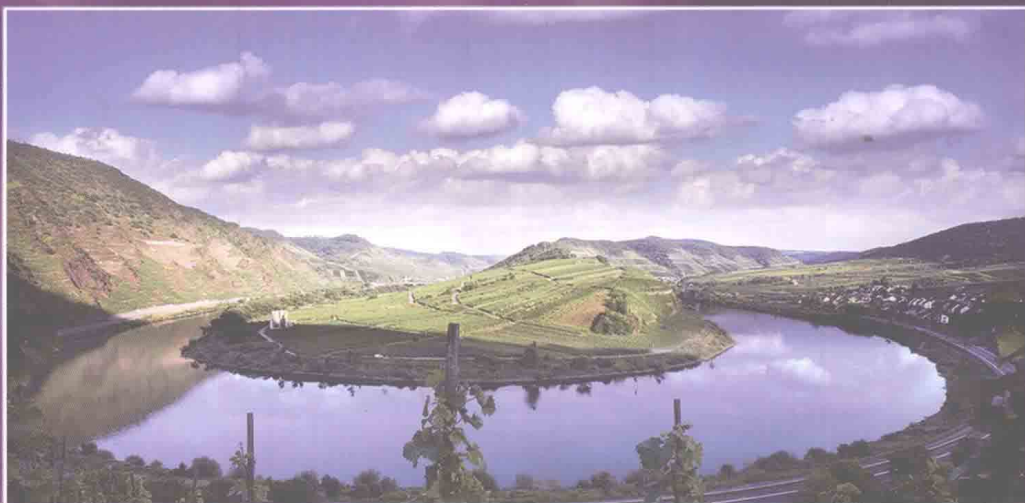


G U A N L I Y U N C H O U X U E



普通高等教育“十二五”规划教材

管理运筹学

徐 辉 张延飞 编著



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

普通高等教育“十二五”规划教材

管 理 运 筹 学

徐 辉 张延飞 编著



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本书在介绍运筹学基本知识的基础上,系统讲解线性规划、对偶问题、运输问题、整数规划、目标规划、动态规划的基本概念、经济解释、建模方法及求解和计算方法,并介绍图与树的概念、最短路问题、网络最大流问题、网络最小费用最大流的算法和中国邮递员问题及其案例分析,还介绍网络图的绘制、网络计划的关键路线及网络优化方法.另外,还讲解基于不同决策准则下的不确定性决策问题的决策方法等内容.本书附录介绍管理运筹学软件包 WinQSB 2.0 及其在管理运筹学中的应用实例.

本书案例丰富,内容紧凑、明了,善于通过案例分析来讲解数学问题,在讲解中尽量避免冗长复杂的定理证明,同时通过大量各具特色的例题和习题来加强学生对建立运筹学模型能力的训练,培养学生运用运筹学解决实际管理问题的能力,进而激发大家学习运筹学的兴趣.

本书可作为各类高等院校本专科及 MBA 等专业“管理运筹学”课程的教材,也可供相关专业的师生及从业人员用作教材或参考书.

图书在版编目(CIP)数据

管理运筹学/徐辉,张延飞编著.——上海:同济大学出版社,2011.5

ISBN 978-7-5608-4540-1

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 049033 号

普通高等教育“十二五”规划教材

管理运筹学

徐 辉 张延飞 编著

责任编辑 曹 建 责任校对 徐春莲 封面设计 潘向葵 组稿 曹 建 陈佳蔚

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn
(地址:上海市四平路 1239 号 邮编:200092 电话:021-65985622)
经 销 全国各地新华书店
印 刷 同济大学印刷厂
开 本 787 mm×1 092 mm 1/16
印 张 19.25
印 数 1—3 100
字 数 480 000
版 次 2011 年 5 月第 1 版 2011 年 5 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5608-4540-1

定 价 36.00 元

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换 版权所有 侵权必究

前 言

运筹学是近 70 年来逐步发展起来的一门新兴的应用科学.它是实现管理现代化和进行科学决策的有力工具.如今,运筹学已发展成为一门理论完善、门类齐全、有着广泛应用前景的科学学科.但由于它所研究问题的广泛性和复杂性,人们一直还没能形成一个统一且精确的运筹学定义.从管理的角度来看,可以说运筹学是用定量化方法来为管理决策提供依据的一门学科.运筹学把复杂的管理系统归结为模型(多数为数学模型),然后使用数学方法和计算机求解与分析,从而得到管理系统的最优运行方案,供管理人员和决策人员参考.

