

zhezhongdoi: 10.7690/bgzd.2015.02.016

基于信息系统的体系作战仿真系统

杨萍, 翟世梅, 刘虎

(第二炮兵工程大学理学院, 西安 710025)

摘要: 仿真是研究基于信息系统的体系作战能力的一种重要手段。对基于信息系统体系作战的基本特征和体系作战能力的生成机理进行了分析, 运用 Agent 的建模和仿真理论, 提出一种基于信息系统的体系作战仿真系统。建立了仿真模型的基本构架, 设计了具有三层结构的仿真系统框架, 实现了对体系作战的各种复杂的作战行动的建模和对不确定作战环境进行充分的探索分析。分析证明, 该仿真系统结构合理, 并且具有多方面应用。

关键词: 信息系统; 体系作战; 仿真系统; Agent 理论

中图分类号: TJ306 **文献标志码:** A

System Operation Simulation System Based on Information System

Yang Ping, Zhai Shimei, Liu Hu

(College of Science, Second Artillery Engineering University, Xi'an 710025, China)

Abstract: Simulation is an important measure for the research on systems operations based on information systems. Basic characters of systems operations based on information systems and generative mechanism of systems operations ability are analyzed. By modeling and simulation theory based on Agent, a systems operations simulation system based on information systems is made. The skeleton of simulation model is proposed. The simulation system structural frame which has three-level construction is designed. This frame can realize the operational action modeling of systems operations and sufficient exploration analysis for uncertain operational environment. The analysis certifies that the simulation system is reasonable and has various applications.

Keywords: information systems; systems operations; simulation system; Agent theory

0 引言

基于信息系统的体系作战能力, 是以全军综合电子信息系统和各军兵种专用信息系统为纽带和支撑, 各作战要素、作战单元、作战系统相互融合, 将实时感知、高效指控、精确打击、快速机动、全维防护, 综合保障集成为一体, 通过作战体系的整体结构优化与演化而形成的^[1]。

基于信息系统的体系作战具有以下特点: 1) 对信息具有高度依赖性。现代作战即使各个作战单元、作战系统的能力再强, 如果没有信息的支持和共享, 各个单元和系统的能力就不能得到最有效的发挥, 也就很难赢得信息化战争的胜利。2) 多个作战体系相互支撑。只有不断调整优化信息化体系作战力量结构, 才能快速适应战场的各种变化, 实现不同空间的行动衔接与效能聚合。3) 体系作战能力是一种整体能力。体系作战能力是各个分系统作战能力的一种反映, 但又不是各个能力的简单叠加, 它是一种具有涌现行为的整体能力。体现在全域打击、核威慑与安全控制、全维防护、信息对抗、综合保障等体系模块在全军信息系统和军兵种专用信息系统

的联结、融合与指挥控制下进行完美协作和交互, 快速、高效、集约、一致地涌现出以“全域威慑、体系破击”能力为核心的完成多样化军事任务的能力^[2]。基于此, 笔者对信息系统体系作战仿真系统的设计与应用进行研究。

1 基于信息系统体系作战能力生成机理

形成基于信息系统的体系作战能力的最底层要素是作战要素, 作战要素由装备、信息、阵地及配套系统和人才要素构成, 这些要素在编制体制和作战条令条例作用下生成作战单元; 作战单元在指挥控制系统作用下, 运用战役战术, 单元间优化协同, 形成作战力量; 进一步开展实兵演练、作战实验甚至实战, 促使部队战斗力的生成; 系统运行演化、优化形成作战体系; 能力涌现形成体系作战能力。在这个过程中, 信息系统一直起着“粘合剂”的作用, 是形成作战力量, 生成战斗力并演化成体系作战能力的关键, 没有信息系统的作用, 指挥控制系统不能发挥应有的效能, 作战单元和作战系统间难以形成有效的协同, 更谈不上部队战斗力和体系作战能力的形成。而部队训练、作战实验、实战是形

