

Impact of Photovoltaic Power Generation on Power System and Solutions

Dongdong Wei

Beijing Haidian Power Supply Industrial Development Co., Ltd., Beijing, 100000, China

Abstract

With the global shortage of energy resources becoming more and more serious, people pay more and more attention to renewable energy. The effective use of solar power generation and connected to the grid, but there are still many problems to be solved in the actual docking process. In particular, the large-scale standardized power generation into the power grid will have a great impact on the power system. Based on this, this paper makes a detailed analysis of the impact of photovoltaic power generation on the power system, and then discusses the relevant solutions, hoping to provide useful reference for the relevant staff.

Keywords

photovoltaic power generation; power system; impact; control measures

光伏发电对电力系统的影响及解决措施

魏冬冬

北京海淀供电实业开发有限公司, 中国·北京 100000

摘要

随着能源资源的全球性紧缺问题越发严重,人们对于可再生能源的重视程度也越来越高。太阳能发电电力的有效使用并与电网相连接,但是在实际的对接过程中仍然存在许多亟待解决的问题。尤其是大规模规范发电并入电网之后会对电力系统产生较大影响。基于此,论文对光伏发电对电力系统的影响进行了详细分析,进而探讨了相关解决措施,希望能够为相关工作人员提供有益参考。

关键词

光伏发电; 电力系统; 影响; 控制措施

1 引言

随着能源资源日益紧缺,太阳能作为新型可再生能源开始进入人们的眼帘,太阳能发电也成为可再生电力能源的替代策略,在社会经济发展以及社会民生方面有着十分重要的现实意义。而在光伏发电过程中,如何提高与电力系统的对接的有效性,也是当前太阳能发电与利用亟待解决的问题。

2 光伏发电并网系统相关概述

光伏发电是通过将太阳能电池排列组合成为一组电流,再将产生的电缆储输到电网系统当中。整个过程跳过了蓄电池蓄能环节,直接借助变压器、变流器作用直接向电网供电。光伏发电省略了电能在蓄电池中的存储、释放环节,产生的能耗较低以及节约了对空间资源的利用。当前,将光伏电站直接并入到大型电网,成为光伏发电的主要方式。然而,在并网之后,会受到光伏发电系统的分立运行特性以及发电间

隙的影响,导致电力输送过程中电压会出现短期或长期波动现象,这也是光伏发电并网需要深入研究与解决的问题,才能更好地提高对太阳能发电的使用效率。

3 光伏发电系统运行方式分析

光伏发电系统主要包括离网运行模式与网络模式两种。在非联网状态下光伏发电系统不与公用电网连接,这种单独的光伏发电系统在偏远地区、农村、海岛、边防哨所、通信中继站等地方有着较为广泛的应用。通过连接公用电网,完成电力供应的网络模式是光伏发电系统的重要发展方向与主要趋势,并且表现出了较为明显的应用优势。采用电网调峰的方式提高终端电压的稳定性,电力系统功率因素得到有效改善,能够有效消除电网杂波的影响。借助电网进行储能,并回馈给电网,有效节约了对电池组的使用。电池和建筑的相结合除了能够产生电能之外,还能够作为装修、建材等使用,实现对各种资源的有效利用。

4 光伏发电对电力系统的影响分析

光伏发电产生的功率不稳定,在进行并网过程中需要

【作者简介】魏冬冬(1986-),男,中国河北衡水人,本科,工程师,从事电气设备安装研究。

借助传统机电自转备用能力进行调节与补偿，此过程会提高机组发电费用。同时电网中电力电子产品的使用也会产生谐波污染问题。尤其是电网负载较低时逆变器谐波较大。光伏发电容量增加，并网系统需要采用多种并网方式，此时在同一并网节点上会产生互相干扰。若是电力与负荷达到一定程度，抗孤岛探测时间大幅增加，进而出供电故障。正因如此，即便是太阳能属于洁净能源，但是当前的光伏发电并网控制技术的缺陷影响了“电网友好”特性。尤其是随着光伏发电接入能力不断提升，电力系统安全、稳定运行仍然会受到接入系统控制、保护功能技术等的影响，使得电力系统并网受到较大制约。

