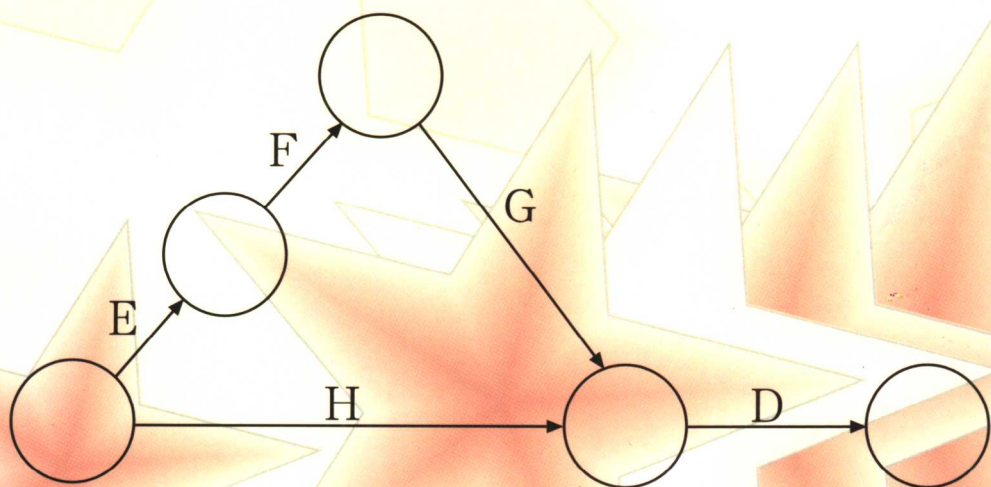


教育部人才培养模式改革和开放教育试点教材

物流管理定量分析方法

——导学与助学

李木桂 主编 孟香惠 副主编



中央广播电视大学出版社

教育部人才培养模式改革和开放教育试点教材

物流管理定量分析方法 ——导学与助学

李木桂 主 编

孟香惠 副主编

中央广播电视大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

物流管理定量分析方法——导学与助学 / 李木桂主编. —
北京: 中央广播电视大学出版社, 2005.5

教育部人才培养模式改革和开放教育试点教材

ISBN 7-304-03209-X

I. 物… II. 李… III. 物流—物资管理—定量分析—
电视大学—自学参考资料 IV. F252

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 045198 号

版权所有, 翻印必究。

教育部人才培养模式改革和开放教育试点教材

物流管理定量分析方法——导学与助学

李木桂 主 编

孟香惠 副主编

出版·发行: 中央广播电视大学出版社

电话: 发行部: 010-68519502

总编室: 010-68182524

网址: <http://www.crtvup.com.cn>

地址: 北京市海淀区西四环中路 45 号 邮编: 100039

经销: 新华书店北京发行所

策划编辑: 李 朔

责任编辑: 李永强

印刷: 北京密云胶印厂

印数: 3051-8050

版本: 2005 年 5 月第 1 版

2006 年 1 月第 3 次印刷

开本: B5

印张: 7.25

字数: 138 千字

书号: ISBN 7-304-03209-X/F·472

定价: 22.00 元 (附光盘 1 张)

(如有缺页或倒装, 本社负责退换)

前 言

“物流管理定量分析方法”课程是物流管理专业的一门必修基础课，是研究物流问题的重要工具。学生要学好“物流管理定量分析方法”课程，必须掌握好其基本理论、基本方法和基本技能。加强对“物流管理定量分析方法”课程基本概念的理解、抓住要点、加强作业练习，是学习好这门课程的重要环节，对于提高学员的理解能力、分析问题的能力、解题的能力、应用的能力也将有很大的好处。《物流管理定量分析方法——导学与助学》一书正是为这个目的而编写的。该书与主教材《物流管理定量分析方法》（胡新生主编，中央广播电视大学出版社出版）配套使用，适合物流管理专业学生学习之用，也可供其他自学者学习参考。

本书共四章，每章主要包括教学要求、要点归纳与精评、例题精讲三个方面的内容。教学要求提供了该章教学上的基本要求，其中使用 MATLAB 软件的部分请同学们学习本课程系列教材《物流管理定量分析方法——计算实验》，本书不再作介绍；要点归纳与精评对该章内容进行归纳，并对部分内容进行评析；例题精讲提供了解题的思路和方法，深入浅出，帮助学生掌握解题的方法与技巧，开拓学生的思路，提高解题能力。

