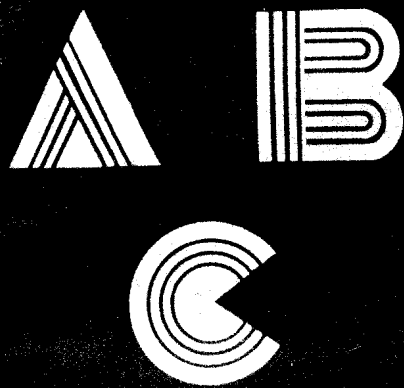


决策的定量技术

〔美〕T. S. 麦克劳林 R. C. 麦克哈德 著

北方交通大学运输系 译



$$f(z) = f(A) + f(B) + f(C)$$

$$f(z) = f(A) + f(B) + f(C)$$

Quantitative techniques for management decisions

〔美〕 Frank S. McLaughlin 著
Robert C. Pickhardt 著

HOUGHTON MIFFLIN COMPANY 1979

管理决策的定量技术

北方交通大学运输系 译

中国铁道出版社出版

责任编辑 张显善

封面设计 王毓平

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

开本: 787×1092 1/16 印张: 23.5 字数: 587 千

1982年6月第1版 1982年6月第1次印刷

印数: 0001—13,000册 定价: 2.40元

内 容 简 介

本书是1979年美国出版的大学管理专业用教科书。它运用运筹学各主要分支的基本理论,研究企业管理中的决策问题。主要内容包括决策论,概率和决策分析,库存模型,线性规划,目标、整数和动态规划,网络和排队模型,对策论等。本书的特点是以示例来阐明管理决策定量分析的有关概念、原理和运用,易于阅读和理解。章末附有大量习题,有助于读者复习和巩固。

本书可供高等院校管理专业师生、企业管理工作者、科研和工程技术人员参考。

本书由北方交通大学运输系集体翻译,马许总负责,谢勋丞总校,茅于軾、唐剑、刘义生审阅。

本书在翻译过程中,得到了金士宣教授的关心和支持,以及美国加州大学洛杉矶分校夏克定教授的指导和协助。

目 录

序 言	1
第一章 管理定量分析导论	3
管理科学的范围和历史	3
管理科学中的模型	5
管理科学过程	8
今日世界的管理科学	9
小 结	10
习 题	10
第二章 决策论	12
决策树的分析	13
信息值	18
采用条件利润表和期望货币表的分析	21
决策分析中边际值的运用	27
连续变量的决策分析	29
决策分析中期望值的使用	31
习 题	32
第三章 概率和决策分析	37
决策分析中概率的修正	37
概率术语和概念的复习	42
概率修正中公式的运用	44
机器调整：概率修正的典型应用	48
间接概率估计	55
更新分析	56
概率分析中所使用的符号和公式	59
习 题	59
第四章 库存模型	64
与库存有关的费用	64
经济订货量 (EOQ)	65
在更复杂情况下使用EOQ	70
不确定型库存问题	74
再订货时间的决策	75
研究库存管理供货水平的方法	79
再订货的习惯作法	81
库存分析中所使用的符号	81

习 题	82
第五章 线性规划导论	85
线性规划问题的要素	85
线性规划问题的表达式	87
线性规划问题的图形表示和解法	89
迭代最优法	92
单纯形法	93
习 题	105
第六章 线性规划：更复杂的分析	109
更复杂问题的分析	109
求极小值问题的单纯形法	112
具有特别特征的线性规划问题	116
对偶线性规划问题	120
灵敏度和优化后分析	126
原来问题的灵敏度分析	129
其他类型的线性规划问题表达式	132
习 题	138
第七章 线性规划：运输和分派方法	144
运输问题的标准线性规划表达式	144
运输问题的化简特性	147
运输问题的单纯形算法	148
不平衡运输问题	157
修改的分配法 (MODI)	158
运输方法中的退化	164
运输问题的普遍性和意义	166
分派问题	166
分派方法	168
习 题	172
第八章 另外几种规划模型：目标规划、整数规划和动态规划	177
目标规划	177
最大利润线性规划的表达式	178
单一目标的规划	178
具有加权离差变量的目标规划	180
有优先顺序的多目标规划	182
整数规划	185
整数规划问题的基本表示方法	186
割平面法	187
分枝估界算法	192
某些特殊整数规划的表达式	192
整数规划近似解	195

