

一种基于粗糙集和层次分析法的供应商选择方法

王 磊¹ 叶 军¹ 张鸿莉²

(南昌工程学院信息工程学院 南昌 330099)¹ (南昌工程学院图书馆 南昌 330099)²

摘 要 供应链管理是一种系统化、集成化、敏捷化的管理模式,供应链管理能够使多个企业结成同盟,使大批量定制生产成为可能,从而使企业具有较强的市场应变能力。而物流供应链上的供应商的选择是其关键问题之一,也是企业实施即时式生产的基础。采用一种由粗糙集理论和层次分析法相结合的新方法对物流供应链管理中的供应商选择问题进行了研究,所完成的主要研究工作包含:首先对常用供应商的选择方法进行了综述;分析了供应商选择的原则及其指标体系;在此基础上,通过由层次分析法得出的主观判断矩阵与由粗糙集方法得出的客观判断矩阵相结合生成的组合判断矩阵,对物流供应链管理中供应商的选择决策问题进行了研究;最后运用一个应用实例说明了所提出的组合方法在供应商优化选择中的可行性和有效性。

关键词 粗糙集,层次分析法,决策,供应商选择

中图分类号 TP311, F232. 2 **文献标识码** A

Rough Set and Analytic Hierarchy Process-based Approach on Supplier Selection

WANG Lei¹ YE Jun¹ ZHANG Hong-li²

(School of Information Engineering, Nanchang Institute of Technology, Nanchang 330099, China)¹

(Library, Nanchang Institute of Technology, Nanchang 330099, China)²

Abstract It is well known that supply chain management(SCM) is a kind of mode of management whose characteristic is systematic, integrative and agile. SCM enables several enterprises to enter into an alliance which can fulfill mass customized-production, so enterprise possesses a strong market response capabilities. Furthermore, the selection of supplier is one of the crucial problems in building a supply chain system, and this is also a foundation on which the enterprise can carry JIT into execution. This paper proposed a novel combinatorial approach in which a combination of the Analytic Hierarchy Process(AHP) and the rough set theory is adopted in the research of the supplier selection in SCM. The main research works include: The overview on common-used methods of supplier selection is presented firstly. The principles and indices for supplier selection are analyzed in detail. A comprehensive judgment matrix is constructed through combining the subjective judgment matrix by AHP approach and the objective judgment matrix by rough set method, then an initial probing is accomplished on the issue of the supplier selection in SCM on the basis of the comprehensive judgment matrix. An application example demonstrates the validity and feasibility of the proposed approach in the supplier selection of SCM.

Keywords Rough set, Analytic hierarchy process, Decision making, Supplier selection

1 引言

供应商选择是物流供应链管理中的一项重要的决策内容,其选择的优劣直接影响到物流供应链的核心竞争力。供应商选择的研究主要集中在两个方面:一方面集中在供应商选择标准上,另一方面则集中在供应商的选择方法上。在供应商选择方法方面,人们运用各种方法从多个角度对其进行了系统的研究,可将这些方法大致分为 3 类:第一类为定性分析法,如直观判断法、招标法等;第二类方法为定量选择方法,如成本法^[1]、数据包络分析(DEA)方法^[2];第三类方法则为

定性和定量相结合的方法,典型的有神经网络法^[3]、层次分析法、AHP/DEA 法^[4]、模糊综合评价法^[5]、逼近理想解的排序方法(TOPSIS)^[6]等。但这些方法或多或少地存在如下的一些问题:主观随意性较强,受专家偏好的影响较大,处理的复杂度较高;有的甚至对有效的供应商无法进一步区分;有的评价方式单一,评价结果难以令人信服;有的需要大量的数据而结果却缺乏实用价值。而仅采用单纯的层次分析法进行供应商的选择同样存在一些不足,一个较为明显的不足就是由于层次分析法中权重的计算在较大程度上依赖于专家的经验,导致该方法往往具有较大程度的主观随意性,从而影响供应

到稿日期:2013-05-15 返修日期:2013-07-14 本文受国家自然科学基金资助项目(60873108, 61363047),江西省教育厅科学技术研究项目(GJJ13763)资助。

