

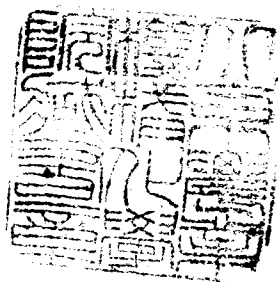
物流合理化的 数量方法

● 蔡希贤 夏士智 编译

● 华中工学院出版社

物流合理化的数量方法

蔡希贤 夏士智 编译



华中工学院出版社

物流合理化的数量方法

蔡希贤 夏士智 编译

责任编辑 黎秋萍

华中工学院出版社出版

(武昌喻家山)

湖北省新华书店发行

湖北省丹江口市印刷一厂印刷

开本: 787×1092 1/32 印张: 7.125 字数: 148,000

1985年3月第一版 1985年3月第一次印刷

印数: 1—10,000册

统一书号: 15255—035 定价: 1.50元

编译者的话（代前言）

本书是根据日本阿保荣司编著的《物流软件的实际》一书编译的。为了能更明确地表达本书所阐述的主要内容，以使读者易于理解，我们把它改名为《物流合理化的数量方法》。

本书主要阐述了如何合理地选择物流系统的流通中心和仓库的地址以及运输路线，制定配送计划以构成合理的物流系统的问题；并介绍对物流系统的作业和费用进行计算机模拟的方法。

对上述问题，本书根据物流系统科学管理的要求，运用数量方法作了分析计算并进行了计算机模拟。书中具体介绍了几种典型的建立数学模型的方法，如重心法、混合整数规划法、逐次逼近法、节约法、扫描法、CFLP法、SAD法和GPSS模拟方法等；并通过实例对这些方法的应用条件和范围以及模型解法，作了较为深入的阐述。因此，本书有一定的启发性并具有实用价值。

实现物流管理的现代化，同“四化”建设密切相关。但在这方面目前我国还比较落后，特别是物流系统中许多环节的管理还不够科学化、合理化。物流管理中所蕴藏着的提高社会经济效益的巨大潜力，还有待于我们去进一步挖掘。为此，我们特编译此书，希望它能对提高我国的物流管理工作水平起到一定的借鉴作用。同时，本书所介绍的有关数量方法，不仅适用于物资管理部门，而且也适用于工业和运输等

企业及其管理部门，对他们研究管理系统合理化颇有参考价值。

本书的初稿由夏士智同志译出，蔡希贤、张蕾丽、徐滇庆、徐天亮、刘黎明、李长江和张亚平等同志分别对各章的内容和文字进行了某些调整和加工，最后，由蔡希贤同志审校定稿。为了保证原书内容的完整性，我们在编译过程中，除了删去了不影响阐明主要内容的段落和对部分章节（如第四章、第五章）作了重新改写和简化之外，对其它章节的内容和顺序基本上不作变动，只是对原来的语句作了适当改写，以求通俗易懂。由于我们的水平有限，错误和不当之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 译 者

一九八四年元月

目 录

编译者的话(代前言)

第一章 物流合理化和数量方法

- § 1-1 物流系统和物流系统化 (1)
- § 1-2 数量方法在物流系统中的应用 (2)
- § 1-3 物流研究的科学方法的特征
及应用要点 (19)

第二章 流通中心最佳地点选择(之一)

—重心法的应用

- § 2-1 本章讨论的物流模型 (22)
- § 2-2 单一流通中心的选址问题 (23)
- § 2-3 仅考虑发送费用的多个流通中心
选址问题 (29)
- § 2-4 考虑运输费用和发送费用的多个流
通中心的选址问题 (34)
- § 2-5 考虑总费用函数的多个流通中心
地点的选定问题 (35)
- § 2-6 本模型的效果和限制 (39)

第三章 流通中心最佳地点选择(之二)

