



国防大学学科系列教材

战争模拟引论

ZHANZHENG MONI YIN LUN

(下)

主 编 胡晓峰

副主编 司光亚

吴 琳

张国春

国防大学出版社

战争模拟引论

(下)

主 编 胡晓峰
副主编 司光亚
吴 琳
张国春

国防大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

战争模拟引论/胡晓峰, 司光亚主编. ——北京: 国防大学出版社, 2004. 3

ISBN 7—5626—1329—X

I. 战… II. ①胡… ②司… III. 战争—系统建模—研究
IV. E917

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 012664 号

战争模拟引论 (上、下)

出 版	国防大学出版社
发 行	国防大学训练部教保部教材处
印 刷	北京威远印刷厂
开 本	32 开 · 32. 375 印张 · 833 千字
印 数	1000 册

ISBN 7—5626—1329—X

定价: 70.00 元

编号: GFDX · XKJC - 04006

目 录

第一部分 基本概念

第1章 绪 论	(1)
1.1 战争与战争模拟	(1)
1.1.1 战争与战争研究	(1)
1.1.2 战争模拟的基本概念	(4)
1.1.3 战争模拟的活动与系统	(8)
1.1.4 战争模拟的基本特征	(12)
1.1.5 战争模拟的作用	(16)
1.1.6 需要区分的几个概念	(19)
1.2 战争模拟的分类与分层	(22)
1.2.1 战争模拟的分类	(23)
1.2.2 战争模拟的分层	(26)
1.2.3 战争模拟系统类别、层次之间的关系	(28)
1.3 战争模拟的起源与发展	(31)
1.3.1 战争模拟的起源	(31)
1.3.2 现代战争模拟与战争模拟系统发展	(33)
1.3.3 战争模拟的挑战与发展	(41)
1.4 本书的基本内容	(49)
1.4.1 战争模拟的基本概念	(50)
1.4.2 战争模拟的公共基础	(50)
1.4.3 战争模拟系统	(53)
1.4.4 战争模拟与战争复杂性	(55)
习题与思考题	(56)

第二部分 公共基础

第2章 战争系统与战争概念描述	(57)
2.1 系统与建模仿真	(57)
2.1.1 系统与战争系统	(57)
2.1.2 模型、建模与仿真	(62)
2.1.3 系统仿真的方法与发展	(71)
2.2 战争系统描述	(82)
2.2.1 战争系统描述的一般性问题	(82)
2.2.2 战争系统的时空	(84)
2.2.3 战争系统的概念化描述	(89)
2.3 战争实体描述	(98)
2.3.1 实体描述的基本内容	(98)
2.3.2 战争活动实体	(109)
2.3.3 战争环境实体	(116)
2.3.4 其它实体	(123)
2.4 战争行为与交互描述	(123)
2.4.1 基本概念	(123)
2.4.2 动作的描述	(129)
2.4.3 任务的描述	(132)
2.4.4 交互的描述	(142)
2.4.5 军事概念描述的示例	(147)
2.5 概念化建模方法	(155)
2.5.1 使命空间概念模型:CMMS	(155)
2.5.2 概念模型的描述方法	(162)
2.6 本章小结	(167)
习题与思考题	(168)
第3章 战争系统模型	(170)
3.1 概述	(170)
3.1.1 数学模型及量化	(170)

3.1.2 战争模拟模型的一般建模方法	(174)
3.1.3 战争模拟的主要模型	(178)
3.2 实体建模方法	(180)
3.2.1 几何造型建模	(180)
3.2.2 物理特性建模	(186)
3.2.3 实体能力建模	(191)
3.2.4 自然环境建模	(199)
3.2.5 战争环境建模	(210)
3.3 行为与交互建模方法	(220)
3.3.1 运动建模	(220)
3.3.2 战斗与损耗建模	(229)
3.3.3 决策行为建模	(242)
3.3.4 侦察行为建模	(252)
3.3.5 地形分析建模	(254)
3.3.6 自然行为建模	(258)
3.4 综合评估建模方法	(260)
3.4.1 综合评估的基本原理	(261)
3.4.2 评估方法	(265)
3.4.3 综合评估示例	(269)
3.5 战争模型的分析与集成	(273)
3.5.1 多分辨率建模	(273)
3.5.2 模型的聚合与解聚	(281)
3.5.3 模型的集成与管理	(292)
3.6 模型评价与 VV&A	(300)
3.6.1 模型的性能评价	(300)
3.6.2 模型的可信度评估	(304)
3.6.3 模型的校核、验证和确认	(307)
3.7 本章小结	(310)
习题与思考题	(311)

