

基于 BIM 技术的智慧管理体系在中山大学深圳建设工程项目的应用

程 凯

(上海市地下空间设计研究总院有限公司,上海 200032)

【摘 要】中山大学深圳建设工程作为整体校园建设项目,工程规模大、建筑功能划分多、建设环境复杂,对协同实施、数据共享等方面都提出了比较高的要求,本项目在总体 BIM 实施方针的指引下建立项目级 BIM 管控体系,明确各环节责任主体,有效利用协同管理平台、“BIM + GIS”监管平台、无人机摄影等智慧建造手段在项目的建设过程中提供全方位辅助,在提升项目管控效率的同时保障项目建设进度,全面实现“绿色建造、快速建造、优质建造、智慧建造”的总体目标。

【关键词】整体校园建设项目; BIM 管控体系; 协同管理平台; 智慧建造

【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 技术作为项目管理人员的重要技术手段,可以更为直观地展现数字化信息,既体现了计算机技术的优势,便于掌握项目全面信息,也提高了项目的质量、进度和成本管理水平,为项目管理提供了一个信息化的途径^[1]。

深圳市建筑工务署围绕“打造持续领先的国内政府工程管理机构,建设具有国际水准的政府工程”的总体目标,在“互联网+”的基础上,全面实施“BIM+”的数字建造发展战略,提升工程项目管理的精细化水平,树立国内政府工程建设 BIM 先进技术应用标杆。中山大学深圳建设工程作为工务署对接广深港澳科技创新走廊、践行深圳“北拓”战略的核心项目,本文即试图以该项目中基于 BIM 技术的智慧管理体系的运用为例提供相关参考。

1 BIM 管理体系应用概述

1.1 BIM 管理体系工作内容

本项目采用“业主主导、BIM 专业咨询、各方参

与”的 BIM 实施模式,项目组贯彻工务署的 BIM 实施方针和管理流程,统一协调、规划。由具有建筑工程设计能力、BIM 应用和管理经验的设计院作为 BIM 咨询单位,开展 BIM 技术研究,制定项目级 BIM 实施策划方案和 BIM 标准,提供技术支持,在项目组的支持下对各参建单位的 BIM 工作进行管控。全过程咨询单位作为项目管理单位,辅助 BIM 咨询单位进行过程管理,监督各项 BIM 实施成果的落地应用。各实施单位在项目 BIM 管理团队的领导下,开展模型创建、应用点实施、平台信息录入以及数字化成果移交等各项具体实施工作。

项目多、投资多、环节多、参与方多、周期长是政府工程行业的难点,传统的建造管理模式已经无法满足新时期精品工程建设管理的新要求。工务署于 2015 年发布《信息化建设总体规划》,明确了“总体规划、分步实施、统一设计、标准先行、重点突破、有序推进”的建设原则,落实“以模型为基准、平台为支撑、质量为主线、管理为重点”的 BIM 实施方针,为在建项目的 BIM 实施做好顶层规划。发布了《BIM 应用普及指引》以及与指引相配套的标准规

【作者简介】 程凯(1990-),男,硕士,BIM 项目经理,主要从事基于 BIM 的项目管理、BIM 咨询、运维管理等工程信息化领域的相关工作。

范,涉及设计、施工、运维及全过程 BIM 管理,对项目 BIM 流程、模型深度、建模原则、配置环境、管理办法等提出明确的规范。(见图 1)



图 1 工务署 BIM 实施指引及配套规范

本项目在顶层标准体系的指引下制定了行之有效的项目级 BIM 实施管理体系:制定《BIM 实施方案》为项目 BIM 工作的开展提供保障,制定《BIM 实施管理制度》,合理推进项目 BIM 工作,制定《BIM 施工模型标准》,提高模型质量,保证有效传递,制定《BIM 应用实施细则》明确各应用点的主要流程、信息交换以及职责分配,实现管理前置,将 BIM 工作落地应用,解决现场具体问题。(见图 2)



