



经济管理专业精品系列教材

运筹学

YUNCHOUXUE

赵敬◎主编



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社



经济管理专业精品系列教材

运筹学

YUNCHOUXUE

赵敬◎主编
季振东 王曼◎副主编
曹海玲◎参编



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

运筹学 / 赵敬主编. —北京: 北京师范大学出版社, 2012.7
(经济管理专业精品系列教材)

ISBN 978-7-303-14683-3

I. ①运… II. ①赵… III. ①运筹学—高等职业教育—教材 IV. ①O22

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 125302 号

营销中心电话 010-58802755 58800035
北师大出版社职业教育分社网 <http://zjfs.bnup.com.cn>
电子信箱 bsdzyjy@126.com

出版发行: 北京师范大学出版社 www.bnup.com.cn

北京新街口外大街 19 号

邮政编码: 100875

印刷: 北京中印联印务有限公司

经销: 全国新华书店

开本: 184 mm × 260 mm

印张: 16.25

字数: 375 千字

版次: 2012 年 7 月第 1 版

印次: 2012 年 7 月第 1 次印刷

定 价: 32.80 元

策划编辑: 杜永生

责任编辑: 杜永生

美术编辑: 高霞

装帧设计: 天泽润

责任校对: 李菡

责任印制: 吕少波

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话: 010-58800697

北京读者服务部电话: 010-58808104

外埠邮购电话: 010-58808083

本书如有印装质量问题, 请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话: 010-58800825

内容简介

本书是为高等学校管理类专业运筹学课程编写的教材。全书共分九章,每章开始有“引子”,每章最后配有适量习题。第1章是绪论,简单介绍运筹学的相关概念、建模方法及优化算法;第2至第5章是规划论部分,分别介绍线性规划、整数规划、运输问题、目标规划等;第6章介绍图论及其在管理实际中的应用;第7章介绍预测技术与方法;第8章和第9章介绍对策论和决策论;其中带星号的章节为可选内容。

本书注重运筹学在管理实际中的应用,减少了繁杂的数学推导与证明,运用 Excel 模板求解数学模型,使教学重点由传统的数学分析转向对管理问题的分析,以期运筹学真正为应用而学,真正从“曲高和寡”走向“好学易用”。

前言

运筹学是现代管理科学的重要基础，它是一门从定量分析角度研究工商管理、生产计划安排、交通运输、财贸工作等各项管理和经济活动，应用科学方法进行统筹安排、合理利用资源，并使其经济效益达到最优的决策科学。运筹学已广泛地应用于社会、经济、管理、金融、工程、军事等许多领域，取得了令人瞩目的成果。目前运筹学课程已成为国内外高校管理类专业最受重视的课程之一。

我国高等学校自 20 世纪 80 年代开设运筹学课程以来，距今已有近 30 年历史。据不完全统计，目前已出版的有关运筹学的教材已不下百种，适用于各种不同的教学层次。这其中不乏经典之作，被许多高校直接作为教材，也被大量的从事管理科研和实践的科研人员作为重要的参考资料。应用运筹学处理问题时，有两个重要特点：一是从全局出发；二是通过建立模型，如数学模型或模拟模型，通过求解得到最合理的决策。在建立模型和求解的过程中，往往要用到一些数学方法和技巧。作为管理类专业的核心基础课程，从我国高等学校管理类专业学生的实际出发，应该如何合理组织教学内容，如何用有限的课时使学生既掌握运筹学的基本理论和方法，又具备运用运筹学知识分析解决实际决策问题的能力，还需要认真加以研究。因此，本书充分借鉴国内外教材的优点，总结一线教学人员多年来从事运筹学教学的经验和体会，力图使本教材“教师好用、学生好学”。

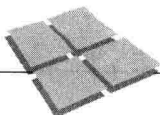
与其他同类教材相比，本书有以下特点：

第一，结合管理实际，精选教学内容

在多年的运筹学教学实践中，大部分学生对运筹学课程中的理论证明、数学推导和复杂的运筹学算法等内容的学习感到非常吃力，自学起来就更加费力。尤其是在遇到规模稍大的实际管理问题时，不能灵活运用所学建模、求解工具去解决。因此，运筹学作为很好的决策工具却长期处于普及程度之下，处于拥有一大堆优秀的模型和公式却无法应用于实际管理决策的悖论中。因此，本书从内容的组织上，坚持“重思想、重方法、重应用”原则，避开烦琐的数学推导和复杂的数学证明，结合管理实际，以通俗的语言、朴实的方法介绍运筹学的基本概念和基础知识，用具体的管理实例来介绍运筹学数学模型建立和应用方法，使不具备专业数学基础知识的读者也能很容易地学好运筹学。

