

基于 BARY 曲线的基本电价测算模型研究

任玉珑, 曹 凯, 关 岭

(重庆大学 经济与工商管理学院, 重庆 400044)

摘 要: 本文针对目前两部制电价中基本电费按容量计费导致基本电价水平偏低、不能合理配置电力资源的问题, 以长期边际成本理论为基础, 结合描述电力系统负荷特性同时率与负荷率关系的 BARY 经验曲线, 构建了容量成本在基本电费和电度电费中的分摊模型, 并用某市电力局提供的有关数据, 依据该模型测算了按电压等级和负荷特性划分的分类用户的基本电价。结果表明, 该模型是确定基本电价的一种可行工具。

关键词: BARY 曲线; 边际容量成本; 基本电价; 容量成本分摊

中图分类号: F407. 61 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002 - 980X(2009) 12 - 0039 - 04

目前, 我国销售电价制度中大工业电价采用两部制, 即销售电价由基本电价和电度电价两部分构成。但基本电价定价存在以下 3 个主要问题^[1-2]:

基本电价形式单一, 各省目录电价均执行统一的基本电价形式, 不存在价差; 基本电费多采用按容量计费的形式; 基本电价水平严重偏低。这些问题导致无法充分发挥电价对用户需求量的调节作用。要解决这些问题, 须在两部制电价制定中考虑用户的负荷特性, 并进一步定量研究在两部制电价设计中容量成本转化为基本电费和电度电费的比例关系, 以制定更为合理的基本电价。

针对这些问题, 本文采用长期边际成本^[3-5]测算供电成本; 在此基础上, 根据描述同时率与负荷率关系的 BARY 经验曲线^[6-9], 构建了容量成本在基本电费和电度电费中的分摊模型; 并按电压等级和负荷特性进行用户分类^[1,3,10], 计算分类用户的基本电价。

1 BARY 曲线概述

1.1 分散率与同时率

国内外对负荷分散率和同时率这两个概念的定义不一致。国内文献[3]和文献[11]中关于分散率的定义是, 针对任一组用户, 用户组的总体最大需量与各个用户各自的最大需量之和的比值。而根据国际电力词库 IEV 的定义, 同时率(coincidence factor)是一组电力设备或电力用户在一定时期内的总

体最大需求同他们在这时期内各自最大负荷之和的比值。分散率(diversity factor)为同时率的倒数。本文中的同时率和分散率的定义均依照 IEV。计算公式为:

$$CF = P_{\max} / \sum P_{i\max}; \quad (1)$$

$$DF = 1 / CF. \quad (2)$$

上式中: CF 为同时率; $P_{\max}$ 为一组用户在一定时期内的总体最大负荷; $P_{i\max}$ 为用户 i 在该时期内的最大负荷; DF 为分散率。

负荷同时率取决于: 用户的日负荷曲线形状或日负荷率; 各用户最大负荷的相对幅度; 用户的随机性和用户负荷在统计学上的交叉相关性。同时率对用户供电成本影响很大, 主要是对固定成本产生影响。

1.2 BARY 曲线

BARY 曲线是 1945 年 Bary 在长期实践的基础上通过研究分析提出的。BARY 曲线是一条关于同时率和负荷率关系的经验曲线, 描述了同时率和负荷率之间的相互关系。一般说来, 负荷率越高, 同时率也越高^[6], 见图 1。

BARY 曲线经验公式:

$$CF = 1 - \exp(\alpha \cdot LF). \quad (3)$$

两边取自然对数可得:

$$\ln(1 - CF) = \alpha \cdot LF. \quad (4)$$

式(3)和式(4)中: CF 为同时率; LF 为负荷率; α 为小于零的待估未知参数。 CF 和 LF 可以通过采

收稿日期: 2009 - 10 - 24

基金项目: 国家自然科学基金项目(90510016)

作者简介: 任玉珑(1944—), 女, 湖南人, 重庆大学经济与工商管理学院教授, 博士生导师, 主要研究方向: 电力市场与能源经济; 曹凯(1978—), 男, 湖南耒阳人, 重庆大学经济与工商管理学院硕士研究生, 研究方向: 电力市场与能源经济; 关岭(1972—), 男, 吉林省吉林市人, 重庆大学经济与工商管理学院博士研究生, 主要研究方向: 电力市场与能源经济。

