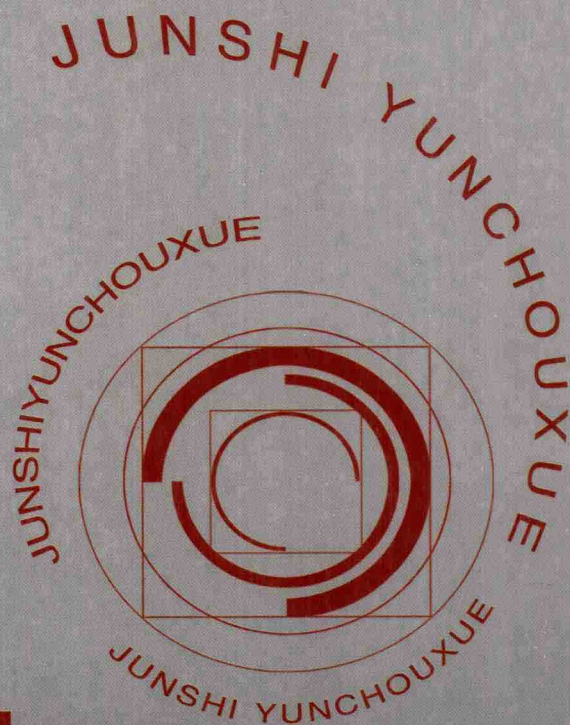


JUNSHI YUNCHOUXUE

军事 运筹学

余滨 段采宇 / 等编著



国防科技大学出版社

军事运筹学

余 滨 段采宇 周敏龙 毛赤龙 编著

国防科技大学出版社

·长沙·

内 容 简 介

本书以决策优化为核心,分8章展开论述,包括:军事运筹学概论、效能分析、搜索论基础、作战行动的定量分析方法、决策优化基础、武器装备寿命期的管理方法、军事系统优化方法以及作战模拟等。本书可作为军事院校硕士研究生军事运筹学课程教材,也可用于相关专业的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

军事运筹学/余滨,段采宇等编著. —长沙:国防科技大学出版社,2008.9
ISBN 978-7-81099-485-9

I. 军… II. ①余… ②段… III. 军事运筹学—军事院校—教材 IV. E911

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 036604 号

国防科技大学出版社出版发行
电话:(0731)4572640 邮政编码:410073
<http://www.gfkdcbs.com>
责任编辑:耿 筠 责任校对:唐卫葳
新华书店总店北京发行所经销
国防科技大学印刷厂印装

*

开本:787×1092 1/16 印张:32 字数:759 千
2008 年 9 月第 1 版第 1 次印刷 印数:1-1000 册
ISBN 978-7-81099-485-9
定价:56.00 元

序

我国杰出科学家和军事运筹学的奠基者钱学森曾指出：“对于军事科学这个大部门，基础理论层次是军事学，技术理论层次是军事运筹学，应用技术层次是军事系统工程。”钱老把军事运筹学定位于军事科学的技术理论层次，是他对军事科学体系的深入洞察和对军事运筹学在其中地位高瞻远瞩的论断，极富思想性和创新性，为军事科学包括军事运筹的发展指出了正确的方向。

军事运筹学是关于军事问题建模、定量分析和优化决策的理论和方法的学科，军事运筹学以现代数学和信息科学等为手段，以提高军事行动效果为目的，是武器装备研究、启发作战思想与战法创新、改进后勤工作效益等方面的技术基础。

军事运筹学的产生和发展与军事和带有竞争性质的活动有密切联系，是人们在 20 世纪战争研究领域的一项创举，是人类创新思维的产物。军事运筹学的出现以及在第二次世界大战中的应用，使整个军事科学研究领域发生了巨大变化，它既是一种行之有效的科学方法，又是指导理论研究的科学方法论。

