

# 试论无人值班变电站的消防安全管理

贾 宁

中国能源建设集团新疆电力设计院有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

**摘要:** 本文围绕无人值班变电站消防安全管理展开研究,先分析设备、环境、管理三方面风险,如设备老化短路、周边可燃物堆积、巡检频次不足等。再从消防设施配置与维护、日常巡检体系、责任体系构建阐述管理核心维度。接着介绍智能消防监控、自动灭火、应急通信与联动等技术应用。最后提出管理流程标准化、人员能力提升、技术迭代与融合的优化方向,为无人值班变电站消防安全管理提供全面且具操作性的方案,助力保障变电站安全稳定运行。

**关键词:** 无人值班变电站;消防安全管理;消防技术应用;安全风险;管理优化

引言:无人值班变电站是电力系统重要组成部分,承担着电力传输与分配的关键职能。但其无人值守特性,使得消防安全管理面临更多挑战,一旦发生火灾,易因发现不及时、处置滞后造成严重损失。因此,深入研究无人值班变电站的消防安全管理,识别潜在风险,探索科学的管理维度与技术手段,对保障变电站安全稳定运行、维护电力系统整体可靠性具有重要意义,本文就此展开详细探讨。

## 1 无人值班变电站消防安全风险分析

### 1.1 设备相关风险

设备相关风险是无人值班变电站消防安全的重要隐患来源,电气设备在长期运行过程中会出现老化现象,部件性能逐渐下降,绝缘层变薄或破损,此时若设备处于过载状态,电流过大产生的热量无法及时散发,会加剧部件老化速度,进而引发火灾隐患<sup>[1]</sup>。绝缘损坏会破坏设备原有的绝缘保护功能,电流容易击穿绝缘层形成短路,短路瞬间产生的强烈火花可能引燃设备内部的绝缘材料或周边的易燃物品,扩大火灾影响范围。蓄电池、变压器等关键设备存在特殊火灾风险,蓄电池在充放电过程中可能出现电解液泄漏,泄漏的电解液具有腐蚀性且易引发化学反应,遇到高温或明火可能燃烧;变压器内部的绝缘油在长期运行中会因过热分解产生可燃气体,当气体积聚到一定程度,遇到电火花或高温就可能发生燃烧甚至爆炸,对变电站安全造成严重威胁。

### 1.2 环境相关风险

环境相关风险对无人值班变电站消防安全的影响不容忽视,变电站周边若存在可燃物堆积情况,如未及时清理的杂草、随意堆放的垃圾等,这些可燃物在干燥天气下极易被引燃,一旦火势蔓延至变电站内部,会对站内设备造成损坏,甚至引发更大规模火灾。极端天气会显著增加消防安全风险,高温天气会使站内设备运行温

度升高,超出正常工作温度范围,降低设备耐火性能,增加火灾发生概率;雷击可能击中变电站的避雷设施或电气设备,产生的强电流会破坏设备绝缘,引发短路或火花,进而诱发火灾。粉尘、潮湿环境会干扰消防设备性能,粉尘会附着在消防设备的传感器、喷头等部件表面,影响设备的灵敏度和正常操作;潮湿环境会导致消防设备内部电路受潮,出现接触不良或故障,使消防设备在火灾发生时无法正常启动,延误火灾处置时机。

### 1.3 管理相关风险

管理相关风险在无人值班模式下更为突出,无人值班变电站依赖人员定期巡检排查隐患,若人员巡检频次不足,无法及时发现设备老化、部件松动、线路异常等潜在问题,这些隐患会在长期运行中逐渐积累,最终可能引发火灾,且因发现滞后,火灾发生时已错过最佳处置时机。远程监控虽能实现对变电站的实时观察,但受设备安装位置、镜头角度限制,会存在视觉盲区,部分区域的情况无法被有效监测;在信号传输过程中可能出现延迟,监控画面或数据无法及时反馈,导致值班人员不能第一时间察觉火灾隐患。无人值班模式下应急响应链条较长,从远程监控发现火情到通知运维人员赶赴现场,再到与消防部门对接,每个环节都需要时间,容易出现现场处置衔接不畅的情况,延误火灾扑救,导致火势进一步扩大。

## 2 无人值班变电站消防安全管理核心维度

### 2.1 消防设施配置与维护管理

消防设施配置需遵循适配无人模式的选型原则,自动灭火系统应选择响应速度快、无需人工操作的类型,能在火灾初期自主启动,快速抑制火势蔓延;智能探测器需具备高精度识别能力,可准确捕捉烟雾、温度异常等火灾信号,并及时将信息传输至远程监控平台,确保值班人员第一时间知晓隐患<sup>[2]</sup>。消防设施定期检查、校准

