

市场力对发电公司收益的影响研究

郑兆典, 何艺, 王健

(华南理工大学电力学院, 广东 广州 510641)

摘要: 利用产业经济学的新经验主义产业组织学引入推测变分对发电公司的市场行为进行分析, 并定量评估电力市场环境发电公司所拥有的市场力, 论述了市场力的运用, 推测变分的设定与发电公司的收益之间的关系。研究表明, 发电厂商为了获取高额利润会通过设定自己的推测变分来调整市场力, 只要推测变分设定适当, 无论成本高低, 发电公司都可以获取高额利润。

关键词: 寡头竞争电力市场; 市场力; 新经验主义产业组织学; 推测变分

Research on the effect of market power on generation companies

ZHENG Zhao-dian, HE Yi, WANG Jian

(School of Electric Power, Southeast China University of Technology, Guangzhou 510641, China)

Abstract: Market behaviors of generation companies are analyzed by using New Empiricism Industrial Organization and the conjectural variations of generation companies are introduced. After estimating the market power of generation companies in the electricity market environment, the relationship between market power and profit of generation companies is discussed by setting the conjectural variation. It is indicated that in order to acquire high interests generation companies set their own conjectural variations to adjust their market power. As long as the conjectural variation is appropriate, generation companies can acquire high interests, no matter whether the costs are high or low.

Key words: oligopoly competition electricity market; market power; new empiricism industrial organization; conjectural variation

中图分类号: TM73 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2009)11-0001-05

0 引言

在电力市场中, 市场力是指发电公司为获得更多利润而使市场价格高于边际成本的能力。发电行业由于进入的资金壁垒、技术壁垒都非常高, 且具有典型的规模经济性, 发电机组具有严格的运行和容量方面的约束等, 使得发电公司之间的竞争具有明显的寡头垄断性质。另外, 文献[1]指出在电能用户电价未开放情况下, 电力负荷弹性很小, 发电侧市场是不稳定市场, 上网电价可能上升到不合理程度。

目前市场力的主要分析和研究方法有以下三类:

(1) 研究市场运行历史数据的后验法。这类方法是在市场稳定运行一段时间后, 根据历史数据, 对照机组报价, 用统计学方法分析哪些机组有滥用市场力的行为^[2]。而当市场发生变化时, 如新增市场成员、电网结构变化, 新增负荷时, 该方法都不能准

确分析市场力行为。(2) 模拟发电公司竞价行为的方法。文献[3]建立了三种模型模拟发电公司的竞价行为, 并对均衡点求解析解, 着重分析了各种因素对市场力的影响。这类方法的优点是市场力的研究结合了行使市场力后的利润, 缺点是博弈模型无法完整地描述电力市场中的各博弈方, 而且必须假定机组的成本曲线和报价策略都是公共信息^[4]。(3) 市场力指数法, 结构性指标是最简单的衡量发电厂商市场力的指标, 也是传统产业组织理论的重要内容之一, 包括集中率指标、关键供应商指标和剩余供给指标^[5]。经济学中常以产业的集中率作为衡量市场力的标准。其中以HHI指标最有代表性, 其值为所有成员的市场份额的平方之和。但是集中率指标没有考虑需求弹性、装机容量约束和电网容量约束, 因此不能很好地反映市场力问题^[6]。针对这些弊端, 文献[7, 8]做了一些改进, 但是没有实质性的改变。勒纳指数 Lerner I 是用于度量市场清除价格与厂商边际成本偏离程度的指标。其优点是能直接

基金项目: 国家重点基础研究项目(973)资助(2004CB217905)

反映价格的标高, 可以反映市场中市场力的影响程度^[9]。文献[10]对比分析了各类指标的理论特点及其在应用中的优劣并指出: 相对于其他各类指标, 勒纳指标更能反映市场力本意, 评价效果比较直观。但是在市场情况下, 各公司的边际成本是商业秘密, 不易获取, 因此勒纳指数在实际市场中很难应用。

