

PEARSON

全美最新工商管理权威教材译丛

Quantitative Analysis for

Management

面向管理的数量分析

第9版

巴里·伦德尔 (Barry Render)

[美] 小拉尔夫·M. 斯泰尔 (Ralph M. Stair, Jr.) 著

迈克尔·E. 汉纳 (Michael E. Hanna)

杨宝臣等 译



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS



全美最新工商管理权威教材译丛

Quantitative Analysis for Management

面向管理的数量分析

第9版

巴里·伦德尔 (Barry Render)

[美] 小拉尔夫·M.斯泰尔 (Ralph M. Stair, Jr.) 著

迈克尔·E.汉纳 (Michael E. Hanna)

杨宝臣等 译



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

面向管理的数量分析:第9版:翻译版/(美)伦德尔(Render, B.)等著;杨宝臣等译. —北京:北京大学出版社,2010.1

(全美最新工商管理权威教材译丛)

ISBN 978-7-301-16459-4

I. 面… II. ①伦… ②杨… III. 数量经济学-教材 IV. F224.0

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第227260号

Authorized translation from the English language edition, entitled QUANTITATIVE ANALYSIS FOR MANAGEMENT, 9th Edition, 0131536885 by BARRY RENDER, published by Pearson Education, Inc, publishing as Prentice Hall. Copyright © 2006 by Pearson Education, Inc.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from Pearson Education, Inc.

本书原版书名为《面向管理的数量分析(第9版)》,作者巴里·伦德尔等,书号0131536885,由培生教育出版集团2006年出版。

版权所有,盗印必究。未经培生教育出版集团授权,不得以任何形式、任何途径,生产、传播和复制本书的任何部分。

CHINESE SIMPLIFIED language edition published by PEARSON EDUCATION ASIA LTD., and PEKING UNIVERSITY PRESS Copyright © 2009.

本书简体中文版由北京大学出版社和培生教育亚洲有限公司2009年出版发行。

书 名:面向管理的数量分析(第9版)

著作责任者:[美]巴里·伦德尔 小拉尔夫·M.斯泰尔 迈克尔·E.汉纳 著 杨宝臣 等译

责任编辑:石会敏

标准书号:ISBN 978-7-301-16459-4/F·2390

出版发行:北京大学出版社

地 址:北京市海淀区成府路205号 100871

网 址:<http://www.pup.cn> 电子邮箱:em@pup.pku.edu.cn

电 话:邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62752926 出版部 62754962

印刷者:北京宏伟双华印刷有限公司

经 销 者:新华书店

850毫米×1168毫米 16开本 47.5印张 1209千字

2010年1月第1版 2010年1月第1次印刷

印 数:0001—4000册

定 价:85.00元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话:010-62752024 电子邮箱:fd@pup.pku.edu.cn

译者序

运筹学和数量分析技术是现代管理中不可或缺的技术。无论是企业、政府还是其他组织,管理实践中都离不开数量分析方法。运筹学和数量分析方法是经济管理人员和经济管理类学生学习的重要基础课程。但它也是在教学实践中,学生感觉比较难学的课程。由于其中的一些定量分析方法比较抽象而晦涩难懂,很多学生对此类课程产生畏难情绪或者觉得“没用”而缺乏兴趣。如何采取有效的方式教授此类课程对教师来说是一种挑战。一本好的教科书更是必需的。

《面向管理的数量分析》是一本管理数量分析方法的优秀教科书。其特色之一是采用问题导向的教学方法,先从实际管理问题出发,提出管理实践中要解决的问题,然后引入解决问题所需要的数量分析模型,讲解数量分析的方法和假设,以简明扼要的方式给出解决问题的步骤。特色之二是书中使用大量的实例来解释和说明数量分析技术的应用,针对每一种数量分析方法,通过“建模实例”的方式,给出该方法解决实际问题时的建模步骤,使读者一目了然。通过“应用实例”的方式,介绍该方法在实践中成功应用取得的效果,增加读者对该方法对实际应用的感性认识,加深对该方法的理解。特色之三是强调计算机软件的应用,本书提供了三种应用软件包括 Excel、Excel QM 和 QM for Windows。书中大部分章节都穿插用软件解决例题和实际案例的介绍,便于读者学习软件操作。读者可以使用本书提供的软件解决很多实际的管理建模问题。

