

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2022.03.055

城市复杂环境地下互通立交工程数字化应用

刘攀攀, 李倩文

[上海公路桥梁(集团)有限公司, 上海市 200082]

摘要: 针对城市复杂环境地下互通立交工程施工技术难度高、工期紧、水文地质条件复杂、周边重要基础设施繁多、施工人员管理要求高等特点,探索了项目数字化建造的总体规划路线,并依托淞沪路—三门路下立交工程,开展了基于三维精细化模型的方案筹划、干涉检查、重点工艺施工模拟及多源数据整合应用,为项目建造提供有效施工指导,同时研究开发了智慧工地数据集成管理平台,实现现场智能监管,有效提升了项目施工建造管理水平。

关键词: 地下互通立交工程;城市复杂环境;数字化应用

中图分类号: U412.35+2

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2022)03-0213-04

0 引言

现阶段城市隧道、轨道交通、地下通道和下立交等地下工程是我国城市发展的重要基础工程。地质条件及周边施工环境复杂、施工技术难度高、工程紧、机械设备投入众多、施工人员管理要求高等已成为地下工程建设中面临的诸多难点^[1,2]。同时随着城市化发展,越来越多的地下基础设施兴建,新建工程与既有设施的交叉穿越不可避免,这对新建工程施工的风险控制和精细化管理提出了更高的要求。

从上世纪20年代起,数字化手段不断的应用在工程管理中,近年来,国家和地方政府相继出台了推动行业数字化水平提升和数字化技术应用推广的政策文件,明确指出了要推进数字化技术在工程设计、施工和运营维护全过程的应用,不断建立完善的BIM技术政策法规和标准体系。

总体而言,当前国内的建筑市场已经在数字化技术的应用上做了很多工作,包括设计阶段的设计优化、能耗分析,施工阶段的碰撞检查、施工方案模拟等^[3],近两年设计管理平台、施工管理平台和运营管理平台也渐渐落地,这些数字化工作的探索为我们城市复杂环境地下互通立交工程的数字化应用起到了良好的借鉴与指导作用。

本文基于城市复杂环境地下互通立交工程建造难点与痛点,提出项目数字化应用总体规划路线,并

依托淞沪路—三门路下立交工程,面向施工各参与方,由项目实际需求驱动,利用各种数字化手段,开展了施工准备期及施工建造期的各项实践应用,为项目建造提供有效施工指导,为数字化技术在城市地下工程行业应用与普及奠定基础。

1 总体路线

在解决工程实际难题的大背景下,自主采纳和吸收数字化技术,在项目投标阶段更好的表达总体施工规划,在项目推进阶段通过多专业的协同,做好施工前期的准备工作;基于数字化技术进行施工方案的推演与分析,在现场施工开始之前确定合理可行的施工方案,指导实际施工,同时便于与各参与方协作沟通。

针对城市复杂环境地下互通立交工程施工特点及施工管理痛点,研究制定项目数字化应用总体规划路线:项目在开展数字化技术应用之初,进行满足施工工序、进度、工程量清单划分要求的建模规则制定,确保后期施工建造阶段能顺利应用模型,同时基于项目各方需求,编制工程数字化应用实施方案,指导项目各应用点有序实施。

在施工准备期间采用 Autodesk Revit、3dmax、Tekla 以及 Bentley 公司相关软件建立多专业的三维模型用于施工方案的策划比选与空间干涉检查;在施工建造期间,针对重点工艺如管节吊装、深基坑开挖等重要工艺采用 Navisworks 软件进行数据整合及施工方案预演,利用 Bentley 公司的 ContextCapture 软件处理无人机正射影像源数据,形成的带坐标信息的高清正射影像图拟合 CAD 的筹划文件进行施工组织

收稿日期: 2021-06-08

基金项目: 上海市科委(17DZ1204101)

作者简介: 刘攀攀(1991—),女,硕士,工程师,从事工程数字化工作。

方案优化,以指导施工;同时研究开发以私有云方式部署的智慧工地数据集成管理平台对现场人员、设备、材料、安全生产、文明施工、质量控制、流程审批等工作实现全方位数字化管理^[3],总体的应用路线见图1。