动态规划	196
动态规划问题的特征	196
解动态规划问题	197
用分派例子阐明动态规划	201
习 题	204
第九章 网络模型：计划协调技术（PERT）和紧急线法（CPM）	208
PERT网络作法	209
连续型时间函数的 PERT 网络	215
箭头图	215
PERT中的概率概念	218
PERT的标准术语	221
基本网络分析的扩大应用	223
网络与线性规划	226
紧急线法（CPM）与计划协调技术（PERT）的比较	227
小 结	228
习 题	228
第十章 排队模型	234
排队问题和排队系统的特征	234
排队分析中所使用的概率分布	237
使用排队模型的分析	239
单通道泊松/指数模型	240
经济分析	244
其它排队模型	248
所使用的符号与公式的回顾	252
习 题	253
第十一章 模拟	256
模拟过程	257
建立模型	257
蒙特·卡罗方法	259
模型的运行	263
评价其它可供选择的系统	269
计算机在模拟研究中的利用	271
模拟分析的其他例子	271
模拟的优点和局限性	275
习 题	276
第十二章 马尔柯夫分析	280
用马尔柯夫分析预测销售份额	280
平衡条件	284
销售策略的应用	287
马尔柯夫分析的根本假设条件	288

马尔柯夫分析的其它用途	289
习 题	294
第十三章 对策论	297
二人零和对策	297
具有混合策略的 2×2 对策	303
用混合策略解较大的对策问题	308
非零和对策	315
对大自然的对策	316
习 题	319
第十四章 统计分布和统计表的使用	323
正态分布	323
二项分布	326
泊松分布	331
习 题	333
第十五章 实施及模型选择	335
实 施	335
模型选择	338
小 结	345
习 题	346
附 录	350
表 A: 正态分布曲线下的面积	350
表 B: 累积二项分布表	350
表 C: 泊松概率表——非累积的	355
书内专有名词英汉对照	359

序 言

管理决策的定量技术是一本作为向学生介绍管理科学的一门课程或一系列课程的教科书。不同的学校、教学大纲或教师可以用不同的方式使用本教科书。不过，我们预期它的主要用途是在课程作业方面，这是一些广泛的专业如企业管理、公共管理、工程、技术或会计等专业的必修部分。

在培养为企业公司和公共团体服务的学生课程表中，定量分析起着日益增长的重要作用。至少在目前，定量分析方面的一门课程是大多数课程表的一个必修部分。之所以对它日益重视是由于下列两个原因。首先，定量分析向学生提供了可以直接应用于企业和政府中的一套有关知识；其次，定量方法进行过程的学习，能帮助学生在分析决策局面和解决问题方面变得更加熟练。本教科书计划帮助学生掌握以上两个学习目标。

我们尽力把这本教科书写成易于阅读的书。本教科书假定读者的唯一数学基础是学过大学代数课程。如同这一方面课题的任何教科书一样，额外的数学训练，例如统计入门课程，可加快学习的进程。然而，统计方面的预修课程并不是必需的。除代数外，任何其他必需的数学或统计工具在本教科书中都有阐述。因此，除大学代数外，没有更多数学训练的读者对于本教科书中的数学水平是不会有困难的。

本书有一些有趣的特征，这是由于我们确信通过大量的例题和应用是学习和记忆有关内容最容易的方法。每章或一章中的主要节在开始时用一个例题（小型案例）来说明一种定量分析工具的运用。随着决策局面的分析，同时也就阐明了作为科学管理方法基础的一些概念。因而，首先向读者介绍一种需要用管理科学加以解答的局面，然后读者从书中获得定量方法的知识，并有助于分析相同的和类似的局面。

一定数量的实例以及它们的解答都安排在全书的适当位置。这些实例是作为补充的学习例题。它们也可使读者在进入另一节之前检验一下自己在本节中所掌握的知识。

本书有448个章末习题。我们花了相当的时间和精力来编写这些习题，它们的安排是合理的并与书中所包含的内容是一致的。在主要的章中，只有模拟一章的章末习题少于24个。大多数的章大约有35个章末习题。挑选这些习题是用以说明管理科学应用的广泛和多样性。

