

# 航母编队赛博空间的平行系统方法、架构及应用

王峰<sup>1</sup>, 王飞跃<sup>2,3</sup>, 程长建<sup>2</sup>, 刘希未<sup>2</sup>, 文丁<sup>3</sup>

(1 91655 部队, 北京, 100036; 2 中国科学院自动化研究所, 北京, 100190; 3 国防科技大学, 长沙, 410073)

**摘要:** 航母编队赛博空间实质上是物理空间不断延伸的虚拟空间。针对赛博空间的复杂性, 本文提出实际系统与人工系统虚实协同演化的平行系统方法、架构与应用模式。利用人工社会对复杂航母编队赛博空间进行建模, 借助计算实验对其作战策略进行评估, 通过实时信息和人工系统交互, 驱动和引导航母编队赛博空间向预期的态势发展; 提出了平行系统架构的数据层、计算层和应用层, 并结合航母编队赛博空间的需求, 提出学习培训、实验评估以及管理优化的应用模式。

**关键词:** 航母编队, 赛博空间, 人工系统, 计算实验, 平行执行

## 0 引言

航母编队是世界主要超级强国军事实力的主要体现, 而航母编队赛博空间是区别于传统的陆、海、空、天作战区域独立的新作战领域, 被认为是未来战争的重要组成部分, 是信息化战争的新型作战内容和表现形式。从组成上看, 首先航母编队赛博空间在包括网络空间、电磁空间以及与之相关的各种军民基础设施和网络化的武器装备, 具有装备多样性、态势信息多源多模态性、空间区域多变性等基本特点, 在执行作战任务时, 又要求航母编队赛博空间具有快速机动性、信息传递立体性、侦攻防任务协同性要求<sup>[1-3]</sup>;其次, 航母编队赛博空间中的人员行为具有极度复杂性、深度关联性、表现瞬变性、高度不可预测性等特点, 更为航母编队赛博空间的管理和控制更增加了不小的挑战和困难<sup>[4-5]</sup>。

航母编队赛博空间的复杂性表面上是信息化和网络化的结果, 而实质上, 它是物理空间向虚拟空间延伸和衍化的结果。针对物理空间和虚拟空间不断交融和深度衍伸的情况, 中国科学院自动化研究所复杂系统管理与控制国家重点实验室从复杂系统管理和控制的角度, 提出了虚实互动的平行控制与管理方法。该方法是在管理科学、信息科学、计算科学以及复杂性科学研究的基础上提出的一种新的计算管理方法, 它包括人工系统(Artificial Systems)、计算实验(Computational Experiments)、平行执行(Parallel Execution)的三部曲, 简称为 ACP 方法<sup>[6-8]</sup>。该方法的实质是将实际问题向虚拟空间扩充之后, 以数据为驱动, 通过虚实互动完成管理任务的一种解决问题的方式。

针对复杂的航母编队赛博空间, 利用人工社会对复杂航母编队赛博空间进行建模, 借助计算实验对复杂系统的作战策略进行评估, 再根据复杂航母编队赛博空间的实时信息和人工系统进行数据和信息交互, 驱动和引导实际的航母编队赛博空间向人们预期的态势发展, 可望从复杂系统的角度为将来航母编队赛博空间的管理和控制提供一种有效的解决方案。因此本文将结合航母编队赛博空间的实际需求, 提出应用 ACP 方法的框架和目标, 从而更好地为航母编队赛博空间的管理和决策提供数据支持, 服务于航母编队的海战需求。

## 1. ACP 方法简介

ACP 方法包含三步, 1) 人工系统建模, 2) 计算实验分析, 3) 平行执行的控制和管理。其中, 人工系统自然地解决了智能建模问题, 是计算实验和平行执行的基础; 计算实验则利用高性能的并行计算技术, 对现有的管理和控制策略进行计算和分析, 成为航母编队赛博空间的作战方案评估的有效步骤; 平行执行则将航母编队赛博空间的“通信”和“控制”得以充分地融合, 为解决实际问题提供了创新的思路。

人工系统的核心方法是基于智能体的建模与分析, 可以在计算机中对每个具有自主意识的机构、组织或个人建立其智能体, 赋予智能体一定的行为规律并使其相互作用, 通过观察智能体的整体行为可以涌现出对现实社会有指导意义的规律或群体现象。人工社会方法与传统的模拟仿真方法有较大的差别。传统仿真通过将研究对象分解为子系统, 利用计算机和数值技术建模集成, 是一种自上而下的被动还原型研究方

法；而人工社会通过人造对象的相互作用，利用计算机和智能体技术“培育生长”社会，模拟并“实播”人工社会系统的各种状态和发展特性，是一种自下而上的主动综合型研究方法。目前针对智能体的专门研究有很多，如软件人<sup>[9]</sup>、虚拟人<sup>[10]</sup>等。

