

文章编号: 1001-148X (2009) 06-0119-04

基于空间距离综合评价模型的企业可持续发展研究 ——以电力企业为例

张晓红¹, 权小锋²

(1. 东华大学 旭日工商管理学院, 上海 200051; 2. 厦门大学 管理学院, 福建 厦门 361005)

摘要: 随着我国经济的发展, 电力对煤炭资源的需求以及对环境产生的污染问题已经越来越受到人们的关注。为研究电力——经济——环境系统的协调问题, 从科技水平、管理水平、经济效益和协调水平四个方面建立了电力企业可持续发展评价指标体系。采用空间距离综合评价法对电力企业可持续发展能力进行了评价, 结果证实: 与理想点的差距越大, 电力企业可持续水平越差。

关键词: 空间距离综合评价; 电力企业; 可持续发展

中图分类号: F416.61 **文献标识码:** A

The Evaluation on the Sustainable Development of Electric Power Enterprise Based on Space Length Quality Synthetic Evaluation Model

ZHANG Xiao-hong¹, QUAN Xiao-feng²

(1. Glorious Sun School of Business and Management, Donghua University, Shanghai 200051, China; 2. Management School, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract Along with the economic development, Chinese electric power production relies more heavily on coal resources, which somewhat highlights the problems about environmental protection. As to the coordinated development of electric power, economy and environment, the paper presents an evaluation indicator system related to the sustainable development of these enterprises in terms of technical competence, management performance, economic efficiency and coordination level. With the space length quality synthetic evaluation method, it finds that the bigger the gap is with the ideal point, the worse the sustainable development is.

Key words space length quality synthetic evaluation; electric power enterprise; sustainable development

目前, 我国的电力工业主要以火力发电为主, 因此, 电力对煤炭资源的需求以及对环境产生的污染问题也越来越受到人们的重视。人们已经意识到电力工业要保持可持续发展, 必须同环境、经济协调。据统计, 2006年我国火电排放的二氧化硫总量约为 900 万吨, 烟尘排放总量约 350 万吨。我国的二氧化碳排放已位居世界第二位, 仅次于美国。随着电力需求的不断增加, 这些污染物的排放也会随之增加。此时, 我国电力企业面临着经济持续增长与生态环境保护的双重压力。因此, 建立全面反映电力企业可持续发展的指标和评价方法, 将有利于电力工业在制定发展战略时, 一方面考虑企业自身在市场中的发展, 另一方面会考虑到同环境和经济的协调发展。

目前, 国内外对电力企业可持续发展的评价指标或是考虑仅仅考虑电力同经济的协调, 或是仅仅考虑电力同环境的协调。而且受评价方法的限制, 提出的一些指标体系中大多欠缺主观指标与定性指标。往往是利用精确值进行评价, 这种方法虽然计算方便, 但会失去一些难以用精确值表示的信息, 使评价不能全面地反映电力工业可持续发展状况^[1]。笔者将建立电力—经济—环境协调的衡量指标及电力企业可持续发展的评价指标, 并且利用模糊综合评价法对定性指标进行评价, 利用建立在经验判断与客观数据基础上的嫡权系数法确定各指标权重, 最后采用空间距离法进行综合评价。在反映电力企业发展的内部协调同时, 兼顾同经济、环境的外部协调。对于不同性质的指

收稿日期: 2008-04-01

作者简介: 张晓红 (1968-), 男, 兰州人, 东华大学旭日工商管理学院管理科学与工程专业博士研究生。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目, 项目编号: 70401007。

标, 选择不同的评价方法, 从而得到电力工业可持续发展的综合评价结果。

一、电力企业可持续发展的评价指标建立

遵循电力企业可持续发展指标体系建立原则:

(1) 经济效益与社会效益相结合; (2) 当前利益与长远利益相结合; (3) 横向评价与纵向评价相结合^[2]。电力企业可持续发展的指标体系由三个层次构成, 目标层为电力企业可持续发展, 准则层分为科技水平、管理水平、经济效益和协调水平。