在“物流管理定量分析方法”课程多种媒体一体化教材建设的过程中，中央广播电视大学和深圳广播电视大学的领导给予了大力的支持和关心。本课程由深圳广播电视大学曾仲培校长担任课程组组长，成员有：中央广播电视大学校长助理李林曙教授、深圳广播电视大学胡新生教授、广东省广播电视大学李木桂副教授、深圳广播电视大学孟香惠副教授和胡民讲师。参加本书编写的人员有：李木桂、孟香惠、黄记洲、彭山、唐立伟、陈钟麟。本书由李木桂、孟香惠统稿；李木桂任主编，孟香惠任副主编；胡新生教授对全书进

行了审定。

在与本书相配套的课件光盘中，每章有典型例题、跟我练习，并有总复习模拟测试。模拟测试按知识点随机抽取试题，出题时能保证覆盖面广、各知识点题量分布均匀合理。通过在题库中增加正确答案和解题过程分析详解的信息，学生做完测试后可以立即自动批改判分，同时可以调阅任意题目的解题过程分析，从而针对自己的答题情况解决自己学习中存在的问题。

本书涉及知识面较宽，而编者水平有限，时间又仓促，因此难免有不当或错误之处，恳请各位专家和读者批评指正。

编 者

2005 年 3 月

目 录

第一章 物资调运方案的优化 I ——表上作业法与图解法	(1)
一、教学要求	(1)
二、要点归纳与精评	(1)
1.1 物资调运的表上作业法	(1)
1.1.1 物资调运问题	(1)
1.1.2 初始调运方案的编制	(2)
1.1.3 物资调运方案的优化	(6)
1.2 物资调运的数学模型及图解法	(12)
1.2.1 物资调运的数学模型——线性规划	(12)
1.2.2 物流管理中的线性规划	(12)
1.2.3 线性规划的图解法	(13)
三、例题精讲	(16)
第二章 物资调运方案的优化 II ——单纯形法	(22)
一、教学要求	(22)
二、要点归纳与精评	(22)
2.1 矩阵的概念	(22)
2.1.1 矩阵的定义	(22)
2.1.2 特殊矩阵	(24)
2.2 矩阵的运算	(25)
2.2.1 矩阵的加减法	(25)
2.2.2 矩阵的数乘法	(25)
2.2.3 矩阵的乘法	(26)
2.2.4 矩阵的转置运算	(27)
2.2.5 矩阵的逆运算	(28)

2.3 矩阵的初等行变换	(29)
2.3.1 初等行变换	(29)
2.3.2 用初等行变换求逆矩阵	(30)
2.4 线性方程组	(34)
2.4.1 线性方程组的矩阵表示	(34)
2.4.2 用初等行变换解线性方程组——消元法	(36)
2.5 解线性规划的单纯形法	(42)
2.5.1 线性规划的矩阵表示	(42)
2.5.2 单纯形法	(45)
三、例题精讲	(48)

第三章 物流经济量的最值及导数方法..... (57)

一、教学要求	(57)
二、要点归纳与精评	(58)
3.1 问题的提出	(58)
3.2 函 数	(58)
3.2.1 函数概念	(58)
3.2.2 初等函数	(61)
3.2.3 分段函数	(62)
3.2.4 经济函数	(62)
3.3 导 数	(63)
3.3.1 极限与连续概念	(63)
3.3.2 导数定义	(65)
3.3.3 导数公式	(66)
3.3.4 导数的四则运算法则	(66)
3.3.5 复合函数求导法则	(67)
3.3.6 高阶导数	(68)
3.4 求最值的导数方法	(68)
3.4.1 函数单调性判别	(68)
3.4.2 函数极值及其判定	(68)
3.4.3 求最值的导数方法	(69)
3.5 求物流经济量最值的实例	(69)
3.5.1 求经济批量的实例	(70)
3.5.2 求平均成本最小的实例	(70)
3.5.3 求利润最大的实例	(70)

