文章编号: 1003- 207(2006) 03- 0013- 07

时间价格敏感型需求下的供应链决策模式研究

马士华, 王福寿

(华中科技大学管理学院, 武汉 430074)

摘 要: 在定制产品的市场竞争中, 需求不仅对价格敏感, 对时间也十分敏感。本文以一个两阶段的供应链系统为背景, 研究了分散决策和集中决策两种模式下的 MTO 供应链决策问题。分别分析了两种模式下的决策过程, 进行了优化求解。并结合一个汽车行业定制供应链实例进行了数值分析, 证明了对于时间价格敏感型需求下的供应链决策问题, 集中决策模式能够实现更大的供应链整体收益。这些研究工作为供应链企业在时间价格敏感型市场上竞争提供了有效的决策工具和方法。

关键词: 需求; 供应链; 决策模式; 分散决策; 集中决策

中图分类号: F274 文献标识码: A

1 引言

自从 Stalk 在 20 世纪 80 年代后期提出时间是成为形成竞争优势的一种新资源以后, 越来越多的企业将竞争手段从价格、品种转向时间, 形成了基于时间竞争模式(Time- based Competition, TBC) [1]。它的重要性明显受到人们的广泛重视, 很多文献都讨论了这个问题[2]。同时, 随着市场竞争日益全球化、多样化, 单个企业越来越难以在市场竞争中生存, 未来的竞争将成为供应链与供应链之间的竞争[3], 同时 David Levis 认为, 在新经济时代越来越多的消费者开始变得对时间十分敏感[4], 因此, 供应链具备快速响应客户订单的能力, 对其在市场竞争中取胜具有至关重要的作用。

在按库存制造(MTS) 的生产环境中, 企业用大规模生产出来的标准化产品满足顾客需要, 需求只对价格敏感。然而随着消费水平的提高和市场竞争的加剧, 顾客不再满足于接受标准化产品, 而倾向于对产品提出自己的个性化要求, 进行定制生产。在汽车、集成电路 IC、个人电脑 PC、时装等越来越多的领域, 这种趋势逐渐成为市场上的主流模式。在这些定制产品的市场竞争中, 需求不仅对价格敏感, 对时间也十分敏感。因此, 响应时间就成为影响供应链需求的重要因素。然而另一方面, 响应时间的长短直接影响着供应链运作成本, 包括采购成本、生产成本、物流成本等。所以供应链在确定响应时间时必须在市场需求和运作成本之间权衡, 以实现收益最大化。这也是 MTO(Make- to- order) 供应链在运作中面临的主要难题。由于价格和时间已经成为供应链在市场上最有力的两个竞争武器, 为了实现供应链整体收益最大化, MTO 供应链必须对产品价格和承诺响应时间进行合适的决策。

随着基于时间竞争的重要性日益突出, 已经有不少学者开始研究供应链中的时间建模问题[5~12]。有些研究主要从供应链的内部运作出发, 基于总成本最小化的目标, 研究供应链中的时间优化问题, 没有考虑供应链需求和整体收益, 如文献[5] 和[6]、[7]。在以往的交货期(响应时间) 研究方面, 大多着重于单阶环境中根据市场需求, 确定零售商的交货期相关报价问题, 未能从多阶供应链的角度考虑响应时间决策在企业间协调决策中的作用。如: 文献[8] 和[9] 研究了单个企业在需求对于价格和承诺交货期敏感的情况下价格和交货期的优化决策模型。此外, Li 和 Lee 分析了两个企业的价格和交货期竞争, 并根据交货期敏感型的消费者来决定供应商选择[10]。Boyaci 和 Bay 研究了一个出售两种可替代产品的企业, 并分析了在能力成本下产品区别、价格和时间敏感型需求间的交互影响[11]。最近, 杨文胜和李莉根据供应链企业自身和市场对供应链企业实际响应能力评估差异的分析, 构建了时间敏感需求下的供应链企业交货期相关定价模型[12]。

收稿日期: 2005- 04- 12; 修订日期: 2006- 04- 25

基金项目: 国家自然科学基金重点资助项目(70332001)

作者简介: 马士华(1956-) , 男(汉族) , 天津人, 华中科技大学管理学院教授, 博士生导师, 研究方向: 生产与运作管理、供应链与物流管理及 ERP 等研究.

