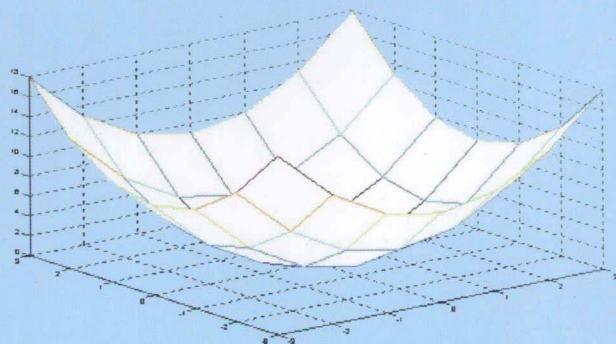
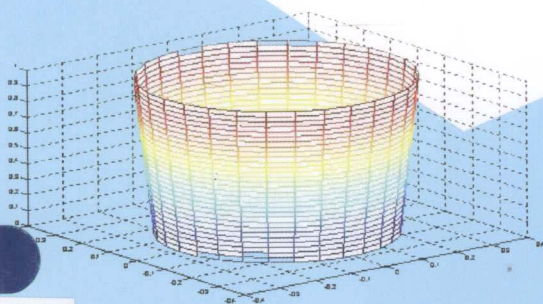



21世纪应用型本科院校规划教材

大学数学实验

主 编 黄素珍 陈万勇



 南京大学出版社

21世纪应用型本科院校规划教材

大学数学实验

主 编 黄素珍 陈万勇
副主编 季红蕾 韦 俊 杨善兵



 南京大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

大学数学实验 / 黄素珍, 陈万勇主编. — 南京: 南京大学出版社, 2013. 8

21 世纪应用型本科院校规划教材

ISBN 978-7-305-11564-6

I. ①大… II. ①黄… ②陈… III. ①工程数学—高等学校—教材 IV. ①TB11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 127378 号

出版发行 南京大学出版社

社 址 南京市汉口路 22 号 邮 编 210093

网 址 <http://www.NjupCo.com>

出 版 人 左 健

丛 书 名 21 世纪应用型本科院校规划教材

书 名 大学数学实验

主 编 黄素珍 陈万勇

策划编辑 吴 华

责任编辑 沈 洁 编辑热线 025-83593962

照 排 江苏南大印刷厂

印 刷 常州市武进第三印刷有限公司

开 本 787×1092 1/16 印张 12 字数 306 千

版 次 2013 年 8 月第 1 版 2013 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-305-11564-6

定 价 24.80 元

发行热线 025-83594756

电子邮箱 Press@NjupCo.com

Sales@NjupCo.com(市场部)

* 版权所有, 侵权必究

* 凡购买南大版图书, 如有印装质量问题, 请与所购图书销售部门联系调换

前 言

在人们的传统观念里,学习数学只要书、纸、笔就够了,怎么会像学物理、化学一样要做实验呢?我们说,数学实验是计算机技术和数学软件引入教学后出现的新事物,是数学教学体系、内容和方法改革的一项尝试。

MATLAB是1984年由美国MathWorks公司推出的数学软件,其优秀的数值计算能力和数据可视化能力使它很快在数学软件中脱颖而出。历经二十几年的发展和竞争,MATLAB现已成为适用于多学科、多种工作平台的功能强大的大型科技应用软件。在欧美高等院校,MATLAB已经成为高等数学、线性代数、自动控制理论、数理统计、数字信号处理等课程的基本工具,也是攻读学位的大学生、硕士生和博士生必须掌握的工具。在设计部门和科研部门,MATLAB被广泛用来研究与解决各种工程问题。

本书按照工科院校三大数学课程教学的先后顺序,以MATLAB为计算工具,对如何运用该工具处理高等数学、线性代数、概率论与数理统计等各种数学计算及绘图进行了详细的说明。本书的编排采用了便于自学的方式,读者可以根据自己想处理的数学问题快速找到相应的MATLAB命令。该书层次清晰,实用性强,突出MATLAB的主要命令和功能,并附有大量的例题和解释。弱化枯燥和烦琐的MATLAB命令和概念,可以使数学软件的学习变得更简单。读者只要具有简单的计算机操作技能即能学懂本书。综合实验可供学生自己动手完成,具有一定的灵活性和难度,供学有余力的学生学习。

