

ERP 系统中供应商评价模型研究*

Study on Supplier Evaluation Model in ERP System

西北工业大学机电学院 高文杰 唐虹 刘慧英 余承涛

[摘要] 基于混合层次分析法(AHP),提出了信息不完备情况下的供应商评价指标体系。根据 AHP 算法确定评价体系中各指标的权重,对于无法量化的指标,由多个测评人打分(群组决策),并且针对群组决策的信息不完备问题,引入特征根法对判断矩阵排序向量进行排序以选择供应商,同时给出了在大型制造企业中的应用案例。

关键词: 层次分析法 群组决策 信息不完备 企业资源计划

[ABSTRACT] A supplier evaluation model with incomplete information is presented based on ameliorated analytical hierarchy process (AHP). Weight of each rule is figured out according to the algorithm of AHP in the evaluating system. Weights of the rules which cannot be quantitated are determined by the experts' mark. The group decision-making of incomplete information can be solved through LRM (latent root method). Then an example of the problem is given.

Keywords: Analytical hierarchy process (AHP) Group decision-making Incomplete information Enterprise resource plan (ERP)

当今,企业实施信息化建设工程已成为企业管理的发展趋势和提高企业管理水平的最有效手段之一。在这样的背景下,企业资源计划(ERP)系统在企业特别是制造业中得到了广泛应用。供应商管理作为 ERP 系统中一个重要的组成部分,其核心内容是供应商评价。大部分企业在考核供应商指标时,依靠人的主观对供应商指标的权重进行赋值,甚至在某种程度上还存在着部门和个人利益驱使下的采购供应关系,这显然不能适应现代企业管理制度的需要,制约了企业的发展。因此,建立科学合理的供应商评价体系是保障 ERP 系统良好运行和企业稳定发展的前提和必要条件。

本课题参考美国学者 T. L. Saaty 提出的层次分析法

(Analytical Hierarchy Process, AHP)在经济决策、风险评估和城市规划等多目标、多准则决策中的成功应用,借助 AHP 算法和信息不完备群组决策下的排序方法对供应商进行评价,建立供应商评价的指标体系。

1 改进的层次分析法

层次分析法是分析多目标、多准则的复杂大系统的有力工具。它具有思路清晰、方法简便、适用面广和系统性强等特点,最适宜于解决那些难以完全用定量方法进行分析的评价决策问题。其基本思想是:把需要评价问题中所包含的因素分为不同层次(如目标层、准则层和方案层),用框图形式说明层次的递阶结构与因素的从属关系;然后根据现实条件和专家判断构造两两比较的判断矩阵,求出判断矩阵的特征向量以得到每一层次各元素相对于上一层次某个因素相对重要性的排序权值;最后利用数学方法计算每一层次元素相对于总目标的权重,按照权重大小区分方案的优劣。在构造判断矩阵时,若所分的层次多而且因素复杂,必将引起总判断量的剧增,可能导致参与决策的专家对某些判断缺少把握、不感兴趣或不想发表意见的情况。这种情况的出现是允许的(否则会违背专家意愿进而掩盖事物的本质),此时所得到的判断矩阵是有空缺或者不确定的,称该矩阵为残缺判断矩阵或不确定判断矩阵。

国内外对不确定判断矩阵的权重排序进行了深入的研究。宴明春等^[1]采用区间数替代数值对两因素的相对重要性作出判断,获得区间判断矩阵后采用区间特征根法(IEM)计算各方案对准则层的权重。代雯等^[2]提出了基于三角模糊数的赋权方法,引入三角模糊数使决策者更容易地表达决策信息,构造三角模糊数互补判断矩阵并求解模糊权重,引入可能度矩阵对方案进行排序,提出了一种不确定多属性决策方法。梵治平等^[3]采用误差传递的方式,在均方根误差传递的基础上采用了极限误差的传递方式,并相应地给出了区间数判断矩阵的计算方法。上述文献对判断矩阵不确定性的问题进行了研究,但是有关残缺判断矩阵的研究未见报道。