在以上这些研究的基础上,我们从供应链整体角度出发,将供应链运作与客户响应、需求结合在一起,对时间价格双重敏感型需求下的供应链决策问题进行研究,以便为供应链企业在时间价格敏感型市场中竞争提供合适的决策工具和决策方法。

2 问题描述

为了使问题易于处理,假设在由一个制造商和一个分销商组成的供应链中,两企业按照MTO模式运作,信息完全共享,并假设供应链对顾客提供单一产品。其结构如图1所示。对于该产品,分销商作为供应链与外部需求的接口、向客户报出一个价格P和承诺响应时间T。由于市场需求率D与产品价格P、响应时间T之间存在确定的函数关系,在价格、响应时间确定的情况下,需求率D即为确定值。假设分销商每单位时间向制造商订货一次,订货量$Q = D(P, T)$。制造商根据订单组织生产,并按合同的供应链内部交货期T_m和价格P_m向分销商交货;分销商收到制造商送来的产品后,以交货期T和价格P提交给客户。我们把响应时间定义为完成一个订单所需的全部时间,即从顾客向供应链发出订单开始到订单以产成品形式交付给顾客的这段时间,也就是客户的等待时间。分销商的交货期即为供应链响应时间,该时间由制造商交货期T_m和产成品交付运输时间组成。因此$T = T_m + L_t$,其中L_t为产成品运输时间。

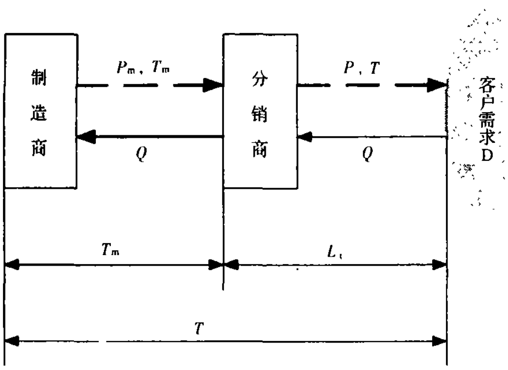

图1 供应链模型结构示意图

由于供应链提供的产品为竞争性产品,其潜在客户需求对于响应时间和价格敏感,这就要求供应链必须以响应时间与价格组合为竞争武器来吸引更多的需求。因此,这类供应链的决策问题是确定一个合适的响应时间与价格组合,以实现供应链整体收益的最大化。对这个响应时间决策问题存在两种决策模式,一是制造商和分销商各自独立进行的分散决策,另一种供应链集中决策。我们将构建两种决策模式的决策模型,并研究各自模式下的供应链优化决策与收益。

3 模型的建立

3.1 基本假设与符号含义

本文所研究的供应链决策模型都基于如下假设:

①市场需求率与价格、承诺响应时间呈线性关系,且需求率随价格增加而减少,随承诺响应时间增加而减少;

②供应链中的成本-时间结构均为线性关系,包括制造商单位产品产成品库存成本、制造商单位产品交付延迟惩罚成本、以及分销商因延期交货支付给客户的补偿;.

③制造商具有足够大的生产能力,需求量的大小对于制造完成时间没有影响;

④分销商不允许提前交货,制造商如果提前完成产品则暂时以产成品库存形式保留;

⑤当由于制造商订单加工造成的交付延迟出现时,分销商会支付给客户一定的补偿,使后续的市场需求率不受延迟交付的影响;

⑥运输成本由分销商承担。

上述假设是为了使问题简化,便于求解,并找出响应时间与价格、需求、收益之间的关系。

所用的符号含义如下:

P ——MTO供应链产品价格,即分销商报给客户的产品价格(元);

T ——供应链承诺响应时间,即分销商报给客户的产品交货期(天);

P_m ——制造商单位产品价格(元);

T_m ——制造商对分销商承诺的交货期,即供应链内部响应时间(天);

