不确定交货条件下供应链协调的 Stackelberg 对策研究[①]

卢 震, 黄小原
(东北大学工商管理学院, 沈阳 110004)

摘要: 研究了在不确定交货条件下的一种供应链协调机制 ——Stackelberg 主从对策. 供应链中的生产商作为主方,以成本最小为目标给出最佳的订货量和惩罚成本策略;供应商作为从方,以使其效益最大化的最佳额外生产能力作为响应策略. 最后,以上海宝钢集团企业开发总公司的尾板卷深加工为实际背景,采用遗传算法进行了仿真计算,结果表明主从对策的供应链协调机制的有效性.

关键词: Stackelberg 对策; 供应链; 协调; 不确定性; 遗传算法
中图分类号: C931 文献标识码: A 文章编号: 1007 - 9807(2004)06 - 0087 - 07

0 引 言

供应链是包括供应、制造、销售活动在内的物流、资金流、信息流一体化的企业网络系统. 它是由许多相互独立的企业以一种动态联盟的形式联系在一起的,企业与企业之间既有竞争又要相互协作. 因此,如何协调好供应链中各企业的利益关系使之能够共同合作,对于最终实现供应链整体最优这一目标来说是非常重要的. 到目前为止,在众多研究供应链的文献中很大一部分是研究有关供应链协调机制问题的[1~6]. 其中,Kirstin 在文献[1]中,研究了具有不确定交货条件下的供应链协调问题. 文献[1]分析了最差情况即在供应商与生产商完全独立决策下的供应商决策行为,也分析了最好情况即在供应商与生产商之间具有完全信息共享下供应链联合最优化的决策行为. 但是这两种情况在实际的供应链合作中都很少出现. 在实际中,生产商与供应商之间存在诸多关系,其中很重要的就是主从关系[7]. 在本文问题中,生产商占有供应链的主要资源,在决策中占据主导地位,其策略是提出使生产商成本最小的最佳订货量和对供应商的惩罚成本,供应商作为从方,他依据主方的策略确定使自己利益最大化的最佳额外供应能力. 同时,考虑到供应商是理性的,为确保其参与决策,作为主方的供应商在制定其策略时要兼顾从方供应商的利益,即协调决策后供应商的利益不低于其在无协调决策下的利益. 针对这一情况,本文在不确定交货条件下,运用 Stackelberg 理论提出了一种供应链的协调机制. 结果表明这种研究在理论和应用上均具有意义.

1 基本模型

1.1 问题的描述

本文考虑的供应链问题是一个供应商和一个生产商之间的协调问题. 生产商根据市场需求生产某种产品,并向供应商订购生产此种产品的零部件. 由于单个供应链通常会是复杂供应链网络的一部分,供应商在此复杂网络中可能同时归属于不同的供应链. 这样,他可能不只是为一个生产商提供产品. 为了反映供应链网络的影响,把供应商满足特定生产商的供应能力限定为 αC(其中

① 收稿日期: 2003 - 03 - 26; 修订日期: 2004 - 10 - 10.
基金项目: 辽宁省自然科学基金资助项目(9910200208).
作者简介: 卢 震(1972 —),男,湖北黄坡人,博士生,讲师.

$\alpha \in [0,1]$, C 表示供应商的正常供应能力). 当生产商下定单时,供应商并不能确定 α 的值,只能根据供应商的自身特性及其供应链网络的复杂性,根据供应商在对生产商供货中长期生产能力限制的统计规律即概率分布函数 $f(\alpha)$ 来确定供应商的生产能力分配比率系数 α,而不能根据生产商的某次订货的量来确定. 因此,$f(\alpha)$ 与订货量 q 无关,见文献[1]. 为了满足生产商的需求,供应商还要建立额外供应能力 Δ. 与正常供应能力相反,额外供应能力是供应商专门为某生产商建立的,所以是确定的. 生产商与供应商的关系如图 1 所示.

