Military Operations Research

军事运筹学



主编　曹迎槐　尹健　梁春美

国防工业出版社
National Defense Industry Press

需要全本请访问 www.ertongbook.com

军事运筹学

主　编　曹迎槐　尹　健　梁春美
副主编　郑卫娟　夏良荣　罗　云
　　康春农　胡云琴


YZLI0890167788



国防工业出版社
·北京·

内容简介

军事运筹学是应用数学工具和现代计算技术，对军事问题进行定量分析，为指挥决策提供数量依据的一种科学方法。它是一门综合性应用学科，是现代军事科学的重要组成部分。军事运筹学还可用来培养广大指挥员的数学分析和逻辑思维能力，使其善于对作战、训练、管理和其他军事活动进行定量分析，优化行动方案，从而提高效率，优化军事效果。

全书共分9章，涉及网络规划原理与运用、线性规划模型、动态规划、排队论、矩阵对策、序贯决策技术、遗传算法、仓储管理与分析、海上搜救与追逃等内容。

本书语言流畅、通俗易懂、深入浅出。为便于读者引用，部分算法还给出了相应的源程序代码，该书既可作为军事指挥类专业学生的使用教材，亦可作为管理、经济、计算机应用和模型分析等相关专业学生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

军事运筹学/曹迎槐，尹健，梁春美主编. —北京：国防工业出版社，2013.2

ISBN 978-7-118-08547-1

Ⅰ.①军… Ⅱ.①曹… ②尹… ③梁… Ⅲ.①军事运筹学 Ⅳ.①E911

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第005188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100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 **印张** 18¼ **字数** 484千字

2013年2月第1版第1次印刷 **印数** 1—3000册 **定价** 39.00元

(本书如有印装错误，我社负责调换)

国防书店：(010)88540777 发行邮购：(010)88540776

发行传真：(010)88540755 发行业务：(010)88540717

前　言

随着我军装备和技术的飞速发展，随着军事科学研究的日益深入，随着军队建设的迫切需要，以及我军培养未来“指、技、管”相结合的综合复合型人才的需要，军事运筹学已被列入我军军事指挥、工程技术和部队管理等诸多专业的专业基础课程，并被纳入我军广大指战员的基本素质范筹。军事运筹学是应用数学和计算机等诸多学科理论和知识研究军事活动，为决策优化提供理论和方法的一门军事学科。从其涉及的范围来看，军事上需要优化而且能够进行定量分析的各类军事问题便构成了军事运筹学的研究领域，如作战、训练、武器装备、组织编制与后勤保障等方面。

信息技术的发展，对我军各级指挥人员都提出了更高的要求。为培养适应信息化作战条件下的高层次指挥人才，把先进的军事指挥和管理知识作为教学内容，用运筹学的理论和方法来优化指挥、管理等军事活动或环节，就成了一个重要课题。基于此并根据大多数军事指挥类院校教学计划之知识需求，我们成立了教材编写组，策划并编写了本书。本书不仅可供相关专业本科生教学使用，还可作为研究生的参考用书。

全书共分9章。

第1章从网络规划的基础知识（图论）入手，进而介绍了统筹图的相关内容，包括统筹图的结构分析、绘制和参数计算，以及流程优化排序等问题，甚至对单代号表示和随机网络也做了说明，最后论述了最短路径算法。该章增加了大量的作者独创性研究成果，这是同类相关教材中少见的。

第2章包括线性规划问题分析与模型抽象，包括线性规划的标准形、基本可行解、单纯形法，以及参数规划理论和灵敏度分析等。本章不仅详细介绍了经典的线性规划应用举例，还结合实例分析了参数规划和灵敏度分析的动态演变问题，直观清晰，且通俗易懂。

第3章涉及动态规划的基本概念、基本方程、求解步骤和经典运用等内容，另外，还介绍了随机动态规划，并将作者的研究成果补充在后面，丰富了该章的内容。

第4章除介绍排队论的基本概念和系统模型之外，还分析了排队系统中的时间分布，以及常见的排队系统模型，并利用排队理论研究了现实生活中超市等场合，将理论和实践有效地结合起来。

第5章不仅介绍了矩阵对策的基本概念和模型抽象等，给出了求解矩阵对策的基本方法和思路，同时，结合实例详细阐述了矩阵对策的运用问题。

第6章重点介绍了决策分析技术的基本概念、基于概率期望的决策分析方法，最后阐述了层次分析方法的基本原理和实例应用。

第7章从遗传算法的生物学基础出发，通过建立相应的遗传概念，进而论述了遗传算法的诸多操作算子、编码问题和适应度等，最后简要分析了遗传算法的发展和运用问题。

第8章从仓储规划出发，进而研究了筹建仓储设施需考虑的诸多因素，以及选址问题，之后用定量方法分析了仓储活动中的库存决策问题、运营和库存优化问题、仓库的总体设计和布局等，拓宽了传统的仓储论视野，使仓储论研究有了深化发展的机会。

