

Application and Analysis of Intelligent System for Prefabricated Bridge Construction Scheme Based on BIM

Yibei Jiang

Shanghai Construction Group Co., Ltd., Shanghai, 200080, China

Abstract

The rapid development of the economy and society today is driving various industries to vigorously develop intelligent management through technology, leading a new round of technological revolution and industrial transformation. The number of prefabricated components in municipal bridge engineering is increasing day by day, and the updating speed of road development in urban planning has put forward new dimensions of high requirements for overall construction period and engineering quality. In order to improve the quality and progress control level of prefabricated bridge superstructure engineering, an information-based intelligent construction scheme simulation system was established to conduct practical application and research on the Shanghai Jinhai Road Renovation Section 3 project, forming an efficient engineering management mode and providing reference for the construction of similar projects.

Keywords

prefabricated bridge; intelligent simulation; construction scheme; construction technology; BIM technology

基于 BIM 的预制桥梁施工方案智能系统应用与分析

蒋沂倍

上海建工集团股份有限公司, 中国 · 上海 200080

摘要

如今经济社会的迅猛发展, 推动着各行业将以大力发展科技智能管理为目标, 引领新一轮科技革命和产业变革。市政桥梁工程中的预制构件数量日益增加, 城市规划中道路发展的更新速度, 对整体工期及工程质量都提出了新维度的高要求。为提升预制桥梁上部结构工程质量及进度管控水平, 通过建立信息化智能施工方案模拟系统, 对上海金海路改造3标段工程进行实践应用与研究, 形成高效作业的工程管理模式, 为类似项目的施工提供参考。

关键词

预制桥梁; 智能模拟; 施工方案; 施工工艺; BIM技术

1 引言

随着 BIM 技术的不断推广应用, 施工方案模拟需求量急剧增加, 但目前施工方案模拟存在智能化程度低、关键要素不清晰、落实性差等不足。在该领域进行探索具有一定的创新意义。通过建立示范应用项目, 形成可复制经验, 进行相关推广, 具有广阔的前景。

为了更好地研究基于 BIM 预制桥梁上部结构施工方案模拟的流程、标准、重点等系列解决方案, 在创建适用于工程方案模拟的 BIM 构件库、工艺库、模拟库等资源库上,

实现项目方案模拟自动快速生成, 减少方案模拟工作量, 为现场施工方案编写提高效率及准确率, 实现项目方案模拟的标准化、科学化、智能化。

论文利用本体技术, 建立了一套基于本体的预制桥梁上部结构的不同 BIM 构件模型属性集, 并将本体作为中介模式, 完成 BIM 构件信息到本体的映射。通过本体的推理打通 BIM 构件与进度数据之间信息交流的障碍, 实现依靠 BIM 构件属性信息及进度数据中相应数据的自动化模拟效果。

2 工程概况

金海路改建工程全线采用“高架主路+地面辅路”的建设形式。工程范围西起杨高中路, 桩号 K0+000, 东至华东路东侧(民雷路), 桩号 K6+977, 全长约 7km, 包含杨高路、金海路、S20 立交 2 座, 新建匝道 8 条。

本次对系统研究测试的项目为金海路(杨高中路~华东路东侧)改建工程 3 标, 西起金穗路以东, 东至民宝路以

【基金项目】上海建工集团重点科研项目课题(项目编号: 22YJKF-35)。

【作者简介】蒋沂倍(1989-), 女, 中国江苏丹徒人, 本科, 助理工程师, 从事基于BIM的预制桥梁施工数字化智能系统研究与应用研究。

西，路线全长约 1.22km。主线上跨金盖路、赣桥路、金海路跨线桥、民唐路、陈邵路接入 4 标，在赣桥路东侧设置地面桥，金海路跨线桥设置外环 S20 立交。主体结构以简支小箱梁为主，简支钢-砼组合梁为辅进行交叉施工作业。

整体工期为 2024 年 5 月至 2024 年 11 月，仅仅 6 个月的工期对施工进度与质量提出了极高要求。

3 施工方案智能系统简介

3.1 BIM 构件库

关于针对多个不同预制桥梁项目建立相关上部结构 BIM 模型并在智能系统平台的构件库中上传构件模型，丰富智能系统 BIM 构件库构件，从 0~100 多的不同类型施工所需的构件，提高构件库数量集合。

