

基于模糊质量功能展开的跨国供应商选择

尤建新^{1,2}, 王岑岚^{1,3}, Tala Mirzaei³, 张 浩²

(1. 上海大学 管理学院, 上海 200444; 2. 同济大学 经济与管理学院, 上海 200092; 3. 佛罗里达国际大学 商学院, 美国 迈阿密 33199)

摘要: 国际采购商经常面临供应商选择及关系管理问题, 基于模糊数学方法和质量功能展开(QFD)工具将客户自然语言表达的客户需求转化为供应商选择的准则, 将细化出的 26 项供应商选择标准按重要度进行排序, 加入供应商评估过程中的动态时间轴, 形成系统性的供应商动态选择准则. 通过分析采购商和供应商的交互过程, 总结出与供应商的三类合作关系: 成长型合作关系, 维持型合作关系和衰退型合作关系. 研究成果对于国际采购商筛选供应商以及提升供应商关系管理水平具有积极的实践应用价值.

关键词: 模糊质量功能展开; 供应商选择; 供应商关系

中图分类号: C934

文献标志码: A

Multinational Supplier Selection Based on Fuzzy Quality Function Deployment

YOU Jianxin^{1,2}, WANG Cenlan^{1,3}, Tala Mirzaei³, ZHANG Hao²

(1. School of Management, Shanghai University, Shanghai 200444, China; 2. School of Economics and Management, Tongji University, Shanghai 200092, China; 3. College of Business, Florida International University, Miami 33199, USA)

Abstract: International buyers are often faced with supplier selection and relationship management issues. Based on fuzzy mathematics method and quality function deployment (QFD), this study transforms customer linguistic requirements into the criteria of supplier selection. The ordered 26 criteria combined with the dynamic timeline is the systematic and dynamic criteria for supplier selection. Through the analysis of the interaction process, the modes of relationship in cooperation between international buyers and suppliers are categorized into three types including growth, continuation, and recession. International buyers to select suppliers and enhance the level of supplier relationship management.

Key words: fuzzy quality function deployment; supplier selection; supplier relationship

供应商的选择是关系到企业整个运作的重要一环, 是一种复杂决策过程. 由于很多企业并没有全球采购的经验, 同时也由于信息的不对称和不透明, 这些企业选择将采购业务外包给国际采购商(即专门从事全球采购的公司). 国际采购商在进行实地走访供应商和采购活动之前会与潜在供应商进行书面和口头上的沟通, 目的是进一步评估供应商的优缺点, 考察是否匹配客户的需求, 然而决策层一般仅仅凭经验来判断潜在供应商的排序, 这样的决策标准比较主观, 没有统一量化的供应商的选择标准. 目前有学者将质量功能展开(quality function deployment, QFD)应用于选择标准的决策中, 例如: Juan 等^[1]将 QFD 用于房屋装修承包商的选择; 吴隽等^[2]提出了基于模糊 QFD 的物流服务供应商的选择模型; 邵鲁宁等^[3]将 QFD 用于生产性服务外包关系的选择. 国际采购中的供应商评价与选择是一个系统的、动态的决策过程; 企业决策是随着时间和重要节点变化而随之调整的一个动态过程. 由于接触时间和合作程度不同, 评估标准也是动态变化的. 随着国际贸易的繁荣发展, 中国对于全球的产品供给做出了巨大贡献, 然而对于国际视角的采购商的研究还非常有限, 和实际需求不匹配. 虽然国内外学者已经发展出很多分析方法来评价各种类型的国内供应商, 国际供应商的选择分析方法却仍然凤毛麟角. 国际采购商的供应商选择区别于传统供应商选择: 首先全球经济环境的影响是不同的, 例如近日的贸易战对于国际采购商肯定是有压力的; 第二从国家不同的文化背景来说, 东西方的文化差异还是存在的, 那么在供应商战略, 文化和管理体制的认同上是否需要权重呢? 这种文化相关的相互理解和沟通也是国际采购商需要权衡的一个指标之一; 第三从运输角度来看, 出口退税、进口关税和汇率等都是传统采购商不需要考虑的问题, 而对于国际采购商都是非常敏感

收稿日期: 2018-08-01

基金项目: 国家自然科学基金(71671125); 国家留学基金委(CSC)资助项目

第一作者: 尤建新(1961—), 男, 教授, 博士生导师, 管理学博士, 主要研究方向为战略管理与知识管理. E-mail: yjx2256@vip.sina.com

通信作者: 张 浩(1990—), 男, 博士生, 主要研究方向为管理理论与工业工程. E-mail: zhao1248@sina.com

的问题.目前大部分文献都是基于一定的方法提出的静态的供应商选择决策,而对供应商选择进行动态研究的文献比较有限.本研究基于5个关键动态阶段对于供应商选择的标准进行动态研究,基于模糊QFD提出一套系统的供应商选择方案,对于国际采购商的决策问题有积极的现实意义,并进一步分析与供应商交互的过程,总结出与供应商的三类合作关系.

提供客户期望的产品或服务,是在服务管理中达到客户满意的关键^[1].QFD的出现也就是旨在将客户需求转化成产品或者服务的标准并且加以权重分析来支持最后的决策.然而只有较少的学者应用QFD模型来对供应商做出选择^[4],即使用了QFD技术也都是一种静态情景下的排序,和事实商业背景不符.供应商评估和选择是供应链管理的核心问题,然而在现实生活中的数据往往不精确,这导致了模糊方法的引入^[5].由于客户需求大多是一种自然语言上的描述,具有模糊的特点,用模糊数学的方法来对应自然语言的分析更加简明有效,故利用模糊QFD的工具对供应商标准进行排序.通过模糊QFD的使用,国际采购商基于传统采购商的需求:价格优势,质量控制,交期保证和服务能力之外,特别提出了匹配度的需求,而且这种匹配是一种与供应商交互过程中的动态匹配.然而如何理解动态匹配,动态匹配又如何影响供应商的选择,国内外学者鲜有研究.尽管在企业对企业(business to business, B2B)市场中企业间关系十分重要,但探讨企业间关系是如何演进的研究有限,原因在于市场环境不断动荡,导致企业间关系动态变化,难有规律可循^[6],在分析与供应商交互过程中通过动态对比供应商和供应商选择标准,加以考察实施针对性项目和延伸性项目,总结出与供应商的三类合作关系的演进过程,对于采购商与供应商长远关系发展的企业战略管理具有重要的实践意义.本研究基于模糊QFD的方法,结合国际采购的行业特征,试图探讨以下问题:(1)基于模糊QFD对于供应商选择标准的排序;(2)与供应商交互过程中,不同阶段供应商选择标准的动态指标;(3)进一步分析与供应商交互过程中的关系演化路径,定义与供应商的合作关系.

