 DOI: https://doi.org/10.12349/edc.v5i6.1261

Application of BIM+Construction Site of Intelligentization Technology in Construction Engineering — Taking the Overseas Chinese Village Phase Ⅱ Project as an Example

Jiahang Liu

Beijing Capital Development Holding (Group) Co., Ltd., Beijing, 100022, China

Abstract

There are some defects in the design, construction and site management of traditional residential construction projects. By building a digital and intelligent platform system of BIM and construction site of intelligentization, a set of building models can be used by various majors. Meanwhile, drawing collision inspection technology can reduce the changes and rework in the construction process, and the intelligent hardware system can strengthen the construction site management level, which further improve the construction progress, quality and safety of residential projects. Case study on the Overseas Chinese Village Phase II Project, this paper mainly discuss the positive role of BIM and construction site of intelligentization in construction engineering from the aspects of BIM 3D modeling, drawing collision check, monitoring system of deep foundation pit, and various intelligent hardware systems.

Keywords

BIM; construction site of intelligentization; collision check; engineering management; deep foundation pit

BIM+ 智慧工地技术在建设工程中的应用——以华侨村二期项目为例

刘佳航

北京首开亿信置业股份有限公司，中国 · 北京 100022

摘　要

传统住宅建设项目在设计、施工与现场管理等方面存在一定的缺陷，BIM与智慧工地技术通过搭建数字化、智能化平台系统，实现一套建筑模型供多个专业使用，同时，其图纸碰撞检查技术可减少施工过程中的变更与返工，智慧工地系统可加强施工现场管理水平，使住宅项目在施工进度、质量、安全方面进一步得到改善。论文以华侨村二期项目引进的BIM与智慧工地技术为例，主要从BIM三维建模、图纸碰撞检查、深基坑监测系统，以及各智能硬件系统等方面，以其实际应用效果探讨了BIM与智慧工地技术在建设工程中发挥的积极作用。

关键词

BIM；智慧工地；碰撞检查；工程管理；深基坑

1 引言

目前，随着经济与技术的快速发展，建筑行业迎来了一个新的阶段，设计、施工运营等过程日趋数字化、信息化，BIM 与智慧工地技术在建筑行业的应用逐渐成为发展趋势，包括北京新机场、北京城市副中心行政办公区、国家会议中心二期等多个重点项目都应用到 BIM 与智慧工地技术。BIM 技术利用三维可视化模型指导住宅项目建设，搭配智慧工地系统实现智能化管理，从而协调多个参建单位，在项目建设全周期内的各项工作起到积极的作用 [1]。邱昌 [2] 在《BIM+ 智慧工地应用价值与发展趋势探讨》一文中，分析了 BIM+ 智慧工地技术的效益与价值，以工程实际问题为例，探讨了 BIM+ 智慧工地在节能增效、降本提质方面的作用，阐述了 BIM+ 智慧工地技术对建筑业精细化管理的重要意义。张立佳 [3] 通过智慧工地技术在中国人民大学通州校区项目中的应用，介绍了智慧工地技术在人员、设备、物料、环境、安全方面管理应用的实际效果，表明了建设工程中运营数字化技术可大幅度提升安全、质量、环境管理水平。殷艺筱 [4] 以超高层房建项目为例，分析了应用 BIM 精细化建模实现多专业图纸碰撞检查，进一步深化钢结构与机电专业设计图纸，从而提高现场施工效率。陈翀 [5] 在探索 BIM 技术在智能建造中的应用时梳理了 BIM 技术发展的功能和特点，并提到了 BIM 技术广泛应用于建设项目全周期不同的

【作者简介】刘佳航（1994–），男，中国北京人，硕士，助理工程师，从事工程管理研究。

阶段，有利于建筑业高质量发展。

2 工程概况

华侨村二期 5 号地项目位于北京市朝阳区建国门东南角，项目北侧为燕华苑南街，西侧为长富宫东路，南侧为建国里一街。项目建筑面积 94060m^2，其中地上建筑面积为 54970m^2，地下建筑面积为 39090m^2，地下 5 层，地上 26 层。建筑内容包括住宅、办公、商业等。本工程位于北京市东二环附近，地理位置特殊，现场施工与管理难度较大。

