

作战筹划的运筹分析框架与模型设计

杨雪生¹ 何明¹ 黄谦²

(1.军事科学院 战争研究院,北京 100091;2.军事科学院 评估论证研究中心,北京 100091)

摘 要: 运用运筹学理论和建模仿真技术,是信息化时代创新作战筹划手段、提高作战筹划效益的必然要求。研究提出作战筹划的运筹分析框架,设计作战构想空间表达模型,给出作战构想的效益、代价和风险的量化计算模型以及综合评价模型,进而支持作战构想的生成、评估与排序,辅助指挥员及其参谋机关开展科学化、精确化的作战筹划。

关键词: 作战筹划; 运筹分析; 建模仿真; 辅助决策

中图分类号: E911 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-8211(2018)02-0010-05

1 引言

作战筹划是对作战活动的预先设计和总体筹划,对战争胜负具有重要意义。2011 版《中国人民解放军军语》将作战筹划定义为:是指指挥员及其指挥机关对作战行动进行的运筹和谋划,是在综合分析判断情况的基础上,对作战目的、作战方针、作战部署、作战时间、战法等重大问题进行创造性思维,进而形成作战基本构想的过程^[1]。作战筹划与任务规划的区别是:作战筹划是对作战行动总体构思和概略设想,结果是作战构想;任务规划是对兵力行动的具体安排和详细计划,结果是方案计划;筹划是前序基础活动,规划是后序细化活动。

作战筹划,要在对多方面情况研判思考的基础上,找出影响决策的关键问题及应对措施,按照多案准备的原则,设计提出多个可供选择的作战构想,并进行权衡、选择、对比、优选,供指挥员决策参考。由于现代战争的复杂性,存在数个关键决策点和决策选项的组合,往往会出现“组合爆炸”问题,而传统作业方式难以对大量组合的构想进行评估,通常只能考虑有限的决策点和选项组合,可能牺牲全局最优的构想。

运用运筹学、辅助决策和建模仿真手段,设计

一套流程优化的作战筹划运筹分析框架,并开发应用高效的支持模型与工具,是解决这一问题的基本方法,可以有效辅助指挥员及其指挥机关对谋局、开局、控局、收局等一系列重大问题进行系统谋划,优选生成可行作战构想,大幅增强作战筹划决策的科学性和精细度,为后续的方案与计划拟制奠定坚实基础。

本文重点研究作战筹划的运筹分析框架,设计基于战略战役决策树的作战构想表达机制,构建作战构想的效益、代价和风险量化计算模型,以及构想的多准则综合评价对比模型。

2 作战筹划的运筹分析框架

作战筹划的运筹分析框架,是一种定性定量相结合的思维与工作流程。首先运用发散思维和定性分析方法,逐一列举各作战阶段的关键决策点及其对应的风险事件、敌我可能作战行动,并进行合理组合,把符合战场实际的可能作战途径全部“找”出来,生成作战构想空间;而后运用收敛思维和数学模型,对每一构想的风险、效益和代价进行定量计算,并进行多准则权衡分析和比较,供指挥员决策参考。分析框架可以分为四个主要步骤,如

收稿日期:2017-12-18;修回日期:2018-03-18

作者简介: 杨雪生(1977—),男,副研究员,博士,主要研究方向为军事运筹与作战实验;何明(1978—),男,助理研究员,博士,主要研究方向为作战实验;黄谦(1968—),男,研究员,博士,硕士生导师,主要研究方向为军事运筹与作战实验。

图 1 所示。

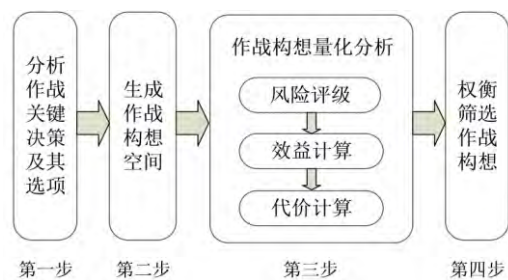


图 1 作战筹划的运筹分析框架

第一步 分析作战关键决策点及其选项。

依据作战目标,划分作战阶段,研究提出作战构想涉及的我关键作战决策点及其选项,敌可能的应对策略(或称之为敌选项)等。

第二步 生成作战构想空间。

将各个作战阶段的关键决策选项与敌可能应对策略进行组合,运用合适的表达机制,形成作战构想空间。构想空间的每一个点,代表一种可能的构想。作战筹划工作就是对多个构想,进行比较排序,找出较优构想。

