

新能源接入对电力系统电气特性的影响及应对策略

冉勇

贵州西能电力建设有限公司鸭溪储能电站, 贵州 遵义 563000

摘要： 随着新能源的快速发展，储能技术在电力系统中的应用日益受到关注。

本文综合论述了新能源储能技术的相关内容，具体包括储能技术的分类、特性及其在新能源接入中的关键作用，并探讨了其对我国新能源发展的重要影响。紧接着，深入分析了新能源接入对电力系统电气特性的影响，涉及新能源并网方式、储能接入结构，以及系统电压、频率、暂态稳定性和短路电流等方面的变化情况。在此基础上，本文进一步探讨了储能技术在新能源接入电力系统中的多元化应用，包括但不限于调峰能力分析、调频应用、增强电压稳定性以及提升系统抗扰动能力等方面。文章结尾部分，对储能系统的优化配置与控制策略进行了详细研究，涵盖了容量配置方法、功率分配策略、运行控制策略以及与新能源的协同控制机制。

关键词： 储能系统；新能源接入；电力系统电气特性；调峰能力；调频应用

Influence of New Energy Access on Electrical Characteristics of Power System and Countermeasures

Ran Yong

Yanxi Energy Storage Power Station, Guizhou Xineng Electric Power Construction Co., Ltd. Zunyi, Guizhou 563000

Abstract： With the rapid development of new energy, the application of energy storage technology in power systems has attracted increasing attention.

This paper comprehensively discusses the relevant contents of new energy storage technology, including the classification, characteristics and key role of energy storage technology in new energy access, and discusses its important influence on the development of new energy in China. Then, the impact of new energy access on the electrical characteristics of the power system is deeply analyzed, involving the grid-connected mode of new energy, the energy storage access structure, and the changes in system voltage, frequency, transient stability and short circuit current. On this basis, this paper further discusses the diversified applications of energy storage technology in new energy access power systems, including but not limited to peak load capacity analysis, frequency modulation applications, enhancing voltage stability and improving system anti-disturbance ability. At the end of the paper, the optimal configuration and control strategy of the energy storage system are studied in detail, including capacity allocation method, power distribution strategy, operation control strategy and collaborative control mechanism with new energy.

Keywords： energy storage system; new energy access; electrical characteristics of power system; peak load capacity; frequency modulation application

引言

随着全球能源危机和环境问题的日益严重，新能源的开发和利用成为各国实现能源结构优化和可持续发展的关键途径。我国政府高度重视新能源产业发展，积极推动风能、太阳能等可再生能源的广泛应用。然而，新能源的间歇性、波动性和不确定性等特点，给电力系统的安全稳定运行带来了诸多挑战。在此背景下，新能源储能技术作为一种有效的解决方案，逐渐成为研究热点。

新能源储能技术具有调峰、调频、改善电能质量等功能，对于促进新能源的高比例接入和电力系统的安全稳定运行具有重要意义。本文围绕新能源接入对电力系统电气特性的影响及应对策略，重点关注储能技术在其中的作用，旨在为我国新能源发展和电力系统运行提供理论依据和实践指导。

一、新能源储能概述

随着能源结构的转型和清洁能源需求的不断增长，新能源储能技术作为支撑新能源发展的关键环节，受到了广泛关注。以下

将从储能技术的分类及特点、在新能源接入中的应用，以及对我国新能源发展的作用三个方面进行详细阐述。

（一）储能技术分类及特点

储能技术种类繁多，主要包括物理储能（如抽水蓄能、压缩

空气储能)、化学储能(如锂离子电池、铅酸电池)和电磁储能(如超级电容器、飞轮储能)等。

例如压缩空气储能主要是运用分子内力进行相应的发电,当负荷处于低谷时期利用空气压缩的方法将其科学地储存在相关的容器当中。当用电高峰时期能够及时合理地将空气进行释放,进而能够顺利驱动涡轮机进行运行,保障其可以符合发电要求^[1]。这些技术各具特点,如物理储能具有大规模、长周期存储能力,化学储能则具有响应速度快、安装灵活等优点,而电磁储能则以其高功率密度和长寿命周期著称。

(二) 储能系统在新能源接入中的应用

储能系统在新能源接入中的应用主要体现在以下几个方面:一是平抑新能源出力的波动性,提高电力系统的稳定性和可靠性;二是实现新能源发电的调峰填谷,提高电网的调度灵活性;三是为电网提供备用支持,增强系统的抗扰动能力;四是通过能量时移,提高新能源发电的经济性。

(三) 储能对我国新能源发展的作用

储能技术对我国新能源发展的作用不可小觑。储能技术为新能源的广泛接入提供了关键的技术支撑,有效解决了新能源并网过程中遇到的技术挑战。此外,储能技术的应用显著促进了新能源的利用率,通过减少弃风弃光现象,大幅提升了能源转化效率^[2]。最终,储能技术的持续发展催生了新能源产业链的优化与升级,为我国新能源产业的稳定与长期发展注入了强劲动力。

