

文章编号:1003-207(2007)02-0070-06

混合分销渠道结构下短生命周期 产品供应链库存策略分析

夏海洋,黄培清

(上海交通大学安泰经济与管理学院,上海 200052)

摘要:随着竞争的加剧,产品生命周期日渐缩短。信息和网络技术的不断进步,使得网络作为一种特殊的分销渠道出现。传统分销渠道和网上直销渠道并存的混合分销渠道结构给理论研究和实践提出了新的挑战,本文针对混合分销渠道结构下短生命周期产品供应链,运用报童问题的框架,分析了两种不同运作模式下生产商和零售商库存策略,并通过数值实验研究了需求不确定性对生产商和零售商最优库存策略的影响。最后,根据数值实验的计算结果,总结了本研究的管理启示。

关键词:混合分销渠道;短生命周期产品;库存决策

中图分类号:F830 **文献标识码:**A

1 引言

随着信息和网络技术的不断进步,越来越多的企业在保留原来传统销售渠道的同时,开始通过网络来销售他们的产品。这一渠道模式的转变,随之也带来了产品的生产者在供应链中的角色转变:不仅作为分销商的供应商,同时也成为分销商的直接竞争者,从而产生了被学者们称为“渠道冲突”的问题^[1]。这种包含传统分销渠道和网上直销渠道的混合分销渠道结构下的供应链运作策略、协调机制成为近来供应链管理领域研究的热点之一。

国内外很多学者研究了这种多渠道环境下的供应链系统,其中最主要的研究问题有两个:一是研究在何种条件下建立直销渠道是有利的;二是研究直销渠道和传统零售渠道之间的价格竞争。Chiang等(2003)研究了制造商的渠道选择策略,即是选择传统零售渠道、通过网络直销渠道还是采用这两种渠道并存的混合分销渠道策略。他们的研究发现在均衡状态下制造商将通过网络渠道的定价策略而驱使所有的消费者选择传统零售渠道,在这种情况下,直销渠道的存在并不是为了销售产品,而是作为一

种控制零售商定价的机制^[2]。Kumar和Ruan(2006)研究了制造商是否应该在传统零售渠道的基础上增加网络直销渠道的决策。在文章中,他们给出了制造商可以从增加网络直销渠道中获利的条件,以及在什么情况下直销渠道对零售商也是有利的。但是他们并没有论述制造商和零售商在什么条件下都可以从增加网络直销渠道中获得收益^[3]。Tsay和Agrawal(2004a)也考虑了一个和Chiang等(2003)、Kumar和Ruan(2006)类似的问题,在他们的模型中终端消费者需求依赖于价格和销售努力,研究发现直销渠道的增加未必会损害传统零售商,他们给出了增加直销渠道后,使制造商和零售商的收益均得到改善的条件^[4]。Tsay和Agrawal(2004b)提供了多分销渠道系统中的冲突和协调问题的研究综述^[5]。林志炳等(2006)在两个零售商竞争的基础上分析了增值服务对最优零售价格和各自市场需求的影响,并将其推广到多个零售商的情形^[6]。陈云等(2006)采用一个两阶段博弈模型对电子商务零售商与传统零售商的价格竞争行为进行了研究,给出了电子商务零售商和传统零售商的最优定价、均衡利润以及消费者的分布等^[7]。张振雨等(2006)研究了制造商引入网络直销渠道后对产品定价的影响,分别考虑了供应链系统处于制造商和零售商各自分散定价、制造商统一定价以及按渠道协调的最优原则定价等三种定价方式,探讨了这几种定价方式对供应链成员及整体利益的影响^[8]。

收稿日期:2006-02-19;修订日期:2007-03-25

基金项目:国家自然科学基金资助项目(70372056)

作者简介:夏海洋(1978-),男(汉族),江苏南人,上海交通大学安泰经济与管理学院,博士研究生,研究方向:运作与供应链管理。

值得注意的是,虽然多分销渠道系统的冲突和协调在学术界得到了广泛的研究,但多渠道环境下的运作策略,包括对混合渠道环境下的库存策略等问题的研究还很少。Chiang 和 Monahan (2005) 考虑了由一个传统零售商和网络直销渠道构成的混合渠道系统。在他们的模型中生产商和传统零售商均持有库存,传统零售渠道的需求由传统零售商的库存予以满足,网络直销渠道的需求由生产商的库存予以满足。他们将这种混合渠道结构与单一渠道结构进行了对比,数值研究表明很多情况下混合渠道结构是占优的^[9]。Boyaci (2005) 研究了一个多渠道分销系统,生产商在通过一个独立的零售商销售的同时也拥有自有的销售渠道。生产商和零售商各自独立作出库存决策以满足这两条渠道的需求,作者假设这两条渠道销售的产品之间具有替代性,然后分析了纵向竞争(双重边际效应)和横向竞争(替代性)对渠道效率的影响^[10]。

