湖南大学现代远程教育
全国税务系统远程教育 系列教材

管理运筹学

邓胜前 徐建文 主编

湖南电子音像出版社

管理运筹学

邓胜前　徐建文　主编

湖南电子音像出版社

湖南大学现代远程教育
全国税务系统远程教育 系列教材

管理运筹学

邓胜前　徐建文主编

策　　划：谭慧渊　刘镜波　蒋菊香
责任编辑：杨许国　肖家红
装帧设计：黄　弋　赵　慧

湖南出版集团
湖南电子音像出版社出版发行
长沙市展览馆路66号　邮编：410005
国防科技大学炮兵学院印刷厂印刷
2002年2月第1版　　2002年2月第1次印刷
开本：850×1168　1/32　　印张：10.25
字数：256千字　　印数：6000册

ISBN 7－900330－99－2/G4·91

定价：82.00元/套（光盘配书）

编写说明

现代远程教育是20世纪80年代以来国际教育发展的共同趋势。1998年9月,教育部批准湖南大学等四所大学首批试办现代远程教育,标志着我国现代远程教育已正式启动。湖南大学的现代远程教育,在探索中不断前进,特别是与国家税务总局合作开办的主要面向行业的财税远程教育,在办学模式、教学手段等方面正在实现跨越式发展。

在全国税务系统远程学历教育领导小组的领导下和在全国税务系统远程学历教育教学指导委员会的指导下,我们根据湖南大学本科学历教育教学大纲和新形势下社会对财经类人才素质的要求,组织全国相关专业的著名教授、学者、专家编写了这套系列教材及学习指导书,并配有电子光盘、VCD光盘、网络课件等教学资源。

本书由邓胜前、徐建文编写。

由于时间原因,错漏之处在所难免,敬请同行专家批评指正。

目　录

带 * 号的内容专科层次不作要求。

绪　论

运筹学是一门依照给定条件和目标而从众多方案中选择最佳决策方案的应用科学，自诞生以来，在军事、工农业、经济和社会问题等多种领域得到了广泛的重视和应用。在管理学科领域，运筹学为管理理论和管理实践的发展做出了突出的贡献，运筹学已成为工商管理学科中的一门重要的基础学科。

运筹学思想方法的起源可追溯到很远。人们发现，在我国先秦时期的诸子著作中，就存在许多朴素的运筹思想，这里“运筹”就是动脑筋、想办法，去选择最优方案。我国古代齐王赛马、丁渭修皇宫和沈括运军粮的故事就充分说明了我国很早不仅有过朴素的运筹思想，而且在生产实践中实际运用了运筹方法。但真正被人们公认的运筹学起源时间是20世纪初期，第二次世界大战期间。当时，英、美为了对付德国的空袭，就如何合理运用雷达使防空系统更加有效的问题开始进行一类新问题的研究，最初称之为“运作研究”（Operational Research），1942年，美国从事这方面工作的科学家命其名为“运筹学”（Operations Research），这个名字一直沿用至今。

二次大战期间，为了进行运筹学的研究，在英、美的军队中成立了一些专门小组，开展了诸如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；还研究了反潜深水炸弹在各种情况下如何调整其爆炸深度，才能增加对德国潜艇的杀伤力等。通过科学方法的运用成功

地解决了许多复杂的战术问题，使后期德国潜艇被摧毁数增加到400%，盟军船只在受敌机攻击时，中弹数由47%降到29%。二次世界大战后，英、美军队中又相继成立了更为正式的运筹研究小组，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其可能合理运用的方法等。到了20世纪60年代，除军事方面的应用研究外，运筹学在更为广阔的领域得到运用，从事这项工作的许多专家转到了经济部门、民用企业、大学或研究所，继续从事决策的数量方法的研究，运筹学作为一门学科逐步形成并得以迅速发展。这种发展主要表现在两个方面：一是在方法论上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、存贮论、对策论、决策论、维修更新理论、搜索论、可靠性和质量管理等。二是计算机科学的发展，新型计算机的出现，为运筹学的运用开辟了新天地，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，并且随着计算机软硬件的发展使运筹学不再只为专家所掌握和使用，也成为了广大管理工作者进行最优决策和有效管理的常用工具之一。

毫无疑问，运筹学是一门应用科学，虽然至今没有统一且确切的定义，但其性质和特点还是很鲜明的。其一，它是一种科学方法，即不单是某种研究方法的分散和偶然的应用，而是可用于整个一类问题上并能传授和有组织的活动；其二，它强调以量化为基础，必然要用数学，需要建立各种数学模型，为决策者的决策提供定量依据；其三，它具有多学科交叉的特点，如综合运用经济学、心理学、物理学、系统学等的一些方法；其四，它强调最优决策，但在实际生活中又常常用次优、满意等概念代替最优。为区别运筹学在其他领域的应用，本教材从管理实际出发把运筹学看作是一门解决管理决策实际问题的方法，并取名管理运

