

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2024.01.058

基于BIM+AIoT的市政工程智慧工地平台开发与应用

闫涛

[上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司,上海市200092]

摘要:在国家数字化转型战略的大背景下,市政工程专业众多,施工现场环境复杂,管理难度大,亟需通过数字化、智能化手段提升管理水平。通过BIM、AI、IoT技术的集成应用开发适应于市政工程特点的智慧工地管理平台,实现了人员实时定位、关键设备在线监控、基坑安全监测、隐患自动识别等功能,提升了现场各要素的管控能力。通过试点项目的应用验证了平台的应用效果,为其他同类项目的智慧工地建设提供了有益的经验。

关键词: BIM; AIoT; 智慧工地; 市政工程

中图分类号: TU99

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)01-0237-04

0 引言

市政工程包括城市道路、桥梁、给排水、环境工程、地下结构等,作为城市的基础设施,对施工现场的进度、质量、安全管控提出了很高的要求。同时由于市政工程专业复杂性,受制于周边环境的限制,不同工程的特点各不相同,施工标准化程度低,现场管理的难度大,风险高。传统的项目管理手段单一、信息滞后,导致施工项目管理层反应迟钝和主动控制能力的薄弱。在此背景下,随着信息技术发展,特别是BIM、人工智能、物联网等数字技术加速应用,智慧工地的建设已成为施工项目管理方提升自动化管理水平、保障工地施工安全文明的重要平台和手段。

近年来,全国各地积极探索智慧工地建设,但仍存在着系统集成度低、“信息孤岛”现象较为突出、用户端与监管层数据融通度不高、智慧工地应用点针对性不强,数据价值低等应用技术难点。大多数企业对智慧工地的应用尚处于初级阶段,应用的业务板块也各有不同,既需加强统一的顶层架构设计,又需针对项目实际的安全生产管理需求进行更具实用性、针对性的落地探索。

BIM技术作为近年来建筑行业大力发展的新技术已经得到了广泛的应用,在建设阶段BIM技术除可以进行施工模拟、工程量计算、施工场地布置等单点应用之外,还可以作为工程管理的数字基底,通过

创建工程各专业BIM模型、施工场地模型、周边环境模型等,实现施工现场的三维数字化还原,施工项目管理数据、智能物联感知数据可以通过BIM模型基底为载体进行融合;AIoT是AI+IoT的简称,是人工智能和物联网技术的融合应用,在智慧工地建设中,IoT技术用于施工现场人、机、料、法、环各要素的数据感知,AI技术可以将前端采集的数据进行实时计算,通过AI算法的加持及时识别工地现场的安全风险,及时进行预警与反馈。

现介绍基于BIM+AIoT的市政工程智慧工地平台的总体架构、开发关键技术、各模块功能以及在某市政工程中的实际应用情况,并对应用成效进行了总结,可为后续同类型项目的应用提供借鉴。

1 平台总体架构

智慧工地平台的总体架构应由感知层、传输层、平台层、应用层四个部分组成,智慧工地的架构如图1所示。感知层包括施工现场安装的信息采集、识别、控制的物联设备。传输层指数据传输和通信技术和媒介,包括有线传输和WLAN、WiFi、GPRS/3G/4G/5G、蓝牙等无线传输技术,实现现场采集数据的实时传输。平台层指的是支持平台基础应用及集成的各类技术服务,如BIM图形引擎、数据存储、智能分析、边缘计算等技术,设备连接管理、应用集成、物联设备集成、视频流服务、基础云服务等。应用层指的是为满足用户需求提供的具体应用服务,如安全管理、质量管理、环境管理、人员管理等,可以根据现场需求进行模块化的功能配置,最后通过现场指挥大屏、Web端、移动端APP等用户终端使用。