第9章从搜索目标研究开始，进而研究了发现目标的效率问题，从中归结出海上搜索的知识基础，以及影响船舶无动力飘移的诸多因素，进而给出了在海上实施搜救的区域预测等问题，在如今

日新月异的海洋经济时代，该章内容的增加意义深远。

带“*”号的章节可作为选修内容。

本书不仅语言表述流畅、通俗易懂，且力求深入浅出、简洁明了。书中还增加了作者多年来的许多学术研究成果，不仅涉及算法，也包括一些具体的应用案例，这也是本书区别于其他军事运筹学教材的特色之一。

希望读者通过对本书的学习，能理解并掌握军事运筹学的诸多理论和算法等，并对如何将军事运筹学理论和方法运用到日常的军事训练和管理当中有所帮助，能帮助广大读者建立一种运筹、组织、优化、模拟的思想和意识。

全书由曹迎槐策划，由曹迎槐、尹健和梁春美任主编。其中，第1章由曹迎槐编写；第2章由曹迎槐、梁春美编写；第3章由梁春美、郑卫娟编写；第4章由康春农、胡云琴编写；第5章由罗云、曹迎槐编写；第6章由郑卫娟、曹迎槐编写；第7章由夏良荣、罗云编写；第8章由尹健、康春农编写；第9章由尹健、夏良荣、胡云琴编写；最后，曹迎槐对全书进行了统稿。

本书参考了军内外许多专家教授的专著和教材，在编写和出版过程中，还得到了凌莉、丁福志等朋友的大力帮助，在此一并表示诚挚的感谢。同时还要感谢多年来选修我《军事运筹学》等课程的学生们，在我20多年的军事运筹学教学过程中，他们给了我许多精彩的建议。

另外，希望读者能把自己的体会、经验和意见及时地反馈给我们。作者邮箱：cyh666891@sina.com。

因时间紧张和水平所限，书中不妥之处在所难免，敬请各位专家和读者批评指正。

2012年11月

需要全本请访问 www.ertongbook.com

目　录

绪论 …… 1

第 1 章　网络规划原理与运用 …… 6

1.1　网络规划基础 …… 6

1.1.1　图的基本概念 …… 6

1.1.2　图的连通 …… 9

1.1.3　树 …… 10

1.1.4　几种特殊的图 …… 12

1.2　统筹法综述 …… 15

1.2.1　统筹图 …… 16

1.2.2　工作 …… 17

1.2.3　节点 …… 17

1.2.4　线路 …… 18

1.3　统筹图的结构 …… 18

1.3.1　统筹图的基本结构 …… 18

1.3.2　统筹图的结构优化 …… 19

1.4　统筹图的绘制 …… 22

1.4.1　绘制原则 …… 22

1.4.2　统筹图的手工绘制 …… 23

1.4.3　自动绘制算法分析 …… 25

1.5　统筹图的参数 …… 28

1.5.1　参数分类 …… 28

1.5.2　参数分析 …… 28

1.5.3　参数归纳 …… 33

1.5.4　参数的表示 …… 34

1.6　统筹图的优化 …… 34

1.6.1　时间优化 …… 34

1.6.2　资源优化 …… 36

1.6.3　流程优化 …… 38

1.7　单代号统筹图* …… 45

1.8　随机网络* …… 47

1.9　最短路径模型 …… 48

1.9.1　最短路径问题 …… 48

1.9.2　最小支撑树问题 …… 52

习题 …… 53

第 2 章　线性规划模型 …… 58
2.1　线性规划问题及其数学模型 …… 58
2.1.1　问题提出 …… 58
2.1.2　线性规划的数学模型 …… 60
2.1.3　线性规划问题求解分析 …… 61
2.2　线性规划问题的标准形及模型标准化 …… 64
2.2.1　线性规划问题的标准形 …… 64
2.2.2　线性规划模型标准化 …… 65
2.3　基可行解 …… 68
2.4　单纯形法 …… 72
2.4.1　单纯形法的求解步骤 …… 72
2.4.2　单纯形法理论分析 …… 73
2.4.3　单纯形表 …… 79
2.4.4　单纯形法求解实例 …… 81
2.4.5　大 M 法 …… 83
2.5　线性规划应用举例 …… 85
2.6　对偶规划理论 …… 88
2.6.1　对偶规划问题的提出 …… 88
2.6.2　对偶规划问题的定义 …… 88
2.6.3　对偶规划问题与原问题的相互关系 …… 89
2.6.4　对偶单纯形法 …… 93
2.7　灵敏度分析 …… 95
2.7.1　资源列向量 b_i 变化之分析 …… 96
2.7.2　目标函数价值系数 c_j 变化之分析 …… 96
2.7.3　系数矩阵中元素 a_{ij} 变化之分析 …… 97
2.8　参数规划 …… 98
2.8.1　资源列向量变化分析 …… 99
2.8.2　目标函数价值系数 C_j 的变化分析 …… 100
2.8.3　价值向量参数规划分析 …… 102
2.8.4　资源向量参数规划分析 …… 106
习题 …… 108
第 3 章　动态规划 …… 112
3.1　DP 基本概念 …… 112
3.2　DP 基本方程 …… 116
3.2.1　求解分析 …… 116
3.2.2　求解计算 …… 119
3.2.3　基本方程 …… 120
3.3　DP 的求解步骤 …… 121
3.4　动态规划经典运用 …… 122
3.4.1　分配问题 …… 122

