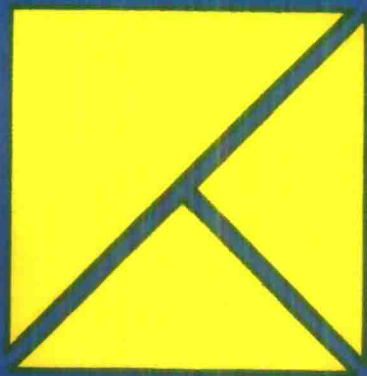


张连诚 著

OR

· 运筹学小丛书 ·

决策分析入门



• 运筹学小丛书 •

决策分析入门

张连诚 著

辽宁教育出版社

1990年·沈阳

决策分析入门

张连诚 著

辽宁教育出版社出版（沈阳市南京街6段1里2号）

辽宁省新华书店发行

阜新蒙古族自治县民族印刷厂印刷

字数：163,000 开本：787×1092 1/32 印张：5 1/4

印数：5,001—7,000

1985年7月第1版

1990年10月第2次印刷

责任编辑：俞晓群

封面设计：宋丹心

ISBN7—5382—1323—6/G·1029 定价：2.14元

《运筹学小丛书》编辑委员会

主编 徐利治

编辑委员 (按姓氏笔画为序)

许国志 吴方

林少官 徐利治

谢力同 越民义

管梅谷

出 版 说 明

运筹学是二十世纪四十年代开始形成的一门学科，是现代数学的一个重要组成部分。在科学技术迅速发展的今天，运筹学有着广泛的应用。

为了向广大读者普及运筹学知识，在中国运筹学会的关心和支持下，尤其是在徐利治教授的积极倡导和组织下，编辑出版了这套《运筹学小丛书》。

这套丛书用通俗的语言系统地介绍了运筹学中各个分支的基础知识和应用方法，其中包括规划论、对策论、排队论等方面的二十多个专题，在编写内容上，注重科学性、知识性和趣味性相结合，论述一般是从实例谈起，由浅入深，引出完整的数学理论。并且，大部分内容的引出方法都是初等的，因此，凡是具有高中以上文化程度的读者，都可以阅读。

运筹学小丛书

- | | |
|------------|-----------|
| 运筹学介绍 | 越民义 著 |
| 组合数学入门 | 徐利治 蒋茂森 著 |
| 线性规划初步 | 吴 方 著 |
| 整数规划初步 | 许国志 马仲蕃 著 |
| 马氏决策浅说 | 董泽清 刘 克 著 |
| 矩阵与投入产出分析 | 韩志刚 著 |
| 管理科学中的图论方法 | 宋国栋 著 |
| 动态规划简介 | 杨敦悌 陈 斌 著 |
| 决策分析入门 | 张连诚 著 |

ISBN 7-5382-1323-6/G · 1029

定价：2.14元

目 录

第一章 决策的一般概念	1
§ 1.1 什么是决策	1
§ 1.2 决策论的发展历史简述	4
§ 1.3 决策问题的分类	7
§ 1.4 决策的定量方法讨论	10
第二章 决策的理论基础——概率论初步	12
§ 2.1 随机事件、随机变量	12
§ 2.2 概率	14
§ 2.3 概率的基本定理	17
§ 2.4 随机变量的分布律	20
§ 2.5 随机变量的典型分布	25
§ 2.6 随机变量的数字特征	29
第三章 决策分析的基本概念	32
§ 3.1 决策的数学模型	32
§ 3.2 状态的生存概率、主观概率	40
§ 3.3 离散决策模型主观概率的修正	48
§ 3.4 连续状态决策模型先验概率分布的修	

正	50
§ 3.5 报酬函数和效用函数	64
第四章 决策分析的基本方法	77
§ 4.1 不确定型决策模型	77
§ 4.2 简单的离散状态决策模型	83
§ 4.3 增加试验的离散状态决策模型	95
§ 4.4 简单的连续状态决策模型	106
§ 4.5 增加试验的连续状态决策模型	119
§ 4.6 多阶段决策模型	134
§ 4.7 灵敏度分析	145
附表1 二项分布	151
附表2 泊松分布	153
附表3 标准正态分布概率密度函数	155
附表4 标准正态分布的分布函数	157
参考书目	159

