

BIM 技术在基坑工程信息化中的应用

童希明¹ 刘光磊²

(北京中岩大地科技股份有限公司, 北京 100041)

【摘要】随着社会信息化的不断发展,BIM 技术在建筑行业的应用日趋成熟,应用价值有目共睹。相比房建工程而言,基坑工程中 BIM 技术的应用深度显得较为薄弱,使用推广有一定的难度。本文将以国家会议中心二期基坑工程为例,从方案设计、模型建立、协调优化、施工模拟、工程算量等方面,探索 BIM 技术在基坑工程信息化中的应用。通过本项目上 BIM 技术的应用,总结岩土专业 BIM 技术应用的优点,为推广 BIM 技术在基坑工程中的应用奠定基础。

【关键词】 BIM 技术; 基坑工程; 信息化

【中图分类号】 TU17 **【文献标识码】** A

【版权声明】 本文被《土木工程信息技术》、中国知网重要会议论文全文数据库(CPCD)收录上网,未经授权严禁登载。

引言

BIM 是建筑信息模型 (Building Information Modeling) 的缩写,它是一种数据化工具,将建筑物的特性用信息化形式模拟,在工程的设计、施工、运维管理等领域得到了很好的应用。近几年 BIM 技术在国内应用的热度不断攀升,给建筑行业带来了从二维到三维的巨大变革,建筑行业步入了信息化发展的新阶段^[1]。

通过 BIM 技术在建筑行业各领域的不断发展,在各项目主要参建方的实际应用中,实现对项目全生命周期的把控。在基坑工程中,通过 BIM 模型的创建,将二维设计图纸以三维形式进行展现,让工程各方参与人员直观感受项目全貌。通过施工过程模拟,对施工方案进行可行性分析,全面把控施工过程,合理优化现有施工方案,提高施工效率。4D 的施工建造过程,对于项目管理层能够更好地管控工程进度,对于一线工人能够更清楚施工流程,从而保证了工程施工的安全和质量。5D 的施工管理,在 4D 的基础上增加了成本的因素,让项目成本控制更加高效。BIM 技术的应用,为项目各参建方提供了一个信息化共享的平台,提高了对安全、进

度、质量、成本的管控效率,达到了为项目建设增值的目的^[2]。

1 工程概况

拟建国家会议中心二期项目位于北京市奥林匹克公园南侧,位于大屯路以北。基坑规模 210 × 480m,开挖深度为 14.3m,地上 3 层,高 45m,设计 2 层地下室,结构型式为钢筋混凝土框架—剪力墙结构,基础型式为平板筏板基础。设计室内 ±0.00 标高为 45.20m,设计室外地坪标高为 43.80m。基坑周边环境相当复杂,南侧紧贴运营中的地铁奥森公园 F 口和环隧 9 号匝道,西侧和北侧整个断面紧邻环隧。地铁口位于红线范围内,将于基坑开挖前停运并与国会二期项目统一进行改建,南侧涉及地铁保护区施工,所有基坑侧壁安全等级均为一级。

2 BIM 技术应用点分析

2.1 可视化

建筑行业目前还是依赖于二维的 CAD 图纸进行设计和施工,二维图纸传递的信息不直观,只有专业的技术人员才能真正明白图纸表达的内容,造

【作者简介】 童希明(1990-)男,工程师,信息化项目负责人。主要研究方向:基坑工程支护设计,BIM 技术在基坑工程中的应用,信息化施工,基坑自动化监测。

成图纸信息的传递效率低下^[3]。利用 BIM 技术,通过三维模型的创建,将二维 CAD 图纸转变为三维的可视化模型,能够帮助管理人员直观地了解建筑的对象、工程的进展、施工顺序及前后工序的衔接等内容^[4]。

模型的建立通过 Revit 软件实现,依据基坑支护设计图纸,对基坑的模型进行创建,基坑的构件主要包括钻孔灌注桩、锚索、冠梁、腰梁、钢支撑等。模型建好后通过转换格式,导入专门的渲染及漫游软件里,(本工程渲染采用的是 lumion)对整体模型和相关的构件进行渲染,基坑的效果图如下图。

