

白酒行业供应链运作及风险研究

王群智 向 琴

西南交通大学，交通运输与物流学院，成都 610031

摘 要：近来，受“禁酒令”等政策及“塑化剂”等事件的影响，部分白酒市场无法及时响应市场需求变动，供应链中库存积压严重，酒企和经销商收入和利润总额增速均呈大幅下滑趋势。本文在深入分析白酒供应链现有运作模式及风险的基础上，提出了基于柔性供应链期权契约的解决方案。文章通过算例分析验证：基于期权的柔性供应链契约的引入可以增加白酒供应链柔性，提高供应链应对市场需求不确定性风险的能力，促使酒企和经销商共担风险分担、共享利润，最终实现供应链整体绩效的提升。

关键词：白酒供应链；需求不确定性；运作模式；风险；柔性供应链期权契约

中图分类号：F724

文献标识码：A

文章编号：1672-4747 (2016) 02-0026-10

DOI: 10.3969/j.issn.1672-4747.2016.02.004

Research on Liquor Supply Chain Operation and Risks

WANG Qun-zhi XIANG Qin

School of Transportation and Logistics,

Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China

Abstract: For the influence of “liquor prohibition policy” and “plasticizer events” etc., liquor supply chains build up huge inventories because the enterprises and distributors are unable to effectively respond to the market demand changes. Some liquor enterprises and distributors are substantially loss-making. This paper focused on the liquor supply chain operation mode as well as its risks, and proposed flexible supply contracts as the solutions. A numerical example indicated that the option-based supply contracts was help to increase the liquor supply chain flexibility, encourage the supply chain participants sharing the risks as well as the profits, and improved the supply chain performance eventually.

Key words: Liquor supply chain; demand uncertainty; operation; risks; option-based supply contracts

收稿日期：2015-06-20.

基金项目：国家社会科学基金资助项目“非柔性供应链的柔性期权契约与风险评价分析研究”（13CGL056）；教育部留学回国人员科研启动基金资助项目“非柔性供应链的柔性契约模型设计及应用分析”；川酒发展研究中心资助项目“供应链契约在白酒供应链中的应用研究”（CJY13-12）。

作者简介：王群智（1976-），男，汉族，河南洛阳人，东京工业大学经营工学系博士，西南交通大学物流工程系主任、副教授。

0 引言

白酒行业经历了近十年的高速发展,产能得到大幅扩张。产业信息网公布2011年白酒产量高达1026万千升,已经超过《中国酿酒产业“十二五”发展规划》的到2015年全国白酒总产量达到960万千升的规划目标。2011年第四季度,高端白酒销量开始下滑,市场萎缩迹象初显。之后,军队“禁酒令”、政府限制“三公消费”等政策相继推出,政务和军队白酒消费大幅萎缩。“勾兑门”、“塑化剂”等事件又给白酒发展带来严重的负面影响。在多重打击下,白酒销售业绩不振、量价齐跌,行业整体效益下滑。从国家统计局公布的2012年和2013年全国白酒数据可知,2012年、2013年全国白酒产销率分别为98.1%和95.6%,期末库存较年初分别增长了20.1%和46.5%。我国部分白酒市场呈现出供大于求、产能过剩的局面,库存积压严重,严重影响了酒企和经销商的利润。部分酒企甚至出现了大幅的亏损。

作为应对措施,许多酒企一方面调低增速目标、暂缓规划待建项目等以控制产能扩张速度;另一方面,大量高端白酒降价促销以刺激需求,扩大销量。这样,一线酒企的产品价格回落,严重挤压了二、三线及区域性白酒的价格空间。市场竞争异常激烈,市场秩序紊乱,白酒供应链面临巨大的竞争和生存压力。就经销商而言,高端白酒价格和市场需求的巨大变动,让其利润难以得到保障。行业上的某知名经销商2013年财政年度销售额较2012年同比下降86.9%。由于市场需求萎缩,销售压力和风险增大,部分经销商选择或被迫退出白酒市场。不管是酒企还是经销商,白酒供应链在应对需求变动的措施上主要以事后应对为主。供应链现有运作模式在应对需求变动风险的能力问题突出,转型升级迫在眉睫。

上述问题在其他行业亦不同程度存在,许多学者

从柔性供应链契约角度进行了研究且成效明显。柔性供应链契约作为供应链管理的重要协调手段,在协调供应链参与者之间的决策矛盾、应对市场需求不确定性方面有着显著效用。许多学者先后将柔性供应链契约应用于电子市场^[1]、生鲜^[2]、农产品^[3]、应急服务^[4-6]、集装箱租赁^[7-8]、物流服务^[9]等行业,取得较好成效。然而,针对白酒行业,尚未发现有供应链契约相关研究。本文在深入分析白酒供应链现有运作模式的基础上,从供应链契约角度提出解决方案,增加供应链柔性,以提高其应对需求不确定性的能力。