第三步 作战构想量化分析。

作战构想的量化分析,可以按照描述作战构想优劣的属性,计算这些属性的值,供后续综合评价使用。可以从效益、代价、风险三个方面进行量化:作战效益就是作战效果与作战投入的比例关系;作战代价就是我方人员伤亡、装备毁伤和弹药消耗等;决策风险是某一决策可能给作战全局带来的负面影响。

第四步 权衡筛选作战构想。

运用综合评估模型,以作战风险和作战效益、作战代价为评估指标,对决策选项组合形成多个可能的作战构想进行综合评价,通过多准则评价方法权衡比较排序,筛选出 2 到 3 个方案,然后再对筛选出的几个方案进一步深化对比研究,优选出适宜的作战构想。

需要注意到,作战筹划的运筹分析框架是人机结合、以人为主的分析论证过程,强调了人的全程参与,从作战关键决策点及其选项的提出、风险事件的辨识、评估准则定义,再到作战构想的筛选、分析结论的解读,都是人主导的,运筹手段和模型计算结果起辅助作用。同时,作战筹划人员需要清楚了解分析模型的假设条件、输入输出和分析过程,

从而加强对问题的理解和认识。

3 基于决策树的构想空间表达机制

各作战阶段的所有决策点及其敌我选项,组合形成了一系列作战路径或战局发展脉络,每一个作战路径都有可能形成构想。直观的想法就是使用决策树的形式,树的每一条分支,表示由我系列关键决策的一种选择和敌某种应对策略所形成的作战构想,整个决策树就是一个作战构想空间表达,如图 2 所示。

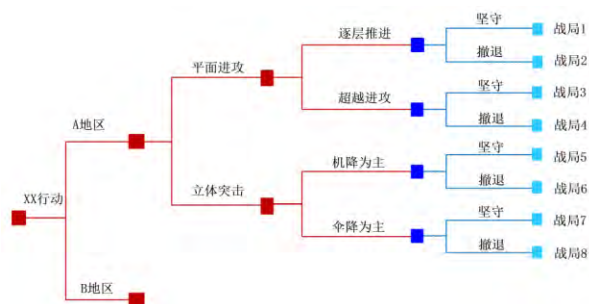


图 2 战略战役决策树示意图

这里的决策树称为战略战役决策树,树上结点均是作战关键决策点,其中根结点是作战关键决策点集中的第一个,其他关键决策点从左至右依次出现在树上,树上纵向同级结点是同一关键决策点,终端结点表示其对应作战路径的最终状态。

战略战役决策树,与一般的决策树既紧密联系又相互区别:首先,两者结构都是由结点和树枝构成,但战略战役决策树的结点是决策点与机会节点,是关键决策问题的形象化表示,树枝是前一结点的对应选项;而一般决策树的结点是决策结点和状态结点,它们分别表示做出的选择及达到的状态,方案枝与状态枝与其结点对应连接。其次,两者都是面向多阶段、多可能性的决策分析工具,但战略战役决策树侧重于展现决策选项和构想空间;一般决策树工具侧重于提供可能状态以及不同概率分布。第三,两者都包含正向与逆向两种分析思路,战略战役决策树中的结点通常是在逆向分析的基础上倒推完成的,但树的生成却由结点顺序表示;一般决策树的结点和分支是由正向推导得出,但在分析或预测可行方案时采用逆序计算^[2]。

运用战略战役决策树构建构想空间,过程主要

包括三步:一是采用状态切分和逆向回溯分析思路,确定作战阶段、关键决策点和敌我选项集;二是按照决策树的形式,排列组合决策点敌我选项,生成初始构想空间;三是运用交叉矩阵与形态分析方法,剪除不适宜的组合,缩减优化构想空间规模。

