

# Research on Automation Level of Smart Grid-based Grid Monitoring

Yan Qin

MCC South (Wuhan) Automation Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430080, China

## Abstract

With the deepening of energy transformation and development, photovoltaic power generation has gradually become an important part of the power system, and the photovoltaic grid-connected technology and its dispatching control have received more and more attention. This study is based on optimizing the grid-connected operation strategy in the smart grid environment, hoping to improve the grid-connected conditions of photovoltaic power grid, improve the power generation of photovoltaic power stations, and maximize the grid absorption capacity of photovoltaic power generation. On the basis of summarizing the existing grid-connected monitoring automation technology, the real-time monitoring, intelligent control and analysis and judgment functions of photovoltaic high and low voltage grid connection in smart grid are deeply discussed and automated. With the help of big data, artificial intelligence and other technologies, an adaptive dispatching strategy is proposed, and the simulation experiment is verified that it has significant effects in improving the grid connection stability of photovoltaic grid and improving the absorption capacity of power grid. This strategy research will provide valuable reference and practical basis for the planning and operation of smart grid.

## Keywords

smart grid; photovoltaic grid connection; automatic monitoring; power grid absorption capacity; adaptive dispatching strategy

# 面向智能电网光伏高低压并网监控自动化水平的策略研究

秦燕

中冶南方(武汉)自动化有限公司, 中国·湖北武汉 430080

## 摘要

随着能源转型发展的深入,光伏发电逐渐成为电力系统的重要组成部分,而光伏并网技术及其调度控制越来越受到重视。本研究基于在智能电网环境下,提出优化光伏高低压并网运行策略,期望通过改善电网并网条件,提高光伏电站发电量,最大化光伏发电的电网吸纳能力。在总结现有并网监控自动化技术的基础上,深入探讨并自动化实现了智能电网中光伏高低压并网的实时监控、智能控制和判断功能。借助大数据、人工智能等技术,提出一种自适应调度策略,并通过仿真实验验证其在提高光伏并网稳定性和提高电网吸纳能力等方面具有显著效果。这一策略研究将为智能电网的规划和运行提供有价值的参考和实践依据。

## 关键词

智能电网; 光伏并网; 自动化监控; 电网吸纳能力; 自适应调度策略

## 1 引言

在过去的几年里,人们越来越关心能源的问题,特别是我们可以重新使用的光伏能源。光伏能源不仅可以产生能源,而且对环境有益。但是,我们需要使用一种特殊的技术和策略,才能最好地使用光伏能源。我们需要通过电网把光伏能源传输出去,这样才能供应到更多地方。但是,目前的技术和策略还有很多问题需要解决。现在人们正在研究如何利用大数据和人工智能等技术来改进这些问题,希望能使光伏能源在电网中的传输更加稳定,同时提高电网对光伏能

源的利用效率。论文的主要目标就是提出一种新的策略,来实现以上的目标。在实践和模拟中,这种策略取得了良好的效果。这些成果对电网的规划和运营有重要的意义。

## 2 智能电网下光伏并网运行现状与挑战

### 2.1 能源转型下电力系统发展概述

能源转型背景下的电力系统正在经历深刻的变革和重构<sup>[1]</sup>。传统的化石能源逐步被风能、太阳能等可再生能源所替代,这不仅是对环境友好的响应,也是全球能源战略发展的重要方向。光伏发电作为可再生能源的重要组成部分,在过去的几十年中取得了长足的发展<sup>[2]</sup>。随着技术的进步和成本的降低,光伏电站逐渐普及,其占全球总发电量的比例不断提高。

【作者简介】秦燕(1986-),女,中国湖北人,硕士,高级工程师,从事电气自动化研究。

光伏发电具有间歇性和波动性的特点，对电力系统的稳定性和调度灵活性提出了新的挑战。传统电力系统大多是基于集中式发电和单向输电的模式，而在可再生能源，特别是光伏发电的大量接入后，电力系统需要向更加分散化和双向互动的方向发展。

智能电网的引入为应对这些挑战提供了新的解决方案。智能电网通过应用大数据分析、人工智能、物联网等先进技术，实现了电力系统的高度自动化和智能化，能够更好地协调和整合各种分布式能源资源。特别是在光伏并网方面，智能电网能够实时监控并动态调整光伏电站的运行状态，从而优化电力分配，提高系统稳定性。

现阶段，智能电网在光伏并网中的应用尚处于探索和试验阶段，但已经展示了显著的潜力。例如，通过实时数据分析和智能决策，智能电网可以有效预测和平衡光伏发电的波动，减少并网对电网稳定性的负面影响。与此基于区块链技术的能源交易平台也在发展中，为光伏发电提供了更多的市场化机会。

