



土木工程信息技术

Journal of Information Technology in Civil Engineering and Architecture

ISSN 1674-7461, CN 11-5823/TU

《土木工程信息技术》网络首发论文

题目： 基于 BIM 技术的大型桥梁管养平台研究
作者： 吴巨峰，石峻峰，赵训刚，江禹，王鑫
网络首发日期： 2021-02-25
引用格式： 吴巨峰，石峻峰，赵训刚，江禹，王鑫. 基于 BIM 技术的大型桥梁管养平台研究. 土木工程信息技术.
<https://kns.cnki.net/kcms/detail/11.5823.TU.20210225.1101.006.html>



网络首发：在编辑部工作流程中，稿件从录用到出版要经历录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿等阶段。录用定稿指内容已经确定，且通过同行评议、主编终审同意刊用的稿件。排版定稿指录用定稿按照期刊特定版式（包括网络呈现版式）排版后的稿件，可暂不确定出版年、卷、期和页码。整期汇编定稿指出版年、卷、期、页码均已确定的印刷或数字出版的整期汇编稿件。录用定稿网络首发稿件内容必须符合《出版管理条例》和《期刊出版管理规定》的有关规定；学术研究成果具有创新性、科学性和先进性，符合编辑部对刊文的录用要求，不存在学术不端行为及其他侵权行为；稿件内容应基本符合国家有关书刊编辑、出版的技术标准，正确使用和统一规范语言文字、符号、数字、外文字母、法定计量单位及地图标注等。为确保录用定稿网络首发的严肃性，录用定稿一经发布，不得修改论文题目、作者、机构名称和学术内容，只可基于编辑规范进行少量文字的修改。

出版确认：纸质期刊编辑部通过与《中国学术期刊（光盘版）》电子杂志社有限公司签约，在《中国学术期刊（网络版）》出版传播平台上创办与纸质期刊内容一致的网络版，以单篇或整期出版形式，在印刷出版之前刊发论文的录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿。因为《中国学术期刊（网络版）》是国家新闻出版广电总局批准的网络连续型出版物（ISSN 2096-4188，CN 11-6037/Z），所以签约期刊的网络版上网络首发论文视为正式出版。

土木工程信息技术

Journal of Information Technology in Civil Engineering and Architecture

基于 BIM 技术的大型桥梁管养平台研究

吴巨峰^{1,2} 石峻峰³ 赵训刚^{1,2} 江禹^{1,2} 王鑫^{1,2}

(1. 中铁大桥科学研究院有限公司, 湖北 武汉 430034; 2. 桥梁结构健康与安全国家重点实验室, 湖北 武汉 430034; 3. 湖北工业大学, 湖北 武汉 430034)

摘要: 针对现役桥梁工程中重建轻养、信息传递不通畅等问题, 采用 BIM 技术的管养平台建设已成为桥梁养护管理的新方向。本文以武汉某公路大桥为例, 利用 BIM 信息承载传递优势, 融合 GIS、移动互联网、物联网、无人机倾斜摄像等新技术, 面向桥梁设计、施工、管养构建基于 BIM 的大型桥梁管养平台。实践证明, 该平台能有效提高大型桥梁养护管理效率和科学决策水平, 实现大型桥梁养护管理数据化、智能化, 为大型桥梁全寿命期管养提供一种新的手段。

关键词: BIM 技术, 管养平台, 桥梁工程

Research on Maintenance Management

Platform of Large-Scale Bridges Based on BIM Technology

Wu Jufeng^{1,2} Shi Junfeng³ Zhao Xungang^{1,2} Jiang Yu^{1,2} Wang Xin^{1,2}

(1. China Railway Bridge Science Research Institute Ltd., Wuhan 430034, China ;

2. State Key Laboratory for Health and Safety of Bridge Structures, Wuhan 430034, China;

3. Hubei University of Technology, Wuhan 430034, China)

Abstract: In view of the problems of bridges in service such as more attention to construction, less to maintenance and unsmooth information transmission, the establishment of maintenance management platform based on BIM technology has become a new direction of bridge maintenance management. In this paper, taking large-scale bridge in Wuhan as an example, BIM model used in design, construction, management and maintenance, a large-scale bridge maintenance management platform was built through taking advantage of BIM information processing with integration of new technologies such as GIS, mobile internet, internet of things and so on. After applied in large-scale bridge maintenance management, the platform system can effectively improve the efficiency and scientific decision-making level, realize the digitalization and intellectualization and provide a new means for the maintenance management for those bridges.

