

新能源消纳视角下风电场与光伏电站协同发展规划

董代娇

嘉陵江亭子口水利水电开发有限公司 四川 广元 628400

【摘要】：风电场与光伏电站的协同发展是提升新能源消纳能力、推动新能源产业高质量发展的关键路径。不同能源特性导致单一电站存在出力不稳定、消纳难度大等问题，通过科学规划实现二者协同，可互补出力短板、优化能源供给结构，降低消纳压力。本文立足新能源消纳需求，梳理风电场与光伏电站协同发展的核心逻辑，分析协同发展中的核心问题，探索切实可行的协同规划路径，为提升新能源消纳效率、推动二者协同有序发展提供思路支撑。

【关键词】：新能源消纳；风电场；光伏电站；协同发展；规划路径

DOI:10.12417/2705-0998.26.13.040

引言

新能源产业的快速发展为能源结构转型注入强劲动力，风电场与光伏电站作为新能源开发的核心载体，其规模化发展已成为趋势。风能与太阳能的间歇性、波动性特征，使得单一电站在实际运行中易出现出力波动大、与用电负荷错配等问题，进而影响新能源消纳效率，制约产业可持续发展。高效推进新能源消纳，需打破单一电站发展模式，构建风电场与光伏电站协同发展体系。梳理二者协同发展的内在关联，明确协同规划的核心方向，破解协同过程中的各类阻碍，既能充分发挥风能与太阳能的互补优势，也能推动新能源消纳水平提升，为能源结构绿色转型奠定基础。

1 风电场与光伏电站发展现状及消纳困境

1.1 风电场发展现状及消纳相关问题

风电场依托风能资源开展发电作业，其发展规模与区域风能禀赋密切相关，目前已在我国北方、西北等风能资源丰富区域形成规模化布局。风电场发电出力受风速、风向等自然因素影响显著，存在明显的间歇性和波动性，白天与夜间、不同季节的出力差异较大，且出力高峰往往与用电负荷高峰存在错配，导致部分风电发电量无法及时被消纳。同时，风电场多布局在偏远区域，电网配套设施建设滞后，电力传输能力不足，进一步加剧了风电消纳难度，部分区域出现风电弃风现象，不仅造成能源浪费，也影响风电场的可持续运营，制约了风能资源的高效利用。

1.2 光伏电站发展现状及消纳相关问题

光伏电站以太阳能为能源来源，适合在光照充足的区域布局，我国西北、华北、华东等区域已建成大量光伏电站，形成了多元化的发展格局。光伏电站发电出力主要依赖光照条件，具有明显的昼夜节律，白天光照充足时出力较高，夜间则基本无出力，且受天气变化影响较大，阴雨天、雾霾天会导致出力大幅下降，出力稳定性不足^[1]。光伏电站的出力高峰多集中在中午时段，而此时用电负荷相对较低，导致光伏电力消纳面临较大压力，部分区域出现弃光现象，加之部分光伏电站布局分

散，电网接入难度较大，进一步影响了光伏能源的消纳效率，限制了光伏产业的进一步发展。

1.3 风电场与光伏电站单一发展的消纳短板总结

风电场与光伏电站单一发展模式下，二者的消纳短板具有共性也存在差异，共同制约了新能源消纳水平的提升。共性短板体现为能源供给的间歇性、波动性，与用电负荷的时空错配，以及电网配套不足带来的传输瓶颈；差异短板表现为风电的出力波动受气象因素影响更为复杂，昼夜、季节差异显著，而光伏出力的昼夜差异突出，受光照条件的即时影响更大。单一发展模式无法实现能源供给的平稳输出，难以匹配用电负荷的动态变化，导致弃风、弃光现象难以根治，不仅降低了新能源利用效率，也不利于新能源产业的规模化、高质量发展，凸显了二者协同发展的必要性。

2 风电场与光伏电站协同发展的核心逻辑及优势

2.1 风电场与光伏电站协同发展的核心逻辑

风电场与光伏电站的协同发展，核心是基于二者能源特性的互补性，构建协同互补的能源供给体系，实现能源出力的平稳化、均衡化，进而提升新能源消纳效率。风能与太阳能的自然特性存在天然互补性，白天光照充足时光伏电站出力较高，而此时风速往往相对较低，风电出力较弱；夜间无光照时光伏电站停止出力，而夜间风速通常更高，风电出力可弥补光伏出力的空缺。基于这种互补性，通过科学规划二者的布局、出力调度，可实现能源供给的错峰互补，减少出力波动，使新能源供给更贴合用电负荷的变化规律，从源头降低消纳压力，实现风能与太阳能资源的高效利用。

2.2 协同发展对提升新能源消纳的核心优势

风电场与光伏电站协同发展，对提升新能源消纳效率具有显著优势，可有效破解单一电站的消纳困境。一方面，协同发展能够平抑新能源出力波动，通过风电与光伏的错峰互补，使整体能源出力更加平稳，减少因出力骤升骤降导致的消纳困难，降低弃风、弃光率，提升新能源利用效率。另一方面，协同发展可优化能源供给结构，整合风电与光伏的能源优势，实

