

## 试论武器装备的效费比分析

唐大德 朱松山

(国防科技大学) (西安二炮工程学院)

**摘要** 本文运用价值工程(VE)方法分析武器装备,并称效费比为价值。按照美国人杜佩(Dupuy)的办法把武器装备的效能化为“战斗效能值”,又计算出武器装备的全寿命费用,然后二者加以对比,提出了选择武器系统的定量方法。

**关键词** 武器装备效费比

国防技术经济分析的基本思路是分析武器装备的效能与费用的比例关系,以求提高武器装备的效费比:即要在效能一定的情况下求得费用最低,或在费用既定情况下求得效能最高。如果借用价值工程中的“价值”概念,武器装备的效费比,也可叫做武器装备的价值,即

$$\text{武器装备的价值}(V) = \frac{\text{武器装备效能}(F)}{\text{全寿命费用}(C)}$$

过去长时期中,我们评价武器装备时,往往只着眼于效能,忽视了费用,更谈不上效能——费用比较分析。这种倾向使我们吃了亏:只强调效能不注意费用的方案,不是实现不了,就是造成很大浪费。随着科学技术的发展,新式武器装备不断涌现,费用也不断增长。因此,世界各国在军费不可能任意增长的情况下,如何使用军费,特别是如何使武器装备的先进性与全寿命费用协调一致,就成为许多军事家、军事经济学家共同关心的问题,其目的是要使武器装备的效能与全寿命费用达到最佳组合。

## 1. 全寿命费用的概念与计算

武器装备的全寿命费用(或叫寿命周期费用)是指某种武器装备从开发研究、生产制造、使用维修直到报废或淘汰整个过程中各种费用的总和。因此,全寿命费用可用如下的公式来表示:

$$M = \sum_{j=1}^n C_j$$

式中,  $M$ ——武器装备的全寿命费用,  $C_j$ ——第  $j$  类(项)费用。

具体分析起来,大体有如下各类:

(1) 研制费用( $C_1$ ):可分为:考察费、研究费、设计费、样品制作费、试验费、样品批准通过费等项。

(2) 生产费用 ( $C_2$ )：可分为：准备生产费用、小批量生产费用、成批生产费用、试验费用、验收费用，为扩大生产能力的投资费用等项。

(3) 维护使用费 ( $C_3$ )：如燃料、材料消耗费、保养费、修理费、零部件更新费、库存费、使用人员的培训费与生活费、战时消耗弹药费等等。

(4) 报废或淘汰费 ( $C_4$ )。

对于武器装备的使用单位——军队来说，武器装备的全寿命费用不过是两大部分。一部分是购置费 ( $M_A$ )，相当于上述的(1)、(2)两类；另一部分是使用费 ( $M_B$ )，相当于上述(3)、(4)两类。所以，全寿命费用又可表述为  $M = M_A + M_B$ 。

需要指出的是，武器装备有三种不同寿命：即自然寿命（指武器装备在使用过程中由于自然磨损直到报废所经历的时间）、技术寿命（指由于技术进步而引起的无形损耗使之陈旧过时而被淘汰的时间）和经济寿命（考虑到费用使用到最经济的时间）。每种寿命又有平时与战时之分。弄清三种不同寿命及其相互关系，可为计算武器装备全寿命费用中的寿命期提供较合适的判据。根据经验，在平时，自然寿命比较长，一般均有20年左右的时间。技术寿命则比较短，据有关资料分析，新型战斗机、战略导弹等，从装备部队到落后过时，大约是15~20年时间。武器装备的经济寿命则可通过计算而得出。它的构成如图1所示。

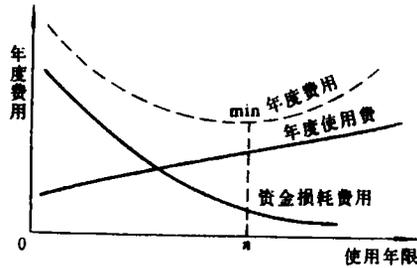


图1 武器装备的经济寿命

从图1可知，使用  $n$  年的年度使用费最小，所以， $n$  年即为武器装备的经济寿命。如果用  $C$  代表年度费用， $P$  代表武器装备购置费原值， $D$  代表年度维修使用费，并令其残值为零，则年度费用公式为：

$$C = \frac{P}{n} + D。$$

事实上年度使用维修费是不断增加的，设每年增加额为  $g$ ，则有

$$\begin{aligned} C &= \frac{P}{n} + D + [g + 2g + \dots + (n-1)g] / n \\ &= \frac{P}{n} + D + \left[ \frac{1}{2}n(n-1)g \right] / n = \frac{P}{n} + D + (n-1)g/2 \end{aligned}$$

