

赵振华, 姜大立, 张立. 寄售式应急物资储备轮换更新研究[J]. 灾害学, 2014, 29(1): 177 - 181. [Zhao Zhenhua, Jiang Dali and Zhang Li. Update of Emergency Reserve Based on Consignment Stock[J]. Journal of Catastrophology, 2014, 29(1): 177 - 181.]

寄售式应急物资储备轮换更新研究^{*}

赵振华, 姜大立, 张立

(后勤工程学院, 重庆 401311)

摘要: 将寄售式储备引入应急物资储备体系, 针对这一模式下的物资轮换更新问题, 根据物资的特点构造了物资相对性能函数, 分析了供应商实施轮换更新的条件, 建立了轮换与不轮换两种情况下供应商的期望收益模型。通过实例分析, 提出了国家应急物资储备管理部门在不同时段的策略建议, 解决了传统储备模式下“死储”的问题, 为寄售模式在应急物资储备体系中的推广应用提供了理论支撑。

关键词: 应急物资; 轮换更新; 相对性能; 寄售模式

中图分类号: F251: X4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000 - 811X(2014)01 - 0177 - 05

doi: 10. 3969/j. issn. 1000 - 811X. 2014. 01. 032

近年来, 随着各类自然灾害的频发, 应急物资储备及供应保障等方面的问题引起广大学者的重视, 许多学者针对应急保障供应系统^[1-2]、物资储备体系^[3-4]等问题展开了深入研究。随着应急物资保障体系改革的推进, 多种储备方式并存是应急物资储备未来发展的大趋势。寄售模式作为供应链中一种比较先进的储供方式, 目前在许多领域有着广泛的应用^[5-6], 国内外相关研究成果丰富^[7-12]。由于该模式独具优势, 完全可以用于应急物资储备。应急物资在寄售式储备模式下, 国家应急物资储备管理部门为物资供应商提供仓库, 物资在储期间所有权归供应商, 管理由国家应急物资储备管理部门负责, 物资在被救援队伍消耗后权属转变, 国家应急物资储备管理部门与供应商进行转账结算。这种模式由于物资所有权转移时机和结算时间节点的变化, 在经济利益的驱动下, 物资供应商自觉承担起库存物资轮换更新的任务, 从而可以较好克服应急物资“死储”的缺陷。本文以寄售模式下的应急物资储备为研究对象, 对其高技术含量物资轮换更新问题进行分析研究, 从而为该模式在应急救援领域的应用提供理论支撑。

1 问题分析与模型假设

1.1 问题分析

从国家应急物资储备管理部门与供应商双方

的共同利益考虑, 适合于寄售式储备的物资应当具备以下几个特点: ①通用性强, 这对供应商来说便于通过市场处理库存积压物资; ②用量大, 有利于利用国家应急物资储备管理部门广阔的市场吸引供应商合作; ③技术含量高, 可以充分发挥寄售式储备的优势, 确保国家应急物资储备管理部门始终用到技术先进的物资。因此, 实施寄售式储备的物资可以认为是技术性产品, 其轮换更新的实质并不是简单的新旧物资替换, 而是用技术性能高的物资代替技术性能低的物资。库存物资的轮换更新可以通过两种方式进行, ①供应商将在储物资通过市场出售后补充新的技术性能更高的替代品, ②应急救援队伍消耗后由供应商补充新物资, 本文只对第一种轮换方式进行研究。

由于供应商对库存物资实施轮换更新的动力来自于经济利益的驱动, 因此对供应商来说, 只有实施轮换更新的期望收益不低于继续储备现储物资的期望收益时才会主动实施物资的轮换更新。令 t 时刻实施轮换更新期望收益为 $E_r(t)$, t 时之后继续储备原物资的期望收益为 $E_c(t)$, 则供应商实施库存物资轮换更新的基本条件可以表示为:

$$E_r(t) \geq E_c(t). \quad (1)$$

在这个轮换更新的基本条件之下, 供应商通过对两种情况下的期望收益分别进行分析, 以确定最佳的轮换时机; 同样, 国家应急物资储备管理部门

^{*} 收稿日期: 2013 - 07 - 09 修回日期: 2013 - 08 - 15

基金项目: 重庆市自然科学基金(CQ CSTC2011BB045)

