

COMPUTER

高等院校计算机技术



“十二五”规划教材

MATLAB

可视化科学计算

◎ 主编 刘加海 严 冰 季江民 陈忠宝



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

高等院校计算机技术“十二五”规划教材

MATLAB 可视化科学计算

主编 刘加海 严 冰 季江民 陈忠宝



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

内容简介

本书的主要内容有：基于 MATLAB 的可视化计算概述、MATLAB 的基本运算、MATLAB 中的矩阵运算及应用、MATLAB 在编程方面的应用、MATLAB 在图形设计上的应用、MATLAB 在计算数学中的应用、MATLAB 在信号分析与处理中的应用、MATLAB 在概率论与数理统计中的应用、MATLAB 在数字图像处理中的应用、MATLAB 在物理学中的应用、MATLAB 的动画设计、MATLAB 可视化计算实例。

图书在版编目 (CIP) 数据

MATLAB 可视化科学计算 / 刘加海等主编. —杭州：
浙江大学出版社，2014.6

ISBN 978-7-308-13275-6

I. ①M… II. ①刘… III. ①Matlab 软件—高等学校—教材 IV. ①TP317

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 109908 号

MATLAB 可视化科学计算

主编 刘加海 严 冰 季江民 陈忠宝

责任编辑 武晓华

封面设计 刘依群

出版发行 浙江大学出版社

(地址：杭州市天目山路 148 号 邮编：310007)

(网址：<http://www.zjupress.com>)

排 版 杭州理想广告有限公司

印 刷 富阳市育才印刷有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 27.75

字 数 676 千

版 印 次 2014 年 6 月第 1 版 2014 年 6 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-13275-6

定 价 56.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部联系方式 (0571)88925591; <http://www.zjdxcs.tmall.com>

前言

PROFACE

MATLAB 是 MathWorks 公司开发的一套高性能的数值计算和可视化软件，也是一套功能十分强大的计算机科学计算、可视化辅助设计、可视化教学软件。

MATLAB 是以矩阵计算为基础的程序设计语言，其指令格式与教科书中的数学表达式非常相近，用 MATLAB 编写程序犹如在演算纸上书写公式和求解问题一样方便。它比 BASIC、FORTRAN 和 C 等语言更加接近书写计算公式的思维方式。由于使用 MATLAB 编程运算与人进行科学计算的思路和表达方式完全一致，所以在学习 MATLAB 编程时不像学习其他高级语言那样难于掌握。事实表明，学习者可在短短几个小时的学习和使用中就能初步掌握 MATLAB 的基础知识，从而使学习者能够进行高效率 and 富有创造性的计算。另外，MATLAB 还具有功能丰富和完备的数学函数库及工具箱。大量繁杂的数学运算和分析可以通过调用 MATLAB 函数直接求解，从而大大提高了编程效率，程序编写速度远远超过了传统的 C 和其他计算机程序设计语言。而且用 MATLAB 语言编程，往往可以达到事半功倍的效果。在图形处理方面，MATLAB 可以提供二维、三维甚至是四维的直观表现，同样有很强的表现能力。

MATLAB 的应用范围非常广，包括科学计算、信号和图像处理、通讯、控制系统设计、测试和测量、财务建模和分析以及计算生物学等众多应用领域，利用 MATLAB 提供的各种分析和计算工具大大地方便了科学计算。例如解一个非线性规划的问题，约束条件往往有十几个，甚至几十个，如果靠手工计算，那简直是不可能完成的工作，但 MATLAB 几乎瞬间就可以完成。在建模时主要应用到的 MATLAB 工具不仅包括专业的数学工具还包括绘图、图像处理等一些辅助操作。利用 MATLAB 的二维和三维绘图功能可以形象 and 直接地分析和检验数据，能够综合运用所学的各科知识和各种工具软件。

MATLAB 对于学习者的编程语言基础要求不高，库函数和编程语句丰富多样且简单易学，在数据可视化上也有其独特的优势。学习者不需要投入太多的时间在编程语言知识学习上，可以直接利用软件提供的丰富的函数，编写较简单的程序即可解决许多实际问题。学习者通过对 MATLAB 的学习与应用，可深深地体会到它的强大与便利，为今后的科学计