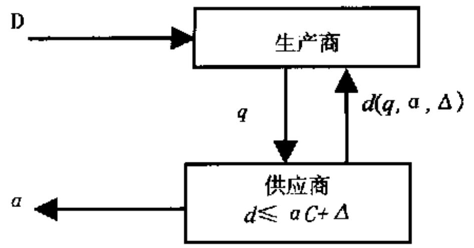

图 1 供应链中生产商和供应商的关系

Fig. 1 Relation between supplier and producer in supply chain

现在考虑一个单周期的生产库存模型. 其中,生产商面对一个已知最终产品需求 D,不失一般性,假设生产商生产每一单位最终产品需要一单位零部件. 也就是说,为了满足最终产品的需求,生产商需要总量为 D 的零部件. 生产商根据自身利益确定向供应商订购零部件的数量为 q. 供应商的交货数量 d 由有效供应能力 αC,额外供应能力 Δ 和订单数量 q 决定. 假设生产能力利用率等于 1,而供应商的交货量不大于订单要求的数量,则

$$d = \min\{\alpha C + \Delta, q\} \tag{1}$$

1.2 供应链协调下的生产商成本模型

在供应链模式下,生产商根据外部需求 D 向供应商提交订单,订货量为 q. 订货量的确定既要考虑生产商自己的库存情况,也要兼顾供应商的供应能力. 在不确定交货环境下,生产商的成本除了采购成本外,当其产出量 d 与市场所需最终产品的数量 D 不同时,生产商还要面临另两种成本. 第 1 种是由于生产商的产出量小于市场订货量,不能满足外部需求时所要承担的外部惩罚成本. 第 2 种是需求满足后,因持有过多产品而造成的持有成本. 单周期内单位最终产品的外部惩罚成本为 π,单位产品的持有成本为 g. 此外,在供应链协调机制下,生产商为激励供应商,当供应商不能满足生产商订货时,供应商必须向生产商支付一个可变的惩罚成本,k 表示由生产商设定的供应商应支付的单位惩罚成本.

供应商交货量为 d 时,生产商成本模型[1] 为

$$C^P = \pi[D - d]^+ + g[d - D]^+ + pd - k[q - d]^+ \tag{2}$$

其中:$[D - d]^+ = \max\{0, D - d\}$; $[d - D]^+ = \max\{0, d - D\}$, $[q - d]^+ = \max\{0, q - d\}$; C^P 表示生产商的总成本; p 为单位零部件的价格.

当生产商发出订单 q 时,供应商为其分配的有效供应能力比例 α 是不确定的,但它的分布函数 $F(\alpha)$ 和密度函数 $f(\alpha)$ 是可知的. 由公式(2)可知,生产商的预期总成本,由它的订货数量 q、供应商可能支付的单位惩罚成本 k 和供应商建立的额外供应能力 Δ 共同决定的,即

$$\begin{aligned} E(C^P) = {} & \pi \int_0^{\min\{x(q,\Delta),\, y(\Delta)\}} (D - (\alpha C + \Delta)) f(\alpha) \mathrm{d}\alpha + \\ & \pi(D - q) \int_{x(q,\Delta)}^1 f(\alpha) \mathrm{d}\alpha \Phi_{\{D, > q\}} + \\ & g \int_{y(\Delta)}^{x(q,\Delta)} (\alpha C + \Delta - D) f(\alpha) \mathrm{d}\alpha + \\ & g(q - D) \int_{x(q,\Delta)}^1 f(\alpha) \mathrm{d}\alpha \Phi_{\{D < q\}} + \\ & p \int_0^{x(q,\Delta)} (\alpha C + \Delta) f(\alpha) \mathrm{d}\alpha + \\ & pq \int_{x(q,\Delta)}^1 f(\alpha) \mathrm{d}\alpha - \\ & k \int_0^{x(q,\Delta)} (q - (\alpha C + \Delta)) f(\alpha) \mathrm{d}\alpha \end{aligned} \tag{3}$$

这里 $y(\Delta) = (D - \Delta)/C$, $x(q,\Delta) = (q - \Delta)/C$,且 $\Phi_{\{D > q\}}$ 是如下定义的指示函数

$$\Phi_{\{D > q\}} = \begin{cases} 1 & \text{如果 } D > q \\ 0 & \text{其它} \end{cases}$$

