

微机在管理科学 与经营管理中的应用

吴成峰编译
周金琪校

上海交通大学出版社

微机在管理科学与经营管理中的应用

出版 上海交通大学出版社
(淮海中路1984弄19号)

发行 新华书店上海发行所

印刷 上海长城绘图印刷厂

开本 787×1092毫米 1/32

印张 17.25

字数 137000

版次 1988年12月第1版

印次 1989年1月第1次

印数 1—4,500

ISBN7—313—00312—9/TP·39

科目 182—250

定价 2.80元

目录

绪论	1
第一章线性规划	2
第二章运输模型	30
第三章分配模型	43
第四章预测	55
第五章库存控制	72
第六章库存问题仿真	88
第七章期望币值(决策)	104
第八章排队模型	114
第九章计划评审技术(PERT)	127
第十章马尔科夫分析	142
第十一章对策论	159
第十二章质量控制	167
第十三章综合计划	179
第十四章装配线平衡	196
第十五章时间研究	209
参考答案	218

绪 论

我国目前拥有的微机数量虽然已很可观，但一般说来在经济管理上的应用水平还比较低，不少仍处于初级阶段，仅限于代替日常的手工汇总统计、报表输出等。事实上，打入机内的大批数据是一笔很大的财富。如果能够充分地利用它们，会有助于一个部门或单位的高中级管理人员有效地支配本单位的资源，实施科学管理，对重大问题作好决策。本书和软件包将在这方面给您帮助。

为了用好本软件，您应该具有管理科学与运筹学技术的一般知识，并且初步熟悉您的微机。

在用一個程序解题之前，要弄清问题的总目标和该项技术所作的假设。然后，请您按照要求准备好输入数据。

如果读者打算把本软件联入自己的系统中，可以在CCDOS环境下实现，不过需要写一个程序作为二者的媒介。当然联结的方法多种多样，这里仅是举例说明而已。

本软件包使用简便，步骤为：

(1) 进入中文操作系统。

(2) 将系统盘(1号盘)放入A驱动器，程序盘(2号盘)放入B驱动器，使当前盘为B盘。

(3) 键入HELLO <CR>，程序便开始运行。

假如机器配有硬盘，建议您将程序盘上的全部程序复制到硬盘上。使当前盘为硬盘，系统盘仍放在A驱动器中，然后转入第(3)步。

第一章 线性规划

许多管理决策涉及到最有效地使用一个单位或一个部门的资源。资源通常指的是机器、人力、资金、时间、仓库空间和原材料等等。人们用这些资源生产产品(如家具、食品、设备或衣着),或者提供某些服务(像生产和运输计划、广告策略或投资决策)。线性规划(LP)是一种广泛使用的数学方法,它能帮助管理人员在资源一定的条件下,最大限度地实现预期目标(如使产值最大,获取利润最高等等)。或者是在任务给定的条件下,要求完成该项任务而消耗的资源最少(原料、费用等最少)。在过去几十年间,人们已将线性规划用于工业、农业、军事、财政等许多领域。

线性规划问题一般有 4 个特点:

(1) 求某量的最大值或最小值(常常是收益或费用),称之为线性规划问题的目标。

(2) 题目中有若干约束对目标加以限制。因而求一个量的最大或最小是在有限资源(即约束)的条件下进行的。

(3) 必须有不同的方案可供选择。例如,可以在有限资源的各种组合中选择其一。即在数学上不能使整个约束有唯一确定的解。

(4) 目标函数和全部约束必须是线性的,也就是说必须能用线性方程或线性不等式来表示它们。

只含两个变量的小型线性规划问题,很容易用图解法求解。但是绝大多数实际的线性规划问题其变量不止两个,这时可以用所谓单纯形法求出最优解。

单纯形法是一种算法(若干指令的集合), 这种方法对答案有规律地进行搜索, 直至得到最优解即最大收益或最小费用为止。

§ 1.1 程序说明

本程序可以求解线性规划问题的最大约束个数为 48 个。在给定约束数以后, 程序将会提示变量个数的范围。该程序除了计算出决策变量的解值外, 还给出影子价格和目标函数值。可选的输出项是: (1)显示初始单纯形表; (2)显示最末单纯形表; (3)每次线性迭代的基值(或每个变量在求解过程中的值); (4)右部值和目标函数系数的灵敏度分析。

