

基于让利和索利价格排序的大用户直购电集中撮合交易方法

王漪¹, 于继来²

(1. 辽宁电网电力交易中心, 辽宁省 沈阳市 110006;
2. 哈尔滨工业大学 电气工程及自动化学院, 黑龙江省 哈尔滨市 150001)

Multilateral Matchmaking Transaction Method for Direct Power Purchase of Large Consumers Based on Ranking of Undercut Prices to Selling Offers and Buying Offers

WANG Yi¹, YU Ji-lai²

(1. Electric Power Trade Center of Liaoning Power Grid, Shenyang 110006, Liaoning Province, China;
2. School of Electrical Engineering and Automation, Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, Heilongjiang Province, China)

ABSTRACT: In electricity market by means of bi-directional quotation between power consumption enterprise and power generation company the direct power purchase of big consumer is implemented in the form of multi-lateral matchmaking transaction. At present, in order to incarnate fair competition and to drive market members' enthusiasm of participating transaction much easier, it is a pressing problem to be research and solved to adopt what kind of quotation mode and transaction rule for direct power purchase of big consumer. In this paper a transaction mode based on the raking of undercut price range to selling offers and buying offers is proposed, and concrete transaction and pay-off rules are given. Analysis on the results of calculation example and comparison of the calculation results with the results of current transaction mode that takes practical quotation as the basis of ranking show that the proposed method can incarnate the fairness of transaction and make power generation company, power suppliers and big consumers gaining profit together.

KEY WORDS: electricity market; price ranking; direct power purchase of big consumer; matchmaking transaction; electricity energy

摘要: 电力市场可以通过用电企业和发电企业的双向报价以多边集中撮合交易的形式进行大用户直购电。采取何种报价方式和交易规则进行大用户直购电更易于体现公平竞争和调动市场成员参与交易的积极性, 是目前亟需研究和加以解决的问题。提出了一种以发电企业让利价格幅度和用电企业索利价格幅度排序为基础的交易方式, 给出了具体的交易和结算规则。通过分析算例并与现行的以实际报价为排序基础的交易方式的结果进行比较, 指出文中的方法更能体现交易

的公平性, 并使发、供、用方共赢。

关键词: 电力市场; 价格排序; 大用户直购电; 撮合交易; 电量

0 引言

在发电侧电力市场逐步开放的过程中, 适时启动售电侧电力市场, 对于配套和完善市场结构, 促进发、供、用电市场协调发展具有积极意义。其中, 调动发电企业和用电企业中能效优良的大用户参与双边和多边集中撮合交易^[1-2], 是目前开拓电力市场交易电量水平、拉动电力经济、提高企业效益的一种行之有效的市场品种。

关于大用户购电的相关问题, 文献[3-12]进行了深入地探讨, 但就目前我国已经开展或酝酿开展的大用户双向多边集中撮合交易的电力市场而言, 其交易结果主要决定于发电企业申报电量所要求的最低电价和用电企业申报电量所要求的最高电价的相互排序情况^[13-15]。这种以实际申报电价进行高低匹配^[16]决定成交方、成交价格、成交量和结算费用的方式与普通商品的撮合交易规则类似, 有其合理性, 但也存在参与竞争的发电企业批复上网电价、用电企业目录电价差别较大甚至悬殊, 从而导致部分企业可以纯粹利用价格市场力获得更多交易电量的现象, 这不利于调动各类具备准入资质的企业参与大用户直购电电量集中撮合交易的积极性, 其公平性有待提高。

本文提出一种新的大用户直购电电量集中撮

合交易方式, 该方式根据发电企业让利价格幅度和用电企业索利价格幅度排序结果进行高低匹配。具体的交易和结算规则可以削弱不同发电企业批复上网电价和用电企业目录电价起点差异对交易公平性的不良影响, 有助于促进市场和谐发展, 提高市场成员参与交易的积极性, 能够使发、供、用 3 方达成共赢。