三、例题精讲	(70)
第四章 物流管理中定量分析案例	(76)
一、教学要求	(76)
二、要点归纳与精评	(76)
4.1 案例一：由边际导出的有关问题及积分方法	(76)
4.1.1 边际与微分	(76)
4.1.2 由边际函数确定的有关问题	(78)
4.1.3 原函数与不定积分概念	(78)
4.1.4 积分基本公式与直接积分法	(79)
4.1.5 定积分的定义与计算	(80)
4.1.6 由边际函数确定的问题积分方法	(81)
4.2 案例二：配送线路的优化及 VSP 规划法	(82)
4.3 案例三：物流任务的统筹及网络计划	(82)
三、例题精讲	(82)
附录 I 主教材练习参考答案	(86)
附录 II 案例二和案例三的小课题	(104)

第一章 物资调运方案的优化 I

——表上作业法与图解法

一、教学要求

1. 了解平衡运输问题、供过于求运输问题和供不应求运输问题。
2. 熟练掌握编制初始调运方案的最小元素法。
3. 理解闭回路、检验数等概念。
4. 熟练掌握求最优调运方案的优化方法。
5. 了解目标函数、约束条件及线性规划模型等概念。
6. 熟练掌握建立线性规划模型的方法。
7. 掌握解线性规划的图解法。

二、要点归纳与精评

1.1 物资调运的表上作业法

1.1.1 物资调运问题

无论供过于求运输问题，还是供不应求运输问题，我们均可将其化为平衡运输问题；如果各产地或各销地不是运输平衡条件，如《物流管理定量分析方法形成性考核册》第二次作业中计算题部分的第 10 题，则需应用一般线性规划来求解。

我们将单位运价移至运输平衡表的右侧，左侧留空以便安排运输调运方案，这样得到的表称为平衡运输表与运价表。

直接在运输平衡表与运价表上编制运输调运方案并进行计算、调整，以确定最优调运方案的方法称为表上作业法。

1.1.2 初始调运方案的编制

1. 编制运输平衡表与运价表

为了编制初始调运方案，我们必须先编制运输平衡表与运价表。

例如，某食品公司经销的主要业务是糕点，它下面设有三个加工厂，各厂的糕点产量分别为： A_1 ——4吨， A_2 ——3吨， A_3 ——5吨。该公司把这些糕点运往四个地区的门市部销售，各地区每天的销量分别为： B_1 ——2吨， B_2 ——4吨， B_3 ——3吨， B_4 ——3吨。已知从各个加工厂到各销售门市部每吨糕点的运价如表1-1所示：

表 1-1 运价表

单位：元/吨

门市部 加工厂	B_1	B_2	B_3	B_4
A_1	10	90	20	80
A_2	40	70	50	60
A_3	30	60	80	40

问该食品公司应如何安排调运，在满足各门市部销售量的情况下，使总运费支出最少？试编制运输平衡表与运价表。

评析 按照运输平衡表与运价表的定义，本例的运输平衡表与运价表如表1-2所示：

表 1-2 运输平衡表与运价表

门市部 加工厂	B_1	B_2	B_3	B_4	产量	B_1	B_2	B_3	B_4
A_1					4	10	90	20	80
A_2					3	40	70	50	60
A_3					5	30	60	80	40
销量	2	4	3	3	12				

2. 用最小元素法编制初始调运方案

最小元素法就是从单位运价表中的最小运价对应的空格开始安排运输量，直到所有产地和销地均满足运输平衡条件。

最小元素法的步骤为：(1) 在运输平衡表与运价表右侧运价表中找出最小元素，在其对应的左侧空格安排运输量，运输量取该最小元素对应的产地的供应量与销地的需求量的最小值，然后将对应供应量和需求量分别减去该最小

值，并在运价表中划去差为 0（有两个时只能划去一个）的供应量或需求量对应的行或列；（2）在未划去运价中，重复（1）；（3）未划去运价只剩一个元素对应的左侧空格安排了运输量后，初始调运方案便已编制完毕。

例如，有四个仓库甲、乙、丙、丁分布在不同地点，这四个仓库都贮存某种材料，并向四家工厂提供这种材料。各仓库的贮量、各工厂的需求量（单位：吨）及它们之间的单位运价（单位：元/吨）如表 1-3 所示。试安排一个初始调运方案。

