

Discussion on the Key Points of Electrical Design of Distributed Photovoltaic Power Generation System

Silin Guo

Xi'an Petroleum University, Xi'an, Shaanxi, 710000, China

Abstract

Distributed photovoltaic power generation systems have opened up the application of new energy and alleviated the shortage of energy in China. As a new means of energy development, it has the characteristics of distributed production and can be applied on-site. With the continuous improvement of technological level, it is necessary to optimize electrical design, clarify key points, upgrade distributed photovoltaic power generation systems, and make up for the shortcomings of the past. In view of this, the research work of this paper is carried out to provide a brief overview of the distributed photovoltaic power generation system, analyze the electrical design points of the system, and explore the guarantee measures for the electrical design of the distributed photovoltaic power generation system. The future development trend of the distributed photovoltaic power generation system is also discussed, in order to provide assistance to relevant units.

Keywords

distributed; photovoltaic power generation system; electrical design

略谈分布式光伏发电系统的电气设计要点

郭思霖

西安石油大学, 中国·陕西 西安 710000

摘要

分布式光伏发电系统开辟了新能源的应用, 缓解了中国能源的短缺紧张问题。作为一种全新的能源开发手段, 它具有分布生产的特征, 可以就地应用。随着技术水平不断提升, 需要优化电气设计, 明确各项要点, 升级分布式光伏发电系统, 弥补以往的不足之处。鉴于此, 开展论文的研究工作, 简单概述分布式光伏发电系统, 分析该系统的电气设计要点, 并探讨了分布式光伏发电系统电气设计的保障措施, 展望了分布式光伏发电系统的未来发展趋势, 以期对相关单位提供帮助。

关键词

分布式; 光伏发电系统; 电气设计

1 引言

分布式光伏发电系统具有清洁环保污染的优势, 灵活地应用太阳能进行发电。在具体的设计中考虑到分布式光伏发电的特点, 开展并网设计, 优化电气设计, 选择合适的光伏组件型号和逆变器, 合理应用储能技术, 从而提高分布式光伏发电系统的性能优势, 能够充分发挥应用价值, 缓解中国的能源紧张问题。

2 分布式光伏发电系统的概述

2.1 系统组成

分布式光伏发电系统是借助光伏组件打造的一种应用模式, 能够将太阳能转化为电能, 具有就近发电、就近并网和就近转换使用的特点, 可以减少远距离的损耗, 提高资源

的利用率^[1]。该系统由光伏电站、逆变器、控制器和蓄电池组成, 其中光伏电站是整个系统的核心部分。光伏组件的质量决定着整个系统的使用效能。配备合适的逆变器能够发挥逆变作用, 将直流电输送到公共电网的交流电区域, 提高应用的合理性。

光伏电站见图 1。



图 1 光伏电站

【作者简介】郭思霖(1996-), 女, 中国河南项城人, 在读硕士, 助理工程师, 从事电力系统配网研究。

2.2 系统特点

分布式光伏发电技术具有以下几点特性：

①高功率与高可靠性。在发电中，根据太阳辐照度的变化，光伏组件提供不同的功率输出。在一个区域中安放多个光伏组件可以迅速累积总功率输出具有高功率的特点。与此同时，光伏组件的寿命长，工作原理简单，不会存在机械运动和易损坏，应用十分可靠。在分布式光伏发电系统中，涉及了多个光伏组件，分散布局，其中一个出现故障，其他组件依旧能够工作，使整个系统的运行更加安全可靠。因此光伏发电系统具有高可靠性。

②波动性与时段性。由于分布式光伏发电系统将太阳能转为电能，其发电量会受到太阳辐射强度的影响，出现波动情况。如果天气晴朗，太阳直射角度合适，能够提供较高的电力输出，如果在阴雨天会相对减弱，因此发电体现出了波动性的特点。在白天的太阳辐射强度高，输出电力很高，而在夜间，系统无法产生足够的电力供应。因此分布是由光伏发电系统呈现出了时段性的特点。

③并网安全性。将光伏发电系统与电力网络进行安全连接，具有一定的安全性，不会对电网产生影响。而大规模的分布式光伏电站会对电网电能质量开展充分的评估工作，优化整体设计，确保电压频率、功率等各方面的稳定性，防止故障传播到电力网络。

