

VMI 中基于期权的供应商风险管理^X

梁 梁, 浦徐进, 张廷龙

(中国科学技术大学商学院, 安徽合肥, 230052)

摘要: 供应商管理用户库存是目前供应链管理中的重要方法之一. 本文在分析供应商长、短期获利能力的基础上, 对供应商的经营风险进行了综述. 提出了应用欧式和美式两种不同类型的期权来克服供应商参与 VMI 后面临的不同类型的经营风险.

关键词: 供应链; 供应商管理库存; 风险; 期权

中图分类号: F713.3 **文献标识码:** A

0 引言

许多研究表明供应商管理库存 (Vendor Managed Inventory, VMI) 将成为供应链管理技术的一个新的发展方向. 文献[1]指出在医疗物资的管理中, VMI 是优于基于 JIT 的零库存策略的; 文献[2]预测, 在未来几年中, VMI 将在大型零售企业的库存管理中大兴其道; 文献[3]研究表明 VMI 在现有的标准供应链管理环境 (即基于 EDIFACT 库存报告的 SAP R/3 信息环境) 中就可以得到很好的应用. 文献[4]指出 VMI 的流行将导致未来分销渠道的革命. 文献[5]指出 VMI 机制适合有下列特性的产品:

- () 具有较长的生命周期;
- () 可预测其需求状态;
- () 非关键产品;
- () 标准化产品.

当前对 VMI 的研究主要集中于: VMI 的应用如何降低整个供应链的运行成本^[6~8]; 信息共享在 VMI 运作过程中的重要性^[9~13].

由于 VMI 一般应用于购买方主导的供应链中, 因此供应商将面临一系列经营风险. 目前关于如何克服供应商单方面承担经营风险的研究成果不足. 文献[14]指出在应用 VMI 的供应链中, 购买方无论从短期还是长期总能够从中获利, 而在大多数情况下, 供应商在短期内往往会遭受损失, 在长期内方能获利. 因而, 在应用 VMI 的供应链中, 购买方和供应商获得的收益和承担的风险是不对等的, 本文主要在文献[14]的研究成果的基础上, 对实行 VMI 后供应商的成本结构进行改进, 并采用期权思想对供应商所承担的风险进行管理, 使购买方

X 收稿日期: 2003209226

基金项目: 国家“863”项目 (2002AA41361) 资助项目

作者简介: 梁梁, 1962年生, 教授. 研究方向: 供应链管理、决策分析. E-mail: liliang@ustc.edu.cn

和供应商获得的收益和承担的风险能够对等.

1 VMI 数学模型的改进和参与各方的获利分析

本文以一个购买方和一个供货方构成的 VMI 研究对象,购买方和供货方之间能够进行信息共享.购买方不允许缺货,所订购的商品在期末将全部销售完,提前期是确定不变的.库存系统中的购买方采用 EOQ 模式来确定自身的最优订货批量.

在传统的库存管理模式下有

$$B = p(y)y - wy - \left(\frac{s_B y}{Q_B} + \frac{h_B}{2} Q_B \right), \quad s = wy - c(y) - \left(\frac{s_s y}{Q_B} + \frac{h_s}{2} Q_B \right);$$

在 VMI 模式下有:

$$\frac{C}{B} = p(y)y - w_c y, \quad \frac{C}{s} = w_c y - c(y) - \left[\frac{(s_B + s_s)y}{Q_B} + \frac{(h_B + h_s)}{2} Q_B \right].$$

式中: y 为一个时期内的商品订购总量, $p(y)$ 为商品需求的反函数,即销售价格, $p(y) < 0$. h_B 为购买方单位商品库存成本, s_B 为购买方的订货成本, $2w$ 为购买方购买商品时支付的价格, $c(y)$ 为供货方生产商品时除库存成本以外的成本, h_s 为供货方单位商品库存成本, s_s 为供货方的订货成本.在两种库存管理模式,购买方与供货方之间关于购买价格和购买量的博弈过程如图 1.

