

基于灰色模糊聚类法的发电企业竞争力分析

李春杰,张宇波,黄文杰,赵荟如

(华北电力大学 工商管理学院,北京 102206)

摘要:通过构建发电厂竞争力及其作用因素的评价指标体系,提出了对发电厂竞争力进行评价和分类的系统方法。首先,运用灰色理论方法计算了发电厂竞争力的作用因素与其综合竞争力的灰色关联度,在此基础上建立了描述发电厂间相似程度的特征向量空间;然后,运用模糊聚类方法,对作用因素对竞争力的影响具有相同或相似特性的发电厂进行分类,为发电集团提供决策依据;最后,利用一家发电集团下属的 13 家发电厂的实际数据,证实了该方法的科学性与可行性。

关键词:发电企业;竞争力;作用因素;灰色模糊聚类法

中图分类号:F270 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-980X(2009)03-0070-05

在发电领域引入竞争,实施“厂网分开、竞价上网”,是我国电力体制改革的主要内容之一。随着改革的进行,原国家电力公司拆分后形成的五大发电集团及其他投资主体建立的发电集团已经在发电领域形成了竞争的格局。面对激烈变化、严峻挑战的经营环境,谁能结合行业特点增强自身的竞争力和竞争优势,谁就能在将来的竞争中占据主动,实现企业的可持续发展。发电集团一般都拥有若干个发电厂,要提高发电集团的整体竞争力,就需要科学、客观地分析其下属各发电厂的市场竞争力,分析影响其竞争力的作用因素,并能够为提高发电集团整体竞争力提出有效的改进方案和措施。

对于发电企业竞争力的研究多是通过构建指标体系来分析竞争力的来源、核心竞争力等,并采用综合评价方法来评价发电企业的综合竞争能力^[1-4],但是在如何提高发电企业竞争力以及影响竞争力的因素等方面缺乏科学的评价和分析。作用于发电企业竞争力的因素众多,包括市场环境、资源、管理、技术、企业文化等,每个因素又包含多个子因素。这些因素对发电企业竞争力的影响往往具有很大程度的模糊性和不确定性,给评估分析带来相当的难度。灰色系统理论^[5]能够较好解决原始数据中存在的“灰度”问题,已被广泛应用于自然科学和社会科学的很多方面^[6-8]。同样,基于模糊集合理论的模糊聚类方法能有效地从复杂且具有模糊性的事物中挖掘出共性的发展规律,因而得到人们的广泛关注^[9-10]。而将灰色理论和模糊聚类理论应用到发电企业竞争力及

其作用因素评估的相关研究则鲜见报道。

本文在借鉴已有发电企业竞争力研究的基础上,构建了发电企业竞争力及其作用因素指标体系,运用灰色关联度分析方法,系统分析了发电厂竞争力的各作用因素与其综合竞争力的内在关联规律及其作用程度的排序。然后,采用模糊聚类方法,对作用因素对竞争力的影响具有相同或相似特性的发电厂进行分类。根据分类结果,发电集团的领导者不难看出每一类发电厂的经营特性,通过分析影响其竞争力状况的主要作用因素,可以有针对性地给予指导和帮助。

1 发电企业竞争力及其作用因素指标体系

在市场竞争环境下,发电企业的竞争力主要是指发电企业为获得更多利润而使电价高于电能边际成本的能力。本文认为发电企业的竞争力在市场竞争中主要体现在发电成本、发电的安全质量、市场占有率、上网电价水平以及对发电原料的储存能力^[2](水电厂为对水的储存能力,火电厂为对煤炭的储存能力)等方面。

从国内外关于企业竞争力的实证研究可以看到,企业竞争力的形成会受到众多因素的影响。如 Mom 等^[11]研究了管理行为和企业组织对企业竞争力及其杠杆作用的影响。金碚^[12]将决定企业竞争力的要素分为“关系”、资源、能力和知识四个方面。刘平^[13]将影响及决定企业竞争力的因素按其作用程度分为影响性因素和决定性因素两大类,它们来