与第8版相比,本书增加了回归分析一章,同时本书对决策论、预测模型以及存储论等章节进行了扩展和完善。本书的主要内容包括:概率论、决策论模型、预测、库存控制模型、线性规划模型、线性规划模型的应用、线性规划模型的单纯形法、运输和分配模型、整数规划、目标规划和非线性规划、网络模型、项目管理、排队和排队论模型、仿真模型、马尔可夫分析、统计质量控制等。

本书可以作为经济管理类专业本科生、MBA、PMBA 的教科书,也可以供广大经济管理人员学习参考。

本书由杨宝臣主持翻译。杨宝臣、陶莎、谢荔、谭思宁、苏云鹏等进行了初译,由杨宝臣进行总纂、修改和加工。此外,廖珊、李晶晶、李冰舸、梅博、周晓娜、夏锚等也参加了本书的翻译工作。最后全书由杨宝臣负责审校。

由于水平所限,错误和疏漏之处在所难免,敬请读者批评指正,以便再版时修正。

2009年9月7日

前言

概述

《面向管理的数量分析(第9版)》仍然坚持侧重于决策中数学模型的应用。强调建模与计算机应用,使学生明白如何在当今商业环境中应用数学模型。复杂算法(如单纯形法和运输问题算法)的数学细节单独成章,方便教师选择使用。与这些算法相关的建模问题和计算机求解则包含在其他章节。

在阐述新方法之前,我们先提出学生易于理解的管理问题,从而为学生提供学习数学方法的动力。然后给出数学模型所有必要的假设条件,并提供大量的例子来描述这些方法的应用。源于40余年的数量方法的教学经验,我们发现这是学生易于理解的有效教学法。

本书唯一的先修课程是代数。我们使用标准的符号、术语和方程。对于文中用到的数学符号和方程都做了详细的解释。

书中很多例题都给出了计算机输出结果。书中使用了QM for Windows、Excel QM以及Excel等软件,任课教师可以根据情况选用。

本书的改进及新特色

本书对上一版中的特色进行了改进和扩展。总结如下:

- “建模实例”栏加强了本书中讨论的每一种数量分析技术的应用。
- “过程”栏以一系列通俗易懂的步骤总结了每一种复杂技术使用过程。
- 边注突出了书中重要条目。
- “历史回顾”栏提供了每种技术发展以及技术创立者的有趣信息。
- “应用实例”栏总结了实际部门应用数量分析方法解决实际问题的文章。本栏目提供了很多新的应用案例。
 - 每章末尾的问题求解为学生解决课后作业提供了范例。
 - 每章末尾的讨论题用来检验学生对基本概念和定义的理解。
 - 每章末尾的习题都是应用导向的,用来考查学生解决考试类型的问题的能力。这些习题按照难度分级:基本题(一个圆点)、中等难度(两个圆点)、挑战型问题(三个圆点),并增加了很多新的问题。

- 网上作业为学生提供了额外的习题,可以在本书网站 www.prenhall.com/render 上得到。
- 自测题用来为学生准备测验和考试而检验对重要考核点和概念的掌握程度。
- 每章末尾的案例分析提供了额外的管理问题。
- 每章末尾的术语表定义了重要知识点。
- 每章末尾的主要方程列出了本章出现的方程。
- 每章末尾的参考文献列出了进一步参考的著作和文章。
- QM for Windows 用来解决实际问题,各章或附录中介绍了软件的使用方法。
- 在整个第9版中使用 Excel QM 和 Excel 解决问题。各章或附录中介绍了软件的使用方法。
- CD-ROM 模块提供了更多的数量分析问题。
- 相关网站 www.prenhall.com/render 为本书各章提供了更多的习题、案例和其他相关材料。

第9版的主要变化

决策模型的统一处理。决策理论的所有模型都组合到了一章里。决策树与效用理论都辅以决策表达。

增加了回归分析。应上一版很多读者的要求,我们在本版中新增了“回归分析”一章。包括简单线性回归、多元回归、非线性回归简介,还包括模型的统计推断、虚拟变量和指示变量问题、建模问题、使用回归模型应注意的问题等。

