

DOI:10.3969/j.issn.2097-0706.2023.03.008

电网企业代理电力用户参与市场购电业务分析与问题探讨

Analysis and discussion on power purchase of state grid enterprises as purchasing agents

吉斌^{1,2}, 钱娟^{1,2}, 昌力^{1,2}, 徐帆^{1,2}, 张丹丹^{1,2}, 涂杉杉^{1,2}

Ji Bin^{1,2}, QIAN Juan^{1,2}, CHANG Li^{1,2}, XU Fan^{1,2}, ZHANG Dandan^{1,2}, TU Shanshan^{1,2}

(1.南瑞集团有限公司(国网电力科学研究院有限公司),南京 211106; 2.智能电网保护和运行控制国家重点实验室,南京 211106)

(1.NARI Group Corporation(State Grid Electric Power Research Institute), Nanjing 211106, China; 2.State Key Laboratory of Smart Grid Protection and Control, Nanjing 211106, China)

摘要:电力市场化发展将涵盖所有电力用户,为确保负荷侧电力“保供稳价”并逐步向市场化过渡,电网企业代理非市场化电力用户参与市场是特定时期维护居民、农业等电力主体用电权利的举措。结合购电业务开展的背景,介绍了代理购电业务参与各市场类型的顺序和流程,剖析代理购电业务组成及开展方式;结合当前电力市场发展情况,分析代理购电业务开展遇到的难点和问题,并对应给出了机制、技术以及管理方面的思考,为后续代理购电业务发展提供思路;结合代理购电业务实际开展需求,对电网企业代理非市场化电力用户参与市场给出建议和展望,为起步中的电网企业代理购电参与市场交易业务提供参考。

关键词:代理购电;电力市场化;非市场化用户;保供稳价;平滑资金;决策流程

中图分类号:TK 01 **文献标志码:**A **文章编号:**2097-0706(2023)03-0057-09

Abstract: The marketization of power trading affects all users. In order to ensure the "stable supply and steady price" of electricity on user side and the marketization of power purchase, the participation of power grid enterprises into electricity market as the agents of non-market users such as residents and agricultural users is an effective measure to protect the users' right during the transition period. The participation procedure and link of the power purchase agent getting into various types of market are analyzed under the current condition of electricity market. In view of the difficulties and problems encountered in the proxy business, the corresponding mechanism, technology and management are discussed, which provides ideas for the development of electricity purchasing agent services. Finally, the suggestions and prospects for the participation of power grid enterprises into electricity market as agents for non-market power users are presented, considering the actual needs, which facilitates the launching of electricity purchasing agent services.

Keywords: power purchasing agent; marketization of power; no-market user; stable supply and steady price; smooth fund; decision making process

0 引言

我国电力现货市场在经历第1批试点建设后,开始进入加速发力建设阶段,如何在电力市场化情况下引导和保障负荷侧非市场化电力用户的用电安全,将成为电力市场化推进过程中不可避免的问题。2021年10月,国家发展改革委发布了《关于进

一步深化燃煤发电上网电价市场化改革的通知》(发改价格[2021]1439号)^[1]要求各地要有序推动工商业用户全部进入电力市场,按照市场价格购电,取消工商业目录销售电价,对暂未直接从电力市场购电的电力用户由电网企业代理购电,兜底没有能力参与电力交易的农业、居民和部分工商业等电力用户。同月,国家发展改革委发布了《关于组织开展电网企业代理购电工作有关事项的通知》(发改办价[2021]809号)^[2],要求加快推动用户侧电力用户全面参与现货市场交易,要求2022年3月底前,第1批电力现货市场试点地区、参与中长期交易的

基金项目:南瑞集团科技项目(524609210158);国家电网公司科技项目(524609210096)

Science and Technology Project of NARI Group (524609210158); Science and Technology Project of State Grid Corporation of China (524609210096)

用户应全部参与现货交易。2022年6月底前,第2批试点地区启动现货市场试运行,进一步明确了负荷侧电力用户将有序参与电力现货市场^[3-5]。2022年2月,国家发改委发布《关于加快推进电力现货市场建设工作的通知》(发改办体改[2022]129号)文件,要求加快推动用户侧全面参与现货市场交易,为负荷侧电力用户参与现货交易做好市场基础设施准备。

在此背景下,电网企业的职能定位也将发生变化,从原先的“统购统销”代理商转变为市场化电力公共服务供应机构。随着国家发改委对电网企业代理购电要求进一步明确,国家电网公司对应配套了实施文件,包括《国家电网有限公司代理购电工作指引》《国家电网有限公司代理购电信息发布工作指南》等。从总则、职责界面、电量预测、市场化采购、价格测算及发布、价格执行、信息发布、服务渠道建设、业务系统建设、机构队伍建设、用户服务、监督评价等14个方面对电网企业代理负荷侧非市场化电力用户参与代理购电业务明确了60条要求^[1-2]。同时,制定了代理购电业务的信息发布原则,明确了信息发布内容,规范了信息发布流程,明确了信息发布渠道,制定了监督考核机制,确保代理购电信息每月及时准确发布。但是电网企业参与电力市场代理购电业务对电网企业提出了更高的要求,数据收集、分析、代理决策以及事后复盘等均需要关键技术支撑。

