

虚拟电厂模式下电力营销市场化定价机制创新研究

朱风华¹, 谢官山¹, 张于雷²

1. 国网荆州供电公司城区供电中心, 湖北 荆州 434000

2. 荆州三新供电服务有限公司, 湖北 荆州 434400

DOI:10.61369/EPTSM.2025120005

摘要 : 虚拟电厂是把分布式能源、需求响应资源聚合起来形成的新型电力系统形态, 是推进电力市场化改革、新能源消纳的重要途径。目前虚拟电厂参与电力营销的定价机制还存在着基准单一、协同不足、激励失衡等问题, 限制了其市场化运作的效果。本文以虚拟电厂“源网荷储”协同性为出发点, 对电力营销市场化定价现状及瓶颈进行分析, 从定价基准、定价模型、激励机制、监管保障四个方面提出创新性策略, 试图解决传统定价和虚拟电厂灵活调度、多元价值不匹配的问题。研究可以给虚拟电厂的市场竞争力提升, 电力市场化定价体系的完善提供理论参考, 助力能源转型以及“双碳”目标实现。

关键词 : 虚拟电厂模式; 电力营销市场化; 定价机制创新策略

Innovative Research on Market-based Pricing Mechanism under Virtual Power Plant Mode

Zhu Fenghua¹, Xie Guanshan¹, Zhang Yulei²

1. Urban Supply Center of Jingzhou Power Supply Company of State Grid, Jingzhou, Hubei 434000

2. Jingzhou Sanxin Power Supply Service Co., Ltd. Jingzhou, Hubei 434400

Abstract : Virtual power plant is a new form of power system aggregates distributed energy and demand response resources, and it is an important way to promote the reform of power marketization and new energy consumption. At present, there are still problems such single benchmark, lack of coordination and imbalance of incentives in the pricing mechanism of virtual power plant participating in power marketing, which limits the effect of its market-oriented operation. This takes the coordination of "source, network, load and storage" of virtual power plant as the starting point, analyzes the current situation and bottleneck of market-oriented pricing of power, and proposes innovative strategies from four aspects: pricing benchmark, pricing model, incentive mechanism and regulatory guarantee, trying to solve the problem of mismatch between traditional pricing and flexible dispatching of power plant and multi-value. The research can provide theoretical reference for the improvement of market competitiveness of virtual power plants and the improvement of power market pricing system, and help the energy and the realization of "double carbon" goals.

Keywords : virtual power plant mode; power marketing marketization; pricing mechanism innovation

引言

在双碳目标的指引以及电力市场化的深化之下, 分布式光伏、风电等新能源大量接入, 给传统的电力系统源随荷动模式带来严峻的挑战。虚拟电厂利用先进的信息技术聚合分布式能源、储能设备、可调负荷等资源, 达到荷随源动的灵活调度, 是解决新能源消纳难题、提高电力系统稳定性的主要途径。但是, 目前电力营销市场化定价机制大多是根据传统发电主体设计的, 不能很好地体现虚拟电厂的多种价值和调节能力, 造成虚拟电厂市场参与积极性低、收益回报不确定。本文以虚拟电厂模式下电力营销市场化定价机制创新为研究内容, 从分析定价现状入手, 提出创新的意义, 提出具体的策略, 为虚拟电厂深度参与市场竞争、构建高效协同的电力市场生态提供支持, 对推动电力行业高质量发展有重要的现实意义。

一、虚拟电厂与电力营销市场化定价机制概述

（一）虚拟电厂的核心内涵与运作逻辑

虚拟电厂并不是真实的电厂，它是以信息技术为核心，利用通信网络和智能调度系统，把地理上分散的分布式能源、储能装置、工业可调负荷、电动汽车充电桩等聚合起来，形成具备“源网荷储”协同能力的虚拟发电主体。其运行逻辑是以聚合、调度、交易这三个环节为核心展开的：通过资源聚合来突破分布式能源单机容量小、出力不稳定的局限性；通过智能调度来达到资源优化配置、供需平衡调节的目的；通过参与电力市场交易来将多元价值转化成经济利益^[1]。

（二）电力营销市场化定价的基本框架

电力营销市场化定价以市场决定价格为原则，以成本导向、价值导向为双重原则，包含上网电价、输配电价、销售电价三个主要部分。目前我国电力市场化定价体系已经基本建立起来，形成了中长期交易电价、现货市场电价、辅助服务电价等多元化的定价体系。其主要目的就是利用价格信号来引导资源的优化配置，促使市场主体参与到电力供需调节中来，同时也要保证电力系统的安全、经济以及可持续^[2]。

（三）虚拟电厂模式下定价机制的发展现状

随着全国各地对虚拟电厂试点的推行，虚拟电厂的定价机制也取得了一定的成果。部分地区通过中长期交易、辅助服务市场等途径，让虚拟电厂参与到电价形成当中，但是总体上还是处于起步阶段。目前定价模式以成本加成为主，结合少量调节服务溢价，还没有形成成熟的价值量化体系。在试点实践中，虚拟电厂多参与调峰、备用等辅助服务定价，电能量市场定价话语权较弱，多元价值不能完全体现^[3]。

