

Operations Research
Theory, Models and Solving with Microsoft Excel

运筹学

理论、模型与Excel求解

李景华 主编

 上海财经大学出版社

运筹学：理论、模型与 Excel 求解

**Operations Research: Theory,
Models and Solving with Microsoft Excel**

李景华 主编

图书在版编目(CIP)数据

运筹学:理论、模型与 Excel 求解/李景华主编. —上海:上海财经大学出版社, 2012. 9

ISBN 978-7-5642-1435-7/F · 1435

I. ①运… II. ①李… III. ①运筹学-高等学校-教材 IV. ①022

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 173826 号

☐ 策划编辑 石兴凤

☐ 责任编辑 石兴凤

☐ 封面设计 钱宇辰

YUNCHOUXUE LILUN MOXING YU Excel QIUIE

运筹学:理论、模型与 Excel 求解

李景华 主编

上海财经大学出版社出版发行

(上海市武东路 321 号乙 邮编 200434)

网 址: <http://www.sufep.com>

电子邮箱: webmaster@sufep.com

全国新华书店经销

上海华教印务有限公司印刷装订

2012 年 9 月第 1 版 2012 年 9 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16 14 印张 314 千字

印数: 0 001—4 000 定价: 35.00 元

前言

运筹学的主要作用是管理人员在决策时提供定量的科学依据,是实现高效管理、合理决策和现代化管理的重要方法之一。

运筹学是一门多学科交叉、多分支,且应用广泛的工具方法性学科。不同类型的学生对该工具方法的需求是不一样的:理工类专业的学生,比较注重运筹学的原理和技术渊源,对数学水平和逻辑推理能力要求较高;经管类专业的学生,主要是了解运筹学理论的基本思想、方法,并能灵活运用运筹学模型去分析和解决经济管理实践中的问题。

如何将各专业学生的需求统一到一个基本标准,如何根据专业特点确定教学目的、设置教学内容、设计教学方法一直是运筹学教育工作者关心的问题。我认为,现代经济管理背景下的运筹学应该是理论与实践并重,既不能空讲运筹数学的深奥、数学模型的复杂和数学方法的精巧,也不能片面强调实用功利主义,离开基本理论方法的探讨,只讲实际案例分析。在内容的取舍上,既要保持运筹学的基本内容,又要考虑在实际管理工作中的实用性,还要考虑到学生的可接受能力。

基于这种考虑,本书按照这样一条逻辑线索展开:运筹学的基本理论、方法和模型——Excel 电子表格建模和求解——案例分析。全书共分为十章,系统地介绍了线性规划基础理论、图解法及其单纯形法、对偶理论与灵敏度分析、整数规划、目标规划、网络计划、决策分析和博弈论初步的主要理论和方法,并通过实例介绍了 Excel 电子表格的建模和求解过程,力求将理论方法和软件操作有机地结合起来,最后,通过大量的实际案例分析,帮助学生提高在实践中使用运筹学工具的能力。

具体来说,第一章简要介绍了运筹学的基本概念及其在东、西方的简要发展史,运筹学的基本特点以及建模步骤,并给出了本书的定位。

第二章介绍了线性规划模型的基本概念和术语,讨论了仅有两个决策变量的线性规划问题的几何解法,其目的是为了给出形象上的直观,这对于深入理解和掌握线性规划问题的基本原理有着重要的意义。

由于图解法仅能求解决策变量个数不超过 3 个的线性规划问题,第三章详细探讨了求解线性规划问题最常用的方法——单纯形法,这是运筹学最重要的理论方法之一。本章还介绍了人工变量法,该方法给出了在使用单纯形法时构造初始可行基的另一个途径。另外,对特殊情况下单纯形法的使用也进行了简要的说明。最后,还介绍了 Excel 软件在线性规划求解中的应用及相关案例。