上述研究主要从电力市场监管的角度对市场力进行研究, 以促进高效、公平的市场运营, 并为政府监管部门制定政策提供理论依据。但是在电力市场中, 由于各家发电公司拥有的市场力大小不同, 在运用市场力的时候也会导致自身收益受到影响。因此, 本文从发电公司的角度出发, 针对市场力对发电公司的收益影响进行定量的评估, 利用产业经济学的新经验主义产业组织学^[11,12]引入推测变分对发电公司的市场行为进行分析, 采用勒纳指数 Lerner I 估算市场力, 并推导出 Lerner I 与推测变分的关系函数, 进而分析发电公司的市场力与其收益之间的关系, 为发电公司规避收益损失提供理论依据。

1 推测变分

电力市场是一个寡头垄断市场, 每个参与者都拥有一定的市场力, 某个发电公司自身的发电量会影响其他发电公司的发电量, 进而影响市场电价和其自身的收益。推测变分是用于研究寡头垄断均衡的方法, 将推测变分用于市场力研究, 就是推测某个发电公司电量调整后, 竞争对手的整体产量会如何变化。

市场的电力需求函数为线性函数:

$$p = p(Q) = p(q_i + q_{-i}) = e - fQ = e - f \sum_{i=1}^N q_i \quad (1)$$

式中: q_i 为发电公司 i 的发电量, q_{-i} 为发电公司 i 以外其他所有发电公司的总发电量, Q 是市场电量总需求, p 为市场统一出清电价。 e 和 f 是电力需求曲线的截距和斜率。

发电公司 i 的总成本函数为:

$$C_i(q_i) = a_i + b_i q_i + \frac{1}{2} c_i q_i^2 \quad (i=1, 2, \dots, N) \quad (2)$$

其中: a_i , b_i 和 c_i 是成本系数。需求函数和成本函数都是连续的, 并存在连续的一阶和二阶导数。由此, 发电公司 i 的利润最大化问题为:

$$\max_{q_i} \pi_i(q_i, q_{-i}) = p(q_i + q_{-i})q_i - C_i(q_i) \quad (3)$$

$$\text{令 } \frac{\partial \pi_i}{\partial q_i} = 0 \text{ 可以计算出 } q_i \text{ 的最优解, 同时, 根}$$

据发电公司 i 在其他所有发电公司发电量给定的情况下谋求自身利润最大化的假设, 我们可以计算出发电公司 i 的边际收益为:

$$MR_i = \frac{\partial \pi_i(q_i, q_{-i})}{\partial q_i} = p(q_i + q_{-i}) + q_i \frac{dp}{dQ} \quad (4)$$

令发电公司 i 的边际收益等于它的边际成本, 我们便可以得到该发电公司的最优反应函数。如果在进行这一演算时 q_{-i} 没有被看作是给定的, 那么 q_{-i} 是 q_i 的函数, 发电公司 i 的边际收益就变成:

$$MR_i = \frac{\partial \pi_i(q_i, q_{-i})}{\partial q_i} = p(q_i + q_{-i}) + q_i \frac{dp}{dQ} (1 + \frac{dq_{-i}}{dq_i}) \quad (5)$$

式中: $\lambda_i = dq_{-i}/dq_i$ 是发电公司 i 的推测变分, 它指其他所有发电公司随着发电公司 i 的发电量变化而变化的途径。

根据鲍利或希克斯的观点^[13], 若将推测变分视为不变, 即:

$$\frac{dq_{-i}}{dq_i} = \lambda_i \quad (6)$$

当 $\lambda_i = 0$ 时即为古诺状况, 即独家垄断。此时, 无论发电公司 i 如何改变发电量, 其他所有发电公司的发电量都会保持不变。当 $\lambda_i = -1$ 时为完全竞争, 即如果发电公司 i 限制它的发电量 q_i , 其他发电公司就会提高发电量 q_{-i} 。而当 $\lambda_i = 1$ 时为完全合谋, 即如果发电公司 i 限制它的发电量 q_i , 其他发电公司也将限制产量 q_{-i} 。