4 作战构想的量化计算模型

可以从效益、代价、风险三方面,衡量一个作战构想的好坏。效益和代价,具有直接关联性,通常可以在一个模型中直接得出,以下分别研究效益代价计算模型和风险计算模型。

4.1 基于对局链作战效益、代价计算模型

计算一个构想效益、代价的最佳方式,是运用仿真推演模型进行推演。仿真推演模型能够充分反映各种作战行动之间的关联与影响,但往往需要输入大量作战计划或需要人的密切参加,在筹划阶段并不具备条件,故难以运用仿真推演模型。较为概略的战役计算模型,通常只能针对某类成熟的作战样式进行计算,很难满足具有多种分支组合和可能样式的构想空间探索计算。按照传统方法重新构建涵盖可能决策选项的一体化评估模型,建模工作量也是非常巨大。

为了便于叙述,首先给出两个定义。将我方案策选项以及敌方选项或应对措施,定义为一个作战对局。在此基础上根据作战进程变化,将多个相互关联的作战对局进行组合,定义为一个作战对局链。构想空间的每一个分支,实际上对应一个对局链。

4.1.1 主要设计思路

按照作战构想生成过程或对局链的概念,复杂作战构想是由相互关联的单一作战对局组成,受此启发,可以首先创建或整合出小粒度的作战对局模型,再构建分支连接之间的关联模型,最后按照战略战役决策树的路径,逐级递推计算,得到综合效益、代价。

作战效益以红方胜算概率表示,作战代价以作战损耗表示。其中,胜算概率是红蓝方毁伤程度的一种综合评判,如达成作战目标时,我方毁伤小于 30%,敌方毁伤大于 75%,则称为有绝对把握,将胜算概率定义为 95%。

4.1.2 作战对局计算模型

作战对局模型,根据红蓝双方作战编成、战场态势、前序战斗影响、主要作战方向、作战任务等参数进行计算,然后再按照各方向以及任务权重,综合计算得出毁伤程度,结合胜负评价标准,得出红方胜算概率,示意图如图 3 所示。

