

【其他研究】

基于二次模糊综合评判的集群目标 毁伤效果评估

王 瀛, 王大鹏, 李文章, 郝海飞

(解放军炮兵学院, 合肥 230051)

摘要:以点目标的毁伤评估为基础, 提出百分比矩阵的概念, 同时采用二级模糊综合评判模型, 实现对同一性质的集群目标毁伤效果评估。

关键词:集群目标; 毁伤评估; 二级模糊综合评判

中图分类号: E926

文献标识码: A

文章编号: 1006-0707(2010)08-0131-03

信息化条件下的战场, 地面作战方式以集群作战为主。车辆、坦克或火炮之类的单个目标对战斗结局影响甚微, 针对单个车辆、火炮等的毁伤评估并无太大意义。如今对点目标的毁伤评估方法比较丰富, 且发展的较为成熟, 然而, 针对集群目标的精确评估仍处于近乎空白的阶段。现有针对集群目标毁伤评估的方法多是利用毁伤概率或毁伤面积(如对集结步兵的毁伤评估)来进行评估, 基本上是属于先验评估或者基于假定条件下的后验评估, 而不是建立在有精确侦察结果保障下的评估, 评估效果不理想、不及时。因此, 如何在已有精确的侦察成果基础上对集群目标的毁伤程度进行实时精确的评估是今后毁伤评估发展的重要方向。

1 问题的提出

集群目标是由许多个点目标构成的, 对于同一性质的集群目标, 其各个子目标部件组成都是一致的, 性能和作战用途也是完全一样。可以将集群目标看成是由各个部件组成的群所组成的集合。首先从目标群中抽取一个目标, 将其各主要组成部件按层次分析法分为一级或多级因素集模型, 并确定各层子集权重; 然后将此模型扩大成一个集群目标的一级或多级因素集群模型, 如图1所示。

2 集群目标二级模糊综合评判毁伤效果评估模型的建立

1) 通过分析单个目标的结构可设被评判集群目标的因素集 $U = \{U_1, U_2, \dots, U_n\}$, 评价(决策)集为 $V = \{V_1, V_2, \dots, V_m\}$ 。指标 U_i 由第2层 k_i 个子指标决定, 即 $U_i = \{u_{i1},$

$u_{i2}, \dots, u_{ik_i}\}$, 其中元素 $u_{ij} (i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, k_i)$ 为第1层中第 i 个指标的第 j 个子指标, 满足

$$\bigcup_{j=1}^{k_i} u_{ij} = U_i, \bigcup_{i=1}^n U_i = U$$

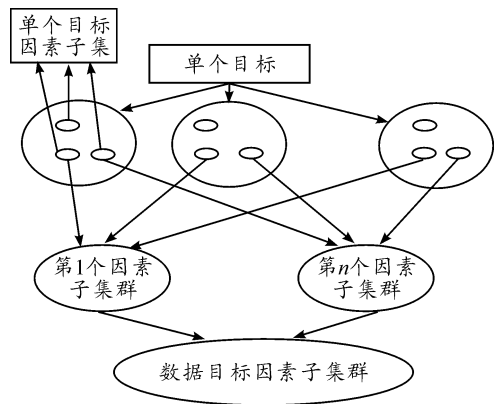


图1 集群目标因素子集与单个目标因素子集关系

2) 通过精确侦察可得到对于各因素子集的毁伤结果百分比 $D_i = (d_{i1}, d_{i2}, \dots, d_{ik_i})$, 并构建百分比矩阵

$$D_i = \begin{bmatrix} d_{i1} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & d_{i2} & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & d_{ik_i} \end{bmatrix} \quad (1)$$

3) 设 A'_i 为 U_i 因素子集的权重向量, A'_i 结合 U_i 各因素子集在火力毁伤中被毁伤的百分比矩阵构建权重分配的模糊向量 A_i , 即 $A_i = A'_i \cdot D_i$, 然后对各因素集群 $U_i (i=1, 2, \dots, l)$ 按一级模糊综合的方法进行综合评判:

$$B_i = A_i \cdot R_i, i = 1, 2, \dots, l \quad (2)$$

其中 R_i 为对 U_i 的单因素评判矩阵。

4) 将各评判结果向量组合成单因素评判结果矩阵

$$R = \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ \vdots \\ B_L \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \cdots & b_{1m} \\ b_{21} & b_{22} & \cdots & b_{2m} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ b_{l1} & b_{l2} & \cdots & b_{lm} \end{bmatrix}$$