第4章 战争模拟方法	(312)
4.1 概述	(312)
4.1.1 实况、推演和虚拟	(312)
4.1.2 “人在回路”与“人不在回路”	(315)
4.2 基于人工的方法	(317)
4.2.1 军事演习和实况模拟	(318)
4.2.2 想定作业与兵棋模拟	(321)
4.2.3 人工战争模拟方法的应用	(327)
4.2.4 军事运筹分析	(329)
4.3 基于计算机的方法:人不在回路	(332)
4.3.1 人不在回路的模拟	(333)
4.3.2 基于数据分析的模拟	(336)
4.3.3 基于模型分析的模拟	(343)
4.3.4 基于智能分析的模拟	(352)
4.4 基于计算机的方法:人在回路	(358)
4.4.1 人在回路	(358)
4.4.2 虚拟仿真模拟	(361)
4.4.3 协作与研讨模拟	(364)
4.4.4 对抗模拟	(375)
4.5 本章小结	(380)
习题与思考题	(381)
第5章 战争模拟系统体系结构	(382)
5.1 概述	(382)
5.1.1 系统体系结构的基本内容	(382)
5.1.2 系统体系结构的设计原则和结构类型	(389)
5.2 基于主机的集中型系统结构	(393)
5.2.1 集中型系统结构的类型	(393)
5.2.2 集中型系统结构的特点	(395)
5.2.3 集中型系统的应用	(398)

5.3 基于网络的分布式应用系统结构	(401)
5.3.1 分布式应用系统概述	(401)
5.3.2 基于客户/服务器的结构	(406)
5.3.3 基于分布对象技术的结构	(414)
5.4 分布式系统结构:分布交互仿真	(425)
5.4.1 分布交互仿真的产生与发展	(425)
5.4.2 分布交互仿真的概念及特点	(427)
5.4.3 分布交互仿真系统:DIS	(430)
5.4.4 聚合级仿真协议:ALSP	(447)
5.5 分布式系统结构:高层体系结构	(454)
5.5.1 HLA 的基本概念	(454)
5.5.2 HLA 规则	(462)
5.5.3 HLA 对象模型模板	(462)
5.5.4 HLA RTI	(470)
5.5.5 联邦开发执行过程模型(FEDEP)	(481)
5.6 新型分布式系统结构:基于网络的仿真	(486)
5.6.1 网络技术的概念	(486)
5.6.2 Web 服务	(492)
5.6.3 基于网络的战争模拟	(499)
5.7 本章小结	(507)
习题与思考题	(508)
第6章 数据基础、想定及表达	(511)
6.1 概述	(511)
6.1.1 战争模拟的数据基础	(511)
6.1.2 战争模拟的想定与表达	(513)
6.1.3 模拟数据、想定与表达之间的关系	(516)
6.2 战争模拟的数据	(518)
6.2.1 模拟数据的分类、内容与特点	(518)
6.2.2 战争模拟系统中的数据库	(525)

6.2.3 战争模拟数据的收集与准备	(532)
6.2.4 战争模拟数据标准	(539)
6.3 战争模拟想定	(543)
6.3.1 模拟想定的基本概念	(543)
6.3.2 模拟想定设置与管理	(552)
6.3.3 模拟想定辅助开发工具	(555)
6.3.4 有关模拟想定的一个示例	(559)
6.4 战争模拟的输出表达	(567)
6.4.1 模拟输出数据的类型	(567)
6.4.2 态势变换与输出控制	(569)
6.4.3 典型的模拟输出表达方式	(576)
6.5 本章小结	(592)
习题与思考题	(593)
第7章 战争模拟技术体系	(595)
7.1 技术体系概述	(595)
7.1.1 战争模拟与体系视图	(595)
7.1.2 技术体系的基本内容	(600)
7.2 战争模拟技术体系的内容	(604)
7.2.1 战争模拟信息技术标准体系	(604)
7.2.2 战争模拟建模与仿真标准体系	(610)
7.3 美军建模与仿真标准体系	(616)
7.3.1 建模与仿真主计划	(616)
7.3.2 美国陆军建模与仿真标准体系	(625)
7.3.3 美国海军建模与仿真标准体系	(633)
7.4 联合技术体系(JTA)与技术参考模型(TRM)	(634)
7.4.1 JTA 与 TRM 的由来	(634)
7.4.2 联合技术体系 JTA	(638)
7.4.3 美国国防部技术参考模型	(640)
7.5 本章小结	(645)