二、虚拟电厂模式下电力营销市场化定价机制创新的意义

（一）助力能源转型，提升新能源消纳效能

创新定价机制可以依靠价格信号来聚合更多的分布式新能源资源，从而解决新能源“并网难、消纳难”的问题。合理的定价策略可以促进虚拟电厂更好的进行调度，减缓新能源出力的波动，提高电力系统接纳新能源的能力，有利于风电、光伏等清洁能源在能源中占比的提升，对实现“双碳”目标起到重要的作用。

（二）优化资源配置，降低电力系统成本

虚拟电厂的主要优势就是把分散的闲置资源整合在一起产生规模效应，而创新定价机制可以发挥出这一优势的价值。精确定价可以准确体现各种资源的边际成本与调节价值，促使电力资源流向效益更高的地方，削减电力系统中不必要的备用容量投入，节约发电侧和电网侧的投资支出，而且依靠需求响应定价来推动用户错峰用电，进而优化整个电力系统的运行状况^[4]。

（三）完善市场体系，激发电力市场活力

虚拟电厂作为电力市场新的主体，其定价机制创新属于电力市场化改革的内容。建立适合于虚拟电厂的定价机制，可以丰富

电力市场交易品种以及定价方式，打破传统发电主体对于市场的垄断局面，形成多元主体平等竞争的市场环境。同时定价机制灵活可以提高市场对供需变化的反应能力，提高电力市场韧性与活力。

三、虚拟电厂模式下电力营销市场化定价机制创新策略

（一）构建多元价值导向的定价基准体系

多元价值导向的定价基准体系的构建，要冲破传统单一起点为成本的定价思路，表现虚拟电厂的多种价值。应该建立以基础电量和调节服务双维度的定价基准，基础电量参照电力现货市场实时价格来计算，保证虚拟电厂基础收益的稳定性，调节服务价格依据调峰、备用、调频等不同服务类型的技术要求、响应速度、调节效果而异，对响应更快、调节更准的服务适当提高溢价。引入新能源消纳价值系数，以虚拟电厂聚合的新能源发电量、消纳率、弃电率等指标作为核算依据，对高消纳能力的虚拟电厂给予额外的价格补贴，引导其加大新能源资源聚合力度。结合区域电力供需差异实行分区域定价机制，在电力供需紧张的负荷中心区域，适当提高调节服务定价水平，激励虚拟电厂优先向该区域提供调节资源；在电力盈余的新能源富集区域，侧重设置新能源消纳激励定价，鼓励虚拟电厂多渠道消纳本地新能源。建立动态调整机制，依据电力市场供需状况变化、新能源出力波动情况、国家能源政策导向等，按季度或者半年度修改定价基准参数，使价格信号能够及时、准确的反映市场实际状况，提高定价机制的适应性和灵活性^[5]。

（二）创新智能技术驱动的定价模型构建

创新智能技术驱动的定价模型，要依靠先进的技术手段来解决虚拟电厂定价中多主体、多维度、动态化的核算难题^[6]。以大数据技术为基础，创建多主体成本核算模型，包含分布式能源发电成本，储能设备运维成本，智能调度系统运营成本，用户需求响应成本等诸多方面，利用数据清洗，关联分析等方法，对各个参与方的成本予以精确核算，给定价赋予扎实的数据根基。采用人工智能算法对定价预测模型进行优化，用机器学习、深度学习等算法分析历史电价数据、气象预测数据、负荷变化数据和政策调整数据等^[7]。建立多因素耦合的价格预测模型，提高虚拟电厂参与市场交易价格预判能力，为交易决策提供科学依据。利用区块链技术创建透明的定价交易平台，把定价核算依据、交易过程数据、收益分配情况等上链存储，保证数据的不可篡改和实时共享，有效防止定价过程中信息不对称和道德风险的发生，保障各个参与主体的公平权益，降低交易摩擦成本^[8]。建立源网荷储协同定价模型，把电网安全运行约束、发电侧出力特性、用户侧用能需求、储能设备调节能力等各方面因素纳入定价考虑范围，采用多目标优化算法实现发电侧、电网侧、用户侧、储能侧的利益平衡，使定价机制可以促进各主体协同联动，提高整个电力系统的运行效率和稳定性^[9]。

