

经济管理中的 数量方法

JINGJI GUANLI ZHONG DE
SHULIANG FANGFA

吴育华 刘喜华 郭均鹏 著



经济科学出版社

经济管理中的数量方法

吴育华 刘喜华 郭均鹏 著

经济科学出版社

责任编辑:张 频

责任校对:杨 海

版式设计:代小卫

技术编辑:董永亨

经济管理中的数量方法

吴育华 刘喜华 郭均鹏 著

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

社址:北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮编:100036

总编室电话:88191217 发行部电话:88191540

网址:www.esp.com.cn

电子邮件:esp@esp.com.cn

北京欣舒印务有限公司印刷

华丰装订厂装订

787×1092 16 开 14.75 印张 270000 字

2008 年 2 月第一版 2008 年 2 月第一次印刷

印数:0001—3000 册

ISBN 978-7-5058-6878-6/F·6131 定价:28.00 元

(图书出现印装问题,本社负责调换)

(版权所有 翻印必究)

前 言

一般认为，现代管理理论有三大支撑：经济学理论、数量分析方法和计算机技术。定量分析技术在现代经济管理中占有极其重要的位置。面对越来越复杂的经济管理问题，一个成功的管理者必须切实掌握有关的定量分析方法，并在实际的经济管理工作中将定性分析方法与定量分析技术结合起来去处理问题。而且，人们定量分析水平和能力的高低也是事业成功的重要因素。因此，切实掌握有关的定量分析技术，是对每一位管理者的基本要求。

另外，我们回顾经济管理理论产生和发展的每个历史阶段，均是伴随着各种数量分析方法和理论相辅相成地成长起来的。

20 世纪 70 年代以来，相继兴起的许多定量分析理论和方法在管理和经济领域得到广泛应用，它和经济管理理论交融结合，如今已成为西方管理学和主流经济学的重要研究分支；另外，这些定量分析理论和方法本身也已经成为数量方法理论上的一些新的研究方向。本书主要介绍经济管理过程中常用的一些数量分析方法，它们都是近年来经济管理理论和实际应用研究中最活跃的一些定量分析理论和方法。

全书共分 8 章，依次为：经济管理中的数量方法概述，综合评估技术，DEA 方法及其经济意义，全要素生产率及其测度方法，区间评估的理论、方法与应用，多人合作对策与分配问题，冲突分析及其应用，结构方程模型及其应用。

本书的前身是一份讲义，曾在天津大学管理学院硕士和博士研究生课程以及青岛大学经济学院硕士课程中使用多年。这次借出版之际，对原讲义做了调整，融入了作者在此领域的部分研究成果，补充了一些近年来出现的新方法。书中的例子着力说明经济管理中定量分析方法的基本思想，内容的阐述力求做到理论与实际相结合，且尽量避免繁琐的数学论证。因此，书中内容易于理解，阅读此书仅需要有高等数学和概率论与数理统计方面的基础知识，所以，本书内容的编排适合较广的读者面（应用数学、运筹学、经济学、管理科学与工程以及工商管理等专业的本科生与研究生）。我们希望读者通过对本书内容的学习，不仅可以

了解和掌握一些经济管理中的定量分析方法，而且能有助于提高读者的思维质量，从而能提高自身的管理能力。就个人的爱好而言，定量分析理论和方法之所以那么有魅力，在于它可以用数学严谨地表达难度很大的逻辑思想，表达形式又很简单，而且这些思想在现实生活中都有所体现，所以即使不谈及应用，单就这一点而论，也很值得把这方面内容介绍给读者。

本书的第5章“区间评估的理论、方法与应用”是由郭均鹏博士执笔完成的，第8章主要参考了安询博士的论文。在本讲义成书过程中，博士生们做了大量工作，他们整理了讲稿，并对部分内容提出了有益的修改建议，没有他们的帮助和工作，完成此书是不可能的。在此，向他们表示深切的谢意。