能源转型和电力系统的发展为提高光伏并网的自动化水平和智控能力提供了必要条件。通过不断完善技术路线和优化并网策略，将进一步促进光伏发电在未来电力系统中的广泛应用和深度融合。

## 2.2 光伏并网技术与调度控制现状

目前，光伏并网技术和调度控制的研究已取得显著进展。光伏发电系统主要通过逆变器将直流电转换为交流电，并与电网连接。逆变器技术的发展，包括多电平逆变器、自适应控制等，极大地提高了并网的灵活性和稳定性。在调度控制方面，集中式和分布式调度模式发挥作用。集中式调度通过集中的控制系统进行实时监控和调度，适用于大规模光伏电站；分布式调度则依赖于各个光伏系统的自适应能力，适用于分布式光伏发电系统。为应对光伏发电的不确定性和波动性，预测技术逐渐成熟，例如基于大数据和人工智能的负荷预测和发电量预测，提高了调度计划的精准度。实时监控和预警系统进一步增强了光伏系统的运行安全性，减少因并网不稳定引发的问题。光伏并网技术和调度控制的发展不仅提升了光伏发电的经济效益，也为智能电网的高效运行提供了技术支持。

## 2.3 智能电网环境下光伏并网面临的挑战与问题

在智能电网环境下，光伏并网面临多重挑战。光伏发电的不稳定性和间歇性对电网的稳定运行提出了严峻考验，容易引发电力质量问题，如电压波动和频率偏移。现有并网技术在应对大规模光伏接入时，往往难以快速响应负荷变化，导致电网调度效率低下。智能电网对数据采集与分析的高要求，加大了监控系统的复杂性和实现难度。光伏电站的分布性和多样性使得统一协调和管理更加困难，这些问题亟须通过先进技术和优化策略予以解决。

## 3 光伏高低压并网监控自动化实现策略

### 3.1 并网监控自动化技术综述

并网监控自动化技术作为现代智能电网的重要组成部分，通过综合运用传感技术、通信技术和计算机技术，提高了电网的运行效率和可靠性。并网监控的目的是实时监测、控制和优化电力系统中各类能源的接入和输出，确保电网的稳定运行。

在光伏发电高低压并网的监控中，传感技术起到了关键作用。传感器分布在电网的各个节点，实时采集电压、电流、功率等参数。这些数据通过高速通信网络传输至控制中心，为智能控制和优化调度提供基础。基于采集的数据，通过先进的算法对电网运行状态进行分析，预测可能出现的问题，并及时调整运行策略。

通信技术在并网监控中扮演了关键角色。通过采用5G、光纤和其他现代通信手段，实现了数据的高速传输和低延时处理，确保了监控系统的实时性和可靠性。从而，可以快速响应电网运行中的异常情况，进行即时调度和控制<sup>[1]</sup>。

计算机技术则是并网监控自动化的核心。通过对海量数据的处理和分析，实现了电网运行状态的智能化监控和决策。大数据处理技术和云计算技术的应用，进一步提升了系统的处理能力和数据存储能力，支持了复杂能源调度和优化策略的实施。人工智能技术则通过学习历史运行数据，建立模型，能够对未来运行状态进行预测，并提出优化建议。

以上技术的综合应用，使得光伏发电在智能电网环境下的高低压并网监控更加高效和可靠，不仅提高了光伏电站的发电效率，也增强了电网的吸纳能力和运行稳定性。这为实现绿色能源的广泛应用提供了有力支持。

### 3.2 智能电网中光伏高低压并网的实时监控策略

在智能电网环境中，光伏高低压并网的实时监控是确保电网稳定与光伏发电高效利用的关键。采用基于物联网的监控系统，通过在电网关键节点及光伏电站安装高精度传感器，实现对电压、电流、功率等参数的实时采集。这些传感器可以自动上传数据至中央监控平台，确保信息的及时获取和处理。通过大数据技术，对海量监控数据进行分析 and 挖掘，识别电网运行状态中的异常情况。

人工智能算法在监控策略中起到了核心作用。利用机器学习模型，对历史运行数据进行训练，建立光伏高低压并网的运行模式，能够提前预判并网过程中的潜在问题。采用云计算技术，实时处理并分析海量的传感器数据，以实现电网状态的动态监控。

为了提高实际应用的可靠性，提出了一种自适应的监控策略。该策略能够根据实时运行数据和历史数据的对比，自动调整监控参数和阈值，从而提高监控的准确性和响应速度。该策略的实施，为智能电网环境下光伏高低压并网的稳定运行提供了坚实的技术保障。

### 3.3 智能电网中光伏高低压并网的智能控制与分析判断策略

光伏高低压并网的智能控制与分析判断在智能电网中具有重要作用。智能控制通过预测光伏发电量和负载需求,调整并网点的电压和频率,确保电能质量的稳定。分析判断策略利用大数据和机器学习算法,对历史数据进行分析,识别潜在的故障和瓶颈,优化电能分配,提高系统效率。通过实时监测和自适应调整,并网系统具备了动态响应能力,能够快速应对突发事件和环境变化,确保电网的可靠运行和光伏资源的最大化利用。

