



高等学校工商管理系列教材

管理运筹学

北方交通大学 张文杰 李学伟 编著

中国铁道出版社

高等学校工商管理系列教材

管 理 运 筹 学

北方交通大学 张文杰 李学伟 编著

中 国 铁 道 出 版 社

2000年·北京

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书为高等学校工商管理系列教材之一,全书共分十四章。主要包括:线性规划、动态规划、整数规划、目标规划、图与网络分析、存贮论、决策论、排队论、预测论等。这些都是运筹学中的重要内容,且在工商管理领域中应用很广泛。书中针对工商管理硕士学位教育的特点,在保持运筹学理论体系完整的前提下,力图体现理论与实际相结合。有些章节,还特别列入了有关案例。

本书主要适用于工商管理硕士课程教学,也可供经济和管理类专业研究生及高年级本科生学习运筹学使用,还可作为企业和各级经济管理部门高层次管理人才培训及自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

管理运筹学/张文杰,李学伟编著. —北京:中国铁道出版社,2000.3

高等学校工商管理系列教材

ISBN 7-113-03466-7

I. 管… II. ①张…②李… III. 管理学:运筹学-高等学校-教材 IV. C931.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 47886 号

书 名:管理运筹学

作 者:北方交通大学 张文杰 李学伟 编著

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

责任编辑:田京芬 陈若伟

印 刷:中国铁道出版社印刷厂

开 本:787 mm×960 mm 1/16 印张:30 字数:606 千

版 本:2000年3月第1版 2000年3月第1次印刷

印 数:1~4 000 册

书 号:ISBN 7-113-03466-7/C·59

定 价:40.20 元

版权所有 盗印必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

“高等学校工商管理系列教材”
编 委 会

主 任：鞠颂东

副主任：陈锡生 李培煊 王稼琼

委 员：(按姓氏笔划排列)

丁慧平	万 晓	马 忠	叶蜀君
李学伟	刘天善	刘延平	张文杰
张秋生	张润彤	沈 伟	林玳玳
赵 坚	祝祖强	黄惠恒	黄 磊
龚玉荣	黎 群		

序

我国自 1978 年改革开放以来，在经济、文化、教育和社会发展等各个方面取得了举世瞩目的成就。20 世纪 90 年代初，中共中央决定从计划经济体制向社会主义市场经济体制转轨，从而把所有企业推向市场。改革开放的不断深入，经济的迅速发展，亟需大批拥有广博的知识基础，懂得市场经济的一般规律，了解国内外企业实情，掌握必要的管理技能，具有决策能力和创新意识的管理人才。社会主义市场经济的发展呼唤工商管理教育，国有、合资、乡镇和民营企业呼唤工商管理人才。

我国自 1991 年开始试办工商管理硕士（MBA）学位，开辟了我国专业学位教育的先河，迄今已有 8 年经验，MBA 专业学位的设立，在我国学位与研究生教育发展上具有划时代的意义，它不仅是我国学位与研究生教育主动适应改革开放和社会主义现代化建设的需要而进行改革、发展的重要步骤之一，同时也是我国学位与研究生教育主动为社会各行各业培养高层次应用型人才的开始。试办工商管理硕士学位以来，试办院校已经培养了和正在为企业和政府有关部门培养着越来越多的高层次应用型管理人才，为我国经济的发展做出了很大的贡献。

1997 年 6 月，国务院学位委员会和国家教育委员会颁布了《授予博士、硕士学位和培养研究生的学科、专业目录》，正式将“管理学”定为一个学科门类；1998 年，在教育部颁布的《普通高等学校本科专业目录》中“管理学”又成为本科教育的一个学科门类；在实现经济体制从传统的计划经济体制向社会主义市场经济体制转变、经济增长方式从粗放型向集约型转变的重要时期，中共中央组织部和国家经济贸易委员会，提出了“‘九五’期间对企业管理人员要普遍进行一次工商管理培训”的要求。这些均反映了我国对工商管理教育的迫切需要。

编写、出版一套“高等学校工商管理系列教材”正是适应这些需要、推进管理教育发展的一个重要措施。

北方交通大学创办管理教育已有近百年的历史，并于1993年被列为试办国家工商管理硕士学位的26所院校之一。北方交通大学经济管理学院经过精心策划，在众多社会同仁的支持下，编写了这套系列教材，分别是：《管理运筹学》《管理信息系统》《管理经济学》《财务管理》《会计学》《人力资源开发与管理》《应用统计学》《市场营销学》《国际金融》《国际贸易》《管理学》《组织行为学》《生产与运作管理》《企业战略管理》《宏观经济学》《电子商务》《财政与金融》《产业经济学》《经济法》《MBA专业英语及案例教程》共20册。此套教材吸收各工商管理系列教材之长，力求体系完整配套，涵盖了我国工商管理硕士教学指导委员会制定的工商管理硕士教学大纲的所有方面，反映了工商管理硕士教育的最新发展，内容新颖实用，理论与案例结合，具有国际可比性，同时符合中国国情。