作者简介: 赵振华(1974 -), 男, 甘肃庆阳人, 博士研究生, 主要从事军事物流、供应链管理研究. E-mail: zzh_lzjp@163.com

也可以通过对供应商的收益分析采取相应的策略来促进轮换更新的实施。

1.2 模型假设

为了建立模型,现作如下假设:

① 由于应急物资储备的主要目的是保证紧急情况下的物资供应,应急救援组织平时用量相对较少,为提高供应商合作的积极性,并保证紧急情况下国家应急物资储备管理部门能得到与平时价格相当的物资,国家应急物资储备管理部门对供应商的平时结算价格 $C_p(t)$ 略高于市场价格 $C_m(t)$ 且二者正向相关,即 $C_p(t) = \mu C_m(t), \mu > 1$ 。

② 在进入储备初期,物资性能为同类产品中最优,成本 c_0 仅与最初价格 C_0 相关,且有 $c_0 = \omega C_0, 0 < \omega < 1$,即不考虑由于技术改进而带来的成本下降。

③ 物资在储阶段的管理费用由国家应急物资储备管理部门负担,轮换更新产生的人工费、运输费等附加费用由供应商负担。

2 模型构建

2.1 供应商实施轮换更新的基本模型

对于技术寿命为 T 的单位数量的某种在储物资,假设 t 时刻市场价格为 $C_m(t)$,物资成本为 c_0 , t 时至 T 期间被应急救援组织使用的概率为 $P(t, T)$,国家应急物资储备管理部门使用后对供应商的结算价格为 $C_p(t)$;若在 t 时刻供应商实施轮换更新,假设替代品的成本为 c'_0 , t 时至 T 期间应急救援组织使用的概率为 $P'(t, T)$,使用后国家应急物资储备管理部门对供应商的结算价格为 $C'_p(t)$,轮换更新产生的附加成本(包括人工费、运输费等)为 c_r 。则供应商选择在 t 时刻之后继续储备原来物资的期望收益为:

$$E_c(t) = P(t, T) C_p(t) - c_0 \tag{2}$$

供应商在 t 时刻实施轮换更新的期望收益为:

$$E_r(t) = [C_m(t) - c_0] + [P'(t, T) C'_p(t) - c'_0] - c_r \tag{3}$$

将式(2)、(3)代入式(1)并整理,得到供应商实施轮换更新的基本条件为:

$$C_m(t) + P'(t, T) C'_p(t) - c'_0 - c_r \geq P(t, T) C_p(t) \tag{4}$$

令

$$f(t) = C_m(t) + P'(t, T) C'_p(t) - P(t, T) C_p(t) - c'_0 - c_r \tag{5}$$

则 $f(t) = 0$ 为供应商主动实施轮换更新的临界

条件,当 $f(t) > 0$ 时,供应商具有对库存物资实施轮换更新动力,且 $E_r(t)$ 的值越大,轮换的动力就越大,使 t_0 取得最大值的时刻 t_0 为供应商实施轮换更新的最佳时机;反之,供应商则缺乏实施轮换更新的动力,为了保证在储物资具有先进的技术性能,国家应急物资储备管理部门必须采取必要的奖惩措施,督促供应商实施轮换更新。

2.2 寄售式应急物资的相对性能

由前面的分析可知,供应商实施轮换更新的动力主要与物资的市场售价以及应急救援组织使用物资的可能性相关,而这两个因素取决于物资的优劣程度。为了衡量物资在技术上的优劣性,这里引入相对性能的概念。定义如下:物资的相对性能是给定物资的关键性能参数与市场同类产品中最先进物资的关键性能参数之间的比值,反映了物资的先进程度。

