

# 广东电力现货市场主体交易策略与博弈行为分析

蔡家焯

湛江中粤能源有限公司 524000

DOI:10.32629/ems.v8i3.18713

**[摘要]** 作为全国规模最大、最具活力的省级电力现货市场，广东电力现货市场已形成多元化主体参与的复杂博弈格局。本文基于非合作博弈理论框架，结合广东电力现货市场“中长期+现货”的双层交易体系特征，系统分析发电企业、售电公司、储能运营商等核心主体的交易策略选择逻辑，解构主体间的多维度博弈关系。研究发现，不同主体基于自身成本结构与风险偏好形成差异化策略，市场规则设计与能源供需基本面共同驱动博弈均衡动态演化；同时存在主体非理性决策、市场力滥用风险等问题。最后从完善市场规则、强化信息披露、优化监管机制三个维度提出对策建议，为广东电力现货市场高质量运行提供理论参考。

**[关键词]** 广东电力现货市场；交易策略；博弈行为；市场主体；纳什均衡

## 一、引言

电力市场化改革是优化能源资源配置、推动“双碳”目标实现的核心路径，而电力现货市场作为市场化改革的关键载体，承担着发现真实电价、引导主体理性决策的重要功能。广东作为全国电力现货市场建设的先行试点，自2021年11月以来连续运行超36个月，截至2024年底累计直接交易电量达10226亿千瓦时，2024年全年交易电量突破6100亿千瓦时，位居全国首位。当前广东已建成“年+月+多日+日前+实时”全周期覆盖的“中长期+现货”交易体系，形成了包含408家发电企业、369家售电公司、9.4万家用户的多元化市场生态，主体数量同比增长19.2%。

随着新能源大规模并网、独立储能等新型主体入市，广东电力现货市场的博弈关系日趋复杂。发电企业面临燃料成本波动与零边际成本新能源的双重冲击，售电公司需在低价竞争与风险防控间寻求平衡，储能运营商则依托多时段套利构建盈利模式，各主体的策略选择相互影响、动态博弈，直接决定市场出清效率与价格稳定性。实践中，广东电力现货市场曾多次出现价格极端波动：2020年8月试运行期间日前均价仅0.176元/千瓦时，2022年9月日前均价攀升至0.764元/千瓦时，这种大幅波动背后正是主体非理性博弈与策略误判的直接体现。

## 二、广东电力现货市场运行基础与博弈理论框架

### （一）市场运行核心特征

广东电力现货市场采用“中长期合约+现货市场”的双层架构，中长期市场承担“保基本、稳预期”功能，现货市场实现“发现价格、调节供需”目标。2024年广东中长期成交

电量3524亿千瓦时，成交均价同比降低16%，降幅全国第一；现货市场竞争充分，日前现货价格在0元/千瓦时至0.904元/千瓦时之间波动，有效反映一次能源价格与供需形势。在主体构成方面，形成了“源网荷储”多元参与格局：发电侧涵盖燃煤、核电、新能源、抽水蓄能等类型，其中220千伏及以上新能源全部采用报量报价方式参与现货交易，容量突破1500万千瓦；用户侧以工商业用户为主，年用电量500万千瓦时及以上用户原则上直接参与市场交易；新兴主体中，6家独立储能最大充放电功率达70万千瓦，梅州抽水蓄能电站实现全站报量报价入市“零突破”。

### （二）博弈理论支撑框架

广东电力现货市场主体的交易策略选择与博弈行为可纳入非合作博弈理论框架，核心分析工具包括纳什均衡、供给函数均衡、重复博弈等。纳什均衡描述了各主体在给定对手策略时，无法通过单方面调整策略增加收益的稳定状态，这一状态在广东现货市场的日前报价与实时调整中频繁显现。供给函数均衡模型则将主体报价策略表示为连续函数，更精准刻画了电力商品不可存储、实时平衡的特殊性对博弈的影响。

不同交易场景对应差异化博弈模型：发电企业间的产量竞争可通过古诺模型分析，价格竞争适配伯特兰德模型；大型发电企业与中小发电企业的层级博弈符合斯塔克尔伯格模型的“领导者-跟随者”逻辑；而主体在多周期交易中的策略互动则适用重复博弈理论，声誉效应与惩罚机制对维持市场稳定具有重要作用。信息不对称条件下的信号博弈模型，还能揭示主体通过报价传递成本信息的策略行为，这在新能源

