

基于BIM技术的高支模体系三维可视化应用

郭汝举

(中核华泰建设有限公司)

【摘要】随着建筑行业的不断发展,高支模体系在建筑施工中的应用日益广泛。由于其施工过程复杂、安全风险高,传统的管理方式难以满足精细化施工的需求。文章结合具体案例,详细探讨了BIM技术在高支模体系中的三维可视化应用。通过构建高支模BIM模型,实现了高支模体系施工阶段的全流程可视化管理。研究详细介绍了BIM技术在高支模模型构建、可视化技术交底、可视化进度管理、安全检查及隐患部位管理、三维可视化预警等方面的具体应用。结果表明,BIM技术能够显著提升高支模体系的设计质量、优化施工方案、保障施工进度以及施工安全的保障,有效提高施工效率,降低安全风险,为类似工程提供了可借鉴的技术路径。

【关键词】BIM技术;高支模;三维可视化;施工管理

中图分类号:TU17;TU71

DOI: 10.13655/j.cnki.ibci.2025.S2.043

Three-dimensional Visualization Application of High Formwork System Based on BIM Technology

GUO Ru-ju

(China Nuclear Huatai Construction Co., Ltd.)

【Abstract】With the continuous development of the construction industry, the application of high formwork systems in building construction is becoming increasingly widespread. Due to its complex construction process and high safety risks, the traditional management methods are difficult to meet the demands of refined construction. Based on specific cases, the three-dimensional visualization application of BIM technology in the high formwork support system is discussed in detail. By constructing a BIM model for high formwork support, the full-process visual management of the construction stage of the high formwork support system has been achieved. The research provides a detailed introduction to the specific applications of BIM technology in the construction of high formwork models, visual technical briefings, visual progress management, safety inspections and management of potential hazard areas, as well as three-dimensional visual early warning. The results show that BIM technology can significantly enhance the design quality of high formwork support systems, optimize construction plans, ensure construction progress and construction safety, effectively improve construction efficiency, reduce safety risks, and provide a referenceable technical path for similar projects.

【Keywords】BIM technology; high formwork; three-dimensional visualization; construction management

1 引言

高支模施工是建筑工程中的关键环节,作为混凝土浇筑施工的核心支撑体系,其安全性能直接决定施工整体安全(见图1)。建筑项目中,高支模体系的搭设高度、跨度及承载荷载常超出常规范畴,对设计与施工的精准性、安全性提出严苛要求。传统高支模施工依赖二维图纸与经验判断,而二维图纸表达往往不够直观、完整,难以清晰呈现复杂构造,设计隐患易被忽略,存在可视化不足、协同性弱、易产生疏漏等问题,在复杂结构施工中易出现构造缺陷、施工偏差及安全隐患。

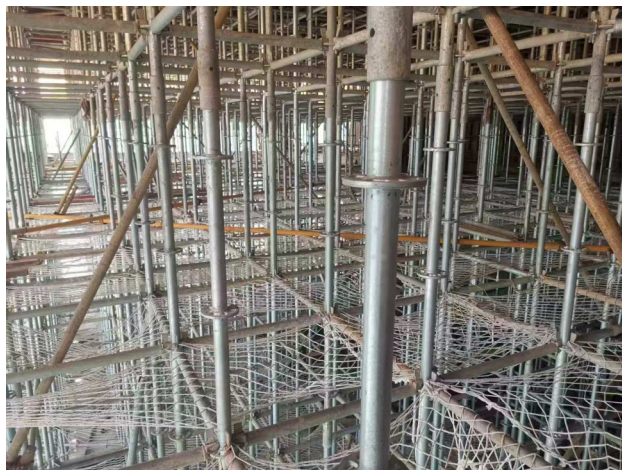


图1 高支模施工实景图

近年来,BIM技术凭借可视化、模拟化、协调性强及安全管理适配性好等优势,在建筑工程领域广泛应用。其三维可视化特性可直观呈现高支模体系空间结构,助力项目团队精准把握设计意图,提前排查并解决潜在问题,为高支模施工提供创新解决方案。尽管众多学者已针对BIM技术在高支模体系中的应用开展探索,但现有研究仍存局限:一方面,多数文献聚焦BIM技术的碰撞检测、进度模拟等单一功能,缺乏对高支模体系全生命周期三维可视化管理的系统性整合;另一方面,部分研究提及BIM技术在安全管理中的应用,但多局限于事后检查,缺乏对施工安全风险的实时监控与动态管理。

