

光伏并网发电系统设计要点研究

张向东

金开智维(宁夏)科技有限公司 宁夏 银川 750021

摘要: 光伏并网发电系统是未来可再生能源发展的重要组成部分,其设计关键点包括逆变器选择、负载匹配、并网控制与保护技术、系统安全与可靠性等方面。逆变器应具备高效率、适当容量和可靠性,以确保系统稳定运行并提高发电效率。负载匹配需基于光伏组件的容量和系统实际需求进行合理设计。并网控制与保护技术则是保障系统与电网稳定互联的关键,包括功率控制、频率响应、过电压保护等功能。

关键词: 光伏并网;发电系统;设计要点

1 光伏并网发电系统概述

光伏并网发电系统是一种利用太阳能光伏发电技术,将太阳能电池产生的直流电转换为交流电,然后送入电网并实现与电网同步运行的发电系统。该系统通常由太阳能电池、逆变器、支架、配电设施、变电设备、监控设备、通信设备等组成。太阳能电池是直接将太阳辐射转化为电能的组件,逆变器则扮演着将直流电转换为交流电的关键角色,支架和配电设备则用于支撑和分配电能,变电设备降电压变换成并网电压,监控设备实现各类监测、控制和保护功能,通信设备实现电厂与调度、集控系统通信。在光照条件良好的情况下,光伏并网发电系统可以稳定高效地发电,实现为电网供电,并为用户获得一定的收益。随着清洁能源的重要性逐渐凸显,光伏并网发电系统作为一种具有环保、可再生、分布式等诸多优势的发电方式,受到了广泛关注和应用。这种系统具有延伸性强、资源广泛、环保等特点,在能源转型的大背景下,光伏并网发电系统作为一种新兴的发电方式,将在未来的能源发展中扮演越来越重要的角色,对于构建清洁、高效、可持续的能源供应体系具有重要意义^[1]。同时,通过并网发电,可以有效减少对传统能源的依赖,减少对环境的污染,推动经济可持续发展。光伏并网发电系统的发展与应用将更好地满足社会对电能的需求,为建设美丽中国、推动绿色发展贡献力量。光伏并网发电系统是利用太阳能发电技术,在满足用户自身用电需求的同时,将多余的电能输出到电网,实现与电网的互动。

并网发电系统是一种将发电系统与电网相连接并实现能源共享的系统。其基本原理是将发电系统(如太阳能光伏发电、风力发电等)通过逆变器将直流电转换为交流电,然后将交流电通过电网连接到电力系统中,与电网同步运行,向电网输送电能。在并网发电系统

中,逆变器扮演着至关重要的角色。逆变器能够将太阳能电池或风力发电机产生的直流电转换为交流电,并确保交流电的频率、电压等参数与电网保持一致。逆变器通过控制输出的电流和电压,使得系统稳定运行,并保持与电网的连接。通过逆变器的工作,能源系统产生的电能能够有效地输送到电网中,满足用户需求,享受电网供电的便利,同时实现电能的双向流动,即可从电网购电,也可以向电网卖电。并网发电系统的运行需要遵循一些严格的要求,以确保系统稳定性和与电网的安全连接。其中最重要的是保证系统的电流、电压、频率等参数与电网匹配,避免对电网造成不稳定和负面影响。此外,系统还应具有适当的保护机制,如过流保护、过压保护、短路保护等,以应对各种意外情况,确保电网和系统的安全可靠运行。

2 太阳能电池选择与布局设计

2.1 太阳能电池的种类

在进行光伏发电系统设计和建设时,选择合适的太阳能电池并设计优化的布局是至关重要的。太阳能电池的种类主要包括单晶硅、多晶硅和薄膜太阳能电池组件。单晶硅组件是由单晶硅片制成,具有效率高和较高的稳定性,适合于对发电效率要求较高的项目。单晶硅组件的表面光亮,外观较为美观,同时高温和光弱环境下的表现也较为出色。多晶硅组件则是由多晶硅晶粒制成,制造工艺相对简单,成本较低,适用于大规模光伏电站建设。尽管其转换效率不及单晶硅组件,但在光照条件较弱时性能稳定性较好。薄膜太阳能电池组件由多种材料组成,如非晶硅、铜铟镓硒(CIGS)等,具有轻薄柔韧、适应性强等优点。薄膜组件生产工艺相对简单,制作成本低,适用于一些特殊形状或轻载荷建筑物。

