

doi: 10.7690/bgzdh.2022.05.014

水面舰艇信息作战仿真训练系统研究

张国兵

(中国人民解放军 91336 部队, 河北 秦皇岛 066326)

摘要: 为弥补在训练过程中实兵训练手段存在的不足, 提出一种用于舰艇官兵信息作战的仿真训练系统。采用计算机仿真、大数据处理、人工智能和虚拟现实等先进技术构造逼真的复杂战场环境, 对系统组成功能和内部信息交互关系进行设计, 深入分析关键实现技术和应用方向。仿真结果表明, 该系统可为设计水面舰艇信息作战仿真系统提供一种设计方案。

关键词: 水面舰艇; 信息作战; 仿真训练; 态势融合; 考核评估

中图分类号: TJ83 **文献标志码:** A

Research on Surface Warship Information Warfare Simulation Training System

Zhang Guobing

(No. 91336 Unit of PLA, Qinhuangdao 066326, China)

Abstract: In order to make up for the deficiency of the training means in the training process, a simulation training system for warship officers and soldiers in information warfare is proposed. Advanced technologies such as computer simulation, big data processing, artificial intelligence and virtual reality are fully used to construct a realistic and complex battlefield environment, to design the system composition function and internal information interaction relationship, and to deeply analyze the key implementation technologies and application directions. The simulation results show that the system can provide a design scheme for the simulation system of surface warship information warfare.

Keywords: surface warship; information warfare; simulation training; situation fusion; assessment and evaluation

0 引言

现代信息化战争中, 信息对抗作战贯穿水面舰艇作战全过程, 是水面舰艇作战能力的重要支撑, 在水面舰艇及编队夺取制电磁权、制海权、制空权等一系列作战行动中发挥着关键作用, 是攻敌制胜的重要一环^[1]。水面舰艇是典型的组成多样性、结构层次性、功能涌现性和整体统一性的作战体系, 尤其是编队配置下这些特点更加突出, 呈现为异常复杂特征, 使得舰艇官兵必须掌握过硬的综合专业知识和装备操作技能, 才能在瞬息万变的战场环境下聚合各种作战能力, 取得胜利。可见, 重视水面舰艇官兵的实战化训练, 提升其现代信息化实战能力尤为重要。目前比较认可的训练方法和手段是实兵演习, 能在实兵对抗的环境下较好地训练和检验官兵的作战能力; 但是, 实兵演习组织人力、物力消耗比较大、组织周期长, 复杂战场环境构设比较困难^[2-3], 甚至为了安全考虑, 有些情节或战术无法达成, 降低了训练效益。

仿真训练手段和方法组织比较灵活便捷、各种消耗比较小、安全性较高, 尤其是虚拟可视化技术

能够多维度详细复盘战场态势, 更有利于官兵的实战化训练和能力的提升^[4]。根据军事训练需求, 笔者提出一种水面舰艇信息作战仿真训练系统, 可为舰艇官兵提供仿真训练平台, 与实兵演习相辅相成, 锤炼舰艇官兵的信息化作战能力。

1 设计思路

系统紧紧围绕舰艇官兵, 以训练人机一体的作战能力为核心, 确保系统的逼真度和实时性, 满足实战化训练需求, 具体如下:

1) 对准实装等效模拟。

瞄准实装的功能和性能, 以及物理结构、外貌特征, 进行仿真模拟, 与人交互的装备软件均采用实装软件。装备外体物理结构采用低廉材质仿制, 内部硬件采用计算机平台构建, 采用分布式+集中解算的架构进行模型解算和数据处理。

2) 虚实结合人在回路。

仿真训练平台与虚拟兵力进行实体绑定, 参与到虚拟兵力部署、行动中, 并通过人在回路的方式, 实现人工操控仿真训练平台与虚拟战场环境信息交

收稿日期: 2022-01-28; 修回日期: 2022-02-27

作者简介: 张国兵(1979—), 男, 河北人, 硕士, 工程师, 从事雷达系统仿真、舰艇信息作战系统仿真研究。E-mail: buaa_zgb@163.com。

