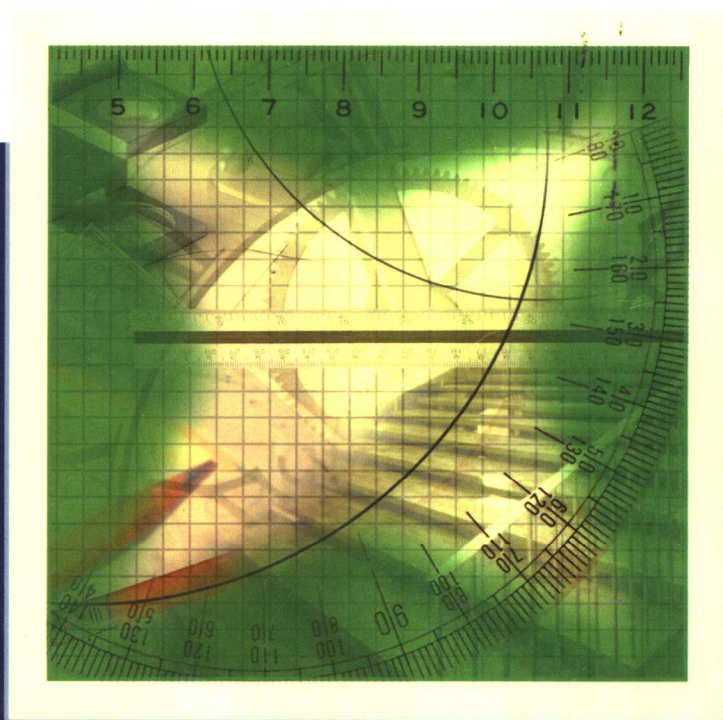


# 基于 *MATLAB* 的 数学实验

胡守信 李柏年 编著



科学出版社  
[www.sciencep.com](http://www.sciencep.com)

# 基于 MATLAB 的数学实验

胡守信 李柏年 编著

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书共分为三章,第一章是 MATLAB 软件操作实验,它基于 MATLAB 5.x 及以上版本,对常用 MATLAB 命令的使用格式都做了详细的说明,并配备了例题来巩固读者所学;第二章是数理探究实验,它比较好地体现了用归纳法和实验手段探究数理概念及规律的教育思想,通过对一些物理过程进行数值模拟,加深了对物理学知识和规律的理解;第三章是数学建模实验,所选择的数学建模实例大多取自美国和我国近年来大学生数学建模比赛的试题。

本书可作为高等数学的辅助教材,也可作为数学实验这门课程的教材以及数学建模培训班的参考书,适合理工科大学学生使用,也可供大学教师及工程技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

基于 MATLAB 的数学实验/胡守信,李柏年编著 —北京:科学出版社, 2004

ISBN 7-03-013417-6

I. 基 II ①胡 ②李 III 数学-算法语言-应用软件 IV.0245

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 045474 号

策划编辑:李娜 / 责任编辑:丁波

责任印制:吕春珉 / 封面制作 东方人华平面设计部

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2004年6月第一版 开本:787×1092 1/16

2004年6月第一次印刷 印张:13 1/4

印数:1—4 000 字数:305 000

定价:18.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换(环伟))

# 前 言

日常生活中我们经常遇到繁杂的数字计算，好在我们有了计算器，可以十分轻松地解决这类问题。但是，在学习中，我们常常被繁琐艰深的微积分、解析几何、线性代数、数理统计所困惑，在实际应用中求解方程往往也很难，那么，有没有成熟的数学软件帮助解决呢？答案是肯定的。从 20 世纪 80 年代以来，世界各国所开发设计的数学类科技软件多达几十种，其中，在我国流行的数学软件主要有 4 种：MATLAB, Mathematica, Maple 和 MathCAD。近几年，传播最快、影响最大的当属 MATLAB。我们编这本书的初衷就是想把广大学生和科技工作者从繁重的计算中解脱出来，把更多的精力投入到对知识的理解 and 应用之中。

