

文章编号: 1001-0920(2004)05-0515-05

非对称需求信息下两阶段供应链协调

晓斌¹, 刘鲁², 张阿玲¹

(1 清华大学 技术经济与能源系统分析研究所, 北京 100084; 2. 北京航空航天大学 经济管理学院, 北京 100083)

摘要: 针对由一个供应商和一个零售商组成的供应链, 其成员之间的市场需求信息不对称问题, 建立了非对称信息下批发价与订货量的 Stackelberg 博弈模型, 给出了零售商和供应商分别拥有需求信息下的博弈均衡。数值实例分析了非对称信息对价格和订货量及利润的影响, 同时给出了信息不对称下的供应链协调机制。

关键词: 供应链管理; 供应链协调; 非对称信息; 博弈论

中图分类号: F406.2

文献标识码: A

Coordinating a two-stage supply chain under asymmetric demand information

XIAO Bin¹, LIU Lu², ZHANG A-ling¹

(1. Institute for Technology Economics and Energy System Analysis, Tsinghua University, Beijing 100084, China;

2. School of Economics and Management, Beijing University of Aeronautics and Astronautics, Beijing 100083, China Correspondent: XIAO Bin, E-mail: xiaobin@bj163.com)

Abstract: To the problem of one-supplier one-retailer supply chain with asymmetric demand information between the two members, a Stackelberg game model about the wholesale price and lot size decision under asymmetric information is constructed. The price and quantity game equilibriums are given in the case of the supplier or the retailer owning the demand information respectively. Numerical analysis is used to identify the effect about profits and lot size under asymmetric information. The supply chain coordination mechanisms are proposed.

Key words: supply chain management; supply chain coordination; asymmetric information; game theory

1 引言

近年来, 由一个供应商和一个零售商组成的两阶段供应链问题引起了许多学者的关注。文献[1, 2]对此给出了综述。大多数文献考虑的是对称信息的情形, 即供应商与零售商共享所有信息, 如文献[3, 4]给出了对称信息下供应链协调机制。然而, 出于自身利润最大化的目的, 零售商与供应商在信息上互相保密, 不能共享, 即供应链成员之间存在非对称信息。供应链中一种重要的非对称信息为供应链成员的边际成本。缺乏信息的一方提供契约菜单来甄别拥有信息的一方, 以达到供应链协调的目的。文献

[5, 6]提供了一个供应商不知道买方边际成本的信息甄别模型。供应链中另一类非对称信息是需求信息。文献[7]给出了两阶段供应链零售商拥有信息优势的市场信息不对称库存模型。

一般认为, 零售商最靠近消费者, 在市场需求信息方面比供应商具有优势。实际上供应商在生产产品时作过市场调查, 或委托信息公司进行市场需求方面的调查研究, 所以供应商也能把握需求。如果需求信息不能共享, 其结果是增加了双方获取信息的成本并且提高了商品成本, 使商品竞争力下降, 进而导致整个供应链上的企业不能获得成本优势。因此,

收稿日期: 2003-02-28; 修回日期: 2003-05-28

作者简介: 晓斌(1968—), 男, 湖北监利人, 博士后, 从事供应链管理研究; 刘鲁(1947—), 女, 浙江镇海人, 教授, 博士生导师, 从事供应链管理及信息系统等研究。

在这种非对称需求信息下,如何协调供应商和零售商的订货与价格决策便成为供应链效率的关键问题.本文研究了零售商和供应商市场信息不对称下关于价格与订货量的博弈问题,并给出了信息不对称下的供应链协调机制.

2 模型

供应链包括处于上游的一个供应商和处于下游的一个零售商.供应商出售一种商品给零售商,再由零售商卖给顾客.商品的需求是随机的,并且为价格 p 敏感性函数.本文采用文献[6]的模型,需求表示为 $D_1(p) + D_2$,且 $D_1(p) \geq 0, D_2 \geq 0$. $D_1(p)$ 和 D_2 可解释为确定性需求部分和随机需求部分,其中随机需求 D_2 为连续变量,密度函数为 $f(x)$,分布函数为 $F(x)$ ($x > 0$),其均值为 μ ,方差为 σ^2 .令 $P(q_1)$ 为 D_1 的逆函数,则 $P(q_1)$ 可解释为确定性需求部分的价格函数,这里采用线性需求函数 $P(q_1) = a - bq_1$.

