

Measuring and Calculating on the Best Match Points in Quantities of Purchase and Stock in Emergency Supplies Management

Jinkui Chang

School of Emergency Management, Henan Polytechnic University, Jiaozuo, China

Email: huiliu80@163.com

Abstract: On emergency supplies, It is an alternative supply between usual supply of storages and emergence purchasing. Such as food, medicine, tents rely on emergency procurements as well as the supply of storages. This reflects the replacement between purchasing and storages' supply. While this kind of alternative can not replace each other completely. In this paper, the author applies the principles of emergency supplies from the purchasing cost and storage cost point of view, combining with mathematical methods to analyze under the same premise of effective supply, how to distribute the capacity of purchasing and storages, in order to achieve the lowest cost of integrated material supply.

Keywords: emergency supplies; purchases; stocks; calculation

应急物资供应管理中采购量和库存量最佳搭配点的测算

常金奎

河南理工大学, 焦作, 中国, 454000

Email: huiliu80@163.com

摘要: 在应急物资的供给上, 通过紧急采购供给和依靠平时保有大量库存量供给存在着一定的替代性的, 例如食品、药品、帐篷可以通过库存供给也可以靠紧急采购供应。这就体现出了采购供给与库存供给之间的替代性, 同时库存和采购在物资供给方面的替代性时是不完全的, 本文运用经济学的原理, 从应急物资供应的采购成本及库存成本角度出发, 结合数学方法, 分析在保障同样水平有效供给前提下, 如何分配采购供给量和库存供给的量, 以实现综合的物资供给费用最低。

关键词: 应急物资; 采购量; 库存量; 测算

1 背景及问题提出

应急物资的供应, 是实施紧急救助、安置灾民的基础和保障; 它直接影响整体应急管理工作的反应速度和最终成效。应急物资可以由多种方式供应, 主要包括政府提供公共物品的方式、公益捐助的方式、企业和个人自主采购满足自身需求等方式, 其实最重要的是政府提供公共物品的方式。

目前, 依据《突发事件应对法》第十七条的规定, 我国已建设了国家总体应急预案、国家专项应急预案、国务院部门应急预案和地方应急预案。虽然这4项预案对应急物资的储备、管理、运输等都有规定, 如规定每年年初购置救灾帐篷、衣被、净水设备(药品)等救灾物资。但是从经济学的角度来看, 这种规定不尽合理, 我们应该通过科学的计算, 求出一个采购量和库存量的

最佳搭配点。

大量的安全保障物资库存可以大大压缩从灾害发生到救灾完成的间隔时间, 减少采购和运输量, 减少相关成本, 但同时也会占用大量的流通资金, 成本上升, 阻碍了资金的周转速度, 将造成极大积压与浪费。紧急采购则能在一定程度上弥补大量库存的弱点, 减少库存损耗和库存费用, 适应灾区需要更有针对性; 但是也存在采购需要一个周期, 需要发生一定采购费用的问题。以上采购供应与库存供应的优缺点两相权衡, 我们很容易发现问题可以归结为在如何实现由采购成本和库存成本构成的综合物资采购、储存成本最小的问题。

2 应急物资提供方式的替代性分析

2.1 采购供应与库存供应的替代性

在应急物资管理实践中, 特别是长远规划中, 我

们发现,除了少数特有物资,大多数应急物资的供给可以通过平时多增加库存实现,也可以通过增加采购次数、紧急采购实现。也就是说在应急物资的供给上,通过紧急采购供给和依靠平时保有大量库存量供给存在着一定的替代性的,例如食品、药品帐篷可以通过库存供给也可以靠紧急采购供应。这就体现出了采购供给与库存供给之间的替代性。

2.2 采购供给与库存供给的替代的不完全性

我们也必须认识到,库存和采购在物资供给方面的替代性时是不完全的。在灾害发生时,第一时间(比如三天)食品药品必须靠库存来保障供给。但是,如果一发生灾害马上展开采购程序的话,三天内紧急采购的食品药品也基本能够到位,并且新采购的物资更适合灾区的需求。但是出于保险的考虑,应急物资供应很少出现完全靠紧急采购供给的情况;相应的,也很少出现某次灾害的物资提供完全靠库存供给而不发生采购的情况。这就是应急物资供应中采购手段与库存手段之间替代的不完全性。二者之间的关系可以描述如下图:

