

电气工程中基于光伏电池的分布式能源管理系统设计与优化

张连玺

(北京京航安机场工程有限公司, 北京 100023)

摘要 在电气工程领域,基于光伏电池的分布式能源管理系统的设计和优化对于实现可持续能源供应至关重要。本文对分布式能源管理系统的设计和优化进行了全面的探索,深入探讨了光伏电池在提高能源系统效率和可靠性方面的关键作用,研究了复杂的系统架构,以及它们如何在分布式能源管理系统框架内相互作用。本研究旨在探索系统架构中的先进方法,包括智能能源管理、存储优化和预测分析,以期为提高系统的性能和可靠性提供参考。

关键词 电气工程; 光伏电池; 分布式能源管理系统

中图分类号: TM92

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)06-0106-03

在面对环境挑战和能源需求日益增长的背景下,基于光伏电池的分布式能源管理系统(DEMS)成为可再生能源领域的关键技术。本文聚焦于该系统的设计理念与实施策略,涵盖光伏面板、逆变器、能源储存与智能管理单元等核心组成部分,深入探讨数据采集监测、控制算法、智能能源存储管理、远程监控诊断以及数据分析预测等关键技术的应用,为光伏能源高效管理提供理论与技术支持,促进能源利用效率提升和环境可持续发展。

1 电气工程中基于光伏电池的分布式能源管理系统设计

1.1 系统架构与组成部分

系统的架构设计围绕几个核心组成部分展开:光伏面板、逆变器、能源储存单元,以及智能管理单元。光伏面板是系统中的重要部分,负责捕捉太阳光并将其转换为电能。在这种转换过程中,太阳光直接转化为直流电(DC),而逆变器的角色则是将直流电转换为可以被电网和终端用户设备使用的交流电(AC)。这一转换过程不仅需要高效率,还需确保电能的质量,以满足电网的稳定性要求和消费者的用电需求。在能源管理中,存储单元发挥着至关重要的作用。这些单元在光照充足时储存过剩的电能,而在需求高峰或光照不足时释放储存的能量,确保系统能够在不同条件下维持电力供应的连续性和稳定性。这种能量存储与释放策略的优化,不仅能够平衡供需,还可以在电价高峰期减少对电网的依赖,从而实现成本效益。

智能管理单元则是系统的大脑,负责整合和分析

从光伏面板、逆变器和能源储存单元收集的实时数据。通过运用先进的软件和算法,能够预测能源需求,优化能源生产和储存策略,并在必要时调节能源分配。它还能实施先进的控制策略,如需求响应和负荷平衡,进一步提高系统的效率和响应能力。此外,系统设计还考虑了与现有电网的互操作性,确保光伏产生的能源可以安全、高效地并入电网。通过使用标准化的通信协议和接口,光伏电池的分布式能源管理系统能够与电网运营商进行数据交换,支持电网的稳定运行和管理。这种集成不仅强化了电网的能源多样性,还为应对未来能源需求增长和促进可再生能源使用提供了重要的技术支持^[1]。

1.2 数据采集与监测系统

在电气工程领域,针对基于光伏电池的分布式能源管理系统,构建一个强大且高效的数据采集与监测系统是确保系统优化运行的关键。这个系统通过综合利用现代传感技术和高级数据处理能力,对系统的关键运行参数进行实时监控和分析,包括但不限于太阳辐射度、光伏面板的温度、系统的电力生产量以及消费模式等。

随着光伏发电技术的迅速发展和广泛应用,数据采集与监测系统的重要性愈发凸显。中国作为世界上最大的光伏市场,拥有庞大的光伏装机容量。据中国国家能源局数据显示,到2022年底,我国的光伏装机容量已超过306 GW。在这样的背景下,高效、准确的数据采集与监测系统不仅能够提升光伏系统的经济效益,还能保障电网的稳定性和可靠性。

该系统利用布置在光伏板和其他关键位置的传感器,持续收集环境和设备运行状态的数据。例如,太阳辐射度传感器可以实时监测到达光伏板的太阳能强度,而温度传感器则监测光伏板的工作温度,因为温度的变化直接影响光伏板的效率。此外,电流和电压传感器用于记录电力的生产和消费数据,为系统优化提供基础数据。这些收集到的数据通过通信网络传输到中央控制单元,进而利用先进的数据处理和分析技术,如机器学习和大数据分析,对数据进行深入分析。这样的分析不仅可以实时监控系统的运行状态,还可以基于历史数据和趋势预测,实现对未来状态的预测,从而指导系统的优化运行和维护。