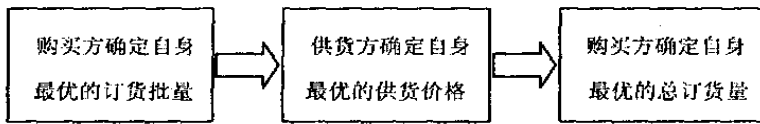


图 1 购买价格和购买量的博弈过程图

Fig. 1 The process of negotiation about price and quantity

设在传统的库存管理模式,购买方和供货方确定的购买价格、购买量、购买方的最终收益、供货方的最终收益为 $p^3, y^3, \frac{3}{B}, \frac{3}{s}$. 在 VMI 模式下, 弈后确定的购买价格、购买量、购买方的最终收益、供货方的最终收益为 $p_c^3, y_c^3, \frac{C}{B}, \frac{C}{s}$ [14]. VMI 模式和传统的库存管理模式相比较,对订货方始终有 $\frac{C}{B} > \frac{3}{B}$. 而对于供货方而言,在短期内只有满足

$$\left\{ 2 - \left[\left(1 + \frac{s_s}{s_B} \right)^{1/2} - \left(1 + \frac{h_s}{h_B} \right)^{1/2} \right]^2 \right\} > 0 \text{ 时, 才有 } \frac{C}{s} > \frac{3}{s} \text{ [14];}$$

在长期内只有满足:

$$\left(\frac{y_c^3}{y^3} \right)^{1/2} < 1 - \frac{2 - \left\{ \left[1 + \left(\frac{s_s}{s_B} \right)^{1/2} \right] - \left[1 + \left(\frac{h_s}{h_B} \right)^{1/2} \right] \right\}}{2 \left[1 + \left(\frac{s_s}{s_B} \right)^{1/2} \right] \left[1 + \left(\frac{h_s}{h_B} \right)^{1/2} \right]} + \frac{[c(y_c^3) - c(y^3)](2y^3)^{1/2}}{(h_s + h_B)^{1/2} (s_s + s_B)^{1/2}}$$

才有 $\frac{C}{s} > \frac{3}{s}$ [14].

事实上,在实行 VMI 后供应商可以对原来自身的存货和购买方的存货进行统一管理,加上供应商在管理自身存货上存在专业优势,因此,单位库存成本和订货成本不是原来各自成本的简单相加,而是

$$c_s = w_c y - c(y) - \left[\frac{s_s y}{Q_B} + \frac{h}{2} Q_B \right].$$

其中： $s_s = s + s_B, \max\{h_s, h_B\} = h + h_s + h_B$ ， s 、 h 的具体取值与供应商协调管理库存的能力有关。

在改进后的供应商成本结构的基础上在短期内只有满足

$$(2s + h y)^{1/2} - \left(\frac{s_b h_b}{2} \right)^{1/2} \times \left(\frac{s_s}{s_B} + \frac{h_s}{h_B} \right) > 0 \text{ 时, 才有: } c_s^3 > c_s^3;$$

在长期内只有当满足

$$\left(\frac{y_c^3}{y^3} \right)^{1/2} < 1 - \frac{2 \cdot \left\{ \left[1 + \left(\frac{s_s}{s_B} \right) \right]^{1/2} - \left[1 + \left(\frac{h_s}{h_B} \right) \right]^{1/2} \right\}}{2 \left[1 + \left(\frac{s_s}{s_B} \right) \right]^{1/2} \left[1 + \left(\frac{h_s}{h_B} \right) \right]^{1/2}} + \frac{[c(y_c^3) - c(y^3)] / (2y^3)^{1/2}}{(h + s)^{1/2}}$$

才有 $c_s^3 > c_s^3$ 。

由此得知,当 s 和 h 减少的时候,不管在短期还是在长期内, $c_s^3 > c_s^3$ 的可能性都会增加,而且在其它条件不变的情况下,供应商在实行 VMI 后的盈利水平也会提高。

一般来说,供货方在 VMI 实行的短期内会有 $s =$

$$c_s^3 - c_s^3 < 0, \text{ 在长期内才会有 } s = c_s^3 - c_s^3 > 0. \text{ VMI}$$

实行以后,供货方会承担原来购买方的库存成本,而其的收益增加主要来自购买方会提高订货量。但是在 VMI 实行的短期内,由于在购买方和其顾客早先签订的合同、市场的约束和自身经营运作的惯性下,一般不会很快加大订货量,供应商主要预期在一个较长的时间周期后,购买方则会加大订货量。事实上,供货方的获利过程将是一个“跃迁”过程(如图 2),其中 t_j 由购买方和其顾客早先签订的合同、市场的约束和自身经营运作的惯性共同确定; t^3 为整个合同的期间。

