

## 基于模糊理论的绿色供应链绩效评价研究

曹 敏,范佳静

(浙江科技学院 经济管理学院,杭州 310023)

**摘 要:** 在对供应链绩效及其供应链绿色度分析的基础上,按照科学、可比、实用等原则,建立了顾客导向评价、供应链密切度评价、供应链经济效益评价指标、供应链绿色化评价4个方面多层次绿色供应链绩效评价体系。通过模糊评判法对绿色供应链进行了绩效评价,采用基于差距分析的标杆法进行了评价结果的分析,找出了被测评企业的绿色供应链与目标供应链之间的绩效差距,为企业绿色供应链的优化提供了科学依据。

**关键词:** 绿色供应链;绩效评价;模糊评判;标杆法

中图分类号: F224.9

文献标识码: A

文章编号: 1671-8798(2006)03-0206-04

## Research on Evaluation of Green Supply Chain Performance Based on Fuzzy Theory

CAO Min, FAN Jia-jing

(School of Economics and Management, Zhejiang University of Science and Technology, Hangzhou 310023, China)

**Abstract:** According to the scientific, comparable and feasible principles, the evaluation index system of green supply chain performance with multi-level object evaluation system structure was built based on analysis on supply chain and its degree of greenness. With the fuzzy comprehensive evaluation the green supply chain performance was evaluated as a whole. Applying Benchmarking method the evaluation results were analyzed by defining Benchmark and gap analysis, which provides scientific evidences for improvement of the enterprise green supply chain performance and enables the enterprise to realize the object of enhancing competition ability in practice.

**Key words:** green supply chain; performance evaluation; fuzzy theory; Benchmarking

随着环境保护意识的增强和资源的日益稀缺,全球性的产业结构呈现出绿色战略趋势,绿色供应链成为现代企业的可持续发展模式。在国际绿色壁垒越来越受关注并执行得越来越严格的现实面前,传统的竞争理念和竞争手段已不能适应生态化市场

和可持续发展的新需要。引入绿色供应链理念、实施绿色供应链管理成为现代中国企业主动挑战环境危机、提高国际市场竞争力、拓展企业生存发展空间的必由之路。因此,正确认识绿色供应链的内涵,通过科学的评价及时把握企业实施绿色供应链的效果

收稿日期: 2006-06-12

基金项目: 浙江省科技计划项目(2006C4007)

作者简介: 曹 敏(1965—),女,浙江杭州人,副教授,硕士,主要从事工业工程、供应链和物流管理研究。

与动态,引导企业不断提高自身的竞争力是摆在我们面前亟待解决的重大问题之一。本文通过模糊评判法对供应链进行了绩效评价,采用基于差距分析的标杆法找出了被评绿色供应链与目标供应链之间的绩效差距,据此以优化流程,合理配置资源,从而提高企业竞争力。

1 绿色供应链的绩效评价体系

绿色供应链绩效评价指标体系的确定是进行绿色供应链绩效评价的首要问题。绿色供应链运营的绩效评价方法可以借鉴一般供应链运营绩效评价的思路,但两者也存在着一定的区别。一般供应链运营绩效评价主要考虑的是如何提高整条供应链上的运作效率,降低成本,提高质量,从而提高供应链的竞争力;而绿色供应链的绩效评价不仅要满足前者的各项指标,而且更加注重的是环境的保护和资源的节约。本文在借鉴国内外学者所提出的绿色供应链绩效评价体系<sup>[1-3]</sup>的基础上,根据绿色供应链的内涵和环境管理标准 ISO 14000 系列,按照科学、可比、实用等原则建立了绿色供应链绩效评价体系,见表 1。

表 1 绿色供应链的绩效评价体系

目标层	主因素层(一级指标)	指标层(二级指标)
绿色供应链绩效 U	顾客导向 评价指标 U <sub>1</sub>	订单满足率 U <sub>11</sub>
		定制化订单满足率 U <sub>12</sub>
		订单准时交货率 U <sub>13</sub>
		订单平均提前期 U <sub>14</sub>
		订单完成差错率 U <sub>15</sub>
	供应链密切度 评价指标 U <sub>2</sub>	质量合格率 U <sub>21</sub>
		准时交货率 U <sub>22</sub>
		信息沟通水平 U <sub>23</sub>
		订单满足率 U <sub>24</sub>
	供应链经济效益 评价指标 U <sub>3</sub>	供应链库存总费用 U <sub>31</sub>
		供应链的运输总费用 U <sub>32</sub>
		供应链投资回报率 U <sub>33</sub>
		供应链的利润增长率 U <sub>34</sub>
	供应链绿色化 评价指标 U <sub>4</sub>	清洁生产率 U <sub>41</sub>
		“三废”排污达标率 U <sub>42</sub>
		资源综合利用率 U <sub>43</sub>
		资源收再利用率 U <sub>44</sub>
		能源综合利用率 U <sub>45</sub>

