新能源场站电气事故预防机制优化研究

田 涛

（国能内蒙古电力蒙西新能源有限公司，内蒙古 呼和浩特 010050）

摘 要 在全球能源转型进程中，新能源场站在电力系统中的重要性日益凸显，保障新能源场站稳定运行，是提升电力供应可靠性的关键支撑。当前新能源场站运行中频繁出现电气事故，降低了整体运行效率，同时不利于保障电力系统稳定运行。本文结合新能源场站特点，分析了新能源场站电气事故预防机制，提出针对性的优化建议，通过利用先进的监测技术、完善故障诊断系统以及安全管理制度，对降低电气事故发生率有所裨益，进而保障新能源场站运行的稳定性，避免出现安全事故。

关键词 电力系统；新能源场站；电气事故；预防机制

中图分类号：TM615 **文献标志码**：A **DOI**：10.3969/j.issn.2097-3365.2026.28.036

0 引言

现阶段的电力系统中，新能源场站的支撑作用日益凸显。对风能、太阳能等可再生能源的规模化开发利用，一方面能够减轻传统能源的供应与消耗压力，另一方面可显著降低温室气体排放，推动经济社会向可持续发展方向迈进。近年来，我国依托技术创新，新能源发电规模实现跨越式增长，这也对场站的运行稳定性与安全性提出了更高要求。然而，新能源发电受资源禀赋影响，存在间歇性、波动性等固有特性，实际运维中仍存在诸多不确定性挑战，给电力系统稳定运行带来潜在风险。因此，针对新能源场站电气事故预防机制开展优化研究，具有重要的现实意义。

1 新能源场站电气事故特点和影响

1.1 新能源场站电气事故类型

1. 短路与接地故障：新能源场站电气系统涉及设备多、链路长，事故类型多样且成因复杂。短路是新能源场站最常见的电气事故之一，诱发这类事故的原因涵盖多个方面，既有绝缘老化、设备制造质量不达标等内部问题，也有外部环境干扰等外部因素影响。出现短路事故之后，将会快速提高电流，损坏电气设备，甚至会引发火灾[1]。另一种典型事故为接地故障，这一故障会导致电缆的绝缘层破损，并显著提高电阻值，不利于正常供应电力资源。

2. 绝缘击穿与闪络事故：这类故障的核心诱发机制，是设备长期处于高电压载荷作用下，叠加绝缘材料自身老化变质，再辅以表面积污、环境受潮等多重外部因素共同作用，最终引发绝缘性能骤降导致事故发生。出现这类问题之后，如果没有及时处理，将会引发线路跳闸和设备停运，诱发短路事故，扩大事故的负面影响。

3. 过电压事故：这类事故通常由电网运行波动或现场操作不规范引发，异常抬升的电压一旦超过设备的设计耐受阈值，就会损伤内部绝缘层，严重时还会直接造成设备本体损坏。

1.2 新能源站场电气事故原因

1. 人为因素。操作人员的技能水平和安全意识以及操作规范性等直接关系到故障发生率。如果操作人员缺乏工作经验，无法及时发现设备异常情况，将会扩大事故规模。此外，管理人员不够重视安全培训工作，导致工作人员无法积极应对复杂情况。

2. 环境因素。新能源站场环境条件十分复杂，出现极端天气之后，风力发电设备很容易出现损坏问题。例如：在高温高湿环境中，加快了设备绝缘层老化，提高了接地故障发生率。此外，如果新能源场站缺乏科学的防雷措施，会加剧雷击负面影响。

3. 设计不合理。新能源场站选址阶段，工作人员没有全面勘测区域自然条件，部分设计方案不符合实际情况。例如：在低洼易涝区没有提高电气设备的基座，在多风沙区域没有采取密封防护措施，引发设备腐蚀和积污问题，还会提高短路和漏电等事故的发生率，威胁场站运行的安全性。

4. 设备安装不规范。一些施工单位在安装设备中没有严格执行设计标准和安装规范。如接地装置的深

作者简介：田涛（1988-），男，本科，工程师，研究方向：新能源场站电气安全。

度和电阻等不符合设计要求，接线端子连接不牢固，柜内线缆排布较为混乱，不符合安全间距的要求。这些不规范的安装操作直接影响了电气设备运行的稳定性，提高了电气事故发生率。

5. 运维管理缺失。新能源场站运行过程中，运维人员没有根据要求组织日常巡检和维护工作，无法及时发现和处理设备异常问题。一些场站缺乏缺陷跟踪处理机制，没有及时处理设备问题，扩大了故障影响力。此外，在日常运维中没有定期监测接地电阻和绝缘性等参数，很难及时发现设备故障，最终引发电气事故。

