

21 世纪大学数学精品教材

# 数学实验

SHUXUE SHIYAN

余东李明主编



科学出版社

21 世纪大学数学精品教材

# 数 学 实 验

余 东 李 明 主 编

科 学 出 版 社

北 京

## 版权所有，侵权必究

举报电话：010-64030229；010-64034315；13501151303

### 内 容 简 介

本书主要介绍三个方面的内容：一是介绍两种常用的数学软件——Matlab 软件和 Lingo 软件。Matlab 软件主要用于数值计算、统计方法方面的问题，Lingo 软件主要用于求解数学规划问题。二是介绍数学建模中主要的三类数学方法——数值计算方法、数学规划方法和统计方法。三是围绕着这三类数学方法，介绍 17 个数学实验，每个实验包括实验目的、理论介绍、利用软件的求解方法、建模示例、实验任务。建模示例选材广泛，分析透彻，由浅入深，程序完整，实现了由数学实验过渡到数学建模。

本书中数学软件是工具，数学实验是主体，数学建模是延伸与扩展。

本书可作为高等院校学生学习数学实验、数学建模的教材，也可供从事数学计算与应用的工程技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

数学实验 / 余东, 李明主编. —北京: 科学出版社, 2012. 5

21 世纪大学数学精品教材

ISBN 978-7-03-034026-9

I. ①数… II. ①余… ②李… III. ①高等数学—实验—高等学校—教材 IV. ①O13-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 067383 号

责任编辑：曾 莉 / 责任校对：蔡 莹  
责任印制：彭 超 / 封面设计：苏 波

**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>

武汉市新华印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

开本：B5(720×1000)

2012 年 4 月第 一 版 印张：11 1/4

2012 年 4 月第一次印刷 字数：217 000

定价：21.00 元

(如有印装质量问题，我社负责调换)

# 前 言

现代科学技术的飞速发展,特别是电子计算机技术的迅速发展使得数学科学的地位发生了巨大变化,数学应用已经广泛地渗透到从自然科学技术到工农业生产建设、从经济活动到社会生活的各个领域,即使在生物、政治、经济以及军事等数学应用的非传统领域也显示了强大的威力。

数学实验是将数学知识、数学建模与计算机应用三者融为一体的一门课程,通过学习可以使学生深入理解数学基本概念和基本理论,熟悉常用的数学软件,培养学生应用所学知识发现问题,建立数学模型,使用计算机解决问题的能力。

本书作为数学实验课程教材,有如下特点:

(1) 注重理论性. 以高等数学、线性代数、概率论与数理统计三门课程知识为基础,开展数学实验,内容由浅入深、循序渐进,数学知识进一步深化,内容拓宽到数值计算方法、数学规划方法和统计方法。

(2) 体现实用性. 系统地介绍了两个数学软件(Matlab 软件和 Lingo 软件)及其在数学实验中的应用. 通过学习本书,学生既可以较熟练地掌握 Matlab 的基本语句,在编程和数学软件的应用方面得到相当大的提高,也可以掌握相关专业领域中的数值运算和解析(符号)运算。

(3) 强化实验性. 介绍了 17 个数学实验,每个实验包括实验目的、理论介绍、利用软件的求解方法、建模示例、实验任务,学生可以从中了解所用数学方法的基本理论,学会应用数学软件解决数学问题. 其中每个实验都给出了程序代码。

(4) 突出应用性. 每个实验的最后,给出了一个建模示例,用数学理论和方法解决在理科、工科、医学、经济、管理等方面的实际问题,培养学生建立数学模型、解决实际问题的综合能力。

希望广大学子通过学习本书,可以提高逻辑思维能力、实践能力和数学应用能力,而这些也恰恰是学生将来科研或工作所不可缺少的。

本书由余东、李明主编,王文波、陈建发、谢凤繁任副主编,由余东、李明提出编写思路. 各实验编写人员为:李明(实验 1~5),王文波、谢凤繁(实验 6~10),余东(实验 11~13),李明、陈建发(实验 14~17),全书由余东、李明统稿、定稿。

