

doi: 10.7690/bgzd.2014.05.011

基于双重模糊决策的炮兵战场目标价值排序

周松¹, 卢晓勇¹, 张晓南^{1,2}, 杜康²

(1. 中国电子科技集团公司第二十八研究所第十一研究部 南京 210007;
2. 解放军理工大学野战工程学院, 南京 210007)

摘要: 为了合理安排各个目标的打击顺序和强度, 给指挥员提供客观、可靠的目标攻击顺序建议, 提出一种基于双重模糊决策的炮兵战场目标价值排序方法。通过应用模糊决策理论, 对个体决策者应用“多因素模糊决策法”进行排序, 对最高决策者根据个体决策情况运用“模糊群体决策法”决定最终排序结果, 通过以上双重模糊决策的方式, 得出最合理的战场目标价值排序结果, 并进行实例仿真。分析结果证明: 该方法能避免主观臆断, 对我军炮兵尤其是远程炮兵作战的辅助决策有一定的指导作用。

关键词: 双重模糊决策; 炮兵战场; 目标价值

中图分类号: TJ301 **文献标志码:** A

Artillery Battlefield Target Value Analysis Based on Double Fuzzy Decision-Making

Zhou Song¹, Lu Xiaoyong¹, Zhang Xiaonan^{1,2}, Du Kang²

(1. No. 11 Research Department, No. 28 Research Institute of China Electronics Technology Group Corporation, Nanjing 210007, China; 2. College of Field Engineering, PLA University of Science & Technology, Nanjing 210007, China)

Abstract: In order to determine the target value and provide the best attacked targets sequence, a target value analysis method based on double fuzzy decision-making is proposed. According to the fuzzy decision-making theory, this paper applies the method of “multi-factor fuzzy decision-making” for the individual decision-maker; the method of “fuzzy group decision-making” is applied for the top decision maker. Draw a result of the reasonable target value sequencing result based on double fuzzy decision-making. The simulation result is proved that the method can avoid the subjective judgment, which is helpful to provide the assistant decision-making for our army artillery especially long-rang artillery combat.

Keywords: double fuzzy decision-making; artillery battlefield; target value

0 引言

目标价值的全称为“战场目标打击价值”, 是用来描述和衡量在一定战斗条件下, 对战场目标实施炮兵火力突击必要性的一种综合性指标。在未来高技术局部战争条件下, 火力战地位空前提高, 炮兵将担负着地面战斗中大部分火力突击任务。目标价值分析和排序的目的就在于向指挥员提供客观、可靠的目标攻击顺序建议, 以方便指挥员或指挥机关进行后续的最优火力分配、具体攻击指示等决策处理工作^[1-2]。

目标价值分析就是把战场上某一时刻出现的性质、位置、状态等互不相同的各个目标统一到“火力打击必要性”这个单一尺度下进行比较, 从而达到区分其轻重缓急, 合理安排各个目标的打击顺序和强度的目的。目前, 对目标价值分析的方法主要有: AHP方法、系统分析方法等, 但这些方法仍然存在主观性判断较多, 定量评估分析较少, 计算实时复杂等缺点^[3-5]。另外, 如果在一次作战行动中, 炮兵可能被要求射击多个目标, 而指挥机关有多人

可以参与决策, 那么, 作为最高决策者又将面临双重决策的难题。基于此, 笔者以模糊数学理论为基础, 基于双重模糊决策的思想对目标价值进行排序, 并针对数据来自模糊量化的特点, 用比较的方法得出最终排序。其基本思路是: 先由有权参与决策的个体运用“多因素模糊决策法”对目标重要性进行排序, 再由最高决策者根据个体决策情况运用“模糊群体决策法”决定最终排序结果^[6-7]。

1 单体决策者排序

有权参与决策的个体对目标进行排序时, 均要有科学的依据。选用“多因素模糊决策法”对其进行处理。

1.1 确定目标集、评语集及权重

对于本问题目标集 $U = \{\text{目标 1}, \text{目标 2}, \text{目标 3}, \text{目标 4}\} = \{M_1, M_2, M_3, M_4\}$ 。

对于每个目标评定时, 划分出几个因素指标, 如符合上级意图程度、目标坐标可靠程度、对敌军威胁程度、目标资料可靠程度等。为描述方便起见,

收稿日期: 2013-12-10; 修回日期: 2014-01-06

作者简介: 周松(1976—), 男, 江苏人, 学士, 工程师, 从事炮兵指挥控制系统研究。

用因素指标集合 $V=\{f_1, f_2, f_3, f_4\}$ 来表示。

对于几个因素指标，综合决策时各因素的重要性可能不同，这就要求给出各因素相应的权重 $A=\{f'_1, f'_2, f'_3, f'_4\}$ 。

1.2 对每个目标按评语集分别进行打分

$$\mu_{lj}=(f_{1j}, f_{2j}, f_{3j}, f_{4j})^T$$

其中 $j=1, 2, 3, 4$ 。

则得到 4 个方案的指标值矩阵：

$$F = \begin{bmatrix} f_{11} & f_{12} & f_{13} & f_{14} \\ f_{21} & f_{22} & f_{23} & f_{24} \\ f_{31} & f_{32} & f_{33} & f_{34} \\ f_{41} & f_{42} & f_{43} & f_{44} \end{bmatrix}$$