王 磊(1968—),男,博士,副教授,主要研究方向为粗糙集理论、粒计算及其应用、智能控制等, E-mail: ezhoulei@163.com; 叶 军(1968—),男,硕士,副教授,主要研究方向为粗糙集理论、粒计算;张鸿莉(1969—),女,主要研究方向为信息检索等。

商选择结果的客观性和准确度。

粗糙集理论是处理模糊性、含糊性以及不确定性问题的有效的数据分析工具,其优势是用以决策的客观性强。为此本文提出一种在传统的层次分析法基础上将粗糙集理论方法与其相结合的供应商选择方法,该法使得物流供应链管理中供应商的选择结果具有较高的客观性和准确度,进而使企业能迅速从众多的候选供应商合作伙伴中准确、有效地选出其最为满意的供应商,从而为企业组建敏捷的物流供应链,实施即时式生产打好基础。

2 供应商选择的准则和评判指标

1991年Weber在总结Dickson工作的基础上系统地提出了供应商选择的23条准则,使得所有影响供应商选择的要素均涵盖在这些准则之内^[7]。他认为产品的质量、成本和交货期是供应商选择中最重要的准则,而大多数跨国公司在选择供应商时则遵循“QCDS”原则,即质量、成本、交付与服务并重的原则。在此基础上,同时考虑到企业的其它一些指标如柔性制造等对供应商选择的影响,可得出物流供应商选择和评判的指标体系,主要包括5个方面:①时间因素T(Time):包括所有关于供应商反应能力方面的指标,如交货提前期、交货准时率等;②产品质量因素Q(Quality):是有关质量保证能力方面的指标,如制定了一套有效稳定的质量保证体系、具有生产所需产品的设备和工艺能力等;③产品成本因素C(Cost):供应商提供优质价廉商品的能力(成本管理);④服务S(Service):是供应商提供的服务水平,如库存水平、品种多样化;⑤柔性F(Flexibility):批量柔性、柔性生产,表明供应商对需求变化的响应能力。此外还有生产研发能力、先进制造技术的应用程度等指标。根据上述指标体系,本文采用产品质量、交货准时率、产品价格、生产研发能力和先进制造技术的应用程度等5个一级评判指标作为物流供应商的选择依据。

3 层次分析法和粗糙集的相关知识

3.1 层次分析方法

层次分析法^[8,9](Analytic Hierarchy Process, AHP)是由美国著名运筹学家T. L. Satty于20世纪70年代提出的,其基本思想是把复杂问题分解为若干层次,以人们的经验判断为基础,采用定性和定量相结合的方法确定权重。其实质是利用1~9间的整数及其倒数作为标度来构造判断矩阵。用层次分析法处理问题需经过以下4个步骤:

1)建立层次结构模型。将所包含的因素分组,每一组作为一个层次,按照目标层、准则层和方案层的形式排列起来,各层均由若干个因素构成。

2)构造判断矩阵。判断矩阵表示的是针对上一层次某因素而言,本层次与之相关的各因素之间的相对重要性。

3)层次单排序及一致性检验。它是根据判断矩阵计算对于上一层某因素而言本层次与之有联系的因素的重要性次序的权值。

4)层次总排序及一致性检验。它是同一层次所有因素对最高层相对重要性的排序权值,通过一致性检验后得到择优结果。判断矩阵通常是采用两两比较得到。例如,要比较某一层 n 个因素 C_1, C_2, \dots, C_n 对上一层因素 O 的影响。采用

的方法是:每次取两个因素 C_i 和 C_j 比较其对目标因素 O 的影响,并用 s_{ij} 表示,全部比较的结果用成对比较矩阵表示,即: $S=(s_{ij})_{n \times n}, s_{ij} > 0, s_{ji} = 1/s_{ij} (s_{ij} \cdot s_{ji} = 1)$ 。

