

复杂电磁环境下炮兵营作战指挥控制能力*

冯志强,曹建亮,欧阳才超

(解放军炮兵学院 五系 41 队,合肥 230031)

摘要:分析了在复杂电磁环境下炮兵营作战指挥控制能力的构成体系,同时运用 AHP-Fuzzy 法建立数学评估模型,并举例对炮兵营作战指挥控制能力进行了有效的评估,得出了相应的结论,同时提出相关对策。

关键词:复杂电磁环境;AHP-Fuzzy 法;炮兵营;指挥控制
中图分类号:T10;E822 **文献标识码:**A

文章编号:1006-0707(2009)03-0019-03

随着武器装备信息化程度的不断提高,现代战场的电磁环境日趋复杂,围绕电磁频谱的控制和利用而形成的制电磁权,已经成为炮兵作战双方激烈争夺的新的“制高点”。复杂电磁环境给炮兵作战指挥控制带来了诸多不利影响。

由于炮兵作战指挥控制系统涉及军事学、计算机应用、信息处理等诸多学科,技术性、系统性强,以及现代战场上电磁环境的复杂性,同时存在大量不确定信息。基于 AHP-Fuzzy 法是在不确定的环境中,综合考虑多种因素的影响,并作出较为合理评估的方法,因此本文中采用此方法,对炮兵营作战指挥控制能力进行评估研究,从而使评价结果更加合理、科学。

比较困难,所以在上层的评定标准下,对本层元素相互的重要性进行两两比较,取 1~9 值对各自的重要程度赋值,如表 1,进行量化,从而可以构造各层次的指标判断矩阵 $A = [a_{ij}]$,如式(1)。

1 确定炮兵营作战指挥控制能力评估体系

信息化战争中,经过深入调查研究,认为复杂电磁环境影响炮兵营作战指挥控制能力(A)的指标包括: 战场决策能力(A₁),即指挥员利用辅助决策系统对战场态势进行决策的能力; 信息保障能力(A₂),即战场情报信息的侦察获取、计算处理、通信传输的能力; 电子对抗能力(A₃),即为削弱、破坏敌电子设备使用效能,并保障己方电子设备正常发挥效能的能力; 装备保障能力(A₄),即对武器装备和指挥自动化设备稳定性、兼容性、安全性等的综合保障能力。同时进一步征询相关专家意见,确定 12 个二级评估指标因素,如图 1。

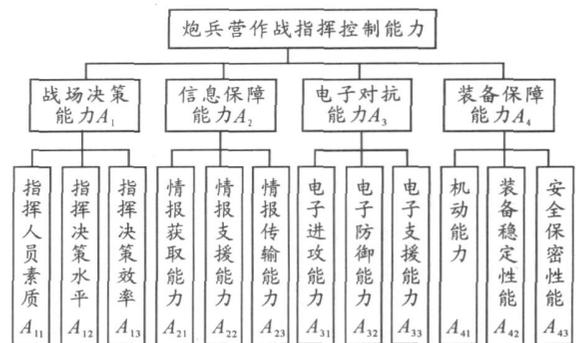


图 1 炮兵营作战指挥控制能力评估体系

2 建立基于 AHP-Fuzzy 法的评估数学模型

2.1 运用 AHP 法确定每个指标中各因素的权重

在建立层次结构体系后,由于各层次元素的权重界定

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix} \quad (1)$$

其中 n 为对进行判断的相邻下一层的指标因素数。

1) 求出判断矩阵 A 的最大特征向量:

$$i = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n a_{ij}} \quad (2)$$

$$W = \left(\sqrt[n]{\prod_{i=1}^n a_{ij}} \right)^{1/n}, i = 1, 2, \dots, n$$

最大特征值对应的最大特征向量:

$$W = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$$

2) 求出 A 的最大特征值:

* 收稿日期:2008-10-31

作者简介:冯志强(1982—),男,天津人,硕士研究生,主要从事决策理论研究。

$$\max = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{AW}{i} \right) \quad (3)$$

3) 进行一致性检验, 得出偏差一致性指数:

$$CI = \frac{\max - n}{n - 1} \quad (4)$$

根据随机一致性比率 CR 检查判断矩阵是否具有满意的一致性. 随机一致性比率为判断矩阵的一致性指标 CI 和同级平均随机一致性指标 IR 之比. 若 $CR < 0.1$, 则判断矩阵具有满意的一致性指标; 否则需要重新修正判断矩阵, 以达到满意的一致性为止.

