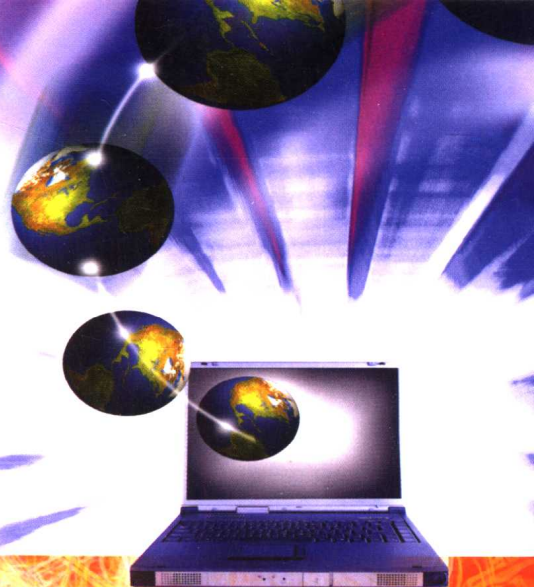


内含光盘

管理科学



运用Spreadsheet建模和求解

丁以中

Jennifer S. Shang

主编

清华大学出版社

管 理 科 学

——运用 Spreadsheet 建模和求解

丁以中
Jennifer S. Shang 主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书系统介绍管理科学的方法技术与应用。“管理科学”是管理类专业的课程之一,也是企业进行科学管理的有力工具。本书的主要特点是全面引入 Spreadsheet 方法。Spreadsheet 教学法是近年来美国各大学全面推广的一种管理科学教学法。它在 Excel(或其他背景)下将所需解决的问题进行描述与展开,然后建立数学模型,并使用 Excel 的命令与功能进行预测、决策、模拟、优化等运算与分析。本书的重点不是数学公式的推导与计算,而是注重于如何对复杂的实际系统进行描述与建模,并运用计算机求解,因此避免了大量繁琐的数学公式,使得管理科学的理论方法简明直观、容易理解与应用,特别有利于那些注重应用的企业管理人员以及 MBA 学生的学习,从而为企业决策人员与管理人员掌握与应用管理科学开辟了一个广阔的前景。同时,本书介绍的方法也为管理类专业的学生 and 研究人员提供了研究实际问题的有效工具。

本书可作为研究生、本科生、MBA 学生的教材和参考书,也可作为各级管理人员、工程技术人员及高层决策人员的培训教材和自学参考书。

书 名: 管理科学——运用 Spreadsheet 建模和求解

作 者: 丁以中 Jennifer S. Shang 主编

出 版 者: 清华大学出版社(北京清华大学学研大厦,邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

责任编辑: 魏荣桥

版式设计: 刘 路

印 刷 者: 清华大学印刷厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 787×960 1/16 印张: 26 字数: 521 千字

版 次: 2003 年 3 月第 1 版 2003 年 3 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-900643-92-3

印 数: 0001~5000

定 价: 48.00 元

序 言

人们在管理中运用科学管理方法的行为可追溯到 20 世纪初期,当时被称为“科学管理之父”的美国的弗雷德里克·温斯洛·泰罗(Frederic W. Taylor)创建了科学管理理论。此后,世界经济的飞速发展和科学技术的突飞猛进,特别是知识经济的到来,极大地推动了现代管理思想和理论的发展。“管理科学”是现代管理理论的一个重要学派,它将近年来的最新科学技术成果应用于管理,形成了许多新的管理思想和管理技术,使管理工作的科学性达到了新的高度。管理科学学派的主导思想是使用先进的数学方法及管理手段,使生产力得到最为合理的组织,以获得最佳的经济效益。

目前,美国的成功企业已普遍应用管理科学的理论与方法指导其管理与决策,并取得很大的经济效益,管理科学在美国已成为真正指导实践的科学。然而,我国的企业却很少应用管理科学的理论与方法指导实际工作,究其原因,除了我国企业管理尚处于较低水平外,另一个重要的问题是我国管理科学的教学思想、内容、方法尚存在某些不足,主要表现在:

① 过于强调数学公式及其推导,使得不少缺乏数学背景的企业家们望而却步。人们往往将管理科学看作是数学家或管理科学家的专利,是一种离实际很远的艰深理论。在 MBA 教学中,学生对管理科学、决策技术等课程普遍感到困难。

② 存在着理论与实践脱节的现象。由于教学内容、方法与手段较为落后,培养出的管理专业学生解决实际问题的能力普遍较差,难以适应经济发展的需要。

③ 内容比较陈旧,缺乏案例教学内容。

④ 教学手段基本上仍以手算为主,较少使用计算机与网络手段,与现代化管理不相适应。

近年来,美国高校“管理科学”教学的思想、内容、方法与手段有了根本的转变,主要表现在美国各大学已普遍采用 Spreadsheet 这一全新的教学方法,“管理科学”已日益成为管理类学生最重要的课程和最受欢迎的课程之一。当我国的管理科学本科生们和研究人员为求解某规划问题进行繁琐的计算或为某个数学公式的证明绞尽脑汁时,美国的大学生们已在因特网上轻而易举地下载各大证券公司的数据,并使用 Spreadsheet 进行投资分析了。我国管理科学教学急需加快改革步伐。本书试图在这方面做一些尝试,其宗旨是希望用我们微不足道的力量,促进管理科学走向企业,走向实践,走向普通管理人员。

本书系统地介绍了管理科学的方法、技术与应用,内容涉及优化、模拟、决策、预测、

排队论、库存论等。本书的主要特点是借鉴了美国高校管理科学教学的最新成果,全面引入 Spreadsheet 方法。Spreadsheet 方法是近年来美国各大学乃至企业推广的一种管理科学教学与应用的有效方法,它为管理科学提供了一种问题描述、数据处理、模型建立与求解的有效工具,它使得管理科学的理论与方法易于被学生与广大管理者理解与掌握,有利于管理科学与运筹学走向广大的管理者,走向实践,发挥其在社会经济发展中应有的作用。

本书的重点不是数学公式的推导与计算,而是注重于如何对复杂的实际系统进行描述与建模,并运用计算机求解,因此避免了大量繁琐的数学公式,使得管理科学的理论方法简明直观,容易理解与应用,特别有利于那些注重应用的企业管理人员以及 MBA 学生的学习,从而为企业决策人员与管理人员掌握与应用管理科学开辟了一个广阔的前景。同时,本书介绍的方法也为管理科学专业的学生和研究人员提供了研究实际问题的有效工具。

本书可作为研究生、本科生、MBA 学生的教材和参考书,也可作为各级管理人员、工程技术人员及高层决策人员的培训教材和自学参考书。

本书共分 12 章。其中第 1、2、3、4、5、6、8、9 章,以及第 10 章中的第 1~4 节由丁以中撰写;第 10 章中的第 5 节、第 12 章由 Jennifer S. Shang 撰写,并由丁以中翻译;第 7、11 章由杨静蕾撰写。Jennifer S. Shang 对全书进行了审核。本书部分算例参考了美国高校普遍选用的管理科学参考书;还有若干算例的题目选自我国已出版的书籍(书中已注明出处),而本书运用 Spreadsheet 新方法对这些题目重新进行了运算,以便读者通过比较更易了解 Spreadsheet 方法的原理和功能。本书附有一个光盘,内有书中例题的 Spreadsheet 形式的模型和解。