令相对性能为 $K(t)$,由上述定义可知, $0 < K(t) \leq 1$ 。给定一种物资,其相对性能 $K(t)$ 与时间 t 之间存在单调递减关系,即当 $t_1 < t_2$ 时,有 $K(t_1) \geq K(t_2)$ 。由模型假设,由于新进入储备物资的技术处于领先水平,因此 $K(0)$ 可近似看作 1;在随后的一段时间内,由于更先进的可代替物资处于研发试产阶段,其相对性能呈缓慢下降趋势;随着时间推移,当新产品大量生产时,该物资的性对性能呈迅速下降趋势;当相对性能降低到较低程度时,物资虽然落后,但仍有一定的使用价值,其下降水平趋于缓慢;当接近于物资的技术寿命 T 时,可以认为 $K(t) \rightarrow 0$ 。由此, $K(t)$ 为倒 S 型曲线(图 1),可用下述函数表示:

$$K(t) = \frac{1}{1 + ae^{bt}} \tag{6}$$

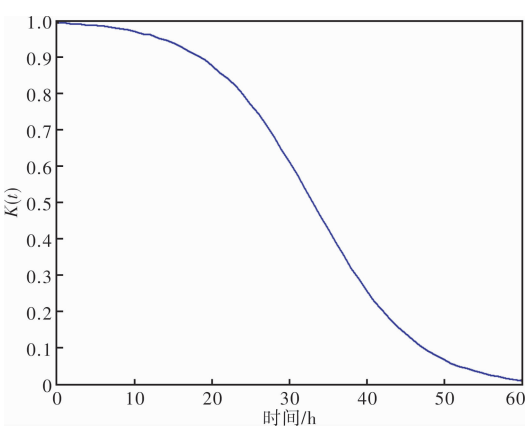


图 1 相对性能与时间的关系

2.3 物资相对性能与市场售价的关系

根据物资的市场价格规律,一般说来,物资越

先进,其价格越高。因此,市场价格与物资的相对性能存在正相关关系。假设物资的初始价格为 C_0 ,则在 t 时刻,市场价格可以表示为:

$$C_m(t) = C_0K(t) = \frac{C_0}{1 + ae^{bt}} \quad (7)$$

2.4 物资相对性能与使用概率的关系

2.4.1 不实施轮换更新时应急救援组织的使用概率

应急救援组织在 t 时刻使用在储物资的概率 $p(t)$ 由两个因素决定:主观上使用的意愿 $p_1(t)$ 和客观上使用的条件 $p_2(t)$ 。 $p_1(t)$ 由在储物资的相对性能决定,物资相对性能越高,应急救援组织越愿意使用,因此可以使用 $K(t)$ 来简单代替 $p_1(t)$ 。 $p_2(t)$ 由在用物资的相对性能决定,在用物资越落后,更新换代的可能性越大,二者呈负相关关系,参照 $K(t)$, $p_2(t)$ 为 S 型曲线。由于 $p_1(t)$ 和 $p_2(t)$ 由不同的物资决定,为了将二者统一到同一个时间上,引入常数 δ , δ 的现实意义是储物资相对性能与在用物资相对性能上的时间差, $\delta > 0$ 时在储物资先进于在用物资, $\delta < 0$ 时在储物资落后于在用物资,因此有 $-T \leq \delta \leq T$ 。 $p_2(t)$ 可以表示为:

$$p_2(t) = 1 - K(t + \delta) = \frac{a}{a + e^{-b(t+\delta)}} \quad (8)$$

由于 $p_1(t)$ 和 $p_2(t)$ 相互独立,因此在 t 时刻,应急救援组织使用库存物资的概率可以表示为:

$$p(t) = p_1(t) \cdot p_2(t) \quad (9)$$

给定 $\delta = 0$,在 t 时刻 $p(t)$ 、 $p_1(t)$ 、 $p_2(t)$ 三者的关系如图 2 所示。实际上, $p(t)$ 的大小对供应商来说意义并不大,供应商所关心的是 t 时刻之后到物资的技术寿命结束之前这一段时间内物资被应急救援组织使用的概率,即 $[t, T]$ 区间的平均概率 $P(t, T)$:

$$\begin{aligned} P(t, T) &= \frac{1}{T - t} \int_t^T P(t) dt \\ &= \frac{1}{T - t} \int_t^T \frac{a}{(1 + ae^{bt}) \cdot (a + e^{-b(1+\delta)})} dt \end{aligned} \quad (10)$$