除了需求信息之外,需求分布、成本及收益信息均为双方的共同知识. Π_r 和 Π_m 分别为零售商和供应商的利润,系统利润 $\Pi_s = \Pi_m + \Pi_r$. $p = P(q_1)$ 为市场零售价格, w 为供应商将产品卖给零售商的批发价, c 为产品生产的边际成本($p > c$),订货量 $q = q_1 + q_2$,其中: q_1 为确定性需求部分, q_2 为随机需求部分.供应商和零售商均为利润最大化者.供应商首先行动,给出最优批发价 w ;然后零售商根据供应商给定的批发价决定订货批量 q_1 和 q_2 ,瞬时供货.未售出商品的残值为0.供应商是领先者,零售商作为跟随者,这便形成了一个Stackelberg博弈^[8].

2.1 一体化

为了得到一个基准(benchmark),首先考虑供应商和零售商属于同一企业,即一体化情形.此时只需一个决策者作出决策,根据决策者掌握的信息,存在不完全信息和完全信息.

1) 一体化不完全信息

不完全信息是指决策者不知道市场需求的真实值,但知需求的概率分布.在一体化的情况下,企业最大化其利润,求解的问题(P1)如下:

$$(P1) \max \Pi_r(q_1, q_2) = q_1 P(q_1) + P(q_1) \int_0^{q_1} x f(x) dx + P(q_1) \int_{q_1}^{\infty} q_2 f(x) dx - c(q_1 + q_2).$$

由一阶条件得

$$P(q_1) + q_1 P'(q_1) + P'(q_1) \times$$

$$\left[\int_0^{q_1} x f(x) dx + \int_{q_1}^{\infty} q_2 f(x) dx \right] = c, \quad (1)$$

$$P(q_1) [1 - F(q_2)] = c \quad (2)$$

于是方程(1), (2)的解即为问题(P1)的最优解,记为 $(\bar{q}_1, \bar{q}_2)$.

2) 一体化完全信息

定义完全信息为在价格和订货量决策作出之前决策者已经知道 D_2 .在这种情况下,市场需求是确定的,即不存在缺货和剩余的风险.在一体化情况下,企业求解的问题如下:

$$(P2) \max \Pi_r = (P(q_1) - c)(q_1 + q_2).$$

由此可得

$$\begin{aligned} q_1^* &= \frac{a - bq_2 - c}{2b}, \\ p^* &= \frac{a + bq_2 + c}{2}, \\ q^* &= \frac{a + bq_2 - c}{2b}. \end{aligned}$$

供应链总利润

$$\Pi_s = \frac{(a + bq_2 - c)^2}{4b},$$

其期望值为

$$E[\Pi_s] = \frac{(a + b\mu - c)^2 + b^2\sigma^2}{4b}.$$

2.2 分散化对称信息

在这种情形下,供应商与零售商分属不同的企业,出现两个决策者,供应商决定批发价,零售商决定订货量.根据决策者掌握的信息,可分为分散化不完全信息与分散化完全信息.

1) 分散化不完全信息

分散化不完全信息是指:无论是供应商还是零售商,都不知道市场的随机需求部分 D_2 ,但都知道其概率分布.首先由供应商选择批发价 w ,其次由零售商选择订货量.零售商求解的问题如下:

$$(P3) \max E[\Pi_r(q_1, q_2)] =$$

$$P(q_1) \left[\int_0^{q_1} (q_1 + x) f(x) dx + \int_{q_1}^{\infty} (q_1 + q_2) f(x) dx \right] - w(q_1 + q_2).$$

由一阶条件得

$$\begin{aligned} h_1(q_1, q_2, w) &= P(q_1) + q_1 P'(q_1) + \\ &P'(q_1) \left[\int_0^{q_1} x f(x) dx + \int_{q_1}^{\infty} q_2 f(x) dx \right] - w = 0, \end{aligned} \quad (3)$$

$$h_2(q_1, q_2, w) = P(q_1)[1 - F(q_2)] - w = 0$$
(4)

供应商求解的问题如下:

(P4) $\max \Pi_m(w) = (w - c)(q_1 + q_2),$
s t $h_1(q_1, q_2, w) = 0,$
 $h_2(q_1, q_2, w) = 0$

用等式约束最优化问题的有关算法,可解出最优解 q_1, q_2, w .

