

# Naval Operations Analysis

*Third Edition*

## 海军运筹分析

(第3版)

[美] Daniel H · Wagner  
W · Charles Mylander 著  
Thomas J · Sanders

姜青山 郑保华 译



国防工业出版社

National Defense Industry Press

Naval Operations Analysis

Third Edition

# 海军运筹分析

(第3版)

Daniel H. Wagner

[美] W. Charles Mylander 著

Thomas J. Sanders

姜青山 郑保华 译

国防工业出版社

·北京·

# 著作权合同登记 图字:军-2008-019号

## 图书在版编目(CIP)数据

海军运筹分析:第3版/(美)瓦格纳,(美)迈兰德,  
(美)森德编著;姜青山,郑保华译. —北京:国防工业  
出版社,2008.12

书名原文:Naval Operations Analysis Third Edition  
ISBN 978-7-118-05903-8

I. 海... II. ①瓦...②迈...③森...④姜...⑤郑...  
III. 海军—作战—决策—分析 IV. E815

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第132098号

Naval Operations Analysis (Third Edition)

Daniel H. Wagner W. Charles Mylander Thomas J. Sanders

Reprinted by permission from the Naval Institute Press, Annapolis, Maryland USA

© 1999 by the U. S. Naval Institute, Annapolis, Maryland

本书简体中文版由海军学院出版社授予国防工业出版社独家出版发行。版权所有,侵犯必究。

\*

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100048)

腾飞印务有限公司印刷

新华书店经售

\*

开本710×960 1/16 印张21 1/2 字数377千字

2008年12月第3版第1次印刷 印数1—3000册 定价43.00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

## 译者序

《海军运筹分析》(第3版)为美国海军学院1999年编写的教科书。本书最初是为满足美国海军学院和海军研究生院运筹专业教学而编写的,后来在美国海军舰队、海军分析中心、海军实验室等单位得到广泛的使用。

本书比较系统地总结了第二次世界大战以来世界各国在海军运筹方面的重要研究成果。与其他运筹学书籍不同,本书的主要特点如下:其一是内容全面,包含了海军水面舰艇、潜艇、航空兵等兵种的主要作战问题;其二是本书具有较强的实操性,对海军指挥人员实际作战和训练具有一定的指导性。

本书读者对象为从事军事运筹、作战模拟、兵种战术、武器装备效能分析的相关人员。也可供从事武器装备研制与管理的人员和海军指挥人员使用。同时本书可作为海军院校兵种战术学、运筹学和作战模拟专业的本科和研究生教材。

本书的翻译工作由姜青山教授策划并组织。其中第1章~第4章由姜青山教授翻译;第5章~第6章由赵绪明博士翻译;第7章~第8章由汪浩博士翻译;第9章~第14章由郑保华博士翻译。本书的校译由姜青山教授独立完成,公式及题图由郑保华完成。

黄晖博士、李科华博士、马良博士、侯晓峰硕士帮助翻译了大量的习题及答案,在此表示感谢。

原书附录为概率论方面的相关公式,由于这些公式在概率论教材中均有详细讲述,因此在翻译本书时为减少工作量未进行翻译,读者可参考相应的概率论教材。

由于译者水平有限,书中错误在所难免,敬请同行和专家批评指正。

译者

2008年7月

## 原版序

海军指挥官的首要任务是在作战及其他管理工作中进行决策。海军作战决策的一个主要方面就是采用科学的方法对海军作战问题进行分析,得到合理的决策。这种利用科学手段来进行军事决策的方法产生于第二次世界大战,随后在军队、政府以及工业部门得到大量的应用并逐渐发展。它被称为作业分析(OA, Operations Analysis)以及其他相关名称,本书将运筹分析方法运用到分析海军作战问题之中。在第1章中将详细介绍作战运筹的相关问题及历史。

编辑本书的主要目的是为美国海军学院和美国海军研究生院提供一本运筹学方面的教材,以及为美军舰队,海军分析中心、海军实验室和其他从事运筹分析的军官和研究人员提供一本有价值的参考资料。本书为第3版,与前两版一样是由海军学院出版社出版发行的。

该版于1989年—1996年在美国海军学院修订完成,其中引入了美国海军研究生院和海军分析中心在此期间的一些研究成果。与前两版相比,第3版在保留大部分原有内容的基础上,更新和修订了其中的一些内容,对一些较为过时的东西进行了删减,并且增加了很多新的内容。