MATLAB 名字是 Matrix Laboratory（矩阵实验室）的缩写，是 20 世纪 70 年代美国新墨西哥大学计算机科学系主任 Cleve Moler 教授为了减轻学生编程负担，用 Fortran 编写的软件，此即萌芽状态的 MATLAB。1984 年，MathWorks 公司成立后，MATLAB 的内核开始采用 C 语言编写，并推向市场。20 世纪 90 年代，MATLAB 已经成为国际控制界公认的标准计算软件。20 世纪 90 年代初期，MATLAB 在数值计算方面独占鳌头，而 Mathematica 和 Maple 则在符号运算软件中颇有影响，MathCAD 因其同时提供计算平台和写作平台而拥有很多用户。MathWorks 公司于 1993 年推出了基于 Windows 平台的 MATLAB 4.0。从 1997 年的 5.0 版起，历经 5.1, 5.2, 5.3, 6.0, 6.1 等多个版本的不断改进，MATLAB“面向对象”的特点愈加突出，数据类型愈加丰富，操作界面愈加友好。2002 年推出的 MATLAB 6.5 版的最大特点是：采用了 JIT 加速器，从而使 MATLAB 在运算速度方面前进了一大步。在欧美的高校，MATLAB 已经成为线性代数、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、动态系统仿真等课程的基本教学工具；是攻读学位的大学生、硕士生、博士生必须掌握的基本技能；在设计研究单位和工业部门，MATLAB 已成为必备的标准软件；国际上许多新版科技书籍（尤其是高校教材）在讲述其专业时都把 MATLAB 作为基本工具来使用。近几年来，在我国高校理工科大学教师和学生中也十分流行 MATLAB。如今，中文版的 MATLAB 书籍已经有几十种，而 MATLAB 公司的网站上所登载的国外的有关 MATLAB 的书籍则已有 600 多种。

本书共分为三章，主要内容如下所示：

第一章是 MATLAB 软件操作实验，主要介绍了 MATLAB 的基本语法和用法，以及它在线性代数、解析几何、微积分、数理统计中的应用和图形处理功能。该章内容简单明了，重点突出，不求系统全面，但求简单适用。它基于 MATLAB 5.x 及以上版本，内容由浅入深，特别是本书对每一条命令的使用格式都做了详细的说明，对 MATLAB 5.x 版本和 6.x 版本的不同用法也做了比较，并配备了例题加以说明，因此，对于初学者自学是很有帮助的。

第二章是数理探究实验，主要引导学生去探究一些基本的数学概念和数值计算方法，并对一些常见物理过程进行计算、模拟。它一方面比较好地体现了用归纳法和实验

手段去做数学的思想方法,即从若干实例出发→在计算机上做大量实验→发现其中规律→提出猜想→进行证明和论证;另一方面,我们认为在教学中应用信息技术,决不能仅限于用计算机技术制作课件和学件,因为计算机的低、中、高级应用分别是数值计算、计算机模拟和计算机智能,因此,要让学生学会用计算机的计算与模拟功能去学习和探究数理问题,以培养学生归纳和创新能力。本章的实验基本上是独立的,只是在做实验 14 和实验 17 前要先做一下实验 13。

第三章是数学建模实验。数学建模是解决实际问题的一种重要方法,本章所选择的数学建模实例大多取自美国和我国近年来大学生数学建模比赛的试题。我们的目的在于通过数学建模实验使学生掌握数学建模中常用的判别分析、模糊聚类、曲线拟合、数值逼近、线性规划等方法;熟练运用 MATLAB 软件从事大样本数据矩阵的运算,提高学生分析和解决实际问题的能力。通过第二、三章的学习,学生还可以进一步熟悉 MATLAB 在实际中的应用和 MATLAB 的编程技巧。

这几年有关 MATLAB 应用的书籍和数学实验的教材不断涌现,极大地推动了教育教学改革。但大部分 MATLAB 应用的书籍内容繁复,一时难以掌握,有关数学实验的教材多数基于 Basic, C 和其他数学软件编写的。我们这本书则把 MATLAB 和数学实验有机地结合起来,为数学实验这个百花园里增加一片绿叶。

本书第一章除实验 12 以外的内容和第二章由胡守信编写,第三章和第一章的实验 12 由李柏年编写。在编写过程中,我们参照了多本近年来出版的有关 MATLAB 应用和数学实验书籍,也得到许多同事的关心和帮助,在这里谨向他们表示衷心的感谢。