1 白酒供应链运作模式分析

近年来,白酒供应链运作常常采用不同的渠道操作模式作为白酒经销推广的重要手段。在渠道操作模式中,酒企和经销商发挥各自优势,互相协作。不同的白酒品牌采取的渠道模式各有特色。相同的品牌在不同的时期,酒企采用的渠道模式可能也会有所不同。目前比较经典的白酒渠道操作模式有:以金六福、浏阳河等为代表的深度分销模式;以江苏洋河酒业、安徽迎驾贡酒为代表的深度协销模式;以安徽口子窖等为代表的盘中盘;以安徽皖酒为代表的直分销模式等。通过采取与自身情况相匹配的渠道操作模式,供应链各参与方能够更好地资源共享、风险共担,使整体效益得以提高。但随着市场不确定性的增加和竞争的白热化,仅靠渠道操作已越来越难以适应新常态下的白酒供应链运作要求。

在新常态下,白酒供应链本身的复杂性亦提高了供应链运作的难度。白酒供应链主要由原材料供应商、辅料(如包材等)供应商、酒企、经销商、分销商、零售商等组成(见图1)。酒企从不同供应商处采购原材料、辅料,然后经过生产、包装等环节后,通过经销商将白酒分销到各地。考虑到酒企和经销商

在白酒供应链中的独特地位和决策的复杂性,本研究结合当前白酒行业遇到的主要问题,针对酒企与经销商之间的运作模式进行研究。酒企多通过糖酒会、酒

博会、白酒文化节等途径与经销商签约。汇总订单后,规划自身产能、安排原料及包材采购等。

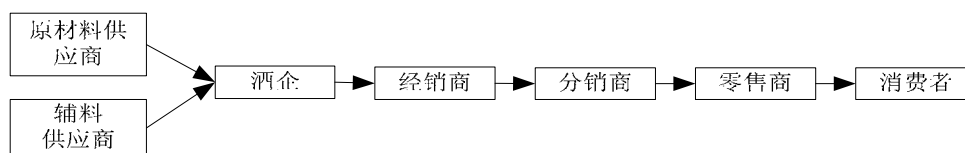


图1 白酒供应链

Fig. 1 The liquor supply chain

白酒产品按其消费时间特性可分为通用白酒和专用白酒。一般而言,通用白酒销售周期、订货周期均较长。然而,随着消费个性化、多元化趋势日益明显,许多酒企推出了各类专用白酒(如中秋专用酒、春节专用酒等)以拓展市场。专用白酒的订货周期较长,季节性明显,销售周期较短。通用白酒和专用白酒在运作模式上是不同的。对通用白酒而言,酒企和经销商的计划期一般较长(如一年),但是,计划期内可多次要货。在计划期开始时,酒企提供产品的品种、价格等信息。经销商根据以往计划期内的市场需求和当前市场状况进行预测,确定计划期内订货品种及数量,然后,酒企安排生产,保障供应。在计划期内,经销商可根据销售情况,多次向酒企发出要货订单进行补货。酒企则根据经销商的要货订单情况交付产品,直至计划期结束。这种供应链运作属于多周期模式。

专用白酒相对于通用白酒而言,酒企与经销商之间的订货模式通常计划期短,且追加订货困难,其供应链运作难度更大。在计划期开始时,酒企提供产品的品种、价格等信息。经销商根据对市场需求的预测,确定计划期内的订货品种及数量。然后,酒企安排生产,并在约定时间将白酒交付于经销商。之后,通常难以补货。这种供应链运作属于单周期模式。

通用白酒和专用白酒虽然运作模式不同,但从供应链角度而言,其主要区别在于通用白酒产品生命周

期长,而专用白酒产品生命周期短、季节性强。通用白酒库存如果在当期有剩余,还可在下一周期继续销售;而专用白酒由于销售季节性强,若在销售期后有库存剩余,只能降价销售或作为滞销品处理。然而,在计划期的单周期内,通用白酒和专用白酒面临的市场需求不确定性风险是相似的。下文将对白酒供应链的风险进行具体分析。

2 白酒供应链风险分析

尽管酒类终端市场需求总量较为稳定,但红酒、黄酒、果酒等替代产品的快速发展,进一步分食白酒市场份额。并且,就白酒而言,市场上同一价位的白酒品牌不尽其数。各类白酒的广告活动、促销力度、国家政策等各种因素,对某一品种的白酒销量均有较大影响。因此,即便是在市场总需求量较为稳定的情况下,对于单个白酒品牌而言,其需求仍具有很大的不确定性,难以预测。因此,使白酒供应链供需匹配的难度非常大。