收稿日期:2023-03-23

作者简介:闫涛(1988—),男,工学硕士,高级工程师,从事BIM和工程数字化工作。

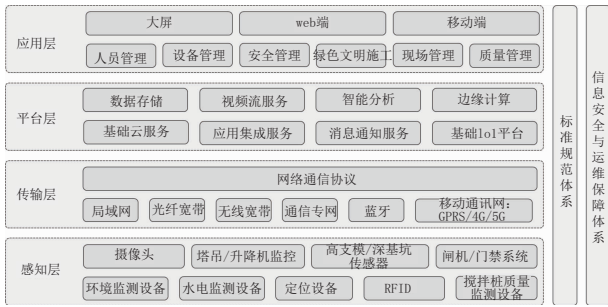


图1 智慧工地平台总体架构图

2 平台开发关键技术

平台开发的关键技术主要包含以下四个方面:

(1) 基于微服务的开发技术架构

智慧工地平台需要能够集成各专项子系统,同时在项目数量增加时要能够快速进行部署,通过基于微服务的技术架构、前后端分离的开发模式可以使得平台具备良好的拓展性并且能够灵活部署。

(2) 基于轻量化 BIM 图形引擎的数据可视化技术

基于 OpenGL、WebGL 的三维图形引擎可以实现通过浏览器无插件在线查看轻量化 BIM 模型,通过 BIM 模型实现多维数据的集成展示和联动查询。

(3) 基于多种通讯协议融合的 IoT 数据接入技术

智慧工地通过智能物联网设备实时采集工地的扬尘噪声、视频监控、人员定位、施工机械设备运行数据、安全监测等数据,不同的采集设备的采样频率、数据传输方式、通讯协议各不相同,平台需要能够支持多种协议的数据采集,并且对各类采集的数据进行统一存储、处理和应用。

(4) 基于视频 AI 的隐患识别技术

在通用图像识别算法的基础上结合工地实际应用场景进行 AI 模型的训练,将训练好的算法部署到 AI 服务器上,接入现场摄像头采集的监控画面对现场的安全隐患进行实时识别,将识别到的隐患进行通知公告,及时消除隐患,提高管理效率。

3 平台功能介绍

3.1 人员管理

人员管理功能模块内容应包括人员实名制登记、无感考勤系统、人员定位等功能。人员实名制登记模块,在人员进场前通过移动端 APP 对现场人员的身份证信息进行自动识别,并且通过 AI 人脸对比算法将身份证照片与人员照片自动比对,确保人证匹配,在平台中建立人员台账,对不同工种人员进行分类管理,对于超龄人员进行预警。

无感考勤系统通过在工地出入口设置人脸识别闸机,对接后台人员数据库,实现进出人员控制和考勤信息自动统计。

人员定位功能通过在安全帽上增加定位模块实现工地现场人员位置信息的实时采集,人员位置信息可以通过 BIM 模型在三维场景中实时展示人员位置信息,如图 2 所示。

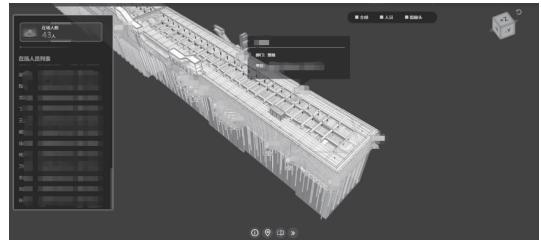


图2 基于BIM的人员定位功能图示

3.2 设备管理

设备管理模块首先在平台中建立机械设备台账,对机械设备基础信息进行录入,并对设备的检定周期、维修保养建立数据库动态管理。对于一些特种作业设备,例如塔吊、搅拌桩设备等可以通过加装智能监测与控制系统,及时收集关键部位运行信息,发生异常时自动报警。

