

交通基础设施全生命期 BIM 技术应用体系

李 杰

[上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司,上海市 200092]

摘 要: BIM 技术在交通基础设施行业的应用越来越广泛,但是产生的显性价值有限,发挥的作用与行业期望、政府政策导向不匹配。针对此问题,通过对以往 BIM 技术应用和全过程 BIM 咨询项目案例的分析思考,梳理了交通基础设施在设计、施工、运维全生命期 BIM 技术应用体系,并介绍了 BIM 标准、数据传递、平台关系等全生命期 BIM 技术应用关键因素,力求总结出在工程全生命期 BIM 可以发挥的作用和显性价值。

关键词: 交通基础设施;BIM 应用;显性价值;全生命期

中图分类号: U41;TP31

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)04-0281-05

1 概 述

BIM 技术在国内的发展已超过 15 a,其应用从房建领域逐步延伸到工业建筑、道路交通、水务环境、智慧城市建设等领域。BIM 技术是工程行业重要的数字化技术之一,与 AI、大数据、物联网等数字技术一起,被工程从业者寄予厚望,希望其能为工程行业数字化转型和高质量发展带来强大助力。

近几年,BIM 技术在交通基础设施工程中应用越来越普遍,但其发挥的显性价值还不能与工程实体相提并论。由于行业内的无序竞争、相关规范还未完全明确、技术应用路线还处于探索中,工程行业目前出现了一种“BIM 无用”的论调。本文通过多个大型交通基础设施 BIM 技术应用和全过程咨询项目实践的经验总结,力求探索出在工程全生命期 BIM 可以发挥的显性价值。

2 交通基础设施全生命期 BIM 应用体系

BIM 的本质是工程对象物理特性和功能特性的数字化表达^[1],其应用可以伴随工程对象的全生命期。在工程多个阶段甚至全生命期内应用 BIM 技术,BIM 技术才会发挥出最大价值。BIM 技术应用体系见图 1。

其中 BIM 信息模型可以串联设计、施工、运维等工程全生命期,在不同的阶段发挥不同的作用。在设计阶段,主要采用 BIM 软件进行数字设计,并开

展方案可视化、方案比选、方案优化等应用;在施工阶段,除了开展信息模型深化外,还可利用 BIM 模型进行相关数字化平台工作,如进行数字建管等;在运维阶段,BIM 积累了完整的设计施工数据,可以为运维阶段提供有价值的数字底座,赋能工程养护相关业务。

3 应用体系详细描述

3.1 设计阶段应用

2022 年 11 月,住房和城乡建设部公布智能建造政策^[2],重点围绕“数字设计、智能生产、智能施工、建筑产业互联网、建筑机器人、智慧监管”六大方面开展工作。其中,BIM 技术在设计阶段的应用属于数字设计的一部分。

目前,在设计阶段存在 BIM 软件不成熟、BIM 应用与设计脱节、交付成果无法在下一阶段应用等问题。

3.1.1 BIM 设计软件选用

目前交通基础设施 BIM 软件建模效率低下,国内一般通过成熟商业软件+工具二次开发的方式,来提高道路、桥梁、隧道、管线、管廊、绿化、附属等专业 BIM 设计效率。通过项目实践,试用了国内交通基础设施主流的 BIM 软件,主要有:

