



模糊数学理论在绿色制造模式下供应商选择与评价中的应用

彭 军

(武汉铁路职业技术学院,湖北 武汉 430205)

摘 要: 针对绿色制造模式下多个供应商的选择问题,采用属性层次模型法与模糊综合评判法组合的综合评判法,对绿色制造模式下供应商的评价与选择进行了实证分析评价,从质量、成本、交货能力、技术能力、服务和环境 6 个方面建立了绿色制造模式下供应商评价指标体系。分析结果表明:属性层次模型法与模糊综合评价法组合的综合评价方法,对于绿色制造模式下供应商的选择有较好的适用性。

关键词: 绿色制造;供应商选择与评价;属性层次模型

中图分类号: F724

文献标识码: A

文章编号: 1671-931X (2011) 05-0042-04

42

武汉职业技术学院学报二〇一一年第十卷第五期(总第五十四期)

制造业的飞速发展,为人类提供丰富产品的同时也导致了资源的短缺、环境的污染和生态的失衡。随着环境问题的日益恶化,绿色制造模式已经成为制造业发展的必然趋势之一,绿色制造,已成为制造业发展的必由之路。所谓绿色制造模式,是综合考虑环境影响和资源消耗的现代制造模式,其目标是使得产品从设计、制造、包装、运输、使用到报废处理的整个生命周期中,对环境负面影响最小,资源利用率最高,并使企业经济效益和社会效益协调优化。

供应商是制造企业在供应链上的合作伙伴之一,而供应商的选择在绿色制造管理中具有举足轻重的地位,它直接决定了整个链条的竞争能力以及企业效益和社会效益的优化,但在其具体实施过程中由于绿色制造模式的具有不同于传统制造模式的特征、往往因为供应商的不合格而存在障碍。正确选择供应商是绿色制造得到顺利实施的基础^[1]。

绿色制造模式下的供应商选择是一个多目标决策过程,层次分析法(或模糊层次分析法)是目前常用的多目标决策方法。惠玉蓉、董千里使用模糊层次分析法对绿色制造模式下供应商的选择及评价进行了研究^[2];郑

玲玲使用模糊聚类分析法对绿色供应链管理中供应商选择策略进行了研究^[3]。

然而运用层次分析法(或模糊层次分析法)是通过 1-9 标度建立的判断矩阵要进行一致性检验,当判断矩阵出现不致的情况时,需调整判断矩阵,使其满足一致性的要求,其计算复杂,工作量大。本文运用属性层次模型原理提出了绿色制造模式下供应商选择评价的属性层次模型,将属性层次模型方法与模糊综合评价方法相结合对供应商选择指标进行组合赋权,对影响供应商选择评价的各指标体系进行量化处理,得到了较合理的选择结果。结果表明:属性层次模型与模糊综合评价组合的评价方法,对于绿色制造模式下供应商的选择有较好的适用性。尽管属性层次模型也是通过 1-9 标度建立的判断矩阵,但不需要进行一致性检验^[4]。

一、AHM 与模糊综合评价法组合的评价原理

(一)属性层次模型的优缺点

属性层次模型 (Attribute Hierarchical Model, AHM) 是北京大学数学学院程乾生教授于 1997 年在属性测

收稿日期:2011-09-10

基金项目:湖北省教育厅人文社会科学研究重点项目(项目编号:2011jyte133)。

作者简介:彭军(1962-),男,湖北武汉人,武汉铁路职业技术学院教学督导处主任,副教授,研究方向:高等数学教育。

度基础上首次提出的一种新的无结构决策方法,它也是将决策过程中的定量问题和定性问题有机结合起来,将定性问题量化,对于解决多层次、多目标的大系统优化问题行之有效^[4]。

程乾生教授指出^[5],AHP 相当于重量模型(或举重模型),AHM 相当于球赛模型。在球赛模型中,甲队胜乙队,乙队胜丙队,并不要求甲队一定要胜丙队。因此,在 AHM 方法中,可不做一致性检验。

由于 AHM 方法不需做一致性检验,因此计算量小,只需做简单的加减乘除运算就可以了。AHM 方法依靠专家的意见,在运用 1-9 阶标度和两两比较矩阵时,其主观随意性较大,特别是决策者难以掌握 1-9 阶标度时,无法对供应商进行科学的评价。

(二)模糊综合评价法

模糊综合评价法是运用模糊集理论对受到多个不确定性因素制约的系统进行综合评价,进而做出相关决策的过程,是处理不精确的、模糊信息的重要方法。但是,应用这种评价方法,各指标的权重由各专家根据经验给出,难免带有主观局限性,会影响最优结果的选取。

