

海军作战模拟理论与实践

HAIJUN ZUOZHAN MONI LILUN YU SHIJIAN

主 编 王小非

副主编 陈 炜 罗玉臣



国防工业出版社

National Defense Industry Press

E8
1027



NUAA2014009380



E8
1027-1

海军作战模拟理论与实践

主 编 王小非
副主编 陈 炜 罗玉臣
编 写 (按姓氏笔划排序)

王小非	冯天昊	吴沉寒	余 昀
陈 炜	罗玉臣	罗 勤	岳增坤
赵文婷	谢 方	熊志强	薛 峰



国防工业出版社

· 北京 ·

2014009380

内 容 简 介

本书系统地介绍了作战模拟的概念和内涵,描述了海军作战环境、作战实体和作战指挥系统的建模技术与方法,从建模仿真技术框架、作战模拟系统设计到作战模拟案例,论述了作战模拟的军事应用实践。本书内容丰富翔实,从理论到实践,深入探讨了作战模拟系统所涉及的各个环节和各种要素,对研究和开发海军作战模拟系统具有参考与借鉴作用。

本书可作为高等院校相关专业本科生或研究生的教材或参考书,也可作为科研人员和工程技术人员的技术参考书。

图书在版编目(CIP)数据

海军作战模拟理论与实践/王小非主编. —北京:国防工业出版社,2010.4

ISBN 978-7-118-06712-5

I. ①海... II. ①王... III. ①海军—作战模拟
IV. ①E843

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 045395 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 25 字数 757 千字

2010 年 4 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—3000 册 定价 68.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

06880003109

前 言

作战模拟是利用计算机和网络技术,对敌对双方或多方的对抗过程及结局进行模仿,以非实际交战方式揭示作战过程基本规律的一种方法。

现代战争中,对战争及每次作战行动进行作战模拟,已日趋成为一种较为普遍的做法。作战模拟实质上提供了一个“作战实验室”,在这个实验室里,利用模拟的作战环境,可以进行策略和计划的实验,可以预测策略和计划的效果,检测策略和计划的缺陷,可以评估武器系统的效能,可以启发新的作战思想。

目前,作战模拟已成为各国制定中长期发展规划和实施决策的一个必不可少的环节,将其应用在国家目标与国家战略研究、国防战略与作战方针研究和武器力量的规划等方面。作战模拟在新装备论证和作战新概念研究中的作用日益重要,世界各国都特别重视,加大对作战模拟的投入力度。随着作战模拟应用范围的不断扩大,人们对作战模拟的要求也越来越高,同时也促进了作战模拟研究的不断深入。

《海军作战模拟理论与实践》一书以海军作战为模拟对象,从作战环境、作战实体、作战指挥、作战模拟效能评估到作战模拟的校核、验证和确认,对作战模拟系统的各个环节和各种要素进行了描述,系统性较强,具有针对性、实践性和创新性的特点。全书共分12章,第1章 作战模拟的概念,描述了作战模拟的概念与内涵,分析了作战模拟的分类、系统构成和基本过程,对作战模拟的地位和作用进行较为深入的探讨;第2章 海军作战环境的定量描述,对影响海军作战的战场环境,包括地理环境、海洋环境、气象环境和电磁环境等进行了全面系统的描述;第3章 海军作战实体模型,描述了实体模型的概念和作战实体建模的数学方法,对海军作战的主要实体,如雷达、作战平台和武器等实体的建模进行研究,并分析了实体建模中的多分辨率建模技术与方法;第4章 作战模拟中基于Agent的智能兵力生成,分析了作战模拟中CGF的行为模型开发技术,包括知识获取与智能决策、路径规划、编队队形变换和智能决策,对作战模拟的CGF技术和开发进行较深入的探讨;第5章 海军作战指挥系统模型,描述了作战指挥系统仿真的特点,分析了作战指挥系统的建模和仿真框架,对作战指挥系统的本征模型和派生模型进行了较深入的探讨;第6章 海军作战模拟中的战斗损耗模型,研究了海军作战模拟系统中的战斗损耗问题,描述了兰切斯特计算法、蒙特卡罗计算法、指数法等经典方法;第7章 作战模拟效能评估方法,分析了作战模拟的效能度量问题,研究了基于仿真系统的效能评价指标体系的结构,提出了基于仿真