2 电力市场的寡头竞争模型

在一般的推测变分情况下, 发电公司 i 利润最大化的一阶条件为:

$$p(q_i + q_{-i}) + q_i \frac{dp}{dQ} (1 + \lambda_i) - \frac{dc_i(q_i)}{dq_i} = 0 \quad (7)$$

我们将式 (7) 的一阶条件重新表述, 那么第 i 家厂商的市场力, 用勒纳指数可以表示为:

$$L_i = \frac{p - c'_i(q_i)}{p} = -\frac{q_i}{p} \frac{dp}{dQ} (1 + \lambda_i) \quad (8)$$

其中: $c'_i(q_i) = dc_i(q_i)/dq_i$ 是发电公司 i 的边际成本。

将式 (1) 代入式 (5) 可以得到发电公司 i 的边际收益是:

$$MR_i = p + q_i \frac{dp}{dQ} (1 + \lambda_i) = e - f(q_i + q_{-i}) - fq_i(1 + \lambda_i) \quad (9)$$

发电公司 i 的边际成本是:

$$MC_i = \frac{dc_i(q_i)}{dq_i} = b_i + c_i q_i \quad (10)$$

令 $MC_i = MR_i$, 根据式 (9) 和式 (10) 可以得到发电公司 i 在其他发电公司的发电量为 q_{-i} 时的最优发电策略是:

$$q_i^* = \frac{e - b_i - fq_{-i}}{f + (1 + \lambda_i)f + c_i} \quad (11)$$

当寡头竞争电力市场达到纳什均衡时, 由式 (9) 和式 (10) 可以得到

$$q_i^* = \frac{p - b_i}{f(1 + \lambda_i) + c_i} \quad (12)$$

将式 (12) 代入式 (1) 得到市场统一出清电价为:

$$p^* = \left(e + \sum_{i=1}^N \frac{fb_i}{f(1 + \lambda_i) + c_i} \right) / \left(1 + \sum_{i=1}^N \frac{f}{f(1 + \lambda_i) + c_i} \right) \quad (13)$$

将式 (13) 代入式 (1) 整理得到电力市场总发电量为:

$$Q^* = \left(\sum_{i=1}^N \frac{e - b_i}{f(1 + \lambda_i) + c_i} \right) / \left(1 + \sum_{i=1}^N \frac{f}{f(1 + \lambda_i) + c_i} \right) \quad (14)$$

3 算例分析

假设电力需求曲线为 $p = e - fQ = 100 - 0.1Q$, 三家电力公司的成本系数见表 1。

表 1 各发电公司的成本系数

Tab. 1 Cost coefficients of firms

公司	a	b	c
1	0	1	0.01
2	0	2	0.02
3	0	4	0.04

3.1 考虑 3 个发电公司的推测变分都相等的情况

当 $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 = \lambda$ 的时候, 各家发电公司的发电量 q_i , 市场力 L_i , 收益 π_i 与推测变分 λ 的关系曲线分别如图 1~3 所示。

图中, $\lambda = -1$ 对应着完全竞争的情况, 市场总发电量是最多的, 电价是最低的, 在这种情况下, 由于发电公司 3 的发电成本最高, 所以发电公司 3 的发电量和收益是非常少的。 $\lambda = 1$ 对应着三家发电公司完全合谋的情况, 市场总发电量是最少的, 电价是最高的。随着 λ 的增加, 总发电量会变得越