该评价指标体系采用多层次目标评价体系结构,目标层是企业的绿色供应链绩效,主因素层包

括:顾客导向评价、供应链密切度评价、供应链经济效益评价指标、供应链绿色化评价 4 个方面。其中顾客导向评价、供应链密切度评价、供应链经济效益评价指标主要考虑的是供应链的运营绩效,而供应链绿色化评价主要考虑的是供应链的绿色绩效,因此,整个评价体系较完整,能够整体评价绿色供应链的绩效水平。指标层则把主因素层 4 个方面的能力分解成 18 项具体指标。

2 绿色供应链的模糊综合评判

由于以上所建立的绿色供应链绩效评价体系主要分为一级指标层和二级指标层两个层次结构,因此在这里拟采用二级模糊综合评价法。

2.1 建立评价指标集

根据以上所得到的指标体系,设绿色供应链绩效评价体系的一级指标集合为  $U = \{U_1, U_2, U_3, U_4\}$ ; 设一级指标  $U_i (i = 1, 2, 3, 4)$  各有  $K_i$  个二级指标, 分别记为  $U_i = (U_{i1}, U_{i2}, \dots, U_{iK_i}) (i = 1, 2, 3, 4)$ , 其中  $U_{ij}$  表示为  $U_i$  的第  $j$  二级指标。

$$U_1 = \{U_{11}, U_{12}, U_{13}, U_{14}, U_{15}\}$$

$$U_2 = \{U_{21}, U_{22}, U_{23}, U_{24}\}$$

$$U_3 = \{U_{31}, U_{32}, U_{33}, U_{34}\}$$

$$U_4 = \{U_{41}, U_{42}, U_{43}, U_{44}, U_{45}\}$$

2.2 建立权重集

设  $U_i$  的权重为  $W_i (i = 1, 2, 3, 4)$ , 则一级权重集为:  $W = \{W_1, W_2, W_3, W_4\}$ , 其中  $0 \leq W_i \leq 1$ , 设二级指标  $U_{ij}$  的权数为  $w_{ij} (i = 1, 2, 3, 4; j = 1, 2, \dots, K_i)$ , 其中  $0 \leq w_{ij} \leq 1$

$$W_1 = \{w_{11}, w_{12}, w_{13}, w_{14}, w_{15}\}$$

$$W_2 = \{w_{21}, w_{22}, w_{23}, w_{24}\}$$

$$W_3 = \{w_{31}, w_{32}, w_{33}, w_{34}\}$$

$$W_4 = \{w_{41}, w_{42}, w_{43}, w_{44}, w_{45}\}$$

权重的分配可以采用二元比较法、权值因子判断法和 AHP 法等。本文采用的是权值因子判断法, 它是一种将定性评价定量化的权重确定方法, 与 AHP 等方法相比具有简单易操作的特点。

具体操作方法为:

第一, 从供应链中选出相关部门的评价专家共 25 人, 组成评价专家组。

第二, 制定评价指标因子判断表。根据评价指标体系共有 4 个一级指标, 因此, 共制定了 4 个判断表 (表 2)。

第三, 专家填写权值因子判断表。将行因子和列



因子进行比较,根据它们的相对重要程度进行打分。如果采用 5 分制,非常重要的指标为 5 分,比较重要的指标为 4 分,同样重要的指标为 3 分,不太重要的指标为 2 分,相比很不重要的指标为 1 分。

表 2 权值因子判断表

	评价指标				
	$U_1$	$U_2$	$U_3$	...	$U_n$
评价指标	$U_1$				
	$U_2$				
	$U_3$				
	...				
	$U_n$				

第四,根据专家的打分,进行统计分析。

(1) 计算每一行评价指标的得分:

$$D_{iR} = \sum_{j=1}^n x_{ij}$$

式中, $n$  为评价指标的项数; $x_{ij}$  为评价指标  $i$  与评价指标  $j$  相比时的指标得分值; $R$  为专家序号。

(2) 求评价指标平均分:

$$P_i = \sum_{R=1}^L D_{iR} / L$$

式中, $L$  为专家人数。

(3) 评价指标权值计算:

$$W_i = P_i / \sum_{i=1}^n P_i$$

根据统计,其结果为:

$$W = \{0.27, 0.18, 0.20, 0.35\}$$

$$W_1 = \{0.23, 0.14, 0.21, 0.24, 0.18\}$$

$$W_2 = \{0.28, 0.26, 0.22, 0.24\}$$

$$W_3 = \{0.29, 0.21, 0.24, 0.26\}$$

$$W_4 = \{0.18, 0.22, 0.22, 0.23, 0.15\}$$

### 2.3 确定评语集

设绿色供应链绩效评价体系的每一个指标的评价结果分为优、良、中、合格、较差 5 个等级。为了方便计算分析拟用 5 分表示优,逐次递减,1 分表示较差。则评语集  $Y = \{\text{优, 良, 中, 合格, 较差}\} = \{5, 4, 3, 2, 1\}$ 。

