

文章编号:1003-207(2013)05-0149-08

# 协议企业实物储备、生产能力储备模式的协调性研究

陈 涛<sup>1</sup>, 黄 钧<sup>1</sup>, 张 玲<sup>2</sup>

(1. 中国科学院大学应急管理研究中心, 北京 100049;  
2. 广东省惠州学院经济管理系, 广东 惠州 516007)

**摘 要:**本文以政府作为应急物资储备保障的责任主体,研究应对突发事件的社会化储备体系中,协议企业实物储备、生产能力储备的协调性问题。建立以协议企业自身利益最大化为目标的实物储备与生成能力储备协调性模型,通过对政府采购价格的研究分析得到一个“均衡价格”,结合政府最高收购价格与“均衡价格”,给出政府基于“均衡价格”的储备策略调整方法,以此调节协议企业实物储备与生产能力储备方式与物资数量,并用实例说明文章所研究的“均衡价格”具有一定的现实意义。为国家与协议企业联合储备的合作,引导协议企业以相应储备方式为政府进行应急物资储备提供指导和依据。

**关键词:**社会化储备;实物储备;生产能力储备;均衡价格

**中图分类号:**O224 **文献标识码:**A

## 1 引言

我国是一个受自然灾害影响深重的国家,所发生的灾害具有种类多、发生频率高、分布地域广、造成的损失大等特征。我国 70% 以上的城市、50% 以上的人口分布在气象、地质和海洋等自然灾害严重的地区。近 15 年来,我国平均每年因各类自然灾害造成约 3 亿人(次)受灾,倒塌房屋约 300 万间,紧急转移安置人口约 800 万人,直接经济损失近 2000 亿元。2008 年以来,汶川地震、南方冻雨、玉树地震、舟曲泥石流,每一次灾害都给社会和经济带来了严重的影响。

为了更好的应对突发事件,民政部在 2011 年发布的《国家综合防灾减灾规划“十二五”规划(征求意见稿)》中明确提出,要充分发挥社会资源在应急救援物资保障中的作用,提高重要救灾物资应急生产能力,积极利用国防交通物资储备、企业储备、商业储备和人民防空现有基础设施,完善军民兼用、平战结合的救灾物资应急保障机制,提高救灾物资应急

保障能力,建立救灾物资国家储备库为主、社会储备为补充的救灾物资应急保障机制<sup>[1]</sup>。

我国需要建立和健全应急物资储备体系。在这样的背景下,如何促进企业与政府以合作的形式进行应急物资联合储备,如何处理合作模式内部的协调性就成为了必然要面对的问题。

卢少平<sup>[2]</sup>与郑宏凯<sup>[3]</sup>提出充分利用企业和社会力量,储备于民,建立储备国家化和社会化相结合应急物资储备体系的必要性。在国家与企业联合储备方面,张红<sup>[4]</sup>从法律、法规以及应急物资管理方面,指出我国应急物资储备管理方面存在的问题,并提出政府与企业联合储备的两种方式——实物储备与生产能力储备。那么国家应该采取什么措施或施行什么样的政策,才能促使相关的企业在相关的国家政策引导下,以实物储备或生产能力储备的方式为国家储备应急物资。

高建国等<sup>[5]</sup>以“价格储备”作为一个基本的政府与企业的联合储备模式,提出了完善国家储备体系的相关措施。Whybark<sup>[6]</sup>指出在应急物资库存管理的时候要考虑库存储备与生产能力储备的均衡,开拓区域内的生产能力储备可以有效的降低库存储备水平。刘利民<sup>[7]</sup>提出要实现储备网络开放化,建立物资的社会动员机制、对不易存储的一般生活物品,可采取与生产厂家(含大型物流超市)签订协议的方式。除政府建立储备外,对部分品种采取立法强制或通过向企业提供低息甚至贴息贷款等方式,

收稿日期:2012-07-30; 修订日期:2013-05-30

基金项目:国家自然科学基金重大研究计划培育项目(90924008);国家自然科学基金重大研究计划集成平台项目(90924031);广东省优秀青年创新人才培养计划项目(LYM111119);广东省自然基金博士启动项目(S2011040004017)

作者简介:陈涛(1986-),男(汉族),山东淄博市人,中国科学院大学,博士研究生,研究方向:应急管理,应急物流。

促使和鼓励企业进行储备。蒲松林<sup>[8]</sup>提出,对于不易长期保存或者是需求数量可能庞大的应急物资,与相关厂商签订紧急采购合同,便于突发事件发生后的物资生产和调运。同时,利用市场力量和社会资源,社会储备与企业储备、分散储备与集中储备、合同储备与实物储备相结合的方法,减少实际库存,借助各方力量做好应急物资的获得能力,从而提高应急物资储备管理水平。这些研究主要以定性研究为主,并未对政府与企业(社会)的联合储备模式做定量的研究。

张文峰<sup>[9]</sup>则首先明确不同级别的应急物资所对应的五种应急物资联合储备模式(即政府储备,协议企业实物储备,政府与协议企业实物储备,政府与协议企业实物、生产能力储备,以及协议企业实物、生产能力储备),进而,从供应链的角度出发,以供应链利润期望最大化为目标,在达到一定的保障能力的条件下,对应急物资的储备数量进行优化决策。张自立等<sup>[10]</sup>构建了政府补贴对协议企业生产能力储备的影响以及政府对协议企业补贴的最优状态的数学模型,分析政府选择实物储备或寻求其他协议企业进行相似应急物资生产能力储备的原因,以期政府在与相关企业签订应急物资生产能力储备协议时提供一定的理论支持,从而优化政府应急决策,最终解决生产能力储备企业的选择问题。包玉梅<sup>[11]</sup>将企业供应链下的多级库存管理运用到应急物资储备中,建立二级库存报童模型,即应急物资储备分为政府实物储备与企业合同储备,提出以政府储备为主,将需求阶段相对靠后的应急物资通过契约形式委托合适的企业进行合同储备,当突发事件发生而应急物资储备不足时,启用合同储备,并通过时间  $T$  和成本  $C$  对合同储备企业进行科学的评价与选择。这些研究主要出从协议企业的储备数量及相关政府对协议企业的选择的角度进行研究,并未从政府能够根据自身的需求对协议企业的储备方式及储备数量进行调整的角度进行研究。