这套教材主要适用于工商管理硕士课程教学，也可供经济和管理类专业研究生和高年级本科生使用，还可作为企业和各级经济管理部门工商管理培训及自学用书。

沙叶

1999年5月26日

前 言

运筹学是近代形成的一门综合应用科学,其主要思想是运用数学模型方法研究各种决策问题的优化途径及方案,为管理决策者提供科学决策的参考依据。运筹学的主要研究对象是各种有组织系统的管理问题及其经营活动,目的在于改善并解决决策管理、生产经营、优化分析等工商管理领域中的一系列实际问题,即针对所研究的系统,求得一个合理运用人力、物力和财力的最佳方案,发挥和提高系统的效能及效益,最终达到系统的最优化目标。

书中内容包括:线性规划、动态规划、整数规划、目标规划、图与网络分析、存贮论、决策论、排队论、预测论等,共分十四章,为北方交通大学工商管理系列教材之一。本书结合了工商管理专业、企业管理、管理科学与管理工程专业的不同特点,在张文杰教授等原主编的《运筹学》基础上改编而成,可以适应大学生、硕士生等多个层次的教学需要。在教学过程中,不同层次的学生可根据要求选取相应的章节内容。

全书内容由张文杰、李学伟讨论确定和编写,由张文杰最后定稿。在写作过程中,参考了许多同行专家的著作,包括邓成梁、张可明、马致山教授等人的部分工作;清华大学的侯炳辉教授审阅了本书,并提出了许多宝贵的意见;在编写过程中,鞠颂东教授等许多校内专家给予了大力的支持和指导;另外,一些研究生也做了大量的协助工作。在此,一并向他们表示衷心的感谢。

由于作者水平有限,不妥之处在所难免,欢迎广大读者批评指正。

张文杰 李学伟
于北京 北方交通大学
1999年5月

目 录

第一章 运筹学概论	1
第一节 运筹学的发展.....	2
第二节 运筹学方法论.....	4
第三节 运筹学的数学模型.....	6
第四节 运筹学的特征	10
第五节 运筹学体系内容	14
第六节 运筹学的应用领域	16
第七节 运筹学的发展趋势	18
本章小结	19
本章讨论题	20
第二章 线性规划的基本概念	21
第一节 线性规划问题及其数学模型	21
第二节 线性规划问题的图解法	29
第三节 线性规划问题解的基本性质	33
本章小结	43
本章讨论题	43
第三章 线性规划的基本方法——单纯形法	44
第一节 单纯形法的引入——代数解法	44
第二节 单纯形法的基本原理	48
第三节 单纯形法的迭代步骤及求解的几种特殊情况	58
第四节 初始可行基的求法	64
第五节 改进单纯形法	75
本章小结	81
本章讨论题	81

第四章 线性规划的对偶理论	82
第一节 对偶问题的一般概念	82
第二节 对偶问题的基本性质	87
第三节 对偶问题的经济解释——影子价格	97
第四节 对偶单纯形法	103
本章小结	107
本章讨论题	108
第五章 线性规划灵敏度分析	109
第一节 灵敏度分析的基本概念	109
第二节 目标系数 c_j 的灵敏度分析	111
第三节 约束常数 b_i 的灵敏度分析	115
第四节 增加新变量的灵敏度分析	119
第五节 增加新约束条件的灵敏度分析	121
第六节 技术系数 a_{ij} 的灵敏度分析	123
本章小结	124
本章讨论题	125
第六章 物资调运规划(运输问题)	126
第一节 物资调运规划及其特征和解法	126
第二节 初始调运方案的编制	132
第三节 调运方案的改进	137
第四节 物资调运规划的扩展	142
本章小结	146
本章讨论题	147
第七章 整数规划	148
第一节 整数规划问题的提出	148
第二节 分枝定界法	151
第三节 割平面法	158
第四节 0—1 规划和隐枚举法	164
第五节 分配问题	170
本章小结	177
本章讨论题	177