本版与前两版在引言方面的一个不同之处在于本版对专业术语运筹分析(OA, Operations Analysis)和运筹学(OR, Operations Research)进行了区分。认为运筹分析侧重于指挥官在作战中进行的实际操作和运用,而运筹学通常是由研究人员(特别是非军方的研究员)进行的科学研究。这个观点对于在实际作战和计划分析中从事运筹分析/运筹学的指挥官和民间研究员来说是合适的。运筹分析更加强调在作战中的实际应用,它属于运筹学的一个分支。而运筹学与实际作战相分离,更加侧重于事先的计划和决策,并且它是以尽可能真实的想定为基础的。在某些情况下这两者之间较难进行区分。值得一提的是美国海军运筹分析/运筹学的先驱 Philip M. Morse, George E. Kimball 以及他们的同事使用的是术语“运筹学”,而美国空军的分析人员使用的是术语“运筹分析”。

第2版中的很多部分在再版时进行了删除。4.02节和4.03节中基于条件

概率的离散搜索方法( $\lambda-\sigma$ 方法);4.09节~4.11节中关于人的因素部分(该部分的内容很有用,但在教学时较困难,同时与本书的其他部分没有联系);5.01节和5.02节中关于雷达和声纳技术的讨论,以及9.01节~9.08节的部分(其他的运筹学教材中有论述);5.07节和5.08节中点迹扫描和直接方式的雷达模型(现代雷达已经不采用此种方式);第10章中关于对抗鱼雷的部分(目前已不采用);11.03节中关于空中巡逻机位置配置部分(已采用更为通用的模型);第14章中关于特殊技术的部分(其他教材中有相关内容)。

本书的技术及编辑工作起初是由美国海军学院的 Daniel H. Wagner 教授和 W. Charles Mylander 教授负责。作为运筹分析的客座教授以及海军运筹学会的副会长,Wagner 教授担任了两年本书主编职务。作为本书第二编辑的 Mylander 教授也是运筹学会的资深会员。Wagner 教授担任编委会主度及主编一直到 1991 年 8 月他的任职期满。此后,Mylander 教授接替了他的职务,Wagner 退休后继续为本书的编辑做了大量的工作。在本书的编辑过程中,Mylander 有一年到 大布列颠皇家海军学院任教,期间他继续参与本书的编辑,但他的大部分工作由美国海军学院的 Thomas J. Sanders 教授接替。而在此期间的管理工作由 CDR David Ehemann 和数学系的 CDR William Kroshl 副主任负责。

不幸的是在本书正式完稿之前,Wagner 教授与世长辞了,本书是 Wagner 教授留给我们的众多学术遗产之一。他的去世是军事分析委员会的巨大损失,我们感激他为本书所做的辛勤努力以及大量的工作。

本书的著作权除下面标注的之外均归美国海军学院数学系所有(其中“改编”是指在第二版的基础上进行):第 1 章的引论部分是在原版基础上改编的,Wagner 教授增加了 1.02 节、1.08 节以及 1.09 节的大部分内容,Sanders 教授增加了 1.08 节的部分内容,并对 Morse 和 Kimball 的经典理论进行了改编;第 2 章“决策准则”是在原版的基础上改编而来的,其中 Charles R. Frye 增加了 2.04 节的内容,Sanders 教授增加了 2.05 节的内容;第 3 章“仿真”是由 Sanders 教授单独完成的;第 4 章“声纳和雷达传感器”中的第一部分“声纳探测”是由 Emeritust 和 Frank A. Andrews 完成的,并且在第二版中关于声纳设备的部分也是由 Frank A. Andrews 撰写的。第二部分“雷达探测”是由 David E. Anderson 完成的,他是美国空军运筹研究所的退役人员;第 5 章“累积探测概率”由 Wagner 教授完成;第 6 章“航路捷径曲线与搜索宽度”以及第 7 章“搜索与巡逻”由 Mylander 教授改编;第 8 章“计算机辅助搜索”由 Wagner 教授完成;第 9 章“关卡巡逻”由 My-