图 2 项目级 BIM 实施管理文件

1.2 BIM 管理体系平台工具

为了更有效地实现过程管理,项目组基于 BIM 管控体系,开发和应用了 BIM 协同管理平台,在首页通过图片、视频、消息推送等方式记录项目的进展情况作为门户对外宣传,除此之外通过平台进行大批量模型的整合与轻量化展示,并且将全景球、视频监控等可视化监管模块在平台上与模型进行结合,通过在平台上点击模型实时了解现场状况。

协同管理模块则主要包含任务管理、审批管理、会议管理与资料管理几个部分,通过会议管理模块发布例会通知,记录会议纪要,纪要录入完成后自动给各参建单位分配阶段性的任务,各单位在任务管理模块接收、处理任务形成闭环。各实施单位可以通过审批管理模块上传模型、应用、文档资料,BIM 咨询单位、全过程咨询单位以及项目组按照平台既定的审批流程,进行线上审核。审核确认通过的模型、应用、文档都会自动保存在平台中。项目各参建单位则可以通过资料管理模块查询到需要的项目 BIM 资料。

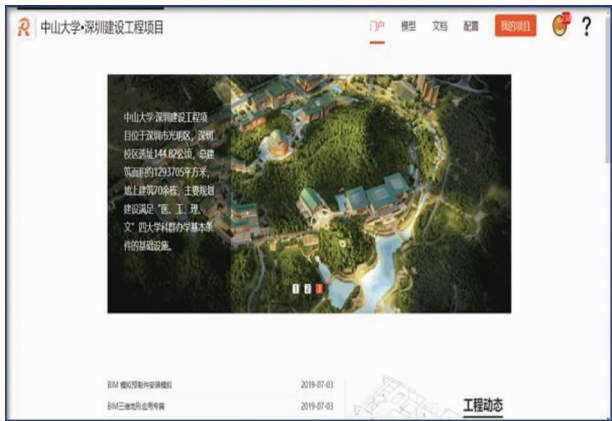


图 3 BIM 协同管理平台

1.3 项目 BIM 实施设备环境

为了高效完成项目 BIM 模型和 BIM 应用,各参建单位按照工务署项目协同管理平台的要求,选用了统一的软件版本(详见图 4)完成 BIM 工作内容,并提交统一的数据格式,以便协同管理。除此之外,各参建单位的 BIM 工作人员还参照标准(详见图 5、6)配备了相应的硬件设备及云服务器。

序号	应用类型	软件名称	版本要求	交付格式	备注
1	模型创建	Autodesk Revit	2016	*.rvt	Architecture、Structure、MEP 三个专业
		Rhino	5.0 及以上	*.IGS	
		Catia	V5 及以上	*.CATProduct	
		Tekla	V19.0 及以上	*.DB1	
		Bentley STAAD Pro	V8i 版	*.std	
2	模拟浏览	Navisworks	2016	*.nwd	
		Lumion 3D	8.0 及以上	*.DAE	
		3D Studio Max	2016 版及以上	*.3dxml	
3	协同管理	工务署协同管理平台、皇岗口岸 BIM 协同管理平台			

图 4 项目软件配备情况

名称	工作站（台式电脑）	移动工作站（笔记本电脑）
CPU	主频：3.5GHz 及以上 内核：4 核心 8 线程或 8 核心及以上 支持最大内存：32GB CPU：64 位处理器	主频：3.0GHz 及以上 内核：4 核心 8 线程或 8 核心及以上 支持最大内存：16GB CPU：64 位处理器
显卡	显存容量：2G 以上 显存位宽：256bit 以上 显存类型：GDDR5 流处理单元：1664 以上 接口类型：HDMI/DVI/VGA	显存容量：2G 以上 显存位宽：256bit 以上 显存类型：GDDR5 流处理单元：1280 以上 DirectX：11 以上
内存	16GB DDR3 及以上	16GB DDR3 及以上
硬盘	128G SSD 固态及以上	128G SSD 固态及以上
显示器	支持 1920*1080 以上分辨率	支持 1920*1080 以上分辨率
操作系统	Win7 Pro 64bit 及其以上	Win7 Pro 64bit 及其以上

