

风光储一体化新能源建设模式的应用

郭旭

长庆油田分公司清洁电力开发项目部 陕西 西安 710000

【摘要】：在双碳目标纵深推进与能源结构转型加速的时代背景下，传统能源发展模式的短板逐步显现，清洁能源高效利用成为能源领域发展核心方向。风光储一体化新能源建设模式，整合风能、太阳能的可再生属性与储能系统的调峰补能优势，实现多能源互补耦合与高效协同运行。该模式有效破解风光发电间歇性、波动性痛点，兼具清洁低碳、安全稳定、集约高效的多重价值，是推动能源产业绿色升级的重要路径。本文立足风光储一体化建设核心内涵，探析其应用意义与实践困境，提出风光储一体化新能源建设模式的应用策略，以期为新能源产业高质量发展提供参考思路。

【关键词】：风光储一体化；新能源；模式；应用

DOI:10.12417/2811-0722.26.02.060

引言

风能、太阳能等可再生新能源的大规模推广应用已是全球能源变革的趋势，通过将风电、光伏等多种新能源发电形式相结合，特别是引入储能组成联合发电系统，能够有效抑制新能源发电的间歇性和波动性，提高其接入电网的稳定性，解决新能源大规模接入电网的技术难题，同时新能源联合发电也是智能电网的发展趋势。

1 风光储一体化建设的核心内涵

风光储一体化建设模式，是立足新能源发展规律与能源利用本质的创新融合，核心在于打破风电、光伏、储能各环节独立运营的壁垒，实现三类能源形式的深度耦合与协同联动。该模式以风能、太阳能可再生发电为核心产能主体，依托储能系统的充放电调节功能，统筹兼顾发电、储能、并网、消纳全流程的协调运转，既充分发挥风光清洁能源低碳环保、取之不竭的天然优势，又有效化解风光发电受自然条件影响产生的间歇性、波动性与不稳定性短板。其内涵本质是通过系统化整合与科学化调度，最大化提升清洁能源利用效率，保障电力输出的平稳性与供电可靠性，构建起安全高效、供需适配、绿色低碳的新型能源供给体系，是新能源产业规模化、高质量发展的核心支撑。

2 风光储一体化新能源建设模式的应用意义

2.1 助力能源结构转型，夯实绿色发展根基

风光储一体化模式可推动能源供给体系从传统化石能源主导向清洁能源主导转型。该模式通过规模化开发风能、太阳能等可再生资源，结合储能技术实现清洁能源高效利用，大幅降低对煤炭、油气等传统能源的依赖，从源头减少碳排放与环境污染。其打破了传统新能源开发的分散化局限，以一体化布局提升清洁能源在能源消费结构中的占比，为构建清洁低碳、安全高效的能源体系提供关键支撑，夯实经济社会绿色可持续发展的能源基础。

2.2 破解新能源应用痛点，保障电力供应稳定

风能、太阳能发电受自然条件制约，存在间歇性、波动性等固有缺陷，长期制约新能源规模化并网消纳。风光储一体化模式通过储能系统的充放电调节功能，在风光出力高峰时储存多余电能，低谷时释放补充供电，有效平抑出力波动，化解新能源发电不稳定难题。这一特性大幅提升了清洁能源并网兼容性与电力输出稳定性，保障了电力系统供需平衡，降低了新能源大规模接入对电网安全运行的冲击，为电力供应的可靠性提供坚实保障。

2.3 推动产业协同升级，激活经济发展动能

风光储一体化建设涉及风电、光伏、储能设备制造、系统集成、运维服务等多个领域，其规模化应用能有效带动上下游产业协同发展。一方面，拉动储能技术研发创新与设备迭代升级，催生新型储能产业增长点。另一方面，促进新能源产业链与电力系统、数字技术深度融合，培育新业态、新模式。同时，一体化项目的建设运营能创造大量就业岗位，带动区域经济发展，形成“建设-产业-经济”的良性循环，为经济高质量发展注入新动能。

2.4 践行双碳发展目标，引领低碳转型方向

实现碳达峰、碳中和是我国重大战略部署，风光储一体化模式是践行双碳目标的重要路径。该模式通过最大化开发利用可再生能源，替代传统高碳能源消耗，从能源生产端推动碳减排，助力降低全社会碳排放强度。其一体化的开发运营模式，为新能源规模化、集约化发展提供可复制的示范样本，引领能源行业乃至全社会低碳转型方向。同时，该模式的推广应用能强化全社会绿色低碳发展意识，推动形成绿色生产生活方式，为全球能源低碳转型提供中国方案与中国经验。

