

Study on Credit Risk Evaluation of Power Customers Based on Entropy Method and Grey Correlation Method

Wei Jiang¹, Qiang Chen²

¹Tianshengqiao First-Level Hydropower Development Co. Ltd., Guangzhou

²Wuling Power Corporation, Changsha

Email: jiangwei@gdyd.com

Received: Apr. 11th, 2014; revised: Apr. 18th, 2014; accepted: Apr. 23rd, 2014

Copyright © 2014 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

The evaluation of electricity customers' credit is an issue which should be concerned by power supply enterprises and the whole society. The analysis of power customers' behavior is a key to the study of the power market, the behavior in the process of electricity bills to pay especially important, which directly affects the normal operation of electric power. This paper establishes an index system based on the analysis of the main factors which suits electricity customers' credit evaluation. The method uses the entropy method and the grey correlation analysis method to evaluate different customers' credit risk. The results have shown that the proposed method is effective.

Keywords

Electricity Customers, Credit Evaluation, Entropy Method, Gray Relative Analysis Method

基于熵权法和灰色关联法的电力客户信用风险评价研究

蒋伟¹, 陈强²

¹天生桥一级水电开发有限责任公司, 广州

²五凌电力有限公司，长沙
Email: jiangwei@gdyd.com

收稿日期：2014年4月11日；修回日期：2014年4月18日；录用日期：2014年4月23日

摘要

用电客户的信用评价是供电企业及全社会都应该关注的问题。电力客户的用电行为分析是市场研究的一个关键内容，尤其是其在电费缴纳过程的行为，直接影响电力公司的正常运营。本文在分析了用电客户信用评价应该考虑的主要因素的基础上，建立了一套适用于用电客户信用评价的指标体系，运用熵权法和灰色关联分析法对不同客户的信用风险进行评价。实例结果证明了该方法的有效性。

关键词

用电客户，信用评价，熵值法，灰色关联分析法

1. 引言

电力市场化的进程将供电企业推到了市场的前沿。而用电客户的信用缺失不仅会给供电企业的经营带来巨大的困难，也会严重破坏电力市场交易的正常秩序，在某种程度上会严重影响发电企业的正常经营活动，进而影响整个电力工业的健康发展[1] [2]。对供电企业而言，依据一定的标准和方法对用电客户的付费能力及其意愿进行综合评价，借此选择可靠的用电客户，将电能出售给最讲信用、最需要用电的客户，是供电企业立足市场、提高效益的前提条件，也是电力工业健康发展的基础[3] [4]。因此，对用电客户的信用进行评价是供电企业乃至全社会都应关注的问题。诚然，对不按时交纳电费的客户，电力公司完全可以按照《电力法》条例进行处理。但在实际操作过程中，会遇到各种各样的复杂问题，如果防范于未然，在事前就加强对电力客户信用水平的分析与评估，了解他们在不同时期的信用状况，并制定相应的措施，就可以大大降低电费回收过程中的风险。现今国内外有许多学者对于电力客户信用水平的分析与评估进行了研究。瞿斌，李存斌在文献[3]中对于工业用电客户的信用评价构建了一整套切实可行的评价指标体系，并利用表现度函数对定性和定量指标进行预处理，采用模糊一致互补判断矩阵计算权重，取得较好的成效；黄文杰，张宇波在文献[5]中运用可拓学理论以及结合熵理论构建了电力客户信用风险评价的经典物元和节域物元，基于熵权获得了客观合理的评价结果。本文在综合了诸多学者的研究成果基础上，提出了一种基于熵权法和灰色关系度法相结合的电力客户信用风险评价指标体系。

2. 指标体系的构建

用电客户信用是指用电客户在用电付费、用电方式及其它有关用电事宜中履行约定所取得的信任[5] [6]。用电客户信用是一个内涵丰富、外延模糊的概念，其内容涉及用电客户的历史、现状、前景等诸多方面。国际上评估企业信用的传统要素主要有品格、能力、资本、担保、经营状况 5 项，基于我国用电客户的基本情况，依据相关文献资料，笔者认为对用电客户的信用评价应主要立足于客户的综合素质，具体应包括[7] [8]：

