

 MATLAB应用技术丛书

MATLAB

数理统计分析

◎ 周 品 赵新芬 编著



國防工業出版社
National Defense Industry Press

MATLAB 应用技术丛书

MATLAB 数理统计分析

周品 赵新芬 编著

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书结合数据统计概念、理论和应用,以 MATLAB 为平台,系统地介绍了统计工具箱中的概率分布、估计、假设检验、多变量统计、聚类分析、实验设计、线性和非线性模型以及在数理统计中的应用等内容。本书重点是运用 MATLAB 统计工具箱介绍统计分析研究中的各种概念、理论、方法、算法及其实现。本书内容安排合理,理论结合实际,并列举了大量作者总结的应用实例,书中讲述的各种统计理论和方法浅显易懂,并能在实际生活中找到应用对象。

本书可作为高等学校理科、工科、文科及管理学科等有关专业师生的参考教材及自学用书,对从事上述领域工作的广大科技工作者和开发应用人员具有重要的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 数理统计分析/周品,赵新芬编著. —北京:国防工业出版社,2009.4

(MATLAB 应用技术丛书)

ISBN 978-7-118-06216-8

I. M... II. ①周...②赵... III. 数理统计 - 计算机辅助计算 - 软件包, MATLAB IV. 0212

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 020035 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 18 $\frac{3}{4}$ 字数 428 千字

2009 年 4 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 31.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店: (010)68428422

发行邮购: (010)68414474

发行传真: (010)68411535

发行业务: (010)68472764

前 言

MATLAB 是当今最优秀的科技应用软件之一,它以强大的科学计算与可视化功能、简单易用、开放式扩展环境,特别是所附带的 30 多种面向不同领域的工具箱支持,使得它在许多科学领域中成为计算机辅助设计和分析、算法研究和应用开发的基本工具和首选平台。

数理统计是信息处理、科学决策的重要理论与方法,其内容丰富,逻辑严谨,实践性强,应用广泛,是现代管理、科研和工程技术人员必备的基础知识。随着计算机的普及和统计分析软件的发展,数理统计日益走进人们的日常工作和生活。

本书结合数据统计概念、理论和应用,系统地介绍了统计工具箱中的概率分布、估计、假设检验、多变量统计、聚类分析、实验设计、线性和非线性模型以及在数理统计中的应用等内容。本书重点是运用 MATLAB 统计工具箱介绍统计分析研究中的各种概念、理论、方法、算法及其实现。如何使数理统计的学习者兼为统计分析与数据处理的实践者,是高等学校数理统计课程教学改革的重要课题,本书反映了作者在这一方面的思考和实践。

本书介绍了数理统计的基本原理、典型应用,以及使用 MATLAB 进行实际工程数据分析的基本方法。将统计分析方法与快速实现工程数据处理的应用软件工具融为一体,既从理论层面上介绍了假设检验、方差分析、回归分析、正交实验设计、判别分析等常用统计分析方法的基本原理和应用,同时给出了快速实现工程数据处理的 MATLAB 应用程序。读者可以直接使用这些程序进行数据计算,还可以通过研究和学习相应的源程序代码学会使用 MATLAB。

本书具有如下特点:第一,结合实例引入基本概念与统计分析方法,注重对问题、解决问题的基本思想的阐述;第二,弱化了公式和定理的纯数学推导,重视统计算法与计算机实现的衔接,将统计分析 with MATLAB 数据处理融为一体;第三,突出了知识的技能化和应用意识的养成。通过对本书的学习,读者不仅可以掌握数理统计的基础内容,而且可以初步掌握 MATLAB 数据处理的基本方法和技巧。

