

MATLAB 应用与提高系列

MATLAB 程序设计

阮沈勇 王永利 桑群芳 编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

内 容 简 介

本书从计算、绘图和编程 3 个方面介绍 MATLAB 的基础知识。全书共分 10 章。第 1~第 4 章为计算部分, 主要介绍 MATLAB 的数值计算和符号计算功能。第 5 和第 6 章为绘图部分, 主要介绍 MATLAB 的一般图形功能和科学计算可视化能力。第 7~第 10 章为编程部分, 从介绍 M 文件开始, 讲解 MATLAB 编程的一般特点和语法, 然后介绍 MATLAB 中图形用户界面 (GUI) 设计的方法和技巧。附录部分列出了 MATLAB 的各种功能函数及其含义说明。

本书可供对 MATLAB 感兴趣的大学生、研究生和科研人员阅读和使用。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有, 侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 程序设计 / 阮沈勇等编. —北京: 电子工业出版社, 2004.1

(MATLAB 应用与提高系列)

ISBN 7-5053-9229-8

. M... . 阮... . 计算机辅助计算—软件包, MATLAB . TP391.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 091320 号

责任编辑: 詹善琼

印 刷: 北京四季青印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 21.50 字数: 550.4 千字

印 次: 2004 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 5 000 册 定价: 30.00 元

凡购买电子工业出版社的图书, 如有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系。联系电话: (010) 68279077。质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

前 言

许多人很喜欢 MATLAB,觉得它是一个很不错的软件,能够给从事科学计算的人员带来更多的便利和可能性。

MATLAB 好,首先表现在它的不断创新。MATLAB 的每次更新都能给人以惊喜,要么是原有的功能得到扩充或提高,要么是出现新的工具箱或实用工具,要么是整体性能得到改进。DDE、OLE、ActiveX、COM 这样一些流行或曾经流行的标准和技术,在 MATLAB 中都能得到及时的响应。其次,它能满足个性化的需求。MATLAB 提供了几十个工具箱,利用这些工具箱,可以解决不同领域的数学问题。而且,由于 MATLAB 的可扩展性,用户还可以编写自己领域的工具箱,提高工作效率。除了工具箱以外,MATLAB 还提供了琳琅满目的实用工具。利用它们,可以实现不同的功能。比如,你用 MATLAB 开发了一套新算法,是 M 文件,但不想让别人看到源代码,想保密,于是考虑做成独立应用程序,用 mcc 来做。如果 mcc 解决不了,就用运行时服务器。如果想把该算法集成到 VB、VC 中去,但不想重写代码,可以用 COM 生成器把对应 M 文件做成 COM 组件,然后集成。所以,只要你需要,总有一款适合你。

MATLAB 是解释型语言,运行速度比较慢。但从 MATLAB 6.5 开始,已比较全面地提速了,提速后的运行速度与向量化后的效果相当。虽然在某些情况下,仍然需要通过循环向量化或预分配数组内存空间等技巧来加速运行,但我们仍然能看到 MATLAB 所做的努力。MATLAB 提供了多种方法来加速运行,通过 Profiler 工具或 profile 函数,可以获取每行代码的运行情况,包括运行时间和调用次数等,因而能知道哪些语句行花费的时间最多,可以集中精力进行改进。

作为一个专业的科学计算软件,MATLAB 的功能首先在于应用,即应用现有函数和工具箱解决具体问题。在用的过程中,用户会发现问题,并逐渐有更高的要求。比如想开发自己的算法,想开发速度更快的应用,或者想用 VC、VB 等开发更美观的界面等。所以,用而优则开发,这是很自然的学习追求,也是大多数 MATLAB 学习者要走的路。

整套书共分 3 册,分别偏重于入门、工具箱应用和接口。第一册分计算、绘图和编程 3 部分,介绍 MATLAB 的入门知识和技巧。第二册主要介绍我们所熟悉的统计、优化、偏微分方程数值解、样条、信号处理和曲线拟合等 6 个工具箱的最新版本。第三册介绍 MATLAB 与外部程序的接口,包括 MATLAB 与 FORTRAN、C、Visual Basic、Visual C++、Excel、Spss、硬件等接口的技术,其中还介绍 MATLAB 编译器、COM 生成器、Excel 生成器、运行时服务器、报表生成器、Excel Link、ImportWizard、Profiler 等工具的用法。

应该说,除了受专业限制,有一些工具箱没有介绍以外,MATLAB 所提供的大部分功能在这 3 本书中都有不同程度的阐述,只要认真阅读,终会有所收获。当你在学习的过程中,感觉自己一天天变得更加充实,因而内心充满喜悦的时候,我们为你高兴!

