

基于价值工程方法的武器装备价值分析*

Analysis on the Value of Weapon Equipment Based on Value Engineering Method

西北工业大学管理学院 李娟 梁工谦

[摘要] 运用价值工程(VE)方法对武器装备进行了价值分析。给出了武器装备全寿命费用的分解结构和计算方法,同时分析了武器装备的效能结构并对其效能进行了量化。在此基础上建立了武器装备价值分析的理论及实践模型。

关键词: 价值工程 武器装备效能 全寿命费用

[ABSTRACT] Value Engineering (VE) method is applied to analyze the weapon equipment. The disaggregated structure and calculating method of life circle cost of weapon equipment is put forward. The effectiveness structure of weapon equipment is analyzed and its effectiveness is quantified. On the basis of these studies, the theoretic and practical models of weapon equipment are set up.

Keywords: VE Effectiveness of weapon equipment Life circle cost (LCC)

随着武器装备技术含量的不断增加以及高新技术在武器装备中的广泛应用,在装备战术性能不断提高的同时,现代武器装备的费用也在不断增长。如何控制武器装备的实际费用,降低军费开支,是世界各国军事部门共同面临的问题。美军经几十年探索,积累了许多成功的经验。有资料表明:美国国防经费从1960年占国家财政预算的46%降到1976年的26%;装备使用与维修费从20世纪50年代中期的25%下降到20世纪80年代中期以后大致稳定在11%左右^[1]。分析美军的装备管理体制后发现,其成功经验之一是把全寿命费用(Life Circle Cost, LCC)作为决策的重要依据。美国《陆军武器系统分析》指出:“武器系统规划方法的一个重要组成部分是估算费用。美国的总统或国会就是利用费用分析做出关于是否继续研制或生产某些大型武器系统决策的^[2]。”

我国军费较少,如何使有限的经费发挥最大的效益,以解决武器装备发展与有限国防经费之间的矛盾,

是我军装备现代化建设道路上必须考虑的问题。因此,运用价值工程(Value Engineering, VE)方法,综合考虑武器装备的全寿命费用和效果,对武器装备进行价值分析,不但可以达到预期的效能,而且可以节约实际经费,有效缓解经费紧张的矛盾。

1 价值工程及应用于武器装备价值分析的特点

价值工程的概念起源于二战后的美国。当时,通用电气公司的工程师麦尔斯发现:人们使用某种材料的目的在于材料所具有的功能,因此,可以考虑用功能相同但价格低廉的代用品取代原来昂贵的材料。于是就促生了“价值分析”的问世。尔后,美国国防和政府部门开展价值工程活动,都取得了显著成效。我国在1978年下半年开始推广价值工程活动^[3]。

价值工程(VE),又称价值分析(Value Analyse, VA)或功能成本分析,是以最低的寿命周期成本,可靠地实现产品或作业的必要功能,以提高其价值,并以功能研究为核心的有组织的活动。

价值工程中价值的概念不包含政治经济学中社会必要劳动量的释义,而是指产品的功能与取得该功能所需成本的比值,可表示为

$$\text{价值}(V)=\text{功能}(F)/\text{成本}(C)。$$

V 是衡量产品经济效益的尺度,是效率公式在价值工程中的具体表现。用户所追求的价廉物美的产品,正是高价值的产品^[4]。

在武器装备采办与选择中,价值是以耗费的资源为代价所获得的军事价值的度量,它与敌人付出的代价(受到破坏、压制、欺骗或反击)成正比,而与系统成本成反比,即

$$\text{武器装备的价值}(V)=\frac{\text{武器装备效能}(E)}{\text{全寿命周期费用}(LCC)}。$$

价值工程用于武器装备价值分析具有以下优点:

- (1)价值工程以最低的寿命周期成本,实现必要的功能,提高武器装备的价值。
- (2)价值工程以功能分析为核心,采用定性定量。

* 航空科学基金(04J53078)资助项目。

相结合的方法,确定并保证装备的必要功能,剔除不必要功能,寻求功能与成本的最佳结合点,达到降低成本、提高效益的目的。

(3)价值工程侧重于武器装备的研制设计阶段。尽管这一阶段的费用只占全寿命费用的5%~10%,但它能确定武器装备的主要功能和95%左右的全寿命费用。

(4)价值工程是以信息为基础的有组织的集体创造活动。

2 基于价值工程方法的武器装备的价值分析模型

2.1 武器装备全寿命费用的概念与计算

武器装备的全寿命费用(Weapon Equipment Life Circle Cost, WELCC),是指某种武器装备从研究开发、生产制造、使用维修直到报废或淘汰的整个过程中各种费用的总和可用如下的公式来表示:

$$WELCC = \sum_{i=1}^n C_i,$$

式中, C 为第 i 类(项)费用。

具体分析起来,大体有如下各类费用:

(1)研制费用(C_1)。可分为考察费、研究费、设计费、样品制作费、试验费和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、验收费用和为扩大生产能力的投资费用等项。

(3)维护使用费(C_3)。如燃料和材料消耗费、保养费、修理费、零部件更新费、库存费、人员培训费及生活费和战时消耗弹药费等。

(4)报废或淘汰费(C_4)。包括退役处理费等。

武器装备寿命周期费用分解结构如图1所示。

武器装备通常有3种不同寿命,即自然寿命(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(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)^[9]。每种寿命又有平时与战时之分。明确3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为合适的判据。根据经验,在平时自然寿命比较长,一般为20年左右。技术寿命比较短,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;经济寿命则

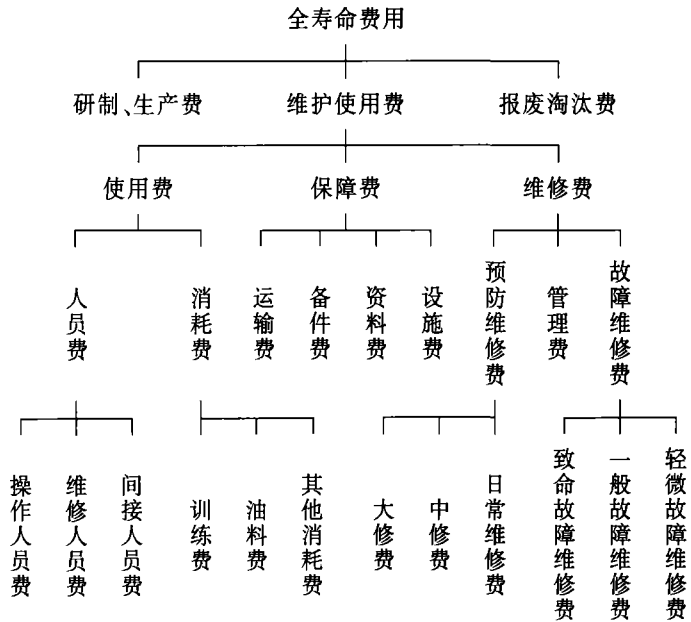


图1 武器装备全寿命费用分解结构

Fig.1 Disaggregated structure of life circle cost of weapon equipment

可通过计算得出。

如果用 C 代表年度费用, P 代表武器装备购置费原值, D 代表年度使用维修费,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

$$C = \frac{P}{n} + D + \frac{g + 2g + \dots + (n-1)g}{n} = \frac{P}{n} + D + \frac{\frac{1}{2}n(n-1)g}{n} = \frac{P}{n} + D + \frac{(n-1)g}{2}.$$

欲使年度费用最小,可求 C 对 n 的导数并令其为零,得

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

解算后可得 $n = \sqrt{\frac{2P}{g}}$ 。

通常,武器装备的寿命期在很大程度上要由它的经济寿命决定,在这个期间的费用总和,即为全寿命费用:

$$WELCC = \sum_{i=1}^n (P_i + C_i).$$

全寿命费用的计算并不困难，但是很繁琐，一般都要借助于数学模型与计算工具^[6]，本文对此不再详述。值得指出的是，有必要建立并完善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、生产和使用维修提供决策依据。

2.2 武器装备的效能概念及其定量分析

武器装备的效能是指武器装备在规定的条件下，达到某个或某些任务目标的能力的大小。武器的装备效能有单项效能、综合效能、作战效能之分^[7]。武器装备的综合效能是指为使装备在规定的时间内，能有效地执行其规定的作战任务而需具备的作战与保障特性。装备的保障特性包括装备作战所必需的设计和保障两方面的保障性能。保障特性过去国外也称为作战适用性 (Operational Suitability)。以机枪为例，其效能结构见图 2。

