

BIM 技术在机场市政配套工程设计中的应用

刘华杰

(北京市市政工程设计研究总院有限公司广东分院, 广东 广州 510000)

摘要: 随着 5G、AI、云计算、物联网等高新技术的日益成熟,基础设施行业迎来数字化转型快速发展期。鄂州花湖机场作为民航四型机场的示范项目,项目开展初期就要求各参与方大力推行机场数字化建造,为四型机场的建设积累实践经验,助力新时代中国机场的高质量发展^[1]。以鄂州花湖机场市政配套工程为例,重点讲述本项目市政配套工程设计阶段利用 BIM 技术实现全专业 BIM 正向设计并基于数字化孪生模型展开各项应用,为数字化机场的建设提供基础数据支撑^[2]。

关键词: 市政工程;BIM 应用;BIM 技术;正向设计

中图分类号: U491

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2022)03-0223-05

0 引言

鄂州花湖机场是全球第四个、亚洲第一个专业性货运机场,也是我国第一个获批建设的货运枢纽机场,见图 1。市政基础配套工程作为该项目建设的重要组成部分,其建设质量成为提升机场的运行效率、安全管理以及服务质量的基础保障。工程项目的质量目标与水平往往取决于前期设计质量以及后期的施工水平,所以本项目对设计阶段的质量提出了更高的要求。根据本项目的特性以及发展要求,引入“数字孪生”理念,借助 BIM 这种新型的技术手段作为支撑技术,为项目设计阶段植入数字基因,打造数字底盘,实现数字化正向设计以及数字化智能施工,同时也为机场的建设实现智慧赋能,大大发挥 BIM 技术优势^[3]。

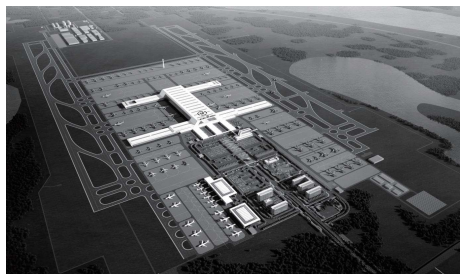


图 1 鄂州花湖机场

1 项目概况

鄂州花湖机场市政配套工程主要建设内容包括:场内市政道路工程(含市政管线)、中心 110 kV

变电站工程、10 kV 配电工程、综合管廊工程、1#能源站工程、给水泵站、垃圾收集站以及污水泵站等。

本项目要求实现全面数字化设计(BIM)的管理工作范围包括:

(1)全阶段:本项目所有阶段,包括但不限于实施准备阶段、策划与规划阶段、勘察测量阶段、设计阶段、施工建造阶段、其它过程伴随阶段(例如:采购招标、工程过程监理、进度计量支付、竣工验收交付、结算审计等)等;

(2)全专业:本项目各单项工程中的所有相关专业,包括但不限于测量、三维地质、三维地理、岩土、场道、建筑、结构、给排水、消防、暖通空调、电气照明、智能建筑、油气水电管路、信息弱电、动力能源、建筑节能、专用设备、市政公用、交通路网、电讯通信等;

(3)全业务:本项目建设审批流程上的全部业务节点,包括但不限于方案规划、勘察测量、计量造价、报建手续、招标、设计管理、施工项目管理、工程资料管理、工程过渡期管理等;

(4)全参与:本项目建设的各参建单位即是各 BIM 实施关联方,包括但不限于:发包人、BIM 咨询顾问、监理单位、分拣设备供应商、民航/物流专业系统供应商、土建施工承包商、专用设备安装承包商等。

