

基于层次分析法的居民阶梯电价实施效果评价

陈敏骏¹, 慈向阳², 平宗飞¹

(上海电力学院 1. 电气工程学院, 上海 200082; 2. 经济与管理学院, 上海 201300)

摘要:2012年7月1日,全国各省市陆续推出阶梯电价实施方案,在更多的人考虑如何科学制定阶梯电价模型的同时,逐渐衍生出来的居民阶梯电价实施效果问题也绝对不容忽视。为此,从阶梯电价实施效果评价指标体系出发,采用层次分析法将与决策有关的元素分解成目标、准则、子准则、方案等层次,综合评价居民阶梯电价方案实施效果,通过比较得到最优方案。

关键词:居民阶梯电价;评价指标;层次分析法;实施效果

中图分类号:F062.9 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2014)09-0088-04

为实现电力行业节能减排、保证用电公平、减少交叉补贴等目标,近年来居民阶梯电价得到了大力研究与应用,但由于机制设计方面的原因,居民阶梯电价存在些许问题如幅度设计不合理、节电效果有差异等使得其实施效果大打折扣^[1]。因此,非常有必要建立阶梯电价实施效果评价机制以保证其更好地发挥作用。

大多数已有文献关于阶梯电价的研究着眼于阶梯电价实施方案层面,文献[2-4]综合了多方面要素,提出了阶梯电价实施方案优化模型;文献[5-6]对居民生活用电不同阶梯定价方案进行比较研究试图找到最佳定价方案。上述文献均未涉及到方案的实施效果评价问题。目前,描述实施效果评价的方法着实不多,效果各异应择优而取,此前有利用灰色关联度和理想解法结合评价。本文从构建居民阶梯电价实施效果综合评价指标体系出发,然后在此基础上采用层次分析法(Alytic Hierarchy Process,简称AHP)对阶梯电价实施效果评价展开分析。

1 阶梯电价实施效果评价指标

从发电方到居民用电方电价的调整涉及到多方的利益,不同利益主体所反映的阶梯电价价值也存在着差异,这其中牵涉到发电方、供电方、用户方及社会方。综合考虑这几方的收益和损失等评价指标来总体评定居民阶梯电价的实施效果。

i 发电方实施效果评价指标:发电收益增长率、发电成本损失率;

ii 供电方实施效果评价指标:售电收益增长率、供电成本损失率;

iii 用户方实施效果评价指标:居民用电降低率、居民用电满意度、居民需求响应水平;

iv 社会方实施效果评价指标:社会公平度、节能减排情况、交叉补贴情况。

指标体系中包含定量指标和定性指标,其中定量指标通过软件测试获得实际数据信息,定性指标则由专业的评估专家打分(10分制)后取算术平均数获得。定量指标包括发电收益增长率、发电成本损失率、售电收益增长率、供电成本损失率、居民用电降低率;定性指标包括居民用电满意度、居民需求响应水平、社会公平度、节能减排情况、交叉补贴情况。

2 基于层次分析法的评价模型构建

层次分析法是一种定性定量相结合的系统化、层次化的分析方法,对多因素、多标准、多方案的综合评价及趋势预测相当有效^[7-8],其特点是在对复杂的决策问题的本质、影响因素及其内在关系等进行深入分析的基础上,利用较少的定量信息使决策的思维过程数学化,从而为多目标、多准则或无结构特性的复杂决策问题提供简便的决策方法,尤其适合于对决策结果难于直接准确计量的场合。针对多方主体所反

收稿日期:2014-06-18

基金项目:教育部人文社会科学研究规划基金项目(11YJA790018);上海市教育委员会科研创新项目(12YS111)。

作者简介:陈敏骏(1990—),女,安徽宣城人,上海电力学院电气工程学院,硕士研究生,研究方向:电力市场运营与电力企业管理;慈向阳(1967—),男,安徽枞阳人,上海电力学院经济与管理学院,副教授,博士,研究方向:能源经济;平宗飞(1990—),男,山东济宁人,上海电力学院电气工程学院,硕士研究生,研究方向:电力经济。

映的阶梯电价一系列评价指标,尤其是对于评价指标中定性指标不在少数的情况下,对阶梯电价实施效果评价采取层次分析法能收到最简单明确的结果。

步骤1 建立层次分析结构模型。将阶梯电价实施效果决策问题分为4个层次,包括目标层M,准则层X,子准则层Y和方案层P;准则层含四个不同的利益主体,子准则层中的各元素即上述定性、定量指标,各层元素间的关系如图1所示。

