

# 模糊证据理论在制造业外包服务 供应商选择和评价中的应用

凌光 王明春

(天津工程师范学院信息与决策研究所 天津 300222)

**【摘要】** 本文针对制造业服务外包特点,建立了选择和评价制造业外包供应商的指标体系,并在此基础上,利用模糊综合合法和改进的证据理论对外包供应商进行量化评判分析,为企业正确选择合适的外包供应商提供决策支持。

**【关键词】** 服务外包 证据理论 外包供应商

服务外包是指现代企业为了专注核心业务、降低成本、提高效率、增强企业核心竞争力和对环境的应变能力,而将其非核心的、基础的业务外包给外包供应商完成的一种经营活动。一旦某企业决定将某项产品或者服务外包出去,就必须精心选择外包供应商。

本文首先建立了制造业评价外包供应商的主要指标体系,然后采用改进的证据推理方法,对不确定性指标的模糊判断进行融合处理,减少选择过程的主观性,为发包商提供更全面、科学的决策参考,同时为服务外包量化模型的研究提供了一种新的思路。

## 一、证据理论相关概念及其改进

证据理论是最早由 A.P.Dempster 提出、后经 G.Shafer 发展起来的一种不精确推理理论。证据理论将概率论中单点赋值拓展为集合赋值,弱化了相应的公理体系,具有较大的灵活性,因而受到人们的重视。在证据理论中,问题的所有可能结果用集合  $\Omega$  表示,所关心的任一命题对应  $\Omega$  的一个子集。一条证据可以同构基本概率分配函数,对一个或者多个命题表示支持。

定义 1: 设函数  $m: 2^\Omega \rightarrow [0, 1]$ , 且满足  $m(\Phi) = 0$  及  $\sum_{A \subseteq \Omega} m(A) = 1$ , 则称  $m$  是  $2^\Omega$  上的概率分配函数,  $m(A)$  称为  $A$  的基本概率数, 它表示对假设  $A$  的信任程度。

证据理论通过利用信任函数和似然函数来描述命题的不确定度。

定义 2: 信任函数  $Bel: 2^\Omega \rightarrow [0, 1]$ , 对任意的  $A \subseteq \Omega$  有:

$Bel(A) = \sum_{B \subseteq A} m(B)$ 。  $Bel(A)$  值为  $A$  的所有子集的基本概率之和, 表示对  $A$  的总的信任度。

定义 3: 似然函数  $Pl: 2^\Omega \rightarrow [0, 1]$ , 对任意的  $A \subseteq \Omega$  有:  $Pl(A) = 1 - Bel(\neg A)$ , 其中  $(\neg A)$  表示对  $\neg A$  的信任度, 即  $A$  为假的信任度, 因此  $Pl(A)$  表示对  $A$  为非假的信任度。

证据理论还提供了 Dempster 组合规则来组合来自独立信息源的不同证据。设  $m_1, m_2, \dots, m_n$  是  $n$  个概率分配函数, 则其正交和  $m = m_1 \oplus m_2 \oplus \dots \oplus m_n$  为:

$$m(\Phi) = 0$$
$$m(A) = K^{-1} \times \sum_{\cap A_i = A} \prod_{1 \leq i \leq n} m_i(A_i) \quad (\forall A \neq \Phi) \quad (1)$$

其中:  $K = \sum_{\cap A_i \neq \Phi} \prod_{1 \leq i \leq n} m_i(A_i)$ 。如果  $K \neq 0$ , 则正交和  $m$  也是一个概率分配函数; 如果  $K = 0$  或  $K \rightarrow 0$ , 则不存在正交和  $m$ , 称  $m_1$  和  $m_2$  相矛盾。

针对有冲突的证据合成问题, 目前已有大量文献对其进行了讨论、改进, 本文不再赘述。

本文设对外包供应商评价过程中采用的改进后的证据合成方法为:

$$m(\Phi) = 0$$
$$m(A) = \sum_{\cap A_i = A} [ \prod_{1 \leq i \leq n} m_i(A_i) ] + K^{-1} q(A) \quad (\forall A \neq \Phi)$$

其中  $K$  含义同(1),  $q(A) = \frac{1}{n} \sum_{1 \leq i \leq n} m_i(A)$  表示不同证据对  $A$  的平均支持程度。

