

基于BIM+GIS的智慧桥梁运维管理平台研究

张 庆

(中国市政工程华北设计研究总院有限公司, 天津市 300074)

摘 要: 随着桥梁建设的发展,桥梁运维相关问题也日益突出,利用数字化手段支持桥梁运维管理业务,已经成为行业共识。针对桥梁运维管理的难点和需求,设计了基于BIM(Building Information Modeling)加GIS(Geographic Information System)的智慧桥梁运维管理平台。基于Cesium开发框架并对其二次开发,实现BIM和GIS技术的融合,并将其应用到桥梁运维管理平台建设中,介绍了平台架构及关键技术。在工程应用方面,该平台可以实现桥梁数字资产、巡检养护、监测报警和应急管理数据的三维可视化展示及管理。该平台在实现信息共享、保证数据质量的同时,提高了运维效率,降低了管理成本。

关键词: BIM; GIS; 桥梁智慧运维; 三维可视化; Cesium二次开发

中图分类号: U445

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2025)05-0221-04

Research on Intelligent Bridge Operation Maintenance Management Platform Based on BIM+GIS

ZHANG Qing

(North China Municipal Engineering Design and Research Institute Co., Ltd., Tianjin 300074, China)

Abstract: With the development of bridge construction, the issues related to bridge operation and maintenance have become increasingly prominent. The use of digital methods to support the bridge operation and maintenance management has become an industry consensus. Focusing on the difficulties and requirements of bridge operation and maintenance management, an intelligent bridge operation and maintenance management platform based on the building information modeling (BIM) + geographic information system (GIS) is designed. Based on the Cesium development framework and its secondary development, the integration of BIM and GIS technology is realized, which is applied in the construction of the bridge operation and maintenance management platform. The platform architecture and key technologies are introduced. In terms of engineering applications, the platform can realize the three-dimensional visualization and management of bridge digital assets, inspection and maintenance, monitoring and alarm, and emergency management data. The platform improves the operation and maintenance efficiency and reduces the management costs while ensuring data quality and information sharing.

Keywords: BIM; GIS; intelligent operation and maintenance of bridge; three-dimensional visualization; secondary development of Cesium

0 引 言

桥梁作为城市交通运输的重要组成部分,对于保障城市交通的顺畅运行具有至关重要的作用。然而,随着桥梁使用时间的增加,桥梁的养护和维修也越来越复杂和困难^[1]。为解决这一问题,近年来,越来越多的桥梁运维单位开始采用智慧运维技术,其中BIM(Building Information Modeling)和GIS(Geographic Information System)技术的应用越来越受

到重视。

BIM主要用于建筑设计和施工过程中的三维建模和协同管理,三维模型的展示受限于特定的BIM软件,而此类软件通常购置费用高、硬件要求高,因此沟通成本也会相应提高。GIS则主要用于地理信息的采集、存储和分析。BIM和GIS可以共同建立桥梁的三维模型和地理信息数据库,实现桥梁的全方位管理和运维。

如何利用BIM和GIS技术,在保证工程质量要求的前提下,实现三维模型可视化和信息管理高效化是桥梁运维管理亟待解决的问题^[2]。因此,需要将多源数据的整合、存储、展示围绕一个中心平台

收稿日期: 2024-05-13

作者简介: 张庆(1995—),女,硕士,工程师,从事道路桥梁设计、智慧管理平台的研发与应用工作。

展开。

本文利用BIM和GIS技术,基于Cesium整合多源异构数据,开发桥梁运维管理平台,实现桥梁的智能化运维和城市交通的智慧化发展。

1 智慧桥梁运维平台的建设难点与需求

1.1 桥梁运维中的信息管理难点

(1)大量数据的管理:桥梁运维中涉及到的数据量很大,包括桥梁的基本信息、检测数据、维修记录、保养计划等等,如何对这些数据进行有效管理和利用是一个难点。

(2)数据质量的保证:桥梁运维中的数据来源不同,采集方式各异,因此确保数据质量成为一个关键问题。如何保证数据的准确性和完整性,是信息管理中亟需解决的难题。

(3)信息共享与协同:桥梁运维涉及到多个部门和单位的协同合作,如何实现信息的共享和协同是一个难点。为了提高运维效率、减少信息孤岛,需要建立统一的信息平台,促进信息的共享和协同。

