

doi: 10.7690/bgzd.2020.07.002

基于灰色层次分析法的重型合成营城市进攻作战效能评估

朱学耕¹, 潘亮², 刘家路¹

(1. 陆军装甲兵学院战术系, 安徽 蚌埠 233000; 2. 驻南阳地区第二军代表室, 河南 南阳 473000)

摘要: 为分析影响合成营城市进攻战斗中的静态因素, 采用基于灰色层次分析法的重型合成营城市进攻作战效能评估。从情报获取、装备性能和指挥协同 3 个方面建立评价指标体系和评估模型, 利用层次分析法确定各级评价指标的权重, 根据评价结果分析出如何提高该作战单元的整体作战效能。结果表明: 该方法能避免许多不确定因素和人为因素造成的不利影响, 使评估结果更加可靠准确。

关键词: 合成营; 作战效能; 城市进攻; 灰色层次分析法

中图分类号: TP301 **文献标志码:** A

Operational Effectiveness Evaluation of Urban Offensive of Heavy Combined Battalion Based on Grey Analytic Hierarchy Process

Zhu Xuegeng¹, Pan Liang², Liu Jialu¹

(1. Department of Tactics, Army Academy of Armored Forces, Bengbu 233000, China;

2. No. 2 Military Representative Office in Nanyang, Nanyang 473000, China)

Abstract: In order to analyze the static factors affecting the urban offensive, the gray analytic hierarchy process is used to evaluate the offensive combat effectiveness of heavy combined battalion. The evaluation index system and evaluation model are established from 3 aspects: intelligence acquisition, equipment performance and command coordination. The weight of each level of evaluation indicators are determined by the analytic hierarchy process. According to the evaluation results, how to improve the overall operational effectiveness of the combat unit is analyzed. The results show that the method can avoid the adverse effects caused by many uncertain factors and human factors, making the evaluation results more reliable and accurate.

Keywords: combined battalion; operational effectiveness; urban offensive; grey analytic hierarchy process

0 引言

从近年来的科索沃战争、阿富汗战争、伊拉克战争等可以看出, 城市将成为未来局部战争的主战场^[1]。在以往城市进攻战斗中, 由于装甲旅(团)具有高度的合成性, 完整的指挥、作战、保障机构, 成为我军主要研究对象, 营级以下分队由于兵种力量单一, 还不具备这样的能力, 通常作为上级配属和支援力量使用^[2]。新编制的合成营具有兵种力量集中、作战要素齐全、指挥扁平高效的特点, 已成为陆军高级战术分队^[3]。目前我军重型合成营编配有坦克、侦察车、战场抢救抢修车等装备, 具有独立的作战指挥力量、情报获取力量和综合保障力量, 已具备单独遂行城市进攻作战的能力^[4]。然而, 由于城市建筑物高大密集, 街道错综复杂, 在一定程度上限制了装备的机动性能, 降低了合成营的战斗效能。为了给指挥员全面掌握整个作战活动、谋划作战行动、制定作战方案、调整兵力部署等提供准

确、客观的决策依据, 需要对合成营在城市进攻战斗中的作战效能进行准确分析。

目前, 国内对作战效能评估的研究内容主要集中在静态属性和动态属性 2 方面^[5]: 前者主要包括指挥机构、武器装备性能、侦察情报获取等; 后者主要包括作战活动过程中的指挥决策、计划拟定、兵力损伤等, 受人为因素影响较大, 相对比较复杂。在研究方法上^[6], 目前主要有实验统计分析法、作战仿真模拟法和专家评估法等。实验统计分析法得到的数据比较可靠, 但是需要庞大的数据信息, 消耗不必要的人力物力资源, 且不具有重复性; 作战仿真模拟法, 虽然可以反复进行实验, 但是缺少参训者的主观意识, 与实战环境不相符; 专家评估法, 在缺乏数据的情况下, 能够充分发挥军事专家和作战指挥员的分析判断能力, 对作战问题进行定性定量分析, 但是受人的主观意识影响比较大。单一的评价方法已不能满足人们对实际结果客观性的要