二、新能源接入对电力系统电气特性的影响

新能源的广泛接入,虽然为电力系统的可持续发展注入了活力,但同时也给系统的电气特性带来了诸多挑战。以下将从新能源并网方式及储能接入结构、对系统电压的影响、对系统频率的影响、对系统暂态稳定性的影响,以及对系统短路电流的影响五个方面,详细探讨新能源接入对电力系统电气特性的影响。

(一) 新能源并网方式及储能接入结构

新能源并网主要有直接并网和储能并网两种模式。直接并网因其简便性而被广泛采用,但新能源出力波动可能导致电网频率和电压不稳。储能并网则通过储能装置的调节功能,有效平滑出力波动,提高电网运行质量。在储能接入设计上,集中式与分布式储能各具优势,对电网稳定性与响应速度影响显著。集中式储能以其大容量为电网提供强有力支持,尤其在应对大规模新能源并网时效果显著;分布式储能则凭借灵活性与分散性,在局部区域迅速响应,提升电能质量与系统抗扰能力^[3]。

(二) 新能源接入对系统电压的影响

新能源接入对电力系统电压稳定性造成挑战,易引发电压波动和偏差。负荷高峰期,新能源出力波动可能导致电压下降,加大电网调压压力;负荷低谷期,发电过剩则引起电压上升。这些波动威胁电网设备运行,缩短设备寿命,影响用户电能质量,如照明闪烁、电机效率下降、电子设备故障。因此,维持电压稳定对电网健康和用户用电至关重要。系统运营商需采取措施,如优化新能源预测、调整调度策略、提升调压能力,以应对新能源并

网电压波动。

(三) 新能源接入对系统频率的影响

新能源发电的间歇性和不确定性给电力系统频率稳定性带来挑战。出力骤减时,有功功率失衡导致频率上升,危及发电机运行及电网稳定性;出力过剩则引起频率下降,同样威胁系统稳定。频率波动对发电机转速控制及电网同步设备提出严格要求,影响系统动态稳定性和电能质量^[4]。维持频率稳定对电网安全至关重要。运营商需提升新能源预测精度、优化调度、增强调频资源及实施频率控制措施,保障系统稳定与供电连续性。

(四) 新能源接入对系统暂态稳定性的影响

新能源接入对电力系统暂态稳定性造成影响,尤其在故障情况下,其动态响应与传统火电差异显著,可能削弱系统恢复能力。快速脱网或减载行为加剧暂态功率不平衡,降低稳定性^[5]。因此,接入时需考量其对暂态稳定性的影响,实施措施如优化新能源控制策略、提升快速调频能力、增强故障应对的有功无功支撑及有效故障处理方案,以确保系统稳定性,保障供电可靠性与电网安全。

(五) 新能源接入对系统短路电流的影响

新能源接入影响电力系统短路电流水平,须在系统设计与运行中细致考量。新能源设备并入可能提升短路电流,增加电网设备负担。同时,储能系统接入改变短路电流分布,影响保护装置配置。储能系统快速响应提供电流补偿,减轻设备负担,但可能导致电流分布不均,对保护装置的灵敏度和选择性提出新要求。

三、储能技术在新能源接入电力系统中的应用

储能技术作为新能源接入电力系统的重要支撑,其应用范围广泛,发挥着不可替代的作用。以下将重点分析储能系统在调峰、调频、改善电压稳定性以及提高系统抗扰能力等方面的应用,以揭示其在新能源电力系统中的关键角色。

(一) 储能系统调峰能力分析

储能系统在调峰方面的能力主要体现在以下几个方面:储能系统在电力需求低谷时能够有效储存过剩的新能源电力,避免资源浪费。同时,在电力需求高峰期,储能系统释放所储存的电能,以迎合电网的峰值需求,进而实现供需平衡,显著提升电网的运行效率^[6]。此外,储能系统的快速响应能力使其能够有效地参与电网的二次调峰,进一步优化电力系统的负荷曲线。

(二) 储能系统调频应用

储能系统凭借其独特的快速响应特性,能够实时调节电力系统频率,确保其在规定的工作范围内稳定运行。当系统频率出现波动,不论是因负荷的突然增加还是减少,储能系统都能迅速介入,通过吸收多余的能量或释放储备的电能,以平衡供需关系,从而有效地稳定频率。这种调频能力不仅提升了电力系统的动态响应性能,而且减轻了传统调频资源的工作压力,提高了电力系统的运行效率和可靠性^[7]。储能系统的调频应用,是现代电力系统优化控制策略的重要组成部分,对于促进可再生能源的融合、提升电网智能化水平具有重要意义。

（三）储能系统改善电压稳定性

储能系统通过调节充放电功率，能够在电力系统电压波动时提供有效支撑。在电压下降时，储能系统可以快速放电，提供额外的无功功率支持，从而提升系统电压；相反，在电压上升时，储能系统可以吸收多余的电能，降低系统的电压水平。这种灵活的电压调节能力，对于改善新能源接入后的电压稳定性具有重要意义。