1 基于让利和索利价格排序的交易方法

1.1 基本交易程序和交易规则

1) 电量与价格申报阶段。

在规定的时间内, 具有准入资质的发电企业和用电企业在市场交易运营系统上申请交易电量及其让利和索利价格幅度。其中, 发电企业申报的价格为申报电量所能承担的最大让利价格幅度, 用电企业申报的价格为申报电量所要求的最低索利价格幅度。对于最终能够达成成交合同的发电企业和用电企业, 申报价格幅度必须满足基本条件: 发电企业申报的让利价格幅度不小于用电企业申报的索利价格幅度。

撮合过程可以视具体交易成交情况进行多轮。在某轮撮合过程中, 交易双方可以多段报价, 但申报段数不超过规则允许的最大段数(如 3 段), 且每段独立参加交易。

对交易用户准入资质的认定, 可从企业节能减排和生产效率优劣的角度考虑。对于那些高能耗和高排放的小机组以及单位 GDP 能耗高的用电企业, 需要设置市场准入门槛, 限制或滞后其参与市场交易。这对能效优良的大用户是一种政策性倾斜, 符合国家节能减排战略的要求。

2) 价格排序与自动撮合阶段。

市场交易运营系统将全部申报的发电企业让利价格幅度(包括其对应的电量)按由大到小排序, 将全部申报的用电企业索利价格幅度(包括其对应的电量)按由小到大排序。依发电企业高让利价格幅度优先于低让利价格幅度、用电企业低索利价格幅度优先于高索利价格幅度的顺序, 由市场运营系统自动进行“高低匹配”撮合。当“高低匹配”后的发电企业让利价格幅度不小于用电企业索利价格幅度时, 对应段电量成交的让利和索利价格幅度为发电企业与用电企业申报的让利和索利价格幅度的平均值。其中当发电企业的该段电量小于用电企业对应段电量时, 发电企业电量全部成交, 用电企业按申报电量加权比例计算; 当用电企业的该段电

量小于发电企业对应段电量时, 用电企业电量全部成交, 发电企业按申报电量加权比例计算。

考虑到输配电能量损失, 对发电企业成交的电量部分, 在实际发电时, 应多发与损失对应的电量部分, 其值等于成交电量与损耗系数的乘积。

3) 签约、执行与结算阶段。

对按交易规则成交的电量(经电网安全校核), 由交易双方签订大用户直购电电量交易合同。

对于实际执行的电量, 电网公司按照与发电企业和用电企业最终成交的价格计算上网电费和用电电费, 而电网公司输电费用的交易部分则采用由用电企业目录电价减发电企业批复电价的方式预留。

1.2 交易方法的数学描述

由于第 1.1 节规则要求某轮撮合电量分段申报、各段独立交易, 故该节仅以某轮某段报价为例给出交易方法的数学描述。

设符合准入资质参与大用户直购电集中撮合交易竞争的发电企业为 N_p 、用电企业为 N_u , 各发电企业的批复上网电价为 C_{pi} 元/kWh, 其中 $i=1\sim N_p$, 该市场内发电企业标杆电价为 C_{ps} 元/kWh, 第 i 个发电企业申报的让利价格幅度为 ΔC_{pi} 元/kWh, $\Delta C_{pi}>0$, 对应的电量为 $(10W_{pi})$ MWh; 各用电企业目录电价为 C_{uj} 元/kWh, 其中 $j=1\sim N_u$; 第 j 个用电企业申报的索利价格幅度为 ΔC_{uj} 元/kWh, $\Delta C_{uj}>0$, 对应的电量为 $(10W_{uj})$ MWh。

将 $\Delta C_{pi}(i=1\sim N_p)$ 由高到低、 $\Delta C_{uj}(j=1\sim N_u)$ 由低到高分别排序, 并将对应申报电量累加后分别形成图 1 所示的发电企业与用电企业的价格幅度与电量的梯阶图。图 1 的纵坐标 ΔC 为价格幅度; 横坐标 W 为电量; $W_1\sim W_6$ 为电量区间端点。排序最靠前的若干发电企业和若干用电企业的电量(图 1 中 W_6 之前满足让利价格幅度不小于索利价格幅度区间的电量)进入撮合交易。

