



经济与管理精编教材·管理科学与工程系列

运筹学：原理及应用

Operations Research Principles and Application

云俊 等 编著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

运筹学：原理及应用

Operations Research Principles and Application

云俊 等 编著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

运筹学:原理及应用/云俊等编著. —北京:北京大学出版社,2012. 8
(21 世纪经济与管理精编教材·管理科学与工程系列)

ISBN 978-7-301-20934-9

I. ①运… II. ①云… III. 运筹学—高等学校—教材 IV. ①O22

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 147374 号

书 名: 运筹学:原理及应用

著作责任者: 云 俊 等编著

策 划 编 辑: 徐 冰

责 任 编 辑: 朱启兵 潘 林

标 准 书 号: ISBN 978-7-301-20934-9/F · 3239

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62752926 出版部 62754962

电 子 信 箱: em@pup.cn

印 刷 者: 河北滦县鑫华书刊印刷厂

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

730 毫米×1020 毫米 16 开本 20.75 印张 505 千字

2012 年 8 月第 1 版 2012 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 0001—5000 册

定 价: 38.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话:010-62752024;电子信箱:fd@pup.pku.edu.cn

序

运筹学是应用性较强的一门应用数学课程,是经济与管理类的专业基础课,也是工科类专业的重要选修课程。此书出版的目的是,希望将复杂的数学模型的建立以及运算的内容用较为通俗的语言以及深入浅出的表达方式编写,使读者便于理解。在内容的描述上,既要注重基础知识和应用能力,又要在书中体现基础理论和研究前沿,使教学有更多的扩展空间。希望本书能对我国运筹学的进一步推广和应用起到作用,使优化理念和优化方法在生产及管理的实际中得到更为广泛的运用。

本书以模块式的结构进行撰写,每一章包含:研究内容、学习指导、引导案例、具体知识、应用扩展、计算机实现等,并附有大量的练习(书后有练习答案)。使读者在每一章的开始能够知道将要学习的内容,以及重点要掌握的内容,通过引导案例知道该内容可以解决生产实际中的哪类问题,激起读者希望解决问题的欲望,从而有兴趣地往下进一步的学习。在内容的阐述上也尽量以解决问题的形式来阐述计算思路、计算过程和理论,它避免了数学的枯燥给读者带来的畏难情绪。

本书的撰写过程如下:首先作者给出书的结构,请博士生、硕士生承担不同章节的初稿撰写,在体现以学生角度对该课程内容的理解的基础上,作者通过近三十年该课程教学的经验,对其内容进行整合修改,有些章节甚至于重写,使得本书具有较强的易读性和趣味性。

参加编写的人员分工如下:第一章袁路路、邵光、亓金波、张端;第二章吴丽霞;第三章姜博;第四章徐晶晶;第五章刘翠翠;第六章张勤康;第七章闵小军;第八章李明伟。在此感谢他们对本书倾注的心血。

编 者
2012 年 7 月

目 录

第一章 前言	1
1.1 运筹学的发展过程	1
1.2 国内外运筹学的代表人物	2
1.3 国内外运筹学组织与知名期刊	5
1.4 国内外运筹学的应用情况	9
第二章 线性规划	12
2.1 线性规划问题及其数学模型	14
2.2 线性规划问题的图解法	15
2.3 线性规划的相关概念及基本定理	19
2.4 单纯形法	24
2.5 线性规划的应用	40
2.6 运输问题	46
2.7 MATLAB 软件的应用	71
课后习题	78
第三章 对偶理论	83
3.1 对偶线性规划模型	85
3.2 对偶问题的性质	89
3.3 影子价格	94
3.4 对偶单纯形法	97
3.5 线性规划问题的灵敏度分析	99
3.6 参数线性规划	107
课后习题	109
第四章 整数规划	111
4.1 整数规划问题的基本概念	112
4.2 一般整数规划的求解方法	114
4.3 0-1 型整数规划	121
4.4 指派问题	125
4.5 整数规划的应用	133
4.6 MATLAB 软件的应用	136
课后习题	141

第五章 目标规划	143
5.1 目标规划的基本概念	144
5.2 目标规划图解法	147
5.3 目标规划单纯形法	150
5.4 灵敏度分析	152
5.5 MATLAB 软件应用	154
课后习题	156
第六章 图与网络	159
6.1 图论基础知识	160
6.2 最短路问题	167
6.3 网络最大流问题	173
6.4 旅行售货员与中国邮路问题	180
6.5 图与网络问题计算软件的实现	186
6.6 图与网络知识的扩展及应用	195
课后习题	198
第七章 排队论	200
7.1 排队论的基本概念	201
7.2 单服务台模型	205
7.3 多服务台模型	211
7.4 一般服务时间排队模型分析	216
7.5 拓展知识	218
7.6 MATLAB 软件的应用	222
课后习题	224
第八章 存储论	225
8.1 存储论的概述	226
8.2 确定性存储模型	230
8.3 随机性存储模型	243
8.4 案例分析与 MATLAB 的应用	250
课后习题	254
第九章 博弈论	256
9.1 博弈论的基本概念	257
9.2 矩阵博弈的数学模型	262
9.3 基本定理	267
9.4 矩阵博弈问题的图解法和线性规划法	270
9.5 博弈类型	277
9.6 博弈论的应用	282
课后习题	285
课后习题答案	287
参考文献	324

