

分布式光伏发电系统电气设计

孙燕燕

上海勘测设计研究院有限公司, 上海 200335

[摘要] 文章探讨了分布式光伏发电系统的应用优势和电气设计要点。在应用方面, 分析了其环保、偏远地区供电和建筑一体化等优势。电气设计要点包括灵活性及效率优化、组件选择与性能匹配、逆变器设计与电能质量控制以及并网方式的优化。此外应用措施方面提及智能监控与管理、电能储存与调控以及多能互补集成, 以进一步提高系统的效率、稳定性和可靠性, 促进清洁能源的多元化发展。

[关键词] 分布式; 光伏发电系统; 电气设计

DOI: 10.33142/ect.v1i5.10105

中图分类号: TM615

文献标识码: A

Electrical Design of Distributed Photovoltaic Power Generation System

SUN Yanyan

Shanghai Investigation, Design & Research Institute Co., Ltd., Shanghai, 200335, China

Abstract: The article explores the application advantages and electrical design points of distributed photovoltaic power generation systems. In terms of application, the advantages of environmental protection, power supply in remote areas, and building integration were analyzed. The key points of electrical design include flexibility and efficiency optimization, component selection and performance matching, inverter design and power quality control, as well as optimization of grid connection methods. In addition, in terms of application measures, intelligent monitoring and management, energy storage and regulation, and multi energy complementary integration are mentioned to further improve the efficiency, stability, and reliability of the system, and promote the diversified development of clean energy.

Keywords: distributed; photovoltaic power generation system; electrical design

随着能源需求的不断增长和环境问题的日益凸显, 分布式光伏发电系统作为一种清洁、可持续的能源解决方案, 正逐渐受到广泛关注和应用。其独特的优势在于与建筑一体化、偏远地区供电等领域的应用, 以及在电气设计中采取的一系列措施。文章将结合相关资料和实际观点, 探讨分布式光伏发电系统在环保、能源供应稳定性以及多能互补集成等方面的应用优势, 同时探讨其电气设计要点和应用措施, 以期对可持续能源发展作出贡献。

1 分布式光伏发电系统的应用优势

1.1 环保与可持续性

分布式光伏发电系统在环保方面呈现出显著的优势, 这种系统利用太阳能资源作为主要能源, 无须燃烧化石燃料, 因此不产生二氧化碳、硫氧化物等有害气体的排放, 极大减少了空气污染和温室气体的释放。

与传统能源相比, 分布式光伏发电的过程不涉及任何燃料燃烧或热能释放, 从源头上避免了大气和环境的污染。这种清洁的能源转换方式对于缓解全球气候变化、改善空气质量至关重要。此外, 分布式光伏发电系统的可持续性也体现在减少对有限化石能源的依赖上。随着世界能源危机的加剧, 传统能源的储量日益枯竭, 而太阳能作为可再生资源, 源源不断, 不受地域限制。分布式光伏发电系统

有效地减少了对化石燃料的需求, 降低了能源供应的脆弱性, 使得能源供应更为稳定和可持续。这种转型也为国家能源结构的优化提供了契机, 实现能源从高碳向低碳的转变, 助力实现绿色、可持续发展目标。

1.2 偏远地区供电解决方案

分布式光伏发电系统在解决偏远地区电力供应难题上具备显著优势。这些地区通常面临能源匮乏、电力不稳定的问题, 而分布式光伏系统通过其独特的供电模式, 提供了切实可行的解决方案。

在偏远地区, 传统电力输送往往需要长距离的输电线路, 这不仅造成了输电损耗, 还可能因环境恶劣、地势复杂等因素导致线路易损坏, 电力质量下降。分布式光伏发电系统将电力产生就近到达用户, 减少了输电距离, 从而有效减少输电损耗, 提高了电力的稳定性和可靠性。由于分布式光伏发电系统近距离供电, 电力传输更加高效, 不仅节省了能源, 还降低了电力损耗, 提高了供电质量。其次, 分布式光伏发电系统还适应了偏远地区的电力需求变化。这些地区可能无法与国家电网连接, 分布式光伏系统可以根据实际需求进行设计和扩展, 灵活性更强。系统可以根据当地光照状况调整发电量, 满足不同时间段的用电需求。这种灵活性能够更好地适应偏远地区的电力消费模

式,提供稳定可靠的电力供应。

1.3 建筑一体化与资源节约

分布式光伏发电系统通过与建筑一体化的设计,实现了资源的智能优化利用,在城市可持续发展方面发挥着重要作用。将光伏系统与建筑紧密结合,带来了多重优势,既提升了能源利用效率,又促进了建筑与环境的协调发展。

首先,分布式光伏系统的建筑一体化设计节省了宝贵的土地资源。传统的光伏电站需要大片土地用于设备摆放,而分布式光伏系统将光伏组件集成于建筑外立面、屋顶等空间,充分利用建筑空间,避免了不必要的土地占用。这不仅减少了对自然环境的干扰,还为城市的开发和改造提供了更多的发展空间。其次,光伏组件的建筑一体化应用为建筑赋予了多重功能。光伏组件可以起到遮阳、保温等功能,为建筑提供了额外的价值。这种功能融合不仅提高了建筑的整体舒适性,还为光伏发电系统提供了更稳定的工作环境,提高了发电效率。光伏组件在建筑上的应用还有助于减少建筑能耗,实现节能减排的目标^[1]。