(1)勘测专业:ContextCapture、水经注、理正等。

(2)路桥隧专业:广联达路易/数维、Bentley、SMEDI-BIM 系列软件等。

(3)综合管线:广联达管立得、SMEDI-BIM 系列软件等。

收稿日期:2023-11-17

作者简介:李杰(1988—),男,工学硕士,工程师,从事交通基础设施工程设计、数字化转型研究及应用工作。

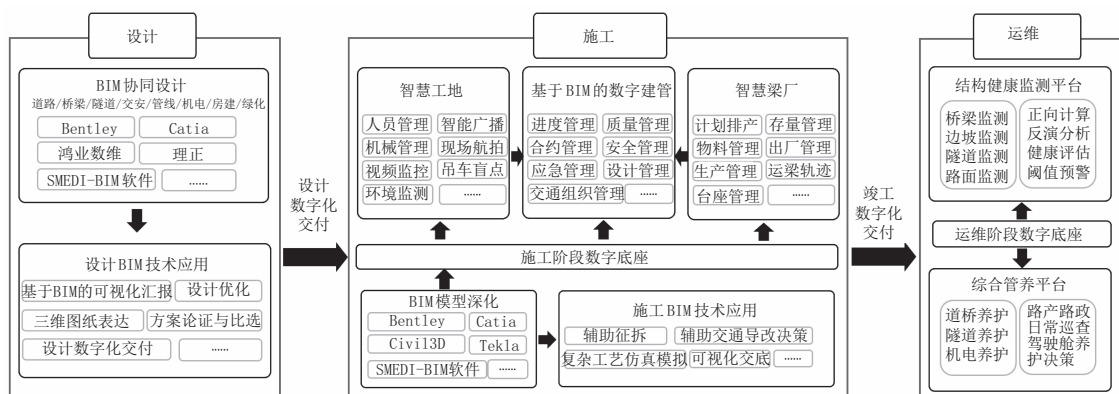


图 1 交通基础设施全生命期 BIM 技术应用体系

(4)其他: Revit、3dMax、Navisworks 等。

其中, SMEDI-BIM 系列软件为上海市政总院研发, 主要软件类别有: RDBIM (道路设计)、BDBIM (桥梁设计)、TDBIM (隧道设计)、VDBIM (集成展示交付软件) 等。

3.1.2 与设计业务强相关的应用场景

(1) 基于 BIM 的可视化汇报

交通基础设施项目具有线性、边界条件复杂、涉及协调单位多等特点, 沟通汇报交流是设计阶段重要场景之一。为了提升 BIM 技术的显性价值, 将阶段 BIM 模型与设计汇报耦合到一起, 提高方案决策效率。基于 BIM+GIS 三维底座, 结合设计方案文本、图片、标绘等元素, 形成可展示、可交互的综合汇报系统, 让工程师在项目汇报时, 用浅显易懂的方式来表达专业的设计方案, 最大程度展示设计方案和设计思路。图 2 为基于 BIM 可视化汇报平台示意。

(2) 设计优化

目前, 对于交通基础设施项目, 由于 BIM 软件成熟度不足, 大部分还处于协同设计阶段, 还未达到真正的正向设计。通过协同设计, 可以发现多专业间非协调问题以及复杂结构设计缺陷等问题。在设计阶段将这些问题改正, 可以减少由于施工阶段变更而造成的重大损失。

(3) 三维图纸表达

常规二维图纸易读性差, 往往需要主观经验去阅读, 不利于信息传递与沟通。在传统二维图纸交付的基础上, 发挥 BIM 三维优势, 形成二三维融合出图新模式, 弥补二维图纸表达不足的地方, 提高图纸信息密度和易读性。图 3 为二三维融合出图示例。

