



暨南大学经济管理实验中心实验教材

# 管理决策理论与实践

Theories and Practices of  
Decision Making for Management

责任编辑：曾鑫华 姚晓莉  
责任校对：杨柳婷  
装帧设计：山内

ISBN 978-7-5668



定价：25.00元

经济管理国家实验教学示范中心 共同资助  
经济管理省级实验教学示范中心



暨南大学经济管理实验中心实验教材

# 管理决策理论与实践

Theories and Practices of  
Decision Making for Management

左小德 梁云 编著



北京大学出版社  
PEKING UNIVERSITY PRESS

中国·北京



暨南大学出版社  
JINAN UNIVERSITY PRESS

中国·广州

## 图书在版编目 (CIP) 数据

管理决策理论与实践 / 左小德, 梁云编著. —广州: 暨南大学出版社, 2014. 9  
(暨南大学经济管理实验中心实验教材)

ISBN 978 - 7 - 5668 - 1132 - 5

I. ①管… II. ①左…②梁… III. ①管理决策—高等学校—教材 IV. ①C934

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 192226 号

出版发行: 暨南大学出版社

---

地 址: 中国广州暨南大学

电 话: 总编室 (8620) 85221601

营销部 (8620) 85225284 85228291 85228292 (邮购)

传 真: (8620) 85221583 (办公室) 85223774 (营销部)

邮 编: 510630

网 址: <http://www.jnupress.com> <http://press.jnu.edu.cn>

---

排 版: 广州市天河星辰文化发展部照排中心

印 刷: 广东广州日报传媒股份有限公司印务分公司

---

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 11.25

字 数: 274 千

版 次: 2014 年 9 月第 1 版

印 次: 2014 年 9 月第 1 次

---

定 价: 25.00 元

---

(暨大版图书如有印装质量问题, 请与出版社总编室联系调换)

# “暨南大学经济管理实验中心实验教材”

## 丛书编委会

编委会主任委员：胡 军

编委会副主任委员：宋献中

编委会委员(按姓氏笔画排序)：

王斌会 王慧芬 左小德 叶文晖 刘少波 汤胤

孙 彧 李广明 范 纯 郑少智 胡鑫明 侯雅文

黄微平 章 牧 梁 云 谢贤芬 谭 跃

项目负责人：谭 跃

项目策划人：王斌会

## 总序

百年沧桑，弦歌不辍；巍巍暨南，展焕新颜。暨南大学自1906年创办以来，始终秉承“宏教泽而系侨情”的办学宗旨，注重以中华民族优秀的传统道德文化培养造就人才。“始有暨南，便有商科”，最初设立的商科便因兼具理论与实用的“暨南特色”而享誉海内外。经过一百多年的发展，商科已分化出经济管理学科中的许多门类，各门类分工明确而细化，又交叉融合，近年来屡屡在学科发展上有突破和创新，尤为可喜的是暨南大学经济管理实验教学中心于2012年荣获国家级实验教学示范中心项目。这是我校继2008年获批媒体实验教学中心之后，再次获得国家级实验教学示范中心项目，是教育部“质量工程”重要建设项目之一，也是质量工程中含金量较高、获批难度较大的一个项目。这些项目是高等学校实验教学研究和改革的基地，引领着全国高等学校实验教学改革的方向。

暨南大学经济管理实验教学示范中心（以下简称“中心”）依托产业经济学和金融学2个国家级重点学科，3个一级学科博士学位点，拥有一支以珠江学者、教学名师和知名专家带头人组成的优秀教学团队，其中“会计学教学团队”被评为国家级教学团队。中心包括金融模拟、会计模拟、ERP实验、电子商务模拟、行为分析、经济统计与分析、财税管理与分析、酒店管理等18个实验室。中心师资力量雄厚，副高级以上教师占总人数的75%，承担全校22个本科专业以及研究生、博士生相关课程的实验、实训、实习等教学任务。

中心继承和发扬暨南大学经济管理教育重视实际操作、强化能力培养的优良传统，紧贴经管发展的现实需求，全面开展“虚拟仿真实验+校企合作实践”模式的实践教学形式改革，注重能力培养与社会需求相结合的教学内容改革。实验是教学不可或缺的一个重要组成部分，作为理论教学的基础和延伸，中心始终坚持“强化基础、重视实践、个性培养与创新能力紧密结合”的实验教学理念，逐步构建理论教学、实验教学、课外实践等多维互动、整体提升的创新实验教学体系，以培养未来华商领袖为己任，着力培养具有创新能力的复合型经管专业人才，为建设成为“具有浓厚华人华侨特色，享誉海内外的‘高端、优质、创新’复合型经济管理人才培养基地”而努力。在中心全体教职工的共同努力下，中心工作取得了显著成效，比如，开设的“财务学原理”、“基础会计学”被评为国家级精品课程，工商管理类和经济类专业被评为国家级特色专业，中心申报的教学成果项目于2010年获广东省教学成果奖一等奖等。

