

# 基于兵棋推演系统的作战方案评估方法研究

秦园丽 张训立 高桂清 王 康

(火箭军工程大学, 西安 710025)

**摘要:** 在分析总结模糊综合评判法、BP神经网络法、探索性分析法3种常用作战方案评估方法的基础上,提出了基于战术导弹兵棋推演系统实施导弹部队作战方案评估的方法,提炼出进行作战方案评估的具体内容,并从系统数据准备、细化行动方案、建立评估指标体系、组织实施推演、复盘关联分析、对比优选方案六个阶段对作战方案实施评估,对评估导弹部队作战方案具有重要的现实意义。

**关键词:** 兵棋; 战术导弹兵棋系统; 作战方案; 评估

本文引用格式: 秦园丽, 张训立, 高桂清, 等. 基于兵棋推演系统的作战方案评估方法研究[J]. 兵器装备工程学报, 2019, 40(6): 92-95.

**Citation format:** QIN Yuanli, ZHANG Xunli, GAO Guiqing, et al. Research on Evaluation Method of Operational Plan Based on Tactical Missile Chess Deduction System[J]. Journal of Ordnance Equipment Engineering, 2019, 40(6): 92-95.

中图分类号: E251.2

文献标识码: A

文章编号: 2096-2304(2019)06-0092-04

## Research on Evaluation Method of Operational Plan Based on Tactical Missile Chess Deduction System

QIN Yuanli, ZHANG Xunli, GAO Guiqing, WANG Kang

(Rocket Force University of Engineering, Xi'an 710025, China)

**Abstract:** Based on the analysis of fuzzy evaluation method, BP neural network method and exploratory analysis method, this paper proposed a method on the basis of tactical missile war chess deduction system to implement missile force operational plan evaluation, extracted the specific content of the operational plan evaluation, and evaluated the operational plan from the system data preparation, refinement of action plans, the establishment of evaluation indicators system, organizational implementation deduction, complex correlation analysis, comparison of the preferred program. It is of practical significance for the evaluation of the missile force operational plan.

**Key words:** war-game; tactical missile chess system; combat plan; evaluation

作战方案亦称作战预案,指在预判敌方兵力部署及可能采取行动的基础上,根据首长决心拟制的对作战进程和战法的设想,内容通常包括情况判断结论、上级企图和本部队任务、友邻任务及作战分界线、各部队的编成、配置和任务、作战阶段划分、各阶段情况预想及处置方案、保障措施、指挥的组织等。导弹部队由于其武器装备的复杂性和参战要素的多元性,依据方案行动是导弹部队遂行作战任务的基本方式,作战方案的科学性和合理性在一定程度上决定了其作战

效能的发挥,因此必须通过科学的手段对作战方案进行评估<sup>[1-2]</sup>。

作战方案的评估指对作战方案的可行性、风险度、作战效益等进行的评价和估量,是确保形成最佳决策的必要环节。作战方案的评估方法可以分为军事运筹分析法和仿真验证实验法。军事运筹分析是较为常用的作战方案评估方法,例如模糊综合评判法、BP神经网络法等,这些方法对专家经验和知识的依赖性强,多偏向于理论分析,评估结果的

收稿日期: 2018-10-25; 修回日期: 2018-12-02

作者简介: 秦园丽(1992—),女,硕士,助理工程师,主要从事兵棋推演系统开发研究。

解释性不强,缺乏实际应用价值,与部队作战脱节。仿真验证实验法是一种探索性分析方法,主要基于作战仿真实验完成对军事问题评估优化,对战争行动模拟逼真,评估结果说服力强。兵棋推演是一种探索性仿真验证实验方法,目前美国已其广泛应用于作战方案评估领域,在近年几场局部战争中均发挥了重要的先验作用,国内对此研究则相对滞后,尚处于学习探索阶段。本文提出了基于战术导弹兵棋系统实施导弹部队作战方案评估方法,通过模拟作战区真实战场环境、仿真红蓝双方回合制对抗行动,在行动推演过程中采用“人在回路”的模式检验作战行动和方案计划在实施过程中可能出现的问题和不足。是导弹部队作战方案评估的新探索性方法。