为此,本文深入探讨BIM技术在高支模体系施工中的三维可视化应用,基于高支模体系全生命周期视角,系统分析BIM技术在设计优化、方案交底、进度模拟、安全管理及协同工作等方面的应用优势,进一步完善施工安全管理体系,系统验证BIM技术在高支模工程中的应用价值,以期通过技术手段优化施工方案、提升施工效率,降低高支模施工安全风险与隐患^[1]。

2 高支模体系应用BIM技术的优势

2.1 危险识别和方案优化

利用BIM模型的可视化和碰撞检测功能,能够在施工前识别高支模体系中的安全隐患。高支模施工利用构建的三维可视化施工图,直观展示梁柱节点、大跨度斜梁、高低梁接茬、施工缝等关键点施工部位,通过动画演示和施工模拟能够及时发现模板与建筑墙体、支柱以及模板彼此间的施工碰撞,以便及时调整施工方案,减少后期返工几率。对于复杂节点,可在BIM中放大查看,检查剪刀撑、抱柱等构造措施是否到位。这种“未施工、先排险”的模式,将安全管理关口前移,大大降低了现场事故发生概率。

2.2 控制施工成本

使用Revit软件构建盘扣架立杆、水平杆、斜杆、可调托座等构件族库,以及防护体系族库,形成高支模参数化模型。再使用Revit软件明细表功能可以全面、详细提取高支模体系工程量相关数据,包含高支模材料几何尺寸、材料属性、材料用量、成本、编号、生产批次等。有助于管理人员汇总高支模施工材料用量及其成本,为工程项目高支模施工成本预

测和成本分析提供可靠依据,可有效控制施工成本。

2.3 保障施工安全

高支模施工的首要任务是保障施工安全。高支模施工安全风险隐患较多。一方面,高空作业存在坠落风险。另一方面,模板支撑如承载力不足则会导致架体坍塌或失稳。再加上施工现场复杂多变、电气网络以及施工材料搬运都可能会影响施工荷载,增大支架变形、断裂风险。而基于BIM技术的高支模施工可以通过施工碰撞模拟和受力分析制定可靠高支模施工方案。现场施工团队也可以借助BIM技术制作可视化技术交底动画,帮助施工人员清楚地了解现场安全风险,进而规范施工行为,提高高支模施工安全性。

3 工程概况

3.1 项目概况

天思科技大厦项目为一栋高层塔楼,地下3层,地上18层,位于深圳市光明区上市企业总部基地,占地面积5471m²,总建筑面积4.6万m²,其中地上建筑面积3.4万m²,地下建筑面积1.2万m²,框架核心筒结构。

3.2 危大工程概况及搭设方案

本工程涉及的大截面的梁、超高板结构比较多,最大支模高度为22.65m,施工立面图(见图2)。需要进行高大模板体系施工的范围较广,对高支模的施工质量安全提出更高的要求。

