

21

世纪高等院校经济管理实验实践教材
Shiji Gaodeng Yuanxiao Jingji Guanli Shixian Shijian Jiaocai

Yunchouxue Shiyān Jiāochéng

运筹学实验教程

——典型的建模、计算方法及软件使用

Dianxing de Jianmo Jisuan Fangfa ji Ruanjian Shiyong

● 李牧南 编著



华南理工大学出版社

21

世纪高等院校经济管理实验实践教材
Shiji Gaodeng Yuanxiao Jingji Guanli Shiyan Shijian Jiaocai

Yunchouxue Shiyān Jiaocheng

运筹学实验教程

——典型的建模、计算方法及软件使用

Dianxing de Jianmo Jisuan Fangfa ji Ruanjian Shiyong

● 李牧南 编著



华南理工大学出版社

· 广州 ·

内 容 简 介

本书把目前运筹学领域最典型的工具软件 Lindo、Lingo、WinQSB、MatLab 等全面引入实验实践教学,进行了一系列运筹学问题的建模与计算实验。本教材的实验内容覆盖了线性规划、整数规划、非线性规划、目标规划、动态规划和网络规划等。通过在实验内容中引入不同计算工具之间的计算对比分析,加深对运筹学问题建模和求解过程,以及计算方法的感知和理解,从而掌握基本的运筹学计算方法、理论和工具。全书共分为 11 个系列实验,其中包含 25 个子实验和 2 个课程设计。每个实验和课程设计都包括背景知识、实验目的、准备工作、实验内容与步骤和实验总结,以帮助本教材的使用者逐步掌握运筹学通用的建模方法和计算工具。本教材既可以作为普通高等院校本科生、研究生运筹学课程的辅助教材,也可以作为独立的实验课程教材以及运筹学工具软件使用的参考手册。

图书在版编目 (CIP) 数据

运筹学实验教程:典型的建模、计算方法及软件使用/李牧南编著. —广州:华南理工大学出版社, 2008. 6

(21 世纪高等院校经济管理实验实践教材)

ISBN 978-7-5623-2932-9

I. 运… II. 李… III. 运筹学 - 高等学校 - 教材 IV. 022

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 077886 号

总 发 行: 华南理工大学出版社 (广州五山华南理工大学 17 号楼, 邮编 510640)

营销部电话: 020-87113487 87110964 87111048 (传真)

E-mail: z2cb@scut.edu.cn http://www.scutpress.com.cn

责任编辑: 庄 严

印 刷 者: 广州市穗彩彩印厂

开 本: 787mm×960mm 1/16 印张: 8.75 字数: 171 千

版 次: 2008 年 6 月第 1 版 2008 年 6 月第 1 次印刷

印 数: 1~2 000 册

定 价: 17.00 元

版权所有 盗版必究

序 言

华南理工大学工商管理学院为了提高教学质量和培养学生的创造能力，成立了经济管理类实验中心，开出了一系列创新性实验课程，并且编写了实验课教材，这是一个很有开创性的尝试。

实验中心从培养经济管理类学生的动手能力、沟通能力、研究能力和创造性思维出发，率先提出从传统经管课程中“固化”出实验实践课程的思路，这是一种对传统教学模式的突破。

在自然科学、工程、农业和医药等领域，实验是经常需要进行的活动，相应学科的教学中都设有实验课程。但是在像经济、管理、社会等领域，由于涉及人的主观因素和复杂的社会条件，不可控因素过多，再加上规模和成本、安全和道德等原因，无法进行像自然科学和工农医等领域中的实验。但是随着信息学科与系统学科的发展，仿真技术不但进入了理工农医学科，也进入了经济、管理等学科，可以认为是一种广义的实验。

近年来，一种和理论研究、实验研究并列的所谓“计算实验（Computational Experiment）”方法开始出现，作为一种基本研究方法，不仅可用于验证、测试、参数和条件的选择，而且在探索、发现新的现象和新的规律方面有着独特的作用。相信它在经济管理各方面，特别是探索一些复杂而不确定的现象和问题时，会逐渐发挥极其重要的作用。

工商管理学院组织了一批实验课教材，其中既有技术性较强的，也有和经营管理联系密切的；既有和建模、定量分析有关的，也有和人际沟通有关的。千里之行，始于足下，现在有了一个良好的开端，今后随着教学改革的深入和发展，必将出现新的实验课程和实验内容。

中国是一个封建时期延续长久的国家，由于现代工业和科学发展较晚，传统的知识分子有一种轻视实践、轻视实验的倾向。在校学生也有不重视实验课的现象。但是随着客观形势的发展和人们对管理学科的全面认

