

基于结构熵权—灰关联的绿色 供货商评价与选择研究 *

石 黎^{1,2}

(1. 武汉大学 国际软件学院, 武汉 430000; 2. 湖北经济学院 信息管理学院, 武汉 430205)

摘 要: 为了解决评价选择过程中的不确定性、复杂性问题, 将定性定量方法相结合, 建立了供货商评价与选择指标体系, 并提出了一种基于结构熵权—灰关联的绿色供货商评价决策模型。基于熵理论, 采用主、客观赋值结合的结构熵权法获得指标综合权重; 再使用模糊评判和灰关联, 获得结果的关联度排序; 最后借助算例验证了模型的有效性, 为评价绿色供货商提供了有效的方法。

关键词: 绿色供货商; 结构熵权; 灰关联

中图分类号: TP391

文献标志码: A

文章编号: 1001-3695(2012)03-0923-04

doi:10.3969/j.issn.1001-3695.2012.03.034

Research on evaluation and selection of green supplier based on structure entropy-grey correlation

SHI Li^{1,2}

(1. International School of Software, Wuhan University, Wuhan 430000, China; 2. School of Information Management, Hubei University of Economics, Wuhan 430205, China)

Abstract: In order to solve the uncertainty, asymmetric information and other issues, constructed the indexes system of estimation and selection by combining qualitative analysis and quantitative analysis, and proposed a supplier estimation and selection model based on structure entropy weight-grey correlation. First, obtained index weight by the structure entropy weight method which belonged to the subjective assignment and objective assignment method based on the entropy theory. Then, used the fuzzy evaluation and grey correlation to obtain the correlation order of results. Finally, validated the reasonability of the model through an example. It provides an effective way for quantitative evaluation of the supplier estimation.

Key words: green supplier; structure entropy weight; grey correlation

近年来,世界经济持续、快速增长。尤其是中国,随着经济的增长,消耗的资源也越来越多,资源浪费与环境破坏事件频繁发生。为了缓解经济发展所面临的环境和资源压力,围绕生态环境问题的绿色供应链管理应运而生。绿色供应链的概念最早于 1996 年在密歇根州立大学制造研究协会(MRC)进行的一项“环境负责制造(ERM)”的研究中被提出,并将绿色供应链作为一个重要的研究内容。1997 年,Min 等人讨论了在选择供货商的决策中如何考虑环境保护因素,以及绿色采购在减少废物中的作用^[1]。绿色供货商选择是绿色供应链管理的直接产物,它的出现和发展是在适应社会经济环境变化的基础上对传统供货商选择理论的丰富和发展。

有关供货商评价与选择的研究最早始于迪克逊(Dickson),他在 1966 年通过统计调查,总结出 23 条供货商选择标准及其排序和权重^[2,3]。在绿色供货商评价与选择方面主要有模糊多层次综合评价的绿色供货商评价模型^[4]、基于 P-SVM 的绿色供货商评价模型^[5]、平衡积分卡的绿色供货商评价模型^[6]、基于主成分分析法的供货商评价模型^[7]、基于层次分析法的绿色供货商评价模型^[8],但在应用绿色供应链理论指导下,使用熵理论-Fuzzy-灰关联结合的方法对绿色供货商进

行评价和选择的研究还比较少见。

1 绿色供货商评价指标体系的建立

1.1 绿色供应链管理和绿色采购的内涵^[9]

绿色供应链管理就是在供应链管理中考虑和强化环境因素,具体就是通过与上下游企业的合作以及企业内各部门的沟通,从产品设计、材料选择、产品制造、产品销售以及回收的全过程中考虑环境整体效益优化,同时提高企业的环境绩效和经济绩效,从而实现企业和所在供应链的可持续发展。供货商作为绿色供应链的上游企业,在保护环境和节约成本方面的作用可通过供应链传递到下游的各个环节,从而在实施绿色供应链管理中发挥重要作用。

绿色采购是指企业在采购行为中充分考虑环境因素,实现资源的循环利用,尽量减少固体废物和气体污染物的产生和排放量,以保护自然资源、维护生态平衡。在绿色采购模式下,对供货商进行评价与选择时,除了产品质量、服务、价格、交货期等因素外,环境因素成为其着重考虑的因素之一。