目前,电网企业代理购电研究主要集中在电网企业在代理购售电业务的优化决策方面。文献[6]信息化系统方面研究电网企业代理购售电业务对市场风险监测与管理的建模分析,为电网企业规避代理购电市场风险提供了决策支撑。文献[7]提出电网企业代理购售电优化模型,为电网企业平衡代理购售电的资金提供决策优化支撑。文献[8-10]研究了电网企业综合考虑负荷需求特征,在中长期市场与现货市场优化配置交易电量,优化代理购售电策略。文献[11]研究了在“1439号文”和“809号文”的基础上,电网企业代理购电业务方法以及对自身经营影响的分析,为新市场环境下代理购电业务发展提供了参考。但基于当前代理购电业务的支撑体系整体架构、支撑体系设计,代理购电业务与各电力市场的关系及影响,仍需进一步分析研究。

本文从电网企业代理购电产生背景、购电整体流程以及问题与思考等方面进行分析研究,探讨了电网企业代理非市场化电力用户参与市场交易的架构流程、困难和思考,给出了电网企业代理购电

需要提前准备的技术、人才以及管理等方面的建议,为后续代理购电以及非市场化电力用户交易引导机制设计提供思路。

1 代理购电支撑系统功能设计

目前,我国正处于电力市场改革与建设的关键时期^[12],发电侧、售电侧以及部分电力大用户已经逐步退出目录电价^[13],参加市场化电力交易,但是各省仍有15%~30%的用电量按照目录电价结算^[14],存在“市场化发电,固定电价用电”的问题。因此电网企业需要在遵循市场化规律的前提下,秉持保障居民、农业等电力用户用电、维护电力市场平稳且避免自身不平衡资金过大的宗旨,开展代理负荷侧非市场化电力用户参与市场购电的支撑系统功能设计。

1.1 代理购电简介

电网企业购电代理对象包括居民、农业、部分工商以及退市的大工业等所有未参与电力市场的电力用户。代理购电需要对电力用户管理与分析,明确所代理的电力用户情况,结合用户属性、用电类别以及所属行业等分类方式分别确定电力用户的用电规模、所在电网拓扑位置以及用电特征等,为电网企业制定代理用户用电需求提供基础模型支撑。电网企业代理购电优先与本省光伏、风电等清洁发电主体匹配交易^[15-16],在消纳新能源的基础上为所代理的电力用户购买相对便宜的电能。因此,制定市场化代理购电量需要实时监测并预测未来本省新能源出力以及电力负荷的情况,为代理市场化购电的需求量制定提供决策依据。同时,电网企业负责代理购电与省间现货市场交易的业务部门为电网营销部,其作为省级购售电公司需要平衡省内电量的市场化供需,也需要参与省间市场提高市场效益。

代理购电包括省内中长期、现货以及偏差部分,也包含省间的中长期、现货以及偏差部分,因此省间交易是代理购电的一部分,尤其是2022年夏季的省间现货市场异常激烈,导致省间现货市场成为代理购电业务的重要组成部分,为各省参与省间获取短时间的电量平衡提供途径。

电网企业代理购电的风险主要来自代理购电所发生的市场化购电费用与目录电价售电费用的不匹配,承担缺口资金压力。代理购电不平衡资金产生的根本原因是市场成交电价与负荷用电的固定电价不一致,而产生的不平衡资金缺口量则取决于市场化代理购电的电量及其在各市场类型中的电量分配比例。电网企业代理电力用户参与市场

购电的不平衡资金产生分析如图1所示。

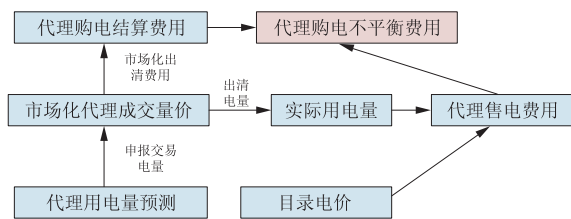


图1 电网企业代理购电不平衡资金分析

Fig. 1 Analysis of unbalanced funds for power grid enterprises as power purchasing agents

电网企业降低代理购电不平衡资金需要做好代理负荷主体的用电负荷需求预测、本省新能源出

力预测、交易电价预测以及市场化购电量的分配策略制定等工作,对电力市场基础数据进行动态成本、电价趋势、市场成分进行分析并模拟市场对手交易行为,借助智能算法确定电网断面、市场供需、交易价格进行代理购电交易策略仿真,通过该人机交互模拟分析和人工智能迭代推演的方式推荐电网企业代理购电交易品种组合方案。

