

Operation and Maintenance Analysis of Relay Protection and Automation Devices in Photovoltaic Power Plants

Baojin Li

Weining Energy Co., Ltd., Bijie, Guizhou, 551700, China

Abstract

With the continuous development and application of clean energy, photovoltaic power generation, as an environmentally friendly and renewable form of energy, has received widespread attention and promotion. As a core component of photovoltaic power generation systems, photovoltaic power stations undertake the important task of converting solar energy into electrical energy. In the actual operation stage of photovoltaic power plants, relay protection and automation devices are key equipment to ensure the safe and stable operation of the system. Their operation and maintenance are crucial to the reliability and efficiency of the entire photovoltaic power generation system. This paper provides an in-depth understanding of the functions and principles of relay protection and automation devices in photovoltaic power plants, analyzes the challenges faced by relay protection and automation devices in photovoltaic power plants, and proposes effective strategies to strengthen operation and maintenance, providing theoretical and practical support for improving the reliability and stability of photovoltaic power generation systems, and promoting the sustainable development of clean energy.

Keywords

photovoltaic power station; relay protection; automation devices; operation maintenance; maintenance measures

光伏电站中继电保护及自动化装置的运行维护分析

黎豹金

威宁能源股份有限公司, 中国·贵州毕节 551700

摘要

随着清洁能源的不断发展和应用,光伏发电作为一种环保、可再生的能源形式,受到了广泛关注和推广。光伏电站作为光伏发电系统的核心组成部分,承担着将光能转化为电能的重要任务。在光伏电站实际运行阶段,继电保护及自动化装置作为保障系统安全稳定运行的关键设备,其运行维护对整个光伏发电系统的可靠性和效率至关重要。论文深入了解光伏电站继电保护及自动化装置的功能及其原理,分析了光伏电站继电保护以及自动化装置所面临的挑战,并提出了加强运行维护的有效策略,为提高光伏发电系统的可靠性和稳定性提供理论和实践支持,推动清洁能源的可持续发展。

关键词

光伏电站; 继电保护; 自动化装置; 运行维护; 维护措施

1 引言

光伏发电作为清洁能源的重要形式,以其环保、可再生的特性在全球范围内得到广泛推广和应用,随着全球对减少碳排放和可持续发展的需求日益增强,光伏电站的建设规模和数量不断扩大,成为能源转型中的重要支柱,且光伏电站作为分布式能源系统,其特点决定了其面临诸多技术和运营挑战,继电保护及自动化装置作为保障光伏电站安全、高效运行的关键技术,其在复杂多变的电网环境下的稳定性和可靠性显得尤为重要。另外,自动化装置则通过智能化控制和数据分析,实现对光伏电站各个部件的实时监控和远程控制,不仅提升了系统的响应速度和操作效率,还优

化了能源的利用和管理,对减少运营成本和优化发电效率起到重要作用。

2 光伏电站中继电保护及自动化装置的功能及其原理

光伏电站中继电保护及自动化装置是确保光伏发电系统安全稳定运行的关键部件。继电保护系统作为光伏电站的安全防护系统,主要功能是在发生电网故障或设备异常时,迅速切断故障区域,保护设备和人员安全,同时最大限度地减少停电范围和时间。其原理基于监测电网电流、电压等参数,通过灵敏的传感器和快速的信号处理,实时判断电网状态,快速响应故障,并触发开关动作,实现快速切除故障点,且自动化装置的功能包括设备状态监测、数据采集与传输、远程控制和故障诊断等。其原理是通过先进的传感器技术和数据处理算法,实时监测光伏阵列、逆变器、配电系

【作者简介】黎豹金(1995-),男,本科,助理工程师,从事电气二次研究。

统等设备的运行状态和环境参数，通过自动控制系统对设备进行智能化管理，优化能源利用效率和系统运行稳定性。除此之外，继电保护及自动化装置的设计与应用不仅提升了光伏电站的安全性和可靠性，还能有效提升发电效率和运营管理水平。未来随着智能化技术的不断进步，继电保护系统和自动化装置将更加智能化、集成化，进一步推动光伏发电技术的发展和應用。

光伏电站中的继电保护及自动化装置的基本组件构成如下：①主控制器：主控制器是整个系统的核心，负责监控、控制和管理光伏电站的运行状态。它通常由高性能的计算机或控制器构成，具有强大的数据处理和分析能力。②保护装置：保护装置是用于检测和响应电力系统中的故障和异常情况的关键组件。它包括各种保护继电器、断路器、接地装置等，能够及时切断故障电路，保护设备和人员的安全。③监测传感器：监测传感器用于实时监测光伏电站各个关键参数的变化情况，包括电压、电流、功率、温度等，以及环境条件的监测，如风速、光照强度等。④数据采集模块：数据采集模块用于采集监测传感器所获取的数据，并将其传输给主控制器进行处理和分析。