3.4.2 装载问题 …… 129
3.4.3 可靠性问题 …… 132
3.5 随机动态规划* …… 135
3.5.1 马尔可夫随机过程 …… 135
3.5.2 赋值马尔可夫过程 …… 136
3.5.3 马尔可夫决策规则 …… 137
3.6 单位效益指数法* …… 139
3.7 联合火力打击中的诸兵种协同问题* …… 141
3.7.1 分析联合火力打击特点,研究联合防空作战意义 …… 141
3.7.2 归纳多维战场态势内涵,剖析多维战场制约因素 …… 142
3.7.3 联合防空作战时的多维战场态势诸要素量化与分析 …… 142
3.7.4 联合防空作战中的战法问题 …… 145
3.7.5 联合防空作战中诸军兵种的介入研究 …… 145
3.7.6 联合防空作战协同模型 …… 146
习题 …… 146
第4章 排队论 …… 149
4.1 概述 …… 149
4.2 基本概念和排队系统模型 …… 149
4.2.1 排队系统模型 …… 149
4.2.2 排队系统的组成 …… 150
4.2.3 排队系统分类 …… 152
4.2.4 排队系统问题求解 …… 152
4.3 排队系统中的时间分布 …… 154
4.3.1 顾客到达间隔时间分布 …… 154
4.3.2 服务时间分布 …… 157
4.4 几种常见的排队系统分析 …… 158
4.4.1 $M/M/1/\infty$ 泊松排队系统 …… 158
4.4.2 $M/M/c/\infty$ 泊松排队系统 …… 164
4.4.3 $M/M/c/c$ 泊松排队系统 …… 167
4.5 排队论实用案例分析* …… 169
4.5.1 超市收银台排队系统 …… 169
4.5.2 4S 店售后服务 …… 170
习题 …… 171
第5章 矩阵对策 …… 173
5.1 对策与博弈 …… 173
5.1.1 传统的博弈思想 …… 173
5.1.2 现代对策论的形成 …… 174
5.2 矩阵对策的基本概念 …… 175
5.2.1 对策行为的基本要素 …… 175
5.2.2 对策行为的分类 …… 176

5.3 矩阵对策模型 …… 178
5.3.1 矩阵对策的数学模型 …… 178
5.3.2 矩阵对策的区分与求解 …… 179
5.4 混合策略 …… 183
5.4.1 混合策略的定义 …… 184
5.4.2 矩阵对策的基本定理 …… 184
5.5 无鞍点对策的求解 …… 186
5.5.1 2×2 矩阵对策解法 …… 186
5.5.2 等式试算法 …… 187
5.5.3 优超降阶法 …… 189
5.5.4 线性规划解法* …… 190
5.5.5 矩阵对策的一般求解步骤 …… 192
5.6 对策模型的抽象与实用案例 …… 193
习题 …… 195
第6章 序贯决策技术 …… 197
6.1 序贯决策基本概念 …… 197
6.1.1 决策分析的基本原则 …… 197
6.1.2 决策的类型和过程 …… 198
6.1.3 决策系统 …… 198
6.1.4 决策分析的应用范畴 …… 199
6.2 基于概率期望的决策分析 …… 199
6.2.1 决策树 …… 199
6.2.2 决策树实例分析 …… 200
6.2.3 不确定事件的决策分析 …… 202
6.2.4 逆推技术 …… 203
6.2.5 临界值分析 …… 204
6.3 AHP 分析技术 …… 205
6.3.1 AHP 的基本步骤 …… 206
6.3.2 权值分析 …… 207
6.3.3 一致性检验 …… 209
6.3.4 AHP 应用实例 …… 210
习题 …… 212
第7章 遗传算法 …… 213
7.1 概述 …… 213
7.1.1 遗传算法简介 …… 213
7.1.2 遗传算法的特点及应用 …… 215
7.2 遗传算法的运用实例 …… 216
7.2.1 军事运输问题描述 …… 217
7.2.2 GA 编码设计 …… 217
7.2.3 评价函数与个体有效性分析 …… 217