本研究采用特征根法对信息不完备的群组决策判

* 西北工业大学研究生创业种子基金项目(Z200818)资助。

断矩阵进行排序,以补充残缺判断矩阵排序法。结合标准 AHP 法和信息不完备的群组决策判断矩阵排序法构建供应商评价体系,来解决判断矩阵存在残缺的问题,使得具有现代管理理念的企业能够更加科学、合理地对供应商进行评价。

1.1 建立层次结构模型

针对供应商的选择问题,将影响因素分为 3 层:第 1 层是目标层,选择最佳的供应商;第 2 层是准则层,包括交货数量及时性、交货时间及时性、合格率、价格水平和售后服务;第 3 层是方案层,即可供选择的供应商。自上而下将各类因素之间的直接影响关系排列成不同的层次,构成如图 1 所示的层次结构图。

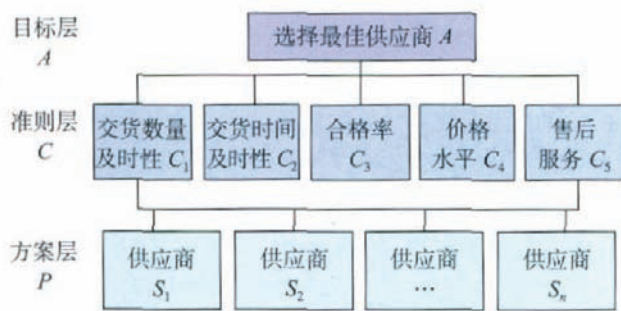


图 1 供应商选择的层次分析框图

Fig.1 Decision analytical hierarchy of supplier selection

1.2 指标分析

企业对自身的运营情况、市场定位和原材料需求等都有明确规划,因此每个企业在选择供应商之前对上述准则层指标(交货数量及时性、交货时间及时性、合格率和价格水平)都有一个准确的认识。但是,一般情况下企业都拥有数量很多的供应商,不可能对每个供应商的情况都十分了解,对准则层和方案层构造判断矩阵时可能出现某个参与决策的专家对某些判断缺少把握、不感兴趣或不想发表意见的情形,这时得到的是带有空缺的判断矩阵,即残缺判断矩阵。群组决策下的残缺判断矩阵不能用传统的 AHP 法求解,本研究采用特征向量法和加权几何平均综合排序向量法进行求解。

1.2.1 构造目标层和准则层之间的完全判断矩阵

采用 AHP 法构造完全判断矩阵,根据计算归一化特征向量的方法计算排序权重。

(1)构造方案层与准则层之间的两两比较矩阵,目标层中 A_i 与准则层中元素 C_1, C_2, \dots, C_n 所构造的判断矩阵如表 1 所示。

两两比较矩阵具有如下特点:

表 1 判断矩阵 $A-C$

A_k	C_1	C_2	...	C_n
C_1	e_{11}	e_{12}	...	e_{1n}
C_2	e_{21}	e_{22}	...	e_{2n}
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
C_n	e_{n1}	e_{n2}	...	e_{nn}

$e_{ij} > 0$ (e_{ij} 为 C_i 与 C_j 相对重要性比值);

$$e_{ij} = 1/e_{ji};$$

$$e_{ij} = 1/e_{ji} \quad (i, j = 1, 2, \dots, n) \text{ (互反性)}。$$

构造判断矩阵时在两两比较中引入 1~9 的标度。标度 1、3、5、7、9 对应两因素相比为同等重要、略微重要、比较重要、非常重要和绝对重要,而 2、4、6、8 表示两判断之间的中间状态对应的标度值,另外要求具有互反性。

(2)计算判断矩阵的特征向量 w :首先按列标准化(矩阵的每个元素除以所在列的和);然后对每一行求出平均值,得到的列向量即为所求的特征向量 w 。计算的结果即为准则层对于目标层的方案排序。