1.2 代理购电的操作流程

电网企业代理负荷侧非市场化电力用户参与电力市场的流程分为准备阶段、决策阶段、迭代与修正阶段、评估分析阶段,各阶段之间的关系如图2所示。

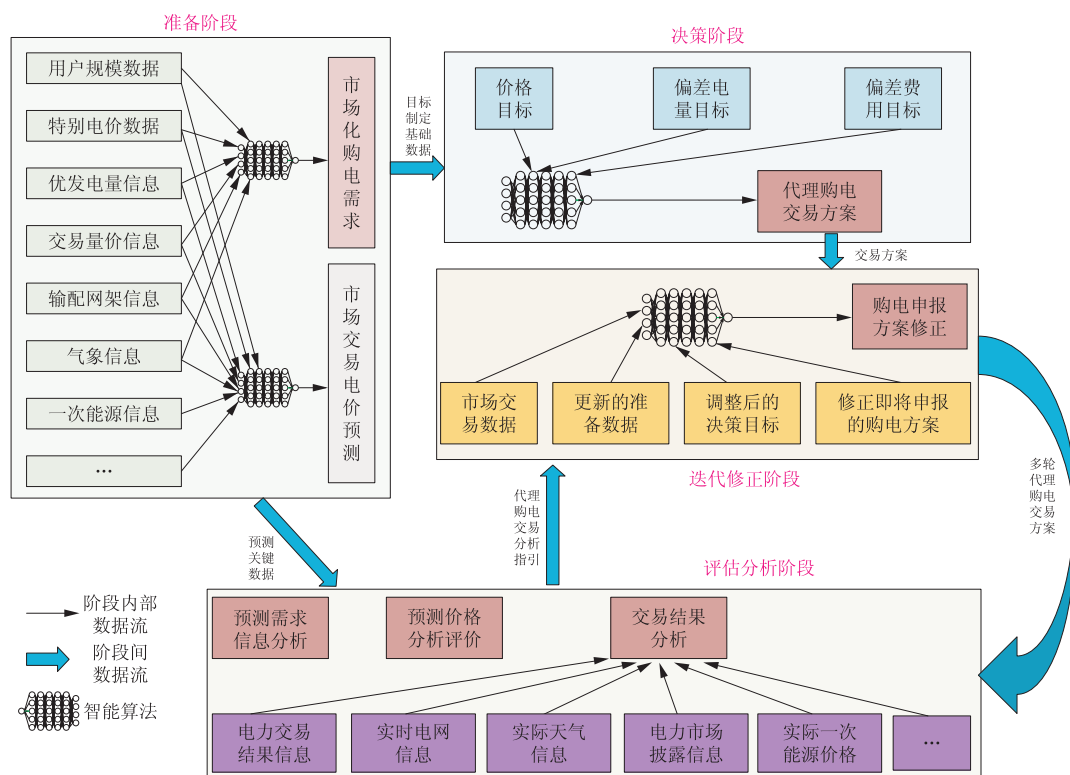


图2 电网企业代理购电操作流程

Fig. 2 Operation process of power grid enterprises as power purchasing agents

代理购电准备阶段,电网企业收集参与市场购电交易的基础数据并分析数据特征,包括对本省负荷侧电力用户用电情况进行全口径的经营数据、市场化数据、生产数据等进行汇集,形成历史和预测的全省用电量、新能源发电量、市场出清量价数据、中长期与现货市场的预测电价等。

电网企业作为电能安全的重要支撑力量,代理购电业务的开展应秉持“维护市场稳定,精准供需预测,均衡购售资金”的原则,开展代理购电市场交易决策,设定代理购电的业务目标,包括设定代理价格目标、代理购电偏差电量目标、代理购电偏差费用目标等。代理购电价格目标设定是降低代理购电不平衡资金压力的重要影响因素,电网企业代

理负荷侧电力用户参与电力市场申报的交易价格默认为购电主体申报的加权均价,所以电网企业可以结合电力中长期与现货市场交易价格预测信息,设置中长期与现货市场的交易电量,调整代理购电的成交平均价格向设定的目标电价趋近;同时,代理购电精益化考核要求电网企业代理购电的交易电量要尽量与实际用电量保持一致,减少偏差电量对代理购电费用的影响。代理购电偏差费用是电网企业代理购电费用与按照目录电价售电回收费用的差值。电网企业代理购电参与市场交易本省作为市场价格接受者,无法通过价格策略影响电力市场成交价格,因此电网企业需要提高市场交易价格、需求电量的预测精度,迭代调整参与各时间维

度的电力交易策略,调整电网企业从市场代理购电的综合成本。电网企业代理购电交易申报价格为

$$p_1 = \frac{\sum_{i=1}^z p_i Q_i}{\sum_{i=1}^z Q_i}, \quad (1)$$

式中: p_1 为电网企业代理购电申报价格; z, i 分别为参与市场化购电主体数量和第*i*个市场主体; p_i 为第*i*个市场主体报价; Q_i 为第*i*个市场主体申报电量。

电网企业代理购电的实际购电交易单位的电量价格和费用为

$$p_2 = \frac{p_n Q_n + p_y Q_y + \sum_{j=1}^m p_{y,j} Q_{y,j} + p_x Q_x + p_x \Delta Q}{Q_n + Q_y + \sum_{j=1}^m Q_{y,j} + Q_x + \Delta Q}, \quad (2)$$

$$f_y = p_n Q_n + p_y Q_y + \sum_{j=1}^m p_{y,j} Q_{y,j} + p_x Q_x + p_x \Delta Q, \quad (3)$$

式中: p_2 为电网企业代理购电的单位电量价格; $p_n, p_y, p_{y,j}, p_x, p_p$ 分别为电网企业代理购电的年度、月度、月内第*j*次、现货以及偏差的市场交易价格; $Q_n, Q_y, Q_{y,j}, Q_x, \Delta Q$ 分别为电网企业代理购电的年度、月度、月内第*j*次、现货以及偏差的市场交易电量; f_y 为电网企业代理购电的预计费用。

电网企业代理负荷侧市场主体参与市场交易,再通过目录电价的方式将电能供应给负荷侧的居民、农业等电力用户,由于电网企业代理购电参与市场类型包括年度中长期、月度中长期、月内中长期以及现货市场等,参与的交易类型在时间维度上不断递进,可不断修正临近交易的申报交易电量,达到修正代理购电成交加权均价、偏差电量的目的,可降低代理购电的不平衡电量与不平衡资金量。以电网企业完成年度交易后的月度代理购电交易为例,年度交易量价信息已经生成,电网企业按照最新的市场信息预测出月度、月内、电价信息,并结合交易决策目标重新调整中长期月度、月内以及现货市场的交易电量,对应的修正电量、电价以及费用为