军事运筹学与其他军事学科不同的地方就在于它从决策优化的角度研究军事活动，且力求不仅从定性方面而且着重从定量方面提供可操作的决策优化理论和方法。

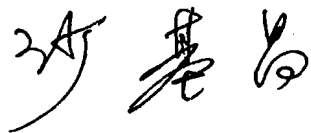
随着军队武器装备的现代化，尤其是高科技在军事上的应用，军事力量建设和运用变得更加复杂。如果不深入地从定性、定量两方面研究其决策问题，那么，不用说优化决策，就连起码的可行决策都不可能做出。从这个意义上讲，军事运筹学以其特有的研究对象和方法而成为一门独立的军事学科，是军事科学适应现代战争需要而发展的结果。

在新军事革命兴起、战争状态发生深刻变化的当今时代，正如江泽民同志指出：“现代科学技术对军事领域的影响，就其深刻性和广泛性来说，是历史上任何时期都无法比拟的。”既然由现代科学技术引发了新一轮军事革命，那

么军事科学的所有学科门类都不可避免地受到了有关现代科学技术引起的冲击、震撼,军事科学的所有基础理论在高技术的挑战下都急需在理论上做出突破、创新和发展。军事运筹学作为军事科学体系中应用科学技术最广泛、最深入的一门学科,同样也面临着在新形势下的突破、创新和发展。我们欣喜地看到,在广大军事运筹学工作者的努力下,军事运筹学研究在引进、消化、理解及创新现代科学技术与方法方面做了大量工作,取得了丰硕的成果,形成了一系列新的实验方法、模拟技术、建模技术等;这些研究都已产生自己的理论,具有自己的研究方法,形成独具特色的研究领域。因此,在教育工作中,必须与时代同步,在发展军事运筹学经典方法的基础上,积极引进新方法、新技术,为新世纪的人才培养提供新的基础。

余滨等人编写的研究生教材《军事运筹学》在综合、归纳军事运筹学新理论、新方法、新技术方面,做了有益的探索。该教材在围绕决策优化为主题展开论述的同时,强调以高新技术装备与高新技术战争为核心内容。由于现代高新技术在军事领域内的运用和发展引起整个军事领域发生新的军事革命,使得现代军事、技术理论体系也发生了深刻的变化。军事运筹学作为军事科学体系中应用科学技术最广泛、最深入的一门学科,同样也面临着在新形势下,面对新军事革命中军事科学研究、军事斗争实践对军事运筹学的迫切需求以及军事运筹学的新发展。本教材正是着眼于新时期军事战略方针的实现,根据新世纪军事人才应该拥有的知识结构、能力和素质,将现代军事高技术的新理论、新知识、新成果充实进来,内容上实现高层次、高起点和高技术化。

军事运筹学是自然科学、工程技术与军事科学相结合而发展起来的一门交叉学科。它的内容丰富,且在不断发展中。本书主要围绕军事运筹学中决策优化为核心进行叙述,只是一本基础性教材。我们希望广大军事运筹学工作者能继续进行有益的探索,写出更多、更好的教材和专著。



2008年6月

前 言

军事运筹学是自然科学与军事科学相结合的一门交叉学科,它的研究对象是在军事力量的建设和运用中为达到一定军事目的而进行的决策优化问题,强调定量分析、系统优化与科学管理。它运用定量分析技术、计算机技术和系统分析等方法,揭示各种军事系统的结构、功能及其运行规律,为科学地进行军事实践活动,合理利用资源,提高军事效益提供理论依据。

军事运筹学的产生和发展与军事和带有竞争性质的活动有密切联系,是人们在 20 世纪战争领域的一项创举,是创新思维的产物。军事运筹学的出现以及在第二次世界大战中的应用,使整个军事科学研究领域发生了巨大变化,它既是一种科学方法,又是指导理论研究的科学方法论。

军事运筹学虽然起源于第二次世界大战,但军事运筹思想的应用却有着悠久的历史。在古代,人类从战争实践中就总结出了丰富的运筹思想。两次世界大战为军事运筹实践提供了良好的契机。第二次世界大战后,军事运筹理论得到了突飞猛进的发展。20 世纪 50 年代末,军事运筹学基本上形成一门独立的新学科。20 世纪 70 年代末以来,在钱学森等老一辈科学家的积极倡导下,我国的军事运筹学经历了起步研究、重点发展和全面发展等阶段,取得了很大的成绩,已成长为军事科学中最富生机、发展最快的学科之一,在应用成果、理论研究、作战模拟和人才培养等方面取得显著进展。目前,我国的军事运筹研究已形成一定规模和水平,为未来的发展奠定了良好的基础。

