

# 混合 AHP 法在 ERP 系统供应商评价模型中的应用

晏明春, 郜 菁

(华中科技大学计算机学院, 武汉 430074)

**摘要:** 提出了一种基于混合 AHP 的供应商评价模型。利用标准 AHP 确定评价体系中各指标权重, 使用基于区间 AHP 方法对各方案进行评定, 求得评价区间值, 定义了适用的区间排序法则, 对评价区间值进行排序来选择供应商。该方案解决了标准 AHP 方法利用数值构造判断矩阵时存在的判断不确定性问题, 在实际的 ERP 系统中得到了应用和实现。

**关键词:** 层次分析法; 供应商; 企业资源计划

## Application of Combined AHP in Supplier Evaluation Model of ERP System

YAN Mingchun, GAO Jing

(School of Computer, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074)

**【Abstract】** An evaluation model to supplier based on combined AHP is proposed. Standard AHP is used to establish the weight of each rule in evaluation system. AHP based on interval is used to evaluate each project and give the interval number of evaluation. Order rules applicable to interval number is defined, and used to choose supplier according to final interval number. This solution can solve the state of being indeterminate of constructing judgement matrix with number in using standard AHP, and has been applied in an ERP system.

**【Key words】** analytical hierarchy process(AHP); supplier; enterprise resource plan(ERP)

在现代制造型企业中,ERP 系统发挥着重要的作用。ERP 系统的实施可以帮助企业进入了全面的数字化管理阶段,将零等待、及时生产等先进生产制造理念迅捷、高效地实现。在 ERP 系统运行过程中选用保障有力、适合企业实际需求的供应商是至关重要的一环。如果该环节出现问题,势必会减缓企业对市场和客户需求的响应速度,对产品质量、市场占有率产生负面影响。因此,建立科学合理的供应商评价选择体系是保障 ERP 系统良好运行和企业稳定发展的必备条件,可以保障企业及时、有效地获取优质的产品与服务。

### 1 基于混合 AHP 的评价模型与算法

层次分析法(AHP)作为一种实用性较强的决策方法,给解决复杂的多规则决策问题带来了极大的方便。其基本思想就是把评价问题按总目标、子目标、评价标准直至具体措施的顺序分解为不同层次的结构,利用求判断矩阵特征向量的方法,求出每一层次各元素对上一层某元素的权重,利用加权和方法递阶归并,求出各方案对总目标的权重,权重值越大,方案越佳,并可按权重值大小区别方案的不同。在构造判断矩阵时,标准的 AHP 用一个特定的数值来表示判断,但如果问题较为复杂、信息不精确,决策方案不足以全面反映决策环境,或专家对方案的了解不够全面、确切,此时人的判断具有多种可能,无法指出一个确定的数值来表示两因素比较中的相对重要性,称为判断具有不确定性。为避免此种问题,可用区间数代替数值对两因素相对重要性作出判断。现实中许多 ERP 系统中存在着数量繁多的供应商,在对其进行评价时,常出现上述的判断不确定性问题,难以保证企业进行供应商选择时的科学性与合理性,从供货源头上对整个企业生产运作产生了制约。为此可结合标准 AHP 和基

于区间数的 AHP 两种方法构建供应商评价体系来解决判断不确定性问题,力求保证企业能够对供应商进行科学、合理的评价筛选。

#### 1.1 建立供应商评价体系

利用 AHP 方法可将供应商评价模型分为:(1)表示解决问题的目标的最高层 A;(2)表示采用某种方案来实现目标所涉及的准则的中间层 C;(3)表示解决问题所选用的各种方案的最低层 P。由于具体到不同的行业应用需求,不同的企业与 ERP 系统采用的评定指标大都不同。为体现通用性,本文以质量、价格和交货期、配合度等在制造型企业较为常见的指标为例建立如图 1 的层次结构模型。

