

基于 BIM 的复杂环境下城市高架桥的施工管理

张强 孙亮 叶良

(中国十七冶集团有限公司 湖北省黄石市 435000)

摘要:以某城市道路升级更新改造的高架桥工程为例,介绍 BIM 技术的数字化理念和 BIM 信息化平台应用,从多个方面分析复杂环境下城市高架桥施工效率问题,依据项目的复杂的环境条件、设计图纸等,选取城市桥梁建造的重要阶段、重点部位的施工工序、施工方法的运用 BIM 技术提高管理效率,同时运用 BIM 技术+平台的方案开展项目的进度控制、安全管理、质量控制,取得较好的施工示范作用。

关键词:BIM 技术; 钢结构; 信息管理

TU

前言

BIM (Building Information Modeling 建筑信息模型,简称 BIM), BIM 技术兴起于 20 世纪 70 年代,随后不断发展,而美国在推动 BIM 应用方面发挥了重要的作用,其中美国 BIM 发展由美国总务管理局 (General Services Administration, GSA) 于 2003 年推出了国家的 3D-4D-BIM 计划,并陆续发布了系列美国 BIM 指南,到现在其 BIM 技术水平已发展较为全面。相比于我国 BIM 技术在建设行业发展据有关资料显示,也从 2003 年开始逐渐吸收 BIM 这一概念,到 2023 年也已经有 20 年。我国 BIM 技术在建筑行业的各专业性技术规范也逐年完善和更新。国家主管建设领域相关部门都高度重视 BIM 技术推动, BIM 已经从简单的软件建模概念变化,发展到国家数字化战略需求。在 2017 年发布《建筑业 10 项目新技术》明确将 BIM 技术正式位列建筑新技术之一。生态文明的城市更新发展,对于建设交通便利绿色廊道,人民宜居环境需求强烈,在现有城市的复杂环境下,运用 BIM 技术高效建造城市高架桥是建设数字化城市、智慧型城市基础性数据基本要求,存在巨大的发展空间。

1 工程概况

项目位于湖北省下陆区,大泉路生态廊道项目总长约 9.73 公里。东西向迎宾大道长 1.4 公里,起于沪渝高速收费站,止于迎宾大道与鄂城大道交叉口以东约 300 米;南北向大泉路迎宾大道路口至磁湖路段长约 6.35 公里,广州路路口至谈山立交段长约 1 公里;花湖大道、花明路、花径路三条路共长约 1.98 公里。其中,以迎宾路高架生态廊道高架桥(鸟瞰图 1)区域为例重点介绍 BIM 技术的施工管理应用。该桥设计桩 K0+434.5~K1+199.5,桥长 765 米。桥梁最宽处 40 米双向八车道,下部构造采用板式墩,桩基础,桥台采用一字台、桩基础,上部构造,采用现浇混凝土、钢箱梁;全桥共计 8 联,钢箱梁最大跨度 47 米,预应力混凝土箱梁最大跨度 30 米。



图 1 城市高架桥鸟瞰图

2 基于 BIM 技术应用于复杂环境下高架桥施工管理的重点

1) BIM 技术数字化理念在项目建设过程中应用全面策划。突出项目按总体进度计划管理,施工分阶段,分部位,针对重要的桥梁结构分解研究:桥梁地桩、承台结构等钢筋、混凝土施工、桥梁现浇钢筋混凝土上部结构、桥梁支座安装、桥梁伸缩缝、桥梁结构支撑体系、大跨度钢箱梁安装等的施工技术交底和施工方法、施工工艺的模拟进行创新应用。

2) 项目实施的环境复杂,动态性强,大量的数据采集汇总至 BIM 数据模型,有效地将庞大 BIM 技术数据服务于项目施工过程中管理中,使 BIM 技术成为项目管理人员管理助手。