1.3 用定量指标综合决策法求出评价模糊矩阵

对于第 2 步得出的指标值矩阵，令：

$$r_{ij} = \begin{cases} 0.1 + (f_{i \max} - f_{ij}) / d & f_{ij} > 0 \\ 0.1 + (f_{ij} - f_{i \max}) / d & f_{ij} < 0 \end{cases}$$

式中 d 为级差值，且

$$d=(f_{i \max}-f_{i \min})/(1-0.1)$$

r_{ij} 为就第 i 项因素相对与第 j 个目标的评价值。

4 个方案的 4 个评定值组成 1 个评价模糊矩阵：

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & r_{14} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & r_{24} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & r_{34} \\ r_{41} & r_{42} & r_{43} & r_{44} \end{bmatrix}$$

1.4 采用加权平均模型，对各自目标进行评价

$$A \cdot R = B = (b_1, b_2, b_3, b_4)$$

其中： $b_j = \sum_{i=1}^4 a_i r_{ij} (j=1, 2, 3, 4)$ 。

根据最大隶属原则，与 $b_j(j=1, 2, 3, 4)$ 中的最大值相对应的目标为最重要的目标，以此类推，则可得到 4 个目标的先后顺序。

2 最高决策者排序

由于参与评判的人员对事物的看法不一致，可能评选出的目标有不同的优先次序。

- 如： R_1 为 $\{M_1, M_2, M_3, M_4\}$ ；
- R_2 为 $\{M_2, M_3, M_1, M_4\}$ ；
- R_3 为 $\{M_4, M_1, M_2, M_3\}$ ；
- R_4 为 $\{M_1, M_2, M_4, M_3\}$ 。

最后要求利用模糊群体决策法求出综合排序

结果。

2.1 给出决策者在综合评定中的权重

对于不同的决策者，可认为其评判结果的重要程度不同，这样要对每个决策者给出其重要程度的权重系数 $a_i(i=1, 2, 3, 4)$ ，得出参加评判的人员的重要程度模糊权重子集：

$$A=(a_1, a_2, a_3, a_4) \text{ 其中: } \sum_{i=1}^4 a_i = 1$$

2.2 用布林法求出模糊关系赋值优先矩阵

对于把 $U=\{M_1, M_2, M_3, M_4\}$ 中各决策者所排出的优先，顺序 L_1, L_2, L_3, L_4 ，布林法给出了 1 个 U 中的模糊关系 R

$$r_{ik} = \sum_{l=1}^4 a_l \mu_{Li}(\mu_j, \mu_k)$$

其中： $j, k=1, 2, 3, 4$ 。

$$\mu_{Li}(\mu_j, \mu_k) = \begin{cases} 1(\mu_j \text{ 优于 } \mu_k) \\ 0.5(\mu_k \text{ 优于 } \mu_j) \\ 0(\text{其他}) \end{cases}$$

a_i 为评委 R_i 的权重数值。

即：

$$U = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & r_{14} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & r_{24} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & r_{34} \\ r_{41} & r_{42} & r_{43} & r_{44} \end{bmatrix}$$

式中 r_{ij} 满足：

- 1) $r_{ij}=0(i=j, i, j=1, 2, 3, 4)$ ；
- 2) $r_{jk}+r_{kj}=1(j \neq k, k=1, 2, 3, 4)$ 。

2.3 取 λ 截集，得出综合评分结果

取 $\lambda=0.5$ 对赋值优先矩阵 U 进行截割，得到的 0.5 的 λ 截矩阵 $R_{0.5}$ ，即对 R 中元素重新取值：

$$r'_{ij} = \begin{cases} 0 & \Lambda \Lambda r_{ij} < 0.5 \\ 1 & \Lambda \Lambda r_{ij} \geq 0.5 \end{cases}$$

令 M_i 表示 $R_{0.5}$ 第 i 行元素中值为 1 的元素的个数，最后按 $M_i(i=1, 2, 3, 4)$ 大小对 U 中的元素进行排序，得出综合排序结果。

3 应用实例

假设在 1 次作战中有 4 个目标需要射击，分别是： M_1 为飞机场； M_2 为指挥机关所在地； M_3 为交通枢纽； M_4 为防空导弹阵地。

参与决策的人员有： R_1 为司令员； R_2 为参谋长；

R_3 为专家组组长； R_4 为作战参谋。

在决定目标重要性时，考虑以下 4 个因素： f_1 为目标射击符合上级意图程度； f_2 为目标对我军的威胁程度； f_3 为满足炮兵射击条件的程度； f_4 为目标资料的可靠性。

其中 f_1 、 f_2 、 f_3 为正指标， f_4 为负指标。这 4 个因素在评判过程中所起的作用的权重为 $A=\{0.4,0.3,0.2,0.1\}$ ，另外考虑到参与决策人员的重要程度不同，给出 4 个人权重指标为 $A=\{0.5,0.2,0.2,0.1\}$ 。