- 1) 商业信用：用电客户的商业信用是客户履行各种经济承诺的能力及可信用度；
- 2) 安全信用：安全信用的高低是对客户安全事故的多少、性质的恶劣程度及日常是否重视安全、安全措施是否得当的评价。

3) 法律信用：主要指客户执行《电力法》、《供用电营业规则》等方面的信用。其评价依据是：是否存在违约用电、违约用电的次数和程度，是否有阻碍、扰乱电力生产建设秩序及危害电力设施的行为。

4) 合作信用：合作信用主要反映客户与供电企业在用电、调度等方面的配合情况。

综上所述，可建立起一套用电客户信用分析指标体系，指标值分别来源于专家评判或对用电客户的情况统计。

3. 熵值赋权法

熵的概念源于热力学，用来描述离子或分子运动的不可逆现象。后有 Shannon 引入到信息论后，信息熵成为一种可靠的权重确定方法。熵值赋权法是一种依据各指标所含信息量的多少来确定指标权重的客观赋权法[9]。若某个指标的熵越小，说明该指标值的变异程度越大，提供的信息量也就越多，在综合评价中起的作用越大，则该指标的权重也应越大。权重反映了各个指标在指标集中的重要性程度。指标的权重直接关系到这一指标对总体的贡献性大小，熵权法计算步骤简单，能有效利用指标数据，排除主观因素的影响。

设 x_{ij} ($i=1,2,\dots,n$, $j=1,2,\dots,m$) 为第 i 个电力用户中的第 j 项指标的观测数据。

1) 计算第 j 项指标下，第 i 个电力用户的特征比重为：

$$P_{ij} = x_{ij} / \sum_{i=1}^n x_{ij} \quad (1)$$

假设 $x_{ij} \geq 0$ ，且 $\sum_{i=1}^n x_{ij} > 0$ 。若 $x_{ij} < 0$ ，对其进行修正。

2) 计算第 j 项指标的熵值

$$e_j = -k \cdot \sum_{i=1}^n p_{ij} \ln(p_{ij}) \quad (2)$$

其中 $k > 0$ ，可以推出 $e_j > 0$ 。式中常数 k 与电力用户的个数 n 有关，可以取 $k = \frac{1}{\ln n}$ 。

3) 计算指标 x_j 的差异性系数

由于信息熵值 e_j 可用来度量 j 项指标的数据效用价值，对于给定的 j ， x_{ij} 的差异越小，则 e_j 越大，当 x_{ij} 全部相等时， $e_j = e_{\max} = 1$ ，此时对于电力用户信用等级的评价，指标 x_j 毫无作用；当 x_{ij} 的差异越大， e_j 越小，指标对于电力用户信用登记的评价作用越大。因此，某项指标的信息效用价值取决于差异性系数 g_j 。 g_j 越大，越应该重视该项指标的作用。

$$g_j = 1 - e_j \quad (3)$$

4) 确定权数

利用熵值法确定各指标的权重，其本质是利用该指标信息的价值系数进行计算，价值系数越高，对评价结果的贡献越大，则 j 项指标的权重为：

$$h_j = g_j / \sum_{j=1}^m g_j \quad j=1,2,\dots,m \quad (4)$$

式中 h_j 为归一化了的权重系数。

4. 灰色关联分析法

灰色关联分析(GRA)是一种多因素统计分析方法，它是以各因素的样本数据为依据用灰色关联度来

描述因素间关系的强弱、大小和次序的。如果样本数据列反映出两因素变化的态势(方向、大小、速度等)基本一致,则它们之间的关联度较大;反之,关联度较小。与传统的多因素分析方法(相关、回归等)相比,灰色关联分析对数据要求较低且计算量小,便于广泛应用。

灰色关联分析的具体步骤如下:

1) 确定分析序列

在对所研究问题定性分析的基础上,确定一个因变量因素和多个自变量因素。设因变量数据构成参考序列 X'_0 , 各自变量数据构成比较序列 $X'_i (i = 1, 2, \dots, n)$, $n + 1$ 个数据序列形成如下矩阵:

$$(X'_0, X'_1, X'_2, \dots, X'_n) = \begin{pmatrix} x'_0(1) & x'_1(1) & \dots & x'_n(1) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x'_0(m) & x'_1(m) & \dots & x'_n(m) \end{pmatrix}$$

