

# 防空 C<sup>3</sup>I 作战效能研究

岳韶华, 周国安, 张金成

(空军工程大学 导弹学院, 陕西 三原 713800)

**摘要:**防空 C<sup>3</sup>I 系统已经成为现代战争必不可少的重要组成部分,其作战效能分析也越来越受到人们的重视。通过对防空 C<sup>3</sup>I 系统性能的全面分析,建立了作战效能综合评价的指标体系,利用模糊评判模型,给出了一种新的作战效能评价模型和评价方法。

**关键词:**防空 C<sup>3</sup>I; 作战效能; 模糊评判模型

**中图分类号:** TN919      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1009-3516(2002)01-0030-03

## 1 确定评价方法

C<sup>3</sup>I 系统被誉为作战力量的“倍增器”,防空 C<sup>3</sup>I 系统是战略或战役 C<sup>3</sup>I 系统的重要组成部分,防空部门都投入了大量的人力和物力去研制和开发高性能的防空 C<sup>3</sup>I 系统。由于防空 C<sup>3</sup>I 系统的多维性和复杂性,以及开发过程的渐进性<sup>[1]</sup>,促使我们只有对现有系统作战效能进行科学分析和评价,才能为后续系统的研制开发提供科学的依据,并有利于现有系统性能的改进和完善。

防空 C<sup>3</sup>I 系统的作战效能是指在一定的作战条件下,通过指挥、控制、通信和情报保障的高度综合化和自动化,对防空作战进程和结局产生有利作用的程度。由于防空 C<sup>3</sup>I 系统是一个多学科综合集成的复杂系统,作战效能是一个综合指标,其中存在着大量的随机因素和模糊因素,往往采用一般的评判方法无法准确评估其作战效能。而模糊综合评判法是在模糊的环境中,综合考虑多种因素的影响,对某些事物关于某种目的做出综合判断的方法,可以处理用其它方法无法处理的模糊信息,因此,我们选择多层次模糊综合评判方法,对防空 C<sup>3</sup>I 系统效能进行评价。

## 2 评价作战效能的指标体系

### 2.1 指标选取的原则

完备性,任何一个表明系统性能的指标都应出现在指标属性集中;可测性,指标应可以计算,能定量表示;独立性,指标应彼此不相关;一致性,选用的指标应与分析目标相一致。

### 2.2 指标体系的层次结构

防空 C<sup>3</sup>I 系统完成特定任务是通过系统所具有的一系列功能实现的,由于影响系统作战效能的指标很多,我们建立指标体系应选择能反映系统本质特征、重要的且具有决定性意义的指标。通过认真分析影响防空 C<sup>3</sup>I 系统作战效能的各种因素,加以合理归纳整理,建立如图 1 所示的多层次指标体系结构<sup>[2]</sup>。

## 3 作战效能评价模型

根据提出的综合指标体系,选择二级模糊综合评价模型进行作战效能评价。

### 3.1 二级模糊综合评价模型<sup>[3]</sup>

1) 将因素集  $U$  分成  $s$  个子集,记为  $U_1, U_2, \dots, U_s$ , 应满足条件

$$U = \{U_1, U_2, \dots, U_s\},$$

$$U_i \cap U_j = \varnothing, i \neq j$$

设第  $i$  个子集的因素为  $U_i$ , 应满足条件

$$U_i = \{U_{i1}, U_{i2}, \dots, U_{in_i}\},$$

$$i = 1, 2, \dots, s$$

其中  $n_i$  表示  $U_i$  的元素个数,  $n = n_1 + n_2 + \dots + n_s$ ,  $n$  表示  $U$  的元素个数。

2) 对每个因素集  $U_i$ , 分别作出单因素综合评判。

设评判集  $V = \{v_1, v_2, \dots, v_m\}$ 。

$U_i$  中各因素相对  $U_i$  的权重分配为

$$A_i = \{a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{in_i}\},$$
 应满足

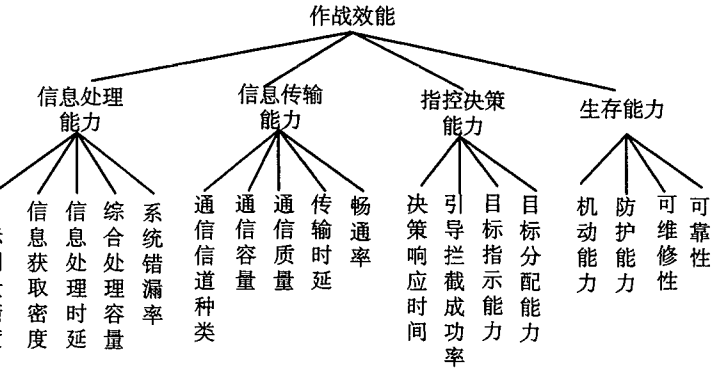


图 1 指标体系结构

$$a_{i1} + a_{i2} + \dots + a_{in_i} = 1$$

若  $R_i$  为  $U_i$  到  $V$  的模糊评判矩阵

$$R_i = (r_{ij,k})_{n_i \times m}, \quad i = 1, 2, \dots, s; j = 1, 2, \dots, n_i; k = 1, 2, \dots, m$$

$r_{ij,k}$  表示因素  $U_{ij}$  被评为  $v_k$  的隶属度。可采用专家评判法确定, 做法是: 每位专家对表 1 中评价对象的内在因素是很好、较好、一般、较差, 请在对应处打对钩, 必须且只能打一处; 再对所有有效填表各项数据进行统计和归一化处理, 得到对应的隶属度。(表中数据就是一个例子, 模糊关系就是对 10 位专家评判结果的统计, 进行归一化后得到模糊评判矩阵  $R_i$ , 各因素的权重则是根据该因素的重要性, 利用层次分析法求得。)

