

单边开放电力市场的稳定性分析及对策

迟正刚

(青岛大学电气及自动化学院, 山东省青岛市 266071)

摘要: 运用博弈论对单边开放电力市场中寡头厂商的动作行为进行了分析, 结果表明: 过分依赖现货市场的自由竞争将导致市场不稳定。要维持电力市场稳定运行, 必须在现货市场的基础上进一步完善其他的市场运行机制, 其中, 建立发电安装容量市场、远期合约市场和期货市场是两种有效的手段。发电安装容量市场的存在可以保证电力市场处于一种有效竞争状态, 而远期合约市场和期货市场的建立既可以正确引导长期发电投资的增长, 也可以削弱寡头厂商在现货市场中的市场力量。

关键词: 电力市场; 稳定性; 博弈论; 均衡

中图分类号: TM73; F123.9

0 引言

世界电力改革是从美国和英国开始的, 其共同特点是非管制化, 即市场化, 目的都是通过引入竞争机制提高劳动生产率, 降低生产成本。但是, 电力工业不同于其他工业系统。由于电能不能大量存储, 因此要求电能的生产与消费必须保持实时平衡, 这就对电力市场运行的稳定性提出了更高的要求。也可以说, 电力生产能否稳定运行是电力工业改革能否成功的一个关键因素。目前, 国内外对电力市场稳定性问题的研究刚刚起步^[1]。2001 年 1 月发生的美国加州电力市场的电力危机说明, 对于如何确保电力市场的安全稳定运行, 无论在理论上还是在实践中都有待进一步探索。许多国家的电力市场改革实际上就是一个不断探索的过程, 而大多数国家都采用了渐进式的改革方法, 我国也不例外。渐进式的改革一般先从开放发电市场入手, 采取只开放发电市场而对供配电市场暂不开放的单边开放运行模式, 如美国的加州电力市场和我国现在进行电力市场改革试点的部分省市电网。采用发电厂竞价上网的方法, 虽然从理论上可以在发电侧引入竞争机制, 降低发电成本, 但实践表明, 这种市场结构是不稳定的, 因此, 有必要对这一模式的市场稳定性机理进行分析并找出相应的对策。

1 单边开放电力市场中发电厂商行为分析

从发电厂的规模效益看, 电力市场不可能是微观经济学意义下的完全竞争市场, 只能是寡头竞争市场, 而且基本上是同质产品市场。

由博弈论可知, 当厂商的战略变量是产品产量时, 根据古诺-纳什均衡理论, 对于同质产品的寡头

竞争市场, 在市场均衡点处有下面的古诺寡头定价公式成立^[2]:

$$\frac{p - c_i}{p} = \frac{s_i}{|\epsilon|} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

式中: p 为均衡价格; c_i 为厂商 i 的边际成本函数; s_i 为厂商 i 的市场均衡份额; ϵ 为均衡点处需求的价格弹性 (又称需求弹性)。

式(1)左端正是厂商 i 的勒纳指数 L_i , 它反映了寡头厂商操纵市场价格的能力, 即市场力量的大小。勒纳指数越大, 厂商的市场力量越大。根据式(1)可以得出在市场均衡点处寡头厂商的勒纳指数为:

$$L_i = \frac{s_i}{|\epsilon|} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

由式(2)可知, 寡头厂商的市场力量取决于需求的价格弹性和该厂商所占有的市场份额。当 s_i 趋近于 0 或 $|\epsilon|$ 趋近于 ∞ 时, L_i 趋近于 0。可见, 当需求弹性很大时, 即使由独家垄断经营 ($s_i = 1$), 垄断厂商所能获得的超额利润也很低, 其定价接近于完全竞争市场的 $p = c_i$ 的结果。同样, 当厂商数量众多时, 即使对于一些需求弹性很小的商品, 厂商的市场力量依然很弱 (如农产品市场)。

但是, 对于电力市场, 由于规模经济的作用, 厂商的数量不可能很多, 即 s_i 较大。此外, 电能是目前社会生产和居民生活的必需品, 需求弹性较低, 居民用电的需求弹性估计值仅为 0.13^[3]。由此可见, 对于我国目前所要构造的电力市场, 发电厂商将拥有较强的市场力量。

单边开放的电力市场锁定了需求侧的购电价, 因此需求弹性为 0, 从式(2)可以得出, 寡头厂商的勒纳指数趋向于 ∞ 。这不仅意味着厂商拥有非常强的市场力量, 可以任意地抬高上网电价, 而且, 此时的市场根本不能处于一种稳定的均衡状态。