伴随着市场竞争的加剧与技术更新速度的加快,产品的生命周期越来越短,短生命周期产品供应链管理策略的研究近来得到了越来越多的关注。在本文中,我们将研究混合分销渠道结构下短生命周期产品的库存策略,并且在我们的模型中,将分别研究两种不同的库存运作模式,第一种运作模式是生产商和零售商均持有库存,分别满足直销渠道需求和零售渠道需求;第二种运作模式是只有零售商持有库存,直销渠道和零售渠道的需求均由零售商处的库存来满足。我们将研究这两种库存运作模式下厂商的最优库存策略,并且通过数值实验对它们作出比较。

2 模型

考察一个拥有混合分销渠道的短生命周期产品生产商,该生产商除了通过零售商来销售自己的产品外,也通过网上直销渠道来销售产品。市场上的消费者可以分为两种类型:偏好传统零售渠道型和偏好网上直销渠道型,假设这两种类型的消费者需求是相互独立的随机变量。考察这条供应链在两种运作模式下的库存策略:运作模式一——生产商和零售商均持有库存,生产商库存用以满足网上直销渠道中的消费者需求,零售商库存满足发生在零售渠道中的消费者需求;运作模式二——只有零售商持有库存,直销渠道的需求和零售渠道的需求均由零售商处的库存来满足,消费者通过直销渠道订购产品,生产商将消费者订单传递给零售商,由零售商

来满足顾客需求。图 1 和图 2 表示了这两种不同的运作模式。

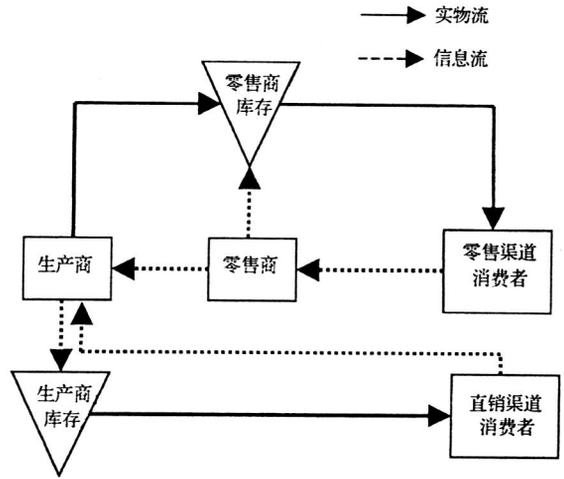


图 1 运作模式一

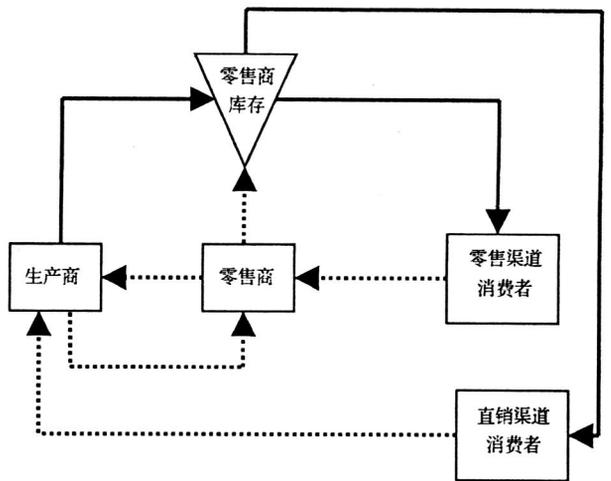


图 2 运作模式二

本模型将产品的批发价格和市场价格作为模型的外生变量,而着重考察生产商和零售商的库存决策。生产商和零售商最优库存策略是通过综合考虑收益和成本两方面而确定的,下面分别讨论本模型中运作模式一和运作模式二下生产商和零售商的收益和成本构成。

