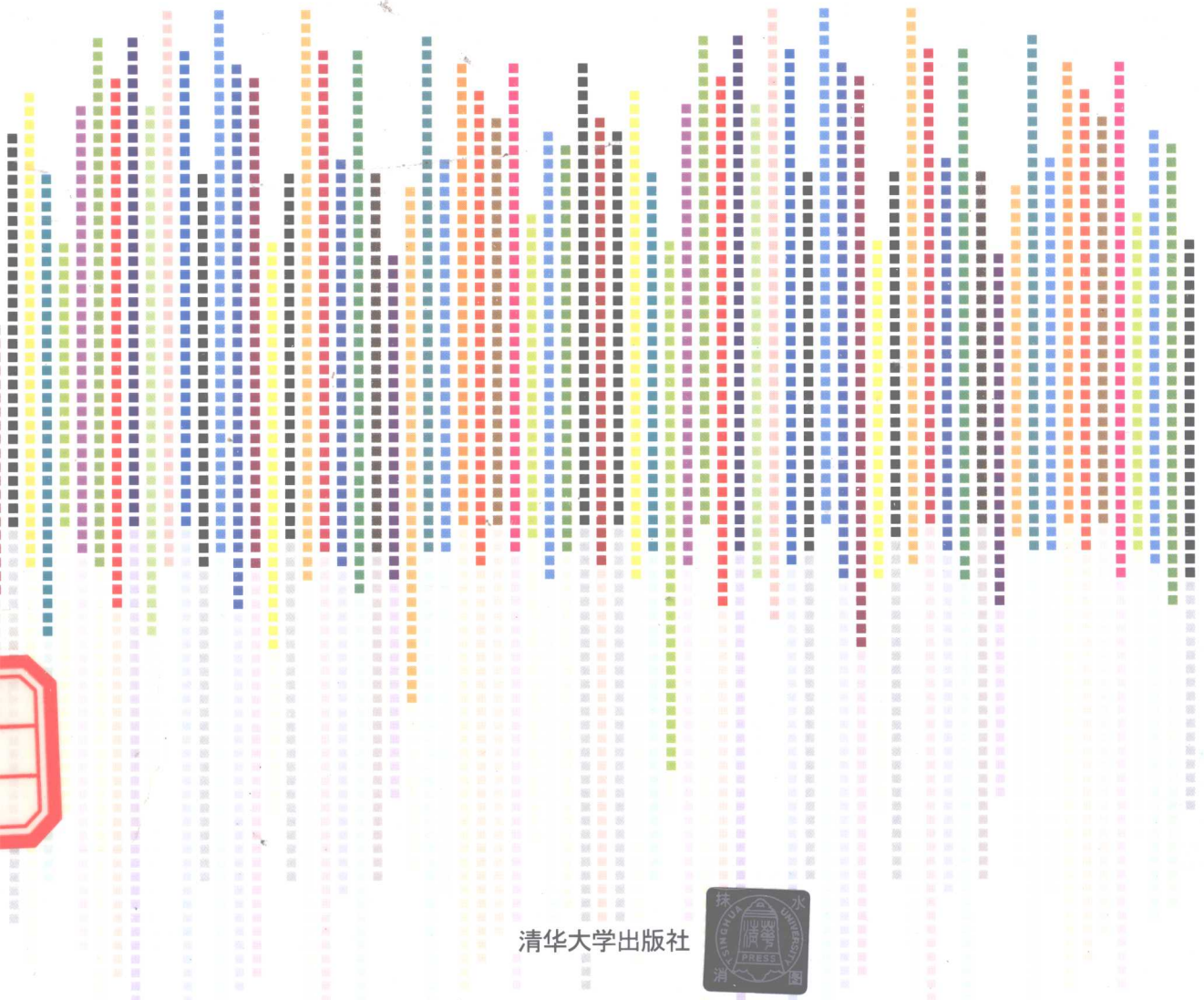


OPERATIONS RESEARCH PRACTICE GUIDE

运筹学实践教程

蔡天鸣 主编

金珏 黄涛 徐默苙 胡叶旻 编著



清华大学出版社



OPERATIONS RESEARCH PRACTICE GUIDE

运筹学实践教学

蔡天鸣 主编

金珏 黄涛 徐默菴 胡叶旻 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是针对运筹学实验和实践学习而编写的,主要帮助学习者以运筹学中各类问题的理论知识为基础,利用运筹学的典型实验工具,例如 Excel 和 WinQSB,来解决实际问题。书中按照运筹学的经典分支进行章节的组织,以经典案例和实际问题案例为内容主线详细讲解如何区分问题类型、如何为问题建模,以及如何利用合适的运筹学软件进行问题的求解等内容,主要内容包括 WinQSB 简介、Excel“规划求解”工具简介、线性规划和整数规划、目标规划、图与网络优化、PERT 和 CPM、动态规划、存储论、排队论、决策分析和综合应用案例汇编。每章均列举了各类分支的一些典型应用案例,例如动态规划中的背包问题、图与网络优化中的旅行商问题、存储论中的报童问题等,同时在选取案例的过程中充分考虑与实际问题相结合,很多案例均有很强的实际应用背景,特别在最后一章的案例中,将之前的各类分支进行了综合应用,使读者可以从中获取将运筹学理论知识转化为应用的一些思路。

