

# 北京世界园艺博览会国际馆项目 BIM 综合应用

肖彤<sup>1</sup> 吴波<sup>2</sup> 齐宝库<sup>1</sup> 李一婷<sup>3</sup> 林新凯<sup>4</sup>  
张铎<sup>5</sup> 白雪<sup>1</sup>

(1. 沈阳建筑大学 管理学院, 沈阳 110168; 2. 北京建工集团第五公司, 北京 100007;  
3. 上海鲁班软件股份有限公司, 上海 200433; 4. 上海中建海外发展有限公司, 上海 200120;  
5. 辽宁工程技术大学, 阜新 123000)

**【摘要】**北京世园会国际馆项目地上部分由94朵簇拥而成的钢结构“花伞”构成, 体量庞大, 施工文明要求高且工期紧张。在该项目全生命期BIM技术运用中, 深化设计、施工规划、组织设计、目标管理、效果设计等多方面均有很大成效, 显著提高了管理效率, 节约了工期, 降低了项目运营成本, 为国际馆项目顺利实施、降本增效提供了强有力的技术保障, 也为BIM技术的实现与发展提供了成功案例。

**【关键词】**国际馆; 项目全生命期; BIM技术

**【中图分类号】**TU17 **【文献标识码】**A

**【版权声明】**本文被《土木建筑工程信息技术》、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

建筑信息模型(Building Information Modelling, 以下简称BIM)是一类强调对工程项目全生命期相关信息进行参数化表达及集成化管理的里程碑技术<sup>[1]</sup>, 为建筑从设计阶段、深化设计阶段、构件生产、现场施工、运维管理等各方面提供有效手段, 是未来建筑行业发展的趋势<sup>[2]</sup>。BIM在三维模型上增加时间进度和建设成本两个维度, 使得其应用能够贯穿整个建筑生命期<sup>[3]</sup>。因此本文以北京世园会国际馆项目为例, 介绍BIM技术在项目全生命期的应用, 包括BIM协同管理平台的应用、图纸三维会审、机电管线综合、施工模拟、进度管理及VR技术效果体验等。国际馆项目通过BIM技术的应用, 保证了项目的成功实施, 缩短工期, 降低成本, 突出地发挥了BIM技术在建筑物全生命期内的应用价值<sup>[4]</sup>, 从而产生良好经济及社会效益, 实现大型博览项目的可持续发展<sup>[5]</sup>。

## 1 项目实践

### 1.1 项目简介

中国北京世界园艺博览会国际馆项目位于北京市延庆区西南部, 项目总建筑面积22 000m<sup>2</sup>, 展览面积12 770m<sup>2</sup>, 分为四大展区, 包括下沉广场、序厅、国家(地区)与国际组织展区、室内花卉专项国际竞赛展示区, 是世园会的主要场馆之一。馆顶簇拥着的94把“花伞”是国际馆的最大亮点(图1)。国际馆以“融和绽放”为展陈理念, 采用“实物+多媒体+互动+氛围”的多维方式, 讲述“一带一路”沿线等世界园艺文化故事, 通过园艺架起世界“开放包容、合作共赢、传承创新”的桥梁。

### 1.2 工程特点及工作重难点

(1) 地下及主体结构工期紧, 工作量大, 且技术准备时间短。地下面积6 597.6m<sup>2</sup>, 地上面积15 402.4m<sup>2</sup>。项目开工日期2017年7月26日, 2017年12月31日之前完成主体结构封顶并完成验收, 主

**【作者简介】**肖彤(1992-), 女, 硕士研究生, 主要研究方向: 工程管理信息化; 吴波(1979-), 男, 硕士, 高级工程师, 主要研究方向: 施工现场管理、工程管理信息化; 齐宝库(1956-), 男, 教授, 硕士生导师, 主要研究方向: 工程造价、装配式建筑、工程管理信息化。



