

海军作战 运筹分析及应用

Naval Operational Research Analysis and Application

李登峰 许腾 著



国防工业出版社
National Defense Industry Press

海军作战运筹分析及应用

Naval Operational Research Analysis
and Application

李登峰 许腾 著

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

海军作战运筹分析及应用/李登峰,许腾著. —北京:
国防工业出版社, 2007. 8
ISBN 978-7-118-05067-7

I. 海... II. ①李...②许... III. 海军—作战—研究
IV. E815

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 029498 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 10 字数 247 千字

2007 年 8 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—2500 册 定价 38.00 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

致 读 者

本书由国防科技图书出版基金资助出版。

国防科技图书出版工作是国防科技事业的一个重要方面。优秀的国防科技图书既是国防科技成果的一部分,又是国防科技水平的重要标志。为了促进国防科技和武器装备建设事业的发展,加强社会主义物质文明和精神文明建设,培养优秀科技人才,确保国防科技优秀图书的出版,原国防科工委于1988年初决定每年拨出专款,设立国防科技图书出版基金,成立评审委员会,扶持、审定出版国防科技优秀图书。

国防科技图书出版基金资助的对象是:

1. 在国防科学技术领域中,学术水平高,内容有创见,在学科上居领先地位的基础科学理论图书;在工程技术理论方面有突破的应用科学专著。

2. 学术思想新颖,内容具体、实用,对国防科技和武器装备发展具有较大推动作用的专著;密切结合国防现代化和武器装备现代化需要的高新技术内容的专著。

3. 有重要发展前景和有重大开拓使用价值,密切结合国防现代化和武器装备现代化需要的新工艺、新材料内容的专著。

4. 填补目前我国科技领域空白并具有军事应用前景的薄弱学科和边缘学科的科技图书。

国防科技图书出版基金评审委员会在总装备部的领导下开展工作,负责掌握出版基金的使用方向,评审受理的图书选题,决定资助的图书选题和资助金额,以及决定中断或取消资助等。经评审给予资助的图书,由总装备部国防工业出版社列选出版。

国防科技事业已经取得了举世瞩目的成就。国防科技图书承担着记载和弘扬这些成就,积累和传播科技知识的使命。在改革开放的新形势下,原国防科工委率先设立出版基金,扶持出版科技图书,这是一项具有深远意义的创举。此举势必促使国防科技图书的出版随着国防科技事业的发展更加兴旺。

设立出版基金是一件新生事物,是对出版工作的一项改革。因而,评审工作需要不断地摸索、认真地总结和及时地改进,这样,才能使有限的基金发挥出巨大的效能。评审工作更需要国防科技和武器装备建设战线广大科技工作者、专家、教授,以及社会各界朋友的热情支持。

让我们携起手来,为祖国昌盛、科技腾飞、出版繁荣而共同奋斗!

**国防科技图书出版基金
评审委员会**

国防科技图书出版基金
第五届评审委员会组成人员

- 主任委员 刘成海
- 副主任委员 王 峰 张涵信 程洪彬
- 秘 书 长 程洪彬
- 副 秘 书 长 彭华良 蔡 镭
- 委 员 于景元 王小谟 甘茂治 刘世参
(按姓氏笔画排序)
- 李德毅 杨星豪 吴有生 何新贵
- 佟玉民 宋家树 张立同 张鸿元
- 陈冀胜 周一宇 赵凤起 侯正明
- 常显奇 崔尔杰 韩祖南 傅惠民
- 舒长胜
- 本书主审委员 舒长胜

序

海军作战运筹源于第二次世界大战中武器装备使用的战术问题研究,在此期间从事研究工作的人员大多数是未挥一戈、未驰一马的自然科学家。他们另辟蹊径,采用有别于传统军事科学的方法,取得了新颖、精致的成果,产生了为各级将校所称誉的无可置疑的实战效果。然而,尽管这些成果五彩缤纷、独具匠心,但体系繁杂、难于师承。因此,第二次世界大战后世界各国海军运筹研究人员系统地梳理、归纳已有成果,并根据未来海上作战的需要,不断完善、发展海军作战运筹的理论与应用研究,取得了一些重要的突破性成果。

