Journal of Computer Applications
计算机应用,2013,33(10):2950－2953
ISSN 1001-9081
CODEN JYIIDU
2013-10-01
http://www.joca.cn

文章编号:1001-9081(2013)10-2950-04
doi:10.11772/j.issn.1001-9081.2013.10.2950

需求依赖库存且短缺量部分拖后的促销商品库存模型

何　伟[1,2*],徐福缘[1]
(1.上海理工大学 管理学院,上海 200093;　2.安徽财经大学 统计与应用数学学院,安徽 蚌埠 233030)
(*通信作者电子邮箱 weihe0429@163.com)

摘　要:促销商品是商场吸引顾客前往购买消费的一种重要手段,它可以有效带动其他商品的销售从而提高商场销售收入。考虑促销商品在缺货期间价格和时间对顾客等待行为的影响,构造了一个与销售价和等待时间相关的短缺量拖后率,建立了多次订货下两阶段存货影响需求和顾客等待的促销商品库存模型,并利用仿真方法分析价格和时间敏感因子、存货影响需求临界点、销售价格对销售商订货策略和系统总利润的影响。结果表明:价格和时间敏感因子对各周期服务水平影响显著,存货影响需求临界点对订货次数影响较大;当销售价在一定范围时,销售商只需调整各周期服务水平,而当销售价过高或过低时,销售商则需同时调整各周期服务水平和订货次数。

关键词:库存;促销商品;需求依赖库存;短缺量部分拖后;仿真
中图分类号:F224.7　　**文献标志码**:A

Inventory model for promotional merchandise with time-dependent partial backlogging rate and inventory-level-dependent demand rate

HE Wei[1,2*], XU Fuyuan[1]
(1. *School of Business, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai* 200093, *China*;
2. *School of Statistics and Applied Mathematics, Anhui University of Finance and Economics, Bengbu Anhui* 233030, *China*)

Abstract: Promoting commodities is an important promotion means for retailers to drive the sales of commodities to improve business sales revenue effectively. In this paper, by considering the effect of the selling price and the time on the waiting behavior of customers in shortage period, a new backlogging rate related to the selling price and the waiting time was constructed. An inventory model based on multiple orders and two-stage stock dependent selling rate and the waiting behavior of customers for promotional merchandise was proposed. The simulation method had been used to analyze the effect of the key parameters on the order policy and the total profits of the distributors. It shows that the price-sensitivity factor and waiting-time sensitivity factor have a significant effect on service level in each cycle; the critical value of stock-dependent demand rate has a great effect on order times. When the selling price changes in a certain range, distributors should adjust the service level of each cycle. When selling price is too high or too low, distributors should adjust both the service level of each cycle and the order times.

Key words: inventory; promotional merchandise; stock-dependent demand; partial backlogging; simulation

0　引言

在经典的库存控制模型中,库存系统的外部需求通常假设为常数,但是实际中市场需求则因为受到诸多因素的影响而发生变化,需求通常会受到物品的库存水平的影响。文献[1]研究了库存水平影响需求变化的供应链协调问题;文献[2]在需求依赖于库存水平下给出了供应商提供延期支付期和量折扣策略的库存模型。关于需求受库存水平影响下的库存控制模型的研究还有很多[3-6]。

促销商品是商场用来吸引顾客前来购买从而带动其他商品销售量的常用营销手段,因此促销商品的销售量较大,缺货时有发生。除了在缺货期间顾客有等待意愿差异外,在有现货阶段,其需求量还受到货架上展示水平的影响,即货架上摆放的商品越多,越能激励顾客购买,如展示数量过少,容易被顾客误以为缺陷商品或快到保质期的商品,达不到促销效果,因此促销商品存在存货影响需求临界点。