表 1-3 运输平衡表与运价表

工 厂 仓 库	A	B	C	D	贮量	A	B	C	D
甲					1 200	4	1	5	7
乙					1 800	5	6	3	1
丙					1 000	7	4	8	6
丁					1 600	9	4	7	3
需求量	1 300	1 500	1 700	1 100	5 600				

评析（第一步） 在右侧单位运价表中，找出最小元素，这里最小元素“1”有两个，可任选一个，如选第一行的“1”，它对应左侧运输平衡表的空格（甲，B），在此空格安排运输量，运输量取甲仓库的贮量 1 200 吨与 B 工厂的需求量 1 500 吨的最小值 1 200，仓库甲贮量已全部运出，划去该贮量，并划去运价表的第一行，工厂 B 的需求量尚缺 300 吨，划去 1 500，改写为 300，如表 1-4 所示：

表 1-4 运输平衡表与运价表

工 厂 仓 库	A	B	C	D	贮量	A	B	C	D
甲		1 200			1 200	4	1	5	7
乙					1 800	5	6	3	1
丙					1 000	7	4	8	6
丁					1 600	9	4	7	3
需求量	1 300	1 500 300	1 700	1 100	5 600				

（第二步） 在剩下的运价中，最小元素是第二行的“1”，对应空格（乙，D）安排运输量： $\min(1\,800, 1\,100) = 1\,100$ ，工厂 D 已满足运输平衡要求，划去相应需求量及运价表中第四列，仓库乙的贮量还剩 700 吨，划去 1 800，改写为 700，如表 1-5 所示：

表 1-5 运输平衡表与运价表

工厂 仓库	A	B	C	D	贮量	A	B	C	D
甲		1 200			1 200	4	1	5	7
乙				1 100	1 800 700	5	6	3	1
丙					1 000	7	4	8	6
丁					1 600	9	4	7	3
需求量	1 300	1 500 300	1 700	1 100	5 600				

(第三步) 再在剩下的运价中选最小元素“3”，对应空格(乙，C)安排运输量： $\min(700, 1\ 700) = 700$ ，仓库乙全部贮量已安排运出，满足运输平衡条件，划去运价表中第二行，工厂C的需求量改写为1 000吨，如表1-6所示：

表 1-6 运输平衡表与运价表

工厂 仓库	A	B	C	D	贮量	A	B	C	D
甲		1 200			1 200	4	1	5	7
乙			700	1 100	1 800	5	6	3	1
丙					1 000	7	4	8	6
丁					1 600	9	4	7	3
需求量	1 300	1 500 300	1 700 1 000	1 100	5 600				

(第四步) 再在剩下的运价中选第三行的最小元素“4”，对应空格(丙，B)安排运输量： $\min(1\ 000, 300) = 300$ ，工厂B已满足运输平衡条件，划去运价表中第二列，仓库丙的贮量改写为700吨，如表1-7所示：

表 1-7 运输平衡表与运价表

工厂 仓库	A	B	C	D	贮量	A	B	C	D
甲		1 200			1 200	4	1	5	7
乙			700	1 100	1 800	5	6	3	1
丙		300			1 600 700	7	4	8	6
丁					1 600	9	4	7	3
需求量	1 300	1 500	1 700 1 000	1 100	5 600				

(第五步) 再在剩下的运价中选第三行的最小元素“7”，对应空格（丙，A）安排运输量： $\min(700, 1\ 300) = 700$ ，仓库丙已满足运输平衡条件，划去运价表中第三行，工厂 A 的需求量改写为 600 吨，如表 1-8 所示：

表 1-8 运输平衡表与运价表

工 厂 仓 库	A	B	C	D	贮量	A	B	C	D	
甲		1 200			1 200	4	1	5	7	①
乙			700	1 100	1 800	5	6	3	1	③
丙	700	300			1 000	7	4	8	6	⑤
丁					1 600	9	4	7	3	
需求量	1 300 600	1 500	1 700 1 000	1 100	5 600	④		②		

(第六步) 再在剩下的运价中选第四行的最小元素“7”，对应空格（丁，C）安排运输量： $\min(1\ 000, 1\ 600) = 1\ 000$ ，工厂 C 已满足运输平衡条件，划去运价表中第三列，仓库丁的贮量改写为 600 吨，如表 1-9 所示：

