

基于 AHP - FCE 的供应商选择问题研究与应用

刘 宁,高飞燕

(大连海事大学 信息科学技术学院,辽宁 大连 116026)

摘 要:文中在对现有供应商选择方法分析的基础上,利用层次分析法在确定各指标的权重方面以及综合模糊评价法在处理多指标多层次的综合评价问题方面的优点,提出了基于层次分析法和综合模糊评价法相结合的供应商选择方法,并且详细描述了供应商选择的步骤。该方法将定性和定量分析有机地结合起来,能够充分体现评价因素和评价过程的模糊性,减少了个体主观臆断所带来的弊端。经过在钢材采购管理决策支持系统中的应用,证明了该方法符合客观实际,评价结果可信、可靠。

关键词:层次分析法;综合模糊评价法;供应商选择;供应商评价

中图分类号: TP18

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2009)11-0011-04

Research and Application of Supplier Selection Based on AHP and FCE

LIU Ning, GAO Fei-yan

(School of Information Science and Technology, Dalian Maritime University, Dalian 116023, China)

Abstract: Focused on the existing supplier selection methods, a supplier selection method based on AHP and FCE is presented that combined the merits of AHP in determining the weight of each indicator and FCE in dealing with the multi-level-indicator of comprehensive evaluation issues. Steps of supplier selection are detailed in this paper. The method that integrating the qualitative and quantitative analysis can fully reflect the evaluation factors, the ambiguity of evaluation process and reduce the subjective assumes. Application in Steels Purchasing Management Decision Support System proves the more practical method and credible and reliable evaluation results.

Key words: AHP; FCE; supplier selection; supplier evaluation

0 引 言

随着市场经济的发展,采购管理已发展成为一种对外部资源管理的职能,一种可以节约成本、增加利润、获取服务、提高核心竞争力的有效手段。供应商选择问题作为采购管理系统的一部分,近年来受到很多管理者和专业人士的关注^[1]。采购管理中关于供应商选择的研究主要集中在:供应商评价和选择指标体系以及选择的方法和模型。

层次分析法^[2](Analytic Hierarchy Process, AHP)将一个复杂问题分解成若干组合因素,并将这些因素按其系统支配关系,分组形成层次结构。通过两两比较的方式确定层次中各个因素的重要性,结合用户经验决定诸因素的重要性顺序和权重^[3,4]。综合模糊评价法^[5](Fuzzy Comprehensive Evaluation, FCE)是以模

糊数学为基础,应用模糊关系合成的原理,将一些边界不清、不易定量的因素定量化。其基本思想是用隶属度来刻画元素属于某集合的程度。

AHP法的准则或方案多,易导致判断混乱,FCE法无法解决评价因素间的相关性所造成的评价信息重复问题;前者在确定各指标的权重时,有很好的效果,而后者能够很好地处理多指标多层次的综合评价问题。因此,文中用AHP法来确定供应商选择体系中各个指标的权重,用FCE法对供应商进行评价。

将该方法应用到企业的钢材采购决策支持系统中,使评价结果更具科学性和可靠性,给企业带来较大的经济效益。

1 供应商选择的基本步骤

供应商选择机制是多样化的,因此,企业的决策者应用选择机制时要因地制宜,对企业所处的内外环境进行详细的分析,根据企业的长期发展战略和核心竞争力,选择适应本企业或本行业的理论和方法,制定相

收稿日期:2009-03-05;修回日期:2009-06-21

基金项目:国家自然科学基金项目(60672031)