在传统的库存系统研究中,一般假设短缺不允许发生[3,7-11],要么假设短缺完全拖后[12],如果假设短缺量部分拖后的话,通常认为等待时间越长,拖后量拖后率越小[4-5,9]。但是在实际的销售过程中,一些顾客对某一物品有特别偏好,当商店缺货时他们愿意等待,但同时顾客往往都没有足够的耐心,随着缺货时间增长,愿意等待的顾客将会减少,影响了顾客愿意等待的信念,因而转往其他销售商处购买物品,即短缺拖后率也可能随着缺货时间变化而变化。当商品缺货时,顾客会考虑多种因素来决定是否继续等待购买,这些因素中最重要的是等待时间和价格,它们对不同顾客等待行为的影响也不相同。等待时间是一个基本因素,对于高收入顾客来说,其时间的机会成本较高,一般不愿意等待较长时间,但对中低收入顾客来说,价格则是一个非常重要的因素。促销商品作为商家促销的一种重要手段,是指生产厂家或者商场基于其营销策略而进行折价销售的商品,其顾客多为中低收入者,当商品缺货时,他们虽然会同时考虑等待时间和价格,但

收稿日期:2013-04-10;**修回日期**:2013-05-24。　**基金项目**:国家自然科学基金资助项目(71171135,71071001);上海市一流学科资助项目(S1201YLXK);上海市研究生创新基金资助项目(JWCXSL1301);教育部人文社科资助项目(13YJC840035)。

作者简介:何伟(1981－),男,安徽来安人,博士研究生,主要研究方向:系统工程、企业供需网;　徐福缘(1948－),男,浙江绍兴人,教授,博士生导师,主要研究方向:供应链工程、企业供需网及其管理、超网络。

由于收入较低，这些顾客更看重价格，低价格的吸引力使其愿意等待至下一次补货时购买，而时间对他们的影响相对较小。

Duan 等[13]研究了等待时间和缺货量的共同影响，认为当接近下次补货点时，由于等待时间较短，顾客一般愿意等待，而此时缺货量较大，如商品补货能力受限，顾客则不愿意等待，此模型较符合实际，但没有考虑促销商品的特点，如存货影响需求临界点、价格和顾客等待时间等，并且只研究单周期情况。而实际中卖场为了吸引顾客光顾，促进其他商品销售，一般会选择消耗量大、购买频率高的产品作为促销商品推出，如沃尔玛、家乐福、永辉超市等的天天低价策略，上述商品促销时间较长，一般需要多次订货。

本文在文献[13]的基础上，考虑促销商品在缺货期间顾客的等待行为，构造一个新的短缺量拖后比例，建立了一个多次订货下考虑顾客等待和存货影响需求的促销商品库存模型，利用仿真方法研究价格敏感因子、等待时间敏感因子和存货影响需求因子等因素对销售商订货策略和系统整体利润的影响，为销售商制定采购计划和经营决策提供理论依据。

1　模型假设与记号

本文主要研究促销商品在缺货期间，时间和价格如何影响顾客等待行为和销售商订货策略，考虑促销商品的主要顾客是中低收入者，其是否愿意继续等待购买的影响因素有等待时间和销售价，其中销售价的影响更大，等待时间影响较小。由此提出新的短缺量拖后比例表达式如下：

$$\delta = \frac{k_0}{e^{k_1 p_s} \cdot (a + k_2 \tau)} \tag{1}$$

其中：a 为初始相位点常数，δ 为短缺量拖后比例，k_0 为短缺量拖后敏感因子，k_1 为价格敏感因子，k_2 为顾客等待时间敏感因子，p_s 为销售价，τ 为顾客等待时间。

其他假设条件如下：1）计划期有限；2）商品需求随时间指数递增；3）瞬时补货，各周期相同，提前期为零；4）允许缺货，短缺量部分拖后供给；5）商品存在两阶段存货影响需求现象；6）各周期服务水平（即有现货时间占整个订货周期长度的比例）不相同。

