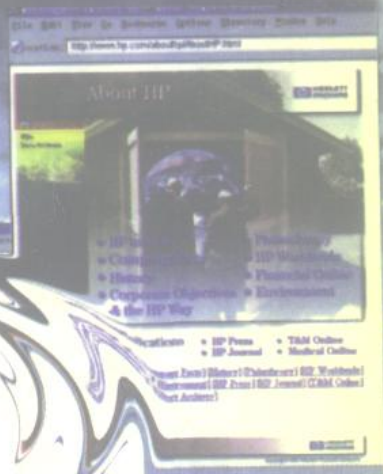
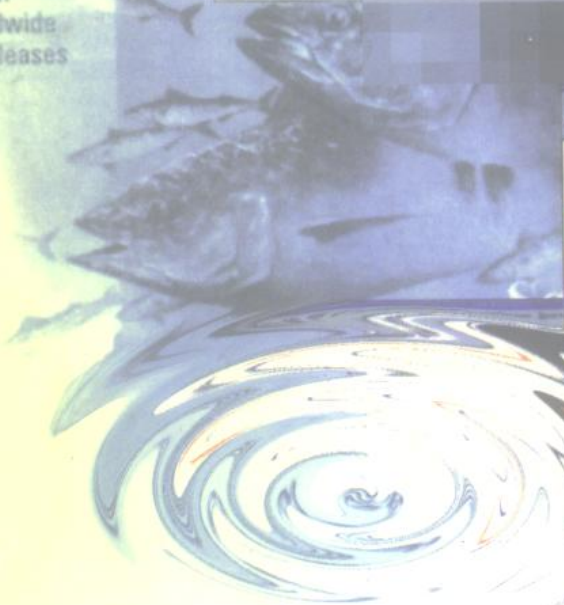


楼于 顺于 天卫 编著  
于华 梁



Search  
HP  
Financials  
at HP  
Worldwide  
Releases



# MATLAB

# 程序设计语言

● 西安电子科技大学出版社

# MATLAB 程序设计语言

楼顺天 于 卫 闫华梁 编著

西安电子科技大学出版社

1997

(陕)新登字 010 号

### 内 容 简 介

MATLAB 程序设计语言以其强大方便的功能,已成为广大科技工作者得力的工具。本书详细介绍了 MATLAB 的基本操作命令、高级操作命令、图形功能、循环分支语句、文件、稀疏矩阵及调试工具,使读者轻松地学习并掌握 MATLAB 语言,最后在附录中给出了 MATLAB 的基本命令函数和部分工具箱函数,这对程序设计具有重要的参考价值。

本书既可作为高年级本科生、研究生的教材,也可作为使用 MATLAB 系统的指导参考书,是 MATLAB 用户必备的工具书。

JS116/09

**MATLAB 程序设计语言**  
楼顺天 于 卫 闫华梁 编著  
责任编辑 云立实 毛红兵

---

西安电子科技大学出版社出版发行  
铁一局印刷厂印刷  
各地新华书店经销

开本 787×1092 1/16 印张 12 8/16 字数 294 千字  
1997 年 8 月第 1 版 1997 年 8 月第 1 次印刷 印数 1-6 000

---

ISBN 7-5606-0537-0/TP·0265 定价:16.80 元



# 前 言

MATLAB®是 MathWorks 公司于 1982 年推出的一套高性能的数值计算和可视化软件，它集数值分析、矩阵运算、信号处理和图形显示于一体，构成了一个方便的、界面友好的用户环境。在这个环境下，对所要求解的问题，用户只需简单地列出数学表达式，其结果便以数值或图形方式显示出来。

MATLAB 的含义是矩阵实验室(Matrix Laboratory)，最初由 LINPACK 和 EISPACK 计划研制，主要用于方便矩阵的存取，其基本元素是无需定义维数的矩阵。经过十几年的完善和扩充，现已发展成为线性代数课程的标准工具，也成为其它许多领域课程的实用工具。在工业环境中，MATLAB 可用来解决实际的工程和数学问题，其典型应用有：通用的数值计算，算法设计，各种学科如自动控制、数字信号处理、统计信号处理等领域的专门问题求解。

MATLAB 还包括了被称为 Toolbox(工具箱)的各类应用问题的求解工具。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)，它用来求解各个特定学科的问题，包括信号处理、图像处理、控制系统辨识、神经网络等。