第二，文字通俗易懂，内容深入浅出

运筹学不是数学课，它是一门理论性和实践性都很强的管理类专业核心基础课



程。为了创造良好的教学情境，在每一章的开始设置了从管理实际出发提出的“引子”或“开篇案例”，目的是从实际应用的角度提出本章将要讨论的主要问题，引发人的思考，而不是从概念到概念，抽象地讲解理论和方法。在内容的取舍与序化上，注重由浅入深、循序渐进；在描述与分析时，注意文字通俗易懂、简练清晰。

第三，注重案例分析与建模，简化求解方法

通过 Excel 求解模板的制作与应用，将手工求解转化为计算机求解。本书除了介绍线性规划图解法手工求解方法之外，其余全部通过 Excel 的求解模块来解决，大大简化了求解过程。将 Excel 规划求解功能制作成运筹学问题的分支求解模板，使本来只能一题一解的复杂处理过程简单化，并可以随时修改迭代次数和计算精度，使模板既具有专业软件使用方便的特点，又具有比专业软件更实用、更准确、更灵活的特点。

全书共分九章，每章开始有“引子”，每章最后配有适量习题。本书在编写过程中，力求做到概念清晰、结构合理、内容丰富、取舍得当。全书内容由浅入深、循序渐进，既有利于学生的知识获取，又有利于学生的能力培养，希望能达到较好的教学效果。感谢潘建勋教授、阚德泉老师在本书编写过程中给予的无私帮助，感谢贺佳、乔三、王亦佳同学为本书的文字录入与图片绘制所做的工作。本书引用了参考文献中列出的国内外著作的一些内容，谨此向各位作者致以衷心感谢和深深的敬意。本书在编写过程中，还得到了北京师范大学出版社的大力支持，在此表示感谢。

为方便教学，本书配有电子教案，有需要的老师可与出版社联系。

本书由山东女子学院赵敬任主编，山东女子学院季振东、新乡学院王曼任副主编，兰州工业学院曹海玲参编。本书虽经编者多次讨论并反复修改，但限于水平，书中难免会有疏漏和不当之处，恳请读者批评指正，并给予谅解。

赵敬

2012年5月

目 录

第 1 章 绪 论	(1)	5.2 问题的提出	(116)
1.1 运筹学的概念	(1)	5.3 有优先级的目标规划	
1.2 运筹学建模方法综述 ...	(12)	.....	(118)
1.3 优化算法简介	(16)	5.4 加权目标规划	(126)
习题	(20)	习题	(129)
第 2 章 线性规划	(22)	第 6 章 图论与网络模型	(131)
2.1 线性规划问题及求解 ...	(22)	6.1 引言	(131)
2.2 线性规划问题的计算机求解		6.2 图与网络的基本概念	
.....	(36)	.....	(133)
2.3 线性规划应用	(44)	6.3 最小生成树问题	(135)
习题	(61)	6.4 最短路问题	(139)
第 3 章 整数规划	(65)	6.5 网络最大流问题	(153)
3.1 引言	(65)	6.6 网络计划	(162)
3.2 整数规划问题的求解 ...	(67)	习题	(168)
3.3 整数规划应用	(71)	* 第 7 章 预 测	(171)
习题	(83)	7.1 引言	(172)
第 4 章 运输问题	(86)	7.2 时间序列预测法	(173)
4.1 引言	(86)	7.3 回归分析法进行预测	
4.2 运输问题的数学模型及求解		.....	(185)
方法	(87)	习题	(192)
4.3 运输问题应用	(100)	第 8 章 对策论	(194)
习题	(113)	8.1 引言	(194)
* 第 5 章 目标规划	(115)	8.2 矩阵对策	(198)
5.1 引言	(115)		



8.3 典型非合作对策论简介	..... (215)
..... (200)	
8.4 其他类型的对策论简介	..... (233)
..... (205)	
习题	..... (238)
第9章 决策论	..... (244)
9.1 引言	..... (248)
9.2 不确定情况下的决策	..... (249)
	..... (215)
	9.3 风险型决策
	..... (226)
	9.4 效用理论在决策中的应用
	..... (233)
	9.5 层次分析法
	..... (238)
	9.6 决策支持系统简介
	..... (244)
	习题
	..... (248)
	参考文献
	..... (249)

第1章 绪论

引子

“一门科学只有成功地运用了数学时，才算达到了真正完善的地步。”