当求解较大的线性规划问题时, 计算机所需的时间也许会超过 1 分钟。可能你希望计算机在很短时间内就输出结果, 但要知道, 在解算完一个线性规划问题后, 计算机要多至 30 秒钟的时间将程序重新初始化和返回主菜单。

§ 1.2 准备输入数据

这个程序的输入并不困难, 但必须小心地、有规律地进行。首先按下述次序安排好全部数据:

- (1) 全部 $\leq$ 的约束。
- (2) 全部 $=$ (等于) 的约束。
- (3) 全部 $\geq$ 的约束。

对于那些不在指定约束中的变量, 其系数值取作零输入机器。非负约束($x_1 \geq 0$, $x_2 \geq 0$, 等等)无需输入, 计算机会自动考虑进去。另外, 程序还会把适当的松弛变量、剩余

变量或人工变量加进去，输入数据时也不要包括它们。

对于约束有一点是要强调的，这就是程序要求所有约束的右部值为非负。比如说原约束为 $2x_1 + 3x_2 \geq -5$ ，这就需要改写一下，使右部资源数值不能为负。简单的办法是将约束的两端同乘以 -1 ，并改变不等号的方向。如上例变为 $-2x_1 - 3x_2 \leq 5$ 。

约束和目标函数的系数值输入机内前，请你回答以下6个问题：

(1) 题目是求最大值还是求最小值？如果是求最大值问题，用1回答；如果是求最小值问题，用 -1 回答。

(2) 总的约束是多少？当然不包括非负约束。

(3) 真实变量的个数是多少？只需要考虑决策变量的个数，但不要超过机器提示的范围。

(4) $\leq$ 的约束个数？

(5) $=$ 的约束个数？

(6) $\geq$ 的约束个数？

然后计算机提示输入各变量的系数，先对第1个约束输入第1个变量的系数、第2个变量的系数等等。再输入第2个约束的第1个变量的系数、第2个变量的系数等等，直至全部约束的各变量系数输入完毕。但勿忘记所有 $\leq$ 的约束在前，接着是 $=$ 约束，最后是 $\geq$ 约束。按照这个次序进行，大多数输入错误都能发现。如果一个或多个约束数据输入出错，在全部约束数据输完以后，程序允许修改输错的数据。

最后输入的内容是目标函数的系数。我们从第1个变量(x_1)的系数开始输入，然后是第2个变量(x_2)的系数，等等。同样也有修改错误的机会。

全部数据输入后，机器询问你可选的输出(初始值表、最末值表和每次迭代的基变量值)是哪些，而且还可以选择改变右部资源值和目标函数系数值来测试题目解的灵敏度。这个有力的工具称为优化后分析或灵敏度分析。

§ 1.3 判读输出

线性规划程序给出的前一部分输出能够帮助我们辨别每个变量的种类。输入的变量用 1, 2 等等编号，并把它们看作 x_1, x_2 等等。机器对扩充的变量也给出编号，从剩余变量开始，然后是松弛变量，最后是人工变量。变量号的顺序跟输入时约束中变量的顺序一致。这可能跟某些书中作标记的方法不尽相同，在那些书里也许把松弛变量和剩余变量写成 $S_1, S_2, S_3, \dots$ ，而把人工变量标成 $A_1, A_2, A_3, \dots$ 。

让我们用下面的线性规划式作为例子：

$$\begin{array}{ll} \text{最大收益} & 3x_1 + 5x_2 \\ \text{约束条件} & 2x_1 + 1x_2 \leq 8 \\ & 9x_1 + 3x_2 \leq 55 \\ & 6x_1 + 4x_2 = 42 \\ & 7x_1 + 9x_2 \geq 70 \\ & 1x_1 + 1x_2 \geq 5 \end{array}$$