3.1.3 设计数字化交付

目前设计阶段 BIM 交付成果一般存在模型深度不足、有效信息不足、颗粒度与施工阶段不匹配等问

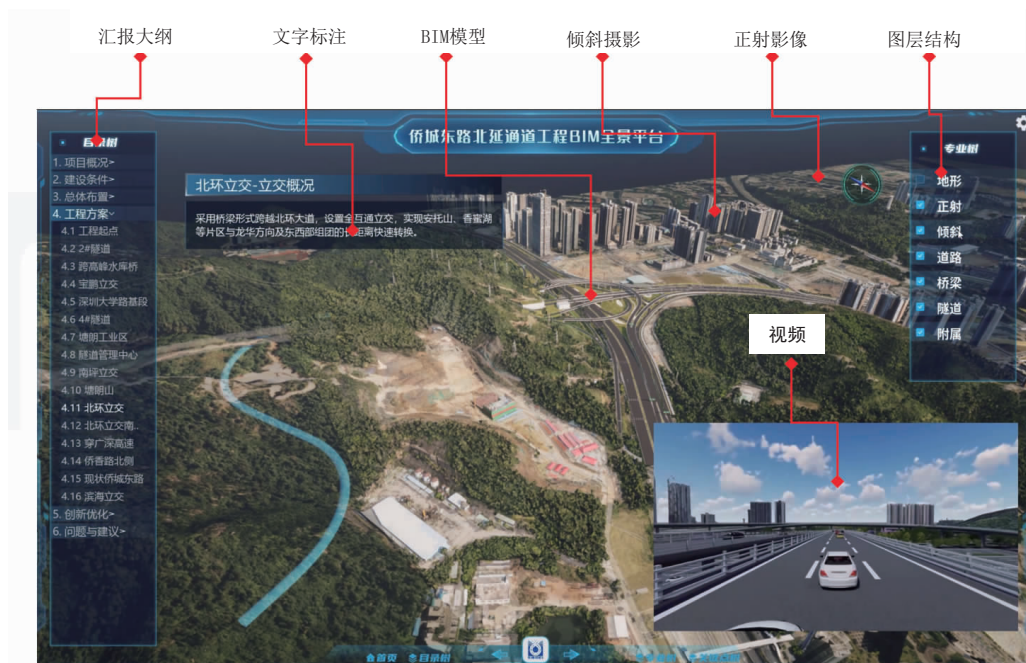


图 2 基于 BIM 的可视化汇报平台示意

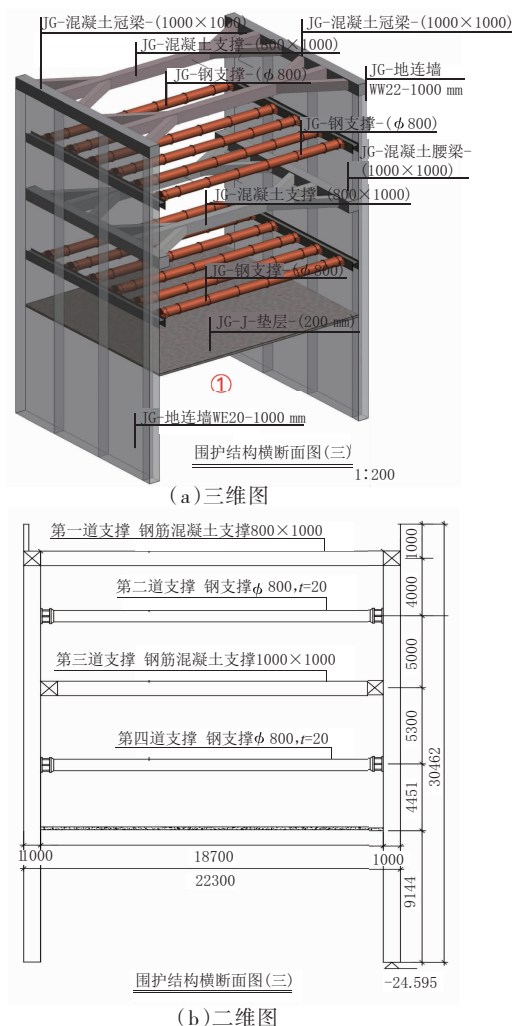


图3 二三维融合出图示例^[3](单位:mm)

题。BIM设计成果由设计单位一方生产,却要面向政府、业主、施工、监理等多方,造成交付成果无法有效利用。

集成数字化交付(IDD,Integrated Digital Deliver)是新加坡建筑和施工管理局于2017年10月推出的一种全生命周期项目交付方法^[4],旨在通过使用数字技术,将工作流程和各参建方整合到价值链中。新加坡提出的IDD模式主要面向建筑行业,在实际实施中,设计、加工制造与施工阶段的应用对于公路行业具有较好的迁移性^[5]。

3.2 施工阶段应用

目前在施工阶段,BIM应用大多停留在可视化层面,与施工业务结合度不高。

3.2.1 施工可视化应用

(1)辅助征拆

在三维实景模型的基础上,附加场地用地权属、现状建筑物等信息,模拟工程构造物与现状建筑物的空间冲突,并充分利用信息模型统计用地、拆迁面

积,分析征拆方案的可行性和合理性。

(2)辅助交通导改决策

基于主体工程模型、交通导改工程模型和导改设施模型(偏重于外部衔接道路的交通导改),配套周边地表环境模型和交通组织方案资料,并关联时间属性,在虚拟环境中进行交通组织和交通疏导模拟,直观表达不同组织方案对交通的影响程度,论证合理性,辅助决策和交底。

(3)复杂工序工艺仿真模拟

利用高精度BIM模型对复杂施工工序工艺进行仿真模拟。在施工图深化设计模型基础上,添加建造过程、进度安排、施工顺序、安装位置和施工工艺等信息,对预制构件的安装进行动态虚拟仿真模拟,优化施工工序,实现可视化交底。

3.2.2 项目管理业务数字化平台应用

目前,国内工程管理存在管理粗放、低效、与数字化管理颗粒度不匹配等问题,政府主管部门出台了一系列政策,引导BIM技术应用于项目管理中。例如,交通运输部的BIM应用示范、住房和城乡建设部的智能建造试点等,初步形成了数字管理与智慧工地两个典型应用方向。另外,由于在交通基础设施建设方面,国家一直在大力推进装配式技术,预制梁厂智慧化建设也是热点方向之一。

(1)基于BIM的数字建设管理平台

工程建设管理业务主要包括进度、质量、计量、安全管理等方面内容,传统的业务管理比较割裂,每个部门管理一个业务条线,业务条线之间信息很难实时互通。国内一般的基于BIM的管理平台大多停留在模型管理和可视化层面。

