

Optimization Design and Application Research of New Energy Power Generation Systems Based on Electrical Automation

Tao Fang

China Power Investment Corporation Guizhou Jinyuan Weining Energy Co., Ltd., Bijie, Guizhou, 553100, China

Abstract

With the global increase in energy demand and the depletion of traditional energy sources, new energy power generation has garnered significant attention. Although new energy power generation offers advantages such as cleanliness and renewability, it faces challenges in terms of efficiency and stability. Electrical automation technology presents an opportunity for optimizing new energy power generation systems. This paper discusses new energy power generation systems and electrical automation technology, aiming to enhance efficiency and stability through software and hardware optimization design, while exploring key technologies. Additionally, it proposes strategies to address technical, economic, policy, and market issues encountered during application, with the goal of promoting the sustainable development of new energy power generation systems and further supporting global energy transformation.

Keywords

electrical automation; new energy power generation systems; optimized design; application research

基于电气自动化的新能源发电系统优化设计与应用研究

方涛

国家电投集团贵州金元威宁能源股份有限公司, 中国·贵州 毕节 553100

摘要

随着全球能源需求增长与传统能源枯竭, 新能源发电备受关注, 新能源发电虽具清洁、可再生等优点, 但在发电效率和稳定性方面存在挑战, 而电气自动化技术为新能源发电系统优化带来契机。本文阐述了新能源发电系统和电气自动化技术, 从提高发电效率、增强稳定性等目标出发, 进行软硬件优化设计, 探讨关键技术。同时针对应用中的技术、经济、政策以及市场问题提出对策, 旨在推动新能源发电系统可持续发展, 从而能够进一步助力全球能源转型。

关键词

电气自动化; 新能源发电系统; 优化设计; 应用研究

1 引言

随着全球能源需求持续增长, 传统化石能源日益枯竭, 新能源发电作为可持续的能源解决方案也备受关注。新能源发电系统具有清洁、环保、可再生等诸多优点, 然而新能源在发电效率、稳定性等方面仍面临挑战。而电气自动化技术的发展为新能源发电系统的优化带来新契机, 将电气自动化技术融入新能源发电系统, 能够实现对系统的精准控制与高效管理, 在提升新能源发电系统的整体性能的同时推动新能源产业健康发展。

2 新能源发电系统与电气自动化技术概述

2.1 新能源发电系统

2.1.1 常见新能源发电类型

常见的新能源发电类型包含太阳能光伏发电、风力发电、水力发电、生物质能发电以及地热能发电等。太阳能光伏发电利用光伏效应将太阳能直接转化为电能; 风力发电通过风力机把风能转化为机械能, 再经发电机转化为电能; 水力发电依靠水流量驱动水轮机转动, 进而带动发电机发电; 生物质能发电是利用生物质能转化为热能后再通过蒸汽轮机发电; 地热能发电则是利用地下热能产生蒸汽来驱动汽轮机发电。

2.1.2 新能源发电系统的基本结构与工作原理

新能源发电系统通常由发电设备、控制器、逆变器、储能装置和负载等部分构成。以太阳能光伏发电系统为例, 光伏板将太阳能转化为直流电, 控制器对直流电进行调节和

【作者简介】方涛 (1978–), 男, 蒙古族, 中国贵州大方人, 本科, 工程师, 从事新能源电力检修研究。

控制,逆变器将直流电转换为交流电,储能装置用于储存多余电能以满足用电需求^[1]。

2.1.3 新能源发电系统的特点与发展趋势

新能源发电系统具有清洁环保、可再生、分布广泛等特点。然而也存在能量密度低、间歇性强等问题。未来新能源发电系统将朝着智能化、高效化、规模化方向发展,通过技术创新不断提升发电效率和稳定性。

2.2 电气自动化技术

2.2.1 电气自动化技术的概念与内涵

电气自动化技术是指利用计算机技术、自动控制技术、传感器技术等对电气设备进行自动化控制和管理的技术。它实现了电气系统的智能化运行,能够在提高生产效率和降低劳动强度的同时保障生产安全。

2.2.2 电气自动化技术的关键组成部分

电气自动化技术的关键组成部分包括传感器、控制器、执行器以及通信网络。传感器用于采集系统的各种参数,控制器根据预设程序对采集到的数据进行分析 and 处理,执行器根据控制器的指令执行相应动作,通信网络则实现各部分之间的数据传输和信息交互。

2.2.3 电气自动化技术在工业领域的应用现状与优势

在工业领域,电气自动化技术广泛应用于自动化生产线、智能工厂等。它能够提高生产过程的自动化程度来减少人为因素干扰,提高产品质量和生产效率,进而降低生产成本^[2]。