MATLAB 最重要的特点是易于扩展，它允许用户自行建立完成指定功能的 M 文件，从而构成适合于其它领域的工具箱。对于一个从事特定领域工作的工程师，不仅可利用 MATLAB 所提供的函数及基本工具箱函数，而且可以方便地构造出专用的函数，从而大大扩展了 MATLAB 的应用范围。

MATLAB 语言易学易用，不要求用户有高深的数学和程序语言知识，不需要用户深刻了解算法及编程技巧。MATLAB 既是一种编程环境，又是一种程序设计语言。这种语言与 C、FORTRAN 等语言一样，有其内定的规则，但 MATLAB 的规则更接近于数学表示。因此其使用更为简便，避免了其它语言如 C、FORTRAN 中的许多限制，如变量、矩阵无需定义。而且 MATLAB 的语句功能更强，一条语句可完成较为复杂的任务，如 fft 语句可完成对指定数据的快速傅里叶变换，这相当于几十条甚至几百条 C 语言语句的功能。MATLAB 还提供了良好的用户界面，许多函数本身会自动绘制出图形，而且会自动选取坐标刻度。有了这些使用方便、功能强大、界面友好的函数，可使用户大大节约设计时间，提高设计质量。

鉴于 MATLAB 如此强大方便的功能，我们已在教学和科研中采用了 MATLAB，并取得了良好的效果。针对 MATLAB 的 Windows 环境下的 4.2 版本，结合实际应用经验，我们编写了本书，将它奉献给广大读者，以期使更多的用户迅速掌握 MATLAB。

全书共分 8 章。第 1 章介绍了 MATLAB 系统要求、安装过程及一些基本知识，以帮助读者在计算机中生成一个 MATLAB 的应用环境；第 2 章详细介绍了 MATLAB 提供的基本命令，通过这些命令可构造各式各样的矩阵，并对矩阵进行运算；第 3 章详细分析了线性

代数中的各种基本算法，如曲线拟合、正交分解、特征值和特征向量、滤波算法、FFT 算法、数值积分、微分方程求解、非线性方程求解等；第 4 章给出了绘制曲线、曲面、三维立体图的各种函数，并给出了生成复杂图形的各种编程技巧；第 5 章介绍了 MATLAB 语言中的循环和条件分支语句，它是构成复杂功能的关键；第 6 章介绍了各种 M 文件，它是 MATLAB 功能扩展的基础；第 7 章介绍了 MATLAB 语言程序设计的各种调试命令，这是编程所必不可少的辅助软件；第 8 章介绍了稀疏矩阵的存储、生成及其运算。本书最后给出了两个重要的、具有参考价值的附录：附录 A 分类列出了 MATLAB 的基本命令及函数；附录 B 给出了部分工具箱中所包含的实用函数及其功能。

本书的第 1、8 章和附录 A、B 由楼顺天同志编写，第 2、3、4 章由闫华梁同志编写，第 5、6、7 章由于卫同志编写。全书由楼顺天同志统稿。

本书的出版得到了 MathWorks 公司的认可，有关购买 MATLAB 和 SIMULINK 软件及其它业务可直接与 MathWorks 公司联系：

The MathWorks, Inc.