每一个线性规划问题都有另一个线性规划问题伴随产生,它就是原问题的对偶。第四章探讨了原问题与对偶问题之间的关系,并介绍了如何将原问题转化为对偶问题,如

何利用原问题的求解结果寻找对偶问题的解,最后,还给出了对偶问题的经济涵义以及对偶单纯形法。

前面章节已经讨论过的线性规划问题都是假定其中的数据和关系是确定不变的,但是实际经济活动是动态的、变化的,那么如果所给问题的某些条件发生变化,所得的最优解会发生什么变化?或者条件在什么范围内变化,仍可保持最优解不变?如果最优解发生了变化,应该如何迅速寻求最优解?对这些问题进行探讨就是所谓的灵敏度分析或优化后分析。对偶规划和灵敏度分析一起构成了线性规划理论最重要的部分。第五章主要分析了当所给问题的数据改变时,原有解的可行性和最优性会有何变化。具体包括目标函数中系数的变化,约束条件中右端常数的变化,约束条件中左边系数的变化,引入新的约束和新的变量。最后,还介绍了 Excel 软件中规划求解的灵敏度分析。

在一般线性规划问题中,有些最优解可能是分数或小数,但是对于某些具体问题而言,常有要求解答必须是整数的情形,这就需要使用可谓整数规划模型。第六章介绍了整数规划的基本理论、算法,包括分枝定界法、割平面法以及 0-1 规划的隐枚举法。最后,还介绍了如何应用 Excel 求解整数规划问题。

线性规划问题的目标函数只有一个,这在很多情况下只是对实际问题的一种简化。在实际生产和生活中,常常是多个目标并存,且不宜简单转化为单个目标。这就需要多目标规划。第七章通过一个简单实际问题的介绍引入目标规划的相关概念、建模以及图解法,然后介绍了目标规划的单纯形法,最后,给出了用 Excel 软件求解目标规划的范例。

对大型工程进行管理需要在整个组织范围内协调各项活动,这对任何管理者来说,都是最具挑战性的工作之一。第八章主要介绍网络计划技术的基本知识、项目工期安排等,并探讨在 Excel 软件中如何运用网络计划技术等。

1978 年诺贝尔经济学奖获得者赫伯特·西蒙(Herbert A. Simon)曾说过,管理就是决策。第九章介绍了决策分析的基本知识,并探讨在 Excel TreePlan 软件中如何运用决策树进行风险决策,最后介绍了多目标决策分析中的层次分析法等。

随着全球政治、军事、经济特定环境条件的变化,以及经济学理论本身的发展,博弈论有了迅猛的发展,逐渐成为现代经济学的基本分析工具之一,并且应用到政治、经济、军事、社会、自然科学等各个领域。第十章介绍了博弈论的基本概念以及完全信息静态博弈。

总之,本书既包括经典的线性规划的全部内容,又包括现代博弈论的初步知识,特别还介绍了数据包络分析、层次分析法等在管理和科研实践中常用的工具方法。

本书可供高等院校经济和管理类专业的本科生、工商管理硕士(MBA)作教材选用,也可作为经济和管理类其他层次学员及自学者的参考书。

本书得以顺利出版首先应该感谢中国科学院上海天文台的周永宏研究员。回想我们在美国剑桥求学时,曾一起漫步在波士顿的查尔斯河畔,他给我的启迪和帮助令我受

益无穷。我还要感谢上海财经大学出版社的编辑石兴凤老师,没有她的宽容、鼓励和支持,本书的出版还不知将等到何时。

最后,我要感谢中国政法大学张保生副校长、科研处柳经纬处长以及“中国政法大学青年教师学术创新团队资助项目”的支持,他们对我教学和科研的关心与帮助为我奠定了坚实的工作基础。

本书是我多年从事本科生运筹学、研究生博弈论和工商管理硕士数据、模型与决策等课程的教学成果。由于作者水平、时间和精力有限,深知其中的错误和疏漏在所难免,恳请读者批评指正。作者的电子邮箱:jinghuali03@163.com。

李景华

2012年夏于北京

目 录

前言	1
----	---

第一章 绪论	1
--------	---

第一节 运筹学及其发展简史	1
第二节 运筹学的基本特点和建模步骤	4
第三节 本教材的定位	8
习题一	8

第二章 线性规划基础	9
------------	---

第一节 线性规划模型	10
第二节 线性规划问题的图解法	12
第三节 一些特殊的线性规划问题	19
习题二	22

第三章 线性规划解法	24
------------	----

第一节 单纯形法	24
第二节 人工变量法	42
第三节 单纯形法在特殊情况下的应用	49
第四节 用 Excel 求解线性规划问题	53
第五节 Excel 求解线性规划案例研究	58
习题三	69
附录 数据包络分析	73