国别	武器名称	OLI	国别	武器名称	OLI
美国	M16 来福枪	0.34	前苏联	塞格反坦克导弹	70.00
	11.4mm 手枪	0.03		100mm 反坦克炮	340.00
	114mm 冲锋枪	0.25		76mm 反坦克炮	120.00
	中型反坦克导弹	115.00		SA-7(地空弹)	34.00
	“陶”式反坦克导弹	214.00		SA-9(地空弹)	250.00
“红眼”地空导弹	66.00	SA-6(地空弹)		220.00	

在分析了费用和效能之后，还需把两者加以比较，从而求得两者的最佳组合。

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，而其使用维修费会相对减少。相反，效能要求越低，其生产费用也越少，但使用维修费增多了^[7]。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 3 所示。

从图 3 可知，由于生产费用 C_1 随效能的提高而增加，而使用维修费 C_2 则相反，因此，由生产费用曲线 C_1 和使用费用曲线 C_2 相叠加而构成的寿命周期费用线 LCC，为一条马鞍形曲线，有一个最低点为 F 。然而，寿命周期费用的最低点并不是效能-费用的最佳组合点。在图中，效能用 OE 、 OE' 等横坐标表示，费用则用 FE 、 $F'E'$ 等纵坐标表示。此时便有

$$\text{效能/费用} = \frac{OE}{FE} = \frac{OE'}{F'E'}$$

OL 与寿命周期费用线 LCC 相交的 F 、 F' 两点间的弧段上任意一点的效费比，都比 OE/FE 、

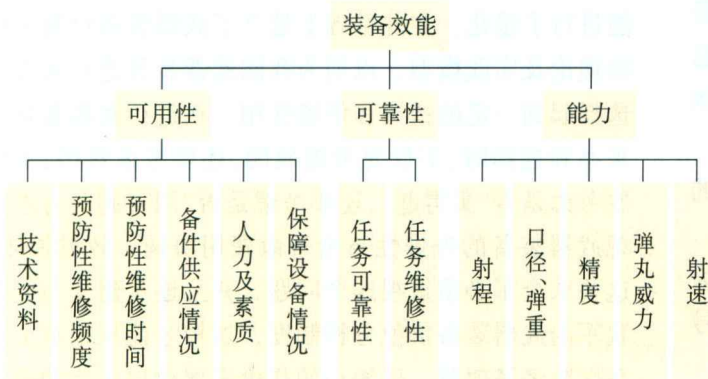


图 2 机枪装备的效能结构

Fig.2 Effectiveness structure of scatter-gun equipment

武器装备作战效能有不同的描述方法，当前广泛应用的是 ADC 法。在实践中，目前还没有一个较好的评价方法来评价不同种类武器装备的价值，本课题采用美国军事历史学家杜佩 (T. N. Dupuy) 提出的定量比较方法^[8]。在不同种类的武器装备价值分析中，采用武器装备的作战效能来描述，就可以采用杜佩的“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，这里只采用他提出的武器装备效能的“靶场值”(OLI)来表示在最有效理想条件下每种武器的最大杀伤力。表 1 给出了美国和前苏联一些武器的 OLI。

