

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2012.04.025

## 熵权—集对分析方法在军事情报质量评估中的应用

周明亮, 蔡群, 朱晓亮, 阮潇琳

(解放军电子工程学院指挥系, 合肥 230037)

**摘要:** 为了提高军事情报质量评估的准确性, 构建一种基于信息熵权和集对分析的方法指标评估模型。根据军事情报的性质特点, 采用集对分析法计算熵权来确定评价指标权重, 形成待评估情报的优选矩阵, 并通过比较同一度大小, 对待评估情报进行排序, 以从中选优, 并进行了实例验证。实践结果证明: 该方法能降低权重计算的人为因素影响, 具有较强的实用性。

**关键词:** 集对分析; 熵; 情报质量

**中图分类号:** TJ02 **文献标志码:** A

Application of Entropy Weight-Set Pair Analysis Method  
in Military Intelligence Quality Evaluation

Zhou Mingliang, Cai Qun, Zhu Xiaoliang, Ruan Xiaolin

(Dept. of Command, PLA Electronic Engineering Institute, Hefei 230037, China)

**Abstract:** In order to improve accuracy of military information quality evaluation, establish an index evaluation model based on entropy weight-set pair analysis method. Based on set pair analysis and information entropy weight, the evaluation model of the quantity of military intelligence is made to enhance its accuracy, according to the characteristics of military intelligence. Then, the method gains the weights of evaluation indexes by calculating the entropy in order to form the optimization matrix. Finally, the optimal intelligence is chosen after the plan candidates being ranked by comparing the degrees of identities. The example shows that it is a practical method which could reduce human factors in the weight calculating.

**Key words:** set pair analysis; entropy; military intelligence quality

## 0 引言

军事情报评估是是军事情报工作的重要一环。对侦察情报和各种类型资料情报及其分析成果进行评估, 有着极其重要的现实意义。军事情报质量评估是指对军事情报的可靠性、作战价值等进行分析、判断的过程。指挥者通过对战场情报的评估, 辨别其真伪、确定其价值, 从而拟定军事作战方案, 明确当前需要执行的任务, 以及需要做哪些必要的调整; 同时, 客观的情报评估也有助于激发各情报单位工作的积极性。

集对分析法(set pair analysis, SPA)是1989年全国系统理论会议提出的一种新的系统分析法。它从同、异、反3个方面研究事物的确定性和不确定性, 全面刻画了2个不同事物的联系。集对分析法的实质是一种新的不确定理论, 其核心思想是将确定不确定视为一个确定不确定系统。在这个系统中, 确定性和不确定性相互联系、相互影响、相互制约, 并在一定条件下相互转化。因此, 笔者基于集对分析理论, 从辩证的角度进行系统分析, 将不确定性

与确定性指标作为一个系统来研究, 以建立军事情报质量评估模型。

1 集对分析的概念<sup>[1]</sup>

集对分析中所谓的“集对”是指具有一定联系的2个集合所组成的对子。按照集对的某特性展开分析, 对集对在该特性上的联系进行分类定量刻画, 得到集对在某一问题背景下的联系度表达式为:

$$u = a + bi + cj \quad (1)$$

式中:  $a$  为2个集合的同一程度, 称为统一度;  $b$  为2个集合的差异不确定程度, 称为差异度;  $c$  为2个集合的对立程度, 称为对立度;  $i$  为差异标记符号或相应系数, 取值为 $[-1, 1]$ ,  $j$  为对立标记符号或相应系数, 规定取值为 $-1$ 。根据定义,  $a$ 、 $b$ 、 $c$  应该满足归一化条件  $a + b + c = 1$ 。

## 2 军事情报质量评估模型的建立

## 2.1 评估指标矩阵的构造

对一组军事情报材料进行质量评估, 假设有  $n$

收稿日期: 2011-10-04; 修回日期: 2011-10-31

作者简介: 周明亮(1986—), 男, 湖南人, 在读硕士, 从事电子对抗情报研究。

份情报材料, 记为  $p_1, p_2, \dots, p_n$ , 每份情报有  $q_1, q_2, \dots, q_m$  等  $m$  个评价指标, 每个指标均有一个指标值, 记为  $k_{ij} (i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, m)$ , 则基于集对分析的军事情报质量评估指标矩阵为:  $H=(k_{ij})_{n \times m}$ 。