若销售季节内实际需求远超出预测,经销商补货难度非常大,面临缺货风险。酒企产能规划、原材料和包材的采购计划等都与经销商的总订货量及订货计划紧密相关。一般情况下,酒企很难保证有足够多的库存以满足下游经销商的紧急补货需求。若酒企存

货不足,需追加生产,则对酒企及其包材供应商生产系统的要求非常高。此外,酒企即使有足够的存货或产能来应对紧急补货等突发情况由于物流系统能力的限制(尤其是在仓库出货能力、临时增加车辆的调度能力),补货也是非常困难的,代价高昂。而缺货不仅会给酒企和经销商带来巨大的机会损失,还可能使其丢失相关市场。那么,再次进入丢失市场的难度和成本可能不亚于开拓一个新市场。

若销售季节实际需求远低于预测,供应链将积压大量产品,面临库存过剩风险。对于通用白酒而言,当前周期积压的产品虽然可在下一周期继续销售,但库存过剩增加了经销商额外的库存持有成本、资金占用成本等。这对经销商资金链连续性、经营管理发展等有较大影响。对于专用白酒而言,受节假日时限影响,销售季节较短,过剩白酒后期处理难度非常大。多数情况下只能通过打折处理等方式清理库存,损失非常高。库存过剩会使经销商将面临严重的滞销风险。

在白酒现有供应链运作模式下,由于市场需求不确定性较大,经销商通常会推迟下达订单,以便收集更多的市场需求信息,获得更准确预测。同时,也希望酒企有足够的库存或产能预备来满足市场需求。然而,酒企则希望尽早收到订单,以便有充分时间准备生产。从这一层面来看,经销商与酒企的决策目标是相互冲突的。这使得白酒供应链运作效率低下,不能较好地应对需求不确定性风险,进而制约了白酒供应链的发展。

3 基于期权的柔性供应链契约的解决方案

3.1 柔性供应链契约介绍

期权契约(Option-based contract)、回购契约(Return polices)和收益共享契约等柔性供应链契约在

应对需求不确定风险上都有较好的表现。期权契约是将金融期权引入供应链管理后的一种契约形式。期权是一种权利(不是义务),可在事先约定的时间,以约定的价格行使约定的权利。文献[10-11]证明期权契约通常可以同批发契约同时使用。不同的期权契约通常会允许买方对初期的订货策略进行不同的调整,使供应链具有柔性。这样可以最大程度的应对市场需求变化的风险,降低需求不确定性带来的损失。文献[12]较早研究回购契约,指出回购契约也称为退货契约,买方在销售期结束后,可以将没有卖出的产品以原价或原价的一部分退还给卖方。这种契约模式在商务实践中常用来鼓励买方增加订货量,以降低库存风险。文献[13]将收益共享契约定义为买方将一定比例的销售收益交付卖方,以换来批发价格折扣,改进供应链运作绩效的一种协调方式。适当的批发价格折扣和收益共享比例,能激励采购商增加订货量,降低缺货风险。

在白酒供应链的转型升级中,可以考虑对现有的供应链运作模式进行升级。通过供应链契约管理模式,增强供应链的整体柔性,以应对市场需求的不确定性风险。由于不同企业、不同产品面临的具体情况不同,采用哪种供应链契约应视具体情况而定。在此,以基于期权的供应链契约为例,分析柔性供应链契约如何增强供应链整体应对需求不确定性的能力,以给决策者在供应链转型升级时提供参考。

3.2 基于期权的供应链契约应用

以单一酒企和单一经销商组成的单周期两阶段供应链为例,分析基于期权的柔性供应链契约如何改善白酒供应链现有运作模式,增加供应链应对市场需求变动的能力。在计划期开始时,酒企提供批发价格、期权价格和期权执行价格;经销商根据预测的市场需求和酒企提供的契约参数,确定其初始订单量与期权购买量。在白酒生产提前期,酒企根据经销商的订货

量安排生产；经销商继续收集需求信息，更新需求预测。销售季节开始时刻，经销商根据更新的需求预测，执行期权来调整初始订货量，确定最终订单；酒企交付订单之后，经销商开始销售（过程见图2）。

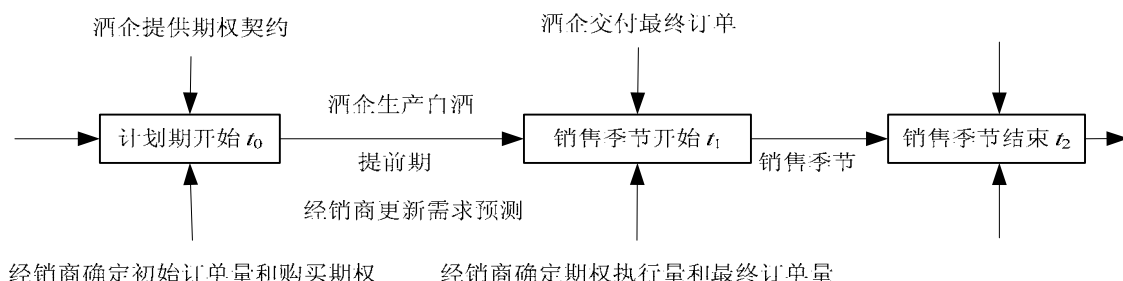


图2 柔性供应链期权契约模式下酒企和经销商的决策过程示意

Fig.2 Decision process of the buyer and the supplier in option-based supply contract