来越少, 电价会不断上升, 各家发电公司的市场力和收益也不断增加。从图中还可以看到, 发电公司的发电成本越低, 其发电量就越多, 其收益和市场力也均高于竞争对手。因此, 成本高的发电公司在竞争中处于不利的地位。在本例中, 不管 λ 等于多少, 只要 $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 = \lambda$, 都存在 $q_3 < q_2 < q_1$,

$$L_3 < L_2 < L_1, \pi_3 < \pi_2 < \pi_1。$$

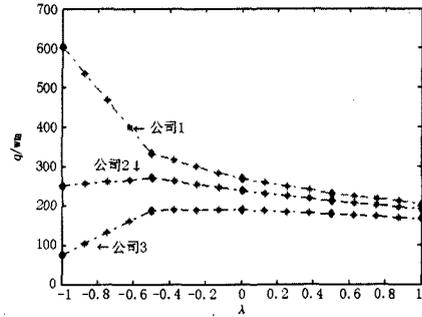


图 1 各家发电公司发电量 q_i 与推测变分 λ 的关系图

Fig. 1 Relationships between λ and generated energy q_i of each company

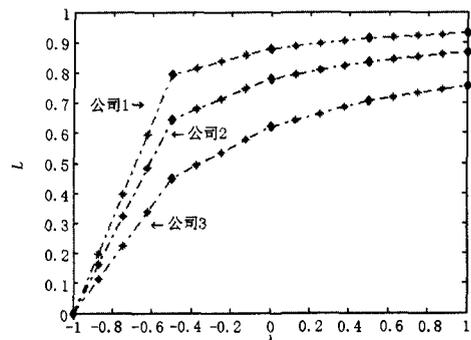


图 2 各家发电公司市场力 L_i 与推测变分 λ 的关系图

Fig. 2 Relationships between λ and market power L_i of each company

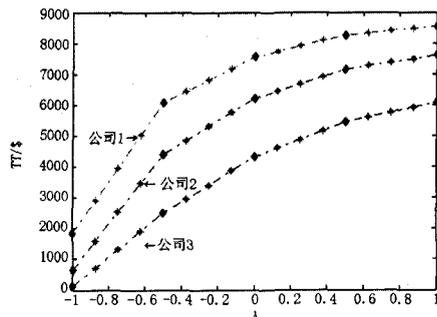


图 3 各家发电公司收益 π_i 与推测变分 λ 的关系

Fig. 3 Relationships between λ and profit π_i of each company

3.2 考虑 3 个发电公司的推测变分不全相同的情况

当推测变分不完全相等的时候，情况就会与上面讨论的有所不同。假设 $\lambda_1 = -0.5, \lambda_2 = 0.5, \lambda_3 \in [-1, 1]$ 和 $\lambda_1 = 0.5, \lambda_2 = -0.5, \lambda_3 \in [-1, 1]$ 这两种情况，即在其它发电公司的推测变分已经确定的情况下，发电公司 3 的推测变分取不同的值，那么发电量、收益、市场力都会对应不同的值。发电量 q_3 、收益 π_3 、市场力 L_3 与推测变分 λ_3 的关系曲线分别如图 4~6 所示。