D ——市场需求率(辆/天);

t ——制造商实际交货期(天),$F(t)$为其分布函数,$f(t)$为其密度函数,平均交货期为$1/\theta$;

Π_m ——制造商的期望收益(元);Π_d ——分销商的期望收益(元);

Π_{scm}^{d} ——分散决策模式下的供应链整体收益(元);Π_{scm}^{c} ——集中决策模式下的供应链整体收益(元);

a ——供应链最大需求率(辆/天),即价格和时间趋近于零时的极限需求率,可以根据需求率-

时间价格统计数据分析得出;

b_1—— 市场需求率的价格弹性系数(辆/元);

b_2—— 市场需求率的响应时间弹性系数(辆/天);

V_m: 制造商生产变动成本(元); f_m: 制造商生产固定成本(元);

α: 制造商单位产品单位时间产成品库存成本(元/天);

β: 制造商单位产品单位时间交付延迟惩罚成本(元/天);

L_t: 分销商产成品运输时间(天); C_t: 分销商单位产品运输成本(元);

γ: 分销商因延期交货支付给客户的单位时间补偿成本(元/天);

3.2 供应链中基本函数关系

根据基本假设①可知, 市场需求率为

$$D = a - b_1 P - b_2 T \qquad (a, b_1, b_2 \geqslant 0) \tag{1}$$

又有, 供应链响应时间

$$T = T_m + L_t \tag{2}$$

因为供应链响应时间与制造商交货期(即供应链内部响应时间)之间存在简单线性关系, 为了使问题容易求解, 可以将对供应链响应时间的最优决策转化为对制造商交货期的最优决策。

在前面的问题描述中, 我们已经假设分销商每单位时间向制造商订货一次, 故订货量

$$Q = D(P, T) \tag{3}$$

由于制造商为完成分销商订单需要进行订单处理、原材料采购、加工制造、装配等活动, 订单完成环节涉及多个企业部门、包含多项活动的复杂巨系统, 存在的多种不确定性, 因此其完成分销商订单的实际交货期 t 为随机变量。根据国外学者的实证研究结果显示, 实际交货期 t 服从渐近指数分布[13][14]。因此, 我们假设其服从参数为 θ 的指数分布, $1/\theta$ 为制造商实际完成订单的平均交货期, 则其密度函数为:

$$f(t) = \begin{cases} \theta e^{-\theta t}, & t > 0(\theta > 0) \\ 0, & \text{other} \end{cases} \tag{4}$$

相应的分布函数为:

$$F(t) = 1 - e^{-\theta t}, (\theta > 0) \tag{5}$$

其中, $1/\theta$ 为制造商实际完成订单的平均交货期。

3.3 分散决策时的供应链响应时间决策模型及最优性分析

根据以上的问题描述与基本假设, 我们在成本分析的基础上, 建立供应链中企业分别进行决策时, 即分散决策模式下供应商和制造商收益函数的基本模型。

(1) 制造商收益函数

制造商运作过程中, 为完成订单产生三个相关成本: 生产成本、库存成本和延迟成本。生产成本包括原材料成本、采购成本、劳动力成本、能源动力成本和在制品库存成本等, 根据是否与产量相关, 可以分为固定成本和变动成本; 库存成本是制造商提前完成订单的产成品持有成本(假设不允许提前交货); 延迟成本指可能延期得到的惩罚。

因此, 制造商预期的单位时间收益函数可以表示为:

$$\Pi_m(P_m, T_m) = \left[P_m - V_m - \alpha\int_0^{T_m}(T_m - t)f(t)\mathrm{d}t - \beta\int_{T_m}^{\infty}(t - T_m)f(t)\mathrm{d}t\right]Q - f_m \tag{6}$$

式中, 制造商决策变量为对分销商承诺的交货期 T_m 和单位产品价格 P_m; V_m 为制造商生产变动成本, f_m 为制造商生产固定成本; $\alpha\int_0^{T_m}(T_m - t)f(t)\mathrm{d}t$ 为其预期库存成本; $\beta\int_{T_m}^{\infty}(t - T_m)f(t)\mathrm{d}t$ 为其预期延迟成本; Q 为分销商订货量。