由于作者水平有限,难免存在不当之处,恳请读者不吝赐教。

丁以中

2002 年 8 月

目 录

第 1 章 引言	1
1.1 决策与定量分析	1
1.1.1 决策过程	1
1.1.2 定性分析与定量分析	2
1.2 管理科学概述	2
1.2.1 管理科学概述	2
1.2.2 模型	4
1.3 一个例子：管理科学的应用	6
1.4 Spreadsheet 在管理科学中的应用	7
第 2 章 优化问题(一)：线性规划	14
2.1 一个简单的最大化问题	14
2.2 线性规划问题的图解法	16
2.2.1 可行域与最优解	16
2.2.2 线性规划的图解法	17
2.2.3 松弛变量与线性规划模型的标准式	19
2.3 用 Excel 中的“规划求解”功能求解线性规划问题	19
2.3.1 用 Spreadsheet 进行问题描述与建模	20
2.3.2 用 Excel 的“规划求解”功能求解线性规划问题	22
2.4 最小化问题	24
2.4.1 最小化问题及其线性规划模型	24
2.4.2 最小化问题的图解法	25
2.4.3 最小化问题的 Spreadsheet 解法	26
2.4.4 剩余变量(surplus)	31
2.5 线性规划问题的解的讨论	32
2.5.1 惟一解	32
2.5.2 无穷多解	32
2.5.3 线性规划问题无可行域的情况	33

2.5.4	线性规划问题可行域无界的情况	34
2.6	线性规划的灵敏度分析和影子价格	35
2.6.1	灵敏度分析的内容	35
2.6.2	敏感性报告	37
2.6.3	例题	40
第3章	线性规划模型的应用	45
3.1	市场营销问题	45
3.1.1	媒体选择问题	45
3.1.2	市场调查问题	49
3.2	财务管理问题	53
3.2.1	投资组合优化问题	53
3.2.2	财务计划问题	56
3.3	营运管理问题	60
3.3.1	生产计划问题	61
3.3.2	外购/自制(make-or-buy)生产决策问题	66
3.3.3	产品配方(blending)问题	72
3.3.4	人力资源管理问题	77
第4章	优化问题(二): 图与网络分析	84
4.1	图与网络的基本概念	84
4.1.1	什么是图	85
4.1.2	有向图, 无向图	86
4.1.3	网络	86
4.2	运输问题(transportation problem)	87
4.3	指派问题(assignment problem)	95
4.4	最大流问题(maximum flow problem)	99
4.5	最小费用流问题(minimum cost network flow problem)	103
4.6	最短路问题(shortest path problem)	110
4.7	关键线路模型(critical path model)	118
4.7.1	关键线路模型的建立	118
4.7.2	工程计划问题	120
4.7.3	赶工问题	124

第 5 章 优化问题(三): 线性整数规划	130
5.1 线性整数规划的基本概念、分类与解的特点	130
5.2 线性整数规划模型的 Spreadsheet 解法	133
5.3 0-1 整数规划模型及其应用	136
5.3.1 投资决策问题	136
5.3.2 固定成本问题	140
5.3.3 配送系统设计	145
5.3.4 覆盖问题	155
5.3.5 多项方案的选择问题	158
第 6 章 优化问题(四): 非线性规划	160
6.1 非线性规划(non-linear programming)的基本概念	160
6.1.1 什么是非线性规划	160
6.1.2 非线性规划问题的解	161
6.1.3 凸函数(convex function)与凹函数(concave function)	162
6.2 运用 Spreadsheet 的“规划求解”功能求解非线性规划问题	163
6.2.1 运用 Spreadsheet 的“规划求解”功能正确求解的条件	163
6.2.2 当“规划求解”功能正确求解的条件不满足时的解法: 初值试算法	167
6.3 企业生产要素组合优化问题	171
6.4 生产计划优化问题	176
6.5 高峰时段的产品定价问题	181
6.6 人力资源优化问题	185
6.7 投资组合优化问题	188
6.7.1 单项投资的期望回报率与风险	188
6.7.2 一组投资(即多项投资)的期望回报与风险	189
6.7.3 用 Spreadsheet 计算期望值、方差、均方差和相关系数	191
6.7.4 投资组合优化模型	195
第 7 章 排队论	201
7.1 几个基本概念	201
7.1.1 排队系统的基本要素	201
7.1.2 排队系统的数量指标和若干重要指标之间的关系	203
7.2 Excel 中宏的录制简介	204