恩格斯说过:“一旦技术上的进步可以用于军事目的,并且已经用于军事目的,它们便立刻几乎强制地,而且往往是违反指挥官意志而引起作战方式的改变,甚至变革”。新军事变革驱使战争形态和作战指挥方式发生了根本性变化,海军作为高技术军种,其武器装备的信息化程度和作战指挥的复杂程度日益提高,对海军作战运筹支持能力的需求愈加明显,一些新的课题,比如,海上封锁作战、海上综合防空反导、“小打巧打”等亟待解决。据我所知,国内外有关海军作战运筹方面的书籍出版极少,目前可看到的仅有美国海军学院1968年编写、1977年修改出版的教科书《海军运筹分析》。这与国内对海军作战运筹理论、应用研究的迫切需要产生了日益凸现的矛盾。李登峰、许腾教授撰写的学术专著《海军作战运筹分析及应用》无疑会在很大程度上缓解这一矛盾,并在国内海军作战运筹分析研究方面的一些薄弱环节上起到重要作用。

该书的特点之一是以海军作战问题为牵引,理论紧密结合实际,有的放矢,比较深入地研究了目标搜索效率、进攻与防御作战

效能、电子战系统作战效能、作战方案评价、作战指挥决策与对策等领域的关键技术和方法及应用问题。另一个特点是具有鲜明的海军作战特色,不拘泥于一般军事运筹学书籍的写作模式,力图做到“可用”、“实用”和“顶用”。该书充分反映了国内外海军作战运筹分析的最新研究成果,是一部具有较高理论与应用价值的学术专著。看到该书的出版,倍感欣慰,希望能进一步促进海军作战运筹理论与应用的深入开展,为提升海军战斗力做出贡献。应李登峰教授之邀,爰特为记。

中国工程院院士

钱七虎

2006年12月18日

前 言

海军作战运筹分析是运用军事运筹学对海军作战问题进行定性分析与定量计算研究,为海军指挥决策人员提供决策依据的科学,是军事运筹学结合海军兵力及其作战特点在海军作战应用领域中的具体运用和体现,是海军军事理论的重要组成部分。

1968年美国海军学院编写的《海军运筹分析》教科书,在1977年修改后正式出版。1979年海军大连舰艇学院军事运筹研究小组翻译、印刷该书的第2版作为内部学习资料。这是我们最早能够看到的有关海军运筹分析方面的书籍。该书比较系统地总结了第二次世界大战以来海军运筹分析的重要研究成果。但在20世纪80年代以后,海军运筹分析不仅在军事实践中发挥了重要的作用,而且在理论与应用研究上取得了很大的发展,产生了许多新的理论、方法。在多年的学术科研与教学实践中,我们感到,迫切需要一本系统地论述有关海军运筹分析这些最新理论与方法的书籍。正是基于这种考虑,我们撰写完成了这本学术著作。

本书围绕海军作战问题,运用军事运筹学与军事作战理论,系统、深入地研究阐述了海军作战运筹分析的理论、方法及其应用。全书共分9章,主要阐述了目标搜索效率、进攻与防御作战效能、电子战系统作战效能、综合作战效能、作战方案评价与优化构模、作战指挥决策与对策等内容。本书着重阐述海军作战运筹分析的核心内容,突出海军兵力作战能力(或效能)优化计算与作战指挥决策的实际应用,因此对与一般军事运筹学基本理论与方法相重合的部分内容不再做更多的介绍,比如线性规划单纯形法、对偶规划、动态规划、非线性规划、对策论、多目标规划等。读者可自行阅读有关内容。本书还系统地融入了海军作战运筹分析的最新研究

成果,特别是作者近几年的学术、科研与教学成果。

本书读者对象为从事军事运筹学、作战指挥学、兵种战术学、军事装备学、武器系统分析、武器战斗使用、军事决策、军事系统工程、军事海洋环境评估、军事管理与后勤保障等学科或领域的教师和硕士、博士研究生以及海军部队的指挥员或科研工作者。

本书由海军大连舰艇学院李登峰教授和海军指挥学院许腾教授共同撰写完成。由于两位作者对各章节内容进行相互交叉的补充、修改并统稿、定稿,因此很难清楚地写明各位作者的具体撰写内容。