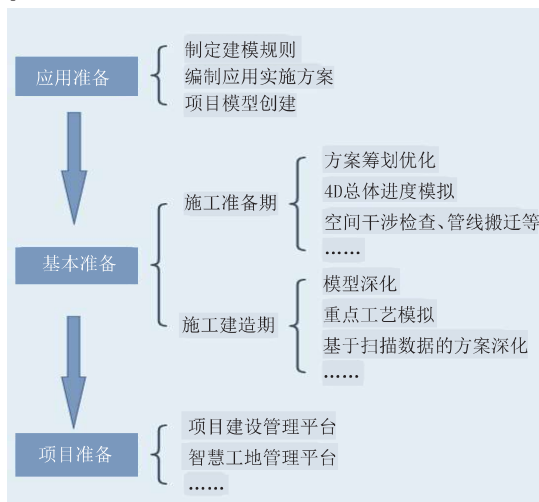


图1 工程数字化应用路线

2 城市复杂环境地下互通立交工程数字化应用实践

2.1 项目简介

淞沪路——三门路下立交工程(以下简称“本工程”)位于上海五角场城市副中心,采用双层Y型下立交,双向四车道设计形式,工程南起淞沪路政学路,上层为主线,沿淞沪路上跨匝道和轨道交通10号线后转入闸殷路,于民府路前接地,下层为匝道,沿淞沪路走向,匝道以矩形顶管形式下穿合流污水箱涵及规划轨道交通20号线,之后迅速上行,于淞沪路民府路南侧接地,总体示意图见图2。

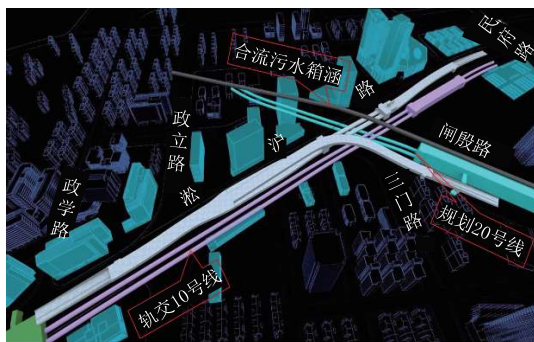


图2 工程总体示意图

工程周边设施密集繁多,有众多已建或在建的商业综合体,淞沪路西侧紧靠新排污水管,东侧全线紧邻运营的轨道交通10号线,最近处仅相距2.09 m。匝道段采用大断面矩形顶管施工,全程保护合流污水箱涵,并预留规划地铁空间。

鉴于工程工期紧,施工风险极高,本文利用BIM、物联网、互联网等多种技术手段开展了方案筹划优化、干涉检查、重点工艺施工模拟、多源数据整合应用及智慧工地平台应用,提升了项目建造管理水平及精细化程度,项目于2021年7月11日,顺利建成通车。

2.2 施工准备期应用

2.2.1 方案筹划优化

上跨地铁隧道弹钢琴段是上海软土层典型高卸荷比大跨度穿越基坑工程,基坑开挖深度8 m,坑底距10号线隧道顶覆土仅4.8 m,卸荷比高达0.61,基坑跨度90 m,与隧道47°斜交,工程风险极大。针对此工况采取隧道股份特有的弹钢琴工法施工,结合项目现场环境在施工前通过可视化的BIM模型比选优化弹钢琴工法施工方案,见图3。

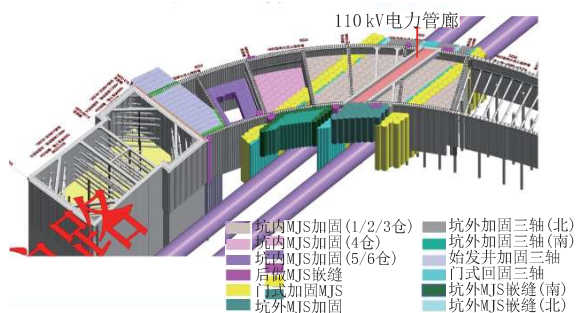


图3 上跨地铁隧道弹钢琴段施工筹划方案

开挖前首先对10号线隧道进行微扰动MJS门式加固,然后施工隔离桩和围护,最后施工坑底满堂加固。基于土体时空效应和充分利用隧道结构抗弯刚度采用弹钢琴工法,将大基坑分隔为小基坑,小基坑再跳仓和分层开挖,结合预制底板钢筋等措施,加快基坑施工,确保10号线安全,图4为小基坑跳仓和分层开挖模拟中的一个过程。该工艺借用BIM技术事先进行跳坑开挖模拟,合理规划施工工序及现场空间,有效提升了方案决策效率,提前规避了潜在问题。