(2) 分销商收益函数

分销商的成本由四个部分组成: 采购成本、运输成本、制造商出现延期交货时向其收取的罚金以及支付给客户的交付延迟补偿。在 MTO 生产模式下, 分销商处不保有产成品库存, 因此这里可以不考虑分销商的产成品库存成本。

因此, 分销商的预期收益函数可以表示为:

$$\Pi_d(P) = \left[P - P_m - C_t + (\beta - \gamma)\int_{T_m}^{\infty}(t - T_m)f(t)\mathrm{d}t\right]Q \tag{7}$$

式中, 分销商决策变量为单位产品价格 P; P_m 为分销商单位产品采购成本; C_t 为分销商单位产品运输成本; $\beta\int_{T_m}^{\infty}(t - T_m)f(t)\mathrm{d}t$ 为制造商出现延期交货时分销商向其收取的罚金; $\gamma\int_{T_m}^{\infty}(t - T_m)f(t)\mathrm{d}t$ 为预期的分销商支付给客户的交付延迟补偿。

(3) 优化求解

在供应链中企业分散决策的情况下, 由于供应

链中完成订单的不确定性因素主要存在于制造商所在环节,故制造商在决策中占主导地位。在制造商和分销商的主从决策过程中,制造商率先做出决策,分销商根据制造商的决策做出自己的决策。决策顺序为:制造商首先给出制造商产品价格 P_m 和制造商交货期 T_m,分销商观测到 P_m 和 T_m 后,选择供应链产品价格 P。采用逆向归纳法,首先考虑在给定制造商产品价格 P_m 和制造商交货期 T_m 的情况下分销商的最优选择。分销商的问题是:

$$\max \Pi_d(P) = [P - P_m - C_t + (\beta - \gamma)\int_{T_m}^{\infty}(t - T_m)f(t)d_t]Q$$

对于上式的优化,我们首先假定 P_m、T_m 固定,求取最优的供应链产品价格 P。

将(1)、(2)、(3)式一起代入上式,并对 P 进行一阶、二阶求导,可得

$$\frac{\partial \Pi_d}{\partial P} = (a - 2b_1P - b_2T_m - b_2L_t) + b_1[P_m + C_t + (\gamma - \beta)\int_{T_m}^{\infty}(t - T_m)f(t)d_t]$$

$$\frac{\partial^2 \Pi_d}{\partial P^2} = -2b_1 < 0$$

由上可知,对于给定的制造商产品价格 P_m 和交货期 T_m,分销商收益函数 Π_d 是关于供应链产品价格 P 的凹函数,在 P 的定义区间 $[0, \infty)$,上有最大值。令 $\frac{\partial \Pi_d}{\partial P} = 0$,可得

$$P^* = \frac{a - b_2(T_m + L_t)}{2b_1} + \frac{1}{2}[P_m + C_t + (\gamma - \beta)\int_{T_m}^{\infty}(t - T_m)f(t)\mathrm{d}t] \quad (8)$$

因为制造商能够预测到分销商将根据式(8)选择 P,因此,制造商在第一阶段的问题是:

$$\max \Pi_m(P_m, T_m) = [P_m - V_m - \alpha\int_0^{T_m}(T_m - t)f(t)\mathrm{d}t - \beta\int_{T_m}^{\infty}(t - T_m)f(t)\mathrm{d}t]Q - f_m$$

对于上式的优化,我们首先假定 T_m 固定,求取最优的制造商产品价格 P_m。

将式(8)代入式(3),得

$$Q = \frac{1}{2}\{a - b_1[P_m + C_t + (\gamma - \beta)\int_{T_m}^{\infty}(t - T_m)f(t)\mathrm{d}t] - b_2(T_m + L_t)\} \quad (9)$$

