

■人文社会自然科学研究

西安市装备制造业供应商选择模型构建

曹雨薇

(陕西学前师范学院, 陕西西安 710061)

摘要: 供应商与采购商关系是供应链研究中的重要问题。本文以西安市装备制造业为研究对象,建立西安市装备制造业供应商评价指标体系,建立评价模型,在已建立的评价模型得到供应商排序结果的基础上,以采购总成本最小的目标,建立基于多产品的供应商数量选择模型并求解,从而给出企业供应商选择方案,通过具体企业实例检验模型有效可行。结果表明,该模型可有效为采购决策提供支持。

关键词: 西安市装备制造业; 供应商选择; 违约金; 多产品

中图分类号: C931

文献标识码: A

文章编号: 2095-770X(2020)04-0125-08

PDF获取: <http://sxxqsfxy.ijournal.cn/ch/index.aspx>

doi: 10.11995/j.issn.2095-770X.2020.04.020

Study on Selection Model Construction of Equipment Manufacturing Industry Suppliers in Xi'an

CAO Yu-wei

(Shaanxi Xueqian Normal University, Xi'an 710061, China)

Abstract: The relationship between suppliers and purchasers is an important part in supply chain system. This paper focused on the equipment manufacturing industry in Xi'an. It established an evaluation index system of equipment manufacturing supplier in Xi'an, and established an evaluation model. After the evaluation results coming up by the model mentioned earlier, a multi-product supplier selection model is then established and solved to minimize the total procurement cost. Eventually, the model is verified to be effective by some cases studied of specific enterprises. According to the result, the model can provide support for purchasing decision-making program.

KeyWords: equipment manufacturing industry in Xi'an; supplier selection; penalty for breach of contract; multi-product

0 引言

供应商选择问题是供应链研究的一个核心问题。采购商选择单个供应商时,供应商中断风险较高,采购商采购成本加大;采购商选择多个供应商时,供应商中断风险降低,采购商采购成本减小,但与多个供应商合作其运作成本将会增加。因此选择合适的供应商数量,从而保证采购成本最小,平衡及维护采购商与供

应商的关系具有重要的研究意义。

现有供应商选择的研究,主要从采购风险、采购成本、两者相结合和以随机需求为出发点的模型建立四方面研究为主。首先,采购风险研究。Paul D. Bergem等用决策树方法对供应商数量的选择作了定量研究,得出临界比率,决定选择单一供应商还是多个供应商的结论^[1]。Ruia-Torres在Paul D. Bergem基础上将供应链断裂风险进行分散并讨论供应商发生个

收稿日期:2019-12-12;修回日期:2020-02-16

作者简介:曹雨薇,女,陕西西安人,陕西学前师范学院会计师,主要研究方向:财务会计。

体风险的概率情况^[2]。蒋琦玮,秦进,史峰等人考虑两种风险事件的发生概率及其带来的经济损失,得到了一个企业最优供应商数量的计算公式^[3]。刘冬林,王春香以效用值作为变量,充分考虑企业的不确定风险及环境,建立在不确定风险和环境下供应商数量优化的决策树模型^[4]。其次,采购成本。Render和Heizert等将合作成本引入采购成本中,得出多个供应商合作需花费更多时间进行谈判,这可能延迟生产商的生产计划^[1]。Yuang和Qian在采购成本中加入价格折扣进行供应商数量选择研究^[5]。Swift在非完备合约的情形下,得出无论选择更多供应商的合作成本多低,买主选择与少数供应商保持更紧密合作伙伴关系是一种最优选择^[3]。钟德强等在同时考虑合作与竞争等因素条件下,对供应商数量选择问题进行研究^[6]。陈成梁等对多阶供应链进行优化,将竞争合作、需求不确定等因素考虑进去,但是缺少对供应商数量的选择研究,同时并没有将风险因素考虑进去^[4]。刘阳基于交易成本的供应商数量优化模型,即:平衡交易成本与采购价格,以使采购总成本尽可能低^[4]。第三,采购风险与采购成本。刘辰等人在考虑采购风险和采购成本的基础上加入数量弹性契约,通过最大化供应链企业的收益,建立了最优供应商数量的整数规划模型^[6]。商学娜,郑建国通过总成本最小为目标,引入了风险规避系数,得到最优供应商数量^[7]。林强,李青和吴飞在不确定需求情况下,以生产商采购总成本最小为目标,建立供应商数量优化模型,为生产商进行供应商数量选择提供了意见^[8]。黄辉,梁工谦,隋海燕通过把供应链风险分为系统风险和个体风险,把成本简化为交易成本与财务损失之和,分别建立风险概率确定与风险概率不确定的供应链数量选择模型,确定最优供应商数量^[9]。最后,以随机需求为出发点,或如文献[10]采购成本、零件质量、按时交货率为目标,以供应商产能、项目供方唯一性、零件质量、零件按时到货率和价格折扣为约束,建立了三目标的0-1整数规划模型;文献[11]采购费用、质量费用、交货期费用和其它费用以及次品率、延迟期限、弹性约束建立了该问题的模糊规划模型。文献[12]以供应链风险和供应链绩效作为模糊变量建立供应链风险和总成本最小多目标供应商选择模型;文献[13]以采购成本、惩罚成本、产品质量、平均交付期和技术先进性为评价指标,以最小综合评价值为目标,建立了存在价格折扣的多目标规划模型。或者如