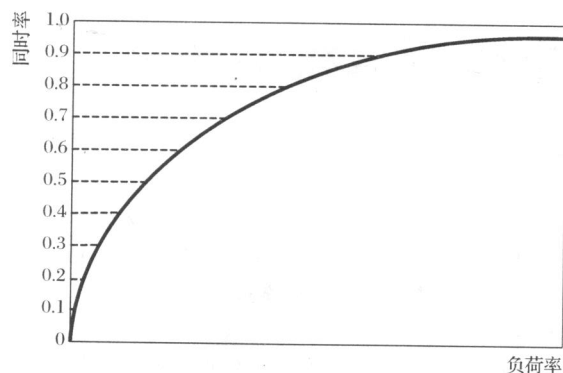


图 1 同时率与负荷率的关系图

集到的样本数据计算得到, α 可借助计量经济学软件 EVIEWS3.0 使用线性回归模型^[12-13] 得到其估计值 $\bar{\alpha}$ 。

2 边际成本计算

边际成本定价是以长期边际成本为基础, 根据各个用户用电增加引起的系统实际供电成本的增加计算而得, 它能真正反映不同供电电压、不同负荷特性的用户的实际供电成本。以长期边际成本为基础制定电力价格是在长期规划的基础上进行的, 因此这种电价在长时期内具有稳定性, 并能避免电源结构改变及投资波动对成本造成的影响。边际容量成本包括边际发电容量成本与边际输配电容量成本。

边际成本法测算步骤如下:

- 1) 选择电价设计水平年。
- 2) 计算发电边际容量成本。计算公式如下:

$$M_{cg} = \frac{I(C_R \cdot K + O_m)}{(1 - R_s) R_a} - F_s \quad (5)$$

式(5)中: M_{cg} 为边际发电容量成本; I 为发电单位千瓦投资; O_m 为运行维护费率; R_s 为厂用电率; R_a 为机组可用率; F_s 为燃煤节约费用; C_R 为平均每年回收的年金与投资的比例, 称为投资回收系数; K 为调整系数。 C_R 与 K 计算公式如下:

$$C_R = \frac{A}{Q} = \frac{i}{1 - \frac{1}{(1+i)^t}} \quad (6)$$

式(6)中: A 为每年回收的资金, 即年金; Q 为设备投资; i 为社会折现率; t 为设备的经济寿命。

$$K = I_1(1+i)^{n-1} + I_2(1+i)^{n-2} + \dots + I_n \quad (7)$$

式(7)中: I_1 、 I_2 为电厂在建设期的逐年投资流; n 为电厂建设年限。

- 3) 计算各级电压输配电边际容量成本。计算公式如下:

$$MC_t = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \times MC_{ti}}{\sum_{i=1}^n P_i} + IC'_t \quad (8)$$

式(8)中: MC_t 为边际输配电容量成本; P_i 为单位千瓦投资; MC_{ti} 为相应电压等级的输配电容量成本; n 为直接接入该电压等级的各高一级电压数; IC'_t 为本电压等级输配电线路年金, 其计算如式(9)。

各电压等级输配电年金计算公式:

$$IC_t = (K \cdot C_R + Q_m) \times \frac{\sum_{n=1}^m I_n / (1+i)^n}{\sum_{n=1}^m \Delta P_n / (1+i)^n} \quad (9)$$

式(9)中: IC_t 为各电压等级输配电年金; C_R 为投资回收系数; Q_m 为机组的运行维护费率; I_n 为第 n 年该电压等级的输配电投资; ΔP_n 为第 n 年该电压等级新增的输变电容量; m 为计算年限; i 为社会折现率; t 为设备的经济寿命。

各级电压边际输配电容量成本计算公式如下:

110kV 边际输配电容量成本 = 110kV 输配电年金 + 220kV 输配电年金 $\times$ 220kV 同时率;

35kV 边际输配电容量成本 = 35kV 输配电年金 + 110kV 边际输配电容量成本 $\times$ 110kV 同时率;

