

配电网中容量电费定价方法

万国成, 任 震, 张勇军

(华南理工大学电力学院, 广东省广州市 510640)

摘要: 在传统的配电网容量电费的电价中, 只考虑了用户的容量大小, 而没有考虑用户的功率因素、用户对供电的可靠性要求以及用户的具体位置等用户属性。通过对配电网用户属性的分析, 提出了一种用模糊聚类的方法对配电网内不同性质的用户进行分类的方法, 并依照此分类将配电网中的容量费用按一定的权重在不同类别的用户间进行分配。此全新的容量电费电价方法, 较全面地考虑了用户容量大小、用户的具体位置、用户的功率因数、用户对供电的可靠性要求等因素, 避免了将配电网内的投资费用仅按容量进行分摊的局限性, 使配电网内的投资费用的分摊趋于合理。实例研究表明, 该容量电费的定价方法能更合理地反映用户的属性。

关键词: 电力市场; 用户分类; 容量费用; 模糊聚类; 配电网

中图分类号: TM727. 2; F123. 9; F726

0 引言

电力运营机制在世界范围内都发生着巨大变革^[1~3]。从目前来看, 美国、英国、法国等已建立了电力市场的机制, 并取得了较好的效果。我国从 90 年代初期也开始了推行电力市场的准备工作。

电力市场的最基本原则就是公平原则^[4]。在制定电价时应尽可能对用户公平。如果对不同种类的用户收取相同的单位电费, 实际上是供电费用绝对平摊, 这种做法显然有失公允。电网公司应尽可能做到将电网的投资费用较为合理地分摊到各用户。

如何根据用户的实际供电成本, 对不同种类的用户进行公正合理的成本分摊, 这是电力市场在用户侧所不能回避的问题。而如何对各类用户进行合理的分类则是进行公正合理的成本分摊的前提。

本文在考虑配电网中用户的无功影响、用户离中心变电所的距离以及用户对供电的可靠性水平要求等几方面的基础上, 提出了依照模糊聚类的原理对配电网中相同电压等级的不同性质的用户的分类方法。并依照此分类对配电网中的总投资按一定的权重在各类用户间进行成本分配, 它使配电网中的投资费用的分摊趋于合理。

1 传统的两部电价存在的问题

在大多数国家所执行的两部电价中, 固定费是按供电容量大小而定的费用, 可变费是按使用的电

量而定的费用。在电价中相应地分为电力电价和电量电价两部分, 以此构成两部电价。电费 R 在有些地方^[4]表示为:

$$R = \rho_{p,d} P_d + \rho_{w,d} W_d \quad (1)$$

式中: P_d 为用户容量; W_d 为用电电量; $\rho_{p,d}$ 为电力电价(或称容量电价); $\rho_{w,d}$ 为电量电价。

其容量电价 $\rho_{p,d}$ 仅考虑了容量大小, 这存在以下问题:

a. 忽略了用户负荷中的无功功率的影响。由于用户负荷的无功功率对供电设备的充分利用和电压质量的影响很大, 为了平衡无功, 电网规划中就必须增大投入, 而这部分不应该由所有用户均摊。

b. 忽略了供电可靠性的不同。为了保证对供电需求可靠性高的用户的需要, 电网公司必然要加大设备容量, 增加设备备用, 有时甚至还要重新架设线路等, 这些费用由所有用户仅按容量来均摊当然也是不合理的。

c. 忽略了用户所处的具体位置。由于有些用户因自身各种原因建在远离中心变电所的地方, 电网公司为了向这类用户供电, 其输电线路的建设费肯定要远远高于其他用户, 因此忽略此部分的影响而对所有用户同样对待也是不可取的。