文献[14]研究总成本(价格+关税+订购成本+运输成本+库存成本)最小化的单目标供应商选择与采购量分配问题;目前国外学者对供应商数量研究主要从采购风险和采购成本进行研究。文献[1]用决策树方法对供应商数量的选择作了定量研究,得出临界比率,决定选择单一供应商还是多个供应商的结论。文献[2]基础上将供应链断裂风险进行分散并讨论供应商发生个体风险的概率情况。文献[3]在采购成本中加入价格折扣进行供应商数量选择研究。

本文在国内外相关研究的基础上,通过具体调研总结出适合行业特点的供应商评价指标体系,并在此基础上构建供应商评价模型,根据评价模型得出供应商排序,在此基础上以采购总成本最小的目标,建立具体供应商数量选择模型并求解,最后进行实例分析,验证模型有效性,从而给出供应商选择数量方案。结果证明,理论分析与实际情况相当吻合。

1 供应商评价指标构建

根据新修改的《大、中、小型工业企业划分标准》经过初步筛选(大型企业标准定为:年销售收入和资产总额均在5亿元以上;中型企业标准为年销售收入和资产总额在5000万元以上)得到西安市规模以上大中型企业104家,其中电器机械及器材制造业12家、通用设备制造业7家、通信设备、计算机及其他制造业20家、专用设备制造业28家、金属制品业5家、交通运输设备制造业24家和仪器仪表及文化用制造业8家。本文将这104家作为样本企业进行调研。

装备制造业供应商属于针对行业供应商的一种类型,其评价指标体系在具有一般供应商评价指标体系的共性外,还需具有其行业特征,因此,装备制造业供应商评价指标体系,既要包括一般供应商评价指标,又要包括反映装备制造业特性的特殊指标。本文在前人研究成果基础上,深入西安市装备制造业进行行业调研走访,制定调查问卷并进行发放。根据回收问卷排除无效问卷后,对有效问卷进行分析,本文运用SPSS17.0进行信度分析,信度通常用Cronbach's系数测量,系数值介于0与1之间,值越大则问卷提项间相关性越好。一般而言,大于0.8表示一致性极好,在0.6~0.8表示较好,而低于0.6表示内部一致性较差。在实际应用上,Cronbach's值至少要大于0.5,最好能大于0.7。具体通过分析选项下的度量-可靠性分析,

并通过选择统计量中“如果想已删除请进行度量”项达到对相关系数低的单项总分及变量的筛选,提高问卷一致性,整体问卷信度分析,用系数法,4个一级指标信度 Cronbach's >0.7,即四个一级指标经检验后合格。运用SPSS17.0中的分析-降维-因子分析法进行构建效度分析,变量的巴特利特球体检验的显著性概率为0.000<0.01,所有变量KMO值大于0.6,说明问卷数据适合。依据调查问卷分析的结果,最后建立的西安市装备制造业供应商综合能力评价指标体系,如图

1所示。该指标体系比较适用于西安市装备制造企业供应商的评价,在具体应用中企业可以根据实际情况,对细化的指标层进行修改。

2 样本数据收集

运用层次分析法(AHP)进行供应商评价并构建供应商评价模型得出供应商排序。用层次分析法进行决策分析,大体可以分为以下五个基本步骤:

2.1 层次结构模型的建立

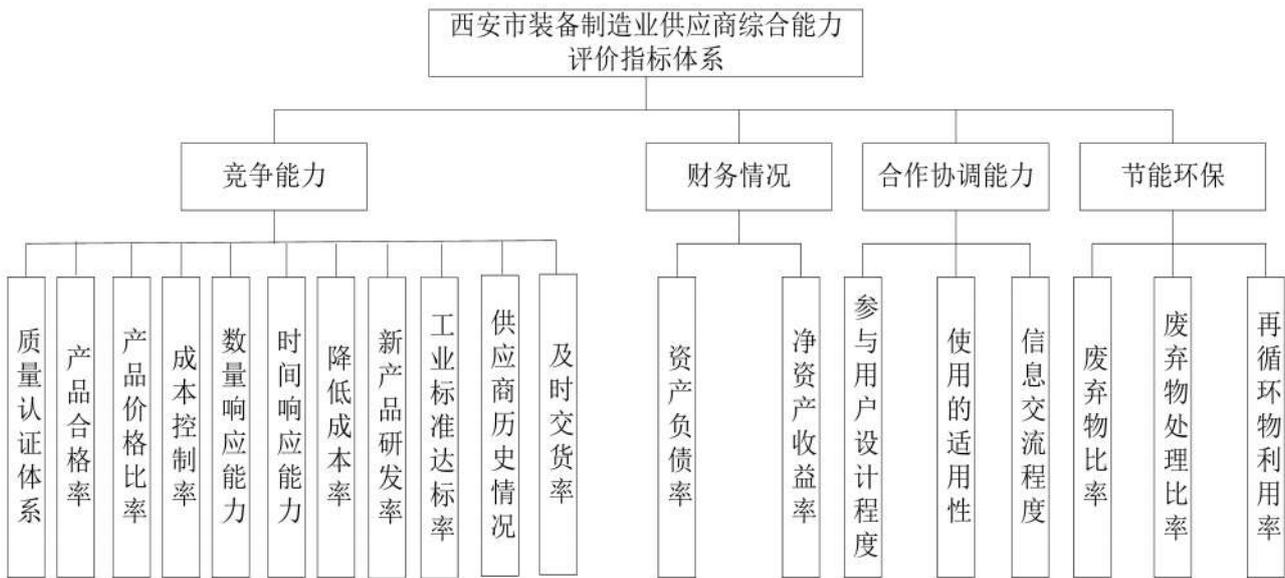


图1 西安市装备制造业指标体系图

将相关因素按照各自属性进行自上而下的分解,分解为若干层,各个因素为互不相交的层次,中间层受上一层的制约或影响上一层,同时中间层次支配下一层次或受下一层次作用。

2.2 构造各层次的判断矩阵

构造好层次结构后,需要确定每一层次对上一层

次的影响程度,按事先规定的标度进行量化,构成矩阵形式,即判断矩阵。矩阵中元素重要性等级及通常用1-9标度法确定,主要通过专家或业内人士经验数据得出。其判断标度含义如表1所示。

2.3 最大特征向量和权重向量

由于在层次分析法中计算判断矩阵的最大特征

表1 1-9标度含义

标度 a_{ij}	定义
1	因素 i 与因素 j 相同重要
2	因素 i 比因素 j 稍重要
3	因素 i 比因素 j 较重要
4	因素 i 比因素 j 非常重要
5	因素 i 比因素 j 绝对重要

倒数 $1, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{1}{5}$

表示两个因素相比, j 比 i 的重要程度,

$$a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}}, a_{ii} = 1$$

值和特征向量,并不需要很高的精度,故近似算法即可。主要有三种近似算法,方根法,和积法和求逆法。

2.4 一致性检验

对复杂事物各因素采用两两比较时,做到判断的完全一致性比较困难,估计误差必然存在,这就导致特征向量与特征值存在偏差。在AHP判断矩阵中CI作为偏离一致性指标:

