

BIM技术在工业建筑中的应用

王嘉翼

西安航天神舟建筑设计院有限公司 陕西 西安 710065

摘要：BIM技术在工业建筑中发挥重要作用，贯穿设计、施工与运维全过程。通过三维建模实现可视化设计与多专业协同，提升设计质量与效率。施工阶段支持进度、资源、质量与安全管理的数字化控制，增强现场执行能力。运维阶段则为设施设备、空间与能耗管理提供数据支撑，延长建筑生命周期价值。BIM技术推动工业建筑向精细化、智能化方向发展。

关键词：BIM技术；工业建筑；全生命周期管理；协同设计；节能减排

引言：随着信息技术的发展，BIM技术逐渐成为工业建筑领域的重要工具。其集成化、可视化和参数化特点为建筑设计、施工及运维带来全新模式。工业建筑因其结构复杂、工艺流程特殊，对信息化管理需求更高。BIM技术不仅优化设计表达与协同方式，还在施工组织与运维管理中展现出显著优势，成为推动行业转型的关键力量。

1 BIM 技术基础认知

1.1 概念与特点

BIM技术全称为建筑信息模型，是一种基于数字化三维模型的集成化管理系统。该系统不仅包含建筑的几何形状、尺寸规格等空间信息，还集成建筑从规划、设计、施工到运维全生命周期各阶段的工程数据，为项目各参与方提供协同工作平台。三维可视化是BIM技术的显著特点。传统二维图纸以平面线条表达建筑信息，需专业人员解读，而BIM技术将建筑信息转化为直观的三维模型，复杂的空间关系、构造细节可直接呈现。设计师能更精准把控建筑形态，业主也可通过可视化模型提前感知建筑效果，辅助决策。参数化设计赋予BIM技术高度灵活性。模型中各构件的尺寸、材质、性能等属性均以参数形式存在，修改任一参数，与之关联的构件、图纸及工程量计算结果自动更新。如调整建筑层高参数，与之相关的门窗高度、墙体长度、楼梯踏步数量等信息同步改变，大幅提升设计变更效率^[1]。信息集成是BIM技术的核心优势。建筑全生命周期各阶段产生的信息，从设计图纸、施工进度计划到设备维护记录，都可整合于同一模型。不同专业人员基于同一数据源开展工作，避免信息孤岛与数据不一致，保障项目各环节信息传递准确、高效。

1.2 发展历程与趋势

BIM技术起源于20世纪70年代的计算机辅助设计理

念，早期受限于计算机性能，应用多停留在简单三维建模层面。随着计算机技术发展，21世纪初，BIM技术逐渐成熟，开始在建筑领域推广应用，功能从单纯建模拓展到多专业协同设计。在工业建筑领域，BIM技术发展趋势显著。其一，与物联网、大数据等技术融合加深。物联网设备采集的工业建筑实时运行数据，可接入BIM模型，实现设备状态动态监测与能源消耗精准分析。其二，应用深度拓展，从设计施工阶段向全生命周期管理延伸，在工业建筑后期改造、扩建中，BIM模型为方案制定提供数据支持。其三，标准化程度提升，行业逐步统一数据格式与应用规范，促进不同软件间数据交互，降低BIM技术在工业建筑应用中的技术壁垒。

2 BIM 技术在工业建筑设计阶段的应用

2.1 三维建模与可视化设计

工业建筑结构复杂，BIM技术可实现精准建模。大型厂房具有大跨度空间、高净空要求，BIM能精确构建钢结构桁架、吊车梁等构件，呈现复杂空间关系。特殊工艺设备空间布局方面，针对化工反应装置、冶金生产线等，BIM可模拟设备尺寸、安装位置及物料传输路径，确保空间规划符合生产流程需求。可视化设计在方案比选与展示中发挥重要作用。传统二维图纸难以直观呈现设计效果，BIM三维模型能将建筑外观、内部空间、设备布置以可视化形式展现。设计师可多角度观察方案，快速对比不同设计思路差异，优化空间布局与流线组织。向业主展示方案时，可视化模型便于非专业人员理解设计意图，促进沟通决策，减少因理解偏差导致的设计变更。在多专业协同设计中，BIM模型整合与冲突检测优势明显。工业建筑设计涉及建筑、结构、给排水、电气等多专业，各专业基于同一BIM平台建模，模型自动整合。通过碰撞检测功能，可发现管线与结构构件碰撞、设备与管道空间冲突等问题，提前调整设计，避免施工阶段