对白酒经销商而言，购买期权增加了其订货决策的柔性。期权给予经销商在销售季节开始时调整初始订货量的权利。经销商可在订货完成后，进一步收集需求信息、更新需求预测，及时调整订货策略，更好地应对市场需求不确定性。常见的期权契约有看涨期权契约、看跌期权契约以及双向期权契约。在看涨、看跌和双向期权契约模式下，经销商有权以特定的价格在需求预测更新后调整初始订货量。不同的期权契约允许经销商对初始订货量进行不同的调整。看涨、看跌和双向期权分别用于增加、减少和双向调整初始订货量。在期权契约模式下，经销商可以通过购买期权来获得相应的订货柔性，最大程度应对市场需求变化的风险，降低需求不确定性带来的损失。

对酒企而言，其可通过销售期权（无论是看涨期权、看跌期权还是双向期权）获得部分收益，以对冲其因生产过多产品的风险。并且，酒企通过销售期权，可以获得更为准确的需求变动信息，使原材料采购和生产计划更为恰当，有效避免下游经销商临时补货为其带来的高额生产成本。

对白酒供应链整体而言，引入柔性供应链期权契约可以更好地协调酒企和经销商之间的关系，共担风险，提高白酒供应链应对市场需求不确定性的能力，

从而降低需求不确定性给供应链整体带来的损失。在白酒供应链中，由于酒企通常拥有多个经销商，其处理过剩白酒的能力往往优于单个经销商。因此，酒企亦具备一定承担风险的能力。通过基于期权的柔性供应链契约，经销商将部分需求不确定性的风险通过期权的形式转移给了酒企，客观上形成了酒企和经销商共同承担风险的供应链协调机制。此外，经销商靠近终端消费者，通常掌握比酒企更为准确的市场需求信息。因此，经销商通过购买期权得到订货柔性，将有利于将市场变动区间的信息有效传递给酒企，提高整条供应链应对市场需求变动的能力，降低需求不确定性给供应链整体带来的损失。综上所述，基于期权的柔性供应链契约的引入有助于实现酒企与经销商风险分担、利润共享和终端需求信息的有效传递，从而共同应对市场需求不确定性，提高供应链整体绩效。

4 看涨期权契约在白酒供应链中的应用分析

基于以上分析，本章节将看涨期权契约引入到白酒供应链中，探讨基于期权的将柔性供应链契约引入白酒供应链的有效性。

4.1 模型

考虑由单一酒企和单一经销商组成的单周期两阶段白酒供应链。经销商从酒企处批发产品，并将产品销售给下级分销商或零售商。因为生产提前期很长而销售季节相对较短，酒企只有一次生产机会，即销售季节开始后，经销商补充库存的难度和成本均非常高。

用 $D(D \geq 0)$ 代表销售季节随机需求。假设 D 服从区间 $[X - m, X + m]$ 的均匀分布。其中，平均需求 X 在计划周期开始时未知，但知道 X 为在 $[\gamma - n, \gamma + n]$ 区间均匀分布。这里 γ 代表计划周期开始时的平均预测需求， n 和 m 分别代表计划周期开始时和销售季节开始时的需求预测偏差。在销售季节开始时，经销商根据更新的需求预测确定 $X = x$ 。为确保 $D \geq 0$ ，设定 $\gamma \geq m + n$ 。 x 和 D (当 $X = x$ 时) 的概率密度函数、累积分布函数如下：

$$f_X(x) = \frac{1}{2n} \quad x \in [\gamma - n, \gamma + n]$$

$$F_X(x) = \frac{1}{2n}(x - \gamma + n) \quad x \in [\gamma - n, \gamma + n]$$

$$f_{D|X}(\xi) = \frac{1}{2m} \quad \xi \in [x - m, x + m]$$

$$F_{D|X}(\xi) = \frac{1}{2m}(\xi - x + m) \quad \xi \in [x - m, x + m]$$

1) 现有白酒供应链模式

现有白酒供应链模式是一种非柔性的契约模式。计划周期开始时刻，经销商以单位批发价格 w ，确定订货量 Q_m 。在生产提前期，酒企生产产品，其单位生产成本为 c 。在销售季节开始时刻，酒企根据订单将产品交付给经销商。之后，经销商以单位零售价格 r 销售白酒。在销售季节结束时刻，经销商可以从未卖出的产品中获得残值 v_b 。任何未满足的需求，经销商都将承受缺货损失 p 。该模式下酒企和经销商的决策过程如图 3 所示。

