

# 对若干种效能评估方法的探讨和选取

杨 乐, 孙吉红

陆军炮兵防空兵学院, 安徽 合肥

收稿日期: 2021年10月9日; 录用日期: 2021年11月5日; 发布日期: 2021年11月16日

---

## 摘 要

本文围绕效能评估的若干种方法, 对当前较为常用的效能评估方法进行了介绍, 同时针对每种方法的优缺点进行了梳理和汇总, 并分析了常用效能评估方法的共性问题, 最后从三个方面总结了未来效能评估方法的演变和优化方向。相关结论对评估某系统效能具有一定的借鉴意义。

## 关键词

效能, 评估方法, 武器系统, 评价指标

---

# Discussion and Selection of Several Effectiveness Evaluation Methods

Le Yang, Jihong Sun

Army Artillery and Antiaircraft College of PLA, Hefei Anhui

Received: Oct. 9<sup>th</sup>, 2021; accepted: Nov. 5<sup>th</sup>, 2021; published: Nov. 16<sup>th</sup>, 2021

---

## Abstract

This paper focused on several methods of effectiveness evaluation, introduced the current commonly used effectiveness evaluation methods, arranged and summarized the advantages and disadvantages of each method at the same time, analyzed the common problems of commonly used effectiveness evaluation methods, and finally summarized the evolution and optimization direction of future effectiveness evaluation methods from three aspects. The conclusion can be used for reference to evaluate the effectiveness of a system.

## Keywords

Effectiveness, Evaluation Method, Weapons System, Evaluation Index

---

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

效能是指某系统在一定的环境和条件下, 完成相应任务的能力; 效能评估则是运用某种工具或者采取某种方法对该能力进行评估, 通过评估为相关操作者或者管理者了解和掌握该系统的实际性能提供一种数据参考[1] [2] [3]。关于效能评估的方法有很多, 每种方法都有其特点, 适用的场合也不相同, 因此我们在实际选择某种效能评估方法时, 应根据具体的使用条件选择相对较为合适的评估方法。但是无论何种情况, 通过综合比较若干种效能评估方法的优劣, 肯定会得出一个结论, 即某种效能评估方法是若干种效能评估方法中综合评价中最优的一种, 因此, 本文围绕这个主题进行了深入探讨。

## 2. 当前主流的效能评估方法

这里以武器系统为例进行说明[4] [5] [6]。

### 2.1. ADC 模型

文献[7]将武器系统效能评估方法分成了性能参数法、解析法和对抗法三种, 且认为武器系统效能评估中一般采用解析法, 其中最常用的是美国工业界武器系统效能咨询委员会(WSEIAC)提出的 ADC 模型。部分文献将 ADC 模型与性能参数相结合, 有的与层次分析法相结合, 有的与模糊综合评判法相结合[8]。

文献[9] [10] [11] [12] [13]则是以 ADC 模型为基础, 根据武器系统具体效能评估问题, 对传统的 ADC 模型进行了改进, 使之更具有针对性。

### 2.2. 层次分析法

运用层次分析法对武器系统进行效能评估, 通常根据研究对象的性质将评估目标分解为多个组成因素, 并按因素间的隶属关系, 将其层次化, 然后按照层次分析, 最终获得最底层因素对于最高层指标的重要性权值[14] [15]。

在运用层次分析法时, 如果所选的要素不合理, 其含义混淆不清, 或要素间的关系不正确, 都会降低 AHP 法的结果质量, 甚至导致 AHP 法决策失败[16]。为保证递阶层次结构的合理性, 需把握以下原则:

一是分解简化问题时把握主要因素, 不漏不多;

二是注意相比较元素之间的强度关系, 相差太悬殊的要素不能在同一层次比较。

文献[17] [18] [19] [20]则是以层次分析法为基础, 根据武器系统具体效能评估问题, 对传统的层次分析法进行了改进, 使之更具有针对性。

### 2.3. 模糊综合评判法

模糊综合评判法的数学模型简单, 对多因素、多层次的复杂问题的评判效果较好, 评估逐对进行, 对被评对象有唯一的评估值, 不受被评价对象所处对象集合的影响[8] [21] [22] [23]。

