

# 考虑负荷率和成本性态的容量成本分摊模型研究

李 伟<sup>1</sup>, 岳 蕾<sup>2</sup>

(1. 东北电力大学 经济管理学院, 吉林 吉林 132012;

2. 保定易县抽水蓄能有限公司, 河北 保定 074200)

## Research on capacity cost allocation model considering load rate and cost behavior

LI Wei<sup>1</sup>, YUE Lei<sup>2</sup>

(1. College of Economics and Business Administration, Northeast Electric Power University, Jilin 132012, China;

2. Baoding Yixian Pumped Storage Power Co., Ltd., Baoding 074200, China)

**摘要:**针对我国现有输配电价中容量电费占比较低,固定成本不能完全回收,以及未考虑负荷率的问题,将负荷率电价应用到输配电价中,通过对输配电成本分析,阐述利用BARY曲线分摊容量成本的合理性,充分考虑用户的负荷特性,将用户通过聚类方法进行分档,将分段回归直线法作为确定容量成本在基本电价和电量电价的分摊比例的技术手段,提出了基于BARY曲线一段回归直线法的容量成本分摊模型,通过实证分析,证明了该模型的合理性,在不同负荷率用户间分摊的公平性以及其定价的可行性。

**关键词:**输配电价;负荷率;BARY曲线;成本性态;容量成本分摊

**Abstract:** Aiming at the existing distribution capacity in charge of low, fixed costs cannot be completely recycled, and not considering the problem of load rate, the rate of electricity is applied to the distribution of electricity, through the transmission and distribution cost analysis. The rationality of the allocation capacity cost using BARY curve is discussed, fully considering the load characteristics of the user, the user to step through clustering method, the piecewise regression straight line method for determine the capacity of the cost in the basic price and electricity price of share proportion of technical means, BARY curve is presented. The model of capacity cost allocation based on piecewise regression line method is proved to be reasonable, fair among users with different load rates and feasible in pricing through empirical analysis.

**Key words:** transmission and distribution price; load rate; BARY curve; cost behavior; capacity cost allocation

## 0 引言

自我国实行电力体制改革以来,输配电价改革一直是重中之重。2019年,首轮成本监审已取得历史性突破,成本监审总计减少不合理成本1 200多亿,同年5月,两部委出台了经重新修订的《输配电价定价成本监审办法》。2020年1月,国家发改委和国家能源局修订了《省级电网输配电价定价办法》。从第一轮监审期结束的输配电价定价成果来看,我国的输配电价处于简单的分电压等级制定,局限性有2点:一是基本电价回收电费占总电费的比例远小于固定成本在输配电成本中的占比,处于较低水平;二是没有考虑负荷率因素,导致电价不能正确反映不同负荷率用户的供电成本<sup>[1-2]</sup>。这就导致了输配电网的资源利用不充分、输配电成本在用户间分摊不公平的问题。

输配电价定价的关键在于成本分配,政府出台的

输配电价定价文件已明确指出省级电网可以探索考虑负荷率因素的输配电价,但现阶段关于这方面的研究较少,对容量成本分摊的研究方法有限。常用的方法有峰荷责任法、最大功率法以及根据BARY曲线来确定。文献[3]指出峰荷责任法不能体现不同用户负荷时变特性。文献[4]指出最大功率法不能体现系统与用户间的错峰效应和用户最大负荷持续时间不同产生的差异。文献[5]探索了利用微积分理论的基于BARY曲线的容量成本分摊方法,能得到任意负荷率的容量成本分摊系数,但存在容量成本重复分摊的问题。文献[6]将切线与纵坐标交点与不同用户同时率之和的比值作为分摊比例系数,解决了容量成本重复分摊的问题,但该方法没有指出用户按负荷率分档后容量成本在不同负荷率档位和不同电价中同时分摊的方法。鉴于此,本文不改变“成本加收益”的输配电价定价的基本原则,将负荷率电价应用到输配电价定价,在分电压等级制定两部制输配电价的基础上充分利用用户的负荷特性,重点解决容量成本分摊的合理性问题,即同一电压等级下容量成本在基本电价和电量电价中的分摊比例系数问题。在对现有容量成本分摊模型分析的基础上,引入管理会计中成本性态的

