

决策科学系列丛书

管理和决策中的运筹学

颜基义 著



中国科学技术出版社

决策科学系列丛书

管理和决策中的运筹学

颜基义 著



中国科学技术出版社

1991. 北京

内 容 简 介

运筹学是一门内容丰富，不断创新的激动人心的学问，它的功效是在“技”的层面上为决策、管理从艺术走向科学提供了工具。本书凝聚了作者的思索和经验，论述了运筹学与决策、管理的总体关系，扼要地介绍了运筹学最常用、最典型的一些问题和解法，并从中概括出若干具有哲理意味的原理。全书深入浅出，具体生动，具有特色。适合于广大实践中的管理工作者的阅读，也可供管理科学的研究者、大中专学生和自学者参考。

决策科学系列丛书 管理和决策中的运筹学

颜基义 著

责任编辑：宋守今

中国科学技术出版社出版
(北京海淀区白石桥路32号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

内蒙古赤峰第一印刷厂印刷

1991年3月第 一 版 开本：787×1092毫米1/32

1991年3月第一次印刷 印张：4.28

印数1—2000 册 字数：110千字

ISBN7—5046—0399—6/C·19

定价：2.60元

决策科学系列丛书编辑委员会

科学总顾问 姜圣阶

科学顾问 曲格平 刘道玉 钟时统 刘敬之 骆菇敏
张 定 蒋慕竹 李学昆 丁盘石 柯 黎
马健行 李尔重 汪应洛 章 泽 史柳宝
林 凌 李 宏

主 编 张顺江

副 主 编 王玉民 杨沛霆 钮德明 刘仁平

常务编委 王玉民 王国政 王民新 尹毅夫 边金魁
刘仁平 刘化纲 刘化樵 冯文权 阎保国
阎旺贤 颜基义 毕全忠 杜基尔 吴大青
郑泽清 胡春芳 钮德明 霍 震 杨沛霆
吴俊卿 杨继立 高金生 高国安 袁 旦
张顺江 苗润生 简启华 赵连春 蔡富有
樊 民 赵景之

前 言

运筹学是激动人心的学问。

运筹学向人们展现的远远不止是繁纷的方法。

运筹学的生命力不仅是在学术领域里的不断创新，更在于它对人类生产和经济活动的特殊功效。

运筹学作用的发挥，更在于对它深入的挖掘和积极的开拓。

这里，就是这种努力的一种尝试。我常常问自己：激动的学问，却为什么激动不起读者的热情？这是一种多么可惜的失落！

这里，我是为拾起这种“失落”，而俯首屈腰所作的一点小小努力。

小时候听到的一个故事，使我终身难忘：一个年幼的小樵夫，在山上遇到了会“点石成金”的老神仙。神仙把一块块石头点化为闪闪发光的金子送给小樵夫，小樵夫拒绝了，他说，他要能点石成金的手指，…。自从听了这个故事以后，追索“点石成金的手指”，便成了自己每学一样新东西、新知识的不懈追求的目标。

这里，就是欲把“点石成金”的手指交给读者。

……

笔者把内容切成了三大块。

第一部分：概论篇

企图以历史为纵线，学科为横线，阐述运筹学的地位和特点。这里特别着重地叙述运筹学和管理学，决策学，系统学等的总体关系。这当中不少是笔者思索和经验的结晶，其中以“五理的启示”最为明显。

第二部分：方法篇

笔者把运筹学最常用最典型一些问题和解法放在这一篇里。虽然这些方法在一般的运筹学书中均可查找得到，但是这里着重分析的论述，对于有经验的读者来说，不会是没有益效的。

第三部分：原理篇

以运筹学各类方法为基础，笔者概括出若干所谓“原理”，它们于管理和决策颇有借鉴的意义。

概而言之，在这本书里，是以运筹学为主线，对管理学、决策学的有关问题以延拓方式加以讨论。

据说，古希腊的柏拉图学院的大门口，悬挂着一块醒目的牌子：“不懂数学者不得入内”，当时数学几乎就是智慧的同义词。在20世纪90年代的今天，当然不必重复柏拉图的作法。然而，不能忘记的是，数学是科学的基础，是统一科学的纽带。而运筹学又与数学是如此紧密地交融在一起。因此，没有必须的数学基础知识，在“入山寻指”时就不免受阻。当然，作者已为读者的行程开凿了攀援的阶梯，可减少攀登的困难。但是，攀登者终归是各人自己，对自己基础的恰当了解，是确保掌握本书中内容的前提。