与维护需设计规范流程,检查环节需逐一核查设施外观完整性、功能有效性;校准工作要确保探测器灵敏度、灭火系统参数符合标准;维护过程中对发现的损坏部件及时修复或更换,保障设施始终处于正常运行状态。备用消防设备的储备需根据站内设施类型与数量确定种类和数量,储备的设备需与在用设备型号匹配;同时建立轮换机制,定期将备用设备与在用设备互换使用,避免备用设备长期闲置导致性能下降,确保所有设备随时可投入使用。

## 2.2 日常消防安全巡检体系

日常巡检需构建远程智能巡检与人工定期巡检结合的模式,远程智能巡检依靠安装在站内的监控设备、传感器实时采集数据,对设备运行状态、环境情况进行不间断监测;人工定期巡检则按固定周期安排人员到现场,对智能巡检难以覆盖的区域或细节进行检查,两者互补形成全方位巡检网络。巡检内容需划分重点,设备状态检查聚焦电气设备运行温度、绝缘情况、有无异常声响;环境隐患排查关注周边可燃物清理情况、是否存在违规堆放物品;设施性能检测针对消防设备响应速度、功能完整性,确保各环节隐患都能被及时发现。巡检数据需建立完善的记录、分析与隐患跟踪机制,记录环节要详细登记巡检时间、内容、发现的问题;分析工作通过对比历史数据,判断设备运行趋势、隐患发展规律;隐患跟踪机制需对发现的问题制定整改计划,明确整改时限与责任人,整改完成后进行复查,确保隐患彻底消除。

## 2.3 消防安全责任体系构建

无人值班模式下需明确责任主体并进行分层,运维单位承担站内消防设施日常运维、巡检执行等具体工作责任;管理部门负责制定消防安全管理制度、监督责任落实情况;巡检人员承担现场巡检、隐患上报等直接责任,各层级责任主体分工清晰,形成完整责任链条。各责任主体的消防安全职责需明确界定,运维单位需确保消防设施正常运行、巡检工作按时开展;管理部门需完善制度体系、组织人员培训、协调解决重大问题;巡检人员需严格按标准完成巡检任务、准确记录数据、及时上报隐患,避免职责模糊导致责任落实不到位。责任落实需建立监督与考核机制,监督环节通过定期检查、随机抽查等方式,核查各责任主体工作开展情况;考核机制将消防安全工作成效与责任主体绩效挂钩,对工作到位、隐患处置及时的给予肯定,对未履行职责导致问题的进行问责,推动责任有效落实。

## 3 无人值班变电站消防安全技术应用

### 3.1 智能消防监控技术

烟感、温感、火焰探测器的智能化升级体现在联网传输与误报过滤功能上,升级后的探测器可直接接入变电站远程监控网络,将采集到的烟雾浓度、环境温度、火焰信号等数据实时传输至监控平台,无需人工现场查看;误报过滤功能通过内置算法对信号进行分析,排除粉尘、水汽等非火灾因素引发的干扰信号,减少虚假报警对值班人员的误导<sup>[9]</sup>。视频监控与AI识别结合形成火灾早期预警系统,视频监控设备对变电站关键区域进行24小时不间断拍摄,AI识别技术则对画面进行实时分析,一旦捕捉到火焰、烟雾等火灾特征,能快速识别并发出预警信号,相比传统人工监控,大幅提升火灾识别的及时性与准确性。消防设施运行状态的实时远程监测技术可对灭火系统、探测器、应急照明等设备的运行参数进行持续采集,如灭火系统压力、探测器电池电量等,数据实时反馈至监控平台,值班人员可随时掌握设施状态,发现异常及时安排维护。

### 3.2 自动灭火技术适配

针对变电站设备特性选择自动灭火系统需结合设备类型与环境要求,气体灭火系统适用于变压器、开关柜等封闭或半封闭设备,灭火过程中不会对设备造成二次损坏,能有效保护精密电气部件;水喷雾灭火系统则适合用于开阔区域的设备或建筑物,通过水雾降温、窒息作用实现灭火,可根据不同设备的灭火需求灵活选择。自动灭火系统的触发逻辑与联动控制设计需兼顾准确性与及时性,触发逻辑通过多组传感器数据联动判断,只有当多个传感器同时检测到火灾信号时才启动灭火系统,避免单一传感器误触发;联动控制则在灭火系统启动的同时,自动切断相关区域的电源、关闭通风设备,防止火势因电力供应或空气流通进一步扩大。灭火过程的远程监控与事后状态反馈技术可通过安装在灭火区域的摄像头实时观察灭火过程,灭火结束后,系统自动反馈灭火效果、剩余灭火介质储量等信息,为后续现场清理与系统恢复提供数据支持。