2 配电网中用户的模糊聚类

配电网具有如下特点:

a. 结构复杂, 投资呈多样性。在计算实时电价时, 由于是在全网范围内统一考虑, 如果将网内各配电网中所有环节的投入都考虑进去, 有相当难度。

b. 在配电网中, 设备的投入一般与该配电网内

某一用户或者某些用户具有较强的相关性,而与其他用户的相关性则弱得多。

c. 对不同类型的用户的投入不同,这在配电网中反映得最为突出。

d. 配电网与配电网之间的相关性很弱,且各配电网的总投入只与该配电网内的用户有关,而与该配电网以外的用户关系不大。

基于配电网的上述特点,各配电网的投资应该由各配电网内的用户承担,而不应该由全网用户分担;且不同类型的用户应该承担不同的该部分的费用。只有这样才能使该部分费用的分摊趋于合理。

有鉴于此,将式(1)改为:

$$R_k = \rho_{k,s} S_{k,d} + \sum_{t=1}^{T_p} \rho_{k,d,t} W_{k,d,t} \quad (2)$$

式中: $\rho_{k,s}$ 为第 k 个用户的容量电价; $S_{k,d}$ 为第 k 个用户的容量; $\rho_{k,d,t}$ 为第 k 个用户的实时电价; $W_{k,d,t}$ 为第 k 个用户 t 时段的用电量; T_p 为实时电价的时段数,以每月划分的时段数计算; R_k 为第 k 个用户每月应缴电费总额。

式(2)中的第 1 项表征第 k 个用户每月应承担的配电网中容量电费,而第 2 项表征按实时电价计算所得的电量电费,且在计算实时电价时^[5]不再考虑各配电网的投入。

$\rho_{k,s}$ 与电压等级、用户负荷的无功功率因数、用户所处的具体位置以及用户所要求的供电可靠性要求密切相关,对不同类型的用户其所对应的 $\rho_{k,s}$ 应不同。本文先就配电网中的用户分类方法进行讨论,然后对用户分类后 $\rho_{k,s}$ 的求取问题进行探讨。

在上面的讨论中提到 $\rho_{k,s}$ 中要考虑电压等级,因为不同电压等级中的用户差异太大,所以,可以认为配电网中的用户首先应根据不同的电压等级进行分类,然后再在各电压等级下按照本文的方法进行子类的划分。

考虑到在以下的成本分摊中是以用户的容量按不同的权系数来进行分配的,在划分子类时我们主要考虑该用户的其他 3 个因素,即:用户的具体位置、用户的功率因数、用户对供电的可靠性要求。

设集合 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ 为配电网内某一电压等级下待分类的全体用户,按上面所述将每个用户对象的属性由一组数据表征如下:

$$u_i = \{x_i | (x_{i1}, x_{i2}, x_{i3})\} \quad i = 1, 2, \dots, n$$

式中: x_i 为该电压等级下第 i 个用户的最大需量,即用户的容量大小; x_{i1} 为反映该用户离中心变电所距离的分量; x_{i2} 为反映该用户负荷功率因数的分量; x_{i3} 为反映该用户所需供电可靠性水平的分量。

由于电网的投入与用户离中心变电所的距离可

近似看做线性关系,因此第 1 个分量可为:

$$x_{i1} = D_i / \bar{D}$$

式中: D_i 为配电网中各用户离中心变电所的距离;

$$i = 1, 2, \dots, n; \bar{D} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n D_i.$$

对第 2 个分量,由于用户的功率因数越低,电网中所需的无功投入越高,且电网中无功设备的投入与无功容量也可近似看做线性关系。而无功容量与功率因数的关系由图 1 可知。

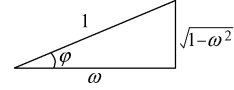


图 1 功率因数关系图

Fig. 1 Relationship of power factor

设斜边为 1, 则邻边 ω 即为功率因数值 $\cos \varphi$, 而对边 $\sqrt{1-\omega^2}$ 则为反映无功大小的分量, 即 $\sin \varphi$, 因此第 2 个分量可由下式获得:

$$x_{i2} = \frac{1}{\bar{W}} \sqrt{1 - \omega_i^2}$$

式中: ω_i 为配电网中各用户的功率因数; $i = 1, 2,$

$$\dots, n; \bar{W} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sqrt{1 - \omega_i^2}.$$

