

经济应用数学系列丛书

决策方法及其应用

主编 刘梓修 郑培根

主审 程理民



江西科学技术出版社

内容提要

本书主要介绍有关决策的理论、方法及其在经济管理中的应用。全书分三篇,第一篇决策依据,共四章,即时间序列分析预测法、马尔可夫预测法、博克斯—詹金斯预测法、计量经济模型预测法。第二篇决策方法,共九章,即经济决策概述、确定型决策、非确定型决策、风险型决策、效用函数决策、贝叶斯决策、多目标决策、模糊决策、竞争型决策。第三篇为应用示例,每章后附有习题。

本书可作为高等财经院校经济信息专业的教材或教学参考书,亦可供广大干部及科技工作者学习、使用。

前 言

决策是人类社会的一项重要活动,自古有之。决策问题涉及到人类生活的各个领域,从日常的生活、工作到改造自然、改造社会的巨大变革都离不开人们作出的决策。然而,决策作为一门科学,则是综合继承了各类科学成就之后于近几十年才发展起来的。随着科学技术和生产的高速发展,一些大科学、大工程、大企业不断涌现,给社会各方面带来急剧的变化和激烈的竞争,也增加了决策的复杂性。人们深深地感到,传统的经验决策已远远不能适应社会化大生产的需要,迫切地要求了解和掌握未来的前景,增强驾驭事物发展的能力,提高决策的科学性。为了积极推广现代化管理的科学决策方法,满足高等院校经济信息和其它经济管理专业教学上的需要,我们编写了这本《决策方法及其应用》。

全书分三篇共十三章。第一篇决策依据,着重介绍了几种定量预测方法及应用;第二篇决策方法,系统介绍了科学决策的理论、方法及算例;第三篇应用示例,介绍几则应用预测、决策方法处理,解决实际问题的成功事例。本书在选材上注重实用性和可操作性,文字叙述通俗易懂,简明扼要。

本书由刘梓修、郑培根任主编,刘满凤、吴江、余仲弓任副主编。刘梓修编写第二、五、八、十二、十三章;郑培根编写第三、九、十章;刘满凤编写第一章;吴江编写第六、十一章;余仲弓编写第四、七章。本书大纲的拟定及总纂工作由刘梓修负责,吴江同志为本书的总体设计提出了宝贵意见。

本书在编写过程中得到江西财经大学信息系、科研处领导及同行的指点和帮助。江西科技出版社的同志为本书的出版给予了大力协助、付出了辛勤劳动。特别是程理民教授认真审阅了全部书稿,在此一并表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限,书中不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

编者

1996年6月

《经济应用数学系列丛书》编委会

主 任:林 勇

副主任:吴 江 刘 勤

委 员:(按姓氏笔划):

万常选 王肇渝 刘 勤 刘粹修

吴 江 吴京慧 余仲弓 狄国强

林 勇 易伟明 徐升华 陶长琪

勒中坚 梅国平 郭润秀 程国达

谭光兴

出版说明

在计算机技术和现代经济分析方法不断发展的今天,财经管理的理论和实践都发生了很大的变化。新思想、新方法、新技术不断涌现。每一位财经工作者都在密切注视着经济数学理论与方法在财经管理领域中应用的进展。

经济数学是研究经济领域中各种变量关系及其变化规律的重要理论,经济数学方法已成为经济预测、决策、规划、控制的不可缺少的工具,在经济科学的研究、经济活动的分析和财经管理的应用中发挥着重要的和不可替代的作用。计算机技术的发展,使经济数学的作用变得更强有力。在这种形势下,总结多年来经济数学教学科研两方面的宝贵经验,更新已有的教材,深化经济数学教学改革,进一步促进经济数学在财经管理中的应用,已是势在必行的了。为此,我们成立了《经济应用数学系列丛书》编委会,组织部分有丰富教学科研经验的教学人员,群策群力,编写出该套丛书。