——卡尔·马克思

“宇宙之大，粒子之微，火箭之速，化工之巧，地球之变，生物之谜，日用之繁，无处不用数学。”

——华罗庚

“决策是管理的核心，管理是由一系列决策组成的，管理就是决策。”

——赫伯特·西蒙

1.1 运筹学的概念

运筹学把科学的方法、技术和工具应用到包括系统管理在内的各种问题上，以便为那些掌管系统的人们提供最佳的解决方案。它借助运筹学的理论方法，针对现实中的系统，特别是经济、管理系统进行量化分析，并以量化数据为支撑，去寻求经济、管理系统运行的最优化方案，以此来帮助系统运行的决策者做出科学决策。

1.1.1 运筹学简史

在我国古代有很多关于运筹学思想方法的典故，例如田忌赛马、丁渭修皇宫和沈括运军粮的故事，这些充分说明我国不仅很早就有了朴素的运筹思想，而且已经在生产实践中实际运用了运筹方法。而现代意义上的运筹学，则是20世纪50年代中期由钱学森引入我国的。

运筹学(Operational Research, O. R.)的“运筹”就是运算、筹划的意思。运筹学作为一门新兴学科最早出现在20世纪30年代末，也就是第二次世界大战前夕。1938年，英美科学家开始着手就如何合理运用雷达开始进行一些新问题的研究。由于这些问题与研究技术问题不同，人们称之为“运用研究”(operational research)；又因为运筹学涉及的主要领域是管理问题，研究的基本手段是建立数学模型，并较多地运用各种数学工具，所以有人将运筹学称为“管理数学”。1957年，我国研究人员则从“运筹于帷幄之中，决胜于千里之外”中摘取“运筹”二字作为O. R.的意译，含义为运用筹划、以策略取胜，既显示其军事起源，也表明其在我国早有萌芽。

第二次世界大战期间，为了进行运筹学研究，在英美军队中成立了一些专门小组，通过运用科学方法成功解决了许多非常复杂的战略和战术问题。例如不列颠之战，英国皇家空军保持35%飞机在飞行状态，以使全部飞机的飞行战斗时间最多，有效对付德军的空袭；再如猎潜战例，盟军通过“屏障巡逻”飞行战术封锁直布罗陀海峡，有效拦截过往德军潜艇。



第二次世界大战后, 运筹学的活动扩展到工业和政府等部门, 其发展大致可分为三个阶段: (1)1945—1950年, 创建时期。在英美军队中成立了更为正式的运筹学研究机构, 并以兰德公司(RAND)为首开始着重研究战略性问题、未来武器系统的设计及其合理运用问题。随着世界经济的不断繁荣, 人们开始把运筹学应用到经济领域, 很多从事军事运筹学研究的科学家转向工业和经济发展等新的领域。这一时期出现了很多重要的运筹学成果, 如1947年丹捷格(G. B. Dantzig)为解决美国空军军事规划问题所提出的求解线性规划问题的单纯形法。(2)1950—1959年, 成长时期。运筹学的方法论得到了快速发展, 形成了运筹学的许多分支, 如数学规划(线性规划、非线性规划、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、存储论、维修更新理论、搜索论、可靠性和质量管理等。另外, 由于电子计算机的迅猛发展和广泛应用, 使得运筹学的方法论能成功、及时地解决大量经济管理中的决策问题, 推进了运筹学的发展、普及和应用, 使运筹学成为广大管理者进行最优决策和有效管理的常用工具之一。(3)1960年以来, 普及与迅速发展时期。运筹学进一步细分为各个分支, 第三代电子数字计算机的出现, 促使运筹学得以用来研究一些大的复杂系统, 如城市交通、环境污染、国民经济计划等。

>>> 拓展阅读

我国第一个运筹学小组于1956年在中国科学院力学研究所成立, 1958年建立了运筹学研究室。1960年, 在山东济南召开了全国应用运筹学的经验交流和推广会议, 1962年和1978年先后在北京和成都召开了全国运筹学专业学术会议。1980年4月, 成立了中国运筹学学会。期间, 在农林、交通运输、建筑、机械、冶金、石油化工、水利、邮电、纺织等部门, 运筹学的方法已开始得到应用推广。除中国运筹学学会外, 中国系统工程学会以及与国民经济各部门有关的专业学会, 也都把运筹学应用作为重要的研究领域。

