

# 基于改进 AHP 法的灰色关联分析 在先进连队评估中的应用\*

原晓波<sup>1</sup>,王 昆<sup>1</sup>,路明磊<sup>1</sup>,任 扩<sup>2</sup>

(1. 防空兵指挥学院, 郑州 450052; 2. 江苏预备役高炮第一师第五团, 江苏 徐州 221000)

摘要: 根据评估对象, 采用构造评估因素集的方法建立了先进连队评估的目标体系结构, 并采用了层次分析法计算各指标的权重, 利用灰色关联分析计算出关联度, 得出了各连的评估结果. 实例证明了该方法具有较强的实用性.

关键词: 先进连队评估; 改进 AHP 法; 灰色关联分析

中图分类号: TP309

文献标识码: A

文章编号: 1006 - 0707(2009)11 - 0107 - 03

基层连队约有 8 项经常性工作, 十几个内容, 因而很难对其进行客观、科学、量化的综合评价[1]. 为此根据连队管理性评估的目标体系, 采用层次分析法(AHP)法和灰色关联度分析得出评估结果, 建立适合先进连队特点的管理性评估模型.

## 1 评估指标体系的建立

### 1.1 评估要素

评估要素包括评估主体、评估客体、评估目的、评估指标体系和评估方法等. 评估主体是组织评估部门, 为连队的上级主管部门, 即团旅机关; 评估客体是被评估的对象, 即基层连队, 以此构成评估论域. 评估目的是通过对连队工作各方面的优劣进行定性和定量相结合的分析与评定, 以便对各连队的工作做出判定. 评估指标体系由一些具体、可测的项目(子目标或指标)有机组合而成, 决定评估的性质和内涵, 评估是对项目具体分析和综合判定. 评估方法包括获取信息、量化、数据统计、综合判定等方法. 有

定量计算、定性分析及文字叙述等, 选用层次分析法和灰色关联分析, 对被评估连队各指标的综合评估, 并确定评估结果.

### 1.2 连队管理性评估的指标体系

管理性评估通常按评估目标建立分目标、子目标、指标(项目)、分指标(分项目)的体系(或更多层次), 再按逆向, 由评估人员通过检查, 确定最底层指标的加分值或扣分值, 逐层综合, 得到对既定目标的评估. 因此建立 3 级指标体系.

1) 评估总目标. 对连队的管理性评估, 是对连队全面工作的整体综合评估. 因此, 选择连队的工作绩效作为评估的总目标  $U$ ;

2) 评估子目标. 结合部队实际和有关规定, 连队的工作分为军事训练、战备工作、政治教育等八项工作. 因此, 对其确定为评估子目标;

3) 评估指标. 按评估指标体系建立的原则和连队的实际情况, 把评估子目标进行细分, 形成 16 个评估指标. 其体系结构如图 1.

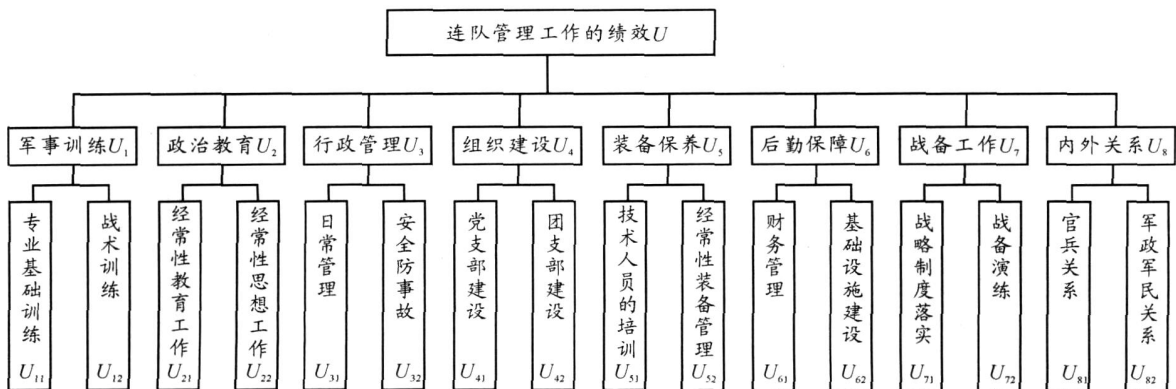


图 1 指标体系结构

\* 收稿日期: 2009 - 09 - 09

作者简介: 原晓波(1985 —), 男, 河南林州人, 硕士研究生, 主要从事作战模拟研究.