对第 3 个分量,由于配电网中各负荷点的可靠性水平不仅与配电网的网络拓扑结构(即线路的布局、开关设备的投放地、联络线的设置等)有关,而且与所选设备(如馈线中的断路器、隔离开关等)本身的可靠性有关,甚至与维修水平、运行人员的素质、调度行为都有关系,因此,用户用电可靠性与投资关系的问题相对复杂,一般认为可靠性与投资的关系如图 2 所示,图中 R 为供电可靠性, C 为投资^[6]。

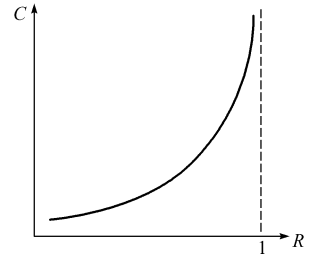


图 2 可靠性与投资的关系

Fig. 2 Relationship of reliability and investment

由于图 2 曲线与指数关系的模型类似,因此,我们用以下指数关系的模型来拟合:

$$I = \alpha e^{\frac{\beta}{1-\mu}} \quad (3)$$

式中: I 为电网的投入; μ 为供电可用率; α, β 为相关的系数。

一般说来,只要 α, β 选择得当,在我们所研究的范围(即 $0.9 < \mu < 1.0$)内,此模型还是能较好地反

映电网的投入与供电可靠性水平的关系的。

对式(3)在 $\bar{\mu}$ 附近做泰勒展开,取其前两项,则式(3)表述为:

$$I = \alpha \left[e^{\frac{\beta}{1-\bar{\mu}}} + \frac{\beta}{(1-\bar{\mu})^2} e^{\frac{\beta}{1-\bar{\mu}}} (\mu - \bar{\mu}) \right] = \alpha e^{\frac{\beta}{1-\bar{\mu}}} \left[1 + \frac{\beta(\mu - \bar{\mu})}{(1-\bar{\mu})^2} \right] \quad (4)$$

由于在 x_{i3} 中要考虑的是可靠性的相对因数,因此把式(4)中的公共项 $\alpha e^{\frac{\beta}{1-\bar{\mu}}}$ 去掉,仅考虑 $1 + \frac{\beta(\mu - \bar{\mu})}{(1-\bar{\mu})^2}$,并由它来获得 x_{i3} ,即取 $x_{i3} = 1 + \frac{\beta(\mu_i - \bar{\mu})}{(1-\bar{\mu})^2}$ 。其中 μ_i 为配电网中各用户所要求的供电可靠性水平; $i = 1, 2, \dots, n$; $\bar{\mu} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \mu_i$ 。

对事物按一定的要求进行分类的方法数学上叫做聚类分析。现实的分类问题往往伴随着模糊性,即考虑的不是有无关系,而是关系的深浅程度,这就是F(fuzzy)关系的分类问题。F聚类的基本思想^[7]就是对待分类对象的全体,依据各对象所拥有的属性按照某种规则求出各对象之间的相似矩阵(即表征它们相似关系的矩阵) R ,对相似矩阵 R 所对应的等价矩阵 $\tilde{R}$,其 λ -截集 $\tilde{R}_\lambda$ 是等价的布尔矩阵,在 $\tilde{R}_\lambda$ 中关系为1的元素,即可认为在 λ -截集水平下是一类。文献^[7]表明:当 λ 由1逐步降至0时,由F等价关系 $\tilde{R}$ 确定的分类所含元素由少变多,逐步归并,最后成一类,这个过程形成一个动态聚类图。文献^[7]同时给出了由相似矩阵获得其传递闭包的平方法,并且表明对相似矩阵 R ,其传递闭包即为其对应的等价矩阵。