第四章 对偶线性规划	76
------------	----

第一节 对偶关系式	76
第二节 影子价格	83
第三节 对偶单纯形法	87
习题四	91
附录	93

第五章 灵敏度分析	96
-----------	----

第一节 单纯形表中最优基的逆矩阵	97
第二节 目标函数的系数变动	99

第三节	约束条件右端常数发生变动	107
第四节	约束条件左端系数发生变动	109
第五节	新变量的引入	115
第六节	Excel 在灵敏度分析中的应用	117
习题五		119

第六章 整数规划 124

第一节	整数规划问题	124
第二节	分枝定界法	127
第三节	割平面法	131
第四节	0-1 整数规划	137
第五节	用 Excel 求解整数规划问题	140
习题六		145

第七章 目标规划 147

第一节	目标规划的基本概念	147
第二节	目标规划模型及其图解法	153
第三节	目标规划的单纯形法及在 Excel 软件中的实现	158
习题七		164

第八章 网络计划 166

第一节	网络图的基本概念	167
第二节	用 PERT/CPM 进行项目工期安排	168
习题八		178

第九章 决策分析 180

第一节	决策分析的基本概念和准则	181
第二节	用决策树进行风险决策分析	185
第三节	层次分析法	191
习题九		197

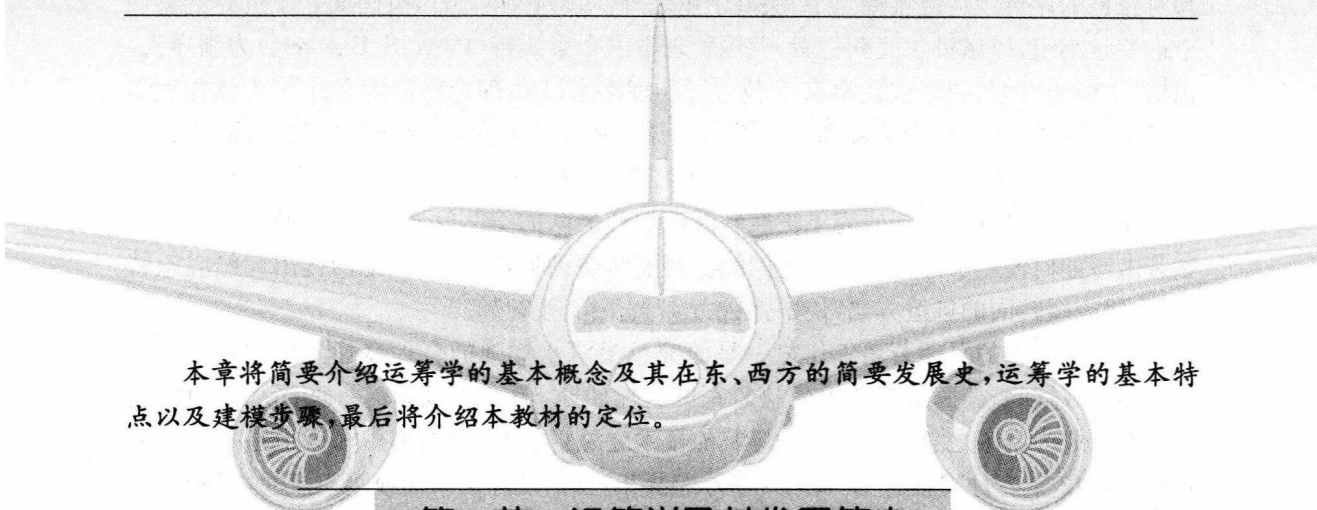
第十章 博弈论初步 199

第一节	博弈的基本要素和分类	200
第二节	完全信息静态博弈	204
习题十		215

参考文献 216

第一章

绪论



本章将简要介绍运筹学的基本概念及其在东、西方的简要发展史,运筹学的基本特点以及建模步骤,最后将介绍本教材的定位。

第一节 运筹学及其发展简史

一、运筹学

运筹学(Operations Research)在西方通常也被称为管理科学(Management Science),其本质是应用科学技术知识和数学方法,解决实际生产和生活中的专门问题,为决策者选择最优决策提供定量依据,因此也被称为最优化技术。

运筹学的研究对象是各种有组织系统的管理问题及其生产经营活动,目的在于针对所研究的系统,给出合理配置稀缺资源的最佳方案,发挥或提高系统的效能及效益,从而实现系统的最优目标。

