

# 灰色定权聚类的空袭目标归类模型

高山<sup>1</sup>, 吴开军<sup>2</sup>, 王亚军<sup>1</sup>

(1. 空军工程大学 导弹学院, 陕西 三原 713800; 2. 空军工程大学 理学院, 陕西 西安 710051)

**摘要:**判断空袭打击目标是一项复杂的系统工程,对空袭打击目标的判断涉及的因素多,量纲不同,数据差别大,信息不全,传统的手工作业和人工定性判断空袭打击目标模式已不再适应信息化条件下防空作战要求的现状。为了解决上述问题,针对防空作战指挥对选择重点掩护目标的科学性和迅速性的需求,根据西方现代空袭打击目标理论,从防空视角,分析了空袭方选择空袭打击目标的影响因素,应用灰色定权聚类理论,采用定性分析与定量分析相结合的研究方法,建立了现代空袭打击目标归类判断模型,即对防空作战重心的确定分类排序,从而判断空袭所打击目标的重点和顺序。解决了信息不完备情况下多因素模式定量判别空袭打击目标的问题,可以为防空兵力和火力运用提供科学依据。

**关键词:**灰色理论;空袭目标;归类模型

**中图分类号:** TJ762      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1009-3516(2009)01-0033-04

分析和判断具体战斗中空袭所要打击的目标,是防空导弹武器系统作战运用关注的首要问题<sup>[1-3]</sup>。防空导弹武器系统要得到合理的配置和运用,发挥应有的作战威力,根本上依赖于对空袭打击目标的定量分析判断<sup>[4-5]</sup>。对防空而言,判断空袭打击目标是一项复杂的系统工程,需根据战争进程和空袭作战意图、空袭打击目标选择的原则和基本程序等因素综合分析<sup>[6]</sup>。传统手工作业和人脑定性决策模式难以适应现代防空作战要求<sup>[7]</sup>。必须借助自动化辅助决策系统计算机来完成,为此,必须建立其判断模型。考虑到空袭打击目标选择的多因素性,信息不完全性,可应用灰色聚类法建立模型对目标进行分类排序。当聚类指标量纲不同,数量上悬殊时,采用灰色变权聚类可能导致某些指标参与聚类的作用脆弱<sup>[8]</sup>。解决该问题有两条途径:一是采用初值化算子或均值化算子将各指标样本值化为无量纲数据,然后进行聚类。该方法对所有聚类指标一视同仁,不能反映不同指标在聚类过程中的差异;另一途径是对各聚类指标事先赋权<sup>[9]</sup>。对空袭打击目标判断涉及指标较多,量纲不同,数据差别大,故采用灰色定权聚类方法建立空袭打击目标归类模型。

## 1 空袭打击目标的归类模型

### 1.1 数学描述

目标相对重要性可设为1、2、3等,即重要、较重要、一般。将3类重要性等级视为3个标准模式,将各待评目标视为待识别的具体对象,要分析其相对于3个标准模式的相对归属即决定其相对重要性。由于战略目标的相对重要性受多因素影响,因此,这是一个多因素模式识别问题。结合空袭目标选择基本原则和依据,将目标属性归纳为6种影响指标:经济重要性,政治重要性,军事重要性,文化重要性,抗毁能力,目标环境<sup>[10]</sup>。可将设定的各标准模式看作灰类  $K_n (n=1,2,3)$ 。

设  $x_{ij} (i=1,2,\dots,10; j=1,2,\dots,6)$  为目标  $i$  关于指标  $j$  的样本值。

$f_j^k(\cdot) (j=1,2,\dots,6; k=1,2,3)$  为决策指标  $j$  关于  $k$  子类白化权函数。这里  $j$  指标关于  $k$  子类的权  $\eta_j^k (j$

\* 收稿日期:2007-06-13

基金项目:国家“863”计划资助项目(2007AXX01504)

