

The influence of energy storage system and new energy generation capacity on power system performance

Kang Yan Duolong Zhao Dong Yang

CGN Gansu New Energy Co., Ltd., Lanzhou, Gansu, 730000, China

Abstract

As global energy demand continues to grow and environmental awareness increases, the application of new energy generation and storage systems in power systems is becoming increasingly prevalent. This paper explores the impact of energy storage systems and new energy generation capacity on power system performance, analyzing how these systems optimize resource allocation, stabilize power system operations, and promote the distributed use of new energy. It also examines the influence of new energy generation capacity on power system performance. The paper reviews the latest advancements in energy storage systems and new energy generation technologies, as well as the policy directions and market trends for optimizing power system performance. Through case studies, it further verifies the practical effects of energy storage systems and new energy generation capacity on power system performance. Finally, the study summarizes its main findings and suggests future research directions.

Keywords

energy storage system; new energy power generation; power system performance; optimal configuration; policy guidance

储能系统和新能源发电装机容量对电力系统性能的影响

闫康 赵多龙 杨东

中广核甘肃新能源有限公司, 中国·甘肃 兰州 730000

摘要

随着全球能源需求的不断增长和环境保护意识的提高, 新能源发电和储能系统在电力系统中的应用日益广泛。本文深入探讨储能系统和新能源发电装机容量对电力系统性能的影响, 分析储能系统在优化资源配置、稳定电力系统运行、促进新能源分布式应用等方面的作用, 以及新能源发电装机容量对电力系统的影响; 综述储能系统和新能源发电技术的最新进展, 以及电力系统性能优化的政策导向和市场趋势。通过多个案例分析, 进一步验证储能系统和新能源发电装机容量对电力系统性能的实际影响。最后, 总结研究的主要发现, 并提出未来的研究方向。

关键词

储能系统; 新能源发电; 电力系统性能; 优化配置; 政策导向

1 引言

在全球能源转型的大背景下, 新能源发电和储能系统作为推动能源结构优化的关键力量, 正逐步改变着传统电力系统的运行模式。作为清洁能源转型的核心载体, 风能、太阳能等可再生能源虽为破解能源困局提供绿色方案, 但其出现波动特性却对电网稳定性构成显著挑战, 此种矛盾凸显构建源网荷储协同体系的必要性, 其中储能技术被视为破解新能源消纳瓶颈的关键支点。储能系统, 作为一种能够存储电能并在需要时释放的技术, 为解决新能源发电的波动性问题提供有效手段^[1]。本文旨在深入探讨储能系统和新能源发电装机容量对电力系统性能的影响, 为电力系统的优化运行和可持续发展提供理论支持。

【作者简介】 闫康 (1990-), 男, 甘肃人, 本科, 助理工程师, 主要从事新能源发电相关的研究。

2 储能系统对电力系统性能的影响

储能系统, 顾名思义, 是一种能够存储电能并在需要时释放的装置。根据存储介质和工作原理的不同, 储能系统可以分为机械储能、电磁储能、电化学储能等多种类型。在电力系统中, 储能系统发挥着如下至关重要的作用。

2.1 优化资源配置, 提高利用效率

电力系统的运行受到供需关系的影响, 而新能源发电的间歇性使得供需平衡更加难以实现。储能系统通过存储多余的电能, 在需求高峰时释放, 从而有效地平衡电力供需, 提高资源的利用效率, 不仅减少能源的浪费, 还降低电力系统的运行成本。储能系统通过时空平移电能价值, 在供需两端构建动态缓冲层^[2]。以德国 E.ON 公司案例为例, 其配电网中部署的钒液流电池系统, 可在午间光伏过剩时以 92% 的充放效率存储电能, 晚高峰时段释放, 使区域电网负荷峰谷差降低 37%, 变压器利用率提升 22 个百分点。

2.2 稳定电力系统运行

储能系统通过快速响应电力系统的需求变化，在新能源发电不足时提供补充，从而稳定电力系统的运行。储能系统具有快速充放电的能力，可以在毫秒级的时间内响应电力系统的需求变化。当新能源发电量不足时，储能系统迅速释放存储的电能，补充电力系统的供应；当新能源发电量过剩时，储能系统吸收多余的电能，避免电力系统的过载。此快速响应的能力，使得储能系统成为稳定电力系统运行的重要手段。

2.3 促进新能源的分布式应用

储能系统与新能源发电技术的结合，实现新能源的分布式应用，提高电力系统的可靠性和稳定性。在分布式发电系统中，储能系统可以平滑新能源发电的波动，提高电力供应的连续性和稳定性。储能系统还可以与微电网相结合，形成独立的供电系统，为偏远地区或海岛等难以接入大电网的地区提供可靠的电力供应。此外，储能系统还可以与电动汽车相结合，实现车网互动，进一步提高电力系统的灵活性和可靠性。

