

差别电价传导机制及延迟性的系统动力学模拟

施应玲¹, 孙艺新², 谭忠富¹, 庞南生¹

(1. 华北电力大学 工商管理学院, 北京 102206; 2. 北京动力经济研究所, 北京 100761)

摘 要: 本文以高耗能企业中的电解铝企业为例, 运用差别电价政策的系统动力学仿真模型, 模拟差别电价对企业的单位产品成本、用电量等指标的影响以及其最终引起企业经营决策的变化。研究表明: 差别电价对电解铝企业的“用电量增加”、“生产量”具有明显的降低效果, 且随着时间的推移, 此影响的效果越来越显现, 并且差别电价对高耗能企业的生产决策影响具有延迟效应。

关键词: 差别电价; 系统动力学; 传导机制; 延迟性

中图分类号: F402. 2 文献标识码: A 文章编号: 1002 - 980X(2009)03 - 0066 - 04

经国务院批准, 国家发改委于 2004 年 6 月对电解铝行业等 6 个高耗能产业试行差别电价政策。截至 2006 年 5 月, 全国除西藏之外的 30 个省(自治区、直辖市)均实施了差别电价政策。2006 年 9 月, 国务院办公厅转发了《国家发改委关于完善差别电价政策的意见》(国办发[2006]77 号)。其中规定, 将差别电价实施的范围由原来的 6 个产业扩大到 8 个产业, 新增黄磷和锌冶炼两个高耗能产业。对高耗能产业实施差别电价, 目的是将价格政策与产业结构调整政策联合起来, 对宏观经济进行调控, 以抑制高耗能产业盲目发展, 促进我国产业结构调整与升级, 提高能源利用的经济效益, 改善环境效应。谭显东等建立了模拟差别电价的多 Agent 模型, 讨论了差别电价政策对各行业的影响, 指出差别电价将会提高社会物价水平, 但幅度不大, 且差别电价政策会引起行业用电量的下降^[1]。施应玲等以高耗能产业中电解铝企业为例, 建立了差别电价的系统动力学仿真模型, 从微观角度研究了企业行为和市场行为对差别电价政策效果的影响^[2]。本文在此研究的基础

上, 采用系统动力学模型, 模拟差别电价政策的传导机制, 讨论差别电价政策对企业单件产品电费成本、企业用电量、生产量乃至企业经营决策的影响。此外, 本文还研究了差别政策的实施时机与企业决策变化时机之间的滞后关系。

1 差别电价政策的系统动力学模型

1990 年夏, 美国麻省理工学院的福瑞斯特教授创立了系统动力学模型(system dynamic model, 简称 SD 模型)的世界模型, 研究了全球所关注的工业、人口、资源、环境的趋势问题。由于 SD 模型能方便地处理非线性和时变现象, 能进行长期的、动态的、战略的仿真分析与研究, 故本文选用 SD 模型对差别电价的传导机制进行模拟。由于差别电价政策涉及政府、电力和其他行业等多个利益体, 故模型要将各方的相互反应和对策进行模拟。本文构建的高耗能企业差别电价 SD 模型、其系统构成要素及其之间的因果关系参见文献[2], 系统的结构方程如表 1 所示。

表 1 高耗能企业 SD 模型的系统结构方程

序号	系统结构方程	单位
1	报装延迟 = 6	月
2	平均用电量 = SMOOTH(用电量, 报装延迟)	千瓦时
3	报装容量 = 平均用电量 / (设备利用率 × 24 × 30 × 日负荷率)	千瓦时
4	设备利用率 = 0.75	-
5	单位容量电价 = 报装容量 × 容量电价 / 用电量	元 / 千瓦时
6	容量电价 = 20	元 / 千伏安 · 月
7	平均单位电价 = 差别电价 + 电度电价 + 单位容量电价	元 / 千瓦时

收稿日期: 2008 - 12 - 09

基金项目: 北京市自然科学基金项目(9072010)

作者简介: 施应玲(1965 —), 女, 湖北宜昌人, 华北电力大学工商管理学院副教授, 博士, 研究方向: 电力经济与可持续发展; 孙艺新(1983 —), 男, 辽宁丹东人, 北京动力经济研究所助理研究员, 研究方向: 电力经济; 谭忠富(1964 —), 男, 辽宁长岭人, 华北电力大学工商管理学院教授, 博士生导师, 研究方向: 电力经济与管理; 庞南生(1962 —), 男, 安徽安庆人, 华北电力大学工商管理学院副教授, 研究方向: 系统理论与优化技术。