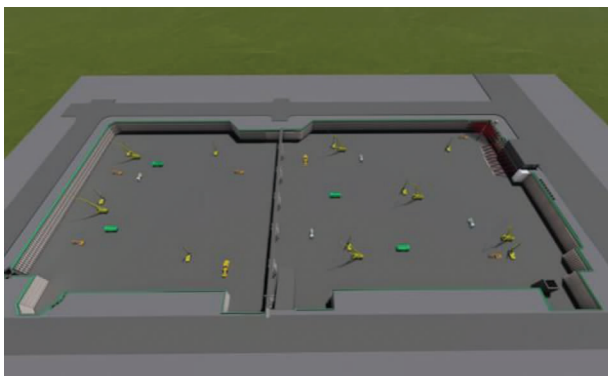


图1 基坑平面图

2.2 施工模拟

根据 Revit 绘制好的三维模型,将其转换成 nwf 格式文件,利用 Navisworks 软件对施工过程进行模拟。施工模拟的效果直接取决于三维建模的精细程度,因此,模型的构件名称要细化,以便模型导入 Navisworks 里能够通过选择树命令直观明了地区分不同构件的信息。

土方的开挖顺序要按照基坑开挖专项施工方案进行,土方模型采用分区分层,按照先分层后分区段的原则,将土方模型细分为块单元,并对其进行命名区分。基坑支护各构件的施工过程设置为构造,土方的开挖过程设置为拆除^[5]。施工进度计划可以通过导入编制好的 Project 文件直接识别,也可通过该软件的 TimeLiner 功能编制进度计划,计划时间和实际时间可以采用不同的颜色予以区分,方便项目管理人员直观地对进度进行管控。其它各构件的模拟过程可以根据 Animator 功能设置场景文件,包括缩放、旋转和平移,更加清晰地掌握基坑的施工过程。

4D 施工模拟为项目管理人员制定工期计划及

场地布置提供了直观的依据,优化了护坡桩的分区施工顺序。结合土方的开挖进度,合理调整了锚索和喷锚施工的工作面,在一定程度上避免了窝工及工序间的制约问题,改善了施工部署,提高了施工效率。利用施工模拟可以让管理人员对基坑工程的各项重难点产生直观的认识,方便施工人员直接了解设计图纸的内容和施工过程^[6-8]。协助项目管理人员提前发现施工过程中可能出现的问题,从而及时通过调整设计等手段,避免问题的出现,提升基坑的施工质量。施工模拟设置界面如图 2 所示:

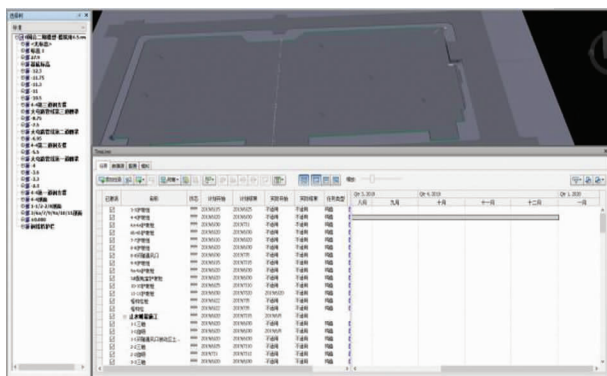


图2 施工模拟界面图

2.3 协调性

协调意味着各单元之间不会相互影响,协调性可以通过碰撞检测功能实现。在完整的基坑模型创建过程中,可以发现大量隐藏在设计图纸中的错漏等问题^[9]。碰撞检测是 BIM 技术中应用较为广泛的功能之一,对基坑设计和施工有一定的指导意义。在本工程中,碰撞检查包括基坑支护体系与周边环境的碰撞、支护体系之间的碰撞情况。检查中共发现 81 处碰撞问题,具体如:在基坑的阳角位置,锚索易产生“打架”现象,通过碰撞报告,调整该区域的锚杆布置角度来减少相互间的受力影响;钢支撑支护处,锚索与钢支撑位置冲突,在保证满足设计的情况下,调整该处锚杆的高度予以避免;锚索与原有环隧结构和环隧支护结构的位置冲突,对锚杆的角度和长度进行了相应的调整。将碰撞检查作为一项预判的方法,为设计和施工人员提供一定的参考,通过设计优化或者通过一定的施工方法予以消除。利用 BIM 技术提前发现图纸问题,在现场施工前将问题解决,避免后期窝工返工等现象,为确保工程按质按量按工期完成提供了保障。锚索碰撞情况检查如图 3~4 所示。