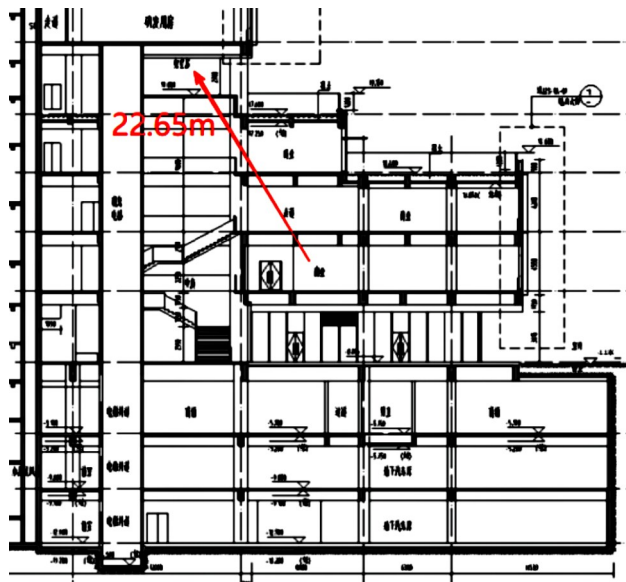


图2 22.65m施工立面图

盘扣式脚手架具有承载力强、安全可靠等优势,尤其适用于荷载大、构造复杂、施工技术要求高的公共建筑工程。结合本工程梁、板超高、超重、大跨度的特性,高支模体系优先选用盘扣式模板支架。基于论证后的施工方案,借助BIM技术对承插型盘扣式脚手架施工参数进行建模,将传统文字、图纸、口头描述等交底形式,转化为三维可视化模型、动画、仿真模拟等直观呈现方式,向项目施工人员、管理人员及协作单位精准传递设计意图、施工工艺、技术要求、安全规范等核心信息。其核心在于通过“可视化”消除信息传递歧义,提升交底效率与准确性;同时通过模拟现场施工场景,为现场施工提供精准指导,进一步提升施工效率。

此外,BIM技术可对竖向斜杆、抱柱、水平剪刀撑的布置形式及间距进行模拟,并开展可视化交底。采用BIM技术指导高支模施工^[2],依托其参数化、可视化优势合理规划现场施工工序与工艺,及时排查并快速解决矛盾冲突及隐患部位,保障高支模施工安全、高效、顺利推进。

3.3 三维可视化建模

高支模体系BIM建模前需全面归集相关基础数据。首先提取建筑设计图纸信息,精准明确混凝土楼板、梁、柱等构件的尺寸、标高及混凝土强度等级,此类数据是确定高支模支撑点位与承载能力的核心依据。其次依据高支模专项施工方案,收集支架类型、立杆间距、横杆步距及竖向斜杆、水平剪刀撑、连墙件、抱柱的设置参数,结合《建筑施工承插型盘扣式钢管脚手架安全技术标准》,完成高支模体系全流程BIM建模。同时记录立杆、横杆等材料的规格型号与力学性能参数,为模型构建及受力分析提供数据支撑。该模型可清晰呈现施工细节,提前预判安全隐患、规避事故,还能直观预览施工后现场状态,有效降低施工差错率^[2]。

3.4 三维可视化交底

高支模BIM模型建成后,借助Navisworks软件开展施工过程模拟。一方面将施工进度计划与工序逻辑关系导入Timeliner及Animator模块;另一方面生成施工动画,直观还原高支模施工全流程,包括支撑架体结构、立杆间距及竖向斜杆等关键构造。导出的施工动画便于施工人员随时查阅及技术交底,同时开发移动端安全交底与培训微信小程序,施工

人员扫描二维码即可获取相关动画内容,提升交底培训效率。

联合VR、AR技术构建培训系统,将BIM模型导入VR场景,设置未佩戴安全帽、临时支护缺失等安全风险点,帮助施工人员明确错误行为后果,强化安全意识与操作技能。系统还可模拟支架倾覆、人员坠落等事故场景,助力施工人员识别危险源并掌握应急措施。

3.4.1 板底架体三维图

本工程支模架体采用盘扣式脚手架,模板为14mm厚覆面木胶合板,主梁选用 $\phi 48.3\text{mm} \times 3.2\text{mm}$ 双钢管,小梁采用40mm $\times$ 90mm方木,纵横间距900mm $\times$ 900mm,最大步距1.5m^[2];顶托伸出顶层水平杆长度 $\leq 650\text{mm}$,外露长度 $\leq 400\text{mm}$,插入立杆深度 $\geq 150\text{mm}$ 。

3.4.2 竖向斜杆、水平剪刀撑BIM三维图

本工程22.65m板支架体系中,竖向斜杆沿高度每4个步距设置水平层剪刀撑;架体外侧周边及内部纵横向每2跨,由底至顶搭设连续竖向斜杆,水平杆步距 $\leq 1.5\text{m}$ ^[2]。竖向斜杆、水平剪刀撑搭设如图3所示。

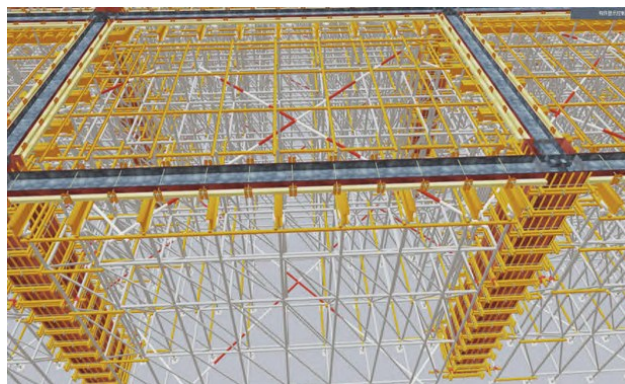


图3 竖向斜杆、水平剪刀撑BIM三维图

3.4.3 抱柱BIM三维图

高支模体系与周边结构的拉结是保障稳定性的关键。抱柱拉结采用扣件式钢管,将高支模架体与混凝土柱沿高度每4个步距可靠连接,确保拉结位置精准。通过模型可直观呈现临边防护及安全兜网布置部位,实现技术交底可视化,保障架体稳定^[2]。