收稿日期:2021-01-06;修回日期:2021-01-22

基金项目:吉林省教育厅“十三五”社会科学项目(JJ-KH20170116SK);吉林省社会科学基金项目(2017B45)

概念及混合成本分摊方法,通过分析容量成本性态,创新性地提出了基于BARY曲线一段回归直线法的容量成本分摊方法,构建了考虑负荷率和容量成本性态的两部制输配电价定价模型。这对我国的输配电价定价机制具有参考意义,为促进价格的公平合理以及进一步降低电价,提高电网企业的经济效益提供了新途径。

## 1 容量成本分摊的理论依据

两部制输配电价分为基本电价和电量电价,制定电价时要保证准许成本的回收以及合理的准许收益与价内税金。由于准许成本中容量成本的占比较大,变动成本占比较小,因此,两部制输配电价制定的关键在于容量成本的合理分摊问题。

### 1.1 负荷率、同时率的定义及相关关系

负荷率(load factor, LF)是在一段时间内平均负荷与最大负荷的比值,如下所示

$$LF = \frac{P_{ave}}{P_{max}} \quad (1)$$

式中:  $LF$  为负荷率;  $P_{ave}$  为统计时间内平均负荷;  $P_{max}$  为统计时间内最大负荷。

为保证成本在各类用户中进行公平且合理的分摊,确定负荷率分档的标准是容量成本分摊过程中的重要步骤。在制定两部制输配电价时,可以参照两部制销售电价的经验,采用聚类分析法将同一电压等级下用户负荷率分为2到5个档位,要遵循2点要求:第一,要均匀分档;第二,划分为同一档位的用户,供电成本差异不宜过大<sup>[7]</sup>。

同时率(coincidence factor, CF)是指在一段时间内一组电力设备或电力用户在该时间内最大需求与各个最大负荷的比值,如下所示

$$CF = \frac{P_m}{p_{m1} + p_{m2} + \dots + p_{mn}} \quad (2)$$

式中:  $CF$  为同时率;  $P_m$  为系统最大负荷;  $P_{mi}$  为各用户最大负荷,  $i = 1, 2, \dots, n$ 。

负荷率和同时率是决定用户需要分摊多少系统容量成本的2个重要指标,当用户的负荷率低时,用户的同时率也较低;负荷率接近于1时,同时率也接近于1。由于取的数据不尽相同,2者的关系不能用数学模型进行表达,只能通过经验曲线。

BARY曲线描绘的是负荷率与同时率之间的关系。其函数表达式为  $CF = 1 - e^{-\alpha \times LF}$ , 其中:  $\alpha$  为小于0的待估未知参数。负荷率—同时率关系曲线如图1所示。

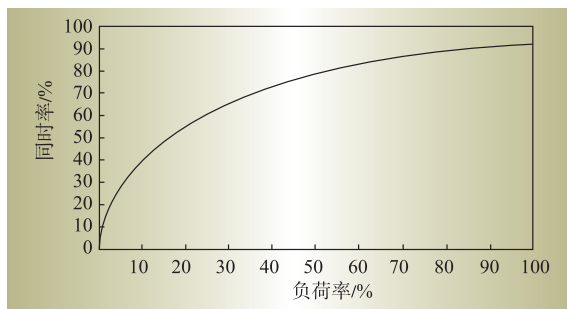


图1 负荷率—同时率关系曲线

Fig. 1 Relationship curve between load rate and coincidence rate

### 1.2 输配电成本结构分析

根据《省级电网输配电价定价办法》,省级电网输配电准许收入为准许成本、准许收益和价内税金之和,其中准许成本占绝大部分<sup>[7]</sup>。准许成本主要为固定成本,其回收通过容量电费,也就是通过基本电价回收的电费。从国外的实践经验来看,容量电费占总电费的比例一般在30%~50%,而国内的容量电费占比仅15%~20%,占比过低使得电网投资不能合理回收。

