普通高等教育“十三五”规划教材

经济预测与决策技术及MATLAB实现

第2版

杨德平　刘喜华　著

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育"十三五"规划教材

经济预测与决策技术及MATLAB实现

第2版

杨德平　刘喜华　著

机械工业出版社

本书从模型的基本知识和理论出发，采用经济、金融、管理等领域的实际案例，编写相应的 MATLAB 程序，并得出含有大量数据和套用模型的运行结果，使复杂的问题简单化。学习者无须掌握大量的计算机知识，只需复制例题、案例中相应的程序，就可解决自己想处理的问题，为读者提供了一套手把手处理问题的方法和解决实际问题的手段。

本书主要内容包括定性预测法、弹性预测法、投入产出预测法、趋势外推预测法、时间序列预测法、干预分析模型预测法、马尔可夫链预测法、灰色预测法、景气预测法、神经网络预测法等预测方法，以及层次分析法、熵权法、逼近理想解排序法、数据包络分析法等决策评价技术，汇总了当代经济预测与决策方法、理论和模型，具有较高的学术参考价值。

本书可作为高等院校经济学类、金融学类、工商管理类、统计学类以及计算机类等专业本科生和研究生的教科书和参考书，也可供从事经济管理研究、经济预测与决策的人员参考。

图书在版编目（CIP）数据

经济预测与决策技术及 MATLAB 实现/杨德平，刘喜华著．—2 版．—北京：机械工业出版社，2016.8

普通高等教育“十三五”规划教材

ISBN 978-7-111-54504-0

Ⅰ.①经… Ⅱ.①杨… ②刘… Ⅲ.①Matlab 软件—应用—经济预测—高等学校—教材 ②Matlab 软件—应用—经济决策—高等学校—教材 Ⅳ.①F201-39 ②F202-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2016）第 183804 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）
策划编辑：曹俊玲 责任编辑：曹俊玲 何 洋
责任校对：樊钟英 封面设计：张 静
责任印制：李 洋
北京宝昌彩色印刷有限公司印刷
2016 年 9 月第 2 版第 1 次印刷
184mm×260mm · 19.25 印张 · 471 千字
标准书号：ISBN 978-7-111-54504-0
定价：39.00 元
凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务
服务咨询热线：010-88379833
读者购书热线：010-88379649

网络服务
机 工 官 网：www.cmpbook.com
机 工 官 博：weibo.com/cmp1952
教育服务网：www.cmpedu.com
金 书 网：www.golden-book.com

前　言

当今市场竞争激烈，各国政府为指导本国市场经济发展，推动国际经济协作，都很重视对未来经济发展前景的展望和预测，并根据预测结果制定中长期发展规划，做出促进本国发展，使本国利益最大化的决策。企业也要先于竞争对手预测未来的发展前景和消费者的需求，以便做好产品开发、市场定位，制定有利于企业发展的市场决策。个人在进行理财和投资时，也要根据历史和现状预测未来，并及时制订操作方案，才能获得可观收益。总之，大到国家和政府，中到企业集团，小到个人，无时不在进行预测与决策，而准确的经济预测是做出科学经济决策的重要依据和前提。为此，讨论预测与决策理论，研究其方法与模型，给出预测结果和决策方案，具有重要的理论价值。经济预测与决策是一门科学，更是一门技术，其数学模型众多，计算量大且复杂，需要通过有效的学习来掌握。

MATLAB 是一套功能强大且比较易学的可视化软件，不仅具备数值计算、符号解析运算、图形显示等功能，还是线性代数、自动控制理论、概率论及数理统计、数字信号处理、时间序列分析、金融经济计量、数学模型建立、神经网络以及动态系统仿真等方面重要的数学计算工具。它能使人们摆脱重复、复杂的机械性编程细节，把注意力集中在创造性地解决问题上，用尽可能短的时间得出尽可能有价值的结果。

本书力求做到将经济预测与决策同 MATLAB 工具完美结合，并从实用角度出发，详细地介绍如何运用 MATLAB 工具对预测与决策技术进行程序实现。学习者可以对社会经济、金融、管理等领域的实际问题，轻松地选用合适的数据，套用正确的预测与决策模型，得出预测结果和决策方案，使复杂问题简单化。在学习经济预测与决策理论知识和 MATLAB 工具的同时，也学会了解决社会实践问题的方法和技能。