本书可作为高等院校管理类、经济类、理工类相关专业学生的教科书,也可以作为经济管理人士的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

运筹学实践教程/蔡天鸣主编.--北京:清华大学出版社,2016
ISBN 978-7-302-41740-8

I. ①运… II. ①蔡… III. ①运筹学—教材 IV. ①O22

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 239577 号

责任编辑:刘向威 薛 阳

封面设计:文 静

责任校对:焦丽丽

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:北京密云胶印厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:12.75

字 数:309千字

版 次:2016年4月第1版

印 次:2016年4月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:29.00元

运筹学是应用数学方法,帮助管理者制定科学合理的决策方案的科学。它是经济管理类专业学生的一门很重要的专业基础课程。

本书以运筹学的主要分支为划分,以运筹学的应用案例为基础,以主要的运筹学相关软件为载体,系统介绍了运筹学中的线性规划、整数规划、目标规划、图与网络优化、动态规划、计划评审技术和关键路径法、存储论、排队论和决策分析的典型应用案例。

本书注重培养学习者对运筹学的实际应用能力,所以在内容上以实际问题案例的类型进行组织。这样有助于学习者在实际应用中能根据不同的问题类型快速地发现解决问题的方法,并按照运筹学解决问题的典型步骤来进行问题的分析、建模和求解。教材中的很多案例都具有实际应用的背景,所以读者可以通过对这些典型案例的学习积累自己在运筹学应用方面的经验,从而在实际应用中以更有效的方法去解决问题。

全书共分 11 章,第 1 章和第 2 章是对本书中主要使用的软件工具 WinQSB 和 Excel “规划求解”的介绍;第 3~10 章是对各种经典类型的运筹学实际问题的分析、建模和求解;第 11 章是单独的一章——运筹学应用案例的汇编,这些案例都具有实际的应用背景,并对问题有比较精彩的解答。本书第 1 章和第 2 章由金珏编写;第 3~10 章由蔡天鸣、黄涛编写;第 11 章由蔡天鸣、徐默莅、胡叶旻编写。全书由蔡天鸣统稿,徐默莅对全书进行了详细校对。蔡天鸣担任主编。全书建议学时为 64。

著名运筹学专家、大连理工大学博导冯恩民教授担任本书主审,在此,我们表示最诚挚的感谢!编者将之前企业中解决的实际问题部分编入了教材,在此特别感谢企业相关人员给我们提供了这么好的机会。在编写过程中,参考了国内外有关文献,在此对这些文献的作者一并表示感谢!

由于编者水平有限,书中不妥或错误之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编者

2015 年 11 月

| | |
|---------------------------------|----|
| 第 1 章 WinQSB 简介 | 1 |
| 1.1 WinQSB 功能简介 | 1 |
| 1.2 WinQSB 的安装 | 2 |
| 1.3 WinQSB 与 Excel 的数据交换 | 4 |
| 第 2 章 Excel“规划求解”工具简介 | 5 |
| 2.1 Excel 的“宏”和“规划求解” | 5 |
| 2.2 如何加载“规划求解” | 5 |
| 2.3 “规划求解”的参数解释和选项设置 | 6 |
| 2.4 “规划求解”的操作步骤 | 8 |
| 2.5 “规划求解”工具的求解结果说明 | 10 |
| 第 3 章 线性规划和整数规划 | 12 |
| 3.1 加利福尼亚儿童医院呼叫中心工作人员配置问题 | 12 |
| 3.2 All-State 大学的自助食堂成本优化 | 17 |
| 3.3 银星自行车公司生产计划制订问题 | 21 |
| 3.4 威廉姆斯投资咨询公司的投资策略选择问题 | 23 |
| 3.5 某公司的库房设置问题 | 25 |
| 习题 | 28 |
| 第 4 章 目标规划 | 32 |
| 4.1 EZ 拖船公司生产计划的多目标问题 | 32 |
| 4.2 威达公司的运输问题 | 36 |
| 4.3 彩虹集团的人员招聘与工作分配 | 39 |
| 习题 | 42 |
| 第 5 章 图与网络优化 | 44 |
| 5.1 长虹街道的服务设施布局问题 | 44 |
| 5.2 泰泽公司的项目选择问题 | 47 |
| 5.3 某造船厂的生产计划安排问题 | 51 |
| 5.4 旅行商问题 | 54 |
| 5.5 救护车行程安排问题 | 57 |
| 习题 | 61 |