1.2 桥梁运维平台的建设需求

为解决上述桥梁运维中的信息管理难点,本文提出并设计了智慧桥梁运维管理平台,该平台需满足如下建设需求。

(1)资产管理与优化:需要能够对桥梁的资产信息进行管理和优化,包括桥梁的基本信息、维修历史、监测设备等,以便更好地进行资产管理和规划。

(2)维修计划与管理:需要能够根据桥梁的实际情况制定维修计划,并对整个维修过程实施全面管理和细致监督,以保障维修工作的质量和效果达到预期标准。

(3)数据采集与监测:需要能够实时采集桥梁的各项数据,包括结构变形、温度、开裂等,并通过传感器实现远程监测。

(4)数据可视化与报表分析:需要能够对采集的数据进行可视化展示和报表分析,帮助管理人员更好地了解桥梁的实际情况,及时制定决策和措施。

2 平台架构及关键技术

2.1 平台架构

平台架构的核心组成涵盖感知层、支撑层、数据层、应用层、服务层和保障体系六个关键层面。感知层位于最下层,以物联网技术为核心,通过各类传感器、监控设备和卫星定位等终端设备对数据及信息

进行自动化采集,为智慧应用提供数据支撑。支撑层基于基础通信网络和基础信息设施,实现设施互联、精确感知、信息互通和数据共享^[3]。数据层是整个平台数据处理和存储的核心,主要支持各种来源的数据,并负责提供数据存储、传输、映射配置等服务,满足可视化的数据需求,保证数据安全。应用层是平台架构的最顶层,主要提供各类应用程序和服务,围绕政府、企事业单位和公众的多样化需求,实现行业应用的资源整合、融合应用。服务层包含服务主体和信息发布终端,是智慧桥梁服务对象和方式的体现。总体架构如图1所示。

2.2 关键技术

2.2.1 BIM与GIS技术

BIM技术的应用贯穿于桥梁设计、施工组织和运维管理等整个生命周期。通过使用BIM技术对桥梁进行精细化建模,可实现对桥梁的几何尺寸和物理特征全面掌控。同时,BIM技术还可以用于桥梁的智能化运维,通过数据采集和分析,并联动BIM模型,实现桥梁问题的结构定位,及时发现并解决潜在问题,确保桥梁的安全运行。

GIS技术可以对桥梁的地理位置进行精准定位和管理。通过GIS技术,可以对桥梁的地理位置、地形、地貌等进行分析,以及实现桥梁的空间数据管理。

BIM可以提供桥梁的详细结构信息和构造过程,而GIS则可以提供桥梁的地理位置、周边环境 and 天气等信息,从而帮助运维人员更好地了解桥梁的运行状况。两者结合使用,可以实现桥梁的全生命周期管理和智能化运维,从而提高桥梁的安全性和可靠性,减少桥梁的维护成本和人力资源投入,为城市交通的高效运行提供坚实的技术支撑。

2.2.2 Cesium开发框架

根据不同的平台建设需求,BIM与GIS数据的整合方式也不同。本平台旨在对桥梁模型进行可视化展示和运维信息管理,因此考虑将BIM与GIS数据进行数据格式转换,利用GIS开发框架实现两者的整合^[4]。

平台依托Cesium开发框架实现BIM与GIS数据集成。基于Cesium框架和Vue3前端开发框架可以快速搭建出具有高交互性的三维地图应用。Cesium框架提供了平台建设所需的多种功能接口,包括场景管理、图层管理、相机控制、地球天气、数据可视化等。同时,它还支持多种数据格式和基础底图,以及