本书是在 2012 年出版的《经济预测方法及 MATLAB 实现》一书的基础上，进行了修改和添加，对原书预测方法中的大部分例题和案例分析进行了更新和替换，使用了新数据，优化了程序，更具时效性。针对读者的需求，增加了决策理论部分，选取了目前最流行并广泛使用的层次分析（AHP）法、熵权法、逼近理想解排序（TOPSIS）法和数据包络分析（DEA）法等决策评价技术，主要通过案例分析及 MATLAB 编程，使读者尽快掌握这些理论和方法，及早地应用于学习、科研和撰写论文当中。

本书具有以下主要特色：

（1）内容丰富，方法全面。介绍了目前广泛使用的预测与决策方法，主要包括定性预测法、弹性预测法、投入产出预测法、趋势外推预测法、时间序列预测法、干预分析模型预测法、马尔可夫链预测法、灰色预测法、景气预测法和神经网络预测法等，以及 AHP 法、熵权法、TOPSIS 法和 DEA 法等决策评价技术，并借助实际案例，用 MATLAB 程序予以实现。每章配有“练习与提高”，能巩固所学方法，拓展课本内容，给出实训案例和操作流程。

（2）案例丰富，实用性强。重点介绍了预测与决策原理、方法，以及 MATLAB 的编程实现和实际应用。结合不同模型方法的实际需求，精心挑选了大量的经济、金融、管理等方

面的实际案例，通过对案例数据的分析处理，帮助读者理解、领会和掌握 MATLAB 算法和经济预测与决策方法，达到预测与决策技术与 MATLAB 工具的完美结合。

(3) 源代码丰富，编程参考价值高。在编程过程中深化对预测与决策方法思想和理论的理解，强化对预测与决策技术原理的掌握，精心编写和调试了大量 MATLAB 程序代码。通过学习这些程序，读者不仅可以更快、更透彻地理解和领会这些算法，而且能掌握 MATLAB 的使用方法，培养和提高实际计算的能力和技巧。

本书是作者多年来辅导本科生、研究生进行数学建模，从事实验创新研究以及课堂教学实践经验的结晶。在写作过程中得到了学院同事的热心帮助及家人的有力支持，在此表示由衷的谢意。

由于时间和水平有限，书中难免存在不足和疏漏之处，恳请同行专家和广大读者批评指正。

作 者

目　录

第1章

MATLAB的基本计算与统计数据处理

本章要点

- 数值计算
- 符号计算
- 解方程
- 统计数据的处理

1.1 数值计算

1.1.1 基本运算与函数

1. 基本运算

在 MATLAB 下进行基本数学运算，只需在提示号（> >）之后直接输入运算式，并按〈Enter〉键即可。MATLAB 能识别一般常用的加（+）、减（-）、乘（*）、除（/）的数学运算符号，以及幂次运算（^）等。例如：

```
> >(6 * 5 - 1.5)^2 +36/4
  ans =
        821.2500
```

MATLAB 会将运算结果直接存入变量 ans，代表 MATLAB 运算后的答案（answer），并显示其数值。

若将编写的运算式、命令语句等程序保存，以便随时使用，需要打开编辑器窗口，在编辑窗口内编写语句程序，编写完后单击“保存”按钮并给文件命名（如 abc），则建立了一个文件名为 abc. m 的 M 格式文件。然后切换到命令窗口，在提示号（> >）之后输入 abc，并按〈Enter〉键，即可运行所编程序，显示其结果。

MATLAB 的永久常数主要有以下几种。

i 或 j：基本虚数单位。

inf：无限大，如 1/0。

nan 或 NaN：非数值（Not a Number），如 0/0。

pi：圆周率 π。

2. 基本数学函数

MATLAB 常用的基本数学函数有以下几种。

abs(x)：纯量的绝对值或向量的长度。
sqrt(x)：开平方。
round(x)：四舍五入至最近整数。
fix(x)：无论正负，舍去小数至最近整数。
rat(x)：将实数 x 化为分数表示。
sign(x)：符号函数。
gcd(x,y)：整数 x 和 y 的最大公因数。
lcm(x,y)：整数 x 和 y 的最小公倍数。
exp(x)：自然指数。
pow2(x)：2 的指数。
log(x)：以 e 为底的对数，即自然对数。
log2(x)：以 2 为底的对数。
log10(x)：以 10 为底的对数。
sin(x)：正弦函数。
cos(x)：余弦函数。
tan(x)：正切函数。