表1 判断矩阵标度及其含义

标度	定义	含义
1	同等重要	两元素同样重要
稍微重要	i 元素比 j 元素稍微重要	
5	重要	i 元素比 j 元素重要
7	非常重要	i 元素比 j 元素非常重要
9	绝对重要	i 元素比 j 元素绝对重要
2, 4, 6, 8	介于两相邻重要程度之间	表示相邻折衷的标度

2.2 模糊综合评判

1) 确定隶属度矩阵 R

选取被评判对象的因素集 U 与评语集 V ,
 设 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$, $V = \{v_1, v_2, \dots, v_m\}$

其中: n 为因素集数量; m 为模糊判定集合的等级种类数量.

隶属度 r_{ij} , 是指多个评价主体对某一评价对象在 u_i 方面作出 v_j 评价的可能性大小. 隶属度向量 $R_i = (r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{im})$, $i = 1, 2, \dots, n$, 且归一化后满足 $\sum_{j=1}^m r_{ij} = 1$.

2) 计算二级模糊综合评判结果

$$B_i = W_i \cdot R_i \quad (5)$$

3) 计算综合评价结果 B

综合评价矩阵:

$$R = (B_1, B_2, \dots, B_m) \quad (6)$$

$$B = W \cdot R = \left(\begin{matrix} 1 & 2 & \dots & n \end{matrix} \right) \cdot \left\{ \begin{matrix} r_{11}, r_{12}, \dots, r_{1m} \\ r_{21}, r_{22}, \dots, r_{2m} \\ \dots \\ r_{n1}, r_{n2}, \dots, r_{nm} \end{matrix} \right\} \quad (7)$$

4) 求出综合评价值 E 首先确定评价集 H , 即对各层次评价指标的一种语言描述, 对评语集的每个评价等级进行赋值, $H = (h_1, h_2, \dots, h_m)$. 然后计算出综合评价值 $E = B \cdot H^T$, 最后将其依据评价集的不同等级, 就可以推断出被评价事物所处的等级水平.

3 基于 AHP-Fuzzy 法炮兵营作战指挥控制能力评估

3.1 确定各层次指标因素的权重

依据判断矩阵标度及其含义, 经征询专家和部队指挥员分析论证, 确定炮兵营作战指挥控制能力各层次指标因素的判断矩阵, 同时依据式(2)计算如下:

$A - A_i$ 层判断矩阵:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3/2 & 4 \\ 1/2 & 1 & 2/3 & 2 \\ 2/3 & 3/2 & 1 & 3 \\ 1/4 & 1/2 & 1/3 & 1 \end{bmatrix} \quad W = (0.41, 0.20, 0.29, 0.10)^T$$

$A_i - A_{ij}$ 层判断矩阵:

$$A_1 = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 4 \\ 1/3 & 1 & 2 \\ 1/4 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}, \quad A_2 = \begin{bmatrix} 1 & 5/2 & 4 \\ 2/5 & 1 & 3/2 \\ 1/4 & 2/3 & 1 \end{bmatrix}$$

$$W_1 = (0.62, 0.24, 0.14)^T, \quad W_2 = (0.61, 0.24, 0.15)^T$$

$$A_3 = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 2/5 \\ 2 & 1 & 1/2 \\ 5/2 & 2 & 1 \end{bmatrix}, \quad A_4 = \begin{bmatrix} 1 & 3/2 & 4 \\ 2/3 & 1 & 2 \\ 1/4 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}$$

$$W_3 = (0.18, 0.30, 0.52)^T, \quad W_4 = (0.53, 0.32, 0.15)^T$$

3.2 针对各层判断矩阵进行一致性检验

运用式(3)计算各层次判断矩阵的最大特征值 \max , 运用式(4)、查表2并根据随机一致性比率 CR , 求得结果如表3, 可以得到各层次 $CR < 0.1$, 说明以上判定矩阵达到满意的一致性.

表2 随机一致性判断指标 RI

n	1	2	3	4	5	6	7	8
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41

表3 各层次判断矩阵一致性检验指标

指标	A	A_1	A_2	A_3	A_4
\max	4.001	3.064	3.001	3.024	3.009
CI	0.000	0.032	0.000	0.012	0.004
RI	0.90	0.58	0.58	0.58	0.58
CR	0.000	0.055	0.001	0.021	0.008

3.3 进行模糊综合评估

1) 确定评语集 V

鉴于对各二级评估指标因素评定的复杂性和模糊性, 确定评语集为 $V = \{ \text{很强, 较强, 一般, 弱} \}$, 并赋值后, $H = \{ 0.90, 0.80, 0.70, 0.60 \}$, 并且评定标准是0.90以上为很强, 0.80~0.90为较强, 0.60~0.70为一般, 0.60以下为弱.