1.3 电气事故的影响

电气事故直接影响了新能源场站运行的正常性，不利于稳定电力系统运行。例如：出现短路事故之后，可能会烧毁变压器和断路器等设备，出现接地故障之后将会损坏电缆绝缘层，增加了后续维护投资，还会延长场站停运时间，降低整体发电效率[2]。此外，事故发生后场站电压大幅波动，站内设备无法正常使用；若故障进一步扩散，局部电网问题会引发连锁反应，扩大停电范围。同时，事故还会劣化电能质量，带来电压暂降、谐波污染等问题，既影响用户正常用电，也会损伤各类敏感负载设备。出现电气事故之后将会损失较多的电力资源，影响整体场站经济效益。

2 现有新能源场站电气事故预防机制的优缺点

2.1 现有电气事故预防机制的优点

首先，通过落实常态化设备巡检制度，对电气设备运行状态开展定期监测，能够提前排查出隐藏的潜在问题，从源头减少电气事故的发生。其次，依托科学制定的定期维护计划，对所有电气设备开展系统化的保养和针对性维修，持续保障设备的运行可靠性。除此之外，严格执行标准化安全操作规程，对工作人员的现场操作形成明确规范，有效降低人为失误的发生概率。例如：要求作业人员按规定佩戴齐全防护用具，严格执行验电等关键作业步骤，就能有效规避触电类事故。

2.2 现有电气事故预防机制的不足

虽然利用现有的电气事故预防机制可以保障场站运行的安全性，但是也要重视存在的问题，如缺乏系统化和智能化，这些问题影响了电气事故预防效果。首先，现有的预防机制注重管理单一设备，没有协调各个子系统运行，不利于发挥防护作用。例如：缺乏完善的信息共享机制，导致电气设备频繁出现同一种故障。其次，现有的机制智能化水平有待提高，不利于满足新能源场站技术需求。传统的人工巡检模式工作效率较低，而且人为因素的干扰较大，很难及时发现部分隐患[3]。其次，现有的预防机制缺乏适应性，没有考虑新能源发电的特点，影响了场站运行的稳定性。

3 新能源场站电气事故预防机制优化策略

3.1 技术层面优化

1. 利用先进的监测技术。随着我国新能源场站规模不断扩大，利用传统的人工巡检模式已无法满足电气事故预防需求。新能源场站要积极利用智能传感器和在线监测设备。其中，智能传感器可以实时采集和分析电压和电流以及温度等参数，及时处理异常问题，精准地预警早期故障。综合利用在线监测设备和现代通信技术，集中管理各种电气设备，提高整体监测水平。例如：在风电场中合理布置智能传感器，实时监测风机齿轮箱温度和振动，及时发现过热故障或者机械疲劳问题，切实保障电气设备运行的稳定性，精准地诊断电气故障，制定科学的维护决策。

当前利用的智能传感器体积较小，运行过程中的能耗较低，并具备精准性优势，适合在各种新能源设备中安装智能传感器。利用云端计算平台存储和分析在线监测设备的数据。虽然各类先进设备的初期投资较高，但是可以获取显著的长期效益，如会延长设备使用寿命，同时会降低维护投资，控制电力损耗。因此，在新能源场站要积极利用先进的监测技术，保障新能源场站运行的安全性。

2. 完善故障诊断系统。综合利用大数据和人工智能技术完善故障诊断系统，有效预防新能源场站电气事故。在系统中对不同的数据进行整合，再利用机器学习算法分析不同设备的运行状态，精准地诊断和预测电气故障[4]。在故障诊断系统构建中，要综合利用历史数据和实时监测数据，利用特征提取技术和模式识别技术等，及时发现设备异常行为，并利用专家数据库自动化生成诊断结果。例如：在光伏电站运行中，通过分析逆变器的电压和电流，深入分析组件老化或者接线松动等问题。

利用故障诊断系统可以制定科学的决策，当发生电气事故之后，要精准定位故障发生部位，制定科学的处理方案。例如：利用智能算法模拟新能源场站，确定最佳处理方案，指导实际运维的开展。提高诊断工作的智能化水平，可以高效处理故障，降低人为负面干扰。不断发展大数据技术，将会持续性提高系统预测能力，主动落实预防措施，降低电气事故发生率，并高效利用设备资源。

