

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2010.05.009

战时雷达器材应急仓库选址评价

彭飞¹, 杨江平², 张衡¹, 项建涛²

(1. 空军雷达学院 研究生管理大队, 湖北 武汉 430019; 2. 空军雷达学院 陆基预警监视装备系, 湖北 武汉 430019)

摘要: 在综合考虑战时雷达器材应急仓库选址评价影响因素的基础上, 建立较全面的评价指标体系, 并针对传统的评价过程中常权重值难以体现评价者对评价因素惩罚或激励的要求, 提出一种基于层次变权的模糊评价模型, 并通过实例证明该模型的有效性和可行性, 该模型对其它选址评价问题具有一定的参考价值。

关键词: 战时; 仓库; 选址评价

中图分类号: TN95 **文献标识码:** A

Evaluation of Wartime Radar Equipment Warehouse Location Selection

PENG Fei¹, YANG Jiang-ping², ZHANG Heng¹, XIANG Jian-tao²

(1. Administrant Brigade of Postgraduate, Air Force Radar Academy, Wuhan 430019, China;

2. Dept. of Land-Based Early-Warning & Surveillance Equipment, Air force Radar Academy, Wuhan 430019, China)

Abstract: On the basis of considering the factors that influence wartime radar equipment warehouse location selection synthetically, establish a comprehensive system of evaluation indexes, and in allusion to constant weight value can't materialize the punitive or stimulant request that a decision-maker makes for decision-making factors in traditional evaluation process, a fuzzy evaluation model based on hierarchy variable weight is introduced. Finally the model is proved to be reasonable and effective with example, and the model also has instructional meaning to others location selection evaluation problem.

Keywords: Wartime; Warehouse; Location selection appraisalment

0 引言

雷达站分布广泛, 战时仅靠现有的雷达器材仓库无法满足雷达器材保障的需要, 必须开设雷达器材应急仓库以实现雷达部队及时、准确、不间断的器材供应。雷达器材应急仓库要根据具体战场情况, 在上级指定的区域内临时开设, 因此在开设应急仓库之前, 必须对选址区域进行深入调查和勘测, 搜集当地军事、交通、经济、资源、气象、社会等数据, 找出区域内若干候选地址, 然后根据应急仓库的选址目标, 建立选址模型, 确定最终的选址地点。故对战时雷达器材应急仓库选址评价问题进行研究。

1 评价方法简介

目前的选址方法很多^[1-5], 考虑到战时雷达器材应急仓库选址具有模糊性和不确定性, 采用模糊综合评价法进行选址。传统的模糊综合评价方法中, 指标的权重是不变的, 不能准确反映单项指标的变动对评价结果的影响。为使指标的权重能随指标状态值的变化而变化, 以更好地体现相应指标在评价

中的作用, 并对高于一定标准的得分进行激励, 对低于一定标准的得分予以惩罚, 以提高综合评价合理性, 并建立了基于激励与惩罚的变权模糊综合评价模型, 对战时雷达器材应急仓库的选址进行评价。

基于激励与惩罚的变权模糊综合评价模型的建立步骤如下:

1) 建立选址评价指标体系

影响战时雷达器材应急仓库选址的因素相当广泛, 包括地形条件, 地质条件, 水文条件, 气象条件, 环境条件, 交通条件, 水、电源条件等。目前, 还没有一套合理的战时雷达器材应急仓库选址评价指标体系, 经分析, 建立的评价指标如图 1。

2) 确定指标评语集

根据实际情况, 设置指标评语集:

$$V = (V_1, V_2, V_3, V_4, V_5) = (\text{好}, \text{较好}, \text{一般}, \text{较差}, \text{差})$$

对应的分数集:

$$v = (v_1, v_2, v_3, v_4, v_5) = (20, 40, 60, 80, 100)$$

3) 建立指标集与评语集之间的模糊关系矩阵, 进行单因素评价

收稿日期: 2009-12-26; 修回日期: 2010-01-29

基金项目: 雷达装备战场抢修能力建设资助项目

作者简介: 彭飞 (1981-), 男, 江西人, 博士生, 从事装备保障研究。

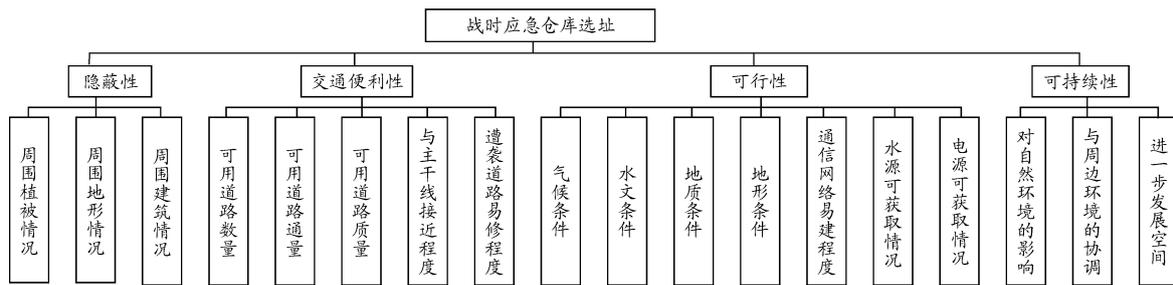


图1 战时应急仓库选址评价指标

$$R = (r_{ij})_{m \times n} \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix}$$