将上式代入式(6),对 Π_m 求 P_m 的一阶、二阶导数,得到

$$\frac{\partial \Pi_m}{\partial P_m} = \frac{1}{2}\{a + b_1[V_m - 2P_m - C_t + \alpha\int_0^{T_m}(T_m - t)f(t)\mathrm{d}t + (2\beta - \gamma)\int_{T_m}^{\infty}(t - T_m)f(t)\mathrm{d}t] - b_2(T_m + L_t)\}$$

$$\frac{\partial^2 \Pi_m}{\partial P_m^2} = -b_1 < 0$$

由上可知,制造商的收益函数是关于制造商产品价格 P_m 的凹函数,在 P_m 的定义区间 $[0, \infty)$ 上有最大值。令 $\frac{\partial \Pi_m}{\partial P_m} = 0$,得到

$$P_m^* = \frac{a - b_2(T_m + L_t)}{2b_1} + \frac{1}{2}[V_m - C_t + \alpha\int_0^{T_m}(T_m - t)f(t)\mathrm{d}t + (2\beta - \gamma)\int_{T_m}^{\infty}(t - T_m)f(t)\mathrm{d}t] \quad (10)$$

按下来求取最优的制造商交货期 T_m。

由式(9)和式(3)得,

$$P_m = \frac{1}{b_1}\{a - b_1[C_t + (\gamma - \beta)\int_{T_m}^{\infty}(t - T_m)f(t)\mathrm{d}t] - b_2(T_m + L_t) - 2D\} \quad (11)$$

将上式代入式(6),当市场需求率 D 确定时,对 Π_m 求关于 T_m 的一阶、二阶导数,可得

$$\frac{\partial \Pi_m}{\partial T_m} = [\gamma - \frac{b_2}{b_1} - (\alpha + \gamma)F(T_m)]D, \quad \frac{\partial^2 \Pi_m}{\partial P_m^2} = -(\alpha + \gamma)f(T_m)D < 0$$

由上可知,对于确定的市场需求率 D,制造商的收益函数是关于制造商承诺交货期 T_m 的凹函数,在 T_m 的定义区间 $[0, \infty)$ 上有最大值。令 $\frac{\partial \Pi_m}{\partial T_m} = 0$,得到

$$T_m^* = F^{-1}\left(\frac{\gamma - \frac{b_2}{b_1}}{\alpha + \gamma}\right) \quad (12)$$

综合式(8)、(10)、(12),便得到分散决策时供应链的 Nash 均衡解 (P^*, P_m^*, T_m^*)。

3.4 集中决策时的供应链响应时间决策模型及最优性分析

在供应链集中决策模式中,假设供应链中存在一个决策者(Planner)。该决策者在进行决策时不考虑单个企业的收益,而是从供应链整体利益出发,制定出供应链响应时间和价格计划,以确保整体收益最大化。在按库存生产条件下,由于企业间关系为简单交易关系,相互利益冲突,集中决策难以实

现。但是在基于时间竞争环境下的 MTO 生产模式中, 为了满足多变的市场需求, 尤其是在定制化生产的情况下, 集中决策是有必要而且可以实现的。由于供应链响应时间和制造商交货期之间是线性关系, 求解最优供应链响应时间 T 可以转化为求解制造商最优交货期 T_m。故集中决策的目标是寻求制造商交货期 T_m 和供应链产品价格 P 的最优值。

供应链总成本包括制造商的生产成本、库存成本、延迟成本和分销商支付给客户的交付延迟补偿。因此, 供应链的预期收益函数可以表示为:

$$\Pi_{scm}^{c}(P, T_m) = [P - V_m - C_t - \alpha\int_0^{T_m}(T_m - t)f(t)\mathrm{d}t - \gamma\int_{T_m}^{\infty}(t - T_m)f(t)\mathrm{d}t]D - f_m \quad (13)$$

式中, 供应链决策变量为供应链产品价格 P 和制造商交货期(即供应链内部响应时间) T_m; V_m 为制造商生产变动成本, f_m 为制造商生产固定成本; C_t 为分销商单位产品运输成本; $\alpha\int_0^{T_m}(T_m - t)f(t)\mathrm{d}t$ 为制造商预期库存成本; $\gamma\int_{T_m}^{\infty}(t - T_m)f(t)\mathrm{d}t$ 为分销商预期的支付给客户的交付延迟补偿。D 为市场需求率。