作者简介:刘 宁(1957-),女,辽宁大连人,副教授,硕士生导师,CCF会员,从事智能信息处理、Agent应用、软件理论方面的研究。

应的实施步骤和实施规则^[6,7]。

(1) 分析竞争环境:主要是分析建立和改善合作的必要性和可行性,分析现有供应商和现在供应商的现状,分析和总结企业存在的问题。

(2) 建立供应商选择目标和评价方法:它是企业对供应商进行综合评价的依据和标准,反映企业本身和环境所构成的复杂系统不同属性,按隶属关系、层次结构有序组合的集合。

(3) 成立实施的团队:企业必须建立一个有团队合作精神 and 专业技能的小组以控制和实施供应商评价,且应得到企业和供应商最高领导层的支持。

(4) 市场调研和数据采集:其人员要具有全局观念和专业知识的;对象是有一定规模的企业决策者和符合本行业要求的供应商或潜在供应商。

(5) 选择企业要求的供应商:利用模型参数,按照模型所提供的理论和方法对供应商排序,选择最为有利的供应商。

(6) 建立合作关系:根据实际情况改变供合作关系或重新开始供应商选择。

(7) 供应商跟踪评价:暴露合作中的问题和不足,为及时改善和提高合作水平提供了机会。

2 基于 AHP 和 FCE 的供应商选择

2.1 建立层次分析模型

建立递阶层次结构,分析问题的内在因素的联系和结构,是层次分析法最重要的一步^[8]。供应商选择评价体系的递阶层次结构模型如下:

(1) 目标层:这是最高层次,表示需要解决的问题,这里是钢材供应商选择。

(2) 准则层:为评价准则或衡量准则,也可为因素层,约束层。表示按某种方式来实现或论证解决问题所牵涉的中间环节。

(3) 指标层:评价的具体指标或参量。

2.2 建立各准则层的判断矩阵

对同一层次各因素两两对比,重要和次要程度相应的标度:1:同等重要,3:稍微重要,5:明显重要,7:十分重要,9:极其重要,2~8:相邻判断的中值;1/3:稍微次要,1/5:次要,1/7:次要的多,1/9:极其次要,1/2~1/8:相邻判断的中值。通过对比形成判断矩阵 $A = (a_{ij})$,其中 a_{ij} 表示 u_i 比 u_j 准则的重要性程度。

2.3 权重的计算和一致性检验

在判断矩阵 $A = (a_{ij})$ 的基础上采用“和积法”求出最大特征值 λ_{\max} 及对应的特征向量 $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)$,从而求得各组评价指标的一致性指标 CI ,求得的对特征向量也即为各项准则的权重系数。

$$CI = \frac{-1}{n-1} \sum_{i=2}^n \lambda_i = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1} \quad (1)$$

$$\text{一致性比率, } CR = CI/RI \quad (2)$$

RI 可以从表 1 中查到。

表 1 随机一致性指标表

n	1,2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
RI	0	0.52	0.89	1.12	1.26	1.36	1.41	1.45	1.40	1.51

当一致性比率 $CR < 0.1$ 时,认为判断矩阵具有满意的一致性,说明各评价指标的重要性判断是可靠的,否则重新计算判断矩阵,直到具有满意的一致性,运用同样的方法可以对二级评价指标的权重分别进行判断计算,经过一致性检验,可以求得二级指标在相应一级指标中所占的权重系数。

2.4 底层评价指标量化

量规是一种结构化的定量评价标准,从评价目标相关的多个方面详细规定评级指标,具有操作性好、准确性高的特点^[9]。

“量规”的具体办法是由评价小组成员对指标层的构成因素进行进一步细化,找出评分的关键性因素并进行量化,从而制定出详细的评分标准以提高数据的精度,减少非客观因素的影响。采用“劣、差、中、良、优”五级评价标准对企业文化与客户满意度、重视沟通协商畅通程度和信息系统的可获得性等评价指标进行量规。

2.5 综合模糊评价模型

按确定的标准,对某个或某类对象中的某个因素或某个部分进行评价,称为单一评价;对众多的单一评价中获得对某个或某类对象的整体评价称为综合评价。综合评价的目的,是希望能对若干对象按一定意义进行排序,从中挑出最优对象。综合评价也是一类决策过程^[10]。

其方法如下:

(1) 构建评语集

(2) 邀请专家采用综合模糊评价原理对各个供应商的各项指标进行评判,并将其结果汇总统计,得到评价矩阵 R 。

(3) 对一级评价指标准则再按 $S = W \cdot R$ 做评价计算,其中 W 为一级评价准则, R 为一级评语准则的评价矩阵,有 $R = (S_1, S_2, \dots, S_5)^T$ 。

S 作为对所有的指标准则的综合评价计算结果,还需要把评语反映为可以直接理解的分数形式。文中采用加权平均法计算如公式(3)所示。

$$S = \sum_{j=1}^n b_j w_j \quad (3)$$

3 应用实例

3.1 钢材采购决策支持系统简介

钢材采购系统功能模块如图 1 所示。

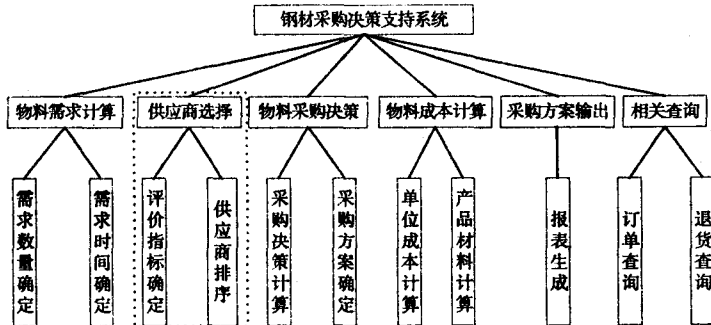


图 1 钢材采购系统功能模块图

(1) 物料需求计算:根据生产计划和库存状态确定需求量和需求时间。

(2) 供应商的选择:供应商选择模块主要由评定指标确定和供应商排序组成。评定指标是由专家或者通过经验来确定。供应商选择通过供应商的相关信息综合评价各个供应商。

(3) 物料采购决策:依据相关决策优化算法和实际情况,确定最优采购决策方案。

(4) 物料成本计算:根据产品的物料结构,汇总出生产单位产品所需要的物料成本。

(5) 采购方案的输出:采购计划确定后,通过系统把采购方案以报表的形式输出。

(6) 订单查询:根据采购订单号、采购订单日期、供应商名称、物料编号、采购员等信息进行综合查询,并打印结果。

(7) 退货查询:根据供应商名称、退货日期、物料编号等信息进行综合查询,并打印结果。

3.2 供应商选择问题在采购决策支持系统中的应用

由总目标到一级准则再到二级准则构成了层次分析的模型图,如图 2 所示。

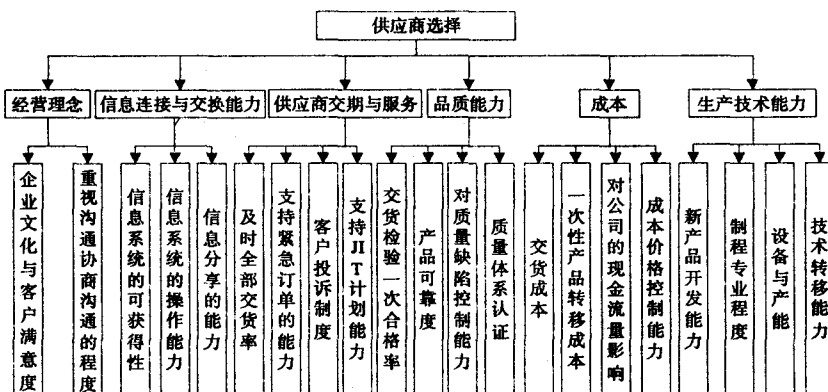


图 2 层次分析模型

目标层 U : 供应商选择。

准则层 U_i : 经营理念(U_1)、信息连接及交换能力(U_2)、交期与服务(U_3)、品质能力(U_4)、成本(U_5)、生产技术与能力(U_6)。

指标层 U_{ij} : 如供应商交货检验一次合格率(U_{41})、产品可靠度(U_{42})、对质量缺陷采取纠正和预防措施的反映速度和有效性(U_{43})、及质量体系的认证(U_{44})。

