

风光储联合发电系统的优化设计与运行控制

刘维维 李章军

山东中茂实业集团有限公司

DOI: 10.12238/jpm.v5i4.6668

[摘要] 随着可再生能源的快速发展,风光储联合发电系统作为一种高效、可持续的能源解决方案,正在日益受到关注。文章通过深入分析风光储联合发电系统的基础概述、风光储联合发电系统的优化设计和风光储联合发电系统的运行控制,期望能够为风光储联合发电系统的实际应用提供理论支持和技术指导,以推动可再生能源的可持续发展。

[关键词] 风光储联合发电系统;优化设计;运行控制

Optimization design and operation control of wind solar storage combined
power generation system

Liu Weiwei and Li Zhangjun

Shandong Zhongmao Industrial Group Co., Ltd

[Abstract] With the rapid development of renewable energy, wind solar storage combined power generation systems, as an efficient and sustainable energy solution, are increasingly receiving attention. The article aims to provide theoretical support and technical guidance for the practical application of wind solar storage combined power generation systems by in-depth analyzing the basic overview of wind solar storage combined power generation systems, the optimization design of wind solar storage combined power generation systems, and the operation control of wind solar storage combined power generation systems, in order to promote the sustainable development of renewable energy.

[Key words] Wind solar energy storage combined power generation system; Optimize design; Operation control

引言

在全球能源结构不断转型和可再生能源迅猛发展的背景下,风光储联合发电系统以其清洁、高效的特性,逐渐成为了能源领域的研究热点。该系统通过整合风能、太阳能和储能技术,实现可以能源的互补利用和协同优化,对于推动能源结构的绿色转型、缓解能源供应压力、减少环境污染具有至关重要的作用。然而,在实际应用中,风光储联合发电系统的优化设计与运行控制仍然面临着诸多技术挑战和实践问题。因此,本文致力于深入探讨风光储联合发电系统的优化设计与运行控

制策略,旨在通过科学的方法和手段,提升系统的整体性能和运行效率,为风光储联合发电系统的广泛应用和可持续发展提供坚实的理论支撑和技术支持。

一、风光储联合发电系统的基础概述

风光储联合发电系统作为一种集成化的可再生能源利用方式,近年来备受瞩目。该系统巧妙地结合了风能、太阳能以及储能技术,形成了一种优势互补、协同运行的发电模式。在能源结构转型和绿色发展的时代背景下,风光储联合发电系统以其独特的优势,为可持续发展提供了有力的技术支撑。风光

储联合发电系统的核心在于其多元化的能源来源，风能作为一种清洁、可再生的能源，具有广泛的应用前景。而太阳能则是另一种无处不在、永不枯竭的能源形式。通过风力发电机组和光伏组件的协同工作，系统能够充分捕捉并利用这两种能源，实现高效、稳定的电力输出；储能技术是风光储联合发电系统的另一大亮点，由于风能和太阳能的间歇性和不确定性，单纯的发电系统难以满足持续、稳定的电力需求。而储能技术的引入则能够有效地解决这一问题。系统通过储能设备的充放电管理能够在能源充足时储存电能，并在能源不足时释放电能，从而保障电力的连续供应。此外，风光储联合发电系统还具备较高的经济性和环境效益。通过优化系统的组件配置和运行策略，可以实现成本的降低和效率的提升^[1]。同时，由于该系统主要依赖可再生能源，因此其运行过程中产生的污染物排放极低，对于改善环境质量具有重要意义。

二、风光储联合发电系统的优化设计

风光储联合发电系统的优化设计是一个综合考虑多种因素的过程。通过合理的组件选择与配置、拓扑结构优化以及经济性与环境效益优化等措施，可以实现系统的性能提升和成本降低，为可再生能源的广泛应用和可持续发展提供有力支持