扩展了预测的内容。由于在回归分析中介绍了虚拟变量,所以在预测一章中增加了分解技术的加性方法。虚拟变量用来在回归模型中反映预测中的季节变化。

加强了存储控制模型一章。应读者要求,我们增加了准时制生产方式(JIT)、物料需求计划(MRP),以及企业资源计划(ERP)。使得“库存控制模型”一章更加完善。

CD-COM 模块

为使本书使用更加方便,在学生 CD-ROM 中包含了以下六个模块。

- 层次分析法;
- 动态规划;
- 决策理论与正态分布;
- 对策论;
- 数学工具包:矩阵与行列式;
- 微积分最优化。

软件

Excel 第9版中的 Excel 软件是一个功能强大的软件工具。由于学生已经熟悉了 Excel 的基本用法,本书主要介绍在数量分析时所用到的函数和工具。在有些章的附录中提供了简要的介绍和例题。Excel 用于正态分布、二项分布、贝叶斯定理、回归分析、层次分析、马尔可夫分析、矩阵运算,以及其他模型的计算。在前几版中,Excel 还被用来解决线性规划、非线性规划、仿真和预测

等。

Excel QM 它是带有内嵌式程序的 Excel,使得 Excel 的使用更加方便。在本书中用来解决很多问题和例题,它出现在本书章节中。

QM for Windows QM for Windows 软件由霍华德·韦斯教授开发,是一个方便使用的下拉菜单式软件,是用于数量分析的专用软件。

相关网站

我们的网站地址是 www.prenhall.com/render。网上习题为学生提供了更多的机会练习所学知识。

目 录

第1章 数量分析概述	1
1.1 引言	1
1.2 什么是数量分析	2
1.3 数量分析的过程	2
1.4 如何建立数量分析模型	8
1.5 计算机和电子表格模型在数量分析中的作用	10
1.6 数量分析过程中可能出现的问题	12
1.7 实施——并非最后一步	17
第2章 概率的概念与应用	23
2.1 引言	23
2.2 基本概念	24
2.3 互不相容事件和完备事件组	26
2.4 统计独立事件	29
2.5 统计相关事件	30
2.6 用贝叶斯定理修正概率	32
2.7 进一步的概率修正	34
2.8 随机变量	36
2.9 概率分布	37
2.10 二项分布	40
2.11 正态分布	44
2.12 指数分布	51
2.13 泊松分布	51
第3章 决策分析	68
3.1 引言	68
3.2 决策中的六个步骤	69

3.3 决策环境的类型	70
3.4 不确定型决策	72
3.5 风险型决策	76
3.6 决策树	82
3.7 如何利用贝叶斯分析估计概率值	88
3.8 效用理论	91

第4章 回归模型 120

4.1 引言	120
4.2 散点图	120
4.3 简单线性回归	122
4.4 回归模型的拟合优度	123
4.5 用软件进行回归分析	127
4.6 回归模型的假设	129
4.7 模型的显著性检验	131
4.8 多元线性回归分析	132
4.9 虚拟变量	135
4.10 建立模型问题	136
4.11 非线性回归	137
4.12 回归分析中需要注意的问题及缺陷	140

第5章 预测 155

5.1 引言	155
5.2 预测的类型	156
5.3 散点图和时间序列	158
5.4 预测方法的准确性	158
5.5 时间序列预测模型	161

5.6	监控预测	180	8.8	配比问题应用	325
5.7	用计算机进行预测	182			
第6章	库存控制模型	194	第9章	线性规划模型:单纯形法	342
6.1	引言	194	9.1	引言	342
6.2	库存控制的重要性	195	9.2	如何建立初始解	343
6.3	库存决策	197	9.3	单纯形法求解过程	348
6.4	经济订货量:决定订购数量	199	9.4	第二张单纯形表	349
6.5	重新订购点:决定什么时间订购	205	9.5	求解第三张单纯形表	353
6.6	不满足即时收货假设时的 EOQ	206	9.6	求解最大化线性规划问题的方法回顾	356
6.7	数量折扣模型	210	9.7	剩余变量和人工变量	356
6.8	安全库存的使用	215	9.8	求解最小化问题	358
6.9	ABC 分析	221	9.9	求解最小化线性规划问题的方法回顾	367
6.10	相需求:物料需求计划案例	222	9.10	特殊情况	368
6.11	准时制(JIT)库存控制	228	9.11	单纯形表的敏感性分析	370
6.12	企业资源计划	230	9.12	对偶问题	376
			9.13	卡马卡尔算法	379
第7章	线性规划模型:		第10章	运输和分配模型	400
	图解法和计算机方法	247	10.1	引言	400
7.1	引言	247	10.2	运输问题的建立	402
7.2	线性规划问题的基本要求	248	10.3	确定初始解:西北角规则	404
7.3	建立线性规划问题	250	10.4	阶梯法:寻找最小费用解	405
7.4	用图解法求解线性规划问题	252	10.5	改进配送法	413
7.5	利用 QM for Windows 和 Excel 求解		10.6	伏格尔逼近方法:	
	弗莱尔家具公司的线性规划问题	261		寻找初始解的另一种方法	416
7.6	求解最小化问题	267	10.7	不平衡运输问题	418
7.7	线性规划中的四种特殊情形	272	10.8	运输问题中的退化问题	420
7.8	敏感度分析	275	10.9	多个最优解	423
			10.10	最大化运输问题	423
第8章	线性规划模型应用:		10.11	禁用路线	423
	用 Excel 和 QM for		10.12	设施选址问题	423
	Windows 软件进行分析	303	10.13	分配模型	427
8.1	引言	303	10.14	不平衡分配问题	434
8.2	营销应用	304	10.15	最大化分配问题	434
8.3	生产应用	308			
8.4	雇用计划问题应用	314	第11章	整数规划、目标规划和	
8.5	金融问题应用	317		非线性规划	459
8.6	运输问题应用	318	11.1	引言	459
8.7	转运应用	323	11.2	整数规划	460