| | |
|-------------------------------|-----|
| 第 6 章 PERT 和 CPM | 64 |
| 6.1 西山购物中心扩张项目安排 | 64 |
| 6.2 铣刨机开发过程关键流程 | 67 |
| 6.3 建筑公司工程项目的进度控制问题 | 70 |
| 6.4 某机械制造公司的项目开发问题 | 75 |
| 习题 | 77 |
| 第 7 章 动态规划 | 79 |
| 7.1 背包问题 | 79 |
| 7.2 重型自卸汽车更新问题 | 83 |
| 7.3 康博公司的设备更新最优策略 | 86 |
| 7.4 电力工程项目的优化开发次序问题 | 88 |
| 习题 | 90 |
| 第 8 章 存贮论 | 92 |
| 8.1 北京亚洲公司的存储决策问题 | 94 |
| 8.2 华北加气混凝土厂的钢筋存储问题 | 96 |
| 8.3 曙光包装制品公司存储决策问题 | 99 |
| 8.4 报童问题 | 101 |
| 习题 | 105 |
| 第 9 章 排队论 | 107 |
| 9.1 伯格·度姆快餐店的排队系统 | 108 |
| 9.2 高速公路收费亭设计问题 | 111 |
| 9.3 银行服务系统的分析 | 113 |
| 9.4 大型超市收银排班及流程优化 | 114 |
| 习题 | 120 |
| 第 10 章 决策分析 | 122 |
| 10.1 保险公司风险决策问题 | 123 |
| 10.2 东华化肥厂租赁方案决策分析 | 126 |
| 10.3 进口发电机组备用线棒的确定 | 128 |
| 10.4 供电公司岗位价值贡献度模型 | 130 |
| 习题 | 134 |
| 第 11 章 综合应用案例汇编 | 136 |
| 11.1 炼油厂的生产计划安排 | 136 |
| 11.2 海龙汽车配件厂生产工人的安排 | 140 |
| 11.3 哈尔滨市城建系统投资优化模型 | 143 |
| 11.4 公交调度问题 | 145 |
| 11.5 钢管订购和运输问题 | 157 |
| 11.6 高等教育学费标准探讨 | 166 |
| 11.7 交巡警服务平台的设置与调度问题 | 177 |
| 11.8 多目标电力系统环境经济调度问题 | 187 |
| 参考文献 | 196 |



WinQSB简介

1.1 WinQSB 功能简介

QSB 是 Quantitative Systems for Business 的缩写,该软件由美籍华人 Yih-Long Chang 和 Kiran Desai 共同开发,可用于解决管理科学、决策科学、运筹学及生产管理等领域的问题;该软件界面设计友好,使用者很容易学会并用它来解决管理和商务问题,表格形式的数据录入以及表格与图形的输出结果都给使用者带来极大的方便。

WinQSB 是 QSB 的 Windows 版本,是一种教学软件,里面有大量模型,对于非大型问题一般都能计算,较小的问题还能演示中间的计算过程。它可以在 Windows9X/ME/NT/2000/XP 及以上平台上运行。WinQSB V2.0 共有 19 个子系统,分别用于解决运筹学不同方面的问题,详见表 1-1。

表 1-1 WinQSB 2.0 各子系统说明

| 序号 | 程 序 | 启动程序名 | 内 容 | 应 用 范 围 |
|----|------------------------------|-------|--------|--|
| 1 | Acceptance Sampling Analysis | ASA | 抽样分析 | 各种抽样分析、抽样方案设计、假设分析 |
| 2 | Aggregate Planning | AP | 综合计划编制 | 具有多时期正常、加班、分时、转包生产量、需求量、存储费用、生产费用等复杂的整体综合生产计划的编制方法,将问题归结到求解线性规划模型或运输模型 |
| 3 | Decision Analysis | DA | 决策分析 | 确定型与风险型决策、贝叶斯决策,决策树、二人零和对策 |
| 4 | Dynamic Programming | DP | 动态规划 | 最短路问题、背包问题、生产与存储 |
| 5 | Facility Location and Layout | FLL | 设备场地布局 | 设备场地设计、功能布局、线路均衡布局 |

续表

| 序号 | 程 序 | 启动程序名 | 内 容 | 应 用 范 围 |
|----|--|----------|---------------|--|
| 6 | Forecasting and Linear Regression | FC | 预测与线性回归 | 简单平均、移动平均、加权移动平均、线性趋势移动平均、指数平滑、多元线性回归、Holt-Winters 季节叠加与乘积 |
| 7 | Goal Programming and Integer Linear Goal Programming | GPIGP | 目标规划与整数线性目标规划 | 多目标线性规划、线性目标规划、变量可以取整、连续或无限制 |
| 8 | Inventory Theory and System | ITS | 存储论与存储控制系统 | 经济订货批量、批量折扣、单时期随机模型、多时期动态存储模型、存储控制系统(各种存储策略) |
| 9 | Job Scheduling | JOB | 作业调度、编制工作进度表 | 机器加工排序、流水线车间加工排序 |
| 10 | Linear Programming and Integer linear Programming | LP-ILP | 线性规划与整数线性规划 | 线性规划、整数规划、写对偶、灵敏度分析、参数分析 |
| 11 | MarKoy Process | MKP | 马尔可夫过程 | 转移概率、稳态概率 |
| 12 | Material Requirements Planning | MRP | 物料需求计划 | 物料需求计划的编制、成本核算 |
| 13 | Network Modeling | Net | 图论模型 | 运输、指派、最大值、最短路、最小支撑树、货郎担等问题 |
| 14 | Nonlinear Programming | NLP | 非线性规划 | 有(无)条件约束、目标函数或约束条件非线性,目标函数与约束条件都非线性等规划的求解与分析 |
| 15 | Project Scheduling | PERT-CPM | 网络计划 | 关键路径法、计划评审技术、网络的优化、工程完工时间模拟、绘制特图与网络图 |
| 16 | Queqing Programming | QP | 二次规划 | 求解线性约束、目标函数是二次型的一种非线性规划问题,变量可以取整数 |
| 17 | Queuing Analysis | QA | 排队分析 | 各种排队模型的求解与性能分析、15种分布模型、灵敏度分析、服务能力分析、成本分析 |
| 18 | Queuing System Simulation | QSS | 排队系统模拟 | 排队系统模拟未知到达和服务时间分布、一般排队系统模拟计算 |
| 19 | Quality Control Charts | QCC | 质量管理控制图 | 建立各种质量控制图质量分析 |