本教科书包括了入门课程中应该包含的全部内容。第一章向学生介绍管理科学。第二章和第三章是关于概率分析和决策论。库存模型是第四章的课题。第五、六、七章构成一个线性规划和运输方法的单元。目标规划、整数规划和动态规划都在第八章中讨论。从第九章到第十三章分别涉及网络分析、排队论、模拟、马尔柯夫分析和对策论。第十四章不同于其他各章，它主要是打算给那些在统计表或统计分布方面需要帮助的读者作为一个自学单元。第十五章是关于模型选择和实施的问题。这一章的章末习题是独特的，用于帮助读者在模型选择方面增进技巧。为了分析这些习题，读者须运用前一章或几章所讨论过的方法或综合方法。

使用本教科书可以有很多方式。对于一学期的课程，教师可使用决策论和线性规划的内容，然后选择书中其余部分的适当课题。第二章是第三章的先修知识。第五章又是第六、

七、八章的先修知识。对其他各章可以按任何需要的顺序处理。本书的安排有可能不使用全章而只使用一章中的部分内容。例如，教入门课程的教师可以选择使用第六章的大部分，而省略灵敏度分析这一节或线性规划特殊类型的表达式这一节。第十四章的各节以及章末习题可根据教师意图指定学习。

第二种使用本教科书的合理方式是从开始一直到全书完。按这种方式使用，只要充分利用每章章末的习题，本教科书包含足够两学期课程的内容。

为教师提供了一本综合的教师手册。这本手册包括一套插图，这些插图的形式适合于制成幻灯片。大多数插图是从章末习题中挑选绘制的，其他插图包括充分验证过的新问题。这些直观图有助于说明本教科书中所讨论的概念。

我们感谢从许多人士那里得到的帮助。特别要感谢下列评阅人：赖特州立大学的米罗恩·科克斯；埃波里阿州立大学的多纳尔德；休斯敦大学的安德鲁·萨克和阿帕拉奇安州立大学的罗纳尔德·济格利。他们的建议使原稿有很大的改进。特别值得感谢的是米罗恩·科克斯在本书编写几个阶段上的帮助。最后，我们要感谢我们的家庭，没有他们的耐心和谅解，这本书是不可能完成的。

F.S.M.

R.C.P.

第一章 管理定量分析导论

这是一本关于制定决策的书。它着重讨论在管理决策方面使用定量方法。制定决策，是指管理部门需对已知的局面采取什么行动作出判断。它是从一组可能的方案中选择出某一具体行动的过程。我们假定决策是由一些有理智的个人制定的。制定决策的目的是为了达到个人的或共同的目标。虽然我们的重点是放在管理决策上，但所讨论的原理也适用于日常生活的情况。无论是企业、政府或家庭，所有决策的基本结构是相类似的。

几乎所有的业务决策都涉及到数量因素和质量因素两个方面。有些决策，例如人员的挑选、一个组织机构的设计或公司广告颜色的选择，几乎只是涉及质量。另外一些决策，例如生产计划和投资预算则多倾向于数量。决策者决不当忽视一项决策的质量方面或者数量方面。在上述两方面中任一方面的一项改进都能改善总的决策制定过程。

定量技术并不制定决策，而是在决策制定过程中起协助作用。管理人员决不当盲目地采用一个定量模型的结果。最后的决策属于管理人员。过分依赖定量方法或许是有害的，但不去很好地利用定量方法也是有害的。有些人有一种不理睬或忽视定量模型结果的倾向。对制定决策来说，这种不愿理睬比“过度量化”也许是更为不利的。简而言之，定量方法不能代替决策者的判断，但它对判断是会很有价值的。

管理科学的范围和历史

在业务中使用定量方法，常称之为管理科学或运筹学。在我们的讨论中，这两个术语可以通用。它们有各种各样的定义，其中许多定义之广阔，足以把科学方法应用于决策制定的全部努力都包括在内。在本教科书中，我们赞成一种较狭义的定义：管理科学或运筹学是定量方法在管理问题上的应用。

关于人们何时首先使用管理科学来帮助他们解决问题，还没有一致的意见。许多学者坚持管理科学与社会一样古老。另外一些学者则争辩说管理科学首先使用于第二次世界大战初期。各种不同的作者追溯运筹学起源于1776年的亚当·史密斯，1832年的查尔斯·巴贝格，或二十世纪初期的弗雷德里克·泰勒。我们并不关心管理科学的准确历史，然而，知道一些这个领域内的重要成就可以增加我们对这一学科的了解和评价。

