

验

MATLAB SHUXUE SHIYAN

薛长虹 于凯 / 主编

# MATLAB 数学实验



西南交通大学出版社  
<http://press.swjtu.edu.cn>

# MATLAB 数学实验

主 编 薛长虹 于 凯

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

-----  
图书在版编目 ( C I P ) 数据

MATLAB 数学实验 / 薛长虹, 于凯主编. —成都: 西南交通大学出版社, 2014.2

ISBN 978-7-5643-2858-0

I. ①M… II. ①薛… ②于… III. ①高等数学—实验—Matlab 软件—高等学校—教材 IV. ①013-33②0245

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 020029 号  
-----

**MATLAB 数学实验**

**主编 薛长虹 于凯**

责任编辑	张宝华
封面设计	何东琳设计工作室
出版发行	西南交通大学出版社 (四川省成都市金牛区交大路 146 号)
发行部电话	028-87600564 028-87600533
邮政编码	610031
网 址	<a href="http://press.swjtu.edu.cn">http://press.swjtu.edu.cn</a>
印 刷	成都市书林印刷厂
成品尺寸	170 mm × 230 mm
印 张	17.25
字 数	310 千字
版 次	2014 年 2 月第 1 版
印 次	2014 年 2 月第 1 次
书 号	ISBN 978-7-5643-2858-0
定 价	32.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换  
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

# 前 言

MATLAB 是当今最优秀的数学软件之一,是大学数学实验课程最强有力的实现计算的工具,是各专业的科学研究与完成求解必备的应用软件之一.

大学数学实验课程是高等学校教学实践环节中一门重要的课程,是大学数学教学改革的内容.该课程的开设使得学生学会以计算机为载体,应用优秀的数学软件去做计算和研究工作,而对于非数学专业的学生不必再花大量的时间去钻研数学计算的算法与技巧,学习运用软件中由计算机学科及科技领域专业人士编写的函数与专业工具箱进行计算、编程、设计,可以大大提高工作效率.时代的进步,要靠科技成果的积累,采摘科学顶端的明珠也要站在巨人的肩上攀登,所以熟练掌握并运用一个优秀的科技应用软件是一名大学生与研究生必备的技能.

本书结合大学数学课程内容,以美国 Mathworks 公司研制的数学软件 MATLAB 为计算工具,对如何运用该工具做微积分、空间解析几何、线性代数、概率统计、数学建模等大学数学课程中的各种数学计算及绘图,进行了详细的说明,并配有大量的例题和实验课题.

大学数学实验课程完成本书内容的学习需 30~50 学时,可根据专业需要进行取舍.教学方法以多媒体教学与上机实验相结合.本书内容分为以下几个部分:软件入门与基本编程篇、空间向量与解析几何实验篇、线性代数实验篇、一元微积分实验篇、多元微积分实验篇、概率统计实验篇、数学模型实验篇.书的后面配有软件基本编程课题、向量与几何绘图课题、代数实验课题、微积分实验课题、概率统计实验课题、数学模型实验课题.本书所介绍的数学实验内容可与大学数学课程同步开设.由于有详尽的方法介绍和例题演示及上机实验课题,本书也适合学生自学.

本书已经过多届大学生的使用,并在教学中不断改进和补充.随着 MATLAB 软件的版本升级,功能越来越强大,专业工具箱也在不断增加.部分函数名称及使用方法比照以前的版本也有所改变,故在学习中可实时查询软件中函数的帮助信息,了解函数调用格式与方法.另外有与本书配套的数学实验课程讲座也随着教学实践会不断更新,放在作者主页《长虹雪苑》中的长虹教室数学实验课程的网页中.目前《长虹雪苑》网站地址为:<http://chxue.cuit.edu.cn/>,希望各位读者在阅读本书的过程中,对书中的内容有疑问或发现有不妥之处时,能通过 E-mail 或 QQ 留言与我联系,以便及时修正.我的 QQ 号是 315165,谢谢!