2.2 太阳能电池的选型

在进行光伏组件选型时,需要综合考虑多个因素,

以确保系统具有高效性能、稳定可靠性和经济实用性。首先,应考虑太阳能电池的转换效率。高转换效率的光伏组件能够更有效地将太阳光能转化为电能,提高系统的发电效率,降低成本投入。因此,选择具有较高转换效率的光伏组件对于项目的整体经济效益至关重要。其次,光伏组件的可靠性和耐用性也是选型时重要考量因素。优质的光伏组件应具有长期稳定的发电性能,能够在各种恶劣环境条件下安稳运行,减少维护和更换成本,确保系统的长期稳定发电。此外,成本效益也是选择光伏组件时需要考虑的重要因素。除了光伏组件本身的价格外,还需要考虑系统的总投资回报率(ROI),包括组件的维护成本、寿命成本等。在确保品质的前提下,选择性价比高的太阳能电池对于项目经济效益有着重要影响。另外,太阳能电池的品牌和售后服务也是值得考虑的因素。选择知名度高、信誉良好的太阳能电池品牌能够保证产品质量和售后服务质量,降低潜在风险和后期维护成本。

2.3 太阳能电池的布局设计原则

太阳能电池的布局设计是光伏发电系统中至关重要的一环,合理的布局设计不仅能最大程度提高发电效率,还能确保系统安全稳定运行。在进行太阳能电池的布局设计时,有以下原则需要遵循:太阳能电池应该布置在光照强度充足的位置,尽量避开建筑物、树木等遮挡物对光照的干扰,保证组件接收到足够的太阳光照。根据所在地的纬度和经度,适当调整组件的倾斜角度和朝向,以最大限度地接收阳光,提高发电效率。通常来说,根据当地纬度,调整组件的倾斜角度在 25° 至 35° 左右是比较合适的选择。组件之间的间距设置合理是否会影响系统整体性能,通常间距较小会提高光伏组件的利用率,但不可过小以免影响散热和维护。根据实际场地情况,适当留有间距并避免相互遮挡,以保证光伏组件的正常工作。光伏组件的布局设计需要注重系统的安全性,避免火灾风险等安全隐患。同时,设计布局应考虑维护和清洁的便捷性,便于定期检修维护以确保系统长期稳定运行。在进行光伏组件的布局设计时,需要考虑太阳能辐射情况、建筑物的结构、阴影遮挡以及场地可利用面积等因素。通常情况下,倾斜角度、安装方向、组件间距等都会影响系统的发电效率。在实际设计中,需要结合光伏组件性能、场地条件以及用户需求等综合考虑,以最大限度地提高发电效率、降低成本,实现光伏发电系统的最佳设计和布局^[2]。

3 逆变器选择与设计要点

3.1 逆变器的类型及特点

在光伏发电系统中,逆变器是起着将直流电转换为交流电并与电网同步的关键装置。逆变器的选择与设计是影响光伏发电系统性能的一个重要方面。高转换效率的逆变器能够最大程度地利用光伏组件产生的直流电,将其转换为交流电输出到电网中,从而提高系统的发电效率。在选型过程中,要尽量选择具有高效率的逆变器,以确保系统整体性能的优秀。逆变器的容量和输出功率,逆变器的容量应与光伏组件的总容量匹配,同时要考虑逆变器的额定输出功率,以满足系统的实际用电需求。在设计过程中,需要合理确定逆变器容量,并确保其输出功率满足系统的需要^[3]。逆变器的稳定性和可靠性也是选择的重要考量因素,优质的逆变器具有稳定的性能和耐用的质量,能够在各种工作环境下保持良好的运行状态,减少系统故障率,延长设备寿命。逆变器的类型包括中心逆变器、组串式逆变器等。中心逆变器适用于大型光伏电站,通过集中式的设计将多个光伏组件连接到逆变器中。组串式逆变器是将逆变器安装在每个光伏方阵附近,每个光伏方阵都有一个独立的逆变器,再通过厂区箱变降电能输送到电网,适用于单体光伏组件发电系统。

3.2 逆变器的选型考虑因素

在光伏发电系统中,逆变器的选择与设计是至关重要的环节,直接影响系统的发电效率、可靠性和经济性。在进行逆变器的选型时,需要考虑以下关键因素:高效率的逆变器能够有效地将光伏组件产生的直流电转换为交流电输出到电网中,降低能源损耗,提高系统的发电效率。因此,选择具有高转换效率的逆变器是确保系统稳定运行和最大化发电效率的关键。逆变器的容量应与光伏组件总容量匹配,且需要注意逆变器的额定输出功率,以确保逆变器能够满足系统的实际发电需求。在设计过程中,要综合考虑光伏方阵的额定功率、可预期的负载需求以及逆变器的输出容量,在保证性能的前提下选择适合的逆变器。

