

储能技术在新能源电力系统的应用分析

蔡炎君

中国三峡新能源（集团）股份有限公司甘肃分公司 甘肃兰州 730030

摘要：随着全球能源结构的转型和新能源电力系统的迅速发展，储能技术已成为关键支撑技术之一。本文深入分析了储能技术在新能源电力系统中的应用情况，探讨了不同储能技术的特点以及储能技术在新能源电力系统的应用，实现能源结构优化和提升电网可靠性。

关键词：储能技术；新能源电力系统；应用

面对全球气候变化和环境持续恶化的挑战，新能源电力系统以其清洁、可再生的特性成为了能源转型的重要方向。风能、太阳能等新能源由于其间歇性和波动性，给电力系统的稳定运行带来了挑战。在此背景下，储能技术作为连接能源生产和消费的桥梁，不仅能够提高新能源的消纳能力，还能增强系统的灵活性和可靠性。因此，分析储能技术在新能源电力系统中的应用，对于指导未来能源系统优化具有重要的理论价值和实践意义。

一、新能源电力系统的特点

（1）高比例新能源广泛接入：新能源，尤其是风能和太阳能，在新能源电力系统中占据主导地位，替代传统化石能源。这一特点反映了全球对于可再生能源的依赖日益增加，尤其是在我国提出碳达峰与碳中和目标之后。（2）集中式与分布式并举：新能源的接入形式多样，既包括大规模的陆上风电、光伏基地，也包括分布式电源，这些电源通常靠近负荷中心，可实现就近消纳。（3）源网荷储多向协同：新型电力系统不仅仅是单向的能源供应，而是通过源（发电端）、网（电网）、荷（负载端）、储（储能）之间的多向协同和灵活互动来确保系统的高效运行^[1]。

二、储能技术的分类

1. 机械储能

机械储能技术主要通过物理手段将能量存储起来，需要时再将物理能转化为电能。最常见的机械储能技术包括抽水蓄能电站、飞轮储能系统以及弹簧储能等。抽水蓄能电站利用电力在需求低谷时将水从低处抽送到高处的蓄水池中，当电网需求高峰到来时，再让水流回下水库的同时推动水轮机发电，从而实现能量的储存和释

放。飞轮储能则是利用旋转的飞轮储存能量，当电力多余时，通过电机将飞轮加速，而当需要电力时，则通过飞轮到电机的转动发电。机械储能技术的优点是能量转换效率高，响应速度快，但其缺点也很明显，如地理条件限制较大（特别是抽水蓄能），建设成本高，且对环境可能产生较大影响。

2. 电化学储能

电化学储能是目前应用最为广泛的储能技术之一，它主要包括各类电池和燃料电池。其中，铅酸电池、锂离子电池、钠硫电池和流动电池是最具代表性的几种。这些电化学储能设备通过化学反应将电能转换为化学能并储存于电极材料中，需要时再通过相反的电化学反应释放出来。电化学储能设备具有能量密度高、响应速度快、循环寿命长等特点，适用于从家庭储能到大规模电网级储能的不同应用场景。然而，它们也存在诸如成本、安全性（比如锂离子电池的热稳定性问题）和环境影响（如铅酸电池的回收问题）等方面的挑战^[2]。

3. 热能储存

热能储存技术通过存储热能来实现能量的转换和保有。这类技术主要包括感应热储能、潜热储能和化学热储能三种形式。感应热储能是通过物质的温度变化来存储能量，例如热水储能或热油储能；潜热储能则利用材料的相变过程，如冰融化成水或一些特殊材料固液转换过程中吸收和释放大量热量；化学热储能通常涉及到可逆化学反应，如浓缩盐溶液的热化学转换。热能储存对于调节电网负荷、提高火力发电厂效率、太阳能发电的热储能等方面具有重要的应用价值。不过，热能储存技术的能效通常低于机械和电化学储能，且热损失控制是一个技术挑战。