1. 风光储联合发电系统组件选择与配置优化

风光储联合发电系统的组件选择与配置优化是实现系统高效运行的关键。该系统在组件时应充分考虑组件的性能、可靠性以及成本等因素。风力发电机组应选用具有高效转换率、低噪音、抗风能力强等特点的先进机型，以确保在复杂多变的自然环境中稳定运行。光伏组件则应选用高效、长寿命、抗衰减性能好的材料，以提高系统的发电效率和稳定性；系统在配置优化时，应根据当地的风能、太阳能资源条件以及电力系统的实际需求，合理确定风力发电机组、光伏组件以及储能设备的容量和数量。同时，还应考虑组件之间的匹配性和协同性，确保各组件能够充分发挥其性能优势，实现系统的整体性能最优；此外，组件的布局 and 连接方式也是配置优化的重要内容。合理的布局 and 连接方式能够减少能量损失、提高系统的发电效率^[2]。因此，在组件选择与配置优化的过程中，应充分考虑这些因素，通过科学的计算和模拟分析，确定最佳的组件配置方案。

2. 风光储联合发电系统拓扑结构优化

拓扑结构是风光储联合发电系统的常用结构之一，其优化对于提高系统的稳定性和效率具有重要意义。优化拓扑结构时应重点考虑系统的可靠性、灵活性以及可扩展性等因素。可靠性拓扑结构的可靠性是首要优化目标，通过合理的拓扑设计，可以降低系统故障的发生概率和提高系统的鲁棒性。例如，可以采用冗余设计、备份电源等方式，确保在系统部分组件故障时仍能保持正常运行；拓扑结构的灵活性是优化时重要考虑因素，风光储联合发电系统需要适应不同的能源条件和电力需求，因此拓扑结构应具备一定的可调整性和可配置性，通过采用模块化设计、可插拔接口等技术手段，可以方便地调整系统的规模和配置，以适应不同的应用场景；拓扑结构的可扩展性也是优化时不可忽视的一方面，随着可再生能源技术的不断发展和市场的不断扩大，风光储联合发电系统可能会面临扩容的需求，因此，在拓扑结构设计中应预留足够的扩展空间，以便于系统的未来升级和扩展。

3. 风光储联合发电系统经济性与环境效益优化

经济性与环境效益优化是风光储联合发电系统优化设计的重要目标。对系统的经济型进行优化时，应综合考虑系统的投资成本、运行费用以及收益等因素，通过合理的组件选择与配置、拓扑结构优化以及运行策略调整，可以降低系统的成本并提高经济效益。例如，选用性价比高的组件、优化系统的运行调度方式等都可以有效降低成本；在系统优化环境效益时，应关注系统的节能减排效果以及对环境的影响，风光储联合发电系统作为一种清洁、可再生的能源利用方式，其运行过程中产生的污染物排放极低，通过优化系统的设计和运行策略，可以进一步降低能耗和排放，提高系统的环保性能。例如，优化储能设备的充放电管理策略，可以减少不必要的能量损失和浪费。合理调整风力发电机组和光伏组件的运行参数，可以提高能源利用效率并减少对环境的影响。

三、风光储联合发电系统的运行控制

风光储联合发电系统，作为一种新型的能源利用方式，融合了风能、太阳能与储能技术的优势，旨在实现可再生能源的高效利用与电网的稳定运行。下面从容错与鲁棒性控制、多目标优化控制以及环境适应性控制三个方面，深入探讨风光储联合发电系统的运行控制策略。

1. 风光储联合发电系统的容错与鲁棒性控制

风光储联合发电系统由风能、太阳能发电装置和储能系统构成，各组成部分的协同工作是实现系统高效稳定运行的基础。然而，由于自然环境的多变性以及设备本身的故障可能性，系统的运行常常面临各种挑战，因此，容错与鲁棒性控制策略的设计显得尤为重要。容错控制旨在提高系统对故障的容忍能力，确保在部分设备或组件出现故障时，系统仍能维持一定的运行能力，这要求控制系统具备故障检测、隔离和恢复的能力，能够在故障发生时迅速作出反应，调整系统运行状态，避免故障对整个系统造成过大的影响；鲁棒性控制则强调系统在面对不确定性因素时的稳定性。对于风光储联合发电系统而言，不确定性主要来源于风速、光照强度等自然条件的波动，以及设备性能参数的变化^[3]。鲁棒性控制策略通过设计合适的控制算法，使系统能够在这些不确定性因素的作用下，保持稳定的运行状态，实现电能的平稳输出。