弗雷德里克·泰勒常被称为科学管理之父。他最先对作业管理，或者说工人应当如何完成其任务感到兴趣。他相信存在一种最好的方法去做一项工作。他的许多研究都是针对性地去寻求完成一项任务唯一最有效的方法。泰勒以把科学方法应用于管理问题而闻名，他的最有名的研究之一是关于贝恩利亨钢铁公司的工场铁铲工。在泰勒之前，没有一个人试图去确定工场铁铲工所使用的铁铲的最好型式。泰勒的结论是一满铁铲应重21磅，铲的式样应根据所铲起的材料而变化。这些研究结果的实行使得生产率大大提高。

亨利·甘特是弗雷德里克·泰勒同时代人。他以他的“甘特图”而大大闻名，这些图经过发展用于管理计划方面。甘特的眼界比泰勒广阔。泰勒只注意某一项特定的任务，而甘特

则对在各项任务中寻求一种最优关系发生兴趣。他的图最常用于工作计划安排。这些图按照所定的工作,画出从一个作业岗位到另一作业岗位的进程,给予计划人员把延误减到最少的一种手段。甘特图是今天许多生产计划和控制图的先驱者。某些定量技术如网络分析也是从甘特著作中派生的。

有些管理科学的学者认为运筹学开始于第二次世界大战初期的英国人。在当时,技术的进步使得有可能把新设备引用于战争中。这些设备包括雷达、声纳和火箭。但在战争中如何使用这些设备当时尚未完全了解。英国人组成了学科间的研究小组,其中包括军事战略家、自然科学家和社会科学家。他们接受的任务是研究军事行动,以探求如何更好地利用可用于军事的资源。

这些小组中最著名的一个叫“布莱凯特小组”。以杰出物理学家P.M.S. 布莱凯特为首的这个小组包括物理学家、军官、数学家和一名测量员。这个小组提出的意见受到高度的重视,在第二次世界大战的几次关键性战斗中英国部队所以具有一种决定性的优势应归功于布莱凯特小组。这个小组的成功在第二次世界大战期间大大有助于运筹学的推广。这种推广继续到战后年代,以致使得今天工业中所使用的管理科学取得了许多进步。

在战后年代中,业务定量分析中所使用的许多方法获得了巨大的进步。乔治·丹茨格在1947年关于求解线性规划问题“单纯形法”的发展就是这种进步的最好例证。这种“单纯形法”的发展给予管理部门一种有效的和经过验证的方法以分析许多大规模的问题。此外,这种“单纯形法”可以有效地使用在当时正在发展中的电子计算机。线性规划能用于多种类型的管理问题,它的广泛适应性大大有助于它的推广。

1950年以后不久,当美国海军在北极星导弹工程中成功地使用了“计划协调技术”(PERT),管理科学有了重大的发展。在那时,海军面临一项任务,即设计和建造北极星导弹潜艇的作战舰队。这一工程涉及到成千个私人承包商和海军单位的工作配合。在这以前,根据军方的经验,关于复杂工程的研究和发展是令人不满意的。工程完成的时间和工程费用一贯大大超过原来的估计,并引起重大有关分配和计划的问题。

“计划协调技术”用于协助大型复杂工程的计划和管理。美国海军专门工程办公室与博兹、阿伦和汉密尔顿咨询公司合作对计划协调技术作了发展。海军能比预定时间约提前两年完成这一工程,主要归功于计划协调技术。这一项目的成功促进了计划协调技术和有关技术在政府和私人大型工程方面的使用。

管理科学本身理论上的这些进步仅仅是它今天普遍使用于政府和工业方面的一个原因。一般认为计算机的革命是另一个原因。定量分析常常需要大量的数学计算,这些复杂的计算,单纯地靠人工是不可能完成的。今天我们有了能完成比人工计算要快成百万倍的计算机,使得今天的分析人员能完成过去所不可能完成或无益的任务。

关于管理科学的前途的评论只能是猜测性的。没有人能确切地说出管理科学在个人和团体的生活中将要起到什么样的作用。然而,这一点似乎是明显的,即世界将继续变得更复杂。变化的步伐似乎注定要加速,世界的知识宝库将以更快的速度增长。未来的社会组织将存在于一种增强政府调节和社会责任的风气之中。为了应付这些挑战,管理人员在决策制定过程中需要更好的信息和更好的方法来帮助他们。

