

光伏发电并网系统及其相关技术的研究

刘国兴

(中国水利水电第十一工程局有限公司, 河南 郑州 450001)

摘要:全面有效地研究光伏发电并网系统与相关技术是必要的,此过程要从实际出发,针对性地进行系统实践,加强技术应用,创新光伏发电并网技术,从而保证光伏发电效率。通过进一步分析,总结了应用光伏发电并网系统的作用,探索了相关的系统与技术应用方法,希望分析能进一步推进光伏发电并网系统与相关技术发展。

关键词:光伏发电;并网系统;技术

中图分类号:TM615

文献标识码:A

文章编号:1004-7344(2023)48-0037-03

1 应用光伏发电并网系统的作用

1.1 环保节能

光伏发电并网系统是一种清洁、可再生的能源,其发电过程中不涉及任何燃烧或化学反应,因此不会产生废气、废水等污染物,具有极高的环保性。此外,光伏发电并网系统还可以有效减少对传统化石燃料的依赖,降低温室气体排放,对于应对气候变化和推动可持续发展具有重要意义。同时,光伏发电并网系统也是一种节能的系统。光伏发电利用太阳能进行发电,而太阳能是一种无尽的能源,因此光伏发电并网系统可以在不消耗任何其他资源的情况下进行持续供电。相比传统的化石燃料发电,光伏发电并网系统的能源利用效率更高,可以有效地节约能源,减少能源浪费^[1]。

1.2 降低电力成本

光伏发电并网系统的建设和运行成本相对较低。首先,光伏发电并网系统的设备简单,不需要大量的燃料或水等资源,因此建设和运行的成本相对较低。其次,随着技术的不断进步和规模效应的显现,光伏发电并网系统的成本也在不断降低,使得更多的企业和个人可以承受其建设和运行成本。此外,光伏发电并网系统还可以通过提高电力使用效率来降低电力成本。由于光伏发电是分布式发电,可以就地使用电力,减少电力传输过程中的损耗和成本。相比传统的集中式发电和长距离输电模式,光伏发电并网系统可以更高效地使用电力,降低电力成本。

1.3 提高能源安全性

光伏发电并网系统可以提高能源安全性。首先,由于光伏发电是分布式发电,可以避免单一能源来源的风险。在传统的集中式发电模式下,一旦某个能源来源出现问题或中断,会对整个电力系统的运行造成影响。而光伏发电并网系统可以在不同地区或不同建筑物上建设多个发电单元,实现能源的分散供应,避免单一能

源来源的风险^[2]。此外,光伏发电并网系统还可以提供应急电力供应。在自然灾害或其他紧急情况下,传统的集中式发电模式可能会受到损坏或中断,而光伏发电并网系统可以在不同地区或不同建筑物上建设多个发电单元,实现应急电力供应,保障重要设施和居民的用电需求。

2 光伏并网的技术要求

2.1 电压控制

光伏并网系统必须能够承受各种运行条件下的电压波动。当大量光伏电源接入电网时,其输出功率的不稳定可能导致电网电压的波动。因此,光伏并网系统需要具备电压控制技术,以稳定电网电压。为了实现电压控制,光伏并网系统需要配备有逆变器等电力电子设备,将光伏电池输出的直流电转换为交流电,并与电网进行连接。逆变器的控制策略需要根据电网的运行状态和光伏电池的输出功率进行实时调整,以实现电压的稳定。此外,还可以通过无功补偿装置等设备来进一步优化电网的电压质量。

2.2 频率稳定

光伏并网系统必须能够适应电网频率的变化。由于光伏电源的输出功率是不稳定的,当其输出功率突然变化时,可能会对电网的频率产生影响。因此,光伏并网系统需要具备频率稳定技术,以确保电网的稳定运行。为了实现频率稳定,光伏并网系统需要配备有能够快速响应频率变化的控制器。当电网频率发生变化时,控制器需要及时调整光伏电池的输出功率,以抵消其对电网频率的影响。此外,还可以通过与常规电源进行协调控制等措施来进一步优化电网的频率质量。

2.3 保护控制

光伏并网系统必须具备保护控制技术,以确保电网的安全运行。由于光伏电源的接入可能会对电网的保护控制设备产生影响,因此需要针对光伏电源的特

点制定相应的保护策略。为了实现保护控制,光伏并网系统需要配备有过电压保护、过电流保护等保护设备。这些保护设备需要在电网出现异常时及时切断光伏电池的输出,以避免对电网造成更大的损害。此外,还需要制定相应的继电保护策略,以确保电网的正常运行⁹。

3 光伏发电并网关键技术

3.1 电力电子技术

电力电子技术在光伏发电并网技术中发挥着至关重要的作用。该技术主要涉及电力电子器件、电力电子变换器以及电力电子控制系统等,这些器件和系统在光伏发电并网技术中实现了电力的转换、控制和调节。下文详细介绍电力电子技术在光伏发电并网技术中的应用。