11.3	用 0—1 变量建立模型	471	15.4	仿真和存货分析	631
11.4	目标规划	477	15.5	排队问题的仿真	637
11.5	非线性规划	488	15.6	固定时间增量及相继事件时间增量的 仿真模型	640
第 12 章	网络模型	507	15.7	维修策略的仿真模型	640
12.1	引 言	507	15.8	另外两种仿真模型	647
12.2	最小支撑树法	508	15.9	核实和校验	648
12.3	最大流法	511	15.10	计算机在仿真中的作用	649
12.4	最短路径法	515			
第 13 章	项目管理	535	第 16 章	马尔可夫分析	666
13.1	引 言	535	16.1	引 言	666
13.2	计划评审技术(PERT)	537	16.2	状态和概率	667
13.3	PERT/Cost	548	16.3	转移概率矩阵	669
13.4	关键路径法	554	16.4	预测未来的市场占有率	670
13.5	项目的其他主题	559	16.5	机器运行例子的马尔可夫分析	671
			16.6	均衡状态	672
第 14 章	排队和排队论模型	577	16.7	吸收状态和基本矩阵:在应收账款中的 应用	676
14.1	引 言	577			
14.2	排队等待成本	578	第 17 章	统计质量控制	697
14.3	排队系统的特点	580	17.1	引 言	697
14.4	泊松到达和指数服务时间的单服务台 排队模型($M/M/1$)	586	17.2	质量和全面质量管理的定义	697
14.5	泊松到达和指数服务时间的多服务台 排队模型($M/M/m$)	592	17.3	统计过程控制	699
14.6	定长服务时间模型($M/D/1$)	597	17.4	计量型数据控制图	701
14.7	顾客源有限模型(有限客源 $M/M/1$)	599	17.5	计数型数据控制图	706
14.8	运行参数的一般关系	601			
14.9	其他复杂的排队模型和仿真应用	602	附 录		719
第 15 章	仿真模型	619	附录 A	标准正态分布表	720
15.1	引 言	619	附录 B	二项分布累积概率表	722
15.2	仿真模型的优缺点	621	附录 C	泊松分布中 $e^{-\lambda}$ 值表	728
15.3	蒙特卡洛仿真模型	622	附录 D	使用 QM for Windows 软件	729
			附录 E	使用 Excel QM 软件	734
			附录 F	部分习题答案	735
			附录 G	自我测试答案	741

学习目标

学完本章后,学生应该能够:

1. 描述数量分析过程。
2. 了解数量分析在现实环境中的应用。
3. 描述数量分析中建模的作用。
4. 利用计算机电子表格模型软件实现数量分析。
5. 讨论在用数量分析时可能遇到的问题。
6. 进行盈亏平衡分析。

1.1 引言

几千年来,人们一直用数学工具解决各种问题,然而,将数量分析技术的研究应用于决策实践是 20 世纪的产物。本书中所探讨的技术已经被广泛地应用于商业、政府、医疗和教育等各个领域中的复杂决策问题,本书将讨论这些成功的案例。

读者不仅应了解数量分析技术所使用的数学方法,而且应该熟悉它的限制条件、假设和特定的应用领域。成功的数量技术应用的结果通常是快速、准确、灵活、可靠、容易理解和使用的。

