

# 基于BIM技术的钢结构厂房设计优化研究

贾振宇

中煤科工集团北京华宇工程有限公司 北京 100120

**摘要:** 本文聚焦基于BIM技术的钢结构厂房设计优化研究,深入探讨BIM技术在提升设计精度与效率、强化成本控制及保障施工安全等方面的应用价值。通过分析BIM三维建模、参数化设计、多专业协同、碰撞检测、自动工程量计算、施工模拟及安全可视化等功能,揭示其在钢结构厂房全生命周期中的优化作用。研究表明,BIM技术可显著减少设计误差、降低施工风险、控制项目成本,为钢结构厂房的智能化、精细化设计提供创新路径,推动工业建筑领域的技术革新。

**关键词:** BIM技术; 钢结构厂房; 设计优化

## 1 BIM技术的特点

### 1.1 三维设计

BIM技术彻底革新了传统建筑设计的工作模式,从二维图纸的平面表达跃升至三维参数化建模的全维度设计。通过BIM平台,设计师能够以直观的三维视角构建建筑、结构、机电等多专业协同的数字模型,精准呈现空间形态与构件细节。三维模型不仅支持空间关系的动态调整与实时验证,还能通过内置的碰撞检测功能,自动识别不同专业间的设计冲突(如管线碰撞、结构干涉),为方案优化提供量化依据<sup>[1]</sup>。三维设计可生成高精度的工程量清单与施工图纸,减少人工计算误差,显著提升设计效率与质量。模型参数化特性支持设计变更的快速响应,确保各专业数据同步更新,为后续施工与运维阶段奠定坚实基础。

### 1.2 信息共享

BIM技术的核心在于构建统一的数据平台,实现项目全生命周期信息的集中管理与协同共享。通过IFC(Industry Foundation Classes)等开放标准,BIM模型可整合几何、物理、进度、成本、运维等多维度数据,形成覆盖设计、施工、运维全流程的“数字孪生”。多参与方(如业主、设计院、施工单位、供应商)可通过云端平台实时访问、更新与同步项目信息,打破传统模式下“信息孤岛”的壁垒。信息共享机制不仅提升了沟通效率,减少因数据不一致导致的返工与纠纷,还为决策提供了多维度的数据支撑。

### 1.3 可视化模拟

BIM技术通过4D(时间维度)、5D(成本维度)乃至nD(如环境、安全等扩展维度)的扩展应用,将三维模型与时间、成本、资源等要素深度融合,实现施工过程的动态推演与精细化管理。在4D模拟中,BIM模型可

关联施工进度计划,生成三维动画直观展示施工流程,提前识别潜在的时间冲突(如工序衔接问题、场地布置不合理),辅助优化施工方案。5D模拟则进一步引入成本数据,实现工程量与造价的实时联动,通过虚拟建造预测成本超支风险,指导资源精准投放。BIM技术还可结合VR/AR技术,提供沉浸式施工预演,提升施工人员对复杂节点的理解与执行能力。可视化模拟不仅降低项目风险,还通过数据驱动的决策支持,显著提升了施工管理的科学性与效率,推动建筑业向智能化、精细化转型。

## 2 钢结构厂房设计优化面临的挑战

### 2.1 设计精度与效率问题

钢结构厂房设计涉及复杂的力学计算、节点构造与多专业协同,传统设计方法依赖二维图纸与经验估算,易导致构件尺寸偏差、节点连接缺陷等问题,影响结构安全与施工精度。设计过程中需反复修改参数以优化结构性能(如应力分布、变形控制),但缺乏高效的三维协同平台,导致信息传递滞后、版本管理混乱,显著降低设计效率。设计变更的响应速度直接影响项目进度,传统模式下需逐层协调各专业,耗时长且易引发数据冲突,难以满足现代工程对快速迭代与精准交付的需求。

### 2.2 成本控制问题

钢结构厂房成本受材料价格波动、施工工艺选择及设计优化程度等多重因素影响。设计阶段若未充分考虑材料利用率(如余料最小化)、构件标准化程度及施工可行性,易导致成本超支。例如,复杂节点设计可能增加加工难度与焊接成本,而过度保守的安全系数则会浪费钢材资源<sup>[2]</sup>。设计变更频繁或信息传递错误可能引发返工,进一步推高造价。缺乏全生命周期成本(LCC)视角的设计优化,往往聚焦于初始造价而忽视运维阶段的维护与更换成本,导致总体经济效益受损。