只要肯思索，肯探求，锲而不舍，就会达到不风流处亦风流的境界，从而大有作为。

作者衷心感谢陈广同志，他把作者讲授的内容作了详细的记录和整理，为此书成型奠定了初步的基础。

颜 基 义

1990.10 北京

目 录

前言

概论篇

第一章 运筹学——令人激动的学问…………… (1)

1. 运筹学是什么…………… (1)

2. 激动的学问, 应该带来激动的热情…………… (8)

第二章 管理科学的功能和历史地位…………… (11)

1. 管理科学丰富的内涵…………… (11)

2. 管理科学的社会地位…………… (12)

第三章 五理的启示…………… (15)

1. 事理…………… (15)

2. 情理…………… (20)

3. 心理…………… (23)

4. 物理…………… (26)

5. 数理…………… (32)

方法篇

第四章 线性规划…………… (35)

1. 略谈线性…………… (35)

2. 规划的意义…………… (40)

3. 线性规划的图解法…………… (43)

4. 单纯形算法…………… (46)

5. 单纯形法 (I) ——求初始解…………… (49)

6. 单纯形法 (II) ——求第二解…………… (53)

第五章 指派问题与匹配问题	(63)
1. 指派问题的特点.....	(63)
2. 指派问题的特殊情形.....	(69)
3. 一般情形的分配法.....	(73)
4. 一般匹配问题.....	(74)
第六章 随机服务系统及其模拟	(81)
1. 随机—奇异的世界.....	(81)
2. 随机服务系统的描述.....	(85)
3. 排队论模拟.....	(88)
第七章 多阶段决策——动态规划	(97)
第八章 分支定界方法	(102)
1. 指派问题的解集.....	(102)
2. 用分支定界方法求解指派问题.....	(103)
原理篇	
第九章 方法论如是观	(112)
1. 幽默式的描述.....	(112)
2. 只是容易的一半.....	(112)
3. “非法法也”式的归宿.....	(113)
第十章 原理的归宿	(115)
1. 序变原理.....	(115)
2. 嗜欲原理.....	(118)
3. 适止原理.....	(121)
4. 松弛原理.....	(125)
5. 中立原理及其它.....	(126)

概 论 篇

第一章 运筹学——令人激动的学问

1. 运筹学是什么

从多侧面、多视角去认识运筹学

一、从历史发展看运筹学

严格地说，要确切标出运筹学问世的时间座标是困难的。因为运筹学的萌芽思想早在几千年以前，在古中国和古埃及都有大量的体现和佐证。但是，这里所指的运筹学是指有明确含义的学问，这在下面将会具体阐述。

就一门科学而言，它的先端可以说萌起于第一次世界大战。早在1914年英国人兰彻斯特 (F.W. Lanchester) 曾发表过关于人力和火力的优势和胜利之间理论关系的文章。第一次世界大战期间，美国人托马斯·爱迪生 (Thomas Edison)，曾运用“战术对策板”求解为有效地减少敌潜艇损害的商船运行策略。但运筹学成为一门成熟的学问是在第二次世界大战期间。起源于战争的应用是运筹学的重要特点。

战争是人类最深刻最残酷的对抗。第二次世界大战又是人类有史以来规模最大的战争。当时的战争，直接靠指挥员的头脑，去指挥幅员广大，兵力众多、巨量的物资调运已深感不足，便向科学求助，向数学求助。为赢得战争胜利，与法西斯对抗的英、美等国，调集了一批出色的年轻科学家，包括生物学家、理论物理学家、天体物理学家、物理学家和数学家，成立了关于军事研

究的“运筹学”小组。其中有个突出的人物名叫乔治·丹泽格 (George Dantzig)。他刚刚拿到数学博士学位,便到英国空军当科学顾问。为空军训练,航空母舰出航从事计划安排,这批科学家为部队当科学顾问,发挥了重要作用。在战争对抗中,为了兵力的运行研究、评价,形成了一套方法。包括线性规划非线性规划,数学规划、随机问题、排队论等等。这些都源于军事运筹。今天已经在生产中和科学中占据了举足轻重的位置。

第二次世界大战结束后,产生于战争的运筹学,转为民用。用于经济的运筹学,与大企业结合,为提高生产率和利润解决企业中的管理、决策问题。从而使运筹学与管理关系密切联结起来。运筹学和管理学逐渐发展成姊妹学科。