系统效能评价指标体系,介绍了相关的效能评价方法;第8章 海军作战模拟的技术框架,分析了海军作战模拟技术框架的基本内涵、建设的必要性与基本建设思路,讨论了仿真框架与协议、任务空间概念模型、建模与仿真开发技术等内容,对作战模拟技术框架的新技术趋势进行了简要介绍;第9章 作战模拟的校核、验证和确认,介绍了基于作战模拟的校核、验证和确认的相关定义、概念和意义,分析了国内外的研究现状,描述了作战模拟中 VV&A 的策略、方法和实施过程;第10章 海军作战模拟系统设计,按照工程项目的设计思路,从系统需求、设计思想、技术方案等方面对海军作战模拟系统的设计进行描述;第11章 作战模拟应用分析,介绍了现代作战模拟的典型应用案例,从系统概况、体系结构、模型、基本原理及应用领域等方面对各系统进行了全面的介绍和系统的分析;第12章 海军作战模拟发展展望,从作战模拟技术和应用的角度,分析作战模拟的现状、特点和发展趋势,对海军作战模拟的发展前景进行展望。

本书由王小非设计框架结构,并拟定编写大纲。具体参加编写的人员有:王小非(第1章)、谢方(第2章)、罗勤(第3章)、熊志强(第4章)、余昀(第5章)、冯天昊(第6章)、吴沉寒(第7章)、岳增坤(第8章)、陈炜(第9章)、薛峰(第10章)、赵文婷(第11章)、罗玉臣(第12章)。王小非、陈炜、罗玉臣完成全书统稿工作。

本书在编写过程中参考和引用了大量文献,本书的完成离不开这些文献作者们在作战模拟及其相关领域多年的研究与应用,在此表示衷心的感谢!

由于作者水平有限,书中内容难免存在错误和不妥之处,敬请广大读者和专家批评指正。

编著者

2009年10月18日

目 录

第 1 章 作战模拟的概念	1
1.1 作战模拟的定义	1
1.2 现代作战模拟的种类	3
1.3 作战模拟的基本组成	5
1.4 作战模拟过程	6
1.5 现代作战模拟的地位和作用	7
第 2 章 海军作战环境的定量描述	9
2.1 海军作战环境概述	9
2.1.1 海上作战环境对战争的影响	9
2.1.2 海军作战环境仿真的必要性	10
2.1.3 海军作战环境的分类	11
2.1.4 海军作战环境仿真内容	11
2.2 战场气象条件的定量描述	13
2.2.1 气象条件的分类	13
2.2.2 分类量化描述	13
2.3 地形描述及其量化方法	19
2.3.1 地形状态描述方法的发展	20
2.3.2 地形状态的描述参数	21
2.3.3 地形数据的采集	22
2.3.4 地形的定量描述方法	24
2.3.5 数字地形的表示	27
2.3.6 地形展示的关键技术	29
2.4 海洋环境要素的定量描述	33
2.4.1 水文要素的描述	34
2.4.2 海流	34
2.4.3 海浪	35
2.5 海战场电磁环境模型	49
2.5.1 真实电磁环境描述	49
2.5.2 海战场电磁环境的构建	50
第 3 章 海军作战实体模型	58
3.1 实体仿真建模概述	58