1.2 WinQSB 的安装

WinQSB 的安装比较简单,双击 Setup. exe,弹出的窗口如图 1-1 所示。

输入要安装到哪个目录,单击 Continue 按钮,弹出的窗口如图 1-2 所示。

输入用户名和公司或组织名称,单击 Continue 按钮进行文件的复制,完成后弹出如图 1-3 所示的窗口。

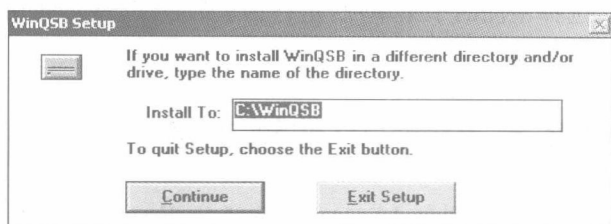


图 1-1 WinQSB 安装路径提示

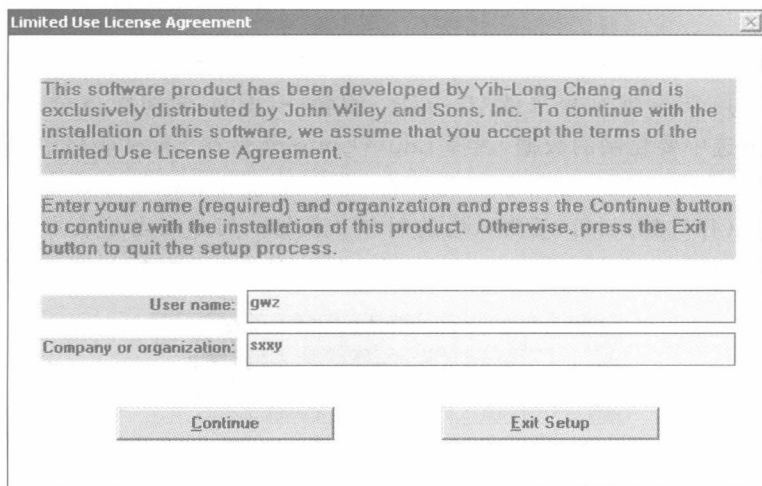


图 1-2 WinQSB 安装注册信息提示

显示安装完成,单击“确定”按钮退出。

WinQSB 软件安装完毕后,会在“开始”→“程序”→WinQSB 下生成 19 个菜单项,分别对应运筹学的 19 个问题,如图 1-4 所示。



图 1-3 WinQSB 安装结束提示

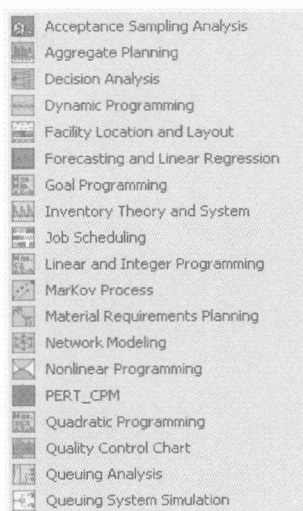


图 1-4 WinQSB 子菜单

针对不同的问题,选择不同的子菜单项,运行相应的程序,然后使用 File 菜单下的 New Problem 菜单来输入所需数据。

1.3 WinQSB 与 Excel 的数据交换

(1) 从 Excel 表格中复制数据到 WinQSB: 先选中 Excel 中要复制的数据区域,单击“复制”或按 Ctrl+C 键,然后在 WinQSB 的电子表格编辑状态下选中要粘贴的单元格(选中的粘贴区域与在 Excel 中复制时选中的区域行列数相同),单击“粘贴”或按 Ctrl+V 键完成复制。

(2) 把 WinQSB 数据输入窗口中的数据复制到 Excel 表格: 先清空剪贴板(可用 Excel 中 Edit 菜单下的 office 剪贴板来清空,方法:编辑→Office 剪贴板→全部清空),然后在 WinQSB 表格中选中要复制的数据,选择 Edit→Copy,然后在 Excel 表格中复制即可。

