重庆大学学报(社会科学版) 2015 年第 21 卷第 2 期
JOURNAL OF CHONGQING UNIVERSITY(Social Science Edition) Vol. 21 No. 2 2015

doi:10.11835/j.issn.1008-5831.2015.02.012

统一授信模式下存货组合与循环质押融资决策

张云丰[1,2],王 勇[2]
(1.安徽工程大学 管理工程学院,安徽 芜湖 241000;
2.重庆大学 经济与工商管理学院,重庆 400044)

摘要:存货质押融资已成为当前中小企业获得融资的重要手段。存货组合与循环质押是近几年存货质押融资业务实践中出现的新模式,尚未引起学者的足够重视。基于此,文章致力于探讨存货组合与循环质押融资的决策问题。首先制定存货组合质押与循环置换的规则,然后根据规则分别建立相应的线性规划函数,并通过算例进行数值分析,演示存货组合与循环质押融资决策过程,为广大融资企业开展存货质押融资业务提供借鉴。

关键词:统一授信模式;存货;组合质押;循环质押;置换

中图分类号:F830.58 **文献标志码:**A **文章编号:**1008-5831(2015)02-0092-07

一、文献述评

存货质押融资作为一种新兴的物流金融业务形式,在提升供应链效率,提供低风险、高附加值金融服务,增强物流企业核心竞争力等方面发挥着重要作用,成为解决中小企业融资难的有效途径[1]。在业务开展初期,质押品种多选择质地稳定,市场价格波动小,大宗货物变现能力强的工业原料、农产品和大量消费产品,如黑色金属、有色金属、建材、化工原料、木材等,后来随着业务的逐步成熟,新开发了汽车、纸张、家电、食品等品种[2]。至于融资对象,也从初期的农场主,扩展到了批发零售型的流通企业,并进而扩展到了生产制造型的企业。存货质押业务模式也不再局限于传统的仓单质押等静态质押形式,新的质押模式—存货组合质押与存货循环质押已经出现。存货组合质押指贷款方为获得既定的融资额度将部分自有存货相互组合后进行质押的方式。存货组合质押发生的原因可能是由于单一存货的质押价值小于融资额度,也可能是贷款方考虑到市场需求因素而保留部分数量存货用于销售等。存货循环质押分为单一质物循环质押和多质物循环质押。两种循环质押方式的相同之处在于质物置换时,一般都要保持在押质物的总价值不变以维持既定的融资额度,而区别在于前者是同种质物间的置换,后者是异种质物间的置换。异种质物间的置换又可细分为一对一置换、一对多置换、多对一置换及多对多置换四种。循环置换的原因可能是在押质物临近保质期、市场销售需要、价格周期性波动等。

虽然许多中小企业已开始积极尝试存货组合与循环质押,但对存货组合与循环质押融资的理论研究却滞后于实践的发展。学者们更多关注的还是单一存货的质押问题,尤以质押率的研究文献居多。如白世贞等建立市场需求不确定环境下的物流金融机构利润模型,并引入下侧风险控制模式来获取最优质押率的计算式[3];He 等以上海螺纹钢为算例,建立能刻画日收益率尖峰厚尾特征及波动集聚性的 VaR-GARCH(1,1)-GED 模型,进行质押期内多风险窗口下的长期风险预测,进而动态设定钢材存货质押的质押率[4-6];李

修回日期:2014-09-01

基金项目:教育部人文社会科学基金项目“农产品质押融资运作模式与优化方法研究”(12YJA630135);安徽省高校省级优秀青年人才基金重点项目“基于供应链金融的组合质押与循环质押融资决策研究”(2013SQRW34ZD)

作者简介:张云丰(1982-),男,安徽无为人,安徽工程大学管理工程学院讲师,重庆大学经济与工商管理学院博士研究生,主要从事物流与供应链金融研究;王勇(1957-),男,重庆人,重庆大学经济与工商管理学院教授,博士研究生导师,主要从事物流金融、决策分析等研究。

毅学等借鉴贸易融资中“主体 + 债项”的风险评估策略,分别针对价格随机波动的存货和季节性存货,结合具体的贸易背景,分析下侧风险规避的银行和物流企业的质押率决策[7-8];Cossin 等提出了违约率外生给定条件下的质押物折扣率模型[9];张钦红等在考虑存货需求随机波动风险因素下,研究银行的最优质押率决策问题,发现风险厌恶和损失规避时的质押率低于风险中性时的质押率[10]。