2.4.2 实施轮换更新后应急救援组织使用的概率

假设供应商在 t 时刻实施了轮换更新,为了比较轮换与否两种情况下的期望收益,供应商关心的依然是 $[t, T]$ 上在储物资使用的平均概率,为此引入变量 x , $0 \leq x \leq T - t$,则在 $t + x$ 时刻,主观上使用意愿和客观上使用的条件分别为:

$$p'_1(t + x) = \frac{1}{1 + ae^{bx}}, \quad (11)$$

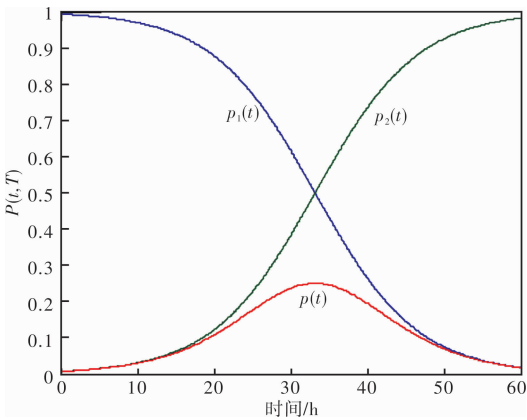


图2 应急救援队伍使用在储物资的概率

$$p'_2(t + x) = \frac{a}{a + e^{-b(t+x+\delta)}} \quad (12)$$

因此,在区间 $[t, T]$ 内,应急救援组织使用在储物资的平均概率为:

$$\begin{aligned} p'(t, T) &= \frac{1}{T - t} \int_0^{T-t} p'_1(t + x) \cdot p'_2(t + x) dx \\ &= \frac{1}{T - t} \int_0^{T-t} \frac{a}{(1 + ae^{bx}) \cdot (a + e^{-b(t+x+\delta)})} dx \end{aligned} \quad (13)$$

将式(7)、(10)、(13) 分别带入式(2)、(3)、(5),就得到供应商在轮换与否两种情况下的期望收益模型和轮换更新基本条件模型(图 3)。

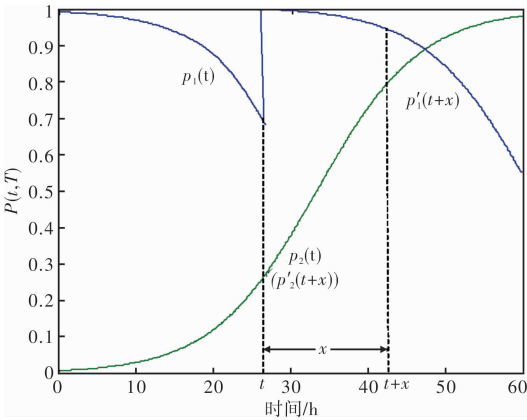


图3 轮换更新条件下的使用意愿与使用条件

3 实例分析及国家应急物资储备管理部门策略建议

假设实施寄售式储备的某类应急物资,其相对性能可以描述为参数 $a = 0.007$ 、 $b = 0.15$ 的倒 S 型曲线,该类物资的平均技术寿命 $T = 60$ 月,当前应急救援组织在用物资与在储物资的相对性能时间差 $\delta = 40$ 月(即应急救援组织在用物资比在储物资

性能上落后 40 个月), 国家应急物资储备管理部门结算价格系数 $\mu = 1.2$, 物资成本系数 $\omega = 0.2$, 在储物资初始单价 $C_0 = 5\,000$ 元, 实施轮换更新的替代品初始单价 $C'_0 = 6\,000$ 元, 单位物资轮换更新附加费 $c_r = 20$ 元。现在的问题是: 供应商的最佳轮换时机在什么时候? 如果供应商由于某些特殊原因没有实施轮换更新, 国家应急物资储备管理部门应当采取什么对策?