4.1 对配网规划、调度与管理运营的影响

光伏发电接入对配电网潮流的变化、光伏发电向配网反向供电预测、光伏发电负荷特征变化等，都会影响配电网的规划与调度方式。光伏发电对于电力系统的影响主要体现在对电力系统规划的影响方面。电力系统设计需确保系统供电的可靠性，将负载电率控制在较低数值。传统的电力系统规划，需要对电力系统进行能量增长分析，在电力输入之后分析电力系统的净负载特性，进而对电力系统进行优化设计，实现电力系统协调能力提升。光伏发电并网会增加部分换算功能控制难度，加上受到光照强度、其他气候因素的影响，导致系统数据交流电力持续动态变化，对并网产生不利影响。光伏发电能够在一定程度上削弱电网负载的不良影响。但是受到气候等因素的影响，光伏发电系统总负载过大的随机性，会对电网调度的自动化产生较大影响。而光伏发电机缺乏自动调度能力，不能实现对电网电压、频率的有着调整，进一步增加了电网的调控难度。

4.2 对电能质量的影响

4.2.1 对电压的影响

光伏发电并网之后电力系统的分支电力会减小，并网接入点附近电压增加。尤其是随着光伏发电容量的增加，各个并入点电压都会明显增加。在集中电力分配系统中，稳定状态下沿馈线方向电压呈下降趋势。并网之后，馈线负荷结电压会随着传输功率发生变化，使得负荷节点电压偏离标准。可见，并网电源位置与总量会对电力系统电压上升程度产生影响。在配电网中，正午光伏发电功率较大，若是负载较小，接入点电压则会升高。供电终端的接入点电压极会出现超上限的情况。对此，需要对并网工作模式进行合理调整。光伏发电系统输出功率受到太阳辐射大小的影响，使得电力系统电压出现起伏，若是负载也发生变化，则极易产生较大的电压和闪变。

4.2.2 谐波污染

光伏发电并入电力系统需要将直流电能转变成交流电能才能使用，其过程会产生谐波污染。随着光伏发电并网不断广泛普及以及光伏发电总量比重不断增加，多个谐波源的能量叠加最终使得电力品质超出承受谐波变化的极限。除

此之外，若是电力系统中存在多个谐波源，极易导致电力系统内部出现高阶谐波功率共振的现象，进而对电力系统的正常运行产生不良影响。

4.3 对配网保护的影响

随着光伏发电并网比例的不断增长，原来的单一辐射型的电力系统转变成为双端——多端网的模式，在当前的单侧供电、以断路器作为基础的三相电流保护机制下，短路电流的大小、方向、持续时间等都会受到光伏发电并网的影响，触发保护误动、拒动，甚至是断路器失去选择性等。光伏发电并网使得断路保护的缩小，不利于保护装置的正常运行。同时，光伏发电自身故障，也会对并网之后的电力系统运行与配网保护装置造成一定影响。此外，当光伏发电抗孤岛保护功能和自动合闸装置进行配合使用，导致不同时间段合闸、故障点电弧重燃等问题的产生。

5 优化光伏发电并网影响的相关控制措施

5.1 优化光伏充电器控制

太阳能电池充电器的电能转换效率存在较大的不确定性，使得光伏充电器控制存在较大困难。唯有实现对充电器的有效管理，才能确保太阳能电池较好的使用效果与工作效率。通过对能源输送、存储环境的优化控制，能够有效避免光照不足而产生的供电中断问题，提高并网系统的运行效率。同时需要重视对光伏充电器外界环境影响的考虑，加强对电池的维护、保养管理，提高充电器的抵抗外界不良影响的能力。采取有效措施避免光伏阵列电压变化对电网内部电压极使用的负面影响。通过对充电器的有效控制，合理调节电池能量输入，以免出现不正常充电现象。此外，将适配器和充电器配合使用能够提高充电器的阻抗转换性能，提高电压控制能力，能够在高功率环境下实现定位与追踪管理，提高电力系统的控制水平。

5.2 优化蓄电池组控制

光伏发电系统的运行稳定、安全会受到蓄电池组管理的较大影响，加强电池转换效果也是提高电池转换效率的重要措施。但是蓄电池具备使用寿命短的缺陷，长期、频繁转化使用，极易出现使用质量问题。这就要求工作人员需结合蓄电池组的特点采取有效的控制措施，提高蓄电池组的使用寿命，且确保转换效果不受影响。技术人员需严格按照技术标准进行蓄电池组的安装、调整，规范使用流程，并做好定期的质量检修保养，保持蓄电池时刻处于较好的运行状态。加强对现有使用施工方法的优化，提高电池组的使用效率，结合电池充放电特性优化电池组使用模式，避免持续过充过放的现象，提高蓄电池管理与保护效果。