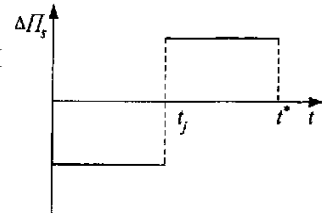


图 2 供货方的获利过程图

Fig. 2 The process of supplier getting profit

2 VMI 中供应商面临的风险

购买方和供货方在建立 VMI 的合作框架协议时,会对整个合同期内供应链的运行状况进行约定,如:运行过程的“跃迁”点 t_j ,长期内的订货量 y_c^3 等。如果市场稳定、信息对称、购买方严格履行合同,则理性的供货方一开始就能决定是否参与 VMI 的构建。但是当存在市场变化剧烈,信息不对称,购买方中途可能毁约等因素时,供货方在合同期内的经营将面临着很大的不确定性。我们将供应商面临的风险概括如下:

() 对顾客认可购买方出售商品的程度估计过高。由于在长期内购买方加大对供货方的订货量很大程度上取决于 $p(y)$ 的函数形式,并且 $p(y)$ 是在签订 VMI 合作框架协议时估计的,而在 VMI 的实际运行过程中,顾客需求情况的变化将使 $p(y)$ 的函数形式发生变化,可能导致长期内购买方对供货方的订货量将小于估计值。

() 购买方对其行业的竞争者的力量估计不足。对竞争者力量的估计不足也会导致 $p(y)$ 的函数形式发生改变,从而长期内购买方对供货方的订货量可能会小于约定值。

() 由于信息不对称,购买方可能会 VMI 运行过程的“跃迁”点,来引诱供货方参与 VMI 的构建,致使实际运行过程中的“跃迁”点 T_j 大于 t_j . 信息的不对称使供货方无法确切了解购买方的具体情况,供货方会过高地估计参与 VMI 后的盈利.

() 购买方在 VMI 的运行过程中可能会寻找到所给条件更为优惠的供货方,从而解除与原供货方的合同,这是原供货商面临的最主要的风险.

() 购买方由于自身经营的不善导致破产,不得不中途终止与供货方的合同,这也是供应商面临的很大风险,但是一般发生的可能性比较小.

在 VMI 的运行过程中,上述供货商面临的风险可能导致针对供货方的两个不利后果:

() 在合同期结束时,供货方发现它的盈利小于合同签订时的约定值;() 在合同履行期间,购买方的中途终止合同导致供货方的损失.

在 VMI 合作框架协议签订时,供货方可以预测 VMI 运行过程自身可能的各种盈利情况,针对不同的盈利情况采用不同的策略,其具体策略如表 1 所示. 在这里, 为 VMI 运行过程中供货方每年额外盈利; R 为整个 VMI 合同期内,供货方获得的额外盈利.

表 1 供应商各种盈利情况及相应策略表

Tab. 1 All kinds of supplier's profits and policies

供货方的盈利情况			供货方的策略
短期	<0 , 长期	<0	不参与 VMI 的构建
短期	<0 , 长期	$>0, R < 0$	不参与 VMI 的构建
短期	<0 , 长期	$>0, R > 0$	参与 VMI 的构建,并对风险进行管理
短期	>0 , 长期	>0	参与 VMI 的构建且无风险
短期	>0 , 长期	<0	不属于研究的范围

由上表可知,供货方需要管理的风险只存在于短期 <0 , 长期 $>0, R > 0$ 的情形中,在下文,我们将采用期权的思想来管理这类风险. 所谓期权是指在某一时期按照规定的价格买或卖一种金融证券或其他特定商品的权利,它的表现形式是一种合同. 它主要分为欧式期权和美式期权^[15],欧式期权是指只能在到期日这一天实施期权的期权,而美式期权是在到期日之前任何一天均可以随时实施期权的期权.

3 应用期权思想管理 VMI

金融期权作为一种防范金融风险最常见的衍生资产,主要依靠以下两个性质:其一是为了保值,投资者对标的证券和期权所占的位置一定是相反的;其二是期权的买者也总是存在的. 这就要求存在一个完善的金融期权市场可以使不同的期权进行交易.

在供应链管理中由于不存在这样一个期权市场,我们将仿照金融期权思想构造供货方与购买方之间的期权,供货方与购买方之间的期权更多地体现的是一种买卖合约的性质. 基于这样的特点,供货方与购买方之间的期权和金融期权相比,分析起来会略有不同.

由于欧式期权和美式期权各自不同的性质,我们可以针对不同类型的风险来进行相应的管理. 如:应用欧式期权来管理在合同期结束时供货方发现它的盈利小于合同签订时的设定值的风险;而应用美式期权来管理合同履行期间,购买方中途终止合同的风险;供货方与购买方签订 VMI 构建合同的同时,可以买入一份欧式卖出期权和一份美式卖出期权,当上

述两种情况发生时,分别执行这两份期权.