自 Philippe Jorion 给出风险价值(value at risk,VaR) 的权威定义以来 ,VaR 作为风险分析和度量的方法在理论和实践中获得广泛应用[11]。学者们将 VaR 方法引入存货质押领域,进行存货的流动性风险度量。如常伟等将存货的流动性风险纳入 VaR 模型中考虑,在假定交易策略的情况下,构造最优变现策略模型,得到 L - VaR 模型并将其用于判断流动性风险大小[12]。陈宝峰等构造了存货质押融资业务的 VaR 模型,并设定变现价格是外生决定的,但由于变现时间模型过于简单,可能导致实际度量时产生较大偏差,因此模型存在一定局限性[13]。韩钢等在文献[13]的基础上对质押物的变现模型进行研究,假定变现价格服从几何布朗运动,变现时间为最优变现策略下的时间,采用 L - VaR 方法来构造业务风险的模型,并且给出期望收益模型[14]。

近年来,已有少数学者进行存货组合质押的研究。在存货组合质押过程中,各种存货之间可能存在相关关系,导致存货在质押期间的价格波动不能保持相互独立。此时,分别设置每种存货的质押率是不合理的,应考虑采用组合质押率。《巴塞尔协议Ⅱ》规定,对交易内资产组合使用 VaR 测度累计风险值时,应根据三年以上历史数据,采用多元随机仿真模拟,建立计量模型。康丽薇以长江有色金属现货 1#铜和 A00 铝锭作为标准质物,选择 t - Copula 函数作为质物组合价格收益的联合分布函数,通过 Monte Carlo 方法对 VaR 进行仿真计算[15];孙朝苑等研究了静态质押模式下,两种存货组合质押且存货价格变动服从对数正态分布时,最优质押率决策模型及其影响因素分析,但没有进一步拓展到多品类[16];齐二石等考虑组合仓单质押融资业务中多品类质押存货价格变动率服从正态 copula 分布情形下, 对银行在组合仓单质押融资业务中以最小化贷款成本为目标函数的最优质押率决策进行研究[17]。组合质押率计算的基本前提是,作为质物的存货组合是事先给定的,但这点并不能得到保证,有时需要决策的正是存货组合的选择(如本文第 2 部分)。不同的存货组合产生的价格波动情形显然不一样,即组合质押率不同,而不同的组合质押率会影响选择存货组合。如是,未知存货组合就无法计算组合质押率,而未知组合质押率也无法选择存货组合。事实上,当贷款企业融资额度较小时,金融机构一般不会通过复杂的统计方法去进行组合质押率的模拟计算,而是根据经验直接赋予组合质押率。

综上所述,目前已出现少量关于存货组合质押的研究,对循环质押的探讨尚未涉足。本文在前人研究基础上,对存货组合与循环质押问题进行分析。

二、背景描述与符号设定

(一)背景描述

在这里,我们讨论三方契约问题,即存货质押过程中参与的主体有三方:贷款企业、3PL 公司、终端市场。存货质押的商业运作模式采用统一授信的方式,即金融机构将一定的贷款额度拨付给 3PL 公司,由 3PL 公司根据实际情况,自行开发存货质押融资业务,设立符合实际的契约,并确立相应的控制模式,金融机构不参与具体业务,只收取事先协商的资本收益[18]。因此,金融机构并没有作为一个独立主体参与进来。贷款企业计划订购一批新产品 A 用于销售,但现有资金不足以订购这批产品,且资金短缺量为 S 。假设其他资产均已抵押完毕,只有仓库中暂时处于库存状态的 n 种存货可供质押。考虑到新产品 A 的利润率一般要高于现有库存商品的利润率,贷款企业决定以仓库中的存货出质,来获得所需资金。3PL 公司收到贷款企业的质物后,需对质物进行价值评估,并按质物总价值的一定比例(质押率)发放贷款。贷款企业分别要在下列两个阶段作出决策:第一阶段为存货组合质押阶段,贷款企业为了获得既定的融资额度 S ,需要考虑选择哪些存货作为质物,向 3PL 公司申请组合质押融资;第二阶段为存货循环置换阶段,由于外在条件的变化(如临近保质期、需求增加、价格上涨等),部分在押的存货需要进行解押,在保证 3PL 公司仓库中在押存货总价值保持不变的要求下,贷款企业需要决策选择哪些存货去置换需要解押的在押存货。