1.2 绿色供货商评价指标体系构建

从绿色供应链管理和绿色采购的内涵出发,在分析相关参

考文献的基础上^[7,8,10],构建了一个具体的绿色供货商评价指标体系,如图 1 所示。在该指标体系中,环境因素已作为评价中着重考虑的一个环节。在环境一级指标下有四个二级指标,分别从污染废弃物的排放、上游供货商的绿色化、ISO 认证、产品回收率四个方面对绿色供货商进行评估和选择。

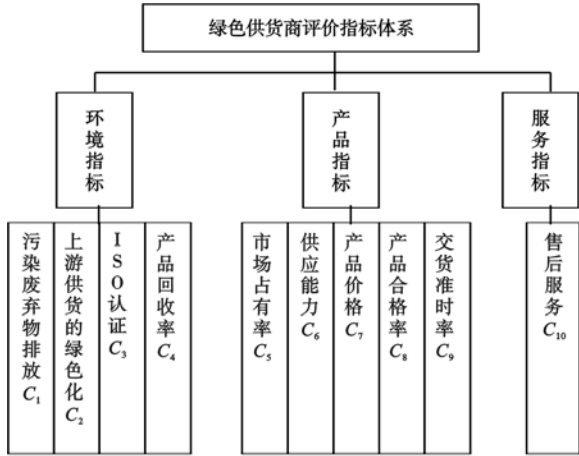


图1 绿色供货商评价指标体系

2 绿色供货商评价与选择的步骤和方法

2.1 绿色供货商评价与选择的步骤

在对绿色供货商进行评价和选择时,一般的步骤^[8]如下:

a) 确定关键的资源需求和资源战略,建立绿色供货商评价指标体系,并发布招标公告。

b) 供货商申请和资质预审。从供货商产品和服务质量的历史数据、环境管理状况、成本、配送方式、技术和服务需要的现存供应能力、以往的履约情况等方面确定潜在的供货商。

c) 专家评审与打分。从专家库中随机抽取相应领域的专家组成专家组,根据资质预审时得到的数据等资料,对潜在供货商的各项指标进行评审和打分。

d) 邀请潜在的绿色供货商参与招投标,根据专家评审与打分的结果,使用一定的评价方法选择绿色供货商,确定中标供货商,并进行中标公示。

由于在投标采购中,各种形式的围标、抬标、陪标等串通投标行为或明或暗,时隐时现。因此在供货商评价与选择过程中,凡是申请的供货商都必须通过标准化的评价指标体系,并且售标时要严格保密,资格预审时要做细做实,评标时要严格把关,中标后公示不能省略,发现串标必须重拳治理、严惩不贷^[11],以净化供货商选择环境。

2.2 绿色供货商评价与选择的方法

目前对供货商评价与选择的方法很多,主要可分为定性和定量两大类。选择供货商的定性方法主要有直观判断法、招标法、协商选择法等;定量方法主要有线性权重法、采购成本法、ABC 成本法(activity based costing approach)、层次分析法、数据包络分析法、模糊综合评价法、贴近度法、主成分分析法等^[7]。这些评价方法或多或少存在缺陷,如定性方法中的招标法竞争性强,企业能在更广泛范围内选择合适的供货商,但手续繁杂、所需时间长、订购机动性差;定量方法中的层次分析法解释性强,但过分依赖专家的主观臆断性;数据包络分析法只表明评价单元的相对发展指标,无法表示出实际发展水平等。为避免

这些缺陷,本文选取了基于结构熵权—灰关联结合评价模型对绿色供货商进行评价与选择。

3 基于结构熵权—灰关联的绿色供货商评价与选择决策模型

该模型的主要思想是:首先基于熵理论,使用主观赋值法与客观赋值法相结合的结构熵权法^[12],它使用 Delphi 法收集专家意见形成初始排序,对初始排序使用熵理论进行熵值计算、“盲度”分析,统计处理可能产生的潜在偏差数据,获得定性定量相结合的指标权重;然后采用模糊评判法的加权平均模型作数据处理与分析;最后使用灰色关联分析法修正评价结果,得到最终的评价排序。

3.1 结构熵权法确定指标综合权重^[12]

a) 收集专家意见,形成初始排序。按照 Delphi 法的具体实施步骤,向若干个选定的相关专业的专家进行问卷调查。专家组成员匿名填写调查表,根据收到的材料,独立地给出对测评指标集的重要性排序意见的定性判断,通过征询和反馈,最终形成的专家排序意见称为指标的初始排序。

b) 对初始排序进行“盲度”分析。专家初始排序的意见由于其主观性可能会产生潜在的偏差和不确定性,因此需要统计分析处理指标的定性判断结论,即用熵理论计算其熵值,以减少专家初始排序的不确定性。