r_{ij} 表示各指标具有评语的隶属关系, 称为隶属度。隶属度是模糊评判的核心, 对于定性指标, 主要是依靠专家经验进行确定, 对于定量指标, 主要依据隶属度分布函数进行计算^[6]。

求出隶属度 r_{ij} 后, 通过式 (1) 得出单因素评价值 x_{ij} 。

$$x_{ij} = v \otimes (r_i)^T = v_1 \times r_{i1} + v_2 \times r_{i2} + v_3 \times r_{i3} + v_4 \times r_{i4} + v_5 \times r_{i5} \quad (1)$$

$i=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots,m$

4) 初步确定各指标的常权重值

战时雷达器材应急仓库选址评价是分层次的多指标综合评价, 需要赋予各指标合理的权重, 以正确反映它们在同一层次评估中不同的重要性。考虑到应急仓库选址评价指标中既有定量数据, 又含定性判断, 且指标体系是分层次结构, 采用层次分析法^[7]确定各指标的常权重值见表 1。

5) 运用变权方法对各指标的权重进行变权处理, 得到各评价指标的最终变权重值

变权原理是因素空间理论的重要建模原理之一, 它反映了综合评价中诸要素状态的均衡性。由于战时雷达器材选址评价指标之间相互独立, 每个指标均对选址结果具有重大影响, 所以选址评价具有类似“短板效应”的性质, 单一指标得分非常低, 会使其综合评价值大大降低, 但单一指标非常高却不会使其综合评价值明显提高, 因此, 设计状态变权向量时, 惩罚的幅度应比激励幅度要大, 以更准确地反应实际情况。

变权方法的具体思路如下^[8-10]: 设某候选地址的一级评价指标 e_i 的常权重值为 w_i , 状态变权向量为 $s(x_i)$, 变权重值为 w'_i , 一级指标 e_i 的子指标二级指标 e_{ij} 的常权重值为 w_{ij} , 状态变权向量为 $s(x_{ij})$,

变权重值为 w'_{ij} , 则:

$$w'_{ij} = \frac{w_{ij}s(x_{ij})}{\sum_{j=1}^n w_{ij}s(x_{ij})} \quad (2)$$

为满足惩罚的幅度大于激励的幅度, 且对于常权较大的指标惩罚与激励的幅度较大, 对于常权较小的指标激励与惩罚的幅度较小的要求, 采用式 (3)^[11]计算状态变权向量。

$$s(x_{ij}) = \begin{cases} b^{\frac{1}{mw_{ij}}} + d, & x_{ij} \in [0, a] \\ \left[\frac{b(b-x_{ij})}{b-a} \right]^{\frac{1}{mw_{ij}}} + d, & x_{ij} \in [a, b] \\ d, & x_{ij} \in [b, c] \\ \left[e \frac{b(x_{ij}-c)}{1-c} \right]^{\frac{1}{mw_{ij}}} + d, & x_{ij} \in [c, 1] \end{cases} \quad (3)$$

式中, $0 \leq a, b, c, d, e \leq 1$, a 为否定水平, b 为及格水平, c 为激励水平, d 为调整水平, e 为 $w_{ij}=1/n$ 时激励与惩罚的幅度之比。根据战时雷达器材应急仓库选址评价的实际情况, 令 $a=0.4, b=0.6, c=0.9, d=0.2, e=0.8$ 。