(二)符号设定

为了便于更好地理解下文建立的模型,我们作如下符号设定: Q_i 表示贷款企业库存的第 i 种存货数量; p_{i1} 表示第 i 种存货的单位订购价格; p_{i2} 表示第 i 种存货在组合质押阶段初的单位需求价格; p_{i3} 表示第 i 种存货在组合质押阶段末的单位需求价格,考虑在组合质押阶段初就需要估计 p_{i3} 来选择质物组合,因而此处设为随机变量更为合理,不妨令其服从均值 μ_i 、方差 σ_i^2 的正态分布,令 $f(x)$ 和 $F(x)$ 分别表示 p_{i3} 的概率密度函数和累积分布函数; p_{i4} 表示第 i 种存货在循环质押阶段的单位需求价格; h_{i1} 表示第 i 种存货在贷款企业的单位存储成本; h_{i2} 表示第 i 种存货在 3PL 公司的单位存储成本; c_{i1} 表示第 i 种存货从贷款企业到终端市场的单位运输成本; c_{i2} 表示第 i 种存货从贷款企业到 3PL 公司的单位运输成本; c_{i3} 表示第 i 种存货从 3PL 公司仓

库到终端市场的单位运输成本；S 表示贷款企业的融资额度；ω_i 表示金融机构认定的第 i 种存货质押率；r 表示 3PL 公司提供的融资利率(复利)；T 表示存货质押周期；p_{A1} 表示新产品 A 的单位订购价格；p_{A2} 表示新产品 A 的单位需求价格；c_{A1} 表示新产品 A 从贷款企业到终端市场的单位运输成本。其中，$i = 1,2,\cdots,n$ 。

三、存货组合质押阶段

(一)存货组合质押规则

贷款企业为获得资金订购新产品 A 是以牺牲部分存货的销售为代价的。现阶段，贷款企业销售存货可以得到确定性的收益，而如果质押存货则收益由两部分构成：一是订购的新产品 A 销售后得到确定性的收益，二是质押存货解押销售后获得的不确定性收益。贷款企业在无法确切掌握各种存货送去质押而能获得的收益的条件下，将会对存货送去质押与不送去质押的收益进行比较，两种情形下某种存货的收益差值越大，则越优先考虑送去质押。由此，我们给出存货组合质押决策规则如下：在多种存货组合质押决策中，若已知单位价值存货送去质押获得的不确定性收益与不送去质押获得的确定性收益，贷款企业应按照两种情形下期望收益差值的大小依次质押各种存货，直至获得所需的贷款额度，以保证最终获得的总期望收益最大。

单位价值的第 i 种存货不送去质押获得的确定性期望收益为：

$$E[\pi_{i1}] = \frac{(p_{i2} - p_{i1}) - c_{i1} - h_{i1}}{p_{i1}} \tag{1}$$

其中，$(p_{i2} - p_{i1}) - c_{i1} - h_{i1}$ 为单位 i 种存货不送去质押而直接销售的确定性期望收益，所以 $\frac{(p_{i2} - p_{i1}) - c_{i1} - h_{i1}}{p_{i1}}$ 为单位价值的第 i 种存货不送去质押时获得的确定性期望收益。

单位价值的第 i 种存货送去质押获得的不确定性期望收益为：

$$E[\pi_{i2}] = \frac{(E[p_{i3}] - p_{i1}) - c_{i2} - c_{i3} - h_{i2}}{p_{i1}} + \frac{\omega_i(p_{A2} - p_{A1} - c_{A1})}{p_{A1}} - \omega_i(e^{rT} - 1) \tag{2}$$

其中，$\frac{(E[p_{i3}] - p_{i1}) - c_{i2} - c_{i3} - h_{i2}}{p_{i1}}$ 表示单位价值第 i 种存货在质押期末解押后再销售获得的不确定性期望收益；$\frac{\omega_i(p_{A2} - p_{A1} - c_{A1})}{p_{A1}}$ 表示单位价值第 i 种存货质押获得的贷款订购新产品 A 并销售得到的确定性期望收益；$\omega_i(e^{rT} - 1)$ 表示单位价值第 i 种存货在质押期末需要支付给 3PL 企业的利息。

在存货组合质押阶段末，若单位存货的市场价格小于质押的价格与送去终端市场的运输成本之和时，即 $p_{i3} < \omega_i p_{i2} + c_{i3}$ ，贷款企业选择违约。由此得到 p_{i3} 的计算式：

$$E[p_{i3}] = \int_0^{\omega_i p_{i2} + c_{i3}} \omega_i p_{i2} f(x)\,dx + \int_{\omega_i p_{i2} + c_{i3}}^{+\infty} x f(x)\,dx \tag{3}$$