Lodree JrEJ 等<sup>[12]</sup>则站在企业的角度,在企业面对随机性需求时,将“事前”装配好产品的策略与实时的按需求装配产品(只储备原材料)的策略进行比较分析。作者通过对报童模型的优化求解,找到两种策略的均衡点,并通过均衡点以及模型的进一步分析,找到产品政府采购价格的临界点。Cattani 等<sup>[14]</sup>提出一个主动能力与被动相应能力相结合的企业库存报童模型,并建立起主动能力投资与被动能力投资的条件约束。这些研究只是站在企业

的层面进行分析,并没有以政府为应急物资保障的责任主体,给出政府引导下的企业储备方式的协调性分析。

本文研究的协议企业实物储备、生产能力储备模式的协调性问题,其特点主要是在社会化应急物资储备体系下,以政府作为应急物资储备保障的责任主体,站在鼓励协议企业为政府应对突发事件提供物资保障的角度,从协议企业生产与储备计划的合理性出发,探讨协议企业实物储备与生产能力储备两种应急物资储备的协调性,以引导协议企业以相应储备方式为政府进行应急物资储备,从而为国家与协议企业联合储备的合作提供指导和依据。

## 2 模型介绍与分析

本文所研究的协议企业实物储备、生产能力储备的协调性,是在社会化应急物资储备体系的基础上展开的。我们以政府作为应急物资储备保障的责任主体为基本前提,从协议企业生产与储备计划的合理性出发(即企业追求自身利益最大化),通过对政府采购应急物资价格的研究分析,给出政府引导协议企业进行实物储备、生产能力储备的相应储备方式及储备数量,以符合国家的政策导向为目标对应急物资进行储备。

### 2.1 基本概念

协议企业实物储备:协议企业采用实物储备方式时,应急物资的储备形式为应急物资最终的产品,当发生突发事件时,协议企业需要按照跟国家签署的相关协议,向相关的部门或灾区提供应急物资。

协议企业生产能力储备:协议企业采用生产能力储备方式时,应急物资的储备形式为生产应急物资随必备的原材料或生产应急物资的生产线等,在突发事件发生时,协议企业需要按照跟国家结束的相关协议,立即将生产能力(原材料、生产线等)转化为灾区需要的应急物资。

生产成本:实物储备形式的应急物资生产成本为在突发事件发生之前,将应急物资的原材料加工成最终产品的所用成本(含计划期储备成本);生产能力储备方式的应急物资生产成本为突发事件发生之前的原材料采购成本与突发事件发生时的紧急加工成本之和(含计划期储备成本)。

### 2.2 模型假设

假设 1:只对适合协议企业实物储备与生产能力储备的储备模式,且具有需求量大、生产周期相对较长、紧急生产成本较高等特征的应急物资进行讨

论,如帐篷、棉被、行军床、衣服等;

假设 2:这类应急物资的需求是针对某一个区域内发生的突发事件,需求数量服从某一分布;

假设 3:在政府的一个计划期间,政府通过采购价格引导协议企业进行实物储备或生产能力储备;

假设 4:协议企业以实物储备形式所提供的应急物资的生产成本比生产能力储备形式紧急提供应急物资的生产成本低;

假设 5:如果协议企业储备的应急物资没有被用到,则应急物资最终产品积压所损失的价值要大于应急物资原材料积压所带来的损失;

假设 6:协议企业以追求自身利益最大化为目标。

对于上述假设的合理性,本文主要针对协议企业实物储备与生产能力储备的储备模式特征,以及政府相应政策引导的特点等因素给出的。具体来说,对于假设 1 而言,文章所讨论的具有需求量大、生产周期相对较长、紧急生产成本较高等特征的应急物资是突发事件(尤其是地震泥石流等)发生后,灾区亟需的重要物资之一,而且此类物资也适合协议企业实物储备与生产能力储备的储备模式的特征;假设 2 主要是依据研究本身的需要所给出的,而且实际中政府(或企业)可根据自身突发时间统计模拟产生;假设 3 的给出主要是依据政府与企业的合作是有一个计划期的,如五年计划等;假设 4 与假设 5 的给出客观实际的情况;假设 6 的给出主要是依据政府与企业长期合作的可行性。

### 2.3 符号说明

$D$  为某类应急物资需求的随机变量(根据假设 2);

$F(D)$  为需求  $D$  的概率分布函数,  $f(D)$  为需求  $D$  的概率密度函数;

$S_{sw}$  为协议企业采用实物储备与生产能力储备相结合的储备策略时,实物储备形式储备应急物资的数量;

$S_{nl}$  为协议企业采用实物储备与生产能力储备相结合的储备策略时,生产能力形式储备应急物资原材料的数量;

$c_{sw}$  为实物储备形式下,应急物资最终产品的单位生产成本;

$c_{nl}$  为生产能力储备形式下,应急物资原材料的单位采购成本;

$r_{sw}$  为实物储备形式下计划期末,积压的应急物资最终产品的单位价值;

$r_{nl}$  为生产能力储备形式下计划期末,积压的应急物资原材料的单位价值;

$p$  为协议企业向国家提供应急物资的单位价格;