由于编者水平有限，不足之处在所难免，衷心欢迎国内同行及广大读者批评斧正。

目 录

第1章 经济管理中的数量方法概述	(1)
1.1 发展历史	(1)
1.1.1 经济管理中的数量方法的起源	(1)
1.1.2 发展阶段	(3)
1.1.3 成熟阶段	(4)
1.2 经济管理中的数量方法的特点	(5)
1.3 经济管理中的数量方法的模型和基本步骤	(5)
1.3.1 经济管理中的数量方法的基本步骤	(5)
1.3.2 经济管理中的数量方法的模型要素	(6)
1.3.3 经济管理中的数量方法的模型结构	(7)
1.4 主要分支内容	(8)
1.4.1 运筹学方法	(8)
1.4.2 统计预测方法	(15)
1.4.3 其他方法	(19)
第2章 综合评估技术	(25)
2.1 评估技术概述	(25)
2.1.1 评估的基本概念	(25)
2.1.2 评估的基本程序	(29)
2.1.3 评估技术的研究发展状况	(31)
2.2 评估案例分析 (Case Study)	(35)
2.3 多目标评估技术简介	(38)
2.3.1 多目标评估示例	(38)

2.3.2	多目标决策与单目标决策的区别	(39)
2.3.3	解的概念	(39)
2.4	Delphi 法与 AHP 方法	(40)
2.4.1	Delphi 法	(40)
2.4.2	层次分析法 (AHP)	(41)
2.4.3	多层次分析法的基本步骤	(47)
2.4.4	应用案例 (一)	(49)
2.4.5	应用案例 (二)	(53)

第3章 DEA 方法及其经济意义

(58)

3.1	DEA 方法简介	(58)
3.1.1	DEA 方法的主要步骤	(59)
3.1.2	数据结构与效率评价指数	(59)
3.2	DEA 的基本模型	(60)
3.2.1	C^2R 模型的基本形式	(60)
3.2.2	具有非阿基米得无穷小量的 C^2R 模型	(63)
3.2.3	BCC 模型的基本形式	(66)
3.3	综合效率、规模效率和技术效率	(68)
3.3.1	效率的一般含义	(68)
3.3.2	C^2R 模型与综合效率	(70)
3.3.3	BCC 模型与技术效率	(70)
3.4	DEA 有效性的经济含义	(71)
3.4.1	基本概念	(71)
3.4.2	C^2R 模型有效的经济含义	(73)
3.4.3	DEA 与生产前沿面	(74)
3.5	DEA 的一般工作过程	(75)
3.6	DEA 评价案例	(78)
3.6.1	中学效率评估	(78)
3.6.2	污水厂效率评估	(83)
3.6.3	石油产品效率评估	(84)
3.6.4	商业银行的效率评估	(85)
3.6.5	我国证券市场十年发展的有效性评估	(88)

3.6.6 考虑政策投入变量的证券市场 DEA 模型	(90)
3.7 超效率 DEA 评价模型	(93)
3.7.1 扩展 DEA 模型的概念	(93)
3.7.2 扩展 DEA 模型的直观说明	(94)
3.7.3 算例	(96)
第 4 章 全要素生产率及其测度方法	(98)
4.1 效率与 DEA	(98)
4.1.1 效率简介	(98)
4.1.2 效率函数定义	(103)
4.1.3 效率指数	(104)
4.2 TFP 理论及其应用 (TFP 的非参数测度方法)	(105)
4.2.1 TFP 简介	(105)
4.2.2 TFP 的测度方法	(107)
4.2.3 全要素生产率 TFP 的动态分析	(108)
4.3 案例分析	(113)
4.3.1 我国邮电业发展的动态效率分析	(113)
4.3.2 基于 Malmquist 指数的商业银行效率实证分析	(119)
第 5 章 区间评估的理论、方法与应用	(128)
5.1 区间分析简介 (Interval Analysis)	(128)
5.1.1 基本概念	(128)
5.1.2 区间数的运算	(129)
5.2 区间评估与决策的思想	(129)
5.3 区间层次分析法	(132)
5.3.1 区间判断矩阵的建立	(133)
5.3.2 区间判断矩阵的一致性检验	(135)
5.3.3 区间判断矩阵的区间权重的求解	(135)
5.3.4 区间层次总排序	(136)
5.3.5 案例分析	(137)
5.4 区间线性规划	(139)

5.4.1	区间线性规划的客观求解	(139)
5.4.2	区间线性规划的主观求解	(142)
5.5	区间数据包络分析	(145)
5.5.1	区间 DEA 模型	(145)
5.5.2	DMU 的区间效率评估	(146)
5.5.3	区间投入产出 DMU 的分类	(147)

第 6 章 多人合作对策与分配问题

(149)

6.1	问题引入	(149)
6.2	具有特征函数的多人结盟对策的基本概念	(150)
6.2.1	局中人与结盟	(150)
6.2.2	特征函数	(150)
6.2.3	等价性与标准化 (valence and normalization)	(154)
6.3	多人结盟对策的解	(156)
6.3.1	多人结盟对策解的概念	(156)
6.3.2	多人结盟对策的几种解的形式	(158)
6.4	多人结盟对策应用案例	(170)