第一章 前言

1.1 运筹学的发展过程

何谓“运筹学”?它的英文名称是 Operations Research,直译为“作业研究”,就是研究在经营管理活动中如何行动,如何以尽可能小的代价,获取尽可能好的结果,即所谓“最优化”问题。国内学者把这门学科意译为“运筹学”(以下简称 OR),取自古语“运筹于帷幄之中,决胜于千里之外”,其意为运算筹划,出谋献策,以最佳策略取胜。这极为恰当地概括了这门学科的精髓。

在人类历史的长河中,运筹谋划的思想俯拾皆是,精典的运筹谋划案例也不鲜见。像《孙子兵法》就是我国古代战争谋略之集大成者;像诸葛亮更是家喻户晓的一代军事运筹大师。然而,把“运筹学”真正当成一门科学来研究,则还只是近几十年来的事。第二次世界大战中,英美等国抽调各方面的专家参与各种战略战术的优化研究工作,获得了显著的成功,大大推进了胜利的进程。战后,从事这些活动的许多专家转到了民用部门,使运筹学很快推广到了工业企业和政府工作的各个方面,从而促进了运筹学有关理论和方法的研究和实践,使得运筹学迅速发展并逐步成熟起来。

运筹学作为一门科学,其正式的名字出现在 20 世纪 30 年代末。当时英、美为对付德国的空袭,采用雷达作为防空系统的一部分。这从技术上是可行的,但实际运用时却并不好用。为此一些科学家研究如何合理运用雷达开始进行一类新问题的研究。为了进行运筹学研究,在英、美的军队中成立了一些专门小组,开展了护航舰队保护商船队的编队问题和当船队遭受德国潜艇攻击时,如何使船队损失最少的问题的研究。如研究了反潜深水炸弹的合理爆炸深度后,使德国潜艇被摧毁数增加到 400%;研究了船只在受敌机攻击时,提出了大船应急转向和小船应缓慢转向的逃避方法,结果使船只在受敌机攻击时,中弹数由 47% 降到 29%。当时研究和解决的问题都是短期的和战术性的。第二次世界大战后在英、美军队中相继成立了更为正式的运筹研究组织。并以兰德公司(RAND)为首的一些部门开始着重研究战略性问题、未来的武器系统的设计和可能合理运用的方法。例如为美国空军评价各种轰炸机系统,讨论了未来的武器系统和未来战争的战略。他们还研究了前苏联的军事能力及未来的预报,分析前苏联政治局计划的行动原则和将来的行动预测。到 20 世纪 50 年代,由于开发了各种洲际导弹,对于到底发展哪种导弹的问题,运筹学界也投入了争论。到 20 世纪 60 年代,运筹学界参与了战略力量的构成和数量问题研究,除军事方面的应用研究以外,相继在工业、农业、经济和社会问题等各领域都有应用。与此同时,运筹数学有了飞快的发展,并形成了运筹学的许多分支。如数学规划(线性规划、非线性规则、整数规划、目标规划、动态规划、随机规划等)、图论与网络、排队论(随机服务系统理论)、存储论、对策论、决策论、维修更新理论、搜索论、可靠性和质量管理等。

在 20 世纪 50 年代中期钱学森、许国志等教授将运筹学由西方引入我国,并结合我国的特点在国内推广应用。在经济数学方面,特别是投入产出表的研究和应用开展较早。在此期间以华罗庚教授为首的一大批数学家加入到运筹学的研究队伍,使运筹数学的很多分支很快跟上当时的国际水平。

我国运筹学的应用 1957 年始于建筑业和纺织业。1958 年开始在交通运输、工业、农业、水利建设、邮电等方面都有应用,尤其是运输方面,提出了“图上作业法”,并从理论上证明了其科学性。在解决邮递员合理投递路线问题时,管梅谷教授提出了国外称之为“中国邮路问题”解法。从 60 年代起,运筹学在我国的钢铁和石油部门得到了全面和深入的应用。1965 年起统筹法的应用在建筑业、大型设备维修计划等方面取得了可喜进展。从 20 世纪 70 年代起,在全国大部分省市推广优选法。70 年代中期最优化方法在工程设计界得到广泛的重视。在光学设计、船舶设计、飞机设计、变压器设计、电子线路设计、建筑结构设计和化工过程设计等方面都有成果。70 年代中期的排队论开始应用于研究港口、矿山、电讯和计算机设计等方面。图论曾被用于线路布置和计算机设计、化学物品的存放等。存储论在我国应用较晚,70 年代末在汽车工业和物资部门取得成功,近年来运筹学的应用已趋于研究规模大和复杂的问题,如部门计划、区域经济规划等,并已与系统工程难于分解。