运筹学已广泛应用于工商企业、农业、国防、交通、能源及科学技术和工程管理等领域,以解决各行各业中的最优设计、最优分配、最优计划、最优决策和最优管理等最优化问题.其特点是首先通过对实际管理问题的分析,建立数学模型,然后对模型进行求解,从而为管理者和决策者选择最优决策提供科学的定量依据,进而提高组织的管理效率.因此,管理者和决策者掌握一些运筹学的基本原理和方法是十分必要的.目前高等学校中的经济与管理类专业、应用数学专业、部分工程类专业均开设了此课程.

通过多年的教学实践,我们认识到,要使学生掌握数学模型的特征和应用,应该在清晰叙述模型特点的基础上配以各种模型应用,并尽量避免冗长复杂的定理证明(该部分内容以附录形式出现,作为选学知识),从而使内容更紧凑、更明了,同时通过大量各具特色的例题和习题来加强学生对建立运筹学模型能力的训练,培养他们运用运筹学解决实际管理问题的能力,进而激发他们学习运筹学的兴趣.由于实际问题的解决总是在计算机上进行的,因此,对运筹学软件有兴趣的读者可直接与作者联系,或从相关网站下载.

基于上述原因,我们编写了本书.其特点是提供了大量的案例分析,并尽量避免冗长复杂的定理证明.且本书的绝大部分内容我们已经作为教学内容在实际教学中使用了多年,学生们普遍反映运筹学的学习不仅没有想象的那么困难,而且学习起来十分有趣.本书决定出版时,我们又在原来教学内容的基础上作了适当的修改和补充.

全书共分 10 章,各章主要内容简介如下:

第 1 章绪论介绍运筹学的发展历程,从管理科学的角度强调了管理运筹学学习的重要性——简要介绍了运筹学模型、工作步骤和运筹学与计算机之间的关系,同时说明了管理运筹学使用的 WinQSB 2.0 版软件包的作用与功能.

第 2 章讲解线性规划模型及其应用,并采用图解法的几何语言叙述,使得单纯形算法及理论结合得更加紧密和更具有形象的几何意义,便于学生学习和掌握其相关内容.此外,将重要定理的证明作为阅读参考附在后面,供数学基础较好的学生进一步学习.

第 3 章在介绍线性规划对偶问题实际背景的基础上,讲述对偶问题的建立规则与基本性质、对偶问题最优解的计算及其经济解释以及线性规划的灵敏度分析和参数线性规划.

第 4 章讲解运输问题的数学模型及求解运输问题的表上作业法,并介绍产销不平衡的运

输问题转化为平衡问题的方法,随后给出运输问题的若干案例分析。

第5章介绍整数规划及其应用.重点放在构造模型解决广泛的管理问题上,并进行案例分析。

第6章讲解目标规划的基本概念、建模方法、图解法和单纯形法,并给出了若干案例分析。

第7章讨论动态规划模型.根据其特点,把重点放在模型构造方面,并选择若干实际问题进行分析。

第8章介绍图与树的概念、最短路问题、网络最大流问题、网络最小费用最大流的算法和中国邮递员问题,并给出相关案例分析。

第9章讲述网络图的绘制、网络计划的关键路线及网络优化方法。

第10章探讨基于不同决策准则下的不确定性决策问题的决策方法、风险决策的决策树方法、效用的概念以及效用曲线的确定、基于效用曲线的决策方法和层次分析法的原理及方法。

附录通过一系列的实验,介绍管理运筹学软件包 WinQSB 2.0 及其在管理运筹学中的线性规划、对偶理论与灵敏度分析、运输问题、整数规划、指派问题、目标规划、动态规划、最大流问题、网络计划、决策分析等方面的计算机应用实例。

本书第4章、第5章、第6章、第7章和第10章由广东商学院教授徐辉博士执笔,第1章由广东商学院副教授陈又星博士执笔,第2章、第3章、第8章、第9章及附录(实验指导书)由东华理工大学张延飞老师执笔。

管理运筹学的理论与实践还在日新月异地发展,本书的内容尚存局限和不足之处,恳请读者提出宝贵建议.我们愿与大家在对现有知识的分享阅读和对新知识的持续学习中共同得到知识的更新与学术研究的提高。