本书共分 11 章。分上、下两篇。其中上篇为 MATLAB 程序设计基础,下篇为数理统计分析的 MATLAB 实现。第 1 章是 MATLAB 基础知识,介绍了 MATLAB 概况、MATLAB 的功能、MATLAB 的开发环境等内容;第 2 章是 MATLAB 数值运算,介绍了 MATLAB 数值运算基础、MATLAB 的数组与矩阵运算、MATLAB 的数组函数与矩阵函数、多项式及其运算、MATLAB 的数学表达式及其书写等内容;第 3 章是 MATLAB 符号运算,介绍了 MATLAB 符号运算概述、MATLAB 符号对象的基本运算与关系运算、MATLAB 符号运算的基本函数、MATLAB 符号微积分运算、MATLAB 符号矩阵的几种特殊运算、MATLAB 符号方程求解等内容;第 4 章是 MATLAB 程序设计,介绍了 MATLAB 程序设计基础、程序流控制语句、函数调用及变量传递、MATLAB 的图形功能等内容;第 5 章是随机变量及其分布,介绍了随机变量、离散型随机变量及其概率分布、连续型随机变量及其概率密度等内容;第 6 章是随机变量的数字特征,介绍了方差与标准差、协方差与相关系数、矩与协方差矩阵等内容;第 7 章是数理统计的基本概念,介绍了总体与样本、统计量与抽样分布、统计图等内容;第 8 章是参数估计,介绍了参数的点估计、估计量的性能分析、区间估计等内容;第 9 章是假设检验,介绍了假设检验的基本概念、变量分布参数的检验等内容;第 10 章是方差分析,介绍了单因子方差分析、双因子方差分析等内容;第 11 章是回归分析,介绍了一元线性回归分析、多元线性回归分析等内容。

本书着重基础、强化应用、便于自学,可作为工科硕士研究生应用数理统计课程的基础教材、本科生相关专业的专业基础教材或实验教材,也可作为科研人员、工程技术人员的工具书或理论参考书。

目 录

上篇 MATLAB 程序设计基础

第 1 章	MATLAB 基础知识	1
1.1	MATLAB 概况	1
1.1.1	MATLAB 的发展历史	1
1.1.2	MATLAB 的语言特点	2
1.1.3	MATLAB 最新版的新特点	2
1.2	MATLAB 的功能	3
1.3	MATLAB 的开发环境	4
1.3.1	MATLAB 桌面平台	4
1.3.2	运行方式	5
1.3.3	MATLAB 帮助系统	6
1.3.4	工具箱	7
第 2 章	MATLAB 数值运算	10
2.1	MATLAB 数值运算基础	10
2.1.1	常量	10
2.1.2	变量	11
2.1.3	MATLAB 运算符	12
2.2	MATLAB 的数组与矩阵运算	15
2.2.1	数组与矩阵的概念	15
2.2.2	数组或矩阵元素的标识	16
2.2.3	数组与矩阵的输入	19
2.2.4	数组与矩阵的算术运算	22
2.2.5	向量及其运算	30
2.2.6	矩阵的特有运算	33
2.2.7	数组的关系运算	44

2.2.8	数组的逻辑运算	45
2.2.9	特殊字符数组——字符串	47
2.3	MATLAB 的数组函数与矩阵函数	47
2.3.1	数组函数	47
2.3.2	矩阵函数	49
2.4	多项式及其运算	53
2.4.1	多项式运算函数	53
2.4.2	多项式运算举例	54
2.5	MATLAB 的数学表达式及其书写	57
2.5.1	MATLAB 的数学表达式	57
2.5.2	MATLAB 数学表达式的书写	57
第 3 章	MATLAB 符号运算	59
3.1	MATLAB 符号运算概述	59
3.1.1	MATLAB 符号运算入门	59
3.1.2	MATLAB 符号运算的几个基本概念	60
3.2	MATLAB 符号对象的基本运算与关系运算	62
3.3	MATLAB 符号运算的基本函数	63
3.3.1	符号变量代换及其函数 subs()	63
3.3.2	符号对象转换为数值对象的函数 double()、digits()、 vpa()、numeric()	64
3.3.3	MATLAB 符号表达式的化简	65
3.4	MATLAB 符号微积分运算	67
3.4.1	MATLAB 符号极限运算	67
3.4.2	MATLAB 符号函数微分运算	68
3.4.3	MATLAB 符号函数积分运算	69
3.4.4	符号求和函数与泰勒级数展开函数	71
3.5	MATLAB 符号矩阵的几种特殊运算	73
3.5.1	矩阵的微分与积分	73
3.5.2	雅可比矩阵	74
3.5.3	矩阵的约当标准形	75
3.6	MATLAB 符号方程求解	77
3.6.1	MATLAB 符号代数方程求解	77
3.6.2	MATLAB 符号微分方程求解	78
3.7	复变函数计算的 MATLAB 实现	80
3.7.1	复数的概念	80
3.7.2	MATLAB 关于复变量的函数命令	81

