

Electrical Design Technology in the Design of Distributed Photovoltaic Power Station in the New Era

Yongzhou Yang^{1,2} Xuhui Wang^{1,2} Jie Chen^{1,2} Tianlong Li^{1,2}

1. Photovoltaic Industry Technology Branch, Huanghe Hydropower Development Co., Ltd., Xining, Qinghai, 810000, China
2. State Power Investment Group Qinghai Photovoltaic Industry Innovation Center Co., Ltd., Xining, Qinghai, 810000, China

Abstract

In the development link of the power industry, photovoltaic power station, as an advanced form of power generation, has become an important component of the power industry, which requires relevant personnel to design according to the actual situation. In the development link of photovoltaic power station, the electrical design of the design link directly affects the function of photovoltaic power station, so it is necessary for relevant personnel to strengthen the attention to electrical design in combination with the actual situation, analyze the necessity and difficulties of electrical design, and formulate targeted electrical design methods on this basis. This paper starts from the distributed photovoltaic power station, the electrical design analysis, through the literature review and other means of electrical design requirements, reasonable selection of electrical design technology, promote the development of the power station.

Keywords

new era; distributed photovoltaic power station; electrical design; technology selection

新时期分布式光伏电站设计中的电气设计技术

杨勇洲^{1,2} 王旭辉^{1,2} 陈杰^{1,2} 李天龙^{1,2}

1. 黄河上游水电开发有限责任公司光伏产业技术分公司, 中国·青海 西宁 810000
2. 国家电投集团青海光伏产业创新中心有限公司, 中国·青海 西宁 810000

摘要

电力行业发展环节, 光伏电站作为先进发电形式, 成为电力行业的重要组成, 需要相关人员结合实际进行设计。而在光伏电站发展环节, 设计环节的电气设计直接影响光伏电站的功能, 就需要相关人员结合实际加强对电气设计的重视, 分析电气设计的必要性以及难点, 并且在此基础上制定针对性电气设计方法。论文从分布式光伏电站入手, 对其中的电气设计进行分析, 通过文献综述等手段分析电气设计要求, 合理选择电气设计技术, 推动电站的发展。

关键词

新时期; 分布式光伏电站; 电气设计; 技术选择

1 引言

分布式光伏电站作为常见的电站形式, 主要借助太阳能进行电力生产, 而且分布式光伏电站对于设施的布置要求较高, 技术性较强, 实际作业环节, 要求相关人员计算光伏方阵的最佳倾角, 使组件能够充分接收光照, 从而达到光伏电站的最高发电量。电气设计作为光伏电站设计的关键一环, 直接影响电站的作业质量, 这就要求设计人员结合电站的实际状况对电气设计进行分析, 阐述电气设计的难点, 然后结合实际制定针对性的解决策略, 保证电气设计能够满足

【基金项目】黄河公司光伏电站数字孪生可视化评估分析系统设计与开发科研项目支持。

【作者简介】杨勇洲(1987-), 男, 中国陕西咸阳人, 硕士, 从事光伏电站测试技术、电站系统评估分析等研究。

电站设计的要求。而针对电气设计技术, 则要求相关设计人员对分布式光伏电站进行分析, 合理地引进先进技术, 充分发挥电气设计的功能, 以保证电气设计作业的落实。

2 状况概述

光伏电站数字孪生可视化评估分析系统设计与开发项目基于数字孪生技术, 通过光伏电站实景建模交互开发平台的搭建, 实现光伏电场设备三维模型库建立、模型库管理, 光伏电站三维构建等, 具备光伏电站多源异构数据接入和管理及红外热成像数据接入、各类终端渲染和可视化呈现、VR 漫游功能等。从地形场景还原、组件布置、汇流箱布置、变压器布置等方面着手, 实现光伏电站初步设计、三维仿真、存量电站三维实景构建、展示等, 为光伏电站全生命周期数据展示提供平台和支撑。

分布式光伏电站如图 1 所示。



图 1 分布式光伏电站

3 分布式光伏电站电气设计概述

分布式光伏电站是指将光伏发电系统分布在不同地点的电站，通常是安装在建筑物屋顶、停车棚、工业厂房等地方，以最大限度地利用可用的空间和降低输电损耗。分布式光伏电站具有就近发电、接近负荷、减少线路损耗、提高系统稳定性等优点，对于改善城市能源结构和减轻电网负荷具有重要意义。分布式光伏电站的电气设计是指针对分布式光伏发电系统的电气部分进行规划和设计，以确保光伏系统能够高效、安全地运行，并与电网连接实现电能的输出。实际作业环节，光伏电站的设计要点主要包括光伏组件排布、直流侧设计、逆变器选型、交流侧设计、并网保护、配电系统设计、监控与管理系统以及接地系统设计等^[1]。通过合理的电气设计，分布式光伏电站可以高效地利用太阳能资源，为清洁能源发展贡献力量。