(3)计算判断矩阵的最大特征值:

$$\lambda_{\max} = 1/n \sum_{i=1}^n (Aw)_i / w_i。$$

为了避免误差太大,需要对判断矩阵进行一致性检验,即

$$CI = (\lambda_{\max} - n)/(n - 1)。$$

为了放宽对高维矩阵一致性的要求,引入平均随机一致性指标,如表 2 所示。

$$CR = CI/RI，$$

表 2 平均随机一致性指标

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.58	0.96	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

当 $CR = CI/RI \leq 0.1$ 时,认为判断矩阵的不一致性是可以接受的;否则需要对判断矩阵进行修正。

1.2.2 构造准则层与方案层之间的信息不完备判断矩阵

构造群组决策下的信息不完备判断矩阵,综合利用特征向量法和加权几何平均综合排序向量法计算排序权重,最后,用加权和方法计算方案层相对于总目标的层次总排序。具体步骤如下:

(1)构造残缺判断矩阵的方法同完全判断矩阵类似。

(2)用特征根法计算残缺判断矩阵的排序权重。

假设残缺判断矩阵为 $B = \begin{pmatrix} b_{11} & \dots & b_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{n1} & \dots & b_{nn} \end{pmatrix}$, 构造

B 的辅助矩阵 C , 使得

$$C = (c_{ij}) = \begin{cases} b_{ij} & (b_{ij} \neq 0, i \neq j) \\ 1 & (i = j) \\ w_i/w_j & (b_{ij} = 0, i \neq j) \end{cases}, \quad (3)$$

求 C 的特征根问题等价于求矩阵 \bar{B} 的特征根问题。

\bar{B} 的元素为:

$$\bar{B} = (\bar{b}_{ij}) = \begin{cases} b_{ij} & (b_{ij} \neq 0, i \neq j) \\ 0 & (b_{ij} = 0, i \neq j) \\ m_i + 1 & (b_{ij} \neq 0, i = j) \end{cases} \quad (i=1, 2, \dots, n), \quad (4)$$

式中, m_i 为 B 的第 i 行中残缺元素的个数。并有

$$\bar{B}w = \lambda_{\max}w. \quad (5)$$

直接求 \bar{B} 的特征根问题即可求得不完全信息下的排序向量。

(3) 一致性检验。

\bar{B} 的一致性检验公式如下:

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / \left[(n - 1) - \sum_{i=1}^n m_i/n \right], \quad (6)$$

其余条件同完全判断矩阵的一致性检验方法相同。

(4) 用加权几何平均综合排序向量法求出 s 个专家的综合权重向量。

综合权重的计算公式如下:

$$\begin{cases} w_j = \bar{w}_j / \sum_{i=1}^n \bar{w}_i \\ \bar{w}_j = (w_{j_1})^{\lambda_1} (w_{j_2})^{\lambda_2} \dots (w_{j_s})^{\lambda_s} \quad (j = 1, 2, \dots, n), \\ \sum_{k=1}^s \lambda_k = 1 \end{cases} \quad (7)$$

式中, w_j 表示综合权重向量中第 j 项的值, w_{jk} 表示第 k 个专家对准则 j 的权重, λ_k 表示第 k 个专家的权重。

(5) 用加权和的方法计算方案层相对于总目标的层次总排序。

假设准则层对于总目标层的权重向量为 $a=(a_1, a_2, \dots, a_m)^T$; 方案层对于准则层群组决策的权重向量为 $B=(b_1, b_2, \dots, b_j)^T$, 其中 $b_j=(b_{j1}, b_{j2}, \dots, b_{jm})^T$, 则方案层相对于总目标层的权重向量为 Ba 。

