

基于云技术的智慧工地安全平台建设研究

王仪斌

新疆特变电工集团有限公司，新疆乌鲁木齐，830011；

摘要：随着建筑行业数字化转型进程的持续深入，智慧工地正在逐步成为提升项目施工安全管理效能的重要方式。在传统的安全监管模式下，往往存在施工作业面广、作业人员流动性大、交叉作业多、露天作业等诸多实际问题，受限于人工开展安全监管的滞后性、局限性等弊病，容易给建设工程带来安全隐患。文章对基于云技术的智慧工地安全平台建设进行了研究分析，以供参考。

关键词：云技术；智慧工地；安全平台

DOI：10.69979/3029-2727.26.02.042

前言

建筑业作为国民经济支柱产业面临着安全生产压力持续增大的严峻挑战，施工现场环境复杂多变、作业人员流动性强、危险源分布广泛等特点使得安全风险控制难度不断加大。现有安全管理体系主要依靠人工巡检、纸质记录、定期检查等传统手段，存在监管覆盖不全面、风险识别准确性不高、应急响应速度缓慢等局限性。随着人工智能、物联网、云计算等技术的快速发展和成熟应用，智慧工地概念应运而生，为解决传统安全管控模式的瓶颈问题提供了新的技术支撑。

1 智慧工地基本概念

智慧工地作为建筑行业信息化发展的创新模式，依托三维设计平台对工程项目实施精细规划与数字化仿真，构建以施工过程管理为核心的信息系统，通过整合虚拟现实环境下的工程数据与物联网采集信息，运用数据挖掘技术实现施工趋势预测及智能决策支持，进而达成工程可视化管理目标，不断提升行业信息化水平，推动绿色建筑与可持续发展目标的实现。该系统将人工智能、传感技术、虚拟现实等先进科技融入建筑实体、机械设备、人员穿戴设备及场站出入口等多元要素，构建互联网络，并与互联网深度融合，促进工程管理主体与施工现场管理的有机整合。

2 智慧工地安全管理现状问题剖析

2.1 信息孤岛现象严重

在传统工地安全管理模式当中，各个安全管理环节产生的数据分别存于不同系统或设备里，如视频监控数据存储于监控服务器当中，人员信息数据存储于门禁系统数据库里，设备运行数据存储于设备监控系统之中。然而这些系统之间缺乏有效数据交互接口且数据标准

并不统一，导致数据没办法实现共享与集成从而形成一个个独立“信息孤岛”。管理人员要是想获取全面安全信息，就得在多个系统之间进行切换查询，操作不仅十分烦琐，而且难以实现数据综合分析利用，严重影响安全管理效率以及决策的科学性。

2.2 安全数据处理效率低

工地现场所产生的安全数据具备海量性、实时性、多样性等特征，像视频监控数据、传感器采集的环境数据、人员定位数据以及设备运行数据等，传统的数据处理方式主要依靠人工处理和简单的计算机软件处理，没办法满足海量安全数据的实时处理需求。一方面，人工处理数据不仅效率非常低下，而且还容易出现人为误差，致使数据处理结果的准确性无法得到保障。另一方面，简单的计算机软件处理无法对数据进行深度分析与挖掘，很难从海量数据中提取有价值的信息，不能及时发现潜在的安全隐患，让安全预警滞后于实际风险的发生。

2.3 安全管理响应滞后

因为存在信息孤岛现象且安全数据处理效率低下，当工地现场出现安全隐患或者安全事故的时候，管理人员常常没办法及时获取准确又全面的信息，这就造成安全管理响应出现滞后，如工地出现人员违规操作行为，视频监控系统没办法和预警系统实现实时联动，管理人员得经过人工发现、信息上报、指令传达等多个环节才可以进行处理，在这个过程中违规操作行为或许已经引发安全事故。再如，工地发生火灾等紧急情况，若不能及时获取火灾发生位置、火势大小、人员分布等信息，救援工作就很难高效开展进而扩大事故损失。

3 基于云技术的智慧工地安全平台架构设计

基于云技术的智慧工地安全平台架构设计需遵循

先进性、可靠性、安全性、可扩展性、易用性等原则，要充分利用云技术所具备的优势来实现工地安全管理的智能化、精细化、实时化，平台架构运用分层设计思想，从上到下依次包含应用层、平台层、数据层与感知层，各层之间既相互独立又相互关联，共同构成一个完整的智慧工地安全管理体系。

3.1 感知层

感知层是智慧工地安全平台的数据来源，主要负责采集工地现场的各类安全数据，为平台的后续数据处理与应用提供基础支撑。感知层通过部署各类传感器、智能设备与数据采集终端，实现对工地人员、设备、环境、施工过程等方面的全面感知。具体来说，感知层的设备与终端主要包括以下几类：