收稿日期: 2014-08-21; 修回日期: 2014-10-15

作者简介: 杨萍(1968—), 女, 重庆人, 博士, 教授, 从事军事建模与仿真、军事智能决策研究。

成体系作战能力的途径和关键环节, 没有平时严格的训练和作战实践, 各个作战体系的融合和战斗力的形成就缺乏了实践的“土壤”, 人和武器装备难以形成有效的结合, 体系结构得不到及时的调整和优化, 体系能力也就难以生成^[3]。

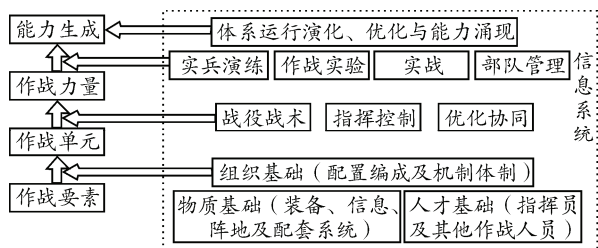


图 1 基于信息系统体系作战能力生成机理

2 基于信息系统体系作战仿真系统设计

研究基于信息系统的体系作战能力, 可以借助体系作战仿真实验来进行。这种方法效率高, 同时较易实现。而仿真系统是开展仿真实验的核心, 通过构建基于信息系统的体系作战仿真系统, 可以对体系作战的涌现行为进行探索, 探讨体系作战的规律, 探寻体系作战能力形成的方法和手段。

2.1 建模方法

对体系作战进行研究, 应采用处理复杂军事系统的观点和方法^[4]。当前主要有 2 种方法: 基于 Agent 的建模 (ABM) 方法和基于复杂网络的建模方法, 两者各有侧重。

ABM 根据分辨率和逼真度需求, 将作战想定中的各种作战实体或其聚合体, 建模为综合战场环境中具有各种作战功能的 Agent; 描述作战各方的作战组织结构和关系, 通过 Agent 间的复杂交互, 能够较好满足作战实体自主性、协同性特点, 从复杂性系统演化机制上为更好地模拟、认识和学习基于信息系统体系作战仿真提供了新的方法和手段。ABM 更多地认为是主体智能造就了复杂性。

基于复杂网络的建模方法恰当地反映了复杂系统结构上的复杂性, 通过将复杂性系统抽象为节点和节点间的复杂拓扑网络结构, 并使结构进行演化运行, 可以有效分析出复杂体系本身的关键节点和易损点, 从而既可以为发现基于信息系统体系作战能力中的薄弱环节提供有效手段, 又可为寻找对方突破口、实施体系破击提供有力支撑。复杂网络建模方法既强调了对抗体系中各主体的智能性, 也重视主体之间的联系, 但更多地是从复杂性体系的结构方面研究其演化机制的^[5]。

2.2 仿真模型构架

可以按层次划分为作战单元层和系统单元层。两层的模型都主要涉及到情报侦察、威胁与打击、指挥控制、全维防护和综合保障等方面的作战模型, 只是作战单元级分辨率更高, 系统级更宏观。按照体系作战的内涵, 仿真模型体系中应包含物理域、信息域和认知域的建模, 其中物理域主要对武器装备、信息装备及作战行动等进行建模, 信息域主要对信息系统进行建模, 认知域主要对指挥控制进行建模。

按照基于 Agent 的建模方法, 通过将复杂系统划分为与之相应的 Agent (每个 Agent 具有各自的数据、模型及接口等), 以自底向上的方式, 通过研究个体微观行为来获得系统宏观行为。作战实体模型间的信息交互, 将逼真体现真实战场中的作战信息流程。

