

文章编号: 1673- 9469(2011) 01- 0068- 04

# 基于隶属度转换算法的绿色供应链绩效评价

曹庆奎, 赵斐

(河北工程大学 经济管理学院, 河北 邯郸 056038)

**摘要:** 为了改进绿色供应链中的不足, 提高绩效水平, 采用隶属度转换算法进行评价。在构建绿色供应链绩效评价指标体系的基础上, 利用已知的一级指标、二级指标的重要性权重和隶属度向量, 通过信息熵对各指标隶属度进行数据挖掘, 并引入有效值和可比值实现不同指标的可比性, 完成二级指标到一级指标、一级指标到绿色供应链绩效评价总目标的绩效评价。对广州市某电子产品企业的绿色供应链进行评价, 结果表明其绩效水平达到第二等级“良”, 另外通过置信度识别准别发现其供应链管理水平和信息技术水平对整体绩效的贡献率较低, 还有待提高。

**关键词:** 绿色供应链; 绩效评价; 指标体系; 隶属度转换算法

中图分类号: O159

文献标识码: A

## Performance evaluation of the green supply chain based on membership conversion algorithm

CAO Qing-kui, ZHAO Fei

(School of Economics and Management, Hebei University of Engineering, Hebei Handan 056038, China)

**Abstract:** The performance of the green supply chain was evaluated with the conversion algorithm of membership to improve the shortage of green supply chain and improve performance leve. The author firstly founded a set of green supply chain performance evaluation index system, and mined the data hidden in the membership degree of each index with entropy according to the membership and weight of indicators already known, then introduced the effective value and the comparable value to achieve comparability, and finally finished the evaluation of the green supply chain from the second- grade indexes to the first- grade indexes, and the first- grade indexes to the overall goal. The performance of the green supply chain of an electronic company in Guangzhou was evaluated, and the results showed that the green supply chain performance level of the electronics company achieved the second- grade level “good”, and the contribution of the supply chain management level and the information technology level to the overall performance was low and remained to be improved.

**Key words:** green supply chain; performance evaluation; index system; membership conversion algorithm

传统供应链管理以降低成本、增加利润为目标, 但由于供应链中每个阶段都会产生污染物, 违背了可持续发展的要求和 ISO14000 环境管理系列标准。绿色供应链秉承可持续发展观的主导思想, 其目标是在提升供应链整体效益的同时尽可能减少对自然环境的污染和有限资源的消耗。在绿色供应链管理理论中, 如何实现对其公正的绩效评价对于分析影响绿色供应链整体效率水平的

瓶颈、明确绩效改进方向具有重要意义。尚庆琛<sup>[1]</sup>和张华伦<sup>[2]</sup>等初步的对如何构建绿色供应链绩效评价指标体系进行探讨; 张敬顺<sup>[3]</sup>和踪程<sup>[4]</sup>等运用模糊综合评价方法分别对绿色供应链绩效、基于循环经济的供应链核心竞争力进行评价, 然而模糊综合评价方法直接利用指标评价矩阵和指标权重实现对绩效的评价, 忽略了指标评价矩阵中各指标间的不可比性以及各指标隶属度对目标评价等级的贡献。

收稿日期: 2010- 11- 17

基金项目: 国家自然科学基金(60874116); 河北省自然科学基金(F2010001047) 特约专稿

作者简介: 曹庆奎(1963- ), 男, 河北乐亭人, 教授, 从事系统优化与评价方面的研究。

隶属度转换算法利用信息熵对指标评价矩阵中各指标隶属度的有效信息进行数据挖掘,通过有效值和可比值实现不同指标的可比性,利用可比和实现底层指标隶属度逐渐向目标隶属度的转换<sup>[5-7]</sup>。本文在构建绿色供应链绩效评价指标体系的基础上,通过信息熵挖掘隐含在二级指标隶属度向量中关于目标评价的知识信息,采用隶属度转换算法对某电子产品企业的绿色供应链绩效评价,以提高绿色供应链绩效水平。

## 1 绿色供应链评价指标体系

对绿色供应链进行绩效评价应包括绿色供应链上所有节点企业的有关信息,指标体系必须具有一定的可比性及综合性,且将绿色供应链的财务指标和非财务指标相结合。因此,在参考文献资料的基础上<sup>[8-12]</sup>,根据绿色供应链的内涵和ISO14000环境管理系列标准,从供应链管理、信息技术水平、资源竞争力、财务水平、绿色环保水平五个方面构建绿色供应链绩效评价指标体系,如表1所示。