3.2 施工方案库

施工方案库模块主要对相关预制桥梁项目集合各类施工方案（其中包含节段式预制拼装、分幅桥梁上方预制拼装高架桥梁支架体系施工方案、挂篮悬臂施工方案、移动模架施工方案、预制 T 梁与组合箱梁交替施工方案、桥梁转体施工方案及大跨钢混合桥梁施工方案等），上传系统的施工方案库中，丰富施工方案资源的同时，为相关人员调阅各类方案资料提供便捷。

3.3 工艺模拟库

在预制桥梁上部结构施工中存在各项重难点或标准化施工工艺流程，针对不同部位、不同节点制作出各类施工工艺、工序模拟，并不断上传至智能系统“工艺模拟库”中，

从 0~14 多种重点特殊工艺工序模拟（包含桥梁预制板、预制立柱、预制盖梁、节段预制拼装连续梁、连续刚构、预制箱梁吊装、路面铺装、桥梁顶推发及预应力钢绞线等施工工艺模拟）。

3.4 施工方案模拟库

在该模块中，主要依据各不同项目的特殊性，制作各类施工方案模拟，上传至智能系统的“施工方案模拟库”，形成专业系统的模拟资源共享库。

至今已有 10 种不同项目中不同类型的施工方案模拟资料，基本覆盖一般标准类预制桥梁及特殊类项目。

3.5 方案模拟定制

①根据各不同项目的施工方案及进度管控，基于 BIM 模型及智能平台 BIMRUN 插件进行模型共享数据导出，导入智能系统进行施工方案模拟定制。

② BIMRUN 是针对 REVIT 软件而开发的一款用于对接智能模拟系统的 BIM 模型导入、信息导出、编辑模拟所需模型匹配编码及参数共享插件（图 1）。

3.6 方案模拟生成

根据金海路 3 标段主线段施工吊装方案，编辑施工模拟进度表，导入智能系统平台中进行施工模拟定制，需要在平台中再次调整该项目标准段模型预演进度日期，即可进行最终所需施工方案模拟的生成。实际进度与计划进度之间的差异，也能对比呈现。