$K_{S+N}(S_{sw}, S_{nl})$  为协议企业采用实物储备与生产能力储备相结合的储备策略时的收益;

$K_S(S'_{sw})$  为协议企业只采用实物储备策略时的收益,其中,  $S'_{sw}$  为该策略下储备物资数量;

$K_N(S'_{nl})$  为协议企业只采用生产能力储备策略时的收益,其中,  $S'_{nl}$  为该策略下储备物资数量。

$m$  为突发事件发生后,协议企业将储备的应急物资原材料,进行加工生产所产生的单位成本, A. K. Chakravarty<sup>[13]</sup> 也将“事中”实时的被动响应的采购或对加工物资时,由于生产、加工等方面的考虑,加入一个时间上拖延的成本予以考虑。由于突发事件发生之后的生产加工,要比突发事件发生之前(“事前”)的加工生产对时间的要求更加严格,即时间上更加的紧迫,并且突发事件发生之后的紧急不确定的生产加工,往往要求协议企业偏离最初的生产加工的计划安排,从而导致系统出现某种形式上的紧迫性,所以突发事件发生之前的物资(或服务)的单位生产成本  $c_{sw}$  要小于突发事件发生之后的物资(或服务)的单位生产成本  $c_{nl} + m$ <sup>[12,15-16]</sup>, 即  $c_{sw} < c_{nl} + m$  (根据假设 4)。

根据协议企业实物储备、生产能力储备的储备模式特征,我们可知,当突发事件发生之后,应急物资的需求通过两种形式来满足:协议企业采用实物储备形式储备应急物资  $S_{sw}$ ; 协议企业采用生产能力形式储备应急物资原材料  $S_{nl}$  所进一步加工产生的应急物资。模型如下所示:

$$\begin{aligned} \max K_{S+N}(S_{sw}, S_{nl}) = & -c_{sw}S_{sw} - c_{nl}S_{nl} + r_{sw} \int_0^{S_{sw}} (S_{sw} - D)f(D)dD + r_{nl} \int_{S_{sw}}^{S_{sw}+S_{nl}} (S_{sw} + S_{nl} - D)f(D)dD + r_{nl}S_{nl} \int_0^{S_{sw}} f(D)dD - m \int_{S_{sw}}^{S_{sw}+S_{nl}} (D - S_{sw})f(D)dD - mS_{nl} \int_{S_{sw}+S_{nl}}^{\infty} f(D)dD + p \int_0^{S_{sw}+S_{nl}} Df(D)dD + p(S_{sw} + S_{nl}) \int_{S_{sw}+S_{nl}}^{\infty} f(D)dD \end{aligned} \quad (1)$$

其中,  $S_{sw} \geq 0, S_{nl} \geq 0$

本文以协议企业追求自身利益最大化为目标(根据假设 6),故:

$$\begin{cases} \frac{\partial K_{S+N}(S_{sw}, S_{nl})}{\partial S_{sw}} = 0 \\ \frac{\partial K_{S+N}(S_{sw}, S_{nl})}{\partial S_{nl}} = 0 \end{cases} \quad (2)$$

$$0 = \frac{\partial K_{S+N}(S_{sw}, S_{nl})}{\partial S_{sw}} = -c_{sw} + r_{sw}F(S_{sw}) + r_{nl}[F(S_{sw} + S_{nl}) - F(S_{sw})] - r_{nl}S_{nl}f(S_{sw}) + r_{nl}S_{nl}f(S_{sw}) + m[F(S_{sw} + S_{nl}) - F(S_{sw})] - mS_{nl}f(S_{sw} + S_{nl}) + mS_{nl}f(S_{sw} + S_{nl}) + p(S_{sw} + S_{nl})f(S_{sw} + S_{nl}) + p[1 - F(S_{sw} + S_{nl})] - p_s(S_{sw} + S_{nl})f(S_{sw} + S_{nl})$$

化简可得：

$$(p - r_{nl} - m)F(S_{sw}^* + S_{nl}^*) + (r_{nl} + m - r_{sw})F(S_{sw}^*) = p - c_{sw} \tag{3}$$

$$0 = \frac{\partial K_{S+N}(S_{sw}, S_{nl})}{\partial S_{nl}} = -c_{nl} + r_{nl}[F(S_{sw} + S_{nl}) - F(S_{sw})] + r_{nl}F(S_{sw}) - mS_{nl}f(S_{sw} + S_{nl}) - m[1 - F(S_{sw} + S_{nl})] + mS_{nl}f(S_{sw} + S_{nl}) + p(S_{sw} + S_{nl})f(S_{sw} + S_{nl}) + p[1 - F(S_{sw} + S_{nl})] - p(S_{sw} + S_{nl})f(S_{sw} + S_{nl})$$

化简可得：

$$(p - r_{nl} - m)F(S_{sw}^* + S_{nl}^*) = p - c_{nl} - m \tag{4}$$

将(3)、(4)两式联立组成方程组：

$$\begin{cases} (p - r_{nl} - m)F(S_{sw}^* + S_{nl}^*) + (r_{nl} + m - r_{sw})F(S_{sw}^*) = p - c_{sw} \\ (p - r_{nl} - m)F(S_{sw}^* + S_{nl}^*) = p - c_{nl} - m \end{cases}$$

解得：

$$\begin{cases} F(S_{sw}^*) = \frac{c_{nl} + m - c_{sw}}{r_{nl} + m - r_{sw}} = 1 - \frac{(c_{sw} - r_{sw}) - (c_{nl} - r_{nl})}{r_{nl} + m - r_{sw}} \\ F(S_{sw}^* + S_{nl}^*) = \frac{p - c_{nl} - m}{p - r_{nl} - m} = 1 - \frac{c_{nl} - r_{nl}}{p - r_{nl} - m} \end{cases} \tag{5}$$

