

# 智能建造背景下 BIM 技术在基坑工程施工中的应用

彭 军<sup>1,2</sup> 朱洪涛<sup>1,2</sup> 余 沛<sup>1,2</sup> 付善春<sup>1,2</sup>

(1. 信阳学院 土木工程学院, 河南 信阳 464000;

2. 信阳市装配式建筑重点实验室, 河南 信阳 464000)

摘要: 本文结合某工程对智能建造背景下 BIM 技术在基坑工程中的虚拟建造展开了应用研究。研究表明, 通过 BIM 技术的虚拟建造能有效促进基坑工程的高品质建设。

关键词: 智能建造; BIM 技术; 基坑工程

随着社会经济的不断发展, 传统施工技术已经无法满足新时期土木工程建设的新要求。中华人民共和国住房和城乡建设部等十三部门于 2020 年 7 月 28 日联合印发《关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的指导意见》指出, 要加大智能建造在工程建设各环节应用, 形成涵盖科研、设计、生产加工、施工装配、运营等全产业链融合一体的智能建造产业体系。本文以某基坑工程为例, 通过 BIM 技术的虚拟建造, 实践土木工程施工管理技术, 促进我国土木工程建设水平的提升。

## 一、工程概况

建筑用地面积为 13016 m<sup>2</sup>, 地面标高约为 3m, 地形较为平坦。基坑总面积为 2386 m<sup>2</sup>, 基坑开挖深度 7m, 基地垫层厚度 200mm, 本项目整体施工范围较大, 考虑基坑周围地质条件后共设有 6 个支护体系, 分别为微型钢管柱支护、锚杆支护等。为确保本项目基坑施工设计的可靠性, 建设方在设计单位完成基坑工程设计方案后, 利用 BIM 技术建立基坑工程模型, 虚拟建造此基坑工程, 提前排查基坑施工中的质量隐患。通过 BIM 技术与基坑施工方案的联合应用, 完善基坑施工设计方案, 保证此工程按时高品质竣工。

## 二、BIM 技术相关定义

BIM 技术本质属于 3D 数字化技术。BIM 技术在实际应用中可全面转换工程项目的基础信息, 构建更直观、立体的工程模型, 为施工人员、设计人员优化项目施工设计提供详细的参考数据。随着各类 BIM 软件的开发, 能够在 Revit、Navisworks、3DS-Max 等软件的支持下, 模拟建造土木工程, 促进土木工程施工管理的现代化发展。基坑工程作为土木工程的重要子项目, 复杂地质条件下的基坑工程施工难度较大, BIM 技术的应用可有效分析基坑工程施工设计的合理性, 使得各类工程项目建设中基坑工程高质量地完成。

## 三、BIM 技术在基坑工程中的应用优势

BIM 技术在基坑工程中的应用优势非常明显:

1. 相较于传统基坑设计图纸, BIM 技术支持下的基坑模型的可视化特征更为明显, 设计人员、施工人员均可在模型中直观地分析基坑施工方案的可行性, 提升基坑施工管理的便捷性。

2. 基坑的 BIM 模型, 呈现设计者意图, 详细地展现基坑支护、开挖、土石方运输中的各类设计数据, 并通过碰撞监测, 提前排查基坑支护、地下管线、周围建筑结构的冲突情况, 减少基坑开

挖中的返工风险。

3. BIM 模型的动画可以预先模拟基坑施工全过程。BIM 技术体系中的 Project 软件可根据基坑 BIM 模型, 快速计算工程量, 模拟分析基坑施工所需的时间, 为基坑施工活动提供直观的技术支持, 保障基坑建造的整体质量。

## 四、基于 BIM 技术的基坑工程施工虚拟建造

### (一) 建立基坑工程 BIM 模型

应用 BIM 技术虚拟建造基坑工程, 首先应建立基坑工程的 BIM 模型。模型中应包含基坑工程整体设计信息、水文地质信息、结构设计信息、支护设计信息、开挖方案、地下管线信息等。模型还应完整地描述基坑工程各主体的设计信息, 以及基坑工程施工工序、进度计划、成本控制目标、质量管理标准、现有施工资源等信息。