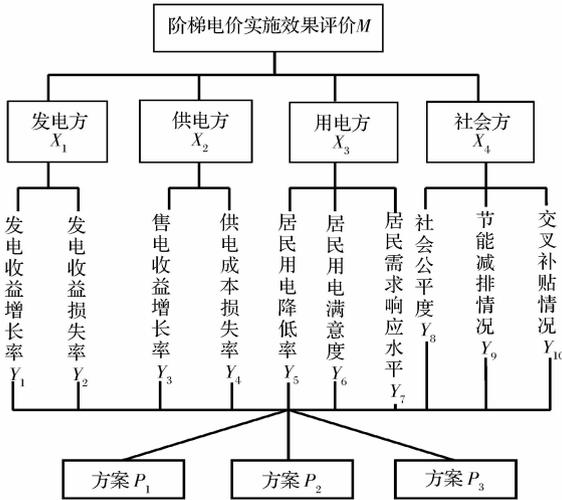


图1 层次分析结构模型

通过相互比较确定各准则对目标的权重、子准则对准则的权重及各方案对每一子准则的权重,最后将上述三组权重进行综合,确定各方案对目标的权重。

步骤2 构造判断矩阵。构造判断矩阵的方法是:每一个具有向下隶属关系的元素(被称作准则)作为判断矩阵的第一个元素(位于左上角),隶属于它的各个元素依次排列在其后的第一行和第一列。重要的是判断矩阵的填写,填写判断矩阵的方法是:向填写人(专家)反复询问;针对判断矩阵的准则,其中两个元素两两比较哪个重要,重要多少,对重要性程度按1-9进行赋值。Thomas L. Saaty等人提出了1-9尺度,见表1。

表1 重要性标度含义表

重要性标度	含义
1	表示两个元素相比,具有同等重要性
3	表示两个元素相比,前者比后者稍重要
5	表示两个元素相比,前者比后者明显重要
7	表示两个元素相比,前者比后者强烈重要
9	表示两个元素相比,前者比后者极端重要

重要性标度	含义
2,4,6,8	表示上述判断的中间值
倒数	若元素 <i>i</i> 与元素 <i>j</i> 的重要性之比为 a_{ij} ,则元素 <i>j</i> 与元素 <i>i</i> 的重要性之比为 $a_{ji}=1/a_{ij}$

对于准则X,4个元素之间相对重要性的比较得到一个两两比较判断矩阵 $A=(a_{ij})_{4 \times 4}$,当满足 $a_{ij} \cdot a_{jk} = a_{ik}, (i, j, k = 1, 2, 3, 4)$ 时,则该判断矩阵为一致性矩阵。

步骤3 层次单排序与检验。单排序是指每一个判断矩阵各因素针对其准则的相对权重。本文采用和法计算其权重,其基本原理是,对于一致性判断矩阵,每一列归一化后所得的就是相应的权重;对于非一致性的判断矩阵,每一列归一化后近似其相应的权重,并且需要对判断矩阵进行一致性检验:

1)计算一致性指标C.I.(consistency index)。

$$C.I. = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (1)$$

2)查表确定相应的平均随机一致性指标R.I.(random index)。

不同n阶判断矩阵的平均随机一致性指标R.I.的数值如表2。

表2 一致性指标RI的数值

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51

3)计算一致性比例C.R.(consistency ratio)并进行判断。

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} \quad (2)$$

当 $CR < 0.1$ 时,通过一致性检验,否则就需要重新调整判断矩阵,使其具有满意的一致性。

步骤4 层次总排序与检验。总排序是指每一个判断矩阵各因素针对目标层(最上层)的相对权重。这一权重的计算采用从上而下的方法,逐层合成。

假定已经算出第k-1层m个元素相对于总目标的权重 $\omega^{(k-1)} = (\omega_1^{(k-1)}, \omega_2^{(k-1)}, \dots, \omega_m^{(k-1)})^T$,第k层n个元素对于上一层(第k层)第j个元素的单排序权重是 $p_j^{(k)} = (p_{1j}^{(k)}, p_{2j}^{(k)}, \dots, p_{nj}^{(k)})^T$,其中不受j支配的元素的权重为零。令 $P^{(k)} = (p_1^{(k)}, p_2^{(k)}, \dots, p_n^{(k)})$,表示第k层元素对第k-1层个元素的排序,则第k层元素对于总目标的总排序为:

$$\omega^{(k)} = (\omega_1^{(k)}, \omega_2^{(k)}, \dots, \omega_n^{(k)})^T = P^{(k)} \omega^{(k-1)}$$

(3)

