

海军新军事变革丛书



总策划：魏 刚 主 编：马伟明

国防训练与 仿真技术基础

(澳) Christopher Best
George Galanis 等 编著
(新西兰) James Kerry

张晓锋 宋继忠 龚 立 等 译



FUNDAMENTAL ISSUES IN
DEFENSE TRAINING AND SIMULATION



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

海军新军事变革丛书

总策划：魏 刚 主 编：马伟明



国防训练与 仿真技术基础

FUNDAMENTAL ISSUES IN
DEFENSE TRAINING AND SIMULATION

(澳) Christopher Best
George Galanis 等 编著
(新西兰) James Kerry

张晓锋 宋继忠 龚 立 等 译



电子工业出版社·

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

© Christopher Best, George Galanis, James Kerry and Robert Sottolare, August 2013
This translation of Fundamental Issues in Defense Training and Simulation is published
by arrangement with Ashgate Publishing Limited.

本书中文简体翻译版权由 Ashgate Publishing Limited 授予电子工业出版社独家出版、
销售。未经出版者书面许可，不得以任何方式复制或发行本书的任何部分。

版权贸易合同登记号 图字：01-2014-7770

图书在版编目（CIP）数据

国防训练与仿真技术基础 /（澳）克里斯托弗·贝斯特（Christopher Best）等编著；
张晓锋等译. —北京：电子工业出版社，2018.7
（海军新军事变革丛书）

书名原文：Fundamental Issues in Defense Training and Simulation
ISBN 978-7-121-30927-4

I. ①国… II. ①克… ②张… III. ①军事训练—仿真系统 IV. ①E13-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2017）第 026820 号

责任编辑：张 毅

印 刷：三河市鑫金马印装有限公司

装 订：三河市鑫金马印装有限公司

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编：100036

开 本：720×1000 1/16 印张：22.25 字数：332 千字

版 次：2018 年 7 月第 1 版

印 次：2018 年 7 月第 1 次印刷

定 价：95.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请
与本社发行部联系。联系及邮购电话：（010）88254888，88258888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式：（010）57565890，meidipub@phei.com.cn。

海军新军事变革丛书

丛书总策划 魏 刚

编委会主任 马伟明

编委会副主任 赵晓哲 李 安 王传臣 邱志明
何 友 何 琳 鲁 明 杨 波
王航宇 李敬辉

常务副主任 贲可荣

编委会委员 (以姓氏笔画为序)

王公宝 王永斌 王 东 王德石
史红权 邢焕革 杜 奎 吴旭升
张永祥 张立民 张晓晖 张晓锋
陆铭华 杨露菁 侯向阳 笪良龙
楼京俊 察 豪 蔡志明 蔡 琦
黎 放

选题指导 裴晓黎 邹时禧 徐 勇 许 斌
吴雪峰

出版策划 卢 强 吴 源 张 毅

国防训练与仿真技术基础

主译	张晓锋	宋继忠	龚立
	董银文		
审稿	郭尚芬	沈雅慧	
翻译	卢飞	陆光宇	金亮
	王英	肖迪	李耕
	李涛	夏益辉	韩瑞
	安儒奎	吴本祥	肖文凯
	贾正荣	李晓杰	

《海军新军事变革丛书》第三批总序

当今世界，新一轮科技革命和产业变革正在加速推进，以信息技术为引领，人工智能、生物科学、大数据、新材料、新能源等技术发展运用、交叉融合和相互渗透，正逐步改变着人类社会形态和生产生活方式。高新技术的发展和世界安全态势的演变，同样催生当今世界军事领域的深刻变革，在广度、深度上已超越以往历史上任何一轮军事变革。这次变革以安全态势演变为动因、以高新技术特别是信息技术发展为动力、以军事观念转变为牵引、以军事体系调整为中心，覆盖军事领域各个方位和全部系统，涉及军事理论、军事战略、战争形态、作战思想、指挥体制、部队结构、国防工业等方方面面，形成信息主导、体系支撑、精兵作战、联合制胜的新态势，数字化、网络化、智能化和系统化将贯穿决策指挥、组织形态和战场战法全过程，渗透到各个方面，作战域将加速向网络、电磁、深海、太空、极地等战略新疆域拓展，其所产生的影响，必将影响未来世界格局，决定各国军事力量比对。

