

《国防科研试验工程技术系列教材》

国防科技情报系统

国防系统分析方法

下册

中国人民解放军总装备部
军事训练教材编辑工作委员会



国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

国防系统分析方法(上、下)/中国人民解放军总装备部军事训练教材编辑工作委员会编. —北京:国防工业出版社, 2003.2

国防科研试验工程技术系列教材·国防科技情报系统

ISBN 7-118-03047-3

I. 国... II. 中... III. 国防—系统分析—分析方法—教材 IV. E0-03

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 095510 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 100044)

国防工业出版社印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 850×1168 1/32 印张 24 $\frac{7}{8}$ 637 千字

2003 年 2 月第 1 版 2003 年 2 月北京第 1 次印刷

印数:1—4500 册 定价:62.00 元(含上、下册)

(本书如有印装错误,我社负责调换)

《国防科研试验工程技术系列教材》 总编审委员会

名誉主任委员 程开甲 李元正

主任委员 胡世祥

副主任委员 段双泉 尚学琨 褚恭信 马国惠

委员 (以下按姓氏笔画排列)

王国玉 刘 强 刘晶儒 张忠华

李济生 邵发声 周铁民 姚炳洪

姜世忠 徐克俊 钱卫平 常显奇

萧泰顺 穆 山

办公室主任 任万德

办公室成员 王文宝 冯许平 左振平 朱承进

余德泉 李 钢 杨德洲 邱学臣

郑时运 聂 皞 陶有勤 郭詮水

钱玉民

《国防科研试验工程技术系列教材· 国防科技情报系统》编审委员会

主任委员 尚学琨

副主任委员 史秉能 杨德洲

委 员 (按姓氏笔画排列)

文铁峰 庄开莲 刘 强 李业惠

李国华 杨中成 吴国兴 黄伟强

臧 明

主 编 刘 强

副 主 编 李佑义 张复华 曾民族 李仲麓

秘 书 闫旭军

国防系统分析方法

下册

康崇禄 编 著

总 序

当今世界,科学技术突飞猛进,知识经济迅速兴起,国力竞争越来越取决于各类高技术、高层次人才的质量与数量,因此,作为人才培养的基础工作——教材建设,就显得格外重要和紧迫。为总结、巩固国防科研试验的经验和成果,促进国防科研试验事业的发展,加快人才培养,我们组织了近千名专家、学者编著了这套系列教材。

建国以来,我国国防科研试验战线上的广大科技人员,发扬“自力更生、艰苦奋斗、科学求实、大力协同、无私奉献”的精神,经过几十年的努力,建立起了具有相当规模和水平的科研试验体系,创立了一系列科研试验理论,造就了一支既有较高科学理论知识、又有实践经验,勇于攻关、能打硬仗的优秀科技队伍,取得了举世瞩目的成就。这些成就对增强国防实力,带动国家经济发展,促进科技进步,提高国家和民族威望,都发挥了重要作用。

编著这套系列教材是国防科研试验事业继往开来的大事,它是国防科研试验工程技术建设的一个重要方面,是国防科技成果的一个重要组成部分,也是体现国防科研试验技术水平的一个重要标志。它承担着记载与弘扬科技成就、积累和传播科技知识的使命,是众多科技工作者用心血和汗水凝成的科技成果。编著该套系列教材,旨在从总体的系统性、完整性、实用性角度出发,把丰富的实践经验进一步理论化、科学化,形成具有我国特色的国防科研试验理论与实践相结合的知识体系。一是总结整理国防科研试验事业创业 40 年来的重要成果及宝贵经验;二是优化专业技术教材体系,为国防科研试验专业技术人员提供一套系统、全面的教科书,满足人才培养对教材的急需;三是为国防科研试验提供有力的