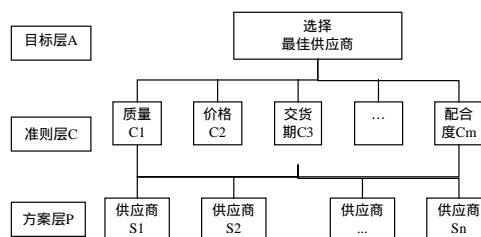


图 1 供应商选择层次

#### 1.2 对目标层 A 与准则层 C 构造判断矩阵

一个企业对其自身的运作发展、市场定位、原料需求等有明确的定位与规划,所以,它在供应商评定中对准则层各

**基金项目:** 国家科技中小型企业技术创新基金资助项目(03C26214211057)

**作者简介:** 晏明春(1950 -),男,副教授,主研方向:企业信息化 ERP 研究与实施;郜菁,硕士研究生

**收稿日期:** 2006-07-15 **E-mail:** qingcaoth@tom.com

指标如价格、质量、交货期等准则层指标相对目标层 A 的重要性的两两比较中能做出精准的判断,可给出一个精确的数值表示相对重要性,即所做出的判断不带有不确定性;因此,在此步骤可采用标准 AHP 方法,利用数值构造判断矩阵并计算相应权重。假定 A 层次中  $A_k$  与下一层次元素  $e_1, e_2, \dots, e_n$  有联系,构造判断矩阵取表 1 形式。

表 1 判断矩阵构造

$A_k$	$e_1$	$e_2$	...	$e_n$
$e_1$	$r_{11}$	$r_{12}$	...	$r_{1n}$
$e_2$	$r_{21}$	$r_{22}$	...	$r_{2n}$
...	...	...	...	...
$e_n$	$r_{n1}$	$r_{n2}$	...	$r_{nn}$

其中,  $r_{ij}$  表示对于  $A_k$  而言,  $e_i$  对  $e_j$  相对重要性的数值表现形式。通常,  $r_{ij}$  可取 1~9 及其倒数,其含义如表 2 所示。

表 2  $r_{ij}$  取值含义

评价描述	评分
$e_i$ 比 $e_j$ 极端重要	9
$e_i$ 比 $e_j$ 很重要	7
$e_i$ 比 $e_j$ 明显重要	5
$e_i$ 比 $e_j$ 稍微重要	3
$e_i$ 比 $e_j$ 同等重要	1
评价描述中间值	2, 4, 6, 8
$e_j$ 与 $e_i$ 相比较	倒数

对于判断矩阵有:  $r_{ii}=1, r_{ij}=1/r_{ji}; i, j=1, 2, \dots, n$ 。因此,对于  $n$  阶判断矩阵,仅需要对上三角阵或下三角阵,即  $n(n-1)/2$  个元素给出数值。

在获得判断矩阵后,采用和积法计算对于总目标 A 而言,准则层 C 各准则重要性的权重,步骤如下:

(1) 将判断矩阵每一类归一化,有

$$\bar{r}_{ij} = r_{ij} / \sum_{k=1}^n r_{kj}, (i, j=1, 2, \dots, n)$$

(2) 将归一化后的判断矩阵按行相加

$$\bar{W}_i = \sum_{j=1}^n \bar{r}_{ij}, (i, j=1, 2, \dots, n)$$

(3) 对向量  $W=(W_1, W_2, \dots, W_n)^T$  归一化,有

$$W_i = \bar{W}_i / \sum_{j=1}^n \bar{W}_j, (i, j=1, 2, \dots, n)$$

计算结果  $W_1, W_2, \dots, W_n$  即为准则层 C 各准则对目标层 A 重要性的权重。

### 1.3 对准则层 C 与方案层 P 构造区间判断矩阵

由于企业往往拥有大量供应商,在业务往来中企业不可能对所有供应商都有深刻精确的认识。在具体到对准则层 C 与方案层 P 构建判断矩阵时,企业若利用数值构建判断矩阵,则往往带有判断的不确定性;因此,在此步骤中采用区间值来构建判断矩阵,确保判断的合理性,特定义区间判断矩阵如下:

**定义 1** 实数域 R 中,称闭区间  $[x_1, x_2]$  为区间数,其中  $x_1, x_2 \in R, x_1 < x_2$ 。

**定义 2** 设  $X=[x_1, x_2], Y=[y_1, y_2]$  为区间数,则  $X+Y=[x_1+y_1, x_2+y_2], XY=[x_1 y_1, x_2 y_2], X/Y=[x_1/y_1, x_2/y_2]$ , 特别有  $1/Y=[1/y_2, 1/y_1], X=Y$  当且仅当  $x_1=y_1, x_2=y_2$ 。