习题与思考题	(646)
--------------	-------

第三部分 战争模拟系统

第8章 训练模拟系统	(647)
------------------	-------

8.1 概述	(647)
--------------	-------

8.1.1 军事训练与训练模拟系统	(647)
-------------------------	-------

8.1.2 训练模拟系统的种类及特点	(649)
--------------------------	-------

8.1.3 训练模拟系统的基本要素	(652)
-------------------------	-------

8.2 技术训练模拟系统	(657)
--------------------	-------

8.2.1 系统的基本组成	(657)
---------------------	-------

8.2.2 范例:飞行模拟器	(659)
----------------------	-------

8.2.3 范例:多模拟器互连网络系统 SIMNET	(671)
----------------------------------	-------

8.2.4 实兵模拟系统	(674)
--------------------	-------

8.3 指挥训练模拟系统	(682)
--------------------	-------

8.3.1 指挥训练与指挥训练模拟	(682)
-------------------------	-------

8.3.2 范例:战役战术指挥训练模拟系统	(690)
-----------------------------	-------

8.4 决策训练模拟系统	(701)
--------------------	-------

8.4.1 决策训练与决策训练模拟	(701)
-------------------------	-------

8.4.2 决策训练模拟系统的基本组成	(704)
---------------------------	-------

8.4.3 范例:美军的决策训练模拟	(708)
--------------------------	-------

8.5 本章小结	(716)
----------------	-------

习题与思考题	(717)
--------------	-------

第9章 分析模拟系统	(719)
------------------	-------

9.1 概述	(719)
--------------	-------

9.1.1 战争分析模拟系统及其应用	(719)
--------------------------	-------

9.1.2 分析模拟系统的种类	(723)
-----------------------	-------

9.1.3 分析模拟系统的特点	(725)
-----------------------	-------

9.1.4 分析模拟系统的基本组成	(730)
-------------------------	-------

9.2 政治-军事对抗模拟系统	(735)
-----------------------	-------

9.2.1 政治-军事对抗模拟的组织与程序	(736)
-----------------------------	-------

9.2.2 政治-军事对抗模拟的实例·····	(740)
9.2.3 范例:兰德战略评估系统 RSAS ·····	(746)
9.3 危机预测预警与危机决策分析模拟系统·····	(761)
9.3.1 危机预测分析系统·····	(762)
9.3.2 危机早期预警与监视系统·····	(766)
9.3.3 危机决策分析模拟系统·····	(770)
9.4 作战方案分析模拟系统·····	(774)
9.4.1 概述·····	(774)
9.4.2 联合作战模拟系统 JWARS ·····	(778)
9.4.3 概念评估模型 CEM ·····	(790)
9.4.4 作战分析实例研究:随机 CEM ·····	(792)
9.5 本章小结·····	(802)
习题与思考题 ·····	(803)
第10章 采办模拟系统 ·····	(804)
10.1 概 述 ·····	(804)
10.1.1 武器装备与武器装备采办 ·····	(804)
10.1.2 武器装备模拟与采办模拟系统 ·····	(807)
10.1.3 采办模拟系统的分类与特点 ·····	(810)
10.2 工程技术仿真系统 ·····	(812)
10.2.1 武器装备采办过程中的工程技术仿真 ·····	(812)
10.2.2 范例:导弹制导系统半实物仿真系统·····	(815)
10.3 武器系统分析模拟系统 ·····	(818)
10.3.1 武器系统分析与武器系统分析模拟 ·····	(818)
10.3.2 武器系统分析模拟的种类 ·····	(821)
10.3.3 范例:舰空导弹综合保障模拟系统·····	(825)
10.4 武器装备发展战略规划论证模拟系统 ·····	(828)
10.4.1 武器装备发展战略规划论证与规划论证模拟 ·····	(828)
10.4.2 范例:武装力量构成模型 ·····	(830)

10.5 基于仿真的采办 SBA	(840)
10.5.1 SBA 概述	(840)
10.5.2 SBA 体系结构	(844)
10.5.3 SBA 协同环境	(848)
10.6 本章小结	(852)
习题与思考题	(853)