第 7 章 冲突分析及其应用

(175)

7.1	冲突分析简介	(175)
7.1.1	冲突概述	(175)
7.1.2	冲突模型的基本要素	(176)
7.1.3	冲突解决方法简介	(177)
7.2	F-H 冲突分析方法	(178)
7.2.1	F-H 方法的基本思想	(178)
7.2.2	F-H 方法的主要概念	(179)
7.2.3	冲突分析的基本步骤	(180)
7.3	应用案例——海湾危机冲突分析	(182)
7.3.1	海湾危机背景	(182)
7.3.2	海湾冲突分析建模	(183)
7.3.3	稳定性分析	(185)

7.4 囚犯难题与二步纳什 (Nash) 均衡	(187)
7.4.1 纳什均衡的概念	(187)
7.4.2 囚犯难题与纳什均衡的缺陷	(188)
7.4.3 二步纳什均衡	(189)
7.4.4 使用 F-H 稳定性分析方法求解所有二步纳什均衡	(190)
7.4.5 使用 F-H 分析法求解囚徒悖论	(190)
第 8 章 结构方程模型及其应用	(193)
8.1 结构方程模型概述	(193)
8.1.1 结构方程模型的产生	(193)
8.1.2 结构方程模型的用途	(194)
8.2 基本概念	(194)
8.2.1 变量	(194)
8.2.2 路径图	(195)
8.2.3 结构方程模型	(196)
8.2.4 协方差结构	(198)
8.3 结构方程模型构建与求解	(198)
8.3.1 模型构建与求解步骤	(198)
8.3.2 两种算法与软件	(202)
8.3.3 算例	(204)
8.4 结构方程应用案例	(207)
8.5 应用结构方程模型的注意事项	(215)
8.5.1 样本容量	(215)
8.5.2 数据分布	(216)
8.5.3 因果关系	(216)
参考文献	(217)

第1章

经济管理中的数量方法概述

1.1 发展历史

经济管理中的数量方法最初的形式是以运筹学 (Operational Research, OR) 为代表的数量方法, 它起源于战争的需要, 回顾经济管理中的数量方法的产生和发展过程, 按其在不同时期所表现出的特点, 可将其划分为起源、发展和成熟三个阶段。

1.1.1 经济管理数量方法的起源

经济管理中的数量方法起源于 20 世纪 40 年代第二次世界大战战争的需求。

关于经济管理中的数量方法的思想自古有之。田忌赛马即为一个典型的运用对策论思想解决问题的范例。欧拉早在 1736 年使用图论思想成功解决了哥尼斯堡七桥问题。而现代经济管理中的数量方法思想则可以追溯到第一次世界大战期间。1916 年, 英国工程师 F. W. Lanehester 在《战斗中的飞机》一文中, 首先提出用常微分方程组描述了敌对双方消灭过程, 定性地说明了集中兵力的原理。Edang 在 20 世纪初期发展了排队论, 提出了一些著名的公式, 并将之应用于哥本哈根电话交换机的效率研究。以英国生理学家希尔为首的英国国防部防空试验小组在第一次世界大战期间开展了高射炮利用研究。英国人莫尔斯建立的分析海军护航舰队损失的数学模型, 也是最早进行的经济管理中的数量方法工作。

一般认为, 以 OR 为代表的数量方法真正起源于第二次世界大战战争的需求。1935 年, 英国为防御德国战机袭击, 在英国东海岸的奥福德纳斯装备了雷达。使用中发现所传送的信号间常常相互矛盾。为此, 1938 年在波德塞 (Bowdsey), 由 A. P. Rowe 负责组建了一个研究机构, 以教授军事领导人学会用雷达定位敌方飞机。Rowe 和 Robert Watson Watt 爵士主持了最早的两个雷达研

究,并将之命名为 Operational Research。波德塞被称为 OR 方法的诞生地,该研究机构的建立标志着现代经济管理中的数量方法的开端。

1939 年 9 月,英国空军为了延长雷达首次预警与敌机袭击之间的时间间隔,将波德塞 OR 数量方法小组领导人之一的 E. C. Williams 调至皇家空军作战指挥部的新工作组(由 Harold Lander 领导)。之后,皇家空军轰炸指挥部、海岸指挥部和英军防空指挥部均建立了 OR 数量方法工作组(其中由 B. A. Dickins 领导皇家空军轰炸指挥部)。