本书是在借鉴诸多学者和专家辛勤劳动成果的基础上编著而成的,这些成果已列于参考文献中,在此谨向这些文献的作者致以诚挚的谢意!因文献查阅较多,如有遗漏敬请谅解。

限于笔者学识水平,书中难免存在缺憾和不足之处,殷切期望广大读者批评指正,提出宝贵意见。

作者

2011年5月

目 录

前 言

1 绪 论	1
1.1 概述	1
1.2 管理决策的定性方法和定量方法	2
1.3 运筹学的模型	2
1.4 运筹学的工作步骤	3
1.5 运筹学与计算机	5
本章小结	7
习题 1	7
2 线性规划与单纯形法	8
2.1 什么是线性规划	8
2.1.1 线性规划问题的具体实例	9
2.1.2 线性规划问题的数学模型	12
2.2 求解线性规划问题的基本原理	16
2.2.1 图解法	16
2.2.2 关于线性规划问题求解的一些基本定理	18
2.2.3 基、基解和基可行解	20
2.3 线性规划的单纯形法	22
2.3.1 单纯形法的基本原理	22
2.3.2 最优性检验与解的判别	25
2.3.3 单纯形列表算法	26
2.4 人工变量法	30
2.4.1 大 M 法	31
2.4.2 两阶段法	33
2.5 案例分析	37
2.6 几个基本定理的证明	42
本章小结	45
习题 2	45
3 对偶理论与灵敏度分析	51
3.1 线性规划的对偶问题	51

3.1.1	问题的提出	51
3.1.2	对偶问题的形式	53
3.2	对偶问题的基本性质	57
3.3	对偶单纯形法	64
3.3.1	对偶单纯形法的基本原理	64
3.3.2	对偶单纯形法的计算步骤	65
3.4	对偶问题的经济解释——影子价格	67
3.4.1	影子价格的概念	67
3.4.2	对偶问题的经济解释	68
3.4.3	影子价格在经济管理中的应用	69
3.5	灵敏度分析	71
3.5.1	目标函数中价值系数 c_j 的变化分析	72
3.5.2	右端资源数量 b_i 的变化分析	76
3.5.3	系数矩阵中技术系数 a_{ij} 的变化分析	78
3.5.4	增加一个新变量的变化分析	81
3.5.5	增加一个约束条件的变化分析	82
3.6	参数线性规划	83
3.6.1	目标函数中价值系数 c_j 的参数变化分析	84
3.6.2	约束条件中右端常数 b_i 的参数变化分析	86
3.7	案例分析	88
	本章小结	94
	习题 3	94
4	运输问题	99
4.1	运输问题的建模	99
4.1.1	运输问题的数学模型	99
4.1.2	运输问题数学模型的特点	100
4.2	平衡运输问题的表上作业法	101
4.2.1	给出初始基可行解	102
4.2.2	解的最优性检验	104
4.2.3	初始基可行解的改进	106
4.2.4	对运输问题需要说明的几个问题	107
4.3	不平衡运输问题	108
4.4	案例分析	109
	本章小结	118
	习题 4	118
5	整数规划	122
5.1	整数规划的建模	122

5.2	整数规划的分枝定界法	123
5.3	0—1 型整数规划	125
5.3.1	0—1 型整数规划的建模	125
5.3.2	0—1 型整数规划的解法	128
5.4	指派问题	129
5.4.1	指派问题的标准形式及数学模型	129
5.4.2	指派问题的匈牙利解法	130
5.4.3	非标准形式的指派问题	133
5.5	案例分析	134
	本章小结	139
	习题 5	139
6	目标规划	142
6.1	目标规划问题及其数学模型	142
6.1.1	目标规划问题的提出	142
6.1.2	目标规划问题的基本概念及其建模	143
6.2	目标规划的图解法	144
6.3	目标规划的单纯形法	146
6.4	案例分析	148
	本章小结	154
	习题 6	154
7	动态规划	158
7.1	多阶段决策问题	159
7.2	动态规划的基本概念和基本方程	159
7.2.1	动态规划的基本概念	159
7.2.2	动态规划的基本思想与基本方程	162
7.3	动态规划应用举例	165
7.3.1	资源分配问题	165
7.3.2	生产与存储问题	169
7.3.3	背包问题	173
7.3.4	设备更新问题	175
	本章小结	176
	习题 7	176
8	图论及其应用	179
8.1	图论导引	179
8.2	树及最小支撑树问题	181
8.2.1	树与树的基本性质	182

