

光储电一体化参与电力市场竞价的动态博弈策略分析

侯春苗

华电忻州广宇煤电有限公司, 山西 忻州 034000

DOI:10.61369/EPTSM.2026020025

摘 要： 当前, 国家深入推进能源结构转型、构建新型电力系统。在此政策导向下, 作为清洁高效的能源协同形态, 光储电一体化逐步深度参与电力市场竞价。其以多环节协同优势为依托, 通过动态博弈适配市场波动与政策调整。文章首先阐述光储电一体化核心内涵, 接着分析光储电一体化参与电力市场竞价的内涵意蕴与动态博弈关键变量, 最后深入探索动态博弈优化策略, 期望有效提升能源资源配置效率, 实现电力市场高质量发展。

关 键 词： 光储电一体化; 电力市场竞价; 动态博弈

Analysis of Dynamic Game Strategies for Integrated Photovoltaic-Power Storage Participation in Power Market Bidding

Hou Chunmiao

Huadian Xinzhou Guangyu Coal Power Co., Ltd., Xinzhou, Shanxi 034000

Abstract： Currently, the country is vigorously promoting the transformation of the energy structure and building a new type of power system. Under this policy orientation, as a clean and efficient energy synergy form, integrated photovoltaic-power storage gradually deeply participates in power market bidding. It relies on the multi-link collaborative advantages and adapts to market fluctuations and policy adjustments through dynamic game. This article first elaborates on the core connotation of integrated photovoltaic-power storage, then analyzes the value implications and key variables of dynamic game for integrated photovoltaic-power storage participating in power market bidding, and finally deeply explores the optimization strategies of dynamic game, hoping to effectively improve the efficiency of energy resource allocation and achieve high-quality development of the power market.

Keywords： integrated photovoltaic-power storage; power market bidding; dynamic game

引言

能源领域正经历深度变革, 驱动清洁低碳、安全高效能源体系构建成为核心方向, 加速推进新型电力系统建设。光储电一体化具备源储协同的独特优势, 堪称融入电力市场的新型能源主体, 其参与竞价过程中的动态博弈行为, 对市场参与成效与能源生态优化产生直接影响。

一、光储电一体化概述

光储电一体化是深度耦合光伏发电、储能系统与电力转换传输环节的有机协同形态, 以能源技术创新与产业融合的内在逻辑为依托, 整合核心要素, 如光伏能源捕获、储能能量存释、电力调配传输等, 构建起一体化架构, 覆盖能源生产、存储、输送全链条。其旨在突破单一能源环节的独立运行边界, 通过多环节技术协同与资源统筹, 形成具备源网荷协同响应潜力的能源综合体, 呈现出清洁化能源生产、柔性化能量调节、协同化系统运行, 与新型电力系统构建的内在需求相契合。

二、光储电一体化参与电力市场竞价的内涵意蕴

(一) 政策协同赋能市场参与

深度协同政策引导与市场机制, 为光储电一体化参与竞价奠定基础。宏观政策聚焦能源结构转型与可持续发展, 明确了一体化主体的合法参与地位, 扫清交易参与的制度障碍。电力市场规则持续完善, 在交易流程、结算机制等方面与新型能源主体需求适配, 形成呼应政策导向的制度设计。这种良性互动下, 在清晰框架内一体化主体能够有序参与竞价, 政策红利与市场机遇充分激发其参与热情, 为新型能源力量融入市场生态提供助力, 为市

场注入可持续发展动力。

（二）技术适配释放综合效能

光储电一体化的技术架构精准适配市场运行需求，彰显独特综合价值。其融合可再生能源生产与储能调节的核心特性，面对市场对能源供给稳定性与灵活性的要求，能够做到灵活响应。通过储能模块充放电调节，一体化系统有利于平滑可再生能源出力波动，确保供给同步市场需求。这种技术调节能力使系统在竞价中具备更强竞争力，与市场多元需求契合，同时弥补灵活性与清洁性层面传统能源的不足，推动电力市场整体运行效率的有效提升。

（三）信息整合提升决策质量

一体化主体参与竞价的核心价值观是信息整合与高效运用。一体化系统覆盖能源“生产—存储—交易”等多环节，能将自身设备运行、能源数据及市场供需、电价波动、电网调度等外部信息汇聚到一处。通过梳理与分析这些信息，一体化主体可实现对市场变化规律的精准把握，助力预判价格走势与需求波动，从而支撑竞价决策。这种能力既能提升自身决策的科学性与精准度，同时也向市场传递有效交易信号，助力优化价格形成机制，使交易环境更加规范。