1940 年秋,由于德国战机对英国的夜间空袭,物理学家 P. M. S. Blackett 加入防空指挥部,组建了运筹工作组——著名的“Blackett 马戏团”。1941 年 12 月,Blackett 被咨询有无可能为海军建立运筹工作组。次年 1 月,他转到海军从事数量方法创建工作。防空指挥部的 OR 数量方法工作组遂成为英国经济管理中的数量方法工作组的核心。

美国投入战争后,海军和陆军空战兵团均注意到了作战指挥部成功使用 OR 数量方法技术的情况。1941 年 12 月,Blackett 的备忘录《运作水平上的科学家》在美军各部广泛流传。1942 年,OR 命名人之 Robert Watson Watt 爵士访美,倡议并实际将以 OR 为代表的数量方法介绍到美国。与此同时,在伦敦的美国观察家早已将英国使用数量方法的相关工作情况汇报至国内。1942 年,美军在大西洋舰队反潜艇战官员 W. D. Baker 船长的请求下成立了反潜艇战运筹组(后更名并隶属于海军总部司令部的运筹组),由 Philip W. Morse 负责计划、监督,William Shockley 出任研究部主任。在美国陆军空战兵团,由开业律师 W. Barton Leach 在学习英国经验后,组织成立了 20 多个使用 OR 数量方法的作战分析小组。

1942 年,加拿大皇家空军由磁学权威 Ellis A. Johnson 领导组建了 3 个 OR 小组,主要解决地雷战问题,应用于进攻性战术。

第二次世界大战中,即使保守地估计一下,在英国、美国和加拿大机构中服务于从事数量方法应用的总人数远远不止 700 名。他们的活动种类很多,这里无法概括。其中,不仅有前面提到的技术援助、战果评价和战术革新等部分,还有把这部分知识应用于战术计划和战略选择的部分。随之产生的理论成果主要有线性规划、整数规划、图论、网络流、几何规划、非线性规划、大型规划、最优控制理论等。

OR 数量方法在第二次世界大战中的兴起有其客观依据,而绝非偶然,战争产生了对数量方法的社会需求。恩格斯说过:“社会一旦有技术上的需要,则这

种需要就会比 10 所大学更能把科学推向前进”。^① 战争中出现了大量需要研究的课题,如雷达预警、地雷战、反潜艇战、搜索、兵力部署、舰队运输、军队日常后勤保障,等等。它们在战争条件下具有时间紧迫性和实用性,需要使用数量方法来迅速获得正确解答。军队拥有优越的人才条件。OR 数量方法的多学科性特点,需要有各种专业人才就某一具体问题组成 OR 小组;定量化、模型化的特点决定它对人员的数学解答能力有较高要求。军队人力资源丰富,集中了各种各样的专家,而且都具备扎实的数学功底。故以 OR 为代表的数量方法出现在战时的军队中是很自然的事。

1.1.2 发展阶段

第二次世界大战以后的数量方法的研究从军用转向民用,并在经济管理应用中得到发展。

战后全球经济不景气,要求优化资源利用,战争给参战国造成了严重的创伤。如何走出战争阴影、早日恢复经济,是摆在各国政府和企业面前的一个不可回避的问题。战后,数量方法研究和应用的重心开始转移至经济管理工作,逐步民用化。在众多可供选择的技术方法中,使用数量方法的效果显著,因此有机会在战后重建工作中一显身手。

第二次世界大战后的经济环境比较稳定,主要为卖方市场。企业以提高产量、扩大规模为主要目标。这类问题反映在数量方法中,表现为目标函数单一、约束条件少且线性化,正好落入当时已获得较完善发展的线性规划所解决的范围之内。而 1947 年单纯形法的发明又进一步推动了数量方法(特别是线性规划)在工商管理界的广泛应用。

另外,第二次世界大战中从事数量方法的人才、实际应用经验与初步理论的积累为其战后的飞速发展奠定了坚实基础。战争实践锻炼了一大批从事数量方法的工作者。其实践与经验经整理归纳后形成初步理论。战争结束后,许多数量方法工作者转移到民用部门,使经济管理中的数量方法得以广为传播。

在英国,大量从事数量方法研究的工作者由军队转至政府及产业部门。工业中最早从事数量方法的研究出现在国家煤炭委员会,继而是电力、交通两个国有部门先后在很短时间内组建了 OR 数量方法小组。部分私营产业,尤其是有合作研究协会的产业,如英国钢铁研究协会(BISRA),也陆续创立了数量方法(OR)小组。最初几年,工业管理中的数量方法发展较慢,绝大多数队伍规模