2. 风光储联合发电系统的多目标优化控制

风光储联合发电系统作为可再生能源利用的重要方式，其多目标优化控制策略在提升系统性能的同时，也着重考虑了对电网的支撑能力和用户侧需求响应这两个方面。通过精确的控制和调度策略，系统不仅能够为电网提供稳定可靠的电力支持，还能够更好地满足用户的用电需求，推动可再生能源的广泛应用和可持续发展。风光储联合发电系统在电网支撑能力方面，通过精确的控制策略，能够有效地增强电网的稳定性和可靠性，系统能够实时监测电网的运行状态，根据电网的负荷变化、电压波动等情况，灵活调整风光发电设备的出力，以及储能设备的充放电策略。在电网负荷高峰时，系统能够迅速响应，提供额外的电力支持，缓解电网的供电压力；在电网负荷低谷时，系统则能够合理调配储能设备的充电，以储存多余的电能，为电网的稳定运行提供有力的保障。此外，系统还可以通过无功功率补偿、频率调节等手段，为电网提供必要的辅助服务，进一步提升电网的支撑能力；风光储联合发电系统在用户侧需求响应方面，系统可以与用户进行双向互动，通过智能电表、智能家居系统等技术手段，实时收集并分析用户的用电数据，系统可以根据这些数据预测用户的用电习惯，并在用户许可的情况下，自动调整家用电器的运行时间，避开用电高峰，实现电力负荷的削峰填谷。这种互动性不仅能降低用户的电费支出，还可以缓解电网的供电压力^[4]。同时，风光储联合发电系

统在电网故障或自然灾害等紧急情况下，可以快速切换到备用电源模式，确保用户的基本用电需求，系统还可以通过实时通讯，向用户发送紧急通知和用电建议，帮助用户安全度过危机。

3. 风光储联合发电系统的环境适应性控制

风光储联合发电系统作为可再生能源利用的重要形式，其运行受到自然环境的直接影响。因此，环境适应性控制策略对于确保系统的稳定运行具有重要意义。环境适应性控制策略主要关注系统在不同环境条件下的运行特性，通过调整控制参数或改变控制策略，使系统能够适应各种环境变化。例如，在风速或光照强度发生变化时，控制系统可以自动调整风光设备的出力，以维持电能的稳定输出；在温度变化时，可以调整储能系统的充放电效率，确保电池的正常工作；在电网需求发生变化时，可以通过智能调度策略实现电能的合理分配。此外，环境适应性控制还需要考虑极端天气条件对系统的影响。在台风、暴雨等恶劣天气下，控制系统应能够迅速响应，采取必要的保护措施，避免设备损坏或系统瘫痪。这要求控制系统具备高度的灵活性和可靠性，能够在各种复杂环境下稳定运行。

结语

综上所述，本文的研究成果不仅能深化对风光储联合发电系统优化设计与运行控制的理解，也能够为该系统的实际应用提供有力的理论支撑和技术指导。展望未来，随着可再生能源技术的不断进步和市场的不断扩大，风光储联合发电系统将迎来更加广阔的发展前景。本文的研究可以为这一领域的进一步发展奠定坚实的基础，并期待在未来能够见证风光储联合发电系统在能源领域的更大作为。

[参考文献]

- [1]孙科, 赵书强, 李志伟.风电—光伏—光热发电系统联合优化运行研究[J].华北电力大学学报(自然科学版), 2024, 51(02): 70-79+89.
- [2]祝青, 李玉良, 毛福斌, 等.多能互补电网中的储能出力协同优化控制策略[J].电工技术, 2021, (24): 28-29.
- [3]李笑竹, 王维庆, 王海云, 等.基于鲁棒优化的风光储联合发电系统储能配置策略[J].太阳能学报, 2020, 41(08): 67-78.
- [4]庄雅妮, 杨秀媛, 金鑫城.风光储联合发电运行技术研究[J].发电技术, 2018, 39(04): 296-303.