1.3 控制算法与实现方法

在电气工程的范畴内,对于光伏电池的分布式能源管理系统而言,高效的控制算法不仅是实现系统最优化运行的关键,而且对于保证能源供应的稳定性和高效性至关重要。在我国,随着光伏技术的快速发展和应用扩展,控制算法的重要性尤为突出^[2]。我国的光伏发电量在近年来呈现出爆炸式增长,据中国国家能源局数据,2022年,我国光伏发电量再创新高,这对控制算法提出了更高的要求。控制算法通过动态调整光伏电池的充放电状态、合理分配能源以及优化系统整体运行策略,有效应对能源供需的变化。在这一过程中,机器学习和人工智能技术的应用使得控制算法能够基于历史数据和实时数据进行学习和自我优化,提升决策的准确性和效率。例如,通过分析光伏发电量与消费模式的数据,算法可以预测未来的能源需求,从而提前调整能源的分配和储存,以满足高峰时段的需求,减少能源的浪费。

2 基于光伏电池的分布式能源管理系统优化

2.1 优化目标与约束条件

在优化基于光伏电池的分布式能源管理系统的过程中,我们面临着最大化能效和可靠性、最小化成本和环境影响的双重挑战。为了实现目标的优化,必须在多个方面进行权衡,并考虑约束条件。技术约束涉及光伏电池、逆变器和储能系统的物理和技术特性,如能量转换效率、存储容量和长期稳定性,这些都直接影响系统的整体性能和效率。经济约束则体现在项目的预算限制上,包括系统的安装、运营和维护成本,要求相关利益者在确保技术先进性和高性能的同时,也要关注成本效益。环境约束强调了系统对生态环境的影响,要求系统设计和运行符合旨在减少碳足迹和环境破坏的法规和标准。最后,电网集成约束要求系

统与现有电网的兼容和稳定,确保能源的可靠供应不会因为分布式能源的接入而受到影响,这需要精细的系统规划和智能化管理策略来实现。这些约束条件共同构成了优化光伏电池的分布式能源管理系统的复杂框架,这就要求在设计和实施方案时做出周全考虑和平衡^[3]。

2.2 优化方法与算法介绍

线性规划(LP)作为一种强大的数学规划工具,常常用于在给定的约束条件下优化能源的分配和储存,从而确保能源利用的最大化效率和成本效益。遗传算法(GA),借鉴自然界的进化机制,通过模拟遗传、变异和选择过程,寻找系统组件配置和运行参数的最优解,以提高系统整体的性能和适应性。粒子群优化(PSO)算法,通过模仿鸟群或鱼群的社会行为,对一群候选解进行迭代改进,以寻找问题的全局最优解,尤其适用于处理复杂的优化问题。此外,机器学习算法通过分析大量的数据,对能源需求和供应进行精确预测,并据此动态调整系统操作,不仅提高了系统的反应速度和灵活性,也大幅度提升了能源管理的智能化水平。这些方法和算法的综合应用,为基于光伏电池的DEMS提供了强有力的优化支持,确保了系统能在满足经济、环境和技术约束的前提下,达到最佳的运行效率和可靠性。

2.3 智能能源存储管理

在电气工程领域,随着可再生能源,特别是光伏电池技术的不断进步和普及,分布式能源管理系统成为提高能源利用效率、实现绿色低碳发展的关键技术。其中,智能能源存储管理作为分布式能源管理系统的核心组成部分,通过先进的智能化算法对电池储能系统进行精准的充放电管理,不仅能有效平衡系统供需,确保能源供应的稳定性和可靠性,还能在面对突发负荷变化或光照不足等不可预见情况时,迅速提供备用电源,保障系统的持续运行。智能能源存储管理通过收集和分析光伏发电系统的实时数据,如光照强度、电池储能状态、负载需求等关键信息,利用人工智能和机器学习算法对数据进行深入挖掘和学习,预测短期内的能源供需变化,从而制定出最优的储能充放电策略。这一过程不仅提高了能源的利用效率,减少了对传统化石能源的依赖,还有助于延长储能电池的使用寿命,降低系统运维成本。此外,智能能源存储管理还能通过与电网的实时通信,根据电网的负载情况和市场电价变化,动态调整充放电策略。在电价较低时增加储能电池的充电量,而在高峰时段则通过放电

满足自身需求或向电网售电,实现能源的经济高效使用。这种灵活的管理模式不仅有助于降低用户的电费支出,同时也为电网的负荷调节和峰谷平衡提供了有力支撑,进一步提升了整个能源系统的经济性和环境友好性。