2.3 电气自动化技术在新能源发电系统中的应用基础

2.3.1 两者融合的技术可行性分析

电气自动化技术中的传感器、控制器等设备能够满足新能源发电系统对数据采集和控制的需求,通信网络也能够实现新能源发电系统各部分之间的高效通信。同时新能源发电系统的发展也为电气自动化技术提供了新的应用场景,两者在技术上具有很强的互补性。

2.3.2 电气自动化技术为新能源发电系统带来的变革与机遇

电气自动化技术能够实现新能源发电系统的智能化控制,提高发电效率和稳定性。通过自动化控制系统能够实时监测和调整发电设备的运行状态,实现最大功率跟踪并且降低能源损耗。此外智能监控与故障诊断系统能够及时发现系统故障,提高系统的可靠性和可维护性。

3 基于电气自动化的新能源发电系统优化设计

3.1 优化设计目标

3.1.1 提高发电效率

提高发电效率是新能源发电系统优化的核心目标之一。采用先进的电气自动化技术,精准调节发电设备的运行参数,能够充分挖掘能源转化潜力,例如在光伏发电中利用最大功率跟踪算法实时调整光伏板的工作电压和电流,确保其始终处于最佳发电状态,相比传统方式可大幅提升发电效率,有效利用太阳能资源,减少发电成本。

3.1.2 增强系统稳定性与可靠性

新能源发电受自然条件影响大,增强系统稳定性与可靠性至关重要。可以借助自动化控制技术来实时监测发电设备的运行状况,一旦出现异常可迅速响应并采取措施,如在风力发电系统中当风速突变时,自动化控制系统能及时调整风机叶片角度,稳定输出功率,同时配备冗余设计的电气设备,降低故障概率来保障系统稳定运行。

3.2 硬件优化设计

3.2.1 电气设备选型优化

电气设备选型直接关系到系统性能,在逆变器选型时需综合考虑转换效率、谐波含量、可靠性等因素。选择高效率的逆变器可减少电能转换损耗;低谐波逆变器能降低对电网的污染。而对于控制器应具备强大的运算能力和精准的控制算法,确保对发电设备的精确控制。除此之外高精度传感器则为系统提供准确的数据支持,如采用温度传感器实时监测设备温度,保障设备安全运行^[3]。

3.2.2 发电设备布局优化(以风电场、光伏电站为例)

在风电场中合理布局风力机可显著提高风能利用效率,根据地形、风向等因素来科学规划风机间距,避免尾流效应相互影响。例如在平坦地形上可以按照一定的阵列方式布置风机,使每台风机都能获取充足的风能。在光伏电站可以依据光照强度分布和地形条件,优化光伏板的朝向和倾角,确保全年能接收更多的太阳辐射,进而提高发电量。

3.3 软件优化设计

3.3.1 自动化控制系统设计

基于PLC(可编程逻辑控制器)和DCS(集散控制系统)技术的自动化控制系统,为新能源发电系统提供了高效的控制手段。PLC具有可靠性高、编程灵活等特点,可实现对发电设备的顺序控制和逻辑控制。DCS则擅长对大规模系统进行集中监控和分散控制,通过网络将各个控制单元连接起来,实现对整个发电系统的实时监测和远程控制,进而提高系统运行的自动化水平。

3.3.2 智能监控与故障诊断系统开发

智能监控与故障诊断系统利用大数据分析、人工智能等技术来实时采集发电系统的运行数据,通过建立数学模型和数据分析算法来对系统运行状态进行评估和预测。一旦发现异常,系统能迅速定位故障点并给出相应的故障处理建议,例如通过分析设备的振动、温度等数据,提前预测设备故障,及时安排维护并降低设备故障率,进而提高系统的可靠性。

3.3.3 能量管理系统(EMS)的优化与实现

能量管理系统负责对新能源发电系统的电能进行合理分配和管理,优化后的EMS能够根据发电功率、用电负荷、储能状态等信息去制定最优的能量调度策略。在发电功率过剩时将多余电能储存起来或输送到电网;在发电功率不足时优先调用储能电能,保障电力供应的稳定性,以便能够提高能源利用效率^[4]。

3.4 优化设计中的关键技术

3.4.1 最大功率跟踪技术（MPPT）原理与实现

最大功率跟踪技术（MPPT）是提高新能源发电效率的关键，其原理是通过不断调整发电设备的工作点来使发电设备始终工作在最大功率点附近。常见的实现方法有扰动观察法，即通过周期性地扰动发电设备的工作电压或电流，比较前后功率变化，从而确定最大功率点的方向，逐步逼近最大功率点。另外电导增量法也是常用方法，通过检测电压和电流的变化率来判断工作点与最大功率点的关系，实现快速准确的最大功率跟踪。

