

新型储能技术对电力工程发展的推动作用

尚杰

山西晋通送变电有限公司, 中国·山西 太原 030000

摘要: 新型储能技术作为现代能源系统的重要支撑, 对电力工程的发展起到了显著的推动作用。论文分析了储能技术的定义与背景, 阐述了当前电力工程面临的挑战, 并探讨了储能技术在提高电网稳定性、助力可再生能源并网、优化电力调度及促进分布式电力系统发展中的具体作用。此外, 还列举了储能技术在储能电站、微电网、智慧能源系统及电动汽车等领域的典型应用。论文最后总结了储能技术面临的成本、安全、政策等方面的挑战, 展望了其智能化与多技术融合的发展方向。

关键词: 新型储能技术; 电力工程; 电网稳定性; 可再生能源

The Promoting Role of New Energy Storage Technologies in the Development of Power Engineering

Jie Shang

Shanxi Jintong Power Transmission and Transformation Co., Ltd., Taiyuan, Shanxi, 030000, China

Abstract: As an important support for modern energy systems, new energy storage technologies have played a significant role in promoting the development of power engineering. The paper analyzes the definition and background of energy storage technology, elaborates on the challenges faced by current power engineering, and explores the specific role of energy storage technology in improving grid stability, assisting renewable energy integration, optimizing power dispatch, and promoting the development of distributed power systems. In addition, typical applications of energy storage technology in energy storage power stations, microgrids, smart energy systems, and electric vehicles were also listed. At the end of the paper, the challenges faced by energy storage technology in terms of cost, safety, policies, etc. were summarized, and the development direction of its intelligence and multi technology integration was discussed.

Keywords: new energy storage technology; electric power engineering; power grid stability; renewable energy

1 概述

1.1 储能技术的定义及背景

储能技术是指通过物理、化学或生物手段将电能在不需时储存起来, 并在需求高峰期或特定情况下释放的技术手段。其核心作用是实现能量的时间和空间上的重新分配, 从而提高能源的利用效率和灵活性。随着全球能源转型和低碳发展的需求, 储能技术逐渐成为现代能源系统的重要组成部分, 被誉为未来能源技术发展的“关键支撑”。尤其在可再生能源如风能和太阳能占比不断提高的背景下, 储能技术的应用显得尤为重要^[1]。

1.2 电力工程发展的现状及挑战

电力工程是现代社会运转的基石, 但当前面临着诸多挑战。一方面, 能源结构转型的推动使得风能、太阳能等波动性强的可再生能源大规模并网, 对传统电网的稳定性提出了严峻考验。另一方面, 城市化、工业化的快速发展导致用电需求增长, 尤其是负荷高峰时段的供需矛盾加剧。此外, 传统电力系统以“大电网、集中发电”为主, 其结构在面对分布式能源和智能电网的发展时显得相对僵化, 难以灵活应

对复杂的能源调度需求。

1.3 储能技术与电力工程结合的必要性

新型储能技术的应用为解决上述问题提供了重要途径。储能技术能够削峰填谷, 平衡用电负荷, 缓解电网压力, 同时提高电力系统的稳定性和灵活性。此外, 储能技术还可以提高可再生能源的利用效率, 降低弃风、弃光现象, 实现能源系统的低碳化发展。随着技术的进步和成本的降低, 储能技术逐渐成为电力工程领域不可或缺的重要组成部分。

2 新型储能技术的分类及特点

2.1 电化学储能技术

电化学储能是当前发展最为迅速、应用最广泛的一类储能技术, 其主要包括锂电池、钠硫电池、铅蓄电池、液流电池等。

2.1.1 锂电池

锂电池以其高能量密度、长循环寿命、快速响应速度等特点成为电化学储能领域的主流技术之一, 广泛应用于电动汽车、家庭储能系统以及大型储能电站。然而, 锂电池的原材料成本较高, 资源储量有限, 且存在一定的安全隐患,