关于这本书

本书从计算、绘图和编程 3 个方面介绍 MATLAB 的基础知识，适合于 MATLAB 的初、中级读者。

计算部分主要介绍 MATLAB 的数值计算和符号计算功能。

绘图部分主要介绍 MATLAB 的一般图形功能和科学计算可视化能力。一般图形包括线形图、条形图、散点图、直方图等基本图形，玫瑰花图、阶梯图、火柴杆图、羽列图等功能图形以及多轴图、对数坐标图、半对数坐标图、极坐标图等特殊图形。科学计算可视化已经是一门新的学科，MATLAB 提供了丰富的科学计算可视化能力。使用 MATLAB，可以绘制矢量图、等值线图、网格图、曲面图、云图、剖面图和流域图等多种图形。采用先进的区域填充算法，还能绘制各种具有高度真实感的图形。

编程部分从介绍 M 文件开始，讲解了 MATLAB 编程的一般特点和语法，然后介绍 MATLAB 中图形用户界面 (GUI) 设计的方法和技巧。值得关注的是，在 MATLAB 中也能实现面向对象编程了，而且能实现构造函数、继承和运算符重载，比 VB 还牛！最后，给出了 MATLAB 操作和编程中的一些小技巧。

附录部分列出了 MATLAB 各种功能函数及其含义说明。

阮沈勇和桑群芳负责编写第 3 章、第 4 章、第 7 章、第 8 章和附录的内容；王永利负责编写第 5 章，其余内容由苏金明编写。王能峰、钟国华等也参与了部分内容的编写。刘玉珊和苏华惠做了大量的录入工作，在此表示衷心感谢！

由于能力有限，书中错误和不足之处在所难免，谨请读者批评指正！有任何问题，请通过电子邮件与我们联系：

阮沈勇 r_shenyong@yahoo.com.cn

王永利 wy_11971@tom.com

桑群芳 sqf_rsy@163.com

苏金明 s_jm@263.net.cn

编 者

2003 . 6

目 录

第 1 章 MATLAB 简介	(1)
1.1 概述	(1)
1.2 运行环境介绍	(2)
1.2.1 MATLAB 的运行方式	(2)
1.2.2 MATLAB 中的窗口	(3)
1.3 MATLAB 的帮助系统	(7)
1.3.1 命令行帮助	(7)
1.3.2 联机帮助	(8)
1.3.3 演示帮助	(8)
第 2 章 数据类型	(9)
2.1 概述	(9)
2.1.1 MATLAB 数组	(9)
2.1.2 MATLAB 中的数据类型	(9)
2.2 字符数组	(10)
2.2.1 创建字符数值	(10)
2.2.2 创建二维字符数组	(11)
2.2.3 字符串单元数组	(12)
2.2.4 类型转换	(12)
2.2.5 字符串比较	(13)
2.2.6 字符分类	(14)
2.2.7 搜索和替换	(15)
2.3 多维数组	(15)
2.3.1 创建多维数组	(15)
2.3.2 多维单元数组	(17)
2.4 结构	(17)
2.4.1 创建结构数组	(17)
2.4.2 在结构数组中获取数据	(18)
2.4.3 结构数组的大小	(19)
2.4.4 操作字段	(19)
2.4.5 结构嵌套	(20)
2.5 单元数组	(20)
2.5.1 创建单元数组	(20)
2.5.2 从单元数组中获取数据	(21)