随着科学技术的进步以及社会生产和生活的发展,运筹学已经成为现代管理学的重要基础和不可或缺的方法,被广泛地应用于经济、管理、社会、生活的各个领域,发挥着日益重要的作用。

二、运筹学在西方的发展简史

在西方,严格意义上运筹学的早期工作可以追溯到1914年军事运筹学家兰切斯特(Lanchester)的战斗方程。1938年,为对付德国空袭,英国研制了雷达技术,以建立新的

防空预警系统。雷达在技术上是可行的,但是实际使用效果并不好,其中一个重要原因是来自不同雷达站的信息与雷达站同整个防空作战系统的协同问题。为了高效地运用防空系统,1938年7月,Bawdsey 雷达站的负责人 A. P. Rowe 提出了对整个防空作战系统运行的研究。因为此类问题与研究实际工程技术问题不同,所以当时这类问题被称为运用研究(Operational Research)。(我国在1956年曾用过“运用学”,1957年正式定名为“运筹学”。“运筹”一词,本指运用算筹,后引申为谋略之意。“运筹”最早出自汉高祖刘邦对张良的评价:“运筹帷幄之中,决胜千里之外。”)1940年8月,英国成立了世界上第一个运筹学小组,以诺贝尔奖获得者、美国物理学家布莱凯特(P. M. S. Blackett)为领导人,包括11位成员,其中2位数学家、2位普通物理学家、1位理论物理学家、1位天体物理学家、1位测量员、3位生理学家和1位军官。该小组由于成员的背景多样化,人们称其为“布莱凯特马戏团”。他们研究了野外火炮控制设备的效能及在实战中的应用等问题。战争期间的运筹学小组还研究了护航舰队保护商船队的编队问题,当船队遭到德军的潜艇袭击时如何使船队的损失最小等问题。当船队遭到敌机袭击时,他们提出大船应急转向、小船应缓转向的逃避方法,使中弹数由47%下降到29%。

美国运筹学的早期著名工作之一是研究反潜深水炸弹的合理爆炸深度问题。第二次世界大战期间,德国潜艇严重威胁盟军的运输船队,研究飞机如何投掷深水炸弹摧毁德军潜艇成为当务之急。除了搜索等其他技术之外,投掷炸弹的引爆深度也是一个重要问题。1942年3月成立的17人运筹学小组提出,当潜艇浮出水面或刚下沉时,投掷深水炸弹;引爆深度为离水面25英尺(当时深水炸弹所容许的最浅起爆点)。空军采用以上策略后,使德军的潜艇被摧毁的数量增加到400%,这充分显示了运筹学的作用。

1939年,苏联科学院的利奥尼德·康托洛维奇(L. V. Kantorovich)在解决工业生产组织和计划问题时,已经提出了类似线性规划的模型,并给出了求解方法——“解乘法”,但是并未受到重视。1960年,他重新出版了《最佳资源利用的经济计算》一书后,才受到国内外的一致关注。康托洛维奇因此与线性规划经济分析法的创立者、耶鲁大学的贾林·库普曼(Tjalling C. Koopmans)分享了1975年诺贝尔经济学奖。

线性规划的推广得益于1947年美国学者丹茨格(George Dantzig)发明了求解线性规划的单纯形算法,主要用来解决美国空军的军事规划问题。丹茨格认为,线性规划模型的提出受到了美国经济学家、1973年诺贝尔经济学奖获得者列昂惕夫(Wassily Leontief)的投入产出模型(1932年)的影响。冯·诺依曼(Von Neumann)对于线性规划的理论也有所贡献,在冯·诺依曼和摩根斯坦(O. Morgenstern)的《对策论与经济行为》(1944年)一书中隐约指出了博弈论与线性规划对偶理论的紧密联系。

线性规划理论提出后,很快受到经济学家的重视。例如,美国经济学家贾林·库普曼在第二次世界大战期间从事运输模型的研究,他敏锐地意识到线性规划在经济工作中的重要意义,并呼吁年轻的经济学家要关注线性规划问题。早期擅长线性规划的诺贝尔经济学奖获得者至少还包括1970年的获奖者保罗·萨缪尔森(Paul A. Samuelson)、1972年的获奖者肯尼斯·阿罗(Kenneth J. Arrow)和1978年的获奖者赫伯特·西蒙(Herbert A. Simon)等。

