

新能源电厂对地区电网的影响和控制策略

孙国健

中国机械设备工程股份有限公司 北京 100073

摘要：随着新能源电厂的大规模接入，地区电网的角色和运行模式正在发生深刻变革。在能源转型的大背景下，地区电网不仅要承担传统的电力输送任务，还需适应新能源发电的间歇性、波动性和随机性，成为整合新能源、保障能源安全稳定供应的关键枢纽。基于此，论文探讨了新能源电厂对地区电网的影响和控制策略，以实现新能源与地区电网的和谐共生、稳定运行。

关键词：新能源电厂；地区电网；影响和控制

引言：新能源电厂，作为能源领域的新兴力量，是指以可再生能源为主要发电资源的发电厂，其涵盖了太阳能、风能、水力、地热能、生物质能等多种能源形式。这些能源凭借清洁、可持续的特性，与传统的火电形成鲜明对比，成为应对全球能源与环境挑战的关键解决方案。近年来，在全球清洁能源转型、碳达峰碳中和目标以及新能源发电成本持续下降等多重因素的推动下，新能源电厂迎来了爆发式增长。所以，针对新能源电厂对地区电网的影响和控制策略进行深入研究探讨是非常有必要的。

1 新能源电厂的价值

1.1 促进能源结构转型

新能源电厂的开发与建设，对于促进能源结构的转型具有重要意义。传统能源，如煤炭、石油等，不仅资源有限，而且在燃烧过程中会产生大量的二氧化碳和其他污染物，对环境造成严重影响。而新能源，如太阳能、风能等，具有资源丰富、清洁无污染的特点，是替代传统能源的理想选择。新能源电厂的兴起，有助于减少对传统能源的依赖，进而推动能源结构向更加清洁、低碳的方向转型。

1.2 助力环境保护与应对气候变化

新能源电厂的发展对于环境保护和应对气候变化具有积极作用。传统能源的燃烧是导致全球气候变化的主要原因之一，而新能源的使用则可以显著减少温室气体的排放^[1]。新能源电厂通过利用太阳能、风能等可再生能源进行发电，减少了化石燃料的消耗的同时，还大幅度降低了温室气体和污染物的排放，从而有助于减缓全球气候变暖的趋势，最终保护地球的生态环境。

1.3 经济效益显著

新能源电厂的建设和运营也带来了显著的经济效益。首先，新能源电厂的建设可以带动相关产业的发展，如光伏产业、风电产业等，这些产业的兴起将创造大量的就业机会，促进经济的增长。其次，新能源电厂的运营成本相对较低，尤其是太阳能和风能等可再生能源，其发电成本随着技术的进步和规模的扩大而不断降低。

展，如光伏产业、风电产业等，这些产业的兴起将创造大量的就业机会，促进经济的增长。其次，新能源电厂的运营成本相对较低，尤其是太阳能和风能等可再生能源，其发电成本随着技术的进步和规模的扩大而不断降低。

1.4 推动技术创新与产业升级

新能源电厂的发展也推动了技术创新和产业升级。为提高新能源的发电效率和降低成本，科研机构和企业不断投入研发资金，进行技术创新和产业升级。其结果不仅提高了新能源电厂的性能和可靠性，还促进了新能源技术的普及和应用，推动了整个新能源产业的快速发展。

1.5 增强能源安全

新能源电厂的建设还有助于增强能源安全。传统能源的供应往往受到地缘政治、资源分布等因素的限制，而新能源则具有分布广泛、资源丰富的特点。大力发展新能源电厂，可以减少对传统能源的依赖，极大地降低能源供应的风险，从而增强国家的能源安全。

1.6 促进可持续发展

新能源电厂的发展是实现可持续发展的重要途径。可持续发展要求我们在满足当前需求的同时，不损害后代人满足其需求的能力^[2]。新能源电厂利用可再生能源进行发电，不只是满足了当前的能源需求，还大量减少了对环境的破坏和资源的消耗，为实现可持续发展目标提供了有力支持。

2 新能源电厂对地区电网的影响

2.1 对电网可靠性的影响

新能源电厂的接入使得电网的供电结构发生了变化。传统电网中，电源主要是大型的火电厂、水电厂等，这些电源的出力相对稳定，易于预测和调度。但问题是，新能源电厂的出力受到天气条件（如风速、光照强度）的严重影响，具有较大的波动性和不确定性。这种不确定性给电网的调度和运行带来了很大的挑战。

以风电场为例，风电机组的发电功率随风速的变化而波动，当风速过高或过低时，风电机组可能无法正常运行或出力大幅下降。此外，风电机组的无功特性也十分复杂，对电网的电压稳定性有很大的影响。当大量风电机组同时脱网时，会给电网带来巨大的冲击，甚至可能导致电网崩溃。

