 DOI: https://doi.org/10.12349/edc.v8i5.10300

Research and Practice of BIM Technology in Deep Foundation Pit Construction of Buildings

Jianjun Luo[1] Yi Wang[2]

1. Chengdu Huayang Construction Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610213, China
2. Chengdu Construction Engineering Group No. 8 Construction Engineering Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610000, China

Abstract

With the vigorous promotion of BIM technology by the country and the continuous advancement of intelligent and digital construction, BIM technology is becoming increasingly widely used in the field of construction engineering. When applied to large-scale, complex deep foundation pit construction, it can leverage its advantages such as 3D visualization, virtual construction, collision inspection, and scheme optimization to address issues such as narrow sites, complex environments, structural collision risks, and difficult construction layouts. This article takes a super high-rise deep foundation pit project in Sichuan Tianfu New Area as an example. The project's foundation pit is 25.35 meters deep, located adjacent to a subway and municipal roads, and has a safety level of Grade I. With the help of BIM technology, the optimization of packways, adjustment of retaining piles, layout of tower cranes, and structural collision investigation were completed, achieving deep integration of design and construction, effectively improving efficiency, controlling deformation, shortening the construction period, and reducing costs. This provides a practical reference for similar projects.

Keywords

BIM technology; deep foundation pit; site layout; optimized design; collision check

BIM 技术在建筑深基坑施工中的应用研究与实践

罗建军[1] 王怡[2]

1. 成都华阳建筑股份有限公司，中国 · 四川 成都 610213
2. 成都建工第八建筑工程有限公司，中国 · 四川 成都 610000

摘 要

随着国家大力推广BIM技术，智能建造与数字化建造持续推进，BIM技术在建筑工程领域应用日趋广泛。将其用于大型复杂深基坑施工，可发挥三维可视化、虚拟建造、碰撞检查、方案优化等优势，破解场地狭窄、环境复杂、结构易碰撞、施工布置难等问题。本文以四川天府新区某超高层深基坑项目为实例，项目基坑深25.35米、紧邻地铁与市政道路，安全等级一级。借助BIM技术完成马道优化、围护桩调整、塔机布置及结构碰撞排查，实现设计与施工深度融合，有效提升效率、控制变形、缩短工期、降低造价，为同类工程提供实用参考。

关键词

BIM技术；深基坑；场地布置；优化设计；碰撞检查

1 引言

随着城市化进程加快，很多工程项目都是“见缝插针”，施工场地狭窄，周边环境复杂，施工布置越来越困难。工期紧，任务重，“三边”工程较多，对于大型建筑深基坑工程，为保护周边重要建（构）筑物，诸如对地铁线路的保护，已完市政工程管线的保护等，采用多道钢筋混凝土支护结构，为避开临时支护结构与工程结构的碰撞，优化施工布置，做到施工与设计有机融合，有效控制基坑变形，通过 BIM 技术可以高效解决此类问题，同时缩短工期和降低成本。

2 工程概况

某创新发展中心总部基地位于四川天府新区宁波路，项目占地约 25.0 亩，总建筑面积 20.85 万平方米，地下 5 层，地上 42 层（建筑高度 180 米），型钢混凝土组合结构。项目北侧距离已运营地铁 19 号线 10.0 米，东侧距离在建地铁 S5 线 20.7 米，南侧距离在建市政道路 2.0 米，西侧为拟建市政道路。

项目基坑长 161.6 米，宽度 83.9 米，成矩形布置，基坑深度 25.35 米。

项目基坑支护设计安全等级为一级，由地面从上至下设置三道钢筋混凝土支撑，支护结构采用内支撑或外拉锚方式，如图 1。

项目原基坑方案为内置马道，马道基础采用钢筋混凝土桩基础 + 贝雷钢架，钢筋混凝土结构板，穿越支护结构，

马道结构板平均厚度 0.3 米。

项目因其特殊性，总包施工单位进场时，基坑支护设计已基本完成，工程设计尚处于开始阶段。

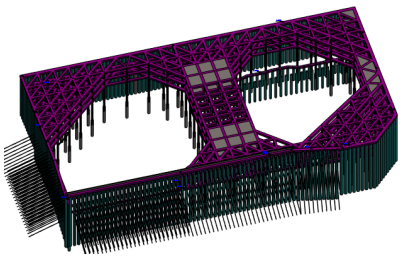


图 1 基坑支护 BIM 模型

3 BIM 技术应用原则及各方协同

3.1 BIM 技术应用原则

BIM 技术在国内推行已多年，但将 BIM 技术应用于现场解决实际工程问题，有效融合施工和设计，各方协同推进笔者认为案例不多，本案例利用 BIM 三维可视化及虚拟建造等特性解决实际问题，项目把 BIM 技术作为重要技术应用手段，通过精准快速建模，将建筑 BIM 模型与设计图纸、现场等有机结合，在施工场地布置、马道优化、支护结构与主体结构碰撞检查等方面加以利用，及时将有关信息传递给建设单位和设计单位调整优化，缩短了工期，节约了费用，效果较为明显。