由于层次分析法中的矩阵 S 通常是由专家的经验确定的,因此本文称 S 为主观评判矩阵。

3.2 基于粗糙集理论的知识粒表示的相关概念

粗糙集理论是一种处理模糊和不确定性知识的有力数学工具,它把知识视为对论域的划分,从而使知识具有颗粒性。一般称知识所对应的划分模式为知识粒度。因而知识是具有粒度性质的,知识的这种颗粒状结构是通过等价关系划分论域所形成的等价类来表示的。粗糙集理论对世界的理解,只是达到了等价关系的一个个的等价类这种颗粒状的程度,而颗粒内的对象是无法分辨的^[11-15]。

定义1 知识库可以形式地定义为序对 $K=(U, R)$,其中 U 为论域, R 为 U 上的关系簇。称 $R \in R$ 等价关系为知识,称 R 生成的等价类 $[u]_R$ 为基本知识颗粒,称商集 $U/R = \{[u]_R | u \in U\}$ 为论域 U 的 R -粒划分。

定义2 信息系统 $IS=(U, A, V, f)$ 。其中 U 为一个非空有限的集合,称为论域; A 是有限的属性集合; $V = \bigcup_{a \in A} V_a$, V_a 是属性 a 的值域; f 是一个信息函数,即 $f: U \times A \rightarrow V$,它指定了 U 中每个对象在 A 中的属性值。

对于 $\forall a \in A$,可以定义 U 上的一个二元关系 θ_a 为 $u\theta_a v \Leftrightarrow a(u) = a(v)$ 。

上式中: $a(u)$ 表示对象在属性 a 的取值。 θ_a 是一个不可区分关系(可视为一等价关系),其在 U 上产生的划分为: $U/\theta_a = \{[u]_{\theta_a} | u \in U\}$,通常将 U/θ_a 简记为 U/a 。

设 $P \subseteq A$ 是一属性子集,由 P 产生的不可区分关系(等价关系)为 $IND(P) = \bigcap_{p \in P} \theta_p$,它表达了智能体利用知识库中的一部分知识 P 所能达到的最高认知程度。为了叙述方便,可将 $U/IND(P)$ 简记为 U/P 。

定义3 设知识库 $K=(U, R), IND(P) \in R$ 为论域 U 上的等价关系,称为知识, $U/IND(P) = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ 。知识 $IND(P) \in R$ 的粒度记为 $GD(P)$,定义为 $GD(P) = \frac{\sum_{i=1}^n |X_i|^2}{|U|^2}$,表明在 U 中随机选择两个对象 u 和 v 时这两个对象 P -不可分辨的可能性的的大小。知识粒度越大,对象 u 和 v 关于 P -不可分辨的可能性越大。

定义4 知识 $IND(P) \in R$ 的分辨度,记为 $Dis(P)$,定义为 $Dis(P) = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |X_i|^2}{|U|^2}$,表示在 U 中随机选取两个对象时这两个对象 P -可分辨的可能性的的大小。 $Dis(P)$ 越大,表明 P 的分辨能力越强,否则越弱。

定义5 设属性 $a \in A$,则信息系统 IS 中属性 a 的重要度可定义为:

$$Sig(a) = Dis(A) - Dis(A - \{a\})$$

$Sig(a)$ 表示由于属性 a 在 A 中的移除而导致的不可分辨对象对的增加量,即信息系统中知识粒可分辨度的减少量。

4 基于粗糙集和层次分析法的供应商选择方法

基于粗糙集和层次分析法的供应商选择方法,简称为供应商的组合选择方法,其供应商的选择过程可分为以下4个步骤:

- (1)分别构造客观评判矩阵 S 和主观评判矩阵 O 。
- (2)选取 $u(0 < u < 1)$ 值,计算组合评判矩阵 C 。

(3)运用和法由组合矩阵 C 求出各决策因素的权重。

运用和法求 n 个决策因素的权重的步骤如下:

1. 通过将矩阵 C 的每一列向量归一化得 $\tilde{w}_{ij} = c_{ij} / \sum_{i=1}^n c_{ij}$;

2. 对 \tilde{w}_{ij} 按行求和得向量 $\tilde{w} = (\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots, \tilde{w}_n)^T$, 其中 $\tilde{w}_i = \sum_{j=1}^n \tilde{w}_{ij}$;