为提高判断的可靠性, 取“理想情报” $P_0$ 与待评估情报  $P_i$  为一集合对子, 对该集合对子作同一度分析, 寻找与  $P_0$  同一度最大的情报, 给出待评估情报的优劣次序。理想情报  $P_0=[k_{01}, k_{02}, \dots, k_{0j}, \dots, k_{0m}]$ , 其中  $k_{0j}$  为  $P_0$  的第  $j$  个指标的值, 大小为  $H$  矩阵中第  $j$  个指标的最优值。比较评估指标矩阵的指标值  $k_{ij}$  和  $P_0$  中对应的指标值  $k_{0j}$ , 可形成  $P_i$  与  $P_0$  指标不带权重的同一度矩阵为:  $Q=(a_{ij})_{n \times m}$ 。式中, 元素  $a_{ij}$  为评价指标值与  $P_0$  中对应的指标值  $k_{0j}$  的同一度。在军事情报质量评估优选中, 只讨论同一度。根据指标的类型, 分别采用下式计算<sup>[2]</sup>:  
效益型:  $a_{ij} = k_{ij} / k_{0j}$ ; 成本型:  $a_{ij} = k_{0j} / k_{ij}$ 。

### 2.2 建立军事情报质量评估指标体系

目前, 各军事情报单位及部门所采用的情报质量评估指标体系, 实际上主要是给出军事情报评估中应当考虑的主要因素。具体的评估标准还应当根据要评估的军事情报内容的性质、涉及的范围、用途以及作战任务的要求等方面灵活掌握。通常一个完整的军事情报质量评估体系应当包括以下 6 个方面的内容: 及时性、完整性、新颖性、可靠性、可用性和相关性, 如图 1。及时性指情报的时效性高, 能给指挥员决策留下充足的时间; 完整性指情报对研究对象的情况反映全面完整; 新颖性指含有大量的最新情报信息; 可靠性指情报和实际情况最为接近; 可用性是指情报素材经过整理加工以后便于指挥员直接使用; 相关性是指情报必须紧密结合当前作战行动计划和实施情况<sup>[3]</sup>。

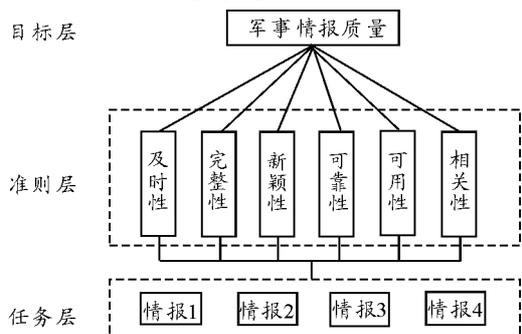


图 1 军事情报质量评估指标体系

### 2.3 熵权系数法确定评价指标的权重

熵权系数法是根据熵的概念和性质, 把多目标决策评价各待选方案的固有信息和决策者经验判断的主观信息量化和综合, 建立基于熵的多目标决策评价模型, 为多目标决策提供依据<sup>[4]</sup>。其步骤如下:

1) 设有  $n$  个待评估的样本, 每个样本有  $m$  个评估指标, 则根据原始数据构造评估指标矩阵为:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix} \quad (2)$$

2) 对原始数据进行归一化处理, 形成归一化的评估指标矩阵。

规范化评估指标矩阵:

$$y_{ij} = x_{ij} / \sqrt{\sum_{i=1}^n x_{ij}^2} \quad (3)$$

将规范化的指标评估矩阵进行归一化处理:

$$r_{ij} = y_{ij} / \sum_{i=1}^n y_{ij} \quad (4)$$

3) 计算第  $j$  个评价指标的熵

$$E_j = -\frac{1}{\ln n} \sum_{i=1}^n r_{ij} \ln r_{ij} \quad (5)$$

4) 计算第  $j$  个指标的权重

$$w_j = (1 - E_j) / (m - \sum_{j=1}^m E_j) \quad (6)$$

### 2.4 综合评价模型

确定待评估情报  $P_i$  与理想情报  $P_0$  带权同一度矩阵  $R: R=QW^T$ ,  $R$  中的元素  $a_i (i=1, 2, \dots, m)$  为第  $i$  个待评估情报与理想情报的同一度之和:

$$a_i = \sum_{j=1}^m a_{ij} w_j \quad (7)$$

比较同一度矩阵中  $a_i$  的大小, 值大者即该情报与理想情报的同一度大, 说明该情报与理想情报最为接近, 即为判断的最优情报。

### 3 应用实例

设共有 4 份军事情报材料为  $(p_1, p_2, p_3, p_4)$ , 评估指标:  $q_1$  为及时性;  $q_2$  为完整性;  $q_3$  为新颖性;  $q_4$  为可靠性;  $q_5$  为可用性;  $q_6$  为相关性。通过专家咨询法, 得出的各军事情报材料指标值如表 1。

表 1 各情报材料指标值

情报材料	评估指标					
	$q_1$	$q_2$	$q_3$	$q_4$	$q_5$	$q_6$
$p_1$	9	4	5	8	6	2
$p_2$	5	3	7	7	2	3
$p_3$	6	3	8	3	8	5
$p_4$	8	5	7	1	5	6

