

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2012.02.009

利用灰色局势决策法优选炮兵火力方案

黄贡献¹, 王晓兵², 汪运禄³

(1. 南京炮兵学院科研部, 南京 211132; 2. 南京炮兵学院研究生管理大队, 南京 211132;
3. 南京炮兵学院院务部, 南京 211132)

摘要: 针对战场信息的不确定性和不完整性的问题, 建立基于灰色局势决策法的炮兵火力方案优选模型。该模型运用灰色理论, 客观全面地反映每个火力方案在每个对策下的特征, 并对各火力方案的优劣进行排序。实例分析证明: 该方法为炮兵指挥员选择火力方案提供了一种高效、科学的辅助决策方法。

关键词: 灰色局势决策; 炮兵; 火力方案优选

中图分类号: TJ302 **文献标志码:** A

Scheme the Artillery Fire Plan by Grey Situation Analysis

Huang Gongxian¹, Wang Xiaobing², Wang Yunlu³

(1. Dept. of Scientific & Research, Nanjing Artillery Academy, Nanjing 211132, China;
2. Administrant Brigade of Postgraduate, Nanjing Artillery Academy, Nanjing 211132, China;
3. Dept. of Logistics, Nanjing Artillery Academy, Nanjing 211132, China)

Abstract: According to the uncertainty and incompleteness of battlefield information, constitutes the model for evaluating fire plan schemes based on grey situation analysis. The model can describe and rank every fire plan externally and roundly. It supplies a new way to select fire plan scheme for artillery commanders.

Key words: grey situation analysis; artillery; fire plan schemes evaluating

0 引言

信息化条件下炮兵部队遂行作战任务时, 指挥员选择火力方案时必须综合分析战场态势和价值效益, 包括敌方情况、我方情况、战场环境和作战效益、我方损失等。由于战场信息往往不确定和不完整, 即战场信息属于“灰色”信息, 因此, 笔者运用灰色局势决策法对炮兵火力方案进行优选。

1 灰色局势决策法概述

灰色局势决策是专门解决灰色系统中多项评估指标决策问题的一种方法, 是根据所要求准则对各个局势所产生的实际效果规定效果测度, 然后计算综合效果测度, 通过对综合效果测度的比较进行计划或方案优选。

灰色局势决策法的一般步骤为:

1) 构造局势。令事件集 $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$, 对策集 $B = \{b_1, b_2, \dots, b_m\}$ 。事件和对策的二元组合, 称为局势。令局势集为 S , $S = \{s_{11}, s_{12}, \dots, s_{ij}, \dots, s_{nm}\}$, 其中 $s_{ij} = (a_i, b_j)$, 称为第 ij 个局势。

2) 确定目标。根据决策的目的和要求确定目标

集 $M = \{m_1, m_2, \dots, m_g\}$ 。

3) 计算效果测度。

每个局势对于每个目标都有一个效果白化值。令局势 s_{ij} 在目标 m_k 下的效果白化值为 u_{ij}^k , 则所有局势在目标 m_k 下的效果白化值矩阵为 U^k ,

$$U^k = \begin{bmatrix} u_{11}^k & u_{12}^k & \dots & u_{1m}^k \\ u_{21}^k & u_{22}^k & \dots & u_{2m}^k \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ u_{n1}^k & u_{n2}^k & \dots & u_{nm}^k \end{bmatrix}$$

由于不同目标下效果白化值的量纲和要求不同, 为了进行多目标局势决策, 需要对各目标下的效果白化值进行无量纲化处理, 将局势效果白化值转化为各种目标可以比较的效果测度。令效果白化值 u_{ij}^k 对应的效果测度为 r_{ij}^k :

对于“越大越好”的目标采用上限效果测度,

$$0 \leq r_{ij}^k = \frac{u_{ij}^k}{\max_{i,j} u_{ij}^k} \leq 1;$$

对于“越小越好”的目标采用下限效果测度,

收稿日期: 2011-09-18; 修回日期: 2011-10-25

作者简介: 黄贡献(1979—), 男, 河南人, 博士, 讲师, 从事作战指挥基础理论研究。

$$0 \leq r_{ij}^k = \frac{\min(u_{ij}^k)}{u_{ij}^k} \leq 1;$$

对于“适中较好”的目标采用中心效果测度，

$$0 \leq r_{ij}^k = \frac{\min(u_{ij}^k, u_0)}{\max(u_{ij}^k, u_0)} \leq 1, \text{ 其中 } u_0 \text{ 为参考中心值。}$$