3. 归一化 \tilde{w} 则得 n 个决策因素的权重构成的向量 $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$, 其中 $w_i = \tilde{w}_i / \sum_{i=1}^n \tilde{w}_i$ 。

(4)最佳供应商的选择:

根据各决策因素的权重和各个候选供应商对象在对应决策因素下的取值,计算出各候选供应商对象的评价值 E 并进行升序排序,最大的 E 值即对应于企业的最佳供应商。

4.1 客观评判矩阵的构造

设有信息系统 $IS = (U, A, V, f)$, 表现为一个信息表的形式,其属性集 $A = \{a_1, a_2, a_3, \dots, a_n\}$, 属性值域 $V = \bigcup_{a_i \in A} V_{a_i}$ 。

具体到供应商选择问题中, A 为决策因素的集合(准则层的属性或方案层的方案), V 为领域专家对各决策因素的评价值的值域。下面运用粗糙集理论给出客观评判矩阵的构造方法。

首先,对信息表进行约简,在保持信息表的分类能力不变的前提下移除冗余属性。

其次,根据评价样本,考察 A 中所有属性将样本划分成的知识粒的可分辨程度,由分辨率 $Dis(A)$ 表示。然后在移除属性 a_i 后,重新考察知识粒的可分辨程度,由此得到属性 a_i 的重要度 $Sig(a_i)$ 。

由此,准则层因素 a_i 对供应商选择决策的重要度可由上述定义 4 和定义 5 计算得出,即有:

$$Sig(a_i) = Dis(A) - Dis(A - \{a_i\})$$

再次,采用两两比较的方法,可以构造类似于层次分析法中的评判矩阵 O , 其元素为:

$$o_{ij} = \frac{Sig(a_i)}{Sig(a_j)} = \frac{Dis(A) - Dis(A - \{a_i\})}{Dis(A) - Dis(A - \{a_j\})}$$

即有:客观判断矩阵 $O = (o_{ij})_{n \times n}, o_{ij} > 0$ 。

由于信息系统事先经过了约简,故对于任意属性 a_i 均有 $Dis(A) - Dis(A - \{a_i\}) > 0$, 所以 $o_{ij} > 0$ 。

利用属性重要度计算导出的评判矩阵在很大程度上消除了主观因素的影响,较为真实地反映了客观事物属性间固有的联系,因此,本文称之为客观评判矩阵。事实上,由于该客观评判矩阵得出的各评判指标的权重对样本(即论域中对象)的依赖程度过大,导致各指标的权重会随样本的变化而变化。而由层次分析法构造出的主观判断矩阵因其具有较强的主观性也严重地影响到了供应商选择的客观性和准确度。因此需要构造一种主客观相结合的综合评价方法来有效解决供应商选择这一决策问题。

由此,可通过先构造一个主客观因素相结合的组合矩阵,然后由和法计算出各评判指标的权重的新方法来解决供应商的选择决策问题。此方法在尊重客观事实的同时又兼顾专家的经验,从而有效地提高了供应商选择决策的客观及准确程度。

4.2 组合评判矩阵的构造

设 $IS = (U, A, V, f)$ 是一个信息系统, S 是根据专家打分并由层次分析法导出的主观评判矩阵, O 是由粗糙集理论得到的客观评判矩阵, C 为两者的组合矩阵,其构建基于下述思想:组合矩阵 C 是矩阵 S 和矩阵 O 的加权和,同时又要使 C

尽可能地接近矩阵 S 和矩阵 O 。

设 $S = (s_{ij})_{n \times n}, s_{ij} > 0, O = (o_{ij})_{n \times n}, o_{ij} > 0$ 。为此建立以下最优化模型:

$$\min \left\{ \left[u \left(\frac{1}{2} (C - S)^2 + (1 - u) \left(\frac{1}{2} (C - O)^2 \right) \right) \right] \right\}, \quad (1)$$

$$(0 \leq u \leq 1, C = (c_{ij})_{n \times n}, c_{ij} \geq 0)$$

定理 1^[10] 最优化模型(1)在可行域 Ω 上有唯一解,且解为:

$$C = u \cdot S + (1 - u) \cdot O = u \cdot (s_{ij})_{n \times n} + (1 - u) \cdot (o_{ij})_{n \times n} \quad (2)$$

