

基于 AHP 的采购比价模型的研究

冯辉 俞涛 刘丽兰

上海大学 CIMS 与机器人中心, 上海 200072

摘要: 工业企业各种物资采购对生产成本和产品市场竞争力具有特别重要的意义。文章基于全面质量管理思想和目前企业在采购工作中面临的实际问题, 应用 AHP 方法, 建立了采购比价分析的多目标决策模型, 并且在自主开发的采购管理信息系统中予以应用, 在企业生产实践中取得了良好的经济效益, 从理论和实践上对采购决策分析作出了有益的探讨。

关键词: 采购; 比价模型; AHP; 多目标决策

中图分类号: F274 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-2265(2004)05-0026-03

Research on price comparing model of purchase based on AHP

FENG Hui YU Tao LIU Lilan

Abstract: The purchase of material is very important to enterprises to reduce the production cost and promote the competitive ability of their products. Based on the study of the condition and the problems common to most enterprises, the paper puts forward the Multi-objective decision model for price comparing and analysis by means of using AHP. At the same time, the model has been used in the purchase MIS and made notable profits. It is valuable in both theory and practice the decisions of purchase.

Key words: purchase; price comparing model; AHP; multi-objective decision

1 引言

在产品成本构成中, 原材料及配套件的采购成本占相当大的比重, 国内外研究表明, 工业企业各种物资采购的成本一般要占到企业销售成本的 70% 左右, 控制采购成本是降低产品成本的一个极其重要的环节。在保证质量的前提下, 低成本意味着高利润和大的市场占有率, 对企业的生存发展具有特别重要的意义。近年来, 许多企业在物资采购上采用了比价采购的办法, 通过多方比价较好地控制了采购成本。

现代 ERP 系统中, 采购管理一直是一个重要的研究内容。目前一些主要的 ERP 系统是基于物流, 从供应链的角度, 管理采购工作, 系统中存在着对采购资料的管理, 但不存在采购决策支持功能, 没有提供比价算法, 也不提供分析工具。在采购决策过程中大都是通过接口, 采集 ERP 中的历史资料, 由人来完成所有的一套决策过程。

物资采购比价是一项复杂的工作, 要综合考虑成本、质量、服务等多方面因素, 是一个多目标决策的过程。单纯凭经验决策, 很难全面考虑各种相关因素, 具有一定的随意性, 个人的主观因素对决策的科学性影响很大。为此, 我们对采购过程的影响因素进行分析归纳, 引入全面质量管理中的“时间”、“质量”、“成本”、“服务”(TQCS)的管理思想, 采用多目标决策中的层次分析法(AHP法), 建立采购比价模型, 并采购管理信息系统中加以应用, 对比价过程进行科学分析, 使比价决策更加合理。

2 系统简介

整个采购管理信息系统划分为数据层、模型层和实施层三个层次。

最底层知识库作为数据层, 是整个系统的数据支撑, 管理供应商信息、商品信息、辅助反馈信息、专家知识等内容。

中间层为模型层, 是整个系统的信息处理部分, 主要包括比价模块和采购管理模块, 其核心部分是基于知识库比价模块。采购管理模块用于采购信息管理, 包括供应商管理、商品管理、采购单、入库单管理。采购管理是系统的重要内容, 也是比价分析的信息主要来源。

最高层为实施层, 即基于比价分析结果的物资采购和使用情况, 是整个系统实际效能的检验, 也是知识库信息反馈的一个主要来源。系统构架见图 1。

在采购决策过程中, 通过交互接口输入采购需求, 采购需求经过前期处理后, 传递给比价模块, 比价模块按一定的匹配方式通过知识库建立最佳决策模型, 考虑到实际问题的

复杂性, 在模型建立中, 要不断进行人机交互, 以达到理想效果。根据模型分析出比价结果后, 经过审核, 通过采购管理模块产生采购指令, 进入正式的采购执行流程。对采购的执行和物资在生产中的使用情况通过反馈机制, 及时反馈到知识库, 一次全生命周期的采购过程结束。从控制论的角度看, 这样构成了一个闭环系统, 随着知识的不断积累, 整个系统将越来越完善。

3 比价采购过程中比价模型建立

物资比价要综合考虑成本、质量、服务等多方面因素, 是一个多目标决策的过程。根据 AHP 方法, 我们建立了分析模型。

3.1 建立层次结构模型

经过分析归纳, 将决策过程中所涉及的因素划分为三个层次:

最高层—目标层 G: 在候选供应商中选择最佳供应商。

中间层—准则层 C: 对供应商的评价准则。物资比价是一个比较质量、价格和服务等指标的过程, 对供应商的评估要综合考虑多方面的因素, 目前尚无统一的标准。我们在实际应用中, 引入了全面质量管理思想, 以“时间”、“质量”、“成本”、“服务”(TQCS)为基础, 建立评价标准。

时间(C1): 交货期限。在企业生产中, 交货期限的长短直接影响企业生产进度和资本的循环, 对企业效益有很大影响。

质量(C2): 主要是对所采购物资的技术评估, 主要包括物

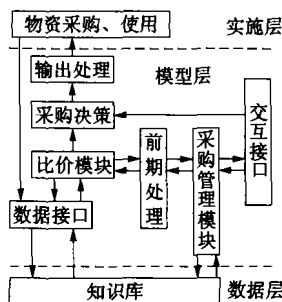


图1 系统构架图

资的功能、性能、技术水平等。质量是企业的生命,这些指标决定所采购物资的使用性能,进而影响到本企业产品的产品质量和声誉,必需考虑。

成本(C3):指采购物资的经济成本,包括采购物资的价格,折扣,付款方式等,还要考虑到批量以及历史合作关系。效益是企业的核心,采购的成本直接构成产品的生产成本。服务(C4):供应商围绕所供应物资所提供的相关配套服务,主要包括物资的递交方式、损坏率、供货柔性(如加急供应、实时供应、单件供应),技术配套,技术支持、售后服务等。

其它(C5):指以上四个方面所未包含,而在评价过程中需要考虑的因素,主要包括:对供应商的企业信誉、企业资质、技术水平、生产能力等评估,供应商与企业的战略合作关系,以及本次采购的特殊要求,等等。

最低层一方案层P,即本次物资采购所涉及的各个候选供应商。

3.2 构造判断矩阵

AHP方法判断矩阵的构造规则:对上一层次的某元素,将本层次与之相关的各元素的相对重要性进行比较、量化,构造出判断矩阵。在比价分析中,针对目标层G(最佳供应商),在准则层C(对供应商的评估准则),共需要建立5个判断矩阵,形式如下:

C_k	P_1	P_2	...	P_n
P_1	b_{11}	b_{12}	...	b_{1n}
P_2	b_{21}	b_{22}	...	b_{2n}
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
P_n	b_{n1}	b_{n2}	...	b_{nn}

其中 C_k 为各候选供应商分别针对评价准则 $C_1, C_2, \dots, C_5$ 的判断矩阵。 b_{ij} 表示对评价准则 C_k 而言,供应商 P_i 相对供应商 P_j 重要性的量化,采用1—9标度的方法来确定,根据相对重要性的不同, b_{ij} 可以取1、2、3、...、9及它们的倒数,确定方法如表1:

表1 数量标度

标度	定义
1	P_i 与 P_j 同样重要
3	P_i 比 P_j 稍微重要
5	P_i 比 P_j 明显重要的
7	P_i 比 P_j 很重要(P_i 的主导地位已经显示出来)
9	P_i 比 P_j 极端重要(P_i 占绝对主导主导地位)
2,4,6,8	相邻判断的中值
倒数	反比较(若 P_i 比 P_j 为 b_{ij} ,则 P_j 比 P_i 为 $b_{ji} = 1/b_{ij}$)

在每一次采购中,采购要求可能不尽相同,对于各个评价准则,也应相应建立判断矩阵,以实现对各评估准则的重要程度进行量化,其建立方法与数值量化办法同 C_k 。

由判断矩阵确定方法可知: $b_{ii} = 1, b_{ij} 1/b_{ji} (i, j = 1, 2, \dots, 5)$ 。

当时,判断矩阵具有完全的一致性,表明对各相关因素的相对重要性的数值量化是一致的,根据矩阵理论,此时具有唯一非零特征值得。在实际建模过程中,很难保证判断矩阵完全一致,模型建立后要检验判断矩阵一致性,使其一致性指标CI满足一定的要求,详见文献^[1]。

判断矩阵是后续分析计算的依据,建立判断矩阵是AHP方法的关键环节。实际操作中,指标重要性的数值量化是一项比较复杂的工作,要注意以下几点:

(1)根据物资的使用需求,企业的采购工作的性质可相应分为:常规物资采购、重要物资采购、急需物资采购、次要物资采购。对于不同的采购任务,在建模过程中对相应的评估指标在重要性上予以倾斜。常规物资采购中各个评估指标视具体任务而定,重要物资采购应侧重质量、急需物资采购应侧重交货期限,次要物资采购应侧重采购成本。