假设有 k 位专家,获得问卷调查表 k 张,每一张表对应一指标集 $U = (u_1, u_2, \dots, u_n)$;指标集对应的初始排序数组记做 $(a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{in})$;由 k 张表获得的指标排序矩阵记为 $A(A = (a_{ij})_{k \times n}, i = 1, 2, \dots, k; j = 1, 2, \dots, n)$,称为指标的初始排序矩阵,其中 a_{ij} 示第 i 位专家对第 j 个指标 u_j 的评价。

对上述初始排序定性、定量转换,定义转换熵函数为

$$x(I) = -\lambda p_n(I) \ln p_n(I) \tag{1}$$

其中,令 $p_n(I) = \frac{m-I}{m-1}$,取 $\lambda = \frac{1}{\ln(m-1)}$,对式(1)化简得

$$x(I) = -\frac{(m-I) \ln(m-I)}{(m-1) \ln(m-1)} + \left(\frac{m-I}{m-1}\right) \tag{2}$$

令 $x(I) / (\frac{m-I}{m-1}) - 1 = u(I)$,将式(2)两边同除 $\frac{m-I}{m-1}$,可得到

$$u(I) = -\frac{\ln(m-I)}{\ln(m-1)} \tag{3}$$

其中: I 为专家依据初始排序的样式对某个指标评价后给出的定性排序数, m 为转换参数数量。令 $m = j + 2$,将排序数 $I = a_{ij}$ 代入式(3)可得到定量转换值 $b_{ij}(u(a_{ij}) = b_{ij})$,矩阵 $B = (b_{ij})_{k \times n}$ 为隶属度矩阵,平均认识度记为 $b_j, b_j = (b_{1j} + b_{2j} + \dots + b_{kj}) / k$,表示 k 位专家对指标 u_j 的一致看法。专家 z_i 对因素 u_j 由认知产生的不确定性称为“认识盲度”,记做 Q_j ,令

$$Q_j = 1 / \{ [\max(b_{1j}, b_{2j}, \dots, b_{kj}) - b_j] + [\min(b_{1j}, b_{2j}, \dots, b_{kj}) - b_j] \} / 2 \} \tag{4}$$

对于每一个因素 u_j ,定义 k 位专家关于 u_j 的总体认识度为 $x_j, x_j = b_j(1 - Q_j)$ 。由 x_j 即得到 k 位专家全体对指标 u_j 的评价向量 $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ 。

c) 归一化处理, $a_j = x_j / \sum_{i=1}^m x_j$ 。处理后的结果 a_j 就是每个指标 j 的综合权重。

3.2 模糊综合评价法综合评价结果

模糊综合评价法是一种基于模糊理论和最大隶属度原则,对受到多种因素制约的事物或对象作出一个总体评价的综合评测方法,能较好地解决模糊的、难以量化的问题,近年来已在许多学科领域中得到了十分广泛的应用。

使用模糊综合评价法的着眼点是其所要考虑的各个相关因素。它的要素有:a)评价因素集 $U = \{U_1, \dots, U_m\}$,即所有的评判因素所组成的集合;b)判断集 $V = \{v_1, \dots, v_n\}$,即所有的评语等级所组成的集合;c)单因素评判,如果着眼于第 $i(i = 1, 2, \dots, m)$ 个评判因素 u_i ,得到 V 上的模糊集 $R_i = \{r_{i1}, r_{i2}, \dots,$

$r_{in}\}$,则 m 个评判因素的模糊关系评判矩阵为 $R = \begin{pmatrix} R_1 \\ R_2 \\ \vdots \\ R_m \end{pmatrix} =$

$$\begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdots & r_{mn} \end{pmatrix}。d)综合评价,如果 A = [a_1, a_2, \dots, a_m]$$

表示各因素的权数分配(显然, A 是 U 上的一个模糊子集,且 $0 \leq a_i \leq 1, \sum_{i=1}^m a_i = 1$),则应用模糊变换的加权合成运算可以得到 V 上的一个模糊子集,即综合评价结果为 $B = A \cdot R = [b_1, b_2, \dots, b_n]$ 。最后根据最大隶属度原则就可以确定评价等级^[13]。

