

Operations Research for Management

21世纪高等院校工商管理精品教材

吴 天 主编

管理运筹学

本教材针对工商管理专业的实际教学需要，以“风险与决策”、“效率与服务”和“收益与计划”三篇简短、独立的章节，覆盖了一般“管理运筹学”的核心内容，深入浅出地介绍了管理决策中定量数学分析模型的基本概念。书中每个重点理论环节都精心安排了经济管理领域导向性的应用案例。

 东北财经大学出版社
Dongbei University of Finance & Economics Press

Operations Research for Management

21世纪高等院校工商管理精品教材

吴 天 主编

管理运筹学

FE 东北财经大学出版社
Dongbei University of Finance & Economics Press

大连

© 吴 天 2009

图书在版编目 (CIP) 数据

管理运筹学 / 吴天主编. —大连: 东北财经大学出版社, 2009. 7
(21 世纪高等院校工商管理精品教材)
ISBN 978 - 7 - 81122 - 726 - 0

I. 管… II. 吴… III. 管理学: 运筹学 - 高等学校 - 教材
IV. C931. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 123520 号

东北财经大学出版社出版

(大连市黑石礁尖山街 217 号 邮政编码 116025)

总 编 室: (0411) 84710523

营 销 部: (0411) 84710711

网 址: <http://www.dufep.cn>

读者信箱: dufep@dufe.edu.cn

大连经济技术开发区兴华彩印包装有限公司印刷 东北财经大学出版社发行

幅面尺寸: 170mm × 240mm

字数: 210 千字

印张: 12

2009 年 7 月第 1 版

2009 年 7 月第 1 次印刷

责任编辑: 蔡 丽 王伟民

责任校对: 贺 荔

封面设计: 冀贵收

版式设计: 钟福建

ISBN 978 - 7 - 81122 - 726 - 0

定价: 24.00 元

前 言

目前国内适用于管理类专业，类似于本书内容的教科书多取名为管理运筹学或运筹学。运筹学译自 Operations Research 或 Operational Research（简称 OR）。OR 一词的直译是“运用研究”、“作战研究”或“运用学”。西方国家也称 OR 为“管理科学”。

我国早期从事管理科学领域研究的学者将汉朝刘邦的名句“夫运筹帷幄之中，决胜于千里之外”中的“运筹”二字用于 OR，从一个侧面体现了 OR 在管理决策中的重要地位。一段时间以来，OR 也确实一直是高校管理类专业的一门重要课程，是经济管理工作者必须涉猎的知识领域。

不过，我国长期存在的粗放式管理的传统，使得真正能够解决生产活动实际问题的、细致入微的 OR 定量数学分析模型难以在管理科学的教学实践与理论研究中取得应有的地位。马克思认为：“一种科学只有在成功地运用了数学时，才算达到了真正完善的地步。”但是他的这句至理名言却没有落实在我们的工作实践中。国内一些学者将管理科学理解为比 OR 更为宽泛的内容，仅仅把 OR 看作管理科学的一个组成部分，大量转述的经验类课程充斥了针对 20 岁左右的本科生的课堂，占据了本应真正属于管理科学教学与研究的位置。

曾几何时，不但一些本科管理类专业取消了 OR 课程，各类管理专业的学位升学考试也相继不见了 OR 的踪影。造成这一窘境的原因之一或许是 OR 学科的发展使得初学者容易望而生畏。在相关教科书出版方面，目前也确实存在着把尽可能多的定量研究方法收入此“囊”的倾向，这使得不同课程之间的课堂教学内容严重重叠。为此，本书摒弃“大全集”式的写作模式，针对工商管理专业的实际教学需要，以“风险与决策”、“效率与服务”和“收益与计

划”三篇简短、独立的章节，深入浅出地为初学者勾画出管理决策中定量数学分析模型的大致概念与应用方法。作者还为书中每个重点理论环节精心选择了经济管理领域导向性的应用案例以及启发式的习题，期望为“厚基础、宽口径、会科研、重应用、高素质”的素质教育作出应有的贡献。

全书内容和教学体系已在浙江工商大学本科生教学和多类企业岗位培训中施行多年，取得了较好的教学效果。作为一本优秀的教材，它既能满足高等院校工商管理类专业的教学需求，也适用于企业管理人员的岗位培训，尤其便于自学。相信对管理科学方法感兴趣的其他各界人士也能从此书中受益。