1 理论背景

1.1 供应商选择标准的文献评述

定义供应商的选择标准是国际采购商对于供应

商选择过程中非常重要的一步.标准主要与需求或供应商应满足的其他所需属性相关.选择合适的供应商大大降低了采购成本,提高了企业的竞争力.供应商选择问题存在大量的模糊信息,而且专家在给各属性打分时往往会有一定程度的优柔寡断,是一个重要的多标准决策问题^[7].许多文献还指出了考虑采购方与供应商长远关系的重要性标准,包括设计和技术能力,财务健康,易于沟通,协作意愿和共享信息^[8-9].有大量的研究旨在确定采购方选择供应商的标准,Dickson^[10]的研究指出质量,按时交货和历史性能表现是23个选择标准中最重要,为了进行有效的供应商绩效评估提出的23种不同标准涵盖了迄今为止所有文献中的大部分标准.Verma等^[11]的研究指出,虽然质量被认为是最重要的属性,但是在实际选择供应商时,成本和按时交货被分配更多的权重.Weber等^[12]的研究表明,价格是最多被引用的标准,其次是交付和质量.Ku等^[9]确定了全球供应商选择的标准,分为:成本或价格,质量,服务,供应商概况,风险,采购商与供应商合作伙伴关系,文化和沟通障碍以及贸易限制.Kannan等^[13]指出在30个选择标准中,按时交货和质量被列为最重要的.另一方面,在另一项涉及建筑行业12个采购专业人员的研究中^[8],成本被列为最重要的标准,其次是关键能力和协作能力,表明了伙伴关系和供应网络合作的重要性.Katsikeas等^[14]介绍了英国分销商对IT产品的调查结果,在他们的研究中,证实了所考虑的4个供应商选择标准(可靠性,价格,服务和技术能力)和经销商绩效之间的积极关系.以企业在构建大数据供应链时对供应商的选择为目标,考虑技术、管理、成本、质量、交货5个因素对各个供应商进行评价分析^[15].根据宋华的研究^[16],供应商产品质量、价格和组织发展能力均正向影响供应商参与的水平,而供应过程中的“关系”对供应商参与的影响呈倒U型.另外尽管供应商产品质量与价格对采购成本控制有一定的正向影响,但其影响有限,反映供应商组织发展能力的选择标准对企业的采购成本控制绩效有显著的正效应,“关系”对采购成本优化的水平的影响呈倒U型.根据邓承贵等^[17]的研究表明为了选择最佳供应商,企业往往需要对各供应商的产品质量、采购成本、服务、信誉以及企业环境等方面进行综合考虑.现有供应商评估文献一般将质量、交付、服务和成本等作为商业客户评估供应商的选择标准.全面客观地对供应商择优,并与优质供应商建立长期亲密合作关系,能够有效

降低采购风险,使企业利益最大化^[18].

除了合约本身的条款内容之外,供需双方在纸张外的合作默契也很重要,且这一方面关系到未来合作的可能性,契合度可以涉及合作过程中是否态度良好、是否合作愉快、是否有默契,以及是否具有可持续性.从战略角度上讲,高契合度有望帮助企业找到长期合作伙伴^[19].

1.2 模糊理论

模糊理论被用于支持基于不精确和不确定的信息的决策过程.变量的值通过语言定性表示,并且在语篇和相应隶属函数中由模糊集合定量地表示^[20].该理论强调人类的思维、推理以及对周围事物的认知,其概念都是相当模糊的,不精确的.许多传统非常精确的数量方法,已经无法有效解决以人为中心的问题以及较为复杂的问题,所以必须以模糊的逻辑观念来描述现实生活中的事物,弥补传统集合以二值逻辑来描述事物的缺点.模糊理论即是以隶属函数的概念,来表达近似人类自然语言所经常使用的形容词程度问题以及各种生活上所遇到的不明确或含糊性等不确定问题的解决方法.当在处理供应链的参数问题,例如客户需求问题,应该时刻记住这些参数的非确定性,而当需要处理非确定性的情况时,模糊理论就可以使用^[4].

1.2.1 基本定义

$$\tilde{A} = \{x, \mu_{\tilde{A}}(x)\}, \quad \mu_{\tilde{A}}: X \rightarrow [0, 1] \quad (1)$$

式中: X 表示通用集; \tilde{A} 表示定义在 X 上的一个模糊集合; $\mu_{\tilde{A}}(x)$ 表示元素 x 隶属于 \tilde{A} 的程度. 如果取值为 1 表明这个元素完全属于这个集合, 如果值为 0 则说明这个元素不属于这个模糊集.

1.2.2 三角模糊数

三角模糊数在许多文献中均有应用^[4], 其图形如图 1 所示. 式(2)为函数表达式. 图 1 和式(2)可以看出处在不同位置的 x 的隶属度函数.

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0, & x < l \\ \frac{x-l}{m-l}, & l \leq x \leq m \\ \frac{m-x}{u-m}, & m \leq x \leq u \\ 0, & x > u \end{cases} \quad (2)$$

式中: l 为低位值; m 为中位值; u 为高位值.

由于其建模和实现简单性和低计算复杂性, 本研究是基于三角模糊数和代数运算的模糊 QFD 方法^[2,21-22]. 在这种方法中, 模糊数字被应用于模型决策者的自然语言判断中. 客户需求的重要程度可

以是自然语言很低、低、中等、高和很高来描述, 其对应着不同的模糊数, 见表 1. 客户需求和选择标准的关系可以用没有关系(N)、弱(W)、一般(A)和强(S)来表述(下同), 也可以用对应着的模糊数表示, 见表 2, 最后通过模糊数学的计算方法对供应商选择标准进行求值和排序.