10kV 边际输配电容量成本 = 10kV 输配电年金 + 35kV 边际输配电容量成本 $\times$ 35kV 同时率。

- 4) 计算边际容量成本。

边际容量成本为边际发电容量成本与边际输配电容量成本之和。

3 容量成本的分摊模型

3.1 理论方法

容量成本是指电力商品生产和输配电中一次性投入的固定成本, 包括发电成本中的容量成本和输配电成本中的容量成本。在制定销售电价时, 必须保证容量成本的回收, 并使容量成本在各用户中合理负担。在两部制的销售电价测算中, 电量成本可直接计入电量电价, 与用户的用电量直接挂钩回收。容量成本可分解为两部分: 一部分是与负荷率、利用小时无关的固定费用, 称之为基本电费; 另一部分与负荷率、利用小时有关, 转入电度电费中。

3.2 计算模型

容量成本在基本电费和电度电费中分摊时, 首先应考虑具有不同用电特性的用户负荷特性, 确定同时率与负荷率关系曲线, 即 BARY 经验曲线。据此确定容量成本在基本电费和电度电费分摊比例系

数,其方法是:先在BARY曲线上找到某用电特性用户的负荷率 LF_i 对应的点A;然后做BARY曲线过该点的切线,切线与纵坐标轴(同时率)的交点 e_i ,即为容量成本分摊为基本电费的分摊比例系数,见图2。通过数学推导可得式(10)。

$$e_i = CF_i + \bar{\alpha} \cdot \exp(\bar{\alpha} \cdot LF_i) \cdot LF_i。$$
 (10)

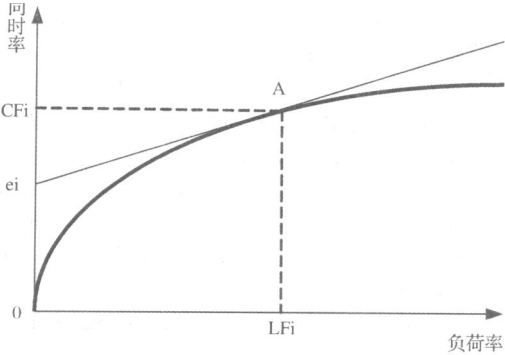


图2 容量成本分摊为基本电费的比例系数

因此,容量成本分摊模型如下:
分摊到基本电价中的边际容量成本:

$$MC_n^1 = MC_r \times e_i。$$
 (11)

分摊到电量电价中的边际容量成本:

$$MC_n^2 = MC_r \times (CF_i - e_i)。$$
 (12)

式(11)和式(12)中: MC_r 为系统边际容量成本; MC_n^1 为第*i*类用户通过基本电价回收的容量成本; MC_n^2 为第*i*类用户通过电量电价回收的容量成本。

4 基本电价实例计算

根据某市电力局提供的近几年用电负荷特性资料与“十一五”规划和2015年远景规划中的电源规划参数,用计量经济学软件Eviews3.0对式(4)回归,得待估参数的估计值 $\bar{\alpha} = -2.15$,调整的拟合优度 $R^2 = 0.89$;以2007—2015年为设计水平年,2007年为计算基准年,由长期边际成本计算公式,计算出边际发电容量成本 $M_{cg} = 1208.6$ 元/(kW·年)⁻¹。边际容量成本的计算见表1和表2。

根据容量成本分摊模型,测算出该市容量成本在基本电费中的分摊比例系数 e_i 以及基本电价,见表3。

表1 各级电压边际输电容量成本

电压等级(kV)	负荷率	同时率	输变电年金 [元/(kW·年)]	边际输电容量成本 [元/(kW·年)]
220	0.67	0.76	190.2	190.2
110	0.72	0.79	129.1	273.7
35	0.75	0.80	251.0	466.5
10	0.79	0.81	63.5	436.7

表2 各级电压边际容量成本

电压等级(kV)	边际发电容量成本 [元/(kW·年)]	边际输电容量成本 [元/(kW·年)]	边际容量成本 [元/(kW·年)]
220	1208.6	190.2	1398.8
110	1208.6	273.7	1482.3
35	1208.6	466.5	1675.1
10	1208.6	436.7	1645.3