我们衷心地盼望来自读者的宝贵意见,以便在再版时修改,更好地为社会主义市场经济建设服务。

《经济应用数学系列丛书》编委会

目 录

第一篇 决策依据

第一章 时间序列分析预测法	(1)
第一节 移动平均法	(1)
第二节 指数平滑法	(8)
第三节 自适应过滤法	(20)
第四节 季节性预测法	(25)
习 题	(32)
第二章 马尔可夫预测法	(34)
第一节 马尔可夫过程简介	(34)
第二节 马尔可夫链	(39)
第三节 市场占有率的预测	(48)
第四节 期望利润的预测	(54)
习 题	(57)
第三章 博克斯——詹金斯预测法	(59)
第一节 自回归——移动平均模型	(59)
第二节 数据模式的识别方法	(63)
第三节 博克斯——詹金斯预测法	(70)
习 题	(88)
第四章 计量经济模型预测法	(89)
第一节 计量经济模型	(89)
第二节 计量经济模型的理论设定	(94)
第三节 计量经济模型的参数估计	(96)

第四节 计量经济模型的检验.....	(109)
第五节 计量经济预测实例.....	(111)
习 题.....	(114)

第二篇 决策方法

第五章 经济决策概述	(117)
第一节 决策的概念.....	(118)
第二节 决策的类型.....	(120)
第三节 决策的原则.....	(123)
第四节 决策的程序.....	(127)
第五节 决策分析中的若干问题.....	(130)
习 题	(131)
第六章 确定型决策	(133)
第一节 微分极值法.....	(133)
第二节 线性盈亏分析法.....	(139)
第三节 线性规划法.....	(146)
习 题	(151)
第七章 非确定型决策	(153)
第一节 悲观决策法.....	(153)
第二节 乐观决策法.....	(157)
第三节 乐观系数决策法.....	(160)
第四节 后悔值决策法.....	(162)
第五节 等概率决策法.....	(163)
第六节 非确定型决策方法评价.....	(166)
习 题.....	(167)
第八章 风险型决策	(170)
第一节 期望损益决策法.....	(170)

第二节	决策树法	(180)
第三节	马尔可夫决策法	(186)
习 题		(193)
第九章	效用函数决策	(197)
第一节	效用的测定	(197)
第二节	效用函数的构造方法	(202)
第三节	效用函数表决策法	(208)
第四节	改进型的效用函数拟合决策法	(221)
习 题		(224)
第十章	贝叶斯决策	(226)
第一节	贝叶斯定理与后验概率分布	(226)
第二节	后验决策	(229)
第三节	最佳决策方案	(237)
第四节	最佳样本容量	(239)
习 题		(240)
第十一章	多目标决策	(242)
第一节	多目标决策的解	(242)
第二节	线性加权和法	(245)
第三节	步骤法	(247)
第四节	目标规划法	(252)
第五节	层次分析法	(259)
习 题		(268)
第十二章	模糊决策	(271)
第一节	模糊理论简介	(271)
第二节	模糊综合评判法	(278)
第三节	模糊聚类分析与相似优先比法	(285)
习 题		(298)
第十三章	竞争型决策——对策论	(300)

第一节	几个基本概念.....	(301)
第二节	最优纯策略.....	(304)
习 题		(314)

第三篇 应用示例

案例一:我国平板玻璃月产量的分析预测	(316)
案例二:某省煤炭基地发展战略方针的决策	(326)
案例三:农作物病虫测报的模糊综合决策	(341)

第一篇 决策依据

第一章 时间序列分析预测法

所谓时间序列是指把历史统计资料按时间顺序排列起来得到的一组数据序列。如：1980~1990年全国国民收入，某公司1992~1996年逐月的机电产品月销售量等。时间序列预测法用于分析影响预测对象的主要因素比较困难或相关影响数据资料难以得到的场合。它依据预测对象过去的统计数据，找到其随时间变化的规律，建立时序模型，从而推断预测变量的未来值。