随着经济和科学技术的进步，尤其是计算机技术的飞速发展，数据、模型与实验对于当代科学乃至整个社会的影响和推动作用日益显著。“暨南大学经济管理实验中心实验教材”作为国家和广东省教学示范中心的资助教材，根据经济管理类专业、学科特点，实验教材中的数据、模型和例子全部选自经济、管理等方面的内容，形成了一个能反映经济管理类院校特色的“经济管理实验”系列教材。这一特色的形成，不仅对国内经济管理实验是一个突破与创新，而且对培养经济管理类院校的应用型、创新型、复合型人

才,有着积极意义。

本系列教材在总结过去教材建设经验的基础上,结合应用型本科教育的特点,借鉴国内外的经验做法,在经济管理各专业的课程体系、课程内容,教学方法、教材编写等方面进行进一步探索和创新。

本系列教材具有五个方面的特点:第一,创新性。从培养学生的兴趣入手,以掌握方法论和创造性思维为主线,以知识、概念和理论为基石,进行总体设计,思路新颖,写作体例风格独特。第二,前瞻性。搜集了最新的数据资料和理论研究成果,使教材内容着力体现超前性、前沿性、动态性。第三,实践性。体现了实验型本科教学的专业特点,以提高学生竞争力、综合素质和社会适应能力为最终目标。第四,系统性。基础知识、学科理论和课程体系融为一体,注重基础理论与实际应用的结合。第五,可读性。突出“以学生为中心”的思想,强调学以致用,所用语言浅显易懂,并附有一定的案例分析。

“暨南大学经济管理实验中心实验教材”的建设,改变了传统课程那种仅仅依赖“一支笔,一张纸”,由教师单向传输知识的模式。它提高了学生在教学过程中的参与程度,学生的主观能动性在实验中能得到相当充分的发挥。好的实验会引起学生学习科学知识和方法的强烈兴趣,并激发他们自己去解决相关实际问题的欲望,有助于促进学生独立思考和创新意识的培养。

教材建设是课程体系和教学内容改革的核心,是进一步加强学生教学工作,深化教学改革,提高学生教育教学质量的重要措施。暨南大学经济管理实验教学中心精心组织教材编写,通过专家组评审,分批立项,每批近十种,覆盖金融模拟、会计模拟、ERP实验、电子商务模拟、行为分析、经济统计与分析、财税管理与分析、酒店管理等实验课程。这些教材符合教育改革发展趋势,反映了经济管理学科建设的新理论、新技术、新方法、新实践,在国内同类教材中较为先进。我们期望通过几年的努力,打造出一系列特色鲜明的经济管理实验教材。

暨南大学校长、教授、博士生导师  
国家重点学科产业经济学带头人

2014年6月

# 第一模块 线性规划

## 目 录

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 总 序 .....                  | 1   |
| 第一模块 线性规划 .....            | 1   |
| 第二模块 多目标规划 .....           | 19  |
| 第三模块 图论与网络分析 .....         | 32  |
| 第四模块 网络计划 CPM 和 PERT ..... | 43  |
| 第五模块 盈亏平衡分析 .....          | 60  |
| 第六模块 库存论 .....             | 79  |
| 第七模块 时间序列分析 .....          | 96  |
| 第八模块 回归分析 .....            | 117 |
| 第九模块 描述性统计 .....           | 134 |
| 第十模块 啤酒游戏实验 .....          | 159 |
| 参考文献 .....                 | 173 |
| 后 记 .....                  | 174 |

# 第一模块 线性规划

## 案例

### 布里斯烟草公司香烟生产分配方案

#### 引言

按照行业公会公布的数字，布里斯烟草公司的成本比主要竞争对手高 20%，这件事引起了公司董事长的注意。

公司专门生产带有异国情调的香烟。那些对大公司生产的标准香烟不满的人正转向这类商品。因而虽然目前其市场份额还比较小，但正在日渐扩大。公司成本高有一部分原因是生产规模有限造成的，但董事长仍然认为，如果想增加市场份额，降低成本是可行而且必要的措施。于是，董事长请工业工程部的负责人大卫解决成本管理问题。大卫马上指派他手下的首席分析员托尼同他一起去做这件事。

#### 费用分析

他们第一步是详细分析香烟生产的费用，在这些费用中原材料消耗的费用与同行业其他公司的相当，而且看起来也没有多大的压缩空间。最有可能降低成本的似乎是在生产和运输方面，而分析的结果也表明确实如此。譬如，专门生产薄荷香烟的工厂也同时生产许多其他品种的香烟，这样的混合生产效率不高，显然是轻率决策的结果。在此认识下，他们起草了一份呈交董事长批准的行动计划。

#### 行动计划

两人都认为，必须把不同品种的香烟的生产派给相宜的工厂，这样才能保证制造的效率。他们做的初步调查还表明如果有可能获得必要的信息，可以建立生产分配模型。模型只需在制订年度计划时使用，收集数据的时间相当充裕，用线性规划建立产量分配模型成为可能。因此他们就着手用线性规划制作模型。