因此, 供应链集中决策时的问题为:

$$\max \Pi_{scm}^{c}(P, T_m) = [P - V_m - C_t - \alpha\int_0^{T_m}(T_m - t)f(t)\mathrm{d}t - \gamma\int_{T_m}^{\infty}(t - T_m)f(t)\mathrm{d}t]D - f_m$$

将上式对 P 分别进行一阶、二阶求导, 可得

$$\frac{\partial \Pi_{scm}^{c}}{\partial P} = a - 2b_1P - b_2(T_m + L_t) + b_1[V_m + C_t + \alpha\int_0^{T_m}(T_m - t)f(t)\mathrm{d}t + \gamma\int_{T_m}^{\infty}(t - T_m)f(t)\mathrm{d}t]$$

$$\frac{\partial^2 \Pi_{scm}^{c}}{\partial P^2} = -2b_1 < 0$$

由上可知, 集中决策时的供应链整体收益函数是关于供应链产品价格 P 的凹函数, 在 P 的定义区间 $[0, \infty)$ 上有最大值。令 $\frac{\partial \Pi_{scm}^{c}}{\partial P} = 0$, 可得

$$P^* = \frac{a - b_2(T_m + L_t)}{2b_1} + \frac{1}{2}[V_m + C_t + \alpha\int_0^{T_m}(T_m - t)f(t)\mathrm{d}t + \gamma\int_{T_m}^{\infty}(t - T_m)f(t)\mathrm{d}t] \quad (14)$$

在 P 确定的情况下, 接下来求解 T_m 的最优值。

将式(14)代入式(13), 得

$$\Pi_{scm}^{c} = \{\frac{a - b_2(T_m + L_t)}{2b_1} - \frac{1}{2}[V_m + C_t + \alpha\int_0^{T_m}(T_m - t)f(t)\mathrm{d}t + \gamma\int_{T_m}^{\infty}(t - T_m)f(t)\mathrm{d}t]\}D - f_m$$

将上式对 T_m 分别求一阶、二阶导数, 得到

$$\frac{\partial \Pi_{scm}^{c}}{\partial T_m} = \frac{[b_1\gamma - b_2 - (\alpha + \gamma)b_1f(T_m)]D}{2b_1},$$

$$\frac{\partial^2 \Pi_{scm}^{c}}{\partial T_m^2} = -\frac{(\alpha + \gamma)f(T_m)D}{2} < 0$$

由上可知, 对于确定的需求率 D, 供应链的整体收益函数 Π_{scm}^{c} 是关于制造商交货期 T_m 的凹函数, 在 T_m 的定义区间 $[0, \infty)$ 上有最大值。令 $\frac{\partial \Pi_{scm}^{c}}{\partial T_m} = 0$, 可得

$$T_m^* = F^{-1}\left(\frac{\gamma - \frac{b_2}{b_1}}{\alpha + \gamma}\right) \quad (15)$$

综合式(14)、(15), 便得到集中决策时供应链的最优解 (P^*, T_m^*)。

将 3.3 和 3.4 章节中的最优解公式(12)、(15)综合分析, 可以得出结论: 供应链中分散决策模式和集中决策模式得到的制造商最优交货期相同。再结合式(2)进行分析, 可以得出结论: 供应链制定计划决策时中分散决策模式和集中决策模式得到的供应链最优响应时间相同。

接下来我们将对两种决策模式下供应链的整体收益进行比较, 以找出能够实现供应链整体收益最大化的决策模式。

4　两种决策模式下供应链整体收益的数值分析与实例研究

由于供应链收益函数和最优解的复杂性, 直接进行符号运算, 难以对两种决策模式进行比较。因此, 我们采用在实际调研中得到的企业运作数据, 进行数值分析, 比较两种决策模式下供应链的整体收益。

Z 公司为国内知名的汽车制造商(根据企业要求, 我们用代号表示该公司名称), 其产品为普及型经济轿车, 面向个人用户, 以按订单制造为主, 提供一系列可能的定制形式供客户选择。他和分销商组成一个定制供应链。经过长期的市场开拓, 该供应链在国内汽车定制市场上占有重要地位。该供应链面临的主要难题是对新车型如何确定供应链响应时