(一) 科技水平的评价指标

1 R&D费用占销售收入比例。企业的 R&D 费用主要是用于设备的更新改造、人员的培训教育等, 它从资金的投入强度说明企业对科技的重视程度, 从另一个角度说, 它也在一定程度上反映了该企业的科技水平。

2 专业技术人员占职工总数比例。这一指标是通过职工受教育的水平来反映该企业的科技水平, 一般而言, 技术人员越多, 该企业的创新能力越强。

3 职工技术装备率。指企业报告期固定资产和无形资产的平均余额与职工平均人数之比。它从企业的技术密集程度角度反映了企业的科技进步与创新状况。

(二) 管理水平的评价指标

1 计划能力。这一指标反映企业对于市场环境变化的预测、分析、计划的能力, 是企业管理的首要内容。

2 组织能力。反映企业在生产经营活动中, 各要素、各部门、各环节的有机结合水平。较高的组织能力意味着可以使企业的人、财、物得到最合理的使用。

3 协调控制能力。指企业对生产、质量、成本等内容的协调控制能力。企业的协调控制能力越强, 计划完成的可能性越大, 越容易达到预期的经营目标, 保障企业可持续发展。

(三) 经济效益的评价指标

1 劳动生产率。此指标为电力企业的总产值与职工人数之比。

2 固定资产利润率。电力企业全年利润总额与电力企业全年固定资产平均总值之比。

(四) 协调水平的评价指标^{[3][4][5]}

1 单位产出煤耗。指电力企业平均生产电能一千瓦时所消耗的煤量。煤耗越高说明企业的能源利用效率越低, 与资源环境的协调能力越差, 因而, 为保障电力企业的可持续发展, 应降低煤耗。

2 单位产出水耗。指电力企业平均生产电能一千瓦时所消耗的水量。水耗越高, 电力企业与资源环境的协调度越低。

3 二氧化硫排放量。指企业在发电过程中排放的二氧化硫数量。电力企业是二氧化硫排放大户, 二氧化硫的大量排放又是造成酸雨的主要原因, 为此,

二氧化硫排放量是衡量电力企业同环境协调的重要指标。

4 烟尘排放量。指发电企业排放的烟尘数量。

二、电力企业可持续发展的综合评价模型

对电力企业可持续发展评价目的在于给管理者提供决策的依据, 因此, 评价的结果应尽可能地提供较准确而全面的信息, 如果将指标都由一个确定的数值表示, 可能会丢失部分信息, 因此笔者针对不同类型的指标选择了多种评价方法^[6]。

(一) 电力企业可持续发展的单指标评价

电力企业可持续发展的指标大体可以分为两类, 一类通过统计数据可以得出准确的值, 如单位产出煤耗, 文中将利用指数评价方法进行评价。另一类难以用统计数据精确反映, 如企业经济管理水平的考核指标, 对于这一类指标, 可以利用模糊综合评判^[7]。

1. 指数评价方法

指数评价方法的基本公式为:

$$P = \frac{C}{T}$$

其中, P 为可持续发展指数, C 为可持续发展某项指标的数值, T 为其比较问题。

实际这种评价方法的客观性与可比性较强, 但在评价过程中, 有两个关键, 一是比较值的选择。选择过高会降低该指标的评价水平, 与当前的情况不符, 选择过低会忽视电力企业可持续发展中存在的一些问题。为此本文在进行评价时选择了三个评价标准, 即最高标准, 最低标准和当前适宜标准。从而评价结果可由一个三角型模糊数表示。这样评价的结果反映问题更全面。第二个要注意的问题是对指标进行同趋势化处理, 如反映经济效益的劳动生产率, 其值越高, 说明电力企业的经济效益越好, 可持续发展能力越强, 所以劳动生产率是正指标; 而协调水平中的单位产出煤耗越大, 电力企业的协调水平越低, 可持续发展能力越差, 所以单位产出煤耗是逆指标。如果选择评价项目中最优的劳动生产率、单位产出煤耗作为比较值, 分别用 t_1, t_2 表示, c_1, c_2 为评价对象的实际劳动生产率和单位产出煤耗, 则对这两个指标的评价分别是:

$$P_1 = \begin{cases} 1 & c_1 \geq t_1 \\ \frac{c_1}{t_1} & c_1 < t_1 \end{cases} \quad P_2 = \begin{cases} 1 & c_2 \geq t_2 \\ \frac{c_2}{t_2} & c_2 < t_2 \end{cases}$$