收稿日期: 2020-03-22; 修回日期: 2020-04-17

基金项目: 研究生资助课题(2019XQ20)

作者简介: 朱学耕(1991—), 男, 河南人, 硕士, 助教, 从事装甲兵作战指挥与效能评估研究。E-mail: 64271555@qq.com。

求, 笔者利用灰色理论与专家评估法相结合的方法进行研究^[7], 首先利用层次分析法确定评估指标体系和各级评价指标的权重, 然后利用灰色理论确定各级评价指标的灰类, 最终给出综合评估值, 有效地降低了人为因素的影响, 使评价结果更加可靠、准确。

1 重型合成营城市进攻作战效能评估体系

重型合成营以坦克为主要作战装备, 编制有侦察排和装备抢救排的力量, 虽然具有独立的侦察和装备保障能力, 但还比较薄弱, 在夺取敌人指挥控制中心、市政中心和交通枢纽等重要目标时^[8], 由于战场环境比较复杂, 受城市建筑物、街道和敌人完善的防御体系的影响, 作战指挥协同、侦察情报信息获取难度增大, 坦克的机动性能和精确火力打击的优势受到限制, 并且不利于展开较多兵力兵器^[9]。如图 1 所示, 为了更好地发挥合成营的作战能力, 取得城市进攻战斗的胜利, 应当加强对情报获取、装备性能和指挥协同等要素的周密组织, 主要从 3 个方面对合成营作战效能进行模型建立和评价指标的体系构建。

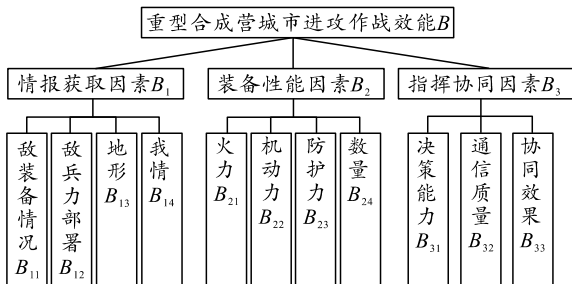


图 1 装甲兵城市进攻作战效能模型及评价指标体系

1) 情报获取因素主要考虑敌方的装备情况、兵力部署、作战地形和我情。

① 敌方装备情况主要包括装备的战术技术性能、装备的类型和装备的数量等。

② 兵力部署主要包括敌人防御前沿、纵深防御阵地的兵力分布和数量、防御弱点和强点。

③ 地形主要包括难行地段、通路和敌障碍区等。

④ 我情主要包括我战斗企图和任务、装备战术技术性能、各分队的人员力量编成和友邻的兵力部署等。

2) 装备性能因素主要考虑装备的火力、机动性、防护力和数量。火力的大小直接受火炮的口径、射程、数量的影响。坦克机动性的大小直接影响其在城市进攻作战中的相互协同。防护力的大小直接影响坦克的战场生存能力。装备数量的多少直接影

响其对敌人的威胁程度。

3) 指挥协同因素主要包括指挥员的决策能力、指挥信息系统的通信质量、本分队和友邻间的协同效果。其中, 指挥员的决策能力直接影响着战斗的发展进程, 通信质量直接影响着战斗过程中指挥口令在各个节点之间准确无误地传达和相互间的沟通联络, 协同效果对战场态势的发展起着至关重要的作用。

2 重型合成营城市进攻作战效能评估方法

2.1 计算各级评价指标权重

评价指标权重的确定, 主要利用层次分析法^[10-11], 并结合 1-9 标度法, 对重型合成营城市进攻作战评价指标体系从上至下, 在同一层级内按照同一准则两两指标之间相互比较评分, 建立判断矩阵, 进而求得该矩阵的最大特征值和最大特征值对应的特征向量, 并对其进行一致性检验, 不满足一致性要求的判断矩阵需要进行重新构造, 直至其具有满意的一致性表现。