3 光伏电站中继电保护及自动化装置的运行维护的难点

3.1 复杂的环境条件

光伏电站通常建设在户外环境中，暴露于各种极端天气和自然条件下，这给继电保护及自动化装置的运行维护带来了一系列挑战。

一方面，高温、寒冷、潮湿等极端气候条件会对设备的性能和稳定性造成影响。在高温环境下，设备易于过热，导致性能下降甚至损坏；而在寒冷环境下，设备的某些部件会因为冻结而失效。潮湿的环境导致电气设备的腐蚀和绝缘故障，进而影响装置的正常运行。另一方面，强风、暴雨、沙尘暴等极端天气也会给设备带来不小的挑战。强风导致设备倾斜、脱落甚至损坏；暴雨导致电气设备短路、漏电等问题；沙尘暴则会导致设备表面积聚灰尘，影响散热和光伏板的发电效率。除了自然条件的挑战外，光伏电站常常位于偏远地区或山区，交通不便，这使得维护人员难以及时到达现场，延长了故障排查和维修的时间。因此，为了应对复杂的环境条件，运维人员需要采取一系列措施，包括定期清洁设备、加固设备基础、增设防护罩等，以确保继电保护及自动化装置在恶劣环境下的稳定运行。

3.2 设备数量庞大

光伏电站通常由大量的光伏电池组、逆变器、组串箱等设备组成，涉及的设备数量庞大，这给继电保护及自动化装置的运行维护带来了挑战，设备数量庞大增加了维护的难度和成本。大量的设备需要进行定期的巡检、维修和更换，需要投入大量的人力和物力资源，且设备数量庞大也增加了

故障排查的难度，一旦发生故障，定位和修复所需的时间和成本也会相应增加。与此同时，在设备数量庞大的光伏电站中，需要进行大量的数据监测和运行状态的实时监控，以及对大量设备的定期维护和故障处理。这对运维人员的专业技能和工作效率提出了较高的要求。

3.3 系统本身的复杂性

光伏电站的继电保护及自动化装置涉及到多个系统和子系统的集成和协调，包括电网连接系统、设备保护系统、数据监测系统等，这使得系统本身的复杂性成为运行维护的难点，不同系统之间相互关联，故障相互影响。例如，电网连接系统的故障导致设备保护系统无法正常运行，进而影响数据监测系统的数据采集和处理。因此，运维人员需要具备跨系统的综合分析和故障排查能力，以便及时发现和解决问题。除此之外，光伏电站中的继电保护及自动化装置涉及到多种设备和传感器，每个设备都有各自的工作原理和维护方法。因此，运维人员需要具备丰富的经验和专业知识，能够快速定位故障，并采取有效的维修措施。

4 光伏电站中继电保护及自动化装置的运行维护的有效策略

4.1 构建远程监控体系

构建远程监控体系将有效地提升对光伏电站设备运行状态的实时监测和远程控制能力，从而及时发现问题、快速响应，并采取有效措施进行处理，保障光伏发电系统的稳定运行，实际监控阶段涉及的设备和系统包括传感器、监测仪器、远程控制器等，能够实现对光伏电站各个关键部位的监测和控制。例如，通过安装温度传感器、电流传感器等设备，可以实时监测逆变器、组串箱等设备的工作状态；通过安装摄像头、无人机等设备，可以实现对光伏板和发电站周边环境的监控。

光伏电站通常分布在广阔的地域，需要建立覆盖全站的通信网络，包括有线网络和无线网络。这些网络需要具备稳定、高速的数据传输能力，能够实现设备监测数据的及时传输和远程控制指令的快速响应。此外，监控中心是远程监控体系的核心，负责接收、处理和分析来自各个监测设备的数据，并及时发出报警信号和运维指令。数据管理系统则是对监测数据进行存储、管理和分析的平台，能够实现数据的实时监测、历史数据的回溯和趋势分析等功能。与此同时，构建远程监控体系需要进行系统的集成和优化，具体包括对监测设备和系统进行整合和协调，确保各个部分之间的数据传输和通信畅通无阻；同时，还需要对监控中心和数据管理系统进行优化，提高系统的稳定性和运行效率。