### 2.3 安全管理问题

钢结构厂房施工阶段面临高空作业、吊装风险、焊接火灾等安全隐患，设计阶段需通过合理规划结构布局、优化节点连接方式等措施降低风险。传统设计对施工可行性的考虑不足，可能埋下安全隐患。例如，节点设计过于复杂导致现场焊接难度大，易引发质量缺陷；构件堆放与吊装路径未充分模拟，可能引发碰撞事故。设计文件对安全措施的描述往往笼统，缺乏与施工工艺的深度联动，导致现场执行时安全标准不统一。随着项目规模扩大与工期压缩，安全管理难度进一步加剧，亟需通过设计优化提前识别风险并制定针对性措施。

### 3 BIM技术在钢结构厂房设计中的应用维度

钢结构厂房作为工业建筑的重要组成部分，其设计需兼顾结构安全、施工效率与成本控制。BIM技术凭借其三维可视化、协同化与数据驱动特性，为钢结构厂房设计提供了全生命周期的解决方案。

#### 3.1 三维建模与可视化设计

BIM技术通过参数化建模实现钢结构厂房的三维数字化表达，涵盖主结构（如钢柱、钢梁）、次结构（如檩条、拉杆）及围护系统（如屋面板、墙面板）的精细化建模。设计师可基于统一数据平台，调整构件尺寸、材质属性与连接方式，实时生成三维模型。三维模型支持多专业协同设计，结构、机电、给排水等专业可在同一模型中同步工作，避免传统二维设计中因专业隔离导致的空间冲突。BIM模型的可视化特性为设计沟通提供了直观工具。设计师可通过渲染技术生成逼真的效果图，展示厂房外观、空间布局与材料质感，辅助业主理解设计方案。BIM平台支持虚拟现实（VR）与增强现实（AR）技术，设计师可佩戴VR设备沉浸式体验厂房内部空间，检查管线走向、设备布置与操作空间是否合理。对于复杂节点（如梁柱连接、屋面天沟），可视化模型可放大展示细节，辅助施工人员理解工艺要求，减少现场返工。BIM技术的参数化特性支持设计标准化与模块化。参数化设计还支持方案快速迭代，当业主提出修改需求时，设计师仅需调整关键参数，系统自动更新模型并重新计算结构性能，显著缩短设计周期。

#### 3.2 碰撞检测与冲突解决

钢结构厂房设计涉及多专业协同，管线、设备与结构构件的碰撞是常见问题。BIM技术通过三维模型的空间分析功能，自动检测不同专业之间的碰撞点，并生成碰撞报告。基于碰撞检测结果，设计师可调整管线走向、设备位置或结构构件尺寸，避免施工阶段的返工。例如，通过调整钢梁高度或改变管线路径，可有效解决碰

撞问题。BIM平台支持多专业协同修改，各参与方可基于同一模型实时更新数据，确保冲突解决方案的同步性，BIM模型还可模拟不同解决方案的施工可行性，辅助选择最优方案。在解决冲突后，BIM技术可进一步模拟施工过程，验证设计方案的合理性。例如，通过4D模拟（三维模型+时间维度），检查钢构件的吊装顺序、管线安装路径是否合理，避免现场施工时出现空间不足或操作困难的问题<sup>[3]</sup>。

#### 3.3 工程量计算与成本控制

BIM模型内置材料数据库与工程量计算规则，可自动生成钢结构厂房的工程量清单。自动工程量计算不仅减少了人工计算的误差，还为成本估算提供了可靠依据。BIM平台可关联成本数据库，实时计算不同设计方案的材料、人工与机械成本。BIM模型还支持全生命周期成本（LCC）分析，综合考虑初始造价、运维成本与更换成本，辅助业主制定长期投资策略。BIM技术通过参数化驱动与成本分析，支持设计师在结构性能与成本之间寻找平衡点。例如，通过调整钢构件的截面尺寸或连接方式，在满足结构安全的前提下减少材料用量，降低造价。

#### 3.4 施工进度模拟与管理

BIM技术通过4D模拟（三维模型+时间维度），将施工进度计划与三维模型关联，生成动态施工动画。例如，模拟钢构件的吊装顺序、管线的安装路径与设备的调试流程，提前识别潜在的时间冲突（如工序衔接问题、场地布置不合理），优化施工方案。基于4D模拟结果，BIM平台可生成资源需求计划，包括材料、人力与机械的投入时间与数量。BIM平台支持多参与方（如业主、设计院、施工单位、供应商）的协同工作。各参与方可通过云端平台实时更新施工进度、资源使用情况与问题反馈，确保信息同步，减少因沟通不畅导致的延误。BIM模型可结合施工规范与安全标准，对吊装、焊接等高风险作业进行模拟，提前识别安全隐患并制定应对措施。

### 4 BIM技术在钢结构厂房设计优化中的应用

钢结构厂房作为工业建筑的重要形式，其设计需兼顾结构安全、施工效率与成本控制。BIM（Building Information Modeling，建筑信息模型）技术凭借其三维可视化、协同化与数据驱动特性，为钢结构厂房设计优化提供了全生命周期解决方案。