三、光储电一体化参与电力市场竞价的动态博弈关键变量

（一）市场电价波动态势

动态博弈的核心变量是市场电价波动，对各参与主体的决策方向产生直接影响。市场供需关系、能源结构布局、时段用电差异及电网调度需求等多重因素共同作用下，电价变化阶段性起伏与随机性波动的特征凸显。时段不同，电价差异会引导光储电一体化主体调整竞价报价的高低，长期电价趋势则影响主体参与市场的整体规划。该变量的动态变化下，博弈双方必须持续跟踪电价信号，以波动规律为依据调整策略，成为贯穿博弈全过程的核心考量依据。

（二）风光出力稳定程度

博弈的基础变量是风光出力稳定程度，决定光储电一体化主体的竞价底气。光储电一体化的能源供给依赖捕获风光资源，而受自然属性影响，风光出力存在固有波动，储能系统的调节能力与技术水平会对这种稳定性的强弱产生影响。稳定出力时，一体化主体可制定更明确的报价策略；较大波动时，则需预留灵活调整空间。这种变量的差异下，博弈决策倾向出现不同，是影响竞价成功率的关键基础因素。

（三）政策导向调整方向

政策导向调整是博弈的重要外部变量，对博弈的规则环境与参与逻辑进行重塑。在市场准入门槛、交易机制设计、收益保障方式及监管要求等方面，政策调整会改变光储电一体化主体的参与成本与收益预期。政策的稳定性与调整趋势，直接影响主体参与博弈的长期规划，促使其寻求短期收益与长期发展之间的平衡。通过影响博弈的外部约束条件，该变量间接引导各主体的策

略选择，在动态博弈中不容忽视。

（四）主体竞争互动格局

主体竞争互动格局是动态博弈的场景变量，构成博弈的核心互动场景。市场中各类发电主体、储能服务商、售电企业及其他参与者差异显著，其数量规模、实力差距与决策偏好较为独特，形成了复杂的竞争生态。针对竞争对手的报价策略、市场布局与调整动向，光储电一体化主体需实时感知，以互动反馈为依据灵活调整自身决策。这种互动关系相互影响、相互制衡，贯穿博弈全过程，能够直接决定竞价结果的走向。

四、光储电一体化参与电力市场竞价的动态博弈优化策略

（一）动态报价适配市场波动

动态报价策略以市场电价信号的实时捕捉为核心，通过对供需变化、时段特征、天气影响、电网负荷预警及区域供需差异等关键因素的持续跟踪，构建灵活、精准的报价调整机制，确保报价与实际交易场景贴合。以电价波动的阶段性规律与即时变化为基点，合理设定报价区间与调整阈值，在避免因报价过高错失成交机会的同时，也避免因报价过低压缩收益空间。该策略强调快速响应市场信号，通过动态调整突破固定报价的局限，使报价始终同步市场变化，提升成交概率与收益质量。不同时段的报价与储能协同操作可通过以下方式精准适配市场波动：

表1 不同时段动态报价与储能协同操作表			
时段类型	电价区间	储能操作	报价策略
低谷时段	0.2-0.4元 / 千瓦时	全力充电存储电能	报价偏低，保障基础成交率
平段时段	0.4-0.6元 / 千瓦时	维持存量平衡，灵活调整	报价中等，平衡成交与收益
高峰时段	0.6-1.0元 / 千瓦时	适度放电补充供给	报价适中偏上，最大化当期收益

与光储电一体化自身的能源供给能力、存储调节潜力结合，实现短期成交与长期收益关系的动态平衡。处于高位区间电价时，结合市场需求弹性和储能释放速率合理释放储能资源补充供给，这样既能提高报价竞争力，也可实现最大化当期收益；在低位电价时段，适度存储多余电能，减少低价成交比例，将能源资源转移至高价时段，双重提升收益与成交率。借助这种跨时段的精细化资源调配与报价调整，能够均衡优化不同时段收益，与市场波动的动态博弈特征精准适配。

