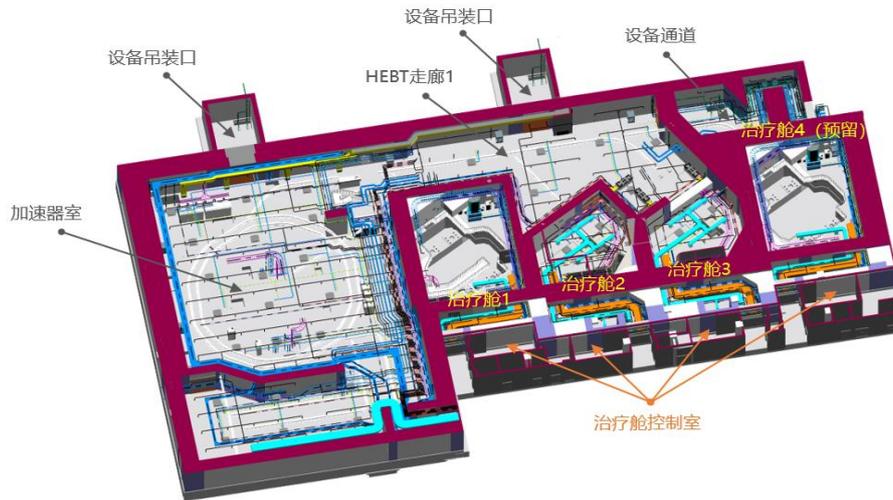


图 某医院离子中心质子区

对施工图设计阶段模型进行全面的管线综合设计与净高分析, 提供全部区域净高分析平面和碰撞报告。对于碰撞严重和净高不足的区域, BIM碰撞报告中会提供保证净高的管线路由修改建议, 并与业主和设计顾问进行商讨, 寻求解决方案, 形成协调记录, 敦促设计师对施工图设计内容进行修改, 并落实在三维BIM模型中, 保证模型与图纸的一致性。BIM技术在施工图设计阶段的服务内容主要包括: 提供项目的工程量清单, 配合业主招标; 施工图阶段模型完成后, 将各专业模型及问题报告及协调记录、净高分析平面交付业主, 并对模型的交付清单和协同方式进行交底和技术指导; 提交模型深度需符合《GB/T 51301-2018 建筑信息模型设计交付标准》的LOD3.0-4.0深度标准并满足指导实际施工需要; 可视化设计交流贯穿于整个设计过程中, 典型的应用包括三维设计与效果图及动画展示。

施工准备和施工实施阶段, 提供设计阶段各专业模型, 对施工单位进行交底; 根据施工阶段的进度安排, 复核施工图阶段模型根据设计修改备忘录的更新情况, 审核施工单位的机电深化模型, 对存在的问题提出修改意见及优化方案; 提供现场指导和培训服务, 协助施工单位运用质子重离子设备技术文件及质子区设计模型等成果, 指导现场施工过程, 及时解决施工问题。

3.2 主要应用点及成果

(1) 质子区土建BIM三维设计

与常规医院设计不同, 医院质子区的设计建造与选择的设备供应商密切相关。设备供应商决定质子区的建筑结构布置, 因此质子区的设计模式是BIM设计、结构设计、设备供应商三方协作共同完成的。设备供应商提供的EBI文件是指导建筑结构设计的的关键性文件, BIM设计先根据供应商的EBI

文件及附图进行建模, 使质子区混凝土结构首先满足质子设备的运行空间需求。其次, 质子区混凝土结构的厚度必须满足辐射屏蔽的要求, 辐射屏蔽专业设计单位根据初步的质子区结构布置提出相关辐射屏蔽措施。统筹以上各项需求, 通过BIM三维设计对于通用性的EBI文件不满足本项目实际情况的问题与设备供应商进行沟通, 并协同结构设计对质子区的结构进行优化, 使其满足国内设计标准并具有可实施性。

质子区各主要空间设置独立的定位基点, 各空间内的所有与治疗设备相关的土建设计定位都是基于这个定位基点和轴网定位进行双控。同时设计阶段将所有预埋件、预留洞及预埋管点位进行模型化精准定位, 对于局部复杂区域进行钢筋建模, 协同结构设计师一起分析预埋管线与钢筋的关系, 对于关键区域进行钢筋深化设计。通过上述技术路线最终形成质子区土建BIM模型设计成果。BIM应用的关键作用是保证设计成果满足质子治疗设备安装和正常运行, 同时满足相关国内设计规范的要求。

(2) 机电路由可行性分析

为了减少设计返工, 提高整体效率, 该项目在机电路由设计初期即利用BIM三维可视化的优势, 对机电管线的设计路由进行逐一检查。检查重点包括管线与土建的碰撞情况、各专业管线之间的碰撞、吊轨对管线敷设的影响、管线对行车运行范围的影响、管线对吊装孔工作范围的影响、设备安装空间的检查等, 并出具报告, 与设计师逐一讨论优化方案。此过程不仅提前解决了问题, 还帮助设计师进一步摸清了整个项目复杂的空间构造, 为后续的施工图设计提供了很好的基础, 大幅减少了后续设计过程中碰撞问题的发生。

