

基于光伏新能源预测的电网调度优化控制

李倩 郭丽丹

国网河南省电力公司西华县供电公司

摘要:随着光伏新能源的广泛应用,对电网调度带来的挑战也日益凸显。由于新能源的间歇性及波动性特性的影响,新能源场站的机组控制难度更高,而基于光伏新能源预测方式进行电网调度优化控制,是化解新能源场站建设对电网运行所产生影响的重要路径。本文主要探讨了基于光伏新能源预测的电网调度优化控制方法,以提高电网运行效率和稳定性。

关键词:光伏新能源;预测;电网调度;优化控制

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6261.2023.09.109

引言

近年来,光伏新能源在我国得到了迅速发展,成为电力系统中一股不可忽视的力量。然而,光伏新能源的间歇性、随机性和不确定性等特点,给电网调度带来了巨大挑战。为了提高电网运行效率和稳定性,基于光伏新能源预测的电网调度优化控制成为研究热点。

一、光伏发电概述

大量开采化石能源对环境造成了非常大的影响,可持续发展的理念逐渐深入人心,因此对于太阳能的开发和利用尤为重要。世界上的能源来自太阳系中的恒星,太阳能是一种可以再生、没有污染的能源,据不完全统计,现如今我国太阳能发电量年均增加57.1%,光伏发电已经成了我国的一个新产业。光伏发电,是将太阳能转化为电能的过程。当太阳光照射到太阳能电池时,该电池中的半导体材料,通常为硅或其他先进材料,会吸收光子并激发电子,使其从价带跃迁至导带。这一过程导致形成电子-空穴对,从而在外部电路中产生电流,即实现了光能到电能的转换。此外,受地形、地理等因素的影响,容易出现光伏能源浪费问题。目前,国内的相关研究一般是对光伏发电特点进行综合分析,提出通过发电预测来完成电力系统运行调度,以提高发电平稳性。此外,我国相关研究人员还结合电力系统的实际运行要求,设计出规模化光伏电源集群划分方法,用以优化电力系统运行调度方法^[1]。

光伏发电系统由光伏组件、汇流箱、逆变器等构成。光伏组件作为该系统的核心,可利用半导体晶体硅将光能转化为电能;汇流箱的作用是将光伏组件产生的电能进行汇总,并利用直流柜和逆变器将光伏组件产生的直流电转化为交流电;逆变器具有滤波作用,能够减少交流输出的高次谐波,提高电能质量。光伏发电系统通过升压系统使光伏发电的电压与电网电压一致,完成并网。

二、光伏新能源的主要特征

结合对光伏新能源技术的特点分析,可以发现它涵盖丰富的内容,具体体现在以下方面:第一,与传统发电技术相比,光伏新能源技术能够自动控制和调节供电峰值,从而提高电网系统的运行安全性和稳定性。第二,光伏新能源技术的有效应用可以节约成本。光伏技术能够实现电力供需平衡,减少施工单位的电力费用支出。不仅能降低电能浪费,还能提升企业的经济效益。第三,环境友好。在光伏发电期间,持续把太阳能转换为电能,无须消耗化石能源,发电过程中不会向周边环境排放有毒有害物质和二氧化碳等温室气体,生态效益十分显著,是实现可持续发展目标与发展低碳经济的重要举措。第四,可开发储量大。我国一次性能源储量在世界总储量的占比仅为10%,人均储量远低于世界平均水平,长期面临资源短缺、枯竭的困境。太阳能作为一种可再生能源,每年到达地球表面的太阳能辐射总量约为 $13 \times 10^{13} \text{t}$ 标准煤,可开发储量远超过实际耗能需求。第五,光伏新能源技术的应用领域广泛,能够显著提升能源的利用效率,对于推动我国建筑行业的可持续发展和进步具有重要意义。在不同的场景下,光伏技术都能发挥其独特优势,为能源的高效利用作出贡献。第六,资源分布广泛。我国绝大多数地区的平均日照时间较长、日照强度达到技术应用要求,在理论层面上具备建设新能源光伏发电项目的基础条件,并不受资源分布地域限制。同时,光伏发电项目有着规模灵活的优势,既可以在戈壁、荒漠等区域大范围铺设光伏组件来支持当地电网,也可以在单体建筑物上搭建小型光伏发电系统来满足建筑物用电需求。

三、基于光伏新能源预测的电网调度优化控制措施

为了实现调峰优化调度控制,保证系统稳定高效运行,设计了光伏接入配电网系统。光伏接入配电网在一个预定的时间阶段,以确保电力系统的运行经济性,同时也可以通过在在线的时间级来安排机组的功率以保持电力的供求均衡。其最终目的在于维持电力系统的有效

平衡，而风电的逆变则会使原有的负载特性发生变化，使电网能够正常调峰。基于光伏新能源预测的电网调度优化控制对于提高电网稳定性、优化资源利用、降低运行成本和提升可靠性等方面具有重要意义。通过科学的预测方法和优化调度策略，可以实现光伏发电系统与电网的协同运行，推动清洁能源的高效利用和可持续发展。