在上面所描述的成本函数式(3) 中 $E(C^P)$ 表示生产商成本 C^P 的期望值,右侧第一二项代表预期的外部客户惩罚成本,其中第 1 项为供应商供应能力小于生产商订货量即 $\alpha C + \Delta < q$ 情况下的客户惩罚成本,第二项为供应商供应能力大于或等于生产商订货量即 $\alpha C + \Delta \geq q$ 情况下的客户惩罚成本;第三四项代表预期库存成本,其中第三项为供应商供应能力小于生产商订货量即 $\alpha C + \Delta < q$ 情况下的预期库存成本,其中第四项为供应商供应能力大于或等于生产商订货量即 $\alpha C + \Delta \geq q$ 情况下的预期库存成本. 第五六项代表预期

采购成本. 最后一项表示供应商预期的惩罚成本. 约束 $x(q,\Delta)$ 和 $y(\Delta)$ 由生产能力约束(1) 和成本函数(2) 的具体情况导出.

1.3　供应链协调下的供应商利润模型

在本问题中,所考虑的供应商效益包括供应商向生产商提供产品的销售利润与各项成本之差. 供应商成本主要包括为满足生产商订货量而建立的额外生产能力 Δ 的成本,单位额外生产能力的成本为 w;若生产能力过剩,供应商对没卖出产品的每单位持有成本为 h;若生产能力不足,供应商向生产商交付惩罚成本,单位惩罚成本 k.

现就生产商一个给定的订货量 q,由等式(1) 可得供应商的收益[1],即

$$P^{s}_{q,k} = pd - h[\alpha C + \Delta - q]^{+} - w\Delta - k[q - d]^{+} \tag{4}$$

其中: $P^{S}_{q,k}$ 供应商收益; p 表示零部件价格; C 表示有效供应能力; α 表示有效供应能力的随机比例, q 表示订货量.

供应商的预期收益模型

$$\begin{aligned} E(P^{S}) = {} & p\int_{0}^{y(q,\Delta)} (\alpha C + \Delta) f(\alpha)\,\mathrm{d}\alpha + \\ & pq\int_{y(q,\Delta)}^{1} f(\alpha)\,\mathrm{d}\alpha - \\ & h\int_{y(q,\Delta)}^{1} (\alpha C + \Delta - q) f(\alpha)\,\mathrm{d}\alpha - w\Delta - \\ & k\int_{0}^{y(q,\Delta)} (q - (\alpha C + \Delta)) f(\alpha)\,\mathrm{d}\alpha \end{aligned} \tag{5}$$

式(5) 中 $E(P^{S})$ 为生产商成本 P^{S} 的期望值,式(5) 右侧第一二项是预期收入;第三项为预期持有成本;第四五项分别为建立额外供应能力的实际成本和预期的惩罚成本. 在决定额外供应能力的数量时,由于随机变量 α 的密度函数可知,则当订货量 q 和惩罚成本 k 给定时,供应商会选择可以使其所获期望收益最大的额外供应能力 Δ,即

$$\Delta_{\mathrm{opt}} = \arg\max_{\Delta \in [0,q]} E(P^{S}(\Delta)) \tag{6}$$

对于供应链中具有两个节点(生产商、供应商) 问题的描述而言,两个节点或全部采用成本函数描述或全部采用利润函数描述,但也可一个用利润函数另一个用成本函数描述. 本文主要考虑的是生产商与供应商之间的协调问题,生产商和供应商若全部采用利润函数描述,则对生产商模型考虑市场的影响加大,使问题复杂化;若全部采用成本函数描述,则对供应商模型简化,双方的协作关系体现不足. 若供应商采用成本函数描述,而生产商采用利润函数描述,则使问题复杂且双方协作关系体现不足. 因此,本文生产商采用成本函数供应商采用利润函数描述,即式(2) 和(4) 及其数学期望描述式(3) 和(5).