第一章 决策的一般概念

§ 1.1 什么是决策

诸葛亮借东风火烧战船，协助东吴孙权消灭曹操二十余万雄兵，取得赤壁之战的胜利，奠定了魏、蜀、吴三足鼎立的局面，这是三国故事中最精采、脍炙人口的一段。每当人们听到这个故事，无不佩服诸葛亮“运筹帷幄，决胜千里”的伟才。

这个故事是古代军事家运用决策方法的典型事例。相传当时曹操号称拥有雄兵百万，战将千员，实际兵力是二十余万。为了战胜曹操，孙权联合刘备，合兵力不过四万余人，由诸葛亮协助周瑜出谋划策。这个两军对垒的问题，可以简单地看成一个决策问题。

对待曹操有两种决策方案：强攻和智取——火攻。如果强攻，孙权、刘备寡不敌众，必败；如果采取火攻，根据天气风向的两种自然状态，有两种不同的结果：当刮东南风时，火攻能取得成功，曹操必败；当刮西北风时，进攻不成，战火反而危及自己。当时是“欲破曹公，宜用火攻，万事俱备，只欠东风”。诸葛亮利用自己的气象知识，对刮东南

风进行了可靠的预测，才做出了火攻的决策，终于取得了战争的胜利。

用现代决策论的方法，我们可以将这个故事的决策方案、自然状态及不同结果，用图 1.1 表示出来，它使诸葛亮的决策思想、决策过程一目了然。

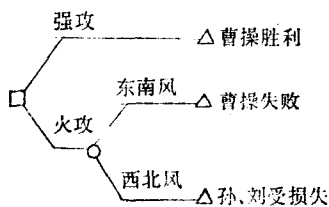


图1·1

决策不仅在军事上，而且也在政治、经济、科学、技术等许多领域中出现。特别是现代科学技术的飞速发展，人类社会的进步和人类活动范围的扩大，面对着众多的因素和浩繁的数据，复杂的时局和多变的环境，人们的一切实践活动就更离不开决策。

什么是决策？简单地讲，决策就是决定政策，制定人们行动的规范。详细地讲，决策就是指人们为达到某一目标，从若干可能施实的方案（措施、途径、行动等）中，经过科学的分析和判断，选出最优方案所采取的决断行为。

这里，决策是作为人们有意识、有选择的行动出现的，它往往被某些人误解为“决策是决策者的瞬间的决定”，是“眉头一皱，计上心来”。把决策看成是“拍板定案”，而忽视决策是一个复杂的过程。实际上，作出决策首先有一个目标，目标是人们预想达到的目的，并且这个目的又不是轻而易举能实现的。目标是决策的方向，没有目标就无须决策。其次，决策者要寻找达到这个目标的所有可能的方案、

途径，这需要决策者有丰富的经验，认真细致地调查研究，充分地占有有关的信息、资料，并且具备全面考虑问题、分析问题的能力。同时要注意到这些方案、途径不是无条件的，而是受客观条件影响的，并且这些客观条件往往又是人们不能控制的不确定因素，因此决策具有一定的风险。接着决策者应确立一个衡量各方案优劣的标准（准则），标准不同，其分析方法、结果也不相同。最后，经过科学的计算、分析，从各方案中选出最优方案。到此决策过程还不能算完结，因为决策是为了实现预定目标，如果按选出的方案去实践，目标达到了，该决策过程才终结了。如果按选出的方案去实践，目标并未达到或未完全达到，必须将这一情况作为新增加的信息参与决策过程，重新决策。借用控制论的术语，这叫信息反馈。可将决策过程归纳为四步：确定目标——调查研究收集信息，提出方案——确定决策准则，经过分析和判断选出最优决策——具体实施（实现目标或信息反馈）。上述决策过程总结在图1.2中。

最后还要指出，“决策”除了上述意义外，有时常把它作名词来理解，这时它与方案、措施、途径具有相同的意义，在本书中将经常这样使用。

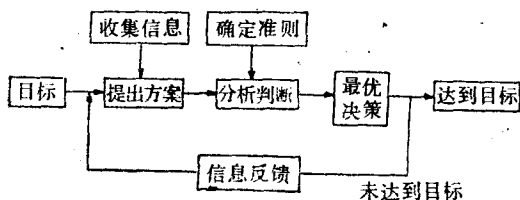


图1·2

人类的实践是有意识、有目的的活动，为了达到目的总要选择适当的方法，就象过河需要架桥或找船、登山需要寻路一样。所以，决策存在于人类的一切实践活动中，存在于人类历史的全过程中。远古人靠观星象、占卦等办法决策，这是愚昧无知的行为；近代人凭经验、习惯、智慧决策，这是一个进步；现代人靠科学的办法决策，才真正找到进行正确决策的方法。

