

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2010.02.018

炮兵精确火力打击能力模糊综合评估

彭择令, 张国伟, 张杨, 戴彤辉
(解放军炮兵学院 5 系 41 队, 安徽 合肥 230031)

摘要: 从炮兵精确火力打击概念出发, 在提出一种评估指标体系的基础上, 建立基于两级模糊综合评估的炮兵精确火力打击能力评估方法。利用层次分析法确定各指标的权重, 运用模糊综合评判建立炮兵精确火力打击能力评估模型。通过对炮兵精确火力打击能力的实例评估, 验证了该模型能有效反映炮兵精确火力打击能力, 为作战服务, 指导精确作战。

关键词: 炮兵; 精确火力打击能力; 能力评估

中图分类号: N945.16 **文献标识码:** A

Artillery Precision Fire Strike Capability Based on Fuzzy Synthetic Evaluation

PENG Ze-ling, ZHANG Guo-wei, ZHANG Yang, DAI Tong-hui
(No. 41 Team, No. 5 Department, Artillery Academy of PLA, Hefei 230031, China)

Abstract: Introduce concept of the artillery precision fire strike, on the basis of the evaluation index system, established the evaluation method for the artillery precision fire strike capabilities based on fuzzy synthesis evaluation. Confirm each index weight by using Analytic Hierarchy Process (AHP) and building the evaluation model of the artillery precision fire strike capabilities by fuzzy synthesis judge. After evaluating the example of the artillery precision fire strike capabilities, it proves the model is effective and could serve the battle, conducting precision battle.

Keywords: Artillery; Artillery precision fire strike capability; Capability evaluation

0 引言

炮兵火力被认为是遂行压制射击的打击力量。过去由于装备技术的限制以及侦察器材的性能落后, 无法准确、及时地发现目标, 精确打击难以实现。加之传统的战场目标防护能力弱, 而且多以集群目标出现, 所以传统炮兵主要强调数量的优势^[1]。随着信息、装备技术等的发展, 炮兵开始遂行精确打击。精确打击是能在军事行动中对各目标定位、监视、辨别和跟踪、选择、组织并使用系统, 达成预期效果, 评估结果及在必要时以决定性的速度与压倒的优势实施打击的能力^[2]。目前, 炮兵遂行精确火力打击的兵器有地地战役导弹、可末端制导的远程火箭弹、激光末制导炮弹、末敏炮弹以及反坦克导弹等, 但还没有形成一个被广泛接受的综合评估体系。故在提出一种评估指标体系基础上, 建立基于两级模糊综合评估的炮兵精确火力打击能力评估方法。

1 炮兵精确火力打击能力评估指标体系

1.1 构建评估指标体系的原则^[3]

建立合适的指标体系并使其量化, 是对打击能力评估的关键。对指标体系的建立要把握以下原则:

1) 针对性。火力打击能力指标多样, 要针对炮兵精确作战提出指标体系, 体现炮兵精确作战特色。

2) 完备性。各指标不能重复出现, 并且任何一个显著影响炮兵精确火力打击能力的指标都应出现在一个指标属性集中, 选择的指标应能覆盖炮兵精确火力打击能力所涉及的范围。

3) 独立性。指标应相互独立, 而不能相互包含。

4) 层次性。把指标进行分类, 构成不同层次, 由评估总指标到下层指标, 分解到下层子指标。为便于量化, 对指标进行分解, 分解到可计算的子指标时, 分解停止。在评估中, 从不同的评估视角出发, 有不同的分类结果, 但都必须能形成递阶结构。

1.2 评估指标体系的选取

先参考火力打击能力评估和精确作战能力评估的专著, 结合我军目前所拥有的炮兵精确火力打击手段, 根据相关武器系统在作战演习中的使用并考虑主要因素, 再向炮兵领域的专家和指战员征求意见, 最后运用数学方法进行指标的删减、合并、增加。故采用 Delphi 法建立如表 1 的炮兵精确火力打击能力评估指标体系。

1.3 各指标体权重确定的方法^[4-6]

收稿日期: 2009-09-13; 修回日期: 2009-12-04

作者简介: 彭择令 (1981-), 男, 湖南人, 解放军炮兵学院在读硕士, 从事作战指挥理论研究。

采用 AHP 法确定各指标的权重，其步骤如下：

1) 构造判断矩阵

通过对统计指标各因素进行两两比较得到判断矩阵。引入国防科技大学汪浩和马达提出的改进型标度方法，其标度值的具体意义如表 2。

表 1 评估指标体系

| 一层指标 | 二层指标 |
|----------------|----------------------|
| 力量投入的精确性 U_1 | 选取目标的精确性 U_{11} |
| | 判定目标要害的精确性 U_{12} |
| | 作战力量编成的精确性 U_{13} |
| | 主力装备的适应性 U_{14} |
| 火力打击的精确性 U_2 | 对机动目标定位的精确性 U_{21} |
| | 系统自身定位的精确性 U_{22} |
| | 打击方式的精确性 U_{23} |
| | 弹药制导的精确性 U_{24} |
| | 附带毁伤控制的精确性 U_{25} |
| 指挥控制的精确性 U_3 | 侦察预警的精确性 U_{31} |
| | 指挥协调的精确性 U_{32} |
| | 信息传递的精确性 U_{33} |
| | 毁伤评估的精确性 U_{34} |
| 后勤保障的精确性 U_4 | 补给网络的自动化水平 U_{41} |
| | 补给时间的精确性 U_{42} |
| | 补给位置的精确性 U_{43} |