8.2.2 支撑树和最小支撑树	183
8.3 最短路问题	183
8.3.1 Dijkstra 算法	183
8.3.2 最短路的 Floyd 算法	186
8.4 最大流问题	188
8.4.1 基本概念和基本定理	188
8.4.2 寻找最大流的标号法(Ford-Fulkerson 算法)	190
8.5 最小费用最大流问题	192
8.6 中国邮递员问题	194
8.6.1 一笔画问题	194
8.6.2 中国邮递员问题	195
8.7 案例分析	196
本章小结	198
习题 8	198
9 网络计划	202
9.1 计划网络图的绘制	202
9.1.1 网络图的基本概念	202
9.1.2 网络图的绘图规则与步骤	203
9.2 网络计划的关键路线	205
9.2.1 时间参数的计算	205
9.2.2 关键路线	206
9.3 网络优化与调整	207
9.3.1 时间的优化	207
9.3.2 时间-费用的优化	208
9.3.3 时间-资源优化	210
本章小结	211
习题 9	211
10 决策分析	214
10.1 概述	214
10.1.1 决策问题举例	214
10.1.2 决策模型	215
10.1.3 决策问题的分类	215
10.2 不确定型决策	216
10.2.1 等可能性准则	216
10.2.2 乐观准则	216
10.2.3 悲观准则	217
10.2.4 折衷准则	218

10.2.5 后悔值准则	218
10.3 风险型决策	219
10.3.1 最优期望损益值决策准则	219
10.3.2 决策方法	219
10.3.3 多级决策	221
10.3.4 完全情报及其价值(Expected Value of Perfect Information, EVPI)	223
10.3.5 贝叶斯(Bayes)决策	224
10.4 效用理论	227
10.4.1 效用及效用曲线	228
10.4.2 最大期望效用值决策准则及其应用	230
10.5 层次分析法	232
10.5.1 层次分析法概述	232
10.5.2 AHP 基本原理与方法	233
10.5.3 AHP 计算	241
10.5.4 AHP 应用实例	249
本章小结	260
习题 10	260
附录 A WinQSB 应用及管理运筹学实验	263
A1 实验教学目的与要求	263
A2 实验项目名称和学时分配	263
A3 单项实验的内容和要求	263
A3.1 线性规划实验	263
A3.2 对偶理论和灵敏度分析实验	271
A3.3 运输问题实验	274
A3.4 整数规划与指派问题实验	277
A3.5 目标规划实验	280
A3.6 动态规划实验	282
A3.7 最大流问题实验	284
A3.8 网络计划实验	285
A3.9 决策分析实验	292
参考文献	296

1 绪 论

本章要求

- ◎ 了解运筹学的含义.
- ◎ 理解管理决策的定性方法和定量方法.
- ◎ 了解运筹学的模型;掌握运筹学的研究与工作步骤.
- ◎ 了解运筹学与计算机的关系.

1.1 概 述

据《不列颠百科全书》释义,运筹学“是一门应用于管理有组织系统的科学,为掌管这类系统的人提供决策目标和数量分析的工具”.《中国大百科全书》释义,运筹学“是用数学方法研究经济、民政和国防等部门在内外环境的约束条件下合理分配人力、物力、财力等资源,使实际系统有效运行的技术科学,它可以用来预测发展趋势,制定行动方案,优选可行方案”(《自动控制与系统工程》卷,1991年版).《辞海》(1979年版)中有关运筹学条目的释义是,“运筹学主要研究经济活动与军事活动中能用数量来表达有关运用、筹划与管理方面的问题,它根据问题的要求,通过数学的分析与运算,作出综合性的合理安排,以达到经济有效地使用人力与物力”.《中国企业管理百科全书》(1984年版)中的释义是,“运筹学应用分析、实验、量化的方法,对经济管理系统中人、财、物等有限资源进行统筹安排,为决策者提供有依据的最优方案,以实现最有效的管理”.

运筹学(Operations Research or Operational Research,缩写为OR)这一名称是在第二次世界大战期间出现的,当时指的是英、美等国因战争需要而成立的研究小组的研究活动.这些小组由多种学科的专家们组成,他们的任务是审查和研究各种军事行动,探求如何提高各种武器装备和作战系统的使用效率,如何有效地分配和供应各类军事资源.这些研究工作取得了极大的成效,为同盟国最后战胜法西斯侵略者作出了巨大贡献.

如今,运筹学已发展成为一门理论完善、门类相当齐全、有着广泛应用前景的科学学科.但由于它所研究问题的广泛性和复杂性,人们一直还没能形成一个统一且精确的运筹学定义.从管理的角度来看,可以说运筹学是用定量化方法来为管理决策提供依据的一门学科.运筹学把复杂的管理系统归结为模型(多数是数学模型),然后使用数学方法和计算机求解与分析,从而得到系统最优运行方案,供管理人员和决策人员参考.