$$p'_2 = \frac{p_n Q_n + p_{yc} Q_{yc} + \sum_{j=1}^m p_{yc,j} Q_{yc,j} + p_{xc} Q_{xc} + p_{xc} \Delta Q'}{Q_n + Q_{yc} + \sum_{j=1}^m Q_{yc,j} + Q_{xc} + \Delta Q'}, \quad (4)$$

$$f_{yx} = p_n Q_n + p_{yc} Q_{yc} + \sum_{j=1}^m p_{yc,j} Q_{yc,j} + p_{xc} Q_{xc} + p_{xc} \Delta Q', \quad (5)$$

$$\Delta f = f_{yx} - f_y, \quad (6)$$

式中: p'_2 为电网企业代理购电修正参与市场电量后的单位电能价格; $p_{yc}, p_{yc,j}, p_{xc}$ 分别为电网企业代理购

电月度、月内第*j*次、现货(偏差)的市场交易修正预测价格(偏差电量的结算价格按照现货价格结算); $Q_{yc}, Q_{yc,j}, Q_{xc}, \Delta Q'$ 分别为电网企业代理购电月度、月内第*j*次、现货以及偏差的市场交易修正后的交易电量; f_{yx} 为年度交易后的月度代理购电预测费用; Δf 为年度与月度交易的修正费用。

按照此方式,根据电力市场开始情况分别修正月内和偏差电量,适应代理购电目标要求。

电网企业代理非市场化电力用户参与市场交易并通过交易分析与评估,不断深化交易决策策略。代理购电分析评估分为事前和事后,其中事前代理购电分析与评估主要集中在准备和决策阶段,通过分析评估收集到的市场交易信息与未来市场预测信息,制定代理购电决策目标并开展优化决策分析。事后代理购电分析是电网企业代理购电分析评估的重点,根据代理购电市场出清的量价信息分析代理购电交易非最优的数据项,并根据获取的市场披露信息及拟合关键市场数据进行代理购电交易的复盘分析,生成年度、月度、月内以及现货市场的申报电量配比方案,为后续代理购电提供案例支撑。

2 代理购电参与各类型电力市场

2.1 代理购电参与中长期市场

现阶段电网企业代理负荷侧电力用户参与市场购电是以中长期市场为主,省内与省间中长期市场长期协同并存。电网企业代理购电遵循“先省内,后省间”的购电原则,优先消纳新能源,不足部分通过参与省间年度、月度、月内、旬等中长期交易市场迭代平衡本省不平衡电量或按照中长期交易策略参与对应周期内的中长期市场。结合电力市场发展要求,电网企业代理居民、农业以及部分工商业用户参与区域省间中长期电力交易向全国范围的省间电力交易转变,市场化竞争压力不断增加。同时,电力负荷加速增长且发电装机速度不均衡,导致跨省跨区电力交易的电量不断增加,电网企业为满足本省电力需求,综合考虑代理购电的经济性、环保性等考核要求,将更加注重中长期市场代理购电策略制定,在充分立足本身发电情况的基础上,合理调整年、月、旬等时间维度上的购电量配置,降低代理购电经济、供需、环境保护的风险。电网企业代理参与中长期市场购电决策迭代流程如图3所示。

购电省份的电网企业按照代理用户用电需求,依次与新能源、清洁能源、火电的顺序成交,不足部

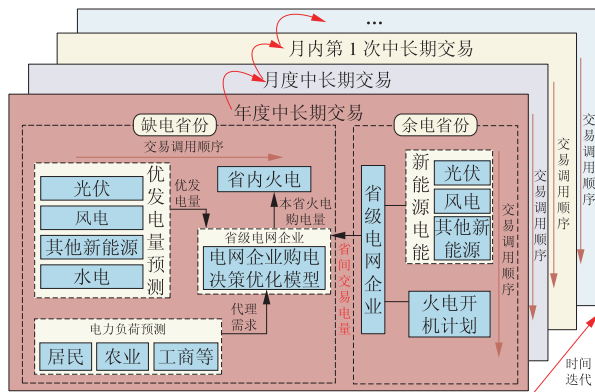


图3 代理购电中期交易迭代流程

Fig. 3 Iterative process of the medium-term transactions of power purchasing agents

分参与省间中长期电力交易,售电省份一般优先出清新能源或水电,不足部分通过火电机组开机计划调整,满足省间供需平衡。电网企业代理居民农业等电力用户参与中长期市场购电量占总预测需求电量的绝大部分,绝大多数省份要求高于60%^[17-18]。但被代理电力用户的用电需求会随天气、收入、活动等影响发生波动,电网企业需要从时间维度不断修正代理电力用户需求和优先发电电源处理预测数据,不断缩短交易省内、省间代理购电的时间周期,满足负荷侧电力用户的用电需求。除此之外,电网企业为确保本省负荷侧非市场电力用户用电稳定性和避免代理购电价格波动风险,中长期电力交易价格和交易量将决策代理购电的成本经济性和供给的稳定性。因此,中长期市场是电网企业代理购电“保量稳价”重要参与市场。

2.2 代理购电参与现货市场

目前我国仅有第1批现货试点省份完成现货交易支撑系统建设并开展了长周期结算试运行^[19],具备电网企业代理电力用户参与省内现货市场交易的条件^[20-22]。电网企业代理购电参与现货市场交易分为参与省内现货市场与省间现货市场,第1批现货市场试点省份先开展本省现货交易后,将余缺电量通过省间现货市场交易进行缺口平衡。缺电省份由电网企业营销部门按照更新的需求预测信息和市场电价信息在省间现货交易平台上申报日前购电量、价曲线信息,余电省份的发电企业通过省间现货交易平台申报日前售电量价信息,国调中心根据买、卖省份的申报信息进行省间日前现货交易出清。电网企业获取省间日前省间交易结果后,仍未完成本省代理购电需求电量时,电网企业将参与日内或直接将缺额部分电量作为代理购电的偏差电量进行偏差结算。非第1批现货交易试点省份,则通过参与省间日前和日内现货市场进行交易,实

