

储能技术在新能源电力系统中的应用分析

刘欣

协鑫储能科技（苏州）有限公司，江苏苏州，215100；

摘要：随着全球能源转型加速，新能源发电占比持续提升，其间歇性与波动性对电力系统稳定性构成挑战。储能技术通过能量时空转移与调节，成为解决新能源消纳难题、提升供电可靠性的关键手段。本文系统梳理化学储能、物理储能及集成储能技术类型，分析其在提升供电稳定性、优化能源结构、增强系统调节能力等方面的应用价值，并深入探讨其在光伏、光热、风能及机械发电系统中的具体实践。研究旨在为新能源电力系统的高效运行与可持续发展提供理论支撑与实践参考。

关键词：储能技术；新能源电力系统；供电稳定性

DOI：10.69979/3060-8767.26.04.011

前言

随着“双碳”目标推进，新能源在电力系统中的占比持续攀升，风能、太阳能等可再生能源的规模化开发利用成为能源转型的核心方向。但新能源发电受自然条件影响显著，出力强度难以精准预测与调控，大规模并网后易造成电网频率波动、电压偏移等问题，甚至引发供电中断风险，对电力系统的安全稳定运行构成挑战。储能技术作为衔接新能源发电与电网输送的核心枢纽，能够实现电能的时空转移与动态调节，有效平抑新能源出力波动，填补供需缺口。当前各类储能技术各具优劣，应用场景与适用范围存在差异，其在新能源电力系统中的应用价值与实践路径仍需进一步梳理与优化。基于此，本文从主流储能技术分类入手，分析其应用价值与具体场景，为储能技术在新能源电力系统中的高效应用提供参考，助力新能源电力产业的规范化、可持续发展。

1 新能源电力系统中的主要储能技术

不同储能技术基于差异化原理实现电能的储存与释放，适配新能源电力系统的多样化运行需求，以下从技术原理、核心特性及应用场景等方面，对三类主流储能技术展开详细阐述。

1.1 化学储能技术

化学储能技术借助电化学反应实现电能与化学能的相互转化，具备响应速度快、储能密度高、安装灵活等优势，在分布式新能源电力系统中应用广泛。锂离子电池储能是当前技术最成熟、应用最广泛的化学储能类型，通过锂离子在正负极之间的嵌入与脱嵌完成能量转换，循环寿命长、充放电效率高，适用于短时调峰、备

用电源等场景。钠电池储能凭借原料储量丰富、成本低廉的特点，逐步在大规模储能项目中推广，耐低温性能优异，可适配高海拔、严寒等复杂环境。液流电池储能则以电解液为能量载体，储能容量与功率可独立设计，安全性高、循环稳定性强，适合长时间、大容量储能场景，但存在系统体积大、电解液维护成本较高等问题，应用场景相对受限。

1.2 物理储能技术

物理储能技术依托物理形态变化或能量状态转换储存电能，具有使用寿命长、环境友好、可靠性高等特点，是大规模新能源电力系统储能的核心选择。抽水蓄能技术最为成熟，通过电网负荷低谷时段抽水至高位水库，负荷高峰时段放水发电，实现电能的循环利用，储能容量大、调节周期长，可承担电网调频、调峰、备用等多重任务，但其应用受地形条件限制，建设周期长、初期投资规模大。压缩空气储能以高压空气为储能介质，利用多余电能压缩空气并储存于地下洞穴，发电时通过空气膨胀驱动涡轮机发电，不受地理条件约束，储能效率稳步提升，逐步成为抽水蓄能的重要补充。飞轮储能则依靠高速旋转的飞轮储存动能，响应速度快、充放电循环次数多，适合短时高频次调峰与电能质量治理，但储能持续时间较短，多应用于配电网应急调节场景。

1.3 集成储能技术

集成储能技术通过整合两种及以上单一储能技术的优势，弥补单一技术短板，实现储能系统性能的优化升级，适配新能源电力系统的复杂运行需求。常见的集成模式包括化学储能与物理储能结合、不同化学储能技

术互补等,通过控制系统合理分配各储能单元的运行任务,提升系统整体的稳定性、经济性与续航能力。例如,锂离子电池与抽水蓄能集成系统中,锂离子电池承担短时调峰与应急响应任务,抽水蓄能负责长时间大容量储能,二者协同运行可兼顾响应速度与储能规模。集成储能技术还可结合能源管理系统,实现与新能源发电单元、电网的精准协同,优化能量调度策略,提升储能系统与新能源电力系统的适配性,其技术复杂度较高,对控制系统的精准度要求严苛,目前仍处于持续优化阶段。