3.1.1	实体模型的一般概念	58
3.1.2	实体模型的描述方法	58
3.1.3	实体模型分类	63
3.1.4	实体模型的组成	63
3.2	作战实体建模的数学方法	65
3.2.1	均匀分布随机数的生成	65
3.2.2	恒值信号抽样方法	66
3.2.3	数值积分方法	67
3.2.4	最优化问题	68
3.3	海战场作战实体建模研究	70
3.3.1	雷达电子战建模	71
3.3.2	平台机动建模	88
3.3.3	武器系统建模	96
3.4	实体建模中的多分辨率建模	105
3.4.1	多分辨率建模的应用领域及研究意义	105
3.4.2	基于多分辨率的实体建模仿真的关键技术	107
3.4.3	目前采用的方法	108
第4章	作战模拟中基于 Agent 的智能兵力生成	111
4.1	智能兵力生成概述	111
4.1.1	CGF 中的人工智能技术	111
4.1.2	CGF 中的人类行为建模	112
4.1.3	CGF 中的行为模型开发	113
4.2	基于 Agent 的 CGF 技术	114
4.2.1	智能主体	115
4.2.2	软计算	116
4.2.3	基于范例的推理	118
4.2.4	基于语境的推理	118
4.3	基于 Agent 的行为建模	119
4.3.1	相关概念	119
4.3.2	人类行为建模的框架结构	120
4.3.3	多 Agent 系统的协调与协作	121
4.3.4	CGF 实体行为描述语言	122
4.4	作战模拟 CGF 中的行为模型开发	123
4.4.1	知识获取与智能决策	123
4.4.2	作战模拟中舰艇的路径规划	135
4.4.3	作战模拟中舰艇编队的队形变换	138
4.4.4	三级智能决策方案	141
第5章	海军作战指挥系统模型	145
5.1	海军作战指挥信息系统建模仿真的特点	145

5.1.1	海军作战指挥信息系统建模仿真的必要性	145
5.1.2	海军作战指挥信息系统模型的基本要求	146
5.1.3	海军作战指挥信息系统建模仿真的特点	146
5.1.4	海军作战指挥信息系统建模的框架	149
5.1.5	海军作战指挥信息系统的仿真模式	151
5.2	海军作战指挥信息系统模型	152
5.2.1	海军作战指挥信息系统本征模型	152
5.2.2	海军作战指挥信息系统派生模型	156
5.2.3	指挥信息系统的主要数学模型	156
5.2.4	海军作战指挥信息系统模型体系	157
5.3	海军典型作战模型	159
5.3.1	水面舰艇防空作战模型	159
5.3.2	水面舰艇反潜作战模型	161
5.3.3	水面舰艇防御模型	163
5.3.4	舰艇编队对海作战模型	165
5.3.5	舰艇编队反潜作战模型	170
5.3.6	舰艇编队电子战模型	178
5.3.7	舰艇编队水雷战模型	180
5.3.8	潜艇反舰作战模型	185
5.4	影响海军作战指挥信息系统建模的问题	187
第 6 章	海军作战模拟中的战斗损耗模型	190
6.1	兰切斯特方程及其应用	190
6.1.1	作战损耗的分析—兰切斯特方程的引入	190
6.1.2	兰切斯特方程和作战毁伤理论	193
6.1.3	兰切斯特方程的应用与推广	198
6.1.4	多兵种合同作战条件下兰切斯特方程	201
6.1.5	兰切斯特方程的进一步研究——损耗系数的研究	203
6.1.6	基于 SD 方法的兰切斯特方程	208
6.2	蒙特卡罗方法及应用	211
6.2.1	蒙特卡罗法与随机数	211
6.2.2	战斗过程随机因素的蒙特卡罗模拟	213
6.2.3	蒙特卡罗方法的计算机实现	215
6.2.4	蒙特卡罗法模拟举例	219
6.3	指数法与定量判断模型	225
6.3.1	指数法	225
6.3.2	定量判断模型	227
6.3.3	综合指数法	231
第 7 章	作战模拟效能评估方法	236
7.1	作战模拟效能评估概念	236