算和研究打下良好的基础。

正是由于 MATLAB 的各种优势和特点及其强大的功能使得它日益成为科研、工程计算等众多领域不可或缺的重要工具。对于大学生而言,学好 MATLAB 这一工具软件,可以为以后步入科研工作岗位做好必要的准备。在国外的高等院校里, MATLAB 已经成为大学生、硕士生、博士生必须掌握的基本技能。在设计研究单位和工业部门, MATLAB 已经成为研究和解决各种具体工程问题的一种标准软件。

目前已进入大数据时代,因而 MATLAB 在数据计算分析,特别是对海量数据的处理方面表现出相比其他的编程语言更大的优势。为了适应信息计算的需要,从 2004 年起笔者在浙江大学本科生中开设《基于 MATLAB 的可视化计算》课,深受学生的欢迎。随后于 2009 年开始在浙江大学远程计算机专业开设了《可视化计算》课程,本书是应浙江大学计算机学院远程教育的需要而编写的,因而在编写过程中突出了 MATLAB 的应用,增强了 MATLAB 在可视化方面的应用,减少了较深的数学上的应用。本书也适用于计算机及理工、文等各科的学生使用。

本书的主要内容有:基于 MATLAB 的可视化计算概述、MATLAB 的基本运算、MATLAB 中的矩阵运算及应用、MATLAB 在编程方面的应用、MATLAB 在图形设计上的应用、MATLAB 在计算数学中的应用、MATLAB 在信号分析与处理中的应用、MATLAB 在概率论与数理统计中的应用、MATLAB 在数字图像处理中的应用、MATLAB 在物理学中的应用、MATLAB 的动画设计、MATLAB 可视化计算实例。

本书由浙江大学城市学院刘加海教授、严冰副教授、陈忠宝副教授、胡珺老师,浙江大学计算机学院季江民副教授,浙江大学宁波理工学院唐云廷副教授,西安电子科技大学理学院刘俊玮、方群英,浙江商业职业技术学院孔美云老师编写。由于时间仓促及作者水平有限,书中难免存在疏漏和不妥之处,敬请广大读者批评指正。如需教学课件与部分源程序请发邮件至 ljhqyyq@aliyun.com。

在本书的编写过程中查阅并参考了百度文库、新浪、网易、道客巴巴上的大量课件、学生课程设计,在此表示衷心感谢。



目 录

CONTENTS

第 1 章 基于 MATLAB 的可视化计算概述 // 1

- 1.1 MATLAB 的发展历程和影响 // 1
- 1.2 MATLAB 的基本组成和特点 // 2
- 1.3 MATLAB 工作环境 // 4
- 1.4 MATLAB 的主要功能及其应用 // 9
- 实验一 // 22

第 2 章 MATLAB 的基本运算 // 24

- 2.1 变量命名规则及数据类型 // 24
 - 2.1.1 常量与变量 // 24
 - 2.1.2 数据类型 // 25
- 2.2 MATLAB 中常用运算符 // 32
- 2.3 MATLAB 常用数学函数 // 37
- 2.4 字符串的基本操作 // 42
- 2.5 结构体的基本操作 // 46
- 实验二 // 48



第3章 MATLAB中的矩阵运算及应用 // 51

- 3.1 矩阵的基本运算 // 51
- 3.2 矩阵的生成 // 59
- 3.3 特殊矩阵的生成 // 63
- 3.4 矩阵的操作举例 // 73
- 3.5 常用的矩阵操作函数 // 78
- 实验三 // 80

第4章 MATLAB在编程方面的应用 // 82

- 4.1 M文件 // 82
 - 4.1.1 M文件的建立与打开 // 82
 - 4.1.2 M文件中的数据交互 // 84
- 4.2 程序控制结构 // 86
 - 4.2.1 顺序结构 // 86
 - 4.2.2 选择结构 // 87
 - 4.2.3 循环结构 // 93
- 4.3 函数文件 // 97
 - 4.3.1 函数文件的基本结构 // 98
 - 4.3.2 函数调用 // 99
 - 4.3.3 函数参数 // 100
- 4.4 MATLAB中的文件操作 // 101
 - 4.4.1 变量的保存与调用 // 101
 - 4.4.2 文件的操作 // 102
- 4.5 文件定位和文件状态 // 107
- 4.6 图像、声音文件的操作 // 108
- 实验四 // 110