7.2.4 GA 的操作算子设计 …… 218
7.2.5 基于 GA 的运输问题动态模拟算法 …… 219
7.3 遗传算法的操作算子 …… 220
7.3.1 选择算子 …… 220
7.3.2 杂交算子 …… 221
7.3.3 突变算子 …… 223
7.3.4 倒位算子 …… 224
7.3.5 截断算子 …… 224
7.4 编码与适应度 …… 224
7.4.1 个体编码 …… 224
7.4.2 实例编码分析 …… 229
7.4.3 适应度函数 …… 232
7.4.4 遗传算法中的基本参数 …… 234
7.5 遗传算法的发展与运用实现 …… 235
7.5.1 并行遗传算法 …… 235
7.5.2 遗传与进化 …… 236
7.5.3 遗产算法的收敛性和速度 …… 237
7.5.4 遗传算法的程序实现 …… 237
习题 …… 238
第 8 章 仓储管理与分析 …… 240
8.1 仓储选择规划 …… 240
8.1.1 公共仓储租赁 …… 240
8.1.2 自有仓储筹建 …… 241
8.2 筹建参考因素与选址 …… 242
8.3 仓库数量分析 …… 243
8.4 运营与库存优化分析 …… 244
8.4.1 存储论基本概念 …… 244
8.4.2 确定型存储模型示例分析 …… 247
8.4.3 随机型存储模型示例分析 …… 250
8.5 仓库总体设计与布局 …… 251
习题 …… 252
第 9 章 海上搜救与追逃 …… 253
9.1 搜索目标 …… 253
9.1.1 基于雷达搜索的目标 …… 253
9.1.2 搜索的环境与条件 …… 254
9.1.3 搜索目标特性分析 …… 255
9.2 发现目标效率分析 …… 256
9.2.1 搜索概述 …… 256
9.2.2 目标发现率 …… 257
9.2.3 观察时间分析 …… 258

9.3 搜索论基础 …… 259
9.3.1 搜索模型综述 …… 259
9.3.2 搜索截距与搜索宽度 …… 260
9.3.3 搜索宽度与速度 …… 261
9.3.4 对静态目标搜索 …… 261
9.3.5 对运动目标搜索 …… 262
9.3.6 线搜索分析 …… 263
9.3.7 集群搜索分析 …… 263
9.3.8 离散与应召搜索 …… 265
9.4 船舶漂移因素分析 …… 265
9.5 海上搜救区域预测 …… 266
9.5.1 搜寻基准点预测 …… 266
9.5.2 搜寻区域确定 …… 269
9.6 海上追逃与跟踪 …… 270
9.6.1 海上追逃 …… 270
9.6.2 跟踪 …… 272
9.7 我国海上搜救的现状与对策* …… 274
9.7.1 我国搜救体制的主要问题 …… 274
9.7.2 加强我国海上搜救的对策分析 …… 275
习题 …… 276
附录 …… 278
参考文献 …… 280

需要全本请访问 www.ertongbook.com

绪　论

军事运筹学是应用数学工具和现代计算技术，对军事问题进行定量分析，为指挥决策提供数量依据的一种科学方法。它是一门综合性应用学科，是现代军事科学的重要组成部分。欲解决现代条件下国防建设和军事活动中一系列复杂的指挥、控制和管理等问题，不但要有高度的指挥艺术和管理艺术，还必须要有一整套进行高速计算和分析的现代化科学方法，而军事运筹学就是这种科学方法之总成。

军事运筹学不仅可用来培养广大指挥员的数学分析和逻辑思维能力，使其善于对作战、训练、管理和其他军事活动进行定量分析，从多方案中选优并决策，以提高军事活动的效率，或是在客观条件下用最少的人力物力消耗来达到预期的军事目的，或是用一定的人力物力消耗去获取最大的军事效果等。但是，军事斗争实践中存在着许多难以定量的因素，如指挥员的才能、精神状态、士兵士气和战技术训练水平等，因此，军事运筹学也不是万能的，也有其局限性，这就要求指挥员必须结合其他各种难以定量的因素进行综合性分析，才能于最后正确地解决自己面临的军事指挥或决策问题。

一般地，军事运筹学的基本理论就是依据战略、战役、战术的各级基本原则，运用现代数学和建立数学模型的理论和方法来研究军事问题中的数量关系，以求衡量目标的准则达到极值的一整套择优化理论。它通过“描述问题→提出假设→评估假设→使假设最优化”的求解流程，反映出在想定条件下的军事问题本质规律，进而分析并解决军事问题。