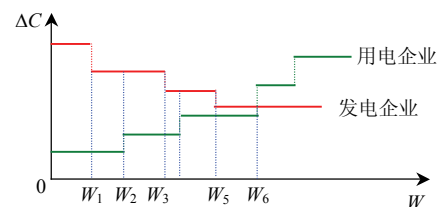


图 1 价格幅度-电量梯阶图

Fig. 1 Ladder graph between price range and electricity energy

设图 1 所示在第 k 电量区间 $[W_{k-1}, W_k]$ 内获得撮合交易权的发电企业集合为 Ω_p , 这些企业具有相同的让利价格幅度, 用电企业集合为 Ω_u , 这些企业

具有相同的索利价格幅度，各集合申报的该段电量之和分别为

$$W_p = \sum_{i \in \Omega_p} W_{pi} \quad (1)$$

$$W_u = \sum_{j \in \Omega_u} W_{uj} \quad (2)$$

则第 k 个电量区间成交的电量 $\Delta W_k = W_k - W_{k-1}$ 按如下加权比例的方式分别在发电企业和用电企业间进行分配：

$$W_{pi} = \frac{W_{pi}}{W_p} \Delta W_k \quad (i \in \Omega_p) \quad (3)$$

$$W_{uj} = \frac{W_{uj}}{W_u} \Delta W_k \quad (j \in \Omega_u) \quad (4)$$

第 k 电量区间成交后的让利和索利价格平均幅度如下：

$$\Delta C_{pu} = (\Delta C_{pi} + \Delta C_{uj}) / 2 \quad (i \in \Omega_p, j \in \Omega_u) \quad (5)$$

式中 $\Delta C_{pi} \geq \Delta C_{uj}$ 。

当所有电量区间撮合完后，该段撮合即告结束，继续独立撮合其它段，撮合规则相同。本轮结束后，发电企业和用电企业可以根据已经进行轮次的撮合交易结果决定是否参加或如何报价参与下一轮撮合。其它轮撮合过程和交易规则与已进行的轮次相同。

对在电费结算要求的时间内已经完成的某轮撮合成交的某段电量，按如下关系结算：设第 i 个发电企业和第 j 个用电企业在第 k 电量区间成交的电量为 $W_{pui-j}(k)$ ，让利和索利价格平均幅度为 $\Delta C_{pui-j}(k)$ ，则对于这部分电量，电网公司与发电企业结算的上网费、与用电企业结算的用电费分别为

$$F_{pi}(k) = W_{pui-j}(k) (1 + \beta) (C_{pi} - \Delta C_{pui-j}(k)) \quad (6)$$

$$F_{uj}(k) = W_{pui-j}(k) (C_{uj} - \Delta C_{pui-j}(k)) \quad (7)$$

式中 β 为上网电量对应的输电损耗系数。式(7)与式(6)之差为电网公司获得的净收益，即

$$F_{u-j}(k) = W_{pui-j}(k) (C_{uj} - C_{pi}) - \beta W_{pui-j}(k) (C_{pi} - \Delta C_{pui-j}(k)) \quad (8)$$

1.3 费用与各方获益情况分析

由式(6)可知，第 i 个发电企业在第 k 电量区间通过实际价格让利 $\Delta C_{pui-j}(k)$ 获得了 $W_{pui-j}(k)$ 电量的成交额，并实现产值 $F_{pi}(k)$ ，这是一种薄利多销开拓电量的市场营销策略。

由式(7)可知，第 j 个用电企业在第 k 电量区间通过适度的价格索利 $\Delta C_{pui-j}(k)$ 获得了 $W_{pui-j}(k)$ 的电量成交额，节省用电费用 $W_{pui-j}(k) \Delta C_{pui-j}(k)$ 。