3 BIM+ 智慧工地技术的应用

3.1 BIM 模型

在 BIM 技术体系中，Revit 是应用最为广泛的一款建模软件，根据项目二维图纸中的各项信息数据，利用 Revit 软件建立项目三维可视化模型，使传统二维设计图纸具有可视性与模拟性。在实际施工过程中，基于 BIM 的三维模型可以快速生产可以指导施工的平面图、立面图和剖面图。从工程的基坑开挖到完成外幕墙施工，BIM 可以通过各施工阶段的渲染动画，模拟整个施工流程，同时，可以以第一视角查看某楼层具体情况，有助于管理人员了解、把控工程节点，保障现场工程形象进度符合总体施工进度计划。如图 1、图 2 所示。

图 1 华侨村项目主体结构模型

图 2 项目施工过程模拟

3.2 图纸碰撞检查

在传统的二维图纸施工过程中，由于结构水暖电专业设计之间的独立性，经常会出现专业之间管线设计碰撞、错误、遗漏的问题 [6]，这些图纸问题在施工阶段会引起现场拆改等诸多问题，且二次设计施工也会引起工期的延误，给工程造成巨大的经济损失。采用 Revit 软件建立虚拟的建筑工程三维模型，将建筑、结构、水、暖、电等各专业图纸集成在一起，可实现一套模型（数据）供多个单位共同使用。通过深化模型的建立，发现不同专业设计图纸中的碰撞问题，及时提交设计部门修改图纸，以减少施工阶段因设计不合理产生的工程变更，达到为项目提高施工效率、缩短工期、节省成本的目的。

华侨村二期项目通过引进的 BIM+ 智慧工地技术，在二维图纸会审的基础上额外加入了各专业模型交底，并形成场地布置、建筑模型、结构模型、土建模型、机电模型的问题分析报告。因为各专业管线复杂，管线碰撞问题不可避免，分析结果显示，项目机电模型问题最为严重，问题主要体现在三个方面，包括碰撞问题、净高问题、图纸问题，分析其原因，主要存在各专业管线设计是独立开展的，缺少各专业之间进一步的图纸优化设计，BIM 技术的应用解决了这方面问题，实现了多个专业共用一套模型。

项目应用 BIM 三维建模发现图纸中的问题并及时进行了汇总与修改。举例说明图纸净高问题，三维模型中项目某卫生间板下净高为 2700mm（见图 3），根据设计说明，卫生间净高要求为 2400mm，楼板下部 300mm 剩余空间需安装机电管路和天花吊顶。其风管高度 200mm，保温层为 60mm，支吊架安装高度为 100mm，由此可见，无法满足室内卫生间净空要求，需设计、施工、营销多方面考量，对图纸此类问题进行针对性修改。

在碰撞检查中，问题主要集中在机电管线与结构碰撞、机电不同回路管线碰撞等（见图 4），本项目设备层集中在地下空间，机电管线较多，管线碰撞、净高不合格问题尤其严重，在施工之前发现问题，可以将管线统一规划，减少施工过程中不必要的返工。

此外，BIM 建模过程中也可以发现图纸标识不清的现象，如图纸中存在地下车库电气桥架穿墙处，未标注开动尺寸及标高；梁板命名与图纸不相符等问题。通过一次完整的 BIM 建模，对设计图纸进行一次二次校对，进一步提高工程设计图纸精细化程度。

