

某市分布式光伏和充电桩并网对公共电网电能质量的影响分析

杜婷 仇一凡 宁卜 赵宇

(国网智慧车联网技术有限公司安全监察质量部 100052)

摘要: 本文以北京市为例,介绍了分布式光伏、充电桩并网对公共电网电能质量的影响,并对分布式光伏、充电桩的运行模式和电能质量问题进行分析,提出相应的解决措施。随着社会经济发展以及人们对用电需求的增加,分布式光伏、充电桩等新型用电设备在公共电网中的应用越来越多。分布式光伏并网和充电桩接入公共电网会引起公共电网电压波动、谐波、负序和闪变等电能质量问题。本文针对分布式光伏并网和充电桩接入公共电网的运行模式,分析了光伏发电和充电桩接入对公共电网电能质量的影响,并提出相应的解决措施。

关键词: 分布式光伏; 充电桩并网; 公共电网; 电能质量

引言: 分布式光伏和充电桩是近年来兴起的一种电源,是指将太阳能发电转化为电能的装置,通常包括光伏组件、逆变器和储能装置等。由于其具有占地面积小、建设周期短、安装方便等特点,受到了广泛关注。近年来,分布式光伏和充电桩在我国发展迅速。分布式光伏和充电桩接入公共电网时会对公共电网电能质量产生影响,进而影响分布式光伏和充电桩的并网效果。

1 北京市公共电网概况

北京市公共电网是指城市中具有统一的电压等级、统一的电压标准和统一的电能计量装置,以居民用户为主要服务对象,向社会提供电能质量和供电可靠性服务的供电网络。根据《北京市配电网规划》(2014~2020),截至2018年底,北京市已建成35千伏及以上变电站419座、总容量6483.5万千瓦,建成配电线路5.12万公里。分布式光伏是指分布式电源(Distributed Generation Power),即在用户附近就近建设、就地消纳、就近利用的可再生能源发电系统。分布式光伏发电是将太阳能电池板直接安装在用户附近,通过太阳能电池板将太阳能转换成电能,其具有发热量低、无污染、效率高和建设周期短等优点。充电桩是指为电动汽车提供直流电源的设备,其具有充电功率大、充电时间短和易于实现远程控制等特点。北京市公共电网接入大量充电桩,在公共电网中引入大量的分布式电源(DG)和储能装置(APC)对公共电网的电能质量产生影响。因此,需要研究分布式光伏和充电桩接入对公共电网电能质量的影响。

2 公共电网结构

2.1 分布式光伏发电

分布式光伏发电是指将太阳能直接转化为电能并将其储存在电池中,然后通过逆变器将直流电转化为交流电,最终实现电能的储存和传输。在光伏发电系统中,光伏板阵列、电池、逆变器等部分均为直流设备。光伏发电系统产生的直流电可直接接入公共电网,也可通过储能装置接入公共电网。由于光伏发电系统的特殊性,其输出电流存在一定的波动性,且波动幅度较大,容易引起公共电网电压波动、闪变等电能质量问题。因此,在进行分布式光伏发电系统接入时应对其进行一定的控

制和管理。

2.2 充电桩

充电桩是指充电设备及充电装置、充电接口与电缆等组成的系统设备。目前,国内公共电网中安装充电桩数量较少,仅有小部分充电桩可以接入公共电网。在公共电网中安装充电桩时应尽量与城市配电网保持一定的距离,避免因公共电网出现故障而导致充电桩无法正常使用。在建设公共电网时应预留一定的建设空间和土地资源,并通过智能管理系统进行统一控制和管理。在分布式光伏发电接入和充电桩接入公共电网时应考虑对公共电网电能质量的影响,并采取相应措施进行解决。

3 分布式光伏和充电桩的接入方式

3.1 分布式光伏

对于分布式光伏发电项目,首先应取得电网企业的接入意见,根据电网企业的接入意见进行并网设计。当分布式光伏发电项目规模较小,且与电力用户距离较远时,宜优先采用自发电方式就近向电力用户供电,或采用蓄电池、储能装置等其他方式补充电力需求。当分布式光伏发电项目规模较大、与电力用户距离较近时,宜采用集中式并网,并通过电压等级为10 kV及以下的配电网接入。对于充电桩,根据《北京市电动汽车充电基础设施建设行动方案(2016—2020年)》的要求,应建设城市公共充电网络,加快电动汽车充换电设施建设。在电网条件允许的情况下,可采用分散式充电桩接入公共电网。对于分散式充电桩的接入方式,一般采用就地就近接入方式。

3.2 并网运行要求

对于分布式光伏发电项目并网运行时,应由电网企业出具并网申请报告和接入系统设计方案。根据《电能质量电压波动和闪变标准》的要求,分布式光伏发电项目宜采用电压等级为10 kV及以下的配电系统进行并网。对于分布式光伏发电项目与电力用户距离较近且公共电网存在困难时,宜优先采用10 kV电压等级进行并网;当公共电网存在困难时,宜采用35 kV电压等级进行并网。

4 公共电网的负荷特性

4.1 居民住宅

居民住宅负荷特性与居民生活习惯密切相关。居民住宅用电特性主要包括以下几点：(1)居民用电负荷在晚上 21:00~23:00 的平均增长率为 11.3%；(2)居民用电负荷在白天 12:00~17:00 的平均增长率为 19.7%；(3)居民用电负荷在白天 19:00~22:00 的平均增长率为 15.2%；(4)居民用电负荷在白天 12:00~14:00 的平均增长率为 15.9%；(5)居民用电负荷在晚上 22:00~23:00 的平均增长率为 12.9%。从各时段的平均用电功率来看，白天 12:00~15:00 的用电量最大，占比达到 30%；晚间 12:00~15:00 用电量最大，占比达到 70%。从各时段的高峰用电占比来看，夜间 11:00~16:00 之间是高峰时段，峰值出现在 11:00 左右，高峰用电占比超过 50%。