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

CI=0表示判断矩阵具有一致性。CI值越大,判断矩阵完全一致性越差。一般只要CI≤0.1就可认为判断矩阵一致性可接受,否则需重新比较。但依靠CI值作为矩阵一致性的标准是不够的。为此,引进平均随机一致性指标RI,指标RI的取值如表2所示,对CI进行修正。定义CR为一致性比例:

$$CR = \frac{CI}{RI} < 0.1$$

则称判断矩阵具有一致性,否则就不具有一致性。

表2 RI随机表

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51

2.5 各层次总排序权重及排序

各层次总排序是由高层次到低层次逐层进行的计算同一层次所有因素对于最高层相对重要性的排序权值。最底层得到的层次总排序,就是n个被评价方案的总排序。

设中间层因素个数为m个,底层因素个数为n个,总排序向量为w=(w₁,w₂,...,w_n)则底层元素层次总排序为:

$$w_i = \sum_j^m a_j b_{ij}$$

其中,a_i为中间层对总目标的单层排序;b_{ij}为底层第i个因素对中层第j个因素的层次单排序权重。

设底层因素对中层因素的层次单排序一致性指标为,随机一致性指标为,则层次总排序的一致性比率为:

$$CR = \frac{a_1 CI_1 + a_2 CI_2 + \dots + a_m CI_m}{a_1 RI_1 + a_2 RI_2 + \dots + a_m RI_m}$$

当CR<0.1时,目标层各个指标具有一致性。由此,得到决策层对总目标的权重排序。

根据层次分析法步骤,第一步,对前面建立的指

标体系中的竞争能力、财务情况、合作协调能力和节能环保进行两两重要性比较,建立互反判断矩阵,对各层供应商评价影响因素构造判断矩阵,分别如表3,表4,表5,表6和表7所示。

表3 评价指标判断矩阵

	(1)	(2)	(3)	(4)
(1)	1	3	4	5
(2)	1/3	1	3	2
(3)	1/4	1/3	1	3
(4)	1/5	1/2	1/3	1

表4 评价指标判断矩阵

	a1	a2	a3	a4	a5	a6	a7	a8	a9	a10
a1	1	2	3	2	2	1/3	1/2	1/2	2	2
a2	1/2	1	1/3	2	1/3	1/3	1/2	1/2	1/3	1/2
a3	1/3	3	1	2	1/2	2	2	3	2	2
a4	1/2	1/2	1/2	1	1/2	1/3	1/2	2	2	1/2
a5	1/2	3	2	2	1	1/3	1/2	2	3	5
a6	3	3	1/2	3	3	1	3	1/3	1/3	4
a7	2	2	1/2	2	2	1/3	1	1/2	1/3	2
a8	2	2	1/3	1/2	1/2	3	2	1	1/2	4
a9	1/2	3	1/2	1/2	1/3	3	3	2	1	4
a10	1/2	2	1/2	2	1/5	1/4	1/2	1/4	1/4	1

表5 评价指标判断矩阵

	b1	b2
b1	1	2
b2	1/2	1

表6 评价指标判断矩阵

	c1	c2	c3
c1	1	3	2
c2	1/3	1	1/3
c3	1/2	3	1

表7 评价指标判断矩阵

	d1	d2	d3
d1	1	1/2	1/3
d2	2	1	1/3
d3	3	3	1

第二步,计算下层对上层因素影响度以及单排序的权向量。

最大特征值λ₀ = 4.1145,相应特征向量

w₀ = (0.8689,0.4381,0.1952,0.1223),归一化后特征向量w₀ = (0.5310,0.2403,0.1441,0.0847)。一致性指标

CI₀ = 0.0382, CR₀ = 0.0189<0.1。

$$A_0 = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 4 & 5 \\ 1/3 & 1 & 3 & 2 \\ 1/4 & 1/3 & 1 & 3 \\ 1/5 & 1/2 & 1/3 & 1 \end{bmatrix}$$

最大特征值λ₁ = 12.5635,相应特征向量

w₁ = (-0.3500 - 0.1276 - 0.3889 - 0.2056 - 0.3857 - 0.4282 - 0.2621 - 0.3374 - 0.3682 - 0.1321)

归一化后特征向量

$$w_1 = (0.1172, 0.0427, 0.1302, 0.0689, 0.1292, 0.1434, 0.0878, 0.1130, 0.1233, 0.0442)$$

