

# BIM 施工管理平台在体育场工程中的应用研究

毕天平, 张 媚

(沈阳建筑大学管理学院, 辽宁 沈阳 110168)

**摘 要:**以广州恒大体育场项目为依托,利用建筑信息模型(Building Information Modeling, BIM)施工管理平台解决体育场工程施工过程中存在的结构复杂、施工数据多、管理模式落后等问题,构建系统化、数据化的智能施工管理平台。BIM 施工管理平台集三维交互、技术管理、进度管理、质量管理、安全管理、成本管理、物料管理和权限管理等于一体,实现了对施工项目人材机、施工对象、施工现场等一体化智能管理。

**关键词:**BIM; 施工管理; 体育场工程; 管理平台

**中图分类号:**TU71

**文献标志码:**A

体育强国建设作为中国式现代化进程中的重大战略目标,体现国家对体育事业的高度重视以及为体育事业全面发展提供的新机遇<sup>[1]</sup>,在未来的一段时间内中国将开展和承办包括中超联赛、亚洲杯等众多国内、国际的大型体育赛事,这些赛事对体育场的功能要求也在不断提高,体育场工程的新建和改建工作是作为赛事开展的重要前提。体育场因其使用功能的特殊性,需要在满足结构合理性的条件下,尽可能打造出现代化的建筑造型,成为城市空间新景观<sup>[2]</sup>。

体育场工程具有跨度大、专业工种多、涉及面广等特点,这些特点会给施工技术和施工管理带来困难。基于建筑信息模型(Building Information Modeling, BIM)技术所搭建的三维立体模型能够有效地解决这些问题,但国内对于BIM技术的拓展和应用处

于持续探索和发展阶段,未形成规范的体系,导致各类图纸、模型、信息之间无法交互使用<sup>[3-5]</sup>。

大型体育场工程施工较多采取传统管理方式,在施工全过程中,通过收集阶段性数据的方式,完成施工技术、进度、质量、物料管理等任务,这种模式无法实时调度信息数据,进而无法实现对大型体育场工程的高效管理。智慧工地是将“互联网+”的概念引入建筑工地,依托计算机辅助设计技术,收集施工项目技术、人员、安全等数据,建立可视化、实时化、精细化施工管理模式。BIM、物联网(Internet of Things, IOT)等新技术的引入有效促进了产业转型,实现产业高速发展<sup>[6]</sup>。

目前, BIM、物联网、地理信息系统(Geographic Information System, GIS)、5G等技术不断融入施工管理过程,提高了施工管

理的智能化和规范化。韩豫等<sup>[7]</sup>基于智慧地球、智慧城市的理念,结合建筑施工提出了智慧工地的概念,构建了智慧工地的内涵特征和系统框架,为后续智慧工地的发展提供启示。还有学者基于智慧工地的概念,以BIM作为主要技术手段,从多角度对智慧工地管理体系框架进行丰富设计<sup>[8-9]</sup>。通过学者对施工现场各管理角度进行细化研究的结果可知,Tang S等<sup>[10]</sup>针对建筑运营监测、物流、安全和设备管理等4类建筑施工和运营中的管理重点,提出了5种BIM技术与物联网数据实时集成的解决方法。另外,许多学者对基于BIM技术的智慧工地平台搭建做出了应用介绍,王超等<sup>[11]</sup>基于BIM+GIS技术实现建筑信息模型与地理信息系统相结合,研发了隧道工程施工综合管理平台,实现了隧道工程施工规范化、专业化、信息化和管理安全化。

智慧工地概念的引入为建筑工地施工管理开创了智慧管理的新时代。国内外学者关于智慧工地管理框架体系的相关研究,已产生较多具有实践意义的研究成果,构建了具备实际应用价值的项目管理平台。在现有研究中,针对超大型体育场工程的结构特殊性从施工管理智慧化层面搭建管理平台的研究还存在空白。

笔者通过对现有研究结果的归纳总结,并结合体育场工程施工管理难度大的特点,对平台管理框架进行优化,构建基于BIM、GIS和IOT技术相结合的体育场工程施工管理平台框架,以广州恒大体育场工程试点项目为例,描述平台在该项目上的管理内容及管理流程。