互、信息融合、作战行动和战术运用等功能，给参训官兵营造逼真战场环境，具有较强的“沉浸感”。

3) 统一标准减少冲突。

该仿真训练系统具有规模较大、节点较多、信息交互比较频繁、传输量比较大、数据类型较多和解算量比较大等特点，需确定系统互联、信息融合、模型重用、数据交换和系统互操作等标准后，指导系统后续的设计和研发。

4) 增强智能减员增效。

系统必须构建虚拟智能蓝军和部分虚拟红军，将人的作战行为、作战思维和战术决策等最大化地转换为计算机语言算法和模型完成，使训练保障员名额降到最低，并最大限度保障红方参训官兵的训练席位。

5) 多维建模突出重点。

用于实战化训练的仿真训练系统必须保障实时性和逼真度 2 大特点，若同时保障所有环节、细节的逼真度，将会同时处理海量模型数据，在有限的硬件资源下势必降低系统实时性。为满足训练需求，系统必须采用多维建模突出重点的思路对系统进行规划与设计，与参训官兵直接接触的装备采用信号级或机理级模型、间接接触的装备采用功能级或机理级模型、多环节后接触的信息采用功能级或特征表述级模型。实现多维、多粒度模型互联互通，信息相融，重点突出参训官兵实战化战场环境的真实感。

与国内外同类系统相比，该训练系统利用属地优势对红方兵力设备采用了软件实装化、硬件等效化设计，并用大量靶场实测试训数据对模型进行校验或者为试训数据的二次开发模型，能够真实反映实际装备的属性特征，提供超逼真的战场环境；另外，采用集中超算技术，将系统大量模型运算、信号和数据处理集中解算、统一调度、高速传输与交换，可灵活扩充超算硬件板卡，不用更换升级终端操作台的硬件设备，随时确保系统的实时性；还采用文件、报文、音视频等多域数据采集技术，可实现全过程采集、记录和复盘回放，并将电磁效应具象化，便于官兵随时了解掌握信息作战的每个细节和元素，大大提升了训练质效。

2 系统组成与功能

如图 1 所示，水面舰艇信息作战仿真训练系统主要由训练导演与评估分系统、蓝方作战模拟分系统、红方作战模拟分系统、舰艇平台模拟分系统和

数据处理与服务中心 5 部分组成。

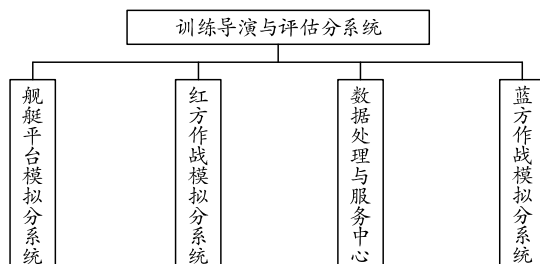


图 1 水面舰艇信息作战仿真训练系统

1) 训练导演与评估分系统。

主要包括战场态势规划单元、战场态势监视单元、情报信息支援服务单元、训练效果评估单元、训练数据复盘分析与数据存储管理。该分系统主要具有战场态势规划设计与导调、训练进程控制、战场态势动态监视和裁决、友邻或第三方情报信息支援、作战过程分析、训练效果评定、训练结果管理和训练过程回放等功能^[5-6]。

2) 蓝方作战模拟分系统。

主要包括航空兵作战群模拟单元、水面舰艇作战群模拟单元和岸基作战兵力群模拟单元。该分系统主要采用人工+智能技术构建虚拟蓝军，具有蓝军战场态势规划和导调、兵力部署、作战行为模拟、战术动作控制、交战过程模拟、简单作战决策、战场信息融合态势监控等功能。

3) 红方作战模拟分系统。

主要包括航空兵作战群模拟单元、水面舰艇作战群模拟单元和岸基作战兵力群模拟单元。该分系统主要采用虚实融合技术模拟红军，并将舰艇模拟平台实体与虚拟平台一一绑定，绑定平台受舰艇模拟平台操控人员控制，同时实现 2 个分系统之间的信息交互，完成战场态势动态融合，主要具有红军战场态势规划和导调、兵力部署、作战行为模拟、战术动作控制、交战过程模拟、简单作战决策、战场信息融合态势监控等功能。