表 1 综合评价

因素 $U$ (权重 $A$ )	内在因素	模糊关系				权重 ( $A_i$ )
		很好 $v_1$	较好 $v_2$	一般 $v_3$	较差 $v_4$	
信息处理 能力 $U_1$ (0.330)	目标测量精度 $U_{11}$	2	5	3	0	0.300
	信息获取密度 $U_{12}$	3	4	1	2	0.090
	信息处理时延 $U_{13}$	1	7	2	0	0.240
	综合处理容量 $U_{14}$	0	3	4	3	0.120
	系统错漏率 $U_{15}$	2	4	3	1	0.250
信息传输 能力 $U_2$ (0.190)	通信信道种类 $U_{21}$	2	3	4	1	0.100
	通信容量 $U_{22}$	0	5	3	2	0.080
	通信质量 $U_{23}$	3	4	2	1	0.340
	传输时延 $U_{24}$	0	5	3	2	0.180
	畅通率 $U_{25}$	2	3	2	3	0.300
指挥决策 能力 $U_3$ (0.260)	决策响应时间 $U_{31}$	0	3	5	2	0.124
	引导拦截成功率 $U_{32}$	1	6	3	0	0.268
	目标指示能力 $U_{33}$	2	3	3	2	0.268
	目标分配能力 $U_{34}$	2	4	4	0	0.350
生存能力 $U_4$ (0.220)	机动能力 $U_{41}$	2	4	3	1	0.254
	防护能力 $U_{42}$	1	5	4	0	0.182
	可维修性 $U_{43}$	2	3	3	2	0.262
	可靠性 $U_{44}$	1	6	2	1	0.302

于是第一级综合评判向量为

$$B_i = A_i \cdot R_i = (b_{i1}, b_{i2}, \dots, b_{im}), i = 1, 2, \dots, s$$

3) 对因素  $U$  作二级综合评判。

将每个  $U_i$  视为  $U$  的一个因素,  $B_i$  作为它的单因素评判向量, 可构成  $U$  到  $V$  的模糊评判矩阵:

$$R = \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ \vdots \\ B_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \cdots & b_{1m} \\ b_{21} & b_{22} & \cdots & b_{2m} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ b_{s1} & b_{s2} & \cdots & b_{sm} \end{bmatrix}$$

每个  $U_i$  作为  $U$  的一部分,反映了  $U$  的某种属性,可以按它们的重要性给出权重分配:  $A = (a_1, a_2, \dots, a_s)$ , 于是第二级综合评判向量为

$$B = A \cdot R = (b_1, b_2, \dots, b_m)$$

$b_k$  表示某防空  $C^3I$  系统作战效能被评为  $v_k$  的隶属度,按照最大隶属原则,取  $B$  中最大隶属度对应的评判集指标作为最终评判结果,这样就确定了其作战效能的高低。本模型可以直观地解释为图 2 所示。

### 3.2 模糊综合评判方法的选择

由于影响防空  $C^3I$  系统效能的因素很多,为了避免信息丢失,应综合考虑各种因素的影响,因此我们选用“加权平均型”算子。对于第一级综合评判模型为

$$b_{ik} = \sum_{j=1}^{n_i} a_{ij} \cdot r_{y,k}, k = 1, 2, \dots, m$$

对于第二级综合评判模型为

$$b_k = \sum_{i=1}^s a_i \cdot r_{ik}, k = 1, 2, \dots, m$$

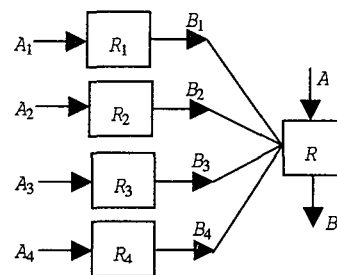


图 2 二级模糊评判模型示意图

## 4 结束语

本文通过分析防空  $C^3I$  系统性能,建立了综合评价指标体系,并运用多层次模糊综合评价方法,解决防空  $C^3I$  系统作战效能的评价问题。该方法不仅全面地考虑了影响防空  $C^3I$  系统作战效能的诸多重要因素,而且综合了多位专家的评价,使系统作战效能评价更加准确、可信;同时,该方法不仅可以用于单个系统作战效能的评价,而且稍做改进可以对多个系统作战效能进行比较。

### 参考文献:

- [1] 朱德成,江光杰. 指挥自动化系统工程[M]. 北京:军事谊文出版社,1994.
- [2] 黄坤大. 指挥自动化系统[M]. 北京:军事谊文出版社,1994.
- [3] 李洪兴. 工程模糊数学方法及应用[M]. 天津:天津科学技术出版社,1993.

(编辑:田新华)

## Fighting Efficiency Research on the Air Defense $C^3I$ System

YUE Shao-hua, ZHOU Guo-an, ZHANG Jin-cheng

(The Missile Institute, Air Force Engineering University, Sanyuan 713800, China)

**Abstract:** The air defense  $C^3I$  system has been an important part of modern war and its fighting efficiency analysis is put much emphasis on. By analyzing the capability of the air defense  $C^3I$  system, an index system is built up for synthetic evaluation of the air defense  $C^3I$  fighting efficiency, and a new evaluating model and method is proposed by means of fuzzy evaluation model.

**Key words:** air defense  $C^3I$ ; fighting efficiency; fuzzy evaluation model