2) 分散化完全信息

假定需求 D_2 不再具有不确定性,即市场信息是完全的, q_2 为供应商和零售商的知识,则订货量 q_1 是零售商要作的唯一决策 零售商求解的问题如下:

(P5) $\min_{q_1} (P(q_1) - w)(q_1 + q_2).$

由一阶条件得到

$$q_1 = \frac{a - bq_2 - w}{2b}.$$
(5)

供应商求解的问题如下:

(P6) $\max_w (w - c)(q_1 + q_2),$
s t $q_1 = \frac{a - bq_2 - w}{2b}.$

求解得到 $w = (a + bq_2 + c)/2$, 零售价的期望值为 $E[p] = [3(a + b\mu) + c]/4$, 供应商与零售商利润的期望值分别为

$$E[\Pi_m] = \frac{(a + b\mu - c)^2 + b^2\sigma^2}{8b},$$

$$E[\Pi_r] = \frac{(a + b\mu - c)^2 + b^2\sigma^2}{16b}.$$

2 3 分散化非对称信息

这种情况下,需求信息仅单方知道(供应商或零售商),而另一方不知道 类似地,根据各成员掌握的信息,可分为以下 3 种情形

1) 零售商知道,供应商不知道,但知道零售商

知道

对零售商而言,需求 D_2 的信息是完全的,而供应商不知道,但供应商知道零售商知道 此时零售商求解的问题为(P5),供应商求解的问题如下:

(P7) $\max_w E[(w - c)(q_1 + q_2)],$
s t $q_1 = \frac{a - bq_2 - w}{2b}.$

求解(P7) 得到 $w = (a + b\mu + c)/2$, 且

$$E[\Pi_m] = \frac{(a + b\mu - c)^2}{8b},$$

$$E[\Pi_r] = \frac{(a + b\mu - c)^2 + 4b^2\sigma^2}{16b}.$$

2) 零售商知道,供应商不知道,且认为零售商不知道

此时零售商掌握着完全信息,因此零售商的问题为(P5),而供应商没有完全信息,且认为零售商也没有完全信息,因此供应商认为零售商的问题为(P3),从而供应商求解(P4)来决定批发价 w . 将问题(P4)的最优解中的 w 代入(P5),求解得到 q_1 .

3) 供应商知道,零售商不知道

需求 D_2 对供应商不再具有不确定性,而零售商不知道 无论零售商是否知道供应商拥有完全信息,因商品最终通过零售商出售给消费者,故零售商存在缺货和剩余的风险 给定供应商的批发价 w ,零售商选择 q_1 和 q_2 最大化期望利润函数,即零售商的问题为(P3),于是供应商的问题为(P4),该问题等同于分散化不完全信息的情形

3 数值计算分析

采用线性的需求函数 $P(q_1) = a - bq_1, D_2$ 服从均匀分布,其分布函数为 $F(x) = kx (0 \leq x \leq 1/k)$, 则需求 D_2 的均值 $\mu = 1/(2k)$, 方差 $\sigma^2 = 1/(12k^2)$, 取 $c = 34, a = 60, b = 1$, 求解结果如表 1~ 表 6 所示

表 1 一体化不完全信息下的订货量、零售价及系统利润

k	σ^2	q_1	q_2	q	p	Π_r
3 2	0 008 1	12 962 7	0 086 6	13 049 3	47 037 3	169 563 2
1 6	0 032 6	12 925 2	0 173 6	13 098 8	47 074 8	170 129 2
0 8	0 130 2	12 850 0	0 348 6	13 198 6	47 150 0	171 269 7
0 4	0 520 8	12 697 9	0 703 1	13 401 0	47 302 1	173 584 7
0 2	2 083 3	12 387 4	1 429 5	13 816 9	47 612 6	178 354 4
0 1	8 333 3	11 740 9	2 954 7	14 695 6	48 259 1	188 480 3
0 05	33 333 3	10 344 2	6 305 7	16 649 9	49 655 8	211 307 3
0 025	133 333 3	7 136 6	14 273 3	21 409 9	52 863 4	269 242 2

表 2 一体化完全信息下的订货量、零售价及系统利润

k	$E[q_1]$	$E[q_2]$	$E[q]$	$E[p]$	$E[\Pi]$
3 2	12 921 9	0 156 3	13 078 1	47. 078 1	171. 037 4
1. 6	12 843 8	0 312 5	13 156 3	47. 156 3	173 087 2
0. 8	12 687 5	0 625 0	13 312 5	47. 312 5	177. 226 9
0. 4	12 375 0	1 250 0	13 625 0	47. 625 0	185 708 4
0. 2	11 750 0	2 500 0	14 250 0	48 250 0	204 147 6
0. 1	10 500 0	5 000 0	15 500 0	49 500 0	257. 611 1
0. 05	8 000 0	10 000 0	18 000 0	52 000 0	332 333 3
0. 025	3 000 0	20 000 0	23 000 0	57. 000 0	562 333 3