三、储能技术在新能源电力系统中的应用

1. 电池储能系统

电池储能系统 (BESS) 在新能源电力系统中的应用主要集中在提供调频服务、改善可再生能源的间歇性问题以及增加电网的灵活性方面。例如, 锂离子电池储能系统可以与太阳能光伏电站或风力发电场并网, 储存过剩的电能并在需求高峰期释放, 实现能源的高效利用。此外, 电池储能系统也可以用于电网的应急备用, 当电网出现短暂故障时, 能够迅速投入运行, 保障关键负荷供电不中断。在一些需要频繁充放电的应用场景中, 如峰谷电价差异较大的地区, 电池储能系统通过夜间低价储电、白天高峰时段放电的方式, 为电力公司带来了显著的经济效益。随着技术的进步, 电池储能系统的成本逐年下降, 使其应用前景更加广阔。

2. 压缩空气储能 (CAES)

压缩空气储能 (CAES) 是一种大规模储能技术, 它适用于电力系统的调峰和季节性储能。CAES 系统通常由两个地下储气库、一个压缩机和一个发电机组组成。在电力需求低的时期, 利用多余电力带动压缩机将空气压缩并存储到地下储气库; 当电力需求高时, 释放压缩空气推动膨胀机发电。CAES 特别适用于地理位置有天然盐穴、岩洞或者人造矿坑的区域。例如, 美国阿拉巴马州的 McIntosh CAES 电站就是一个成功的商业化案例, 其装机容量达到 110 MW, 能为电网提供连续 26 小时的满负荷输出。

3. 超级电容器

超级电容器 (又称为超级电容或超电容) 以其快速充放电能力在新能源电力系统中有着独特的应用价值。它们能够在极短的时间内释放出大量的能量, 非常适合用于电网的瞬时响应和频率调节。与电池相比, 超级电容器具有更长的循环寿命和更快的充放电速度, 但其能量密度较低。因此, 它们通常与其他储能技术结合使用, 以覆盖不同类型的电力质量需求。在微电网和可再生能源并网系统中, 超级电容器被用来平滑功率波动和提供短时备用电源, 从而提升整体电力供应的稳定性和可靠性^[3]。

4. 分布式储能系统

分布式储能系统是指在用户侧 (如住宅、商业建筑或小型工厂) 安装的局部储能设备, 其主要目的是提高能源利用率、优化电能成本以及增强系统的可靠性。这类系统可以是家用电池、热能储存装置或是其他形式的小规模储能设施。分布式储能系统可以直接与屋顶太阳能光伏板配合使用, 白天吸收并储存太阳能发电产生的电能, 供夜间或阴天使用, 减少对主电网的依赖。此外, 它还可以通过需求响应程序参与电力市场, 根据实时电价自动调整充放电策略, 降低能源费用。随着分布式能源资源的日益普及, 分布式储能系统在提升能源自治和优化配电网运行方面发挥着重要作用^[4]。

结语

经过上述分析可见, 储能技术是新能源电力系统不可或缺的组成部分, 它为解决新能源并网、供需调节、频率控制等问题提供了有效手段。尽管目前储能技术仍面临成本、效率、寿命等方面的挑战, 但随着技术进步和规模化应用, 预计未来储能技术的成本将进一步降低, 应用范围将进一步扩大。为了实现这一目标, 需要政府、企业和研究机构共同努力, 推动技术创新, 完善市场机制, 制定合理的政策规范。展望未来, 储能技术将在新能源电力系统中扮演更加重要的角色, 为构建清洁、高效、稳定的能源体系作出积极贡献。

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] 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.
- [3] 李鹏林. 新能源电力系统中储能系统的设计和控制策略 [J]. 光源与照明, 2023, (11): 153-155.
- [4] 关新, 吴世玮, 解雨琪, 等. 储能技术在新能源电力系统中的应用分析 [J]. 蓄电池, 2023, 60 (04): 181-185+194.