本书可作为高等数学的辅助教材,也可作为数学实验这门课程的教材以及数学建模培训班的参考书,适合于理工科各个专业大学生使用,也可供大学教师及工程技术人员参考。

由于编者水平有限,时间仓促,不妥之处在所难免,欢迎广大读者批评指正。

编 者

2004 年 3 月

# 目 录

<b>第一章 MATLAB 软件操作实验</b> .....	1
实验 1 矩阵的建立和基本运算 .....	3
实验 2 多项式和线性方程组的求解 .....	11
实验 3 符号运算 .....	17
实验 4 程序编制 .....	22
实验 5 集合和向量的基本运算 .....	28
实验 6 二维绘图 .....	34
实验 7 微积分基本运算 .....	42
实验 8 非线性方程和常微分方程的解法 .....	49
实验 9 三维绘图 .....	55
实验 10 曲线拟合与插值运算 .....	63
实验 11 优化问题 .....	69
实验 12 数据的基本统计分析 .....	79
<b>第二章 数理探究实验</b> .....	87
实验 13 迭代法解方程 .....	89
实验 14 混沌初探 .....	96
实验 15 循环差集 .....	101
实验 16 数值积分 .....	106
实验 17 仿射映射的迭代和方程组求解 .....	113
实验 18 最速落径 .....	119
实验 19 机械振动 .....	125
实验 20 水中倒影 .....	133
实验 21 光的干涉和衍射 .....	139
实验 22 电磁场分布 .....	145
<b>第三章 数学建模实验</b> .....	151
实验 23 蚊虫的分类 .....	153
实验 24 施肥效果分析 .....	158
实验 25 湖泊水质富营养化的综合评价 .....	163
实验 26 调整气象观测站问题 .....	167
实验 27 足球赛排名问题 .....	172
实验 28 投资的收益与风险 .....	177
实验 29 DNA 序列分类 .....	181
实验 30 彩票中的数学 .....	190
实验 31 资源优化配置问题 .....	196
实验 32 SARS 的传播 .....	199
<b>主要参考文献</b> .....	206

# 第一章

---

## MATLAB 软件操作实验

本章有 12 个 MATLAB 软件操作实验，主要介绍了 MATLAB 的基本语法和用法，包括数、数组、矩阵的建立和运算，符号运算，程序结构与编制，二维绘图和三维绘图，以及它们在线性代数、解析几何、微积分、数理统计中的应用。本章基于 MATLAB 5.2 及以上版本，所有程序均可在 6.5 版本中运行。本章大部分内容是通过上机自学的，教师不必过多讲解，每个实验后面配了几个练习，做完这些练习可以加深对命令的理解。熟练掌握本章内容对后面的学习会很有帮助的。





# 实验 1 矩阵的建立和基本运算

## 一、实验目的

熟悉 MATLAB 软件中关于矩阵初等变换的方法以及矩阵运算的各种命令.

## 二、实验内容与要求

### 1. 启动与退出

双击 MATLAB 图标, 进入 MATLAB 命令窗口, 即可输入命令, 开始运算. 单击 File 菜单中 Exit, 或使用 MATLAB 的 Exit 命令退出.

### 2. 数、数组、矩阵的输入

#### (1) 数的输入

```
>>a=5
```

回车:

```
a=
5
```

输入复数  $2-5i$ :

```
>>b=2-5i
b=
2-5i
```

**问题 1.1:** 输入 “>>a=5;”, 回车后与上面有什么区别? 在行尾加 “;”, 该行结果不显示; 在行尾加 “,” 或不加标点, 该行结果显示. 注意, 在 MATLAB 中, 标点符号一定要在英文状态下输入!

#### (2) 数组的输入

```
>>b=[1,3,5,7,9,11] %元素之间要用逗号或空格分开
>>c=1:2:11
>>d=linspace(1,11,6)
```

**问题 1.2:** 体会以上输入方法有什么区别和联系. 若  $b$  为在  $0 \sim 2\pi$  ( $\pi$  用 pi 表示) 之间均匀分布的 22 个数据,  $c=(1.3,2.5,7.6,2,-3)$ ,  $d=(23,20,17,14,11,8,5,2)$ , 各用何种方法输入较简单?