2 软件流程和案例

2.1 系统流程图

根据前文算法, 结合 ERP 系统的特点, AHP 在 ERP

系统中集成的供应商测评应用流程如图 2 所示。

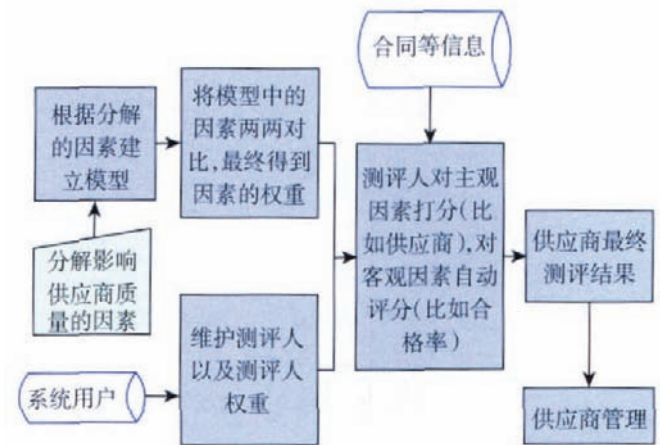


图 2 ERP 系统流程图

Fig.2 Flow chart of ERP system

2.2 AHP 模型在系统中的应用

供应商考核管理的核心是以供应商基础数据为基础, 通过合同的执行情况来分析其交货及时率、交货合格率、服务水平和持续发展能力, 对供应商进行考核, 实现对供应商全面质量进行量化管理。图 3 是 AHP 模型在供应商考核管理系统中的应用。

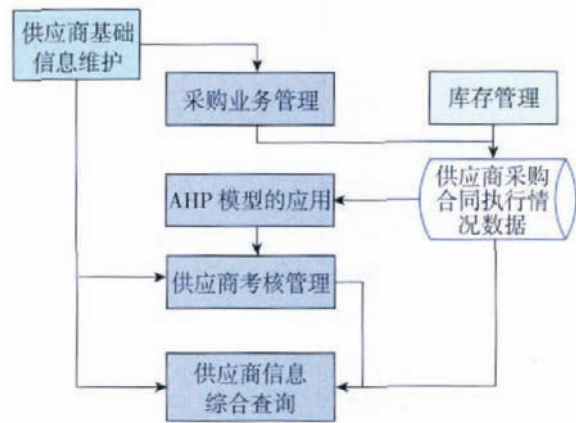


图 3 AHP 模型在 ERP 系统中的应用

Fig.3 Application of AHP model in ERP system

2.3 案例

为简化计算, 这里给出准则层的计算和方案层中 3 个专家针对价格水平指标对供应商评价的残缺判断矩阵权重的计算。

在下面的计算中, 对目标层和准则层构造完全判断矩阵, 对准则层和方案层构造信息不完备判断矩阵。对这 2 种判断矩阵均需进行一致性检验。2 种矩阵的检验可分别由式(1)和(6)及(2)求得, 限于篇幅, 下面的验证中将不再赘述。

假设准则层对目标层的判断矩阵为 A , 专家 i 对 j 准则的方案层的残缺判断矩阵为 $B_{ij}(i=1,2,3,j=1,2,\dots,5)$, 分别如表 3~6 所示。权重的计算由上述公式求得。

表 3 判断矩阵 A

A	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	权重
c_1	1	1/3	1/5	1/7	1/9	0.033 3
c_2	3	1	1/3	1/5	1/7	0.063 4
c_3	5	3	1	1/3	1/5	0.128 9
c_4	7	5	3	1	1/3	0.261 5
c_5	9	7	5	3	1	0.512 8

表 4 专家 1 给出的对应价格水平的判断矩阵 B_{1j}

B_{1j}	s_1	s_2	s_3	权重
s_1	1	0	1/3	0.428 6
s_2	0	1	1	0.428 6
s_3	3	3	1	0.142 9

表 5 专家 2 给出的对应价格水平的判断矩阵 B_{2j}

B_{2j}	s_1	s_2	s_3	权重
s_1	1	1/5	1/7	0.066 8
s_2	5	1	1/5	0.218 5
s_3	7	5	1	0.714 7

表 6 专家 3 给出的对应价格水平的判断矩阵 B_{3j}

B_{3j}	s_1	s_2	s_3	权重
s_1	1	1/5	1/5	0.085 6
s_2	5	1	1/3	0.296 9
s_3	5	3	1	0.617 5