以上述基坑工程为例, 相关人员基于 BIM 技术, 应用 3DS-Max、Revit、Navisworks、Microsoft-project 等软件建立基坑工程 BIM 模型。其中, Revit 软件负责整理基坑施工中的基础数据, 呈现基坑施工环境, 建立基坑 BIM 模型。Revit 软件在存储基坑施工中的详细参数后, 可将基坑施工模拟导入 Microsoft-project 中, 制定基坑施工进度计划, 为基坑后期施工提供数据支持。相关人员可借助 Microsoft-project 灵活的查询、调整基坑模型中的各类施工参数, 并用 4D、3D、5D 动画仿真模拟基坑工程施工的全过程, 如图 1 所示。

### (二) 建立基坑子工程 BIM 模型

完成基坑工程的 BIM 模型后, 利用 BIM 技术模拟分析各子工程的施工方案, 选择最优方案, 优化基坑工程的整体设计, 现以土木工程中“基坑支护”“基坑开挖”工程为例。

1. 应用 Revit、Navisworks 等软件, 输入基坑支护设计的基本信息, 对基坑支护结构进行建模。关键点在于支护结构的碰撞检测。建成 BIM 基坑支护模型后, 相关人员可对支护结构进行碰撞检测, 确定基坑支护施工中各构件的碰撞位置, 分析碰撞点阐述的原因。在上述基坑工程中, 由于该项目中的基坑结构较为复杂, 所以在侧壁支护中出现锚杆碰撞的问题。在 BIM 技术支持下, 相关人员可虚拟建造基坑支护体系, 提前排查出碰撞问题, 同时帮助设计人员重新布设支护锚杆, 降低基坑支护施工的返工风险。

2. 基坑开挖过程中, 建立 Revit 场地模型、4D 基坑开挖动画、基坑开挖施工的 BIM 模型。施工模拟基坑开挖时的土方模型,

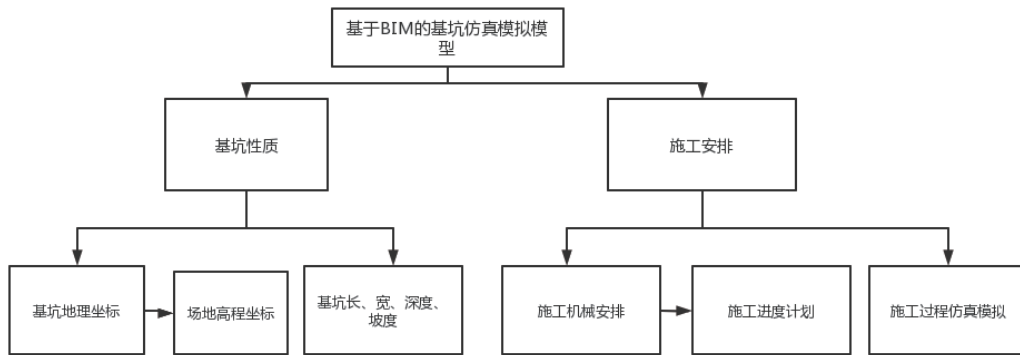


图1 某基坑工程基于BIM技术的虚拟建造流程图

Navisworks 软件可直接对基坑开挖工程进行虚拟建造,模拟开挖施工全过程。需要注意的是,在软件中创建基坑土方模型时,还应为不同区域、不同的土方命名,命名依据为土方所在层数、土方开挖顺序等。命名结束后,基坑工程中 Navisworks 中的动画模拟更为清晰,相关人员能够更为直观地感知基坑虚拟建造的全过程。

### (三) 基坑施工模拟

基坑施工模拟是应用 BIM 技术虚拟建造的重要环节。在上述基坑工程项目中,施工流程为场地平整→定位放线→钢管柱施工→土方开挖→锚杆支护→布设锚索→喷射混凝土等。施工过程中需要在基坑上层结构开挖施工完毕后,使用施工设备爆破下方石方。仿真模拟基坑施工时,相关人员可借助 Microsoft-project、Revit 等软件,录入基坑施工设计信息,制作基坑施工的“场景动画”。