#### (3) 矩阵的输入

```
>>A=[2,3,5;1,3,5;6,9,4] %行之间要用分号隔开
A=
2 3 5
1 3 5
```

6 9 4

等待键盘输入命令格式为:

```
>>m=input('请输入初始量, m=');
请输入初始量, m=
```

**问题 1.3:** 输入  $A(2,3)$ , 结果如何? 输入  $A(7)$  又如何? 体会以上输入的结果, 注意, 数和数组可作为矩阵的特例.

**注意:** 变量名开头必须是英文字母, 后面的字符可以是英文、数字和下划符, 但不包含空格和标点; 6.5 版变量名最长可包含 63 个字符, 以前的版本最多为 31 个字符; 变量名、函数名对字母大小写是区分的.

### 3. 矩阵大小的测试和定位

```
>>A=[3,5,6;2,5,8;3,5,9;3,7,9] ;
>>d=numel(A)      %测试定矩阵 A 的元素数, 5.x 版本没有此命令
>>[n,m] = size(A) %测试 A 的行(n)、列(m)数
```

结果为:

```
d=
    12
n=
     4
m=
     3
>> [i,j] = find(A>3); %找出 A 中大于 3 的元素的行列数
```

**注意:** “%” 后面是注释语句, 被忽略而不执行; 对一个数组可用  $n = \text{length}(A)$ ,  $A$  若是矩阵,  $n$  给出  $A$  的行、列数的最大值.

### 4. 矩阵的块操作

```
>>A(2,:);      %取出 A 的第 2 行的所有元素
>>A([1,3],:); %取出 A 的第 1, 3 行的所有元素
>>A(2:3,1:2)   %取出 A 的 2, 3 行与 1, 2 列交叉的元素
ans=
     2     5
     3     5
>>A([1,3], :) = A([3,1],:); %将 A 的 1 行和 3 行互换
```

**问题 1.4:** 如何将  $A$  的 2, 3 列互换?

```
>>A(2,:) = 4;      %将 A 的第 2 行的所有元素用 4 取代
>>A(find(A==3))=-3; %将 A 中等于 3 所有元素换为-3
>>A(2,:) = []      %删除 A 的第 2 行
ans=
     3     5     6
     3     5     9
     3     7     9
>>reshape(A,2,6) %返回以 A 的元素重新构造的 2×6 维矩阵
```

```

ans=
    3  2  3  3  5  5
    5  7  6  8  9  9
>>A(4,5) = 3; %扩充A的维数,A成为4×5矩阵,未定义元素为0
>> [A(1:3,2:3),A(2:4,1:2);A,A(:,2)] %由小矩阵构造大矩阵,注意行列维数的搭配
ans =
    2    3    4    3
    3    6    6    5
    5    3    2    5
    1    2    3    2
    4    3    6    3
    6    5    3    5
    2    5    0    5
>>diag(A,k); %抽取矩阵A的第k条对角线元素向量
>>tril(A,k); %抽取矩阵A的第k条对角线下面的部分
>>triu(A,k); %抽取矩阵A的第k条对角线上面的部分

```

注意：“:”表示“全部”。

### 5. 矩阵的翻转操作

```

>>flipud(A); %A进行上下翻转
>>fliplr(A); %A进行左右翻转
>>rot90(A); %A逆时针旋转90°

```

问题 1.5:  $\text{rot } 90(A, 2)$  和  $\text{rot } 90(A, -2)$  结果有区别吗?

### 6. 特殊矩阵的产生

```

>>A = eye(n); %产生n维单位矩阵
>>A = ones(n,m); %产生n×m维1矩阵
>>A = zeros(n,m); %产生n×m维0矩阵
>>A = rand(n,m); %产生n×m维随机矩阵(元素在0~1之间)

```

问题 1.6: 产生一个在区间[10,20]内均匀分布的4阶随机矩阵。

```

>> randn(m,n); %产生m×n正态分布随机矩阵
>> randperm(n); %产生1~n之间整数的随机排列

```

#### 【例 1.1】

```

>> randperm(6)
ans =
    3    2    1    5    4    6
>> logspace(a,b,n); %在(10a,10b)之间产生n个对数等分向量
>> diag(a,b,n); %产生以a,b,c,d,...为对角线元素的矩阵
>> hilb(n); %返回n阶Hilbert矩阵,其元素为H(i,j)=1/(i+j-1)
>> magic(n); %产生n阶魔方矩阵

```

### 7. 数的运算

```

>>4+2;
>>4*2;
>>4/2; %4右除2,等于2

```

```

>>4\2;           %4 左除 2, 等于 0.5
>>4^3;           %4 的 3 次方
>>sqrt(4);       %4 的算术平方根
>>exp(3);         %e 的 3 次方, 不能输成 e^3
>>log(4);         %4 的自然对数, log10(4) 是以 10 为底, log2(4) 是以 2 为底

```

其他常用函数见表 1.1 与表 1.2.