塔吊监测系统的监测内容包括:吊重、吊钩高度、小车行进幅度、回转角度、塔机倾斜角度等,还可以通过加装视频监控对实现吊钩可视化和塔吊驾驶室监测,如图 3 所示。

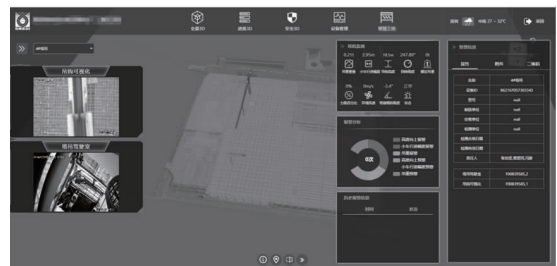


图3 塔吊运行监测功能图示

搅拌桩监测通过安装自动化在线制浆记录仪,搭配称重传感器、视频监控等,实时记录搅拌桩各关键施工数据,并将采集的施工数据通过无线网络上传服务器。施工管理人员可以通过 PC 端和手机实时查看现场施工情况,平台功能包括实时数据查看、历史记录查询、预警信息等。

3.3 基坑监测

基坑监测通过安装相关基坑监测设备,将监测数据进行信息集成,在 BIM 智慧大屏上实现可视化呈现,同时后台进行数据分析,形成监测数据日变化量趋势图。对各项监测数据设置了预警值及报警值,

当预警或报警时,对相关人员及时进行手机短信推送,并启动相应基坑应急预案。

3.4 视频监控

通过安装视频监控和 AI 视频识别设备,建立施工现场全方位视频监控系统,在项目部通过监控大屏展示施工现场监控视频的位置及监控画面,实时监测施工现场安全生产措施的落实情况,主要包括视频查看、图像存储、录像回放、AI 识别、报警推送等功能。AI 视频识别的功能包括安全帽、反光衣、区域入侵、吸烟、烟雾、明火等,如图 4 所示。

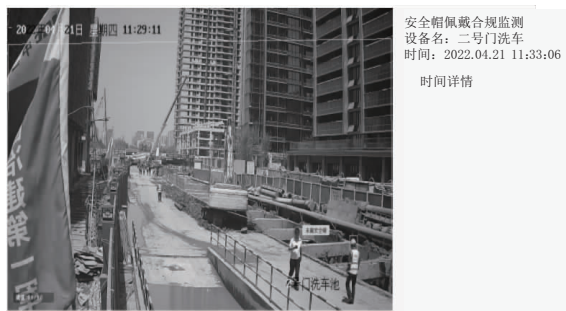


图 4 AI 视频识别图示

3.5 绿色文明施工

绿色文明施工模块功能主要包括扬尘噪声监测、用水用电监测等。通过安装环境监测系统对施工现场的扬尘噪声等环境数据进行实时监测,实现管理者对项目现场环境状况的整体把控,支持对前端污染源的实时监控、在线预警、对历史监测数据的查询统计、报表分析等功能。设备终端可根据设定的环境监测阈值,与施工现场的喷淋装置联动,在超出阈值时自动报警并启动喷淋装置,以达到喷淋降噪的目的。通过安装数字化电箱、水表、电表等硬件,将施工现场用水量及电箱的电量、电压、电流、功率等监测数据实时反映至平台上,并由平台进行汇总分析数据,及时解决异常情况。

3.6 BIM 驾驶舱

BIM 驾驶舱将工程实体 BIM 模型、施工场地模型、周报环境模型、施工机械模型等进行整合,建立工程全景三维模型基底,在此基础汇聚各类物联设备数据、工程管理数据等,综合展示项目总体建设汇总数据指标,包括人员统计、设备统计、工程进度、安全监测、质量控制等不同主题、不同维度的统计数据,为工程指挥和调度提供决策依据,如图 5 所示。