作 者

2013 年 10 月

# 目 录

<b>第 1 章</b>	<b>MATLAB 认识与入门</b> .....	1
1.1	MATLAB 简介.....	1
1.2	MATLAB 的发展史.....	1
1.3	MATLAB 的主要功能和特性.....	2
1.4	MATLAB 主包和工具箱.....	3
1.5	MATLAB 的安装与启动.....	5
1.6	MATLAB 入门.....	6
1.7	常量与变量及常用函数.....	18
1.8	注释和标点.....	20
1.9	编程环境及运行方法.....	20
<b>第 2 章</b>	<b>MATLAB 编程初步</b> .....	28
2.1	建立数组.....	28
2.2	建立函数.....	31
2.3	字符型函数表达式的运算.....	34
2.4	关系运算与逻辑运算.....	35
2.5	条件语句.....	38
2.6	循环语句.....	41
2.7	程序流程控制.....	43
2.8	本章常用函数.....	46
<b>第 3 章</b>	<b>向量分析与曲线绘图实验</b> .....	47
3.1	空间直角坐标系.....	47
3.2	向量分析.....	48
3.3	图形绘制的基本知识.....	52
3.4	平面曲线的图形绘制.....	57
3.5	一元函数极坐标绘图.....	65
3.6	复函数绘图.....	65
3.7	在一个图形窗口中绘制多条曲线.....	66

---

3.8	自创手绘曲线图 .....	69
3.9	本章常用函数 .....	72
<b>第 4 章</b>	<b>曲面绘图与统计实验 .....</b>	<b>73</b>
4.1	多元函数绘图 .....	73
4.2	统计图形绘制 .....	81
4.3	图像处理 .....	87
4.4	动态图形 .....	88
4.5	本章常用函数 .....	89
<b>第 5 章</b>	<b>线性代数实验 .....</b>	<b>91</b>
5.1	矩阵的创建 .....	91
5.2	矩阵的编辑与元素的操作 .....	95
5.3	矩阵的数据统计操作 .....	99
5.4	矩阵的运算 .....	103
5.5	方阵行列式的计算 .....	104
5.6	向量组的相关性 .....	104
5.7	求解线性方程组 .....	106
5.8	矩阵的特征值与特征向量 .....	109
5.9	二次型化标准形 .....	110
5.10	多项式 .....	112
5.11	本章常用函数 .....	116
<b>第 6 章</b>	<b>一元微积分实验 .....</b>	<b>118</b>
6.1	符号运算 .....	118
6.2	求解代数方程 .....	124
6.3	函数的极限与连续性 .....	126
6.4	求导数与微分 .....	130
6.5	泰勒展开 .....	132
6.6	求一元函数的极小值 .....	134
6.7	一元函数积分 .....	136
6.8	定积分应用 .....	138
6.9	本章常用函数 .....	141
<b>第 7 章</b>	<b>多元微积分实验 .....</b>	<b>142</b>
7.1	多元函数定义 .....	142

---

7.2	多元函数偏导数及高阶偏导数	143
7.3	多元函数的全微分	144
7.4	多元函数的极值	145
7.5	重积分	147
7.6	曲线积分	148
7.7	曲面积分	152
7.8	无穷级数	155
7.9	微分方程	161
7.10	函数计算器	164
7.11	本章常用函数	166
<b>第 8 章</b>	<b>概率统计实验</b>	<b>167</b>
8.1	古典概型	167
8.2	随机数的产生	169
8.3	随机变量与概率分布密度	170
8.4	随机变量与概率分布函数	174
8.5	随机变量的数字特征	177
8.6	二维随机向量及其分布函数	179
8.7	统计中的样本数字特征	181
8.8	参数估计	186
8.9	假设检验	187
8.10	方差分析与回归分析	193
8.11	本章常用函数	203
<b>第 9 章</b>	<b>数学模型实验</b>	<b>204</b>
9.1	线性规划模型	204
9.2	非线性规划模型	214
9.3	二次规划模型	222
9.4	多目标规划模型	224
9.5	最大最小化模型	230
9.6	0-1 整数规划	234
9.7	分派问题	235
9.8	曲线拟合	237
9.9	插值问题	246
9.10	本章常用函数	252

---

<b>第 10 章</b>	<b>课程实验课题</b> .....	253
10.1	软件入门基础实验 .....	253
10.2	条件与循环语句编程实验 .....	254
10.3	向量与曲线绘图实验 .....	256
10.4	曲面与统计绘图实验 .....	258
10.5	线性代数实验 (一) .....	259
10.6	线性代数实验 (二) .....	261
10.7	一元微积分实验 .....	264
10.8	多元微积分实验 (一) .....	267
<b>参考文献</b>	.....	268