lander 教授改编,其中 Wagner 增加了 9.06 节;第 10 章“水雷战”由美国海军研究生院的 Alan R. Washburn 教授完成;第 11 章“纯方位目标运动分析”是 Wagner 教授在 LT Mark S. Meltser 的帮助下完成的;第 12 章“目标范围”是 Steven C. Rowland 在 Washburn 教授的研究基础上完成的,其中一些问题的解决方法由 LT Arthur F. Brock 提供;第 13 章“舰艇编队防空”中的 13.01 节由 Sanders 教授改编,13.02 节由他撰写,13.03 节由 Richard Phares 改编,该章的相关历史由约翰斯霍普金斯大学应用物理实验室退休的 Richard J. Hunt 编写;第 14 章“可靠性”由美国海军研究生院的 James D. Esary 教授完成;本书的图形由 Sanders 教授绘制。

毋庸置疑,本书第三版的出版在很大程度上要归功于前两版编委会的贡献以及他们的知识和技能。

在这里对被引用文献的作者表示感谢:在运筹学的有关历史方面引用了 John Wiley 和 Sons 发表在统计科学百科全书第 6 卷上的文章,该书由 Samuel Kotz 和 Norman L. Johnson 主编;感谢美国海军研究生院运筹研究所的 D. H. Wagner,该书引用了他发表的“海军战术辅助决策”文献中计算机辅助搜索和  $(\lambda-\sigma)$  模型部分。

为了更好地为使用本书的读者进行服务并提供指导,本书的编辑制作了一个网页,提供了本书的勘误以及一些辅助问题。该网页的网址是 <http://www.nadn.navy.mil/Users/math/tjs/NOA/index.htm>。同时还提供了一个美国海军学院数学系的主页链接 <http://www.usna.edu/MathDept/>。讲师和其他人员可以从网页上下载相关指导性注释。

最后,本书编委会要向海军学院出版社为本书的出版所做的大量协作表示衷心的感谢!作者相信该书是一本指导海军运筹分析的重要工具,能为海军作战及其计划制定提供重要的指导。

# 目 录

<b>第 1 章 运筹分析:作战决策的科学基础</b> .....	1
1.01 运筹分析 .....	2
1.02 军事背景 .....	4
1.03 运筹分析与海军指挥官 .....	7
1.04 运筹分析方法 .....	8
1.05 作战目的 .....	8
1.06 可供选择的行动方案 .....	9
1.07 对变量的区别和分类 .....	10
1.08 有效性度量 .....	12
1.09 模型 .....	18
1.10 问题分析 .....	20
1.11 传达结果 .....	22
1.12 执行方案 .....	23
1.13 结束语 .....	23
1.14 相关文献及历史 .....	23
习题 .....	25
<b>第 2 章 决策准则</b> .....	33
2.01 赢得矩阵 .....	34
2.02 已知或可估状态概率 .....	35
2.03 未知状态概率 .....	35
2.04 效用理论 .....	38
2.05 “成本—效用”多有效性度量 .....	41
2.06 博弈论 .....	44
2.07 相关文献及历史 .....	57
习题 .....	59



第 3 章 仿真 .....	68
3.01 实例 .....	69
3.02 随机数 .....	71
3.03 标准误差 .....	73
3.04 连续随机变量的产生 .....	75
3.05 正态分布的随机变量 .....	77
3.06 相关文献及历史 .....	78
习题 .....	78
第 4 章 声纳和雷达传感器 .....	84
第一部分:声纳探测 .....	84
4.01 被动声纳方程 .....	86
4.02 被动声纳问题 .....	87
4.03 主动声纳方程(噪声限制) .....	89
4.04 主动声纳问题(噪声限制) .....	90
4.05 主动声纳方程(混响限制) .....	91
4.06 主动声纳问题(混响限制) .....	93
4.07 瞬时探测概率 .....	94
4.08 数据和数据源 .....	97
4.09 总结 .....	99
4.10 相关文献及历史 .....	100
第二部分:雷达探测 .....	102
4.11 雷达作用距离 .....	103
4.12 雷达散射 .....	104
4.13 雷达测距方程 .....	105
4.14 雷达反射和雷达截面 .....	109
4.15 天线 .....	110
4.16 干扰噪声信号,探测和虚警概率 .....	111
4.17 电子战 .....	113
4.18 杂乱回波 .....	116
4.19 被动对抗和隐身 .....	117