2 分布式光伏发电系统电气设计要点

2.1 光伏方阵设计的灵活性与效率优化

光伏方阵设计的灵活性与效率优化是分布式光伏发电系统电气设计的重要环节。这一要点在光伏系统的可持续发展中扮演着关键角色。在设计过程中需要注意以下几点:第一,根据不同建筑载体的特点,如水泥材质的屋顶和彩钢化屋顶,需要灵活选择安装角度和间距。水泥材质的屋顶能够通过调节阵列倾斜角和间距,获取更丰富的发电量。在实际工作中,由于水泥屋顶的附件利用面积较小,通常采用平行铺设的方式,确保最大程度的能量收集。第二,为了最大程度提高光伏方阵的能量收集效率,需要考虑太阳光的入射角度。根据地理位置和季节变化,调整光伏组件的安装角度,使其能够在不同时间段都能够充分接收太阳辐射,从而提高发电效率。此外适当的间距设置也能减少光伏组件之间的遮挡,确保最大限度地捕捉阳光能量。第三,光伏方阵的设计不仅关乎效率,还要兼顾美观与建筑结构的协调。在建筑一体化的理念下,光伏组件的布局需要融入建筑的整体风格,以不影响建筑的外观为前提,实现能源与建筑的和谐融合。因此合理的设计还需要考虑如何将光伏组件与建筑元素相结合,以达到视觉美感和功能性的完美平衡。

2.2 组件选择与性能匹配

组件选择与性能匹配是分布式光伏发电系统电气设计中至关重要的一环。在不同的晶体硅电池组件中,包括非晶硅、单晶硅和多晶硅,精准选择合适的光伏组件,以确保光伏系统的性能与特性相互匹配,从而最大化发电效率。在设计过程中需要注意以下几点:第一,非晶硅电池组件虽然在一些方面达到了世界先进标准,但其光电转换能力相对较弱,且存在不稳定性。相比之下,单

晶体硅和多晶硅电池组件以其较高的光电转换能力和较长的使用寿命,在近年来获得了广泛应用。因此根据项目需求和性能要求,应选择适合的晶体硅电池组件,确保光伏系统具有可靠的发电能力。第二,光伏组件的选择还需考虑系统的设计功率和电压等级。根据实际情况,合理选取光伏组件的容量和数量,以满足项目的发电需求。同时为了保证电气匹配性,光伏组件的输出电压要与逆变器的工作电压相匹配,确保能量的高效转换。第三,光伏组件的性能匹配不仅可以提高发电效率,还能够降低系统故障风险。如果组件之间的性能存在差异,可能会导致一部分组件的发电能力受限,从而影响整个系统的效能。因此精确选择与光伏方阵需求相匹配的组件,是确保分布式光伏发电系统稳定、高效运行的基础。

2.3 逆变器设计与电能质量控制

逆变器设计与电能质量控制是分布式光伏发电系统电气设计的核心之一。逆变器作为将直流能源转换为交流能源的关键装置,不仅需要在合适的规模下选择,还需确保系统能够在不同电网等级下稳定运行,并保障电能质量,减少对电网的不利影响。在设计过程中需要注意以下几点:第一,逆变器的规模选择应根据项目的发电容量和需求来决定。分布式光伏系统通常有集中型、集散型和组串型三种逆变器类型。在选择时,需要综合考虑系统的发电量、接入电网的电压等级以及就地条件,以确保逆变器能够有效满足电能转换需求。第二,逆变器设计要考虑不同电网等级下的适应性。不同地区的电网等级可能不同,逆变器需要能够适应这些变化,确保在不同电网环境下稳定运行。逆变器的设计应具备相应的电网耐受能力,以保障系统的可靠性和稳定性。第三,电能质量控制也是逆变器设计的重要方面。光伏系统的运行可能引发谐波、电压波动等电能质量问题,对电网产生不利影响。逆变器需要配备电能质量控制装置,有效抑制谐波、平稳电压等,以确保光伏系统对电网的影响在合理范围内^[2]。

2.4 并网方式的优化设计

并网方式的优化设计在分布式光伏发电系统的电气设计中具有关键意义。针对不同地区的电网情况,合理选择并网电压等级,可以充分利用电网资源,确保光伏系统的平稳接入电网,从而实现电力传输的高效与稳定。在设计过程中需要注意以下几点:第一,根据地区的电网情况,选择合适的并网电压等级至关重要。不同地区的电网等级可能有所不同,因此在设计分布式光伏系统时,需要根据电网的特点选择合适的并网电压等级。合理的电压等级选择可以最大程度地适应电网结构,降低系统与电网之间的不匹配问题,从而减少电力损耗和传输效率的降低。第二,优化设计应充分考虑电网资源的利用。分布式光伏系统的并网方式应兼顾电网的容量和负荷情况,确保系统的接入不会对电网产生过大的冲击。通过充分了解电网的特点,

