

地面集中式光伏电站的安全与运维管理措施探讨

温 涛 康佳萌

湖北能源集团西北新能源发展有限公司 陕西榆林 719000

摘 要：随着地面集中式光伏电站的大规模建设，其安全与运维管理的重要性日益凸显。本文首先提出了地面集中式光伏电站在安全和运维方面所面临的诸多问题，如设备故障、环境影响、人员操作风险等。接着深入分析了这些问题产生的原因，包括设备质量、自然环境因素、管理制度不完善等。然后详细阐述了解决问题的过程，涵盖了从设备选型与维护、环境监测与应对、人员培训与管理等多个方面的具体措施。通过实施这些措施，取得了显著的结果，包括设备故障率降低、发电效率提高、安全事故减少等。最后对效益进行了分析，不仅包括经济效益的提升，还有环境效益和社会效益的体现。

关键词：地面集中式光伏电站；安全；运维管理；措施

在全球能源转型的大背景下，地面集中式光伏电站作为一种清洁、可再生能源的重要应用形式，得到了快速发展。然而，随着电站规模的不断扩大和数量的不断增加，其安全与运维管理面临着严峻的挑战。地面集中式光伏电站通常建设在广阔的地面上，涉及大量的电气设备、光伏组件以及复杂的电力传输系统。这些设备长期暴露在自然环境中，受到气候、地理等多种因素的影响，容易出现故障和安全隐患。同时，运维管理工作的复杂性和专业性要求较高，需要具备多学科知识和技能的人员进行操作和维护。因此，深入研究地面集中式光伏电站的安全与运维管理措施，对于保障电站的稳定运行、提高发电效率、降低运营成本具有重要意义。

一、地面集中式光伏电站的安全与运维存在的问题

（一）设备故障问题

地面集中式光伏电站由众多设备组成，包括光伏组件、逆变器、汇流箱、变压器等。这些设备在长期运行过程中，由于各种原因容易出现故障。例如，光伏组件在户外环境中会受到风沙、雨雪、紫外线等自然因素的侵蚀，导致表面磨损、裂纹甚至损坏，影响发电效率。逆变器作为将直流电转换为交流电的关键设备，可能会因为过热、过载、电磁干扰等原因出现故障，造成停电或发电异常。据实际数据统计，某地面集中式光伏电站在运行一年内，因设备故障导致的停机时间累计达到了120小时，严重影响了发电量。

（二）环境影响问题

光伏电站的建设和运行会对周边环境产生一定的影

响。一方面，在建设过程中，土地平整、基础施工等活动可能会破坏当地的生态环境，如植被破坏、水土流失等。另一方面，光伏电站运行期间，虽然本身不产生污染物，但大量光伏组件的反射光可能会对周边的生态环境和居民生活造成光污染。此外，废弃的光伏组件如果处理不当，也会带来环境污染问题。例如，在一些地区，由于缺乏对废弃光伏组件的有效回收处理机制，导致大量废旧组件随意丢弃，对土壤和水源造成了污染。

（三）人员操作风险问题

地面集中式光伏电站的运维工作需要专业人员进行操作，但由于人员技术水平参差不齐、操作不规范等原因，容易引发操作风险。例如，在进行电气设备的检修和维护时，如果人员没有严格遵守操作规程，可能会触电，危及人身安全。同时，错误的操作也可能导致设备损坏，影响电站的正常运行。在某光伏电站的一次检修工作中，由于工作人员疏忽，未按照规定流程进行操作，导致一台逆变器损坏，直接经济损失达到了数万元。

二、地面集中式光伏电站的安全与运维存在问题的原因分析

（一）设备故障原因分析

设备质量问题是导致故障的一个重要因素。部分光伏组件和电气设备在生产过程中，由于工艺不完善、原材料不合格等原因，存在质量缺陷。例如，一些光伏组件的封装材料质量不佳，容易导致组件内部进水、进气，从而影响其性能和寿命。此外，设备的选型不合理也会增加故障发生的概率。如果选用的设备不适合当地的自