2.2 对电网电压的影响

新能源电厂的接入还改变了电网的电压分布。传统电网中，电压的调节主要依靠有载调压变压器和投切电容器等设备。而新能源电厂的出力波动使得电网的电压调节变得更加困难。特别是当新能源电厂的出力较大时，可能会导致电网中的某些节点电压异常升高或降低，对电网的稳定性产生不利影响。

另一方面，新能源电厂的接入还可能引起电网的电压波动和闪变。这是由于新能源电厂的出力波动直接影响了电网的潮流分布，导致电网中的电压水平随之波动。这种电压波动和闪变可能会对电网中的敏感设备（如计算机、自动化控制装置等）造成损害，甚至引发电网事故。

2.3 对电网频率的影响

新能源电厂的接入还对电网的频率产生了影响。传统电网中，频率的稳定主要依靠发电机的调速系统和负荷的频率响应^[3]。但是，新能源电厂的出力波动使得电网的频率调节变得更加复杂。特别是当新能源电厂的出力占比较大时，其出力的随机性可能导致电网频率的波动增大，影响电网的正常运行。

2.4 对电网谐波的影响

新能源电厂的接入还可能对电网产生谐波污染。这是由于新能源电厂中的电力电子装置（如逆变器、整流器等）在工作过程中可能会产生谐波电流和谐波电压。这些谐波电流和谐波电压可能会通过电网传播到其他设备，对其他设备的正常运行造成干扰或损害。

3 新能源电厂的控制策略

3.1 加强新能源发电功率预测

第一，新能源发电功率预测堪称优化新能源电厂运行的基石。在当今能源格局不断向新能源倾斜的大背景下，准确预知新能源电厂的出力状况，对于电网的稳定调度与高效运行而言，其重要性怎么强调都不为过。新能源发电功率预测主要依托气象特征和历史数据构建预测模型。以风力发电为例，风速的大小、变化趋势以及风向的稳定性等气象数据，与风力发电的出力紧密相关。而光照强度、日照时长等数据则对光伏发电的功率输出起着关键作用。同时，新能源电厂过往的出力数

据，涵盖了不同季节、不同时段、不同气象条件下的发电情况，这些都是建立精准预测模型的宝贵资料。

第二，利用对大量风速、光照强度等气象数据以及新能源电厂历史出力数据的深入收集与细致分析，运用先进的数据分析算法和机器学习技术，能够建立起极为准确的预测模型。这些模型并非一成不变，而是具备实时更新和自我优化的能力，能够根据最新获取的数据，实时预测新能源电厂在未来一段时间内的出力情况。如此一来，电网调度部门便能提前知晓新能源发电的大致规模，从而合理安排其他传统能源的发电计划，确保电力供应的稳定与平衡，为电网的调度和运行提供坚实可靠的决策依据。

3.2 优化电网调度和运行策略

为有效应对新能源电厂出力所呈现出的波动特性以及不确定性，对电网的调度和运行策略进行优化已迫在眉睫。这其中涵盖了多个关键层面，旨在全方位提升电网的适应能力。

一方面，增加电网的备用容量和调节能力是应对新能源出力波动的重要举措。传统的火电厂、水电厂在电力系统中一直扮演着稳定电源的角色，采用技术改造和优化运行管理的方式，进一步挖掘它们的调节潜力，使其能够更加灵活地响应新能源发电的变化^[4]。如，火电厂可以采用先进的机组控制系统，提高机组的升降负荷速度，缩短调节时间；水电厂则可以优化水库的调度方案，根据新能源发电的情况，合理调整发电出力。除此之外，建设储能电站也是一种行之有效的手段。储能电站就像是一个“电力蓄水池”，当新能源发电过剩时，将多余的电能储存起来；当新能源发电不足时，再将储存的电能释放出来，从而平抑新能源电厂的出力波动，保障电力供应的稳定性。

另一方面，大力推进电网的自动化和智能化建设，是提升电网调度效率和准确性的关键路径。利用先进的调度系统和算法，能够对电网中的海量数据进行实时采集、分析和处理，实现对电网运行状态的全面监测和精准评估。利用智能算法，能够快速制定出最优的电网运行方案，合理分配电力资源，确保电网在各种复杂工况下都能保持稳定运行。

3.3 加强无功电压控制

无功电压控制是维系电网稳定性的核心手段之一。现代新能源电厂大规模接入电网，促使电网的电压分布和无功潮流发生了显著变化，这就使得加强无功电压控制的研究和应用变得尤为迫切。