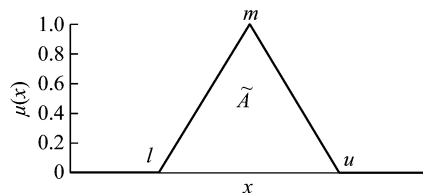


图 1 三角模糊数

Fig.1 Triangular fuzzy numbers

表 1 客户需求重要程度的自然语言和三角模糊数的对应

Tab.1 Correspondence between triangular fuzzy numbers and natural language used to judge the importance of customer requirements

自然语言	模糊三角数
很低	(1.00, 1.00, 2.00)
低	(1.00, 2.00, 3.00)
中等	(2.00, 3.00, 4.00)
高	(3.00, 4.00, 5.00)
很高	(4.00, 5.00, 5.00)

表 2 判断客户需求和选择标准的关系的自然语言和三角模糊数的对应

Tab.2 Correspondence between triangular fuzzy numbers and natural language used to judge the relationship between customer requirements and selection criteria

自然语言	模糊三角数
没有关系(N)	(0, 0, 0)
弱(W)	(1.00, 1.00, 3.00)
一般(A)	(1.00, 3.00, 5.00)
强(S)	(5.00, 9.00, 9.00)

1.3 模糊 QFD

QFD 方法是把顾客或市场的需求(“什么”)转化为设计要求、工程特性和管理能力(“如何”)的多层演绎分析方法. 同时质量功能展开也提供了一个解决企业隐性需求(WHAT)和合作方明确服务(HOW)之间信息不对称问题的途径^[23]. QFD 方法被认为是一种有力的工具, 将客户需求转化成产品需求^[24]. 随着服务经济的发展和 QFD 研究的深入, QFD 方法被广泛应用于制造业, 服务业, 其优点是将顾客的声音转化成产品设计或者服务设计的语言. 与可由标准刻度指标衡量的产品质量不同, 服务评价取决于人类的主观判断. Abdolshah 等^[25]发表

了一篇关于模糊 QFD 模型的综述,研究使用许多案例表明,模糊 QFD 的方法是有效的、可靠的. 现实中 QFD 展开流程中各种输入矩阵隐含了顾客主观意识的多变性,用离散标度难以准确估量,因此需要借助模糊逻辑将含糊不清的概念转换成数值语意,改进数据的精确性. 人类主观判断具有模糊不清的特点,会使多样性条件下的日常决策产生失真,采用三角模糊数来量化难以捉摸的、模糊的语言信息是一种有效方法^[26]. 因此,在涉及服务管理时,研究人员倾向于运用模糊质量功能展开方法^[27],其本质是把顾客需求和工程标准之间模糊的定性和定量信息转化为直观的数学矩阵,再基于数学矩阵构建数学模型.

Juan 等^[1]提出了一种基于模糊 QFD 方法,用于优先考虑和选择住房翻新承包商的标准. 首先基于需求的权重和它们之间的关系来定义标准的权重. 接着考虑每个标准的分数来评估潜在承包商的排名. 本研究借鉴这种方法将客户需求转化成供应商选择标准,基于模糊三角数的方法,对于它们之间的关系和需求的权重的计算来给供应商选择标准排序,将原本 QFD 客户需求和工程工艺标准之间的关系转化成客户需求和供应商选择的标准之间的关系. 图 2 是 Juan 等^[1]构建的质量屋.

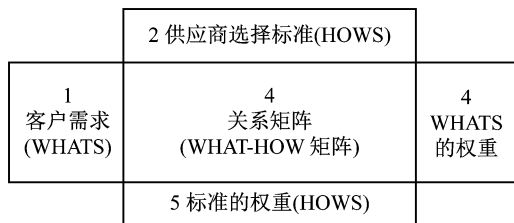


图 2 Juan 等构建的质量屋

Fig. 2 Quality house constructed by Juan et al

图中,1 代表客户需求(WHATS),2 代表供应商选择标准(HOWS),3 代表客户需求的权重,4 代表 WHATS 和 HOWS 的关系矩阵,5 代表选择标准的权重. 它为解决居民的隐性需求(什么)和承包商的明确服务(如何)之间的信息不对称问题提供了机会. 为了帮助居民准确地表达他们的偏好需求,引入模糊 QFD 方法,探索居民和承包商之间关于房屋更新的条件和关系. 应用的模糊 QFD 技术使得能够使用语言来判断需求的重要性,以及需求和标准之间的关系. 在实际影响方面,本研究提出的方法有助于决策者选择一套动态系统的标准来对供应商进行选择排序. 根据 Juan 等^[1]涉及到的公式如下所示:

$$\tilde{x}_i = \sum_{d=1}^t (\tilde{x}_{di})/t \quad (3)$$

式中:模糊数 \tilde{x}_i 表示第 d 个决策者($d=1,2,\dots,t$)对于第 i 个客户需求 \tilde{x}_i 的自然语言评价转换计算结果,为了方便计算本研究,都是用取均值的方法,所以 t 个决策者都是级别相当的公司决策者.

$$x_i = (l_{\tilde{x}_i} + 2m_{\tilde{x}_i} + u_{\tilde{x}_i})/4 \quad (4)$$

式中: x_i 表示去模糊化后的结果; $l_{\tilde{x}_i}$ 表示模糊变量的低位值; $m_{\tilde{x}_i}$ 表示模糊变量的中间值; $u_{\tilde{x}_i}$ 表示模糊变量的高位值.

$$w_{ri} = x_i / \sum_{i=1}^n x_i \quad (5)$$

式中: w_{ri} 是变量 x_i 相对权重的计算结果.

$$\tilde{u}_{ij} = \sum_{d=1}^t (\tilde{u}_{dij})/t \quad (6)$$

式中:模糊数 \tilde{u}_{ij} 表示第 d 个决策者对于第 i 个客户需求和第 j 条选择标准关系的语言表达对应的模糊数. 为了方便计算本研究都是采用取均值的方法,所以 t 个决策者都是级别相当的公司决策者.

$$\tilde{w}_j = \sum_{i=1}^n \tilde{u}_{ij} \times w_{ri} \quad (7)$$

式中: \tilde{w}_j 表示第 j 条选择标准的绝对权重的模糊表达.

$$w_j = (l_{\tilde{w}_j} + 2m_{\tilde{w}_j} + u_{\tilde{w}_j})/4 \quad (8)$$

式中: w_j 表示第 j 条选择标准的去模糊计算结果,其中 $l_{\tilde{w}_j}$ 表示模糊变量的低位值, $m_{\tilde{w}_j}$ 表示模糊变量的中间值, $u_{\tilde{w}_j}$ 表示模糊变量的高位值.

$$w_{cj} = w_j / \sum_{j=1}^m w_j \quad (9)$$

式中: w_{cj} 表示对第 j 条选择标准的绝对权重的计算结果.

