

金嘉维, 马汉杰, 董慧, 等. 全过程、多源智慧隐患排查系统[J]. 智能计算机与应用, 2024, 14(5): 275-278. DOI: 10.20169/j.issn.2095-2163.240540

## 全过程、多源智慧隐患排查系统

金嘉维<sup>1</sup>, 马汉杰<sup>1</sup>, 董慧<sup>2</sup>, 马里剑<sup>3</sup>, 汤宗林<sup>2</sup>

(1 浙江理工大学 计算机科学与技术学院(人工智能学院), 杭州 310018; 2 杭州码全信息科技有限公司, 杭州 311100;  
3 浙江宇视科技有限公司, 杭州 310051)

**摘要:** 目前有些建筑工程尚未实现通过信息化的手段对安全生产过程中的安全隐患进行管控, 缺乏对安全隐患规律的探索与挖掘, 导致安全隐患类别易混淆、安全隐患识别易出错、安全隐患识别不完全、安全隐患识别不精准等管控准确度问题, 存在安全隐患之间的关联特性被忽略的问题; 实现全方位、全过程、全要素、全天候安全管控需要在安全隐患识别上投入大量的人力、时间。随着工程规模的扩大, 传统的人工排查安全隐患模式的弊端也更加明显, 本文针对建筑工程建立安全隐患指标体系, 开发安全隐患排查系统, 实现全要素、多维、全过程安全隐患智慧排查, 以及隐患的智能分析、分析与挖掘。

**关键词:** 安全生产; 智能分析; 隐患排查

中图分类号: TP311.5; TU714

文献标志码: A

文章编号: 2095-2163(2024)05-0275-05

### Whole-process and multi-source intelligence hidden trouble detection system

JIN Jiawei<sup>1</sup>, MA Hanjie<sup>1</sup>, DONG Hui<sup>2</sup>, MA Lijian<sup>3</sup>, TANG Zonglin<sup>2</sup>

(1 School of Computer Science and Technology(School of Artificial Intelligence), Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China; 2 Hangzhou Codvision Technology Co., Ltd., Hangzhou 311100, China;  
3 ZheJiang Uniview Technologies Co., Ltd., Hangzhou 310051, China)

**Abstract:** Currently, some construction projects lack the utilization of information technology to effectively control safety hazards in the process of production. There is the deficiency in the exploration and excavation of the regularities of safety hazards, resulting in issues such as the confusion of safety hazard categories, erroneous identification of safety hazards, incomplete identification of safety hazards, and imprecise identification, all of which contribute to accuracy problems in hazard control. Furthermore, there exists a problem of neglecting the interrelated characteristics among safety hazards. Achieving comprehensive, continuous, all-element, and all-weather safety control requires a significant investment of manpower and time in the identification of safety hazards. As the scale of projects expands, the shortcomings of traditional manual inspection modes for safety hazard detection become more apparent. In response, this paper proposes the establishment of the safety hazard index system and the development of the safety hazard inspection system tailored to construction projects. This system aims to achieve intelligent inspection of safety hazards, incorporating all elements and dimensions throughout the entire process, as well as intelligent analysis, judgment, and exploration of hazards.

**Key words:** safety production; intelligent analysis; hidden danger inspection

## 0 引言

目前, 中国安全生产仍处于脆弱期、爬坡期、过坎期, 重特大事故一旦发生, 可能带来重大损失<sup>[1]</sup>。

企业隐患早些暴露出来并及时得以治理, 能避免事故发生, 这就要求安全管理工作要通过有效的隐患排查方式, 找出隐患, 并及时治理。目前国内安全生产信息化正在借鉴国外先进经验, 各地、各企业根据

基金项目: 浙江省重点研发项目(2021C01163)。

作者简介: 金嘉维(2003-), 男, 本科生, 主要研究方向: 数据分析与挖掘; 董慧(1994-), 女, 硕士, 主要研究方向: 计算机视觉; 马里剑(1983-), 男, 硕士, 工程师, 主要研究方向: 视频监控技术, 智能控制技术, 多维数据分析处理技术; 汤宗林(1995-), 男, 本科生, 主要研究方向: 机械设计制造及其自动化, 数字经济。