表1 绿色供应链绩效评价指标体系

Tab. 1 Evaluation index system of green supply chain performance

总目标	一级指标	二级指标
绿色供应链绩效评价总目标 Q	供应链管理 U <sub>1</sub>	物流成本 U <sub>11</sub>
		资产成本 U <sub>12</sub>
		信息成本 U <sub>13</sub>
		人力成本 U <sub>14</sub>
	信息技术水平 U <sub>2</sub>	产品信息化程度 U <sub>21</sub>
		科研能力 U <sub>22</sub>
		信息共享率 U <sub>23</sub>
		信息利用率 U <sub>24</sub>
		物质资源利用率 U <sub>31</sub>
	资源竞争力 U <sub>3</sub>	资源消耗率 U <sub>32</sub>
		资源综合复用率 U <sub>33</sub>
		市场资源拥有率 U <sub>34</sub>
		资源投入减量化 U <sub>35</sub>
		市场占有率 U <sub>41</sub>
	财务水平 U <sub>4</sub>	企业增长率 U <sub>42</sub>
		净资产利用率 U <sub>43</sub>
		企业盈利能力 U <sub>44</sub>
		企业偿债能力 U <sub>45</sub>
		物料及能源利用率 U <sub>51</sub>
	绿色环保水平 U <sub>5</sub>	物料及能源回收率 U <sub>52</sub>
		环境污染程度 U <sub>53</sub>
		环境治理能力 U <sub>54</sub>
		环境柔性能力 U <sub>55</sub>

注:U<sub>i</sub> 为一级指标,U<sub>j</sub> 为二级指标。

## 2 隶属度转换算法

对绿色供应链进行绩效评价时,将其评价等级划分为四个,即优、良、中、差。记为  $C = \{C_1, C_2, C_3, C_4\}$ ,  $k = 1 \sim 4$ , 表示每个指标有4个评价等级,  $C_k$  表示第  $K$  ( $K = 1 \sim p$ ) 个等级,且  $C_k$  等级优于  $C_{k+1}$  等级。

### 2.1 可比值矩阵

已知影响目标  $Q$  的指标共  $m$  个,若指标  $j$  属于  $C_k$  等级的隶属度  $\mu_{jk}(Q)$  和指标  $j$  ( $j = 1 \sim m$ ) 对目标  $Q$  的重要性权重  $\beta_j(Q)$  已知,则利用信息熵可得到指标  $j$  的区分权  $\alpha_j(Q)$ ,由此确定有效值为  $\alpha_j(Q) \cdot \mu_{jk}(Q)$ , ( $k = 1 \sim 4$ ) (1)

不同指标的  $k$  类有效值的“单位重要性”程度不同会造成不同指标之间的有效值不具有可比性。所以,必须将有效值转换为可比值后才能用于计算。若  $\alpha_j(Q) \cdot \mu_{jk}(Q)$  是  $j$  指标的  $k$  类有效值,  $\beta_j(Q)$  是  $j$  指标关于目标  $Q$  的重要性权重,则可比值矩阵  $N(Q)$  为

$$N(Q) = \beta_j(Q) \cdot \alpha_j(Q) \cdot \mu_{jk}(Q) \quad (2)$$

### 2.2 目标隶属度的计算

若  $N(Q)$  是  $j$  指标关于目标  $Q$  的  $k$  类可比值,则称:

$$M_k(Q) = \sum_{i=1}^m \beta_j(Q) \cdot \alpha_j(Q) \cdot \mu_{jk}(Q) \quad (3)$$

是目标  $Q$  的  $k$  类可比和。

若  $M_k(Q)$  是目标  $Q$  的  $k$  类可比和,  $\mu_k(Q)$  是目标  $Q$  属于  $C_k$  类的隶属度,则:

$$\mu_k(Q) \triangleq M_k(Q) / \sum_{i=1}^p M_i(Q) \quad (4)$$

由上述公式可知,在各项指标隶属度  $\mu_{jk}(Q)$  和指标权重  $\beta_j(Q)$  已知的条件下,可实现从各指标隶属度到目标隶属度的转换<sup>[10-12]</sup>。在此算法过程中,通过引入区分权和有效值去除那些对目标分类不起作用的冗余信息,提取对目标分类贡献大的数据;可比值和可比和实现了不同指标之间相比较的可行性,从而利用可比和得到各指标对目标隶属度的转换,确定目标  $Q$  属于  $C_k$  类的隶属度<sup>[10-12]</sup>。