表3 分摊比例系数和测算的基本电价

电压等级(kV)	负荷分类	负荷率	同时率	分摊比例系数 e_i	供电成本 [元/(kW·年)]	基本电价 [元/(kW·年)]
220	高	0.8	0.82	0.51	1398.8	713.4
	中	0.5	0.66	0.29	1398.8	405.7
	低	0.3	0.48	0.14	1398.8	195.8
110	高	0.8	0.82	0.51	1486.1	755.9
	中	0.5	0.66	0.29	1486.1	429.9
	低	0.3	0.48	0.14	1486.1	207.5
35	高	0.8	0.82	0.51	1692.7	854.3
	中	0.5	0.66	0.29	1692.7	485.8
	低	0.3	0.48	0.14	1692.7	234.5
10	高	0.8	0.82	0.51	1689.3	839.1
	中	0.5	0.66	0.29	1689.3	477.1
	低	0.3	0.48	0.14	1689.3	230.3

为了评价该模型的合理性,我们将按该模型所得的基本电价测算值与该市 2007 年实际电价做比较。其结果是,基本电价测算值比 2007 年实际值都有所提高。这与实际情况相一致,也符合我们的预期。

5 小结

1)BARY 经验曲线虽然是一条经验曲线,但它经过其创始人 BARY 及其他人的实践检验,在统计上具有较高的可靠性。因此,BARY 经验曲线是一条比较可靠的描述同时率与负荷率关系的曲线。

2)以 BARY 经验曲线为基础,确定容量成本在基本电费中的分摊比例系数,充分考虑到了负荷特性,得到的分摊比例系数和基本电价比较合理。

3)按用户负荷特性分类定价是我国电价改革的方向之一。依据用户的用电特性设计电价,能够设计出合理的电价结构,指导用户合理地消费电力,降低电力系统装机容量。

参考文献

- [1] 唐学军,张维等. 销售电价结构设计与实例计算[J]. 华中电力,1999,12(1):60-65.
- [2] 何勇健. 销售电价改革措施及算例[EB/OL]. [2005-11]. <http://www.ewp.org.cn/news/UploadFile/20073784344436.doc>.
- [3] 张粒子,郑华,程瑜,等. 区域电力市场电价机制[M]. 北京:中国电力出版社,2004:179-192.
- [4] 马光文,柳伟,涂心畅,等. 长期边际成本电力定价方法初探[J]. 四川联合大学学报:工程科学版,1999,3(6):101-107.
- [5] 谢传胜,郭昆. 基本电价的探讨与实例计算[J]. 华北电力技术,2005(9):4-7.
- [6] BARY C. Coincidence factor relationships of electric service load characteristics[J]. Trans AIEE,1945,64:623.
- [7] Potomac Electric Power Company Load Research Department. An Application of Bary Curves To Develop Coincident Demands:Report of AEIC Load Research Conference[R]. St. Louis, Missouri:PEPC,2004.
- [8] RIwanalytics. Coincidence Factor Study Residential and Commercial & Industrial Lighting Measures: Report of ISO Forward Capacity Market (FCM)[R]. New England State:SPWG,2007.
- [9] RIwanalytics. 2005 Coincidence Factor Study: Report of International Energy Program Evaluation Conference[R]. New England State:UI and CL &P,2007.
- [10] 曾梦妤. 分类用户峰谷电价研究[D]. 北京:华北电力大学,2006.
- [11] 赵连生. 电力价格设计[M]. 北京:水利电力出版社,1992:156-182.
- [12] 李子奈. 计量经济学——方法和应用[M]. 北京:清华大学出版社,1992:15-26.
- [13] 赵国庆. 计量经济学[M]. 北京:中国人民大学出版社,2001:8-24.

Study on Basic Tariff Reckoning Model of Power Market Based on BARY Curve

Ren Yulong ,Cao Kai ,Guan Ling

(College of Economics and Business Administration ,Chongqing University ,Chongqing 400044 ,China)

Abstract : According to the problem that ,in the current two-part tariff system of power market ,basic tariff reckoning by volume results in the low level of basic tariff and the irrational distribution of power resources ,and based on the long-term marginal cost theory ,and combining with the BARY experience curve which describes the relationship between coincidence factors and load factors of power system ,this paper establishes a model of capacity cost proportion ,which devides the capacity cost into the basic fee and the per degree electricity fee. And it uses the relevant data provided by some city power supply bureau to estimate the basic tariff of customers classfied by voltage level and load characteristics. The results show that this model is a feasible to determine basic tariff.

Key words : BARY curve ;marginal capacity cost ;basic tariff ;capacity cost proportion