表 3 分散化不完全信息下的订货量、批发价、零售价、各成员利润及系统利润

k	q_1	q_2	q	w	p	Π_m	Π_r	Π_l
3 2	6 484 0	0 038 1	6 522 1	46 996 2	53 516 0	84 762 5	42 398 5	127. 161 0
1. 6	6 467 9	0 076 4	6 544 3	46 992 5	53 532 1	85 026 3	42 547 1	127. 573 4
0. 8	6 435 4	0 153 5	6 588 9	46 985 1	53 564 6	85 558 0	42 846 8	128 404 8
0. 4	6 369 2	0 310 5	6 679 7	46 970 4	53 630 8	86 638 1	43 455 4	130 093 5
0. 2	6 232 0	0 634 8	6 866 8	46 941 4	53 768 0	88 866 8	44 710 2	133 577 0
0. 1	5 937 3	1 327 5	7 264 8	46 886 0	54 062 7	93 614 1	47. 373 7	140 987 8
0. 05	5 257 9	2 905 3	8 163 2	46 789 9	54 742 1	104 406 9	53 363 8	157. 770 7
0. 025	3 476 6	6 953 3	10 429 9	46 697 8	56 523 4	132 436 9	68 319 8	200 756 7

表 4 分散化完全信息下的订货量、批发价、零售价、各成员利润及系统利润

k	$E[q_1]$	$E[q_2]$	$E[q]$	$E[w]$	$E[p]$	$E[\Pi_m]$	$E[\Pi_r]$	$E[\Pi_l]$
3 2	6 382 8	0 156 3	6 539 1	47. 078 1	53 617 2	85 518 7	42 759 3	128 278 0
1. 6	6 265 6	0 312 5	6 578 1	47. 156 3	53 734 4	86 543 6	43 271 8	129 815 4
0. 8	6 031 3	0 625 0	6 656 3	47. 312 5	53 968 8	88 613 4	44 306 7	132 920 2
0. 4	5 562 5	1 250 0	6 812 5	47. 625 0	54 437 5	92 854 2	46 427 1	139 281 3
0. 2	4 625 0	2 500 0	7 125 0	48 250 0	55 375 0	102 073 8	51 036 9	153 110 7
0. 1	2 750 0	5 000 0	7 750 0	49 500 0	57 250 0	128 805 6	64 402 8	193 208 3

表 5 分散化非对称信息下的订货量、批发价、零售价、各成员利润及系统利润(1)
(零售商知道, 供应商不知道, 但知道零售商知道)

k	$E[q_1]$	$E[q_2]$	$E[q]$	$E[w]$	$E[p]$	$E[\Pi_m]$	$E[\Pi_r]$	$E[\Pi_l]$
3 2	6 382 8	0 156 3	6 539 1	47. 078 1	53 617 2	85 518 7	42 759 4	128 278 0
1. 6	6 265 6	0 312 5	6 578 1	47. 156 3	53 734 4	86 543 5	43 272 0	129 815 5
0. 8	6 031 3	0 625 0	6 656 3	47. 312 5	53 968 8	88 6113	44 309 9	132 921 2
0. 4	5 562 5	1 250 0	6 812 5	47. 625 0	54 437 5	92 820 3	46 478 0	139 298 3
0. 2	4 625 0	2 500 0	7 125 0	48 250 0	55 375 0	101 531 3	51 850 7	153 381 9
0. 1	2 750 0	5 000 0	7 750 0	49 500 0	57 250 0	120 125 0	77. 423 6	197. 548 6

比较表 1 与表 2, 在同样的需求方差下, 一体化完全信息下系统利润比不完全信息下系统利润大, 且随着方差的增加, 利润的差越来越大, 这就是信息

的价值 表 4 与表 1、表 3 比较, 分散化完全信息下的订货量更高, 而零售价更低, 系统利润也更高 比较表 5 和表 6, 表 6 中的期望销量比表 5 大, 零售商的利