# 第 1 章 MATLAB 认识与入门

## 1.1 MATLAB 简介

随着计算机技术的日新月异以及科学技术的发展,应用、掌握数学软件已成为我们日常学习与工作以及科学研究越来越不可或缺的技术手段.在大学的学习过程中,微积分计算、线性代数计算、概率统计计算、各种专业课程中的计算以及科学研究中进行的大量数值计算、符号解析运算、统计分析、图形和文字处理等,都要使用计算机,应用计算机处理已成为必不可少的技术手段.然而要实现这样的处理自然要用计算机语言编程.对于众多有计算及计算机处理需求的人来说,掌握计算机高级语言进行编程有一定的难度,而且调试程序又费时,因此由专业人士用计算机语言编制的数学软件便应运而生.Mathworks 公司推出的数学软件 MATLAB 就是适用于科学和工程计算的数学软件系统,它可以针对各类问题给出高效的算法.MATLAB 有着功能强大、范围广泛的基本运算体系,而且易学易用,受到了越来越多的大学生和科技工作者的欢迎.

## 1.2 MATLAB 的发展史

MATLAB 的产生与数学计算紧密联系在一起.20 世纪 70 年代中期,美国的 Moler 教授及其同事用 Fortran 语言编写了线性代数的许多运算程序.这是源于线性代数中,矩阵的计算、方程组的迭代求解等计算量很大,为了让学生能更好地理解及应用线性代数理论及算法, Moler 教授要求学生以计算机为工具进行计算实验.而代数课程中计算实验又不能在计算机语言编程上花费过多的时间, Moler 教授便为学生编写了使用运算程序的接口程序.由于基本数据结构是矩阵,他就将这个接口程序取名为 MATLAB,意为“矩阵实验室”.

20 世纪 80 年代初,他们又采用 C 语言重新编写了 MATLAB 的核心,成立了 Mathworks 公司,并将 MATLAB 软件正式推向市场.自 1984 年出版了第一个商业化的 DOS 版本以来,1992 年又推出了具有划时代意义的 4.0 版,并逐步拓展其数值计算、符号运算、文字处理、图形功能.1997 年推出

的 5.0 版允许更多的数据结构. 1999 年推出的 5.3 版在很多方面改进了其语言功能. 之后又推出了不断更新的 6.X 版、7.X 版、2011 版、2012 版等, 它们在数值计算、专业计算工具箱、界面设计以及外部接口等方面都有了极大的改进. MATLAB 软件一直处在不断地开发研究中, 根据科研的需要又不断地增加各种功能, 其应用领域越来越广泛.

目前, MATLAB 已成为国际公认的最优秀的数学应用软件之一.

## 1.3 MATLAB 的主要功能和特性

### 1.3.1 主要功能

(1) 数值计算功能.

MATLAB 有超过 500 种以上的数学及各专业领域的函数, 形式简单自然, 大大提高了用户的编程效率.

(2) 符号计算功能.

该软件引入了加拿大滑铁卢大学开发的 Maple 数学软件的符号运算内核, 可直接推导字符型函数理论公式. 例如, 用不定积分求原函数、解微分方程的解析解等.

(3) 数据分析和可视化功能.

该软件不仅可做各种统计数据分析, 还可形成各类统计图, 并且可以绘制工程特性较强的特殊图形, 如玫瑰花图、三维等值线图、流沙图、切片图等. 另外, 还可以生成快照图和进行动画制作, 创建可视化界面进行交互式人机对话等, 大大提高了计算应用水平.

(4) 文字处理功能.

MATLAB Notebook 与 Word 连接, 为文字处理、科学计算、工程设计营造了一个和谐统一的工作环境. 用其编写的软件文稿, 其中的程序命令可被激活, 直接运行就将结果呈现在文稿中.

(5) 可扩展功能.

用户可自己编写 M 文件, 组成自己的工具箱, 形成解决专业领域计算问题的模块.

### 1.3.2 主要特点

(1) 功能强大.

MATLAB 含有众多函数供调用, 并拥有许多应用于不同领域的工具箱.

(2) 界面友好.

MATLAB 指令表达方式与习惯上的数学表达式非常接近, 且简短易记, 编程效率高.