2 储能技术在新能源电力系统中的应用价值

储能技术的核心价值在于破解新能源发电的固有缺陷,推动新能源电力系统的高效、安全、稳定运行,从多个维度为能源转型提供支撑,具体应用价值体现在以下方面。

2.1 提升供电稳定性

新能源发电的间歇性与波动性是导致供电不稳定的核心因素,储能技术通过实时吸收多余电能、按需释放补充出力,有效平抑新能源出力波动,维持电网频率与电压稳定。当风能、光伏发电出力过剩时,储能系统将多余电能储存,避免电网负荷过载;当出力不足时,储能系统快速释放电能,填补供电缺口,保障用电终端的持续供电。针对极端天气导致的新能源发电骤降问题,储能系统可作为应急备用电源,缩短供电中断时间,降低停电造成的经济损失。此外,储能技术还能抑制新能源并网引发的谐波干扰,提升电能质量,满足精密制造、数据中心等对供电稳定性要求较高的场景需求,为新能源电力的大规模普及奠定基础。

2.2 优化能源供应结构

储能技术可打破新能源发电的时空限制,提升可再生能源的消纳能力,推动能源供应结构向清洁化、多元化转型。传统能源供应结构中,化石能源占比过高,不仅面临资源枯竭风险,还会产生大量污染物排放。储能系统能够实现新能源电能的跨时段调配,将白天光伏发电、夜间风能发电的多余电能储存,在用电高峰时段释放,提升新能源在总发电量中的占比,减少化石能源发电依赖。同时,储能技术可支撑分布式新能源发电项目的规模化发展,鼓励用户侧分布式光伏、风能项目配套储能设备,实现能源就地生产、就地储存、就地消纳,降低电力输送损耗,优化能源供应布局。通过储能技术的赋能,新能源电力系统的抗干扰能力显著提升,进一

步推动能源结构转型进程,助力“双碳”目标实现。

2.3 增强系统调节能力

新能源电力系统的运行复杂度随新能源渗透率提升而增加,对系统调节能力的要求显著提高,储能技术可作为灵活的调节手段,提升系统的动态响应与适配能力。电网运行中,负荷需求随时间、季节变化呈现显著波动,储能系统可快速响应负荷变化,通过充放电调节实现供需平衡,降低电网调节压力。在调频方面,储能系统响应速度快于传统火电调频机组,可精准跟踪电网频率变化,快速完成充放电调节,维持频率稳定;在调峰方面,储能系统可在负荷低谷时段充电、高峰时段放电,平抑负荷峰谷差,提升电网运行效率。此外,储能技术还能辅助电网实现跨区域能源调配,缓解新能源资源分布不均与用电需求分布失衡的矛盾,增强新能源电力系统的整体运行灵活性与可靠性。

3 储能技术在新能源电力系统中的具体应用

不同新能源电力系统的运行原理、出力特性存在差异,对储能技术的需求也各不相同。结合各类新能源电力系统的核心特点,针对性匹配储能技术类型,可最大化发挥储能技术的应用效能,具体应用场景如下。

3.1 在光伏发电系统中的应用

光伏发电系统受光照强度、天气变化影响显著,出力呈现明显的昼夜差异与随机性,储能技术的应用可有效破解这一难题。分布式光伏发电项目中,多配套锂离子电池储能系统,实现电能的就地储存与消纳。白天光照充足时,光伏组件发电量过剩,储能系统充电储存电能;夜间或光照不足时,储能系统放电供应用户用电,减少对电网的依赖,降低弃光率。大规模集中式光伏电站则可结合抽水蓄能、压缩空气储能等大容量储能技术,实现发电量的跨时段调配,提升电站整体发电效益。此外,储能系统还能辅助光伏电站实现平滑并网,通过平抑出力波动,避免对电网造成冲击,同时可跟踪光伏出力变化,优化充放电策略,提升光伏电站的供电稳定性与电能质量。在偏远地区无电网覆盖的光伏项目中,储能系统可作为独立电源的核心组成部分,保障当地居民与生产活动的稳定用电。

3.2 在光热发电系统中的应用

光热发电系统通过聚光装置收集太阳能转化为热能,再通过热力循环发电,储能技术与光热发电系统的适配性极高,可显著提升系统的持续发电能力。光热发

电力系统常用的储能方式为熔盐储能,通过高温熔盐储存热能,当光照不足或夜间时,利用储存的热能驱动汽轮机发电,实现24小时连续供电。熔盐储能具有储能密度高、保温性能好、使用寿命长等优势,与光热发电的热力循环过程高度契合,可有效平抑光照变化对出力的影响。在实际应用中,光热电站可根据光照条件与负荷需求,调节熔盐的储存与释放速度,优化发电节奏,提升电站的发电稳定性与经济性。此外,熔盐储能系统还可与电网协同运行,在负荷高峰时段加大热能释放力度,提升发电量以满足需求;在负荷低谷时段减少发电,增加熔盐储能,实现能源的合理调配,进一步提升光热发电系统在新能源电力系统中的竞争力。