3.4.4 施工进度可视化管理

在BIM软件中为高支模模型构件及施工工序附加时间属性,关联施工进度计划,构建4D(三维模

型+时间)施工进度可视化管理体系。例如将“搭设第5层梁板模板”等任务与模型对应部位关联,设定时间节点。借助 Navisworks 等工具链接 Project 或 Primavera 进度计划与 BIM 模型,生成动态模拟动画,模型构件按计划逐步显隐,形象展示支模扩展、混凝土浇筑等过程。

通过 4D 模拟,管理人员可直观验证进度计划合理性,检查施工段搭接及关键工序资源保障情况;系统实时比对实际与计划进度,偏差时自动预警并分析原因,为计划调整提供依据。如施工中通过该系统及时发现材料供应导致的进度滞后,管理人员迅速优化采购及人员调配方案^[3]。通过 BIM 技术,高支模进度管理从传统二维表格升级为三维动态监控,确保施工按计划推进。

3.5 安全管理

3.5.1 隐患部位管理

结合天思科技大厦项目特点,依托 BIM 技术构建安全隐患数据库,明确隐患名称、编号、位置、类型、后果及控制措施等信息。现场安全员重点排查高支模危险部位,将插销未插实、圆盘节点变形等隐患信息上传至数据库;巡视中发现问题时,通过手机 APP 扫描隐患构件条码,拍摄现场照片并同步上传,系统支持现场图片与模型实时比对。重大隐患信息将自动推送至管理人员终端,助力及时精准处置^[4]。

3.5.2 安全检查

盘扣架水平剪刀撑布置需依据 BIM 模型精准定位,确保体系稳定性与安全性最优。技术人员通过 BIM 模拟施工,助力现场人员提前排查剪刀撑布置冲突等潜在缺陷并改进。建立临边及支撑架体专项管理系统,为作业人员提供可视化规范作业动画,帮助其预判隐患并做好防护。通过虚拟仿真提前消除危险源,提升设计方案安全性。

3.5.3 可视化预警

融合 BIM 与物联网(IoT)监测技术,实现高支模施工及混凝土浇筑过程中架体变形与受力的实时监控。在立杆顶端、中部易失稳区域布置倾角传感器,基础受力关键处设置压力传感器,将倾斜角度、立杆轴力等数据实时传输至 BIM 管理平台。

系统预设绿(正常)、黄(警戒)、红(危险)三级预警阈值,监测数据超警戒值时,平台自动触发预警,

在 BIM 模型可视化界面直观呈现,并将报警信息推送至相关人员移动终端。

4 结语

BIM 技术通过精准三维建模,直观呈现高支模体系结构组成与空间关系,有效破解传统二维图纸表达模糊的难题。施工中借助其实现方案可视化交底、进度可视化管理及安全风险可视化预警,可提升施工人员对方案的理解与执行能力,优化进度安排,及时处置安全隐患,显著提升高支模施工质量、效率与安全性。

未来随着 BIM 技术发展,其将与物联网、大数据、人工智能等技术深度融合,实现高支模体系更智能化管理,推动建筑行业向数字化、智能化方向稳步迈进。

参考文献

- [1] 赖轩明, 许赞渊, 丘兴鹏. 公路隧道轻微、中等岩爆成因分析及防控措施[J]. 福建建设科技, 2018 (1): 64-67.
- [2] 张政霖. 盘扣式脚手架在高支模施工过程中的 BIM 仿真应用[J]. 中国高新科技, 2024 (2): 53-56.
- [3] 王健. BIM 在建筑工程管理中的应用研究[A]. 数字化背景下建筑企业生产与企业文化融合式发展论坛论文集[C]. 2024 (2): 53-56.
- [4] 范学宁. 基于 BIM 技术的高支模施工安全管理研究[D]. 西安: 西安工业大学, 2018.