为此, 在将作战体系划分为各功能域分系统的基础上, 采用 Agent 技术, 设置不同功能类型的作战 Agent (MCA), 建立各功能域分系统 Agent 模型, 设置各 Agent 间的信息交互, 进而实现红蓝双方对抗仿真。建立的 Agent 模型包括指挥控制 Agent、情报侦察 Agent、电子对抗 Agent、火力单元 Agent、保障单元 Agent 及区域防空 Agent 等。图 2 是采用基于 Agent 的建模方法描述的两层仿真模型框架。

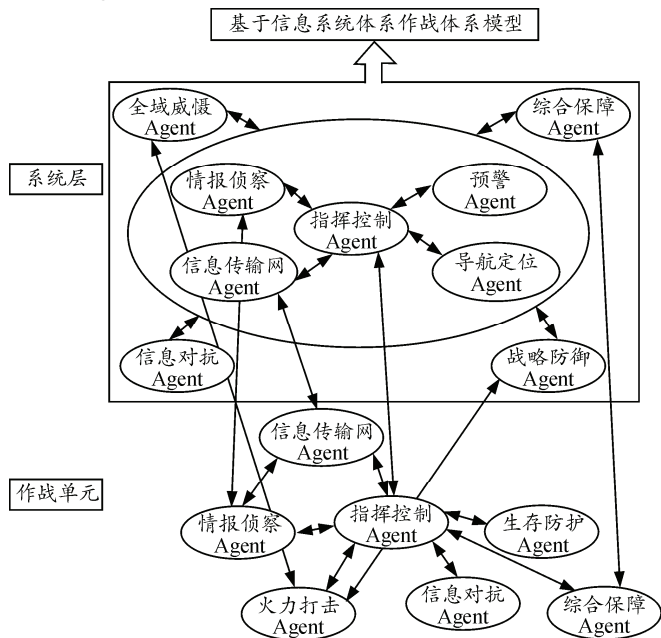


图 2 体系作战仿真模型构架

其中的信息传输、信息对抗、情报侦察等均是反映信息系统作用的模型, 它们在指挥控制模型的作用下, 将威胁、打击、防护、保障等任务紧密地

联系在一起，通过上、下层及同层模型之间的交互，涌现出体系作战的整体作战能力。

2.3 仿真系统设计

笔者将基于信息系统的体系作战仿真设计为 1 个三层的仿真框架，如图 3 所示。框架中最外层通过设置不同的仿真条件，探索作战体系对不同想定或方案的作战适应性；框架中间层的系统动力学仿真从体系系统的结构和内部反馈机制角度分析影响作战能力的主要因素；框架的最里层是基于 Agent 体系作战过程的仿真分析，既是整个仿真框架的核心，可以充分地反映对抗双方的作用和交互，同时又为中间层仿真提供能力指标数据，使基于系统动力学的仿真可以在较为宏观的层次上进行，避免了模型描述的复杂性；中间层仿真为外层探索性仿真提供基本的模型，使得可以对体系作战的各种复杂的作战条件和不确定的环境进行充分的探索分析。