以 B_1 元素为例, 利用专家打分法, 得到对应的判断矩阵:

$$E_1 = \begin{bmatrix} 1 & 1/3 & 2 & 1/2 \\ 3 & 1 & 4 & 1/2 \\ 1/2 & 1/4 & 1 & 1/6 \\ 2 & 2 & 6 & 1 \end{bmatrix}$$

进而得到其最大特征值对应的特征向量 $w_1=(0.155 2 \quad 0.319 2 \quad 0.074 9 \quad 0.450 6)$, 经验证, 其具有满意的一致性表现。同理可以求得 B_2, B_3 所对应的判断矩阵及其对应的特征向量:

$$w=(0.122 0 \quad 0.229 7 \quad 0.648 3);$$

$$w_2=(0.326 7 \quad 0.131 9 \quad 0.091 4 \quad 0.450 0);$$

$$w_3=(0.217 6 \quad 0.691 0 \quad 0.091 4)。$$

特征向量中的各元素即为其对应的评价指标在上一层元素中所占的权重。

2.2 确定评分标准和评价样本矩阵

评分标准按照百分制进行确定, 在对评价指标进行量化时, 要将不同的指标按照统一量纲进行打分, 文中主要设置 4 个评分等级, 每个评分等级的分值范围如表 1 所示。

表 1 评分等级及分值范围

等级	优秀	良好	一般	较差
分值	$90 \leq f \leq 100$	$80 \leq f < 90$	$60 \leq f < 80$	$0 \leq f < 60$

同样以指标 B_1 为例, 由 4 位专家分别对影响其

效能的 4 个评价指标进行打分，第 K 个专家的评分记为 d_{ijk} ，可以得到专家的评分矩阵

$$D_{B_1} = \begin{bmatrix} 80 & 85 & 75 & 90 \\ 85 & 80 & 80 & 90 \\ 75 & 80 & 85 & 85 \\ 70 & 75 & 80 & 90 \end{bmatrix}。$$

同理可以求得 D_{B_2} 、 D_{B_3} ，由于篇幅的限制在这里不再列出。

2.3 确定评估灰类

评估灰类具有不确定性和模糊性。为了更好地对其进行描述，需要确定其灰数和白化权函数。灰数具有不确定性，通常具有一定的范围，可以记为 \otimes 。白化权函数是用来定量描述某一评价指标隶属于某一灰类的程度，其值最大记为 1，越接近于 1，表明其偏向的程度越大，反之越小。在大型合成营城市进攻作战效能灰色评估中，根据评分等级标准，设定 4 个评估灰类 $e=1,2,3,4$ ，分别对应优、良、一般、较差。每个评估灰类对应的白化权函数如下：

1) $e=1$ ，第 1 级灰类优秀，灰数为 $\otimes \in [90, +\infty)$ ，其白化权函数为

$$f_1(d_{ijk}) = \begin{cases} d_{ij}/90, & d_{ijk} \in [0, 90] \\ 1, & d_{ijk} \in [90, +\infty) \\ 0, & d_{ijk} \in (-\infty, 0] \end{cases}。$$

2) $e=2$ ，第 2 级灰类良好，灰数为 $\otimes \in [0, 80, 160)$ ，其白化权函数为

$$f_2(d_{ijk}) = \begin{cases} d_{ij}/80, & d_{ijk} \in [0, 80] \\ 2 - d_{ij}/80, & d_{ijk} \in [80, 160] \\ 0, & d_{ijk} \notin [0, 160] \end{cases}。$$

3) $e=3$ ，第 3 级灰类一般，灰数为 $\otimes \in [0, 60, 120)$ ，其白化权函数为

$$f_3(d_{ijk}) = \begin{cases} d_{ij}/60, & d_{ijk} \in [0, 60] \\ 2 - d_{ij}/60, & d_{ijk} \in [60, 120] \\ 0, & d_{ijk} \notin [0, 120] \end{cases}。$$