证明:求函数 $y = \left[u \left(\frac{1}{2} (C - S)^2 + (1 - u) \left(\frac{1}{2} (C - O)^2 \right) \right) \right]$

关于 C 的导数,得下式:

$$y_C' = u(C - S) + (1 - u)(C - O) = C - uS + (1 - u)O。$$

则有: $y_C' = (W_{C_i} - uW_{S_i}) + (1 - u)W_{O_i}$ 。

其中, $W_{S_i}, W_{O_i}, W_{C_i}$ 分别为矩阵 S, O 和 C 作归一化处理后的权重向量。且有:

$$\sum_{i=1}^n W_{S_i} = \sum_{i=1}^n W_{O_i} = \sum_{i=1}^n W_{C_i} = 1 (i = 1, 2, 3, \dots, n)$$

在求解最优化模型的过程中,由这 3 个权重向量之间的数学关系也可反映出组合评判矩阵与主、客观评判矩阵之间的关系。

$$\text{令 } y_C' = 0$$

则得方程:

$$(W_{C_i} - uW_{S_i}) + (1 - u)W_{O_i} = 0 \quad (3)$$

解方程(3)得: $W_{C_i} = uW_{S_i} + (1 - u)W_{O_i}$, 因而有 $C = uS + (1 - u)O = u(s_{ij})_{n \times n} + (1 - u)(o_{ij})_{n \times n}$ 。从而定理 1 得证。

5 供应商选择实例

假设 $s_i (1 \leq i \leq 12)$ 是某生产企业认为具有竞争力的候选物流供应商的集合, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 是物流供应商选择决策的评价指标体系,可作为层次分析法中准则层的因素,其中 a_1 表示产品价格(指价格折扣率的大小), a_2 表示交货准时率, a_3 表示产品或服务的质量, a_4 表示生产柔性(表征供应商的应急等能力), a_5 表示研发能力, a_6 表示先进制造技术的应用程度。这里可将供应商选择的各个评价指标视作信息系统中的属性,即属性集合 $A = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5\}$ 。将该生产企业候选物流供应商的集合视为信息系统的论域,即:

$$U = \{s_1, s_2, s_3, s_4, s_5, s_6, s_7, s_8, s_9, s_{10}, s_{11}, s_{12}\}$$

表 1 供应商选择信息表

供应商	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5
S_1	3	1	1	1	2
S_2	3	1	1	3	2
S_3	1	2	1	2	1
S_4	3	2	2	3	2
S_5	3	3	2	3	2
S_6	3	1	2	3	2
S_7	3	1	2	1	2
S_8	1	2	3	2	1
S_9	2	2	2	3	3
S_{10}	3	2	2	3	3
S_{11}	2	3	3	3	2
S_{12}	3	3	3	3	2

则可由该企业物流供应商选择决策的评价指标体系和候选供应商对象的集合构建出一个初始信息系统。然后,通过对该初始信息系统各属性的取值进行离散化处理并将属性进

行约简可得出一个供应商选择决策信息系统,如表 1 所列。其中,各候选物流供应商的评价指标数据来源于生产企业与各供应商既往合作的实践或者生产企业对供应商的调研。为简单起见,此处设各评价指标值经离散化后的值域均为{1,2,3},其含义分别对应于中等、良好、优秀 3 个评价档次。

首先,构造层次分析法的判断矩阵并进行一致性检验:根据层次分析法,对准则层的 5 个因素 a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 相对于目标层(最佳供应商选择)进行两两比较得到评判矩阵 S 。

$$S = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 1/3 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & 1 & 1 & 3 \\ 3 & 1 & 1 & 3 & 5 \\ 1 & 1 & 1/3 & 1 & 3 \\ 1 & 1/3 & 1/5 & 1/3 & 1 \end{bmatrix}$$

计算该评判矩阵 S 的一致性指标为:

$$CR = \frac{\lambda_{\max} - n}{(n-1)RI} = \frac{5.188 - 5}{4 \times 1.12} \approx 0.042 < 0.1$$