3.4.2 电力电子变换技术在系统中的应用

电力电子变换技术在新能源发电系统中起着核心作用，在光伏发电中，DC-DC变换将光伏板输出的不稳定直流电转换为稳定的直流电，提高电能质量；DC-AC变换则将直流电转换为交流电，满足电网接入要求。而在风力发电中可以通过电力电子变换器实现对风机转速和输出功率的控制来适应不同的风速条件，确保发电效率和电能质量，同时降低谐波对电网的影响。

4 新能源发电系统应用中的问题与对策

4.1 存在的问题

4.1.1 技术层面

在新能源发电系统中，电力电子设备大量应用，但其工作时会产生谐波，例如逆变器在将直流电转换为交流电过程中，由于开关元件的非线性特性就会向电网注入谐波电流，导致电网电压畸变，影响其他电气设备正常运行且降低电能质量。另外通信可靠性也是一大难题，新能源发电站通常地处偏远，环境复杂，无线通信易受干扰，有线通信铺设成本高且维护困难，一旦通信中断，监控与控制指令无法及时传输就会使发电系统运行陷入混乱，进而降低系统稳定性。

4.1.2 经济层面

新能源发电系统前期建设投资巨大，以大型风电场为例，购置风力发电机组、建设配套基础设施及安装调试等费用高昂。同时在运营过程中，设备维护、技术更新等成本也持续存在，由于新能源发电受自然条件制约，发电不稳定，难以满足全部时段的用电需求，就会导致电力销售收益受限，运营效益难以提升。此外储能设备价格居高不下，进一步增加了成本，也制约了新能源发电系统的经济可行性。

4.1.3 政策与市场层面

补贴政策是推动新能源发电发展的重要动力，但政策调整频繁。补贴退坡后的部分新能源发电企业面临资金压力，项目建设和运营受到影响。在市场竞争方面，新能源发电行业准入门槛较低，部分企业技术和管理水平参差不齐并且存在不正当竞争行为，一些企业为获取项目而恶意压低价格，导致行业利润空间被压缩，影响了整个市场的健康发展，也阻碍了新能源发电技术的创新和推广。

4.2 解决对策

4.2.1 技术改进措施

针对谐波问题可采用无源滤波器，通过电感、电容等元件组成的电路，对特定频率谐波进行滤波，降低谐波含量。也可使用有源电力滤波器来实时检测谐波电流，产生与之相反的补偿电流进行抵消。在通信技术升级上可以采用更先进的无线通信协议，如5G技术，其具有高带宽、低时延、抗干扰能力强的特点，能有效提升通信可靠性。同时还可以结合卫星通信作为备用通信手段，确保在极端环境下通信不中断，以便能够保障新能源发电系统稳定运行。

4.2.2 经济策略

成本控制方面，通过集中采购电气设备，利用规模效应降低采购成本。同时优化设备维护计划，采用预防性维护技术并根据设备运行数据提前预测故障来减少不必要的维护次数。另外在商业模式创新上还要开展虚拟电厂业务，将分布式新能源发电、储能等资源整合，参与电力市场交易，通过提供调峰、调频等辅助服务获取收益来拓宽盈利渠道，进而提升新能源发电系统的运营效益^[5]。

4.2.3 政策建议

完善补贴政策应建立稳定、长期的补贴机制，根据新能源发电技术成熟度和成本下降情况来合理调整补贴标准，避免补贴大幅波动。同时要设立专项补贴资金，鼓励企业进行技术研发和创新。在规范市场秩序方面，政府应加强监管，制定严格的行业准入标准和竞争规则，加大对不正当竞争行为的处罚力度，引导企业通过技术创新和提高服务质量参与竞争，营造公平有序的市场环境，进而促进新能源发电行业健康发展。

5 结语

基于电气自动化的新能源发电系统优化设计与应用研究具有重要的现实意义。通过对新能源发电系统与电气自动化技术的融合分析，从硬件和软件多方面进行优化设计并针对应用中存在的问题提出解决对策，有助于提高新能源发电系统的发电效率、稳定性和可靠性，降低成本与能耗并推动新能源产业的可持续发展。未来随着技术的不断进步，新能源发电系统将在电气自动化技术的支持下为全球能源转型做出更大的贡献。

参考文献

- [1] 付佳.船舶电气自动化控制系统的集成与协同工作机制[J].船舶物资与市场,2024,32(12):60-62.
- [2] 李光明,吉畅,张启龙,等.“双碳”背景下地方高校电气自动化专业人才培养模式的改革研究[J].六盘水师范学院学报,2024,36(06):94-105.
- [3] 冉光伟.自动化控制技术在新能源发电中的应用[J].集成电路应用,2024,41(11):134-135.
- [4] 顾晨.浅谈电气自动化在能源互联网中的应用与挑战[J].中国设备工程,2024,(19):135-137.
- [5] 史岩.电气工程自动化技术在新能源开发中的应用研究[J].仪器仪表用户,2024,31(05):83-85.