符号说明如下：H 为计划期长度；n 为订货次数；$I_i(t)$ 为第 i 周期 t 时刻库存水平，$i = 1,2,\cdots,n$；S_0 为存货影响需求临界点，当 $I_i(t) > S_0$ 时，存在存货影响需求现象，β 为存货影响需求因子，当 $I_i(t) \leqslant S_0$ 时，存货影响需求现象消失；$D(t)$ 为商品需求率，$D(t) = A_0 e^{\alpha t}$，其中 A_0 为初始需求率，α 为需求增长因子；s_{i-1}, t_i, s_{0i} 分别为第 i 周期起始时刻点、补货时刻点和存货影响需求临界点对应的时刻点，$i = 1,2,\cdots,n$；s_n 为第 n 周期结束时刻点；S_i, B_i 分别为第 i 周期期初库存量和最大拖后供给量，$i = 1,2,\cdots,n$；λ_i 为第 i 周期服务水平，λ_0 为服务水平下限，$0 \leqslant \lambda_0 \leqslant \lambda_i \leqslant 1 (i = 1,2,\cdots,n)$；$p_b$ 为商品采购价；T 为周期长度；c_o, c_h, c_s, c_l 分别为一次订购成本、单位保管成本、拖后供给成本和销售损失成本。

2　模型建立

由于各周期长度相同，因此 $T = H/n$，第 i 周期起始时刻点 $s_{i-1} = (i-1)T (i = 1,2,\cdots,n)$，$s_n = H$，第 i 周期补货时刻点 $t_i = (i - \lambda_i)T (i = 1,2,\cdots,n)$。

第 i 周期内 t 时刻点的库存水平 $I_i(t)$ 需满足以下等式：

$$\frac{dI_i(t)}{dt} = -\rho D(t) = \frac{-k_0 D(t)}{e^{k_1 p_s}[a + k_2(t_i - t)]};$$
$$t \in [s_{i-1}, t_i),\ i = 1,2,\cdots,n \tag{2}$$

$$\frac{dI_i(t)}{dt} = -D(t) - \beta I_i(t);\ t \in [t_i, s_{0i}),\ i = 1,2,\cdots,n \tag{3}$$

$$\frac{dI_i(t)}{dt} = -D(t);\ t \in [s_{0i}, s_i],\ i = 1,2,\cdots,n \tag{4}$$

由边界条件：$I_i(s_i) = 0 (i = 1,2,\cdots,n)$，可得式（2）、（4）的解为：

$$I_i(t) = \int_t^{s_{i-1}} \frac{k_0 D(u)}{e^{k_1 p_s}[a + k_2(t_i - u)]} du;$$
$$t \in [s_{i-1}, t_i),\ i = 1,2,\cdots,n \tag{5}$$

$$I_i(t) = \frac{1}{\alpha} D(s_i) - \frac{1}{\alpha} D(t);\ t \in [s_{0i}, s_i],\ i = 1,2,\cdots,n \tag{6}$$

由式（6）和 $I_i(s_{0i}) = S_0$，可得：

$$s_{0i} = \frac{1}{\alpha} \ln\left[\frac{D(s_i) - \alpha S_0}{A_0}\right];\ i = 1,2,\cdots,n \tag{7}$$

由式（7）和 $I_i(s_{0i}) = S_0$，可得式（3）的解为：

$$I_i(t) = M e^{-\beta t} - \frac{D(t)}{\alpha + \beta};\ t \in [t_i, s_{0i}),\ i = 1,2,\cdots,n \tag{8}$$

则第 i 周期初最大库存量 S_i 为

$$S_i = I_i(t_i) = M e^{-\beta t_i} - \frac{D(t_i)}{\alpha + \beta};\ i = 1,2,\cdots,n \tag{9}$$

其中 $M = \left(\frac{D(s_i) + \beta S_0}{\alpha + \beta}\right)\left(\frac{D(s_i) - \alpha S_0}{A_0}\right)^{\frac{\beta}{\alpha}}$。