为了不失一般性,假设合同中约定的“跃迁”点 t_j 、实际的“跃迁”点 T_j 和购买方中途终止合同的时间 (T_w) 可以发生在合同期间的任何时间点. (\cdot) 为实行 VMI 后,供货方每年的额外盈利,是购买方向供货方的订货量的递增函数, $(\cdot) > 0$ 若实行 VMI 后,供货方每年的盈利小于未实行 VMI 时的盈利,则记为 $-$. Y_C^3 为 VMI 实际运行过程中长期内购买方向供货方的订货量. i 为供货方所在行业的平均利润率.

期权思想管理供货方风险主要应用于短期 < 0 , 长期 > 0 , $R > 0$ 的情形,这里

$$R = (y_C^3)_{t=t_j} \frac{1}{(1+i)^t} - (y^3)_{t=0} \frac{1}{(1+i)^t} > 0.$$

在应用欧式期权管理的风险中,我们主要考虑 $T_j > t_j$, $Y_C^3 > y_C^3$ 的影响,而在应用美式期权管理的风险中,主要考虑 T_w 的影响.

情形一:应用欧式期权管理供货方风险.

应用欧式期权管理风险是在合同期结束时供货方决定是否执行期权,在合同期结束时供货方如果发现实际的盈利小于合同的约定值,就向购买方要求执行这份欧式期权,欧式期权的价格为 P ;反之,则不执行这份欧式期权,欧式期权的价格为 0. 合同约定的 VMI 运行过程和 VMI 实际的运行过程对比,如图 3 所示:

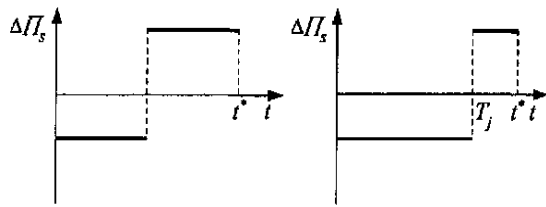


图 3 合同约定的 VMI 运行过程和 VMI 实际的运行过程

Fig. 3 The operations of VMI based on contract and in practice

由于在短期内市场是稳定的,因此合同约定的供货方短期盈利和实际的供货方短期盈利是一致的,即都为 $-(y^3)$ (这里 $(y^3) > 0$). 但从长期来看有, T_j

$t_j, Y_C^3 > y_C^3$, 我们把这份欧式卖出期权的价格 P 定义为实际的额外盈利现值小于合同的约定额外盈利现值的差额, \bar{R} 为实际的额外盈利现值, R 为约定的额外盈利现值,即

$$P = R - \bar{R} = \left[(y_C^3)_{t=t_j} \frac{1}{(1+i)^t} - (y^3)_{t=0} \frac{1}{(1+i)^t} \right] - \left[(Y_C^3)_{t=T_j} \frac{1}{(1+i)^t} - (y^3)_{t=0} \frac{1}{(1+i)^t} \right]$$

由定义可知 $P \geq 0$.

在这份欧式卖出期权的价格 P 的表达式中,主要是 T_j 和 (Y_C^3) 影响着价格 P 的取值. 我们固定其中一个变量来考察另一个变量和价格 P 之间的关系.

假定 $Y_C^3 = y_C^3$, 但是 T_j 是变化的, 则有:

$$P = \begin{cases} 0 & 0 < T_j < t_j \\ (y_C^3) \times \left[\frac{1}{(1+i)^{t_j}} - \frac{1}{(1+i)^{T_j}} \right] + (y^3) \left[\frac{1}{(1+i)^{T_j}} - \frac{1}{(1+i)^{t_j}} \right] & t_j < T_j < t^3 \end{cases}$$

当 $t_j < T_j$ 时, 通过计算可以得知 $\frac{\partial P}{\partial T_j} > 0$, $\frac{\partial^2 P}{\partial T_j^2} < 0$, 而当 $T_j = t^3$ 时, P 取得最大值 P_{\max} ,

$$P_{\max} = (y_C^3)^{t^3} \frac{1}{(1+i)^{t^3}} + (y_C^3) \left[\int_{t=0}^{t^3} \frac{1}{(1+i)^t} dt - \int_{t=0}^{t_j} \frac{1}{(1+i)^t} dt \right]$$

可以从图 4 看出在 $Y_C^3 = y_C^3$ 的情况下, 一开始欧式卖出期权的价格 P 为 0, 在 $T_j > t_j$ 后, P 随 T_j 的增加而增加, 但是增加的速度越来越慢, 随着 T_j 趋近 t^3 , P 也趋近于 P_{\max} .