为解决这一问题,容量成本回收有2种常用的办法:一种是全部由基本电价来回收;另一种是考虑负荷特性,部分由基本电价回收,其余由电量电价回收。根据我国国情,电力行业作为国家经济发展的重点行业,电价变动不宜过大。同时,电力企业的容量成本很高,如果将所有的容量成本都分摊到基本电价中,会导致基本电价成倍高于电量电价,那么用户将难以接受,从而导致电能的减少。因此,一个适当的方式就是将容量成本在基本电价和电量电价中以一定比例进行分摊,这样能保证输配电价中容量成本能有效地回收。

为了保证准许收入的完全回收,准许成本按照容量成本的分摊方法计入基本电价和电量电价,准许收益和价内税金按照电量成本的分摊方法计入电量电价。

### 1.3 利用BARY曲线分摊的合理性及容量成本性态分析

目前对容量成本分摊最合理且具备可操作性的方法是基于BARY曲线的容量成本分摊法,符合负荷率电价政策的要求。

将BARY曲线的横坐标乘以年最大利用小时数,等于发电量或用户的实际利用小时数,将纵坐标乘以用户最大负荷之和等于系统容量,这样就能构建容量成本与电量或利用小时数之间的关系曲线。根据曲线的走势,容量成本增长的速度比发电量或利用小时数增长的速度慢,为递减型混合成本

曲线。因此,可以利用管理会计中混合成本分解成半变动成本的方法一回归直线法将容量成本分解成2部分:一部分为与电量、利用小时数不相关的固定成本,计入基本电价;另一部分为与电量、利用小时数成正比例变动的变动成本,转入电量电价。在此基础上,充分考虑用户负荷率的时变特性,假设将同一电压等级下的用户根据负荷率分成低负荷率( $0, LF_1$ )、中负荷率( $LF_1, LF_2$ )和高负荷率( $LF_2, 1$ )3档<sup>[8]</sup>,为保证容量成本能被不同负荷特性的用户进行合理分摊,应采用分段回归直线法,如图2所示。

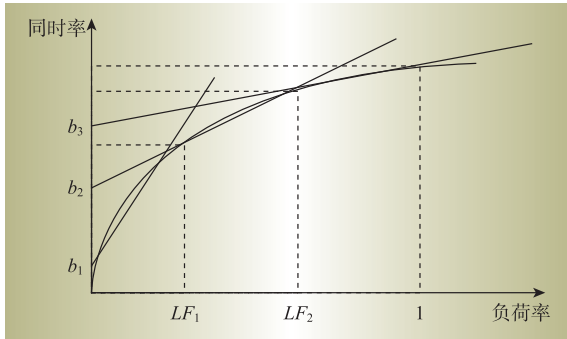


图2 容量成本在低、中、高三类负荷率用户中分段回归分摊方法

Fig. 2 Piecewise regression allocation method of capacity cost among users with low, medium and high load rates

## 2 基于BARY曲线一分段回归直线法的容量成本分摊模型及两部制输配电电价定价模型

容量成本在基本电价和电量电价中分摊,首先要根据不同用电用户的负荷特性,拟合出BARY曲线。然后采用聚类分析法<sup>[9]</sup>对用户按负荷率进行分档,假设划分为3档:第一档为 $0 \sim LF_1$ ,第二档为 $LF_1 \sim LF_2$ ,第三档为 $LF_2 \sim 1$ 。现有研究中计算分摊比例的做法如下:取第 $i$ 类用户的平均负荷率所对应的曲线上的A点( $\overline{LF}_i, CF_i$ ),其中 $CF_i = 1 - e^{-\alpha \times \overline{LF}_i}$ 。过A点做曲线的切线,取切线与纵坐标的交点的纵坐标记为 $a_i$ ,经计算求得 $a_i = 1 - e^{-\alpha \times \overline{LF}_i} + \alpha \times \overline{LF}_i \times e^{-\alpha \times \overline{LF}_i}$ 。  $\frac{a_i}{\sum_{i=1}^3 CF_i}$  即为容量成本在基本电价中分摊的比例系数。为了增加计算分档后整类用户的分摊比例系数的准确性,本文在考虑容量成本性态的基础上提出了分段回归的方法。具体以第一档用户为例,取该