（三）完善供需互动的激励型定价机制

完善供需互动的激励型定价机制，就是要依靠差异化的定价

刺激每一个参与者的积极性，形成“供需互动、互利共赢”的态势。按照用户削减负荷量、响应启动速率、连续响应时长、调节准确度等重要指标，将需求响应分为紧急响应、重要响应、常规响应等等级，不同等级采取不同的收费标准，给响应速度快、调节效果好的用户较高的响应报酬，促使用户更深层次的参与到需求响应中来。设计一个中长期合约和现货市场联动的定价激励模式，使得虚拟电厂和电力用户、电网公司可以签订中长期交易合同，固定基本电量的交易价格，保证主要收入稳定，同时也支持虚拟电厂参加电力现货市场交易，从现货市场价格变动中获得额外收益，实现收益稳定和市场灵活之间的平衡。采用阶梯式奖励定价机制，为虚拟电厂设置年度调节服务总量、新能源消纳总量、用户响应参与户数等阶梯目标，达到基础目标后给予基础奖励，超出基础目标之后按超额比例给予递增式奖励，激励虚拟电厂不断扩大资源聚合规模、提高服务能力。形成跨主体利益共享的定价机制，确定虚拟电厂运营方、分布式资源所有者、参与需求响应的用户等主体的收益分配比例，分配比例根据各主体投入的资源规模、承担的风险程度、提供的服务贡献大小进行动态调整，保证各参与方均分定价创新带来的收益，形成稳定的长期合作关系^[10]。

（四）健全规范有序的定价监管保障机制

健全规范有序的定价监管保障机制，对于保证定价机制创新平稳落地，市场公平有序运行有着很重要的支撑作用。建立定价审核监管机制，由能源监管部门、电力交易中心、行业协会组成定价审核组，对虚拟电厂定价方案、成本核算报告、收益分配明细等进行严格的审核，审核定价依据的真实性、定价标准的合理性、收益分配的公平性，严禁采用价格垄断、恶意低价竞争、虚报成本骗取收益等非法手段。完善信息披露制度，确定虚拟电厂

信息披露的内容清单，包括资源聚合规模、各类型资源占比、调度执行情况、定价核算参数、收益分配结果等主要信息，要求虚拟电厂定期通过电力交易平台披露，保障市场其他主体知情权和监督权，提高定价过程的透明度。创建风险对冲监管体系，鼓励虚拟电厂借助电力期货，期权等衍生品工具来对冲价格波动风险，而且电力交易中心要搭建起价格异常波动警报体系，当市场价格脱离正常范围的时候马上发出警报，随即采取临时限价，增多交易频率等调控手段，防止市场价格剧烈波动造成系统性风险。创建跨部门合作监管机制，将能源监管、市场监管、工业和信息化、发展和改革等部门监管职能加以整合，确定各部门在定价监管中的作用划分，创建监管信息共享平台以及联合执法机构，达成定价制定、交易实施、利益分配、违规处置全程的监管闭环，给定价机制革新打下牢固的制度基础，保证电力市场公平竞争格局。

四、结束语

综上所述，虚拟电厂模式下电力营销市场化定价机制创新，是能源转型和电力市场化改革的必然要求，也是释放虚拟电厂多元价值、构建新型电力系统的支撑。本文通过对定价机制现状及瓶颈的分析，从定价基准、模型构建、激励机制、监管保障四个方面提出创新策略，为解决当前的定价难题提供可行的路径。随着技术不断发展、市场逐步完善，虚拟电厂定价机制还要进一步加强多主体协同、精准价值量化、风险防控，不断发挥价格信号的引导作用。依靠定价机制不断更新，能帮助虚拟电厂更好的进入电力市场之中，促进整个电力体系向清洁、高效、市场的方向变化，给社会经济发展提供坚实的能源支撑。

参考文献

- [1] 于连祥, 董子君, 齐剑, 等. 电力市场背景下供电企业电力营销策略创新 [J]. 电力设备管理, 2024, (24): 273-275.
- [2] 孟丽娟. 电力市场改革下的供电企业营销管理措施 [J]. 现代企业文化, 2023, (36): 13-16.
- [3] 赵祯, 蒋炜. 浅论以市场为导向的电力营销管理模式及创新 [J]. 营销界, 2023, (24): 20-22.
- [4] 赵雨. 电力市场化背景下电力营销管理与优质服务措施研究 [J]. 电气技术与经济, 2023, (09): 240-242.
- [5] 顾阿龙. 新形势下电力市场化过程中电力营销的创新模式思考 [J]. 电气技术与经济, 2023, (07): 208-210.
- [6] 张强, 沈映鑫. 远程用电检查技术应用于电力营销中的重要性分析 [J]. 电工技术, 2024, (S2): 466-468.
- [7] 张健. 物联网与大数据融合的电力营销系统研究 [J]. 中国宽带, 2024, 20(12): 147-149.
- [8] 马成杰. 电力营销信息系统提升客户服务体验的方法研究 [J]. 信息与电脑, 2024, 36(24): 27-29.
- [9] 孔德勇. 基于大数据技术的电力营销群体划分研究 [J]. 信息与电脑, 2024, 36(24): 154-156.
- [10] 任超. 基于电力营销技术的电力设备制造与营销系统设计 [J]. 城市建筑空间, 2024, 31(S2): 418-419.