由于编者水平有限,不当之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2012 年 1 月

# 目 录

<b>实验 1 Matlab 软件及其数组运算</b> .....	1
1.1 Matlab 软件的工作窗口 .....	1
1.1.1 Matlab 的指令窗口 .....	2
1.1.2 Matlab 的帮助系统 .....	4
1.1.3 Matlab 的运行方式 .....	4
1.2 Matlab 的数组运算 .....	5
1.2.1 Matlab 的变量 .....	5
1.2.2 一维数组的创建、寻访与赋值 .....	5
1.2.3 二维数组的创建、寻访与赋值 .....	6
1.2.4 Matlab 的数组运算 .....	8
1.2.5 Matlab 的矩阵运算 .....	9
1.2.6 Matlab 的向量运算 .....	10
<b>实验 2 Matlab 软件的符号运算</b> .....	12
2.1 Matlab 的基本符号运算 .....	12
2.2 Matlab 软件在高等数学课程中的应用 .....	13
2.2.1 Matlab 软件在微积分计算方面的应用 .....	13
2.2.2 Matlab 软件在微积分绘图方面的应用 .....	15
2.3 Matlab 在概率论与数理统计课程中的应用 .....	17
2.3.1 随机数 .....	18
2.3.2 随机变量的概率密度函数与分布函数 .....	19
2.3.3 随机变量的逆累积分布函数 .....	19
2.3.4 常用统计量 .....	19
<b>实验 3 Matlab 软件的数值方法绘图</b> .....	22
3.1 Matlab 的二维图形绘制 .....	22
3.1.1 Matlab 二维绘图的基本指令 .....	22
3.1.2 Matlab 的特殊图形绘制 .....	27
3.2 Matlab 的图形处理 .....	28
3.2.1 Matlab 的图形标识 .....	28
3.2.2 Matlab 的交互式指令和坐标系控制 .....	29

3.3 Matlab 的三维图形绘制 .....	30
3.3.1 Matlab 的三维曲线图形绘制 .....	30
3.3.2 Matlab 的三维曲面图形绘制 .....	31
<b>实验4 Matlab 软件的程序设计 .....</b>	<b>34</b>
4.1 Matlab 的关系运算和逻辑运算 .....	34
4.1.1 Matlab 的关系运算 .....	34
4.1.2 Matlab 的逻辑运算 .....	35
4.1.3 Matlab 的关系、逻辑运算函数 .....	36
4.2 Matlab 的控制流 .....	36
4.2.1 Matlab 的循环结构 .....	37
4.2.2 Matlab 的分支结构 .....	39
4.2.3 Matlab 的控制语句 .....	41
4.3 Matlab 的 M 函数 .....	42
<b>实验5 非线性方程求解 .....</b>	<b>45</b>
5.1 非线性方程简介 .....	45
5.2 非线性方程(组)的 Matlab 求解 .....	46
5.3 非线性方程建模示例:贷款问题 .....	48
<b>实验6 线性方程组求解 .....</b>	<b>51</b>
6.1 线性方程组简介 .....	51
6.2 线性方程组的 Matlab 求解 .....	52
6.3 线性方程组建模示例:小行星的轨道问题 .....	56
<b>实验7 插值 .....</b>	<b>59</b>
7.1 插值简介 .....	59
7.2 一维插值的 Matlab 实现 .....	60
7.3 二维插值的 Matlab 实现 .....	61
7.4 插值建模示例:零件加工问题 .....	63
<b>实验8 数据拟合 .....</b>	<b>66</b>
8.1 数据拟合简介 .....	66
8.2 数据拟合的 Matlab 实现 .....	67
8.3 数据拟合建模示例:给药方案问题 .....	70

<b>实验 9 数值微分与数值积分</b> .....	74
9.1 数值微分简介 .....	74
9.2 数值微分的 Matlab 实现 .....	75
9.3 数值积分简介 .....	77
9.4 数值积分的 Matlab 实现 .....	78
9.5 数值积分建模示例:轮船甲板计算问题 .....	79
<b>实验 10 常微分方程(组)的数值解法</b> .....	82
10.1 常微分方程简介 .....	82
10.2 常微分方程(组)数值解法的 Matlab 实现 .....	82
10.3 常微分方程数值解建模示例:火箭飞行问题 .....	84
<b>实验 11 数据的统计与分析</b> .....	89
11.1 统计分析的基本知识介绍 .....	89
11.1.1 统计分析的基本概念介绍 .....	89
11.1.2 参数估计 .....	91
11.1.3 假设检验 .....	93
11.2 统计分析基本方法的 Matlab 实现 .....	95
11.2.1 频数直方图的描绘 .....	95
11.2.2 参数估计的 Matlab 实现 .....	96
11.2.3 假设检验的 Matlab 实现 .....	97
11.3 建模示例:高尔夫球问题 .....	100
<b>实验 12 方差分析</b> .....	104
12.1 方差分析方法介绍 .....	104
12.1.1 方差分析的基本原理 .....	104
12.1.2 单因素方差分析 .....	106
12.1.3 双因素方差分析 .....	107
12.2 方差分析的 Matlab 实现 .....	110
12.2.1 单因素方差分析的 Matlab 实现 .....	110
12.2.2 双因素方差分析的 Matlab 实现 .....	112
12.3 建模示例:销售业绩区域差异问题 .....	113
<b>实验 13 回归分析</b> .....	117
13.1 回归分析介绍 .....	118
13.1.1 一元线性回归分析 .....	118