2　Stackelberg 主从对策问题

2.1　Stackelberg 主从对策问题

对于上述问题文献[1] 考虑了供应链中成员合作的最差和最好(即完全无协作和联合最优) 两种情况. 但在实际供应链环境中,各成员间是一种相对稳定的长期合作联盟关系,各成员的决策制定是不断交互、相互协调的结果. 而且,供应链大都是由多个决策上相互独立的公司组成,一般很难找到一个统一的决策者,使之凌驾于所有成员的决策之上对供应链进行统一决策. 因此,在实际供应链中成员合作的情况往往是介于最好和最差两种情况之间的一种情况,即各供应链成员在独立制定各自决策的同时,也要在一定程度上兼顾其他成员的利益. 文献[7] 指出供应链中存在领导者、主、弱、次弱参与者、非参与者五种类型的参与公司. 针对供应链的实际生产活动,将问题归为一个 Stackelberg 主从对策问题. 主从对策[8,9],是在对策过程中,对策双方中的一方具有较高的决策权,即主方,另一方处于被动从属地位,即从方. 在主从对策中,主方首先根据自己利益最优制定主方最优策略,然后再根据从方的反应修正自己的最优策略,如此往复直至达到双方满意的最优策略解,此最优策略应当是各决策者均可接受的满意决策,即 Stackelberg 解.

本问题中,生产商占有供应链的主要资源,因此,对策的主方是生产商,其策略是提出最佳订货量 q 和对供应商的惩罚成本 k. 从方是供应商,他根据主方的策略,确定其额外供应策略 Δ. 设 U 和 V 分别是主方和从方的策略集,最佳订货量 q 和对供应商的惩罚成本 k 表示主方的策略,额外生产策略 Δ 表示从方策略, $\{q,k\} \in U$, $\Delta \in V$. 假定 U 和 V 是非空凸集. 根据文献[8] 的研究,存在双方的响应函数,且是可导的映射. 因为生产商知道供应商的响应函数,并考虑供应商的响应作出最优的决策.

生产商的成本函数为式(3),供应商的效益函数是式(5).

生产商的响应函数是

$$\{q, k\} = \arg\min_{T_k \in U} E(C^P)(q, k, \Delta) \tag{7}$$

供应商的响应函数是使得式(5)最大化的 Δ_{opt},这是一个典型的报童问题[10], Δ_{opt} 可由下式计算得出

$$1 - F\left(\frac{q - \Delta_{opt}}{C}\right) = \frac{p + k - w}{p + k + h} \tag{8}$$

在主从对策过程中,考虑到从方是理性的,主方为保证从方接受最终的对策解,应确保从方的利益不小于双方无协调条件下其所获利益 $E(P^S_{worst})$(见附录),即

$$E(P^S) \geq E(P^S_{worst}) \tag{9}$$

式(3)、(5)、(7)～(9)构成了典型的供应链 Stackelberg 主从对策问题. 根据文献[8,11,12],式(6)给出的 q、k 和式(8)确定的 Δ_{opt} 条件下,策略对$\{\{q, k\}\,\Delta_{opt}\}$是一个 Stackelberg 主从对策均衡解. 此问题不存在解析解,因此,用遗传算法来求解这个 Stackelberg 主从对策问题.

2.2 优化模型

应用遗传算法求解上述供应链 Stackelberg 主从对策问题,可以建立以生产商成本最小化为目标的优化模型,即

$$\min_{q,k} E(C^P) \tag{10}$$

为了问题处理的方便,对式(9)建立惩罚函数

$$f(q, k, \Delta) = 1 - \min[0, (E(P^S) - E(P^S_{worst}))/E(P^S)] \tag{11}$$

式(11)不带有参数,且不依赖于问题. 采用乘法形式的评估函数[13,14],结合式(10),建立生产商的广义成本优化模型

$$\min_{q,k,\Delta} E(C^P)' = f(q, k, \Delta)\, E(C^P) \tag{12}$$

式(12)、(8)是典型的非线性规划问题,目标函数式(12)是非线性的,约束条件式(8)也是非线性的. 采用传统优化方法求解此问题非常困难,可用遗传算法来求解这个优化问题.

3 用于 Stackelberg 主从对策的遗传算法

遗传算法是模拟生物在自然环境中的遗传和进化过程形成的一种自适应全局优化概率搜索算法[11,13,14]. 基于文献[11]求解 Stackelberg 主从对策均衡解的遗传算法基本步骤为

步骤 1 初始化. 设置进化代数计数器 $n \leftarrow 0$;设置最大进化代数 N;随机生成 T 个个体作为初始种群. 各代种群中的每个个体代表主方的一个策略.

步骤 2 个体评价. $j = 1, \cdots, T$,

a) 主方给出策略 q, k;

b) 从方以最优的策略响应 Δ;

c) 评价策略 q, k 的适应度.