军事运筹学的根本目的就是要帮助各级指挥部门或人员做出正确、优化的决策，因此各级决策部门或指挥员就是军事运筹学研究成果的最终用户，当然，军事运筹学的研究成果也只有通过各级决策部门才能产生最终的军事效益和社会效益。显然，军事运筹学要产生更大的效益，必须面向各级国防或军事指挥决策部门。决策部门和指挥员对军事运筹学研究的最一般要求是切题、及时和优质。其中，切题就是研究的课题应该是决策部门最关心的问题，及时就是研究的成果应适时甚至提前做出，以便及时提供使用，优质则要求成果应对决策部门的决策产生最大程度的正面影响，就是说，不但其内容要正确，而且还要容易被决策部门或指挥员所理解进而乐于采纳。当然，要满足这些要求，除了靠加强军事运筹学研究工作的组织领导和管理外，还要求我们在军事运筹学理论方法方面进行不懈的努力，强化各方的运筹和优化意识。

运筹思想在我国拥有非常悠久的历史渊源，而“运筹”一词则最早出自中国古代史书《史记·高祖本纪》中的“夫运筹帷幄之中，决胜于千里之外”。中国春秋末期著名军事家孙武所著的《孙子兵法》中，就有许多关于运筹思想的精彩论述，他把“度”、“量”、“数”、“称”等数学概念引入军事领域，通过双方对比计算和分析，进行战争胜负的预测分析。诸如“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！”等，就是非常具体的定量分析思想，这里的“算”其实就是计算和筹划的意思。另外，《孙膑兵法》、《尉缭子》、《百战奇法》等中国军事名著也都展示了非常朴实的军事运筹思想。例如，传统的田忌赛马案例就反映了在总的劣势条件下，以己之长击敌之短，以最小的代价换取最大胜利的古典运筹思想，这便是对策论的思想基础和原始渊源。其实，在我国历史上许多军事家都曾经是运筹思想的奠基者，如张良、诸葛亮、刘基等。不过，军事运筹学作为一门学科却是在第二次世界大战以后。

在第一次世界大战期间，英国工程师兰彻斯特就利用数学方法研究战争对抗问题，并建立了

描述作战双方兵力变化过程的数学方程，这便是非常著名的兰彻斯特战斗动力学方程。同时代的美国科学家爱迪生在研究反潜斗争中也应用了数学方法，他用概率论和数理统计知识，研究水面舰艇躲避和击沉潜艇的最优战术选择。虽然这些方法在当时尚处于探索阶段，未能直接用于军事斗争，但他的理论为后来第二次世界大战中英国国防部成立的、以雷达配置和高炮防空效率为研究目的的防空试验小组奠定了基础，这也是世界上最早的现代军事运筹学组织。

第二次世界大战中，美军也陆续成立了运筹小组，其中海军设立最早，是由莫尔斯博士发起和组织的，主要研究反潜战。第二次世界大战以后，国外军事运筹学发展较好的是苏联和美国。早期军事运筹学的基本问题集中在炮兵射击效果的数学分析上，苏联在这方面具有悠久的历史。1956年，莫尔斯与金博尔的《运筹学方法》一书在苏联翻译出版，几年后，苏联的军事部门中出现了广泛应用运筹学方法解决军事问题的趋势。在苏联军事学术界认为，运筹学属于军事控制论范畴。代表人物就是于1964年出版《海军舰队中的控制论》一书的里弗希兹，还有出版《现代武器运筹学概论》（中译本，1975年）的温特切勒。这些著作中大量描述了武器系统效能的分析和评估理论、方法，对我军影响深远。运筹学作为一个独立的新学科，则是在20世纪50年代初才开始形成的。

既然军事运筹学的基本理论，是依据基本军事原则，运用现代数学理论和方法来研究军事问题中的数量关系，以求对目标的衡量准则达到极值的择优化理论。因此，运用模型对实际系统进行描述和试验研究的模型方法，无疑就成为军事运筹学中最重要的思想和方法。反映实际系统的模型有逻辑模型、数学模型、物理模型、混合模型等，军事模拟活动中应用最多的是数学模型。其实，数学模型就是用来描述研究对象活动规律并反映其数量特性的一套公式或算法，其复杂程度随实际问题的复杂程度而定，一般简单的问题可用单一的数学方法解决。而对于相对较复杂的军事问题，则必须根据问题的需要，选择各种数学分支之方法，构成一个整体的混合模型或组合模型，这就是所谓的“构模”。运用模型方法研究军事问题，以协助指挥员分析判断，是军事运筹学发展的重要途径。因为军事运筹学不仅研究各种各样的构模理论和方法，同时，要研究对现实问题的分析和抽象过程。

一般地，作战模拟是研究作战对抗过程的仿真实验，即对一个在特定态势下的作战过程，根据预定的规则、步骤和数据加以模仿复现，取得统计结果，为决策者提供数量依据。过去运用沙盘对阵、图上作业和实兵演习等进行模仿战争全部或部分活动的过程，都是作战模拟。因现代战争的规模大，复杂程度高，因此传统的作战模拟方法已难以胜任要求精确的定量描述，于是，基于现代化信息技术的作战模拟研究便成了现代作战模拟的趋势。现代作战模拟不仅可用于平时的训练、武器装备的论证、后勤保障等方面，还因其分类角度之不同，有合成军作战模拟、军种作战模拟、甚至战役（术）模拟、手工模拟和计算机辅助模拟等。