区间用户负荷率对应的曲线段部分,做该段曲线的回归直线,回归直线与纵坐标交点的纵坐标记为 $b_1$ 。该档用户所分摊的平均容量成本应为每个用户所分摊的容量成本之和与用户数量的比值,则基于负荷率—同时率曲线计算时曲线段每个点的纵坐标的平均值即为平均同时率记为 $\overline{CF}_1$ 。如图3所示,做一条过 $b_1$ 与横坐标平行的直线,将容量成本分成AB和BC2部分,AB部分是与用电量有关的部分,由电量电价回收;BC部分与用电量无关,由基本电价回收,则  $\frac{b_1}{\overline{CF}_1 + \overline{CF}_2 + \overline{CF}_3}$  为容量成本分摊到基本电价的比例

系数,其中:  $\overline{CF}_1 = \frac{\sum_{i=0}^{LF_1} CF_i}{n}$ ,  $\sum_{i=0}^{LF_1} CF_i$  表示 $y$ 电压等级下 $0 \sim LF_1$ 负荷率区间内用户同时率之和, $n$ 表示该档负荷率用户的个数。改进方法前后的容量成本分摊系数见表1。

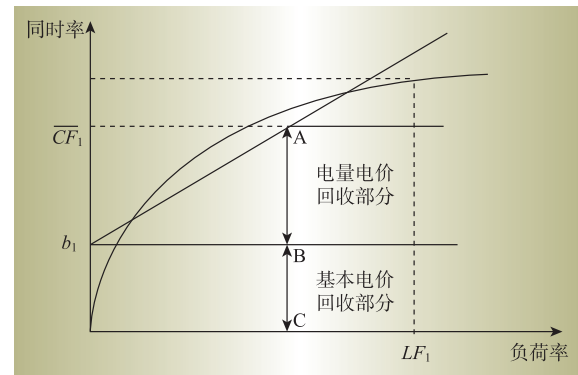


图3 基于BARY曲线一分段回归直线法的容量成本分摊方法

Fig. 3 Capacity cost allocation method based on Bary curve piecewise regression straight line method

表1 容量成本分摊系数

Table 1 Capacity cost allocation proportional coefficients

| 负荷率分档            | 容量成本的分摊 | 基于BARY曲线容量成本分摊方法                                                                                                                                                                                                                            | 基于BARY曲线一分段回归直线法容量成本分摊方法                                                            |
|------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| $0 \sim LF_1$    | 在基本电价中  | $\frac{1 - e^{-\alpha \times \overline{LF}_1} + \alpha \times \overline{LF}_1 \times e^{-\alpha \times \overline{LF}_1}}{3 - e^{-\alpha \times \overline{LF}_1} - e^{-\alpha \times \overline{LF}_2} - e^{-\alpha \times \overline{LF}_3}}$ | $\frac{b_1}{\overline{CF}_1 + \overline{CF}_2 + \overline{CF}_3}$                   |
|                  | 在电量电价中  | $\frac{-\alpha \times \overline{LF}_1 \times e^{-\alpha \times \overline{LF}_1}}{3 - e^{-\alpha \times \overline{LF}_1} - e^{-\alpha \times \overline{LF}_2} - e^{-\alpha \times \overline{LF}_3}}$                                         | $\frac{\overline{CF}_1 - b_1}{\overline{CF}_1 + \overline{CF}_2 + \overline{CF}_3}$ |
| $LF_1 \sim LF_2$ | 在基本电价中  | $\frac{1 - e^{-\alpha \times \overline{LF}_2} + \alpha \times \overline{LF}_2 \times e^{-\alpha \times \overline{LF}_2}}{3 - e^{-\alpha \times \overline{LF}_1} - e^{-\alpha \times \overline{LF}_2} - e^{-\alpha \times \overline{LF}_3}}$ | $\frac{b_2}{\overline{CF}_1 + \overline{CF}_2 + \overline{CF}_3}$                   |
|                  | 在电量电价中  | $\frac{-\alpha \times \overline{LF}_2 \times e^{-\alpha \times \overline{LF}_2}}{3 - e^{-\alpha \times \overline{LF}_1} - e^{-\alpha \times \overline{LF}_2} - e^{-\alpha \times \overline{LF}_3}}$                                         | $\frac{\overline{CF}_2 - b_2}{\overline{CF}_1 + \overline{CF}_2 + \overline{CF}_3}$ |
| $LF_2 \sim 1$    | 在基本电价中  | $\frac{1 - e^{-\alpha \times \overline{LF}_3} + \alpha \times \overline{LF}_3 \times e^{-\alpha \times \overline{LF}_3}}{3 - e^{-\alpha \times \overline{LF}_1} - e^{-\alpha \times \overline{LF}_2} - e^{-\alpha \times \overline{LF}_3}}$ | $\frac{b_3}{\overline{CF}_1 + \overline{CF}_2 + \overline{CF}_3}$                   |
|                  | 在电量电价中  | $\frac{-\alpha \times \overline{LF}_3 \times e^{-\alpha \times \overline{LF}_3}}{3 - e^{-\alpha \times \overline{LF}_1} - e^{-\alpha \times \overline{LF}_2} - e^{-\alpha \times \overline{LF}_3}}$                                         | $\frac{\overline{CF}_3 - b_3}{\overline{CF}_1 + \overline{CF}_2 + \overline{CF}_3}$ |
| 合计               |         | 1                                                                                                                                                                                                                                           | 1                                                                                   |