经过近半个世纪的发展,军事运筹学已从二战时期以战术指挥决策问题为对象,发展到今天以应用现代科技解决军事领域各类决策问题为对象的军事学科。它研究的内容,应用的范围,覆盖了军事科学的各个基础理论学科,如军事力量建设和运用的筹划、战时对战争全局问题与平时对军事斗争全局问题的运筹;战役战斗行动的优化;军事指挥的科学决策;军队规模、编制体制

的论证;后勤保障、技术保障的运筹;武器装备体系的建设方案和全寿命管理;军队人力资源的规划和管理,以及军备控制的研究和方案拟制等。

进入 21 世纪,新军事革命的蓬勃发展,为军事运筹学提供了一个前所未有的发展机遇。高新技术推动了军事运筹学的发展,形成了与之相适应的新方法与新技术。在广大军事运筹学工作者的努力下,军事运筹学研究在引进、消化、理解及创新新方法与新技术方面做了大量工作,积累了丰富的经验,形成了独具特色的研究领域。同时,也应看到,军事运筹学也面临着严峻的挑战。时代的发展要求继续完善与创新军事运筹学理论体系,改善与更新实验手段和模拟方法,并向各个基础军事理论学科进一步延伸与结合。

本书是作者在多年军事运筹学教学和研究基础上形成的,相当一部分内容经过多次的讲授,有较强的适应性。同时,本书也吸纳了许多军事运筹学领域的新方法与新技术。本书紧密围绕军事活动中的决策优化方法展开叙述。本书主要针对军队院校军事运筹学专业的研究生教学而编写的,使学员通过学习能够掌握军事运筹学的基本知识、方法和结论,能对该领域的研究有一个较全面的了解,为今后进一步的学习、研究和应用打下基础。

全书分 8 章,第 1、3 章由余滨编写,第 2、6 章由段采宇编写,第 5、8 章由周敏龙编写,第 4、7 章由毛赤龙编写,全书由余滨负责筹划、统稿。限于编著人员水平,错误和不妥之处在所难免,希望读者批评指正。

编著者

2008 年 8 月

目 录

第 1 章 军事运筹学概论

1.1 军事运筹学的形成和发展	(1)
1.1.1 历史渊源	(1)
1.1.2 发展简史	(3)
1.2 军事运筹学的基本概念	(11)
1.2.1 军事运筹学的定义	(11)
1.2.2 军事运筹学的研究对象	(12)
1.2.3 运筹学应用原则	(13)
1.2.4 军事运筹学的研究目的	(15)
1.2.5 军事运筹学的工作步骤	(16)
1.3 军事运筹学的基本内容	(16)
1.4 现代条件下的军事运筹学	(19)
1.4.1 信息化战争概述	(20)
1.4.2 军事运筹学的研究领域	(29)
习题一	(33)

第 2 章 效能分析

2.1 概述	(34)
2.1.1 效能的概念	(34)
2.1.2 效能的量度	(35)
2.1.3 效能的层次结构	(36)
2.1.4 武器系统的效能指标	(38)
2.1.5 效能指标选择的方法	(38)
2.1.6 效能指标评估的方法	(40)
2.1.7 效能分析的基本思路	(41)
2.2 综合效能分析的 ADC 模型	(43)
2.2.1 有效度向量	(44)