4 分布式光伏电站电气设计的必要性

分布式光伏电站发展环节，电气设计直接影响电站功能的发挥，所以电气设计在分布式光伏电站中就具有多样化的优势，需要相关人员进行深入分析。

4.1 保障了电站的安全性

电气设计能够确保分布式光伏电站的电气系统符合安全标准，有效地防止电气事故和火灾等安全问题发生，保障设备、人员和周围环境的安全。

4.2 保证了系统稳定性

合理的电气设计可以确保光伏发电系统的稳定运行，包括逆变器的选型和配置、配电系统的设计等，保证系统在各种工作状态下都能够正常运行。

4.3 提升了电站的高效性能

通过优化电气设计，可以提高光伏电站的整体性能和发电效率，最大限度地利用太阳能资源，提高发电量和经济效益。

4.4 可以实现故障排除

良好的电气设计能够减少电气故障的发生，并且使得一旦出现故障时能够迅速排除，缩短停机时间，提高系统的可靠性和运行效率。

5 分布式光伏电站电气设计的难点

电气设计虽然能够很大程度上提升分布式光伏电站的

作业质量，但是电气设计本身较为复杂，再加上分布式电站的规模较大，电气设计就还存在一些难点，需要相关人员进行深入分析。

5.1 系统复杂性

分布式光伏电站通常由多个光伏组件、逆变器、配电系统等组成，系统结构复杂，需要综合考虑各个部分之间的协调与配合。

5.2 需要进行功率匹配

光伏组件、逆变器的功率特性不同，需要进行合理匹配和配置，以确保系统整体性能优化，并避免因功率不匹配导致的效率损失。

5.3 防雷设计要求较高

光伏电站易受雷击影响，需要进行防雷设计，包括接地设计、避雷器选择等，以保护设备和人员安全。

5.4 并网要求较高

分布式光伏电站需要与电网连接，并网要求复杂，需要满足电网的稳定性、频率控制等要求，对电气设计提出了更高的要求（图2）。



图 2 分布式光伏电站电气设计

6 新时期分布式光伏电站设计中的电气设计技术

6.1 合理进行光伏阵列设计

分布式光伏电站的电气设计中，光伏阵列设计直接影响到整个系统的发电效率和运行稳定性，需要相关人员通过以下手段进行落实。一是要根据项目实际情况选择合适的光伏组件，考虑功率、效率、耐久性等因素，以满足系统的发电需求。合理的阵列布局可以最大程度地利用光照资源，减少阴影遮挡对发电量的影响，提高光伏系统的发电效率；二是要根据所在地区的经纬度和气候条件，确定光伏板的安装倾角和朝向，使其能够获得最大的日照能量；三是要选择合适的阵列排列方式，如串联或并联，以便在不同光照条件下获得最佳发电效率；四是考虑到光伏板表面的积灰会影响发电

效率,设计阵列时需要考虑防尘和清洁措施,确保系统长期稳定运行。通过合理的光伏阵列设计,可以最大限度地提高分布式光伏电站的发电效率,降低系统的运行成本,延长设备的使用寿命,从而实现清洁能源的有效利用和环保效果。

6.2 合理进行逆变器的选择

分布式光伏电站电气设计环节,逆变器作为常见的组件之一,直接影响整个工程的质量,电站中,负责将光伏组件产生的直流电转换为交流电并与电网连接。所以逆变器的选型就十分重要,直接影响到系统的效率、稳定性和整体性能,需要相关人员结合实际进行设计。第一,逆变器的额定功率应与光伏组件的总输出功率匹配,避免功率不足或过剩导致系统效率下降或逆变器损坏。还需要选择高效率和高可靠性的逆变器可以提高系统的发电效率,降低能量损耗,并减少维护成本。第二,最大功率点跟踪(MPPT)技术是提高光伏系统效率的关键,该技术使光伏板能够输出更多电能的电气系统能够将太阳能电池板发出的直流电有效地贮存在蓄电池中,可有效地解决常规电网不能覆盖的偏远地区及旅游地区的生活和工业用电,不产生环境污染。逆变器应具备优秀的MPPT性能,确保在不同光照条件下都能实现最佳发电量。第三,还需要选择具有良好通信功能的逆变器,能够实现对系统的远程监控、故障诊断和数据采集,提高运维效率。第四,还考虑逆变器的工作环境,选择具有良好环境适应性的产品,能够在恶劣的环境条件下稳定运行^[2]。综合考虑以上因素,选择适合项目需求的逆变器是分布式光伏电站电气设计中至关重要的一环,能够保证系统的高效、稳定运行,最大限度地发挥光伏发电系统的效益。