第四部分 战争复杂性与战争模拟

第 11 章 系统复杂性与战争模拟	(855)
11.1 复杂系统与战争复杂性	(855)
11.1.1 线性系统与非线性复杂系统	(855)
11.1.2 复杂性研究与战争模拟	(858)
11.2 战争模拟中的复杂性问题	(862)
11.2.1 信息化战争模拟的新需求	(862)
11.2.2 战争模拟中几个典型的复杂性问题	(865)
11.2.3 产生战争复杂性的原因	(877)
11.2.4 关于战争模拟的几个结论	(881)
11.3 基于 Agent 的建模与仿真	(884)
11.3.1 基于 Agent 建模与仿真的基本概念	(884)
11.3.2 基于 Agent 建模与仿真的平台:Swarm	(897)
11.3.3 应用范例 1:基于 Agent 建模的民意模型	(903)
11.3.4 应用范例 2:EINStein	(908)
11.4 综合集成的思想和方法	(919)
11.4.1 综合集成思想的产生	(919)
11.4.2 综合集成方法的特点与应用	(926)
11.4.3 综合集成研讨厅	(929)
11.5 本章小结	(936)
习题与思考题	(937)
第 12 章 战争综合模拟系统的研究与实践	(939)
12.1 系统设计思想	(939)

12.1.1 研究背景与需求	(939)
12.1.2 系统设计要点	(941)
12.1.3 XOD 按需服务	(944)
12.2 战争综合模拟空间结构	(953)
12.2.1 系统工作方式	(953)
12.2.2 空间的概念及表示	(955)
12.2.3 协作空间	(958)
12.2.4 对抗空间	(960)
12.3 系统的组成与功能	(961)
12.3.1 系统组成	(961)
12.3.2 系统的基本功能	(966)
12.3.3 系统物理组成与结构	(974)
12.4 系统实现的若干关键问题	(974)
12.4.1 综合集成的 XOD 机制	(974)
12.4.2 工作空间管理机制	(977)
12.4.3 模型管理与模型服务	(983)
12.4.4 对抗模拟决策代理	(988)
12.4.5 用户接口	(992)
12.4.6 态势系统	(996)
12.5 本章小结	(1000)
习题与思考题	(1002)
后 记	(1003)

第 6 章

数据基础、想定及表达

6.1 概述

6.1.1 战争模拟的数据基础

战争模拟的基础是数据。战争模拟依托数据开始，依托数据进行，也要依托数据完成表达。简单地说，模拟的过程就是对给定数据进行不断变换的过程。战争模拟是通过数量和数量的对比来反映客观实际问题的。现代军事运筹学的一些理论和方法，一般都是进行定量分析的工具，只有对要分析研究的问题加以“量化”、用数值以及相应的数据结构加以表示之后，这些数学理论的方法与工具才有用武之地。因此，数据对于以定量分析方式来处理、研究复杂战争问题的战争模拟来说，是一个不可缺少的重要基础。这个基础直接关系到战争模拟能否进行，进而又影响到战争模拟分析的效果与可信度。开展战争模拟没有数据不行，有了数据但数据不准确、不符合客观实际也不行。

战争模拟数据来源于战争系统中各个客观对象有关信息的量化表示。例如，对战场环境的量化形成战场环境数据；对作战实体的量化形成作战编成、武器装备等数据；对作战条件、作战规则的量化结果形成作战规则数据；对作战行动、作战过程的量化结果形成作战方案数据；对作战态势的量化结果形成态势数据等。模拟过程中会用到多种类型的数据，如描述各类战争实体属性的基础数据，针对特定战争问题专门设置的想定数据，建立各类模型所需要的模型数据，反映模拟结果和过程的模拟输出表达

数据等。由于战争系统本身的复杂性，描述参与战争活动的各类实体以及实体活动与交互的模拟数据也具有复杂性特征，主要体现在模拟数据内容的广泛性、相互之间层次关联性等方面。

模拟的过程是以数据为依托的。模拟的初始条件数据一般通过模拟想定数据给出，它确定了模拟的基本条件和相应的约束，包括模拟的基本实体和环境，每个实体的基本属性，由实体动态属性确定的系统状态，以及利用计划、规则、约定等对模拟过程进行的限定和约束。模拟系统的运行是在给定数据的基础上，对相应的数据通过模型进行不断变换的过程。例如每个实体的能力及相互关系建立在基础武器装备效能指数基础上，系统也随着各个实体在模型驱动下不断地对相关实体的状态数据进行改写，以响应模拟具体情况的变化。当需要输出表达时，系统的状态数据就被读出，并以某种合适的方式表达出来，例如态势图表达、情况报告表达等。这个过程的简单示意图 6-1 所示。