2 BIM 应用技术路线

2.1 项目重难点分析

本项目在设计实施阶段存在专业系统众多、需多地多专业协同设计、地下环境复杂、交通组织复

收稿日期:2021-06-10

作者简介:刘华杰(1977—),男,硕士,高级工程师,从事市政路桥设计工作。

杂、工程实施组织协调难度大、需要将设计模型及属性向施工和运维阶段传递等问题,采用传统的设计方式无法实现设计各专业以及实施各阶段信息的实时有效共享^[3]。为了有效解决综上所述的问题,实现异地协同设计管理,确保设计精细、进度可控、数据完整、流程规范就必须引入新技术与新理念。BIM 这项新技术的理念就是将信息化、数字化融入项目全生命期管理中,因此将 BIM 技术引入到项目中,可有效的解决项目设计阶段的信息断层、设计方案优化、协同管理等一系列问题^[4]。

2.2 技术路线图

根据项目的需求和特点,制定 BIM 实施技术路线,见图 2。

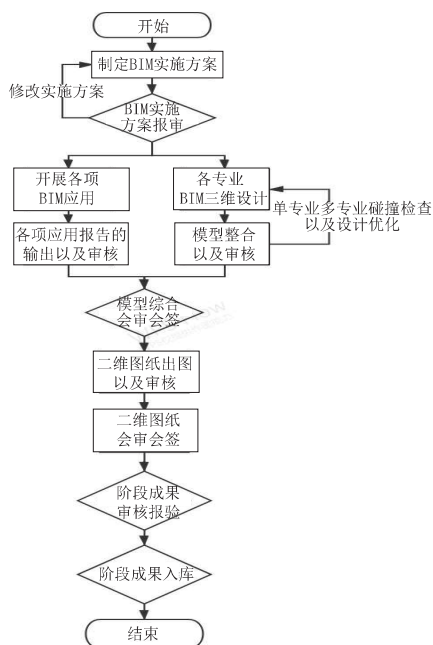


图 2 技术路线图

2.3 技术保障措施

(1) 组织措施

根据建设单位的要求,开展建设全阶段 BIM 运用实施,针对设计阶段制定了明确的 BIM 实施内容见表 1。更好发挥设计单位在 BIM 应用策划、标准制定、过程管理、成果审核方面的优势,辅助业主单位开展分阶段、分步骤的 BIM 应用实施。

项目开展初期,组建项目机构,配备足够的 BIM 专业工程师,划分各自专业职责,确保责任落实到人,保障项目顺利进行。

制定详细的工作计划,在计划时间节点内督促检查各专业 BIM 设计工作完成情况。

(2) 质量控制措施

以 BIM 项目负责人为组长,与各专业设计负责人组成质量领导小组,全面负责质量保障工作。BIM

表 1 设计阶段 BIM 实施内容

阶段	实施单位	工作内容
设计阶段	机场工程 设计总协调 / 专业工程 设计	1. 设计各阶段设计模型 2. 设计各阶段专项分析模型 3. 设计各阶段完整的工程图纸 4. 设计各阶段基于 BIM 的应用分析报告 5. 设计各阶段工程量统计报表 6. 设计各阶段模型属性信息表 7. 建筑指标表 8. 虚拟模拟动画、方案效果图等多媒体文件
	机场工程 BIM 咨询	1. 过程审核文件(工作报告、评估报告) 2. 管理流程文件(会议纪要、工作联系单) 3. 施工图模型信息录入方案

团队根据职责划分,由 BIM 项目负责人每周对 BIM 人员进行考察。

协调各专业设计人员的沟通、配合,反馈各专业存在的问题,再对 BIM 模型进行修改,减少设计的错、漏、碰、缺问题,提升设计质量。

(3) 进度控制措施

为了科学、合理地提高工作效率,保障本项目 BIM 工作顺利进行,应采用以下控制措施:

在项目开始之后,在合同约定时间内,应保证各专业设计人员基于设计协同平台同步开展工作。

划分阶段工作界面,分解工作任务,在各阶段时间节点检查工作完成情况,按时提交合格的 BIM 设计成果,满足进度计划要求。

对发现的问题及时采取措施,BIM 项目负责人每周召开项目进展情况(内部)审核会议。审查进度执行效果及分析资料,找出偏差的部位和原因,决定纠正偏差措施,使项目恢复正常运行。