一、工程概述

广州恒大体育场位于广东省广州市番禺区兴业大道与钟屏路交汇处,距广州南站2.6 km。该体育场占地面积150 953.59 m<sup>2</sup>,总建筑面积529 894.13 m<sup>2</sup>,其中地上建筑面积229 325.36 m<sup>2</sup>,地下建筑面积300 568.77 m<sup>2</sup>,项目总投资120亿元,中标合同额约43亿

元,由中国建筑第四工程局进行总包。

广州恒大体育场作为广州足球俱乐部的主场,可容纳观众人数超过10万人,该体育场建成后将成为全世界超大规模、档次最高、设施配套最全、科技含量最高的顶级专业足球场。广州恒大体育场建筑效果如图1所示。



图1 广州恒大体育场建筑效果图

广州恒大体育场具有超大型工程体量及复杂工程结构,其施工管理难以形成规范化、系统化、上下统筹一致的体系。BIM施工管理平台可作为解决类似体育场工程施工及管理问题的关键手段,以三维GIS为基础,通过广域地形空间三维数字化实现项目空间管理,以精细化BIM模型为载体,实现建筑物、设备设施数字化的多方协同管理,进而达到质量、安全、进度等联动管理,最终满足体育场项目的施工管理可视化、数字化、信息化和精细化的管理需要。

二、施工重点与难点

1. 规模大、工程结构复杂

广州恒大体育场结构为地下2层、地上7层,建筑高度92 m,体育场平面呈椭圆形,球场屋盖平面南北方向长324 m,东西方向宽287 m,属于建筑规模等级中的特大型建筑。特大型工程的施工需要强化施工质量,选择专业的施工队伍科学划分施工区域,以确保施工进度、施工安全等工作正常进行。该工程在设计时参考“并蒂莲”和“璀璨宝石”的外观,结构体系为混凝土框架结构和屋面网架钢结构。整个屋面由24片花瓣状屋面钢结构叠合3层组成,单个菱形花瓣外包尺寸约40~50 m。膜结构罩棚由膜材、金属和膜材混合、穿孔铝板构成,用钢量约6万t。不同于普通工程,体育场工程在建筑设计时要考

虑容纳人数、美观性等因素,其最终呈现出的设计及工程结构往往较为复杂,同时施工过程中受施工气候条件等影响,大大加剧了类似工程施工难度。

## 2. 分包多、统筹协调困难

广州恒大体育场项目涉及专业工种、施工队伍众多,工程参与方较多,极大地增加了整个工程项目的施工质量、安全、进度、成本、文明施工和绿色施工等方面的统筹协调工作难度。

## 3. 管理效率低、工期紧张

广州恒大体育场工程自2020年7月15日开始施工,至2022年6月30日竣工投入使用,工期715天。项目施工的主要节点为桩基础工程、地下室底板、地下室结构、地上主体、钢结构安装、综合机电消防智能化工程及其他工程。工程在施工时要对施工进度严格把控,以提高施工现场管理效率,确保各专业施工队伍协同作业,做到在主要节点按计划完成施工任务,避免延误工期、增加施工成本。

# 三、基于BIM技术的体育场工程施工管理平台架构

## 1. BIM施工管理平台架构

广州恒大体育场BIM施工管理平台以BIM集成技术开发为基础,以BIM模型为核心链接现场技术、生产、质量、安全等非几何数据,以5G技术为动力实现工地物联网的全面低延时监管,以数据库技术为关键数据支撑,以精细化、集成化管理理念为主要理论依据,结合3D GIS和物联网等技术,通过集成三维交互功能、技术管理、进度管理、质量管理、安全管理、成本管理、物料管理和权限管理等功能模块,辅助工程各方人员在BIM施工管理平台对体育场工程施工全过程进行统一化、高效化和智能化的施工信息采集、统计和分析。

为实现基于BIM+GIS+IOT技术的全景宏观与设备微观的三维模型一体化管理平台建设,项目具体设计思路基于基础设施层、数据资源层、应用支撑层、流程管理层、综合应用层和决策支持层6层平台架构,该架构

为广州恒大体育场工程实现协同办公、精细化管理等目标提供了理论基础。平台总体架构设计如图2所示。

### (1) 基础设施层

它包括基础软件和基础设施,如数据存储需要的云服务器,数据信息传输需要的基础网络,如RFID、宽带、5G技术等。基础设施层为平台搭建、项目运行和维护提供基本技术支持。

