

考虑需求侧竞价的发电公司 竞价策略分析

宋宏坤¹, 汤玉东², 唐国庆¹, 邹云², 李扬¹

(1. 东南大学 电气工程系, 江苏 南京 210096; 2. 南京理工大学 自动化系, 江苏 南京 210094)

摘要: 采用微观经济学理论研究了单边开放的电力市场模式中考虑需求侧竞价的发电公司竞价策略问题。运用经济学理论中的供给函数均衡模型建立考虑需求侧竞价的发电侧竞价策略模型, 运用连续函数极值原理分析得到发电公司的优化报价策略, 结果表明发电公司的优化报价策略是报价高于边际成本, 需求侧竞价的存在可有效地降低发电公司的报价; 论证了需求侧竞价情况下市场均衡解存在且唯一, 并得到了均衡解和市场力之间的函数表达式; 最后分析了长期和约对均衡解的影响, 发现长期和约可降低发电公司的市场力。

关键词: 需求侧竞价; 市场力; 长期和约

中图分类号: TM 73; F 123.9

文献标识码: A

文章编号: 1006-6047(2007)06-0043-04

0 引言

发电公司竞价策略问题是伴随 Pool 模式的出现而出现的特有问題。在传统的垄断体制下, 发电厂按照电网调度员指令进行生产, 完全不存在竞价策略问题。在 Pool 模式下, 发电公司成为自主经营、自负盈亏的实体, 以利润最大化为目标, 发电公司可以不按边际成本报价, 而是可以采取一定的竞价策略, 获得比边际成本报价更高的利润。现在, 发电公司竞价策略问题逐渐成为电力市场研究中的一个热点^[1-5]。文献[6]把发电厂商的竞价策略问题化为一个最优控制问题进行了研究; 文献[7]对电力市场环境发电厂商的分段竞价策略进行了研究; 文献[8-9]采用博弈论、遗传算法对发电厂商的竞价策略进行了研究; 文献[10]针对发电厂商重复竞标情况下, 发电厂商的竞价策略以及对市场均衡的影响进行了研究。

由于高峰负荷的紧张, 导致发电公司在负荷高峰期具有较大的市场力, 从而造成高峰时段电力价格飙升。对于电力用户而言, 高峰时期固定的购电价格使得其在电力高峰价格飙升的时候有售电(用户本身不产生电力, 其实质是减少用电)来获得收益的愿望; 对于电网而言, 也希望用户通过售电(相当于增加虚拟的发电厂)来降低高峰时期发电厂的市场力。因此, 国外近几年也开始对需求侧竞价(用户参与发电侧报价)的模式进行研究^[11-13]。

需求侧竞价(demand-side bidding)是需求侧资源参与电力市场竞价的一种实施机制, 它是指电力

用户通过改变用电方式主动参与电力市场竞争, 并由此获得相应的经济补偿, 而不象传统情况下仅仅是价格的接受者。电力用户主动削减负荷, 相当于向电力系统提供了一种电力资源, 这种资源称为“负瓦”, 参与需求侧竞价的用户相当于“负瓦”发电机, 相应的需求侧竞价也称为“负瓦”竞价。需求侧竞价的实现方式非常灵活, 用户可以签订一定量和一定价格的双边合同, 也可以根据自己的需求曲线进行竞价, 即用户事先给出自己在各种外界条件(如停电提前通知时间、停电持续时间等)上的希望价格, 类似于发电商的竞价曲线, 由电力公司依据实际情况决定由哪些用户中标, 并给予相应的补偿。

这里根据微观经济学理论, 从供给函数模型来分析考虑需求侧竞价情况下发电公司的竞价策略问题, 得到了发电公司的优化报价策略是报价高于边际成本, 需求侧竞价的存在可有效降低发电公司的报价; 市场均衡解的存在且唯一; 长期和约可降低电力公司的市场力等一些有意义的结论, 从而为市场监管提供理论依据和可行的技术手段。

1 需求侧竞价策略模型

经典的研究发电公司的竞价策略模型为

$$\begin{aligned} \max \quad & B_i(K_i) = q_i P - F_i(q_i) \\ \text{s.t.} \quad & b_1 + K_1 q_1 = P \\ & b_i + K_i q_i = P \\ & \vdots \\ & b_n + K_n q_n = P \\ & q_1 + \cdots + q_n = Q \end{aligned} \quad (1)$$