6) 根据模糊综合评判确定最终候选地址

将处理后的二级指标 e_{ij} 评价分值 x_{ij} 根据式 (4) 得到对应的一级指标 e_i 的评价分值 x_i 。

$$x_i = \sum_{j=1}^n w'_{ij} x_{ij} (i=1, 2 \dots m) \quad (4)$$

然后, 将一级指标 e_i 的评价分值 x_i 根据式 (5) 得到最终选址评价分值 x , 取最大评价分值对应的候选地址作为最终选址地点。

$$x = \sum_{i=1}^m w'_i x_i (i=1, 2 \dots m) \quad (5)$$

2 实例应用

战时在某指定区域内有 4 个雷达器材应急仓库候选地址, 专家对各候选地址的各个指标评价值(经过预处理) 如表 1。

表 1 指标常权和各指标评价表

一级指标 权重	二级指标 权重	地址一 评价值	地址二 评价值	地址三 评价值	地址四 评价值
隐蔽性 0.312	周围植被情况 0.268	0.625	0.485	0.679	0.368
	周围地形情况 0.365	0.485	0.751	0.765	0.844
	周围建筑情况 0.367	0.855	0.689	0.387	0.645
交通便利性 0.228	可用道路数量 0.211	0.649	0.254	0.885	0.488
	可用道路通量 0.158	0.755	0.378	0.643	0.748
	可用道路质量 0.199	0.112	0.548	0.369	0.822
	与主干道接近程度 0.225	0.824	0.688	0.378	0.743
	遭受道路易修情况 0.207	0.327	0.348	0.852	0.612
可行性 0.256	气候条件 0.101	0.657	0.477	0.647	0.823
	水文条件 0.124	0.845	0.688	0.679	0.255
	地质条件 0.112	0.452	0.912	0.482	0.662
	地形条件 0.215	0.354	0.246	0.677	0.677
	通信网络易建程度 0.221	0.658	0.751	0.746	0.745
	水源可获取情况 0.120	0.852	0.367	0.715	0.326
可持续性 0.204	电源可获取情况 0.107	0.744	0.588	0.622	0.521
	对自然环境的影响 0.256	0.689	0.674	0.341	0.462
	与周边环境的协调 0.387	0.874	0.911	0.364	0.588
	进一步发展空间 0.357	0.521	0.394	0.851	0.662

以候选地址一为例，一级指标隐蔽性的 3 个二级指标的变权重值计算过程如下：

候选地址一隐蔽性的 3 个二级指标周围植被情况的评价值 $x_{11}=0.625 \in [0.6,0.9]$ ，周围地形情况评价值 $x_{12}=0.485 \in [0.4,0.6]$ ，周围建筑情况评价值 $x_{13}=0.855 \in [0.6,0.9]$ ，根据式 (3) 得到 $s(x_{11})=s(x_{13})=d=0.2$ ，

$$s(x_{12}) = \left[\frac{b(b-x_{12})}{b-a} \right]^{\frac{1}{mw_{11}}} + d$$

$$= \left[\frac{0.6(0.6-0.485)}{0.6-0.4} \right]^{\frac{1}{3 \times 0.268}} + 0.2$$

$$= 0.466$$

根据式 (2) 得到：

$$w'_{11} = \frac{w_{11}s(x_{11})}{\sum_{j=1}^3 w_{1j}s(x_{1j})}$$

$$= \frac{0.268 \times 0.2}{0.268 \times 0.2 + 0.365 \times 0.466 + 0.367 \times 0.2}$$

$$= 0.180$$

$$w'_{12} = \frac{w_{12}s(x_{12})}{\sum_{j=1}^3 w_{1j}s(x_{1j})}$$

$$= \frac{0.365 \times 0.466}{0.268 \times 0.2 + 0.365 \times 0.466 + 0.367 \times 0.2}$$

$$= 0.573$$

$$w'_{13} = \frac{w_{13}s(x_{13})}{\sum_{j=1}^3 w_{1j}s(x_{1j})}$$

$$= \frac{0.367 \times 0.2}{0.268 \times 0.2 + 0.365 \times 0.466 + 0.367 \times 0.2}$$

$$= 0.247$$

根据式 (4) 得到一级指标隐蔽性的评价值为：

$$x_1 = \sum_{j=1}^3 w'_{1j}x_{1j}$$

$$= 0.18 \times 0.625 + 0.573 \times 0.485 + 0.247 \times 0.855$$

$$= 0.602$$

同理，得到一级指标交通便利性的评价值 $x_2=0.361$ ，可行性的评价值 $x_3=0.502$ ，可持续性的评价值 $x_4=0.644$ ，根据变权重值式 (2)，得到各一级指标的变权重值为 $w'_1=0.147$ ， $w'_2=0.452$ ， $w'_3=0.304$ ， $w'_4=0.097$ ，最后，根据式 (5) 得到该选址地址的最终评价值 x 。

$$x = \sum_{i=1}^4 w'_i x_i$$

$$= 0.147 \times 0.602 + 0.452 \times 0.361 + 0.304 \times 0.502 + 0.097 \times 0.644$$

$$= 0.467$$

同理，得到其它候选选址的各指标评价价值如表 2 和表 3。

采用传统的常权模糊层次评价方法进行离散选址时，各评价指标及各候选地址的评价结果如表 4。

根据 2 种评价方法得出的结果比较可知，由于常权评价不能充分反映单一指标对评价结果的影响，因此，候选地址一经过变权评价后排名从第一下降到第三，其原因在于其个别评价指标如可用道路质量评价分值太低，经过变权综合对该指标进行了惩罚，排名下降从而达到了惩罚的目的，评价结果相对常权评价结果更加符合实际。