同样,也需要对总排序结果进行一致性检验。

假定已经算出针对第 $k-1$ 层第 j 个元素为准则的 $C. I. j^{(k)}$ 、 $R. I. j^{(k)}$ 和 $C. R. j^{(k)}$, $j=1, 2, \dots, m$, 则第 k 层的综合检验指标。

$$C. I. j^{(k)} = (C. I. 1^{(k)}, C. I. 2^{(k)}, \dots, C. I. m^{(k)}) \omega^{(k-1)} \quad (4)$$

$$R. I. j^{(k)} = (R. I. 1^{(k)}, R. I. 2^{(k)}, \dots, R. I. m^{(k)}) \omega^{(k-1)} \quad (5)$$

$$C. R. j^{(k)} = \frac{C. I. j^{(k)}}{R. I. j^{(k)}} \quad (6)$$

当 $C. R. j^{(k)} < 0.1$ 时,则认为判断矩阵的整体一致性是可以接受的。

步骤 5 结果分析。通过对排序结果的分析,得出最佳决策方案。

3 算例

某市电网公司试点的三个不同居民阶梯电价方案 P_1, P_2, P_3 在实施一年后进行效果评比,比较找出该市最优方案。按居民阶梯电价实施效果评价指标体系,测得数据见表 3。其中,定量指标数据通过软件测试获得,定性数据由专家评估打分获得。

表 3 基础数据

指标名称	单位	方案		
		P_1	P_2	P_3
发电收益增长率	%	10.23	12.44	13.56
发电成本损失率	%	8.71	7.32	5.16
售电收益增长率	%	10.43	14.85	8.71
供电成本损失率	%	9.12	8.41	8.25
居民用电降低率	%	3.25	2.4	3.73
居民用电满意度		7.6	9.1	8.3
居民需求响应水平		6.5	8.2	9
社会公平度		6.4	9.4	8.1
节能减排		8.18	13.56	16.29
交叉补贴		9.34	8.29	11.25

1) 根据图 1 所示层次分析结构模型构造判断矩阵。

准则层对目标层的判断矩阵:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \frac{1}{3} & \frac{1}{9} \\ 1 & 1 & \frac{1}{3} & \frac{1}{9} \\ 3 & 3 & 1 & \frac{1}{3} \\ 9 & 9 & 3 & 1 \end{bmatrix}$$

子准则层对准则层的判断矩阵:

$$B_2 = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} \quad B_1 = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$B_3 = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 7 \\ \frac{1}{3} & 1 & 5 \\ \frac{1}{7} & \frac{1}{5} & 1 \end{bmatrix} \quad B_4 = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{5} & \frac{1}{7} \\ 5 & 1 & \frac{1}{3} \\ 7 & 3 & 1 \end{bmatrix}$$

方案层对子准则层的判断矩阵:

$$C_1 = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{2} & \frac{1}{3} \\ 2 & 1 & \frac{1}{2} \\ 3 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad C_2 = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{3} & \frac{1}{5} \\ 3 & 1 & \frac{1}{2} \\ 5 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

$$C_3 = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{2} & \frac{1}{3} \\ 2 & 1 & \frac{1}{2} \\ 3 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad C_4 = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{3} & \frac{1}{5} \\ 3 & 1 & \frac{1}{2} \\ 5 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

$$C_5 = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{2} & \frac{1}{4} \\ 2 & 1 & \frac{1}{2} \\ 4 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad C_6 = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 4 \\ \frac{1}{2} & 1 & 2 \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{2} & 1 \end{bmatrix}$$

$$C_7 = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{2} & \frac{1}{3} \\ 2 & 1 & \frac{1}{2} \\ 3 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad C_8 = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 4 \\ \frac{1}{2} & 1 & 2 \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{2} & 1 \end{bmatrix}$$

$$C_9 = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{3} & \frac{1}{4} \\ 3 & 1 & \frac{1}{2} \\ 4 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad C_{10} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \frac{1}{2} \\ 1 & 1 & \frac{1}{2} \\ 2 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

2) 层次单排序与检验。

① A 满足 $a_{ij} \cdot a_{jk} = a_{ik}$, 即 A 为一致阵, $\lambda_A = 4$, 归一化后得权重 $\omega_1 = [0.1043 \ 0.1043 \ 0.3128 \ 0.9383]^T$;