1. 改造配电网目标

改变配电网的目标主要需注意以下方面：第一，如电网保持在相对稳定的工作状态下，有关人员需结合实际情况，合理利用光伏的能力，将其接入电网，保持电网安全。第二，如电力用户对供电质量有严苛规定，电站在利用光伏式发电技术时，需合理配备滤波装置，将此装置规范安装于指定区域，否则，如未配备该装置，或者存在安装问题，极易引发安全问题。如接入变电站时采用的是专线方式，有关人员在前期的工作中应分析用户点谐波水平，以满足用户需求作为前提配备设备、组织安装作业。第三，如用户对供电有严格的质量与安全要求，相关人员需结合实际情况完成容量预留，确保预留容量的充足性，以减小光伏发电的波动现象。

2. 加快智能电网建设

智能电网中包含了传感器等信息采集设备，采集各种状态信息后利用通信系统将数据信息反馈给计算机，再利用大数据、人工智能完成数据处理与分析，从而实现了配电网运行工况的实时监测和智能调节，甚至在配电网出现异常情况后还能采取自愈处理，为客户提供优质电能。因此，在大力发展光伏发电的过程中，也要加快智能电网的建设进程，让分布式光伏电源在并网时对配电网产生的冲击影响降到最低。例如，智能电网可以综合地区环境特点、实时天气特征等信息，对光伏功率进行准确预测，根据预测结果对光伏波动进行有效的抑制^[2]。

3. 重视电站的调度管理

太阳能电站的调度管理和运行方式是确保太阳能电站正常运行并保持最佳发电效率的关键。以下是一些太阳能电站调度管理和运行方式的常见实践：第一，调度计划。制定太阳能电站的调度计划，根据天气预报和历史数据预测太阳能电站的发电量，并制定合理的发电计划。第二，监测系统。安装完善的监测系统，实时监测太阳能电站的发电量、电压、电流、温度等参数，及时发现并解决故障。第三，维护保养。定期对太阳能电站进行维护保养，包括清洗光伏组件、更换损坏的设备等，确保设备运行稳定可靠。第四，储能设备。配备储

能设备，使太阳能电站能够在光照不足或电网停电时提供稳定的电能。第五，电站互联。将太阳能电站与电网互联，实现太阳能电站的并网发电。

4. 落实电网实时调度策略

光伏发电通过并网逆变器实现并网，将直流电转换为交流电，其能量变换分为2级，分别为DC-DC和DC-AC。DC-DC变换可以调整光伏阵列的工作点，使其追踪最大功率。DC-AC环节称为逆变环节，其作用是确保输出电流与电网电压相位相同，以上过程由专门的控制电路完成，例如采用TMS2812芯片进行控制。在大型光伏电站中，光伏阵列的面积较大，为了更好地追踪最大功率，提高光伏并网发电能力，可以设置若干个支路，分区域实施DC-DC变换过程，再集中进行DC-AC逆变过程，使每个支路都在最大功率点上工作。光伏新能源向电网接入时，可能会对电网的实时调度产生影响，一是光伏出力具有不确定性，且波动性较强，因而光伏电站日常调度计划不契合间歇式能源的出力，由于二者之间存在较大偏差，会增大电网的实时调度需求。由于当前阶段配电网中接入的可再生性能源类型有所增加，且应用了智能化电网信息通信技术，电网调度形式、调控深度均得到了优化。为此，间歇式光伏新能源接入后，电网实时调度要以增强系统运行稳定性、实现光伏能源高效利用作为主要目标。光伏新能源并网后，应以配电网主动控制为基础，设计实时调度策略^[3]。

5. 推广主配网电压协同控制技术

针对光伏功率波动而导致配电网电压质量下降的问题，通过推广主、配网协同控制技术可以起到稳定与平衡电压、提升供电质量的效果。该技术的原理为在保证配电网安全运行的基础上，将各节点的额定电压、网关功率因数作为约束条件，对整个配电网进行在线电压无功优化控制。通过减少主变分接开关的调节次数和电容器投切次数，削弱无功补偿设备投切带来的影响，从而使光伏电源并入电网时带来的电压波动维持在一定范围，实现电压的相对稳定。

6. 优化实时调度流程

第一，针对光伏出力及负荷分别展开超短期预测，预测时间均为15min，之后利用数据采集与监视系统收集当前电网的运行数据，主要是获取开关状态、系统实时量测数据。再运用智能通信系统提取光伏新能源出力状况，了解光伏运行工况，获取生物质能电站、小水电以及微型燃气轮机等其他常规电源的运行状况。第二，采用潮流计算预测分析系统之后15min内的运行情况，通过计算获取具备较高能源外送需求的变电站及联络线