这一点看来是清楚的,即将来对管理科学的需要将日益增长,以帮助管理人员和决策者。运筹学一定会继续成长和发展。我们可以期望将对现行技术作进一步改进和提炼,使得管理部门的科学家去分析更大和更复杂的问题。然而,学科必须先行,要发展新的方法。其

中一些方法将改进数学的效用，另一些方法则关系到问题的分析和执行。

管理科学未来的发展一定联系到计算机硬件和软件的进步。在过去三十年期间，计算机系统的容量和效率有了惊人的增加，然而直至今天，一些管理科学方案的计算量大得使方案不切实用。运筹学理论和计算机技术的进展将使得愈来愈多的问题可以用管理科学的方法来进行分析。

管理科学中的模型

一个模型是真实事物的一种抽象或简化了的代表。模型在管理科学中使用得很广泛。分析人员可以研究一个模型，然后对模型所代表的真实世界的这一部分作出推断或引出结论。例如，一个化学工业制造商可以作一个小规模或试验性工厂模型，以包括所建议的制造过程。象这样一个模型使得设计工程师可以观察这个制造过程而不致把费用花在建筑物和昂贵的化学操作上面。同样，一个地毯出售商可以利用一栋房屋的地板平面图来估计铺满房间所需要的地毯数量。

模型的分类

可以使用各种不同的方法把模型分为类型或种类。最简单的方法是把一个模型分为下列三类中的一类。形象或实象模型看起来就象它所代表的真实事物。一栋房屋的一个比例尺模型就是一栋真实房屋的一个形象代表。同样，飞机和火车模型是真实物体的形象复制品，一个试验性的工厂作业常用以代表一个真实的制造作业。

模拟模型之不同于实象模型，在于它们的形象外表不同于它们所代表的物体。一个口用体温表就是一个模拟模型。温度表上的刻度距离用以代表温度的度数。同样，一把计算尺也是一个模拟模型，因为它用距离代表数值的量。许多图解表示都是模拟模型，它们用图来代表数字资料。

符号模型是用符号例如言词或数学关系来代表真实情况。使用符号模型是用定量方法研究决策制定所必不可少的，本教科书大量使用符号模型。

数学模型是管理科学中最常用的模型。它的普及有两个主要的原因。首先，在数学的训练方面有一种固有的严密性，迫使决策者详细定出问题中的重要要素以及存在于这些要素之间的关系。其次，数学是一种使用数据的强有力的方法并从已知的前提条件导出结论。通过高速计算机，就有可能去处理非常复杂的模型。因而，许多大型工业的情况都可以利用数学模型进行分析。

有趣的是历史的趋向是摆脱实象模型而倾向符号（特别是数学）模型。人们常常指出莱特兄弟通过他们的飞机实际飞行积累了许多资料。若干年后，研究人员在风洞里使用比例尺的飞机模型获得了同样的资料。今天，分析人员可以通过在高速计算机上使用数学模型导出大量相同的信息。

管理科学模型的特征

一个好的管理科学模型必须融合有时候是相反的两个特征：精确和简单。模型应尽可能的简单，但仍能足够完善地代表真实事物并且对决策者是有用的。

一个好模型的特征可用常见的道路或公路图来举例说明。假定我们乘汽车从丹佛到巴法

路。对于引导我们沿这条路线前进的模型要求些什么呢？首先，这个模型必须是一个抽象。一个真实事物的准确复制品对我们并没有好处，因为我们不能把真实事物折叠起来放进我们小汽车的工具箱内。

第二，这个模型应该包括足够的细节使得决策者能用以完成其目标。道路图应明显地包括所有可能的主要路线和交叉道路，为了某些目的这也许足够了。但在另外一些情况下，我们可能需要更多的细节，例如里程数字以及汽车乘客旅社和加油站的位置。如果我们是旅游者，可能对沿线的历史古迹感到兴趣。

一个好模型的第三个特征是应该简单。足够的有用细节应包括在内，但是对于一张公路图没有理由包括每一条小弯道、每一块广告牌或每一个停车标志。这种信息对决策者提供很小的帮助或者没有帮助，而只能使这个模型更加繁琐。

简单与详细的选择

简单可以通过从模型删掉某些因素而得到，然而，这将缩小决策者所能达到的目标范围。假定一个有限的旅行预算和汽油的价格使得我们要采用选择最短路线的目标。我们所选择的地图上没有表示出全部现有的道路，一条或几条被省略掉的道路可能正是我们旅行计划中所包括的地点之间的捷径。我们仔细选择的路线也许是地图上所表示的最好方案，但它不是我们需要采用的最短距离路线。