2.3 系统的不足

分布式光伏发电系统的能量密度低，在一些地区的安装面积有一定的局限性。因此应用分布式光伏发电系统无法解决用电紧张问题。因此在未来发展中需要加强该方面的研究工作，彻底地解决区域用电紧张的问题。

3 分布式光伏发电系统的电气设计要点

3.1 光伏方阵的设计

在分布式光伏发电系统的光伏方阵设计中，主要包括彩钢屋顶和水泥屋顶两种。其中彩钢屋顶主要采用顺屋面坡度平行铺设的方法安装组件，彩钢屋顶的规模体量比较大，有着较高的实际利用面积。与彩钢屋顶相比，水泥屋顶的实际应用面积比较小。不过整体的承载力更高。在具体的应用中，需要提高面积的利用率，合理布设光伏阵列。结合系统的要求，合理选择优化光伏阵列的布设。随着光伏组件温度增加，开路电压减小，可以更好地保障逆变器，在极低的温度下能够正常运行。因此，在设计光伏方阵时，要根据当地的最低气温进行计算分析，确保每一个组件的性能参数保持一致性优化方阵设计，确保光伏发电系统稳定运行^[2]。

3.2 光伏组件的选型

光伏组件有非晶硅、多晶硅和单晶硅电池组件。应用比较广泛的是晶硅类的电池组件，相关研究比较深入，不断更新性能，现阶段的制作工艺也越来越成熟。因此，在具体应用中能够充分发挥自身的性能优势，不过投入成本比较

高。多晶硅与单晶硅的电池组件相比，其中单晶硅的效率更高。产生功率相同的条件下，多晶硅要比单晶硅占用更大的建筑面积，两者的执行规定是一样的，因此在具体的设计中，设计人员需要结合系统需求进行合理选择，分析不同类型组件的各项参数，优化整体设计。

200kW 多晶硅电池性能参数见表 1。

表 1 200kW 多晶硅电池性能参数表

参数名称	参数数值
最大输出功率 /kW	200
额定工作电压 /V	35.9
额定工作电流 /A	8.09
工作温度 /℃	-40~90

3.3 逆变器的设计

逆变器在分布式光伏发电系统中主要承担着系统的转换任务。同时还能实现振动频率、电压等指标转化的科学管理工作。因此在设计工作中要格外注意逆变器的设计。

①逆变器的拓扑结构。基于逆变器的输出，分析电网结构，可以形成不同的结构类型。例如可以利用变压器隔离的方式，形成升压工频模式。或者是不需要使用变压器隔离，将逆变器输出与电网直接连接，保障逆变器输出电压与电网保持在大致相同的水平，实现对电力系统的全面优化^[3]。

②参数设计。如果其中的直流电压波动很大，要分析内部串联电阻情况。合理设置参数保障电解电容处于一个稳定的工作状态。

③设备选型。要考虑分布式光伏发电系统的装机容量，确定逆变器设备的功率与装机容量保持一致性。分析额定输出电压、输出功率、MPPT 电压区间等因素对系统影响情况。常见的逆变器有集散型集中型和组串型。其中集散型有着较高的功率，体积也很大。组串型的功率较低，体积较小。集中型的体积较大，与立式安装法的适配程度高。组串型更加适合壁挂式安装。

④保护功能设计。在整个系统设计中，还要注重保护功能的设计。有效控制逆变器的输出电流，实现与电网同频。可以加入数字控制系统，整合各类数据信息进行综合分析，确定系统的工作状态。定期开展逆变器运行的检测工作，发现异常情况，启动保护功能，保障系统的稳定运行。

3.4 合理应用储能技术

在分布式光伏发电系统中，应用储能技术能够有效解决波动性和时段性所带来的影响。现有的储能技术有蓄电池储能技术、超导储能技术等多项技术。在该技术的支持下，可以实现电能质量控制电能调峰、负荷转移等多种作用，保障整个电网的稳定运行^[4]。例如应用蓄电池储能技术，要合理选择电池的容量和类型，控制好电池的充电和放电效率，提高电能的转化率。还要考虑电池的安全性能，加强日常监控与管理工作，优化整个系统设计，有效调节光伏发电系统的能量。