2.5.3	删除单元和重塑单元数组	(22)
2.5.4	采用函数和操作符	(22)
2.5.5	在单元数组中组织数据	(23)
2.5.6	单元数组嵌套	(23)
2.5.7	在单元和数值数组之间转换	(24)
2.5.8	结构的单元数组	(25)
2.6	函数句柄	(25)
2.6.1	概述	(25)
2.6.2	创建一个函数句柄	(25)
2.6.3	使用句柄	(26)
2.6.4	函数句柄操作	(26)
2.6.5	测试数据类型	(28)
2.6.6	保存和装载函数句柄	(29)
第3章	数值运算	(30)
3.1	MATLAB 中的变量	(30)
3.2	数组及向量运算	(31)
3.2.1	数组构造	(31)
3.2.2	数组运算	(33)
3.2.3	向量运算	(35)
3.3	矩阵运算	(36)
3.3.1	矩阵构造	(36)
3.3.2	矩阵的基本运算	(38)
3.3.3	矩阵的特殊运算	(41)
3.3.4	矩阵的分解运算	(44)
3.3.5	特殊矩阵	(49)
3.3.6	稀疏矩阵	(51)
3.4	多项式运算	(53)
3.4.1	多项式构造	(53)
3.4.2	多项式的运算	(54)
3.4.3	多项式的拟合	(56)
3.4.4	多项式的插值	(57)
3.5	关系和逻辑运算	(62)
3.5.1	关系与逻辑操作符	(62)
3.5.2	测试函数	(64)
3.6	数据分析	(64)
3.6.1	基本数据操作函数	(65)
3.6.2	有限差分类函数	(70)
3.6.3	相关关系类函数	(72)

第 4 章 符号运算	(74)
4.1 符号表达式	(74)
4.1.1 符号表达式的生成	(74)
4.1.2 符号表达式的提取分子、分母运算	(76)
4.1.3 符号表达式的基本代数运算	(76)
4.1.4 符号表达式的高级运算	(77)
4.1.5 符号数值函数的创建	(80)
4.2 符号与数值间的转换及符号的可变精度运算	(80)
4.2.1 将符号表达式转换成数值表达式	(81)
4.2.2 将数值表达式转换成符号表达式	(81)
4.2.3 可变精度运算	(81)
4.3 符号表达式的化简与替换	(82)
4.3.1 符号表达式的化简	(82)
4.3.2 符号表达式的替换	(84)
4.4 符号矩阵	(86)
4.4.1 符号矩阵的生成	(86)
4.4.2 符号矩阵的运算	(87)
4.5 符号微积分	(90)
4.5.1 符号极限	(90)
4.5.2 符号微分	(91)
4.5.3 符号积分	(92)
4.6 符号函数画图	(93)
4.7 符号方程求解	(95)
4.7.1 符号代数线性方程求解	(95)
4.7.2 符号代数非线性方程求解	(96)
4.7.3 符号微分方程求解	(97)
第 5 章 一般图形功能	(99)
5.1 基本图形绘制	(99)
5.1.1 线形图	(99)
5.1.2 带形图	(102)
5.1.3 条形图	(103)
5.1.4 面积图	(105)
5.1.5 饼图	(106)
5.1.6 误差条图	(109)
5.1.7 散点图	(109)
5.1.8 直方图	(112)
5.2 功能图形绘制	(113)
5.2.1 彗星图	(113)
5.2.2 函数曲线图	(114)

5.2.3	帕累托图	(116)
5.2.4	玫瑰花图	(116)
5.2.5	火柴杆图	(117)
5.2.6	阶梯图	(118)
5.2.7	罗盘图	(119)
5.2.8	羽列图	(119)
5.2.9	多边形面积图	(120)
5.3	特殊图形绘制	(121)
5.3.1	对数坐标图	(121)
5.3.2	半对数坐标图	(122)
5.3.3	多轴线形图	(124)
5.3.4	极坐标图	(125)
5.3.5	柱形图	(126)
5.4	图形格式控制	(127)
5.4.1	添加标题	(127)
5.4.2	图例	(129)
5.4.3	坐标轴标签	(130)
5.4.4	文本的添加	(132)
5.4.5	基本数据统计量的添加	(136)
5.5	图形属性控制	(137)
5.5.1	图形的缩放	(137)
5.5.2	网格显示控制	(138)
5.5.3	图形的叠加	(138)
5.5.4	图形的颜色	(138)
5.6	坐标轴属性控制	(140)
5.6.1	标签属性	(140)
5.6.2	坐标轴的位置	(141)
5.6.3	单个坐标轴的控制	(141)
5.7	图形窗口控制	(142)
5.7.1	图形窗口的创建	(142)
5.7.2	图形的刷新和清除	(142)
5.7.3	关闭图形窗口	(143)
第 6 章	科学计算可视化	(144)
6.1	概述	(144)
6.2	等值线图	(144)
6.2.1	二维等值线图	(144)
6.2.2	等值线的标注	(146)
6.2.3	等值线填充	(147)
6.2.4	三维等值线图	(147)