故该矩阵不需修正就具有较好的一致性。

在构造评判矩阵 S 的基础上,利用和法求取各因素的权重: $W = (0.15, 0.225, 0.35, 0.19, 0.085)$, 依次排序为: 0.35、0.225、0.19、0.15、0.085。因此,企业选择物流供应商时,首先考虑的是产品质量(0.35),其次是交货准时率(0.225),再次是生产柔性(0.19),而价格(0.15)是第四位考虑的因素,相对而言研发能力则是最后考虑的因素(0.085)。

其次,在上述基础上构造组合判断矩阵来计算权重并得出评判结果。

第 1 步 计算各属性的重要度。

计算属性 A 中所有属性将样本划分成的知识粒的可分辨程度: $Dis(A) = 11/12$ 。

计算在属性 A 中去除属性 $a_i (1 \leq i \leq 5)$ 后, $A - \{a_i\}$ 将样本划分成的知识粒的可分辨程度 $Dis(A - \{a_i\})$, 得到:

$$Dis(A - \{a_1\}) = 64/72; Dis(A - \{a_2\}) = 63/72;$$

$$Dis(A - \{a_3\}) = 62/72; Dis(A - \{a_4\}) = 64/72;$$

$$Dis(A - \{a_5\}) = 65/72。$$

从上述计算结果可知:

对于任意的 $a_i (1 \leq i \leq 5)$, 均有 $Dis(A) \neq Dis(A - \{a_i\})$, 因此没有一个属性是可以约简的。又由定义 5: $Sig(a_i) = Dis(A) - Dis(A - \{a_i\})$ 可计算出属性 $a_i (1 \leq i \leq 5)$ 的重要度分别为: $Sig(a_1) = 2/72; Sig(a_2) = 3/72; Sig(a_3) = 4/72; Sig(a_4) = 2/72; Sig(a_5) = 1/72$ 。

第 2 步 通过对各属性重要度进行两两比较构造客观判断矩阵 O 。

由 O 的定义可知该客观评判矩阵本身就是一致性矩阵。

第 3 步 根据定理 1 构造出组合判断矩阵 C , 其构造原则为: 当供应商选择决策倾向于专家经验时, u 应满足 $0.5 \leq u \leq 1$, 当选择决策倾向于客观数据

$$O = \begin{bmatrix} 1 & 2/3 & 1/2 & 1 & 2 \\ 3/2 & 1 & 3/4 & 3/2 & 3 \\ 2 & 4/3 & 1 & 2 & 4 \\ 1 & 2/3 & 1/2 & 1 & 2 \\ 1/2 & 1/3 & 1/4 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}$$

时, u 应满足 $0 \leq u \leq 0.5$ 。这里 u 取为 0.38, 使客观矩阵的权

重接近黄金分割数 $(\sqrt{5}-1)/2$, 则有:

$$C = 0.38 \cdot S + 0.62 \cdot O$$

$$= \begin{bmatrix} 1 & 0.61 & 0.44 & 1 & 1.62 \\ 1.69 & 1 & 0.85 & 1.31 & 3 \\ 2.38 & 1.2 & 1 & 2.38 & 4.38 \\ 1 & 0.8 & 0.44 & 1 & 2.38 \\ 0.69 & 0.33 & 0.23 & 0.44 & 1 \end{bmatrix}$$

第 4 步 由构造出的组合判断矩阵 C , 采用和法计算出各个评判指标的权重。得到权重向量为: $W = (0.15, 0.25, 0.345, 0.17, 0.085)$, 依次排序为: 0.345, 0.25, 0.17, 0.15, 0.085。

第 5 步 最佳物流供应商选择: 根据各个候选供应商在每个评判指标上的取值, 可以计算出各候选供应商的评价值 E 并由小到大进行排序。

$$E_i = \sum_{j=1}^5 a_{ij} w_j$$

式中, a_{ij} 为第 i 个候选供应商在属性 a_j 上的取值, w_j 为权重向量 w 的第 j 个分量, E_i 为第 i 个供应商的评价值。

计算出论域 U 中 12 个候选供应商对象的评价值, 如表 2 所列。

表 2 各候选供应商的评价值

供应商	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6
评价值 E	1.385	1.725	1.42	2.32	2.57	2.07
供应商	S_7	S_8	S_9	S_{10}	S_{11}	S_{12}
评价值 E	1.73	2.11	2.255	2.405	2.765	2.915