但是, 模糊综合评判法也有自身的缺点, 比如:

文献[24]针对确定指标权重时主要依赖专家经验由 AHP 法获得导致客观性差的问题, 采用熵技术对指标权重进行客观修正, 通过区分定性指标与定量指标的差别, 改进了模糊评判矩阵的建立方法。

文献[25]利用灰色系统理论关联度的概念, 提出一种改进的模糊综合评判法。该方法利用模糊对象的

模糊综合评判对清晰综合评判的关联度来确定事物的等级, 克服了最大隶属原则所固有的缺点, 保证了评判结果的正确性和合理性。

文献[26]提出了一种基于最小隶属度加权平均偏差法的改进方法, 能在权重信息确定或不确定的情况下得出正确的结果, 避免模糊综合评判中的不合理现象。

## 2.4. 灰色聚类评估法

灰色聚类是根据灰色关联矩阵或灰数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以定义类别的方法。

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。由此, 我们可以检查许多因素中是否有若干个因素关系十分密切, 使我们既能够用这些因素的综合平均指标或其中的某一个因素来代表这几个因素, 又可以使信息不受到严重损失[27]。运用灰色聚类法评估武器系统效能也比较常见。例如:

文献[28]针对武器装备作战效能的指标多样性且指标的实现值往往在数量上悬殊很大等实际情况, 提出了基于灰色定权聚类 and 三角白化权函数的灰色聚类评估方法解决此类问题;

文献[29]提出了一种基于灰色聚类理论的 C4ISR 系统效能评估方法;

文献[30]根据统型在军用轮式工程装备中的应用情况, 提出军用轮式工程装备统型效能评估指标体系, 构建了基于灰色三角白化权函数的统型效能评估模型。

但是, 灰色聚类法评估法也存在一定的缺点, 比如当灰色聚类系数无显著性差异时, 传统灰色聚类方法则不能判定聚类对象属于何种灰类, 文献[31]则从权重的定义和统计学的角度对传统灰色聚类评估方法进行了改进;

文献[32]针对现实生活中, 当事物达到一个较高的高度后, 其效用就不再发生太大的变化这一现象, 提出了改进灰色聚类分析模型, 将原有模型中的灰类白化函数做了非线性化改进, 通过给出的灰类阈值, 生成备选方案各属性基于 Logistic 函数的灰类白化函数, 再通过这一白化函数将方案属性值映射为评价价值, 得出灰聚类结果, 进而对方案进行排序;

文献[33]分析了三角形白化权函数的不足, 采用和改进了梯形白化权函数, 建立了基于改进的梯形白化权函数定权聚类评估模型, 很好地解决了相邻的若干类别对该类别聚类中心的影响问题和灰类区间长度不一样的问题。

## 2.5. 最大熵原理评估法

影响效能评估的因素有很多, 前面四种方法均是采用某种单独的建模方法对武器系统的效能评估进行模型构建, 这样做的结果往往导致评估结论不准确, 无法有效地刻画武器系统的实际效能表现情况。假设将每种建模方法的结果作为一类因素, 则可以综合这些因素, 并视这些因素为随机变量, 用随机变量的统计特性去近似“逼真”地拟合武器系统的实际效能。最大熵原理[34]就是指在随机变量满足各种可能分布的情况下, 肯定有一种概率分布的熵最大, 这时可以选取具有最大熵的分布函数, 这种分布较为符合客观实际。

## 3. 主流效能评估方法存在的共性问题

不论采用什么样的效能评估模型, 要想实现对武器系统的效能评估, 首先必须厘清影响效能评估的因素有哪些, 然后确定评价指标, 而评价指标的确定往往要遵循一定的原则, 比如指标之间不能重复、各项指标应能充分反映系统的特点等, 这些工作经常掺杂着人为主观因素, 客观性体现得不明显, 同时每一种单一的建模方法存在局限性, 并且要区分不同的应用场合, 导致使用受限。与此同时, 虽然基于最大熵原理的武器系统效能评估方法能够较好地贴合实际, 但是该方法也存在一定的主观性, 利用最大

