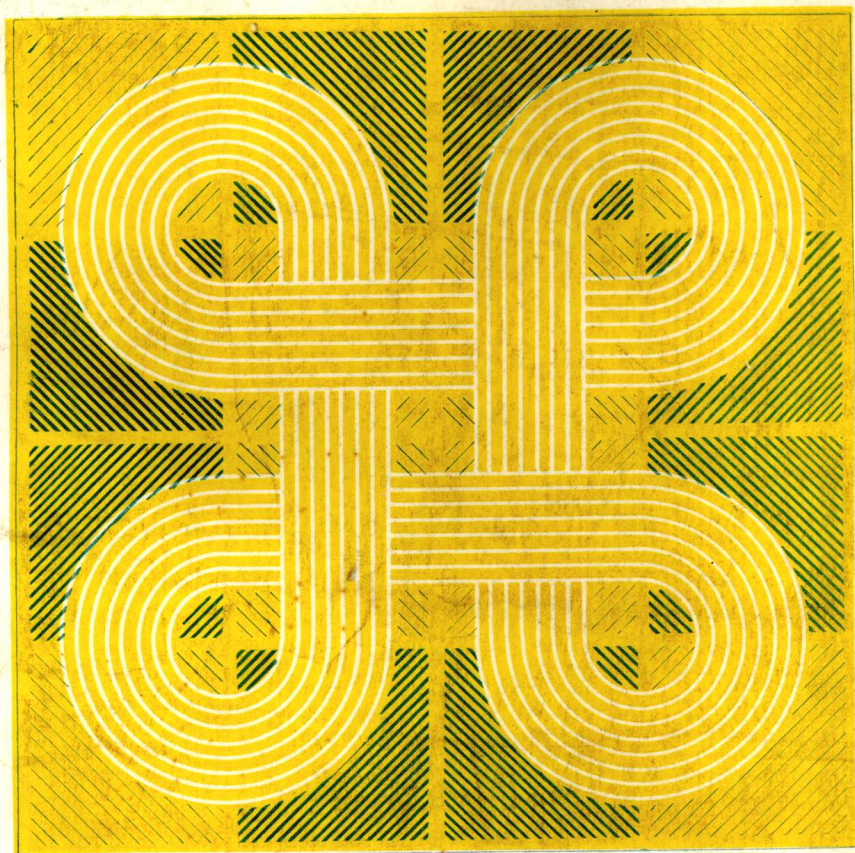


現代管理译丛

管理的数量概念

〔美〕 G. D. 埃本 F. J. 高尔德



机械工业出版社

现代管理译丛

管理的数量概念

[美]G.D.埃本 F.J.高尔德

赵国士 译



机械工业出版社

QUANTITATIVE CONCEPTS FOR MANAGMENT

Gary D. Eppen

F.J.Gould

University of Chicago

Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey

U.S.A. 1979

*

*

*

管理的数量概念

〔美〕 G.D.埃本 著
F.J.高尔德

赵国士 译

钱忠浩 校

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本787×1092 $\frac{1}{16}$ ·印张32 1/2·字数790千字
1986年8月北京第一版·1986年8月北京第一次印刷
印数 00,001—05,500·定价7.65元

*

统一书号：15033·5785

《现代管理译丛》出版说明

第二次世界大战后，特别是六十年代以来，随着科学技术的迅速发展，管理这门科学也有很大的发展，大大地改变了社会的生产面貌。国外的现代管理是在科学管理的基础上发展起来的。现代管理的特点是：重视人的因素；利用现代数学方法和计算机手段，强调经营决策和系统观念；以及采用动态的组织结构来适应国内外市场的多变和跨国生产。

现代科学技术和现代管理是推动经济发展的两个车轮。我们在进行社会主义建设时，不仅需要先进的科学技术，而且还需要现代的管理技术。学习和研究国外的现代管理，取其精华，去其糟粕，结合我国的实际，建立起具有我国特点的社会主义现代管理的理论和方法，这是我国各级管理工作者和管理科学研究工作者的光荣任务。

为了使我国读者对国外现代管理的现状和发展有所了解，以资借鉴，我们组织翻译和出版这套《现代管理译丛》。这套译丛包括现代管理的理论、方法、手段及其具体应用。其中有些管理手段虽然不是新出现的，但近年来有新的发展，同时又是现代管理的基础，故也收入本译丛。这套译丛基本上选自国外七十年代后期的著作。这些著作多被作为高等管理学校的教科书或教学参考书，内容比较系统而全面，概括了现代管理的新发展，在理论上和实践上有较高水平。原著的作者多为各国著名学者，或在著名的高等院校任教。但由于条件和水平的限制，这里所选的不尽是国外最优秀的著作，译校工作也难免有不妥之处，希望读者提出宝贵意见，使之更臻完善。

本译丛适合于高等学校管理专业的教师、高年级学生、研究生以及管理工作人员和研究人员阅读。

译者的话

在国外的管理学界中流行着这么一句话：“管理就是决策。”这句话不够全面。因为在管理工作中，除了决策以外，还包含着许多内容，诸如，规划计划，组织实施，进行协调，信息反馈，等等。缺少这些就不能构成整个管理的过程。可是，决策在管理过程中确实又占据着重要的地位。管理不等于决策，但可以说，决策是管理的关键。常常有这样的情况，在有关全局的决策上造成重大失误以后，其它工作做得再好也难免被动以至失败。所以说，一个企业，一个组织，或者一个机关中负责掌握全局的领导人员，必须把主要精力用于抓好重大决策上。要做好决策，那就必须学习了解决策的理论和方法，单凭经验就可以做好管理决策的时代已经过去了。