3.1.1 电力电子器件的应用

电力电子器件是电力电子技术的基础,在光伏发电并网技术中,电力电子器件的作用主要是实现电力的转换和调节。其中,最常用的电力电子器件包括晶体管、晶闸管、IGBT等。

晶体管。晶体管是一种电流控制器件,通过控制基极电流来实现对晶体管输出电流的控制。在光伏发电并网技术中,晶体管常被用于整流器中,将交流电转换为直流电,为后续的电力变换和控制提供基础。

晶闸管。晶闸管是一种半控型器件,通过控制门极电压来实现对器件的开关控制。在光伏发电并网技术中,晶闸管常被用于逆变器中,将直流电转换为交流电,为并网发电提供必要的电力。

IGBT。IGBT是一种全控型器件,通过控制栅极电压来实现对器件的开关控制。在光伏发电并网技术中,IGBT常被用于逆变器和整流器中,实现电力的变换和调节。

3.1.2 电力电子变换器的应用

电力电子变换器是电力技术的核心,在光伏发电并网技术中,电力电子变换器的作用主要是实现电力的转换和控制。其中,最常用的电力电子变换器包括DC/DC变换器、DC/AC逆变器等。**DC/DC变换器:**DC/DC变换器的作用是将直流电转换为直流电,为后续的电力调节和控制提供基础。在光伏发电并网技术中,DC/DC变换器通常被用于光伏电池板输出的直流电的升压或降压变换。**DC/AC逆变器:**DC/AC逆变器的作用是将直流电转换为交流电,为并网发电提供必要的电力。在光伏发电并网技术中,DC/AC逆变器通常被用于将光伏电池板输出的直流电转换为交流电,并将其输送到国家电网¹⁰。

3.1.3 电力电子控制系统的应用

电力电子控制系统是电力电子技术的关键,在光

伏发电并网技术中,电力电子控制系统的作用主要是实现电力的调节和控制。其中,最常用的电力电子控制系统包括PID控制器、模糊控制器等。**PID控制器:**PID控制器是一种经典的控制器,通过调节比例、积分和微分3个参数来实现对系统的精确控制。在光伏发电并网技术中,PID控制器常被用于调节逆变器的输出电流和电压,以保证电力输出的稳定性和质量。**模糊控制器:**模糊控制器是一种基于模糊逻辑理论的控制,通过模拟人类的推理过程来实现对系统的控制。在光伏发电并网技术中,模糊控制器常被用于非线性系统的控制中,如光伏电池板的工作点跟踪等。

例如,太阳能电池板与储能电池的结合应用。这种应用方式将太阳能电池板产生的电能存储在储能电池中,当电网需要时,将电能输送到电网中。这种结合方式可以解决光伏并网系统输出功率不稳定的问题,同时也可以在电网出现故障时提供备用电源,提高电网的可靠性和稳定性。在具体实现方面,太阳能电池板和储能电池可以连接到电力电子变换器上,电力电子变换器可以将太阳能电池板输出的直流电转换为交流电,并将其输送到电网中。同时,电力电子变换器也可以将电网的电能逆变为直流电,存储在储能电池中。

3.2 电力变换技术

光伏发电并网技术中的电力变换技术是实现高效、稳定电力供应的关键环节。电力变换技术包括逆变器、整流器等多种设备,这些设备的应用可以实现对电力的转换、调节和控制。下面详细介绍电力变换技术在光伏发电并网技术中的应用¹¹。

3.2.1 逆变器的应用

逆变器是一种将直流电转换为交流电的电力变换设备。在光伏发电并网技术中,逆变器的作用主要是将光伏电池板输出的直流电转换为交流电,并将其输送到国家电网。**半控型逆变器:**半控型逆变器采用晶闸管等半控型器件,通过控制门极电压来实现对器件的开关控制。这种逆变器的优点是结构简单、成本低,但缺点是输出波形质量较差,谐波含量较高。在光伏发电并网技术中,半控型逆变器可用于一些对电力质量要求不高的场合。**全控型逆变器:**全控型逆变器采用IGBT等全控型器件,通过控制栅极电压来实现对器件的开关控制。这种逆变器的优点是输出波形质量好、谐波含量低,但缺点是结构复杂、成本较高。在光伏发电并网技术中,全控型逆变器可用于一些对电力质量要求较高的场合。

3.2.2 整流器的应用

整流器是一种将交流电转换为直流电的电力变换设备。在光伏发电并网技术中,整流器的作用主要是将

交流电转换为直流电，为后续的电力调节和控制提供基础。单相整流器：单相整流器采用单相电源供电，通过整流器的作用将交流电转换为直流电。这种整流器的优点是结构简单、成本低，但缺点是输出电流较小、适用于小功率场合。在光伏发电并网技术中，单相整流器可用于一些小功率的光伏发电系统。三相整流器：三相整流器采用三相电源供电，通过整流器的作用将交流电转换为直流电。这种整流器的优点是输出电流大、适用于大功率场合，但缺点是结构复杂、成本较高。在光伏发电并网技术中，三相整流器可用于一些大功率的光伏发电系统。