### 2.4 找出评判矩阵

评价矩阵是对评价项目集内诸评价项目评定的一种模糊映射,对  $u_k$  中的每个单因素评定的隶属度向量矩阵形式为:

$$R_K = \begin{bmatrix} r_{k11} & r_{k12} & \cdots & r_{k1m} \\ r_{k21} & r_{k12} & \cdots & r_{k2m} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{kn1} & r_{kn2} & \cdots & r_{knm} \end{bmatrix}$$

其中, $r_{kij}$  表示对  $u_k$  中的因素  $i$  评价为第  $j$  个评语的隶属度。假设对某一供应链进行调查分析得出各评判矩阵为:

$$R_1 = \begin{bmatrix} 0.32 & 0 & 0.23 & 0.16 & 0.29 \\ 0.50 & 0.17 & 0.22 & 0.11 & 0 \\ 0.27 & 0.21 & 0.33 & 0 & 0.19 \\ 0.25 & 0 & 0.37 & 0.18 & 0.20 \\ 0.34 & 0 & 0.28 & 0.21 & 0.17 \end{bmatrix}$$

$$R_2 = \begin{bmatrix} 0.20 & 0.18 & 0.23 & 0.19 & 0.20 \\ 0.19 & 0.27 & 0.22 & 0.11 & 0.19 \\ 0.50 & 0.17 & 0.22 & 0 & 0.21 \\ 0.34 & 0.15 & 0.17 & 0 & 0.33 \end{bmatrix}$$

$$R_3 = \begin{bmatrix} 0.23 & 0.28 & 0.13 & 0.17 & 0.19 \\ 0.32 & 0.24 & 0 & 0.21 & 0.23 \\ 0.60 & 0.27 & 0.13 & 0 & 0 \\ 0.16 & 0.35 & 0.27 & 0 & 0.22 \end{bmatrix}$$

$$R_4 = \begin{bmatrix} 0.15 & 0.28 & 0.13 & 0.21 & 0.17 \\ 0.25 & 0.16 & 0.20 & 0.21 & 0.18 \\ 0.47 & 0.15 & 0 & 0.26 & 0.12 \\ 0.63 & 0.21 & 0.16 & 0 & 0 \\ 0.17 & 0.37 & 0.25 & 0.21 & 0 \end{bmatrix}$$

### 2.5 进行模糊综合评判

第一,确定一级指标的模糊综合评判级  $C_i$ ,由  $C_i = W_i R_i$  得到一级指标的模糊综合评判集合为:

$$C = \{C_1, C_2, C_3, C_4\}$$

$$C_1 = W_1 R_1 = \{c_{11}, c_{12}, c_{13}, c_{14}, c_{15}\} = \{0.3215, 0.0679, 0.2922, 0.1332, 0.1852\}$$

$$C_2 = W_2 R_2 = \{c_{21}, c_{22}, c_{23}, c_{24}, c_{25}\} = \{0.297, 0.194, 0.2108, 0.0818, 0.2308\}$$

$$C_3 = W_3 R_3 = \{c_{31}, c_{32}, c_{33}, c_{34}, c_{35}\} = \{0.3195, 0.2874, 0.1391, 0.0934, 0.1606\}$$

$$C_4 = W_4 R_4 = \{c_{41}, c_{42}, c_{43}, c_{44}, c_{45}\} = \{0.3558, 0.2224, 0.1417, 0.1727, 0.0966\}$$

第二,最终确定评价对象的模糊评价矩阵  $B$ ,  $B = WC = \{0.3287, 0.1886, 0.1943, 0.1298, 0.1575\}$ ;对  $B$  进行归一化处理的  $B' = \{0.3291, 0.1888, 0.1945, 0.1299, 0.1577\}$