所有局势在目标 m_k 下的效果测度矩阵为 R^k ，

$$R^k = \begin{bmatrix} r_{11}^k & r_{12}^k & \cdots & r_{1m}^k \\ r_{21}^k & r_{22}^k & \cdots & r_{2m}^k \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ r_{n1}^k & r_{n2}^k & \cdots & r_{nm}^k \end{bmatrix}$$

4) 确定各目标决策权重。根据决策的目的和要求，结合专家意见，运用层次分析法、熵权法和德尔菲法等确定各目标的决策权重向量 W ， $W = (w_1, w_2, \dots, w_g)$ 。

5) 计算综合效果测度。令局势 s_{ij} 在所有目标下的综合效果测度为 r_{ij} ， $r_{ij} = \sum_{k=1}^g w_k \cdot r_{ij}^k$ ，则各局势在所有目标下的综合效果测度矩阵为 R ，

$$R = (r_{ij})_{n \times m} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2m} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & r_{nm} \end{bmatrix}$$

6) 根据综合效果测度挑选最优局势。

2 运用灰色局势决策法优选炮兵火力方案

2.1 构造炮兵火力方案优选的灰色局势

在炮兵遂行作战任务时，一般由指挥机关提出多个火力打击方案，指挥员选择确定其中之一。设有 n 个火力方案组成的方案集 A ， $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ ，作为灰色决策的事件集。

对策集 $B = \{b_1, b_2, b_3\}$ ，其中 b_1 表示“直接选用”， b_2 表示“修改后选用”， b_3 表示“不宜选用”。炮兵火力方案优选的灰色局势为 S ， $S = \{s_{11}, s_{12}, \dots, s_{ij}, \dots, s_{nm}\}$ ，其中 $s_{ij} = (a_i, b_j)$ 。

2.2 建立炮兵火力方案优选决策的目标体系

根据炮兵作战指挥理论和战术原则，指挥员在选择火力方案时主要考虑方案的效益性、可行性和风险性。

1) 效益性主要包括歼敌兵力 m_1 、目标价值 m_2 。其中歼敌兵力是指对敌方有生力量的有效杀伤；目标价值从打击该目标达成我方作战意图、对敌作战行动的影响和对友邻部队支援程度等因素综合评价。

2) 可行性主要包括我方兵力需求 m_3 、物资消耗 m_4 和战场环境要求 m_5 。兵力需求是指完成该火力方案所需的一定数量的炮兵部队；物资消耗是指需消耗弹药和油料、食品等后动物资；战场环境要求是指执行该方案所需的气象、地形、社情等方面的要求。

3) 风险性主要包括敌方对抗能力 m_6 和方案应变能力 m_7 。敌方对抗能力是指敌方遭受火力打击后采取应变措施，导致火力方案达不到预期目标的能力；方案应变能力是指在敌情和战场环境等发生变化后，火力方案随之修改以适应新情势的便利度。

综上所述，炮兵火力方案优选决策的目标体系如图 1。

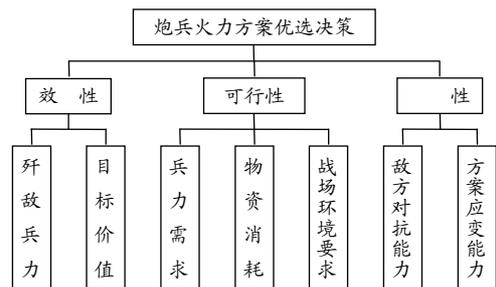


图 1 炮兵火力方案优选决策的目标体系

2.3 确定火力方案在优选决策目标下的白化值

在火力方案实施之前，各决策目标的数值或程度都是未知或不确定的，但可以根据情报信息和当前态势进行合理的推测和预计，因此各决策目标都是“灰”量。

歼敌兵力 m_1 、兵力需求 m_3 和物资消耗 m_4 可由战术专家和经验丰富的指挥员根据经验和作战运筹计算等方法得到具体的数值，由于信息化条件下要求炮兵部队执行火力方案时“快打快撤”，因此物资消耗用弹药消耗来衡量。

目标价值 m_2 、战场环境要求 m_5 、敌方对抗能力 m_6 和方案应变能力 m_7 都是抽象的概念，难以通过经典的数学方法计算出数值，因此考虑运用 Delphi 法将以上目标量化。建立由战术专家和经验丰富指挥员组成的评分小组，按照表 1 评分标准进行打分，然后根据打分情况求取平均值。