要实现稳定的市场均衡, L_i 的取值范围应该在

0~1 之间。在此范围内, L_i 的值越大, 厂商的市场力量越大。 $L_i > 1$ 意味着厂商的边际收益为负, 即式(1)成立的前提条件(边际收益等于边际成本)不再存在, 此时的市场不可能达到一个稳定的均衡。可见, 对于寡头市场, $(s_i/|\epsilon|) < 1$ 是市场稳定均衡的一个必要条件。

实际上, 就一般的市场而言, 当 $(s_i/|\epsilon|) \geq 1$ 时, 厂商可通过限产提价使 $s_i/|\epsilon|$ 减小, 直至小于 1, 达到市场稳定均衡状态。而单边开放的电力市场 $|\epsilon| = 0$, 因此, 无论怎样限产提价都不可能使 $(s_i/|\epsilon|) < 1$, 这样的市场必然是不稳定的。

美国加州电力市场在 1998 年运行之初表现良好, 发电厂商的批发电价确实有所下降, 只是在 2000 年以后才出现稳定性问题。这时, 随着需求的扩大, 发电供应出现不足, 导致批发电价逐步上涨, 现货市场电价比电力市场开始运行时的电价上涨了 10 多倍, 使得电网公司濒临破产。更为严重的是, 由于系统备用容量只有 1.5% 左右(严重不足), 导致加州在 2001 年 1 月中下旬经历了二次世界大战以来首次强制性分区轮流停电, 上百万人受到影响^[4]。

如何解释这个现象? 笔者认为, 前面分析的寡头厂商的市场力量是在市场均衡(即总供给等于总需求)时获得的, 在此条件下, 寡头厂商可以通过降低产量来减少总供给, 以谋求提高市场价格。而需求弹性为 0, 意味着需求必须被满足, 这样一来, 微量的供给减少就会导致很高的价格上涨, 厂商具有很强的市场力量来操纵市场价格。美国加州电力市场建立之初处于一种供给大于需求的状况, 并没有达到古诺-纳什均衡状态, 因此寡头厂商的市场力量并没有一开始就表现出来, 此时, 需求弹性为 0 给厂商带来的只是更大的竞争压力。降低价格并不能带来需求的扩大, 只能通过使低效率厂商退出来减少总供给量, 实现供需平衡。对这一均衡过程, 可以采用厂商以产品价格作为战略变量的贝特朗模型来说明。在贝特朗模型中, 厂商是以选取产品定价作为竞争手段。那么, 在有 n 个厂商、总需求函数为 $X(p)$ 的同质产品市场上, 贝特朗竞争意味着每个厂商都面对着一个不连续的需求函数:

$$x_i = \begin{cases} X(p_i) & p_i < q \\ \frac{X(p_i)}{k} & p_i = q \\ 0 & p_i > q \end{cases} \quad (3)$$

式中: $q = \min\{p_j | j \neq i\}$; k 是定价为 q 的厂商个数; $i = 1, 2, \dots, n$ 。

该需求函数的含义是: 若厂商定价比其他所有对手的价格都低, 他将获得全部市场; 若他与一些对手共同制定了市场最低价, 他将与这些对手共同分享市场; 只要有 1 个以上的对手定价比他低, 他一件

产品也卖不出去。根据式(3)不难得到这样的结果: 当各厂商的边际成本都相等且为常数 c 时, 贝特朗-纳什均衡的结果是各厂商以 $p_i = c (i = 1, 2, \dots, n)$ 的价格平分市场份额; 当各厂商的边际成本仍是常数但有差异时, 不妨假设 $c_1 < c_2 < \dots < c_n$, 贝特朗-纳什均衡的结果是拥有最低边际成本的厂商以 $p = c_2$ 的价格占据整个市场。

贝特朗模型的纳什均衡结果显示了两种极端的情况: 当各厂商的边际成本相同时, 会出现均衡价格等于边际成本的情况; 当各厂商的边际成本有差异时, 均衡状态是边际成本最低的厂商独占整个市场。这两种结果都与实际的寡头市场有所区别。出现这一现象的主要原因是, 贝特朗模型假设厂商具有无限大的生产能力, 而实际的寡头厂商的生产能力大多会受到某些限制, 至少在一定时期内厂商的生产能力是有限的, 而不会是无限大。

虽然贝特朗-纳什均衡的结果与实际情况有差异, 但它揭示了这样一个基本规律: 当市场的总供给远远大于总需求时(相当于厂商具有无限的生产能力), 寡头厂商间的价格竞争将不可避免, 这一竞争过程一方面使市场价格趋向于产品的边际成本, 另一方面使边际成本过高的厂商被淘汰出局。当市场的总供给与总需求趋于均衡时, 在考虑厂商具有生产能力限制的贝特朗模型中, 寡头厂商仍可以获得一定的市场力量, 在一定条件下与古诺-纳什均衡所显示的结果相一致^[5]。