24 Prime Park Way

Natick, MA 01760 - 1500

Phone: (500) 647 - 7000

Fax: (508) 647 - 7001

E-mail: info@mathworks.com

WWW: http: //www.mathworks.com

本书的出版得到了西安电子科技大学出版社的大力支持，特别是毛红兵和云立实同志对本书进行了细致的编辑，做了大量的工作，在此深表谢意！

作者

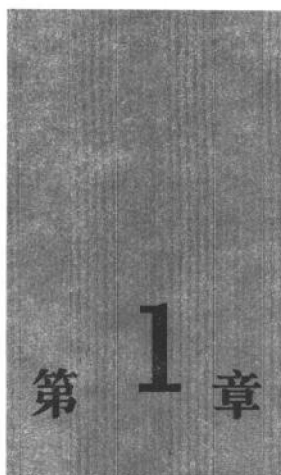
1997 年 3 月

# 目 录

## 前言

<b>第 1 章 MATLAB 基本知识</b> .....	1
1.1 系统要求 .....	2
1.2 安装 .....	2
1.3 启动 MATLAB .....	4
1.4 MATLAB 命令窗口 .....	4
1.5 命令行编辑器 .....	5
1.6 MATLAB 搜索路径 .....	5
1.7 MATLAB 图形窗口 .....	7
1.8 透出 MATLAB 环境 .....	7
1.9 剪切板的使用 .....	8
1.10 编程指南 .....	8
<b>第 2 章 基本操作命令</b> .....	9
2.1 基本知识 .....	10
2.2 矩阵运算 .....	18
2.3 数组运算 .....	22
2.4 向量和矩阵操作 .....	27
<b>第 3 章 高级操作命令</b> .....	35
3.1 数据分析 .....	36
3.2 矩阵函数 .....	40
3.3 多项式和信号处理 .....	45
3.4 泛函 .....	49
<b>第 4 章 绘图功能</b> .....	53
4.1 二维图形 .....	54
4.2 三维图形 .....	65
4.3 通用图形函数 .....	73
4.4 颜色板和颜色控制 .....	79
4.5 图形处理系统 .....	87
<b>第 5 章 控制流语句</b> .....	97
5.1 for 循环语句 .....	98
5.2 while 循环语句 .....	100
5.3 if 和 break 语句 .....	101
<b>第 6 章 文件</b> .....	103

6.1 M文件 .....	104
6.2 磁盘文件 .....	111
6.3 文件输入/输出 .....	114
<b>第7章 MATLAB 调试器 .....</b>	<b>121</b>
7.1 调试命令 .....	122
7.2 调试器的使用 .....	122
7.3 调试器使用练习 .....	123
<b>第8章 稀疏矩阵 .....</b>	<b>131</b>
8.1 稀疏矩阵的存储 .....	132
8.2 稀疏矩阵的基本函数 .....	133
8.3 稀疏矩阵运算 .....	140
8.4 稀疏矩阵行列交换 .....	141
<b>附录A MATLAB 命令参考 .....</b>	<b>145</b>
<b>附录B Toolbox 函数 .....</b>	<b>167</b>



# MATLAB 基本知识

- ★ 系统要求
- ★ 安装
- ★ 启动 MATLAB
- ★ MATLAB 命令窗口
- ★ 命令行编辑器
- ★ MATLAB 搜索路径
- ★ MATLAB 图形窗口
- ★ 透出 MATLAB 环境
- ★ 剪切板的使用
- ★ 编程指南

9810034



## 1.1 系统要求

MATLAB 的 Windows 版本配置要求:

- Intel 386、486、586 及其兼容机;
- 80387 或 80487 协处理器(注意, 486DX 机内含协处理器);
- 3 1/2"软驱;
- Microsoft Windows 3.1 以上版本;
- Windows 支持的鼠标;
- Windows 支持的显示器;
- 8 MB 硬盘空间(当含 Simulink 时应有 10 MB 硬盘空间);
- 4 MB 扩展内存(当使用三维图形和图像处理时, 应有 8 MB 以上的扩展内存)。

注意, 计算机应工作在 386 的增强模式下。一般建议用户增加如下配置:

- 内存(至少为 8 MB);
- 8 位图形适配器和显示器(256 色);
- Windows 支持的图形加速卡;
- Windows 支持的打印机;
- Windows 支持的声卡。

## 1.2 安装

在安装了 Windows 后, 可按下列步骤安装 MATLAB:

- ① 将 MATLAB 第一张盘插入软驱;
- ② 启动 Windows;
- ③ 从 File 菜单中选择 Run...选项;
- ④ 在 Command Line(命令行)提示符下, 输入 a:setup 或 b:setup, 然后点一下 OK 按钮;
- ⑤ 在 Directory 提示区, 输入要安装 MATLAB 的目录名, 然后点一下 OK(缺省时为 c:\MATLAB);
- ⑥ 按照安装程序的提示进行操作;
- ⑦ 当安装完 MATLAB 后, 安装程序会询问是否安装 Toolbox, 这时可按要求安装所需的 Toolbox;
- ⑧ 最后点一下 NO 可结束安装过程, 这时安装程序会在 Windows 中创建 MATLAB 程序组, 并生成 MATLAB Help 图标。

安装了 MATLAB 后, 在 MATLAB 子目录下会包含下列子目录及文件:

- \BIN MATLAB 的二进制文件及其相关文件
- \TOOLBOX MATLAB 工具箱
- \EXTERN 建立 MATLAB 外部接口的工具

\GHOSTSCR GhostScript PostScript 变换实用程序

MATLABRC.M MATLAB 系统的启动文件

PRINTOPT.M 用户可配置的打印机选项

各子目录及其文件如下所列:

MATLAB\BIN

MATLAB.EXE MATLAB 二进制文件

MATLAB-S.EXE 带有 SIMULINK 的 MATLAB 二进制文件

MATLAB.BAT DOS 下启动 MATLAB 的批处理文件

MATLAB.HLP MATLAB 帮助文件

SIMULINK.HLP SIMULINK 帮助文件

ML-BANG.PIF

ML-DOS.PIF 配置 DOS 命令性能的 PIF 文件

CMEX.BAT 用于创建 C 语言 MEX 文件的批文件

FMEX.BAT 用于创建 FORTRAN 语言 MEX 文件的批文件

\*.EXE 其它实用程序

MATLAB\TOOLBOX\MATLAB

\COLOR 颜色控制和加亮模式函数

\DATAFUN 数据分析和傅里叶变换函数

\ELFUN 基本数学函数

\ELMAT 基本矩阵和矩阵操作

\FUNFUN 泛函——非线性数值方法

\GENERAL 通用命令

\GRAPHICS 通用图形命令

\IOFUN 低级文件 I/O 函数

\LANG 语言结构和调试

\MATFUN 矩阵函数——数值线性代数

\OPS 操作符和特殊字符

\PLOTXY 二维图形

\PLOTXYZ 三维图形

\POLYFUN 多项式和内插函数

\SOUNDS 声函数

\SPARFUN 稀疏矩阵函数

\SPECFUN 特殊数学函数

\SPECMAT 特殊矩阵

\STRFUN 字符串函数

\DEMOS 演示和示例

MATLAB\EXTERN

\INCLUDE 外部接口库的头文件

\LIB 外部接口库的对象库

- \SRC 使用外部接口库的 C 和 FORTRAN 语言示例
- MATLAB\GHOSTSCR
- \BIN GhostScript 二进制文件
- \FONTS PostScript 字体的 GhostScript 版本
- \PS\_FILES PostScript 初始化及配置文件

### 1.3 启动 MATLAB

启动 MATLAB 有两种方法：

- (1) 在 Windows 下的 Program Manager 窗口中，点两下 MATLAB 的图标，如图 1.1 所示；
- (2) 在 DOS 提示符下，键入 MATLAB，这一命令会自动执行 Windows，并启动 MATLAB。



图 1.1 MATLAB 的图标

以上两种操作的结果都会出现一个 MATLAB 的命令窗口，其命令提示符为“>>”。

### 1.4 MATLAB 命令窗口

在 MATLAB 命令窗口中，在 MATLAB 提示符下可键入 MATLAB 命令。例如输入一  $3 \times 3$  矩阵：

```
a=[1 2 3; 4 5 6; 7 1 9]
```

整个数据放在方括号内，行与行之间用逗号间隔，数值之间用空格间隔。当按下 Enter 键时，MATLAB 显示出结果：

```
a=
  1  2  3
  4  5  6
  7  1  9
```

为求  $a^{-1}$ ，可简单地输入：

```
b=inv(a)
```

则其结果为：

```
b=
 -0.9286    0.3571    0.0714
 -0.1429    0.2857   -0.1429
  0.7381   -0.3095    0.0714
```

MATLAB 语言是与大小写有关的语言，即变量 A 和 a 是两个完全不同的变量。应该注意所有的函数名均由小写字母构成。例如，inv(a)为求 a 阵的逆矩阵，但 INV(a)则为未定义的函数。

MATLAB 有关变量和函数名的约定为, 以字母开头, 至多 19 个字符。虽然可使用更多的字符, 但 MATLAB 只取前 19 个字符来标识它。

MATLAB 是一种编程语言, 掌握它是十分简单和轻松的。MATLAB 提供了在线帮助的功能, 以便随时查阅所有的命令。另外 MATLAB 还提供了一些功能演示的例子, 通过键入 demo 可进行功能演示。

## 1.5 命令行编辑器

在命令窗口中输入命令时, 可利用功能键方便地修改以前的命令行。如通过 ↑ 键可重新调出上一个命令行, 对它加以修改后重新执行, 而且在执行命令行时, 无需将光标移到行尾。

