

野战防空阵地总体布局方案模糊综合评判

赵德辉, 许金余, 陈定胜, 徐矫翔, 李鹏程

(空军工程大学 工程学院, 陕西 西安 710038)

摘要:根据未来我军防卫作战的需要,研究了影响野战防空阵地总体布局的因素,利用层次分析法对野战防空阵地总体布局方案进行模糊评判,得出影响野战防空阵地总体布局各因素的权重,从而对野战防空阵地的总体布局进行优化。

关键词:野战防空阵地;层次分析法;总体布局;防护效能

中图分类号: O29; E955 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-3516(2002)06-0042-04

现代高技术条件下的防卫作战,争夺“制空权”已经成为作战双方势在必争的焦点,纵观近期世界范围内的几场局部战争,作战双方的防空阵地已经成为对手攻击的首要目标,同时随着近年来高科技的发展,地面防空力量的生存问题变得越来越突出,有关系统研究已受到各方面的关注^[1-2]。而作为平战结合的永久性防空阵地,远不能满足未来我军遂行作战任务的需要。为此,作为空军战场建设的重要环节,野战防空阵地的建设必须引起足够重视。

1 影响野战防空阵地总体布局的因素分析

1.1 部署所要达到的目的

- 1)力求形成全方位,有纵深,有重点,有弹性的布置形态;
- 2)在敌机投弹或发射飞航式空地导弹前,将其歼灭;
- 3)不同类型、性能兵器的混合配置;
- 4)便于实施指挥;
- 5)便于发扬火力和隐蔽防护^[3]。

1.2 描述战斗部署的基本参数

- 1)火力范围;
- 2)掩护能力(环形或扇形部署时用掩护角的大小和抗击纵深描述,线状部署时用抗击正面宽度和抗击纵深描述);
- 3)杀伤区的重叠次数;
- 4)火力密度;
- 5)射击次数(某一方向上给定高度和速度时,各火力单位的射击次数之和)。

2 野战防空阵地等级综合评价

在野战防空阵地总体布局方案的制定过程中,受到来自于各方面因素的制约,而且对于方案的综合评价存在有概念划分的不确定性。为此,这里引入模糊数学的计算方法,通过对影响野战防空阵地总体布局的因

收稿日期:2002-03-11

基金项目:总后科研基金资助项目(HX99502)

作者简介:赵德辉(1978-),男,山西霍州人,硕士生,主要从事结构工程、防护工程研究;

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、结构工程及岩土工程研究。

素进行分析,利用层次分析的方法确定出各因素的权重,根据给出的评价标准和实测值,经过模糊变换后作出综合评价

2.1 层次分析法

层次分析法^[4]是系统工程中对非定量事件作定量分析的一种简便方法,也是对人们的主观判断作客观描述的一种有效方法。其主要步骤见图1。

2.2 野战防空阵地等级综合评判

2.2.1 分层结构权值评分图

在野战条件下,防空阵地内应构筑导弹射击工事,人员、弹药、车辆等掩蔽工事,阵地指挥工事,交通壕以及必要的自卫工事^[5]。考虑到战时防空兵部队的野战机动,为区别于永备阵地不考虑各单列的技术阵地以及行政生活区,只考虑纯粹性的发射阵地。同时将发射阵地分为狭义上的发射阵地和保障阵地见图2。