图 5 项目硬件配备情况

序号	配置名称	具体参数
1	实例	I/O 优化实例 4 核 16G 通用型 sn2
2	公网带宽	固定带宽 10M
3	存储-系统	60G SSD 云盘
4	存储-数据	500G 高效云盘
5	云存储	对象存储 OSS
6	网络	专有网络（分配公网 IP）

图 6 项目云服务器配备情况

2 BIM 管理体系应用背景

本项目位于深圳市光明新区公常路以北，康弘路以东，羌下二路以西，与东莞黄江接壤的猪婆山、猪公山周边区域。项目选址用地 144.82ha，总建筑面积约 129 万 m²，投资估算 101 亿元。校园整体规划由有校园设计掌门人之称的何镜堂院士领衔，包含建筑 70 余栋，有医、工、文、理四大学科组团及图书馆、大礼堂、体育馆等配套建筑。



图 7 项目整体鸟瞰图

2.1 项目建设重点及难点

中山大学深圳建设工程项目作为深圳市政府重点引进的高水平教育力量，起点高、定位高、要求

高，在建设过程中面临着诸多难点：

(1)项目建设周期长达四年，管理持续时间长。项目参建单位众多，涉及全过程咨询单位、BIM 咨询单位、多家方案设计单位、施工图设计单位以及施工单位，管理难度大。项目建设中各参建单位各专业系统协同开展工作产生的工程数据庞大，项目数据协同共享难度大。

(2)施工作业面跨度大，基础设施尚未完善。本项目总占地面积为 144.82ha，建设用地原为果林、工厂等，周边市政管网设施尚未完善，校区建设过程中还需要建设大量的临时建筑、临时道路，除此之外还需要统一规划建设校内市政道路、地下综合管廊等。

(3)机电设备管线复杂，深化设计及安装难度大，整个项目包含 EPC - 装配式工程、地下室机电装配式工程等创新应用点，其中管线深化还涉及到 PC 构件的预留安装。

(4)校舍建筑包含 3 个医学院、5 个工学院及多个文理学院，涉及卫星航天实验室、生物医学实验室等专业性强的功能单元，除此之外还有图书馆、体育馆、国际会议交流中心等线条优美、风格迥异的标志性建筑，建筑群使用功能复杂。

(5)施工工况与环境较为复杂，安全风险源多，现场监管难度大。本项目建设区域地形复杂，地势高低落差大，建筑高低错落，环山傍水而建，具有多处高边坡、深基坑，边坡最高处达 55m。项目建设标准高，对于人员安全、大型设备运转、材料堆场、周边环境及重大风险源等实时监管缺乏先进的信息化技术手段。

2.2 项目 BIM 应用目标

鉴于工程建设过程中存在的诸多难点，本项目在全生命周期采用 BIM 技术，建立 BIM 实施体系，探索项目 BIM 管理机制的创新，将管控 BIM 与技术 BIM 深度结合，通过关键节点的管控，实现技术 BIM 的全程可控。在设计阶段，运用 BIM 技术进行三维协同设计，借助可视化的设计沟通，减少错漏碰缺^[2]，提高图纸的设计质量。在施工过程中，推进信息化工作落地应用，解决现场的具体问题，体现 BIM 的真正价值。借助协同管理平台，将模型和现场进行结合，实现 BIM 管理工作的线上运转，提高工作效率，增强各方联动，节约时间成本。与此同时，基于“BIM + GIS”监管平台、无人机摄影、数字化

监控、安全体验馆等信息化手段,实现项目的智慧化建设。

3 基于 BIM 管理体系下的应用实践

本项目在建设全过程采用 BIM 技术,基于 BIM 模型、深化图纸、应用、智慧建造手段服务施工现场,产生了良好的经济、工期效益(详见图 8-9)为项目组提高了决策效率、减少了工程过程中的冲突碰撞和图纸变更,增强了建筑的可持续性。除此之外,项目还定期开展 BIM 大讲堂进行知识培训,培养了大批实用型 BIM 人才,运用 BIM 技术助力 2019 年“中施企”全国观摩交流会,得到了业内人士的高度认可。智慧工地版块作为深圳市试点项目,其中实名制、大型设备预警,用电安全预警等多项应用受到深圳市政府的高度肯定,吸引了众多建设单位及施工单位前来学习,带来了良好的社会效益。