本书的主要读者为大学一二年级的学生。数学实验是与高等数学、线性代数、概率论与数理统计三门课程同步开设的,学生应在教师的指导下完成全部的实验。对于综合实验,可根据时间灵活安排。学生可在教师的指导下完成,也可在课外单独完成;可以完成全部实验,也可以选择完成部分实验。

参加本书编写的有:黄素珍(预备实验、第一章),陈万勇(第三章),季红蕾(第二章),杨善兵(第四章)。另外,韦俊、刘桂兰、陈强、王振、卞小霞、练婷婷参与了全部实验中程序的测试和验证等工作。在本书编写过程中,编者参阅了许多专家和学者的论著和文献,并引用了部分文献中的实例,恕不一一指明出处,在此向有关作者一并表示感谢。

本书由薛长峰教授担任主审,薛教授认真审阅了全书,编者对此表示衷心的感谢。本书的编写得到了盐城工学院的大力支持,特此致谢!

由于时间仓促,作者能力所限,书中错误在所难免,敬请读者批评指正。

编 者
2013年2月

目 录

预备实验	MATLAB 数学软件入门	1
第一章	高等数学实验	14
实验一	一元函数的图形	14
实验二	割圆术及极限方法	25
实验三	一元函数的导数	30
实验四	MATLAB 自定义函数与导数应用	34
实验五	定积分的计算	38
实验六	常微分方程	44
实验七	空间曲线及二次曲面	46
实验八	偏导数的计算	53
实验九	重积分与曲线积分的计算	57
实验十	级数	59
第二章	线性代数实验	62
实验一	矩阵与行列式运算	62
实验二	线性方程组求解	67
实验三	求矩阵的特征值、特征向量及矩阵的对角化问题	73
实验四	二次型及其标准形	76
第三章	概率论与数理统计实验	79
实验一	古典概型	79
实验二	随机变量及其分布	83
实验三	随机变量的数字特征	93
实验四	参数估计和假设检验	96
实验五	方差分析和回归分析	103

第四章 综合实验	116
实验一 钢管订购和运输.....	116
实验二 自动化车床管理.....	127
实验三 基金使用计划.....	136
实验四 公交车调度.....	145
实验五 自行车轮饰物的运动轨迹问题.....	159
实验六 车灯线光源的计算.....	162
实验七 2010 年美国人口预测报告	170
实验八 经济增长模型.....	175
附录 关于公式编辑器的使用	179
参考文献	186

预备实验 MATLAB 数学软件入门



实验目的

- (1) 熟悉 MATLAB 数学软件的进入和退出,熟悉 MATLAB 工作窗口;
- (2) 熟悉矩阵与数组的输入、修改、显示以及简单的运算,熟悉常用函数与操作键的使用以及基本注意事项.



实验内容

一、MATLAB 简介

MATLAB 是 MATrix 和 LABoratory 的缩写,它将计算、可视化和编程功能集成在非常便于使用的环境中,是一个交互式的、以矩阵计算为基础的科学和工程计算软件. MATLAB 的特点可以简要地归纳如下:

- **编程效率高** 与 FORTRAN、C 等语言相比,它更接近我们通常进行计算时的思维方式,用它编程犹如在纸上书写计算公式,编程时间和程序量大大减少.

- **计算功能强** 它以不必指定维数的矩阵和数组作为主要数据对象,矩阵和向量计算功能特别强,库函数也很丰富,非常适用于作科学和工程计算.

- **使用简便** 其语言灵活、方便,将编译、连接、执行融为一体,在同一画面上排除书写语法等错误,加快了用户编写、修改、调试程序的速度,计算结果也用人们十分熟悉的数学符号表示出来,具有初步计算机知识的用户几个小时就可以基本掌握它.

- **易于扩充** 用户根据需要建立的文件可以与库函数一样被调用,从而提高了使用效率,扩充了计算功能,它还可以与 FORTRAN、C 语言子程序混合编程.

此外,它还有很方便的绘图功能.