本书的部分研究成果分别受到国家自然科学基金(70571086)、教育部留学回国人员科研启动基金(2005-546)、中国博士后科学基金(2005-18)等的资助。国防科技图书出版基金评审委员会与国防工业出版社对李登峰教授第3次出版学术专著给予了大力支持。钱七虎院士在百忙之中审阅全稿并作序。王众诤院士、黄先祥院士、张勇传院士、钟万勰院士多年来一直对李登峰教授进行鼓励和帮助。不少专家审阅了本书部分或全部章节的内容,提出了许多宝贵的建设性意见,在此谨以致谢。

由于作者水平有限,书中错误在所难免,敬请同行专家和读者批评指正。

李登峰 许腾

目 录

第 1 章 海军作战运筹分析概论	1
1.1 海军作战运筹分析的定义.....	1
1.2 海军作战运筹分析发展简况.....	2
1.2.1 第二次世界大战期间的海军作战运筹分析 ...	3
1.2.2 第二次世界大战后的海军作战运筹分析	7
1.3 海军作战运筹分析研究内容与面临的挑战.....	8
1.3.1 海军作战运筹分析研究内容	8
1.3.2 海军作战运筹分析面临的挑战	9
第 2 章 目标搜索效率分析	10
2.1 发现目标的概率	10
2.1.1 离散观察.....	11
2.1.2 连续观察.....	13
2.2 搜索宽度与搜索速度	16
2.2.1 横距与横距曲线.....	16
2.2.2 搜索宽度.....	20
2.2.3 搜索速度.....	21
2.3 对静止目标的搜索	22
2.3.1 随机搜索.....	22
2.3.2 平行搜索.....	25
2.3.3 规则搜索.....	28
2.3.4 搜索能力分析.....	29

2.4	对运动目标的搜索	30
2.4.1	随机搜索	30
2.4.2	螺旋线搜索	32
第3章	进攻作战效能分析	35
3.1	进攻作战中的目标命中概率	35
3.1.1	非制导武器的命中概率	35
3.1.2	制导武器的命中概率	40
3.2	进攻作战中的目标毁伤律	46
3.2.1	目标毁伤律	46
3.2.2	特殊形式的目标毁伤律	49
3.3	进攻作战中的目标击毁概率	51
3.3.1	单个目标的击毁概率	51
3.3.2	目标群的击毁概率	56
3.4	攻势布雷能力分析	58
3.4.1	布设零散水雷	58
3.4.2	布设雷线	61
3.4.3	布设不规则雷障	63
第4章	防御作战效能分析	66
4.1	防御作战效能分析方法	66
4.1.1	排队论的几个主要概念	66
4.1.2	常用的排队模型	69
4.2	对空防御效能分析	78
4.2.1	按目标协同防空	79
4.2.2	按方向协同防空	81
4.2.3	按高度协同防空	82
4.2.4	按区域协同防空	82
4.3	对水面舰艇防御效能分析	84

4.3.1	火力抗击效果	84
4.3.2	电子干扰效果	86
4.4	对潜防御效能分析	86
4.4.1	对潜搜索	86
4.4.2	对潜攻击	94
第5章	电子战系统作战效能分析	100
5.1	电子战效能分析方法	101
5.1.1	电子战效能的评价指标	101
5.1.2	第1类评价指标的度量方法	102
5.1.3	第2类评价指标的度量方法	112
5.2	水面舰艇编队电子战效能	121
5.3	航空兵突击电子战效能	123
第6章	综合作战效能分析	126
6.1	综合作战效能的评价方法	127
6.1.1	指数法的内涵	127
6.1.2	指数的确定方法	128
6.1.3	指数的等效与统一	129
6.1.4	指数的合理性评价	130
6.2	水面舰艇编队综合作战效能	131
6.2.1	水面舰艇编队综合作战效能构成	131
6.2.2	单舰综合作战效能	132
6.2.3	舰载直升飞机综合作战效能	145
6.3	潜艇编队综合作战效能	146
6.3.1	潜艇编队综合作战效能构成	146
6.3.2	单艇综合作战效能	147
6.4	海军航空兵编队综合作战效能	151
6.4.1	海军航空兵编队综合作战效能构成	151