应用点	效益体现	工期节约
地下室机电套管预留	所有的预留洞口进行准确定位,二次开凿的孔洞数量为零	10 天
机电深化图纸	机电安装无需现场调整,避免机电安装返工	13 天
PC 深化	直接在构件进行孔洞预留	35 天
方案交底	工人快速理解方案意图,方案实施顺畅	2 天
宿舍标准层管线深化	减少关系绕弯,减少人工材料成本	13 天
进度把控	进度把控合理安排协调现场工序,实现现场施工最优化	11 天
平台协同管理	节约了各方用于沟通协调的时间,实现高效沟通	6 天
合计		59 天

图 8 工期节约效益表

应用点	效益体现	成本节约
地下室机电套管预留	实现套管预留 500 个,开凿的机械费和人工费 160 元/个	8 万
机电深化图纸	管线优化,节约了机电管道约 3100 米,综合按 160 元/米考虑;通过模型深化,避免机电安装返工,节约约 950 个人工,按 1 个人工 300 元/天	73.3 万
PC 深化	直接在 pc 构件上预留洞口及管线,节省套管约 10000 余个,线管约 2500 余米。	285 万
方案交底	方案交底 40 余次,节约人工 175 个,按 1 个人工 300 元/天	5.25 万
宿舍标准层管线深化	总计节约省管线 10000 余米,约 5.5 万元	5.5 万
进度把控	通过进度把控,避免窝工,节约人工 11 天,现场按 80 个工人来算,1 个人工 300 元/天	26.4 万
平台协同管理	节省沟通成本	5 万
合计		165.6 万

图 9 成本节约效益表

3.1 BIM 模型创建

本项目通过制定《BIM 施工模型标准》在命名规则、颜色设定、拆分与整合原则、样板文件、空间关系、深度等级等方面做出了详细的规定,统一了项目所涉及模型的建模行为要求,在基础的模型创建工作方面为交接与共享提供保障。为了提高模型的使用质量,在 BIM 管理文件《BIM 实施管理制度》中对模型的审查机制做出了统一要求:BIM 咨询方与施工方共同制定模型建立及审查计划,施工

方根据规定的时间节点提交模型及附属文件(模型送审单、图纸问题报告、优化报告、碰撞检测报告),BIM 咨询方审核后出具《模型审查意见表》,施工单位按要求修改完成后,由 BIM 咨询单位组织项目组、项管单位、监理单位、施工单位等召开模型会审,会后各参建单位共同出具《模型会审意见》,施工单位据此细化模型,经各方确认出具《模型确认单》后,用于图纸出具、BIM 应用开展及现场指导等各项工作中。



图 10 模型会审工作

3.2 BIM 应用拓展

基于项目级 BIM 管控体系的有效开展,目前本项目在 BIM 应用的实施方面已取得部分阶段性成果,本文将从方案论证、质量管控以及进度与成本管控三个方面进行举例阐述。

3.2.1 基于 BIM 的方案论证

(1) 场地布置

施工场地布置是指根据图纸、结合现场勘察情况,并考虑进度的总体安排,按照文明施工、安全生产的要求,对现场情况施工布置总体安排的过程。借助 BIM 技术对施工场地布置进行预演,规避施工过程中可能出现的施工协调问题,达到按计划施工、安全文明施工的目的^[3]。由于本项目施工作业面跨度大,参建单位众多,在校区建设过程中需要建设大量的临时建筑、临时道路,还要统一规划建设校内的市政道路、地下综合管廊等,考虑永临结合,运用 BIM 技术对不同的场地规划方案进行可视化模拟,最后经过各参建单位的讨论选择,确定最佳的场布方案,为后期工作的开展奠定基础。

(2) 塔吊附墙

由于本项目宿舍楼的标准层均为 PC 外墙,属非受力结构且需保护 PC 外墙结构的完整性,防止

因开洞造成的漏水问题,因此塔吊不能直接附在 PC 外墙上面,更不宜在墙上穿洞。利用 BIM 模型模拟塔吊选点及附墙方案,调整附墙臂的张开角度,从而提前解决了塔吊定位困难及 PC 构件与附墙点冲撞问题。