识，实验实践必将日益得到更多的关注。希望这套丛书日后无论在品种还是质量上，都得到更大的发展和进步。

爰特为序。

王众托

2008年6月

目 录

实验 1 运筹学实验工具与环境	(1)
1.1 运筹学实验的目标	(1)
1.1.1 背景知识	(1)
1.1.2 实验目的	(1)
1.1.3 准备工作	(1)
1.1.4 实验内容与步骤	(1)
1.1.5 小结	(2)
1.2 实验用到的软件工具概述	(3)
1.2.1 背景知识	(3)
1.2.2 实验目的	(3)
1.2.3 工具及准备工作	(3)
1.2.4 实验内容与步骤	(4)
1.2.5 小结	(5)
实验 2 Lindo/Lingo 的使用和操作	(6)
2.1 Lindo 的基本操作	(6)
2.1.1 背景知识	(6)
2.1.2 实验目的	(8)
2.1.3 工具及准备工作	(8)
2.1.4 实验内容与步骤	(9)
2.1.5 小结	(12)
2.2 Lingo 的基本操作	(12)
2.2.1 背景知识	(12)
2.2.2 实验目的	(13)
2.2.3 工具及准备工作	(13)
2.2.4 实验内容与步骤	(13)
2.2.5 小结	(17)
2.3 Lindo 和 Lingo 的区别	(18)
2.3.1 背景知识	(18)

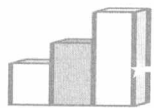
2.3.2 实验目的	(18)
2.3.3 工具及准备工作	(18)
2.3.4 实验内容与步骤	(18)
2.3.5 小结	(19)
实验3 WinQSB 的使用和操作	(20)
3.1 WinQSB 的基本功能	(20)
3.1.1 背景知识	(20)
3.1.2 实验目的	(20)
3.1.3 工具及准备工作	(20)
3.1.4 实验内容与步骤	(21)
3.1.5 小结	(23)
实验4 MatLab 的使用和操作	(24)
4.1 MatLab 的基本功能	(24)
4.1.1 背景知识	(24)
4.1.2 实验目的	(25)
4.1.3 工具及准备工作	(25)
4.1.4 实验内容与步骤	(25)
4.1.5 小结	(27)
实验5 线性规划实验	(28)
5.1 使用 Lingo 求解线性规划问题	(28)
5.1.1 背景知识	(28)
5.1.2 实验目的	(28)
5.1.3 工具及准备工作	(28)
5.1.4 实验内容与步骤	(28)
5.1.5 小结	(30)
5.2 使用 Lingo 求解线性规划问题	(30)
5.2.1 背景知识	(30)
5.2.2 实验目的	(31)
5.2.3 工具及准备工作	(31)
5.2.4 实验内容与步骤	(31)
5.2.5 小结	(32)
5.3 使用 WinQSB 求解线性规划问题	(33)

5.3.1	背景知识	(33)
5.3.2	实验目的	(33)
5.3.3	工具及准备工作	(33)
5.3.4	实验内容与步骤	(33)
5.3.5	小结	(38)
5.4	使用 MatLab 求解线性规划问题	(39)
5.4.1	背景知识	(39)
5.4.2	实验目的	(39)
5.4.3	工具及准备工作	(39)
5.4.4	实验内容与步骤	(40)
5.4.5	小结	(42)
实验 6	整数规划实验	(44)
6.1	使用 Lindo 求解整数规划问题	(44)
6.1.1	背景知识	(44)
6.1.2	实验目的	(44)
6.1.3	工具及准备工作	(44)
6.1.4	实验内容与步骤	(44)
6.1.5	小结	(46)
6.2	使用 Lingo 求解整数规划问题	(47)
6.2.1	背景知识	(47)
6.2.2	实验目的	(47)
6.2.3	工具及准备工作	(47)
6.2.4	实验内容与步骤	(47)
6.2.5	小结	(49)
6.3	使用 WinQSB 求解整数规划问题	(50)
6.3.1	背景知识	(50)
6.3.2	实验目的	(50)
6.3.3	工具及准备工作	(50)
6.3.4	实验内容与步骤	(50)
6.3.5	小结	(53)
6.4	使用 MatLab 求解整数规划问题	(53)
6.4.1	背景知识	(53)