7.1.1	效能指标与效能评估	236
7.1.2	作战模拟效能评估的特点	237
7.1.3	作战模拟效能评估原则	238
7.2	作战模拟效能指标体系	239
7.2.1	单项效能指标	239
7.2.2	作战模拟系统效能指标的规范化方法	241
7.3	作战效能评估方法	245
7.3.1	作战效能指数法	245
7.3.2	基于 WSEIAC 的效能评价方法	250
7.3.3	基于 TOPSIS 的综合效能评价方法	252
7.3.4	基于层次分析法的效能评价方法	255
7.4	现代战争条件下海上编队 C ³ I 作战模拟系统效能评估	256
7.4.1	海上编队 C ³ I 作战模拟系统效能评价指标体系的结构	257
7.4.2	海上编队 C ³ I 效能指标	259
7.4.3	作战任务效能指标	259
7.4.4	海上编队 C ³ I 静态效能指标	260
7.4.5	海上编队 C ³ I 性能指标	262
7.4.6	AHP 效能评估方法在海上编队 C ³ I 中的应用	265
第 8 章	海军作战模拟的技术框架	267
8.1	概述	267
8.1.1	研究作战模拟技术框架的意义	267
8.1.2	美国建模与仿真主计划	268
8.2	仿真框架与协议	269
8.2.1	协议标准的诞生及发展历史	269
8.2.2	DIS 协议	271
8.2.3	ALSP 协议	274
8.2.4	HLA 协议	275
8.3	任务空间概念模型	282
8.3.1	任务空间概念模型的内涵	283
8.3.2	CMMS 概念模型基本组成要素	284
8.3.3	CMMS 概念模型开发方法	289
8.3.4	CMMS 数据及数据标准	298
8.4	建模与仿真开发技术	299
8.4.1	概念模型驱动开发技术	299
8.4.2	计算机兵力生成技术	300
8.4.3	人工智能技术	301
8.4.4	虚拟现实技术	302
8.5	新技术发展趋势	303
8.5.1	XMSF	303

8.5.2	GRID	304
8.5.3	TENA	306
第9章	作战模拟的校核、验证和确认	308
9.1	模型的校核、验证与确认概述	308
9.1.1	VV&A 定义	308
9.1.2	作战模拟的 VV&A	309
9.1.3	仿真模型 VV&A 的意义	309
9.2	VV&A 技术研究概况	311
9.2.1	国外研究现状	311
9.2.2	国内研究现状	312
9.3	VV&A 策略与方法	312
9.3.1	校核与验证技术	312
9.3.2	确认方法	316
9.4	VV&A 实施过程	317
9.4.1	VV&A 的生命周期	317
9.4.2	VV&A 的实施原则	319
9.4.3	VV&A 的实施过程	320
9.4.4	VV&A 的组织及文档化	321
第10章	海军作战模拟系统设计	324
10.1	系统需求分析	324
10.1.1	功能要求	324
10.1.2	使用要求	324
10.1.3	性能要求	325
10.2	系统技术方案	326
10.2.1	系统组成	326
10.2.2	系统体制结构	329
10.2.3	软件体系结构	331
10.2.4	作战模拟仿真过程	332
10.2.5	系统信息关系	332
10.2.6	系统互连互通互操作	334
10.2.7	系统安全与保密	335
10.2.8	系统集成	335
10.2.9	系统关键技术	335
第11章	作战模拟应用分析	338
11.1	扩展的防空模拟系统 EADSIM	338
11.2	联合建模与仿真系统 JMASS	342
11.3	美国联合作战模拟系统 JWARS	347
11.4	联合模拟系统 JSIMS	352
11.5	战士模拟系统 WARSIM2000	357

第 12 章 海军作战模拟发展展望	365
12.1 作战模拟技术与应用现状	365
12.2 作战模拟技术与应用特点	368
12.3 作战模拟技术与应用发展趋势	369
12.3.1 多分辨率建模	370
12.3.2 复杂大系统建模与仿真的 VV&A	371
12.3.3 基于 HLA 的分布仿真支持环境	373
12.3.4 基于网格技术的网络中心战模拟仿真	374
12.3.5 虚拟现实作战模拟	375
12.3.6 智能作战模拟技术	378
12.3.7 智能模拟专家系统	380
12.4 海军作战模拟前景展望	381
参考文献	385

第 1 章 作战模拟的概念

作战模拟是随着人类战争的出现而产生的。在作战模拟方法得到正规运用之前,军事指挥员处理军事问题所用的方法,至少在形式上类似于作战模拟所包括的程序。研究战争就是对战争规律的学习和探索,从古代的棋戏到沙盘、地图的出现,从古代的角斗、射术到现代实兵演习,都是人们研究战争的方法,都是作战模拟的范畴。

本章描述了作战模拟的概念与内涵,分析了作战模拟的分类、系统构成和基本过程,对作战模拟的地位和作用进行了深入的探讨。

1.1 作战模拟的定义

1. 有关模拟、模型的定义

模拟,英文为 Simulation,又译“仿真”。一般,在实体和系统研究时多称“仿真”,在军事领域的作战研究时多称“模拟”。

美国国防部在建模与仿真(Modeling and Simulation)主计划中,将模拟划分为两个部分:建模(Modeling)是指建立系统的一种表达,而仿真(Simulation)则指运行和演练这种表达。但也指出这两个词本身可以互换使用。