在现代的管理决策中，数量问题又起着越来越大的作用。这是因为，许多管理问题，不仅要一般地确定正确的方向，而且要具体地确定数量的界限。在许多问题上，如果不充分考虑数量的问题，将会影响方向的“正确”。比如一个工厂决定生产一种产品，这种产品正是市场所需要的，是适销对路的；可是，光确定生产什么产品是不够的，进一步还要确定生产多少数量。因为，如果生产多了将造成积压，影响经济效益，甚至亏损；如果生产少了，不能充分满足市场的需求，致使成本增加，甚至发生亏损，同样有损于经济效益。如果不考虑设备能力以及人力，物力，财力等条件的约束，盲目扩大生产，将会造成生产的中断和停顿。因此，考虑管理决策问题，就必须充分考虑问题中数量的方面。而电子计算机的出现和在管理上的广泛应用，又使计算机对决策问题进行比较精确的计算和分析成为可能。现在，计算机辅助决策系统已经成为管理决策数量分析系统的同义语。为此，现代化的经理人员对于如何用计算机来作管理决策分析就必须要有了一定程度的了解。但遗憾的是，正如作者在序言中所说的“现有教材中几乎毫无例外地把大部分篇幅用来讲授算法”或者把这种教材写成管理数学。这种教材，尽管在每个具体问题上都写得很详细，但是对于准备培养从事管理工作的学员来讲，在学完以后对于数量化决策的问题，特别是如何用计算机作管理决策的问题，仍不得要领。这本教材的最大特色是非常明确地以经理人员或者未来可能担任经理的人员为对象，紧紧围绕培养经理人员的要求，着重讲“方法的使用而不是方法本身”；力图使学员在学完这本教材以后对于数量化决策有一个清晰而完整的概念，而所用的数学始终不超过高中代数和解析几何的水平。书中运用了大量联系现实生活和企业实际问题的实例，给人以很生动的感觉，特别是大部分实例都以一个理想的企业（普拖）公司为背景，这样既简化了背景材料的介绍，又使这些实例保持一贯和完整，这些也都是这本书的特色。同时由于这本书的深入浅出，不仅对于准备从事管理工作的学员，而且对于相当广大的专业范围内的读者，将都是一本饶有兴趣的材料。

本书用了主要的篇幅讲线性规划的问题，其中采用了生动的实例对一些比较抽象难懂的经济概念（象对偶价格、减缩成本、灵敏度分析等等）作了非常通俗易懂的叙述。这一部分是全书中的精粹部分。其次是讲模拟的部分。其它专题虽然在内容的深度上似略嫌不足，但也能够给读者一个基本的概念。而且要在这样一本教材中想把这么多课题的详细内容都包括进

去，实际上也是不可能的。至于本书内容的组织和使用的办法，作者在序言中已经作了详细的叙述，这里就不再细说了。

为了节省不必要的篇幅，译文中删去了原书的前言和后面的词汇，还有个别与我们的生活离得较远的实例，这些删节当然不会影响本书内容的完整。

我希望并且相信这本书将有助于我们的管理干部了解和掌握数量化决策方法的基本概念。我也希望这本书将有助于我们编写出结合我国实际情况的这样的教材。

本书译稿承钱忠浩同志作了详细的校订，特在此谨志谢意。

1983年9月

原 序

显然,在工业部门和政府的许多组织中,决策正日益成为定量的过程。计划人员必须学会研究所有的方案,并且收集尽可能多的数据以便确定如何有效地分配他们所支配的稀缺资源。管理科学和运筹学的广泛应用反映了一种信念——相信灵活地运用数量模型可以得到更好的计划。对于这种不仅在实际工作的行家中,而且在学术界中流行的信念,如下的一段话作了很好的描述:……近年来在我们的生活中出现了一个新的要素,那就是适用于企业进行现代经济分析的模型。我念念不忘地是先进的运筹方法以及所谓的系统分析得到迅速的传播与应用。……而一些脱离实际的理论家们却满足于列出一般原理的公式,公司中的运筹工作者和从事实际工作的系统分析人员则要回答具体的现实问题……^①。

总之,在许多大型的、复杂的组织中,模型的使用目前已经很普遍。况且,随着计算机的继续发展,同时随着学术界把数学用到社会经济中去的兴趣继续增长,看来这种形式主义的倾向也还会继续发展下去。

正是由于这个缘故,大多数的管理教育计划中至少必需有一门讲授正式模型的基本课程。这种课程叫做“管理科学导论”或者“数量模型导论”,等等。我们的看法,虽然这种课程已经存在了10至15年,但是,如何在导论的水平上来讲授关于模型的问题仍未解决。我们强烈地感觉到,这种课程应该针对非专业人员的需要,并且至少应达到以下三个主要目的:

1. 课程应能使不是管理科学专业的高年级学生会按照实际情况使用数量化模型。
2. 课程应给学生提供某些特定的新技能——特别是,要给学生以在计算机辅助的条件下使用数量化模型的某些专门知识。
3. 最后,课程应为那些想要进一步研究管理科学的学生们作好准备和提供条件,而到那个时候,这些学生就不能仍旧算作非专业人员了。