布里斯公司下辖 5 家工厂，总共生产 130 多种香烟。现在要做的资源分配决策是决定各个工厂分别生产哪几种香烟及其数量。

资源分配工作的目标是使扣除成本后的销售收入最大化。模型所受的约束则是工厂的生产能力、市场对各种产品的需求，以及关于烟草的限额等。

董事长委托生产部副经理鲍勃来检查这个刚拟定出大纲、正在构模的项目。鲍勃是个 40 出头的精明挑剔的管理者，他在一所著名学府取得了管理学硕士学位，后来在布里斯公司飞黄腾达。在读硕士时鲍勃就知道了线性规划，而令大卫和托尼感到麻烦的是，经营学知识已使鲍勃先入为主地认为线性规划难以应用于实际问题。他在学习求解线性规划时线性规划是一板一眼的迭代步骤，而且他还认为线性规划是严格的数值计算，无法兼顾定性因素。



鲍勃带着怀疑耐心地听取了介绍，然后发问：“模型里有多少个变量？”

“1 000 个变量和 300 来个约束。”大卫在回答时带着对模型规模自豪，却没有想到鲍勃的反应大为不妙。

“你说什么！天呀，这可够你们算一辈子的了！”

“不，先生，”托尼说道，“新的计算机系统效率很高，要不了多长时间就可以算出结果来。”

鲍勃没有被说服，他又问起数据：“你们想过收集数据要多长时间吗？”

“我们可以编一个生成数据库的程序。”托尼说。

“我是问多长时间？”鲍勃盯住不放。

“我们跟数据处理部门联系过，他们说我们可在半年内取齐数据。”

“什么！”鲍勃叫起来，“董事长必须在下个月的董事会会议前做出决策，你们知道吗？”

这可真的是进退两难了，大卫踌躇了好几分钟。突然，他眼睛一亮，挂在鲍勃办公室墙上的一张意大利风景画让他有了一个主意。在运筹学文献里不是提到过一个意大利人吗，他叫什么名字来着？对，帕累托！他讲过一条普遍规律，今天被称作“ABC 分类法”。

大卫没头没脑地问了一句：“占我们公司销售总数 80% 的产品有几种啊？”

“不多，”鲍勃回答他，“有 12 种产品的销售额之和占公司总销售额的 87%。”

“这样的话就有办法了，就只以这 12 种产品作为模型的研究对象。数据收集工作也可以用人力进行了。”

“做出模型要多长时间呢？”

“我想在三个星期内就可以给你一个结论了。”大卫说。

“那好，请记住，我们需要的是在短期内解决大问题，问题的重要性用不着多说。别搞那些只能供在象牙塔的货色。”

最后一句话听着不怎么舒服，大卫和托尼离开办公室时心情很复杂。这是一个难得的可以在重大决策上显身手的机会，但也是弄不好就会把饭碗砸掉的挑战。

### 分配模型的开发

经过鲍勃的督促，大卫和托尼开始将模型具体化，而且很快就完成了。因为有公司最高领导的关注，数据收集工作比一般情况下顺利得多。经过有限的调整，两位分析者尝试着让模型运行。模型的结果看来是合乎情理的，他们就要求向鲍勃汇报。

### 模型结果

向鲍勃汇报的方案如表 1-1 所示。

表 1-1 香烟生产分配方案

单位：箱

| 香烟类型 | B 城       | S 城 | R 城       | F 城 | P 城 |
|------|-----------|-----|-----------|-----|-----|
| 1-R  | 1 200 000 |     |           |     |     |
| 2-R  | 800 000   |     |           |     |     |
| 3-M  |           |     | 2 600 000 |     |     |

(续上表)

| 香烟类型     | B 城       | S 城       | R 城       | F 城       | P 城 |
|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----|
| 4 - M    |           | 1 100 000 | 1 900 000 |           |     |
| 5 - M    | 2 700 000 |           | 2 300 000 |           |     |
| 6 - FT   |           | 450 000   |           | 850 000   |     |
| 7 - FT   |           | 2 400 000 |           |           |     |
| 8 - FTM  |           | 1 800 000 |           |           |     |
| 9 - FTM  |           |           |           | 2 200 000 |     |
| 10 - XL  |           |           |           | 3 000 000 |     |
| 11 - XLM | 500 000   |           |           |           |     |
| 12 - XLM | 838 500   |           |           | 161 500   |     |

按照这一分配计划，费用约为 30 500 万美元，要比目前的实际费用少 2 100 万美元。大卫很受模型结果的鼓舞，满怀喜悦地与鲍勃会面。

但是鲍勃的反应却出人意料，“这个方案是荒唐的，大卫，你本该知道得再多一些的，你知道公司有多少烘炉用于香烟生产？如果 B 城的烘炉坏了，会有什么结果？你只能停止三种香烟的生产。烘炉一修就要六个月，计划中只有 B 城生产的三种烟就完全脱销了。”

大卫因为未能在模型里考虑烘炉条件而受到责难，但他很快就指出，只要增加一类约束条件就能解决这个难题：某几种香烟在任何工厂里生产的百分比不能超过某个固定值。鲍勃赞同大卫的这个主意，并把不能超过的百分数定为 60%。修正模型后得到的结果汇总如表 1-2 所示。