3.5 光伏直流电缆和汇流箱设计。

光伏直流电缆的选择。因为关键要根据设备的实际应用环境和电气设计的具体需求，合理选择光伏直流电缆。最常见的是 PV1-F 类型电缆，主要用于组件间跳线和电流汇流的连接。

直流汇流箱主要是将各组件电源输出的直流电流进行汇流处理，接入逆变器中。优化直流汇流箱的设计，关键在于优化断路器的设计。基于断路器的额定电压、额定功率和额定电流，优化设计，做好各项参数的调整工作，可以确保直流汇流箱的稳定运行，避免直流回路短路。

3.6 并网方式的设计

设计人员需要充分研究行业的各项规定考量电压等级和电能质量，确定最佳的并网方式。在设计工作中确定分布式光伏发电系统的电压等级，了解电网的实际情况，优化电网方式的设计，保障并网后的安全稳定运行。

4 分布式光伏发电系统电气设计的保障措施

4.1 继电保护设计

优化分布式光伏发电系统的继电保护设计，在线路运行中出现短路故障的情况下，继电保护装置能够发挥作用，迅速反应保障整个系统能够稳定运行。继电保护设计包括并网线路保护、母线保护、防孤岛检测和安全自动装置的设计^[5]。在设计工作中考虑到安全性可靠性等各方面的要求，选择合适的电气设备，有效防止孤岛效应。控制好并网后的继电保护，避免引起误触情况。与安全自动装置相结合，确保具有一定的协调性和匹配性。根据分布式光伏发电系统的并网方案设计并网点，优化整个方案，解决继电保护的弊端。

4.2 监控系统的设计

监控系统主要是基于自动化技术，通过综合自动化监控系统的应用，可以实现对整个分布式光伏发电的监督管理，掌握实时的运行状态，出现问题及时进行故障报警。在具体应用中，将每个光伏组件的运行数据接入到主控制室，主控制室全面监控这些数据信息，掌握每组光伏组件的运行情况，开展数据统计计算，对比分析可以进行事故预警。可以提高分布式光伏电站运行的安全性与稳定性，优化整个电气系统的设计和运行。

4.3 防雷系统的设计

优化防雷系统的设计，保障电力系统的安全性。光伏

发电系统建设的过程中很容易受到自然环境的影响。因此在设计时也要考虑到雷电的影响情况，采取针对性地预警措施。优化防雷设计升级防雷功能，安装防雷装置，做好接地保护，确保整个电力系统的稳定运行。同时还要开展实时检测与分析工作，及时规避其中的隐患因素，发挥防雷系统的功能优势。

5 分布式光伏发电系统的未来发展趋势

近年来，随着中国科学技术水平的不断提升，在各方面的应用也取得了显著的成效。在分布式光伏发电系统的应用中，相关技术也在不断地创新。自动化控制技术的应用越来越广泛，实现了传统系统的有效升级，便于开展远程控制工作。而随着人工智能等技术的不断发展，智能化管理和运维将得到广泛地应用，构建多能互补的能源系统，发挥智能化技术的优势，智能分配合理调控，充分利用可再生资源。随着可再生能源的不断推广，分布式光伏发电系统的应用会越来越广泛，解决各区域的用电紧张问题。与此同时，加强对技术的研发，弥补分布式光伏发电系统的不足之处，促进可再生能源的应用。

6 结语

综上所述，分布式光伏发电系统的电气设计水平关系到整个系统的运行效能，因此在光伏电站的建设中要关注电气设计的各项要点优化。光伏方阵设计，光伏组件设计，逆变器设计，选择合适的并网方式，并注重采取一系列的保护措施，优化继电保护监控系统和防雷系统的设计，能够充分发挥分布式光伏发电系统的电气性能，保障光伏电站的稳定运行，提高可再生能源的利用率。

参考文献

- [1] 胡继宗.分布式光伏发电系统电气设计分析[J].电力设备管理,2023(15):84-86.
- [2] 韩志华,刘秦.分布式光伏发电系统电气设计分析[J].光源与照明,2023(1):133-135.
- [3] 王珏.分布式光伏发电系统电气设计分析[J].现代工业经济和信
息化,2023,13(10):109-111.
- [4] 范家将.新时期分布式光伏发电系统电气设计研究[J].科海故事
博览,2024(15):1-3.
- [5] 夏鼎.分布式光伏发电系统电气设计[J].中国科技信息,2021
(16):54-55.