续 表

序号	系统结构方程	单位
8	差别电价 = 0 + step (0. 04 ,6) + step (0. 05 ,12) + step (0. 05 ,24)	元/ 千瓦时
9	电度电价 = 0. 466	元/ 千瓦时
10	电费成本 = 单位电耗 × 平均单位电价	元/ 吨
11	单位产品成本 = 电费成本 + 管理成本及其他 + 原材料成本	元/ 吨
12	管理成本及其他 = 1500	元/ 吨
13	原材料成本 = 6500	元/ 吨
14	预期单位利润率 = (预期单位价格 - 单位产品成本) / 单位产品成本	-
15	产品预期单位价格 = 20000	元/ 吨
16	投资系数 = 投资计划表 (预期单位利润率)	-
17	需调整的产能 = 投资系数 × 月增加生产能力	吨
18	投资计划表	-
19	月增加生产能力 = 46320	吨
20	生产量变化延迟 = IF THEN ELSE (需要调整的生产能力 < 0 , 1 , 3)	吨
21	生产量变化值 = DELAY FIXED (需要调整的生产能力 , 生产量变化延迟 , 0)	吨
22	实际生产量 = INTEG ((+ 生产量变化值) , 初始生产能力)	吨
23	初始生产能力 = 676000	吨
24	单位电耗 = 15362	千瓦时/ 吨
25	用电增加量 = 生产量变化值 × 单位电耗	千瓦时
26	INITIAL TIME = 0	月
27	FINAL TIME = 36	月
28	SAVEPER = TIME STEP	-
29	TIME STEP = 1	月

本文以高耗能产业中的电解铝企业为研究重点,且以我国电解铝生产大省河南省为例。模型中各变量的初始数值以及常数的确定是从国家电网公司、河南省电力公司等相关机构公开的数据或内部文献直接获取的,还有部分数据是根据相关专家的估计得出的,具体参见文献[2]。

2 传导机制模拟

按照国家相关政策以及河南省出台的差别电价有关规定,从 2007 年 7 月 1 日开始,对限制类企业差别电价定为 0. 04 元/ 千瓦时,2008 年 1 月 1 日再加价 0. 05 元/ 千瓦时,2009 年 1 月 1 日再加价 0. 05 元/ 千瓦时。采用 SD 模型进行仿真分析,可以看到随着差别电价的三次提高各变量在设定的时间区间内的变化趋势。

2.1 单位产品成本

电费成本在电解铝企业的总成本中占有相当大的比例。随着差别电价的不断提高,企业的单位产品成本显著提高,用电量也有显著变化,如图 1 所示。

图 1 显示,该电解铝企业的“单位产品成本”与差别电价变化同期产生阶跃,涨幅接近 20 %。由此可见,差别电价政策在影响高耗能企业成本上具有重要的杠杆作用。

2.2 用电增加量

企业的用电量随着企业生产量的提高而增加。

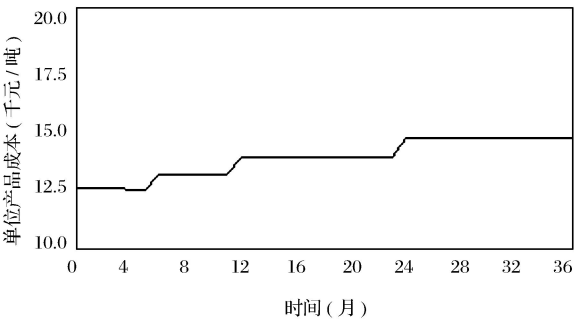


图 1 单位产品成本变化情况

由于差别电价政策的实施会影响企业的成本,最终对利润水平产生负影响,因此,如果没有其他途径可保持或增加企业单件产品的利润水平,企业将会限制生产规模的扩大,这将使得用电量的增幅发生变化,如图 2 所示。