计算机加上剩余变量、松弛变量和人工变量后，上式变为：

$$\begin{array}{ll} \text{最大收益} & 3x_1 + 5x_2 \\ \text{约束条件} & 2x_1 + 1x_2 + x_5 = 8 \\ & 9x_1 + 3x_2 + x_6 = 55 \end{array}$$

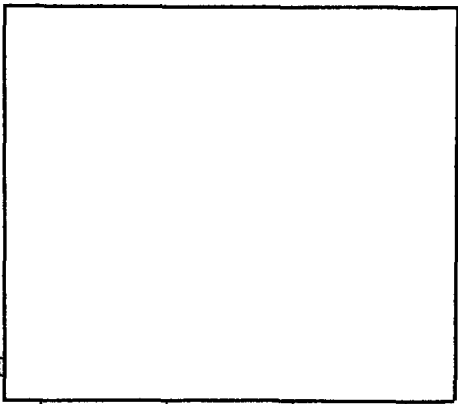
$$6x_1 + 4x_2 + x_7 = 42$$

$$7x_1 + 9x_2 - x_3 + x_8 = 70$$

$$1x_1 + 1x_2 - x_4 + x_9 = 5$$

前面的变量 x_1 和 x_2 (输出时用1和2表示)是我们所研究的真实的决策变量。接下来指定剩余变量 x_3 和 x_4 。然后是给两个 $\leq$ 约束指定松弛变量 x_5 和 x_6 。最后跟随的是人工变量 x_7 、 x_8 和 x_9 。

图 1.1 单纯形表

	列 1 X_1	列 2 X_2	列 3 X_3		右部值
行 1:第 1 约束					
行 2:第 2 约束					
行 3:第 3 约束					
:					
:					
最末行 : $C_j - Z_j$ 值					
	↑ 真实变量	↑ 剩余变量	↑ 松弛变量	↑ 人工变量	

如果要求表格输出, 机器便显示出表示单纯形表的若干行数字。尽管各种教科书处理单纯形法略有不同, 但是将输出的数据跟你教科书中的方法配合起来并不困难。只要运行一下你课本中的例题, 并将结果加以对比便有所体会了。图 1.1 说明机器程序产生的表格是怎么回事。

接着输出的是每次迭代前的基变量值(如果要求输出的

话)。基变量表中未列出的变量称为非基变量，并且其值为零。也许读者已经知道，初始的基变量不含决策变量，因为线性规划的初始可行解总是 $x_1 = 0$, $x_2 = 0$, 等等。

题目的解在输出的后面部分。答案中未列出的变量其值为零。

影子价格向管理人员提供了很有用的资料。它表示当约束条件在有效范围内变化 1 个单位时，目标函数的变化值。第 1 个影子价格说明在第 1 约束右部资源值中再增加 1 个单位时，对于目标函数的影响值。同样，第 2 个影子价格是对第 2 约束而言，等等。该数据可以在最末单纯形表的底行中找到。在 $C_j - Z_j$ 行中松弛变量处数的反值即是(见图 1.1)。

输出的目标函数值是最佳收益(最大值问题)或最佳费用(最小值问题)。

最后是灵敏度分析，它容许线性规划基变量的逆分析，以便看看每项约束的右部资源值和目标函数的各个系数允许增加或减少的程度。目标函数系数允许的增减值是指在不改变该题最优解(不改变构成基变量的那些变量值)的条件下，系数变化所受到的限制。资源数值的增减称为右部值伸缩，它告诉我们影子价格保持不变时，资源数的变化范围。

§ 1.4 例题

例题 1: 求最大值问题。

试考察一个家具公司生产的两种产品：桌子(x_1)和椅子(x_2)。公司每周分配到生产上的资源有两种：油漆工时 100 小时和木工工时 240 小时。用公式表示如下：

最大收益 $7x_1 + 5x_2$ (美元)