6.4.2	实验目的	(54)
6.4.3	工具及准备工作	(54)
6.4.4	实验内容与步骤	(54)
6.4.5	小结	(58)
实验7 目标规划实验		(59)
7.1	使用 Lindo/Lingo 求解目标规划问题	(59)
7.1.1	背景知识	(59)
7.1.2	实验目的	(63)
7.1.3	工具及准备工作	(63)
7.1.4	实验内容与步骤	(64)
7.1.5	小结	(64)
7.2	使用 WinQSB 求解目标规划问题	(65)
7.2.1	背景知识	(65)
7.2.2	实验目的	(65)
7.2.3	工具及准备工作	(66)
7.2.4	实验内容与步骤	(66)
7.2.5	小结	(68)
实验8 非线性规划实验		(69)
8.1	使用 Lingo 求解非线性规划问题	(69)
8.1.1	背景知识	(69)
8.1.2	实验目的	(71)
8.1.3	工具及准备工作	(71)
8.1.4	实验内容与步骤	(71)
8.1.5	小结	(74)
8.2	使用 WinQSB 求解非线性规划问题	(75)
8.2.1	背景知识	(75)
8.2.2	实验目的	(76)
8.2.3	工具及准备工作	(76)
8.2.4	实验内容与步骤	(76)
8.2.5	小结	(78)
8.3	使用 MatLab 求解非线性规划问题	(79)
8.3.1	背景知识	(79)

8.3.2 实验目的	(85)
8.3.3 工具及准备工作	(85)
8.3.4 实验内容与步骤	(85)
8.3.5 小结	(88)
实验9 动态规划实验	(89)
9.1 使用 Lingo 求解动态规划问题	(89)
9.1.1 背景知识	(89)
9.1.2 实验目的	(90)
9.1.3 工具及准备工作	(90)
9.1.4 实验内容与步骤	(90)
9.1.5 小结	(95)
9.2 使用 WinQSB 求解动态规划问题	(95)
9.2.1 背景知识	(95)
9.2.2 实验目的	(97)
9.2.3 工具及准备工作	(97)
9.2.4 实验内容与步骤	(97)
9.2.5 小结	(100)
实验10 网络规划实验	(101)
10.1 使用 Lingo 求解网络规划问题	(101)
10.1.1 背景知识	(101)
10.1.2 实验目的	(101)
10.1.3 工具及准备工作	(102)
10.1.4 实验内容与步骤	(102)
10.1.5 小结	(106)
10.2 使用 WinQSB 求解网络规划问题	(106)
10.2.1 背景知识	(106)
10.2.2 实验目的	(108)
10.2.3 工具及准备工作	(108)
10.2.4 实验内容与步骤	(108)
10.2.5 小结	(111)
实验11 综合实验	(112)
11.1 综合实验1	(112)

11.1.1	背景知识	(112)
11.1.2	实验目的	(112)
11.1.3	工具及准备工作	(112)
11.1.4	实验内容与步骤	(112)
11.1.5	小结	(114)
11.2	课程设计 1	(114)
11.2.1	背景知识	(114)
11.2.2	实验目的	(115)
11.2.3	工具及准备工作	(115)
11.2.4	实验内容与步骤	(115)
11.2.5	小结	(116)
11.3	课程设计 2	(116)
11.3.1	背景知识	(116)
11.3.2	实验目的	(116)
11.3.3	工具及准备工作	(117)
11.3.4	实验内容与步骤	(117)
11.3.5	小结	(118)
运筹学实验总结		(119)
12.1	实验的基本内容	(119)
12.2	实验的基本评价	(121)
12.3	运筹学实验总结	(121)
12.4	运筹学实验总结评价 (教师填写)	(122)
实验成绩记录		(123)
参考文献		(127)



实验 1

运筹学实验工具与环境

1.1 运筹学实验的目标

(实验课程估计时间: 45 分钟)

1.1.1 背景知识

运筹学是“二战”结束以后逐步发展起来的一门新兴学科,美国称之为 Operational Research,简称 OR。由于生产技术的飞速发展和生产社会化程度的日益提高,如何对大型生产过程进行有效地组织和管理,已经超出了单个人的能力范围。另外,自 20 世纪 50 年代以来,电子计算机技术得到了极大的发展,因此,运筹学也获得了更为广泛的应用空间,从而让运筹学真正成为国民经济管理的有效工具。

从整个运筹学处理问题的过程来看,典型的运筹学应用过程一般可以分为阐述问题、建立模型、求解、检验、修改和实施六个环节。同时,运筹学又是一门实践性很强、应用性很广的学科。因此,如何通过实验强化对运筹学基本理论的理解就显得非常重要。

1.1.2 实验目的

- (1) 真正理解运筹学的基本概念,了解常用的运筹学工具。
- (2) 通过互联网搜索相关的运筹学案例,比如,运筹学如何在“二战”战场上发挥作用等。

1.1.3 准备工作

在开始实验前,需要回顾理论教材中有关运筹学背景知识的介绍。

1.1.4 实验内容与步骤

- (1) 查阅相关资料,给运筹学下一个定义:

定义的来源：_____

(2) 查阅相关资料，列出运筹学发展的代表性阶段：

资料来源：_____

(3) 查询相关资料，列出 3 ~ 5 个运筹学应用的经典案例：

(4) 查阅互联网及相关资料，列出 2 ~ 3 个有关运筹工作环节（过程）的描述：

1.1.5 小结

【实验总结】

【实验评价】（教师填写）

1.2 实验用到的软件工具概述

（估计实验时间：90 分钟）

1.2.1 背景知识

运筹学的目标是为了提高大规模社会化生产的管理和组织能力以及资源配置能力，优化资源组合、改善生产条件，从而寻找最优或者最满意的问题解决方式。

1.2.2 实验目的

- (1) 熟悉常用的运筹学计算工具。
- (2) 通过互联网搜索，了解运筹学计算领域的常见工具。

1.2.3 工具及准备工作

- (1) 在开始实验前，需要回顾理论教材中有关教科书的相关内容。
- (2) 需要准备一台可以访问互联网的计算机。

1.2.4 实验内容与步骤

(1) Lindo

Lindo 是一种专门用于求解数学规划问题的软件包。由于 Lindo 执行速度很快、易于方便输入、求解和分析数学规划问题，因此在数学、科研和工业界得到广泛应用。Lindo 主要用于解线性规划、整数规划和目标规划等问题，也可以用于一些非线性和线性方程组的求解以及代数方程求根等。

Lindo 中包含了一种建模语言和许多常用的数学函数（包括大量概论函数），可供使用者建立规划问题时调用。一般用 Lindo（Linear Interactive and Discrete Optimizer）解决线性规划（LP—Linear Programming）和整数规划（IP—Integer Programming）问题。其中 Lindo 6.1 学生版至多可求解多达 300 个变量和 150 个约束的规划问题。

请通过网络搜索，了解和体会 Lindo 的应用情况和特点：

(2) WinQSB

WinQSB 是一个多元化的计算工具，其中不仅包括线性规划和非线性规划的求解模块，还包括决策分析、预测等常用工具软件，是一款功能更加强大的计算软件。

通过互联网搜索，了解和体会 WinQSB 的功能和用途，以及主要计算模块：

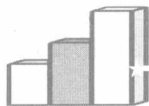
(3) MatLab 是一款强大和通用的科学计算软件。查询相关资料，列出 MatLab 的功能特点：

(4) 查阅互联网及相关资料, 列出 2 ~ 3 个有关运筹工作环节 (过程) 的描述:

1.2.5 小结

【实验总结】

【实验评价】 (教师填写)



实验 2

Lindo/Lingo的使用和操作

2.1 Lindo 的基本操作

(实验课程估计时间: 90 分钟)

2.1.1 背景知识

美国 Chicago 大学的 Linus Schrage 教授于 1980 年前后开发了用于解决优化问题的工具软件——Lindo, 后来成立 Lindo 系统公司 (Lindo Systems Inc.), 网址为 <http://www.Lindo.com>。经过一系列的发展完善, 最终形成了 Lingo 系列软件, 其较成熟的是 4.0 后的版本, 经历了从 4.0 到 8.0 中间几次技术性飞跃, 到如今的 9.0 版本已经形成一套完整的解决规划问题的建模体系。对于线性规划 (LP)、二次规划 (QP)、非线性规划 (NLP) 问题, 内建了成熟的算法, 可以给用户一个圆满解决问题的方案。与此同时, Lindo 在接口技术上也不断改进, 现在已经可以与 Excel、SQL、Visual C++、Visual Basic、Dephi 等轻松建立数据链接。由于是第四代语言开发, Lingo 软件以其易用性、稳定性, 赢得了国际上许多著名公司的青睐。

1. Lindo 的功能与特色

Lindo (Linear, Interactive, and Discrete Optimizer) 是一个解决线性和整数规划问题方便且强大的工具。这些问题主要出现在商业、工业、研究和政府等领域。已被证实 Lindo 能在其中发挥巨大作用的具体事务包括: 产品分销、成分混合、生产与个人事务安排、存货管理等, 在这里不一一列举, 但可以肯定的是, Lindo 可以大展拳脚的领域是多不胜数的。Lindo 的主要设计原则是, 如果一个用户只是想解决一个简单的问题, 就不应该在学习 Lindo 的基本特性上花费太多的准备成本。

2. Lindo 的安装

Lindo6.0 版本安装已经非常方便, 直接运行 Lindo6.exe 安装文件, 即出现安装提示界面, 根据安装提示, 选择安装的目录即可。

3. Lindo 的文件类型

Lindo 支持的文件格式分为两类: 一类是模型 (Model) 文件; 另一类是求解 (Solution) 文件。模型文件和求解文件各自有三种基本类型。