由于  $c_{nl} + m > c_{sw}$  以及  $1 \geq F(S_{sw}^*) \geq 0$ ，所以，我们必须要求  $m > r_{sw} - r_{nl}$  以及  $c_{sw} - r_{sw} > c_{nl} - r_{nl}$ 。而这两个限制条件分别表示：原材料的紧急加工成本要高于应急物资最终成品积压价值与原材料积压的差值；以及应急物资最终产品积压所损失的价值要大于应急物资原材料积压所带来的损失（假设 5）。这些限制条件都是与实际情况相吻合的。

将(5)式代入(1)式整理可得：

$$K_{S+N}^*(S_{sw}^*, S_{nl}^*) = (p - r_{sw}) \int_0^{S_{sw}^*} Df(D) dD + (p - m - r_{nl}) \int_{S_{sw}^*}^{S_{sw}^* + S_{nl}^*} Df(D) dD \tag{6}$$

**性质 1**  $K_{S+N}(S_{sw}, S_{nl})$  为  $S_{sw}$  与  $S_{nl}$  上的凹函数。

**证明：**  $\frac{\partial^2 K_{S+N}(S_{sw}, S_{nl})}{\partial S_{sw}^2} = r_{sw}f(S_{sw}) + r_{nl}[f(S_{sw} + S_{nl}) - f(S_{sw})] + m[f(S_{sw} + S_{nl}) - f(S_{sw})] - pf(S_{sw} + S_{nl}) = -(p - r_{nl} - m)f(S_{sw} + S_{nl}) - (r_{nl} + m - r_{sw})f(S_{sw}) < 0$

$$\frac{\partial^2 K_{S+N}(S_{sw}, S_{nl})}{\partial S_{sw} \partial S_{nl}} = r_{nl}f(S_{sw} + S_{nl}) + mf(S_{sw} + S_{nl}) - pf(S_{sw} + S_{nl}) = -(p - r_{nl} - m)f(S_{sw} + S_{nl}) < 0$$

从而：

$$\frac{\partial^2 K_{S+N}(S_{sw}, S_{nl})}{\partial S_{sw}^2} \cdot \frac{\partial^2 K_{S+N}(S_{sw}, S_{nl})}{\partial S_{nl}^2} - \left(\frac{\partial^2 K_{S+N}(S_{sw}, S_{nl})}{\partial S_{sw} \partial S_{nl}}\right)^2 = (p - r_{nl} - m)f(S_{sw} + S_{nl})(r_{nl} + m - r_{sw})f(S_{sw}) > 0$$

故  $K_{S+N}(S_{sw}, S_{nl})$  为  $S_{sw}$  与  $S_{nl}$  上的凹函数。

证毕。

从上面的论述，我们可以看出， $K_{S+N}(S_{sw}, S_{nl})$  凹函数的性质是与需求的分布函数无关。

在只实行实物储备的策略时，可知  $S_{nl}^* = 0$ ，同时我们利用(2)式可得：

$$F(S_{sw}^*) = \frac{p - c_{sw}}{p - r_{sw}} = 1 - \frac{c_{sw} - r_{sw}}{p - r_{sw}} \tag{7}$$

我们同时可以得到： $K_S^*(S_{sw}^*) = (p - r_{sw}) \int_0^{S_{sw}^*} Df(D) dD$  (8)

在只实行生产能力储备的策略时，可知  $S_{sw}^* = 0$ ，同时我们利用(3)式可得：

$$F(S_{nl}^*) = \frac{p - c_{nl} - m}{p - r_{nl} - m} = 1 - \frac{c_{nl} - r_{nl}}{p - r_{nl} - m} \tag{9}$$

我们同时可以得到： $K_N^*(S_{nl}^*) = (p - m - r_{nl}) \int_0^{S_{nl}^*} Df(D) dD$  (10)

### 3 政府主导下均衡价格的研究

这一部分主要根据前面给出的模型，找到一个“均衡价格” $\bar{p}$ ，以探讨政府与协议企业所协商的应急物资最终产品价格  $p$ ，对协议企业实行的实物储备与生产能力储备策略的影响。

**性质 2** 存在一个“均衡价格” $\bar{p}$ ，使得当  $p \leq \bar{p}$  时，协议企业只进行实物储备形式储备应急物资；当

$p > \bar{p}$  时,协议企业会同时实行实物储备形式的应急物资储备与生产能力储备形式的应急物资原材料(生产线)储备。其中,

$$\bar{p} \equiv \frac{(c_{sw} - r_{sw})(r_{nl} + m - r_{sw})}{(c_{sw} - r_{sw}) - (c_{nl} - r_{nl})} + r_{sw} \quad (11)$$

注:为了使所研究问题有意义,结合实际情况,我们有:  $p > c_{sw} > r_{sw}, p > c_{nl} + m, r_{sw} < c_{sw}, r_{nl} < c_{nl}$ 。

证明:由于  $\bar{p} \equiv \frac{(c_{sw} - r_{sw})(r_{nl} + m - r_{sw})}{(c_{sw} - r_{sw}) - (c_{nl} - r_{nl})} + r_{sw}$ , 我们可有如下变形:

$$\bar{p} - r_{sw} = \frac{(c_{sw} - r_{sw})(r_{nl} + m - r_{sw})}{(c_{sw} - r_{sw}) - (c_{nl} - r_{nl})}$$

$$\frac{(c_{sw} - r_{sw}) - (c_{nl} - r_{nl})}{r_{nl} + m - r_{sw}} = \frac{c_{sw} - r_{sw}}{\bar{p} - r_{sw}}$$

而当  $p \leq \bar{p}$  时,上式可化为:

$$\frac{(c_{sw} - r_{sw}) - (c_{nl} - r_{nl})}{r_{nl} + m - r_{sw}} \leq \frac{c_{sw} - r_{sw}}{\bar{p} - r_{sw}}$$