第二次世界大战以后,在英、美军队中先后成立了正式的运筹学研究组织,并以兰德公司(RAND)为首开始研究战略性问题,如为美国空军分析各种轰炸机系统,讨论未来武器系统和未来战争的战略等。除了在军事方面的应用研究外,运筹学在工业、农业、经济和社会等领域也得到了广泛的应用。与此同时,运筹学也有了飞速发展,形成了数学规划(包括线性规划、整数规划、非线性规划、目标规划、动态规划和随机规划等)、图论与网络、排队论、博弈论、决策论、搜索论和质量管理等分支。

三、运筹学在中国的产生与发展

在我国,先秦时期的诸子著作中,已经存在许多朴素的运筹思想。《史记·高祖本纪》中更是明确记载有“夫运筹帷幄之中,决胜于千里之外”的句子。田忌赛马、丁渭智修皇宫等都是中国古代运筹学思想的反映。

20世纪50年代,钱学森、许国志等学者将运筹学由西方引入我国,1957年开始应用于建筑业和纺织业。在理论联系实际思想的指导下,从1958年开始,运筹学便应用于交通、工业、农业、水利建设和邮电等方面。为了解决邮递员合理投递路线问题,管梅谷提出了“中国邮递员问题”的解法;在工业生产中,推广了合理下料与机床负荷合理分配问题;在纺织行业中,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问题;在经济管理方面开展较早的是在20世纪60年代初,以中国科学院系统所陈锡康教授为首的投入产出分析的研究和应用。1965年起,统筹方法开始应用到建筑业、大型设备维修计划等方面。1970年,优选方法广泛应用。近年来,运筹学的应用已趋向于研究规模大而且关系更复杂的问题,如部门计划、区域经济规划等。

华罗庚教授、许国志教授等一大批知名数学家的前沿研究工作,使我国运筹学因而在很多分支上迅速与国际接轨。

四、与运筹学相关的国内外期刊

运筹学在国际上属于主流学科,在国内属于数学、系统科学或者管理科学的范畴。关于运筹学的学术期刊在国内与国外有很多。国际上涉及运筹学的著名学术期刊主要有: *Operations Research*, *Management Science*, *Interfaces*, *Mathematics of Operations Research*, *Marketing Science*, *AIIE Transactions*, *Decision Sciences*, *Mathematical Programming*, *European Journal of Operations Research*, *Production and Inventory Management*, *Omega* 等。国内涉及运筹学的学术期刊主要有:《系统工程理论与实践》、《运筹学学报》、《管理科学学报》、《管理工程学报》、《系统工程》、《运筹与管理》、《工业工程与管理》等。

一般来说,运筹学论文主要刊载于数学、系统科学、管理科学与工程类学术期刊杂志上,但是,随着运筹学的广泛应用,经济学甚至社会科学类杂志也刊载运筹学应用的

文章。

第二节 运筹学的基本特点和建模步骤

一、运筹学的基本特点

一般来说,运筹学的研究对象是各种有组织系统的经营管理问题,该系统存在于一定的时空条件下,被人所控制和操纵,有两个以上可供选择的行动方案。运筹学研究的问题是能够量化或模型化系统的有关运用、安排和规划问题,主要任务是在现有资源条件下根据要求对问题中的各种关系进行分析与研究,并归纳为一定的模型,然后运用有关原理和方法给出解决问题的最优解,实现预期目标。

运筹学是一门定量化、模型化的决策科学,利用数学、计算机科学以及其他科学方法,研究系统中的规律,合理地使用资源,为决策者提供有依据的最优方案,以实现最有效的管理,获得满意的经济效益和社会效益。

运筹学研究和解决问题的基础是最优化技术,强调系统整体而非局部最优。运筹学针对实际问题,从系统的观念出发,以整体最优为目标,研究各组成部分的功能以及相互之间的影响,解决各部分之间的利害冲突,求出使系统达到最佳效果的所有解,并从中寻找一个最好的行动方案付诸实施。

运筹学的另一个显著特点是综合应用各学科的方法,以解决日益复杂的经济和社会问题。运筹学诞生于不同学科专长与多方面专家的共同协作。随着现代经济社会的发展,跨学科性、交叉性和综合性的运筹学更是大有用武之地。