筹学，因此引用我国管理百科全书中的定义："运筹学是应用分析、实验、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。"

决策是管理中经常发生的一种活动，任何一个组织和管理者的大部分工作都是在做决策，决策是行动的前提和基础。可以说，管理的关键在于决策，正如著名学者西蒙（H. A. Simon）所说，"管理就是决策"。一般说来，管理决策过程可以分为六个阶段：发现问题和机会——确定决策目标——探索并拟定各种可行方案——方案的评价、比较——选出一个最优方案——决策方案的执行与反馈。这六个阶段中，前三者我们归结为形成问题的阶段，接着两个阶段为分析问题的阶段，最后为反馈阶段。在分析问题阶段中，我们可以进行定性与定量的分析。其中定性分析是基于管理者的判断和经验，当管理者对所决策的问题具有丰富经验或者决策的问题相对比较简单时，倚重于定性分析是十分有效的，但当管理者缺乏这方面的经验或者要解决的问题相当复杂时，那么定量分析在管理者最后的决策中将担任非常重要的角色。所谓定量分析，就是基于能刻画问题的本质的数据和数量关系，建立能描述问题的目标、约束及其他关系的数学模型，通过一种或多种数量方法，求出最好的解决方案。因此，管理者的决策能力的提高，一方面可以通过管理者的实践和经验的积累，不断提高其定性分析的能力，另一方面则需要通过学习运筹学的思想和方法，提高定量分析能力。管理者学习和掌握管理运筹学，无疑将对提高其整个综合决策能力和水平有着极大的帮助。

在实际的管理决策中，管理运筹学已经涉及和应用到了工商管理领域的许多方面，并产生很高的经济效益。现介绍运筹学在以下几个方面的应用：

1. 生产计划。主要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。解决此类问题一般用线性规划、整数规划和模拟方法。如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。另外，诸如生产作业计划、日程表的安排、合理下料、配料问题、物料管理等也可用管理运筹学来帮助解决。

2. 市场营销。在广告预算和媒介的选择、竞争性定价、新产品开发、销售计划的制定等方面，管理运筹学也大显身手。比如对策论中的博弈分析对市场竞争策略的制定具有很高的价值，美国杜邦公司在20世纪50年代起就非常重视将管理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，通用公司也运用管理运筹学方法对某些市场进行模拟研究。

3. 库存管理。管理者把存贮论应用于企业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。比如美国某制造公司应用存贮论之后节省了18%的库存费用。

4. 运输问题。用管理运筹学中运输问题的方法，可以确定最小成本的运输的线路、物资的调拨、运输工具的调度以及建厂地址的选择等等。如印度巴罗达市对汽车行车路线和时刻表进行研究改进后使该市公共汽车载运系数提高了11%，或减少了使用车辆10%，既节省了成本又改善了交通拥挤的状况；美国柯达公司也曾应用运筹学方法进行工厂选址的决策，取得了很好的效果。

5. 人事管理。对人员的获得和需求情况的预测，人力资源开发如对人才的教育和培训，人员的合理编制，人才的合理分配和利用，人才评价体系和薪酬体系的确定等都可运用运筹学方法，如指派问题、层次分析法等。

6. 财务与会计。这里涉及预算、贷款、成本分析、定价、投资、证券管理和现金管理等。常用的运筹学方法有统计分析、

数学规划和决策分析法。

此外，管理运筹学还成功地应用于设备维修、更新和可靠性、项目选择与评价，工程的优化设计，信息系统的设计和管理以及各种城市紧急服务系统的设计和管理上。

管理运筹学在工商企业管理中的应用前景是十分广阔的，但不是所有的管理者都意识到了它的重要性。据一些学者对国内外工商企业所做的有关调查显示，使用管理运筹学方法，各个工商企业是不平衡的，有的经常使用，而有的却从未使用；对于各种不同的管理运筹学方法，各企业使用的程度也是大不相同的，其中统计方法、计算机模拟、网络计划、线性规划、排队论是最常用的方法；管理运筹学的使用情况还和公司的规模和所在行业的不同而不同，大公司大企业使用率相对比较高一些。随着生产经营和市场环境的变化和管理的日趋复杂化，工商企业对管理运筹学应用和需求会越来越大，尤其是在我国，由于推广管理运筹学方面存在不少问题和障碍，留下了许多空白，我们更需要了解和学习管理运筹学，工商企业的管理者也迫切需要进一步重视管理运筹学技术，了解和掌握如何使用管理运筹学进行更好地决策，创造更好的效益。