企业与传统发电企业的竞争中表现尤为突出。

### 三、广东电力现货市场核心主体交易策略分析

#### (一) 发电侧主体交易策略

1. 传统燃煤发电企业: 成本对冲与价格博弈结合策略。燃煤电厂的核心诉求是回收燃料成本并实现盈利, 其策略选择高度依赖煤炭价格波动。在中长期市场, 通过签订大额固定价合约锁定基础电量, 规避现货价格波动风险; 在现货市场, 采用“边际成本+风险溢价”报价策略, 高峰时段适度提高报价获取超额收益, 低谷时段以接近边际成本报价争取发电权。2021年煤炭价格暴涨期间, 部分燃煤电厂因前期签订低价中长期合约, 导致现货市场高价无法覆盖成本, 出现普遍性亏损; 而2023年燃料价格回落时, 企业则降低中长期报价以争夺市场份额。此外, 燃煤电厂还通过参与辅助服务市场, 获取调峰、调频补贴, 对冲电能市场的收益波动。

2. 新能源发电企业: 零边际成本套利与偏差管控策略。新能源企业(风电、光伏)具有零边际成本优势, 核心策略是最大化发电量并利用价格波动套利。在日前市场, 基于功率预测报量报价, 高峰时段全额申报发电量, 低谷时段根据现货价格灵活调整; 在实时市场, 通过精准功率预测控制偏差电量, 避免偏差考核。2024年广东绿电成交量71.65亿千瓦时, 同比增加80%, 环境溢价降至0.009元/千瓦时, 新能源企业通过“绿电交易+现货套利”的组合策略, 既享受政策红利, 又获取市场收益。同时, 部分新能源企业通过聚合形成虚拟电厂, 提升市场议价能力, 参与辅助服务市场获取额外收益。

#### (二) 售电侧主体交易策略

1. 大型售电公司: 多元化组合与风险对冲策略。大型售电公司依托客户资源优势, 采用“中长期合约+现货灵活调整”的组合策略: 与发电企业签订大额可调曲线合约, 锁定基础购电成本, 同时保留电量调整权; 针对不同用户类型设计差异化零售套餐, 对负荷稳定的工业用户提供固定价套餐, 对负荷波动大的商业用户提供浮动价套餐。部分大型售电公司还通过金融工具对冲价格风险, 或参与绿电交易, 满足用户绿色用能需求。

2. 独立售电公司: 成本控制与精准套利策略。独立售电公司规模较小, 核心策略是通过精细化运营控制成本。典型做法是利用可调曲线合约的电量联动优势, 通过时段优化降低成本: 谷段采购80%-90%的用户用电量, 平段采购20%-30%,

峰段按需采购, 通过时段价差摊薄总成本; 同时争取辅助服务补贴与发电侧让利, 进一步降低购电成本。某独立售电公司通过该策略, 成功将批发结算成本从3720厘/千瓦时降至3520厘/千瓦时, 实现20厘的毛利空间。但独立售电公司抗风险能力较弱, 2021年现货价格暴涨期间, 大量独立售电公司因前期签订低价零售合约而出现巨额亏损, 甚至退出市场。

#### (三) 用户侧主体交易策略

用户侧主体以降低用电成本为核心目标, 策略选择呈现差异化特征。年用电量500万千瓦时及以上的大型工商业用户, 多直接参与批发市场, 通过签订中长期合约锁定基础电价, 同时利用现货价格波动灵活调整用电负荷, 高峰时段减少用电、低谷时段增加用电, 实现削峰填谷降本。至盈科技有限公司2024年1-11月平均电能电价较去年下降超8分/千瓦时, 正是得益于负荷优化与市场化交易。中小工商业用户则通过售电公司参与市场, 优先选择价格稳定、服务优质的零售套餐, 部分企业还通过需求响应参与辅助服务市场, 获取补贴收益。

### 四、广东电力现货市场主体博弈行为解构

#### (一) 发电企业间的非合作博弈

发电企业间的博弈核心是发电量与价格的争夺, 呈现“竞争-制衡”的动态关系。在燃煤发电企业之间, 大型企业凭借装机规模优势, 扮演斯塔克尔伯格模型中的“领导者”角色, 率先确定中长期合约报价与发电量, 中小企业作为“跟随者”被动调整策略。2022年底, 发电企业因连续两年亏损, 集体采取保守策略, 死守中长期交易价格上限, 形成短期合作博弈态势, 但随着2023年燃料价格回落, 企业间再次陷入低价竞争的非合作博弈, 导致零售价格大幅跳水至0.46元/千瓦时左右。

新能源企业与传统燃煤企业的博弈改变了市场格局。新能源企业零边际成本的报价策略, 压缩了燃煤企业的盈利空间, 迫使燃煤企业降低报价或减少低谷时段发电量。这种博弈推动了能源结构优化, 但也带来了新的问题: 新能源出力的随机性导致燃煤企业调峰压力增大, 部分时段燃煤企业为维持运行不得不接受低价发电, 形成“被动博弈”局面。