### 2 评估方法<sup>[4-8]</sup>

评估过程中,首先确定评估对象,该对象是某团中的3个连队.其次构造评估因素集  $U$ :

$$U = \{ u_1, u_2, \dots, u_i, \dots, u_n \}, i = 1, 2, \dots, n$$

式中:  $u_i$  为因子集,设每个因子集有  $m$  个子因素,即

$$u_i = (u_{i1}, u_{i2}, \dots, u_{ij}, \dots, u_{im}), (i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m).$$

构成评估因素的指标体系.与因素集相对应,各因素权重集  $W = (w_1, w_2, \dots, w_i, \dots, w_n)$  而  $W_i = (w_{i1}, w_{i2}, \dots, w_{ij}, \dots, w_{im}), (i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m).$

#### 2.1 指标权重的确立

权重在评估过程中起着至关重要的作用,传统的 AHP 法采用 9 标度法来构建指标的判断矩阵<sup>[2-3]</sup>,但在实际的运用中,由于军事专家的知识结构、工作经验及偏好的不同,加之对“明显重要”“强烈重要”“极端重要”等概念很难准确分辨判定,致使相对权重主观随意性太强,影响评价结果的客观性和可靠性.为此采用  $(-1, 0, 1)$ , 3 个指标进行比较,能够使决策者很容易做出判断,同时利用最优传递矩阵的方法对 AHP 法进行改进,该方法采用自调节方法建立比较矩阵,然后转化为一致性矩阵.其基本步骤如下:

1) 确定每一层上各因素之间重要性程度的三标度比较矩阵:

$$C = \begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{n1} & c_{n2} & \dots & c_{nn} \end{pmatrix} \quad (1)$$

$$\text{其中: } c_{ij} = \begin{cases} 1 \\ 0 \\ -1 \end{cases}$$

注:(1 表示  $i$  比  $j$  重要;0 表示两者同样重要;-1 则表示  $i$  没有  $j$  重要)

上述构造的比较矩阵不一定满足思维判断的一致性,可利用最优传递矩阵的概念,对矩阵  $C$  进行改造,分别求出其最优矩阵和一致性矩阵,使其满足一致性要求.

2) 计算比较矩阵  $C$  的最优传递矩阵:

$$O = (o_{ij})_{n \times n} \quad (2)$$

式中:

$$o_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^m (c_{ik} + c_{kj})$$

3) 一致性矩阵也称为判断矩阵,把最优传递矩阵  $O$  转为判断矩阵  $A$ :

$$A = (a_{ij})_{n \times n} \quad (3)$$

式中:  $a_{ij} = \exp\{o_{ij}\}$

通过 2,3 转换后,矩阵  $A$  具有较好的一致性.

4) 根据判断矩阵  $A$  据算出该层各元素关于上层某元素的优先权重,  $A$  矩阵中最大特征值所对应的特征向量

作为该层各元素的相对权重值,即  $AX = \max X$

其中  $X = [X_1, X_2, \dots, X_n]^T$  为特征向量,作为该层次  $n$  个元素的相对权重向量.采用乘积方根法求解特征向量的值,即:

$$\begin{cases} X = [X_1, X_2, \dots, X_n]^T \\ x_i = \left( \prod_{k=1}^n a_{ij} \right)^{1/n} / \left( \prod_{k=1}^n a_{kj} \right)^{1/n} \end{cases} \quad (4)$$

#### 2.2 灰色关联分析

灰色关联分析的基本思想是根据序列曲线几何形状的相似程度来判断其联系是否紧密.其方法是对系统动态变化态势的定量描述和比较的方法,灰色关联分析的主要量化根据是参照序列与比较序列之间的关联系数和关联度.

##### 1) 关联系数的计算

把权重序列作为灰色关联的参照数列记为  $\{x_0(k)\}$ , 而把各连对应项目的评估的分作为比较数列记为  $\{x_i(k)\}$ , 则其关联系数  $\alpha_i(k)$  用下式来计算:

$$\alpha_i(k) = \frac{\min_k \min_i |x_0(k) - x_i(k)| + \max_k \max_i |x_0(k) - x_i(k)|}{|x_0(k) - x_i(k)| + \max_k \max_i |x_0(k) - x_i(k)|}$$

为分辨系数,其作用在于调整比较环境的大小,即将其缩小改变.  $= 0$ ,

##### 2) 关联度 $\alpha_i$ 的计算

$$\alpha_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \alpha_i(k)$$

式中:  $\alpha_i$  为比较序列  $\{x_i(k)\}$  与参照序列  $\{x_0(k)\}$  的关联度;  $n$  为序列的长度即数据个数.

### 3 实例分析

选取子目标为研究对象,对 3 个连队(一连~三连)全年工作进行评价.

#### 3.1 确定权重

根据上级要求和专家意见,按指标的重要性进行排序,得到因素的相对重要性比值,见表 1.