。一致性指标 $CI_1 = 0.0512$, $CR_1 = 0.0344 < 0.1$ 。

$$A_1 = \begin{bmatrix} 1 & 5 & 3 & 2 & 2 & 1/3 & 1/2 & 1/2 & 2 & 2 \\ 1/5 & 1 & 1/3 & 2 & 1/3 & 1/3 & 1/2 & 1/2 & 1/3 & 1/2 \\ 1/3 & 3 & 1 & 2 & 1/2 & 2 & 2 & 3 & 2 & 2 \\ 1/2 & 1/2 & 1/2 & 1 & 1/2 & 1/3 & 1/2 & 2 & 3 & 1/2 \\ 1/2 & 3 & 2 & 2 & 1 & 1/3 & 1/2 & 2 & 1/3 & 5 \\ 3 & 3 & 1/2 & 3 & 3 & 1 & 3 & 1/3 & 1/3 & 4 \\ 2 & 2 & 1/2 & 2 & 2 & 1/3 & 1 & 1/2 & 1/2 & 2 \\ 2 & 2 & 1/3 & 1/2 & 1/2 & 3 & 2 & 1 & 1 & 4 \\ 1/2 & 3 & 1/2 & 1/2 & 1/3 & 3 & 3 & 1 & 1 & 4 \\ 1/2 & 2 & 1/2 & 2 & 1/5 & 1/4 & 1/2 & 1/4 & 1/4 & 1 \end{bmatrix}$$

最大特征值 $\lambda_2 = 2$, 相应特征向量 $w_2 = (0.8944, 0.4472)$

, 归一化后特征向量 $w_2 = (0.6667, 0.3333)$ 。

一致性指标 $CI_2 = 0$, $CR_2 = 0$ 。

$$A_2 = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 1/2 & 1 \end{bmatrix}$$

最大特征值 $\lambda_3 = 3.0536$, 相应特征向量

$$w_3 = (0.8257, 0.2184, 0.5201)$$

$$w_3 = (0.5278, 0.1396, 0.3325)$$

一致性指标 $CI_3 = 0.0268$, $CR_3 = 0.0462$ 。

$$A_3 = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 2 \\ 1/3 & 1 & 1/3 \\ 1/2 & 1/3 & 1 \end{bmatrix}$$

最大特征值 $\lambda_4 = 3.0536$, 相应特征向量

$$w_4 = (0.2370, 0.3762, 0.8957)$$

$$w_4 = (0.1571, 0.2493, 0.5936)$$

一致性指标 $CI_4 = 0.0268$, $CR_4 = 0.0462$ 。

$$A_4 = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 1/3 \\ 2 & 1 & 1/2 \\ 3 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

第三步, 计算总排序权重和一致性检验。

$$w_0 = (w^1, w^2, w^3, w^4), w_1 = (w_1^1, w_1^2, w_1^3, w_1^4, w_1^5, w_1^6, w_1^7, w_1^8, w_1^9, w_1^{10}),$$

$$w_2 = (w_2^1, w_2^2), w_3 = (w_3^1, w_3^2, w_3^3), w_4 = (w_4^1, w_4^2, w_4^3)$$

指标层各指标对总目标的影响权重:

$$w = (w_1 w^1, w_2 w^2, w_3 w^3, w_4 w^4)$$

$$w_1 = 0.8689 \times 0.1172 = 0.1018, w_2 = 0.8689 \times 0.0427 = 0.0371$$

$$w_3 = 0.8689 \times 0.1302 = 0.1131, w_4 = 0.8689 \times 0.0689 = 0.0597$$

$$w_5 = 0.8689 \times 0.1292 = 0.1123, w_6 = 0.8689 \times 0.1434 = 0.1246$$

$$w_7 = 0.8689 \times 0.0878 = 0.0763, w_8 = 0.8689 \times 0.1130 = 0.0892$$

$$w_9 = 0.8689 \times 0.1223 = 0.1071, w_{10} = 0.8689 \times 0.0442 = 0.0384$$

$$w_{11} = 0.4381 \times 0.6667 = 0.2921, w_{12} = 0.4381 \times 0.3333 = 0.1460$$

$$w_{13} = 0.1952 \times 0.5278 = 0.1030, w_{14} = 0.1952 \times 0.1396 = 0.0272$$

$$w_{15} = 0.1952 \times 0.3325 = 0.0649, w_{16} = 0.1223 \times 0.1571 = 0.0192$$

$$w_{17} = 0.1223 \times 0.2493 = 0.0305, w_{18} = 0.1223 \times 0.5936 = 0.0726$$