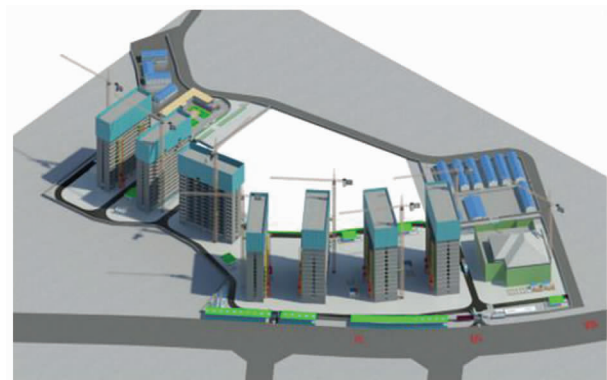


图 11 一标段场地布置方案

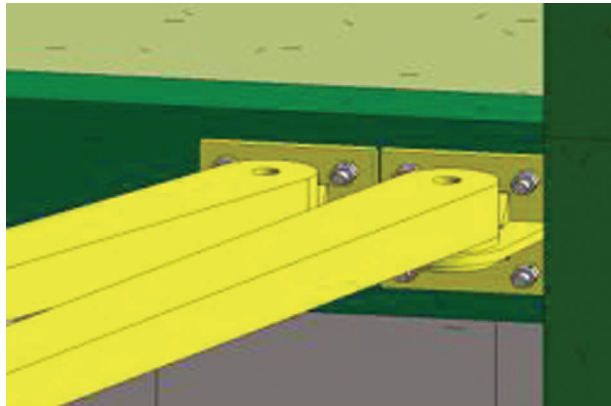


图 12 附墙臂张开角度调整

3.2.2 基于 BIM 的质量管控

(1) 装配式建筑 BIM 应用

与传统建筑相比,装配式建筑的组装工艺简单、施工周期较短,建筑构件的质量、形态特征具有统一性,支持工厂化生产、装配式施工,一方面可以支持非现场建造活动,利用 BIM 数据通过数控机床进行部件的工厂加工;另一方面可以支持现场建造活动,根据模型,提供装备顺序,在计算机中进行虚拟施工,指导施工过程^[4]。BIM 与装配式建筑是信息化和工业化高度结合的产物,通过 BIM 技术的应用,其内部庞大的构件数据库可以实时立体地展现全部的生产过程^[5]。本项目总工需要生产约 31 000 块 PC 构件,数量众多,原始设计图纸无法满足管线孔洞精确预留,PC 构件涉及电气、风管、给排水多个

专业需要预制洞口,设计前期通过 BIM 模拟在生产时将孔洞提前做好预留,减少了大量的时间、人力及材料成本。在构件吊装模拟时,发现连续吊装的两个 PC 构件由于钢筋碰撞,无法顺利完成吊装作业,通过与设计院沟通,将连接处的钢筋改为预埋套筒,等后续构件吊装完成后将车丝钢筋拧入套筒内,保证了施工质量和作业安全性。其他例如,预制构件碰撞优化、预制空调板一次成型、PC 进场挂车运输模拟等装配式建筑施工优化过程中,BIM 技术均起到了不可或缺的作用。

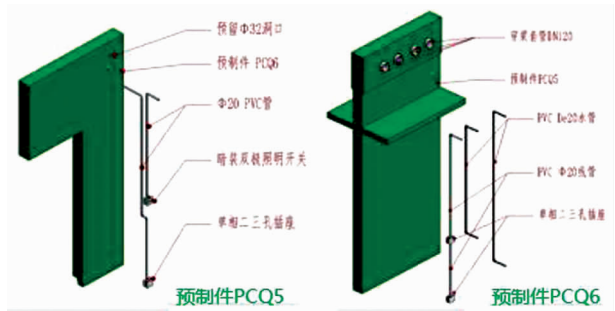


图 13 装配式建筑机电深化

(2) 铝模拼装优化

近些年各大房企都在大力推广铝合金模板体系,铝合金模板强度高、精度高,施工高效,周转次数可达 300 次,成型后混凝土表面质量平整光滑,可达到免抹灰效果,符合绿色建筑施工核心理念^[6]。在本项目中,学生生活区三层以上的标准层均采用铝模施工工艺,通过创建铝模三维标准化模型,建立标准化族库,实现节点深化、安装流程的可视化模拟,辅助施工方案的编制及技术交底,助力现场施工,大大加快了铝模预拼装的速度。