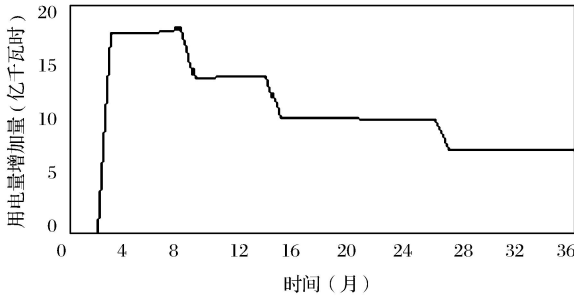


图 2 用电量增加量变化情况

在图 2 中,随着差别电价水平的三次提高,该电解铝企业的“用电增加量”保持为正值,这意味着企业仍在不断扩大产能。但从增加的幅度看,增速呈逐渐减小的趋势,证明差别电价对“用电量增加”的影响起到有效抑制效果。从三次差别电价的调整情况看,“用电增加量”阶跃的幅度依次减小,说明多次差别电价的调整对“用电增加量”的影响强度逐步减小。

2.3 生产量变化值

企业的生产规模由于电费成本的影响发生相应的变化,较差别电价政策实施前比,其生产规模的扩大幅度会下降,如图 3 所示。

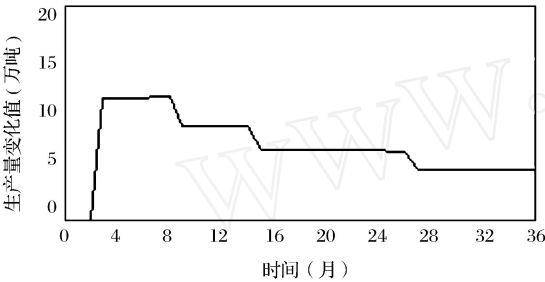


图 3 生产量变化趋势

随着差别电价的提高,虽然企业的电费成本上升,但“生产量变化值”开始减少。图 3 显示每月的“生产量变化值”有三次下降,但其仍保持为正,即企业依然在扩大产量,说明此差别电价水平还在企业的承受范围之内。

2.4 实际用电量

实际用电量变量表示该企业的用电情况,其变化趋势见图 4。

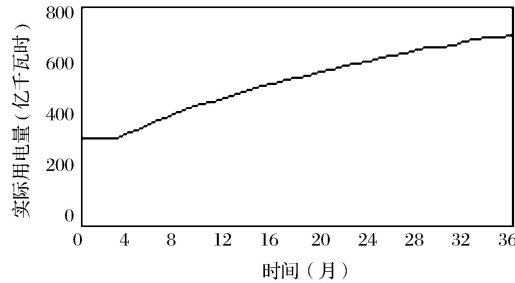


图 4 实际用电量变化趋势

在图 4 中,实施差别电价政策后,该电解铝企业的“实际用电量”仍是逐月递增的,但曲线上端逐渐变得平缓,这说明“用电量”指标虽在持续增加,但增幅逐渐减小,即差别电价政策的实施起到了抑制该企业规模扩张的作用,但并未有效限制其产能的增加。

3 延迟性分析

Forrester 认为正是延迟现象的存在使得系统状态产生波动,这增加了系统控制的难度^[3]。下面本文对差别电价政策实施中存在的两种延迟现象进行分析。

在差别电价政策的 SD 模型中,政府通过差别电价来影响电解铝企业的单位成本,电解铝企业则根据单位成本的变化和单位收益的预期来调整下一阶段的产能。

3.1 企业决策

根据 SD 模型中三次改变差别电价的水平,可以发现,不同的变量对每次差别电价变化响应时间的不同,如表 2 所示。

表 2 差别电价变化时其他变量的延迟情况

变量	第一次变化	第二次变化	第三次变化
差别电价(元)	6	12	24
单位产品成本(元/吨)	6	12	24
需调整的产能(万吨)	6	12	24
生产量变化值(万吨)	9	15	27
用电增加量(万千瓦时)	9	15	27

若将企业的活动分成“决策”和“执行”两个环节,那么“需调整的产能”(反映企业下一阶段的生产水平)就属于决策环节,“用电增加量”和“生产量变化值”(分别是企业实际用电增加和生产量变化的发生情况)则属于执行环节。

由表 2 可知,“单位产品成本”和“需调整的产能”与“差别电价”的变化是同步的,而变量“生产量变化值”和“用电增加量”对差别电价的三次变化有滞后效应,都延迟了 3 个月才相应改变。这种时间上的延迟是由于企业的决策需要一定的时间(本模型中为 3 个月)才能执行,比如增加设备、调配资源等工作都需要花费一段时间才能进行安排。此外,企业的活动是动态的,上一阶段的决策虽然还未执行,但本阶段的活动已经在影响企业下一阶段的决策了。由此可见,企业在进行生产决策的过程中存在信息不对称性,企业对生产决策的判断总是滞后于实际情况的变化。