具有丰富文化宝藏的中国,其带有运筹学色彩的工作,可以追溯到几千年以前。战国时期的田忌赛马可以看作是我国有文字记载的运筹学的较早的一个“案例”。众所周知,举世闻名的万里长城是中国古代的奇迹。它的建设无疑是一项极其浩大的工程。设想,如果当时没有很周全的筹划,巧妙的方法,完美的配合,是不可能使这条石砖叠造起的“长龙”屹立在中国大地上的。这当中当然包括了运筹学萌芽性的学问。解放不久,一批从美国归来的科学家如钱学森,许国志先生等人极力推崇在我国建立起自己的研究队伍。于是在1955年,中国科学院正式成立了研究机构,自那以后结合中国的实际情况、运筹学得到了长足的发展。在理论上不仅拥有一支数量可观的运筹学队伍,在实际应用上,已建立了一支运筹学大军,他们努力工作在各实际部门,为祖国的经济建设和富强繁荣不懈地努力奋斗。必须指出,正是华罗庚教授把运筹学和实际应用的结合深度和广度发展到了前所未有的程度。

这就是运筹学发展历史的大体轮廓。读者可以参阅其他有关书籍,以求获得更为详尽的资料。

二、大人物支持小人物的一段插曲

在运筹学发展的历史上，有一段鲜为人知大人物支持小人物的动人的故事。

上面已经提到一个叫做旦泽格的人，他在第二次世界大战中，作为空军的数学顾问，在实际中创造了一套行之有效的办法。这些方法的基础就是现在称为线性规划的基本内容。战争结束不久，这个朝气蓬勃的青年人，曾访问一些当时著名的科学家，以求获得对线性规划的承认，但是都碰了钉子。后来他决定到普林斯登大学走访赫赫有名的大科学家冯·诺伊曼（Von Neumann）。很幸运，冯·诺伊曼接见了。于是旦泽格有机会向这位号称奇迹博士的犹太人介绍他自己的研究工作。使旦泽格感到惊讶的是，他刚刚起了个头，冯·诺伊曼就走到黑板前，取旦泽格而代之，滔滔不绝地叙述起来。旦泽格一边听着，一边点头，同时惊讶不已：冯·诺伊曼真不愧是个伟大的科学家。可是当冯·诺伊曼叙述完了之后，对他面前的青年人说：“你不要感到奇怪，我不是魔术师，这些东西不是从袖口里变出来。”原来冯·诺伊曼正在研究经济上的博弈论（Game Theory），可以归结为和线性规划同样的数学形式。于是旦泽格从冯·诺伊曼处得到了支持，感到极大的欣慰。还不仅如此，冯·诺伊曼还让旦泽格考虑线性规划的对偶问题，从而使得线性规划的理论进一步完美。

此后不久，在冯·诺伊曼的支持下，旦泽格带着他的论文参加了在芝加哥举行的一次很重要的学术会议。与会者包括不少后来得到诺贝尔奖金的经济学家和数学家。旦泽格在会上作完报告之后，整个会场鸦雀无声，气氛相当紧张。主席问，大家有什么看法？一个著名的科学家问道：“报告人讲的是线性问题，要知道我们的世界都是非线性的。”提问当然有道理，但是作为一个第一次在大科学家面前作学术报告的青年人，而对这样的提问简直不知所措，也不知如何回答这样的问题。此时，冯·诺伊曼站

起来，问主持讨论会的主席先生：“我可以代替报告人回答这个问题吗？”征得同意后，冯·诺伊曼说：“报告人已把条件说得很清楚，因此，符合条件的就能用，不符合条件的就别用。”这样，冯·诺伊曼终于给旦泽格解围了。从此，线性规划作为运筹学中很主要一部分内容，获得了极大的发展和成功。

1982年，在一篇短文里，旦泽格格详尽地描述了上述过程，这是线性规划问世中的一段委由。当人们读了这篇文章之后，对冯·诺伊曼这位在科学许多领域有着巨大建树的伟大科学家又增添了一分敬意。

如今，当时的年青人旦泽格，已从小人物变成了大人物。美国运筹学会专设了一项以旦泽格命名的大奖，鼓励在数学规划上有突出贡献的年轻人。

三、从定义看运筹学

如果只用几句话来描述运筹学，大体上可以这样叙述：

运筹学是一种以采用分析的，定量的手段为主的科学方法，它通过评价一类社会系统中的有关方面，利用能够得到的最佳研究方法，以期获得该系统的改进。

从哲学意义上说，上述运筹学定义涉及以下几个方面。

其中的社会系统可以说运筹学的研究对象，它来自社会现实，这就决定了运筹学带有很强的实践性。而对哲学家来说，就是所谓社会本体论。

而定义中的“最佳研究方法”的意义则来自如何获得知识的概念，即哲学家所谓认识论。这里要强调的是，最佳研究方法的基础是分析的和定量的。因而，不可避免地得以数学为其基础。这样就不难理解，为什么大多数大学都把运筹学设在数学系里了。但是，我们也不应该忘记，以数学为基础的分析的和定量的方法，也不是运筹学的全部。