### 3.3 应急通信与联动技术

火灾报警信号的多渠道传输确保信息能及时送达相关人员,除传统的平台推送外,还可通过短信将报警信息发送至运维人员、管理人员的手机,同时变电站现场的声光报警装置启动,提醒周边可能存在的人员注意安全,多渠道传输方式避免单一通信故障导致报警信息遗漏。消防应急与电力调度、运维人员的联动机制可实现信息快速共享,火灾发生后,报警系统自动将火情信息同步至电力调度中心与运维团队,电力调度中心可及时

调整电网运行方式，避免故障扩大；运维人员则根据火情信息提前准备应急设备与救援方案，缩短现场处置准备时间。远程指导现场应急处置的技术支撑通过实时视频与语音指挥实现，现场人员携带移动终端拍摄火灾现场情况，画面实时传输至远程指挥平台，指挥人员通过语音实时指导现场操作，如灭火设备使用、危险区域规避等，提升现场处置的科学性与安全性。

#### 4 无人值班变电站消防安全管理优化方向

##### 4.1 管理流程标准化

消防安全管理全流程的标准化梳理需覆盖从隐患排查到应急处置的各个环节，对隐患排查的周期、内容、记录方式进行明确规范，确保每次排查都有章可循；对隐患整改的流程、时限、验收标准进行统一设定，避免整改工作拖延或不彻底；对火灾发生后的应急处置步骤，包括报警、启动灭火系统、人员调度等进行详细梳理，形成标准化操作流程，确保不同情况下都能快速有序开展处置工作<sup>[4]</sup>。不同场景下的专项管理流程优化需结合实际需求调整，设备检修期间需制定专项消防安全流程，明确检修过程中的动火作业规范、设备断电后的消防措施，防止检修操作引发火灾；季节变化时针对不同季节风险特点优化流程，高温季节增加设备温度监测频次，多雨季节加强消防设施防潮检查，通过专项优化提升不同场景下的消防安全管理针对性。

##### 4.2 人员能力提升

运维人员的智能消防设备操作培训需注重实操性，通过模拟操作让运维人员熟悉智能探测器、自动灭火系统等设备的工作原理与操作方法，掌握设备参数设置、故障排查、日常维护等技能，确保运维人员能独立完成智能设备的日常管理与简单故障处理。应急处置团队的协同配合与快速响应能力培养需通过定期开展联合演练实现，演练中模拟不同类型火灾场景，明确团队各成员职责，训练成员间的信息传递、操作配合流程，提升团队在紧急情况下的协作效率，缩短应急响应时间。远程监控人员的火灾隐患识别与初期判断能力提升需加强专业知识培训，讲解火灾早期特征、不同设备火灾的典型表现，通过分析历史监控数据、模拟隐患场景等方式，

训练监控人员快速识别异常信号、准确判断隐患类型的能力，确保能在火灾初期及时发现并上报隐患。

##### 4.3 技术迭代与融合

新一代消防技术与变电站现有系统的融合应用需打破技术壁垒，将物联网技术融入现有监控系统，实现消防设备、传感器、监控设备的数据互通，构建一体化监控网络；将大数据技术与设备运行数据结合，通过分析海量数据挖掘设备火灾风险规律，为消防安全管理提供数据支撑。基于历史数据的火灾风险预测模型构建需整合变电站历年火灾案例、设备运行数据、环境数据等信息，通过算法分析数据间的关联关系，建立风险预测模型，模型可根据实时数据预测不同设备、不同区域的火灾风险等级，为提前采取防控措施提供依据。消防应急预案的数字化、可视化升级需将传统文字预案转化为数字化文档，嵌入监控平台，方便人员快速查阅；通过三维建模、动画演示等方式实现预案可视化，直观展示应急处置流程、人员疏散路线、设备操作步骤，提升预案的可读性与实用性。

##### 结束语

无人值班变电站消防安全管理是一项长期且复杂的系统工程。通过全面分析风险，明确管理核心维度，积极应用先进消防技术，并不断优化管理流程、提升人员能力、推动技术迭代融合，可有效提升变电站消防安全管理水平。未来，应持续探索创新，构建更完善的消防安全管理体系，为电力行业安全稳定发展筑牢坚实防线。

##### 参考文献

- [1] 闻立飞,孟晖.人工智能技术在变电站运维管理中的应用研究[J].光源与照明,2022,(03):243-245.
- [2] 郝越,马义松,李健,等.基于泛在电力物联网的无人值班变电站消防远程集中监控系统[J].通信电源技术,2023,40(24):7-9.
- [3] 曹志浩.无人值班变电站运维管理模式分析[J].电脑采购,2023(20):162-164.
- [4] 刘钊.浅谈无人值守变电站设备监控与视频监控的融合[J].新疆有色金属,2023,46(5):92-93.