由式(8)可知，电网公司在撮合发电企业和用电企业达成开拓电量交易的过程中，获得了适量的输

电费用，也有所收益。

综上，发电企业、用电企业和电网公司 3 方在大用户直购电量集中撮合交易中实现了共赢。

另外，由式(8)还可进一步分析出电网公司收取输电费用的不同成分及其在 3 方利益分摊中的调节作用。式(8)右端第 1 项为由成交的用电企业目录电价减去发电企业批复上网电价结算的费用，是电网公司交易预留的部分。当成交的用电企业目录电价较低时，电网公司收取的交易费用就少(电网公司的让利行为)，反之则多(电网公司的索利行为)；当成交的发电企业批复上网电价较高时，电网公司收取的交易费用就少(电网公司的让利行为)，反之则多(电网公司的索利行为)。电网公司通过这种让利索利机制，可以一定程度上调节电网公司与用电企业、发电企业的利益。

式(8)右端第 2 项对应输配电损失电量费用，由电网公司收取的交易输电费用承担。当输电损耗系数偏大时，电网公司净收益下降，所以电网公司希望引起输配电损耗低的企业优先成交。这样，在进一步设计交易规则时可以考虑利用输电损耗系数对让利和索利价格幅度进行适当修正后再进行排序和“高低匹配”撮合交易。

1.4 与基于实际价格排序的常规交易方法的比较

现有常规方法以发电企业和用电企业实际申报价格(非价格幅度)为排序基础。在常规方法中，由于电网公司预留的交易输电费价格等于用电企业目录电价与发电企业标杆电价之差，因此，用电企业常用实际申报价格减去交易输电费价格后的值由高到低参与排序，本文将该值记为用电企业交易排序价，以 C_{ud} 表示。发电企业则直接按实际申报价格由低到高参与排序。

依据上述排序规则，可以形成与图 1 类似的价格与电量阶梯，如图 2 所示。需要说明的是，图 1 和 2 的纵坐标、发电企业和用电企业梯阶的上下位置不同。图 2 中，排序最靠前的若干发电企业和若干用电企业的电量(对应图 2 所示的 W_6 之前满足用电企业交易排序价格不小于发电企业实际申报价

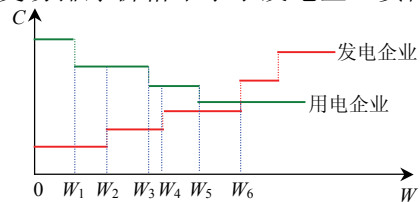


图 2 申报价格—电量阶梯图
Fig. 2 Ladder graph between quoted price and electricity energy

格区间的电量)获得撮合交易权进入交易过程。

获得撮合交易权的发电企业和用电企业成交的电量关系与第 1.1 节规则或第 1.2 节计算方法相同,但结算价格有所区别。

设获得优先撮合交易权的第 i 个发电企业的实际申报价格为 C_{pdi} ,第 j 个用电企业的交易排序价格为 C_{udj} ,则其成交价格为

$$C_{pud} = (C_{pdi} + C_{udj}) / 2 \quad (i \in \Omega_p, j \in \Omega_u) \quad (9)$$

于是,第 i 个发电企业获得的实际结算价格为 C_{pud} ,第 j 个用电企业获得的实际结算价格为 $C_{pud} + (C_{uj} - C_{ps})$ 。这样,与第 i 个发电企业和第 j 个用电企业在第 k 电量区间成交的电量 $W_{pui-j(k)}$ 对应的上网费、用电费、输电净收益分别为

$$F_{pi(k)} = W_{pui-j(k)} (1 + \beta) C_{pud} \quad (10)$$

$$F_{uj(k)} = W_{pui-j(k)} (C_{pud} + C_{uj} - C_{ps}) \quad (11)$$

$$F_{ti-j(k)} = W_{pui-j(k)} (C_{uj} - C_{ps}) - \beta W_{pui-j(k)} C_{pud} \quad (12)$$