我们可以选用表示全部现有道路的详细地形图以避免这一困难。可惜的是，这样我们就得需要大量的这种地图，选择最短路线的过程变得复杂和浪费时间，甚至不可能。我们必须问自己是否愿意花一个星期的时间去查明一条路线而只减少旅行距离20或30英里。象所有决策者一样，我们必须在模型的精确与简单之间进行平衡。模型简化，求解过程也就简化，如果一个模型要得到完全的解答，这点是经常必需的。为了达到所需要的平衡，决策者应力图使模型只包括关键性的因素而删掉次要的因素以简化模型，这些次要因素的省略仅仅产生一些小的误差。

使用辅助模型是达到简单和详细适当融合的一种方法。一个大模型有时可分成小段或辅助模型。例如，从丹佛去鲍特摩尔旅行，通常不必要包括沿线所有市镇的住宅区。然而，假定我们要在堪萨斯城停车访问一个朋友，则堪萨斯城的街道图就非常有用，这种街道图就是一个辅助模型。辅助模型用来代表真实事物的一部分，但其表示方法不同于我们所选定用以代表研究对象主要部分的那种方法。

一个数学模型的利用

在下面各节里，我们举一个最简单数学模型的例子加以说明。这种模型通常叫做无盈亏模型。它用数学表示销售量、成本和利润之间的关系。我们选择这种模型主要是由于教学法方面的原因。它简单易懂，并且与某些类型的企业的问题是相关的。

为了便于说明，我们把一个企业的业务抽象为最基本的形态。在这种形态下，企业按已知的单位成本制造一种产品。这种成本是单位可变成本。总可变成本的命名是因为它随着产量的改变而变化。例如，假定生产成本是每单位2美元，则200美元生产100单位，600美元就生产300单位。商店还有一种固定成本象财产税和经理薪金等项目。在某种意义上这些成本是固定的，因为它们不随产量或销售量的变化而改变。例如，生产设备的租金为150美元，这种费用是固定的，不随所生产的单位产品数量而变化。商店卖掉了全部产品，从销售中产

生收益。对于一个已知期间的利润可以认为是总收益减去总成本。

在数学模型中，用符号可以方便而有效地表示某些模型化项目。在本例中，我们使用下列符号：

P = 利润；

R = 总收益；

F = 固定成本；

X = 在已知生产期内生产或销售的产品数量；

S = 单位产品的销售价格；

V = 单位产品的成本。

建立一个简单数学模型最容易的方法也许是先用言语叙述这种关系，然后再转换为数学陈述。例如：

“利润是从总收益中减去总成本”。

利润 = 总收益 - 总成本

$$P = R - C$$

“总收益是产品数量乘销售价格”。

总收益 = 销售价格 × 产品数量

$$R = SX$$

“总成本是固定成本与可变成本之和。可变成本是产品数量乘单位产品成本”。

总成本 = 固定成本 + (单位产品成本 × 产品数量)

$$C = F + VX$$

综合利润、总收益和总成本三者的关系如下：

$$P = R - C$$

$$P = SX - (F + VX)$$

这个方程就是一个简单的数学模型。它表示了利润、销售量、固定成本、单位产品成本和单位产品价格之间的关系。它的使用在下面的例子中加以说明。一个商店每月的固定成本为20,000美元。产品成本每单位6美元，销售价格每单位10美元。我们可以用这个数学模型回答几个问题。

如果生产和销售8000单位产品，则利润将是多少？

$$P = SX - (F + VX)$$

$$P = 10(8000) - [20,000 + 6(8000)]$$

$$P = 80,000 - (20,000 + 48,000) = 12,000 \text{ 美元}$$

为了无盈亏，商店必须生产和销售多少产品？无盈亏意味着利润为零。因而，我们令 P 等于零，求产品数量 X 。

$$P = SX - (F + VX)$$

$$0 = 10X - (20,000 + 6X)$$

$$0 = 4X - 20,000$$

$$X = 5,000$$

最后，假定固定成本增加到28,000美元。在销售量为4,000单位时，商店为了无盈亏，销售价格必须是多少？在这个例子中， $P = 0$ ， $X = 4000$ 我们须求解 S 。

$$P = SX - (F + VX)$$

$$0 = S(4000) - [28,000 + 6(4000)]$$

$$0 = 4000S - 52,000$$

$$S = 13 \text{ 美元}$$

在这个例子中，我们运用代数和常识分析了一个简单的管理问题。当我们继续将这本教科书读下去，例子会变得更加复杂，我们将使用各种各样的方法和模型。然而，我们希望论证将仍然是直截了当和清楚的。本教科书将集中在那些对数学要求最少的模型上。