3. 关于向量的常用函数

min(x)：向量 x 的元素的最小值。
max(x)：向量 x 的元素的最大值。
mean(x)：向量 x 的元素的平均值。
median(x)：向量 x 的元素的中位数。
std(x)：向量 x 的元素的标准差。
diff(x)：向量 x 的相邻元素的差。
sort(x)：对向量 x 的元素进行排序。
length(x)：向量 x 的元素个数。
range(x)：极差。
sum(x)：向量 x 的元素总和。
prod(x)：向量 x 的元素总乘积。
cumsum(x)：向量 x 的累计元素总和。
cumprod(x)：向量 x 的累计元素总乘积。
dot(x,y)：向量 x 和 y 的内积。
cross(x,y)：向量 x 和 y 的外积。

1.1.2 数组运算

1. 数组的生成

创建简单的数组有以下几种常用情况。

```
>>x=[a b c d]          %包含指定元素的行向量
>>x=first:last         %创建从 first 开始，加 1 计数，到 last 结束的行向量
>>x=first:increment:last        %创建从 first 开始，加 increment，到 last 结束的行向量
```

```
>>x=linspace(first,last,n)     %创建从first开始,到last结束,有n个元素的行向量
```

2. 数组元素的访问

（1）访问一个元素：x(i)表示访问数组 x 的第 i 个元素。

（2）访问一块元素：x(a：b：c)表示访问数组 x 的从第 a 个元素开始，以步长为 b 到第 c 个元素（但不超过 c），其中 b 可以为负数，b 默认时为 1。

（3）直接使用元素编址序号：x([a　b　c　d]）表示提取数组 x 的第 a、b、c、d 个元素构成一个新的数组[x(a)　x(b)　x(c)　x(d)]。

3. 数组的运算

（1）标量—数组运算。数组对标量的加、减、乘、除、乘方是指数组中的每个元素对该标量进行相应的加、减、乘、除、乘方运算。

设 a=[a1,a2,…,an],c=标量

则 a+c=[a1+c,a2+c,…,an+c]

a.*c=[a1*c,a2*c,…,an*c]　（点乘）

a./c=[a1/c,a2/c,…,an/c]　（右点除）

a.\c=[c/a1,c/a2,…,c/an]　（左点除）

a.^c=[a1^c,a2^c,…,an^c]　（点幂）

c.^a=[c^a1,c^a2,…,c^an]

（2）数组—数组运算。当两个数组有相同维数时，加、减、乘、除、幂运算可按元素对元素的方式进行；不同大小或维数的数组不能进行运算。

设 a=[a1,a2,…,an],b=[b1,b2,…,bn]

则 a+b=[a1+b1,a2+b2,…,an+bn]

a.*b=[a1*b1,a2*b2,…,an*bn]

a./b=[a1/b1,a2/b2,…,an/bn]

a.\b=[b1/a1,b2/a2,…,bn/an]

a.^b=[a1^b1,a2^b2,…,an^bn]

4. 数据索引

数据索引函数 find 是 MATLAB 中比较常用的函数。

例如，查找数组 X=[1　3　6　9　0　−2　4　−1　8　10]中大于 0 的数，只需执行函数命令：find(X>0)，即可找出 X 中大于 0 的数的位置。

1.1.3　矩阵生成

1. 数值矩阵的生成

矩阵可直接按行方式输入每个元素来生成：同一行中的元素用逗号（,）或者用空格符来分隔，且空格个数不限；不同的行用分号（;）分隔；所有元素处于同一方括号（[ ]）内。例如：

```
>> A=[1  2  3;4  5  6;7  8  9]
A =
    1    2    3
    4    5    6
```

```
7    8    9
>>M=[ ]      %表示空阵
```

2. 特殊矩阵的生成

(1) 全零阵。

```
格式：X=zeros(n)              %生成n×n全零阵
      X=zeros(m,n)            %生成m×n全零阵
      X=zeros([m n])          %生成m×n全零阵
      X=zeros(size(A))        %生成与矩阵A相同大小的全零阵
```

(2) 全1阵。

```
格式：X=ones(n)               %生成n×n全1阵
      X=ones(m,n)             %生成m×n全1阵
      X=ones([m n])           %生成m×n全1阵
      X=ones(size(A))         %生成与矩阵A相同大小的全1阵
```

(3) 单位阵。

```
格式：X=eye(n)                %生成n×n单位阵
      X=eye(m,n)              %生成m×n单位阵
      X=eye(size(A))          %生成与矩阵A相同大小的单位阵
```

(4) 生成以输入元素为对角线元素的矩阵。

```
格式：X =diag([a,b,c,d])      %生成以a、b、c、d为对角线元素的矩阵
```

例如：

```
>> X=diag([1,2,3,4])
X=
    1    0    0    0
    0    2    0    0
    0    0    3    0
    0    0    0    4
```