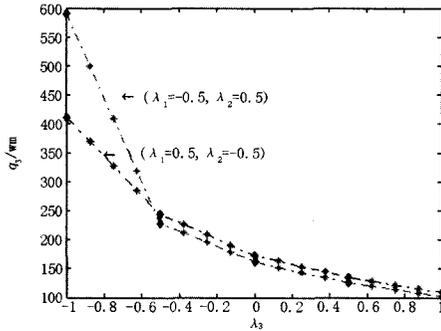


图 4 发电量 q_3 与推测变分 λ_3 的关系

Fig.4 Relationships between λ_3 and generated energy

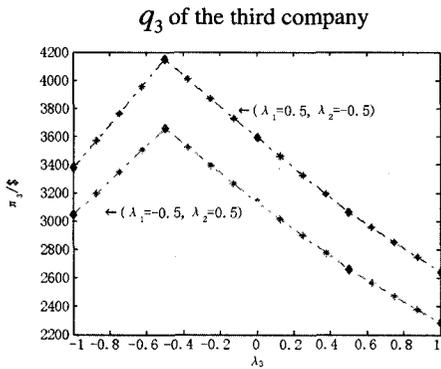


图 5 收益 π_3 与推测变分 λ_3 的关系

Fig.5 Relationships between λ_3 and profit π_3 of the third company

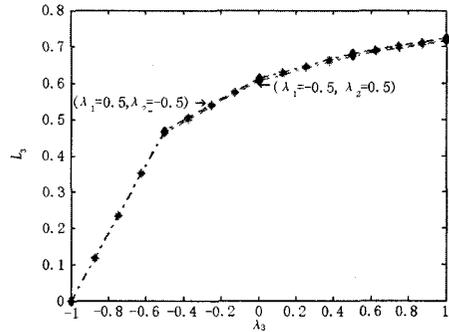


图 6 市场力 L_3 与推测变分 λ_3 的关系

Fig.6 Relationships between λ_3 and market power L_3 of the third company

在收益曲线图中，其它发电公司的推测变分的取值对发电公司 3 的收益有很大的影响，由于公司 1, 2 分别把推测变分设为 $\lambda_1 = -0.5, \lambda_2 = 0.5$ ，所以在这种情况下公司 3 的收益相对较低，当公司 1, 2 分别把推测变分设为 $\lambda_1 = 0.5, \lambda_2 = -0.5$ 的时候，公司 3 的收益才变得相对较高。

从这组图中还可以看到市场力随着推测变分的增大而增大，发电量随着推测变分的增加而减少。发电公司 3 的最大收益不是发电量或者市场力的单调函数，当推测变分在 -1 到 0 之间取某个值的时候，发电公司的收益到达最大值。

3.3 成本高的发电公司的收益超过成本低的发电公司的收益

前面所述，当 $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 = \lambda$ 的时候，成本高的发电公司在竞争中处于不利的地位，但是如果成本高的发电公司适当运用推测变分，则有可能在收益上超过成本低的发电公司，计算结果见表 2。一般情况下发电公司的推测变分是在 -1 到 1 之间取值，为了不失一般性，取 -0.5, 0 和 0.5 赋值给 λ_i 进行分析。在 $\lambda_1 = -0.5, \lambda_2 = 0.5, \lambda_3 = -0.5$ 情况下，公司 2 的市场力最高，但是其收益是最低的，

表 2 各家发电公司推测变分不全相等时的计算结果

Tab. 2 Results of equilibrium points when the conjectural variations are not equal

推测变分 λ_i	发电量 q_i /MW			市场力 L_i			收益 π_i /\$		
	q_1	q_2	q_3	L_1	L_2	L_3	π_1	π_2	π_3
$\lambda_1 = -0.5$ $\lambda_2 = 0.5$ $\lambda_3 = -0.5$	392.883	132.782	228.589	0.799	0.81	0.465	8489.646	2820.977	3657.702
$\lambda_1 = 0.5$ $\lambda_2 = -0.5$ $\lambda_3 = -0.5$	155.719	341.643	243.5	0.901	0.659	0.47	3758.497	7003.193	4150.458

因为当它在降低发电量引起电价上升的同时,其它两家公司却增加了发电量,所以,成本最高的公司3的收益也可以超过公司2的收益。更有代表性的是当 $\lambda_1 = 0.5$, $\lambda_2 = -0.5$, $\lambda_3 = -0.5$, 成本最高的发电公司3的收益超过成本最低的公司1。可见,在电力市场中,成本越低的发电公司其收益并不一定越高,市场力越高的发电公司其收益也并不一定越高。

4 结论

新经验主义产业组织学在对电力市场中寡头垄断情况下的所有静态模型及其结果进行分类时是非常有用的,它对电力市场中市场结构与发电公司的行为和收益之间的相互关系进行理论设定方面更有价值。电价的急剧上升主要是由于投入成本和电力需求的上升使得发电公司面临的剩余需求曲线更加缺乏弹性,进而使得发电公司更有动力行驶单边市场力,所以发电公司为了获取高额利润会通过设定自己的推测变分来调整市场力。当所有发电公司的推测变分都相等时,发电成本低的公司处于有利的地位;当所有发电公司都可以调整自己的推测变分以获取更多的收益时,只要推测变分设定适当,成本高的公司也可以获取高利润,甚至超出成本低的公司。