这里需要指出一点，我们学习管理运筹学，不是为运筹学而学运筹学，一定要注重理论联系实际，紧密结合工商企业实际管理工作和问题。管理运筹学的基本概念、基本理论和基本的计算技术需要掌握，但不能只停留在这些层面上，更不需要把重点放在严密的定理证明、烦琐的计算方法上，而应该多考虑如何去运用，如何把管理中的决策问题定量化，模型化，然后借助现代化的计算机技术去求得需要的答案。这样，我们就不会觉得管理运筹学方法是太复杂、太深奥、不好学和不好用的“阳春白雪”，从而推动学习管理运筹学的兴趣和推广管理运筹学方法的应用。

第一章　线性规划

线性规划是运筹学中研究较早，发展较快，应用较广且比较成熟的一个重要分支。可以说，现在线性规划已不仅仅是一种数学理论和方法，而且成了现代化管理的重要手段，是帮助管理者作决策的一个有效的方法。

线性规划研究的问题主要有两类，一是某个任务目标确定之后，如何统筹安排，尽量用最少的人力物力等资源去完成该项任务；二是对一定数量的人力、物力和资源，如何合理安排使用，使任务目标完成得最多。这两类问题实际上是一个问题的两个方面，即所谓寻找整个问题的某个整体指标最优问题。在工商管理中，这些问题很多，例如：

1．下料问题。现有一批长度一定的钢管，由于生产的需要，要求截出不同规格的钢管若干。试问要如何下料，既能满足生产的需要，又使得使用的原材料钢管数量最少或废材最少？

2．配料问题。把若干种不同的原料配制成含有一定成分的各种原料的产品，如何配料使产品成本最低？或者是用若干种不同原料，用不同的配比配制出一些价格不同规格不一的产品，在原材料供应量的限制和保证产品成分的含量的前提下，如何获取最大的利润？

3．生产计划安排问题。如何合理充分地利用厂里现有的人力、物力、财力，作出最优的产品生产计划，使得工厂获利最大？

4．劳动力安排问题。某单位因有工作需要，在不同时间段需要不同数量的劳动力，在每个劳动力工作日连续八小时工作制下，如何才能用最少的劳动力来满足工作的需要？

5．运输问题。一个企业有若干个生产单位与销售单位，根据各生产单位的产量及销售单位的销量，如何制定调运方案，使某种一定量的产品从若干个产地运到若干个销地的总的运费或总货运量最小？

6．投资问题。如何从不同的投资项目中选择出一个投资方案，使得投资的回报为最大？

总之，类似上述实际问题很多，而且形式多种多样，都可以应用线性规划加以成功解决。通过这些问题，我们可以看到各种线性规划问题的共同点，即追求的目标都是最大化或最小化，而要达到目标的条件又都有一定的限制，同时存在多种方案可供选择，从中找出最优方案。我们在解决此类问题时，如果用某些具有实际意义的变量的线性函数来表示要追求的目标，同时，又可用这些变量的线性方程式（组）或线性不等式（组）来表示所有的限制条件，则这些问题就可以构成线性规划模型，再用数学方法求解得出需要的答案。

第一节　线性规划问题的数学模型

我们先从以下例案了解什么是线性规划问题的数学模型以及如何建立此类数学模型，并通过数学模型来进一步明确线性规划问题的含义。

【例1】　某工厂在计划期内要安排生产Ⅰ、Ⅱ两种产品，已知生产单位产品所需要的设备台时和A、B两种原材料的消耗以及资源的限制情况，如表1－1所示：

表 1-1

	Ⅰ	Ⅱ	资源限制
设　备	1	1	300 台时
原料 A	2	1	400 千克
原料 B	0	1	250 千克

该工厂每生产一单位产品Ⅰ可获利 50 元，每生产一单位产品Ⅱ可获利 100 元，问工厂应分别生产多少个Ⅰ产品和Ⅱ产品才能使工厂获利最大？

为了解决这个实际问题，我们把它归结为数学问题来研究。

首先，确定决策变量。工厂目前要决策的是Ⅰ产品和Ⅱ产品的生产量，可以用变量 x_1 和 x_2 来表示，即：决策变量 x_1 = 生产Ⅰ产品的数量；决策变量 x_2 = 生产Ⅱ产品的数量。由于它们表示产品产量，所以只取非负数。

其次，根据问题的限制条件，列出表示条件的线性不等式。对于台时数方面的限制可以表示为： $x_1 + x_2 \leqslant 300$。

同样，原材料的限量可以表示为：$2x_1 + x_2 \leqslant 400$ 以及 $x_2 \leqslant 250$.