3.3 逆变器设计要点与优化方案

在设计和优化逆变器时,需要考虑以下要点和优化方案:首先,逆变器的负载匹配是设计要点。逆变器应根据系统的负载需求选择合适的容量和功率输出。负载匹配不仅可以提高系统的效率,还可以避免逆变器负载过载或处于低负载运行状态,从而延长逆变器的使用寿命。其次,逆变器的效率是设计和优化的重要考量因素。选择高效率的逆变器可以降低能源转换损耗,提高系统的发电效率。优化设计中,可以考虑使用高效率的转换系统(如采用高效率IGBT)、提高电路设计等方

式来提升逆变器的转换效率。另外，逆变器的稳定性和可靠性是设计要点。在设计逆变器时，应考虑采用优质的元器件、合理的散热设计、完善的保护措施等，以确保逆变器在各种工作环境下稳定可靠地运行，减少故障率。此外，逆变器的智能监控与优化也是重要的设计方向。通过添加监控系统和智能控制功能，可以实时监测系统运行状态、诊断问题并采取相应的控制措施，从而最大化系统的发电效率和运行稳定性。

4 并网控制与保护技术

4.1 并网控制策略介绍

在光伏发电系统中，并网控制与保护技术是确保系统安全稳定运行的关键。并网控制策略主要包括以下几个方面的介绍：主动功率控制策略是一种常见的并网控制策略，该策略通过调整逆变器输出功率，控制光伏系统向电网输送的有功功率，以维持系统与电网的功率平衡。逆变器可以通过主动功率控制来实现对系统的电压、频率和功率因数等参数进行调节，确保系统稳定并满足电网接入的技术规范要求。逆变器的无功功率控制策略也是一项重要的并网控制技术，在光伏系统接入电网时，逆变器需要根据电网的无功功率需求主动调节无功功率输出，以维持系统的无功平衡，提高电网的稳定性。逆变器通过优化无功功率控制策略可以降低系统的无功损耗，提高系统的功率因数。频率响应控制策略是针对电网发生频率波动时的一种应对策略，光伏系统可以通过逆变器的频率响应控制策略实时调整并控制系统的频率响应特性，从而提高电网的频率稳定性，对电网频率的快速波动和调整做出相应响应。实时监测与故障保护策略是并网控制中不可或缺的一部分，通过建立完善的监测系统，可以实时监测光伏系统的运行状态和电网接入情况，及时发现并解决问题。

4.2 并网保护技术要点分析

并网保护技术是光伏发电系统中的重要组成部分，用于确保系统在接入电网时的安全可靠运行。（1）过欠压保护：过欠压是光伏系统接入电网时常见的问题之一。通过设定逆变器的过压和欠压保护值，可以在电网

电压异常情况下及时切断并网运行，避免对逆变器和电网造成损害。（2）过频保护：频率异常是电网故障时的典型表现，也会对光伏发电系统造成影响。通过设置过频保护值，当电网频率超出预设值时，逆变器可以及时停机，保护系统不受电网频率异常的影响。（3）短路保护：短路是光伏系统运行过程中可能发生的故障。通过设置短路保护功能，逆变器能够在检测到电路短路时迅速切断电路，避免事故进一步扩大。（4）过流保护：过流是电气设备受损的常见原因。逆变器通过设置合理的过流保护功能，当系统中电流超过设定值时，及时切断输出，避免设备过载损坏^[4]。（5）温度保护：逆变器在长时间运行中会产生一定的热量，过高的温度会影响系统的稳定性和寿命。设定逆变器的温度保护功能，当温度超过设定值时，及时减小功率输出或停机，保护系统不受过热影响。

结束语

光伏并网发电系统设计的重要性不言而喻，它不仅关乎系统稳定运行和发电效率，也直接影响到电网安全与可靠性。通过深入研究并理解设计要点，合理选型与优化设计，可以实现光伏发电系统的高效稳定运行，实现清洁能源的有效利用和推广，助力绿色能源的可持续发展。希望未来在光伏并网发电系统设计领域的研究能够不断取得新突破，为可再生能源的发展贡献更多的智慧和力量。

参考文献

- [1]于立岩.吴迪迪.满成.et al.光伏并网接入配电网的太阳能发电系统设计[J].计算机测量与控制.2018.26(3):107-111.
- [2]金卓勳.向铁元.陈红坤.等.考虑电能质量问题的分布式光伏发电接入规划方法[J].电力系统保护与控制.2017.45(9):1-8.
- [3]佚名.基于模块化LLC谐振变换器的光伏中压直流并网方案[J].电力建设.2018.39(10):53-62.
- [4]高峰.光伏并网系统的优化设计与协调控制技术展望[J].南方电网技术.2016.10(3):91-97.