(1) 确定评价因素集和评价标准集。

建立评价因素集: $U = \{U_1, U_2, U_3, U_4, U_5, U_6\}$, 其中 $U_1 = \{U_{11}, U_{12}\}$, $U_2 = \{U_{21}, U_{22}, U_{23}\}$, $U_3 = \{U_{31}, U_{32}, U_{33}, U_{34}\}$, $U_4 = \{U_{41}, U_{42}, U_{43}, U_{44}\}$, $U_5 = \{U_{51}, U_{52}, U_{53}, U_{54}\}$, $U_6 = \{U_{61}, U_{62}, U_{63}, U_{64}\}$ 。

建立评价标准集: $E = \{e_1, e_2, e_3, e_4, e_5\} = \{\text{劣}, \text{差}, \text{中}, \text{良}, \text{优}\}$ 。

(2) 评价小组对供应商打分。

评价小组根据量规,对其熟悉领域为供应商打分。其中, U_1 组: 10 人, U_2 组: 8 人, U_3 组: 5 人, U_4 组: 3 人, U_5 组: 5 人, U_6 组: 6 人。评价结果如表 2 所示。

以济南钢铁为例,一级评语准则的评价矩阵如下所示。

$$R_{u1} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad R_{u2} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.25 & 0.75 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$R_{u3} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad R_{u4} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$R_{u5} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad R_{u6} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

(3) 权重的计算。

准则层六个方面的评价因素组成的判断矩阵 A 为:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 1 & 1/3 & 1 & 1 \\ 1/3 & 1 & 1 & 1/3 & 1/3 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1/3 & 1/3 & 1 \\ 3 & 3 & 3 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 3 & 3 & 1 & 1 & 3 \\ 1 & 1 & 3 & 1/3 & 1/3 & 1 \end{pmatrix}$$

根据公式(1)和(2)对二级评价指标的权重分别进行判断计算,计算结果如表 3 所示。

(4) 计算各级因素集内的综合评定向量。

在确定低一层因素的综合评定向量后,运用上述模型进而计算出上层因素的综合评定向量,经过两次评价从而最终取得该供应商的综合评定向量 S 。

表 2 对供应商的评价结果

选择指标层	济南钢铁					鞍山钢铁				
	劣	差	中	良	优	劣	差	中	良	优
U_{11}					10	10				
U_{12}					10	10				
U_{21}			8					8		
U_{22}			2	6				2	6	
U_{23}			8					8		
U_{31}					5	5				
U_{32}					5	5				
U_{33}				5				4	1	
U_{34}					5	5				
U_{41}				3					3	
U_{42}				3					3	
U_{43}				3					3	
U_{44}				3					3	
U_{51}				5						5
U_{52}				5					5	
U_{53}				5					5	
U_{54}				5					5	
U_{61}				6					6	
U_{62}				6					6	
U_{63}				6					6	
U_{64}				6					6	

表 3 二级评价指标的权重

		U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	U_6	权重	CI
U_1	经营理念	1	3	1	1/3	1	1	0.15	0.07 < 0.10
U_2	信息连接及交换能力	1	3	1	1/3	1	1	0.08	
U_3	供应商交期及服务	1	3	1	1/3	1	1	0.09	
U_4	品质能力	1	3	1	1/3	1	1	0.30	
U_5	成本	1	3	1	1/3	1	1	0.25	
U_6	生产技术能力	1	3	1	1/3	1	1	0.13	

以济南钢铁股份有限公司为例:一级综合评价的计算为: $W_{s1} = (0.25, 0.75)$, 所以 $S_{u1} = W_{s1} \cdot R_{u1} = (0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1)$ 同理 $S_{u2} = W_{s2} \cdot R_{u2} = (0 \ 0 \ 0.917 \ 0.083 \ 0)$, $S_{u3} = W_{s3} \cdot R_{u3} = (0 \ 0 \ 0.360 \ 0.640 \ 0)$, $S_{u4} = W_{s4} \cdot R_{u4} = (0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0)$, $S_{u5} = W_{s5} \cdot R_{u5} = (0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0)$, $S_{u6} = W_{s6} \cdot R_{u6} = (0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0)$ 。

$$R = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0.917 & 0.083 & 0 \\ 0 & 0 & 0.360 & 0.640 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

