

极端天气下新能源电站的灾害预警与应急管理研究

张宏涛

中国华电集团有限公司甘肃分公司，甘肃兰州，730000；

摘要：本文聚焦于极端天气下新能源电站的灾害预警与应急管理。阐述了极端天气对新能源电站的影响，分析了灾害预警与应急管理的重要性，探讨了当前存在的问题，并提出了针对性的优化策略，旨在提升新能源电站应对极端天气的能力，保障其安全稳定运行。

关键词：极端天气；新能源电站；灾害预警；应急管理

DOI：10.69979/3060-8767.25.12.009

引言

在全球气候变化的大背景下，极端天气事件的发生频率和强度呈现出显著增加的趋势。暴雨、台风、高温、干旱等极端天气对各类基础设施造成了严重破坏，新能源电站作为能源领域的重要组成部分，也深受其影响。新能源电站，如光伏电站和风电场，具有分布广泛、设备对环境敏感等特点，极端天气可能导致设备损坏、发电效率下降甚至引发安全事故，严重影响电力供应的稳定性和可靠性。

1 极端天气对新能源电站的影响分析

1.1 极端天气类型及特点

极端天气是指当某地出现与多年平均状态相比显著不同的天气状况，且达到一定强度和持续时间，造成较大社会影响的气象事件。常见的极端天气类型包括暴雨、台风、高温、干旱、暴雪等。暴雨具有降水强度大、持续时间短、局地性强等特点，容易引发洪涝灾害；台风是一种强烈的热带气旋，具有风力强劲、降水集中、影响范围广等特点，对沿海地区的新能源电站威胁较大。

1.2 对光伏电站的影响

1.2.1 暴雨影响

暴雨可能导致光伏电站出现积水现象，积水会浸泡光伏组件、逆变器等设备，造成设备短路、损坏。暴雨还可能引发山体滑坡、泥石流等地质灾害，冲毁光伏电站的基础设施，如支架、电缆等。

1.2.2 台风影响

台风带来的强风会对光伏电站的支架和光伏组件造成直接破坏。强风可能导致支架变形、倒塌，光伏组件被掀翻、破碎。台风还可能伴随暴雨，进一步加剧对

光伏电站的破坏。

1.2.3 高温影响

高温天气会使光伏组件的温度升高，根据光伏组件的输出特性，温度升高会导致其输出功率下降，还会加速光伏组件中电池片的老化，降低组件的使用寿命。

1.3 对风电场的影响

1.3.1 台风影响

台风是影响风电场的主要极端天气之一。强风可能导致风电机组的叶片断裂、塔筒倒塌等严重事故。台风带来的强降雨和风暴潮也可能对风电场的基础设施造成破坏，如淹没风电场的变电站、损坏电缆等。

1.3.2 暴雪影响

暴雪会使风电机组的叶片上积雪，增加叶片的重量，导致机组负荷增大，可能引发叶片变形、断裂等问题，积雪还可能覆盖机组的传感器和监控设备，影响机组的正常运行和监控。

1.3.3 雷电影响

风电场一般分布在空旷的地区，容易成为雷电袭击的目标。雷电可能会击中风电机组的叶片、塔筒或电气设备，造成设备损坏，甚至引发火灾。雷电产生的过电压还可能通过电缆传输到变电站，影响整个风电场的电力供应。

2 新能源电站灾害预警系统研究

2.1 预警系统的重要性

新能源电站灾害预警系统是保障电站安全运行的重要防线。通过及时、准确的预警信息，可以提前采取防范措施，降低极端天气对电站的破坏程度，减少经济损失和人员伤亡。

2.2 预警系统的组成与功能

2.2.1 数据采集层

数据采集层是预警系统的基础，主要负责收集与新能源电站运行和极端天气相关的各种数据。包括气象数据，如风速、风向、降水量、气温、气压等；电站设备运行数据，如光伏组件的输出功率、电压、电流，风电机组的转速、功率、振动等；以及地理信息数据，如电站的地理位置、地形地貌等。这些数据可以通过气象传感器、电站监控系统、地理信息系统等设备和技术进行采集。

2.2.2 数据传输层

数据传输层负责将采集到的数据从数据采集点传输到数据处理中心。可以采用有线通信方式，如光纤通信、以太网通信等，也可以采用无线通信方式，如无线传感器网络、4G/5G 通信等。数据传输层需要保证数据传输的稳定性和实时性，确保数据能够及时、准确地到达数据处理中心。