1.4 采购商与供应商关系的演化

采购商与供应商关系的重要性已经得到学术界的广泛关注与认可^[28]. 有关的研究多是分析权力、信任、承诺、满意度、交流频次、信息分享、关系专用性投资等对关系质量、价值创造或企业绩效的影响^[29]. 然而很少有文章提及评估标准在与供应商交互的动态过程中的演化路径,最终与供应商的合作关系的分类总结. 目前,合作关系演化可分为两种观点:(1)阶段观,即根据时点或关键事件将企业间关系分成不同阶段. Dwyer 等^[30]根据生命周期理论,将组织间的买卖关系划分为 5 个阶段:知晓、探索、拓展、承诺和解散.(2)连续观,即认为企业间的关系是由一些要素构成且这些要素时刻都在变化,引发企业间关系动态变化. Palmatier 等^[6]构建了关系动态理论,认为采购商与供应商的关系状态由承诺水平和承诺速度构成,承诺速度会随着环境的变化而

变化,从而使得企业间关系发生动态变化.本研究基于第一种生命周期理论的 5 大阶段,结合具体行业特征最终定义与供应商交互动态中的 5 大关键阶段.

2 研究方法

现有文献为本研究提出了有益的理论基础,但是对于国际采购商在不同阶段的供应商动态选择标准以及与供应商的关系管理的研究依然不足.本研究尝试运用模糊 QFD 方法打开 A 公司如何构建并发展与供应商关系的“黑盒”,从动态阶段变化对供应商选择标准的排序进行总结,形成一套动态系统性的决策指标,并进一步剖析与供应商关系的演进过程总结出与供应商的关系.根据图 3 的质量屋展开分析,本研究初步选择的客户需求是在文献基础上与国际采购商决策层讨论得出的,26 项细化标准均来自决策层,A 公司 3 位打分的决策层都有本行业 10 年以上的实际工作管理经验,并充分了解行业竞争优先事项.

		3 供应商选择标准
1 客户需求 (WHATS)	2 WHATS 的 权重	4 关系矩阵 (WHAT-HOW 矩阵)
		5 供应商选择标准 的权重 (HOWS)

图 3 质量屋展开分析

Fig. 3 Analysis of quality house deployment

第一步,目标是决定和衡量客户需求.很多研究确定客户的要求(WHATS):使用问卷调查表或采访来收集客户的要求.本研究是对决策者进行访谈,由于决策者都有本行业 10 年以上的经验积累,所以对于客户的需求非常明确.一旦选择了 n 个客户需求,则每个决策者判断所选择的客户需求的重要性.重要程度可以分为很低,低,中等,高和很高,对应关系见表 1 和图 4. l 是低位值, m 是中间值, u 是高位值; VL 代表很低, L 代表低, M 代表中等, H 代表高, VH 代表很高; m_{VL} 代表很低的中位值, m_L 代表低的中位值, m_M 代表中等的中位值, m_H 代表高的中位值, m_{VH} 代表很高的中位值. l_L 代表低的低位值, u_{VL} 代表很低的高位值, u_L 代表低的高位值, u_M 代表中等的高位值, l_{VH} 代表很高的低位值, u_H 代表高的高位值.

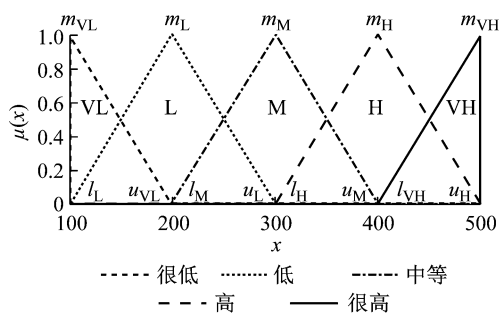


图 4 客户需求重要性程度对应的自然语言范围

Fig. 4 Natural language range corresponding to the importance of customer requirements

图 5 中 W 代表弱关系, A 代表关系一般, S 代表强关系, m_W 代表弱关系的中位值, m_A 代表关系一般的中位值, m_S 代表强关系的中位值, l_A 代表关系一般的低位值, u_W 代表弱关系的高位值, u_A 代表关系一般的高位值, l_S 代表强关系的低位值.

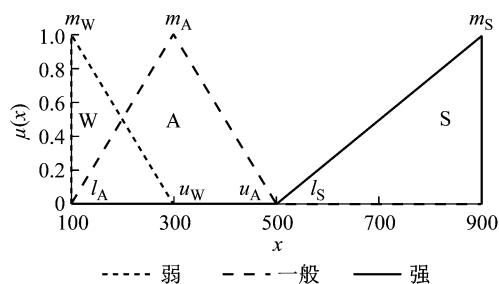


图 5 客户需求和供应商选择标准关系程度对应的自然语言范围

Fig. 5 Natural language range corresponding to the relationship between customer requirements and supplier selection criteria

第二步,目标是根据先前客户需求来确定供应商选择标准(HOWS)及其权重,这才是第一步质量屋,可以有更加细化和分解的多层质量屋,第一个质量屋的 HOWS 变成了第二个质量屋的 WHATS.例如关于质量控制管理又可以分解出工艺流程中的质量控制管理,原材料选择的质量控制管理等细化指标,而工艺流程中的质量控制管理又可以继续细化为工具设备,试产的产品质量检测,抽验检测和终检结果.本研究只用了第一个质量屋的功能.接下来就要求决策者或者专家对于客户需求和选择标准的关系做出模糊评价:没有关系,相关性差,一般,相关性强.表 2 和图 5 表示用于判断自然语言和对应的三角形模糊数的关系程度.如果标准和客户之间没有关系,相应的模糊数将被设置为(0, 0, 0).