即:  $(p - r_{sw})[(c_{sw} - r_{sw}) - (c_{nl} - r_{nl})] \leq (c_{sw} - r_{sw})(r_{nl} + m - r_{sw})p - p(c_{nl} - r_{nl}) + r_{sw}(c_{nl} - r_{nl}) \leq r_{nl}(c_{sw} - r_{sw}) + m(c_{sw} - r_{sw})p - p(c_{nl} - r_{nl}) - r_{nl}(c_{sw} - r_{sw}) + r_{nl}(c_{nl} - r_{nl}) - m(c_{sw} - r_{sw}) + m(c_{nl} - r_{nl}) \leq r_{nl}(c_{nl} - r_{nl}) + m(c_{nl} - r_{nl}) - r_{sw}(c_{nl} - r_{nl})$

有上述不等式,我们可以得到:

$(p - r_{nl} - m)[(c_{sw} - r_{sw}) - (c_{nl} - r_{nl})] \leq (r_{nl} + m - r_{sw})(c_{nl} - r_{nl})$  故:

$$\frac{(c_{sw} - r_{sw}) - (c_{nl} - r_{nl})}{r_{nl} + m - r_{sw}} \leq \frac{c_{nl} - r_{nl}}{\bar{p} - r_{nl} - m}$$

再结合(4)式,我们可得

$$F(S_{sw}^* + S_{nl}^*) \leq F(S_{sw}^*)$$

由于  $F(D)$  为应急物资需求的分布函数,即此函数具有单调递增的性质,故我们可得  $S_{nl}^* \leq 0$ 。

而  $S_{nl}^*$  为储备应急物资原材料的数量,即  $S_{nl}^* \geq 0$ 。那么,我们可以得到:当  $p \leq \bar{p}$  时,  $S_{nl}^* = 0$ 。也就是这种情况下,协议企业从自身利益的最大化考虑,只会选择实物储备形式的储备策略。此时的最优实物储备量满足:

$$F(S_{sw}^*) = F(S'_{sw}^*) = 1 - \frac{c_{sw} - r_{sw}}{p - r_{sw}}$$

而当  $p > \bar{p}$ , 类似的推理,我们可以得到:

$$F(S_{sw}^* + S_{nl}^*) > F(S_{sw}^*) > 0$$

因此,最优实物储备形式的应急物资最终产品的储备量  $S_{sw}^*$  与最优生产能力储备形式的应急物资原材料的储备量  $S_{nl}^*$  都为非负量。

证毕。

**性质 3** 随着应急物资的政府采购价格  $p$  的增加(减小),协议企业实物储备与生产能力储备的储备水平会表现出如下的变化:

(1) 当  $p \leq \bar{p}$  时,  $S_{sw}^*$  会随着  $p$  的增加(减小)而增加(减小),同时  $S_{nl}^* = 0$ ;

(2) 当  $p > \bar{p}$  时,  $S_{nl}^*$  会随着  $p$  的增加(减小)而增加(减小),同时  $S_{sw}^*$  会保持不变。

证明:当  $p \leq \bar{p}$  时,根据性质 2,我们可得  $S_{nl}^* = 0, F(S_{sw}^*) = 1 - \frac{c_{sw} - r_{sw}}{p - r_{sw}}$ 。当  $p$  增加(减小)时,

$\frac{c_{sw} - r_{sw}}{p - r_{sw}}$  会随着  $p$  增加(减小)而减小(增大),故

$F(S_{sw}^*)$  随着  $p$  的增加(减小)而增加(减小),进而,  $S_{sw}^*$  会随着  $p$  的增加(减小)而增加(减小)。所以,结论(1)成立。

当  $p > \bar{p}$  时,根据性质 2,我们可得:协议企业采取的是实物储备策略与生产能力储备策略相结合的储备策略。此时,由前文的优化结果可知:

$$\left\{ \begin{aligned} F(S_{sw}^*) &= \frac{c_{nl} + m - c_{sw}}{r_{nl} + m - r_{sw}} = \\ &1 - \frac{(c_{sw} - r_{sw}) - (c_{nl} - r_{nl})}{r_{nl} + m - r_{sw}} \\ F(S_{sw}^* + S_{nl}^*) &= \frac{p - c_{nl} - m}{p - r_{nl} - m} = \\ &1 - \frac{c_{nl} - r_{nl}}{p - r_{nl} - m} \end{aligned} \right.$$

故  $p$  的增加(减小)与  $F(S_{sw}^*)$  无关,所以,当应急物资政府采购价格  $p$  的增加(减小)时,  $S_{sw}^*$  会保持不变;而对于  $F(S_{sw}^* + S_{nl}^*)$  而言,当  $p$  增加(减小)时,  $\frac{c_{nl} - r_{nl}}{p - r_{nl} - m}$  会随着  $p$  增加(减小)而减小(增大),故  $F(S_{sw}^* + S_{nl}^*)$  随着  $p$  的增加(减小)而增加(减小),进而,  $S_{sw}^* + S_{nl}^*$  会随着  $p$  的增加(减小)而增加(减小),而此时,  $S_{sw}^*$  保持不变,所以,  $S_{nl}^*$  会随着  $p$  的增加(减小)而增加(减小)。结论(2)成立。

我们对上面的这些结果进行整理,可以得到协议企业实物储备、生产能力储备的相应最优储备水平与应急物资最终产品政府采购价格  $p$  的关系,如下所示:

当  $c_{sw} < p \leq \bar{p}$  时,  $S_{nl}^* = 0, S_{sw}^* > 0$ , 且  $S_{sw}^*$  会随着  $p$  的增加(减小)而增加(减小)。也就是,如果政府采购价格  $p$  大于最终产品的生产成本且小于“均衡价格” $\bar{p}$  时,在协议企业考虑自身利益最大化