除了上述约束外，显然还有 $x_1 \geqslant 0, x_2 \geqslant 0$.

最后，根据实际问题所追求的目标，列出其线性函数式。由于问题的目标是工厂获利最大，假如产品都能销售，则总利润可表示为：$z = 50x_1 + 100x_2$

最大利润记为：$\max z = 50x_1 + 100x_2$

综上所述，我们就得到了描述该问题的一组数学表达式：

$$\max z = 50x_1 + 100x_2$$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 \leqslant 300 \\ 2x_1 + x_2 \leqslant 400 \\ x_2 \leqslant 250 \\ x_1 \geqslant 0, x_2 \geqslant 0 \end{cases}$$

对于线性规划问题，一般地可以用如下数学模型来描述：

$$\max\ (\min)\ z = c_1x_1 + c_2x_2 + \cdots + c_nx_n \tag{1-1}$$

$$\text{s·t}^{*}\quad \begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \cdots + a_{1n}x_n \leqslant (=, \geqslant)\, b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \cdots + a_{2n}x_n \leqslant (=, \geqslant)\, b_2 \\ \vdots \qquad\qquad\qquad\qquad \vdots \\ \vdots \qquad\qquad\qquad\qquad \vdots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \cdots + a_{mn}x_n \leqslant (=, \geqslant)\, b_m \\ x_1, x_2, \cdots, x_n \geqslant 0 \end{cases} \tag{1-2}$$

式(1－1)称为目标函数，式(1－2)称为约束条件，其中 $x_j \geqslant 0\ (j = 1,2,\cdots,n)$ 也称为非负条件或非负限制。式中，$c_j, a_{ij}, b_i\ (i = 1,2,\cdots,m;\ j = 1,2,\cdots,n)$ 均为常数。当求最大值时，c_j 也称为价值系数或利润系数；当求最小值时，c_j 也称为成本系数或支付系数，a_{ij} 称为约束系数，b_i 称为约束常数。

线性规划数学模型也可以用如下简缩形式(1－3)表示：

$$\max(\min)\ z = \sum_{j=1}^{n} C_jX_j$$

$$\text{s·t}\quad \begin{cases} \sum\limits_{j=1}^{n} a_{ij}X_j \leqslant b_i\ (i = 1,2,\cdots,m) \\ x_j \geqslant 0\ (j = 1,2,\cdots,n) \end{cases} \tag{1-3}$$

由于上述数学模型的目标函数为变量的线性函数，约束条件也为变量的线性等式或不等式，故此模型称之为线性规划。如果目标函数是变量的非线性函数，或约束条件中含有变量非线性的等式或不等式的数学模型则称之为非线性规划。

我们把满足所有约束条件的解称为该线性规划的可行解。把使得目标函数值最大的可行解称为该线性规划的最优解，此目标

* s·t是"subject to"的缩写，意为"受限制于"，这里指约束条件。

函数值称为最优目标函数值。

从例 1 建立数学模型的过程，可以得到一般线性规划问题的建模过程。

1. 理解要解决的问题，要搞清在什么条件下，要追求什么目标。

2. 定义决策变量，每一个问题都用一组决策变量（x_1，x_2，…，x_n）来表示某一方案；这组决策变量的值就代表一个具体方案，一般这些变量取值是非负的。

3. 用一组决策变量的线性等式或不等式来表示在解决问题过程中所必须遵循的约束条件。

4. 用决策变量的线性函数形式写出所要追求的目标，称之为目标函数，按实际问题的不同，要求目标函数实现最大化或最小化。

对于一些比较复杂的线性规划问题，为了便于建立其数学模型，常需要把反映问题的背景数据资料用表格形式归类综合，以揭示各个量之间的内在联系。

第二节　线性规划的图解法及其灵敏度分析

一、图解法

对一个线性规划问题，建立数学模型之后，面临着如何求解的问题。这里先介绍含有两个未知变量的线性规划问题的图解法，它简单直观，有助于了解线性规划问题求解的基本原理。在以 x_1，x_2 为坐标轴的直角坐标系里，图上任意一点的坐标就代表了决策变量 x_1，x_2 的一组值，也就代表了一个具体的决策方案。例 1 中的每个约束条件都代表一个半平面，如约束条件 $x_1 + x_2 \leqslant 300$ 是代表以直线 $x_1 + x_2 = 300$ 为边界的左下方的半平面，也即这个半平面