

文章编号:1000-582X(2003)11-0155-04

绿色供应链中环境管理绩效模糊综合评价*

赵丽娟, 罗兵

(重庆大学经济与工商管理学院, 重庆 400044)

摘要:绿色供应链是工业发展的一种趋势,而绩效评价是供应链实施的关键。在国内外文文献的基础上,根据绿色供应链的内涵和环境管理标准(ISO14000系列)设计了环境管理绩效——供应链绿色度的评价指标体系,即将供应链流程的环境影响度、供应链的能源消耗度、资源的回收再利用性、环境声誉等4个方面作为供应链绿色度的主要衡量指标,并将各个指标具体化,形成一个二级指标评价体系,同时讨论了引入绿色度评价后对其他传统绩效指标的影响。根据指标评价体系的特点,进行了多层次模糊综合评价,最后给出一个算例进行说明,为绿色供应链系统的管理决策提供了理论依据。

关键词:绿色供应链;环境管理绩效;绩效评价体系;模糊综合评判

中图分类号:F205

文献标识码:A

随着资源耗竭和环境污染的日趋严重,在全球范围内正掀起一场绿色革命,不可避免地在生产和制造领域也迫切要求形成绿色供应链。中国加入WTO,正处于各方面与国际接轨的过度时期,因此,建立有效的绿色供应链是今后一段时间研究和发展的方向之一。而供应链的绩效评价是供应链实施过程中的一个关键而棘手的问题,通过评价可以分析出影响供应链系统整体效率的瓶颈,为降低整体运作成本,提升客户价值提供依据,所以改善供应链绩效是创造价值的有效途径。由于绿色供应链是近几年提出的新概念,是工业生态学、绿色制造和供应链管理等的学科交叉,其理论体系还未形成。笔者在参考国内外关于绿色供应链的

研究^[1-4]的基础上,对绿色供应链中环境绩效评价指标进行了研究。

1 环境绩效的评价指标体系

1996年,美国密歇根州立大学的制造研究协会在进行一项“环境负责制造(ERM)”研究中首次提出了“绿色供应链”的概念^[5]。它旨在综合考虑环境影响和资源优化利用的制造业供应链发展,其目的是使整个供应链对环境的负面影响最小,资源利用效率最高。

将绿色供应链中环境绩效定义为供应链绿色度。根据绿色供应链的内涵和环境管理标准,即ISO14000系列,设计出具体的绿色评价体系,如表1。

表1 供应链绿色度的评价指标体系及评分表

序号 <i>i</i>	一级指标 U_i	权重 A_i	序号 <i>ij</i>	二级指标 U_{ij}	权重 A_{ij}	隶属度 R_{ij}			
						很好	良好	一般	差
1	供应链流程的环境影响度 U_1	0.3	1	废弃物比 U_{11}	0.10	0.15	0.20	0.30	0.35
			2	固体废物产生的毒性 U_{12}	0.20	0.20	0.20	0.35	0.25
			3	废水排放指标 U_{13}	0.20	0.60	0.25	0.15	0.00
			4	CO ₂ 排放指标 U_{14}	0.20	0.45	0.25	0.15	0.15
			5	其他废弃物排放指标 U_{15}	0.10	0.50	0.30	0.20	0.00
			6	废弃物的处理 U_{16}	0.20	0.25	0.20	0.35	0.20
2	供应链的能源消耗度 U_2	0.3	1	能量消耗度 U_{21}	0.30	0.40	0.30	0.20	0.10
			2	物料消耗度 U_{22}	0.35	0.55	0.35	0.10	0.00
			3	能源节约度 U_{23}	0.35	0.30	0.35	0.30	0.05

* 收稿日期:2003-07-12

作者简介:赵丽娟(1974-),女,重庆人,重庆大学硕士研究生,主要从事供应链管理与绿色管理的研究。

续表 1

序号 <i>i</i>	一级指标 U_i	权重 A_i	序号 <i>ij</i>	二级指标 U_{ij}	权重 A_{ij}	隶属度 R_{ij}			
						很好	良好	一般	差
3	资源的回收再利用性 U_3	0.2	1	再循环材料的利用率 U_{31}	0.40	0.40	0.40	0.20	0.00
			2	产品回收率 U_{32}	0.30	0.45	0.30	0.25	0.00
			3	包装或容器回收率 U_{33}	0.30	0.30	0.45	0.25	0.00
4	供应链的环境声誉 U_4	0.2	1	生态效率 U_{41}	0.60	0.30	0.35	0.25	0.10
			2	消费者对产品的绿色认同度 U_{42}	0.40	0.40	0.25	0.25	0.10