现能源供给的多元化,更好地匹配不同时段、不同区域的用电负荷需求,提升新能源在整体能源消费中的占比^[2]。协同发展还能推动电网资源的高效利用,避免单一电站大规模接入对电网造成的冲击,降低电网配套建设的成本,为新能源消纳提供更坚实的支撑。

2.3 协同发展与新能源消纳的内在关联

风电场与光伏电站的协同发展与新能源消纳之间存在紧密的内在关联,二者相互促进、相互支撑。协同发展是提升新能源消纳效率的重要路径,通过二者的互补出力,可有效解决新能源供给与用电负荷错配的核心问题,减少能源浪费,提升消纳水平;而新能源消纳需求的提升,又会推动协同发展模式的优化完善,推动协同规划、调度、运营等各环节的升级。二者的深度融合,能够实现“1+1>2”的发展效应,既推动风电场与光伏电站的高质量发展,也能加快新能源消纳体系的完善,助力能源结构向绿色低碳转型,实现新能源产业的可持续发展。

3 风电场与光伏电站协同发展面临的主要阻碍

3.1 协同规划缺乏系统性统筹

当前风电场与光伏电站的发展多以单一项目规划为主,缺乏系统性的协同统筹,成为制约二者协同发展的重要阻碍。部分区域在规划风电场与光伏电站时,未充分考虑二者的互补性,盲目追求规模扩张,导致二者布局不合理,无法充分发挥错峰互补优势。规划过程中未结合区域风能、太阳能资源禀赋、用电负荷分布、电网传输能力等因素进行综合考量,出现风电与光伏布局重叠、出力高峰叠加等问题,不仅无法提升消纳效率,反而加剧了区域新能源消纳压力。同时,不同区域、不同部门之间的规划衔接不足,缺乏统一的协同规划标准和机制,导致协同发展缺乏系统性指引。

3.2 电网配套设施支撑能力不足

电网配套设施的支撑能力,直接影响风电场与光伏电站协同发展的成效和新能源消纳效率。目前,部分区域的电网建设滞后于风电场、光伏电站的发展速度,电网传输通道容量不足,无法满足二者协同出力后的电力传输需求,导致部分协同产生的电能无法及时输送至用电负荷中心,出现弃风、弃光现象。电网调度体系不完善,缺乏针对风电与光伏协同出力的精细化调度机制,无法根据二者的出力变化、用电负荷波动进行灵活调度,难以实现能源供给与负荷需求的精准匹配^[3]。同时,电网储能设施建设不足,无法有效储存多余的协同出力电能,进一步降低了电网对协同发展的支撑能力。

3.3 协同运营管理机制不完善

风电场与光伏电站的协同发展,需要完善的运营管理机制作为保障,而当前相关机制仍存在诸多不足。二者的运营主体多为不同企业,存在各自为政的现象,缺乏有效的协同运营合

作机制,在出力调度、利益分配、信息共享等方面存在分歧,无法形成协同发展的合力。同时,缺乏统一的协同运营标准,对二者的出力监测、数据共享、调度协调等环节缺乏明确规范,导致协同运营过程中出现流程混乱、效率低下等问题。运营人员的专业能力不足,缺乏针对协同发展的运营管理经验,无法有效应对协同过程中出现的各类问题,影响协同发展的质量和效率。

4 新能源消纳视角下二者协同发展的规划路径

4.1 构建系统性协同规划体系

立足新能源消纳需求,构建系统性的风电场与光伏电站协同规划体系,为二者协同发展提供指引。结合区域风能、太阳能资源禀赋,开展全面的资源普查,明确不同区域的能源供给潜力,根据资源分布特点合理规划风电场与光伏电站的布局,确保二者能够充分发挥互补优势,实现出力错峰。同时,结合区域用电负荷分布、电网传输能力,统筹规划二者的建设规模和建设时序,避免盲目扩张和布局不合理问题。建立统一的协同规划标准和机制,加强不同区域、不同部门之间的规划衔接,实现资源、负荷、电网的协同匹配,提升规划的科学性和可行性。

4.2 强化电网配套设施建设与升级

针对电网配套设施支撑不足的问题,加大电网建设投入,推进电网配套设施的升级改造,提升电网对协同发展的支撑能力。加快区域电网传输通道建设,扩大电网传输容量,完善风电、光伏电力的输送网络,确保协同出力后的电能能够及时、高效输送至用电负荷中心^[4]。优化电网调度体系,建立针对风电与光伏协同出力的精细化调度机制,利用先进技术实现对二者出力的实时监测和精准调度,根据用电负荷波动灵活调整出力分配,实现能源供给与负荷需求的精准匹配。同时,加快储能设施建设,推广多元化储能技术,提升电能储存能力,储存多余的协同出力电能,缓解消纳压力。

