

【武器装备理论与技术】

航空弹药随机存储策略模型

朱来辉¹, 曹 炜¹, 张 珏²

(1. 桂林空军学院 广州训练大队, 广州 510000; 2. 广空装备部军通处, 广州 510071)

摘要:综合航空弹药消耗的特点, 提出一种航空弹药随机存储策略模型。在满足限定条件的情况下, 对模型求解, 找出最优存储策略。结果表明, 此模型可在一定程度上体现航空弹药随机订货的特点, 能起到一定的参考作用。

关键词:航空弹药; 随机存储模型; 最优存储策略

中图分类号: TJ-410

文献标识码: A

文章编号: 1006-0707(2012)05-0024-02

航空弹药的消耗量是影响航空弹药订货的重要因素, 在和平时期, 航空弹药的消耗量是可预见和可计划的, 因此, 在本文中应用航空弹药随机存贮策略采用 (s, S) 策略, 其中 s 是航空弹药的最佳库存控制水平, S 是最大消耗水平的上限, 若无法确定最大消耗上限, 则 S 应该确定为大于 s 的某个具体值。建立本模型的目标是满足军事要求的情况下使总相关费用最小^[1-6]。

1 模型假设

模型假设^[6,7]:

1) 在本模型中, 考虑订货费、贮存费和每种航空弹药的进货价格、缺货损失等。为衡量航空弹药的供应情况, 引入供应信度、失供概率等概念。

2) 一般来说某种弹药的单位贮存费与贮存时间有关, 为简化计算, 假设在一个存储周期内, 某种弹药的单位贮存费用不变。

3) 每次使用的都是贮存时间最长的弹药, 保证存储的都是较新的弹药; 且消耗满足一定的概率分布。

2 模型建立与求解

(s, S) 储存策略, 即采用连续盘点的库存检查方式, 当库存水平高于 s 时, 不进行订货; 当库存水平低于 s 时, 进行订货, 并将库存水平补充至 S 。

2.1 模型符号说明:

Y 表示所有航空弹药仓库总费用;

Y_{ij} 表示第 i 个航空弹药仓库第 j 种弹药在一个周期内的总费用;

T_{ij} 表示存储周期;

Z_{ij} 表示第 i 个航空弹药仓库第 j 种弹药在一个存储周期内可能的战役需求量与训练需求量之和;

r_{ij} 表示第 i 个航空弹药仓库第 j 种弹药在一个周期内的需求量;

$f(r_{ij})$ 表示第 i 个航空弹药仓库第 j 种弹药在一个周期内的需求概率密度;

c_{ij} 表示第 i 个航空弹药仓库第 j 种弹药订货的单位价格;

l_{ij} 表示第 i 个航空弹药仓库第 j 种弹药每次的订货费用;

q_{ij} 表示第 i 个航空弹药仓库第 j 种弹药在一个周期内的单位存贮费用;

Q_{ij} 表示第 i 个航空弹药仓库第 j 种弹药在一个存贮周期的总费用;

x_{ij} 表示第 i 个航空弹药仓库第 j 种弹药在一个周期内的订货量;

m 表示总仓库数;

n 表示总弹药种类;

s_{ij} 表示第 i 个航空弹药仓库第 j 种弹药库存水平下限;

S_{ij} 表示第 i 个航空弹药仓库第 j 种弹药库存水平上限;

u_{ij} 表示第 i 个航空弹药仓库第 j 种弹药的供应信度;

k_{ij} 表示在盘点时第 i 个航空弹药仓库第 j 种弹药的剩余量;

u_{ij} 表示第 i 个航空弹药仓库第 j 种弹药单位缺货损失费用。

2.2 模型建立

目标函数:

$$\min Y = \min \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n Y_{ij} \quad (1)$$

其中

$$Y_{ij} = \begin{cases} Q_{ij}(k_{ij}) & ; k_{ij} > s_{ij}, x_{ij} = 0 \\ l_{ij} + c_{ij}x_{ij} + Q_{ij}(k_{ij} + x_{ij}) & ; k_{ij} < s_{ij}, x_{ij} = S_{ij} - k_{ij} \end{cases} \quad (2)$$

$$Q_{ij}(k_{ij}) = q_{ij} \int_0^{k_{ij}} (x_{ij} - r_{ij}) f(r_{ij}) dr_{ij} + u_{ij} \int_0^{\infty} (r_{ij} - k_{ij}) f(r_{ij}) dr_{ij} \quad (3)$$

收稿日期: 2012-03-29

作者简介: 朱来辉(1963—), 男, 主要从事装备综合化保障研究。

约束条件:

$$P(r_{ij} > k_{ij}) > u_{ij} \geq 0.95 \quad (4)$$

0.95 是一般取值^[7]。

$$S_{ij} > s_{ij}, \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n s_{ij} \geq \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n Z_{ij} \quad (5)$$