13.1.2 多元线性回归分析 .....	119
13.2 回归分析的 Matlab 实现 .....	120
13.3 建模示例:经济预测问题 .....	127
<b>实验 14 Lingo 模型的基本要素 .....</b>	<b>131</b>
14.1 Lingo 软件入门 .....	131
14.2 Lingo 模型的基本要素 .....	132
14.3 Lingo 软件的集 .....	135
14.3.1 集的定义 .....	135
14.3.2 基本集与派生集 .....	136
14.3.3 稠密集与稀疏集 .....	136
<b>实验 15 Lingo 软件的运算 .....</b>	<b>140</b>
15.1 Lingo 软件的运算符 .....	140
15.1.1 算术运算符 .....	140
15.1.2 逻辑运算符 .....	140
15.1.3 关系运算符 .....	141
15.2 Lingo 软件的函数 .....	141
15.2.1 基本数学函数 .....	141
15.2.2 集循环函数 .....	142
15.2.3 变量定界函数 .....	142
15.2.4 集操作函数 .....	143
15.3 Lingo 软件与外部文件的数据传递 .....	145
15.3.1 Lingo 软件与文本文件的数据传递 .....	145
15.3.2 Lingo 软件与 Excel 电子表格文件的数据传递 .....	146
<b>实验 16 线性规划与非线性规划 .....</b>	<b>149</b>
16.1 线性规划及其软件求解 .....	149
16.2 非线性规划及其软件求解 .....	155
16.3 非线性规划建模示例:供应与选址问题 .....	159
<b>实验 17 整数规划 .....</b>	<b>162</b>
17.1 整数规划及其 Lingo 软件求解 .....	162
17.2 整数规划建模技巧介绍 .....	164
17.3 整数规划建模示例:求职面试问题 .....	167
<b>参考文献 .....</b>	<b>171</b>



# 实验 1 Matlab 软件及其数组运算

## 实验目的

1. 认识 Matlab 软件的工作窗口。
2. 熟练掌握 Matlab 的基本指令。
3. 熟练掌握 Matlab 的矩阵运算和数组运算。
4. 能够用 Matlab 软件求解一些基本的数学问题。

## 教学内容

Matlab 是 Matrix Laboratory(矩阵实验室)的缩写,是由美国 MathWorks 公司于 1984 年推出的一套数值计算软件.它将数值计算、可视化和编程功能集成在一个非常便于使用的环境中,可以实现数值分析、优化、数理统计、信号处理、图像处理等领域的计算和绘图功能,此外它还将各种算法及其处理以函数的形式分类成库,以便直接调用. Matlab 具有计算功能强、编程效率高、易于扩充等优点,目前已发展成为国际上最优秀的高性能科学和工程计算软件之一。

## 1.1 Matlab 软件的工作窗口

Matlab(6.5.1 或以上版本)的主窗口是标准的 Windows 界面,具有 Windows 应用程序一般应该具有的菜单和工具栏,如图 1.1 所示.主窗口主要包括四个窗口:指令窗口(Command Window)、工作区(Workspace)/当前目录窗口(Current Directory)、指令历史窗口(Command History)以及工具栏后边的显示和修改当前目录名的小窗口.指令窗口主要用于输入各种指令并显示运算结果,是最常用的窗口;工作区窗口用于显示当前内存中变量的信息(包括变量名、维数、取值等);当前目录窗口用于显示当前目录下的文件信息;指令历史窗口用于已执行过指令,可以备查.此外,在 Matlab 中还会经常用到另外三个窗口:编辑 M 文件的编辑窗口,显示图形的图形窗口和显示帮助文件的帮助窗口。