一致性检验指标 $CR = 0.0291 < 0.1$ 。

第四步, 计算总分(应用1-9标度打分)。

在供应商评价后, 即: 得到供应商按其相关条件进行排序的过程。对评价后西安市装备制造企业选择多少供应商供货, 即: 供应商数量选择问题研究进行再次研究。以下将充分考虑市场随机的实际情形, 通过以采购总成本最小为目标, 建立考虑违约金成本因素的供应商数量选择模型, 从而给出供应商选择方案。

3 问题描述与建模

假设采购商有 n 家备选供应商, 且从 n 家供应商中采购多产品, 从供应商 i 处采购产品 j 的单价为 p_{ij} ; q_{ij} 供应商 i 处采购产品 j 的数量为 q_{ij} ; 供应商 i 供应产品 j 的最大数量 C_{ij} ; 采购商与供应商合作需付一定成本为 r_0 , 即: 固定成本; 与不同供应商合作会发生不同变动成本为 k_{ij} , 即变动成本; α : 置信水平; 供应商对采购商可能的行为制定违约金, 单位数量增加违约金数为 ϵ_{ij} 。求采购总成本最小的供应商选择问题。

令采购总成本为 C , 此处, 采购总成本由采购成本 Z 和违约金 F_x 构成, 其中采购成本包括: 物料成本 U_x 、合作成本 V_x 。综上可以得出, $C = U_x + V_x + F_x$; ϵ_{ij} 为单位数量增加违约金数; β_{ij} 为单位数量减少违约金系数; $QMIN_{ij}$ 为从供应商 i 订购产品 j 的最小数量; $QMAX_{ij}$ 为从供应商 i 订购产品 j 的最大数量; 综合考虑问题目标和所有的限制条件, 建立模型如下:

$$C = \min(U_x + V_x + F_x) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij} p_{ij} q_{ij} + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (r_0 + k_{ij} x_{ij}) + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij} \max\{QMIN_{ij} - q_{ij}, 0\} \times \epsilon_{ij} + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij} \max\{q_{ij} - QMAX_{ij}, 0\} \times \beta_{ij} \quad (1)$$

$$st \quad P_i \left[\sum_{j=1}^m q_{ij} \geq d_i \right] \geq \alpha \quad (2) \quad P_x \leq p_0 \quad (3) \quad x_i \in \{0, 1\} \quad (4) \quad X = \sum_{i=1}^n x_i \quad (5)$$

目标函数(1)中 $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij} p_{ij} q_{ij}$ 是指供应商数量越多, 物料成本越大; $V_x = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (r_0 + k_{ij} x_{ij})$ 供应商数量越多, 合作成本越大。

$F_x = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij} \max\{QMIN_{ij} - q_{ij}, 0\} \times \beta_{ij} + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij} \max\{q_{ij} - QMAX_{ij}, 0\} \times \epsilon_{ij}$ 其中, $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij} \max\{QMIN_{ij} - q_{ij}, 0\} \times \beta_{ij}$ 指由于需求数量减少而产生的违约金, 指 q_{ij} 小于供应商一次生产中的最小量(因为剩余部分增加供应商储存成本)。因此, 供应商会制定不同数量减少的违约金系数 β_{ij} 和最小订货量水平 $QMIN_{ij}$, 若采购商从供应商 i 采购产品数量 $q_{ij} \leq QMIN_{ij}$, 则需支付数量减少违约金 $(QMIN_{ij} - q_{ij}) \times \beta_{ij}$, 随着供应商数量增加, 采购商由于供应商的增加采购会越发分散则需求数量减少违约金增加, 而 $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij} \max\{q_{ij} - QMAX_{ij}, 0\} \times \epsilon_{ij}$ 指需求数量增加违约金,

是指每个供应商面对多个采购商提供所需产品,因此根据对象提供在已有生产能力下的最大供货量,如果 $q_i \leq QMIN_i$,且 $q_i \neq 0$,那么供应商将会更改生产计划,完成采购商要求,因此要求一定违约金;约束条件(2)是采购量满足需求的机会约束。约束条件(3)是采购商接受风险水平上限 P_0 ,其中 $P_x = P_0 + (1-P_0)P_x^*$,即 x 个供应商同时中断概率。约束条件(4)是供应商数量约束。约束条件(5)是供应商数量总数约束。