第三步,根据式(3)~(9)计算出所有客户需求细化出的供应商选择标准的重要性排序.其中绝对

权重越高的重要性越高。

第四步,将细化出的供应商选择标准的重要性排序加入动态时间轴,基于生命周期理论的 5 大阶段,结合具体行业特定最终定义与供应商交互动态中的关键阶段,得出由选择标准排序和动态时间轴构成的供应商动态选择标准的系统性结论。

第五步,通过进一步剖析与供应商交互过程推导出与供应商关系的演化路径,最终得出与供应商的关系。

3 案例分析

A 公司是一家全球采购的私营公司,其客户一半来自没有国际采购能力的中小企业,另一半来自虽然有国际采购能力然而采购成本比较高的大型企业,通常这种大型企业来 A 公司询价,然后和自身采购部门的供应商情况作比较,最后决策选用哪里的供应商,所以对于 A 公司来说供应商的选择是其生存并有竞争优势的战略之本。

通过文献得出供应商的产品质量,价格,服务以及沟通表现等认为是评估标准的重要指标。雷星晖和尤筱玥的研究表明^[19]:供需双方在纸张外的合作默契也很重要,且这一指标关系到未来合作的可能性。通过访谈实践总结出采购商和供应商的匹配程度的重要性,匹配度的内容也涵盖了双方的契合度。基于文献梳理,结合行业特征最终得出国际采购行

业的 5 大客户需求:匹配度、价格优势、质量控制、按约交付、服务能力,见表 3。表中,注:R1 代表需求 1, R2 代表需求 2, R3 代表需求 3, R4 代表需求 4, R5 代表需求 5。DM1 表示决策者 1, DM2 表示决策者 2, DM3 表示决策者 3(下同)。

表 3 关于客户需求重要性的语言描述

Tab.3 Language description of the importance of the customer requirements

客户需求	DM1	DM2	DM3
R1 匹配度	很高	高	中等
R2 价格优势	很高	很高	很高
R3 质量控制	很高	很高	高
R4 按约交付	很高	很高	很高
R5 服务能力	中等	高	很高

表 4 是关于客户需求重要性的模糊数表达以及相对权重。 x_i 表示 R1 到 R5 的自然语言评价去模糊计算得分, w_{ri} 表示相对权重。表 5 是关于客户需求和供应商选择标准(C1~C26)的关系,客户需求和选择标准的关系可以用没有关系(N)、弱(W)、一般(A)和强(S)来表述。根据生命周期理论和决策层共同推导出适合国际采购行业的 5 个动态阶段:初期接触了解阶段,探索合作关系确定阶段,样品开发试制阶段,小批量试产阶段和批量投产阶段。根据式(3)~(9)计算出所有客户需求细化出的供应商选择标准的重要性排序,由选择标准排序和动态时间轴构成的供应商动态选择标准,见表 6。

表 4 关于客户需求重要性的模糊数表达以及相对权重

Tab.4 Fuzzy numbers and relative weight of the importance of customer requirements

客户需求	DM1	DM2	DM3	x_i	w_{ri}
R1 匹配度	(4.00, 5.00, 5.00)	(3.00, 4.00, 5.00)	(2.00, 3.00, 4.00)	3.92	0.18
R2 价格优势	(4.00, 5.00, 5.00)	(4.00, 5.00, 5.00)	(4.00, 5.00, 5.00)	4.75	0.22
R3 质量控制	(4.00, 5.00, 5.00)	(4.00, 5.00, 5.00)	(3.00, 4.00, 5.00)	4.50	0.20
R4 按约交付	(4.00, 5.00, 5.00)	(4.00, 5.00, 5.00)	(4.00, 5.00, 5.00)	4.75	0.22
R5 服务能力	(2.00, 3.00, 4.00)	(3.00, 4.00, 5.00)	(4.00, 5.00, 5.00)	3.92	0.18

4 案例发现

根据生命周期理论,将组织间的买卖关系划分为:知晓、探索、拓展、承诺和解散 5 个阶段。在和决策层共同探讨基础上推导出适合国际采购行业供应商评估过程中的关键动态时间点划分为 5 个动态阶段,具体定义如下:

(1)初期接触了解阶段——针对特定采购需求,通过网站搜索,展会或者供应商的主动自荐等渠道,获取有潜力供应商的基本信息介绍,包括公司性

质,规模,设备,产能,以及相关质量体系权威认证等;

(2)探索合作关系确定阶段——在对第一阶段筛选通过的供应商,采用多项指标进行进一步评估,其中既包括供应商的历史表现,比如主要生产产品的类似度,主要服务对象的质量要求可比度,生产过程质量控制和终检等,又包括针对特定采购项目的内容包括与其他供应商的报价比较优势,交货期长短等;

(3)样品开发试制阶段——一旦选择供应商确认了合作关系,评估的重点从基于供应商在其他项

目生产供应上的历史性表现转换为目前采购项目的样品开发过程和结果,评估标准更为具体化;

(4)小批量试产阶段——在样品得以成功开发后和批量投产之前,为了确保供应商对于批量生产的质量控制和进度安排,安排小批量的试产是稳妥之举.小批量试产是样品试制的延伸,评估标准也与其一致;

(5)批量投产阶段——进入到这个阶段,对于供

应商的评估不仅仅是停留在特定项目的执行方面,而是扩展到影响下一步与供应商关系发展的高层次标准评估,包括供应商战略,文化和管理体制的认同度,以及服务理念等.

将通过模糊 QFD 得出的供应商选择标准排序加入这 5 大关键阶段的动态时间轴,得出表 6 的系统性供应商动态选择标准.