步骤 3 选择运算. 将选择算子作用于群体.

步骤 4 交叉运算. 将交叉算子作用于群体.

步骤 5 变异运算. 将变异算子作用于群体.

步骤 6 终止条件判断. 若 $n \leq N$,则 $n \leftarrow n + 1$,转到步骤 2;若 $n > N$,则以进化过程中所得到的具有最大适应度的个体作为最优解输出,终止计算.

4 实例仿真分析

上海宝钢集团企业开发总公司的众多产业中,钢材尾板卷的深加工是重要的一项内容. 公司将钢材深加工后的产品提供给下游的生产企业. 为实现开发总公司与下游生产企业的协调合作,降低供应链总成本,对供应链协调机制的研究十分必要.

开发总公司的平均订货周期为一个月. 在单周期内,开发总公司尾板卷的标准生产能力 C = 70 kt,并且假设 α 服从 $N(0.5, 0.07)$ 的正态分布. 单位库存成本 h = 0.5 万元/kt,总公司为了增加供应能力每单位需支付 w = 10 万元/kt. 开发总公司为下游生产企业提供深加工钢材的利润 p = 25 万元/kt. 对于作为生产商的下游生产企业的最终产品,外部需求 D = 65 kt,生产商对于卖不出去的产品每单位存储费用 g = 3 万元/kt. 生产商不满足外部需求的惩罚成本 π = 100 万元/kt. 供应商于双方完全独立决策时所获利益

$$E(P^S_{worst}) = 1\ 276.4 \text{ 万元}$$

因 α 服从正态分布,式(8)无解析解. 本文采

用在定义域中折半搜索逼近的方法, 进行数值求解. 误差精度设为 0.000 001.

应用上述的遗传算法计算该问题的近似解时, 直接取目标函数(12) 的倒数为适应度函数, 即 $F = 1/E(C^P)$! 染色体编码采用二进制编码方法, 这里设定 q 取值范围[0, 150], 小数位 2 位. k 取值范围[0, 40], 小数位 2 位. 编码为: q 取 14 位二进制, k 取 10 位二进制. 因此, 单个染色体编码长度为 24 位. 选择方法采用随机联赛选择. 交叉方法为单点交叉, 交叉算子 $p_s = 1$. 变异方法使用基本位变异, 变异算子 $p_m = 0.001$. 种群个体数 $T = 40$. 迭代终止代数 $N = 200$ 代. 仿真计算在 P4 2.4G 计算机上完成的, 内存 256 M, 计算时间 10 min. 仿真计算的结果如图. 图 2 和图 3 分别为生产商成本和供应商效益随迭代次数的变化情况, 图 4 为总成本的变化情况.