1980 年,中国运筹学学会成立。我国各高等院校,特别是经济管理类专业已经普遍把运筹学作为一门专业的主干课程列入教学计划。虽然运筹学在我国起步较晚,但是发展却非常迅速,目前我国运筹学的研究和应用已经跟上了世界时代的步伐。这门新兴学科的应用已深入到国民经济的各个领域,成为促进国民经济多快好省,健康协调发展的有效方法。

关于运筹学将往哪个方向发展,从 20 世纪 70 年代起就在西方运筹学界引起过争论,至今还没有一个统一的结论。美国前运筹学会主席邦德(S. Bonder)认为,运筹学应在三个领域发展:运筹学应用、运筹科学、运筹数学,并强调在协调发展的同时重点发展前两者。这是由于运筹数学在 70 年代已形成一个强有力的分支,对问题的数学描述已相当完善,却忘掉了运筹学的原有特色,忽视了对多学科的横向交叉联系和解决实际问题的研究。现在,运筹学工作者面临的大量新问题是:经济、技术、社会、生态和政治因素交叉在一体的复杂系统,所以从 70 年代末 80 年代初,不少运筹学家提出“要注意研究大系统”,“要从运筹学到系统分析”。由于研究大系统的时间范围有可能很长,还必须与未来学紧密结合起来;面临的问题大多是涉及技术、经济、社会、心理等综合因素,在运筹学中除了常用的数学方法,还引入了一些非数学的方法和理论。如美国运筹学家沙旦(T. L. Saaty)于 70 年代末期提出的层次分析法(AHP),可以看做是解决非结构问题的一个尝试。针对这种状况,切克兰特(P. B. Checkland)从方法论上对此进行了划分。他把传统的运筹学方法称为硬系统思考,认为它适合解决那种结构明确的系统的战术及技术问题,而对于结构不明确的、有人参与活动的系统就要采用软系统思考的方法。借助电子计算机,研究软系统的概念和运用方法应是今后运筹学发展的一个方向。

1.2 国内外运筹学的代表人物

自 20 世纪 40 年代运筹学作为一门综合运用现代数学方法,对涉及军事、经济、管理等领域的管理实践问题进行统筹规划,实现资源的合理配置,从而达到系统运行最优的应用数学分

支以来,一大批国内外的知名专家学者在运筹学领域开展了一系列卓有成效的研究工作,并取得了丰硕的研究成果,这些研究成果极大地丰富了运筹学的理论基础,完善了运筹学的理论框架,并在此基础上,形成了以数学规划、组合优化、随机优化、决策分析为主要分支的运筹学学科体系,这些重要的工作和研究成果极大地推动了运筹学的发展,使得运筹学研究已成为现代应用数学、系统科学、信息科学、管理科学等领域所关注的研究热点。以下对国内外在运筹学领域作出卓越贡献的专家以及他们所做的工作做一个简单的介绍:

其中国外主要有:

Dantzig 1947年,33岁的美国数学家 George Bernard Dantzig(丹茨格)提出了解决一种最优问题的单纯形法,该方法奠定了线性规划的基础,使得经济学、环境科学、应用统计学等学科获得了迅速发展,Dantzig 也因此被誉为“线性规划之父”。Dantzig 在运筹学建树极高,获得了包括“冯·诺伊曼理论奖”在内的诸多奖项。他在 *Linear programming and extensions* 一书中系统的研究了线性编程模型,为计算机语言的发展做出了不可磨灭的贡献。

非线性规划的开创性工作则是在 1951 年由美国数学家库恩(H. W. Kuhn)和塔克(A. W. Tucker)两人完成的,库恩—塔克条件的建立奠定了非线性规划最优性条件的理论基础,到了 70 年代,数学规划无论是在理论上和方法上,还是在应用的深度和广度上都得到了进一步的发展。

Fletcher 和 Powell 1963 年 Fletcher 和 Powell 将牛顿法中的二阶偏导数矩阵用一个拟牛顿矩阵来代替,避免了计算二阶偏导数,而且通过逐步修正拟牛顿矩阵,能够使该方法达到超线性收敛。英国皇家学会会员、牛津大学的 Trefethen 教授将拟牛顿法与有限元、快速傅立叶变换及小波分析等方法并列为 20 世纪最重要的计算方法之一。欧美运筹学界的好几位院士都在拟牛顿法方面开展了深入的研究。Fletcher 和 Powell 关于拟牛顿法的第一篇文章的 SCI 引用量就高达 3100 次。

印度数学家 Karmarkar 1984 年美国贝尔实验室的印度数学家 Karmarkar 提出了一个具有多项式复杂度的计算方法。Karmarkar 方法的基本思想是从凸多面体的内部搜索最优解,这种方法区别于单纯形方法从边界上去逐步逼近最优解的思想,极大地提高了搜索的速度,是线性规划理论的又一重要突破。

近 20 年来内点算法已成为国际运筹学界研究的主流方向:代表性学者有纽约大学的 Wright 教授,康奈尔大学的 Todd 教授及麻省理工学院的叶荫宇教授。还有许多从事系统科学及运筹学研究的专家,在此不一一列举了。