返工,提高设计质量与效率。

2.2 参数化设计与优化

参数化设计在工业建筑标准化构件设计中广泛应用。工业建筑存在大量重复构件,如厂房围护结构的门窗、钢结构节点等。利用BIM参数化设计,定义构件尺寸、材质等参数,生成标准化族库。设计时调用族库构件,修改参数即可快速生成不同规格构件,提高设计效率,保证构件标准化与一致性。BIM模型可用于性能分析以优化设计方案^[2]。采光模拟方面,结合建筑朝向、窗户尺寸与位置,分析室内光照分布,调整开窗面积与形式,满足工业生产采光需求。通风模拟通过设置气流参数,模拟室内空气流动,优化通风系统布局,改善车间空气质量。能耗模拟整合围护结构、设备选型等信息,分析不同设计方案能耗情况,为节能设计提供依据。针对工业建筑特殊工艺流程,BIM技术实现设计优化。根据生产工艺要求,在BIM模型中模拟物料运输路线、设备操作空间,调整建筑布局与设备布置,确保工艺流程顺畅。如食品加工厂需满足卫生标准,通过BIM优化车间分区、人流物流通道设计,避免交叉污染。

2.3 设计信息管理与共享

BIM技术实现设计信息集中存储与版本管理。工业建筑设计过程产生大量图纸、模型、计算书等文件,BIM平台将信息统一存储,按项目阶段、专业分类管理。设计变更时,自动记录版本变化,方便追溯历史设计状态,确保设计信息完整、准确。不同设计专业间实现信息实时共享与协同工作。基于BIM平台,各专业设计成果实时更新可见,结构专业调整梁柱尺寸,建筑专业模型同步反映变化,设备专业可据此调整管线布置。专业间信息及时交互,减少沟通误差,提高协同设计效率。设计阶段的BIM模型为后续施工和运维提供准确数据支持。施工阶段,施工人员可从模型获取构件尺寸、材料规格、安装位置等信息,指导施工。运维阶段,模型集成设备参数、管线走向等数据,便于设备维护、故障排查和空间改造,实现建筑全生命周期信息贯通。

3 BIM技术在工业建筑施工阶段的应用

3.1 施工进度管理

基于BIM模型的4D施工进度模拟,将三维建筑信息模型与时间维度深度融合。在施工前期,通过BIM软件把施工进度计划与三维模型关联,直观呈现各施工阶段的空间状态与时间节点。施工流程以动态可视化形式展现,各工序的先后顺序、交叉作业情况清晰可见。以此为基础制定合理的施工进度计划,可提前识别潜在进度冲突。例如,不同专业施工队伍在同一区域的作业时间

重叠问题,或是大型设备安装与土建施工的时间矛盾,通过模拟及时调整施工顺序与时间安排。施工过程中,借助BIM技术实时监控进度。将实际施工进度与4D模型中的计划进度对比,一旦出现偏差,系统自动预警。根据偏差情况,结合现场实际条件,动态调整后续施工计划。重新分配施工任务、优化资源投入,确保项目整体进度可控,避免因进度延误导致的成本增加与工期延长。

3.2 施工资源管理

BIM技术实现材料、设备等资源的可视化管理与调配。在BIM模型中,详细记录各类资源的规格、型号、数量、存放位置等信息,形成可视化资源数据库。管理人员通过模型快速查询资源状态,掌握资源储备与使用情况,实现资源的精准管理。利用BIM模型的数据分析功能,结合施工进度计划,进行资源需求预测。根据不同施工阶段的工程量与工艺要求,准确计算所需材料、设备数量,优化资源配置方案。提前规划材料采购时间与运输路线,合理安排设备进场顺序,避免资源闲置或短缺^[3]。通过BIM技术的精细化管理,有效减少资源浪费,提高资源利用效率。避免材料过度采购造成积压,或是因设备调配不当导致的闲置损耗。例如,对周转材料的使用进行动态跟踪,在满足施工需求的前提下,最大限度提高周转次数,降低成本。

3.3 施工质量管理

在BIM模型构建阶段,将质量标准和验收规范嵌入其中。每个构件、每道工序对应的质量要求与验收标准都与模型信息关联,形成可视化质量管控体系。施工过程中,现场人员利用移动终端,实时记录质量问题。发现问题后,通过拍照、标注等方式将信息上传至系统,并关联到BIM模型的具体位置。质量管理人员可通过模型快速定位问题,跟踪整改进度,确保质量问题及时解决。质量验收环节,BIM模型发挥关键作用。验收人员对照模型中的质量标准与设计要求,进行精准检查。模型清晰展示各构件的尺寸、材质、连接方式等信息,避免因人为疏忽或理解偏差导致的验收失误。对不符合要求的部位,在模型中明确标注,督促施工人员整改,保证施工质量符合设计标准。

