

分布式光伏发电对配电网电压的影响及电压越限的解决方案

曾昭廷

(崇左供电局, 广西壮族自治区 崇左 532200)

【摘要】随着新能源技术的发展和应用, 分布式光伏发电系统逐渐成为一种重要的能源供应方式, 但与传统电力系统特性不同, 分布式光伏发电会对配电网产生一定的影响, 其中主要问题是电压波动问题。在传统的配电网中, 电压稳定是保证供电质量的重要因素之一, 而分布式光伏发电产生的电能不稳定性, 会产生电压波动现象。因此, 目前解决电压波动问题, 是当前研究热点之一。

【关键词】分布式; 光伏发电; 配电网电压; 影响因素; 电压越限; 解决方案

引言:

分布式光伏发电对配电网电压的影响及其解决方案, 为推广和发展分布式光伏发电提供参考依据, 介绍分布式光伏发电的基本原理以及与其他电源类型之间的区别, 同时分析分布式光伏发电对配电网电压造成的影响因素, 进而提出一些可行的解决方案, 有效缓解分布式光伏发电所造成的电压波动问题。

一、分布式光伏发电系统

(一) 光伏发电系统分类

目前分布式光伏发电作为一种新型能源形式, 逐渐受到重视, 主要特点是能够将太阳能转化为电能, 直接供电到用户终端设备上, 具有环保、可再生的特点, 合理配置和管理分布式光伏发电系统, 对于提高电力系统的可靠性和稳定性至关重要。目前国内外形成多种类型的分布式光伏发电系统, 最常见的是单体型分布式光伏发电系统, 由一个或多个光伏电池组件组成, 通过逆变器, 转换为交流输出, 但通常用于家庭、小型商业场所等地方, 容量较小, 且分散性强。大型工业园区、城市公共设施等场合, 需采用集中式光伏发电系统, 将多台光伏电池组件连接, 形成一个大功率的电源供应点。另外, 混合型分布式光伏发电系统, 单独运行同时, 可以与其他电源相结合使用, 由于光伏发电系统的特性不同, 对配电网的影响也存在差异。例如, 单体分布式光伏发电系统产生的电压波动较大, 容易导致邻近线路的电压过低或者过高的情况发生, 而集中式光伏发电系统, 可能产生较大的谐波含量, 影响其他负荷的正常运行。

(二) 光伏发电系统的应用

随能源需求不断增加, 传统化石燃料资源逐渐

枯竭, 太阳能作为一种清洁可再生能源, 得到广泛的应用, 其中分布式光伏发电系统是目前最受关注的一种形式之一, 将太阳光转化为电能, 储存于电池组中, 实现电力供应目标, 与传统集中式发电方式相比, 分布式光伏发电, 具有灵活性高、成本低廉、环保节能等优点。分布式光伏发电系统, 可以应用于家庭、商业、工业等多个领域。例如, 在家庭方面可以用于日常生活、热水器等方面, 而在商业方面可以用于照明、空调等设备, 在工业方面可以用于生产线等。另外, 由于高效率 and 可靠性等因素, 分布式光伏发电系统被用于一些特殊场合, 如军事基地、山区等地区。

(三) 分布式光伏发电系统的构成

分布式光伏发电属于一种新型清洁能源, 主要由太阳能电池板和逆变器组成, 其中太阳能电池板通过光电效应, 将太阳辐射转化为直流电流, 逆变器将其转换为交流电源, 输出到电网上。分布式光伏发电系统结构, 主要包括以下几个方面: 第一, 太阳能电池板组件。第二, 逆变器模块。第三, 控制与通信设备的选择以及安装位置的确定。其中包括太阳能电池板组件包括多个单个的硅片单元, 每个硅片单元都可以产生一个PN结的电荷耦合关系, 形成一个半导体器件, 当光照射到硅片中时, 会发生电子-空穴复合作用, 从而产生电流, 由于光伏电池具有很强的自我保护能力, 即使在恶劣天气条件下, 也能够正常工作。逆变器是把太阳能电池板产生的直流电流, 变换成交流电流后输出到电网上, 相当于是开关电源, 实现从直流输入到交流输出的功能。另外, 控制与通信设备的选择也非常重要,