4.20	相关文献	119
	习题	119
<b>第 5 章</b>	<b>累积探测概率</b>	123
5.01	基本定义	125
5.02	非相关离散探测	125
5.03	合并时序相关性模型	126
5.04	cdp 单峰公式(离散情况)	128
5.05	cdp 单峰公式(连续情况)	131
5.06	$(\lambda, \alpha)$ 模型的 cdp 算法	132
5.07	独立连续扫描——探测速率模型	134
5.08	其他计算 cdp 的方法	138
5.09	相关文献及历史	140
	习题	143
<b>第 6 章</b>	<b>航路捷径曲线与搜索宽度</b>	146
6.01	航路捷径	146
6.02	航路捷径曲线	147
6.03	对随机分布目标的探测	151
6.04	搜寻宽度	154
6.05	相关文献及历史	156
	习题	157
<b>第 7 章</b>	<b>搜索与巡逻</b>	161
7.01	随机搜索	161
7.02	搜索带随机搜索	163
7.03	平行搜索	163
7.04	倒立方定律	166
7.05	扩充区域的随机搜索	167
7.06	相关文献及历史	169
	习题	169
<b>第 8 章</b>	<b>计算机辅助搜索</b>	173
8.01	静止目标	174

8.02	运动目标计算机辅助搜索需求	179
8.03	运动目标蒙特卡洛 CAS 系统简介	181
8.04	对运动目标的优化搜索	186
8.05	相关文献及历史	191
	习题	193
<b>第 9 章</b>	<b>关卡巡逻</b>	198
9.01	交叉关卡巡逻	198
9.02	对称交叉巡逻	200
9.03	关卡巡逻的选择	202
9.04	目标速度接近搜索速度时的关卡	203
9.05	线性巡逻的运动增强	205
9.06	运动增强与声波能量下降	207
9.07	相关文献及历史	212
	习题	213
<b>第 10 章</b>	<b>水雷战</b>	217
10.01	技术背景	218
10.02	战场级水雷战建模	220
10.03	布雷规划	223
10.04	预先折合问题	224
10.05	蒙特卡洛模型与分析法	226
10.06	扫雷手段	228
10.07	从对策论的观点看水雷战	229
10.08	相关文献及历史	231
	习题	233
<b>第 11 章</b>	<b>纯方位目标运动分析</b>	236
11.01	符号	237
11.02	在线性轨迹上运动的我方舰船	238
11.03	Ekelund 测距法	240
11.04	时间修正法	242
11.05	Spiess 法目标运动分析	246
11.06	相关文献及历史	253

习题 .....	254
<b>第 12 章 目标范围 .....</b>	<b>258</b>
12.01 毁伤函数和射击误差 .....	258
12.02 均匀射击和面轰炸 .....	261
12.03 瞄准射击 .....	262
12.04 储备比较 .....	264
12.05 防御武器不受限的分层抗击 .....	267
12.06 防御武器受限的分层抗击 .....	269
12.07 复杂战术态势分析 .....	269
12.08 相关文献及历史 .....	270
习题 .....	271
<b>第 13 章 舰艇编队防空 .....</b>	<b>274</b>
13.01 演习分析 .....	275
13.02 空中巡逻 .....	279
13.03 内层空战 .....	286
13.04 相关文献及历史 .....	298
习题 .....	301
<b>第 14 章 可靠性 .....</b>	<b>307</b>
14.01 从寿命分布到故障率 .....	308
14.02 平均故障时间 .....	310
14.03 损耗模型 .....	311
14.04 任务剖面 .....	313
14.05 块图系统 .....	313
14.06 系统生存函数、故障率及平均无故障时间的实例 .....	316
14.07 故障树 .....	318
14.08 冗余试验 .....	319
14.09 备用系统 .....	319
14.10 生存函数建模的实例 .....	321
14.11 相关文献及历史 .....	321
习题 .....	324

## 第 1 章 运筹分析:作战决策的科学基础

海军指挥官的任务是要能成功地指挥一场实战或演习。对于所有指挥人员来说也是如此,他们要为完成特定的作战任务而进行组织、计划和任务分配。能做出英明的决策是作战指挥人员应当具备的最重要的才能,这也是决定一场成功战斗的首要因素。