3.4 施工安全管理

利用BIM模型进行全面的安全风险识别与评估。针对工业建筑施工中常见的高处作业、临时用电、深基坑开挖等风险点,在模型中模拟施工过程,分析潜在安全隐患。通过对施工环境、设备操作、人员行为等因素的模拟,识别可能引发安全事故的危险因素,评估风险等

级。根据风险评估结果,制定针对性的安全防护措施,并在BIM模型中模拟展示。例如,针对高处作业设置防护栏杆、安全网的具体位置与形式;对临时用电线路规划合理走向,设置配电箱位置。通过可视化模拟,确保安全防护措施的有效性与可行性。在施工前,利用BIM模型对施工人员进行安全交底。通过动态演示施工过程与安全防护措施,使施工人员直观了解作业环境中的风险点与应对方法,提高安全意识。施工过程中,管理人员依据模型对安全防护措施的落实情况进行检查,及时纠正违规行为,保障施工安全。

4 BIM技术在工业建筑运维阶段的应用

4.1 设施设备管理

在工业建筑运维阶段,设施设备管理是核心工作。通过建立设施设备BIM模型,将设备的基本信息如型号、规格、生产厂家、安装位置等,以及维护记录、维修历史等数据集成于模型之中。这些信息与三维模型中的设备构件一一对应,形成完整的设备信息数据库。借助该模型,实现设施设备的可视化定位与查询。运维人员在BIM系统中,可快速找到任一设备的具体位置,查看其详细信息,了解设备当前运行状态与历史维护情况,改变以往依靠纸质资料或分散电子文档查找信息的低效方式。基于设备信息与运行规律,利用BIM技术制定科学的设备维护计划。通过分析设备的使用时长、运行频率等数据,预测设备可能出现故障的时间节点,提前规划维护保养工作。当设备接近预计维护周期或出现异常运行趋势时,系统自动发出预警,提醒运维人员及时检查与处理,避免因设备突发故障影响工业生产。维护计划的执行情况也可在BIM模型中记录更新,确保设备管理的连贯性与可追溯性。

4.2 空间管理

BIM技术助力实时监控工业建筑内部空间使用情况。将建筑内部空间划分为不同功能区域,通过传感器等设备采集空间使用数据,并与BIM模型关联。模型能够直观展示各区域的使用状态,如是否被占用、使用频率等信息。基于这些数据,可对空间布局进行优化。发现闲置空间或使用效率低下的区域时,调整功能划分,重新规划设备、设施摆放位置,提高空间利用率。对于企业

生产布局调整需求,BIM模型提供可靠数据支持^[4]。企业根据生产规模扩大、产品类型变化等情况,在BIM模型中模拟不同的布局方案。观察新布局对物流运输、人员流动、设备协作等方面的影响,评估各方案的可行性与合理性,从而选择最优布局方案,减少实际调整过程中的盲目性与不确定性,保障生产活动高效有序进行。

4.3 能耗管理

BIM技术与能耗监测系统集成,将能耗数据与BIM模型深度关联。通过智能电表、水表、气表等计量设备,实时采集工业建筑内各区域、各设备的能耗数据,并反馈至BIM系统。在模型中以可视化图表、颜色标记等方式展示能耗分布情况,直观呈现不同区域、设备的能耗高低。与此同时,系统对能耗数据进行分析,总结能耗变化趋势,找出能耗高的区域和设备。针对能耗分析结果,制定节能措施。对高耗能设备进行评估,考虑是否更换为节能型设备,或优化设备运行参数;对于能耗高的区域,检查建筑围护结构的保温隔热性能,加强密封处理,减少能源损耗。通过BIM模型模拟节能措施实施后的效果,对比不同方案的节能效益,选择最佳节能方案,有效降低工业建筑的运营成本,实现节能减排目标,促进工业建筑的可持续发展。

结束语

BIM技术贯穿工业建筑设计、施工与运维各阶段,优势尽显。从精准建模、多专业协同设计,到施工进度、质量、安全把控,再到运维阶段设备管理、空间与能耗优化,均发挥关键作用。随着与新兴技术融合及标准化推进,BIM技术将持续革新工业建筑领域,为行业高效、可持续发展注入强劲动力,推动工业建筑迈向新高度。

参考文献

- [1]古黎明.BIM技术在新型建筑工业化中的应用分析[J].镇江高专学报,2024,37(4):93-96.
- [2]薛楠楠.BIM技术在新型建筑工业化中的应用策划要点[J].城镇建设,2025(9):76-78.
- [3]刘晓双.国产BIM技术在工业建筑设计中的综合应用[J].中国勘察设计,2025(2):43-45.
- [4]郭晶晶.浅析BIM技术在绿色智能建筑全生命周期中的应用[J].科技与创新,2025(1):222-225.