② $\lambda_{B1} = 2$ 、 $\omega_{B1} = [0.5000 \ 0.5000]^T$, $\lambda_{B2} = 2$ 、 $\omega_{B2} = [0.5000 \ 0.5000]^T$, 二阶的正互反矩阵是一致阵, 满足一致性检验; $\lambda_{B3} = 3.0649$ 、 $\omega_{B3} = [0.9140 \ 0.3928 \ 0.1013]^T$, $\lambda_{B4} = 3.0649$ 、 $\omega_{B4} = [0.1013 \ 0.3928 \ 0.9140]^T$, B_3, B_4 一致性检验比率 $CR = 0.0559 < 0.1$ 满足矩阵一致性检验,

$$w_2 = \begin{bmatrix} 0.5 & 0 & 0 & 0 \\ 0.5 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.9140 & 0 \\ 0 & 0 & 0.3928 & 0 \\ 0 & 0 & 0.1013 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.1013 \\ 0 & 0 & 0 & 0.3928 \\ 0 & 0 & 0 & 0.9140 \end{bmatrix}$$

③ $\lambda_{C1} = 3.0092$,

$w_{C1} = [0.2565 \quad 0.4660 \quad 0.8468]^T$

CR=0.0079<0.1 满足一致性检验;

$\lambda_{C2} = 3.0037$,

$w_{C2} = [-0.1640 \quad -0.4629 \quad -0.8711]^T$

CR=0.0031<0.1 满足一致性检验;

$\lambda_{C3} = 3.0092$,

$w_{C3} = [0.2565 \quad 0.4660 \quad 0.8468]^T$

CR=0.0079<0.1 满足一致性检验;

$\lambda_{C4} = 3.0037$,

$w_{C4} = [-0.1640 \quad -0.4629 \quad -0.8711]^T$

$$w_3 = \begin{bmatrix} 0.2565 & -0.1640 & 0.2565 & -0.1640 & 0.2182 & 0.8729 & 0.2565 & 0.8729 & 0.1862 & 0.4082 \\ 0.4660 & -0.4629 & 0.4660 & -0.4629 & 0.4364 & 0.4364 & 0.4660 & 0.4364 & 0.4881 & 0.4082 \\ 0.8468 & -0.8711 & 0.8468 & -0.8711 & 0.8729 & 0.2182 & 0.8468 & 0.2182 & 0.8527 & 0.8165 \end{bmatrix}$$

3)层次总排序与检验。

组合权向量

$$Z = w_3 \cdot w_2 \cdot w_1 = \begin{bmatrix} 0.6891 \\ 0.7649 \\ 1.3359 \end{bmatrix}$$

通过比较 Z 值大小可知, $Z_{31} > Z_{21} > Z_{11}$, 表明方案 P_3 实施效果最好, 方案 P_2 次之, 方案 P_1 最差; 因此, 方案 P_1 、 P_2 应考虑做相应调整, 借鉴方案 P_3 以改善实施效果。

4 结语

本文通过建立阶梯电价实施效果评价指标体系, 结合层次分析法构建居民阶梯电价方案评价模型, 最后通过计算比较得到居民阶梯电价实施效果的最佳方案。研究阶梯电价实施效果评价不仅为目前居民阶梯电价的制定方案上指出应该注意的侧重点并且及时确保制定方案的有效合理, 也为未来的电价进一步调整做出了参考性意见。本文所提出的居民阶梯电价实施效果评价指标体系, 不仅对评价制定方案的实用价值有益, 也为日后修正制定方案提供了依据可循。随着居民阶梯电价的进一步发展, 阶梯电价实施

CR=0.0031<0.1 满足一致性检验;

$\lambda_{C5} = 3.0000$,

$w_{C5} = [0.2182 \quad 0.4364 \quad 0.8729]^T$

CR=0.0000<0.1 满足一致性检验;

$\lambda_{C6} = 3.0000$,

$w_{C6} = [0.8729 \quad 0.4364 \quad 0.2182]^T$

CR=0.0000<0.1 满足一致性检验;

$\lambda_{C7} = 3.0092$,

$w_{C7} = [0.2565 \quad 0.4660 \quad 0.8468]^T$

CR=0.0079<0.1 满足一致性检验;

$\lambda_{C8} = 3.0000$,

$w_{C8} = [0.8729 \quad 0.4364 \quad 0.2182]^T$

CR=0.0000<0.1 满足一致性检验;

$\lambda_{C9} = 3.0183$,

$w_{C9} = [0.1862 \quad 0.4881 \quad 0.8527]^T$

CR=0.0157<0.1 满足一致性检验;