相比传统制作施工模拟所需时间能提效很多，这对于工期紧张的项目而言，使用效果非常显著。

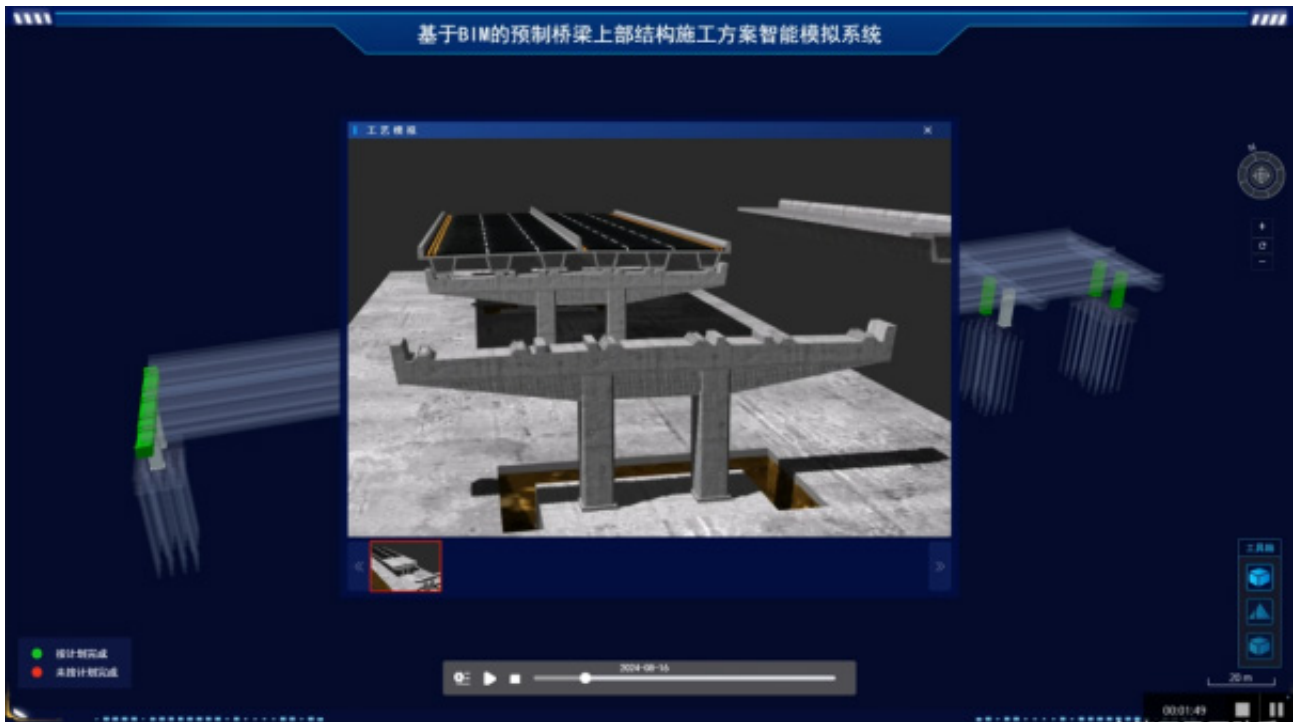


图 15 BIMRUN 插件导出模型工序匹配信息

4 无人机点云数据与 BIM 模型的研究应用

4.1 概述

无人机系统作为最新轻型、长航时多旋翼无人机系统，通过灵活搭载航测、倾斜、可见光视频、红外线视频、红外线遥感、多光谱及激光雷达等模块，实现多源化数据获取。同时，搭载视频载荷并集成 4G/5G 数据传输模块时，可实现目标识别、定位、实时追踪及位置、速度估算等高级功能。

无人机配备五星十六频高精度差分 GNSS 板卡，并标配网络 PTK、PPK 及其融合解算，可实现影像类载荷免像控成图（包含影像 DOM、DEM、DSM、TDOM 等）和高精度激光点云数据获取（包含激光雷达标准点云、彩色点云、分类点及其对应 DEM、等高线成果、道路断面等成功输出）。

4.2 匹配项目应用

针对金海路 3 标段项目航飞测试，使用激光雷达扫描的倾斜摄影获取的点云数据精度高达 96%，其相对精度在 2~5cm 之间，可提供道路断面、土方量计算工具、满足实际工程测量生产及辅助工程进度管理等需求。

通过 BIM 模型与现场点云模型整合得出分析比对数据（合模误差为 0~50mm 以内）。进行桥面平整状况及高度比对，辅助现场施工质量控制。

针对桥梁上部结构安装精度高的要求，制定无人机航测、倾斜及红外线激光雷达等技术，通过控制点定位，实现合模顺利进行，复核现场施工质量并做到提前查缺补漏、发现问题，一定程度上对施工质量有辅助效果。

5 预制桥梁上部结构主要施工重难点分析

5.1 预制桥梁项目上部结构的主要施工重难点

5.1.1 预应力张拉问题

在预制桥梁上部结构的施工中，预应力张拉是一个关键环节。如果锚具滑丝或钢绞线内有断丝，会导致张拉力不足，影响桥梁的承载能力。此外，钢绞线的松弛率超限、量测表具数值有误等问题也会影响张拉效果。

5.1.2 混凝土施工质量问题

混凝土施工质量通病是预制桥梁上部结构施工中的另一个难点。例如，混凝土局部破坏变形过大、孔道摩阻力过大等问题会影响预应力筋的张拉效果，导致桥梁的预应力损失。

5.1.3 施工工艺和管理问题

预制桥梁上部结构的施工工艺复杂，需要严格控制施工工艺和质量管理。例如，盖梁施工是桥梁施工的重要环节之一，其技术水平对桥梁的稳定性、安全性具有重要影响，为了提升整必须质量，必须要提升盖梁施工的有效性，严格的质量控制和管理。

5.2 针对这些重难点，可以采取以下对策

5.2.1 加强预应力张拉的监控

在张拉过程中，应检查预应力筋的实际松弛率，确保

张拉钢索时采取引伸力和引伸量双控制，事先校正测力系统，确保张拉值准确。如果锚具滑丝或钢绞线断丝，应及时更换锚具和预应力筋。基于 BIM 模型的预应力检测系统及引伸力、引伸量智能测算系统的预演及数据联动研究，也是另一块需要跟进的方面。