图1 国际馆实景图

主体结构施工总工期仅为159天。其中,泥浆护壁基础灌注桩453根,累计4425m。土方40000m<sup>3</sup>。基础底板防水6000m<sup>2</sup>,钢结构7600t。北京延庆夏秋多雨,冬季寒冷,雨施和冬施时间长<sup>[6]</sup>,技术准备时间紧张、钢结构深化及加工安装时间短,如何科学安排、策划和组织好各种资源进行施工,确保工期及质量是本工程的难点。

(2)地基、基础、结构、装饰装修、机电专业、综合管廊、室外工程结构形式或建筑做法多、使用功能多、造型复杂、涉及施工方式较多,施工前技术准备工作是本工程的重点工作。

(3)深化设计工作量大,难度大。本工程地上为钢结构工程,钢结构制作、安装、混凝土施工、幕墙以及设备安装各专业工种均紧密相关,互相影响,存在大量的交叉施工。因此本工程深化设计工作必须综合考虑工程的各方面要求。

(4)工程室外公共空间“花海”94支花伞钢构件加工、安装施工是本工程难点。花伞变截面钢柱、变截面主钢梁、异型外包铝板加工及安装均需在较短时间内进行深化设计、材料采购、构件加工运输安装,5401个花伞节点空间位置的测设安装,如何顺利保质保量完成施工是本工程的难点,花伞钢结构的安装是整个工程的关键点,对项目部深化设计的能力和实践经验有相当高的要求。为此项目部组织专业BIM团队对钢结构与幕墙节点进行可视化深化设计。

(5)塔吊的选型、布置以及群塔作业的管理。本工程主体结构地上部分为钢结构,施工中材料及构件的现场运输主要采用塔吊,施工拟采用2台C7050塔吊和1台S450K20,塔吊之间有重叠区域。因此塔吊的运行安全及协调管理将成为施工管理的又一重点。

(6)由于项目的特殊性,对项目建成效果展示要求高,因此要通过多种形式对项目进行全方位全面的展示。

## 2 项目 BIM 应用策划

### 2.1 BIM 应用目标

项目部拟通过BIM技术的应用,力求最大限度地减少工程变更,更加科学地指导工程施工,有效地对工程管理目标进行控制,为工程的顺利实施、降本增效提供强有力的技术保障。针对工程的重难点,国际馆项目部计划应用BIM技术进行深化设计,并在计划管理、设计管理、技术管理、现场管理等方面发挥作用<sup>[7]</sup>,有助于总承包商提高技术和管理水平,从而更好地实现既定的项目目标<sup>[8]</sup>。

### 2.2 BIM 应用项策划

国际馆项目的BIM应用项有如下几点:1)临设模型、土建、机电模型建立;2)机电深化设计、管线综合排布;3)复杂节点的三维模拟、方案交底;4)施工模拟、场布模拟;5)5D项目管理(质量、安全、成本、进度);6)三维动画、VR技术展示等。

### 2.3 BIM 团队组织

本项目的总承包单位北京市第五建筑工程有限公司,投入了大量的人力、材料、设备资源,来实现工程建设的BIM应用目标。为确保满足合同中对项目BIM管理的相关要求顺利实现,以及考虑到本项目组织架构的复杂性,在施工总承包处设立BIM团队,由沈阳建筑大学管理学院BIM研究与应用中心为总包提供BIM咨询服务,统筹管理BIM应用工作。

### 2.4 软硬件环境

#### (1) 硬件配备

BIM应用中心的建模电脑均为intel i7 3.60GHz, 32G内存,NVIDIA GeForce GTX 1060及以上显卡配置,保证建模极其BIM应用的速度。

#### (2) 软件应用

根据BIM应用目标,使用如下软件完成BIM综合应用:

1)建模软件。土建、安装专业建模使用Revit、钢结构建模使用Tekla、幕墙建模使用Rhino。

2)施工过程BIM软件应用。Navisworks和Fuzor软件用于施工工艺模拟等、广联达造价云用于全过程造价管理、筑业软件用于合同资料管理、Luban

Works 用于管线碰撞检查、用 Luban Plan 做进度计划管理、Luban Node 将钢筋复杂节点进行可视化编辑与交底、广联达 BIM 5D 实现 5D 建造,为项目提供数据支持等。

3)效果展示软件。Fuzor 可进行虚拟漫游浏览、Lumion 进行景观设计和渲染、广联达 VDP 利用 VR 技术进行虚拟漫游体验同时也是虚拟设计平台、PTGui 为全景拼接软件、720 云用于 VR 全景制作,以此满足不同展示需要。

### (3) BIM 协同平台

以鲁班为 BIM 协同平台,将各参建方纳入 BIM 中心体系,并关联 BIM 模型、照片和资料等,支持相关人员协同工作,完成审批、回复、生成报告等多项任务。这样解决了传统管理模式下的信息不全、档案资料难以长期保存、追溯信息不准确、管理精细化水平不高、各专业协调效率低下等问题,提高了管理效率和水平<sup>[9]</sup>。图 2 为项目 BIM 软件应用流程。



图 2 软件应用流程

## 3 BIM 综合应用

针对工程的要求和重难点,BIM 团队通过与总承包、设计单位、相关分包单位的协作,结合相应的 BIM 软件,制定了不同的解决方案,实现了 BIM 在施工过程的应用。本项目的 BIM 应用点主要包括以下内容。

### 3.1 模型构建与深化设计

(1)模型构建。首先 BIM 团队统一了多专业协同建模规则,然后进行 BIM 协同平台的部署及各单位账号及权限分配。准备工作完成后,运用 Revit、Tekla 等软件进行初期建模,如图 3 所示。

(2)深化设计。图纸深化设计在施工中尤为重要,使用 Revit 进行初期建模,BIM 团队发现各专业图纸问题共 61 项,并将图纸中的问题形成文档并通

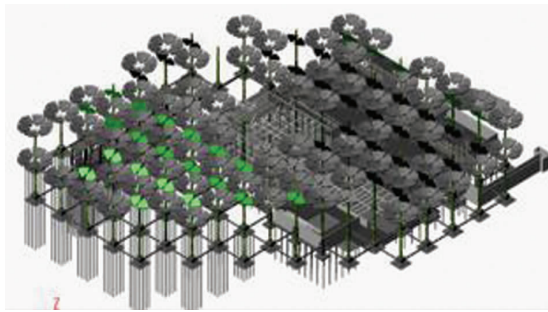


图 3 国际馆模型

过 BIM 平台将图纸问题进行多方面展示。经设计院审核更正后,BIM 团队再对模型优化,并定期与项目部进行模型会审。

(3)管线综合。BIM 团队将各专业模型整合上传至 Luban Works 中进行漫游及碰撞检查。同时运用 Fuzor 可以与 Revit 同步的特点,进行多专业协同与碰撞,检查出碰撞问题 169 项,疑似碰撞点 87 项(图 4)。通过与施工设计单位的技术交底,解决碰撞问题。



图 4 FUZOR 检测碰撞图

(4)净高检查。本工程管线较为复杂,且对净空要求高,BIM 团队通过 Luban Works 软件,将土建与安装各专业 BIM 模型整合,确定净高,进行检查,指导施工。

(5)预留孔洞。BIM 团队通过 Luban Works 平台将土建与水暖电各专业模型整合,筛选碰撞结果,确定预留洞口位置,预留洞口数据通过 BIM 协同平台将 BIM 模型及成果共享,施工现场技术人员随时可以调阅查询。

### 3.2 施工规划与组织设计

(1)钢筋节点。由于花伞钢结构构件与钢筋冲突碰撞问题发生较多,利用 BIM 的虚拟技术模拟建造后,可以在施工前发现冲突部位,再采取优化钢结构构件或者钢筋形状、钢筋绑扎顺序等措施,有效解