3.7.3	复数的生成与创建复矩阵	82
3.7.4	复数的几何表示	84
3.7.5	复数代数运算的 MATLAB 实现	86
第 4 章	MATLAB 程序设计	90
4.1	MATLAB 程序设计基础	90
4.1.1	M 文件	90
4.1.2	脚本文件	90
4.1.3	函数文件	92
4.2	参数与变量	94
4.2.1	参数	94
4.2.2	全局变量和局部变量	96
4.3	数据类型	97
4.4	程序结构	98
4.4.1	顺序结构	98
4.4.2	循环结构	99
4.4.3	分支结构	101
4.5	程序流控制语句	104
4.5.1	echo 指令	104
4.5.2	input 指令	104
4.5.3	pause 指令	105
4.5.4	keyboard 指令	105
4.5.5	break 指令	105
4.6	函数调用及变量传递	105
4.6.1	函数调用	106
4.6.2	参数传递	107
4.7	MATLAB 的图形功能	107
4.7.1	二维绘图	107
4.7.2	三维绘图	112

下篇 数理统计分析的 MATLAB 实现

第 5 章	随机变量及其分布	116
5.1	随机变量	116
5.2	离散型随机变量及其概率分布	117
5.2.1	离散型随机变量的分布律	117

5.2.2	常用离散型随机变量的概率分布	118
5.3	连续型随机变量及其概率密度	132
5.3.1	连续型随机变量及其概率密度	132
5.3.2	常用连续型随机变量及其分布	134
第 6 章	随机变量的数字特征	148
6.1	数学期望	148
6.1.1	离散型随机变量的数学期望	148
6.1.2	连续型随机变量的数学期望	149
6.1.3	随机变量函数的数学期望	150
6.1.4	数学期望的性质	150
6.2	方差与标准差	151
6.2.1	方差与标准差的定义	151
6.2.2	方差的性质	154
6.3	协方差与相关系数	157
6.3.1	协方差	157
6.3.2	相关系数	159
6.4	矩与协方差矩阵	159
6.4.1	矩	160
6.4.2	协方差矩阵	160
第 7 章	数理统计的基本概念	165
7.1	总体与样本	166
7.1.1	总体	166
7.1.2	样本	166
7.2	统计量与抽样分布	167
7.2.1	统计量	167
7.2.2	样本矩	168
7.2.3	经验分布函数	169
7.2.4	抽样分布	172
7.3	统计图	187
7.3.1	直方图	187
7.3.2	统计图的绘制	192
第 8 章	参数估计	199
8.1	参数的点估计	199
8.1.1	矩估计法	199

