

电力作业现场智能安全管控平台的设计与实现

吴吏衷

国网江西省电力有限公司彭泽县供电分公司 江西九江

【摘要】电力作业现场具有高风险和高复杂性，传统的安全管控手段在信息传递及时性与作业过程透明化方面存在不足。为应对这一问题，设计并实现了一种智能安全管控平台，结合物联网、人工智能与大数据分析技术，对作业人员、设备状态及环境因素进行实时监测与风险评估。平台通过数据采集、智能预警与可视化决策支持，实现作业全过程的动态管控与安全闭环。该系统有效提升了现场安全管理水平，降低了事故发生概率，推动了电力作业现场由被动管理向主动防控的转变，为构建高效、智能、安全的电力作业新模式提供了技术支撑。

【关键词】电力作业；智能管控；物联网；风险评估；安全平台

【收稿日期】2025 年 11 月 5 日

【出刊日期】2025 年 12 月 6 日

【DOI】10.12208/j.jeea.20250225

Design and implementation of intelligent safety control platform for electric power operation site

Lizhong Wu

state grid pengze county electric power supply branch, Jiujiang, Jiangxi

【Abstract】Electric power work sites present high risks and operational complexities. Traditional safety management methods often fail to ensure timely information transmission and maintain operational transparency. To address these challenges, we have developed an intelligent safety management platform that integrates IoT, AI, and big data analytics for real-time monitoring of personnel status, equipment conditions, and environmental factors, along with risk assessment. Through data collection, smart alerts, and visual decision support, the platform enables dynamic control and closed-loop safety management throughout the entire workflow. This system significantly enhances on-site safety management capabilities, reduces accident risks, and facilitates the transition from passive management to proactive risk prevention in power operations. It provides technical support for establishing an efficient, intelligent, and secure new model for electric power work environments.

【Keywords】Electric power operations; Intelligent management; Internet of Things; Risk assessment; Safety platform

引言

电力系统在社会发展中承担着重要支撑作用，作业现场的安全管理始终是保障稳定运行的核心环节。随着作业任务复杂度提升以及环境风险的不确定性增强，传统安全管控模式已难以满足高效与精准的需求。信息化与智能化技术的发展为电力现场提供了新的突破口，通过融合感知、通信与智能分析手段，可以实现对人员、设备和环境的全面感知与实时管控。智能安全管控平台的构建不仅能够提升安全防护能力，还能为作业流程提供科学决策依据，从而推动电力作业现场向智能化和精细化方向发展。

1 电力作业现场安全风险与传统管控困境

电力作业现场由于作业环境复杂、操作环节多样

以及外部因素影响显著，长期以来一直处于高风险状态。带电操作、高空检修以及恶劣气候条件下的施工，使得作业人员随时面临触电、坠落和机械伤害等危险。特别是在分布式电网和特高压输电线路快速发展的背景下，作业规模不断扩大，工作强度持续提升，安全隐患随之增加^[1]。传统的安全管控依赖人工巡检和经验判断，这种方式在面对瞬时变化和多维度风险时存在明显滞后，导致事故发生率难以有效降低。由于信息传递链条冗长，安全管理措施往往停留在事后处置，难以实现实时的风险预测和动态干预。

传统管控体系在应对复杂作业场景时暴露出明显局限性。人工监督无法实现对作业人员生理状态、作业设备运行参数以及周边环境因素的全面感知，容易出

现信息孤岛与盲区。尽管部分电力企业尝试引入监控系统,但数据来源单一、采集方式有限,缺乏统一平台进行分析与共享,导致风险识别和预警能力不足。管理模式上仍以静态检查与定期考核为主,难以应对突发性的危险事件。在此情况下,人员违规操作、设备异常与环境风险往往不能被及时捕捉,严重时会造成大面积停电甚至群死群伤事故,给电网安全与社会运行带来极大威胁。

在电力生产日益依赖信息化与智能化技术的今天,传统安全管控方式已难以满足现场实际需求。缺乏多源数据融合、缺乏智能化风险评估、缺乏可视化决策支持,使得电力作业现场的安全管理处于被动应对状态。这种模式不仅制约了管理效率,也限制了安全水平的提升^[2]。要实现由经验驱动向数据驱动转变,由静态监督向动态感知转变,必须突破传统模式的瓶颈。电力作业现场亟需一种集成先进技术、能够实时监控、智能预警并实现安全闭环的新型管控体系,以应对高风险、高强度与高复杂度的作业挑战,为电力系统的安全稳定运行提供有力保障。