参考文献

- [1] 王锡凡.我国电力市场竞价模型框架探讨[J].中国电力,2000,33(11):37-40.
WANG Xi-fan. Study on Framework of Bidding System Model for Power Market in China[J].Electric Power,2000,33(11):37-40.
- [2] Visudhiphan P, Ilic M D, Mladjan M. On the Complexity of Market Power Assessment in the Electricity Spot Markets[A]. In : IEEE Power Engineering Society Winter Meeting[C]. New York : 2002. 440-446.
- [3] 宋依群, 侯志俭.电力市场三种寡头竞争模型的市场力分析比较[J]. 电网技术,2003,27(8):10-15.
SONG Yi-qun, HOU Zhi-jian. Comparison of Market Power in Three Oligopoly Models of Electricity Market[J]. Power System Technology,2003,27(8):10-15.
- [4] 丁军威, 沈瑜, 康重庆,等.一种衡量发电商市场控制力的新指标[J].电力系统自动化, 2003, 27 (13): 24-67.
DING Jun-wei, SHEN Yu, KANG Chong-qing. A New Index for Evaluating Generator's Market Power[J]. Automation of Electric Power Systems, 2003,27(13):24-67.
- [5] Joskow P L. California's Electricity Crisis[J]. Oxford Reviews of Economic Policy,2001,17(3):365-388.
- [6] 杜立民, 史晋川.电力市场中市场力的监测: 一个综述[J].浙江大学学报, 2007, 37 (4): 153-162.
DU Li-min, SHI Jin-chuan. The Monitoring of Market Power in Wholesale Electricity Markets: a Survey[J]. Journal of Zhejiang University(Humanities and Social Sciences),2007,37(4):152-162.
- [7] YANG Jian, Jordan G. System Dynamic Index for Market Power Mitigation in the Restructuring Electricity Industry[A]. In : IEEE Power Engineering Society Summer Meeting[C]. Seattle : 2000. 2217-2222.
- [8] Gan D, Bourcier D V. A Simple Method for Locational Market Power Screening[A]. In : IEEE Power Engineering Society Winter Meeting[C]. New York : 2002. 434-439.
- [9] 林济铿, 倪以信, 吴复立.电力市场中的市场力评述[J]. 电网技术, 2002, 26 (11): 70-76.
LIN Ji-keng, NI Yi-xin, Wu F F. A Survey of Market Power in Relation with Electricity Market Structure[J]. Power System Technology,2002,26(11):70-76.
- [10] 杨力俊, 郭联哲, 谭忠富. 几种发电商市场力评估指标的对比分析[J]. 电网技术, 2005, 29 (2): 28-33.
YANG Li-jun, GUO Lian-zhe, TAN Zhong-fu. Comparison and Analysis of Several Market Power Assessment Indices for Power Generation Company[J]. Power System Technology,2005,29(2):28-33.
- [11] 袁诚.新经验产业组织研究与应用[J]. 经济科学, 2004,(5):14-23.
YUAN Cheng. Study and Application of New Empiricism Industrial Organization[J]. Economic Science, 2004,(5):14-23.
- [12] 郭海涛.市场势力理论研究的新进展[J].经济评论,2006,(3):132-139.
GUO Hai-tao. New Advances in The Study of Market Forces Theory[J]. Economic Review,2006,(3):132-139.
- [13] 斯蒂芬·马丁.高级产业经济学[M].上海:上海财经大学出版社, 2003.
Martin Stephen. Advanced Industrial Economics[M]. Shanghai: Shanghai University of Finance and Economics Press,2003.

收稿日期: 2008-07-07; 修回日期: 2008-09-06

作者简介:

郑兆典(1984-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向为电力市场; E-mail: ainey.zzd@gmail.com

何艺(1984-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向为电力市场;

王健(1965-), 女, 博士, 副教授, 主要研究方向为电力市场。