

BIM 技术在大型医疗建筑机电工程深化设计中的应用研究

任凯 钟金鑫 廉永广

中国新兴建设开发有限责任公司, 北京 100071

[摘要]传统的医疗建筑设计和机电工程深化过程面临一系列的挑战, 包括设计与施工团队协同不足、信息共享不畅、工程变更难以管理等问题, BIM 技术的出现为解决这些问题提供了新的途径, 通过数字化建模、信息共享和可视化模拟等功能, BIM 技术能够在设计、施工和维护的各个阶段提供全方位的支持。将 BIM 技术引入大型医疗建筑的机电工程深化设计, 不仅有助于提高设计效率, 还能有效应对项目复杂性和特殊性带来的挑战, 为医疗建筑的可持续发展和高效运营奠定基础。

[关键词]BIM 技术; 大型医疗建筑; 机电工程

DOI: 10.33142/sca.v7i1.10931

中图分类号: TU17

文献标识码: A

Research on Application of BIM Technology in Deepening the Design of Mechanical and Electrical Engineering in Large Medical Buildings

REN Kai, ZHONG Jinxin, LIAN Yongguang

China Xinxing Construction and Development Co., Ltd., Beijing, 100071, China

Abstract: Traditional medical building design and the deepening process of electromechanical engineering face a series of challenges, including insufficient collaboration between design and construction teams, poor information sharing, and difficulty in managing engineering changes. The emergence of BIM technology provides new ways to solve these problems. Through digital modeling, information sharing, and visual simulation functions, BIM technology can provide comprehensive support in various stages of design, construction, and maintenance. Introducing BIM technology into the deepening design of mechanical and electrical engineering in large-scale medical buildings not only helps to improve design efficiency, but also effectively addresses the challenges brought by project complexity and specificity, laying the foundation for the sustainable development and efficient operation of medical buildings.

Keywords: BIM technology; large medical buildings; mechanical and electrical engineering

引言

在当今建筑行业, 大型医疗建筑的设计与机电工程的深化成为一个复杂而具有挑战性的任务, 这类建筑既要满足严格的功能性要求又要考虑到患者安全、医疗设备布局、能源效益等多方面因素^[1]。随着建筑信息模型 (BIM) 技术的发展, 设计和施工团队在处理这些挑战时获得了前所未有的工具和资源。深入探讨 BIM 技术在大型医疗建筑的机电工程深化设计中的应用方法与效果, 以期对未来类似项目提供有益的经验 and 指导。

1 大型医疗建筑设计与机电工程特点

1.1 医疗建筑的规模、复杂性和特殊需求

医疗建筑由于其独特的规模、复杂性和特殊需求, 在设计及施工中面临着独特的挑战。首先, 医疗建筑通常需要容纳大量的医疗设备、病房、手术室以及支持性设施, 因此规模相对较大。这种大规模性质使得医疗建筑的设计不仅需要满足医疗功能的需求, 还要充分考虑患者的舒适性和医护人员的工作效率。其次, 医疗建筑的复杂性主要体现在多层次的功能需求和安全标准上。一方面, 医院内涵盖了多个部门, 如内科、外科、影像学等, 每个部门都有不同的空间和设备要求。另一方面, 医疗建筑的安全标准要求极高, 包括建筑结构的抗震性、病房内的感染控制、

紧急疏散通道等。这种复杂性要求建筑设计必须充分考虑各个方面的因素, 确保医院能够安全高效地运行。最后, 医疗建筑的特殊需求主要表现在对空气质量、照明、噪音等环境因素的极其敏感。例如, 手术室对空气洁净度有严格的要求, 病房则需要提供良好的自然光照和相对安静的环境, 以促进患者的康复。这些特殊需求不仅对建筑结构和系统提出了高要求, 同时也需要在设计过程中密切与医疗专业人员协作, 确保医疗建筑能够为患者提供最佳的治疗环境。