表 1-2 修正过的香烟生产分配方案

单位：箱

| 香烟类型     | B 城       | S 城       | R 城       | F 城       | P 城     |
|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|
| 1 - R    | 650 000   |           | 5 500 600 |           |         |
| 2 - R    | 400 000   | 300 000   |           |           | 100 000 |
| 3 - M    |           |           | 1 200 000 | 1 400 000 |         |
| 4 - M    |           | 1 100 000 | 1 800 000 |           | 100 000 |
| 5 - M    | 2 700 000 |           | 2 300 000 |           |         |
| 6 - FT   |           | 450 000   |           | 780 000   | 70 000  |
| 7 - FT   | 9 600 000 | 1 440 000 |           |           |         |
| 8 - FTM  | 5 200 000 | 1 228 000 |           |           |         |
| 9 - FTM  |           |           | 880 000   | 2 320 000 |         |
| 10 - XL  |           |           | 1 200 000 | 1 800 000 |         |
| 11 - XLM | 300 000   |           |           | 200 000   |         |
| 12 - XLM | 838 500   |           |           | 161 500   |         |

在正式提交报告之前，他们先把结果送给了鲍勃。鲍勃再次提出了一个问题：“你们让 P 城的工厂每月生产 270 000 箱香烟，但我们可不能只为了这么点产量就维持一个厂呀！”

大卫他们商量后决定把 P 城的工厂排除在模型之外，并把新的结论交给鲍勃。

“这个结论看起来好多了，可以节省多少钱？”

大卫有点遗憾地说：“与现在的情况比，我们省了 1 300 万美元，但与我们的第一个方案比则多花了 800 万美元。”

“我却要告诉你，在模型里为烘炉付 800 万美元保险费还是便宜的。我们去见董事长吧！”

### 结语

董事长看了报告很高兴，但报告中有一点令他不安。他曾经担任过公司在 P 城工厂的厂长，因此很清楚关闭工厂对城市有什么影响。在考虑了一段时间之后，他决定采纳报告中的建议，但他又要求将 P 城的工厂改建为地区性仓库，以减少因工厂停产而造成的失业人数。

大卫母校的运筹学组织有一条规定：学生（校友）利用运筹学知识使所服务的单位获利（节约）超过 1 000 万美元，可获得一枚镶有钻石的奖章。该大学派人核实了大卫领导的这次研究，并给大卫颁发了钻石奖章。

### 实验课前预习

1. 案例中利用的线性规划模型是什么样的？
2. 鲍勃所学的求解线性规划模型的迭代原理是什么？
3. 鲍勃为什么说大卫他们要算一辈子？线性规划模型的大小与什么因素有关？
4. 给大卫启示的那个意大利人提出了什么规律？
5. 鲍勃说的“别搞那些只能供在象牙塔的货色”指的是什么意思？
6. 大卫和托尼主要解决的问题是什么？
7. 大卫和托尼需要搜集哪些数据才能构建线性规划模型？

### 实验课上讲解

实际问题中建立数学模型一般有以下三个步骤：

- (1) 根据影响所要达到目的的因素找到决策变量。
- (2) 由决策变量和所要达到目的之间的函数关系确定目标函数。
- (3) 由决策变量所受的限制条件确定决策变量所要满足的约束条件。

所建立的数学模型具有以下特点：

- (1) 每个模型都有若干个决策变量  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ ，其中  $n$  为决策变量个数。决策变量的一组值表示一种方案，同时决策变量一般是非负的。
- (2) 目标函数是决策变量的线性函数，根据具体问题可以是最大化（max）或最小化（min），二者统称为最优化（opt）。
- (3) 约束条件也是决策变量的线性函数。

如果决策变量在目标函数与约束条件中只出现一次方的形式，即目标函数与约束条

件函数都是线性的, 则称该规划问题为线性规划问题。如果决策变量在目标函数或约束条件中只出现一次方以外(二次方、三角函数、指数等)的形式, 即目标函数或约束条件函数是非线性的, 则称该规划问题为非线性规划问题。

线性规划的一般形式:

$$\text{目标函数: } \max (\text{或 } \min) z = c_1x_1 + c_2x_2 + \cdots + c_nx_n$$

$$\text{约束条件 (s. t.): } a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \cdots + a_{1n}x_n \leq (= \text{或} \geq) b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \cdots + a_{2n}x_n \leq (= \text{或} \geq) b_2$$

$$\vdots$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \cdots + a_{mn}x_n \leq (= \text{或} \geq) b_m$$

$$\text{非负性约束: } x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \cdots, x_n \geq 0$$

线性规划问题是最简单的规划问题, 也是最常用的规划问题, 可以找到全局最优解。非线性规划问题形式多样、求解复杂, 需要很宽的数学知识和一些专业软件方可获得结果。如果用 Excel 或者专业运筹学软件求解, 时间和难度将大大降低。