(三)AHM 与模糊综合评价法组合的评价方法

将 AHM 方法与模糊综合评判法结合起来,通过 AHM 方法确定各指标权重,用模糊综合评价法进行评判,从而克服了模糊综合评判方法的缺点,使决策的过程更具科学性;用 AHM 方法确定各指标的权重,将定性问题量化,为最佳方案的选择提供决策依据。因此,模糊综合评判方法与属性层次模型方法组合的评判方法,可以满足绿色制造模式下供应商评价指标权重确定的科学性、准确性和一致性要求。

二、绿色制造模式下供应商选择的属性层次模型

(一)绿色制造模式下供应商评价指标所应遵循的原则

供应商评价问题涉及因素众多,评价指标多种多样,既有定性的,又有定量的,而且指标权重各不相同。因此建立一套绿色制造模式下供应商选择评价指标体系应遵循系统性原则、科学性原则、重要性原则、可比性原则、动态性原则、定性定量相结合原则和可操作性原则^[6,7]。

(二)绿色制造模式下供应商选择递阶层次结构

绿色制造模式下供应商的选择与评价不仅涉及因素众多而且具有一定的复杂性,同时许多因素又具模糊性。按照上述供应商评价指标体系所应遵循的原则,借鉴国内外供应商选择研究和实际工作中的设置,并参阅其他一些相关的指标体系^[8-11],形成绿色制造模式下供应商选择递阶层次结构,包括目标层 A、准则层 B、指标层 C 和方案层 P,见表 1。

三、供应商选择模糊综合评价理论

(一)建立评价指标集

根据供应商选择评价系统,构建供应商综合评价指标集: $U=[u_1, u_2, \dots, u_n]$

其中:

$$u_i=[u_{i1}, u_{i2}, \dots]$$

表 1 属性层次模型的供应商选择递阶层次结构

目标 A	准则层 B	指标层 C	方案层 P
绿色 供应 商 综 合 评 价 方 案 A	质量 B ₁	产品合格率 C ₁₁	供应商 P ₁
		产品返修率 C ₁₂	
		原材料质量控制 C ₁₃	
		质量体系 C ₁₄	
	成本 B ₂	产品价格 C ₂₁	供应商 P ₂
		产品运输成本 C ₂₂	
		产品价格控制能力 C ₂₃	
	交货能力 B ₃	准时交货能力 C ₃₁	供应商 P ₂
		交货提前期 C ₃₂	
		柔性控制能力 C ₃₃	
		客户响应度 C ₄₁	
	服务 B ₄	准时交货率 C ₄₂	供应商 P ₃
		维修服务水平 C ₄₃	
		合作情况 C ₄₄	
		新产品开发能力 C ₅₁	
	技术能力 B ₅	制造专业程度 C ₅₂	供应商 P ₄
		设备与产能 C ₅₃	
		企业财务状况 C ₅₄	
		环境影响度 C ₆₁	
		能源消耗度 C ₆₂	
		资源回收利用 C ₆₃	
	环境 B ₆	绿色认同度 C ₆₄	
		产品的环保设计 C ₆₅	

$$u_2=[u_{21}, u_{22}, \dots]$$

...

$$u_n=[u_{n1}, u_{n2}, \dots]$$

(二)评价指标的相对属性权分配

1.根据属性层次模型方法计算结果,建立目标层对准则层的相对属性权向量

$$W_A=(w_1, w_2, \dots, w_n) \quad (1)$$

2.根据属性层次模型方法计算结果,建立准则层对对应的指标层相对属性权向量

$$W_{ik}=(w_{k1}, w_{k2}, \dots) \quad (k=1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

3.计算目标层对指标层的相对属性权向量

$$W=(w_k \cdot w_{kj}) \quad (k=1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

其中: w_k 为某准则 k 的相对属性权, w_{kj} 为准则 k 中指标 j 的相对属性权。

(三)建立评语集

$V=[v_1, v_2, \dots, v_n]$ 。评语集是等级的集合,评语集中的评语既不能太多,也不能太少,一般 5~9 个。

(四)建立评价选择的方案集

$P=[P_1, P_2, \dots, P_m]$ 。 P_m 为第 m 个供应商。

(五)建立方案集 P 的评价集

对 U 中的每一评价指标 u_j 针对 P 中每一方案 p_m 进行单独评价,得到方案 P 的评价集。

(六)建立单因素的评判

建立一个从 U 到 F(P)的模糊映射。

$f: U \rightarrow F(P), \forall \mu_i \in U$
 f 为隶属函数。

由 f 可以诱导出模糊关系,得到模糊矩阵

$$R = \begin{bmatrix} r_{111} & r_{112} & \cdots & r_{11m} \\ r_{121} & r_{122} & \cdots & r_{12m} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{ij1} & r_{ij2} & \cdots & r_{ijm} \end{bmatrix}$$