(3) 扩展性强.

用户可自由地开发自己的应用程序, 编写成 M 文件, 组成专业工具箱, 非常方便地解决专业领域常见的计算问题.

(4) 帮助完善.

有专门的例子演示系统 demo, 有 helpwin、helpdesk 等联机帮助.

## 1.4 MATLAB 主包和工具箱

MATLAB 由主包和各种工具箱组成: 主包是核心, 工具箱是扩展的有专门功能的函数集合.

### 1.4.1 核心主包

① DATAFUN	数据分析和傅立叶变换函数
② DATATYPES	数据类型和结构
③ DEMOS	例子
④ ELFUN	基本的数学函数
⑤ ELMAT	基本矩阵和矩阵操作函数
⑥ FUNFUN	功能函数
⑦ GENERAL	通用命令
⑧ GRAPH2D	绘制二维图形的函数
⑨ GRAPH3D	绘制三维图形的函数
⑩ GRAPHICS	通用绘图命令
⑪ IOFUN	低级文件 I/O 函数
⑫ LANG	语言结构设计和调试函数
⑬ MATFUN	矩阵函数——数值线性代数
⑭ OPS	运算符和特殊符号
⑮ POLYFUN	多项式和插值函数
⑯ SPARFUN	稀疏矩阵函数
⑰ SPECFUN	特殊数学函数
⑱ SPECGRAPH	特殊图形函数

- |           |                  |
|-----------|------------------|
| ⑲ STRFUN  | 字符串函数            |
| ⑳ TIMEFUN | 时间、日期和日历函数       |
| ㉑ UETOOLS | GUI 设计工具         |
| ㉒ WINFUN  | Windows 操作系统接口函数 |

#### 1.4.2 主要工具箱

- |             |                |
|-------------|----------------|
| ① SYMBOLIC  | 数学符号工具箱        |
| ② SIMULINK  | 仿真工具箱          |
| ③ CONTROL   | 控制系统工具箱        |
| ④ WAUELET   | 小波工具箱          |
| ⑤ FUZZY     | 模糊逻辑工具箱        |
| ⑥ NNET      | 神经网络工具箱        |
| ⑦ COMM      | 通信工具箱          |
| ⑧ LMI       | 线性矩阵不等式工具箱     |
| ⑨ IMAGES    | 图像处理工具箱        |
| ⑩ OPTIM     | 最优化工具箱         |
| ⑪ PDE       | 偏微分方程工具箱       |
| ⑫ FINANCE   | 财政金融工具箱        |
| ⑬ MPC       | 模型预测控制工具箱      |
| ⑭ SPLINES   | 样条工具箱          |
| ⑮ STATS     | 统计工具箱          |
| ⑯ DATABASE  | 数据库工具箱         |
| ⑰ SIGNAL    | 信号处理工具箱        |
| ⑱ DAQ       | 数据采集工具箱        |
| ⑲ DIALS     | 计量仪表模块集        |
| ⑳ RQTGEN    | MATLAB 报告发生器   |
| ㉑ RPTGENEXT | Simulink 报告发生器 |
| ㉒ POWERSYS  | 动力系统模块集        |
| ㉓ COMPILER  | MATLAB 编译器     |
| ㉔ NAG       | 数值和统计工具箱       |
| ㉕ MAP       | 地图绘制工具箱        |
| ㉖ QRT       | 控制系统设计工具箱      |
| ㉗ FIXPOINT  | 固定点模块集         |

⑳ DSPBLKS	数字信号处理模块集
㉑ FDIDENT	频域识别工具箱
㉒ HOSA	高阶谱分析工具箱
㉓ NCD	非线性控制系统设计模块集
㉔ MUTOOLS	$\mu$ 分析与综合工具箱
㉕ ROBUST	鲁棒控制工具箱
㉖ IDENT	系统识别工具箱
㉗ RTW	Real-Time Workshop 工具箱
㉘ SB2SL	Systembuild 到 Simulink 的转换器
㉙ TOUR	MATLAB 漫游
㉚ STATEFLOW	Stateflow 工具箱
㉛ LOCAL	用于局部环境设置的 M 文件