技术保障;四是将许多老专家、老教授、老学者广博的学识见解和丰富的实践经验总结继承下来。

这套系列教材按国防科研试验主要工程技术范畴分为:导弹航天测试发射系统、导弹航天测量控制系统、试验通信系统、试验气象系统、常规兵器试验系统、核试验系统、空气动力系统、航天医学工程系统、国防科技情报系统、电子装备试验系统等。各系统分别重点论述各自的系统总体、设备总体知识,各专业及相关学科的基础理论与专业知识,主要设备的基本组成、原理与应用,主要试验方法与工作程序,本学科专业的主要科技成果,国内外的最新研究动态及未来发展方向等。

这套系列教材的使用对象主要是:具有大专以上学历的科技与管理干部,从事试验技术总体、技术管理工作的人员及院校有关专业的师生。

期望这套系列教材能够有益于高技术领域里人才的培养,有益于国防科研试验事业的发展,有益于科学技术的进步。

《国防科研试验工程技术系列教材》

总编审委员会

1999年10月

序

武器装备科技情报工作是我军武器装备建设工作的重要组成部分,它对于加快武器装备发展速度,提高武器装备管理水平,推动国防科学技术进步具有重要作用。40多年来,我国的国防科技情报工作者,为保障我军武器装备建设和国防科技发展,作出了重要贡献。

科学家钱学森认为,科技情报工作是“一门科学技术”。研究总结科技情报科学技术的理论、发展规律和特点,以及科学的方法、手段,对于我们进一步做好武器装备科技情报工作具有重要意义,也有利于加快国防科技情报人才的培养。当前,我军武器装备建设的繁重任务对国防科技情报工作提出了新的、更高的要求,迫切需要培养高素质的国防科技情报人才。编写本套教材,正是为了适应新形势下培养国防科技情报人才的需要。

本套教材的宗旨是面向多种层次、多种类型科技情报工作的需要,注重知识的实用性。在内容的选取上,坚持了以国内情况为主,兼及国外,突出了专业知识的实践与应用,适当弱化了单纯的理论探索。本套教材以中级情报专业技术干部为主要阅读对象,同时也可以作为科技情报专业硕士研究生的教材或参考书。

本套教材共分15卷。包括:《科技英语翻译实用教程》、《信息服务的信息技术应用》(上、下册)、《国防科技情报工作理论与实践》、《军事技术概论》、《武器装备概论》、《科技写作》、《国防科技信息及其获取技术》、《科技信息检索》、《图书馆自动化》、《数据库技术与应用》、《情报研究概论》、《科技声像概论》、《武器装备采办管理》、《科技情报编辑》和《国防系统分析方法》(上、下册)。

近百名专业情报人员参加了本套教材的编撰工作,其中包括

一些知名专家和学者,在此向他们表示衷心的感谢。编写本套教材,在国防科技情报发展史上尚属首次,是一项“功在当代、利在千秋”的基础工程。我们希望本套教材的出版,能在更广泛的范围内传播实用的科技情报和信息技术知识,推动学科建设,促进高素质的科技情报人才的培养工作。

《国防科研试验工程技术系列教材·

国防科技情报系统》编审委员会

2001年1月

前 言

国防系统分析是运用系统理论、运筹学、软科学、经济分析和仿真技术相结合的方法,对未来战争所需武器系统和装备体制等国防建设的实际问题,寻求最优规划和最优结构所进行的系统分析。国防系统分析通过目标研究,提供可选择的军事、技术、经济的解决方案,用尽可能解析的框架,权衡利弊,选择有利方案,结合专家经验判断,帮助决策者选择行动程序,以寻求保证国防安全的最佳整体效益。国防系统分析贯穿于武器系统和军事系统生命周期的始终。国防系统分析所使用的方法构成国防系统分析方法。