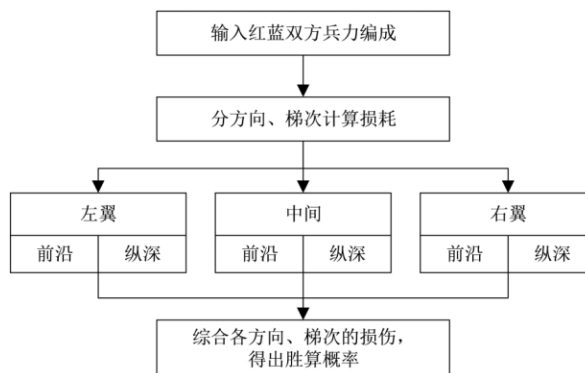


图 3 作战对局模型总体架构示意图

对每个方向与任务组合中,考虑地形、气候等环境因素,对各类兵力按照典型交战规则、战法进行交战计算,图 4 是一种陆战分队交战算法。

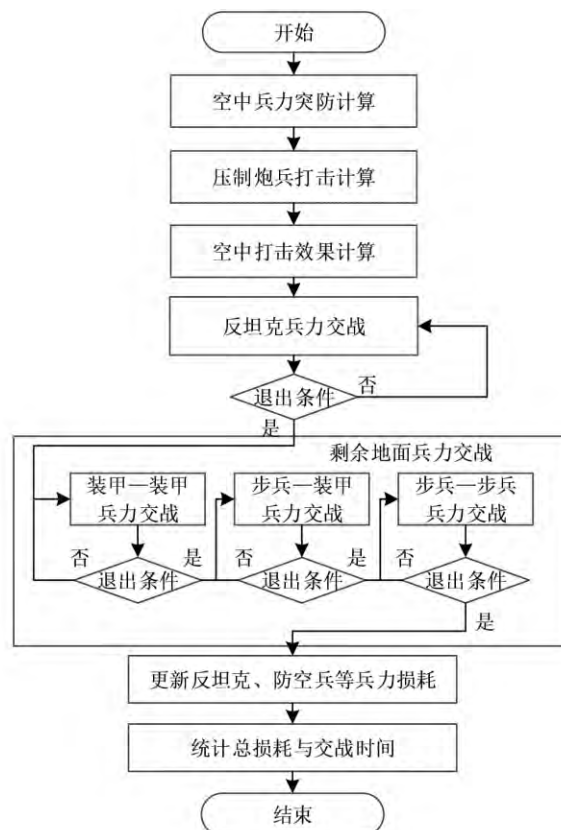


图 4 陆军分队交战算法

其中航空兵、防空兵、压制炮兵对目标的毁伤

效果计算,主要运用解析法;步兵、装甲、反装甲等火力交战,在高分辨率仿真数据的基础上进行插值计算。

4.1.3 作战对局链的关联

模型考虑两种关联性:一是前一阶段兵力如何投入到下一阶段,以及投入使用多少;二是前一阶段交战结果影响下一阶段的决策,如兵力使用规则如何变化。

对于投入下一阶段的兵力,在新的兵力输入界面中,标示出是否投入,以及投入比例。在模型计算前,按照投入比例,并考虑到交战毁伤,将剩余兵力加入到下一作战。兵力使用规则可以进行类似的处理。

这种基于作战对局链的计算方式,大大降低了概略计算构想空间所有作战场景的作战效果的想定输入工作量和模型计算量,为量化构想空间每个决策组合的作战效益和代价提供了可操作的途径。

4.2 定性定量相结合的风险评估模型

评估决策风险是要尽可能减少或规避那些负面影响。作战筹划要辨识出潜在风险点,并通过评估各种风险,制定风险应对策略。风险大小用风险度表示,为0—1区间的系数,表示风险事件的相对大小。这里主要从专家判断、历史资料中获得初始数据,通过归一化,建立风险矩阵与评级标准,综合评估风险事件的相对大小,形成各对局中决策选项的作战风险量化评级系数,在此基础上聚合形成作战构想的风险度。

4.2.1 风险事件辨识

风险事件辨识是发散思维和收敛思维相结合的过程。发散思维阶段,尽力挖掘潜在的所有可能风险事件,形成初始风险事件集;在收敛思维阶段,主要对初始风险事件集进行细致的梳理分析,筛选对作战过程和结果影响小的事件,形成最终的风险事件集,并对保留的风险事件的背景、影响因素、发生场景、可能的危害性进行详细描述。

4.2.2 风险事件量化分级

将风险事件发生可能性和危害程度分别区分为几乎一定、较大可能、有可能、不太可能、几乎不可能和很大、较大、一般、较小、很小等5个等级^[3],对应的量化权重设置为5、4、3、2、1。采用专家问卷调查法,由专家对每个风险事件的发生可能性和危害后果程度的量化值进行综合评分。根据风险

事件的发生可能性和危害程度,根据风险等级表所处的交叉位置,确定风险事件的风险等级,区分为极高风险、高风险、中度风险和低风险。

4.2.3 风险度聚合计算

(1) 进行关联因素对风险事件量化值的影响计算。主要用整数来量化描述各因素的影响强度,1表示风险事件发生的概率提升一个等级,2表示提升二个等级,数字越大提升等级越多,当等级到最高级时风险因素对其影响作用则不再增加。

(2) 进行风险事件风险值转换。主要依据风险事件的发生可能性和后果严重程度值,查找风险矩阵转换表,得出对应表中数值,并将该值赋予风险事件的风险变量,来综合表征该风险事件风险大小的量值。

(3) 计算风险总量。对每个风险事件的风险变量取最大值,确定其对应的风险等级,然后针对每个关键决策点,分别计算每个决策选项的风险事件总量,并取该决策点中选项风险总量中的最大值,最后利用将各类风险加权计算并除以所有决策点的风险最大值之和,得到总风险度。

5 多准则综合评价模型

多准则综合评价,就是对照作战目标,按照效益、代价、风险等属性维度,采用选择的评价准则,综合评价各待选构想的优劣。分为以下3个步骤。

(1) 进行属性权重计算。将多属性决策问题层次结构化,即针对多个要达到的目标,以作战效益、代价、风险等评价因素分层聚类组合,由决策者对目标的各要素按其重要性进行两两比较,采用层次分析法等方法,量化得出属性参数的权重系数,以此作为评价和选择构想的基本依据。