内层的基于 Agent 的体系作战仿真过程为：

1) 首先根据作战任务、作战要求、武器装备、战场环境等建立用于仿真的想定空间、需求空间、物质空间、战场空间以及知识空间，从而确定体系对抗仿真的边界；

2) 然后对体系对抗的作战主体进行角色和任务划分，从结构描述、行为描述和交互描述 3 个方面构建作战主体 Agent 的模型；

3) 对设计的 Agent 模型进行封装，形成指挥 Agent、火力 Agent 等实体模型；

4) 运用 MAS 理论对这些 Agent 进行组织结构建模，构建基于 MAS 的体系对抗仿真系统；

5) 运行仿真系统，对作战、防护、指挥等作战能力以及整体作战能力进行定性、定量分析，获得体系对抗能力指标，可进一步对体系结构进行优化。

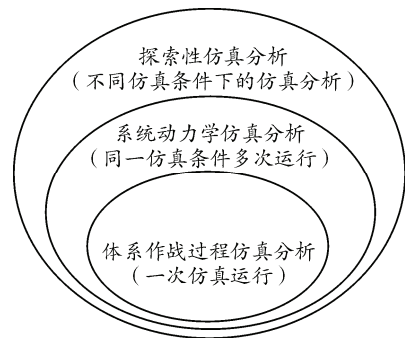


图 3 基于信息系统的体系作战仿真设计

图 4 为基于 Agent 的体系作战仿真过程。

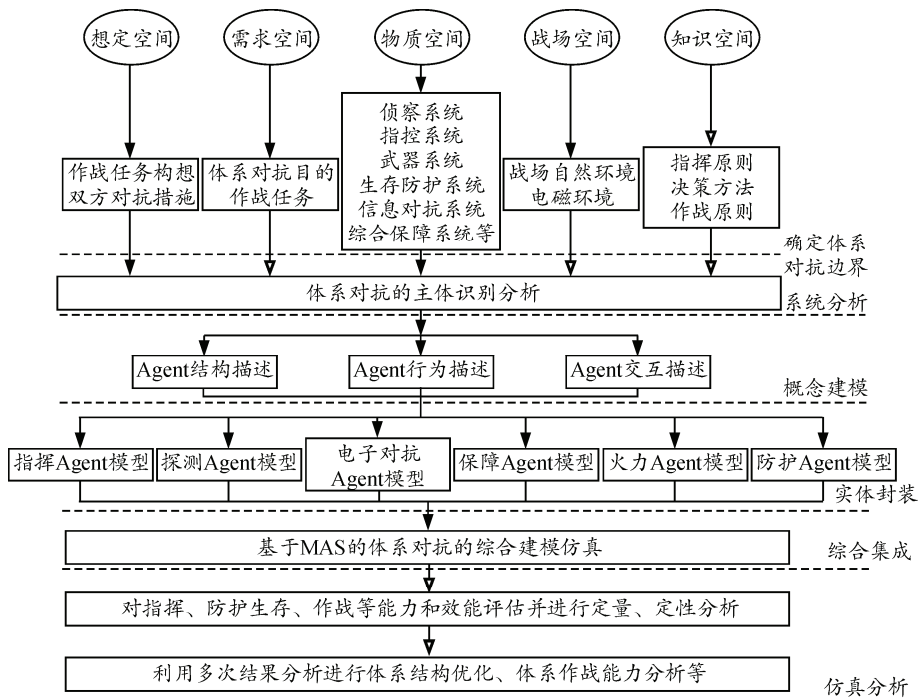


图 4 基于 Agent 的体系作战仿真过程

3 基于信息系统体系作战仿真系统的应用

3.1 基于信息系统体系作战能力评估

定量评估基于信息系统的体系作战能力是体系作战能力建设的基础。对于基于信息系统的作战体

系，由于其本质上是复杂性系统，使用基于还原论思想的传统解析方法和传统建模仿真方法是无能为力的，必须通过适用于复杂性系统的基于 Agent 的仿真系统评估当前体系作战能力，探索基于信息系统作战体系能力的生成和演化规律，了解各因素对

体系能力的影响程度，从而有效支撑基于信息系统的作战体系建设。

3.2 基于信息系统作战体系结构优化

在对基于信息系统的作战体系进行设计的过程中，由于作战体系本身的内部结构和作用机理并不十分清晰，必须借助于仿真的方式实现作战要素、单元和力量的最优配置。仿真系统底层通过基于 Agent 的形式，实现了对交互作战体系的智能刻画，可有效对基于信息系统作战体系运行进行建模，并通过系统动力学和探索性分析方法实现对整个体系运行的动态分析，其输出可有效支持对基于信息系统作战体系的结构优化。

3.3 基于信息系统体系作战能力规划论证

基于信息系统体系作战能力的规划论证包括战略层次的任务、能力需求规划论证，以及装备层次的规划论证。无论是哪个层次的规划论证，都是面向未来的，时间跨度较长；层次高、整体性强；既具有前瞻性又有继承性；既有针对性又需要适应性，呈现出战略性、复杂性的特点。

