

国家精品课程（网络教育）教材

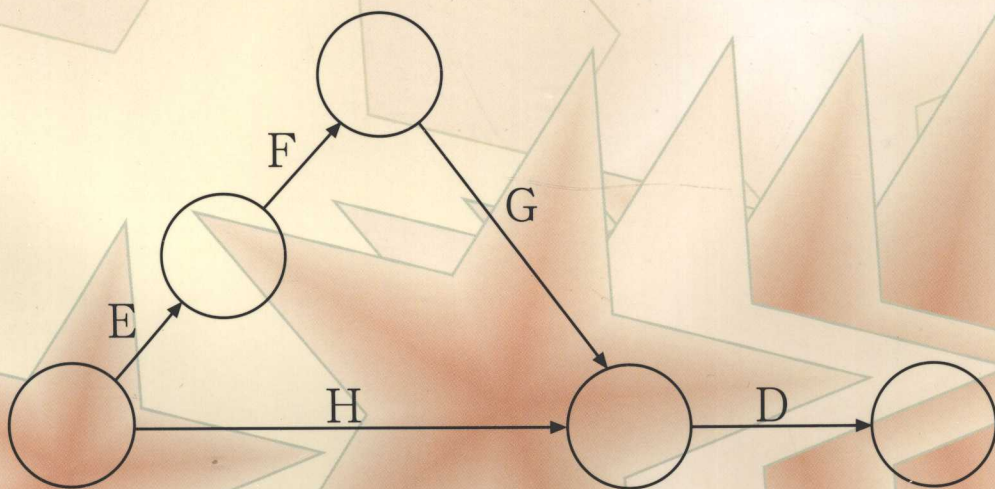
教育部人才培养模式改革和开放教育试点教材

物流管理定量分析方法

导学与助学

第3版

李木桂 等编



中央广播电视大学出版社

国家精品课程（网络教育）教材

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

第3版

李木桂 等编

中央广播电视大学出版社
北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

物流管理定量分析方法导学与助学 / 李木桂等编. —3 版.
—北京: 中央广播电视大学出版社, 2009. 1
国家精品课程 (网络教育) 教材
教育部人才培养模式改革和开放教育试点教材
ISBN 978 - 7 - 304 - 04180 - 9

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 198566 号

版权所有, 翻印必究。

国家精品课程 (网络教育) 教材
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
第 3 版
李木桂 等编

出版·发行: 中央广播电视大学出版社
电话: 发行部: 010 - 58840200
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
责任印制: 赵联生

版式设计: 袁 鹏
责任校对: 王 亚

印刷: 北京盛兰兄弟印刷装订有限公司 印数: 0001~15000
版本: 2009 年 1 月第 3 版 2009 年 1 月第 1 次印刷
开本: 185mm × 230mm 印张: 8.5 字数: 170 千字

书号: ISBN 978 - 7 - 304 - 04180 - 9
ISBN 978 - 7 - 900724 - 36 - 6 (光盘)
定价: 24.00 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。学生要学好该课程,必须掌握好其基本理论、基本方法和基本技能。加强对基本概念的理解、抓住要点、加强作业练习,是学好这门课程的重要环节,对于提高学员的理解能力、分析问题能力、解题能力、应用能力也有很大的好处。《物流管理定量分析方法导学与助学》(第3版)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》(第3版)(胡新生主编,中央广播电视大学出版社出版)配套使用,既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“知识框图”、“教学要求”、按节安排的“要点精评”与“学习提示”、“例题精讲”等几个方面的内容。“知识框图”汇总了该章的主要知识;“教学要求”提供了该章教学上的基本要求;“要点精评”对该章各节内容分别进行归纳,并对部分内容进行评析;“学习提示”揭示该节要注意的事项等;“例题精讲”提供了解题的思路和方法,深入浅出,帮助同学们掌握解题的方法与技巧,拓展思路,提高解题能力。标题或例题前带“*”号的部分,不作为考核内容,仅供基础较好的同学开阔视野。