假设 $T_j = t_j$, $Y_C^3 < y_C^3$, 由于 (\cdot) 是 Y_C^3 的递增函数, 我们可以通过考察 P 随 (Y_C^3) 变化的情形, 来间接考察 P 随 Y_C^3 变化的情形, 则有:

$$P = \begin{cases} 0 & Y_C^3 \geq y_C^3 \\ \left[(y_C^3) - (Y_C^3) \right] \int_{t=t_j}^{t^3} \frac{1}{(1+i)^t} dt & Y_C^3 < y_C^3 \end{cases}$$

在 $T_j = t_j$ 下, 从图 5 可以看出, 其中斜线部分的斜率为 $-\frac{1}{(1+i)^{t_j}}$, 一开始 P 值随 (Y_C^3) 的减小而减小, 在 $(Y_C^3) > (y_C^3)$ 时价 P 值减小为零; 当 $(Y_C^3) = 0$ 时, P 最

大, $P_{\max} = (y_C^3) \times \int_{t=t_j}^{t^3} \frac{1}{(1+i)^t} dt$

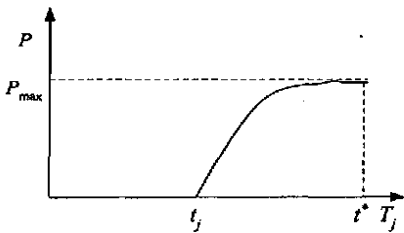


图 4 欧式卖出期权的价格 P 随 T_j 变化的趋势图

Fig.4 The trend of price (P) of European put option according to T_j

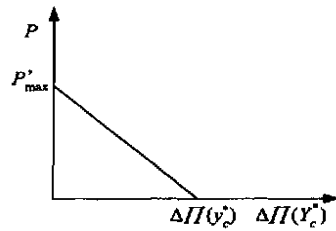


图 5 欧式卖出期权价格 P 随 ΔII 变化的趋势图

Fig5 The trend of price (P) of European put option according to ΔII

由此可知, 欧式卖出期权的价格 P 是由 T_j 和 Y_C^3 共同决定的.

情形二: 应用美式期权管理供货方风险

这份美式卖出期权是否执行主要取决于在合同执行期间内购买方是否中途终止合同. 购买方中途终止合同的时间就是供货方要求执行美式卖出期权的时间. 设购买方中途终止合同的时间为 T_w , T_w 在整数年末. 这份美式卖出期权价格 P 是由供货方重新寻找新的购买方的成本, 供货方按照传统的库存管理模式每年的盈利 C (可以看作由于实行 VMI 而产生的机会成本) 和购买方中途终止合同的时间 T_w 共同决定, 在这里, 由于 $Y_C^3 < y_C^3$ 的影响和欧式卖出期权中的分析是类似的, 不予考虑. 购买方中途终止合

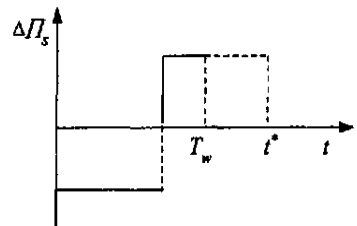


图 6 购买方中途终止合同的 VMI 运行过程图

Fig.6 The operations of VMI of buyer breaching the agreement

同的 VMI 运行过程将如图 6 所示. 这份美式卖出期权价格 P 可以表示为:

$$P = \begin{cases} + [C + (y^3)] \times \frac{1}{(1+i)^{t_j}} & 0 < T_W < t_j \\ + C \times \frac{1}{(1+i)^{T_W}} + (y^3) \times \frac{1}{(1+i)^{t_j}} - (y^3) \times \frac{1}{(1+i)^{T_W}} & t_j < T_W < t^3 \end{cases}$$

通过计算可知, 当 $0 < T_W < t_j$ 时, 有 $\frac{\partial P}{\partial T_W} > 0$, $\frac{\partial^2 P}{\partial T_W^2} < 0$. 当 $t_j < T_W < t^3$ 时, 有 $\frac{\partial P}{\partial T_W} < 0$, $\frac{\partial^2 P}{\partial T_W^2} < 0$.

