

Analysis on the Influence of Photovoltaic Power Generation and Power Quality of Power Grid

Ping Wang

Hangzhou Agricultural and Sideline Products Logistics Center Terminal Railway Logistics Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310000, China

Abstract

With the increasing penetration of photovoltaic power into the power grid, the influence of photovoltaic energy on the stability and performance of the power grid is increasing. The power grid is an important part of the power system, it is an important hub connecting power plants, transmission networks and users to convert the received electrical energy into electricity suitable for local users, the stability of power network directly affects the quality and reliability of power supply. In order to ensure the stable operation of power grid, optimize the structure of power grid, and provide people with high-quality production and life, power researchers need to study and explore constantly.

Keywords

photovoltaic power generation; grid; the power quality

光伏发电及其电网电能质量影响分析

王平

杭州农副产品物流中心码头铁路物流有限公司, 中国·浙江 杭州 310000

摘要

随着光伏电源向电网的渗透率越来越高, 光伏能源对电网稳定性和性能的影响日益增大。电网是电力系统的重要组成部分, 它是连接发电厂、输电网和用户的重要枢纽, 将接收到的电能转换成适合当地用户使用的电能, 电网的稳定性直接影响供电质量和可靠性。为了保证电网的稳定运行, 优化电网结构, 为人们提供高质量的生产和生活, 电力研究人员需要不断研究和探索。

关键词

光伏发电; 电网; 电能质量

1 引言

由于供电可靠性较高, 光伏发电系统的联网运行可以弥补大型电网事故时安全稳定的不足。补充集中供电模式, 实时监测区域供电的电能质量, 非常适合边远地区居民、中小城镇或商业区的发展。环境压力可以大幅度降低; 光伏发电输配电损失很小, 甚至不必要。配电站的建设可以降低或避免额外的输配电成本。而土建施工和安装费用较低。调峰性能好, 操作简单, 涉及的系统小, 启停快, 易于实现全自动化。基于此, 论文研究了光伏发电的原理、光伏系统典型结构以及电网接入对光伏系统的影响。为光伏并网后的电网运行规

划提供了理论依据, 对其安全可靠运行具有重要的理论和实践意义^[1]。

2 光伏发电概述

2.1 光伏基本工作原理

当太阳照射电池板的界面层时, 富含能量的光子激发半导体 p-n 中的共价键电子, 形成空穴电子对。空间立方体的电场将电子从空穴中分离出来, 空穴通过电场进入 P 区, 电子进入 N 区。这就产生了一个电压, 当电路接通时, 就会产生一个电流。从接口层吸收的光越多, 电路中的电流就越大^[2]。基本原理如图 1 所示。

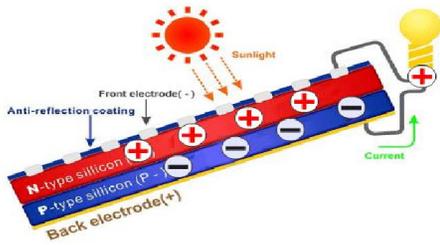


图 1 太阳能电池基本原理

一个 P-N 连接是太阳能电池的一个单位。根据标准照明 0.48V 是其额定电压的功率，但单芯片的输出电压和容量都很小，我们将把几个太阳能电池串联起来。目前太阳能电池的光电转换率一般为 15%，但国外实验室的光伏电池转换率可能为 30%，光伏发电组件如图 2 所示。光伏发电的组成部分分为太阳能电池板（组件）、控制器和逆变器。

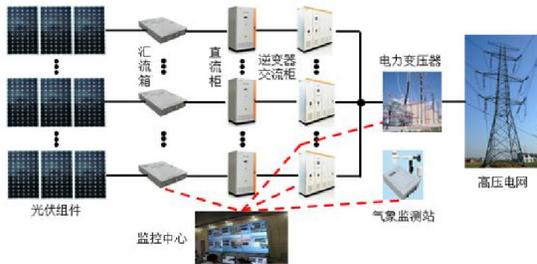


图 2 光伏电站组成

2.2 光伏并网原则

2.2.1 接入系统原则

分布式电源将影响电网的稳定性和安全性，当它选择不同的互联点时，特别是当连接到低压电网时，必须注意确保存在相同类型的其他电源。原则上，考虑到不同电源的容量、类型和重叠影响，有必要确定相关的并网点，以尽量减少并网点的数量。