本书第1至3章由冯晓民执笔，第4至8章由吴天执笔。感谢浙江大学蒋绍忠教授在百忙之中对全书的审阅，感谢东北财经大学出版社相关编辑对全书文字的润色。本书最终能以良好的状态面市，是与他们默默的辛勤劳动与无私奉献分不开的。

需要与本书配套的PPT课件的读者，可在出版社网站上下载，也可直接向作者索取，作者电子邮箱为 edujob.org@163.com；同时欢迎读者通过该电子邮箱与作者探讨相关学术与应用问题，或提出对本书的批评意见。

作者

2009年5月·杭州

目 录

第一篇 风险与决策

第1章 风险型决策

内容提要	3
学习目标	3
1.1 决策问题概述	3
1.2 风险型决策方法	6
1.3 效用理论	13
1.4 风险型投资决策案例	18
基本训练	22

第2章 不确定型决策

内容提要	24
学习目标	24
2.1 不确定型决策概述	24
2.2 不确定型决策方法	25
2.3 决策方法的评判	30
2.4 不确定型投资(投机)决策案例	34
基本训练	39

第3章 对策论

内容提要	40
------	----

学习目标	40
3.1 对策论的基本概念	40
3.2 纳什均衡	44
3.3 反应函数法	47
3.4 二人有限零和对策	50
3.5 对策论的经典问题	53
基本训练	58

第二篇 效率与服务

第4章 随机服务系统

内容提要	61
学习目标	61
4.1 排队的基本概念	61
4.2 顾客到达和服务的时间分布	64
基本训练	68

第5章 排队模型

内容提要	71
学习目标	71
5.1 基本排队模型 $[M/M/1]; [\infty/\infty/FCFS]$	71
5.2 有限队列模型 $[M/M/1]; [N/\infty/FCFS]$...	77
5.3 有限顾客源模型 $[M/M/1]; [\infty/m/FCFS]$...	80
5.4 多服务台模型 $[M/M/c]$	84
基本训练	91

第三篇 收益与计划

第6章 线性规划的应用

内容提要	95
------------	----

学习目标	95
6.1 最优化问题	95
6.2 线性规划应用模型的求解	107
6.3 线性规划应用案例	126
基本训练	130

第7章 线性规划的基本理论

内容提要	131
学习目标	131
7.1 线性规划的数学模型	131
7.2 线性规划的图解法	135
7.3 线性规划的基本概念和基本定理	137
7.4 线性规划的单纯形法	141
7.5 相关概念	151
基本训练	153

第8章 线性规划的对偶原理

内容提要	156
学习目标	156
8.1 对偶模型的建立	156
8.2 原始—对偶关系	159
8.3 灵敏度分析	163
8.4 对偶的经济解释	172
8.5 注释和补充	178
基本训练	184

参考文献

第一篇
风险与决策

第 1 章 风险型决策

内容提要

本章介绍与风险型决策相关的理论与方法，其中包括一般决策概念、决策准则、效用理论及案例。

学习目标

- ◆ 掌握实际问题决策树的画法、最优期望损益值决策准则、Bayes 公式的应用、最大期望效用值决策准则。
- ◆ 理解完全情报及其价值的概念、先验概率和后验概率的概念、效用及效用曲线的含义。

1.1 决策问题概述

1.1.1 决策问题举例

在管理领域唯一获得过诺贝尔经济学奖的赫伯特·亚历山大·西蒙 (Herbert Alexander Simon) 曾指出：“决策是管理的核心，管理是由一系列决策组成的，管理就是决策。”

长久以来，“管理就是决策”已经成为一句至理名言，被大众所接受。可见，决策是经济管理活动中普遍存在的问题。一个工程设计或工作计划通常总会存在几种不同的行动方案供决策者选择，决策者的抉择又往往决定着效益的高低甚至事业的成败。

显然，决策就是人们在处理当前或未来可能发生的问题时，为了达到一定目标，从若干可能的策略中选取最好策略的过程。

【例 1—1】某企业现需要对一项新产品的生产批量作出决策。备选策略有三个： d_1 （大批量生产）、 d_2 （中批量生产）和 d_3 （小批量生产）。未来市场对这一新产品的需求情况存在可能的三种自然状态： S_1 （产品销路好）、 S_2