## 8. 矩阵的运算

```

>> A';           %A 的转置
>>det(A);        %A 的行列式, A 必须是方阵
>>rank(A);       %A 的秩
>>inv(A);        %A 的逆
>>eig(A);        % A 的本征值
>> [X,D] = eig(A); %A 的本征向量 X 及本征值 D
>>trace(A);      %A 的迹, 等于 A 的对角线元素之和
>>3*A;           %常数与矩阵相乘
>>A+B;           %A, B 必须是同维矩阵, 和 3+A 进行比较
>>A-B;           %A, B 必须是同维矩阵, 和 3-A 进行比较
>>A*B;           %和 A.*B 进行比较
>>A/B;           % (和 A./B 进行比较)
>>A\B;           % (和 A.\B 进行比较)
>>A^2;           %A^2 相当于 A*A (和 A.^2 进行比较)

```

**注意:** 矩阵的加减乘除按相关规则运算, 否则给出警告信息; “\*” , “./” , “.\” , “.^” 称为点运算 (或称数组运算, 又称元素群运算), 点运算是前后矩阵对应元素之间的运算.

**问题 1.7:** 求出  $A$  的本征向量和本征值, 比较  $2^A$  ( $A$  必须是方阵) 和  $2.^A$  的区别. 矩阵的其他运算和函数见表 1.3.

## 9. 变量的存储与调用

### (1) 存储

```
>>save data a b c %将变量 a, b, c 存到 data.mat 文件中
```

### (2) 调用

```
>>load data %将 data.mat 文件中所有变量加载到工作空间
```

## 10. 列出工作空间所有变量

```
>>whos %将列出工作空间所有变量的变量名、大小、字节数、数组维数
```

## 11. 联机求助

```
>>help sqrt %将显示出平方根 sqrt 命令的功能和使用方式
```

## 三、练习和思考

### ① 熟悉 MATLAB 的启动和退出.

- ② 自找 2~3 个例子, 熟悉数和数组的各种运算, 以及它们的各种函数值.
- ③ 自找 2~3 个例子, 熟悉矩阵的加减乘除及其他运算, 注意和点运算的区别.
- ④ 输入一个矩阵  $A$ , 取出  $A$  的第 2 行第 1 列的元素; 取出  $A$  的第 1, 3, 4 列的所有元素; 让  $A$  的第 1 列和第 3 列互换; 删除  $A$  的第二列.
- ⑤ 产生  $3 \times 4$  维的 1 矩阵, 产生  $4 \times 2$  维的随机矩阵, 产生 4 维的单位矩阵.
- ⑥ 将  $A$  的第 2 行元素扩大 2 倍, 再增加 3 后作为  $A$  的第 3 行元素.
- ⑦ 输入任意矩阵  $A, B$  (它们的元素个数相等), 命令  $A(:)$  和  $A(:)=B$  会产生什么结果?
- ⑧  $A=[1, 3, 5; 5, 8, 3; 6, 1, 6], B=[3, 6; 9, 3; 4, 7], C=[3, 7, 9, 4, 0, 7], D=2:6$ , 体会命令  $[A, B], [A; C], [A, B; D]$  所产生的结果, 学习由小矩阵生成大矩阵的方法.

#### 四、提高内容

##### 1. 多维数组的创建

格式:  $A=\text{cat}(n, A1, A2, \dots, Am)$ .

说明:  $n=1$  和  $n=2$  时分别构造  $[A1; A2]$  和  $[A1, A2]$ , 都是二维数组, 而  $n=3$  时可以构造出三维数组.