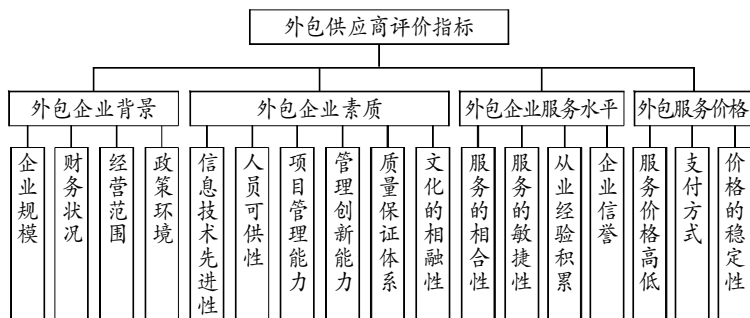
当考虑不同评判专家权威性差异时, 需要对专家所提供的证据赋予不同的权重, 从而进行有权重证据合成, 此时上式可推广为:

$$m'(\Phi) = 0$$
$$m'(A_i) = \frac{\sum_{j=1}^p \tilde{w}_j m_j(A_i)}{q(A_i) + K^{-1} \sum_{j=1}^p \tilde{w}_j m_j(A_i)} \sum_{\cap A_j = A_i} [ \prod_{1 \leq j \leq p} m_j(A_j) ] \quad (2)$$

## 二、外包供应商评价指标体系的建立

企业要将非核心业务外包, 选择外包供应商是一个至关重要的问题。影响外包供应商的因素有很多, 在实际情况下, 针对不同类型企业外包供应商进行选择时, 必须将相关的因素进行细化。

本文遵循系统全面、简明科学、灵活操作等原则, 综合国内外相关研究成果, 建立了制造业外包供应商评价的指标体系。具体如下表所示。



制造业外包供应商评价指标体系表

三、证据理论在外包供应商选择和评价中的应用

1. 各个评价因素和评价主体的权重设计。在外包供应商评价过程中涉及的因素比较多,一般而言,各个评价指标对发包商的重要程度是不一样的。为了准确地反映各个因素的重要程度,应给各个因素赋予不同的权重,由此权重所组成的集合记为:  $W = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$ 。

同时,考虑到整个评判过程依赖于评价主体通常表现为参评专家的知识经验和各位专家在评价过程中的权威性必然存在差别,导致不同的评价主体所给出的评价结果具有不同的重要性,因而需要设计评价主体的权重。由此权重所组成的集合记为:  $\tilde{W} = \{\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots, \tilde{w}_p\}$ 。

无论是评价因素权重还是评价主体权重都可由决策者通过实际情况而定,须归一化条件  $\sum_{i=1}^n w_i = 1$  和  $\sum_{j=1}^m \tilde{w}_j = 1$ 。

2. 建立备择集。备择集是评价主体(专家)对评价对象(外包供应商)针对某一属性可能做出的各种总的评判。发包商可根据自己的情况,从一级指标层次进行评价,也可以细化至二级指标。

备择集通常用  $V$  来表示,采用李克特五级量表作为评价评语集,即评价评语统一为五个等级,设为“很满意”、“满意”、“一般”、“不满意”、“很不满意”,则  $V = \{v_1, v_2, \dots, v_5\} = \{\text{很满意, 满意, 一般, 不满意, 很不满意}\}$ 。

3. 因素评价矩阵的建立。评价的基础是单因素评价。评价专家根据自己的经验对因素集中的各因素分别给出针对备择集中各量值的隶属度。现设有  $p$  位评价专家,第  $k$  位专家在对第  $i$  个因素进行评价时,针对备择集量值  $v_j$  的隶属度为  $r_{kij}$ ,则第  $k$  个专家对第  $i$  个因素的评判结果可表示为:  $R_{ki} = (r_{ki1}, r_{ki2}, \dots, r_{ki5})$ 。

将专家  $k$  对  $n$  个因素的评判结果写在一起,就是一个总的评判矩阵:

$$R_k = \begin{bmatrix} r_{k11}, r_{k12}, \dots, r_{k15} \\ r_{k21}, r_{k22}, \dots, r_{k25} \\ \dots \\ r_{kn1}, r_{kn2}, \dots, r_{kn5} \end{bmatrix} \quad (k=1, 2, \dots, p)$$