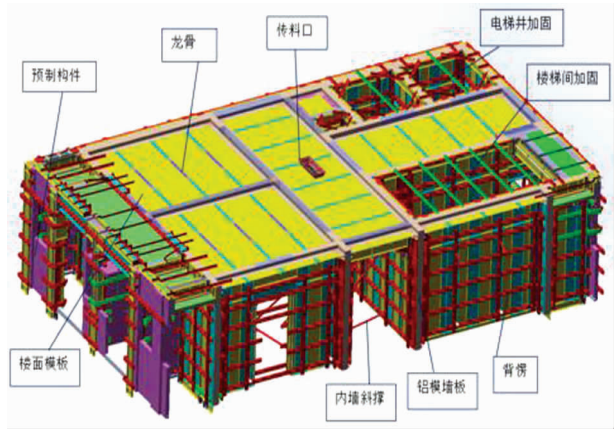


图 14 铝模三维模型

3.2.3 基于 BIM 的进度与成本管控

(1)4D 进度模拟

4D 技术将进度相关的时间信息(如 Project 文件)和动态 3D 模型链接产生 4D 的施工进度模拟,即是用计算机软件建立 3D 模型并借助各种可视化的设备对项目进行虚拟描述,附加时间维度,通过 WBS 关联施工进度计划,将施工过程的每一个工作以可视化形象的建筑构件虚拟建造过程来显示^[7]。在本项目的开展过程中,利用 BIM 技术和施工进度相结合,把控关键的施工节点,进行虚拟建造,提前预制问题、解决问题,避免造成窝工等问题,影响施工进度。

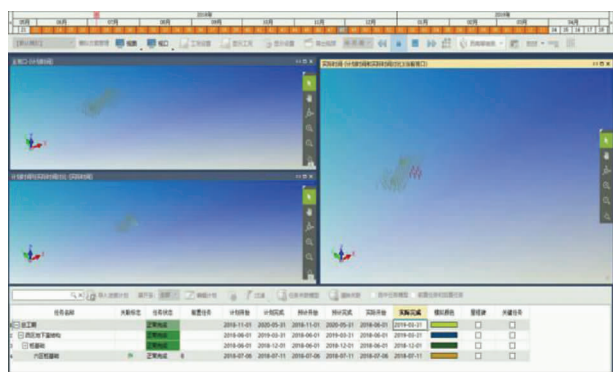


图 15 4D 进度模拟

(2)工程量提取及材料控制

近年来,很多学者开始着力从信息化特别是 BIM 的角度探讨工程造价管理问题。已有研究表明:BIM 有助于改善当前造价数据不精确和滞后性等问题,根据 BIM 的技术特征和功能属性,能够实现基于 BIM 的全过程、精细化的工程造价管理^[8]。本项目根据优化后的 BIM 模型,形成项目的基本工程量信息。基于专业的造价软件查询工、料、机的市场价格,编制项目概预算文件,为价值工程分析和限额设计提供相关数据支持,实现材料的最优使用和成本的有效控制。

4 结语

随着信息化观念的深入人心以及国家和各地区对 BIM 工作的大力推广,像“企业对 BIM 技术认知不深刻”、“信息传输的失效^[9]”、“广度和深度受限”等问题早已不是制约 BIM 发展的主流因素,尤其是在体量大、工程复杂、关注度高的项目中,资金充足,BIM 从业人员技术经验丰富,软硬件设施完

类型	标号	部位	BIM模型量		预算量	差异幅度
研究生标准层	C30	框架梁	48.38	249.73	252.96	-1.27 %
		结构板	69.99			
	C50	结构柱	59.03			
		剪力墙	72.33			