美国国防部对模型的定义为:对一个系统、实体、现象和过程的物理的、数学的或其他合乎逻辑的表现。给仿真的定义为:在时间上实现模型的一种方法。

模型是人们对所要研究处理的实际对象的一种表示。实际对象可以是一个物体,一个结构,一个系统,一个过程,一系列相关事件;模型就是人们对这些实体的一种说明或描述,模型提供了构造和简化复杂问题的方法。处理模型比直接处理实体更容易、更经济、更有效。一个地球仪是地球的模型;一个网络图是某种通信系统的模型;一组微分方程可以代表导弹的飞行过程,也可以代表某种战斗过程。

从物理上看起来像所要代表的实际对象的模型,称为物理模型,如风洞试验用的飞机模型,作战模拟用的沙盘地形,教授战术用的装备模型。用数字、文字或其他符号代表实际对象特性的模型,称为符号模型。符号模型有两种,第一种是描述性的,用文字或图描述对象的特性,典型的例子就是组织序列表。第二种是公式化的,用数学符号表示不同存在之间的逻辑的和定量的关系。数学模型可以是静态的,即参量是与时间无关的;也可以是动态的,即参量是随时间变化的。数学模型进一步分为确定性数学模型和随机性数学模型。前者可以确定严格的数学解,后者用于对包含概率事件(即不确定性)的问题产生一个逐步收敛的解答。例如兰切斯特(Lanchester)方程是确定性数学模型,蒙特卡罗(Monte Carlo)方法是随机性数学模型。

2. 作战模拟的定义

作战模拟指用某种非实际交战的方法,对敌对双方或多方的对抗过程及结局进行模仿。在英文中,“作战模拟”有两种表述方法,一种是 Warfare Simulation,直接采用了仿真的概念;另一种是 War Gaming,含有军事运筹的概念。

作战模拟有多种定义,主要有如下几种典型描述。

钱学森对作战模拟的论述为:作战模拟实质上提供了一个“作战实验室”,在这个实验室里,利用模拟的作战环境,可以进行策略和计划的试验,可以检验策略和计划的缺陷,可以预测策略和计划的效果,可以评估武器系统的效能,可以启发新的作战思想。

G. D. Brewer 和 M. Shubik 在《作战模拟》一书中将作战模拟定义为:包括两种或更多的互相对立的军事力量,并用规则、数据和过程来描述实际或假设情况的一种模拟的作战行动。

美军对作战模拟的定义是:作战模拟是对在实际的或假想的环境下,按照所设计的规则、数据和过程行动的两支或多支部队进行对抗的模拟。

上述定义,从不同侧面对作战模拟的概念进行了表述,然而,无论如何定义,作战模拟应具有以下的共同特点:

- (1) 任何一种作战模拟都是军事行动的模拟。
- (2) 有两支或两支以上对抗力量卷入所模拟的军事行动。
- (3) 对军事行动的模拟,按照与军事技术和军事经验相符合的数据、规则和程序进行。
- (4) 所要模拟的军事局势,是事实上已经存在,或者是在一定条件下可能存在的局势。
- (5) 可以在不造成破坏性后果情况下对战争进行分析、预演和研究。

现代作战模拟是利用计算机和网络技术,对敌对双方或多方的对抗过程及结局进行模仿,以非实际交战方式揭示作战过程基本规律的一种方法。

作为对实际军事系统的模拟,建模和仿真是作战模拟的两个不可或缺的部分。模型是对一个系统、实体、现象和过程的物理的、数学的或其他合乎逻辑的表现。而仿真就是在时间上实现模型的一种方法。作战模拟的建模,就是使用物理仿真或数学抽象的方法,结合文字、图像、声音或其他可用的现代技术手段来表达实际军事系统,以便人们能对其进行分析和研究。