(5) 魔方（magic）矩阵。

```
格式：M=magic (n)      %生成n阶魔方矩阵
```

例如：

```
>>M=magic(3)
M =
    8    1    6
    3    5    7
    4    9    2
```

3. 矩阵中元素的操作

(1) 矩阵A的第r行：A(r,:)。

(2) 矩阵A的第r列：A(:,r)。

(3) 依次提取矩阵A的每一列，将A拉伸为一个列向量：A(:)。

(4) 提取矩阵A的第$i_1 \sim i_2$行、第$j_1 \sim j_2$列构成新矩阵：$A(i_1:i_2, j_1:j_2)$。

(5) 以逆序提取矩阵A的第$i_1 \sim i_2$行，构成新矩阵：$A(i_2:-1:i_1,:)$。

(6) 以逆序提取矩阵A的第$j_1 \sim j_2$列，构成新矩阵：A(:,j2:-1:j1)。

(7) 删除矩阵A的第$i_1 \sim i_2$行，构成新矩阵：A(i1:i2,:)=[ ]。

(8) 删除矩阵A的第$j_1 \sim j_2$列，构成新矩阵：A(:,j1:j2)=[ ]。

(9) 将矩阵A和矩阵B拼接成新矩阵：[A,B]；[A;B]。

1.1.4 矩阵运算

1. 加减运算

运算规则：对应元素相加减，即按线性代数中矩阵的加法和减法运算进行。

2. 乘法运算

(1) 两个矩阵相乘。运算规则：按线性代数中矩阵乘法运算进行，即将放在前面的矩阵的各行元素，分别与放在后面的矩阵的各列元素对应相乘并相加。

(2) 矩阵的数乘。矩阵的数乘就是数与矩阵中的每一个元素相乘。

(3) 两矩阵点乘。A.*B表示矩阵A与矩阵B中的对应元素相乘。

3. 除法运算

(1) 两种除法运算：左除（\）和右除（/）。一般情况下，X=A\B是方程组A*X=B的解；而X=B/A是方程组X*A=B的解。

(2) 两矩阵点除：A./B表示矩阵A与矩阵B中的对应元素相除。

4. 乘方运算

运算规则：当A为矩阵，P为大于0的整数时，A^P表示A的P次方，即A自乘P次；当P为小于0的整数时，A^P表示A^{-1}的P次方。

5. 其他运算

(1) A′：矩阵A转置。

(2) det(A)：返回矩阵A的行列式的值。

(3) inv(A)：求矩阵A的逆矩阵。若X为奇异阵，将给出警告信息。

(4) rank(A)：求矩阵A的秩。

(5) [V,D]=eig(A)：求矩阵A的特征值D与特征向量V。

例如：

```
>>A=[1 1 0;0 2 2;0 0 3];
>>format rat                          %指定有理式格式输出
>>X=det(A)
>>Y=inv(A)
>>[V,D]=eig(A)
X =
    6
Y =
     1          -1/2          1/3
     0           1/2         -1/3
     0           0            1/3
V =
     1        985/1393      881/2158
```

```
        0         985/1393      881/1079
        0            0          881/2158
D =
        1            0             0
        0            2             0
        0            0             3
```

即表示特征值 D 为 1 时，对应的特征向量 $V1=(1\quad 0\quad 0)^T$；特征值 D 为 2 时，对应的特征向量 $V2=(1\quad 1\quad 0)^T$；特征值 D 为 3 时，对应的特征向量 $V3=(1\quad 2\quad 1)^T$。

1.2 符号计算

1.2.1 创建符号变量与对象

格式：S = sym(A)　　　% 用输入参量 A，构造一类型为“sym”的对象 S。若 A 为字符
　　　　　　　　　　　% 串，则 S 为符号数值或变量；若 A 为一数值标量或矩阵，则 S
　　　　　　　　　　　% 代表所给数值的符号表达式

x = sym('x')　　　% 创建一名字为“x”的符号变量，且将结果存于 x

pi = sym('pi')　　% 创建一符号数值 π

syms x,y,z　　　　% 创建多个符号变量

例如：

```
>>A = sym('[a b c d e f]')
A =
    [a   b   c   d   e   f]
>>B = sym('[1 2 3;a b c;sin(x) cos(y) tan(z)]')
B =
    [1           2           3   ]
    [a           b           c   ]
    [sin(x)     cos(y)      tan(z)]
>>syms   a   b   c   d
>>C = [a   b;c   d]
C =
    [  a     b ]
    [  c     d ]
```