表 2 9/9-9/1 标度含义

| 标度值 | 意义 |
|-----|---------|
| 9/9 | 甲和乙同等重要 |
| 9/7 | 甲比乙稍微重要 |
| 9/5 | 甲比乙明显重要 |
| 9/3 | 甲比乙强烈重要 |
| 9/1 | 甲比乙极端重要 |

应用 9/9-9/1 比较标度法对指标体系各层指标两两比较，即可构造各层指标的比较判断矩阵如下：

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

在确定判断矩阵后，通过求解矩阵的最大特征值 λ_{max} ，进而求出相应的特征向量 w 。采用方根法求解两两判断矩阵的特征向量，其计算步骤如下：

先计算判断矩阵每一行元素的乘积 M_i ：

$$M_i = \prod_{j=1}^n a_{ij} \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

其中， a_{ij} 为两两判断矩阵的第 i 行和第 j 列的元素。

再计算 M_i 的 n 次方根： $\bar{W}_i = \sqrt[n]{M_i}$ 。

然后，对 W_i 进行正规化： $W_i = \bar{W}_i / \sum_{j=1}^n \bar{W}_j$ 。

可得到向量 $W = [W_1, W_2, \dots, W_n]^T$ ，即两两判断矩阵的特征向量。

最大特征值的计算公式为：

$$\lambda_{max} = \left(\sum_{i=1}^m (AW)_i / W_i \right) / n$$

其中， A 为两两判断矩阵， (AW_i) 为 AW 的第 i 个元素， m 为矩阵 A 的行数。

2) 一致性检验

衡量不一致程度的数量指标称为一致性指标，用 CI 表示。 $CI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1)$ ，令 $CR = CI / RI$ 。

其中 RI 为随机一致性指标，如表 3。

表 3 矩阵随机一致性指标 RI 的值

| n | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|------|---|---|------|------|------|------|------|------|------|
| RI | 0 | 0 | 0.58 | 0.90 | 1.12 | 1.24 | 1.32 | 1.41 | 1.45 |

其中， CR 称为随机一致性比率。一般认为，当 $CR < 0.1$ 时，判断矩阵符合满意的一致性标准；否则，需要修正判断矩阵，直到检验通过。

2 炮兵精确火力打击能力模糊综合评价^[7]

2.1 模糊综合评价数学模型

1) 明确已知条件

因素集： $U = \{U_1, U_2, U_3, U_4\}$ ，其中：

$$U_1 = \{U_{11}, U_{12}, U_{13}, U_{14}\}, U_2 = \{U_{21}, U_{22}, U_{23}, U_{24}, U_{25}\},$$

$$U_3 = \{U_{31}, U_{32}, U_{33}, U_{34}\}, U_4 = \{U_{41}, U_{42}, U_{43}\}。$$

权重集：利用层次分析法分别确定各层次指标权重集。第 1 层次指标权重集为 $W = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$ ， $W_i (i = 1, 2, \dots, n)$ 是第 1 层次中第 i 个指标的权重值。第 2 层次指标权重为 $W_i = \{W_{i1}, W_{i2}, \dots, W_{im}\}$ ，元素 $W_{ij} (i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m)$ 是第 1 层次中第 i 个指标的第 j 个子指标 U_{ij} 的权重值。

评语集： $V = \{V_1, V_2, \dots, V_p\}$ ，其中 $V_k (k = 1, 2, \dots, p)$ 是可能作出的第 k 个评价结果。根据炮兵精确火力打击能力可能的评价表述，采用“优”、“良”、“一般”、“差”4 级评判，对应的百分制分数为 $G = (90 \ 80 \ 70 \ 60)$ 。

对一级模糊综合评判，考虑第 2 层次子指标 U_{ij} 作出评判结果 V_k 的隶属度 $r_{ijk} (i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m; k = 1, 2, \dots, p)$ ，则第 2 层次的评判矩阵可表示为：

$$R_i = \begin{bmatrix} R_{i1} \\ R_{i2} \\ \vdots \\ R_{im} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{i11} & r_{i12} & \cdots & r_{i1p} \\ r_{i21} & r_{i22} & \cdots & r_{i2p} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ r_{im1} & r_{im2} & \cdots & r_{imp} \end{bmatrix}$$

由于炮兵精确火力打击能力的评价涉及因素众多, 关系极为复杂且非线性, 较实用的确定 r_{ijk} 的方法是通过记录考核炮兵精确火力打击训练或演习中指挥过程的关键行为和某些重要结果数据, 然后组织专家根据战场背景, 阅读记录结果, 综合评价后给出 r_{ijk} 值。