Keywords: BIM Technology; Maintenance Management Platform; Bridge Engineering

引言

近年来, 随着我国桥梁事业快速发展, 建造了数量巨大的跨江跨海大桥, 对国民经济的发展起到了重要作用。但在大型桥梁的运营过程中, 病危情况也逐

渐增加, 交通安全存在严重隐患, 针对大型桥梁的精细化管理也一直是研究热点, 还需要不断完善和改进现有大型桥梁的养护管理方法, 以确保桥梁健康安全运营。

基金项目: 桥梁结构健康与安全国家重点实验室开放课题“基于 BIM 的桥梁运维平台关键技术研究”(项目编号: BHSKL18-03-KF)

【作者简介】吴巨峰(1983-), 男, 高级工程师, 公司桥梁大数据研究中心副主任, 主要研究方向: 桥梁健康监测, 桥梁 BIM 技术应用与开发。

BIM 技术具有可视化、信息化及智能化的显著特点,目前在很多桥梁工程项目中都有对 BIM 技术的研究及应用^[1],但大多数应用仅停留在施工阶段,应用程度也比较浅,而针对养护管理的 BIM 应用更少。结合养护管理实际需求及 BIM 技术建立大型桥梁全寿命期管养平台,创新管理体制与手段,对实现大型桥梁全寿命期管理的信息化、智能化,提高养护管理工作效率具有重大意义。

1 概述

1.1 项目概况

武汉某公路大桥为城市环线跨越长江大型桥梁,全长 7548m,主桥为 938m 双塔双索面全飘浮体系斜拉桥,主塔高度 279.5m。全线桥梁形式多样,结构复杂,工程材料数量大,主桥有大跨、重载、超宽的特点,运营管养标准高;桥址处大重型车辆通行密集,安全隐患风险高,因此需要对其建设及养护综合管理技术进行研究,降低运营过程中出现危害的风险^[2]。

1.2 大型桥梁养护管理中存在的问题

国内桥梁重建轻养的现象比较突出,特别是针对各种大型复杂桥梁结构,传统管理体制不完善,对运营期养护工作的开展造成了较大影响。同时,大型桥梁有着更高的运营管养标准要求,针对中小型桥梁的简单管养手段已无法满足大型桥梁管养需要,部分桥梁养护管理工作人员专业素质欠佳,对桥梁的资料保管不当,对养护管理工作也不够重视,存在桥梁结构巡检不规范、桥梁损坏维修不及时等问题。

另外,更突出的问题在于,传统桥梁全寿命期的信息化程度极为低下,桥梁信息无法有效传递及利用,大型桥梁各种资料纷繁复杂,信息零散,形成信息孤岛^[3]。在养护管理中表现为无法精准定位桥梁损坏部位、无法查看构件信息、评估结果以及对管养过程表达不够直观,管养计划无法准确有效执行,这些问题对大型桥梁管养精准度及效率造成了较大的影响。

2 构建基于 BIM 的大型桥梁管养平台

2.1 平台优势

平台依托桥梁 BIM 模型,整合设计、施工、运营养护全过程信息,基于 B/S 模式,实现桥梁全寿命期信息化管理。平台具有以下优势:1)桥梁三维可视化。通过 BIM 技术建立主体结构模型,GIS 和无人机倾斜摄影技术真实还原环境背景,使桥梁整体更加直观,同时也可以精确定位到桥梁的各个部位,对需要管养的构件及时准确的传达位置信息^[4];2)信息及时、完整。BIM 模型包含大型桥梁全寿命周期基础信息,同步更新桥梁各部位的实时数据,管养阶段包括环境信息、交通信息、管养计划、管养资金以及管养进度等,不仅能够快速查看桥梁基础信息,还能反应桥梁管养的状况,方便各方人员的信息传递与沟通,使桥梁的管养更加细致完整,有利于延长桥梁的寿命周期。

2.2 平台目标

基于 BIM 的大型桥梁管养平台,将实现具体工程数据与三维模型对接,实现人员作业与桥梁管养各方精准信息传递与协同^[5],对养护质量、进度等信息进行有效控制,通过 BIM 信息化形成标准巡检养护流程,保障管养工作各环节得到有效执行。主要建设目标如下:

- (1) 施工、管养数据和巡检养护过程的规范化、标准化;
- (2) 管养信息结构化、构件化;
- (3) 桥梁构件全寿命期信息可追溯,设计、施工、运维资料的构件级检索;
- (4) 基于 BIM 二维码的管养数据展示与精细化管理;
- (5) 桥梁病害-构件绑定自动化管理,病害的四维可视化记录,提高管养人员工作效率;
- (6) 管养计划与桥梁构件技术状况三维可视化及智能提醒;
- (7) 管养系统数据融合展示,实现预警、报警信息的三维表达,提高养护维修的及时性和精准度。

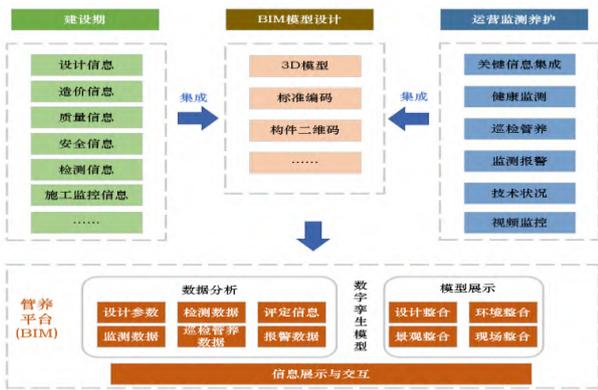


图 1. 基于 BIM 的大型桥梁管养平台业务架构图

3 平台信息管理及管理权限设计

3.1 面向管养的 BIM 编码

实现 BIM 信息化管理基础是实现数模分离，通过 BIM 编码实现桥梁三维构件化管理，同时考虑设计、施工、运营管养信息集成，串接各项业务数据。根据大型桥梁养护技术规范，对施工期 BIM 模型进行梳理，基于运营管养需求重新进行结构单元划分与合并，并重新制定编码及映射关系，建立 BIM 与管养功能之间的联系[6]。

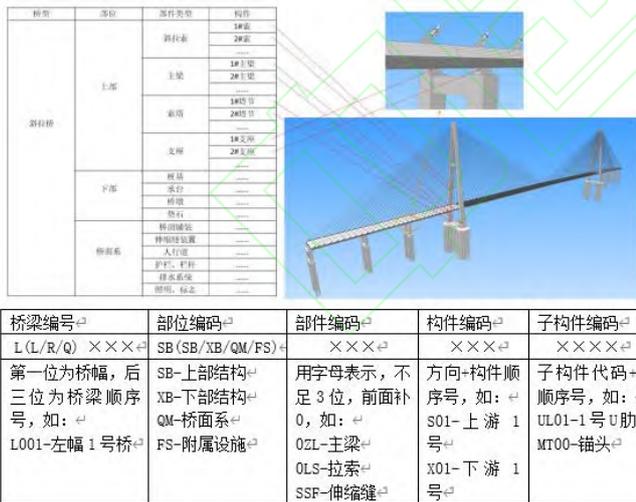


图 2. 面向运营管养需求的构件编码

针对大型桥梁大量构件编码工作繁琐复杂的情况，目前手动输入方式，不仅效率低，出错率也高[6]，缺乏自动化处理方法和工具；基于此，开发了自动编码工具，实现模型编码自动化、精确化。首先针对各种大型桥梁构件，编译工程实体分解(EBS)和工程信息模型分类(IFD)字典库；然后通过编程开发自动编码工具，

导入 BIM 建模软件形成工具插件，在工具插件中创建模型新名称、EBS、IFD 编辑栏，并完成构件过滤、自动编码生成、批量化命名等工作；最终，导出 BIM 模型上传至管养平台，生成构件编码结构树。

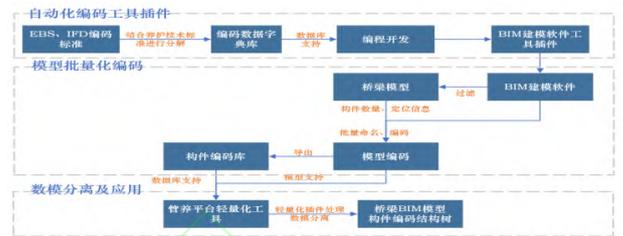


图 3. BIM 模型自动化编码应用方案

3.2 构件信息检索

将设计、施工、运营管养等管理信息节点经过合理的组织，形成一体化的信息网络，减少各环节之间的信息流失，使有效信息能够精确的传递与表达，实现桥梁全寿命周期内各参与方的信息共享与高效协同[7]。