式中 $F_i(q_i) = a_i + b_i q_i + c_i q_i^2$, a_i, b_i, c_i 为发电公司 i 的

成本系数; $b_i + K_i q_i$ 是机组 i 的报价曲线; Q 为系统的总需求(单边开放的电力市场中, 系统的售电价格是固定的, 因此需求量不随发电厂商报价的变化而变化, 即系统的需求量和发电厂商的报价无关, 因此可假设其为一个固定量)。

模型的约束条件反映了 Pool 中统一清除价的调度方法, 机组 i 的报价曲线的斜率 K_i 是该优化问题的控制变量。

在考虑需求侧竞价的情况下, 可把需求侧参与竞价作为一个发电机组 $n+1$ 进行考虑, 则考虑需求侧竞价的系统竞价策略模型为

$$\begin{aligned} \max \quad & B_i(K_i) = q_i P - F_i(q_i) \\ \text{s.t.} \quad & b_1 + K_1 q_1 = P \\ & b_i + K_i q_i = P \\ & \vdots \\ & b_n + K_n q_n = P \\ & b_{n+1} + K_{n+1} q_{n+1} = P \\ & q_1 + \cdots + q_n + q_{n+1} = Q \end{aligned} \quad (2)$$

需要说明的是, 上述研究方法是采用经济学中的供给函数平衡方法来研究市场行为。实际电力市场中, 各个电厂的报价信息相对于各个报价方是私人信息, 因此其最优报价策略是需要猜测别人的报价, 并经过多次的报价后才能达到其最优策略, 故发电厂商的实际决策过程远比上述报价策略模型复杂得多。理论上, 采用不同的分析方法, 其最优报价策略应该是一致的, 这里着重分析发电厂商的竞价策略结果, 以及其对市场力的影响, 以便为市场监管提供理论依据和方法, 故本文采用上述模型进行分析, 关于发电厂商的真实决策过程需要进一步的研究。另外, 影响市场出清价格的是最后几台未达到负荷上限的发电机组的报价, 因此, 为突出问题的重点, 模型中简化忽略了机组出力限制的情况(实际情况中, 达到出力上限的机组容量可与等同负荷同时消去, 从而可视为对系统出清价格无影响)。

2 竞价模型的探讨

把约束条件 $P = K_i q_i + b_i$ 代入可得:

$$B_i(K_i) = (K_i - c_i) q_i^2 - a_i \quad (3)$$

求解约束方程可得:

$$q_i = \left(Q + \sum_{j=1, j \neq i}^{n+1} \frac{b_j - b_i}{K_j} \right) / \left(1 + K_i \sum_{j=1, j \neq i}^{n+1} \frac{1}{K_j} \right) \quad (4)$$

$$B_i(K_i) = (K_i - c_i) \times \left[\left(Q + \sum_{j=1, j \neq i}^{n+1} \frac{b_j - b_i}{K_j} \right) / \left(1 + K_i \sum_{j=1, j \neq i}^{n+1} \frac{1}{K_j} \right) \right]^2 - a_i \quad (5)$$

令 $\partial B_i(K_i) / \partial K_i = 0$, 可得:

$$K_i = K_i^* + \left(\sum_{j=1, j \neq i}^{n+1} \frac{1}{K_j} \right)^{-1} \quad (6)$$

式中 $K_i^* = 2c_i$, 表示机组 i 的真实边际成本特性曲线的斜率。

同理, 可得到发电机组在不需求侧竞价情况下的报价策略为

$$K_i' = K_i^* + \left(\sum_{j=1, j \neq i}^n \frac{1}{K_j} \right)^{-1} \quad (7)$$

因为假设除去 i 机组, 其余各机组竞价策略不变的情况下, 有

$$\left(\sum_{j=1, j \neq i}^n \frac{1}{K_j} \right)^{-1} > \left(\sum_{j=1, j \neq i}^n \frac{1}{K_j} + \frac{1}{K_{n+1}} \right)^{-1} = \left(\sum_{j=1, j \neq i}^{n+1} \frac{1}{K_j} \right)^{-1} \quad (8)$$

因此可得:

$$K_i' > K_i \quad (9)$$

综上所述结论: 发电机组 i 的优化报价策略是报价高于边际成本, 而需求侧竞价的参与可有效降低机组的报价。

从上面可以看出, 发电公司利润最大化的理性行为必然导致其在峰值段申报较其边际成本曲线更加陡峭的报价曲线, 在此基础上, 发电公司进行下一轮决策的时候, 又会申报更加陡峭的曲线, 形成一个正反馈, 这就不难理解电价在电力系统高峰期飙升的情况了。