令 $k_i = \omega_i p_{i2}$, $\tilde{p}_i = \omega_i p_{i2} + c_{i3}$ ，将式(3)进一步展开，得到：

$$\begin{aligned} E[p_{i3}] &= \int_0^{\tilde{p}_i} k_i f(x)\,dx + \int_{\tilde{p}_i}^{+\infty} x f(x)\,dx = \\ &\int_0^{\tilde{p}_i} k_i f(x)\,dx + \int_{\tilde{p}_i}^{+\infty} (x-\mu)\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma}\exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)dx + \int_{\tilde{p}_i}^{+\infty}\mu\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma}\exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)dx = \\ &k_i\int_0^{\tilde{p}_i} f(x)\,dx + (-\sigma^2)\int_{\tilde{p}_i}^{+\infty}\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma}\exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)d\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right) + \mu\int_{\tilde{p}_i}^{+\infty} f(x)\,dx = \\ &k_i\left[\Phi\left(\frac{\tilde{p}_i-\mu}{\sigma}\right) - \Phi\left(-\frac{\mu}{\sigma}\right)\right] - \frac{\sigma}{\sqrt{2\pi}}\exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)\Bigg|_{\tilde{p}_i}^{+\infty} + \mu\left[\Phi\left(\frac{+\infty-\mu}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{\tilde{p}_i-\mu}{\sigma}\right)\right] = \\ &\Phi\left(\frac{\tilde{p}_i-\mu}{\sigma}\right)(k_i-\mu) - k_i\Phi\left(-\frac{\mu}{\sigma}\right) - \frac{\sigma}{\sqrt{2\pi}}\exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)\Bigg|_{\tilde{p}_i}^{+\infty} \end{aligned} \tag{4}$$

单位价值的第 i 种存货送去质押与不送去质押的期望收益差值表示为：

$$\begin{aligned} \Delta E[\pi_i] &= E[\pi_{i2}] - E[\pi_{i1}] = \\ &\frac{(E[p_{i3}] - p_{i1}) - c_{i2} - c_{i3} - h_{i2}}{p_{i1}} + \omega_i\Phi - \omega_i(e^{rT} - 1) - \frac{(p_{i2} - p_{i1}) - c_{i1} - h_{i1}}{p_{i1}} \end{aligned} \tag{5}$$

其中，$\Phi = \frac{(p_{A2} - p_{A1} - c_{A1})}{p_{A1}}$ 。

(二)存货组合质押模型

贷款企业在存货组合质押业务中，基于多方面因素的考虑，一般不会将某种存货全部送去 3PL 公司质

押,而是保留一定数量备存以供不时之需(类似于安全库存)。假设贷款企业计划保留第 i 种存货的数量为 $\bar{q}_i$,则贷款企业送去 3PL 公司质押的第 i 种存货数量 q_i 满足 $q_i \leqslant Q_i - \bar{q}_i$;令 x_i 表示贷款企业送去 3PL 公司质押的第 i 种存货数量与仓库中该存货库存数量的比值,因此 x_i 满足 $0 \leqslant x_i \leqslant (Q_i - \bar{q}_i)/Q_i$;贷款企业追求的目标为在实现既定融资额度约束下,总的期望收益差最大化。

基于上述分析,建立存货组合质押的线性规划模型如下:

$$\max \quad \Delta TE[\pi_P] = \sum_{i=1}^{n} \Delta E[\pi_i] \times p_{i1} \times Q_i \times x_i \tag{6}$$

$$s.t. \quad \sum_{i=1}^{n} p_{i2} \times Q_i \times \omega_i \times x_i = S \tag{7}$$

$$0 \leqslant x_i \leqslant (Q_i - \bar{q}_i)/Q_i \tag{8}$$

其中,式(6)表示贷款企业存货组合质押的总期望收益差最大化目标;式(7)表示贷款企业的融资额度约束;式(8)表示存货送去质押的数量比例约束。

四、存货循环置换阶段

(一)存货循环置换规则

在存货循环置换阶段,贷款企业需要以仓库中存货去置换 3PL 公司中在押的存货,且在置换过程中只需保证维持 3PL 公司仓库中在押质物总价值不变即可。循环置换质押发生的原因有多种,我们不对具体的发生原因进行剖析,仅考虑 3PL 公司仓库中在押质物在终端市场需求价格发生波动的情形。显然,此时贷款企业之所以存在用仓库中存货置换 3PL 公司中在押质物的动力,是因为置换后贷款企业获得的期望收益更大,否则没有必要进行置换。由于这里仅考虑 3PL 公司仓库中在押质物在终端市场需求价格发生波动这一原因,而忽略了诸如保质期临近等因素,所以在存货组合质押阶段以供不时之需保留下来的存货种类将不能作为置换存货,直接从备选置换存货中排除。

设 $t(t = 1,2,\cdots,k)$ 为 3PL 公司仓库中的第 t 种在押质物,$j(j = 1,2,\cdots,m)$ 为贷款企业仓库中可用于置换在押质物的第 j 种置换存货。如此,k、m 和 n 之间满足下列基本关系:

$$k + m = \begin{cases} n & \forall x_t = (Q_t - \bar{q}_t)/Q_t \quad t = 1,2,\cdots,k \\ n + 1 & \exists x_t \neq (Q_t - \bar{q}_t)/Q_t \quad t = 1,2,\cdots,k \end{cases} \tag{9}$$

