

# Research on the Application of Smart Security in the Construction and Operation Safety of Photovoltaic Power Plants

Weiqli Lu

Binzhou Zhanhua Hongye New Energy Co., Ltd., Binzhou, Shandong, 256800, China

## Abstract

With the rapid development of the photovoltaic industry, the scale of photovoltaic power stations has gradually expanded, leading to an increasing number of safety issues during construction and operation. Traditional security measures can no longer meet the requirements of on-site safety management. Smart security leverages information technologies such as artificial intelligence, the Internet of Things, and video surveillance to effectively monitor safety risks, provide timely alerts, and enable rapid response, serving as a crucial support for ensuring the safety of photovoltaic power station construction and operation. Based on the specific conditions of photovoltaic power station construction and operation, this paper begins with the application perspective of smart security, elaborating on aspects such as personnel operational behavior during construction, equipment management, facility inspections during operation, and hidden hazard identification. It explores the application methods of smart security to address issues like monitoring blind spots and delayed responses in traditional security systems, offering practical and implementable experience for photovoltaic power station safety management, thereby promoting the transformation toward intelligent and refined safety management.

## Keywords

Smart security; Photovoltaic power plant; Construction safety; Operational safety; Implementation application

## 智慧安防在光伏电厂施工与运行安全中的应用研究

鲁维奇

滨州市沾化区宏烨新能源有限公司, 中国·山东 滨州 256800

## 摘要

随着光伏行业的迅速发展,光伏电站规模逐渐增大,在施工以及运行过程中出现的安全问题也越来越多,传统的安防手段已经不能适应现场安全管理的要求。智慧安防利用人工智能、物联网、视频监控等信息技术进行对安全风险的有效监测、及时报警和快速处理,是保证光伏电站施工及运行安全的重要支撑。本文根据光伏电站施工及运行的具体情况,从智慧安防的应用出发点入手,就施工期间人员的操作行为、设备管理以及运行期间的设施巡检、隐患排查等方面的内容进行了阐述,探讨了智慧安防的应用方式来弥补传统安防存在的监控死角、响应延迟等问题,为光伏电站的安全管理提供了贴近实际、易于实施的经验借鉴,促进光伏电站安全管理向智能化、精细化转变。

## 关键词

智慧安防; 光伏电厂; 施工安全; 运行安全; 落地应用

## 1 引言

在能源转型背景下,光伏电站是清洁能源的重要载体,数量和规模不断增加。光伏电站建设过程中有高空作业、电气操作、大型设备吊装等多种危险因素,在运行期间也有设备老化、环境影响以及人为破坏等问题存在,安全管理工作难度大。传统的安防主要是依靠人工巡检、人工监控的方式进行,存在着覆盖面窄、发现隐患滞后、误判率高、响应速度慢等一系列问题,不能满足光伏电站分布广、体量大的特

点所带来的安全管理要求。而智慧安防技术的应用改变了以往的传统安防方式,以技防代替人防,实现了对安全生产的有效预防和精确控制,不但可以解决工程建设及运维过程中的实际的安全难题,还可以减少安全投入成本并提高管理水平。本文基于光伏电站施工与运行的实际案例,探讨了智慧安防技术的应用情况,避免泛泛而谈,聚焦具体应用场景及应用效果,为光伏电站的安全管理提供借鉴。

## 2 智慧安防在光伏电厂施工安全中的应用

### 2.1 施工人员安全管控

光伏电站施工人员来源广泛,安全观念不同,违章作业也是造成安全事故的一个重要原因。智慧安防系统利用人

【作者简介】鲁维奇(1984-),男,中国黑龙江泰来人,本科,工程师,从事新能源光伏场站安全管理研究。

脸识别、智能穿戴设备等手段对施工人员进行全方位管理,接地气而且非常实用,在工地入口安装人脸识别门禁,只有经过安全教育并取得相应资格证书的人才能进入施工现场,防止无关人员进入工地发生事故。另外给每位工人发放一个带有定位功能以及声音灯光报警装置还有防坠落报警器的智能安全帽,可以及时掌握工人的行踪轨迹,在工人走到高处或者高压区这些不允许去的地方时,就会自动发出响亮的声音及闪光警告工人避开这个区域;如果出现跌倒情况,则会在第一时间把警报消息发送到安全主管的手持终端以及监控室里,让抢险队员迅速赶到现场救助伤员,尽可能降低伤亡人数。

此外,智慧安防系统可以对施工人员的操作行为进行智能化判断,在现场安装监控摄像机采集人员操作动作视频,采用人工智能技术识别高空作业不系安全带、违规动火、带电作业未做保护措施等违章现象,及时发出警报并保存相关违章视频资料供安全管理人员后期整改及追究责任之用,“识别—报警—整改—存档”,真正约束施工人员的行为。