1.2 机电工程在医疗建筑中的功能和重要性

在医疗建筑中, 机电工程的功能和重要性不可忽视。机电工程涵盖了电气、暖通空调、给排水等多个领域, 为医疗建筑提供了关键的基础设施支持。首先, 电气系统在医疗建筑中的作用至关重要, 医院依赖于高效、稳定的电力供应, 用于支持医疗设备、照明、通信系统等各种关键设施。在手术室、急诊室等高度依赖电力设备的区域, 可靠的电力系统直接关系到患者的生命安全和医疗工作的顺利进行。其次, 暖通空调系统对于医疗建筑的舒适性和卫生环境至关重要, 在医院内各个部门的房间可能需要不同的温湿度控制, 以确保患者和医护人员的舒适感受, 并防止病原体传播, 良好的空调系统还有助于维持医疗设备

的性能,并确保实验室等特殊区域的稳定环境^[2]。另外,给排水系统在医疗建筑中同样扮演着关键角色,医院每天需要处理大量的污水和废物,而高效的给排水系统则是确保医疗场所卫生和运行的基础。合理设计的排风系统也对于防止交叉感染和保持空气质量至关重要。

2 BIM技术在大型医疗建筑机电工程深化设计中的方法与流程

2.1 BIM技术在医疗建筑中的基本原理

建筑信息模型(BIM)技术在医疗建筑中的基本原理基于创建、管理和使用数字化的建筑模型,涵盖了建筑的几何形状、空间关系、材料特性,以及机电工程等方面的信息,这一数字模型不仅包括建筑物的静态结构,还包括了其整个生命周期的动态信息。BIM的基本原理是通过整合多个专业领域的信息,实现建筑设计与管理各阶段的协同工作。设计团队、建筑师、结构工程师、机电工程师等各专业可以在一个共享的数字平台上协同工作,实现信息的集成与共享,有助于提高沟通效率、减少误差,并确保各专业的设计在整体上保持一致性。BIM技术基于参数化建模的原理,使建筑模型能够包含更多的信息,而不仅仅是几何形状,这使设计人员可以通过模型进行实时的设计变更和分析,更好地预测和解决设计中可能出现的问题。在医疗建筑中,这一特性对于满足复杂的功能需求和特殊的空间布局要求非常关键。BIM技术支持建筑模型的可视化和虚拟现实应用,使设计人员、业主和相关利益相关者能够更直观地理解设计方案,通过BIM医疗建筑的所有利益相关者可以在设计、施工和运维的不同阶段获得可视化的信息,从而更好地参与决策过程,提高建筑项目的整体效率。

2.2 BIM与机电工程的集成

BIM与机电工程的集成旨在整合建筑信息模型与机电工程领域的设计、分析和管理工作。该集成基于数字化的建筑模型,将建筑的物理结构、电气系统、暖通空调系统、给排水系统等各个方面的信息整合到一个共享的平台上,以实现全面的协同工作和最优设计。首先,BIM与机电工程的集成使建筑模型能够包含更多的细致信息,包括电气设备、管道、通风口等元素的详细参数,使机电工程师能够在建模阶段就对系统进行全面的设计和优化,减少后期施工和运维中的潜在问题。同时,机电工程信息的集成也使得建筑模型能够实时反映机电系统的变化,确保其与建筑的其他方面保持同步。其次,BIM的协同特性促进了建筑设计团队和机电工程师之间的高效沟通,通过共享的数字平台,各专业团队能够即时查看和理解建筑模型的变化,减少设计中的冲突和误解,这种协同性有助于提高整个项目团队的工作效率,保证机电系统与建筑设计的协调一致。此外,BIM与机电工程的集成也支持在设计和施工过程中进行模拟和分析。机电系统的性能、能源利用效率、系统