时间序列预测分为确定型和随机型，本章只介绍确定型时间序列预测。

第一节 移动平均法

一、简单平均法

当预测变量在整个变化过程中，变化比较平稳、波动较小，可用平均的办法来修匀整个时间序列，用简单算术平均值来表示预测变量的未来值。

简单平均法是把到目前为止预测变量所有观测数据的算术平均值作为下一期的预测值，其预测模型为：

$$\hat{y}_{t+1} = \frac{y_t + y_{t-1} + \cdots + y_2 + y_1}{t} = \frac{\sum_{i=1}^t y_i}{t} \quad (1-1)$$

式中： t ——表示预测期数。

y_i ——表示预测变量 y 在第 i 期的观测值 $i=1, 2, \cdots, t$ 。

$\hat{y}_{t+1}$ ——表示预测变量 y 在第 $t+1$ 期的预测值。

预测公式(1-1)还可改写为递推公式：

由(1-1)式得：

$$\begin{aligned} \hat{y}_{t+1} &= \frac{\sum_{i=1}^t y_i}{t} = \frac{\sum_{i=1}^{t-1} y_i}{t} + \frac{y_t}{t} \\ &= \frac{(t-1) \sum_{i=1}^{t-1} y_i}{t(t-1)} + \frac{y_t}{t} = \frac{t-1}{t} \sum_{i=1}^{t-1} \frac{y_i}{t-1} + \frac{y_t}{t} \\ &= \frac{t-1}{t} \hat{y}_t + \frac{1}{t} y_t = \hat{y}_t + \frac{1}{t} (y_t - \hat{y}_t) \end{aligned}$$

$$\text{即} \quad \hat{y}_{t+1} = \hat{y}_t + \frac{1}{t} (y_t - \hat{y}_t) \quad (1-2)$$

(1-2)式的含义为：第 $t+1$ 期的预测值是在第 t 期的预测值的基础上加上一修正项 $\frac{y_t - \hat{y}_t}{t}$ ，该项正比于第 t 期的预测误差

$y_t - \hat{y}_t$ ，比例因子为 $1/t$ 。

由此可以看出，简单平均法需要存贮全部历史数据，它是利用前一期观测值对平均值进行修正的一种预测方法。这种方法随着观测数据的增加，即 t 越大，修正的作用越来越小，预测值基本上稳定在一个数值不变化。因而不能充分反映数据的变化信息，在实际预测中较少采用，但它是其它平滑法的基础。

二、移动平均法

为了突出新数据的作用，应当不断削弱老数据的作用。每当我们在时间序列中加进一个新数据时，远离现在的第一个数据作用已不大，不必再考虑。移动平均法就是这样一种改进了的预测方

法,它保持平均的期数不变。移动平均法包括简单移动平均法、加权移动平均法、二次移动平均法。

1. 简单移动平均法

简单移动平均法保持平均的期数 T 不变,而使所求的平均值随时间变化而不断移动。预测模型为:

$$\hat{y}_{t+1} = \frac{y_t + y_{t-1} + \cdots + y_{t-T+1}}{T} \quad (1-3)$$

式中: $\hat{y}_{t+1}$ ——表示 $t+1$ 的预测值。

T ——表示移动平均的期数,即移动平均的项数。

(1-3)式的含义是:第 $t+1$ 期的预测值为最新的 T 个数据的算术平均,而不是全部数据的算术平均。

(1-3)式又可改写为如下递推公式:

$$\hat{y}_{t+1} = \hat{y}_t + \frac{1}{T} (y_t - y_{t-T}) \quad (1-4)$$

(1-4)式的含义是:第 $t+1$ 期的预测值 $\hat{y}_{t+1}$ 是在第 t 期预测值的基础上加上一个修正项 $\frac{1}{T} (y_t - y_{t-T})$ 。修正项的作用与 T 的大小有关。对于同样的变化量 $y_t - y_{t-T}$, T 越大,则 $\frac{y_t - y_{t-T}}{T}$ 越小,从而修正作用也小,也就是数据平滑能力强;反之若 T 越小,则修正作用大,平滑能力弱。