这就提出了一个问题:现在是否有一本能适合这种课程要求的教材。已经写了大量的书籍,特别是,已经写了大量用于初等模型课程(或者说是初等“数量方法”课程)的书籍,这是毫无问题的。可是,现有的教材实质上都只是内容多少的程度有所不同,有些显然只适用于大学本科课程,而有些则至少包含某些通常只在更高级的课程中才考虑的材料。

现有的这些书尽管在内容多少的程度十分不同,但是在整个方法上却相似得出奇。他们想要强调模型和管理科学的关系和应用,但事实上却把主要的时间用在详细地研究算法问题以及用笔算方式来摆弄数目字。甚至最基本的教材也仿效菜谱的结构,多多少少象下面这个样子:

1. 介绍一组模型,诸如线性规划模型,网络模型,整数规划,动态规划,库存模型,等等。
2. 用公式来说明这些模型,而这些模型表示的问题则是虚构的教科书上的例子。
3. 给出解决这些问题的算法。

^① 华·列昂切夫在担任美国经济协会主席时的就职演说,1970年12月底得律。

4. 有一些简单的用手作的数值计算,用以说明算法的使用,然后是必须应用算法的数值计算练习。

现有的教材在这种类型的方法上已经处理得够好了,所以看来不值得在这种“一章又一章,一个模型又一个模型”的方向上再去下功夫。再者,我们认为,这种叙述的方法使得管理科学有点象课堂上的游戏。这些简单模型中的假设是不符合实际的。对于在实际情况下应用模型的问题,大多是在第一章或最后一章中作一些论述。列式的问题往往放在微不足道的地位。结果,那些想要知道模型对于他们作为未来的经理人员究竟有什么关系的学生,仍是不得要领。

况且,现有教材中几乎毫无例外地把大部分篇幅用来讲授算法,这就给人造成一种牢固的印象,似乎学习这些各种各样的算法就是管理教育的重要部分。对于这种观点我们针锋相对地提出异议。我们认为,用一些零碎的例子或者用学习算法的办法,对于在初等水平上学习数量模型没有什么好处。我们认为真正有好处的在于以下两个方面:

1. 不管一个学生是否会成为定量方面的专家(或者,用我们所喜欢的说法,成为数量化模型及其结果的制造者),他(或她),作为一个现代的经理,十分可能是成为数量化工作成果的使用者。数量的研究和计算机分析是许多管理决策的重要输入。一门入门的课程应该在技能、概念和“新的直观”等方面给学生提供足够的知识,使他们能够更有效地和数量问题的专家们打交道,总之,一句话,使他们成为更加老练的使用者。这意味着,比起常规地学习算法来,要求的要多得多。常规的学习方法确实也涉及技能问题,但是在这种技能中有用的东西并不多。因为实际问题总是在计算机上而决不是用手来解决的。清楚地了解模型的作用以及培养判读、理解和分析与模型的解有关的计算机输出的能力,比起解题的技术来要重要得多。学生们应该下足够的功夫去掌握基本的概念,以便他们能够审核数量计算工作的结果并且正确地提出问题。这种性质的“老练”是不能从算法的代数研究中学会的。

2. 研究正式的模型自然就能对学生自己作决策的过程产生有利的影响。能够按照约束性最优化的方法思考问题,能够用函数、约束条件,变量之间的权衡关系以及类似的概念来表达自己的思想,这些都能够有助于一个人考虑如何着手以及组织和分析各种决策问题。

我们想,要使学生成为更加老练的数量化工作成果的使用者,对于这样一个目标恐怕没有哪一个作者会不同意。问题在于,如何来有效地达到这个目标?大多数作者强调,学习算法能使学生深入研究模型,因此也就提高了他们的老练程度。我们不同意这种看法。我们认为这实际上是去做自然而然会到来的事情,然后加以合理化。照我们看,这情况有点象一个要用一个季度或者半年时间教要到比利时去的美国经理学会讲法语的教员所碰到的问题。一种方法是不厌其烦地仔细分析文法(就相当于我们的算法)的基本规则,并且保证学生在遇到象假设语句(就好比是我们的最短路径网络模型)这样的特定形式时一定能够认得出来。另一种方法是少讲一点文法规则而着重讲语言的使用,使学生能够应酬活动,能够在起码的水平上和人们交谈,能够灵活地提出问题,听懂人家的回答,在人家给他们出馊主意时能够发现和觉察,而且使他们能够认识到这种新的语言对于他们事业的成功具有多大的作用。我们强烈地主张后一种方法。

我们对老一套的菜谱式的方法越来越不满意的结果,促使我们重新设计我们在芝加哥大学讲授的“初等模型课程”,但是没有一本合适的教材。尽管现在有若干面向模型的教材,我们觉得它们在数量化方法及其应用之间都留下了一个空档。所以有这样的空档是由于没有讲

清楚管理科学的概念，而管理科学在实用上是有很重要性的；同时也由于没有说明在实际的决策情况下是怎样应用数量方法的。我们希望这本教材能够弥补这个空档。我们的重点是方法的使用而不是方法本身。这本书是用来给未来的模型使用者从头讲起的，而不是给专业模型工作者使用的。