在获得相关的数据组 $u_i (i=1, 2, \dots, n)$ 后,就需要建立各数据组之间的相似矩阵 $R_{n \times n}$ 了。采用绝对值减数法,其各元素的求法为:

$$r_{ij} = 1 - \omega \sum_{k=1}^3 |x_{ik} - x_{jk}| \quad (5)$$

式中: x_{ik}, x_{jk} 为 u_i 的分量; $i=1, 2, \dots, n$; $j=1, 2, \dots, n$; ω 为一指定参数。

在求出相似矩阵 R 后,再采用模糊矩阵的平方法求出 R 的传递闭包 $\hat{R}$ ^[7],则 $\hat{R}$ 即为 R 所对应的F等价矩阵,通过 $\hat{R}$ 便可对 U 进行分类。

3 根据用户分类按权重分配容量电费

为了叙述方便,我们对配电网中的子类划分重新描述:根据以上用户分类方法,可将配电网内某一电压等级的 n 个用户分为 m 个子类,第 i 个子类($i=1, 2, \dots, m$)中含有 q_i 个用户,第 i 个子类第 j 个用户的容量表示为 S_{ij} ,其对应的3个分量(即距离分

量、功率因数分量、可靠性水平分量)分别为 $x_{ij1}, x_{ij2}, x_{ij3}$ 。

如果认为每个子类的容量单位电价相同,取每个子类用户的容量电价的权系数为:

$$K = \frac{1}{q_i} \sum_{j=1}^{q_i} \sum_{k=1}^3 x_{ijk} \quad (6)$$

且其容量电价的基值为 ρ ,则每个子类的容量电价为 ρK 。设配电网内所考虑的电压等级的电网的总投入为 C_t (包含折旧费等),则有:

$$C_t = \sum_{i=1}^m \left(\rho K \sum_{j=1}^{q_i} S_{ij} \right) \quad (7)$$

可得容量电价的基值为:

$$\rho = C_t / \sum_{i=1}^m \left(K \sum_{j=1}^{q_i} S_{ij} \right) \quad (8)$$

则第 i 个子类中第 j 个用户的容量电费为:

$$C_{ij} = \rho K S_{ij} \quad (9)$$

综上所述,配电网内容量电费的计算步骤如下:

- 收集配电网内各用户的原始数据;
- 按各原始数据确定每个用户所对应的分量,即 (x_{i1}, x_{i2}, x_{i3}) ;
- 依照模糊聚类的原理对配电网内同电压等级的用户进行子类的划分;
- 按式(6)求取各子类容量电价的权系数;
- 按式(8)求容量电价的基值;
- 由式(9)求得最终各用户的月容量电费。

4 实例分析

某10 kV的配电网内有10个用户,该等级用户所应承担的容量费用为每月1.35万元。这10个用户的最大需量、离中心变电所的距离、用户负荷的功率因数以及用户对供电的可靠性水平要求如表1所示,其中可靠性水平为由用户所能容忍的年停电时间经计算而得到的可用率。

表1 用户的原始数据
Table 1 Original data of consumers

u_i	最大需量/kVA	离中心变电所距离/km	负荷功率因数	可靠性水平
1	1 000	3.0	0.86	0.992
2	10	1.0	0.98	0.990
3	800	5.0	0.85	0.990
4	400	0.4	0.90	0.990
5	200	0.2	0.93	0.985
6	80	0.6	0.92	0.992
7	1 000	0.5	0.98	0.980
8	250	3.0	0.90	0.998
9	50	0.8	0.91	0.992
10	20	4.0	0.85	0.999

用本文所提出的方法求得 $u_i (i=1, 2, \dots, n)$ 所对应的分量数据如表 2 所示, 其中求第 3 个分量时取 $\beta=0.005$ 。