运筹学还有高度的实践性和广泛的应用性。运筹学的目的在于解决实际问题,它所使用的全部假设和数学模型无非是解决问题的工具,而问题的模型化为解决类似问题提供了捷径。

总之,运筹学研究和解决问题的方法具有显著的系统分析特征,综合运用各种方法,几乎都需要建立数学模型和利用计算机求解。

二、运筹学的模型

在运用运筹学解决问题时,按照研究对象的不同可以构造不同的模型。

模型是对客观现实的描述和模拟。用各种不同的方法对现实进行描述和模拟,就构成了各种不同的模型,如语义模型、物理模型、几何模型、计算机模拟模型、数学模型和构造模型等。语义模型是用语言来描述现实,例如,对供给不足情况下的生产活动,我们可以用“产出量是由资本、劳动、技术等投入要素决定的,在一般情况下,随着各种投入要素的增加,产出量也随之增加,但要素的边际产出是递减的”来描述。物理模型是用简化了的实物来描述现实,例如,一栋楼房的模型、一架飞机的模型。几何模型是用几何图形来

描述现实,例如,一个机器零部件的加工图。计算机模拟模型是随着计算机技术而发展起来的一种描述现实的方法,在经济研究中有广泛的应用,例如,蒙特卡洛模拟就是一种基于统计理论的计算机模拟技术。数学模型是用数学语言描述现实,是一种重要的模型方法,由于它能够揭示现实活动中的数量关系,所以其具有特殊的重要性。构造模型是一种创造性劳动,成功的模型往往是科学和艺术的结晶。构造模型的方法和思路大致有以下 5 种:

1. 直接分析法

按照对问题机理的认识直接构造模型。运筹学中已经构造研究了不少模型,如线性规划模型、排队模型、决策和博弈论模型、投入产出模型等,其中有些已经有了较好的求解方法,并有相关软件可供直接使用。

2. 类比法

有些问题可以用不同的方法构造模型,而这些模型的结构性质是类同的,可以互相类比。如物理学中的机械系统、气体动力学系统、水力学系统等之间就存在不少类同现象。甚至有些经济、社会系统也可以用物理系统来类比。

3. 数据分析方法

对机理尚未了解清楚的问题,如果能搜集到大量的相关数据,或通过试验获得大量数据,就可以用统计分析方法来构造模型。

4. 试验分析法

当问题的机理不清,又无法通过大量试验来获得数据时,只能通过局部试验获得的数据加上分析来构造模型。

5. 想定法

当问题机理不清,既缺少数据,又不能通过做试验来获得数据时,人们往往根据已有的知识和经验,对于将来可能发生的情况作出逻辑上的设想和描述,然后用已有的方法构造模型,并不断地进行修正与完善。

模型的一般数学形式可表示为:

目标评价准则

$$U = f(x_i, y_j, \mu_k)$$

约束条件

$$g(x_i, y_j, \mu_k) \geq 0$$

其中, x_i 为可控变量, y_j 为已知参数, μ_k 为随机因素。

目标评价准则一般要求达到最优(最大或最小)、适中、满意,甚至等于固定值等。准则可以是单一的,也可以是多个的。约束条件可以没有,也可以多个。当 g 是等式时,表示平衡条件。当模型中无随机因素时,称为确定性模型,否则称为随机模型。随机模型的评价准则可以用期望值,也可以用方差,还可以用概率分布来表示。当可控变量只能取离散值时,称为离散模型,否则称为连续模型。当然,也可根据使用的数学工具来分,有代数方程模型、微分方程模型、概率统计模型等。若用求解方法来分,有直接优化模

型、数字模拟模型等。按照研究对象来分,有能源模型、教育模型、军事模型、宏观经济模型等。按照功能来分,有分配模型、运输模型、排队模型等。

模型的优点至少包括以下两个方面:一是使问题的表述规范化,能够抓住问题的本质。如经济管理中的资源配置问题,可以建立简单的数学规划模型,从而超越具体问题本身,把握类似问题的本质。二是确立一套逻辑分析的程序。建立模型后,通过相关数据的输入,分析各种因素同系统整体目标之间的关系,逻辑清楚。

三、运筹学的建模步骤

运筹学是在解决实际问题中建立起来的。为了更好地应用运筹学,应该对解决问题的全过程有一个整体的了解,这样会使以后在学习具体内容时更有目的性和针对性。运筹学建模的主要过程如图 1-1 所示。