绿色供应链的环境管理绩效评价不仅是引入新的绿色评价指标,而且绿色工程的实施会对其他传统评价指标带来相应的影响。

首先,绿色供应链总成本的评估(TCA, total cost assessment)不仅包括传统供应链的成本构成,而且还应包括在整个产品生命周期中,为使对环境的负面影响最小,资源利用率最高而付出的成本,如在供应链的订货、运输、库存、生产、销售等各个环节实现“绿色化”要付出比以往更多的成本。如使用绿色环保原材料,开发绿色产品,进行回收、再生、循环使用能源的绿色设备投入等等,同时在人力资源管理、企业文化等方面,也需进行“绿色”培育。

其次,随着人们环境保护与可持续发展的意识增强,在客户满意度指标中,对绿色产品的要求的越来越高,诸如绿色食品、绿色包装、绿色营销、绿色核算、白色污染等已体现出这种趋势。绿色供应链中的产品回收会影响运作管理的柔性、客户反馈指标中必定会引入客户对绿色度相关的评价、作业速度也会因绿色工程实施的不同阶段而受到不同的影响。

再次,质量指标体系中也会引入产品中关于绿色质量的评价,如产品设计中应将产品对消费者造成的潜在有害性限制在规定范围内,因此,对产品合格率、产品可靠性等提出了更高的要求。

2 环境绩效的模糊综合评价

绿色供应链的环境绩效评价是一个典型的多层次,多因素的评价问题,其指标集中既存在定量的指标也存在定性的指标,而多级模糊综合评价方法可将定量测试与专家系统结合起来,应用于供应链适时集成监测,随时对供应链进行绿色度综合评价。基于此,笔者认为采用多级模糊层次综合评价方法是比较合适的方法^[6-9]。

2.1 确定因素集 U 与评语集 V

因素集合为 $U = \{U_1, U_2, \dots, U_n\}$ 共 n 个因素,即 $U = \{\text{供应链流程的环境影响度、供应链的能源消耗度、资源的回收再利用性、环境声誉}\}$ 共 4 个因素构成;再对因素集 U 作划分,得到第 2 级因素集: $U_i = \{U_{i1}, U_{i2}, \dots, U_{ij}\}$ $i = 1, 2, \dots, n$, 如 $U_1 = \{\text{废弃物比 } U_{11}, \text{固体废物产生的毒性 } U_{12}, \text{废水排放指标 } U_{13}, \text{CO}_2 \text{ 排放指标 } U_{14}, \text{其他废弃物排放指标 } U_{15}, \text{废弃物的处理 } U_{16}\}$, $U_2 = \{\text{能量消耗度 } U_{21}, \text{物料消耗度 } U_{22}, \text{能源节约度 } U_{23}\}$, $U_3 = \{\text{再循环材料的利用率 } U_{31}, \text{产品回收率 } U_{32}, \text{包装或容器回收率 } U_{33}\}$, $U_4 = \{\text{生态效率 } U_{41}, \text{消费者对产品的绿色认同度 } U_{42}\}$ 。显然 U_i 含有 j 个因素, U 有 $\sum j$ 个因素。

而评价集合为 $V = \{V_1, V_2, \dots, V_m\}$ 共 m 个等级,如 $V = \{\text{很好, 良好, 一般, 差}\}$ 共 4 个等级;并设相应的评价等级分行向量 $C = (C_1, C_2, C_3, C_4)$, 如 $C = (100, 80, 60, 40)$ 。

2.2 确定权重系数矩阵 A

请有关专家确定各评价因素的权重,设 U 的权重为 $A = (A_1, A_2, \dots, A_i)$, 如 $A = (0.30, 0.30, 0.20, 0.20)$, 又设 U_i 的诸因素的权重分配为 $A_i = (A_{i1}, A_{i2}, \dots, A_{ij})$, 如 $A_1 = (0.10, 0.20, 0.20, 0.20, 0.10, 0.20)$, $A_2 = (0.30, 0.35, 0.35)$, $A_3 = (0.40, 0.30, 0.30)$, $A_4 = (0.60, 0.40)$ 。