除此之外, 还可以调出以指定字母开头的最近的命令行。例如在命令行中键入 plot, 然后按 ↑ 键, 则会调出最近一个以 plot 开头的命令行。

命令行功能键如表 1.1 所示。

表 1.1 命令行功能键

按 键	功 能	按 键	功 能
↑, Ctrl-P	重新调出上一行	Home, Ctrl-A	光标移到行首
↓, Ctrl-N	重新调出下一行	End, Ctrl-E	光标移到行尾
←, Ctrl-B	光标左移一个字符	Esc	清除命令行
→, Ctrl-F	光标右移一个字符	Del, Ctrl-D	删除光标处字符
Ctrl-←	光标左移一个字	Backspace	删除光标左边字符
Ctrl-→	光标右移一个字	Ctrl-K	删除至行尾

## 1.6 MATLAB 搜索路径

MATLAB 利用自身的搜索路径来寻找 M 文件函数。例如, 在提示符下键入 lst, 则 MATLAB 按下列步骤处理:

- ① 首先检查 lst 是不是变量;
- ② 然后检查 lst 是不是内部函数;
- ③ 检查当前目录中是否有 lst.mex、lst.dll 或 lst.m 文件;
- ④ 检查在 MATLAB 搜索路径上是否存在 lst.mex、lst.dll 或 lst.m 文件;
- ⑤ 如均不满足, 则显示出错信息。

利用 path 命令可显示当前的 MATLAB 搜索路径, 如:

```
>>path
MATLABPATH
c:\matlab\toolbox\local
```

```
c:\matlab\toolbox\matlab\datafun
c:\matlab\toolbox\matlab\elfun
c:\matlab\toolbox\matlab\elmat
c:\matlab\toolbox\matlab\funfun
c:\matlab\toolbox\matlab\general
c:\matlab\toolbox\matlab\color
c:\matlab\toolbox\matlab\graphics
c:\matlab\toolbox\matlab\iofun
c:\matlab\toolbox\matlab\lang
c:\matlab\toolbox\matlab\matfun
c:\matlab\toolbox\matlab\ops
c:\matlab\toolbox\matlab\plotxy
c:\matlab\toolbox\matlab\plotxyz
c:\matlab\toolbox\matlab\polyfun
c:\matlab\toolbox\matlab\sounds
c:\matlab\toolbox\matlab\sparsfun
c:\matlab\toolbox\matlab\specfun
c:\matlab\toolbox\matlab\specmat
c:\matlab\toolbox\matlab\strfun
c:\matlab\toolbox\matlab\dde
c:\matlab\toolbox\matlab\demos
c:\matlab\toolbox\control
c:\matlab\toolbox\fdident
c:\matlab\toolbox\ident
c:\matlab\toolbox\images
c:\matlab\toolbox\mutools
c:\matlab\toolbox\ncd
c:\matlab\toolbox\nnet
c:\matlab\toolbox\optim
c:\matlab\toolbox\robust
c:\matlab\toolbox\signal
c:\matlab\toolbox\simulink
c:\matlab\toolbox\symbolic
```

利用 `path` 命令还可将指定目录添加到搜索路径上。例如下列两条指令分别将 `c:\user` 加到原有搜索路径之前和之后：

```
path('c:\user', path)
path(path, 'c:\user')
```

MATLAB 的搜索路径是由 MATLAB 目录下的 `matlabrc.m` 文件建立的，因此，修改这一文件可彻底修改搜索路径。

## 1.7 MATLAB 图形窗口

当调用一个产生图形的函数时, MATLAB 会自动建立一图形窗口。这个窗口可分裂成多个窗口, 并可在它们之间选择, 这样在一屏上可显示多个图形。

图形窗口中的图形可通过打印机打印出来, 它既可采用 Windows 下的打印驱动程序, 也可采用 MATLAB 自身的打印驱动程序, 两者各有千秋。总的来说, Windows 所支持的打印机类型较多, 而 MATLAB 内含打印机驱动所产生的图形质量更高、速度更快。