1.1.2 运筹学定义

1. 运筹学的定义

运筹学是一门重要的应用科学。然而, 其作为一门学科, 至今还没有一个统一而又确切的定义。运筹学工作的先驱、诺贝尔奖金获得者、英国著名物理学家P. M. S. Blackett在1940年就开始从事运筹学方面的研究和应用。他曾多次指出, 运筹学的一个明显特征, 正如目前所实践的, 是它有或应该有一个严格且实际的性质, 其目标是帮助人们找出一些方法, 来改进正在进行的或计划在未来进行的作战效率。为了达到这一目的, 要研究过去的作战来明确事实, 要得出一些理论来解释事实, 最后利用这些事实和理论对未来的作战作出预测。下面我们通过一些定义, 来说明运筹学的性质和特点。

莫斯(P. M. Morse)和金博尔(G. E. Kimball)曾对运筹学作如下定义: 运筹学是为决策机构在对其控制下的业务活动进行决策时, 提供以数量化为基础的科学方法。该定义强调以量化为基础, 用数学来解决问题。而任何决策都包含定量和定性两方面,

如政治、社会等定性因素是无法简单地用数学来表示的。只有综合多种因素的决策才是全面的，运筹学工作者的职责正是既要为决策者提供对可以量化方面的分析，又要指出并分析定性的因素。

另一定义是：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。该定义表明，运筹学具有多学科交叉的特点，如综合运用经济学、心理学、物理学、化学中的一些方法。运筹学强调最优决策，“最”是过分理想了，在实际生活中往往用次优、满意等概念代替最优。因此，运筹学的又一定义是：运筹学是一种给出问题不坏的答案的艺术，否则的话，问题的结果会更坏。从哲学角度讲，可以说运筹学就是用科学方法去了解 and 解释运行系统的现象。它在自然界范围内所选择的研究对象就是这些系统。这些系统时常包含着人和在自然环境中运行的“机器”，这个广义的“机器”可以推广为按照公认的规则运行的复杂社会结构。

在我国，关于运筹学的描述也有不同的说法。《中国管理百科全书》的解释是：运筹学是应用分析、试验、量化的方法，对经济管理系统中人力、物力、财力等资源进行统筹安排，为决策者提供有依据的最优方案，以实现最有效的管理。而《辞海》的解释则为：运筹学主要研究经济活动和军事活动中能用数量来表达的有关运用、筹划与管理等方面的问题，它根据问题的要求，通过数学的分析与运用，做出综合性的合理安排，以达到较经济、较有效地使用人力物力的目的。

尽管上述有关运筹学的定义不尽相同，但都包含有“系统的”、“最优的”、“科学决策”等概念。而决策本身就是众多方案中选出最优方案的过程。所谓“道高一尺、魔高一丈”，自古以来运筹学就是一种注意系统数据采集、分析并研究优化方案的朴素而自然的思想。因此，运筹学处理问题的方法，实质上就是处理决策问题的方法，其决策工具是数学方法与规划模型，包括运筹学问题的数学表达模型和求解模型。

2. 运筹学的基本特征

运筹学研究的基本特征是系统的整体观念、多学科的综合、模型方法的应用。

(1) 系统的整体观念

所谓系统可以理解为是由相互关联、相互制约、相互作用的一些部分组成的具有某种功能的有机整体。例如，一个企业的经营管理由很多子系统组成，包括生产、技术、供应、销售、财务等，各子系统工作的好坏，直接影响企业经营管理的好坏。但各子系统的目标往往不一致，生产部门为提高劳动生产率，希望增大产品批量；销售部门为满足市场用户需求，要求产品适销对路，小批量、多花色品种；财务部门强调减少库存，加速资金周转，以降低成本等。运筹学研究中不是对各子系统的决策行为孤立评价，而把有关子系统相互关联的决策结合起来考虑，把相互影响和制约的各个方面作为一个统一体，从系统整体利益出发，寻找一个优化协调的方案。

(2) 多学科的综合

一个组织或系统的有效管理涉及很多方面，运筹学研究中吸收来自不同领域、具有不同经验和技能的专家。由于专家们来自不同的学科领域，具有不同的经历和经验，增强了发挥小组集体智慧、提出问题和解决问题的能力。这种多学科的配合在研究初期、在分析和确定问题的主要方面、在选定和探索解决问题的途径时，显得尤其



重要。

(3)模型方法的应用

在各门学科的研究中广泛应用实验的方法，但运筹学研究的系统往往是无法搬到实验室里来的，代替的方法是建立这个问题的数学模型或模拟的模型。应当指出，为制定决策提供科学依据是运筹学应用的核心，而建立模型则是运筹学方法的精髓。