际用电偏差部分按照本省偏差电量结算要求进行代理购电偏差费用结算。电网企业代理参与现货市场交易流程如图4所示。

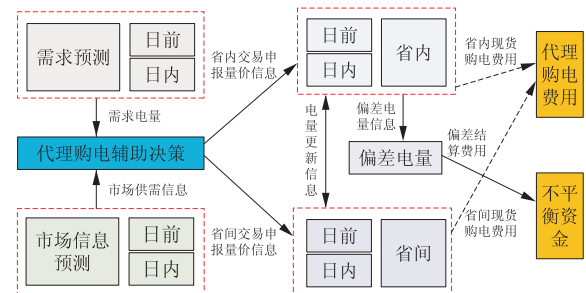


图4 电网企业代理参与现货市场交易流程

Fig. 4 Participation of power grid enterprises into spot market transactions as agents

针对代理购电业务参与省内、省间日前、日内的电力交易,未开展现货交易的省份将除省间现货交易电量以外的部分按照中长期市场结算电价执行。第1批现货试点省参与日前和日内交易部分以外的偏差电量按照现货市场偏差电量核算方式进行费用结算。其中,山东省将偏差电量按照各时段的实际用电量等比例分解到日内各时段并通过各时段的市场出清价格进行偏差电费结算。山西省将代理购电的偏差电量按照市场均价进行费用结算。虽然电网企业参与现货市场的交易电量相对较少,但是由于现货市场价格波动较大,尤其是出现极端供应缺口时,现货价格将成为代理购电偏差资金的不确定因素之一。

2.3 代理用户参与需求响应

目前电网企业代理电力用户参与市场购电的同时,也负责用电紧张情况下的需求侧响应执行^[13-14]。电网企业出现供需缺口时,可以通过市场化与行政指令两个途径降低负荷需求,市场化是采用需求侧响应的方式,主要手段包括电价引导和补偿激励,其中电价引导通过设置分时电价、尖峰电价以及实时电价的方式降低所辖区域内特定时段的负荷用电量;补偿激励是采用合约方式与电力用户签订中断控制协议,触发断电控制条件时会优先切断已签订合约用户的供电。极端供电不足时,电网企业会执行政府指令开展有序用电,对所辖区域内市场化与非市场化电力用户进行轮流、无补偿的切负荷操作,削减短时区域负荷侧用电量。

当前条件下,电网企业仅开展了面向电力市场的购电,尚未实际大范围开展聚合所代理电力用户参与本省极端供需不平衡的用电响应,仅通过既定的分时电价和尖峰电价来常规引导市场主体响应市场供需平衡,很难满足供需平衡。如2022年7,8

月受全国极端高温与雨水不足的影响,华南、华中、华东等地均出现了供电不足的情况,电网企业代理电力用户按照最高限价参与省间电力交易,部分省份(华东、华中)仍无法获取足够电能,导致电网企业承担了大量的不平衡资金和保供压力,同时华东部分省份被迫执行了有序用电和舆情引导。随着电力市场化和非市场化电力用户负荷终端的智能化水平改善,电网企业代理购电的同时需要用户执行需求响应或有序用电,降低极端供需不平衡情况下的电网安全。当然,部分省调度部门为实现省内日前、日内的供需平衡,进行了面向负荷侧电力用户响应机制和响应方式的设计,例如浙江省调度部门通过对负荷进行分类,通过市场方式固化部分有条件响应电网需求的负荷主体,达到触发条件时,自动触发负荷调整,完成负荷控制,维护电网的供需平衡^[23]。但是电网营销部门执行的代理购电业务或掌握的弹性负荷资源很难短时间实现数据汇集与负荷控制,因此代理购电业务中的需求响应需要更多考虑不平衡资金、响应机制、结算方式等。

3 代理购电业务思考与展望

3.1 代理购电困难与解决方法思考

电网企业代理非市场化电力用户参与市场购电是传统“统购统销”模式向“单边市场”化代理购电模式转变^[24],维护居民、农业等不具备电力市场参与能力的用电权益,但是电网企业代理非市场电力用户购电业务是我国用电侧非市场化向市场化转变的特殊过渡阶段,因此执行过程中存在一定的不适应和困难,包括管理机制、市场技术、市场运营以及费用分摊等方面的问题。

管理机制方面,目前政府指导代理购电业务开展的“1439号文”和“809号文”是推动负荷侧非市场化电力用户进一步参与电力市场的指导文件,对于暂时未直接参与电力市场购电的工商业用户、居民、农业等电力用户由电网企业代理参与电力市场购电,但并没有明确电网企业内部的协同运行办法以及代理用户的统计和变更的具体操作规范,导致各省电网企业代理购电的统计边界、统计口径以及变更要求等均有所差异。“809号文”允许工商业用户按季度决定是否参与代理购电,我国约有5000万个工商业市场主体,电网企业每季度更新工商业等电力用户的代理用户目录需要大量管理资源,需要对退市或入市的工商业用户进行管理或预测,降低跨季度的代理购电市场化需求的变化;当前代理购电支撑系统尚未功能性上线,导致代理购电的决策数据收集、汇集、集成的过程管控、监视与分析功