收稿日期:2008-12-10

基金项目:国家社会科学基金资助项目(06BJY025)

作者简介:李春杰(1952—),男,黑龙江人,华北电力大学工商管理学院党总支副书记、教授,研究方向:产业经济、电力经济;张宇波(1978—),男,湖北襄樊人,华北电力大学工商管理学院博士研究生,研究方向:电力经济;黄文杰(1945—),男,北京人,华北电力大学工商管理学院教授,博士生导师,研究方向:项目管理、电力经济;赵荟如(1963—),女,河北人,华北电力大学工商管理学院教授,技术经济及管理博士,研究方向:电力经济。

自环境、资源、管理及核心能力四个方面。在已有研究的基础上,本文认为发电企业竞争力的作用因素主要包括环境因素、资源因素、管理因素、制度因素、技术因素、文化和学习因素等。其中,环境因素主要是指发电厂离负荷中心的距离、离煤矿等原材料地的距离,以及当地经济和交通发展状况等;资源因素是发电企业竞争力的基础,是发电企业开展生产经营活动的根本前提,包括发电厂的装机容量、总资产等有形资源,还包括企业拥有的人力资源;管理因素是指发电厂经营资源并进行有效配置从而转化为价值财富的能力,主要体现在总资产收益率、资产负债率、销售增长率、净利润等指标上;企业制度是发电企业一切生产经营活动的基础,也是其他一切影响发电企业竞争力的直接和间接因素的基础,主要包括产权结构、公司治理结构、组织结构、管理制度、经营机制等;技术能力是发电企业形成核心竞争力的关键,反映的是企业内在的潜力,包括技术吸收能力、应用能力和创造能力;企业文化是形成发电企业核心竞争力的动力,通过企业文化的建设可以提升企业的竞争优势。

表1 发电企业的竞争力及其作用因素指标体系

	一级指标	二级指标
竞争力指标 S	成本竞争力 s_1	单位发电成本和费用 s_{11} (元/kW·h)
	安全质量竞争力 s_2	等效可用系数 s_{21} (%)
		非计划停运次数 s_{22} (次)
	市场竞争力 s_3	年发电量 s_{31} (Mkw·h)
		市场占有率 s_{32} (%)
平均上网电价 s_{33} (元/kW·h)		
储存能力 s_4	对水或煤的储存能力(库容系数) s_{41}	
作用因素指标 F	环境因素 f_1	地理位置 f_{11}
		当地经济与交通发展状况 f_{12}
	资源因素 f_2	平均单机容量 f_{21} (MW)
		总装机容量 f_{22} (MW)
		总资产 f_{23} (万元)
		大专以上学历所占比重 f_{24} (%)
	管理因素 f_3	净资产收益率 f_{31} (%)
		总资产收益率 f_{32} (%)
		资产负债率 f_{33} (%)
		销售收入增长率 f_{34} (%)
		资产平均增长率 f_{35} (%)
		净利润 f_{36} (万元)
	制度因素 f_4	企业制度 f_{41}
		管理体制 f_{42}
		经营机制 f_{43}
	技术因素 f_5	科技投入率 f_{51} (%)
		科技投入产出比率 f_{52} (%)
	文化和学习因素 f_6	信息化水平 f_{53}
		企业文化 f_{61}
		企业战略 f_{62}
学习能力 f_{63}		
		创新能力 f_{64}

本文采用如下指标体系描述发电企业的竞争力水平: $C = \{S, F\}$, 其中 S 为竞争力因子集, F 为作用因素集。具体指标体系如表 1 所示。

2 基于灰色模糊聚类的发电企业竞争力评估模型

应用灰色模糊聚类方法的具体步骤和评估模型如下:

1) 将直接反映发电企业竞争力的 L 个第一层指标构成 S , M 个作用于竞争力的第一层作用因素构成 F , 记为:

$$\begin{cases} S = \{s_1(t), s_2(t), \dots, s_l(t), \dots, s_L(t)\} \\ F = \{f_1(t), f_2(t), \dots, f_m(t), \dots, f_M(t)\} \end{cases} \quad (1)$$