3 BIM 技术在市政工程设计中的应用

3.1 项目应用目标

将 BIM 技术深度应用于鄂州花湖机场市政配套工程设计过程中,实现基于 BIM 的三维正向设计、建造可视化呈现、施工信息化管控和运营精细化服务^[5],见图 3。

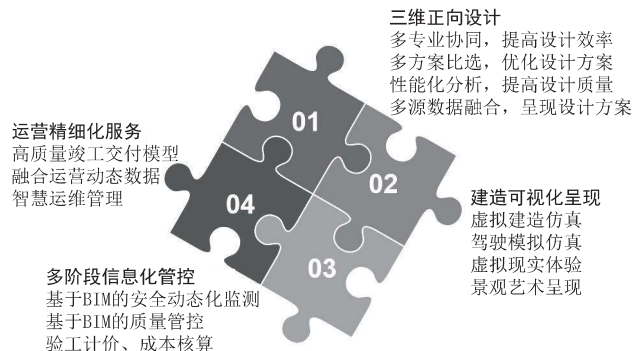


图 3 项目应用目标

设计阶段旨在借助 BIM 技术手段,基于 BIM 模型的可视化、模拟性、协调性等特点^[6],促进建设单位、各专业设计等各参与方的沟通与协作,辅助优化设计方案,减少设计错漏,从而提高设计质量和施工管理水平,保障项目的顺利完成,并为后续的项目运维管理提供数据基础。

施工阶段:基于施工图设计模型开展深化设计,创建深化设计模型。应用工程项目管理平台开展包括(不限于)进度管理、质量验评、计量支付、变更管理、安全管理、施工信息管理等的工程项目管理工作。

竣工阶段:在施工深化模型基础上,根据工程项目竣工验收要求和交付要求,基于工程项目管理平台实现基于工程信息模型的数字化移交。

3.2 BIM 实施体系建设

3.2.1 BIM 实施标准制定

通过对国家 BIM 标准研究,结合市政配套工程设计阶段的独特性,针对软件选用标准、模型创建标准^[7]、数据接口标准、模型应用标准^[8]及交换标准等多个方面制定实施标准,见图 4,为规范 BIM 技术在鄂州花湖机场工程建设全生命期的应用,充分发挥 BIM 优势,确保 BIM 实施效果,提升工程质量和投资效益提供规范和指导。

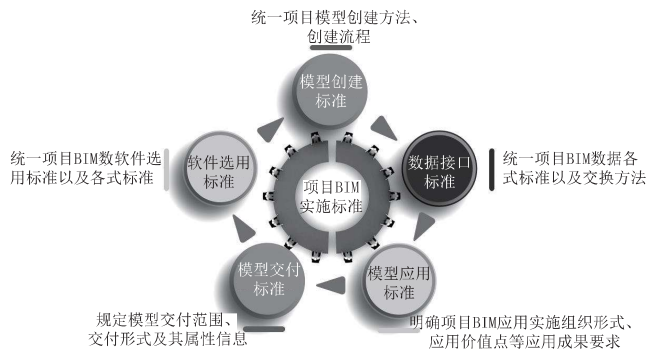


图 4 项目实施标准

(1)软件选用标准:统一项目 BIM 软件选用标准以及各式标准,确保 BIM 模型能够在各实施阶段以及各参与方能够共享协同,制定了机场工程 BIM 软件选用标准^[7];

(2)模型创建标准:规范模型创建方法、创建流程、模型校验等环节,以保证模型数据的准确性、规范性和统一性,制定机场工程 BIM 模型结构标准;

(3)数据接口标准:明确不同平台软件之间数据交换规则、数据交换类型等内容,以确保数据在项目各阶段、不同平台间的无损传递,制定机场工程 BIM 数据标准以及模型管理标准等;