由上述分析可以看出,本文方法与常规方法相比,具有如下特点:

1) 本文方法受不同发电企业批复上网电价差异(价格起点差异)的影响小,而常规方法受的影响大。对常规方法,批复上网电价低的发电企业,很容易以较小的价格让利获得优先撮合交易权,具有较强的价格市场力,而对部分还贷压力大、环境治理投入高的大新机组,其批复上网电价高,它们即使报出更高幅度的价格让利,可能还是获得不了撮合交易权,具有较弱的价格市场力。因此,常规方法受价格起点差异影响大,企业之间竞争的公平性易受到质疑。

2) 对电网公司预留的交易输电费部分,本文方法决定于成交用电企业目录电价和发电企业批复上网电价两方面的因素。对于目录电价低、批复上网电价高的成交方,收取的交易输电费低,反之就高,即交易输电费具有从发电和用电两侧同时调节的作用。常规方法交易输电费部分以成交用电企业目录电价和发电企业标杆电价之差进行计算,只具有用电侧单侧调节的作用。

2 算例结果与分析

2.1 计算参数

设有 10 家发电企业和 9 家用电企业欲参与大用户直购电电量集中撮合交易。发电企业和用电企业的相关数据分别如表 1 和 2 所示。本文只针对某轮电量竞价进行计算,并设发电企业标杆电价为 0.378 元/kWh。

表 1 发电企业参数

企业	上网电价/ (元/kWh)	申报电量/ GWh	让价幅度/ (元/kWh)	实际申报价格/ (元/kWh)
A	0.360 7	70	0.027 7	0.333 0
B	0.360 7	54.2	0.027 7	0.333 0
C	0.363 0	7	0.030 0	0.333 0
D	0.334 7	26	0.001 7	0.333 0
E	0.324 7	42	0.000 8	0.323 9
F	0.382 0	7	0.049 0	0.333 0
G	0.381 0	20	0.048 0	0.333 0
H	0.381 0	20	0.038 0	0.343 0
I	0.360 7	50	0.027 7	0.333 0
J	0.360 7	4	0.027 7	0.333 0

表 2 用电企业参数

企业	目录 电价/ (元/kWh)	申报 电量/ GWh	索价 幅度/ (元/kWh)	实际申报 价格/ (元/kWh)	固定预留 输电费价格/ (元/kWh)	交易排序 价格/ (元/kWh)
I	0.441 8	160	0.067 8	0.374 0	0.063 8	0.310 2
II	0.478 8	24	0.067 8	0.411 0	0.100 8	0.310 2
III	0.538 8	6	0.067 8	0.471 0	0.160 8	0.310 2
IV	0.508 8	140	0.067 7	0.441 1	0.130 8	0.310 3
V	0.538 8	26	0.087 8	0.451 0	0.160 8	0.290 2
VI	0.538 8	4.5	0.078 8	0.460 0	0.160 8	0.299 2
VII	0.538 8	1	0.068 8	0.470 0	0.160 8	0.309 2
VIII	0.538 8	3	0.044 7	0.494 1	0.160 8	0.333 3
IX	0.538 8	22	0.044 7	0.494 1	0.160 8	0.333 3

表 1 中发电企业让价幅度数据等于批复上网电价与实际申报电价的差值;表 2 中用电企业索价幅度数据等于目录电价与实际申报电价的差值。

为便于将本文方法与常规方法进行比较,表 2 最后两列还给出了常规方法分析时采用的预留交易输电费价格和交易排序价格,其中常规方法的预留交易输电费价格等于目录电价与标杆电价之差;用电企业交易排序价格等于实际申报价格与预留交易输电费价格之差,即标杆电价与索价幅度之差。