国内主要有:

钱学森 在系统工程和系统科学领域,钱学森在 80 年代初期提出国民经济建设总体设计部的概念,坚持致力于将航天系统工程概念推广应用到整个国家和国民经济建设,并从社会形态和开放复杂巨系统的高度,论述了社会系统。他发展了系统学和开放的复杂巨系统的方法论。

华罗庚 1965 年华罗庚《统筹方法平话及其补充》一书由中国工业出版社出版。1970 年起,华罗庚和他的小分队开始在全国范围内普及推广优选法的群众运动。从此,统筹与优选双法变得家喻户晓,双法的普及推广也取得了极为可观的社会、经济效益。1971 年华罗庚《优选法平话及其补充》一书由国防工业出版社出版。

许国志 著名运筹学家和系统科学家。我国运筹学与系统工程学科的创建人之一。长期致力于运筹学、组合最优化和系统科学的科研与教学,取得了很多重要的研究成果,1956 年在钱学森院士的指导下,由许国志院士负责在中科院力学所筹建了我国第一个运筹学研究室、并

编著了中国第一批有关运筹学的书和文章,系统地介绍了规划论、排队论和博弈论等运筹学的各个分支。培养了一大批运筹学和系统科学方面的专门人才,并推动了系统工程和运筹学在国民经济中的应用研究,是我国运筹学和系统工程研究的主要创建人之一。许国志院士在组合最优化方面的研究有很深的造诣,1979年,许国志院士提出了具有次约束的最小树形图的新算法,该算法的核心思想是,在Edmonds证明了2—拟阵问题存在多限式算法,并且证明最小树形图是一个2—拟阵,但无法证明3—拟阵问题存在多限式算法的基础上,研究一些具体的非2—拟阵问题,并给出其多项式算法,从而对3—拟阵所具有的性质进行更深入的研究。此外,许国志院士对交通领域也进行了一系列深入的研究,从顺序剖分和成组剖分中,他得到了衡量一个有限整数序列的“颠倒序”和“混杂序”。从宝塔型车组这一具体问题,证明并给出长度为 n 的有限整数序列的最大混杂度。

管梅谷 管梅谷教授一直从事运筹学,组合优化与图论方面的研究工作,是国内外知名度很高的学者。早在1962年,管梅谷教授在国际上最先提出中国邮递员问题,现在被国际组合数学与图论界命名为“中国邮路问题”,载入经典著作中这是运筹学领域第一个由中国人提出的经典运筹学问题。自1986年以来,管教授又致力于城市交通规划的研究,提出了若干交通优化的数学模型,并在我国最早引进加拿大的交通规划EMMEII软件,取得一系列重要研究成果。

袁亚湘 中国科学院数学与系统科学研究院袁亚湘研究员在非线性优化计算方法及其理论方面,取得了一系列的重要成果。他的贡献主要集中在信赖域法、拟牛顿法和共轭梯度法三个方面。在信赖域法算法设计和收敛性分析方面所做的工作是开创性的,特别是对于非光滑优化信赖域方法的研究得出了一系列重要的收敛性定理,给出了超线性收敛的充分必要条件。他因此在1984年获英国剑桥大学数学学部研究生论文竞赛唯一的一等奖,以及1985年在英国伦敦获首届青年国际数值分析奖二等奖。他给出了双球信赖域子问题的最优性条件,证明了截断共轭梯度法的“ $1/2$ 猜想”。在拟牛顿方法的理论研究方面,他和美国科学家合作证明了一类拟牛顿方法的全局收敛性,这是非线性规划算法理论在80年代最重要的成果之一。他和学生戴馥虹合作提出的“戴—袁方法”被认为是非线性共轭梯度法四个主要方法之一,他还首创性地提出了用信赖域方法和传统的线搜索方法的结合来构造新的计算方法,开创了利用非二次模型信息构造二次模型子问题的方法,提出了非拟牛顿方法。国外同行称袁亚湘在信赖域方法领域取得的成就是基石性的成果,他的贡献对非线性最优化领域是至关重要的。

叶荫宇 叶荫宇发表了多篇在世界范围内有影响的论文,取得了一些知名的理论成果。2005年他被ISI选为在世界范围内其科技成果被应用最多的科学家之一,叶荫宇教授多次被邀请为国际重要会议的大会发言者,如2000年和2006年两次被邀请为数学规划会议大会发言者,是麻省理工学院(MIT)计算机工程系统2002年杰出报告人,第十七届数学规划大会的发言者,波音等著名公司的顾问。叶荫宇教授还长期担任多种运筹学、优化与工程等领域杂志的主编或编辑;2007年当选为国际工业与应用数学学会优化分会(SIAG/OPT)副主席。2009年10月12日,在美国加州圣地亚哥举办的运筹管理协会年会(INFORMS Annual Meeting)上叶荫宇被授予运筹管理学领域最高奖项——冯·诺伊曼理论奖,以表彰其在运筹管理学所作出的巨大贡献。