如热失控问题。

2.1.2 钠硫电池

钠硫电池是一种高温电池,具有较高的能量密度和良好的深度充放电性能,尤其适合于大规模储能应用。然而,其需要在较高温度(约300℃)下运行,技术成熟度仍需提高。

2.1.3 液流电池

液流电池包括全钒液流电池、锌溴液流电池等,通过活性物质在电解液中的循环实现能量存储与释放,具有长寿命和模块化设计的优势,适合于大规模储能应用,但其能量密度相对较低,限制了便携性和小型化应用。

2.2 物理储能技术

物理储能技术以其简单可靠的运行机制,在大规模储能领域扮演着重要角色,主要包括压缩空气储能、飞轮储能等。

2.2.1 压缩空气储能

该技术通过在低电价时利用电能压缩空气,并在高电价时释放压缩空气驱动发电机发电,具有规模大、成本低、寿命长的优点。它尤其适合风电、光伏等可再生能源的调峰需求,但对储气场所和系统效率有较高要求。

2.2.2 飞轮储能

飞轮储能通过旋转体的动能存储能量,其响应时间快、寿命长,是一种适合短时频率调节的储能技术。由于其能量密度较低,应用范围受限于特定场景,如轨道交通、数据中心的瞬时备用电源。

2.3 化学储能技术

化学储能以氢能和燃料电池为代表,是一种前景广阔的新型储能方式。

2.3.1 氢能储能

氢能储能通过电解水制氢、储氢和燃料电池发电实现能量的储存与释放。氢能的优势在于能量密度高、可长期存储,并可与现有天然气管网融合,但其储运过程面临技术和成本的双重挑战。