### (2) 数据资源层

它包括体育场工程综合数据库和基础信息数据库交换整合形成的主体分析库。数据资源层为体育场工程建立全生命周期各阶段的共享数据库,用于工程数据的统一存储、集中管理和调取,形成基础信息数据库与主题分析库的交换通道。各类信息数据包括BIM、GIS等三维信息模型及业务信息、文档和视频图片等,数据格式主要包括RVT、CAD、DOC、PDF、XLXS、DNG等。

### (3) 应用支撑层

它包括建筑信息模型管理平台、三维地理信息系统和数据库管理系统。应用支撑层为应用层提供能力支撑及基础管理功能。

### (4) 流程管理层

它是指由工程维护管理、流程管理、元数据管理、系统安全管理、数据管理、服务管理和共享交换管理等共同形成的管理系统。流程管理层基于体育场工程存在的参与方众多、管理不便等特点,平台设计考虑项目管理问题,搭建全方位管理流程,实现多方统筹协调的高效管理。

### (5) 综合应用层

基于BIM+GIS多元信息所形成的项目管理应用系统,提供超大型体育场工程所需功能,作为平台实际应用的具体体现,包括进度、质量、成本、安全和合同等平台管理具体应用。

### (6) 决策支持层

基于BIM+GIS形成体育场项目决策支持系统,支持解决非结构化施工管理问题,包括风险预警管理、综合审批和BIM+GIS综合应用为管理人员提供决策支持。

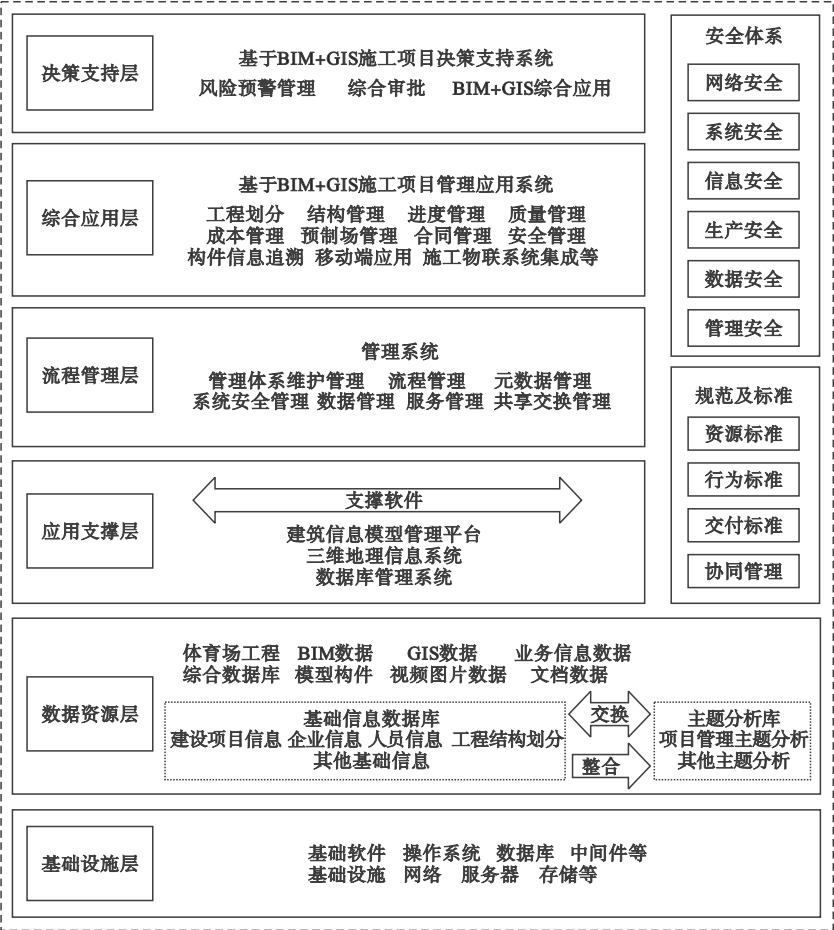


图 2 基于 BIM 技术的体育场工程施工管理平台架构

2. BIM 施工管理平台应用优势

(1)可视化

体育场工程施工重点和难点之一在于项目规模庞大、工程结构复杂,对于施工现场管理及施工队伍专业性具有较高要求,BIM 施工管理平台基于真实项目数据搭建三维立体虚拟化模型,并根据项目实际情况在平台内赋予模型材料信息、空间地理信息等,以可视化、集成化的施工管理新模式多角度展示工程结构、施工进度等项目概况。管理人员通过 BIM 施工管理平台可以查看建筑三维模型,可对比工程整体和阶段施工进度,规范关键施工技术,把握主要施工节点,为打造标准化体育场工程奠定基础。