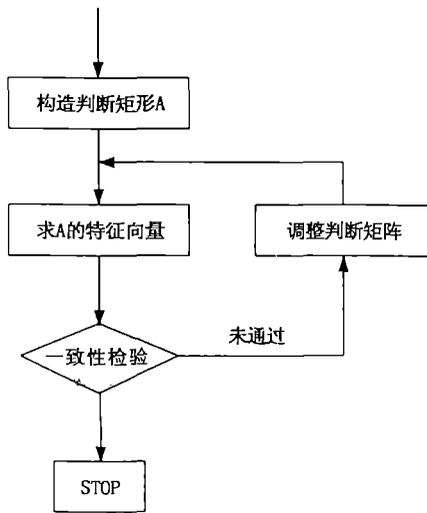


图1 层次分析法计算流程

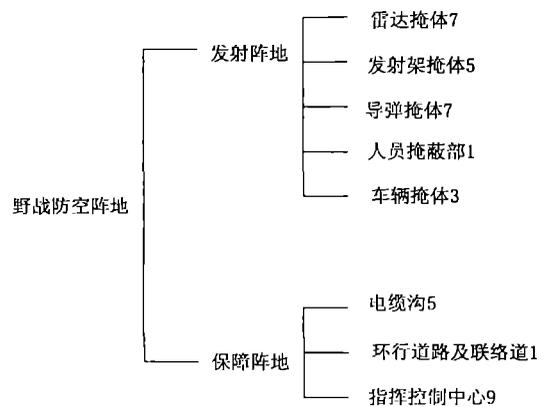


图2 分层结构权值评分图

2.2.2 评判集的选取

通过对影响防空阵地防护效能因素的分析,将野战防空阵地总体布局分为四个等级,即评判集 $V = \{v_1, v_2, v_3, v_4\} = \{a, b, c, d\}$ 。其中, a 级指总体布局科学合理,设施完善,维护保障良好,战勤保障准备充分,伪装措施得力,阵地配置有专门的技术阵地,阵地生存能力高,各项技战术要求满足好; b 级指阵地总体布局较好,设施好,维护保障好,战勤保障准备较充分,伪装措施好,配置有简易的技术阵地,阵地生存能力较高,各项技战术要求满足较好; c 级指阵地总体布局一般,阵地设施较好,维护保障一般,战勤保障准备一般,伪装措施一般,没有配置技术阵地,阵地生存能力一般,各项技战术要求满足一般; d 级指阵地总体布局不合理,阵地设施较不完善,维护保障较差,战勤保障准备不充分,伪装措施较少或没有,没有配置技术阵地,阵地生存能力差。

2.2.3 构造判断矩阵

依图2构造判断矩阵^[6],设野战防空阵地构成矩阵 A,其所属的发射阵地构成矩阵 B,其所属的保障阵地构成矩阵 C。得到如下矩阵

判断矩阵 A—B (A—B 表示 A 层下 B 的判断矩阵)

$$A-B = \begin{bmatrix} u_{11} & u_{12} & u_{13} & u_{14} & u_{15} \\ u_{21} & u_{22} & u_{23} & u_{24} & u_{25} \\ u_{31} & u_{32} & u_{33} & u_{34} & u_{35} \\ u_{41} & u_{42} & u_{43} & u_{44} & u_{45} \\ u_{51} & u_{52} & u_{53} & u_{54} & u_{55} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 1 & 7 & 5 \\ \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{3} & 4 & 2 \\ 1 & 3 & 1 & 7 & 5 \\ \frac{1}{7} & \frac{1}{4} & \frac{1}{7} & 1 & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{5} & \frac{1}{2} & \frac{1}{5} & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

式中: $u_{11} = u_{22} = u_{33} = u_{44} = u_{55} = 1, u_{ij} = \frac{1}{u_{ji}}$ 。式中: u_{ij} 表示因素 i 相对于因素 j 的重要性程度之比。如 u_{12} 就表示雷达掩体重要性与发射架掩体重要性之比为 3, 依此类推。

同理构造判断矩阵 $A-C$ ($A-C$ 表示 A 层下 C 的判断矩阵)

$$A-C = \begin{bmatrix} u_{11} & u_{12} & u_{13} \\ u_{21} & u_{22} & u_{23} \\ u_{31} & u_{32} & u_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 5 & \frac{1}{4} \\ \frac{1}{5} & 1 & \frac{1}{3} \\ 4 & 9 & 1 \end{bmatrix}$$

2.2.4 各因素权数分配

根据 $A-B$, $A-C$ 判断矩阵, 可以求出最大特征根对应的特征向量, 在这里仅用其中的方根法^[7]。通过计算得到对应于判断矩阵 $A-B$ 的权数分配为

$$A-B \xrightarrow{(3-2)} M_i = \begin{bmatrix} 105 \\ \frac{8}{9} \\ 105 \\ \frac{1}{392} \\ \frac{1}{25} \end{bmatrix} \xrightarrow{(3-3)} \overline{W}_i = \begin{bmatrix} \sqrt[5]{105} \\ \sqrt[5]{8/9} \\ \sqrt[5]{105} \\ \sqrt[5]{1/392} \\ \sqrt[5]{1/25} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2.5365 \\ 0.4928 \\ 2.5365 \\ 0.3029 \\ 0.5253 \end{bmatrix} \xrightarrow{\sum_{j=1}^n \overline{W}_i} 6.8440 \xrightarrow[6s]{(3-4)} \begin{bmatrix} 0.3706 \\ 0.1378 \\ 0.3706 \\ 0.0442 \\ 0.0768 \end{bmatrix}$$

同理可以得到判断矩阵 $A-C$ 的权数分配计算为

$$A-C \xrightarrow{(3-2)} M_i = \begin{bmatrix} \frac{5}{4} \\ 1 \\ \frac{1}{45} \\ \frac{1}{36} \end{bmatrix} \xrightarrow{(3-3)} \overline{W}_i = \begin{bmatrix} \sqrt[3]{1.25} \\ \sqrt[3]{1/45} \\ \sqrt[3]{1/36} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.0772 \\ 0.2811 \\ 3.3019 \end{bmatrix} \xrightarrow{\sum_{j=1}^3 \overline{W}_i} 4.6603 \xrightarrow[6s]{(3-4)} \begin{bmatrix} 0.2311 \\ 0.0603 \\ 0.7086 \end{bmatrix}$$

由上面的计算我们可以得到相应于判断矩阵 $A-B$ 的 P_w 矩阵:

$$P_{W(A-B)} = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 1 & 7 & 5 \\ \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{3} & 4 & 2 \\ 1 & 3 & 1 & 7 & 5 \\ \frac{1}{7} & \frac{1}{4} & \frac{1}{7} & 1 & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{5} & \frac{1}{2} & \frac{1}{5} & 2 & 1 \end{bmatrix} \circ \begin{bmatrix} 0.3706 \\ 0.1378 \\ 0.3706 \\ 0.0442 \\ 0.0768 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.8481 \\ 0.7154 \\ 1.8481 \\ 0.2230 \\ 0.3824 \end{bmatrix}$$