熵原理求解出的武器系统效能还是会受到单一评估模型的影响。综上, 关于武器系统效能评估的常用方法, 目前没有确定的答案, 不同文献具有不同的观点, 各有特色。

#### 4. 武器系统效能评估方法的选取应考虑的具体对策

综上所述, 在主流武器系统效能评估方法中, 基于最大熵原理的评估方法相对其他四种方法而言, 其计算过程建立在各评估结果的基础上, 是对其他四种评估方法所得结果的一种综合衡量和考虑, 虽然也有主观性因素的影响, 但是总体来看, 基于最大熵原理的效能评估方法的应用将逐渐增多。

#### 5. 结束语

随着“大数据”和“人工智能”的兴起, 在武器系统效能评估方法的选取上, 必将呈现出新的特点。

1) 以实训数据为基准, 提升评价指标选取的合理性

不管何种评估方法, 都要建立在评价指标的选取和建立上, 但是评价指标的选取带有主观色彩, 因此应该以武器系统在实际的作战或训练中产生的性能表现数据为依据, 通过对大量的数据样本进行分析, 利用回归或数据分析软件等手段, 找出影响武器系统效能的因子, 然后有针对性构建评价指标体系。

2) 利用“人工智能”的优势, 择优选取效能评估方法

在选取具体的效能评估方法之前, 首先应将当前所有可能的武器系统效能评估方法全部入库, 然后在实际运用中, 根据具体情况选择相应的单一模型或者某种组合模型。例如, 当所有指标不随时间变化而变化, 则可以首先选择层次分析法确定指标权重, 然后根据案例实际利用某种效能评估方法进行武器系统效能的评估; 当涉及的武器系统数量多且装备建设或使用方案复杂, 同时无需已知太多的参照样本时, 如果需要对不同的系统或方案进行分析并选择, 可以考虑使用灰色聚类评估法等。

3) 样本数据的实时更新使评价方法不断优化

战场态势瞬息万变, 作为战争的主体, 武器系统也会随着战争进程的推进, 通过一系列性能的表征影响着战争的结局, 因此针对武器系统效能的评估方法上也应与时俱进, 通过不断更新的性能样本数据反馈于实际的效能评估方法上, 使得评估方法得以进一步优化, 提高评价结果的准确性。

#### 参考文献

- [1] 张杰, 唐宏, 苏凯. 效能评估方法研究[M]. 北京: 国防工业出版社, 2009: 1-22.
- [2] 陈浩光, 李云芝. 武器系统效能评估与评估创新[J]. 装备学院学报, 2004, 15(4): 1-5.
- [3] 关成启, 杨涤, 关世义. 导弹武器系统效能评估方法研究[J]. 系统工程与电子技术, 2000, 22(7): 32-36.
- [4] 高尚, 姜寿春. 武器系统效能评定方法综述[J]. 系统工程理论与实践, 1998(7): 109-114.
- [5] 李志猛, 徐培德, 刘进. 武器系统效能评估理论及应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 2013: 3-37.
- [6] 吕艳辉, 赵林. 武器系统效能评估方法研究[J]. 辽宁工程技术大学学报: 自然科学版, 2005, 24(4): 605-607.
- [7] 赵超, 文传源. 作战系统综合效能评估方法探索[J]. 电光与控制, 2001(1): 63-65.
- [8] 程涛, 朱吉胜. 系统效能评估方法研究[J]. 环球市场信息导报: 理论, 2011(3): 47-47.
- [9] 刘花云, 张贤椿. 基于 ADC 的导弹武器系统效能评估方法[J]. 兵工自动化, 2015, 34(8): 11-14.
- [10] 王晖, 陶禹, 樊丹瑛. 基于 ADC 方法的复杂武器系统效能评估方法[J]. 火力与指挥控制, 2016, 41(2): 113-116.
- [11] 夏维, 刘新学, 孟少飞, 等. ADC 改进模型评估导弹武器系统效能[J]. 现代防御技术, 2017, 45(2): 30-39.
- [12] 马琳, 王宏伟, 宋贵宝, 等. 导弹武器系统 ADC 效能模型分析[J]. 海军航空工程学院学报, 2006, 21(4): 471-474.
- [13] 鞠巍, 童幼堂, 王泽. 基于改进的 ADC 法的反舰导弹武器系统效能评估模型[J]. 战术导弹技术, 2010(3): 19-22, 36.
- [14] 李太平, 陈艳, 陈亮. 基于层次分析法的效能评估方法研究[J]. 电子技术与软件工程, 2016(11): 96-97.