### 2.3 置信度识别

预先确定一个置信度阈值  $\lambda$  ( $\lambda > 0.5$ , 通常取

$\lambda$ 在0.6~0.8之间),如果 $C_k > C_{k+1}$ ,即为正序划分。根据置信度识别准则:

$$K_0 = \min \left\{ k \mid \sum_{i=1}^k \mu_i(Q) \geq \lambda, 1 \leq k \leq p \right\}$$

则认为目标 $Q$ 属于第 $K_0$ 个评价等级。

### 3 案例分析

#### 3.1 原始数据获取

在参考表1中构建的绿色供应链绩效评价指标体系的基础上,对广州市某电子产品企业采用专家打分法确定各指标的重要性权重和各指标隶属度,结果如表2所示<sup>[13]</sup>。各指标对应的括号中的数字是该指标的重要性权重;二级指标后的向量是该指标关于4个评语等级的隶属度向量。

表2 某电子产品企业绿色供应链绩效评价数据

Tab. 2 Index data of green supply chain performance evaluation in an electronic company

一级指标 $U_i$	二级指标 $U_{ij}$	隶属度向量 ( $C_1, C_2, C_3, C_4$ )
$U_1(0.25)$	$U_{11}(0.30)$	(0.35, 0.25, 0.25, 0.15)
	$U_{12}(0.35)$	(0.20, 0.25, 0.35, 0.20)
	$U_{13}(0.20)$	(0.40, 0.35, 0.20, 0.05)
	$U_{14}(0.15)$	(0.30, 0.25, 0.20, 0.25)
	$U_{21}(0.30)$	(0.35, 0.30, 0.25, 0.10)
$U_2(0.20)$	$U_{22}(0.25)$	(0.40, 0.30, 0.20, 0.10)
	$U_{23}(0.20)$	(0.30, 0.30, 0.20, 0.20)
	$U_{24}(0.25)$	(0.20, 0.35, 0.15, 0.30)
	$U_{31}(0.30)$	(0.40, 0.35, 0.20, 0.05)
	$U_{32}(0.15)$	(0.45, 0.30, 0.25, 0.00)
$U_3(0.15)$	$U_{33}(0.20)$	(0.30, 0.40, 0.25, 0.05)
	$U_{34}(0.10)$	(0.35, 0.35, 0.20, 0.10)
	$U_{35}(0.25)$	(0.40, 0.25, 0.25, 0.10)
	$U_{41}(0.25)$	(0.30, 0.45, 0.20, 0.05)
	$U_{42}(0.25)$	(0.35, 0.35, 0.20, 0.10)
$U_4(0.25)$	$U_{43}(0.15)$	(0.25, 0.40, 0.20, 0.15)
	$U_{44}(0.25)$	(0.30, 0.35, 0.25, 0.10)
	$U_{45}(0.10)$	(0.25, 0.30, 0.20, 0.25)
	$U_{51}(0.25)$	(0.60, 0.25, 0.15, 0.00)
	$U_{52}(0.20)$	(0.15, 0.20, 0.30, 0.35)
$U_5(0.15)$	$U_{53}(0.20)$	(0.20, 0.20, 0.35, 0.25)
	$U_{54}(0.20)$	(0.45, 0.25, 0.15, 0.15)
	$U_{55}(0.15)$	(0.50, 0.30, 0.20, 0.00)

#### 3.2 实现步骤

首先以供应链管理为例进行说明。

(1) 供应链管理水平的隶属度转换

按照隶属度转换算法可实现由物流成本、资

产成本、信息成本、人力成本到供应链管理水平的隶属度转换。具体步骤如下:

①  $U_1$  的可比值矩阵

已知供应链管理水平的隶属度向量矩阵

$$R(U_1) = \begin{bmatrix} 0.35 & 0.25 & 0.25 & 0.15 \\ 0.20 & 0.25 & 0.35 & 0.20 \\ 0.40 & 0.35 & 0.20 & 0.05 \\ 0.30 & 0.25 & 0.20 & 0.25 \end{bmatrix}$$

$U_1$  的权重向量  $\beta(U_1) = (0.30 \quad 0.35 \quad 0.20 \quad 0.15)$

由式(1)、式(2)得到  $U_1$  的可比值矩阵

$$N(U_1) =$$

$$\begin{bmatrix} 0.0166 & 0.0119 & 0.0119 & 0.0071 \\ 0.0077 & 0.0096 & 0.0134 & 0.0077 \\ 0.0555 & 0.0486 & 0.0278 & 0.0069 \\ 0.0017 & 0.0014 & 0.0012 & 0.0014 \end{bmatrix}$$