## 实验课上操作

本教材的实验软件为 Microsoft Office 2007 版本的 Excel 软件。打开一个新的 Excel 工作表, 点击页面左上角的 Excel 图标, 在下拉菜单右下角点击“Excel 选项”, 选择左边的“加载项”, 再点击下面的“转到”, 在“规划求解加载项”前方框内点击, 并按“确定”, 成功加载规划求解菜单。

在 Excel 中建立模型的基本原则一般包括三个方面:

(1) 正确性。

模型的逻辑(即模型公式中各种变量之间的关系)必须正确和完备。在一个单元格中输入的公式应该能够计算出正确值, 尤其在使用 if() 函数进行分档计算时, 应该能够正确计算出各个条件下的数据结果, 正确进行四舍五入操作。

(2) 可读性。

模型的基本含义与结论应该便于创建者和其他使用者正确理解。模型应提供多方面的配套分析数据和图形以便决策者从各个方面去深入理解它的含义与性质。

(3) 易维护性。

模型应该让使用者在问题发生变化时可以方便地进行修改。应将问题中的所有已知参数集中安排在模型工作表的一个区域, 在模型的计算过程中应通过对参数区域中的单元格引用来使用给定参数值, 对于计算结果不应该以数字的形式直接使用任何参数值, 而应采用单元格引用、公式和函数完成。

## 实验讲解

一家女性饰品公司制作流行饰品。根据大量市场调查, 计划生产七种类型的产品, 公司确信能全部售出。财会部门提供了材料与生产费用的资料, 市场与销售部门提供了每种产品的批发价格, 如表 1-3 所示。

表 1-3 原材料费用和批发价格

| 种类 | 原材料费 (元) | 批发价格 (元) |
|----|----------|----------|
| 1  | 24       | 50       |
| 2  | 22.5     | 55.5     |
| 3  | 28.5     | 51       |
| 4  | 21       | 50       |
| 5  | 15       | 48.5     |
| 6  | 16.5     | 50.5     |
| 7  | 19.5     | 55.5     |

生产部门报告有三种控制性资源：针织机工时、环织机工时和检验工时。针织机工时有 42 000 小时/季度可供使用，每小时成本 10 元；环织机工时有 5 000 小时/季度，每小时成本 20 元；检验工时有 3 600 小时/季度，每小时成本 30 元。各部门对每类产品所需要的工时与费用如表 1-4 所示。

表 1-4 产品所需要的工时与费用

| 种类   | 针织部门    |        | 环织部门    |        | 检验部门    |        |
|------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
|      | 工时 (小时) | 费用 (元) | 工时 (小时) | 费用 (元) | 工时 (小时) | 费用 (元) |
| 1    | 0.80    | 8.0    | 0.085   | 1.7    | 0.05    | 1.5    |
| 2    | 0.65    | 6.5    | 0.090   | 1.8    | 0.03    | 0.9    |
| 3    | 0.95    | 9.5    | 0.090   | 1.8    | 0.05    | 1.5    |
| 4    | 1.10    | 11.0   | 0.095   | 1.9    | 0.05    | 1.5    |
| 5    | 0.60    | 6.0    | 0.100   | 2.0    | 0.04    | 1.2    |
| 6    | 0.65    | 6.5    | 0.080   | 1.7    | 0.06    | 1.8    |
| 7    | 0.80    | 8.0    | 0.090   | 1.8    | 0.04    | 1.2    |
| 可用时数 | 42 000  |        | 5 000   |        | 3 600   |        |

经验表明，在季度高峰时期每种产品所用的材料要有 1/3 的库存，而公司的政策是无论何时库存的材料价值不得超过 350 000 元。

根据上述资料，饰品公司需要确定每种产品的最佳生产量。销售部门愿为该公司销售全部产品，但必须保证每种产品每季度至少要售出 1 000 单位，目标是公司的季度利润最大化。要使公司季度利润最大化，有以下问题需要解答：

- (1) 季度最优生产方案是否唯一？
- (2) 产品 5 的单位价格在哪个范围内变动，现行生产方案保持最优？
- (3) 若第二种产品的最低销售量从 1 000 减少到 950，总利润有什么变化？
- (4) 能否通过增加针织机工时来提高总利润？
- (5) 若环织机工时的限额提高到 5 010 小时，最优生产方案有什么变化？
- (6) 若第一种产品的单价从 50 元增至 55 元，最优生产方案和总利润有什么变化？

操作：第一步，设  $x_i$  为每季度各产品的生产量， $i = 1, 2, \dots, 7$ 。

目标函数：

$$\max z = (50 - 24 - 8 - 1.7 - 1.5) x_1 + (55.5 - 22.5 - 6.5 - 1.8 - 0.9) x_2 + (51 - 28.5 - 9.5 - 1.8 - 1.5) x_3 + (50 - 21 - 11 - 1.9 - 1.5) x_4 + (48.5 - 15 - 6 - 2 - 1.2) x_5 + (50.5 - 16.5 - 6.5 - 1.7 - 1.8) x_6 + (55.5 - 19.5 - 8 - 1.8 - 1.2) x_7$$