- [15] 段绍展. 层次分析法在电子武器效能评估中的应用[J]. 电子信息对抗技术, 2006, 21(1): 38-40.
- [16] 百度百科. 层次分析法(运筹学理论) [EB/OL].  
<https://baike.baidu.com/item/%E5%B1%82%E6%AC%A1%E5%88%86%E6%9E%90%E6%B3%95/1672?fr=aladdin>, 2020-10-11.
- [17] 吴军, 董星, 方强, 等. 基于三角模糊数层次分析法的武器系统效能评估研究[J]. 中国机械工程, 2013, 24(11): 1442-1446.
- [18] 夏正洪, 王俊峰. 一种改进的层次分析法及其在效能评估中的应用[J]. 四川大学学报(自然科学版), 2010, 47(1): 71-76.
- [19] 郑慧娟. 基于改进的可拓层次分析法的指挥控制系统作战效能评估指标赋权[J]. 装甲兵工程学院学报, 2014, 28(1): 12-15.
- [20] 王君珺, 朱华进, 王海涛. 基于群决策层次分析法的潜射反舰导弹武器系统作战效能评估[J]. 海军航空工程学院学报, 2017, 32(4): 416-420.
- [21] 欧阳超, 刘强, 侯申. 基于模糊综合评判的某型通信装备系统效能评估[J]. 科协论坛, 2009(11): 90-92.
- [22] 王永安, 钟峰, 徐扬. 基于模糊综合评判的鱼雷武器系统作战效能评估研究[J]. 舰船电子工程, 2012, 32(7): 26-27.
- [23] 王华, 高扬, 覃业华, 等. 基于模糊层次分析法的北斗用户装备效能评估[J]. 测绘科学与工程, 2018, 38(1): 68-72.
- [24] 张幸, 胡建旺, 郝永峰. 基于改进模糊综合评判法的  $C^3I$  系统效能评估[J]. 电光与控制, 2011, 18(4): 41-45.
- [25] 姚敏. 一种改进的模糊综合评判法[J]. 中国软科学, 1990(1): 30-34.
- [26] 李阳旭, 邓辉文. 模糊综合评判的一种改进方法[J]. 重庆工商大学学报(自然科学版), 2005, 22(5): 453-456.
- [27] 杨昆鹏. 灰色聚类评估详解[EB/OL].  
<https://wenku.baidu.com/view/97484e5a77c66137ee06eff9aef8941ea66e4b41.html>, 2018-10-11: 3-33.
- [28] 王三喜, 刘玉荣, 屈洋, 等. 武器装备作战效能灰色聚类评估[J]. 火力与指挥控制, 2004, 29(3): 70-73.
- [29] 余静, 张勇涛, 张松良. 基于灰色聚类理论的  $C^4ISR$  系统效能评估研究[J]. 现代防御技术, 2009, 37(3): 64-67.
- [30] 孙亚东, 唐红娟, 何猛, 等. 灰色聚类理论的军用轮式工程装备统型效能评估[J]. 火力与指挥控制, 2013, 38(9): 166-170.
- [31] 李宜敏, 罗爱民, 吕凤虎. 灰色聚类评估的一种改进方法[J]. 统计与决策, 2007(1): 20-21.
- [32] 王永刚, 胡开元. 一种基于改进灰色聚类分析的综合评价方法[J]. 中国民航大学学报, 2010, 28(1): 48-51.
- [33] 史凤隆, 赵功伟, 祝华远, 等. 灰色聚类法在航空装备保障特性评估中的应用[J]. 装备环境工程, 2013, 10(2): 43-47.
- [34] 百度百科. 最大熵原理[EB/OL].  
<https://baike.baidu.com/item/%E6%9C%80%E5%A4%A7%E7%86%B5%E5%8E%9F%E7%90%86/9938383?fr=aladdin>, 2021-5-25.