下面对若市场参与者都按最优竞价策略进行报价时, 需求侧参与竞价情况下的机组报价策略均衡解的存在性进行研究。

3 均衡分析

如果存在 $K_1, K_2, \dots, K_n, K_{n+1}$ 满足下式, 称此为均衡解。

$$\begin{aligned} K_1 &= K_1^* + \left(\sum_{j=1, j \neq 1}^{n+1} \frac{1}{K_j} \right)^{-1} \\ &\vdots \\ K_{n+1} &= K_{n+1}^* + \left(\sum_{j=1, j \neq n+1}^{n+1} \frac{1}{K_j} \right)^{-1} \end{aligned} \quad (10)$$

发电机组的优化报价策略式(10)可化为

$$\begin{aligned} \frac{1}{K_1 - K_1^*} &= \sum_{j=1, j \neq 1}^{n+1} \frac{1}{K_j} \\ &\vdots \\ \frac{1}{K_{n+1} - K_{n+1}^*} &= \sum_{j=1, j \neq n+1}^{n+1} \frac{1}{K_j} \end{aligned} \quad (11)$$

由式(11)可得:

$$\frac{1}{K_1 - K_1^*} + \frac{1}{K_1} = \cdots = \frac{1}{K_{n+1} - K_{n+1}^*} + \frac{1}{K_{n+1}} \quad (12)$$

假设上式等于 γ (根据前面的分析, $K_i > K_i^*$, 故 $\gamma > 0$), 则可得:

$$K_i = (\gamma K_i^* + 2 \pm \sqrt{(\gamma K_i^*)^2 + 4}) / (2\gamma) \quad (13)$$

由题意, 显然有 $K_i > K_i^*$, 故可取:

$$K_i = (\gamma K_i^* + 2 + \sqrt{(\gamma K_i^*)^2 + 4}) / (2\gamma) \quad (14)$$

因为

$$\gamma = \sum_{j=1}^{n+1} \frac{1}{K_j}$$

即

$$1 = \sum_{i=1}^{n+1} \frac{2}{\gamma K_i^* + 2 + \sqrt{(\gamma K_i^*)^2 + 4}} \quad (15)$$

对函数 $f(\gamma) = \sum_{i=1}^{n+1} \frac{2}{\gamma K_i^* + 2 + \sqrt{(\gamma K_i^*)^2 + 4}}$, 有

$$f(\gamma) \Big|_{\gamma \rightarrow 0^+} = +\infty, \quad f(\gamma) \Big|_{\gamma \rightarrow +\infty} = 0$$

且 $f(\gamma)$ 在 $\gamma > 0$ 是一个单调函数, 故函数必存在唯一的 γ 使得: $f(\gamma) = 1$, 故 K_i 存在唯一解。

可以得出结论: 满足发电机组最优报价策略的均衡解 $K_1, K_2, \dots, K_n, K_{n+1}$ 存在且唯一。

4 需求侧竞价均衡解的探讨

4.1 供给函数均衡下的市场力分析

市场力是商品供应者为获得更多利润而使得市场价格高于边际成本的能力, 它经常用下式来衡量:

$$L_i = \frac{P_i - P_i^*(q_i)}{P_i} \quad (16)$$

式中 L_i 为商品供应者 i 的市场力指标; P_i 为商品供应者 i 的市场成交价格; $P_i^*(q_i)$ 为商品供应者 i 在最优决策价格 P_i 和产量 q_i 时的边际成本。

设发电公司 i 的市场均衡解为 K_i , 则其最优报价曲线为

$$P_i = b_i + K_i q_i \quad (17)$$

其边际成本为 $P_i^m = b_i + K_i^* q_i$ 。

则根据前两节得到的关于需求侧竞价情况下均衡解表达式可得:

$$P_i = b_i + \left[K_i^* + \left(\sum_{j=1, j \neq i}^{n+1} \frac{1}{K_j} \right)^{-1} \right] q_i = P_i^m + \left(\sum_{j=1, j \neq i}^{n+1} \frac{1}{K_j} \right)^{-1} q_i \quad (18)$$