决策论也是军事运筹学的重要内容，它研究如何选择最佳有效决策方案的理论和方法。无论是平时还是战时，指挥员的重要职责就是分析判断情况，选择可行的或满意的决策方案，定下决心，进而组织实施，以完成上级赋予的各项任务。决策论可以引导指挥人员根据所获得的各种信息，按照一定的衡量标准进行综合研究，从而使指挥员的思维条理化、决策科学化。

搜索论是研究如何合理地使用人力、物力、资金及时间，以取得最佳效果的一种理论和方法。搜索论用在军事方面，主要是研究提高对某一区域内的目标进行侦察搜索的效果。在海洋经济飞速发展的今天，海上的搜索问题研究无疑前景辉煌。不过，由于现代战争中搜索问题比较复杂，涉及因素也相对较多，因此，搜索理论虽然应用前景广阔，但尚难于建立统一的通用化模式。

规划论分线性规划、非线性规划、整数规划和动态规划等几部分。它研究在军事行动中，如何适当地组织由人员、武器装备、物资、资金和时间等要素构成的系统，以便有效地实现预定的军事目的。其中，线性规划是当约束条件及目标函数均为线性函数时的规划，可用于解决对目标或作战地域分配同类兵力、兵器问题等。当约束条件或目标函数为非线性方程的规划时即非线性规

划，可用来解决向目标或作战地域分配不同类型的兵力、兵器等问题。在实际应用中人们为计算方便，常把非线性问题近似地处理成多级线性规划问题。线性规划也是本书的重要内容之一。整数规划是规划论的特殊问题，要求变量和目标函数采用整数进行运算。因为有时人员、武器装备等只有整数才有意义。而动态规划则是解决多级决策过程员优化的一种数学方法，可把多级决策过程作为总体决策，构成决策空间，并对每个决策找出其定量评估优劣的准则函数，选出准则函数为最优值的决策方案，这即是决策过程的最优化。动态规划多用于多级指挥控制、计算使目标遭受最大损失的火力分配问题等。

一般地，排队论称为随机服务系统，有时亦称“等待理论”、“公用服务系统理论”等。它是研究系统的排队现象而使顾客获得最佳流通的一种科学方法。在军事系统中出现的排队现象很多，如指挥系统收发军事情报信息、反坦克武器对敌坦克的射击、防空系统对空中目标的射击、飞机的批次侦察轰炸、武器装备的修理等。这些军事活动在排队论中被称为“服务”，而服务系统则为指挥控制系统、反坦克系统、防空系统、侦察轰炸系统、修理系统等。其中，“顾客”就是被指挥的部队、被射击的坦克和飞机、被侦察轰炸的目标、需要修理的武器装备等。当顾客要求服务的数量超过服务系统的能力时，就会出现排队现象，其实，排队论便即由此而得名。当然，排队论可以用来解决武器装备维修及后勤保障的合理安排；人员、装备、物资等按时间序列流动的组织安排；指挥系统的信息处理能力及反坦克武器射击效率的估计分析；对空中侦察及防空武器提出相应的要求，估计不同设施的防空系统效率等。

有时被称为“博弈论”的“对策论”，是研究冲突局势下局中人如何选择最优策略的一种数学方法，它最初是从赌博和弈棋中提出的。它的基本思想是立足于最坏的打算，争取最好的结果。在军事斗争中，通常并不掌握对方如何打算和行动的充足情报，在这种不确定情况下应用对策论最为适宜。诸如对方采用一系列不同战术条件下，选择己方的有效战术问题；受对方攻击情况下设置假情报和实施伪装的问题；以及选择与对方对抗的各种武器装备的合理配置问题等。后来，基于海上舰船之间的机动追击之需求，美国兰德公司等在20世纪60年代拓展了传统对策论的研究思路，开创了全新的“微分对策”理论，使对策论的军事应用进入了一个新的发展阶段。

“仓储论”也叫“存储论”、“库存论”，是研究在何时何地从什么来源保证必需的军用物资储备，并使库存物资及补充采购所需的总费用最少的理论和方法。它主要用于军队的后勤保障和物资管理方面。基于仓储理论不仅可确保维持军事系统的组织活动的正常运转，而且可使储备量的经济支持最佳化。

此外，有些论著还将网络规划理论、火力运用理论、指挥控制理论、最优化理论、概率论和数理统计、信息论、控制论等也纳入军事运筹学的研究范畴，例如，本书就详细阐述了网络规划的基本内容。容易理解，随着现代科学技术的迅速发展，军事运筹学的基本理论和方法也将进一步发展变化。其发展方向主要是，如如何提高描述精度、如何通过直接和间接的数学方法以及其他科学方法、对目前难于用数量表示的那部分军事问题予以量化等。甚至利用人工智能手段来实施模拟，这也是本书将遗传算法纳入其中的原因所在。我们相信，军事运筹学的应用范围将更加广泛，对研究解决作战、训练、武器装备、后勤管理等军事问题的作用将越来越大。