约束条件 $2x_1 + 1x_2 \leq 100$

$4x_1 + 3x_2 \leq 240$

图 1.2 说明了计算机运行线性规划程序求解这个问题的完整情况, 其中包括全部可选用的输出项。注意, 变量 3 和变量 4 是程序设定的松弛变量。在最后的解里没有它们, 所以其值为零。换句话说, 不管在第 1 约束还是第 2 约束中都不存在松弛变量, 即全部油漆工时和木工工时都被用完。

题目的最优解是 $x_1 = 30$ 张桌子和 $x_2 = 40$ 把椅子, 产生的效益为 410 美元。影子价格说明资源中 1 个油漆工时值 0.50 美元, 1 个木工工时值 1.50 美元。换言之, 如果我们能把木工工时从每周 240 小时增到每周 241 小时, 效益便增加 1.50 美元, 即从 410 美元增到 411.5 美元。

图 1.2 计算机运行例题 1 的情形

要打印机输出(P)还是屏幕输出(S)?S

***** 线性规划 *****

• (带灵敏度分析)

求最大值问题, 按 1; 求最小值问题, 按-1? 1

约束个数(<=48)?2

变量个数(<=97)?2

<=式子数?2

=式子数?0

>=式子数?0

要修改约束数, 变量数, 或式子数吗(Y 或 N)?N

对于<=约束 1:

X1 的系数值?2

X2 的系数值?1

右部值?100

对于<=约束 2:

X1 的系数值?4

X2 的系数值?3

右部值?240

要修改系数值或右部值吗(Y 或 N)?N

目标函数中 X1 的系数?7

目标函数中 X2 的系数?5

要修改目标函数中的系数吗(Y 或 N)?N

要显示输入的数据吗(Y 或 N)?Y

***** 线性规划 (求最大值问题)*****

——输入的数据——

约束数=2

变量数=2

<=式子数 2

=式子数 0

>=式子数 0

约束 1 <= :

X 1 系数=2

X 2 系数=1

右部值=100

约束 2 <= :

X 1 系数=4

X 2 系数=3

右部值=240

目标函数中 X 1 系数=7

目标函数中 X 2 系数=5

要显示初始表值吗(Y 或 N)?Y

要显示最末表值吗(Y 或 N)?Y

显示每次迭代前的基值吗(Y 或 N)?Y

***** 线性规划分析*****

决策变量是: 1 到 2

松弛变量是: 3 到 4

0 次迭代后的表值:

2.00	1.00	1.00	0.00	100.00
4.00	3.00	0.00	1.00	240.00
7.00	5.00	0.00	0.00	0.00

1 次迭代前的基

变量	值
3	100.000
4	240.000

2 次迭代前的基

变量	值
1	50.000
4	40.000

#####答案#####

变量	值
1	30.000
2	40.000

影子价格:

约束	值
1	0.500
2	1.500

目标函数值=410

经 2 次迭代

2 次迭代后的表值:

1.00	0.00	1.50	-0.50	30.00
0.00	1.00	-2.00	1.00	40.00
0.00	0.00	-0.50	-1.50	-410.00

***** 线性规划结束 *****

进行灵敏度分析吗(Y 或 N)?Y

要看输入矩阵吗(Y 或 N)?Y

输入矩阵

最优基变量的逆:

1.5 -0.5

-2 1

初始右部值:

100 240

目标函数中的系数:

7 5 0 0

当前减少费用:

7 5 .5 1.5

当前基变量:

X 1 X 2

* * * * *

灵敏度分析

* * * * *

右部值范围:

约束号	右部值	容差(增加)	容差(减少)
=====			
1	100	20	20
2	240	60	40

目标函数系数范围:

决策变量	系数值	容差(增加)	容差(减少)
=====			
X 1	7	3	.333
X 2	5	.25	1.5

再次运行本程序吗(Y 或 N)?N

退出本程序

因为我们要求灵敏度分析, 所以例题 1 输出的后面部分也显示出来。高级管理科学应用中使用的数据首先以最优基变量的逆形式显示。接着是灵敏度分析, 它以右部值伸缩范围和目标函数变化范围的形式出现。这些资料对于管理分析人员往往很有用处, 非常重要。