对于这样的问题，通过构建未来的虚拟作战想定，基于建立的体系作战仿真系统，进行想定空间探索，通过探索结果的挖掘，找到影响基于信息系统体系作战能力的主要因素及影响规律，从而为需求能力或武器装备的方案设计提供定量、科学的论证依据。

3.4 基于信息系统体系作战运用战法研究

基于信息系统体系作战战法指体系作战力量运用的策略、方法和手段的统称，是体系作战运用的重要方面，也是整个体系作战能力的灵魂。

利用建立的基于信息系统体系作战仿真系统，设计探索性仿真模型，改变力量的不同运用方式、策略，特别是进行以信息为焦点的战法探索研究，

(上接第 52 页)

[8] 胡绍华, 梅全亭, 包文, 等. 基于模糊物元分析的战时野营保障方案优选决策方法[J]. 物流技术, 2010(6): 146-148.

[9] 山成菊, 董增川, 樊孔明, 等. 组合赋权法在河流健康评价权重计算中的应用[J]. 河海大学学报, 2012, 40(6): 622-628.

[10] 周陈伟, 夏建华. 综合主、客观权重信息的最优组合赋权方法[J]. 数学的实践与认识, 2007, 37(1): 17-22.

[11] 崔建国, 林泽力, 吕瑞, 等. 基于模糊灰色聚类和组合

通过挖掘战法不同要素与基于信息系统体系作战能力的内在规律性，就有望找到新战法，这也是当前国外利用“作战实验室”，通过建模与仿真手段进行战法研究的主要方式。

3.5 基于信息系统体系作战训练

作战训练是形成体系作战能力的主要途径，是体系能力建设的基本手段。通过基于信息系统体系作战仿真系统，可以逼真模拟未来信息化条件下基于信息系统体系作战的环境和过程，借助网络技术还可以实现跨地域、多地域的分布式模拟训练，借助接口技术实现与实兵模拟的对接，实现更加逼真的大规模、全层次模拟，从而有力支撑基于信息系统体系作战能力的生成与提高。

4 结论

基于信息系统的体系作战的仿真必须充分考虑体系作战的复杂性特点，其仿真系统设计既要突出作战中的实体、要素间的大量交互和作用，同时还要从体系宏观的角度对体系效能进行探索，笔者设计的三层仿真结构能够较好地体现这些要求。下一步还需要进一步研究反映体系效能涌现性的指标及其探索分析方法。

参考文献:

[1] 任连生. 基于信息系统的体系作战能力概论[M]. 北京: 军事科学出版社, 2009: 185-200.

[2] 姜志平, 刘勇, 姚轶. 基于信息系统的体系作战能力生成模式研究[J]. 国防科技, 2012(5): 33-38.

[3] 军事科学院作战理论和条令研究部课题组. 基于信息系统的体系作战能力理论研究思考[J]. 军事学术, 2011(2): 5-11.

[4] 胡晓峰. 战争复杂系统建模和仿真[M]. 北京: 国防大学出版社, 2004: 275-304.

[5] 金伟新, 肖田元. 作战体系复杂网络研究[J]. 复杂系统与复杂性科学, 2009, 6(4): 12-13.

赋权法的飞机健康状态综合评估方法[J]. 航空学报, 2014, 35(3): 764-772.

[12] 胡绍华, 梅全亭, 史亮, 等. 物元分析法在战时野营保障效果评价中的应用[J]. 物流技术, 2010(4): 148-149.

[13] 康秋生, 赵胜男, 吕先洋. 基于云物元评估模型的绿色供应链绩效研究[J]. 重庆交通大学学报, 2011, 35(2): 340-343.

[14] 周泰, 王亚玲. 基于模糊物元的区域物流发展水平评价[J]. 北京交通大学学报, 2010, 9(3): 37-41.