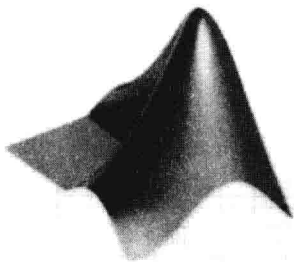
## 1.5 MATLAB 的安装与启动

### 1.5.1 MATLAB 安装

- (1) 将 MATLAB 光盘放入光驱；
- (2) 在 MATLAB 目录下直接运行“Setup.exe”程序；
- (3) 根据安装对话框提示进行安装；
- (4) 在桌面建立 MATLAB 快捷方式。

### 1.5.2 启动 MATLAB 软件

在 Win 桌面上双击 Matlab 快捷图标：



进入 MATLAB 软件，如图 1.1 所示。

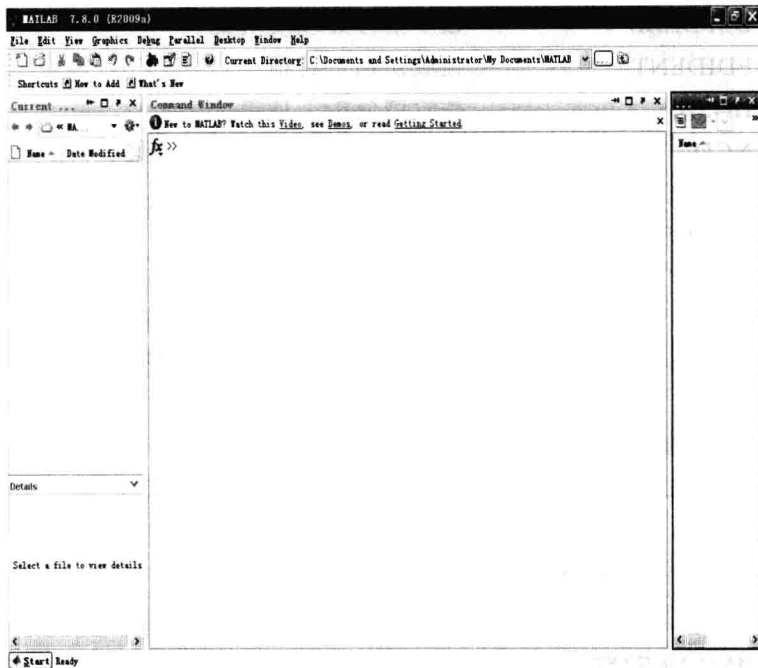


图 1.1

## 1.6 MATLAB 入门

### 1.6.1 MATLAB 窗口

(1) 工作空间窗口 Command Window, 如图 1.2 所示。

