

# 基于 BIM 的建筑工程设计优化关键技术及应用研究

钱松根

浙江崇德建设有限公司

**摘要:** BIM技术的核心优势在于其高度的建筑信息可视化、出色的协调性以及强大的信息处理能力,它能够通过数字化的形式来精确地展现工程项目的物理实体和功能特点。借助BIM技术,设计人员可以将工程相关信息汇聚到一个信息平台上进行集中管理。同时,BIM的模拟性能有助于优化项目施工流程,从而保证设计理念能够得到有效贯彻,并系统地降低各类潜在风险。本文结合振屹大厦项目的BIM服务过程,对优化设计、智慧化管理等关键技术创新应用做了深入研究。

**关键词:** BIM技术; 建筑工程; 工程设计; 技术应用

**【DOI】** 10.12254/j.issn.2096-6539.2024.22.101

## 引言

在信息技术深入渗透到日常生活的各个方面、不断重塑生活方式和习惯的背景下,建筑行业的进步对人们的生活质量有着深远的影响。特别是BIM(建筑信息模型)技术的创新和应用,为我国建筑行业的持续发展注入新的动力。然而,BIM技术与建筑工程施工的协同方面还存在一定的局限性,如现场实时监测数据的记录方式繁琐、数据展示不直观,以及监测精度和效率有待提高等问题。为克服这些问题,设计人员正在积极探索BIM技术的进一步创新和应用。通过充分利用BIM建模软件Autodesk Revit的相关功能,设计人员致力于在提升建筑工程的整体性能、优化基础造价、提高建模质量、优化变形预警信息、实现更高效的协作式项目交付以及模拟施工等方面进行突破性的应用<sup>[1]</sup>。

## 一、BIM 技术特点

### (一) 可视化程度高, 模拟性强

三维3D建模技术可以将以往平面设计中容易出现的模糊和无法表述的部分直接呈现给设计人员。这样,就可以更方便地发现并纠正各个专业间的不合理现象。此外,BIM还具备优秀的模拟功能,可以对工程建设中出现的各种问题进行有效模拟。在此基础上,设计出相应的安保措施及技术计划。尤其是针对高风险的特定流程,利用该方法进行可视化仿真,能够有效提高生产安全水平,将隐患降到最低。对工艺中涉及的一些复杂、有风险的问题,采用仿真技术可以清晰、直观地展示。

### (二) 协调性好

在工程设计过程中,采用BIM技术可以有效地提高不同学科间的协同工作。在以往的施工组织模式下,各学科及参建单位缺少有效的信息交流,仅靠工程管理人员或技术人员进行统筹安排,这就加大了协调难度。但是,以BIM为基础的信息整合平台,可以让不同学科的人员方便进行相互间的交流与查询,以便更好地完成工作。另外,通过BIM技术,各个专业小组能够在漫长而又繁琐的工程设计中,实现整个工程的全过程协同,这不仅优化成本控制,也可以提高工程的总体品质。

### (三) 强大的信息处理能力

在BIM体系中,不论是构建的建筑模型,还是现场的数字化监控设施,均蕴含大量的信息。得益于BIM技术卓越的信息处理能力,这些海量的数据得到有效的管理和利用。BIM技术所构建的信息平台,使得参与工程建设的各方以及各领域的专家能够轻易地获取项目相关信息,进而简化工作流程,提升工作效率。同时,借助BIM技术的云计算功能,设计人员可以对施工现场的环境、工作人员和使用的设备进行高效的管理。这种管理方式不仅优化人力资源的配置,还增强设备使用的安全性,从而在减轻管理人员工作负担的同时,提高管理数据的准确性和全面性<sup>[2]</sup>。

## 二、基于 BIM 的建筑工程设计优化关键技术

### (一) BIM 模型维护

根据项目建设的推进,构建并持续更新BIM(建筑信息模型)成为关键。这一过程的核心在于利用BIM平台,全面汇集来自不同项目团队的建筑信息,打破信息隔阂,实现信息的三维模型化整合与存储,确保项目各方能随时访问和共享所需数据。鉴于BIM的多样化应用需求,其模型精度也各不相同。由于单一的BIM工具难以满足所有工作需求,行业内普遍采取构建“分布式”BIM模型的策略。这些模型根据项目的实际情况和应用目的进行定制,可能涵盖设计、施工、进度、成本、制造及操作等多个维度。此外,“分布式”BIM模型的另一特点是其构建过程的分散性。设计单位、施工单位及运营单位会根据各自职责范围分别建立模型,最后遵循统一标准进行整合。然而,这种方法对BIM建模的规范性、版本控制及数据保护提出更高的要求。因此,业主有时会选择委托专业的BIM服务提供者来全面负责规划、维护及管理整个项目的BIM运用。这样做旨在保障BIM模型信息的精确性、实时性和安全性。



▲ 建造模型(开挖阶段)

▲ 建造模型(基础阶段)