3 新能源发电装机容量对电力系统性能的影响

新能源发电装机容量的增加，对电力系统性能产生了深远的影响。一方面，新能源发电装机容量的增加提高新能源发电量在总发电量中的占比，有助于减少对化石能源的依赖，降低环境污染。另一方面，新能源发电装机容量的增加也给电力系统的稳定运行带来挑战。

3.1 提高新能源发电量占比

近年来，我国新能源发电装机容量快速增长，风电、光伏发电等新能源发电量在总发电量中的占比逐年提高，不仅有助于减少对化石能源的依赖，降低环境污染，还有助于推动能源结构的多元化和可持续发展。然而，随着新能源发电装机容量的不断增加，其对电力系统的影响也日益显著。

3.2 增加运行成本

新能源发电的间歇性和不确定性使得电力系统的调度和运行更加复杂。为了保障电力系统的稳定运行，需要增加备用容量和调度手段，无形中增加电力系统的运行成本^[1]。例如，在新能源发电占比较高的地区，电力系统需要配置更多的调峰电源和储能系统，以应对新能源发电的波动性。这些调峰电源和储能系统的建设和运行成本较高，增加电力系统的整体运行成本。此外，新能源发电的间歇性和不确定性还将导致电力系统的频率和电压不稳定，需要采取额外的措施来保障电力供应的质量。

3.3 储能系统在新能源发电中的应用

通过配置储能装置，在新能源发电不足时提供补充，保障电力系统的稳定运行。储能系统可以提高新能源发电的消纳率，减少弃风、弃光等现象的发生。此外，储能系统还可以降低电力系统的运行成本，提高电力系统的经济性。以风电为例，风电的发电量受到风速的影响较大，具有较大的

波动性。通过配置储能系统，在风速较低时释放存储的电能，补充电力系统的供应；在风速较高时吸收多余的电能，避免电力系统的过载。

4 储能系统和新能源发电技术的最新进展

4.1 新型储能技术的发展

锂离子电池、液流电池、压缩空气储能、飞轮储能等新型储能技术^[4]，具有建设周期短、选址灵活、调节能力强、响应快速等特点。这些新型储能技术的发展，为电力系统的稳定运行和新能源发电的消纳提供有力支持。

4.1.1 锂离子电池

锂离子电池具有能量密度高、充放电效率高、寿命长等优点，在电动汽车、便携式电子设备等领域得到了广泛应用。例如，特斯拉公司推出的 Powerwall 家用储能系统，就采用锂离子电池技术，为用户提供可靠的电力供应。

4.1.2 液流电池

液流电池是一种基于电化学原理的储能装置，具有能量密度高、可深度充放电、寿命长等优点。液流电池在储能领域的应用前景广阔，尤其适用于大规模储能系统。例如，大连全钒液流电池储能调峰电站就采用液流电池技术，为电网提供稳定的调峰服务。

4.1.3 压缩空气储能

压缩空气储能是一种利用空气压缩和膨胀来存储和释放电能的储能技术，具有储能容量大、寿命长、成本低等优点，适用于大规模储能系统。例如，山东肥城国际首套 300 兆瓦先进压缩空气储能国家示范项目就采用压缩空气储能技术，为电网提供可靠的储能服务。

4.1.4 飞轮储能

飞轮储能是一种利用高速旋转的飞轮来存储和释放电能的储能技术，具有响应速度快、寿命长、维护简单等优点，适用于需要快速响应的场合。例如，在一些需要频繁启停的工业场合，飞轮储能技术已经得到成功应用。

4.2 新能源发电技术的最新进展

4.2.1 风电技术

风电机组的单机容量不断提高，叶片长度不断增加，提高风电的发电效率。风电场的智能化水平也在不断提升，通过大数据、人工智能等技术手段，实现风电场的优化调度和运维管理。

4.2.2 光伏发电技术

光伏电池的转换效率不断提高，成本不断降低。光伏发电系统的智能化水平也在不断提升，通过智能跟踪、最大功率点跟踪等技术手段，提高光伏发电系统的发电效率和稳定性。

4.3 政策支持与市场趋势

为了推动新能源发电和储能系统的发展，我国政府出台了一系列相关政策，首次将“发展新型储能”写进政府工作报告，促进和鼓励储能项目开发建设^[5]。此外，随着新能

源发电和储能技术的不断进步和成本的降低,新能源发电和储能系统的市场规模不断扩大。新型电力系统行业受到全球气候变化和能源危机加剧的影响,以及新能源及大数据技术的普及推动,行业发展迅速。

5 电力系统性能优化的政策导向与技术措施

5.1 政策导向

最新发布的《电力系统调节能力优化专项行动实施方案(2025—2027)》确立了“双维度三机制”政策框架:在时间维度构建“日前一日内一实时”三级调节体系,在空间维度打造“源网荷储”四方协同机制;同时配套建立容量补偿、辅助服务市场、需求响应激励等三项保障机制^[6]。该方案提出完善峰谷电价机制、备用爬坡等辅助服务品种,建立以调节效果为导向的市场机制;提出支撑2025—2027年年均新增2亿千瓦以上新能源的合理消纳利用,全国新能源利用率不低于90%。此外,政府还出台一系列支持新能源发电和储能系统发展的政策,如补贴政策、税收优惠政策、贷款优惠政策等,为新能源发电和储能系统的发展提供有力的政策保障。