本文提到的基于BIM的数字建设建管平台是建立以EBS/WBS为核心的构件级管理对象,将进度、计量、质量和安全等核心管理业务条线串联起来,最大限度地实现数据“一数一源、一源多用”,保证数据的实时共享和准确传递(见图4)。

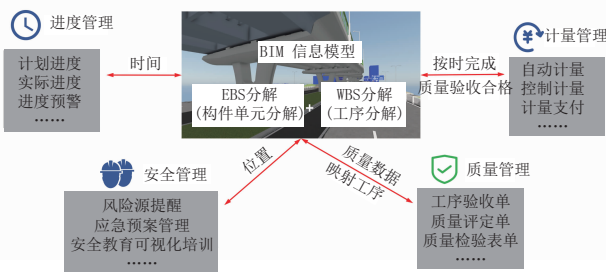


图4 基于BIM的数字建管平台核心流程

(2)智慧工地平台

目前国内智慧工地应用主要通过在现场安装摄

像头、环境监测设备、施工机械监控设备、定位设备等 IOT 硬件,涵盖现场的人机料法环数据,为现场管理和决策提供多维度支撑。

(3)智慧梁厂平台

随着预制装配技术大范围推广,很多桥梁实体构件(如主梁、盖梁、桥墩等)都采用工厂制造现场安装的方式进行建设,因此梁厂管控也尤为重要。国内智慧化梁厂主要管控物料—计划—生产—存放—运输全流程,通过数字化手段提高梁厂的生产效率和管控力度。

3.3 运维阶段应用

目前交通基础设施行业在运维阶段深度应用 BIM 技术的案例不多,需要关注有价值的数字资产积累和与运维阶段业务充分融合两方面。

3.3.1 数字资产管理

BIM 信息模型所携带的数据和信息可以随着工程进展逐步积累,在工程竣工后,此时 BIM 模型可以串联设计信息、施工信息等,在交付工程实体时,同步也可以交付一套数字资产。该套数字资产可以随着运维的开展继续积累全生命期的数据。

数字资产本质上是一套结构化的工程数据,可以提供工程快速溯源、数据分析、辅助决策的基础,也是实现工程数字化转型最重要的一环。

3.3.2 BIM 赋能养护业务

交通基础设施养护管理是运维阶段最重要的工作内容之一,基于 BIM 积累的设计施工数字资产可以作为工程养护的基础数据之一,以此为数字底座,将工单、维修、保洁、应急等数据继续叠加,提高养护的能级。

4 全生命期 BIM 技术应用关键因素

4.1 BIM 标准

BIM 作为工程数字化技术之一,首先是把所有工程对象(道路、桥梁、隧道、管线、机电、绿化等)进行数字化表达,以构件作为对象,赋予属性信息和其他信息(实体、图纸等)。

BIM 技术应用的核心是数据协同和传递。在全生命期内实现数据传递的必要条件之一是数据对象的唯一性和编码性,因此需要对信息进行分类和编码。信息分类与编码标准化是进行信息交换和实现信息资源共享复用的重要前提。本文根据以往项目经验提供一个交通基础设施对象编码通用的解决方案^[6]:

空间编码 - 分类对象编码 - 顺序码

其中,空间编码用来识别对象所处的空间位置,例如某个标段、某个桩号区间、某座桥等,可以包含多个层级;分类对象编码对对象按照一定逻辑进行分类;顺序码是一种代表编码对象的连续性数字,作为编码对象的唯一标识。对象编码类似于身份 ID,伴随对象全生命周期。

4.2 数据传递

在工程全生命期,通过 BIM 可以逐渐积累不同阶段的数据,形成高价值的数据资产,推动 BIM 价值由三维可视化应用转变为数据资产应用。

从交通基础设施业务和信息模型传递的角度分析,目前数据传递方向如图 5 所示。不同的数据传递路径,所发挥的价值不同。

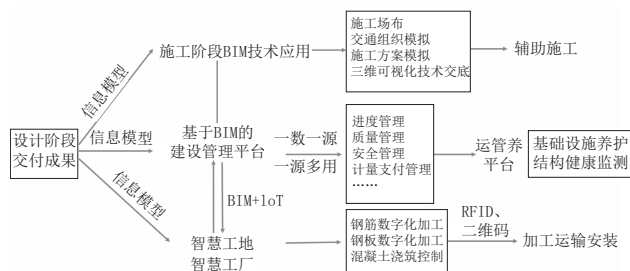


图 5 信息模型典型传递路径

4.3 平台关系

施工阶段作为全生命期的中间阶段,具有承上启下的重要作用,施工阶段三个平台的作用影响到全过程数据是否可以顺利传递。其中:数字建设管理平台可以作为主平台,主要管理与设计交付、竣工交付强相关的数据和资料,可以沉淀一套数字资产;智慧工地和智慧梁厂设置了大量的物联感知设备,主要用于现场管理和过程管理,可以提高项目管理能级。三个平台之间的关系如图 6 所示。

