



高等院校实验课系列教材

Textbook Series for College Experimental Courses

物流常用 数学工具实验教程 ——基于Excel的建模求解

李孟涛 徐 健 编著
吕明哲 审校

Common

Mathematics

for



中国人民大学出版社

Logistics

高等院校实验课系列教材

Textbook Series for College Experimental Courses

物流常用 数学工具实验教程 ——基于Excel的建模求解

徐健 编著
吕明哲 审校

中国人民大学出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

物流常用数学工具实验教程：基于 Excel 的建模求解/李孟涛，徐健编著；吕明哲审校. —北京：中国人民大学出版社，2011
高等院校实验课系列教材
ISBN 978-7-300-13508-3

I. ①物… II. ①李…②徐…③吕… III. ①电子表格系统，Excel-应用-物流-高等学校-教材
IV. ①F252-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 040984 号

高等院校实验课系列教材
物流常用数学工具实验教程
——基于 Excel 的建模求解
李孟涛 徐 健 编著
吕明哲 审校
Wuliu Changyong Shuxue Gongju Shiyan Jiaocheng

出版发行	中国人民大学出版社		
社 址	北京中关村大街 31 号	邮政编码	100080
电 话	010-62511242 (总编室)		010-62511398 (质管部)
	010-82501766 (邮购部)		010-62514148 (门市部)
	010-62515195 (发行公司)		010-62515275 (盗版举报)
网 址	http://www.crup.com.cn		
	http://www.ttrnet.com(人大教研网)		
经 销	新华书店		
印 刷	北京东君印刷有限公司		
规 格	185 mm×260 mm 16 开本	版 次	2011 年 4 月第 1 版
印 张	11.75 插页 1	印 次	2011 年 4 月第 1 次印刷
字 数	266 000	定 价	25.00 元

版权所有 侵权必究 印装差错 负责调换

前言

物流常用数学工具实验教程

物流管理涉及对象众多,环节繁杂,面临很多关键性的决策问题。为了提高物流系统的绩效,数学模型、优化理论以及仿真技术在物流管理决策领域获得了广泛应用并取得了优异的成效。尽管许多专家学者致力于研究更强大的优化方法,但限于这些方法的复杂性,建模求解十分困难,在实践中很难推广应用。而 Excel(电子表格)软件用户众多,易学易用,在计算、分析和模拟等方面的表现出众,可对物流管理中所涉及的微观和宏观决策进行分析、建模与计算,使决策者无须掌握复杂深奥的定量方法即可解决实际中的优化问题,准确迅速地得出决策结果。

本书把物流数学模型与 Excel 建模求解结合起来,归纳总结了常用数学方法,并指出如何运用通用的工具软件——电子表格去构建相应的物流模型,力图让读者掌握物流常用数学模型,帮助读者提高解决实际问题的能力,领悟物流优化思想的精髓所在。全书共分 7 章,首先介绍物流建模与电子表格求解的特点流程,然后结合数学方法与物流管理基本职能,分别阐述选址模型、库存模型、运输配送模型、排队论、物流预测以及决策的常用数学模型,并通过相应的实验项目运用 Excel 进行求解。全书既有理论原理,又有丰富的典型例证分析,富有启发性。通过本书系统的介绍与讲解,相信可以使读者在潜移默化的学习过程中加强对物流数学模型的理解,提高 Excel 数据建模的应用能力。

本书由东北财经大学的骨干教师编写,其中徐健老师完成了第 6 章及第 7 章,李孟涛老师编写了其余部分并统编全书。在编撰过程中,编者力图做到以物流思想为脉络,以数学方法为依托,以 Excel 为实现工具,坚持应用导向,从管理实践出发,从数学模型和管理技术两方面来审视物流各管理环节的建模及求解,注重实用性及可操作性。本书广泛吸纳相关研究成果,既对物流数学模型进行了概括总结,又根据所使用的实现工具——Excel 而有所取舍。书中涉及的研究成果,编者已尽可能地在参考文献中予以注明,在此向这些研究者表示诚挚的谢意。