其中第一层指标分别由若干个第二层指标构成,如表 1 所示。式(1)中,各元素均为时间函数,分别为某一发电厂在一给定时间 t 的对应指标。

2) 在上述的指标体系中,不仅有定量评价指标还有定性评价指标,如企业制度、学习能力和创新能力等,这里采用专家打分法来将其量化。以竞争力指标为例,将量化后的数据进行标准化计算,标准化方法分为以下两种情况。

指标值越大,竞争力越大的情况:

$$p_{s_l} = (s_l - s_{l\min}) / (s_{l\max} - s_{l\min}) \quad (2)$$

指标值越小,竞争力越大的情况:

$$p_{s_l} = (s_{l\max} - s_l) / (s_{l\max} - s_{l\min}) \quad (3)$$

式(2)和式(3)中: p_{s_l} 为标准化值, s_l 为指标实际值, $s_{l\max}$ 为指标最大值, $s_{l\min}$ 为指标最小值。

3) 将标准化后的数据按式(4)计算发电企业的综合竞争力指数并按式(5)计算第一级作用因素指标。

$$p_s(t_k) = \sum_{l=1}^L W_l \sum_{y=1}^g [p_{s_{ly}}(t_k) \cdot W_{ly}]; \quad (4)$$

$$p_f(t_k) = \sum_{z=1}^h [p_{f_{mz}}(t_k) \cdot W_{mz}]. \quad (5)$$

式(4)和式(5)中: $k = 0, 1, \dots, n$; $l = 1, 2, \dots, L$; $m = 1, 2, \dots, M$; n, L, M 分别为时间序列长度、一级竞争力指标个数和一级作用因素指标个数; $p_{s_{ly}}(t_k)$ 为标准化后第 l 个竞争力一级指标的第 y 个二级指标; $p_{f_{mz}}(t_k)$ 为标准化后的第 m 个作用因素一级指标的第 z 个二级指标; g, h 分别为其二级指标的个数; W_l 为第 l 个竞争力一级指标的权重,且 $\sum_{l=1}^L W_l = 1$; W_{ly} 为第 l 个竞争力一级指标中第 y 个二级指标的权重,且 $\sum_{y=1}^g W_{ly} = 1$; W_{mz} 为第 m 个作用因素一级指标中第 z 个二级指标的权重,且 $\sum_{z=1}^h W_{mz} = 1$ 。这里

的权重采用均等权重处理。

4) 由式(6)~式(9)计算影响发电企业综合竞争力 $\{s(t_k)\}$ 的各种作用因素 $\{f_m(t_k)\}$ 的灰色关联度:

$$m(t_k) = |p_s(t_k) - p_{f_m}(t_k)|; \quad (6)$$

$$\begin{cases} a = \max_m \max_k \{m(t_k)\} \\ b = \min_m \min_k \{m(t_k)\} \end{cases}; \quad (7)$$

$$r_m(t_k) = \frac{b + a}{m(t_k) + a}; \quad (8)$$

$$h_m = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n r_m(t_k). \quad (9)$$

式(6)~式(9)中: $m(t_k)$ 为 $p_s(t_k)$ 和 $p_{f_m}(t_k)$ 在各给定时间点之差的绝对值; a 和 b 分别为 $m(t_k)$ 的两级最大值和两级最小值; $r_m(t_k)$ 为 $f_m(t_k)$ 与 $s(t_k)$ 的灰色关联系数,其中 α 为分辨系数, $\alpha \in (0, 1)$, 这里取 $\alpha = 0.5$; h_m 为 $\{f_m(t_k)\}$ 与 $\{s(t_k)\}$ 的灰色关联度,描述了各作用因素 $f_m(t_k)$ 对综合竞争力 $s(t_k)$ 的关联程度。