注意: 粘贴过程与在电子表中粘贴有区别,在 WinQSB 中选中的单元格应与在电子表中选中的单元格(行列数)相同,否则只能复制部分数据。例如在电子表中复制 3 行 10 列,见图 1-5,在 WinQSB 中选中 3 行 5 列粘贴,则只能复制 3 行 5 列的数据,见图 1-6。

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L |
|---|-----|---|-----|-----|-----|-----|---|-----|-----|-----|-----|----|
| 1 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 2 | 1.5 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 4 | 0.7 | 0 | 1 | 0 | 2 | 3 | 0 | 1 | 2 | 4 | 5 | 6 |
| 5 | | 0 | 0.3 | 0.5 | 0.1 | 0.4 | 0 | 0.3 | 0.6 | 0.2 | 0.5 | 0 |

图 1-5 Excel 中的数据

| Varia | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | X6 | X7 | X8 | X9 | X10 | reatio | R. H. |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| Minim | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| C1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | >= |
| C2 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | | | | | | | >= |
| C3 | 0 | 1 | 0 | 2 | 3 | | | | | | | >= |
| Lower | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| Upper | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | | |
| Varia | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | | |

图 1-6 WinQSB 中的数据



第2章

Excel “规划求解” 工具简介

2.1 Excel 的“宏”和“规划求解”

“宏”是由用户定义好的指令，即连续的命令及操作步骤，将这些命令及步骤依序保存为一个“宏命令”，并加以执行。“宏”的作用是可以使频繁执行的动作批量化和自动化。例如，你可以利用“宏命令”完成 400 份格式相同的员工工资的统计，或者可以创建一个宏，用来在工作表的每一行上输入一组日期，并在每一单元格内居中对齐日期，然后对此行应用边框格式。

“规划求解”是 Excel 中的一个加载宏，借助“规划求解”可求得工作表上某个单元格（被称为目标单元格）中公式（单元格中的一系列值、单元格引用、名称或运算符的组合，可生成新的值）的最优值。“规划求解”将对直接或间接与目标单元格中公式相关联的一组单元格中的数值进行调整，最终在目标单元格公式中求得期望的结果。“规划求解”通过调整所指定的可更改的单元格（可变单元格）中的值，从目标单元格公式中求得所需的结果。在创建模型过程中，可以对“规划求解”模型中的可变单元格数值应用约束条件。可以将约束条件应用于可变单元格、目标单元格或其他与目标单元格直接或间接相关的单元格。而且约束条件可以引用其他影响目标单元格公式的单元格。使用“规划求解”可通过更改其他单元格来确定某个单元格的最大值或最小值。

Microsoft Excel 的“规划求解”工具中的非线性规划问题取自德克萨斯大学奥斯汀分校的 Leon Lasdon 和克里夫兰州立大学的 Allan Waren 共同开发的 Generalized Reduced Gradient 非线性最优化代码。线性和整数规划问题取自 Frontline Systems 公司的 John Watson 和 Dan Fylstra 提供的有界变量单纯形法和分支定界法。

2.2 如何加载“规划求解”

安装 Office 的时候，系统默认的安装方式不会安装宏程序，需要用户根据自己的需求选择安装。下面是以 Office 2003 为例说明加载“规划求解”宏的步骤。

(1) 在“工具”菜单上,单击“加载宏”,见图 2-1。

(2) 在弹出的对话框中选择“可用加载宏”列表框,选定待添加的加载宏“规划求解”选项旁的复选框,然后单击“确定”按钮。之后“工具”菜单下就会出现一项“规划求解”。如果需要也可以用鼠标勾选其他功能,见图 2-2。



