

灾害物资储备模型探讨*

赵黎明 邱佩华 石江波

(天津大学管理学院, 天津 300072)

摘要 首次提出灾害物资储备模型并进行了实例分析,对类似问题研究有参考价值.

关键词 灾害,物资储备,模型

分类号 O 22; F 253.4

为了及时地满足生产建设消耗或应付突发事件,社会需要有一定量的物资储备.灾害物资储备是减灾工作中的重要环节,它是为增强减灾能力,提高救灾保障水平和灾害救助应急能力而进行的特殊物资的储备.

自然灾害发生以后,保护人民生命财产安全,尽量减少国家财产和人民群众家庭财产损失是救灾工作的首要任务.灾情稳定后解决受灾群众的吃、穿、住、烧、医又成为救灾工作的主要内容.因此,要以人在受灾后两个不同阶段的基本需求为出发点进行物资储备.灾害物资的储备是一种特殊用途的物资储备形式,但应该符合经济规律,要考虑储备的经济性.大量的存储能提高救灾的保障程度,但是在灾害未发生期间,过度的储备会占用大量的资金,增加仓储费用.由于物资长期储存的自然消耗、老化或性能的改变而降低其可用性,也造成一种潜在的浪费.灾害物资储备的经济性要求把备灾的需要和避免不必要的浪费结合起来.

对于我国这样一个幅原辽阔、人口众多、灾害发生较为频繁的发展中国家而言,认真研究灾害储备问题更显重要.本文正是基于这一点,对灾害物资储备模型进行了探索性讨论.

1 灾害物资储备模型的建立

为了保证整个物资流动过程的连续型和均衡性,必须在不同的环节储备一定数量的物资,在适应救灾实际需要情况下,建立经济合理的储备物资数量界限.依据大量的、可靠的历史统计数据对具体的灾害储备问题加以概括和抽象,建立相应的数学模型并进行优化处理,从而作出正确的物资储备决策.

1.1 模型假设

为了研究的需要,我们从具体的物资形态中抽象出来普遍适用的模型.模型假设如下:
(1) 各种消耗是同步的;(2) 物资的消耗和补充是逐渐进行的;(3) 自然灾害在各地发生是等几率的;(4) 在短时间内灾害平均再现周期 T 是固定不变的.

* 本文 1996-10-08 收到

1.2 模型建立

在灾害物资储备模型建立时应考虑物资储备的经济性和抗灾救灾物资的特殊性。

由图1可见,救灾物资储备分为两个层次:常规储备(保险储备)和非常规储备(机动储备)。常规储备(Q_k)方程是线性的,储备量基本保证不变,考虑到小型灾害发生频率很高,物资必须常年保证供应,足以应付各地区的轻微灾害和小灾。因此,要建立完善的补充、更新制度。对于灾害常发区应该保持一个较高的常规储备水平。机动储备(Q_m)是以 T 为周期,以 Q_k 和 Q_m 为上下限的上下波动的 t 的函数。其中 T 是灾害平均再现周期, Q_m 是机动储备的最大值。这部分储备主要应付大灾和中灾。它可集中存储在较少的几个灾害多发地区。机动储备呈波动性的主要原因是:较大灾害发生概率小,没有必要建立大规模的固定储备;库存基本理论要求强调储备的经济性;波动性正是经济性的体现;建立储备更新机制和补充机制的需要;使储备物资保值增值的需要。

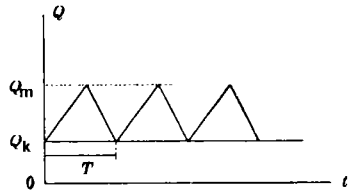


图1 物资储备消耗图

模型方程为

$$Q_k = A, \quad Q_m = f(t), \tag{1}$$

其中 A 为无量纲常数, $f(t)$ 可以表示为

$$f(t) = \begin{cases} \frac{2(Q_m - Q_k)}{T}t - 2nQ_m + (2n+1)Q_k & nT \leq t \leq nT + T/2, \\ -\frac{2(Q_m - Q_k)}{T}t + 2(n+1)Q_m - (2n+1)Q_k & nT + T/2 \leq t < (n+1)T, \end{cases} \tag{2}$$

式中 n 为周期数。将式(2)代入模型方程,则有

$$Q_k = A, \quad Q_m = \begin{cases} \frac{2(Q_m - A)}{T}t - 2nQ_m + (2n+1)A & nT \leq t \leq nT + T/2, \\ -\frac{2(Q_m - A)}{T}t + 2(n+1)Q_m - (2n+1)A & nT + T/2 \leq t < (n+1)T. \end{cases} \tag{3}$$

为了简化,我们只讨论一个灾害周期内的方程,即

$$Q_k = A, \quad Q_m = \begin{cases} \frac{2(Q_m - A)}{T}t + A & T \leq t \leq T/2, \\ -\frac{2(Q_m - A)}{T}t + 2Q_m - A & T/2 \leq t < T, \end{cases} \tag{4}$$

式(4)为物资储备模型的方程。

1.3 灾害发生的不确定性对模型的改进

灾害发生具有很强的偶然性和突发性,当自然灾害在一个灾害重现周期内提前发生或未发生,那么物资储备也应随之做相应的变动。

当物资储备达到最大值 Q_m 后,若出现较大灾害,物资消耗激增,在很短的时间内储备的物资消耗殆尽。那么,在下一个灾害重现周期内,物资的补充仍按原储备量和储备期限进行补充,其过程如图2所示。图中实线为理想化的物资储备、消耗模型。在 t_1 时间发生突发性较大灾害,物资在 t_1 到 t_2 时间段消耗至 Q_L ,则救助工作完成之后,物资的补充应按图中虚线所示缓

慢进行. 在 t_3 时间达到 Q_m , 开始为下一灾害的到来做物资储备.