##### 【例 1.2】

```
>> A1=[1,2,3;4,5,6;7,8,9];A2=A1';A3=A1-A2;
>> A4=cat(3,A1,A2,A3)
```

或用另一种原始方式可以定义

```
>> A4(:,:,1)=A1, A4(:,:,2)=A2, A4(:,:,3)=A3
A4(:,:,1) =
    1     2     3
    4     5     6
    7     8     9
A4(:,:,2) =
    1     4     7
    2     5     8
    3     6     9
A4(:,:,3) =
    0    -2    -4
    2     0    -2
    4     2     0
```

##### 2. 张量积

格式:  $C=\text{kron}(A, B)$  %  $A$  为  $m \times n$  矩阵,  $B$  为  $p \times q$  矩阵, 则  $C$  为  $mp \times nq$  矩阵.

说明:  $A$  与  $B$  的张量积定义为

$$C = A \otimes B = \begin{bmatrix} a_{11}B & a_{12}B & \cdots & a_{1n}B \\ a_{21}B & a_{22}B & \cdots & a_{2n}B \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1}B & a_{m2}B & \cdots & a_{mn}B \end{bmatrix}$$

其中,  $A \otimes B$  与  $B \otimes A$  均为  $mp \times nq$  矩阵, 但一般  $A \otimes B \neq B \otimes A$ .

**【例 1.3】**  $A = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix}$ ,  $B = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{bmatrix}$ , 求  $A \otimes B$ .

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

```
>> C=kron(A,B)
```

```
C =
```

```
1 2 3 2 4 6
4 5 6 8 10 12
7 8 9 14 16 18
3 6 9 4 8 12
12 15 18 16 20 24
21 24 27 28 32 36
```

### 3. 矩阵的范数

格式:  $n = \text{norm}(A)$       %求矩阵  $A$  的普范数, 等于  $A$  的最大奇异值.  
 $n = \text{norm}(A,1)$       %求  $A$  的列范数 (1-范数), 等于  $A$  最大列之和.  
 $n = \text{norm}(A,2)$       %求  $A$  的 2-范数, 和  $\text{norm}(A)$  相同.  
 $n = \text{norm}(A,\text{inf})$       %求行范数 (无穷大范数), 等于  $A$  的最大行之和.  
 $n = \text{norm}(A, \text{'fro'})$       %求矩阵  $A$  的 Frobenius 范数,  $\|A\|_F = \sqrt{\sum_{i,j} |a_{ij}|^2}$ .

### 4. LU 分解

矩阵的三角分解又称 LU 分解, 它的目的是将一个矩阵分解成一个下三角矩阵  $L$  和一个上三角矩阵  $U$  的乘积, 即  $A=LU$ .

格式:  $[L,U]=\text{lu}(X)$       % $U$  为上三角阵,  $L$  为下三角阵或其变换形式, 满足  $LU=X$ .

$[L,U,P]=\text{lu}(X)$       % $U$  为上三角阵,  $L$  为下三角阵,  $P$  为单位矩阵的行变换满足  $LU=PX$ .

#### 【例 1.4】

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

```
>> [L,U]=lu(A)
```

```
L =
```

```
0.1429 1.0000 0
0.5714 0.5000 1.0000
1.0000 0 0
```

```
U =
```

```
7.0000 8.0000 9.0000
0 0.8571 1.7143
0 0 0.0000
```

```
>> [L,U,P]=lu(A)
```

```
L =
```

```
1.0000 0 0
0.1429 1.0000 0
0.5714 0.5000 1.0000
```

```

U =
    7.0000    8.0000    9.0000
         0    0.8571    1.7143
         0         0    0.0000

P =
    0    0    1
    1    0    0
    0    1    0

```

### 5. QR 分解

将矩阵  $A$  分解成一个正交矩阵与一个上三角矩阵的乘积.

格式:  $[Q,R] = \text{qr}(A)$  %求得正交矩阵  $Q$  和上三角阵  $R$ ,  $Q$  和  $R$  满足  $A=QR$ .

$[Q,R,E] = \text{qr}(A)$  %求得正交矩阵  $Q$  和上三角阵  $R$ ,  $E$  为单位矩阵的变换形式,  $R$  的对角线元素按大小降序排列, 满足  $AE=QR$ .