本书按照《国防科研试验工程技术系列教材》的编写要求,总结我们多年来在国防系统分析方面的研究工作和实践经验,吸收国内外有关国防系统分析方法的最新内容和成果撰写而成。在取材上力求覆盖面广泛一些,涉及的武器装备类型涵盖陆海空三军和战略部队的主战武器装备。在内容上力求翔实和实用一些,因为是教材性质,有些方法和数学模型给出中间推导过程,紧密结合我国武器装备发展与国防管理的需要,尽可能列举一些应用实例。在方法上力求全面一些,尽可能包含国防系统分析的各种方法和技术,并能反映近年来国内外有关国防系统分析研究的最新成果。本书未更多地论述国防系统分析理论问题,主要介绍国防系统分析的方法和技术,并结合具体问题建立数学模型,但没有涉及关于实现数学模型的算法和计算机程序。

全书分上、下两册,共 11 章,本书是下册,包括武器战斗蒙特卡罗模拟、管理决策分析方法、系统动力学方法、虚拟视景仿真技术、建模与仿真先进技术等 5 章。

军事科学院军事运筹分析研究所张最良研究员审阅了全书,在此表示由衷的感谢。由于水平有限,本书不当之处在所难免,恳请读者批评指正。

编著者

2002 年 8 月

目 录

第 7 章 武器战斗蒙特卡洛模拟	407
7.1 蒙特卡洛方法的军事应用	407
7.2 封锁机场跑道模拟	409
7.2.1 封锁机场跑道战斗过程	409
7.2.2 选取瞄准点	409
7.2.3 母弹抛撒投影点坐标随机抽样确定	410
7.2.4 子弹弹着点坐标随机抽样确定	411
7.2.5 判定封锁跑道是否成功	411
7.2.6 在新的判断区间进行判别	413
7.2.7 计算封锁成功概率估计值	413
7.2.8 模拟程序逻辑框图	414
7.2.9 封锁机场跑道算例	415
7.3 高射武器服务概率模拟	415
7.3.1 排队论	416
7.3.2 模拟步骤	417
7.3.3 模拟程序逻辑框图	422
7.3.4 高射武器服务概率算例	422
7.4 海上战斗模拟	422
7.4.1 战斗想定	423
7.4.2 声呐作用距离	424
7.4.3 目标运动要素解算方法	425
7.4.4 线导鱼雷发射和导引方法	425
7.4.5 自导鱼雷发射和自导	429
7.4.6 运动体运动描述	431
7.4.7 水声对抗	433

7.4.8	火箭助推鱼雷发射	435
7.4.9	直升机反潜	436
7.4.10	潜艇的潜舰导弹攻击	437
7.4.11	蒙特卡洛抽样	439
7.4.12	模拟程序逻辑框图	439
7.4.13	潜艇编队伏击护航编队算例	441
7.5	飞机空战模拟	442
7.5.1	截击空战过程及其模拟	442
7.5.2	飞机初始位置确定	443
7.5.3	飞机相对位置确定	444
7.5.4	飞机运动模拟	445
7.5.5	截击编队空战动作模拟	448
7.5.6	突击编队空战动作模拟	461
7.5.7	射击效果模拟	463
7.5.8	模拟程序逻辑框图	464
7.5.9	截击空战模拟算例	466
7.6	武器射击命中精度模拟	467
7.6.1	“爱国者”导弹导引弹道数学模型	467
7.6.2	战术弹道导弹飞行弹道数学模型	486
7.6.3	脱靶参量蒙特卡洛模拟	492
7.6.4	飞行弹道模拟计算	494
7.6.5	命中精度模拟	498
7.6.6	毁伤概率计算	500
	参考文献	502
第 8 章	管理决策分析方法	503
8.1	德尔菲方法	504
8.2	回归预测方法	506
8.2.1	一元线性回归分析	507
8.2.2	多元线性回归分析	510
8.2.3	非线性回归分析	511
8.2.4	相关分析	512
8.2.5	回归预测分析工作流程	513