为了更加联系实际，一部分讲述内容和许多例子和习题都采用与一个叫做〈普拖〉的假想公司有关的“案例”，这家公司是生产重型农业机械及其有关产品的。这样做的好处是能够使学生在应用他们所学习的概念解决问题时必须消化的文字题目和人工构造的情节减少到最低限度。某些与〈普拖〉有关的材料着重讲在组织系统的不同层次上模型的功能，也讲次优化的概念以及集中计划和分散计划的对比。开始时，详细讲了模型的列式。比较了约束性和非约束性模型，讨论了在不确定性条件下，在短期技术上的限制条件下，在有非线性存在的情况下，在加快搜索的情况下以至在经营小家底的情况下，在实际情况中如何决定各种不同约束条件的使用方法。从不同的观点上展开模型是客观现实的抽象近似这一思想，比较了模拟模型和最优化模型的使用特点，着重说明在企业问题中实际上不存在最优解。我们也考虑了决断在模型的构造和使用中的作用。我们强调模型只是一种分析问题的工具，而且是非常不完善的工具。就是说，强调了模型的局限性。在教材中提供了一些计算机输出，并且分析了这些输出；说明在取得一个特定问题的计算机输出的时候，分析刚刚是开始而远非结束；通过这些，使学生懂得在现实环境中的模型和权衡关系。教材中提出了许多具体问题和它们的解答。然后是修改约束条件。提出了新的考虑，详细地考虑了灵敏度的问题。通过具体的例子表明，最优解往往只是一个出发点，而且可能是整个分析工作中最不值得注意的部分。反复强调了模型作为交流思想的工具的作用，以及在整个决策过程中，模型只是作为许多考虑因素中的一个，它所起的作用。

组织

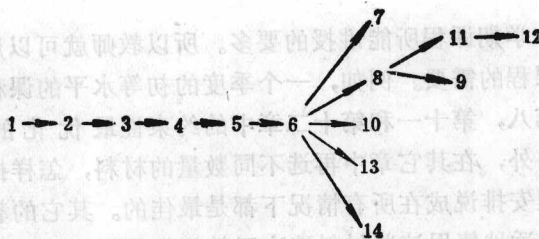
前十二章中的材料能显著地提高学生在给定模型的条件下正确地数量上来考虑各种因素的权衡关系和相互作用。特别是，这种分析方法的训练在第十二章所讨论的活动分析中到达顶点，在活动分析中，要求学生们对一些问题作出解释，比方说，外加一个单位的可用资源时，最优活动水平（也就是决策）要如何调整，从而对模型会有什么实际的影响。

在处理不确定性条件下的决策时，用基础性的方法来介绍了概率和报酬期望值的概念。我们处理不确定结果的事件的基本决策模型是根据使效用期望值最大化的观点建立起来的。然后从两个方向上加以扩充：一个方向是通过贝叶斯定理用新的信息加以更新；另一个方向是通过决策树作顺序决策分析。不确定性的处理包括关于预测的一章和特别重要的关于模拟的两章。对所有这些内容的说明都是以具体的例子为根据来加以展开的。

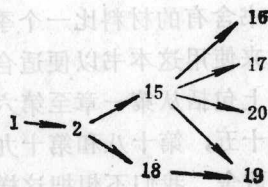
有好几章用来处理专门的课题，诸如库存控制和工程项目计划，整数规划和网络模型，目标规划，多目标问题，预测以及排队问题。

这本教材在组织结构上分为两个部分：“在约束条件下的确定性决策”（第三至十四章），以及“在不确定条件下的决策”（第十五至二十章）。第一和第二两章是初步对模型的一般讨论。图 P1.1 和 P1.2 中所示的各章网络图说明了本书中各章之间的先后关系。可以根据这个图解来提出阅读这本教材的途径以及相应的用这本书来讲授这门课程的方法。

我们认为，不管如何用这本书，都应该把第一、第三和第十八章包括进去。这几章广泛地讨论了对模型的一般认识，两种主要类型的模型：约束性最优化模型和模拟模型。



图P1.1 第一部分：“在约束条件下的确定性决策”中各章之间的先后关系



图P1.2 第二部分：“在不确定性条件下的决策”中各章之间的先后关系

在第三、第四、第五和第六章中，在列式、计算机分析和几何解释方面对约束性最优化模型作了一个最低程度的介绍。这几章是学习本书第一部分中以后各章的前提。第七章讲单纯形法以及线性规划的对偶理论。为完整起见，把对单纯形的讨论也包括在内，这是因为考虑到有些教师不喜欢那些用传统的标准来衡量时是不完整的东西，同时也考虑到有些喜欢搞数学的学生，他们希望对他们正在学习使用的黑盒子的内容能了解得更详细一些。第八和第九章对灵敏度分析作了更详细的研究，掌握了这部分材料的读者，作为线性规划的使用者来讲，他的知识程度就是不寻常的了。我们从扰动的观点来处理灵敏度分析这个课题，这样就把灵敏度分析涉及的范围统一起来了，这种方法是这类教科书中对我们的知识水平要求最高的一部分。第十一和第十二章中提出了一个相当大的 LP 模型，并且说明对偶价格和参数分析的实际应用。在第十二章中讨论了活动分析，并且用了几个例子来加以说明。第十，第十三和第十四章涉及一些专门的课题，象非线性、次优化，分散计划，整数规划的应用，网络模型，库存控制和工程项目计划，目标规划，以及多目标的问题。从第十五章开始是第二部分一在不确定性条件下的决策，在这一章中介绍了概率、样本空间、报酬、风险和报酬期望值的概念，并且讨论了效用期望值最大化的模型。在第十六章中介绍了条件概率，贝叶斯定理和决策树，然后用来扩充基本模型。第十七章提出了几种常用的预测模型，第十八、第十九章则讲模拟。从几个方面来处理模拟的材料。在第十八章中，用一个模拟模型来作为公司组织中最高层的计划工具。用这个帮助公司总裁在不确定的经济条件下制订公司的长期战略计划。这一章的另一节则考虑过去数据的模拟，借此提高对模型模拟未来的性能的置信程度。根据在学习过程中掌握实际经验的精神，还对具体问题提出了一个手算的模拟。在第十九章中，详细地进行了一个特殊的模拟研究。作这样的分析需要介绍许多统计的概念，包括随机变量，期望值，总体，样本，以及置信区间。在这一章中的其它题目包括独立性，初始化，数据分组，以及数据的差分。第二十章中对排队和随机库存模型给出了一个简明的原则上的处理。