将以上参数代入轮换更新与不更新两种情况下的期望收益模型及轮换更新的基本条件模型进行模拟计算, 得到三者与时间的关系曲线如图 4 所示。

由 $E_c(t)$ 曲线, 在不实施轮换更新的情况下供应商的期望收益逐渐减少, 在 $t = t_2 = 27.6$ 时刻, $E_c(t) = 0$, 且有 $\lim_{t \rightarrow T} E_c(t) = -c_0 = -1\,000$ 。在实际意

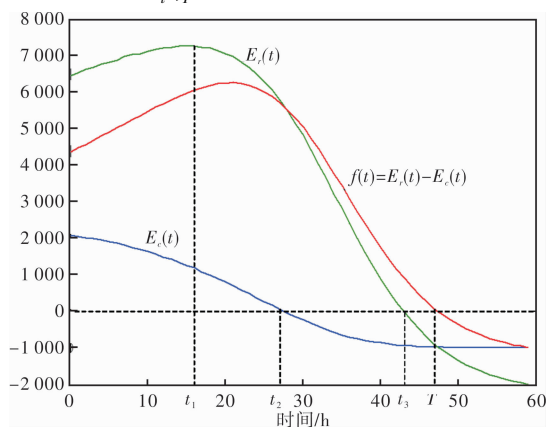


图 4 两种情况下期望收益及差值

义上可以理解为: 如果供应商不实施轮换更新, 由于在储物资性能随时间推移逐渐 c 落后, 应急救援队伍使用意愿降低导致使用的可能性减小, 最终应急救援组织不再使用, 对供应商来说造成的损失就是物资的成本。由 $E_r(t)$ 曲线, 在时间段 $[0, t_1]$ 上, $E_r(t)$ 递增, $t = 15.2$ 时 $E_r(t)$ 达到最大值 7 248.6 元; 在 $[t_1, T]$ 时间段 $E_r(t)$ 递减, 当 $t = t_3 = 42.93$ 时, $E_r(t) = 0$ 。从实际意义上可以理解为: 在 $[0, t_1]$ 时间段, 虽然在储物资的市场价格逐渐下降, 但由于应急救援组织在用物资越来越落后, 其更新换代的愿望越来越强烈, 因此供应商实施轮换更新的总体期望收益呈增大趋势; 在 t_1 时之后, 由于应急救援组织在用物资完成更新换代, 对在储物资的客观需求降低, 从而实施轮换更新的期望收益逐渐降低; 当 $t = t_3$ 时, 原在储物资的市场出售所得与实施更新后国家应急物资储备管理部门对新的在储物资的使用支付所得之和刚好抵消物资本身成本与轮换

附加成本, 因此总的期望收益为零。在 $f(t)$ 曲线上, $t = t_4 = 47.45$ 时, $f(t) = 0$, 因此 t_4 为供应商主动实施轮换更新的临界时间点。

综合分析三条曲线走势, 结论以及对国家应急物资储备管理部门的策略建议如下:

(1) 在 $[0, t_2]$ 阶段, 两种情况下的供应商的期望收益都为正值, 且轮换更新的期望收益大于不轮换更新的期望收益, t_1 为轮换更新的最佳时间点。在这段时间内, 供应商具有较强的轮换动力, 国家应急物资储备管理部门不需要采取特别措施。

(2) 在 $[t_2, t_3]$ 阶段, 轮换更新的期望收益为正, 而不轮换更新的期望收益为负, 即不轮换会导致亏损, 因此供应商具有较强的轮换更新动力, 国家应急物资储备管理部门仍然不需要采取任何措施。