3. 运筹学的三大要素

科学的决策方法可分为定量决策分析和定性决策分析两大类，运筹学中解决的决策问题只涉及定量决策。而定量决策中又根据所处的环境或状态不同，分为不确定型决策、风险型决策和确定型决策。不同类型的决策方法所用的数学工具也有所不同，其关系大致如图 1-1 所示。

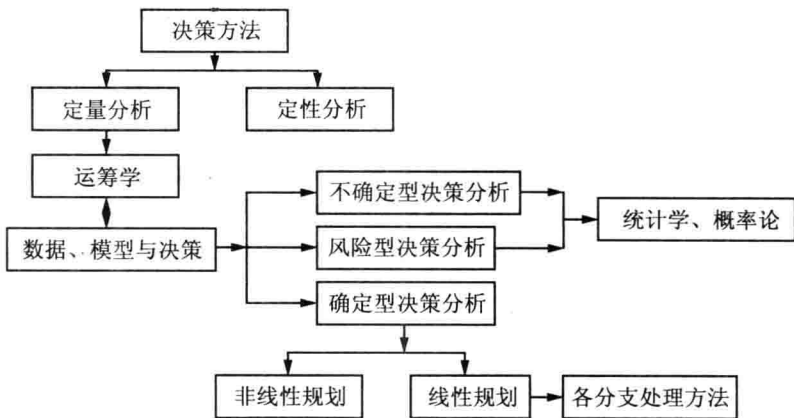


图 1-1 决策方法的分类

从图 1-1 可知，运筹学具有三大组成要素：数据、模型与决策，并且只关心决策方法中的定量决策。具体处理的决策问题有不确定型决策、风险型决策和确定型决策，其中确定型决策的多数处理方法是线性规划为基础的，线性规划又有多个不同的分支，各分支有具体的处理方法。

4. 运筹学的工作步骤

决策是人们在政治、经济、技术和日常生活中普遍存在的一种选择行为。决策活动在问题解决的过程中占据着极其重要的地位，这在问题解决的过程及决策活动的过程中可以看出。问题解决的过程由以下步骤完成：认清问题；找出一些可供选择的方案；确定目标或评估方案的标准；评估各个方案；选出一个最优的方案；执行此方案；以“问题是否得到圆满解决”为标准进行评估。

显然，决策过程由问题解决的前五个步骤组成。对于前五个步骤，一般把前三个步骤归结为形成问题的阶段；把后两个步骤归结为分析问题的阶段。在分析阶段，可以进行定性与定量的分析。所谓定量分析，就是基于能刻画问题本质的数据和数量关系，建立能描述问题的目标、约束及其关系的数学模型，通过一种或多种数量方法，找到最好的解决方案。当管理者对所决策问题具有丰富经验或所决策问题相对较简单时，决策就倚重于定性分析；反之，定量分析在管理者的最后决策中将担任非常重要

的角色。

因此,运筹学在解决大量实际问题的过程中形成了自己的工作步骤:(1)提出问题。即定义感兴趣的问题并且收集相关数据。首先分析实际问题的背景和相关因素及其关系,弄清问题的目标、可能的约束、问题的可控变量及有关参数,搜集有关资料,再综合概述为适合运筹学研究的问题。(2)构建模型。把问题中的可控变量、参数等与目标及约束之间的关系用一定的数学模型表示出来。(3)求解模型。用各种手段(以数学方法为主)求出模型的解。求出的解可以是最优解,但更多的时候是次优解或满意解,复杂模型的求解需用计算机,解的精度要求可由决策者提出。(4)解的检验。首先检查求解步骤和程序有无错误,然后检查解是否反映现实问题。(5)解的控制。通过控制解的变化过程,决定对解是否要作一定的改进和修正。(6)解的实施。要将所得到的问题的解用到实际中,就必须考虑到实施的问题,如向实际部门讲清模型和解的用法,以及在实施中可能出现的问题和解决方法等。

1.1.3 运筹学的研究理论

运筹学是与自然科学、社会科学、军事科学相结合而发展起来的一门交叉性新兴学科,其内容非常广泛且在不断发展。目前,关于运筹学的理论体系还没有形成统一的看法,但大体上主要包括一般方法论、基础理论、基本理论和应用理论四大部分内容。

1. 一般方法论

它是解决相关决策问题的研究与实践的一般方法,主要包括:问题的定量描述方法;问题研究的一般步骤;研究工作的有效组织方法;情况调查和数据搜集方法;各种备选方案的运行实验和检验方法等。