—鲍姆尔-沃尔夫(Baumol-Wolfe)方法的应用

§ 3-1	鲍姆尔-沃尔夫模型的说明.....	(41)
§ 3-2	鲍姆尔-沃尔夫模型的解法举例.....	(44)
§ 3-3	使用鲍姆尔-沃尔夫模型时应注意的问题...	(51)
§ 3-4	希契科克运输问题的解法	(52)

第四章 流通中心选址的混合整数规划法

§ 4-1	选址问题和混合整数规划	(64)
§ 4-2	混合整数规划选址模型的建立	(67)
§ 4-3	选址问题的伊逊 (ELSON) 模型	(70)
§ 4-4	混合整数规划模型的算法及程序设计	(77)

第五章 按CFLP解法进行流通中心选址

§ 5-1	解 I 类型问题的 CFLP 方法.....	(88)
§ 5-2	解 I 类型问题的 CFLP 法例题.....	(91)
§ 5-3	解 II 类型问题的 CFLP 法例题.....	(95)

第六章 用逐次逼近法选择流通中心地址

§ 6-1	仓库的选址问题	(97)
§ 6-2	逐次逼近法的应用实例	(98)
§ 6-3	小 结	(112)

第七章 制定配送计划的节约法

§ 7-1	配送计划和节约法	(114)
§ 7-2	用改进节约法制定配送计划	(136)
§ 7-3	节约法的实际应用	(147)

第八章 确定配送路线的扫描法

- § 8-1 扫描法的思考方法 (154)
- § 8-2 扫描法的步骤 (157)
- § 8-3 扫描法的特征 (163)

第九章 设计物流系统的 SAD 法

- § 9-1 SAD 模型概述 (165)
- § 9-2 SAD 方法的步骤 (169)
- § 9-3 SAD 模型的数学方法 (176)
- § 9-4 SAD 模型的实例 (180)

第十章 GPSS 模拟

- § 10-1 物流系统和排队等待问题 (188)
- § 10-2 通用模拟系统 (GPSS) (191)
- § 10-3 GPSS 模拟实例 (193)

第十一章 物流费用分析的模拟法

- § 11-1 奔驰公司和莱塞尔公司物流模拟的目标
..... (209)
- § 11-2 线性规划法和物流模拟 (210)
- § 11-3 影响物流费用各因素的分析 (214)
- § 11-4 模拟的方法 (215)
- § 11-5 各种数据的编制方法 (217)

第一章 物流合理化和数量方法

§ 1—1 物流系统和物流系统化

所谓物流过程，是指物资实体从供应者所在地到需求者所在地的转移过程。物流过程包括包装、发货、保管、库存管理、运输、发送等环节，这些环节联系密切，相互依存，缺少某一环节，物资的转移便不能实现。由这些环节互相配合、协调一致而形成的统一的有机整体，就叫做物流系统。

由于生产和流通的发展，各企业、公司之间的联系日益密切，互相协作和配合的要求日益提高。因此，在各企业和公司自身的物流系统的基础上建立行业和地区的物流系统就越来越受到重视。各种代码、票据、托盘、货物包装等物流活动手段的统一化和规格化，对建立大型物流系统和流通中心，来集中保管和统一发送物资创造了条件。

在建立地区物流子系统的基础上，还可以进一步建立整个国家的物流系统。当然，这就更加复杂而困难了，一定要注意创造条件，而不能盲目从事。为此，要求：

(1) 一定要进行整个系统的设计，使系统中各环节的设施现代化，各种工作手段得到充实和完善，并能合理配合，有效的利用。

(2) 必须拥有大量的投资来充实和完善有关设施，

(3) 必须实现各种代码、集装箱、票据、托盘等工作手段和文件资料管理的统一化和规格化，

(4) 必须建立各种统一的管理制度和费用定额；

(5) 明确各级管理人员的地位和职责，充分发挥他们的作用。

物流系统合理化和高效化是实现现代化物流管理所研究的课题。物流系统合理化，要求实现最好的物流服务、最低的物流费用，以及使与物流系统有关联的活动的费用最少。

要使物流系统合理化，必须实现物流活动现代化。近十多年来，物流活动的现代化是以“硬”技术为主导的。所谓“硬”技术，是指运输石油矿石等用的汽车与专用运输船、集装箱船等的协同联运；巨型飞机的航空运输；自动化仓库的保管设施；分检装置、堆垛机、传送带和叉车等装卸运输机械，以及计算机和通信线路等物流信息设备等方面的技术。在物流“硬件”方面，现已取得了巨大的进步。