由于分布式光伏发电系统需要实时监测和管理，保证系统的稳定运行。

（四）分布式光伏发电系统的运行模式

目前分布式光伏发电系统主要采用两种运行模式：第一，通过逆变器，将太阳能电池板中的直流电转换为交流电，然后接入到配电网。第二，直接接入到配电网，不进行任何变换处理，两种运行模式各有优缺点。首先，利用逆变器连接到配电网的方式，可以更好控制和调节光伏发电量输出，从而避免过大或过小的电流输入，给配电网带来相关问题。其次，实现对光伏发电量的最大化利用，提高能源效率，但这种方式需额外的投资成本，并且由于逆变器的存在，会增加电力损耗和噪声污染等问题，相比之下，直接接入的方式，更加简单且经济实惠。

（五）分布式光伏发电系统的关键技术

光伏电池组件的选择，需要考虑效率、寿命以及成本等因素，目前硅片晶体管（SIT）是一种高效率，且价格合理的光伏电池组件。逆变器是直流电转换为交流电的过程，传统的逆变器通常采用三相桥结构，但是这种结构存在一些问题，如功率因数低、体积大等问题，近年来出现许多新型逆变器设计方案，例如全控换流器、半整流变换器等，具有更高的功率因数、更小的体积等优点。另外，控制系统也是分布式光伏发电系统的重要组成部分，主要负责监控光伏电池输出电流、电压、温度等参数，并反馈到逆变器有效调节，保证系统的稳定运行。此外，智能网关作为分布式能源的重要节点之一，功能包括数据采集与传输、故障检测和诊断、远程监测等多个方面，对于提高光伏发电系统的稳定性和可靠性起到重要作用。总而言之，分布式光伏发电系统的关键技术，主要包括光伏电池组件选择、逆变器设计、控制系统搭建等方面。

二、分布式光伏发电对配电网电压的影响

（一）分布式光伏发电系统简介

分布式光伏发电主要特点包含：第一，可再生能源的特点，可以减少化石燃料的使用。第二，实现分散式的电力供应。第三，提高电网的可靠性和安全性。第四，降低碳排放量，有利于环境保护。由此可以证明，在当前全球气候变化日益严峻的情况下，发展分布式光伏发电具有重要的意义。

（二）分布式光伏发电系统的建模

首先，考虑光伏板的特性，包括其工作电压范

围、工作电流范围以及最大输出功率等因素。其次，考虑不同天气条件下，光照强度变化情况，以及光伏板的损耗率等因素。最后，考虑光伏电池与其他电源的相互作用的情况，通过对这些因素综合分析和计算，可以得到光伏发电系统的输出功率曲线图，从而更好掌握光伏发电系统的运行状态，同时采用一些辅助手段，提高光伏发电系统的稳定性和可靠性。在实际应用中，光伏发电系统需要与传统的电力系统进行交流连接，需考虑传统电力系统的影响因素，如变电站的容量、输电线路的长度等等。此外，由于光伏发电系统的输出功率具有波动性特点，需对其进行一定的调节和控制。由此可见，光伏发电系统的建模，是一个复杂的过程，需要结合实际情况和相关理论知识研究和探讨，更好理解光伏发电系统的运作方式和规律，为后续的研究提供基础依据。

（三）分布式光伏发电系统的控制策略

首先，分布式光伏发电系统，可以采用传统的潮流跟踪技术调节，通过实时监测光伏发电量，对其预测分析，保证供电质量的同时，减少电压波动率。其次，通过建立智能配电网，实现对配电网的自动化管理，引入先进的通信技术和数据处理能力，实现对配电网的实时监控和故障诊断，从而提高配电网的可靠性和安全性。此外，利用新能源储能设备，缓冲能源波动带来的影响。最后，采用逆变器等装置，将光伏发电输出，转换为符合配电网频率要求的交流电流，从而进一步降低电压波动率。总而言之，分布式光伏发电系统，可以通过多种方式，控制对配电网的影响，达到稳定电力供应的目的，同时为未来更加清洁、高效的能源体系的发展提供有力支持。

三、分布式光伏发电对配电网电压越限的影响

（一）分布式光伏发电对配电网电压越限的影响因素

系统运行过程中，由于分布式光伏发电系统的输出功率不稳定，具有较高的峰值输出能力，容易导致配电网中的电压波动较大，不仅会影响到其他负荷的正常工作，还会增加线路损耗，可能引发故障。首先，分析分布式光伏发电对配电网电压越限产生的原因。其次，介绍一些常见的配电网电压越限控制方法。最后，提出一种智能调度的新型配电网电压越限控制方案，进而提高配电网供电可靠性。另外，在分布式光伏发电系统中，输出功率的变化是影响配电网电压

