

新疆大型光伏基地电力外送消纳问题及对策研究

杨红宝

中国水利水电第四工程局有限公司 青海 西宁 810007

【摘要】：新疆太阳能资源富集，大型光伏基地建设是落实“双碳”目标与“西电东送”战略的重要支撑。当前，新疆光伏基地电力外送消纳面临外送通道建设滞后、调峰能力薄弱、市场化机制不完善三重困境：通道承载能力不足且网源协同性差，制约电力大规模外送；火电调节能力有限、储能规模不足，难以平抑光伏出力波动；跨省交易壁垒与成本分摊机制缺失，抑制市场参与活力。因此，需强化网源协同优化外送通道，构建多元调峰体系推进火电改造与储能布局，健全跨省交易及绿证机制，加强科技支撑与“光伏+”产业耦合。通过多措并举，实现光伏电力高效外送与合理消纳，将资源优势转化为经济与生态效益。

【关键词】：新疆；大型光伏基地；电力外送；电力消纳

DOI:10.12417/2811-0528.26.08.088

新疆作为我国清洁能源战略高地，拥有得天独厚的太阳能资源，大型光伏基地建设是落实“双碳”目标、推进“西电东送”战略的重要支撑。光伏电力的高效外送与合理消纳，直接关系到新疆光伏产业可持续发展，也影响我国能源结构优化与能源安全保障。当前新疆光伏基地建设提速，但外送消纳短板凸显，诸多难题导致光伏电力难以充分转化为效益。本文聚焦核心问题，剖析成因、探索路径，衔接摘要观点，为后续研究奠定基础，助力破解光伏电力“发得出、送不走、用不完”的困境。

1 新疆大型光伏基地电力外送消纳的现存问题

新疆大型光伏基地电力外送消纳的困境，首先体现在外送通道建设与光伏开发进度不匹配，通道承载能力不足成为首要瓶颈。新疆光伏基地多布局在沙漠、戈壁等偏远区域，这些区域电网网架薄弱，电力汇集能力有限，难以实现光伏电力的高效汇集与输送。现有外送通道多以传统输电技术为主，适配光伏电力间歇性、波动性的能力不足，且通道覆盖范围有限，无法实现光伏电力的多方向、大规模外送，部分区域光伏电力因无法及时外送，只能采取限电措施，造成清洁能源浪费。同时，跨区域电网协同调度机制不完善，送受端电网衔接不畅，进一步降低了外送通道的利用效率，加剧了电力外送压力。

调峰能力薄弱是制约新疆大型光伏基地电力外送消纳的另一核心问题。光伏电力出力具有明显的间歇性和波动性，其出力高峰主要集中在午间，而用电负荷高峰多出现在早晚时段，出力与负荷的时空错配现象突出，对电网调峰提出了更高要求。新疆电源结构中，火电占比偏高且调节能力有限，水电、抽蓄等灵活调节电源匮乏，无法有效平抑光伏出力波动^[1]。新型储能设施虽有布局，但整体规模和储能时长不足，难以应对长时间、大规模的光伏大发时段，无法为光伏电力外送提供稳定支撑，导致电网在光伏出力高峰时承受较大压力，进一步限

制了光伏电力的外送消纳规模。

市场化机制不完善进一步加剧了新疆大型光伏基地电力外送消纳的困境。绿电交易、辅助服务市场等机制仍处于完善阶段，价格信号对光伏电力外送消纳的引导作用未能充分发挥。跨区域电力交易存在壁垒，受端省份消纳责任落实不到位，光伏电力外送的长期稳定交易渠道不足，导致光伏电力外送价格波动较大，市场主体参与积极性不高。光伏电力外送的成分摊机制不清晰，特高压通道建设与运维成本分摊不合理，进一步压缩了市场主体的盈利空间，间接影响了光伏电力外送消纳的推进力度。同时，电力市场技术支撑体系不完善，交易撮合、调度优化等数字化水平不足，也制约了外送消纳效率的提升。

2 新疆大型光伏基地电力外送消纳问题的解决对策

2.1 强化网源协同，优化外送通道布局与运行效能

破解新疆大型光伏基地电力外送消纳困境，需将外送通道建设置于区域能源发展战略的核心位置，坚持网源协同发展理念，确保通道扩容与光伏装机增长同频共振。针对新疆光伏基地多位于偏远地区的实际，应统筹规划沙漠、戈壁、荒漠地区大型光伏基地与配套电网建设，推动汇集站、开关站等送出工程与光伏项目同步规划、同步建设、同步投运，打通光伏电力外送的“最初一公里”。在特高压外送通道规划方面，需结合新疆“十四五”及中长期光伏发展规划，加快推动现有特高压输电通道的挖潜扩能，适时启动新的特高压直流外送通道建设，构建结构清晰、功能明确的“西电东送”输电网络，拓展光伏电力的远距离配置空间。同时，注重提升现有通道的智能化运行水平，推广应用柔性直流输电、动态无功补偿等先进技术，增强通道对光伏出力波动的自适应能力，减少因电压越限、频率波动导致的输送能力受限问题。深化送受端电网协同运行机制，建立跨区域电网一体化调度平台，推动新疆与华中、华