**定义 3** 称  $A=(A_{ij})_{n \times n}, A_{ij}=[a_{ij}, b_{ij}]$  为区间数判断矩阵,如果它满足:(1)  $A_{ii}=[1, 1], i=1, 2, \dots, n$ ; (2)  $\forall i, j, A_{ij}$  为区间数,且  $1/9 \leq a_{ij} \leq b_{ij} \leq 9$ ; (3)  $A_{ij}=1/A_{ji}$ 。

至此可依据上述定义构造准则层 C 与方案层 P 的区间判断矩阵,在获得区间判断矩阵后,采用区间特征根方法(IEM)计算各方案对准则层的权重。其步骤如下:

对给定的区间数判断矩阵  $A=[A^-, A^+]$

(1) 求  $A^-, A^+$  的最大特征值所对应的具有正分量的归一化特征向量  $x^-, x^+$ ;

(2) 由  $A^-(a_{ij}^-), A^+(a_{ij}^+)$  可计算出

$$k = \frac{1}{\sum_{j=1}^n \frac{1}{\sum_{i=1}^n a_{ij}^+}} \quad (1)$$

$$m = \frac{1}{\sum_{j=1}^n \frac{1}{\sum_{i=1}^n a_{ij}^-}} \quad (2)$$

(3) 由步骤(1)和步骤(2)的计算结果,可计算出权重向量  $w = [k x^-, m x^+]$  即为方案层各方案关于某一准则层指标的权重。

### 1.4 层次总排序

层次总排序是指利用层次单排序的结果计算同一层次上不同因素对总目标的优先次序。层次总排序是至上而下逐层进行的。若上层 A 所有元素  $A_1, A_2, \dots, A_n$  的层次总排序权值分别为  $a_1, a_2, \dots, a_n$ , 与  $a_i$  对应的本层次元素  $B_1, B_2, \dots, B_n$  单排序的结果为  $b_{1j}, b_{2j}, \dots, b_{nj}$ , (此时,  $B_k$  与  $A_j$  无联系,  $b_{kj}=0$ ), 此时, B 层次总排序权值由表 3 最右边一列计算给出。

表 3 层次总排序

	层次 A				
	$A_1$	$A_2$	...	$A_n$	
层次 B	$a_1$	$a_2$	...	$a_n$	层次 B 总排序结果
$B_1$	$b_{21}$	$b_{12}$	...	$b_{1n}$	$\sum_{j=1}^n a_j b_{1j}$
$B_2$	$b_{21}$	$b_{22}$	...	$b_{2n}$	$\sum_{j=1}^n a_j b_{2j}$
...	...	...	...	...	...
$B_m$	$b_{m1}$	$b_{m2}$	...	$b_{mn}$	$\sum_{j=1}^n a_j b_{mj}$

### 1.5 区间值排序

因为在评价过程中引入了基于区间的 AHP,所以层次总排序后所得结果为区间值,而各区间值之间可能存在着重叠等可能,无法直接根据它来对供应商进行排序。为确定区间值的大小次序,根据实际需要特定义区间排序法则如下:

设  $A=[a, \bar{a}]$  为区间数,记  $r(A)=(a+\bar{a})/2$  称为 A 的中心。

(1) 若  $r(A) > r(B)$ , 则称 A 大于 B, 记为  $A > B$ 。

(2) 若  $r(A)=r(B)$ , 且  $a < b$  则称 A 大于等于 B, 记为  $A \geq B$ 。

1) 若  $r(A)=r(B)$ , 且  $a=b$  则称 A 等于 B, 记为  $A=B$ 。

2) 若  $A=[a, a], B=[b, b]$ , 则有  $A \leq B \Leftrightarrow a \leq b$ , 这表明区间数的排序关系是实数排序关系的自然推广。

根据定义可得区间的自然推广:

**性质 1** 设 A、B 为区间数, 则  $A > B, A=B, A < B$  有且仅有一个成立。

**性质 2** 设 A、B 为区间数, 若存在下列情况之一: (1)  $a \leq b, \bar{a} \leq \bar{b}$ ; (2)  $\bar{a} \leq b$  则  $A \leq B$ 。

如果  $r(A)=r(B)$ , 且  $A \subset B$ , 此时的决策准则有 2 种选择: (1) 对保守型决策者, 取 A 方案, 认为  $A > B$ ; (2) 对风险型决策者, 取 B 方案, 认为  $B > A$ 。本文采取保守型决策, 取 A 方案。

在确立了区间排序法则后, 可以利用它来对层次总排序所得的区间值进行排序。至此, 所得的区间值先后次序即为

各供应商的评定次序。

在上述的对目标层 A 与准则层 C 构造判断矩阵,对准则层 C 与方案层 P 构造判断矩阵两环节中,均需要验证所构建的矩阵的一致性,限于篇幅,本文将该验证环节略过。

## 2 软件实现

针对该算法与评价模型,实现了相应的软件系统,在国家科技中小型企业技术创新基金项目(中小型制造企业资源计划 ERP 管理系统)中用于供应商评价与筛选。它具有以下特点:(1)评价体系具有灵活性和扩展性,企业可以根据实际需求来制定,添加评价准则库并生成相应类型的动态矩阵模板。(2)标准 AHP 法和基于区间的 AHP 法的结合使用,较好地解决了评价的不确定性,反映了供应商选择固有的模糊性,使决策更趋于合理。

### 2.1 系统框架

如图 2 所示,系统基于上述混合 AHP 算法建立的模型,实现了 ERP 系统中对供应商评价、选择和管理等功能。在系统内的评价准则库中选定了评价准则后,系统会根据选定的评价准则集合动态生成矩阵模板。

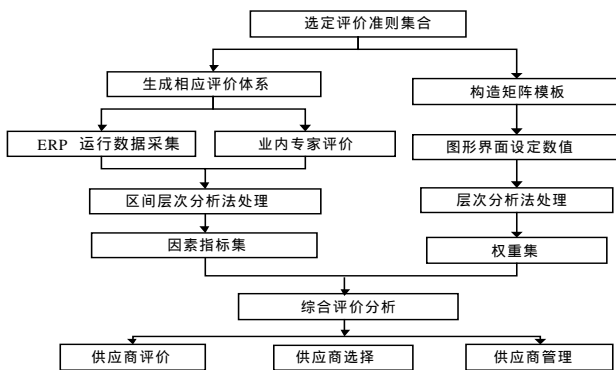


图 2 系统框架

根据对 ERP 中采购、检验、生产客服等模块中供应商日常供货情况的追踪,和业内专家提供的评价生成各供应商的因素指标集,提供图形化的界面给用户输入各因素的权重计算权重集,然后依据所得的结果进行分析来评价、选择和管理供应商。

### 2.2 应用流程

对供应商评价系统常采用如图 3 所示的 2 种形式。

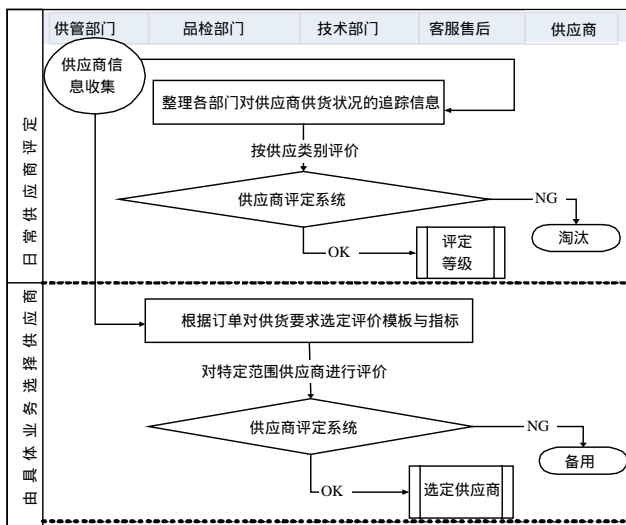


图 3 供应商管理与选择跨职能流程

企业日常生产中,需要定期对供应商进行评价筛选,确立供应商的等级。供应管理部门可通过 ERP 系统获取企业生产经营流程中各部门(采购、品检、技术、生产、销售、客服等)对各供应商在该环节下的评分。依据各部门对供应商的评价信息进行供应商评定,淘汰不合格供应商,根据评价得分对合格供应商划分等级,为企业进行日常采购提供有效的参考信息。