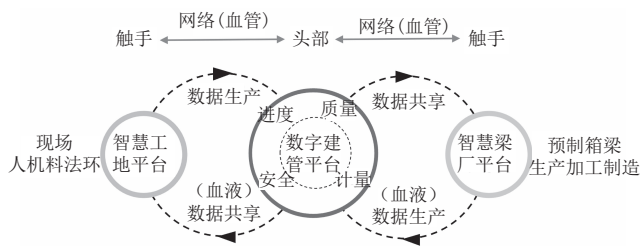


图 6 业务平台关系

5 应用案例

5.1 项目概况

青岛市重庆路项目是青岛市 2023 年度市级重大项目,道路全长 17.7 km,采用高架快速路标准,是青岛市三“最”项目,即单体投资最大(123.72 亿元)、



图 7 项目 BIM 实施体系

参建单位最多(30 余家参建单位)、预制装配率最高(90%)的市政交通基础设施项目。该项目是青岛市首个全生命期内推进数字化转型的市政交通基础设施项目。

5.2 BIM 实施方案

该项目以“双桥”建设为目标,即“线下一座桥、线上一座桥”,构建了一套“1+1+3+N”的数字化实施体系(见图 7),即“一套标准体系、一套数字孪生模型、3 个数字化平台与 N 个应用场景”。

在设计阶段,建立项目实施方案、数字建设管理导则、信息编码标准、交付标准等,统一并明确各参建方使用软件、交付成果要求和工作任务,BIM 技术应用起到了优化设计方案、加速项目推进及决策、形成统一数字底座等作用。

在施工阶段,围绕项目建设打造 BIM+GIS 数字建设管理平台、AI+AR 智慧工地平台、IOT 新型智造装配式梁场平台三大系统,涵盖了质量、进度、安全、计量、现场巡检管理、梁厂全流程管理等 30 余个场景,采用数字化手段有效解决了参建单位多协同工作难度大的问题,提高了制、存、架梁的效率,提升了质量进度监管的力度,并利用 BIM 施工进度模拟优化施工组织,协助建设单位实现“当年开工、当年通车”的目标。

在运维阶段,设计施工全过程数字化成果将积累一套完整的数字资产,为后期的工程养护提供基础。

5.3 实施成效

该项目采用 BIM 技术赋能设计、施工、运维三个阶段,发挥的成效包括:提高工程方案设计和决策效率;协调房屋征拆、辅助管线迁改、提高施工管理和协同效率;竣工数字化成果交付作为运维养护业务

的基础数据。

该项目已入选青岛市住房和城乡建设局 2023 年度“智能建造”试点项目,并入选青岛市“工程建设项目全生命周期数字化管理改革试点工作方案”建设内容。

6 结 语

随着交通基础设施行业与数字技术不断融合发展,BIM 技术应用已不局限于模型可视化展示,有两个重点发展方向:一是行业越来越重视数据应用的价值,BIM 的核心能力是数据传递和共享,这也是数字化的基础,行业开发了很多数字化平台,积累了大量结构化的数据,逐步朝着数据应用和数据决策的方向发展;二是 BIM 与其他技术的融合应用,如 BIM+IOT、BIM+AI、数字孪生技术等,可以发挥数字技术更大的融合性优势。交通基础设施行业数字化程度偏低,随着对数字技术的不断探索,相信工程行业会爆发更大的发展能级。

参考文献:

[1] GB/T 51212—2016,建筑信息模型应用统一标准[S].
[2] 中华人民共和国住房和城乡建设部.住房和城乡建设部公布智能建造试点城市名单[EB/OL].(2022-11-14)[2023-11-01].https://www.mohurd.gov.cn/xinwen/gzdt/202211/20221114_768848.html.
[3] 深圳地铁集团.深圳市城市轨道交通工程三维图册[Z].深圳:深圳地铁集团,2023.
[4] Building and Construction Authority of Singapore.Integrated digital delivery (IDD) [EB/OL].(2018-06-06)[2023-10-07].<https://www1.bca.gov.sg/buildsg/digitalisation/integrated-digital-delivery-idd>.
[5] 李辉,雷俊,丁罕,等.公路工程集成数字化交付模式研究[J].公路,2022(8):291-297.
[6] DB34/T 3838—2021,公路工程建筑信息模型分类和编码标准[S].