越民义 越民义的第一项贡献为“排队论”研究;第二项重要贡献是非线性最优化的既约梯度法及收敛性研究。既约梯度法是非线性最优化的一类经典方法,具有重要的应用价值,它最早由美国著名学者P. 沃尔夫(Wolfe)于1962年提出,但是沃尔夫的方法不具备全局收敛

性。1979年,越民义和韩继业提出了新的既约梯度法,并在很弱的条件下证明了它具有全局收敛性以及其它重要性质。他的第三项重要贡献是对于组合优化中流水作业时间表问题、多处理器时间表问题和装箱问题的算法研究。

1996年中科院数学与系统科学研究院的章祥荪研究员、崔晋川研究员由于在运筹学领域的贡献,获得了第十四届IFORS运筹学进展奖一等奖,四川大学刘光中、徐玖平获得二等奖,这是我国运筹学家首次获得国际运筹学领域的重要奖项,也标志着我国运筹学的研究进入国际先进水平。此外,中科院数学所刘源张院士在质量控制管理、陈锡康研究员在投入产出技术分析、复旦大学孙小玲教授在整数规划理论、北京交通大学修乃华教授在变分不等式及其互补问题、大连理工大学张立卫教授在锥优化理论、解放军理工大学徐泽水教授在信息集成算子、清华大学刘宝碇教授在不确定规划等。还有许多从事运筹学理论及应用研究的科学家们在运筹学领域都取得了一系列重要的成果,这些理论成果极大地推动了我国运筹学的发展。

1.3 国内外运筹学组织与知名期刊

随着运筹学理论与方法的日益增多,以及运筹学在生产生活中的广泛应用,目前运筹学已成为一个独特的研究领域,各行各业的工作者都试图掌握一定的运筹学方法来优化自己的工作。与实际生产生活良好的接驳使得运筹学得到迅速的发展,目前世界上存在大量的运筹学研究协会以及多种刊载运筹学领域研究成果的学术刊物,这些组织和刊物是运筹学发展和不断完善的推动者,下面对目前世界上较为有影响力的运筹学研究组织以及学术刊物进行简单的介绍(见表1-1)。如果读者想进一步了解它们,可以进入文中提供的网络地址,获得更为详细的信息。

1.3.1 运筹学组织与国际会议

1. 国际运筹学会联合会

国际运筹学会联合会(International Federation of Operational Research Societies)是各国运筹学会联合组成的非政府性学术组织,缩写为IFORS。1959年成立。1983年有35个国家和地区的运筹学会作为该会正式会员国(有表决权),另外还有6个学会和专门机构是无表决权的会员。联合会约有25700名会员。联合会的宗旨是推进运筹学知识的国际交流。第一任主席是英国的C.古迪夫。我国从1975年(第七届)起每届会议均派代表团参加。中国数学会在1980年成立运筹学会,并于1982年5月正式加入该联合会。联合会设管理委员会。秘书处设在丹麦工业大学。管理委员会下设教育委员会、出版委员会、外事委员会和计划与程序委员会。联合会还经常与其他学会共同组织一系列国际会议。它是5个国际学会协调委员会(FI-ACC)成员之一,其他4个为国际自动控制联合会(IFAC),国际信息处理联合会(IFIP),国际测量联合会(IMEKO),国际仿真数学与仿真计算机学会(IAMCS)。近年来联合会还建立了一些地区性分会,如欧洲运筹学会联合会。

国际运筹学会联合会自1957年起每三年召开一次国际运筹学会议,出版物有《国际运筹学摘要》。详情请参见网址:<http://www.ifors.org/>。

2. 国际运筹学与管理科学学会

国际运筹学与管理科学学会(The Institute for Operations Research and the Management Sci-

ences, INFORMS)是由美国运筹学会和美国管理科学学会于1995年合并而成。

国际运筹学与管理科学学会(INFORMS)聚集了大量运筹学和管理学(OR/MS)以及信息技术等相关领域的专业人才,其成员将科学的工具和方法付诸实践,提高系统和实际操作的时效,并做出更好的管理决策。OR/MS是将工程学、数学、物理学、信息以及社会科学中的原则和方法拓展综合,融为一体的学科。

国际运筹学与管理科学学会(INFORMS)致力于促进、推动运筹学和管理学(OR/MS)领域里各学科的学术交流、推动学科发展。

INFORMS是国际运筹学会联合会成员之一,负责出版十余种学术期刊,包括知名的 *Operations Research* 和 *Management Science*。该学会每年召开一次国际学术大会。想获取更为详细的信息请参见网址:<http://www.informs.org/>(英文)以及<http://www.informs.org.cn/>(中文)。

3. 亚太运筹学联合会

亚太运筹学联合会(The Australian Society For Operations Research(ASOR))主要服务对象为运筹学者,经理,学生和教育者,它发行一份国家报告和一份时事通讯。学会是运筹学学者的交流平台,学会与其他组织也有交流。