$\lambda_{C10} = 3.0000$,

$w_{C10} = [0.4082 \quad 0.4082 \quad 0.8165]^T$,

CR=0.0000<0.1 满足一致性检验

效果评价有待更深入的研究。

参考文献

- [1] 王冬年. 我国试行阶梯电价存在问题与破解思路[J]. 价格理论与实践, 2010(4): 42-43.
- [2] 朱柯丁, 宋艺航, 谭忠富, 等. 居民生活阶梯电价设计优化模型[J]. 华东电力, 2011, 39(6): 62-67.
- [3] 黄海涛. 居民分时阶梯电价联合优化模型研究[J]. 电网技术, 2012, 36(10): 253-258.
- [4] IVAN LEDEZMA. Defensive strategies in quality ladders[J]. Journal of Economic Dynamics and Control, 2013, 37(1): 176-194.
- [5] 王睿淳, 孙晓菲, 薛松, 等. 居民阶梯电价指导意见下的不同定价方案分析[J]. 水电能源科学, 2013, 31(1): 216-218.
- [6] 刘根节, 金英姬. 我国居民生活用电阶梯定价的经济学分析——基于资源配置和福利经济学视角[J]. 消费经济, 2012, 28(5): 34-36.
- [7] 杨小彬, 李和明, 尹忠东, 等. 基于层次分析法的配电网能效指标体系[J]. 电力系统自动化, 2013, 37(21): 146-149.
- [8] 翁嘉明, 刘东, 何维国, 等. 基于层次分析法的配电网运行方式多目标优化[J]. 电力系统自动化, 2012, 36(4): 56-61.

(下转第 168 页)

Insurance Industry in an Internet Banking Era: Challenges and Countermeasures

XU Yuan

(China Unicom Research Institute, Beijing 100032, China)

Abstract: With the rapid development of Internet Banking, Insurance industry in China is confronting the changes in sales channels and product structures. Also, the importance of product management and customer service keeps rising while the industry landscape is changing. To adjust to the new era of internet banking, insurance companies should build an open-mind oriented internet thinking mode, actively involved in cross-industry cooperation, and be prepared to take advantages of mobile terminals.

Key words: internet banking; insurance; changes

(上接第 91 页)

Residents Ladder Electricity Price Effect Evaluation Based on Analytic Hierarchy Process

CHEN Min-jun¹, CI Xiang-yang², PING Zong-fei¹

(1. School of Electrical Engineering, Shanghai University of Electric Power, Shanghai 200082, China;

2. School of Economy and Management, Shanghai University of Electric Power, Shanghai 201300, China)

Abstract: On July 1, 2012, the national various provinces and cities in step electricity pricing implementation plan, the subject hot spells immediately. At the same time more and more people consider how to scientifically formulate step electricity pricing model, gradually derived resident step electricity pricing effect problem also can not be ignored absolutely. This article embarks from the step electricity pricing effect evaluation index system, using Analytic Hierarchy Process associated with the decision elements into objectives, guidelines, standards, plan level, comprehensive evaluation of resident step electricity pricing plan implementation effect, at last the optimal scheme is obtained by comparison.

Key words: resident step electricity pricing; the evaluation index; AHP; the implementation effect

(上接第 101 页)

Study of Venture Capital Evaluation in the New Energy Automobile Industry

NIE Lei, ZHANG Ning

(Management School, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: With the growing pressure coming from energy, environment and other fields, many governments are introducing series of policies to support the new energy automobile industry, hoping it will replace the traditional car industry. A scientific project assessment at the first stage of venture capital has great significance on reducing investment risk and improving investment income. Referring to domestic researchers' and foreign researchers' related achievements, this paper constructs a assessment index system by taking specific features of new energy automobile industry into account and build a evaluation model based on AHP method, which fills in the blanks of assessment method in venture capital of new energy automobile industry, aiming to give venture capital investors in this field theoretical and practical guidance.

Key words: new energy automobile; venture capital; AHP

(上接第 115 页)

参考文献

[1] 周自全. 飞行试验工程[M]. 北京: 航空工业出版社, 2010:

11-15.

[2] STOLIKER F N. Introduction to flight test engineering[R]. AGARD-AG-300 Vol. 14, 1995.

The Project Management Research of Civil Aircraft Flight Test

MA Fei, JIN Xin

(COMAC Flight Test Center, Shanghai 200232, China)

Abstract: For the flight test of civil aircraft, there is not much experience in China aviation industry. According to the research of flight test project management, it could be divided into three parts including sortie management subject management and aircraft management. And a closed-circle management theory of "plan-conduct-management-plan" is proposed, which will help to improve the efficient of flight test management and organization capability.

Key words: flight test; project management; Closed-Circle Theory