实际操作中，安装无功补偿装置是优化电网无功潮

流分布的有效途径。静止无功补偿器（SVC）和动态无功补偿装置（SVG）等设备在这方面发挥着重要作用。在新能源电厂附近安装这些设备，能够根据电网的实时需求，快速、精准地提供无功支持。当电网电压偏低时，无功补偿装置可以向电网注入无功功率，提升电压水平；当电网电压偏高时，则吸收无功功率，使电压恢复正常。通过这种方式，不仅能够改善电网的电压稳定性，还能提高功率因数，降低线路损耗，提升电网的整体运行效率。

并且，加强对电网中无功设备的协调和控制同样至关重要。不同类型的无功设备在电网中分布广泛，它们的投切和调节需要进行统一协调。通过优化无功设备的控制策略和参数，能够提高其响应速度和准确性。

3.4 加强谐波治理和电能质量管理

谐波治理和电能质量管理是保障电网正常运行的关键环节。由于新能源电厂中大量电力电子设备的应用，可能会产生谐波污染和电能质量问题，对电网中的其他设备和用户造成不良影响，因此必须加强对这方面的研究和应用。

首先，安装滤波器和无功补偿装置^[5]。在新能源电厂的出口处安装多功能逆变器或滤波器等设备，能够对产生的谐波电流和谐波电压进行有效过滤和抑制。以上设备通过特殊的电路设计和控制算法，能够将谐波含量降低到符合国家标准的范围内，保障电网的电能质量。

其次，加强对电网中敏感设备的保护和管理。一些对电能质量要求较高的设备，如精密电子设备、医疗设备等，容易受到谐波污染和电能质量问题的干扰或损害。在这些敏感设备附近安装保护装置，如谐波保护器、电能质量监测仪等，能够实时监测电能质量状况，一旦发现异常，及时采取措施进行保护，如切断电源、调整设备运行参数等，提高敏感设备的抗干扰能力和可靠性，确保其正常运行。

3.5 加强新能源电厂与电网的协调运行

新能源电厂与电网的协调运行是确保电网稳定性和可靠性的核心所在。要实现这一目标，加强新能源电厂与电网之间的信息交流和协调机制建设是关键。

一是建立新能源电厂与电网之间的信息共享平台，

能够实现新能源电厂出力情况、电网运行状态等信息的实时共享和交流。这个平台的应用，电网调度人员可以实时掌握新能源电厂的发电功率、设备运行状态等信息，及时了解新能源电厂的运行情况。并且，新能源电厂也能够获取电网的负荷需求、电压水平、频率等信息，从而根据电网的实际需求调整自身的发电策略。信息的实时交互，有助于电网调度人员制定合理的调度和运行策略，实现电力资源的优化配置。

二是加强新能源电厂与电网之间的协调机制建设同样不可或缺。在新能源电厂接入电网时，必须严格遵守相关的规定和标准，确保其运行符合电网的安全稳定要求。建立健全的协调机制，明确双方的权利和义务，规范操作流程，加强沟通与协作。如，在电网发生故障或紧急情况时，新能源电厂能够迅速响应，按照预定的方案调整发电出力或采取其他应急措施，与电网共同应对危机，保障电网的安全稳定运行。利用加强新能源电厂与电网的协调运行，实现两者之间的有机融合，共同构建一个稳定、高效、可持续的电力系统。

结语：新能源电厂作为能源转型的重要推手，正深刻改变着地区电网的运行模式和角色定位。其清洁、可持续发展的特性为环境保护和应对气候变化提供了有力支持，同时也带来了显著的经济效益和社会效益。因此，应加强对新能源电厂的影响和控制策略进行深入研究，不断优化和完善相关技术和政策，推动能源转型和可持续发展。

参考文献

- [1] 振金. 新能源电厂对地区电网的影响和控制策略[J]. 中国高新科技, 2019(18): 19-21.
- [2] 程林, 王吉利, 韩志勇, 柯贤波, 艾东平, 李文锋. 新能源接入对区域系统频率稳定的影响及机组改进控制策略[J]. 电力科学与技术学报, 2024, 39(2): 28-34.
- [3] 胡元泽. 新能源接入电网稳定性控制策略研究[J]. 中文科技期刊数据库(引文版)工程技术, 2024(12): 195-197.
- [4] 高源. 新能源电厂对地区电网的影响和控制策略[J]. 数字通信世界, 2019(11): 159-159.
- [5] 赵振金. 新能源电厂对地区电网的影响和控制策略[J]. 中国高新科技, 2019(18): 19-21.