定义中涉及到“改进”这样一个很重要的概念。即哲学家所

谓伦理学。这里包含着一个结果比另一结果好，也包含了改进的目标。这是系统的导向问题。因此，大多运筹学问题均带有“目标函数”。此外，这里说的“改进”，一般均带有明确的“边界条件”，或者说“约束条件”。因为，结果的“好”与“坏”，其相对性太强烈了。

运筹学的英文是 Operations Research，意为动作研究。动作者，社会系统里的行为也。在台湾就把运筹学称作作业研究。而我们把它称为运筹学，则再恰当不过。把古代的

“运筹帷幄之中，
决胜千里之外。”

中的运筹套用在新兴的 Operations Research 之上，可以说是维妙维肖。

四、从热门学科看运筹学

当今新发展起来的重要学科均和运筹学有着密切的关系。

运筹学和计算机科学可以说是同步发展起来的新学科。第一台计算机 ENIAC 和求解线性规划的单纯形方法几乎是同时问世。在往后的年代里，计算机发展异常迅猛，而运筹学也得益于计算机这一强有力的工具，如虎添翼。计算机科学里的许多术语，可以在运筹学里通行无阻，如 Programming（规划），Algorithm（算法）等都是两门学科最常见最基础的概念。由此可看出这两学科的密切关系。

又如运筹学中新发展起来的组合优化这一新分支，它的研究就是在运筹学和计算机科学里同时展开的，根本不分彼此。

随着计算机的发展，它给社会前进将会带来巨大的冲动。而冲动的原动力中也包含着运筹学的一份贡献。有人曾预测，在运筹学中产生的一个新词

ALGORITHM

将在众多领域占有它的阵地，并焕发出异彩。

系统论的发展给整个科学的进程产生了巨大的影响。而系统论中的系统分析, 和运筹学一样, 也是一种科学分析方法。

系统分析和运筹学，作为逻辑手段和计量方法，它们的共同性很多，关联亦极为密切。一般认为系统分析研究的范围更为广泛，属于战略性质的高级决策。而运筹学的研究范围较窄，属于战术性质的决策。例如，国家欲建一支导弹部队，运筹学可以使察各种导弹的性能，投资成本，维护费用，使用效果，提供装备何种导弹的抉择，而系统分析则要考虑这笔国防开支究竟是用于导弹，还是舰艇，飞机、坦克，甚至最后的研究结果，可能不是增加武器，而是加强相应的科学研究。

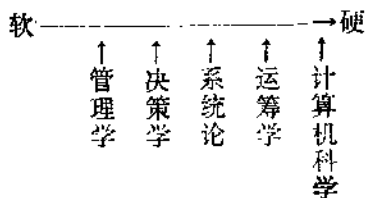
对于管理科学和决策科学而言，运筹学可以说是它们定量理论的基础。因此，凡涉及管理科学和决策科学的方法论基础时，都不可避免地要介绍各类运筹学方法。

因为关于管理学,后面还要进一步论述,这里不再深入讨论。

五、从学科的“硬”“软”程度看运筹学

一个学科所谓“硬”“软”程度，是指这门学科包含的理性程度和思辩性程度。理性越强，反映了这学科越“硬”；反之，若思辩性越强，则表明该学科越“软”。

对许多纯科学而言，如数学、物理学等等，理性的标准简直是至高无上的。但是象管理学、决策学、系统学、运筹学，均具有相同的或类似的社会本体论为其根基，即以社会系统为其研究的对象，但它们的“软”“硬”程度却不尽相同。在从“软”到“硬”这条横轴上，大体上可以作如下划分。



管理学问世比运筹学略晚，是1950年以后的事情。运筹学和计算机的发展推动了管理学的发展。

其发展有两个因素：一是工业本身的发展。二是可以借助于科学方法。这两个因素使得工业国家提高效益的方向发生了改变。从以往的延续工作时间，加大劳动强度，以提高产出，逐步转向靠科学方法要产出、要效益，转向用运筹的方法研究人力、资本等资源配置。在这一转变中，工业本身提出了需要，促进了科技进步；科学技术的提高又促进了工业的发展。