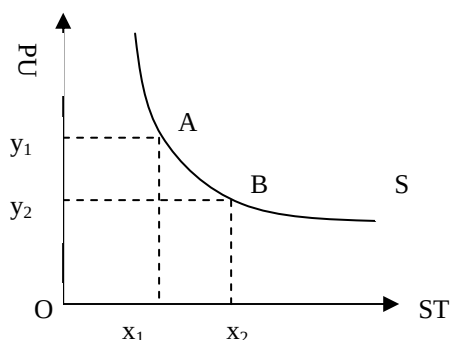


Figure 1. Curve: system result of standard experiment
图 1: 采购供给与库存供给之间的替代关系

图中横轴 ST 表示库存供给物资的量,纵轴 PU 表示政府采购供给的量,曲线 S 上的每一点都表示相同的供应水平。在图 1 中,点 A (x_1, y_1) 和点 B (x_2, y_2) 代表相同的产量。说明灾害发生后增加紧急采购量 $y_1 - y_2$ 带来的效果与平时保持更多 $x_2 - x_1$ 的库存带来的供给效果是相同的。而 S 曲线的两端,上段趋向于垂直表示灾害刚刚发生到第一次采购物资到位的时间周期内,库存物资是无法用政府采购来代替的;S 曲线下端趋向于水平,表示再丰富的库存也不可能备齐所有种类的物资或足够数量的物资,总需要紧急采购来满足供给。

3 采购供给与库存供给的最佳选择

3.1 费用最低依然是应急物资管理的重要指标

虽然应急物资供给具有弱经济性,但是通过科学的物资供给管理实现供给成本最小化,依然是应急物资管理保障及时、有效供给之外最重要的目标。从降低成本的目的出发,应急物资供应中采购手段与库存手段二者之间的替代性为我们提高应急物资管理提供了更多选择。因此随之而来的问题就是在保障同样水平有效供给前提下,如何分配采购供给量和库存供给的量,以实现综合的物资供给费用最低。

3.2 采购供应量与库存供应量最佳搭配量测算

在此可以借鉴经济学的原理来分析此问题。首先设一次灾难需要的物资供应总量为既定的 Q, Q 满足 $Q = Q_1 + Q_2$ 。其中 Q_1 为通过紧急采购供给的物资数量, Q_2 为通过库存供给的曲予数量。

我们假设影响采购成本 C_1 的因素为采购量 Q_1 , 这与采购实践中往往有数量折扣和大量分摊采购费用更小的事实相符合。因此我们设已知采购函数为 $PU(Q_1, C_1)$ 。

相应的,假设影响库存成本 C_2 的因素为库存量 Q_2 , 这也与库存管理中库存量越大损耗越大以及仓储费用越高的事实相符合,因此设库存函数为 $ST(Q_2, C_2)$ 。

由于应急物资供给总成本由采购物资成本和库存成本共同构成,于是要使应急物资供给总成本最小,即求:

$$\min S(Q, C_0) = PU(Q_1, C_1) + ST(Q_2, C_2) \quad (1)$$

$$\dots st : Q = Q_1 + Q_2$$

以上情况接近拉格朗日函数的情况,因此需满足:

$$\frac{d[PU(Q_1, C_1)]}{dQ_1} = \frac{d[ST(Q_2, C_2)]}{dQ_2} \quad (2)$$

式(2)中,等式左边的 $\frac{d[PU(Q_1, C_1)]}{dQ_1}$ 的经济含义为采购的边际成本, 设为 MC_1 , 等式右边的式子

$$\frac{d[ST(Q_2, C_2)]}{dQ_2}$$

的经济含义为库存的边际成本 MC_2 , 因此式(2)即 $MC_1 = MC_2$ 。它表示,只有在满足采购的边际成本等于库存的边际成本

条件时所确定的采购物资量 Q_1 与库存物资量 Q_2 才能使整个既定物资供应量 Q 的总成本最低。

这一结论之所以成立，也符合应急物资管理的实践，从逻辑上也可以推理。首先，实践和原理都使我们相信采用采购法和库存法供应物资肯定会有一个最小成本存在。于是假设采购的边际成本与库存的边际成本不相等，则有两种情况：

1)

$$\frac{d[PU(Q_1, C_1)]}{dQ_1} > \frac{d[ST(Q_2, C_2)]}{dQ_2}$$

即：MC₁>MC₂；此时说明通过采购每增加一个单位物资供应所花费用大于通过库存增加一个单位的供应所花费用。因此物资管理者可以通过减少采购供应数量、增加库存供应数量的方法降低总的物资供应费用，所以此时并不是最佳方案。