2.2.2	可信赖度矩阵	(46)
2.2.3	能力矩阵或能力向量	(48)
2.2.4	雷达系统效能的计算	(49)
2.2.5	整个高炮系统的系统效能计算	(50)
2.3	C ³ I系统的效能分析	(50)
2.3.1	C ³ I系统的概念	(51)
2.3.2	C ³ I系统的评价目的	(52)
2.3.3	C ³ I系统的效能指标	(52)
2.3.4	C ³ I系统评价的一般方法	(54)
2.4	SEA方法	(59)
2.4.1	基本概念	(59)
2.4.2	C ³ I系统的有效性分析	(60)
2.4.3	C ³ I系统的时效性分析	(64)
2.5	单调效能空间理论	(73)
2.5.1	单调效能空间的公设与基本概念	(73)
2.5.2	单调效能空间中效能指标需求轨迹的生成算法	(75)
2.5.3	多效能指标需求轨迹的交运算算法	(78)
2.5.4	基于单调效能空间的系统效能分析	(80)
2.5.5	基于单调效能空间的模糊效能分析	(83)
2.6	影响图方法	(85)
2.6.1	影响图建模理论	(85)
2.6.2	影响图建模算法	(89)
2.6.3	影响图建模方法在C ³ I系统中的应用	(92)
	习题二	(99)

第3章 搜索论基础

3.1	搜索论的基本概念	(100)
3.1.1	概述	(100)
3.1.2	搜索论的研究对象	(101)
3.1.3	搜索目标的规律	(102)
3.1.4	搜索路线的简单示例	(102)
3.2	搜索力的分配模型	(104)
3.2.1	基本搜索模型	(105)
3.2.2	搜索的标准式规划模型	(108)
3.2.3	搜索的对策模型	(117)

3.2.4 搜索的效率指标	(120)
3.3 对运动目标的搜索模型	(124)
3.3.1 目标(的位置与)运动要素分布	(124)
3.3.2 观察者和目标的运动轨迹	(126)
3.3.3 目标观察作一般运动时的发现势	(128)
3.3.4 有效发现宽度	(129)
3.3.5 观察者舷角上发现静止目标的概率	(132)
3.3.6 在观察者(舷角上)发现运动目标的概率	(133)
3.4 搜索概率的计算模型	(134)
3.4.1 雷达搜索模型	(134)
3.4.2 面搜索模型	(140)
3.4.3 线搜索模型	(142)
3.4.4 应召搜索模型	(143)
习题三	(145)

第 4 章 作战行动的定量分析方法

4.1 概述	(146)
4.2 兰彻斯特方程	(147)
4.2.1 兰彻斯特和作战毁伤理论	(147)
4.2.2 兰彻斯特第一线性定律	(149)
4.2.3 兰彻斯特第二线性定律	(150)
4.2.4 兰彻斯特方程平方定律	(150)
4.2.5 多兵种作战的兰彻斯特方程	(153)
4.2.6 兰彻斯特方程的扩展型	(155)
4.3 随机格斗模型	(161)
4.3.1 随机格斗描述	(161)
4.3.2 随机格斗模型的解—— P, Q 为常数的情形	(162)
4.3.3 直瞄武器交战的情形—— P, Q 非常数	(162)
4.4 战场状态空间的马尔科夫过程模型	(164)
4.4.1 概述	(164)
4.4.2 状态和时间都离散的马尔科夫过程模型(马尔科夫链)	(165)
4.4.3 状态离散而时间连续的马尔科夫过程模型(连续马尔科夫链)	(168)
4.4.4 三种典型的连续马尔科夫链	(170)
4.5 作战指数	(175)
4.5.1 杜派的经验统计指数求法	(175)

4.5.2 幂指数法	(188)
4.5.3 基于 Lanchester 方程的作战指数	(189)
习题四	(192)

第 5 章 决策优化基础

5.1 概述	(194)
5.1.1 基本概念	(194)
5.1.2 决策问题的要素	(195)
5.1.3 决策模型的分类	(197)
5.1.4 Kuhn-Tucker 条件	(198)
5.2 单目标决策基础	(203)
5.2.1 风险型决策	(203)
5.2.2 不确定型决策	(210)
5.2.3 Bayes 决策	(213)
5.2.4 Markov 决策	(216)
5.3 多目标决策基础	(221)
5.3.1 非劣性、非劣解和非劣解集	(222)
5.3.2 加权方法	(225)
5.3.3 约束方法(目标限制法,分量优化法)	(231)
5.3.4 其他方法	(234)
5.4 离散多目标问题的决策方法	(236)
5.4.1 离散多目标问题的规范化	(236)
5.4.2 层次分析法	(238)
5.4.3 多属性效用函数法	(254)
5.4.4 基于权重的决策方法	(259)
5.4.5 基于理想点的决策方法	(268)
习题五	(275)