然环境和电网条件，就容易出现问题。例如，在高温、高湿度的地区，如果选用了散热性能差的逆变器，就容易导致逆变器过热损坏。

（二）环境影响原因分析

地面集中式光伏电站的建设选址不当是造成环境影响的一个重要原因。如果在生态脆弱区或重要生态保护区建设光伏电站，可能会对当地的生态环境造成较大的破坏。此外，光伏电站的设计和规划不合理也会加剧环境影响。例如，光伏组件的排列方式不合理，可能会导致阳光反射过于集中，增加光污染的程度。同时，在电站运行过程中，对环境的监测和管理不到位，也难以及时发现和解决环境问题。

（三）人员操作风险原因分析

人员培训体系不完善是导致操作风险的主要原因之一。目前，一些光伏电站的运维人员培训内容不够全面，培训方式不够科学，导致人员在实际操作中缺乏必要的技能和知识。例如，部分运维人员对新型电气设备的操作和维护不熟悉，遇到问题时无法及时正确地处理。此外，安全管理制度的不健全也会增加操作风险。如果安全制度执行不严格，人员在操作过程中就可能会存在侥幸心理，违反操作规程。

三、解决地面集中式光伏电站的安全与运维存在问题的措施

（一）设备选型与维护措施

1. 设备选型优化

在光伏电站的建设和改造过程中，应充分考虑当地的自然环境、电网条件等因素，选择质量可靠、性能优良的设备。例如，在高温地区，应选择具有良好散热性能的逆变器和光伏组件，以确保设备在高温环境下仍能稳定运行；在风沙较大的地区，应选择具有防风沙功能的组件和设备，以减少风沙对设备的影响。同时，要选择知名品牌的设备，确保设备的质量和售后服务。通过对多个地面集中式光伏电站的设备选型案例分析发现，选用优质设备的电站在运行初期故障率明显低于选用普通设备的电站。具体而言，优质设备电站的故障率仅为普通设备电站的30%左右，且长期运行稳定性更高。

2. 设备维护策略制定

建立完善的设备维护制度，定期对设备进行巡检、维护和保养。巡检内容包括设备的外观检查、运行参数监测、性能测试等。对于发现的问题要及时进行处理，确保设备处于良好的运行状态。例如，每周对光伏组件

进行一次外观检查，清理表面的灰尘和杂物，以保持组件的清洁和高效运行；每月对逆变器进行一次运行参数监测，检查其电压、电流、温度等参数是否正常，以及及时发现并处理潜在问题。同时，根据设备的运行情况和使用寿命，制定合理的设备更换计划，及时更换老化、损坏的设备。一般来说，光伏组件的使用寿命为20-25年，逆变器等电气设备的使用寿命为10-15年，需根据实际情况进行更换。

（二）环境监测与应对措施

1. 环境监测体系建设

在光伏电站内建立环境监测系统，对周边的环境因素进行实时监测。监测指标包括光照强度、温度、湿度、风速、风向、水质、土壤质量等。通过传感器、数据采集器等设备，将监测数据传输到监控中心，以便及时掌握环境变化情况。例如，在某地面集中式光伏电站安装了一套环境监测系统后，能够实时监测到光照强度和温度的变化，为光伏组件的运行调整提供了依据。该系统通过无线传输技术，将数据实时传输到监控中心，使运维人员能够随时了解电站的环境状况。

2. 环境友好型设计与改造

在光伏电站的设计和建设过程中，采用环境友好型的设计方案。例如，合理规划光伏组件的排列方式，减少光污染；在电站周边种植植被，起到防风固沙、美化环境的作用。对于已经建成的光伏电站，如果存在环境问题，要及时进行改造。例如，对废弃的光伏组件进行回收处理，采用环保型的处理技术，避免对环境造成污染。在某光伏电站，通过种植植被，使周边的植被覆盖率提高了20%，有效改善了当地的生态环境。

（三）人员培训与管理措施

1. 人员培训体系完善

建立全面的人员培训体系，包括入职培训、岗位培训、技能提升培训等。入职培训主要面向新员工，介绍光伏电站的基本概况、安全规章制度、操作流程等，使其尽快熟悉工作环境和岗位要求。岗位培训根据不同岗位的需求，进行针对性的技能培训，如电气设备维护、光伏组件清洗等，以提高员工的岗位技能。技能提升培训则针对有一定工作经验的员工，开展新技术、新方法的培训，提高员工的专业水平。例如，某光伏电站每年组织员工参加两次技能提升培训，邀请行业专家进行授课，员工的操作技能和故障处理能力得到了显著提高，培训后的员工工作效率提高了15%。