的情况下,协议企业只会给国家进行实物储备形式储备应急物资,而不会进行任何形式或数量的生产能力储备,并且实物储备形式储备应急物资的水平或数量  $S_{sw}^*$  会随着政府采购价格  $p$  的增加(减小)而增加(减小)。

当  $p > \bar{p}$  时,  $S_{sw}^* > 0, S_{nl}^* > 0$ , 且  $S_{nl}^*$  会随着  $p$  的增加(减小)而增加(减小),同时  $S_{sw}^*$  会保持不变。也就是,如果政府采购价格  $p$  大于“均衡价格” $\bar{p}$  时,在协议企业考虑自身利益最大化的情况下,协议企业既会给国家进行实物储备形式储备应急物资,又会进行生产能力储备形式储备应急物资的原材料(或生产线),并且生产能力储备形式储备应急物资原材料的水平或数量  $S_{nl}^*$  会随着政府采购价格  $p$  的增加(减小)而增加(减小),而实物储备形式储备应急物资的水平或数量  $S_{sw}^*$  则不会受政府采购价格  $p$  的增加(减小)的影响。

**性质 4** 当  $p > \bar{p}$  时,有关系式:  $S_{sw}^* < S'_{sw}^* < S'_{nl}^* = S_{sw}^* + S_{nl}^*$ ; 且  $K_{S+N}(S_{sw}^*, S_{nl}^*) > K_N(S'_{nl}^*)$

证明:由题意可得

$$F(S'_{sw}^*) = 1 - \frac{c_{sw} - r_{sw}}{p - r_{sw}} F(S'_{nl}^*) = 1 -$$

$$\frac{c_{nl} - r_{nl}}{p - r_{nl} - m}$$

$$\left\{ \begin{aligned} F(S_{sw}^*) &= \frac{c_{nl} + m - c_{sw}}{r_{nl} + m - r_{sw}} = \\ &1 - \frac{(c_{sw} - r_{sw}) - (c_{nl} - r_{nl})}{r_{nl} + m - r_{sw}} \\ F(S_{sw}^* + S_{nl}^*) &= \frac{p - c_{nl} - m}{p - r_{nl} - m} = \\ &1 - \frac{c_{nl} - r_{nl}}{p - r_{nl} - m} \end{aligned} \right.$$

当  $p > \bar{p}$  时,我们有关系式:

$$\frac{(c_{sw} - r_{sw}) - (c_{nl} - r_{nl})}{r_{nl} + m - r_{sw}} > \frac{c_{sw} - r_{sw}}{p - r_{sw}}$$

所以,我们有  $F(S_{sw}^*) < F(S'_{sw}^*)$ , 也就是  $S_{sw}^* < S'_{sw}^*$ 。而  $F(S'_{nl}^*) = F(S_{sw}^* + S_{nl}^*)$ , 从而可知,  $S'_{nl}^* = S_{sw}^* + S_{nl}^*$ 。

故我们下面只需要证明  $S'_{sw}^* < S'_{nl}^*$  即可,也就是证明  $\frac{c_{sw} - r_{sw}}{p - r_{sw}} > \frac{c_{nl} - r_{nl}}{p - r_{nl} - m}$ 。

$$\frac{c_{sw} - r_{sw}}{p - r_{sw}} - \frac{c_{nl} - r_{nl}}{p - r_{nl} - m} =$$

$$\frac{(c_{sw} - r_{sw})(p - r_{nl} - m) - (c_{nl} - r_{nl})(p - r_{sw})}{(p - r_{sw})(p - r_{nl} - m)}$$

$$= \frac{(c_{sw} - r_{sw})(p - r_{nl} - m) - (c_{nl} - r_{nl})(p - r_{sw})}{(p - r_{sw})(p - r_{nl} - m)} = p[(c_{sw} - r_{sw}) - (c_{nl} - r_{nl})] + r_{sw}(c_{nl} - r_{nl}) - (c_{sw} - r_{sw})(r_{nl} + m)$$

$$= p[(c_{sw} - r_{sw}) - (c_{nl} - r_{nl})] - r_{sw}[(c_{sw} - r_{sw}) - (c_{nl} - r_{nl})] + r_{sw}(c_{sw} - r_{sw}) - (c_{sw} - r_{sw})(r_{nl} + m) = (p - r_{sw})[(c_{sw} - r_{sw}) - (c_{nl} - r_{nl})] + (r_{sw} - r_{nl} - m)(c_{sw} - r_{sw})$$

由于  $p > \bar{p}$ , 而  $\bar{p} \equiv \frac{(c_{sw} - r_{sw})(r_{nl} + m - r_{sw})}{(c_{sw} - r_{sw}) - (c_{nl} - r_{nl})} + r_{sw}$

$$\text{所以, } p > \frac{(c_{sw} - r_{sw})(r_{nl} + m - r_{sw})}{(c_{sw} - r_{sw}) - (c_{nl} - r_{nl})} + r_{sw}$$

即:

$$(p - r_{sw})[(c_{sw} - r_{sw}) - (c_{nl} - r_{nl})] + (r_{sw} - r_{nl} - m)(c_{sw} - r_{sw}) > 0$$

故:

$$\frac{c_{sw} - r_{sw}}{p - r_{sw}} - \frac{c_{nl} - r_{nl}}{p - r_{nl} - m} > 0$$

$$\text{所以, } S'_{sw}^* < S'_{nl}^*。$$

综上所述,我们便可以得到结论:当  $p > \bar{p}$  时,  $S_{sw}^* < S'_{sw}^* < S'_{nl}^* = S_{sw}^* + S_{nl}^*$ 。