决这一问题<sup>[10]</sup>。同时,对于钢筋部分采取局部难点构造创建了关键节点的方式进行可视化交底,并将节点上传至 BIM 系统手机端、电脑端用于多方协同应用。基于鲁班节点软件 Luban Node,实时进行三维量取,查看钢筋种类、级别、直径、长度,并且挂接至 BIM 模型中相应位置,将钢结构模型与钢筋模型进行整合分析,对节点进行深化设计,优化钢结构与钢筋连接方式,降低现场施工难度(如图 5 所示)。

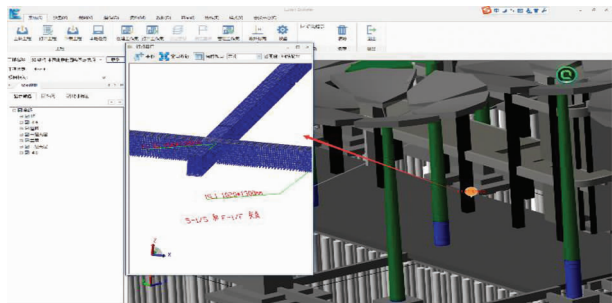


图 5 钢筋节点

(2)施工方案模拟及优化。国际馆基础深度高低不一,BIM 团队利用 BIM 协同平台的互联网优势,对基坑开挖进行模拟,使各参建单位项目管理人员通过笔记本电脑、ipad、手机客户端查看土方成型效果、查询标高、坡度开挖平整等所需信息。利用 Luban Plan 将模型构件与时间相关联,对比实际施工时间与计划进行的时间,对施工进度有效的管理和控制。对于复杂节点的施工,结合 Navisworks、3Dmax、Fuzor 4D 施工模拟、图片展示等多手段进行施工工艺模拟,如图 6 所示,花伞拼装模拟可以较为精确、直观地展示具体的施工顺序,方便指导施工。

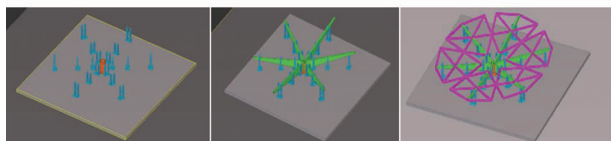


图 6 花伞拼装模拟

(3)场布模型及检查。首先,BIM 团队将 Revit 模型导入 Fuzor 中,体验场布的整体布局,检验构件摆放、施工机械器具是否合理,减少二次搬运。根据相关规范,检查出不合理布置共 12 项,并出具了场布报告。其次,本项目施工场地狭小,为消除大型机械对场地中设施的影响,BIM 团队提前进行大型机械进场模拟,规划进场路线。通过花伞安装的

施工模拟,并结合场地布置情况,对原计划布置的三号塔吊方案进行优化,取消了三号塔吊,同时为了配合花伞安装、吊装,使用 240t 汽车吊配合施工(如图 7 所示,场布模拟效果图)。



图 7 场布模拟

(4)技术交底。BIM 团队在优化模型之后,建立了钢筋三维节点图,制定了特殊过程和关键工序的交底(图 8)。在项目实施过程中,团队还积极尝试和推广二维码的使用,创新管理模式<sup>[11]</sup>,通过扫描二维码即可获取交底资料,并定期与现场施工管理人员进行交底。二维码的使用在后续的运维应用、全景效果图等方面都有很好的表现。



图 8 技术交底

(5)建立施工过程数据库。BIM 团队利用鲁班基础数据管理平台,将建设工程的整个施工过程、材料使用详尽地记录在案,并挂接至 BIM 模型中对应构件,上传至后台,进行“无纸化”的施工管理。相关工作人员可通过鲁班平台客户端及时查询相关构件信息,为后期运营维护等工作提供了方便条件。

### 3.3 项目目标与动态管理

(1)施工全过程造价管理。BIM 团队利用 BIM 模型协助造价咨询单位做资源分析,造价文件上传广联达造价软件,随时获取生产计划、采购计划等准确数据,提高计划准确性。