8.1.2	最大似然估计法	200
8.2	估计量的性能分析	204
8.2.1	无偏性	204
8.2.2	有效性	204
8.2.3	一致性	205
8.3	区间估计	206
8.3.1	区间估计的概念	206
8.3.2	正态总体均值 μ 的区间估计	207
8.3.3	正态总体方差 σ^2 的区间估计	210
8.4	单侧置信限	214
第9章	假设检验	216
9.1	假设检验的基本概念	216
9.2	变量分布参数的检验	224
9.2.1	正态变量均值与方差的假设检验	224
9.2.2	两个正态变量均值与方差的比较	226
9.2.3	非正态变量分布参数的检验	234
9.3	总体分布的 χ^2 拟合检验	244
第10章	方差分析	246
10.1	概述	246
10.2	单因子方差分析	247
10.2.1	单因子实验的统计模型及检验方法	247
10.2.2	效应与误差方差的估计	254
10.2.3	重复数相同的方差分析	257
10.3	双因子方差分析	261
10.3.1	无交互作用的双因子方差分析	262
10.3.2	有交互作用的双因子方差分析	264
第11章	回归分析	270
11.1	一元线性回归分析	270
11.1.1	一元线性回归模型	270
11.1.2	模型参数的估计	272
11.1.3	回归方程的显著性检验	273
11.1.4	利用回归方程进行预测	275
11.2	多元线性回归分析	277
11.2.1	多元线性回归模型	277

11.2.2	模型参数的估计	278
11.2.3	回归方程的显著性检验	280
11.2.4	利用回归方程进行预测	282
11.2.5	最优回归方程的选择	283
参考文献.....		288

上篇 MATLAB 程序设计基础

第 1 章 MATLAB 基础知识

在自动控制领域有大量复杂烦琐的计算与仿真曲线绘制任务。随着计算机的广泛应用,许多重复烦琐的工作都可以交给 MATLAB 来完成,但需要编制计算机程序。MATLAB 及其工具箱和 Simulink 仿真工具的出现为控制系统的设计与仿真提供了一个强有力的工具,使控制系统分析设计的方法发生了革命性的变化。目前, MATLAB 已经成为国际、国内控制领域最流行的软件。

1.1 MATLAB 概况

1.1.1 MATLAB 的发展历史

1980 年,美国的 Clever Moler 博士在新墨西哥大学讲授线性代数课程时,发现采用高级语言编程极为不便,于是建立了 MATLAB(Matrix Laboratory),即矩阵实验室。早期的 MATLAB 只能做矩阵运算,绘图也只能用极其原始的方法,即用星号描点的形式画图,它也只提供了几十个内部函数,很难满足实际使用要求。

不久, Moler 博士等一批数学家与软件专家建立了名为 Math Works 的软件开发公司,继续从事 MATLAB 的研究和开发。该公司于 1984 年推出了第一个 MATLAB 的商业版本,其核心是用 C 语言编写的。而后,它又增添了丰富多彩的图形图像处理、多媒体、符号运算和与其他流行软件的接口功能,使得 MATLAB 的功能越来越强大。

Math Works 公司于 1992 年推出了具有划时代意义的 MATLAB4.0 版本,并于 1993 年推出其微机版,充分支持在 Microsoft Windows 操作系统下进行编程。1994 年推出的 4.2 版本扩充了 4.0 版本的功能,尤其在图形界面设计方面提供了新的方法。1997 年推出的 MATLAB 5.0 版支持更多的数据结构,使其成为一种更方便的编程语言。1999 年推出的 MATLAB 5.3 版在很多方面又进一步改进了 MATLAB 的功能,随之推出的全新版本的最优化工具箱和 Simulink 3.0 也达到了很高的档次。2000 年 10 月, Math Works 公司推出了 MATLAB 6.0 版本,在操作界面上有了很大的改观,同时还给出了程序发布窗口、历史信息窗口和变量管理窗口等,为用户提供了极大的方便;在计算内核上抛弃了一直使用的 LINPACK 和 EISPACK,采用了更具优势的 LAPACK 软件包和 FFTW 系统,使计算机速度变得更快,数值性能变得更好,在用户图形界面设计上也更趋合理;与 C 语言和