对比(6)式与(10)式的表达形式,即:

$$K_{S+N}^*(S_{sw}^*, S_{nl}^*) = (p - r_{sw}) \int_0^{S_{sw}^*} Df(D) dD + (p - m - r_{nl}) \int_{S_{sw}^*}^{S_{sw}^* + S_{nl}^*} Df(D) dDK_N^*(S'_{nl}^*) = (p - m - r_{nl}) \int_0^{S'_{nl}^*} Df(D) dD;$$

结合上述结论以及  $m > r_{sw} - r_{nl}$ , 我们可得  $K_{S+N}(S_{sw}^*, S_{nl}^*) > K_N(S'_{nl}^*)$  证毕。

## 4 结果分析

### 4.1 理论分析

在现实中,当国家考虑与协议企业进行合作时,首先会对自身的总成本进行核算,然后再确定与协议企业具体的合作,即国家需要协议企业进行实物储备与生产能力储备所储备物资的数量,设置一个与协议企业合作的最高物资收购价格  $\tilde{p}$ , 然后通过调节对采购价格  $p$  的调节,来实现对相应的协议企业实物储备、生产能力储备的调节与控制。

当  $c_{sw} < \tilde{p} < \bar{p}$  时,我们只讨论最终的物资采购价格  $p$  满足  $c_{sw} < p \leq \tilde{p}$  的情况。由性质 2 与性质 3 可知,协议企业只会给国家提供实物储备形式储备应急物资储备,而协议企业以合作形式为国家所进行实物储备形式的物资数量,会随着  $p$  的增加而增加,直到国家为协议企业设置的最高物资采购价格  $\tilde{p}$  所对应的实物储备形式的物资数量。

当  $\tilde{p} > \bar{p}$  时,我们只讨论最终的物资出售(收购)价格  $p$  满足  $\bar{p} < p < \tilde{p}$  的情况。根据性质 2 与

性质3,在协议企业考虑自身利益最大化的情况下,协议企业既会给国家进行实物储备形式储备应急物资,又会进行生产能力储备形式储备应急物资的原材料(或生产线),并且生产能力储备形式储备应急物资原材料的水平或数量  $S_{nl}^*$  会随着最终出售(收购)价格  $p$  的增加而增加,直到国家为协议企业设置的最高物资收购价格  $\bar{p}$  所对应的生产能力储备形式储备应急物资原材料(或生产线)的物资数量,而实物储备形式储备应急物资的水平或数量  $S_{sw}^*$  则不会受出售(收购)价格  $p$  的增加(或减小)的影响,即为  $1 - \frac{(c_{sw} - r_{sw}) - (c_{nl} - r_{nl})}{r_{nl} + m - r_{sw}}$  所对应的实物储备形式储备应急物资的水平或数量  $S_{sw}^*$ 。

国家可以结合相关应急物资的需求特征、生产特征、供应特征、库存储备特征等实际情况,在设置自身最高物资收购价格  $\bar{p}$  的同时,通过跟协议企业洽谈合作的形式,指导相关的企业对应急物资进行相应的实物储备以及生产能力储备。

另外,结合性质4我们可以得到:当  $p > \bar{p}$  时,对于协议企业而言,在应急物资储备数量一定的情况下,采用实物储备与生产能力储备相结合策略的收益比只采用生产能力储备策略的收益要多一些,即协议企业自身具有实物储备的“动机”;而对于政府而言,在突发事件的救援过程中,实物储备所提供的应急物资的救援时效性要更好一些,及政府也希望协议企业多以实物储备的形式进行应急物资的储备工作。因此,政府可以对协议企业采用实物储备与生产能力储备相结合策略中,实物储备的部分给予一定额外的补贴,从而促进政府与企业合作的合理有效进行,以保障突发事件发生后的救援效果。

#### 4.2 实例验证分析

本文通过查阅文献资料可知:从汶川地震中5月12日到5月20日调用的五批帐篷中,可以大概的估算出  $18m^2$  的单帐篷单价大约为1200元/顶左右,而棉帐篷单价大约为2100元/顶左右<sup>[17,20]</sup>;而我们从财政部2010年向17家企业紧急采购  $20m^2$  棉帐篷的采购订单中,可以估算出棉帐篷的单价大约为4000元/顶<sup>[18]</sup>;同时,我们通过查阅文献可知,帐篷的折旧率为9.5%,帐篷的利润率约为17.8%<sup>[19]</sup>。这样,我们  $18m^2$  的棉帐篷为例,估算各参数的取值如下所示:

$$c_{sw} = 1700, c_{nl} = 1150, r_{sw} = 900, r_{nl} = 1035, m = 800, p = 2100.$$

通过文章的推理,我们可以测算均衡价格  $\bar{p} =$

$$\frac{(c_{sw} - r_{sw})(r_{nl} + m - r_{sw})}{(c_{sw} - r_{sw}) - (c_{nl} - r_{nl})} + r_{sw} \approx 1992, \text{ 即 } p > \bar{p}$$

的情况,协议企业在只考虑自身利益最大化的情况下,同时会进行实物储备与生产能力储备,这与汶川地震巨量帐篷需求的实际情况方式一致的。进而,说明本文的理论推导过程有一定的实践意义。

