

doi: 10.7690/bgzdh.2015.04.017

基于灰色聚类的防空旅战斗保障体系效能评估

陈国生, 谭良才, 徐长江
(海军陆战学院三系, 广州 510430)

摘要: 防空旅战斗保障体系效能的好坏将影响旅防空作战能力的发挥。结合防空旅实际情况, 建立防空旅战斗保障体系的效能评估指标体系, 提出一种基于灰色定权聚类 and 中心点三角白化权函数的防空旅战斗保障体系效能灰色聚类评估方法, 并通过算例对该方法的有效性进行检验。结果表明: 与传统方法相比, 该方法具有所需信息量小、计算过程简单等特点, 可大大简化指标间复杂的横向比较, 是有效、可行的。

关键词: 战斗保障体系; 灰色定权聚类; 中心点三角白化权函数

中图分类号: TJ06 **文献标志码:** A

Combat Support Effectiveness Evaluation of Air Defense Brigade Based on Gray Clustering

Chen Guosheng, Tan Liangcai, Xu Changjiang
(No. 3 Department, Naval Marine College, Guangzhou 510430, China)

Abstract: Good or bad effectiveness of the air defense brigade combat support system will affect the operation of the brigade air defense combat capability. Combined with air defense brigade actual situation, established effectiveness evaluation index system of air defense brigade combat support, and give gray clustering evaluation method of air defense brigade combat support system effectiveness based on gray fixed weight clustering and whitening weight function of center point triangle. The method's effectiveness has been tested through an example. The result shows that compared with traditional methods, the method used in air defense brigade combat support effectiveness assessment has the features such as small amount of information, simple calculation process, and so on, and it can greatly simplify the complex characteristics of lateral comparison indicators. The method is feasible and effective.

Keywords: combat support system; gray fixed weight clustering; whitening weight function of center point triangle

0 引言

海军新型防空旅(以下简称防空旅)担负着保卫海军基地、港口等重要目标的对空安全。信息化条件下的空袭作战, 由于战场环境日趋复杂、战场空间覆盖陆、海、空、天、电磁等多维战场, 空袭作战样式日趋多元化, 空袭兵力和兵器的精度以及杀伤破坏威力的提高, 都对海军防空旅作战保障提出更高的要求。要想顺利完成作战保障任务, 海军防空旅必须不断扩大战斗保障范围和内容, 提高保障时效性。这些变化使得防空旅的作战行动对战斗保障体系依赖性更强、要求更高。因此科学评估战斗保障体系能力的强弱, 找出存在的薄弱环节, 加以整改, 是提高防空旅对空作战能力的有效途径。

目前关于效能评估的方法有很多种, 包括层次分析法^[1]、Lanchester 方程法^[2]、模糊综合评判法^[3]、ADC 法^[4]、SEA 法^[5]和指数法^[6]等。这些方法各有其优缺点, 具有一定的代表性。由于防空旅战斗保障内容较多, 其战斗保障体系涉及的相关因素多而

复杂, 使得评估指标体系之间呈现出交叉性、非线性等特点; 另一方面, 由于评估指标子体系中各个指标代表的意义和量纲均不一样, 各个指标之间又相互关联, 导致防空旅战斗保障体系评估指标呈现出灰色性、偶然性等特点。为了解决上述存在的不足, 笔者提出基于中心点三角白化权函数的防空旅战斗保障体系效能灰色聚类评估方法, 对海军防空旅战斗保障体系作战效能进行评估。

1 防空旅战斗保障体系评估指标的建立

1.1 防空旅战斗保障体系评估指标分析

根据防空旅实际情况, 防空旅战斗保障体系通常包括战勤保障、后勤保障和装备保障 3 个子体系。每个子体系又包含有若干个评估指标。战勤保障子体系包含的评估指标包括信息防护、通信联络、侦察警戒、工程作业及伪装、阵地管理、气象预测和对核生化的防护。后勤保障子体系包含的评估指标主要包括物资运输、弹药油料的补给和卫生保障。装备子体系包含的评估指标包括维护人员素质、物