欲使年度费用最小，可求  $C$  对于  $n$  的导数并令其为零，可得：

$$\frac{dC}{dn} = -\frac{P}{n^2} + \frac{g}{2} = 0$$

解之 
$$n = \sqrt{\frac{2P}{g}}$$

设某型号战斗机装备部队的批量为2000架，购置费为8亿元（每架40万元），年使用维修费每年增加额为625万元（每架每年增加3125元），则该型号战斗机的经济寿命为：

$$n = \sqrt{\frac{2P}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 80000}{625}}$$

$$= 16 \text{ (年)}$$

一般说来，武器装备的寿命期，在很大程度上要由它的经济寿命决定。在这个期间内的费用总和，即为全寿命费用：

$$M = \sum_{i=1}^n (P_i + D_i)$$

如计算资金的时间价值，则要将上式乘以资金时间价值因子。

全寿命费用的计算并不困难，但很繁琐。一般均要借助于数学模型与计算工具。本文不拟详述。值得指出的是，有必要建立各种武器装备的全寿命费用标准，以便为今后武器装备的研制、开发、生产、使用提供决策依据。

## 2、武器装的效能及定量方法

武器装备效能是指它的军事效能，即它取得军事效果的能力。各种不同的武器装备的军事效果的大小，往往是用它的性能来表示的。比如，一枝步枪的军事效果是通过它的射程、精度、射速等等来表示的。一架飞机的军事效果是由它的飞行速度、续航能力、升限、载运武器弹药的数量等等来表示的。因此，武器装备的性能不同，效果的表示方法也不同。对各种不同武器装备的不同效果，有没有办法进行统一的度量呢？在军事运筹学中，战斗性能的定量比较——杜派（Dupuy）的经验方法，被认为是可行的方法。我们认为，在武器装备的效费比分析中，对不同种武器装备的效能进行比较，可以采用杜派的“战斗效能值”这一指标。“战斗效能值”又分为“假设杀伤力指数”和“实际杀伤力指数”等，我们只采用他的武器装备效能的“靶场值”（OLI），表示武器装备在最有效理想条件下每种武器的最大杀伤力。表1是美、苏两国一些武器的OLI值。

表 1 美苏一些武器的OLI值

美 国		苏 联	
武器名称	OLI	武器名称	OLI
M16米福枪	0.34	AK47米福枪	0.32
口径11.4毫米手枪	0.03	手枪	0.05
口径11.4毫米冲锋枪	0.25	机关枪	0.66
M203枪榴弹发射装置	8.00	120毫米迫击炮	69.11
M60型7.62毫米机枪	1.30	塞格反坦克导弹	70.00
M2型12.7毫米机枪	2.60	100毫米反坦克炮	340.00
81毫米自行迫击炮	72.00	76毫米反坦克炮	120.00
107毫米自行迫击炮	75.97	无后座力自行火炮（9型）	40.00
M113装甲运兵车	13.63	机动多管火箭发射架	559.00

续表

美 国		苏 联	
武器名称	OLI	武器名称	OLI
中型反坦克导弹	115.00	122毫米榴弹炮	282.00
“陶”式反坦克导弹	214.00	弗洛格地地导弹	120.00
M72型反坦克武器发射器	13.00	ZSU—23—7 (自行高炮)	240.00
M110, 203毫米自行榴弹炮	207.00	SA—7 (地空弹)	34.00
M109A1型155毫米自行榴弹炮	199.00	SA—9 (地空弹)	250.00
“火神”自动获取数据加农炮	309.00	SA—6 (地空弹)	220.00
小懈树地空导弹	124.00	RT76轻型坦克	160.00
“红眼”地空导弹	66.00	T62中型坦克	867.00
M60坦克A1型AII型	915.00	BRDM2 装甲人员运输车	120.00
M551武装搜索车	519.00	BTR60 装甲人员运输车	25.00
Ah—IG 直升机	310.67	BMP 装甲运输车	180.00

我国武器装备尚无人去确定它们的战斗效能值，可以参照美苏的同种武器的战斗效能值而定。

如果是同一类武器装备不同型号的效费比分析，不必用OLI值，可用对性能打分的方法来评价。假如我们评价的是几种不同型号的坦克，就可以列举出它们的主要性能，如功率、速度、战斗因素……，然后用加权评分法来评定。见表2。

表 2

得分 $F_{ij}$	性能 $j$	功 率 1	速 度 2	战 斗 力 3	防 护 力 4	……	…… $n$	得 分 总 计
型号 $i$		$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$	……	$k_n$	$F_{ijk_j}$
型号	1	$F_{11}$	$F_{12}$	$F_{13}$	$F_{14}$	……	$F_{1n}$	$F_{ijk_j}$
	2	……	……	……	……	……	……	……
	……	……	……	……	……	……	……	……
	$m$	$F_{m1}$	$F_{m2}$	$F_{m3}$	$F_{m4}$	……	$F_{mn}$	$F_{mjk_j}$

定量分析的方法还有很多，如经验统计法，概率分析法，统计试验法等等，这里不一一列举。我们的目的是要把各种不同质的性能（效能），转化为可比的量的概念。以上所述的两种方法，基本可满足这一要求。

