

灰色分析的防护工程建设方案价值评估

孙惠香¹, 许金余¹, 李庆¹, 梵胜军²

(1. 空军工程大学 工程学院, 陕西 西安 710038; 2. 西安建筑科技大学, 陕西 西安 710055)

摘要:根据防护系统复杂性特点,以获得最大防护效能、提高国防资金的使用效率及合理使用途径、实现国防资源优化配置为目的,结合实例采用灰色关联分析与价值工程分析方法对防护工程建设方案进行价值评估,确定各因素的权重实现了建设方案优选、建设成本降低,创新技术,提高了防护工程的军事效益及经济效益。

关键词:综合防护;灰色关联分析;价值工程

中图分类号: N941.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-3516(2007)05-0048-04

现代高科技战争条件下,防护工程面临许多挑战,现代武器的发展使得防护工事面临更多毁伤因素的影响,主要有冲击波,燃烧高温,震动,电磁毁伤与电磁干扰,核辐射与放射性沾染,以及生物、化学武器的毒性作用等^[1],不得不把防护研究从单纯被动防护向综合防护转变。目标在武器系统的打击下,对于可能面临的各种毁伤因素,需要多种防护措施的有机结合来抵御,以求得最大的生存效能,战时功能的充分发挥^[2-3]。

价值工程(Value Engineering)又被称为价值分析^[4],是二战期间美国工程师麦尔斯提出的一种新兴管理技术,目前在世界上广为应用。这里的“价值”是指某种产品(或作业)所具有的功能与获得该功能的全部费用的比值,不是对象的使用价值,而是对象的比较价值,是作为评价事物有效程度的一种尺度。因此,可以把防护工程中单位资金所能获得的防护效能看作评价防护工程有效性的一种尺度,通过对防护工程的多种建设方案基于防护效能进行价值分析,在有限的资金约束条件下,来获得最大的防护效能,或在保证效能的前提下进一步降低成本,提高资金的使用效率^[5-6]。

1 防护工程价值分析

防护工程的建设有多种方案可供选择。评价指标中,经济指标是一个重要指标,研究如何在有限的国防预算资金约束下,获得较高的综合防护能力,最大限度的实现国防建设的功能要求。

现设综合防护性能为建设方案发挥的功能指数 F ,所需的建设成本指数为 C ,则建设方案的价值为

$$V = F/C \quad (1)$$

由于综合防护能力与投入的成本之间并不呈线性关系,由边际效益递减原理,增加建设投入,综合防护能力呈上升趋势,但随着投入的增加,综合防护能力的增加率呈下降趋势,价值在下降。资本使用效率就是增量资本与增量产出的比值。增量产出可以看作防护效能的增加。资本使用效率可以用哈罗德-多马模型来反应^[7]

$$k = \Delta K / \Delta Y \quad (2)$$

式中: k -增量资本产出比率; ΔK -增量资本; ΔY -产出增量。 k 值越小,资本效率越高,价值也就越高。

收稿日期:2006-12-11

基金项目:青年教师创新基金资助项目

作者简介:孙惠香(1975-),女,吉林德惠人,讲师,博士生,主要从事防护工程,投资控制与项目管理研究;

许金余(1963-),男,吉林靖宇人,教授,博士生导师,主要从事防护工程,结构工程与岩土工程研究。

2 功能重要性系数的灰色关联分析

传统的价值工程在应用中,功能重要性系数的确定方法主要有专家打分法、强制打分法、环比评分法等,均具有较强的主观性,不同的专家、技术人员可能得到不同的结果,针对这一点本文采用灰色关联分析,通过定量计算得出各种影响因素在综合防护能力中所占比重,增强价值工程的科学性^[8]。

现设防护系统有 s 个建设方案, Y_1, Y_2, \dots, Y_j 为系统特征行为序列。 X_j 为防护系统的影响因素,例如:

$$(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 \dots) = (\text{主动防护, 抗力防护, 伪装防护, 防电磁脉冲, 抗震防护} \dots) \quad (3)$$

式中: $X_i = (x_i(1), x_i(2), x_i(3), x_i(4) \dots x_i(s))$ 为防护系统的相关因素序列; $x_i(j)$ ($i = 1, 2, 3, 4, 5, j = 1, 2, \dots, n$) 代表第 j 种建设方案中第 i 种防护措施的保护效能,用赢得概率表示。

功能重要性系数可通过以下 3 个灰色关联度来确定:

1) 灰色绝对关联度

$$\varepsilon_{0i} = (1 + |s_0| + |s_i|) / (1 + |s_0| + |s_i| + |s_i - s_0|) \quad (4)$$