作者简介:高山(1979-),男,河北保定人,博士生,主要从事地面防空兵战术研究. E-mail:Gs\_speed@163.com

$= 1, 2, \dots, 6; k = 1, 2, 3$ ) 与  $k$  无关, 即对任意  $k_1, k_2 \in \{1, 2, 3\}$  总有  $\eta_j^{k_1} = \eta_j^{k_2}$ , 则可将上标  $k$  略去, 记为  $\eta_j (j = 1, 2, \dots, 6)$ , 并称:

$$\sigma_i^k = \sum_{j=1}^6 f_j^k(x_{ij}) \eta_j \quad (1)$$

为决策对象  $i$  属于  $k$  灰类的灰色定权聚类系数。若  $\sigma_i^{k^*} = \max_{1 \leq k \leq 3} \{\sigma_i^k\}$ , 则断定目标  $i$  属于灰类  $k^*$ 。

## 1.2 空袭目标灰色定权聚类模型的求解步骤

第1步, 由于6个指标均属于成本型变量, 根据专家经验, 为了说明问题又计算简单, 可确定白化权函数。将指标和灰类编号,  $j$  指标  $k$  子类白化权函数  $f_j^k(\cdot)$  ( $j = 1, 2, \dots, 6; k = 1, 2, 3$ ) 函数形式为:

1) 1类白化权函数:

$$f_j^1(x) = \begin{cases} 0, & x < x_j^k(2) \\ \frac{x - s_j^k(1)}{x_j^k(2) - x_j^k(1)}, & x \in [x_j^k(2), x_j^k(1)] \\ 1, & x \geq x_j^k(1) \end{cases} \quad (2)$$

2) 2类白化权函数:

$$f_j^2(x) = \begin{cases} 0, & x \notin [x_j^k(1), x_j^k(4)] \\ \frac{x_j^k(1) - x}{x_j^k(1) - x_j^k(2)}, & x \in [x_j^k(2), x_j^k(1)] \\ \frac{x - x_j^k(4)}{x_j^k(2) - x_j^k(4)}, & x \in [x_j^k(4), x_j^k(2)] \end{cases} \quad (3)$$

3) 3类白化权函数:

$$f_j^3(x) = \begin{cases} 0, & x \notin [0, x_j^k(4)] \\ 1, & x \in [0, x_j^k(3)] \\ \frac{x_j^k(4) - x}{x_j^k(4) - x_j^k(3)}, & x \in [x_j^k(3), x_j^k(4)] \end{cases} \quad (4)$$

具体取值为:

$$\begin{aligned} & f_1^1[6, 8, -, -], f_1^2[4, 6, -, 8], f_1^3[-, -, 2, 4] \\ & f_2^1[6, 8, -, -], f_2^2[4, 6, -, 8], f_2^3[-, -, 2, 4] \\ & f_3^1[6, 8, -, -], f_3^2[4, 6, -, 8], f_3^3[-, -, 2, 4] \\ & f_4^1[6, 8, -, -], f_4^2[4, 6, -, 8], f_4^3[-, -, 2, 4] \\ & f_5^1[6, 8, -, -], f_5^2[4, 6, -, 8], f_5^3[-, -, 2, 4] \\ & f_6^1[6, 8, -, -], f_6^2[4, 6, -, 8], f_6^3[-, -, 2, 4] \end{aligned}$$

第2步, 根据专家意见或定性分析结论确定各指标的聚类权(可采用 AHP 法和 Delphi 法确定指标权值)  $\eta_j (j = 1, 2, \dots, 6)$ 。

第3步, 从步骤1和步骤2得出的白化权函数  $f_j^k(\cdot)$  ( $j = 1, 2, \dots, 6; k = 1, 2, 3$ )、聚类权  $\eta_j (j = 1, 2, \dots, 6)$ , 以及目标  $i$  关于  $j$  指标的样本值  $x_{ij} (i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, 6)$ , 算出灰色定权聚类系数  $\sigma_i^k = \sum_{j=1}^6 f_j^k(x_{ij}) \eta_j, (i = 1, 2, \dots, n; k = 1, 2, 3)$ , 其中,  $\sigma_i^k$  表示了目标  $i$  对于第  $k$  个灰类的聚类系数。