#### 【例 1.5】

```

>>A = [1,2,3;4,5,6;7, 8,9;10,11,12];
>>[Q,R] = qr(A)
Q =
   -0.0776   -0.8331    0.5456   -0.0478
   -0.3105   -0.4512   -0.6919    0.4704
   -0.5433   -0.0694   -0.2531   -0.7975
   -0.7762    0.3124    0.3994    0.3748

R=
  -12.8841  -14.5916  -16.2992
         0   -1.0413   -2.0826
         0         0   -0.0000
         0         0         0

```

表 1.1 基本的数学函数

函数名	含义	函数名	含义
sin/cos	正弦/余弦函数	asin/acos	反正弦/反余弦函数
tan/cot	正切/余切函数	atan/acot	反正切/反余切函数
sec/csc	正割/余割函数	asec/acsc	反正割/反余割函数
sinh/cosh	双曲正弦/双曲余弦函数	asinh/acosh	反双曲正弦/反双曲余弦函数
tanh/coth	双曲正切/双曲余切函数	atanh/acoth	反双曲正切/反双曲余切函数
sech/cscho	双曲正割/双曲余割函数	asech/acscho	反双曲正割/反双曲余割函数
exp	指数函数	sqrt	平方根函数
log	对数函数	log10	常用对数函数
abs	绝对值函数	angle	角相位函数
imag	复数虚部函数	real	复数实部函数
conj	共轭复数函数	sign	正负符号函数
fix	朝零方向取整	ceil	朝正无穷方向取整
round	四舍五入取整	floor	朝无穷方向取整

续表

函数名	含 义	函数名	含 义
rem	求余函数	mod	求余函数(带符号)
gcd	最大公约数	lcm	最小公倍数
perms	排列	nchoosek	组合

表 1.2 特殊变量与函数

函数名	含 义	函数名	含 义
ans	默认返回变量	eps	默认相对浮点精度
nargin	函数输入变量个数	nargout	函数输出变量个数
varargin	函数中输入的可选参数	varargout	函数中输出的可选参数
i	虚数单位	pi	圆周率
inf	无穷值	nan	不定值
flops	浮点运算次数	inputname	输入参数名

表 1.3 矩阵变换和矩阵函数

函数名	含 义	函数名	含 义
flipud	矩阵上下翻转	fliplr	矩阵左右翻转
rot90	矩阵旋转 90°	diag	产生或提取对角阵
tril	产生或提取下三角阵	triu	产生或提取上三角阵
eye	产生单位矩阵	rand	产生随机矩阵
ones	产生 1 矩阵	zeros	产生零矩阵
linspace	构造线性分布向量	logspace	构造对数分布向量
det	行列式的值	eig	矩阵的特征值
trace	矩阵的迹	inv	矩阵的逆
ref	化行最简形	null	零空间



## 实验 2 多项式和线性方程组的求解

### 一、实验目的

学会用 MATLAB 软件求解多项式和线性方程组.

### 二、实验内容与要求

#### 1. 多项式的表达方式

(1) 用降幂排列的多项式的系数向量表示

**【例 1.6】** 对多项式  $p=x^4+2x^3-5x+6$  和  $s=x^2+2x+3$ , 用多项式的系数表示为

```
>>p=[1,2,0,-5,6];  
>>s=[1,2,3];
```

(2) 从矩阵求其特征多项式获得

**【例 1.7】**

```
>>A=[1,2,3;2,3,4;3,4,5];  
>>p=poly(A)  
p=  
1.0000 -9.0000 -6.0000 -0.0000
```

(3) 由根创建多项式

**【例 1.8】**

```
>>r=[1,4,8]; %已知多项式的根为(1,4,8)  
>>p=poly(r)  
p =  
1 -13 44 -32  
>>poly2sym(p) %将多项式的向量表示转变为符号形式  
ans =  
x^3-13*x^2+44*x-32
```

**注意:** 如果多项式系数有小的虚部, 可用  $p=\text{real}(p)$  来消除.

#### 2. 多项式的加减乘除

**【例 1.9】** 求例 1.6 中多项式  $p, s$  的和、差、积、商.

```
>> p=[1,2,0,-5,6];  
>> s=[0,0,1,2,3]; %多项式加法, 向量 p, s 必须同维, s 扩维成 s=[0,0,1,2,3]  
>> p+s  
ans=  
1 2 1 -3 9  
>>p-s %多项式减法, 向量 p, s 必须同维  
ans=
```