式中: $|s_i| = \left| \sum_{k=2}^{n-1} x_i(k) + \frac{1}{2}x_i(n) \right|$, $|s_i - s_0| = \left| \sum_{k=2}^{n-1} x_i^0(k) - x_0^0(k) + \frac{1}{2}(x_i^0(n) - x_0^0(n)) \right|$, $x_i^0(k) = x_i(k) - x_i(1)$ 。

2) 灰色相对关联度

$$\gamma_{0i} = (1 + |s'_0| + |s'_i|) / (1 + |s'_0| + |s'_i| + |s'_i - s'_0|) \quad (5)$$

式中: $|s'_i| = \left| \sum_{k=2}^{n-1} x'_i(k) + \frac{1}{2}x'_i(n) \right|$, $|s'_i - s'_0| = \left| \sum_{k=2}^{n-1} x_i^0(k) - x_0^0(k) + \frac{1}{2}(x_i^0(n) - x_0^0(n)) \right|$, $x_i^0(k) = x'_i(k) - x'_i(1) = \frac{x_i(k)}{x_i(1)} - 1$ 。

3) 灰色综合关联度

$$\rho_{0i} = \theta\varepsilon_{0i} + (1 - \theta)\gamma_{0i}$$

一般取 $\theta = 0.5$ 。则功能重要性系数可由 $f_i = z_{0i} / \sum_{k=1}^n z_{0k}$ 求得, ($z = \varepsilon, \gamma$ 或 ρ)。

绝对关联度偏重于绝对量的变化,相对关联度偏重于变化速率,而综合关联度综合了二者侧重点综合考虑,是优先选择的对象^[9]。

3 价值工程在防护工程方案优选中的应用

某阵地指挥所,综合考虑 5 种防护措施,有 3 种建设方案,分别考虑防护等级 A_1 级、 B_1 级、 A_2 级。各个方案的防护措施的防护能力与建设造价见表 1(表中数据作了技术处理,造价为计量单位)。

表 1 方案防护措施的防护能力与建设造价

防护措施	方案 1	方案 2	方案 3
	防护能力/造价	防护能力/造价	防护能力/造价
主动防护	0.995/300	0.828/150	0.678/100
伪装防护	0.920/120	0.904/100	0.820/90
抗力防护	0.868/200	0.772/135	0.628/110
抗震防护	0.903/80	0.823/50	0.721/30
防电磁脉冲	0.895/70	0.887/40	0.719/25

由文献[10],目标系统各个方案的综合防护能力分别为:

方案 1: $0.995 \times 0.920 \times 0.868 \times 0.903 \times 0.895 = 0.642$

方案 2: $0.828 \times 0.904 \times 0.772 \times 0.823 \times 0.887 = 0.422$

方案 3: $0.678 \times 0.820 \times 0.628 \times 0.721 \times 0.719 = 0.181$

现设综合防护能力为系统特征向量: $Y_0 = (0.642, 0.422, 0.181)$, $(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5) = (\text{主动防护, 伪装防护, 抗力防护, 抗震防护, 防电磁脉冲})$ 为相关因素序列, 经过计算(略去计算步骤)各因素的综合关联度为 $\rho_{10} = 0.889, \rho_{20} = 0.768, \rho_{30} = 0.844, \rho_{40} = 0.820, \rho_{50} = 0.783$ 。

结果表明, 在综合防护中, 主动防护最重要, 其重要性排序依次为: 主动防护 > 抗力防护 > 抗震防护 > 防电磁脉冲 > 伪装防护, 由公式 $f_i = \rho_{0i} / \sum_{k=1}^n \rho_{0k}$, 可得到防护分系统的重要性系数如表 2 所示。根据各个方案中防护分系统的防护能力得到各分系统的得分及各个方案的功能指数。方案的成本指数如表 3 所示。由功能指数和成本指数可以得到方案的价值指数表 4。

表 2 方案功能指数表

防护分系统	功能重要性系数	方案 1		方案 2		方案 3	
		得分	功能指数	得分	功能指数	得分	功能指数
主动防护	0.22	10	2.20	8	1.76	7	1.54
伪装防护	0.19	10	1.90	10	1.90	9	1.71
抗力防护	0.21	10	2.10	9	1.89	7	1.74
抗震防护	0.20	10	2.00	9	1.80	7	1.40
防电磁脉冲	0.19	10	1.90	10	1.90	8	1.52
合计		50	10.1	46	9.25	38	7.91
方案功能指数			0.373		0.343		0.283