称 R 为单因素评判矩阵,于是 (U, P, R) 构成了一个综合评判模型。

若 $\sum_{k=1}^m r_{ijk} \neq 1$, 还需对模糊判断矩阵进行归一化处理。

(七) 综合评判

由于对 U 中各个因素有不同的侧重,需要对每个因素赋予不同的权重,它可表示为 U 上的一个模糊子集 $W = (w_{11}, w_{12}, \cdots, w_{1j}, \cdots, w_{i1}, w_{i2}, \cdots, w_{ij})$ 。且 $\sum_{i=1}^n w_{ij} = 1$ ($i=1, 2, \cdots, n$)

在 R 与 A 求出之后,则综合评判模型为 $B = W \cdot R$ 。记 $B = (b_1, b_2, \cdots, b_m)$, 它是 P 上的一个模糊子集,其中

$$b_k = \sum_{i=1}^n w_{ij} r_{ijk} \quad (k=1, 2, \cdots, m)。$$

四、供应商选择模糊综合评价模型的应用

假设某一绿色企业制造某一绿色产品,采购某一零部件,需从 4 家供应商中进行选择,下面逐步讨论选择过程。

(一) 建立供应商评价指标集

$U = [B_1, B_2, B_3, B_4, B_5, B_6]$ 。

$B_1 = [C_{11}, C_{12}, C_{13}, C_{14}, C_{15}]$ 。

$B_2 = [C_{21}, C_{22}, C_{23}]$ 。

$B_3 = [C_{31}, C_{32}, C_{33}]$ 。

$B_4 = [C_{41}, C_{42}, C_{43}, C_{44}]$ 。

$B_5 = [C_{51}, C_{52}, C_{53}, C_{54}]$ 。

$B_6 = [C_{61}, C_{62}, C_{63}, C_{64}, C_{65}]$ 。

(二) 评价指标权重的确定

1. 构造 AHP 判断矩阵

采用 1~9 标度(1 表示两者的重要性相同;3 表示稍重要;5 表示较重要;7 表示非常重要;9 表示绝对重要。它们之间的数 2、4、6、8 及它们的倒数有相应类似的意义)。根据各子指标之间的两两对比,构造判断矩阵 $A = (a_{ij})$ 。表 2 是目标层对准则层的 AHP 判断矩阵^[12]。

表 2 准则层 AHP 判断矩阵

A-B	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆
B ₁	1	1	3	5	5	3
B ₂	1	1	5	3	5	3
B ₃	1/3	1/5	1	5	3	2
B ₄	1/5	1/3	1/5	1	3	1/3
B ₅	1/5	1/5	1/3	1/3	1	3
B ₆	1/3	1/3	1/2	3	1/3	1

由于篇幅的关系,各准则层对其相应指标层的 AHP 判断矩阵不一一列出。

2. 使用 AHM 方法计算各指标的相对权重

在 AHM 中,准则 C 下元素 u_i 与 u_j 相对属性测度 u_{ij} 构成的属性判断矩阵 (u_{ij}) 及相对属性权 W_{cu_i} 如表 3 所示。

表 3 准则 C 下元素 u_i 的相对属性测度 u_{ij} 和属性权 W_{cu_i}

C	u_1	u_2	\cdots	u_n	W_c
u_1	u_{11}	u_{12}	\cdots	u_{1n}	W_{cu_1}
u_2	u_{21}	u_{22}	\cdots	u_{2n}	W_{cu_2}
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
u_n	u_{n1}	u_{n2}	\cdots	u_{nn}	W_{cu_n}

元素 u_{ij} 可以由 AHP 判断矩阵中的比例标度 a_{ij} 转换得到。取 $\beta = 2$, 元素 u_{ij} 由公式④确定^[4,5]:

$$u_{ij} = \begin{cases} \frac{2k}{2k+1} & k=a_{ij} \quad i \neq j, a_{ij} > 1 \\ 0.5 & a_{ij}=1 \quad i \neq j \\ 0 & i=j \\ \frac{1}{2k+1} & k=\frac{1}{a_{ij}} \quad i \neq j, a_{ij} < 1 \end{cases} \quad (4)$$