根据各 U_i 在 U 中所占的地位确定权重分配,得向量 $A = (\alpha_1, \alpha_2, \cdots, \alpha_l)$,作二级模糊变换:

$$B = A \cdot R \quad (3)$$

并根据最大隶属度原则得最终评判结果^[1-4]。

3 算例分析

在对某集群坦克完成火力覆盖后,综合各种先进侦察

手段获得毁伤结果:① 火力装置中 60% 主武器被毁,80% 的其他武器被毁,50% 主武器弹药被毁;② 运动装置中 55% 发动机被毁,70% 行动轮被毁,80% 履带被毁;③ 通信装置中 75% 内部通讯设备被毁,60% 无线电设备被毁。依据观察结果判定坦克群毁伤效果。

3.1 建立毁伤评语集和毁伤程度评价表

1) 将坦克目标群的毁伤评语集 V 分为 3 个等级。M 级毁伤:坦克群小部分丧失行动和射击能力;F 级毁伤:坦克群大部分丧失行动和射击能力;K 级毁伤:坦克群基本被摧毁。

2) 根据坦克结构,采取专家打分的方法得出单个坦克的各个部件对毁伤级别的确定隶属度,对应的得出坦克群中每个因子集群在完全毁伤的情况下对各个毁伤级别的隶属度,见表 1。

表 1 坦克群毁伤程度评价表

部 件 群	破 坏 级 别			
	M	F	K	
火力装置群 0.5	主武器群 0.3	0.50	1.00	0.60
	其他武器(并列、高射机枪)群 0.2	0.40	1.00	0.40
	主武器弹药群 0.5	1.00	1.00	1.00
运动装置群 0.3	发动机群 0.4	1.00	0.80	0.50
	行动轮群 0.3	0.75	0.60	0.30
	履带群 0.3	1.00	0.70	0.30
通信装置群 0.2	内部通讯设备群 0.6	0.30	0.20	0.10
	无线电设备群 0.4	0.30	0.20	0.10

在建立这些标准参考数据时,曾作过以下假设:① 坦克群的毁伤程度评价是建立在单个坦克目标毁伤评价的基础上的,并且认为其各层级权重与单个坦克目标的各层级权重一致;② 在确定坦克群由各个部件群被损而造成的破坏程度时,表 1 中数据是在假定坦克群中该部件群全部损坏的条件下得出的,并且在战场上短期内不能被修复;③ 在建立模型时,忽略装甲防护和人员而侧重考虑了坦克的综合作战能力。

3.2 火力装置群毁伤的一级模糊综合评判

1) 由表 1 可确定火力装置群毁伤模糊关系矩阵为

$$R_1 = \begin{bmatrix} 0.50 & 1.00 & 0.60 \\ 0.40 & 1.00 & 0.40 \\ 1.00 & 1.00 & 1.00 \end{bmatrix}$$

2) 由侦察结果可确定火力装置群中各部件群毁伤的百分比矩阵为

$$D_1 = \begin{bmatrix} 0.60 & 0.00 & 0.00 \\ 0.00 & 0.80 & 0.00 \\ 0.00 & 0.00 & 0.50 \end{bmatrix},$$

则结合表 1 中火力装置群各子集的权重向量 $A'_1 = (0.3, 0.2, 0.5)$,可得权重分配的模糊向量

$$A_1 = A'_1 \cdot D_1 = (0.3, 0.2, 0.5) \cdot$$

$$\begin{bmatrix} 0.60 & 0.00 & 0.00 \\ 0.00 & 0.80 & 0.00 \\ 0.00 & 0.00 & 0.50 \end{bmatrix} =$$

$$(0.180, 0.160, 0.250)$$

3) 计算模糊评判向量 $B_1 = A_1 \cdot R_1 = (0.404, 0.590, 0.422)$ 。

3.3 运动装置群毁伤的一级模糊综合评判

运动装置群毁伤模糊关系矩阵:

$$R_2 = \begin{bmatrix} 1.00 & 0.80 & 0.50 \\ 0.75 & 0.60 & 0.30 \\ 1.00 & 0.70 & 0.30 \end{bmatrix}$$