4. 基于有权重的模糊证据综合评判。首先对每位专家的各自评价结果进行模糊综合。在确定了评价矩阵  $R_k$  和权重向量  $W$  后,该专家对该外包供应商的评价结果可以综合为:  $B_k =$

$$W \times R_k = \{w_1, w_2, \dots, w_n\} \begin{bmatrix} r_{k11}, r_{k12}, \dots, r_{k15} \\ r_{k21}, r_{k22}, \dots, r_{k25} \\ \dots \\ r_{kn1}, r_{kn2}, \dots, r_{kn5} \end{bmatrix} =$$

$(b_{k1}, b_{k2}, \dots, b_{k5})$ 。其中,  $k=1, 2, \dots, p$ 。将评价结果  $B_k$  作归一化处理,得到:  $B_k' = (b_{k1}', b_{k2}', \dots, b_{k5}')$ 。  $b_{kj}'$  代表了该专家评判对象对备择集中各量值的隶属度。

其次,利用证据理论对不同专家的意见进行综合。从证据理论角度看,归一化的结果“ $B_k' = (b_{k1}', b_{k2}', \dots, b_{k5}')$ ”实际上提供了该专家对备择集“ $V = \{v_1, v_2, \dots, v_5\}$ ”的一个基本支持函数。即  $m_k(\{v_j\}) = b_{kj}'$ ,  $m_k(A) = 0 (A \in 2^V, A \neq \{v_j\})$ 。利用有权重的证据理论合成公式,可得到该供应商的最终评判结果。

最后,根据所有供应商评判结果,根据最大隶属度原则,选出相对较优的供应商。

四、实例说明

假设某发包商对若干个外包供应商进行评价选择,为了分析的简便,本文只写出两个专家对同一个供应商的评判合成过程,同时专家评价以指标体系中的一级指标进行。对于多个专家,二级指标的评价合成可类比得到。

备择集  $V = \{v_1, v_2, \dots, v_5\} = \{\text{很满意, 满意, 一般, 不满意, 很不满意}\}$ , 因素集  $S = \{s_1, s_2, s_3, s_4\} = \{\text{企业背景, 企业素质, 服务水平, 服务价格}\}$ , 因素的权重集  $W = \{0.15, 0.35, 0.3, 0.2\}$ ,  $\tilde{W} = \{0.65, 0.35\}$ 。

两位专家根据自己的经验确定的评价矩阵分别为:

$$R_1 = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.4 & 0.1 & 0 & 0 \\ 0.5 & 0.3 & 0.1 & 0.1 & 0 \\ 0.4 & 0.2 & 0.2 & 0.1 & 0.1 \\ 0.5 & 0.2 & 0.2 & 0.1 & 0 \end{bmatrix} \quad R_2 = \begin{bmatrix} 0.4 & 0.3 & 0.2 & 0.1 & 0 \\ 0.5 & 0.3 & 0.2 & 0 & 0 \\ 0.4 & 0.3 & 0.1 & 0.1 & 0.1 \\ 0.4 & 0.2 & 0.2 & 0.2 & 0 \end{bmatrix}$$

各专家的评价结果,即各量值的基本支持函数为:

$$B_1 = (0.435, 0.28, 0.17, 0.085, 0.03)$$

$$B_2 = (0.47, 0.265, 0.15, 0.085, 0.03)$$

利用公式(2),得到最终对该企业的评价结果为:

$$B = (0.521, 0.259, 0.132, 0.065, 0.021)$$

对所有的备选企业进行同样的操作,比较最后结果,就可以确定最终选择方案。

【注】本文系校级项目“服务外包中的定量分析方法研究”(项目编号:YJS09-12)的阶段研究成果。

主要参考文献

1. 刘晓峰, 惠晓峰. 服务外包商的能力评价与合作伙伴选择. 学术交流, 2008; 4
2. 宋丽丽, 薛求知. 国际服务外包供应商选择影响因素研究——基于在华服务承接企业的实证分析. 财贸经济, 2009; 8
3. 史炜馨, 张丹松. 基于模糊综合评判法的第三方物流服务商选择模型研究. 物流科技, 2006; 29
4. 吴念蔚. 基于 AHP 的第三方物流服务商选择. 企业技术开发, 2007; 9