(2)协调性

体育场工程施工参与方多、节点复杂、构件多、周期长。建筑工程施工过程会存在不可预见因素,最终导致增加成本、延误工期等

情况的发生。BIM 施工管理平台通过对施工人员、进度的统一管理,制定施工进度计划表,并根据工程实际情况细化施工进度、人员管理及风险排查等,减少施工中可能存在的问题,规避施工过程可能发生的隐患,能够极大程度实现项目各方的高效统筹与协调。

四、BIM 施工管理平台功能模块设计

广州恒大体育场建设规模在国内已建成的同类建筑中名列前茅,超大型、结构复杂的工程面临众多建设难点、管控难题和提质增效的管理要求。以体育场工程特点为功能导向的 BIM 施工管理平台,能够对工程有关的多项内容进行整合管理,便于建设单位的管理和施工单位的现场作业管理。BIM 施工管理平台的管理内容主要包括三维交互功能、技术管理、进度管理、质量管理、安全管理、成本管理、物料管理和权限管理八大管理



板块。同时,在 Web 端基础上开发了手机端应用与之协同配合,实现信息的双向交换与

实时共享。BIM 施工管理平台在体育场工程中的主要应用如图 3 所示。

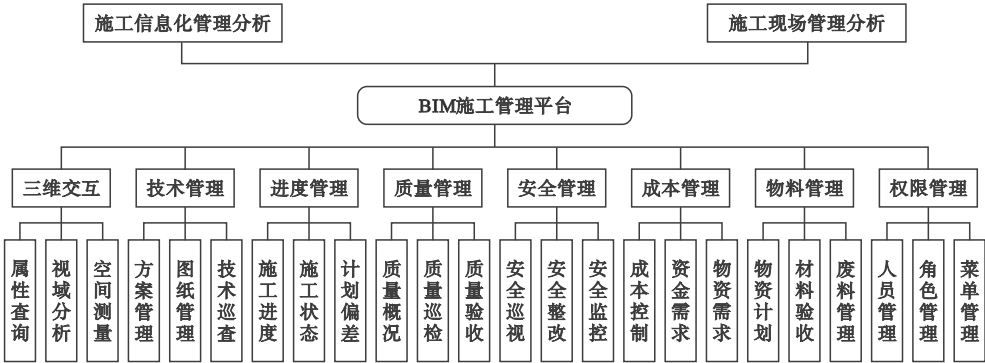


图 3 BIM 施工管理平台在体育场工程中的主要应用

1. 轻量化模型的三维交互功能

BIM 施工管理平台支持导入 BIM 三维信息化模型并进行三维总体浏览,在模型图层选项栏可以操作演示,以三维信息模型为链接可实现基础模型展示浏览、属性查询、信息查询、空间测量、对象绘制、场地布置等基本三维交互功能。同时,考虑体育场工程基础施工及主体施工的特殊性和复杂性,为寻找最优的施工方案,平台基于三维模型能够实现挖方填方分析、视域分析、淹没分析、对象绘制、坡度分析等分析功能。

2. 基于非几何信息的技术管理

大型体育场工程施工过程中会产生大量非几何信息,传统施工管理方式无法实现信息的规范化和高效化的存储、修改、删除和调用,大大降低了施工管理效率。基于三端一云的协同项目管理平台,开发 Web 端方案管理、图纸管理、资料管理、试验管理、三维交底和技术巡查等内容与手机 APP 端开发方案管理查看、图纸管理查看、资料管理查看和策划视频查看等内容的交互管理新模式,基于 5G 工地物联网,实现全面低延时监管施工现场实时数据。

