

储能技术助力绿电高效消纳的应用策略

李雪娇

内蒙古电力(集团)有限责任公司鄂尔多斯供电公司, 内蒙古鄂尔多斯, 014300;

摘要: 绿电消纳不畅成为制约能源结构转型、实现“双碳”目标的主要难点, 传统消纳手段由于调节能力弱、供需匹配度低等原因, 无法满足高比例新能源并网的复杂运行需求。储能技术具有能量存储、快速响应、灵活调度这些长处, 给绿电高效消纳带来新的解决办法。文章先讲绿电消纳面临的核心问题, 再深入讲解储能技术在电源侧并网支撑、电网侧调度优化、用户侧就地消纳这三个方面的关键作用, 剖析技术应用时要注意的地方和改进方向, 从而为提升绿电消纳效率、构建新型电力系统供应可资借鉴的经验。

关键词: 储能技术; 绿电消纳; 源网荷储; 新型电力系统; 灵活调度

DOI: 10.69979/3060-8767.26.03.022

引言

能源转型进程不断加快, 风电、光伏等新能源装机规模持续增多, 绿电消纳难题愈发凸显, 这既令部分地区出现“弃风弃光”现象, 造成清洁能源资源浪费, 又致使电网调频调压压力加大, 电力系统稳定运行风险上升等诸多连锁后果, 成了能源行业高质量发展的重大阻碍。以往解决绿电消纳问题往往凭借电网扩容、火电调峰等传统手段, 存在调节成本高、响应速度慢以及只是治标不治本之类的问题, 很难从根本上化解绿电间歇性、波动性与用电负荷刚性之间的矛盾。不过如今储能技术飞速发展, 给绿电高效消纳带来技术层面的支持。整合新能源出力数据、电网负荷数据、用户用能数据等大量源头数据之后, 储能技术可以做到实时存储富余绿电、精准平抑出力波动, 并制订出科学合理的充放电策略, 从而促使绿电消纳由过去的被动接纳转为主动调节、精准匹配。深入探究储能技术应用于绿电消纳的有效路径, 找出技术应用过程中的主要难点, 这对于优化能源资源配置、推动新型电力系统建设有着十分重要的意义。

1 绿电消纳的痛点与储能技术的适配价值

1.1 传统绿电消纳模式的核心痛点

传统绿电消纳模式受限于技术手段和调度理念, 存在三个主要难点, 无法符合高比例新能源并网的消纳需求。其一, 调节手段单一, 供需匹配难度大: 传统消纳主要依靠电网输电通道扩容和火电机组调峰, 输电通道建设周期长、投资成本高, 难以跟上新能源装机增速; 火电调峰存在响应速度慢、碳排放量大等问题, 无法满

足新能源出力的快速波动需求。其二, 时空错配突出, 消纳效率偏低: 绿电出力受自然条件影响显著, 呈现“昼多夜少、晴多阴少”的特征, 与用户“昼高夜低”的用电负荷曲线难以精准匹配, 导致负荷低谷时段绿电富余、负荷高峰时段绿电供应不足。其三, 系统支撑不足, 并网稳定性差: 高比例绿电并网会引发电网频率、电压波动, 传统电力系统缺乏快速响应的调节资源, 难以保障电网安全稳定运行, 部分地区不得不限制新能源并网规模, 加剧了消纳难题。

1.2 储能技术的核心适配价值

储能技术具备能量存储、快速响应、灵活调度这些核心能力, 可以精准解决传统消纳模式存在的问题, 给绿电高效消纳给予全方位支持, 它的适配价值主要表现在三个方面。一是达成绿电供需的时空转移, 储能技术能存储负荷低谷时段的富余绿电, 在负荷高峰时段释放电能, 有效化解绿电出力与用电负荷之间的时空错配矛盾, 提升绿电就地消纳率。二是提升电力系统的调节能力, 储能系统响应速度可达毫秒级, 能够快速平抑新能源出力波动, 参与电网调频调压, 增强高比例新能源并网下的系统稳定性, 减少因电网约束导致的绿电弃置。三是拓展绿电消纳的多元场景, 储能技术可与分布式光伏、风电项目结合, 实现“自发自用、余电存储”; 还能参与电力辅助服务市场, 通过调峰、备用等服务获取额外收益, 改善新能源项目的经济性, 激发市场主体消纳绿电的积极性。