4.2 医院

医院等大型公共建筑的用电负荷主要分为三类：一是医院内部的各种医疗设备，如检验设备、麻醉机、呼吸机、监护仪、心电图等；二是医疗废物处理，如污水处理设备、垃圾处理设备等；三是医疗器械，如各种医用诊断仪器等，医院内部的医疗设备的用电量占总用电量的比重较高，而在医院内部的医疗废物处理等电量占总用电量比重较低。综合来看，医院用电负荷与医院等级密切相关，三甲医院用电负荷占比较大，三级医院用电负荷占比相对较小。此外，医院用电负荷主要分布在晚上 10:00~早上 6:00 时间段，这一时间段是患者就诊的高峰期。因此，医院用电负荷具有明显的日变化规律。

5 分布式光伏和充电桩接入对公共电网电能质量的影响

分布式光伏和充电桩接入公共电网时会产生谐波和负序分量等电能质量问题，产生原因主要有两方面：一是由于分布式光伏和充电桩自身具有非线性特征，使得其所产生的谐波电流可由公共电网中的负载注入电网，造成公共电网谐波电流增加；二是由于分布式光伏和充电桩通常接入电网时并未经过合理的规划设计，使得公共电网中存在大量无功功率，进而产生负序分量^[1]。

电能质量是指电能质量问题，包括电压波动、电压偏差、波形畸变和无功功率等，会对用电设备造成损害，影响用户正常使用。公共电网接入分布式光伏发电和充电桩，会导致公共电网中的功率因数、电压波动、谐波以及闪变等电能质量问题^[3]。

6 影响机理以及解决方案

6.1 谐波

公共电网中存在大量的非线性负载，其中有大量整流器、逆变器、调压变压器等。根据 DL/T 5147-2009《电能质量公用电网谐波》标准，当谐波频率在 3~17 次之间时，称为低次谐波，其值在 3~37 kHz 之间，称为奇次谐波。公共电网中含有大量的奇次谐波分量时，会使公共电网产生较大的电压波动和闪变。此外，公共电网中含有大量的高次谐波分量时，还会使公共电网中的电力电

子设备产生强烈的电磁干扰，从而降低这些设备的工作效率，缩短设备使用寿命^[4]。

6.2 无功功率

在公共电网中，分布式光伏和充电桩均属于感性负载，会对公共电网中的无功功率产生影响。公共电网中的感性负载（如变压器、异步电动机等）在运行过程中会吸收大量的无功功率。当分布式光伏和充电桩接入公共电网时，分布式光伏和充电桩均会产生大量的无功功率。在公共电网中，的有功负荷和无功负荷都会对公共电网产生影响。当分布式光伏和充电桩接入公共电网时，由于分布式光伏的输出具有一定的随机性，会对公共电网造成冲击。分布式光伏接入公共电网后，会对公共电网的有功功率和无功功率产生影响，对公共电网造成冲击。

解决方案：(1)安装光伏逆变器和充电桩智能控制器，实现对分布式光伏和充电桩的并网控制，解决公共电网电压波动、闪变、谐波等电能质量问题。(2)合理选择分布式光伏和充电桩接入位置，将分布式光伏和充电桩就近接入公共电网。(3)在公共电网侧安装电能质量监测装置，实时监测分布式光伏和充电桩的运行状态，及时发现分布式光伏和充电桩对公共电网电能质量的影响并进行处理。(4)在分布式光伏和充电桩的配电柜上安装电能质量监测装置，实时监测配电网电能质量^[5]。

结语：分布式光伏发电是通过光伏阵列将光能转换为电能，通过逆变器将电能转化为直流电后输出到电网；充电桩是通过直流充电桩将直流电能转化为交流电能。对于光伏发电，主要从光伏方阵布局和组件配置角度进行了分析，对于充电桩，主要从功率因数、充电时间和充电模式方面进行了分析。公共电网电压质量的优劣直接影响到电力系统的安全稳定运行以及用电设备的正常运行。随着新能源汽车数量的增加以及新能源汽车在公共交通领域的应用，分布式光伏发电和充电桩接入公共电网带来了较大的挑战。从并网模式、设备配置以及运行维护等方面来看，需要在分布式光伏发电和充电桩接入公共电网时综合考虑，提出相应的解决措施。

参考文献：

- [1]刘成.某市分布式光伏和充电桩并网对公共电网电能质量的影响分析[J].红水河,2019,38(03):48-53.
- [2]王婷,陈晨,谢海鹏.配电网对分布式电源和电动汽车的承载力评估及提升方法综述[J].电力建设,2022,43(09):12-24.
- [3]姚文强,林辛炯,车嘉,刘涛.沈阳某 66 kV 变电站综合能源技术改造方案分析[J].东北电力技术,2022,43(02):37-41.
- [4]方舟,张俊,孙元章,陈思远.考虑多目标约束的充电桩数量规划研究[J].电网技术,2020,44(02):704-712.
- [5]罗李子.互动环境下分布式电源与电动汽车充电站的优化配置方法研究[D].东南大学,2019.