单位价值的第 t 种在押质物被置换且在终端市场销售获得的确定性期望收益为:

$$E[\pi_t] = \frac{(p_{t4} - p_{t1} - c_{t3})}{p_{t1}} - \frac{c_{j2}}{p_{j1}} \tag{10}$$

其中,$\frac{(p_{t4} - p_{t1} - c_{t3})}{p_{t1}}$ 为单位价值在押质物被置换后送去终端市场销售获得的收益,$\frac{c_{j2}}{p_{j1}}$ 为维持在押质物总价值不变而补充单位价值第 j 种存货需承担的运输成本。

单位价值的第 j 种存货从贷款企业送去终端市场销售获得的确定性期望收益为:

$$E[\pi_j] = \frac{(p_{j4} - p_{j1} - c_{j1})}{p_{j1}} + \frac{h_{j1}}{p_{j1}} \tag{11}$$

其中,$\frac{(p_{j4} - p_{j1} - c_{j1})}{p_{j1}}$ 为单位价值的第 j 种存货从贷款企业直接送去终端市场销售获得的利润,$\frac{h_{j1}}{p_{j1}}$ 为单位价值的第 j 种存货送去终端市场销售而节约的存储成本。

当 $E[\pi_t] > E[\pi_j]$ 时,第 t 种在押质物被第 j 种存货置换后总期望收益增加,满足存货循环置换发生的充分条件,有下列不等式成立:

$$\frac{(p_{t4} - p_{t1} - c_{t3})}{p_{t1}} - \frac{c_{j2}}{p_{j1}} > \frac{(p_{j4} - p_{j1} - c_{j1})}{p_{j1}} + \frac{h_{j1}}{p_{j1}} \tag{12}$$

对式(12)移项、合并同类项,得:

$$\frac{(p_{t4} - p_{t1} - c_{t3})}{p_{t1}} > \frac{(p_{j4} - p_{j1} - c_{j1}) + c_{j2} + h_{j1}}{p_{j1}} \tag{13}$$

在存货循环置换过程中,仅仅满足充分条件还不够,贷款企业追求期望收益最大化,式(12)只能保证置换后总期望收益增加,但不能保证总期望收益得到最大程度的增加。在单位价值存货置换单位价值在押质物时,若能每次以 $\min\limits_j \frac{(p_{j4} - p_{j1} - c_{j1}) + c_{j2} + h_{j1}}{p_{j1}}$ 的存货去置换 $\max\limits_t \frac{(p_{t4} - p_{t1} - c_{t3})}{p_{t1}}$ 的在押质物,则期望收益最大化得到保证。综上分析,得到存货循环置换决策规则如下:

在存货循环置换过程中,贷款企业为实现期望收益最大化,应保证每单位价值的存货与在押质物置换时,以 $\min\limits_j \frac{(p_{j4} - p_{j1} - c_{j1}) + c_{j2} + h_{j1}}{p_{j1}}$ 的存货去置换 $\max\limits_t \frac{(p_{t4} - p_{t1} - c_{t3})}{p_{t1}}$ 的在押质物。

(二)存货循环置换模型

与存货组合质押阶段每种存货质押时保留一定数量的假设一致,在存货循环置换阶段,每种用于置换在押质物的存货也保留一定数量。已知贷款企业仓库中第 j 种存货的库存数量为 Q'_j ,置换过程中需要保留的数量为 $\bar{q}_j$,则可用于置换 3PL 公司仓库中在押质物的数量 q_j 满足 $q_j \leqslant Q'_j - \bar{q}_j$;令 y_j 表示贷款企业用于置换 3PL 公司仓库中在押质物的第 j 种存货数量与贷款企业仓库中该存货库存数量的比值,因此 y_j 满足 $0 \leqslant y_j \leqslant (Q'_j - \bar{q}_j)/Q'_j$;令 z_t 表示 3PL 公司仓库中第 t 种在押质物被置换的数量,由于所有在押质物都可能被完全置换出,故 $0 \leqslant z_t \leqslant x_i(x_i \neq 0)$ 。此处取 y_j 、z_t 下标与存货 g_i 下标按顺序一一对应。