### 3、效能—费用比较分析

在了解费用、效能之后，还需把二者加以比较，以求得二者的最佳组合。

从理论上分析，一般说来，某种产品的效能要求越高，其生产费用也越多，而其使

用维修费却相对减少。相反，效能要求越低，其生产费用也越少，但维修使用费却增多。这是一般产品的规律，军品也不例外。武器装备的效能与费用的关系如图2所示。

从图2可知，由于生产费用C随效能的提高而增加，使用维修费D则相反，因此，由生产费用曲线C和使用费曲线D相加而构成的寿命周期费用线M，必为一个马鞍形，有一个最低点W。但是，有趣的是，寿命周期费用的最低点并不是效能——费用最佳组合点。从图2可知，效能用OF、OF'等横坐标表示，费用用WF、W'F'等纵坐标表示。在图中

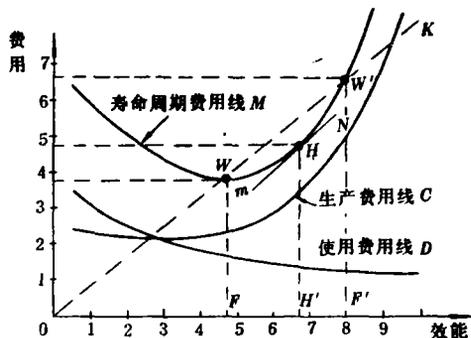


图2 武器装备效能与费用的关系

效能用OF、OF'等横坐标表示，费用用WF、W'F'等纵坐标表示。在图中

$$\frac{\text{效能}}{\text{费用}} = \frac{OF}{WF} = \frac{OF'}{W'F'}$$

在OK与寿命周期费用线M相交的W、W'两点间的弧 $\widehat{WW'}$ 上任意一点的效费比，均比OF/WF、OF'/W'F'的比值高。比值最高的应在与 $\widehat{WW'}$ 相切的直线mn的切点H处。这点，就是武器装备的效能——费用最佳结合点。以图2为例， $OH'/HH' > OF/WF = OF'/W'F'$ 。H点为最佳点。

在实践中，如果评价不同种类的武器装备的效费组合，效能可借用战斗效能的靶场值(OLI)，直接和费用比较，可方便地求出它们的高低。如果是评价同类武器装备不同型号产品的效费比组合，其效能可用加权打分法来定量，然后和费用相比，也较容易求出它们的高低。假如我们评价一种军用车辆的三种型号A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、A<sub>3</sub>的优劣，设有功率、速度、载重量、警卫因素、机动范围五个评价因素（实际上因素会更多），可用表3的形式进行评价。

表 3

得分 $F_{ij}$	评价因素 权数 $k_j$	功率 (1)	速度 (2)	载重量 (3)	警卫因素 (4)	机动范围 (5)	总分 $\Sigma F_{ij}$ $k_j$	费用 (万元)	效费比
		0.20	0.15	0.40	0.15	0.10			
	型号 i								
	A <sub>1</sub>	90	90	85	75	60	82.75	20.0	4.1375
	A <sub>2</sub>	95	95	80	70	70	82.75	21.5	3.8488
	A <sub>3</sub>	80	80	90	75	80	83.25	19.5	4.2949

显然，从效费比组合情况看，A<sub>3</sub>优于A<sub>1</sub>，A<sub>1</sub>又优于A<sub>2</sub>，供决策的顺序是A<sub>3</sub>、A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>。

如果能把效能转化为费用, 比较起来就更加方便。可是, 这只有在某种特殊情况下才有可能。把敌我双方的武器装备加以对比, 如以我方打掉敌人坦克造成的损失作为我方反坦克武器的效能, 而与我方反坦克武器所遭到的损失作为费用相比, 就能比较选择费效比高的反坦克武器。

总之, 我们在选择武器装备时, 不仅要考虑效果, 而且要考虑费用; 不仅要考虑是否“买得起”的问题, 而且要考虑是否“用得起”的问题。这就要求我军上下均要重视这个问题, 并逐步建立起我军的武器装备费效比分析制度。这样, 我们就能从根本上提高国防经济效益, 以较小的代价来建设现代化的国防。

### 参 考 文 献

- [1] 王寿云编著: 现代作战模拟, 上海知识出版社1984年
- [2] (罗) 贝拉·亚尼上校主编: 论军事经济效益(中文版), 解放军出版社1985年

## Analysis on Expenses Proportion of Arms Equipments (Digest)

Tang Da de    Zhu Song shan

### Abstract

The essay is about how to use Value Engineering (VE) Ways to analyse arms equipments, It can be also called expenses proportion as value. According to American Dupuy's opinion, We can divide arms equipments effective power into "Combat Effectiveness Value" Calculate arms equipments whole exhausting expenees, then contrast them, So It offers rational ways of choosing arms system.

**Key Words** Proportion of arms aqipments effective power and expanses