平台技术管理是在原有传统的方案、图纸、资料等管理基础上,支持在线预览,做到方案、图纸、资料等与 Revit 模型相关联,通过点击模型可以直接链接方案,也可以通过点击方案显示模型相关部分,实现两者互通有无。技术巡查功能现场负责人员可利用手

机 APP 将施工现场技术问题实时上传、修改,技术巡查功能能够提高施工现场技术作业的规范性,提高工程项目安全性。

3. 施工进度、质量、成本等多方协同管理

以往体育场工程采用的传统施工管理方式所造成的工程协调效率低,是导致工程进度缓慢、质量无法提高以及造价成本高的主要原因。广州恒大体育场采用以 BIM 施工管理平台为管理手段的管理方法,对施工各个阶段存在的问题采取干预、控制、调整和改进的多方协同管理措施。

(1) 进度管理

平台通过提供施工进度甘特图、生产看板等,同时结合手机移动端最大程度保证施工进度按计划进行。体育场工程工期长,利用平台的统一数据通道,可以对整体进度数据进行实时汇总分析,形成具有对比性、数据化的生产看板,显示施工项目各阶段施工进度,各项施工任务的任务状态、施工状态与进度偏差等,结合各工种所属部门提交的日志,全方位把握施工进度,对于存在任务脱节的施工内容及时进行调整,确保工程施工及进度总目标的实现。

(2) 质量管理

对于系统复杂的超大型体育场工程,其施工质量管理包含施工前、中、后全过程以及全方位管理。平台对于施工质量相关资料以网盘形式存储,支持用户自定义目录,并以文件挂载的方式实现文件与模型及分部分项工

程挂接,相较于单一纸质化质量验收标准更为立体化和精准化。平台质量巡检功能开发时考虑巡检记录的实时性和便捷性,采用手机移动端与 Web 端共享的方式。广州恒大体育场工程对于施工重点、难点可通过平台以视频或动画的形式进行虚拟演示,进而提高质量管理水平。

(3) 成本管理

项目成本管理是对施工相关费用的整体管理,超大型项目投资数额巨大,其成本构成内容多,BIM 施工管理平台以施工项目造价数据化为成本管理搭建准则,基于 BIM 属性信息结合模型生成并导出工程量表,精准计算各工程部位所需物料,物料每天施工数量及编号可通过平台记录上传至相关负责人,实时采集材料价格、用量等数据信息,系统根据施工时间和材料数量以多种形式展现实际工作进度,对比工程项目进度结算金额与工程量清单,构建项目全阶段成本管理体系,系统化地确保每一笔拨付款项均有根据。成本数据录入功能能够实现成本数据与施工组织计划数据相匹配的同时链接对应三维立体模型,形成与实际施工进度对比的成本分析,对于产生超出预算的情况进行预判和及时调整,提高工程成本计算的精准性、透明性。

(4) 安全管理

安全隐患是施工过程存在的重要问题,针对大型体育场工程的结构特殊性,平台结合施工现场的安全管理规定及要求,采用移动端进行安全巡视,同时与 Web 端共享安全巡视检查记录,做到对安全隐患问题实时跟踪、整改,形成安全管理闭环。

(5) 物料管理

由于大型体育场工程在施工过程中会使用大量的生产物料以及产生大量废料,物料管理功能设计过程考虑从物资整体计划到施工产生废料的管理,以对物料进行全方位管理。平台基于 BIM 各项属性信息进行物资计划管理,对比实际施工用料情况,分析现有施工用料情况,对后续施工用料进行管控。与其他协同平台相比,BIM 施工管理平台开

发了废料管理功能,通过智能地磅数据及人工上传方式,统计并记录废料出入量等相关信息,形成不同类别报表,做到物料数据闭合与分析。

(6) 权限管理

广州恒大体育场项目参与方众多,平台在设计用户访问权限时根据部门和岗位的不同,授予用户不同的权限,在实现数据共享的同时保障数据安全。权限管理具体功能分为人员管理、角色管理和菜单管理,分别对用户的信息、角色的信息以及系统功能菜单进行增删改查。

4. 基于 BIM 施工管理平台的安全监控

项目管理者可以通过 BIM 施工管理平台的网页端、移动端、客户端 3 端对工程施工阶段各监控视频进行实时调取、查看,对施工工况、施工人员、施工设备等进行实时管理,以便及时发现并解决问题。平台内综合看板实时展示施工现场的天气、温度、湿度、PM2.5、风向等环境数据,保证工程施工环境符合标准。