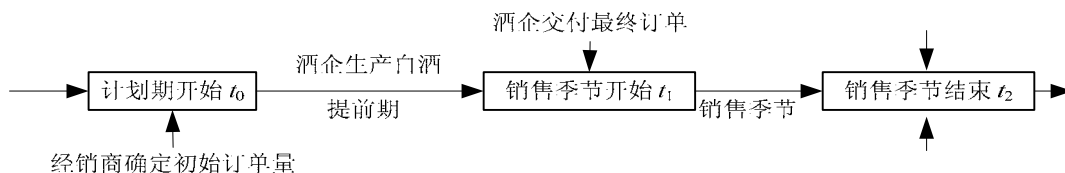


图 3 现有模式下酒企和经销商的决策过程示意

Fig.3 Decision process of the supplier and buyer under the existing mode

本文设定： $w > c$ 确保酒企能从白酒销售中获利； $v_s < c$ 以防止酒企生产过量白酒； $v_b < w$ 以防止经销商购买过量白酒。

根据以上分析，可得经销商在 t_0 时刻的利润函数为：

$$\begin{aligned} \Pi_{nb,t_0}(Q_m) = & -wQ_m + \int_{\gamma-n}^{Q_m-m} \int_{x-m}^{x+m} [r\xi + v_b(Q_m - \xi)]f(\xi)d\xi f_X(x)dx \\ & + \int_{Q_m-m}^{Q_m+m} \left\{ \int_{x-m}^{Q_m} [r\xi + v_b(Q_m - \xi)]f(\xi)d\xi + \int_{Q_m}^{x+m} [rQ_m - p(\xi - Q_m)]f(\xi)d\xi \right\} f_X(x)dx \\ & + \int_{Q_m+m}^{\gamma+n} \int_{x-m}^{x+m} [rQ_m - p(\xi - Q_m)]f(\xi)d\xi f_X(x)dx. \end{aligned} \tag{1}$$

式中，第一项代表订货成本，第二、三、四项分别表示与实际需求相比经销商的订货量高、高低不确定、低等三种情况下的期望利润。

对式 (1) 关于 Q_m 求导，可得经销商在 t_0 时刻的最优订货量为：

$$Q_m^* = \gamma + n - \frac{2n(w - v_b)}{p + n - v_b} \tag{2}$$

酒企在 t_0 时刻的利润函数为：

$$\Pi_{ms,t_0}(Q_m) = (w - c)Q_m^* \tag{3}$$

供应链在 t_0 时刻的总利润函数为：

$$\Pi_{mv,t_0} = \Pi_{mb,t_0} + \Pi_{ms,t_0} \quad (4)$$

2) 基于看涨期权的柔性供应链契约模式

看涨期权契约模式即由酒企和经销商签订看涨期权契约的白酒销售模式,该模式下酒企和经销商的决策过程如图 2 所示。在计划期开始时,酒企提供批发价格、期权价格 w_o 和期权执行价格 w_e ; 经销商根据预测的市场需求和酒企提供的契约参数,确定其初始订单量 Q_0 与期权购买量 q_o 。在白酒生产提前期,酒企根据经销商的订货量安排生产;经销商继续收集需求信息,更新需求预测。销售季节开始时刻,经销商根据更新的需求预测,确定期权执行量 q_e ,并确定最终订单;酒企交付订单之后,经销商开始销售。

本文设定: $w > w_e$, 临时增加订货量会增加紧急应对成本,所以,经销商的期权执行价格应不小于早期批发价。 $w_e + w_o = r + p$, $w_o = w - v_b$, 保证经销商购买并执行期权是有利可图的。

在此模型中,经销商需进行两次决策:在 t_0 时刻确定 Q_0 和 q_o ; 在 t_1 时刻确定 q_e 。本文先计算经销商在 t_1 时刻的最优决策,然后再计算经销商在 t_0 时刻的最优决策。在 t_1 时刻, Q_0 和 q_o 已知,经销商确定 $X = x$ 并执行期权 q_e 以实现销售季节开始时刻 t_0 期望利润最大化。根据 X 在 t_1 时刻的不同取值,可得三种情况:

(1) 当 $Q_0 + q_o + m < x$ 时,即 $Q_0 + q_o < x - m$

此情况下,即使经销商执行所有期权,也会产生缺货损失。经销商的利润函数为:

$$\Pi_{cob,t_1}^1(q_e, Q_0, q_o | x) = -w_e q_e + \int_{x-m}^{x+m} [r(Q_0 + q_e) - p(\xi - Q_0 - q_e)] f(\xi) d\xi \quad (5)$$