1. 形成问题

要解决问题,首先要提出并形成问题。对所研究的对象进行深入分析,以形成所要研究的问题,其要点是确定问题的目标,解决决策问题中“为什么”(目的)的问题。

2. 观察系统

明确所研究对象内部诸要素之间的相互关系以及与外部环境的各种联系,搜集相关资料和数据,以便于将来建立和论证相关数学模型,其要点是解决决策问题中“是什么”(性质)的问题。

3. 建立模型

运筹学的核心是正确建立和使用模型。针对问题建立的数学模型一般是能达到一定目标(单个目标或多个目标)的系统。一般要求用数学语言描述问题,明确决策变量,建立目标函数,分析问题所处的环境,确定约束条件,并选用合适的方法建立模型。这一阶段解决的是决策问题中“怎么办”(手段或路径)的问题。

当然,很多时候由于现实问题的复杂性,很难建立规范的数学模型,甚至相关分析依据都不存在,这时可以利用计算机仿真技术建立对系统进行近似描述的模拟模型。

建立数学模型应当考虑以下要求:

(1) 真实性

真实性就是要求所构造的模型能反映研究对象的主要方面,系统内、外部的各种关系以及与外部的关系。准确描述所研究的系统,以便能够代替现实问题供分析研究。

(2) 简明性

简明性包括模型的简明性和数学形式的简单性。建模时应该抓住问题的主要矛盾,解决主要问题,对于复杂的对象,模型的简明性更为重要。尽量用简单的数学形式描述问题,能用简单模型解决的问题绝对不用复杂的模型。

(3) 数据搜集的方便性

构造模型时应充分考虑搜集数据的可能性。

模型的正确建立是运筹学工作中的关键步骤。构造模型既是一项艺术,也是一项将

实际问题、经验和科学方法三者有机结合的创造性工作。

4. 论证与预测

根据数学模型的求解情况,论证数学模型的合理性,主要考虑在适当的标准下,是否解决了实际问题,其要点是对现实的模拟检验和预测检验。

5. 选择替代

给出若干可供选择的模型及方案,考虑可能产生的问题,给出选择方案,以便替代原方案。

可行方案的比较,必然会引出“最优”、“次优”、“一般”、“较差”、“很差”等结果,但这还不能作为方案选择的最终标准,因为单纯方案的最优,不一定是方案在执行上的最优。针对这种情况还需要进行优化后的分析,以便确定已选定的满意方案在一定范围的可能情况中是否仍满意的选择。根据相关结果,可能提出若干新的选择方案作为应对某些可能情况的预防措施。

6. 实施与评价

实施方案,严格按计划执行,监控系统。评价方案,确保方案满足最初提出的目标,遇到不适合的就需要返回步骤 1、2、3 或 4,以修正模型、调整方案。

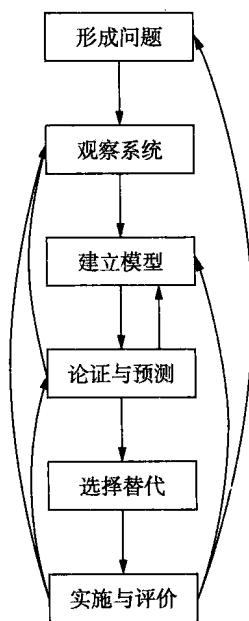


图 1-1

从图 1-1 中可以看出,运筹学的工作步骤应该包括以下三个阶段:第一阶段包括上述步骤 1 和 2,主要是深入了解对象;第二阶段包括步骤 3、4 和 5,主要是数学建模与计算;第三阶段是步骤 6,即实施与评价。

致力于应用的经济管理工作应该特别注重第一阶段和第三阶段。深入调查研究,从实际情况出发,建立切实可行的模型,控制实施,注意反馈,及时调整,以圆满地完成

任务。

第三节 本教材的定位

运筹学是经济管理类专业的一门重要专业基础课。它是 20 世纪 30 年代末发展起来的一门交叉学科,其主要目的是在决策时为管理人员提供科学依据,是实现有效管理、正确决策和现代化管理的重要方法之一。