3.3 在风能电力系统中的应用

风能电力系统的出力受风速、风向变化影响,波动性与随机性强,且风电出力高峰常与用电负荷低谷重合,导致弃风率较高,储能技术可有效解决这些问题。陆上大规模风电场多配套压缩空气储能、抽水蓄能等大容量储能系统,当风速过高导致发电量过剩时,储能系统吸收多余电能,降低弃风率;当风速过低出力不足时,储能系统释放电能,保障风电场的稳定出力。海上风电场因地理条件限制,多选用锂离子电池、钠电池等储能设备,这类设备体积小、安装灵活、响应速度快,可快速平抑风电出力波动,辅助海上风电平稳并网。此外,储能系统还能提升风能电力系统的调频能力,针对风电出力的快速变化,储能设备可实时调整充放电状态,维持电网频率稳定。在分布式风电项目中,储能系统可实现风电与用户负荷的精准匹配,多余电能储存备用,不足时补充供电,提升分布式风电的自主运行能力。

3.4 在机械发电系统中的应用

机械发电系统涵盖潮汐能、水能等可再生能源发电类型,这类系统的出力受自然周期、水文条件影响,存在周期性波动,储能技术可优化其出力特性,提升供电稳定性。潮汐能发电系统中,潮汐涨落具有固定周期,导致发电量呈现周期性高峰与低谷,可配套抽水蓄能或飞轮储能系统。涨潮时潮汐能发电过剩,储能系统充电;落潮时潮汐能出力不足,储能系统放电补充,实现电能的均衡供应。水能发电系统中,储能技术可辅助调节水库水位与发电流量,在汛期水量充足时,多余电能驱动抽水蓄能系统将下游水抽至上游水库储存,提升水资源利用率;在枯水期水量不足时,释放储存水量发电,保障水能发电系统的稳定出力。此外,机械发电系统与储

能技术集成后,可提升系统的应急响应能力,当出现设备故障或水文条件突变时,储能系统快速补能,避免供电中断,进一步增强机械发电系统在新能源电力系统中的协同运行能力。

4 结论

总而言之,储能技术是破解新能源电力系统间歇性、波动性难题的核心支撑,对提升供电稳定性、优化能源供应结构、增强系统调节能力具有重要意义。化学、物理、集成三类储能技术各具特性,适配不同新能源电力系统的运行需求,通过合理选型与优化配置,可最大化发挥技术效能。在光伏、光热、风能、机械发电等系统中,储能技术通过差异化应用路径,有效平抑出力波动、提升能源消纳能力、优化供需平衡,为新能源电力系统的高效运行提供保障。未来需持续优化储能技术性能、降低成本,完善集成应用方案,推动储能技术与新能源电力系统深度融合,为全球能源转型与“双碳”目标实现提供更坚实的技术支撑。

参考文献

- [1] 刘志方. 不同应用场景的新能源电力系统储能技术解析[J]. 智慧中国, 2025, (12): 52-54.
- [2] 崇志豪. 储能技术在新能源电力系统中的应用[J]. 光源与照明, 2025, (11): 161-163.
- [3] 姜业敏, 董菁. 数字技术在新能源电力系统中的应用现状与发展趋势[J]. 电力与能源, 2025, 46(04): 357-361.
- [4] 吴雨晴. 储能技术在新能源发电系统中的应用[J]. 电子技术, 2025, 54(08): 332-333.
- [5] 贺文海. 储能技术在新能源风力发电系统中的应用[J]. 电子技术, 2025, 54(05): 395-397.
- [6] 王少鹏. 我国新能源电力系统中储能技术的应用与发展研究[J]. 中国战略新兴产业, 2025, (21): 60-62.
- [7] 郑红伟. 新能源电力系统中储能技术的应用与效能优化研究[J]. 科技视界, 2025, 15(20): 23-26.
- [8] 鲍珂. 储能技术在现代新能源电力系统中的应用与发展研究[J]. 光源与照明, 2025, (06): 115-118.
- [9] 钟少斌, 黄腾昊, 张文凤. 电力电子技术在新能源电力系统中的应用与挑战[J]. 电子元器件与信息技术, 2025, 9(06): 89-91+95.
- [10] 贺文海. 储能技术在新能源风力发电系统中的应用[J]. 电子技术, 2025, 54(05): 395-397.