3.2.3 谐波抑制和无功补偿技术

在光伏发电并网技术中，由于电力变换器的应用不可避免地会产生谐波和无功功率，因此，需要对这些谐波和无功功率进行抑制和补偿。谐波抑制技术：谐波抑制技术可以采用多种方法，如增加滤波器、采用多重化技术等。这些方法可以有效地抑制电力变换器产生的谐波，提高电力输出的质量。无功补偿技术：无功补偿技术可以采用多种方法，如采用并联电容器、静止无功补偿器等。这些方法可以补偿系统所需的无功功率，提高电力输出的稳定性和质量。

例如，丹麦罗斯基勒市的太阳能发电站采用了光伏并网电力变换技术。该电站使用了 14000 个太阳能电池板，覆盖了 14 个足球场大小的面积。这些电池板通过电力变换装置将直流电转换为交流电，并输送到电网中。该电站的年发电量约为 6000MW 时，可以为当地的家庭和企业提供电力。云南王三冲 24MW 规模的光伏电站采用光伏和储能并网电力变换技术。该电站使用了共 41083 块 550Wp 双面单晶硅光伏组件、61 台 320kW 组串式逆变器、以及磷酸铁锂电池、2.4/4.8MW·h 储能系统设备，将光伏及储能直流电能转换为稳定功率的交流电，并网输送至电网系统中，为电网提供清洁能源，为实现碳中和目标增砖添瓦。

这两个案例说明了光伏并网电力变换技术在实践中的应用。通过电力变换技术，可以将太阳能电池板产生的直流电转换为交流电，并将其输送到电网中。这种技术可以确保电网的稳定运行，同时也可以为可再生能源的发展提供技术支持和保障^⑥。

4 电力系统光伏发电并网技术发展的建议

4.1 加强技术支持和创新

加大研发投入。鼓励科研机构和企业加大光伏发电并网技术的研发投入，提升核心技术竞争力。重点针对高效能、低成本的光伏电池和组件，以及光伏发电并网系统的优化和控制技术进行研究和开发。技术创新与合作。鼓励企业与科研机构、高校等开展合作，共同

推动光伏发电并网技术的创新和突破。加强产学研一体化发展，加快科研成果的转化和应用。提升设备性能和质量。鼓励企业提高光伏发电设备的性能和质量，提升我国光伏产品的整体竞争力。加强对光伏电池和组件的质量控制和技术升级，确保并网系统的稳定性和可靠性。

4.2 推进智能化发展

提升智能化水平。加强光伏发电并网技术与智能化技术的结合，提高光伏发电系统的智能化水平。积极推广和应用物联网、云计算、大数据等新技术，实现光伏发电系统的智能化控制、优化运行和远程管理。加强信息通信建设。加强信息通信网络建设，提高光伏发电系统的信息传输和处理能力。建立健全光伏发电信息监测和调度系统，实现电力信息的实时采集、分析和优化，提高电力供应的稳定性和可靠性。推进智能运维管理。鼓励企业推广智能运维管理模式，提高光伏发电设备的运行维护效率和管理水平。通过智能化监控、预测和维护等技术手段，及时发现和解决设备故障问题，确保光伏发电系统的稳定运行。

5 结语

光伏发电并网系统是一种高效、环保的能源供应形式，具有广阔的应用前景。光伏发电并网系统在实际应用中具有较高的性能特点和优势，但同时也存在一些问题和挑战。未来，随着技术的不断进步和发展，光伏发电并网系统将会有更多的应用场景和更大的发展潜力。因此，我们应该进一步加强对光伏发电并网系统及其相关技术的研究和应用，为推动全球能源可持续发展做出更大的贡献。

参考文献

- [1] 褚磊. 并网光伏发电系统对电网电能质量的影响分析[J]. 中国设备工程, 2022(16): 86-88.
- [2] 庞晓霞, 熊小俊. 光伏并网技术要点浅析与应用探讨[J]. 智能建筑电气技术, 2022, 16(4): 46-49, 62.
- [3] 朱建康. 风力发电和光伏发电并网的问题和对策[J]. 光源与照明, 2022(7): 201-203.
- [4] 李荣洲. 光伏发电与并网技术的优势及应用要点分析[J]. 节能与环保, 2022(7): 30-31.
- [5] 李利. 光伏发电在地铁供电系统上的应用[J]. 工程机械文摘, 2022(4): 31-33.
- [6] 李亚. 光伏发电与并网技术研究[J]. 城市建筑空间, 2022, 29(增刊1): 143-144.

作者简介: 刘国兴(1970—)，男，汉族，河南灵宝人，本科，高级工程师，主要从事机电设备安装、调试、试运行等方面的工作。