## 1 作战方案评估常用方法

### 1.1 模糊综合评判法

利用模糊综合评判法对作战方案进行评估是指利用模糊数学中隶属度的方法对作战方案中各指标的好坏程度进行量化,建立静态或动态的作战方案评估指标,对各个指标的重要性加权处理,通过模糊运算对作战方案中多个因素、多层次指标进行综合评价<sup>[3]</sup>。

对照图1中的各级指标,分别建立每一级评估对象的因素集  $U_i = \{u_1, u_2, u_3, \dots, u_i\}$ ,根据指标重要性,建立相应的权重集  $W_i = \{w_1, w_2, w_3, \dots, w_i\}$ ,对作战方案优劣的程度的评价,确定5个等级建立评语集  $V = \{\text{优, 良, 中, 差, 极差}\}$ ,由模糊映射关系得出模糊矩阵如式(1),并建立导弹部队作战方案模糊综合评判模型如式(2)。

$$R_i = [r_{mn}]_{k \times 5}, m = 1, 2, 3, \dots, k \quad (1)$$

$$S = W \circ \begin{bmatrix} W_1 \circ R_1 \\ W_2 \circ R_2 \\ \vdots \\ W_i \circ R_i \end{bmatrix} = W \circ R \quad (2)$$

采用取乘或有界算子作为作战方案模糊综合评价的运算模型,得出  $S = \{s_1, s_2, s_3, s_4, s_5\}$ ,经归一化处理后,得出  $S$  中的各向量元素即为评语集  $V$  中各评估等级的隶属程度,综合分析可得到作战方案评估结论。

### 1.2 BP神经网络法

BP神经网络法是通过建立神经网络实现作战方案评估,网络输入向量  $Y^0 = \{a_{11}, a_{12}, \dots, a_{mn}\}$  为作战方案的评价指标的模糊量化信息,对应网络输出向量  $Y^i$  的级别为作战方案的级别。

记评估方案的样本标号为  $u$ ,输入层为  $a_{11}, a_{12}, \dots, a_{mn}$ ,建立  $k$  个导弹部队作战方案评估指标,记输入层为  $I_k^u$ ,隐含层为  $H_j^u (j=1, 2, \dots, k-1)$ ,输出层为  $Q_i^u (i=1, 2, \dots, n)$ ,  $W_{ij}$  为隐含神经元到输出神经元的权。

人工神经元的状态激励函数:

$$g(h) = \frac{1}{1 + e^{-2\beta h}} \quad (3)$$

隐含神经元的输入:

$$h_i^u = \sum_k W_{jk} I_k^u \quad (4)$$

对应输出状态:

$$H_j^u = g(h_i^u) = \left( \sum_h W_{jk} I_k^u \right) \quad (5)$$

输出单元  $i$  所接收的迭加信号:

$$h_i^u = \sum_j W_{jk} H_j^u = \sum_j W_{jk} g\left(\sum_k W_{jk} I_k^u\right) \quad (6)$$

最终输出为:

$$O_i^u = g(h_i^u) = g\left(\sum_j W_{jk} I_k^u\right) = g\left(\sum_k W_{jk} I_k^u\right) \quad (7)$$