6.3	向量图	(148)
6.3.1	二维向量图	(148)
6.3.2	三维向量图	(149)
6.4	剖面图	(150)
6.4.1	slice 函数	(151)
6.4.2	切片等值线图	(153)
6.4.3	切片流线图	(154)
6.5	流线图	(157)
6.5.1	常规的流线图	(158)
6.5.2	流锥图	(159)
6.5.3	流沙图	(162)
6.5.4	流带图	(164)
6.5.5	流管图	(168)
6.5.6	卷曲图	(170)
6.6	三维网格图	(171)
6.6.1	四边形网格图	(171)
6.6.2	三角形网格图	(173)
6.7	三维表面图	(173)
6.7.1	四边形表面图	(173)
6.7.2	三角形表面图	(174)
6.8	三维曲面图	(175)
6.9	云图	(176)
6.10	视图控制	(177)
6.11	光照控制	(179)
6.12	综合实例	(187)
6.12.1	向量数据的流线图	(187)
6.12.2	用流动条带显示卷曲	(189)
6.12.3	用流管显示差异	(191)
6.12.4	创建流动微粒快照	(193)
6.12.5	带圆锥图的向量场	(195)
第7章	程序设计——M 文件	(200)
7.1	M 文件简介	(200)
7.2	M 文件的程序结构	(202)
7.2.1	顺序结构	(202)
7.2.2	循环结构	(202)
7.2.3	分支结构	(204)
7.3	程序流控制	(206)
7.4	M 文件举例	(207)

第 8 章 图形用户界面 (GUI) 设计	(210)
8.1 图形对象及其句柄	(210)
8.1.1 图形对象	(210)
8.1.2 图形对象句柄	(211)
8.2 GUI 设计模板及设计工具	(212)
8.2.1 GUI 设计模板	(213)
8.2.2 对象设计编辑器	(214)
8.2.3 菜单编辑器	(216)
8.2.4 对象属性查看器	(217)
8.2.5 位置调整工具	(218)
8.2.6 对象浏览器	(218)
8.2.7 Tab 顺序编辑器	(219)
8.3 菜单	(220)
8.3.1 菜单建立	(220)
8.3.2 菜单属性	(222)
8.4 控件	(228)
8.4.1 控件对象类型	(228)
8.4.2 控件建立	(230)
8.4.3 控件属性	(232)
8.4.4 控件属性设置	(239)
8.5 对话框	(241)
8.5.1 公共对话框	(242)
8.5.2 一般对话框	(249)
8.6 GUI 的编程	(255)
8.6.1 全局变量与用户数据属性	(256)
8.6.2 脚本式 M 文件	(259)
8.6.3 函数式 M 文件	(260)
8.7 鼠标操作	(262)
8.7.1 鼠标按下的处理	(262)
8.7.2 鼠标移动的处理	(262)
8.7.3 鼠标释放的处理	(263)
8.8 GUI 设计实例	(263)
第 9 章 面向对象编程	(285)
9.1 概述	(285)
9.1.1 面向对象编程的特点	(285)
9.1.2 MATLAB 的数据类层次	(285)
9.2 在 MATLAB 中创建自己的类	(286)
9.2.1 MATLAB 类的方法集合	(286)
9.2.2 类目录	(286)

9.2.3	构造函数	(287)
9.2.4	设置和获取对象数据	(287)
9.2.5	类方法	(287)
9.2.6	引用和赋值	(288)
9.2.7	对象索引	(290)
9.2.8	识别对象	(291)
9.2.9	转换器方法	(291)
9.3	重载	(292)
9.3.1	操作符重载	(292)
9.3.2	函数重载	(292)
9.3.3	示例——一个多项式类	(292)
9.4	继承	(297)
9.4.1	概念	(297)
9.4.2	单继承	(298)
9.4.3	多继承	(298)
9.4.4	多层继承	(298)
9.4.5	类属性和方法的可见性	(298)
9.5	保存和装载对象	(298)
9.6	对象优先级	(298)
9.6.1	指定自定义类的优先级	(299)
9.6.2	在优先层次中定位	(299)
第 10 章	MATLAB 编程技巧	(300)
10.1	命令和函数语法	(300)
10.2	帮助	(301)
10.3	开发环境	(304)
10.4	M 文件函数	(304)
10.5	函数变量	(305)
10.6	程序开发	(306)
10.7	调试	(307)
10.8	变量	(309)
10.9	字符串	(310)
10.10	MATLAB 路径	(311)
10.11	程序控制	(313)
10.12	保存和载入	(315)
10.13	输入和输出	(317)
附录	常用命令与函数	(318)