### (二) 场地分析

场地分析是一个深入探究建筑物定位关键环节的过程,它旨在明确建筑物的空间位置、外观设计,并建立其与周边环境的紧密联系。在项目的规划初期,地形特征、植被覆盖以及当地的气候状况等都会显著影响设计的决策流程。为全面评估景观规划、环境现状、施工条件及项目落成后的交通流量等诸多要素,设计人员必须

进行详尽的场地分析。然而，传统的分析手法常常受到定量数据不足、主观判断占比过高以及数据处理能力有限等问题的制约。现如今，借助建筑信息模型（BIM）与地理信息系统（GIS）的有机融合，设计人员能够为场地及其未来建筑创建精准的空间数据模型。利用BIM与GIS技术的高效分析能力，设计人员可以迅速获得具有说服力的分析结果，进而在项目规划阶段就能充分评估场地的实际使用条件和独特属性。这为设计人员做出关于场地规划、交通组织及建筑布局等方面的明智决策提供有力支撑<sup>[3]</sup>。



▲ 建造模型（主体阶段）      ▲ 建造模型（装饰阶段）

### （三）建筑策划

建筑策划是在总体规划方向明确之后，借助定量研究为设计提供坚实基础的一个环节。与依赖经验来敲定设计细节及依据的传统手法不同，建筑策划采用逻辑和数理分析方法，通过对工程实施过程中所涉及的各种因素进行分析，以科学方式审视项目任务书对设计的引导作用，确立并论证建筑设计的基石，精准界定设计内容，并探索达成设计目标的科学路径。在这一过程中，除了运用建筑学原理、借鉴历史经验和遵守产业准则，更重要的是以实地调查为基础，借助计算机等现代科技手段，对研究对象进行深度探索。在施工规划的过程中，BIM是强有力的支撑。通过对空间的剖析，团队可以了解到更多的空间规范与标准，为设计团队节约了大量的时间。尤其是在和客户进行需求讨论、选择和分析优化的过程中，BIM及其相应的分析结果，为企业的重大战略制定奠定了坚实的基础。另外，BIM技术在建筑设计阶段的运用，可以帮助建筑师不断地检验建筑规划中的初始设计与客户预期是否匹配，确定在建筑规划阶段所建立的设计依据。利用BIM技术进行数据持续传输和追溯，大大减少了由于不符合要求而导致的后期变更所带来的经济损失。

### （四）方案论证

在方案论证环节，项目投资方可运用BIM技术对设计方案的多个维度进行深入评估，涵盖布局合理性、视野开阔度、照明效果、安全性能、人体工程学适应性、声学环境、材料纹理、色彩搭配以及行业规范遵循情况。BIM技术之强大，甚至能对建筑细部进行深入推敲，迅速识别出设计与施工中可能面临的挑战。此外，在方案论证时，BIM还能项目投资方提供便捷、经济的多方案比选服务。借助数据与模拟分析，各种方案的优劣一目了然，从而助力投资方迅速权衡建筑项目的成本与时间投入。对于设计师而言，BIM技术使他们能够更直观地评估所构思的空间效果，进而与使用者和业主

产生更高效的互动，收获更多积极反馈。在BIM平台的支持下，项目各方能够直观地聚焦关键问题，并迅速形成共识。因此，相较以往，决策所需的时间大幅缩短。同时，基于最终用户的实时反馈，设计调整变得更加灵活与高效<sup>[4]</sup>。

## 三、基于BIM的建筑工程设计优化关键技术应用

### （一）项目概况

A项目致力于成为全国顶尖的康复医学中心，对A省康复治疗体系的完善具有重大意义。该项目占地广阔，总建筑面积高达20.3万平方米，包含14.27万平方米的地上建筑以及约6.04万平方米的地下部分。项目内容丰富，涵盖康复医疗、培训、120急救指挥等多个功能区域，共计8个细分项目。其设计理念新颖别致，摒弃传统医疗建筑的呆板形象，巧妙地将康复理念与建筑设计相结合，立志成为武汉市现代健康城市中心的坚实支柱。

### （二）BIM正向设计重难点

相较于传统设计模式，BIM正向设计不仅推动设计方法的彻底转变，同时也伴随着诸多严峻挑战。在该项目中，设计团队需要应对的问题层出不穷：项目规模庞大与设计时间紧迫的双重压力下，BIM设计的效率问题凸显；项目涉及多个专业领域，协同工作时信息交换流程冗长，使得设计管理的精准度受到影响，且缺乏一个高效的过程管控平台；特别是在医疗类项目中，平面布置与机电系统的高度复杂性，给项目整体设计及管线整合工作带来不小的难度；此外，BIM正向设计中的图纸模型校对、打印及输出环节亦存在诸多挑战。

### （三）设计协同管理平台的开发

为满足项目设计在协同与管理方面的需求，设计人员独立研发设计协同管理平台。此平台全面覆盖跨专业协作、三维审核、成果提交以及过程质量控制等核心环节，因而成为正向设计中的关键技术。通过该平台的应用，设计人员成功构建一套包括系统文档、项目生产流程、共享数据环境及团队建设等在内的、既实用又可推广的体系化成果。在设计协同管理平台的支持下，BIM正向设计体系得以完善，并为全面推行正向设计提供坚实的技术支撑。该平台的设计基础包括Web界面、Revit插件界面以及Windows应用程序，它结合PDCA任务引擎，实现任务分配与设计工作的高效执行。这一平台不仅提供极高的灵活性和便利性，使设计工作更为流畅，还能让设计团队实现实时协作，从而保证设计任务的高质量完成。此外，该平台也强调数据的整合与流通，确保设计流程中的各项任务都能得到精准的追踪与管理<sup>[5]</sup>，如图1。