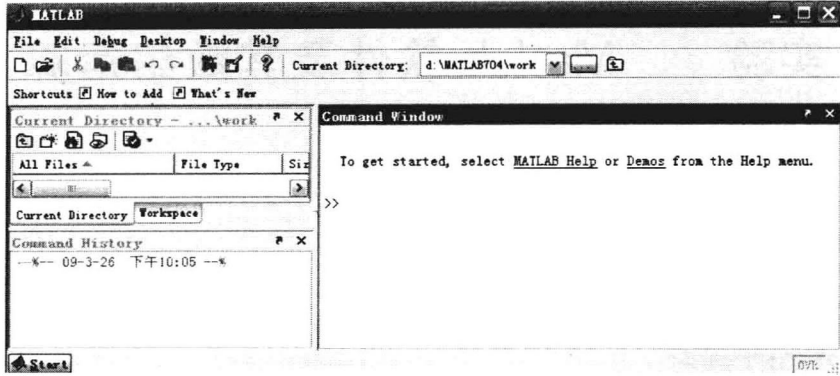


图 1.1 Matlab 环境图

### 1.1.1 Matlab 的指令窗口

Matlab 的指令窗口是用户与 Matlab 进行交互的主要场所. 在此窗口中可以直接输入各种 Matlab 指令, 实现计算或绘图功能.

**例 1.1** 计算  $[12 + 2 \times (7 - 4)] \div 3^2$ .

在指令窗口输入指令:

```
>> (12 + 2 * (7 - 4)) / 3^2
```

并回车, 即显示:

```
ans = 2
```

**提示** (1) 在 Matlab 中可直接进行算术运算, 其表达式见表 1.1.

**表 1.1 Matlab 中基本运算符的表达式**

	数学表达式	Matlab 表达式
加	$a + b$	$a + b$
减	$a - b$	$a - b$
乘	$a \times b$	$a * b$
除	$a \div b$	$a / b$ 或 $a \backslash b$
幂	$a^b$	$a ^ b$

注: Matlab 分别用左斜杠和右斜杠表示“左除”和“右除”运算. 对标量而言, 这两者的作用没有区别; 对矩阵来说, “左除”和“右除”将产生不同的结果.

(2) 当不指定输出变量时, Matlab 将计算结果赋给缺省变量 ans (“answer”的缩写).

(3) 键入指令后, 必须按下 [Enter] 键, 该指令才会被执行.

(4) 指令“头首”的“>>”是指示符.

(5) 为了节省版面,在演示示例中一般只给出操作指令,输出结果由读者自己完成。

### 例 1.2 给变量 A 赋值。

```
>> A = 5;
```

**提示** (1) 标点符号一定要在英文状态下输入,指令窗中各种标点符号的用途见表 1.2。

表 1.2 指令行中标点符号的作用

名称	标点	作用
空格		输入量与输入量之间的分隔符;数组元素分隔符
逗号	,	显示计算结果的指令与其后指令之间的分隔;数组元素分隔符
黑点	.	数值表示中的小数点
分号	;	不显示计算结果指令的“结尾”标志;数组的行间分隔符
注释号	%	由它“启首”后的所有物理行部分被视为非执行的注释符
单引号对	' '	字符串标记符
方括号	[ ]	输入数组时用;函数指令输出宗量列表时用
续行号	...	当表达式在一行写不下时,可加在行尾,供换行用
圆括号	( )	在数组援引时用;函数指令输入宗量列表时用

(2) 指令执行后,变量 A 被保存在 Matlab 的工作空间中,以备后用。若用户不用,可用控制指令 clear 清除它或对它重新赋值。其他常用的控制指令见表 1.3。

表 1.3 常用的控制操作指令

指令	含义	指令	含义
cd	设置当前工作目录	clf	清除图形窗
clc	清除指令窗中显示内容	clear	清除 Matlab 工作空间中保存的变量
dir	列出指定目录下的文件和子目录清单	↑(↓)	向前(后)调出已输入的指令

(3) Matlab 对字母大小写是敏感的。

(4) Matlab 显示数据结果时,一般遵循下列原则:若数据是整数,则显示整数;若数据是实数,在缺省情况下显示小数点后 4 位数字。此外,用户还可以利用指令 format 自定义输出格式,但它只影响结果的显示,不影响计算和存储,主要用法见表 1.4(以  $\pi$  为例)。