为了解决各种特殊的科学和工程计算问题, MATLAB 系统提供了许多个工具箱 (Toolbox). 工具箱实际上是对 MATLAB 进行扩展应用的一系列 MATLAB 函数 (称为 M-文件), 它可用来求解各类学科的问题, 包括信号处理、图像处理、控制、系统辨识、神经网络等. 随着 MATLAB 版本的不断升级, 其所含的工具箱的功能也越来越丰富, 因此, 应用范围也越来越广泛, 成为涉及数值分析的各类工程师不可不用的工具.

二、MATLAB 的安装、进入和退出

1. Windows 版本的 MATLAB 安装步骤

- (1) 启动 Windows 操作系统, 打开 Windows 资源管理器;
- (2) 在 Windows 资源管理器中选择 MATLAB 系统安装盘, 察看光盘中的安装文件 setup. exe;
- (3) 用鼠标双击安装文件 setup. exe, 屏幕上出现一些选择对话框;
- (4) 用鼠标单击所有选择对话框的 OK 按钮, 则系统就在你的计算机上安装了 MATLAB 数学软件, 这样你的计算机就可以运行 MATLAB 了。

2. MATLAB 的进入和退出

在 MATLAB 成功安装后, 会在 Windows 桌面上自动生成 MATLAB 的快捷方式图标, 双击该图标, 就可以打开如图 0.1 所示的操作桌面(desktop)。

注意: 桌面上窗口的多少与设置有关, 图 0.1 所示为缺省情况, 前台有 3 个窗口。

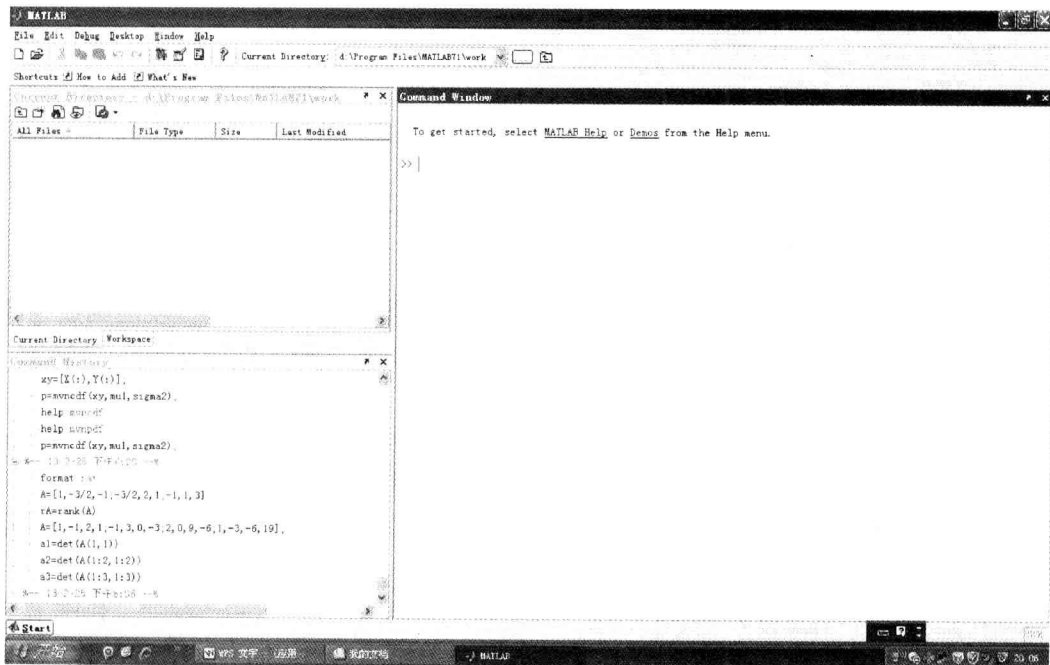



图 0.1 操作桌面(desktop)的缺省外貌

MATLAB 指令窗(Command Window)位于 MATLAB 的右方, 如图 0.1 所示. 假如用户希望得到脱离操作桌面的独立指令窗, 只要单击该指令窗右上角的 , 就可获得如图 0.2 所示的指令窗。

有三种方法可以结束 MATLAB:

- (1) 输入命令 exit;
- (2) 输入命令 quit;
- (3) 直接关闭 MATLAB 的命令视窗(Command Window)。

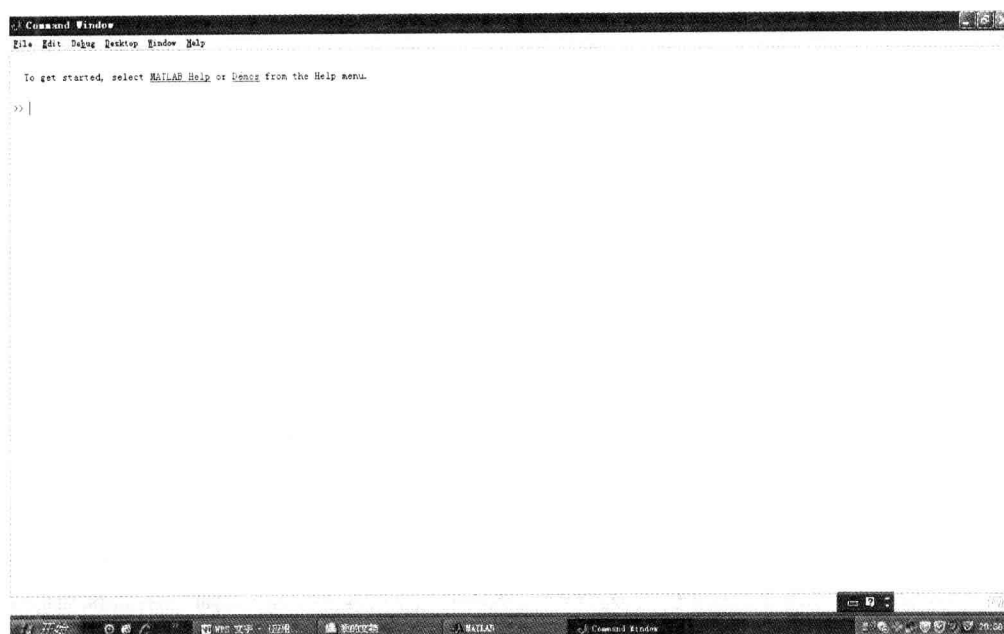


图 0.2 独立的指令窗

三、MATLAB 工作环境

运行 MATLAB 的可执行文件, 自动创建 MATLAB 7.0 指令窗(Command Window). 如果你是个初学者, 可以在指令窗键入 demo, 这可是学习的好帮手. 符号↵表示输入指令后按回车键.

```
>>demo↵
```

(1) 一旦发现指令不知如何使用时, help 命令将告诉你使用方法. 例:

```
>>help sin↵
```

```
SIN    Sine.
```

```
SIN(X) is the sine of the elements of X.
```

```
Overloaded methods
```

```
help sym/sin, m
```

在 MATLAB 下进行基本数学运算, 只需将运算式直接输入到提示号(>>)之后, 并按 Enter 键即可. 例如:

```
>>(10 * 19 + 2/4 - 34) / 2 * 3↵
```

```
ans = 234.7500
```

MATLAB 会将运算结果直接存入一变量 ans, 代表 MATLAB 运算后的答案, 并显示在指令视窗上. 如果在上述的例子结尾加上“;”, 则计算结果不会显示在指令视窗上, 要得知计算值只需键入该变量名即可.

(2) MATLAB 可以将计算结果以不同的精确度的数字格式显示, 我们可以在指令视窗上的功能选单上的 Options 下选 Numerical Format, 或者直接在指令视窗中键入表 0.1 中的各个数字显示格式的指令.

表 0.1 数据显示格式的控制指令

指令	含义	举例说明
format format short	通常保证小数点后有 4 位有效数字,最多不超过 7 位;对于大于 1000 的实数,用 5 位有效数字的科学记数形式显示	314.159 被显示为 314.1590; 3141.59 被显示为 3.1416e+003
format long	15 位数字表示	3.14159265358979
format short e	5 位科学记数表示	3.1416e+00
format long e	15 位科学记数表示	3.14159265358979e+00
format short g	从 format short 和 format short e 中自动选择最佳记数方式	3.1416
format long g	从 format long 和 format long e 中自动选择最佳记数方式	3.14159265358979

(3) MATLAB 利用了 \uparrow 、 \downarrow 两个游标键将所用过的指令调回来重复使用. 按下 \uparrow 键则前一次指令重新出现,再按 Enter 键,即执行前一次的指令. 而 \downarrow 键的功用则是往后执行指令. 键盘上的其他几个键如 \rightarrow 、 \leftarrow 、Delete、Insert,其功能则显而易见,试用即知,无须多加说明.