相对属性权向量及相对属性权由公式⑤给出。

$$W_c = (W_{cu_1}, W_{cu_2}, \cdots, W_{cu_n})^T, W_{cu_i} = \frac{2}{n(n-1)} \sum_{j=1}^n u_{ij} \quad (5)$$

则准则层的属性判断矩阵及相对属性权如表 4 所示。

表 4 准则层属性判断矩阵及相对属性权

A-B	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	W_i
B ₁	0	0.5	0.857	0.909	0.909	0.857	0.269
B ₂	0.5	0	0.909	0.857	0.909	0.857	0.269
B ₃	0.143	0.091	0	0.909	0.857	0.8	0.187
B ₄	0.091	0.143	0.091	0	0.857	0.143	0.088
B ₅	0.091	0.091	0.143	0.143	0	0.857	0.088
B ₆	0.143	0.143	0.2	0.857	0.143	0	0.099

目标层对准则层的相对属性权向量为:

$$W = (0.269, 0.269, 0.187, 0.088, 0.088, 0.099)$$

同理,依据上述求解方法,可求得准则层中各准则对其指标层相对属性权向量。

$$W_{B1} = (0.441, 0.305, 0.19, 0.063)。$$

$$W_{B2} = (0.333, 0.095, 0.571)。$$

$$W_{B3} = (0.333, 0.57, 0.097)。$$

$$W_{B4} = (0.45, 0.322, 0.178, 0.05)$$

$$W_{B5} = (0.049, 0.19, 0.437, 0.323)$$

$$W_{B6} = (0.044, 0.277, 0.271, 0.205, 0.202)$$

(三) 求合成权重

$$W = (0.119, 0.082, 0.051, 0.017, 0.09, 0.026, 0.154, 0.062, 0.106, 0.018, 0.040, 0.028, 0.016, 0.004, 0.004, 0.017, 0.039, 0.029, 0.004, 0.027, 0.027, 0.020, 0.020)$$

(四)建立评语集

本文采用 Saaty 教授给定的 1-9 标度及标度意义。

(五)建立评价选择的方案集

$P=[P_1, P_2, \dots, P_4]$ =[供应商 1, 供应商 2, 供应商 3, 供应商 4]。

(六)评价供应商

采用“背对背”的方式,请专家对供应商作出评价,评价结果如表 5 所示。

表 5 供应商评价结果

	供应商 1	供应商 2	供应商 3	供应商 4
C ₁₁	8	9	7	6
C ₁₂	3	4	2	1
C ₁₃	7	5	6	8
C ₁₄	8	5	7	4
C ₂₁	8	6	5	7
C ₂₃	6	8	5	7
C ₂₃	9	5	7	4
C ₃₁	6	8	9	5
C ₃₂	6	7	9	8
C ₃₃	9	7	6	4
C ₄₁	5	7	9	6
C ₄₂	7	9	5	8
C ₄₃	9	7	6	5
C ₄₄	5	7	4	8
C ₅₁	8	6	5	7
C ₅₂	9	5	7	6
C ₅₃	6	8	5	7
C ₅₄	9	5	7	6
C ₆₁	8	4	3	5
C ₆₂	4	8	5	7
C ₆₃	8	5	6	4
C ₆₄	9	5	8	6
C ₆₅	8	6	7	4

(七)建立模糊判断矩阵

由于模糊集合研究的对象具有模糊性和经验性,正确地确定隶属函数,是运用模糊集合理论解决实际问题的基础。目前确立隶属函数的方法有:模糊统计法、例证法、指派方法、综合加权法和二元对比排序法等^[13]。为方便起见,本文使用指派方法,选择梯形分布的隶属函数。对越大越优型指标的标准化处理按公式⑥

$$f(x)=\begin{cases} 0 & x < a \\ \frac{x-a}{b-a} & a \leq x \leq b \\ 1 & x > b \end{cases} \quad (6)$$

对越小越优型指标的标准化处理按公式⑦进行。

$$f(x)=\begin{cases} 1 & x < a \\ \frac{b-x}{b-a} & a \leq x \leq b \\ 0 & x > b \end{cases} \quad (7)$$