图 16 基于 BIM 的工程量统计

备,从实施的角度上来讲似乎工程信息化造就工程高效益已是必然趋势。然而,大体量工程往往面临着工程形式复杂、工程量大、参建单位多、工程数据庞大、数据时间跨度久等不可忽视的现实因素^[10]。如何把工作成果统筹管理、落地应用,避免重拳打棉花现象的发生才是每个项目需要考虑的重中之重。

本项目通过探索基于 BIM 技术的智慧管理体系工程建设过程中的应用,形成了以下 BIM 应用经验:

(1)掷地有声的 BIM 实施政策、一以贯之的 BIM 管理体系以及专业的 BIM 管理团队是项目 BIM 工作顺利开展的首要前提,只有做好“管控 BIM”的工作,将管理工作标准化和精细化,“管控 BIM”深入到“技术 BIM”的关键节点,“技术 BIM”才能切实有效地推进信息化工作落地,真正做到服务于现场。

(2)协同管理平台和多样化智慧建造手段的应用会是现阶段乃至未来 BIM 工作的重要环节,在提高工作效率、节约时间成本、增强各方联动等方面效果显著。

(3)随着项目的深入开展,参建方越来越多,工程难度也越来越大,只有建立更有效的评价机制,针对特殊功能单体深入推进 BIM 应用研究,将 BIM 应用成果汇总成可借鉴的范本,将 BIM 工作体系建立成可复用推广的模式,才能更好地利用 BIM 技术为项目建设增砖添瓦。

参考文献

[1] 宋文博. BIM 技术在建筑施工项目中的应用研究[D]. 吉林建筑大学, 2018.
[2] 仝子聪,董斌,李晨,等. 北京新机场工作区工程 002 标

段施工阶段 BIM 技术应用[J]. 土木建筑工程信息技术, 2019, 11(2): 47-53.

[3] 李飞,刘宇恒,杨成,等. 基于 BIM 技术的施工场地布置研究与应用[J]. 土木建筑工程信息技术, 2017, 9(1): 60-64.

[4] 彭书凝,BIM + 装配式建筑的发展与应用[J]. 施工技术, 2018, 47(10): 20-60.

[5] 戴文莹. 基于 BIM 技术的装配式建筑研究—以“石榴居”为例[D]. 武汉大学, 2017.

[6] 马跃强,石震东,成炜,等. 装配式建筑 + 铝模一体化施工技术[J]. 建筑施工, 2017, 6(32): 825-827.

[7] 王婷,池文婷. BIM 技术在 4D 施工进度模拟的应用探讨[J]. 图学学报, 2015, 36(2): 306-311.

[8] 黄恒振. 基于大数据和 BIM 的工程造价管理研究的工程造价管理研究[J]. 建筑经济, 2016, 37(9): 56-59.

[9] 张永康,秦拥军,骆淑芬. 基于 BIM 技术的质量安全管理探析[J]. 中国科技信息, 2017,(3): 66-68.

[10] 赵雪锋,姚爱军,刘东明,等. BIM 技术在中国尊基础工程中的应用[J]. 施工技术, 2015, 44(6): 49-53.

Research on the Application of Intelligent Management System

Based on BIM Technology in Shenzhen Construction

Project of Sun Yat-sen University

Cheng Kai

(Shanghai Research Institute of Underground Space Design Co., Ltd., Shanghai 200032, China)

Abstract: Sun Yat-sen University Shenzhen Construction Project, as being a whole campus construction project, its large scale, multiple building functions, and complex construction environment have demanded high requirements in collaborative implementation, data sharing and etc. This project has built the BIM management system in the project level based on the guideline of general BIM implementation policy, which clarifies the responsibilities and accountabilities of each stage. Meanwhile, it enables efficiently using collaborative management platform, "BIM + GIS" regulatory platform, photography by drones and other intelligent construction methods to provide comprehensive assistance during the construction process, thus to guarantee the scheduling of project construction while to improve the efficiencies of project management, as well as to fully achieve the overall objectives which are "green construction, rapid construction, high-quality construction and intelligent construction".

Key Words: Overall Campus Construction Project; BIM Control System; Collaborative Management Platform; Intelligent Construction