4.3 完善协同运营管理机制

建立健全风电场与光伏电站协同运营管理机制,打破运营主体各自为政的局面,形成协同发展合力。推动不同运营主体建立协同合作机制,明确各方在出力调度、信息共享、利益分配等方面的责任和义务,实现优势互补、利益共赢。制定统一的协同运营标准,规范二者的出力监测、数据共享、调度协调等环节,提升协同运营的规范化、标准化水平。加强运营人员的专业培训,提升其针对协同发展的运营管理能力和应急处置能力,确保协同运营过程的顺畅高效。同时,建立协同发展评价机制,对协同效果、消纳效率等进行定期评估,及时优化调整协同策略。如图1所示:

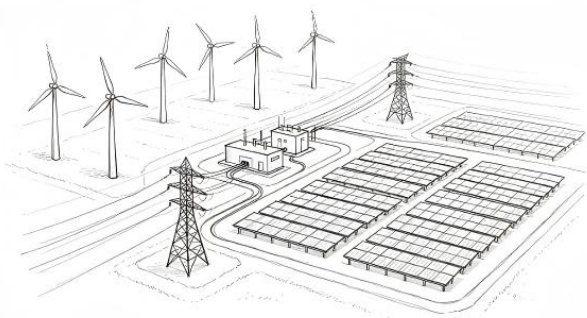


图1 风电场与光伏电站协同布局示意图

5 推动风电场与光伏电站协同发展的保障措施

5.1 完善相关政策支持体系

政策支持是推动风电场与光伏电站协同发展的重要保障，需完善相关政策体系，为协同发展提供政策指引和支撑。出台针对性的协同发展扶持政策，加大对协同规划、电网建设、储能设施建设等方面的资金支持力度，降低协同发展的成本。完善新能源消纳相关政策，明确协同发展在新能源消纳中的重要地位，建立健全消纳责任机制，推动各方落实消纳责任。加强政策引导，鼓励企业开展协同发展试点示范，总结推广先进经验，带动更多区域实现风电场与光伏电站的协同发展，提升新能源消纳水平。

5.2 强化技术创新与应用支撑

技术创新是提升风电场与光伏电站协同发展质量、推动新能源消纳的核心动力。加大对协同发展相关技术的研发投入，重点研发出力预测、精细化调度、储能等关键技术，提升技术成熟度和应用水平。推广先进的监测技术和智能化管理技术，

实现对风电场、光伏电站出力的实时监测和精准管控，提升协同调度的效率和准确性^[5]。加强技术合作与交流，推动产学研深度融合，鼓励科研机构、企业联合开展技术攻关，破解协同发展中的技术瓶颈，为协同发展提供坚实的技术支撑，进一步提升新能源消纳效率。

5.3 加强区域协同与资源整合

加强区域协同与资源整合，打破区域壁垒，推动风电场与光伏电站协同发展跨区域推进。建立跨区域协同发展机制，加强不同区域之间的资源共享、调度协调和利益联动，优化区域间的能源配置，提升整体新能源消纳效率。整合区域内的风电场、光伏电站资源，推动形成规模化、集约化的协同发展集群，发挥规模效应，降低运营成本，提升协同发展的竞争力。加强与周边区域的能源合作，推动协同出力电力的跨区域输送，拓宽消纳渠道，缓解区域消纳压力，推动风电场与光伏电站协同发展实现更大突破，助力能源结构绿色转型。

6 结语

本文立足新能源消纳视角，围绕风电场与光伏电站协同发展规划展开研究，明确了协同发展是提升新能源消纳效率、推动新能源产业高质量发展的关键路径。梳理了二者单一发展的消纳困境，分析了协同发展的核心逻辑、优势及面临的阻碍，提出了针对性的协同规划路径和保障措施，形成了完整的研究思路。风电场与光伏电站的协同发展，需依托系统性规划、完善的配套设施和运营机制，通过政策、技术、区域协同多方面发力，才能充分发挥二者的互补优势，破解消纳难题。未来，需持续优化协同发展模式，推动二者深度融合，为新能源消纳水平提升和能源结构绿色转型提供有力支撑。

参考文献:

- [1] 王玉霞.移动式无人智能巡检在光伏电站运维中的应用[J].中国信息界,2025,(12):27-29.
- [2] 丛雨,刘鸿清,原帅,等.基于RT-LAB数模混合仿真的光伏电站无功置换策略优化及实证研究[J].内蒙古电力技术,2025,43(06):22-29.
- [3] 高彦骋,刘诚.储能技术在光伏电站并网发电系统中的应用[J].应用能源技术,2025,(12):94-96.
- [4] 余笑东,凌煦,王源,等.基于改进全纯嵌入法的含光伏电站主动调节无功补偿策略[J].湖南电力,2025,45(06):84-90.
- [5] 王磊.基于数据驱动的光伏电站宽频振荡模式分析[J].云南电业,2025,(12):29-33.