人员感知设备：如人员定位终端（基于 GPS、北斗、RFID、UWB 等技术）、智能安全帽（内置定位模块、语音通话模块、视频采集模块等）、门禁系统（人脸识别、指纹识别、IC 卡识别等），用于采集人员的位置信息、身份信息、进出工地时间信息等，实现对人员的实时跟踪与管理。

设备感知设备：如塔吊监控传感器（力矩传感器、高度传感器、幅度传感器、回转传感器等）、施工电梯监控传感器（载重传感器、速度传感器、门锁传感器等）、搅拌设备监控传感器（转速传感器、温度传感器、压力传感器等），用于采集施工设备的运行参数、工作状态信息等，实现对设备的实时监测与故障预警。

环境感知设备：如温度传感器、湿度传感器、粉尘浓度传感器、噪声传感器、有害气体传感器（如一氧化碳、二氧化硫、硫化氢等）、风速风向传感器等，用于采集工地现场的环境参数信息，实现对施工环境的实时监测与评估。

施工过程感知设备：像视频监控摄像头包含高清网络摄像头、红外摄像头、全景摄像头等，还有振动传感器用于监测基坑支护、边坡等结构稳定性，以及位移传感器用于监测建筑物沉降、构件变形等，这些设备用于采集施工过程中的图像信息、结构变形信息等，以此实现对施工过程的实时监控与安全隐患识别，感知层采集的数据通过无线网络像 4G、5G、WiFi、LoRa、NB-IoT 等或者有线网络传输至数据层，为平台的后续处理提供数据支持。

3.2 数据层

数据层作为智慧工地安全平台的数据存储管理中心，主要负责接收存储并处理感知层采集的各类安全数据，包括清洗转换整合以及管理等工作，确保数据具备

准确性完整性一致性和安全性，数据层依托云存储技术来构建，采用分布式存储架构将数据存于云服务器集群之中，从而实现海量数据可靠存储与高效访问。

3.3 平台层

平台层作为智慧工地安全平台的核心支撑层，主要承担着为应用层提供各类服务与工具的职责，涵盖计算服务、数据分析服务、人工智能服务、应用开发服务、接口服务等内容，以此实现对数据的深度处理与应用，为智慧工地安全管理提供智能化的技术支撑。平台层依托云计算技术，为应用层提供强大的计算能力，其中包括实时计算服务与离线计算服务。实时计算服务主要用于对感知层采集的实时数据进行快速处理与分析，像对人员定位数据、设备运行数据、环境监测数据等进行实时分析，进而实现安全隐患的实时预警，离线计算服务主要用于对历史数据进行深度挖掘与分析，例如对安全事故数据、安全隐患排查数据等进行分析，总结安全事故发生的规律与趋势，为安全管理决策提供科学依据。

3.4 应用层

应用层作为智慧工地安全平台的用户交互层，直接面向工地安全管理各参与方，提供各类安全管理应用功能来满足不同用户业务需求，应用层基于平台层提供的服务与工具进行开发，采用 Web 端、移动端（APP、小程序）等多种部署方式以方便用户随时随地访问平台，该模块主要实现对工地人员全流程安全管理工作，涵盖人员信息管理、安全教育培训、人员定位跟踪、违规行为管理等诸多功能，在人员信息管理方面要建立人员信息数据库，存储人员基本信息、资质证书、从业经历等以实现人员信息统一管理并查询，在安全教育培训方面需提供在线培训课程、考试题库等，支持管理人员为不同岗位人员制定个性化培训计划并记录培训进度与考试成绩，确保人员具备相应安全知识与操作技能，在人员定位跟踪方面要结合感知层的人员定位设备，实时获取人员在工地的位置信息，当人员进入危险区域（如基坑、高空作业区域等）时自动发出预警信号提醒人员及时撤离，在违规行为管理方面要对图像识别系统发现的人员违规行为进行记录、分类、统计，生成违规行为报告并将违规信息推送至相关责任人督促其进行整改。