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。本课程组由深圳广播电视大学曾仲培校长担任组长,成员有:中央广播电视大学副校长李林曙教授、深圳广播电视大学胡新生教授、广东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;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,有“典型例题”、“跟我练习”、“实验讲解”及“模拟测试”等内容。“模拟测试”按知识点随机抽取试题,力争做到

覆盖面广、各知识点题量分布均匀。测试系统可以自动批改判分，同时可以提供正确答案和解题过程详解等信息，学生做完测试后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学习中存在的问题。

本书涉及的知识面较宽，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

2009 年 1 月

目 录

第 1 章 物资调运方案优化的表上作业法	(1)
1.1 物资调运问题	(2)
1.2 初始调运方案的编制	(5)
1.3 物资调运方案的优化	(9)
第 2 章 资源合理配置的线性规划法	(23)
2.1 资源合理配置的线性规划模型	(24)
2.2 矩阵的概念	(27)
2.3 矩阵的运算	(30)
2.4 MATLAB 软件简介及三个应用范例	(35)
2.5 矩阵的初等行变换及其应用*	(43)
第 3 章 库存管理中优化的导数方法	(68)
3.1 经济批量问题	(69)
3.2 函 数	(70)
3.3 导 数	(76)
3.4 求最值的导数方法	(82)
3.5 物流管理中的最值实例	(84)

第4章 物流经济量的微元变化累积 (91)

4.1 由边际成本求成本的增量 (92)

4.2 定积分的定义与性质 (93)

4.3 原函数与不定积分概念 (95)

4.4 不定积分基本公式与直接积分法 (96)

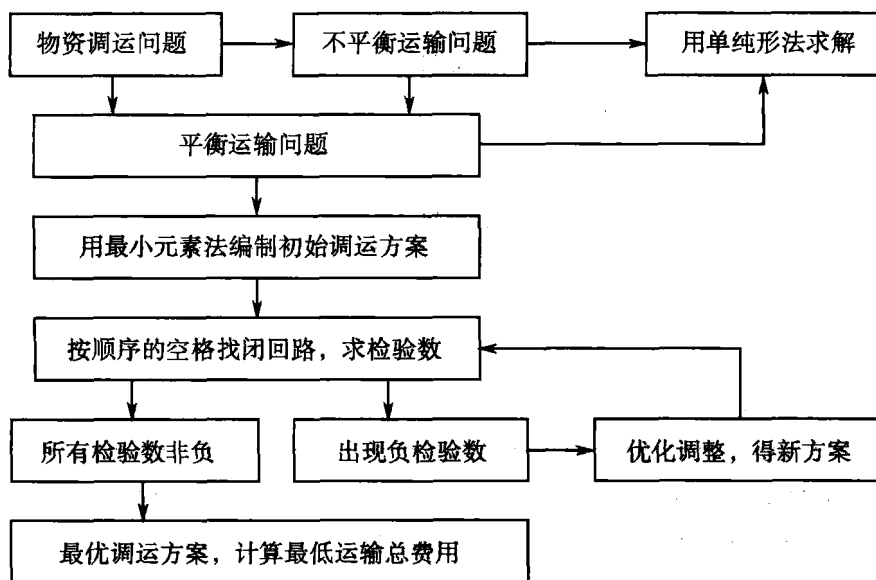
4.5 积分在物流经济分析中应用的实例 (98)

附录 I 主教材练习参考答案 (104)

附录 II 第5章习题 (124)

第1章 物资调运方案优化的表上作业法

【知识框图】



【教学要求】

1. 了解供求平衡运输问题、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。

1.1 物资调运问题

【要点精评】

一、供求平衡运输问题

现有两个产地 A_1, A_2 向三个销地 B_1, B_2, B_3 供应某种商品。产地 A_1, A_2 的供应量分别为 130 吨和 50 吨；销地 B_1, B_2, B_3 的需求量分别为 40 吨、60 吨和 80 吨。产地 A_1 到销地 B_1, B_2, B_3 每吨商品的运价分别为 15 元、20 元和 13 元；产地 A_2 到销地 B_1, B_2, B_3 每吨商品的运价分别为 22 元、17 元和 19 元。这些信息如表 1-1 所示。