一个正确的决策，将给人们带来巨大的经济效益，丰硕的科学研究成果，甚至于政治上的成就，军事上的胜利；一个错误的决策，将导致经济上的亏损，科学上的失败，政治上的失利，甚至造成难以弥补的天灾人祸。足见决策对于人类的社会实践有非常重要的意义。

正确的决策是建立在科学的基础上，错误的决策是违反科学的决策。为避免决策的盲目性和失误，保证决策的正确性，必须实现决策的科学化，推广科学的决策方法。决策论正是研究决策原理、决策过程和决策方法的一门科学。

§ 1.2 决策论的发展历史简述

决策活动出现的历史是与人类文明的历史并驾齐驱的。自人类有意识的活动伊始，就无时不伴随着决策，并且决策能力、决策水平亦在不断提高。我们中华民族和世界上许多国家，历史上涌现出许多著名的军事家、政治家、思想家和学者，他们都有着许多出色的决策活动实例，并且也留下了许多涉及决策理论的著作。如大禹治水、武王伐纣、完璧归

起、孙庞斗智、赤壁之战等决策事例，至今广为流传。而《孙子兵法》、《战国策》、《史记》及古希腊许多哲学家的著作等，其中记载了丰富的决策案例，总结了古代人军事、政治决策的原则、思想、程序和方法，今天还有着实际意义。

但是作为完整的决策理论的提出，这要追溯到第二次世界大战以后，其代表人物是美国的赫伯特·西蒙(H.A.Simon 1916~)和詹姆士·马奇(J.G.March)等人，他们吸收了行为科学、系统理论、运筹学和计算机程序等学科的内容，发展了“决策论”。西蒙由于在决策理论的研究上作出了贡献，曾获得1978年度的诺贝尔经济学奖金。西蒙等人认为，决策贯彻管理的全过程，经济管理的中心任务是决策，决策就是寻找解决问题的办法，管理就是决策。西蒙等人对决策的过程、决策的准则、程序化的决策和非程序化的决策、组织机构的建立同决策过程的联系和计算机在决策中的应用，进行了研究，创立了管理科学中的一个新学派——决策理论学派。

本书不准备介绍决策理论的全貌，只介绍一种适于不确定型决策问题和风险型决策问题的决策方法——决策分析。它是以概率论与数理统计为理论基础，把统计决策方法应用于不可控或不确定因素的决策问题（譬如商业问题、管理问题等）而发展起来的一种决策方法，它以主观概率和各人对价值不同偏好而得到的效用函数为主要概念，大大开拓了统计决策方法领域，成为决策理论的一个分支。虽然它采用了数学方法，但由于决策分析基于主观概率和效用函数，使人

们对它的看法不尽一致，有人认为目前它还是一门带有艺术器质的方法，还不是严格的数学分支。但是，不管怎样，决策分析为我们提供了一种定量决策的方法，并且在许多问题上应用这种方法，收到了较好的效果。因此，决策分析现已发展成为运筹学、系统科学与管理工作者的的重要工具，它在增强人类改造自然、改造社会、改进经济管理的能力上，起着越来越重要的作用。

统计决策理论原先是作为数理统计的一个组成部分，首先出现在1950年瓦尔特(A·wald)的《统计决策函数》这一经典著作中。1954年萨维奇(Savage)在《统计学基础》一书中，完成了把主观概率与效用理论统一在一起处理统计决策问题，提出了完整的公理系统，奠定了统计决策理论的基础。六十年代初，许多人把这种理论应用于含有不确定性因素的商业决策问题上，从而开拓了应用统计决策理论这一领域。随着它的广泛应用，“决策分析”作为一种实用决策方法脱颖而出。

六十年代初，美国在石油和天然气工业中，首先开始应用决策分析方法；1964年麦吉(Magee)讨论了资本投资的决策问题；1969年美国对火星的无人探险及核动力引入墨西哥国家动力系统进行了决策。由于效果显著，它的应用迅速得到推广。目前在外国，决策分析方法作为一门应用技术，在工商管理、航天技术、能源规划、城市发展、地质勘探、医疗卫生事业等方面，得到广泛的应用。

