

# 智能化监测系统在光伏电站电气运维中的应用探索

刘张锁

上海浦马机电工程技术有限公司宁夏分公司

DOI:10.32629/bd.v9i6.4546

**[摘要]** 光伏电站电气运维涵盖日常巡检、参数调控和故障处置等内容,传统运维模式存在效率低、成本高等问题。智能化监测系统由多个核心模块构成,工作流程包括数据采集、处理、预警响应和运维执行。该系统可应用于电气设备状态、电气系统运行参数监测以及故障诊断与运维优化等方面,能提升运维效率与质量。其中,传感器、物联网、大数据分析和远程控制等关键技术,分别在数据采集、互联互通、智能研判和远程运维方面提供支撑,强化了系统在电气运维中的应用价值。

**[关键词]** 智能化监测系统;光伏电站;电气运维

中图分类号: TM615 文献标识码: A

## Exploration of the Application of Intelligent Monitoring Systems in Electrical Operation and Maintenance of Photovoltaic Power Stations

Zhangsuo Liu

Ningxia Branch of Shanghai Puma Electromechanical Engineering Technology Co., Ltd.

**[Abstract]** Electrical operation and maintenance of photovoltaic power stations cover daily inspections, parameter regulation, and fault handling. Traditional operation and maintenance models have problems such as low efficiency and high cost. Intelligent monitoring systems consist of multiple core modules, with workflows including data collection, processing, early warning response, and operation and maintenance execution. This system can be applied to electrical equipment status monitoring, electrical system operation parameter monitoring, as well as fault diagnosis and operation and maintenance optimization, improving operation and maintenance efficiency and quality. Among these, key technologies such as sensors, the Internet of Things, big data analytics, and remote control provide support in data collection, interconnection, intelligent analysis, and remote operation and maintenance respectively, strengthening the application value of the system in electrical operation and maintenance.

**[Key words]** intelligent monitoring system; photovoltaic power station; electrical operation and maintenance

### 引言

在光伏电站规模不断扩大、电气系统日益复杂的背景下,传统电气运维模式面临人工巡检效率低、参数监测滞后、故障定位耗时长、运维成本高等诸多痛点,难以满足电站高效稳定运行的需求。在此形势下,智能化监测系统应运而生,它凭借数据采集、传输、处理分析及运维管控等核心模块,通过数据采集、处理、预警响应和运维执行等紧密协同的工作流程,在电气设备状态监测、电气系统运行参数监测以及故障诊断与运维优化等方面发挥重要作用,为光伏电站电气运维带来了新的解决方案。

### 1 光伏电站电气运维的核心需求与现存痛点

#### 1.1 光伏电站电气运维的核心内容

光伏电站电气运维的核心内容包括电气设备日常巡检与状态核查、电气系统运行参数调控与稳定性保障以及电气故障的

快速识别与处置。日常巡检与状态核查是基础,需定期对各类电气设备全面检查,掌握运行状态并排查隐患,避免小问题扩大。参数调控与稳定性保障是核心任务,需实时监测并动态调整运行参数,维持合理范围,保障供电稳定与发电效率。故障快速识别与处置是关键,需及时准确判断故障类型与位置,遵循规范采取针对性措施,缩短处置时间,减少发电量损失,保障电站尽快恢复正常运行。

#### 1.2 传统电气运维模式的现存问题

传统电气运维模式存在诸多问题,人工巡检效率低下且易出现漏检误检,受人工精力、专业能力等影响,难以实现全面快速巡检,影响运维准确性。运行参数监测存在滞后性,多依赖人工记录核查,无法实时捕捉异常,错过最佳干预时机,可能引发设备故障或系统停运。故障定位耗时长导致运维响应不及时,

需人工逐一排查, 延长故障持续时间, 扩大故障范围并增加损失。同时运维成本偏高且资源配置不合理, 人工投入大, 缺乏科学调配机制, 存在资源浪费与短缺并存的情况, 推高运维成本并影响电站经济效益。

## 2 智能化监测系统的核心构成与工作原理

### 2.1 智能化监测系统的核心组成模块

智能化监测系统的核心组成模块包括数据采集模块、数据传输模块、数据处理与分析模块以及运维管控模块。数据采集模块主要负责电气参数和设备状态数据的采集, 是系统运行的基础, 需实现对光伏电站电气系统各类相关数据的全面捕捉, 确保采集到的数据完整、真实, 为后续数据处理和分析提供可靠支撑。数据传输模块承担数据加密和实时传输的职责, 通过相应机制对采集到的数据进行加密处理, 保障数据传输过程中的安全性, 同时建立高效的实时传输机制, 确保数据能够快速、准确地传输至后续处理模块<sup>[1]</sup>。数据处理与分析模块专注于异常识别和数据建模, 对传输过来的数据进行系统处理, 通过数据建模等方式挖掘数据背后的规律, 精准识别各类异常情况, 为运维工作提供数据支撑。