作战模拟的基本思想是根据相似性的原理、模型理论、系统理论、信息技术及军兵种战术和武器装备技术为基础,以计算机和专用设备为工具,采用一定的模型对现实作战过程进行简化抽象表示,所采用的模型与基本规律一致。实际作战过程中的各种作战活动(如舰艇的搜索、发现、分析、决策、攻击、防御等),都可以用一定的模型(实物模型、相似模型、数学模型、逻辑模型、思维模型等)加以描述。通过这些模型的研究,分析实际作战活动的基本规律。

作战模拟的主要特征是采用非实际作战的手段对作战过程进行研究。利用实际作战经验研究作战问题是有限的,有时甚至不可能的,而且由于实际作战的不可重复性,难以寻找规律性的东西,因此必须通过作战模拟模型等非实际作战的手段对实际作战过程进行研究。任何模型都具有容易理解、易于操作、可重复等特性,因此可以借助各种方法按

照设想的要求对作战模拟模型进行计算,并可在不同条件下重复进行计算,作战模拟结果能够反映作战的基本规律。

作战模拟的目的在于揭示作战过程的基本规律。

作战模拟模型是对作战过程的抽象,它反映了作战过程的主要因素及其相互关系,对一些无关或关系不大的因素予以排除,使作战模拟能够深刻地集中揭示作战过程的本质,通过作战模拟就可以认识到作战过程的基本规律。由于作战模拟模型最能反映作战模拟的基本特征,因此,建立作战模拟模型是作战模拟的核心内容。

1.2 现代作战模拟的种类

现代作战模拟按其属性不同可以有多种分类方法,了解这些分类方法,对于作战模拟系统的研制和应用,具有十分重要的意义。作战模拟的类型与作战模拟的规模、用途、技术实现方法、模型数学特征以及模型形式等因素有关,这里试图从现代作战模拟的这 5 个方面对作战模拟进行分类,如图 1.1 所示。

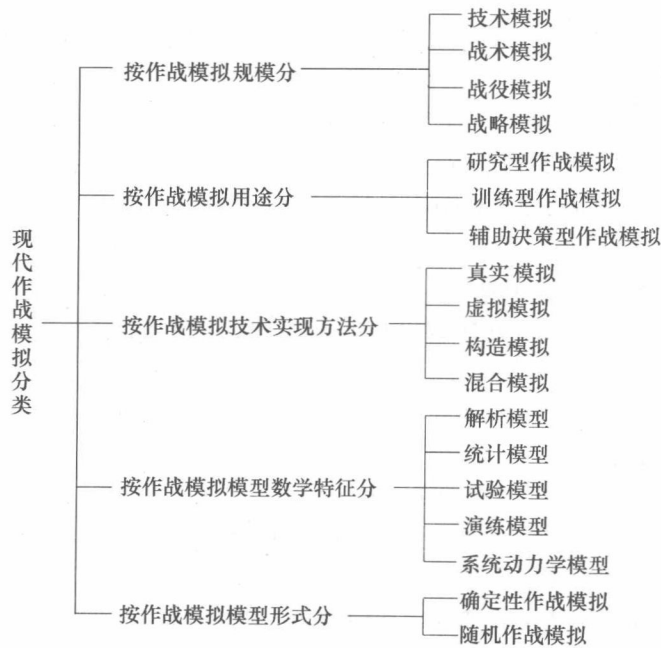


图 1.1 现代作战模拟的分类

1. 按作战模拟规模分类

按作战模拟的规模,现代作战模拟可分为 4 种类型,即技术模拟、战术模拟、战役模拟和战略模拟。

(1) 技术模拟。技术模拟是对武器装备战技性能、操作使用特性以及局部作战过程等的模拟。

(2) 战术模拟。战术模拟主要是对敌对双方基本作战单位之间作战过程的模拟,包括单个作战单位之间、单个与多个作战单位之间以及多个与多个作战单位之间对抗过程的模拟。

(3) 战役模拟。战役模拟主要是对一个作战方向和战区内敌对双方使用较大规模兵力进行的一系列战斗活动的模拟。

(4) 战略模拟。战略模拟主要是对现代条件下使用战略核武器、战略导弹、战略轰炸机、战略防御系统等,影响全局的战争行动或军队结构规划、优化分析等战略问题的模拟,用于制定国家战略方针和军队发展规划。

