

# 一类交易中的竞标策略问题

翟桥柱<sup>1</sup>, 刘亚安<sup>2</sup>, 王庆<sup>1</sup>, 刘亚玲<sup>3</sup>

(1. 西安交通大学 系统工程研究所, 西安 710049; 2. 空军工程大学 工程学院, 陕西 西安 710038;  
3. 安徽省阜南县科委, 安徽 阜南 236300)

**摘要:**在某些商品交易市场中,成交额及价格完全由买卖双方提出的竞标曲线的交点决定。买方经常面临的一个问题就是在不知道卖方策略的前提下,如何制订自己的竞标策略,使得能以合适的价格购进一定数量的商品。对此问题建立了数学模型,从模型出发分析了合适的买方策略应具备的特征。

**关键词:**交易;对策;竞标策略

**中图分类号:** O173      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1009-3516(2001)05-0083-03

在某些特殊的商品交易市场中,每个买方都向中介机构提交自己的购买竞标曲线,同时每个卖方也向中介机构提交自己的出售竞标曲线。中介机构通过合成双方的竞标曲线,得到总的购买曲线和出售曲线,这两条曲线的交点决定了市场价格和每个参与者的成交量。美国加州电力市场便是这种交易模式的一个典型例子<sup>[1-2]</sup>。近来,加州电力市场电价出现了大幅度波动,电价平均达到了120\$/MW·h,最高超过了700\$/MW·h。这种情况持续了半年多,导致一些大的供电公司(买电方)处于破产的边缘。本文以此为背景,用一个数学模型从理论上说明了从买方角度出发,对竞标策略加以适当修正就可以保证价格不可能长期居高不下。同样的分析也适用于卖方,即合适的竞标策略可以保证价格不可能长期低迷。最后价格稳定在一个双方都满意的范围内。

## 1 问题描述

现在从买方的角度出发,讨论合适的购买竞标曲线应具有的性质。只考虑一个买方和一个卖方进行对策的情形,后面的分析对多个的情形同样适用。先引入几个数学符号及基本假设:

$f(x)$ : 价格为  $x$  时买方想要购买的商品数量。 $f(x)$  假定为单调减的非负函数。

$c_1$ : 卖方单位生成成本。注意  $c_1$  是一个粗略估计值,对发电机来说,当产量不同时,单位生产成本是不同的<sup>[3]</sup>。它只包括纯生产成本等因素,固定成本不应折合在内。

$c_2$ : 买方愿意接受的最高价格,单位与  $c_1$  相同,且显然应有  $c_2 > c_1$ 。当价格高于  $c_2$  时,随着价格的增大买方的购买量  $f(x)$  逐渐降低。且为了便于分析,假设  $f(x)$  连续可微。

$g(x)$ : 价格为  $x$  时卖方想要卖出的商品数量。 $g(x)$  假定为单调增的非负函数。

在买方与卖方的对策过程中,二者的关系决定了价格不可能由任一方完全操纵。买方自然希望价格较低,但如果对策的结果是价格很高,买方所能做的就只能是不能让对方大赚,他只有期望用两败俱伤的结果来威慑对方。同时,当价格合适时,他也必须让对方有利可图。两败俱伤只是一种威慑,从长远来看,“双赢”的结果是皆大欢喜的,也是双方能理智接受的最好结果。

基于以上分析,从买方的角度出发考虑,卖方的利润粗略估计值为

$$P(x) = (x - c_1)f(x) \quad (1)$$

因此买方的明智之举是让函数  $P(x)$  在区间  $[c_1, c_2]$  中取正值,且先随着  $x$  的增大而增大,再随着  $x$  的增大而减小,当  $x$  大于  $c_2$  后,让  $P(x)$  非常迅速地从正值减少到零。其含义是卖方的利润选取随着价格的增大而增大,再随着价格的增大而减小。当价格大于  $c_2$  后,卖方利润非常迅速地从正值减少到零。由于  $c_1$  中未计生产固定成本,所以当利润很低时卖方实际早已亏损了。注意到  $f(x)$  的非负性,想通过调整它使  $P(x) < 0$  是不可能的。显然在式(1)中未用到任何买方不知道的信息,因此通过调整自己的竞标函数  $f(x)$ ,买方完全可以实现上述目标。

## 2 模型分析

从数学上看,以上相当于要求  $P(x)$  在区间  $[c_1, c_2]$  中取正值,最好为下凹函数(即卖方利润增长率逐渐下降),并且当  $x$  大于  $c_2$  时下降很快。对式(1)求导得

$$P'(x) = f(x) + (x - c_1)f'(x) \quad (2)$$

$$P''(x) = 2f'(x) + (x - c_1)f''(x) \quad (3)$$

由  $f(x)$  单调减知  $f'(x) < 0$ ,再由  $f(x)$  的非负性并结合式(2)可知  $P'(x)$  在区间  $[c_1, c_2]$  中靠近  $c_1$  的部分取正值,即  $P(x)$  在这部分单调增,再由  $f'(x) < 0$  并结合式(3)可知如果  $f''(x) < 0$  则有  $P''(x)$  当  $x > c_1$  时小于零,换句话说  $P(x)$  是下凹的。而  $f''(x) < 0$  意味着  $f(x)$  下凹。再结合前面要求当  $x$  大于  $c_2$  后让  $P(x)$  非常迅速地从正值减少到零这一点,可以加上下述限制

$$P'(c_2) = f(c_2) + (c_2 - c_1)f'(c_2) < 0 \quad (4)$$

式(4)的实际意义是,当价格为  $c_2$  时,价格的增高只会使卖方的利润降低,并且由于  $P(x)$  是下凹的,利润降低的速度随着价格的进一步增高将迅速变大,从而使卖方难以接受。如果买方不希望电价过分靠近  $c_2$ ,还可以再对  $f(x)$  加上如下定量限制

$$P(c_2) = (c_2 - c_1)f(c_2) < \varepsilon \quad (5)$$

式(5)的实际意义是当价格为  $c_2$  时卖方的利润不超过一个买方事先选定的小正数  $\varepsilon$ 。

综上所述,合格的买方的购电曲线  $f(x)$  应是非负、单调降、下凹的,这只是定性描述,如果要考虑进一步的定量限制,可以加上式(4)或式(4)和式(5)。图1说明了一条这样的曲线的大致形状。