任何组织机构都需要那些在制定决策方面表现突出的人员,然而这些方面是指什么? 这些方面中的哪些可以通过学习获得? 毫无疑问,专业知识和经验是必不可少的,而且对于制定决策来说这两个方面也许是最重要的。然而,在做出一个决策时,海军指挥官和其他决策者有可能并不了解进行决策所需要的所有情况。例如:在装备新的武器系统时,要确定哪套武器系统的性能最好,而决策者可能从未见过他所要选择的装备;为了防止特混舰队遭受敌方潜艇的攻击,在确定最优的掩护队形配置时必须以对敌方潜艇作战性能的评估为基础,而敌方潜艇的具体情况对于决策者来说却是无法得到的。更有甚者,在多数情况下战场态势具有不可测定性,甚至是在方案已经被执行之后,对于所做的决策是否为最优,是否还有更好的决策方案可供选择也不得而知。在这种情况下,以前的经验将有助于我们做出更进一步的决策。

术语“最优决策”是有条件约束的。决策服从于时间限制,对于防空作战方案来说其决策时间只有几秒钟,而对于重要的采购方案其决策时间可能需要好几年。除此之外,对决策提供支持所进行的分析、计算和实验也同样会受到可用资源的限制。无论你对问题的研究是多么彻底和深入,只要过了决策的最后期限,或者是使用不确切的信息所获得的方案都算不上是最优方案,甚至算不上是一个好的方案。

仅依靠经验也很难做出明智的决策,指挥员在进行决策时最关键的问题在于怎么运用已有的经验和知识来解决眼前的问题,以得到一个最优方案。这就需要合理的推理、清晰的思维和严密的逻辑,需要一个引导决策者得到合理的结论和防止忽视任何关键因素的方法。而且,还要求决策者在该领域有充足的专业知识,以确保决策者能进行合理的假设并且能从关键因素中筛选出一般因素。

目前已经有很多引导决策者进行合理决策的方法。例如,在制定作战方案

时就包括对战场态势的评估,通过评估能让指挥官制定出完成作战任务的最优方案。态势评估是一个直接有效的方法,这一点已经得到了很好的验证。态势评估的目的在于通过对敌方作战情况的权衡来找到一个最优的作战方案。在很多情况下,综合的判断加上指挥官及其参谋人员的经验已经足以预测出各种作战方案可能产生的结果,并能对利弊进行权衡。但在另一些情况下,要么是所涉及的因素太多,要么是各种因素之间的关系过于复杂,以至于必须用系统分析方法才能进行研究。

因此,在海军中需要进行**运筹分析( OA, Operations Analysis )**。运筹分析的目的在于用系统的方法来分析可能的作战行动,为指挥员进行合理的决策提供参考依据。

运筹分析是运用科学的方法来得到客观的结论,并对各种方案的可能性进行论证。这些方法是定量的,是利用数学和其他的科学知识来处理我们所要解决的问题中的定量部分。

在这一章中我们将要讨论运筹分析的一般方法,强调在分析问题中建立评估指标体系的难点。文中所涉及的内容将通过相关的例子来引出,而所用到的特殊方法将在后面的章节中进行介绍。

本书的每一章都列出了参考书目。后面的章节中,在参考书目前面都对与本章内容相关的文献历史进行了讨论,包括对参考文献的确认。在本章中,相关文献历史在 1.14 节的正文中已经给出。本书中对于一些术语的定义在最初几次出现时用粗体以示区分。

## 1.01 运筹分析

对**运筹分析( OA )**的一般定义如下:

运筹分析是为决策者进行正确决策所提供的定量依据,是确保作战行动在决策者控制之中的科学方法。

这个表述的最初定义为**运筹学( OR, Operational Research )**,术语运筹分析通常用来强调在实际作战中的运用。虽然用来支持计划以及采购方案的决策分析和实际作战是相分离的,但它却是以实战假设为前提的。事实上,运筹分析和运筹学两个术语之间的区别并不是太大。

与 OA 和 OR 密切相关的术语有**作业研究( Operational Research )**,英国术语,对该专业的最初定义)、**管理科学( Management Science )**(通常用在商业中)、**系统分析( Systems Analysis )**、**系统工程( Systems Engineering )**,以及**工业工程( Industrial Engineering )**等。