假设在某一电压等级下总输配电成本为  $C$ , 容量成本和电量成本分别为  $C_{sr}$ 、 $C_{sd}$ 。在计算两部制输配电价时,与用电量不相关的固定部分由容量电费进行回收,用来计算基本电价  $AC_{sr}$ ;与用电量相关的变动部分由电量电费回收,这部分和电量成本经过单位折算相加即为电量电价  $AC_{sd}$ 。则容量成本分摊及两部输配电价中基本电价和电量电价的计算如下:

(1) 分摊到基本电价中的容量成本

$$C_{sr,i}^1 = C_{sr} \times \frac{b_i}{\overline{CF}_1 + \overline{CF}_2 + \overline{CF}_3} \quad (3)$$

(2) 分摊到电量电价中的容量成本

$$C_{sr,i}^2 = C_{sr} \times \frac{\overline{CF}_i - b_i}{\overline{CF}_1 + \overline{CF}_2 + \overline{CF}_3} \quad (4)$$

(3) 基本电价

$$AC_{sr,i} = \frac{C_{sr,i}^1}{p_{\max}} \quad (5)$$

(4) 电量电价

$$AC_{sd} = \frac{\frac{C_{sr,i}^2}{p_{\max}} \times p_{\max i}}{Q_i} + \frac{C_{sd}}{Q_s} \quad (6)$$

式中:  $C_{sr,i}^1$  为第  $i$  档用户通过基本电价回收的容量成本;  $C_{sr,i}^2$  为第  $i$  档用户通过电量电价回收的容量成本;  $p_{\max}$  为系统最大负荷;  $p_{\max i}$  为第  $i$  档用户最大负荷;  $Q_i$  为第  $i$  档用户的用电量;  $Q_s$  为该电压等级系统的用电量。

由于  $\sum_{i=1}^3 (C_{sr,i}^1 + C_{sr,i}^2) = C_{sr}$ , 保证了容量成本完全回收, 电量成本也完全由电量电价进行回收, 所以分摊成本与目标成本一致, 该方法分摊具有合理性。

### 3 实例计算

#### 3.1 用户负荷率分档

以某省 110 kV 大工业用户为例, 进行两部制输配电价设计。获取 378 家大工业用户的负荷率特性资料和用电量数据。首先选取样本用户的 5 个典型日负荷数据, 求平均值作为该用户的负荷数据, 采用凝聚层次聚类法的思想, 以 5% 为间隔对用户进行分组, 每组用户都为一个系统, 计算每组用户的系统负荷率和系统同时率再次聚类, 计算新的系统负荷率和系统同时率, 重复此步骤, 得到用户负荷率分档结果, 如图 4 所示。