7.3	到达为泊松分布、服务时间为负指数分布的单服务台排队模型	210
7.3.1	M/M/1 各个主要数量指标的计算	210
7.3.2	用 Spreadsheet 求解 M/M/1 模型	211
7.3.3	改进 M/M/1 数量指标的方法	212
7.4	到达为泊松分布、服务时间为负指数分布的多服务台排队模型	213
7.4.1	M/M/k 各个主要数量指标的计算	213
7.4.2	用 Spreadsheet 求解 M/M/k 模型	214
7.5	其他排队模型	217
7.5.1	系统容量有限的 M/M/1 排队模型	217
7.5.2	顾客源有限的 M/M/1 排队模型	220
7.5.3	服务时间为一般分布的排队模型	223
7.5.4	即时制的 M/G/k 排队模型	227
7.6	排队模型的经济分析	230

第 8 章 模拟 233

8.1	模拟的基本概念	233
8.1.1	模拟的概念	233
8.1.2	模拟模型的分类	234
8.1.3	随机数在模拟中的应用	234
8.2	用 Spreadsheet 产生代表某项概率分布的随机数	237
8.2.1	用 Spreadsheet 产生在区间 $[0,1)$ 中均匀分布的随机数	237
8.2.2	用 Spreadsheet 产生在区间 $[a,b)$ 中均匀分布的随机数	238
8.2.3	用 Spreadsheet 产生均值为 μ 、标准方差为 σ 的正态分布的随机数	238
8.2.4	用 Spreadsheet 产生按历史数据统计规律分布的随机数	239
8.2.5	用 Spreadsheet 产生参数为 a,b,c 的三角分布	241
8.3	风险分析模拟	242
8.4	库存系统模拟	249
8.5	飞机票预订决策问题	258
8.6	排队系统模拟	264
8.7	模拟中的几个问题	280
8.7.1	模拟模型的检验	280
8.7.2	模拟方法的优点和缺点	280
8.7.3	模拟软件	281

第 9 章 决策分析	283
9.1 概述	283
9.1.1 决策与决策分析的基本概念	283
9.1.2 决策过程	284
9.1.3 决策的分类	285
9.2 确定型决策	285
9.3 非确定型决策及其 Spreadsheet 解法	286
9.3.1 优势法(dominance)	287
9.3.2 PERT 决策法(performance evaluation and review technique)	287
9.3.3 乐观决策法(optimistic approach)	289
9.3.4 悲观决策法(conservative approach)	290
9.3.5 乐观系数法	291
9.3.6 最小的最大后悔值法(minimax regret approach)	292
9.3.7 拉普拉斯决策法(Laplace criterion)	295
9.4 风险型决策: 决策树技术及其 Spreadsheet 解法	296
9.4.1 最大期望值准则	297
9.4.2 决策树技术	298
9.4.3 多级决策问题的决策树解法	299
9.4.4 贝叶斯决策: 具有事前信息的决策树技术及信息价值分析	303
9.4.5 决策树的 Spreadsheet 解法	306
第 10 章 多目标决策	313
10.1 目标规划(goal programming)	313
10.2 目标规划的 Spreadsheet 解法	315
10.3 层次分析法(analytic hierarchy process)	323
10.3.1 AHP 的引出	323
10.3.2 AHP 的基本步骤	326
10.4 层次分析法的 Spreadsheet 解法	335
10.5 数据包络分析(data envelopment analysis)	341
10.5.1 DEA 方法的基本思路 and 模型	342
10.5.2 运用 Spreadsheet 建立与求解 DEA 模型	344

第 11 章 库存模型	349
11.1 概述	349
11.1.1 需求	349
11.1.2 补充	350
11.1.3 费用分析	350
11.1.4 库存策略	351
11.2 确定型库存模型(一): 经济订货批量模型——EOQ 模型	352
11.2.1 模型的假设条件	352
11.2.2 两个重要关系	353
11.2.3 EOQ 模型的总费用分析	354
11.2.4 求解最优订货批量	354
11.2.5 用 Spreadsheet 求解 EOQ 模型	355
11.2.6 EOQ 模型特性分析	357
11.3 确定型库存模型(二): 生产批量模型	358
11.3.1 生产批量模型的总费用分析	358
11.3.2 求解最优订货批量	360
11.3.3 用 Spreadsheet 求解生产批量模型	360
11.4 确定型库存模型(三): 允许缺货的 EOQ 模型	361
11.4.1 允许缺货的 EOQ 模型总费用分析	362
11.4.2 求解最优订货批量	363
11.4.3 用 Spreadsheet 求解允许缺货的 EOQ 模型	364
11.5 确定型库存模型(四): 有数量折扣的 EOQ 模型	365
11.5.1 求解有数量折扣的 EOQ 模型	366
11.5.2 用 Spreadsheet 求解有数量折扣的 EOQ 模型	367
11.6 确定型库存模型(五): 同时为几种产品订货	368
11.6.1 模型参数和参数关系	369
11.6.2 模型的规划求解	370
11.6.3 用 Spreadsheet 求解同时为几种产品订货模型	371
11.7 随机库存模型(一): 单时期模型——报童模型	372
11.7.1 模型的参数和最优订货批量	373
11.7.2 用 Spreadsheet 求解单时期库存模型	373
11.8 随机库存模型(二): (R, Q) 模型	374
11.8.1 模型的参数和参数关系	375
11.8.2 (R, Q) 库存模型的规划求解	376