表 2 用户对应的分量数据
Table 2 Data of components of consumers

u_i	最大需量/kVA	x_{i1}	x_{i2}	x_{i3}
1	1 000	1.622	1.273	1.071
2	10	0.541	0.496	0.953
3	800	2.273	1.314	0.953
4	400	0.216	1.087	0.953
5	200	0.108	0.917	0.657
6	80	0.324	0.978	1.071
7	1 000	0.270	0.497	0.362
8	250	1.622	1.087	1.425
9	50	0.432	1.035	1.071
10	20	2.162	1.314	1.485

取 $\omega=0.2$, 由表 2 中的数据编程求解相似矩阵 R (其中小于 0 的项均置 0) 及其传递闭包 $\hat{R}$, 它们分别为 (因其均为对称阵, 仅写出它们的下三角阵):

$$R = \begin{bmatrix} 1.00 & & & & & & & & & \\ 0.60 & 1.00 & & & & & & & & \\ 0.84 & 0.49 & 1.00 & & & & & & & \\ 0.66 & 0.82 & 0.54 & 1.00 & & & & & & \\ 0.54 & 0.77 & 0.43 & 0.89 & 1.00 & & & & & \\ 0.68 & 0.84 & 0.52 & 0.93 & 0.86 & 1.00 & & & & \\ 0.43 & 0.83 & 0.32 & 0.75 & 0.82 & 0.75 & 1.00 & & & \\ 0.89 & 0.57 & 0.73 & 0.62 & 0.51 & 0.65 & 0.40 & 1.00 & & \\ 0.71 & 0.85 & 0.55 & 0.92 & 0.83 & 0.97 & 0.72 & 0.68 & 1.00 & \\ 0.80 & 0.41 & 0.87 & 0.46 & 0.34 & 0.48 & 0.23 & 0.83 & 0.52 & 1.00 \end{bmatrix}$$

$$\hat{R} = \begin{bmatrix} 1.00 & & & & & & & & & \\ 0.71 & 1.00 & & & & & & & & \\ 0.84 & 0.71 & 1.00 & & & & & & & \\ 0.71 & 0.85 & 0.71 & 1.00 & & & & & & \\ 0.71 & 0.85 & 0.71 & 0.89 & 1.00 & & & & & \\ 0.71 & 0.85 & 0.71 & 0.93 & 0.89 & 1.00 & & & & \\ 0.71 & 0.83 & 0.71 & 0.83 & 0.83 & 0.83 & 1.00 & & & \\ 0.89 & 0.71 & 0.84 & 0.71 & 0.71 & 0.71 & 0.71 & 1.00 & & \\ 0.71 & 0.85 & 0.71 & 0.93 & 0.89 & 0.97 & 0.83 & 0.71 & 1.00 & \\ 0.84 & 0.71 & 0.87 & 0.71 & 0.71 & 0.71 & 0.71 & 0.84 & 0.71 & 1.00 \end{bmatrix}$$

由传递闭包 $\hat{R}$ 进行模糊聚类如下 (其中 λ 为模糊聚类的阈值): $0 \leq \lambda \leq 0.71$ 时, 所有的用户可看成一类; $0.71 < \lambda \leq 0.83$ 时, U 分为 2 类: $\{u_1, u_3, u_8, u_{10}\}, \{u_2, u_4, u_5, u_6, u_7, u_9\}$; $0.83 < \lambda \leq 0.84$ 时, U 分为 3 类: $\{u_1, u_3, u_8, u_{10}\}, \{u_2, u_4, u_5, u_6, u_9\}, \{u_7\}$; $0.84 < \lambda \leq 0.85$ 时, U 分为 4 类: $\{u_1, u_8\}, \{u_2, u_4, u_5, u_6, u_9\}, \{u_3, u_{10}\}, \{u_7\}$; 具体的动态聚类图可