模型求解。对于约束条件(2),将机会约束根据给定的置信水平转换成确定约束即: $\sum_{i=1}^m q_i \geq \mu + \Phi^{-1}(\alpha)\sigma$,即

将随机单目标转化为确定单目标模型求解。

4 实例分析

假设A公司拟从5家供应商处采购3种产品,采购量A公司可自行改变,5家供应商同时中断供货的概率 $P_0=0.005$,第 i 个供应商中断,不能供货的概率 $P_{0i}=0.1$, $P_0=0.01$ 。供应商的能力参数值如表8所示。供应商参数表如表9所示。

根据本文构建模型第一步,先确定供应商评价模型计算总分,确定供应商排序结果。

表8 供应商供应能力参数值

供应商	产品	p_{ij}	$QMIN_{ij}$	β_{ij} (/元)	$QMAX_{ij}$	ε_{ij} (/元)	q_{ij}	r_0	k_{ij}	c_{ij}
1	1	1.6	3500	150	7000	50	3000	0	1500	8000
	2	2.0	1500	150	4000	80	4500	0	1500	6000
	3	2.0	3000	120	4500	50	2800	0	1500	5000
2	1	1.5	1500	200	2500	60	3000	0	1500	3000
	2	2.0	3000	100	4500	60	2500	0	1500	5000
	3	1.5	2400	90	3500	70	2000	0	1500	4500
3	1	1.7	3000	300	4500	80	3000	0	1500	5000
	2	1.2	2000	500	3500	70	2500	0	1500	4000
	3	1.3	1500	120	3000	60	3200	0	1500	4000
4	1	2.0	1500	400	4500	150	3000	0	5000	5000
	2	1.3	2000	500	3000	60	2500	0	1500	3500
	3	1.9	2500	200	3500	90	3000	0	1500	4200
5	1	1.9	500	500	2500	120	3000	0	1500	3000
	2	1.7	2500	100	2800	40	2500	0	1500	3000
	3	1.6	2000	250	3000	40	3100	0	2000	3200

表9 供应商参数表

产品类	μ_{D_i}	$\sigma^2_{D_j}$	α	$\varphi^{-1}(\alpha)$
1	2500	400	0.9	1.28
2	2000	100	0.9	1.28
3	1000	1000	0.9	1.28

设18个指标的权重为 $w = (w_1, w_2 \dots w_{18})$ 对应的分数为:

$c = (a1, a2, a3, a4, a5, a6, a7, a8, a9, a10, b1, b2, c1, c2, c3, d1, d2, d3)$

则供应商的评价总分为 $W_c = W \times C$ 。(供应商综合评价表如表10所示)

2)根据排序结果确定具体供应商数量,达到采购

商采购总成本最小的目标。

第一步:计算 x 个供应商同时中断的概率

$$P_1 = P_c + (1 - P_c)P_d^1 = 0.005 + 0.995 \times 0.1 = 0.1045$$

$$P_2 = P_c + (1 - P_c)P_d^2 = 0.005 + 0.995 \times 0.1^2 = 0.01495$$

$$P_3 = P_c + (1 - P_c)P_d^3 = 0.005 + 0.995 \times 0.1^3 = 0.00599$$

$$P_4 = P_c + (1 - P_c)P_d^4 = 0.005 + 0.995 \times 0.1^4 = 0.0051$$

$$P_5 = P_c + (1 - P_c)P_d^5 = 0.005 + 0.995 \times 0.1^5 = 0.00501$$

第二步:计算采购总成本,如表 11 所示。

表 10 供应商综合评分表

a1	a2	a3	a4	a5	a6	a7	a8	a9	a10	b1	b2	c1	c2	c3	d1	d2	d3	总分
8	7	8	8	7	8	8	8	8	8	7	7	8	8	7	7	7	8	12.2187
7	7	8	8	8	7	8	7	8	7	8	6	7	8	8	7	7	8	12.0850
7	8	6	8	7	7	7	7	7	7	7	7	6	8	7	7	7	8	11.3296
8	8	6	9	7	8	8	7	8	7	8	8	7	7	7	7	8	8	12.3497
8	8	7	7	8	8	8	8	8	8	7	7	7	7	8	8	8	8	12.2293

