

新能源场站智慧消防系统构建与应急管理研究

冉佳¹ 张克龙² 沈智春²

1 中国三峡新能源(集团)股份有限公司云南分公司

2 三峡集团云南能源投资有限公司

DOI:10.32629/jsse.v3i4.17855

[摘要] 新能源场站消防工作需应对环境多元、风险潜藏的特殊考验,智慧消防体系搭建与科学化应急管控构成场站安全运转的核心支撑,整合智能监测、预警联动、高效处置等关键效能,智慧消防体系能够达成风险精准辨识、隐患动态治理与应急响应增速,系统化应急管控机制则进一步规整处置环节、完善资源调配,双方协同作用可突破传统消防模式响应迟缓、管控滞后的局限,为新能源场站打造全流程、多维度安全防护网络,助力新能源产业安全稳步推进。

[关键词] 新能源场站; 智慧消防系统; 应急管理; 安全防护

中图分类号: U664.88 **文献标识码:** A

Research on the Construction of Intelligent Fire Protection System and Emergency Management in New Energy Power Stations

Jia Ran¹ Kelong Zhang² Zhichun Shen²

1 China Three Gorges Renewables (Group) Co., Ltd. Yunnan Branch

2 China Three Gorges Corporation Yunnan Energy Investment Co., Ltd.

[Abstract] Fire protection in new energy power stations faces unique challenges due to diverse environments and latent risks. The construction of an intelligent fire protection system and scientific emergency management constitute the core support for the safe operation of these stations. By integrating key functions such as intelligent monitoring, early warning linkage, and efficient handling, the intelligent fire protection system can achieve accurate risk identification, dynamic management of potential hazards, and accelerated emergency response. A systematic emergency management mechanism further standardizes handling procedures and improves resource allocation. The synergistic effect of these two aspects can overcome the limitations of traditional fire protection models, such as slow response and lagging control, to create a full-process, multi-dimensional safety protection network for new energy power stations, and help promote the safe and steady advancement of the new energy industry.

[Key words] New Energy Station; Smart Fire Protection System; Emergency Management; Safety Protection

引言

新能源场站因分布广、设备密、环境复杂,给消防工作带来独特挑战。传统消防模式依赖人工与经验,难以适应动态风险,易出现误判与延迟。智慧消防系统通过技术赋能实现智能化升级,应急管理借助流程优化与资源整合提升处置效率。二者深度融合与协同推进,是破解当前新能源场站消防困境的关键,对筑牢产业安全根基具有重要现实意义。

1 新能源场站消防现状与核心问题剖析

1.1 场站消防环境特殊性与风险特征

新能源场站多位于远离城区的郊野山地,具有地理位置偏远、场区面积广阔、设备布局分散、日常运维人员少的特点。这

类场站常暴露于高温、风沙、雨雪等恶劣气候中,设备易受侵蚀,导致线路老化、故障增多,火灾风险上升。光伏板、储能电池等核心设备密集分布,具有高电压、高能量密度特性,一旦起火易快速蔓延、扑救困难,甚至引发连锁事故,造成严重设备损毁与能量泄漏。同时,场站周边常受农事用火、祭祀用火、节假日野外活动等人为火源威胁,外部火情风险复杂多变,进一步加剧了火灾防控的不确定性。

1.2 传统消防模式适配性不足的表现

传统消防模式主要依赖固定监测设备和定期人工巡检,存在数据零散、信息传递滞后的弊端,难以实时识别动态风险^[1]。其预警系统多采用烟雾、温度等单一传感器,易受环境干扰产生

误报或漏报,且预警信息传递流程复杂,导致响应延迟。应急处置缺乏标准化流程,过度依赖人员经验,常引发操作混乱和失误。消防资源布局不合理,器材分散、调度缓慢,无法在火灾初期迅速形成有效扑救力量,错过最佳处置时机。尤其在面对场区广阔、人员配置不足、外部火源复杂等现实挑战时,传统模式在早期预警、快速响应和协同防控方面存在明显短板。

1.3 应急管理机制存在的短板与漏洞

新能源场站应急管理普遍存在机制不系统、预案与实际脱节的问题。预案往往套用通用模板,缺乏对设备类型、布局特点和风险等级的针对性设计,可操作性不足;应急演练大多流于形式,未能模拟真实复杂场景,难以提升人员的实战能力。同时,内外救援力量之间缺乏有效联动与信息共享,易导致火灾时资源调度冲突和协作不畅。尤其对于偏远场站,外部救援力量抵达时间长,且针对农事用火等外部火源侵入的专项预案和联动机制往往缺失,严重影响整体应急处置效率。