3.2 管理层面的优化

1. 完善安全管理制度。完善新能源场站安全管理制度，有效预防电气事故。首先，要对不同的管理人

员和操作人员的责任合理划分。例如：场站负责人负责开展安全管理工作，具体的工作内容包括制定安全目标和执行监督制度以及组织应急演练活动。操作人员负责严格遵循操作规范，提高日常作业的安全性。提高分工明确性，如果发生电气事故，也可以立即确定责任人，提高问题解决效率，避免因为互相推诿责任而延长问题解决时间。其次，要组织安全培训活动，提高工作人员的安全技能。结合新能源场站特点，定期组织专项培训活动，培训内容包括电气安全知识和设备操作要点以及应急救援知识等。例如：对真实的电气事故进行模拟分析，因此组织应急演练活动，辅助相关工作人员明确应急处理要点，使其积极响应突发事故。此外，完善应急预案，针对各种电气事故类型，细化报警机制和处理流程以及资源调配方案，提高事故处理效率，在最大程度上控制事故损失。

2. 优化运维管理流程。优化新能源场站运维管理流程，可以保障场站运行的稳定性。首先，构建信息化运维管理平台，综合发挥设备状态监测和工单管理以及库存管理等功能，提高新能源场站运维的数字化水平。例如：利用物联网技术向云端平台高速传输设备运行数据，运维人员利用移动设备可以实时查看设备运行状态，及时发现设备问题，高效地响应预警信息。其次，创新现有的运维流程，将不重要的工作环节及时去除，有利于提高运维效率。例如：落实预防性维护措施，分析设备运行数据，精准预测潜在故障问题，制定科学的维护计划，在最大程度上控制突发事故的损失。此外，要提高操作流程的标准化，规避人员违规行为，并指导员工的工作过程，避免出现人为操作失误问题。

3. 设备预防性试验方面的措施。建立常态化电气设备预防性试验机制，结合规范要求定期对场站核心电气设备开展绝缘性能检测和接地电阻测试以及耐压试验等，及时排查设备绝缘老化和性能下降等问题。结合设备运行时间和运行环境以及故障发生规律等，制定差异性试验周期，针对室外高负荷运行和运行时间较长的设备，要缩短试验间隔时间，精准排查隐患。另外，要做好试验数据存档工作，动态分析历次试验数据，确定设备变化趋势，为设备检修和更换工作的开展奠定数据基础，避免因为设备劣化引发电气事故。

3.3 人员培训层面优化

1. 加强培训专业技能。完善电气事故预防机制，需要配置专业的人才，要加强培训工作人员的专业技能。首先，要培训电气专业知识，具体的内容包括电力系统原理和电气设备特点以及常见故障等。例如：针对风电场，在培训过程中要着重讲解风机变流器等设备运行特点和运行中常见的问题，辅助工作人员明确关键设备运行规律。其次，要加强培训设备操作技能，尤其要讲解新型智能化设备使用要点。例如：利用虚拟现实技术对设备操作过程进行模拟，辅助员工反复练习设备操作要点，培养员工的实际操作能力。

在培训过程中要综合利用理论和实践，一方面定期组织专家讲座和内部交流会，积极传达先进的技术要点；另一方面要利用实际案例培训，辅助员工不断积累工作经验。例如：光伏电站发生短路事故之后，相关管理人员要组织员工共同分析事故发生的原因，并就此故障开展针对性的培训活动，引导员工精准识别和准确应对风险问题。

2. 提高安全意识培训。完善新能源场站电气事故预防机制，要增强员工的安全意识。利用各种安全警示教育活动，如结合真实的事故案例，引导员工重视电气事故的负面影响[5]。同时，要定期考核员工知识掌握情况，如果员工没有通过考核，还要继续参与培训，使其满足岗位工作要求。

4 结束语

通过对新能源场站电气事故的主要类型与演化特征进行系统性剖析，结合对现有主流事故预防机制的应用成效与现存局限展开深度研判，针对性构建新能源场站电气事故预防机制的优化框架：在技术维度上，引入高精度在线检测技术与智能化故障诊断平台，实现对设备运行状态的全时段动态感知，及时捕捉早期潜在隐患；在管理维度上，补全覆盖全作业场景的安全管理制度与规范化运维管控程序，全面强化场站管理的合规性与科学性。本研究成果可为新能源场站的安全运维体系建设提供有效参考，切实降低电气事故发生率，助力新能源产业规模化健康发展，进一步夯实新型电力系统的运行韧性。

参考文献：

[1] 王宝宁.居民住宅电气火灾事故分析与防范对策研究[J].消防科学与技术,2026,45(S1)354-357.
[2] 张阳阳,牛玉蝶.基于AI的电厂电气生产安全事故应急对策[J].装备维修技术,2025(06):86-88.
[3] 叶付兵,杨洋,杨龙涛.某半导体工厂低压配电柜电气事故案例分析[J].现代建筑电气,2025,16(11):6-9,19.
[4] 杨晨彪.电气火灾事故调查中的技术难点与判定方法探析[J].消防界(电子版),2025,11(13):116-118.
[5] 李策,孙世梅.建筑电气火灾事故原因分析及事故预防系统的研究[J].安全,2024,45(10):74-78.