图4 小基坑跳仓和分层开挖模拟

2.2.2 空间干涉检查

三门路—淞沪路—闸殷路交叉节点地下环境复杂,涉及已运营轨交10号线、已运营约27年的上海合流污水总管、各类管线及规划轨交20号线,地下

空间极为复杂,且顶管双线穿越合流污水箱涵下倒虹段,最小净距仅 3.9 m,施工风险极高。施工准备期间利用 Autodesk Revit2017 建立全专业项目模型,涵盖主体结构、地上地下构筑物等,并在同一坐标系下予以整合,进行空间干涉检查,见图 5。基于多专业数据整合模型直观清楚的展示了该区域管线及各重点构筑物的空间关系,为现场顶管顶进施工、合流污水总管保护与监测提供了有效指导,大大节省了各级管理人员沟通协调时间。

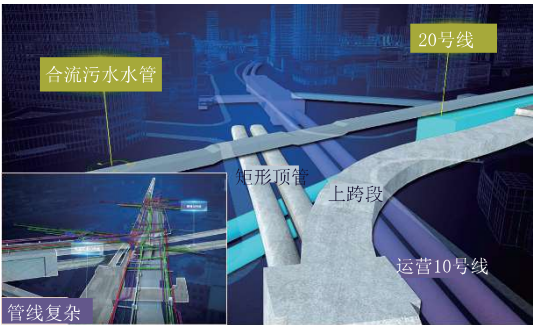


图 5 顶管下穿合流污水总管

同时,在上跨轨交运营区间基坑施工前,基于 BIM 模型进行管线搬迁方案讨论,见图 6,确定基坑最优施工顺序及时间安排,优化施工空间,保证了轨交线路的正常运行,有效提升现场沟通协调效率。

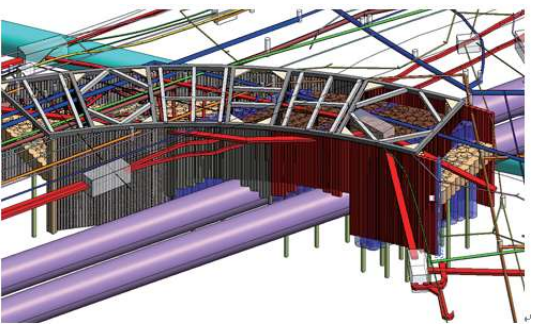


图 6 上跨运营区间基坑与周边环境的关系

2.3 施工建造期应用

2.3.1 施工方案模拟

匝道段采取国内最大断面矩形顶管施工,大量的矩形管片吊装作业需要完成,从管片进场、堆放、吊装、下井再到离场,需要考虑吊点的选择、翻身的空间、下井的位置等每一个步骤都需要精确控制。根据管片的重量选择合适的吊装设备和吊具,基于 BIM 模型对吊装场地进行合理规划布置,通过三维预演施工,对整个吊装作业选择合适的吊装角度和下井位置等内容进行施工交底,节约了整个吊装成本,提高施工效率,图 7 为管片吊装的施工模拟过程。

2.3.2 多源数据整合应用

场地环境模型是三门路下立交工程需要关注的

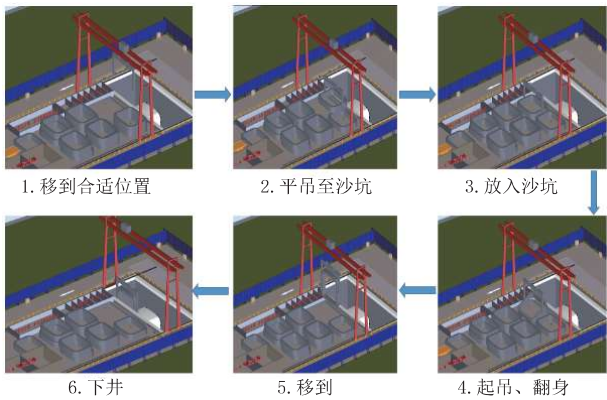


图 7 管片吊装施工模拟

一个重要组成部分,它涉及到主体结构与环境的位置关系。无人机采集工程的高叠合率照片,利用相关专业处理软件,形成带有工程坐标信息的实际环境数据,并与施工筹划方案、BIM 模型于统一坐标系下进行整合,为现场施工提供数据支撑。