5.3 优化单相并网控制

单相光伏发电并网涉及的电路结构较为复杂，技术人员需选择最大功率追踪控制，进行开关工作时间的合理控制，实现对电池最大输出功率的实时追踪，这也是便于对电

池端电压及时计算的重要措施。同时,结合对直流/交流并网逆变控制需要确定控制电流大小,采用合理的方法计算出DC电流,以电网相位与频率为依据对并网控制措施可行性进行分析。除此之外,光伏发电并网需要借助并网逆变器进行电网相位、频率追踪,将最大电力传输到电网中,实现对最大功率的追踪控制。同时,结合对电网电压前馈控制、滤波电容电流控制等原理的应用提高光伏发电并网的运行稳定性,实现对单相并网优化控制效果的全面提升。

5.4 优化电压和频率控制

首先,逆变器控制。逆变器是将直流光伏发电转换为交流电的关键设备,通过逆变器控制,可以实现电压和频率的调整,以满足电力网络的需求。其次,电压和频率监测。光伏系统应该配备电压和频率监测装置,以实时监测电力网络的参数,当监测到异常时,系统可以采取相应的措施来调整发电。再次,使用电压和频率响应算法。使用先进的控制算法,如PID(比例-积分-微分)控制,以实现电压和频率的准确控制,这些算法可以在毫秒级别响应电网的变化。最后,合理应用通信系统。通过与电力网络通信,光伏发电系统可以获取电网的实时信息,并相应地调整发电。最后,应用并网逆变器技术。用高级的并网逆变器技术,这些逆变器可以更好地管理电压和频率,确保与电力网络的同步。综合来看,优化电压和频率控制是光伏发电系统与电力网络安全协同运行的基础,通过合适的措施和方法,光伏系统可以在不损害电网稳定性的情况下最大程度地提供可再生能源,为清洁能源转型作出贡献。

5.5 优化电流谐波抑制

优化电流谐波抑制是光伏发电并网中的关键控制措施之一,旨在减少光伏系统对电力网络产生的电流谐波,以确保电力网络的稳定性和光伏系统的可靠性。第一,使用滤波器。一种主要的控制方法是在光伏逆变器的输出端或电流输入端安装滤波器,这些滤波器可以有效地减少电流谐波,将

谐波电流滤除,使输出电流更接近正弦波。而且滤波器可以根据电流谐波的频率特性进行设计,以最大程度地减少不同阶次的谐波。第二,改进逆变器设计。光伏逆变器的设计也可以影响电流谐波的产生,采用先进的逆变器拓扑和控制算法可以减少谐波的生成。例如,采用多电平逆变器或混合逆变器设计可以减少电流谐波,提高系统的波形质量。第三,实施电流控制。通过实施电流控制策略,光伏系统可以调整电流的波形,以减少谐波成分,电流控制可以通过改变开关器件的工作方式来实现。这种方法可根据电网的电流谐波标准和要求来调整,以确保系统在满足谐波限制的同时,保持高效的能量转换。

6 结语

光伏发电作为可再生能源的代表之一,在电力系统中扮演着越来越重要的角色。然而,光伏发电也带来了一系列影响和挑战,需要综合考虑和解决。论文围绕光伏发电对电力系统的影响及解决措施展开了探讨。通过上文已经看到,光伏发电系统的不断增长对电力系统的配网规划、调度与管理运营,电能质量以及配网保护等方面产生了一定的影响。然而,通过采取一系列有效的解决措施,我们可以克服这些挑战。解决措施包括优化光伏充电器控制、优化蓄电池组控制、优化单相并网控制、优化电压和频率控制以及电流谐波抑制等,这些措施不仅有助于减轻光伏发电对电力系统的冲击,还提高了系统的可靠性、灵活性和可持续性。

参考文献

- [1] 周喜.新能源发电在电力系统中的应用研究[J].电气技术与经济,2023(6):180-182.
- [2] 周恒.大规模光伏发电对电力系统的影响[J].光源与照明,2023(6):130-132.
- [3] 许成哲.大规模光伏发电对电力系统的影响和优化对策[J].光源与照明,2023(2):109-111.