2.3.2 燃料电池

燃料电池是氢能利用的主要方式,通过氢气与氧气的化学反应发电,具有高效、无污染的特点,适用于分布式能源系统。然而,其高昂的催化剂成本和耐久性问题仍需进一步解决。

2.4 新型储能技术的综合特点及发展趋势

新型储能技术相较于传统储能技术具有显著优势,如能量密度高、适用场景广、环境友好等特点。同时,随着技术创新的不断加速,储能技术呈现出以下发展趋势。

2.4.1 多技术融合

未来储能技术将朝着多种技术融合的方向发展,通过电化学、物理、化学等储能方式的组合应用实现优势互补,从而更好地满足不同场景的需求。

2.4.2 智能化与数字化

储能系统逐步与智能电网、物联网、大数据等技术深

度融合,通过智能化调控和大数据分析提高储能效率与安全性。

2.4.3 成本降低与规模化发展

随着技术的进步和产业链的完善,储能技术的单位成本将进一步下降,从而推动其在电力工程领域的规模化应用,尤其是在分布式能源、家庭储能和电动汽车领域。

3 新型储能技术对电力工程发展的具体推动作用

3.1 提高电力系统稳定性与安全性

电力系统的稳定性与安全性是保障供电可靠性的核心问题。新型储能技术能够有效平衡电力供需波动,降低电网运行中因负荷波动、设备故障或自然灾害造成的不稳定风险。

3.1.1 快速响应能力

新型储能技术如锂电池、飞轮储能具有毫秒级的响应时间,能够在突发事故或用电高峰期快速向电网供电,保障系统稳定。

3.1.2 减少频率波动

在高比例可再生能源接入的电网中,储能技术可以通过调节输出功率,减少由风电、光伏发电波动性引发的频率波动,保持电网频率的稳定。

3.1.3 提升事故恢复能力

在电网受到外部冲击或发生局部停电时,储能技术可作为备用电源,迅速为关键设备供电,降低事故扩大的可能性,从而提高系统的安全性。

3.2 助力可再生能源的大规模并网

可再生能源的波动性和间歇性限制了其在电网中的占比,而储能技术的应用为这一问题提供了解决方案。

3.2.1 缓解弃风、弃光现象

储能技术能够在风光发电量过剩时储存多余电能,在电力需求高峰期释放电能,极大提高了可再生能源的利用效率。

3.2.2 平滑输出曲线

通过储能系统,风电、光伏等可再生能源的发电曲线可以被平滑化,使其接近传统发电形式,降低对电网的冲击。

3.2.3 支撑高比例可再生能源电网

在新能源渗透率较高的电网中,储能系统能够提供必要的容量备用和无功补偿,确保电网的稳定运行。

3.3 优化电力调度与负荷平衡

电力系统的经济性和稳定性在很大程度上依赖于负荷与发电之间的平衡。储能技术通过灵活的调度功能,在电力系统运行中发挥重要作用。

3.3.1 削峰填谷

通过在用电低谷时储能、高峰时放电,储能系统能够有效降低峰值负荷,减轻发电与输电压力,提高能源利用率。

3.3.2 减少弃电现象

储能技术能够存储低谷期的多余发电量,从而减少弃电现象,实现能源的优化配置。

3.3.3 灵活调度能力

储能系统能够根据实时电力需求动态调整输出功率,优化电力资源配置,提升电网运行效率。

4 新型储能技术在电力工程中的典型应用

4.1 储能电站与电网调峰调频

储能电站是当前储能技术在电力工程领域的重要应用之一,其主要功能是提供电网的调峰调频服务。

4.1.1 调峰作用

储能电站能够在电网负荷低谷时充电,高峰时放电,从而减少尖峰负荷对电网设备的压力,提高发电资源利用率^[2]。

4.1.2 调频作用

在电网频率偏离标准值时,储能电站能够快速调整输出功率,对电网频率进行实时校正,增强电网的调频能力。

4.1.3 电力市场辅助服务

储能电站还可以参与电力市场,通过提供备用电源和容量服务获取经济收益,同时为电网运行提供更多灵活性支持。

4.2 微电网与离网供电系统

储能技术是微电网和离网供电系统的关键组成部分,能够有效提高系统的自给能力和稳定性。

4.2.1 支持多能互补

在微电网中,储能系统可以与风电、光伏、柴油发电机等多种能源形式互补,提高能源利用效率和系统可靠性。

4.2.2 确保供电连续性

离网供电系统中,储能系统可以在间歇性能源不足时提供备用电源,确保用户的供电连续性,特别是在偏远地区 and 海岛应用中具有显著优势。

4.2.3 促进独立运行能力

通过储能技术,微电网可以在与主网断开时独立运行,提高系统的抗风险能力和能源自主性。

4.3 智慧能源系统中的储能模块

智慧能源系统是未来电力工程发展的重要方向,储能模块在其中发挥着不可替代的作用。

4.3.1 数据驱动的能源优化

储能系统与大数据、人工智能结合,可实现对能源供需的精准预测和调度优化,提高能源系统的运行效率。

4.3.2 分布式能源的高效管理

通过储能模块,智慧能源系统能够实现分布式能源的优化调度和平衡,提升整体能源系统的灵活性与稳定性。

4.3.3 能源互联网的支撑技术

储能技术是实现能源互联网的重要环节,通过实现能源的高效存储与释放,支持能源的跨区域传输和共享。

5 新型储能技术面临的挑战及未来发展方向

5.1 技术成本与经济性分析

储能技术的大规模应用需要克服的首要挑战是成本问题。尽管近年来新型储能技术的成本呈下降趋势,但仍存在一定经济性障碍,尤其是对大规模电力工程和分布式储能系统的应用而言。