收稿日期: 2014-12-09; 修回日期: 2015-01-09

作者简介: 陈国生(1982—), 男, 广东人, 博士, 讲师, 从事岸防兵防空战术研究。

资器材储备和维护器材及保障。

1.2 防空旅战斗保障体系评估指标的构建

由 1.1 节内容叙述，笔者构建了防空旅战斗保障体系评估指标，如图 1 所示。

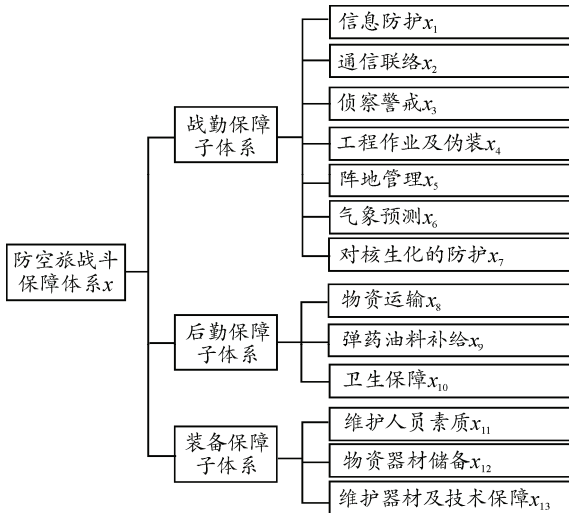


图 1 防空旅战斗保障体系评估指标

2 改进型的灰色聚类评估方法

灰色聚类是根据灰色关联矩阵或灰色的白化权函数将一些观测指标或观测对象聚集成若干个可定义类别的方法。按聚类对象划分，灰色聚类可分为灰色关联聚类和灰色白化权函数聚类。灰色关联聚类主要用于同类因素的归并，以使复杂系统简化。灰色白化权函数聚类主要用于检查观测对象是否属于事先设定的不同类别，以便区别对待。近年来大量运用于各类评估实践的灰色评估方法是基于三角白化权函数的灰色聚类评估方法^[7]。但这种评估方法会存在 2 个以上灰类交叉的现象，同时规范性不够。这里针对原三角白化权函数的交叉现象进行研究，构建一类新的三角白化权函数，力求使得基于三角白化权函数灰色聚类评估方法更趋完善。

2.1 基于中心点三角白化权函数的灰色评估方法

属于某类程度最大的点称为该灰类的中心点。基于中心点三角白化权函数的灰色评估方法的具体步骤如下。

步骤 1 假设要将评估对象划分为 s 个灰类，据此将 $j(j=1, 2, \dots, m)$ 指标的取值范围也相应地划分为 s 个灰类。设 $\lambda_k(k=1, 2, \dots, s)$ 为 k 灰类的中心点，即最可能属于 k 灰类的点。由此可将 j 指标 k 灰类的取值范围确定为 $[\lambda_{k-1}, \lambda_{k+1}]$ ， $(k=1, 2, \dots, s)$ 。对于

第 1 个灰类的左端点 λ_0 和第 s 个灰类的右端点 λ_{s+1} ，可分别将 j 指标取数域向左、右延拓而得。

步骤 2 同时连接点 $(\lambda_k, 1)$ 与第 $k-1$ 个小区间的中心点 $(\lambda_{k-1}, 0)$ 以及 $(\lambda_k, 1)$ 与第 $k+1$ 个小区间的中心点 $(\lambda_{k+1}, 0)$ ，得到 j 指标关于 k 灰类的三角白化权函数 $f_j^k(\cdot)$ 。对于 $f_j^1(\cdot)$ 和 $f_j^s(\cdot)$ ，可分别将 j 指标的取值范围向左、向右延拓至 λ_0 、 λ_{s+1} ，可得到 j 指标关于 k 灰类的三角白化权函数 $f_j^1(\cdot)$ 和 j 指标关于 s 灰类的三角白化权函数 $f_j^s(\cdot)$ ，见图 2 所示。

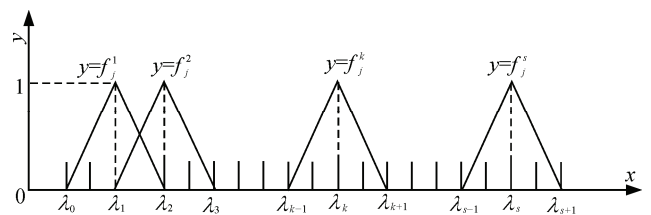


图 2 中心点三角白化权函数示意图

对于指标 j 的一个观测值 x ，可由公式

$$f_j^k(x) = \begin{cases} 0 & x \notin [\lambda_{k-1}, \lambda_{k+1}] \\ (x - \lambda_{k-1}) / (\lambda_k - \lambda_{k-1}) & x \in [\lambda_{k-1}, \lambda_k] \\ (\lambda_{k+1} - x) / (\lambda_{k+1} - \lambda_k) & x \in [\lambda_k, \lambda_{k+1}] \end{cases} \quad (1)$$

计算出其属于灰类 k 的隶属度 $f_j^k(x)$ 。

步骤 3 计算对象 i 关于灰类 k 的综合聚类系数

$$\sigma_i^k = \sum_{j=1}^m f_j^k(x_{ij}) \eta_j \quad (2)$$

其中： $f_j^k(x_{ij})$ 为 j 指标 k 子类的三角白化权函数； η_j 为指标 j 在综合聚类中的权重。

步骤 4 由 $\max_{1 \leq k \leq s} \{\sigma_i^k\} = \sigma_i^{k^*}$ ，判断对象 i 关于灰类 k^* ；当有多个对象同属于 k^* 灰类时，还可以进一步根据综合聚类系数的大小确定同属于 k^* 灰类之各个对象的优劣或位次。