(3) 碰撞检查与辅助设计

碰撞检查是医疗项目设计过程中的一个重要环节, BIM

技术的出现为碰撞检查提供了更加高效、准确的方法。通过 BIM 技术, 将医疗项目各元素以三维模型的形式表现出来, 从而可以在设计阶段进行全面的碰撞检查, 发现问题并及时进行调整。一般建筑设计项目的土建碰撞检查报告主要关注这些方面: 各专业图纸中表达的同一构件或者信息的一致性; 留洞、楼板边线以及升降板信息的准确性; 二维图纸表达的错漏碰缺; 专项碰撞检查 (如楼梯构件、幕墙构件等)。在质子医疗项目中, 除了这些传统的碰撞检查内容, 预埋预留信息、设备与管线安装空间的复核检查应处于更为重要的位置。这些信息对质子设备运输、安装、运行和使用都存在很大的影响, 若出现错误或者遗漏会影响到整个医疗项目的顺利实施, 造成巨大的经济损失。

本离子中心项目中存在大量的预留预埋信息, 为避免在后期施工及质子设备运输安装过程出现不可弥补的问题, 在 BIM 三维模型中构建了所有与设备相关的或者会影响到设备运输安装的预埋件模型。通过 BIM 模型碰撞检查发现与预埋件冲突的结构与设备管线, 在设计阶段对预埋件布置进行修改与调整, 对后续施工单位预埋件深化加工及设备与管线的安装起指导作用, 进而避免在施工阶段出现问题, 减少项目的变更和浪费。

除了碰撞检查可以提高设计的准确性、提升项目的质量和效率, BIM 技术也具有辅助设计计算的作用。质子治疗舱的空间布局复杂, 暖通设计按照建筑平面图来计算风量, 可能存在较大的误差。通过 BIM 三维模型导出的治疗舱及相关区域的空间体积数据, 提高了暖通设计风量计算的精确度, 避免造成设计失误或者浪费

(4) 净高分析与优化

该项目管线系统复杂、空间多变, 为了确保各区域净高满足使用要求, 同时留有合理的检修空间, BIM 在设计阶段对各个区域进行了较为细致的管线综合与净高分析。该工作主要在初步设计阶段与施工图设计阶段进行。初步设计阶段主要对净高问题进行初步筛查, 形成净高问题报告, 其意义在于及时调整土建方案或机电主管管的设计路由, 既为后续的深化提供了更好的基础条件, 也使设计师对空间紧张区域有了概念, 对下一步施工图阶段的路由调改形成了一定的指导意义。施工图设计阶段主要对管线综合进行细化, 将管线排布逻辑合理化, 并预留检修空间, 伴随设计各阶段的修改, 持续复核净高情况, 及时反馈问题并优化。最终导出管线复杂区域的典型剖面用以指导施工。

(5) 混凝土预埋管定位与出图

质子区混凝土中穿行的预埋管主要分为 DN150 以上的预

埋管或套管、DN150 以下的预埋管或套管、沿墙及沿顶暗敷的线管。在收集了工艺、机电、结构、屏蔽敷设等各方给出的限制条件后, 便在模型中开展综合定位工作, 期间多次与各专业协调, 最终定稿后由模型导出定位图, 作为施工图出图的一部分。

(6) 工艺冷却水体量计算

因设计需要对工艺冷却水的体量进行计算, 而设计图中的管线未进行管线综合, 直接从图纸中测量计算将引起较大的误差。为配合设计需求, BIM 在管线综合完成的基础上, 按设计要求对系统进行编号, 并分类导出 4 路工艺冷却水管道长度及尺寸, 用于计算工艺冷却水体量。

4. 总结与展望

目前, BIM 技术已经深入工程建设领域, 在医院项目上的应用也越来越丰富。在医院项目设计开展初期, 通过合理的 BIM 应用目标规划, 制定出有效的 BIM 实施方案, 落实设计阶段 BIM 模型的建立规范和应用成果标准。医院项目作为多学科设计融合的工程项目, 借助于 BIM 技术这个平台可以实现多学科的协同设计、三维设计以及可视化设计。通过 BIM 技术的协同特点, 将各专业以及医疗设备供应商的设计需求融合在一个三维模型中, 在设计阶段即可发现各专业之间、结构与设备之间的碰撞冲突, 提高医院项目的设计质量和效率。与此同时, BIM 技术的三维设计特点可以弥补二维设计表达不清的缺点, 辅助设计人员较为精确的进行计算分析, 减少设计失误与浪费。此外, BIM 的可视化特点还支持模拟不同设计方案, 预测可能的影响, 帮助设计团队做出更明智的决策。

随着技术的不断发展, BIM 技术在医院建设项目中将发挥更大的作用。未来, BIM 技术可能会与人工智能、大数据分析等技术相结合, 实现更高级别的自动化管理和预测性分析。通过更智能的数据处理和决策支持, 设计团队可以更好地应对不确定性, 提高项目交付的成功率。

[参考文献]

[1] 孙彬. 先模型后图 纸打造三维正向设计新样本——山东省肿瘤防治研究院技术创新与临床转化平台工程 BIM 应用的创新实践 [J] 中国勘察设计. 2022, (S1)

[2] 张福星. BIM 技术在大型综合性医院项目中的应用 [J] 新城建科技. 2024, 33 (09)

[3] 王广兴, 彭国平. 基于 BIM 的“四校核三扫描”体系在质子项目中的应用 [J] 建筑技术. 2024, 55 (13)

作者简介: 孙彬 1986.11 月, 男, 汉族, 浙江余姚, 本科, 工程师。