根据原始数据，构造评估指标矩阵：

$$X = \begin{bmatrix} 9 & 4 & 5 & 8 & 6 & 2 \\ 5 & 3 & 7 & 7 & 2 & 3 \\ 6 & 3 & 8 & 3 & 8 & 5 \\ 8 & 5 & 7 & 1 & 5 & 6 \end{bmatrix} \quad (8)$$

归一化处理，得到归一化评估指标矩阵：

$$R = \begin{pmatrix} 0.322 & 0.267 & 0.185 & 0.421 & 0.286 & 0.118 \\ 0.178 & 0.200 & 0.259 & 0.368 & 0.095 & 0.189 \\ 0.214 & 0.200 & 0.296 & 0.158 & 0.381 & 0.315 \\ 0.286 & 0.333 & 0.259 & 0.053 & 0.238 & 0.378 \end{pmatrix} \quad (9)$$

计算信息熵值：

$$E = (0.981 \ 0.983 \ 0.992 \ 0.851 \ 0.931 \ 0.913) \quad (10)$$

各指标的权重为：

$$W = (0.054 \ 0.049 \ 0.023 \ 0.427 \ 0.198 \ 0.249) \quad (11)$$

在军事情报质量评估指标体系建立的过程中，笔者构建的评估指标体系的各个指标均为效益型指标。根据效益公式，形成各情报指标与理想情报指标的同一度矩阵为：

\*\*\*\*\*

(上接第 89 页)

从以上分析可知，为提高系统的性能，应增大伺服阀频宽、增大伺服阀阻尼比、减小伺服阀负开口遮盖量、增大液压缸粘性阻尼系数。

### 5 结论

仿真结果表明：设计的二维模糊控制器能很好地对系统进行控制，系统的上升时间和超调量满足系统要求，系统对指令信号的跟踪情况良好，跟踪误差小。为提高系统的性能，应增大伺服阀频宽、增大伺服阀阻尼比、减小伺服阀负开口遮盖量、增大液压缸粘性阻尼系数。

$$Q = \begin{pmatrix} 1 & 0.8 & 0.625 & 1 & 0.75 & 0.333 \\ 0.556 & 0.6 & 0.875 & 0.875 & 0.25 & 0.5 \\ 0.667 & 0.6 & 1 & 0.375 & 1 & 0.833 \\ 0.889 & 1 & 0.875 & 0.125 & 0.625 & 1 \end{pmatrix} \quad (12)$$

由此，可得出

$$R = QW^T = \begin{pmatrix} 0.766 \\ 0.627 \\ 0.654 \\ 0.543 \end{pmatrix} \quad (13)$$

综上所述，可以得出该 4 份军事情报的质量优劣顺序： $p_1 > p_3 > p_2 > p_4$ 。

### 4 结论

采用熵权理论确定指标权重，降低了权重计算的人为因素影响，增加了决策的科学性，运用集对分析法对情报质量进行评估优选，计算思想新颖，方法简单易行，适合处理大量数据，且易于编程。实例证明：该方法能处理现实中不确定因素和对立因素的存在和影响，克服结果失真的情况，为军事情报评估提供了科学依据，有较好的应用前景。

### 参考文献：

- [1] 赵克勤. 集对分析及其初步应用[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 2000(1): 15-23.
- [2] 杨懿, 武昌, 刘涵, 等. 基于集对分析的目标威胁评估与排序研究[J]. 现代防御技术, 2007, 35(3): 1-5.
- [3] 王海, 程立斌. 层次分析法在军事情报质量评估中的应用[J]. 情报杂志, 2005(12): 25-28.
- [4] 冯威, 王平, 张立. 基于熵权-集对分析方法的布雷方案优选[J]. 兵工自动化, 2010, 29(4): 66-68.

### 参考文献：

- [1] 诸静. 模糊控制理论与系统原理[M]. 北京: 机械工业出版社, 2005.
- [2] 张业建, 李洪人. 阀控非对称缸电液伺服系统控制策略研究[J]. 中国机械工程, 1999, 10(10): 1172-1175.
- [3] 宋俊, 于玲. 阀控缸建模方法的数字仿真比较[J]. 机床与液压, 2004, 6(3): 122-123.
- [4] 袁秀平, 李鹤一, 方祖华. 利用模糊理论改善阀控缸电液伺服系统控制性能[J]. 机床与液压, 2007, 35(11): 68-70.
- [5] 任衫, 李玮, 韩青. 基于 Matlab 的阀控缸伺服系统仿真[J]. 装备制造技术, 2009, 11(9): 32-34.
- [6] 王东, 黄效国, 过跃. 基于 Matlab/SIMULINK 的阀控缸模块化建模与研究[J]. 机床与液压, 2009, 37(9): 240-242.