4 基于云技术的智慧工地安全平台关键技术应用

4.1 物联网技术

物联网技术是达成智慧工地“万物互联”的重要基础，它能把工地现场的人员、设备、环境等要素和互联

网连接起来,进而实现各类要素的实时感知与数据采集工作,为平台提供持续且稳定的数据输入内容。在智慧工地安全平台当中,物联网技术的应用主要体现在以下几个方面。首先是人员感知与定位,借助在人员身上佩戴内置RFID标签或UWB定位模块的智能安全帽、手环等设备,再结合工地部署的读卡器、定位基站等设施,能够实时采集人员的位置信息并实现人员的精准定位与跟踪。其次是设备状态监测,通过在施工设备上安装温度传感器、振动传感器、压力传感器等各类传感器,可实时采集设备的运行参数并监测设备的工作状态,以此预防设备故障与安全事故。再次是环境参数采集,通过在工地不同区域部署环境传感器,能够实时采集温度、湿度、粉尘浓度、有害气体含量等环境数据,从而为环境安全管理提供数据支持。最后是施工过程监控,通过部署高清网络摄像头、红外摄像头等视频监控设备,再结合视频分析技术,可实时监控施工过程中的人员操作、工序执行等情况,能及时发现违规行为与安全隐患。

4.2 大数据技术

大数据技术是达成智慧工地安全数据深度挖掘和价值提取的关键所在。通过对平台采集到的海量安全数据开展处理、分析以及挖掘工作,能为安全管理决策提供科学可靠的依据。在智慧工地安全平台当中,大数据技术的应用主要涵盖以下几个方面内容。一是进行数据集成与治理,借助ETL(抽取、转换、加载)工具把来自不同数据源像传感器、视频监控设备、门禁系统等的结构化数据、半结构化数据、非结构化数据进行整合与规范化处理,进而形成统一的安全数据资源库。二是开展数据存储与管理,采用分布式文件系统比如HDFS、NoSQL数据库比如MongoDB、HBase等大数据存储技术,实现海量安全数据的可靠存储与高效访问操作。三是实施数据分析与挖掘,运用统计分析、数据挖掘、机器学习等算法对安全数据进行深度分析,挖掘安全隐患和施工环节、人员操作、环境因素之间的关联关系,预测安全事故发生的概率与发展趋势,为安全管理提供精准化、智能化的决策支持服务。四是实现数据可视化,通过数据可视化工具例如ECharts、Tableau,将复杂的安全数据以图表、地图、仪表盘等形式直观呈现出来,方便管理人员快速理解数据含义并掌握工地安全状况。

4.3 人工智能技术

人工智能技术是提升智慧工地安全管理智能化水平核心所在,通过模拟人类智能行为实现安全隐患自动识别、安全事故预测预警以及安全管理自主决策等功能。

在智慧工地安全平台当中,人工智能技术应用主要体现在以下几个方面。一是图像识别技术通过训练深度学习模型如CNN卷积神经网络,对视频监控数据里人员违规行为为像未戴安全帽、高空抛物等,设备异常状态如塔吊倾斜、脚手架变形等,施工环境风险如火灾、积水等进行自动识别,具有识别速度快、准确率高特点能有效弥补人工监控不足。二是机器学习技术利用历史安全数据训练机器学习模型如决策树、随机森林、神经网络等,构建安全事故预测模型对工地未来可能发生安全事故进行预测并给出相应预防措施。三是自然语言处理技术对安全隐患排查报告、安全事故分析报告、安全规范文档等文本数据进行分词、词性标注、实体识别、情感分析等处理,提取关键信息生成结构化分析结果为安全管理决策提供支持。四是智能决策技术基于大数据分析与人机智能算法结合安全管理规则与专家经验,为管理人员提供安全隐患处置方案、安全教育培训计划、设备维护保养建议等智能决策支持,以提高安全管理决策科学性与有效性。

5 结语

综上所述,基于云技术的智慧工地安全平台能够有效解决传统工地安全管理存在的信息孤岛、数据处理效率低、响应滞后、协同性差等问题,通过整合多源安全数据,利用先进技术实现安全隐患的自动识别、预警与处置,提升工地安全管理的智能化、精细化水平。平台的建设不仅符合建筑行业数字化、智能化转型的发展趋势,也为保障施工人员生命财产安全、降低安全事故发生率提供了重要的技术支撑。

参考文献

- [1] 胡巍,杨强,杨林远.基于5G+AI的智慧工地安全监督平台创新实践[C]//中国电力技术市场协会.2023年电力行业技术监督工作交流会暨专业技术论坛论文集(上册).中核苏能有限公司,江苏核电有限公司,2023.
- [2] 杜威,方敏杰,周华,等.基于BIM+智慧工地平台的数字化管理及应用[J].智能城市,2022,11(8):67-70.
- [3] 徐建宁,李明照,刘伟.BIM+智慧工地数据决策系统在超高层项目管理中的应用[J].城市建筑空间,2022,29(S1):187-188+191.

作者简介:王仪斌,男,硕士研究生,高级工程师,国家注册安全工程师,一级建造师。新疆维吾尔自治区“天池英才”引进计划项目。