其神经网络示意图如图2所示。

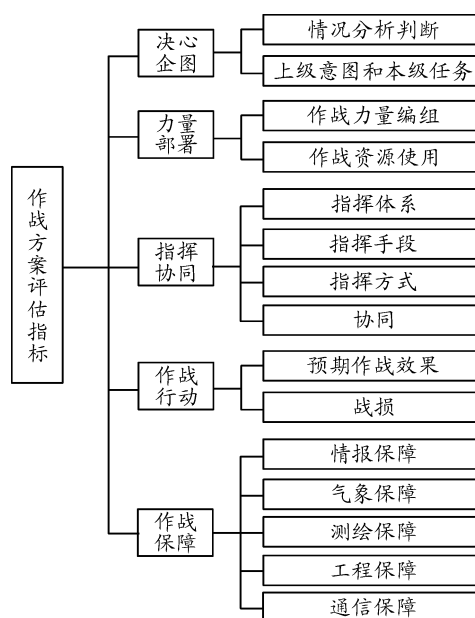


图1 作战方案评估指标体系框图

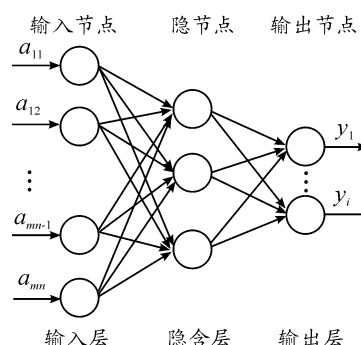


图2 作战神经网络示意图

### 1.3 探索性分析法

探索性分析法依据不同想定下各种作战方案实施结果的不同,采用仿真实验的方式形成作战数据,通过建立多分辨率的作战方案指标模型,分析不确定因素对各指标的影响,对作战方案进行层次化抽象,形成多层次指标体系,最后对中间层指标进行聚合,生成最高层的聚合指标,分析指标数据,生成方案评估报告。其中,指标体系最底层是描述作

战方案的要素构成,中间层描述指标作战方案的核心效能评价指标<sup>[4]</sup>。其具体分析流程如图3所示。

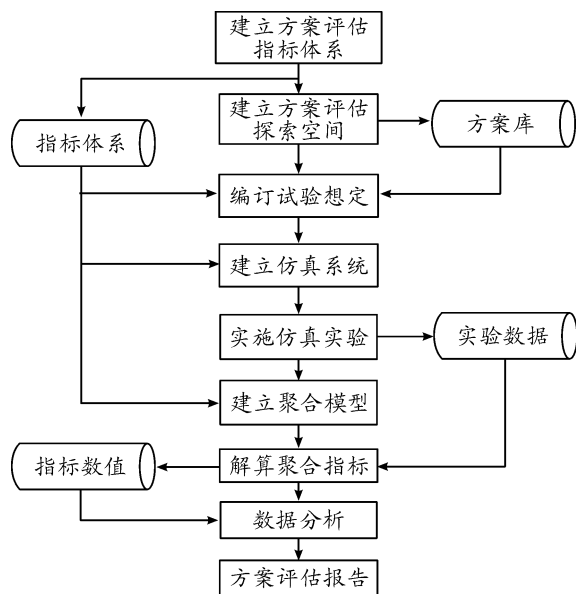


图3 探索性分析流程框图

核心是建立作战方案评估多层次指标体系和多分辨率模型,设方案评估问题的描述模型为  $Y=f(A,T,Q)$ ,其中  $Y$  是聚合指标,即方案效能指标,  $A$  是导弹部队作战方案,  $T$  是作战任务需求向量,表示导弹部队作战中一系列作战任务度量指标,  $Q$  是描述作战状态的变量,表示决策人员不能控制的不确定因素(图4)。

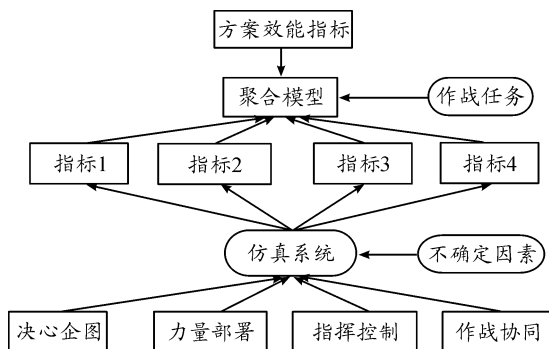


图4 方案评估多层次指标体系和多分辨率模型示意图

可以看出:传统的军事运筹分析方法主要关注“定量”,提供精确的解析模型,在评估作战方案问题上存在一定的局限性。探索性分析法在对数据和模型定量分析的基础上仿真模拟作战方案实施过程,为作战问题提供了更可行的评估方法。

## 2 战术导弹兵棋推演系统设计

### 2.1 兵棋推演系统

兵棋推演系统是利用棋子和棋盘模拟作战环境和实体,用随机数描述战场可能出现的不确定因素,通过建立符合作

战实际的规则对作战行动的各环节进行裁决,采用回合制进行虚拟作战对抗的模拟仿真平台。

依据推演所使用的工具及平台不同,可分为手工兵棋和计算机兵棋系统。传统手工兵棋构件分为棋盘、棋子和规则,红蓝双方依托棋盘,通过手工移动棋子进行对抗,裁判员通过掷骰子、依托裁决表裁决对抗结果,手工记录推演进程和结果。计算机兵棋系统是集成兵棋多种功能的软件平台,运行速度快,存储数据量大,检验评估能力强。