表 1.4 数据显示格式的控制指令

Matlab 指令	显示	说明
format short	3.1416	小数点后 4 位(缺省显示)
format long	3.14159265358979	15 位数字
format bank	3.14	小数点后 2 位
format rat	355/113	最接近的有理数

此外,指令 `vpa(a,n)` 也可以用来控制显示的位数,其中  $a$  为变量, $n$  为输出数值位数. 如在指令窗中输入:

```
>> vpa(pi, 49)
```

运行可得 49 位数的  $\pi$  值为

```
ans = 3.141 592 653 589 793 238 462 643 383 279 502 884 197 169 399 375
```

### 1.1.2 Matlab 的帮助系统

Matlab 提供了非常便利的在线帮助,若知道某个程序(或主题)的名字,可用指令:

```
help 程序(主题)名
```

得到帮助,例如

```
>> help sqrt
```

单独使用 `help` 指令,Matlab 将列出所有的主题. Matlab 还提供了一个指令 `lookfor`, 用来搜索包含某个关键词的帮助主题,此关键词不一定是 Matlab 的指令或函数.

除上述方法外,还可用联机帮助、演示帮助或直接链接到 MathWorks 公司获得帮助,此外互联网的搜索引擎如谷歌、百度,也能对使用 Matlab 软件提供很好的帮助.

### 1.1.3 Matlab 的运行方式

Matlab 提供了两种运行方式:指令运行方式和 M 文件运行方式.

指令运行方式通过直接在指令窗中输入指令来实现计算或作图功能. 当解决问题所需的指令较少时,一般可采用此运行方式;但当解决问题所需的指令较多时,使用此种方式较为困难.

M 文件运行方式是指在 M 文件编辑窗口先建立一个 M 文件,然后运行此 M 文件或者以 `m` 为扩展名存储此文件,再在指令窗中输入此文件名,回车运行即可. Matlab 的 M 文件有两种——M 脚本文件和 M 函数文件,前者可直接运行,后者则不能,其相关知识在实验 3 中再详细介绍.

M 脚本文件是指令行的简单叠加. 当要解决问题所需的指令行很多,指令结构较为复杂时,或当一组指令通过改变少量参数就可以被反复使用时,使用 M 脚本文件非常方便.

## 1.2 Matlab 的数组运算

数值数组(Numeric Array)和数组运算(Array Operations)是 Matlab 的核心内容. 自 Matlab 5. x 版起, 数组便成为 Matlab 最重要的一种内建数据类型, 而数组运算就是定义在这种数据结构上的方法.

### 1.2.1 Matlab 的变量

Matlab 的变量由字母、数字和下划线组成, 最多 31 个字符, 区分大小写, 第一个字符必须是字母. Matlab 对变量不需要就类型或维数作说明. 当输入一个新变量名时, Matlab 自动建立该变量并为其分配内存空间; 若变量已经存在, Matlab 将用新的内容取代该变量原来的内容. 要想显示变量的内容, 只需键入该变量名, 回车即可. 此外, Matlab 还提供了几个常用的常量, 分别为:

Inf	正无穷大, 特指 $1/0$
pi	圆周率 $\pi$
eps	计算机的最小浮点数
NaN	不定值, 特指 $0/0$
i 或 j	虚数单位, 其平方为 $-1$

#### 例 1.3

```
>>a=[0 1 0];b=[1 0 0];c=a./b
```

提示 (1) 在 Matlab 中, 被 0 除是允许的, 它不会导致程序执行的中断, 但会给出警告信息, 同时用一个特殊的名称(如 Inf, NaN)记述, 这个特殊名称将在以后的计算中以合理的形式发挥作用.

(2) 在 Matlab 中, 无论是矩阵、数组、向量还是标量, 都可直接赋值, 不需描述其类型和维数.

### 1.2.2 一维数组的创建、寻访与赋值

生成一维数组有多种方法, 常用的有: 逐个元素生成法、冒号生成法和定数线性采样法.