在运作模式一下,生产商的收益由三部分构成:直销渠道的销售收入、销售给零售商的收入、剩余库存的残余价值;考虑的生产商成本包括:产品的生产成本、网上直销渠道销售产品的配送成本、库存持有成本、直销渠道的缺货成本。零售商的收益由零售渠道的销售收入和其剩余库存的残余价值构成;考虑的零售商成本包括:零售商订货成本、库存持有成本、零售渠道的缺货成本。

运作模式二下,生产商不持有库存,销售给零售

商的收入构成其全部的收益;而其成本包括:产品的生产成本、直销渠道的缺货成本。零售商的收益包括:零售渠道的销售收入、直销渠道的销售收入、剩余库存的残余价值;其成本包括:零售商的订货成本、库存持有成本、直销渠道销售产品的配送成本、零售渠道的缺货成本。

下面是本模型中用到的符号及其含义:

D_d, D_R, D :随机变量,分别表示直销渠道需求、零售渠道需求以及总需求;

$f(\cdot), h(\cdot), g(\cdot)$:分别表示直销渠道需求、零售渠道需求以及总需求的分布密度;

$F(\cdot), H(\cdot), G(\cdot)$:分别表示直销渠道需求、零售渠道需求以及总需求的累积分布函数;

μ_d, μ_R, μ :分别为直销渠道需求、零售渠道需求以及总需求的期望水平;

c, w, p :分别表示单位产品的生产成本、批发价格和市场价格;

t, t_l :分别表示单位产品的生产商配送成本和零售商配送成本;

g_d, g_r :分别表示直销渠道单位产品的缺货成本和零售渠道单位产品的缺货成本;

Q_M, Q_R, Q :分别表示生产商库存量、零售商库存量以及供应链总库存量,显然, $Q = Q_M + Q_R$; $a_M + b_M Q_M, a_R + b_R Q_R$:分别表示生产商库存持有成本和零售商库存持有成本,需要说明的是本模型中假设库存持有成本与初始库存量成线性关系;

S_M, S_R :分别表示生产商剩余库存的单位残值和零售商剩余库存的单位残值;

π_M, π_R, π :分别表示生产商、零售商以及供应链整体的利润;

3 最优库存策略

在这一部分,我们来分别求解上述两种运作模式下生产商和零售商的最优库存策略。我们假设生产商和零售商的目标均为自身利润最大化。在运作模式一下,模型的决策变量为生产商库存量(Q_M)和零售商库存量(Q_R);运作模式二下,模型的决策变量仅为零售商库存量(Q_R)。

3.1 运作模式一下生产商和零售商的最优库存策略

在运作模式一下生产商和零售商均持有库存,用以满足不同类型的消费者需求。为了求解生产商和零售商的最优库存策略,我们需要得到此运作模式下生产商和零售商的利润函数。在第 2 部分,我

们已经分析了生产商和零售商的收益和成本构成,基于此,我们可以写出生产商和零售商的利润表达式:

$$\begin{aligned} M = & \min[Q_M, D_d] \times p + Q_R \times w \\ & + \max[Q_M - D_d, 0] \times s - c \times (Q_M + Q_R) \\ & - \min[Q_M, D_d] \times t - \max[D_d - Q_M, 0] \times g_d \\ & - (a_M + b_M Q_M) \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} R = & \min[Q_R, D_R] \times p + \max[Q_R - D_R, 0] \times s_R \\ & - Q_R \times w - \max[D_R - Q_R, 0] \times g_r \\ & - (a_R + b_R Q_R) \end{aligned} \quad (2)$$

将随机变量 D_d, D_R 用其分布密度表达,进一步我们得到如下的生产商和零售商的利润函数:

$$\begin{aligned} M = & \int_0^{Q_M} x f(x) dx + \int_{Q_M}^{\infty} Q_M f(x) dx (p - t) \\ & + S_M \int_0^{Q_M} (Q_M - x) f(x) dx \\ & - g_d \int_{Q_M}^{\infty} (x - Q_M) f(x) dx + Q_R \times w - c \times (Q_M \\ & + Q_R) - (a_M + b_M Q_M) \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} R = & \int_0^{Q_R} x h(x) dx + \int_{Q_R}^{\infty} Q_R h(x) dx] p \\ & + S_R \int_0^{Q_R} (Q_R - x) f(x) dx \\ & - g_r \int_{Q_R}^{\infty} (x - Q_R) h(x) dx - Q_R \times w \\ & - (a_R + b_R Q_R) \end{aligned} \quad (4)$$