英文“OR”一词,直译是“作战研究”,或“运用研究”,日本人译为“运用学”.我国学者从《史

记·高祖本纪》书中的“夫运筹帷幄之中,决胜于千里之外”,摘取了“运筹”一词作为 OR 的意译,比较贴切地反映了 OR 一词的含义——既有运用,又有筹划。

西方许多学者往往把“运筹学”称为“管理科学”(Management Science,缩写为 MS)。我们认为与运筹学同义的管理科学只是狭义的管理科学(何况,二者之间在理论研究的深度还是有些差别的)。一般来说,管理科学包含的内容要比运筹学更广泛一些。可以说,运筹学是管理科学最重要的组成部分。运筹学的定义很多,有些定义往往是针对不同的研究领域得出的。目前比较公认的一个定义是,“运筹学是一门应用科学,它广泛应用现有的科学技术知识和数学方法,解决实际中提出的专门问题,为决策者选择最优决策提供定量依据”。

1.2 管理决策的定性方法和定量方法

决策是指人们对未来行动目标及其实现方案进行合理抉择的分析、判断过程,它是管理活动的核心。制定决策的两个基本方法是定性方法和定量方法。

定性方法主要是依靠决策者个人的直觉和判断能力以及过去的经验。当采用定量方法即运筹学技术时,要计算出影响行动方案的各个变量的数值。定量方法一般是从数据出发,建立有关问题的模型(主要是数学模型),使用数学方法和计算机求解与分析。行动方案的选择是建立在计算结果的比较和分析之上的。

例如,假设有一家商店的店主打算向供应商购买某些商品,他可能依靠过去的经验,并结合个人关于市场上对各种商品需求情况的判断来与供应商打交道,这时,这位店主是用定性方法来作决策的。

假如这位店主考虑这样一些因素,如需求预测情况、贮存费用、商品可能过时的损失、商店提供厂家的价格优惠等,并且把这些因素表达在一个数学模型中以决定购买各种商品的数量,那么,这位店主就是运用定量方法来作决策的。

定性方法是人类长期以来制定决策的传统方法。随着科学技术的进步和现代化生产的发展,管理人员要处理的问题越来越复杂,要考虑的因素越来越多,仅依靠直觉判断或凭以往的经验来作决策会变得越来越困难,风险也会越来越大,因此,借助于定量方法进行决策就成为顺理成章的事情了,而计算机技术的快速发展也使定量方法在实际上的应用成为可能。定量方法的优点是客观、精确,但要求所有因素必须是可以计量的。若大多数因素不能或很难量化,或者是时间有限、费用受到限制时,则定性方法仍不失为较实用的或者是唯一可行的决策方法。

一般来说,制定决策的过程应做到定性方法和定量方法相结合。定量方法并不制定决策,而是在决策制定过程中起协助作用,最后的“拍板权”应属于管理人员。过分依赖定量方法是有害的,但不去很好地利用定量方法也许会造成更为不利的结果。简而言之,定量方法不能代替决策者的判断和经验,但它对决策者作出好的决策是很有价值的。

1.3 运筹学的模型

运筹学研究分析问题需要广泛地使用模型。通常,模型是指为了某个特定目的,对真实系

统或现象所作的一种简化表述. 为了协助解决实际问题, 模型应具有简单和精确这两个特征, 它应包含与分析问题有关的主要因素, 同时, 能反映各有关因素之间的相互关系.

可以使用各种不同的方法把模型进行分类. 最简单的方法是把模型分为三种基本形式:

(1) 形象模型. 规模缩小或放大的由实物制成的模型, 如建筑模型、航空模型、物质的原子结构模型等.

(2) 模拟模型. 这种模型是用具有某些性质的简单东西去代替具有另一种性质的复杂东西, 当然, 这两种不同性质的东西要具有相同的对应关系. 体温表就是模拟模型的一个例子, 体温表上的刻度用来代表温度的度数. 同样, 一把计算尺也是一个模拟模型.

(3) 符号或数学模型. 它是用符号和数学工具来描述现实系统的一种数学结构, 也是目前使用最广泛、作用最大的一种模型. 数学模型是运筹学中最常用的模型. 使用数学模型有以下几方面的优点: 首先, 它比其他类型的模型更加精确, 其精确度能根据使用者的要求加以调整. 其次, 在数学的训练方面有一种固有的严密性, 迫使决策者详细定出问题中的重要因素以及存在于这些因素的关系. 再者, 容易通过增减变量、修改关系式来修改模型并进行灵敏度分析, 因此, 它比其他模型更灵活. 另外, 数学是一种使用数据的强有力的方法, 并可以从已知的假设条件导出结论, 通过高速计算机, 就有可能去处理非常复杂的模型, 并且能节省时间和费用.