综上所述，我们不难理解军事运筹学在解决问题实际问题时，一般会表现出以下几个特点。

1. 本质目的性

目的性无疑是军事运筹学最重要的特性之一。任何军事活动总有其目的性，就是说你追求的是哪方面的效益。在军事上，敌我双方对抗的最终目的，或是为了抢占战略要地，或是为了最大限度地杀伤敌有生力量，或是突出重围等，当然是首要问题，而且开始就必须搞清楚，之后更是要贯彻始终，直至目的实现。第二次世界大战期间，盟军商船为了对付德国飞机的袭击，在船上装设了高炮，但这些高炮击落的敌机很少，不足来袭敌机的4%，而且高炮的安装维修费很高，于是，有人

提出将高炮拆除。但是运筹分析人员指出，安装高炮的目的不是击落敌机，而是保护商船安全如期到达目的地。实战中的统计数据显示，不安装高炮的商船损失率大于25%，安装高炮后，致使敌机不敢低飞，商船的损失率降到了10%以下，可见安装高炮是必需的。目前最先进的高炮对现代喷气式战斗机的击毁率不到千分之一，但各国的防空系统中还少不了高炮，再次说明使用高炮的目的性。

2. 非决定性

美国的军事运筹学工作专家常说："运筹学再高级也只是个参谋，不是指挥员，不是决策人。运筹的结果只是辅助指挥员作决策"，这正是军事运筹学非决定性（参谋性）之所在。虽然军事运筹是从定量角度来考虑问题，但我们知道，运筹分析系统的简化和本质抽象中人的主观性很重要，而且这些主观性对军事问题中一些非定量因素，如人的水平、能力、爱好个性、士气、心理因子等，只能在假定条件下作近似分析，同时，并非所有的因素都能被定量化，并非所有的问题都能建立起相应的数学模型，并非系统中所有的因素都能很好地被兼顾到，因此，运筹结果的局限性也就毫无疑问了，于是，运筹出来的结果在最终决策时，只能作为参考和咨询。

3. 全局系统性

系统是指相互作用、相互依赖的各个部分所组成的一种具有特定功能的整体。系统性问题可以说是如何使整体达到（包括某种功能最强、性能最稳定等）极致。一个系统的优化指标一般有多个，例如对于彩电来说，优化目标可以是清晰度、稳定性、抗干扰性、灵敏度等，几个指标同时达到最优的情况一般不存在，因此，局部最优不等于实现了全局最优。要达到整体的优化，必须进行统一规划，在诸多的可能的方案中找出一个相对最佳的方案，于是，系统性在军事指挥中便显得尤为重要。古今战史中以少量兵力，阻止敌方主要力量，来实现整个战局目的对其最为有利的战例比比皆是，这也是象棋中"舍车保帅"，即牺牲局部来获取全局胜利的系统性思维的充分体现。

4. 科学性

领导作决策时"拍脑袋"是很常见的行为模式，诸如为部属制定指标等，这种"凭感觉，拍脑袋"的决策方式曾造成过不少不应有的损失。运用军事运筹学，就能大大增强决策的科学性，因为这种决策方式以定量分析作基础，而且手段先进，有较准确的数学模型、合适的算法以及计算机设备作保证，只要信息来源可靠，运用军事运筹学作出的决策方案，自然比"拍脑袋"想出来的方法更可行、更有效。有效性指运用军事运筹学时的效果问题，这往往也是运筹学理论最直接的出发点。虽然我们常说"兵贵神速"，但军事效果不仅仅是速度，例如在后勤运输系统中，怎样以最小的油耗，在限定时间内，使运输车队尽快到达等。类似这类问题解决并非轻而易举，其中要求的几个方面效果实现起来往往互相矛盾，但是，军事运筹学能为解决这个问题提供可行的途径，能追求一种相对理想的最优化效果。

军事运筹学与系统分析关系密切，它们既有共同点，也有不同点。共同点之一就是两者都是科学方法，都强调实际应用，而且所用的数学工具也大致相同。正因如此，联合国发展总署出版的有关手册中，为避免名称上的无谓争论，已把"运筹学"与"系统分析"看成同义词，而把它们写成为"OR/SA"即"运筹学/系统分析"。但是，它们在研究范围、定量化的程度上还是有差异的。其实，系统分析就是由于运筹方法研究的范围不能适应更为复杂的军事问题而发展起来的。军事运筹学以研究分析比较同一军事系统内的各种子系统为对象，而系统分析则以研究分析比较不同的军事系统为对象。从分析方法的角度来看，军事运筹学在参与决策过程中虽然也要用定性分析，但它本身主要是应用定量分析方法，而系统分析则注重运用多种手段（含定量分析与定性分析）对整体进行系统研究。