(4)模型应用标准:明确项目 BIM 应用实施组织

形式、应用价值点、应用流程及应用成果要求等,并规范各阶段 BIM 模型应用的广度与深度,以满足机场工程全生命期 BIM 应用与管理的需求,制定了机场工程 BIM 应用标准^[8];

(5)模型交付标准:建立模型分类编码体系,规范设施的组成架构,规定模型交付范围、交付形式及其属性信息,明确模型数据的交付深度,以满足机场工程全生命期的管理需求,制定了机场工程模型分类编码标准以及实施精度标准等^[9]。

3.2.2 软硬件的配置

项目采用 Bentley 技术解决方案,软件配置方案见表 2。

表 2 软件配置方案

软件名称	软件功能	备注
MicroStation	基础模型建模以及二维图纸输出	BIM 三维设计软件
OpenRoadsDesigner	市政道路,市政管网,综合管廊建模	
ProStructures	管廊内部构件以及钢筋建模	
AECOSim Building Designer	机电管线,建筑结构建模	
Navigator CONNECT Edition	碰撞检测以及轻量化模型发布	信息模型发布预览以及协同工作平台
LumenRT CONNECT Edition	多源数据整合以及三维可视化效果表现	
Context Capture	搭建周边环境实景模型	
ProjectWise	设计协同管理平	

项目需搭建设计协同平台以及 Bentley 软件自身对电脑性能要求较高,制定了相应的硬件配置方案见表 3。

表 3 硬件配置方案

设备名称	参数要求	备注
协同管理主服务器	Dell R730;Xeon E5-2603 V3;32GB 内存(可扩展 256GB);8TB 硬盘(可扩展);千兆以太网口适配器。	1 台
台式机	Dell Precision 3620 系列 Intel i7 处理器、32G 内存、1TB 硬盘、GTX770 显卡、2 台 23 英寸液晶显示器。	12 台
笔记本	暗影精灵 4 代 Plus 17.3 英寸游戏笔记本 i7-8750H 16GB 1TB+256GB GTX1070 8G	6 台
路由器	华三 (H3C)ER8300G2-X 新一代企业级路由器机架式 1 个配置口(CON),6 个 GE 端口	4 台
互联网网络宽带租赁	独享网络带宽需不小于 1 00 Mbps 2 个固定 IP 地址。 提供 7×24 h 客户服务。	4 a

3.2.3 BIM 实施人员部署

本项目中设计阶段要求实现全面数字化设计管理,设计单位需开展相应的 BIM 模型创建以及 BIM 应用,同时需配合施工单位完成施工阶段模型深化工作,审查 BIM 模型。因此为保障本项目各项工作的顺利推进,进一步明确项目 BIM 实施各参与方核心团队及分工,组建由中国勘察设计大师李艺领衔、数十名技术精良的设计人员参与的 BIM 团队见表 4,基于 Bentley 平台,开展全专业、多阶段、跨地域的协同设计工作。

表 4 核心成员组成与职责分工

姓名	单位	职务	BIM 团队职责
李艺	北京市市政工程设计研究总院有限公司	总工程师、副总经理	项目总协调人、BIM 总指挥
和坤玲		院专业总工	项目总负责人
曹卫力		分院副院长	项目负责人
陈立楠		BIM 技术总负责人	BIM 技术总负责人、软件定制开发及构件编码开发负责人
劳伟康		BIM 专业负责人、分院所长	BIM 正向设计、协同设计管理负责人
刘华杰		道路专业负责人、分院所长	道路桥梁 BIM 技术负责人
.....			

3.2.4 BIM 实施平台搭建

依托基于 BIM 设计管理平台,可实现从设计阶段的全部信息无损传递,对本项目设计过程中的海量数据实现信息化高效管理,为项目各参与方(建设单位、设计各专业人员、施工单位等)提供可视化的数据共享平台,有效控制项目实施全过程的进度和质量,加强设计阶段全过程的精细化管理,有助于保障项目建设目标能够保质保量按时完成。

基于 ProjectWise 协同设计平台搭建协同设计网络平台,规划项目工作目录、定制工作空间及种子文件、确定人员访问权限、制定设校审流程等,见图 5。

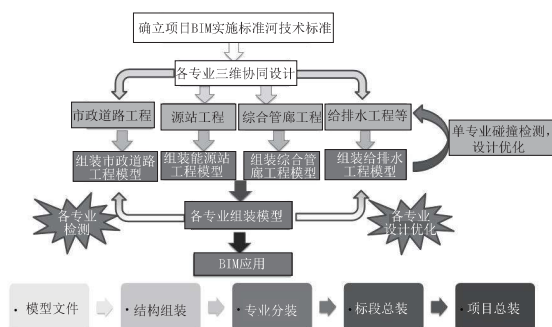


图 5 项目实施平台

3.3 BIM 应用内容

(1)全专业 BIM 正向设计:在协同工作环境中,依据项目 BIM 应用实施策划要求,搭建项目各专业 BIM 设计模型,见图 6,项目引入协同设计模式,借助协同管理平台,打通了设计、施工过程中数据协同共享的流程,有效减少项目各参与方沟通时间约 10%,减少线下设计例会、交底约 20 次,减少图纸、模型审核时间约 20%。



图 6 BIM 模型可视化展示

(2)基于模型出图:本项目专业覆盖面广,各专业间联系非常紧密,在完成各专业信息化模型搭建后,利用 BIM 软件实现设计二维图纸的自动输出,例如基于道路软件输出机场北区道路平面设计图,见图 7,同时还可以对特定剖面、视角进行截取保存,可有效解决 CAD 二维绘图的局限性同时也为行业总结一套完善的机场数字设计解决方案,形成可复制、可推广的技术应用成果。

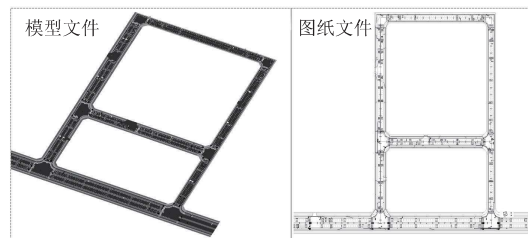


图 7 BIM 模型出图

(3)设计方案可视化效果表现:在设计方案中,根据不同设计方案要求,创建相应的信息化模型,见图 8,以三维可视化的形式表现多方案中各方案设计理念、设计思路和设计控制因素等设计内容,辅助设计单位、业主、政府等相关部门进行沟通和汇报,便于进行设计方案比选和快速决策。

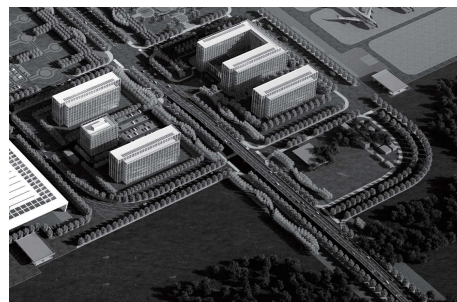


图 8 设计方案可视化效果表现

(4) 工程设计方案漫游: 以 BIM 模型为基础, 结合周边环境模型、市政管线模型及地下建构筑物模型, 直观展示工程整体设计方案成果, 见图 9, 进行仿真漫游, 虚拟展示工程建成实景并判断周边环境的影响。

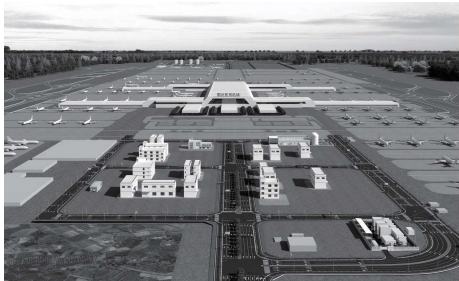


图 9 工程设计方案漫游

(5) 交通仿真模拟: 通过 BIM 软件进行方案比选、可视化分析, 与专业分析软件进行数据互通, 进行交通模拟分析并导出到可视化软件中进行展示, 见图 10。本项目作为亚洲第一个专业性货运机场, 飞机群起群落, 对于路网设计要求非常高, 项目设计阶段根据车辆流速、道路设计时速等参数, 动态模拟不同道路方案交通情况, 其中包括机场大道立交方案以及平角方案等, 确保道路通行流量满足要求, 验证交通的合理性、可操作性等。



图 10 交通仿真模拟

(6) 管线综合与碰撞检测: 通过 BIM 软件建立 BIM 模型, 直观展示各专业管线的三维关系、暖通机电与管网的三维关系、地下管网和综合管廊的关系、新建构筑物与内部附属设施的关系、通信电力电缆与建筑物的对接位置, 见图 11, 本项目通过对 7 个管网专业进行碰撞检查, 查出 108 处碰撞问题并对图纸进行精确调整, 辅助设计优化。

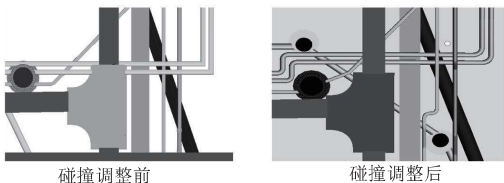


图 11 管线综合与碰撞检

(7) 工程量复核: 根据设计清单工程量统计要求, 基于信息化模型, 实现能源站、变电站、市政管网等复杂工程工程量的自动汇总统计, 生成工程量清单,

见图 12; 基于 BIM 模型调整计量计价规则, 提高工程量计算准确性, 比传统工程造价编制模式下效率提高 50%。

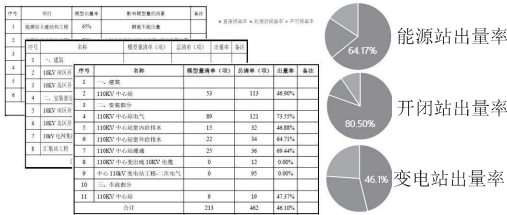


图 12 工程量复核

(8) BIM+VR 沉浸式体验: 利用 VR 技术, 以虚拟漫游沉浸式体验方式, 优化建筑、景观绿化、道路设计等方案, 见图 13, 给项目业主、管理方等其他相关方带来沉浸式的体验, 为设计方案的表达、设计方案的比选以及方案决策提供了新方法, 本项目针对项目关键节点搭建了多个 VR 可视化场景, 其中包括航空大道道路模型、110 kV 变电站工程、给水泵站、综合管廊工程、1# 能源站工程等。



图 13 BIM+VR 沉浸式体验

(9) 向施工管理平台信息传递: 通过 IFC 格式模型解析和非 IFC 格式建筑信息转化, 将设计模型、属性信息、构件编码, 轻量化至施工管理平台, 见图 14, 施工方基于设计模型、设计编码进行分部分项拆分、深化设计, 与 WBS 进行绑定, 进行人机料控制, 完成进度、质量、安全管理。

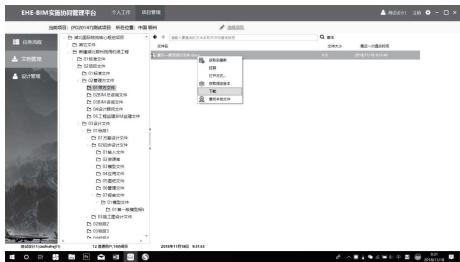


图 14 BIM 实施管理平台

4 总结与展望

鄂州民用机场市政工程设计标准高, 专业覆盖面广, 设计周期短。开展数字化正向设计, 通过方案模拟、深化设计、管线综合、工程算量、模型出图、数字化交付等创新应用, 研究和探索市政行业全专业 BIM 解决方案关键问题, 大幅提高设计进度和精细度, 推动了设计思维、工作流程、协同方式乃至建设

(下转第 236 页)