能缺失,支撑代理购电决策的基础数据质量不佳;同时电网企业代理购电有电网企业营销部门协调其他部门开展业务,协调内容管理机制和协调行动一致性的难度较大,因此开展代理购电支撑系统建设,打通电网企业内部各部门之间的数据流转与会签工作,主要包括电网营销部门、发展规划部门以及财务部门的等。

电网营销部门代理负荷电力用户参与市场购电一般的购电步骤如下。

(1)电网企业营销部门预测代理购电工商业用户、居民、农业等用电量及负荷曲线。

(2)发展策划部获取本省优发电源的发电预测电量与处理曲线后制定市场化代理购电量。

(3)由财务和营销协同完成代理购电费用预算制定、实际上网价格、新增损益以及偏差与辅助服务费用等。

市场技术方面,电网企业代理购电业务由电网营销部分牵头开展,未参与电力市场化改革机制、市场规则、支撑系统设计的工作,导致参与代理购电业务的专业技术人员储备和市场交易技术积累不足。新型电力系统的新能源占比不断提升,电网企业代理购电技术人员需要在明晰电力市场交易规则和基本交易策略的基础上,考虑新能源出力特征并合理配置市场化代理购电的中长期与现货市场交易的新能源占比,通过考虑市场分析模型配置、市场供需分析、成本效益分析、营销对策策略以及报价策略分析等提供代理购电交易决策的数据支撑。除此之外,还需要借助智能算法不断迭代市场动态成本、电价以及成交数据分析,开展电网断面、市场供需、交易价格以及市场风险等方面的预测,借助代理购电辅助决策平台进行人机交互模拟分析和交易推演,指导电网企业开展代理购电交易品种组合方案优化与申报辅助。

市场运营方面,随着电力调度中心向电力调度公共服务提供者的角色转变,电网营销部门逐渐承担本省参与电力交易的责任,市场参与技术人员需要精通发、输、配、用全环节的系统运营与分析。发电侧需要明确本省以及全国各省发电资源及装机情况,按照装机容量和开停机状态分析各省各类型机组的出力能力,包括总发电容量、发电曲线、机组爬坡速率、新能源占比等信息,确定市场可以获得最低、最高以及出力变化率等数据;输电环节应立足我国输电网络拓扑架构,根据披露的输电线路检修计划和输电容量信息,适时制定输电权交易计划并预判省间交易出清后的输电通道容量信息,按照输电通道信息核算输电费用和节点电价;本省电能

的低压侧配变与负荷电力用户用电涉及终端数据采集与电力用户行为监管,根据配用电电力数据的异常波动分析全网新增损益等。因此电网企业代理非市场电力用户参与市场交易需要突破以往的业务方位,掌握全环节电力交易底层的模型、数据以及逻辑,才能够有限运营所代理的市场。

代理购电不平衡资金分摊是由市场化购电和非市场化的售电导致的不平衡资金,依据“1439号文”和“809号文”可以将部分不平衡资金转移至工商业用户,但是按照“谁享受,谁承担”的原则,被代理的居民、农业等非市场化电力用户没有有效的不平衡资金分摊途径,导致电力市场的公平性存在质疑。电网企业代理购电在功能上具备“保供稳价”的职责,但是本质上与售电公司具有共同点,因此电网企业代理购电业务本身需要将市场化的发电侧交易通过相对稳定的细化合约或用电套餐的形式向用户侧非市场化电力用户转移市场波动产生的资金,引导电力用户接收市场收益和风险并逐步形成自主参与市场交易的能力。

3.2 代理购电未来展望

电网企业代理非市场化电力用户参与市场业务是民生用电保障的一部分,用电价格相对于市场化电力用户所具有的弹性较低,优化代理购电的发力点应集中在电网企业本身的市场化运营与市场参与能力,既要避免所代理全社会20%左右电量干扰市场秩序,也要充分挖掘电网企业参与市场的决策潜力,降低发电、需求、价格以及资金的偏差。“1439号文”与“809号文”为市场化提供了保障依据,但是代理非市场电力用户参与市场购电仍需做好以下方面。

(1)优化购电策略需求。精细化用能及本省优先发电管理、优化购售电方案设计、完善电力交易辅助策略、强化人员的业务能力,提升电网企业代理购电整体运营管理效率。

(2)精细化负荷管理。结合电力用户(售电公司)的生产计划,构建涵盖气象预测、节假日等多维因素的负荷预测模型,采用大数据分析等先进技术,实现负荷精确预测、细化负荷管理以及负荷高效监视分析。

(3)多样化合同配置。科学制定满足不同用能需求、适应不同负荷特征的套餐配置方案,分层分档规划负荷用电等级,积极引导非市场化负荷参与需求响应,提升能源服务质量,扩展收益方式。

(4)拓展增值服务。有效整合用户侧负荷资源,挖掘负荷侧代理用户负荷弹性,有序引导部分电力用户适时尝试参与调峰市场,拓宽电力用户收

益渠道,转移市场不平衡资金疏导压力,助力售电公司业务的多元化发展及能源服务商的转型。

对负荷侧电力用户而言,统一大市场是提振国家经济社会的重要手段,电力市场化改革将进一步引导电力负荷优化用电行为。因此,电力用户需要紧随电力市场化发展潮流,积极提升参与电力市场交易的能力,为后续适应电力市场化发展趋势提供支撑。对电力用户而言需要做好如下事项。

(1)被代理的电力用户尽量进行负荷终端的智能化改造,具备定时、功率可调甚至远程调控的功能,提高自身用电响应和执行能力。

(2)加强电力市场基础知识或经验积累,形成符合自身经济、安全的用电决策经验,在不同电力供需情况下及时调整用电策略,提高自身的用电经济效益。

(3)被代理的负荷电力用户需要增强自身的用电数据信息安全和保护意识,电力用户的用电行为原始数据是针对被代理电力用户制定特定购售电代理机制和套餐的关键数据,避免自身用电行为被针对性制定代理购电套餐而影响自身用电效益。