第 1 章 MATLAB 简介

1.1 概述

MATLAB 是由 MathWorks 公司于 1984 年推出的一套数值计算软件，分为总包和若干个工具箱，可以实现数值分析、优化、统计、偏微分方程数值解、自动控制、信号处理、图像处理等若干个领域的计算和图形显示功能。它将不同数学分支的算法以函数的形式分类成库，使用时直接调用这些函数并赋予实际参数就可以解决问题，快速而且准确。

近年来，MATLAB 在国内的知名度越来越大，并已广泛地应用于教学和科研领域。该软件的特点可以归纳为以下几点。

(1) 简单易学 MATLAB 是一门编程语言，其语法规则与一般的结构化高级编程语言如 C 语言等大同小异，而且使用更方便，具有一般编程语言基础的用户很快就可以掌握。

(2) 代码短小高效 由于 MATLAB 已经将数学问题的具体算法编成了现成的函数，用户只要熟悉算法的特点、使用场合、函数的调用格式和参数意义等，通过调用函数就可以很快解决问题，而不必花大量的时间纠缠于具体的算法。

(3) 计算功能非常强大 该软件具有强大的矩阵计算功能，利用一般的符号和函数就可以对矩阵进行加、减、乘、除运算以及转置和求逆运算，而且可以处理稀疏矩阵等特殊的矩阵，非常适合于有限元等大型数值算法的编程。此外，该软件现有的数十个工具箱，可以解决应用中的大多数数学问题。

(4) 强大的图形表达功能 该软件不仅可以绘制一般的二维/三维图形，如线图、条形图、饼图、散点图、直方图、误差条图等，还可以绘制工程特性较强的特殊图形，如玫瑰花图、极坐标图等。科学计算要涉及到大量的数据处理，利用图形展示数据场的特征，能显著提高数据处理的效率，提高对数据反馈信息的处理速度和能力。MATLAB 提供了丰富的科学计算可视化功能，利用它，可以绘制二维/三维矢量图、等值线图、三维表面图、假彩色图、曲面图、云图、二维/三维流线图、三维流锥图、流沙图、流带图、流管图、卷曲图、切片图等，此外还可以生成快照图和进行动画制作。

(5) 可扩展性能 可扩展性能是该软件的一大优点，用户可以自己编写 M 文件，组成自己的工具箱，方便地解决本领域内常见的计算问题。此外，利用 MATLAB 编译器和运行时服务器，可以生成独立的可执行程序，从而可以隐藏算法并避免依赖 MATLAB。MATLAB 支持 DDE 和 ActiveX 自动化等机制，可以与同样支持该技术的应用程序接口。利用最近推出的 COM 生成器和 Excel 生成器，可以利用给定的 M 文件和/或 MEX 文件创建 COM 组件和 Excel 插件，从而能够实现与 VB、VC 等程序的进程内无缝集成。利用 Web 服务器，可以实现 MATLAB 与网络程序的接口。在目前情况下，采用互操作技术，可以实现 MATLAB 与 .NET 程序的接口。利用端口 API 函数，可以实现 MATLAB 与硬件的接口。

1.2 运行环境介绍

1.2.1 MATLAB 的运行方式

MATLAB 提供了两种运行方式，即命令行运行方式和 M 文件运行方式。两种运行方式各有特点，下面分别予以介绍。

1. 命令行运行方式

可以通过直接在命令窗口输入命令来实现计算或作图功能。例如，要计算矩阵 A 和 B 的和，其中

$$A = \begin{bmatrix} 2 & 5 \\ 6 & 3 \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} -7 & 9 \\ -2 & 0 \end{bmatrix}$$