1.3 储能技术在绿电消纳中的应用逻辑

储能技术应用于绿电高效消纳时, 其核心逻辑在于

塑造“数据感知—储能调度—供需匹配—效果评估”这样的循环消纳体系，从而达成绿电消纳的最大化、高效化与智能化目标。依靠多源数据感知，整合新能源出力、电网负荷、用户用能等数据之后，可以全方位把握绿电消纳的动态情况；把储能调度优化当作重点，利用人工智能、大数据分析等技术，精确制定充放电策略，实现储能系统与绿电出力、电网需求的精准匹配；将供需匹配看作要点，遵照调度成果灵活调整储能充放电状态，做到绿电的实时消纳与高效利用；把效果评价当成支撑，凭借储能运行数据来观测消纳方案的执行状况，归纳经验并改善调度策略，创建起循环消纳模式，不断改进绿电消纳的水准。

2 储能技术在绿电高效消纳中的核心应用

2.1 电源侧：储能支撑新能源电站稳定并网

电源侧储能应用是保障新能源电站全额并网的基础，经由在新能源电站配套建设储能系统，可以做到对绿电出力波动的平抑与富余电量的存储。储能系统配置方面，根据新能源电站的装机规模与出力特性，选择合适的储能技术路线，在集中式光伏、风电基地，配套建设百兆瓦级压缩空气储能、熔盐储能等长时储能系统，实现跨日、跨季节的能量存储，解决新能源基地“弃电”问题；在分布式光伏项目中，搭配千瓦级锂电池储能系统，满足用户发自自用、余电存储的需求。出力波动平抑方面，储能系统实时跟踪新能源电站的出力变化，当出力突增时，快速充电吸收富余电能，避免对电网造成冲击；当出力突降时，立即放电补充功率缺口，保障电站输出功率的平稳性。并网能力提升方面，配套储能的新能源电站可参与电网调峰调频辅助服务，提升电站的并网友好性，部分地区明确要求新能源电站配套不低于10%容量的储能系统，方可获得并网资格，有效提升了绿电并网消纳比例。

2.2 电网侧：储能提升电网调度与消纳能力

电网侧储能应用是提升电网绿电接纳能力的关键，通过在电网关键节点部署储能系统，实现电网资源的优化配置与灵活调度。电网调节方面，储能系统承担电网调频、调压、备用等功能，快速响应电网频率与电压的波动，替代部分火电调峰机组的功能，降低电网调节成本；在新能源富集区域的电网落点建设储能电站，可缓解输电通道拥堵问题，提升跨区域绿电输送效率。峰谷

调节方面，储能系统在电网负荷低谷时段充电，存储绿电或低价电网电，在负荷高峰时段放电，补充电网供电缺口，有效平抑电网峰谷差，提升电网对绿电的消纳空间。应急保障方面，电网侧储能系统可作为应急电源，在绿电供应中断或电网故障时，快速投入运行，保障重要负荷的供电，提升电力系统的可靠性与韧性。

2.3 用户侧：储能实现绿电就地消纳与成本优化

用户侧储能应用是推动绿电就地消纳的重要途径，通过在工商业企业、园区、社区等用户侧部署储能系统，实现绿电的“产消一体”。就地消纳方面，工商业企业配套建设“光伏+储能”系统，自发自用绿电，多余电量存储在储能系统中，在用电高峰时段使用，减少企业外购电比例，提升绿电自消纳率；园区通过建设微电网，整合分布式光伏、储能与可调负荷，实现园区内绿电的自给自足。成本优化方面，用户侧储能系统利用峰谷电价差套利，在电价低谷时段充电，高峰时段放电，降低企业用电成本；部分高耗能企业通过储能系统参与需求侧响应，在电网高峰时段减少用电或释放储能电能，获取电网补贴，进一步提升经济效益。绿色用能方面，用户侧储能助力企业实现“零碳工厂”“零碳园区”建设目标，通过消纳绿电减少企业碳排放，提升企业 ESG 评级与品牌竞争力。

3 储能技术应用中的关键问题与优化路径

3.1 技术应用中的核心问题

储能技术应用于绿电高效消纳时会碰上一些关键问题，这些问题限制了该技术效能的完全发挥。其一，成本偏高，投资回报周期长：当前储能系统的建设成本与运维成本仍处于较高水平，部分长时储能技术的度电成本高于火电调峰成本，导致市场主体投资积极性不足，储能项目的投资回报周期普遍在5-8年，制约了储能技术的规模化应用。其二，技术标准不统一，系统兼容性差：不同储能技术路线的设备接口、通信协议、运行标准存在差异，导致储能系统与新能源电站、电网之间的兼容性不足，影响了储能调度的精准性与高效性；部分储能技术的安全性及耐久性有待提升，锂电池储能存在热失控风险，液流电池储能的能量密度偏低。其三，政策机制不完善，市场激励不足：储能参与电力辅助服务市场的收益机制尚不健全，调峰、备用等服务的定价标准不明确；绿电消纳与储能的协同政策缺失，部分地区