^① 《马克思恩格斯全集》,人民出版社 1972 年版,第 30 页。

都不大。20 世纪 50 年代后期,因美国发展的刺激,英国的工业管理中数量方法的发展大大提速。经济管理中的数量方法被广泛应用于政府机构、国有部门和企业界。至 1963 年,应用数量方法的行业已有飞机和导弹制造、玻璃、金属、矿业、包装、造纸、炼油、照相器材、印刷和出版、造鞋、纺织、烟草业、运输、木材加工、餐饮业和民意调查等。很多大企业都设有自己的从事数量方法研究与应用的队伍和小组,如 ICI、NCB、United Steel、Esh Electric、BISRA、Unilever 等。至 1970 年,运筹已渗入到几乎所有的政府部门和机构。

1.1.3 成熟阶段

20 世纪 50 年代后,计算机的产生为数量方法的研究提供了发展基础,经济管理中的数量方法逐步形成一门系统的定量科学方法,标志着这一方法走向成熟阶段。

美国工业部门到了 50 年代前期,才开始认真对待使用数量方法,同一时期还出现了广泛的系统问题。而计算机的出现则让人们意识了解决这些问题的潜力。在整个 50 年代里,约有一半大公司开始运用 OR 数量方法。而各国军事部门则仍然保留着原有的研究核心,运筹组织更加规范化。美国海军和空军都建立了作战分析评价小组,空军成立了 RAND 计划(即兰德公司的前身),联军参谋部亦组建了武器系统评价组,其规模与研究范围均扩大许多。此时,英国和加拿大军事部门使用数量方法的范围也在以较小的规模发展。

随着企业规模的扩大,呼唤经验管理向科学管理的转变。规模扩大后的企业,组织结构复杂化,经营项目增多,经营地域扩大。如果仍依赖经验管理,只会导致效率低下。管理者便把目光投向当时已出现的理论成果,期望找到良方。经济管理中的数量方法作为以统筹规划见长的理论,便成为了首选。

计算机的商业化应用为解答经济管理中的数量方法难题提供了迅捷的途径。计算机出现前,问题的解答对经济管理中的数量方法的学科理论与实际应用的发展都构成了严重障碍。一些约束条件较多的问题,用人工手算异常困难,极其费时。而运用计算机程序,则使其解答变得简单、快捷,为经济管理中的数量方法的发展创造了有利的技术条件。这一阶段产生了许多实用的经济管理中的数量方法理论,如计量经济学、多元统计分析方法、计算机模拟、成本—收益分析、系统分析等。搜索论、对策论和对策模拟、随机过程、排队论、价值论、决策分析、动态规划等随机理论也取得了长足的进步。使得经济管理中的数量方法逐步形成一门系统的定量科学方法。

1.2 经济管理中数量方法的特点

经济管理中的数量方法的特点主要体现在以下几个方面:

- (1) 以为决策服务为目标;
- (2) 以科学方法论为依据 (见图 1-1);