4 试点项目案例

4.1 项目概况

某水厂改扩建项目位于中心城区,工程是在原

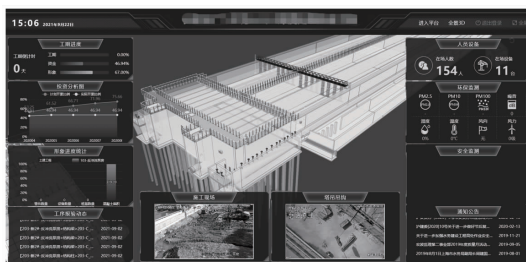


图 5 BIM 驾驶舱示意图

有水厂基础上进行的扩建和深度处理改造,在改造期间需确保原有水厂供水不能间断,对工程施工管理提出了很高的挑战。该项目通过 BIM+ 智慧工地的应用建立基于 BIM 的智慧工地平台,提升了工程管控的数字化、智慧化水平,为项目的顺利交付提供了重要支撑。

4.2 应用成效

在该项目中,结合项目特点和实际需要,重点对人员定位、塔吊监测、搅拌桩监测、基于 BIM 的施工交底等进行了应用。

为防止在施工期间,施工人员闯入原有水厂,影响水厂的安全运营,该项目引入了人员定位系统,实时掌握在场人员信息,并且通过划定电子围栏实现对人员越界的及时报警,取得了较好的效果,在安全风险大、人员管控要求高的项目中值得推广应用。

通过安装塔吊监测系统,对塔吊的幅度、高度、转角、重量、倾角、风速进行监测,同时还设置了人脸识别模块司机开启塔吊时需要通过人脸或密码验证,防止非工作人员误开。通过安装吊钩可视化体系,消除了塔吊司机的视野盲区,提升了塔吊作业的安全管控能力,如图 6 所示。



图 6 塔吊吊钩可视化画面

传统搅拌桩质量管控过程主要依靠管理人员现场管理,具有一定局限性和管理盲区。在该项目中通过引入搅拌桩质量监测系统,对成桩深度、成桩时间、用浆量、钻速、泥浆比重、施工流程、施工持续时间等进行实时监测,及时掌握关键施工数据,同时具备施工过程中关键参数监测报警功能。水泥搅拌桩质量监测系统可以有效辅助质量管理人员现场监

督、检查及旁站,替代部分现场管理工作,提高施工管理效率。

此外,在该项目中还通过将各单体构筑物 BIM 模型轻量化发布到平台中,并通过平台生成二维码张贴在施工现场,施工人员可以通过手机扫描查看 BIM 模型,基于模型开展施工交底,起到了指导施工的作用。

5 结 语

在行业数字化转型的大背景下,BIM 技术、物联网技术、AI 技术的快速发展为智慧工地的建设提供了技术基础,通过基于 BIM+AIoT 的智慧工地平台开发可以改变目前依赖人工管理的现状,有效提升施工现场的精细化、数字化、智能化水平,提升项目

安全水平,助力品质工程的创建。未来随着 BIM 技术和新一代信息技术的发展,基于 BIM+AIoT 的智慧工地平台有望在更多的工程建设项目中得到推广应用,促进行业的高质量发展。

参考文献:

- [1] 毛志兵.推进智慧工地建设 助力建筑业的持续健康发展[J].工程管理学报,2017,31(5):80-84.
- [2] 曹吉昌,王佳仪,陈明琪.基于 BIM+GIS+IoT 技术的智慧工地系统关键技术研究及应用[J].建设科技,2020(Z1):74-77.
- [3] 吴吉义,李文娟,曹健,等.BUYA Rajkumar. 智能物联网 AIoT 研究综述[J].电信科学,2021,37(8):1-17.
- [4] 曹吉昌,王晓.智慧工地发展现状、存在问题及建议[J].建设科技,2022(17):11-18.
- [5] 游天亮,吕欣豪,张彧博,等.大型医疗建筑 BIM+ 智慧工地综合建造技术[J].施工技术,2020(6):35-37.

《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

投稿网站:<http://www.csdqyfh.com> 电话:021-55008850 联系邮箱:cdq@smedi.com