4) 舰艇平台模拟分系统。

主要包括驱逐舰、护卫舰、航母等型舰艇作战平台的模拟。该分系统主要采用计算机仿真技术和数学建模技术对舰艇作战指挥系统、舰载传感器和舰载硬武器进行等效模拟，主要包括指控、雷达、雷达对抗、通信、通信对抗、光电及光电对抗等专业装备。其中作战指挥和舰载传感器必须与实装相等模拟，并构建仿制相应装备的操控席位，舰载硬武器采用虚拟技术实现^[7-9]。

5) 数据处理与服务中心。

主要包括数据解算单元和数据存储单元，该部分主要具有对大量数据高速处理、并行计算，以及大量数据高速读取/写入、大量数据高速传输与交互等功能。

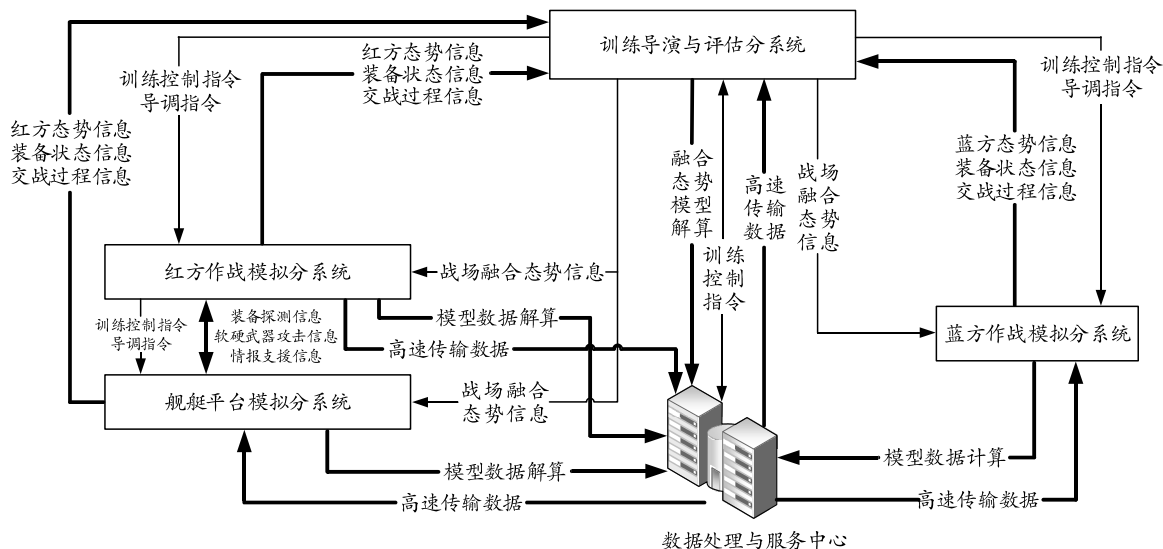


图2 主要信息交互关系

1) 训练导演与评估分系统负责全系统运转和训练评估，主要向红方作战模拟分系统、舰艇平台模拟分系统、蓝方作战模拟分系统和数据处理与服务中心部分发送训练控制指令、战场融合态势信息，以及导调、裁决指令等，同时接收红蓝双方的态势信息、装备状态信息、交战过程信息等。在训练过程中和结束时，接收舰艇平台模拟分系统送至的训练过程数据和考评结果数据。

2) 红方作战模拟分系统主要是受训练导演与评估分系统进程控制与导调，并间接控制与导调舰艇平台模拟分系统运转，以及对舰艇平台模拟分系统适时进行情报信息支援，训练过程中接收舰艇平台模拟分系统的装备探测信息、软硬武器攻击信息、情报支援信息等，并将红方态势信息动态送至训练导演与评估分系统。

3) 舰艇平台模拟分系统主要是绑定在红方作战模拟分系统的对应虚拟平台上，受红方作战模拟分系统控制，在训练过程中将模型参数数据送至数据处理与服务中心进行实时结算，回传解算结果数据，完成舰艇模拟装备的作战使用，并将考评数据送至训练导演与评估分系统。