东、华北等受端电网的潮流联合分析、备用共享与紧急功率支援,提升外送通道在复杂运行工况下的可靠性与经济性,最大限度释放通道输送潜力。

2.2 构建多元调峰体系,提升系统柔性调节能力

提升调峰能力是保障新疆大型光伏基地电力大规模外送消纳的关键环节,需从电源结构优化、储能多元布局、负荷侧响应三个层面协同发力,构建适应高比例光伏接入的柔性电力系统。在电源侧,统筹推进存量火电机组灵活性改造,推广应用宽负荷调节、快速启停等技术,挖掘存量火电调峰潜力,使其更好地适应光伏出力的间歇性波动。同时,立足新疆丰富的水能、风能资源,加快推进阜康、哈密等抽水蓄能电站建设,发挥抽蓄机组响应速度快、调节范围广的技术优势,为光伏电力外送提供规模化、长周期的调峰支撑。积极探索新能源互补运行模式,推动风电与光伏打捆外送,利用风电夜间出力与光伏昼间出力的自然错配,平抑整体出力曲线,减轻单一光伏对调峰系统的压力。在储能侧,针对光伏午间大发时段电力外送需求,科学布局电化学储能、压缩空气储能、光热储能等多种技术路线,重点发展长时储能系统,满足跨时段、跨天的调峰需求。完善储能参与电力市场的准入条件和运行规则,明确储能设施在调峰、调频、备用等场景下的收益渠道,激发社会资本投资储能项目的积极性。在负荷侧,大力挖掘工业、商业、居民等用户侧灵活调节潜力,推广需求侧响应、虚拟电厂等技术,引导用户在光伏大发时段主动增加用电,实现源荷互动,就地消纳部分光伏电力,减少外送通道压力。

2.3 健全市场化交易机制,激发外送消纳内生动力

市场化机制是优化资源配置、破解新疆大型光伏基地电力外送消纳瓶颈的核心手段,需加快构建适应高比例可再生能源的电力市场体系,用价格信号引导电力流向与消费行为^[2]。在跨省跨区交易层面,破除省间壁垒,推动受端省份落实可再生能源消纳责任权重,建立稳定的跨区域购电协议,鼓励受端电网企业、售电公司与新疆光伏发电企业签订长期购电协议,锁定外送电量规模与价格预期,降低市场波动风险。完善跨区域输电价格核定与成本分摊机制,合理疏导特高压通道建设运维成本,避免通道费用过高挤压光伏外送盈利空间。在省内市场层面,加快建立现货市场、辅助服务市场与中长期市场协调运行的完整市场体系,通过分时电价、峰谷电价等信号引导光伏发电企业优化报价策略,利用市场竞争机制自动实现电力的时空平衡。建立健全调峰辅助服务补偿机制,对提供调峰服务的火电、储能、抽蓄等主体给予合理经济补偿,提升各类主体参与调峰的积极性。在绿电消费层面,完善绿色电力证书交易机制,扩大绿证核发范围,推动绿证交易与碳交易衔接,增强新疆光伏电力的环境价值认可度,吸引更多东部企业通过购

买绿证履行消纳责任,间接拓宽光伏电力外销渠道。同时,运用大数据、区块链等数字化技术,建设统一的电力交易平台,实现交易申报、出清、结算的智能化、透明化,提升市场运行效率与监管水平,为光伏电力外送消纳营造公平规范的市场环境。