(1) 逐个元素生成法. 该方法是最简单但又最常用的方法, 其创建格式可参考下例:

```
x=[2 pi/2 sqrt(2) 3+5i]
```

(2) 冒号生成法. 该方法通过“步长”设定, 生成一维数组, 其通用格式如下:

$$x = a : \text{inc} : b$$

其中  $a$  是数组的第一个元素;  $\text{inc}$  是采样点之间的间隔, 即步长, 当它取正值时需保证  $a < b$ , 当它取负值时需保证  $a > b$ , 其默认值为 1; 若  $(b-a)$  是  $\text{inc}$  的整数倍, 则生成数组的最后一个元素等于  $b$ , 否则小于  $b$ .

(3) 定数线性采样法. 该方法在设定的“总点数”下, 均匀采样生成一维数组, 其通用格式如下:

$$x = \text{linspace}(a, b, n)$$

其中  $a$  为生成数组的第一个元素,  $b$  为最后一个元素,  $n$  为采样总点数, 均匀分隔.

#### 例 1.4 生成数组示例.

```

>> a = 1:5           % 生成从 1 到 5 公差为 1 的等差数组
>> b = 0:pi/4:pi    % 生成从 0 到  $\pi$  步长为  $\pi/4$  的数组
>> c = 6:-3:-6      % 生成从 6 到 -6 公差为 -3 的数组
>> linspace(0,1,9)  % 从 0 到 1 共 9 个数的等差数组

```

在程序设计中, 常常需要调用数组的某个(或某几个元素)或对这些元素重新赋值, 这时就需要对这些子数组作寻访或赋值运算. 常见的寻访和赋值指令可参考下例.

#### 例 1.5 子数组的寻访示例.

```

>> x = rand(1,5)    % 产生含有 5 个元素的均匀随机数组
>> x(3)             % 寻访数组  $x$  的第 3 个元素
>> x([1 2 5])      % 寻访数组  $x$  的第 1, 2, 5 个元素组成的子数组
>> x(3:end)        % 寻访第 3 个至最后(end)一个元素的全部元素
>> x(3:-1:1)       % 由前 3 个元素倒排列构成的子数组

```

#### 例 1.6 子数组的赋值示例.

```

>>x(3) = 0          % 把上例中的第 3 个元素重新赋值为 0
>>x([1 4]) = [1 1] % 把当前  $x$  数组的第 1, 4 个元素都赋值为 1

```

### 1.2.3 二维数组的创建、寻访与赋值

二维数组是由实数或复数排列成矩形而形成的一个数表, 其创建方法有多种, 常用的有: 直接生成法、利用 M 文件生成法和函数生成法.

(1) 直接生成法. 此方法生成二维数组需要满足三条规则: 数组整体必须以方括号“[ ]”为其首尾; 同一行的元素间需用逗号或空格分开; 不同行的元素需用分

号或回车分开. 例如:

```
>>A = [1,2,3;4,5,6] 或
```

```
>>A = [1 2 3
       4 5 6]
```

(2) 利用 M 文件生成法. 将数组按前面形式存储在 M 文件中, 使用时直接调用即可. 此方式多用于元素较多的大数组.

(3) 函数生成法. 利用一些特殊函数来生成数组, 常用的函数见表 1.5.

表 1.5 特殊数组的生成函数

指 令	含 义	指 令	含 义
magic(n)	生成 n 阶幻方数组	rand	生成均匀分布随机数组
eye	生成单位数组(对高维不适应)	randn	生成正态分布随机数组
ones	生成全 1 数组	zeros	生成全 0 数组

### 例 1.7 函数生成矩阵示例.

```
>>ones(1,2) % 产生长度为 2 的全 1 行数组
```

```
>>ones(2) % 产生(2×2)的全 1 阵
```

```
>>D = eye(3) % 产生(3×3)单位阵
```

在 Matlab 软件中, 二维数组以一维数组的形式存储, 即将二维数组的各列元素按自左到右, 首尾相接生成“一维长列”数组, 所以对二维数组的寻访和赋值可以用二维形式, 也可以用一维形式完成, 常用的指令见表 1.6.