化简后， $\max z = 14.8 x_1 + 23.8 x_2 + 9.7 x_3 + 14.6 x_4 + 24.3 x_5 + 24 x_6 + 25 x_7$

约束条件 (s. t.)：

$$0.8 x_1 + 0.65 x_2 + 0.95 x_3 + 1.1 x_4 + 0.6 x_5 + 0.65 x_6 + 0.8 x_7 \leq 42\ 000$$

$$0.085 x_1 + 0.09 x_2 + 0.09 x_3 + 0.095 x_4 + 0.1 x_5 + 0.08 x_6 + 0.09 x_7 \leq 5\ 000$$

$$0.05 x_1 + 0.03 x_2 + 0.05 x_3 + 0.05 x_4 + 0.04 x_5 + 0.06 x_6 + 0.04 x_7 \leq 3\ 600$$

$$\frac{1}{3} \times 24 x_1 + \frac{1}{3} \times 22.5 x_2 + \frac{1}{3} \times 28.5 x_3 + \frac{1}{3} \times 21 x_4 + \frac{1}{3} \times 15 x_5 + \frac{1}{3} \times 16.5 x_6 + \frac{1}{3} \times 19.5 x_7 \leq 350\ 000$$

$$x_i \geq 1\ 000$$

第二步，将数据按照图 1-1 输入 Excel 表格。

|    | A     | B     | C    | D    | E     | F    | G    | H    | I | J | K      |
|----|-------|-------|------|------|-------|------|------|------|---|---|--------|
| 1  |       | x1    | x2   | x3   | x4    | x5   | x6   | x7   |   |   |        |
| 2  | 生产量   | 0     | 0    | 0    | 0     | 0    | 0    | 0    |   |   |        |
| 3  |       |       |      |      |       |      |      |      |   |   |        |
| 4  | 目标函数  | 14.8  | 23.8 | 9.7  | 14.6  | 24.3 | 24   | 25   |   |   |        |
| 5  | MAX   |       |      |      |       |      |      |      |   |   |        |
| 6  |       |       |      |      |       |      |      |      |   |   |        |
| 7  | S. T. | 0.8   | 0.65 | 0.95 | 1.1   | 0.6  | 0.65 | 0.8  | ≤ |   | 42000  |
| 8  |       | 0.085 | 0.09 | 0.09 | 0.095 | 0.1  | 0.08 | 0.09 | ≤ |   | 5000   |
| 9  |       | 0.05  | 0.03 | 0.05 | 0.05  | 0.04 | 0.06 | 0.04 | ≤ |   | 3600   |
| 10 |       | 8     | 7.5  | 9.5  | 7     | 5    | 5.5  | 6.5  | ≤ |   | 350000 |
| 11 |       | 1     | 0    | 0    | 0     | 0    | 0    | 0    | ≥ |   | 1000   |
| 12 |       | 0     | 1    | 0    | 0     | 0    | 0    | 0    | ≥ |   | 1000   |
| 13 |       | 0     | 0    | 1    | 0     | 0    | 0    | 0    | ≥ |   | 1000   |
| 14 |       | 0     | 0    | 0    | 1     | 0    | 0    | 0    | ≥ |   | 1000   |
| 15 |       | 0     | 0    | 0    | 0     | 1    | 0    | 0    | ≥ |   | 1000   |
| 16 |       | 0     | 0    | 0    | 0     | 0    | 1    | 0    | ≥ |   | 1000   |
| 17 |       | 0     | 0    | 0    | 0     | 0    | 0    | 1    | ≥ |   | 1000   |

图 1-1 已知条件录入显示

每季度各产品的生产量的初始解都设为 0，在 B2：H2 各单元格内输入 0；在单元格 A5 输入表示求函数最大值的 max；将目标函数系数分别输入 B4：H4 单元格里；在区域 B7：H17 输入约束条件的系数矩阵；K7：K17 为约束条件表达式的右端项。