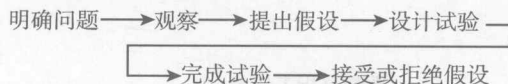


图 1-1 科学方法的一般步骤

- (3) 以系统整体优化为核心思想;
- (4) 以数学模型为主要工具。

管理科学方法应用于企业管理决策的示例如表 1-1 所示。

表 1-1 管理科学方法应用于企业管理决策示例

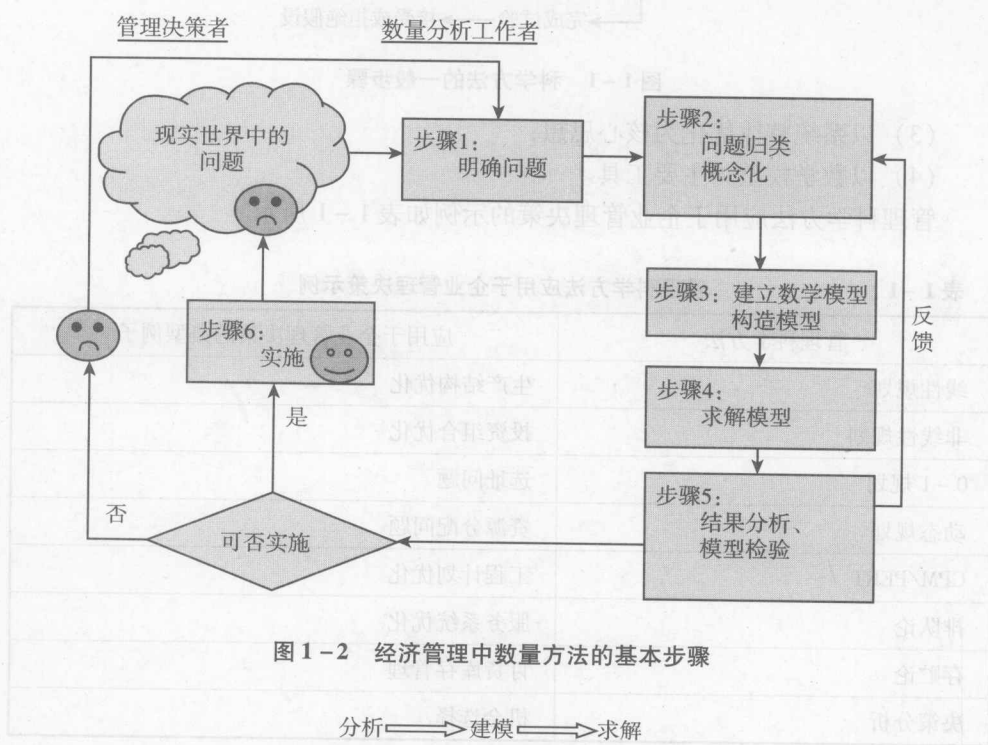
管理科学方法	应用于企业管理决策的典型例子
线性规划	生产结构优化
非线性规划	投资组合优化
0-1 规划	选址问题
动态规划	资源分配问题
CPM/PERT	工程计划优化
排队论	服务系统优化
存贮论	订货库存管理
决策分析	机会选择

1.3 经济管理中的数量方法的模型和基本步骤

1.3.1 经济管理中的数量方法的基本步骤

经济管理中的数量方法一般可以分为分析实际问题、建立相应的数学模型、求解模型三大步骤。更具体的步骤如下 (见图 1-2、图 1-3):

- 步骤1：明确问题（弄清问题、目标和影响因素）
 步骤2：问题归类概念化（类型判别）
 步骤3：建立数学模型构造模型（通常分为确定性、随机性、决策性三种模型；有直接分析、类比、数据分析、试验分析、构想五种构造方法）
 步骤4：求解模型（程序化和启发式）
 步骤5：结果分析、模型检验
 步骤6：实施



分析 $\longleftrightarrow$ 建模 $\longleftrightarrow$ 求解

图 1-3 解决问题的基本过程

1.3.2 经济管理中的数量方法的模型要素

变量：结果变量、决策变量、不可控因素（见表 1-2）

关系：数学表达式

表 1-2

模型基本构成要素的实际例子

领域	决策变量	结果变量	不可控变量
金融投资	投资数量 投资期限 投资时机	总利润 收益率 每股净利	通货膨胀率 贷款利率 竞争
市场	广告预算	市场份额	可支配收入
生产	产量 库存水平	总收入 质量水平	市场价格 技术
财会	审计计划 计算机使用	数据处理成本 错误率	法规要求 计算机技术
运输	装运量	运输总成本	运送距离规定
服务	服务员数量	顾客满意度	服务需求

1.3.3 经济管理中的数量方法的模型结构 (见图 1-4、图 1-5)



图 1-4 模型的一般结构

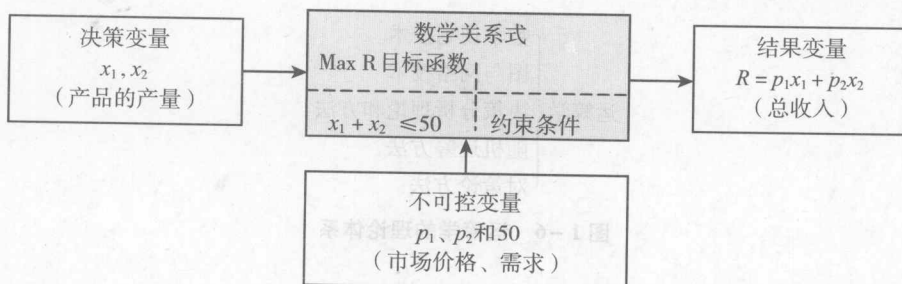


图 1-5 线性规划模型的例子