本书适用于本科生、研究生和 MBA,以及从事有关物流管理实际工作的管理者。

本书的出版得到大连海事大学李向文老师的无私帮助和中国人民大学出版社的大力支持，在此深表谢意。

限于编者水平，书中错误与不当之处在所难免，恳请广大读者批评指正。为方便读者学习，编者提供本书所用的全部 Excel 源文件，联系邮箱：limtao@dufe.edu.cn。

第1章 引 论

1.1 物流系统优化	1
1.2 物流建模概述	4
1.3 Excel 建模求解概述	7
1.4 物流系统常用数学方法与模型	10

第2章 物流节点选址

2.1 物流节点选址问题	15
2.2 选址常用数学模型	17
实验项目1 单级选址模型：重心法	25
实验项目2 单级选址模型：0—1 规划	29
实验项目3 单级选址模型：AHP	32
实验项目4 多级物流节点选址模型	43

第3章 仓储管理

3.1 仓储管理综述	48
3.2 仓储管理常用数学模型	49
实验项目1 经济批量模型	56
实验项目2 经济批量模型：蒙特卡罗模拟法	67
实验项目3 随机需求情况下的经济批量模拟	77

第4章 运输配送

4.1 运输问题	84
4.2 常用数学模型	85
实验项目1 运输问题	88
实验项目2 最大流问题	99
实验项目3 最小费用流问题	103
实验项目4 最短路问题	106

第5章 物流服务模型——排队论

5.1 物流服务概述	111
5.2 物流随机服务模型——排队论	112
实验项目1 随机状态的物流服务分析	117
实验项目2 M/M/C 物流服务排队模型	120
实验项目3 单服务台排队仿真分析	123

第6章 物流预测

6.1 物流预测问题	130
6.2 物流需求预测方法	132
实验项目1 时间序列预测方法	138
实验项目2 灰色理论预测方法	144
实验项目3 因果关系预测方法	148

第7章 物流决策

7.1 物流决策概述	158
7.2 物流决策方法	160
实验项目1 确定型决策方法	164
实验项目2 风险型决策方法	168
实验项目3 不确定型决策方法	175

参考文献	180
------------	-----

1.1 物流系统优化

1.1.1 物流系统优化的必要性

物流系统是指在一定的时间和空间里,由所需输送的物料和包括有关设备、输送工具、仓储设备、人员以及通信联系等若干相互制约的动态要素构成的具有特定功能的有机整体。物流系统是一个复杂的、动态的、多目标的人机系统,其构成要素包括运输、储存、包装、装卸、流通加工、物流信息处理等。这些要素独立存在时所追求的目标会发生目标、产权以及运作等方面的冲突(何明珂,2001)。在这些要素冲突中,要素目标冲突尤为重要,对于物流系统的绩效有着很大影响,其典型目标冲突与影响如表1—1所示。

表 1—1

物流系统要素目标之间的典型冲突一览表

要素	主要目标	采取的方法	可能导致的结果	可能对其他要素产生的影响
运输	运费最少	批量运输、集装整车运输、铁路干线运输	交货期集中、交货批量大、待运期长、运费降低	在途库存增加、平均库存增加、末端加工费用高、包装费用高
储存	储存费最少	缩短进货周期、降低每次进货量、增加进货次数、在接近消费者的地方建仓库、增加信息沟通	紧急进货增加、送货更加零星、储存地点分散、库存量降低甚至达到零库存、库存费用降低	无计划配送增加,配送规模更小,配送地点更分散,配送、装卸搬运、流通加工、物流信息成本增加
包装	破损最少、包装成本最小	物流包装材料强度高、扩大内装容量、按照特定商品需要确定包装材料和方式、物流包装容器功能更多	包装容器占用过多空间和重量、包装材料费增加、包装容器的回收费用增加、包装容器不通用、商品破损降低但包装费增加	包装容器耗用的运费和仓储费用增加、运输车辆和仓库的利用率下降、装卸搬运费用增加
装卸	降低装卸费、降低搬运费、加快装卸速度	使用人力节约装卸搬运成本、招聘农民工进行装卸搬运、提高装卸搬运速度、“抢装抢卸”	装卸搬运效率低、商品破损率高、不按要求堆放、节省装卸搬运费用	待运期延长、运输工具和仓库的利用率降低、商品在途和在库损耗增加、包装费用增加、重新加工增加流通加工成本