第三步，建立 Excel 模型。

在单元格 I5 显示目标函数值，输入公式 “=SUMPRODUCT(B2:H2,B4:H4)”。

在单元格 I7 中输入公式 “=SUMPRODUCT(\$B\$2:\$H\$2,B7:H7)”，回车，并下拉



到 I17 单元格。如图 1-2 所示。

|    | A     | B    | C    | D    | E     | F    | G    | H    | I                                   | J | K      |
|----|-------|------|------|------|-------|------|------|------|-------------------------------------|---|--------|
| 1  |       | x1   | x2   | x3   | x4    | x5   | x6   | x7   |                                     |   |        |
| 2  | 生产量   | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    | 0    | 0    |                                     |   |        |
| 3  |       |      |      |      |       |      |      |      |                                     |   |        |
| 4  | 目标函数  | 14.8 | 23.8 | 9.7  | 14.6  | 24.3 | 24   | 25   |                                     |   |        |
| 5  | MAX   |      |      |      |       |      |      |      | =SUMPRODUCT(B2:H2, B4:H4)           |   |        |
| 6  |       |      |      |      |       |      |      |      |                                     |   |        |
| 7  | S. T. | 0.8  | 0.65 | 0.95 | 1.1   | 0.6  | 0.65 | 0.8  | =SUMPRODUCT(\$B\$2:\$H\$2, B7:H7)   | ≤ | 42000  |
| 8  |       | 0.85 | 0.09 | 0.09 | 0.095 | 0.1  | 0.08 | 0.09 | =SUMPRODUCT(\$B\$2:\$H\$2, B8:H8)   | ≤ | 5000   |
| 9  |       | 0.05 | 0.03 | 0.05 | 0.05  | 0.04 | 0.06 | 0.04 | =SUMPRODUCT(\$B\$2:\$H\$2, B9:H9)   | ≤ | 3600   |
| 10 |       | 8    | 7.5  | 9.5  | 7     | 5    | 5.5  | 6.5  | =SUMPRODUCT(\$B\$2:\$H\$2, B10:H10) | ≤ | 350000 |
| 11 |       | 1    | 0    | 0    | 0     | 0    | 0    | 0    | =SUMPRODUCT(\$B\$2:\$H\$2, B11:H11) | ≥ | 1000   |
| 12 |       | 0    | 1    | 0    | 0     | 0    | 0    | 0    | =SUMPRODUCT(\$B\$2:\$H\$2, B12:H12) | ≥ | 1000   |
| 13 |       | 0    | 0    | 1    | 0     | 0    | 0    | 0    | =SUMPRODUCT(\$B\$2:\$H\$2, B13:H13) | ≥ | 1000   |
| 14 |       | 0    | 0    | 0    | 1     | 0    | 0    | 0    | =SUMPRODUCT(\$B\$2:\$H\$2, B14:H14) | ≥ | 1000   |
| 15 |       | 0    | 0    | 0    | 0     | 1    | 0    | 0    | =SUMPRODUCT(\$B\$2:\$H\$2, B15:H15) | ≥ | 1000   |
| 16 |       | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    | 1    | 0    | =SUMPRODUCT(\$B\$2:\$H\$2, B16:H16) | ≥ | 1000   |
| 17 |       | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    | 0    | 1    | =SUMPRODUCT(\$B\$2:\$H\$2, B17:H17) | ≥ | 1000   |

图 1-2 建立 Excel 模型

第四步，利用规划求解工具，设置规划求解参数。

选取菜单栏中的“数据”，再点击“分析”中的“规划求解”，弹出“规划求解参数”对话框，输入计算所需数据。如图 1-3 所示。

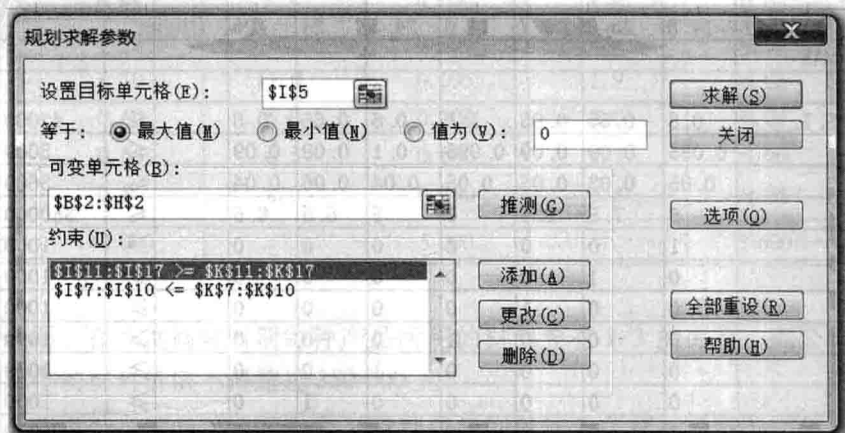


图 1-3 规划求解参数输入

将选中的 I5 单元格拖入“设置目标单元格”。

将选中的 B2:H2 单元格拖入“可变单元格”。

点击“添加”按钮，将约束条件置入。按“确定”，返回“规划求解参数”对话框。如有输入错误，点击该条输入内容，再点击“更改”按钮，进行修订。

点击图 1-3 中的“选项”，选定“采用线性规划模型”（提示 Excel 使用有效的单纯形法求解）和“假定非负”，若没有该项选择，则必须在约束条件内输入“B2:H2 > =

0”。选择“确定”以返回“规划求解参数”对话框。

第五步，对问题进行求解。

点击“求解”按钮。规划求解程序开始运算，弹出“规划求解结果”对话框，若选取“保存规划求解结果”，则图 1-4 的工作表中可变单元格 B2:H2 和目標单元格 I5 分别显示最优解和最优值。



图 1-4 实验讲解规划求解结果

### 实验课结果分析

上述实验的结果是静态的，也就是在各种约束条件系数和价值系数稳定的条件下，获得的决策结果。在现实问题中，系数通常是通过预测获得，预测值与观测值之间存在偏大或偏小的可能，那么按一个确定的值来计算结果缺乏科学性。某些价值系数与预测的数据不同，那么决策结果就不具有很强的现实意义。