2.2 中心点三角白化权函数的特征

按照 2.1 节所构建的中心点三角白化权函数与典型三角白化权函数相比较，具有 2 个特征。

1) 中心点三角白化权函数不存在多重交叉现象，而典型三角白化权函数存在 2 个以上灰类的多

4 结束语

笔者建立了较为完善的防空旅战斗保障体系效能评估指标,提出了基于灰色聚类的防空旅战斗保障体系效能评估方法,给出该评估方法的具体求解步骤。通过实例验证结果证明:该评估方法的算法流程简单,计算量小,并可有效简化评估指标间的复杂关系,其用于防空旅战斗保障体系效能评估是可行、有效的,将该模型应用于海军防空旅战斗保障体系效能评估具有参考价值。

参考文献:

- [1] 卢紫毅, 范建华. 基于层次分析法的战术通信网络效能评估[J]. 现代电子技术, 2011, 34(1): 65-68.
 [2] 张卓. 作战效能评估[M]. 北京: 军事科学出版社, 1996: 45-55.

 (上接第 59 页)

4 结论

通过分析涡轮叶片截面造型的几何特征及参数构成,笔者确定了用于计算机三维建模的基本参数,建模所用参数既考虑了叶片气动性能影响因素,又考虑了结构强度影响因素,使得所设计的叶片能更好地满足实际使用要求。笔者以大型 CAD 软件 CATIA 为平台,研究开发了涡轮叶片计算机辅助设计方法。该方法包括参数创建及数据导入、截面造型设计和叶身型面设计等环节,通过编制脚本程序和宏命令,基本实现了设计的程序化,同时可用交互方式修改截面造型,保留了设计的灵活性。分析结果表明,该方法所设计的截面曲线和叶身型面均达到 G2 级光滑度。

参考文献:

- [1] 严俊峰, 焦焯. 基于 UG_GRIP 的涡轮叶片辅助造型方

- [3] 郭辉, 徐浩军, 任博, 等. 基于模糊综合评判的预警机作战效能评估[J]. 数学的实践与认识, 2012, 42(4): 104-108.
 [4] 阎永玲, 雷英杰, 张庆波. 关于 ADC 法评估 C4ISR 系统效能中的可靠性[J]. 火力与指挥控制, 2008, 33(12): 72-74.
 [5] 陈书桓, 王夷, 赵雷鸣. SEA 法在航空电子战体系效能评估中的应用[J]. 电子信息对抗技术, 2011, 26(5): 73-77.
 [6] 谭守林, 闫双卡, 陈雪松. 基于指数法的巡航导弹作战效能评估模型[J]. 火力与指挥控制, 2010, 35(5): 176-179.
 [7] 刘思峰, 朱永达. 区域经济评估指标与三角隶属函数评估模型[J]. 农业工程学报, 1993, 9(2): 8-13.
 [8] 王鑫, 徐习东, 琚军, 等. 基于层次分析法的继电保护消缺优化研究[J]. 机电工程, 2013, 30(12): 1540-1545.

 法[J]. 火箭推进, 2008, 34(5): 10-15.
 [2] 杨小斐, 白万民. 基于 UG 的飞机发动机叶片造型的方法研究[J]. 机械设计与制造, 2008(10): 124-126.
 [3] 王惠明, 房广铎, 张昌明. 基于 Pro_E 的发动机叶片造型及原型制作研究[J]. 机械管理开发, 2012(1): 45-46.
 [4] 柴桥, 张永和, 汪波. 基于 Solidworks 的飞机发动机叶片造型 [J]. 现代机械, 2003(5): 11-12.
 [5] 张维军, 方祥军, 王屏. 三维涡轮叶片交互式造型程序设计[J]. 机械设计与制造, 2005(10): 53-55.
 [6] B. M. 阿洛诺夫等. 航空燃气涡轮叶片的造型[M]. 吉桂明, 译. 北京: 国防工业出版社, 1980: 4-7.
 [7] 杨振朝, 孙广标, 张安洲. 航空燃气涡轮叶片造型技术研究[J]. 机床与液压, 2006(7): 102-104.
 [8] 孟军强. 基于 NURBS 的涡轮叶片造型技术研究[D]. 南京: 南京航空航天大学, 2007: 27-32.
 [9] 胡挺, 吴立军. CATIA 二次开发技术基础[M]. 北京: 电子工业出版社, 2006: 61-72.
 [10] 曾贞群. 在 CATIA 中运用宏处理大量数据 [J]. CAD/CAM 与制造业信息化, 2003(6): 45-46.