第 i 周期最大短缺拖后量 B_i 为

$$B_i = |I_i(t_i)| = \int_{s_{i-1}}^{t_i} \frac{k_0 D(t)}{e^{k_1 p_s}[a + k_2(t_i - t)]} dt;$$
$$i = 1,2,\cdots,n \tag{10}$$

由此计算计划期 H 内各项成本如下：

1）销售收入：

$$TR = \sum_{i=1}^{n} p_s (S_i + B_i)$$

2）采购成本：

$$TC_b = \sum_{i=1}^{n} p_b (S_i + B_i)$$

3）订购成本：nc_o。

4）库存成本：

$$TC_h = c_h \sum_{i=1}^{n} \left\{\int_{t_i}^{s_{0i}} \left[M e^{-\beta t} - \frac{D(t)}{\alpha + \beta}\right] dt + \int_{s_{0i}}^{s_i} \left[\frac{1}{\alpha} D(s_i) - \frac{1}{\alpha} D(t)\right] dt\right\}$$

5）短缺拖后供给成本：

$$TC_s = c_s \sum_{i=1}^{n} \int_{s_{i-1}}^{t_i} \frac{(t_i - t) k_0 D(t)}{e^{k_1 p_s}[a + k_2(t_i - t)]} dt$$

6）损失销售成本：

$$TC_l = c_l \sum_{i=1}^{n} \int_{s_{i-1}}^{t} (1 - \rho) D(t) dt = c_l \sum_{i=1}^{n} \int_{s_{i-1}}^{t} \left[D(t) - \frac{k_0 D(t)}{e^{k_1 p_s}[a + k_2(t_i - t)]}\right] dt$$

因此，可得计划期内总利润为：

$$TP(n, \lambda_i) = TR - TC_b - TC_h - TC_s - TC_l - nc_o = p_s \sum_{i=1}^{n} (S_i + B_i) - p_b \sum_{i=1}^{n} (S_i + B_i) - c_h \sum_{i=1}^{n} \left\{\int_{t_i}^{s_{0i}} \left[M e^{-\beta t} - \frac{D(t)}{\alpha + \beta}\right] dt + \right.$$

$$\int_{s_{0i}}^{s_i} \frac{1}{\alpha}[D(s_i) - D(t)]\mathrm{d}t\Big\} -$$

$$c_s \sum_{i=1}^{n} \int_{s_{i-1}}^{t_i} \frac{(t_i - t)k_0 D(t)}{\mathrm{e}^{k_1 p_s}[a + k_2(t_i - t)]}\mathrm{d}t -$$

$$c_l \sum_{i=1}^{n} \int_{s_{i-1}}^{t_i} \Big[D(t) - \frac{k_0 D(t)}{\mathrm{e}^{k_1 p_s}[a + k_2(t_i - t)]}\Big]\mathrm{d}t - nc_o;$$

$$i = 1,2,\cdots,n$$

于是得到一个新的库存模型如下:

$$\max_{n,\lambda_i} TP(n,\lambda_i) \tag{11}$$

$$\mathrm{s.t.}\ n \in \mathbf{N}^*;0 \leqslant \lambda_i \leqslant 1(i = 1,2,\cdots,n)$$

3 数值仿真分析

为了得到库存模型(11)的最优解,利用 Mathematica 9.0 仿真软件进行迭代计算。假设库存系统基本参数如下:$A_0 = 100, H = 30, \alpha = 0.04, \beta = 0.2, p_s = 50, p_b = 20, c_o = 800, c_h = 8, c_l = 6, c_s = 4, a = 2, k_0 = 6, k_1 = 0.06, k_2 = 0.05, S_0 = 450, \lambda_0 = 0.50$。计算结果如表 1 所示,即最优订货次数 $n = 10$,总利润 $TP = 40226.0$,各周期最优服务水平逐渐降低。