(2)评估工作应多方面专家参与。个人的经验、主观倾向、所掌握信息的全面程度都会对评估的客观性产生影响,因此评估应由一个专门的专家小组负责,而不是一个人来进行。专家小组应由采购、财务、设计、制造、使用、仓库管理等多部门人员构成,这样有利于评估工作的全面性。

(3)判断矩阵的数值量化过程中建立知识库,引入模糊推理机制。当企业的采购工作发生比较频繁时,每次全部重复一套完整的数学建模过程是不合理的。通过知识库,专家的历史知识可以得到累积、复用,可以实现信息不断修正,减轻评估工作量,还可以减少评估的偶然误差,提高评估的准确性。同时,评估指标的数值量化其本质是对不定量事物的定量抽象,现实过程中,人的思维是模糊的,所以用模糊的推理机制来实现对相关指标的描述更符合客观实际。在操作过程中还要注意人与系统的实时交互。知识库、模糊推理机制将以及实时人机交互将使使得整个比价过程更加完善。

(4)当供应商比较多时,判断矩阵的阶数将较高,这样判断矩阵的一致性也相应比较难保证,为此必须对判断矩阵作一定的修正。目前对判断矩阵的修正方法研究的比较多,如基于特征向量的修正办法、基于统计检验的修正方法,详细内容参见文献^[4]。但是判断矩阵是对客观事物的抽象,其元素在矩阵一致性上偏差并不与对客观事物认识的偏差一一对应,所以利用数学的方法,对判断矩阵的修正也存在一定的弊端。为此,在实际操作中,可以将供应商先分成若干组,对每个组分别使用AHP方法,逐轮筛选。

3.3 分析计算

判断矩阵建立后,按照AHP方法,检验判断矩阵一致性,进行层次单排序和层次总排序。

(1)层次单排序:

①将每一个判断矩阵按列作归一化处理:

$$\bar{b}_{ij} = \frac{b_{ij}}{\sum_{k=1}^n b_{kj}} \quad (i, j = 1, 2, \dots, n)$$

②归一化后各个矩阵的元素按行相加:

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

得一组向量:

$$\bar{W}_i = [w_1, w_2, \dots, w_n]^T \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

③对向量 $\bar{W}_i$ 归一化,得:

$$w_i = \frac{\bar{w}_i}{\sum_{k=1}^n \bar{w}_k} \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

其中:

$$w_i = \frac{\bar{w}_i}{\sum_{k=1}^n \bar{w}_k}$$

④计算判断矩阵的最大

特征根:

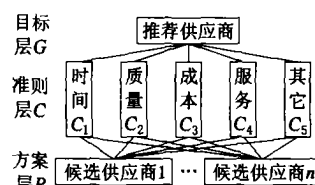


图2 AHP法比价模型

$$\lambda_{\max} = \sum \frac{(BW)_i}{n W_i}$$

其中: B 为判断矩阵 C_k , $(BW)_i$ 为向量 BW 的第 i 个元素。

⑤ 校验判断矩阵一致性

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

(2) 层次总排序:

层次总排序时,将每个供应商相对 5 个评价标准的评价得分分别乘以 w_6 的各个分量,得到层次总排序计算结果。根据层次总排序结果的分值由高到底进行排序,就得到了供应商的推荐次序,其中分值最高的为最佳供应商。分析过程的数据计算比较繁琐,在采购管理信息系统中,可将矩阵运算做成通用子模块,通过重复调用,有效解决数据计算问题。

4 算法例证

设现欲购买某型号电机 100 台,经查询,有 3 家供应商可供选择:

供应商 A: 交货期限最短,产品质量较优,采购成本较低,服务质量较优,企业资质等级较高,技术实力一般;

供应商 B: 交货期限稍长,产品质量较优,采购成本稍高,服务质量一般,20 天交货,企业资质等级较高,技术实力较强;

供应商 C: 交货期限较长,产品质量一般,采购成本最低,服务质量最优,20 天交货企业资质等级及技术实力一般。

采购要求交货期限要短,成本要低,产品质量一般,服务及其它要求较低。

供应商评估过程如下:

4.1 建立评价模型

如前图 2,略。

4.2 建立判断矩阵并进行计算分析

对准则 C_1 (时间短),判断矩阵 C_1 为:

C_1	A	B	C
A	1	1	5
B	1/3	1	2
C	1/5	1/2	1

对准则 C_2 (质量好)、 C_3 (成本低)、 C_4 (服务优)、 C_5 (其它评价高),可相应建立判断矩阵为 C_2 至 C_5 。对评价准则本身按各个准则的相对重要性,建立判断矩阵 G 。由于篇幅关系,不一一列出。

将每一个判断矩阵按列作归一化处理后将各个矩阵的元素按行相加,得:

$$W_1 = [0.6480, 0.2299, 0.1222]^T$$

$$W_2 = [0.4286, 0.4286, 0.1428]^T$$

$$W_3 = [0.2299, 0.1221, 0.6480]^T$$

$$W_4 = [0.2299, 0.1221, 0.6480]^T$$

$$W_5 = [0.2605, 0.6334, 0.1061]^T$$

$$W_6 = [0.3820, 0.1436, 0.3820, 0.0549, 0.0375]^T$$

计算判断矩阵的最大特征根,校验判断矩阵一致性。一致性满足要求。

作层次总排序得:

$P \setminus C$	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	总排序
A	0.3820	0.1436	0.3820	0.0549	0.0375	0.4193
B	0.6480	0.4286	0.2299	0.2605	0.4193	0.2265
C	0.2999	0.4286	0.1221	0.1221	0.6334	0.3543

从总排序,计算结果可见,本次采购中供应商的优先次序依此为 A、C、B,采购决策应优先考虑供应商 A。

5 结束语

采购比价是一项复杂的工作,应用 AHP 方法,建立采购比价模型,解决了采购决策分析量化的问题,使分析过程更加合理,为采购决策提供了科学的指导。在应用过程中,分析结果的准确性有赖于模型的合理性、专家的经验 and 底层知识库的完善程度。本文提出了比价模型的建立方法,对 ERP 模式下采购决策支持了初步的研究。模型在自主开发的采购管理信息系统中予以了应用,在企业生产实践中取得了良好的经济效益,从理论和实践上对采购决策分析作出了有益的探讨。

[参考文献]

- [1] 张世英,张文泉,王京芹. 技术经济预测与决策[M]. 天津: 天津大学出版社,1994
 - [2] 谢承华. AHP 及其应用[J]. 兰州商学院学报,2001(4)
 - [3] 陈刚. 比价采购的探索及实施[J]. 机械管理开发,2002(11)
 - [4] 吴泽宁,张文鸽,管新建. AHP 中判断矩阵一致性检验和修正的统计方法[J]. 系统工程,2002(5)
 - [5] 李会青,阮祖启. 从微观信息经济学角度看 ERP 中的采购管理[J]. 科研管理,2000(7)
- 收稿日期:2003-09-22
作者简介:冯辉(1973-),男,安徽明光人,上海大学 CIMS 与机器人中心硕士研究生。

(编辑 李秀敏)

(上接第 25 页)卡,并应用 VC++ 6.0 编制了各种数控功能函数数据库,从而构成开放式数控实验系统。其主要特点是:能实现基本的数控运动功能,可靠性高;数控功能函数库采用 VC++ 6.0 编程,接口规范,面向对象的模块化编程,易于功能扩充。

[参考文献]

- [1] 秦旭达,王国锋,冷永刚,王太勇. 基于开放式数控系统的车刀磨损监控技术研究. 计算机集成制造系统,2003,9(6): 500~503
- [2] 易红,倪中华. 适用于网络化制造模式的数控系统的研究[J]. 东南大学学报,2002,32(3):387~391
- [3] 杨志勇,黄田. 数控铣削过程模糊-PID 复合控制[J]. 天津大学学报,2000,33(3):280~284

- [4] 刘强 Altin., Y. 基于 PC/DSP 的开放系统结构智能切削模块[J]. 北京航空航天大学学报. 2000, 26(2):213~217
 - [5] 田兴银,李斌. 基于 Internet 的数控设备远程监测和故障诊断系统研究[J]. 计算机与现代化. 2002(4):8~10,25
 - [6] 曾育星,邹华军,孙健. 基于 CORBA 技术的远程监控的实现. 计算机集成制造系统,2001,7(5):10~13
 - [7] 高立新,丁庆新,刑钧. 数控机床远程机械故障诊断和服务系统. 制造技术与机床[J]. 2001,21(11):14~15
- 收稿日期:2003-09-24
作者简介:杨涛(1970-),男,湖北武汉人,天津大学机械工程学院博士研究生。

(编辑 李秀敏)