等关键节点或重要断面的功率数据。然后与日常调度计划展开对比分析,对后续15min关键节点功率偏差值进行计算,目标函数取值为功率偏差最小值,结合功率平衡,考虑到电压、载流量、爬坡率以及光伏新能源出力四个约束展开优化计算,利用OPF程序对系统中并网的光伏新能源决策进行求解分析。最后,通过求解得到后续15min光伏新能源运行工况,并向各个场站进行情况反馈^[4]。

7. 优化削峰填谷调度控制流程

光伏接入配电网根据电网的频次变化,可以实现调峰运行,在此模式下,光伏接入配电网的调峰优化调度控制由以下三个部分组成:在光电系统中,最大功率跟踪控制由光储协同控制系统监测电网的频率并判断其是否在调频死区;在电网频率为FM死区的情况下,蓄电池工作在调峰状态。这时,蓄电池组按照调峰周期进行充放电,而在网频超出调频死区时,蓄电池组处于调频状态,并依据频偏方向计算出蓄电池组的一次基准功率;通过与逆变器的闲置能力对比,将二者中较低值的作为辅助基准,通过对蓄电池组的最大输出限制因子进行优化,并将其作为最后的参考功率。

8. 采用自动化的控制技术

将自动化控制技术和电网调度工作进行结合,在操作的过程中工作人员可以设定相应的参数,通过这样的方式工作人员能够对电力设备运行的情况有一个全面的了解,同时将自动化控制技术的操作指令作为依据,来改变电力设备操作的数据。现阶段类似的自动化控制技术就是DMS控制技术,DMS控制技术可以实时对电力设备运行状态监控,能够更好地保障电网运行的状态,如果电网运行过程中出现故障,能够及时对故障进行诊断,将电网运行故障发生位置和发生的原因进行合理的分析,之后在采取相应的方式对其进行维修。将电网实际的运行情况作为依据,通过使用自动化控制技术能够对局部电网、区域电网和大区域联网等进行控制^[5]。

9. 线损优化策略推荐

面对光伏电源的大规模接入,首先需要认识到,这不仅是一个技术挑战,而且是对电网运行机制、策略选择和设备性能的全面考验。首先,考虑到光伏发电的间歇性和不稳定性,需要依赖高频、高精度的数据采集系统。该系统不仅能够提供实时的光伏发电数据,还能对整个配电网的运行状态进行全面监测。基于这些数据,可以应用先进的算法进行动态调度,例如基于深度学习的负载预测模型,确保负载的实时调整与光伏发电的波动相适应,从而减少由于出力不稳定导致的线损。然

而,仅仅依靠调度策略是不足够的。在这里,储能技术显得尤为关键。尤其是锂离子电池等高效储能设备,它们可以在短时间内提供大量的储能和释放能量的能力,形成一个缓冲区,抵消光伏发电的波动,确保电网的稳定性。

10. 完善巡检制度

如果想要将电网调度设备发生故障的概率降低,那么相关部门就要制定完善的巡检制度。将电网调度运行特点作为依据,制定科学合理的巡检内容、巡检方式和巡检周期。加大故障高发位置的巡检力度,在进行巡检的过程中,要严格按照相关制度执行,通过这样的方式能够及时发现设备出现的故障,并对故障进行处理,避免出现大的风险。在巡检时,要将内容进行详细的记录,对于巡检过程中不确定的部分,要及时进行复查。通过这样的方式能够将电网调度运行的安全性提升。电力体系运转出现故障的时候,解决全面自动化维护设备内部故障是最常见的方式,是用好的或者认为正常的一样的软件替代或者认为出现故障的软件,用这种方式来辨别好坏,这样就能够迅速地减小故障找到的范畴,实时对故障展开解决^[6]。

结束语

基于光伏新能源预测的电网调度优化控制方法,可以有效应对光伏发电的间歇性、随机性和不确定性等特点,提高电网运行效率和稳定性。未来研究可进一步探讨更精确的光伏发电预测技术和优化控制策略,以适应光伏新能源大规模接入电网的需求。

参考文献

- [1]王磊,张家敏.基于模糊机会约束规划的跨区直流电网系统优化调度[J].电力系统保护与控制,2021,49(10):12-19.
- [2]陈海鹏,陈晋冬,张忠,等.计及灵活运行碳捕集电厂捕获能耗的电力系统低碳经济调度[J].电力自动化设备,2021,41(9):133-139.
- [3]徐东.光伏发电接入对配电网低压台区线损的影响[J].数码设计(上),2021,10(4):82.
- [4]刘科研,贾东梨,王薇嘉,等.考虑分布式光伏电源接入模式的低压配电网不平衡线损计算方法[J].电力建设,2021,42(10):129-138.
- [5]王连民,李玮,张克甲,武晓峰.分布式光伏电源并网可靠性研究[J].制造业自动化,2021,43(03):156-159.
- [6]洪楠.分布式光伏发电对电能采集及线损的影响[J].中国高新科技,2021,(02):36-37.