5) 按式(10)构造发电集团的所有发电厂的综合竞争力-作用因素综合关联度矩阵 H :

$$H = [H_1^T \dots H_i^T \dots H_w^T]^T. \quad (10)$$

式(10)中: $H_i = [(h_m)_i]$, 为某一发电厂的综合竞争力-作用因素关联度矩阵; $i = 1, 2, \dots, w$, 为发电厂编号。

6) 按式(11)定义 H 中任意两个行向量之间的欧氏距离:

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{m=1}^M [(h_m)_i - (h_m)_j]^2}. \quad (11)$$

式(11)中: $i, j = 1, 2, \dots, w$, 为对应发电厂编号; d_{ij} 为发电厂 i 和 j 的关联特征行向量间的距离, $0 < d_{ij} < 1$, d_{ij} 越小, 则两发电厂关联相似程度越大。

7) 为定量描述各发电厂竞争力与各作用因素关联程度的相似性, 定义矩阵 U 作为基本模糊关系矩

阵:

$$U = [u_{ij}]_{n \times n}; \quad u_{ij} = \begin{cases} 0 & i = j \\ d_{ij} & i \neq j \end{cases}. \quad (12)$$

按式(13)计算矩阵 R , 其中 I 为元素全为 1 的方阵, 即 R 中非对角元 $r_{ij} = 1 - d_{ij} = r_{ji}$, 其值越大, 表明发电厂 i 和 j 的相似性越强。

$$R = I - U. \quad (13)$$

显然, 矩阵 R $R_{n \times n}$ 满足自反性和对称性条件, 故可作为模糊相似矩阵。

按式(14)所示过程求得模糊相似矩阵 R 的传递闭包, 即模糊等价关系矩阵 R :

$$R \quad R^2 \quad R^4 \quad \dots \quad R^{2^k} = R = (r_{ij})_{n \times n}. \quad (14)$$

8) 由矩阵 R 可直接写出相应的模糊聚类特征矩阵 G , 即 $G = (g_{ij})$, $g_{ij} = r_{ij}, i > j$ 。

9) 分别就各作用因素直接进行单变量聚类分析和多变量聚类分析。通过给定一系列的阈值 $[0, 1]$, 最终可以得到不同水平上发电集团下属各发电厂的分类结果。

3 实证分析

本文利用某发电集团的 13 个发电厂的数据, 原始指标的获取来自发电厂的运营数据和专家打分, 其中第 2 个和第 12 个为水电厂, 其他为火电厂。具体计算步骤如下:

1) 由式(2)和式(3)先对原始数据进行标准化处理, 然后由式(4)和式(5)分别得到发电厂综合竞争力指数和第一级作用因素指标值。限于篇幅, 仅列出某发电厂 (Q_1) 综合竞争力与作用因素相关数据, 见表 2。

表 2 发电厂 Q_1 的综合竞争力与作用因素相关标准化数据

年份	综合竞争力	作用因素					
	s	f ₁	f ₂	f ₃	f ₄	f ₅	f ₆
1998	0.718	0.665	0.449	0.652	0.773	0.412	0.622
1999	0.664	0.781	0.812	0.731	0.694	0.652	0.489
2000	0.821	0.882	0.763	0.626	0.838	0.677	0.773
2001	0.587	0.791	0.665	0.772	0.476	0.784	0.339
2002	0.641	0.675	0.453	0.391	0.597	0.498	0.817
2003	0.776	0.722	0.627	0.498	0.741	0.846	0.882

2) 由式(6)~式(9)计算各发电厂的综合竞争力指数与各作用因素之间的灰色关联度 (h_m), 以此构造各发电厂的关联度矩阵 H_i , 进而得到所有发电

厂的综合关联特征矩阵 H 。所有发电厂的综合竞争力-作用因素关联度值及相应排序如表 3 所示。

利用 MATLAB 软件编程对发电厂综合竞争力

化与学习因素为变量进行聚类分析,聚类结果见表 4。根据聚类结果,第一类发电厂可以通过改进上述某些作用因素来较为有效地提高其综合竞争力。以发电厂 5 为例,其企业文化与学习因素已经比较先进,进一步关注这一方面对于提高其竞争力来说效果不明显,应该主要从管理因素来考虑提高其竞争力,需要提高该发电厂的经营管理能力,并进行有效的绩效考核。对于第二类发电厂,作用因素对提高其竞争力的影响效果次之。对于第三类发电厂,已提出的作用因素对其综合竞争力的作用有限,说明这一类发电厂具有自身的特点,还需要有针对性地分析其具体的经营状况,从而发现有效提高其竞争力的途径。