参见图 3。

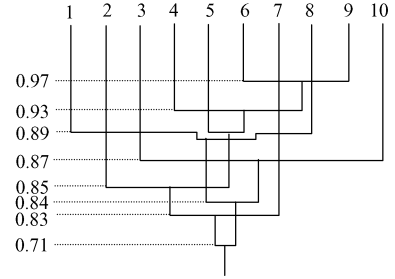


图 3 聚类图
Fig. 3 Figure of cluster

这里, 我们指出在选取最终的阈值 λ 时所遵循的原则:

a. 为了体现容量费用承担的合理性, 同时为了方便管理, λ 的取值应使子类的数目既不要太多也不要太少。太多则不方便管理, 太少则不能体现费用承担的合理性。

b. λ 的取值应使所分类的各子类中的权系数即式 (6) 的 K 值有较大的差距, 且子类中表征各对象属性的数据组之和对该子类所对应的权系数 K 之差的绝对值小于一定值 δ , 即对第 i 个子类 (含有 q_i 个用户) 中每个 j 对象, $j=1, 2, \dots, q_i$, 都有

$$\left| \sum_{k=1}^3 x_{ijk} - K \right| < \delta \text{ 成立。}$$

按以上规则, 将该配电网内此等级的用户分成 3 个子类, 即 u_1, u_3, u_8, u_{10} 看成一类 (第 1 类), u_2, u_4, u_5, u_6, u_9 看成一类 (第 2 类), u_7 单独看成一类 (第 3 类), 其各子类用户容量电价的权系数如下:

由式 (6) 可得第 1 类用户的权系数为:

$$\frac{1}{4} \times [(1.622 + 1.273 + 1.071) + (2.273 + 1.314 + 0.953) + (1.622 + 1.087 + 1.425) + (2.162 + 1.314 + 1.485)] = 4.400\ 25$$

第 2 类用户的权系数为:

$$\frac{1}{5} \times [(0.541 + 0.496 + 0.953) + (0.216 + 1.087 + 0.953) + (0.108 + 0.917 + 0.657) + (0.324 + 0.978 + 1.071) + (0.432 + 1.035 + 1.071)] = 2.167\ 8$$

第 3 类用户的权系数为:

$$0.270 + 0.497 + 0.362 = 1.129$$

将权系数与每个用户的各分量绘成散点图, 如图 4 所示, 可以看出价格权系数基本上反映了用户的特性。

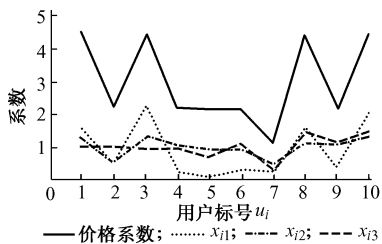


图 4 价格权系数与用户分量关系图
Fig. 4 Relationship between price coefficient and components of consumers

由式(8)可得容量电价的基值 ρ 为：
$$\{\rho\}_{\text{元}/(\text{kVA} \cdot \text{月})} = 1.35/[4.400\ 25 \times (1\ 000 + 800 + 250 + 20) + 2.167\ 8 \times (10 + 400 + 200 + 250 + 50) + 1.129 \times 1\ 000] \approx 1.106$$

由式(9)得各用户每月应缴的容量电费。各用户单位容量电价及每月所应缴容量电费见表 3。

表 3 用户的单位容量电价及每月应缴电费 Table 3 Price of unit capacity and the month charge			
u_i	最大需量/ kVA	单位容量电价/ (元 $\cdot$ (kVA $\cdot$ 月) $^{-1}$)	每月所缴容 量电费/元
1	1 000	$1.106 \times 4.400\ 25$	4 867
2	10	$1.106 \times 2.167\ 80$	24
3	800	$1.106 \times 4.400\ 25$	3 893
4	400	$1.106 \times 2.167\ 80$	959
5	200	$1.106 \times 2.167\ 80$	480
6	80	$1.106 \times 2.167\ 80$	192
7	1 000	$1.106 \times 1.129\ 00$	1 249
8	250	$1.106 \times 4.400\ 25$	973
9	50	$1.106 \times 2.167\ 80$	120
10	20	$1.106 \times 4.400\ 25$	97