学会的目标是培养和鼓励运筹学理论的发展;培养和鼓励运筹学在任何适合的场所的应用;培育运筹学及其相关学科的信息和思想进行最广泛的交流;确定运筹学未来发展的方向。详情请参见网址:<http://www.asor.org.au/>。

4. 中国运筹学会

中国运筹学会是中国运筹学工作者的学术性群众团体,是依法成立的社团法人,是发展中国运筹学事业的一支重要社会力量,是中国科学技术协会的组成部分。

1980年4月,中国数学会运筹学分会成立。这对运筹学在我国的发展,无疑起到很大的推动作用。1991年,中国运筹学会成立。中国运筹学会积极组织广大运筹学工作者,广泛开展国内外学术交流活动。通过这些年卓有成效的努力,中国运筹学界涌现出了一批又一批学术新人,而运筹学本身在中国也发生了从无到有、从幼稚到成熟的质的变化。在注重自身发展的同时,中国运筹学会也积极开展同国际运筹学界的交流与合作,主办了多次大型国际学术会议,并通过这些国际学术交流活动确定了中国运筹学会在整个国际运筹学界中的地位。中国运筹学会正以成熟的姿态屹立在国际科技舞台上。

中国运筹学会现有专业委员会11个、地方分会9个,团体会员68个,个人会员1200多人,集中了全国运筹学最优秀的科研人员。同时,中国运筹学会还主办《运筹学学报》和《运筹与管理》两份杂志。详情请参见网址:<http://www.orsc.org.cn/>。

1.3.2 外文运筹学期刊

1. *Operations Research*

Operations Research(运筹学)的使命是为全部运筹学团体提供服务,包括实践者、研究者、教育者和学生。*Operations Research*作为全球运筹学领域内的旗舰期刊致力于发表真实的有洞察力的研究结果。每一期的*Operations Research*都尽力发表那些在运筹学领域内具有创造性的好文章。因此,*Operations Research*接受文章的主要标准有3条:(1)该文章对于运筹学领域内的一些分支学科是非常重要的;(2)该文章包含重要的洞察力;(3)该文章对相关领域确实

做出了实质性贡献,并且这种贡献是经得起时间考验的。

网址:<http://iol-a.informs.org/site/OperationsResearch/>。

2. *Management Science*

Management Science(“管理科学”)是学术性月刊,主要刊登有关科学地分析管理人员存在的问题、他们的兴趣以及所关注的事物的文章。期刊旨在通过刊登这些理论研究、计算研究和实证研究成果,来促进私营企业和国有企业科学管理,而这些研究成果是建立在多种管理学分支学科的知识的基础上,包括会计、商务战略、决策分析、金融、信息系统、市场营销、运行管理、运筹学、组织行为学和产品或技术管理。

网址:<http://mansci.pubs.informs.org/>;<http://www.informs.org.cn/a05.html>。

3. *European Journal of Operational Research*

European Journal of Operational Research(“欧洲运筹学杂志”)1977年创刊,全年24期,由Elsevier Science出版社出版,杂志中的文章被SCI、EI。该期刊主要发表运筹学在商业、工业中的应用以及理论发展等方面的研究论文及简讯、书评等。

网址:<http://www.elsevier.com/locate/ejor/>。

4. *Mathematical Programming*

Mathematical Programming(“数学规划”)出版数学规划方面的原创性文章。包括理论、计算和应用方面的研究,涉及线性规划、非线性规划、整数规划、随机规划、建立和应用数学规划模型的技巧、无约束最优化问题、控制与对策论。该期刊尤其对数学规划新的应用和与计算科学的交叉感兴趣。

数学规划期刊包括两个系列,其中,系列A主要刊登关于数学规划的原创性研究、计算实验的报告、探索性的调查、创新性的实际应用等的论文和短文。系列B主要刊登当前数学规划研究领域内的热点专题文章。

网址:<http://www.mathprog.org/>。

5. *Mathematics of Operations Research*

Mathematics of OR(“运筹学数学”)是INFORMS主办的一份国际性期刊。期刊主要刊登运筹学和管理学领域里包含重大的数学成果的优秀基础性文章,内容涵盖了连续最优化、离散最优化、随机最优化、数学规划、动态规划、随机过程、随机性模型、模拟方法学、控制及适配、网络、博弈理论和决策理论等领域内数学和计算基础方面的研究性文章,同时也接受创新性数学理论的文章。《运筹学数学》对那些在数学领域内和运筹学及管理学有关联的文章都非常感兴趣,它所强调的不仅是正确,还在于文章的原创性、质量和重要性。

网址:<http://www.informs.org.cn/a08.html>。

1.3.3 中文运筹学期刊

1. 《运筹学学报》

该刊是中国运筹学会会刊,反映运筹学各领域的最新进展、动态、理论、成果等,促进学术

交流。是国内唯一的一份全面刊载运筹学各方面的学术性刊物。该刊于 1997 年创刊,为季刊。

网址:<http://ycxxb.periodicals.net.cn/default.html>。

2. 《系统工程学报》

该学报是中国系统工程学会会刊,由中国系统工程学会主办、天津大学承办的全国中文核心期刊,主要刊登系统工程和管理工程领域高质量的论文,内容包括复杂系统理论与应用、控制理论与应用、系统建模与预报、优化理论、决策与对策、金融工程、生产计算机与高度、供应链、电子商务、管理信息系统、交通系统工程、可靠性分析及相关的人工智能技术等。该刊适合于从事系统工程和管理工程的研究员、高校师生阅读。国际刊号:ISSN 1000-5781。