4) $e=4$ ，第 4 级灰类较差，灰数为 $\otimes \in [0, 10, 60)$ ，其白化权函数为

$$f_4(d_{ijk}) = \begin{cases} 1, & d_{ijk} \in [0, 10] \\ 6/5 - d_{ij}/50, & d_{ijk} \in [10, 60] \\ 0, & d_{ijk} \notin [0, 60] \end{cases}。$$

2.4 计算灰色评估系数

对于指标 B_1 的评价指标 B_{11} ，根据评价样本矩阵 D 、灰数及其对应的白化权函数 $f_e(d_{ijk})$ ，可以计算出 B_{11} 在第 e 个评估灰类的灰色评价系数 x_{11e} ，进而求得总灰色评价系数 x_{11} 和第 e 个灰类的灰色评价权值 r_{11e} ，

$$\begin{cases} x_{11e} = \sum_{k=1}^4 f_e(d_{ijk}) \\ x_{11} = \sum_{e=1}^4 x_{11e} \\ r_{11e} = x_{11e}/x_{11} \end{cases}。$$

可得： $x_{111}=3.6667$ ， $x_{112}=3.75$ ， $x_{113}=2.5$ ， $x_{114}=0$ ， $x_{11}=9.9167$ ， $r_{111}=0.3697$ ， $r_{112}=0.3782$ ， $r_{113}=0.2521$ ， $r_{114}=0$ 。

2.5 计算灰色评估向量和灰色权矩阵

根据 2.4 中的计算结果，可得评价指标 B_{11} 各灰类的总评价向量为 $r_{11}=(0.3697, 0.3782, 0.2521, 0)$ ，同理可得 B_{12}, B_{13}, B_{14} 各灰类评价向量为 $r_{12}=(0.3740, 0.3831, 0.2428, 0)$ ， $r_{13}=(0.3609, 0.3810, 0.2582, 0)$ ， $r_{14}=(0.3522, 0.3711, 0.2767, 0)$ 。可得 B_1 的灰色评估矩阵

$$R_1 = \begin{bmatrix} 0.3697 & 0.3782 & 0.2521 & 0 \\ 0.3740 & 0.3831 & 0.2428 & 0 \\ 0.3609 & 0.3810 & 0.2582 & 0 \\ 0.3522 & 0.3711 & 0.2767 & 0 \end{bmatrix}。$$

2.6 综合评价

1) 对第 2 层指标 B_i 进行评价，对于评估指标 B_1 ，可得其综合评价向量为 $X_1 = w_1 \cdot R_1 = (0.3625, 0.3767, 0.2606, 0)$ ，同理可得 B_2, B_3 的综合评价向量分别为 $X_2=(0.3586, 0.3755, 0.2660, 0)$ ， $X_3=(0.3541, 0.3765, 0.2695, 0)$ 。

2) 对指标 B 进行综合评价，由其评价指标 B_i 的综合评价向量 X_i ，可得 B 对其下层评价指标 B_i 各评价灰类的灰色评价矩阵： $R=[X_1 \ X_2 \ X_3]^T$ ，则 B 的综合评价向量为： $X = w \cdot R = (0.3626, 0.3763, 0.2676, 0)$ 。

3) 对每个等级灰类进行赋值，按照 4 个等级对应评分标准中的数值作为各个评价灰类等级的等级值向量 $C=(90, 80, 70, 30)$ ，则各分系统的综合评估值为 $W_i = C \cdot X_i^T$ ，可得 $W_1=81.493$ ， $W_2=80.934$ ， $W_3=80.854$ ，各分系统的综合评估值均为良好；重