可视化的数据挖掘和分析功能。Vue3 框架提供前端开发所需的环境,基于 Vue3 可对 Cesium API 进行二次开发,实现更加复杂的应用场景。

桥梁三维设计完成后,可通过格式转换工具进行模型轻量化处理和不同精细度等级的切片,最终导出为 3D Tiles 和 glTF 格式,地理信息数据通过专业软件处理后以 GeoJSON 格式存储。利用 Cesium 开发框架和前端 Vue3 框架对上述数据进行加载渲染后,可提供三维场景浏览服务,实现数据可视化。

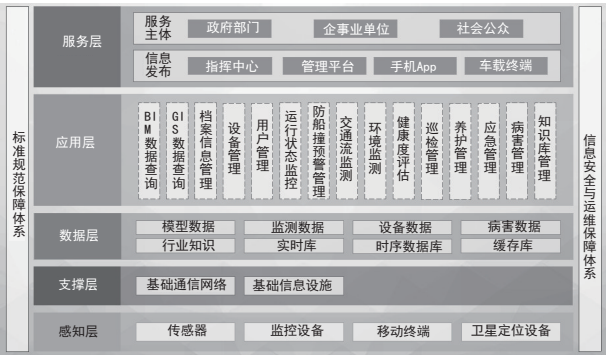


图1 平台架构

3 工程应用

苦竹溪大桥,位于重庆市南岸区,主跨为 3 m×50 m+3 m×50 m,主梁采用工字钢混凝土组合梁,桥墩外形为花瓶墩,采用节段预制装配式。智慧桥梁运维管理平台主要以苦竹溪大桥为载体,包含桥梁数字资产管理、巡检养护管理、监测报警和应急管理等模块。

3.1 桥梁数字资产管理

平台首先以地图锚点的形式展示运维涉及到的所有桥梁的位置分布,单击某座桥梁图标,可以打开该桥的数字资产展示界面。平台使用人员进入桥梁数字资产界面后,可看到加载的三维 GIS 场景,桥梁三维模型和倾斜摄影实景模型等,也可以使用图层工具控制图层显隐。同时,界面左右两侧用于展示桥梁数字资产。

桥梁数字资产涵盖桥梁的整体信息和结构信息。桥梁整体信息通常由行政数据(桥梁编号、名称、中心桩号和设计单位等)、技术指标(桥梁全长、桥面总宽和设计荷载等)、结构信息(结构类型、材料、桥梁分孔等)、施工信息(施工单位、时间、方案等)组成。桥梁结构信息会关联到 BIM 模型,即单击桥梁三维模型的具体结构,弹出信息展示界面,主要是图纸、计算书、检查档案(检查类别和检查日志)和养护维修档案(养护实施技术资料、维修或改建设计图纸、竣工图纸)等信息。

3.2 巡检养护管理

巡检养护管理模块支持管理人员点击地图自定义巡检路线,并发布巡检工单,工作人员接收巡检任务后,通过移动端定位功能实现巡检点位打卡。桥梁巡检养护管理终端聚焦于桥梁病害数据的精准采集与即时传输。检测人员在现场作业时,可直接在移动端录入病害详情,上传实地拍摄的病害照片,并关联到对应的模型构件。这些数据将实时同步至网页端,确保信息的实时性与一致性。管理人员在移动端或网页端界面便能远程监控检测结果,并在需要时分发给维修保养团队进行及时处理。这一流程有效优化了桥梁巡检与养护的整体效率。平台巡检的业务流程如图 2 所示。