11.8.3 用 Spreadsheet 求解(R,Q)库存模型	377
第 12 章 预测	380
12.1 时间序列的组成部分	381
12.2 平滑预测方法	381
12.2.1 移动平均法	381
12.2.2 加权移动平均法	383
12.2.3 指数平滑法	386
12.3 趋势预测法	390
12.4 随季节性变化的数据的预测	394
12.5 相关性预测方法：回归分析	398
12.6 精度测量指标	401
参考文献	402

第 1 章

引言

1.1 决策与定量分析

1.1.1 决策过程

人们每天都要面对许多有待于解决的问题。所谓解决问题,就是确定实际状态与所要求状态的差距、然后采取行动消除该差距的过程^①。解决问题的过程一般包括如下步骤:

- ① 定义问题;
- ② 找出可行方案;
- ③ 确定评价准则;
- ④ 对可行方案进行评价;
- ⑤ 选择方案;
- ⑥ 履行所选择的方案;
- ⑦ 结果反馈与评价。

其中,第①至第⑤个步骤称为决策过程。可见决策始于明确问题,终于选定方案。见图 1.1.1^②。

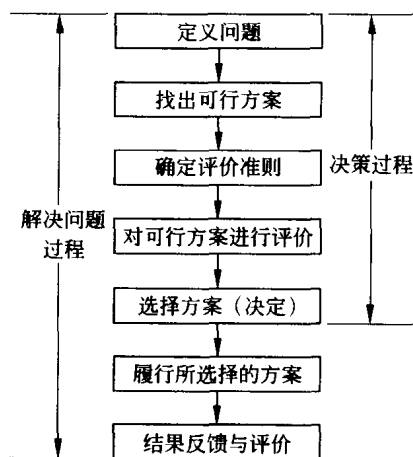


图 1.1.1 解决问题过程与决策过程

① David R. Anderson 等, Contemporary Management Science, South-Western College Publishing, USA, 1998, P2

② David R. Anderson 等, Contemporary Management Science, South-Western College Publishing, USA, 1998, P4

1.1.2 定性分析与定量分析

在决策过程中,常采用两种基本的分析方法:定性分析方法和定量分析方法。见图 1.1.2^①。定性分析方法基于管理者的判断与经验,包括管理者对所决策问题的“感觉”。定量分析方法是在收集相关数据资料的基础上,用数学表达式描述问题的目标、约束条件与各相关因素之间的关系,然后采用数学方法得到量化的分析结果。所以人们常将定性分析方法看作是一种管理的“艺术”,而将定量分析方法看作是一种管理的“科学”。