2.3 单因素模糊评判

设评判对象按因素集中的第 i 个元素 U_i 进行评价,对评价集中的第 m 个元素 V_m 的隶属度为 R_{ij} ,由各单因素评判集组成的矩阵是从因素集 U 到评价集 V 的模糊关系矩阵 R_i 。

在此过程中,关键是要确定隶属函数、计算隶属度 R_{ij} 。定性指标的隶属度可以通过模糊统计法得到。以

往定量因素的隶属度是通过计算其实测数据属于各等级的频率的方法来确定的。该方法需事先确定临界值。其临界值的确定对隶属度的值是至关重要的。等级临界值的微小变化可能导致隶属度的骤降骤增。并且,即使在同一等级中,也无法区分因素好或差的程度。

所以采用模糊综合评判方法来判断,正是因为事物本身具有模糊性,即事物的亦彼亦此性或中介过渡性,而这意味着事物本身没有固定的临界值。而上述确定隶属度的方法,应用的前提就是要确定这一等级界限。那么对模糊事物而言,这种确定只能是武断的,不符合客观实际的。

前面说明了等级临界值对隶属度影响之大,因而由此计算出的隶属度可信程度是低的。

笔者采用的定量因素隶属度的确定方法,是根据模糊模式识别的思想并将其拓展。具体方法设定如下:

- 1) 所有因素对于同一等级的隶属函数作正态分布;
- 2) 在因素上下限值之间各等级区间大小相等;
- 3) 边界值介于两等级之间且对于两个等级有相同的隶属度。

U_i 的总评价矩阵为 R_i , 作模糊变换, 则得到:

$$B_i = A_i \cdot R_i = \{b_{i1}, b_{i2}, \dots, b_{in}\} (i = 1, 2, \dots, n)。$$

2.4 多因素综合评判

将每个单因素模糊评价结果 $B_j (j = 1, 2, \dots, n)$ 综合在一起, 构成高一级的评价矩阵 R_i , 采用同样的方法将 R_i 与权重系数矩阵 A_i 结合, 求出第 i 个要素的综合评价结果 $B_i (i = 1, 2, \dots, m)$, 由 B_i 构成更高一级的矩阵 R , 最后求得综合评价矩阵 B , 该矩阵为综合评价的结果, 即

$$B = A \cdot R = (a_1 \ a_2 \ \dots \ a_m) \cdot \begin{pmatrix} A_1 \cdot R_1 \\ \dots \\ A_i \cdot R_i \\ \dots \\ A_m \cdot R_m \end{pmatrix} = (b_1 \ b_2 \ \dots \ b_m)$$

评价结果 B 不仅考虑了所有因素的影响, 而且保留了各级评价的全部信息。

最后计算综合评分: $W = B \cdot C^T$

式中: W 为综合评分值; B 为最终综合评价向量; C 为评价等级分行向量; C^T 为 C 的转置矩阵。

W 的大小, 反映了不同评价指标的优劣, 从而为

绿色供应链的环境绩效评价提供了科学依据。

3 算 例

以表 1 所示指标及评分为例, 对某供应链进行绿色度评价。

根据专家评分, 写出模糊关系矩阵 R_i :

$$R_1 = \begin{pmatrix} 0.15 & 0.20 & 0.30 & 0.35 \\ 0.20 & 0.20 & 0.35 & 0.25 \\ 0.60 & 0.25 & 0.15 & 0.00 \\ 0.45 & 0.25 & 0.15 & 0.15 \\ 0.50 & 0.30 & 0.20 & 0.00 \\ 0.25 & 0.20 & 0.35 & 0.20 \end{pmatrix}$$

$$R_2 = \begin{pmatrix} 0.40 & 0.30 & 0.20 & 0.10 \\ 0.55 & 0.35 & 0.10 & 0.00 \\ 0.30 & 0.35 & 0.30 & 0.05 \end{pmatrix}$$

$$R_3 = \begin{pmatrix} 0.40 & 0.40 & 0.20 & 0.00 \\ 0.45 & 0.30 & 0.25 & 0.00 \\ 0.30 & 0.45 & 0.25 & 0.00 \end{pmatrix}$$

$$R_4 = \begin{pmatrix} 0.30 & 0.35 & 0.25 & 0.10 \\ 0.40 & 0.25 & 0.25 & 0.10 \end{pmatrix}$$