(2) 当 $x < Q_0 - m$ 时,即 $x + m < Q_0$

此情况下,即使经销商不执行期权,也会造成白酒剩余。经销商的利润函数为:

$$\Pi_{cob,t_1}^2(q_e, Q_0, q_o | x) = -w_e q_e + \int_{x-m}^{x+m} [r\xi + v_b(Q_0 + q_e - \xi)] f(\xi) d\xi \quad (6)$$

(3) 当 $Q_0 - m < x < Q_0 + q_o + m$, 即 $Q_0 < x + m$ 且 $x - m < Q_0 + q_o$

这种情况下,白酒过多或过少两种情况均有可能发生。经销商的利润函数为:

$$\Pi_{cob,t_1}^3(q_e, Q_0, q_o | x) = -w_e q_e + \int_{x-m}^{Q_0+q_e} [r\xi + v_b(Q_0 + q_e - \xi)] f(\xi) d\xi + \int_{Q_0+q_e}^{x+m} [r(Q_0 + q_e) - p(\xi - Q_0 - q_e)] f(\xi) d\xi \quad (7)$$

结合以上三种情况,可得经销商在 t_1 时刻的最优决策:

$$q_e = \begin{cases} q_o & \text{if } Q_0 + q_o + m < x - \gamma + n \\ q_o & \text{if } Q_0 + q_o - z(w_e) < x < Q_0 + q_o + m \\ Q_0 - x - z(w_e) & \text{if } Q_0 - z(w_e) < x < Q_0 + q_o - z(w_e) \\ 0 & \text{if } Q_0 - m < x < Q_0 - z(w_e) \\ 0 & \text{if } \gamma - n < x < Q_0 - m \end{cases} \quad (8)$$

式中: $z(w_e) = m - \frac{2m(w_e - v_b)}{r + p - v_b}$

在 t_0 时刻,经销商确定 Q_0 和 q_o , 使其期望利润最大化,则经销商的利润函数为:

$$\Pi_{cob,t_0}(Q_0, q_o) = -wQ_0 - w_o q_o + E[\Pi_{cob,t_1}^*(q_e, Q_0, q_o | x)] \quad (9)$$

式中:

$$\begin{aligned} & E[\Pi_{cob,t_1}^*(q_e, Q_0, q_o | x)] \\ &= \int_{\gamma-n}^{Q_0-m} \Pi_{cob,t_1}^2(q_o, Q_0, q_o | x) f(x) dx \\ &+ \int_{Q_0-z(w_e)}^{Q_0+q_o} \Pi_{cob,t_1}^3(q_o, Q_0, q_o | x) f(x) dx \\ &+ \int_{Q_0+q_o-z(w_e)}^{Q_0-z(w_e)} \Pi_{cob,t_1}^3(Q_0 - x - z(w_e), Q_0, q_o | x) f(x) dx \\ &+ \int_{Q_0+q_o-z(w_e)}^{Q_0+q_o+m} \Pi_{cob,t_1}^3(0, Q_0, q_o | x) f(x) dx \\ &+ \int_{Q_0+q_o+m}^{\gamma+n} \Pi_{cob,t_1}^1(0, Q_0, q_o | x) f(x) dx \quad (10) \end{aligned}$$

对上式关于 Q_0 和 q_0 求导可得：

$$Q_0^* = \gamma + n + m - \frac{2n(w - w_o - v_b)}{w_e - v_b} - \frac{m(w_e - v_b)}{r + p - v_b} \quad (11)$$

$$q_0^* = \frac{2n(w - w_o - v_b)}{w_e - v_b} - \frac{2nw_o}{r + p - w_e} - m \quad (12)$$

式中，为确保 $Q_0^* > 0$ ， $q_0^* > 0$ ，有：

$$w_o < \frac{2n(w - v_b) - m(w_e - v_b)}{2n(r + p - v_b)}(r + p - w_e) \quad (13)$$

酒企在 t_0 时刻的利润函数为：

$$\begin{aligned} \Pi_{\cos, t_0}(w_o, w_e) = & -c(Q_0 + q_0) + wQ_0 + w_o q_0 + \int_{\gamma-n}^{Q_0-z(w_e)} q_0 v_s f_X(x) dx \\ & + \int_{Q_0-z(w_e)}^{Q_0+q_0-z(w_e)} \left\{ \begin{array}{l} (x+z(w_e)-Q_0)w_e \\ + [q_0 - (x+z(w_e)-Q_0)]v_s \end{array} \right\} f_X(x) dx \\ & + \int_{Q_0+q_0-z(w_e)}^{\gamma+n} q_0 w_e f_X(x) dx \quad (14) \end{aligned}$$