2 智能安全管控平台的总体架构与关键技术

智能安全管控平台的设计强调体系化与集成化,其总体架构通常由感知层、传输层、数据层与应用层构成。感知层依托物联网传感器、智能穿戴设备以及无人机巡检等手段,能够实时采集作业人员的生理指标、作业工具运行状态和现场环境参数^[3]。传输层则通过 5G 通信、无线专网和边缘计算网关实现高速稳定的数据传递,保证各类信息能够在毫秒级延迟内汇聚到中心平台。数据层作为平台核心,承担数据存储、清洗、建模与融合分析的任务,确保多源异构数据在统一标准下实现高效处理。应用层则面向管理与决策环节,提供智能预警、风险评估、可视化展示与指挥调度等功能,从而构建起完整的安全管控闭环。

在关键技术实现方面,平台充分利用人工智能算法对风险进行动态识别与预测。通过深度学习模型对作业过程的图像、视频进行智能识别,可以实时发现违规动作、危险姿态以及工具误用等行为。大数据分析 with 知识图谱的应用使得平台能够将历史事故案例、作业规范与当前现场数据进行比对,从而生成基于场景的风险等级评估。环境监测技术与地理信息系统的结合,能够对高温、雷电、大风等不利气象条件进行实时预警,并为现场制定应急预案提供科学依据。与传统静态管控相比,这种基于智能算法的动态管理模式大幅提升了风险防控的主动性和准确性。

平台在技术架构中还强调信息安全与可靠性保障。电力作业涉及大量核心数据,必须通过多层防护机制来避免泄露与篡改。采用区块链技术实现数据的可追溯性与不可篡改性,确保监控记录与作业数据的真实性。云计算与边缘计算协同架构的引入,则保证了海量数据既能在本地实现快速处理,又能在云端进行深度分析和跨区域共享。通过分布式架构与冗余机制,平台具备良好的容错能力与扩展性,能够适应电网作业场景的多样化需求^[4]。该架构与技术体系不仅为电力作业现场提供了实时、智能、可靠的安全管控手段,也为行业构建标准化、可推广的应用模式奠定了坚实基础。

3 平台在电力作业现场的功能实现与应用效果

智能安全管控平台在电力作业现场的实际应用中展现出多层次功能的协同效应。平台通过智能感知设备对作业人员进行定位和轨迹跟踪,结合可穿戴终端实现对心率、体温、疲劳度等生理状态的实时监测,能够有效识别人员异常情况并触发预警。作业工具与设备的状态参数则通过传感网络和边缘计算节点同步传输至平台,实现电压、电流、温升及机械磨损的动态监控,减少了因设备隐性故障导致的安全风险^[5]。作业环境中的气体浓度、温湿度、风速和噪声等指标均纳入监测范围,从而为风险评估提供全面的数据支撑,构建了对“人机环环节”的一体化感知体系。

平台在安全管控环节的作用体现在对风险的主动识别与精准干预。通过人工智能图像识别技术,能够自动分析作业视频流,实时发现人员未佩戴安全防护装备、违章操作或误入危险区域等行为,并将信息即时推送至指挥终端。大数据分析与知识图谱则将实时数据与历史事故案例关联,实现基于场景的风险分级预警,帮助管理人员在问题演化为事故之前进行有效干预。作业调度模块则依托可视化界面展示各类数据,结合 GIS 空间定位和三维仿真,使管理人员能够全面掌握现场态势,实现跨部门、跨区域的协调管控,显著提升了决策的科学性和响应的及时性。

在实际应用效果方面,该平台对电力作业现场的安全管理水平产生了显著提升。通过对事故隐患的实时感知和动态管控,作业过程中违章行为的发生率明显下降,突发事件的应急响应速度得到加快,整体安全风险降低。平台的数据闭环机制使得作业全过程实现从计划、执行到反馈的可追溯性,有效支撑了电力企业的标准化管理与安全考核^[6]。平台还促进了资源配置的优化,减少了重复巡检与无效作业,提高了现场作业效率。应用结果表明,该智能管控平台不仅实现了对传统