通讯作者: 马汉杰(1982-), 男, 博士, 副教授, 硕士生导师, 主要研究方向: 数据分析与挖掘、视频传输与分析。Email: mahanjie@zstu.edu.cn

收稿日期: 2023-05-24

各自的需求和能力,逐步建立安全监管执法业务信息化、安全现场控制信息化、企业安全管理信息化、安全综合管理信息化四个方面的安全生产信息化系统<sup>[2-4]</sup>。但仍然有不少企业尚未实现通过信息化的手段对安全生产过程中隐患和事故进行管控,缺乏对安全生产事故规律的探索与挖掘,导致安全生产过程存在安全隐患类别易混淆、安全隐患识别易出错、安全隐患识别不完全、安全隐患识别不精准等管控准确度问题;存在安全隐患之间的关联特性被忽略的问题。实现全方位、全过程、全要素、全天候安全管控需要在安全隐患识别上投入大量的人力、时间。同时,工程规模的扩大则使得传统的人工排查安全隐患模式的弊端也更加明显。随着硬件算力的不断增强,深度学习在计算机视觉领域以其在特征提取与模式识别方面独特优势取得了显著进展,例如:交通领域、家居行业、制造行业、医疗行业等<sup>[5-6]</sup>。基于深度学习的方法与传统图像处理方法相比,尽管计算量较大、

模型较大,但检测结果具有更高的精确度和鲁棒性,且容易衍生出不同场景下的网络模型,因此被广泛采用<sup>[7]</sup>。卷积神经网络的应用为深度学习在其他领域的应用提供了范例和经验借鉴<sup>[8]</sup>。为了研究深度学习在施工场景下的应用,本文依托宜昌二期工程,为长江大保护智慧 EPC (Engineering Procurement Construction) 项目建立安全隐患指标体系,开发安全隐患排查系统,实现全要素、多维、全过程安全隐患智慧排查以及隐患的智能研判、分析与挖掘,达到了安全生产过程的隐患控制和预测的目的。

## 1 全过程、多源智慧隐患排查系统架构

系统分为基础设施层、数据存储层、服务层、业务层、安全层和展示层。其中,基础设施层主要提供系统的基础设施,包括基础网络、服务器、操作系统和中间件,支撑全过程多源隐患智慧排查系统的运行。系统架构设计如图 1 所示。