(产品销路一般)和 S_3 (产品销路差),它们可能发生的概率分别为0.3、0.5和0.2。企业采取不同行动方案在不同自然状态下的收益详见表1—1。试确定使企业效益最大的生产批量。

表1—1

某企业生产批量决策问题

单位:万元

效益值 a_{ij}	自然状态 S_j 及 概率 $P(S_j)$	S_1	S_2	S_3
		(产品销路好) $P(S_1) = 0.3$	(产品销路一般) $P(S_2) = 0.5$	(产品销路差) $P(S_3) = 0.2$
策略 d_i				
d_1 (大批量生产)		40	26	15
d_2 (中批量生产)		35	30	20
d_3 (小批量生产)		30	24	20

这是一个单极风险型决策问题,求解详见下节。

1.1.2 决策因素

从例1—1可以看出,一般的决策问题必然包含自然状态、策略和益损值三个最基本的因素,并且可能获知自然状态出现的概率。

1. 自然状态

决策问题中不受决策者主观影响的客观事实,称为自然状态。

表1—1中的 S_j “产品销路好”、“产品销路一般”和“产品销路差”都是自然状态($j=1, 2, 3$),它们是决策者无法控制的决策因素。

根据决策者对自然状态的了解情况,可以把决策问题划分为三个大类:

(1) 各个自然状态的发生已经被决策者完全掌握的决策问题,称为确定型决策问题。第6章的线性规划问题就是一种确定型决策问题。

(2) 对各个自然状态可能发生的情况一无所知的决策问题,称为不确定型决策问题。也就是说,不确定型决策问题只包含自然状态、策略和益损值三个因素。不确定型决策问题将在第2章中予以进一步论述。

(3) 掌握了各个自然状态可能出现概率的决策问题,称为风险型决策问题。例1—1就是企业生产经营管理中的一个风险型决策问题。

2. 状态概率

各个自然状态出现的概率,称为状态概率。

表1—1中的 $P(S_j)$ 就属于状态概率,这里 $j=1, 2, 3$ 。

在确定型决策问题中,各个状态概率的值为1或0。也就是说,掌握了未来自然状态发生必然性的决策,属于确定型决策。解决确定型决策问题时,只

要遵循技术经济学的常规方法,就可以找到问题的最优解或满意解。对于例1—1的问题,假如得知 S_1 必然发生,即未来的产品销路肯定好,那么只需要遵循效益最大化的原则,选取策略 d_1 进行大批量生产即可。

3. 策略

可供决策者进行决策的各个行动方案称为策略或方案。

表1—1中的 d_i 就属于策略,这里 $i=1, 2, 3$ 。

策略是可控因素,采取哪一个策略,完全由决策者决定。

4. 益损值

每个行动方案在不同自然状态下的经济收益或损失称为益损值。全部益损值有规则地排列,即构成益损值矩阵。

表1—1中的 a_{ij} 就是该问题的益损值矩阵,这里 i 和 j 都为 $1, 2, 3$ 。

1.1.3 决策程序

决策作为一个过程,通常是通过调查研究,在了解客观实际和预测今后发展的基础上,明确提出各种可供选择的方案,以及各种方案的效应,然后从中选定某个最优方案。

整个决策过程可分为下列程序:

1. 提出问题

企业管理创新、企业技术进步和企业经济效益提高的前提就是要善于在日常工作中发现问题和提出问题。做不到这一点,也就不能发现自身存在的差距,无法在竞争中取胜。

例1—1是要研究如何将企业的新产品最大限度地推向市场。关键点在于对生产批量和市场情况的分析。

2. 确定目标

确定明确、合理并且可行的目标,是决策成功的前提。

在例1—1中,企业的目标是在正确分析未来市场的前提下,确定适当的生产批量,以使新产品取得最大的预期效益。

3. 制订方案

确定目标后,应收集信息,对可能存在的自然状态进行分析,提出实现目标的各种可行方案。如果只提一个方案,就无从选择,也就谈不上决策了。

在例1—1中,决策者提出了大批量生产、中批量生产和小批量生产三个备选策略。

4. 选择方案

选择方案是通过科学计算,用数量分析的方法进行系统分析,最终在各个备选方案里选出使目标最优的方案。

对于例1—1的问题,决策者可以利用风险型决策的方法寻求定量分析的结果,并结合企业现实制订科学的生产批量计划。

5. 反馈调整

数量分析中各种预测数据的误差和自然状态的变化,都可能使实施过程偏离预定目标。决策者需要随时监督方案的实施过程,适时提出对原定方案的反馈、调整建议。

对于例1—1的问题,如果新产品在市场上的销售情况发生变化,企业决策者应及时调整生产批量,以便增加企业效益或减少企业亏损。

1.2 风险型决策方法

1.2.1 风险型决策问题

风险型决策问题具备决策问题的全部四个要素,即自然状态、策略、益损值和状态概率。

现实经济生活中许多事件的发生或不发生是带有某种概率特征的,例如例1—1中的产品销路情况就是如此。自然状态的已知概率为决策者提供了科学决策的数学基础,但是这也可能带来不可避免的决策风险。

首先,状态概率的精确性难以完全适用于实际管理工作。在例1—1中,三个状态概率分别是0.3、0.5和0.2,可是在实际管理工作中,由于每个人对事物的不同认识,0.3与0.2的概率估算差距有时并不能真正反映对应的自然状态发生情况的实际差距。仅仅依据通过模型得出的精确数据进行决策,往往适得其反。

其次,状态概率的确定具有很强的人为因素。在例1—1中,产品销路情况是根据历史经验估计出来的。在股市里,有不少的股价走势预测也是根据以往的价格走势作出的。可是,现实情况并不会总是按照人的经验分析进行演化。如果市场反应都遵循历史的走势,都是历史的重演,那么是不是把社会经济活动过分简单化了呢?

但是不管如何,掌握了决策问题的更多信息总是对决策有利的。对于风险

型决策问题,人们可以根据各个自然状态发生的概率,作出统计学意义下的决策。以下将介绍几种有关的准则和方法。

1.2.2 最优期望益损值决策准则和决策树

1. 最优期望益损值决策准则

对于风险型决策问题,由于已知各个自然状态 S_j 发生的概率 P_j ,这样就可以计算出对应于策略 d_i 的期望益损值,即

$$E(d_i) = \sum_{j=1}^n a_{ij} P_j \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

式中: a_{ij} 是策略 d_i 在自然状态 S_j 发生情况下的益损值。

比较各个策略的期望益损值 $E(d_i)$, 以最大期望收益值或最小期望损失值相应的策略作为选定策略, 这样的决策准则即为最优期望益损值决策准则。

对于例 1—1 的问题, 计算各个策略的期望益损值如下:

$$E(d_1) = 40 \times 0.3 + 26 \times 0.5 + 15 \times 0.2 = 28$$

$$E(d_2) = 35 \times 0.3 + 30 \times 0.5 + 20 \times 0.2 = 29.5$$

$$E(d_3) = 30 \times 0.3 + 24 \times 0.5 + 20 \times 0.2 = 25$$

这里 29.5 为最大值, 因此选取 d_2 为最优策略。所以, 根据最优期望益损值决策准则, 企业应按照中批量生产的规模安排新产品生产计划。

显然, 最优期望益损值决策准则是建立在统计学意义上的一种决策方法, 它有可能使得大量的重复类型的决策问题得到最优平均益损效果。但是对于某些一次性的决策问题, 这一方法并不适用。