3 风光储一体化新能源建设模式的应用困境

3.1 核心技术适配不足，系统协同效率偏低

风光储一体化发展面临关键技术瓶颈，核心体现在多能源系统协同控制技术不成熟。风电、光伏出力的随机性与储能系

统充放电特性难以精准匹配，缺乏高效的智能调度算法支撑，导致能源转换与存储效率偏低。同时，储能技术本身存在性能短板，部分储能设备循环寿命较短、充放电效率有限，且不同类型储能技术的兼容性较差，难以适配多样化的风光开发场景。技术标准不统一进一步加剧困境，各环节设备接口、数据协议差异较大，阻碍了系统整体效能的充分发挥。

3.2 建设运营成本偏高，市场盈利模式单一

高成本是制约风光储一体化规模化应用的核心障碍。储能设备购置、安装调试及风光电站配套建设的初始投资额度大，资金回笼周期长，增加了项目建设的资金压力。运营阶段，储能系统的维护成本、电池更换成本较高，进一步推高全生命周期成本。同时，市场盈利模式较为单一，当前项目收益主要依赖电力上网电价与政府补贴，储能环节的调峰、备用等辅助服务价值尚未充分市场化，收益渠道狭窄。在部分地区电价机制不完善的情况下，项目投资回报稳定性不足，难以吸引社会资本积极参与。

3.3 政策体系尚不完善，配套保障机制缺失

目前，针对一体化项目的专项扶持政策不足，在规划审批、土地供应、税费减免等方面缺乏系统性支持，项目审批流程繁琐、周期较长。储能参与电力市场交易的规则不明确，辅助服务定价机制不合理，储能的价值难以有效体现。同时，跨区域能源调度、利益分配机制不完善，当项目涉及多地区、多主体时，易出现权责划分模糊、利益协调困难的问题，影响项目推进效率。

3.4 电网接入能力不足，消纳体系亟待优化

部分地区电网建设滞后于新能源开发速度，电网架构薄弱、输电通道容量不足，难以承载大规模风光储一体化项目的电力输出。同时，电网对新能源的接纳调控能力有限，缺乏完善的柔性输电技术与智能电网管理体系，无法实现风光储电力的高效消纳与合理调配。另外，储能电站与电网的协调运行机制不成熟，并网标准不健全，易引发电压波动、频率不稳定等问题，进一步限制了一体化项目的并网规模与消纳效率。

4 风光储一体化新能源建设模式的应用策略

4.1 科学统筹规划，优化资源配置布局

风光储一体化建设的前提是做好统筹规划，实现资源、负荷与电网的精准匹配。在规划阶段，应立足区域能源资源禀赋，开展全域范围内的风能、太阳能资源普查，结合土地利用规划、生态保护红线等要求，划定适宜建设区域，避免盲目开发造成的资源浪费与生态破坏。同时，要强化与电网规划的协同衔接，充分考虑区域电网承载能力，合理确定风光储项目的建设规模与并网节点，确保项目建成后能够高效消纳。在实施过程中，可采用“源网荷储”一体化规划思路，将风光储项目与区域工业负荷、商业负荷等需求端资源相结合，通过合理布局储能系

统的容量与位置，优化能源流配置，提升区域能源自给率。相关实践案例如下表1所示：

表1 风光储一体化建设统筹规划实践案例

项目场景	案例名称	规划核心要点
电网薄弱山区	湖南邵阳麻塘山乡微电网项目	风光水储协同，保障极端天气离网供电
沙戈荒外送基地	新疆天山北麓能源基地	风光火储一体化，适配特高压外送
零碳园区	鄂尔多斯500MW风光储项目	源网荷储协同，保障园区绿电自给

4.2 聚焦技术创新，提升系统协同效能

技术创新是推动风光储一体化模式提质增效的核心驱动力，需重点突破风光发电高效利用、储能技术迭代升级及系统协同控制三大关键领域。在风光发电技术方面，应加大对高效光伏组件、大型风力发电机组的研发与应用力度，提升发电效率与稳定性，降低度电成本。在储能技术领域，要因地制宜选择适宜的储能技术路线，推动锂离子电池、液流电池、抽水蓄能等技术的多元化发展，同时加强储能系统的安全性、长寿命与低成本技术研发，提升储能系统的经济性与可靠性。更重要的是，强化风光储系统的协同控制技术创新，开发高效的能量管理系统，实现对风能、太阳能发电功率的精准预测，以及储能系统充放电的智能调度。通过协同控制技术，可有效平抑风光发电的功率波动，确保输出电力的稳定性，提升风光储一体化系统与电网的兼容性。通过引入人工智能、大数据等先进技术，优化能量管理的预测精度与调度策略，可使储能系统能够根据风光发电出力变化与电网负荷需求，实时调整充放电状态，最大化提升能源利用效率，保障系统稳定运行。

