

【其他研究】

电子战系统效能评估的层次分析

沈永伟, 蒋关银, 张君莉

(总参气象水文局, 北京 100081)

摘要:将定性定量相结合,以效能指标重要度为参考尺度,采用改进层次分析法(IAHP)实现电子战系统效能的评估。即将电子战系统效能定为目标层,以电子进攻、电子防御和电子支援能力作为第一准则层;电子干扰、压制、摧毁等能力作为第二准则层;各待评电子战系统作为方案层。其作战效能计算包括统一各指标准则重要性尺度、指标准则重要性等级计算权重,最后进行综合评分。

关键词:电子战系统;重要度;指标;作战效能;改进的层次分析法

中图分类号:N945.17;TN97

文献标识码:A

文章编号:1006-0707(2011)03-0147-03

信息战已成为现代及未来战争中相对独立的作战样式,并广泛融合于陆、海、空、天等多维空间战场中,而电子战是信息战的主体,电子战效能的高低将直接影响到整体信息战能力^[1]。电子战系统的效能分析和评价是电子战效能综合评定的一个重要方面。因此,本文采用改进的层次分析法(IAHP)^[2-4]以指标参数的重要度作为基本尺度,对电子战系统效能进行定性和定量相结合的综合分析。

1 建立电子战系统效能评估指标体系

1.1 指标体系建立的要求^[5]

1) 完整性。选择电子战系统效能评估指标时,应尽可能地不遗漏指标,保证对电子战系统效能全面、正确地认识。当然,这种整体完备性只是相对的,实际评估时,为了提高评估效率,有意地在指标中省略一些虽有影响但属于次要的因素,也是允许的。

2) 独立性。效能评估指标体系是由一组相互紧密联系的指标构成。这些指标是相互独立的划分,同一层次的指标必须不重叠,不存在横向的因果关系。指标的独立性要求,可避免重复性,减少不必要的评估项目,提高评估的效率和科学性。

3) 层次性。电子战系统效能评估指标是区分层次的,仅靠一个层次的指标是很难对电子对抗系统能力做出准确的评定。整个指标构成一个树状的结构,上一层指标应与下一层指标之间存在包容关系。

4) 科学性。建立电子战系统效能评估指标时,应尽可能地使下层指标可以测量,能够量化。只有存在可测性,才能进行估算和评价。指挥体系的大小要合适,含义明确,分层要适当,宜细则细,宜粗则粗。

1.2 对电子战系统影响的主要因素

1) 电子进攻能力。电子进攻能力是对敌电子系统的干扰、压制和摧毁能力,是电子战中的重要能力之一,在电子战

中占有重要地位。

2) 电子防御能力。电子防御能力是保护己方电子设备和武器系统的安全能力,是指在敌对我实施电子侦察和电子进攻的情况下,电子战体系反电子侦察、反电子干扰和抗摧毁的概率。

3) 电子支援。电子支援是指电子战系统为体系电子进攻和电子防御行动提供情报信息的能力,是电子战体系中综合作战能力的重要内容。

1.3 建立评估指标体系结构模型

电子战系统由电子进攻、电子防御和电子支援3个系统组成^[6]。因此,电子战系统效能 A 由电子进攻能力 B_1 、电子防御能力 B_2 和电子支援能力 B_3 构成, B_{11} 、 B_{12} 、 B_{13} 和 B_{21} 、 B_{22} 、 B_{23} 、 B_{24} 以及 B_{31} 、 B_{32} 、 B_{33} 为第2准则层。其评估体系模型结构如图1所示。

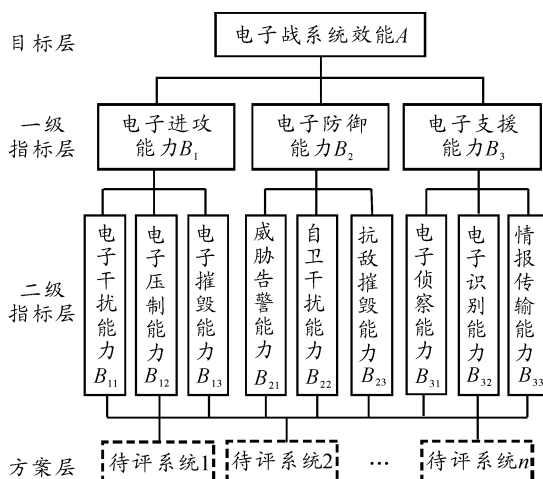


图5 电子战系统效能评估体系结构模型

电子战系统的电子进攻、电子防御和电子支援3种能力是获取电磁优势或夺取制电磁权的根本保证,任何一种能力

收稿日期:2011-01-09

作者简介:沈永伟(1970—),硕士,主要从事信息作战指挥学、军事气象水文保障学研究。

的缺失都将严重影响电子战系统的整体效能,甚至会失去保持的优势,因此,要通过这三者的有机协调才能夺取和保持战场的电磁优势和制电磁权。

2 作战效能计算^[7-8]