表 5 关于客户需求和供应商选择标准的关系

Tab.5 Relationship between customer requirements and supplier selection criteria

	DM1					DM2					DM3				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
C1	S	N	N	W	W	S	N	W	W	W	S	N	N	W	W
C2	S	N	N	N	N	S	N	N	N	N	S	N	N	N	N
C3	S	N	N	N	W	S	N	N	N	N	A	N	N	N	W
C4	A	N	W	W	N	A	N	W	W	N	S	N	W	N	N
C5	A	N	W	N	W	A	W	W	N	W	S	N	W	W	W
C6	N	S	A	N	W	N	S	A	N	W	W	S	A	N	W
C7	N	S	N	N	N	N	S	N	N	N	N	S	N	W	N
C8	N	A	N	N	N	N	S	N	N	N	N	S	N	N	N
C9	N	A	N	N	N	N	S	N	N	N	N	A	N	N	N
C10	W	N	S	W	W	A	N	S	W	W	W	N	S	W	W
C11	W	N	S	W	W	W	N	S	W	W	W	N	S	N	A
C12	W	N	S	N	W	W	N	S	N	W	W	N	S	N	A
C13	N	W	S	W	A	N	W	S	W	A	W	W	S	W	W
C14	N	W	S	W	W	N	W	S	W	W	N	W	S	W	W
C15	N	N	S	N	N	N	W	S	N	N	N	W	S	W	N
C16	W	N	S	W	N	N	W	S	W	N	W	W	S	W	N
C17	N	N	S	W	N	N	W	S	W	N	W	W	S	W	N
C18	W	N	W	S	N	W	W	W	S	N	N	N	W	S	N
C19	W	N	N	S	N	W	A	W	S	N	W	N	N	S	N
C20	W	W	N	S	N	N	A	W	S	N	N	W	N	S	N
C21	N	W	N	A	N	N	W	N	S	N	N	W	N	S	N
C22	W	N	N	A	S	N	N	N	S	W	W	N	N	S	W
C23	A	N	N	W	S	A	N	W	W	S	A	N	W	W	S
C24	A	W	N	W	S	W	W	N	W	S	A	N	N	W	S
C25	A	W	W	W	S	W	W	W	W	S	W	N	W	W	S
C26	A	N	W	W	S	A	N	A	W	S	W	N	W	W	A

注:表中 MD1、MD2 和 MD3 分别代表三位决策者,R1 是匹配度;R2 是价格优势;R3 是质量控制;R4 是按约交付;R5 是服务能力. C1~C26 分别代表细化出的供应商选择标准的 26 个指标.

国际采购商通过评估标准筛选出相对合适的供应商,首先实施针对性项目,合作过程中决定是否引入延伸性项目,通过剖析与供应商动态交互过程,进一步探讨与供应商的合作关系的演化路径,如图 6 所示.

最终可以得出国际采购商与供应商的关系分为三类:

(1)成长型合作关系,这种关系是基于供应商对于针对性项目的评估标准顺利满足前提下,拓展到相关性延伸项目的标准满足,以实现合作关系的不断成长;

(2)维持型合作关系,供应商成功满足开发针对性项目的评估标准,但是基于某些标准考量,没有意愿扩大和深化合作关系,但是由于前期的投入(资本或者精力),决定暂时依赖供应商来供应该针对性项目的需求;

(3)衰退型合作关系,在项目开发过程期间,包括样品开发试制阶段,或者小批量试产阶段,或者批量投产阶段,如果多次的尝试均以失败告终,很显然合作关系就会受阻.另外可能发生衰退型合作关系的情形,就是虽然针对性项目开发成功,但是期间或者后期在其他标准方面都不够尺度.生衰退型合作

关系的情形,就是虽然针对性项目开发成功,但是期间或者后期在其他标准方面都不够尺度。

表 6 重要性排序与关键阶段结合的供应商选择准则

Tab.6 Supplier selection criteria combined with key stages of importance sequencing

供应商选择标准重要性排序(降序)	初期接触 了解阶段	探索合作关系 确定阶段	样品开发 试制阶段	小批量 试产阶段	批量投 产阶段
C13 生产设备情况(2. 8)	√				
C6 生产专业化程度(2. 72)		√			
C25 沟通的及时性和专业性(2. 65)	√	√	√	√	√
C10 质量权威认证的取得(2. 56)	√				
C14 检验设备情况(2. 53)	√				
C23 服务理念(2. 51)					√
C11 质量管理体系的完善(2. 45)		√	√	√	√
C24 沟通渠道的通畅性(2. 44)	√	√	√	√	√
C20 外购单位的配合度(2. 39)		√	√	√	√
C18 生产计划制定和落实(2. 35)		√	√	√	√
C19 生产产能情况(2. 35)	√				
C16 样品开发成功率(2. 33)			√		
C26 改善措施的落实(2. 32)		√	√	√	√
C17 量产合格率(2. 24)				√	√
C22 交货期长短和按期交货履约率(2. 23)		√	√	√	√
C12 技术质量管理团队构成(2. 23)		√	√	√	√
C1 供应商战略,文化和管理体制的认同度(2. 14)					√
C15 生产过程质量控制和终检(1. 93)		√	√	√	√
C7 外购的成本控制(1. 87)		√			
C21 库存计划和能力(1. 72)		√			√
C5 供应商主要服务对象的质量要求可比度(1. 63)		√			
C2 供应商规模的合适度(1. 44)	√				
C8 内部生产成本控制(1. 39)		√			
C4 供应商主要生产产品的类似度(1. 36)		√			
C3 供应商主要管理业务人员为人处世风格的默契度(1. 32)		√	√	√	√
C9 与其他供应商报价比较优势(1. 03)		√			

注:C1~C26 分别代表细化出的供应商选择标准的 26 个指标,“√”表示在此阶段需要这个选择标准,反之则不需要。括号中的数值表明每条选择标准的绝对权重计算结果。

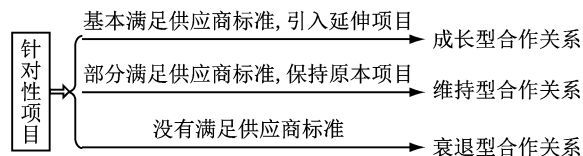


图 6 采购商与供应商关系的演化路径

Fig.6 Evolutionary path of the relationship between buyers and suppliers

5 研究结论

本研究基于国际采购商视角,在选择供应商的过程中应用了模糊 QFD 将客户需求转变成选择供应商的标准。供应商的产品质量,价格,服务以及沟通表现等被认为是评估标准的重要指标。本研究基于文献,结合高层访谈最终得出适用于国际采购行业的 5 大客户需求:价格优势、质量控制、按约交付、服务能力、匹配度。用模糊 QFD 将 5 大客户需求转化成供应商的选择的 26 项细化标准。由于随着合作

关系的发展,处于不同阶段的国际采购商看重的选择标准又有所差异,本研究将这 26 项细化的标准加入 5 大重要阶段(初期接触了解阶段、探索合作关系确定阶段、样品开发试制阶段、小批量试产阶段、批量投产阶段)的时间轴,形成系统性供应商选择的标准。