另外,为简化,在计算过程中统一取输电损耗系数 $\beta=0.075$,实际应用时可以根据具体情况考虑 β 的差异,并设表 1 发电企业申报电量为计入 β 前的电量,即申报的 1 个单位的电量表示其具有发出 $1+\beta$ 个单位电量的能力。

2.2 交易与结算结果

根据表 1 得到的让价幅度由高到低排序的结果为: $F \rightarrow G \rightarrow H \rightarrow C \rightarrow A/B/I/J \rightarrow D \rightarrow E$; 根据表 2 得到的索价幅度由低到高排序的结果为: $VIII/IX \rightarrow IV \rightarrow I/II/III \rightarrow VII \rightarrow VI \rightarrow V$ 。由此可得类似图 1 的让价和索价幅度梯阶图,从而决定“高低匹配”撮合的企业及成交的电量区间,并获得表 3 所示的具体交易结果。

由表3可见,在该段撮合交易结束后,发电企业F完成全部7GWh电量、G完成18GWh电量,用电企业VIII完成全部3GWh电量、IX完成全部22GWh电量,而其余发、用电企业因报价原因,未成交任何电量。

为便于对照,下面给出常规方法的交易结果。根据表1得到的发电企业实际申报价格由低到高排序的结果为: E→A/B/C/D/F/G/I/J→H; 根据表2得

到的用电企业交易排序价格由高到低排序的结果为: VIII/IX→IV→I/II/III→VII→VI→V。由此可以形成类似图2的梯阶图,从而决定“高低匹配”撮合的企业及成交的电量区间,并获得表4所示的具体交易结果。由表4可见,发电企业E在该段撮合交易结束后完成25GWh的电量,用电企业VIII和IX完成全部电量,而其余发、用电企业因报价原因,未成交任何电量。

表3 采用本文方法获得的撮合交易结果

Tab. 3 Trade results by the proposed method in this paper

ΔC_{pu} / (元/kWh)	发电 企业	成交价格/ (元/kWh)	成交电量/ GWh	售电收入/ 万元	用电 企业	成交价格/ (元/kWh)	成交电量/ GWh	购电费用/ 万元	电网 企业	输电价格/ (元/kWh)	交易 输电费/万元	输电 收益/万元
0.046 85	F	0.335 15	0.903	30.264 0	VIII	0.491 95	0.84	41.323 8	—	0.156 80	13.171 2	11.059 8
0.046 85	F	0.335 15	6.622	221.936 3	IX	0.491 95	6.16	303.041 2	—	0.156 80	96.588 8	81.104 9
0.046 35	G	0.334 65	2.322	77.705 7	VIII	0.492 45	2.16	106.369 2	—	0.157 80	34.084 8	28.663 5
0.046 35	G	0.334 65	17.028	569.842 0	IX	0.492 45	15.84	780.040 8	—	0.157 80	249.955 2	210.198 8
合计	—	—	26.875	899.748	—	—	25.00	1 230.774	—	—	393.8	331.027

表4 采用常规方法获得的撮合交易结果

Tab. 4 Trade results by the usual method

发电 企业	成交价格/ (元/kWh)	成交电量/ GWh	售电收入/ 万元	用电 企业	成交价格/ (元/kWh)	成交电量/ GWh	购电费用/ 万元	电网 企业	输电价格/ (元/kWh)	交易 输电费/万元	输电 收益/万元
E	0.328 6	3.225	105.973 5	VIII	0.489 4	3	146.82	—	0.160 8	48.24	40.846 5
E	0.328 6	23.650	777.139 0	IX	0.489 4	22	1 076.68	—	0.160 8	353.76	299.541 0
合计	—	26.875	883.112 5	—	—	25	1 223.50	—	—	402	340.387 5