2.2.3 数据处理与分析层

数据处理与分析层是预警系统的核心，主要对采集到的数据进行处理和分析。通过数据清洗、数据融合、数据挖掘等技术，去除噪声数据，整合多源数据，提取有价值的信息。

2.2.4 预警发布层

预警发布层根据数据处理与分析层的结果，及时发布预警信息。预警信息可以通过多种渠道发布，如短信、邮件、手机应用、广播、电视等。预警信息应包括极端天气的类型、强度、预计到达时间、影响范围以及应对措施等内容，以便电站管理人员和相关人员及时采取行动。

2.3 预警技术与方法

2.3.1 基于气象模型的预警方法

气象模型是利用大气运动的物理规律和数学方法，对大气状态进行模拟和预测的工具。基于气象模型的预警方法通过输入当前的气象观测数据和初始条件，运行气象模型，预测未来一段时间内的天气变化情况。常用的气象模型包括数值天气预报模型、中尺度气象模型等。这种方法可以提供较为准确的天气预报信息，但需要较高的计算资源和专业知识。

2.3.2 基于机器学习的预警方法

机器学习是一种通过让计算机自动从数据中学习模式和规律，并进行预测和决策的方法。基于机器学习的预警方法利用历史气象数据和新能源电站的运行数据，训练机器学习模型，如神经网络、支持向量机、决策树等，使其能够根据当前的数据特征预测极端天气的发生和影响。这种方法具有自适应性强、能够处理复杂非线性关系等优点，但需要大量的历史数据进行训练，且模型的解释性相对较差。

3 新能源电站应急管理体系构建

3.1 应急管理体系的重要性

新能源电站应急管理体系是在极端天气等突发事件发生时，保障电站人员生命安全、减少财产损失、尽快恢复电站正常运行的一系列组织、制度、措施和流程的总称。建立完善的应急管理体系可以提高电站应对突发事件的能力，降低突发事件对电站的影响，保障电力供应的稳定性和可靠性。

3.2 应急管理组织架构

3.2.1 应急指挥中心

应急指挥中心是应急管理体系的核心，负责统一指挥和协调电站的应急响应工作。应急指挥中心通常由电站的主要负责人担任指挥长，成员包括各部门负责人和相关专业技术人员。应急指挥中心的职责包括制定应急预案、启动应急响应、协调各方资源、决策应急处置方案、发布应急信息等。

3.2.2 应急抢险组

应急抢险组负责在突发事件发生时进行现场抢险救援工作。应急抢险组应根据不同类型的突发事件，配备相应的专业人员和设备，如消防设备、抢修工具、救援车辆等。应急抢险组的职责包括现场抢险、设备维修、人员救援等。

3.2.3 物资保障组

物资保障组负责应急物资的采购、储备、调配和管理等工作。应急物资包括抢险救援设备、防护用品、生活物资等。物资保障组应确保应急物资的充足供应和及时调配，满足应急响应的需求。

3.2.4 技术支持组

技术支持组负责为应急响应提供技术支持和技术指导。技术支持组应由电站的专业技术人员组成，具备丰富的专业知识和实践经验。技术支持组的职责包括分

析突发事件的原因和影响、制定应急处置技术方案、指导应急抢险工作等。

3.2.5 医疗救护组

医疗救护组负责在突发事件中对受伤人员进行现场急救和转运治疗。医疗救护组应配备必要的医疗设备和药品，并与当地的医疗机构建立联系，确保受伤人员能够得到及时有效的治疗。

4 新能源电站应急管理体系构建

4.1 应急资源管理

4.1.1 应急物资管理

应急物资的采购需依据电站所在地区的气候特点、常见极端天气类型以及电站自身的规模和设备特性来精准规划。例如，在台风多发地区，要储备足够数量的防风固定器材，如高强度的缆绳、地锚等，用于加固光伏支架和风电机组；在暴雨易涝区域，需配备大功率的抽水泵、防水沙袋等防洪物资。储备过程中，要合理确定物资的储备量和储备地点，确保在紧急情况下能够快速取用。

4.1.2 应急人力资源配置

应急人力资源是应急管理体系的关键要素。电站应组建一支专业齐全、反应迅速的应急救援队伍，包括电气工程师、机械维修师、安全管理人员、医疗救护人员等。定期对应急救援人员进行培训和演练，提高他们的应急处置技能和协同作战能力。培训内容涵盖极端天气下的设备抢修、人员救援、安全防护等方面。

4.1.3 应急资金保障

充足的应急资金是应对极端天气灾害的重要支撑。电站应设立专项应急资金，用于应急物资的采购、设备的抢修和恢复、人员的奖励等方面。应急资金的来源可以包括电站自身的运营收入、政府的财政补贴以及保险赔付等。建立应急资金使用管理制度，明确资金的使用范围、审批程序和监督机制，确保应急资金能够合理、高效地使用。