这本教材中哪里也没有用微积分，而正式的先修课程只有平常所谓的“高中代数”。根据我们的经验，从专业背景为文学语言到硬科学的各种学生都能够读懂这本书。某些章要求学生掌握符号表示方法和逻辑推理细节方面的能力上具有较高的熟练程度。有充足的材料可供教师选择以便适用于任何初等水平的班级。为帮助学生测试他们达到的水平，书中给出

了大量例题及其解答, 还有练习, 所有这些都构成这份材料的一个重要的部分。所以就可以此为标准来鉴别比较困难的问题和章节。

显然，本书含有的材料比一个季度或一学期课程所能讲授的要多。所以教师就可以用几种不同的方式来使用这本书以便适合具体课程的需要。例如，一个季度的初等水平的课程可以在最低限度上包括从第一章至第六章，第八，第十一和第十二章中的约束性最优化的材料，再加上第十五，第十八和第十九章。另外，在其它章中再选不同数量的材料，怎样搭配取决于教师的取舍。我们不想把这样的课程安排说成在所有情况下都是最佳的。其它的教师可能愿意用另外的方法来组织材料。怎样合适地使用这些材料取决于教师的目的和爱好，以及他在这一具体课程中想要达成的深度和广度之间的平衡。

目 录

译者的话
原 序

第一章 模型简介 1

1.1 模型、计算机和计划 1

1.2 不同型式的模型 2

1.3 模型的建立 4

1.4 模型的使用 5

1.5 关键概念的总结 7

1.6 习题 7

第二章 数据与模型 9

2.1 引论 9

2.2 〈普拖〉(PROTRAC) 的
历史概况 9

2.3 作为模型的数据: 一个例子 10

2.4 与数据有关的考虑 11

2.4.1 数据的形式 11

2.4.2 数据的来源 11

2.4.3 计划与数据 12

2.4.4 数据的集合 12

2.4.5 数据的精化 12

2.4.6 数据的储存和显示 12

2.5 点和图 13

2.6 一个实例: 〈普拖〉的年度生
产决策 16

2.7 关键概念的总结 18

2.8 习题 18

第一部分 带约束条件的确定性决策

第三章 约束性最优化模型 22

3.1 引论 22

3.2 数学式子及其解释 23

3.3 海德公园的警长 24

3.4 决策变量、参数、常数和数据 27

3.5 约束性最优化模型的应用 28

3.6 教授候选人问题和多目标 28

3.7 约束性最优化与非约束
性最优化的对比 32

3.8 为什么必须加上约束 33

3.8.1 不可改变的技术工艺水
平和自然定律 33

3.8.2 探索的代价 34

3.8.3 不确定性、非线性和参
数分析 35

3.8.4 代用目标和推出解答 36

3.8.5 部下问题 38

3.8.6 层次结构和授权 40

3.9 直观模型与正式模型的对比 40

3.10 关键概念的总结 41

3.11 习题 41

第四章 约束性最优化模型的列式 44

4.1 引论 44

4.2 产品组合的例子 45

4.3 一个混合配比的例子 51

4.4 多周期库存的例子 52

4.5 资金预算问题 57

4.6 广告媒体计划的例子 62

4.7 附加例题及其解 63

4.8 习题 71

第五章 LP (线性规划) 模型和计算机

分析 80

5.1 引论 80

5.2 计算机解题的准备 81

5.3 松弛变量和剩余变量 82

5.4 输出的判读 85

5.5 总结 92

5.6 一项说明 93

5.7 例题与解答 94

5.8 习题 100

第六章 整个模型的几何表示 107

6.1 引论 107

6.2 画出等式和不等式的图形 107

6.3 一个具有不等式约束条件的线性
模型 110

6.4 一个具有等式约束条件的线性

模型	115	模型	115
6.5 正变量与角点解	118	6.5 正变量与角点解	118
6.6 例题与解答	121	6.6 例题与解答	121
6.7 关键概念的总结	124	6.7 关键概念的总结	124
6.8 习题	125	6.8 习题	125
第七章 对偶问题和单纯形算法	128	第七章 对偶问题和单纯形算法	128
7.1 引论	128	7.1 引论	128
7.2 对偶问题：一个特例	128	7.2 对偶问题：一个特例	128
7.3 一般的对偶问题	129	7.3 一般的对偶问题	129
7.4 原始问题和对偶问题的关系	131	7.4 原始问题和对偶问题的关系	131
7.5 对偶问题在计算上的重要性	132	7.5 对偶问题在计算上的重要性	132
7.6 对偶问题在经济上的意义	133	7.6 对偶问题在经济上的意义	133
7.6.1 一个“普拖”的例证	135	7.6.1 一个“普拖”的例证	135
7.7 单纯形算法	137	7.7 单纯形算法	137
7.8 例题与解答	145	7.8 例题与解答	145
7.9 关键概念的总结	149	7.9 关键概念的总结	149
7.10 习题	149	7.10 习题	149
第八章 对偶价格和最优值函数	151	第八章 对偶价格和最优值函数	151