模糊向量:

$$A_2 = A'_2 \cdot D_2 = (0.4, 0.3, 0.3) \cdot$$

$$\begin{bmatrix} 0.55 & 0.00 & 0.00 \\ 0.00 & 0.70 & 0.00 \\ 0.00 & 0.00 & 0.80 \end{bmatrix} = (0.22, 0.21, 0.24)$$

模糊评判向量:

$$B_2 = A_2 \cdot R_2 = (0.618, 0.450, 0.245)$$

3.4 通信装置群毁伤的一级模糊综合评判

通信装置群毁伤模糊关系矩阵:

$$R_3 = \begin{bmatrix} 0.30 & 0.20 & 0.10 \\ 0.25 & 0.20 & 0.10 \end{bmatrix}$$

模糊向量:

$$A_3 = A'_3 \cdot D_3 = (0.60, 0.40) \cdot$$

$$\begin{bmatrix} 0.75 & 0.00 \\ 0.00 & 0.60 \end{bmatrix} = (0.450, 0.240)$$

模糊评判向量:

$$B_3 = A_3 \cdot R_3 = (0.195, 0.138, 0.069)$$

3.5 单因素评判结果矩阵

将各评判结果向量组合成单因素评判结果矩阵

$$R = \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ \vdots \\ B_L \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.404 & 0.590 & 0.422 \\ 0.618 & 0.450 & 0.245 \\ 0.195 & 0.138 & 0.069 \end{bmatrix}$$

针对总因素集 $U = \{U_1, U_2, \dots, U_n\}$, 确定各因素的权重分配向量为 $A = (0.5, 0.3, 0.2)$, 则可求得二级综合模糊评判向量为

$$B = A \cdot R = (0.5, 0.3, 0.2) \cdot \begin{bmatrix} 0.404 & 0.590 & 0.422 \\ 0.618 & 0.450 & 0.245 \\ 0.195 & 0.138 & 0.069 \end{bmatrix} = (0.426, 0.458, 0.312)$$

根据最大隶属度原则, $0.458 = \max(0.426, 0.458, 0.312)$, 则可得到坦克群的毁伤结果为“F级毁伤”。

4 结束语

本文提出了集群目标各部件群毁伤百分比的概念, 建立相应的百分比矩阵, 并利用二级模糊层次分析法评估同一性质的集群目标毁伤效果的方法, 且通过算例验证了本模型的可行性。但是, 由单个目标各层级权重转换为集群目标的各层级权重之间的系数仍有待进一步研究, 需要合理优化毁伤程度评价表中的数据, 应通过此模型进一步研究针对不同性质目标混合的集群目标的毁伤评估方法。

参考文献:

- [1] 许梅生, 李玉杰. 信息化条件下目标火力毁伤评估判据数据库建立与分析[J]. 炮兵学院学报, 2009(1): 22-25.
- [2] 姜浩, 陈光浩. 基于二级模糊综合评判的机场目标毁伤效果评估[J]. 兵工自动化, 2007, 26(8): 1-2.
- [3] 施丽娟, 黄天民, 成亚丽. 一种结合主客观偏好的区间直觉模糊多属性决策方法[J]. 重庆工学院学报: 自然科学版, 2009, 23(11): 158-122.
- [4] 隋树元, 王树山. 终点效应学[M]. 北京: 国防工业出版社, 2000: 13-18.

(责任编辑 刘 舸)

(上接第 127 页)

参考文献:

- [1] 元书俊. 合同战术[M]. 北京: 军事谊文出版社, 2001.
- [2] 彭文成, 周电杰, 张文. 基于协同作战的兵力损耗兰彻斯特方程[J]. 运筹与管理, 2009(6): 128-131.
- [3] 沙基昌. 数理战术学[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [4] 李立芳, 韩云君. 多元兰彻斯特方程的参数取值及求解[J]. 论证与研究, 2003(1): 38-41.
- [5] 张最良. 军事运筹学[M]. 北京: 军事科学出版社, 1993.

- [6] 江道洪, 刘会民. 协同作战概论[M]. 北京: 国防大学出版社, 2004.
- [7] 盛骤, 谢式千, 潘承毅. 概率论与数理统计[M]. 北京: 高等教育出版社, 1989.
- [8] H 哈肯. 高等协同学[M]. 北京: 科学出版社, 1989.
- [9] 潘高田, 曹晓东, 李雄, 等. 军事运筹学[M]. 北京: 国防工业出版社, 2007.

(责任编辑 周江川)