在使用结构熵权得到指标的综合权重后,使用模糊综合评价法中的加权平均模型,利用模糊矩阵的合成运算,可得到综合评判结果矩阵 B ,从而可以确定评价等级。但这个结果并未给出一个具体的排序结果,可以在此基础上采用灰色关联分析法修正评价结果,得到一个最终的具体排序,以供选择最优绿色供货商。

3.3 灰色关联分析法修正评价结果

灰色关联分析是灰色系统分析的主要内容之一。该方法是根据各因素变化曲线几何形状的相似程度来判断因素之间的关联程度。其基本思想是将评价指标的原始观测数进行无量纲化处理,计算关联系数、关联度,根据关联度的大小对待评价指标进行排序。灰色关联度的应用涉及社会科学和自然科学的各个领域,尤其在社会经济领域,如国民经济各部门投资收益、区域经济优势分析、产业结构调整等方面,都取得了较好的应用效果^[14]。灰色关联分析的步骤为:

a)确定分析数列。设参考数列(又称母序列)为 $Y = \{Y(k) | k = 1, 2, \dots, n\}$,比较数列(又称子序列)为 $X_i = \{X_i(k) | k = 1, 2, \dots, n\}, i = 1, 2, \dots, m$ 。

b)变量的无量纲化。由于系统各因素列中的数据可能因量纲不同,不便于比较或在比较时难以得到正确的结论,因此在进行灰色关联度分析时,一般都要进行数据的无量纲化处理。

$$x_i(k) = \frac{X_i(k)}{X_i(1)} \quad k = 1, 2, \dots, n; i = 0, 1, 2, \dots, m$$

c)计算关联系数。 $x_0(k)$ 与 $x_i(k)$ 的关联系数为 $\xi_i(k) = \frac{\min_i \min_k |y(k) - x_i(k)| + \rho \max_i \max_k |y(k) - x_i(k)|}{|y(k) - x_i(k)| + \rho \max_i \max_k |y(k) - x_i(k)|}$

记 $\Delta_i(k) = |y(k) - x_i(k)|$,则 $\xi_i(k) = \frac{\min_i \min_k \Delta_i(k) + \rho \max_i \max_k \Delta_i(k)}{\Delta_i(k) + \rho \max_i \max_k \Delta_i(k)}$

其中: $\rho \in (0, \infty)$,称为分辨系数。 ρ 越小,分辨力越大,一般 ρ 的取值区间为 $(0, 1)$,具体取值可视情况而定。当 $\rho \leq 0.5463$ 时,分辨力最好;通常取 $\rho = 0.5$ 。

d)计算关联度。参考数列与比较数列的关联度为

$$r_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \xi_i(k) \quad k = 1, 2, \dots, n$$

e)关联度排序。关联度按大小排序,如果 $r_1 < r_2$,则参考数列 y 与比较数列 x_2 更相似。换言之,按关联度排序之后,关联度越大,评价结果越好。

3.4 结构熵权—灰关联算法依据和优势

该模型算法将主观评价方法与客观评价方法相结合,充分利用了主观评价和客观评价各自的优点,为绿色供货商的选择提供了决策依据。

在确定指标权重的过程中,采用了主观 Delphi 法与客观熵理论法相结合的结构熵权法。Delphi 法是一种主观、定性的方法,若完全使用它来确定权重因子,会造成受主观因素影响过大,可能出现偏差。而熵是对事物不确定性测量的一种方法,在结构熵权的定性向定量转换过程中,通过采用熵理论建立模糊集的隶属矩阵,求 k 位专家的平均认识度 b_j 、专家 z_i 对因素 u_j 的认识盲度 Q_j ,计算 k 位专家关于指标 u_j 的总体认识度 x_j ,使之收敛为一具体值,减少了专家初始排序意见由于主观赋值带来的不确定性,使意见具有一致性收敛^[12]。在此基础上使用模糊综合评价法对数据进行分析处理,将得到的评价模糊集合使用灰色关联法修正结果,得到最终的评价排序。