运筹学模型的一个显著特点是它们大都是最优化模型. 这类模型的结构一般可分为两大部分: 目标函数和约束条件, 其常见的形式为

$$\text{最大化或最小化目标函数} \quad V = F(x_i, y_i, u_i); \quad (1.1)$$

$$\text{约束条件} \quad G(x_i, y_i, u_i) \geq 0; \quad (1.2)$$

其中, x_i 为可控变量(也称为决策变量), y_i 为已知参数(也称为状态变量), u_i 为随机因素. 模型的目标是在满足约束条件的前提下, 使目标函数最大化或最小化(有时只要求满意化).

目标函数可以是单一的, 也可以是多个的. 约束条件可以没有, 也可以有多个. 当目标函数和约束条件都是线性函数时, 称模型为线性的, 否则称为非线性模型. 当模型中不含随机因素时, 称它为确定性模型, 否则称为随机模型. 当可控变量只取离散值时, 称为离散模型, 否则称为连续模型. 此外, 还可以按模型的用途、使用的数学工具、求解方法来给运筹模型分类, 不再赘述.

1.4 运筹学的工作步骤

应用运筹学解决实际问题的步骤一般包括: 确定问题; 搜集数据与建立模型; 检验模型; 模型求解; 求解结果分析; 求解结果的实施. 具体如图 1-1 所示. 各个步骤有时是难以严格区分的, 在某种程度上, 它们相互影响, 在实施过程中也应反复进行. 例如, 建模这一步就常常受到现有求解方法的影响, 而对求解结果的分析有时会导致重新建模或确定问题. 这些都是在实际工作中经常出现的事情.

(1) 确定问题. 为了解决一个实际问题, 必须清楚地了解并确定该问题, 这是决策制定中的首要步骤. 具体要分析问题的性质和环境, 确定目标, 弄清有关因素及其变化范围和相互关系, 并将可控制因素与不可控制因素分开. 问题提出后, 还要分析解决该问题的可能性和可

行性。

(2) 搜集数据与建立模型. 搜集数据与建立模型两者是密切相关的. 我们根据拟采用的模型搜集和整理有关数据, 必须强调所使用数据的精确性. 因为即使所用模型能正确表述实际现象, 但不正确的数据必将导致错误的结果. 对于大型问题, 搜集精确的数据往往是一件费时、费力的艰巨工作. 实际上, 有时由于难以得到足够的所需数据而必须改变拟采用模型的结构或类型. 而一个只要求少量数据但适用的近似模型, 往往比一个虽然更为精确但对数据要求过高的模型更受到人们的欢迎。

建立模型是运筹学的关键工作步骤. 运筹学模型一般是数学模型或仿真模型, 并以数学模型为主. 实际问题通常比较复杂, 而模型只是根据一些理论和假设条件对现实世界的简化表述. 因此, 建立的模型往往要经过多次修改才能在允许的限度内符合实际情况. 典型的运筹学模型具有式(1.1)和式(1.2)的形式, 即包含有一组要通过求解模型确定的决策变量和各种已知参数(随机模型还包含有随机变量), 单个或多个反映决策目标的目标函数, 一组反映各变量与参数之间复杂关系的约束条件等。

(3) 检验模型. 模型建立以后, 必须通过试验来检验其合理性和正确性. 一般可通过解特殊的、众所周知的例子或通过使用历史数据对模型进行运算, 并把运算结果与实际情况对照来检验模型. 若发现有较大的差异, 则有必要返回前面的工作步骤。

(4) 模型求解. 求解模型的途径完全取决于模型的性质和数学复杂性。

对于一些较简单的模型, 可用经典的数学分析方法求得其解, 但这种情况实际上是很少的. 求解由式(1.1)和式(1.2)所表示的那一类模型, 经常用到的是一种迭代法. 所谓迭代法, 就是用某种方法找出一个初始解, 然后检验它是否为最优解, 若不是最优解, 它将会提供某种信息, 说明如何可以求得一个比当前解有所改善(或至少一样好)的新解. 重复进行这一过程, 直到确认问题无最优解, 或求得一个最优解为止. 当然对于一些复杂的问题, 有时只可能求得近似最优解、次优解、满意解或满足最优解必要条件的解. 运筹学中大多数有名的算法都是迭代法, 在后面各章我们将会作更详细的介绍. 当然, 在实际中, 必须借助于计算机进行求解, 而解的精度要求可由决策者来决定。