未将储能消纳的绿电纳入碳减排核算,难以充分激发储能的绿电消纳潜力。

3.2 技术应用的优化路径

要想解决储能技术应用中的关键问题,就要从技术、机制、市场这三个方面形成改进途径,从而改善技术应用的效果。推动技术创新与成本下降:加大对长时储能、新型储能技术的研发投入,突破压缩空气储能、钠离子电池储能等技术的瓶颈,提升储能系统的能量密度、安全性与耐久性;推动储能设备的标准化、模块化生产,通过规模化效应降低设备制造成本,完善储能产业链供应链。健全政策机制与市场体系:完善储能参与电力辅助服务市场的规则,明确调峰、调频、备用等服务的定价机制,保障储能项目的合理收益;建立绿电消纳与储能的协同激励政策,将储能消纳的绿电纳入碳减排核算,给予税收优惠或补贴支持;统一储能技术标准与接口规范,提升储能系统与新能源、电网的兼容性。加强系统集成与智能调度:构建“源网荷储”一体化智能调度平台,整合新能源出力、电网负荷、储能状态等多源数据,利用人工智能算法优化储能充放电策略,实现储能系统的精准调度与高效运行;推动虚拟电厂建设,聚合分布式储能、新能源与可调负荷资源,参与电网调度与市场交易,提升储能资源的利用效率。

3.3 技术应用的未来发展趋势

技术持续更新之际,储能技术应用于绿电高效消纳将会向着更为智能、协同且长效的方向发展。它要同人工智能、物联网技术深度融合,当储能系统与智能化技术相互交融之后,就能达成储能调度的自主化与精准化效果,依靠人工智能算法的深度学习能力,可以更为精确地预测新能源出力与电网负荷变化,优化储能充放电策略;而且,随着智能电网、数字孪生技术逐步普及开来,会生成更多的全维度能源数据,从而让储能调度变得更智能、效率更高。创建全面协同的消纳体系,凭借储能技术作为核心纽带,把绿电消纳同电网调度、用户用能、碳市场交易等范畴紧密结合,形成起全面协同的新型电力系统,经由储能技术来剖析绿电消纳与能源市场之间的本质联系,做到绿电消纳与经济效益的协同提升,从根本上推动能源结构转型。以长效化、低成本为导向的技术改良:储能技术更多着眼于长时储能、低成本储能的发展,借助对储能材料、系统结构的创新研发,

准确找出提升储能时长、降低度电成本的技术路径,进而改良储能系统的全生命周期经济性,引领储能技术向规模化、普惠化方向发展。

4 结语

储能技术给绿电高效消纳带来新的技术手段和消纳思路,其依靠电源侧的并网支撑、电网侧的调度优化、用户侧的就地消纳,这些核心应用可有效解决传统消纳模式存在的问题。日后,伴随储能技术同人工智能、物联网等技术深度融合,绿电消纳将会形成全域协同、智能精准且经济高效的消纳体系,从而为新型电力系统建设奠定坚实基础,无论是集中式新能源基地配套的长时储能电站,还是分布式光伏项目搭配的小型储能装置,亦或是部署在电网关键节点的调频储能系统,推动能源行业向绿色低碳方向高质量发展。推动绿电消纳从被动接纳转向主动调节,从局部优化迈向系统升级。未来,随着储能技术的持续迭代与成本的稳步下降,钠离子电池、全钒液流电池、先进压缩空气储能等新型技术将迎来规模化应用,进一步拓宽储能的应用边界,提升绿电消纳的经济性与可靠性。同时,储能与人工智能、大数据、物联网等数字技术的深度融合,将构建起更加智能的调度体系,实现储能充放电策略的自主优化、新能源出力的精准预测以及电网运行状态的实时监控,让绿电消纳效率达到新的高度。更重要的是,随着市场化机制的不断完善,储能参与电力辅助服务市场、绿电交易市场的路径将更加清晰,其经济价值将得到充分释放,从而吸引更多市场主体参与到绿电消纳的进程中。可以预见,在储能技术的强力赋能下,绿电消纳将逐步形成全域协同、智能精准且经济高效的消纳体系,不仅能为新型电力系统建设奠定坚实基础,更能加速能源结构向绿色低碳转型的步伐,助力“双碳”目标早日实现,推动能源行业乃至整个社会经济向着可持续的高质量方向稳步前行。

参考文献

- [1] 蒲文静. 风电+储能技术的应用[J]. 水电与新能源, 2024, 38(04): 75-78.
- [2] 管虎, 吕向东, 王心成, 等. 新能源消纳储能技术路线探索[J]. 中国港口, 2024, (06): 57-61.
- [3] 殷学雷. 储能技术在风电并网中的应用分析[J]. 光源与照明, 2022, (08): 168-170.