型合成营城市进攻作战效能综合评估值为 $W = C \cdot X^T = 81.47$ ，评价结果为良好。

从评价结果可以看出，对于因素层 B_i ，每一个评价指标的值均略高于良好水平，通过横向比较可知该合成营的情报获取能力较强，装备性能和指挥协同能力相当，结合其相对于目标层 B 的权值分布 $w=(0.122\ 0\ 0.229\ 7\ 0.648\ 3)$ 可以看出：指挥协同因素所占的比重较高，在整个作战中处于主导地位。从该重型合成营的综合评估值可以看出：整体作战效能略高于良好水平，还有很大的提升空间；因此，为更好地提高该合成营作战效能，在整体提高各要素作战效能的同时，还要着重加强各分队之间的指挥协同训练，全面提高指挥员的指挥决策能力，上下级及友邻间的通信质量和协同效果，进而提高其综合作战效能。

在实际作战中，不同的战场环境对各作战要素会产生不同的影响，指挥员可以根据实际情况来选择需要评价的因素，构建相应的评价模型和评价指标体系，并可以利用计算机来处理相应的数学算法，最终得到比较客观的数据，为指挥员把握全局、掌握整个战场活动提供可靠的依据。

3 结论

笔者利用灰色层次分析法对重型合成营城市进攻战斗作战效能进行分析，首先结合对城市进攻战斗影响较大的作战因素建立多层次评价指标体系，其次利用层次分析法确定评级指标权重，并结合灰色评估理论，充分考虑评价指标间的不确定关系，通过灰数和白化权函数对其定量分析比价，最后对合成营的整体作战效能进行评估。利用该方法，避免了许多不确定因素和人为因素造成的不利影响，通过对重型合成营作战效能的评估分析，证明了该方法的现实可行性与合理性，并分析了如何更好地提高合成营的整体作战效能，为重型合成营在遂行

城市作战行动中提供了一种定性与定量相结合、科学的作战效能评估方法。该方法也存在一定的不足：不能对整个作战过程中作战因素的变化情况进行评估，缺乏对实战过程的指导性；评价指标只考虑了对作战影响较大的主要因素，对于整体作战来说评价要素还不完整，还需要进一步完善和细化；此外，该方法只能在已知的方案中进行选择，不能主动提出对作战方案的需求。总的来看，该方法能够比较客观、准确地反映作战对象整体实力，为指挥员指挥决策、制定作战方案提供参考，更利于部队作战能力更大发挥。

参考文献：

- [1] 徐胜. 2015 年全球局部战争和武装冲突特点分析[J]. 外国军事学术, 2016, 15(2): 63-66.
- [2] 乔忠伟, 汤中良. 陆军合成营战斗[M]. 北京: 军事科学出版社, 2014: 1-10.
- [3] 王强, 胡记明. 陆军合成营训练研究[M]. 北京: 解放军出版社, 2015: 13-18.
- [4] 孟宪海, 于维超. 论火力主战与装甲兵战术[J]. 装甲兵学术, 2013(5): 11-12.
- [5] 侯岳海. 基于层次分析法模型的航空兵进攻作战效能分析[J]. 舰船电子工程, 2012, 32(9): 20-22.
- [6] 刘翔宇, 赵洪利, 杨海涛. 作战方案评估方法综述[J]. 兵器装备工程学报, 2018, 39(8): 79-84.
- [7] 刘忆冰, 王凯, 蒲玮. 基于灰色层次分析法的装甲合成营装备体系作战效能评估[J]. 兵器装备工程学报, 2018, 39(10): 96-99.
- [8] 魏刚, 张良. 装甲旅岛上城市进攻战斗立体突破行动研究[J]. 陆军学术, 2014, 33(4): 44-45.
- [9] 李峰松. 美国陆军合成营城市进攻战斗行动的特点[J]. 外国军事学术, 2015, 23(3): 65-67.
- [10] 侯岳海. 基于层次分析法模型的航空兵进攻作战效能分析[J]. 舰船电子工程, 2012, 32(9): 20-22.
- [11] 许志国. 系统科学[M]. 上海: 上海科技教育出版社, 2000: 7-15.