第八章 动态规划	178
第一节 多阶段决策问题.....	178
第二节 动态规划的基本概念.....	180
第三节 最优化原理和基本方程.....	184
第四节 最优性定理.....	190
第五节 某些数学规划问题的动态规划解法.....	192
第六节 动态规划应用举例.....	201
本章小结.....	211
本章讨论题.....	211
第九章 目标规划	212
第一节 目标规划模型.....	213
第二节 目标规划的基本求解方法.....	222
第三节 灵敏度分析.....	233
第四节 应用举例.....	239
本章小结.....	246
本章讨论题.....	247
第十章 图与网络分析	248
第一节 图的基本概念.....	248
第二节 著名图论问题.....	256
第三节 网络路径极值问题.....	265
第四节 最大流问题.....	272
第五节 网络分析应用案例.....	278
本章小结.....	280
本章讨论题.....	280
第十一章 存贮论	281
第一节 存贮论概述.....	281
第二节 确定型基本存贮模型.....	287
第三节 确定型扩展存贮模型.....	299
第四节 随机型存贮模型.....	311
本章小结.....	329
本章讨论题.....	329

第十二章 预测论	330
第一节 预测的一般步骤.....	330
第二节 时间序列模型.....	334
第三节 传统时序建模方法与改进.....	340
第四节 时序模型的识别.....	345
第五节 时序模型阶次的判定.....	354
第六节 模型参数估计.....	357
第七节 预测分析.....	362
本章小结.....	364
本章讨论题.....	365
第十三章 决策论	366
第一节 决策问题.....	366
第二节 决策分析准则.....	371
第三节 风险型决策问题的分析方法.....	375
第四节 效用曲线及应用.....	388
第五节 层次分析法.....	397
第六节 决策案例研究.....	408
本章小结.....	411
本章讨论题.....	411
第十四章 排队论	413
第一节 概 述.....	413
第二节 顾客到达流与服务时间分布.....	419
第三节 排队系统的分析.....	427
第四节 网络排队模型.....	444
第五节 机器维修问题.....	453
第六节 排队系统的优化.....	462
本章小结.....	466
本章讨论题.....	466
参考文献	468

第一章 运筹学概论

管理者在现代商业、企业和行政部门工作中,尤其是重大的决策工作中需要大量的技术帮助,以应付决策制定中的复杂性。诸如开发一个系统、建设一座大楼、生产或提供顾客需要的各种服务等。管理者在安排任务、库存管理、洽商合同、制定货价以及规划人力资源、生产设备等方面,都需要作大量的决策,尤其是管理者常被一些不确定因素,例如,顾客的偏好,经济预测和研究开发的随机性等所约束。所以,他们经常主要靠主观臆断和拍脑袋来行动,而不知道他们所作的决策是否是合适的或最优的。

运筹学是近代形成的一门应用科学,其核心主要是运用数学方法研究各种系统的优化途径及方案,为决策者提供科学决策的依据。运筹学的主要研究对象是各种有组织系统的管理问题及其经营活动,其主要研究方法是定量化和模型化,尤其是运用各种数学模型。运筹学的主要目的在于改善并解决实际问题,即针对所研究的系统,求得一个合理运用人力、物力和财力的最佳方案,发挥和提高系统的运作效能及效益,最终达到系统运行的最优目标。

近来,运筹技术人员已向管理者指出如何避免决策中的一些失误。他们设计了各种数学模型或运筹方法,用以评价系统发展的可能趋向。在这些技术中,有些很适用于所有因素完全知道或可预计的情况,只因太复杂,人的头脑无法作出完全合理的决策;另一些技术用来对付“风险”机会——可以根据过去的经验精确地测量出或计算出它的数值;还有一些技术牵涉到含“不确定性”因素的情况,运筹人员只能作粗略的估计和预测。无论这些运筹技术如何发展,其核心目的都是改善管理者最终决策的水平和质量。

本章作为运筹学的引论,首先叙述运筹学的历史和建立运筹模型的基本概念。其次,列举运筹学的主要特点,给出运筹学的定义,并对本书所涉及到的定量模型给予简单说明。本概论的目的主要是帮助读者建立背景认识,把建立具体运筹学模型公式的要求和建立模型的系统问题联系起来,形成一个初步的运筹学系统概念。