为了方便下面存货循环置换模型的描述,重新记 3PL 公司仓库中第 t 种在押质物的数量为 q_t ,并记 $\Theta_t = \dfrac{(p_{t4} - p_{t1} - c_{t3})}{p_{t1}}$ 、$\Omega_j = \dfrac{(p_{j4} - p_{j1} - c_{j1}) + c_{j2} + h_{j1}}{p_{j1}}$,建立存货循环置换的线性规划模型如下:

$$\max \quad \Delta TE[\pi_C] = \sum_{t=1}^{k} \Theta_t \times p_{t1} \times q_t \times z_t - \sum_{j=1}^{m} \Omega_j \times p_{j1} \times q_j \times y_j \tag{14}$$

$$s.t. \quad \sum_{t=1}^{k} p_{t1} \times q_t \times z_t = \sum_{j=1}^{m} p_{j1} \times q_j \times y_j \tag{15}$$

$$0 \leqslant y_j \leqslant (Q'_j - \bar{q}_j)/Q'_j \tag{16}$$

$$0 \leqslant z_t \leqslant x_i(x_i \neq 0) \tag{17}$$

其中,式(14)表示贷款企业存货循环置换后的总期望收益最大化目标;式(15)表示存货置换在押质物的价值平衡约束;式(16)式表示存货置换的数量比例约束;式(17)表示在押质物被置换的数量比例约束。

五、数值算例

贷款企业仓库中现有 5 种存货,分别记为 $g_i, i = 1,2,\cdots,5$ 。这些存货流动性好、变现能力强、易于保存,都可以作为质物用来质押以获得贷款。已知 $S = 35$ 万元, $T = 1$ 年, $r = 8\%$, $p_{A1} = 50$ 元/千克, $p_{A2} = 70$ 元/千克, $c_{A1} = 3$ 元/千克;3PL 公司结合以往办理存货质押的经验,将各种存货的质押率统一设置为0.7,即 $\omega_i = 0.6(i = 1,2,\cdots 5)$;设单位产品在贷款企业仓库存储的费率为8%($h_{i1} = 0.08p_{i1}$),在 3PL 公司仓库存储的费率为 10%($h_{i2} = 0.1p_{i1}$);单位产品从贷款企业仓库到物流公司仓库的运输费率为 4%($c_{i2} = 0.04p_{i1}$),从贷款企业到市场的运输费率为 6%($c_{i1} = 0.06p_{i1}$),从 3PL 公司仓库到市场的运输费率为 5%($c_{i3} = 0.05p_{i1}$);贷款企业预测组合质押阶段末质物价格变化符合 $p_{i3} \sim \Phi(\mu_i, \sigma_i^2)$ 的正态分布,其均值与方差及相关参数见表 1 所示。

表 1　相关参数设置

g_i		g_1	g_2	g_3	g_4	g_5
Q_i(千克)		9 000	5 800	8 600	6 000	8 000
$\bar{q}_i$(千克)		1 350	580	1 720	600	1 200
p_{i1}(元/千克)		43.6	78.2	56.0	66.4	60.6
p_{i2}(元/千克)		55.6	98.1	75.2	89.5	81.3
p_{i3}	μ_i	58.4	89.6	72.5	83.0	84.9
(元/千克)	σ_i^2	12^2	11^2	13^2	12^2	13^2
p_{i4}(元/千克)		63.6	82.5	78.4	88.2	82.8
h_{i1}(元/千克·年)		3.49	6.26	4.48	5.31	4.85
h_{i2}(元/千克·年)		4.36	7.82	5.60	6.64	6.06
c_{i1}(元/千克)		2.62	4.69	3.36	3.98	3.64
c_{i2}(元/千克)		1.74	3.13	2.24	2.66	2.42
c_{i3}(元/千克)		2.18	3.91	2.80	3.32	3.03

下面分存货组合质押与存货循环质押两个阶段模拟贷款企业的决策过程。

(一)存货组合质押阶段

1. $E[\pi_{i1}]$ 、$E[\pi_{i2}]$ 及 $\Delta E[\pi_i]$ 的计算

根据式(1),带入数据依次解得 $E[\pi_{11}] = 0.135$ 、$E[\pi_{21}] = 0.114$ 、$E[\pi_{31}] = 0.203$ 、$E[\pi_{41}] = 0.208$ 、$E[\pi_{51}] = 0.201$;将数据带入式(4),依次解得 $E[p_{13}] = 58.63$ 、$E[p_{23}] = 89.65$ 、$E[p_{33}] = 72.81$ 、$E[p_{43}] = 83.16$ 、$E[p_{53}] = 84.97$;将 $E[p_{i3}](i = 1,2,\cdots,5)$ 的值带入式(2),依次解得 $E[\pi_{12}] = 0.335$ 、$E[\pi_{22}] =$

0.136、$E[\pi_{32}]=0.290$、$E[\pi_{42}]=0.242$、$E[\pi_{52}]=0.392$;由式(5)依次得到 $\Delta E[\pi_1]=0.200$、$\Delta E[\pi_2]=0.022$、$\Delta E[\pi_3]=0.087$、$\Delta E[\pi_4]=0.034$、$\Delta E[\pi_5]=0.191$。