续前表

要素	主要目标	采取的方法	可能导致的结果	可能对其他要素产生的影响
流通加工	满足销售要求、降低流通加工费用	流通加工作业越来越多、为节约加工成本而采用简陋设备	在途储存和在库储存增加、增加装卸环节、商品重复包装	商品库存费增加、装卸搬运费增加、商品包装费增加
物流信息处理	简化业务、提高透明度	建立计算机网络、增加信息处理设备（如手持终端、采用条形码、增加信息采集点）	增加信息处理费、方便业务运作、提高客户服务水平、信息安全性和可靠性影响到系统运作安全	与其他要素的目标没有冲突

资料来源：何明珂：《物流系统要素冲突分析》，载《中国流通经济》，2001（5）。

由于物流系统的要素相互冲突，并且约束条件千变万化，因此，很难自发地达到最优化的状态，这就需要对物流系统进行优化。

物流系统优化是指用系统的观念和方法，按照物流系统整体最优的原则，对物流系统内部要素互相冲突或者虽然不冲突但需要相互配合的目标进行权衡、选择和协调，最后确定能够实现物流系统整体最优的途径和方案。

1.1.2 物流系统优化的原则

物流系统优化过程不仅要投入大量的资源，而且是一项需要付出巨大努力、克服困难和精心管理的过程。物流系统优化应遵循以下原则^①：

1. 目标

目标（objectives）是优化出发的始点和终点。一个好的优化目标要符合以下五个标准：目标必须是具体的（specific）；目标必须是可以衡量的（measurable）；目标必须是可以达到的（attainable）；目标必须和其他目标具有相关性（relevant）以及目标必须具有明确的截止期限（time-based）。只有这样，管理者才能知道目标对象是否优化，才能判断一个物流计划是否比另一个更好，才可以明确优化的过程是否能够提供一个可接受的投资回报率（ROI）。

2. 模型

模型（models）是认识和优化物流管理的途径。模型必须忠实地反映实际的物流过程，才能指导实践和学习。随着物流理论和实践的不断深入，所需优化问题日益复杂，非确定因素、不可知因素、模糊因素众多，单独应用数学方法难以进行描述或很难求解，因此需要采用计算机来辅助解决。建立物流模型就是把物流运营要求和限制条件翻译成计算机能够理解和处理的过程和信息。

^① H. Donald Ratliff, 10 Rules for Supply Chain & Logistics Optimization, 2002, white papers, see <http://www.scl.gatech.edu/research/supply-chain/whitepapers.php>.

3. 数据

数据 (data) 驱动了物流系统的优化过程, 它必须准确、及时和全面。如果数据不准确, 或有关数据不能及时地输入系统优化模型, 由此产生的物流方案就是不可靠的。对必须产生可操作的物流方案的物流优化过程来说, 数据也必须全面和充分。例如, 如果卡车的体积限制了载荷的话, 使用每次发货的重量数据就是不充分的。

4. 集成

物流系统优化要同时考虑大量的数据, 所以, 全面支持数据的自动传递的系统集成 (integration) 是非常重要的。人工输入数据的方法, 哪怕是只输入很少量的数据, 也会由于太花时间和太容易出错而不能对系统优化形成支持。

5. 表述

判断物流优化方案的标准是实践的结果, 即方案可被现场操作人员执行, 而管理人员也能够明确地识别出预期的投资回报是否实现。因此, 系统优化方案必须以一种便于执行、管理和控制的形式来表述 (delivery), 所涉及的指令简单明了, 容易理解和执行, 关键点以及关键信息更综合、更集中。