表 1-1 供需量数据表

销地 产地	B_1	B_2	B_3	供应量
A_1	15	20	13	130
A_2	22	17	19	50
需求量	40	60	80	

由于总供应量 = $130 + 50 = 180$ (吨)，总需求量 = $40 + 60 + 80 = 180$ (吨)，总供应量与总需求量相等，所以称上述问题为供求平衡运输问题。

二、供求不平衡运输问题及其平衡化

当各产地的总供应量和各销地的总需求量不相等时的运输问题，称为供求不平衡运输问题。当总供应量大于总需求量时的运输问题，称为供过于求运输问题。当总供应量小于总需求量时的运输问题，称为供不应求运输问题。

1. 供过于求运输问题及其平衡化

表 1-2 供需量数据表

销地 产地	B_1	B_2	B_3	供应量
A_1	15	20	13	130
A_2	22	17	19	50
需求量	40	50	70	

考虑表 1-2 所示的运输问题（供应量、需求量的单位：吨；运价的单位：元/吨）。因为总供应量 = 180 吨 > 160 吨 = 总需求量，所以这个问题是供过于求运输问题。

供过于求运输问题可以化为供求平衡运输问题，即增设一个虚销地，其需求量为总供应量与总需求量的差额，且各产地到该虚销地的单位运价为 0 元，则供过于求运输问题便可化为供求平衡运输问题。

表 1-2 所示的供过于求运输问题，可增设虚销地 B_4 ，其需求量取总供应量与总需求量的差额 20 吨，并设各产地到虚销地 B_4 的单位运价为 0 元，则平衡化后的结果如表 1-3 所示。

表 1-3

供需量数据表

销 地 产 地	B_1	B_2	B_3	B_4	供应量
A_1	15	20	13	0	130
A_2	22	17	19	0	50
需求量	40	50	70	20	

2. 供不应求运输问题及其平衡化

考虑表 1-4 所示的运输问题（供应量、需求量的单位：吨；运价的单位：元/吨）。因为总供应量 = 150 吨 < 180 吨 = 总需求量，所以这个问题是供不应求运输问题。

表 1-4

供需量数据表

销 地 产 地	B_1	B_2	B_3	供应量
A_1	15	20	13	100
A_2	22	17	19	50
需求量	40	60	80	

供不应求运输问题可以化为供求平衡运输问题，即增设一个虚产地，其供应量为总需求量与总供应量的差额，且该虚产地到各销地的单位运价为 0 元，则供不应求运输问题便可化为供求平衡运输问题。

表 1-4 所示的供不应求运输问题，可增设虚产地 A_3 ，其供应量取总需求量与总供应量的差额 30 吨，并设虚产地 A_3 到各销地的单位运价为 0 元，则平衡化后的结果如表 1-5 所示。

表 1-5

供需量数据表

销 地 产 地	B ₁	B ₂	B ₃	供应量
A ₁	15	20	13	100
A ₂	22	17	19	50
A ₃	0	0	0	30
需求量	40	60	80	

无论供过于求运输问题，还是供不应求运输问题，均可化为供求平衡运输问题；如果各产地或各销地不是运输平衡条件，则须应用一般的线性规划求解，这里从略。

三、运输平衡表与运价表

为了能在表上直接计算，我们将供需量数据表中的单位运价数据在原表右侧列出，左侧原单位运价处留空，得到的表称为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，下设三个加工厂，各加工厂的糕点产量分别为：A₁ 4 吨，A₂ 3 吨，A₃ 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：B₁ 2 吨，B₂ 4 吨，B₃ 3 吨，B₄ 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 1-6 所示。