2.1 统一各指标准则重要性尺度

把准则按“重要”、“次重要”、“一般”分3个等级,并分别用3,2,1表示。例如:邀请电子战专家对电子战系统效能的各指标进行评判。经判断,在第一准则层中, B_1 对目标层的影响为“重要”,记为3;在第二准则层中,判断得 B_{11} 对 B_1 的影响为“一般”,记为1。依此类推,得各指标因素对目标层的重要性等级。

2.2 根据各指标准则重要性等级计算其权重

在第一准则层中,记 B_1, B_2, B_3 对目标层 A 影响的重要等级数为 $U_i (i=1,2,3)$, W_i 为 B_i 相对于 A 的权重。则:

$$W_i = \frac{U_i}{\sum_{i=1}^3 U_i} \quad (i=1,2,3)$$

在第二准则层中,记 B_{11}, B_{12}, B_{13} 对第一准则层的 B_1 影响的重要等级数为 $U_{1i} (i=1,2,3)$, V_{1i} 为 B_{1i} 相对于 A 的权重。则:

$$V_{1i} = \frac{U_{1i}}{\sum_{i=1}^3 U_{1i}} \quad (i=1,2,3)$$

在求得第一准则层对目标及各权重及第二准则层各指标因素对第一准则层相应准则的基础上,求得第二准则层各指标因素对目标层的组合权重。令 B_{1i} 相对于目标层 A 的组合权重为 $W_{1i} = V_{1i} \times W_1 (i=1,2,3)$;同理,记 B_{2i}, B_{3i} 对 B_2, B_3 影响的重要等级数分别为 $U_{2i}, U_{3i} (i=1,2,3)$, V_{2i}, V_{3i} 为 B_{2i}, B_{3i} 对 B_2, B_3 的权重。则:

$$V_{2i} = \frac{U_{2i}}{\sum_{i=1}^3 U_{2i}} \quad (i=1,2,3)$$

$$V_{3i} = \frac{U_{3i}}{\sum_{i=1}^3 U_{3i}} \quad (i=1,2,3)$$

B_{2i} 相对于目标层 A 的组合权重为 $W_{2i} = V_{2i} \times W_2$; B_{3i} 相对于目标层 A 的组合权重为 $W_{3i} = V_{3i} \times W_3$ (其中, $i=1,2,3$)。

2.3 进行综合评估

假设电子战系统效能 A 的满分为 Q ,则其中各指标因素所占的分值依该指标准则求得,即用目标价值的满分乘以该准则的权重即可。在计算待评电子战系统价值分数值时,把各指标因素在该电子战系统中所起的效果分为“强”、“次强”、“一般”、“差”4个等级,其等级分分别为该准则所占分值的1,3/4,2/4,1/4。

3 应用举例

应用IAHP,采用专家评判对某次战役中某反辐射攻击

部队的电子战系统效能进行评估。并请6位专家判断该电子战系统指标体系中各指标对整个战役影响程度,评判结果如表1。同时判断各指标在该战役中的表现力,评判结果如表2。

表1 影响程度评判结果

指标	重要	次重要	一般
电子进攻能力 B_1	3		
电子干扰能力 B_{11}			1
电子压制能力 B_{12}		2	
电子摧毁能力 B_{13}	3		
电子防御能力 B_2		2	
威胁告警能力 B_{21}			1
自卫干扰能力 B_{22}		2	
抗敌摧毁能力 B_{23}		2	
电子支援能力 B_3	3		
电子侦察能力 B_{31}	3		
电子识别能力 B_{32}			1
情报传输能力 B_{33}	3		

表2 表现力评判结果

指标	强	次强	一般	差
电子干扰能力 B_{11}			2/4	
电子压制能力 B_{12}		3/4		
电子摧毁能力 B_{13}	1			
威胁告警能力 B_{21}				1/4
自卫干扰能力 B_{22}		3/4		
抗敌摧毁能力 B_{23}			2/4	
电子侦察能力 B_{31}				1/4
电子识别能力 B_{32}			2/4	
情报传输能力 B_{33}	1			

经计算得:

$$\{W_1, W_2, W_3\} = \{3/8, 2/8, 3/8\};$$

$$\{V_{11}, V_{12}, V_{13}\} = \{1/6, 2/6, 3/6\};$$

$$\{W_{11}, W_{12}, W_{13}\} = \{1/16, 1/8, 3/16\};$$

$$\{V_{21}, V_{22}, V_{23}\} = \{1/5, 2/5, 2/5\};$$

$$\{W_{21}, W_{22}, W_{23}\} = \{1/20, 1/10, 1/10\};$$

$$\{V_{31}, V_{32}, V_{33}\} = \{3/7, 1/7, 3/7\};$$

$$\{W_{31}, W_{32}, W_{33}\} = \{9/56, 3/56, 9/56\}。$$

假设在该次效能评估中 $Q=100$,则:

$$Q_{11} = Q \times W_{11} \times 2/4 = 100 \times 1/16 \times 2/4 = 3.125;$$

$$Q_{12} = Q \times W_{12} \times 3/4 = 100 \times 1/8 \times 3/4 = 9.375;$$

$$Q_{13} = Q \times W_{13} \times 1 = 100 \times 1/16 \times 1 = 18.75;$$

$$Q_{21} = Q \times W_{21} \times 1/4 = 100 \times 1/20 \times 1/4 = 1.25;$$

$$Q_{22} = Q \times W_{22} \times 3/4 = 100 \times 1/10 \times 3/4 = 7.5;$$

$$Q_{23} = Q \times W_{23} \times 2/4 = 100 \times 1/10 \times 2/4 = 5;$$

$$Q_{31} = Q \times W_{31} \times 1/4 = 100 \times 9/56 \times 1/4 = 4.018;$$

$$Q_{32} = Q \times W_{32} \times 2/4 = 100 \times 3/56 \times 2/4 = 2.679;$$

$$Q_{33} = Q \times W_{33} \times 1 = 100 \times 9/56 \times 1 = 16.071。$$

所以,该次效能评估的结果为

$$Q_A = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 Q_{ij} = 67.768$$

4 结束语

1) 这种 IAHP 使专家或决策者进行系统分析或评价时能较容易地做出比较判断,减少了判断的难度和繁琐的计算,且准确度也不低于传统的 AHP,因而更易于被专家或决策者接受。

2) IAHP 使传统的 AHP 要求专家直接给出的判断信息得以简化,提高了判断的准确性,避免了由于同一层次上元素多而易造成的比较判断相矛盾的混乱现象,从而保证和提高了判断矩阵的一致性。

3) 建立递阶层次结构是运用 AHP 的关键一步。层次结构图中的层次要合理划分,同一层次的元素应具有相同的级别。指标层中的评价指标需经过评审专家们反复研究、讨论后确定,以确保各指标间及其层次周密、合理,从而使得用 IAHP 计算的评定结果具有较高的置信度。

4) 该方法不仅可对某一次战役中整个或某一阶段的电

子战系统效能进行评估,而且可对多次战役的不同电子战系统效能进行排序。当对精确度要求更高时,可将下层准则相对上层准则重要度划分为更多等级,以达到更精确的结果。

参考文献:

- [1] 王永生. 空军信息作战[M]. 北京:蓝天出版社,2003.
- [2] 王莲芬,许树柏. 层次分析法引论[M]. 北京:中国人民大学出版社,1990.
- [3] 杨敏. 改进的层次分析法用于评定最优工程方案[J]. 系统工程理论与实践,1990(6):23-29.
- [4] 程广利,蔡志明. 改进的层次分析法在水下信息战人才胜任力评估中的应用[J]. 兵工自动化,2010,29(3):10-11.
- [5] 袁进徐,孟祥劝. 防空兵作战指挥对抗能力评估方法[J]. 指挥控制与仿真,2005,27(6):58-63.
- [6] 华锋. 空军电子战[M]. 北京:蓝天出版社,2005.
- [7] 杨启帆,方道元. 数学建模[M]. 杭州:浙江大学出版社,2001.
- [8] 沈鹏,王玉生,刘赵阳. 防空信息战效能的层次分析[J]. 兵工自动化,2006,25(7):3-4.

(责任编辑 陈松)

(上接第 141 页)

3) 弹丸的破坏力不仅取决于材料的失效机制,还在一定程度上取决于弹头形状。在锥头弹中,当顶角值小于 30° 时,弹丸破坏力与弹头形状的相关性较高。此效应在撞击初始阶段尤为明显,且对靶板前后开孔大小产生较大影响;而在顶角值较大时,则模糊了弹头形状对侵彻效果的影响。

参考文献:

- [1] 程兴旺,王富耻. 不同头部形状长杆弹侵彻过程的数值模拟[J]. 兵工学报,2007(8):930-933.
- [2] 李裕春. 高速杆弹对陶瓷复合靶侵彻的数值模拟[J]. 兵器材料科学与工程,2009(1):34-37.
- [3] 朱峰,朱卫华. 弹丸初速度对侵彻双层钢板影响的数值模拟[J]. 四川兵工学报,2010.9.24-26.

- [4] Tate A. Long rod penetration models-part I: A flow field model for high speed long rod penetration[J]. International Journal of Mechanical Sciences,1986,28(8):535-548.
- [5] Anderson C E, Walker J D, Bless S J, et al. On the L/D effect for long-rod penetration[J]. International Journal of Impact Engineering,1996,18(3):247-264.
- [6] R G Sargent. Verification, Validation of Simulation Model [C]//Proceedings of the 1998 Winter Simulation Conference. [S.l.]:[s.n.],1998:121-130.
- [7] 张朝晖,李树奎. ANSYS11.0 有限元分析理论与工程应用[M]. 北京:电子工业出版社,2008.

(责任编辑 周江川)