表6 分散化非对称信息下的订货量、批发价、零售价、各成员利润及系统利润(2)
(零售商知道, 供应商不知道, 且认为零售商不知道)

k	$E[q_1]$	$E[q_2]$	$E[q]$	w	$E[p]$	Π_r	$E[\Pi_r]$	$E[\Pi_s]$
3.2	6 423.8	0 156.3	6 580.0	46 996.2	53 576.2	85 515.3	43 296.7	128 812.0
1.6	6 347.5	0 312.5	6 660.0	46 992.5	53 652.5	86 530.1	44 355.6	130 885.7
0.8	6 194.9	0 625.0	6 819.9	46 985.1	53 805.1	88 557.7	46 511.7	135 069.5
0.4	5 889.8	1 250.0	7 139.8	46 970.4	54 110.2	92 606.1	50 976.7	143 582.8
0.2	5 279.3	2 500.0	7 779.3	46 941.4	54 720.7	100 675.0	60 517.5	161 192.5
0.1	4 057.0	5 000.0	9 057.0	46 886.0	55 943.0	116 708.5	82 029.2	198 737.8
0.05	1 605.0	10 000.0	11 605.0	46 789.9	58 395.0	148 427.4	134 677.2	283 104.6

润和系统利润均比表5大, 而批发价、零售价和供应商利润都有所降低, 这说明零售商保持信息优势能降低零售价(从而增加销量), 并使自身和整个系统受益, 这时只有供应商的利益受损。零售商隐藏信息后利润将更大。

从以上各表可以看出, 随着方差的增大, 需求的不确定性也增大, 商品零售价也越来越高, 但随之各成员及系统的期望利润也越来越大。在完全信息下, 零售价更高; 而在不完全信息下, 因为需求的不确定, 降低零售价是为了增加销量, 使各成员的利润达到最大。

在分散化非对称信息(供应商知道需求, 零售商不知道)时, 供应商的这种信息优势不仅没给零售商带来好处, 而且也没给自己带来好处。比较表3和表4的结果, 供应商的策略是将信息公开给零售商, 这样双方的利润都得到改善, 从而整个系统也将受益。如果供应商获取信息的成本足够小, 而零售商获取信息的成本足够大, 那么二者之间的博弈将是——智猪博弈(boxed pigs game)^[8], 即零售商不会付出成本获取信息, 而等待供应商去完成这项工作。

4 供应链协调

经过以上分析, 市场需求状态虽然不可观测, 但可以分为两大类型: 不完全信息(供应商与零售商都不知市场需求)和完全信息(至少有一方知道市场需求)。从一体化的分析中知, 在不完全市场信息的情况下, 系统最优订货量为 $\bar{q}_1 + \bar{q}_2$, 供应链总利润为 $\Pi_s(\bar{q}_1, \bar{q}_2)$ 。在完全市场信息的前提下, 系统最优订货量为 $q^* = (a + bq_2 - c)/2b$, 最优零售价为 $p^* = (a + bq_2 + c)/2$, 供应链总利润为 $\Pi_s = (a + bq_2 - c)^2/4b = bq^{*2}$ 。分散化供应链系统为了达到一体化的利润, 必须采取协调机制, 而协调机制均为供应商给出。

命题1 如果供应商没有完全需求信息, 则下

面的契约能达到一体化解:

$$W(q) = \begin{cases} cq^* + bq^{*2} - \pi_r^{\text{in}}, & q = q^* \text{ 且 } p = p^*; \\ c(\bar{q}_1 + \bar{q}_2) + \Pi_s(\bar{q}_1, \bar{q}_2) - \pi_r^{\text{in}}, & q = \bar{q}_1 + \bar{q}_2; \\ +\infty, & \text{其他} \end{cases}$$

其中: $W(q)$ 为零售商给予供应商的转移支付, π_r^{in} 为零售商的保留利润(可以为零售商的机会成本, 也可通过与供应商谈判定出)。这里 $\bar{q}_1 + \bar{q}_2$ 为共同知识, 而 q^* 为零售商的私有信息(如果零售商的订货量为 q^*), 由零售商提出。因为双方都是理性的, 一旦零售商提出不同于 $\bar{q}_1 + \bar{q}_2$ 的订货量, 供应商便有理理由相信零售商拥有完全信息, 从而强制其零售价为 p^* , 达到一体化的利润。系统利润在二者之间的分配方式为: 零售商获得其保留利润 π_r^{in} , 剩余则为供应商所得。

命题2 如果供应商拥有需求的完全信息, 那么下面的契约能达到一体化解:

$$W(q) = \begin{cases} cq^* + bq^{*2} - \pi_r^{\text{in}}, & \\ q = q^* \text{ 且 } p = p^*; & \\ +\infty, & \text{其他} \end{cases}$$

其中: $W(q)$ 为零售商给予供应商的转移支付, q^* 由供应商给出。这时供应商已经预见市场销量将是 q^* , 数量强购与转售价格维持^[9]能达到一体化解。