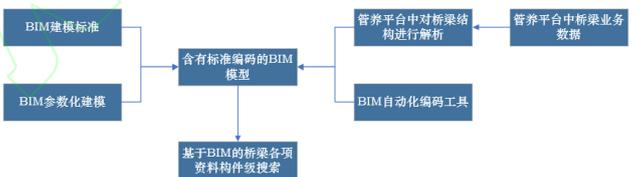


图 4. 基于 BIM 的桥梁构件信息检索方案

BIM 管养平台主要包含了桥梁的整体信息、构件附加信息和挂接的资料，并从不同的角度进行信息分类，实现了在模型中点击任意构件，可以清晰的预览关键设计参数以及关键性施工资料，方便了桥梁运营期的管养工作。



图 5. 大型桥梁 BIM 构件信息检索

3.3 BIM 二维码应用

按照 BIM 模型构件标准编码生成唯一动态二维码，然后再对应粘贴到现场，现场通过平台内提供的 APP 扫码即可实时查看构件属性、养护及巡查周期、以往

存在的问题等信息，并可快捷录入巡检养护信息和作业智能化打卡，对巡检养护工作进行精细化管理，遇突发情况时，能及时将桥梁现场状况通报给相关管养单位，对问题构件进行及时处理[8]。

3.4 系统层级管理权限设计

基于 BIM 技术的管养平台为每个功能设置了层级访问权限和业务权限，同时也对不同角色设计了不同的功能权限和数据访问权限，规范了管理者和技术人员对桥梁信息的使用，避免因权限控制缺失或操作不当引发的风险问题，确保了信息安全。从管养业务出发，设置了巡查人员、养护人员、主管工程师等角色，每个角色在病害处置各个环节各司其职，通过消息机制驱动实现闭环管理；通过 BIM 可以实现消息三维可视化表达，不同角色在 BIM 模型中可以查看需要自己处理的事务，并及时进行信息反馈，极大提升工作效率。

4 平台功能实现

基于 BIM 技术的大型桥梁养护管理平台依托武汉某公路大桥项目，通过 BIM 模型集成了设计施工信息。平台包括 WEB、专用 APP 两种应用方式，功能包括健康监测、巡检养护、视频监控等（如下图所示），功能模块之间信息共享，共同构建起性能完善的 BIM 管养平台。

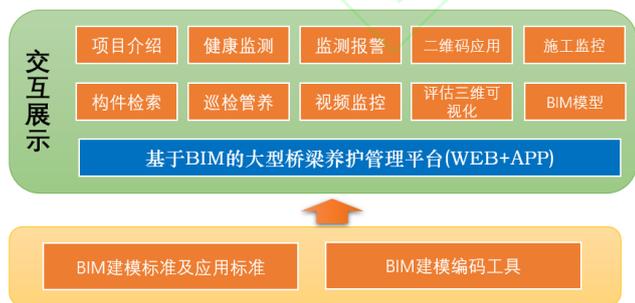


图 6. BIM 管养平台功能组织

4.1 项目介绍

项目介绍对项目概况、桥梁主体结构、施工过程相关影像资料进行集中管理和展示，包括了项目漫游、项目概况、项目风采、工程展示、项目进度、行车模拟等功能。

BIM 管养平台提供了桥址原地形地貌实体模型，可以直观真实的掌握桥梁管养现状以及与周边环境的匹配关系，通过漫游飞行模式鸟瞰项目总览[9]，足不出户即可对桥梁养护管理整体情况了如指掌，还可以对需要重点关注的巡检养护点以及工程部位进行快速定位[10]。

4.2 健康监测

与健康监测系统对接，建立模型与监测数据之间的关系，在 BIM 模型中展示监测设备和监测数据。包括：1) 监测设备漫游定位及信息查看；2) 监测传感器数据与 BIM 模型实时关联，在构件详细信息页面，能够查看构件绑定的各监测点信息和状态（正常、橙色报警、红色报警）；另外能够查看监测点实时数据、阈值线、历史数据曲线以及全桥线形、整体索力柱状图等；3) 监测报警联动与快速处置，通过短信和邮件的方式提示桥梁管养人员，在 BIM 模型中直观展示监测报警点位置，可以快速定位查看相关的数据，对报警数据进行分析及处置，实施快速的响应。