图 2-1 “加载宏”菜单位置

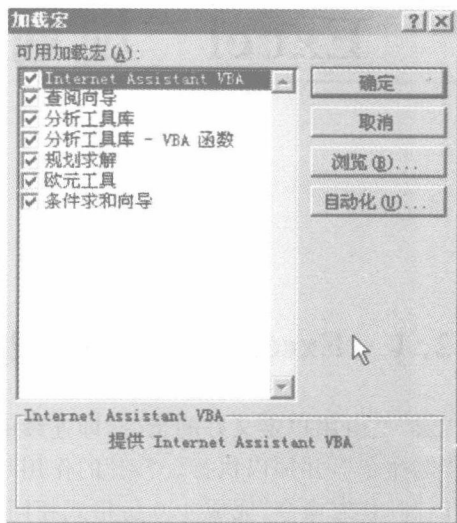


图 2-2 “加载宏”选择框

(3) 如果要卸载已经加载的宏,请在“可用加载宏”列表框中,选定待添加的加载宏选项旁的复选框,然后单击“确定”按钮。

2.3 “规划求解”的参数解释和选项设置

加载了“规划求解”后,单击“规划求解”按钮,就会出现如图 2-3 所示的“规划求解参数”设置对话框。

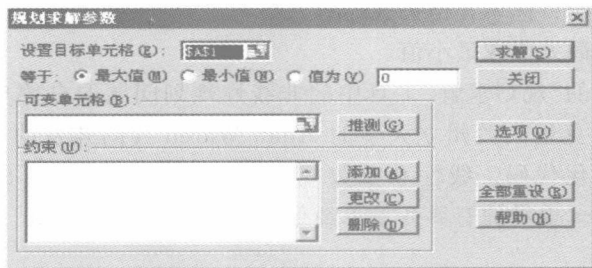


图 2-3 “规划求解参数”设置对话框

(1) 设置目标单元格:目标单元格是一些单元格、具体数值、运算符号的组合,它对应规划模型中的目标函数。注意:目标单元格一定要是公式,即一定是以=开始。

(2) 最大值、最小值：在此指定是否希望目标单元格为最大值、最小值或某一特定数值。如果需要指定数值，请在右侧编辑框中键入该值。

(3) 可变单元格：在此指定可变单元格。求解时其中的数值不断调整，直到满足约束条件并且“设置目标单元格”框中指定的单元格达到目标值。可变单元格必须直接或间接地与目标单元格相关联。它相当于规划模型中的变量。

(4) 推测：单击此按钮将自动推测“设置目标单元格”框中的公式所引用的所有非公式单元格，并在“可变单元格”框中定位这些单元格的引用。

(5) 约束：在此列出了规划求解的所有约束条件。

(6) 添加：显示“添加约束”对话框，见图 2-4。

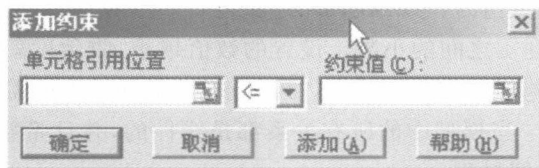


图 2-4 “添加约束”对话框

(7) 更改：显示“更改约束”对话框。注意：单击此按钮的时候，要先选择需要更改的约束。

(8) 删除：删除选定的约束条件。同样单击此按钮前，要先选择需要删除的约束。

(9) 求解：对定义好的问题进行求解。

(10) 关闭：关闭对话框，不进行规划求解。但保留通过“选项”、“添加”、“更改”或“删除”按钮所做的更改。也就是说，下次再次单击“规划求解”按钮后，对话框显示上回所设置的参数。

(11) 选项：显示“规划求解选项”对话框。在其中可加载或保存规划求解模型，并对求解过程的高级属性进行控制，见图 2-5。

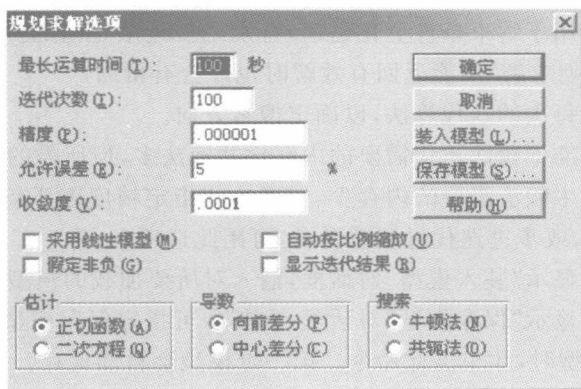


图 2-5 “规划求解选项”对话框

下面对该对话框中的参数进行说明。

(1) 最长运算时间：在此设定求解过程的时间。可输入的最大值为 32 767(秒)，默认值 100(秒)可以满足大多数小型规划求解要求。

(2) 迭代次数: 在此设定求解过程中迭代运算的次数, 限制求解过程的时间。可输入的最大值为 3277, 默认值 100 次可以满足大多数小型规划求解要求。

(3) 精度: 在此输入用于控制求解精度的数字, 以确定约束条件单元格中的数值是否满足目标值或上下限。精度必须表示为 0 到 1 之间的小数, 输入数字的小数位越多, 精度越高。例如, 0.0001 比 0.001 的精度高。

(4) 允许误差: 在此输入满足整数约束条件并可被接受的目标单元格求解结果与真实的最佳结果间的百分偏差。这个选项只应用于具有整数约束条件的问题。设置的允许误差值越大, 求解过程就越快。

(5) 收敛度: 在此输入收敛度数值, 当最近五次迭代后目标单元格中的数值的变化小于“收敛度”框中设置的数值时, “规划求解”停止运行。收敛度只应用于非线性规划求解问题, 并且必须表示为 0 到 1 之间的小数。设置的数值越小, 收敛度就越高。例如, 0.0001 表示比 0.01 更小的相对差别。收敛度越小, “规划求解”得到结果所需的时间就越长。