用加权几何平均综合排序向量法求解 3 个专家的综合权重向量时,需确定专家的权重,这里,权重可以由 ERP 系统中维护测评人以及测评人权重模块中的获得权重功能直接获得。对专家 1、2、3 分别取 0.2、0.4、0.4。

根据表 3~6 中数据,结合公式(7)求出的 3 个专家对价格水平准则的权重如下所示:

$$w_{s_1} = (0.121\ 8, 0.321\ 8, 0.556\ 4)^T。$$

根据上述求解信息不完备群组决策权重的方法,得出其他准则(如交货数量及时性、交货时间及时性、合格率和服务水平)的群组决策权重如下:

$$w_{s_2} = (0.108\ 7, 0.174\ 0, 0.717\ 3)^T,$$

$$w_{s_3} = (0.063\ 1, 0.269\ 5, 0.667\ 4)^T,$$

$$w_{s_4} = (0.067\ 0, 0.200\ 1, 0.773\ 0)^T,$$

$$w_{s_5} = (0.074\ 7, 0.207\ 4, 0.717\ 8)^T。$$

用加权和的方法求出方案层相对于总目标层的权重为:

$$w = (0.074\ 9, 0.215\ 2, 0.709\ 8)^T。$$

根据权重大小可得: 供应商 $s_3 >$ 供应商 $s_2 >$ 供应商 s_1 , 即供应商 s_3 为优选方案。

3 结束语

基于改进 AHP 算法的供应商评价模型的研究及其在企业中的实际应用,说明了改进的 AHP 算法是一种有效的量化方法,解决了群组决策下判断矩阵缺损的排序问题,可以更加合理有效地进行供应商评价。

参 考 文 献

- [1] 宴明春, 邵菁. 混合 AHP 法在 ERP 系统供应商评价模型中的应用. 计算机工程, 2007, 33(13): 90-92, 98.
- [2] 代雯, 陈云翔, 向玲. 不确定多属性决策中的一种模糊赋权方法. 数学的实践与认识, 2007, 37(15): 60-64.
- [3] 梵治平, 潘德惠. 不确定判断矩阵权重计算的一种实用方法. 系统工程, 1996, 14(2): 57-61.
- [4] 边馥萍, 候文华, 梁冯珍. 数学模型方法与算法. 北京: 高等教育出版社, 2005.
- [5] 张良欣, 徐岩山, 王晓林. 信息不完备群组决策问题的 ANP 算法. 海军工程大学学报. 2006, 18(1): 42-46.
- [6] 唐焕文, 贺明峰. 数学模型引论. 北京: 高等教育出版社, 2005.

(责编 良辰)

(上接第 87 页)

参 考 文 献

- [1] 李德溥, 姚英学, 袁哲俊. 颗粒增强金属基复合材料的特种加工研究现状. 机械制造, 2006, 44(506): 64-68.
- [2] 许幸新, 刘传绍, 赵波. 超声振动钻削 SiC 颗粒增强铝基复合材料时的切削力研究. 工具技术, 2007, 41(1): 49-52.
- [3] 严宗达. 塑性力学基础. 天津: 天津大学出版社, 1988.
- [4] 马丁 J.B. 塑性力学基础及一般结果. 北京: 北京理工大学出版社, 1990.
- [5] 张德远. 难加工材料加工与监测技术研究 [D]. 北京: 北京航空航天大学, 1993.
- [6] 陈志同. 扭转振动机构学及振动攻丝技术研究 [D]. 北京: 北京航空航天大学, 2001.
- [7] Mester D, Cronjger L. Bohren in faserver startem aluminium nur moglich schneiden aus hartmetal loder PKD. Germany Maschinen-mark, 1989, 23(23): 28-32.
- [8] Cronjager L. Machining of fibre and particle-reinforced aluminum. Ann.CIRP. 1992, 41(1): 63-66. (责编 淡蓝)