习主席曾深刻指出：“每一次科技和产业革命都深刻改变了世界发展面貌和格局。一些国家抓住了机遇，经济社会发展驶入快车道，经济实力、科技实力、军事实力迅速增强，甚至一跃成为世界强国。”党的十八大以来，党中央、中央军委着眼于实现中国梦、强军梦，制定新形势下军事战略方针，全力推进国防和军队现代化，军队改革取得历史性突破，练兵备战有效遂行使命任务，现代化武器装备加快列装形成战斗力，军事斗争准备稳步推进，强军兴军不断开创新局面。党的十九大，吹响了“到本世纪中叶把人民军队全面建设成世界一流军队”的时代号角，郑重宣告国防和军队建设全面迈进新时代。经略海洋、维护海权、

建设海军始终是强国强军的战略重点,履行新时代军队历史使命,海军处在最前沿、考验最直接,职能最多样、任务最多元,需求最强劲、发展最迫切。瞄准世界一流、建设强大的现代化海军,我们更须顺应新形势,把准新趋势,进一步更新观念、开阔视野,全面深入实施科技兴军战略,瞄准世界军事科技前沿,坚持自主创新的战略基点,加强前瞻性谋划、体系化设计,加快全域全时全维的信息化、智能化建设,抢占军事科技战略性、前沿性、颠覆性发展制高点,努力实现从跟跑、并跑到领跑的历史性跨越。

根据海军现代化建设的实际需求,2004年9月,海军装备部与海军工程大学联合组织一批学术造诣深、研究水平高的专家学者,启动了《海军新军事变革丛书》的编撰工作。2004年至2009年,第一批丛书陆续出版,集中介绍了信息技术及其应用成果。2009年至2017年,第二批丛书付梓出版,主要关注作战综合运用和新一代武器装备情况。该丛书具有鲜明的时代特征和海军特色,对推进中国特色军事变革要求,谋划海军现代化建设具有很好的参考价值,在部队、军队院校、科研院所、工业部门均被广泛使用,深受读者好评。丛书前两批以翻译出版外文图书和资料为主,自编海军军内教材与专著为辅,旨在借鉴外国海军先进技术和理念,反映世界海军新军事变革中的新观念、新技术、新理论,着重介绍和阐释世界新军事变革的“新”和“变”。为全面贯彻落实习主席科技兴军的战略思想,结合当前世界海军发展趋势和人民海军建设需要,丛书编委会紧跟科技发展步伐,拟规划出版第三批丛书。在前期成果的基础上,第三批丛书计划从编译转向编著,将邀请各领域专家学者集中撰写与海军人才培养需求密切相关的军事理论和装备技术著作,这是对前期跟踪研究世界海军新军事变革成果的消化、深化和转化。

丛书的编撰出版凝结了编委会和编写人员的大量心血和精力,借此机会,谨向付出辛勤劳动的全体人员致以诚挚的敬意,相信第三批丛书定会继续深入贯彻习主席强军思想,紧盯科技前沿,积极适应战争模式

质变飞跃，研判战争之变、探寻制胜之法，为建设强大的现代化海军带来新的启迪、新的观念、新的思路，不断增强我们打赢信息化战争、应对智能化挑战的作战能力。

海军司令员 沈金松

2018年6月2日

《国防体系中的人为因素》丛书

Don Harris 博士，HFI 解决方案有限公司常务董事，英国

Neville Stanton 教授，南安普敦大学人为因素研究首席专家，英国

Eduardo Salas 博士，中佛罗里达大学，美国

要想促使当今陆海空三军实现“培养能打胜仗的人，制造适应当今变化的装备，备战明日任务，能够建造未来”（来源：英国国防部）的目标，人为因素是个关键。现代化三军所执行的任务，比以往任何时期都要更加宽广和多样。除了保卫领土完整和应对军事冲突，军事人员还需参与本土防御、执行维和任务以及进行全球范围的人道主义救援行动。

这些任务需要那些经过训练达到最高标准、能够使用一流装备的顶级人才来完成。军队早已认识到，要达到这些目标，优良的人为因素至关重要。

国防部门无疑是全球范围内最大的涉人为因素员工雇主，同时也是最大的基础和应用研究资助者。这些研究大都具备广泛的应用前景，而非仅限于军事领域。这套丛书的目的，是让读者接触一些此方面高水平工作成果。

阿什盖特出版社出版的《国防体系中的人为因素》丛书囊括了该领域国际知名专家的特别推荐用书。这些书籍对全球国防工业中强调的人为因素关键性议题进行了深入、权威的探讨。

译者序

军事训练是进行军事理论教育和作战技能教练的活动，在国家武装力量建设和战备工作中占有重要地位，是和平时时期生成和发展军队战斗力的主要途径，也是军队履行职能的重要保证。