同理可以得出其他指标的评价。

2 模糊综合评价

对于难以用精确的语言表述的指标, 如管理水平, 可以应用模糊综合评价方法, 设有 p 个专家参与评价决策, 电力企业可持续发展的指标有 n 个, 对于 A 方案中的第 j 个指标, 由 i 个专家给出评价 $[a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}]$ 。 a_{ij}, b_{ij}, c_{ij} 分别为第 i 个专家对指标 j 给出的最保守、最可能、最乐观的评价, 从而形成了三角型模糊数的初始评价矩阵:

$$R'_A = \begin{bmatrix} [a_{11}, b_{11}, c_{11}] & [a_{12}, b_{12}, c_{12}] & \dots & [a_{1n}, b_{1n}, c_{1n}] \\ [a_{21}, b_{21}, c_{21}] & [a_{22}, b_{22}, c_{22}] & \dots & [a_{2n}, b_{2n}, c_{2n}] \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ [a_{p1}, b_{p1}, c_{p1}] & [a_{p2}, b_{p2}, c_{p2}] & \dots & [a_{pn}, b_{pn}, c_{pn}] \end{bmatrix}$$

计算所评价事物满足可持续发展水平的隶属度, 得到隶属关系矩阵:

$$R'_A = \begin{bmatrix} [\bar{r}_{11}, r_{11}, r_{11}^+] & [\bar{r}_{12}, r_{12}, r_{12}^+] & \dots & [\bar{r}_{1n}, r_{1n}, r_{1n}^+] \\ [\bar{r}_{21}, r_{21}, r_{21}^+] & [\bar{r}_{22}, r_{22}, r_{22}^+] & \dots & [\bar{r}_{2n}, r_{2n}, r_{2n}^+] \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ [\bar{r}_{p1}, r_{p1}, r_{p1}^+] & [\bar{r}_{p2}, r_{p2}, r_{p2}^+] & \dots & [\bar{r}_{pn}, r_{pn}, r_{pn}^+] \end{bmatrix}$$

下一步将该矩阵做进一步处理。

(三) 权重的确定

电力企业可持续发展指标的权重确定是综合评价中的关键问题, 赋予不同的权重, 得到的评价结果会存在较大差异。目前, 常用的确定权重的方法有两大类, 主观赋权方法和客观赋权方法。这两种方法各有优缺点。将这两种方法进行集成, 将有利于取其所长, 补其所短, 这也是赋权方法的研究方向^[8]。

嫡权系数法是一种较好的赋权方法。嫡的概念源于热力学, 后由香农引入信息论, 并在多个领域得到应用。利用嫡权系数法进行评价, 有利于将专家的经验判断与客观数据提供的固有信息结合, 使评价更加合理。

设对 m 个电力企业的可持续发展水平用 n 个指标去评价。得到三角型模糊数的评价矩阵, 计算三角型模糊数的均值为:

$$\bar{x} = \frac{a + 4b + c}{6}$$

从而得到均值矩阵:

$$X = (x_{ij})_{m \times n} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}$$

x_{ij} 表示企业 i 用指标 j 评价的均值, 该评价是根据指标 j 的特性由指数评价法或模糊综合评判得到。而 x_j^* 是 m 个评价对象中针对评价指标 j 的最优值, x_j^* 的大小因评价指标特性的不同而异, 对于收益性指标, 值越大越好; 而对于损失性指标, 值越小越好。

$$x_j^* = \begin{cases} \max\{x_{ij}\} & \text{收益性指标} \\ \min\{x_{ij}\} & \text{损失性指标} \end{cases}$$

对各评价的均值进行归一化处理:

$$d_j = \begin{cases} \frac{x_{ij}}{x_j^*} & x_j^* = \max\{x_{ij}\} \\ \frac{x_j^*}{x_{ij}} & x_j^* = \min\{x_{ij}\} \end{cases}$$

则评价指标 j 对电力企业可持续发展评价的相对重要性的不确定性可由下列的条件嫡来度量:

$$E = - \sum_{j=1}^m \frac{d_{ij}}{d_j} \ln \frac{d_{ij}}{d_j}, \text{ 式中: } d_j = \sum_{i=1}^m d_{ij}$$