5.2.2 改进混凝土施工工艺

在混凝土施工中，应确保混凝土的质量和孔道的摩阻力符合设计要求。改进钢束孔道施工工艺，必要时使用减摩剂，以减少摩阻力对预应力筋的影响。这也就是研究施工工艺模拟库的必要所在，汇聚不同预支桥梁项目中的工艺精髓，辅助施组设计方案优化及现场施工工艺推广。

5.2.3 加强施工管理和质量控制

在施工过程中，应加强施工管理和质量控制，定期进行质量检查，确保每个环节都符合设计要求。对于上部结构吊装等关键工序，应制定详细的施工方案和应急预案，确保施工顺利进行。因此，施工方案的智能模的系统可以更高效的发现问题及时跟进现场施工进度，提高施工效率、降低施工成本、控制施工风险，并优化施工工艺。

通过以上对策，可以有效解决预制桥梁上部结构施工中的重难点问题，确保施工质量。

6 结语

结合综上所述，对于本次研究的基于 BIM 的预制桥梁施工方案智能系统应用合实际项目应用及分析如下：

①智能系统平台及 BIMRUN 插件的使用流程，针对基于 BIM 模型及预制桥梁上部结构的施工进度方案进行高效作业，为项目上的施工进度把控及相关数据资料信息化、资源共享及整合提供了一定的正向便捷效益。

②无人机技术针对预制桥梁上部结构的施工质量管控（包括桥梁跨度及柱墩定位）并一定程度上达到辅助工程进度管理提供借鉴意义。

③智能系统在实际项目中从施工组织设计、施工整体进度管控过程中提出了相应的技术措施和管理措施。面对上部结构预制构件吊装及节点施工方案等专项技术问题，运用数字化智能平台技术结合 BIM 模型，实现信息化智能辅助施工，最终确保本项目达到工程进度要求、使用要求，提升项目品质，并为后续类似项目积累经验。

④智能系统平台构件新增模块简单但下载功能设置不够便捷，整体操作简便，形成一个良性循环。但施工进度模拟对于模拟时间需要进行二次操作，不便之处，也有待进一步更成熟的技术更新升级及其他功能模块的研发。

通过该专项问题的研究与探索，在确保工程总体顺利进行的基础上，旨在进一步提升 BIM 技术的服务水平，并为后续相关类似项目提供具有实操意义的参考。

参考文献

- [1] 李梓巍,张少朋,牛远志,等.高铁预制箱梁混凝土振捣技术及智能化发展[J].铁道科学与工程学报,2001(8):58-62.

- [2] 肖国梁,赵艳琪,傅菁俊.公路桥梁工程预制梁安全专项施工方案编制研究[J].安徽建筑,2020(2):156-157.
- [3] 李春蕾.桥梁工程施工方案及技术措施[J].居业,2018(12):2-5.
- [4] 杨军.BIM技术在桥梁工程施工阶段的应用[J].科教导刊-电子版(下旬),2018(7):277-278
- [5] 冯瑾,王继野,顾威,等.基于BIM技术的桥梁工程全生命周期一体化应用研究[J].制造业自动化,2017(4):149-150.
- [6] 陈子寅.基于BIM技术的桥梁工程可视化施工应用研究[J].交通世界(建养机械),2019(2):130-131.
- [7] 苏荣荣.BIM技术在桥梁工程方面的应用与研究[C].2017年西南三省一市(贵州、重庆、四川、云南)自动化与仪器仪表学术年会,2017(2017):211-213.
- [8] 卢晓.BIM技术在桥梁工程成本管理中的应用研究——以M桥梁工程为例[J].黑龙江交通科技,2021(7):15-18.
- [9] 李大为.BIM技术在大型桥梁工程项目[J].市场周刊:商务营销,2020(94):209-210.
- [10] Lazi Marko.基于BIM技术的设施架构分析模型及虚拟现实的使用——基于BIM技术和虚拟现实的体系统分析模型[D].国际土木工程学报,2017.
- [11] 孟祥峰.国外桥梁盖梁施工工艺研究与施工方案探析[J].工程技术研究,2019(6):26-27.