4.2 定期检查与维护

光伏电站的继电保护及自动化装置运行管理阶段，通过定期的检查与维护，可以及时发现设备的潜在问题和隐患，预防设备故障的发生，保障光伏发电系统的安全可靠运行。

行。实际需要制定详细的检查清单和维护方案,明确各项任务 and 责任人,确保每个环节的工作都得到落实。管理人员在光伏电站中继电保护及自动化装置的运行维护中,关键策略之一是定期检查与维护。他们需要确保按照制定的维护计划,定期检查继电保护设备的各项参数和功能,包括但不限于电流传感器、电压传感器的精度和灵敏度,断路器的动作可靠性等。此外,定期检查还应包括对自动化装置的软件更新和系统性能测试,以确保其与光伏发电系统的各个部件正常通信和协调运行。管理人员还需进行记录和分析维护过程中发现的问题,并及时采取修复措施,以保证系统的稳定性和可靠性,最大限度地减少停机时间,提高发电效率和运行安全性,还要对电缆、接线端子、保护设备等进行检查,确保其连接牢固、电气接触良好,避免因接触不良或松动而引发故障。

一方面,技术人员需要定期清理设备表面的灰尘和污物,保持设备的散热性能,防止因灰尘积聚导致设备过热或损坏。同时,对设备的机械部件进行润滑和保养,延长设备的使用寿命,提高设备的可靠性和稳定性。另一方面,定期检查与维护还应结合设备运行数据和历史故障分析进行维护计划的优化和调整,操作人员可以根据设备的实际运行情况和维护需求,及时调整维护计划和周期,确保维护工作的及时性和有效性。除此之外,操作人员还需要对每次检查与维护的情况进行详细记录,便于日后查阅和分析。同时,及时将检查与维护的结果反馈给相关部门和责任人,提出改进建议和维护建议,促进设备管理的持续改进和提升。

4.3 建立应急预案机制

建立应急预案机制是确保光伏电站中继电保护及自动化装置运行维护的关键策略,通过对发生的突发事件和意外情况进行评估和分析、明确应急组织和指挥体系、制定详细的应急处置流程和操作规程、配备必要的应急资源和装备、定期演练和评估等措施,能够有效应对各种紧急情况和突发事件,最大程度地减少损失和影响,保障光伏发电系统的安全稳定运行。操作人员实际可以根据光伏电站的具体情况和运行特点,识别面临的灾害风险,包括火灾、雷击、台风、洪水等自然灾害,以及设备故障、人为失误等非计划事件,分析其造成的影响和后果。

一方面,需要制定针对常见故障(如电网波动、设备损坏等)的应急响应流程,明确责任人和响应时间要求。这些流程应包括预警信号的识别与传递、紧急动作控制策略等,确保在故障发生时能够快速、有效地切换至备用方案或减少损失,包括在不同故障情况下的设备安全关闭、临时修

复措施和长期维修计划的制定。例如,在发生重大电网故障时,自动化装置应能够迅速切换至备用电源或独立运行模式,以维持至少基本的电力供应。另一方面,管理人员和操作人员需定期接受相关的培训,了解应急响应流程和操作指南,通过模拟演练,可以评估预案的有效性和工作人员对应急情况的响应能力,发现并改进潜在的不足之处,在此基础上与电网运营商、设备供应商及相关维修服务提供商建立良好的合作关系,确保在需要时能够及时获得专业支持和资源,以加速故障的诊断和修复过程。

5 结语

综上所述,光伏电站中继电保护及自动化装置的运行维护面临诸多挑战和难点,包括复杂的环境条件、设备数量庞大和系统本身的复杂性。针对这些挑战,我们可以采取一系列有效策略来提高运行维护效率和质量,包括构建远程监控体系、定期检查与维护、建立应急预案机制等。通过建立远程监控体系,可以实现对设备运行状态的实时监测和远程控制,及时发现问题、快速响应。定期检查与维护能够及时发现设备的潜在问题和隐患,预防设备故障的发生。建立应急预案机制能够有效应对突发事件和意外情况,保障设备和人员的安全,最大程度地减少损失和影响。综上所述,通过综合应用这些策略,可以有效提高光伏电站中继电保护及自动化装置的运行维护水平,保障光伏发电系统的安全稳定运行。

参考文献

- [1] 张旭,张超.光伏电站中继电保护及自动化装置的运行维护分析[J].光源与照明,2022(9):51-53.
- [2] 范春英.智能变电站中的继电保护设备运行维护分析[J].电脑采购,2023(14):62-64.
- [3] 周洁,耿鹏.光伏电站并网对电网继电保护的影响与对策[J].农村电工,2021,29(10):36-37.
- [4] 黄波,顾艳.电力系统中继电保护事故分析及处理[J].科研,2022(24).
- [5] 罗超龙,贾元峥,于金滔.浅谈继电保护及自动化常见缺陷的处理分析[J].农村电气化,2024(1):80-82.
- [6] 杨迷霞.智能变电站中的继电保护设备运行维护策略分析[J].集成电路应用,2023(11):212-213.
- [7] 潘晟.电气工程中的继电保护自动化运行及其维护分析[J].电力设备管理,2022(4):124-126.
- [8] 李云龙.试论并网光伏电站的继电保护和自动装置配置[J].中国科技期刊数据库工业A,2022(3):4.