根据式(16), 发电公司 i 的市场力指标 L_i 为

$$L_i = \frac{P_i - P_i^*(q_i)}{P_i} = \left[\left(\sum_{j=1, j \neq i}^{n+1} \frac{1}{K_j} \right)^{-1} q_i \right] / P_i = \left[\left(\sum_{j=1, j \neq i}^{n+1} \frac{1}{K_j} \right)^{-1} q_i \right] / P_0 \quad (19)$$

式中 P_0 为市场统一清除价。

在 Pool 中, 直接根据各市场参与者的报价曲线 $P_i = b_i + K_i q_i$, 就可以判断市场力指标 L_i 的大小 (q_i 可根据式(7)得到, P_0 或者 P_i 可根据发电公司 i 的报价曲线和 q_i 计算得到)。

结论是: 在需求侧竞价的情况下, 可通过市场各参与方的报价而直接得到各市场参与方的市场力指标。同样的, 在不考虑需求侧竞价的情况下, 发电公司的市场力指标 L_i' 可表示为

$$L_i' = (P_i' - P_i'^*(q_i')) / P_i' = \left[\left(\sum_{j=1, j \neq i}^n \frac{1}{K_j'} \right)^{-1} q_i' \right] / P_i' = \left[\left(\sum_{j=1, j \neq i}^n \frac{1}{K_j'} \right)^{-1} q_i' \right] / P_0' \quad (20)$$

式中 P_0' 为不考虑需求侧竞价情况下的市场统一清除价, 其余各参数均为不考虑需求侧竞价情况下系统的最优报价。

可知: 在需求侧竞价的情况下, 可有效降低市场的市场力, 即 $L_i' > L_i$ 。市场参与者的增加必然导致市场力下降。

4.2 长期和约对市场力的影响

长期和约是电力市场中为降低发电公司市场力而采取的手段, 下面首先分析长期和约对发电公司最优报价策略均衡解的影响, 进而分析其对发电公司市场力的影响。

考虑发电公司 i 的和约功率为 q_i^0 , 且和约价格为 P_i^0 , 则发电侧竞价模型可改写为

$$\begin{aligned} \max \quad & B_i(K_i) = q_i P - F_i(q_i) - (P - P_i^0) q_i^0 \\ \text{s.t.} \quad & b_i + K_i q_i = P \\ & b_i + K_i q_i = P \\ & \vdots \\ & b_n + K_n q_n = P \\ & b_{n+1} + K_{n+1} q_{n+1} = P \\ & q_1 + \dots + q_{n+1} = Q \end{aligned} \quad (21)$$

对于上式, 同样的分析可得电力公司 i 的最优报价策略为

$$\begin{aligned} K_i = K_i^* / \left[1 + q_i^0 / \left(\sum_{j=1, j \neq i}^{n+1} \frac{b_j - b_i}{K_j} + Q \right) \right] + \\ \left[1 - q_i^0 / \left(\sum_{j=1, j \neq i}^{n+1} \frac{b_j - b_i}{K_j} + Q \right) \right] \times \left(\sum_{j=1, j \neq i}^{n+1} \frac{1}{K_j'} \right)^{-1} \div \\ \left[1 + q_i^0 / \left(\sum_{j=1, j \neq i}^{n+1} \frac{b_j - b_i}{K_j} + Q \right) \right] \end{aligned} \quad (22)$$

为便于分析, 可把上式改写为

$$K_i = K_i^* + (1 - q_i^0 / q_i) \left(\sum_{j=1, j \neq i}^{n+1} \frac{1}{K_j} \right)^{-1} \quad (23)$$

从上述分析可以看出, 长期和约电量 q_i^0 的存在使得发电公司 i 的最优报价曲线斜率降低。在长期和约的情形下, 发电公司的市场力指标 $\hat{L}_i$ 为

$$\begin{aligned} \hat{L}_i = (\hat{P}_i - \hat{P}_i^*(\hat{q}_i)) / \hat{P}_i = \left[\left(\sum_{j=1, j \neq i}^{n+1} \frac{1}{K_j} \right)^{-1} (\hat{q}_i - q_i^0) \right] / \hat{P}_i = \\ \left[\left(\sum_{j=1, j \neq i}^{n+1} \frac{1}{K_j} \right)^{-1} (\hat{q}_i - q_i^0) \right] / \hat{P}_0 \end{aligned} \quad (24)$$