(6) 采用线性模型: 当模型中的所有关系都是线性的, 并且希望解决线性优化问题时, 选中此复选框可加速求解过程。

(7) 显示迭代结果: 如果选中此复选框, 每进行一次迭代后都将中断“规划求解”, 并显示当前的迭代结果。

(8) 自动按比例缩放: 如果选中此复选框, 当输入和输出值量级差别很大时, 可自动按比例缩放数值。例如, 基于百万美元的投资将利润百分比最大化。

(9) 假定非负: 如果选中此复选框, 则对于在“添加约束”对话框的“约束值”框中没有设置下限的所有可变单元格, 假定其下限为 0。

(10) 估计: 指定在每个一维搜索中用来得到基本变量初始估计值的逼近方案。

(11) 正切函数: 使用正切向量线性外推。

(12) 二次方程: 用二次方程外推法, 提供非线性规划问题的计算精度。

(13) 导数: 指定用于估计目标函数和约束函数偏导数的差分方案。

(14) 向前差分: 用于大多数约束条件数值变化相对缓慢的问题。

(15) 中心差分: 用于约束条件变化迅速, 特别是接近限定值的问题。虽然此选项要求更多的计算, 但在“规划求解”不能返回有效解时也许会有帮助。

(16) 搜索: 指定每次的迭代算法, 以确定搜索方向。

(17) 牛顿法: 用准牛顿法迭代需要的内存比共轭法多, 但所需的迭代次数少。

(18) 共轭法: 比牛顿法需要的内存少, 但要达到指定精度需要较多次的迭代运算。当问题较大和内存有限, 或步进迭代进程缓慢时, 可用此选项。

(19) 装入模型: 显示“装入模型”对话框, 输入对所要加载的模型的引用。

(20) 保存模型: 显示“保存模型”对话框, 在其中可指定保存模型的位置。只有需要在工作表上保存多个模型时, 才单击此命令。第一个模型会自动保存。

2.4 “规划求解”的操作步骤

下面简单说明如何用“规划求解”工具来求解运筹学问题, 具体的解释请读者在后面的章节中查看。

(1) 首先在表格上建立模型,然后单击“规划求解”按钮,出现“规划求解参数”的对话框。

(2) 在“设置目标单元格”框中,输入目标单元格的单元格引用(用于表示单元格在工作表上所处位置的坐标集。例如,显示在第 B 列和第 3 行交叉处的单元格,其引用形式为“B3”)或名称(代表单元格、单元格区域、公式或常量值的单词或字符串。名称更易于理解,例如,“产品”可以引用难以理解的区域“Sales! C20:C30”)。目标单元格必须包含公式。

(3) 若要使目标单元格中数值最大,请单击“最大值”按钮。若要使目标单元格中数值最小,请单击“最小值”按钮。若要使目标单元格中数值为确定值,请单击“值为”按钮,再在编辑框中键入数值。

(4) 在“可变单元格”框中,输入每个可变单元格的名称或引用,用逗号分隔不相邻的引用。可变单元格必须直接或间接与目标单元格相联系。最多可以指定 200 个可变单元格。若要使“规划求解”基于目标单元格自动设定可变单元格,请单击“推测”按钮。

(5) 在“规划求解参数”对话框的“约束”下,单击“添加”按钮,见图 2-6。

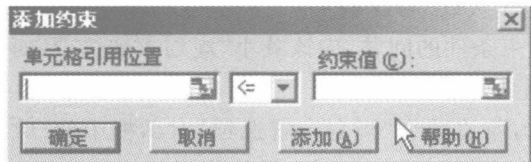


图 2-6 “添加约束”对话框

(6) 在“单元格引用位置”框中输入需要对其中数值进行约束的单元格引用或单元格区域的名称。

(7) 单击希望在引用单元格和约束条件之间使用的关系(“<=”、“=”、“>=”、“Int”或“Bin”)。如果单击 Int,则“约束值”框中会显示“整数”;如果单击 Bin,则“约束值”框中会显示“二进制”。

(8) 在“约束值”框中,键入数字、单元格引用、名称或公式。

(9) 若要接受约束条件并要添加其他约束条件,请单击“添加”按钮。若要接受约束条件并返回“规划求解参数”对话框,请单击“确定”按钮。

(10) 注意:只能在可对可变单元格的约束条件中应用“Int”和“Bin”关系。当“规划求解选项”对话框中的“采用线性模型”复选框被选中时,对约束条件的数量没有限制。对于非线性规划问题,每个可变单元格除了变量的范围和整数限制外,还可以有多达 100 个约束。

(11) 更改或删除约束。在“规划求解参数”对话框的“约束”下,单击要更改或删除的约束条件,单击“更改”按钮,并进行所需的更改,或单击“删除”按钮。

(12) 单击“求解”按钮,再执行下列操作之一:若要在工作表中保存求解后的数值,请在“规划求解结果”对话框中,单击“保存规划求解结果”按钮;若要恢复原始数据,请单击“恢复为原值”按钮。注意:按 Esc 可以中止求解过程,Excel 将按最后找到的可变单元格的数值重新计算工作表。若求出解,请在“报告”框中单击一种报表类型,再单击“确定”按钮。报表保存在工作簿中新生成的工作表上。

2.5 “规划求解”工具的求解结果说明

下面就“规划求解”工具的求解结果的不同提示做简单的说明。

(1) 尚未找到满足要求的结果,“规划求解”即停止了运行。

这个结果可能是由下列任意一个原因引起。

- ① 中断了求解过程。
- ② 在单击“求解”按钮之前,选中了“规划求解选项”对话框中的“显示迭代结果”选项。
- ③ 在单步迭代过程中,或达到最长运算时间或最大迭代次数时,单击了“停止”按钮。
- ④ 选中了“规划求解选项”对话框中的“采用线性模型”复选框,但问题是非线性的。
- ⑤ 在“规划求解参数”对话框的“设置目标单元格”框中指定的数值不收敛地增加或减少。