四、变量及其命名规则

- (1) MATLAB 对变量名的大小写是敏感的.
- (2) 变量的第一个字符必须为英文字母,而且不能超过 31 个字符.
- (3) 变量名可以包含下划线、数字,但不能为空格符、标点.

在 MATLAB 中有一些所谓的预定义的变量(predefined variable),每当 MATLAB 启动,这些变量就被产生.

建议:用户在编写指令和程序时,应尽可能不对表 0.2 所列的预定义的变量名重新赋值,以免产生混淆. 输入指令 clear 可清除所有定义过的变量名称.

表 0.2 MATLAB 的预定义的变量

变量名	变量名含义
ans	预设的计算结果的变量名
eps	MATLAB 定义的正的极小值 = $2.2204e-16$
pi	内建的 π 值
inf	∞ 值,无限大 ($1/0$)
NaN	无法定义一个数目 ($0/0$)
i 或 j	虚数单位 $i=j=(-1)^{(1/2)}$

五、MATLAB 赋值语句

MATLAB 书写表达式的规则与手写算式差不多相同.

如果一个指令过长可以在结尾加上“...”(代表此行指令与下一行连续),例如:

>>3*... ↙

6 ↙

ans = 18

再如将 23 赋值给变量 a:

>>a=23 ↙

六、MATLAB 常用数学函数

MATLAB 常用数学函数如表 0.3~表 0.8 所示.

表 0.3 三角函数和双曲函数

名称	含义	名称	含义	名称	含义
sin	正弦	csc	余割	atanh	反双曲正切
cos	余弦	asec	反正割	acoth	反双曲余切
tan	正切	acsc	反余割	sech	双曲正割
cot	余切	sinh	双曲正弦	csch	双曲余割
asin	反正弦	cosh	双曲余弦	asech	反双曲正割
acos	反余弦	tanh	双曲正切	acsch	反双曲余割
atan	反正切	coth	双曲余切		
acot	反余切	asinh	反双曲正弦		
sec	正割	acosh	反双曲余弦		

表 0.4 指数函数

名称	含义	名称	含义	名称	含义
exp	e 为底的指数	log10	10 为底的对数	pow2	2 的幂
log	自然对数	log2	2 为底的对数	sqrt	平方根

表 0.5 复数函数

名称	含义	名称	含义	名称	含义
abs	绝对值	conj	复数共轭	real	复数实部
angle	相角	imag	复数虚部		

表 0.6 取整函数和求余函数

名称	含义	名称	含义
ceil	向 $+\infty$ 取整	rem	求余数
fix	向 0 取整	round	向靠近整数取整
floor	向 $-\infty$ 取整	sign	符号函数
mod	模除求余		

表 0.7 矩阵变换函数

名称	含义	名称	含义
fip1r	矩阵左右翻转	diag	产生或提取对角阵
fipud	矩阵上下翻转	tril	产生下三角
fipdim	矩阵特定维翻转	triu	产生上三角
rot90	矩阵逆时针 90° 翻转		

表 0.8 其他函数

名称	含义	名称	含义
min	最小值	max	最大值
mean	平均值	median	中位数
std	标准差	dff	相邻元素的差
sort	排序	length	个数
norm	欧氏 (Euclidean) 长度	sum	总和
prod	总乘积	dot	内积
cumsum	累计元素总和	cumprod	累计元素总乘积
cross	外积		

七、MATLAB 系统命令

MATLAB 系统命令如表 0.9 所示.