2.2.2 功率控制和电压调节原则

光伏发电具有有功和无功控制的必要功能。目前，功率控制的优点是当事故网络的容量达到一定时，能帮助系统恢复正常运行，防止事故发生。

3 光伏系统典型结构及其对电网的影响

3.1 光伏系统典型结构

在两级光伏电站的拓扑结构中，可以独立地研究第一和最后的控制策略，这有利于基于直流/交流基本交流功率的各种附加功能的设计和开发。因此，论文选择了两级光伏发电拓扑结构，混合储能系统比单级储能系统具有更多的技术

和经济优势，但论文的重点是寻找网络友好型结构。为了提高电网吸收光伏电的能力，混合储能的协调管理也是一样的。综上所述，与低压电网相关的光伏发电系统拓扑如图 3 所示。

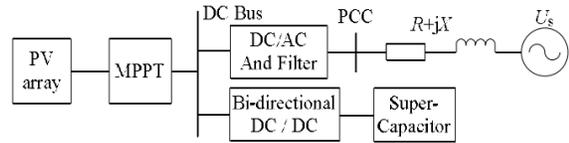


图 3 光伏并网系统拓扑结构

3.2 光伏电源对电网电能质量的影响

3.2.1 正面影响

(1) 接入电网的光伏电源可以就地达到能量平衡，避免远传的投资和损失，如果电网中的相关负载较高，光伏电源可以迅速实现可持续性和提高电网的稳定性。

(2) 通过合理配置储能装置和利用联网光伏逆变器的无功性能，光伏系统可以参与电网的电力、频率和稳定性的调节。

(3) 将网络化光伏发电系统与 UPQC 相结合，可以减少对发电系统的投资，降低光伏网络化发电的功能，全面管理电能质量和真正的电力中断校正。

3.2.2 负面影响

光伏电源的引入改变了传统的单向电流，由于光伏输出流具有随机性、波动性和不可调度性等特点，容易出现电压波动、谐波污染、过电压等性能质量问题，给网络用户造成经济损失，危及光伏系统安全稳定运行。

(1) 高性能光伏网络，特别是弱低压网络中的云量引起光伏功率的剧烈波动，可能影响系统稳定性。由于反应速度问题，变压器、电容器等电压控制方法不能有效地调节上述频繁、快速的电压变化。

(2) 光伏电源具有随机性和易失性，特别是与电网负荷不兼容时，会增加调压难度。例如，当光伏电源出力较高而电网轻载情况下容易发生潮流逆流导致过电压等问题。

(3) 光伏电源含有大量的电子开关器件，造成电网的谐波污染，特别是当光伏电源在弱电网中具有很强的渗透性时，会导致电网的谐波污染。甚至产生特定的谐波共振，危及电网的安全运行。

(4) 如果电网发生故障或被检修，任何光伏发电都会与周围负荷形成孤岛供电，异常孤岛会对维护人员的安全造成风险，用户的供电质量也得不到保证。

4 改善电网电能质量的相关措施

4.1 电网侧的措施

(1) 在光伏电源规划建设阶段, 根据全年环境数据和负荷数据, 计算分布式发电的最佳接入点和最大允许接入容量。该方案受许多客观因素的限制, 而容量规划难以考虑分布式生产的随机性、负载的转移以及负载之间的不一致性。

(2) 在过载问题的情况下, 最直接的解决办法是增大导体半径, 降低导体阻抗, 这也是最经济的解决办法。

(3) 光伏电源连接引起的电压波动可以通过改变负载步进开关来调节, 但这种调节不能有效地处理电网末端电压扩散的情况。同时, 频繁设置负载步进开关可以缩短变压器的寿命, 目前大多数低压电网都没有配备变压器控制负载电压。