另外，军事运筹学与军事系统工程的关系也很微妙。因为广义的系统工程是一项组织管理系统的技术，而军事运筹学则是系统工程的理论基础，同理，军事运筹学也可看作是军事系统工程的

理论基础。但也有人认为军事运筹学是军事系统工程的一个分科，重点是针对作战行动的分科。

其实，不论从哪个方面来讲，我们都容易理解，军事运筹学作为军事科学的一个组成部分，是定量研究其他军事学科的有关问题的手段和工具，因此，其他军事学科其实就是军事运筹学的应用领域。随着现代战争日趋复杂多变，必然会有大量随机现象出现，当然，数学方法的研究上因为可能随时取得新的成果，加上计算机技术的高速发展和大量使用，这一切均使军事运筹学在军事诸多环节上的应用日益深入而广泛，费用也越来越低，但这一切依然无法彻底代替，现代战争中指挥人员的经验和创造性思维，依然需要科学的军事运筹学方法与军事指挥艺术的有机结合。

第1章　网络规划原理与运用

网络规划是基于图论而发展起来的一个运筹学分支，内容相对繁杂且具有广阔的运用前景。除统筹法之外，还有如回路问题、最小树问题、最大流和最小割问题、中国邮路问题等内容。图1-1就是网络规划理论之统筹法的典型运用实例。指挥人员通过规划图即可非常清楚地掌握部队战斗准备工作的全过程，不但可做到对整个任务心中有数，而且还可控制整个任务流程中的每一个环节，如何时开始、何时结束、活动余地有多少、任务完成的可能性有大小、能否优化、如何优化等细节。

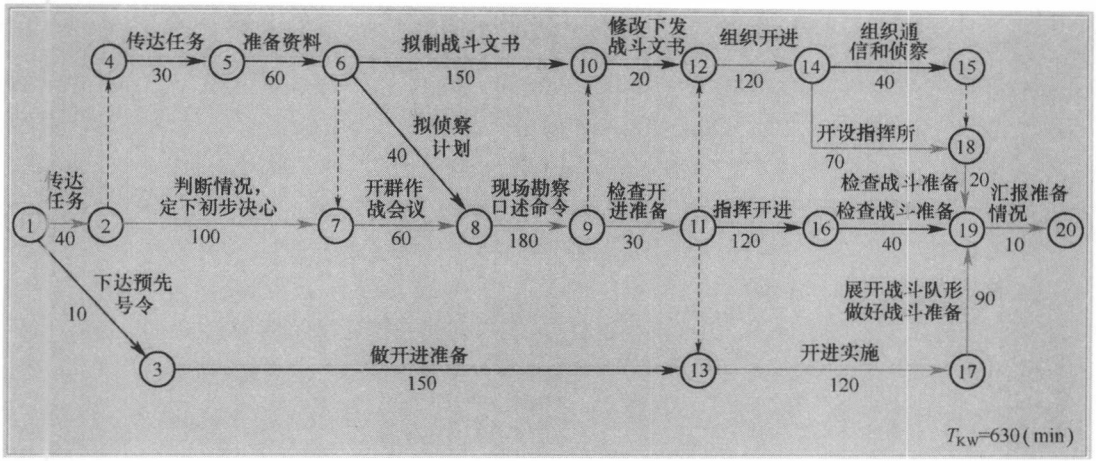


图1-1　网络规划理论之统筹法的典型运用实例

1.1　网络规划基础

网络在现代科技中运用非常广泛，其理论基础（图论）的起源可追述到18世纪的哥尼斯堡七桥问题（欧拉，1736年）。欧洲的小镇哥尼斯堡有一条河流，河中有两个小岛，岛与两岸间的关系如图1-2所示，由七座桥相连。闲暇中人们不禁思考：一个人从某地出发，能否不重复地走完这七桥再回到出发点呢？这个困扰大家许久的难题，最后由当时的大数学家欧拉给出了绝妙的解答：不可能。现在，人们一般都把该问题作为图论最早的运用范例。

下面先介绍几个图论的基本概念。

1.1.1　图的基本概念

一般地，把由点和连接这些点的线组成的图形称为**图**。欧拉就是将图1-2中的哥尼斯堡七桥问题抽象成图1-3并最后解决的。

图中的点称为**顶点**（或**结点、节点**）。常用小写英文字母 v 表示，如 v_1、v_2 等。图的全部顶点组成的集合可用大写英文字母 $\boldsymbol{V}$ 来表示。而将点与点之间的连接线称为**边**，常用小写英文字母 e 表示，如 e_1、e_2 等。把由全体边组成的集合用大写英文字母 $\boldsymbol{E}$ 表示。

需要全本请访问 www.ertongbook.com