表 1-6

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

该食品公司在满足各门市部销售量的情况下，应如何安排调运使总运费支出最少？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 1-7 所示。

表 1-7

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				

【学习提示】

- (1) 要熟悉供求平衡运输问题、供过于求运输问题和供不应求运输问题等概念。
- (2) 在了解供求平衡运输问题的基础上，会将供过于求运输问题或供不应求运输问题化为供求平衡运输问题。
- (3) 会编制运输平衡表与运价表。

1.2 初始调运方案的编制

【要点精评】

直接在运输平衡表与运价表上编制初始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。

初始调运方案的编制有两种方法：最小元素法和左上角法。本书只介绍最小元素法。

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：第一步，在运输平衡表与运价表右侧运价表中找出最小元素（若最小元素不止一个，可任取一个），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；第二步，在未划去运价中，重复第一步；第三步，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，这四个仓库都储存某种材料，并向四家工厂提供这种材料。各仓库的储量、各工厂的需求量（单位：吨）及它们之间的运价（单位：元/吨）如表 1-8 所示。试制定一个初始调运方案。

表 1-8 运输平衡表与运价表

工 厂 仓 库	A	B	C	D	储 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，运输量取甲仓库的储量 1 200 吨与 B 工厂的需求量 1 500 吨的最小值 1 200 吨，仓库甲储量已全部运出，划去该储量，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 1-9 所示）。

表 1-9 运输平衡表与运价表

工 厂 仓 库	A	B	C	D	储 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，仓库乙的储量还剩 700 吨，划去 1 800，改写为 700（如表 1-10 所示）。

表 1-10

运输平衡表与运价表

仓 库 \ 工 厂	A	B	C	D	储 量	A	B	C	D
甲		1 200			1 200	4	1	5	7
乙				1100	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	②			

(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： $\min(700, 1\,700) = 700$ ，仓库乙全部储量已安排运出，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1-11所示)。

表 1-11

运输平衡表与运价表

仓 库 \ 工 厂	A	B	C	D	储 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	②			

(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，仓库丙的储量改写为700吨(如表1-12所示)。

表 1-12

运输平衡表与运价表

仓 库 \ 工 厂	A	B	C	D	储 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			1 000 700	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	④ ②			

(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1-13所示)。

表 1-13

运输平衡表与运价表

工 厂 仓 库	A	B	C	D	储 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，仓库丁的储量改写为600吨(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	储 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1-15所示)。

表 1-15

运输平衡表与运价表

工 厂 仓 库	A	B	C	D	储 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				

【学习提示】

(1) 要重点掌握用最小元素法编制初始调运方案,按最小元素法的规则,得到的初始调运方案中填数字的格子数必为“产地个数+销地个数-1”。

(2) 初始调运方案是优化调运方案的基础,若初始调运方案中填数字的格子数不为“产地个数+销地个数-1”,则优化调整将无法正常进行。

1.3 物资调运方案的优化

【要点精评】

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,会找闭回路、计算检验数、计算调整量,并进行调整。

一、闭 回 路

每一个空格对应唯一的闭回路,闭回路拐弯处除一个空格外,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,闭回路容易在运输平衡表中找出,但是,闭回路的形状随产地、销地数目的增加将越来越复杂。

下面我们将结合检验数考虑具体的闭回路。

二、检验数

每一个空格对应唯一的检验数，检验数在空格对应的闭回路中计算，计算公式为：

$$\text{检验数} = 1 \text{号拐弯处单位运价} - 2 \text{号拐弯处单位运价} + \\ 3 \text{号拐弯处单位运价} - 4 \text{号拐弯处单位运价} + \dots$$

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 1-15 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 1-16 所示。

表 1-16

运输平衡表与运价表

仓 库 \ 工 厂	A	B	C	D	储 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 1-17 所示。

表 1-17

运输平衡表与运价表

仓 库 \ 工 厂	A	B	C	D	储 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： $\lambda_{13} = 5 - 7 + 9 - 7 + 4 - 1 = 3$ 。