在本章和后面的章节中,在“应用案例”栏中有很多数量分析(quantitative analysis, QA),这些应用案例提供了许多管理科学应用的成功故事。说明了企业如何利用数量分析技术做出最优决策,提高运行效率及获得更多利润。Taco Bell 因对需求的良好预测和高效的人力资源规划节省了 1.5 亿美元。NBC 电视台利用模型生成对广告客户的销售计划,因而在 1996—2000 年间增加了两亿多美元的广告收入。大陆航空公司利用数学模型很快从季节等其他因素导致的运营中断中恢复过来,每年为公司节省 4 000 万美元以上。这仅仅是本书中应用案例所讨论的应用了数量分析的众多公司中的一部分。

1.2 什么是数量分析

数量分析用科学的方法进行决策。

数量分析是一种实现管理决策的科学方法。幻想、情感和猜测都不属于数量分析方法的范畴。数量分析方法以处理数据为基点,数据就像工厂中的原料,被加工处理成人们做决策时有用的信息。将数据加工成为信息的过程是数量分析的核心,而计算机成为扩大数量分析用途的工具。

要解决任何问题,管理者都必须同时考虑定性因素和定量因素。例如,我们可以考虑几种投资方案,包括银行存款、购买股票、投资房地产等。我们可以用数量分析方法预测在给定利率和年限的条件下我们在银行中的存款的将来价值。数量分析还可以通过对我们考虑进行股票投资的公司的资产负债表的分析。

必须同时考虑定性因素和定量因素。

除了数量分析,决策时还应考虑定性因素,气候、政府法律、新的技术突破、选举结果等因素是难以量化的。

由于定性因素的重要性,决策时数量分析的角色会产生变化。在缺乏定性因素的条件下,如果问题、模型和输入数据都相同,数量分析的结果可以自动用于决策过程。例如,有些公司利用量化库存分析技术,可以自动形成订单。然而在大多数情况下,数量分析作为决策过程中的一种手段,决策时还要考虑其他定性因素。

3

历史回顾

数量分析的起源

自从有了历史纪录,就有了数量分析,但是弗雷德里克·W. 泰勒(Frederick W. Taylor)率先在 20 世纪初将科学方法应用于管理。在第二次世界大战期间,许多科学的数量分析技术已用于辅助军事活动。由于这些技术的成功应用,在第二次世界大战后许多公司开始利用这些技术进行决策管理和制订计划。今天,许多组织都雇用具备运筹学和管理科学知识的人士,利用管理科学的原则处理问题,寻找机会。在本书中,管理科学、运筹学和数量分析这三个概念是等效的。