表 0.9 MATLAB 系统命令

命令	含义	命令	含义
help	在线帮助	what	显示指定的 MATLAB 文件
helpwin	在线帮助窗口	lookfor	在 help 里搜索关键字
helpdesk	在线帮助工作台	which	定位函数或文件
demo	运行演示程序	path	获取或设置搜索路径
ver	版本信息	echo	命令回显
readme	显示 readme 文件	cd	改变当前的工作目录
who	显示当前变量	pwd	显示当前的工作目录
whos	显示当前变量的详细信息	dir	显示目录内容
clear	清空工作间的变量和函数	unix	执行 unix 命令
pack	整理工作间的内存	dos	执行 dos 命令
load	把文件调入变量到工作间	!	执行操作系统命令
save	把变量存入文件中	what	显示指定的 MATLAB 文件
quit/exit	退出 MATLAB	computer	计算机类型

八、MATLAB 语言中的关系与逻辑运算

在执行关系及逻辑运算时, MATLAB 将输入的不为零的数值都视为真(True), 而为零的数值则视为假(False). 运算的输出值将判断为真者以 1 表示, 而判断为假者以 0 表示. 各个运算符须用在两个大小相同的数组或是矩阵的比较中.

1. 关系运算

关系运算指令符号及其含义如表 0.10 所示.

表 0.10 关系运算指令及其含义

指令	含义	指令	含义
<	小于	>=	大于等于
<=	小于等于	==	等于
>	大于	~=	不等于

关系运算符的应用及结果举例如下:

```

>>a=1:2:11; ✓
>>b=2:1:7; ✓
>>a>b ✓
ans =
     0     0     1     1     1     1
>>a==b ✓
ans =
     0     1     0     0     0     0
>>a>=b ✓
ans =
     0     1     1     1     1     1
>>a-(b>4) ✓
ans =
     1     3     5     6     8     10
    
```

2. 逻辑运算

逻辑运算指令符号及其含义如表 0.11 所示.

表 0.11 逻辑运算指令及其含义

指令	含义
&	逻辑 and
	逻辑 or
~	逻辑 not

逻辑运算应用及结果举例如下:

```

>>(a<2)|(b>6) ✓
ans =
    
```

```

1 0 0 0 0 1
>> c=a+(a>3)|(b<6) ✓
c =
1 1 1 1 1 1

```

3. 逻辑关系函数

逻辑关系函数指令及其含义如表 0.12 所示.

表 0.12 逻辑关系函数指令及其含义

指令	含义
xor	不相同就取 1, 否则取 0
any	只要有非 0 就取 1, 否则取 0
all	全为 1 取 1, 否则取 0
isnan	为数 NaN 取 1, 否则取 0
isinf	为数 inf 取 1, 否则取 0
isfinite	有限大小元素取 1, 否则取 0
ischar	是字符串取 1, 否则取 0
isequal	相等取 1, 否则取 0
ismember	两个矩阵是属于关系取 1, 否则取 0
isempty	矩阵为空取 1, 否则取 0
isletter	是字母取 1, 否则取 0 (可以是字符串)
isstudent	是学生版取 1, 否则取 0
isprime	是质数取 1, 否则取 0
isreal	是实数取 1, 否则取 0
isspace	是空格位置取 1, 否则取 0

运用逻辑关系函数进行运算举例如下:

```

>> isequal(a,b) ✓
ans =
0
>> isreal(a) ✓
ans =
1
>> isstudent ✓
ans =
0

```

九、矩阵及运算

1. 数组

MATLAB 的运算事实上是以数组(array)及矩阵(matrix)的方式作运算的.