表 1-9 运输平衡表与运价表

工 厂 仓 库	A	B	C	D	贮量	A	B	C	D	
甲		1 200			1 200	4	1	5	7	①
乙			700	1 100	1 800	5	6	3	1	③
丙	700	300			1 000	7	4	8	6	⑤
丁			1 000		1 600 600	9	4	7	3	
需求量	1 300 600	1 500	1 700	1 100	5 600	④		⑥	②	

(第七步) 运价中只剩下一个元素“9”，对应空格（丁，A）安排运输量 600 吨，此时所有仓库和工厂均已满足运输平衡条件，这样便得到初始调运方案，如表 1-10 所示：

表 1-10 运输平衡表与运价表

工 厂 仓 库	A	B	C	D	贮量	A	B	C	D
甲		1 200			1 200	4	1	5	7
乙			700	1 100	1 800	5	6	3	1
丙	700	300			1 000	7	4	8	6
丁	600		1 000		1 600	9	4	7	3
需求量	1 300	1 500	1 700	1 100	5 600				

必须强调的是，任何初始调运方案中填数字的格子数为：

$$\text{填数字的格子数} = \text{产地个数} + \text{销地个数} - 1$$

1.1.3 物资调运方案的优化

要对物资调运方案进行优化调整，我们需要理解闭回路与检验数的概念，并会找闭回路，计算检验数，计算调整量，进行调整。

1. 闭回路

每一个空格对应惟一的闭回路，闭回路中除一个空格外，其他拐弯处均填有数字；在闭回路中，我们规定，空格为 1 号拐弯处，其他拐弯处按顺时针或逆时针方向依次编号，直至回到空格为止。

每个闭回路的拐弯处个数必为大于等于 4 的偶数；规模不大时，闭回路容易在平衡表中找出，但是，闭回路的形状随产地、销地数目的增加将越来越复杂。

下面我们将与检验数一起考虑具体的闭回路。

2. 检验数

每一个空格对应惟一的检验数，检验数在空格对应的闭回路中计算，计算公式为：

$$\begin{aligned} \text{检验数} = & 1 \text{ 号拐弯处单位运价} - 2 \text{ 号拐弯处单位运价} \\ & + 3 \text{ 号拐弯处单位运价} - 4 \text{ 号拐弯处单位运价} + \cdots \end{aligned}$$

检验数记为 λ_{ij} ，其中第一个下标表示第 i 个产地，第二个下标表示第 j 个销地。

例如，求表 1-10 表示的初始调运方案的各检验数。

评析 找出各空格对应的闭回路，再按检验数计算公式计算其检验数。

(1) 空格 (甲, A) 对应的闭回路如表 1-11 所示：

表 1-11 运输平衡表与运价表

工 厂 仓 库	A	B	C	D	贮量	A	B	C	D
甲		1 200			1 200	4	1	5	7
乙			700	1 100	1 800	5	6	3	1
丙	700	300			1 000	7	4	8	6
丁	600		1 000		1 600	9	4	7	3
需求量	1 300	1 500	1 700	1 100	5 600				

检验数为： $\lambda_{11} = 4 - 1 + 4 - 7 = 0$ 。

(2) 空格 (甲, C) 对应的闭回路如表 1-12 所示：

表 1-12 运输平衡表与运价表

工 厂 仓 库	A	B	C	D	贮量	A	B	C	D
甲		1 200			1 200	4	1	5	7
乙			700	1 100	1 800	5	6	3	1
丙	700	300			1 000	7	4	8	6
丁	600		1 000		1 600	9	4	7	3
需求量	1 300	1 500	1 700	1 100	5 600				

检验数为： $\lambda_{13} = 5 - 7 + 9 - 7 + 4 - 1 = 3$ 。

(3) 空格 (甲, D) 对应的闭回路如表 1-13 所示：

表 1-13 运输平衡表与运价表

工 厂 仓 库	A	B	C	D	贮量	A	B	C	D
甲		1 200			1 200	4	1	5	7
乙			700	1 100	1 800	5	6	3	1
丙	700	300			1 000	7	4	8	6
丁	600		1 000		1 600	9	4	7	3
需求量	1 300	1 500	1 700	1 100	5 600				