## 2.2 施工设备安全管控

分布式光伏电站网络安全保障体系构建时,各类安全威胁的及时准确检测是重要前提。传统安全手段在面对复杂、隐蔽、快速演变的网络威胁时往往力不从心,研究应用先进的强化技术手段极为必要。AI威胁检测技术是颇具优势的一类处理方式,凭借强大的模式识别、异常发现和预测能力,为分布式光伏电站的网络安全保障提供了革命性的解决方案。结合分布式光伏电站网络构建状况,采用“安全引擎+本地大模型”的双核心架构,通过内置的大模型,以卓越的认知推理能力,与系统深度融合,构筑“精准识别-智能决策-分钟级响应”的全域智能检测体系,牢牢守护在网络安全攻防对抗的最前线。

在光伏电站建设中,会用到很多大功率机械设备及电气设备,在这些设备良好运转的情况下才能保证施工的安全进行。传统的设备管理以人工巡检为主,不但耗时费力而且容易忽略一些问题的存在,而智慧安防系统利用物联网技术对现场的各种设备进行实时监测正好解决了这一难题。在大型施工机械上加装传感器及定位装置,对设备运行状况进行实时监控,如设备行驶速度、负荷大小、温度高低以及报警信息等,把相关信息即时传送到监控室。安全员可以在监控系统中随时观察设备的工作状态,在发生超载、超温或者报警等情况时,能够第一时间得到通知而采取相应的措施停止工作检查维修以防止事故的发生。针对电焊机这类电器设施,智慧安防体系可以对其漏电流进行监测,如果发现有漏电现象就会立刻断开电源并发出警报声来阻止人员被电击受伤。

同时,系统可以对设备的操作记录、维修记录进行自动保存,管理人员可以随时查看设备的操作状况以及维修状况,在第一时间进行设备的维修养护工作,防止由于设备的

老化或者缺乏保养而造成安全事故的发生,保证施工设备的良好运行。

## 2.3 施工区域环境管控

光伏电站施工现场一般地势崎岖,有些施工地点在野外较偏僻的地方,受气候条件以及地理环境的影响较大,在雨季、大风或者雷暴等恶劣天气情况下易发生泥石流、塌方等地质灾害。而智慧安防系统利用各种传感器对工地现场进行二十四小时监控,保证工人作业的安全性。在施工区布置温度、湿度、风速、雷电、土壤含水量等传感器,及时获取环境信息,在发生大风天气、雷雨天气或者出现异常情况(如土壤含水量过高易造成塌方)时,及时报警通知相关人员停止高空作业、户外作业等工作内容,组织工人撤离至安全地带,防止因环境因素导致事故的发生。同时可以对环境信息进行实时保存并分析处理,为工程方案的选择提供依据,比如根据气象条件合理安排工期进度,避免在恶劣天气条件下施工,保证工程的安全性。

## 3 智慧安防在光伏电站运行安全中的应用

### 3.1 核心设备运行监控

光伏组件、逆变器、变压器是光伏电站运行的主要设备,它们的工作状况直接影响整个电站的安全平稳运行。而智慧安防系统利用物联网技术和视频监控技术对这些主要设备进行全天候、全方位监控正好符合电站实际运行管理的需求。

在光伏组件阵列区安装高清监控摄像机以及热成像摄像机,利用热成像技术对光伏组件表面温度进行实时监控,在发生组件热斑、破损等问题时,热成像摄像机会捕捉到温度异常信息并报警通知值班人员立即处理,防止问题扩大化造成整个光伏方阵停机;针对逆变器、变压器等设备上安装各种传感器来获取其工作状态参数如电压、电流、温度、振动等,对其进行实时监控,一旦出现电压过高、过低或温度过高、震动过大等情况就会报警提示值班员迅速排除隐患以免引起火灾或者触电事故的发生。

另外,智慧安防系统可以做到设备运转信息自动解析,利用人工智能技术对设备运转信息进行解析,预测出设备可能会出现的问题,在问题发生之前报警通知相关人员,“早发现、早排查、早维修”,减少因设备故障造成安全事故的风险,提高设备使用年限。

### 3.2 智能巡检与隐患排查

光伏电站占地广阔,光伏组件以及设备分布较广,人工巡检的工作量大、耗时长并且易忽略一些隐患点位,在外的偏远地带更难进行巡查。而智慧安防系统利用无人机巡检及智能机器人巡检的方式配合AI算法对运行区域进行智能化巡检来弥补传统的人工巡检不足之处。

无人机巡检可以做到大面积、高效率地巡检,携带高清摄像机及红外热像仪等设备对光伏组件方阵、输电线路以

及室外设施进行全面检查,无需人工前往难以到达的地方,减少巡检人员的工作量与危险性,在无人机巡检的同时可获得图片和视频信息,利用AI技术分析出光伏板损坏情况、电线松弛状况、设备故障等问题并及时发送给监控室值班员,根据问题严重程度派专人处理。