3) 项目建设占据城市交通要道时间紧迫,资源需求高度集中,建设信息各方需要协调统一建立管理信息化平台,高效组织建设资源,推动项目建设。同时,各类(人、材、机等)资源高效配置,运用 BIM 技术数据信息关联项目成本信息、协同业主方、投资方、监理方、监理方、工程实验室等多方管理信息共享^[1],实现各业务系统数据互联互通,实现项目共同快速建设目标。

3、基于 BIM 技术城市高架桥的施工管理应用

3.1 BIM 技术基础数据

1) BIM 基础数据建立

项目成立 BIM 小组,配备 BIM 高性能电脑设备、BIM

软件、高性能摄像机、无人机等。参照《公路工程施工信息模型应用标准》(JTG/T 2422-2021)《公路工程建设信息模型(BIM)应用技术规范》(JTG/T 2420-2021)等规范,编制《项目BIM技术应用策划书》。通过现场踏勘并拍摄影像资料,调研项目周边环境交通、地下管网、管线等,分析桥梁设计图纸、现场配无人机采集实景道路及地面交通等基本数据来源,采用Revit、Dynamo、Tekla-Structures等软件平台建立的BIM高架桥的三维数字模型^[2],包括桩基础、桥墩、桥台和桥梁结构等组成的标准族,同时还分解建立高架桥其他构件族库(桥面结构、人行道、路灯、标识、护栏),完成的标准族上传至企业项目族库。在建立的项目模型中添加各组件的参数和属性,更快对材料、尺寸、构件连接信息。其中,项目建立模型的采用国家现行大地坐标系和国家高程基准,在模型中将模型中基准点与现场的基准点保持关联和一致。应用斑马软件编制项目总进度计划,将计划中施工部位与BIM模型中的结构部件(族)编号进行关联管理,在模型中将施工部件以颜色类型用于区分施工情况开展管理。项目BIM参数化的设计思路,采用Dynamo编程,将(桩、承台等)族(构件)通过编程布设,快速准确建立数据模型。

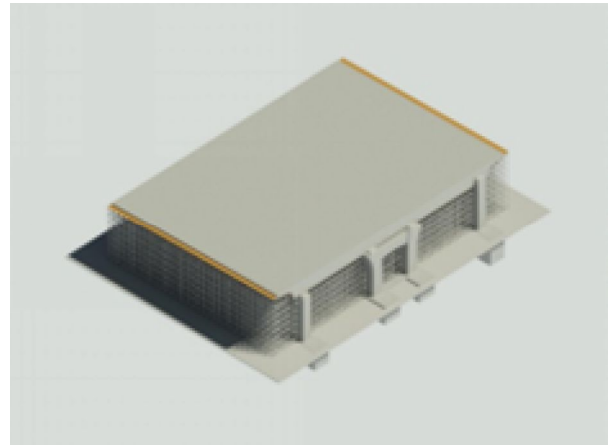
3) BIM 虚拟现实和增强现实技术:

将BIM技术导入平台结合虚拟现实(VR)和增强现实(AR),为施工人员提供沉浸式的培训和指导,使他们能够更好地理解和执行复杂的施工任务。开展用于检查施工质量、模拟安全演练等,根据实际条件,总体设计,安全通道,材料运输、车辆通行等情况体验感明显,在完善实际的安全设施设备的配置更全面。在虚拟作业太由工人对于高空作业的坠落体验,增强高处作业自我防护意识。BIM模型策划在临边作业位置,布置无线安全提示广播,开展安全管理新措施。