5 结论

两阶段供应链问题考虑的是在供应商和零售商之间的批发价格与订货量的决策, 本文提出供应商与零售商之间的需求信息不对称, 分析了在此前提下的关于价格与订货量的博弈, 给出了各种方式的比较结果, 并研究了信息不对称下的协调机制。结果表明, 在需求不确定下, 信息不对称会导致供应链的低效, 而协调机制能克服这种低效。本文方法对供应商和零售商的决策具有一定的参考价值。

(下转第524页)

- [6] 李爱国, 覃征, 鲍复民, 等. 粒子群优化算法[J]. 计算机工程与应用, 2002, 38(21): 1-3
(Li A G, Qin Z, Bao F M, et al. Particle swarm optimization algorithms[J]. *Computer Engineering and Applications*, 2002, 38(21): 1-3)
- [7] Morison E. *Men, Machines and Modern Times* [M]. Cambridge: MIT Press, 1966 17-24
- [8] Zirger B J, Maidique M A. A model of product development: An empirical test [J]. *Management Science*, 1990, 36(7): 867-883
- [9] Ali A, Kalwani M U, Kovenock D. Selecting product development projects: Pioneering versus incremental innovation strategies [J]. *Management Science*, 1993, 39(3): 255-274
- [10] Hendricks K B, Singhal V. Delays in new product introductions and the market value of the firm: The consequences of being late to the market [J]. *Management Science*, 1997, 43(4): 422-436
- [11] Nevens T M, Summe G L, Uttal B. Commercializing technology: What the best companies do [J]. *Harvard Business Review*, 1990, 68(3): 154-163
- [12] Datar S, Jordan C, Kekre S, et al. New product development structures and time-to-market [J]. *Management Science*, 1997, 43(2): 452-464
- [13] Glennan T K, Marschak T, Summers R. Issues in the choice of development policies [A]. *Strategy for R & D, A Rand Corporation Research Study* [C]. New York: Springer-Verlag, 1967. 13-48
- [14] 万福才, 汪定伟. 基于 0-1 半无限规划的新产品开发计划方法[J]. 管理科学学报, 2002, 5(4): 28-33
(Wan F C, Wang D W. 0-1 Semi-infinite programming approach for new product development planning [J]. *J of Management Sciences*, 2002, 5(4): 28-33)
- [15] 汪定伟, 于海斌. 免疫遗传算法及在新产品投入计划中的应用[J]. 控制理论与应用, 2002, 19(5): 725-730
(Wang D W, Yu H B. Immune-genetic algorithm and its application to introduction planning of new products [J]. *Control Theory and Applications*, 2002, 19(5): 725-730)
- [16] Fang S C, Wu S Y. An inexact approach to solving linear semi-infinite programming problems [J]. *Optimization*, 1994, 28(8): 291-299

(上接第 519 页)

参考文献(References):

- [1] Tsay A A, Nahmias S, Agrawal N. Modeling supply chain contracts: A review [A]. *Quantitative Models for Supply Chain Management* [C]. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1999 299-336
- [2] 赵天智, 金以慧. 供需链协调控制机制[J]. 清华大学学报(自然科学版), 2001, 41(10): 123-126
(Zhao T Z, Jin Y H. Coordination mechanism of supply chain management [J]. *J of Tsinghua University (Science & Technology)*, 2001, 41(10): 123-126)
- [3] Lariviere M. Supply chain contracting and coordination with stochastic demand [A]. *Quantitative Models for Supply Chain Management* [C]. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1999 233-268
- [4] Lariviere M, Porteus E. Selling to the newsvendor: An analysis of price-only contracts [J]. *Manufacturing and Service Operations Management*, 2001, 3(4): 293-305
- [5] Corbett C, Tang C. Designing supply contracts: Contract type and information asymmetry [A]. *Quantitative Models for Supply Chain Management* [C]. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1999 269-297
- [6] Ha A Y. Supplier-buyer contracting: A symmetric cost information and cut-off level policy for buyer participation [J]. *Naval Research Logistics*, 2001, 48(1): 41-64
- [7] Lau A, Lau H. Some two-echelon style-goods inventory models with asymmetric information [J]. *European J of Operational Research*, 2001, 134(1): 29-42
- [8] 张维迎. 博弈论与信息经济学[M]. 上海: 上海三联书店/上海人民出版社, 1996
- [9] Tirole J. *The Theory of Industrial Organization* [M]. Cambridge: The MIT Press, 1988 169-203