冲突等方面的模拟分析可以在建模阶段就提前发现和解决,从而降低项目风险,并优化系统的设计。

2.3 BIM在机电工程深化设计中的应用方法

BIM在机电工程深化设计中的应用方法主要包括设备布局与连接性分析以及设计变更与冲突解决两个方面。首先,通过设备布局与连接性分析,BIM技术能够优化机电系统的布局,确保设备的合理摆放,最大程度地提高空间利用率,同时考虑系统组件之间的连接性,确保系统运行的高效性和可靠性。在深化设计的过程中,BIM通过建模和分析使设计人员能够更加准确地规划机电设备的位置、方向和连接方式,通过这种方法可以在早期设计阶段就识别潜在的问题,避免后期施工中可能出现的布局冲突和设备安装问题。其次,BIM在机电工程深化设计中的另一个重要应用是处理设计变更和解决冲突,在设计过程中,变更是难以避免的,而BIM技术能够迅速反应并适应这些变更,通过即时的建模和数据更新,设计人员可以评估变更对机电系统的影响,减少因变更而导致的问题,并及时调整设计方案。同时,BIM在冲突解决方面发挥着关键作用,通过在数字模型中集成机电系统的信息,BIM能够自动检测并报告潜在的冲突,例如管道穿越结构或设备之间的空间冲突,使设计团队能够在实际施工之前识别和解决问题,提高设计的精度和一致性,减少施工现场的变更和调整。

3 BIM技术在机电工程重要工序深化设计中的应用

3.1 BIM技术辅助基槽放线开挖

BIM技术在基槽放线开挖方面发挥着关键作用,基槽是大型医疗建筑中承载建筑物基础的重要结构,其准确放线和开挖对于整个建筑的稳定性至关重要,BIM技术通过数字建模和协同设计的方式,提供了一种精准而高效的方法来辅助基槽的放线和开挖。BIM技术通过建立三维模型,精确表示基槽的几何形状和周围环境,包括地下管线、设备、地质情况等因素。在模型中,建筑团队可以模拟基槽放线的不同方案,考虑各种潜在的影响因素,确保放线的准确性和合理性。机电工程师、结构工程师和土木工程师等各个专业的信息可以在同一个数字平台上进行整合,确保基槽放线的过程中不会发生冲突和误差,这有助于提高设计的一致性和协调性,减少施工过程中的问题。在基槽开挖的阶段,BIM技术可以提供实时的数据更新和可视化模拟,通过模型建筑团队可以监测基槽开挖的进度和准确性,及时发现潜在问题并采取相应的措施,这种实时性的信息反馈有助于提高施工效率,减少可能的错误和调整。

3.2 直线加速器房专项深化

直线加速器房是医疗建筑中用于癌症治疗的重要区域,对其专项深化设计要求极高。首先,BIM技术通过三维建模实现对直线加速器房的精准建模,包括放射治疗设备、防护结构、设备布局等方面,使设计团队能够在数字环境中对房间的空间布局和设备位置进行深入分析,保证

直线加速器房的功能性和安全性。其次，BIM 技术在直线加速器房设计中支持不同专业之间的协同工作，辐射治疗需要涉及放射物理学、结构工程、电气工程等多个专业领域的知识，通过 BIM 这些专业的信息得以集成，协同设计团队能够更好地理解并解决可能存在的设计冲突，确保直线加速器房在不同专业要求下的一致性和协调性。另外，BIM 技术提供了对直线加速器房的可视化模拟和虚拟现实体验，设计人员和医护人员可以通过数字模型直观地感知房间的布局 and 设备的摆放，从而更好地理解治疗过程和 设备运行情况，这种可视化手段有助于提前发现潜在问题，优化房间设计提高整体效率。

4 BIM 可视化应用在大型医疗建筑机电工程深化设计中的展望

4.1 BIM4D 施工进度模拟

BIM4D 施工进度模拟是 BIM 技术在建筑工程中的关键应用，它结合了建筑信息模型的几何和非几何数据，在建筑项目生命周期内可以对施工进度进行全面、可视化的模拟和分析。BIM4D 施工进度模拟通过整合建筑模型中的时序信息，能够精确地模拟工程项目的施工过程，包括不同施工阶段的任务、工序和材料交付，使得项目管理团队能够在数字环境中对整个工程的时间轴进行详细规划和调整。BIM4D 的施工进度模拟能够提供可视化的效果，使各利益相关者能够清晰地理解和评估项目的进度计划，项目团队可以在数字模型中观察不同阶段的施工过程，预测可能的冲突和瓶颈，及时调整计划以提高施工效率。此外，BIM4D 还允许对不同的施工场景进行模拟和比较，通过调整施工策略、资源分配和工序安排等参数，项目管理团队可以评估不同方案下的施工进度和成本效益，从而做出更为明智的决策。BIM4D 施工进度模拟有助于实现施工现场的协调和优化，通过数字模型工程团队可以预测可能的冲突点，提前解决问题减少施工中的误差和调整，有助于确保项目能够按时按质完成，提高整个工程的成功率。