该算法过程与传统的模糊综合评价法相比,在权重确定阶段已大大减少了传统模糊综合评价法中评价因素权重的人为主观性影响过重的情况。在评价数据处理阶段,针对传统模糊评价法在评价结果上使用的模糊集合未能给出最终排序的情况,甚至还可能会因为最大隶属度的差异得到相反结果的异常现象,采用了灰色关联法来确定最终评价结果的排序。选择灰色关联分析法是因为在分析系统关联因素时,与回归分析、方差分析、主成分分析等的数理统计方法相比,其具有一定的优势,对样本多少和样本有无规律都同样适用^[15]。它对各因素间关联程度进行量化比较,最终得到关联度排序,借助该方法对模糊综合评价的结果进行修正,可得到一个最终的排序,以供决策者参考。以上整个算法过程综合了各种方法的优点并弥补了其各自的一些缺点,体现了算法的有效性和科学性。

4 基于结构熵权—灰关联的绿色供货商评价与选择的算例分析

假设某工程项目需要在四家供货商中选择最佳合作伙伴,现对这四家供货商采用上述评价模型进行评价和选择。选取 30 位在此方向上的专家,每 10 人分为一组,经过三轮,对评价指标体系的 10 项指标进行问卷调查,采集得到专家意见的初始排序统计结果如表 1 所示。

表 1 专家意见的初始排序统计结果

分组	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀
1	6	8	9	10	4	5	3	2	1	7
2	8	6	10	9	5	4	2	2	1	7
3	7	6	7	7	5	4	3	1	2	7

根据结构熵权算法,计算隶属度矩阵:

$$B = (b_{ij})_{3 \times 10} =$$

0.7472	0.5781	0.4582	0.2891	0.8672	0.8115	0.9163	0.9163	1	0.6712
0.5781	0.7472	0.2891	0.4582	0.8115	0.8672	0.9603	0.9603	1	0.6712
0.6712	0.7472	0.6712	0.6712	0.8115	0.8672	0.9163	1	0.9603	0.6712

计算平均认识度 b_j :

$$b_j = (0.6655 \quad 0.6909 \quad 0.4728 \quad 0.4728 \quad 0.8301 \quad 0.8486 \quad 0.9310$$
$$0.9735 \quad 0.9867 \quad 0.6712)$$

计算专家 z_i 对因素 u_j 的认识盲目度 Q_j :

$$Q_j = [0.0028 \quad 0.0282 \quad 0.0073 \quad 0.0073 \quad 0.0093 \quad 0.0093 \quad 0.0073$$
$$0.0066 \quad 0.0066 \quad 0]$$

3 组专家关于指标 u_j 的总体认识度 x_j :

$$(x_1, x_2, \cdots, x_{10}) = [0.6636 \quad 0.6714 \quad 0.4693 \quad 0.4693 \quad 0.8224$$
$$0.8408 \quad 0.9241 \quad 0.9671 \quad 0.9802 \quad 0.6712]$$

归一化处理后,得到综合权重为

$$W = (0.0887 \quad 0.0898 \quad 0.0628 \quad 0.0628 \quad 0.11 \quad 0.1124 \quad 0.1236$$
$$0.1293 \quad 0.1311 \quad 0.0897)$$

确定了指标的综合权重后,就可以结合初始供货商数据进行数据分析处理,得出决策结果。现有 10 位专家对四家供货商评价选择,对初始评价数据进行量化统计整理(如对产品合格率这个指标的评价数据,合格率在 85%~100%之间的评价结果量化为优;合格率在 70%~85%之间的量化为一般;70%以下的量化为差),每个指标的评价结果量化为优、一般、差三个等级。其中供货商 S_1 的经过量化整理后的统计数据如表 2 所示。表 2 中每个指标的评价结果是指在该指标评价上,10 位专家选择优、一般、差的比例,如对指标 C_1 ,认为“优”的专家比例为 70%,认为“一般”的专家比例为 10%,认为“差”的专家比例为 20%。

表 2 供货商 S_1 的统计数据

评价 指标	权重 w	供货商 S_1			评价 指标	权重 w	供货商 S_1		
		优	一般	差			优	一般	差
C_1	0.088 7	0.7	0.1	0.2	C_6	0.112 4	0.8	0.0	0.2
C_2	0.089 8	0.6	0.3	0.1	C_7	0.123 6	0.4	0.3	0.3
C_3	0.062 8	0.5	0.3	0.2	C_8	0.129 3	0.7	0.2	0.1
C_4	0.062 8	0.4	0.4	0.2	C_9	0.131 1	0.6	0.2	0.2
C_5	0.110 0	0.5	0.5	0.0	C_{10}	0.089 7	0.5	0.4	0.1