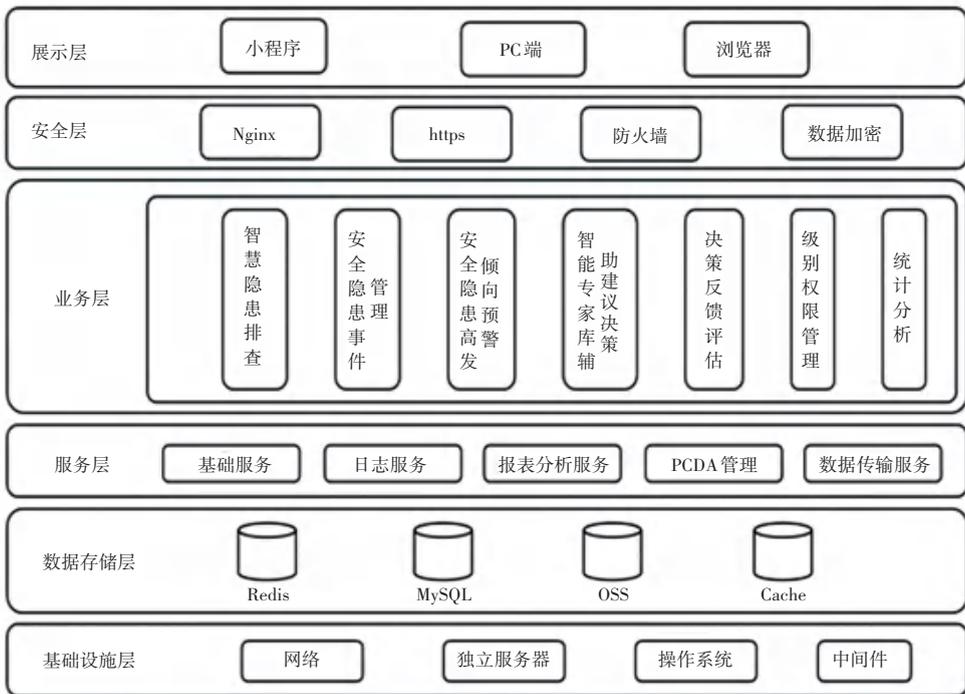


图 1 系统架构图

Fig. 1 System architecture diagram

基础层设施只要横向扩展增加服务器数量,不用添加其它附加设备,满足需求的增长,同时预留接口与其他系统进行对接,保证系统的扩展性。

数据存储层的主要作用是汇聚数据。其中,Redis 可存储非关系型数据,如文本、图片;MySQL 数据库体积小、速度快,同时支持多种存储引擎;对象存储 OSS 是一种面向海量数据规模的分布式存

储服务,具有稳定、可靠、安全、低成本的特点,可存储任意类型的数据;Cache 是新一代高性能数据库技术。作为后关系型数据库,Cache 整合了对象数据库访问、高性能的 sql 访问、强大的多维数据访问。

服务层提供基础服务、日志服务、报表分析服务、数据传输服务和 PCDA 管理等服务。基础服务

包括系统中的用户管理、权限管理、角色管理。

业务层体现了系统的功能,包括安全隐患事件管理、安全隐患高发倾向预警、智能专家库辅助建议决策、决策反馈评估、级别权限管理和统计分析。

安全层保障了系统的安全稳定运行,使用 nginx、https 协议、防火墙和数据加密技术,从服务器安全、应用安全、网络安全和数据安全多个角度出发,提高系统安全性。

展示层是在用户和系统之间提供互动与交流,隐患排查人员可通过移动端小程序上传安全隐患事件信息,管理人员可通过 PC 端或浏览器对隐患事件进行查看、分发、审核等。

## 2 全过程、多源智慧隐患排查系统技术路线

本系统首先基于 3 个方面构建“人物管环”多

要素的隐患评价指标体系,即建筑物主体施工作业流程、主体结构施工作业安全以及施工安全隐患描述和安全规范条文清单;其次,研究分析安全隐患指标体系中的施工隐患主体,实现基于卷积神经网络的施工隐患主体识别算法,研究基于施工隐患主体的隐患指标,将算法和隐患指标子项关联,进而实现安全隐患智慧排查。研究 PCDA (Plan-Check-Do-Act) 安全隐患管理方法,实现对于安全隐患事件的任务流转和处置。此外,针对历史隐患事件,研究高发倾向隐患规则,从而实现高发倾向提前预警。基于安全规范管理规范以及历史事件的处置,构建安全隐患处置方案知识库,即智能专家库;最后,基于专家库的智能推荐决策技术,实现智能专家库辅助建议决策,为不同场景安全隐患的处置决策提供辅助建议。技术路线如图 2 所示。