而在另外一种情况下,面对紧急的生产订单或者定制化的生产需求,必须对 ERP 系统中合格的供应商进行进一步的筛选。通常需要根据实际订单需求或生产任务需求向某一项或多项评价准则(要求供应商所具有的某种能力)如较快的交货速度、高品质原料的提供能力等倾斜,刻意加大其权重,筛选出在此条件下能够满足企业需求的供应商进行订货,从而保证所选出的供应商能够满足由该生产任务而产生的对供货方的特殊需求。

### 3 计算举例

为简化计算,假定一企业在某次筛选中依据实际生产任务需要将质量作为首要准则,其次是价格,交货期与价格同等重要;在方案层 3 个备选供应商中,供应商  $S_1$  的质量较高,价格较高,供货期较短;供应商  $S_2$  的质量一般,价格较低,交货期一般;供应商  $S_3$  的质量相对较低,价格较低,交货期相对较长,则准则层判断矩阵  $A_k$ , 对应价格准则的方案层判断矩阵  $C_1$ , 对应质量准则的方案层判断矩阵  $C_2$ , 对应交货期准则的方案层判断矩阵  $C_3$  分别可设置如表 4~表 7 所示。

表 4 相对于总目标的准则层判断矩阵  $A_k$

$A_k$	$C_1$	$C_2$	$C_3$
价格 $C_1$	1	1/2	1
质量 $C_2$	2	1	2
交货期 $C_3$	1	1/2	1

表 5 对应价格准则的方案层判断矩阵  $C_1$

$C_1$	$S_1$	$S_2$	$S_3$
$S_1$	[1,1]	[3,4]	[2,3]
$S_2$	[1/4,1/3]	[1,1]	[1,2]
$S_3$	[1/3,1/2]	[1/2,1]	[1,1]

表 6 对应质量准则的方案层判断矩阵  $C_2$

$C_2$	$S_1$	$S_2$	$S_3$
$S_1$	[1,1]	[1/3,1/2]	[1/4,1/3]
$S_2$	[2,3]	[1,1]	[2,3]
$S_3$	[3,4]	[1/3,1/2]	[1,1]

表 7 对应交货期准则的方案层判断矩阵  $C_3$

$C_3$	$S_1$	$S_2$	$S_3$
$S_1$	[1,1]	[2,3]	[4,5]
$S_2$	[1/3,1/2]	[1,1]	[3,4]
$S_3$	[1/5,1/4]	[1/4,1/3]	[1,1]

依据 1.2 节中的和积法步骤对矩阵  $A_k$  进行矩阵运算,求得准则层各准则  $C_i$  的权重系数  $w = \{0.25, 0.5, 0.25\}$ 。

而由 1.3 节中的 IEM 计算方法,对方案层的区间判断矩阵  $C_1$  有

$$C_1 = [c_1^-, c_1^+],$$

$$C_1^- = (c_{ij}^-) = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 2 \\ 1/4 & 1 & 1 \\ 1/3 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}, C_1^+ = (c_{ij}^+) = \begin{bmatrix} 1 & 4 & 3 \\ 1/3 & 1 & 2 \\ 1/2 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$C_1^-$ ,  $C_1^+$  的最大特征值所对应的具有正分量的归一化特征向量分别为  $x^- = (0.599, 0.21, 0.191)^T$ ,  $x^+ = (0.571, 0.227, 0.202)^T$ 。

根据式(1)、式(2)求得  $k=0.938$ ,  $m=1.05$ 。由  $w=[k x^-, m x^+]$  得  $W_1=[0.562, 0.60]$ ,  $W_2=[0.197, 0.238]$ ,  $W_3=[0.179, 0.212]$  即为对应价格准则方案层各供应商的权重。(下转第 98 页)