对 E 进行归一化处理得到评价指标 j 的重要性嫡值:

$$e(d_j) = - \frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m \frac{d_{ij}}{d_j} \ln \frac{d_{ij}}{d_j}$$

为便于综合评价, 由 $e(d_j)$ 确定评价指标 j 的评价权重:

$$\theta_j = \frac{1}{n - E_e} [1 - e(d_j)], \text{ 式中: } E_e = \sum_{j=1}^m e(d_j)$$

设由主观赋权方法如 AHP 法或专家赋权法给出的权重为 w_j , 则结合统计数据固有信息与专家经验判断得到的最终权重为:

$$\lambda_j = \frac{\theta_j w_j}{\sum_{j=1}^n \theta_j w_j}$$

(三) 空间距离综合评价模型

可持续发展评价是一个动态的过程, 但在一定时期内, 会存在一个理想的可持续发展水平, 如各指标的国际最优值为评价时期内该指标的理想水平, 对电力企业可持续发展能力的评价, 可以采用计算与理想水平之差的方法来得到, 即空间距离综合评价法。与理想点的差距越大, 可持续水平越差, 越接近理想点, 可持续发展水平越强^[9]。

设单项指标的评价值为 $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$, p_i 的取值在 0 和 1 之间, 这些指标在几何上可形成一个 n 维空间, 而 P 是这个空间中的一点, 电力企业可持续发展的理想点为 $A = (1, 1, \dots, 1)$, 它也是这一维空间中的点。距离综合评价方法就是要衡量 P 点到 A 点的空间距离。为了综合各指标对电力企业可持续发展评价的作用, P 点到理想点 A 的距离采用欧氏距离^[10]:

$$D(P, A) = \sqrt{\sum_{i=1}^n w_i^2 (1 - p_i)^2}$$

三、应用分析

利用建立的指标体系, 评价某区域 5 个 $2 \times 300\text{MV}$ 火力发电企业 (分别用 A、B、C、D 和 E 表示) 的可持续发展水平, 首先根据各指标的特点, 应用指数评价法或模糊综合评价方法得出单个指标的评价值, 然后对其均值进行标准化处理, 由嫡权系数法得出的各指标的权重:

$$\theta = (0.157, 0.157, 0.189, 0.052, 0.045, 0.011, 0.12, 0.145, 0.052, 0.054, 0.021, 0.017)$$

对于由主观赋权方法如 AHP 法或专家赋权法给出的权重为 w_j , 笔者采用 AHP 法。首先建立从指标 X_j 到评语集 $V = \{\text{非常重要, 较重要, 一般, 较不重要, 非}$

常不重要 j 的模糊评价矩阵, 请 $n = 10$ 位某电力企业相关部门高管人员对 X_j 中的所有指标 (即最底层的指标) 进行风险评价。构建评价 X_{ij} 的风险评价矩阵, 模糊评价矩阵即为:

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & \cdots & r_{1m} \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{n1} & \cdots & r_{nm} \end{bmatrix}$$

其中, r_{ij} ($i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$) 表示子因素层指标对于第 j 级评语 V_j 的隶属度, r_{ij} 的取值方法为: 对各个评分结果进行统计整理, 即:

$$f_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{第 } K \text{ 位打分人员认为第 } i \text{ 项指标处于 } V_j \text{ 等级} \\ 0 & \text{第 } k \text{ 位打分人员认为第 } i \text{ 项指标不处于 } V_j \text{ 等级} \end{cases}$$

有 $r_{ij} = \frac{(\sum_{k=1}^n f_{ijk})}{n}$, 其含义为在 $n = 10$ 个电力企业

相关部门高管人员中认为第 i 项指标处于 V_j 等级的频数, 亦即第 i 项指标处于 V_j 等级的概率。

其次, 对模糊矩阵进行运算。先对各次子因素指标 X_{kij} 的评价矩阵 R_{ki} 作模糊矩阵运算, 得到子因素层指标 X_{ki} 对于评语集 V 的隶属向量 B_{ki} : $B_{ki} = A_{ki} \cdot R_{ki} =$