2.建立存货组合质押模型

将 $\Delta E[P_i]$ 值带入式(6),建立存货组合质押的线性规划模型如下:

$$\text{Max}\quad \Delta TE[\pi_P]=78480x_1+9978.32x_2+41899.2x_3+13545.6x_4+92596.8x_5 \tag{18}$$

$$s.t.\quad 500400x_1+568980x_2+646720x_3+537000x_4+650400x_5=5\times10^5 \tag{19}$$

$$0\leqslant x_1\leqslant 0.85 \tag{20}$$

$$0\leqslant x_2\leqslant 0.90 \tag{21}$$

$$0\leqslant x_3\leqslant 0.80 \tag{22}$$

$$0\leqslant x_4\leqslant 0.90 \tag{23}$$

$$0\leqslant x_5\leqslant 0.85 \tag{24}$$

运用 Matlab17.0 优化工具箱解此线性规划问题,运行结果如下:

$x_1=0.85$,$x_2=0$,$x_3=0$,$x_4=0$,$x_5=0.12$;$\Delta TE[\pi_P]=77\,819.62$

即贷款企业应选择存货 g_1 和 g_5 进行组合质押。其中,存货 g_1 质押数量为 7 650 千克、存货 g_5 质押数量为 960 千克;贷款企业的总期望收益差为 77 819.62。

(二)存货循环质押阶段

1.Θ_t 和 Ω_j 的计算

由存货组合质押阶段结果可知,存货 g_1 除保留数量 $\bar{q}_1$ 外其余全部质押,存货 g_5 只质押了总数量的 12%($x_5=0.12$)。因此,在循环质押阶段,用于置换的存货包括 g_2、g_3、g_4、g_5 共 4 种,可被置换的质物包括 g_1 和 g_5。此处,$k=2$,$m=4$,满足 $k+m=n+1$。

由 $\Theta_t=\dfrac{(p_{t4}-p_{t1}-c_{t3})}{p_{t1}}(t=1,2)$ 带入数据,得 $\Theta_1=0.409$,$\Theta_2=0.316$;由 $\Omega_j=\dfrac{(p_{j4}-p_{j1}-c_{j1})+c_{j2}+h_{j1}}{p_{j1}}(j=1,2,3,4)$ 带入数据,得 $\Omega_1=0.115$,$\Omega_2=0.460$,$\Omega_3=0.388$,$\Omega_4=0.426$。

2.建立存货循环置换模型

将 Θ_t 和 Ω_j 值带入式(13),建立存货组合质押的线性规划模型如下:

$$\text{Max}\quad \Delta TE[\pi_C]=(160491.6z_1+153196.8z_2)-(52159.4y_1+221536y_2+154579.2y_3+206524.8y_4) \tag{25}$$

$$s.t.\quad (3924z_1+4848z_2)\times10^2=(4535.6y_1+4816y_2+3984y_3+4848y_4)\times10^2 \tag{26}$$

$$0\leqslant y_1\leqslant 0.90 \tag{27}$$

$$0\leqslant y_2\leqslant 0.80 \tag{28}$$

$$0\leqslant y_3\leqslant 0.90 \tag{29}$$

$$0\leqslant y_4\leqslant 0.73 \tag{30}$$

$$0\leqslant z_1\leqslant 0.85 \tag{31}$$

$$0\leqslant z_2\leqslant 0.12 \tag{32}$$

运用 Matlab17.0 优化工具箱解此线性规划问题,运行结果如下:

$y_1=0.86$,$y_2=0$,$y_3=0$,$y_4=0$;$z_1=0.85$,$z_2=0.12$;$\Delta TE[\pi_C]=109\,944.39$

即贷款企业用存货 g_2 共 $5800\times0.86=4988$ 千克置换出存货组合质押阶段质押的存货 g_1(7 650 千克)和存货 g_5(960 千克),且总期望收益增加 109 944.39。

六、结语

本文为中小型企业提供了一种运用在库存货进行质押获取银行融资的决策思路。严格说,组合质押与循环质押可统称为循环质押。组合质押看成是循环质押的第一阶段,而循环质押就是由多个阶段组成的反复质押与解押的过程。除第一阶段属存货优化组合进行质押外,剩余阶段都是在库存货与在押质物循环置换的过程,其决策方法基本一致,因此本文将存货组合与循环质押问题抽象为两个阶段的质押融资问题,即先进行存货组合质押再进行存货循环置换。我们为每个阶段设计了相应的决策规则,并分别建立优化模型,通过模拟算例演示了决策过程。