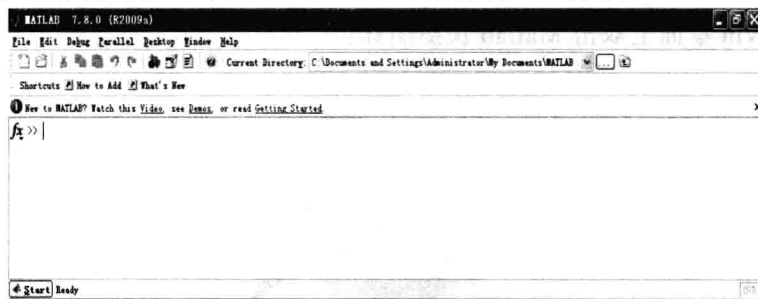


图 1.2

在该窗口中可以输入命令行, 实现计算及命令操作。

(2) 命令历史窗口 Command History, 如图 1.3 右侧窗口所示。

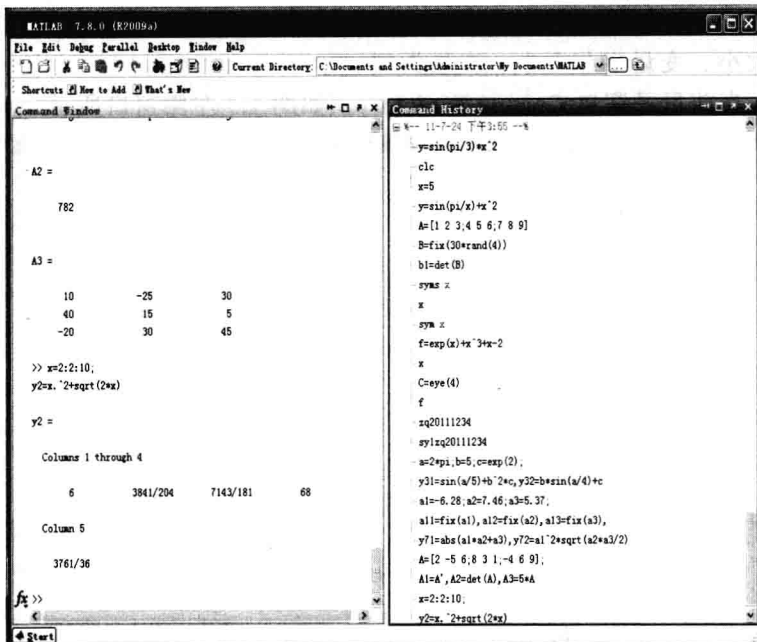


图 1.3

它显示在工作空间窗口所有执行过的命令，利用该窗口可双击某个命令来重新执行。

(3) 变量信息窗口 Workspace，如图 1.4 右侧窗口所示。

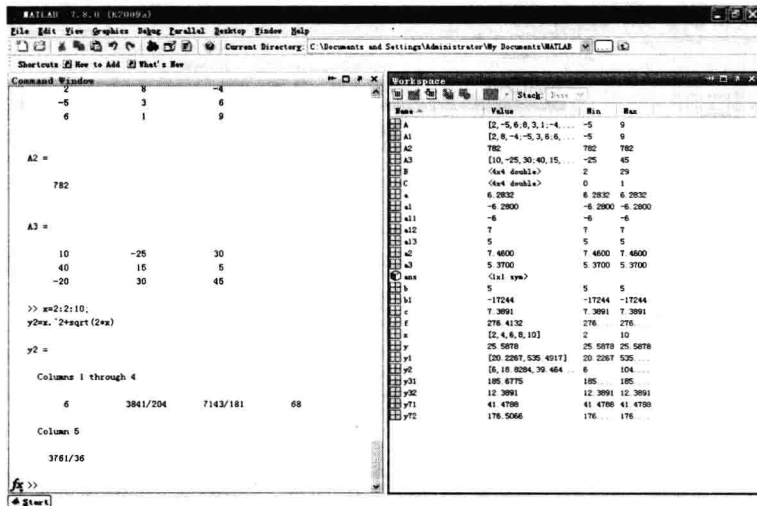


图 1.4

该窗口列出工作空间窗口生成的所有变量及数据信息，包括变量名、变数数组大小、变量字节大小、变量类型。

(4) 当前目录窗口 Current Directory，如图 1.5 左侧窗口所示。