8.1 引论	151	8.1 引论	151
8.2 对偶价格输出的说明	152	8.2 对偶价格输出的说明	152
8.3 OV 函数	156	8.3 OV 函数	156
8.4 对偶价格和 OV 函数：一个例题	159	8.4 对偶价格和 OV 函数：一个例题	159
8.5 对偶价格和 OV 函数概述	164	8.5 对偶价格和 OV 函数概述	164
8.6 对偶价格的确定和估计	167	8.6 对偶价格的确定和估计	167
8.7 多参数变化	170	8.7 多参数变化	170
8.8 例题与解答	172	8.8 例题与解答	172
8.9 关键概念的总结	176	8.9 关键概念的总结	176
8.10 习题	177	8.10 习题	177
第九章 目标函数的盈利性和灵敏度	183	第九章 目标函数的盈利性和灵敏度	183
9.1 引论	183	9.1 引论	183
9.2 计算机输出的解释	185	9.2 计算机输出的解释	185
9.3 $V(c)$ 函数	188	9.3 $V(c)$ 函数	188
9.4 对 OV 变化的估计	191	9.4 对 OV 变化的估计	191
9.5 缩减成本	192	9.5 缩减成本	192
9.6 多方案优化	194	9.6 多方案优化	194
9.7 例题与解答	196	9.7 例题与解答	196
9.8 关键概念的总结	202	9.8 关键概念的总结	202
9.9 习题	202	9.9 习题	202
第十章 非线性性，计算上的考虑和次	210	第十章 非线性性，计算上的考虑和次	210
10.1 第四至第九章的内容评述	210	10.1 第四至第九章的内容评述	210
10.2 一般的非线性模型	211	10.2 一般的非线性模型	211
10.3 无界问题和不可行问题	213	10.3 无界问题和不可行问题	213
10.4 加进约束条件和扰动右端项	216	10.4 加进约束条件和扰动右端项	216
10.5 问题的复杂性和计算上的考虑	217	10.5 问题的复杂性和计算上的考虑	217
10.5.1 线性规划和单纯形法	217	10.5.1 线性规划和单纯形法	217
10.5.2 非线性规划	219	10.5.2 非线性规划	219
10.6 次优化和分散计划	222	10.6 次优化和分散计划	222
10.6.1 实际中的次优化	223	10.6.1 实际中的次优化	223
10.6.2 次优化的概念	225	10.6.2 次优化的概念	225
10.7 关键概念的总结	227	10.7 关键概念的总结	227
10.8 习题	227	10.8 习题	227
第十一章 一个约束性最优化模型的案	232	第十一章 一个约束性最优化模型的案	232
例研究：〈普拖〉模型	232	例研究：〈普拖〉模型	232
11.1 引论	232	11.1 引论	232
11.2 正规的模型	234	11.2 正规的模型	234
11.3 例题与解答	237	11.3 例题与解答	237
11.4 习题	239	11.4 习题	239
第十二章 约束性最优化的实施：〈普	242	第十二章 约束性最优化的实施：〈普	242
拖〉模型的计算机分析	242	拖〉模型的计算机分析	242
12.1 引论	242	12.1 引论	242
12.2 活动分析	244	12.2 活动分析	244
12.3 一个投资分析	253	12.3 一个投资分析	253
12.3.1 成本函数和分析的计划	253	12.3.1 成本函数和分析的计划	253
12.3.2 各厂的 OV 函数和最优	256	12.3.2 各厂的 OV 函数和最优	256
投资	256	投资	256
12.4 例题与解答	259	12.4 例题与解答	259
12.5 习题	266	12.5 习题	266
第十三章 专题：库存控制和工程	271	第十三章 专题：库存控制和工程	271
项目计划	271	项目计划	271
13.1 引论	271	13.1 引论	271
13.2 库存功能的管理	271	13.2 库存功能的管理	271
13.2.1 引论	271	13.2.1 引论	271
13.2.2 保持库存的理由	272	13.2.2 保持库存的理由	272
13.2.3 库存数学模型的构成	273	13.2.3 库存数学模型的构成	273
13.2.4 某些特殊的库存模型	276	13.2.4 某些特殊的库存模型	276
13.3 工程项目管理：(PERT和CPM)	280	13.3 工程项目管理：(PERT和CPM)	280
13.3.1 引论	280	13.3.1 引论	280
13.3.2 网络图	281	13.3.2 网络图	281
13.3.3 关键路线	282	13.3.3 关键路线	282
13.3.4 算法、计算机及其它	284	13.3.4 算法、计算机及其它	284
13.4 关键概念的总结	286	13.4 关键概念的总结	286
13.5 习题	286	13.5 习题	286