运筹学真正形成学科体系是在第二次世界大战后,其研究的问题和所形成的学科连贯性不能与数学等基础学科相比。后者从研究自然科学的基本问题出发,逐渐深入,形成系统、连贯的完整学科体系,而运筹学多为系统最优专题研究问题。因此,运筹学中各分支多以彼此独立的理论基础和思维方法出现。

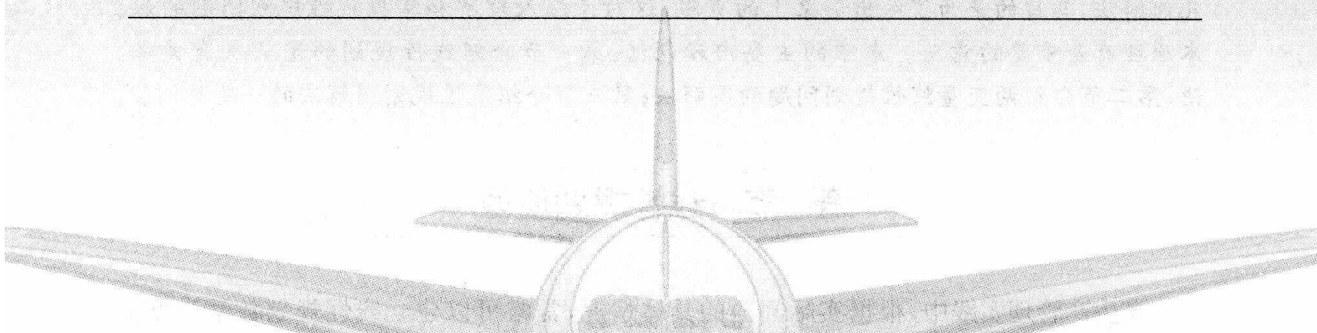
本书主要介绍线性规划、整数规划、目标规划、网络计划、决策分析和博弈论初步等运筹学的基本内容,注重在应用中介绍运筹学的基本思想、基本方法和经济管理学意义,尽量避免繁难的数学推理和证明,并与 Excel 软件使用相结合,通过教学,提高学生应用数学思想方法的能力,特别是运筹学的思想方法建模和解决实际问题的能力。

习题一

1. 什么是运筹学? 其基本特点是什么?
2. 构造模型的基本方法有哪些?
3. 运筹学的建模步骤如何?

第二章

线性规划基础



当今的决策者面临的是一个充满竞争的新时代,成功者往往在竞争中能够合理地配置资源,实现效益的最大化。例如,在生产经营管理活动中,经常需要考虑怎样利用有限的资源(如人力、财力、物力和信息等),去获得最大收益,或者怎样使用最少的资源(成本)去完成一项任务。这其中有一类所谓的静态确定性决策问题,如生产组织与计划、产品更新与升级、营销决策、物流配送、人力资源规划、投资分析等。这类问题的共同特点是:

(1) 在某一确定的时间范围内,各经济参数不随时间的变化而变化,表现为静态性质。如生产某种产品 A 的单位利润是 P 元,那么在拟订与实施计划生产这种产品的时间范围内,产品 A 的单位利润 P 元始终保持不变。

(2) 各有关经济参数都是预先给定的,不含不确定的因素。如生产某种产品 B 需要甲、乙两种原材料及人工,那么生产单位产品 B 分别需要上述资源各多少是确切给定的。

线性规划(Linear Programming)是指用线性数学模型表示的活动计划,它给出了一种在静态确定性情况下的决策方法,为决策者处理一些技术性较强的经营管理问题提供了一种成熟的定量分析工具。

线性规划是运筹学中数学规划的一个分支,是运筹学中最基础和最常用的方法。线性规划所处理的经典问题是尽可能以最优的方式在各项竞争活动中配置有限资源,以便充分发挥资源效能,获得最大的经济效益。

线性规划的起源,在美国被认为是 1931 年 W. Leontief 的投入产出方法,或许也可以追溯到更早的 1823 年,那时 Joseph Fourier 已经从数学角度提出了初步的在线性约束下求解线性函数极小值的问题。1939 年,苏联科学院的数学家利奥尼德·康托洛维奇在列宁格勒大学作题为“生产组织与计划中的数学方法”的学术报告,提出了在解决工业、建筑业、运输业等部门中组织与计划问题的“解乘数法”。1941 年,美国学者希奇依克(F. L. Hitchcock)提出了解决运输问题的矩阵代数解法。但是他们都只是提出了解决