6.4.2	海军航空兵综合作战效能	152
6.5	海上合成编队综合作战效能	153
第7章	作战方案评价与优化构模	156
7.1	作战方案评价过程与方法论	156
7.1.1	作战方案评价原则与过程	156
7.1.2	作战方案评价方法论	158
7.2	作战方案评价指标	160
7.2.1	评价指标概念与特点	160
7.2.2	评价指标合成方法	162
7.3	作战方案评价构模	163
7.3.1	作战方案模糊综合评价	164
7.3.2	作战方案数据包络分析	166
7.4	作战方案优化的线性规划构模	174
7.4.1	武器组合方案优化构模	174
7.4.2	武器运载工具配置方案优化构模	180
7.4.3	反舰导弹分配方案优化构模	181
7.4.4	舰艇兵力展开方案优化构模	184
7.4.5	对空防御武器配置方案优化构模	185
7.5	作战方案优化的非线性规划构模	188
7.5.1	舰艇搜索兵力分配方案优化构模	188
7.5.2	舰空导弹火力分配方案优化构模	191
7.6	作战方案优化的动态规划构模	193
7.6.1	导弹火力规划方案优化构模	195
7.6.2	舰艇兵力编组方案优化构模	196
7.7	作战方案优化的多目标规划构模	199
第8章	作战指挥决策分析	206
8.1	作战指挥决策的概念与特征	206

8.1.1	作战指挥决策的概念	206
8.1.2	作战指挥决策的特征	207
8.1.3	作战指挥决策的分类	208
8.2	作战指挥决策分析方法	209
8.2.1	最大可能准则	210
8.2.2	期望值准则	211
8.2.3	乐观准则	211
8.2.4	悲观准则	213
8.2.5	折中准则	214
8.2.6	等可能性准则	215
8.2.7	后悔值准则	216
8.2.8	决策树方法	217
8.3	作战指挥决策多目标权重分析	218
8.3.1	目标权重确定中的集值统计法	219
8.3.2	目标权重确定中的熵权法	220
8.3.3	目标权重确定中的直接赋权法	221
8.3.4	目标权重确定中的主观与客观结合 赋权法	221
8.3.5	目标权重确定中的一致性排序法	221
8.3.6	目标权重确定中的有序比值法	223
8.4	作战指挥决策多目标分析	225
8.4.1	极大极小决策分析	227
8.4.2	极大极大决策分析	231
8.4.3	最小隶属度偏差法	233
8.4.4	最大隶属度偏差法	235
8.4.5	相对比值法	237
8.4.6	逼近于理想解的排序方法	238

8.4.7	模糊优选法	239
8.4.8	加权乘法	241
8.5	作战指挥决策层次分析	242
8.5.1	构建指标体系及其层次结构图	243
8.5.2	构造两两判断矩阵	243
8.5.3	层次单排序	244
8.5.4	一致性检验	246
8.5.5	计算合成权重	248
第9章	作战指挥对策分析	252
9.1	作战指挥二人对策分析	252
9.1.1	对策现象的基本要素	253
9.1.2	二人零和矩阵对策	255
9.2	作战指挥冲突分析	264
9.2.1	冲突分析方法基本思想	264
9.2.2	军事冲突实例分析	266
9.3	作战指挥微分对策分析	273
9.3.1	微分对策一般性模型	274
9.3.2	固定逗留期微分对策最优性条件及 实例分析	278
9.3.3	追逃微分对策最优性条件及实例分析	282
参考文献	291

Contents

Chapter 1 Introduction of Naval Operational Research	
Analysis	1
1.1 Definition of Naval Operational Research	
Analysis	1
1.2 Brief Introduction of Development for	
Naval Operational Research Analysis	2
1.2.1 Naval Operational Research Analysis	
in World War II	3
1.2.2 Naval Operational Research Analysis	
after World War II	7
1.3 Contents and Challenge of Naval Operational	
Research Analysis	8
1.3.1 Contents of Naval Operational Research	
Analysis	8
1.3.2 Challenge of Naval Operational Research	
Analysis	9
Chapter 2 Target Search Efficiency Analysis	10
2.1 Probability of Detecting Targets	10
2.1.1 Discrete Observation	11
2.1.2 Sequential Observation	13
2.2 Search Width and Velocity	16