

离网型风光储微电网控制策略研究

张 彬

上海启源芯动力科技有限公司 上海 200000

摘要：本文深入探讨离网型风光储微电网的控制策略。随着可再生能源的广泛应用，离网型微电网因其独立性和灵活性成为研究热点。分析风光储微电网的组成与运行特性，针对其并网与离网运行模式下的控制需求，提出基于最大功率点追踪（MPPT）和储能系统优化的综合控制策略。通过仿真实验，验证所提策略在保障系统稳定运行、优化能源利用效率和应对突发事件等方面的有效性，为离网型风光储微电网的控制提供重要参考。

关键词：离网型；微电网系统；控制策略

1 离网型风光储微电网控制策略概述

随着全球对可再生能源的依赖和对环保要求的提升，离网型风光储微电网作为一种独立的电力供应系统，正逐渐成为偏远地区及特殊环境下电力供应的重要选择。其核心在于利用风能和太阳能这两种可再生能源进行发电，并通过储能技术实现电能的储存和稳定供应。离网型风光储微电网的控制策略主要包括几个方面：（1）对风能和太阳能的发电过程进行精准控制，通过智能预测系统，对风速和光照强度进行实时监测，并据此调整风力发电机组和光伏电池板的运行状态，确保其在最佳效率下运行。（2）储能系统是实现离网型风光储微电网稳定运行的关键。储能装置不仅要在风光发电高峰时段吸收多余的电能，还要在风光资源不足时释放电能，以保障电力供应的连续性。对储能装置的充放电过程进行精细控制至关重要^[1]。（3）微电网的并网与离网切换也是控制策略中的重要一环，当外部电网稳定时，微电网可与外部电网并网运行，实现电能的互补；当外部电网出现故障或风光资源丰富时，微电网可切换至离网运行模式，独立供电。切换过程中，需确保电压、频率等参数的稳定，避免对电力设备和用户造成影响。

2 离网型风光储微电网的组成和特点

离网型风光储微电网是一种独立运行的电力供应系统，主要由风力发电系统、光伏发电系统、储能系统以及微电网管理系统等核心部分构成。组成；风力发电系统：该系统由风力发电机组、塔架、叶片以及控制系统组成，能够捕获风能并将其转化为电能。风力发电系统具有清洁、可再生的特点，但受风速影响较大，发电功率波动较大。光伏发电系统：该系统主要由光伏电池板、支架、逆变器等组成，能够将太阳能直接转化为电能。光伏发电系统受光照强度影响，通常与风力发电系统形成互补，确保在不同天气条件下都有稳定的电力输

出。储能系统：储能系统是离网型风光储微电网的关键部分，通常由电池组、充放电控制器、保护电路等组成。它能够储存风光发电系统产生的电能，并在需要时释放，以平衡电力供需，保证微电网的稳定运行。微电网管理系统：该系统是离网型风光储微电网的大脑，负责监控、控制和优化整个微电网的运行。它能够实时监测风光发电系统、储能系统以及负载的运行状态，并根据需要调整各部分的运行参数，实现电能的合理分配和优化利用。特点：第一、独立性：离网型风光储微电网不依赖于外部电网，能够独立运行，为偏远地区或特殊环境下的电力供应提供了解决方案。第二、可再生性：该系统主要利用风能和太阳能这两种可再生能源进行发电，具有清洁、无污染的特点，有助于减少对化石能源的依赖和降低温室气体排放。第三、波动性：由于风能和太阳能的不稳定性，离网型风光储微电网的电力输出具有一定的波动性。储能系统在平衡电力供需、保证微电网稳定运行方面发挥着重要作用。第四、智能性：微电网管理系统通过实时监测和智能控制，能够实现电能的合理分配和优化利用，提高整个微电网的运行效率和可靠性。

3 控制策略在微电网系统中的作用

控制策略在微电网系统中的作用至关重要，它确保了微电网的高效、稳定和安全运行。以下是控制策略在微电网系统中作用的具体分析：能量管理与优化：

精确计算并管理来自不同能源源头（如太阳能、风能等）的产能和容量，确保系统能够持续稳定地供电。通过智能预测模型，准确预测未来能源需求，优化储能或释放储能的决策，提高能源利用效率。电网管理与协调：在并网型微电网中，控制策略能够实时监测电网负荷和能源供应情况，合理调度电网和储能系统之间的能量流动，实现能量的平衡和最佳利用。对于离网型微