3 结论

该模型不仅增加了评价的科学性，而且增强了模型应用的灵活性，使战时雷达器材应急仓库选址

评价更加符合实际。从实例分析的计算结果可知, 该模型能避免常权综合常常违背评价指标间不可替

代的弊病, 而且评价结果能充分反映评价者的意愿, 满足选址评价的实际要求, 具有一定的推广价值。

表 2 二级指标变权综合评价结果

二级指标	候选地址一		候选地址二		候选地址三		候选地址四	
	变权重值	综合结果	变权重值	综合结果	变权重值	综合结果	变权重值	综合结果
周围植被情况	0.180		0.460		0.125		0.572	
周围地形情况	0.573	0.602	0.269	0.612	0.169	0.487	0.213	0.529
周围建筑情况	0.247		0.271		0.706		0.215	
可用道路数量	0.095		0.302		0.090		0.426	
可用道路通量	0.070		0.201		0.067		0.115	
可用道路质量	0.357	0.361	0.124	0.377	0.338	0.480	0.145	0.627
与主干道接近程度	0.101		0.079		0.417		0.164	
遭受道路易修情况	0.377		0.294		0.088		0.150	
气候条件	0.051		0.100		0.088		0.058	
水文条件	0.063		0.055		0.108		0.267	
地质条件	0.158		0.057		0.227		0.064	
地形条件	0.499	0.502	0.438	0.423	0.187	0.642	0.123	0.474
通信网络易建程度	0.113		0.099		0.193		0.126	
水源可获取情况	0.061		0.200		0.104		0.255	
电源可获取情况	0.055		0.051		0.093		0.107	
对自然环境的影响	0.175		0.113		0.315		0.437	
与周边环境的协调	0.264	0.644	0.239	0.549	0.562	0.417	0.328	0.550
进一步发展空间	0.561		0.648		0.123		0.235	

表 3 一级指标变权综合评价结果

一级指标	候选地址一		候选地址二		候选地址三		候选地址四	
	变权重值	综合结果	变权重值	综合结果	变权重值	综合结果	变权重值	综合结果
隐蔽性	0.147		0.128		0.384		0.373	
交通便利性	0.452	0.467	0.360	0.446	0.238	0.482	0.112	0.523
可行性	0.304		0.387		0.102		0.367	
可持续性	0.097		0.125		0.276		0.148	

表 4 指标和候选地址评价表

一级指标	候选地址一		候选地址二		候选地址三		候选地址四	
	评价值	综合结果	评价值	综合结果	评价值	综合结果	评价值	综合结果
隐蔽性	0.658		0.657		0.603		0.643	
交通便利性	0.532		0.449		0.623		0.679	
可行性	0.625	0.629	0.561	0.587	0.666	0.609	0.594	0.626
可持续性	0.701		0.666		0.532		0.582	

参考文献:

[1] Chick Stephen E, Olson Tava Lennon. A descriptive multi-attribute model for reconfigurable matching system selection examining buyer-supplier relationships[J]. International Journal of Agile Management System, 2000, 11(12): 33-48.

[2] 姜寒秋, 郭继坤, 牛永界. 基于重心法的后勤物资储备选址优化研究[J]. 后勤指挥学院学报, 2007, 21(2): 28-30.

[3] 田立新, 崔晓红, 徐伟军. 配送中心选址研究[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(33): 1482.

[4] 李劲, 王华. 目标层次法在城市固废综合处理厂选址中的应用[J]. 湖南科技大学学报, 2008, 23(4): 118-123.

[5] 宫树香, 毕义明. 基于模糊综合评判的最优阵地选择[J]. 第二炮兵工程学院学报, 2006, 20(1): 69-72.

[6] 杨松林. 工程模糊论方法及其应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 1996.

[7] T L Saaty. The Analysis Hierarchy Process[M]. New York: Mc Graw-Hill, Inc, 1980.

[8] 李德清, 李洪兴. 状态变权向量的性质与构造[J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 2002, 38(4): 455-461.

[9] 李洪兴. 因素空间理论与知识表示的数学框架(VIII)—变权综合原理[J]. 模糊系统与数学, 1995, 9(3): 1-9.

[10] 李洪兴. 因素空间理论与知识表示的数学框架(IX)—均衡函数构造与 Weber-Fechner 特性[J]. 模糊系统与数学, 1996, 10(3): 12-19.

[11] 王晓玲. 素质教育评价中的变权综合方法[J]. 系统工程理论与实践, 2001, 17(3): 136-138.

[12] 张勇, 张耀坤, 徐志伟, 等. 基于 DNN 法的野战装备仓库防卫风险识别[J]. 四川兵工学报, 2009(2): 47-49.