当物资的储备量达到最大值 Q_m 之后的一段时间内未发生灾害, 那么救害物资应采取租转卖等方式缓慢消耗, 消耗量不可过大, 并且到下一周期的峰值位置是应保证物资的更新和补充充足, 如图 3. t_0 时刻物资储备达到最大值 Q_m , 经过 t_0 到 t_1 时间段未发生自然灾害, 则为更



图 2 灾害发生情况下的减灾物资储备、消耗图 图 3 灾害未发生情况下的减灾物资储备消耗图

新和增值, 物资可做缓慢的少量消耗, 到达一定程度(如 Q_L)或到达一定期限(如 t_2)时, 物资就要进行必要的补充, 到 t_3 时应补充至应有的数量 Q_m (如虚线所示).

若储备量还没有达到 Q_m 值时就发生较大的自然灾害, 可动用所有的常规储备和机动储备用于抗灾救灾, 必要时还可以调动上一级储备用以援助.

2 灾害物资储备模型实例分析

这里以我国灾情较为严重的重灾省份(H 省)为例进行实例分析.

2.1 常规储备量的确定

鉴于资料的限制和文章篇幅的约束, 这里仅以粮食储备为例, 首先从粮食储备入手, 抽象出一个储备定额, 然后依据不同物资的实际需要量确定常数. H 省从 1985 年至 1994 年自然灾害所造成的缺粮人口和数量统计见附表.

附表 H 省因灾缺粮人口和缺粮数量表

年 份	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
缺粮人口 /万人	2 063.8	3 031.7	1 624.4	2 983.0	1 508.0	1 060.4	2 758.5	2 592.3	1 451.6	2 251.1
缺粮数量 /万 t	77.8	185.1	81.1	152.4	246.4	56.8	135.4	137.3	86.4	136.1

从附表可求出 10 年缺粮数量的算术平均值, 结果为 129.5 万 t. 因此, 可设 $Q_k = A = 129.5$ 万 t.

2.2 机动储备方程的确定

存储 129.5 万 t 粮食明显少于许多年份的缺粮数量, 应建立机动储备.

(1) T 的确定. 用泊松(Poisson)分布描述不同等级的自然灾害发生的概率比较符合客观实际. 泊松分布为 $P\{x=k\} = \lambda^k e^{-\lambda} / k!$ ($\lambda > 0$, 为常数, $k=0, 1, 2, \dots$).

为模拟自然灾害在一个地区发生的频度与等级的关系, 我们设分布参数 λ 为 1, 即 $P\{k\} = 1/k!$, 其倒数可作为灾害重现周期 $T, T(1)=1/P(2)=5.4$ 年, $T(2)=1/P(3)=16.2$ 年, $T(3)=1/P(4)=64.8$ 年.

参考 H 省灾情发生的实际情况, 小灾每年不断, 大灾害 5~6 年一次, 特重大灾害几十年

一次;同时,考虑物资储备的经济性和灾害分级管理的目标和原则,在此仅考虑大灾害的重现周期.因此,可将 T 定为 5.4 年.

(2) 最高储备量的确定.考虑到经济因素和救灾需要,最高储备量不可定的过高或过低.用十年的缺粮统计数量定量高储备量比较合理.故利用附表查出这十年内最大灾害的缺粮数量为 246.4 万 t.最高储备量是最低储备量的 $246.4/129.5=1.9$ 倍,由此可以定 $Q_m=1.94 A$. 机动储备方程确定为

$$Q_{M1} = \begin{cases} \frac{2(1.9A - A)}{5.4}t + A = \frac{A}{3}t + A, \\ -\frac{2(1.9A - A)}{5.4}t + 2 \times 1.9A - A = -\frac{A}{3}t + 2.8A, \end{cases} \quad (5)$$

将 $A=129.5 \times 10^4 t$ 代入式(5),可得

$$Q_k = 129.5 \times 10^4$$

$$Q_M = \begin{cases} 43.2 \times 10^4 t + 129.5 \times 10^4 & 0 \leq T < 2.7, \\ -43.2 \times 10^4 t + 362.6 \times 10^4 & 2.7 \leq t < 5.4, \end{cases} \quad (6)$$

式(6)为 H 省粮食储备方程,其中 Q_M 的单位为 t,其储备量下限是 129.5 万 t. 其它灾害物资储备量可以按同一方法进行计算.

3 结束语

本文在对灾害物资储备特点进行深入探讨的基础上,建立了灾害物资储备模型,并进行了实例分析,结论可信.对灾害物资储备模型进行的探索性讨论及其结果对灾害物资储备问题的研究有较为重要的参考价值,对其它类似问题的研究也有一定借鉴作用.

参 考 文 献

- 1 杨谨卿,张文杰.物资管理系统工程基础.北京:中国铁道出版社,1987.31~42
- 2 中国科学院地学部.中国自然灾害灾情分析与减灾对策.武汉:湖北科技出版社,1992.18~26

An Inquiry into a Model of Casualty Material Reserve

Zhao Liming Qiu Peihua Shi Jiangpo

(College of Management, Tianjin Univ., 300072, Tianjin)

Abstract For the first time, a model of casualty material reserve is advanced for disaster reduction; and a case analysis is given. This will be of reference value for studying problems of the same kind.

Keywords disaster, material reserve, model