本书中讨论的许多由个人或组织采用的管理科学技术都可以追溯到发明人泰勒,本书将在“历史回顾”专栏中陆续介绍。

1.3

数量分析的过程

定义问题是最重要的阶段。

数量分析过程包括以下步骤(见图 1-1):定义问题、建立模型、搜集数据、求解、检验解、分析结果和实施 7 个阶段。在下一阶段开始时,前一阶段并不需

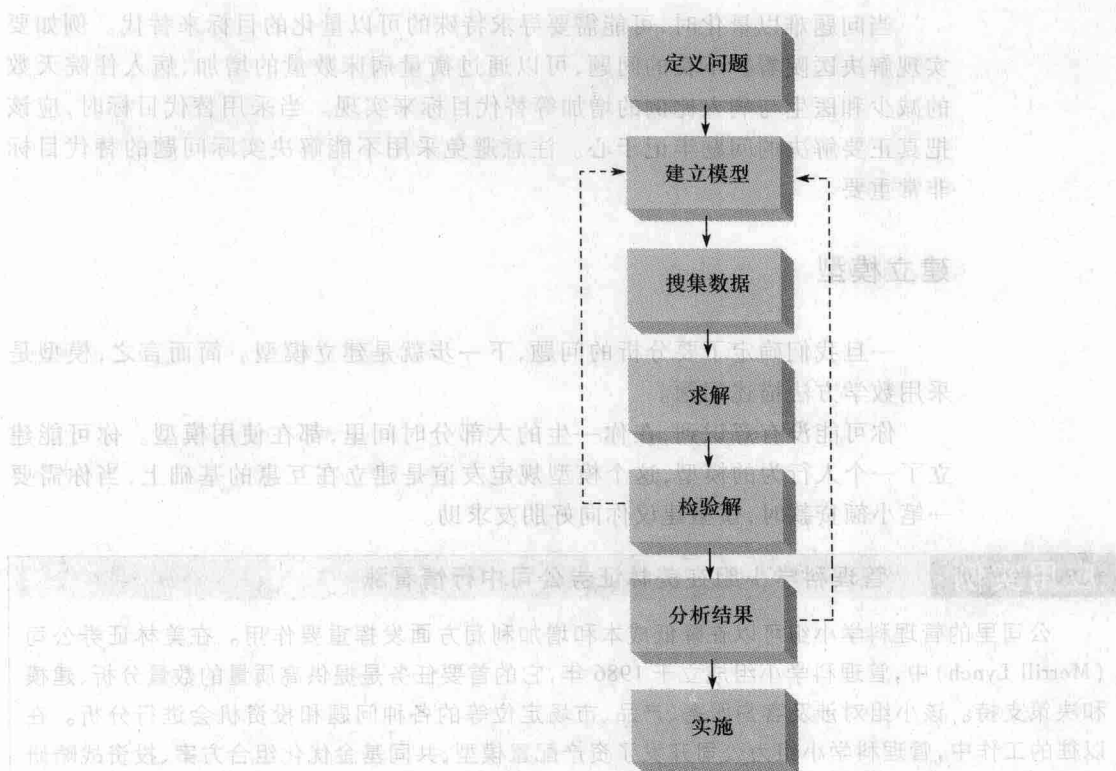


图 1-1 数量分析过程

只集中在少数几个问题上。

要全部完成。在大多数情况下,在实施之前,某些阶段的工作需要进行某种程度的更改,这将引起后续阶段的工作随之更改。在某些情况下,对解的验证可能会揭示某些模型或输入数据的错误。这意味着在定义问题之后所有阶段都必须进行相应的修改。

定义问题

数量分析过程的第一步是用清晰、简洁的语言描述问题。它为后续阶段指明了目标和意图。

在许多情况下,定义问题是最重要,也是最困难的一步。其根本要求是能够透过问题的表面现象鉴别出真正的原因。问题之间往往是相互关联的,如果只解决一个问题而不考虑相关问题会使得整个情况变得更糟。因而重要的是分析某个问题的结论将如何影响其他问题或者整体情况。

一般情况下,组织会面临多个问题。然而数量分析小组不能同时解决组织的所有问题,因此集中在少数几个问题上通常是必要的。对于大多数公司来说,这就需要选择要解决的问题,这些问题的解决将能够最大限度地增加利润和减少成本。但是公司不能过分强调选择恰当问题的重要性。经验表明问题定义不当是数量分析小组工作失败的主要原因。

当问题难以量化时,可能需要寻求特殊的可以量化的目标来替代。例如要实现解决医院看护不良的问题,可以通过衡量病床数量的增加、病人住院天数的减少和医生与病人比例的增加等替代目标来实现。当采用替代目标时,应该把真正要解决的问题牢记于心。注意避免采用不能解决实际问题的替代目标非常重要。

建立模型

一旦我们确定了要分析的问题,下一步就是建立模型。简而言之,模型是采用数学方法描述问题。

你可能没有意识到,在你一生的大部分时间里,都在使用模型。你可能建立了一个人行为的模型,这个模型规定友谊是建立在互惠的基础上,当你需要一笔小额贷款时,模型建议你向好朋友求助。

4

应用实例

管理科学小组在美林证券公司中行情看涨

公司里的管理科学小组可以在降低成本和增加利润方面发挥重要作用。在美林证券公司(Merrill Lynch)中,管理科学小组成立于1986年,它的首要任务是提供高质量的数量分析、建模和决策支持。该小组对涉及客户服务、产品、市场定位等的各种问题和投资机会进行分析。在以往的工作中,管理科学小组为公司开发了资产配置模型、共同基金优化组合方案、投资战略研发工具、财务计划模型和跨区销售方案等。目前,美林证券公司的管理科学小组有20名成员。

在20世纪90年代末期,美林证券公司受到来自一些票据贴现经纪公司越来越大的压力,如Fedelity公司和Schwab公司,这些公司威胁要缩减与诸如美林证券公司之类只提供传统的全项服务的公司的业务。美林证券公司是否应该提供贴现网上交易,而疏远近14000名金融顾问呢?依靠管理科学小组的帮助,美林证券公司决定提供一项名为“组合选择”的服务业务。这项服务允许公司客户自主选择服务和咨询的级别,美林证券公司的广告词是“通过鼠标,通过电话,通过人”。其中一项名为“无限优势”的新业务,让客户只需支付一笔固定费用,就能够享受各类服务。这项新业务取得了骄人的业绩。