4 结论

发电企业在竞争的市场环境中需要不断提高竞争力才能够可持续发展,而提高竞争力的关键在于发现其竞争力的主要作用因素。在构建发电厂的竞争力及其作用因素指标体系的基础上,本文提出以各作用因素对各发电厂的综合竞争力的灰色关联度作为其相对影响程度的测度指标,再通过模糊聚类的方法分别从单变量聚类和多变量聚类的角度对发电厂进行分类。根据聚类结果,发电集团可以明确下属各发电厂竞争力的主要作用因素,也就可以在今后的经营决策上有目的地对各发电厂进行调整和改革,从而使整体竞争力得到改进与加强。

参考文献

[1] 张立辉. 我国发电企业竞争力分析与评价方法研究[D].

北京:华北电力大学,2005.

- [2] 陈云华. 基于综合指标法的发电企业市场竞争力分析[J]. 水力发电学报,2006,25(5):14-16
- [3] 杨照芬,李伟,李元戎. 改进的灰色关联分析在发电企业竞争力评价中的应用[J]. 中国电力教育(2006年管理论丛与教育研究专刊):160-164
- [4] 吕强. 发电企业核心竞争力评价指标体系的研究[J]. 中国电力,2007,40(8):82-86.
- [5] 邓聚龙. 灰色系统(社会、经济)[M]. 北京:国防工业出版社,1985.
- [6] 陈荣,刘林. 基于资源基础观的物流能力及其灰色评价[J]. 技术经济,2007,26(3):38-41.
- [7] 何川. 银行不良资产灰色关联分类模型[J]. 技术经济,2005(4):47-50.
- [8] 于焱,李京文,赵树宽. 基于灰色关联分析的汽车零部件产业竞争力评价[J]. 科学学与科学技术管理,2008(9):155-158.
- [9] 谭元戎,孙剑平. 聚类模型在客户关系管理中的应用以及对特征提取的探讨[J]. 技术经济,2007,26(5):51-56.
- [10] 冯梅. 基于模糊聚类分析的教师课堂教学质量评价[J]. 数学的实践与认识,2008,38(2):12-15.
- [11] MOM T J, VAN DEN BOSCH F J, VOLBERDA H W. The influence of managerial and organizational determinants of horizontal knowledge exchange on competence building and competence leveraging[R]. ERIM Report Series Reference,2005.
- [12] 金碚. 论企业竞争力的性质[J]. 中国工业经济,2001(10):5-10.
- [13] 刘平. 企业竞争力的影响因素与决定因素[J]. 科学学与科学技术管理,2007(5):134-139.

Analysis on Competitiveness of Power Generation Enterprise Based on Gray Fuzzy Clustering Method

Li Chunjie, Zhang Yubo, Huang Wenjie, Zhao Huiru

(School of Business Administration, North China Electric Power University, Beijing 102206, China)

Abstract: Through the construction of the evaluation index of competitiveness of power plant and its effect factors, the systematic method is presented to estimate and classify the competitiveness of power plant. Firstly, this paper calculates the gray correlation degrees between the effect factors and synthetic competitiveness based on the gray theory, and establishes the characteristic vector space described by the above gray correlation degrees. Then, according to the influence of effect factors on synthetic competitiveness with the same or similar characteristics, it classifies the power plants based on the fuzzy clustering method, which aims to provide decision-making references for power generation corporation. Finally, it verifies the scientific nature and the effectiveness of this proposed method by an actual application of thirteen power plants belonging to a power generation corporation.

Key words: power generation enterprise; competitiveness; effect factor; gray fuzzy clustering method