### （四）BIM设计进度管控和设计协同提资环境

在BIM规划阶段，设计人员在设计协同管理平台上对项目设计团队、协作模式以及项目关键节点进行周密的规划。设计人员将具体的工作任务与设计模型紧密结合，并在平台内部进行模型结构树（MBS）的详细分解，以便对设计任务、进度安排以及资源提交等多个环节进行精细化的管理和控制（见图6）。设计人员整理BIM全流程的正向设计工作路径，构建一个支持正向设



图1 BIM项目管理平台

计的三维协同资源提交环境。设计人员必须严格遵循各专业的资源提交管理表格进行操作，该表格详细列出各个专业在不同阶段需要提交的内容，并对提交时间和内容进行明确的规定。同时，设计人员也考虑到模型版本的迭代更新，确保设计过程中的每一步修改都能被有效追踪和控制，从而真正实现从头到尾一贯的正向设计理念。

### （五）同步执行二维和三维校审

创新研发的校审系统能够在单一平台上同时实现对二维图纸和三维模型的校对审核。该系统融合二维图纸与三维模型的校稿、审稿及定稿三个层级的审核流程，确保审核意见与模型组件及图纸直接相关联。审核者与设计师可通过此平台互相发送和接收审核反馈。设计师能在此校审平台上迅速检索、修正并回应审核意见，从而强化正向设计过程中的质量控制，确保图纸与模型的高度一致性。

### （六）正向设计优化

在项目设计阶段，团队针对建筑结构、外观设计、管线综合以及性能分析等多个方面实施优化措施，如图2。以下是三个主要的设计优化点：首先，优化康复医疗中心的钢结构框架。鉴于康复医疗中心的大中庭钢结构桁架存在多种角度，设计人员运用Rhino和Grasshopper工具对结构框架线进行优化，进而将这些优化后的线条定位反馈至Revit和Tekla模型中，以实现协同设计的验证和进一步深化；其次，设计人员利用疏散模拟、720度全景展示、人流路径与视线模拟分析等手段，对建筑外观、人流路径以及室内外环境进行综合评估。在确保符合规范的基础上，设计人员力求打造出最为舒适的人流路径与明亮简洁的空间感受；最后，设计人员制定管线设计的基本原则，对整个项目进行全面的管线综合规划，并对各个子项目进行管线和机房的详细设计，同时处理预埋套管的相关问题。此外，结合厂家提供的信息，设计人员对医疗物流井通道进行深入设计，并验证其是否满足实际使用需求。

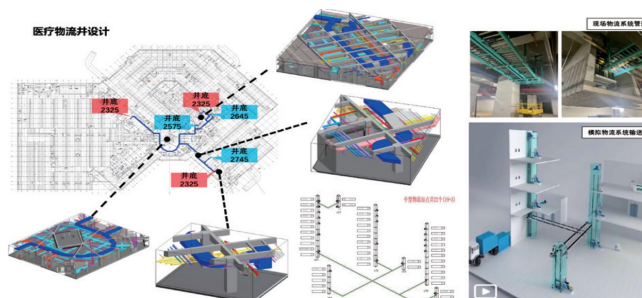


图2 医疗物流通道深化设计

### 结论

综上所述，运用BIM技术，能够从根本上解决建筑生命周期内各个阶段以及不同专业系统间的信息隔阂问题。这项技术从设计、施工到管理的全流程中，显著提升信息化程度和应用效能，这已经成为建筑企业的迫切需求。BIM技术所展现的三维可视化、团队协作及信息数据化的特性，为建筑行业的大数据平台打下坚实基础，预示着其未来将有更加广泛的应用场景和价值。通过BIM的应用，建筑全生命周期的信息得以共享，使得项目各方能够无缝协作，进而达到工程项目的精细化管理。可以说，BIM技术的引入是建筑领域的又一次重大变革，它无疑将指引未来建筑行业的发展方向。

### 参考文献

- [1] 张娴. 超高层建筑竖向交通核心设计——电梯工程设计及技术[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024, (13): 119-121.
- [2] 张杰. 建筑装饰装修工程设计施工的一体化[J]. 石材, 2024, (05): 23-25.
- [3] 宋影芳. 暖通节能设计在某建筑工程设计中的运用分析[J]. 中国建筑金属结构, 2024, 23(04): 169-171.
- [4] 李瑞玲. BIM技术在建筑工程设计和施工中的应用[J]. 新城建科技, 2024, 33(04): 7-9.
- [5] 任鲁娜. 建筑工程设计中的生态城市与绿色建筑研究[J]. 新城建科技, 2024, 33(03): 56-58.