根据(3)式和(4)式,我们可以求出生产商最优库存量和零售商最优库存量应满足的一阶条件:

$$\begin{aligned} \frac{\partial M}{\partial Q_M} = & (p - t + g_d) \int_{Q_M}^{\infty} f(x) dx \\ & + S_M \int_0^{Q_M} f(x) dx - c - b_M = 0 \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial R}{\partial Q_R} = & (p + g_r) \int_{Q_R}^{\infty} h(x) dx \\ & + S_R \int_0^{Q_R} f(x) dx - w - b_R = 0 \end{aligned} \quad (6)$$

又因为:

$$\frac{\partial^2 M}{\partial Q_M^2} = - (p + g_d - t - S_M) f(Q_M) < 0 \quad (7)$$

$$\frac{\partial^2 R}{\partial Q_R^2} = - (p + g_r - S_R) h(Q_R) < 0 \quad (8)$$

由(7)式和(8)式知, M, R 分别为 Q_M 和 Q_R 的凹函数,因此从(5)式和(6)式我们可以得到生产商和零售商库存量的最优解:

$$F(Q_M^*) = \frac{p + g_d - t - c - b_M}{p + g_d - t - S_M} \quad (9)$$

$$H(Q_R^*) = \frac{p + g_r - w - b_R}{p + g_r - S_R} \quad (10)$$

因为本模型没有设定直销渠道需求和零售渠道需求分布函数的具体形式,这里不能给出 Q_M^* 和 Q_R^* 的显性表达式。

3.2 运作模式二下零售商的最优库存策略

在此运作模式下,生产商不持有库存,直销渠道的需求和零售渠道的需求均由零售商处的库存来满足。因此系统中仅有零售商作出库存决策,而生产商根据零售商作出的库存决策来进行生产。为了求解零售商的最优库存策略,我们仍要得到此运作模式下零售商的利润函数。第 2 部分已分析了运作模式二下生产商和零售商收益和成本的构成,但这里还须说明如下几点:

首先是缺货成本的分配问题,当零售商库存量小于总需求量时,直销渠道和零售渠道同时出现缺货,发生缺货成本,这里的缺货成本是总缺货成本,包括了直销渠道的缺货成本和零售渠道的缺货成本。我们认为直销渠道的缺货成本由生产商承担,而零售商承担零售渠道的缺货成本。近似地,我们根据直销渠道的期望需求与零售渠道的期望需求之间的比例关系,将总缺货成本分成直销渠道的缺货成本和零售渠道的缺货成本。

还有一点是零售商的配送成本,当直销渠道的需求发生而零售商处持有库存时,零售商会将产品运送至消费者手中,发生配送成本。配送成本的发生需要具备两个条件:一是零售商处持有库存(即零售商库存量大于现有总需求发生量),二是此需求为直销渠道需求。基于这两点,我们近似将零售商的配送成本表示为 $\min[\text{零售商库存量}, \text{总需求发生量}] \times \text{直销渠道的期望需求} / \text{总期望需求} \times \text{单位产品的零售商配送成本}$ 。

根据上述分析,我们写出生产商和零售商的利润表达式:

$$M = (w - c) Q_R - \max[D - Q_R, 0] \times \frac{\mu_d}{\mu} \times g_d \quad (11)$$

$$R = \min[Q_R, D] \times p + \max[Q_R - D, 0] \times S_R - Q_R \times w - \max[D - Q_R, 0] \times \frac{\mu_d}{\mu} \times g_r - \min[Q_R, D] \times \frac{\mu_d}{\mu} \times t_1 - (a_R + b_R Q_R) \quad (12)$$

将随机变量 D 用其分布密度表达,进一步我们得到如下的生产商和零售商的利润函数:

$$M = (w - c) Q_R - \frac{\mu_d g_d}{\mu} \int_0^{Q_R} (x - Q_R) g(x) dx \quad (13)$$

$$R = \left[\int_0^{Q_R} x g(x) dx + \int_{Q_R}^{\infty} Q_R g(x) dx \right] \left(p - \frac{\mu_d t_1}{\mu} \right) + S_R \int_0^{Q_R} (Q_R - x) g(x) dx - (a_R + b_R Q_R) - \frac{\mu_d g_r}{\mu} \int_0^{Q_R} (x - Q_R) g(x) dx - w Q_R \quad (14)$$