上面所述的按分类计算的方法称为方法 1。下面我们按另外两种方法来计算各用户的月容量电费(分别称为方法 2 和方法 3)。

方法 2:不对用户分类,直接由各分量获得容量电价的权系数来分配容量电费;

方法 3:不考虑用户其他因素,只由容量来分配容量电费。

下面比较这 3 种方法所得的最终结果。
方法 2 仍然设配电网内所考虑的电压等级的电网的总投入为 C_t ,配电网内某电压等级的 n 个用户描述如下:

$$u_i = \{S_i | (x_{i1}, x_{i2}, x_{i3})\} \quad i = 1, 2, \dots, n$$

式中: S_i 为第 j 种电压等级下第 i 个用户的最大需量,即用户的容量大小。

第 i 个用户容量电价的权系数为 $\sum_{k=1}^3 x_{ik}$,其相应

的容量电价为 $\rho \sum_{k=1}^3 x_{ik}$, 则有:

$$C_t = \sum_{i=1}^n \left(\rho \sum_{k=1}^3 x_{ik} \right) S_i$$

容量电价的基值为:

$$\rho = C_t / \sum_{i=1}^n \left(S_i \sum_{k=1}^3 x_{ik} \right)$$

第 i 个用户的容量电费为:

$$C_i = \left(\rho \sum_{k=1}^3 x_{ik} \right) S_i$$

仍以上面的例子进行计算,算得容量电价的基值 $\rho = 1.18$ 元/(kVA $\cdot$ 月),其他计算结果见表 4。

表 4 方法 2(不分类各用户)每月应缴容量电费 Table 4 Charge of capacity depending on the no classifying method			
u_i	最大需量/kVA	容量电价权系数	每月所缴容量电费/元
1	1 000	3.966	4 680
2	10	1.990	24
3	800	4.540	4 286
4	400	2.256	1 065
5	200	1.682	397
6	80	2.373	224
7	1 000	1.129	1 332
8	250	4.134	1 220
9	50	2.538	150
10	20	4.961	117

下面将 3 种不同方法获得的各用户的月容量电费列入表 5 中,其关系示于图 5 中。

表 5 3 种方法所得的容量电费 Table 5 Charge of capacity depending on the three different methods			
u_i	方法 1 每月所缴容量电费/元	方法 2 每月所缴容量电费/元	方法 3 每月所缴容量电费/元
1	4 867	4 680	3 543
2	24	24	35
3	3 893	4 286	2 835
4	959	1 065	1 417
5	480	397	709
6	192	224	283
7	1 249	1 332	3 543
8	973	1 220	886
9	120	150	177
10	97	117	71

由图 5 可见,如果不考虑其他因素,仅计及容量时,各用户每月所缴容量电费与其他两种考虑了输送距离、功率因数、可靠性 3 个因素后各用户每月所缴容量费之间有较大差距,而考虑了 3 个因素的两

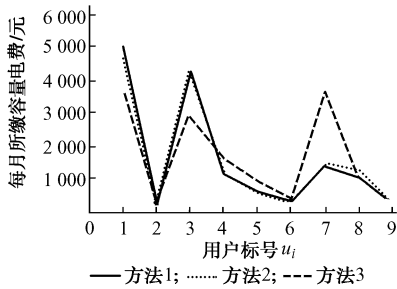


图5 3种不同方法获得的容量电费图
Fig. 5 Diagram of charge of capacity depending on three different methods