公式第一项代表酒企生产成本；第二、三项分别代表酒企销售白酒和期权获得的收益；第四、五、六项分别代表经销商没有执行任何期权、执行部分期权和执行全部期权时，酒企的收益。

供应链在 t_0 时刻的总利润函数为：

$$\Pi_{\cos, t_0} = \Pi_{\cos, t_0} + \Pi_{\cos, t_0} \quad (15)$$

4.2 算例

本部分将通过数值验证看涨期权模型的有效性。

下面是某品牌（系列）白酒酒企提供的 2014 年白酒有关数据资料：经销商的计划周期为一年，并按月计划具体向酒企订货；酒企的生产成本为 910 元/瓶；酒企与经销商之间的批发价为 1218 元/瓶；经销商与其下级分销商或零售商之间的批发价为 1240 元/瓶；若经销商在销售期发生缺货，经销商需向下级分销商或零售商缴纳的罚金以及由缺货造成的直接或间接损失，平均到每箱产品为 60 元/瓶；经销商对销售期末剩余产品可按 1220 元/瓶在其他月份销售，且剩余产品的库存持有成本为 20 元/瓶·月；酒企为所有经销

该品牌白酒经销商交付产品后，剩余产品可按 1220 元/瓶在下一订货周期销售，且剩余产品的库存持有成本为 4 元/瓶·月；酒企交付产品时，经销商通常期望的初始订单调整量为 $\pm 50\%$ 。表 1 给出了经销商在每月之前确定该月订货量时的需求预测范围以及确定的该月订货量。

表 1 经销商月需求预测范围及月订货量（单位：瓶）

Tab.1 Demand forecast and order quantity for a distributor (unit: bottle)

时间	预测范围	最终订货量
一月	[6000,24000]	12 000
二月	[6000,24000]	12 000
三月	[2400,12000]	6 000
四月	[2400,6000]	3 600
五月	[1200,6000]	2 400
六月	[1200,3600]	1 200
七月	[1200,3600]	1 200
八月	[1200,3600]	1 200
九月	[6000,1200]	6 000
十月	[6000,18000]	9 600
十一月	[6000,18000]	12 000
十二月	[6000,18000]	12 000

由表 1 可以看出：不仅不同月份之间的需求预测范围与最终订货量波动非常大，而且经销商对每个月的需求预测范围也非常大，可见白酒需求不确定性极高。这种现象在春节期间（1、2 月）尤为明显。因此，下文将以 1、2 月的需求预测及最终订货量为基础数据，分析期权契约在应对市场需求不确定性方面的效果。

依据上述资料并结合看涨期权模型特点，我们可设定看涨期权模型中参数值： $r=1240$ ， $w=1218$ ， $p=60$ ， $c=910$ ， $v_s=1216$ ， $v_b=1200$ ， $\gamma=15000$ ， $n=9000$ ， $m=6000$ 。

酒企和经销商对市场需求的预测主要通过两个参数体现：市场平均预测需求 γ 和市场平均需求预测的偏差 n 。本文将分别讨论 γ 和 n 变化对供应链的影响。在分析某一参数变化时，假定其他参数值不变。

本文首先设定市场平均预测需求在区间[10000, 20000]变动, 计算得出在现有模式下经销商的订货决策, 酒企、经销商以及供应链的利润; 看涨期权契约模式下酒企的价格策略、经销商的订货决策, 酒企、经销商以及供应链的利润(见表2)。然后, 本文设定市场平均需求预测偏差在区间[6000, 12000]变动, 计算得出在现有模式下经销商的订货决策, 酒企、经销商以及供应链的利润; 看涨期权契约模式下酒企的价格策略、经销商的订货决策, 酒企、经销商以及供

应链的利润(见表3)。

从表2和表3可以看出: 无论在现有模式下, 还是在看涨期权契约模式下, 市场需求的波动都会对白酒供应链及其参与者的利润均有较大的影响。但与现有模式相比, 看涨期权契约模式在各种情况下总能更好地提高酒企、经销商以及供应链的利润。由此可见, 将看涨期权契约引入白酒供应链, 能增加白酒供应链应对市场需求不确定性的能力, 从而提高酒企、经销商以及白酒供应链的利润。