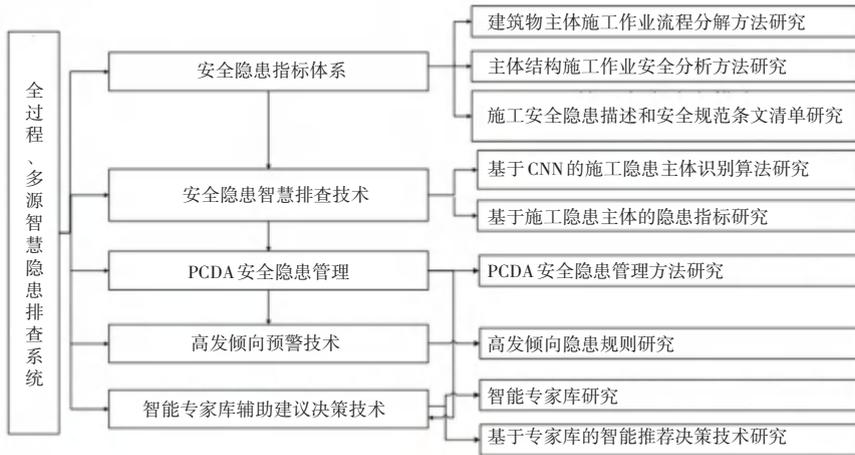


图 2 技术路线

Fig. 2 Technological route

## 3 全过程、多源智慧隐患排查系统的安全隐患评价指标体系

对企业隐患评价指标体系建设、实施效果的评价是隐患排查的一个重要课题。目前,隐患评价指标体系探索较为初步,缺少安全隐患分类相关的研究。本文根据组成要素进行分析,设计出“人物管环”要素的隐患评价指标体系,如图 3 所示。

结合国家技术规范及事故发生的致因,将容易导致安全事故发生的类型进行简单分类,具体划分为:高处坠落、物体打击、机械伤害、触电、坍塌及火灾,共 6 个类别<sup>[9]</sup>。每个类别围绕“人、物、管、环”四个因素进行构建。其中,“人”的因素包含安全认知、安全态度、安全行为、心理状态、工作压力和身体状态六个一级评价指标,在此基础上细分为 40 个二

级评价指标;“物”的因素包含材料放置不符合要求、设备机械等运转状态不佳、安全防护品质量不符合要求、材料机械设备等进场检验不到位、安全防护措施不到位五个一级评价指标,在此基础上细分为 30 个二级评价指标;“管”的因素包含制度条件、安全培训和资质条件三个一级指标,在此基础上细分为 15 个二级指标;“环”的因素包含天气条件、光照条件和作业条件三个一级指标,在此基础上细分为 8 个二级指标<sup>[10-12]</sup>。