另外还要设法把系统的各环节恰当地组织起来，更好地配合，使之成为高效率的物流系统。这一方面的技术，叫做物流“软件”技术。对于物流“软件”的研究，目前还不很充分，亟待加强。

由于研究物流“硬件”的投资大，而且万一方案决定错了，就不能达到降低物流费用的目的，因此，目前对物流系统现代化的研究，正逐步由以物流“硬件”为主导，转向以物流“软件”为主导。

§ 1—2 数量方法在物流系统中的应用

合理地组织物流系统，必须应用各种现代科学方法和科

学手段，数量分析方法是科学方法中的一项重要内容。

对物流系统采用现代科学方法来组织，可先在物流过程的单项活动范围内进行，如对运输环节作出最优运输计划。进而可对几个物流环节进行科学的组织，作出最优计划，如对运输与保管活动，对运输、保管与发送活动的合理组织等。最后可发展到对整个物流系统进行模拟。采用最有效的数量分析方法来组织物流系统，并衡量系统的合理性、有效性，这就是本书所要讨论的中心问题。下面介绍几个典型例子，作为全书内容的提要。

一、最优运输计划的制定

设某种商品在几个工厂生产，在几个地方消费。若这种商品在特定工厂中的生产价格已知；从某工厂到某消费地的单位运输费用和运输距离，以及各工厂的生产能力和各消费地的需要量也已知，则在满足各消费地需要的条件下，应由各工厂生产多少？从哪几个工厂向哪一个消费地运去多少才能使总的运费最少？这便是所要解决的运输模型问题，可应用线性规划法来解决。实际上，这个模型还可以进一步扩展运用，即当各工厂的生产费用不同时，不仅可以求解运输费用最小的问题，而且可以求解使生产费用加运输费用之和为最小的问题。但要注意的是，只有当生产量一定，总生产费用是该工厂单位生产费用和生产量的乘积时，才可以运用上述运输模型。这是因为当生产量加大时，规模效益就起作用，通常能使单位生产费用减少。这时，生产费用的函数是非线性的，不能再用运输模型来求最佳生产量和最优运输量问题，而必须使用非线性规划。

由于生产费用函数随工厂而异，而且与产量之间是非线性关系，故在边际生产费用和边际物流费用的平衡中，应以总生产费用加总物流费用之和最小为条件来确定生产量和物流量。

因此，是采用在一个工厂集中生产，长距离地向全国分配其产品的物流方式经济呢？还是由几个工厂分散生产，短距离地向各自分担的地域分配产品的物流方式经济？这是经常会遇到的问题。对于这个问题一般不能采用线性规划方法来求解，而必须用非线性规划法。

二、最佳运输机械（设备）的选择问题

运输机械的特性，首先是速度问题。速度快是物资运输服务的首要条件。但是，速度快的运输机械的运输费率（即单位运输量在单位运输距离上的运费）往往高一些。

在考虑运输经济性的时候，不能只从运输费率本身来判断。因运输速度快，会缩短物资的备运时间，而运输时间的长短，又影响消费地库存点的必要库存量。因此，运输总费用必须是运输费用加上库存保管费用（见