2. 基础理论

运筹学的基础理论是用科学方法来研究资源的运用活动规律而建立起来的,是可以应用于各种科学领域的一般性理论。这些理论的研究对象是在一定程度上通过数学抽象而建立起来的数学模型。按照数学模型对客观现象的反映深度,可将基础理论分为三类。

(1)经验模型理论

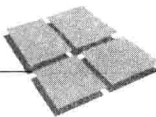
经验模型理论是由实验或观察数据而建立的经验或预测模型的理论方法。此类模型主要反映实际现象的行为特性,所用的工具主要是概率统计方法。

(2)解析模型理论

解析模型理论是针对专门的应用问题建立起来的解析模型及求解的理论。这类模型可分为确定型、随机型和冲突型三类。对于确定型模型的理论有线性规划、整数规划、几何规划、非线性规划、目标规划、动态规划、图论和网络分析、最优控制理论等;对于随机型模型的理论有随机过程、排队论、存储论、决策分析等;对于冲突型模型的理论有对策论等。

(3)仿真模型理论

仿真模型理论是从内在机制和外部行为两方面结合对所研究的实际现象或过程进行仿真分析的理论,如网络仿真模型、系统动力学模型、蒙特卡罗仿真模型等。



3. 基本理论

运筹学按要解决问题的差别,将实际问题归结为不同类型的数学模型。这些数学模型构成了运筹学的各个分支。

(1) 数学规划

研究如何将有限的人力、物力、财力和时间等资源进行最合理、最有效地分配和利用的理论,即研究某些可控因素在某些约束条件下寻求其决策目标为最大(或最小)值的理论。根据问题的性质和处理方法的不同,它又可分为线性规划、非线性规划、整数规划、动态规划、多目标规划等。

线性规划(linear programming)是一种解决在线性约束条件下追求最大或最小的线性目标函数的方法。例如,当管理者在现有的条件下追求最大利润或在完成任务的前提下追求最小成本的时候,如果现有的条件(或完成任务的前提)的约束可以用数学上变量的线性等式或不等式来表示,最大利润(或最小成本)的目标也可以用变量的线性函数来表示,那么这样的问题就可以用线性规划的方法来解决。

用线性规划求解的典型问题有运输问题、生产计划问题、下料问题、混合材料问题等。有些规划问题的目标函数是非线性的,但往往可以采用分段线性化等方法,转化为线性规划问题。整数线性规划是一种解决特殊的线性规划问题的方法。它要求某些决策变量的解为整数。目标规划是解决存在多个目标的最优化问题的方法,它把多目标决策问题转化为线性规划问题来解决。

如果线性规划模型中目标函数或约束条件不全是线性的,则这类模型称为非线性规划(nonlinear programming)。由于大多数工程物理量的表达式是非线性的,因此非线性规划在各类工程的优化设计中得到较多应用,它是优化设计的有力工具。

动态规划(dynamic programming)是研究多阶段决策过程最优化的运筹学分支。有些经营管理活动由一系列相互关联的阶段组成,在每个阶段依次进行决策,而且上一阶段的输出状态就是下一阶段的输入状态,且各阶段决策之间互相关联,因而构成一个多阶段的决策过程。动态规划研究多阶段决策过程的总体优化,即从系统总体出发,要求各阶段决策所构成的决策序列使目标函数值达到最优。

(2) 图论与网络模型(graph theory and network analysis)

通过对系统的网络描述,应用网络优化理论研究系统并寻求系统最优化方案的方法。广泛应用于交通运输、军事指挥、后勤保障与管理等活动中的组织计划、控制协调等方面的运筹分析。

生产管理中经常遇到工序间的合理衔接问题(排序与统筹),设计中经常遇到各种管道、线路的通过能力问题,以及经营管理中厂房、仓库、附属设施的布局问题等。运筹学中把一些研究对象用节点表示,对象之间的关系用边(或弧)来表示,点边的集合构成了图,这种特殊的模型可以解决很多诸如系统设计、项目进度安排管理方面的问题。

图论是研究由节点和边所组成图形的数学理论和方法。图是网络分析的基础,根据研究的具体网络对象(如铁路网、电力网、通信网等),赋予图中各边某个具体的参数,如时间、流量、费用、距离等,规定图中各节点代表具体网络中任何一种流动的起点、中转点或终点,然后利用图论方法来研究各类网络结构和流量的优化分析。网

络分析还包括利用网络图形来描述一项工程中各项作业的进度和结构关系,以便对工程进度进行优化控制。

(3) 存储论(inventory theory)