表 1.6 子数组寻访和赋值常用指令表

寻访和赋值	指 令 含 义
A(i, j)	寻访 A 的第 i 行第 j 列元素
A(i, :)	寻访 A 的第 i 行所有元素
A(:, j)	寻访 A 的第 j 列所有元素
A(:)	以“单下标全元素”的一维形式寻访“一维长列”数组 A
A(k)	“单下标”寻访, 寻访 A 的“一维长列”数组的第 k 个元素
A(i, j)=a	将 a 赋值给 A 的第 i 行第 j 列元素
A(k)=a	将 a 赋值给 A 的“一维长列”数组的第 k 个元素

### 例 1.8 二维数组的子数组赋值示例.

```
>>A = zeros(2,4) % 创建 2 行 4 列的全零数组
```

```
>>A(:) = 1:8 % 全元素赋值
```

```
>>s = [2 3 5]; % 产生单下标数组
```

```

>>A(s)           % 由 "单下标行数组" 寻访产生 A 的相应元素所
                  组成的数组
>>Sa = [15 22 31]' % 生成一个列数组
>>A(s) = Sa      % 单下标方式赋值

```

### 1.2.4 Matlab 的数组运算

数组运算是对数组定义的一种特殊运算规则,即:无论对数组施加什么运算(加减乘除或函数),总认定那种运算是对数组的每个元素平等的实施同样的操作,即对于  $(m \times n)$  数组

$$\mathbf{X} = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{pmatrix} = (x_{ij})_{m \times n}$$

有运算规则  $f(\mathbf{X}) = [f(x_{ij})]_{m \times n}$ .

规定此运算规则的目的有两点:

- (1) 使程序指令更接近于数学公式;
- (2) 提高程序的向量化程度,提高计算效率.

数组运算的常用指令见表 1.7.

表 1.7 数组的运算指令

运算指令	指令含义
A(:)=s	把标量 s 赋给 A 的每个元素
s+B	标量 s 分别与 B 每个的元素相加
s-B	标量 s 分别与 B 的每个元素相减
s./B, B.\s	标量 s 分别被 B 的元素除或 B 的元素分别除以标量 s
A.^n	数组 A 的每个元素自乘 n 次
A.*B	数组 A 和数组 B 的对应元素相乘
A./B	数组 A 的元素除以数组 B 的对应元素

#### 例 1.9 数组运算示例.

```

>>A = [1 2 3;4 5 6;7 8 9];      % 创建数组 A
>>B = [0 1 2;1 2 3;2 3 4];      % 创建数组 B
>>C1 = A.*B;                    % 数组 A 和 B 进行数组乘法运算
>>C2 = A.^2;                    % 数组 A 进行数组平方运算

```



Matlab 提供了大量的标量函数执行数组运算,常用的函数见表 1.8.

表 1.8 数组运算的常用函数

名称	含义	名称	含义	名称	含义	名称	含义
exp	e 的指数	pow2	2 的指数	sqrt	正的平方根	log	自然对数
log10	常用对数	abs	模或绝对值	sin	正弦	cos	余弦
tan	正切	cot	余切	asin	反正弦	acos	反余弦
atan	反正切	sign	符号函数	mod	模除取余	rats	有理逼近
round	四舍五入取整	fix	朝零方向取整	floor	$-\infty$ 方向取整	ceil	$+\infty$ 方向取整

例 1.10 执行数组运算的常用函数示例.

```

>>x = [0;0;2;1] * pi; % 生成一个四行 1 列的数组
>>y = sin(x) % 对生成数组的各个元素计算其正弦值
>>a = [-3.5,4.6]; % 生成一个数组
>>b = round(a) % 对生成数组的各个元素进行四舍五入取整
>>c = floor(a) % 对生成数组的各个元素进行朝零风向取整
>>d = ceil(a) % 对生成数组的各个元素进行朝  $+\infty$  方向取整

```

### 1.2.5 Matlab 的矩阵运算

矩阵运算是 Matlab 最基本的功能. Matlab 提供了大量的函数处理矩阵,从其作用来看可分为两类:构造矩阵的函数和进行矩阵计算的函数.对于前者,前面已作介绍.对于后者,常用的见表 1.9.

表 1.9 矩阵中常用的操作函数

操作函数	含 义	操作函数	含 义
det(A)	求方阵 A 的行列式	inv(A)	求矩阵 A 的逆
size(A)	求 A 的大小,返回 A 的行数和列数	cond(A)	求 A 的条件数
[V,D]=eig(A)	求矩阵 A 的特征向量和特征值所组成的矩阵	norm(A)	求矩阵 A 的 2-范数

例 1.11 产生一个 5 阶的随机矩阵,求出其大小、行列式、逆、特征值和特征向量.

```

>>A = rand(5)
>>size(A)
>>det(A)
>>inv(A)
>>[V,q] = eig(A)

```

从外观形状和数据结构上看,二维数组和矩阵没有区别.但是矩阵作为一种