6. 算法

不同物流优化技术之间最大的差别就在于算法 (algorithms) 的不同 (借助于计算机的过程处理方法, 通常能够找到最佳物流方案), 算法决定了优化技术的适宜性和可靠性。尽管物流优化技术都各具特色, 但选择合适的算法是十分必要的。算法的选择有三个标准: 其一, 算法的可理解性, 即该问题的结构容易被分析和管理人员认可和理解; 其二, 算法的弹性, 即所使用的优化算法能够被“调整”到可以利用这些特定问题结构的状态; 其三, 算法的时效性, 即所用算法必须能够在规定时间内 (甚至更短) 计算出规定结果。

7. 计算

计算 (computing) 是把理论模型转变为现实活动的关键环节。由于任何一个现实的物流问题都存在着大量可能的解决方案, 因此, 任何一个具有一定规模的问题都需要相当的计算能力支持。计算平台必须具有足够的容量在可接受的时间段内给出优化方案。显然, 对在日常执行环境中运行的优化技术来说, 它必须在几分钟或几小时内给出物流优化方案 (而不是花几天的时间计算)。采取动用众多计算机同时计算的强大的集群服务和并行结构的优化算法, 可以比使用单体 PC 机或基于工作站技术的算法能更快地给出更好的物流优化解决方案。

8. 人员

负责物流系统优化的人员 (people) 必须具备支持建模、数据收集和优化方案所需的领导和技术专长。这些专家必须确保数据和模型的正确, 必须确保技术系统按照设计的状

态工作。如果由缺乏适当技术专长和领导经验的人组织管理,复杂的数据模型和软件系统要正常运行并获得必要的支持是不可能的,物流优化系统就难以达到预期的目标。

9. 过程

物流优化需要应对在运营过程中出现的大量的问题。物流目标、规则和过程(process)的改变是系统的常态。所以,优化过程必须支持优化并具有持续的改进能力,这不仅要求系统化的数据监测方法、模型结构和算法等能够适应变化,而且要求能够捕捉机遇并促使系统变革。如果不能在实际的商务运行过程中对物流优化技术实施监测、支持和持续的改进,就必然导致优化技术的潜力不能获得充分的发挥,或者只能使其成为“摆设”。

10. 回报

物流优化的投资回报(ROI)必须是可以证实的,必须考虑技术、人员和操作的总成本。要证实物流系统优化的投资回报率,必须把握两件事情:

一是诚实地估计全部的优化成本。在计算成本的时候,企业对使用物流优化技术的运营成本存在着强烈的低估倾向,尤其在企业购买的是“供业余爱好者自己开发使用”的基于PC的软件包的情况下。这时要求企业拥有一支训练有素的使用者团队和开发支持人员在实际运行的过程中调试技术系统。在这种情况下,有效使用物流优化技术的实际年度运营成本极少有低于技术采购初始成本的(如软件使用许可费、工具费等)。如果物流优化解决方案的总成本在第二年是下降的,则很可能该解决方案的质量也会成比例地下降。

二是将优化技术给出的解决方案逐条与标杆替代方案进行比较。要确定物流优化技术系统的使用效果,必须做三件事:(1)在实施优化方案之前根据关键绩效指标(key performance indicators)测定基准状态;(2)将实施物流优化技术解决方案以后的结果与基准状态进行比较;(3)对物流优化技术系统的绩效进行定期评审。

要准确地计算投资回报率,必须采用良好的方法来确定基准状态,必须对所投入的技术和人力成本有透彻的了解,必须测评实际改进的程度,还必须持续地监测系统的行为绩效。但是,因为绩效数据很少直接可得,而且监测过程需要不间断地实施,所以,几乎没有哪个公司能够真正了解其物流优化解决方案的实际效果。

1.2 物流建模概述



1.2.1 物流建模

数学模型是以解决实际问题为目标,以现实为基础,将给定系统的特征和性质用数学表达出来的数学结构。数学模型是系统优化的基础,是对实际问题研究分析的有力工具。由于数学模型可以完成对系统的抽象与概括,在物流领域建立各种数学模型已经成为研究物流系统的重要手段和方法。