第5章 MATLAB在图形设计上的应用 // 112

- 5.1 图形设计基本流程 // 112
- 5.2 二维图形 // 114
 - 5.2.1 基本二维图形绘图函数 // 114
 - 5.2.2 图形的修饰 // 118
- 5.3 特殊坐标图形 // 128





- 5.4 其他图形函数 // 130
- 5.5 三维图形 // 132
 - 5.5.1 常用三维图形函数 // 132
 - 5.5.2 其他三维图形函数 // 141
- 5.6 MATLAB 分形图形设计 // 149
- 5.7 图形用户界面设计 // 152
 - 5.7.1 图形属性 // 152
 - 5.7.2 图形控件设计 // 155
 - 5.7.3 菜单设计 // 161
- 实验五 // 172

第 6 章 MATLAB 在计算数学中的应用 // 175

- 6.1 符号运算基础 // 175
 - 6.1.1 符号对象 // 175
 - 6.1.2 基本的符号运算 // 177
- 6.2 符号极限、导数及级数求和 // 180
- 6.3 多项式运算 // 183
- 6.4 符号微积分 // 185
 - 6.4.1 符号微分 // 185
 - 6.4.2 符号积分 // 188
- 6.5 数值微积分 // 190
 - 6.5.1 数值微分 // 190
 - 6.5.2 数值积分 // 192
- 6.6 常用函数积分变换 // 193
- 6.7 级数展开 // 195
- 6.8 方程求解 // 198
 - 6.8.1 线性方程组的求解 // 198
 - 6.8.2 非线性方程组的符号求解 // 200
 - 6.8.3 常微分方程 // 202
 - 6.8.4 常微分方程组求解 // 203
- 6.9 插值和拟合 // 204
 - 6.9.1 拟合 // 205
 - 6.9.2 插值 // 213
- 实验六 // 218





第7章 MATLAB 在信号分析与处理中的应用 // 220

- 7.1 信号及其运算的 MATLAB 表示 // 220
 - 7.1.1 连续信号的 MATLAB 表示 // 220
 - 7.1.2 离散信号的 MATLAB 表示 // 226
- 7.2 信号运算的 MATLAB 实现 // 230
 - 7.2.1 信号的尺度变换、翻转、平移 // 230
- 7.3 频域分析的 MATLAB 实现 // 237
 - 7.3.1 离散傅立叶变换和其逆变换 // 237
 - 7.3.2 信号的功率密度谱 // 240
- 7.4 滤波器的设计 // 244
- 实验七 // 250

第8章 MATLAB 在概率论与数理统计中的应用 // 252

- 8.1 随机变量的数字特征 // 252
- 8.2 方差分析 // 262
 - 8.2.1 单因子方差分析 // 264
 - 8.2.2 双因子方差分析 // 267
- 8.3 随机变量的概率密度 // 269
- 8.4 数据相关与参数估计 // 276
 - 8.4.1 数据相关 // 276
 - 8.4.2 参数估计 // 278
 - 8.4.3 假设检验 // 280
- 实验八 // 283

第9章 MATLAB 在数字图像处理中的应用 // 285

- 9.1 数字图像处理概述 // 285
- 9.2 图像文件的基本操作 // 287
- 9.3 图像的几何变换 // 292
- 9.4 图像的基本运算 // 300
 - 9.4.1 图像的加减运算 // 300
 - 9.4.2 图像的乘除运算 // 301
 - 9.4.3 二值图像膨胀与腐蚀 // 302
- 9.5 灰度图像增强 // 306





- 9.5.1 灰度调整 // 306
- 9.6 空域滤波图像处理 // 316
 - 9.6.1 空域滤波概述 // 316
 - 9.6.2 空域滤波增强原理 // 316
 - 9.6.3 噪声滤除 // 318
 - 9.6.4 空域滤波 // 321
- 9.7 频域滤波图像处理 // 330
 - 9.7.1 离散余弦变换 // 330
 - 9.7.2 Radon 变换 // 333
 - 9.7.3 图像傅里叶变换 // 335
 - 9.7.4 低通滤波与高通滤波 // 338
- 9.8 图像分割与边缘检测 // 343
- 实验九 // 349