波动的主要原因之一，当太阳能光照射强度变化时，光伏板的输出电量会随之发生变化，为保证配电网稳定运行和电力质量可靠供应，需要采取有效措施，控制光伏发电系统的输出功率。

（二）分布式光伏发电对配电网电压越限的影响机理

目前分布式光伏发电作为一种新型清洁能源，具有可再生、高效率、低成本等多种优点，被广泛应用于各类场合，由于特性与传统电源不同，分布式光伏发电会对配电网产生一定的影响，在实际运行过程中，分布式光伏发电产生的电能，会直接注入配电网，导致配电网中的电压波动较大，被称为“电压越限”。另外，分布式光伏发电，对配电网电压越限的原因，主要有两个方面：第一，由于光伏发电系统的输出功率不均匀引起；第二，由于光伏发电系统所占用的线路容量较小引起。

四、分布式光伏发电对配电网电压越限解决方案

（一）分布式光伏发电对配电网电压越限解决方案概述

目前分布式光伏发电对配电网电压越限的问题，主要有两种方案：第一，通过调节光伏系统的输出功率，控制电压波动。第二，采用智能调度技术，优化配电网运行状态，其中调节光伏系统的输出功率是较为常见的方法，通过调整光伏系统的输出功率，平衡负载和输电线路的阻抗匹配关系，达到稳定供电的目的。智能调度是利用先进的计算能力和数据分析手段，对配电网实时监控和预测，并采取相应措施，保证供电质量。两种方案各有优缺点，需综合考虑，才能选择最合适的解决方案，在实际应用中，由于光伏系统容量不断增加，且分布式能源占比逐年提高，导致配电网电压越限问题日益严重，必须加强电力系统规划设计，合理配置电源与负荷，确保配电网能够承受较大的负荷变化。

（二）分布式光伏发电对配电网电压越限解决方案的具体内容

通过利用先进的计算技术和数据分析方法，实现对分布式光伏发电系统的实时监控和调节。例如，建立一个智能调度平台，实现对分布式光伏发电系统的自动化管理。另外，可以将逆变器作为一种辅助设备，通过对其中一些参数进行调整，使得逆变器能够更好地适应与配电网的交流模式。除此之外，可以采用其他方式，控制分布式光伏发电系统中的功率输出

量，达到降低电压波动的目的，但在实际应用过程中，需考虑各种因素的影响。例如，天气条件的变化，会对分布式光伏发电系统的运行产生影响，由于电力负荷变化较大，需要考虑如何平衡不同时间段的需求，针对不同的情况，采取相应的措施。

（三）分布式光伏发电对配电网电压越限解决方案的实施流程

首先，通过建立一个多层次的预测模型，分析未来一段时间内可能出现的电压变化情况，制定合理的光伏发电策略，适应不同的负荷需求和电压波动情况。其次，采用先进的通信技术，将所选出的光伏发电方案，发送到各个节点上执行。最后，利用数据采集设备，实时监测各节点的实际运行状态以及电压的变化情况，及时调整光伏发电策略，确保电力系统的稳定性。

结语：

由此可见，分布式光伏发电可以有效降低配电网的电压波动率，提高系统的稳定性和可靠性，采用适当的技术手段，控制光伏发电量和负荷需求的比例关系，有效避免电压过低或过高的情况发生，同时通过优化配电网结构和升级设备设施，可以进一步提升系统运行效率和安全性能，为未来电力系统建设提供重要参考依据。

参考文献：

- [1] 王琦，方昊宸，窦晓波，陆斌，胡敏强，包宇庆. 基于光伏与空调负荷协调优化的有源配电网经济调压策略[J]. 电力系统自动化，2018，42(24):36-43.
- [2] 姚宏民，杜欣慧，李廷钧，贾晨. 光伏高渗透率下配网消纳能力模拟及电压控制策略研究[J]. 电网技术，2019，43(2):462-469.
- [3] 孙杰，赵国瑾，刘顺桂，朱正国，胡俊杰，艾欣. 基于改进时间延迟环节的集群电动汽车参与电网调频的动态特性研究[J]. 电网技术，2019，43(2):470-479.
- [4] 徐航，董树锋，何仲潇，施云辉，王莉，刘育权. 基于多能互补的电/热综合需求响应[J]. 电网技术，2019，43(2):480-487.
- [5] 周磊，李扬，高赐威. 聚合空调负荷的温度调节方法改进及控制策略[J]. 中国电机工程学报，2014，34(31):5579-5589.