第一节 运筹学的发展

运筹学的渊源可以追溯到很久以前,那时候人们尝试着在组织管理中使用一些科学的方法。但是,人们普遍认为,运筹学起源于二战初期的军事服务。由于战争,人们急需将匮乏的资源有效地分配给各项军事行动。因此,英、美两国军事管理部门召集了大批科学家,成立一个小组,让他们运用科学的方法研究各种战略战术问题。事实上,这批科学家从事的是军事运筹活动,他们是最早的“运筹学”小组(简称“OR”小组)。战争结束后,运筹学在战时的成功应用激起了人们在军事活动之外运用运筹学的兴趣。战后工业的蓬勃发展将组织内与日俱增的复杂性与专业化重新提上议程。越来越多的人,包括一些战时曾参加“OR 小组”工作的商业咨询家,明显感到现在的问题与战时军队所面临的问题是在不同背景下的相同问题。20 世纪 50 年代早期,这些人将运筹学运用到工业、商业、政府等各组织部门。运筹学随即迅猛发展起来。

运筹学的发展与产生可以从以下几个阶段来描述。

一、从工业管理到运筹学

几个世纪以来,许多人文科学的发展,应追溯到由习俗、惰性和传统所支配的一些问题上应用科学方法。科学方法最早突出地应用于自然科学,而现在则越来越广泛地应用于计划、组织和作业控制方面的管理工作中。当管理问题应用科学方法时,就诞生了工业管理。

19 世纪后期,弗雷德里克·W·泰勒(Frederick. W. Taylor)使工业管理成为一门专业。由于泰勒在这方面的巨大贡献,他被人们誉为“科学管理之父”。泰勒的铁铲研究是科学方法用于管理问题的一个杰出例子,也就是关于提高人们铲掘矿石的生产率问题。管理部门总是设想,大铁铲可以使一个人的装运量达到最大程度。但泰勒对此产生疑问,并设计了一系列的使用方法去证明或驳斥这样的设想。泰勒测试了所有与之相关的变量以后,他认为只有一个真正意义的变量,即铁铲及其负荷的总重量。铁铲太重,工人就容易疲劳,而且运转就缓慢;铁铲太小,就必须来回奔波。一个一流的工人,生产的适当负荷约是 20 磅左右,由于矿石的密度差异很大,铁铲应按每种矿石种类来设计,即只要按铁铲能正确地装到适当的重量来进行设计就行。经过这样的改革以后,生产效率就大幅度地提高了。

早期科学管理时代的另一个先驱者是亨利·L·甘特(Henry. L. Gantt),他以对生产按时间安排而著名。在他以前,大多数工作安排方法是相当杂乱无章的。例如,一个要上机床的工作,在一个生产阶段可以毫无困难地运转,而在下一个加工点却要因为验收而等待好几天。甘特对每种工件制订出从此机床到彼机床的指示图,该图考虑到每个阶段允许的延误时间和使延误达到最少的时间。采用甘特的程序图,在几个月前就可以

计划车床的负荷量,并能正确地报告交货日期。这样,泰勒致力于以“一个最好的方法”去完成一种单一的作业,而甘特用全面的观点去注视整个系统的各个步骤。

这种以管理的细节转向更广泛需要考虑的活动,实际上是从工业管理到运筹学的发展变化,这是一种对复杂问题的多学科探讨。基于这两种情况:(1)当工业管理者对全面经营企业感兴趣时;(2)当自然科学家和社会科学家关心管理问题时,促使运筹学作为一门独立的学科而出现了。在运筹学的发展中起促进作用的那些人认识到,要想对整个系统而不是对一个系统的单个项目进行实验,就必须把擅长于各自专业知识的专家紧密地汇集在一起进行研究工作。这样,基础科学、工程、较新的管理部门的各个方面的思想、方法和技术的融合就成为必然。

二、早期的运筹学

在第二次世界大战期间,运筹学作为一门现代的新兴学科,起源于第二次世界大战期间的军事运筹活动。20世纪40年代的初期是第二次世界大战最紧张的时期。当时,英美两国都发明、创造了包括有雷达、火炮、深水炸弹等一批新式武器。但如何有效地使用这些武器却远远落后于这些武器的制造。为此,英国军事管理部门招来一批具有不同学科和专业背景的科学家,在1940年8月成立了一个跨学科的11人小组,称为“OR”小组,标志着世界第一次开始正式的运筹学活动。随后,美国海军反潜艇部队以深水炸弹的起爆深度和反潜艇策略等问题作为研究目标,也于1942年3月成立了17人的运筹小组。这些早期的运筹工作,由于研究与防御有关的战略技术问题,受到战时军事需要的压力,又由于不同学科的相互渗透产生的协同作用,成功地解决了许多重要的作战问题,为以后运筹学的发展积累了丰富的经验。同时人们开始认识到,有效地利用有限的军事资源,将它们成功地分配到各种不同的活动中去是十分必要的。还认识到定量地分析各种实际问题并建立相应的数学模型,这种研究方法是十分有效的。这种认识和观点为后来运筹学的发展铺平了道路。