可以优化分布式光伏系统的配置和并网策略,使系统能够在电网负荷变化时依然保持稳定运行。第三,通过优化设计确保分布式光伏系统的平稳接入电网,可以降低电力损耗。合理的并网方式可以减少电力传输中的能量损失,提高电力传输效率,从而降低系统运行成本并实现更高的经济效益^[3]。

3 分布式光伏发电系统电气设计应用措施

3.1 智能监控与管理

智能监控与管理是分布式光伏发电系统电气设计中的关键应用措施。借助先进的智能技术,系统可以实时监测光伏系统的运行状况、发电效率以及其他关键参数。通过实时采集数据并进行分析,系统能够深入了解光伏发电的实际情况,发现潜在问题,并根据数据优化系统的运行策略,从而达到提高能源利用率的目的。其中智能监控与管理可以实现多方面的优势。首先,实时监测光伏系统的状态可以帮助发现设备故障、损耗等问题,及早进行维修和更换,确保系统稳定运行。其次,通过对大量数据的分析,可以识别出光伏阵列的最佳工作状态和发电效率,从而调整组件的角度、间距等参数,最大程度地提高发电效率。同时智能监控还有助于预测光伏系统的性能,帮助运维人员提前制定维护计划,避免不必要的停机时间和损失。

另外在智能监控与管理中,数据的采集、传输和分析起着重要作用。通过传感器等设备采集的实时数据可以传输到中央控制系统进行处理,使用数据分析技术对光伏系统进行监测和评估。这种实时的数据处理可以在短时间内做出反应,适时地调整运行策略,提高系统的响应速度和适应性。

3.2 电能储存与调控

电能储存与调控作为分布式光伏发电系统电气设计中的关键应用措施,发挥着平衡供需关系、提高电网稳定性的重要作用。通过引入储能技术,充分利用光伏系统在高产期产生的多余电能,将其储存于电池中,以备低产期供电之用,从而实现能源的持续利用。储能技术的引入有助于解决太阳能资源的间断性问题,确保在太阳能不足或无法产生电能时依然能够供应电力。通过智能调控,储能系统可以根据能源产生情况和电网负荷需求进行智能充放电,从而实现电能的平稳供应。在高产期,多余的电能被储存于电池中,以备低产期使用,实现电能的平衡调配,减少浪费。

其次,电能储存还可以提高电网稳定性。在电网负荷波动大或突然变化时,储能系统可以迅速响应,释放储存的电能,稳定电网供电。通过储能系统的参与,电网的负荷平衡得以更好地维持,减少因电力波动而引发的问题,

提高电网的稳定性和可靠性。电能储存与调控需要结合智能技术进行精确的控制和管理。智能控制系统可以根据实时的能源产生情况、电网负荷需求和储能电池的状态,制定最佳的充放电策略,实现能源的高效利用和电能的平稳供应。

3.3 多能互补集成

多能互补集成是分布式光伏发电系统电气设计中的重要应用措施,通过将光伏系统与其他清洁能源如风能、小水电等相结合,实现能源的多元互补,进一步提升系统的适应性、可靠性和可持续性。

这种多能互补的集成能够充分利用不同清洁能源之间的互补特性。在不同时间和天气条件下,光伏系统和其他清洁能源系统的产能表现可能有所差异,通过结合利用,可以平衡能源供应,实现能源的连续稳定供应。例如,在太阳能资源较弱的时段,风能系统可能表现更出色,而在无风期间,光伏系统则能够发挥更大作用,从而确保系统能够持续地产生电能。同时多能互补集成还可以增强系统的可靠性。不同清洁能源的组合可以减少系统因单一能源故障而导致的电力中断风险。而且这种集成方式还能够减少能源波动对电网的影响,提高电网的稳定性和可靠性。此外,多能互补集成也为能源多元化发展提供了支持。随着清洁能源技术的不断发展,各种新型清洁能源相继涌现,将它们与分布式光伏发电系统进行互补集成,可以充分发挥不同能源的优势,实现能源的多元化利用,减少对传统化石能源的依赖,推动能源结构的转型升级^[4]。

4 结语

分布式光伏发电系统以其环保、可持续、偏远地区供电、建筑一体化等优势,为能源领域注入了新活力。通过灵活的光伏方阵设计、智能监控与储能技术的应用,以及多能互补集成,系统的效率和可靠性得到显著提升。这些电气设计应用措施不仅推动能源转型,也为绿色未来提供了坚实的基础。

【参考文献】

- [1] 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.
 - [2] 周振锋. 分布式光伏发电系统电气设计与分析[J]. 电力设备管理,2020(6):140-141.
 - [3] 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.
 - [4] 徐程. 分布式光伏发电系统的电气设计与分析[J]. 门窗,2019(15):136-138.
- 作者简介:孙燕燕(1981.4—),女,山东大学,电力系统及其自动化专业,上海勘测设计研究院有限公司,高工