首先打开 MATLAB 界面，如图 1-1 所示。

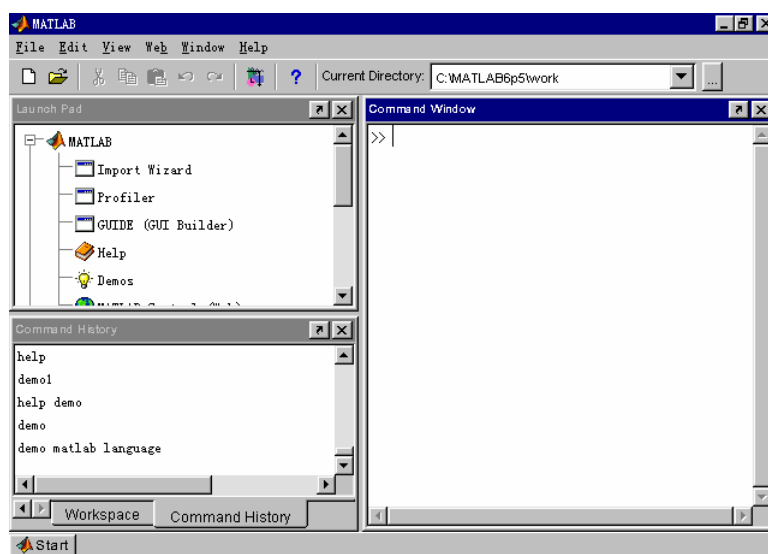


图 1-1 MATLAB 界面

在命令窗口输入下面的命令行：

```
A=[2 5;6 3];
B=[-7 9;-2 0];
C=A+B
C =
    -5    14
     4     3
```

2. M 文件运行方式

在 MATLAB 窗口中单击“File”菜单，然后依次选择 New M-file 选项，打开 M 文件窗口（输入运行界面），如图 1-2 所示。在该窗口中输入程序文件，可以进行调试和运行。与命令行运行方式相比，M 文件运行方式的优点是可调试，可重复应用。

对于前面的矩阵求和问题，可在 M 文件窗口中输入程序，如图 1-2 所示。然后在“Debug”

菜单中选择“Run”选项，将在命令窗口输出矩阵 $C=A+B$ 的值。

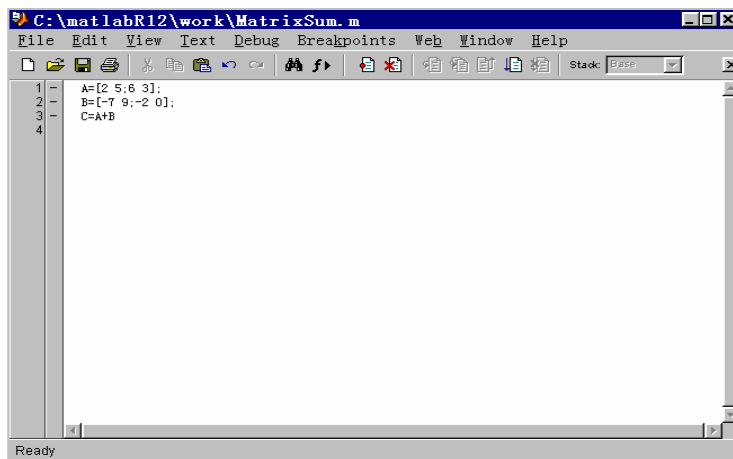


图 1-2 M 文件输入运行界面

1.2.2 MATLAB 中的窗口

在 MATLAB 中，常见的窗口有命令窗口、M 文件窗口、起始面板窗口、工作空间窗口、命令历史窗口、当前目录窗口和图形窗口等。

1. 命令窗口

命令窗口如图 1-1 中右侧所示窗口。在该窗口中可以输入命令行，实现计算或绘图功能。命令窗口中有一些常用的功能键，利用它们可以使操作更简便快捷。常见的功能键如表 1-1 所示。

表 1-1 命令窗口中常用的功能键

功 能 键	功 能	功 能 键	功 能
, Ctrl-P	重新调入上一命令行	Home, Ctrl-A	光标移到行首
, Ctrl-N	重新调入下一命令行	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

2. M 文件窗口

M 文件窗口如图 1-2 所示。在该窗口中，可以输入、编辑、调试和运行 M 文件（有关 M 文件的编制参见第 7 章的内容）。利用“Edit”菜单中的选项，可以对 M 文件进行编辑。利用“Debug”和“Breakpoints”菜单中的选项，可以进行调试。利用“Breakpoints”菜单中的选项，可以设置和取消断点。利用“Debug”菜单中的选项，可以确定运行方式，如逐行运行、运行至光标处等等。单击“Run”选项，运行 M 文件。

3. 起始面板窗口

起始面板窗口如图 1-3 所示。该窗口中显示 MATLAB 总包和已安装的工具箱的帮助、演示、GUI 工具、实用工具和产品主页等几个方面的内容。如果用户希望查看总包或某个工具