第 10 章 MATLAB 在物理学中的应用 // 352

- 10.1 MATLAB 在力学中的应用 // 352
- 10.2 MATLAB 在电学中的应用 // 361
- 10.3 MATLAB 在光学中的应用 // 372
- 实验十 // 382

第 11 章 MATLAB 的动画设计 // 384

- 11.1 动画的分类 // 384
- 11.2 动画的制作方法 // 385
 - 11.2.1 形变动画 // 385
 - 11.2.2 逐帧动画 // 389
 - 11.2.3 路径动画 // 391
 - 11.2.4 图像灰度动画 // 392
 - 11.2.5 质点动画 // 393
- 11.3 逐帧动画设计 // 394
 - 11.3.1 逐帧动画的函数 // 394
 - 11.3.2 逐帧动画的创建过程 // 398
- 11.4 路径动画 // 401
- 11.5 擦除动画的设计 // 402
- 11.6 MATLAB 动画实现的应用实例 // 408
- 实验十一 // 414





第 12 章 MATLAB 可视化计算实例 // 416

12.1 动画处理实例 // 416

12.2 图像处理实例 // 422

参考文献 // 430

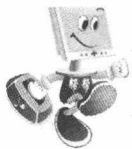


第 1 章

基于 MATLAB 的可视化计算概述

科学计算可视化的基本含义是运用计算机图形学或者一般图形学的原理和方法，将科学与工程计算等产生的大规模数据转换为图形、图像，以直观的形式表示出来。它涉及计算机图形学、图像处理、计算机视觉、计算机辅助设计及图形用户界面等多个研究领域，已成为当前计算机图形学研究的重要方向。

计算机作为强有力的计算工具，在科学与工程计算方面起到重要作用。在此方面最著名的就是美国 Math Works 公司的 MATLAB。MATLAB 语言是国际科学界应用和影响最广泛的三大计算机数学语言之一。近10年来，随着 MATLAB 语言和 Simulink 仿真环境在各学科领域中日益广泛的应用，我国的科研工作者和教育工作者也逐渐将 MATLAB 和 Simulink 语言作为首选的计算工具。无疑 MATLAB 在数据的可视化计算方面具有独特的优势，可以认为只要能用数据描述的对象必然可以使用 MATLAB 进行分析和研究，并且一旦熟悉相关工具箱函数以后，一系列的复杂运算和让人头痛的编程工作已经不能再困扰我们。



1.1 MATLAB 的发展历程和影响

MATLAB 名字由 MATrix 和 LABoratory 两词的前三个字母组合而成。20世纪70年代后期，时任美国新墨西哥大学计算机科学系主任的 Cleve Moler 教授及其同事在美国国家科学基金的资助下，出于减轻学生编程负担的动机，研究开发 LINPACK 和 EISPACK 并调用了 FORTRAN 子程序库，开始编写能够方便调用 LINPACK 和 EISPACK 的接口程序，并取名为 MATLAB，这是 MATrix（矩阵）和 LABoratory（实验室）的缩写，意为“矩阵实验室”。

经过几年的校际流传，在 Little 的推动下，于1984年成立了 MathWorks 公司，并把 MATLAB 正式推向市场。从此 MATLAB 的内核采用 C 语言编写，而且除原有的数值计算



能力外，还新增了数据图视功能。

历经十几年的发展和竞争，MATLAB 已成为当今国际认可的优秀应用软件，具有极高通用性，成为带有众多实用工具的运算操作平台。在欧美各高等院校，MATLAB 已经成为应用线性代数、自动控制理论、数据统计、数字信号处理、时间序列分析、动态系统仿真、图像处理等课程的基本教学工具，是大学生应掌握的基本工具。由于使用 MATLAB 编程运算与人进行科学计算的思路和表达方式完全一致，所以不像学习其他高级语言——如 Basic、C 等那样难于掌握，用 MATLAB 编写程序犹如在演算纸上排列出公式与求解问题，所以又被称为演算纸式科学算法语言。由于它不需定义数组的维数，使之在求解诸如信号处理、建模、系统识别、控制、优化等领域的问题时，显得大为简捷、高效、方便，这是其他高级语言所不能比拟的。在设计研究和工业部门，MATLAB 已被广泛地应用于科研和工程运算。迄今，MATLAB 在继续研究和发展中，至今仍然没有一个别的计算软件可与 MATLAB 匹敌。MATLAB 的工具箱也很丰富，在图像处理、信号处理、小波、人工智能、经济数学等方面的工具箱里的工具、示例非常多，功能非常强大。另外，MATLAB 还支持与 C++ 等多种语言的混合编程。