第 6 章 武器装备寿命期的管理方法

6.1 费效分析	(277)
6.1.1 费效分析的基本概念	(277)
6.1.2 费效分析的主要内容	(278)
6.1.3 费效分析的一般原理	(279)
6.1.4 费用类别	(282)
6.1.5 费用的相关性	(283)

6.1.6 费用的不定性	(285)
6.1.7 系统寿命周期费用估算	(286)
6.2 风险分析	(293)
6.2.1 风险的基本概念	(293)
6.2.2 风险管理方法	(296)
6.2.3 风险分析技术和方法	(303)
6.3 武器装备论证评价的决策支持技术	(314)
6.3.1 系统建模与仿真技术	(314)
6.3.2 系统优化技术	(318)
6.3.3 系统预测方法	(320)
6.3.4 探索性分析方法	(330)
习题六	(337)

第7章 军事系统优化方法

7.1 战场火力分配的优化	(338)
7.1.1 战场火力分配的数学规划模型	(339)
7.1.2 最优控制模型	(343)
7.1.3 微分对策模型	(345)
7.2 军事后勤优化	(347)
7.2.1 库存管理优化	(347)
7.2.2 后勤补给优化	(351)
7.3 人力资源规划	(356)
7.3.1 基本模型	(357)
7.3.2 人员补充模型	(359)
7.3.3 军事人员管理政策的定量分析	(361)
7.4 指挥组织结构的优化	(369)
7.4.1 指挥体制组织结构分类	(369)
7.4.2 指挥组织结构的结构熵	(373)
7.4.3 基于结构熵的指挥组织结构的优化	(376)
7.5 军事指挥中的排队方法	(379)
7.5.1 军事问题中的排队现象	(379)
7.5.2 输入过程和服务时间分布	(384)
7.5.3 M/M/1 排队模型分析	(389)
7.5.4 M/M/C 排队模型分析	(398)
习题七	(418)

第8章 作战模拟

8.1 概述	(420)
8.1.1 概念	(420)
8.1.2 作战模拟简史	(422)
8.1.3 作战模拟的分类	(425)
8.1.4 作战模拟的共同特征	(428)
8.1.5 作战模拟的基本条件	(428)
8.1.6 作战模拟的应用	(430)
8.2 作战模拟的一般程序	(437)
8.2.1 军事需求分析	(437)
8.2.2 军事总体设计	(438)
8.2.3 编拟想定	(441)
8.2.4 技术总体设计与系统研制	(442)
8.2.5 模拟结果的检验	(443)
8.3 随机过程的模拟方法	(454)
8.3.1 蒙特卡洛法概述	(454)
8.3.2 随机数和伪随机数	(457)
8.3.3 随机变量抽样	(461)
8.3.4 随机事件的模拟	(466)
8.3.5 效率指标和模拟精度	(470)
8.4 现代作战模拟的技术框架	(473)
8.4.1 分布交互式作战模拟	(473)
8.4.2 高层体系结构(HLA)	(477)
8.5 作战模拟的前沿技术	(482)
8.5.1 人工智能技术	(482)
8.5.2 虚拟现实技术	(484)
8.5.3 Agent 技术	(490)
习题八	(494)

参考文献	(496)
------------	-------

第 1 章 军事运筹学概论

军事运筹学是第二次世界大战期间为适应战争需要而发展起来的一门军事学科。运筹学的英文原词为 Operational Research(在美国称为 Operations Research)。当时是指作战研究。但第二次世界大战后,用于作战研究的这些理论、方法广泛用于民用领域,故更普遍地认为原词是指“运用研究”。

军事运筹学是一门运用数学、计算机等现代科学技术的理论和方法,在客观实际条件的约束下,对具有确定目的的作战行动,采用定量化分析手段,为科学地进行军事实践,合理利用军事资源,提高作战训练效益,启发新的作战思想而提供理论、方法和技术的应用学科。