4.3 完善市场机制，激发产业发展活力

健全的市场机制是风光储一体化产业可持续发展的重要保障，需从价格形成机制、交易模式创新与商业模式构建三个方面发力。在价格机制方面，应建立科学合理的储能价格疏导机制，明确储能电力系统中的价值定位，将储能成本合理分摊至电力用户或相关市场主体，解决储能项目“成本高、收益难”的问题。在交易模式创新上，应积极推动风光储一体化项目参与电力现货、辅助服务市场等交易，通过提供调峰、调频、备用等辅助服务获取额外收益，提升项目的盈利能力。同时，探索开展绿电交易、碳交易等市场化路径，充分挖掘风光储一体化项目的环境价值，拓宽收益渠道。在商业模式构建方面，鼓励发展“风光储+”多元化商业模式，结合分布式能源、微电网等应用场景，为用户提供综合能源服务。相关实践案例如下表2所示：

表2 完善市场机制案例表

案例名称	市场机制创新点	实施成效
江苏大丰风光储项	参与电力现货+辅助服	提升收益，保障电力平衡

目	务交易	
广东深圳前海绿电项目	开展绿电交易+碳汇联动	挖掘环境价值,拓宽收益
浙江杭州某园区综合能源项目	“风光储+能源服务”商业模式	降低用户用能成本,吸引社会资本

4.4 强化运维管理,保障系统安全稳定

高效的运维管理是确保风光储一体化系统长期稳定运行、提升全生命周期效益的关键。应构建全流程、智能化的运维管理体系,覆盖项目建设后期、运行初期及长期运营等各个阶段。在运维团队建设方面,培养具备风光发电、储能技术、电网调度等多领域知识的复合型运维人才,提升运维队伍的专业素养与应急处置能力。在运维技术应用上,引入智能化监测与诊断技术,通过部署物联网传感器、大数据分析平台等,实现对风光发电机组、储能设备、输电线路等关键设备运行状态的实时监测,及时发现设备故障隐患并进行预警与处置,降低设备故障率与运维成本。同时,建立常态化的设备检修与维护机制,根据设备运行状况制定科学的检修计划,定期开展设备保养、性能测试等工作,确保设备始终处于最佳运行状态。例如,针对储能系统的电池模块,通过智能化监测系统实时跟踪电池的电压、温度、SOC等关键参数,结合电池衰减规律制定针对性的维护策略,延长电池使用寿命,提升储能系统的运行可靠性,保障风光储一体化系统的稳定出力。

参考文献:

- [1] 唐智武,王紫涵,李龙秋,等.风光储荷一体化管理平台的研发[J].大众用电,2025,40(08):62-63.
- [2] 吴迪.风光火储一体化、风光储一体化的多能互补基地电源配置思路研究[J].电力学报,2024,39(05):464-468.
- [3] 左东明,吴卫天.风光储一体化远程集控系统[J].光源与照明,2024,(03):108-112.
- [4] 徐敏,李万伟,张中丹,等.风光储联合发电系统并网优化研究[J].电气时代,2023,(11):46-50.
- [5] 风光储一体化亟需打破高成本桎梏[J].电站辅机,2023,44(02):23.

4.5 健全政策保障,营造良好发展环境

风光储一体化产业的快速发展离不开完善的政策保障体系,需从政策引导、标准规范、要素支持等方面构建全方位的保障机制。在政策引导方面,出台针对性的产业扶持政策,明确风光储一体化模式的发展目标与重点任务,对符合要求的项目给予投资补贴、税收优惠、土地保障等支持,引导产业有序发展。在标准规范建设上,加快制定风光储一体化项目的规划设计、建设施工、设备选型、运行维护等方面的标准体系,统一技术要求与安全规范,提升项目建设质量与运行水平。同时,建立健全储能安全监管机制,强化对储能设备生产、安装、运行等环节的安全监管,防范安全风险。在要素支持方面,加大对风光储一体化产业的金融支持力度,鼓励金融机构创新信贷产品、拓宽融资渠道,为项目建设与运营提供资金保障。另外,还需加强技术研发投入,支持高校、科研机构与企业开展产学研合作,推动关键技术突破与成果转化。通过出台专项补贴政策降低项目初始投资成本,通过建立统一的技术标准规范项目建设流程,为风光储一体化产业营造良好的发展环境,推动其规模化、高质量发展。

总而言之,风光储一体化新能源建设模式是推动能源结构转型、实现“双碳”目标的重要路径。未来,还需持续优化各策略的实施路径,加强多主体协同合作,充分释放风光储一体化模式的综合效益,为构建清洁低碳、安全高效的能源体系提供有力支撑。