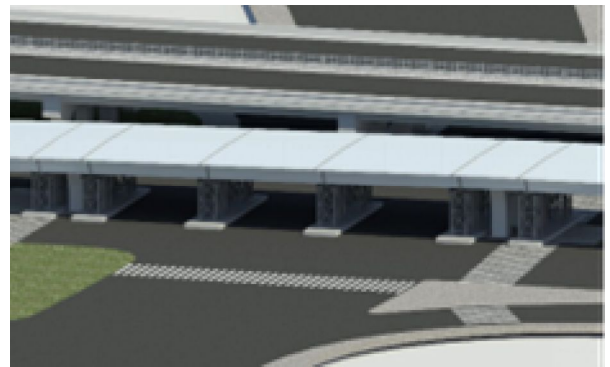
3) BIM 技术施工方案的应用

高架桥上危险性较大的分部分项工程中,桥梁结构模板支撑体系采用下图BIM技术编制可视化施工方案,进行专项方案论证及评审,快速准确按照专家意见进行修改完善,高效通过危大方案的论证。方案在施工过程中,施工班组按详细的交底与实施过程保持一致。桥梁模板支撑体系的分部分项工程内容关联至桥梁主体BIM中,在BIM模型中进度关联管理,使得施工过程可视化呈现。信息分发共享至管理人员、施工人员可以更好地理解工作顺序和流程,并预测潜在的问题。在BIM中对盘扣式钢管支撑体系模拟分析和大跨度的钢支撑体系的钢结构施工模拟分析,测算预压值设置,布置电子记录变形计沉降监测设备。通过详细收集分析,评估桥梁模板支撑体系结构的性能和施工安全性,识别出潜在的安全问题并进行优化。安全管理和作业人员对于BIM模型动态性反映危险的管控重点部位直观性变强,可操作性

有效提高,进一步完善现场安全预防的管理,将作业人员施工情况上传至BIM平台。



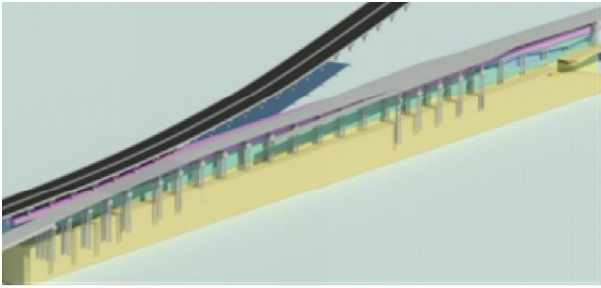
18#-24#桥梁混凝土结构支撑体系建模方案和现场支撑体系搭设方案执行



桥梁钢结构支撑体系建模与支撑体系搭设分析

3.2 BIM 信息整合和 BIM 施工动态管理

项目沿线路面情况复杂且较长,影响范围大,信息量巨大,通过分段、分类、分专业整理然后整合至BIM模型。建筑周边环境和交通情况复杂动态性强,主高架桥又位于城市主干道连接高速公路及周边城市进出的环线交通要道,项目施工要克服复杂地下、地上情况。实地勘察桩基础存在地下水、存在溶洞形地质结构,并且原有道路下部管线错综复杂,管线密集度高,根据现场情况,设计图纸变化快。新建高架桥右侧已有运营的高速公路、场地狭小,车流量大,原有绿色植被需要在移植季节全部迁移出,周边建筑物、设施和各类用房、场地产权单位特别多。地面导行方案需要根据货运运输车流及日常市民生活车流人流情况适时变化设置,项目进度对场地规划实行动态化设计,优化导行方案,减少对项目和城市交通的影响,项目进行四个区段封闭进行规划导行方案实施。



桥梁桩基进行地质结构BIM模型分析

另外一方面,城市气候,雨季、高温、寒冷等对项目建设都有重要影响,作业时间段控制管理尤为重要,BIM进度与视频监控系统保持统一,将项目相关所有的信息资料集成BIM详细的项目研究数据,运用BIM平台+GIS(地理信息系统)[3]+LOT(大数据Big Data、物联网Internet of Things和开展用公司的云计算Cloud Computing)的大后方的强大算力优势,推动现场使用轻量化BIM应用小前端,满足项目管理人员便捷的管理需求。