第4步, 若  $\sigma_i^{k^*} = \max_{1 \leq k \leq 3} \{\sigma_i^k\}$  则可判定目标  $i$  属于灰类  $k^*$ 。

根据以上步骤, 这里我们不妨将空袭目标划分为重要、较重要、一般3类。

该模型适应了现代空袭作战特点, 充分考虑了目标选择的多指标性, 运用定性与定量结合的方法, 在一定程度上避免了选择目标的随意性, 提高了决策效率。

## 2 应用举例

选取10类拟打击的空袭目标, 采取专家打分的方法, 得到的评判结果见表1<sup>[11-13]</sup>。

表1 专家评判结果

Tab.1 Expert judgement outcome

	经济 重要性	政治 重要性	军事 重要性	文化 重要性	抗毁能力	目标环境
政府机构	6	10	2	5	2	5
军事指挥中心	3	8	10	4	7	3
水电站	10	5	4	2	1	7
军工厂	6	1	8	3	3	5
科研基地	6	1	6	9	2	8
大中专院校	5	2	1	10	1	9
商业中心	8	2	1	5	1	10
机场	7	3	9	3	5	3
防空导弹阵地	5	4	9	2	6	3
交通枢纽	7	2	8	2	2	7

各指标对空袭目标的影响权值为:

$$\eta_{1-6} = \left[ \frac{6}{21}, \frac{5}{21}, \frac{4}{21}, \frac{3}{21}, \frac{2}{21}, \frac{1}{21} \right]$$

转折点为:

$$x_j^k(1) = 8, x_j^k(2) = 6, x_j^k(3) = 2, x_j^k(4) = 4。$$

经计算灰色聚类系数矩阵为:

$$\Sigma = \begin{pmatrix} 5 & 8 & 6 \\ 10 & 1 & 3.5 \\ 6.5 & 3 & 5 \\ 4 & 6.5 & 7.5 \\ 4 & 10 & 7 \\ 4 & 3 & 11 \\ 7 & 1.5 & 11 \\ 7 & 4 & 4.5 \\ 4 & 5 & 3.5 \\ 7.5 & 3.5 & 10 \end{pmatrix}$$

聚类结论为:

第1个对象属于第2灰类;第2个对象属于第1灰类;第3个对象属于第1灰类;  
第4个对象属于第3灰类;第5个对象属于第2灰类;第6个对象属于第3灰类;  
第7个对象属于第3灰类;第8个对象属于第1灰类;第9个对象属于第2灰类;  
第10个对象属于第3灰类。

由此得出,第1类目标:军事指挥中心、水电站、机场为重要目标;第2类目标:政府机构、防空导弹阵地、科研基地为较重要目标;第3类目标:军工厂、大中专院校、商业中心、交通枢纽为一般目标。

### 3 结束语

从上述计算结果看,该空袭目标归类模型与现代空袭打击目标选择原则和依据有较好的一致性,符合空袭作战的一般规律。该模型主要应用于防空自动化辅助决策系统,有较好的适应性,主要为防空保卫目标分析和防空兵力运用提供技术支持。由于目标的重要性在不同空袭样式中不尽相同,所以空袭打击目标的选择也不完全一样。因此,该模型主要适用于典型空袭打击目标的判断。

#### 参考文献:

[1] 赵建祥. 防空目标的相关性研究[D]. 北京:空军指挥学院,2004.