由此可以得出结论: 单边开放的电力市场是无法依靠自身的调节机制实现稳定运行的。当市场上总供给大于总需求时, 寡头厂商会通过价格竞争来淘汰边际成本过高的厂商, 在这一过程中, 电力市场是稳定而又有效率的; 而当电力市场的总供给与总需求趋于均衡, 此时的寡头厂商就具有足够强大的市场力量来操纵价格, 造成市场价格飞涨, 这时的市场是不稳定的和缺乏效率的。由于受时间、资金、技术等因素的制约, 使新的发电厂商的进入受到阻碍或滞后, 即使价格波动最终会通过市场的自发调节而收敛到一个稳定值, 但市场价格的长时间、大幅度波动也是人们无法接受的。因此, 必须采取其他有效的措施来保证单边开放的电力市场能够安全稳定地运行, 换言之, 政府的干预是必不可少的。

2 政府调控措施

美国加州电力市场的结局表明, 过于依赖现货市场的自发调节难以达到令人满意的结果, 因而需要政府适当地干预, 这就需要权衡稳定与效率的关系。由于电力市场改革的目的是要从政府管制下的独家垄断经营的低效率模式转向市场竞争的高效率运行机制, 对于单边开放电力市场中政府干预方

法的选择切不可照搬原有的模式,而应该尽可能利用市场竞争的办法来提高效率,即建立一套更为合理的市场竞争规则来约束寡头厂商的市场力量。

从前面的分析可知,影响寡头厂商市场力量的因素除了需求的价格弹性和厂商所占有的市场份额以外,产品的供求关系也是一个重要因素。对于需求弹性为0的单边开放的电力市场,有效的办法是保证电力市场中有足够的供给,使厂商始终感受到竞争的压力而无法获取市场力量。具体地讲,在短期,应该保证电力市场有足够的备用发电安装容量;在长期,应该保证有足够的电力建设投资,以维持发电、输电容量的稳定增长。

2.1 建立发电安装容量市场

要实现上述目标,一种办法是在现货市场、辅助市场的基础上建立发电安装容量市场。现货市场实现电能实时平衡,辅助市场提供运行备用容量,以保证在出现负荷波动、系统设备故障时维持电能实时平衡。运行备用容量由系统可靠性(充裕度)决定,一般为日计划负荷的7%~13%,并与系统结构参数有关,同时要求作为第一类事故备用,因此,其容量应当大于系统内最大一台发电机组的容量。运行备用容量的价格主要由市场来决定。

发电安装容量市场主要提供装机备用容量,即对那些没有被现货市场和辅助市场选中的发电机组给予一定的安装容量费用。该市场的存在实际上为电力市场中总供给大于总需求提供了保障。其容量的确定主要考虑约束寡头厂商的市场力量,如果没有其他限制厂商市场力量的措施,那么发电安装容量市场的总容量应至少大于电力市场中最大厂商的发电容量,这样才能在非合作寡头市场中保持市场的稳定。由于发电安装容量费最终要计入平均发电成本,发电设备备用容量比例过大,会大大提高发电成本,所以,应尽可能地增加厂商数量、限制厂商的市场份额。

发电安装市场中安装容量费用的确定方法与现货市场上网电价的决定方法不同。现货市场的电价完全由市场供求关系决定,而安装容量费用基本上是由政府决定的,其目标是保证一部分未能获得上网发电机会的发电机组仍能留在电力系统内,确保系统始终拥有足够的备用发电容量。如果发电安装容量市场的容量价格高于某一发电厂商的平均可变成本,那么该厂商肯定会选择留在电力系统内,即使容量价格低于其平均可变成本,只要能够补偿一部分其退出电力系统所造成的“沉没成本”,选择留在电力系统内仍是合算的。可见,发电安装容量市场的存在降低了发电设备的投资风险,也就相当于削弱了进入电力市场的壁垒,有利于增强市场的竞争性。

2.2 建立电力远期合约市场

限制厂商市场力量的另一个有效手段是建立电力远期合约市场。远期合约市场形成的主要动力来源于市场参与者回避价格风险的意图。同时,远期合约市场的建立使现货市场的市场容量在电力市场总市场容量中的比例下降,因此可以减弱现货市场的电价波动对电力市场结算电价的影响。