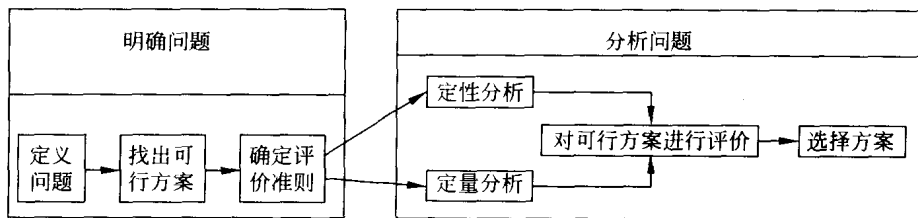


图 1.1.2 定性分析与定量分析

从图 1.1.2 可知,在决策过程中,首先对所决策的问题进行定义,即从一般性的问题描述转化为确切的问题定义,然后找出解决该问题的各种可行方案,并确定评价这些可行方案的准则,这个过程称为明确问题的过程。问题明确之后,就可以根据情况进行定性分析或定量分析,对可行方案进行评价,从而选择出最合理的方案。这个过程称为分析问题的过程。当管理者具有处理类似问题的相应经验,或当所要决策的问题较为简单时,定性分析方法不失为一种实用的方法;而当管理者缺乏相应的经验,或者所要决策的问题十分复杂时,定量分析方法对于管理者的正确决策则变得十分重要。

1.2 管理科学概述

1.2.1 管理科学概述

人们在管理中使用定量化方法的行为可追溯到 20 世纪初期。当时被称为“科学管理之父”的美国的弗雷德里克·温斯洛·泰罗(Frederic W. Taylor)创建了科学管理理

^① David R. Anderson 等, Contemporary Management Science, South-Western College Publishing, USA, 1998, P5

论。科学管理理论有以下几个主要观点^①：

- ① 科学管理的根本目的是谋求最高工作效率；
- ② 达到最高工作效率的重要手段是用科学的管理方法代替旧的经验管理；
- ③ 实施科学管理的核心问题是要求管理人员和工人双方在精神和思想上来一个彻底变革。

根据以上观点，泰罗提出了以下管理制度：

- ① 对工人提出科学的操作方法，以便合理利用工时，提高工效；
- ② 在工资制度上实行差别计件制；
- ③ 对工人进行科学的选择、培训和提高；
- ④ 制定科学的工艺规程，并用文件形式固定下来以利推广；
- ⑤ 使管理和劳动分离。

而量化方法在现代的应用则始于第二次世界大战。当时，人们将运筹学应用于军事以进行复杂问题的决策。战后，量化方法继续得到发展并被应用于非军事领域。1947年，George Dantzig 提出了求解线性规划问题的简化方法。1957年，由Churchman, Ackoff 和 Arnoff^② 撰写的第一本关于运筹学的著作应运而生。数字计算机的发明使得人们应用管理科学方法解决大规模复杂系统问题成为可能，极大地促进了现代管理科学的推广与应用。

“管理科学”是现代管理理论的一个重要学派。“管理科学”理论与泰罗的“科学管理”理论基本上属于同一个思想体系，但它又在“科学管理”理论的基础上有了新的发展。“管理科学”学派将近年来的最新科学技术成果应用于管理，形成了许多新的管理思想和管理技术，使管理工作的科学性达到了新的高度。为了区别于泰罗的“科学管理”理论，人们将新出现的一系列管理思想与管理技术称为“管理科学”。管理科学是“运用数学模型，对人力、设备、材料、资金等进行系统和定量的分析，以作出最优化规划和安排的管理理论和方法。”^③管理科学学派的主导思想是使用先进的数学方法及管理手段，使生产力得到最为合理的组织，以获得最佳的经济效益。“管理科学”理论有以下主要特点^④：

- ① 生产和经营管理各个领域的各项活动都以经济效果的优劣作为评价标准，即要求行动方案能以总体的最少消耗获得总体的最大经济效益；

① 周三多. 管理学原理与方法. 复旦大学出版社, 1997, P50~52

② C. W. Churchman, R. L. Ackoff, E. L. Arnoff, Introduction to Operation Research, New York: Wiley, 1957

③ 胡式如等. 英汉经济管理词典. 上海外语教育出版社, 1990, P627

④ 周三多. 管理学原理与方法. 复旦大学出版社, 1997, P73~74

② 使衡量各项活动效果的标准定量化,并借助于数学模型描述事物的现状及发展规律,并找出最优的实施方案;

③ 利用电子计算机进行各项管理;