4.2 应急沟通与协调机制

4.2.1 内部沟通机制

建立高效的内部沟通机制是确保应急响应工作顺利进行的关键。电站应制定内部沟通流程和规范，明确各部门和人员在应急响应过程中的信息传递方式和责任。利用现代化的通信技术，如对讲机、手机、内部局

域网等，建立实时、畅通的沟通渠道。

4.2.2 部协调机制

新能源电站在应对极端天气灾害时，需要与外部多个部门和单位进行协调合作。与当地气象部门保持密切联系，及时获取准确的气象信息，为应急决策提供依据。与电力调度部门沟通协调，合理安排电站的发电计划和停电措施，确保电网的安全稳定运行。与政府部门，如应急管理局、能源局等保持沟通，及时报告电站的受灾情况和应急处置进展，争取政府的支持和指导。

5 实证研究与优化策略

5.1 实证研究对象与方法

选取某地区的一个大型风光互补新能源电站作为实证研究对象。该电站集成了光伏发电和风力发电系统，具有典型的代表性。采用案例分析法、实地调研法和数据分析法相结合的研究方法。通过查阅电站的历史资料、应急预案、演练记录等，了解其灾害预警与应急管理的现状；实地走访电站，与管理人员、技术人员和一线员工进行交流，获取第一手信息；收集电站在极端天气事件发生前后的运行数据、设备损坏情况、经济损失等数据，进行深入分析。

5.2 实证研究结果分析

5.2.1 灾害预警效果分析

通过对该电站灾害预警系统的运行数据进行分析，发现预警系统在部分极端天气事件的预测上存在一定的误差。例如，在一次暴雨预警中，预警发布的时间比实际暴雨开始时间晚了约2小时，导致电站未能及时采取充分的防洪措施，部分光伏组件被积水浸泡。分析原因发现，主要是气象数据采集的精度不够，以及预警模型对局部小气候的适应性较差。

5.2.2 应急响应效果分析

在应急响应方面，该电站虽然制定了较为完善的应急预案，但在实际执行过程中存在一些问题。在一次台风应急响应中，应急抢险组的行动不够迅速，导致部分风电机组的叶片未能及时进行加固，造成了叶片损坏。分析原因发现，主要是应急指挥中心的决策效率不高，信息传递存在延迟，以及应急抢险组的组织协调不够顺畅。

5.2.3 应急管理综合效果分析

从整体上看，该新能源电站在极端天气下的应急管

理取得了一定的成效，但仍存在较大的提升空间。在灾害发生后，电站能够迅速启动应急响应机制，组织人员进行抢险救援，最大限度地减少了人员伤亡和财产损失。

5.3 优化策略提出

5.3.1 预警系统优化策略

提高气象数据采集的精度和密度，增加气象传感器的数量和种类，采用更先进的测量技术，如激光雷达、微波遥感等，实时获取更准确的气象信息。优化预警模型，结合机器学习和人工智能技术，对历史气象数据和电站运行数据进行深度分析，提高预警模型对极端天气的预测能力和适应性。

5.3.2 应急管理体系优化策略

加强应急指挥中心的建设，提高指挥人员的决策能力和应急处置经验，建立高效的决策机制和信息传递系统，确保在紧急情况下能够迅速做出准确的决策。优化应急抢险组的组织架构和人员配置，明确各小组的职责和分工，加强小组之间的协同训练，提高应急抢险的效率。

5.3.3 培训与演练优化策略

制定系统的应急培训计划，针对不同岗位的人员开展有针对性的培训，提高人员的应急意识和应急处置技能。培训内容不仅包括理论知识，还应注重实践操作和

案例分析，增加应急演练的频率和难度。

6 结语

本文通过对极端天气下新能源电站的灾害预警与应急管理进行深入研究，得出以下结论：极端天气对新能源电站的影响广泛而严重，包括设备损坏、发电效率下降、安全事故等，加强灾害预警与应急管理至关重要；当前新能源电站的灾害预警系统在预警准确性、及时性和信息发布方面存在不足，应急管理体系在组织协调、资源保障和响应效率方面有待提高；通过实证研究发现，某大型风光互补新能源电站在灾害预警与应急管理方面取得了一定成效，但也暴露出一些问题，需要采取针对性的优化策略进行改进。

参考文献

- [1] 候媛媛,高小伟.基于K-means聚类的新型电力系统电力电量平衡方法研究[J].光源与照明,2022(12):168-170.
- [2] 张俊康,廖碧英,吴翰彬,等.极端天气情况下变电站应急管理及技术提升措施[J].农村电气化,2025,(01):49-51.
- [3] 黄德建.极端天气变化对变电站的影响及防止对策[J].四川水力发电,2018,37(05):162-166.