表 1 炮兵火力方案优选决策目标评分对照表

分	战场 m_2	方对 力 m_5	方策 力 m_6	方策 力 m_7
0~20				
20~40				
40~60				
60~80	高	高		
80~100	高	高		

$$U^3 = \begin{bmatrix} 1340 & 1940 & 430 \\ 1860 & 1100 & 820 \\ 780 & 1550 & 510 \\ 940 & 320 & 350 \end{bmatrix},$$

$$U^4 = \begin{bmatrix} 789 & 2140 & 433 \\ 1203 & 650 & 887 \\ 543 & 981 & 698 \\ 867 & 327 & 575 \end{bmatrix},$$

$$U^5 = \begin{bmatrix} 69.3 & 44.4 & 15.6 \\ 74.5 & 43.3 & 22.5 \\ 23.6 & 57.8 & 29.5 \\ 14.2 & 32.2 & 14.7 \end{bmatrix},$$

$$U^6 = \begin{bmatrix} 67.3 & 45.5 & 22.2 \\ 85.2 & 38.8 & 43.2 \\ 34.6 & 75.3 & 83.1 \\ 43.2 & 63.4 & 79.4 \end{bmatrix},$$

$$U^7 = \begin{bmatrix} 14.4 & 66.6 & 57.5 \\ 92.1 & 15.3 & 15.6 \\ 23.4 & 89.9 & 21.1 \\ 78.4 & 42.5 & 12.2 \end{bmatrix}.$$

2.4 确定炮兵火力方案优选决策的目标权重

根据战术专家和经验丰富的指挥员的意见运用 AHP 确定各决策目标的权重。

2.5 计算各局势的效果测度和综合测度

歼敌兵力 m_1 、目标价值 m_2 和方案应变能力 m_7 要求“越大越好”，采用上限效果测度。

兵力需求 m_3 、物资消耗 m_4 、战场环境要求 m_5 和敌方对抗能力 m_6 要求“越小越好”，采用下限效果测度。

计算出各局势在各目标下的效果测度后，进而可以求出各局势在决策目标下的综合效果测度，根据综合效果测度值可以判断局势的优劣。

3 实例分析

根据作战任务和战场情况，指挥机关的参谋人员拟制了 4 个火力方案预案，火力方案集记为 $A = \{a_1, a_2, a_3, a_4\}$ ，与对策集 B 构成 12 个灰色局势，局势集记为 $S = \{s_{11}, s_{12}, s_{13}, \dots, s_{41}, s_{42}, s_{43}\}$ 。根据战术专家和经验丰富指挥员的意见，各局势在各个决策目标 $m_k (k=1,2,\dots,7)$ 下的效果白化值为

$$U^1 = \begin{bmatrix} 543 & 764 & 192 \\ 869 & 433 & 368 \\ 321 & 587 & 210 \\ 432 & 135 & 108 \end{bmatrix},$$

$$U^2 = \begin{bmatrix} 63.2 & 45.9 & 17.2 \\ 77.8 & 32.1 & 36.8 \\ 41.3 & 68.7 & 51.3 \\ 43.2 & 82.1 & 33.3 \end{bmatrix},$$

对 m_1 、 m_2 和 m_7 下的效果白化值采用上限效果测度，对 m_3 、 m_4 、 m_5 和 m_6 下的效果白化值采用下限效果测度，计算各局势在各决策目标下的效果测度值为

$$R^1 = \begin{bmatrix} 0.6249 & 0.8792 & 0.2209 \\ 1.0000 & 0.4983 & 0.4235 \\ 0.3694 & 0.6755 & 0.2417 \\ 0.4971 & 0.1554 & 0.1243 \end{bmatrix},$$

$$R^2 = \begin{bmatrix} 0.7698 & 0.5591 & 0.2905 \\ 0.9476 & 0.3910 & 0.4482 \\ 0.5030 & 0.8368 & 0.6248 \\ 0.5262 & 1.0000 & 0.4056 \end{bmatrix},$$

$$R^3 = \begin{bmatrix} 0.2388 & 0.1649 & 0.7442 \\ 0.1720 & 0.2909 & 0.3902 \\ 0.4103 & 0.2065 & 0.6275 \\ 0.3404 & 1.0000 & 0.9143 \end{bmatrix},$$