为了提高美林证券公司的客户满意度,公司的管理科学小组以客户满意度为目标建立了数学模型。什么是管理科学小组成功的关键呢?除了具备技术和经验,他们成功的关键之处在于:(1)目标分析;(2)关注公司的商业影响与实施;(3)团队协作;(4)采纳专业的咨询方法。

资料来源: Nigam, Raj et al. "Bullish on Management Science," *OR/MS Today* (June 2000), pp. 48—51.

模型有很多种,主要包括物理模型、比例模型、图解式模型和数学模型。

当然,存在很多类型的模型。建筑师有时需要构筑一个物理模型来代表将要建立的大厦;工程师可以建立一个称为试验工厂的模型代表他们的化工厂。图解式模型可以是图片、草图,或者是图表。汽车、割草机、齿轮、风扇、打字机和各种设备都可以用图片或草图来表示,通过图解式模型来描述它们如何工作。数量分析与其他技术的不同之处在于数量分析采用数学模型。数学模型是数学关系的集合。在大多数情况下,这种关系可以表现为等式和不等式,有时这种关系也可以采用电子表格模型,以便利用计算机进行求和、平均值和标准差的计算。

建立模型有很大的灵活性,本书的大部分模型有一个以上的变量和参数。变量,如其名所示,可以取不同的值。变量可以分为可控制变量和不可控制变量两类。可控制变量又称为决策变量,例如代表库存商品订货数量的变量就是决策变量。参数是问题本身固有的数量,例如订货成本就是参数。大多数情况下,变量的值是未知的,而参数的值是已知的。建立模型时一定要认真细致。建立的模型应该是可解的、实际的、容易理解和便于修改的,而所需的输入数据应是可获得的。建模者应该仔细取得所需的适当数量的易于理解的实际的相关数据。

搜集数据

建立模型之后,我们就要搜集模型所需要的输入数据。获取模型所需的准确数据是最基本的要求。即使模型完全符合现实情况,输入不恰当的数据也将导致错误的结论。这种情况被称为“进去的是垃圾,出来的也是垃圾”(GIGO)。对于比较大的问题,搜集准确的输入数据是数量分析过程中最困难的步骤之一。

我们可以通过多种途径搜集数据。通常,公司的报表和文件会提供所需要的数据。与公司职员或相关人员的面谈也是一条搜集数据的途径,有时他们会提供很好的信息,而且他们的经验和判断是十分有价值的。例如生产部门的主任能够告诉你产品生产的准确数量和所需时间。取样和直接测量是为模型提供数据的另一条途径,你可能需要了解生产一件产品需要多少原材料,最好的方法是到工厂直接计量生产时所消耗的原材料。有时,样品的统计数据也是获取数据的一个来源。

求解

求解就是对模型进行计算,获取问题的最佳(优化)结果。有时,通过对模型的计算来导出最佳结论。有时,需要通过反复试验,比较不同方法所得到的结果,从中挑选出最佳结论。对于有些问题,你希望尝试所有的可能情况,然后得到最佳结论,这被称为完全枚举法(complete enumeration)。本书还将告诉读者如何通过重复简单步骤来解决复杂问题,直至取得最佳结果。这种重复简单步骤的方法被称为算法(algorithm),以纪念9世纪阿拉伯数学家穆罕默德·花拉子密(Algorismus)。

输入数据的准确程度和模型本身决定了结论的准确性。如果输入的数据精确到两位有效数字,其结果也只能精确到两位有效数字。例如,2.6除以1.4的结果是1.9,而不是1.857142857。

输入数据和模型本身决定了结论的准确性。

检验解

分析结果之前,需要对输入数据和模型进行检验。

模型,两者都需要检验。

检验输入数据和模型包括确定模型所用数据的准确性和完整性。不准确的数据会导致不准确的结果。我们可以采用多种方法检测输入数据。检测数据的方法之一是从不同渠道搜集附加数据。如果原始数据来源于面谈,附加数据则可以来自测量和取样。将附加数据与原始数据进行比较,采用统计方法确定两类数据不一致的程度。如果两类数据之间有很明显的不同,则需要在搜集数据上再投入精力。如果数据是准确的,但是问题的结果不一致,则模型本身存在问题。需要进一步检查模型,确定它是否符合逻辑,与实际情况是否相符。