其中, $(X'_i = x'_i(1), x'_i(2), \dots, x'_i(m))^T, i = 0, 1, 2, \dots, n$ 。

2) 用初值化方法进行无量纲化

初值化公式为:

$$x_i(k) = \frac{x'_i(k)}{x'_i(1)} \tag{5}$$

式中, $i = 0, 1, 2, \dots, n; k = 1, 2, \dots, m$ 。

得到无量纲矩阵:

$$X_0, X_1, X_2, \dots, X_n = \begin{pmatrix} x_0(1) & x_1(1) & \dots & x_n(1) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_0(m) & x_1(m) & \dots & x_n(m) \end{pmatrix}$$

3) 求差序列、最大值和最小值

根据差序列的计算公式

$$\Delta_{0i} = |x_0(k) - x_i(k)| \tag{6}$$

式中, $i = 1, 2, \dots, n; k = 1, 2, \dots, m$ 。

可得差值矩阵 $\begin{pmatrix} \Delta_{01}(1) & \dots & \Delta_{0n}(1) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \Delta_{01}(m) & \dots & \Delta_{0n}(m) \end{pmatrix}$, 绝对差值阵中最大数和最小数即为最大差和最小差, 用 Δ_{\max}

和 Δ_{\min} 表示。

4) 计算关联系数

关联系数的计算公式为

$$\xi_{0i}(k) = \frac{\Delta_{\min} + \rho\Delta_{\max}}{\Delta_{0i}(k) + \rho\Delta_{\max}} \tag{7}$$

式中, $i = 1, 2, \dots, n, \rho \in [0, 1]$, 通常取 $\rho = 0.5$, 得关联矩阵 $\begin{pmatrix} \xi_{01}(1) & \dots & \xi_{0n}(1) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \xi_{01}(m) & \dots & \xi_{0n}(m) \end{pmatrix}$ 。

5) 计算关联度

使用公式

$$\gamma_{0i} = \sum_{k=1}^m \xi_{0i}(k) \alpha(k) \tag{8}$$

$i=1,2,\dots,n$ ，其中 $\alpha(k)$ 为第 k 个指标的权重。

5. 算例分析

根据以上设立的电力客户信用分析指标，选用了某电力公司的电力客户电费管理数据，遵照电费管理人员的管理经验，对不同客户在以上所讨论的几个信用方面的情况，按照百分制原则进行了打分，得到基础数据，如表 1：

1) 用熵值法进行赋权

根据公式(1)至公式(4)求得各指标的权重 $W = (0.45, 0.12, 0.43, 0.01)$ 。

2) 利用灰色关联分析法进行计算

取各个指标的满分 100 组成参考序列，得到原始矩阵如下：

$$\begin{pmatrix} 100 & 50 & 80 & 70 & 30 & 65 & 70 & 80 & 85 & 85 & 20 \\ 100 & 80 & 85 & 80 & 90 & 90 & 80 & 90 & 90 & 75 & 20 \\ 100 & 70 & 80 & 60 & 30 & 60 & 65 & 70 & 85 & 80 & 25 \\ 100 & 75 & 60 & 90 & 100 & 80 & 70 & 75 & 90 & 70 & 60 \end{pmatrix}$$

易知，原始数据即为无量纲化后的结果，由公式(6)可得到绝对差值矩阵：

$$\begin{pmatrix} 50 & 20 & 30 & 70 & 35 & 30 & 30 & 15 & 15 & 80 \\ 20 & 15 & 20 & 10 & 10 & 20 & 10 & 10 & 25 & 80 \\ 30 & 20 & 40 & 70 & 40 & 35 & 30 & 15 & 20 & 75 \\ 25 & 40 & 10 & 0 & 20 & 30 & 25 & 10 & 30 & 40 \end{pmatrix}$$