1.2.2 符号微积分

1. 符号极限

格式：limit(f,x,a)　　　% 计算符号表达式 f = f(x) 的极限值，当 x→a 时

limit(f,a)　　　% 用命令 findsym(f) 确定 f 中的自变量，设为变量 x，再
　　　　　　　　% 计算 f 的极限值，当 x→a 时

limit(f)　　　　% 用命令 findsym(f) 确定 f 中的自变量，设为变量 x，再
　　　　　　　　% 计算 f 的极限值，当 x→0 时

limit(f,x,a,'right')　　%计算符号表达式 f 的右极限，当 $x \to a^+$ 时

limit(f,x,a,'left')　　%计算符号表达式 f 的左极限，当 $x \to a^-$ 时

【例 1-1】 有关符号极限举例如下：

```
> >syms x a t h n;
> >L1 = limit((cos(x) -1)/x)
> >L2 = limit(1/x^2,x,0,'right')
> >L3 = limit(1/x,x,0)
> >L4 = limit((log(x + h) - log(x))/h,h,0)
> >L5 = limit((1 +2/n)^(3 * n),n,inf)
> >L6 = limit([(1 + a/x)^x, exp( - x)],x,inf,'left')
```

运行结果如下：

```
L1 =
     0
L2 =
     inf
L3 =
     NaN
L4 =
     1/x
L5 =
     exp(6)
L6 =
     [exp(a),  0]
```

2. 符号导数

格式：diff(f, 'x')　　%计算表达式 f 中指定符号变量 x 的 1 阶导数

diff(f, 'x', n)　%计算表达式 f 中指定符号变量 x 的 n 阶导数

diff(f)　　%计算表达式 f 中指定符号变量 x 的 1 阶导数，其中 x = findsym (f)

diff(f,n)　　%计算表达式 f 中指定符号变量 x 的 n 阶导数，其中 x = findsym(f)

【例 1-2】 有关符号导数举例如下：

```
> >syms x y
> >D1 = diff(y^2 * sin(x))            %对默认自变量 x 求 1 阶导数
> >D2 = diff(y^2 * sin(x),'y')        %对符号变量 y 求 1 阶导数
> >D3 = diff(y^2 * sin(x),'y',2)      %对符号变量 y 求 2 阶导数
D1 =
     y^2 * cos(x)
D2 =
     2 * y * sin(x)
D3 =
     2 * sin(x)
```

3. 符号积分

格式：R = int(f,x)　　%计算符号表达式 f 中指定符号变量 x 的不定积分，只是函数 %f 的一个原函数，后面没加任意常数 C

```
R = int(f)          %计算符号表达式 f 中指定符号变量 x 的不定积分，其中x =
                    %findsym(f)
R = int(f,x,a,b)    %计算符号表达式 f 中指定符号变量 x 从 a 到 b 的定积分
R = int(f,a,b)      %计算符号表达式 f 中指定符号变量 x 从 a 到 b 的定积分，其
                    %中 x = findsym(f)
```

【例 1-3】 有关符号积分举例如下：

```
>>R1 = int('log(x)')
R1 =
    x * log(x) - x
>>R2 = int('exp(x) * sin(x)','x')
R2 =
    -1/2 * exp(x) * cos(x) + 1/2 * exp(x) * sin(x)
>>R3 = int('x * exp(x)','x',0,1)
R3 =
    1
>>syms x t;
>>R4 = int(2 * x, sin(t), 1)
R4 =
  1 - sin(t)^2
```

4. 符号级数

（1）Taylor 级数。

```
格式：T = taylor(f,n,x)     %返回符号表达式 f 中指定符号变量 x 的 n-1 阶的 Ma
                            %claurin 多项式
      T = taylor(f)         %返回符号表达式 f 中符号变量 x 的 5 阶（即前 6 项）的
                            %Maclaurin 多项式的近似式，其中 x = findsym(f)
      T = taylor(f,n,x,a)   %返回符号表达式 f 中指定符号变量 x = a 点的 n-1 阶的
                            %Taylor 级数
```

【例 1-4】 有关 Taylor 级数举例如下：

```
>>syms x t
>>T1 = taylor(sin(x))
T1 =
  x - 1/6 * x^3 + 1/120 * x^5
>> T2 = taylor(t * exp(x),4,'x')
T2 =
  t + t * x + 1/2 * t * x^2 + 1/6 * t * x^3
>>T3 = taylor(x * log(x),5,'x',1)
T3 =
  x - 1 + 1/2 * (x - 1)^2 - 1/6 * (x - 1)^3 + 1/12 * (x - 1)^4
```

（2）符号表达式求和。

```
格式：S = symsum(f)     %对符号表达式 f 中的符号变量 k（由命令 findsym(f) 确
                        %定的）从 0 到 k-1 求和
```