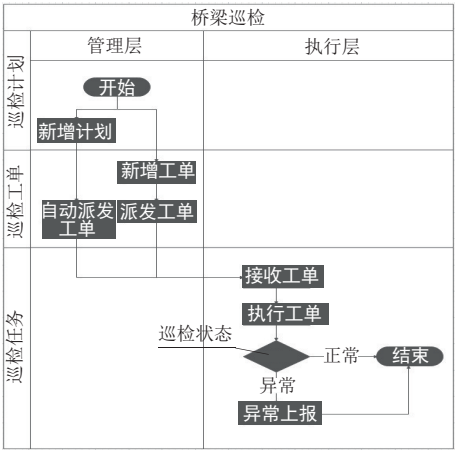


图2 桥梁巡检业务流程

平台巡检养护管理的前端界面对事件和人员情况进行了统计展示,如图 3 所示。本平台将桥梁管理中发生的事件划分为设备维护和桥梁安全两大类,后台对各事件的关键信息进行记录,并逐月统计分析,前端界面展示事件发展趋势,帮助管理者了解桥梁运行状态,预测潜在风险。人员管理记录参与桥梁维修养护管理的人员信息,并提供工时和工单管理功能。在工单派发和处理工程中,自动记录工时,为人员绩效评估和成本控制提供依据。



图3 巡检养护管理界面

3.3 监测报警

为实时获取桥梁运行过程中的某些重要数据,如振动加速度、位移和结构应力等关键参数,本项目在桥梁上部署了一系列传感器和相关监测设备。监测报警模块(见图4)将BIM模型和报警数据进行关联,直观展示报警位置和告警信息,使管理人员快速和全面地了解桥梁情况。主要实现的功能包括:监测设备快速定位及信息概览,设备运行状态监测;在点击监测设备后,可进入后台查看对应的数据曲线和阈值线,并能通过开始时间和结束时间筛选某一时间段的数据曲线;告警信息详情列表展示,包括告警等级、位置、详细信息和告警时间等,点击某条详情,地图定位到对应的模型构件。



图4 监测报警界面

同时,监测报警模块具备对桥梁环境信息和交通运行状况的实时监控功能,在突发事件发生时,能够迅速为桥梁附近的交通疏导和管制提供有效依据,确保道路安全畅通。

3.4 应急管理

桥梁设施在突发事件发生后,只有通过有效的应急预案和完善的应急机制,才能实现迅速响应,最大限度地减少损失和影响。平台应急管理模块的核

心功能涵盖应急预案、应急响应、应急演练和报警管理功能。应急预案包含应急处置措施、应急资源调度、应急组织架构和应急培训演练等。应急响应是通过对Cesium进行二次开发,实现路径规划功能,进而提供消防救援联动和交通疏散的最佳方案。应急演练根据不同应急演练提供对应的演练记录。报警管理通过平台推送报警信息给维保单位的相关负责人、消防部门和交警等,便于突发事件的及时响应和处理。

4 结 语

本文针对桥梁运维管理的难点和需求,开发基于BIM+GIS的智慧桥梁运维管理平台。平台依托BIM和GIS技术,利用Cesium开发框架,实现以BIM模型为核心,对桥梁数字资产、巡检养护、监测预警和应急事件等进行三维可视化的展示及管理。该平台在实现信息共享、保证数据质量的同时,提高了运维效率,降低了管理成本。本平台对桥梁数字资产进行完整性管理,后续可结合相关技术规范的评价指标和依据,对桥梁健康状况进行动态评估,为桥梁的维修养护提供决策依据。

参考文献:

- [1] 黄颖,许永吉,刘冠国.基于BIM+GIS的在役桥梁智慧运管平台架构研究[J].土木工程信息技术,2022,14(2):90-95.
- [2] 魏鑫,吴学伟,程培嵩,等.基于组件式GIS的桥梁健康监测数据集成及预警研究[J].公路工程,2020,45(6):79-85.
- [3] 阮小丽,钟建平,吴巨峰,等.基于BIM的寿春淮河大桥智慧场景信息管理系统[J].世界桥梁,2022,50(4):61-67.
- [4] 翟晓卉.基于BIM+GIS的道路桥梁运维管理平台建设[J].中国科技信息,2021(2):85-88.

《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

官方网址: <http://www.csdqyfh.com> 电话: 021-55008850 联系邮箱: roadbridgeflood@163.com