在初期接触了解阶段,生产设备情况是排序最高的标准,接着是沟通的及时性和专业性,质量权威认证的取得和检验设备情况;在探索合作关系确定阶段,生产专业化程度以及沟通的及时性和专业性权重最高,接着是质量管理体系的完善和沟通渠道的通畅性;在样品开发试制阶段和小批量试产阶段,沟通的及时性和专业性都是排序最高的标准,接着是质量管理体系的完善,沟通渠道的通畅性,外购单位的配合度以及生产计划制定和落实;而在最后批量投产阶段,沟通的及时性和专业性依然排序最高,另外服务理念成为第二重要的选择标准,说明在批量投产阶段对于供应商的服务能力提出了比较高的

要求。

通过剖析与供应商动态交互的过程,进一步探讨动态评估中与供应商的合作关系的演化路径,最后总结出三类供应商关系:成长型合作关系,维持型合作关系,衰退型合作关系,对于供应商选择问题具有积极实践意义。

本研究具有一定局限性:研究没有涉及到国际采购商面临政策改变(例如关税浮动),汇率浮动等具体问题;也没有具体深入探讨在国际环境动荡的情况下对于国际采购商的影响以及选择供应商标准的调整;没有赋予 3 位决策者不同的权重,所以在更复杂的客观情况下国际采购商对于供应商的动态选择值得进一步研究。

参考文献:

- [1] JUAN Y K, PERNG Y H, CASTRO-LACOUTURED, *et al.* Housing refurbishment contractors selection based on a hybrid fuzzy-QFD approach[J]. *Automation in Construction*, 2009, 18(2): 139.
- [2] 吴隽,王兰义,李一军. 基于模糊质量功能展开的物流服务供应商选择研究[J]. *中国软科学*, 2010(3): 145.
WU Jun, WANG Lanyi, LI Yijun. An fuzzy-QFD approach to third party logistics providers selection[J]. *China Soft Science*, 2010(3): 145.
- [3] 邵鲁宁, 尤建新. 基于 QFD 的生产性服务外包关系决策研究[J]. *管理评论*, 2008, 20(9): 33.
SHAO Luning, YOU Jianxin. Research on decision making of productive service outsourcing relationship based on QFD[J]. *Business Review*, 2008, 20(9): 33.
- [4] BABBAR C, AMIN S H. A multi-objective mathematical model integrating environmental concerns for supplier selection and order allocation based on fuzzy QFD in beverages industry[J]. *Expert Systems With Applications*, 2018, 92: 27.
- [5] TAVANA M, FALLAHOPOUR A, DI CAPRIO D, *et al.* A hybrid intelligent fuzzy predictive model with simulation for supplier evaluation and selection[J]. *Expert Systems with Applications*, 2016, 61: 129.
- [6] PALMATIER R W, HOUSTON M B, DANT R P, *et al.* Relationship velocity: toward a theory of relationship dynamics[J]. *Journal of Marketing*, 2013, 77(1): 13.
- [7] 赵娟, 陈华友. 基于 VIKOR 算法的供应商选择的犹豫模糊多准则决策模型[J]. *模糊系统与数学*, 2016, 30(4): 116.
ZHAO Juan, CHEN Huayou. Fuzzy multiple criteria decision making model for supplier selection based on VIKOR method[J]. *Fuzzy Systems and Mathematics*, 2016, 30(4): 116.
- [8] FRÖDELL M. Criteria for achieving efficient contractor-supplier relations [J]. *Engineering Construction & Architectural Management*, 2011, 18(4): 381.
- [9] KU C Y, CHANG C T, HO H P. Global supplier selection using fuzzy analytic hierarchy process and fuzzy goal programming[J]. *Quality & Quantity*, 2010, 44(4): 623.
- [10] DICKSON G W. An analysis of vendor selection systems and decision[J]. *Journal of Purchasing*, 1966, 2(15): 1377.
- [11] VERMA R, PULLMAN M E. An analysis of the supplier selection process[J]. *Omega*, 1998, 26(6): 739.
- [12] WEBER C A, CURRENT J R, BENTON W C. Vendor selection criteria and methods [J]. *European Journal of Operational Research*, 2007, 50(1): 2.
- [13] KANNAN V R, TAN K C. Supplier selection and assessment: their impact on business performance[J]. *Journal of Supply Chain Management*, 2002, 38(3): 11.
- [14] KATSIKEAS C S, PAPAROUIDAMIS N G, KATSIKEA E. Supply source selection criteria: the impact of supplier performance on distributor performance [J]. *Industrial Marketing Management*, 2004, 33(8): 755.
- [15] 刘帅, 王红春. 基于 AHP 方法的大数据供应商选择研究[J]. *物流工程与管理*, 2016, 38(6): 88.
LIU Shuai, WANG Hongchun. Research on big data supplier selection based on AHP method[J]. *Logistics Engineering and Management*, 2016, 38(6): 88.
- [16] 宋华. 供应商选择、参与对采购成本管理绩效的影响[J]. *系统工程理论与实践*, 2008, 28(12): 52.
SONG Hua. Impact of supplier selection and supplier involvement on purchasing cost management performance[J]. *System Engineering Theory and Practice*, 2008, 28(12): 52.
- [17] 邓承贵, 蒋玉明, 傅静涛. 关于供应商选择的综合评价方法研究[J]. *微计算机信息*, 2009, 25(33): 30.
DENG Chenggui, JIANG Yuming, FU Jingtao. Research on the comprehensive evaluation approach to vendor selection [J]. *Microcomputer Information*, 2009, 25(33): 30.
- [18] 袁宇, 关涛, 闫相斌, 等. 基于混合 VIKOR 方法的供应商选择决策模型[J]. *控制与决策*, 2014, 29(3): 551.
YUAN Yu, GUAN Tao, YAN Xiangbin, *et al.* Based on hybrid VIKOR method decision making model for supplier selection [J]. *Control and Decision*, 2014, 29(3): 551.
- [19] 雷星晖, 尤筱玥. 基于层次分析法支持决策的外包服务供应商绩效评价[J]. *同济大学学报(自然科学版)*, 2014, 42(11): 1770.
LEI Xinghui, YOU Xiaoyue. Evaluation of outsourcing service providers' performance on analytic hierarchy process to support decision-making [J]. *Journal of Tongji University (Natural Science)*, 2014, 42(11): 1770.
- [20] ZADEH L A. Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision processes[J]. *IEEE Transactions on Systems Man & Cybernetics*, 1973, 3(1): 28.
- [21] AMIN S H, RAZMI J. An integrated fuzzy model for supplier management: a case study of ISP selection and evaluation[J]. *Expert Systems with Applications*, 2009, 36(4): 8639.
- [22] BEVILACQUA M, CIARAPICA F E, GIACCHETTA G. A fuzzy-QFD approach to supplier selection [J]. *Journal of Purchasing & Supply Management*, 2006, 12(1): 14.
- [23] 朱宗乾, 张诗奎. 基于 QFD 的 ERP 实施多合作方选择模型研究[J]. *管理工程学报*, 2015, 29(2): 130.
ZHU Zongqian, ZHANG Shikui. Multi-partner selection model in ERP implementation based on QFD[J]. *Journal of Industrial Engineering and Engineering Management*, 2015, 29(2): 130.
- [24] ASADABADI M R. A customer based supplier selection process