第十四章 专题: 整数规划、网络模

型、多目标和目标规划 290

- 14.1 引论 290
- 14.2 线性IP模型: 几何意义和计算 293
- 14.3 0/1变量的具体应用 295
 - 14.3.1 固定费用问题 295
 - 14.3.2 工厂选址和资金预算 297
 - 14.3.3 批量大小 298
 - 14.3.4 m 个约束条件中的 k 个 298
 - 14.3.5 包裹问题 300
 - 14.3.6 顺序、计划和路线问题 301
 - 14.3.7 下料问题 303
- 14.4 网络模型 306
 - 14.4.1 运输和分派模型 308
 - 14.4.2 最短路线问题 309
 - 14.4.3 最小费用流量问题 310
 - 14.4.4 最大流量问题 310
- 14.5 多目标 311
- 14.6 目标规划 312
- 14.7 例题与解答 313
- 14.8 关键概念的总结 316
- 14.9 习题 317

第二部分 在不确定性条件下的决策

第十五章 概率和效用的期望值:

一个在不确定性条件下

决策的基本模型 322

- 15.1 引论 322
- 15.2 一个决策问题的要素 323
- 15.3 不确定事件似然性的数量化 324
 - 15.3.1 概率的数学体系 325
 - 15.3.2 概率的解释和赋值 327
- 15.4 报酬的期望值——一个进行方案评
价的判据 330
- 15.5 用金钱还是效用作为衡量可取性
的尺度 335
- 15.6 风险 337
- 15.7 怎样断定一个决策的好否 343
- 15.8 例题与解答 343
- 15.9 关键概念的总结 348
- 15.10 习题 349

第十六章 基本模型的扩充: 条件概率

与决策树 352

- 16.1 引论 352
- 16.2 一个用于基本模型的决策树: 家
庭及园艺用拖拉机的问题 352
- 16.3 报酬期望值的图形表示 355
- 16.4 模型的更新: 对家庭及园艺用拖
拉机的市场试验 356
 - 16.4.1 事件与条件概率 357
 - 16.4.2 贝叶斯定理 360
- 16.5 顺序决策: 试验还是不试验 362
- 16.6 例题与解答 365
- 16.7 关键概念的总结 369
- 16.8 习题 370

第十七章 预测 373

- 17.1 引论 373
- 17.2 背驮预测模型 374
 - 17.2.1 最小二乘法 374
 - 17.2.2 几何表示法: 曲线拟合 375
- 17.3 引导预测模型 377
 - 17.3.1 曲线拟合 378
 - 17.3.2 移动平均和指数平滑 379
 - 17.3.3 随机游动 385
- 17.4 历史数据的作用: 分而治之 386
- 17.5 例题与解答 387
- 17.6 关键概念的总结 390
- 17.7 习题 390

第十八章 模拟模型 393

- 18.1 引论 393
- 18.2 模拟和随机数 393
 - 18.2.1 随机数的使用 393
 - 18.2.2 简单的手工模拟 396
- 18.3 模拟将来: <普拖>的战略计划 399
 - 18.3.1 背景 399
 - 18.3.2 模拟与优化的对比 403
 - 18.3.3 进一步探讨<普拖>
模型 404
 - 18.3.4 模型中的次优化 406
 - 18.3.5 战略规划模型的使用:
政策比较 408
 - 18.3.6 判断在模型使用中的
作用 411

18.3.7 管理科学家的作用	411
18.3.8 优点和限制	412
18.4 模拟过去	413
18.5 关键概念的总结	416
18.6 习题	416
第十九章 模拟与样本统计	419
19.1 引论	419
19.2 情景	419
19.3 基本模型	421
19.4 抽样	423
19.4.1 随机变量和随机样本	423
19.4.2 置信区间	425
19.4.3 码头设施问题	426
19.5 一个模拟模型	427
19.6 用随机样本来估计费用期望值	429
19.7 估计费用期望值的另一种步骤	430
19.8 在设计一个模拟过程中的其它考虑	432
19.8.1 分析结果的使用	432
19.8.2 有代表性的抽样	433
19.8.3 选择实验的顺序	434
19.8.4 减少差异	434
19.9 进行实验	435
19.9.1 阶段 1: 一组顺序的小实验	435
19.9.2 阶段 2: 具有分组数据的较大实验序列	437

19.9.3 在两个油库容量方案中择优	438
19.9.4 在 K 个油库容量方案中择优	442
19.10 结论性的概述	443
19.11 统计和符号的汇总	445
19.12 习题	447
第二十章 随机库存管理和排队问题	449
20.1 引论	449
20.2 随机库存模型	450
20.2.1 报童问题	450
20.2.2 最优 S 政策	451
20.2.3 最优 (s, S) 政策	453
20.2.4 动态问题: 实践上的考虑	454
20.3 排队模型	456
20.3.1 排队系统的组成部分	457
20.3.2 排队结果和管理上的措施	458
20.4 例题与解答	459
20.5 关键概念的总结	461
20.6 习题	461

附录 补充数学课题

1. 和式表示法	466
2. 点集、等式和不等式的作用	477
3. 线性代数	488

第一章 模型简介

这一章介绍什么是模型，为什么需要模型以及模型用在什么地方。介绍正规模型的概念以及对模型的一些表述。论述模型在现实世界中存在和应用的原理。

1.1 模型、计算机和计划

面对当代经济的飞速发展以及未来的不确定因素，各公司都在纷纷寻求新的和更好的计划方法。他们越来越多地使用计算机和数量化模型。同时，他们也越来越懂得模型的作用。虽然现在还不清楚，今后在计划工作上，计算机和公式的应用到底会达到什么样的程度，但是，有一点是确定无疑的，那就是：计算机的打印输出将会变得象铅笔和纸张一样的普通；而构造模型和计算机分析正是结合在这里的。