二级综合评价为: $W = (W_1, W_2, W_3, W_4, W_5, W_6) = (0.15, 0.08, 0.09, 0.30, 0.25, 0.13)$

根据公式(3), 济南钢铁的综合评定向量为:

$$S = W \cdot R = (0, 0, 0.785, 0.007, 0.208)$$

同理鞍山钢铁的综合评定向量为:

$$S = W \cdot R = (0.15, 0, 0.739, 0.013, 0.098)$$

(5)反模糊化将评价等级的结果精确化。

综合模糊评价结果是模糊向量,即评价对象隶属于各个评价等级的隶属度向量。确定评价对象的等级时需要对该向量进行精确化,称为反模糊化。文中采用加权平均法^[11]。以供应商的最终综合评定向量为权重,5个评价等级取对应的中值[30, 65, 75, 85, 95]为评分向量,求得综合评定值。

济南钢铁的综合评定值为: $0.785 \times 75 + 0.007 \times 85 + 0.208 \times 95 = 79.23$

鞍山钢铁的综合评定值为: $0.15 \times 30 + 0.793 \times 75 + 0.013 \times 85 + 0.098 \times 95 = 68.94$

所以选择济南钢铁。

4 结束语

文中在分析传统的供应商选择方法的基础上,结合层次分析法和综合模糊评价法的优势,提出基于 AHP-FCE 的供应商选择法对供应商进行评价,该方法的优势在于:

(1)AHP-FCE 运用层次分析法求解各个评价指标的权重,只需指出评价元素两两相对的重要性,给出一个定性的描述。

(2)利用 AHP-FCE 进行多级模糊综合运算,考虑到各因素的影响,综合多个评价主体的意见,进行科学的定量化处理,有效解决评价过程中模糊性问题。

AHP-FCE 将定性和定量分析有机地结合起来,能够充分体现评价因素和评价过程的模糊性,尽量减少个体主观臆断所带来的弊端,更符合客观实际,因此,评价结果可信、可靠。

通过将基于 AHP-FCE 的供应商选择法应用到大连重工起重集团有限公司备料厂的钢材采购决策系统中,详细分析了系统的功能需求,确定了系统中的功能模块,为下一步提出基于多 Agent 的决策支持系统的层次体系结构,给出各个 Agent 的内部结构介绍和功能分析,设计并实现基于 Agent 的钢材采购管理决策支持系统的原型系统奠定了坚实的基础,因此,该方法是一种值得推广的供应商选择方法。

参考文献:

- [1] 威尔,梅绍祖,阮笑雷,等.采购与供应链管理——分析、规划及其实践[M].北京:清华大学出版社,2002.
- [2] 姜丽.多 Agent 协商研究[D].长春:吉林大学,2007.

了移动代理的智能性。

2.4 迁移策略

为了有效地将移动代理应用于集群网络,一个好的迁移策略是个关键因素。使得 Agent 的移动策略在满足网络服务对于集群内信息交流、网络维护和负载均衡的要求的同时,还要尽量少地占用网络带宽和计算资源,真正提高集群的服务质量^[7,8]。

蚁群算法具有较强的稳定性、分散性和鲁棒性,算法中的信息素不断加强,采用了正反馈原理,并利用随机选择策略,加快进化过程。系统结合了服务器集群的特点和蚁群优化算法的优势,研究合适的迁移策略。

考虑三个参数:集群中的网络流量、代理服务信息素浓度和目的主机负载状况。还可以针对不同实时系统的需求综合考虑更多的特征参数。

首先,依次取出节点 Q_i 的邻居节点 Q_j ,计算出 Q_j 关于 Agent A_i 的信息素浓度,然后计算出 A_i 转移到各个服务器节点的概率,再根据流量模型计算出目的服务器节点在未来某时刻的可能网络流量,最后通过概率与流量的比值选出最佳的迁移目的节点。