电网，控制策略确保在外部电网不可用时，微电网能够自给自足，保证关键负载的电力供应。储能系统管理：控制策略根据当前能源需求和供应情况，对储能装置进行合理的充放电控制，实现削峰填谷，提高间歇式能源的利用效率。通过对储能系统的有效管理，可以平衡供需、调节频率、削减峰谷差、提供备用电源并平滑能源波动，以优化微电网的能源利用和运行性能。智能监控与响应：通过无线传感器网络和云计算技术，实现对微电网系统各个节点的远程监控和数据分析，确保系统的高效运行。实时数据的收集和处理使控制系统能够及时调整能源供应和储能策略，快速响应系统变化，提高系统的稳定性和可靠性。提高电力供应可靠性：在主电网发生故障或停电时，微电网可以通过内部的发电和能量存储系统继续供电，确保关键设备的正常运行，降低停电对用户造成的影响。促进可持续发展：通过优化能源管理和提高能源利用效率，控制策略有助于减少能源浪费和碳排放，推动清洁能源的发展和利用，实现可持续发展目标^[2]。

4 离网型风光储微电网控制策略研究

4.1 分布式能源管理与优化控制

在离网型风光储微电网中，分布式能源的管理与优化控制是确保系统高效稳定运行的关键。风光发电系统作为主要的分布式能源，其发电功率受自然环境影响较大，具有间歇性和不稳定性。如何有效地管理这些分布式能源，优化其运行效率，是控制策略研究的重点之一。首先，需要建立分布式能源的实时监控系统，通过安装传感器和采集设备，实时获取风光发电系统的运行数据，包括风速、光照强度、发电功率等。这些数据是后续控制策略制定的重要依据。其次，基于实时监控数据，可以采用先进的优化算法，对分布式能源进行优化控制。一方面，可以根据预测模型，预测未来的能源需求和供应情况，从而提前调整分布式能源的运行状态，实现供需平衡。另一方面，可以根据分布式能源的发电特性和负荷需求，制定合理的调度策略，避免能源浪费和负荷过载。还可以采用储能系统作为分布式能源的补充，通过储能系统的充放电控制，平衡风光发电系统的功率波动，提高系统的稳定性和可靠性。具体来说，当风光发电系统发电功率过剩时，可以将多余的电能储存在储能系统中；当风光发电系统发电功率不足时，可以从储能系统中释放电能，满足负荷需求。最后，还需要考虑分布式能源之间的协调控制。由于风光发电系统具有不同的发电特性和运行规律，因此需要制定相应的协调控制策略，确保它们之间的协同运行。通过这种协调

控制方式，可以最大限度地发挥分布式能源的优势，提高系统的整体运行效率。

4.2 储能系统的充放电控制策略

储能系统在离网型风光储微电网中扮演着至关重要的角色。它不仅可以平衡风光发电系统的功率波动，还可以作为备用电源，在风光发电系统出现故障时提供电力支持。如何制定有效的储能系统充放电控制策略，是控制策略研究的另一个重点。需要根据储能系统的技术特性和容量大小，确定其充放电模式和充放电功率范围。基于实时监控数据获取的数据，可以制定储能系统的充放电控制策略。当风光发电系统发电功率过剩时，可以将多余的电能储存在储能系统中；当风光发电系统发电功率不足时，可以从储能系统中释放电能，满足负荷需求。同时还需要根据负荷需求的变化和风光发电系统的运行状态，动态调整储能系统的充放电功率和充放电时间。为了延长储能系统的使用寿命和提高系统的经济性，还需要考虑储能系统的荷电状态（SOC）管理。通过实时监控储能系统的SOC值，并根据负荷需求和风光发电系统的运行状态，制定合理的SOC管理策略，可以避免储能系统的过充和过放现象，提高储能系统的使用效率和安全性。还需要考虑储能系统与其他分布式能源之间的协调控制。例如，在风光发电系统出现故障时，可以利用储能系统作为备用电源，为关键负荷提供电力支持；在风光发电系统功率波动较大时，可以利用储能系统的充放电功能，平衡系统的功率波动。

4.3 风光发电系统的功率控制策略

风光发电系统作为离网型风光储微电网的主要能源来源之一，其功率控制策略对于系统的稳定运行和能源利用效率具有重要影响。根据风光发电系统的技术特性和运行规律，制定相应的功率控制策略。例如，对于风力发电系统，可以根据风速的变化和发电机的运行状态，调整风机的转速和叶片角度，以实现最大功率点跟踪（MPPT）控制；对于光伏发电系统，可以通过调节光伏电池板的倾角和朝向，以及使用MPPT算法，实现最大功率输出^[3]。还需要考虑风光发电系统之间的协调控制，由于风光发电系统具有不同的发电特性和运行规律，因此需要制定相应的协调控制策略，确保它们之间的协同运行。通过这种协调控制方式，可以最大限度地发挥风光发电系统的优势，提高系统的整体运行效率。为了进一步提高风光发电系统的能源利用效率，还可以采用先进的控制算法和优化技术。例如，基于实时数据和预测模型，可以预测未来的能源需求和供应情况，从而提前调整风光发电系统的运行状态和功率输出；通过