因此简单移动平均法是利用近 T 期的数据的平均值作为下一期预测值的方法。其数据存贮量比较小,只需一组 T 个数据。应用的关键在于移动步长 T 的选择。一般通过试验比较加以选定。下面几点可供实际预测时参考:

(1)如果希望预测精度高, T 应取小些,可取 $T=3\sim 5$ 。

(2)如果只想得到事物发展变化的大致趋势, T 可取大些,如可取 $T=10\sim 30$ 。

(3)如果实际数据波动不大, T 可取较大值;反之, T 取较小值。

【例 1】 已知我国某类产品前 15 个月的销售量数据资料如表 1—1,试分析预测该产品第 16 个月的销售量,并将简单移动平均法的计算结果填入表中。

图 1—1 描述了实际观测与简单移动平均法($T=3, T=5$)的曲线图。

分析图 1—1 可看出:(1)移动平均法,可以削弱随机变动的影响,具有平滑数据的作用。移动平均序列比实际数据列平滑,能在一定程度上描述时间序列的变化趋势。

表 1—1 简单移动平均数计算 单位:10⁴kg

时间序号 t	实际观测值	三个月移动平均值	五个月移动平均值
		($T=3$)	($T=5$)
1	10.0	—	—
2	15.0	—	—
3	8.0	—	—
4	20.0	11.0	—
5	10.0	14.3	—
6	16.0	12.7	12.6
7	18.0	15.3	13.8
8	20.0	14.7	14.4
9	22.0	18.0	16.8
10	24.0	20.0	17.2
11	20.0	22.0	20.0
12	26.0	22.0	20.8
13	27.0	23.3	22.4
14	29.0	24.4	23.8
15	29.0	27.3	25.2
16	—	28.3	26.2

(2)在实际序列的线性增长部分,移动平均数的变化,总是落后于实际数据的变化,存在着滞后偏差。当 N 越大时,滞后偏差越大,改进的方法是采用二次移动平均法或加权移动平均法等。

2. 二次移动平均法

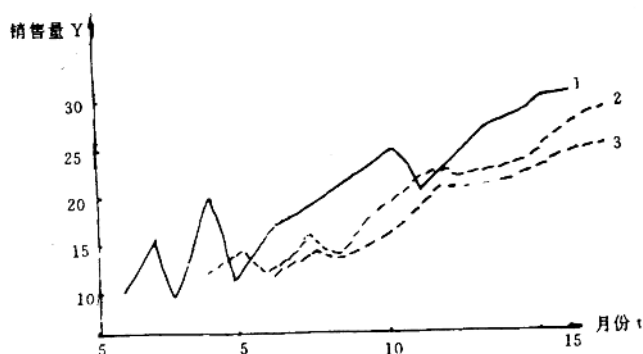


图 1—1 某产品月销量及简单移动平均值曲线

图中: 1—实际观测值 2—三期移动平均值 3—五期移动平均值

如果时间序列有明显的线性变化趋势,则不宜用简单移动平均法(又称为一次移动平均法)预测。原因是滞后偏差将使预测值落后于观测值。二次移动平均法用于时间序列具有线性趋势的场合。它不是用二次移动平均数直接进行预测,而是在二次移动平均的基础上建立线性预测模型,然后再用模型预测。为了区别各次移动平均,一次移动平均值记为 $M_t^{(1)}$,二次移动平均值记为 $M_t^{(2)}$ 。