进一步讲,由于现货市场的市场容量减少,使寡头厂商在现货市场进行价格竞争时几乎不存在生产能力的限制,市场均衡的结果将更接近于贝特朗-纳什均衡。假如现货市场的发电容量小于电力市场中两个最大厂商中的较小厂商的发电容量,一旦这两个厂商将所有发电容量用于现货市场的竞争,那么,在现货市场上将出现按边际成本定价的情况,即达到贝特朗-纳什均衡。在这种情况下,寡头厂商会将其主要发电容量投入到远期合约市场,减少可操纵的现货电量,从而降低他在现货市场中的份额,有效地抑制寡头厂商在现货市场上的市场力量。相对于波动频繁的美国加州电力市场而言,在运行平稳的英国电力市场中,80%以上的电力交易都是通过远期合约市场进行的^[6]。应当注意的是,单边开放的电力市场存在结构性的缺陷,如果单独利用远期合约市场的作用来稳定电力市场的均衡价格,那么,合约电价的制定不能完全由市场决定,而应由发电公司与电网公司共同协商,经政府机构权衡后定价。

电力远期合约市场的进一步完善和发展,可以形成电力期货市场。期货市场不仅在回避价格风险方面更加有效和灵活,而且它还有一个更重要的功能,就是发现价格。由于期货交易是在非常严格的规章制度下进行的相对“公平、公开、公正”的交易,这种交易形成的价格代表了一种未来的趋势,对经营者和投资者有较强的指导性。特别是对于电力工业这种建设周期长、投资规模大的基础性行业来说,仅仅依靠现货市场的价格走向来决策未来的发电投资要承担很大的风险。利用期货场所形成的价格来作为电力投资的决策依据,可以大大降低电力投资的风险,保证发电投资能随着需求的增长而增长,从而维持电力市场的长期稳定。

3 结论

对于单边开放的电力市场,为了使其安全、稳定、高效地运行,不能仅依靠一个现货市场的竞价上网机制,必须建立一套完善的市场运作机制来约束寡头厂商的市场力量,其中,建立发电安装容量市场、长期合约市场及期货市场是非常有效的手段。

应当看到,单边开放电力市场的缺陷是人为造成的,即人为地固定电力市场的销售价格,造成电力

需求的价格弹性为 0。这种人为地扭曲需求弹性的做法不仅会影响电力市场的稳定运行,而且会导致电力需求的盲目扩张,造成资源浪费。很显然,这种类型的电力市场是属于过渡形式的市场结构,只要采取一系列的制约措施是能够实现安全稳定运行的,但其运行效率恐怕不会比传统的垂直一体化结构有明显的提高。开放售电侧电价,构造双边开放的电力市场是必然的趋势。然而,在短期,由于电力需求的价格弹性很低,电力供需仍要实时平衡,单边开放电力市场与双边开放电力市场并没有很大的区别,因此单边开放电力市场的一些稳定运行的措施对于双边开放电力市场仍有一定的借鉴意义。从长期来看,电力需求仍具有一定弹性,这种弹性在电力长期合约市场和期货市场会发挥很重要的调节作用,对稳定电力市场的电价将起到积极的促进作用。

参考文献

1 汤玉东,吴军基,邹云(Tang Yudong, Wu Junji, Zou Yun). 电

力市场的稳定性研究(The Research on the Stability of Power Market). 电力系统自动化(Automation of Electric Power Systems),2001,25(4):11~15

2 蒋殿春(Jiang Dianchun). 高级微观经济学(Advanced Microeconomics). 北京:经济管理出版社(Beijing: Economic Management Publishing House),2000

3 Heinz Kohler. Intermediate Microeconomic Theory and Applications. 2nd ed. New York: Scott Foresman, 1986

4 文福拴(Wen Fushuan),David A K. 加州电力市场失败的教训(Lessons from Electricity Market Failure in California). 电力系统自动化(Automation of Electric Power Systems),2001,25(5): 1~5

5 丹尼斯·卡尔顿(Dennis Carlton). 现代产业组织(Modern Industrial Organization). 上海:上海人民出版社(Shanghai: Shanghai People's Publishing House),1998

6 Cheng D T Y. Economic Analysis of Electricity Market in England and Wales. IEEE Power Engineering Review, 1999, 19(4): 57~59

迟正刚(1965—),男,硕士,副教授,研究方向为电力市场。E-mail: Zhenggangchi@163.com

STABILITY ANALYSIS AND COUNTERMEASURE FOR UNILATERAL OPEN ELECTRICITY MARKET

Chi Zhenggang (Qingdao University, Qingdao 266071, China)

Abstract: According to the analysis of oligopoly reaction in unilateral open electricity market with Game Theory, excessive dependence on the spot transaction will inevitably result in the instability of market. For keeping the stability, it is necessary to set up generating capacity market besides spot market. That ensures the electricity market in the state of effective competition. The establishment of forward contract market and futures market not only guides the increase of long-term generating investment, but also weakens the market power of oligopoly in spot market.

Key words: electricity market; stability; game theory; equilibrium