2.3 讨论

比较两种方法的计算结果可知:用电企业排序的结果没有变化。其原因在于,对用电企业,常规方法采用的是按交易排序价格由高到低的方式对它们排序,而交易排序价格等于标杆电价-索价幅度,且标杆电价是全网统一的,故常规方法与本文方法按用电企业索价幅度由低到高的方式进行排序的结果等同。然而,相同的排序结果并不意味着用电企业的具体交易结果也完全相同。实际上,本文方法通过削弱发电企业价格起点高低给公平竞争带来的不良影响,会很大程度上改变与用电企业“高低匹配”的发电企业对象,从而间接改变用电企业的具体交易结果。

除用电企业排序结果外,两种方法的成交方、成交电量、成交价格和结算费用等均可能有所区别。对算例结果,在用电企业总成交电量均为25GWh的相同条件下,采用本文方法时电网公司收取的固定输电费用和净收益有所降低,这说明电网公司拿出了部分利润让利给了发电企业,使得发电企业总售电费用得到一定程度的提高,这调动了发电企业参与大用户直购电集中撮合交易的积极性。究其原因,主要在于:对常规方法,发电企业E可以利用批复上网电价(0.3247元/kWh)具有的市

场力获得优先撮合交易权,而发电企业F和G因批复上网电价(分别为0.3820/kWh和0.3810/kWh)上的劣势而未获撮合交易;而对本文方法,由于其在一定程度上削弱了不同发电企业批复上网电价起点差异的影响,使发电企业F和G因让利价格幅度突出而获得优先撮合交易权。

综上分析可以得出,无论发电企业批复上网电价起点如何,要想提高集中撮合交易的竞争力,就需要科学理性地申报让利价格幅度。当批复上网电价高的发电企业通过高让利价格幅度获得更多的撮合交易权和交易电量后,电网公司收取的输电价格就低,本质上相当于电网公司让利给企业。当批复上网电价低的发电企业失去价格起点优势后,要想获得更多的撮合交易权和交易电量,就必须调整申报策略,尽可能地通过高让利价格幅度赢回优势。这种交易策略和行为意味着给电网公司增加输电收益提供了更大的机会,电网公司的收益增加。这为继续探讨新的利益分配机制,并调动各方参与大用户直购电集中撮合交易的积极性、活跃市场提供了更大的空间。

3 结论

1) 以发电企业让利价格幅度和用电企业索利

价格幅度排序结果进行“高低匹配”的交易方式,可以降低因现有价格起点不同给大用户直购电集中撮合交易带来的不良市场力的影响,更具竞争的公平性,有助于促进市场和谐发展,提高市场成员参与交易的积极性。

2) 本文方法在大用户直购电量集中撮合交易中可以实现发、供、用3方共赢,并具有从发电侧和用电侧调节各方利益的作用。

3) 在本文方法中,电网公司的交易输电价格与发电企业和用电企业的成交价格一样是变动的,它是随着发电企业和用电企业进行“高低匹配”的撮合结果而变化的。这样在交易过程中就形成电网公司与发电企业和用电企业互动,有利于大用户直购电市场的发展。