（四）储能系统提高系统抗扰动力

储能系统在提高电力系统抗扰动力方面发挥着关键作用。在面对系统故障或外部扰动时，储能系统可以迅速响应，提供必要的有功和无功支持，帮助系统恢复正常运行^[8]。这种能力不仅能够减少系统故障的影响范围和持续时间，还能够提高电力系统的可靠性和韧性。

四、储能系统优化配置与控制策略

为了充分发挥储能系统在新能源接入电力系统中的重要作用，需要对储能系统进行合理的优化配置和精确的控制策略设计。以下将从储能系统容量配置方法、功率分配策略、运行控制策略以及与新能源协调控制四个方面，详细探讨储能系统的优化配置与控制策略。

（一）储能系统容量配置方法

储能系统容量的合理配置对其高效运行至关重要，涉及多个精细步骤：初始阶段，基于电力需求和新能源特性分析，明确储能系统的功能定位；继而，考虑系统负荷变化、新能源出力波动及电网调度需求，进行储能系统容量需求的精确评估；最终，借助技术经济分析，实现储能系统容量配置的最优化，以均衡投资成本与运行效益^[9]。此过程需专业知识、精确模型及对市场、政策和趋势的综合考量，确保储能系统长期稳定与经济性。

（二）储能系统功率分配策略

储能系统功率分配策略对其性能和寿命至关重要。确保策略合理性的关键在于：一是依据储能系统实时状态（如SOC、SOH）进行功率分配，以优化资源利用；二是根据电力系统需求动态调整充放电功率，保障运行稳定与效率；三是通过优化充放

电循环，减少深度放电和过度充电，延长寿命，降低维护成本。高效功率分配策略能提升储能运行效能，确保可靠性，最大化成本效益。

（三）储能系统运行控制策略

储能系统的运行控制策略是保障其安全性与高效运行的关键。该策略需涵盖以下要点：初始阶段，保障储能系统在预设的工作参数内稳定运行，避免运行偏差；进一步，应用先进的预测控制和反馈控制技术，增强储能系统对电力系统动态响应的敏捷性和控制准确性^[10]；此外，编制全面的应急预案，确保在极端情况下储能系统可安全停机或快速转换至备用模式，以维护系统的整体安全性和可靠性。通过这些综合性的控制策略，可以最大限度地发挥储能系统的性能，同时降低运行风险。

（四）储能系统与新能源协调控制

储能与新能源的协同控制对提升电力系统性能至关重要。策略应集成以下要素：预先根据新能源预测调整储能充放电，优化能量管理；建立储能与新能源发电的实时通信与控制，确保运行协同；精细化调度储能，提高新能源利用率，减少弃电，提升系统效率。此策略实施有助于稳定接入新能源，促进电力系统可靠运行与可持续发展。

五、结束语

全文探讨了新能源接入电力系统的必要性与挑战，储能技术在应对这些挑战中的重要地位，以及储能系统的优化配置与控制策略本文的研究成果为新能源接入电力系统领域提供了理论依据和实践指导，对于推动我国新能源事业的发展、保障电力系统安全稳定运行具有重要意义。

尽管本文取得了一定的研究成果，但仍存在局限性，例如未充分考虑多种新能源及储能设备之间的相互作用，以及不同运行场景下的影响。展望未来，新能源接入电力系统的研究将更加深入，涉及更多领域和层面的探讨，以期为我国新能源事业的持续发展提供更加全面的支持。总之，本文的研究成果为新能源接入电力系统领域的发展奠定了基础，有望为相关领域的研究和实践提供参考。

参考文献

- [1]王哲. 储能技术在新能源电力系统中的应用[J]. 光源与照明, 2024,(01):237-239.
- [2]王周毅. 新能源发电技术在电力系统中的应用[J]. 电子技术, 2023,52(12):88-89.
- [3]谭勇林. 新能源发电技术在电力系统中的应用[J]. 光源与照明, 2022,(12):240-242.
- [4]薛福, 马晓明, 游焰军. 储能技术类型及其应用发展综述[J]. 综合智慧能源, 2023,45(09):48-58.
- [5]许传博, 刘建国. 氢储能在我国新型电力系统中的应用价值、挑战及展望[J]. 中国工程科学, 2022,24(03):89-99.
- [6]宋智勇. 风力发电系统中储能技术的应用分析[J]. 电气时代, 2023,(08):44-46.
- [7]沈通. 考虑配电网分布式电源可靠性的储能技术应用研究[D]. 山东大学, 2018.
- [8]许嘉雯. 储能技术在新能源发电技术中的应用研究[J]. 应用能源技术, 2023,(12):41-45.
- [9]吕志敏. 自动控制与储能技术在智能微电网中的应用[J]. 储能科学与技术, 2023,12(11):3581-3582.
- [10]朱正印, 刁智伟, 毕素玲, 等. 新能源电力系统中储能技术的应用探究[J]. 电工技术, 2023,(S1):253-255.DOI:10.19768/j.cnki.dgjs.2023.25.088.