决策是管理的核心功能，管理最关键的是决策。

人们常说，历史是一条长河。这个比喻是以时间为轴，以时间轴的流向描述世界的演化。

我更喜欢把历史比作一棵大树，它有根、干、枝梢和叶，愈靠近上端，枝梢就越多、越繁密，给人们提供的选择也就越多。历史的发展向人们提供的正是这样的图景。然而另一方面，它向人类提出的挑战也就愈多，而且愈加严峻。使得决策必须作又不容易做。

因此必须强化迎接挑战的意识，退缩、回避、躲闪都是没出路的，都无济于解决问题。出路只有挺起胸脯往前走。英国有一位历史学家说：“人们对历史下了很多定义，我更注重历史是面对文化和历史的挑战。”我很同意这种看法。因此具有迎接挑战心态是首当其冲的重要条件。

如果要把运筹学，管理学和决策学的“软”“硬”性作进一步阐述，我认为运筹学基本上属科学，因而可以归结为下述公式：

运筹学=科学。

但是管理学却不然，带有很强的“软”性内涵。而这种“软”性内涵，又是以艺术的特征表现出来的。而照搬、重复和模仿则是艺术的天敌。它同时也是管理的大忌。记得美国哈佛大学在40年代末50年代初，创办第一期MBA（商业管理硕士班）时，许

多学生对开设的课程颇有意见，认为看不到这些课程今后会提供什么效用。一些激进的学生甚至向校方提出抗议。但学校坚持不作修改。后来这个班的毕业生大多数均在商业界取得了无以伦比的成功，成为了造就战后美国历史的中坚。重要的是，这所闻名于世的高等学府，为这批学员塑造了能够把握管理艺术要核的头脑，以及一颗野心勃勃的雄心。他们虽然大多成了世人追逐的大企业家，如施乐公司的董事长，强生（Johnson），制药公司董事长等。但他们各人的管理精神和方法又都不尽相同，正如齐白石和张大千大作的风格互不相同一样。

因此，可以把管理归结为下述公式：

管理学=科学+艺术

对于决策来讲，则更多了一项重要的心理因素。也就是说，决策心态至关重要。这样可以有公式如下：

决策学=科学+艺术+心理

总结起来，运筹学，管理学和决策学的关系，大体上可以构成一个三角形。



2. 激动的学问，应该带来激动的热情

爱因斯坦说：

能培养独创性和唤起对知识愉悦的，是教师的最高本领。

综上所述，无论运筹学，或者管理学，或者决策学，均是令人激动的学问。但不难发现目前现有的教科书中，能够激发起深入思考热情的，唤起对知识愉悦的，则是太少了。究其原因，大体有以下几个方面。

第一，太多的“拿来主义”

拿来主义当然也是必要的，尤其在开始阶段。它可以使禁锢的思维得以解放，使视野得以开拓，使历史教训得以借鉴，使现状得以在大反差的背景下获得新的认识。科学是没有国界的，更可以“拿来”。但是如上一节所述，管理和决策则不然，它们当中还有丰富的艺术和心态的内涵。从而离不开我们的传统习惯，文化背景，社会条件的巨大影响。再说，我国5000多年的文化宝库中，还蕴藏着巨大的开发潜力。因此，简单的拿来主义是解决不了根本问题的，必须从我国国情出发，把从国外拿来的有用之物，神出化入，以利于我们自己的发展和富强。

众所周知，日本是崇尚“拿来主义”的国度。但是，他们不仅重视“拿来”，而且更重视“扎根”，使拿来之后，便变成了自己的。

别的不说，单以管理而论。战后的日本除了经济上面临巨大的困难外，更主要的是民族自信心的打击。开始时，他们对“企业家族”这样一种特有的管理模式，并不具备信心，因为这种模式和西方的管理模式是格格不入的，这种模式本质上是把家族意识延拓到整个企业。虽然对这种模式没有足够的信心，但是他们并不是简单地从西方“拿来”一个什么模式，只是把西方的管理专家如戴明（Deming）等请到日本来，帮助他们分析。从那以后，这种结合日本国情的管理模式，在使日本经济重新起飞中发挥了巨大的作用。不仅如此，西方经济龙首的美国，也在试图从日本管理模式中吸取营养。

1984年台湾企业界，在台湾大学和中国时报的组织下，召开了以中国式管理为主题的大规模的研讨会，结合中国国情，作了有益的探讨。

然而，我们在这方面的工作，还没达到这样的程度。

第二抽象的原则多，生动的案例少

要克服这个弊病，就得有学者和实际工作者（包括企业家）的结合。