2) 建立从 U 到 V 的模糊评价矩阵

一级模糊综合评判集为:

$$B_i = W_i \times R_i = (b_{i1}, b_{i2}, \dots, b_{ip}) \quad (i=1, 2, \dots, n)$$

$$b_{ik} = \sum_{j=1}^m W_{ij} r_{ijk} \quad (i=1, 2, \dots, n; k=1, 2, \dots, p)$$

二级模糊综合评判矩阵为:

$$R = \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ \vdots \\ B_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_1 \cdot R_1 \\ w_2 \cdot R_2 \\ \vdots \\ w_n \cdot R_n \end{bmatrix}$$

则二级模糊综合评判集为:

$$B = w \cdot R = w \cdot \begin{bmatrix} w_1 \cdot R_1 \\ w_2 \cdot R_2 \\ \vdots \\ w_n \cdot R_n \end{bmatrix} = (b_1, b_2, \dots, b_p)$$

则:

$$b_k = \sum_{i=1}^n W_i r_{ik} \quad (k=1, 2, \dots, p)$$

评判总分为 $T = BG^T$ 。

2.2 评估实例

根据所建立的炮兵精确火力打击能力评价指标体系, 运用上述模糊综合评价方法, 评判在一次训练或演习中的炮兵精确火力打击能力。通过对专家评价表的统计分析计算和利用层次分析法求指标权重, 得到一级模糊综合评判集如下:

$$B_1 = W_1 \times R_1 = (b_{11} \ b_{12} \ b_{13} \ b_{14}) = (0.31 \ 0.45 \ 0.15 \ 0.09)$$

$$B_2 = W_2 \times R_2 = (b_{21} \ b_{22} \ b_{23} \ b_{24}) = (0.28 \ 0.43 \ 0.20 \ 0.09)$$

$$B_3 = W_3 \times R_3 = (b_{31} \ b_{32} \ b_{33} \ b_{34}) = (0.22 \ 0.28 \ 0.40 \ 0.10)$$

$$B_4 = W_4 \times R_4 = (b_{41} \ b_{42} \ b_{43} \ b_{44}) = (0.21 \ 0.52 \ 0.16 \ 0.11)$$

则二级模糊综合评判的评判矩阵 R 为:

$$R = \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \\ B_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.31 & 0.45 & 0.15 & 0.09 \\ 0.28 & 0.43 & 0.20 & 0.09 \\ 0.22 & 0.28 & 0.40 & 0.10 \\ 0.21 & 0.52 & 0.16 & 0.11 \end{bmatrix}$$

运用层次分析法求第一层次指标权重, 见表4。判断矩阵的随机一致性比率 $CR=0.01719$, 显然 $CR < 0.1$, 即说明判断矩阵具有满意的一致性。

二级模糊综合评判集为:

$$B = W \times R = (0.2574 \ 0.4378 \ 0.2032 \ 0.0936)$$

参照评语分数等级可得:

$$T = BG^T = B(90 \ 80 \ 70 \ 60)^T = 78.03$$

评价等级为一般。

表4 判断矩阵 $CI=0.0153$ $RI=0.89$ $CR=0.01719$

| U | U_1 | U_2 | U_3 | U_4 | W |
|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| U_1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 0.35120 |
| U_2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 0.35119 |
| U_3 | 1/3 | 1/3 | 1 | 1/2 | 0.10889 |
| U_4 | 1/2 | 1/2 | 2 | 1 | 0.18868 |

计算结果表明: 建立的指标体系和评价模型能较好地反映炮兵精确火力打击能力, 找出炮兵部队精确火力打击能力的薄弱环节, 从而指导精确作战。

3 结束语

该方法能有效地反映炮兵精确火力打击能力, 其可信度高, 不仅能对各种炮兵兵器的精确打击能力进行分析比较, 也可对其它类似情形进行评价。

参考文献:

- [1] 段菖蒲. 炮兵火力精确打击作战力量需求与作战编成[D]. 合肥: 炮兵学院硕士学位论文, 2003.
- [2] Joint Vision 2020. Washington DC: US Government Printing Office, 2000.
- [3] 徐小岩. 军队信息化概论[M]. 北京: 解放军出版社, 2005: 245.
- [4] 郭齐胜, 等. 装备效能评估概论[M]. 北京: 国防工业出版社, 2005: 68.
- [5] 汪浩, 马达. 层次分析标度评价与新标度方法[J]. 系统工程理论与实践, 1993.
- [6] 杨伦标, 高英仪. 模糊数学原理及应用[M]. 广州: 华南理工大学出版社, 1998.
- [7] 周智超. 基于模糊综合评判的炮兵火力精确打击能力评估研究[J]. 火力与指挥控制, 2006.
- [8] 贺川, 蒋里强, 周仲夏, 等. 基于排队论的防空武器系统兵力配置优化[J]. 四川兵工学报, 2008(2): 21-23.