同理得到相应于判断矩阵 $A-C$ 的 P_w 矩阵

$$P_{W(A-C)} = \begin{bmatrix} 1 & 5 & \frac{1}{4} \\ \frac{1}{5} & 1 & \frac{1}{9} \\ 4 & 9 & 1 \end{bmatrix} \circ \begin{bmatrix} 0.2311 \\ 0.0603 \\ 0.7086 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.7099 \\ 0.1853 \\ 2.1761 \end{bmatrix}$$

从而得出各判断矩阵的最大特征值为矩阵 $A-B$: $\lambda_{\max} = 5.0372$; 矩阵 $A-C$: $\lambda_{\max} = 3.0713$

2.2.5 判断矩阵一致性检验

通过上面的计算得出了判断矩阵 $A-B$, $A-C$ 的特征向量值和相应的最大特征值, 为了验证权数的分配是否合理, 现对判断矩阵进行一致性检验:

$$C_{I(A-B)} = (5.0375 - 5) / 4 = 0.0093;$$

$$C_{I(A-C)} = (2.0713 - 3) / 2 = 0.3563。$$

可以得到判断矩阵的平均随机一致性指标:

$$R_{I(A-B)} = 1.12, R_{I(A-C)} = 0.58。$$

由一致性判断公式可以求得:

$$C_R = C_1/R_1 = 0.0093/1.12 = 0.0084 < 0.1;$$

$$C_R = C_1/R_1 = 0.3536/0.58 = 0.0614 < 0.1。$$

因此,认为判断矩阵具有满意的一致性,说明权数的分配是合理的。

同理求得 A 的权系数值为 $\omega_B = 0.685, \omega_C = 0.315$ 。

3 算例

以地导环形布置的某野战阵地为例,应用本文所计算结果来评判该阵地总体布局的等级,首先由专家以 5 分制对该野战阵地的各因素进行评分,通过计算机进行数据处理得出评分值分别为 4, 3.5, 3.5, 4.5, 3; 4, 4.5, 4。从而可以得出发射阵地和保障阵地的最终评语为

$$4 \times 0.3706 + 3.5 \times 0.1378 + 3.5 \times 0.3706 + 4.5 \times 0.0442 + 3 \times 0.0768 = 3.6912$$

$$4 \times 0.2311 + 4.5 \times 0.0603 + 4 \times 0.7086 = 4.0302$$

故该阵地的最终得分为 $3.6912 \times 0.685 + 4.0302 \times 0.315 = 3.7980$

4 结语

通过上述分析,可以看出,在野战防空阵地总体布局过程中,发射阵地是重点,而在发射阵地的建设中对各因素进行排序得到重要性从高到底分别为雷达掩体、导弹掩体、发射架掩体、车辆掩体、人员掩体。

本文提出的应用层次分析法对于野战防空阵地总体布局进行模糊综合评判,把定性的问题转化为定量问题加以研究,既便于在进行防空阵地防护等级评估时制定一个量化指标,又可明显看出地空导弹阵地需要重点防护的目标,在进行阵地等级评定时有重要的参考价值。

参考文献:

- [1] 许金余,赵靖,曹定国.防空阵地防护等级模糊综合评判[J].空军工程大学学报(自然科学版),2001,2(5):86-90.
- [2] 许金余,刘开帝,战勇.AHP法在阵地系统生存概率累计算中的应用[J].空军工程大学学报(自然科学版),2001,2(1):84-87.
- [3] 许金余,赵靖.防空阵地网及其防护能力研究[J].防护工程,2001,(3):39-43.
- [4] 李凡.模糊信息处理系统[M].北京:北京大学出版社,1998.
- [5] 侯庆平,许金余.防空阵地网及影响其布局的因素浅析[J].机场工程,2001,(4):25-27.
- [6] Dubois D Prade H. Fuzzy Sets in Approximate Reasoning, Part I: Interference with Possibility Distributions[J]. Fuzzy Sets and Systems, 1999, 9(100): 73-132.
- [7] 王士同.模糊系统、模糊神经网络及应用程序设计[M].上海:上海科学技术出版社,1998.

(编辑:姚树峰)

Fuzzy Overall Evaluation for Total Position of Field Air Defense Bastion

ZHAO De-hui, XU Jin-yu, CHEN Ding-sheng, XU Jiao-xiang, LI Peng-cheng
(The Engineering Institute, Air Force Engineering University, Xi'an, Shaanxi 710038, China)

Abstract: Based on the requirement of defensive warfare of our army in the future, this paper studies the factors that affect the total position of field air defense bastion, and makes fuzzy overall evaluation for the total position of field air defense bastion by the method of AHP. We build up judgment matrixes to calculate every item's weight, and then optimize the project of total position of field air defense bastion.

Key Words: field air defense bastion; Analysis of Hierarchy Process; total position; protective efficacy