式中:a、b 分别为模糊分布区间数的上、下限,x 为模糊变量。

表 5 中的评价数据按公式⑥和公式⑦计算并进行归一化处理后得到的模糊矩阵如表 6 所示。

表 6 模糊矩阵

	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
C ₁₁	0.333	0.500	0.167	0.000
C ₁₂	0.167	0.000	0.333	0.500
C ₁₃	0.333	0.000	0.167	0.500
C ₁₄	0.500	0.125	0.375	0.000
C ₂₁	0.000	0.333	0.500	0.167
C ₂₂	0.333	0.000	0.500	0.167
C ₂₃	0.556	0.111	0.333	0.000
C ₃₁	0.125	0.375	0.500	0.000
C ₃₂	0.000	0.167	0.500	0.333
C ₃₃	0.500	0.300	0.200	0.000
C ₄₁	0.000	0.286	0.571	0.143
C ₄₂	0.222	0.444	0.000	0.333
C ₄₃	0.571	0.286	0.143	0.000
C ₄₄	0.125	0.375	0.000	0.500
C ₅₁	0.500	0.167	0.000	0.333
C ₅₂	0.571	0.000	0.286	0.143
C ₅₃	0.167	0.500	0.000	0.333
C ₅₄	0.571	0.000	0.286	0.143
C ₆₁	0.000	0.333	0.417	0.250
C ₆₂	0.500	0.000	0.375	0.125
C ₆₃	0.571	0.143	0.286	0.000
C ₆₄	0.500	0.000	0.375	0.125
C ₆₅	0.444	0.222	0.333	0.000

(八)综合评判

将上述 A 和 R 矩阵进行复合运算,通过经复合运算后得出的结果进行综合评价。

$$B=W \cdot R=(0.288,0.215,0.331,0.167)$$

供应商排序为:P₃>P₁>P₂>P₄

通过供应商排序结果可知:供应商 P₃ 为最佳选择,供应商 P₁ 为备选方案。

五、结语

文章提出了属性层次模型方法与模糊综合评判方法组合的评价方法应用于绿色制造模式下的供应商评价选择中。该方法综合了 AHM 方法和模糊综合评判的优点,将定性分析和定量分析有机结合起来。用属性层

(下转第 54 页)

(上接第 45 页)

次模型方法确定评价指标的权重值,避免了评价结果的主观性,克服了传统的基于 AHP 确定评价指标权重需对判断矩阵进行致性检验的缺点。企业利用此模式进行供应商评选,可以降低风险。

参考文献:

- [1] 王能民,孙林岩,汪应洛.绿色制造模式下的供应商选择[J].系统工程,2001,3(2):37-41.
- [2] 惠玉蓉,董千里.绿色制造模式下供应商选择的模糊层次分析[J].长安大学学报(社会科学版),2008,6(2):32-35.
- [3] 郑玲玲.基于绿色供应链管理的供应商选择策略的研究[D].合肥:安徽农业大学,2008.
- [4] 程乾生.层次分析法 AHP 和属性层次模型[J].系统工程理论与实践,1997,(11):25-28.
- [5] 程乾生.属性模型 AHM——一种新的无结构决策方法[J].北京大学学报(自然科学版),1998,34(1):10-14.
- [6] 曹岩,等.制造企业竞争能力分析 & 评价体系研究[J].机床与液压,2009,37(10):45-48.
- [7] 刘志峰,等.基于模糊 AHP 方法的供应商绿色评价研究[J].机械科学与技术,2007,10(10):1249-1252.
- [8] 颜义,等.基于 AHP 的供应商评估优选模型研究[J].企业管理与信息化,2009,2(3):1-6.
- [9] 张震.基于层次分析法与模糊综合评价的供应商评价研究[J].东北大学学报(自然科学版),2006,10(10):1142-1145.
- [10] 崔涛.基于层次分析法与模糊综合评价的制造型企业绿色供应商评价方法研究[J].中国商贸,149-150.
- [11] 杜利珍,等.汽车零部件供应商的评价与选择方法及软件实现[J].物流科技,2006,(2):17-20.
- [12] 杜栋,庞庆华.现代综合评价方法与案例精选[M].北京:清华大学出版社,2005:146.
- [13] 李家军,杨莉.对隶属函数确定方法的进一步探讨[J].贵州工业大学学报(自然科学版),2004,33(6):1-4.

[责任编辑:张 磊]

Application of AHM-Fuzzy to Selection & Evaluation of Vendors of Green Manufacture

PENG Jun

(Electronic & Electrical Engineering Department, Wuhan Railway Vocational College of Technology, Wuhan 430205, China)

Abstract: The paper approaches multiple choices of vendors of green manufacture with AHM-Fuzzy method. The paper establishes the an index system which includes 6 indexes—quality, cost, delivery capacity, technical capability, service and environment. The result indicates that AHM-Fuzzy method can best serve the purpose of selecting suitable vendors of green manufacture.

Key words: green manufacture; selection & evaluation of vendor; Attribute Hierarchical Model(AHM)