第三,计算综合得分。 $U = B'Y^T = 3.4017$ 。

## 3 利用标杆法进行结果分析

利用标杆法评价绿色供应链的绩效可以科学、客观地反映绿色供应链的运营情况,比较不同供应

链或统一供应链内不同企业之间的绿色供应链的差别。差距分析法通过比较被测评企业与标杆来分析差距,找出被测评企业与目标供应链之间的绩效差距,以便企业从绿色供应链整体上优化业务流程、合理配置资源以减少差距<sup>[4]</sup>。某绿色供应链与标杆值的对比情况见表 3。

表 3 某绿色供应链与标杆值的对比

评价因素	某绿色供应链假定值	标杆供应链
顾客导向评价指标 $U_1$	3.207 3	4.858
供应链密切度评价指标 $U_2$	3.287 8	4.964
供应链经济效益评价指标 $U_3$	3.511 8	4.762
供应链绿色化评价指标 $U_4$	3.535 9	4.368
综合评价 $U$	3.401 7	4.686

3.1 绿色供应链属性值的标准化

主因素层的评价指标属性值必须标准化以便于标杆分析。标准化属性值的定义如下:

$$S_i = 5U_i/U_{imax},$$

式中,  $S_i$  为主因素层的标准化属性值;  $U_i$  为主因素层的评价值;  $U_{imax}$  为该主因素层的评价值中的最大值,即标杆值。

计算结果如表 4 所示。

表 4 绿色供应链的标准化属性值比较

评价因素	某绿色供应链		标杆供应链		差距	排序
	$U_i$	$S_i$	$U_{imax}$	$S_{imax}$	$G_i$	Rank
顾客导向评价指标 $U_1$	3.207 3	3.30	4.858	5	1.70	①
供应链密切度评价指标 $U_2$	3.287 8	3.31	4.964	5	1.69	②
供应链经济效益评价指标 $U_3$	3.511 8	3.69	4.762	5	1.31	③
供应链绿色化评价指标 $U_4$	3.535 9	4.05	4.368	5	0.95	④
综合评价 $U$	3.401 7	3.63	4.686	5	1.37	

3.2 差距分析

对每一个主因素层都有一个标杆值,通过比较各因素层属性值和标杆的差距,可以得出差距值的排序。最大的差距值排第一,其次的差距值排第二,以此类推。

差距分析主要是将被测供应链与目标值进行比较,不仅要分析两者之间的总体差距,而且更重要的是找到各指标与目标之间的差异,从而为被测供应链进行进一步的改进指明方向。从表 4 可以看出,该绿色供应链的综合指标和各项指标与标杆供应链

之间存在的差异。如表 4 所示的被测评企业,其顾客满意度与标杆供应链的差距最大,为 1.70;供应链密切度评价指标与标杆供应链的差距也较大,为 1.69。因此,供应链想要进一步地提高自身的绩效,顾客满意度和供应链的密切程度是关键性问题。供应链可以进一步分析,找到被测供应链和标杆供应链存在差距的主要原因,并采取措施来完善和提高。一般来说,较小的排序号对应的主因素层具有较大的完善空间。可以从主要问题着手,达到逐步、持续完善的目的。

4 结 语

企业绿色供应链绩效评价是企业认识了解自身实施绿色供应链绩效的重要途径。企业明确自己的绿色供应链绩效水平之后,可以更好地运用和发挥已有的优势,弥补不足。本研究利用全值因子判断法将群体主观评价综合量化,确定了各指标的权数,进行了模糊综合评判。采用标杆分析法对评价结果进行分析,为企业绿色供应链改进指明了方向。通过这种方法既可以发现企业绿色供应链在培养和提高中的规律性问题,也可以为企业合理的评价工具。

参考文献:

[1] BENITA M. BEAMON. Designing the Green Supply Chain[J]. Logistics Information Management,1999,12 (4): 332-342.

[2] 李书娟. 供应链管理绩效评价研究[J]. 价值工程,2005 (12): 48-50.

[3] 徐团结,王硕,潘海青. 绿色供应链管理及其绿色度评价[J]. 巢湖学院学报,2006,8(2): 61-65.

[4] BALM G J. Benchmarking and Gap Analysis [J]. Benchmarking for Quality Management and Technology,1996, 3(4): 28-33.

[5] SALEM Y L, H'Mida S. A Gap Analysis for Green Supply Chain Benchmarking[C]//Proceedings of 32nd International Conference on Computers and Industrial Engineering. Limerick, Ireland. 2003(1): 45-54.

[6] CAO M. Application of Benchmarking in Warehouse Logistics System [C]//Systems, Proceeding of the 12th International Conference on IE EM Systems. 2005: 263-265.

[7] 刘长未,易树平,杨先露. 模糊综合评判在物流系统评价中的应用[J]. 中国机械工程,2004,15(14): 1309-1311.