4 结束语

本文从代理购电业务开展的背景出发,阐述了电网企业代理非市场化电力用户参与年度、月度、月内、多日的中长期市场以及日前与日内市场的流程关系以及各市场类型在代理购电业务中的作用。接着,结合当前部分省份开展代理购电面临的困难进行分析并给出建议和思考。总体而言,我国电力市场化进场在不断深化,市场规模、市场主体、市场涉及面都在不断加深变广,随着第2批与最后一批电力现货市场的建设投运,电网企业代理购电将面向更高的市场参与要求。当然,电网企业也需要充分发挥自身的市场作用,“精耕细作”代理的负荷侧资源,构建购售电的良性循环体系。

参考文献:

- [1]国家发展改革委.关于进一步深化燃煤发电上网电价市场化改革的通知[EB/OL](2021-10-11)[2023-02-15].
http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-10/12/content_5642159.htm.
- [2]国家发展改革委.关于组织开展电网企业代理购电工作有关事项的通知[EB/OL](2021-10-23)[2023-02-15].
https://www.ndrc.gov.cn/xwdt/tzgg/202110/t20211026_1300893.html.
- [3]王鹏.电力现货市场建设的机遇和挑战[J].新能源经贸观察,2019(3):28-29.

- WANG Peng. Opportunities and challenges for the construction of spot power market [J]. Energy Outlook, 2019 (3): 28-29.
- [4] 肖谦, 喻芸, 荆朝霞. 电力市场的目标、结构及中国电力市场建设的关键问题讨论 [J]. 全球能源互联网, 2020, 3 (5): 508-517.
- XIAO Qian, YU Yun, JING Zhaoxia. Discussion on the target and structure of electricity market and the key issues in the construction of China's electricity market [J]. Journal of Global Energy Interconnection, 2020, 3 (5): 508-517.
- [5] 夏清, 陈启鑫, 谢开, 等. 中国特色、全国统一的电力市场关键问题研究(2): 我国跨区跨省电力交易市场的发展途径、交易品种与政策建议 [J]. 电网技术, 2020, 44 (8): 2801-2808.
- XIA Qing, CHEN Qixin, XIE Kai, et al. Key issues of national unified electricity market with chinese characteristics (2): Development path, trading varieties and policy recommendations for inter - regional and inter - provincial electricity markets [J]. Power System Technology, 2020, 44 (8): 2801-2808.
- [6] 陈坤. 电网企业购售电业务风险监测分析模型 [D]. 北京: 华北电力大学, 2015.
- CHEN Kun. The risk monitoring analysis model of power purchasing and selling business of provincial power of company [D]. Beijing: North China Electric Power University, 2015.
- [7] 曹福成. 电网企业购售电经营中的优化模型与方法研究 [D]. 北京: 华北电力大学, 2007.
- CAO Fucheng. Optimization models and methodologies on electricity purchases and sells for power grid company [D]. Beijing: North China Electric Power University, 2007.
- [8] 张凯杰, 丁国锋, 闻铭, 等. 虚拟电厂的优化调度技术与市场机制设计综述 [J]. 综合智慧能源, 2022, 44 (2): 60-72.
- ZHANG Kaijie, DING Guofeng, WEN Ming, et al. Review of optimal dispatching technology and market mechanism design for virtual power plants [J]. Integrated Intelligent Energy, 2022, 44 (2): 60-72.
- [9] 吉斌, 孙绘, 昌力, 等. 黏性电力用户参与需求侧响应的行为决策建模与分析 [J]. 综合智慧能源, 2022, 44 (2): 80-88.
- JI Bin, SUN Hui, CHANG Li, et al. Modeling and analysis on decision making behavior of loyal users participating in demand - side response [J]. Integrated Intelligent Energy, 2022, 44 (2): 80-88.
- [10] 李彬, 杨帆, 赵燕玲, 等. 基于边缘物联代理的综合需求响应关键技术研究 [J]. 华电技术, 2021, 43 (4): 56-62.
- LI Bin, YANG Fan, ZHAO Yanling, et al. Research on key technologies for integrated demand response based on edge IoT agent [J]. Huadian Technology, 2021, 43 (4): 56-62.
- [11] 杨娜, 朱刘柱, 王宝, 等. 电网代理购电业务方法及对电网经营影响探究 [J]. 科技和产业, 2022, 22 (6): 104-110.
- YANG Na, ZHU Liuzhu, WANG Bao, et al. Study on the method of grid agent power purchase and its influence on power grid operation [J]. Science Technology and Industry, 2022, 22 (6): 104-110.
- [12] 尚楠, 黄国日. 面向零售侧的点对点交易体系: 概念、国际经验与相关启示 [J]. 综合智慧能源, 2022, 44 (2): 49-59.
- SHANG Nan, HUANG Guori. Peer-to-peer trading system on retail side: Concept, international experience and suggestions [J]. Integrated Intelligent Energy, 2022, 44 (2): 49-59.
- [13] 杨威, 龚学良, 曾智健, 等. 碳排放交易市场机制对电力市场的影响: 基于碳价需求响应的电力市场用户行为分析 [J]. 南方电网技术, 2022, 16 (8): 59-67.
- YANG Wei, GONG Xueliang, ZENG Zhijian, et al. Impacts of ETS mechanism on electricity market: Behavior analysis of market customers based on carbon - oriented demand response [J]. Southern Power System Technology, 2022, 16 (8): 59-67.
- [14] 丁雨昊, 吕干云, 刘永卫, 等. 考虑碳排放目标约束和需求侧响应的综合能源系统日前优化调度 [J]. 南方电网技术, 2022, 16 (8): 1-11.
- DING Yuhao, LV Ganyun, LIU Yongwei, et al. Day-ahead optimal scheduling of integrated energy system considering carbon emission target constraints and demand side response [J]. Southern Power System Technology, 2022, 16 (8): 1-11.
- [15] 梅书凡, 檀勤良, 代美. 考虑风光出力季节性波动的储能容量配置 [J]. 电力工程技术, 2022, 41 (4): 51-57.
- MEI Shufan, TAN Qinliang, DAI Mei. Energy storage capacity configuration considering seasonal fluctuation of wind and photovoltaic output [J]. Electric Power Engineering Technology, 2022, 41 (4): 51-57.
- [16] 周保荣, 黎小林, 赵文猛, 等. 南方区域电力市场模拟运行系统功能设计 [J]. 南方电网技术, 2020, 14 (5): 65-73.
- ZHOU Baorong, LI Xiaolin, ZHAO Wenmeng, et al. Function design of southern regional electricity market simulation system [J]. Southern Power System Technology, 2020, 14 (5): 65-73.
- [17] 周毓敏, 黄河, 李智勇, 等. 月度市场中发电厂交易电量校核方法 [J]. 南方电网技术, 2017, 11 (5): 41-46.
- ZHOU Yumin, HUANG He, LI Zhiyong, et al. Checking method for power plant trading energy in monthly market [J]. Southern Power System Technology, 2017, 11 (5): 41-46.
- [18] 王一铮, 胡嘉骅, 唐琦雯, 等. 电力现货市场背景下的水电出力优化与光伏发电消纳 [J]. 综合智慧能源, 2022, 44 (2): 73-79.
- WANG Yizheng, HU Jiahua, TANG Qiwen, et al.