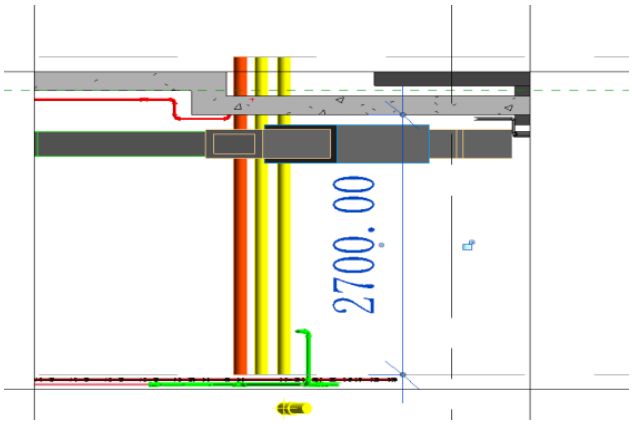

图 3 空调通风管线模型

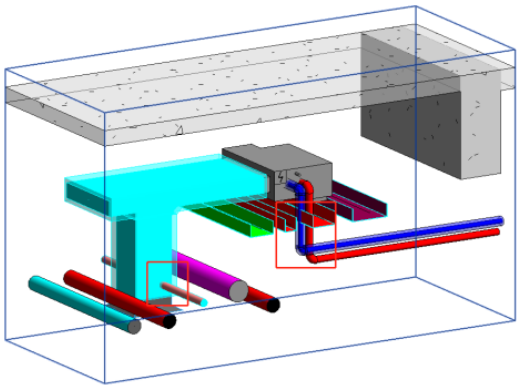

图 4 机电管线碰撞模型

3.3 深基坑监测系统

本项目基坑深度 23m，基坑平面面积大，属于深大基坑范畴，且地下含水层分布广泛，基坑侧壁土压力大，基坑侧壁安全等级为一级，因此确保基坑的质量与安全成了工程极其重要的环节。项目支护形式分区域采用地下连续墙 + 预应力锚索、护坡桩 + 预应力锚索、咬合桩 + 预应力锚索三种支护形式。另外，为防止地下连续墙接缝部位发生地下水渗漏，在每幅地连墙连接处设置 3 根高压旋喷桩，以减少地下水对基坑的影响。

根据相关规范，本工程中基坑支护变形监测内容主要包括：支护结构顶部水平及竖向位移、基坑周边建筑物沉降、地下管线、地下水位、道路沉降监测等。项目采用第三方基坑监测、施工总承包单位监测、智慧工地智能硬件监测的方式，对基坑各方面位移数据进行实时监测，三方共同监测的方式可使施工过程中的监测结果相互验证，减少各类监测误差，根据监测结果加以整理分析以指导和修正施工参数，从而最大程度上保障基坑安全与质量。

深基坑支护变形监测系统，是通过在基坑周边布设土压力盒、锚杆应力计、孔隙水压计等智能传感设备，实时监测在基坑开挖阶段、支护施工阶段、地下建筑施工阶段及竣工后周边相邻建筑物、附属设施的稳定情况，同时，对现场监测的数据进行采集、复核、汇总、整理、分析并传送至平台系统，当超过警戒变形值时进行报警，为项目各方提供可靠的数据支持。

监测系统每 3 小时自动监测 1 次，并将数据实时更新至 BIM+ 智慧工地数据决策系统，以便工程管理人员线上查看数据、分析数据，将质量安全隐患降到最低。以编号 CX-8 监测点为例，该监测点为基坑西侧地下连续墙深层水平位移监测点，其变形报警值为 30mm，控制值为 45mm，截至目前施工阶段，该监测点处水平位移量为 4.297mm，属于安全值范围内。

深基坑项目基坑支护的失稳破坏一般都会有前兆，具体表现在基坑支护变形数据的急剧变化或突然发展 [7]。常规的人工监测手段存在监测频次低、监测不及时、监测数据误差等弊端，应用智慧工地智能监测系统，可以及时发现基坑支护存在的安全隐患，从而采取适当措施处理，到达信息化施工，确保深基坑安全质量。