“仗怎么打，兵怎么练”，这是军事训练的基本规律。以美军为例，在近几年的几场局部战争中，美军以低的伤亡代价连战连捷，除了武器装备上的优势之外，一个非常重要的原因，就是平时较高的训练水平。美军的训练口号是：像作战一样训练，像训练一样作战。能够完全按照实战要求，利用实地、实兵、实弹和实装训练部队的“全真军事训练”模式，其效果当然是比较全面和客观的。

然而，与几十年前相比，伴随着科学技术的大幅进步，武器装备得到了迅猛发展，战争形态也从单一兵种对抗发展到信息网络条件下诸多军兵种的联合作战和体系对抗。这些变化给军队军事训练带来了许多“全真军事训练”无法解决的难题，比如经济消耗巨大、特殊训练条件难以实现、训练时间和批次有限导致训练质量不佳等。因此，相对于“全真军事训练”，世界各国军队都一直在应用着另一种极为有效的训练模式——“仿真军事训练”，也称模拟训练。

模拟训练是指部队、分队及人员使用模拟训练系统或器材，模仿武器装备性能、作战环境和作战行动进行的训练。从 1929 年美国人 Link 发明世界上第一台真正意义上的现代模拟器——机械式乘坐训练模拟器至今，经过半个多世纪的发展，世界各国模拟训练装备都已基本覆盖军事训练的所有领域、所有对象和全过程，并具有先进、实用、配套、规

模扩大的特点。模拟训练以其安全、经济、可控、可重复、不受气候和时空限制，既能常规操作训练，又能培训处理各种事故的应变能力以及训练的高效率、高效益等独特优势，受到世界各国军队的高度重视，并呈现更为深入和广泛应用的趋势。如今，在继续针对新装备、新技术、新训法和新战法不断建设、完善模拟训练装备与技术的同时，如何有效提高模拟训练的质量效益正成为世界各国军队争相探讨的重要课题。

本书正是从模拟训练的两个要素——人和模拟装备（系统）入手，通过分析人为因素在模拟训练中的重要作用这一方式，试图给模拟训练工作领域中的各类参与者，在进一步提高模拟训练质量效益方面提供一些思想的火花。书中各章分别由澳大利亚、新西兰、美国等国家相关机构军事训练与仿真领域的专家撰写，内容涵盖模拟训练领域理论、技术和方法，系统阐述军事训练信息化特别是模拟训练领域的技术发展，乃至人与技术、装备之间的关系等相关问题。因此，本书对研究军事训练问题的专家，乃至研制模拟训练系统的技术人员具有重要的参考价值。

本书共四个部分，分别从军事训练仿真的需求分析、训练设计、仿真技术和训练评估四个方面，对军事模拟训练中应当把握的理论问题和技术问题进行了介绍、分析和总结。每一章都是一篇学术论文，涵盖了模拟训练中的综合导控、环境生成、训练组织等应用问题，具有很强的针对性和实用性。

本书第 1 章通过介绍技术合作项目（TTCP）及第 2 号技术委员会（TP2）的起源、职责功能和当前的使命任务，阐述了 TP2 委员会现阶段的一项重要工作：筹资建设用于解答常见军事训练技术类问题（FAQ）的网络知识库，并发布于互联网，供从事训练、建模与仿真（M&S）工作的成员浏览。并在此基础上介绍了本书的来源。

在第 2 章中，来自新西兰国防部国防技术局人体系统项目组的 James Kerry，通过其在项目研究和管理工作中的思考和感悟，为本书读者在学习之始提供一些基本信息和指导，以帮助读者更好地学习后续章节中

有关军事能力、军事训练和教育系统、训练需求分析及任务基本能力等内容。

第3章主要介绍“能力”概念的起源，定义其专用术语，提供了一种适用于各类武装力量的模型架构，并阐述该理念的用法、潜在优势以及众多能力模型失败的原因。

第4章中，作者首先研究了“当今学习者——千禧一代与前几代学习者迥然不同”这一论断，并探究实践是否能够证实这一说法。在回顾以往有关代际学习方法的研究工作后，分析了为满足千禧一代学习需求而进行的教学实践工作对军队和教育机构的潜在影响。