优化算法和机器学习技术,可以实现对风光发电系统的智能控制和优化调度,提高系统的智能化水平和运行效率。还需要注意风光发电系统的安全稳定运行。在运行过程中,需要实时监测风光发电系统的运行状态和参数变化,并采取相应的安全措施和保护措施,确保系统的安全稳定运行。

4.4 离网运行模式下的微网保护与安全控制

在离网运行模式下,微电网的安全稳定运行显得尤为重要。由于与外部电网的隔离,微电网需要自主管理、保护和控制内部设备,以应对各种潜在的电力故障和安全隐患。需要建立全面的微网保护机制,这包括设置合适的过流、过压、欠压等保护阈值,以便在设备故障或异常情况发生时及时切断故障源,保护其他设备免受损害。同时,还需要考虑微电网内部设备之间的协调性,确保在故障发生时能够迅速切换至备用电源或降低负荷,以维持系统的稳定运行。安全控制策略的制定也是至关重要的,需要对微电网内部的设备进行实时监控和风险评估,及时发现潜在的安全隐患并采取相应的措施进行防范。还需要建立安全预警系统,通过实时监控和数据分析,提前预测可能出现的电力故障和安全风险,并制定相应的应对措施。由于离网型微电网需要独立运行,因此我们需要考虑外部环境因素(如天气、自然灾害等)对微电网运行的影响,并制定相应的应对措施。例如,在恶劣天气条件下,可以调整风光发电系统的运行状态或增加储能系统的容量,以确保微电网的稳定运行。

4.5 建立完善的监测与响应机制

建立完善的监测与响应机制对于离网型风光储微电网的稳定运行至关重要。通过实时监控微电网内部各设备的运行状态和参数变化,我们可以及时发现潜在的问题并采取相应的措施进行干预和调整。需要建立全面的监测体系,这包括安装传感器和采集设备,实时监控风光发电系统、储能系统以及微电网管理系统等关键设备的运行状态和参数变化。同时还需要建立数据处理和分析系统,对实时数据进行处理和分析,以提取有价值的信息并预测未来的变化趋势。当监测到异常情况或故障时,需要迅速启动应急响应程序,采取相应的措施进行

干预和调整。例如,在风光发电系统出现故障时,可以迅速切换至备用电源或调整其他设备的运行状态;在储能系统容量不足时,可以及时增加储能容量或调整负荷分配等。

4.6 市场化运营模式的探讨

随着离网型风光储微电网技术的不断发展和成熟,其市场化运营模式也逐渐受到关注。探讨适合离网型风光储微电网的市场化运营模式,对于推动其广泛应用和可持续发展具有重要意义。根据不同的应用场景和需求特点,可以将微电网划分为不同的类型(如农村电网、海岛电网、应急电源等),并制定相应的市场策略和推广方案^[4]。由于离网型风光储微电网的建设和运营成本较高,因此需要制定合理的电价以确保其经济效益和社会效益的平衡。可以考虑采用基于成本的定价方法或市场竞争定价方法来确定电价水平。通过与其他能源系统(如传统电网、分布式能源系统等)的互联互通和协同运行,可以实现能源的高效利用和互补优势的发挥。同时,也需要关注微电网在市场竞争中的地位和影响力,并制定相应的市场策略以提高其竞争力。

结束语

本文的研究为离网型风光储微电网的控制策略提供了新的思路和方法。随着可再生能源技术的不断进步和微电网系统的广泛应用,未来我们将继续探索更先进、更智能的控制策略,以进一步提升微电网系统的性能与可靠性。同时,也期待与业界同仁共同合作,推动微电网技术的创新与发展,为构建绿色、低碳、智能的能源体系贡献力量。

参考文献

- [1]赵丽.调控离网型微电网运行能力探究[J].中国设备工程,2019(21):195-196.
- [2]程焯.智能配离网型微电网优化调度的关键技术[J].电子技术,2020,49(08):186-188.
- [3]罗雪松.浅谈电力系统调度运行管理及对策[J].企业技术开发,2019,31(32):114-115.
- [4]刁孟琦.互联网+智能配离网型微电网的运维技术应用[J].电子技术,2020,49(03):110-111.