间和产品价格, 因此该公司请我们帮助其进行决策, 制定响应时间计划。传统上分销商和制造商 Z 公司分别进行决策, 但似乎达不到最优效果。针对 MTO 供应链的特点, 我们提出了供应链集中决策模式, 并对两种决策模式下的供应链整体收益进行比较。

现有某一款新车型上市, 针对某个目标市场, 供应链最大需求率 $a= 8432$ 辆/天(响应时间和价格趋于零时的极限需求量, 该数据为通过对需求率与响应时间、价格统计数据回归分析后得出, 非实际需求率), 该供应链相关数据如下:

市场需求率的价格弹性系数 $b_1 = 0.1$ 辆/元; 市场需求率的响应时间弹性系数 $b_2 = 2$ 辆/天;

制造商单位产品生产变动成本 $V_m = 64000$ 元/辆; 制造商生产固定成本 $f_m = 200000$ 元/天;

制造商单位产品单位时间产成品库存成本 $\alpha = 200$ 元/天;

制造商单位产品单位时间交付延迟成本 $\beta = 500$ 元/天;

制造商平均交货期为 10 天(即 $\theta = 0.1$);

分销商产成品运输时间 $L_t = 3$ 天(分销商将产成品运输外包给专业物流公司, 物流公司发挥其客户众多的优势, 能够实现集配运输, 因此固定距离间的运输时间、运输成本均为定值);

分销商单位产品运输成本 $C_T = 1198$ 元/台;

分销商因延期交货支付给客户的单位时间补偿成本 $\gamma = 608$ 元/天。

在分散决策模式下, 制造商的优化交货期决策 T_m 由公式(12) 计算得到, 分销商对客户报出的供应链最优响应时间 T 由公式(2) 得到; 制造商和分销商的最优产品定价 P_m 与 P 分别由(10) 式和(8) 式计算得到; 制造商和分销商的期望收益 Π_m 和 Π_d 分别由(6) 式和(7) 式计算得到。此外, 市场需求率 $D = Q$ 由公式(9) 计算得到。基于以上计算过程得到表 1 中的供应链优化结果。

表 **1** 分散决策模式下的供应链决策优化结果

决策变量	需求率	制造商			分销商			供应链整体收益
	D	P_m	T_m	Π_m	P	T	Π_d	$\Pi_{scm}^d = \Pi_m + \Pi_d$
优化结果	400	74507.7	13	2.99999×10^6	80000	16	1.59999×10^6	4.59998×10^6

在集中决策模式下, 供应链对客户报出的最优产品价格 P 由公式(14) 确定, 供应链最优承诺响应时间 T 由公式(15)、(2) 得出, 市场需求率 D 由公式(1) 计算得到, 供应链的整体收益 Π_{scm}^c 由公式(13) 可得。根据上述计算过程得到表 2 中的供应链优化结果。

表 **2** 集中决策模式下的供应链决策优化结果

决策变量	供应链产品价格 P	供应链响应时间 T	市场需求率 D	供应链整体收益 Π_{scm}^c
优化结果	76000	16	800	6.19998×10^6

比较表 1 与表 2, 可以看出:

(1) 集中决策模式与分散决策模式下得到的供应链最优响应时间相等;

(2) 集中决策模式下报给客户的产品价格低于分散决策模式下的产品价格;

(3) 集中决策模式下市场需求率高于分散决策模式下的需求率;

(4) 集中决策模式下得到的供应链整体收益高于分散决策模式下的收益。

在分散决策模式下, 分销商为了实现自身收益最大化, 对客户报出过高的价格, 使得需求降低。虽然对制造商和分销商个体来说, 均实现局部最优, 但供应链整体并没有达到最优。在集中决策模式下, 虽然最优响应时间相同, 但是通过降低产品价格, 需求得到提升, 整体收益增大。由计算结果可知, 采用集中决策后, 供应链整体收益提高了 34.8%, 因此对基于时间竞争环境下的供应链响应时间决策问题, 集中决策模式是比分散决策模式更优的决策方式。