海军在运筹分析方面的主要教学内容为:海军研究生院开设的运筹分析课程,以及美国海军学院数学系的运筹分析选修课。其中美国海军研究生院开设的课程为高级课程,范围也更为广泛。这些课程的辅导教师由运筹分析专业毕业的军官、海军分析中心(CNA, Center for Naval Analysis)和海军实验室的人员,以及私营部门的签约人来担任。岸基部队采用运筹分析方法来进行采购决策和作战计划的制定,水面舰艇部队(包括舰队陆战队)将这些资源用在战术研究和作战行动中,而运筹分析资源的主要使用者是战术研究和作战评估程序的发起者——海军作战部长办公室战术准备部门。

海军分析中心是一个由联邦政府资助的独立研究组织,它是海军最大的运筹分析机构,由几百名国内的科学家和几个运筹分析培训军官组成。从第二次世界大战开始,海军分析中心就为众多的舰队司令部提供驻场代表(参见 1.02 节)。

在本书中我们多次强调运筹分析的作用不是给军事指挥官和地方的行政总管提供现成的决策方案。确切地说,运筹分析的作用是为决策者分析现实问题中的各种要素、要素之间的关系以及一些具有参考意义的依据和问题的客观方面,为解决问题提供方法。指挥官有这样的权利也有责任以他的经验和专业判断为基础,对问题的定量因素和不确定因素进行分析,并将这些客观的分析进行综合来得到解决问题的最终方案。例如,在武器投放的两种战术方案中进行选择时,战术指挥官在经验的基础上依据效能最大的原则选取了某一战术方案。然而,由于飞行员训练水平的限制,该方案被证明是不受欢迎的,并且将最终被否决。这是因为虽然对另一个战术机动的效能评估较低,但对于飞行员来说它却更易于操作。运筹分析为那些懂得在做出决策时需要进行折衷的指挥官提供了定量的依据。理想情况下,这种分析应将天气这样的因素考虑在内,并且应当列出所研究问题的各种可能的情况。

对一个问题的分析结论只有放在所做的特定假设环境中才能有意义。当给决策者提供分析结果时,对假设的认同对于分析来说也是一个有价值部分。运筹分析和决策者判断之间的关系可以用图 1.1 形象地表示出来。

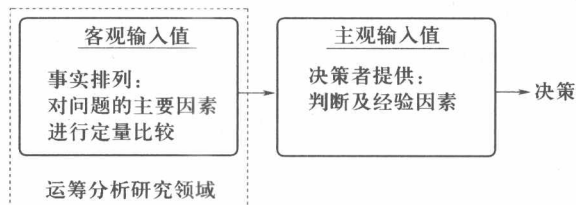


图 1.1 运筹分析和决策者的领域

## 1.02 军事背景

运筹分析开始于第二次世界大战前夕,当时随着战争复杂程度的增加,对战争问题的研究已经超出了以前依靠经验所能解决的范畴。在这种紧急的情况下英国军队开始求助于民间的科学家来解决一些作战问题,而美国也紧随其后开始了运筹分析的研究。这些被称之为运筹分析家的科学家们所做出的贡献是非凡的,也许他们最伟大和最永恒的贡献在于树立了用科学方法来解决作战问题的思想。在第二次世界大战结束时这种方法虽然并没有被广泛地认同,但已经被很好地建立了。

在当时,军队是相当排外的,求助于民间的援助并不预示着相关的军队官员自身没有能力进行研究。例如,在美国海军中,有经验的军官正忙于组织快速的扩军以及在两大洋中进行作战。他们消耗不起奢侈的时间来自己进行研究,因此不得不请求外援。他们求助于那些在分析领域有能力的科学家,通过给他们快速的补充军事技术知识,让他们来从事相关研究。与此同时,其他研究组织在战时的压力下以前所未有的速度快速地生产新的武器和装备。

也许有人会问,既然科学方法在分析军事问题上被证明是有效的,那么在很早以前没有得到应用呢?实际上,它已经被应用了,只是应用的范围很有限。例如,在1905年,美国海军军官布拉德利·菲斯克发表了一篇获奖论文<sup>[1]</sup>,海军上尉J. V 对该论文进行了引用。在紧随其后的10年中,弗莱德里克·兰切斯特将这种分析思想进行了充分的发展。兰切斯特的论文在用数学分析方法解决作战问题上是一个里程碑,兰切斯特用一组微分方程和有限差分方程来描述作战双方的兵力“交换率”。人们知道托马斯爱迪生在第一次世界大战期间已经开始从事反潜战的研究,但他的研究是不连续的而且没有得到支持。实际上他的研究也并不被作战决策者所知。确切地说,美国海军在两次世界大战之间对舰炮射击以及舰队训练和演习的结果进行了详细的统计分析。然而这些统计分析中没有一项能被称为真正的运筹分析,这只能说是因为这些分析的作用并没有被认识到,所以没有很快被军队采纳。