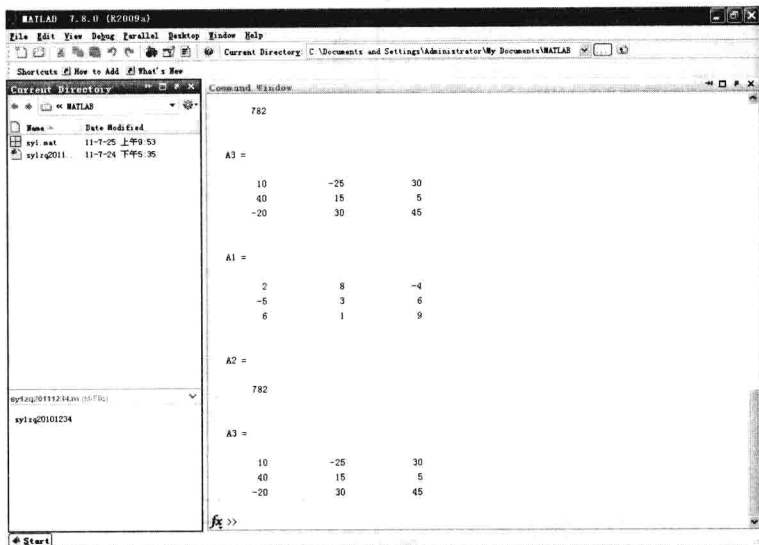


图 1.5

该窗口中显示当前目录下所有文件的文件名、文件类型和最后修改时间。

(5) 帮助窗口 Help，如图 1.6 所示。

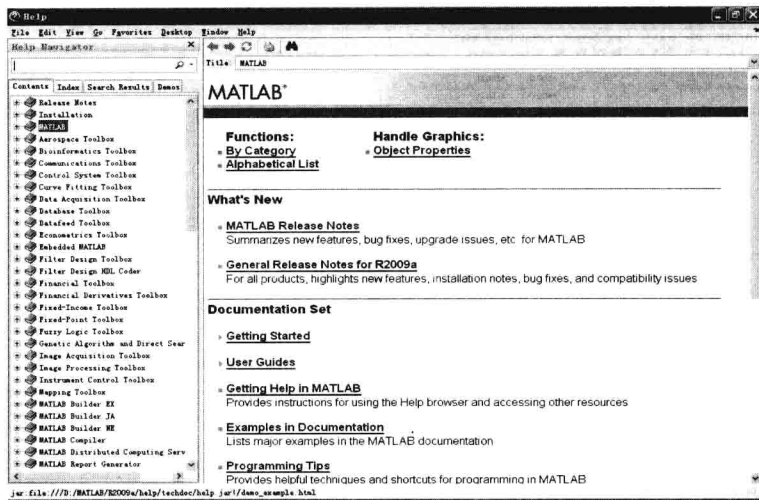


图 1.6



可在该窗口选择需要了解的项目打开浏览。

(6) M 文件编辑窗口 Editor, 如图 1.7 所示。

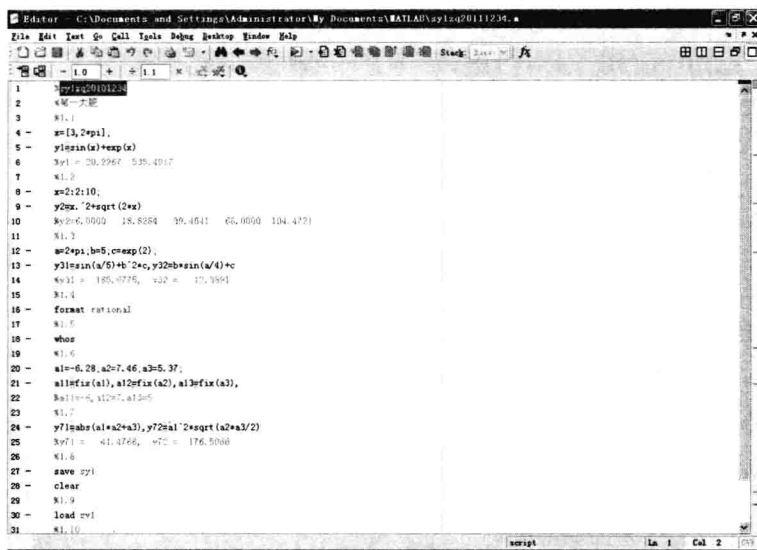


图 1.7

在该窗口中编程, 保存函数式文件或脚本式程序集文件. 到工作空间窗口调用或运行. 编辑方法参见 1.9 的内容。

(7) 图形窗口 Figure, 如图 1.8 所示。

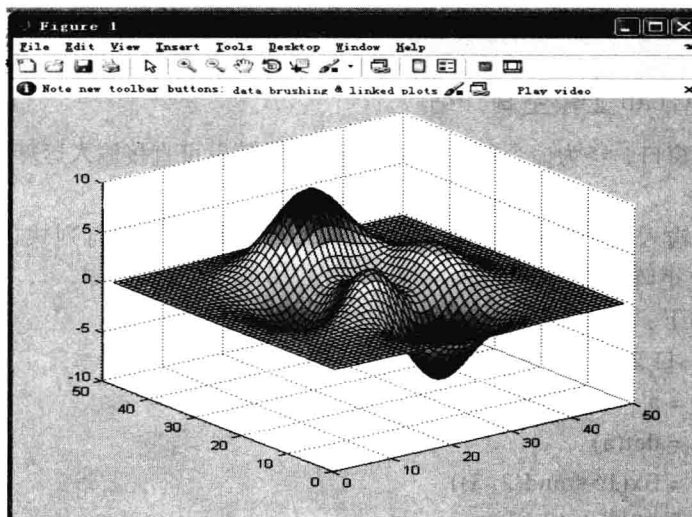


图 1.8