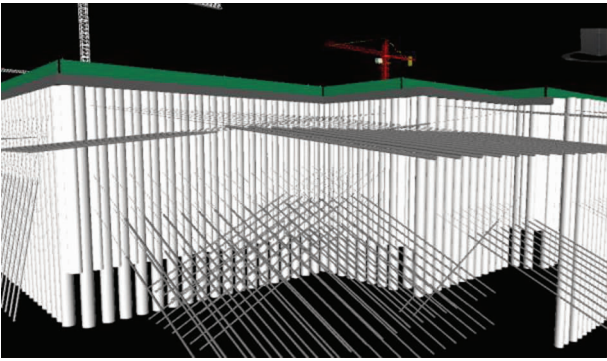


图3 阳角处锚索图

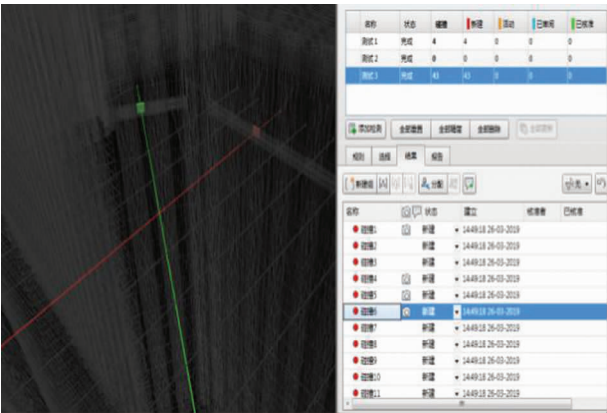


图4 锚索碰撞检测报告图

3 精细化管理

3.1 施工进度管理

本工程周边环境比较复杂,在基坑支护设计阶段,通过 Revit 的出图功能生成平、立、剖图,三维模型的创建在一定程度上避免了二维图纸的构件冲突问题,改善了设计图纸的质量^[10]。通过 BIM 技术可视化进行 4D 模拟施工,有利于各参建方提前熟悉施工过程,了解与其他参建方的工序衔接等问题,确保了项目各施工阶段的顺利进行,在一定程度上保证了进度和减少了工程的成本。现场施工面有限,材料加工、堆放和运输等经常出现混乱状况,利用 BIM 技术对施工过程多次模拟,对现场的机械设备、人员、物料进行优化区域布置,保证物料的及时供应,提高施工单位的管理效率,利于其对施工进度的掌控。

3.2 施工质量管理

施工过程中,各专业交叉现象较为常见,往往由于沟通不畅造成窝工和返工现象。施工前利用

BIM 技术将二维图纸转化为三维模型,便于参建各方直观了解工程全貌,使得建筑设计图纸的意思表达更为明了。在模型修改过程中,应用 BIM 技术能够实现图纸随着模型变化而变化,减少了图纸设计人员的工作量,提高了图纸的质量^[9]。本工程部分周边环境资料与实际有偏差,施工过程中进行了很多次设计变更,模型随着图纸变动快速更改,对变更处及时向现场人员进行可视化交底,避免盲目施工。

BIM 技术的施工模拟,可以让施工人员在施工开始就知道应该采取什么样的施工方法,按照怎样的先后顺序进行施工,提高了施工人员的施工技术水平,保证了施工质量。现场 24 小时施工,夜间物料进场质量不好把控,通过相关软件的配合,实现了物料精细化布置和管理。将物料的信息通过二维码展现,通过手机端和电脑端对物料进行全程跟踪,降低了物料的损耗,保证了施工质量^[11]。BIM 技术应用施工模拟让各专业了解自己的施工顺序,为施工过程制定精准的资源供应计划提供了保障,避免额外费用。