但是,该策略可能导致移动代理在两个节点之间来回迁移从而使得移动代理无法向着更适合的运行环境前进,所以作了进一步的改进。在计算概率时可引入一个参数 c ,当服务器 k 是上次访问节点时 c 为 0,否则为 1。为了进一步完善该策略,还采用了信息素挥发系数,随着时间的推移对信息素进行调整,防止其无限累加。

3 结束语

研究了现有的基于前端请求分配器的服务器集群系统,为了解决分配器的瓶颈问题和集群的负载均衡问题,提出了基于移动代理的服务器集群系统模型。在该系统中,采用静态调度算法简化请求分配器的工

作内容,引入移动代理技术提高服务器集群的自适应性和负载再分配能力;降低请求分配器成为系统瓶颈的可能性,增强服务器的智能功能:异步收集负载信息、自动调整参数、动态调整策略、拓扑结构管理和任务的转移。使得整个系统在工作强度的分配上更加合理。另外还研究了在集群系统中移动代理的迁移策略,采用蚁群算法,综合考虑了集群中的网络流量、代理服务信息素浓度和目的主机负载状况三个因素,并且设置参数避免了移动代理在两个节点之间来回迁移的问题,还通过信息素挥发系数赋予信息素时间属性,防止其无限累加。

参考文献:

- [1] Chen C, Tsai K. The server reassignment problem for load balancing in structured P2P systems[J]. IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems, 2008, 19(2): 234-246.
- [2] Tsutzbach D, Rejaie R, Sen S. Characterizing unstructured overlay topologies in modern P2P file-sharing systems[J]. IEEE/ACM Transactions on Networking, 2008, 16(2): 267-280.
- [3] 谢毅,周晓峰. 一个基于移动 Agent 的 LBS 系统[J]. 计算机技术与发展, 2006, 16(5): 177-179.
- [4] 吴湘宁,汪渊. 基于群智能的 P2P 计算网格负载均衡算法[J]. 计算机工程, 2007, 33(24): 88-90.
- [5] 王勇,王忠群,韦良芬. 移动 Agent 的一种支持安全与容错的迁移机制[J]. 计算机技术与发展, 2007, 17(3): 169-171.
- [6] 柏海寰,蒋俊杰,汪为农. 基于分散式查找的 Web 服务器集群[J]. 计算机工程, 2006, 32(2): 96-97.
- [7] 林彤,钱华林. 一种节点自组织的多层组播体系结构[J]. 计算机工程, 2008, 34(8): 102-104.
- [8] CardeUini V, Colajanni M, Yu P S. Dynamic Load Balancing on Web Server Systems[J]. IEEE Internet Computing, 2005, 3(3): 28-39.

(上接第 14 页)

- [3] 田宇. 物流服务供应链构建中的供应商选择研究[J]. 系统工程理论与实践, 2003, 23(5): 51-52.
- [4] 王荣培,万麟瑞. 多专家 AHP 的算法改进及其在供应商选择模型中的应用[J]. 计算机应用与软件, 2005, 22(7): 89-90.
- [5] Saaty T L. The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation[M]. New York: McGraw-Hill, 1980.
- [6] 侯书森,孔淑红. 企业供应链管理[M]. 北京:中国广播电视出版社, 2002: 185-188.
- [7] 何炬. 供应链管理中的供应商选择机制[J]. 科学与科学技术管理, 2001(9): 62-65.
- [8] 李博. THPP 决策支持系统的研究与实现[D]. 北京:清华大学, 2006.
- [9] 于江,杨德礼. 供应链管理模式下企业外包设计研究[J]. 大连理工大学学报, 2003, 24(2): 62-66.
- [10] 陈秋荣,周水银. 生产运作管理的理论与实践[M]. 北京:中国人民大学出版社, 2004.
- [11] 邱发智. L 公司外包供应商的评价与选择[D]. 天津:天津大学, 2005.