4) 蓝方作战模拟分系统属于智能蓝军，在训练导演与评估分系统的进程控制与导调下，完成蓝军作战模拟，部分模型解算功能由数据处理与服务中心承担。在训练过程中，完成蓝军兵力部署、调动、

3 信息交互关系

图2所示为训练导演与评估分系统、蓝方作战模拟分系统、红方作战模拟分系统、舰艇平台模拟分系统和数据处理与服务中心主要信息交互关系。

航路规划、作战行为模拟、作战战术实施等作战模拟，并将蓝军战场态势信息、装备状态信息等送至训练导演与评估分系统。

5) 数据处理与服务中心主要是分担各分系统的部分模型处理功能，实时接收其他分系统的模型参数数据，实时解算完后高速回传数据至源模型。

4 关键实现技术

为了构建贴近实战的战场环境，逼真呈现战场环境变化的未知性和不确定性等特征，增强官兵的真实“沉浸感”，系统综合采用多项前沿高新技术融合实现系统研制，重点涵盖以下技术：

1) 虚实融合技术^[10]。

主要是指舰艇平台模拟分系统实物模拟设备与红方作战模拟分系统虚拟模型之间的融合，以及舰艇平台模拟分系统实物模拟设备内部的虚实模型融合技术。以信息作战传感器设备模拟为核心，采用实物模拟设备与虚拟模型映射绑定技术，虚拟模型直接接收实物模拟设备模型解算结果，未绑定时，虚拟模型自行解算；对于实物模拟设备内部模型，则采用实装软件移植技术和等效模拟技术实现虚实融合。

2) 实时解算技术^[11]。

该系统规模比较大、并行运转模型繁多，给系统实时性处理方面造成较大负担，如果硬件平台性

能一般，则会造成训练效益下降。为了确保系统实时解算能力，本系统采用国内先进的云处理技术集中解算，并根据系统运算规模配置相应解算能力的云处理设备，即通过高性能集群 HPC 的多节点并行处理技术提高解算效率。

3) 智能蓝军技术^[12]。

根据设计需求，蓝军作战模拟分系统需最大程度降低人员配额，实现无人化智能化操控，例如兵力部署、航路规划、作战行为约束、战术实施等均需智能化操控和建模，给虚拟建模带来很大难度。采用国内先进的人工智能技术、机器学习技术、数据挖掘技术和区块链技术等构建智能虚拟蓝军，实现人机对抗模式，使虚拟蓝军保持最大程度的智能化。

4) 信息交汇融合技术^[13]。

本系统信息数据传输量比较大、交汇点比较多，很容易导致系统数据冗余、逻辑冲突，甚至系统崩溃或死机；因此，系统首先制定统一标准格式和通

信协议，以时间轴为基准，采用并行计算+分时复用技术，实现不同粒度、层级模型之间的数据交汇，保障红蓝双方作战模拟在同一战场态势下完成信息对抗作战，满足其动态交叠的变化。

5) 数据外推建模技术^[14-15]。

对于雷达信号、目标回波信号、背景杂波信号模拟逼真度难度较大问题，本系统采用传感器数据的整编与重构技术，收集外场实兵演练过程中的雷达、电子战探测的目标、杂波、干扰信号等实测数据，可将这部分数据整编重构成模拟态势的驱动数据；也可进一步提炼其误差特性、探测稳定性与连续性特征。