2.安全管理制度强化

建立健全安全管理制度，明确人员的安全职责和操作规程。加强对安全制度的宣传和培训，让员工充分认识到安全的重要性。同时，加强安全监督检查，定期对电站的安全状况进行检查和评估，及时发现和消除安全隐患。例如，在某光伏电站设置了安全监督岗位，定期对运维人员的操作进行检查，对于违反操作规程的行为进行严肃处理，有效降低了安全事故的发生率。该电站通过加强安全管理制度的执行，使安全事故发生率降低了30%。

四、地面集中式光伏电站的安全与运维优化后的结果及效益分析

(一) 设备故障率降低

通过优化设备选型和加强设备维护，地面集中式光伏电站的设备故障率显著降低。例如，某光伏电站在实施设备选型优化和维护措施后，设备故障率从原来的5%下降到了1.5%，停机时间大幅减少，发电量得到了显著提高。具体而言，该电站采用了高效能组件和智能监控系统，结合定期检查和预防性维护，确保设备始终处于良好状态。这不仅减少了维修成本，还提高了电站的运行效率和经济效益。据统计，优化后电站的年维修成本降低了20万元，发电量提高了10%，年收入增加了500万元。

(二) 环境影响改善

环境监测与应对措施的实施，有效改善了光伏电站对周边环境的影响。通过合理规划和设计，光污染问题得到了缓解，植被的种植起到了防风固沙和美化环境的作用。例如，某光伏电站周边的植被覆盖率从原来的30%提高到了50%，生态环境得到了明显改善。同时，该电站还采用了先进的废弃光伏组件回收处理技术，年处理能力达4000吨，回收率高达92.51%，有效减少了环境污染。

(三) 人员操作风险降低

人员培训与管理措施的加强，显著提高了运维人员的专业素质和安全意识，降低了人员操作风险。例如，某光伏电站通过开展系统的安全操作规程、应急处理等培训，结合严格的安全考核和激励机制，使运维人员的安全意识和操作技能得到了大幅提升。实施这些措施后，该电站一年内未发生任何因人员操作不当导致的安全事

故，安全测试得分提高了20%，操作规范率从75%提升至95%。

(四) 综合效益提升

地面集中式光伏电站安全与运维管理措施的实施，带来了显著的综合效益。经济效益方面，设备故障率的降低和发电量的提高，直接增加了电站的收入。据统计，某光伏电站通过实施一系列优化措施后，年经济效益提高了500万元。环境效益方面，电站通过减少光污染、改善生态环境和有效处理废弃组件，为环境保护做出了积极贡献。社会效益方面，电站的建设和运营为当地提供了大量就业机会，促进了经济发展。例如，某光伏电站在项目建设期提供了200个临时岗位，在运维期需要10名专业技术人员，并为当地创造了100个长期就业岗位。

结语

地面集中式光伏电站的安全与运维管理是一个系统工程，涉及到设备、环境、人员等多个方面。通过对问题的提出、分析和解决过程的研究，我们采取了一系列有效的措施，取得了显著的结果和效益。然而，随着光伏技术的不断发展和电站规模的不断扩大，安全与运维管理面临着新的挑战。未来，我们需要进一步加强技术创新和管理创新，不断完善安全与运维管理措施，提高地面集中式光伏电站的运行水平和竞争力，为我国能源转型和可持续发展做出更大的贡献。

参考文献

- [1]李翠,孔繁荣,杨擘,等.地面集中式光伏电站的安全与运维管理措施探讨[J].能源与节能,2025,(01):40-42+46.
- [2]邓卫梅.50MWp集中式地面光伏电站直流电源系统设计研究[J].水电与新能源,2022,36(10):28-31.
- [3]罗智超.光伏电站智能化实时监控与运维系统研制[D].华南理工大学,2022.
- [4]阎军,刘健鑫,何建奇.智能光伏电站开发及运维管理体系的构建与实施[J].中国战略新兴产业,2024(30):85-87.
- [5]高志强,向东,杨培友,等.智能光伏电站开发及运维管理体系的构建与实施[J].化工管理,2023(S01):115-122.