项目利用无人机技术,进行前期大临设计 & 施工便道筹划分析,预判了现场施工空间及便道设置的合理性,见图 8(a)。同时基于无人机正射影像技术,并进行控制点坐标计算,形成带有工程坐标信息的矢量高清正射图。以施工工序筹划 CAD 方案为基准,将正射影像图、相关地下环境数据图等以统一工程坐标进行匹配,实现施工设计方案与实体工程环境无缝衔接,见图 8(b),达到有效组织现场施工的目的,为项目施工筹划提供了决策依据。



(a)大临及便道设计



(b)施工总体筹划

图 8 多源数据整合应用

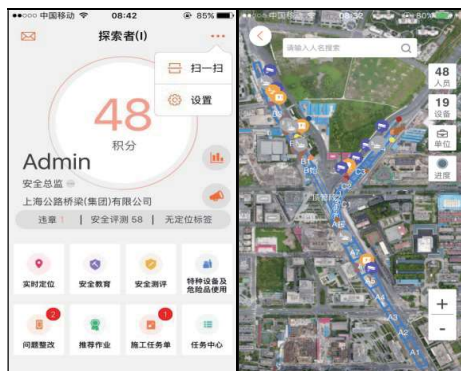
2.4 智慧工地系统应用

项目在三维模型应用与正射影像数据基础上,结合数据库建设,归纳施工各要素之间的相互关系以及对工程项目整体进行分部分项拆分的基础上研究开发了智慧工地系统,主要功能板块包括:监控中心(实时定位、视频监控、事件通知等)、人员管理(人员教育、测评、违章记录等)、设备管理、现场质量安

全管理(问题整改、推荐作业等),由 Web 端及移动端两种应用方式,见图 9。



(a)网页端



(b)移动端

图 9 智慧工地系统

系统监控中心页面,对项目现场的人员、设备、危险品、视频监控、施工进度等数据信息进行了有效集成,管理者可基于监控中心页面总览项目进展。如图 9 所示,基于系统监控中心界面,可查看现场人员、设备、危险品等实时位置、不同工种用不同颜色进行区分,页面上可快速查找到现场作业人员及设备所在位置,点击相关图标查看人员相应信息及设备工作状态等。同时,在界面上点击摄像头图标查看该位置下的现场视频监控实况,方便管理人员实时了解现场情况。其次,通过点击各基坑区域,可随时查看基坑施工进度情况,方便各层级管理人员实时查看施工进度。

智慧工地系统的开发与应用,为企业管理者及项目管理者提供了线上管控的平台,实现了管理人员随时随地管控项目现场的目的,有效规范了项目

现场人员的管理及质量安全问题的反馈整改流程与效率,为项目决策及高效管理提供了有效技术手段。

3 结 语

基于城市复杂地下互通立交工程数字化应用技术路线与实践,实现了项目管理人员全过程参与,做到利用数字化技术去改进工作方式、提升管理精细化程度,为项目创造更高的利润空间。基于项目应用实践主要成效体现在以下三点:

(1)三维模型应用度高

通过建立大量的高精度三维模型,并于统一坐标系下整合形成工程完整信息模型,在工艺优化、空间有效利用方面起到了很好的三维可视化指导作用,帮助项目部提前发现问题,同时基于整合的模型,进行施工方案可视化交底,确保了项目各方有效了解工程结构及施工工艺,提升了沟通协调效率。

(2)提升精细化管理水平

基于工程数字化技术的项目管理,项目各岗位条线生产管理都基于同一数据集成平台,项目管理决策均有合理可追溯的数据支撑,项目管理细化到构件级、工种级,使得项目管理更加精细化。

(3)完善公司信息化管理流程

通过项目数字化技术应用实施,有利于公司及其他项目信息化管理流程的完善。企业信息化管理需要海量数据的收集、沉淀与分析,项目数字化应用实践为企业管理信息化提供了有效基础。

参考文献:

- [1] 梁宇慧,兰菲,庄场,等.城市地下综合管廊建设现状与存在问题[J].地下空间与工程学报,2020,16(6):1622-1635.
- [2] 母贤辉.隧道以及地下工程建设中的风险管理[J].工程建设与设计,2021(4):251-252.
- [3] 李倩文.基于 BIM5D 的工程智能建造管理应用研究[J].城市道桥与防洪,2019(8):197-199,233.
- [4] 周均法,王玉田,刘冠男,等.BIM 技术在隧道工程中的应用[J].土工基础,2020,34(3):273-276.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿网站: <http://www.csdqyfh.com> 电话: 021-55008850 联系邮箱: cdq@smedi.com