2.4 加强科技支撑与产业协同,夯实外送消纳技术基础

新疆大型光伏基地电力外送消纳问题的解决,离不开科技创新的支撑与相关产业的协同发展。在技术研发层面,聚焦大规模光伏基地并网运行控制、特高压直流外送安全稳定、储能系统集成优化等关键领域,支持科研院所、高校与电网企业、发电企业联合攻关,突破制约外送消纳效率的技术瓶颈。针对新疆夏季高温、冬季严寒、风沙较大等特殊气候条件,开展光伏组件耐候性、设备可靠性研究,优化光伏电站运维策略,降低因环境因素导致的出力损失,提升光伏系统利用率与发电量。在数字化赋能方面,推进“云大物移智链”技术与电力系统深度融合,构建覆盖光伏电站、汇集站、外送通道、受端电网的全景监控与智能调度平台,实现光伏出力精准预测、电网运行风险预判、外送能力动态评估,为精细化调度提供数据支撑。在产业协同层面,依托新疆丰富的硅基资源与光伏制造产业基础,推动光伏发电与绿电制氢、绿色冶金、低碳化工等产业耦合发展,在光伏富集区域布局一批“绿电—绿氢—绿氨”一体化项目,将难以外送的光伏电力转化为氢能、化工产品等载体,实现能源的跨时空转移与价值提升。探索光伏治沙、光伏农业等“光伏+”综合开发模式,在光伏阵列间发展特色种植、养殖业,既改善生态环境,又拓展区域内光伏电力消纳场景,形成清洁能源生产、生态环境改善、区域经济发展互促共进的良性循环。通过持续的技术创新与产业融合,不断提升新疆大型光伏基地电力外送消纳的综合效能,为清洁能源高效利用注入持久动力。

3 新疆大型光伏基地电力外送消纳的实践总结

新疆大型光伏基地电力外送消纳工作的推进,需立足新疆能源资源禀赋与地域特点,统筹协调外送通道、调峰能力与市场化机制三大核心要素,形成破解困境的合力。实践中,外送通道的优化升级是基础支撑,只有具备充足的通道承载能力,才能实现光伏电力的大规模外送,充分释放新疆光伏资源优势;调峰能力的提升是关键保障,唯有破解光伏出力波动性与间歇性难题,才能实现光伏电力与电网的高效适配,保障电力外送消纳的稳定性;市场化机制的完善是动力源泉,通过合理的价格信号与激励机制,才能激发市场主体活力,推动光伏电力外送消纳持续健康发展。

新疆大型光伏基地电力外送消纳问题的解决,是一个系统性工程,需兼顾短期突破与长期发展。短期来看,应聚焦现有

外送通道的优化调度、现有调峰资源的高效利用以及市场化机制的快速完善,快速缓解光伏电力外送消纳压力,减少清洁能源浪费。长期来看,需持续加大外送通道建设投入,完善灵活调节电源与储能体系,健全市场化交易机制,推动光伏产业与电网、相关产业协同发展,实现光伏电力外送消纳的规模化、常态化、高效化^[1]。同时,新疆极端高温、严寒及风沙天气对光伏设备可靠运行构成严峻挑战。需加强组件耐候性与防风沙设计,推广应用智能清扫机器人及无人机巡检技术,降低热斑效应与积尘损失。通过建立全生命周期运维管理体系,实现故障预警与精准维护,提升设备可利用率和发电效能,为电力稳定外送夯实基础。

解决新疆大型光伏基地电力外送消纳问题,是实现区域能源优势转化与全国能源转型协同发展的关键落子。通过畅通外送通道,可将戈壁荒漠的清洁电力持续输送至中东部负荷中心,使资源禀赋切实转化为驱动经济增长的绿色动能,同时减少化石能源消耗,筑牢西北生态安全屏障。实践推进中,必须强化各项对策的系统性与耦合度,确保通道建设、调峰能力提升与市场机制完善同向发力,避免碎片化推进导致效能折损。

参考文献:

- [1] 高可,王鹏,梁楠,等.大型能源基地风光火储系统联合运营与外送优化[J/OL].电网技术,1-15[2026-03-12].
- [2] 周敏,刘嘉鑫,葛扬.自动化智慧监测运维技术在大型新能源基地的应用研究[J].产品可靠性报告,2025,(05):37-39.
- [3] 王梓怡.电力市场环境下的大型新能源基地跨省区交易经济性分析[D].华北电力大学(北京),2025.

同时,建立动态评估与反馈机制,紧密跟踪光伏技术进步、电网结构演变及电力市场改革进程,适时调整技术路线与政策工具,保持对策的前瞻性与适应性。唯有坚持系统观念与问题导向,在动态优化中破解外送消纳瓶颈,才能将新疆大型光伏基地打造为清洁能源高效利用的示范高地,为国家能源安全保障与“双碳”战略实施注入持久动力。

4 结语

新疆大型光伏基地电力外送消纳问题的破解,是一项涉及电网建设、电源优化、市场机制与科技创新的系统工程。外送通道的扩容升级是基础前提,需坚持网源协同,打通电力外送物理瓶颈;多元调峰体系的构建是关键支撑,通过电源侧改造、储能布局与负荷侧响应,提升系统对波动性光伏出力的适配能力;市场化机制的完善是核心动力,以价格信号引导资源配置,激发各类主体参与活力;科技与产业协同则为长远发展注入持久动能,通过技术创新与就地消纳模式拓展,实现能源效益、生态效益与经济效益的统一。未来,需持续深化送受端协同,推动新疆资源优势向经济优势转化,为我国能源绿色低碳转型与“双碳”目标实现贡献更大力量。