3.3 施工安全管理

本工程基坑开挖深度 14.3m,属于危险性较大的分部分项工程。施工安全问题作为工程的首要任务,是保证工程进度和质量的前提。项目部通过 BIM 技术合理布置施工场地,对施工平面布置图进行优化调整。通过可视化应急演练模拟,对消防设施、人员疏散等进行预判,让施工布置更为合理。在虚拟环境中模拟高空坠落,触电等场景,让施工人员如同身临其境,体验到事故的危险性,提高现场施工人员的安全意识。结合现场实际情况,有针对性地编写施工安全专项方案,降低事故的发生率。通过对现场施工人员进行安全考评,反馈的结果显示,现场作业人员安全意识明显增强。利用安全巡检系统对现场隐患进行记录,责任落实到人,能够及时排除安全隐患,提高安全管理的效率。

3.4 施工成本管理

施工成本是基坑工程成本管理的核心,如何管理好成本问题成为了项目管理的关键。本工程主要采用桩锚支护,局部采用内支撑,涉及到钢筋和型钢的种类多且数量大。在建模过程中,丰富各构件信息,包含构件的类型、尺寸、成本等要素。对创建的构件族进行必要的文字描述,以便在生成的明

<结构柱明细表>						
A	B	C	D	E	F	G
型号	族与类型	长度	体积	族	结构材质	合计
1-1护坡桩	混凝土-圆形-柱-1-1护坡	18800	9.45 m³	混凝土-圆形-柱	混凝土-现场	1
1-1护坡桩	混凝土-圆形-柱-1-1护坡	18800	9.45 m³	混凝土-圆形-柱	混凝土-现场	1
1-1护坡桩	混凝土-圆形-柱-1-1护坡	18800	9.45 m³	混凝土-圆形-柱	混凝土-现场	1
1-1护坡桩	混凝土-圆形-柱-1-1护坡	18800	9.45 m³	混凝土-圆形-柱	混凝土-现场	1
1-1护坡桩	混凝土-圆形-柱-1-1护坡	18800	9.45 m³	混凝土-圆形-柱	混凝土-现场	1
1-1护坡桩	混凝土-圆形-柱-1-1护坡	18800	9.45 m³	混凝土-圆形-柱	混凝土-现场	1
1-1护坡桩	混凝土-圆形-柱-1-1护坡	18800	9.45 m³	混凝土-圆形-柱	混凝土-现场	1
1-1护坡桩	混凝土-圆形-柱-1-1护坡	18800	9.45 m³	混凝土-圆形-柱	混凝土-现场	1
1-1护坡桩	混凝土-圆形-柱-1-1护坡	18800	9.45 m³	混凝土-圆形-柱	混凝土-现场	1
1-1护坡桩	混凝土-圆形-柱-1-1护坡	18800	9.45 m³	混凝土-圆形-柱	混凝土-现场	1
1-1护坡桩	混凝土-圆形-柱-1-1护坡	18800	9.45 m³	混凝土-圆形-柱	混凝土-现场	1
1-1护坡桩	混凝土-圆形-柱-1-1护坡	18800	9.45 m³	混凝土-圆形-柱	混凝土-现场	1
1-1护坡桩	混凝土-圆形-柱-1-1护坡	18800	9.45 m³	混凝土-圆形-柱	混凝土-现场	1
1-1护坡桩	混凝土-圆形-柱-1-1护坡	18800	9.45 m³	混凝土-圆形-柱	混凝土-现场	1
1-1护坡桩	混凝土-圆形-柱-1-1护坡	18800	9.45 m³	混凝土-圆形-柱	混凝土-现场	1
1-1护坡桩	混凝土-圆形-柱-1-1护坡	18800	9.45 m³	混凝土-圆形-柱	混凝土-现场	1

图5 结构框架明细表

细表里筛选统计各构件工程量。BIM 模型通过相应的建模软件直接导出工程量,而且生成的工程量较为客观,提高工程概预算的准确性^[12-13]。施工过程中,往往会由于价格波动、设计变更等因素,造成成本数据不能时时掌控,利用 BIM5D 技术可以很好的对成本进行管控^[14-15]。现场用料尤其是钢材,价格波动较大,项目部依据掌握的材料价格信息,对模型构件的成本信息及时更新。在模拟施工过程的基础上,根据各阶段人、材、机的预测,合理制定需求计划,有效地避免了材料进场不足影响施工进度以及进场过多可能出现的存放和二次搬运问题,实现了成本的精细化管理。