需要指出的是,为了方便分析,文中将部分条件理想化,如每种存货的质押率取 $\theta_i=0.7$,实际上,不同的质押率对存货组合选择影响较大;又如存货组合质押阶段末存货(质物)价格 p_{i3} 的估计,文中假设其符合一定均值和方差的正态分布,从现有文献已做的研究看,还存在多种其他形式的分布,如均匀分布、对数正态分布、几何布朗运动等。限于篇幅,本文只对 p_{i3} 符合正态分布的情形给出算例演示,符合其他形式分布的

情形可同理推算。在存货循环置换阶段也只考虑了各种存货(质物)终端市场价格变化这种情况,而循环置换发生的原因可能会有多种。在后续研究中,将要对上述情形展开具体分析。

参考文献:

[1] 袁军.基于结构突变的存货质押融资流动性风险实证研究——以中国东方丝绸市场交易所坯布动产为例[J].系统工程,2010,28(2):73-81.

[2] 李毅学,徐渝,冯耕中.国内外存货质押融资业务演化过程研究[J].经济与管理研究,2007(3):22-26.

[3] 白世贞,徐娜.基于存货质押融资的质押率决策研究[J].系统工程学报,2013,28(5): 617-624.

[4] 何娟,蒋祥林,朱道立,等.供应链融资业务中钢材质押贷款质押率设定的 VaR 方法[J].管理工程学报,2012,26(3):129-136.

[5] HE J,JIANG X L,WANG J,et al. VaR methods for the dynamic impawn rate of steel in inventory financing under autocorrelative return[J]. European Journal of Operational Research, 2012(223):106-115.

[6] 何娟,蒋祥林,朱道立,等.考虑收益率自相关特征的存货质押动态质押率设定[J].管理科学,2012,25(3):91-102.

[7] 李毅学,冯耕中,徐渝.价格随机波动下存货质押融资业务质押率研究[J].系统工程理论与实践,2007,27(12):42-48.

[8] 李毅学,汪寿阳,冯耕中.物流金融中季节性存货质押融资质押率决策[J].管理科学学报,2011,14(11):19-32.

[9] COSSIN D, HRICKO T. A structural analysis of credit risk with risky collateral: A methodology for haircat determination[J]. Economics Notes, 2003, 32(2): 243-282.

[10] 张钦红,赵泉午.需求随机时的存货质押贷款质押率决策研究[J].中国管理科学, 2010,18(5):21-27.

[11] JORION P. Value at risk:The new benchmark for managing financial risk[M]. 3rd ed. New York: McGraw-Hill, 2006.

[12] 常伟,胡海清,张道宏,等.存货质押融资业务的流动性风险度量[J].预测,2009,28(6): 71-75.

[13] 陈宝峰,冯耕中,李毅学.存货质押融资业务的价值风险度量[J].系统工程,2007,25(10): 21-26.

[14] 韩钢,李随成.动态质押模式下的存货质押融资业务的风险控制[J].系统工程,2010,28(12): 18-22.

[15] 康丽薇.基于 Copula 函数的存货质押业务价格风险的 VaR 估计与应用[D].成都:西南交通大学,2011.

[16] 孙朝苑,韦燕.双品类存货组合的质押率研究[J].财经科学,2011(10):117-124.

[17] 齐二石,马珊珊,韩铁.组合仓单质押贷款质押率研究[J].西安电子科技大学:社会科学版,2008,18(6):50-53.

[18] 李毅学,张媛媛,汪寿阳,等.物流与供应链金融创新:存货质押融资风险管理[M].北京:科学出版社,2010.

Inventory Portfolio and Circulating Pledge Financing Making-decision based on Unified Credit Mode

ZHANG Yun-feng[1,2], WANG Yong[2]

(*1. School of Management Engineering, Anhui Polytechnic University, Wuhu 241000, P. R. China;*

2. School of economics and Business Administration, Chongqing University, Chongqing 400044, P. R. China)

Abstract: Inventory pledge financing has become an important means of financing for small and medium-sized enterprises. Inventory portfolio and Circulating pledge is a new mode of inventory pledge which is emerging in recent years, and theoretical research about this has not attracted enough attention by the scholars. So this paper aims to explore inventory portfolio and circulating pledge financing making-decision problem. This article, firstly, makes the rules of inventory portfolio and circulating pledge; secondly, establishes corresponding linear programming function according to our rules; thirdly, shows the numerical analysis by an example, demonstrates the decision-making process of inventory portfolio and circulating pledge financing, provides a reference for the enterprises that need to finance.

Key words: unified credit mode; inventory; portfolio pledge; circulating pledge; replacing

(责任编辑 傅旭东)