右部值变化范围表明，在不改变影子价格的条件下，右部值可以增加或减少的数量。对于第 1 个约束，100 小时的油漆工时资源可以增加 20 小时(增到 120 小时)或减少 20 小时(减到 80 小时)，并不会改变 0.50 美元的影子价格。对于第 2 个约束的资源，即木工工时资源可以作同样的解释。

紧接着是目标函数的灵敏度分析。它表明只要 x_1 的系数在 6.67 美元到 10.00 美元之间，它的解值仍然是 30。同样，目标函数中 x_2 系数值的有效范围是 3.50 美元至 5.25 美元 (即减少不超过 1.5 美元或增加不超过 0.25 美元)，这时的 x_2 的解值保持不变，仍然为 40。

例题 2: 求最小值问题。

一家化学公司为顾客生产磷肥 (x_1) 和钾肥 (x_2) 的特种混合肥恰好为 1000 磅。磷肥每磅价格 5 美元，钾肥每磅价格 6 美元。使磷肥不能超过 300 磅，而使用钾肥至少 150 磅。问题是找出最便宜的两种组分的混合肥料。

这是求最小值问题，用数学描述为：

最小费用 $5x_1 + 6x_2$ (美元)

约束条件 $x_1 \leq 300$

$x_1 + x_2 = 1000$

$x_2 \geq 150$

请读者注意，3 个约束是按 $\leq$ ， $=$ 和 $\geq$ 的次序安排的，这正是程序要求输入的顺序。

图 1.3 给出了只有初始单纯形表和最末单纯形表的输出。这里没有要求给出解题过程中每次迭代的基变量值。答案是 $x_1 = 300$ 磅磷肥， $x_2 = 700$ 磅钾肥，而 $x_3 = 550$ 磅(第 3 约束的剩余变量)。

图 1.3 计算机运行例题 2 的情形

求最大值问题, 按 1; 求最小值问题, 按-1? -1

约束个数(≤ 48)?3

变量个数(≤ 96)?2

$\leq$ 式子数?1

$=$ 式子数?1

$\geq$ 式子数?1

要修改约束数, 变量数, 或式子数吗(Y 或 N)?N

对于 $\leq$ 约束 1:

X1 的系数值?1

X2 的系数值?0

右部值?300

对于 $=$ 约束 2:

X1 的系数值?1

X2 的系数值?1

右部值?1000

对于 $\geq$ 约束 3:

X1 的系数值?0

X2 的系数值?1

右部值?150

要修改系数值或右部值吗(Y 或 N)?N

目标函数中 X1 的系数?5

目标函数中 X2 的系数?6

要修改目标函数中的系数吗(Y 或 N)?N

要显示输入的数据吗(Y 或 N)?Y

***** 线性规划 (求最小值问题)*****

——输入的数据——

约束数=3

变量数=2

$\leq$ 式子数 1

$=$ 式子数 1

$\geq$ 式子数 1

约束 1 $\leq$:

X 1 系数=1

X 2 系数=0

右部值=300

约束 2 = :

X 1 系数=1

X 2 系数=1

右部值=1000

约束 3 $\geq$:

X 1 系数=0

X 2 系数=1

右部值=150

目标函数中 X 1 系数=5

目标函数中 X 2 系数=6

要显示初始表值吗(Y 或 N)?Y

要显示最末表值吗(Y 或 N)?Y

显示每次迭代前的基值吗(Y 或 N)?N

*****线性规划分析*****

决策变量是: 1 到 2

剩余变量是: 3 到 3

松弛变量是: 4 到 4

人工变量是: 5 到 6

0 次迭代后的表值:

1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	300.00
1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1000.00
0.00	1.00	-1.00	0.00	0.00	1.00	150.00
5.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.00	2.00	-1.00	0.00	0.00	0.00	1150.00

#####答案#####

变量	值
1	300.000
3	550.000