如表 1 所示, $A_1 = (0.10, 0.20, 0.20, 0.20, 0.10, 0.20)$, $A_2 = (0.30, 0.35, 0.35)$, $A_3 = (0.40, 0.30, 0.30)$, $A_4 = (0.60, 0.40)$

由 $B_i = A_i \cdot R_i (i = 1, 2, 3, 4)$ 可以得出:

$$B_1 = (0.20, 0.20, 0.20, 0.20)$$

$$B_2 = (0.35, 0.35, 0.30, 0.10)$$

$$B_3 = (0.40, 0.40, 0.25, 0.00)$$

$$B_4 = (0.40, 0.35, 0.25, 0.10)$$

$$R = \begin{pmatrix} 0.20 & 0.20 & 0.20 & 0.20 \\ 0.35 & 0.35 & 0.30 & 0.10 \\ 0.40 & 0.40 & 0.25 & 0.00 \\ 0.40 & 0.35 & 0.25 & 0.10 \end{pmatrix}$$

又因为 $A = (0.30, 0.30, 0.20, 0.20)$

由 $B = A \cdot R = (0.30, 0.30, 0.30, 0.20)$

而 $C = (100, 80, 60, 40)$

由 $W = B \cdot C^T = 80$, 所以该供应链的绿色度为 80, 基本评定为良好。

4 结 论

绿色供应链中涉及许多模糊因素, 其管理绩效评价也是相当复杂的。笔者所做的主要工作是指标体系

的构建和多层次模糊综合评价的分析。该问题还可作进一步的分析,如供应链绿色化的实施对其他传统绩效指标造成的影响,供应链的绿色度模糊综合评价应根据供应链的不同进行设置等等。

参考文献:

- [1] BEAMON B M. Designing the green supply chain[J]. Logistics Information Management, 1999,12(4): 332 - 342.
- [2] VAN HOEK R I. Case studies of greening the automotive supply chain through technology and operations[J]. International Journal of Technology Management, 2002,23(3): 89 - 112.
- [3] BEAMON B M. Performance Measures in Supply Chain Management[A]. Proceedings of the 1996 Conference on Agile and Intelligent Manufacturing Systems[C]. NY: Rensselaer Polytechnic Institute, 1996.
- [4] BEAMON B M. Supply Chain Design and Analysis: Models and Methods[J]. International Journal of Production Economics, 1998,55(3): 281 - 294.
- [5] 但斌,刘飞. 绿色供应链及其体系结构研究[J]. 中国机械工程, 2000,(11):1 232 - 1 235.
- [6] 李洪兴,汪群,段钦治,等. 工程模糊数学方法及应用[M]. 天津:天津科学技术出版社, 1993.
- [7] 杨松林. 工程模糊论方法及其应用[M]. 北京:国防工业出版社, 1996.
- [8] 孙士雅,罗兵. 供应链环境下的库存控制绩效评估指标及方法[J]. 重庆大学学报(自然科学版), 2002,25(10): 101 - 104.
- [9] 谭显春,刘飞. 面向绿色制造的刀具选择决策模型及其应用[J]. 重庆大学学报(自然科学版), 2003,26(3): 117 - 121.

The Fuzzy Evaluation of Environmental Performance in Green Supply Chain

ZHAO Li-juan , LUO Bing

(College of Economy and Business Administration, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

Abstract: Green supply chain is one of the trends of industry development. And performance measurement is the key to implementing the supply chain. So it is necessary to evaluate the environmental performance of supply chain. According to the connotation of green supply chain and the standards of environmental management, this paper designs green performance measurement systems which is composed of four main factors such as waste emissions and exposure hazard, resource utilization, product recovery, and environmental reputation. And the authors delve deeply these factors so that it forms a two-level measurement system. Then the effect on the traditional performance measurement of supply chain is studied after taking greening to the supply chain level. At last the authors apply the method of multi-level fuzzy judgement to the environmental performance measurement system. An example is given to show the judgement process.

Key words: greening supply chain; environmental performance; performance measurement system; fuzzy evaluation

(编辑 刘道芬)