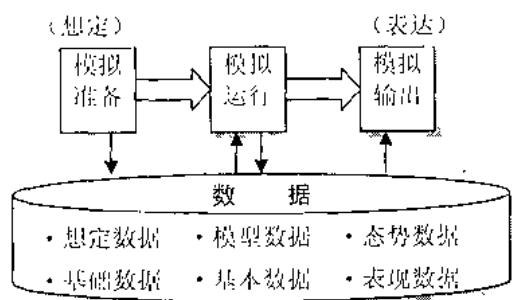


图 6-1 战争模拟的数据基础

从来源于作战条令、试验和战争历史的原始数据，到得到战争模拟系统运行所需要的模拟数据是一个复杂的过程。这一过程涉及到数据采集、收集整理、量化、校核、验证、确认以及存储、管理与使用等多种活动，贯穿于战争模拟的全过程。参与这些与模拟数据有关各项活动的人员包括军事领域专家、军事运筹专家、模拟系统专家以及相关的领导组织机构，他们在战争模拟

数据准备过程的不同阶段担任不同的角色，完成不同的任务。为了规范模拟数据的收集、管理与使用的过程，提高数据的质量，需要建立一系列规范和标准。数据标准有助于提高战争模拟的质量，促进建模仿真部门之间、不同模拟系统之间的数据共享与交换，方便模拟数据的再利用。

6.1.2 战争模拟的想定与表达

一、模拟想定

战争模拟是利用相似原理对战争系统进行的模仿试验活动。由于战争系统本身的复杂性，我们无法对全部活动进行建模仿真，必须根据模拟的对象和目标，确定研究的主要内容和过程，有目的地进行研究或训练。对模拟内容进行简化，确定所研究战争系统的范围和过程，给出基本背景和前提条件，明确模拟目标和对象，设定模拟边界条件和约束等工作，都是通过想定来完成的。

想定（scenario），也有人翻译成“脚本”或者“剧情”，它是来自戏剧电影的一个术语，主要用于描述场景、角色及事件的发生过程。由于在军事演习设计过程中常被采用，1965年被收入到美国参谋长联席会议的军事术语词典，成为军方描述军事活动的一个标准术语。在美军军语中是这样定义“想定”的：“想定是对一个或数个实际的或假想的事件进行的一种描述，这种描述往往是对该事件及其相关问题进行分析的组成部分，而这种分析又是建立在战斗模型的基础之上”。美军训练与条令司令部在5-11条令中给“想定”下的定义是：“对未来时间框架下假设的冲突地区、环境、手段（政治、经济、社会、军事）以及事件的图形化和文字化描述”。我军的军语中对“想定”的描述是：“按照训练课题对作战双方的企图、态势以及作战发展情况的设想与假定。”不论哪种定义，想定都是根据研究或训练的目的，对作战背景、条件以及过程进行的假设和描述。概括地说，想定就是对在特定背景下进行战争的所有事件情节的描述；具体

地说，想定是对战争双方的局势，冲突发生的时间、地点、原因和背景，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等给出的详细说明。

想定是进行战争模拟的基本前提，无论传统的军事演习还是现代计算机战争模拟都离不开想定。传统的想定更多的是用于军事演习，通常是以文本、图表等文书形式对演习训练活动进行描述和规定，包括给出企图立案、基本情况设置以及补充情况设置等。在现代基于计算机的战争模拟中，对传统想定的概念进行了扩展，其内容不仅继承了传统想定中关于作战背景、作战过程等内容的描述，还扩充了对模拟仿真过程的描述，包括对模拟系统运行的描述。不仅能对仿真活动中的“人”的行为进行约束，而且还能对仿真活动中的“系统”行为进行约束，比如给出模拟的胜负条件和停止规则，给出对抗阶段的划分、对抗模拟的步长等等。从形式上看，想定不再仅仅以文字和图表等文书形式表达，而且还可以表示成能被模拟系统理解和使用的结构化、形式化想定数据。为了区别于传统的文书类想定，本书称这类用于现代计算机战争模拟的想定为模拟想定。

从本质上来看，模拟想定是对所要模拟的战争系统边界进行的界定。从空间维看，模拟想定具体刻画了战争系统中需要描述的实体种类、数量以及需要关注的实体属性和活动。例如，对一次战斗的模拟，模拟想定需要设置战场环境（也就是作战地域中的各种环境实体等），确定参与战斗的各类实体，如坦克、士兵等。同时，还要根据模拟需要对各类实体的活动与交互进行假设，包括给出交互的约束条件等。从时间维看，模拟想定要确定对战争系统以何种方式、多大的步长进行模拟，主要考虑哪些关键的事件和过程，设置各个实体的活动与交互的时间，并且要对战斗过程设定开始和结束时间，设定开始的初始条件和退出的结束条件等。无论空间维还是时间维的确定，都取决于研究战争系统的目的和内容。