(2)5D 虚拟建造。在整个项目施工过程中, BIM 团队对施工进度、施工质量以及施工成本等进行模拟化管理<sup>[12]</sup>。运用广联达 BIM5D 软件,将三维模型与进度、成本数据紧密结合,形成 5D 模型,实现 5D 建造,直观了解项目进度,资金走势,为项目的合理资金准备及进度计划提供依据。

(3)运维应用。BIM 团队将资料根据内容挂接至相关构件,点击构件信息,或通过移动客户端扫码查看构件二维码,均可查阅构件属性、状态、施工过程资料等信息,实现运维管理 3D 可视化,为后续日常运营维护管理提供了方便(图 9)。



图 9 运维应用准备

### 3.4 效果设计与情景模拟

(1)VR 技术的虚拟漫游体验。广联达 VDP 为虚拟现实设计平台,制作 BIMVR 内容,快速实现 BIM 游览、专业查看、构件检查、BIM 施工流程、模拟 BIM 质量检查等,提升建筑工程设计、施工方案效果。BIM 团队通过采用广联达 VDP 模拟三维空间,给观看者带来更加真实的效果,也为设计、施工、投资找到最佳决策。

(2)全景效果图。BIM 团队将渲染后的模型结合 720 云和 PTGui 全景拼接软件创建 360 度的网络全景图,模拟项目建成后三维空间实景效果,让观看者更加真实、全面的体验项目全景(图 10)。

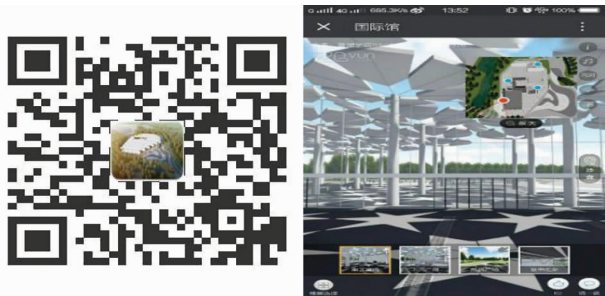


图 10 网络全景图

(3)渲染效果图。BIM 团队参照设计院效果图,利用 Lumion 对深化设计模型进行了渲染,展示出了项目建成后的实际效果,实现了建筑形态的仿真呈现(图 11)。



图 11 国际馆室内效果渲染图

## 4 结语

### 4.1 创新点

世园会国际馆项目通过 BIM 技术的综合应用,很好地将项目全生命期可视化、数据化、信息化,使项目建设转化成高效、精细、协同的一种全新模式。在该项目中,创新点首先表现在基于 BIM 的虚拟拼装技术,提前对造型新颖独特的花伞进行拼装模拟,有效降低实体拼装过程中的成本、管理等问题,提高了构件加工精度,促使现场拼装高效进行,缩短了工期。其次,BIM 的应用实现了项目无纸化交底,电子化保存交底资料,不仅满足了项目的建设需求,还为后期运营维护和追踪管理提供了数据支持。最后,在该项目中,BIM 技术应用到项目全阶段、全部门、全专业,使 BIM 技术发挥了其真正价值。

### 4.2 展望与思考

BIM 技术可以提高建筑业精细化管理水平,提升建筑行业的经济效益,促进节能减耗,在参建各方共赢的情况下,减少社会资源浪费。但 BIM 行业管理制度不完善、正向设计瓶颈难突破、行业标准不统一、各参建方对 BIM 认知程度落后的问题普遍存在<sup>[13]</sup>。为了 BIM 技术可以更好地服务项目,取得预期应用效果,应当积极推进 BIM 技术在设计、施工、运营全过程的应用,使 BIM 技术在日常施工中的应用成为常态。