在欧美等国家的大学里，诸如应用代数、数理统计、自动控制、数字信号处理、模拟与数字通信、时间序列分析、动态系统仿真等课程的教科书都把 MATLAB 作为工具，MATLAB 是攻读学位的大学生、硕士生、博士生必须掌握的基本工具。

在国际学术界，MATLAB 已经被确认为准确、可靠的科学计算标准软件。在许多国际一流学术刊物上，都可以看到 MATLAB 的应用。



1.2 MATLAB 的基本组成和特点

MATLAB 自问世起，就以数值计算功能强大称雄。MATLAB 进行数值计算的基本处理单位是复数数组或称阵列。这一方面使 MATLAB 程序可以被高度“向量化”，另一方面使用户易写、易读。

1. 高效的矩阵运算机制

MATLAB 软件是基于矩阵计算开发的，在其他编程语言中需要使用多个循环语句才能完成的操作，在 MATLAB 中直接使用矩阵即可完成计算，因而 MATLAB 在数据计算分析，特别是对海量数据的处理方面表现出相比其他的编程语言更大的优势。

2. 多样化的操作途径

MATLAB 语言为用户提供了多种操作方式选择。用户可以编写代码实现各种功能，代码可重复利用，同时，不擅长编程的用户也可以通过 MATLAB 图形界面操作，完成 MATLAB 的相应功能。





3. 丰富的可视化能力

MATLAB 的图形可视能力在所有数学软件中是首屈一指的。MATLAB 的图形系统由高层和低层两个部分组成。高层指令友善、简便；低层指令细腻、丰富、灵活。不管二元函数多么复杂，仅需 10 条左右指令，就能得到其富于感染力的三维图形。数据和函数的图形可视手段包括：线的勾画、色图使用、浓淡处理、视角选择、透视和裁剪。MATLAB 有比较完备的图形标识指令，它们可标注：图名、轴名、解释文字和绘画图例。

4. 超强的可编辑图形用户界面

对一般用户来说，在使用 MATLAB 图形功能时，感受最强烈的变化是图形窗。在图形窗里，只需点动工具图标或菜单选项，就可直接对显示图形的各种“对象属性”进行随心所欲的设置，可交互式地改变线条型式、粗细、颜色，可动态地变换观察视角，可在图形窗随意位置标识文字或子图。

5. 功能强大的工具箱

MATLAB 包括拥有数百个内部函数的主包和三十几种工具包。工具包又可以分为功能性工具包和学科工具包。功能工具包用来扩充 MATLAB 的符号计算、可视化建模仿真，文字处理及实时控制等功能。学科工具包是专业性比较强的工具包，控制工具包、信号处理工具包、通信工具包等都属于此类。开放性使 MATLAB 广受用户欢迎。除内部函数外，所有 MATLAB 主包文件和各种工具包都是可读可修改的文件，用户通过对源程序的修改或加入自己编写程序构造新的专用工具包。

Financial Toolbox——财政金融工具箱

System Identification Toolbox——系统辨识工具箱

Fuzzy Logic Toolbox——模糊逻辑工具箱

Higher-Order Spectral Analysis Toolbox——高阶谱分析工具箱

Image Processing Toolbox——图像处理工具箱

LMI Control Toolbox——线性矩阵不等式工具箱

Model Predictive Control Toolbox——模型预测控制工具箱

μ -Analysis and Synthesis Toolbox—— μ 分析工具箱

Neural Network Toolbox——神经网络工具箱

Optimization Toolbox——优化工具箱

Partial Differential Toolbox——偏微分方程工具箱

Robust Control Toolbox——鲁棒控制工具箱

Signal Processing Toolbox——信号处理工具箱

Spline Toolbox——样条工具箱

Statistics Toolbox——统计工具箱

Symbolic Math Toolbox——符号数学工具箱

Simulink Toolbox——动态仿真工具箱

Wavele Toolbox——小波工具箱





6. 良好的扩展能力

利用 MATLAB 语言编写的程序具有良好的扩展能力, 可以方便地与各种编程语言链接。用户可以方便地在 MATLAB 中调用其他语言已编写好的程序, 同时也在其他语言中也可以方便地调用 MATLAB 的程序。MATLAB 语言具有良好的接口编程技术。