5.2 技术措施

5.2.1 智能电网

智能电网是一种基于信息技术、通信技术和控制技术的现代化电网。智能电网可以实现电力系统的实时监测、优化调度和智能管理,提高电力系统的运行效率及稳定性^[7]。

5.2.2 需求侧响应

需求侧响应是一种通过调整用户的需求来响应电力系统的供应变化的技术手段。借助需求侧响应,可引导用户在电力供应紧张时减少用电,在电力供应充足时增加用电,从而平衡电力供需,提高电力系统的运行效率。

5.2.3 虚拟电厂

虚拟电厂是一种基于信息技术和控制技术的虚拟化发电厂。虚拟电厂聚合分散的分布式发电资源、储能系统和可调节负荷,形成一个统一的发电单元,参与电力市场的交易和调度,提高电力系统的灵活性和可靠性,降低电力系统的运行成本^[8]。

6 案例分析

为了验证储能系统和新能源发电装机容量对电力系统性能的实际影响,本文选取多个电网案例进行分析。

6.1 案例一:某省电网储能系统应用案例

某省电网为应对新能源发电的波动性,配置大规模的锂离子电池技术储能系统,该系统具有响应速度快、充放电效率高等优点,成功地平衡电力供需,提高电力系统的稳定性和可靠性。

6.2 案例二:某地区风电场储能系统应用案例

某地区风电场为应对风速的波动性,配置储能系统。该储能系统采用液流电池技术,具有能量密度高、可深度充放电等优点,成功地提高风电的消纳率,减少弃风现象的发生。

6.3 案例三:某城市微电网储能系统应用案例

某城市为推动新能源发电的分布式应用,建设微电网系统,由风电、光伏发电、储能系统和可调节负荷等组成部分。借助储能系统的应用,该微电网系统成功地实现电力供应的连续性和稳定性,提高微电网系统的灵活性和可靠性,为城市的可持续发展提供有力的支持。

7 结论与展望

本文深入探讨储能系统和新能源发电装机容量对电力系统性能的影响。研究表明,储能系统通过优化资源配置、稳定电力系统运行、促进新能源分布式应用等方式,对电力系统性能产生积极的影响。新能源发电装机容量的增加虽然提高新能源发电量占比,但也增加电力系统的运行成本。储能系统在新能源发电中的应用,可以有效地解决新能源发电的波动性问题,提高新能源发电的消纳率,降低电力系统的运行成本。此外,本文还综述储能系统和新能源发电技术的最新进展,以及电力系统性能优化的政策导向和市场趋势。通过多个案例分析,进一步验证储能系统和新能源发电装机容量对电力系统性能的实际影响。

展望未来,随着新能源发电和储能技术的不断进步和成本的降低,新能源发电和储能系统在电力系统中的应用将更加广泛。随着政策的持续推动和市场需求的不断增长,新型电力系统行业将迎来更加广阔的发展前景。然而,新能源发电和储能系统的发展也面临着一些挑战,如技术成熟度、安全性、经济性问题。因此,未来的研究需要进一步深入探讨新能源发电和储能系统的技术经济性、安全性等问题,为电力系统的优化运行和可持续发展提供更加有力的支持。此外,随着人工智能、大数据等技术的不断发展,未来电力系统性能优化的方法将更加智能化和自动化,为电力系统的稳定运行和优化调度提供更加有力的保障。

参考文献

- [1] 杨栋.新能源电力系统中储能技术的应用与效能优化研究[J].科技与创新,2025(06):229-232.
- [2] 陈海东,蒙飞,王庆,等.储能系统和新能源发电装机容量对电力系统性能的影响[J].储能科学与技术,2023,12(02):477-485.
- [3] 郑文进,孙怡.探究储能系统和新能源发电装机容量对电力系统性能的影响[J].电气技术与经济,2024(03):336-338.
- [4] 付遥,郑城市,贺远.电力储能系统对配电网运行影响分析[J].电气开关,2025,63(01):1-4+10.
- [5] 李兵.分布式光伏储能优化的工业电力分配技术研究[J].电力设备管理,2025(01):96-98.
- [6] 郑冰莎,苗文哲,王雨,等.风储联合运行系统在电力系统调频中的研究进展与展望[J/OL].洁净煤技术,1-16.
- [7] 唐文虎,聂欣昊,钱瞳,等.面向新型电力系统安全稳定的储能应用技术研究综述与展望[J].广东电力,2024,37(12):3-15.
- [8] 吕云鹏,兰叶深.基于SPEA2-SA算法的锂电池云边协同储能系统优化配置[J/OL].太阳能学报,1-11.