命令窗口的内容也可由打印机打印出来: 如果事先选择了一些内容, 则可打印出所选择的内容; 如果没有选择内容, 则可打印出整个工作空间的内容。

## 1.8 透出 MATLAB 环境

使用感叹号(!)命令可透出 MATLAB 环境, 直接执行 Windows 或 DOS 命令。

### 一、同步处理

格式: ! 命令

这个命令允许在 MATLAB 环境下执行 DOS 或 Windows 命令, 同时会自动建立一新的窗口。例如:

```
! dir
```

则可列出当前目录下的文件清单。

### 二、后台处理

格式: ! 命令 &

这个命令不需等待命令执行结束, 就可返回到 MATLAB, 也就是说, 将指定的命令作为后台程序进行执行。例如:

```
! notepad &
```

将启动 Notepad (记事本) 作为一个新窗口, 同时可在 MATLAB 命令窗口中继续执行 MATLAB 命令。

### 三、图标化后台处理

格式: !命令 |

这时后台命令只显示一图标, 而不显示新的窗口。

利用!或!command 可打开 DOS 命令窗口, 然后可执行各种 DOS 命令。这对于了解磁盘状态及编程非常方便。

## 1.9 剪切板的使用

利用 Windows 的剪切板可在 MATLAB 与其它应用程序之间交换信息。

要将 MATLAB 的图形移到其它应用程序, 首先按 Alt - PrintScreen 键, 将图形复制到剪切板, 然后激活其它应用程序, 选择 Edit 中的 Paste, 就可在应用程序中得到 MATLAB 中的图形。当然还可以借助于 Copy to Bitmap 或 Copy to Metafile 选项来传送图形信息。

要将其它应用程序中的数据传送到 MATLAB, 应先将数据放入剪切板, 然后在 MATLAB 中定义一变量来接收, 如键入:

```
q=[
```

然后选择 Edit 中的 Paste, 最后加上“]”, 这样可将应用程序中的数据送入 MATLAB 的 q 变量中。

## 1.10 编程指南

在编写一般用途的求解小规模问题的程序时, 可直接在 Workspace(工作空间)中进行, 也可编写小的 M 文件。M 文件的第一行为:

```
Function 参数=函数名 (参数)
```

其中, 函数名与文件名同名(文件名后缀为 .m), 其后每一行均为 MATLAB 的可执行语句。如果行末以分号结束就表示该行结果不显示; 如果行首以 % 开头表示该行为说明行。文件首部行首以 % 开头的说明行可由 Help 命令显示, 以帮助。按照一定顺序组织 MATLAB 语句, 就可构成 MATLAB 程序。调用该函数时可直接在 MATLAB 下键入函数名及其参数。如果有多个输出参数, 应在命令行中给出多个输出变量。



## 基本操作命令

- ★ 基本知识
- ★ 矩阵运算
- ★ 数组运算
- ★ 向量和矩阵操作



## 2.1 基本知识

### 一、简单矩阵的输入

MATLAB 的操作对象为矩阵。标量可看作为  $1 \times 1$  的矩阵，向量可看作为  $n \times 1$  或  $1 \times n$  的矩阵。

在 MATLAB 下输入矩阵有 4 种方式：

- (1) 直接输入矩阵的元素；
- (2) 利用内部语句或函数产生矩阵；
- (3) 利用 M 文件产生矩阵；
- (4) 利用外部数据文件装入到指定矩阵。

MATLAB 语言对矩阵的维数及类型没有限制，即用户无需定义变量的类型和维数，MATLAB 会自动获取所需的存储空间。

输入矩阵最便捷的方式为直接输入矩阵的元素，其约定如下：

- ① 元素之间用空格或逗号间隔；
- ② 用中括号([ ])把所有元素括起来；
- ③ 用分号(;)指定行结束。

例如，在 MATLAB 的工作空间中，输入：

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

则其输出结果为：

```
a=  
 1 2 3  
 4 5 6  
 7 8 9
```

矩阵 A 一直保存在工作空间中，以供后面使用，直至修改它。

大矩阵可以分成几行进行输入，用回车符代替分号。例如输入上述矩阵 a：

```
a=[ 1 2 3  
 4 5 6  
 7 8 9 ]
```

可以由 M 文件(以 .M 为后缀的磁盘文件)产生矩阵，例如 gena.m 文件的内容为：

```
a=[ 1 2 3  
 4 5 6  
 7 8 9 ]
```

则在 MATLAB 命令窗口中输入 gena 也可产生矩阵 a。

利用内部语句和函数可以快速产生矩阵，可获得一些特别有用的矩阵，如全零阵、单位阵、随机阵等，详见第 3 章 3.2 节“矩阵函数”及有关章节。

利用 load 命令或 fread 命令可以读取 MATLAB 早期版本所产生的矩阵，也可读取由其