除了迭代法, 运筹学中另一种常用的解法称为模拟法或仿真法. 主要用来求解复杂、带有随机因素的模型, 这里不多作介绍。

模型求解过程中的一个重要方面, 是研究输入数据或模型发生变化时对解的影响, 称为灵敏度分析或优化后分析. 灵敏度分析用于确定解的稳定性、所需要输入数据的精确度以及引进或删除某些变量的可行性等。

(5) 求解结果分析. 由于模型只能包含实际问题的主要方面, 有许多因素如政策因素、社会因素等都不能包含进去, 因而要对求解结果进行全面评价, 分析求解结果是否符合现实问题。

(6) 求解结果的实施. 运筹学工作的最后一步是将求解结果付诸实施. 这是反映工作成果最重要的一步, 也可能是最困难的一步. 运筹学工作者必须将求解结果表示为管理决策人员能理解和执行的一种方案. 这些人员必须了解所使用模型的许多方面, 包括它的优点和缺点、它所根据的假设条件以及执行中所应具备的保证条件等. 特别要指出的是, 将求解结果所提出的新的或经过改变的管理方法应用于现实系统的时候, 往往需要一段足够长的时间, 才能对求解

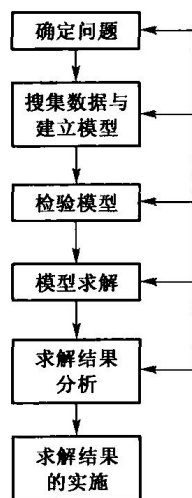


图 1-1 工作步骤

结果实施的效果作出正确的评价。

1.5 运筹学与计算机

数十年来,运筹学之所以能得到迅猛发展,除了它本身能适应社会的发展,有效地解决各个领域很多依靠经验难以解决的问题以及一些运筹学家在理论和方法上作出了杰出贡献之外,电子计算机技术的快速发展起了重要的推动作用。因为运筹学着重定量解决问题,往往要做大量的运算和数据分析才能获得结果。如果用手工计算,不仅耗时、费力,甚至有时是不可能完成的。因此,计算机就成了不可缺少的工具,如果没有计算机,绝大多数运筹学技术是完全不能实现的。更重要的是,计算机能快速利用运筹学应用工作中所需的各种类型的管理信息,没有这些信息,许多运筹学工作就会变得毫无意义。所以,计算机是推动运筹学应用的基本因素。毫无疑问,随着时间的推移,运筹学与计算机之间的关系将会愈加密切。如今,运筹学方法已成为计算机基础信息系统(Computer-Based Information System,缩写为 CBIS)的一个主要部分。CBIS 包含有管理信息系统、决策支持系统、人工智能和专家系统等,运筹学模型在这些系统中是大有作为的。

本书主要使用的管理运筹学软件包是 WinQSB 2.0 版。WinQSB 是 QSB 的 Windows 版,可以在 Windows 9X/ME/NT/2000/XP 平台下运行。WinQSB 是 Quantitative Systems for Business 的缩写,它是一种教学软件,对于非大型的问题一般都能计算,较小的问题还能演示中间的计算过程。该软件可用于管理科学、决策科学、运筹学及生产运作管理等领域的求解问题,内容包括:线性规划及整数规划、目标规划、分配问题、运输问题、最短路问题、最小部分树问题、网络最大流问题、货郎担问题、计划评审技术、二人零和对策及决策分析等。

WinQSB 2.0 共有 19 个子系统,分别用于解决运筹学不同方面的问题,详见表 1-1。

表 1-1 WinQSB 2.0 的 19 个子系统

序号	程 序	启动程序名称	内 容	应用范围
1	Acceptance Sampling Analysis	ASA	抽样分析	各种抽样分析、抽样方案设计、假设分析
2	Aggregate Planning	AP	综合计划编制	具有多时期正常、加班、分时、转包生产量、需求量、存储费用、生产费用等复杂的整体综合生产计划的编制方法,将问题归结到求解线性规划模型或运输模型
3	Decision Annlysis	DA	决策分析	确定型与风险型决策、贝叶斯决策、决策树、二人零和对策,蒙特卡罗模拟
4	Dynamic Programming	DP	动态规划	最短路问题、背包问题、生产与存储
5	Facility Location and Layout	FLL	设备场地布局	设备场地设计、功能布局、线路均衡布局
6	Forecasting and Linear Regression	FC	预测与线性回归	简单平均、移动平均、加权移动平均、线性趋势移动平均、指数平滑、多元线性回归、Holt-Winters 季节叠加与乘积
7	Goal Programming and Integer Linear Goal Programming	GPIGP	目标规划与整数线性目标规划	多目标线性规划、线性目标规划、变量可以取整、连续或无限制