针对上述问题的解决方法如下。

① 需要让“规划求解”运行更长的时间以求得结果。请调整“规划求解选项”对话框中的“最长运算时间”或“迭代次数”的设置。

② 对于具有整数约束条件的问题,应该减小“规划求解选项”对话框中的“允许误差”的设置,使“规划求解”找到更好的整数解。

③ 对于非线性问题,应该减小“规划求解选项”对话框中的“收敛度”设置,使目标单元格数值变化缓慢时,“规划求解”仍可以运行,最终找到较好的结果。

④ 应该选中“规划求解选项”对话框中的“自动按比例缩放”复选框,当可能一些输入数值相差几个数量级,或输入和输出数值相差几个数量级时。

⑤ 当“规划求解”停止运行时,在“规划求解结果”对话框中显示出完成信息。单击“保存规划求解结果”或“恢复为原值”按钮,进行所需的更改,然后再运行一次。

(2) 可变单元格与约束条件或目标单元格中的数值差别很大。

当可变单元格的典型数值与约束单元格或目标单元格中的数值相差几个数量级时,请选中“规划求解选项”对话框中的“自动按比例缩放”复选框。对于非线性问题,在单击“规划求解参数”对话框中的“求解”按钮之前,请确认可变单元格的初始数值与期望的最终数值的数量级相同。

(3) 未得到预期的结果。

对于非线性问题,在可变单元格中尝试不同的初始值可能会有帮助,特别是在“规划求解”结果与期望的数值差别很大时。预先将可变单元格的数值设置为预期的最优值,可以减少求解时间。

对于线性模型,改变可变单元格的初始值不会影响最终数值或求解时间。

(4) “规划求解”得到的结果与以前的结果不同。

“规划求解”显示如下信息:“规划求解已收敛到当前结果。满足所有约束条件”。这表明目标单元格中的数值在最近五次求解过程中的变化量小于“规划求解选项”对话框中“收敛度”设置的值。

(5) “规划求解”不能达到最优解。

这可能出现以下几种情况。

① “规划求解”不能改进当前解。所有约束条件都得到了满足。

这表明仅得到近似值,迭代过程无法得到比显示结果更精确的数值;或是无法进一步提高精度,或是精度值设置得太小,请在“规划求解选项”对话框中试着设置较大的精度值,然后再运行一次。

② 求解达到最长运算时间后停止。

这表明在达到最长运算时间限制时,没有得到满意的结果。若要保存当前结果并节省下次计算时间,请单击“保存规划求解”或“保存方案”选项。

③ 求解达到最大迭代次数后停止。

这表明在达到最大迭代次数时,没有得到满意的结果。增加迭代次数也许有用,但是应该先检查结果数值来确定问题的原因。若要保存当前结果并节省下次计算时间,请单击“保存规划求解”或“保存方案”选项。

④ 目标单元格中的数值不收敛。

这表明即使满足全部约束条件,目标单元格数值也只是有增或有减但不收敛。这可能是在设置问题时忽略了一项或多项约束条件。请检查工作表中的当前值,确定数值发散的原因,并且检查约束条件,然后再次求解。

⑤ “规划求解”未找到合适结果。

这表明在满足约束条件和精度要求的条件下,“规划求解”无法得到合理的结果,这可能是约束条件不一致所致。请检查约束条件公式或类型选择是否有误。

⑥ “规划求解”应用户要求中止。

这表明在暂停求解过程之后,或在单步执行规划求解时,单击了“显示中间结果”对话框中的“停止”按钮。

⑦ 无法满足设定的“采用线性模型”条件。

这表明求解时选中了“采用线性模型”复选框,但是“规划求解”最后计算结果并不满足线性模型。计算结果对工作表中的公式无效。若要验证问题是否为非线性的,请选中“自动按比例缩放”复选框,然后再运行一次。如果又一次出现同样信息,请清除“采用线性模型”复选框,然后再运行一次。

⑧ “规划求解”在目标或约束条件单元格中发现错误值。

这表明在最近的一次运算中,一个或多个公式的运算结果有误。请找到包含错误值的目标单元格或约束条件单元格,更改其中的公式或内容,以得到合理的运算结果。

还有可能是在“添加约束”或“改变约束”对话框中键入了无效的名称或公式,或者在“约束”框中直接键入了 integer 或 binary。若要将数值约束为整数,请在比较运算符列表中单击 Int。若要将数值约束为二进制数,请单击 Bin。

⑨ 内存不足以求解问题。

Excel 无法获得“规划求解”所需的内存。请关闭一些文件或应用程序,再试一次。

⑩ 其他的 Excel 实例正在使用 SOLVER.DLL。

这表明有多个 Excel 会话正在运行,其中一个会话正在使用 SOLVER.DLL。SOLVER.DLL 只能供一个会话使用。