④ 强调使用先进的科学理论和管理方法,如系统论、信息论、控制论、运筹学、概率论等数学方法与数学模型。

在发达国家,大部分成功企业均已将定量化方法应用于企业生产与管理并取得很大的成功。据美国劳动统计局预测,对运筹学分析者这一职业的需求将从 1990 年的 57 000 人增长到 2005 年的 100 000 人,是需求增长最快的职业之一^①。为促进管理科学理论与方法在实际管理工作中的应用,美国的大学近年来在管理科学课程的教学普遍采用 Spreadsheet 教学法。Spreadsheet 提供了一种描述问题、处理数据、建立模型与解题的有效工具,使得管理科学的理论与方法易于被学生理解与掌握,大大推动了管理科学方法与技术在企业中的实际应用。

自 20 世纪 80 年代以来,管理科学在我国得到了迅速发展,许多大专院校建立了管理科学系,培养了大批管理人才。然而,管理科学在实际管理工作中的应用还远未普及。究其原因,除了我国企业的管理水平尚有待于提高外,另一个重要问题是我国管理科学教学中存在着理论与实践相分离的状况。由于在教学中常常过于强调数学问题,例如数学公式及其推导等,而对管理科学的思想、从实际问题中建立模型的技术,以及定量化方法在实际管理中的应用有所忽略。其结果,一方面使得不少管理人员望而却步,将管理科学看成深奥的、难以掌握的、抽象的数学问题;另一方面,管理科学难以在实践中普及。

本书引入 Spreadsheet 进行模型的建立与求解,并着力于讨论管理科学的应用。其目的是使得学生和广大管理人员能理解与掌握管理科学的一般理论与方法,并将其应用于管理工作的实践,以期促进管理科学与实践之结合。

1.2.2 模型

1. 模型的定义

用管理科学方法解决问题,一般需建立模型,用定量化方法来描述与分析所研究的问题。

模型是对现实系统或情景的一种描述,同时又是对现实系统的一种抽象。这里所说的系统,是指由两个或两个以上相互有联系的要素所组成的、具有特定功能的整体。

^① David R. Anderson, Contemporary Management Science, South-Western College Publishing, USA, 1998, P2

2. 模型的分类^①

(1) 根据模型与实际系统的一致程度分类

根据模型与实际系统的一致程度,一般可分成形象模型,图式模型,模拟模型,数学模型。

形象模型包括实体模型与比例模型。实体模型就是系统本身。比例模型是现实系统的放大或缩小,它能表明系统的主要特性和各个组成部分之间的关系。如船模,地球仪,原子模型等。

图式模型是用图表、图形、曲线、符号等将系统的实际状态加以抽象化的表现形式。如设计图、网络图、流程图等。

模拟模型是用一种系统去代替或近似描述另一种系统。如用电压模拟机械运动速度、船舶的水槽试验(称为物理模拟),用计算机模拟企业的经营活动等(称为计算机模拟)。

数学模型是对系统行为的一种数量描述,它使用字母、数字和符号,以数学方程抽象地表示系统及其要素的相互关系。数学模型又可按变量的种类分为确定型模型和随机型模型,连续型模型和离散型模型,静态模型和动态模型等。

(2) 根据模型的目的分类

根据模型的目的,又可分为描述型模型和优化模型。描述型模型是对实际问题的数学描述,而优化模型则需求出在一定约束条件下使得目标达到最优的解。优化模型必须明确说明以下两个问题:

① 目标。例如利润最大化、成本最小化等。描述所研究问题的目标的数学表达式称为目标函数。

② 约束条件。例如生产能力约束、资金约束、材料约束等。

3. 模型的建立

建立模型一般有以下步骤^②:

- ① 定义问题。定义问题包括确定系统的目标和边界。
- ② 调查研究,收集数据。
- ③ 建立数学模型。
- ④ 模型的验证。为检验模型的有效性,需在使用前进行模型的验证。一般可用模型预测近期变量值,并将该预测值与实际值相比较,以确定模型的有效性。
- ⑤ 选择可行方案。
- ⑥ 模型运行求解,提出推荐的方案。

① 姚德明等. 系统工程实用教程. 哈尔滨工业大学出版社,1984年8月,P103

② Wayne L. Winston, Management Science, Duxbury Press, 1997, P8~9