2. 按作战模拟用途分类

按作战模拟的用途,现代作战模拟可分为3种类型,即研究型作战模拟、训练型作战模拟和辅助决策型作战模拟。

(1) 研究型作战模拟。研究型作战模拟是对作战过程进行系统的研究,主要用于研究和分析一定作战条件下的作战行动方法和武器装备的作战性能。

(2) 训练型作战模拟。训练型作战模拟是对作战训练过程的模拟仿真,主要用于作战人员的训练和作战演习。

(3) 辅助决策型作战模拟。辅助决策型作战模拟是对作战指挥过程的决策支持,主要用于给指挥员提供辅助指挥决策功能。

3. 按作战模拟技术实现方法分类

按作战模拟技术实现的方法,现代作战模拟可分为4种类型,即真实模拟、虚拟模拟、构造模拟和混合模拟。

(1) 真实模拟。真实模拟(Live Simulation)又称物理模拟(或实战模拟),是对实际系统及其过程用功能相似的实物系统进行模拟的方法。

(2) 虚拟模拟。虚拟模拟(Virtual Simulation)是指作战人员采用模拟训练器材在模拟作战环境中进行训练。

(3) 构造模拟。构造模拟(Constructive Simulation)指直接采用计算机构筑参战兵力和作战环境,目的主要是研究作战过程的基本特点和规律,主要用于武器装备发展论证、作战方法研究、条令条例制定等。

(4) 混合模拟。混合模拟(Mixed Simulation)指由上述两种以上模拟方法配合实现的作战模拟环境或系统。

4. 按作战模拟模型数学特征分类

按作战模拟模型的数学特征,现代作战模拟可分为5种类型,即解析模型、统计模型、经验模型、演练模型和系统动力学模型。

(1) 解析模型。解析模型的特点为模型参数、初始条件及时间和结果等均以公式、方程式和不等式表示。代表性的模型是兰切斯特方程。

研究解析模型的理论一般称为战斗动态模型理论。

(2) 统计模型。统计模型的特点是模型参数、初始条件和结果等均与各随机事件的概率及其分布函数等建立关系,把所研究的系统的演化过程分解为若干基本活动和事件,并按逻辑关系把它们联系在一起。

在众多的模拟方法中,统计试验法(又称蒙特卡罗方法,M-C方法)使用较为普遍。

(3) 经验模型。影响作战效能的诸因素中,有些容易量化,如参战单位、武器弹药数等;有些难以量化,如训练水平、士气、战斗人员素质、性格等。为了将不易量化的因素进行量化处理,出现了指数方法描述战斗的模型。

(4) 演练模型。演练模型又称作战对抗演习模型,是一种把专家经验、决策人的思维能力和作战行动模型化描述结合起来的模型。也就是在数学和统计模型基础上施加人为的影响。

(5) 系统动力学模型。系统动力学(System Dynamics,SD)是由美国麻省理工学院 Jay W. Forrester 教授始创于 1956 年的一种科学方法。SD 是一种迭代求解的数学模型,它引入因果、反馈关系及流图等概念,并有一套专门的计算机语言,是系统仿真的一种特殊方法。

5. 按作战模拟模型形式分类

按作战模拟模型的形式,现代作战模拟可分为 2 种类型,即确定性作战模拟和随机作战模拟。

(1) 确定性作战模拟。确定性作战模拟是建立在确定性作战模拟模型基础上的作战模拟方法。使用确定性模型描述作战过程,一般不考虑作战过程中随机因素的影响。

(2) 随机作战模拟。随机作战模拟是建立在随机作战模拟模型基础上的作战模拟方法。由于随机作战模拟主要反映作战模拟结果的统计特征,因此,随机作战模拟通常被称为统计作战模拟。

1.3 作战模拟的基本组成

一般来说,作战模拟中的对抗力量,一方指定为红方,另一方指定为蓝方。还可以有第三方或友邻方加入。作战模拟有 4 个基本组成,即人员、设备、规则和想定。

1. 人员

参加作战模拟的人员有管理人员、局中人即对阵各方,科学研究人员,辅助人员。

2. 设备

在封闭式作战模拟中,交战双方指挥官有各自的指挥中心即作战室。作战区域的模型在作战室展开。作战室能显示军队部署情况以及所能获得的情报。通常,裁判和控制人员有一个单独的控制室,在这里显示双方力量部署和战斗情况。通信、记录等设备是必不可少的。现代作战模拟,通常都有计算机系统为演习提供各种支持。