5 系统应用分析

5.1 应用工作流程

根据训练需求，系统应用工作流程主要分为准备阶段、实施阶段和结束阶段 3 部分。具体工作流程如图 3 所示。

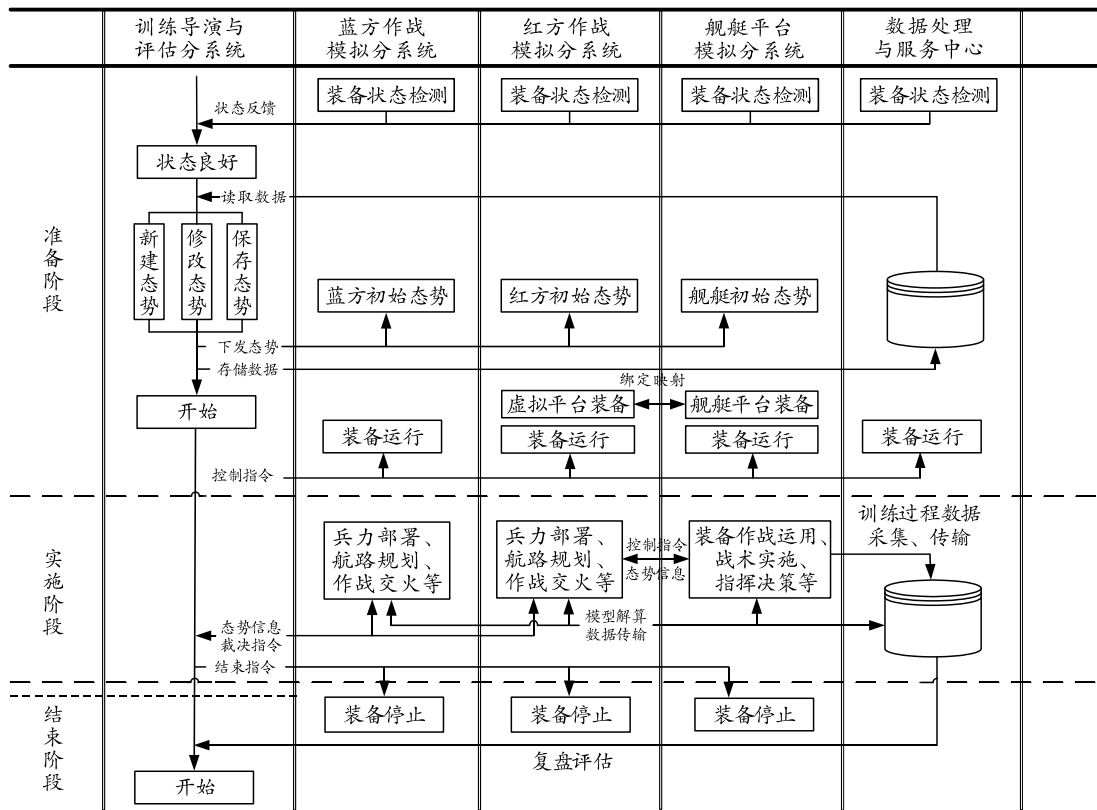


图 3 应用工作流程

1) 准备阶段：由训练导演与评估分系统实施系统总体进程控制，首先检测各分系统装备工作状态是否良好，确保各分系统运行正常情况下，进行下一步工作；然后，根据训练作战意图、企图和决心，制定作战想定方案和预案，新建作战想定态势文件

或从数据处理服务中心读取已有想定态势文件进行修改完后保存，或者直接使用；最后，在确保态势完整无误的情况下向蓝方作战模拟分系统下发蓝方初始态势，向红方作战模拟分系统下发红方初始态势、向舰艇平台模拟分系统下发舰艇初始态势，三

方态势为同一作战区域态势，作战背景相同。红方作战模拟分系统根据参战具体兵力与舰艇平台模拟分系统进行虚实绑定映射。待各分系统准备完毕后，由训练导演与评估分系统下发“开始”控制指令，进入实施阶段。

2) 实施阶段：根据作战想定情节的推进，红蓝双方灵活指挥双方的参战兵力，包括排兵布阵、调用兵力、信息对抗、武器交火等作战行为，并实时将红蓝双方的导调信息送至训练导演与评估分系统进行战场态势信息融合，然后将融合后的综合态势信息送至红蓝双方作战模拟分系统，完成相应态势信息更新和显示，必要时红蓝双方接收训练导演与评估分系统的裁决指令或者情报支援信息，及时更新或改变己方态势信息；同时，在双方兵力运行期间涉及到的模型解算交由数据处理与服务中心进行实时解算，及时回传解算结果。在这个过程中实时采集训练考评数据，主要包括装备参数信息、装备运用信息、人员指挥口令、兵员操控信息、现场音视频信息等。