表 1 仿真计算结果

n	TP	各周期服务水平											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6	32445.1	0.63	0.61	0.60	0.58	0.58	0.57						
7	35692.2	0.67	0.65	0.64	0.62	0.61	0.60	0.60					
8	31127.5	0.71	0.69	0.67	0.66	0.65	0.64	0.63	0.62				
9	38626.3	0.74	0.72	0.70	0.69	0.68	0.67	0.66	0.65	0.65			
10	40226.0	0.78	0.76	0.74	0.72	0.71	0.70	0.69	0.68	0.67	0.67		
11	34579.3	0.81	0.79	0.77	0.75	.0.74	0.73	0.72	0.71	0.70	0.69	0.69	
12	37522.8	0.84	0.82	0.80	0.78	0.76	0.75	0.74	0.73	0.73	0.72	0.71	0.71

以下对主要参数进行灵敏度分析,基本参数仍采用上述算例中的数据。由表 2 可知,当价格敏感因子 k_1 增大时,订货次数增加,各周期服务水平提高,期初库存量增加,最大拖后供给量和总利润减少。这是因为当价格敏感因子增大时,短缺量拖后比例减小,造成顾客流失增加,销售损失成本上升,销售收入减少,此时需要提高各周期服务水平,控制保管成本上升幅度,增加期初库存量或增加订货次数,以减少顾客流失,尽可能降低销售损失成本,以获得最大利润。因此,当价格敏感因子增大时,销售商应增加订货次数,提高各周期服务水平。

表 2 价格敏感因子 k_1 的灵敏度分析

i	$k_1=0.062$, $n=11$, $TP=40226.0$			$k_1=0.064$, $n=11$, $TP=33567.4$			$k_1=0.066$, $n=13$, $TP=36532.1$			$k_1=0.068$, $n=13$, $TP=34563.7$		
	λ_i	S_i	B_i	λ_i	S_i	B_i	λ_i	S_i	B_i	λ_i	S_i	B_i
1	0.81	209.6	81.5	0.64	220.8	67.5	0.71	204.7	81.5	0.74	207.6	41.9
2	0.79	237.6	95.0	0.62	247.6	79.3	0.69	227.0	95.0	0.72	233.3	50.1
3	0.77	266.0	110.4	0.60	275.0	92.7	0.67	260.2	110.4	0.70	259.3	59.4
4	0.75	294.9	127.7	0.58	302.9	107.8	0.65	288.5	127.7	0.68	285.7	69.9
5	0.74	331.2	143.2	0.57	331.1	121.3	0.63	324.2	143.2	0.66	312.5	81.7
6	0.73	361.3	160.6	0.55	366.6	140.4	0.62	361.4	160.6	0.65	346.3	91.8
7	0.72	400.4	180.0	0.54	403.5	157.5	0.61	400.4	180.0	0.64	381.4	103.0
8	0.71	441.2	201.5	0.53	442.2	176.6	0.60	441.2	201.5	0.63	418.1	115.4
9	0.70	494.2	225.5	0.53	482.6	192.6	0.59	484.1	225.5	0.62	456.5	129.1
10	0.69	540.0	252.1	0.52	524.9	215.9	0.58	529.0	252.1	0.61	496.5	144.4
11	0.69	588.2	275.1	0.51	569.2	241.7	0.57	588.3	275.1	0.60	538.4	161.3

由表 3 可知,当时间敏感因子 k_2 增大时,订货次数不减,各周期服务水平提高,最大拖后供给量和总利润减少,当订货次数不变时,各周期期初库存量增加。这是因为当时间敏感因子增大时,短缺量拖后比例减小,顾客继续等待购买的意愿降低,销售损失成本增加:当时间敏感因子增加幅度较小时,销售损失成本相对较小,销售商不增加订货次数,通过提高期初库存量和减少缺货时间来保持利润最大化;当时间敏感因子增加幅度较大时,销售损失成本较大,利润空间较小,这时销售商需要增加订货次数,大幅度提高各周期服务水平,减少销售损失成本,减少各周期期初库存量,控制保管成本增加幅度。因此,当时间敏感因子增大时,销售商应适当提高服务水平,同时增加订货次数。