针对电厂厂房内设备区可以使用智能巡检机器人,机器人能自动行走,在厂房内部逆变器、控制柜等设备上进行巡视,实时获取设备运行参数及视频信息,判断出设备异常状况以及安全隐患问题,做到全天候不间断巡视,防止人工巡视疏忽或者错误发生。另外该系统还可以对巡视记录进行保存归档,形成隐患排查台账,管理人员能够及时查看隐患处理进度,保证隐患整改落实到位,闭环管理。

### 3.3 安防防范与应急处置

光伏电站运行过程中存在人为破坏、盗窃、火灾等各种安全隐患,智能安防系统具有周界防护、视频监控、应急联动等功能可以做到全天候的安全防护以及及时的响应处理,在厂区周围安装电子围栏、红外对射等装置一旦有人翻越或破坏周界就会发出声音和灯光警报通知值班人员并把报警信息推送到管理人员手机上,同时开启摄像头记录入侵者的行动轨迹及容貌特征便于后期追究责任。

对于火灾隐患,智慧安防系统利用烟感、温感、火警探测器等装置对电厂各处进行实时监控,在出现烟火、高温或者明火的情况下及时报警并通知相关人员前往查看情况,同时启动相应的消防设施进行灭火处理并将相关信息推送给消防队以及负责人以便第一时间到达现场进行救援工作,尽可能降低火灾带来的危害。另外还可以设置好应急预案,在发生事故的时候可以自动发送给相关负责人手机上查看具体的操作步骤来组织人员进行抢救工作,提高应急响应速度。

## 4 智慧安防应用中的问题与优化建议

### 4.1 存在的主要问题

针对光伏电站的应用场景,智慧安防系统的应用还存在一定的“接地气”问题,影响实际效果。一方面是一些光伏电站特别是小型电站由于资金有限,缺乏必要的智慧安防设施,在某些地方有死角,设备质量良莠不齐,对隐患发现的准确性和及时性造成了一定的影响;另一方面是系统操作复杂,一些安全管理人员年纪较大或者技术水平较低,很难掌握智慧安防系统的使用方法,使部分功能得不到充分利用;第三方面是系统集成度低,一些智慧安防产品出自不同的厂商之间格式不一样不能互相兼容及联动,不利于安全管理工作的开展。

### 4.2 优化建议

为了解决以上问题,在光伏电站的基础上,提出如下几点建议:第一点是科学合理地安装监控设施。根据电站大小以及安全防护要求来决定哪些地方需要重点布防,然后依次增加监控范围,选择性价比较高并且质量可靠的摄像头等硬件设备,不要一味地去追求最前沿的产品而忽视了实用性,保证所采购的产品可以真正起到对现场安全管理的作用;第二点是对相关人员进行培训教育。经常性地对相关负责人进行智慧安防系统的操作使用方面的指导学习,采取理论与实践相结合的方式让工作人员熟悉掌握该系统各项功能及操作流程,充分发挥其作用的同时也提高了他们发现隐患和应对突发事件的能力。第三点是做好数据集成工作。选用兼容性较好的智慧安防系统,使所有设备的数据格式统一起来以便于各类型别的设备之间、各类别的系统之间能够互相访问并联动配合工作,提高整个厂区的安全管理智能化程度,使管理者可以在一个界面上完成全部的安全管理工作。

## 5 结语

智慧安防技术应用于光伏电站建设及运维安全管理上,改变了传统的被动防御方式,以智能化、精细化的方式解决施工及运维过程中存在的问题,降低安全风险,提高工作效率,对光伏电站的安全稳定运行起到积极作用,在施工期间,智慧安防实现对人、物、环全方位控制,规范施工行为,减少事故发生率;在运营期间,则通过对主要生产设备进行实时监测、开展自动化巡检以及防范措施等手段做到及时发现、及时处理各种隐患从而保证电站平稳有序运转。虽然目前智慧安防应用于光伏电站还存在一些不足之处但是通过合理地布置设施、强化员工教育、促进信息共享等方式加以改进和完善是可以使它发挥更大作用的。将来,随着智慧安防的发展进步,要根据光伏电站的具体情况进行相应的调整优化,使其更好地融入光伏电站的安全管理当中去,达到安全管理的信息化、精准化、常态化的目标,促进光伏行业的良好快速发展。

### 参考文献

- [1] 邱俊杰,刘敏.虚拟电厂中不确定因素及其处理方法综述[J].电气工程学报,2026,21(01):262-278.
- [2] 王彦,卢苇,吴志慧,周芸,张宇.分布式光伏电厂网络安全强化关键技术研究与应用[J].信息与电脑,2026,38(03):117-119.
- [3] 董世琦,陈思奇,张玉,杨林.BIPV与虚拟电厂在大型商业空间的智慧型应用[J].科技与创新,2026,(02):79-81.
- [4] 张文虎,李东浩,魏云冰.考虑碳交易市场的电动汽车虚拟电厂优化策略[J].全球能源互联网,2026,9(01):160-170.