2.4 远程监控与诊断

在电气工程领域,基于光伏电池的分布式能源管理系统的优化,是提高能源利用效率、确保系统稳定运行的关键措施之一。随着技术的不断进步和新能源利用的日益广泛,分布式能源管理系统逐渐成为电力系统重要的组成部分。在众多优化措施中,远程监控与诊断技术的应用尤为重要,它能够实现对光伏电池组件、逆变器、储能系统等各个子系统的实时监测和精准诊断,从而保障系统的高效和稳定运行^[4]。

首先,建立一个高效的远程监控平台是实施远程监控与诊断的前提。这个平台需要具备高度的数据处理能力和稳定的通信功能,能够实时收集和分析光伏发电系统中各个环节的运行数据。通过对数据的实时监控,管理人员可以及时了解系统的运行状态,包括光伏电池的发电效率、逆变器的工作状态、储能系统的能量存储情况等,确保每个组成部分都能在最佳状态下运行。

其次,系统的诊断功能对于及时发现并解决问题至关重要。远程监控平台应具备智能诊断算法,能够对收集到的数据进行深入分析,准确识别出潜在的故障和性能下降的原因。一旦发现异常情况,系统可以立即通知运维人员,并提供详细的诊断报告和处理建议。这不仅大大缩短了故障响应时间,也为运维人员提供了强有力的技术支持,提高了系统的可靠性和稳定性。远程监控与诊断技术还应支持灵活的扩展和升级。随着光伏技术的发展和用户需求的变化,分布式能源管理系统需要不断地进行优化和调整。因此,监控平台应设计有灵活的架构,能够轻松集成新的监测设备和算法,以适应系统的发展需求。

2.5 数据分析与预测

在电气工程领域,特别是在基于光伏电池的分布式能源管理系统中,数据分析与预测技术的应用成为系统优化不可或缺的重要环节。随着智能化技术的深入发展,利用先进的数据分析技术和预测算法对系统运行的大量数据进行综合分析和深度挖掘,能够有效预测系统潜在的问题和优化空间,从而实现更加高效和稳定的能源管理。数据分析技术在分布式能源管理系统中的应用,主要包括数据采集、数据清洗、数据

分析等多个环节。通过对系统内各类数据的全面采集和整合,包括光伏电池的发电量、逆变器的转换效率、储能设备的电量状态等,利用数据清洗技术排除数据中的异常值和无关信息,保证后续分析的准确性和可靠性。

基于准确的数据分析,预测算法的应用能够对系统的未来运行状态进行预测,包括发电量的变化趋势、设备的可能故障点等。这些预测结果对于系统运维人员来说极具价值,可以根据预测结果提前部署维护计划,优化设备运行参数,甚至调整能源的供给策略,以实现系统性能的最优化。例如,通过对历史发电数据的分析,可以预测未来一段时间内的发电趋势,结合天气预报数据,预测光伏板的发电效率,从而优化储能设备的充放电策略,提高整个系统的能效比。同时,利用机器学习等预测算法,可以及时识别出设备运行中可能出现的异常,如逆变器效率下降、电池老化等问题,从而在问题发生前采取预防措施,避免系统运行中断,确保能源供应的连续性和可靠性^[5]。

3 结束语

电气工程领域,基于光伏电池的分布式能源管理系统的设计和优化显著提高了能源效率,这些系统的有效运作开辟了一条通往可持续发展的道路。展望未来,相关企业应重点提高系统适应能源需求波动和环境变化的能力,以及提高其智能水平,这一进步将确保能源的有效管理,并保持其前瞻性的方法。强调先进技术和数据分析的集成将使系统能够动态响应不断变化的能源需求,优化效率和可持续性。此外,通过适应新的环境挑战和能源需求,这些系统将在塑造有弹性和可持续的能源未来方面发挥关键作用。

参考文献:

- [1] 蔡斯源. 分布式光伏发电系统的状态监测及故障诊断分析[J]. 集成电路应用, 2024, 41(01): 126-127.
- [2] 甄中伍. 分布式光伏电站的并网控制技术与系统设计[J]. 电站系统工程, 2024, 40(01): 78-80.
- [3] 陈茜, 周运斌, 崔涵, 等. 分布式光伏接入对配网系统的暂态特性影响研究[J]. 电瓷避雷器, 2023(06): 28-37.
- [4] 王佳懿, 张曼, 王晶. 能源控制器在分布式能源管理中的发展趋势[J]. 自动化应用, 2023, 64(S2): 59-61, 64.
- [5] 刘德胜. 分布式能源在智能配网中的集成与管理[J]. 信息系统工程, 2023(10): 67-70.