$$(b_{y1}, b_{y2}, \dots, b_{ym})。$$

第三, 对各子因素层指标 X_{ki} 的评价矩阵 R_k 作模糊矩阵运算, 得到子因素层指标 X_k 对于评语集 V 的隶属向量 R_k :

$$R_k = \begin{bmatrix} B_{k1} \\ \cdots \\ B_{kj} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{11} & \cdots & b_{15} \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ b_{j1} & \cdots & b_{j5} \end{bmatrix}; \text{ 即有 } B_k = A_k \cdot R_k =$$

$$(b_{k1}, b_{k2}, \dots, b_{kn})。$$

最后, 先对 R 进行模糊矩阵运算, 即得到目标层指标 X 对于评语集 V 的隶属向量 $B = (b_1, b_2, \dots, b_5)$, 然后再作归一化处理 \bar{B} , 即得总的评价结果。此时可以用 $(\bar{b}_1, \bar{b}_2, \dots, \bar{b}_5)$ 分别表示电力企业各个指标处于评语集中各个重要程度的可能性大小。

经过以上步骤, 可以得到各电力企业高管给出的指标的权值:

$$w = (0.058, 0.12, 0.14, 0.084, 0.089, 0.075, 0.14, 0.12, 0.1, 0.032, 0.041, 0.018)$$

$$\text{则最终权值: } \lambda = (0.121, 0.157, 0.212, 0.027, 0.037, 0.02, 0.154, 0.191, 0.054, 0.014, 0.004, 0.002)。$$

表 1 评价结果

评价企业	A	B	C	D	E
与理想点的距离	0.910	0.854	0.754	0.954	0.812

如表 1 所示, 在 5 个发电企业中, D 企业的可持续发展水平最高, 而 C 企业的可持续发展水平最差。

四、结论

笔者从可持续发展的角度出发, 重点研究了电力企业与经济环境系统的协调发展。文中提出了多角度电力可持续发展模型, 并从科技水平、管理水平、经济效益和协调水平建立了全面的电力企业可持续发展的指标体系。在评价方法的选择方面, 先通过统计数据可以得出准确值的指标采用指数评价方法进行评价, 难以用统计数据精确反映的指标利用模糊综合评判方法进行评价。然后采用嫡权系数法对各个指标赋权。虽然可持续发展评价是一个动态的过程, 但在一定时期内会存在一个理想的可持续发展水平, 因此对电力企业可持续发展能力的评价, 采用了空间距离综合评价法。同时, 笔者对 5 个现实的发电企业的可持续发展能力进行了评价, 证明笔者提出的指标体系和评价方法具有一定的可行性。

参考文献:

[1] Charles B L. Jumbe Cointegration and causality between electricity consumption and GDP empirical evidence from Malawi Energy Economics 2004 26(1): 61- 68
 [2] Risako Morimoto, Chris HoPe The impact of electricity supply on economic growth in Sri Lanka [J]. Energy Economics 2004 26(1):

[3] 中国科学院可持续发展研究组. 中国可持续发展战略报告 [M]. 北京: 科学出版社, 2003
 [4] 郭培章. 中国工业可持续发展研究 [M]. 北京: 经济科学出版社, 2002
 [5] 孙嘉平, 张春江. 研究经济规律——实现电力工业的可持续发展 [J]. 中国电力, 1999 122- 26
 [6] 张阿玲, 郑淮, 何建坤. 适合中国国情的经济、能源、环境 (3E) 模型 [J]. 清华大学学报 (自然科学版), 2002 42(12): 1616 - 1620
 [7] Messner Sabine, Leo Schratzenholzer MESSAGE - MACRO: linking an energy supply model with a macroeconomic module and solving it iteratively [J]. Energy 2000(25): 267 - 282
 [8] 魏鸣, 吴刚, 刘兰翠. 能源 - 经济 - 环境复杂系统建模与应用进展 [J]. 管理学报, 2005 2 (2): 159 - 170
 [9] Asaf- Adjaye J. The relationship between electricity consumption, electricity Prices and economic growth: time series evidence from Asia and developing countries [J]. Energy Economics 2000 22(1): 615 - 625
 [10] 李继峰, 张阿玲. 国际能源 - 经济 - 环境综合评价模型发展评述 [J]. 能源政策研究, 2006(5): 33 - 39

(责任编辑: 石树文)