为了提高线性规划模型及其求解结果的可靠性和可用性，有必要研究这些系数发生变化时对最优解的影响，这就是灵敏度分析。灵敏度分析有以下三种情况：

#### (1) 目标函数系数变化的灵敏度分析。

假定目标函数只有一个系数  $c_j$  发生变化，模型中其他系数保持不变。那么要找出系数  $c_j$  在怎样一个范围内变化，模型的最优解不变，这就是目标函数系数的灵敏度分析。

#### (2) 约束条件右端项变化的灵敏度分析。

假定约束条件右端常数项只有一个参数  $b_i$  发生变化，模型中其他系数保持不变。那么要找出系数  $b_i$  在怎样一个范围内变化，对应资源的影子价格保持不变，这就是约束条件右端常数项的灵敏度分析。

#### (3) 多个参数变化的灵敏度分析及其他形式的灵敏度分析。

前两种情况都是只有一个参数发生变化，在灵敏度分析中，还有可能存在两个及两个以上参数都发生变化的情况。也有增加新变量、增加新的约束条件或系数  $a_{ij}$  发生变化的灵敏度分析，这些都比较复杂，这里不详细讲述，可参阅相关书籍进一步学习。

点击图 1-4 中的“敏感性报告”，得到如图 1-5 所示的结果。



| K10 |         |        |          |    |   |   |   |
|-----|---------|--------|----------|----|---|---|---|
| A   | B       | C      | D        | E  | F | G | H |
| 4   |         |        |          |    |   |   |   |
| 5   |         |        |          |    |   |   |   |
| 6   | 可变单元格   |        |          |    |   |   |   |
| 7   |         |        | 终        | 递  | 目 | 允 | 允 |
| 8   | 单元格     | 名字     | 值        | 减  | 标 | 许 | 许 |
| 9   | \$B\$2  | 生产量 x1 | 1000     | 成本 | 式 | 的 | 的 |
| 10  | \$C\$2  | 生产量 x2 | 1000     |    | 系 | 增 | 减 |
| 11  | \$D\$2  | 生产量 x3 | 1000     |    | 数 | 量 | 量 |
| 12  | \$E\$2  | 生产量 x4 | 1000     |    |   |   |   |
| 13  | \$F\$2  | 生产量 x5 | 1000     |    |   |   |   |
| 14  | \$G\$2  | 生产量 x6 | 55625    |    |   |   |   |
| 15  | \$H\$2  | 生产量 x7 | 1000     |    |   |   |   |
| 16  |         |        |          |    |   |   |   |
| 17  | 约束      |        |          |    |   |   |   |
| 18  |         |        | 终        | 影  | 约 | 允 | 允 |
| 19  | 单元格     | 名字     | 值        | 子  | 束 | 许 | 许 |
| 20  | \$I\$7  | S. T.  | 41056.25 | 价  | 限 | 的 | 的 |
| 21  | \$I\$8  |        | 5000     | 格  | 制 | 增 | 减 |
| 22  | \$I\$9  |        | 3597.5   |    | 值 | 量 | 量 |
| 23  | \$I\$10 |        | 349437.5 |    |   |   |   |
| 24  | \$I\$11 |        | 1000     |    |   |   |   |
| 25  | \$I\$12 |        | 1000     |    |   |   |   |
| 26  | \$I\$13 |        | 1000     |    |   |   |   |
| 27  | \$I\$14 |        | 1000     |    |   |   |   |
| 28  | \$I\$15 |        | 1000     |    |   |   |   |
| 29  | \$I\$16 |        | 55625    |    |   |   |   |
| 30  | \$I\$17 |        | 1000     |    |   |   |   |

图 1-5 灵敏度报告

一般说来,在其他条件不变的情况下,第 $i$ 种资源的限额 $b_i$ 增加一个单位所引起的目标最优值的改变量称为该资源的影子价格。

影子价格不是真正代表了资源的市场价格,仅代表了该种资源对本企业的重要程度或稀缺程度,具体说明了三个问题:

(1) 该种资源对于企业的紧缺程度。影子价格越高意味着这种资源对企业越紧缺。影子价格为零,意味着该种资源有富余量,增加或减少该种资源,目标值不变。

(2) 该种资源的最低出租价格。当把该种资源出租时,因为减少一个单位资源会带来目标值的减少,企业为了弥补目标值的减少,就要让出租该资源的价格高于目标值的损失,因而可以确定该资源可接受的最低出租价格,即大于等于该资源的影子价格。

(3) 企业资金的投入方向。假如企业额外获得一笔资金,可用于扩大再生产,应将资金投放到影子价格最高的资源上,相同的投入会获得最高的回报。

通过对问题灵敏度的分析,能够得出系数在一定的范围内变动时,对最优值及对最优解的影响情况,降低了系数预测误差对决策效果的影响程度,提高了决策模型的使用范围。灵敏度分析同时表明预测系数变动时,不用重新建立新模型,新的决策结果也可以一目了然。

对实验讲解的问题分析如下:

(1) 最优方案唯一,除产品6生产55625单位外,其余6个品种的产品均生产1000单位。