3.4 BIM+ 智慧工地管理系统

在 BIM+ 智慧工地决策系统中，分别设置了项目技术、生产、质量与安全管理平台，各类设计交底、各专业图纸、施工方案、工程变更洽商、图纸会审记录可以在此系统显示，并实现数据的长期保留，便于项目工程资料归档，同时为后期工程结算与索赔工作提供依据。在模块应用中，管理人员可根据现场质量安全问题的实际情况，将具体问题部位拍照上传至手机客户端，并将整改责任通知至具体工作人员，自动形成线上质量安全问题整改台账，使现场出现的问题具有追溯性，能切实做到整改一项销号一项，在完成整改验收之后使整改工作形成闭环，全面提高施工现场的工作效率。

3.5 劳务分析系统

建筑工程现场需要大量施工人员，现场人员流动频繁，且部分企业存在用工不规范的问题 [8-9]。劳务分析系统依托于物联网技术，利用智能代替传统的人工管理 [10]，可实现施工人员刷脸进场，并实时记录现场工人人数、工种、每名工人进出场时间记录与行动轨迹，有利于管理人员掌握工人信息与出勤情况，通过现代化技术的应用提升现场劳务管理效率。

3.6 其他智能硬件系统

在此基础上，项目引进的其他智能硬件设备，同样能为施工安全质量保驾护航。例如塔吊安全监测系统可通过各类传感器，实时监测塔吊载重量、力矩、高度、回转角度等，并配备报警装置，保障塔吊在施工过程中正常运行；升降机安全系统可清晰实时显示升降机的运行工况，在达到预警值时能自动限制升降；环境监测系统可实时监控项目环境，及时反映施工现场扬尘、$PM_{2.5}$ 数值，为项目安全文明施工提供数据支撑。

4 结论

① BIM+ 智慧工地技术逐渐成为工程建设项目的发展趋势，其应用于建设工程项目可以提升参建各方项目进度、质量、安全、成本、劳务等方面管理水平。

②实际应用结果表明，通过 BIM 各专业图纸碰撞检查，可在施工前发现图纸问题，从而优化图纸设计，在减少因碰撞产生返工的同时降低了项目的成本费用。尤其对于机电管线复杂的工程项目，各专业图纸碰撞检查技术作用显著。

③对于深基坑工程，深基坑监测可以保障基坑支护的安全质量。一系列智能系统的应用可以协助施工现场安全、质量管理，排查各类安全隐患，有效减少安全事故发生，确保建设项目有序推进。同时，本项目 BIM 与智慧工地技术的应用，为其他建设工程提供了参考和借鉴。

参考文献

[1] 谢斌.BIM技术在房建工程施工中的研究及应用[D].重庆:西南交通大学,2015.

[2] 邱昌,康文创,邓运生,等.BIM+智慧工地应用价值与发展趋势探讨[J].建筑经济,2022,43(S2):275-278.

[3] 张立佳,刘俊杰,张理想,等.智慧工地在中国人民大学通州校区项目中的应用[J].施工技术(中英文),2023,52(5):53-55+89.

[4] 殷艺秝.项目施工阶段BIM+智慧工地系统的研究与应用——以某超高层房建项目为例[J].中国建筑金属结构,2023(3):160-162.

[5] 陈翀,李星,姚伟,等.BIM技术在智能建造中的应用探索[J].施工技术(中英文),2022,51(20):104-111.

[6] 管校宜,陈宁.基于BIM技术的房建工程施工方法研究[J].居舍,2019(17):44.

[7] 时卫平.深基坑支护坍塌的原因分析与处理[J].山西建筑,2018,44(15):64-66.

[8] 陈洪晨.智慧工地在工程建设中的应用[J].城市建设理论研究(电子版),2023(8):10-12.

[9] 陈强.智慧工地技术在建筑施工起重机械设备安全管理中的应用探讨[J].现代制造技术与装备,2022,58(1):176-178.

[10] 刘文刚,王学硕,李海旭.BIM+智慧工地在通州区丁各庄公租房项目的应用探索[J]城市住宅,2020,27(7):26-30.