表 11 采购总成本表

供应商	产品	U_x	V_x	F_x	C
1	1	4800	1500	75000, 0	81300
	2	9000	1500	75000, 0	85500
	3	5600	1500	24000, 0	31100
2	1	9300	3000	75000, 30000	117300
	2	14000	3000	125000, 0	142000
	3	8600	3000	42000, 0	53600
3	1	14400	4500	150000, 30000	198900
	2	17000	4500	125000, 0	146500
	3	10160	4500	42000, 24000	80660
4	1	20400	6000	150000, 30000	206400
	2	22700	6000	125000, 0	153700
	3	15860	6000	42000, 24000	87860
5	1	26100	7500	150000, 30000	213600
	2	28300	7500	125000, 20000	180800
	3	20820	8000	42000, 49000	119820

第三步:依据题设 $\alpha = 0.9$, $\varphi^{-1}(\alpha) = 1.28$, 可将随机单目标转换为确定约束单目标模型。即:

$$\sum_{i=1}^n q_{ij} \geq \mu + \Phi^{-1}(\alpha)\sigma$$

第四步:计算最优供应商数量 x

因为, $P_x \leq P_0$, $P_0 = 0.001$, 所以 $x \geq 3$ 。又因为 $x \geq 3$ 时, 产品 1: $\min C = 198900$; 产品 2: $\min C = 146500$; 产品 3: $\min C = 80660$ 。所以最优供应商数量 $x = 3$ 。

5 结论

本文通过对国内外相关学者研究成果的总结, 结合本研究的行业特点构建了一套适合西安市装备制造业的供应商评价指标体系, 建立了一套西安市装备制造业的供应商评价模型。根据评价模型在供应商排序结果的基础上, 以采购总成本最小为目标, 建立考虑违约金成本因素的供应商数量选择模型并求解, 最后通过实例验证, 从而给出供应商选择数量方案。结

果表明,该模型可为采购商选择供应商的数量提供解决方法。

[参考文献]

- [1] 关志民.供应链环境下供应商选择方法及其应用研究[D]. 沈阳:东北大学,2006.
- [2] 蒋琦玮,秦进.考虑风险控制最优供应商数量确定方法[J]. 系统工程,2008(2):108-111.
- [3] 孙昌言.基于全球采购下供应商选择与数量优化研究[D]. 上海:同济大学,2009.
- [4] 刘冬林,王春香.风险和不确定下的供应商数量优化问题研究[J]. 中国地质大学学报,2006(6):42-46.
- [5] 钟德强,仲伟俊.合作竞争下的供应商数量优化问题研究[J]. 管理科学学报,2003(3):23.
- [6] 刘臣,张庆普,单伟.基于数量弹性契约的供应商数量选择问题研究[J]. 运筹与管理,2010(8):1-7.
- [7] 商学娜,郑建国.基于风险防范的供应商数量优化决策[J]. 工业工程,2008(11):34-37.
- [8] 林强,李青,吴飞.不确定需求下企业供应商数量优化问题研究[J]. 工业工程,2010(4):13-17.
- [9] 黄辉,梁工谦,隋海燕.不同风险环境下的供应商数量决策模型研究[J]. 生产力研究,2008(3):63-65.
- [10] 周豪,郑美妹,丁宇.多项目背景下的平台零件采购供应商选择与订单分配模型[J]. 工业工程与管理,2019,11(26).
- [11] 禄冠磊.多产品采购供应商选择模糊整数规划模型[J]. 物流工程与管理,2018,40(3):83-85.
- [12] 陈浩东,王志平.考虑供应链风险和绩效的供应商选择的模糊动态非线性多目标规划模型[J]. 运筹与管理,2018,27(4):50-56,71.
- [13] 陈桥,曾小舟,王悦,等多目标规划下大型客机研制多供应商选择模型[J]. 武汉理工大学学报,2015,37(6):748-751,802.
- [14] 段喆,朱道立.多阶段多产品供应量分配的综合模型[J]. 系统工程,2004,6(22):21-24.

[责任编辑 李亚卓]