3.2 BIM+二维码技术动态管理应用

基于BIM+二维码信息化平台打通设计-生产-施工数据端口,录入原材信息、施工信息、检查验收影像资料,实现信息传递。二维码的应用为每个构件赋予电子“身份证”,管理者只需一部手机,便可清晰查看构件相关信息及流程,实现了施工的动态监控、智能制造、信息共享、规范流程等全过程管理。混凝土等材料管理实际应用情况。

3.3 BIM技术+平台管理应用

项目信息管理是项目重要组成,关系到各方项目管理工作,对项目进度控制有重要影响。项目汇集大量数据信息以及参建各方信息沟通统一平台项目建立智慧工地指挥中心,上线BIM+智慧工地数据决策系统平台,进行项目数据整合数据管理和更新:在施工过程中,各项管理数据及时记录和更新BIM模型中的数据。平台由跟踪施工进度、材料使用情况和质量控制等,并提供实时信息供项目管理人员作出决策。通过数据信息分析,驱动决策,在施工现场安全、质量、进度、劳务、材料等管理需求汇总至BIM模型中,为各方项目管理人员提供基于实时准确信息的任务和决策方案,根据数据信息以及现场监控系统综合分析出项目进度问题,进行优化和调整,从而提高管理效率并降低安全风险。BIM+平台的材料、劳务、机械、资料管理进行拓展。

1) BIM+平台的材料管理

由BIM模型分析高架桥的各部位的主要材料钢筋、混凝土等材料清单与实际进场钢筋、混凝土等材料每批次进场比对表,存在超出的部分在BIM模型中会出现预

警信息。分析预算材料和BIM算量的误差点,提高主要材料总需求计划准确性,并与实际材料消耗情况表在平台上进行有效统一。实际材料入库情况来源于电子过磅,车辆运输的材料配备电子摄像、电子数据,记录数据录入平台,满足精细化控制施工成本目的。

2) BIM+平台的劳务管理

项目进场劳务作业人员进行视频登记录入系统平台,作业人员的教育、交底、作业情况进行跟踪记录至BIM模型施工部位,每月出具劳务分析报告及劳务工资结算单。逐步探索从平台研发进行无感打卡及跟踪每日劳务作业人员的健康状况数据,确保安全作业。

3) BIM+平台的机械管理

项目进行入场机械识别录入机械的参数等信息,施工区域采用电子识别及监控方式记录至平台,全面掌握各部位每台机械的使用情况及机械能耗情况,形成机械作业数据信息,完善安全管理和成本控制准确资料。

4) BIM+平台的资料管理

项目分部分项重点部位及隐蔽工程清单显示在BIM模型中,并策划生成验收任务节点,通知节点管理人员,施工过程中各参建单位在重点部位验收影像资料、报告等资料在传送至平台,形成闭环。进一步,各参建单位负责人在BIM模型中的结构部位点击可以查看相关的详细验收的要求、验收人员、验收情况,各方管理负责人获得更准确地掌握项目总体情况。

结束语

通过对城市高架桥项目复杂环境、结构等分析,并通过BIM技术具体的实践应用,获得了大量详细的高架桥建设数字化数据。从项目策划到城市高架桥具体计划实施充分运用BIM技术优点,探索BIM技术新方法,积累城市道路的数字化建筑信息库,培养了BIM技术人才,较好帮助改善项目协调、方案实施、质量控制等从而提高了施工效率、降低成本,并提供较好的项目进度决策。项目实施也为城市交通、智慧城市积累了可靠的数据信息和有效的管理数据信息。BIM技术+拓展推广应用有助于推动建筑行业向数字化、智能化方向发展,实现可持续、高效的城市建设。

参考文献:

- [1]郝建华 BIM技术在施工管理中的应用[J]. 基层建设, 2019, 3(28): 510
- [2]岑峰 基于BIM平台的桥梁工程设计与应用[J]. 工程建设与设计, 2020(17): 142-143.
- [3]卫少阳 严超群 张俊娟 基于BIM的桥梁数字化建造技术研究[J]. 工程技术与应用, 2020(7): 98