表 3 方案成本指数表

防护分系统	方案 1		方案 2		方案 3	
	成本	成本指数	成本	成本指数	成本	成本指数
主动防护	300	0.389	150	0.315	120	0.303
伪装防护	120	0.157	100	0.211	90	0.228
抗力防护	200	0.259	135	0.284	120	0.303
抗震防护	80	0.103	50	0.105	40	0.102
防电磁脉冲	70	0.092	40	0.085	25	0.064
合计	770	1	475	1	395	1
方案成本指数		0.470		0.290		0.240

表 4 方案的价值指数

方案	方案 1	方案 2	方案 3
功能指数	0.373	0.343	0.283
成本指数	0.470	0.290	0.240
价值指数	0.794	1.183	1.167

由表 4 中可以看出, 方案 2 价值最高, 是最佳方案, 虽然方案 1 综合防护能力最高, 但其价值最低, 并不是最佳方案, 如果要选取方案 1, 则需要对方案进行改进。进一步降低成本。现对方案 2 进行价值分析。由表 2 中方案 2 的功能指数除以得分得到各个方案防护分系统的功能指数, 价值分析如表 5 所示。

表 5 各分系统的价值指数

分系统	主动防护	伪装防护	抗力防护	抗震防护	防电磁脉冲
功能指数	0.22	0.19	0.21	0.20	0.19
成本指数	0.315	0.211	0.284	0.105	0.085
价值指数	0.698	0.900	0.739	1.905	2.235

由表 5 中可以看出, 虽然主动防护在综合防护中占有主要地位, 但是其价值却是最低的, 经济效果不好, 需要采取措施加以改进, 使得其单位资金所能获得的防护效能提高。其次, 抗力防护也需要研究替代材料进一步降低成本, 来提高其价值。

4 结论

由分析可以看出, 一味的增加投资来获得更高的综合防护效能是不经济的。通过对防护工程建设进行

价值分析,可以科学的帮助决策者选择最佳的建设方案,有利于对建设方案进行技术上的创新改进,实现国防资金与资源的合理利用,以取得最大的经济效益与军事效益。该方法简便易行,当防护工程较大时,可以通过计算机计算来减少计算量。具有推广使用和参考的价值。

另外,通过灰色关联分析对传统价值工程方法进行改进,定量的分析方法使价值工程更科学,减少了主观随意性。

参考文献:

- [1] 朱万红. 军事工程综合防护模型研究[J]. 系统工程与电子技术,2005,(1):81-83.
- [2] 邬建华. 防护工程综合防护效能评价[J]. 解放军理工大学学报:自然科学版,2003,4(2):52-55.
- [3] 夏至成. 防护工程建设方案评价与优选[J]. 解放军理工大学学报:自然科学版,2001,2(5):54-56.
- [4] 伍 进. 建筑工程领域价值工程应用的中外比较[J]. 建筑经济,2004,(1):89-91.
- [5] 尹贻林. 建设工程项目价值管理[M]. 天津:天津人民出版社,2006.
- [6] Liu A M M, Leung M Y. Developing a soft value management model[J]. International Journal of Practice Management, 2002, 20:341-349.
- [7] 金维兴,张文艳. 中国建筑业支柱产业地位分析[J]. 建筑经济,2001,(8):6-9.
- [8] 王光源. 战机作战效能的综合指数评估研究[J]. 海军航空工程学院学报,2006,21(4):487-489.
- [9] 关成斌. 基于多级模糊综合评判的雷达网目标识别技术[J]. 海军航空工程学院学报,2006,21(2):241-244.
- [10] 赵德辉,许金余. 常规武器作用下地空导弹阵地目标毁伤分析[J]. 空军工程大学学报:自然科学版,2004,5(3):37-39.

(编辑:姚树峰)

A Value Evaluation of Defense Engineering Construct Projects Based on Gray Analysis

SUN Hui-xiang¹, XU Jin-yu¹, LI Qing¹, FAN Sheng-jun²

(1. The Engineering Institute, Air Force Engineering University, Xi'an 710038, China; 2. Xi'an Architectural University of Science and Technology, Xi'an 710055, China)

Abstract: In order to obtain the maximum efficiency of defense engineering and improve the efficiency of national defense capital and making use of it, a gray incidence analysis combined with value Engineering is introduced into evaluating the value of defense engineering construct project according to the complexity of defense system. Through determining the weighting of factors, the best construction projects selecting can be realized, the cost is reduced, the technique innovation can be accelerated and, the military benefit and the economy benefit of defense engineering can be enhanced.

Key words: comprehensive defense; gray incidence analysis; Value Engineering