基于战术导弹兵棋系统的作战方案评估在战是在战术导弹计算机兵棋推演系统的平台上仿真导弹部队的作战实验,将作战方案转化为兵棋数据并录入系统,在模拟对抗中,方案制定团队或相关作战人员对系统生成数据进行分析和处理,优化对比生成最优方案。

### 2.2 战术导弹兵棋推演系统设计

导弹部队作战具备战术导弹作战自身的特点,因此在评估作战方案时,首先要通过软件编程实现战术导弹作战实验模拟、对作战方案评估等功能。

棋盘设定为导弹部队的作战区域,使用六角网格量化军事地图,在计算机上实现棋盘的放大、缩小、平移、选择和图层控制等操作;棋子的设计根据导弹部队作战分为单位算子、标识算子和辅助算子,单位算子描述导弹作战各作战单元性能的算子,例如发射类算子、保障类算子等。标识算子是描述作战单元所处作战状态的算子,例如侦察监视标识算子、气象预报类算子等。辅助算子是推演过程中起辅助作用的算子;兵棋的规则设定可分为行动规则和裁决规则,行动规则是依据作战实际对作战单元的行动进行限定的一类规则,例如各类棋子在棋盘上移动、堆叠和拆分的规则等。裁决规则是对棋子行动效果的裁决,是根据棋子的各种属性,通过计算机生成随机数形成裁决表,对棋子的各种行动效果进行裁决,如侦察效果、打击效果等<sup>[6-9]</sup>。其战术导弹兵棋系统结构框图如图5所示。

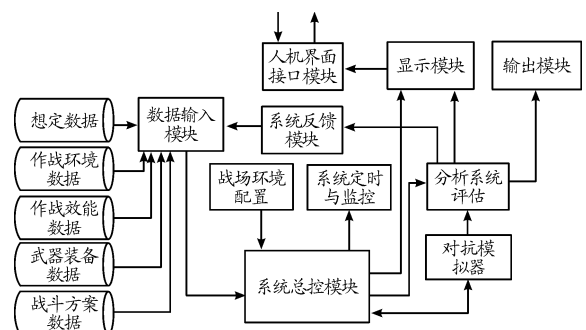


图5 战术导弹兵棋系统结构框图

## 3 作战方案评估设计

基于战术导弹兵棋推演系统的作战方案评估是参谋人员或者专家在战术导弹兵棋系统模拟的战场环境和红蓝双方的对抗过程中,按照作战方案的实施流程,提取和细化作

战方案评估的指标,采用兵棋复盘关联分析,整合离散的战场态势数据,通过计算机数据分析形成数据报告,最后综合数据比对,进行风险效益权衡,对比筛选最优作战方案。

### 3.1 评估内容

通常根据上级明确的作战任务和打击目标,由参谋人员具体确定作战方案评估的内容和重点,其内容主要包括基本战法、主要方向和目标、力量运用、关键行动等。

基本战法是综合性评估的内容,主要评估某一方案战法的可行性、存在的风险;主要方向和目标重点评估重点夺控目标、打击目标和控制目标的效益、风险及可行性等;力量运用主要评估作战力量的运用重点是否合理,力量编组是否合适,部署是否得当,任务是否匹配;关键行动主要评估方案中重要作战行动能否达到预定目标和结果。

### 3.2 评估流程

1) 系统数据准备。系统数据准备分为3个阶段:第1阶段为数据采集转化,按照系统评估需求有针对性地采集相关数据,并按照系统特定格式加以转化,分为数据采集和数据转化两个环节;第2阶段为分布分项录入,按照各要素的具体分工,分步骤分项目录入具体系统及方案数据;第3阶段为综合检验审核,组织参与评估人员,对采集与录入的数据进行一致性校验、规范性检验和合理性审核。

2) 细化行动方案。细化行动方案的方法采用图表细化和系统细化两种方法。图表细化就是根据一系列的图或表模板,通过填表或标图的方式进行细化。系统细化就是将方案的主体内容逐步在推演系统中进行细化。主要包括态势构造、敌情预想、细化目标、分解行动等关键环节。