## 参考文献

[1] 王广斌,张珠晶,周哲峰,等.以运营为导向的轨道交

- 通 BIM 技术应用特点及方案研究[J]. 土木工程信息技术, 2019, 11(3): 11-15.
- [2] 丁颖. 建筑全生命期 BIM 技术在上海国际金融中心项目中的应用研究[J]. 建筑经济, 2019, 40(6): 62-67.
- [3] 赵鹏, 陈浩, 章明友. EPC 模式下 BIM 技术在装配式建筑中的设计应用和实践[J]. 建筑结构, 2019, 49(S1): 895-898.
- [4] 胡轶, 康志宏, 曹乐, 等. 北京中关村科技园—丰台创新中心项目 BIM 技术综合应用[J]. 土木工程信息技术, 2019, 11(4): 7-12.
- [5] 陈丽娟, 骆汉宾, 辛宏妍. 基于 BIM 的大型博览项目全寿命周期管理平台开发与应用[J]. 土木工程与管理学报, 2015, 32(3): 54-61.
- [6] 张灿, 李万章, 韩小鹏, 等. BIM 在建筑施工中的深度应用——2019 年中国北京世界园艺博览会生活体验馆工程[J]. 土木工程信息技术, 2019, 11(1): 9-18.
- [7] 许龙, 梁汉辉. 项目级智慧建造平台在工程项目中的应用方向及价值探索——天津周大福金融中心项目[J]. 土木工程信息技术, 2019, 11(3): 76-80.
- [8] 马智亮, 张东东, 马健坤. 基于 BIM 的 IPD 协同工作模型与信息利用框架[J]. 同济大学学报(自然科学版), 2014, 42(9): 1325-1332.
- [9] 魏世桥, 何洋. 基于 BIM 技术的项目管理平台研究及应用[J]. 水运工程, 2018(8): 113-117.
- [10] 魏晨康, 袁小兵, 王强, 等. 基于 BIM 技术的复杂劲性结构钢筋优化设计[J]. 施工技术, 2017, 46(9): 11-13 + 125.
- [11] 郑开峰, 赵厚凯. BIM 技术在上海世茂深坑洲际酒店装饰阶段的应用[J]. 土木工程信息技术, 2019, 11(3): 24-28.
- [12] 胡建海. BIM 技术在现代建筑工程项目管理中的应用[J]. 智能城市, 2018, 4(8): 68-69.
- [13] 万玲, 黄建功. 湛江市建筑行业 BIM 技术应用现状及阻碍研究[J]. 建筑经济, 2019, 40(8): 116-120.

## Integrated BIM Implementation in International Pavilion Project of Beijing World Expo

Xiao Tong<sup>1</sup>, Wu Bo<sup>2</sup>, Qi Baoku<sup>1</sup>, Li Yiting<sup>3</sup>, Lin Xinkai<sup>4</sup>,  
Zhang Duo<sup>5</sup>, Bai Xue<sup>1</sup>

- (1. School of Management, ShenYang Jianzhu University, Shenyang 110168, China;  
2. BCEG No. 5 Construction Engineering Co., Ltd., Beijing 100007, China;  
3. Shanghai Luban Software Co., Ltd., Shanghai 200433, China;  
4. China State Construction Overseas Development Co., Ltd., Shanghai 200120, China;  
5. Liaoning Technical University, Fuxin 123000, China)

**Abstract:** The above ground part of the International Pavilion project of Beijing 2019 World Expo is composed of 94 "umbrellas" in steel structures, which is large in volume, and proposes high construction civilization requirements in really tight construction period. The application of BIM technology in the whole life cycle of the project has achieved great achievements in many aspects, including deepening design, construction planning, organization design, target management, effect design, and etc., which has significantly improved management efficiency, saved construction period, and reduced project operation cost. The BIM application has provided strong technical guarantee for the smooth implementation, cost reduction and efficiency increase of the International Pavilion project, which also provides a successful engineering for the realization and development of BIM Technology.

**Key Words:** International Pavilion; Project Life Cycle; BIM Technology