3.2 马道的优化布置

项目基坑深度 25.35 米，马道初始方案为内循环马道，坡度比为 1：7，采用桩基础 + 贝雷钢架结构，其中 ∅ 1000mm 桩基础 38 根（平均长度 17 米），贝雷架钢结构约 50 吨，承重支撑板带 C40 混凝土约 250 立方米，同时内马道占主塔楼基础位置，影响施工总进度，预计原马道方案工程造价约 510 万元。

通过现场航拍照片对比，现场马道可以设置在西南角，可以借用原有临时道路，同时可以降低马道入口标高，减少基坑内马道占用土石方工程量，缩短工期、节约费用，优化后的马道模型，如图 2。

通过马道的优化布置，借用原有临时道路作为马道出入口，减少马道混凝土硬化量，减少固体废弃物排放量，减小马道弯度，马道路基利用原状土体，提高了施工速度，节约造价，通过对比分析，节约工期至少 40 天，节约工程造价至少 400 万元。

3.3 利用 BIM 技术优化项目东南角围护桩

项目南侧为在建市政道路，项目进场时市政道路路基、基层和面层，以及道路管网等均已基本施工完成，原设计方案为保护市政道路路基，采用 19 根围护桩作为挡土结构，为优化东南角围护结构布置，减少对市政道路的破坏，同时不影响后期道路通行，项目利用 BIM 技术，发现可以将东南角围护桩改为放坡留土台，通过 BIM 模型反馈给业主单位，同意优化调整，优化调整后，如图 3。

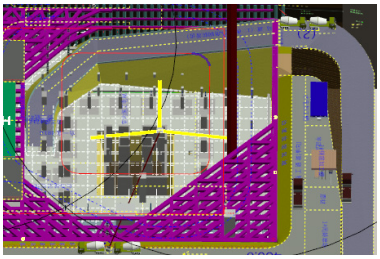


图 2 优化后马道 BIM 三维模型

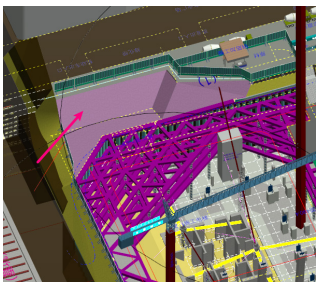


图 3 项目东南角围护桩优化成放坡平台 BIM 模型

3.4 利用 BIM 模型辅助施工技术创新发明

项目基坑中部支护结构有 99 根格构立柱桩，立柱桩均由地面通过旋挖成孔灌注和安装，格构柱截面为 650*650 钢结构，格构柱基础为∅ 1200 钢筋混凝土灌注桩，格构柱平均深度 28.4 米，如图 4，格构柱与灌注桩存在截面差异。为控制格构柱垂直度，项目通过 BIM 技术三维模拟设计钢筋笼与格构柱加工台座，方便构件加工安装，保证中心对齐与垂直度控制。该发明专利已被主管部门受理，如图 5。已成型的格构柱垂直度精度均高于设计和规范要求。

3.5 基于 BIM 技术的深基坑现场施工布置

项目施工周边环境复杂，场地狭窄，北侧和东侧紧邻两条地铁线路，南侧与已建商业楼间距仅 50 米，原塔机布置与已建商业楼存在碰撞，垂直运输布置是项目的重难点，项目通过 BIM 三维模型分析，结合专业分包意见，塔机为避开已建商业楼，决定在商业楼屋顶标高以下施工时，塔机截臂至 48 米，待施工高度超过商业楼屋顶后再降至 ±0.000 标高，重新将塔臂接长至 70 米，再顶升至商业楼屋顶标高以上，从而避开塔机与商业楼碰撞问题。在基础及商业裙楼施工阶段，在北侧安装一台 6515 型辅助塔机，协助 7025 型截臂塔机吊装，如图 6。



图 4 设计格构柱与钢筋笼基础

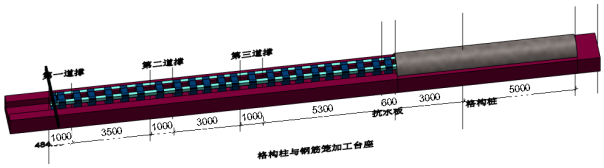


图 5　基于 BIM 技术设计的加工台座

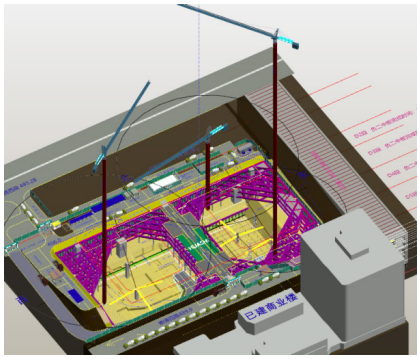


图 6　调整后的施工现场布置图

3.6 基本 BIM 技术支护结构与工程结构设计的应用

项目因其特殊性，工程支护设计和工程设计同步实施，本项目将与城市环道、两条地铁线路联通，工程结构设计面临与支护结构等多重碰撞，项目全过程应用 BIM 技术，通过 BIM 三维可视化，施工模拟，漫游等手段，把支护工程、基坑工程与工程设计有机结合，避开碰撞，优化设计。