## 5 结语

考虑到突发事件所带来应急物资需求的突发性、不确定性、弱经济型等特征,在突发事件发生时,我们不能完全依赖于经济市场为灾区提供应急物资;同时,考虑到企业自身的利益诉求,完全由政府来“强制”性的主导应急物资的储备也是不合理、不切实际的。本文着眼于突发事件发生之前,综合考虑以上两方面的因素,在社会化应急物资储备体系下,主要针对协议企业实物储备与生产能力储备的储备模式,以政府作为应急物资储备保障的责任主体,从协议企业生产与储备计划的合理性出发,在考虑协议企业自身利益最大化且假设应急物资的需求分布一直的条件下建立相应的模型,以此来分析协议企业实物储备、生产能力储备的储备模式的协调性,通过对“均衡价格”的分析,结合相关应急物资的需求特征、生产特征、供应特征、库存储备特征等实际情况所给出的国家最高收购价格,给出以政府作为应急物资储备保障的责任主体的协议企业实物储备、生产能力储备模式的相应政策引导,从而为社会化应急物资储备体系的存在可行性进行一定的论证。

本文只是从鼓励协议企业进行相关实物储备与生产能力储备的角度,对协议企业实物储备与生产能力储备的协调性进行研究,缺乏相关政府补贴政策倾斜的研究以及结合实际数据的实证分析研究。另外,本文只是对一种储备模式进行分析,其余储备模式的协调性还有待深入研究,特别的,对于政府实物储备与协议企业实物储备的协调性,可以通过引入“能力交换”的概念,利用以政府为主导的 Stackberg 博弈方法研究,也是在未来中可以尝试的可行的研究思路。

## 参考文献:

- [1] 中华人民共和国民政部规划财务司. 国家综合防灾减灾规划“十二五”规划(征求意见稿)[EB/OL]. [2011-02-20]. <http://cws.mca.gov.cn/article/jhgh/201102/20110200133426.shtml>.

[2] 卢少平, 袁春满, 朱斌, 等. 应急物资储备的社会化研究[J]. 物流技术, 2009, 28(8): 15-17.

[3] 郑宏凯, 杨子健, 李威. 加快构建我国应急物资储备体系建设[J]. 中国应急救援, 2008(5): 28-31.

[4] 张红. 我国应急物资储备制度的完善[J]. 中国行政管理, 2009(3): 44-47.

[5] 高建国, 贾燕, 李保俊, 等. 国家救灾物资储备体系的历史和现状[J]. 国际地震动态, 2005(4): 5-12.

[6] Whybark D C. Issues in managing disaster relief inventories [J]. International Journal of Production Economics, 2007(108): 228-235.

[7] 刘利民, 王敏杰. 我国应急物资储备优化问题初探[J]. 物流科技, 2009(2): 39-41.

[8] 蒲松林. 我国应急物流中的物资储备研究[J]. 商业文化, 2010(8): 332.

[9] 张文峰. 应急物资储备模式及其储备量研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2010.

[10] 张自立, 李向阳, 王桂森. 基于生产能力储备的应急物资协议企业选择研究[J]. 运筹与管理, 2009, 18(1): 146-151.

[11] 包玉梅. 突发公共事件应急物资储备策略研究[J]. 科学信息, 2008(34): 67-69.

[12] Lodree Jr E J, Taskin S. An insurance risk management system for disaster relief and supply chain disruption inventory planning [J]. Journal of the Operational Research Society (2008)59,674-684.

[13] Chakravarty A K. A contingent plan for disaster response [J]. International Journal of Production Economics 2011, 134(1): 3-15.

[14] Cattani, K., Dahan, E., Schmidt, G., 2008. Tailored capacity: speculative and reactive fabrication of fashion goods [J]. International Journal of Production Economics, 2008, 114(2), 416-4.

[15] Samardjieva E, Badal J. Estimation of the expected number of casualties caused by strong earthquakes [J]. Bulletin of the Seismological Society of America, 2002 (92): 2310-2322.

[16] Carlson R C, Jucker J V, Kropp D H. Less Nervous MRP Systems: A Dynamic Economic Lot-Sizing Approach [J]. Management Science, 1979;25(8), 754-761.

[17] [http://news.xinhuanet.com/newscenter/2008-05/24/content\\_8243522.htm](http://news.xinhuanet.com/newscenter/2008-05/24/content_8243522.htm).

[18] 中华人民共和国财政部. 2010年民政部20平方米救灾专用棉帐篷紧急采购成交公告[EB/OL]. [2010-08-18]. [http://www.mof.gov.cn/xinxi/zhongyangbiaoxun/zhongbiaogonggao/201008/t20100818\\_333830.html](http://www.mof.gov.cn/xinxi/zhongyangbiaoxun/zhongbiaogonggao/201008/t20100818_333830.html).

[19] <http://zhidao.baidu.com/question/80804111.html>.

[20] <http://finance.sina.com.cn/g/20080528/11214919477.shtml>.

**Research on Coordination of the Enterprises in-kind Agreement Physical Reserves and Production Capacity Reserves Mode**

**CHEN Tao<sup>1</sup>, HUANG Jun<sup>1</sup>, ZHANG Ling<sup>2</sup>**

(1. Emergency Management Research Center, University of Chinese Academic Sciences, Shijingshan District, Beijing 100049, China;

2. Department of Economics and Management, Huizhou University, Huizhou 516007, China)

**Abstract:** The coordination of the enterprise in-kind agreement physical reserves and production capacity reserves mode in the socialized emergency supplies reserves system are studied in this paper, which the thesis regards the government as the main responsibility for emergency supplies reserves safeguard. The model with maximizing the revenue of the enterprise in-kind agreement is established, and an "equilibrium price" is obtained according to analyzing the government procurement price. Combining with the highest purchase price and the "equilibrium price", the reserve strategy adjustment method are proposed in this paper, in order to adjust the forms and quantity of physical reserves and production capacity reserves, in the same time the example illustrates that the "equilibrium price" has a certain practical significance. This could guide the agreement enterprises which apply reasonable reserve ways to reserve emergency supplies for the government, and provide guidance for the co-reserve between government and the agreement enterprises.

**Key words:** socialized reserves; physical reserves; production capacity reserves; equilibrium price