存储论是一种研究最优存储策略的理论和方法,在经济管理、军事后勤管理等领域都有广泛应用。它研究在各种供应与需求的条件下,应当在什么时候,提出多大的订货批量来补充存储,以使订购费、库存费以及缺货所带来的损失的费用总和为最小等问题。如为了保证企业生产的正常进行,需要有一定数量原材料和零部件的储备,以调节供需之间的不平衡。实际问题中,需求量可以是常数,也可以是服从某一分布的随机变量;每次订货需一定费用,提出订货后,货物可以一次到达,也可能分批到达;从提出订货到货物到达可能是即时的,也可能需要一个周期(订货提前期);某些情况下允许缺货,有些情况则不允许缺货。

(4) 排队论(queueing theory/waiting line)

研究关于公用服务系统的排队和拥挤现象的随机特性与规律性的理论。排队论特别在军事领域常用于作战指挥、通信与后勤保障、C⁴I(communiation, command, control, compute, intelligence)系统的运行管理等领域的分析研究。

生产和生活中存在大量有形和无形的拥挤和排队现象。排队论是解决排队服务系统工作过程优化的模型,它可以帮助管理者对一些包括排队问题的运作系统做出更好的决策。排队系统由服务机构(服务员)及被服务的对象(顾客)组成。一般顾客的到达及服务用于对每名顾客的服务时间是随机的;服务员可以是一个或多个,多种情况下又分平行或串联排列。排队按一定规则进行,一般按到达顺序先到先服务,但也有享受优先服务权的。按系统中顾客容量,可分为等待制、损失制、混合制等。排队论研究顾客不同输入、各类服务时间的分布、不同服务员数及不同排队规则情况下,排队系统的工作性能和状态,为设计新的排队系统及改进现有系统的性能提供数量依据。

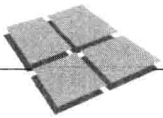
(5) 对策论(game theory)

对策论是用于解决具有对抗性局势的模型,是研究冲突现象和选择最优策略的一种理论,适用于各种经济行为、社会管理、军事外交等领域的对抗和冲突条件下决策策略等方面的运筹分析。亦称为博弈论或“赛局理论”。在这类模型中,参与对抗的各方称为局中人,每个局中人均有一组策略可供选择,当各局中人分别采取不同策略时,对应一个收益或需要支付的函数。在社会、经济、管理等与人类活动有关的系统中,各局中人都按各自的利益和知识进行对策,每个人都力求扩大自己的利益,但又无法精确预测其他局中人的行为,无法取得必要的信息,他们之间还可能玩弄花招、制造假象。对策论为局中人在这种高度不确定和充满竞争的环境中,提供一套完整的、定量化和程序化的选择策略的理论和方法。对策论已应用于商品、消费者、生产者之间的供求平衡分析,利益集团间的协商和谈判,以及军事上各种作战模型的研究等。

(6) 决策论(decision theory)

研究决策者如何有效进行决策的理论和方法。决策论能够指导决策人员根据所获得系统的各种状态信息,按照一定的目标和衡量标准进行综合分析,使决策者的决策既符合科学原则,又能满足决策者的需求,从而促进决策的科学化。

决策是指为最优地达到目标,依据一定准则,在决策环境不确定和存在风险的情



况下,对若干备选方案进行的抉择。随着科学技术的发展,生产规模和人类社会活动的扩大,要求用科学的决策替代经验决策。也就是说,在决策过程,要实行科学的决策程序、采用科学的决策技术和具有科学的思维方法。决策过程一般包括以下步骤:形成决策问题,包括提出方案、确定目标及效果的度量;确定各方案对应的结局及出现的概率;确定决策者对不同结局的效用值;综合评价,决定方案的取舍。决策论是对整个决策过程中涉及方案目标选取、度量、概论值确定、效用值计算,一直到最优方案和策略选取的有关科学理论。

(7)其他相关理论和方法

在研究解决实际中有关决策的问题时,还经常用到一些相关理论和方法,如概率论与数理统计、模糊数学、灰色系统理论、系统动力学、决策支持系统、计算机仿真与模拟等。

1.1.4 运筹学的应用

一般认为,运筹学的诞生来源于军事、管理和经济,但其中管理是运筹学孕育的主要土壤,因为基于军事和经济研究中产生的运筹学方法或分支最终都移植到管理中应用和发展。运筹学的一些分支,如规划论、排队论、存储论、对策论等,无不同管理的发展具有密切联系。管理科学研究、总结经济管理的规律,运筹学又在对问题进一步分析的基础上找出各种因素之间的数量上的联系,并对问题通过建模和求解,使人们对管理问题的规律性认识进一步深化。因此,运筹学的诞生既是管理科学发展的需要,也是管理科学研究深化的标志。