比较表 2 和表 3 中的相关数据可知,价格和时间敏感因子对服务水平的影响比对订货次数大,价格敏感因子对最大短缺量拖后供给量的影响比顾客等待时间大,对销售商最优订货次数和服务水平的影响也较大。这与本文构造的短缺量拖后比例的理论解释相一致,即价格因素对缺货期间顾客的等待意愿起主要作用。

由表 4 可知,当存货影响需求临界点 s_0 增大时,订货次数减少,各周期服务水平降低,期初库存量和最大拖后供给量增加,总利润减少。这是因为当存货影响需求因子 β 不变时,随着 s_0 的增大,存货影响需求时间缩短,这时需要增加期初库存量来延长存货影响需求的时间,以吸引更多顾客购买,同时控制保管成本和一次订购成本,降低服务水平,减少订货次数,以拖后供给成本和销售损失成本的小幅增加来充抵保管成本的增加,使总利润保持最大化。因此,当存货影响需求临界点增大时,销售商应减少订货次数,降低各周期服务水平。

由表 5 可知,当销售价 p_s 提高时,各周期服务水平提高,最大短缺量拖后供给量减少,期初库存量增加,当销售价在一定范围时,订货次数不变,当销售价高于或低于某一临界值

时，订货次数增加。这是因为：提高销售价时，促销商品的价格优势对消费者的吸引力降低，商品缺货时顾客等待意愿降低，销售损失成本增加，这时需要提高各周期服务水平，降低销售损失成本；当销售价过低时，虽然会有更多顾客愿意等待购买，销售损失成本减少，但销售商总体利润大幅减少，此时需要增加订货次数，降低服务水平，通过降低库存成本来保持利润最大化；当销售价增加幅度较大时，虽然顾客等待购买意愿降低，销售损失成本增加，最大拖后供给量减少，但价格提高引起的销售收入增加幅度远大于销售损失成本的增加幅度，此时需增加订货次数、服务水平和销售量。因此，当销售价在一定范围增加时，销售商应保持订货次数不变，适当提高各周期服务水平；当销售价高于某一临界值时，应增加订货次数，大幅提高各周期服务水平；当销售价过低时，销售商应增加订货次数，降低各周期服务水平。

表 3　时间敏感因子 k_2 的灵敏度分析

i	$k_1=0.07$, $n=11$, $TP=39678.2$			$k_2=0.09$, $n=11$, $TP=39224.0$			$k_2=0.11$, $n=11$, $TP=38974.7$			$k_2=0.13$, $n=11$, $TP=38887.3$		
	λ_i	S_i	B_i	λ_i	S_i	B_i	λ_i	S_i	B_i	λ_i	S_i	B_i
1	0.71	195.3	81.5	0.71	204.9	89.6	0.70	215.9	102.9	0.69	236.8	119.5
2	0.69	221.8	95.0	0.68	233.8	108.7	0.67	254.5	125.8	0.66	289.6	147.6
3	0.67	248.7	110.4	0.66	268.5	127.2	0.65	300.5	148.4	0.63	342.8	180.9
4	0.65	275.9	127.7	0.64	304.2	148.1	0.62	339.3	179.1	0.60	395.9	220.3
5	0.64	310.3	143.2	0.62	340.3	172.0	0.61	396.5	204.4	0.58	460.2	260.6
6	0.63	346.2	160.6	0.61	386.0	194.2	0.59	446.2	238.9	0.57	540.1	300.8
7	0.62	383.6	180.0	0.60	433.8	219.3	0.58	509.0	272.2	0.55	610.3	354.7
8	0.61	422.9	201.5	0.59	484.2	247.4	0.57	575.7	310.0	0.54	700.1	408.6
9	0.70	474.1	217.6	0.53	474.1	215.3	0.59	484.1	207.8	0.62	494.2	200.6
10	0.69	529.0	243.4	0.52	529.0	234.9	0.58	529.0	232.5	0.61	540.1	224.5
11	0.69	576.2	272.1	0.51	576.2	262.7	0.57	588.3	253.7	0.60	588.4	251.2