1.1 军事运筹学的形成和发展

军事运筹学的产生和发展与军事和带有竞争性质的活动有密切联系,是人们在 20 世纪战争领域的一项理论创举,是人类创新思维的产物。军事运筹学的出现以及在第二次世界大战中的应用,使整个军事科学研究领域发生了巨大的变化,它既是一种行之有效的科学方法,又是指导理论研究的科学方法论。

1.1.1 历史渊源

词源“运筹”一词,最早出自中国《史记·高祖本纪》:“运筹策帷帐之中,决胜于千里之外”。汉朝的张良,长于“画策”,是汉高祖刘邦的谋士,常借助于吃饭用的筷子为刘邦筹算,制定出破楚之策,刘邦曾多次称赞张良是“运筹帷帐之中,决胜于千里之外”的人物。最早有“军事运筹学”含义的英文词 Operational Research 出现于 1938 年,是由当时任英国作战研究部主任 A.P. 罗威就整个防空作战系统的运行研究工作而提出的,原意为“作战研究”,在美国称为 Operations Research,英文缩写均为 OR。自 20 世纪 50 年代起,虽然欧美一些国家将这种用于作战研究的理论和方法广泛用于社会经济各领域,但仍沿用原词,使 OR 的含义有了扩展。OR 传入中国后,曾一度译为“作业研究”、“运用研究”。1956 年,中国学术界通过钱学森、许国志等科学家的介绍,了解了这门学科后,有关专家共同商定将 OR 译为“运筹学”。其译意恰当地反映了该词源于军事谋划又军民通用的特点,并赋予其作为一门学科的含义。随着适用于军事领域的这些理论和方法应用的不断扩展,军

军事运筹理论研究工作得到深入与发展,军事运筹理论逐渐形成一门独立的军事学科,在中国称之为“军事运筹学”(Military Operations Research)。

军事运筹学虽然起源于第二次世界大战中,但军事运筹思想的应用却有着悠久的历史。早期的军事运筹思想可追溯到古代军事计划与实际作战运算活动中的选优求胜思想。公元前6世纪我国著名的军事家孙武可能是历史记载中最早的军事运筹思想的实践者了。在举世闻名的《孙子兵法》中,他提出的许多关于合理运用人力、物力获取战争胜利的见解,体现了丰富的军事运筹思想。在《孙子》一书中,关于作战力量的运用与筹划的论述(运筹的重要性),孙子写道:“夫未战而庙算胜者,得算多也;未战而庙算不胜者,得算少也。多算胜,少算不胜,而况于无算乎!”即开战之前要进行胜负条件多少的计算。“多算胜,少算不胜”,揭示了“算”与作战胜利的关系。计算周密,胜利条件多,可以胜敌;计算不周,胜利条件少,不能胜敌,更何况根本不计算、没有胜利的条件呢。

孙子在《孙子兵法》中写道:“知彼知己者,百战不殆;不知彼而知己,一胜一负;不知彼,不知己,每战必殆。”他写道:“兵法:一曰度,二曰量,三曰数,四曰称,五曰胜,地生度,度生量,量生数,数生称,称生胜”。这句话的大意是说,用兵之法:一是“度”,二是“量”,三是“数”,四是“称”,五是“胜”。把度、量、数、称等数学概念引入军事领域,通过双方对比计算,进行战争胜负的预测分析,强调知的核心在于做求实的分析。

关于兵力的运筹,孙子认为:“百战百胜,非善之善者也;不战而屈人之兵,善之善者也”,意思是说,百战百胜,不算是好中最好,不战而使敌人屈服,才算是好中最好。他还认为,“用兵之法,十则围之,五则攻之,倍则分之,敌则能战之,少则能逃之,不若则能避之。故小敌之坚,大敌之擒也”。就是说,用兵的方法,有十倍于敌的绝对优势的兵力,就要四面包围,迫敌屈服;有五倍于敌的优势兵力,就要进攻敌人;有一倍于敌的兵力,就要设法分散敌人;同敌人兵力相等,就要善于设法战胜敌人,比敌人兵力少,就要善于摆脱敌人;各方面条件均不如敌人,就要设法避免与敌交战。弱小的军队如果只知坚守硬拼,就会成为强敌的俘虏。