模式的突破,也为电力行业构建智能化、精细化的安全生产体系提供了可复制的成功案例。

4 智能管控平台对电力作业安全管理模式的提升

智能管控平台在电力作业现场的应用不仅仅局限于单一环节的安全防护,而是推动了整体安全管理模式的系统化提升。传统安全管理依赖人工监督和事后追溯,往往滞后于风险的发生过程,存在响应慢、覆盖面不足的问题^[7]。平台通过多源数据融合和实时监测手段,实现了对人员、设备与环境的动态感知,使管理模式由静态监管向动态管控转变。通过这种方式,安全管理逐渐形成了“预防为主、过程管控、事后可溯”的全链条机制,显著提升了安全管理的主动性与前瞻性,为高风险作业场景提供了更强的技术保障。

在管控机制的执行层面,平台通过人工智能算法与可视化界面的结合,为管理人员提供了精准高效的决策支持。智能识别技术能够对作业过程中的违章行为进行自动捕捉并快速反馈,大数据分析则对风险源进行多维度建模,生成科学的安全评估报告。通过GIS地图和三维仿真技术,作业现场的动态态势能够直观展现,便于调度中心对不同区域的作业活动进行统一协调。平台的数据追溯功能保证了所有安全事件和管控措施均可回溯查询,形成了管理闭环。这种模式不仅提升了管控的精细化程度,还通过可量化的数据支撑,为电力企业构建标准化的安全生产体系提供了坚实依据。

在应用推广过程中,智能管控平台为电力作业管理带来了显著的综合效益。安全事故率和违章行为发生率显著下降,作业人员的风险防范意识通过平台的实时提醒和行为规范得到强化,管理成本在自动化与智能化的作用下实现了有效降低。跨区域、跨部门的协作效率因平台的信息共享与统一调度机制而大幅提高,安全生产逐渐从“经验驱动”向“数据驱动”转变^[8]。平台对管理模式的提升不仅体现在安全水平的提高,还推动了电力企业整体运维效率与管理效能的改善,形成了以智能化技术为核心的现代化安全管理新格局。

5 结语

电力作业现场的高风险特征要求安全管理模式不断革新,智能安全管控平台的提出与实践正是这一趋

势下的重要成果。平台以物联网、人工智能和大数据为核心技术,打破了传统管控的局限,实现了对人员、设备与环境的全方位动态感知。风险识别、实时预警和智能决策的功能,使电力作业从被动应对转向主动防控,为作业全过程构建了闭环保障。实践应用表明,该平台在降低事故率、提升作业效率和规范管理流程方面成效显著,为电力行业实现安全生产与高效运维提供了坚实支撑,也为未来电力安全管理模式的持续优化奠定了坚实基础。

参考文献

- [1] 何雷,权亚强,雷学强. 智能制造生产管控物联网的建设研究[J].物联网技术,2025,15(17):131-134.
- [2] 邓凯锋,冉志红,周力,等. 基于步态识别的电力作业人员辅助定位技术研究[J].电子设计工程,2025,33(17):38-41+46.
- [3] 史小琴,李欢. 基于物联网的加气站智能管控平台的设计与实现[J].中国宽带,2025,21(10):136-138.
- [4] 柏帆,郭鹏程,佟鑫,等. 基于轻量化边缘增强的电力作业穿戴检测[J].计算机测量与控制,2025,33(08):112-119+128.
- [5] 吕强,王家平,杨贺强,等. 基于智能管控系统的燃机电厂能效分析与优化[J].能源与环保,2025,47(08):144-149.
- [6] 梁勇. 基于道路照明智能化管控的改造与分析研究[J].中国照明电器,2025,(08):138-143+164.
- [7] 曾健友,何瑶,徐庆杰,等. 面向电力作业安全培训的虚拟现实态势感知设计研究[J].包装工程,2025,46(16):202-215.
- [8] 赵峰,刘才华,王思宁,等. 基于人工智能算法的电力作业场景反违章智能管控[J].电气自动化,2025,47(04):103-106+110.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS