

风光储充微电网综合能源配置研究

李学进

深圳市深燃清洁能源有限公司 广东 深圳 518048

摘要: 由于分布式可再生能源发电出力具有随机性,规模化接入会对传统电力系统的正常运行造成重大影响。本文深入研究了风光储充微电网的综合能源配置方法。针对风能、太阳能的间歇性与不稳定性,结合储能系统与充电设施的互补特性,构建了系统的数学模型。通过数学规划法,优化各能源组件的容量配比与调度策略,以实现微电网的经济性、可靠性与环保性的综合最优。研究成果为风光储充微电网的规划设计、运行控制提供了理论依据与技术支持,对推动清洁能源的高效利用与智能电网的发展具有重要意义。

关键词: 风光储充; 微电网; 综合能源; 配置研究

引言: 随着全球能源结构向清洁化、低碳化转型,风光储充微电网作为新型能源系统,因其能有效整合可再生能源、储能技术及电动汽车充电设施而备受关注。通过探讨风光储充微电网的综合能源配置问题,科学规划与优化配置,实现可再生能源的高效利用与微电网的稳定运行,为未来智能电网的构建与发展提供了新的思路与方向。

1 风光储充微电网系统概述

风光储充微电网系统是一种集风能、太阳能、储能和充电技术于一体的先进电力供应系统。该系统通过整合多种可再生能源和储能技术,实现了能源的高效利用和优化配置,为用户提供可靠、稳定的电力供应。风力发电系统利用风力发电机将风能转化为电能,为系统提供可再生能源电力。光伏发电系统通过太阳能光伏板将太阳能转化为直流电,再经过逆变器转换为交流电,为系统提供绿色、清洁的电力。储能系统当风力发电和光伏发电产生的电能超过用户负荷需求时,多余的电能将被储存到储能系统中,如电池组等。在风力或光照不足时,储能系统可以释放储存的电能,确保系统的稳定运行。充电系统为用户提供便捷的充电服务,如电动汽车充电站等。系统可以根据负荷需求和储能状态,合理分配充电功率,确保充电过程的高效和安全。另外,风光储充微电网系统的工作原理基于智能化管理和控制。当风力发电和光伏发电产生的电能超过负荷需求时,智能管理系统会自动将多余的电能储存到储能系统中;当电能不足时,系统会从储能系统中释放电能以满足负荷需求。利用风能和太阳能等可再生能源,减少对传统能源的依赖,降低碳排放和环境污染^[1]。通过储能系统的调节和智能管理系统的控制,确保系统在各种天气和负荷条件下都能稳定运行。随着新能源技术的不断发展和应

用,风光储充微电网系统在未来具有广阔的发展前景。该系统将成为大电网的有力补充,为智能电网的发展提供重要支持。

2 风光储充微电网出力模型研究

2.1 风力发电出力模型

在风光储充微电网系统中,风力发电作为其核心组成部分之一,其出力模型的准确性对于整个系统的稳定运行和能量管理至关重要。风力发电出力模型的研究,旨在深入理解和模拟风力发电机在不同风速条件下的输出特性,从而实现对风能的高效捕获和利用。

2.1.1 风力发电基本原理

风力发电的基本原理是利用风力驱动风轮旋转,进而带动发电机发电。风轮捕获的风能转化为机械能,再通过发电机转化为电能。风力发电机的输出功率主要取决于风速、风轮直径、风轮转速以及发电机的转换效率等因素。

2.1.2 风力发电出力模型构建

构建风力发电出力模型,首先需要确定风速与风轮输出功率之间的关系。这通常通过风功率曲线来描述,该曲线反映了在不同风速下风力发电机能够输出的最大功率。风功率曲线是风力发电系统设计的基础,也是评估风力发电系统性能的重要指标。为了更准确地模拟风力发电机的实际出力情况,还需要考虑其他因素的影响,如空气密度、风轮转速控制策略、发电机效率等。这些因素的变化都会对风力发电机的输出功率产生影响,因此在构建模型时需要充分考虑这些因素。

2.1.3 模型细节与深度分析

在构建风力发电出力模型时,可以采用多种方法,如理论计算、实验测量和数值模拟等。其中,数值模拟方法因其能够模拟复杂的气流流动和机械运动过程,而

被广泛应用于风力发电出力模型的研究中。通过数值模拟,可以详细分析风轮在不同风速下的受力情况、转速变化以及输出功率的波动等特性。同时,还可以研究不同控制策略对风力发电机性能的影响,如变桨距控制、变速恒频控制等。这些控制策略的优化,可以进一步提高风力发电机的输出功率和效率。

2.1.4 模型应用与验证

构建完成的风力发电出力模型,需要在实际应用中验证和修正。通过与实测数据的对比,可以评估模型的准确性和可靠性。同时,还可以根据实际应用中的反馈,对模型进行进一步的优化和改进。

2.2 光伏发电出力模型

光伏发电的基本原理是光电效应,即当光子照射到光伏电池表面时,被吸收的光子将能量传递给光伏电池中的电子,使其跃迁到更高的能级,形成光生电流。光伏电池的输出功率与光照强度、电池温度等环境因素密切相关。光伏电池的电特性模型主要用于描述光伏电池的电流电压特性。该模型通常基于光伏电池的等效电路,考虑光照强度、温度等环境因素对光伏电池开路电压、短路电流等参数的影响。通过数学模型分析这些因素的变化,可以预测光伏电池在不同环境条件下的输出功率。在实际应用中,光伏发电系统的输出功率通常由多个光伏电池组件串联或并联组成的光伏阵列产生。因此,光伏发电出力模型还需要考虑光伏阵列的排列方式、组件间的匹配程度以及逆变器效率等因素。通常,单个光伏电池板的出力功率可以通过公式($P_{PV} = I_{PV} \cdot V_{PV}$)计算,其中(I_{PV})和(V_{PV})分别为光伏电池的输出电流和电压^[2]。为了更准确地描述光伏阵列的输出功率,还需要考虑组件的功率温度系数等参数。随着光照强度的增加,光伏电池的输出电流和电压也会相应增加,从而提高输出功率。然而,随着温度的升高,光伏电池的开路电压会下降,而短路电流略有上升,但总体上温度升高会导致光伏电池的功率下降。因此,在构建光伏发电出力模型时,需要充分考虑这些环境因素的影响。

2.3 储能系统模型

储能设备的物理特性建模主要关注其能量存储与释放的机理。常见的储能设备包括蓄电池、超级电容、飞轮储能等,每种设备都有其独特的充放电特性。以蓄电池为例,其模型通常包括电池的内阻、开路电压、容量衰减等参数,这些参数随电池使用状态(如SOC,即荷电状态)和环境条件(如温度)的变化而变化。因此,在建模过程中,需要综合考虑这些因素,建立能够准确

描述电池特性的数学模型。另外,储能系统的动态响应建模旨在模拟储能设备在微电网中的实际运行情况。这包括储能设备在不同功率需求下的充放电速度、效率变化以及热管理等方面。例如,在风光储充微电网中,当风力发电和光伏发电的出力不足或过剩时,储能系统需要快速响应并调整其充放电功率以维持系统的能量平衡。因此,储能系统模型需要能够准确反映这种快速响应能力及其对系统稳定性的影响。最后,储能系统的控制策略对于实现其高效运行和优化能量分配至关重要。常见的控制策略包括基于规则的控制、优化控制以及智能控制等。在建模过程中,需要根据实际需求和系统特性选择合适的控制策略,并建立相应的数学模型来描述其控制逻辑和效果。例如,可以采用模糊控制或神经网络等智能控制方法来优化储能系统的充放电策略,提高系统的整体效率和稳定性。

3 风光储充微电网综合能源配置方法

3.1 能源匹配法

在风光储充微电网综合能源配置中,能源匹配法是一种核心策略,旨在通过优化不同能源之间的互补性,实现微电网的稳定、高效运行。

3.1.1 案例分析

工业园区风光储充微电网项目,结合了光伏发电、风力发电、储能系统以及电动汽车充电站等多种能源形式。在项目规划阶段,采用了能源匹配法来配置各能源子系统的容量与布局。具体而言,项目团队首先分析了工业园区的用电负荷特性,包括日负荷曲线、季节性变化以及峰谷差等关键因素。随后,根据当地的光照资源和风力资源条件,确定了光伏发电系统和风力发电系统的装机容量。同时,考虑到储能系统在平衡供需、提高供电可靠性方面的重要作用,配置了相应规模的储能电池系统。最后,为了满足园区内电动汽车的充电需求,建设了光储充一体化充电站。

3.1.2 优点

高效利用可再生能源:能源匹配法能够充分利用当地丰富的风光资源,通过合理配置各能源子系统的容量,实现可再生能源的最大化利用。提高供电可靠性:储能系统的引入,使得微电网在电网故障或可再生能源出力不足时,能够继续为重要负荷供电,提高了供电可靠性。降低用电成本:通过削峰填谷、需求响应等策略,储能系统能够在电价低谷时充电,在高峰时放电,降低了园区的用电成本。促进绿色发展:整个系统以清洁能源为主,减少了化石燃料的消耗和温室气体的排放,有助于推动园区的绿色发展。

3.1.3 缺点

能源匹配法在风光储充微电网系统的建设需要较大的初期投资,包括光伏发电系统、风力发电系统、储能系统以及配套设施等。系统的运行和维护需要较高的技术水平和专业知识,对运维人员的素质要求较高。光伏发电和风力发电受天气条件影响较大,可能导致系统出力不稳定,需要储能系统和其他辅助措施来平衡供需。

3.2 综合评价法

在风光储充微电网综合能源配置中,综合评价法是一种重要方法,它通过对系统各个方面的综合考量,为能源配置提供全面的评估和优化建议。

3.2.1 案例分析

以某工业园区风光储充微电网项目为例,该项目在能源配置阶段采用了综合评价法。首先,项目团队确定了评价指标体系,包括经济性、可靠性、环保性和技术可行性等方面。随后,针对每个指标,收集并分析了相关数据,如投资成本、运行费用、供电可靠性、碳排放量以及技术成熟度等。在综合评价过程中,项目团队采用了多准则决策分析方法,如层次分析法(AHP)或模糊综合评价法等,对各项指标进行权重分配和量化评分。通过综合考虑各指标的重要性和实际表现,项目团队得出了能源配置方案的综合评价结果,并据此进行了优化调整。

3.2.2 优点

综合评价法能够全面考虑系统的各个方面,避免单一指标评价带来的片面性。通过多准则决策分析方法,能够科学合理地确定各指标的权重和评分,提高评价结果的客观性和准确性。基于评价结果,可以对能源配置方案进行优化调整,提高系统的整体性能和经济效益。

3.2.3 缺点

综合评价法涉及多个指标和复杂的计算过程,需要较高的专业水平和计算能力。在权重分配和评分过程中,可能存在一定程度的主观性,影响评价结果的客观性。综合评价法需要大量的数据支持,数据的质量和准确性直接影响评价结果的可靠性。

3.3 数学规划法

在风光储充微电网综合能源配置中,数学规划法作为一种精确而系统的优化手段,被广泛应用于求解复杂能源配置问题。数学规划法通过建立数学模型,将风光储充微电网的能源配置问题转化为一个或多个数学优化

问题,如线性规划、非线性规划、整数规划或混合整数规划等^[1]。这些模型通常包含目标函数(如最小化成本、最大化收益或最大化能源利用率)和一系列约束条件(如供需平衡、设备容量限制、储能充放电策略等)。在案例中,假设某工业园区计划建设风光储充微电网,以最小化总成本为目标,同时满足园区内的电力需求。通过数学规划法,可以构建包含光伏发电、风力发电、储能系统和充电桩等多个变量的优化模型。模型将考虑不同时间段的电价波动、风光发电的间歇性、储能系统的充放电效率等因素,以求解出最优的风光装机容量、储能配置和充电策略。

3.3.1 优点

数学规划法通过严格的数学推导和计算,能够得出精确的优化解,确保能源配置的准确性和高效性。该方法可以根据实际情况灵活调整目标函数和约束条件,以适应不同的优化需求。数学规划法能够从全局角度考虑系统的整体性能,避免局部最优解的出现。

3.3.2 缺点

构建和优化数学模型需要较高的专业知识和计算能力,对于非专业人员来说可能较为困难。随着系统规模的增大和变量数量的增加,数学规划法的计算量会急剧上升,可能导致求解时间过长。数学规划法的优化结果很大程度上依赖于输入数据的准确性和完整性,数据误差可能对结果产生较大影响。

结语

总之,风光储充微电网综合能源配置研究在促进可再生能源高效利用、增强微电网系统稳定性和经济性方面展现了显著优势。通过深入的理论分析与方法探索,为微电网的规划设计提供了科学依据,也为后续的实践应用奠定了坚实基础。未来,随着技术的不断进步和政策的持续支持,风光储充微电网的综合能源配置将更加优化,为实现能源可持续发展目标贡献力量。

参考文献

- [1] 尤森祺,程志江,张子建,章节.风光沼储微电网系统容量优化配置[J].中国沼气,2020,38(01):66-70.
- [2] 谢鹏,蔡泽祥,刘平,李晓华,张勇军,孙宇嫣.考虑多时间尺度不确定性耦合影响的风光储微电网系统储能容量协同优化[J].中国电机工程学报,2019,39(24):7-8.
- [3] 田德,陈忠雷.风光储微电网系统复合储能的网格式优化[J].农业工程学报,2020,35(21):196-201.