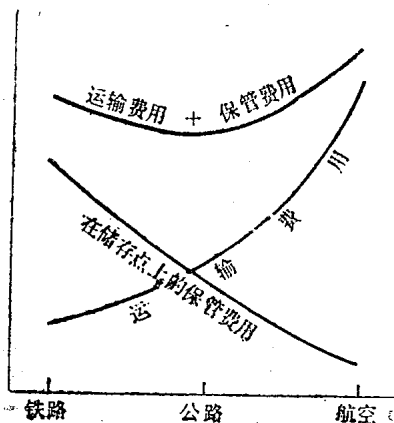


图1-1 运输方式的选择

图1-1)。

三、流通中心的地点选择问题

整个物流系统可以用联结点和运输路线构成的物流网络来表示。因此，在物流系统中，最重要的是从需求者要求的物流服务水平出发，以尽可能小的物流费用，来实现物流网络结构的合理化。

在物流系统中，需设置几个规模多大的结点？这些结点应选在哪里才使物流最合理？这些就是我们要研究的问题。

对这些问题，现在已经研究出了多种方法，它们大致可归纳为以下两大类：

(1) 应用连续型模型选择地点；

(2) 应用离散型模型选择地点。

第一类方法认为流通中心的地点可取直角坐标上的任意点 (x_i, y_i) ；第二类方法认为流通中心的备选地点是有限的几个场所，最合适的地点只能从中选出。

对于连续型模型可应用重心法来求解。对于离散型模型可用整数规划法、鲍姆尔-沃尔夫法、反町氏法、逐次逼近的模拟方法等来求解。下面分别简述这几种方法。

1. 重心法

如图1-2所示，设有 n 个零售店，地点分别为 (x_1, y_1) ， (x_2, y_2) ， (x_3, y_3) ， $\dots$ ， (x_n, y_n) ，各自对应的需要量分别为 $W_1, W_2, W_3, \dots, W_n$ 。设流通中心的地点坐标为 (x_0, y_0) ，当流通中心与零售店之间的直线距离乘其对应的需要量 W_i ，再乘以发送费率所得的积为最小时，此地点即为最优地点，并用坐标 (x_0^*, y_0^*) 表示。当

然，如果将这种单一的流通中心的模型扩展为多个流通中心的模型，问题就变得复杂得多了。

由于这种方法不仅考虑了从流通中心到零售店的发送费用，还考虑了流通中心的管理费用和从工厂到流通中心的运输费用

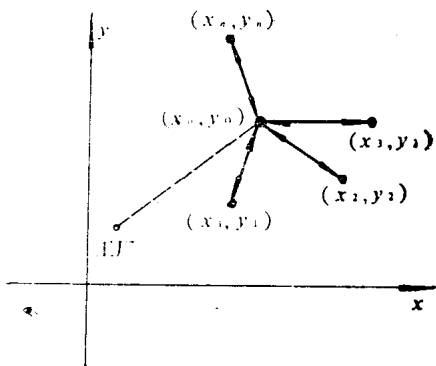


图1-2 重心法

(在第二章中将详细说明)，即是按总费用最小的原则来选择地点的，故它是适用的。

这个方法的优点是不同于在特定的备选地点进行选择，灵活性较大。但是，由于自由度较大，实际上很难得到最优的地址。因为，这个地址可能位于河流、湖泊或其它无法实现的地点。这是这种方法的缺点。

另外，从流通中心向零售店发送，被认为都是直线往复的运输，这也是不符合实际的。实际上，多数情况是一台发送车巡迴于数个零售店之间，而且通常要考虑实际的道路距离，这就使这种方法的求解相当复杂。这是这种方法的另一缺点。

2. 整数规划法

有一类线性规划问题的最优解，不仅必须等于或大于零，而且还必须为整数，通常称之为整数规划。在整数规划

中，如果所有的变量都限制为整数，就称为纯整数规划或全整数规划；如果仅有一部分变量限制为整数，则称为混合整数规划。整数规划的一种特殊情况是0-1规划，它的变量取值仅限于“0”或“1”。在流通中心地址选择问题中应用的整数规划，就属于这种0-1规划。被选中的流通中心地址取值为“1”，不被选中的地址取值为“0”。由于物流系统中的物流量不一定是整数，故在要求反映物流系统的全面情况时，通常运用混合整数规划法，这种方法在计划管理中日益得到广泛的应用，但其求解方法比较复杂，要花许多计算时间，故需进一步探讨求最优解的简易方法。