2. 决策树

决策树是一种按逻辑关系画出来的树状图。它是决策分析常使用的方法之一。

决策树一般由决策节点、策略节点、结果节点和分枝这四种元素组成。

(1) 决策节点用符号 \square 表示, 从它引出的每一条分枝都是策略分枝。在标注有符号 \square 之处, 需要决策者在该点进行策略的选择。

(2) 策略节点用符号 \circ 表示, 从 \circ 引出的分枝叫概率分枝。策略节点位于策略分枝的末端, 其上的数字为该策略的期望益损值。

(3) 结果节点用符号 \triangle 表示, 位于概率分枝的末端, 它旁边的数字是相应策略在该状态下的益损值。

(4) 分枝包含策略分枝和概率分枝, 用符号 $—$ 表示。决策过程中应将未被选中的策略分枝剪掉。

3. 决策树和决策准则的应用

比较简单的决策问题可用单级决策树来表示。

下面以例 1—1 为例,运用单级决策树和最优期望益损值准则来进一步说明该问题的决策方法(如图 1—1 所示)。

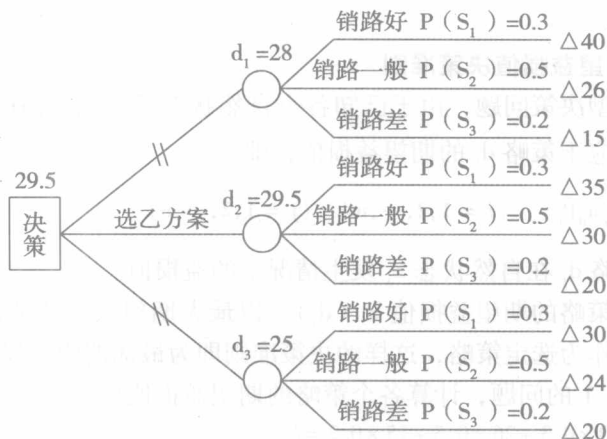


图 1—1 决策树和决策准则的应用

(1) 首先画出该问题的决策树,并把原始数据标在上面。决策树是由左至右、由粗至细逐步画出的。

(2) 画出决策树后,再由右向左计算各策略节点的期望效益值,并标在相应的策略节点上。

(3) 最后根据最优期望益损值准则,对决策节点上的各个方案进行比较、选择,并把决策结果标在图上。

对于较复杂的决策问题,可在多级决策树上进行。多级决策树的画法类似单级决策树,这里略去。

1.2.3 完全情报及其价值

信息或情报的可靠程度决定着决策者对自然状态发生概率估计的准确程度。因此,情报越是可靠,据此作出的决策也就越合理。

1. 完全情报和不完全情报

能完全肯定某一自然状态发生的情报称为完全情报。否则,称为不完全情报。有了完全情报,决策者在决策时就可以准确预料实际经济活动中会出现什么自然状态,从而把风险型决策转化为确定型决策。

实际上,获得完全情报是十分困难的,大多数情报属于不完全情报。

2. 完全情报的价值

为了得到完全情报,需要直接从别人手中购买或自己进行必要的调查、试验和统计。总之,在获得完全情报的过程中会付出一定的代价。若决策者愿意支付的费用过低,则难以得到所要求的情报;若需要支付或对方索要的费用过高,则决策者可能难以承受且可能不合算。

另外,在获得情报之前,决策者并不知道哪个自然状态将会出现,因此也无法准确算出这一情报将会给决策者带来多大利益。因此,为了确定是否值得去采集这项情报,必须事先估计出该情报的价值。

完全情报的价值等于因获得了这项情报而使决策者的期望收益增加的数值。

如果完全情报的价值大于采集该情报的费用,则采集这一情报是值得的,否则就不值得了。因此,完全情报的价值给出了支付情报费用的上限。

【例1—2】在例1—1的事例中,假定花费0.7万元可以买到关于产品销路好坏的完全情报,请问是否值得购买?

【解】这里可以按照市场可能出现的自然状态分别予以分析。

(1) 假如完全情报指出产品销路好,就选取策略 d_1 , 可获得40万元效益。

(2) 假如完全情报指出产品销路一般,就选取策略 d_2 , 可获得30万元效益。

(3) 假如完全情报指出产品销路差,就选取策略 d_2 或 d_3 , 可获得20万元效益。

因为在决定是否购买这一完全情报时还不知道它的内容,故决策时无法计算出确切的效益,只能根据各自然状态出现的概率求出期望效益值:

$$0.3 \times 40 + 0.5 \times 30 + 0.2 \times 20 = 31 \text{ (万元)}$$

该问题的决策树如图1—2所示(图中效益值的单位为万元)。

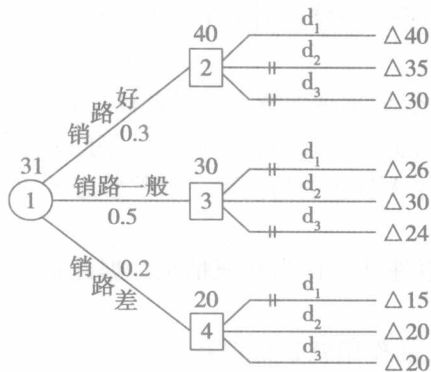


图1—2 完全情报价值的决策树