（二）全周期风控筑牢博弈根基

构建覆盖竞价全流程的风险管控体系，有利于持续支撑光储电一体化稳固博弈优势，通过对多元潜在风险的系统性识别、评估与缓释，能够为竞价决策划定安全边界。该策略超越单一技术调节限制，聚焦三大核心风险维度市场、技术、政策，搭建多维度识别机制与动态风险数据库，对各类风险的发生概率、影响程度及传导路径进行量化分析，形成动态风险图谱，实现对电价波动超预期、设备故障、政策调整等隐患的精准捕捉，助力制定科学的防控措施，关联动态报价策略，达成博弈成效的协同提升。

面对不同类型风险，必须构建分层差异化缓释机制，以此来应对博弈不确定性。市场风险维度，借助中长期交易合约锁定基础收益，搭配弹性报价空间，为应对短期电价波动与竞争对手策略调整奠定基础；技术风险维度，要求建立设备全生命周期管理体系，优化出力预测模型并对系统冗余设计进行强化，使设备更具稳定性与预测精度；政策风险维度，与监管部门联手，共同预判政策导向，主动调整参与模式与资源布局。同时，还必须建立动态监测与应急响应机制实现风险状态的实时跟踪，一旦发生突发状况，可快速处置，使竞价策略始终保持连续性与稳定性，筑牢博弈根基。

（三）政策适配精准响应导向

政策适配策略注重对政策调整方向与市场规则变化的精准把握，通过建立政策动态数据库、对接行业主管部门信息渠道与行业动态研判机制，及时捕捉不同方面，如市场准入、交易流程、结算机制等的政策动态。有机融合政策要求与市场参与逻辑，确保策略实施与制度框架、导向要求相符，及时调整参与方式与操作规范，避免因适配不当的政策影响竞价参与的合法性与有效性，使参与行为始终合规、适配。

与政策支持重点、激励方向、区域导向、激励政策细则结合，对资源配置与竞价布局进行优化。针对政策鼓励可再生能源消纳的领域或时段，在合规前提下加大能源供给力度，不仅契合政策导向，同时也有利于拓展成交空间；在政策支持储能参与辅助服务的场景，通过资源的合理分配参与相关交易，充分利用政策红利提升综合收益。通过与政策变化、政策要求的主动适配，使动态博弈策略在符合外部制度约束的基础上，也能借助政策导向优化参与效果，最终有机统一政策红利与市场收益。

（四）多元协同优化竞争格局

多元协同策略立足各类参与主体在市场中的互动关系，通过对竞争对手报价习惯、供给能力、资源储备、历史成交记录、策略调整周期与市场反应速度等维度的系统分析，制定差异化的竞价方案。不仅如此，还深入研判不同类型主体的竞争优势与短板，避免同质化竞争导致收益挤压，以自身源储协同的独特优势为基础，打造差异化竞争亮点，以便在博弈中占据有利位置。

与其他市场主体积极构建良性互动机制，既保持合理竞争，也寻求协同空间。围绕不同参与者，如传统发电主体、其他新能源主体等的供给特点与需求偏好，对自身报价与供给策略进行精准调整。针对互补性较强的主体，可通过间接协同形成资源互济机制，使供需实现互补与共赢，避免恶性竞争；面对竞争关系明显的主体，则借助精准差异化报价与服务优化提升自身竞争力。这种动态策略调整依托主体互动，不仅适应市场竞争生态的动态变化，同时也通过优化竞争格局间接提升自身竞价收益，在市场中始终保持核心竞争地位。

五、结语

综上所述，光储电一体化参与电力市场竞价的动态博弈是一项系统性工程。通过动态报价、全周期风控、政策适配、多元协同等多元策略，可有效提升其市场竞争力与资源调配效能。未来，还需深入探索实践策略，为电力市场供需平衡与能源结构升级注入持久动力。

参考文献

[1] 李华取,王帮灿,周娜.多源同台竞价:云南电力市场的探索与实践 [J].中国电力企业管理,2025,(22):88-89.
[2] 杨祯园.电力市场环境下的电力市场交易模式研究 [J].电力设备管理,2025,(13):260-262.
[3] 李维聪,李贺延,杨若冰.基于智能电厂的电力交易市场竞价系统架构研究 [J].内蒙古电力技术,2024,42(05):38-43.
[4] 李健华,陈雪,付浩,等.碳电市场环境下的火电厂市场竞价策略及交易技术 [J].四川电力技术,2023,46(03):46-52+89.
[5] 叶泽.电力市场的“中国特色” [J].中国电力企业管理,2021,(01):35-40.