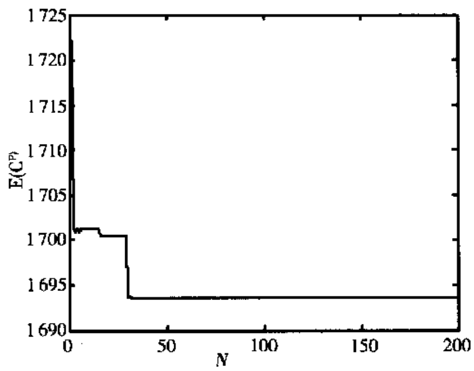

图 2　生产商成本 $E(C^P)$ 变化

Fig. 2 Cost $E(C^P)$ of producer

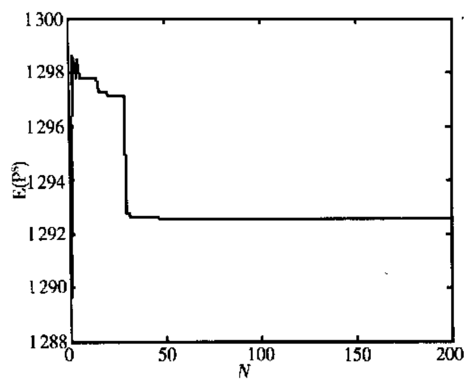

图 3　供应商效益 $E(P^S)$ 变化

Fig. 3 Profit $E(P^S)$ of supplier

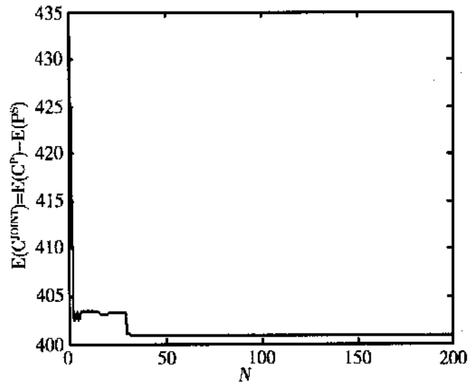

图 4　总成本 $E(C^{joint}) = E(C^P) - E(P^S)$ 变化

Fig. 4 Total cost $E(C^{joint}) = E(C^P) - E(P^S)$ of supply chain

表 1　供应链协调 Stackelberg 主从对策解

Table 1 Stackelberg solution with coordination in supply chain

	k_{opt}	q_{opt}	Δ_{opt}	$E(C^P)$	$E(P^S)$	$E(C^{joint})$
Stackelberg 对策情况	39.8	68.05	37.9	1 693.5	1 292.6	400.9

表 1 给出了供应链中 Stackelberg 主从对策解. 其中 $E(C^{joint})$ 是供应链预期总成本.

从图 2 ～ 4 可以看出应用主从对策的协调方式在保证了从方 ——供应商效益不低于其在完全独立决策下所获利益的基础上, 不但可以很好地降低生产商的成本, 并能稳定地控制供应链的总成本的降低. 由此, 可以看出采用主从对策的供应链协调方式不仅更切合实际, 同时也是一种很好的协调机制.

5　结论

本文针对实际中供应链成员间决策的交互形式, 在文献[1]的基础上研究了在不确定交货条件下的一种供应链协调机制 ——Stackelberg 主从对策问题. 采用遗传算法进行了实例的仿真计算. 研究表明对于实际中的供应链管理, 主从对策的协调机制不但更具合理性, 同时也具有很好的有效性.

为了便于问题的讨论, 本文描述的供应链是只包含一个生产商和一个供应商的结构相对简单系统, 并且结果是基于很多假设的基础上的. 实际中的供应链要更为复杂, 不确定性也会更强. 因此, 如何使本文的研究更切合实际就是要进一步研究的问题.

参考文献:

[1]Kirstin Z. Supply chain coordination with uncertain just-in-time delivery[J]. Int. J. Production Economics, 2002, 77(1): 1—15.

[2]Sungsoo Y, Kashi R B, Joshua R. The role of transfer price for coordination and control within a firm[J]. Review of Quantitative Finance and Accounting, 2000, 14(2): 161—192.

[3]Gerard P C, Paul H Z. Competitive and cooperative inventory policies in a two-stage supply chain[J]. Management Science, 1999, 45(7): 936—953.

[4]Gunasekaren A, Macbeth D K, Lamming R. Modelling and analysis of supply chain management systems: An editorial overview[J]. Journal of Operational Research Society, 2000, 51(9): 1112—1115.

[5]刘春林, 何建敏, 施建军. 供应链的协作供应问题研究[J]. 管理科学学报, 2004, 5(2): 29—33.
Liu Cunlin, He Jianmin, Shi Jianjun. Study of collaboration- supply in supply chain[J]. Journal of Management Sciences in China, 2004, 5(2): 29—33. (in Chinese)

[6]赵晓煜, 汪定伟. 供应链中二级分销网络的优化设计模型[J]. 管理科学学报, 2001, 4(4): 22—26.
Zhao Xiaoyu, Wang Dingwei. Optimization model for bi-level distribution network design in supply chain management[J]. Journal of Management Sciences in China, 2001, 4(4): 22—26. (in Chinese)

[7]Harrison A, New C. The role of Coherent supply chain strategy and performance management in achieving competitive advantage: An international survey[J]. Journal of Operational Research Society, 2002, 53(3): 263—271.

[8]Basar T, Olsder G. Dynamic Non-cooperative Game Theory[M]. 2nd edition, New York: Academic Press, 1995. 76—83.