物流建模可以分成两种类型^①：一种是描述性建模，描述物流系统的因果关系或相互关系的过程，包括预测模型、成本关系、资源利用关系以及模拟模型等；另一种是最优化模型，是为了寻求物流系统中更好的决策而建立的。但是不论哪种物流模型，其目的都是解决物流系统的设计和运作的种种问题。

1.2.2 物流建模的流程

通常，物流建模可以按照问题分析、假设简化、模型构建、模型求解以及模型分析、检验与应用等环节来进行，具体流程如图 1—1 所示。^②

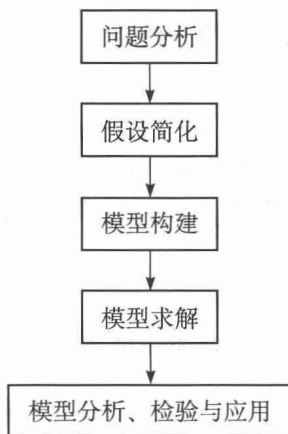


图 1—1 物流建模流程

1. 问题分析

问题分析是物流建模的开始，这一步万万不能忽视或者省略。只有非常清楚地了解物流问题的实际背景，明确建模的目的，搜集必备数据，才能明确物流系统的特征，初步确定属哪一类模型，做好建模的准备工作。

2. 假设简化

物流系统涉及的要素过于繁杂，一个实际问题不经过简化假设是难以翻译成数学问题的。所谓模型就是对实际系统原型的简化，因此既不可能也没必要把实际系统的所有细节都列举出来。根据物流系统的特征和建模的目的，对涉及问题进行必要的、合理的简化，用精确的语言作出假设，对于物流建模十分关键。值得注意的是，不同的简化假设会得出不同的模型。

3. 模型构建

根据所做的假设分析物流对象间的关系，利用这些对象的内在规律和适当的教学工

① 参见 [美] 杰里米·夏皮罗：《供应链建模》，8 页，北京，中信出版社，2005。

② 参见王素玲：《浅议建立经济数学模型的一般步骤》，载《安徽教育学院学报》（自然科学版），1998（2）。

具, 构建各个量(常量和变量)之间的等式(或不等式)关系或其他数学模型。

4. 模型求解

模型求解可以采用解方程、绘图形、证明定理、逻辑运算、数值计算等各种方法。近年来, 计算机技术在物流模型求解中得到了大量的应用, 成绩斐然。

5. 模型分析、检验与应用

物流模型求解后进行数学分析是十分必要的。常见的分析包括误差分析和模型数据的稳定性或敏感性分析。数学分析的结果要赋予现实的经济含义, 并用实际的现象、数据与之比较, 检验模型的合理性或适用性。最后根据物流问题的性质、建模的目的决定该物流模型的适用范围。

以上流程是极具指导意义的, 其应用可以具有弹性, 切勿生搬硬套。也就是说, 不是每个建模问题都要一个不差地经过这五个步骤, 其顺序也不是一成不变的。一个具体建模问题要经过哪些步骤并没有一定的模式, 通常与实际问题的性质、建模的目的等有关。



1.2.3 物流建模的特点

除具有经济管理建模的一般特点, 物流建模还具有以下一些特点:

1. 答案的不确定性

物流建模不一定有唯一正确的答案。面对同一个实际问题, 不同的人出于不同的建模目的, 使用不同的建模方法在不同的时间环境中进行的分析假设尽管都是科学的, 但可能获得完全不同的结果。尽管物流建模的结果无所谓“对”与“错”, 但却有优与劣, 评价一个模型优劣的唯一标准是实践检验。

2. 方法的差异性

物流建模没有统一的方法。对于同一个问题, 每个人因其特长和偏好等方面的差别, 所采取的方法可以不同。建模的目的是解决实际问题, 简约而不简单是物流建模追求的一种境界。