5.1.1 高昂的初始投资

新型储能设备的制造成本,包括核心材料如锂、钒等稀缺资源的价格,依然居高不下。对于电化学储能系统,电池组、逆变器、控制系统等设备占据了总成本的主要部分。

5.1.2 生命周期成本分析

除了初始投资,储能系统的运行和维护成本也需要重点考虑,包括电池的更换、能量损耗等。尽管锂电池具有较长的循环寿命,但与传统技术相比,其综合成本仍需进一步降低。

5.1.3 市场竞争力

储能技术在现有电力市场中面临传统调峰调频技术的竞争,如燃气电厂和抽水蓄能电站。相比之下,新型储能技术的性价比和经济性尚未完全体现,导致推广速度受限。

5.2 技术可靠性与安全性问题

新型储能技术在提升电力系统灵活性的同时,也带来了可靠性和安全性方面的挑战。

5.2.1 技术可靠性问题

部分储能技术如液流电池、压缩空气储能等尚未完全实现商业化成熟,其长期稳定性和可靠性需要通过大规模实际应用验证。尤其是在复杂电网环境下,不同储能技术之间的适配性仍然存在不确定性。

5.2.2 安全性隐患

锂电池等电化学储能技术存在过充、过热、短路等引发的安全风险,甚至可能导致火灾和爆炸事故。针对高温运行的钠硫电池和燃料电池,安全防护措施也是重点研究方向。

5.2.3 环境影响问题

储能设备的生产和报废可能带来一定的环境污染,如锂电池的重金属污染和电解液的处理问题。如何在全生命周期中实现绿色和环保是未来技术发展的重要考量。

5.3 政策支持与市场机制完善

储能技术的推广和普及离不开政策引导和市场环境的支持。

5.3.1 政策支持力度不足

当前,许多国家和地区尚未建立完善的储能支持政策,尤其是在投资补贴、税收优惠和技术研发支持方面仍有待加强。部分储能项目因缺乏政策引导而面临融资困难的问题。

5.3.2 市场机制缺失

储能技术在现有电力市场中的定位尚不清晰。储能项

目既可以作为发电设备提供电能,也可以作为辅助服务参与调频和调峰,但现有市场规则难以满足储能技术多元化应用场景的需求。

5.3.3 经济激励不足

缺乏灵活的电价机制和储能容量补偿机制,使得储能项目难以实现可持续盈利。如何通过市场机制激励储能技术的发展,是当前政策制定者需要重点解决的问题。

5.4 未来多技术融合与智能化发展

面对技术和市场的多重挑战,新型储能技术的未来发展将呈现出多技术融合与智能化发展的趋势。

5.4.1 多技术融合发展

未来,储能技术的发展将更加注重不同技术的协同作用。例如,电化学储能与物理储能的结合可以实现短期与长期储能需求的统一;氢能储能与燃料电池的结合能够推动化学储能技术的突破。多技术的融合应用可以为不同场景提供更具针对性的解决方案^[3]。

5.4.2 智能化储能系统

储能技术将与人工智能、大数据和物联网技术深度融合,实现系统的智能化管理。例如,通过智能算法优化储能系统的充放电策略,可以提高能量利用效率,降低运行成本。

5.4.3 分布式与集中式储能相结合

未来储能系统将呈现集中式与分布式储能并存的模式。分布式储能系统可以为用户提供灵活的用电解决方案,而集中式储能站点则可以支撑大规模电网的稳定运行。

5.4.4 规模化应用推动成本下降

随着储能技术的应用场景不断扩大,规模效应将进一步推动储能设备制造成本的下降。同时,规模化生产和部署将加速储能技术的商业化成熟。

6 结语

综上所述,新型储能技术在电力工程中具有显著推动作用,通过削峰填谷、提升电网灵活性及促进新能源高效利用,有力推动了能源结构的优化与低碳发展。未来需在技术成本、安全性及政策支持等方面加强突破,为电力工程实现高效、稳定和绿色转型提供持续动力。

参考文献:

- [1] 王磊,胡清.储能技术在新能源电力系统中的应用[J].通讯世界,2024,31(10):88-90.
- [2] 黄坚,陈晨.基于物理储能技术的新能源光伏电力系统的优化研究[J].自动化应用,2024,65(19):109-111+125.
- [3] 董良.新能源电力系统中的储能技术选择与电气集成方案设计[J].高科技与产业化,2024,30(9):32-33.