②  $U_1$  的可比和向量:  $M(U_1) = (0.0815$

$0.0714 \quad 0.0542 \quad 0.0232)$

③  $U_1$  的隶属度向量:  $\mu(U_1) = (0.3539$

$0.3103 \quad 0.2353 \quad 0.1006)$

(2) 同理,可以对信息技术水平、资源竞争力、经济水平、绿色环保水平这四个指标的二级指标集进行如上的隶属度转换。最后,得出绿色供应链绩效的隶属度向量矩阵  $R(Q)$

$$R(Q) = \begin{bmatrix} \mu(U_1) \\ \mu(U_2) \\ \mu(U_3) \\ \mu(U_4) \\ \mu(U_5) \end{bmatrix} =$$

$$\begin{bmatrix} 0.3539 & 0.3103 & 0.2353 & 0.1006 \\ 0.3383 & 0.3095 & 0.2085 & 0.1438 \\ 0.3920 & 0.3311 & 0.2310 & 0.0459 \\ 0.3066 & 0.4007 & 0.2097 & 0.0830 \\ 0.5236 & 0.2592 & 0.1763 & 0.0409 \end{bmatrix}$$

(3) 将所得的矩阵  $R(Q)$  与一级指标重要性权重向量  $(0.25 \quad 0.20 \quad 0.15 \quad 0.25 \quad 0.15)$  进行隶属度转换,最终确定目标  $Q$  属于  $C_k$  类的隶属度向量为:  $\mu(Q) = (0.4012 \quad 0.3207 \quad 0.2079 \quad 0.0702)$ 。

#### 3.3 置信度识别

绿色供应链绩效评价等级划分有序,即  $C_k$  等级优于  $C_{k+1}$  等级,假设  $\lambda = 0.7$ ,则根据置信度识别

准则, 可以判断该绿色供应链绩效评价等级属于“良”, 与模糊评价结果较接近。

由矩阵  $R(Q)$  可知, 该绿色供应链中的资源竞争力、经济水平和绿色环保水平都有很高的置信度, 且大于 0.7, 而供应链管理水平和信息技术水平对绿色供应链绩效的水平贡献还有待提高, 因此, 需要从这两个方面采取措施, 提高绿色供应链的整体绩效水平。

## 4 结论

1) 隶属度转换算法通过区分权和有效值加强了对有效信息的利用, 避免冗余信息对评价结果准确性的影响。

2) 可比值和可比和的引入实现了不同指标之间的可比性, 得到各指标隶属度到目标隶属度的转换。

### 参考文献:

- [1] 尚庆琛. 基于环境经济学的绿色供应链评价指标[J]. 上海海事大学学报, 2006, 27(s1): 123-127.
- [2] 张华伦, 冯田军, 董红果. 绿色供应链管理绩效评价研究[J]. 情报杂志, 2006(6): 42-44.
- [3] 张敏顺, 吴洪波. 模糊评价方法对绿色供应链绩效的评价[J]. 科技与管理, 2005(3): 23-25.
- [4] 踪程, 郭汉丁. 基于循环经济的供应链核心竞争力评

价指标体系研究[J]. 物流工程与管理, 2009, 31(2): 62-65.

- [5] 曹庆奎, 阮俊虎, 刘开第. 基于隶属度转换算法的矿业投资决策模糊评价[J]. 河北工程大学学报(自然科学版), 2010, 27(1): 92-95.
- [6] 睦辉强, 刘开第. 物流系统模糊综合评估的新算法[J]. 河北工程大学学报(自然科学版), 2008, 25(1): 88-91.
- [7] 曹庆奎, 阮俊虎, 刘开第. 基于隶属度转换新算法的煤气站安全性模糊评价[J]. 煤炭学报, 2010, 35(3): 467-471.
- [8] 熊威. 绿色供应链绩效评价指标研究[J]. 中国物流与采购, 2008(12): 74-75.
- [9] 李树丞, 胡芳. 基于模糊多层次综合评价的绿色供应商选择[J]. 湖南大学学报(自然科学版), 2006, 33(3): 137-140.
- [10] 王海滨. 绿色供应链绩效指标体系的构建与评价研究[J]. 哈尔滨商业大学学报(社会科学版), 2009(4): 16-18.
- [11] 董雅丽, 薛磊. 基于 ANP 理论的绿色供应链管理绩效评价模型和算法[J]. 软科学, 2008, 22(11): 56-63.
- [12] 方青, 邓旭东. 绿色供应链管理绩效评价指标体系的研究[J]. 商场现代化, 2006(10): 10-11.
- [13] 缪兴锋, 王苏生. 基于循环经济绿色供应链管理绩效评价体系的研究[J]. 生态经济, 2007(12): 57-61.

(责任编辑 马立)