首先，合理避开支护结构与工程竖向结构碰撞，工程基坑支护从上至下设置有三道钢筋砼支撑，支护结构覆盖整个基坑面积的 42%，支撑梁混凝土用量约 10000 立方米，中间格构立柱桩 99 根（格构柱基础锚入基底约 10 米），支撑梁平均截面 1200mm*1000mm，格构柱截面 650mm*650mm，占据了大量基坑面积，为避开格构柱与工程结构柱碰撞，保证格构柱有效锚入基坑内不悬空，项目全过程应用 BIM 技术，总包施工单位利用熟悉现场、熟悉基坑支护、了解工程设计等特点，通过 BIM 技术架起了设计与现场、结构设计与支护设计、设计与建设单位的沟通桥梁，通过动态更新 BIM 模型，将工程设计与支护设计碰撞检查，如图 7，并将碰撞信息传递给建设单位和工程设计单位，有效避开结构碰撞，优化设计，大大提高设计和施工效率。

其次，通过 BIM 技术避开支护结构与工程水平结构的碰撞，项目负三层与城市环道和地铁工程联络，由于汽车坡道标高变化，通过 BIM 模型发现支护结构与地下室结构碰撞，通过设计及时调整钢支撑等转换措施得以解决。

另外，通过 BIM 模型分解钢支撑换撑流程，解决了钢支撑穿过结构外墙，给结构质量和防水渗漏造成的质量风险隐患。项目因汽车环道与结构支撑相互碰撞，为保证汽车坡道结构施工，需提前拆除钢筋混凝土支撑，临时利用钢支撑换撑，原支护设计为钢支撑穿过外挡土墙，支撑在外围护桩上。钢支撑穿过外挡土墙，对结构质量和以后的补洞、渗漏等带来风险，通过 BIM 技术，对地下室结构、回填、换撑板带、钢支撑等模拟试验，有效实现了钢支撑换撑在挡土墙内侧的目的，从而避免了在外挡土墙上开洞和带来的诸多渗水质量隐患，如图 8。

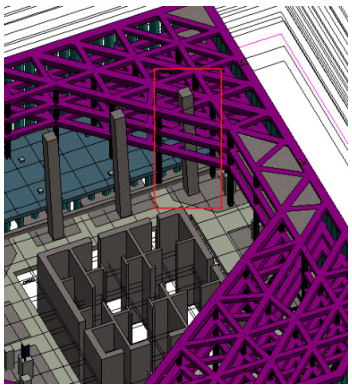


图 7 支护结构与斜柱碰撞

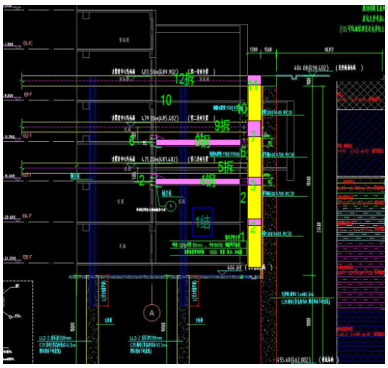


图 8 优化后钢支撑流程

在智能建造与建筑数字化发展背景下，BIM 凭借可视化、多专业整合及数据承载能力，成为行业核心技术。该技术需贯穿建筑全生命周期，而施工端是 BIM 落地的关键环节，能够反馈现场问题、优化设计方案，助力项目降本增效。本文针对建筑深基坑工程，围绕施工布置、马道优化、碰撞检查等内容，阐述 BIM 技术的应用方法。

参考文献

[1] 吴波. BIM技术在建筑工程施工管理中的应用探索[J]. 中小企业管理与科技(中旬刊), 2018(2):145-146.

[2] 王芳, 翁光耀. BIM技术在建筑工程施工管理中的应用探索[J]. 中国标准化, 2017(22):97-98.

[3] 赵军, 赵雪锋. BIM技术在深基坑工程中的应用研究[J]. 施工技术, 2021,50(12):67-70.

[4] 赵玉林. 复杂环境下深基坑施工BIM技术应用实践[J]. 建筑安全, 2022,37(5):45-49.

[5] 中国建设教育协会. BIM应用与项目管理[M]. 北京:中国建筑工业出版社, 2020.