$M_t^{(1)}, M_t^{(2)}$ 的计算公式为:

$$M_t^{(1)} = \frac{y_t + y_{t-1} + \cdots + y_{t-T+1}}{T}$$

$$M_t^{(2)} = \frac{M_t^{(1)} + M_{t-1}^{(1)} + \cdots + M_{t-T+1}^{(1)}}{T}$$

预测模型公式为:

$$\hat{y}_{t+m} = a_t + b_t \cdot m$$

式中: t —表示目前的周期序号

m —表示预测超前周期数。

$\hat{y}_{t+m}$ —第 $t+m$ 周期的预测值。

模型参数 a_t, b_t 的计算公式为:

$$a_t = 2M_t^{(1)} - M_t^{(2)}$$

$$b_t = \frac{2}{T-1} (M_t^{(1)} - M_t^{(2)})$$

【例 2】沿用例 1 的数据,用二次移动平均法预测该产品第 16、17、18 个月的销售量。选 $(T=3)$

计算结果由表 1—2 给出,图 1—2 描述了一次、二次移动平均的曲线图。

表 1—2 二次移动平均数计算表

单位: 10^4kg

时间序号	实际观测值	一次移动平均值	二次移动平均值
t	y_t	$M_t^{(1)}(T=3)$	$M_t^{(2)}(T=3)$
1	10.0	—	—
2	15.0	—	—
3	8.0	—	—
4	20.0	11.0	—
5	10.0	14.3	—
6	16.0	12.7	12.7
7	18.0	15.3	14.1
8	20.0	14.7	14.2
9	22.0	18.0	16.0
10	24.0	20.0	17.6
11	20.0	22.0	21.3
12	26.0	22.0	21.3
13	27.0	23.3	22.4
14	29.0	24.3	23.3
15	29.0	27.3	25.0
16	—	28.3	26.6
17	—	—	—
18	—	—	—

预测计算过程如下:

目前的周期序号 $t=15$, 则

$$a_{15} = 2M_{15}^{(1)} - M_{15}^{(2)} = 2 \times 27.3 - 25.0 = 29.6$$

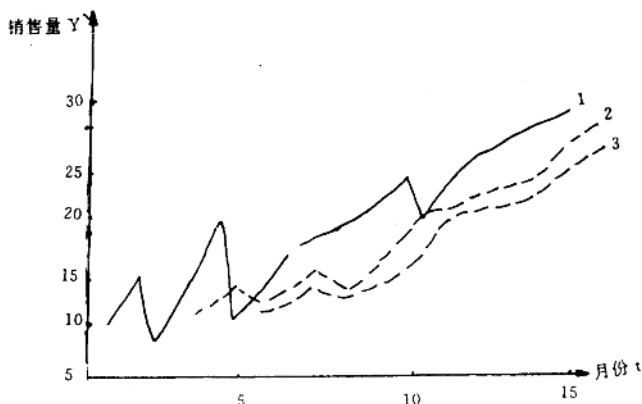


图 1—2 某产品月销量及二次移动平均值曲线

图中: 1—实际观测值 y_t 2—一次移动平均值 $M_t^{(1)}$ 3—二次移动平均值 $M_t^{(2)}$

$$b_{15} = \frac{2}{T-1} (M_{15}^{(1)} - M_{15}^{(2)}) = \frac{2}{3-1} (27.3 - 25.0) = 2.3$$

则预测模型为: $\hat{y}_{15+m} = a_t + b_t \cdot m = 29.6 + 2.3m$

第 16 个月的预测销售量为: $\hat{y}_{16} = 29.6 + 2.3 = 31.9 (10^4 kg)$

第 17 个月的预测销售量为: $\hat{y}_{17} = 29.6 + 2.3 \times 2 = 34.2 (10^4 kg)$

第 18 个月的预测销售量为: $\hat{y}_{18} = 29.6 + 2.3 \times 3 = 36.5 (10^4 kg)$

3. 加权移动平均法

简单移动平均法是被平均的各期数据对预测值的作用同等看待。实际上, 往往是近期数据包含的信息比远期数据包含的信息更为重要。因而近期数据对预测值的影响较大, 而远离预测期的数据作用会小些。加权移动平均法正是基于这一思想对不同的时期给以不同的权数来进行预测。为了使预测值能较好地反映观测数