5 结语

本文所涉及的无论是用户离中心变电所距离、用户负荷的功率因数还是用户所需供电的可靠性水平与供电成本之间的关系,本身都是一个大概的关系,具有一定的模糊性,并且系统的总投入中并不能严格确定哪些是为了提高系统可靠性的投入、哪些是为满足功率因数的投入、哪些投入是完全只与用户的距离有关的。因此,有必要寻找一种较为合理的办法将总投入分摊到各具体用户,而模糊聚类就可以根据用户所拥有的性质将用户进行模糊分类,然后大致合理地分摊系统的容量成本。

将容量成本合理地分配给各用户也是电力市场中公平原则的体现,本文提出了在考虑输送距离、功率因数、可靠性3个因素基础上先对各配电网内同电压等级的用户进行分类,然后再根据一定的权重确定各类用户的容量电价系数,从而避免了将容量成本仅按用户容量进行分摊的平均主义,使成本的分摊趋于合理。

直接由各分量来获得容量电价的权系数来分配容量电费,所得结果与先进行模糊聚类然后再根据

一定的权重确定各类用户的容量电价系数来分配容量电费相比十分接近,由于在确定各用户的3个分量即距离分量、功率因数分量、可靠性分量时本身具有一定的误差,且为了管理的方便,建议采用用户分类法来计算每月的容量电费。

参考文献

- 1 Offer. The New Electricity Trading Arrangements. UK: Office of Gas and Electricity Markets, 1999
- 2 Alaywan Z, Allen J. California Electric Restructuring: A Broad Description of the Development of the California ISO. IEEE Trans on Power Systems, 1998, 13(4): 1445~1452
- 3 李昕,涂光瑜(Li Xin, Tu Guangyu). 澳大利亚国家电力市场简介(A Brief Introduction to National Electricity Market of Australia). 电网技术(Power System Technology), 2000, 24(8): 73~76
- 4 于尔铿,韩放,周京阳(Yu Erkeng, Han Fang, Zhou Jingyang). 电力市场(Power Market). 北京:中国电力出版社(Beijing: China Electric Power Press), 1998
- 5 Baughman M L, Siddiqi S N. Real-time Pricing of Reactive Power: Theory and Case Study Results. IEEE Trans on Power Systems, 1991, 6(1): 23~29
- 6 Billinton R, Kumar S, Chowdhury N, et al. A Reliability Test System for Educational Purposes—Basic Data. IEEE Trans on Power Systems, 1989, 4(3): 1238~1244
- 7 杨纶标,高英仪(Yang Lunbiao, Gao Yingyi). 模糊数学原理及应用(Theories and Applications of Fuzzy Math). 广州:华南理工大学出版社(Guangzhou: SCUT Press), 2001

万国成(1970—),男,博士研究生,研究方向为电力系统工程、可靠性与优化。E-mail: wanguocheng@163.net

任震(1938—),男,教授,博士生导师,研究方向为电力系统可靠性、小波理论及其在电力系统中的应用、高压直流输电、谐波分析等。

张勇军(1974—),男,博士研究生,研究方向为电力系统无功优化。

PRICE SETTING OF CAPACITY CHARGE IN DISTRIBUTION SYSTEM

Wan Guocheng, Ren Zhen, Zhang Yongjun

(South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract: A novel method for the setting of capacity charge within a distribution system is proposed in this paper. This new method apportions the capacity charge based on a fuzzy clustering categorization of consumers. Consumers in the system are first categorized to different classes according to their properties by using fuzzy cluster principle. Then, the charge of the system capacity is rated among these various classes with weighted factor. In contrast to the conventional setting method which only takes into account the capacity of consumers, while ignoring other properties such as power factor, reliability, and location of the consumers, the presented method considers them all together, which eliminates the limitation of capacity-based only apportionment within the system, making the apportionment of the investment more reasonable. Experiments show that this setting method responses to the consumers' properties more properly.

This project is supported by Natural Science Foundation of Guangdong Province (No. 000397).

Key words: electricity market; classifying the consumers; charge of capacity; fuzzy cluster; distribution system