3. 真实性与可行性间的平衡

尽管计算机技术的发展使得人们能够更真实地描述现实世界, 比如有些仿真软件可以通过实际的录像来读取数据, 但过于贴近现实的模型通常难以求解, 因而达不到通过建模解决实际问题的目的, 即从实用角度来说不可行。因此, 在建模时不必追求模型的完美无缺, 只要符合实际问题的基本要求, 解决主要矛盾即可。

4. 建模的渐进性

稍复杂的物流问题的建模通常不可能一次成功, 往往要反复几次建模过程, 包括由简到繁, 也包括由繁到简, 以期获得越来越满意的模型, 这也符合人们认识问题的规律性。

1.3 Excel 建模求解概述

1.3.1 Excel 建模求解的优势

物流建模的应用与计算机技术的发展密不可分,只有借助计算机高效、便捷的计算功能,物流建模求解在实践中才更为便捷精确。经过最近十几年计算机软硬件技术的飞速发展,Excel 软件已成为大众首选的决策分析工具软件。

与其他软件相比,Excel 具有卓越的自动填充与数据编辑查询功能,并可迅速建立数据清单;图形绘制功能非常强大,修饰加工后使图形更为美观;单元格数据与数据分析结果具有“即改即可见”的特点,改变其中一个单元格数据,与之相关的 Excel 公式或图表就会发生相应的改变。在它的帮助下,管理人员完全可以根据实际问题,在相应的理论基础上,自己动手建立模型并对这些模型进行各种深入的分析。特别是对于物流模型,Excel 建模、数据分析等方面的优势更是得到充分的体现和发挥。

第一,Excel 拥有强大的数据分析功能与良好的数据库接口。这使得操作者可以通过简单的操作从具有不同结构的数据库中获取所需要的数据,利用数据分析功能直接进行一些复杂的计算分析工作。

第二,Excel 拥有大量内建函数。操作者可以利用 Excel 提供的各种函数公式,通过确定参数的数值,按特定的程序或结构自动执行复杂的计算,大大简化了计算模型建立的过程,并有助于提高模型的准确性,特别是 Excel 的数据分析、规划求解、统计函数等对于物流管理的相关模型建立有很大的帮助。

第三,Excel 具有良好的图形显示能力。决策者将这种功能与其他功能相结合,就可以在决策模型的基础上经过简单的操作制作高质量的动态图形,将抽象的决策模型与直观生动的图形完美结合,从而以最有效的方法分析各种必要的决策。

第四,Excel 具有灵活的扩展能力。Excel 既可以通过录制或编辑创建“宏”来完成自定义函数或复杂过程,也可以运用 VBA 进行独立开发编程。目前有很多类似的软件是基于 Excel 平台开发的,如水晶易表、Risk Management,这极大地方便了用户从通用平台向专业平台拓展。

第五,Excel 使用更为便捷。Excel 是业界的主流软件,其用户遍布世界。Excel 界面友好,操作人机交互,“所见即所得”,便于非专业人员学习掌握。

1.3.2 Excel 建模求解流程

Excel 建模一般包括四个环节:筹划模型、构建模型、测试模型以及分析模型。在计划模型中首先明确需要实现的目标,接下来进行手工计算来确定数学方法,然后就可以草拟电子表格。构建模型最好是循序渐进,从一个小规模、易管理的模型开始,然后把这一模型扩展完整。上述环节进行的同时还要进行测试,以保证所有的数据关系都是正确无误的。完成这些工作后,就可以进行模型的分析,评价建议的结果。具体如图 1—2 所示。