(2) 方案综合评分。代入作战效益、代价、风险等主要指标的量化计算结果,按照权重进行综合计算得出各个构想的综合得分,以权衡分析数据表格的形式进行汇总显示。

(3) 按照评价准则进行排序。按照折中准则、等概率准则、乐观准则、悲观准则等,对各个构想进行排序。由于通常有多个维度指标对选项链进行刻画,为了便于决策者重点关注和研究特定战局,判断战局的优势和不足,可以使用逼近理想解排序

(下转第65页)

的成本,有效地提高了装备保障效能。

6 结束语

本文以提高装备保障军事经济效益为目标,建立了考虑横向供应的三级保障系统装备维修器材库存控制模型,并通过实例验证得出:本文所建立的模型能够使装备维修器材购置费用降低 20.5%,有效体现了模型的实用性。同时,本文所建模型可以将装备层次和保障等级扩展至任意级别,能够在一定程度上为装备维修器材管理人员制定维修器材库存方案提供参考。

参考文献

- [1] AXSATER S. Evaluation of unidirectional lateral transshipments and substitutions in inventory systems[J]. European Journal of Operations Research, 2003(149): 438-447.
- [2] 张光宇,李庆民,郭璇.基于横向转运策略的可修备件多点库存建模方法[J].系统工程与电子技术,2012,34(7):1424-1429.
- [3] 关娇,刘少伟,刘剑,等.基于 ACO 的横向供应策略两级备件库存研究[J].空军工程大学学报:自然科学版,2012,14(1):

90-94.

- [4] TOPAN E, BAYINDIR Z P, TAN T. An exact solution procedure for multi-item two-echelon spare parts inventory control problem with batch ordering in the central warehouse[J]. Operations Research Letters, 2010, 38(5): 454-461.
- [5] WONG H, CATTRYSSSE D, VAN OUDHEUSDEN D. Inventory pooling of repairable spare parts with non-zero lateral transshipment time and delayed lateral transshipments[J]. European Journal of Operational Research, 2005, 165(1): 207-218.
- [6] TIACCI L, SAETTA S. Reducing the mean supply delay of spare parts using lateral transshipments policies[J]. International Journal of Production Economics, 2011, 133(1): 182-191.
- [7] PATERSON C, KIESMULLER G, TEUNTER R, et al. Inventory models with lateral transshipments: A review[J]. European Journal of Operational Research, 2011, 210(2): 125-136.
- [8] 李虎.零备件库存管理优化研究[D].上海:同济大学,2007.
- [9] Axsater S. Modeling emergency lateral transshipments in inventory systems[J]. Management Science, 1990, 36(11): 29-40.
- [10] OLSSON F. An inventory model with unidirectional lateral transshipments[J]. European Journal of Operations Research, 2010(200): 725-732.
- [11] 贺步杰.装备备件最优库存建模——多级技术[M].北京:电子工业出版社,2008.
- [12] 阮旻智.多级维修供应模式下舰船装备备件配置方法研究[D].武汉:海军工程大学,2012.

(上接第 13 页)

法。通过检测选项链与理想解、负理想解的距离,实现对各种战局的多准则决策排序,并判断构想空间中哪一个最接近理想解同时又远离负理想解,从而辅助筛选出可能适宜的构想。

6 结束语

运用作战筹划的运筹分析框架,再结合相应的模型与工具,可以将军事谋略的创造性思维活动和运筹学的方法手段有机融合,为开展作战筹划工作

和研究论证作战构想提供一个“人机结合”的平台,提高作战筹划的科学性和精确度。

参考文献

- [1] 全军军事术语管理委员会,军事科学院.中国人民解放军军事术语[M].北京:军事科学出版社,2011.
- [2] 潘冠霖,蔡游飞.作战选项分析方法研究[J].军事运筹与系统工程,2012,26(3):19-22.
- [3] 高申,杨名宇,杨曙光.美军战役级作战评估的基本方法[J].外国军事学术,2011(10):16-19.