(4) 网络化反应器补偿方案存在临时效应大、反应速度慢、系统共振等问题。

(5) D-STATCOM 的安装可以调节电网的供电。一方面, 增加电网中的光伏磁导率, 但这种方法一方面投资巨大; 另一方面, 电压调节对剩余电网的影响也很大。

4.2 光伏系统侧的措施

在不改变网络结构的前提下, 利用光伏电源进行有效的网络管理, 是保证网络质量、促进光伏发电技术发展的重要手段。

目前, 在并网逆变器无功控制方面, 德国研究人员提出了光伏并网逆变器恒无功功率控制、恒功率因数控制、基于光伏电源有功功率输出的 $\cos\phi(p)$ 控制、基于并网点电压的 Q(U) 控制等多种标准化方案。这些方案各自有其优缺点。

(1) 无功功率的恒定控制和功率因数的恒定控制, 这两个系统容易控制, 但灵活性很小, 无论是否过载, 都会有一定的无功功率输出, 从而造成电网的损失。

(2) 基于光伏电源有功功率输出的 $\cos\phi(p)$ 控制。光伏并网逆变器无功输出仅响应于有功出力, 而未考虑电网电能。当光伏有功出力较大, 但电网重载时, 可能并网点并未发生过电压, 但逆变器却有较大的无功输出, 增大了电网的网损。

(3) 基于电网电压的 Q(U) 控制, 光伏并网逆变器的无功功率只对电网电压起作用。多个光伏电源接入电网时, 一个节点的电压应超过限值, 其他节点的电压不应超过限值。因此, 电网的总电压调节不足。

光伏并网发电对电网产生负面影响的主要原因是不可控

电源。解决电网电力问题的另一种方法是控制光伏发电的有功功率。

日本电网要求光伏系统在电网耦合电压超过规定上限时降低有功功率, 但为了保证最大的经济效益, 降低有功功率的方案必须实时估计任何天气情况下的电网可以承受的最大光伏有功出力, 如果照明强度变化很快, 如多云天气, 特别是考虑到偶然和不规则的负荷变化, 光伏发电的上限可以从电网中吸收。

控制光伏电源有功输出有两种方式: 一是通过设置光伏板的工作点来改变光伏电池的输出流量; 二是改变光伏系统的输出流量。光伏电池阵列通常在接近最大功率点的位置工作, 通过将光伏电池阵列移动到最大功率点来降低光伏功率。然而, 该方案将光伏电池与最大功率点区别开来, 降低了光伏电池的光伏转换效率, 并在电池中以热能的形式消耗更多的能量。此外, 规定只能在光伏电池最大性能的基础上降低光伏性能, 但如果需求高于光伏电池最大性能, 则规定失效。它已成为分散式储能技术, 降低储能装置成本已成为光伏系统开发储能装置的设备。

5 结语

光伏发电系统的快速发展对社会经济和自然环境有积极影响, 但光伏生产的随机性和波动性也给电网带来了挑战。研究光伏并网发电的原理和结构。基于现有的电网模型, 研究光伏发电系统接入对电网电能质量的影响。

(1) 如果光伏能源接入电网, 线路总电压将增加, 对馈线的影响将大于同一总线上的其他馈线。在相同条件下, 馈线端部光伏发电接入位置越近, 对电网供电的影响越明显; 并网光伏发电的输出量越大。电网中各节点的电压越大, 影响越明显, 光伏系统的接入也会影响电网的潮流分布。

(2) 光伏发电接入电网后, 电网的谐波电压会增大, 对供电电压 THD 的影响大于同一母线上其他馈线。对于同一条馈线上的每一点, 离系统电源较远的节点的谐波电压更为明显。光伏发电系统并网发电量越大, 电网各点的 THD 越大, 谐波电压的增加越明显。

参考文献

- [1] 何德良, 贾宏伟. 浅析并网光伏发电系统对电网电能质量的影响[J]. 电子产品世界, 2018(12):81+88-89.
- [2] 孙焕春, 拓行. 分布式光伏发电接入对配电网电能质量的影响分析[J]. 延安大学学报(自然科学版), 2018(04):33-35.