建立一个数组时,如果是要个别键入元素,须用中括号[]将元素置于其中.数组由一维元素所构成,而矩阵由多维元素所组成,例如:

```
>> x=[1 2 3 4 5 6 7 8]; ✓ % 一维 1×8 数组
>> x=[1 2 3 4 5 6 7 8;4 5 6 7 8 9 10 11]; ✓ % 二维 2×8 矩阵,以“;”区隔各列的元素
>> x = [1 2 3 4 5 6 7 8 % 二维 2×8 矩阵,各列的元素分两行键入
4 5 6 7 8 9 10 11]; ✓
>> x(3) % x 的第 3 个元素
ans =
    2
>> x([1 2 5]) ✓ % x 的第 1、2、5 个元素
ans =
    1    4    3
>> x(1:5) ✓ % x 的前 5 个元素
ans =
    1    4    2    5    3
>> x(10:end) ✓ % x 的第 10 个元素后的元素
ans =
    8    6    9    7    10    8    11
>> x(10:-1:2) ✓ % x 的第 10 个元素到第 2 个元素的倒排
ans =
    8    5    7    4    6    3    5    2    4
>> x(find(x>5)) ✓ % x 中大于 5 的元素
ans =
    6    7    8    6    9    7    10    8    11
>> x(4)=100 ✓ %给 x 的第 4 个元素重新赋值
x =
    1    2    3    4    5    6    7    8
    4 100    6    7    8    9    10    11
>> x(3)=[] ✓ %删除第 3 个元素
x =
Columns 1 through 10
    1    4 100    3    6    4    7    5    8    6
Columns 11 through 15
    9    7    10    8    11
>> x(16)=1 ✓ %加入第 16 个元素
x =
Columns 1 through 10
    1    4 100    3    6    4    7    5    8    6
Columns 11 through 16
    9    7    10    8    11    1
```

2. 建立数组

上面的方法只适用于元素不多的情况,但是当元素很多的时候,则须采用以下的方式:

```

>> x=0:0.02:1; ✓ %建立的数组:起始值=0,增量值=0.02,终止值=1
>> x=linspace(0,1,100); ✓ %利用 linspace,以区隔起始值=0,终止值=1,之间的元素数目=100
>> a=[] ✓ %空矩阵
a =
     []

>> zeros(2,2) ✓ %全为 0 的矩阵
ans =
     0     0
     0     0

>> ones(3,3) ✓ %全为 1 的矩阵
ans =
     1     1     1
     1     1     1
     1     1     1

>> rand(2,4); ✓ %随机矩阵
>> a=1:7, b=1:0.2:5; ✓ %更直接的方式
>> c=[b a]; ✓ %可利用先前建立的数组 a 及数组 b,组成新数组
>> a=1:1:10; ✓
>> b=0.1:0.1:1; ✓
>> a+b*I ✓ %复数数组
ans =
Columns 1 through 4
1.0000+0.1000i 2.0000+0.2000i 3.0000+0.3000i 4.0000+0.4000i
Columns 5 through 8
5.0000+0.5000i 6.0000+0.6000i 7.0000+0.7000i 8.0000+0.8000i
Columns 9 through 10
9.0000+0.9000i 10.0000+1.0000i
    
```

在 MATLAB 的内部资料结构中,每一个矩阵都是一个以行为主(column-oriented)的数组(array),因此对于矩阵元素的存取,我们可用一维或二维的索引(index)来定址.

3. 子矩阵的提取(利用冒号表达式提取子矩阵)

假如有一个矩阵 A ,则 $A(m_1:m_2, n_1:n_2)$ 表示由 A 的第 m_1 行至第 m_2 行,第 n_1 列至第 n_2 列的元素构成的子矩阵.

4. 矩阵的运算

经典的算术运算符如表 0.13 所示.

表 0.13 经典的算术运算符

运算	运算符	MATLAB 表达式
加	+	a+b
减	-	a-b
乘	*	a * b

运算	运算符	MATLAB 表达式
除	/ 或 \	a/b 或 a\b
幂	^	a^b

经典的算术运算符使用方法举例如下：

» a=1:1:10; ↙

» b=0:10:90; ↙

» a+b ↙

ans =

1 12 23 34 45 56 67 78 89 100

» a-b ↙

ans =

1 -8 -17 -26 -35 -44 -53 -62 -71 -80

» a.*b ↙ %注意这里 a 后加了个“.”

ans =

0 20 60 120 200 300 420 560 720 900

» a/b ↙

ans =

0.1158

» a\b ↙

ans =

```

0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
    
```

» b./a ↙

ans =

Columns 1 through 7

0 5.0000 6.6667 7.5000 8.0000 8.3333 8.5714

Columns 8 through 10

8.7500 8.8889 9.0000

» a.\b ↙

ans =

Columns 1 through 7

0 5.0000 6.6667 7.5000 8.0000 8.3333 8.5714

Columns 8 through 10