根据(14)式,我们可以求出零售商最优库存量应满足的一阶条件:

$$\frac{\partial R}{\partial Q_R} = \left(p + \frac{\mu_d g_r - \mu_d t_1}{\mu} \right) \int_0^{Q_R} g(x) dx + S_R \int_0^{Q_R} g(x) dx - (w + b_R) = 0 \quad (15)$$

根据二阶条件可以判别 R 是 Q_R 的凹函数,于是通过(15)式可以求出零售商库存策略的最优解:

$$G(Q_R^*) = \frac{p - w - b_R + \frac{\mu_d g_r - \mu_d t_1}{\mu}}{p - S_R + \frac{\mu_d g_r - \mu_d t_1}{\mu}} \quad (16)$$

因为本模型没有设定总需求分布函数的具体形式,这里不能给出 Q_R^* 的显性表达式。

4 数值实验研究及其启示

在这一部分,我们通过对本模型中的参数赋以一定的数值,研究不同的需求不确定性环境下生产商和零售商的最优库存水平的波动。表 1 给出了模型中相关参数的赋值:

表 1 本模型参数赋值

p	c	w	g_d	g_R	S_M	S_R	t	t_1	a_M, a_R	b_M, b_R
10	3	5	2	1	2	1	2	0.5	0	0.5

同时,我们假设总需求、直销渠道需求以及零售渠道需求分别服从均值为 400, 200, 200 的正态分布,即: $D \sim N(400, \sigma^2)$, $D_d \sim N(200, \sigma_d^2)$, $D_R \sim N(200, \sigma_R^2)$ 。我们研究在不同方差水平下,这两种不同的运作模式生产商和零售商最优的库存水平,以及相应的生产商、零售商以及供应链整体的利润。计算结果如下:

表 2 运作模式一下的计算结果

d	Q_M^*	R	Q_R^*	Q^*	M	R	
10	209	10	201	410	1280.99	860.42	2141.41
20	218	20	203	420	1261.97	820.84	2082.81
30	227	30	204	430	1242.97	781.26	2024.22
40	235	40	205	441	1223.95	741.68	1965.63
50	244	50	206	451	1204.93	702.09	1907.02
60	253	60	208	461	1188.75	662.49	1851.24

表 3 运作模式二下的计算结果

d	R		Q_R^*	M	R	
10	10	14.14	400	795.56	1647.85	2443.41
20	20	28.28	401	791.12	1595.70	2386.82
30	30	42.43	401	786.67	1543.51	2330.18
40	40	56.57	402	782.23	1491.36	2273.59
50	50	70.71	402	777.78	1439.21	2216.99
60	60	84.85	403	773.34	1387.06	2160.40

根据数值实验的计算结果,我们可以得到以下几点启示:

第一,在第一种运作模式下,随着需求不确定性的增加,生产商和零售商虽然均倾向于增加库存储备,但他们的库存增加幅度有明显的差异——生产商的库存增加幅度远高于零售商的库存增加幅度,而零售商的最优库存点比较稳定。这意味着,零售商在决定其库存水平时对市场需求预测的准确性要求不高,因此零售商无需在市场需求信息的搜集和调研方面花费太大精力;而生产商的情形则有所不同,生产商在决定其库存水平时需要为市场需求作出准确的预测,因此其必须掌握较为详实可靠的市场需求信息,这当然需要付出成本。

第二,在第二种运作模式下,随着需求不确定性的增加,零售商库存水平(即供应链总库存水平)基本保持不变。这意味着,在此运作模式下,就制定供应链系统的库存决策而言,对需求信息的要求程度不高,供应链系统不必付出太多的成本来搜集市场需求信息。

第三,同等需求不确定性水平下,运用第二种运作模式可以取得低于第一种运作模式下的供应链系统总库存水平和高于第一种运作模式下的供应链整体利润。能得到这样的结果,一方面是由于集中库存机制相对于分散库存机制有更强的风险抵御能力,另一方面也由于其降低了直销渠道的配送成本。

第四,比较表 2 和表 3 的结果可以发现,在运作模式二下虽然供应链系统整体利益得到增加,但生产商利益受到很大侵害,这是由于运作模式二下生产商相当于将自己的顾客(直销渠道消费者)免费转移给零售商,使得零售商的利润得到大幅提升,而其自身的利益受到损失。因此,为了既能够提高供应链整体利润,又不使生产商的利益受到损失,在第二种运作模式下生产商和零售商之间还须建立适当的契约来保证取得一个“双赢”的结果。

5 结语

本文以报童模型的框架探讨了混合分析渠道下

短生命周期产品的库存策略,生产商在通过传统零售商销售产品的同时,也拥有网络直销渠道。我们将终端消费者分为两种类型:偏好传统零售渠道型和偏好网络直销渠道型,然后分别研究了两种不同的库存运作模式,即生产商和零售商各自持有库存以满足这两种不同类型的消费者需求,以及只有零售商持有库存,两种渠道的需求均由零售商库存予以满足的运作模式。在上述两种不同的库存运作模式下,我们研究了生产商和零售商的最优库存策略,然后通过数值实验比较了这两种库存运作模式下生产商、零售商以及供应链系统整体的利润水平,并分析了需求不确定性程度对生产商、零售商最优库存水平以及它们各自利润的影响。研究发现,在同等需求不确定性程度下,运用第二种库存运作模式对整个供应链系统更为有利,但生产商的利益受到损失,导致这一结果的原因在于本模型假设第二种运作模式下生产商将直销渠道的消费者免费让渡给传统零售商,从而使零售商独自占有了直销渠道的收益。生产商和零售商之间如何就直销渠道消费者的让渡建立适当的转移支付机制以取得“双赢”的结果则是本文今后的一个研究方向。

参考文献:

- [1] K. Webb. Managing channels of distribution in the age of electronic commerce [J]. Industrial Marketing Management, 2002, 31:95 - 102.
- [2] Chiang W., Chhajed D., and J. Hess. Direct marketing, indirect profits: A strategic analysis of dual-channel supply-chain design [J]. Management Science, 2003, 49(1):1 - 20.
- [3] Kumar N. and R. Ruan. On manufacturer's complementing the traditional retail channel with a direct online channel [J]. Quantitative Marketing and Economics, 2006, 4(3):289 - 323.
- [4] Tsay A. and N. Agrawal. Channel conflict and coordination in the e-commerce age [J]. Production and Operations Management, 2004, 13(1):93 - 110.
- [5] Tsay A., Agrawal N. Modeling Conflict and Coordination in Multi-channel Distribution Systems: A Review [M]. Supply Chain Analysis in the eBusiness Era, Kluwer Academic Publishers, 2004:557 - 606.
- [6] 林志炳,蔡晨,许保光. 零售商竞争模型中的定价分析 [J]. 中国管理科学, 2006, 14(5):87 - 90.
- [7] 陈云,王浣尘,沈惠璋. 电子商务零售商与传统零售商的价格竞争研究 [J]. 系统工程理论与实践, 2006, 26(1):35 - 41.

- [8] 张振雨,艾兴政等. 电子商务环境下制造商与传统零售商的价格竞争研究[J]. 西南农业大学学报(社会科学版), 2006, 4(4):60 - 63.
- [9] Chiang W. and G. E. Monahan. Managing inventories in a two - echelon dual - channel supply chain[J]. European Journal of Operational Research, 2005, 162(2):325 - 341.
- [10] T. Boyaci. Competitive stocking and coordination in a multiple - channel distribution system[J]. IIE Transactions, 2005, 37(5):407 - 427.
- [11] M. Khouja. The single - period (news - vendor) problem: literature review and suggestions for future research[J]. Omega, 1999(27):537 - 553.

Analysis of Supply Chain Stocking Decision in Hybrid Distribution Systems for Short Life-cycle Products

XIA Hai-yang, HUANG Pei-qing

(Antai College of Economics & Management, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200052, China)

Abstract : Market competition makes products life - cycle become shorter and shorter nowadays. With great improvement in information and network technology, Internet appears as a new special distribution channel. Hybrid distribution systems composed of both traditional retail channel and Internet - based channel raise new challenges for academic research, as well as management practice. The authors take newsvendor model to analyze stocking decisions made in hybrid distribution systems for short life - cycle products. By numerical experiments, we analyze the demand uncertainty's impact on manufacturer and retailer's optimal stocking decision. Finally, we conclude the management implication of this article.

Key words : hybrid distribution systems; short life - cycle products; stocking decision