[9]盛昭瀚. 主从递阶决策论[M]. 北京: 科学出版社, 1998. 62—75.
Sheng Zhaohan. Stackelberg Game[M]. Beijing: Science Press, 1998. 62—75. (in Chinese)

[10]徐光辉. 运筹学基础手册[M]. 北京: 科学出版社, 1999. 610—613.
Xu Guanghui. Handbook of Operational Research Basic[M]. Beijing: Science Press, 1999. 610—613. (in Chinese)

[11]Vallee T, Basar T. Off-line computation of stackelberg solutions with the genetic algorithm[J]. Computational Economics, 1999, 13(3): 201—209.

[12]Chen C L, Gruz J B. Stackelberg solution for two person games with biased information patterns[J]. IEEE Trans. On Auto. Contr. 1972, 17: 791—798.

[13]周 明, 孙树林. 遗传算法原理及应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 1999. 172—175.
Zhou Ming, Sun Shulin. Theory and Application of Genetic Algorithms[M]. Beijing: National Defence Industry Press, 1999. 172—175. (in Chinese)

[14]玄光男, 程润伟. 遗传算法与工程设计[M]. 北京: 科学出版社, 2000. 37—42.
Xian Guangnan, Chen Runwei. Genetic Algorithms and Engineering Design[M]. Beijing: Science Press, 2000. 37—42. (in Chinese)

附　录

无协调完全独立决策是指生产商与供应商合作双方完全不了解对方的决策方案,同时双方之间也不存在任何激励手段,即不存在供应商向生产商支付的惩罚成本 k. 则生产商利润函数为

$$E(P^S) = p\int_0^{f(\Delta)}(\alpha C+\Delta)f(\alpha)\,\mathrm{d}\alpha + pq\int_{f(\Delta)}^1 f(\alpha)\,\mathrm{d}\alpha - h\int_{f(\Delta)}^1(\alpha C+\Delta-q)f(\alpha)\,\mathrm{d}\alpha - w\Delta$$

根据文献[1],在无协调完全独立决策下,生产商和供应商之间除了订货数量,不交换任何信息. 生产商对供应商的情况一无所知,则它会按照外部的需求,准确地订相应的货,也就是说

$$q_{\mathrm{worst}}^{\mathrm{opt}} = D$$

供应商的最优方案 $\Delta_{\mathrm{opt}}^{\mathrm{worst}}$ 可由下式计算

$$1 - F\left(\frac{D - \Delta_{\mathrm{worst}}^{\mathrm{opt}}}{C}\right) = \frac{p - w}{p + h}$$

Study on Stackelberg game of supply chain coordination with uncertain delivery

LU Zhen, *HUANG Xiao-yuan*

School of Business Administration, Northeastern University, Shenyang 110004, China

Abstract: Coordinating producer and supplier is one of main issues of supply chain with uncertain delivery. Considering interaction between the members in supply chain, there is a Stackelberg game in supply chain. The nature of the Stackelberg game is discussed in this paper. The solution of the game is deduced. As the leader, the producer in supply chain initializes the optimal order quantity and penalty cost policy for minimizing his cost, while as the follower, the supplier responds with the optimal extra capacity policy for maximizing his profit. Appling genetic algorithm, a simulation about tail rolled steel products is done based on Shanghai BaoSteel industry & trade co.. The solution is adopted for implementing JIT in the supply system of Shanghai BaoSteel industry & trade co.. The simulation solution shows that Stackelberg game is effective and practical.

Key words: Stackelberg game; supply chain; coordination; uncertain; genetic algorithm

---

(上接第 69 页)

Comprehensive analysis of pricing and seat inventory control in airline revenue management

LI Xiao-hua[1], *XIAO Bai-chun*[1, 2]

1. Service Management Institute, Business School, Sichuan University, Chengdu 610064, China;
2. Department of Business, Long Island University, New York 11548, U. S. A

Abstract: Pricing and seat inventory control are primary strategies for airlines to improve their profitability and competitiveness. In the past, however, research in these two areas has been carried out independently. This article proposes a comprehensive model that integrates the two decision processes in airline revenue management. It assumes that the airline serves multiple fare classes. Demand of each fare class follows a Poisson process whose intensity is time dependent. Given the state of remaining seats and time-to-go, the airline determines an optimal fare-mix and an optimal fare for the customer class if it is open. It develops a three-stage strategy for the optimal policy which is fairly simple and tractable. Numerical examples are provided.

Key words: revenue management; dynamic pricing; inventory control