按照运筹学的运用实践来区分,可分为生产管理运筹学、物流管理运筹学、营销管理运筹学、财务管理运筹学等。下面,就从应用领域与应用频率两方面来分析运筹学在工商管理中的应用情况。

1. 应用领域

(1)生产计划。使用运筹学方法从总体上确定适应需求的生产、储存和劳动力安排等计划,以谋求最大的利润或最小的成本。主要用线性规划、整数规划以及模拟方法来解决此类问题。例如,巴基斯坦一家重型制造厂用线性规划安排生产计划,节省了10%的生产费用。此外,还有运筹学在生产作业计划、日程表编排、合理下料、配料问题、物料管理等方面的应用。

(2)库存管理。存储论应用于多种物资库存量的管理,确定某些设备的合理的能力或容量,以及适当的库存方式和库存量。例如,美国某机器制造公司应用存储论之后,节省了18%的费用。

(3)运输问题。用运筹学中有关运输问题的方法,可以确定最小成本的运输线路、物资的调拨、运输工具的调度,以及建厂地址的选择等。例如,印度巴罗达市对公共汽车行车路线和时刻表进行研究改进后,该市公共汽车载运系数提高了11%,减少了10%使用车辆,既节省了成本又改善了交通拥挤的状况。

(4)人事管理。这里涉及六个方面,第一是用运筹学方法对人员的需求和获得情况进行预测;第二是人才的开发,即进行教育和训练;第三是用指派问题对人员合理分配;第四是各类人员的合理利用问题;第五是用层次分析法等确定人才评价体系,其

中有如何测定一个人对组织、社会的贡献等；第六是工资和津贴的确定。

(5)市场营销。可把运筹学方法用于广告预算和媒介的选择、竞争性的定价、新产品的开发、销售计划的制订等方面。例如，美国杜邦公司从20世纪50年代起就非常重视运筹学在市场营销上的应用；通用电力公司则使用运筹学对某些市场进行模拟研究。

(6)财务和会计。这里涉及预算、贷款、成本分析、定价、证券管理、现金管理等，使用较多的运筹学方法如统计分析、数学规划、决策分析，此外还有盈亏点分析法、价值分析法等。

另外，运筹学还成功地应用于设备维修、更新和可靠性分析，项目的选择与评价，工程优化设计，信息系统的设计与管理，以及各种城市紧急服务系统的设计与管理上。

我国自1957年开始把运筹学应用于交通运输、工业、农业等行业，并取得了很大的成功。例如，为了解决粮食的合理调运问题，粮食部门提出了“图上作业法”；为了解决邮递员合理投递问题，管梅谷提出了“中国邮路问题”的解法；在工业生产中推广了合理下料、机床负荷分配等方法；在纺织业中用排队论方法解决了细纱车间劳动组织以及最优折布长度等问题；在农业中也研究了作业布局、劳动力分配和打麦场设置等问题；在钢铁行业，投入产出法首先得到了应用。而统筹法、优选法、排队论、图论等在建筑业、大型设备维修计划及矿山、港口、电信、线路设计方面都有应用。

2. 应用频率

下面从工商企业实际使用的频率来看运筹学的应用情况。

美国学者福吉尼(Forgionne)在1983年对美国公司所做的一份调查如表1-1所示。从表1-1中可以看出：(1)各个工商企业使用运筹学方法的频率是不平衡的，有的经常使用，而有的却从不使用。(2)对于各种不同的运筹学方法，使用的程度也大不相同。其中，统计、计算机模拟、网络计划、线性规划、排队论是工商企业最常用的方法。

表1-1 美国工商企业运筹学方法使用情况统计表(1983年)

方法	从不使用(%)	有时使用(%)	经常使用(%)
统计	1.6	38.7	59.7
计算机模拟	12.9	53.2	33.9
网络计划	25.8	53.2	21.0
线性规划	25.8	59.7	14.5
排队论	40.3	50.0	9.7
非线性规划	53.2	38.7	8.1
动态规划	61.3	33.9	4.8
对策论	69.4	27.4	3.2

运筹学的使用情况还和公司的规模和所在行业有关。托马斯等人的研究表明，大公司大企业使用运筹学方法的比例较高，其中88%的大公司使用预测方法，超过50%的大公司把运筹学方法应用于制订生产计划、存储控制、资金预算和运输等方面的工作。盖瑟(Gaither)的研究表明，在制造业企业中最经常使用的运筹学方法为网络计划；