《史记·孙子吴起列传》中,记载了春秋战国时期孙臆辅助齐将田忌与齐威王赛马。田忌采用孙臆建议的取胜策略,就体现了对策论中的最优策略思想。战国齐将田忌与齐威王赛马,两人各拥有上、中、下三个等级的马,但齐王各等级的马均略优于田忌同等级的马,如依次按同等级的马对赛,田忌必连负三局。田忌根据孙臆的运筹,以自己的下、上、中马分别与齐王的上、中、下马对赛,结果是二胜一负。

11世纪沈括的《梦溪笔谈》中,记载了根据军队的数量和出征距离,筹算所需粮草的数量,将人背和各种牲畜驮运的几种方案与在战场上“因粮于敌”的方案进行了比较,得出了取粮于敌是最佳方案的结论,反映了当时后勤供应中多方案选优的思想。

古希腊数学家阿基米德利用几何知识研究防御罗马人围攻叙拉古城的策略,也是体现军事运筹思想最早的典型事例之一。

在古今中外战争史上,还可以找到大量运用军事运筹思想的事例。然而,这些运筹思想仅仅是基于主观经验而进行的简单筹算,还不能被称为军事运筹学。一门学科只有在建立了一套完整的理论体系之后才能被称为科学。但正因为有这样的历史渊源,在科学技术水平及武器装备发展到一定阶段的条件下,就产生了军事运筹学。

1.1.2 发展简史

军事运筹学的形成与发展大致可分为四个阶段。

1.1.2.1 第一阶段是第一次世界大战至第二次世界大战结束,这是军事运筹学的萌芽时期

战争条件和新式武器装备的出现推动一些自然科学工作者直接参与研究与新式武器装备使用有关的作战问题。事实上,在第一次世界大战前后,已经出现了这样的活动。1914年,英国汽车工程师兰彻斯特(F. W. Lanchester)发表了关于古代冷兵器战斗和近代枪炮战斗数学模型的论文,第一次应用微分方程分析数量优势与胜负的关系,创造性地用数学方程式来描述两军对战的过程,从中论证了集中优势兵力的战略效果。定量地论证了集中兵力原则的正确性。他所建立的战斗损耗方程被称为兰彻斯特方程,一直受到人们的重视和研究。1915年,俄国人M·奥西波夫独立推导出类似于兰彻斯特方程的奥西波夫方程,并用历史上的战例数据作了验证;同年,美国学者F·W·哈里斯首创库存论模型,用于确定平均库存与经济进货量,提高了库存系统的综合经济效益。稍后,美国人爱迪生为对付德国潜艇的威胁,运用数学方法研究反潜战术,他用数学中的博弈理论及一些统计数字的分析,得出商船用“之”字形方法机动,可大大避免遭受潜艇攻击的结论,减少了敌方潜艇对商船的毁伤。

1921—1927年,法国数学家E·波莱尔发表的一系列论文,为对策论的创建奠定了基础,其中证明了极小极大定理的特殊情形。丹麦工程师埃尔朗提出了排队论模型。他们都采用了数学方法描述运筹学思想,均是为适应不同的军事需要而逐步发展起来的早期运筹理论和方法。

这些研究虽然仅处于探索阶段,对当时的战争也未起到重要作用,但对后来的运筹学发展却很有影响。

第二次世界大战中,战争的需要使一些自然科学工作者(物理学家、生物学家、化学家、数学家等)直接参与研究作战问题,特别是新式武器装备的有效运用问题。英、美等国为了适应作战的需要,发明了一批新式武器,其中:英国皇家空军为了对付德国飞机的空袭,研制出一种新的防空警戒工具——雷达,但由于武器的使用落后于武器的制造,因此,如何更有效地使用新式武器,在实践中充分发挥它的作用,成为一个亟待解决的问题。