#### (二) 发电商与售电公司的双向博弈

发电商与售电公司的博弈聚焦于中长期合约价格与现货市场的价差分配。在中长期合约谈判中, 发电商倾向提高报价锁定收益, 售电公司则力争低价降低成本, 双方的博弈均

衡取决于市场供需形势: 供不应求时, 发电商占据主导地位; 供过于求时, 售电公司拥有更多议价权。2020年现货低价期间, 售电公司盲目压低中长期报价, 发电商被动接受, 最终导致2021年现货高价时发电商亏损、售电公司大面积违约的双输局面。

现货市场中, 双方形成动态博弈: 售电公司根据用户负荷预测与现货价格预期调整购电策略, 发电商则通过报价影响现货价格, 进而影响售电公司的成本。部分大型发电商利用市场力, 在高峰时段抬高报价, 迫使售电公司以高价购电; 售电公司则通过分散购电渠道、签订可调合约等方式, 降低对单一发电商的依赖, 制衡发电商的市场力。

### (三) 现货市场与中长期市场的耦合博弈

“中长期+现货”的双层体系形成了跨市场博弈格局, 主体通过在两个市场间调配电量, 实现收益最大化。当预期现货价格上涨时, 主体会减少中长期合约签订量, 增加现货市场购电量; 当预期现货价格下跌时, 则反向操作。2023年现货价格长期处于0.3-0.5元/千瓦时区间, 部分年度交易比例低的售电公司通过增加现货采购量获取巨额收益, 而年度交易比例高的售电公司则承受亏损, 这种差异推动了市场策略的动态调整。

## 五、市场博弈存在的问题与优化建议

### (一) 当前博弈存在的主要问题

1. 主体非理性决策导致市场波动加剧。广东电力现货市场多次出现“极端价格-策略误判-再次极端”的循环: 2020年低价引发售电公司盲目抢用户, 2021年高价导致发电企业保守报价, 2023年低价再次引发售电公司低价竞争, 这种非理性博弈加剧了市场价格波动, 影响市场稳定运行。

2. 市场力滥用风险尚未完全规避。部分大型发电企业凭借装机规模与地域优势, 在高峰时段或输电约束区域抬高报价, 操纵局部市场价格; 部分售电公司通过低价倾销争夺用户, 扰乱市场竞争秩序。虽然市场规则设置了报价上限等约束措施, 但对市场力的识别与管控仍需加强。

### (二) 优化建议

1. 完善市场规则, 引导理性博弈。一是优化中长期与现货市场的耦合机制, 合理设定中长期合约电量比例, 降低跨市场套利空间; 二是细化偏差考核规则, 根据不同主体类型

设定差异化考核系数, 平衡风险与收益; 三是建立价格波动调节机制, 在价格极端波动时启动临时干预, 稳定市场预期。

2. 强化信息披露, 缓解信息不对称。建立统一的市场信息披露平台, 定期发布燃料价格、供需预测、机组运行状态、现货价格走势等信息; 推动发电企业成本透明化, 规范报价信息披露, 帮助售电公司与用户精准预判市场走势, 提升博弈决策的科学性。

## 六、结论

广东电力现货市场多元化主体的交易策略与博弈行为, 是市场机制、成本结构、风险偏好等多因素共同作用的结果。传统发电企业以成本对冲为核心, 新能源企业依托零边际成本套利, 售电公司聚焦差异化套餐与成本控制, 各主体间形成了复杂的非合作博弈关系。当前市场博弈存在非理性决策、市场力滥用、信息不对称等问题, 制约了市场效率的提升。

未来应通过完善市场规则、强化信息披露、优化监管机制、培育新型主体等措施, 引导主体理性参与博弈, 构建公平竞争、高效运行的市场生态。随着广东电力现货市场的不断成熟, 博弈格局将逐步从“非理性竞争”向“理性制衡”演化, 市场在资源配置中的决定性作用将得到更好发挥, 为全国电力现货市场建设提供可复制、可推广的经验。

### [参考文献]

- [1] 宋新玲. 电力市场竞争策略的博弈论分析[J]. 期刊网, 2025(4): 1-6.
- [2] 赵元成. 电力市场交易策略的博弈论分析及其在电力工业中的应用[J]. 自动化应用, 2025(S1): 142-144.
- [3] 许星原, 陈皓勇, 黄宇翔, 等. 虚拟电厂市场化交易中的挑战、策略与关键技术[J]. 发电技术, 2023, 44(6): 745-757.
- [4] 王凤学, 欧阳森, 辛曦, 等. 保供电型光储微电网运营策略分析[J]. 电力自动化设备, 2023, 43(5): 184-191.
- [5] 广东省能源局, 国家能源局南方监管局. 关于2025年电力市场交易有关事项的通知[Z]. 2024-11-22.
- [6] 广东电力交易中心. 2024年广东电力市场运行报告[R]. 2024-12-30.
- [7] 林昊琦. 基于纳什讨价还价下的利率互换收益分配[J]. 时代金融, 2020(21): 125-126.