2)

$$\frac{d[PU(Q_1, C_1)]}{dQ_1} < \frac{d[ST(Q_2, C_2)]}{dQ_2}$$

即 MC₁<MC₂，此时说明通过库存每增加一个单位的物资供应所花费用大于通过采购增加一个单位的供应所花费用。因此物资管理者可以通过减少库存供应数量、增加采购供应数量的方法降低总的物资供应费用，所以此时也不是最佳方案。

那么只有

$$\frac{d[PU(Q_1, C_1)]}{dQ_1} = \frac{d[ST(Q_2, C_2)]}{dQ_2}$$

即 MC₁=MC₂时，说明通过库存每增加一个单位的物资供应所花费用与通过采购增加一个单位的供应所花费用相等，应急物资管理者不必再对采购供给数量和库存供给数量再做调整。两种供给方式的数量已经实现了最优组合。

4 实际应用

4.1 最佳搭配在实际应用中的困难

以上分析虽然给出了采购供给量与库存供给量满足总供给成本最小所必须的条件，但是采用这种方法时，为了求得采购的边际成本 MC₁、库存的边际成本 MC₂必须首先知道采购函数 PU(Q₁, C₁)以及库存函数 ST(Q₂, C₂)。在应急物资管理实践中，要得到以上两个函数还需要一系列的模型建立、数据积累以及模型系数的求解以及检验等问题，并不方便操作。

4.2 基于最佳搭配测算原理的变通方案

在实践中，可以近似的利用平均成本代替边际成本来确定每种供给方式的最佳供给量。即用 AC₁代替

MC₁，用 AC₂代替 MC₂来进行计算，求满足 AC₁=AC₂时，采购供应量 Q₁、库存供应量 Q₂分别是多少。其原因在于，求平均成本所需数据一般都是原始记录数据，非常容易获得，不需要经过复杂的处理。

具体操作步骤如下：

设：Co 为每次订购成本，Ru 为物资需要量，Q₁ 为每次订购数量，Cu 为物资的单位成本，Cc 为库存的成本百分比。则有：

$$\frac{Ru}{Q_1} \times Co = \text{采购成本} \quad (3)$$

以及

$$\frac{4Q_1}{5} \times Cu \times Cc = \text{库存成本} \quad (4)$$

其中 4Q₁/5 表示平均存货量，即库存货物按照采购量的 20%计提损耗，剩余的为实际能供给的库存量。

令公式 (3) 和公式 (4) 相等，即只要令库存成本与采购成本相等，则物资供应总成本一定最低，亦即：

$$\frac{4Q_1}{5} \times Cu \times Cc = \frac{Ru}{Q_1} \times Co \quad (5)$$

整理得：

$$Q_1 = \sqrt{\frac{5Ru \times Co}{4Cu \times Cc}} \quad (6)$$

得到的 Q₁ 为满足库存成本等于采购成本的采购供给量，由 Q=Q₁+Q₂ 可以求得 Q₂，即满足以上条件的库存供给量。

4 结论

目前我国救灾物资储备体系已初步建立，由分布在国内十个城市（天津、沈阳、哈尔滨、合肥、武汉、长沙、郑州、南宁、成都、西安）的中央直属储备库，以及 31 个省级储备库和多灾地、县储备点构成，基本保证了灾后 24 小时首批救灾物资运送到灾区。

以上分析中 3 中的结论 (2) 具有宏观把握采购函数和库存函数的特点，计算过程和结论都是精确的，对于应急物资的长期管理和宏观管理有重要意义，从测算成本的角度看也值得花费这么多的精力来进行采购函数和库存函数的测算。这对我国情况，这种计算方案适合我国的十个中央直属储备库的物资管理以及国家对应急物资的总体管理。

以上分析中 4 中的结论 (6) 虽然不是精确的实现最小应急物资供应成本最小化的条件，但是也接近该条件，重要的是该结论具有数据取得方便、计算过程简单的特点，适合于基层应急物资供应的管理中对采购量和库存量的权衡分析。比如 31 个省级和多灾地、

县的应急物资供应管理。

References (参考文献)

- [1] Wu Deqing, Ma Youcai, Management Economics[M], Beijing:Renming University Press of China, 2006, P129-153(Ch).
- [2] Lv Hong , Fang Kaiwen , Economic Applied Mathematics[M], Science Press, 2002, P195-197.
- [3] Wang Xiaoxia , Hao Encong , Foreign's Natural Disaster Emergency Logistics Inspiration[J], *Transportation Management*, 2008,10,P6-7.
- [4] National Contingency Plans For Natural Disaster Relief[M], 2006,1.
- [5] Qian Jia, Emergency Supplies and Inventory Management of Properties[J], *Logistics Technology*,2009,7,P15-16.