## 4 自适应调度策略和并网性能优化

### 4.1 基于大数据人工智能的自适应调度策略研究

在智能电网光伏并网过程中,自适应调度策略的研究具有重要意义。结合大数据和人工智能技术,可以实现对光伏电站的动态监控和智能调控,从而提升电网的整体运行效率与稳定性。光伏电站的数据量庞大且复杂,通过大数据技术,可以从中提取出有用的信息,捕捉电网运行状态以及光伏发电状态的规律,生成可操作性的调度策略。

人工智能,特别是机器学习和深度学习算法,可以对光伏发电的历史数据进行训练,形成预测模型。这些模型可以预测短期内光伏发电量、负荷需求以及电网的稳定状态,从而为调度策略的制定提供精准的参考依据。例如,可以通过时间序列分析和回归分析预测光伏发电量,利用聚类分析和分类算法识别并网过程中的异常情况。

在此基础上,基于强化学习的调度算法能够不断调整自身策略,通过反馈学习来优化决策效果。自适应调度策略不仅能根据实时数据进行调整,还能利用历史数据进行优化,做到预防性的调控。在面临天气变化、设备故障等不确定性因素时,自适应调度系统可以迅速反应,将影响降到最低,保障电网的稳定运行。

通过仿真实验验证,基于大数据和人工智能的自适应调度策略在提高光伏并网稳定性、电网吸纳能力以及减少并网故障等方面表现出明显的优势。这不仅提升了光伏电站的运营效率,也为智能电网的进一步发展奠定了坚实的技术基础。

### 4.2 自适应调度策略的仿真实验与结果分析

在自适应调度策略的仿真实验中,采用了典型的智能电网仿真平台,模拟了光伏高低压并网的多种运行场景。实验中的数据来源于实际电网运行数据,并经过预处理,确保数据的准确性和可靠性。仿真实验分为两部分:第一部分是应用传统调度策略的模拟,以此作为基准;第二部分是应用自适应调度策略的模拟。

实验结果表明,自适应调度策略在各项性能指标上均优于传统调度策略。在光伏发电量的电网吸纳方面,自适应调度策略显著提高了吸纳率,有效减少了弃光现象,提升了光伏发电的利用率。自适应调度策略在电网稳定性方面表现突出,通过实时调整光伏输入,减少了电网频率波动和电压异常,保证了电网的安全运行。仿真实验还显示,在不同的气象条件和负荷变化下,自适应调度策略均能快速响应,保持高效的电力调度能力。

综合实验结果,自适应调度策略展示了其在光伏高低压并网应用中的优越性,验证了其在提高电网稳定性和优化并网性能上的显著效果,亦为智能电网提供了宝贵的技术支持。

### 4.3 自适应调度策略对提高光伏电网并网稳定性和电网吸纳能力的影响

自适应调度策略在光伏电网中的应用能够显著提高并网稳定性和电网吸纳能力。通过实时数据采集和分析,该策略能够动态调整光伏发电的输出,与电网的需求和供电条件实现高度协调。基于大数据和人工智能技术,策略能预测电网负荷变化和光伏发电的波动,从而主动调节发电功率,避免电网过载或频率失调等问题。仿真实验结果显示,自适应调度策略有效提升了系统响应速度,降低了电网波动,增加了光伏发电的利用率,确保了大规模光伏电力的稳定并入电网,有助于实现高效率的新能源管理。

## 5 结语

这项研究提出了一种新方法,用于监控和控制智能电网中的太阳能电池板的电力输入和输出。我们分析了现有的技术,再利用大数据和人工智能技术做出改进,开创了一种新的调整策略。实验结果表明,这个策略能帮助电网更稳定地运行,能更好地利用太阳能。但是,我们的方法还有一些局限性,例如没有详细考虑未知的突发事件和可能的误差,也需要更精确地运用大数据和人工智能。我们希望在未来的研究中不断改进我们的方法,提高智能电网的运行效率和稳定性,也希望有更多的人来一起研究智能电网。总的来说,我们的研究成果将为智能电网的规划和运行提供有价值的理论和参考。

### 参考文献

- [1] 朱昊. 光伏并网对电网自动化控制系统的影响[J]. 通信电源技术, 2022, 39(11): 129-130.
- [2] 王万斌, 龙邦燎, 谭森林. 光伏并网对电网自动化控制系统的影响分析[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2021(10): 96-97.
- [3] 宋明曙, 朱清, 田晓煜, 等. 电网调度自动化系统中的智能监控分析[J]. 电子技术(上海), 2023, 52(5): 360-361.