3) 结束阶段：当红蓝双方已分出胜负或者其他原因需要终止系统时，由训练导演与评估分系统下达“结束”指令，事后进行复盘评估。

5.2 应用方向分析

系统主要应用于舰艇平台或编队级信息对抗作战仿真训练，涉及到指控、雷达、雷达对抗、通信、通信对抗、光电及光电对抗等专业装备的官兵作战训练。官兵训练是在未知和不确定的作战环境下完成信息对抗作战任务，全程贴近实战条件下，充分发挥和锤炼官兵的作战思维、作战行为和具体战术实施，以及装备作战操作能力，能够应对未来战场上各种作战环境和应急处置环节。在训练过程中，完备挖掘关键环节考评数据，立体多维度考评参训官兵在具体作战背景下的表现能力，并通过各种作战环境下的作战训练，进而综合作战能力评估，使参训官兵在大幅提升信息对抗作战能力前提下能够得到客观真实的评价。在评估过程中，不仅可以评价单人的装备操作技能、作战思维和行为，而且更能评估整体的协同配合、信息传输和共享能力，在具体作战环境下最优地发挥舰艇的整体作战效能。例如战场态势掌握、协同探测、电磁攻防、通信达成或通信方案调整等方面能力评估。通过仿真训练，能够加速提升官兵的信息化作战能力，无缝对接实

兵演习战力检验或实际作战。

6 结束语

随着军事技术的不断发展，信息化作战体系越来越庞大、复杂和结构多维，尤其是海战场作战更加复杂多变，导致未来信息化实兵战场环境很难构建和复现，而现代的计算机仿真技术完全能够仿真模拟未来信息化战场，提供逼真的虚拟战场环境，构造各种虚拟作战场景，具有很强的“代入感”，在加速广大官兵信息对抗作战能力提升方面具有明显的训练质效。另外，系统除了应用于仿真训练方面外，还可用于水面舰艇或舰载装备的战术战法仿真推演，以及作战方案仿真推演。

参考文献：

- [1] 谢荣鸿, 冷画屏, 陈小银. 航母编队远海对空作战预警探测体系的构建[J]. 舰船电子工程, 2011(1): 1-3.
- [2] 刘江涛. 基于并行仿真的水面作战对象模型体系设计与实现[D]. 北京: 北京邮电大学, 2018.
- [3] 王永明. 某机载预警雷达对抗仿真训练系统体系结构研究[D]. 成都: 电子科技大学, 2012.
- [4] 谢宜, 宋振海, 付建. 基于仿真平台的 SE/AIP 训练模拟器设计与实现[J]. 计算机仿真, 2020(37): 20-22.
- [5] 王苗, 陈健, 饶世钧. 水面舰艇编队海上训练信息系统需求分析[J]. 科技视界, 2019(18): 37-39.
- [6] 李德伟, 黄高明, 马琳. 海军某训练导调控制系统分析与设计[J]. 指挥控制与仿真, 2018(10): 94-97.
- [7] 徐敬, 熊正祥, 张永胜, 等. MuDIS 在水面舰艇作战训练模拟系统中的应用测试[J]. 系统仿真学报, 2018(12): 4668-4676.
- [8] 吉玉洁, 吴亮, 李宏海. 仿真技术在水面舰艇作战试验中应用的思考[J]. 现代信息科技, 2018(12): 98-100.
- [9] 王奎. 基于信息作战训练的舰艇模块化设计方法[J]. 舰船电子工程, 2020(3): 26-31.
- [10] 赵良玉, 陈成, 张铎, 等. 基于混合现实的空战演训系统研究[J]. 航空兵器, 2019(2): 63-68.
- [11] 魏潇. 云计算技术在计算机数据处理中的应用研究[J]. 信息与电脑, 2020(14): 22-24.
- [12] 赵日, 赵鹏飞, 程运江, 等. 人工智能技术在反舰作战中的应用研究[J]. 战术导弹技术, 2019(5): 86-91.
- [13] 孙志. 综合指挥显示系统关键技术研究及实现[D]. 西安: 西安电子科技大学, 2019.
- [14] 夏栋, 察豪, 秦华, 等. 基于实采数据的海杂波与气象杂波模拟[J]. 现代雷达, 2012(5): 77-80.
- [15] 崔连虎, 韩红斌. 基于雷达回波数据的箔条杂波特性提取与应用研究[J]. 舰船电子工程, 2020(6): 70-73.