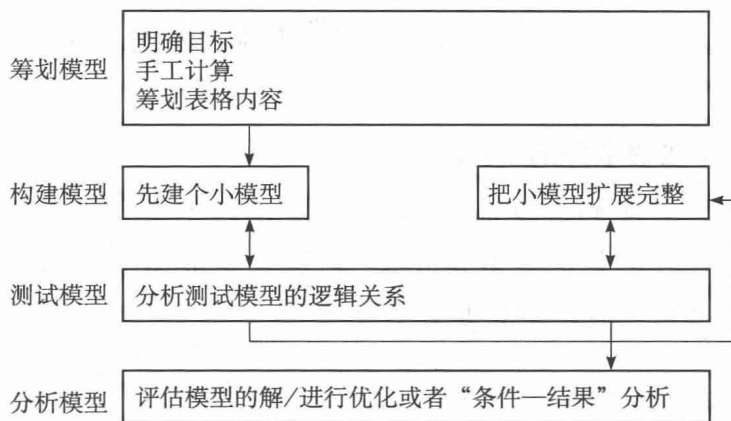


图 1—2 Excel 建模的一般流程

资料来源：[美] 希利尔等：《数据、模型与决策：运用电子表格建模与案例研究》（第 2 版），67 页，北京，中国财政经济出版社，2004。

1. 筹划模型

Excel 建模是以数学建模为依托的，但又不同于数学建模。Excel 建模一开始就需要仔细的筹划安排，才能获得一个精美的表单。任何物流模型都需要把大量不同的要素呈现在电子表格中，这些要素包括数据（输入）单元格、可变单元格、模拟单元格以及输出单元格等。建模面临的第一个问题就是需要明确答案的表现形式，这包括需要哪些和多少可变单元格。明确这些以后，还需要为必要的单元格匹配公式。本环节主要依托于数学模型，可能还需要必要的手工计算测试以便理清各个单元格的公式形式以及进行模型检验。电子表格的内容安排是筹划模型的最后一个环节，也是关键的一步。建模者通常可以在纸上画出各个要素的草图，规划好数据单元格、可变单元格、模拟单元格以及输出单元格等的位置。尽管这种安排通常是由简入繁的，但也遵循一个基本的逻辑：从左上角的数据开始，通过计算到达右下角的目标单元格。这样的结构安排能够使模型更清晰明了，有助于对模型的理解、修改和分析。

2. 构建模型

构建模型就是把筹划好的模型通过电子表格表现出来。如果模型比较复杂，可以从一个小规模的模型开始，然后再扩展到整个模型。对于带有时间维度的模型，这样做更为重要，比如模拟一年 365 天的库存变化，就可以从最初的一天或者两天开始建立模型，然后再推广到 365 天的。

当一个模型涉及的变量比较多，且各环节有清晰的界限和联系的时候，可以按照变量或者环节逐步进行，并且确保每一步都是正确的。

对于电子表格而言，扩展模型有时候很便捷。Excel 的填充命令可以方便快捷地把小规模表格中的单元格公式复制到模型的其余部分。不过使用这一功能时一定要注意区分相对引用和绝对引用，以避免无谓的错误。

3. 测试模型

除了最后一个环节,前面的各个环节都需要进行测试以保证模型的正确性。在筹划模型的时候,测试可以帮助我们观察数学模型的准确性,以避免出现方法上的错误。在构建小规模模型时,测试有助于建模者发现逻辑推理上的错误,并尽早修正模型的纰漏。在把小规模模型扩展到整个模型的时候,测试可以避免操作上的错误,并检查各部分间的联系是否正确。总之,测试是十分必要的,它可以把很多问题消灭于萌芽之中,并从根本上减少建模的工作量。

测试电子表格的模型时,通常是在可变单元格内输入一些数值,然后看电子表格给出的结果是否与所知道的输入单元格数值一致。常用的测试数值是 0 和 1,这样可以方便地看出公式的逻辑关系。Excel 提供的“公式审核”是检查输出单元格的有效工具,它可以方便进行前向和反向的追踪,观察单元格间的联系。

4. 分析模型

Excel 建模之后,用一系列内置的数学和统计工具对模型进行更精细的研究也是很容易的,比如“条件—结果”(what-if)分析,这种分析对于检验已建模型的含义及可靠性是很有价值的。