第二次世界大战以后,当工业逐渐恢复繁荣时,曾经在军事运筹学小组工作过的专家,除了继续从事国防战略、武器规划的研究之外,很多人转而注意探讨运筹学在工商企业和其他国民经济各个部门的应用,取得了良好的效果。40年代后半期,一些原来的运筹学专家,有的重返大学和研究部门,专心致力于研究运筹学坚实的理论基础,寻找各种分析和解决管理问题的新方法。于是50年代以后,随着运筹学关于系统配置、聚散、竞争的运用机理深入研究和应用,进而出现诸如规划论、排队论、存贮论、决策论等比较完备的理论体系,使运筹学作为一门学术性和应用性很强的学科逐步形成并开始得到迅速地发展。

三、当代的运筹学

当电子计算机在政府和工业中出现时,西方一些国家开始进入自动化的第二次工

业革命。在 20 世纪 50 年代,电子计算机所表现的新能力大大超过了管理者现有的方法,曾在军事运筹学中花费了 10 多年时间的运筹学人员,很快采用电子计算机作为基本工具。随着电子计算机应用方法的发展,加快了运筹学的拓展。进而,随着运筹学的发展,工业管理者和运筹工作者在一起工作的情况迅速增长。

在此期间,线性规划给了工业运筹学一个重要的支援。这门技术基本上是把线性代数用于许多工业部门的资源分配中。它使运筹人员更多地迈进众多工业公司的大门。许多过去仅为运筹人员懂得的技术,如 PERT(计划评审技术)和模拟,今天已被广泛应用。概率和统计,作为运筹学中任何一项工作的基础,引入了置信限和置信度概念而替代了简单的平均值。这些与运筹学伴生的各种技术构成了运筹学各分支的基础。

随着运筹学的崛起及其理论上越来越成熟,世界上不少国家已把运筹学列为大学高年级及研究生学习的主要课程,并先后成立了致力于该领域及其相关活动的学术研究机构,专门从事运筹学的理论和应用研究,并为政府部门和企事业单位提供科学决策需要的信息和依据。世界各国先后组成了有关运筹学会,包括英国运筹学会(1950),美国运筹学会(1952)等。与此同时,1951 年举行了美国第一届工业运筹学会议,1957 年召开了世界第一屆国际运筹学会议,以后每 3 年召开一次。1959 年成立了国际运筹学联合会(IFORS),为运筹学的进一步发展起了积极的推动作用。

运筹学的应用不仅渗透到管理、决策领域中,随着经济的发展,在 80 年代、90 年代运筹学还成功地应用于经济建设中,在中国,80 年代涌现出一批优秀的运筹学专家,他们撰写专著、教材和学术论文,并在管理科学和经济建设中作出贡献。

随着运筹学的成功应用和发展,派生出各种领域的运筹学分支学科,如统计学、可靠性理论、计算机模拟等。预计和计算机产业的密切结合,运筹学将向智能化、全面化的明天发展。

第二节 运筹学方法论

正像其名字所表示的那样,运筹学(Operations Research)即是“对活动的研究”。因此,运筹学被运用到与怎样进行和协调组织内部各种活动有关的问题上。事实上,运筹学已经被广泛地运用到诸如制造、运输、建筑、电信、财政计划、医疗保健、军事、公共服务及商业等各个社会领域。因此,其运用范围异常宽广。

运筹学的名称中“Research”部分意味着运筹学使用了一种与科学研究领域中相似的方法。在很大程度上,这种科学方法被用来调查相关的问题(事实上,“管理科学”这一术语有时被用作运筹学的同义词)。这一过程始于详细地观察和阐述问题,包括搜集各种相关资料,构造尽可能提炼出实际问题实质的科学模型(数学模型)。然后,假设从模型中得到的结论对实际问题是有效的。接下来是针对这种假设进行适当的检验并根据需要进行修正,最后核实假设的形式与内容(这一步通常称为模型生效 model valida-

tion)。因此,从某种角度来说,运筹学包含了对活动的基本特征的创造性科学研究。但是,还不止这些,特别是运筹学也与组织的实际管理活动相关,因此,为了达到成功,运筹学还需在决策者需要时,为其提供具有实际意义的、可理解的结论。

