

风力发电与光伏发电的协调运行优化研究

张权胜

国家电投集团贵州金元威宁能源股份有限公司, 贵州 贵阳 550081

摘 要： 随着能源危机的不断加剧，发展新能源电力系统是当前各国应对能源短缺问题、改善生态环境的重要举措。风电和光伏发电作为我国可再生能源发电的主力军之一，在未来电力系统中将发挥越来越重要的作用。基于此，本文首先分析了风力发电与光伏发电的协调运行优化的意义，并针对实际运行当中存在的问题，提出了相应的优化策略，期望能为风力发电与光伏发电的协调运行提供帮助。

关 键 词： 风力发电；光伏发电；协调运行；优化研究

Research on the Optimization of the Coordinated Operation of Wind Power Generation and Photovoltaic Power Generation

Zhang Quansheng

State Power Investment Group Guizhou Jinyuan Weining Energy Co., Ltd. Guiyang, Guizhou 550081

Abstract： With the intensification of the energy crisis, the development of new energy power system is an important measure for countries to cope with the problem of energy shortage and improve the ecological environment. As one of the main forces of renewable energy power generation in China, wind power and photovoltaic power generation will play an increasingly important role in the future power system. Based on this, this paper first analyzes the significance of the coordinated operation optimization of wind power generation and photovoltaic power generation, and puts forward the corresponding optimization strategy for the problems existing in the actual operation, hoping to provide help for the coordinated operation of wind power generation and photovoltaic power generation.

Keywords： wind power; photovoltaic power generation; coordinated operation; optimize your research

引言

在当前全球能源结构转型的大背景下，风力发电与光伏发电因其清洁、可再生的特性，成为替代传统化石能源的重要选择。然而，由于风力和太阳能资源的间歇性和不确定性，风力发电和光伏发电在实际运行中面临着诸多挑战。例如，风力发电受天气影响较大，风速的不稳定会导致发电量波动；而光伏发电则受昼夜更替和天气变化的影响，发电效率也会随之波动。因此，如何实现风力发电与光伏发电的高效协调运行，成为新能源电力系统稳定供应的关键问题。

一、风力发电与光伏发电的协调运行优化研究的重要性

（一）提高能源效率与系统稳定性

在风力和光伏系统中，通常会配置一些储能设备，以提高能源的利用效率。通过将风力发电、光伏发电以及储能装置等进行有效的协调控制，可以实现电力能源的高效转换与应用。这种协同优化运行方式可以最大限度地减少电能损失，提升电力系统的稳定性，从而达到提高能源效率的目的^[1]。

（二）降低可再生能源成本

风力发电与光伏发电的协调运行优化研究的重要性不仅体现

在提高能源效率和可靠性上，还在于降低可再生能源成本。通过优化两种能源的运行模式，可以减少对传统能源的依赖，降低能源市场的波动风险。协调运行能够确保在风力发电和光伏发电各自的高效时段内，优先使用这些清洁能源，从而减少对化石燃料的消耗和环境污染。此外，优化研究可以提高发电设备的利用率，延长设备的使用寿命，减少维护成本。通过智能调度和预测技术，可以更准确地预测风力和光照条件，实现发电量的最大化和本成本的最小化^[2]。

（三）应对电网负荷波动的良好手段

由于电网中的负荷会存在着较大波动性，所以为了确保电力系统的稳定运行，则需要将风电、光伏发电和火电等进行联合运

行。通过这种方式不仅可以使得发电量得到充分利用，同时也能够保证整个发电系统的稳定性，从而为电网带来更多的经济效益。而在这过程当中，有必要结合实际情况来合理选择风机、光伏电池板以及蓄电池之间的容量配比问题。

（四）减少环境影响，促进可持续发展

风力发电与光伏发电作为可再生能源的重要组成部分，其协调运行优化研究的重要性不仅体现在提高能源利用效率上，还体现在减少环境影响，促进可持续发展方面。通过优化调度策略，可以有效降低风力发电和光伏发电的波动性，提高电力系统的稳定性和可靠性。这不仅有助于减少对化石燃料的依赖，降低温室气体排放，还能减轻对自然生态系统的破坏，保护生物多样性。此外，协调运行优化研究还能促进能源结构的转型，推动经济的绿色低碳发展，为实现全球气候变化目标和可持续发展目标提供有力支持。因此，深入研究风力发电与光伏发电的协调运行优化，对于构建清洁、安全、高效的能源体系具有重要的现实意义和长远的战略价值^[3]。

（五）有助于应对未来智能电网发展的挑战

随着全球经济的快速发展，环境污染问题日益突出，世界各国纷纷开始重视对可再生能源的开发利用。在新一轮能源结构调整中，风电、光伏等可再生能源发电将得到快速发展，通过大规模建设风电和光伏发电，并通过先进的信息技术和控制技术提高系统运行效率，充分发挥其分布式电源灵活调节能力，可以有效缓解电网高峰用电负荷压力。如何在保证电力系统安全稳定的前提下，最大限度地发挥风电与光伏的互补特性，实现电力资源优化配置，是当前电力系统面临的主要问题之一。而建立适应风电、光伏发电发展的智能电网，就成为解决这一问题的关键途径之一。因此，开展风力发电与光伏发电的协调运行优化研究具有重要意义^[4]。