8.2.6 回归预测分析算例	513
8.3 时间序列预测方法	517
8.3.1 移动平均法	517
8.3.2 指数平滑法	520
8.3.3 随机型时间序列预测方法	524
8.4 层次分析法	531
8.4.1 基本原理	531
8.4.2 层次分析法的步骤	536
8.4.3 逆序问题和保序方法	537
8.4.4 标度问题和标度方法	544
8.5 模糊测评方法	545
8.5.1 基于模糊集的综合测评	546
8.5.2 基于模糊数的综合测评	558
8.6 灰色预测和决策方法	565
8.6.1 灰色模型	566
8.6.2 灰色预测	571
8.6.3 灰色决策	576
参考文献	584
第9章 系统动力学方法	585
9.1 系统动力学原理	585
9.2 系统动力学方法基本步骤	586
9.3 系统动力学基本概念	588
9.3.1 系统的基本特征	588
9.3.2 系统力学	588
9.3.3 系统控制力学	590
9.3.4 因果关系环	591
9.4 系统动力学模型	593
9.4.1 系统流图	593
9.4.2 构造方程式	594
9.4.3 延迟现象的系统动力学描述	602
9.5 系统动力学计算机语言与程序设计	603
9.6 系统动力学的应用	605

9.6.1	武器装备发展政策研究	605
9.6.2	科研队伍年龄结构预测分析	608
9.6.3	国防工业发展对策研究	611
9.6.4	武器战斗模拟	619
9.6.5	国防和军事发展战略研究	619
9.6.6	核打击国家经济系统动态模拟	623
	参考文献	625
第 10 章	虚拟视景仿真技术	626
10.1	虚拟视景仿真	626
10.2	三维造型技术	627
10.2.1	数据库模式	628
10.2.2	细节等级(LOD)和纹理映射	630
10.2.3	MultiGen Pro 软件功能	631
10.2.4	三维地形生成技术	636
10.3	视景仿真驱动技术	641
10.3.1	视景仿真驱动软件 Vega 的基本功能	642
10.3.2	Vega 的 C 语言应用程序	644
10.3.3	Vega 其他模块功能	646
10.4	仿真网络技术	657
10.5	局域网虚拟视景仿真系统	658
10.5.1	系统硬件构成	659
10.5.2	系统软件构成	660
10.6	“爱国者”导弹拦截战术弹道导弹视景仿真	663
10.6.1	战术弹道导弹飞行弹道仿真计算	663
10.6.2	“爱国者”导弹导引弹道仿真计算	664
10.6.3	虚拟视景仿真构造	664
10.6.4	局域网虚拟视景仿真实验	666
10.7	飞船与空间实验室视景仿真验证演示	675
10.7.1	驱动数据与通信接口	675
10.7.2	三维物体造型	675
10.7.3	视景仿真驱动	676
10.7.4	飞行任务视景仿真演示	678

参考文献	685
第 11 章 建模与仿真先进技术	686
11.1 分布交互仿真概念	687
11.1.1 仿真	687
11.1.2 交互	688
11.1.3 分布	689
11.1.4 仿真器	690
11.1.5 仿真网络	692
11.2 分布交互仿真技术	693
11.2.1 分布交互仿真技术特点	693
11.2.2 时空一致性技术	694
11.2.3 网络通信技术	696
11.2.4 航位推算(DR)技术	697
11.2.5 计算机生成兵力技术	703
11.2.6 分布交互仿真其他技术	705
11.2.7 分布交互仿真标准	708
11.3 分布交互仿真应用演练	713
11.3.1 分布交互仿真演练体系结构和布局	713
11.3.2 分布交互仿真开发的软件支持	715
11.4 分布交互仿真存在的问题	719
11.5 高层仿真体系结构	721
11.5.1 建模与仿真的共同技术框架	721
11.5.2 高层仿真体系结构	723
11.5.3 高层仿真体系结构的规则	724
11.5.4 高层仿真体系结构的接口规范	725
11.5.5 高层仿真体系结构的对象模型模板	730
11.6 任务空间概念模型和数据标准	736
11.6.1 任务空间概念模型的基本概念	736
11.6.2 任务空间概念模型的技术框架	738
11.6.3 数据标准	742
11.7 联邦应用仿真开发与演练	743
11.7.1 联邦应用仿真开发	743