3. 鲍姆尔-沃尔夫 (Baumol-Wolfe) 法

此方法以运输问题为基础，同时也考虑非线性的费用函数。

运输费用与运输距离（运输量和运输单价一定时）的关系是线性的。可是流通中心的管理费，在工作效率提高时，需采用边际费用递减的非线性费用函数来描述。其解法采用分几个阶段逐次逼近（向最优解收敛）的方法。首先，按照“运输问题”求解运输费用和发送费用；然后，求管理费用函数的微分，使边际费用最小；再进一步解“运输问题”。按此顺序反复进行。这种方法在能够确定流通中心管理费用函数时，被认为是有效的方法。

4. 反町氏方法

此法的模型与混合整数规划模型相同。不过，三菱综合研究所的反町氏找出了有效的求解方法，在日本已有几个应用实例。

该方法是按下面两个阶段的顺序反复进行计算的：

(1) 确定各流通中心分担的发送区域；

(2) 求出各发送分担区的重心。

该法计算时间短，是一种有效的计算方法。可是，在计算管理费用时，不管流通中心的工作效率如何，都作为固定费用看待，这是一个不足之处。

5. 逐次逼近模拟法

求解流通中心地点选择问题的解析方法，无论是重心法，还是混合整数规划法，都各有其优、缺点，而且，目前很难判定哪个是最有效的方法。为了尽量不依赖这些方法，研究了逐次逼近法。

在选择流通中心的备选地点时，设最初确定了 m 个地点，作为流通中心的选择基准；然后根据一定的准则，优选出比 m 少的 l 个备选地点。或者，在某一准则下，先选择第一个地点，随后增选第二个地点，再按这样的顺序进行下去。在增选地点的各阶段，要计算整个物流系统的费用。接着继续增选使物流费用减少的地点，但如果费用开始增加，就停止增选。

四、最佳发送路线问题

图1-3表示仓库的周围有8个零售店。第一台运输车选仓库→零售店1→零售店2→零售店3→零售店4→仓库的发送路线发送。第二台发送车按仓库→零售店5→零售店6→零售店7→零售店8→仓库的发送路线发送。在这种情况下，为了制订发送路线最短，或者总的发送费用最小的发送计划，需要考虑：

(1) 用几台发送车为好；

(2) 各台发送车按什么路线发送为好。这就是发送路线问题。

关于这类问题，工业发达国家已研究了很多，其理论基础是“推销员巡迴”问题。

“推销员巡迴”问题是，假定有一个推销员，要巡視 n 个城市，当

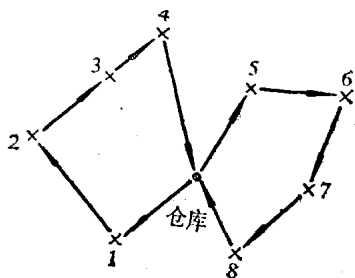
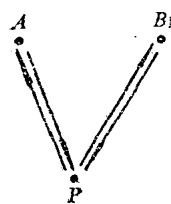


图1-3 最佳发送路线问题简图

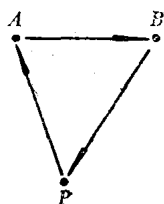
各个城市间的距离已知，并规定每一个城市只访问一次，问按什么样的顺序巡迴，其距离最短？

目前，解这个问题的方法，除了动态规划法、分枝定界法、整数规划法以外，还有三段优化法及其它模拟方法。

以解“推销员巡迴”问题为基础，下述三种方法是解最佳发送路线问题的有代表性的方法：



(I)



(II)

(1) 节约 (Saving) 法；

(2) 三段优化 (3-Optimal) 法；

(3) 扫描 (Sweep) 法。

1. 节约法

如图1-4所示，仓库设在 P 点，零售店在 A 点和 B 点。(I) 图的发送方式是