表2 γ 变化对供应链的影响

Tab. 2 Effect of γ on the supply chain

γ	现有模式				看涨期权契约模式						
	Q_m	经销商利润	酒企利润	供应链利润	w_o	w_e	Q_o	q_o	经销商利润	酒企利润	供应链利润
10 000	15 760	53 827	4 854 080	4 907 907	1	1 218	6 920	10 780	101 476	5 453 583	5 555 059
11 000	16 760	75 827	5 162 080	5 237 907	1	1 218	7 920	10 780	123 476	5 761 583	5 885 059
12 000	17 760	97 827	5 470 080	5 567 907	1	1 218	8 920	10 780	145 476	6 069 583	6 215 059
13 000	18 760	119 827	5 778 080	5 897 907	1	1 218	9 920	10 780	167 476	6 377 583	6 545 059
14 000	19 760	141 827	6 086 080	6 227 907	1	1 218	10 920	10 780	189 476	6 685 583	6 875 059
15 000	20 760	163 827	6 394 080	6 557 907	1	1 218	11 920	10 780	211 476	6 993 583	7 205 059
16 000	21 760	185 827	6 702 080	6 887 907	1	1 218	12 920	10 780	233 476	7 301 583	7 535 059
17 000	22 760	207 827	7 010 080	7 217 907	1	1 218	13 920	10 780	255 476	7 609 583	7 865 059
18 000	23 760	229 827	7 318 080	7 547 907	1	1 218	14 920	10 780	277 476	7 917 583	8 195 059
19 000	24 760	251 827	7 626 080	7 877 907	1	1 218	15 920	10 780	299 476	8 225 583	8 525 059
20 000	25 760	273 827	7 934 080	8 207 907	1	1 218	16 920	10 780	321 476	8 533 583	8 855 059

表3 n 变化对供应链的影响

Tab.3 Effect of n on the supply chain

n	现有模式				看涨期权契约模式						
	Q_m	经销商利润	酒企利润	供应链利润	w_o	w_e	Q_o	q_o	经销商利润	酒企利润	供应链利润
6 000	18 840	191 440	5 802 720	5 994 160	1	1 218	14 587	5 187	207 987	6 091 722	6 299 708
7 000	19 480	183 823	5 999 840	6 183 663	1	1 218	13 698	7 051	210 034	6 392 403	6 602 437
8 000	20 120	174 420	6 196 960	6 371 380	1	1 218	12 809	8 916	211 087	6 693 016	6 904 103
9 000	20 760	163 827	6 394 080	6 557 907	1	1 218	11 920	10 780	211 476	6 993 583	7 205 059
10 000	21 400	152 400	6 591 200	6 743 600	1	1 218	11 031	12 645	211 402	7 294 118	7 505 519
11 000	22 040	140 367	6 788 320	6 928 687	1	1 218	10 142	14 509	210 989	7 594 629	7 805 618
12 000	22 680	127 880	6 985 440	7 113 320	1	1 218	9 253	16 374	210 323	7 895 124	8 105 447

5 结束语

本文首先对白酒行业供应链运作及风险进行了分析,然后提出了基于柔性供应链期权契约的解决方案。最后,本文通过算例论证了看涨期权契约在应对

白酒市场需求不确定性方面的有效性。由此可见,以柔性契约设计为突破口,构筑柔性供应链运作机制,以增加供应链柔性,缓解酒企与经销商之间的供需矛盾,更好的应对需求不确定性给整个行业带来的巨大风险是白酒供应链转型升级的一种战略选择。

参考文献

- [1] 郭琼,杨德礼,樊博. 基于电子与契约市场的供应链协作的研究[J]. 中国管理科学, 2006, 14(6): 50-55.
- [2] 王婧,陈旭. 考虑期权合同的生鲜农产品批发商的最优订货[J]. 系统工程理论与实践, 2010, 30(12): 2137-2144.
- [3] 赵正佳. 农产品供应链期权契约分析[J]. 企业经济, 2010, 8: 41-43.
- [4] 张海青,田军. 采购方主导的基于能力期权契约的应急物资采购模型[J]. 系统科学与数学, 2011, 31(10): 1317-1327.
- [5] 覃艳华、曹细玉. 供应链应对突发事件的期权契约模型研究[J]. 预测, 2012, 30(1): 60-64.
- [6] Liang L., Wang X., Gao J. An option contract pricing model of relief material supply chain [J]. Omega, 2012, 5(40): 594-600.
- [7] 于奎军. 看跌期权在集装箱租赁契约中的应用研究[J]. 交通运输工程与信息学报, 2014, 12(4): 119-124.
- [8] Liu C., Jiang Z.B., Liu L.M. et al. Solutions for flexible container leasing contracts with options under capacity and order constraints [J]. International Journal Production Economics, 2013, (141): 403-413.
- [9] 崔爱平,刘伟. 物流服务供应链中基于期权契约的能力协调[J]. 中国管理科学, 2009, 17(2), 59-65.
- [10] Wang, Q., Tsao, D. B. Supply contract with bidirectional options: the buyer's perspective [J]. International Journal of Production Economics, 2006, (101): 30-52.
- [11] Wang X., Liu L. Coordination in a retailer-led supply chain through option contract [J]. International Journal of Production Economics, 2007, (110): 115-127.
- [12] Pasternack B A. Optimal pricing and return policies for perishable commodities [J]. Marketing Science, 1985, 4 (2): 166-176.

(中文编辑:吴继屏)