#### 4.1 提高设计精度和效率

BIM技术通过参数化建模实现钢结构厂房的三维数字化表达，涵盖主结构（如钢柱、钢梁）、次结构（如檩条、拉杆）及围护系统（如屋面板、墙面板）的精细化建模。设计师可基于统一数据平台调整构件尺寸、材质

属性与连接方式,实时生成三维模型。例如,通过定义钢梁的截面类型(如H型钢、工字钢)、长度与坡度,系统自动计算其力学性能,并关联到结构分析模块,避免传统设计中因手工计算或经验估算导致的误差。参数化设计还支持方案快速迭代,当业主提出修改需求时,设计师仅需调整关键参数,系统自动更新模型并重新计算结构性能,显著缩短设计周期。钢结构厂房设计涉及结构、机电、给排水等多专业协同,传统设计模式易导致空间冲突与信息滞后。BIM平台支持多专业实时协同工作,各参与方可在同一模型中同步更新数据,避免因专业隔离导致的返工。BIM模型的可视化特性为设计沟通提供了直观工具。设计师可通过渲染技术生成逼真的效果图,展示厂房外观、空间布局与材料质感,辅助业主理解设计方案。此外,BIM平台支持VR技术,设计师可佩戴设备沉浸式体验厂房内部空间,检查管线走向、设备布置与操作空间是否合理,减少现场误解。

#### 4.2 加强成本控制

BIM模型内置材料数据库与工程量计算规则,可自动生成钢结构厂房的工程量清单。例如,系统可根据钢构件的几何尺寸、材质属性与连接方式,精确计算钢材用量、焊接长度与螺栓数量,减少人工计算的误差。BIM平台还可关联成本数据库,实时计算不同设计方案的材料、人工与机械成本。例如,通过比较不同钢构件规格、连接方式与围护系统的成本差异,设计师可快速筛选出经济性最优的方案,避免过度设计导致的浪费。BIM技术支持全生命周期成本分析,综合考虑钢结构厂房的初始造价、运维成本与更换成本。例如,通过模拟不同围护系统的耐久性与维护需求,设计师可评估其长期经济效益,辅助业主制定投资策略。此外,BIM模型还可关联市场价格波动数据,动态调整成本估算,提升预算控制的精准度<sup>[4]</sup>。BIM技术通过参数化驱动与成本分析,支持设计师在结构性能与成本之间寻找平衡点。BIM平台可模拟不同施工方案的成本效益,辅助选择最优方案。

#### 4.3 加强安全管理

BIM技术通过4D模拟(三维模型+时间维度),将

施工进度计划与三维模型关联,生成动态施工动画。例如,模拟钢构件的吊装顺序、管线的安装路径与设备的调试流程,提前识别潜在的时间冲突(如工序衔接问题、场地布置不合理)与安全隐患(如吊装设备超载、焊接火灾风险)。基于模拟结果,设计师可优化施工方案,减少现场风险。BIM模型可直观展示钢结构厂房的安全设施(如防护网、消防通道)与操作规范(如吊装作业流程)。例如,通过三维动画演示钢构件的吊装步骤与安全注意事项,辅助施工人员理解工艺要求,降低误操作风险。此外,BIM平台还可生成安全检查清单,指导现场管理人员定期排查隐患。BIM技术支持多参与方的协同工作,各参与方可通过云端平台实时共享安全信息。例如,当发生突发事件(如吊装设备故障)时,设计师可基于BIM模型快速评估影响范围,调整设计方案以减少损失;施工单位可依据模型制定应急预案,优化救援路径与资源调配。

#### 结束语

BIM技术为钢结构厂房设计优化提供全新的解决方案,其三维可视化、协同化与数据驱动特性,不仅提升设计精度与效率,还强化成本控制与安全管理能力。未来,随着BIM技术与物联网、人工智能等技术的深度融合,钢结构厂房的设计与施工将进一步向智能化、自动化方向发展。本文的研究成果可为行业提供参考,推动BIM技术在工业建筑领域的广泛应用,助力我国钢结构厂房建设迈向更高水平。

#### 参考文献

- [1]高宇翔,刘静怡.BIM技术在钢结构建筑设计中的应用研究[J].建筑科学,2023,39(5):87-94
- [2]陈志远,吴晓岚.钢结构厂房优化设计的关键技术与实践[J].工业建筑,2022,52(8):123-128
- [3]袁洪涛,隋意.基于BIM技术的钢结构厂房施工中的应用[J].建筑技术开发,2023,50(8):32-34.
- [4]陈涛,刘静.钢结构设计中的优化方法探讨[期刊论文].工程结构,2021,35(2):78-85.