7. 完善的帮助系统

完善的帮助系统是 MATLAB 的又一突出特点, MATLAB 向用户提供了多种帮助途径, 在 1.4 节中将详细介绍 MATLAB 强大的帮助系统。通过 MATLAB 的帮助系统, 用户可以获取 MATLAB 常用函数的使用方法及应用实例, 而且这种帮助可以是实时的、在线的。同时, 为了便于用户更好地使用 MATLAB 软件, 在 MATLAB 中的主要算法都是可以直接看到源代码的。

8. API 应用程序接口

MATLAB API 由一系列接口指令组成。借助这些接口指令, 用户就可在 C 或 FORTRAN 中, 或直接读写 MATLAB 的 MAT 数据文件, 或把 MATLAB 当作计算引擎使用。

9. 仿真计算软件 SIMULINK

MATLAB 提供了一个模拟动态系统的交互程序 SIMULINK, 用户通过简单的鼠标操作, 就可建立起直观的系统模型, 并进行仿真。SIMULINK 在 Communication Toolbox、Nonlinear Control Design Blockset、Power System Blockset 等专业工具包的配合下, 就可对通信系统、非线性控制系统、电力系统进行深入的建模、仿真和分析研究。

10. 图形文字统一处理功能

MATLAB Notebook 成功地将 Microsoft Word 与 MATLAB 集成为一个整体, 为文字处理、科学计算、工程设计营造了一个完美统一的工作环境。它既拥有 Word 强大的文字处理功能, 又能从 Word 访问 MATLAB 的数据计算和可视化结果。

总之, MATLAB 作为最为著名的工程计算软件, 将数值计算与可视化集成在一起, 被广泛应用于科学计算、控制系统、信息处理等领域的分析、仿真和设计工作。MATLAB 已有多版本, 最新为 7.0 版, 而且还在不断的升级过程中。它在数值分析、数值和符号计算、工程和科学绘图、控制系统的设计与仿真、数字图像处理等方面拥有广阔的前景。



1.3 MATLAB 工作环境

所谓工作环境是指: 帮助系统、工作内存管理、指令和函数管理、搜索路径管理、操作系统、程序调试和性能剖析工具等。

1. 图形用户界面

引入了许多让使用者一目了然的图形界面, 如在线帮助的交互型界面 helpwin、管理工





作内存的 workspace、交互式的路径管理界面 pathtool、指令窗显示风格设置界面等。

2. 全方位帮助系统

采用图形界面的在线帮助系统，即时性强，反应速度快，对求助内容的回答及时准确。MATLAB 旧版就一直采用这种帮助系统，并深受用户欢迎。

在 MATLAB 软件设计过程中一向重视演示软件的设计，带有内容丰富的演示程序。

3. M 文件编辑、调试的集成环境

编辑器有十分良好的文字编辑功能。它可采用色彩和制表位醒目地标识程序中不同功能的文字，如运算指令、控制流指令、注释等。通过编辑器的菜单选项可以对编辑器的文字、段落等风格进行类似 Word 那样的设置。

4. MATLAB 的桌面系统

MATLAB 的桌面系统，是由桌面平台、窗口、菜单栏和工具栏组成。启动 MATLAB 后，首先出现 MATLAB 的欢迎界面，接着就打开了 MATLAB 的桌面系统，其系统界面如图 1-1 所示。