最近几年，我国开始推广决策分析理论，它已经在新产品开发、新技术引进、技术改造、企业投资等方案的论证方

面得到应用，并且取得较好的效果。随着电子计算机的推广及现代管理方法的普及，决策分析方法的应用一定会越来越广泛。

§ 1.3 决策问题的分类

为了做到决策的科学化，应该对各种决策问题进行分类。

按照西蒙对决策的分类，有一类是程序化决策问题，它是重复出现的和例行状态的决策活动，其过程甚至成为一种固定的程序。因此在处理这种决策问题时，也完全可以制定出一套例行程序来解决它。运筹学和计算机在解决程序化决策问题方面起着重要的作用，它为决策过程提供了选择最优方案的数量方法和程序。还有一类与程序化决策问题相反的决策问题，“它非程序化到使它们表现为新颖、无结构，具有不寻常影响的程度”（西蒙：《管理决策新科学》），它是非经常出现的、具有战略意义的或带有创新性质的决策活动，称为非程序化决策问题，其决策方法要复杂得多。一般地，管理人员越往高层，遇到的非程序化决策问题越多；越往低层，遇到的程序化决策问题越多。这两类决策问题划分得不是很严格的，并不像黑色和白色那样分明，在它们之间存在着各种过渡形式的决策问题。

除了上面这种对决策问题“定性式”的分类法外，还可以“定量式”的分类。为此，我们以“诸葛亮借东风”为例，把一个决策问题的基本条件阐述清楚。

一般地，把决策的对象统称为一个系统。孙权、刘备联合与曹操隔江相望，两军对垒，这就是一个系统。一个决策问题从系统中提出，必须具备以下五个条件：

(1) 决策者必须有一个希望达到的明确的目标。例如赤壁之战中，决策者诸葛亮等人希望达到的目标是消灭曹军，取得胜利；

(2) 给出系统所处的各种可能的状态。例如，决战时刻的风向可能是东南风也可能是西北风，这是系统的两种自然状态；

(3) 存在着供人们选择的不同决策方案。例如，进攻方式有强攻和智取——火攻两种方案；

(4) 知道系统各种状态出现（存在）的可能性大小。如果状态是变化的，应知道其转移的可能性大小。例如，诸葛亮通过气象观测，对决战时刻刮东南风的可能性就有可靠的预测；

(5) 对在各种决策下，不同状态所对应的结果（报酬或损失）作出估计。例如，在刮东南风的状态下，采取火攻决策，其结果是消灭曹军二十万，孙权、刘备取胜；在刮西北风的状态下，采取火攻的决策，其结果是战火危及自己，造成损失；在无论什么风向的状态下，采取强攻的决策，孙权、刘备的四万军队将被消灭，曹操取胜。

据此，决策者便可以根据决策目标和掌握的信息，进行科学的决策了。根据决策者掌握的信息量的不同，将决策问题进一步分成以下三种类型：

(1) 不确定型决策：

指决策者对决策问题的条件(4)，没有掌握任何信息，难以断定系统哪种状态会肯定出现，甚至连状态出现的可能性也不能预测。虽然各种不同状态下取不同决策的报酬已经知道，但难以分析判断得出明确的决策结论。这样的决策问题，往往因给出不同的决策准则，得到不同意义下的最优决策。本书第四章 § 4.1 将加以介绍。

(2) 确定型决策：

指决策者对决策问题的条件(4)，掌握充分、完全的信息，此时系统所处的状态是肯定的、必然的。决策者可以计算出各种状态不同决策下的报酬，通过比较就能选出最优决策。但是，由于系统的复杂，计算是较繁琐的。运筹学中线性规划、非线性规划、动态规划、图与网络分析等方法，是解决确定型决策问题常用的方法。

(3) 随机型决策：

指决策问题的条件(4)已给出的一类决策问题。其中对于已知状态出现(存在)的可能性大小(即概率)的决策问题，称为风险型决策。什么叫风险型决策问题？这是因为，其一，系统的状态是受到不可控制或不确定的随机因素影响的结果，状态出现的概率很难给予客观的评价和估计，往往由决策者凭自己的经验，主观地作出判断，这样给出的概率称为主观概率；其二，由于决策者对报酬、损失的价值偏好程度不一样，有的对价值很重视，有的很轻视，有的无所谓。决策者各有自己的价值观念，其数量标志称为效用函数。决策者解决一个决策问题要为自己负责，就得凭借主观概率、自己的效用函数去决策，因而承担一定的风险。决策