- Hydropower generation optimization and photovoltaic generation consumption in the spot market for electricity [J]. *Integrated Intelligent Energy*, 2022, 44(2): 73-79.
- [19] 陈光宇, 杨锡勇, 江海洋, 等. 计及工业负荷特性含高比例新能源接入的电网需求响应调控策略[J/OL]. *电力自动化设备*: 1-14 (2022-11-28) [2023-02-15]. <https://doi.org/10.16081/j.epae.202211026>.
- CHEN Guangyu, YANG Xiyong, JIANG Haiyang, et al. Rolling flexible regulation strategy for multi-stage demand response of power grid with high proportion of new energy access considering industrial load characteristics [J/OL]. *Electric Power Automation Equipment*: 1-14 (2022-11-28) [2023-02-15]. <https://doi.org/10.16081/j.epae.202211026>.
- [20] 温宇晴. 电网代理购电参与现货结算[J]. *中国电力企业管理*, 2022(22): 40.
- WEN Yuqing. Power grid purchasing agent participating in spot settlement [J]. *China Power Enterprise Management*, 2022(22): 40.
- [21] 史岳, 王江波, 钟心蕊. 现货环境下的电网代理购电业务[J]. *中国电力企业管理*, 2022(19): 66-68.
- SHI Yue, WANG Jiangbo, ZHONG Xinrui. Power grid agent purchase business in the spot environment [J]. *China Power Enterprise Management*, 2022(19): 66-68.
- [22] 宋嘉启, 杨永标, 徐青山, 等. 多虚拟电厂参与日前电力市场的鲁棒竞标博弈方法[J/OL]. *电力自动化设备*: 1-23 (2022-11-23) [2023-02-15]. <https://doi.org/10.16081/j.epae.202211020>.
- SONG Jiaqi, YANG Yongbiao, XU Qingshan, et al. Robust bidding game approach for multiple virtual power plants participating in day-ahead electricity market [J/OL]. *Electric Power Automation Equipment*: 1-23 (2022-11-23) [2023-02-15]. <https://doi.org/10.16081/j.epae.202211020>.
- [23] 尹逊虎, 丁一, 惠红勋, 等. 初期现货市场下考虑用户响应行为的需求响应机制设计[J]. *电力系统自动化*, 2021, 45(23): 94-103.
- YIN Xunhu, DING Yi, HUI Hongxun, et al. Design of demand response mechanism considering response behaviors of customers in initial electricity spot market [J]. *Automation of Electric Power Systems*, 2021, 45(23): 94-103.
- [24] 吉斌, 昌力, 陈振寰, 等. 基于区块链技术的电力碳排放权交易市场机制设计与应用[J]. *电力系统自动化*, 2021, 45(12): 1-10.
- JI Bin, CHANG Li, CHEN Zhenhuan, et al. Blockchain technology based design and application of market mechanism for power carbon emission allowance trading [J]. *Automation of Electric Power Systems*, 2021, 45(12): 1-10.

(本文责编: 张帆)

收稿日期: 2022-01-06; 修回日期: 2023-02-28
上网日期: 2023-03-25; 附录网址: www.ienergy.cn

作者简介:

吉斌(1992), 男, 工程师, 硕士, 从事电力现货交易、代理购电、区块链技术等方面的研究, 1498206259@qq.com;

钱娟(1986), 女, 工程师, 硕士, 从事电力系统运行和优化方法研究, qianjuan@sgepri.sgcc.com.cn;

昌力(1982), 男, 高级工程师, 硕士, 从事电力市场、电力系统自动化调度等方面的研究, changli80@163.com。