- ZHAO Jianxiang. Study on Relativity of Air - defense Targets [D]. Beijing: Air Force Command Institute, 2004. (in Chinese)
- [2] Elham Ghashghai. Communications Networks to Support Integrated Intelligence, Surveillance, Reconnaissance, and Strike Operations [M]. California: RAND, 2004.
- [3] Douglas D. How to Optimize Joint Theater Ballistic Missile [M]. New York: Naval Postgraduate School, 2004.
- [4] 崔长琦. 21世纪空袭与反空袭 [M]. 北京: 解放军出版社, 2002.
- CUI Changqi. 21 Century Air Strike and Anti - air Strike [M]. Beijing: PLA Press, 2002. (in Chinese)
- [5] 陈杰生, 高山, 陈东. 空袭兵器战术攻击方向判断模型 [J]. 空军工程大学学报: 自然科学版, 2007, 8(6): 44 - 48.
- CHEN Jiesheng, GAO Shan, CHEN Dong. A Study of the Judging Model of Tactical Attack Direction of Air - raid [J]. Journal of Air Force Engineering University: Natural Science Edition, 2007, 8(6): 44 - 48. (in Chinese)
- [6] 孙君良, 宁小玲, 王晓亮. 攻击机编队附近对地攻击作战效能分析 [J]. 海军航空工程学院学报, 2006, 21(6): 665 - 667.
- SUN Chenliang, NING Xiaoling, WANG Xiaoliang. Operational Effectiveness Analysis of Group Airplanes Attacking Ground Targets [J]. Journal of Naval Aeronautical Engineering Institute, 2006, 21(6): 665 - 667. (in Chinese)
- [7] DMSO. Information Operations/Joint Publication 3 - 13 [EB/OL]. [2006 - 10 - 11] <http://www.dmsomil/publi>.
- [8] 邱继进, 周东华, 梅建庭. 目标打击价值的灰色决策分析 [J]. 情报指挥控制系统与仿真技术, 2005, 27(4): 36 - 38.
- QIU Jijin, ZHOU Donghua, MEI Jianting. Grey Decision Analysis on Attacking Target's Value [J]. Information Command Control System & Simulation Technology, 2005, 27(4): 36 - 38. (in Chinese)
- [9] 刘思峰. 灰色系统理论及应用 [M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- LIU Sifeng. Grey System Theory and Application [M]. Beijing: Science Press, 2004. (in Chinese)
- [10] Mahnken, Thomas G. The American Way of War in the Twenty - First Century [J]. Review of International Affairs, 2003, 33(2): 37 - 41.
- [10] RAND. Dire Strait? [R]. MR - 1217, California: RAND, 2000.
- [12] Gordon, Philip H. Global Danger, Global Power [J]. Air Force Magazine, 2002, 22(11): 15 - 20.
- [13] 武文军. 美军空袭作战研究 [M]. 北京: 军事科学出版社, 2005.
- WU Wenjun. Study on USA Air Strike Operation [M]. Beijing: Military Science Press, 2005. (in Chinese)

(编辑: 田新华)

## The Air - raid Targets Range Model Based on the Grey Fixed Weight Clustering

GAO Shan<sup>1</sup>, WU Kai - jun<sup>2</sup>, WANG Ya - jun<sup>1</sup>

(1. Missile Institute, Air Force Engineering University, Sanyuan 713800, Shaanxi, China; 2. Science Institute, Air Force Engineering University, Xi'an 710051, China)

**Abstract:** Judging air - raid attack targets is a complicated system project which includes a large amount of different dimension factors. The traditional manpower qualitative judging mode hasn't applied to information - based air - defense operation any more. To solve the above - mentioned problem, in view of the demand of choosing important shelter targets during the commanding of aerial defense operation, the effect factors in choosing the air - raid attack by the air - raid side are analyzed based on the theory of modern air - raid attack target and from the view of aerial defense force. Then, applying the grey fixed weight clustering theory, an air raid targets range model is set up by the combination of the qualitative and quantitative analyses. This model can be used to compose the center of campaign, then the pivot and order of the air raid targets can be estimated. The model can be applied to managing fire power and can be a reference frame to the air - defense force.

**Keywords:** grey theory; air raid target; range model