第5章主要探讨模拟训练的训练需求分析问题，介绍了训练需求分析的含义及作用，给出了训练模型等训练需求分析的具体应用，针对训练需求分析和选项评估问题，进行了详细讨论。

第6章提出任务基本能力的概念。大多数训练工作都是从任务分析阶段开始，而任务基本能力模式则首先从贴近实战环境来考虑问题。本章探讨了如何开发高效的训练计划以满足最重要的目标以及如何提供必要的训练开发经验，介绍了任务基本能力方法在美军的成功应用情况。

第7章概述训练设计的相关问题。在训练系统的设计过程中，需要了解整个训练系统的需求、训练素材类型以及满足需求的训练环境类型。此外，本章还介绍了本书第二部分“训练设计”的后续相关章节主要内容，并简要介绍相关章节作者的工作性质和写作意图。

第8章主要介绍与训练系统设计相关的个人学习方面的关键理论，探讨了应该给受训人员安排多少工作量才能达到学习效果最大化问题，分析了应该包含多少互动、运用何种策略进行训练，以及如何为受训人员提供最好的训练反馈等问题。

第9章主要探讨如何提高学习者适应性的训练设计问题。首先，讨论了适应性等相关概念的基本含义，并针对基本训练设计，给出两项提高适应性训练的基本原则；然后，重点分析了综合学习环境中的适应性

训练问题，并从教学目标、任务参与、训练反馈等不同角度，给出六项提高适应性训练的基本原则。

第 10 章主要探讨在虚拟环境中训练团队的问题。首先，分析训练系统的设计者在针对虚拟环境中训练团队进行系统设计时需要关注什么，在虚拟环境中需要包含哪些教学特征来增强团队的训练；其次，讨论在虚拟环境中需要包括哪些类型的训练内容，在虚拟环境的内部和外部还需要在训练系统中考虑哪些内容；最后，强调严格评估团队训练系统的重要性，因为评估可以调整训练系统以确保其满足训练体系的原始需求。

第 11 章总结了十多年来军事训练分布式仿真实践应用的研究成果。给出了可以提高训练效果，并可为构建主流军事训练系统奠定基础的五条关键原则：采用以用户为中心的设计原则；创建完整的训练环境原则；尽量在训练系统中利用协同定位技术原则；提供灵活和动态的训练模拟环境原则；确保军事专家能够履行演习管理职能原则。

第 12 章主要探讨模拟训练中的经济因素问题。概述了模拟训练的优势和意义；介绍了作战模拟、系统模拟两大类模拟训练的特点，探讨逼真度与模拟训练成本的关系，以及游戏与模拟训练的关系等问题。结合实例，重点分析了模拟训练的成本和效益问题，并给出如何在训练中进行虚拟环境的经济分析。

第 13 章概述当前具有代表性和新兴的模拟训练技术，以及其对军事训练的影响。讨论了技术、训练技术等相关概念的基本含义，分析了模拟训练技术对军事训练的影响；针对具体的读者对象，介绍了如何更好地学习“训练技术”部分各章节内容的经验方法。

第 14 章主要讨论现实和虚拟场景下的训练分配问题。通过实例分析什么是现实和虚拟场景下的训练分配问题；讨论了现实和虚拟场景下分配训练时，优化训练组合需要考虑哪些影响因素；探讨了现实和虚拟场景下分配训练问题的优化分配方法。

第 15 章主要关注虚拟环境训练系统的设计问题，分析了虚拟环境训

练的技术优势和优化使用策略,阐述了不恰当使用虚拟环境训练所带来的问题及解决途径,讨论了虚拟环境训练设计的未来研究方向。

第 16 章介绍训练模拟器的关键组成部分——教练员操作站的作用。阐述了教学策略并对其进行操作性定义,分析了教练员操作站的概念和重要性,罗列了在教练员操作站研发过程中的经验教训。

第 17 章介绍了虚拟现实技术、游戏化训练系统在美军医疗事故处置模拟训练中的应用。阐述了模拟技术用于医疗训练领域的历史,介绍了美军游戏式医疗训练模拟系统,以及虚拟病人的价值用途,并详细介绍了全息解剖可视化技术、电子动画技术、外科手术仿真等仿真技术。本章最后就相关技术应用的本质进行了探讨,提出了技术真正的价值是学习提供有效途径的观点。