依据作业条件危险评价法,将二级隐患指标分为低风险、一般风险、较大风险以及重大风险,分别赋予 10 分、20 分、40 分和 90 分的分值。

对该类隐患进行分级赋色管控:一般隐患不限数量,均赋为蓝色、一般隐患数量大于 5,赋为黄色、较大隐患数量大于 1,赋为橙色、重大隐患数量大于 1,赋为红色。

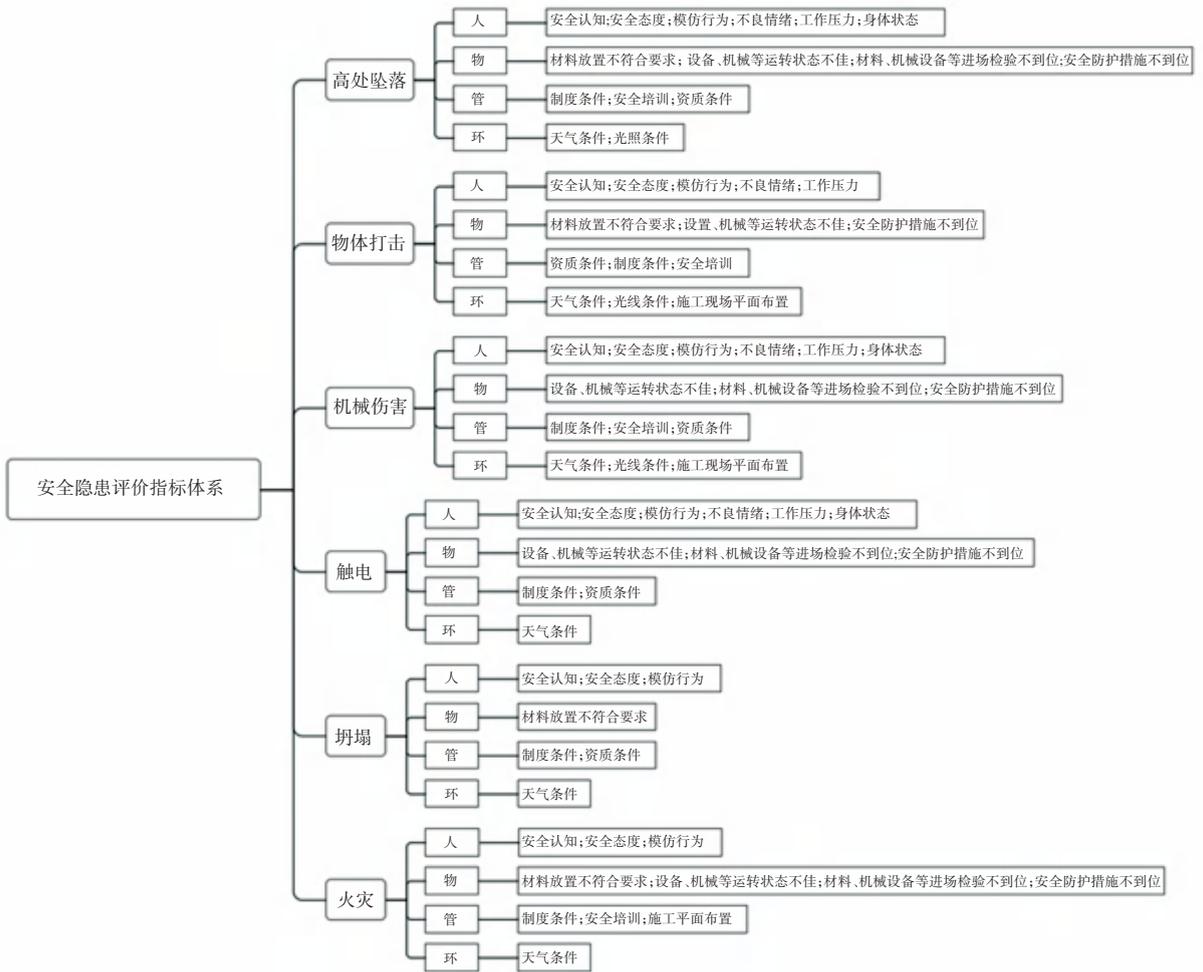


图3 安全隐患评价指标体系

Fig. 3 Safety hazard evaluation index system

### 4 全过程、多源智慧隐患排查系统的功能模块

系统主要以安全隐患分类分级标准、安全隐患事故要素基础,结合大数据挖掘分析算法研究全过程多源安全隐患研判分析、智能预警与辅助决策。主要包含的功能模块:安全隐患高发倾向预警模块、智能专家库辅助建议决策模块、智能视频识别隐患模块、安全隐患事件管理模块、决策反馈评估模块、统计分析模块和级别权限管理模块。这里给出阐释分述如下。

(1)智慧隐患排查模块。本系统以人工隐患排查与安全隐患智慧排查相结合的方式开展智慧隐患排查。以安全隐患指标体系为标准,在摄像机无法监测的部分使用人工排查和业务数据接入的形式统计隐患数据,在允许的条件下利用智能视频分析技术对视频数据中的对象进行分析,在图像描述和隐患指标体系之间建立关联,自动识别安全隐患生成隐患记录。由整改人员确认并整改。支持车辆违章、安全帽

检测、重点区域入侵、口罩佩戴识别、烟火检测等 AI 算法的识别与隐患关联。可有效识别隐患。

(2)安全隐患事件管理模块。将移动端上报的事件汇集到事件中心,事件中心列表中主要有事件编码、上报人、事件类型等信息。支持查看事件描述、事件处理流程状态、辅助决策建议等信息,可将各安全事故事件发放给相应整改人员和监管人员,整改人员根据智能专家库辅助决策建议整改后在移动端系统中上传整改凭证,监管人员在系统中对其审核之后可验收、关闭事件以及给出再次整改建议,实现事件上报、整改、验收和关闭全过程。

(3)智能专家库辅助建议决策模块。对历史安全隐患事件中的决策进行分析,在专家的指导下建立智能专家库,各种常见的安全隐患事件类型都能在智能专家库中找到相应的解决方案和治理措施。该模块具备自学习完善功能,可自动追踪针对安全隐患事件所采取的解决方案和治理措施,根据决策反馈评估结果调整智能专家库中针对某个隐患事件