网址:<http://xtgxb.periodicals.net.cn/default.html>。

3. 《系统科学与数学》

《系统科学与数学》是国内外公开发行的学报类季刊,是国内核心期刊之一。该刊主要刊登系统科学与数理科学在理论和方法上具有创造性的学术论文、创造性地解决实际问题的科学技术报告以及重要学术动态的报道。

该刊的读者对象是国内外系统科学与数理科学的科学技术与教学工作者,国家最高科技奖得主吴文俊院士有关数学机械化机器证明的奠基性论文就发表在《系统科学与数学》1984 年第 4 期上。该刊刊登内容包括:系统建模、系统控制、系统分析、系统管理、信息处理、数理统计、构造数学、数学物理、应用泛函以及有关的一些近代数学分支的学术论文及技术报告;重要学术动态和学术活动信息等。

网址:<http://www.sysmath.com/index.asp>。

4. 《系统工程理论与实践》

《系统工程理论与实践》(月刊)是中国系统工程学会会刊,是由中国科学技术协会主管、中国系统工程学会主办的集系统科学、管理科学、信息科学等为一体的综合科技期刊,创刊于 1981 年 3 月,国际标准连续出版物号:ISSN1000-6788。是中国在管理类期刊中唯一进入国际 EI 检索的科技期刊。

该刊内容定位为:系统工程在工业、农业、军事、教育、科研、经济与金融、及信息管理等领域中的重要应用成果,解决实际问题的具有重要意义的创造性的优秀理论成果;介绍国内外重大研究进展和人物等的动态报道和综述文章,以及优秀书刊评介等。

网址:<http://www.sysengi.com/>。

5. 《管理工程学报》

管理工程学报(ISSN 1004-6062, CN33-1136/N)是由国家教委管理工程专业教学指导委员会出版、委托浙江大学主办的全国唯一与管理工程学科领域相对口的学术性刊物,创刊于 1988 年,为国家科委中国科技信息研究中心中国科技论文统计源期刊。

该刊内容覆盖管理工程理论新涉及的广大学科领域,特别适于发表经济、科技、教育等学科与管理理论、管理方法相交叉的理论研究与实际问题相结合的文章。服务对象为全国管理工程、经济财会、科技类学校与研究机构的教学、研究人员、学生和有志于理论研究的企业界人士。

网址:<http://glgu.chinajournal.net.cn/>。

6. 《管理科学学报》

该学报是由国家自然科学基金委员会管理科学部主办,由天津大学承办,是我国管理科学领域具有权威性的一级学术刊物。重点刊载有关管理科学的基础理论、方法与应用等学术性研究成果,以及已取得社会或经济效益的应用性研究成果。该学报于1998年创刊,为双月刊,国际刊号:ISSN 1007-9807。

网址:<http://jcyj.chinajournal.net.cn/>。

7. 《运筹与管理》

《运筹与管理》是由中国运筹学会主办、合肥工业大学承办的学术性期刊。该刊的宗旨是交流运筹学与管理科学工作者的研究成果,推进运筹学在经济计划、投资决策、风险分析、企业管理、生产控制、结构优化、信息技术及军事领域的应用。主要刊登运筹学、运筹数学、管理科学方面的学术研究成果及在国民经济各部门中创造性地解决实际问题行之有效的方法与经验。

网址:<http://ycgl.chinajournal.net.cn/>。

表 1-1 运筹学组织与国际会议

运筹学组织与国际会议	国际运筹学联合会
	亚太运筹学联合会
	国际运筹学与管理科学学会
	中国运筹学会
外文运筹学期刊	<i>Operations Research</i>
	<i>Management Science</i>
	<i>European Journal of Operational Research</i>
	<i>Mathematical Programming</i>
	<i>Mathematics of Operations Research</i>
中文运筹学期刊	《运筹学学报》
	《系统工程学报》
	《系统科学与数学》
	《系统工程理论与实践》
	《管理工程学报》
	《管理科学学报》
	《运筹与管理》

1.4 国内外运筹学的应用情况

“运筹”一词,本指运用算筹,后引申为谋略之意。“运筹”最早出自于汉高祖刘邦对张良

的评价:“运筹帷幄之中,决胜千里之外。”不论在国内还是国外都不乏运筹应用的实例,如:在战国时期“田忌赛马”的故事,从中可以看出在已有的条件下,通过周密的筹划,选择一个较好的方案就会取得较好的结果。第二次世界大战时,英军首次邀请科学家参与军事行动研究(operations research,在英国又称 operational research 或 OR/MS, management science),战后这些研究结果用于其他用途。在现代时期,运筹学的研究更加深入,应用也更加广泛,这里将以运筹学在某些领域的例子予以说明。