对于为什么科学家没有快速从他们的实验室转入对军事问题的研究这个问题,经过仔细考虑,可能有以下几个可能的原因。首先是他们并没有得到邀请。因为军队的作战问题通常被认为是军事专家的研究领域而不是科学家,而且当时没有战时的压力来求助于他们的解决,他们认为军队足以解决这些问题;事实上,在第二次世界大战之前,毫无疑问海军的指挥官已经认识到了科技的重要性,他们中的一些人实质性地认为他们不必要自己来进行学习,他们更宁愿将这



些任务交给那些不从事指挥的人；更有甚者，武器和武器系统发展缓慢，在美国和英国，军事组织不受欢迎而且当时预算支持也很紧缺。在 20 世纪 30 年代后期，也正是战争危机前夕，当时即使进行了邀请民间学术团体，他们是否会做出响应也是值得怀疑的。

当今世界与 20 世纪 30 年代全然不同，目前，科学分析被认为是解决军事问题一个好方法已经被军事专家和民间的科学家认可。从其发展历史来看，从 Wagner<sup>[4]</sup> 开始就已经取得了巨大的发展，运筹分析已经包含了运筹学的范畴。

20 世纪 30 年代末，英国为防空作战建立了专门的运筹分析研究机构，运筹分析贯穿整个作战计划和作战过程的始末。在运筹分析的早期历史中，Trefethen<sup>[5]</sup>、Larnder<sup>[6]</sup> 和 Cunningham<sup>[7]</sup> 等人做出了杰出的贡献。

在当时，随着英国雷达技术的发展，英军空中预警能力空前提高。而在早期，空中预警主要是通过对视力观察得到的预警信息进行综合来得到的。预警能力的提高带来了大量的作战运用问题，对这些问题的早期研究以及作战研究组织的成立要归功于 1937 至 1939 年间 A. P. Rowe 领导的一群在 Bawdsey 研究站工作的科学家。雷达科学家 R. Watsonfighter 是较早的运筹分析创始人。在英国战争期间，运筹分析在评估飞机和防空火炮的效能方面起到了非常重要的作用（现在我们知道这个范畴被合称为 C3，即指挥、控制、通信）。运筹分析在海陆空三军中发展相当广泛，特别是在反潜战、空袭战以及民防系统中得到了充分应用。最著名的英国运筹分析先驱是 P. M. S. Blackett，他在后来获得了诺贝尔物理学奖。他是第一批和不同技术领域的科学家在一起进行运筹分析工作的人员之一，他早期所写的论文在美国和英国的运筹学界引起了很大的反响。

确切地说，美国的第一个运筹分析机构是 1942 年 3 月 1 日在海军军械实验室成立的作战研究组。这个机构是由 E. A. Johnson 发起的学术会议组织发展而来的，它的主要任务是进行布雷研究。

在第二次世界大战期间美国运筹研究的最大一次跨越开始于 1942 年 4 月 1 日的人员扩充，当时麻省理工学院的物理学家 P. M. Morse 开始对位于波士顿的潜艇司令部进行运筹分析援助，Morse 在海军水声设备方面具有丰富的经验。一个月之后，他的反潜战运筹组 (ASWORG) 已经有 7 名科学家并且发表了一篇关于搜索分析的具有较大影响的论文，而且哥伦比亚大学的化学家 G. E. Kimball 也成为了 Morse 的助手。三个月之后，反潜战运筹组转变成成为总司令的参谋机构，并为华盛顿的美军舰队在太平洋战役中的反潜战得到突飞猛进做出了巨大的贡献。从那时起运筹分析的影响扩展到了海战的很多方面。因此，在 1944 年 10 月，反潜作战运筹组被改名为运筹组 (ORG, Operations Research Group)。到战争结束时，运筹组的成员已发展到 75 人。并且，