5 结论

本文以一个制造商和一个分销商组成的两阶段供应链为背景, 考虑了市场需求率在同时对价格和响应时间敏感的情况下, 研究了分散决策和集中决策两种模式下的 MTO 供应链的响应时间决策问题。分别分析了两种模式下的决策过程, 并进行了优化求解。并结合一个汽车行业定制供应链实例进行了数值分析, 证明了对于时间价格敏感型需求下

的供应链决策问题, 虽然两种决策模式得到的最优响应时间相同, 但是集中决策模式能够实现更大的供应链整体收益, 因此集中决策模式是比分散决策模式更优的决策方式。

为了使该研究成果更接近实际应用, 未来的研究问题应重点放在响应时间影响因素对供应链最优价格、响应时间、收益等绩效指标的影响, 价格对响应时间敏感时的供应链决策, 以及研究供应链中有多种产品时的决策。

参考文献:

[1] Stalk G. Time- the next source of competition advantage [J]. Harvard Business Review, 1988, 66(4): 41- 51.

[2] Hum S. H., Sim H. H. Time- based competition: literature review and implications for modeling [J]. International Journal of Operations & Production Management, 1996, 16 (1): 75- 90.

[3] 马士华, 林勇, 陈志祥. 供应链管理[M]. 北京: 机械工业出版社, 2000.

[4] 戴维• 刘易斯, 达瑞恩• 布里格. 新消费者理念(译) [M]. 北京: 机械工业出版社, 2001.

[5] 张钦, 达庆利, 沈厚才. 供应链中基于 Stackelberg 博弈的 EOQ 模型[J]. 中国管理科学, 2002, 10(3): 38- 42.

[6] Lodree E., Jang W., and Kelein C. Minimizing response time in a two- stage supply chain system with variable lead time and stochastic demand [J]. International Journal of production research, 2004, 42(11): 2263- 2278.

[7] 李华, 李益强, 徐国华. 供应链配送中的提前期模型研究[J]. 管理工程学报, 2004, 18(3): 112- 114.

[8] Palaka K., Erlebacher s., Kropp D. H. Lead- time setting, capacity utilization, and pricing decisions under lead- time dependent demand[J]. IIE Transactions, 1998, 30(2): 151 - 163.

[9] So K. C., Song J. S. Price, delivery time guarantess and capacity selection [J]. European Journal of operational research, 1998, 111: 28- 49.

[10] Li L, Lee Y. Pricing and delivery- time performance in a competitive environment [J]. Management Science, 1994, 40(5): 633- 646.

[11] Boyaci T., Ray S. Product differentiation and capacity y cost interaction in time and price sensitive markets [J]. Manufacturing & Service operations management, 2003, 5 (1): 18- 36.

[12] 杨文胜, 李莉. 响应时间不确定下的交货期相关定价研究[J]. 中国管理科学, 2005, 13(2): 56- 62.

[13] Shanthikumar J G, Sumita U. Approximations for the time spent in a dynamic job shop with applications to due date assignment [J]. International Journal of Production Research, 1988, 26: 1329- 1352.

[14] Karmarkar U. Manufacturing lead times, order release and capacity loading[A]. In Graves S, Rinnooy Kan A, Zipkin P. (eds.): Handbooks in Operations Research and Management Science, Vol. 4, Logistics of Production and Inventory [M]. Amsterdam: North- Holland, 1993.

Study on the Decision Mode of Supply Chain for Time- Sensitive and Price- Sensitive Demand

MA Shi-hua, WANG Fu-shou

(School of Management, Huazhong University of Sci. and Tech., Wuhan 430074, China)

Abstract: In the market competition of customized products, demands are both time- sensitive and price- sensitive. In this papdr, the decision problem of MTO supply chain was studied separately in decentralized decision mode and centralized decision mode. The decision processes in two modes were analyzed and the optimal solutions were found. A numerical analysis was proposed with an application in Auto industry. It's proved that more profit of supply chain can be gained with the mode of centralized decision. Thus, and effective decision tool and method are provided for supply chain enterprise to compete in both time- sensitive and price- sensitive markets.

Key words: demand; supply chain; decision mode; decentralized decision; centralized decision