that combines quality function deployment, the analytic network process and a Markov chain[J]. *European Journal of Operational Research*, 2017, 263(3): 1049.

- [25] ABDOLSHAH M, MORADI M. Fuzzy quality function deployment: an analytical literature review [J]. *Journal of Industrial Engineering*, 2013, 2013(4): 1.
- [26] CARRASCO R A, MUÑOZ-LEIVA F, SÁNCHEZ-FERNÁNDEZ J, *et al.* A model for the integration of e-financial services questionnaires with SERVQUAL scales under fuzzy linguistic modeling[J]. *Expert Systems with Applications*, 2012, 39(14): 11535.
- [27] 洪志生, 苏强, 霍佳震. 服务质量管理研究的回顾与现状探

析[J]. *管理评论*, 2012, 24(7): 154.

- HONG Zhisheng, SU Qiang, HUO Jiazhen. Review and analysis of service quality management research[J]. *Business Review*, 2012, 24(7): 154.
- [28] NARAYANDAS D, RANGAN V K. Building and sustaining buyer-seller relationships in mature industrial markets [J]. *Journal of Marketing*, 2004, 68(3): 63.
- [29] CLAYCOMB C, FRANKWICK G L. Buyers' perspectives of buyer-seller relationship development[J]. *Industrial Marketing Management*, 2010, 39(2): 252.
- [30] DWYER F R, SCHURR P H, OH S. Developing buyer-seller relationships[J]. *Journal of Marketing*, 1987, 51(2): 11.

(上接第 869 页)

SUN Zhezhou, ZHANG Tingxin, ZHANG He, *et al.* The technical design and achievements of Chang'E-3 probe[J]. *Chinese science: Technical science*, 2014, 44(4): 331.

- [3] 黄翔宇, 张洪华, 王大铁, 等. “嫦娥三号”探测器软着陆自主导航与制导技术[J]. *深空探测学报*, 2014, 1(1): 52.
- HUANG Xiangyu, ZHANG Honghua, WANG Dayi, *et al.* Autonomous navigation and guidance for Chang'E-3 soft landing [J]. *Journal of Deep Space Exploration*, 2014, 1(1): 52.
- [4] 杜剑平, 韩中庚. 嫦娥三号软着陆轨道设计与控制策略的优化模型[J]. *数学建模及其应用*, 2014, 3(4): 39.
- DU Jianping, HAN Zhonggeng. Optimization model of the trajectory design and control strategies for Chang'E-3s soft-landing [J]. *Mathematical Modeling and Application*, 2014, 3(4): 39.
- [5] 徐卫明, 刘军, 姜紫庆, 等. 基于双振镜的多元并扫成像激光雷达的扫描特性分析与系统误差标定[J]. *中国激光*, 2014, 41(2): 323.
- XU Weiming, LIU Jun, JIANG Zhiqing, *et al.* Scanning property analysis and system error calibration of dual galvanometers based multi-points parallel scanning imaging lidar[J]. *Chinese Journal of Lasers*, 2014, 41(2): 323.
- [6] CAI Y, TONG X, TONG P, *et al.* Linear terrestrial laser scanning using array avalanche photodiodes as detectors for rapid three-dimensional imaging[J]. *Applied Optics*, 2010, 49(34): H11.
- [7] RIETDORF A, GIELSDORF F, GRUENDIG L. A concept for the calibration of terrestrial laser scanners[C]//*Proceedings FIG Working Week. Athens: [s. n.], 2004: 22-27.*
- [8] LICHTI D D. Error modelling, calibration and analysis of an AM-CW terrestrial laser scanner system[J]. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 2007, 61(5): 307.

- [9] RESHETYUK Y. Investigation and calibration of pulsed time-of-flight terrestrial laser scanners [M]. Stockholm: KTH, 2006.
- [10] LICHTI D D. Terrestrial laser scanner self-calibration: Correlation sources and their mitigation[J]. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 2010, 65(1): 93.
- [11] AUANACIO-JIMÉNEZ G, GONZÁLEZ-BARBOSA J J, HURTADO-RAMOS J B, *et al.* Lidar velodyne hdl-64e calibration using pattern planes[J]. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 2011, 8(5): 70.
- [12] LICHTI D D. A review of geometric models and self-calibration methods for terrestrial laser scanners[J]. *Boletim de Ciências Geodésicas*, 2010, 16(1): 3.
- [13] ATANACIOJIMENEZ G, GONZALEZBARBOSA J, HURTADORAMOS J B, *et al.* LIDAR velodyne HDL-64E calibration using pattern planes[J]. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 2011, 8(5): 59.
- [14] CHAN T O, LICHTI D D, BELTON D. A rigorous cylinder-based self-calibration approach for terrestrial laser scanners [J]. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 2015, 99: 84.
- [15] LOWE D G. Local feature view clustering for 3D object recognition[C]//*Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, CVPR 2001. [S. l.]: IEEE, 2001, 1: I-I.*
- [16] 程鹏飞. 大动态范围高精度激光测距关键技术研究 [D]. 上海: 中国科学院研究生院(上海技术物理研究所), 2014.
- CHENG Pengfei. Research of key technologies of wide dynamic range and high precision laser distance measurement [D]. Shanghai: Graduate University of Chinese Academy of Sciences (Shanghai Institute of Technical Physics), 2014.