3. 规则

作战模拟以实际可能的军事力量为基础,利用武器系统和装备的性能、部队的机动能力以及来自野战演习和实战的数据,对军事行动的效果进行评价。要按实战条件对交战各方的军事行动加以限制和约束。

4. 想定

几乎所有作战模拟都需要一个想定(Scenarios)。想定是对作战环境和局势的详细陈述。想定描述对抗局势的一般情势和专门情势,并说明局中人的使命和目标;它勾划出冲突发生的地理场所,说明冲突发生的原因,可能投入的军事力量和后勤保障,初始战斗水平,局势发展的时间序列。想定包含两种类型的信息:一般情势(又称总的情况)和专门情势(又称局部情况)。一般情势的信息是提供给所有局中人和参与者的,通常包括双方部队的初始配置,导致敌对行动的背景事件,冲突场所和发生时间方面的细节。专门情势的信息是提供给某一方的所有成员和指定成员,如某个指挥官所指挥的军队及其位置,他卷入冲突的准确时间,冲突发生时他所处的环境,以及他通过与敌人部队发生接触或冲突

获得的、以及通过情报活动获得有关对手的信息。

1.4 作战模拟过程

进行一次作战模拟,有3个主要阶段,即准备阶段、模拟阶段和分析阶段。准备阶段和分析阶段所用的时间,一般比模拟阶段更长。

1. 准备阶段

准备阶段的工作包括以下几点:

(1) 确定目标。即确定适合于作战模拟的目的和目标,这些条款按分析和研究的主题分类,或者按作战模拟所回答的问题分类。

(2) 明确形势。即说明作战模拟的起始环境,政治军事情况,场所,模拟过程所包含的力量和有关的军事单位等。

(3) 数据识别。即明确需要在模拟过程中产生的用于说明所研究的问题的数据类型。

(4) 获得输入数据。即搜集模拟过程所需的新的或专门化的输入数据、参考数据和表格。

(5) 规则检查。为了体现特定作战模拟的特征和目的,必须对一般性规则进行扩充和适当改编。检查规则的目的是弄清这一工作的范围。

(6) 形式设计。即为特定的作战模拟设计专门的数据处理形式和工作表格。

(7) 地(海)图和图表准备。即准备必须用到的地(海)图和图表。

(8) 人员组织。必须把局中人、控制人员和辅助人员组织成一个整体,并且为作战模拟信息的准备和流程作出安排。

(9) 编制计算机程序。即编制、修改作战模拟的计算机程序,检查、排除程序中的错误。

(10) 后勤保障。估计、订购和储备模拟所需的用品,对设备进行测试检查、修正、更换部件,确保模拟过程能正常连续运转。

(11) 编写想定。即准备作战模拟指南,详细说明一般情势和专门情势,战斗信息以及需要作为信息分配给作战模拟参加者的相似的复制材料。

(12) 初步检测性能。局中人员和控制人员判断模型和基本数据的适用性,整个作战模拟的协调性必须在正式进行模拟之前通过运用实验进行检查。

2. 模拟阶段

作战模拟的正确进行,表现为一系列的对抗回合。每一回合代表一个固定模拟战斗时间周期。在某些作战模拟中,一个回合可能是几十分钟的模拟战斗时间,而在另一些作战模拟中,一个回合可能是一天或更长。每一回合的模拟,遵循标准的步骤。在这些步骤中,给红、蓝两军指挥官一定的工作时间以判断情况,拟定计划,并为下一步行动发出指令。当一个回合完成后,为下一个回合做计划的工作就开始了。这样一个回合一个回合的继续,直到达到模拟的目的为止。这整个一系列的回合,可以持续模拟战斗时间几小时至几天,而作战模拟小组的工作时间大约需要一周或者几个月。

3. 分析阶段

对作战模拟数据的分析,包含在模拟过程的第一步,也包含在最后一步。在模拟进行