2.3 模型求解

本模型中,最重要的是确定 S_{ij} 和 s_{ij} 。

2.3.1 S_{ij} 的确定

当 $k_{ij} < s_{ij}$ 时,求 x_{ij} 使 Y_{ij} 达到最小值,由此就可确定 S_{ij} 。

$$\frac{dY_{ij}}{dx_{ij}} = c_{ij} + q_{ij} \int_0^{k_{ij}+x_{ij}} f(r_{ij}) dr_{ij} - u_{ij} \int_{k_{ij}+x_{ij}}^{\infty} f(r_{ij}) dr_{ij} \quad (6)$$

$$\frac{dY_{ij}}{dx_{ij}} = 0, k_{ij} + x_{ij} = S_{ij} \quad (7)$$

且 $\int_0^{\infty} f(r_{ij}) dr_{ij} = 1$ 综上所述可得

$$\int_0^S f(r_{ij}) d_{ij} (q_{ij} + u_{ij}) = u_{ij} + c_{ij} \quad (8)$$

$$\int_S^{\infty} f(r_{ij}) d_{ij} (q_{ij} + u_{ij}) = q_{ij} + c_{ij} \quad (9)$$

综合以上公式,得

$$\frac{\int_0^S f(r_{ij}) d_{ij}}{\int_S^{\infty} f(r_{ij}) d_{ij}} = \frac{u_{ij} - c_{ij}}{q_{ij} + c_{ij}} \quad (10)$$

由以上模型可得,当每种航空弹药的单位价格 c_{ij} 一定时,贮存费 q_{ij} 越小,缺货费用越大,则 S_{ij} 应越大。根据航空弹药实际情况,综合约束条件,就可确定 S_{ij} 的实际值。

2.3.2 s_{ij} 的确定

当第 i 个航空弹药仓库第 j 种弹药存量为 k_{ij} 时,如果订货,则将航空弹药的存储水平补充至 S_{ij} 。因此可得此种航空弹药在一个存储周期的平均花费为

$$\bar{Y}_{ij} = \begin{cases} l_{ij} + c_{ij}(S_{ij} - K_{ij}) + Q_{ij}(S_{ij}) & \text{进行订货时} \\ q_{ij}k_{ij} + Q_{ij}(k_{ij}) & \text{不进行订货时} \end{cases} \quad (11)$$

不进行订货时与订货时的花费相比较,应满足

$$l_{ij} + c_{ij}(S_{ij} - k_{ij}) + Q_{ij}(S_{ij}) \geq q_{ij}k_{ij} + Q_{ij}(k_{ij}) \quad (12)$$

令 $M(x) = q_{ij}x_{ij} + Q_{ij}(x_{ij})$, 则有

$$M(x) \leq l_{ij} + Q_{ij}(S) \quad (13)$$

因此 s 应为方程 $M(x) = l_{ij} + Q_{ij}(S)$ 最小正根。利用图形求解得,在 $x_{ij} = S$ 时 $M(x)$ 取得最小值,在极小值上叠加 l_{ij} , 对应的 x_{ij} 值即是 s 值,如图 1 所示。

综合各方程可得,当 $c_{ij}, f(r_{ij}), l_{ij}, q_{ij}, u_{ij}$ 确定后,就可确定 s, S 的值。在实际计算时,可用计算机编程,采用如智能优化算法、进化策略^[7,8] 等对模型进行求解。以上得出的仅仅是满足数学意义上的 s, S 值,在实际应用中,还应满足约束

条件

$$S_{ij} > s_{ij}, P(r_{ij} > k_{ij}) > u_{ij} \geq 0.95 \quad (14)$$

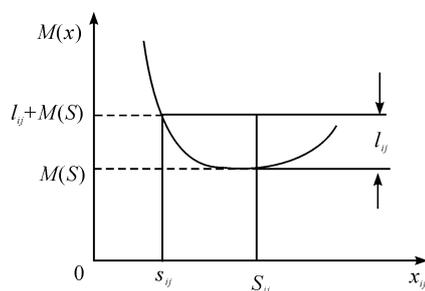


图 1 求 s 的图解法

3 结束语

本模型从实际出发,通过确定 s, S 值,使总相关费用最小,对航空弹药的存储决策有一定的参考作用。特别说明的是,本模型建立的前提是允许缺货,但是把弹药的供应信度设定的较高(0.95)。战时情况特殊,如不允许缺货时,则 u_{ij} 将变为无穷大,则 S 值也变为无穷大,由于库容有限,这是不可能的。应根据实际情况,将各个评定的航空弹药仓库储存尽可能多的弹药,这是战时的存储策略。

参考文献:

- [1] 邢世忠,陈达植,张伟业,等. 军事装备学[M]. 北京:国防大学出版社,2000.
- [2] 空军装备部. 航空弹药订货与储备结构预测方法研究[Z]. 北京:空军装备部,2005.
- [3] 龚传信. 装备勤务学[M]. 石家庄:军械工程学院,2001.
- [4] 陈学广,徐维江. 弹药保障决策模型的研究[J]. 军械工程学院学报,2001,13(3):52-55.
- [5] 邱鹤荀,毕孙志,刚马妍. 军队战备物资储备结构优化模型研究[J]. 军事交通学院学报,2009,11(2):73-76.
- [6] 付向红. 交货时间为随机变量的存储模型[J]. 重庆文理学院学报:自然科学版,2009,28(2):41-43.
- [7] 刘金梅. 航空弹药供应保障决策支持系统研究[D]. 南京:南京理工大学,2006.
- [8] 瞿高峰,陈淑燕. 基于进化策略的随机存储模型求解[J]. 东北师大学报:自然科学版,2003,35(4):14-18.

(责任编辑 周江川)