图 7. 基于 BIM 技术的健康监测功能



图 8. 基于 BIM 技术的监测报警功能

4.3 巡检管养

BIM 与巡检管养对接，实现基于三维构件的桥梁巡检养护管理。1) 通过智能手机 APP 实现大桥日常巡检和定期检查病害的标准化录入，通过 BIM 构件编码

将其挂接到模型上,实现巡检养护内容的四维可视化表达;2)将每个构件的巡检养护周期和实际执行情况与BIM模型集成,对巡检养护执行进度进行可视化管
理;3)通过不同颜色对构件的技术状况进行形象化展
示,并且可以查看每个构件详细的病害及养护情况,
增强管养针对性,做到养护管理工作有的放矢,提高
工作效率;4)对巡检养护出勤轨迹进行记录,通过
BIM展示派工单内容和作业现场情况,在BIM模型上
对病害养护措施及处置建议进行三维批注,并将作业
情况通过智能手机APP上报,形成作业前后图像对比,
从而实现巡检管养的全流程标准化和信息化。

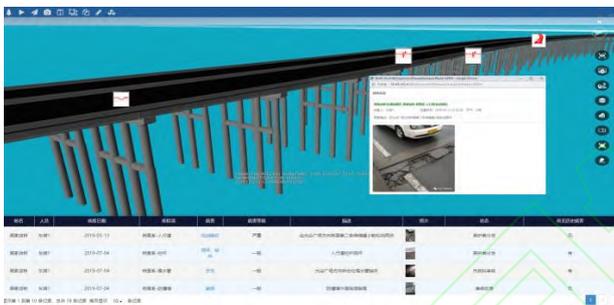


图 9. 基于 BIM 的桥梁巡检养护管理

5 结语

基于BIM技术的大型桥梁养护管理平台融合GIS、移动互联网、物联网、无人机倾斜摄影等新技术,并整合了项目展示、健康监测、监测报警、巡检管养等多个子模块,各个模块之间可以信息共享,信息表达更为直观。平台在武汉某公路大桥项目应用过程中,集成了设计施工资料,实现竣工BIM模型电子化交付[11],为养护管理提供了多方面的参考数据;三维可视化表达使得管养过程更加高效,有效形成了从发现问题到养护维修的信息化闭环管理;通过BIM进行各类管养数据综合集成展示,形成各种数据看板和报表,极大减少数据汇总分析工作量,实现生产一线与管理层面的实时沟通与组织协调[12]。平台目前还只适用公路桥梁养护规范的基本框架,还需进一步纳入城市、铁路桥梁相关内容;同时还有待在更多项目中进行应用,不断提升平台的用户体验和应用价值。

参考文献:

- [1]张贵忠.沪通长江大桥BIM建设管理平台研发及应用[J].桥梁建设,2018,48(05):6-10.
- [2]崔小芳.基于BIM的高速公路桥梁养护综合管理技术研究[J].公路工程,2019,44(3):253-257.
- [3]马少雄,李昌宁,徐宏,王闯,陈存礼,赵钦.基于BIM技术的大跨度桥梁施工管理平台研发及应用[J].图学学报.2017(03):15-19.
- [4]卢玉韬,韩春华,闫智.BIM与3DGIS技术在桥梁工程中的应用方法研究与设计[J].土木工程信息技术.2017,9(4):82-86.
- [5]胡振中,路新瀛,张建平.基于建筑信息模型的桥梁工程全寿命期管理应用框架[J].公路交通科技.2010,9(27):20-24.
- [6]王小宁,王逸凡,刘高,张秋信,马白虎,钟荣炼.面向BIM的桥梁工程分类编码体系研究[J].土木工程信息技术.2019,11(5):71-75.
- [7]张学钢,曾绍武,王朋.BIM技术在兰州地铁东岗站施工中的应用研究[J].现代隧道技术.2017(02):22-26.
- [8]曾绍武,张学钢.BIM技术在预制T梁施工中的应用[J].施工技术.2017(06):8-11.
- [9]刘占省,李斌,王杨,卫启星.BIM技术在多哈大桥施工管理中的应用[J].施工技术.2015(12):24-27.
- [10]赵文武,曾绍武,赵钦,张学钢,马少雄.BIM技术在铁路信号设备数据管理中的应用研究[J].铁道标准设计.2017(01):16-20.
- [11]李娅冉.浅谈BIM协同管理平台在高铁站房工程设计施工阶段的应用.建筑工程技术与设计[J].2018,(8):3492-3493.
- [12]王明强.铁路桥梁质量管理信息系统的设计与实

现[J]. 铁路计算机应用. 2016, 25(7):13-17.