五、结 语

在体育场工程施工过程中,采用 BIM 施工管理平台进行施工管理,解决因体育场工程结构复杂、工程体量大导致的进度、安全、质量以及协调困难等问题,实现施工现场全方位、智能化、数字化施工监管,提高了体育场工程施工质量和管理水平。

BIM 施工管理平台包含基础设施层、数据资源层、应用支撑层、流程管理层、综合应用层和决策支持层,这些应用实现了体育场工程信息的获取与存储、交换与整合、分析与决策。基于平台架构,通过综合运用 BIM、IOT、GIS、大数据、移动端、5G 和云服务技术等,结合体育场工程实际施工管理需要,研发出包含进度管理、质量管理、成本管理、预制场管理、合同管理、安全管理、构件追溯、工程划分结构管理、移动端应用等的平台,实现了施工管理更全面、更透彻的互联互通。

体育场工程作为中国现阶段及未来需要

重点建设的大型建筑工程,要积极响应中国建筑行业数字化转型要求,与 BIM 技术、大数据、人工智能、云计算、IOT 等新兴技术结合,紧紧围绕智慧化施工管理、智能化施工建造,通过融合高新技术和转变传统观念,打造规模化、覆盖率高的建筑产业数字化产品。

参考文献:

[1] 崔乐泉. 中国式现代化与体育强国建设的中国模式[J]. 首都体育学院学报,2022,34(6): 592 – 601.

[2] 任福波,蒲纳西. 现代体育建筑设计的特点: 某体育馆设计的思考[J]. 城市建设理论研究 ( 电子版),2018(35):160.

[3] 隋振国,马锦明,陈东,等. BIM 技术在土木工程领域的应用进展[J]. 施工技术,2013, 42( S2):161 – 165.

[4] 刘训梅,王柳燕. BIM 技术在项目管理体系中的应用研究[J]. 建筑经济,2021,42( S1): 232 – 235.

[5] 马少雄,李昌宁,徐宏,等. 基于 BIM 技术的大跨度桥梁施工管理平台研发及应用[J]. 图学

学报,2017,38(3):439 – 446.

[6] 王宝令,陈娜,吕贺. BIM 技术在我国建筑行业的应用及发展前景[J]. 沈阳建筑大学学报 ( 社会科学版),2018,20(5):470 – 475.

[7] 韩豫,孙昊,李宇宏,等. 智慧工地系统架构与实现[J]. 科技进步与对策,2018,35(24):107 – 111.

[8] 曾凝霜,刘琰,徐波. 基于 BIM 的智慧工地管理体系框架研究[J]. 施工技术,2015,44(10):96 – 100.

[9] 黄建城,徐昆,董湛波. 智慧工地管理平台系统架构研究与实现[J]. 建筑经济,2021,42(11):25 – 30.

[10] TANG S, DENNIS R, SHELDEN D, et al. A review of building information modeling ( BIM ) and the internet of things ( IOT ) devices integration:present status and future trends [J]. Automation in construction, 2019 ( 101 ): 127 – 139.

[11] 王超,周磊生,徐润,等. BIM 施工综合管理平台在隧道工程中的应用研究[J]. 重庆交通大学学报 ( 自然科学版),2020,39(9):74 – 79.

The Application Research of BIM Construction Management Platform in Stadium Engineering

BI Tianping, ZHANG Mei

( School of Management, Shenyang Jianzhu University, Shenyang 110168, China )

**Abstract:**Based on Guangzhou Evergrande Stadium project, the BIM construction management platform solves the problems existing in the construction process of stadium engineering, such as complex structure, large amount of construction data and backward management mode, and forms a systematic and data-oriented intelligent construction management platform. The BIM construction management platform integrates three-dimensional interaction, technology management, schedule management, quality management, safety management, cost management, material management and authority management into the unified system, realizing the integrated intelligent management of construction project personnel, materials and machines, construction objects and construction site.

**Key words:** building information modeling ( BIM ); construction management; stadium engineering; management platform

( 责任编辑:王丽娜 英文审校:林 昊)