二、风力发电与光伏发电的协调运行优化中的难点

（一）风光互补系统的能量预测挑战

风光互补系统的能量预测挑战主要源于风力和太阳能的间歇性和不确定性。风速和太阳辐照度受多种因素影响，如季节、天气、地理位置等，这些因素导致风力和太阳能的产出难以精确预测。此外，风力发电和光伏发电的输出特性存在差异，风力发电在夜间可能为零，而白天太阳辐照度强时，风力可能较弱，反之亦然。因此，要实现风光互补系统的高效协调运行，就需要开发更为精准的预测模型，以提高对风力和太阳能产出的预测准确性^[5]。

（二）储能技术在风光发电中的应用限制

目前，储能技术的发展还处于初步阶段，所研发出的电池等储能装置大多无法适应高电压、大容量的需求。在我国电力系统中，对于电压等级为110kV以上的电网，其最高电压可达127.5kV，而电池储能装置却很难满足这一要求。此外，储能电池的使用寿命一般较短，且容易受环境温度影响，因此如何提高电池储能设备的寿命和性能成为了一个亟待解决的问题。

（三）电网调度与风光发电的协同难题

就目前而言，风光发电出力的随机性和波动性是电网调度人员所面临的重要挑战。由于风光发电具有明显的季节差异，其出力存在着很大的不确定性。同时，在负荷水平较低的情况下，风电场功率输出也可能会降低，而光伏电站的发电量则可能会增加，这就给电网运行调度带来了极大的困难。另一方面，由于风光发电的不稳定特性，传统的调峰方式已经无法满足当前电网调峰的需求。因此，如何制定合理的协调措施以提高电网的供电质量成为了一个亟待解决的问题。

（四）环境因素对风光发电效率的影响

风力发电与光伏发电的协调运行优化中的难点在于它们各自依赖的自然条件具有很大的不确定性。风力发电依赖于风速，而光伏发电则依赖于日照强度。这两种能源的生成特性在时间上和空间上都存在差异，因此在实际运行中，如何有效地协调这两种发电方式，以实现能源的最大化利用和电网的稳定供电，是一个技术挑战。环境因素对风光发电效率的影响显著。风力发电效率受风速的影响，风速过低或过高都会降低发电效率，甚至导致风机停机。而光伏发电效率则受云层遮挡、雨雪天气、温度变化等因素的影响。例如，云层遮挡会显著降低太阳辐射强度，从而减少发电量。此外，温度变化会影响光伏电池的效率，高温通常会导致效率下降。因此，环境因素的预测和实时监测对于风光发电系统的优化运行至关重要^[6]。

（五）政策与市场机制对风光发电优化的制约

风电、光伏发电具有随机性和间歇性，而当前电力市场的运行机制还不能完全适应其特性，例如，风电、光伏等新能源发电参与电网调峰时，只能按照一定比例参与调频辅助服务。这就限制了风光发电在调峰中的应用，不利于风光机组的高效利用。此外，我国可再生能源补贴的经费以国家财政拨款为主，缺乏稳定的收入来源。为保障新能源建设的积极性，应探索以市场为导向的新能源项目补偿机制，引导社会资本主动参与，健全财政补助多元化融资方式。

三、风力发电与光伏发电的协调运行的优化策略

（一）与高校展开合作，针对性定制技术人才

风能、太阳能发电作为新能源的重要组成部分，在电力系统中发挥着至关重要的作用。我国拥有广阔的土地资源以及丰富的太阳能和风能资源，发展新能源产业对国家经济建设意义重大。为了促进风力发电及光伏发电之间的协调运行，必须要加强技术人才培养，与高等院校展开合作，通过校企合作模式吸引更多人才到学校学习相关知识，提高学生专业素质，帮助他们尽快融入工作岗位当中。同时，企业还可以与政府联合开展培训班，邀请行业内专家为学生进行指导，使他们能够掌握先进技术，并应用到实际工作当中^[7]。

（二）加大储能技术研究力度，降低应用成本

为了使风电、光伏发电与电网的协同运行更加顺利，需要加强对储能技术的研究，并对其进行优化设计，以提高其转化效

率，进而降低其使用成本。同时，企业还应积极引进先进技术，研发高精度、大容量的新能源存储装置，使之更好地适应各种场合的需要，进一步提升风电与光伏并网后的稳定与安全。例如，可以利用超导磁体技术，将风能和太阳能通过电磁转化方式进行存储；或者使用超导电缆来连接电池、电解质以及逆变器等元件，以此实现电力在能源生产领域内的高效传输^[9]。