续表

序号	程 序	启动程序名称	内 容	应用 范围
8	Inventory Theory and System	ITS	存储论与存储控制系统	经济订货批量、批量折扣、单时期随机模型、多时期动态存储模型、存储控制系统(各种存储策略)
9	Job Scheduling	JOB	作业调度、编制工作进度表	机器加工排序、流水线车间加工排序
10	Linear and Integer Programming	LP-ILP	线性规划与整数线性规划	线性规划、整数规划、写对偶、灵敏度分析、参数分析
11	MarKov Process	MKP	马尔可夫过程	转移概率、稳态概率
12	Material Requirements Planning	MRP	物料需求计划	物料需求计划的编制、成本核算
13	Network Modeling	Net	图论模型	运输、指派、最大值、最短路、最小支撑树、货郎担等问题
14	Nonlinear Programming	NLP	非线性规划	有(无)条件约束、目标函数或约束条件非线性,目标函数与约束条件都非线性等规划的求解与分析
15	Project Scheduling	PERT-CPM	网络计划	关键路径法、计划评审技术、网络的优化、工程完工时间模拟、绘制特图与网络图
16	Queqing Programming	QP	二次规划	求解线性约束、目标函数是二次型的一种非线性规划问题,变量可以取整数
17	Quality Control Charts	QCC	质量管理控制图	建立各种质量控制图质量分析
18	Queuing Analysis	QA	排队分析	各种排队模型的求解与性能分析、15种分布模型、灵敏度分析、服务能力分析、成本分析
19	Queuing System Simulation	QSS	排队系统模拟	未知到达和服务时间分布、一般排队系统模拟计算

图 1.2 是 WinQSB 2.0 版的 19 个子系统菜单图。

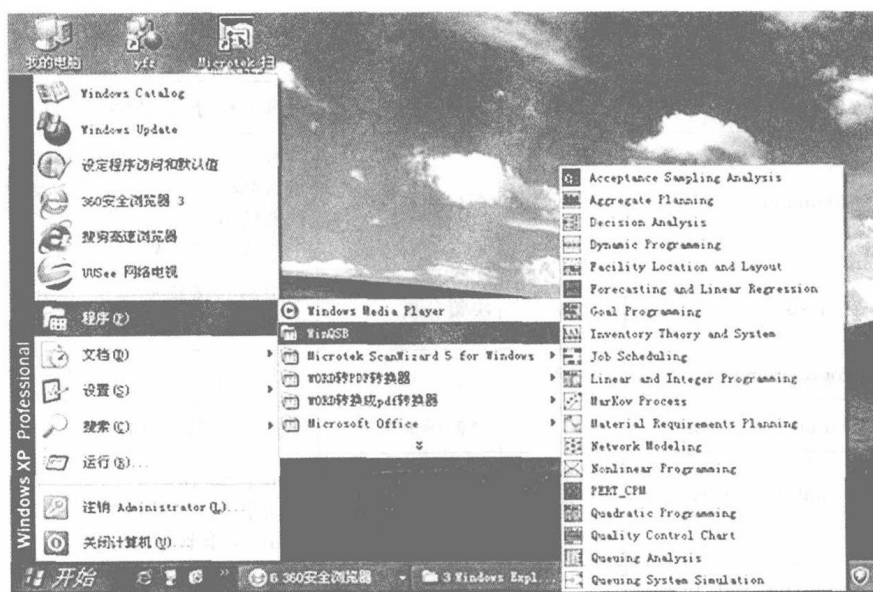


图 1-2 WinQSB 2.0 的 19 个子系统菜单图

本章小结

决策是管理活动的核心,制定决策的两个基本方法是定性分析方法和定量分析方法.运筹学是用定量分析方法为管理决策提供依据的一门学科,它是管理科学最重要的组成部分.运筹学研究、分析实际问题时需要广泛使用数学模型,其中大都是最优化模型.应用运筹学解决实际问题的步骤一般包括:确定问题;搜集数据与建立模型;检验模型;模型求解;求解结果分析和求解结果的实施等六个步骤.

电子计算机是推动运筹学发展的基本因素,是运筹学不可缺少的工具;而运筹学方法如今已成为计算机基础信息系统的一个主要部分.随着信息化社会的到来,运筹学与计算机之间的关系将会愈加密切.本章初步介绍了书中所使用的运筹学计算机软件.

习题 1

- 1.1 简述运筹学的内涵.
- 1.2 管理决策中的定性方法和定量方法指的是什么?
- 1.3 试述运筹学模型的基本特点及其三要素.
- 1.4 简述运筹学的工作步骤.