#### 3.2 容量成本在基本电价与电量电价中的分摊比例系数

应用 EVIEWS3.0 软件对获取的负荷数据进行回归分析, 得出待估计参数  $\alpha$  为 -3.582 36, 绘制

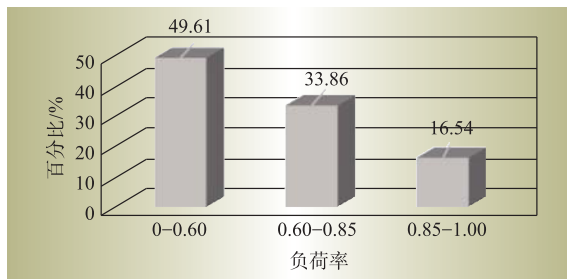


图 4 负荷率分档用户分布示意图

Fig. 4 Schematic diagram of the load rate user distribution

BARY 曲线。由分档后用户负荷结果, 由表 1 所列示的 2 种方法容量成本分摊比例计算公式, 分别计算出容量成本在基本电价和电量电价中的分摊比例系数, 如表 2 所示。

表 2 改进前后分摊比例系数计算结果

Table 2 Calculation results of apportionment proportion coefficient before and after improvement

| 110 kV<br>大工业<br>用户荷<br>率分档 | %                      |               |                              |               |
|-----------------------------|------------------------|---------------|------------------------------|---------------|
|                             | 基于 BARY 曲线<br>容量成本分摊方法 |               | 基于 BARY 曲线—回归<br>直线法容量成本分摊方法 |               |
|                             | 在基本电价<br>分摊系数          | 在电量电价<br>分摊系数 | 在基本电价<br>分摊系数                | 在电量电价<br>分摊系数 |
| 0~0.6                       | 19.49                  | 13.47         | 17.18                        | 12.37         |
| 0.6~0.85                    | 27.03                  | 4.86          | 27.11                        | 7.37          |
| 0.85~1                      | 31.16                  | 3.99          | 31.44                        | 4.54          |

对 2 种容量成本分摊方法得到的分摊比例系数比较得出以下结论:

(1) 在同一电压等级下, 负荷率高的用户, 容量成本在基本电价中的分摊比例系数大, 在电量电价中的分摊比例系数小; 负荷率低的用户, 容量成本在基本电价中的分摊比例系数小, 在电量电价中的分摊比例系数大, 这符合负荷率电价制定的原则, 也符合输配电价改革的要求。

(2) 2 者的计算方法依据的原理不同, 相对于改进前的方法, 基于 BARY 曲线—分段回归直线法的容量成本分摊方法更有利于负荷率分档后容量成本同时在不同负荷率类型用户和不同电价中的分摊。

#### 3.3 基于 BARY 曲线—分段直线回归法的容量成本分摊方法制定输配电价

已知该省 2017 年的电网输配电成本监审和准许收入核定的情况, 经监审后 110 kV 的准许成本为 164 500 万元, 需要分摊的准许收益为 27 750 万元, 价内税金为 3 725 万元。由计算公式, 得出测算的两部制输配电价, 计算结果与现行两部制电价对比如表 3 所示。

由表 3 数据可知, 根据基于 BARY 曲线—分段

回归直线法的容量成本分摊模型计算的基本电价和电量电价呈现以下特点:

(1) 同一电压等级下的用户负荷特性不同所分摊的容量成本也不同,在所测算出来的基本定价也存在一定的价差,符合电价政策中公平性的原则。

(2) 负荷率低的用户基本电价低,电量电价高;负荷率高的用户,基本电价高,电量电价低。鼓励用户提高负荷率,进而提高电网公司资源的利用率。

(3) 对于现有执行电价,测算电价考虑了负荷率因素,低负荷率的用户基本电价小于执行电价中的基本电价,电量电价大于执行电价中的电量电价;中负荷率的用户基本持平;高负荷率的用户基本电价大于执行电价中的基本电价,电量电价小于执行中的电量电价。从总体来看,电价水平有所降低,基本电价的水平有所提高,对于容量成本的回收有促进作用。