虽然本书讨论的数量分析技术已经得到验证,读者只需要亲手解决问题,但为了检查逻辑错误和计算错误,读者需要检查结果与问题是否相符。例如, 1.96×301.7 的结果应该与 2×300 的结果 600 近似,如果结果与 600 相距甚远,读者可知出现了错误。

结果分析和敏感度分析

敏感度分析可以确定模型和输入数据的变动对结果的影响程度。

分析结果就是要确定结果的含义。在大多数情况下,问题的结果将导致组织现有运作的行动或改变。在把结果付诸实施之前,应分析和确定所要采取的行动和改变现有运作的含义。

由于模型只是近似于现实情况,确定模型和输入数据变动对结果影响程度的分析是结果分析的重要组成部分。它决定模型和输入数据的变动对结果的影响程度。如果结果对这种变动很敏感,就需要检验模型和输入数据的准确性与有效性。模型和输入数据的错误会导致结果错误,而错误结果的实施会导致财务损失和利润减少。

不能过分强调敏感度分析的重要性。因为输入的数据不会总是正确的,而且模型的假设条件并不一定完全合适,敏感度分析可以成为数量分析过程中的重要部分。本书的大部分章节使用敏感度分析作为决策和解决问题过程中的重要部分。

实施结果

最后一步是将所得到的结果付诸实施。即将结果运用到企业的过程。它可能要比读者想象的情况更困难。即使结果是最佳的,能够给企业带来数百万美元的利润,但如果企业管理者抵制新的结果,所有的努力都将付之东流。经验显示,很多数量信息小组工作的失败归因于没能有效地采用可行的方法实施结果。

实施结果后,应密切监视实施后果。随着时间的推移,众多的变化都要求对结果进行修改。经济形势的变化和需求的浮动会造成某些因素的变化,这些都会使企业的管理者和决策者提出要求,对模型做进一步的修改。

建模实例

中国的原煤和电力供应系统计划

定义问题

中国每年生产约 11 亿吨原煤,而对原煤的年需求量预计为 16 亿吨。此外,中国面临的污染问题会威胁其国民生产总值增长率。中国国家发展改革委员会和世界银行确认,解决这个问题对国民生产总值增长率的持续增长十分重要。

建立模型

为了分析有关原煤和电力供应的问题,中国国家发展改革委员会开发了一个详尽的模型,名为原煤运输研究模型,模型规定了与电力的生产、运输和需求有关的关键因素。

搜集数据

除了历史数据,模型还需要对未来需求的预测数据、各种能源的使用对环境的影响数据,以及原煤和电力生产不同阶段的相关数据。

求解

数量分析组分析了 16 种不同的结果和可能性,而不是仅提供一个结果。这些结论揭示出未来 10 年中,向新的原煤与电力系统的投资高达 2 500 亿美元,新系统能够生产 20 亿吨原煤。

检验解

对模型的假设条件和结果都进行了仔细的检验,用了约半年时间,对模型的数据、模型本身和结果进行检验。这些检验包括使用已知的数据对数据和模型进行一系列检查,确保模型产生的结果与现实情况相符。检验对数据和模型做了精细的调整,使得它们更加准确。经过检验,对模型和数据的更正和调整使得结论尽可能准确。

分析结果

形成的结论主要包括:第一,政府制订的计划应基于对电力的年需求增长率 8%~9%;第二,铁路运输是原煤的主要运输方式;第三,通过增加沿海和内陆的水上运输能力能够加大对原煤的运输,而采用建立煤浆管道运输的方式是不可取的。另外还包括,如何加工原煤来生产电力以减少污染和对环境的负面影响。

实施

通过实施原煤运输研究模型,形成了新的蒸汽洗煤工艺,改善了铁路运输系统,建设了新的港口,并进口了原煤。此外,中国国家发展改革委员会还开发了战略投资计划模型,这个模型将得到扩展以实施直到 2010 年的能源发展计划。

资料来源: M. Kuby, et al. "Planning China's Coal and Electricity Delivery System", *Interfaces* 25 (January—February 1995): 41—68.

数量分析方法与实际问题的建模

数量分析方法广泛应用于现实世界中。其步骤如图 1-1 所示,通过随后