箱的上述几个方面的内容，则在起始面板窗口中双击对应的图标就可以很快得到相关信息。

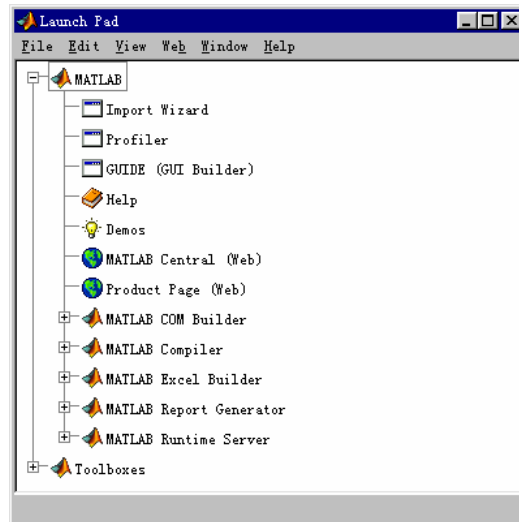


图 1-3 起始面板窗口

4. 工作空间窗口

工作空间窗口中列出数据的变量信息，包括变量名、变量数组大小、变量字节大小和变量类型。

在命令窗口中输入命令行：

```
load cities
```

```
load wind
```

则工作空间窗口中将显示这两个数据系统的变量信息，如图 1-4 所示。

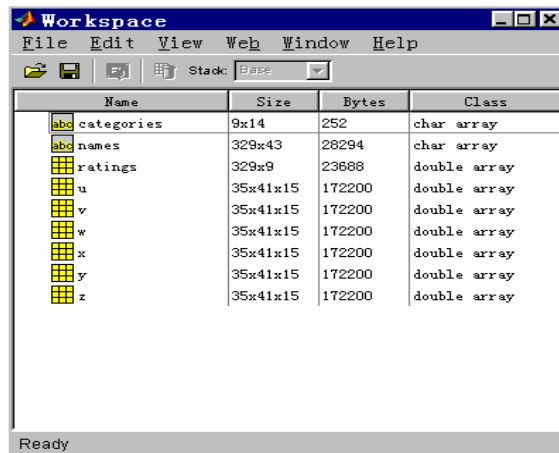


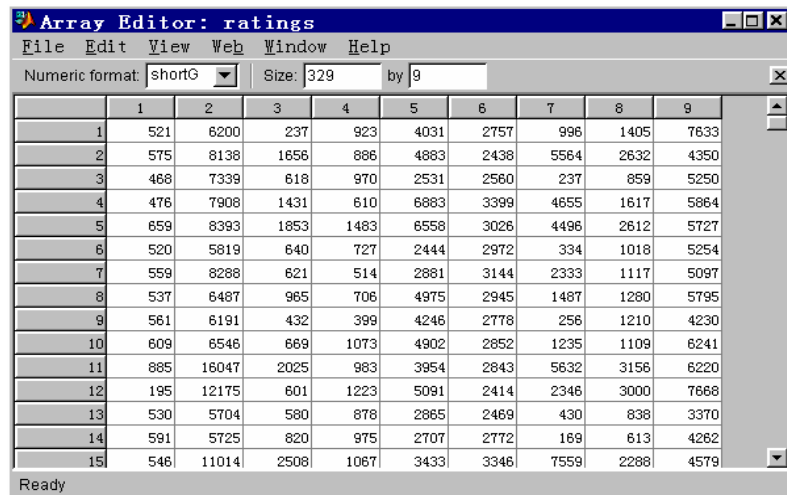


图 1-4 工作空间窗口

图 1-4 中，“Name”列、“Size”列、“Bytes”列和“Class”列分别对应变名、变量数组大小、变量字节大小和变量类型。变量名前面的图标表示对应的变量类型。如第一个变量的变量名为 categories，为 9×14 的矩阵，字节大小为 252，变量类型为字符型。

在工作空间窗口中选择某个变量以后，图标  和  变为可用。单击  图标，将打开数

组编辑器，显示该变量的具体内容。该显示主要应用于数值型变量。例如，选中 ratings 变量以后，单击  图标，将显示图 1-5 所示的数组编辑器。图中，ratings 变量的行和列上的数据均显示在电子表格中了，用户可以进行编辑。选中变量以后，单击  图标，将删除该变量的信息。