### 2.2 智能化监测系统的核心工作流程

智能化监测系统的核心工作流程主要分为数据采集、数据处理、预警响应和运维执行四个环节, 各环节衔接紧密、协同运作。数据采集环节重点实现全方位捕捉光伏电站电气系统运行数据, 涵盖电气设备状态、运行参数等各类相关数据, 确保数据采集的全面性和实时性, 为整个工作流程奠定坚实的数据基础。数据处理环节主要对采集到的原始数据进行筛选、清洗与分析, 剔除无效、冗余数据, 保留有效数据并进行深度分析, 精准识别数据中的异常特征, 明确异常类型和相关关联信息。预警响应环节针对数据处理过程中识别出的异常数据, 及时发出预警信号, 同时向相关运维人员推送具体的运维提示, 明确异常情况和初步处置方向, 为快速响应提供支持。

## 3 智能化监测系统在光伏电站电气运维中的应用

### 3.1 电气设备状态监测应用

智能化监测系统在电气设备状态监测方面的应用, 主要涵盖光伏逆变器运行状态监测、变压器开关柜等关键设备状态监测以及电缆线路运行状态监测。系统通过内置的高效监测机制, 能够持续、精准捕捉光伏逆变器的运行状态, 实时跟踪其各项工作参数和状态变化, 全面排查运行过程中出现的各类异常情况, 及时发出相关提示信息, 确保逆变器始终处于稳定可靠的运行状态, 避免因逆变器异常影响电站发电效率, 保障发电工作的连续性。针对变压器、开关柜等关键电气设备, 系统可实现全方位、不间断的状态监测, 实时捕捉设备运行中的各类状态信息, 精准识别设备运行过程中出现的细微异常迹象, 提前排查潜在安全隐患, 有效避免设备故障的发生, 延长设备使用寿命, 降低设备更换和维护成本, 提升设备运行的经济性<sup>[2]</sup>。系统还能对电缆线路运行状态进行全程实时监测, 实时掌握线路运行的各项状态指标, 及时识别线路运行中的异常现象, 防范线路故障引发的系

统停运, 为各类电气设备的安全稳定运行提供全面、可靠的保障, 显著降低设备故障发生率, 进一步提升设备运行的可靠性和稳定性。

### 3.2 电气系统运行参数监测应用

智能化监测系统在电气系统运行参数监测方面的应用, 主要包括电压电流功率等核心参数实时监测、电气系统能耗监测与优化以及系统运行稳定性实时监测。系统能够实现对电气系统核心运行参数的实时捕捉与动态跟踪, 持续监测电压、电流、功率等关键参数的变化情况, 精准把控各项参数的波动范围, 及时发现参数异常并快速采取干预措施, 确保各项参数始终维持在合理区间, 避免参数异常对电气系统运行造成不良影响, 保障系统运行的规范性和安全性。系统可对电气系统的能耗情况进行全面、精准的监测, 实时统计系统各环节的能耗数据, 深入分析能耗变化规律和影响能耗的各类因素, 结合系统运行实际情况提出针对性的能耗优化措施, 有效降低系统能耗, 提升能源利用效率, 助力电站实现节能降耗目标, 增强电站运行的经济效益。系统能够实时监测电气系统的运行稳定性, 及时捕捉系统运行中的各类波动和异常信号, 快速发出预警提示, 便于工作人员及时采取科学的干预措施, 保障电气系统持续稳定运行, 进一步提升整个光伏电站的运行效率和整体稳定性。

### 3.3 故障诊断与运维优化应用

智能化监测系统在故障诊断与运维优化方面的应用, 主要包括电气故障的智能化识别与精准定位、运维流程的智能化调度与优化以及运维任务的精准分配与进度管控。系统依托强大的数据处理能力, 对电气系统运行过程中的各类数据进行实时采集、整理和深度分析, 能够快速实现电气故障的智能化识别, 精准判断故障的具体类型、严重程度以及相关影响范围, 同时快速定位故障位置, 大幅缩短故障排查的时间, 为故障快速处置争取宝贵时间, 降低故障造成的发电量损失, 减少故障对电站运行的影响。系统可对整个运维流程进行智能化调度与优化, 全面梳理运维各环节的衔接逻辑, 去除冗余环节, 优化流程节点, 明确各环节的操作标准和时间要求, 提升运维流程的合理性和高效性, 减少不必要的运维耗时和资源浪费, 提升运维工作的整体效能<sup>[3]</sup>。系统能够根据光伏电站电气运维的实际需求和运维人员的配置情况, 实现运维任务的精准分配, 明确各运维人员的职责分工和具体任务要求, 同时实时管控运维任务的推进进度, 及时掌握任务完成情况, 确保运维任务按时、按质完成, 全面提升光伏电站电气运维的整体效率和质量。

## 4 智能化监测系统应用中的关键技术支撑

### 4.1 传感器技术

传感器技术是智能化监测系统在光伏电站电气运维中应用的基础核心技术, 核心聚焦于高精度高稳定性的数据采集, 是整个系统实现精准监测、高效运转的前提条件。在光伏电站电气运维监测工作中, 传感器技术承担着各类数据采集的核心职责, 能够精准捕捉光伏电站内各类电气设备的运行状态以及电气系统的各项运行参数相关数据, 不受运行环境各类因素的过多干