管理科学过程

本教科书主要内容是有关建立和使用管理科学中的具体模型。然而，管理科学过程是广阔的，它包括问题分析、模型建立、模型求解和模型实施等全面管理任务。我们将对每个方面作一简要的讨论。

问题分析

问题分析的第一步是对问题有一个充分的定义。这包括确认问题的存在，估计它的大小，判明与其解答有关的因素，并确定哪些是管理决策者所能控制的因素。在这开始的一步，重要的是要了解所研究的目标，也就是要了解分析人员对这个问题运用管理科学能完成些什么。

对问题的正确定义可能引出意外的结果。在某些情况下，可能并不存在一个真实问题，或者这个问题如此简单以致其解答是很明显的。问题分析经常揭示出真实问题不同于原来所想的那样。

一旦问题得到了正确的定义，分析人员必须确定是否可用管理科学去求解，以及按照所期望的利益是否值得去进行这种分析。管理科学家应认识到求得一个解答的费用可能超过从解答所得到的节约。在这种情况下，恰当的决策也许是放弃或压缩这个方案。然而，如果方案决定是可行的，模型化过程就可以开始。

模型建立

模型建立或模型公式化包括建立一个模型以代表所考虑的问题。正如我们所说过的，模型建立应强调实践性。模型应适当融合详、略两方面以使得决策者能最好地达到目标。在本章的较前部分，我们讨论并举例说明过一个简单数学模型的公式化。一般地，管理科学过程的这一阶段并不随着模型的建立而结束。这一模型还必须检验和修正，直到研究人员确信它是所表示的真实系统一个实际而有效的代表为止。检验和改进是模型建立过程中最困难和费时间的一个方面。

模型求解

一旦模型公式化，必须求解。求解一个模型是为了达到方案的目标，包括规定决策者应遵循的一个行动过程。能求解的模型称为标准模型或分析模型。它们必须包含一个决策检验标准，以便挑选出最佳的或最优的抉择。它们也应包含一种方法以证明这一抉择是最优的。许多分析模型利用一种算法去寻求最优的解答。一种算法是一个有结构的、一步步的程序，用以求得一个最优解。

有些管理科学模型与其说是标准模型不如说是描述模型。描述模型不是按传统观念来求解。它的作用是描述一个系统的特征。大多数描述模型能够描述在作业条件变化的情况下一个系统的特征。它主要用以探索管理抉择的后果。描述模型帮助管理人员更好地了解一个系统,并通过检验得出一个好的或满意的解答。然而,它不同于分析模型,它不求出一个最佳的或最优的解答。

模型求解过程的一个重要方面,是在输入数据或作业条件发生变化时确定解答如何反应。这称为灵敏度分析。灵敏度分析是对于输入数据一个给定的变化,确定解答将改变多少,也就是说,解答对输入改变的灵敏度如何。例如,在发展一项生产的计划表中,决策者可以假定某一种特定的产品每月需求量是100,000单位。如果实际需求量变为90,000或120,000单位,则知道解答如何改变是很有帮助的。灵敏度分析用以确定一个解答的稳定性、所需输入数据的精确度和后备资源的价值。

模型实施

管理科学过程的最后一步是把模型投入实施。如果模型不实施,则全部先行阶段所完成的工作价值是很小的。实施应当是过程最有成果的一个方面。它也可能是最困难的一个方面。管理科学家必须保证将解答表示为作业人员能了解和实施的一种形式。这些人员必须了解模型的许多方面,包括它的长处和弱点、它所根据的假定,以及执行中所应具备的保证条件。本书的最后一章包括有关于实施方面的更充分的讨论,并提供一些建议以改进管理科学过程的这一方面。

今日世界的管理科学

实际上在所有类型组织机构中,定量分析已应用于重要性和复杂性变化相当大的问题上。其成果包括从效率上的小量提高到作业成本的大量减少。常常感到困难的是准确地评价定量分析对这个组织机构的总利益,因为许多成果——例如改进服务或管理,减少顾客的等候时间,以及加快反应时间——都是无形的和难以估量的。