◆ 市场营销管理

市场营销过程中的广告预算和媒介的选择、竞争性定价、新产品开发、销售计划的制订等方面都可以运用运筹学进行定量分析,确定最优方案。如 Swift 公司将运筹学应用于改善销售与制造业绩,每年为该公司创造额外收益 1200 万美元;美国杜邦公司从 20 世纪 50 年代起就非常重视将运筹学用于研究如何做好广告工作,产品定价和新产品的引入;通用电力公司对某些市场进行模拟研究。

◆ 生产计划与管理

使用运筹学方法从总体上确定适应需求的生产、贮存和劳动力安排等计划,以谋求最大的利润或最小的成本,运筹学主要用线性规划、整数规划以及模拟方法来解决此类问题。如巴基斯坦某一重型制造厂用线性规划安排生产计划,节省 10% 的生产费用;保洁公司在生产与分配系统的重新设计方面应用运筹学每年为公司节约 2 亿美元的成本。此外还可用于生产作业计划、日程表的编排等以及在合理下料、配料问题、物料管理等方面的应用。

◆ 库存管理

主要应用于多种物资库存量的管理,确定某些设备的能力或容量,如停车场的大小、新增发电设备的容量大小、电子计算机的内存量、合理的水库容量等。美国某机器制造公司应用存储论后,节省 18% 的费用;三星电子将运筹学应用于库存管理,每年增收 2 亿美元;迪尔公司将运筹学应用于对整条供应链进行库存管理以减少库存量,为公司每年节约 10 亿美元的成本。

◆ 物流管理与运输问题

在企业管理中经常出现运输范畴内的问题,例如,工厂的原材料从仓库运往各个生产车间,各个生产车间的产成品又分别运到成品仓库。这种运输活动一般都有若干个发货地点(产地)、又有若干个收货地点(销地);各产地有一定的可供货量(产量);各销地各有一定的需求量(销量);运输问题的实质就是如何组织调运,才能满足各地的需求,又使总的运输费用(公里数、时间等)达到最小。运输模型是线性规划的一种特殊模型,这模型不仅实用于实际物料的运输问题,还实用于其他方面,包括新建厂址的选择、短缺资源的分配问题、生产调度问题等。

涉及空运、水运、公路运输、铁路运输、管道运输等问题以及空运飞行航班和飞行机组人员服务时间安排有以下例子:联合航空公司将运筹学应用于对机场和后备部门职员的工作计划安排,为公司每年节约大约 500 万美元的成本;加拿大太平洋铁路公司将运筹学应用于铁路货运的日常安排,每年增收 1 亿美元的收益等。水运有船舶航运计划、港口装卸设备的配置和船到港后的运行安排。公路运输除了汽车调度计划外,还有公路网的设计和分析,市内公共汽车路线的选择和行车时刻表的安排,出租汽车的调度和停车场的设立。

◆ 财务和会计

运筹学的理念在财务与会计中显得更为突出也就是说它解决企业如何最有效地利用资金资源的问题。其涉及投资决策分析、成本核算分析、证券管理等。在投资决策分析中,企业如何利用剩余资金,如何投资往往有多种方案。而运筹学的作用就是要对这些不同的投资方案进行决策,以确定最优的方案,使得企业的收益最大。通常是利用线性规划模型、决策论来进行判断。

◆ 人事管理

这里涉及六个方面。第一是人员的获得和需求估计;第二是人才的开发,即进行教育和训练;第三是人员的分配,主要是各种指派问题;第四是各类人员的合理利用问题;第五是人才的评价,其中有如何测定一个人对组织、社会的贡献;第六是工资和津贴的确定等。

◆ 工程设计与管理决策方面

在这方面可以运用运筹学使完成工程任务的时间最少,运输的费用最节省等。

◆ 城市管理

这里有各种紧急服务系统的设计和运用。如救火站、救护车、警车等分布点的设立。美国曾用排队论方法来确定纽约市紧急电话站的值班人数;加拿大曾研究一城市的警车的配置和负责范围,出事故后警车应走的路线等。此外有城市垃圾的清扫、搬运和处理,城市供水和污水处理系统的规划,等等。

我国运筹学的应用在理论联系实际的思想指导下,在交通运输、工业、农业、水利建设、邮电等方面都有广泛应用。尤其是,在运输方面,从物资调运、装卸到调度等都应用到运筹原理;在工业生产中推广了合理下料、机床负荷分配;在纺织业中曾用排队论方法解决细纱车间劳动组织、最优折布长度等问题;在农业中研究了作业布局、劳力分配和麦场设置等;在光学设计、船舶设计、飞机设计、变压器设计、电子线路设计、建筑结构设计和化工过程设计等方面也都有成果。存储论在我国应用较晚,20世纪70年代末存储论在汽车工业和其他部门的应用取得了成功。近年来运筹学的应用已趋向研究规模大和复杂的问题,如部门计划、区域经济规划等。