(3) 在 $[t_3, t_4]$ 阶段, 虽然轮换更新的期望收益仍然大于不轮换更新的期望收益, 但二者都为负值, 即无论轮换与否, 供应商都会亏损, 且亏损值差别并不大, 供应商实施轮换更新的动力显然不足。因此国家应急物资储备管理部门可以采取奖励措施来弥补实施轮换更新时供应商的损失, 以提高供应商轮换更新的积极性。

(4) 在 $[t_4, T]$ 阶段, 对供应商来说实施轮换更新带来的亏损比不轮换更大, 因此供应商的最佳选择不轮换。如果在储物资数量庞大, 供应商极可能以中断与国家应急物资储备管理部门的合作为代价来降低损失。因此国家应急物资储备管理部门必须采取严厉的惩罚措施, 以督促供应商在 t_4 之前完成轮换更新。

4 结 语

寄售模式是一种新的应急物资储备方式, 本文通过构建物资的相对性能函数, 建立了该模式下供应商期望收益模型和轮换更新条件模型, 通过实例分析, 发现供应商在物资的技术寿命周期内具有较强的轮换更新的积极主动性, 国家应急物资储备管理部门在物资在储阶段的不同时段采取相应的奖惩激励措施, 完全可以克服传统储备模式下“死储”的问题, 从而证明了寄售模式在实际应用中的先进性, 为该模式在应急物资储备中的推广应用提供理论支撑。

参考文献:

[1] 曹琦, 何中市. 抢险救灾物资保障模拟训练系统分析与设计

[J]. 灾害学, 2012, 27(1): 139 – 143.

[2] 李智, 林达龙, 明亮. 灾后物资供应系统风险预警可拓模型的初步设计[J]. 灾害学, 2012, 27(3): 137 – 138.

[3] 张永领. 基于模糊聚类的应急物资分类储备研究[J]. 灾害学, 2012, 27(1): 130 – 134.

[4] 丁斌, 王鹏. 基于聚类分析的应急物资储备分类方法研究[J]. 北京理工大学学报, 2010(4): 35 – 38.

[5] 赵振华, 姜大立, 张立. “寄售式”战备物资储备初探[J]. 后勤学术, 2013, (3): 62 – 65.

[6] 黄庆扬. 寄售库存的绩效研究[D]. 上海交通大学, 2008: 3 – 5.

[7] 高学贤, 刘军, 金光日. 基于寄售库存的供应链协作问题研究[J]. 石油大学学报, 2005, 29(3): 134 – 138.

[8] 郭祥雷, 林斌, 孙云飞. 基于(Q, r)补货策略的寄售库存模式研究[J]. 运筹与管理, 2010, 19(3): 9 – 14.

[9] Battini D, Gunasekaran A, Faccio M. Consignment stock inventory model in an integrated supply chain[J]. International Journal of Production Research. 2010, 48(2): 477 – 499.

[10] Persona A, Grassi A, Catena M. Consignment stock of inventories in the presence of obsolescence[J]. International Journal of Production Research. 2005, 43(23): 4969 – 4988.

[11] Valentini G, Zavanella L. The consignment stock of inventories: industrial case and performance analysis[J]. International Journal of Production Economics, 2003, 82(1): 215 – 224.

[12] Mohamed Ben-Daya, Elkafi Hassini, Moncer Hariga et al. Consignment and vendor managed inventory in single-vendor multiple buyers supply chains[J]. International Journal of Production Research, 2013, 51(5): 1347 – 1365.

Update of Emergency Reserve Based on Consignment Stock

Zhao Zhenhua, Jiang Dali and Zhang Li
(Logistical Engineering University, Chongqing 401311, China)

Abstract: Consignment Stock is a new inventory management pattern with broad application prospects in the supply chain. Consignment stock is isused in emergency reserve for technical equipment material. Through analyzing the characteristic of the technical materials, the relative performance function is introduced. According to analyze the relationship between the relative performance and the factors which influence the update, the expected income model and the basic condition model are established. With the case analysis, the rule of the update in the pattern is found and the suggestion is provided for National Ermergency Reserve Management Departemnt to urge the supplier to carry out the update.

Key words: emergency reserve; update; relative performance; consignment stock