表 4　存货影响需求临界点 s_0 的灵敏度分析

i	$S_0=500$, $n=11$, $TP=40005.5$			$S_0=450$, $n=11$, $TP=35860.6$			$S_0=600$, $n=10$, $TP=31581.6$			$S_0=650$, $n=9$, $TP=27195.7$		
	λ_i	S_i	B_i	λ_i	S_i	B_i	λ_i	S_i	B_i	λ_i	S_i	B_i
1	0.61	124.5	122.6	0.64	162.8	111.7	0.71	195.3	81.5	0.79	233.8	53.5
2	0.59	142.2	139.6	0.62	186.0	128.6	0.69	221.8	95.0	0.77	264.4	63.9
3	0.57	159.9	158.5	0.60	209.3	147.6	0.67	248.7	110.4	0.75	295.5	75.8
4	0.55	177.4	179.6	0.59	238.7	165.1	0.65	275.9	127.7	0.73	327.2	89.3
5	0.54	200.3	198.8	0.57	262.7	188.8	0.64	310.3	143.2	0.72	366.7	101.0
6	0.53	223.9	220.0	0.56	293.9	210.8	0.63	346.2	160.6	0.71	408.2	114.1
7	0.52	248.3	243.3	0.55	326.3	235.2	0.62	383.6	180.0	0.69	443.0	133.1
8	0.51	273.4	269.0	0.54	360.2	262.2	0.61	422.9	201.5	0.69	497.4	145.2
9	0.60	464.0	225.5	0.58	537.4	278.8	0.56	646.5	352.9			
10	0.59	507.1	252.1	0.57	593.4	314.2						
11	0.59	564.3	275.1									

表 5　销售价 p_s 的灵敏度分析

i	$p_s=40$, $n=12$, $TP=24353.5$			$p_s=42$, $n=12$, $TP=32093.7$			$p_s=44$, $n=11$, $TP=40005.5$			$p_s=46$, $n=11$, $TP=48612.2$		
	λ_i	S_i	B_i	λ_i	S_i	B_i	λ_i	S_i	B_i	λ_i	S_i	B_i
1	0.71	195.3	81.5	0.71	204.9	89.6	0.70	215.9	102.9	0.69	236.8	119.5
2	0.69	221.8	95.0	0.68	233.8	108.7	0.67	254.5	125.8	0.66	289.6	147.6
3	0.67	248.7	110.4	0.66	268.5	127.2	0.65	300.5	148.4	0.63	342.8	180.9
4	0.65	275.9	127.7	0.64	304.2	148.1	0.62	339.3	179.1	0.60	395.9	220.3
5	0.64	310.3	143.2	0.62	340.3	172.0	0.61	396.5	204.4	0.58	460.2	260.6
6	0.63	346.2	160.6	0.61	386.0	194.2	0.59	446.2	238.9	0.57	540.1	300.8
7	0.62	383.6	180.0	0.60	433.8	219.3	0.58	509.0	272.2	0.55	610.3	354.7
8	0.61	422.9	201.5	0.59	484.2	247.4	0.57	575.7	310.0	0.54	700.1	408.6
9	0.50	299.2	297.3	0.53	395.5	292.3	0.60	464.0	225.5	0.68	545.4	163.5
10	0.49	325.9	328.4	0.53	442.7	319.0	0.59	507.1	252.1	0.67	596.0	184.0
11	0.48	353.3	362.7	0.52	482.1	355.4	0.59	564.3	275.1	0.67	661.8	200.8

4　结语

本文考虑销售价和等待时间是缺货期间顾客是否愿意等待购买促销商品的主要因素，构造了一个与等待时间和销售价均相关的短缺量拖后模型，通过建立优化模型和仿真计算，分析了多次订货下价格、顾客等待时间和存货影响销售分别对销售商订货策略和系统总利润的影响，为商场经营管理者

（下转第 2959 页）