第 18 章关注游戏技术在模拟训练领域的应用和发展。通过美军引入游戏技术开展模拟训练的案例,展示游戏技术对训练模式和训练内容带来的深刻影响。围绕严肃游戏的概念,从游戏引擎、虚拟世界、用户界面、物理模型、人工智能、网络协同和安全防护等方面介绍游戏技术的关注点。介绍了美军开展游戏化训练的案例,并对游戏用于军事训练的趋势进行了分析展望。

第 19 章探讨了训练过程中训练目标和训练效益等方面的问题。介绍了一种自主式教学系统模型,阐述模型的基本要素,分析当前自主式计算机教学方法,找出训练效益方面的差距,并讨论了自主式训练系统的研究方向。

第 20 章针对第 19 章提出的教学训练中学员的自主式问题,探讨设计教学系统体系结构标准化解决方案的方法。通过领域分析方法,提出军事领域自主学习的通用智能辅导框架,并对框架的设计目标、系统架构、组织方法等进行详细介绍。

第 21 章主要讨论采用虚拟技术开展交互训练的问题。虚拟交互的主要内容包括人与环境的交互以及人与人的交互。通过阐述虚拟教官开展

技能训练的技能和技能学习的一般规律,给出虚拟交互环境的构建要素,以及虚拟教官和交互内容设计中所要解决的问题,并列举了一些成功应用案例。虽然虚拟交互训练模式可为学员搭建自主学习交流环境、提高学习兴趣、改善学习效果,但在训练效益和技术实现等方面仍然存在许多需要进一步研究的内容。

第 22 章关注训练评估问题,对 23 章至 27 章将要论述的训练评估问题进行概括。阐述了训练评估面临的问题与机遇,介绍多种训练评估工具与方法。指出训练评估是对训练效果的复查和检验,只有通过有效评估才能了解训练效果,并根据训练中存在的不足,找到训练投入和策略上存在的问题。

第 23 章主要讨论训练评估决策问题。介绍了如何确定训练评估目的,讨论了训练结果和训练有效性问题,并提出用于训练评估的启发式模型,分析了训练水平和训练效益之间的区别,并给出训练评估的步骤。

第 24 章关注施训者对受训者的主观评估问题。分析了影响评估可靠性和有效性的因素,探讨了消除影响因素的策略方法,介绍了施训者对受训者知识、技能和态度评估方法的未来发展方向。给出了一套基于建设规模评估、施训者训练和动态评估数据搜集的主观评估方法。

第 25 章主要讨论绩效评估问题。训练绩效评估必须考虑完成训练任务所需的知识、技能和能力等因素,并采取相应的数据搜集和维护策略。阐述了绩效评估的定义,介绍了绩效目标测试方法,讨论了绩效评估目标面临的挑战,最后给出一个绩效评估模型,该模型罗列了绩效目标考核的主要因素,并对训练目标、训练手段和训练结果的关系进行了设计。

第 26 章概述了客观绩效评估的优缺点、实现与分析方法以及应用情况。传统的绩效评估主要依靠相关领域专家的主观判断,客观绩效评估主要依靠大量的采集数据。客观绩效评估方法如何应用于多级评估,需要首先解决基础设施、数据存储和管理等训练保障问题。

第 27 章描述训练转化的概念。训练转化即训练效益问题,主要涉及

两个方面：一是训练所学到的是否真的能够提高能力，二是如何使这种能力的提高最大化。文中从与模拟器材的应用关系入手，通过分析影响训练转化的各类因素，总结出模拟器研制中需要注意的问题，再通过一些案例对训练转化的概念进行具体说明，最后为训练模拟器材采购单位和用户提出了相关建议。

推 荐

“在现代社会，尤其是在训练当中，普遍存在着建模与仿真的功能和
技术。这种功能使我们可以提高训练效率，并节省大量资源。本书巧妙
地介绍了在推进军事能力的过程中，建模与仿真的关键定义和应用。对
于那些打算应用此项技术来解决现实训练问题的新手们，该书将大有裨
益。”

——Dee H. Andrew，资深研究心理学家，
供职于美军行为与社会科学研究院

“此书是任何一位以传授实用技能为己任者的必读书目。对于在训练
过程中将技术作为一项平台的军事施训人员，本书更是不可或缺。对于
训练，关键是了解受训者的学习方式，并寻找适合个体学习的技术，以
在训练接触期取得最佳的效果或效率。训练效果达到与否，不在于所呈
现的素材，而在于使受训者掌握并继承相关概念。本书可作为每位教育
训练工作者的重要工具。”

——Steven Seay 准将（已退役），
美国陆军 PEO 模拟训练与装备化项目前执行官