式中 $\hat{P}_i, \hat{q}_i, \hat{P}_0$ 分别表示有长期和约的情形下相应的价格、功率和市场清除价。

在只考虑发电公司 i 签订长期和约的情况下, 发电公司 i 报价曲线斜率降低, 所以导致发电公司 i 的市场供应量增加, 即 $\hat{q}_i > q_i$, 市场供应量的增加必然导致市场清除价格的下降, 也即 $\hat{P}_0 < P_0$, 所以有

$$\begin{aligned} \hat{L}_i = \frac{\hat{P}_i - P_i^*(\hat{q}_i)}{\hat{P}_i} = 1 - \frac{P_i^*(\hat{q}_i)}{\hat{P}_i} = 1 - \frac{P_i^*(\hat{q}_i)}{\hat{P}_0} < \\ 1 - \frac{P_i^*(q_i)}{\hat{P}_0} < 1 - \frac{P_i^*(q_i)}{P_0} = L_i \end{aligned}$$

因此可知: 长期和约的存在可以降低发电公司的市场力。

5 算例

设有 3 个发电厂, 第 i 个发电厂发电量为 q_i ($i =$

1,2,3), $0 \leq q_i \leq 6$, 发电边际成本 $K_i^* = 2q_i$, 市场总需求 $Q = 12$, 则有 3 种情况。

情况 1 发电厂商不采取策略性报价。

$$q_1 = q_2 = q_3 = 4, P = 8$$

情况 2 发电厂商采取策略性报价。

由式(7)可得发电厂商最优报价策略 $K_i = 2K_i^*$ 。

$$q_1 = q_2 = q_3 = 4, P = 16$$

从而可得到市场力:

$$L_1 = L_2 = L_3 = 1/2$$

情况 3 假设一个等同于一个发电厂商的需求侧参与竞价, 则发电厂商采取策略性报价。

由式(6)可得发电厂商最优报价策略 $K_i = 1.5K_i^*$ 。

$$q_1 = q_2 = q_3 = 4, P = 12$$

从而可得到市场力:

$$L_1 = L_2 = L_3 = 1/3$$

上述结果表明, 发电厂商的最优报价策略是高于边际成本, 需求侧竞价的存在可有效地降低发电公司的报价, 并降低其市场力。

6 结论

对单边开放的电力市场模式下考虑需求侧竞价的发电竞价策略进行了研究, 得到了如下结论:

a. 发电公司 i 的优化报价策略是报价高于边际成本, 需求侧竞价的存在可有效地降低发电公司的报价;

b. 在考虑需求侧竞价的情况下, 市场均衡解存在且唯一;

c. 根据各市场参与者(包括需求侧竞价)的报价曲线得到发电公司 i 的市场力指标 L_i , 需求侧竞价的存在可有效地降低发电公司的市场力;

d. 长期和约的存在能够有效地降低发电公司的市场力。

以上论述为电力市场环境下的市场监管提供理论依据, 但笔者是在理想情况下进行的研究, 实际情况下发电厂商的决策过程以及需求侧竞价的模式等需要进一步研究分析。

参考文献:

- [1] 文福拴, DAVID A K. 电力市场中的投标策略[J]. 电力系统自动化, 2000, 24(14): 1-6.
WEN Fu-shuan, DAVID A K. Bidding strategies in electricity markets[J]. Automation of Electric Power Systems, 2000, 24(14): 1-6.
- [2] DAVID A K. Competitive bidding in electricity supply[J]. IEEE Proceedings, 1993, 140(5): 421-426.
- [3] WEN F S, DAVID A K. Optimal bidding strategies for competitive generators and large consumers[J]. Electrical Power & Energy Systems, 2001, 23(1): 37-43.
- [4] RICHTER C W, SHEBLE G B. A profit-based unit commitment GA for the competitive environment[J]. IEEE Transaction on Power Systems, 2000, 15(2): 715-721.
- [5] 张渝, 任玉珑, 任晓红. 发电侧电力市场结算方法比较研究[J].

电力科学与工程, 2004(2): 28-32.