绝对差值矩阵中最大数和最小数即分别为 $\Delta_{\max} = 80$ ， $\Delta_{\min} = 0$ 。

取 $\rho = 0.5$ ，由公式(7)可得关联系数矩阵：

$$\begin{pmatrix} 0.44 & 0.67 & 0.57 & 0.36 & 0.53 & 0.57 & 0.57 & 0.73 & 0.73 & 0.33 \\ 0.67 & 0.73 & 0.67 & 0.8 & 0.8 & 0.67 & 0.8 & 0.8 & 0.62 & 0.33 \\ 0.57 & 0.67 & 0.5 & 0.36 & 0.5 & 0.53 & 0.57 & 0.73 & 0.67 & 0.35 \\ 0.62 & 0.5 & 0.8 & 1 & 0.67 & 0.57 & 0.62 & 0.8 & 0.57 & 0.5 \end{pmatrix}$$

Table 1. The basic data of power customer credit analysis

表 1. 电力客户信用分析基础数据

序号	所属工业	缴费类别	商业信用	安全信用	法律信用	合作信用
1	大工业	银行托收	50	80	70	75
2	普通工业	银行托收	80	85	80	60
3	非居民照明	银行托收	70	80	60	90
4	非居民照明	政府支付	30	90	30	100
5	普通工业	托收或自交	65	90	60	80
6	居民照明	客户自交	70	80	65	70
7	居民照明	银行托收	80	90	70	75
8	商业	银行托收	85	90	85	90
9	商业	客户自交	85	75	80	70
10	农业生产	走收	20	20	20	60

Table 2. The credit correlation and sorting of power customers

表 2. 电力客户信用关联度与排序表

序号	所属行业	缴费类别	信用关联度	排序
1	大工业	银行托收	0.5297	8
2	普通工业	银行托收	0.6822	3
3	非居民照明	银行托收	0.5599	6
4	非居民照明	政府支付	0.4228	9
5	普通工业	托收或自交	0.5562	7
6	居民照明	客户自交	0.5723	5
7	居民照明	银行托收	0.6038	4
8	商业	银行托收	0.7464	1
9	商业	客户自交	0.6967	2
10	农业生产	走收	0.3436	10

将权重 $W = (0.45, 0.12, 0.43, 0.01)$ 与该矩阵相乘得到各电力客户的信用关联度, 结果见表 2。

通过熵权法的赋值以及灰色关联分析法的计算, 对不同行业进行了信用类别的关联度计算并排序, 针对文章构建的评价体系, 对于表 2 中信用关联度较差、可能存在电费回收困难的电力客户应重点监测加以防范, 该方法计算简单, 可靠性高, 通过该方法的分类排序, 实例证明该方法能够有效的防范电费收缴过程可能出现的相关问题。

6. 结束语

本文运用熵权法对指标进行赋权, 利用灰色关联分析方法进行计算, 避免了主观因素, 使讨论结果更加符合实际情况。通过对电力客户进行信用评价, 供电企业可以更准确地了解客户信息, 以此为依据制定相应的差异化服务措施, 对不同信用度的客户进行区分管理, 实现供电企业的良好运营。

参考文献 (References)

- [1] 胡永宏, 贺思辉 (2000) 综合评价方法. 科学出版社, 北京.
- [2] 秦寿康 (2003) 综合评价原理与应用. 电子工业出版社, 北京.
- [3] 瞿斌, 李存斌, 田惠英 (2007) 工业用电客户信用综合评价指标体系的构建方法. *电网技术*, **1**, 75-79.
- [4] 曾鸣, 程芸, 声高 (2000) 我国电力市场的实施方案和相关问题研究. *电 I 网技术*, **24**, 69-73.
- [5] 黄文杰, 张宇波 (2008) 基于可拓方法的电力客户信用风险评估. *电力系统保护与控制*, **19**, 5-8.
- [6] 杨淑霞, 吕世森, 乔艳芬 (2005) 用电客户信用的主客观评价及分析. *中国电力*, **38**, 1-4.
- [7] 周辉, 王毅等 (2005) 电力客户信用综合评价的研究. *电力自动化设备*, **12**, 15-17.
- [8] 王锦斌, 谭忠富 (2007) 供电企业规避电费回收风险的客户信用评价方法. *华东电力*, **35**, 21-25.
- [9] 罗毅, 李昱龙 (2013) 基于熵权法和灰色关联分析法的输电网规划方案综合决策. *电网技术*, **1**, 77-82.