（三）建立智能电网管理系统，优化电网调度

通过建立智能电网管理系统，可实现对风力发电和光伏发电两种发电方式的有效调度，提高能源利用效率。电网自动化管理系统可以通过合理安排机组运行模式，及时调整电力负荷，从而优化风能、太阳能发电资源的配置，提升系统供电质量，充分发挥出其自身优势。同时，智能电网还具有一定的信息处理功能，能够将电力需求与实际供给进行匹配，并生成最优方案，使得风电场与太阳能电站间的互补性得到充分体现。在智能微电网下，电力部门需加强与当地政府及相关部门之间的沟通交流，加快制定相应政策法规，建立健全电力市场交易机制，规范电力市场行为，为风电与光伏两种发电方式的发展创造良好环境^[9]。

（四）优化风光发电设备布局和设计，减少环境影响

风力发电系统是一种比较复杂的能量系统，它的建立与运行都要考虑到整个系统的总体布置。由于风能的随机性，以及光伏发电装置在光照环境下的不稳定性，若不能确保其正常运行，就不能有效地发挥其功能。为此，应强化风力发电装置的设计与布置，合理

布置风电与光伏装置，以最大限度地发挥其对环境的影响。

（五）与政府积极合作，制定风光发电发展政策

风光发电在我国的发展时间不长，国家政策方面还未对其给予足够的重视。地方政府要积极与政府合作，针对当地实际情况和经济发展状况制定风光发电发展政策。首先，相关部门应加大力度宣传风光发电优势，引导社会各界对该行业的关注与支持；其次，应完善投资体制机制，吸引更多投资者参与到风光发电项目中来，扩大该行业市场规模；最后，出台相应法律法规，促进风光发电技术创新和产业化发展。只有这样才能确保风力发电与光伏发电协调运行工作顺利开展^[10]。

四、结语

综上所述，风力发电与光伏发电作为可再生能源的重要组成部分，在未来能源结构中将扮演越来越重要的角色。然而，要实现这两种发电方式的高效协调运行，需要解决技术、环境、政策等多方面的挑战。通过与高校合作培养专业人才、加大储能技术研究力度、建立智能电网管理系统、优化发电设备布局和设计以及与政府积极合作制定发展政策等措施，可以有效提升风光发电的效率和稳定性，降低对环境的影响，促进新能源产业的健康发展。未来，随着技术的不断进步和政策的完善，风光发电有望成为支撑我国能源安全和可持续发展的重要力量。

参考文献

- [1] 杨桦. 改善含风光并网电力系统低频振荡特性的多控制器协调优化策略 [D]. 郑州轻工业大学, 2024.DOI:10.27469/d.cnki.gzzqc.2024.000144.
- [2] 吴磊. 大规模储能与高渗透率新能源的协调调度策略研究 [J]. 化学工程与装备, 2024, (01): 130-132.DOI:10.19566/j.cnki.cn35-1285/tq.2024.01.007.
- [3] 柳清扬. 含风光储的直流微网功率协调控制策略研究 [D]. 沈阳工业大学, 2023.DOI:10.27322/d.cnki.gsgyu.2023.001548.
- [4] 禹淼源. 极地无人车小型风/光/储供电系统控制策略研究 [D]. 太原理工大学, 2023.DOI:10.27352/d.cnki.gylgu.2023.000460.
- [5] 陈超, 王金忠, 吴焰龙. 新能源电力系统的规划及应用研究 [J]. 能源与环保, 2022, 44(08): 217-221+228.DOI:10.19389/j.cnki.1003-0506.2022.08.037.
- [6] 郭燕. 考虑风光不确定性的风电-光伏-光热-火电联合优化调度 [D]. 兰州理工大学, 2022.DOI:10.27206/d.cnki.ggsgu.2022.000575.
- [7] 孟德越, 刘伟, 崔茂齐. 风光互补发电系统协调控制策略与并网研究 [J]. 河北水利电力学院学报, 2021, 31(02): 51-55+66.DOI:10.16046/j.cnki.issn2096-5680.2021.02.009.
- [8] 韩健. 考虑需求响应与功率交换的热电联供型微电网多源联合调度 [D]. 长春工业大学, 2020.DOI:10.27805/d.cnki.gccgy.2020.000637.
- [9] 程启明, 陈路, 程尹曼, 等. 基于改进型恒压控制与直流电压控制的交流微网协调控制方法研究 [J]. 太阳能学报, 2020, 41(03): 65-73.DOI:10.19912/j.0254-0096.2020.03.010.
- [10] 张荣达, 赵晓丽, 张庆斌, 等. 基于风光发电的中国各省绿氢替代灰氢经济性研究——基于精细地理网格分析 [J]. 资源与产业, 2024, 26(03): 134-146.DOI:10.13776/j.cnki.resourcesindustries.20240513.001.