	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	521	6200	237	923	4031	2757	996	1405	7633
2	575	8138	1656	886	4883	2438	5564	2632	4350
3	468	7339	618	970	2531	2560	237	859	5250
4	476	7908	1431	610	6883	3399	4655	1617	5864
5	659	8393	1853	1483	6558	3026	4496	2612	5727
6	520	5819	640	727	2444	2972	334	1018	5254
7	559	8288	621	514	2881	3144	2333	1117	5097
8	537	6487	965	706	4975	2945	1487	1280	5795
9	561	6191	432	399	4246	2778	256	1210	4230
10	609	6546	669	1073	4902	2852	1235	1109	8241
11	885	16047	2025	983	3954	2843	5632	3156	6220
12	195	12175	601	1223	5091	2414	2346	3000	7668
13	530	5704	580	878	2865	2469	430	838	3370
14	591	5725	820	975	2707	2772	169	613	4262
15	546	11014	2508	1067	3433	3346	7559	2288	4579

图 1-5 数组编辑器

5. 命令历史窗口

命令历史窗口如图 1-6 所示，它显示命令窗口中所有执行过的命令。利用该窗口，一方面可以查看曾经执行过的命令，另一方面，可以重复利用原来输入的命令。可以从命令历史窗口中直接通过双击某个命令行来执行该命令行，也可以通过拖曳或复制操作将命令行复制粘贴到命令窗口后再回车执行。

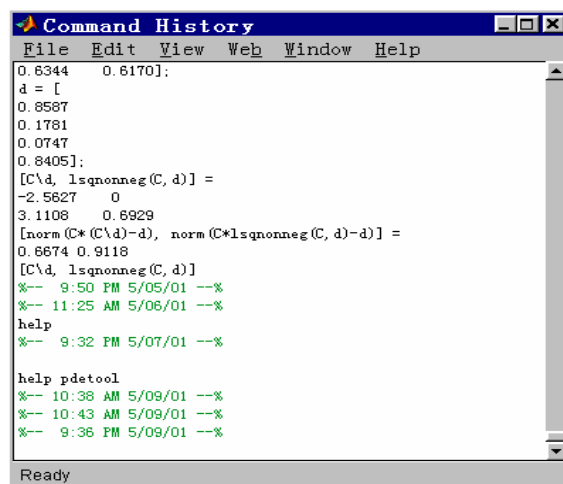


图 1-6 命令历史窗口

6. 当前目录窗口

当前目录窗口如图 1-7 所示，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。



图 1-7 当前目录窗口

7. 图形窗口

在“File”菜单下的“New”次级菜单中选择“Figure”选项或在命令窗口中输入 figure 或执行其他绘图命令，将打开图形窗口，如图 1-8 所示。

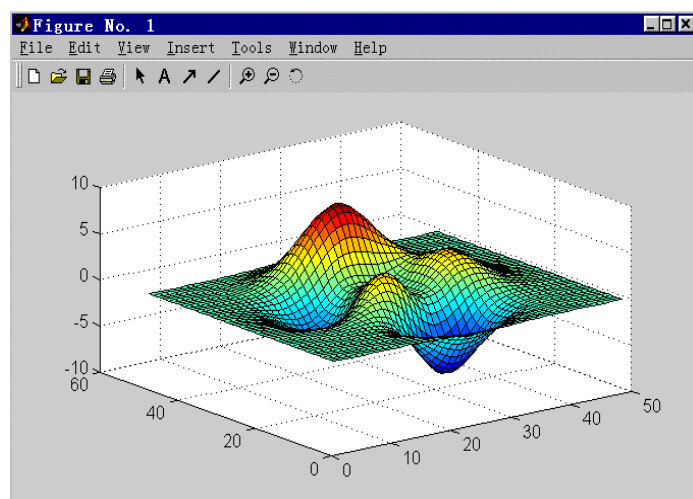


图 1-8 图形窗口

图 1-8 是在命令窗口中输入下面的命令行后生成的。

```
surf(peaks)
```

利用图形窗口菜单和工具栏中的选项，可以对图形进行线型、颜色、标记、三维视图、光照、坐标轴等内容的设置。

8. GUI 制作窗口

在“File”菜单下选择“New”次级菜单中的“GUI”选项，可打开图形用户界面制作窗口，如图 1-9 所示。MATLAB 给出了 4 种制作图形用户界面的模板。利用它们，用户可以快速创建自己的图形界面或对已有界面进行编辑（关于图形用户界面制作的详细内容，请参见