类似于以上分析,也可说明对卖方来说,合适的曲线  $g(x)$  应是非负、单调增、上凹的,并可导出与式(4)和式(5)相近的公式,限于篇幅此处不做讨论。

## 3 实例

图2是加州电力市场1998年3月29日11时PX(中介机构)汇总的买方竞标曲线。从图中可见曲线的定性而言符合本文第2节的理论结果。但定量而言,图2表明当电价从  $20\$/\text{MW}\cdot\text{h}$  激增到  $200\$/\text{MW}\cdot\text{h}$  时,买方的需求变化很小,所以只要卖方适当调整自己的竞标策略,就可使电价升高的同时利润大幅度增长。结合我们前面的分析,图2中的竞标曲线是不合适的,买方应按本文第2节的结论选取较小的  $c_2$  作为自己愿意接受的最高电价。这样一来,如果电价过高,受损失的就不仅是买方了。从而若电价长期过高,发电商就要长期亏损,这个结局必然会对发电商产生相当的威慑作用。

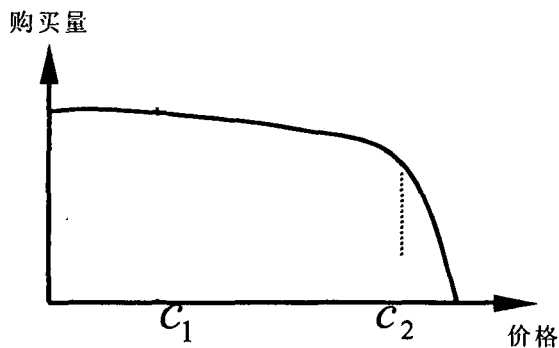


图1 一条合适的购买曲线

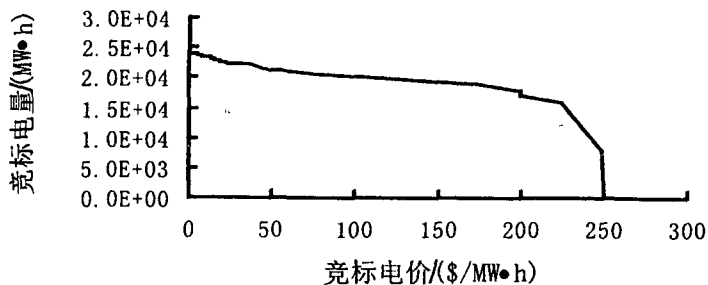


图2 汇总的买方竞标曲线

## 4 结论

近来,美国加州电力市场出现了电价长期过高的现象,政府已被迫采取了相应措施。本文研究了买方如何选取自己的竞标策略来平抑价格的问题。虽然以加州电力市场为背景,但分析方法及结论具有一般性,对我国电力市场化过程中市场运行模式的制定有一定参考价值。

**参考文献:**

[1] Alvey T, Goodwin D, Ma X, et al. A Security - Constrained Bid - Clearing System for the New Zealand Wholesale Electricity Market[J]. IEEE Transactions on Power Systems, 1998, 13(3): 986 - 991.

[2] Overbye T. Deregulating the Electric Power Grid; Engineering Challenges, in Frontiers of Engineering[M]. National Academy Press, 2000.

[3] Guan X, Lub P B. Integrated Resource Scheduling and Bidding in the Deregulated Electric Power Market; New Challenges[J]. Special Issue of Journal of Discrete Event Dynamical Systems, 1999, 9(4): 331 - 350.

### A Study of the Bidding Strategy in a Special Trade

ZHAI Qiao - zhu<sup>1</sup>, LIU Ya - an<sup>2</sup>, WANG Qing<sup>1</sup>, LIU Ya - ling<sup>3</sup>

(1. Xi'an Jiaotong University, Xi'an, 710049, China;

2. The Engineering Institute, Air Force Engineering University, Xi'an, 710038, China;

3. Funan County Science and Technology Committee, Funan 236300, China)

**Abstract:** In some markets, the volume of business and price security are determined entirely by the bidding curves of buyers and sellers. In this situation, an everyday problem facing the buyer is how to make his good bidding strategy when the seller's plan is unknown in order to purchase a certain number of commodities at proper prices. In this paper, a simple mathematical model is established in view of this problem with the result that some necessary characteristics for a good bidding curve can be obtained.

**Key words:** trade; game; bidding strategy

### 2000 年版航空、航天类核心期刊表

序号	刊名	序号	刊名	序号	刊名
1	航空学报	8	复合材料学报	14	中国航天
2	空气动力学学报	9	航空制造工程(改名为:航空工程与维修)	15	航空精密制造技术
3	推进技术	10	北京航空航天大学学报	16	导弹与航天运载技术
4	航空动力学报	11	中国空间科学技术	17	固体火箭技术
5	宇航学报	12	流体力学试验与测量	18	国防科技大学学报
6	宇航材料工艺	13	工程热物理学报	19	航天控制
7	南京航空航天大学学报			20	航空工艺技术

(摘自《中文核心期刊要目总览 2000 年版》)