- ZHANG Yu, REN Yu-long, REN Xiao-hong. Comparison of settlement methods in deregulated power generation market[J]. Electric Power Science and Engineering, 2004(2): 28-32.
- [6] STOTHERT A, MACLEOD I. Competitive bidding as a control problem[J]. IEEE Transaction on Power Systems, 2000, 15(1): 88-94.
- [7] WEN F S, DAVID A K. Coordination of bidding strategies in energy and spinning reserve market for competitive supplies using a genetic algorithm[J]. IEEE Transaction on Power Systems, 2000, 15(4): 2174-2179.
- [8] 武智勇, 康重庆, 夏清, 等. 基于博弈论的发电商报价策略[J]. 电力系统自动化, 2002, 26(9): 7-11.
WU Zhi-yong, KANG Chong-qing, XIA Qing, et al. Strategic bidding with application of game theory[J]. Automation of Electric Power Systems, 2002, 26(9): 7-11.
- [9] 李运灵, 侯云鹤, 熊信良, 等. 基于遗传算法的电力市场投标竞价模型[J]. 电力系统及其自动化学报, 2000, 12(6): 45-48.
LI Yun-ling, HOU Yun-he, XIONG Xin-gen, et al. A model for seal-bid auction on power market based on genetic algorithm[J]. Proceedings of the EPSA, 2000, 12(6): 45-48.
- [10] 刘有飞, 倪以信. 线性供应函数重复竞标时发电商学习对市场均衡的影响[J]. 电力系统自动化, 2004, 28(17): 16-21.
LIU You-fei, NI Yi-xin. The effect of generation companies study on market equilibrium based on linear supply function duplicated bidding[J]. Automation of Electric Power Systems, 2004, 28(17): 16-21.
- [11] STRBAC G, KIRSCHEN D. Assessing the competitiveness of demand-side bidding[J]. IEEE Transaction on Power Systems, 1999, 14(1): 120-125.
- [12] STRBAC G, FARMER E D, CORY B J. Framework for the incorporation of demand-side in a competitive electricity market[J]. IEEE Proceedings — Generation Transmission and Distribution, 1996, 143(3): 232-237.
- [13] MILANO F, CAFLIZARES C A, INVEMIZZI M. Multiobjective optimization for pricing system security in electricity markets[J]. IEEE Transaction on Power Systems, 2003, 18(2): 596-604.
- [14] 尚金成, 黄永皓, 张维存, 等. 一种基于博弈论的发电商竞价策略模型与算法[J]. 电力系统自动化, 2002, 26(9): 12-15.
SHANG Jin-cheng, HUANG Yong-hao, ZHANG Wei-cun, et al. A model and algorithm of game theory based bidding strategy for an independent power provider[J]. Automation of Electric Power Systems, 2002, 26(9): 12-15.
- [15] 尚金成, 张兆峰, 韩刚. 区域共同电力市场交易机理与交易模型的研究[J]. 电力系统自动化, 2005, 29(4): 6-13.
SHANG Jin-cheng, ZHANG Zhao-feng, HAN Gang. Study on transaction mechanism and model of regional layered electricity market[J]. Automation of Electric Power Systems, 2005, 29(4): 6-13.

(责任编辑: 康鲁豫)

作者简介:

宋宏坤(1970-), 男, 江苏盐城人, 高级工程师, 国家电网公司电力需求侧管理指导中心副主任, 博士研究生, 研究方向为电力市场和电力需求侧管理(E-mail: songhk@public.yc.js.cn);

汤玉东(1974-), 男, 浙江海盐人, 副教授, 博士研究生, 研究方向为电力市场;

唐国庆(1937-), 男, 上海人, 教授, 博士研究生导师, 研究方向为电力系统运行控制、电力市场及人工智能在电力系统中的应用;

邹云(1962-), 男, 江苏宜兴人, 教授, 博士研究生导师, 研究方向为自动控制理论及其在电力系统中的应用;

李扬(1961-), 男, 江苏泰兴人, 教授, 博士, 研究方向为电力市场和电力需求侧管理。

Analysis of power generation enterprise bidding strategies considering demand -side bidding

SONG Hong-kun¹,TANG Yu-dong²,LI Yang¹,TANG Guo-qing¹,ZOU Yun²

(1. Southeast University,Nanjing 210096,China;2. Nanjing University
of Science and Technology,Nanjing 210094,China)

Abstract: With the microeconomics theory and the consideration of Demand side bidding(DSB),the bidding strategies for power generation enterprise in unilateral open electricity market is studied. With supply function equilibrium model, the bidding strategies model for power generation enterprise is presented. With the continuous function maximum principle,the optimal bidding strategies for power generation enterprises can be found and results show that,the optimal bidding strategy is giving higher price than marginal cost,while DSB may lower the price. It is proved that,the market equilibrium solution exists uniquely when DSB is considered,and the relationship between equilibrium solution and market power is presented. The influence of long - term contract on equilibrium solution is analyzed,which shows that long-term contract may reduce its market power.

Key words: demand side bidding; market power; long-term contract