我国武器装备目前尚无战斗效能值数据，可以参照美国及前苏联同种武器的战斗效能值来确定。

2.3 武器装备价值分析理论模型

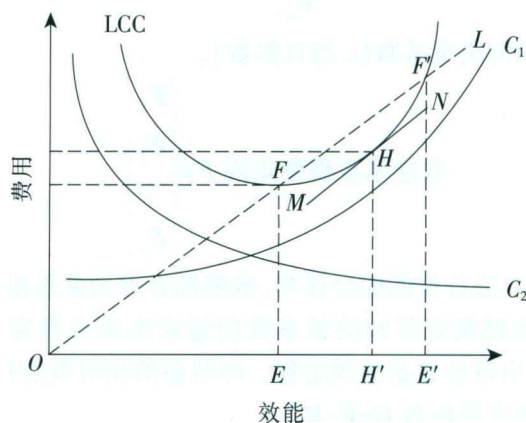


图 3 武器装备效能与费用的关系

Fig.3 Relationship between the cost and effectiveness of weapon equipment

OE'/FE'的比值高。显然,在弧段FF'上存在一个点H,在这一点上效能与费用的比值最高。该点就是武器装备的效能-费用的最佳结合点。

2.4 武器装备价值分析实践模型

评价同类武器装备不同型号的价值时,其效能可采用基于模糊综合评判原理的方法来定量,然后和费用系数相比,便能较容易地确定出它们的高低。

(1)建立指标体系,计算指标决策系数和指标效能系数。

根据本文2.2节中武器装备的效能结构图来确定武器装备的效能指标。采用0~4分评分法把所有指标进行相互间比较,据相对重要程度评分。原则是:指标间相比非常重要者得4分,不重要的得0分,较重要的得3分,不太重要的得1分,同等重要的得2分。指标间相互比较分析后,算出每一指标所得总分,并把全部指标所得总分汇总,前者占后者的比例大小,即为该项指标的决策系数。按同样方法,对同一指标把所有装备进行相互间比较评分,算出每台装备该项指标所得总分及所有装备这一指标得分之和,前者占后者的比例大小,即为指标效能系数。

(2)据计算结果,构建决策系数向量R和隶属度的效能系数向量Fi,并由Fi建立效能系数模糊矩阵F。

效能系数向量Fi=(Fi1,Fi2,⋯,Fiq,⋯,Fin),式中i为装备序号,j为效能指标序号,Fiq为第i号装备第j号指标的效能系数(i和j均为自然数)。

$$\text{决策系数向量 } R = \begin{Bmatrix} R_1 \\ R_2 \\ \vdots \\ R_n \end{Bmatrix}, \text{ 各向量元素 } R_n \text{ 表示第 } n$$

个指标的决策系数(n为自然数)。

$$\text{效能系数模糊矩阵 } F = \begin{Bmatrix} F_1 \\ F_2 \\ \vdots \\ F_n \end{Bmatrix}。$$

(3)进行效能综合评判。效能综合评判就是根据效能系数模糊矩阵和决策系数向量求出综合判定数向量,得出每台装备的判定数。即装备的相对效能系数。综合判定数向量G=F·R。

(4)计算装备的全寿命费用及费用系数。根据本文2.1节推导出的装备的经济寿命公式计算出 $n = \sqrt{\frac{2P}{g}}$ 。

计算出n,代入公式 $WELLC = \sum_{i=1}^n (P_i + C_i)$,即得到装备的全寿命费用。

计算装备的费用系数,得:

$$\text{装备的费用系数} = \frac{\text{装备的全寿命费用}}{\text{所有装备中最高的全寿命周期费用}}。$$

(5)进行价值比较分析。

$$\text{装备的价值系数} = \frac{\text{武器装备效能系数}}{\text{装备的费用系数}}。$$

根据装备的价值系数来确定装备价值的高低,从而进行武器装备的选择和采购活动。

3 结束语

本课题运用价值工程(VE)方法对武器装备进行了价值分析。给出了武器装备全寿命费用的分解结构和计算方法,同时分析了武器装备的效能结构并对其效能进行了量化。在此基础上建立了武器装备价值分析的理论及实践模型,以期为我国武器装备进行采办和选择起到一定的指导和借鉴作用。在进行武器装备的采办和选择时,不仅要考虑效能,还要考虑费用;不仅要考虑是否“买得起”,还要考虑是否“用得起”,力求实现武器装备的先进性与全寿命费用协调一致的原则。这要求全军必须重视这个问题,并且逐步建立与完善我军的武器装备价值分析制度,这样才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强大国防。

参 考 文 献

- [1] 徐宗昌. 论推行综合寿命周期费用控制法. 装甲兵工程学院学报,2000(1):24-30.
- [2] 美国陆军武器装备研制与采购司令部. 陆军武器系统分析:上册. 吴志革,译.北京:兵器工业部系统工程研究所,1985.
- [3] Wilson A R. A study of the best value engineering practice in China. The Value Manager, 1998,4(2):3-5.
- [4] 年桂芳. 价值工程. 长春:吉林人民出版社,1986.
- [5] 陈伟忠. 技术经济学教程. 西安:西安交通大学出版社,1996.
- [6] 马国惠,尹序贵. 军事装备全寿命管理研究. 北京:海潮出版社,1999.
- [7] 张剑. 军事装备系统的效能分析、优化与仿真. 北京:国防工业出版社,2000.
- [8] 陈学楚. 装备系统工程. 北京:国防工业出版社,2001.

(责编 七丁)