对供货商 S_1 ,采用模糊综合评价法的加权平均模型,利用模糊矩阵的合成运算得到最终评价结果为

$$S_1 = w_1 \cdot R = (0.581, 0.260, 0.160)$$

同理,可得其他三位供货商的评价结果:

$$S_2 = w_1 \cdot R = (0.492, 0.250, 0.258)$$

$$S_3 = w_1 \cdot R = (0.320, 0.470, 0.210)$$

$$S_4 = w_1 \cdot R = (0.342, 0.469, 0.189)$$

根据模糊评价结果,由最大隶属度可知:供货商 S_1 和 S_2 评价“优”,供货商 S_3 和 S_4 评价“一般”。但到底选择谁并没有清晰的排序,例如 S_1 和 S_2 的评价都是优,但最佳合作伙伴为哪家供货商并未确定。现在使用灰色关联法进行结果修正,对供货商排序以便决策者决策。四家供货商的模糊评价结果及理想参考数据列如表 3 所示。经过灰色关联分析,求得的关联系数、关联度及排名如表 4 所示。

表 3 供货商模糊评价数据及理想数据列

供货商	优	一般	差
S_1	0.581	0.260	0.160
S_2	0.492	0.250	0.258
S_3	0.320	0.470	0.210
S_4	0.342	0.469	0.189
理想数据列	1	0.470	0

表 4 四家供货商评价的关联系数、关联度和排名

供货商		关联系数		关联度	排名
S_1	1	0.857 4	0.446 4	0.767 9	1
S_2	0.765 5	0.889 8	0.333 3	0.662 9	2
S_3	0.526 7	0.485 4	0.380 5	0.464 2	4
S_4	0.548 6	0.486 4	0.405 7	0.480 2	3

由表 4 可知,四家供货商评价结果排序为: $S_1 > S_2 > S_4 > S_3$,所以最优供货商为 S_1 。

5 结束语

供应链管理是关系企业生存和发展的关键,而供货商评估则是做好供应链管理、使供应链合作关系正常运行的基础和前提条件。本文以绿色供应链理论为切入点,在绿色采购模式下建立了绿色供货商评价指标体系,并采用结构熵权—灰关联结合的决策模型对供货商进行评价和选择。该模型有效避免了传统评价方法的主观因素影响,将定性与定量方法相结合,为绿色供货商评价与选择提供了一条可行的科学评价途径。

参考文献:

[1] 百度百科.绿色供应链[EB/OL]. <http://baike.baidu.com/view/961214.htm>.

[2] 陈启杰,奇菲.供应商选择研究述评[J].外国经济与管理,2009,31(5):31-37.

[3] DICKSON G W. An analysis of vendor selection systems and decisions[J]. Journal of Purchasing,1996,2(1):5-17.

[4] 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,2006,27(3):137-140.

[5] 郭雪松.基于 P-SVM 的绿色供应商评价模型[J].预测,2007,26(5):7-11.

[6] 李源,常林朝,王慧芳.基于 BSC 的绿色供应商模糊综合评价[J].中国管理信息化,2009,12(8):88-90.

[7] 解敏,孙元欣.基于主成分分析法的供应商综合评价[J].科技管理研究,2005,1(11):59-61.

[8] 李德庆,李春芳,向钰.层次分析法在绿色供应商评价与选择中的应用研究[J].昆明理工大学学报:社会科学版,2011,11(2):49-50.

[9] 胡腾.基于 AHP 的绿色供应商选择[D].上海:复旦大学,2006.

[10] 罗新星,彭素华.绿色供应链中基于 AHP 和 TOPSIS 的供应商评价与选择研究[J].软科学,2011,25(2):53-56.

[11] 张栋天.工程招标不容“轮流坐庄”[J].石油石化物资采购,2009(4):44-45.

[12] 程启月.评测指标权重确定的结构熵权法[J].系统工程理论与实践,2010,30(7):1225-1228.

[13] 石黎.决策模型在教学质量评估中的运用[J].教育信息化,2006(5):54-55.

[14] 邓聚龙.灰理论基础[M].武汉:华中科技大学出版社,2002:35-38.

[15] 牛鸿蕾.江苏产业结构与经济增长的动态关系研究——基于灰色关联模型[J].技术经济与管理研究,2010(6):31-34.