由表 2 可知各个候选供应商依其评价值大小的排序为: $S_{12}, S_{11}, S_5, S_{10}, S_4, S_9, S_8, S_6, S_7, S_2, S_3, S_1$ 。由此可知企业的最佳物流供应商应为 S_{12} 。

这一选择结果与客观实际情况相吻合, 供应商 S_{12} 除了研发能力较供应商 S_9, S_{10} 稍微逊色一点(为良好)以外, 其余各项指标均很好。而研发能力在供应商选择时则是最后考虑的因素。

结束语 综上所述, 借助于粗糙集理论知识粒的可分辨度概念和属性重要度概念确定的客观判断矩阵在很大程度上反映了评判指标(属性)间固有的联系; 而用层次分析法确定的主观判断矩阵是源于专家经验的, 带有较强的主观性; 将主观评判矩阵和客观评判矩阵有机集成得到组合评判矩阵, 在此基础上提出了一种解决供应商选择决策问题的新方法。算例分析表明该方法是有效的和切实可行的, 能提高决策的客观性和准确度, 文中提出的供应商选择方法在一定程度上弥补了层次分析法应用于受多因素影响的复杂决策问题时的不足。该方法简单、具有较好的可操作性, 因此易于推广至其它类似的应用领域。

参考文献

- [1] Filip R, Jozef J. Vendor selection and evaluation an activity based costing approach [J]. European Journal of Operational Research, 1997, 96(1): 97-102
- [2] 张涛, 孙林岩, 孙海虹. 偏好约束锥 DEA 模型在供应商选择中的应用[J]. 系统工程理论与实践, 2003, 23(3): 77-81
- [3] 高芳, 赵强, 赵刚. 基于离散型 Hopfield 神经网络的供应商评价模型[J]. 计算机集成制造系统, 2004, 10(1): 96-99

- [4] 娄平,陈幼平,周祖德. 敏捷供应链中供应商选择的 AHP/DEA 方法[J]. 华中科技大学学报:自然科学版,2002,30(4):33-35
- [5] 刘开元,王蓉,金宝辉. 一种供应商的模糊评价模型及其实现[J]. 武汉理工大学学报,2004,28(3):109-112
- [6] 杨玉中,张强,吴立云. 基于熵权的 TOPSIS 供应商选择方法[J]. 北京理工大学学报,2006,26(1):109-112
- [7] Weber C A,Current J R,Benton W C. Vendor selection criteria and methods [J]. European Journal of Operational Research, 1991,50:2-18
- [8] 许树伯. 层次分析法原理[M]. 天津:天津大学出版社,2003
- [9] 吴晓云,吴萍. 基于知识的层次分析法及其应用[J]. 南京理工大学学报,2005,29(4):451-454
- [10] 钟嘉鸣,李订芳. 粗糙集与层次分析法集成的综合评价模型[J]. 武汉大学学报:工学版,2008,41(4):126-130
- [11] Pawlak Z. Rough set theory and its applications to data analysis [J]. Cybernetics and Systems,1998,29(1):661-688
- [12] 刘清. Rough 集及 Rough 推理[M]. 北京:科学出版社,2001:11-15
- [13] 张文修,吴伟志,梁吉业,等. 粗糙集理论与方法[M]. 北京:科学出版社,2001:30-36
- [14] 王国胤. Rough 集理论与知识获取[M]. 西安:西安交通大学出版社,2001:25-45
- [15] 苗夺谦,王国胤,刘清,等. 粒计算:过去、现在与展望[M]. 北京:科学出版社,2007:142-154

(上接第 65 页)