在建立了人工系统后，通过计算模拟和涌现观察，分析复杂系统的行为。在计算实验方法中，传统的计算模拟变成了“计算实验室”的“试验”过程，成为“生长培育”各类事件的手段，而实际系统中的事件只是这个“计算实验”的一种可能结果而已，体现了复杂系统多重可能性的结果。计算实验方法在其他领域也得到了重视和发展。张维对计算实验在金融领域的应用做了大量的研究工作<sup>[11]</sup>；蔡游飞等开展了计算实验方法在军事领域的研究<sup>[12]</sup>；陈曦等将计算实验方法应用到公共安全领域<sup>[13]</sup>等。

平行执行是 ACP 方法中的最终目标。基于 ACP 方法形成的平行管理系统将包括实际系统和人工系统。实际系统主要用来由映射航母编队赛博空间的信息系统构成，能够观测到航母编队赛博空间内在发生什么事情；而人工系统综合建模结果，预测航母编队赛博空间将来会怎么样；通过学习与培训、实验与评估、管理与优化等模式，实现实际系统与虚拟系统的交互，满足实际作战的需求。

## 2. 平行系统架构与设计目标

图 1 为航母编队赛博空间的平行系统架构。从左往右看，它包括实际系统和人工系统两个部分，从自下而上看，它包括数据层、计算层和应用层。

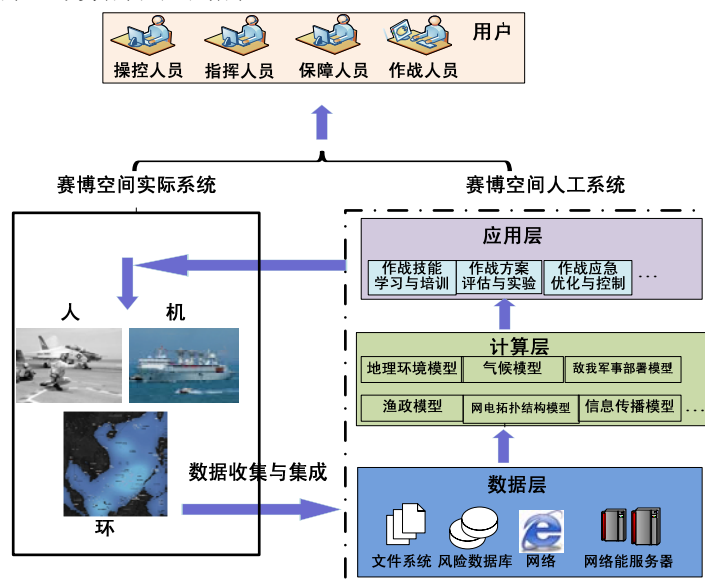


图 1 航母编队赛博空间的平行系统架构

从下往上看，数据层主要是有基于实际航母编队赛博空间的数据，用于海战场周边地理环境、国际社会环境和军事环境的描述。它主要是航母编队赛博空间的开源和闭源数据的搜集、处理和分析。开源数据主要使用聚焦爬虫等技术，高效收集跨域社会多媒体信息，自动识别与跟踪与航母编队相关的调配动态、技术变革等最新情报；闭源数据则反映航母编队赛博空间探测、监视、指控方面的信息；采用云计算体系结构，对模型和数据进行统一存储、调度、分配、计算和管理，满足用户的定制化应用。

计算层主要是构建航母编队赛博空间的人工系统，为航母编队赛博空间的态势分析和预警提供模型和算法支持。在制定各种模型标准和规范、模型校核与验证的基础上，建立地理环境模型、气候模型、敌我军事部署、装备、战略与行动、渔政模型、网电拓扑结构模型、信息传播模型等各类模型，形成标准的算法库，便于调用和分析。

应用层面向管理和决策人员等系统用户，为用户提供面向具体应用的服务。应用层协调了实际系统和人工系统的计算处理。通过典型作战部署场景的模拟和学习培训，实现对作战人员心理素质的增强、技术素质的强化记忆，基本技能的学习总结等功能；通过对作战方案的模拟分析，预先计算和评估作战战略方

案的可执行性、作战效能以及可能的战争后果分析；通过对应急场景的模拟，强化作战人员的应急处置能力和心态；通过对航母编队赛博空间信息和人工空间的交互，实现对航母编队作战资源的优化配置。

总之，通过建立航母编队赛博空间平行系统，希望达到的目标是：

- 1) 构建航母编队赛博空间相对应的社会舆情搜集和分析平台，实现全程、实时、全面的检测航母编队相关的各类信息、部署情况、最新技术进展，形成航母编队百科知识库；
- 2) 融合航母编队人工系统、航母编队社会舆情平台、航母编队赛博空间集成信息平台，形成航母编队赛博空间的一体化指控平台，联警联动、缩短决策时间；
- 3) 通过航母编队赛博空间的人工系统的各种联动的实验，分析海战场赛博空间各种可能冲突的发生、发展和演化过程，对潜在的重大危险进行预警；
- 4) 形成一个用于学习和培训的平行系统平台，增强作战人员的作战技能和心理素质。

很明显，虚实结合的平行系统一旦构建成功，将会更好地融合现有的综合监控平台，提升综合监控平台的预测功能和态势分析功能；将会改变现有的指控模式，使得虚拟世界和现实世界之间的交互更加频繁，提高现有指控系统的智慧度。