2 新能源场站智慧消防系统构建核心逻辑与要点

2.1 系统构建的核心目标与设计原则

智慧消防系统构建以精准防控、高效预警、科学处置为核心目标,旨在建立符合新能源场站特点的智能防护体系。设计遵循实用性原则,针对场区面积大、设备分散、人员少的特点,强化“远程监控、智能研判、自动处置”功能,确保系统贴合实际应用场景。同时兼顾技术兼容性与可扩展性,实现与现有系统互联互通,支持未来升级拓展,并保障数据传输与存储的安全可靠,防范恶意攻击与数据泄露。此外,系统设计还需统筹考虑外部火情监测预警需求,构建内外风险一体化防控架构。

2.2 系统核心功能模块设计与技术支撑

智慧消防系统由智能监测、精准预警、联动控制和数据管理四大核心模块组成。智能监测模块融合红外热成像、视频分析、无人机与卫星遥感等技术,重点覆盖场站外围植被、农田等区域,实现火情早期识别。精准预警模块基于大数据与人工智能,建立内外部双重预警模型,并针对农事用火等周期性风险设置智能预警规则,实现分级自动报警。联动控制模块可与消防、安防等系统联动,火灾时自动启动灭火、切断电源、开启周界喷淋系统。数据管理模块集中分析消防数据,注重外部火情统计,为联防联控提供支持。

2.3 系统构建中的关键适配与整合要点

系统构建需结合场站设备类型和区域特点,按光伏区、储能区等不同风险等级差异化配置监测设备与预警参数。针对面积大、人员少的现状,优先选用自动化、抗干扰强的智能设备,降低人力依赖,并确保其在户外复杂环境中稳定运行。系统应与现有管理体系整合,接入场站综合管理平台,实现消防、运维与调度协同^[2]。建立定期维护机制,重点保障偏远监测节点的通信与电力稳定,及时更新算法与阈值,确保系统长期可靠运行。

3 新能源场站应急管理体系优化与完善路径

3.1 应急管理预案个性化制定与动态更新

应急管理预案应基于场站实际风险评估,结合设备特性、布

局及周边救援资源进行个性化设计。需将农事用火、祭祀用火、节假日活动等外部火情纳入专项预案,并针对场站偏远、救援到达时间长等特点,制定以自主初期应对为核心的详细方案。预案应明确不同火灾场景下的处置流程、责任分工与技术标准,细化报警、扑救、疏散、设备停运等环节操作,针对场区广阔、人员分散的情况,采用分区疏散、远程指挥、无人机勘察等具体措施。同时,建立预案动态更新机制,定期根据场站改造、规模变化和风险演进修订内容,结合演练与实际处置经验持续优化,确保预案始终贴合实际。

3.2 应急资源科学配置与联动机制建设

应急资源配置应遵循“按需分配、精准投放”原则,依据风险分布特点,在高风险区域重点部署消防器材、应急照明等设施,在偏远区域设置分布式微型消防站和自动化灭火装置,并配备应对植被火灾的专用器材,保障初期救援物资的快速获取。同时,合理储备专业灭火与防护装备,定期核查更新。建立场站内部与外部救援力量的联动机制,实现火情信息实时共享,明确重点时段联防责任与流程,定期开展联合演练。针对人员配备不足,可探索与周边村镇建立应急互助机制。

3.3 应急处置流程规范化与高效化优化

应急处置应遵循“快速响应、科学施救、安全第一”的原则,明确各环节操作标准与时限。报警环节应优化流程,引入无人机和视频智能复核,提高火情确认效率,确保信息及时传达。风险研判需依托智慧系统区分内外部火情,启动对应处置流程。人员疏散应有清晰指引,初期扑救须针对不同火源(如植被火)采用隔离带和周界喷淋等措施。专业救援衔接应规划好进场路线与集结区域,通过数字化指挥平台实现全程可视化调度,确保高效处置^[3]。见表1:

表1 国内典型新能源场站火灾事故年份分布与损失情况统计 (2018—2023年)