因此在 $T_W = t_j$ 时, P 取得最大值 P_{\max} ,

$$P_{\max} = + [C + (y^3)] \times \frac{1}{(1+i)^{t_j}}$$

P 随 T_W 变化的趋势如图 7 所示.

美式期权的执行时间可能在 VMI 实际运作过程中的任何一个时间点, 从这个意义上来说, 美式期权分析比欧式期权更为复杂.

供货方与购买方签订 VMI 构建合同的同时, 买入一份欧式卖出期权和一份美式卖出期权, 以防范 VMI 实际运作过程中可能出现的风险, 这将使供货方和购买方组成的供应链更为牢固, 更能体现供应链管理利益共享、风险同担的优点.

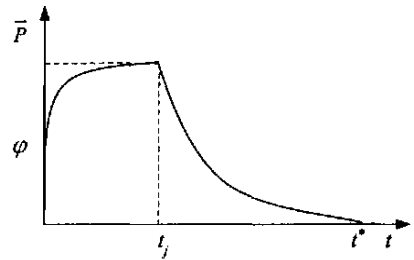


图 7 美式卖出期权价格 P 随 T_W 变化的趋势图

Fig. 7 The trend of price (P) of American put option according to T_W

3 结论

供应商管理用户库存 (VMI) 打破了传统的各自为政的库存管理模式, 体现了供应链的集成化管理思想, 适应市场变化的要求, 是一种新的有代表性的库存管理思想. 但是在 VMI 实际运行的过程中, 供货方的盈利水平和承担的风险是不对等的, 这将严重影响 VMI 运行的稳定性. 如果考虑到变质物品和有装配比例关系的零部件的 VMI 模式, 供货方承担的风险将更为复杂, 对此我们将进行进一步的研究.

参 考 文 献

[1] Gerber N. Objective comparisons of consignment, just2in2time, and stockless [J]. Hospital Material Management Quarterly, 1991, 13(1): 10217.

[2] Anel T. Manage inventory, own information [J]. Transportation and Distribution, 1996, 37(5): 542 58

[3] Jan Holmstrom. Business process innovation in the supply chain2a case study of implementing vendor managed inventory [J]. European Journal of Pu2 chasing & Supply Management, 1998, 4: 1272131

[4] Burke M. Its time for vendor managed inventory [J]. Industrial Distribution, 1996, 85(2): 90

[5] 王裕文. 半导体设备供应商备用零件库存导入 VMI 的研究 [D]. 台湾交通大学工业工程与管理学系, 1998.

[6] ECR Best Practices Operating Committee. Catego2 ry management report enhancing consumers value in the grocery industry [J]. Joint Industry Project on Efficient Consumer Response, USA, 1995.

[7] Benefield D. Consignment: what the hospital CFO

- should know [J]. Hospital Material Management Quarterly, 1987, 8(4): 29237
- [8] Cottrill K. Reforging the supply chain [J]. Journal of Business Strategy, 1997, 18(6): 35239
- [9] Padmanabhan Lee H, P Whang S. Information distortion in a supply chain: the bullwhip effect [J]. Management Science, 1997, 43(4): 5462558
- [10] Chen F, Drezner Z Ryan, J K SimchiLevi D. Quantifying the bullwhip effect in a simple supply chain: the impact of forecasting, lead time and information [J]. Management Science, 2000, 46(3): 4362443
- [11] Thomas DJ, Griffin PM. Coordinated supply chain management [J]. European Journal of Operational Research, 1996, 94: 1215
- [12] Xu K Dong. Y Evers P T. Towards better coordination of the supply chain [J]. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 2001, 37(1): 35254
- [13] Waller M Johnson M E. Davis T. Vendor-managed inventory in the retail supply chain [J]. Journal of Business Logistics, 1999, 20(1): 1832203
- [14] Yan Dong. Kefeng Xu. A supply chain model of vendor managed inventory [J]. Transportation Research, Part E, 2002 38: 75295
- [15] 程希骏, 胡达沙编著 金融投资数理分析[M]. 合肥: 安徽科学技术出版社, 2001

Risk Management of Vendor Managed Inventory Based on Options

LIANG Liang, PU Xu Jin, ZHANG Ting long

(Business School, USTC, Hefei 230026, China)

Abstract: Vendor managed inventory is one of the important methods in supply chain management. Based on suppliers' short-term and long-term profit capacities, this paper reviews different operational risks and proposes utilizing both European and American options to decrease the various operational risks of suppliers face after entering VMI.

Key words: supply chain; vendor managed inventory; risk; option.