3) 明确评估指标。按照“明确评估重点、提出综合指标、确定综合权重、细化要素指标”的步骤进行。作战方案中评估的内容主要包括:主要战斗方向和主要目标、战斗部署、火力毁伤指标、电磁资源使用等。

4) 组织实施推演。首先准备好推演条件,如目标任务清单、行动细化清单、评估标准、红蓝推演编组和推演评估系统,然后按照推演任务的需要实施对抗推演、阶段循环复推、展开支路推演,最后生成推演系统数据、推演系统态势。

5) 复盘关联分析。通过兵棋复盘的功能,实现作战综合态势复现、数据挖掘解析、要素关联分析,生成数据分析表、推演态势图以及评估报告。利用评估系统的自动记录和态势回放功能,针对关键环节和重点评估等实际需要,对整体推演过程进行态势回放复现与分析。对推演形成的各类数据进行详细分析,挖掘发现作战方案的优劣及问题所在,通过分析不同要素和问题之间的关联关系,找出方案中存在的问题与不足,最后形成数据报告。

6) 对比优选方案。通过比对推演过程中红蓝双方战损、侦察发现概率、指挥效率等数据,细致分析各个方案取得战斗效果的大小与其可能遇到的风险的大小,进而进行综合权衡,按照推演之前确定好的筛选标准,对多套作战方案进行对比,得出最优方案和备用方案(图6)。

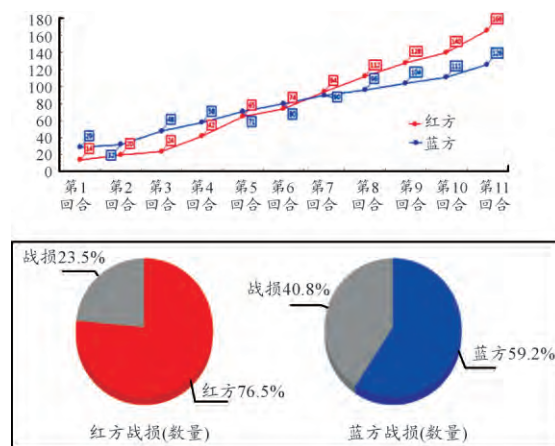


图6 兵棋系统数据分析

## 4 结论

1) 通过使用战术导弹兵棋系统平台,将导弹部队作战方案评估贯穿模拟作战对抗全过程,能够为作战指挥员和参谋人员提供更加客观、灵活、可靠的作战方案检验评估手段,精准查找作战方案中不合理的环节,便于不断优化完善。

2) 传统的军事运筹分析方法虽然具有一定的局限性,但通过将其融入兵棋推演系统设计和仿真实验的数据、模型分析,发挥其“定量”优势,能够有效辅助兵棋推演系统评估作战方案。

3) 战术导弹兵棋推演系统具有贴近实战、对抗逼真、裁决公正等显著特性,能够广泛用于导弹作战体系检验、战法研究、作战能力评估等重要领域。

## 参考文献:

- [1] 魏鹏逃,曾虎,郑梦泽. 导弹部队作战方案评估优选问题研究[J]. 第二炮兵指挥学院学报, 2016, 33(2): 34-36.
- [2] 王锋,李远华,许长鹏. 基于动态推演的合同战斗作战方案评估研究[J]. 装备指挥技术学院学报, 2012, 23(1): 41-44.
- [3] 田福平,汶博,熊志纲. 基于模糊综合评判与作战模拟的作战方案评估[J]. 指挥控制与仿真, 2016, 38(3): 29-32.
- [4] 耿松涛,刘雅奇. 基于探索性分析的电子对抗作战方案评估方法[J]. 军事运筹与系统工程, 2013, 27(2): 34-38.
- [5] 张训立,俞坤东. 基于UML的兵棋推演系统建模[J]. 军事运筹与系统工程, 2014, 28(2): 50-54.
- [6] 郭洋,曾虎,林伟廷. 火箭军导弹突击战术兵棋z的设计与运用[J]. 常规导弹作战, 2017(3): 15-16.

(责任编辑 周江川)