年份	火灾事故数量(起)	直接经济损失(万元)	主要影响行业(代码表示)	数据来源
2018	23	1650	光伏电站(PV)	根据应急管理部消防救援局年度火灾报告整理
2019	27	1980	光伏电站(PV)、风电场(WD)	根据《中国电力安全生产年度报告(2019)》
2020	31	2245	储能站(ES)、光伏电站(PV)	来自国家能源局事故通报整理
2021	36	2560	储能站(ES)	来自应急管理部火灾事故统计
2022	42	3010	储能站(ES)、风电场(WD)	来自国家能源局典型事故发布
2023	47	3380	光储一体化站(PV+ES)	来自应急管理部消防救援局火灾数据公报

4 智慧消防与应急管理协同运行保障措施

4.1 技术融合深化与系统功能持续升级

推进智慧消防系统与应急管理平台深度衔接,实现监测数据、预警信息、处置流程、资源状态等信息实时互通,破除数据壁垒为应急决策提供全面精准的数据支撑。强化人工智能、大数据、物联网等新技术在系统中的融合应用,重点开发针对外部

环境火情(如秸秆焚烧、祭祀用火)的识别算法与蔓延模拟模型,优化风险识别运算逻辑提升预警精度与响应时效,拓展系统在隐患溯源、趋势预判等维度的应用功能,尤其要利用历史数据与气象信息,对节假日、特定农事季节的外部火险进行预测预警。建立技术迭代更新机制,跟踪消防技术前沿动态,定期完成系统硬件设备换代与软件功能升级,确保系统始终保持技术领先性与场景适配性。

4.2 管理机制完善与责任体系全面落实

构建智慧消防系统与应急管理协同运行的常态化工作模式,明确各部门、各岗位在系统操作、数据监测、隐患处置、应急响应等环节的职责划分,特别是明确外部火情监测预警、周边联防联络、节假日专项值守等岗位责任,规避职责交叉或推诿扯皮现象^[4]。制定系统运行管理规范与应急处置工作细则,对数据采集、设备维护、预案执行、演练开展等工作实施标准化管控,保障各项工作有序推进。针对场站人员少的现实,优化值班制度与远程协作流程,确保任何时候都有具备应急指挥能力的人员在岗或可远程介入。健全责任追究制度,将系统运行效果、应急处置成效与岗位绩效考核关联,强化工作人员责任意识,确保各项保障措施切实落地见效。

4.3 专业能力提升与人才队伍建设

围绕新能源场站智慧消防系统操作与应急管理需求,制定系统化培训方案,定期组织工作人员开展技术培训与实操演练,提升其智能设备操作、风险识别、应急处置及协同配合能力。培训内容应覆盖系统功能、数据解读、预案执行与器材操作等核心知识,并重点加强外部火情识别、火势控制、联防协同及有限人力下初期应急等专项训练。通过理论、案例与实操相结合的多元培训形式提升实效,同时积极引入既懂消防专业又具备信

息技术的复合型人才,强化队伍能力。此外,持续开展行业交流与技术研究,推动人员专业水平不断提升,为系统与管理的协同运行提供坚实支撑。

5 结语

智慧消防系统与科学应急管理的协同构建,为新能源场站应对环境复杂、风险多元的挑战提供了系统性解决方案。通过技术赋能与流程优化,实现了风险精准识别、预警高效响应与资源协同调度,显著提升了场站安全防控与应急处置能力。未来,随着智能化技术的持续演进与管理机制的不断深化,二者融合将更加紧密,进一步推动新能源产业的安全、可靠与可持续发展。

[参考文献]

- [1]夏可利. 新能源企业“片区运维中心化、场站管理无人化”研究[J]. 能源新观察, 2025, (09): 46-47.
- [2]唐应才, 李宝强, 卢阳. “无人值守”智慧新能源电站的创新研究[J]. 产业创新研究, 2025, (12): 79-81.
- [3]董大群. 新发展理念下新能源发电企业消防安全管理对策研究[J]. 消防界(电子版), 2025, 11(11): 22-24.
- [4]邹锴昱. 信息化时代基于智慧消防支持的防火监督工作探析[J]. 消防界(电子版), 2025, 11(09): 130-132.

作者简介:

冉佳(1991--), 男, 汉族, 云南姚安人, 本科, 中级工程师, 研究方向: 新能源项目质量安全环保管理及监督检查。

张克龙(1985--), 男, 汉族, 四川叙永人, 本科, 中级工程师, 研究方向: 光伏、风电、储能等新能源安全。

沈智春(1991--), 男, 汉族, 云南元谋县人, 本科, 中级工程师, 研究方向: 新能源安全生产技术。