扰, 凭借自身的高稳定性优势, 确保数据采集工作的连续性和数据的可靠性。通过精准采集各类关键数据, 能够为后续的数据传输、数据处理和数据分析环节提供真实、完整、有效的基础素材, 有效避免因数据失真、数据缺失或数据延迟等问题, 影响系统后续的分析判断和运维决策, 为整个智能化监测系统的稳定、高效、精准运转奠定坚实的数据基础, 保障系统能够实时、准确掌握电气设备和电气系统的运行状态, 为后续各项运维工作的开展提供可靠的数据支撑<sup>[4]</sup>。

#### 4.2 物联网技术

物联网技术是智能化监测系统实现设备互联互通、数据高效传输的核心支撑技术, 主要实现设备互联与数据实时传输, 彻底打破了传统监测模式中设备分散、信息孤立、数据传输滞后的局限。其核心作用是构建高效、稳定、安全的互连网络, 将光伏电站内各类电气设备与智能化监测系统无缝衔接, 实现设备与系统、设备与设备之间的高效信息互通, 彻底打破各类设备之间的信息壁垒, 形成一体化的监测网络。物联网技术能够建立高效、安全的实时传输机制, 对传感器采集到的各类电气数据进行快速、无损、安全的传输, 确保采集到的各类数据能够及时、准确送达数据处理环节, 保障系统能够实时把控电气设备和电气系统的运行状态, 避免因数据传输滞后导致设备异常、系统故障未能及时发现, 为后续的异常识别、故障预警和运维处置工作提供及时、可靠的信息支持, 大幅提升监测系统的响应效率和运维工作的及时性。

#### 4.3 大数据分析技术

大数据分析技术是智能化监测系统实现智能研判、提前预警的核心支撑技术, 专注于异常识别与趋势预测, 能够将监测过程中采集到的海量数据转化为有价值的运维参考信息, 为运维工作提供科学、精准的决策支撑。在光伏电站电气运维过程中, 智能化监测系统会持续采集大量的电气设备运行数据和电气系统运行参数, 大数据分析技术凭借自身强大的数据处理能力, 对这些海量的监测数据进行深度梳理、筛选、分析和挖掘, 精准识别数据中的异常特征, 及时发现电气系统和各类电气设备运行中的异常情况, 提前排查潜在的安全隐患, 防范故障发生<sup>[5]</sup>。通过对历史监测数据和实时监测数据的规律分析、趋势研判, 能够实现电气系统运行趋势的精准预测, 预判可能出现的故障风险

和运行异常, 为工作人员提前防范故障、优化运维策略、合理安排运维工作提供科学、精准的支撑, 显著提升运维工作的前瞻性和针对性, 降低故障发生率。

#### 4.4 远程控制技术

远程控制技术是智能化监测系统延伸运维范围、提升运维效率、降低运维成本的关键支撑技术, 重点实现运维操作的远程实现, 彻底打破了传统运维模式的空间限制, 优化了运维工作的开展模式。在光伏电站电气运维工作中, 远程控制技术依托智能化监测系统的的结果和实时监测信息, 允许工作人员通过系统终端远程对电气设备和电气系统进行调控、操作, 无需前往现场即可完成各类常规运维操作、参数调整和应急处置工作。这种远程运维模式能够大幅缩短运维响应时间, 减少现场作业的人力投入和时间成本, 避免因现场作业延迟导致故障扩大, 同时能够实现对电气设备的实时调控, 及时纠正运行异常, 保障电气系统稳定运行。

### 5 结束语

智能化监测系统凭借其科学的模块构成与高效的工作流程, 在光伏电站电气运维中展现出强大优势。它不仅实现了电气设备状态的精准监测、电气系统运行参数的实时把控, 还能快速诊断故障并优化运维流程。而传感器、物联网、大数据分析和远程控制等关键技术, 为其提供了坚实支撑。随着技术不断发展, 智能化监测系统将进一步完善, 持续降低运维成本、提高发电效率, 为光伏电站的稳定运行和可持续发展提供更有力的保障, 推动光伏行业迈向新的发展阶段。

#### [参考文献]

- [1]孙显干.分布式光伏电站运维监测系统研究[D].江苏:南通大学,2024.
- [2]罗智超.光伏电站智能化实时监控与运维系统研制[D].广东:华南理工大学,2022.
- [3]邹利松,兰云生.光伏电站智能化运维技术的应用[C]//2025工程技术应用与管理交流会论文集,2025:1-3.
- [4]顾超,宋树平,方凯.智能化光伏电站监控系统设计与实现[J].南方农机,2022,53(5):187-189.
- [5]杜思阳,仲颖.基于智能传感技术的光伏电站智慧运行[J].电工技术,2021(21):18.