4 结论

伴随城市建设的不断发展,地下空间的优势逐步显现,基坑开挖深度的不断增加,基坑施工的难度也越来越大。传统的基坑工程施工管理存在信息传递不及时,传递效率低、共享性差等问题,各参建方和各专业人员不能很好地进行沟通与配合。通过在国家会议中心二期项目上应用 BIM 技术,将模型和施工现场相关联,提高了工程的质量,保证了进度,加强了施工成本的管控。BIM 技术应用贯穿于基坑工程设计和施工全过程,将设计理念直观以三维的形式展现。BIM 技术对于设计人员及时修正缺陷以及协助现场管理人员制定更加有效的方案具有十分重要的意义,也为基坑工程信息化施工管理模式形成奠定了基础。

参考文献

[1] 李萍,王峥,谭小蓉.新时期 BIM 在建筑工程管理中的

应用[J].住宅与房地产,2019(12):105.

- [2] 徐亚忠. 建筑工程管理中 BIM 的有效应用[J]. 建材与装饰, 2019(17): 198-199.
- [3] 谭佩. BIM 信息可视化技术在基坑工程中的应用[D]. 广州大学, 2016.
- [4] 于庆涛. BIM 技术在工程施工中的应用探究[J]. 价值工程, 2018, 37(26): 241-244.
- [5] 张帅. BIM 技术在深基坑工程中的应用研究[J]. 山西建筑, 2016, 42(17): 80-81.
- [6] 沈亚鹏, 严伟. BIM 信息可视化技术在基坑工程中的应用[J]. 改革与开放, 2018(06): 21-22.
- [7] 贾善涛, 孙涤, 时伟, 等. BIM 技术在超大深基坑进度管理中的应用[J]. 工程建设, 2016, 48(03): 68-72.
- [8] 贾善涛. 基于 BIM 技术的超大深基坑进度管理研究[D]. 青岛理工大学, 2015.
- [9] 彭曙光. BIM 技术在基坑工程设计中的应用[J]. 重庆科技学院学报(自然科学版), 2012, 14(05): 129-131.
- [11] 慕冬冬, 付晶晶, 胡正欢, 等. BIM 技术在深基坑工程设计中的应用[J]. 施工技术, 2015, 44(S1): 773-776.
- [11] 汪泽民. 基于 BIM 技术在施工质量管理中的应用[D]. 安徽建筑大学, 2017.
- [12] 张程. BIM 技术在深基坑工程的应用研究[D]. 湖南科技大学, 2017.
- [13] 赵英杰. BIM 技术在工程造价管理中的应用研究[D]. 北京建筑大学, 2017.
- [14] 单欣欣. 浅谈基于 BIM 的建设工程造价管理[J]. 建材与装饰, 2017(45): 157.
- [15] 刘洋. 基于 BIM5D 施工阶段成本管理应用研究[D]. 北京建筑大学, 2017.

Application of BIM Technology in Informatization of Foundation Pit Project

Tong Ximing¹, Liu Guanglei²

(*Beijing Zhongyan Dadi Technology Co., Ltd., Beijing 100041, China*)

Abstract: With the continuous development of social informationization, BIM technology is becoming more and more mature in the construction industry, and its application value is obvious to all. Compared with the housing construction project, the application depth of BIM technology in the foundation pit project is relatively weak, and it is difficult to use and promote. This paper will take the second foundation pit project of the national conference center as an example to explore the application of BIM technology in foundation pit engineering informatization from the aspects of scheme design, model establishment, coordination and optimization, construction simulation and engineering calculation. Through the application of BIM technology in this project, the advantages of BIM technology application in geotechnical specialty are summarized, which lays a foundation for popularizing the application of BIM technology in foundation pit project.

Key Words: BIM Technology; Foundation Pit Project; Informatization