模拟开挖基坑施工时,设计人员还应按照场景动画中的实际情况,记录可优化的施工工序,为后期基坑正式施工创造有利条件。比如基坑土体开挖存在窝工情况,所以需要重视土方开挖的施工效率,节约工期。养护混凝土时,还应采用“分区”“分层”养护和穿插施工的建造模式,土体开挖结束后,还应尽快地进行收坡处理,以此确保基坑土体开挖质量,促进基坑土体开挖施工方案的完善性。

### (四) 施工进度模拟

施工进度模拟尤为重要。BIM 技术在实际应用中可利用 3Dmax 软件、Navisworks 软件制作基坑工程施工动画。然后根据动画中的实际情况,指导后期施工,节约基坑施工成本。

具体来说,可应用 BIM 技术中 3Dmax 软件、Navisworks 软件,分别以每天、每月、每周为单位,模拟基坑施工进度,制作基坑施工进度 BIM 模型。模型中可直观地呈现施工进度计划的落实情况,同时反映基坑虚拟建造中的实际进度。比如在某基坑工程中,基坑地下连续墙施工完毕后,模型中则立即开始挖土准备,自动演示到打桩、搅拌、支护等环节。

Revit 软件中基坑施工进度动画非常清晰,动画演示流程具体包括建模成功→灌注桩施工模拟→地墙施工模拟→水泥搅拌桩施工模拟→高压旋喷桩施工模拟→四道内支撑施工模拟→运输栈桥设置模拟→基坑施工模拟完成等内容。建设方可在 Navisworks 模

型中输入进度计划,模拟基坑施工工期控制过程,使业主、其他参建单位更直观地了解工程进度、施工安排。

### (五) 基坑变形监测

基坑工程的虚拟建造中,BIM 技术同样可支持基坑施工过程中的变形监测。基坑变形监测中 BIM 模型可以快速识别出基坑变形风险,监测基坑变形情况,并根据 5D-BIM 模型中基坑工程的变形监测数据,为基坑变形处理提供参考信息。

对基坑工程进行变形监测前期,首先应运用 BIM 技术建立基坑工程模型,随后导入基坑变形监测数据,并将数据存放在 Revit、Excel 等软件中,利用该数据作为建立基坑变形监测模型的基础数据。

1. 读取数据中的基坑变形信息,应用 BIM 技术生成基坑监测点的变形曲线。

2. 根据 BIM 模型中的基坑变形情况,相关人员将不同时间点基坑初始 BIM 模型、变形后的基坑 BIM 模型叠合后,检验基坑数据变形监测的误差,生成基坑变形值的云图,同时结合基坑施工中施工进度 BIM 模型,将时间轴串联在叠合后的模型上,以此获取可立体呈现基坑施工期间变形情况的 5D 模型,为设计人员改进基坑工程施工组织方案提供详细、有价值的信息。

## 五、结语

在智能建造背景下,利用 BIM 技术进行基坑工程的虚拟建造,施工人员能够依据整合的信息,针对性地优化基坑工程施工,有效提升施工质量,从而促进我国土木行业的高品质发展。

### 参考文献:

- [1] 张靖杰. BIM 技术在深基坑工程勘察及支护设计中的具体运用 [J]. 智能建筑与智慧城市, 2021 (05): 77-78.
- [2] 汪慧, 董文澎, 房晓丰. 基于 BIM 的基坑工程施工仿真系统研发与应用 [J]. 应用技术学报, 2021, 21 (02): 179-184.
- [3] 余琳琳. 深基坑工程施工中 BIM 技术的应用研究 [J]. 建筑经济, 2020, 41 (10): 46-49.

基金项目: 信阳学院校级科研一般项目 (项目编号 2021-XJLYB-006)。

作者简介: 彭军 (1974-), 男, 河南信阳人, 工程师, 从事土木工程研究。