运用运筹学分析与解决问题的方法作为一个过程是一个科学决策的过程。这个过程的核心是建立运筹学模型并对模型求解,正确地进行这个过程一般要经过如下步骤。

一、观察待决策问题所处的环境

问题所处的环境有内部环境和外部环境,对企业来说,内部环境一般指问题域内部的人、财、物之间的交互活动,外部环境一般指问题域界面与外界的人、财、物之间的交互活动。

二、分析和定义待决策的问题

运筹学工作者需首先拟订研究目标,即确定问题的类型及其解答方式。它们可以决定那些与解答有关的结果,而这些结果可以在管理部门的控制下分离出来。

三、拟订模型

一旦确定了待决策问题的方案之后,下一步就是建立一个从数学上表示的模型。这个模型可以表明作用与反作用之间或因果之间的关系。运筹学工作者的任务就是对问题的解决提出一种能预测某些决定性因素与效果的模型。

模型可以是图像的,也可以是符号的。运筹学主要使用符号或抽象的数学模型。

四、选择输入数据

适当的模型建立以后,就要准备收集该模型所需要的数据。可以从保存完善的记录、当前的实验,或者甚至根据经验推测等方式收集这些资料。

显然,在决策的过程中,数据收集是一个重要的步骤。它能够显著地影响模型的输出。决不要设想,一旦确定了目标和模型就能解决所要解决的问题。具有 50 个决策变量和 25 个约束条件的中等规模的线性规划模型可能必须鉴别 1 300 个数据元。

五、求解并验证解的合理性

收集和准备好输入资料以后,就能解答这个模型,这个解为我们研究的问题提供了答案。为了使解答过程容易起见,一般要简化模型。此时应切记这时的解答只在那些简化的设想条件下才成立。因此,一旦有了模型的解答,就要试图改变有关模型的条件及其输入,并注视将要发生什么样的输出反应。一般把这样的过程叫做敏感性试验。这种试验不仅有利于发现这些反应的大小,而且还发现这些反应的趋向。

然后是向管理部门解释对模型的探讨结果。这里,重要的是,应详细说明在哪些条

件下可以使用模型的结果以及采用这个结果他们所要承担的风险是什么,并且有必要指出这个模型基本设想的弱点和应确定的限制范围,在这些范围以内,运用这种模型所取得的结果是有效的,同时,还要确定在哪些条件下这种模型不起作用。

六、实施最优解

最后一步是运筹工作者要向管理部门递交研究结果。关键是要求主管业务的经理参与,并允许使用这个研究结果。

第三节 运筹学的数学模型

运筹学广泛地应用数学模型。通常,一个模型被定义为一件实际事物或现实情况的代表或抽象。它根据因果显示出行动与反应的关系和客观事物的内在联系。一个完整的模型比现实本身简单和概括,能够反映出实际事物中所要研究问题的特征。

建立模型的一个基本理由是去揭晓那些重要的或有关的变量。这项工作是与研究变量间的关系密切相连的。一些定量技术,如统计和模拟,被用来研究这些关系。本书前后所提到的许多模型,将描绘出变量和其他因素间的明显关系和相互影响。这些,对解决有关问题来说是重要的。

一、建立模型

定义了模型之后,我们现在可以列出一个运筹学的一般模型,它将代表一个要研究的系统。运筹学模型一般取如下形式:

$$P = (C_1, C_2, \dots, C_n; u_1, u_2, \dots, u_n)$$

式中 P ——系统的性能或有效性的客观量度(目标函数);

C_1, \dots, C_n ——受到控制的系统变量(可控或决策变量);

u_1, \dots, u_n ——不受控制的系统变量(不可控或环境变量)。

这个一般模型或任何其他运筹模型,其建立过程可分为数据分析、模型的设计以及模型的实施3个阶段。

第一阶段,数据分析主要关心的是定义问题的参数——包括目标、变量、约束、假设事件和其他对建立模型重要的因素。这些数据基本上是问题中主要信息的综合。在上面的一般运筹模型中,系统的目标 P (总体性能)是该系统的一组可控或决策变量 C_n 和一组不可控或环境变量 u_n 的函数。

在一项运筹研究中,设计系统性能的合适的量度有时是比较困难的。因为这个量度必须反映每一个管理决策中的许多目标的相对重要性。这些目标分属两类:限制价值的东西(使输入最小、消耗最小等);获得价值的东西(使输出最大、收益最大等)。

它们可能是资源(如时间、金钱、设备或能量等)或系统状态(如市场占有率,公共承