表 1 因素的相对重要性比值

	$U1$	$U2$	$U3$	$U4$	$U5$	$U6$	$U7$	$U8$
$U1$	0	1	-1	-1	1	1	-1	-1
$U2$	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1
$U3$	1	1	0	1	-1	1	0	-1
$U4$	1	1	-1	0	1	1	1	0
$U5$	-1	1	1	-1	0	-1	1	-1
$U6$	-1	1	-1	-1	1	0	-1	-1
$U7$	1	1	0	-1	-1	1	0	-1
$U8$	1	1	1	0	1	1	1	0

由此重要性判定矩阵,根据式(2)~式(4),解出其最大特征值及对应的特征向量为:

$$W = (0.293, 0.222, 0.161, 0.064, 0.036, 0.183, 0.021,$$

0.020)。

### 3.2 组织评估得分

以权重序列作为参照序列,用百分数表示,即:  $x_0 = \{29.3, 22.2, 16.1, 6.4, 3.6, 18.3, 2.1, 2.0\}$ 。组织专家组按

参照序列值进行评估,得到 3 个连队的评估的分,将其作为分析对象,作为关联分析的比较序列,即:

$x_i(k) = \{x_i(1), x_i(2), x_i(3), x_i(4)\}$ , 其中  $i = 1, 2, 3, 4$ ,  $x_1(k) \sim x_4(k)$  的值如表 2。

表 2 参照序列和比较序列数据表

		军训	政工	行管	组建	装保	后勤	战备	内外
参照序列		29.3	22.2	16.1	6.4	3.6	18.3	2.1	2.0
比较序列	一连	25.8	18.1	15.3	4.9	2.6	16.5	1.6	1.7
	二连	27.1	19.6	15.7	5.2	3.3	17.4	1.7	1.8
	三连	26.3	18.7	15.4	5.1	2.7	16.5	1.7	1.6

### 3.3 关联系数及关联度计算

将表 2 中的值代入式(2)得关联系数矩阵  $E$ 。

$$E = \begin{bmatrix} 0.459 & 0.364 & 0.651 & 0.951 & 0.781 & 0.542 & 0.483 & 0.689 \\ 0.764 & 0.480 & 0.372 & 0.861 & 0.724 & 0.435 & 0.613 & 0.735 \\ 0.446 & 0.621 & 0.656 & 0.813 & 0.796 & 0.824 & 0.716 & 0.982 \end{bmatrix}$$

则由式(3)计算得出关联度向量为:

$$a_i = \{0.706, 0.724, 0.709\}$$

### 3.4 结果分析

关联度指被评估连队的得分序列和理想得分序列的关联程度,由所得关联度可知,二连的关联度最大,一连连的关联度最小,因此得出,二连为三个连队中的先进连队。

## 4 结束语

对上述结果进行了调查验证,结果与量化分析基本一致,这说明灰色关联分析作为先进连队评估的一种方法是十分有效的。

### 参考文献:

- [1] 邓聚龙. 灰色控制系统[M]. 武汉:华中理工大学出版社,1988.
- [2] 张最良. 军事运筹学[M]. 北京:军事科学出版社,1997.
- [3] 赵焕臣. 层次分析法[M]. 北京:科学出版社,1986.
- [4] 王雪琴,宋朝问. 基于灰色层次分析法的侦察装备效能分析[J]. 兵工自动化,2008(5):47-49.
- [5] 黄华,陈松辉,肖利辉,等. 基于层次分析法和灰色关联的登陆地域选择模型[J]. 四川兵工学报,2008(2):138-139.
- [6] 邵杰,曹延平. 基于 AHP 与灰色关联度的装甲兵指挥系统作战效能评估[J]. 兵工自动化,2009(7):20-22.
- [7] 严世华,田效. 基于层次分析法的判断矩阵一致性调整方法[J]. 兵工自动化,2008(4):8-9.
- [8] 肖斌,陈军. 层次分析法在炮兵选择射击目标中的应用[J]. 四川兵工学报,2008(2):42-44.

(上接第 97 页)

### 参考文献:

- [1] 黑龙江省标准计量管理局. 长度计量手册[M]. 北京:科学出版社,1979.
- [2] 罗国明. 长度计量人员实用手册[M]. 北京:国防工业

出版社,2000.

- [3] 李春霖译. 正弦尺检定规程第 129 - 55 号[M]. 北京:国防工业出版社,1957.
- [4] JJ G56 - 2000,工具显微镜检定规程[S].
- [5] JB/T8047 - 2007,V 形架国家标准[S].
- [6] JJ G26 - 2001,杠杆千分尺、杠杆卡规检定规程[S].