对于以上问题，各决策人员分别打分。司令员对每一目标按因素集评分结果为：

目标 $M_1=\{0.3,0.2,0.1,0.2\}$ ；

目标 $M_2=\{0.5,0.4,0.2,0.3\}$ ；

目标 $M_3=\{0.4,0.2,0.3,0.4\}$ ；

目标 $M_4=\{0.2,0.2,0.1,0.1\}$ 。

其他 3 个人评分结果略。

3.1 单个决策人员排序结果(以司令员为例)

1) 根据司令员的打分结果可得指标矩阵。

$$F = \begin{bmatrix} 0.3 & 0.2 & 0.1 & 0.2 \\ 0.5 & 0.4 & 0.2 & 0.3 \\ 0.4 & 0.2 & 0.3 & 0.4 \\ 0.2 & 0.2 & 0.1 & 0.1 \end{bmatrix}^T = \begin{bmatrix} 0.3 & 0.5 & 0.4 & 0.5 \\ 0.4 & 0.2 & 0.2 & 0.2 \\ 0.1 & 0.2 & 0.3 & 0.1 \\ 0.2 & 0.3 & 0.4 & 0.1 \end{bmatrix}$$

2) 求出评价模糊矩阵。

$$R = \begin{bmatrix} 0.4 & 0.2 & 0.45 & 0.1 \\ 0.5 & 0.4 & 1.0 & 0.55 \\ 0.3 & 0.5 & 0.45 & 0.60 \\ 0.1 & 0.35 & 1.0 & 1.0 \end{bmatrix}$$

3) 用加权平均对各目标进行评价。

$$A \cdot R = B = (0.46, 0.69, 0.61, 0.23)$$

则司令员排出的目标重要性顺序应为

$$\{M_2, M_3, M_1, M_4\}$$

3.2 应用模糊群体决策法进行综合决策

通过第 1 步评定，可得出 4 个决策人员的评定结果。设数值如下：

司令员的排序 $L_1=\{0.46,0.69,0.61,0.23\}$ ；

参谋长的排序 $L_2=\{0.36,0.52,0.46,0.28\}$ ；

专家组长的排序 $L_3=\{0.46,0.62,0.50,0.33\}$ ；

参谋的排序 $L_4=\{0.40,0.66,0.50,0.38\}$ 。

1) 用布林 (Blin) 法求出模糊关系赋值矩阵。

$$U = \begin{bmatrix} 0 & 1.0 & 0.3 & 0.5 \\ 0.76 & 0.57 & 0.61 & 0.50 \\ 0.7 & 0.9 & 0 & 0.6 \\ 0.43 & 0.9 & 0.4 & 0 \end{bmatrix}$$

2) 取 $\lambda=0.5$ 的截值，得出综合评分结果。

$$U_{0.5} = \begin{bmatrix} 0 & 1.0 & 0 & 1.0 \\ 1.0 & 1.0 & 1.0 & 1.0 \\ 1.0 & 1.0 & 0 & 1.0 \\ 0.0 & 1.0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

根据 $U_{0.5}$ 矩阵中各行中 1 的个数可得出目标重要顺序为目标 2，目标 3，目标 1 重要性相同、目标 4 稍次。

4 结论

利用双重模糊决策理论对炮兵射击的目标排列出优先次序，是建立在模糊数学推理基础上的科学评判方法，该方法可以充分发挥集体智慧，避免主观臆断，对我军炮兵尤其是远程炮兵作战的辅助决策有重要的指导作用。笔者的分析方法与其他目标价值排序相比的主要不同有 2 个方面：一是在计算各层次指标值时，将多种并合规则结合起来，根据实际确定每一个指标值的并合规则，提高了指标计算的科学性；二是采用双重模糊决策的方法决定最终的目标价值排序，同时考虑了目标的多因素影响和多个人员参与决策的影响，更符合作战的实际情况。实例分析结果表明了该方法的实用性与有效性，为炮兵战场目标价值分析提供了新思路。

参考文献：

- [1] 任富兴, 王雪琴. 联合火力战控制理论[M]. 北京: 解放军出版社, 2008: 6-10.
- [2] 吴海平, 宣国良, 帅旭. 基于 LR 模糊数的置信 DEA 模型[J]. 系统工程理论与实践, 2000(9): 28-34.
- [3] 王荣海, 胥勋涛, 申慧. 基于粒子群优化算法的多目标搜索算法[J]. 兵工自动化, 2013, 32(7): 24-27.
- [4] Andersen P, Petersen N C. A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis[J]. Management Science, 1993, 39(10): 1261-1264.
- [5] 陈培彬, 赵毅, 郑华利. 基于熵法的炮兵战场目标价值分析[J]. 火力指挥与控制, 2004(5): 84-87.
- [6] 李瑜, 张文玉. 无人作战平台指挥控制技术[J]. 指挥信息系统与技术, 2011, 2(6): 6-9.
- [7] 戴辉. 武器协同数据链发展需求[J]. 指挥信息系统与技术, 2011, 2(5): 11-14.