下面的一些例子打算用以说明管理科学方法的多样性和重要性。我们了解象线性规划、排队论和模拟这样一些术语对非启蒙的读者可能没有多大的意义。它们是管理科学模型的几种类型,在本教科书的后面部分将再出现。我们在此主要关心的不是所使用的模型类型,而是它对一个实际应用的应用。

国家航空公司发展和应用了一个线性规划模型以选择加燃料地点、旅客数量和每次飞行的燃料量。这个模型也提供了在价格和供应量突然改变时的评价方法。国家航空公司在整整两年期间实现了几百万美元的节约。

各种各样的定量模型曾用于改进纽约市火警公司的部署。这一规划改进了火灾的防护,减轻了火警公司的工作负担,减少了年度作业成本达五百万美元以上。主要的改进是重新安排了七个火警公司的位置,淘汰了375个公司中的6个。另一个发展是实施一种善于适应反应的决策,以确定在迅速处理一次火警中所要派遣的火警公司数目。

在研究俄亥俄州克利夫兰的垃圾的收集和处理中,一个模拟模型起了关键性作用。这项研究的执行结果在1971至1974年间估计节约了1,460万美元。收集废物的劳力从1,640个雇工减少到850个。

一个瑞典钢厂法吉斯塔 AB, 使用混合整数规划模型来确定原料的最佳混合以使产品符合规格。这个模型的实施减少了年度原料费用 200,000 美元。此外, 大大简化了总的计划过程。

克利夫兰信托公司综合了若干管理科学方法的系统模型以改进其分行的支票处理。整整五年期间, 仅在通信员和运输费用方面实现了约一百万美元的节约。改进管理也得到了一笔数目的间接节约。日平均流通量大体上减少了三千万美元。支票处理方面的费用也减少了。

一个轮班安排系统曾应用于加利福尼亚电话总公司43个点的接线员。年费用的节约超过170,000美元。劳动生产率也增加6%。大部分效率是由于减少文牍和管理费用所得到的。

一个模拟模型曾应用于加拿大航空公司的飞机保养计划, 在几百万美元的作业中减少了5%的劳力和材料费用。制订一个五年计划所需的时间从三个星期减少到几个小时, 使得为适应情况变化而要较频繁地调整计划的工作成为可能。

一个线性规划模型曾应用于斯维夫特化学公司的磷酸盐采掘和销售业务。它用于制订短期和长期的销售策略以及确定采掘和混合磷酸盐岩石的最优化方案。这一数学模型较以前的手工计划方法增加了数百万美元的年度利润。

上面这些例子仅仅是定量分析应用的样板。本书的以后各章将阐明有用的和广泛应用的定量分析方法以供决策者采用。这些资料也提出进一步应用的建议。这些定量分析方法的潜在用途主要是受决策者本人创造性的限制。

小 结

本章对管理科学作了介绍。我们讨论了管理科学的历史, 并简要地探讨了它的未来。我们也讨论了管理科学过程, 并注意到它四个阶段的重要性。这四个阶段是: 问题分析、模型建立, 模型选择和模型实施。

本章一大部分涉及到的管理科学模型, 重点是数学模型。这是合适的, 因为数学模型的使用是管理科学一个明显的特征。我们选择了一个简单的模型, 即无盈亏模型, 用以说明管理定量分析的基本概念。我们希望在介绍中所包括的内容会鼓舞有犹豫的读者得出结论, “我了解这一点。也许管理定量分析毕竟还不坏!”

最后, 我们简要地讨论了一些组织机构由于在决策制定过程中使用了定量方法, 获得了大量的成本节约和(或)改进了服务。这些例子说明今日世界管理科学的盛行和重要性。

习 题

1. 解释下列名词:

管理科学	科学管理	抽 象	数学模型	固定成本
运 筹 学	描述模型	实象模型	形象模型	标准模型
模 型	模拟模型	可变成本	实 施	

2. 根据图书馆的参考文献, 说明下列人员对管理科学的贡献:

Charles Babbage	A.K.Erlang
F.W.Lanchester	Chester Barnard
Thomas Edison	Henri Fayol
Peter Drucker	Lyndall Urwick
Mary Parker Filloett	Elton Mayo