

基于“BIM+GIS+5M1E”技术的钢结构桥梁智慧建造综合管理云平台构建研究

卜珍凯 张 重

中铁贵州公路建工有限公司 贵州 黔南 550600

【摘 要】：“十四五”时期工程建设向信息化、智能化转型，钢结构桥梁施工工序复杂、精度要求高、管理要素多，传统管理模式难适配需求。本文结合业务痛点与管理诉求，提出构建基于“BIM+GIS+5M1E”技术的智慧建造综合管理云平台方案，从业务需求分析、平台架构设计等维度研究，通过多技术融合实现施工全生命周期数字化管控、可视化呈现与智能化决策。研究表明，该平台可打破信息孤岛，提升施工协同效率与管理精细化水平，为同类工程提供技术范式与实践路径。

【关键词】：BIM；GIS；5M1E；钢结构桥梁；智慧建造；管理云平台

DOI:10.12417/2811-0528.26.04.027

交通基础设施支撑国民经济发展，钢结构桥梁因强度高、抗震性优、施工周期短成为主流选型，但施工面临环境险要、工序协同难等问题，传统管理模式存在信息传递滞后等弊端。BIM、GIS 与 5M1E 组合的技术体系为工程管理提供管控框架，在此背景下，融合多技术的智慧建造综合管理云平台成为推动钢结构桥梁建造升级的核心抓手。

1 钢结构桥梁施工业务现状与核心需求

1.1 行业业务发展现状

行业上，钢结构桥梁形成“工厂预制+现场装配”模式，核心流程含钢构件制作、桥址复拼等环节，关键工序对施工精度要求高。企业实践中，专业桥梁施工单位有相关资质与设备，形成三级管理体系，但现有管理模式有短板：业务系统数据未联通，形成“信息孤岛”；施工进度与质量安全联动管控能力不足，难提前预判与快速处置风险。

1.2 管理体系核心需求

通过对施工企业核心部门调研，结合工程痛点，梳理出六大核心需求：一是进度协同，实现施工计划可视化编制与动态调整，预判风险；二是人员管控，搭建人员资质审核、培训、考勤一体化管理体系；三是物资溯源，实现物资全流程追溯，保障供应与进度匹配；四是设备运维，对大型设备全周期管理，建立故障预警机制；五是质量安全，构建全工序检验与安全管控体系，实现隐患闭环整改；六是信息整合，打破系统壁垒，实现施工数据集中存储与统一展示。

2 智慧建造云平台整体架构设计

2.1 平台建设目标

平台以“数据驱动、智能管控、协同高效”为目标，融合

BIM、GIS、5M1E 技术，实现三大目标：一是施工要素数字化，将管理对象转化为可量化、可追溯的数据资产；二是施工过程可视化，依托三维建模与地理信息融合，呈现施工进度与工况；三是管理决策智能化，通过数据分析为进度调整、资源调度提供支撑，达成提质、增效、降本目标。

2.2 系统分层架构

平台采用三层架构，各层级协同保障功能实现。数据采集层作为入口，通过多种技术采集人员、设备、物资、质量等数据，对接企业既有系统整合数据。数据处理层是核心中枢，运用多种技术对多源数据清洗、整合与存储，构建标准化数据库与模型库，实现 BIM 与 GIS 深度融合。业务应用层为不同管理角色提供定制化模块，支持多终端访问，满足差异化管理需求。

技术选型上，平台采用 Java 语言、SpringBoot 框架、Redis 缓存库、MySQL 数据库及 Nginx 中间件构建，具备高并发处理与数据安全防护能力，适配大规模工程数据存储与运算需求。

3 云平台核心功能模块设计

3.1 综合驾驶舱模块

综合驾驶舱是全局管控入口，核心功能是项目数据集中展示与可视化分析。整合各模块数据，以图表、模型呈现关键指标；依托 BIM 4D 模拟技术，联动进度与模型，展示进度偏差，识别滞后区域并预警，为管理层提供全局决策视图。员管理模块

该模块覆盖人员全流程管理。人员档案管理可建信息数据库，录入资质证书与培训记录，自动提醒证书到期；培训管理

支持制定并执行线上线下培训计划,量化评估效果;考勤管理对接智能设备,自动采集与统计出勤数据;人员统计用可视化图表呈现工种分布与在岗状态,支撑人员调度。

3.2 物资管理模块

针对钢结构桥梁物资特点,模块构建“计划-入库-申请-发料-出库-库存-统计”全流程体系。物资计划支持编制多阶段需求计划,与施工进度联动调整;物资溯源为物资生成唯一二维码,实现扫码追溯;库存管理设预警阈值,物资低于安全库存自动提醒;物资统计形成多维度报表,分析消耗规律辅助成本管控。

3.3 设备管理模块

模块聚焦大型设备全周期运维。设备台账统一管理设备基础信息与技术参数;维保管理制定标准化维保计划,自动生成并跟踪维保任务;运行监控通过物联网传感器采集运行参数,用2D/3D动画模拟运行状态;故障预警设参数阈值,超标自动预警并跟踪维修流程,保障设备稳定运行。

3.4 工程施工管理模块

作为核心业务模块,覆盖施工全流程管控。施工计划支持多维度进度计划编制与BIM模拟;工序管理提供可视化作业指导书,规范工序操作;进度提报支持班组填报进度,自动对比偏差并预警;验工管理建立检验批体系,记录质量数据并溯源问题,保障工程质量。

3.5 安全质量与文档管理模块

安全质量管理含隐患排查、风险管控等功能,支持拍照上传与跟踪整改现场隐患,建立隐患台账与闭环管理机制,发布安全教育内容提升安全意识。文档管理实现工程文档分类存储

与权限管控,支持在线预览与版本管理,解决传统管理痛点。

4 平台实施保障体系

4.1 组织保障

为确保平台落地,建立专项实施组织架构。成立由企业高层牵头的项目领导小组,统筹规划与调配资源;组建多专业人员构成的实施工作小组,负责需求对接、功能测试与现场推广;明确部门职责分工,形成“统一领导、分工协作、全员参与”格局,保障平台建设与应用有序推进。

4.2 技术保障

组建专业技术运维团队,负责平台日常维护、数据更新与故障处理;建立技术培训体系,针对不同岗位用户分层分类培训。确保管理人员与一线作业人员掌握平台操作流程,同时加强与技术服务商合作,跟进技术迭代,保障平台功能与行业技术同步。

4.3 制度保障

制定平台使用与数据管理规范,明确数据采集等标准流程,保障数据真实、完整与安全;建立考核机制,将平台使用纳入绩效考核,激发全员积极性,确保平台融入施工管理流程,发挥智慧管控效能。

5 结语

基于“BIM+GIS+5M1E”技术的钢结构桥梁智慧建造综合管理云平台,通过多技术融合与全流程设计,构建覆盖施工全要素、全周期的管理体系,破解传统管理痛点。该平台应用可实现施工数字化管控与智能化决策,提升精细化管理水平。未来可拓展智能预测等功能,推动平台升级,为行业智慧化转型提供技术支撑,助力高质量发展。

参考文献:

- [1] 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(S1):20-24.
- [2] 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.
- [3] 陈亮.BIM技术在桥梁钢结构加工中的应用研究[J].土木工程学报,2020,53(5):45-52.
- [4] 徐萍飞,熊峰,夏伟杰,等.基于BIM的桥梁信息集成管理系统研究[J].施工技术,2016,45(12):119-123.
- [5] 王要武,金玲.5M1E管理体系在工程质量管控中的应用研究[J].土木工程学报,2020,53(增刊1):356-360.