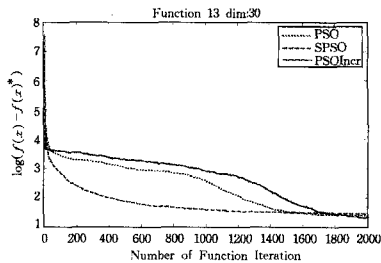


图 15 函数 f_{13} 的值与其最优值差的对数值随进化代数的变化

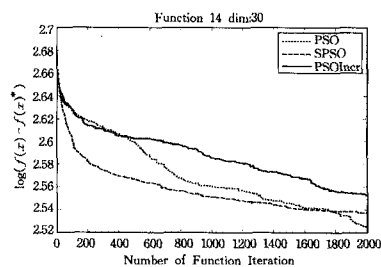


图 16 函数 f_{14} 的值与其最优值差的对数值随进化代数的变化

结束语 粒子群算法是近几年来使用最频繁的基于群体的进化算法。由于使用方便且效果很好,PSO 算法已被广泛用于各种工程技术的优化问题。但其权重递减的模型一直以来是通过直观判断和实验验证以后加以推广应用的,其效果明显。

本文利用 PSO 算法的理论分析模型,分析了递减模型的基本原理,论证了权重递减的原由。同时在此基础上提出一种权重可以递增的 PSO 算法模型。通过基准函数测试,验证了递增模型的效果要优于递减模型的效果。本文给 PSO 算法的权重理论提出一个新颖的视角,为 PSO 算法权重选择提出一种新方法。

参 考 文 献

- [1] Kennedy J,Eberhart R. Particle Swarm Optimization[C]//Proceeding of IEEE International Conference on Neural Networks, Piscataway, NJ,IEEE CS,1995:1942-1948
- [2] Eberhart R, Kennedy J. A new optimizer using particle swarm theory[C]//Proceeding of the 6th International Symposium on

- Micro Machine and Human Science. 1995:39-43
- [3] Shi Y,Eberhart R C. Fuzzy adaptive particle swarm optimization [C]//Proceedings of the 2001 IEEE Congress on Evolutionary Computation. 2001,1:101-106
- [4] Rechenberg I. Evolutions strategie: Optimierung technischer Systeme nach Prinzipien derbiologischen Evolution[C]//Frommann-Holzboog. Stuttgart,1973
- [5] Kirkpatrick S,Gelatt C D,Vecchi M P. Optimization by simulated annealing[J]. Science,1983,220:671-680
- [6] Shi Y,Eberhart R. A Modified Particle Swarm Optimizer[C]//Proc. IEEE World Congr. Comput. Intell. 1998:69-73
- [7] Shi Y,Eberhart R C. Empirical study of particle swarm optimization[C]//Proc. IEEE Congr. Evol. Computer. 1999:1945-1950
- [8] Nickabadi A,Ebadzadeh M M,Safabakhsh R. A novel particle swarm optimization algorithm with adaptive inertia weight[J]. Applied Soft Computing, 2011,11(4):3658-3670
- [9] Chatterjee A,Siarry P. Nonlinear inertia weight variation for dynamic adaptionin particle swarm optimization[J]. Computer and Operations Research,2006,33:859-871
- [10] Ismail A, Engelbrecht A. The Self-adaptive Comprehensive Learning Particle Swarm Optimizer[J]. Swarm Intelligence(Lecture Note in Computer Science),2012,7461:156-167
- [11] 刘建华,樊晓平,瞿志华. 一种惯性权重动态调整的新型粒子群算法 [J]. 计算机工程与应用,2007,43(7):68-70
- [12] Van de Bergh F. An Analysis of Particle Swarm Optimizer[D]. University of Pretoria,2002
- [13] Van den Bergh F,Engelbrecht A P. A study of particle swarm optimization particle trajectories [J]. Information sciences, 2006,176(8):937-971
- [14] 刘建华,刘国买,杨荣华,等. 粒子群算法的交互性与随机性分析 [J]. 自动化学报,2012,38(9):1471-1484
- [15] Bratton D,Kennedy J. Defining a standard for particle swarm optimization[C]// Swarm Intelligence Symposium, SIS 2007. IEEE,2007:120-127
- [16] Suganthan P N,Hansen N,Liang J J, et al. Problem definitions and evaluation criteria for the cec 2005 special session on real-parameter optimization[C]//2005 IEEE Congress on Evolution Computation(CEC). 2005:1-15