1.3.3 Excel 建模求解的基本原则

1. 清晰的组织数据

所有的电子表格模型都是由表格的数据来驱动的,整个模型是围绕数据建立起来的。因此要仔细编排和输入数据,使模型结构和数据结构尽可能紧密结合。

输入数据时要尽可能把相关的数据组合在一起,并在表格中给出相应的标注,这样有利于对表格的展示和理解。每个数据输入在一个唯一的单元格内。如果一个数据需要在多个公式中使用,那么都指向最初的单元格即可,不需要在其他地方重复输入。这样在该数值变化时,只需要改动一个单元格,避免了重复的劳动。尤为重要的是,要保持数据的相同指向,这不仅可以避免混乱,还有利于运用 Excel 的函数进行求解。

2. 数据与公式分离

电子表格的公式输入时要避免直接输入数据,把需要的数据输入数据单元格中,然后在公式中带入所需要的数据单元格。这样做有两大好处:一方面模型容易理解,所有数据可以在表格中呈现出来,便于标识和认知;另一方面模型也容易修改,修改公式的参数时只需要修改相应的数据单元格即可,不需要搜索表格寻找数据公式。此外,这种组织也便于进行“条件—结果”分析。

3. 区分单元格类型

把数据单元格、可变单元格、模拟单元格以及输出单元格等有效区分开来能够使模型

更清晰,形式更美观。通常可以针对不同的类型单元格使用不同的边框、颜色以及阴影。虽然没有明确地规定使用哪种形式,但重要的是选择了一种方案就要在模型中保持这种方案的一致性,这样有利于迅速识别单元格类型。

4. 尽量使表格简明

电子表格的计算公式尽量简洁,必要时可以把复杂公式拆分成几部分。能够使用线性函数的优先考虑线性函数,能够使用简单函数的就不要使用高级函数。恰当地运用“区域名称”功能,可以使公式的表达简单直观,更容易理解。

1.4 物流系统常用数学方法与模型



1.4.1 物流系统常用数学方法

1. 运筹学

运筹学是对系统进行统筹规划,寻求最优方案的数学方法。其具体理论与方法包括线性规划、动态规划、整数规划、排队规划和库存论等。这些理论和方法都是为了解决物流系统中物流设施选址、物流作业的资源配置、货物配载、物料储存的时间与数量等问题。

2. 网络计划技术

网络计划技术是指运用网络来统筹安排、合理规划系统的各个环节。它用网络图来描述活动流程的线路,把事件作为节点,在保证关键线路的前提下安排其他活动,调整相互关系,以保证按期完成整个计划。该项技术可用于物流作业的合理安排。

3. 智能优化技术^①

智能优化是人们受自然界或生物界规律的启发,根据自然界或生物界的原理,模仿其规律而设计的求解问题的技术方法。近年来,通过模拟自然生态系统机制以求解复杂优化问题的仿生智能优化方法很多,如模拟退火算法、遗传算法、人工神经网络技术等。

(1) 模拟退火算法。模拟退火算法来源于固体退火原理,将固体加温至充分高,再让其徐徐冷却,加温时,固体内部粒子随升温变为无序状,内能增大,而徐徐冷却时粒子渐趋有序,在每个温度都达到平衡态,最后在常温时达到基态,内能减为最小。根据 Metropolis 准则,粒子在温度 T 时趋于平衡的概率为 $e^{-\Delta E/(kT)}$,其中, E 为温度 T 时的内能, ΔE 为其改变量, k 为 Boltzmann 常数。用固体退火模拟组合优化问题,将内能 E 模拟为目标函数值 f ,温度 T 演化成控制参数 t ,即得到解组合优化问题的模拟退火算法:由初始解 i 和控制参数初值 t 开始,对当前解重复“产生新解→计算目标函数差→接受或舍弃”的迭代,并逐步衰减 t 值,算法终止时的当前解即为所得近似最优解,这是基于蒙特卡罗

^① 参见蒋腾旭:《智能优化算法概述》,载《电脑知识与技术》(学术交流),2007(8)。