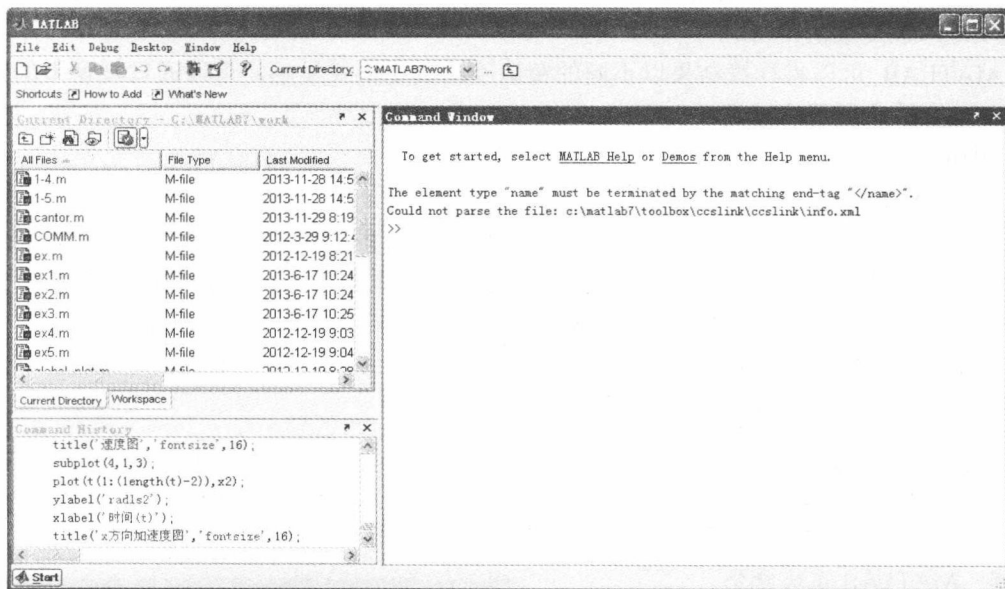


图 1-1 MATLAB 系统界面

在图 1-1 中，最上面有“MATLAB”标题，标题栏下是条形主菜单，主菜单下是工具栏按钮与设置当前目录的弹出式菜单框及其右侧的查看目录树的按钮【Browse for Folder】。在工具栏下的大窗口就是 MATLAB 的主窗口，在大窗口里设置有 4 个小窗口：“Work-space”是工作空间浏览器窗口，管理工作空间中的变量，在运行 MATLAB 程序时，程序创建的所有变量的主要信息都驻留在工作空间浏览器里，为用户提供了非常方便的查询服务；“Current Directory”是路径浏览器窗口，它显示当前路径下的文件；“Command History”是历史命令窗口；“Command Windows”是用户使用 MATLAB 进行工作的命令窗口，也是





实现 MATLAB 各种功能的主窗口，MATLAB 在这里为用户提供了交互式的工作环境，即用户可在这里进行诸如数值计算、符号运算和运算结果的可视化等复杂的分析和处理。

许多简单的计算工作都可以在命令窗口中完成，例如：数的运算、向量与矩阵计算、符号运算等。在命令窗口中执行命令语句可以一句一句地执行，清晰方便。但是，有很多复杂的工作还是需要进行程序设计。

在 MATLAB 下进行基本数学运算，只需将运算式直接打入提示号(>>)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，并在屏幕上显示其数值。

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，要得知计算值只须键入该变数值即可。

MATLAB 可以将计算结果以不同的精确度的数字格式显示，可以通过视窗上的指令 `format` 改变数字显示的格式。

例如：

```
>>format short
```

MATLAB 利用了↑↓两个光标键可以将所下过的指令叫回来重覆使用。按下↑键则前一次指令重新出现，之后再按 Enter 键，即再执行前一次的指令。而↓键的功用则是往后执行指令。其他在键盘上的几个键如→、←、Delete、Insert，其功能则显而易见。

Ctrl+C（即同时按 Ctrl 及 C 两个键）可以用来中止执行中的 MATLAB 的工作。有三种方法可以结束 MATLAB。

(1) `exit`

(2) `quit`

(3) 直接关闭 MATLAB 的命令视窗 (Command window)

5. MATLAB 系统命令

如图 1-2 是 MATLAB 命令窗口，命令窗口是 MATLAB 的主要交互窗口，用于输入命令并显示除图形以外的所有执行结果。MATLAB 命令窗口中的“>>”为运算提示符，表示 MATLAB 处于准备状态。当在提示符后输入一段程序或一段运算表达式，按【Enter】键后，MATLAB 会给出计算结果，并再次进入准备状态(所得结果将被保存在工作空间窗口中)。

Command Window

```
>>
```

图 1-2 MATLAB 命令窗口