表3 某省110 kV两部制输配电价测算结果

Table 3 Calculation results of 110 kV two-part transmission and distribution price in a province

| 供电电压/<br>kV | 执行两部制输配电价                                       |                                 | 测算两部制输配电价                                       |                                 |
|-------------|-------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------|
|             | 基本电价/<br>(元·kW <sup>-1</sup> ·月 <sup>-1</sup> ) | 电量电价/<br>(元·kWh <sup>-1</sup> ) | 基本电价/<br>(元·kW <sup>-1</sup> ·月 <sup>-1</sup> ) | 电量电价/<br>(元·kWh <sup>-1</sup> ) |
| 110         | 34                                              | 0.099 3                         | 23                                              | 0.139 1                         |
|             |                                                 |                                 | 37                                              | 0.073 6                         |
|             |                                                 |                                 | 42                                              | 0.041 3                         |

4 结束语

本文提出了同一电压等级下考虑负荷率因素的容量成本分摊方法,并在分析容量成本的成本性态基础上,构建了基于BARY曲线一段回归直线法的容量成本分摊模型,该模型能够保证容量成本完全回收,解决了现有分摊方法中容量成本同时在不同负荷率类型用户的分摊问题,能更准确地反映不用负荷率用户的成本。经实例计算得出用户负荷率越高,基本电价越高,电量电价越低,证明了该模型的合理性以及在不同负荷率用户间分摊的公平性。D

参考文献:

[1] 黄海涛,高畅,吴洁晶,等. 负荷率电价的选择性证明及实用化选项设计方法[J]. 电网与清洁能源,2017,33(5):74-78.  
HUANG Haitao, GAO Chang, WU Jiejing, et al. Selective proof and practical option design method for load factor price[J]. Power System and Clean Energy, 2017, 33(5):

74-78.  
[2] 林海涛. 分时输配电价格机制研究[D]. 北京:华北电力大学,2017.  
LIN Haitao. Research on time-of-use price mechanism of electric power transmission and distribution[D]. Beijing: North China Electric Power University, 2017.  
[3] 黄海涛. 销售电价长期边际成本定价及峰荷责任法[J]. 上海电力学院学报,2012,28(2):189-192,197.  
HUANG Haitao. Long-run marginal cost pricing and peak load pricing of electricity retail tariff[J]. Journal of Shanghai University of Electric Power, 2012, 28(2): 189-192, 197.  
[4] 姚赛. 考虑负荷率因素的销售电价模型及应用[D]. 长沙:长沙理工大学,2014.  
YAO Sai. The model and application of power tariff considered load factor[D]. Changsha: Changsha University of Science & Technology, 2014.  
[5] 任玉珑,曹凯,关岭. 基于BARY曲线的基本电价测算模型研究[J]. 技术经济,2009,28(12):39-42.  
REN Yulong, CAO Kai, GUAN Ling. Study on basic tariff reckoning model of power market based on BARY curve[J]. Technology Economics, 2009, 28(12): 39-42.  
[6] 谭真勇. 负荷率电价的理论依据、计算方法与政策选择[D]. 长沙:湖南大学,2013.  
TAN Zhenyong. The theory basis, calculation method and policy options for load factor tariff[D]. Changsha: Hunan University, 2013.  
[7] 田廓,王蔚. 输配电价改革条件下的电网精准投资策略[J]. 智慧电力,2018,46(10):103-108,113.  
TIAN Kuo, WANG Wei. Precision investment strategy of power grid under transmission-distribution price re-form[J]. Smart Power, 2018, 46(10): 103-108, 113.  
[8] 刘大川,栾宁,何剑,等. 南京电网负荷分类及最大负荷构成分析[J]. 电力需求侧管理,2017,19(S1):3-5.  
LIU Dachuan, LUAN Ning, HE Jian, et al. Analysis on Nanjing grid load classification and peak load composition[J]. Power Demand Side Management, 2017, 19(S1): 3-5.  
[9] 魏小曼,余昆,陈星莺,等. 基于Affinity propagation和K-means算法的电力大用户细分方法分析[J]. 电力需求侧管理,2018,20(1):15-19,35.  
WEI Xiaoman, YU Kun, CHEN Xingying, et al. Analysis of power large user segmentation based on Affinity propagation and K-means algorithm[J]. Power Demand Side Management, 2018, 20(1): 15-19, 35.

作者简介:

李伟(1968),男,陕西凤翔人,教授,博士,主要从事能源政策研究;  
岳蕾(1994),女,河北保定人,硕士,主要从事电价政策研究。

(责任编辑 水 鸥)