检验数为： $\lambda_{14} = 7 - 1 + 3 - 7 + 9 - 7 + 4 - 1 = 7$ 。

(4) 空格 (乙, A) 对应的闭回路如表 1-14 所示：

表 1-14 运输平衡表与运价表

工 厂 仓 库	A	B	C	D	贮量	A	B	C	D
甲		1 200			1 200	4	1	5	7
乙			700	1 100	1 800	5	6	3	1
丙	700	300			1 000	7	4	8	6
丁	600		1 000		1 600	9	4	7	3
需求量	1 300	1 500	1 700	1 100	5 600				

检验数为： $\lambda_{21} = 5 - 3 + 7 - 9 = 0$ 。

(5) 空格 (乙, B) 对应的闭回路如表 1-15 所示：

表 1-15 运输平衡表与运价表

工 厂 仓 库	A	B	C	D	贮量	A	B	C	D
甲		1 200			1 200	4	1	5	7
乙			700	1 100	1 800	5	6	3	1
丙	700	300			1 000	7	4	8	6
丁	600		1 000		1 600	9	4	7	3
需求量	1 300	1 500	1 700	1 100	5 600				

检验数为： $\lambda_{22} = 6 - 3 + 7 - 9 + 7 - 4 = 4$ 。

(6) 空格 (丙, C) 对应的闭回路如表 1-16 所示：

表 1-16 运输平衡表与运价表

工 厂 仓 库	A	B	C	D	贮量	A	B	C	D
甲		1 200			1 200	4	1	5	7
乙			700	1 100	1 800	5	6	3	1
丙	700	300			1 000	7	4	8	6
丁	600		1 000		1 600	9	4	7	3
需求量	1 300	1 500	1 700	1 100	5 600				

检验数为： $\lambda_{33} = 8 - 7 + 9 - 7 = 3$ 。

(7) 空格 (丙, D) 对应的闭回路如表 1-17 所示：

表 1-17 运输平衡表与运价表

工 厂 仓 库	A	B	C	D	贮量	A	B	C	D
甲		1 200			1 200	4	1	5	7
乙			700	1 100	1 800	5	6	3	1
丙	700	300			1 000	7	4	8	6
丁	600		1 000		1 600	9	4	7	3
需求量	1 300	1 500	1 700	1 100	5 600				

检验数为： $\lambda_{34} = 6 - 7 + 9 - 7 + 3 - 1 = 3$ 。

(8) 空格 (丁, B) 对应的闭回路如表 1-18 所示：

表 1-18 运输平衡表与运价表

工 厂 仓 库	A	B	C	D	贮量	A	B	C	D
甲		1 200			1 200	4	1	5	7
乙			700	1 100	1 800	5	6	3	1
丙	700	300			1 000	7	4	8	6
丁	600		1 000		1 600	9	4	7	3
需求量	1 300	1 500	1 700	1 100	5 600				

检验数为： $\lambda_{42} = 4 - 9 + 7 - 4 = -2$ 。

(9) 空格 (丁, D) 对应的闭回路如表 1-19 所示：

表 1-19 运输平衡表与运价表

工 厂 仓 库	A	B	C	D	贮量	A	B	C	D
甲		1 200			1 200	4	1	5	7
乙			700	1 100	1 800	5	6	3	1
丙	700	300			1 000	7	4	8	6
丁	600		1 000		1 600	9	4	7	3
需求量	1 300	1 500	1 700	1 100	5 600				

检验数为： $\lambda_{44} = 3 - 7 + 3 - 1 = -2$ 。

3. 最优调运方案的判别标准

若某物资调运方案的所有检验数均非负，则该调运方案最优。

注意：最优调运方案并不是惟一的。

4. 物资调运方案的优化

由最优调运方案判别标准知，若某物资调运方案中存在负检验数，则该调运方案不是最优的，需要进行调整。

调整在含负检验数的空格对应的闭回路中进行，调整量 θ 取该闭回路中偶数号拐弯处运输量的最小值，即

$$\theta = \min (\text{所有偶数号拐弯处的运输量})$$

调整时，闭回路拐弯处以外的运输量保持不变，所有奇数号拐弯处运输量都加上 θ ，所有偶数号拐弯处运输量都减去 θ ，并取某一运输量为 0 的拐弯处作为空格 (有多个运输量为 0 时，只能取其中一个作为空格)。

调整结束，得到新的调运方案，新调运方案中填数字的格子数仍为：产地