一个模型设计人员将要回答和解释许多问题，以便别人能确定他的建议是否能被采纳。如果这些建议被采纳的话，那么，最好这种采纳是建立在一个坚实的基础上而不是盲目地相信。如果这些建议被拒绝采纳，那么，也应该用同样有说服力的数量上的论证来反驳模型设计人员的分析。不管将来计算机里会出现什么情况，对于使用计算机和公式的计划人员的意见总是应该认真加以考虑的。所以，无论他的建议是被采用或是被搁置起来，他都应该把这些建议解释得有条有理清清楚楚。

虽然，从理论上讲，计算机和模型是两个互不相关的东西，但是，在使用中它们又往往是联系在一起的。经理们很少对模型或计算机本身感兴趣。但是，在今天处理实际的管理问题时，没有一个人会使用一个没有计算机的模型；反之，任何一个使用计算机的人也一定要至少熟悉几种模型。

本书讲述整个这幅图画中关于模型的部分。我们将涉及计算机分析，要讨论和考察计算机的打印输出。有时也会讲到在建立模型方面计算机的能力及局限性。为了建立一个合理的模型，常常必须考虑计算机的速度、成本和容量。因为没有计算用的机器，模型就成了一个无效的东西，所以，关于计算机的考虑显然是重要的。但是，对于本书的目的来讲，计算机只是作为一个现成的工具来使用而并不需要很多这方面的知识和技能，就好象你可以使用电话而不必懂得复杂的贝尔电话系统一样。

以后各章的重点是讲模型在决策中的作用。但是为了更具体地用模型来进行工作，就必须掌握某些基本的数学概念和数学工具。我们认为本书读者已经具有初等代数方面的牢固基础。所谓初等是指通常在高中里讲授的代数的水平。具体地说，应该会使用和式，会根据成组的数据绘制曲线，会用几何图形表示满足等式和不等式的各点，以及会运用变量、函数曲线和联立线性方程式。

1.2 不同型式的模型

在现实世界中，不同的模型是和不同的行动联系在一起的。工程师制造飞机模型，城市规划人员建造城市的模型，时装设计师制造服装模型，舞台经理制作舞台布景的模型。物理学家构思宇宙的模型，经济学家建造经济的模型。企业的经理和公司的计划人员则用他们自己的特定环境的模型来进行工作。这种环境可能是一个复杂的多国公司，也可能是一个只有一间房子的简单的作坊，那里只有四台机器在装配着三种产品。

尽管这些模型多种多样，它们有一个方面是共同的，那就是：它们都是客观现实的理想化和简单化了的表述。换一句话说，那就是：

一个模型是现实的一种有选择的抽象。

一个艺术家注视现实，对它进行加工，创造有选择性的表达它的方式。一个模型设计人员做同样的工作。在观察和试验的基础上，伽利略提出了落体的表达式：不管它的质量是多少，在 t 秒时间中，它的落下距离是：

$$D = \frac{gt^2}{2}$$

这里 g 就是所谓重力加速度。这个式子是对现实的一个有选择的表述，它明显地描述了距离 D 和时间 t 之间的数量关系。方程 $D = \frac{gt^2}{2}$ 是模型的一个极好的例子，它说明了一个理想化的数值关系。它是理想化和简单化了的，因为它忽略了现实世界中的种种其它情况，而又把问题集中于两个不同的变量 D 和 t 之间的特殊联系上。虽然这个模型所表达的关系并不能严格地符合任何实际的情况（因为有空气的摩擦和其它可变因素），但是它确实是有用的，重要的并且是简单的。它的高度简化正是表示了一种成就的水平，这种水平往往是人们力图达到而又不易实现的。毫无疑问，最好的模型是最简单的模型——是那种容易理解和使用的模型。

在经济学上，有一个著名的模型描述了商品的平衡价格。这就是说：所谓平衡状态，就是在这样的价格条件下，供应商愿意拿到市场上出售的商品的数量正好等于消费者愿意购买这种商品的数量。这样，我们就有了简单明了的模型：

$$\text{供应} = \text{需求}$$

这个简单的模型确实是对现实的一个有选择的表述。它略去了客观世界的其它部分而仅仅描述了三个感兴趣的实体：价格、供应数量和购买数量。这个模型也是理想化了的，因为我们在其中生活着的现实世界决不会真正处于平衡状态之下。不断有着激震和扰动的因素。还有空间的作用，芝加哥的销售价格与纽约的就不一样。然而，人们发现这个模型在不同的范围内都是有用的，从而也是被经济学家们认为是重要的。

供应 = 需求这个模型有某些特点和模型 $D = \frac{gt^2}{2}$ 是共同的。两者都非常简单，都是数量化的。这就是说，这两个模型都是描述感兴趣的实体之间的一种数量的关系。

在企业的环境中，模型就其本性而言，也是数量化的。遗憾地是，它们往往要比 $D = \frac{gt^2}{2}$ 或供应 = 需求复杂得多。虽然企业所用的模型将来可能会变得简单一些，但是值得注意的是，当前的趋势都是模型的建立在向更加复杂的方向发展，迄今计算上的费用在不断地降低。