

# Cigarette Inventory Management Based on Stock-to-Sales Ratio in CPFR Framework

Yanxia Zhang<sup>1</sup>, Xingyue Zhang<sup>1</sup>, Yueming Xu<sup>2</sup>, Wen Ge<sup>2</sup>, Enhua Zhang<sup>3</sup>, Haibin Zhou<sup>3</sup>

<sup>1</sup>School of Economics and Management, Tongji University, Shanghai

<sup>2</sup>Hong Yun Hong He Group, Kunming

<sup>3</sup>Beijing Diet Engineering Co., LTD, Beijing

Email: yanxzhang@vip.sina.com

Received: Jul. 2<sup>nd</sup>, 2013 revised: Jul. 18<sup>th</sup>, 2013; accepted: Jul. 28<sup>th</sup>, 2013

Copyright © 2013 Yanxia Zhang et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**Abstract:** In tobacco industry, the production of cigarette is controlled by national plan. But the sale of cigarette is market facing. Stock plays an important role in the matching of planned production and customer demand. Stock-to sales ratio is the common index that is used in inventory management in tobacco industry. The paper discussed the limitation of VMI in practice. A CPFR (Collaborative planning, forecasting and replenishment) framework of a two-stage supply chain for tobacco industry was proposed. The inventory management parameter based on stock-to sales ratio was researched.

**Keywords:** CPFR; Stock-to Sales Ratio; Inventory Management

## CPFR 下基于存销比的烟草库存管理

张艳霞<sup>1</sup>, 张星玥<sup>1</sup>, 徐跃明<sup>2</sup>, 葛文<sup>2</sup>, 张恩华<sup>3</sup>, 周海滨<sup>3</sup>

<sup>1</sup>同济大学经济与管理学院, 上海

<sup>2</sup>红云红河烟草(集团)有限责任公司, 昆明

<sup>3</sup>北京达特集成技术有限责任公司, 北京

Email: yanxzhang@vip.sina.com

收稿日期: 2013年7月2日; 修回日期: 2013年7月18日; 录用日期: 2013年7月28日

**摘要:** 在烟草行业中卷烟生产带有明显的计划色彩, 而销售却表现出很强的市场特征。库存在计划供应与市场需求的匹配中起着重要作用。存销比是烟草行业库存控制的通用指标。本文探讨了 VMI 模式在实践应用的局限性。构建了烟草行业的两阶段供应链 CPFR(联合计划、预测和补货 Collaborative planning, forecasting and replenishment, CPFR)体系框架。研究了在 CPFR 体系下存销比库存控制参数的设定。

**关键词:** CPFR, 存销比, 库存管理

### 1. 引言

我国烟草行业实行专卖制度, 对烟草及其制品的生产和流通进行管制。烟叶种植、收购、调拨, 卷烟生产计划, 各种烟草专卖许可证, 烟草专卖品价格,

烟草专卖品进出口贸易都受到专卖制度的制约。烟草专卖制度使得我国烟草生产带有明显的计划色彩。烟草工业企业(制造商)根据国家下达的计划任务进行生产, 而烟草商业企业(零售商)则根据市场销售情况订

货。在专卖制度下,烟草制造商对零售信息掌握比较粗糙,使得烟草的生产和库存计划与实际需求不匹配。为了解决由此产生的问题,烟草企业开始转变工作模式。2005年,烟草行业开始提倡“按客户订单组织货源”的工作模式,力求将交易方式由“自上而下的计划分解型交易方式”转变成“自下而上的需求拉动型交易方式”<sup>[1]</sup>。这样的转变意味着烟草企业的库存管理策略也需要从推动式的库存管理转变为由需求拉动的库存管理策略。

库存之所以存在是因为供求不匹配<sup>[2]</sup>。消费者对烟草的需求受到国家政策、传统节日、企业促销等因素影响。要对库存进行合理有效的控制,就需要了解消费者的实际需求。烟草供应商对消费者需求的了解往往通过零售商订单来实现,供应商无法真正掌握消费者的实际需求,从而导致牛鞭效应的产生。供应商管理库存(Vendor Management Inventory, VMI)和联合计划、预测和补货(Collaborative planning, forecasting and replenishment, CPFR)两种策略可以通过供应商和零售商的合作减少牛鞭效应。张向阳探讨了基于合作伙伴关系下烟草行业联合采购与VMI的一体化模式,并分析了基于此模式的收益<sup>[3]</sup>。浙江中烟工业有限责任公司则研究了VMI下,烟草供应商在充分获得销售数据的情况下,运用存销比确定对销售商的补货策略<sup>[4]</sup>。

尽管VMI可以减少牛鞭效应对供应链绩效的影响,但在实践中存在着局限性。在VMI模式下零售商不持有库存的所有权,当零售商销售来自多个供应商的产品时,无法预计到不同供应商产品之间的替代效应。另外,由于零售商在供应链上比供应商更靠近消费市场,更了解消费者行为,但VMI模式下供应商很难把消费者的行为特征融入到库存管理中综合考虑<sup>[5]</sup>。同时,因为所有权并未转移,零售商无法对商品进行促销,而供应商的促销策略往往不尽人意。很多学者的研究发现,对零售端信息的无效利用是VMI主要局限之一<sup>[6-9]</sup>。

相较之下,CPFR因为要求供应链所有成员联合制定预测、生产、采购和补货计划,能够解决VMI在应用中遇到的主要问题<sup>[6]</sup>。刘伟民,李苏剑和郑爱云<sup>[10]</sup>从烟草行业的产品情况、管理现状和行业规模上论证了烟草行业实施CPFR的可行性。杨逸文<sup>[11]</sup>分别

从烟草供应商和分销商,分销商和零售商的合作入手,研究了这两个层级的CPFR烟草供应链运营机制,并列出了不同层级的补货策略。

有鉴于CPFR在实践中的有效性,本文将探讨烟草供应链在CPFR体系下,基于存销比的库存控制问题。存销比(Inventory to Sales Ratio)是烟草行业控制库存的重要参数,基于存销比的库存控制需要确定补货周期、最高存销比、最低存销比,并且要根据市场需求的变化动态调整。而目前关于存销比参数的设定,不论在理论研究上还是在企业实践中大都依经验确定<sup>[4,12-14]</sup>。因此,本文将首先探讨CPFR的库存管理体系。在此基础上,通过理论模型分析基于CPFR的各项存销比参数设定。

## 2. 烟草供应链的CPFR体系构建

20世纪90年代,Wal-Mart和Warner-Lambert制定了联合预测和补货计划(Collaborative Forecasting and Replenishment, CFAR)。随后,Wal-Mart在CFAR中加入联合计划的概念,CFAR演变为今天的CPFR。VICS(Voluntary Interindustry Commerce Standards)理事会制定了最早的“CPFR指导守则”。CPFR是基于例外的一系列正式协议、战略、策略等。

构建烟草供应链的CPFR体系,可分为计划、预测和补货三个环节九个步骤,如图1所示。计划环节包括了烟草供应商和零售商合作协议的签订和业务计划的创建;预测环节预测零售商的销售和零售商对供应商订单的情况;最后在补货环节,供应商在预测的基础上情况,根据存销比产生订单,对零售商进行补货。CPFR体系推动烟草供应链上下游进行协同预测,将双方预测的显著差异列为“例外情况”。这些“例外情况”则需要双方共同讨论和解决。

在计划环节,烟草供应商和零售商双方必须首先达成CPFR的协议,并创建共同的基于存销比的业务计划和例外准则。在预测环节,供应商和零售商之间预测的显著差异被列为“例外情况”。这些“例外情况”需要被协商和解决,这是步骤3~5。接下来,在步骤6~8,烟草供应商和零售商根据共同的预测共享订单计划,识别和解决订单的“例外情况”。在补货环节,基于存销比的订单产生,供应商完成对零售商的补货。

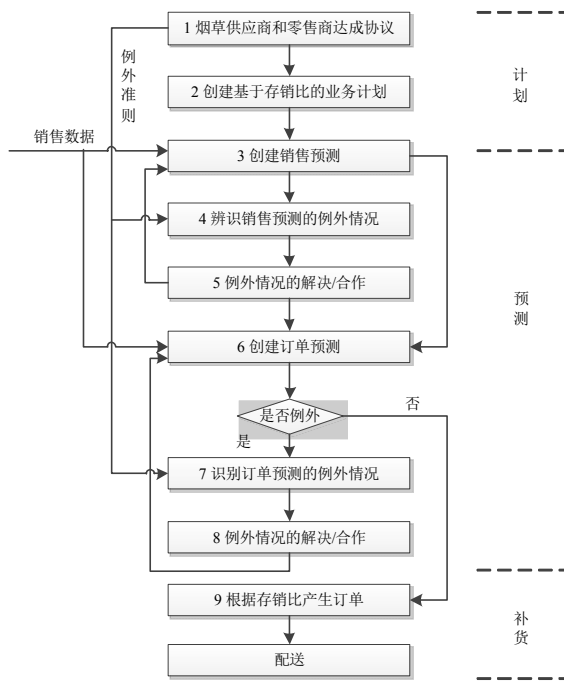


Figure 1. CPFR framework of cigarette supply chain  
图 1. 烟草供应链的 CPFR 体系

### 3. CPFR 下基于存销比的库存管理

存销比(Inventory to Sales Ratio)是烟草行业控制库存的重要参数,指在某一时刻,库存商品量与该商品在一段时间内的日均销售量的比值,反映了库存商品还能够销售的天数。江涛和邹平研究了销售预测对基于存销比控制的卷烟库存的影响<sup>[15]</sup>。红塔烟草集团有限责任公司研究了以市场为导向的工业企业和商业企业协同营销下的存销比设置方法<sup>[12]</sup>;静安烟草糖酒有限公司对存销比的设置进行了延伸思考,运用存销比和市场价格去推导下一期的存销比和市场价格<sup>[13]</sup>。周新伟<sup>[14]</sup>根据浙江中烟工业公司现有信息系统体系结构和省内销售业务与供需的特点,建立了针对烟草的多级存销比控制体系,存销比参数依经验设定。

存销比可以用来衡量库存水平<sup>[4]</sup>。计算公式如下  
存销比(天) = (当日库存量+在途商品数量) ÷ 一个补货周期日均销售量

烟草行业普遍采用设定最高最低存销比的方式对零售商进行周期性补货。供应商和零售商双方协商确定最高最低存销比、补货周期,周期性检查当日存销比是否低于最高存销比。如果当日存销比低于设定的最高存销比,则供应商给零售商安排补货,使得零售商的当日存销比达到最高存销比。这里的补货周期

指的是相邻两个固定补货点间隔的时间。

补货量可用如下公式表示,

补货量 = 最高存销比 × 日均销售量 - 当前库存量 - 在途商品数量

在 CPFR 下,烟草供应商和零售商共同制定存销比的相关参数,包括最高存销比、最低存销比和补货周期。CPFR 下基于存销比的库存管理是周期性检查和连续检查策略的综合运用。运用两堆法,将库存分为刚满足最低存销比的部分和其余部分。平时周期性检查库存,到达固定补货点时,供应商给零售商安排补货,使得零售商的当日存销比达到最高存销比。如果还未到达固定补货点,但是零售商已经销售完其余部分的库存开始动用刚满足最低存销比的库存时,则供应商给零售商安排紧急补货,使得零售商的当日存销比达到最高存销比。

库存管理策略如图 2 所示,  $t_1$  和  $t_3$  之间为一个补货周期  $T$ 。  $t_1$  为固定补货点,  $t_1$ 、  $t_2$  之间为补货提前期  $L$ 。在补货点检查当日存销比,如果当日存销比小于最高存销比则安排补货,使得当日库存量加上补货量后的当日存销比等于最高存销比。当零售商接收货物时,在提前期内已销售了部分商品,所以实际上零售商达不到最高存销比。当零售商在  $t_4$  发现已经开始动用库存中刚能满足最低存销比的部分时,也即当日存销比小于等于最低存销比时,即使未达到固定补货点  $t_5$ , 供应商也会给零售商应急补货以保证零售商库存。如果达到固定补货点,零售商的当日存销比仍高于最低存销比, 供应商则不安排补货, 如  $t_6$  所示。

CPFR 下基于存销比的库存管理就是让烟草供应商和零售商针对零售商的最终销售数据,联合设定存销比库存管理的相关参数,包括补货周期、最高存销比、最低存销比,以使得零售商库存满足消费者需求,降低缺货损失,最终提升供应链整体绩效。

### 4. CPFR 下存销比的参数设定

#### 4.1. 补货周期的设定

补货周期应该综合考虑市场需求情况、供应商生产速度、供应商的补货流程、零售商的接收流程以及供应商对零售商补货的在途时间。补货周期设置过长会导致最高存销比设置过大而增加库存费用,同时也会增加对市场需求的反应时间;补货周期设置过短会

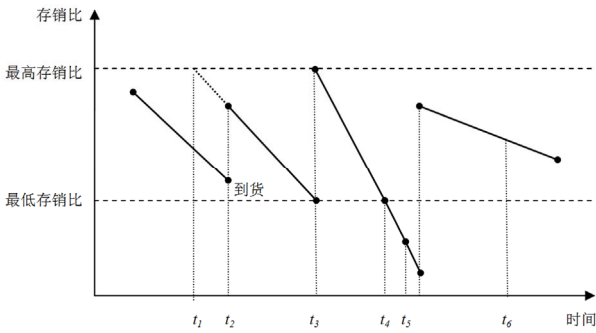


Figure 2. Inventory replenishment based on stock-to-sales ratio in CPFR  
图 2. CPFR 下基于存销比的补货策略

导致较高的配送费用，增加零售商的接收成本。

#### 4.2. 最高存销比的设定

最高存销比表示了零售商所拥有的最大库存可以满足消费者需求的天数。零售商在固定补货时点检查存货，如果零售商当日存销比小于最高存销比，供应商需要向零售商安排补货以使零售商存销比达到最高存销比。最高存销比应根据补货成本、库存成本和缺货成本合理设置。最高存销比设置过高则零售商库存量增加，提高库存成本；最高存销比设置过低则在需求变动时，容易产生缺货，损害供应链利益。

假设烟草每日的需求  $r$  服从相互独立的分布，分布函数为  $F(x) = \int_0^x f(x)dx > 0, x > 0$ 。其中， $\bar{r}$  为一个补货周期日平均需求。那么一个补货周期  $T$  的需求  $R=Tr$ ，其分布函数为

$$F_Y(y) = P(Y \leq y) = P(TX \leq y) \\ = P\left(X \leq \frac{y}{T}\right) = \int_0^{\frac{y}{T}} f(x)dx,$$

$y > 0$ 。对  $F_Y(y)$  求导可得  $R$  密度函数为  $\frac{1}{T}f\left(\frac{y}{T}\right)$ 。

根据上述公式容易得出，一个补货周期的平均需求为  $R = T\bar{r}$ 。

供应商定期对零售商进行补货，供应链成本为：

供应链单次补货总成本 = 单次补货固定费用 + 商品成本 + 商品库存成本 + 商品缺货成本  
即，

$$C(S) = C_3 + K(S - I) + \int_0^S C_1(S - y) \cdot \frac{1}{T}f\left(\frac{y}{T}\right)dy \\ + \int_S^\infty C_2(y - S) \cdot \frac{1}{T}f\left(\frac{y}{T}\right)dy \quad (1)$$

其中，补货固定费用包括了送货费用和收发货的相关费用。 $S$  表示最大库存， $K$  为商品单价， $I$  为当前库存， $C_1$  为单位商品库存成本， $C_2$  为单位缺货损失， $C_3$  为单次补货固定费用。对  $S$  求导可得

$$\frac{dC(S)}{dS} = K + \frac{C_1}{T} \int_0^S f\left(\frac{y}{T}\right)dy - \frac{C_2}{T} \int_S^\infty f\left(\frac{y}{T}\right)dy \quad (2)$$

令  $\frac{dC(S)}{dS} = 0$ ，得到

$$\int_0^S f\left(\frac{y}{T}\right)dy = \frac{C_2 - KT}{C_1 + C_2} \quad (3)$$

由此可以求得最大库存  $S$  的值。而最高存销比则由  $P = \frac{S}{\bar{r}}$  给出。因为  $\int_0^x f(x)dx$  是一个单调递增的函数，通过(3)式可以看出当单位商品库存成本升高时，库存商品占用资金增加，应降低最高存销比。补货周期、单位缺货成本对最大库存的影响需要根据实际情况进行综合考量，从而合理地设定最高库存比。

#### 4.3. 最低存销比的设定

最低存销比保障了零售商满足对消费者服务水平所持有的最小库存。当当日存销比达到最低存销比时，无论是否达到固定补货时点，供应商都应当安排发货，以保障零售商库存。直观地讲，最低存销比  $p$  必须大于等于补货提前期  $L$ ，即  $p \geq L$ 。补货提前期  $L$  包括了供应商的备货时间、烟草的运送时间以及零售商接收货物的时间。为了防止在补货提前期内缺货，零售商需要保有一定量的安全库存  $ss$ 。 $ss$  与零售商希望提供的服务水平  $SL$  有关，本文采用每个订货周期内，顾客需求能够被满足的概率定义服务水平，服务水平越高，则需要保有的安全库存量越多。当零售商确定  $SL$  后，必需的安全库存量可用下式计算

$$ss = \sqrt{L} [F^{-1}(SL) - \bar{r}] \quad (4)$$

其中  $F^{-1}(SL)$  表示烟草每日需求  $r$  分布函数的反函数在  $SL$  的分位点。 $F^{-1}(SL) - \bar{r}$  表示日需求与日均需求的偏差。最低存销比需要满足补货提前期内消费者的平均需求，同时要满足对消费者的服务水平。由此最低存销比可由下面公式给出

$$p = L + \frac{ss}{\bar{r}} \quad (5)$$

#### 4.4. 参数的动态调整

存销比反映的是零售商当前库存能满足销售需求的时间状况,是一个相对概念和动态的指标,不是一成不变的。CPFR 下基于存销比的参数设定也必须按照市场环境,商业经营状况,工业生产情况等要素做出调整,使存销比满足市场需求与商业经营需要<sup>[16]</sup>。根据前面存销比参数的设定可知,存销比设定的基础在于把握好补货提前期  $L$ 、设定合适的补货周期  $T$  和服务水平  $SL$ 。烟草生产状况以及烟草供应商和零售商对烟草需求情况的联合预测对存销比的调整起着重要作用。特别在烟草需求的季节性变动和烟草处于产品生命周期的不同阶段的时候, $L$ 、 $T$  和  $SL$  都应根据市场需求做相应调整,并以此来调整其他存销比的参数。例如某一烟草品牌由成熟期进入衰退期,该品牌销量呈明显的下降趋势,这时可以适当提高补货周期  $T$  减少该品牌的补货次数,从(3)式可以求得动态调整后的最高存销比。

#### 5. 结论

我国烟草行业受到国家计划和市场需求的三重制约,烟草行业需要将国家计划任务和消费者最终需求匹配起来。CPFR 因为要求供应链所有成员联合制定预测、生产、采购和补货计划,可以弥补 VMI 模式的局限性。

本文首先研究了两阶段烟草供应链(包括烟草供应商和烟草零售商)CPFR 体系的建立,明确了 CPFR 实际操作中的具体流程。之后,本文从提高供应链整体绩效,降低供应链牛鞭效应的目的出发,给出了 CPFR 下存销比库存管理的具体策略。

CPFR 下基于存销比的库存管理实际上是最大最小库存模型的延伸,其关键在于补货周期和最高最低存销比参数的设置。本文对 CPFR 下基于存销比库存管理的参数设定进行了详细的阐述:考虑市场需求情况、供应商生产速度以及供应商的补货流程和零售商的接收流程设置补货周期;考虑烟草供应链的单一补

货固定费用、商品成本、商品库存成本以及商品缺货成本设置最高存销比;考虑对消费者服务水平和补货提前期设置最低存销比。CPFR 下存销比的相关参数并非一成不变,烟草供应链需要根据烟草生产状况、烟草需求的季节性变动和烟草产品生命周期的不同阶段对存销比库存管理中的相关参数进行调整,进而完成对存销比的动态调整。这样烟草供应链才能将经营和市场状况紧密的结合起来,提高自身的服务水平和盈利水平。

#### 参考文献 (References)

- [1] 余翔海. 宜宾烟草“工商协同营销体系”研究[D]. 西南财经大学, 2011.
- [2] 乔普拉, 迈因德尔, 李丽萍. 供应链管理: 战略, 规划与运营 [M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2003.
- [3] 张向阳. 合作伙伴关系下烟草行业采购与库存管理一体化研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2004.
- [4] 黄卫忠, 陆海龙, 张思荣. 基于库存销售比的 VMI 补货策略 [J]. 工业工程与管理, 2008, 2: 118-120.
- [5] K. Sari. On the benefits of CPFR and VMI: A comparative simulation study. *International Journal of Production Economics*, 2008, 113(2): 575-586.
- [6] Y. Aviv. Gaining benefits from joint forecasting and replenishment processes: The case of auto-correlated demand. *Manufacturing & Service Operations Management*, 2002, 4(1): 55-74.
- [7] A. Angulo, H. Nachtmann and M. A. Waller. Supply chain information sharing in a vendor managed inventory partnership. *Journal of Business Logistics*, 2004, 25(1): 101-120.
- [8] Y. Yao, P. T. Evers and M. E. Dresner. Supply chain integration in vendor-managed inventory. *Decision Support Systems*, 2007, 43(2): 663-674.
- [9] O. O. Rubiano, M. A. Crespo. The effectiveness of using e-collaboration tools in the supply chain: An assessment study with system dynamics. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 2003, 9(4): 151-163.
- [10] 刘伟民, 李苏剑, 郑爱云. 基于 CPFR 的烟草行业供应链管理研究[J]. 商场现代化, 2007, 26: 157-158.
- [11] 杨逸文. 基于双层 CPFR 的烟草行业供应链运营机制的研究与构建[J]. 时代经贸, 2008, 1: 99-101.
- [12] 王智, 杨明尚. 工商协同营销下的网上配货[J]. 计算机应用, 2008, 28: 372-374.
- [13] 潘杨. 关于存销比的延伸思考[A]. 上海市烟草专卖局 2009 年度获奖论文集[C]. 2009.
- [14] 周新伟. 基于多级存销比控制的主动供货系统的设计与实现 [D]. 浙江大学, 2006.
- [15] 江涛, 邹平. 基于存销比的卷烟库存管理方法[J]. 中国物流与采购, 2009, 15: 66-67.
- [16] 罗奕. 网上配货中如何科学合理地设置和运用存销比[A]. 湖北省烟草学会 2007 年学术年会论文集[C]. 武汉, 2007.