3.2 单位容量电价变动

假设差别电价提高了三次,差别电价政策执行了 3 年,考察这 3 年时间里差别电价的 SD 模型中“单位容量电价”在设定的时间跨度里的变化趋势,

如图 5 所示。

图 5 显示:随着差别电价的不断提高,单位容量电价并未立刻提高,反而呈现出先减小后增加的趋势。这是企业改变报装容量的时间间隔比生产经营的时间间隔要长所造成的(在本系统中将前者设置为 6 个月,而后者设置为 1 个月)。这种滞后性将导致企业很难将报装容量的大小与企业用电需求及时匹配。

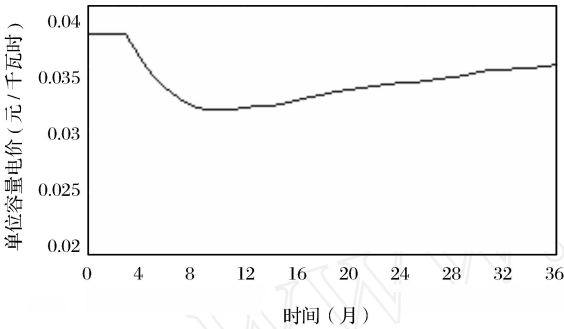


图 5 单位容量电价变化趋势

4 研究结论

第一,差别电价政策通过使企业的平均单位电价增加,在单位产品电耗不变时,增加了企业的电费成本。企业采取相应经营决策后,其“用电量增加”减幅明显,但“实际用电量”仍呈上升趋势。用电量上升,增加了企业的单位容量电价,进一步导致了企业的电费成本提高,影响其“生产量”的决策。

第二,差别电价的三次调整引起的企业“用电量增加”降幅依次减小,说明差别电价的调整序列对“用电增加量”的影响强度呈衰减现象。

第三,政府希望运用差别电价改变高耗能产业的成本结构,使整个产业向低污染、低能耗、高效率的方向发展,但政府应认识到这种影响具有明显的滞后性。

差别电价的传导机制和延迟性应该引起差别电价政策制定者和执行者的关注。差别电价政策的效果之所以没有达到政策实施之初的预期,一方面是由于政府担心有些地方实施差别电价会影响当地经济发展,因而贯彻不彻底,另一方面则是因为差别电价政策的效应具有延迟性。对不同经济发展程度的地区实施区域性的差别电价,将更具有合理性,这也可以提高差别电价的政策效应^[4]。

参考文献

- [1] 谭显东,胡兆光,张克虎,等. 构建多 Agent 模型研究差别电价对行业的影响[J]. 中南大学学报:自然科学版, 2008,39(1):172-177.
- [2] 施应玲,孙艺新,谭忠富,庞南生. 差别电价效应及影响因素的系统动力学分析[J]. 技术经济, 2008,27(8):85-89.
- [3] FORRESTER J W. Industrial Dynamics[M]. Cambridge: The MIT Press,1961:13-30.
- [4] 汪拥军,文福栓,孙东川. 基于价格歧视的区域差别电价机制[J]. 电力自动化设备,2007,27(3):10-13.

Simulation on Transmission Mechanism and Delay of Discriminatory Electricity Price Based on System Dynamics

Shi Yingling¹,Sun Yixin²,Tan Zhongfu¹,Pang Nansheng¹

(1. College of Business Management, North China Electric Power University, Beijing 102206, China;

2. Beijing Dynamic Economic Research Institute, Beijing 100761, China)

Abstract: This paper takes electrolytic aluminium enterprises as the example, and uses the system dynamic mode to simulate the influence of the discriminatory electricity price policy on enterprise's unit cost as well as electricity consumption and the change of management decision made by enterprises. The results show that: the discriminatory electricity price helps to decrease the electricity consumption addition and the production obviously, and such effects are becoming more and more obvious along with time; further more, the influence of the discriminatory electricity price on the production decision made by high energy-consuming enterprises has a delay.

Key words: discriminatory electricity price; system dynamics; transmission mechanism; delay

《销售电价管理暂行办法》规定容量电价变更时间不小于 6 个月,因此本模型中设置为 6 个月。