6.3 光伏模块布局设计

倾斜和方位角设计太阳能电池场的方位角和倾斜角是光伏系统的重要条件因素。方位角是指东、西、南、北方向的分量方向角。通用光伏系统方位角的合理设计,可以最大化发电。一般来说,当地纬度是安装太阳能电池组件的最佳倾角。但在设计中,构件是建在山脚缓坡上的,构件与地面的倾角要相应减小。利用PVsyst软件进行仿真,通过调整倾角,系统损耗为0%,确定光伏组件最佳倾角。

此外,还需要重视光伏组件阵列间距的设计与优化,在山地太阳能光伏电站的设计中,由于地形条件的影响,光伏组件的布置也是设计的重点之一。布置不当会在模块上造成阴影,从而影响电站的发电能力,降低系统效率。为了避免上述情况,间距的合理计算方法尤为重要。

6.4 光伏串设计

为了提高逆变器转换效率的最大化,光伏组件必须根据逆变器的参数进行串联和并联。对于每个并联支路中串联的光伏组件数量,需要结合逆变器功率跟踪最大电压的衡量,为了找准光伏组件的最佳工作点,需要将其控制在电压应在逆变器功率跟踪最大电压范围内。为了确保阵列布局和污水池上方施工的便利性,需要将每22个元件设计为一个串联电路,部分地方根据实际情况调整为20或21块串联。

6.5 重视并网保护

在分布式光伏电站的电气设计中,并网保护设计是至关重要的,它可以确保光伏系统与电网安全稳定地运行,并防止因故障导致的损坏。以下是在并网保护设计中需要考虑的几个关键因素:第一,针对电网或光伏系统产生的过电压情况,应设置过电压保护装置,如避雷器、过压保护器等,以防止设备损坏和人身安全受到威胁;第二,当电网出现欠电压情况时,应设置欠电压保护装置,确保系统正常运行,避免影响发电效率和设备寿命;第三,要设计适当的过流保护装置,以防止系统因过大电流而损坏,同时确保系统与电网之间的电流匹配;第四,光伏系统应具备频率保护功能,当电网频率异常时能够及时切除并网,避免对电网造成影响^[3]。综合考虑以上因素,在分布式光伏电站的电气设计中,合理设计并网保护系统,确保系统在并网运行过程中能够安全稳定地运行,最大限度地发挥光伏发电系统的效益。

6.6 合理进行监控系统设计

在分布式光伏电站的电气设计中,监控系统可以帮助实时监测系统运行状态、诊断故障、提高光伏发电系统的运行效率和可靠性,要求相关人员通过以下手段进行落实:一是要设计合适的数据采集系统,实时监测光伏电站各个部件的运行数据,如光伏组件发电量、逆变器输出功率、电池状态等,并确保数据能够及时传输到监控中心;二是要实现对光伏电站的远程监控功能,通过互联网等方式实时监测系统运行情况,及时发现并解决问题,提高系统的可靠性和运行效率;三是要设置故障诊断功能,对系统异常进行自动识别并发出报警提示,帮助运维人员快速定位问题并采取相应措施。此外,还需要加强监控系统的安全性设计,采取合适的加密、权限管理措施,确保数据的安全性和隐私性^[4]。通过综合考虑以上因素,在分布式光伏电站的电气设计中,合理设计监控系统可以有效提高系统的运行效率、可靠性和安全性,为光伏发电系统的长期稳定运行提供有力支持。

7 结语

新时期发展环节,分布式光伏电站逐渐成为电力行业发展的关键,而在光伏电站作业环节,电气设计直接影响电站的质量,就要求相关人员结合分布式电站的实际需要加强对电气设计的重视,并且通过监控系统设计、并网保护、电缆敷设以及阵列设计等手段,保证电气设计的落实,推动分布式光伏电站的发展。

参考文献

- [1] 丁鹏飞,董恩丞,姜军,等.分布式光伏电站电气设备的选型和设计[J].光源与照明,2023(3):106-108.
- [2] 俞炜.分布式光伏电站设计中的电气设计技术探讨[J].科技创新导报,2018,15(23):90+92.
- [3] 郭桂兰.分布式光伏发电系统的电气设计与分析[J].化工管理,2018(18):25-26.
- [4] 郭强.分布式光伏电站设计中几项关键电气设计技术[J].中小企业管理与科技(下旬刊),2017(10):160-161.