参考文献

- [1] 赵九斤,毛晋. 放开大用户选择权[J]. 中国电力企业管理, 2003(5): 33-35.
- [2] 大用户直接交易研究课题组. 大用户直接交易: 机制与模式建议[J]. 中国电力企业管理, 2008(3): 12-14.
- [3] Conejo A J, Fernandez-Gonzalez J J, Alguacil N. Energy procurement for large consumers in electricity markets[J]. IEE Proceedings of Generation, Transmission and Distribution, 2005, 152(3): 357-364.
- [4] 赵磊. 开放用户的电力市场改革研究[D]. 北京: 华北电力大学, 2006.
- [5] 杨建华, 肖达强, 唐学军, 等. 华中电网区域电力市场能量交易撮合系统的设计与实现[J]. 电网技术, 2008, 32(20): 90-94.
Yang Jianhua, Xiao Daqiang, Tang Xuejun, et al. Design and implementation of electric energy matchmaking transaction system in central China regional electricity market[J]. Power System Technology, 2008, 32(20): 90-94(in Chinese).
- [6] 曾鸣, 于静冉, 王鹤. 一种新的大用户进入电力市场购电模式研究[J]. 中国电力企业管理, 2007(4): 26-29.
- [7] 陈刚, 王松, 谢松, 等. 基于博弈论的电量用户直接购电交易研究[J]. 电网技术, 2004, 28(13): 75-79.
Chen Gang, Wang Song, Xie Song, et al. Study on bargaining of large power consumers direct buying based on game theory[J]. Power System Technology, 2004, 28(13): 75-79(in Chinese).
- [8] 方德斌, 王先甲. 电力市场下发电公司和大用户间电力交易的双方叫价拍卖模型[J]. 电网技术, 2005, 29(6): 32-36.
Fang Debin, Wang Xianjia. A double auction model for transaction between generation company and large customer in electricity market[J]. Power System Technology, 2005, 29(6): 32-36(in Chinese).
- [9] 谭忠富, 张丽英, 王绵斌, 等. 大用户控制购电成本风险的均值-熵权组合优化模型[J]. 电网技术, 2009, 33(11): 65-70.
Tan Zhongfu, Zhang Liying, Wang Mianbin, et al. An expectation-entropy portfolio model to control electricity purchasing cost risk for large consumers direct power purchase[J]. Power System Technology, 2009, 33(11): 65-70(in Chinese).
- [10] 关勇, 王东海, 张蓉, 等. 基于机会约束规划的购电长期购电策略[J]. 电网技术, 2009, 33(13): 96-98.
Guan Yong, Wang Donghai, Zhang Rong, et al. Long-term electricity purchasing strategy of energy purchaser based on chance-constrained programming[J]. Power System Technology, 2009, 33(13): 96-98(in Chinese).
- [11] 魏颖莉, 周明, 李庚银. 大用户购电组合策略研究[J]. 电网技术, 2008, 32(10): 22-27.
Wei Yingli, Zhou Ming, Li Gengyin. Research on combined strategy for large consumer electricity purchasing[J]. Power System Technology, 2008, 32(10): 22-27(in Chinese).
- [12] 陈皓勇, 张森林, 张尧. 电力市场中大用户直购电交易模式及算法研究[J]. 电网技术, 2008, 32(21): 85-90.
Chen Haoyong, Zhang Senlin, Zhang Yao. Research on transaction mode of direct power purchase by large consumers in electricity market[J]. Power System Technology, 2008, 32(21): 85-90(in Chinese).
- [13] 张维, 范玉宏. 华中电力市场双边交易模拟分析[J]. 电力系统自动化, 2008, 32(11): 97-107.
Zhang Wei, Fan Yuhong. Analysis on bilateral transaction simulation of Central China electricity market[J]. Automation of Electric Power Systems, 2008, 32(11): 97-107(in Chinese).
- [14] 中国国际招标网. 吉林省用电大户直购电完成首次市场交易[EB/OL]. 2009-02-20. <http://www.chinabidding.com/xmzx-detail-3204045.html>.
- [15] 吉林省电力有限公司网. 创新交易模式助推经济发展吉林公司为发电企业和用电客户搭建“鹊桥”[EB/OL]. 2009-02-13. <http://www.jlep.com.cn/html/2009/jyxx03081.html>.
- [16] 夏清, 孙正运. 考虑交易成本的区域市场撮合交易模型[J]. 电网技术, 2005, 29(17): 1-4,20.
Xia Qing, Sun Zhengyun. Application of high-low match methods to regional electricity market considering transaction costs[J]. Power System Technology, 2005, 29(17): 1-4,20(in Chinese).



王漪

收稿日期: 2009-03-18。

作者简介:

王漪(1962—), 男, 博士, 高级工程师, 主要从事电力市场方面的生产与研究, E-mail: yiwang6212@yahoo.com.cn;

于继来(1965—), 男, 博士, 教授, 主要从事电力系统分析与控制方面的教学与研究, E-mail: yupwrs@hit.edu.cn。

(责任编辑 杜宁)