2) 建立二级模糊评判矩阵

为使模糊评判矩阵具有更好的可信度, 组织了8名相

关专家对二级评估指标因素进行评估,得到二级模糊评判矩阵,经计算整理,结果如下:

$$R_1 = \begin{bmatrix} 2/8 & 2/8 & 3/8 & 1/8 \\ 3/8 & 4/8 & 1/8 & 0 \\ 3/8 & 3/8 & 2/8 & 0 \end{bmatrix}$$

$$R_2 = \begin{bmatrix} 2/8 & 2/8 & 2/8 & 2/8 \\ 2/8 & 3/8 & 2/8 & 1/8 \\ 1/8 & 2/8 & 2/8 & 3/8 \end{bmatrix}$$

$$R_3 = \begin{bmatrix} 2/8 & 1/8 & 3/8 & 2/8 \\ 3/8 & 2/8 & 2/8 & 1/8 \\ 2/8 & 3/8 & 2/8 & 1/8 \end{bmatrix}$$

$$R_4 = \begin{bmatrix} 3/8 & 2/8 & 3/8 & 0 \\ 2/8 & 3/8 & 2/8 & 1/8 \\ 2/8 & 3/8 & 2/8 & 1/8 \end{bmatrix}$$

3) 求出二级模糊评价结果

$$R = \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \\ B_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} W_1 \cdot R_1 \\ W_2 \cdot R_2 \\ W_3 \cdot R_3 \\ W_4 \cdot R_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.2975 & 0.3275 & 0.2975 & 0.0775 \\ 0.2312 & 0.2800 & 0.2500 & 0.2388 \\ 0.2875 & 0.2975 & 0.2725 & 0.1475 \\ 0.3162 & 0.3087 & 0.1838 & 0.1913 \end{bmatrix}$$

4) 计算综合模糊评价结果

$$B = W \cdot R = (0.283, 0.307, 0.269, 0.141)^T$$

5) 计算综合评价值

$$E = B \cdot H^T = 0.773$$

依照评语等级标准,可以看出复杂电磁环境下炮兵营作战指挥控制能力评估结果为一般。

4 结束语

利用 AHP-Fuzzy 法,建立炮兵营作战指挥控制能力的评估模型,对其效能评估研究,提高了评判可信度。计算结果表明,复杂电磁环境下炮兵营作战指挥控制能力评估结果为一般,主要原因是电子对抗能力和装备保障能力比较

弱,所以这也成为今后亟待提高的方向。

4.1 强化专业技能,提高电子对抗能力

综合作战保密、电子信息战和硬杀伤等各种手段,保护己方的电子设备正常发挥效能,确保信息安全,在电子对抗中获得信息优势,从而强化对部队的有效指挥和控制,增强在复杂电磁环境下的整体作战指挥控制能力。

4.2 扎实岗位练兵,强化装备保障能力

为了能够实现对各种装备实施全空域、时域的一体化保障,依托现有的信息系统,建立统一有效、较为完善的装备技术保障网络系统,同时运用灵活高效的指挥方式,提高装备保障指挥控制的有效性。

4.3 依托训练平台,提高实战适应能力

运用现代网络技术、虚拟现实和模拟仿真技术,模拟炮兵作战的战场环境,构造专业化、信息化的炮兵训练平台,突出战场电磁环境的复杂性,为实兵实装对抗训练奠定良好的基础。依托这个训练平台,逼真地反映未来信息化战场上的复杂电磁环境,以指挥控制和通信保障模拟训练为重点,着重探索炮兵营在复杂电磁环境下反侦察、抗干扰、防摧毁的方法,逐步提高炮兵作战行动对电磁环境的适应能力。

4.4 开展实兵对抗,增强战场生存能力

实兵对抗训练,是在模拟敌电磁干扰和各种民用电磁设备的条件下开展的,突出电子侦察与反侦察、干扰与反干扰、摧毁与反摧毁等演练,提高训练的针对性和实战性。复杂电磁环境下的炮兵营实兵对抗训练,通过开展全时空、全过程、全功能、整建制的对抗演练,科学合理地配置作战力量,全面提高与电子对抗部队的作战协同的能力,增强炮兵营在复杂电磁环境条件下的战场生存能力。

参考文献:

- [1] 刘伟,罗鹏程.复杂电磁环境对现代战争的影响及对策[J].国防科技,2007,11:71-76.
- [2] 龙泉.AHP-模糊综合评价法在绩效评估中的应用研究[J].研究与探讨,2007(2):45-48.
- [3] 徐阳.炮兵作战指挥效能评估模型以算法实现[D].重庆:重庆大学出版社,2005.