1940年3月,英国国防部门成立了一个名为“作战分析”的小组。这个小组由防空委员会的委员、原海军士官、曼彻斯特大学物理学教授勃兰凯特和1名海军军官领导,研究如何有效地使用雷达控制防空系统。该小组成员共11人,其中有两位数学家、四位物理学家、三位生理学家、一位测量员、一位军官,是一个跨学科的小组,被人们称之为“勃兰凯特杂技团”。开始由于雷达和高射武器配合不好,防空效果很低,甚至引起了人们对新装备——雷达——作用的怀疑。后来这个小组在作战现场研究,找到了合理运用与配合的方法,使击毁敌机率大大提高。值得一提的是当时从雷达的技术上讲,英国不如德国的先进,可是由于运用得当,作战效果比德国要好得多。

从1941年12月起,勃兰凯特又转而负责海军运筹学的组织工作,为海军解决了歼灭德国潜艇及确定商船队合适的规模大小等许多问题。科学家们的卓越活动受到了军方的高度评价和积极支持,由开始时的勃兰特11人小组,发展到战争结束时的365人。这个小组的成果对英国在二次大战期间的防空体制建立起了很大的作用。勃兰凯特小组的工作和成果,引起了盟军的注意。

1942年3月间,美国海军在反潜部队中成立了一个由以马萨诸塞工科大学物理学教授P·M·莫尔斯(Morse)领导的小组。莫尔斯本人是物理学家,还邀集了数学家和人寿保险、统计、遗传、量子力学等方面的专家,他们在反潜战研究中,认为潜艇之所以可怕无非是因为它潜入水中不好发现,所以首先要研究搜索,这个研究后来发展为搜索理论。发现敌艇后,还有如何击沉它的问题。当时海军使用的深水炸弹爆炸深度至少为75尺,杀伤范围只有20尺,由于空投时,飞机发现潜艇一般均在浮出水面时攻击,因此不易炸毁,后来根据这个小组的建议,在水深30尺处爆炸,仅此一项措施,使得潜艇的击沉率成倍增加。该小组开始只有7人,其成员大半是数学家,其余的大都是物理学家,后来发展到70人,并称为“作战研究”小组。

1943年末,马歇尔将军在研究了海、空军的运筹分析工作之后,给所有战场指挥官下了个通知,建议成立类似的分析组,来研究陆上作战问题。陆军方面虽也成立了几个评价小组,取得了一些成果,但没有像海、空军那样积极地利用这种方法。

运筹小组的科学家们利用他们在本学科中所受到的科学训练方法及专业知识,通过运筹小组这种跨学科的组织形式,集思广益,有效地解决了许多作战急需问题。那时,虽然还没有今天这样复杂的数学方法和现代计算机技术,但军事运筹人员大量的可供使用的真实数据、分析所得的结论可直接提供给作战指挥人员并应用于作战实践,反之,也可直接通过实战检验运筹分析结果的正确性。

1943年以前,英美两国海军实力有限,德军的潜艇战搞得盟军焦头烂额。为此,一位美国海军将领专门去请教了几位数学家。数学家们运用概率分析后发现,舰队与敌潜艇相遇是一个随机事件。从数学角度来看,它具有一定的规律:一定数量的船编次越多与敌人相遇的概率就越大。美国海军接受了数学家的建议,命令舰队在指定海域集合,再集体通过危险海域,然后各自驶向预定港口。结果盟军舰队遭袭被击沉的概率下降,大大减少了损失。

第二次世界大战期间,美军得到了日军将从新不列颠岛东岸的腊包尔港派出大型护航舰队驶往新几内亚莱城的情报,日军舰队可能走两条航线,航程都是3天。其中北面航线云多雾大,能见度差,不便于观察;南面航线能见度好,便于观察。美军也有两种行动方案可供选择,即分别在南北航线上集中航空兵主力进行侦察、轰炸。若日军选择走北线,美军也选择北线,由于天气影响只能有两天轰炸时间;美军若选南线,则由于在南线侦察耽搁一天,到北线侦察延误一天,只能争取一天的轰炸时间,因此日军选择北线,被轰炸天数为1~2天。根据同样的判断,若日军选择南线,则被轰炸数为2~3天。美军由此断定日军必走北线。真实情况果真如此。日军舰队起航一天后,在北线被美军发现并被轰炸两天,结果损失惨重。

总之,在第二次世界大战中,英、美等国家,特别是海、空军,在军事运筹学的研究运用