### 3. 航母编队赛博空间平行系统的应用思路

图 2 显示了航母编队赛博空间人工系统与航母编队赛博空间实际系统的三种应用模式。根据应用模式和应用目的的不同，引申航母编队赛博空间用于不同目的的三个子系统：平行培训系统(Parallel Training System PTS)、平行评估系统(Parallel Evaluation System PES)和平行管理系统(Parallel Management System PMS)。这三个系统可以相互独立，实现不同的功能，同时在模型方面，又具有不同的建模粒度。

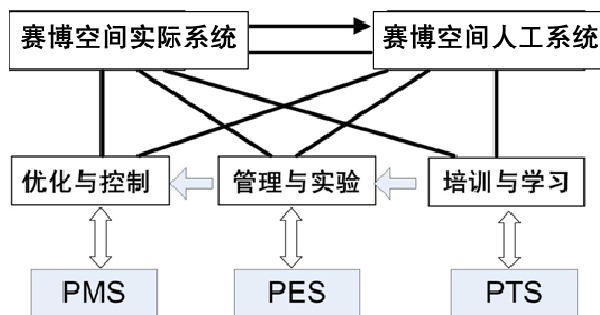


图 2 航母编队赛博空间实际系统与人工系统的三种应用模式

学习培训平行系统是用来满足作战指挥人员、武器装备操作人员等不同人员的学习的通用和专用平台。通用平台则是提供一个网络化的学习培训环境，结合了航母编队专用百科知识库，满足各类人员学习了航母编队赛博空间相关知识、技能的平台；专用平台则结合具体的作战场景，培训各类作战人员的协同操作和配合的人工仿真系统，培训作战人员的作战目的，作战要求，作战步骤以及作战时的图形化操作，并进行操作技能的评价和评分，提高作战人员的技能，培养作战心理素质。

实验评估平行系统主要是基于航母编队赛博空间的实际数据，定量评估航母编队赛博空间的安全性、经济效用性等指标，为航母编队的战略决策提供数据支持；同时利用构建的航母编队赛博空间人工系统进行极端场景下的作战方案评估，以降低实际演练的经济压力和风险压力，提高作战方案的效能。

管理优化平行系统是实验与评估的高级发展阶段，随着模型的丰富、完善和准确，我们可以利用航母编队赛博空间的人工系统开展相应的管理和优化应用。如航母编队配置优化、应急处置方案优化、运行和保障方案的经济性和可靠性优化等。

### 4. 结论和展望

通过构建航母编队赛博空间的平行系统，有利于促进人和航母编队赛博空间的有机融合，提高航母编

队的作战效能,有利于解决航母编队作战态势和周边形势的检测、分析和预警;有利于为建立军事传感网、社会传感网和指挥控制系统的一体化管理。建立的平行系统将对危机处置处理,作战方案评估以及作战效能评估以及周边国家态势评估提供有力的数据支持。总之,基于 ACP 方法的航母编队赛博空间研究,可望从复杂系统的角度为将来航母编队赛博空间的管理和控制提供一种有效的解决方案。

#### 参考文献:

- [1] 潘镜芙; 国外航空母舰的发展与展望[J];自然杂志;2007年06期;
- [2] 黄仁全; 李为民; 空防对抗战场拓展到赛博空间对未来国家防空的影响[J];国防科技;2012年03期;
- [3] 周智超;张美旭;美国航母编队作战指挥特点及指挥信息系统分析[J];舰船科学技术;2011年11期;
- [4] 唐林;刘尚麟;赛博空间心理战装备发展研究[J];国防科技;2012年12期;
- [5] 许有法; 徐新照; 基于信息网络的心理攻击探讨 [J];国防科技;2007年04期;
- [6] 王飞跃, 史帝夫·兰森.从人工生命到人工社会-复杂社会系统研究的现状和展望[J].复杂系统与复杂性科学, 2004, 1(1): 33-41.
- [7] 王飞跃.计算实验方法与复杂系统行为分析和决策评估[J].系统仿真学报, 2004, 5: 893-897.
- [8] 王飞跃.平行系统方法与复杂系统的管理和控制[J]. 控制与决策, 2004, 16(5): 485-489.
- [9] 王洪泊, 曾广平, 涂序彦.“软件人”系统研究及其应用. 智能系统学报, 2006(01): p24-p28.
- [10] W. Swartout, J. Gratch, R. Hill. Toward Virtual Humans. AI Magazine, 2006. 1(1): p96-p108.
- [11] 张维, 李根, 熊熊等. 资产价格泡沫研究综述:基于行为金融和计算实验方法的视角. 金融研究. 2009, (08): p182-p193.
- [12] 蔡游飞, 曾宪钊. 基于计算实验的复杂作战系统研究方法. 系统仿真学报. 2005, (09): p2239-p2243.
- [13] 陈曦, 费奇, 李炜. 基于计算实验的公众恐慌研究初探. 华中科技大学学报(社会科学版). 2009, (02): p34-p37.