4.2 施工工艺模拟

施工工艺模拟是 BIM 技术在建筑工程中的关键应用，通过数字模型对施工过程进行模拟，帮助项目团队更好地理解 and 规划施工工艺，优化施工流程降低风险并提高效率。设计团队可以在数字环境中精确表示建筑结构、设备和材料，以模拟施工的每一个步骤，这种直观性有助于团队成员更清晰地理解施工工艺，识别潜在的冲突和问题。通过模拟施工过程中各个元素的运动和相互关系，团队可以在数字环境中发现可能的冲突，如设备碰撞、空间冲突等，并及时调整工艺方案，避免实际施工中的问题和延误^[3]。通过将施工工艺与时间关联起来，团队可以模拟不同的施工进度，评估每个阶段的完成时间，并及时发现可能的延

迟或提前情况，有助于项目管理团队制定更为合理的施工计划，提高整体的工程效率。最后，施工工艺模拟为项目团队提供了一个实验性的环境，可以在数字模型中尝试不同的工艺方案和施工策略，这种实验性的模拟有助于团队在实际施工之前评估不同方案的优劣，优化施工流程，提高项目的成功率。

4.3 大型医疗设备运输路径模拟

大型医疗设备的运输过程是医疗建筑工程中一个复杂而关键的环节，BIM 技术通过运用路径模拟来优化大型医疗设备的运输。BIM 技术通过建立建筑信息模型，可以准确地表示建筑结构、通道、电梯等空间信息，通过模拟不同的运输路径，设计团队可以评估设备在建筑内的行进情况，考虑到可能的狭窄通道、楼梯、门框等限制性条件，以选择最为合适的运输路径。其次，路径模拟在大型医疗设备运输中有助于及早发现潜在的问题，通过数字化模拟，设计团队可以预测可能的冲突点，如与建筑结构的碰撞、通道过窄等，从而在实际运输之前采取相应的调整 and 措施，避免可能的损坏或延误。另外，路径模拟还有助于优化运输过程中的协同工作，相关团队包括建筑设计师、设备运输人员和施工团队，可以在数字平台上协同工作，讨论并确定最佳的运输方案，这种协同性有助于确保所有团队成员都理解并同意运输路径，从而减少沟通问题和误解。最后，路径模拟可以提供实时的可视化效果，使相关利益相关者更清晰地了解运输过程，通过在数字模型中展示设备的运输路径，团队可以共同观察、讨论 and 调整，确保每个环节都得到了充分考虑。

5 结语

BIM 技术在大型医疗建筑的机电工程深化设计中展现了显著的优势，通过三维建模和信息整合，BIM 为规划、设计和施工提供了前所未有的全面性和精确性。在深化设计过程中，BIM 技术不仅优化了空间布局和设备安装，还通过模拟工序、施工进度以及设备运输路径等方面的应用，提高了整个项目的质量和效率。未来，BIM 技术将继续在医疗建筑领域发挥关键作用，为复杂项目的成功实施提供可靠支持。

[参考文献]

- [1]李勋栋.BIM 在医疗及科研建筑设计中的应用研究[J].山西建筑,2023,49(10):43-46.
 - [2]卓述,彭颖.BIM 在医疗建筑建设与运行管理中的应用研究[J].福建建筑,2021(11):182-185.
 - [3]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+65.
- 作者简介:任凯(1991.9—),男,单位名称:中国新兴建设开发有限责任公司;毕业学校:北京科技大学。