其他高级语言接口及转换的兼容性也更强。2001 年 6 月, MATLAB 6.1 版及 Simulink 4.0 版问世, 功能已经十分强大, 其新的虚拟现实工具箱更给仿真结果三维视景下的显示带来了新的解决方案。2002 年 6 月, Math Works 公司推出了 MATLAB Release 13, 即 MATLAB 6.5/Simulink 5.0, 其功能在原有基础上有了进一步的改进。目前, Math Works 公司推出了 MATLAB R14, 即 MATLAB 7/Simulink 6.0, 其中主要包括 12 个新产品模块, 同时升级了 28 个产品模块。

目前, MATLAB 已经成为国际最为流行的科学与工程计算软件之一, 以其模块化的计算方法、可视化与智能化的人机交互功能、丰富的矩阵运算、图形绘制和数据处理函数, 以及模块化图形组态的动态系统仿真工具 Simulink, 成为控制系统设计和仿真领域最受欢迎的软件系统。

1.1.2 MATLAB 的语言特点

MATLAB 语言除了具有强大数值计算和图形功能以外, 还有其他语言难以比拟的功能, 如其提供的应用于许多领域的工具箱。此外, MATLAB 与其他语言的接口能够保证它可以和各种强大的计算机软件相结合, 发挥更大的作用。

MATLAB 目前可以在各种类型的计算机上运行, 如 PC、Sun Space 工作站、Silicon Graphics 工作站、惠普工作站。如果单纯地使用 MATLAB 语言进行编程, 则编写的程序可以直接移植到其他机型上使用。可以说, MATLAB 是和机器类型及操作系统基本上无关的软件。

MATLAB 语言具有较高的运算精度。一般情况下, 矩阵类运算可以达到 10^{-15} 数量级的精度, 符合一般科学与工程运算的要求。

如果矩阵的条件数很大, 则矩阵中一个参数的微小变化, 就可能会使得最终结果发生极大的变化, 这种现象在数学上称为坏条件问题。对于这类问题, 如果采用的算法不当, 最后得出的结果可能不正确。使用 MATLAB 语言一般不会出现这类错误, 即 MATLAB 是可靠的、数值稳定的。

1.1.3 MATLAB 最新版的新特点

MATLAB 是一种高级科学计算语言, 提供了数据分析算法开发的集成环境。MATLAB 最新版对编程环境、代码效率、数据可视化、数学计算和文件 I/O 等方面进行了升级, 具体如下。

1. 开发环境

(1) 重新设计了桌面环境, 对多文档界面应用提供了简便的管理和访问方法, 允许用户自定义桌面外观, 创建常用命令的快捷方式;

(2) 增强了数组编辑器(Array Editor)和工作空间浏览器(Workspace Browser)功能, 用于数据的显示、编辑和处理;

(3) 在当前目录浏览器(Current Directory Browser)工具中, 增加代码效率分析和覆盖分析等功能;

(4) M-Lint 编码分析, 辅助用户完成程序性能分析, 提高程序执行效率;

(5) 增强 M 文件编辑器(M-Editor)的功能, 支持多种格式源代码文件的可视化编辑,

如 C/C++、HTML、Java 等。

2. 编程环境

- (1) 支持创建嵌套函数(Nested Function), 提供更灵活的代码模块化方式;
- (2) 支持匿名函数(Anonymous Function)功能, 可以在命令行或者脚本文件中创建单行函数(Single Line Function);
- (3) 支持条件分支断点, 可以在条件分支语句中进行程序中段调试;
- (4) 支持模块化注释, 可以为代码段进行注释。

3. 数学模块

- (1) 支持整数算术运算;
- (2) 支持单精度数据类型运算, 包括基本算术运算、线性代数运算、FFT 等;
- (3) 使用更强大的计算算法包 Qhull 2002.1, 提供更丰富的算法支持;
- (4) 支持 linsove 函数, 用于处理线性代数方程求解;
- (5) 支持 ODE 求解器, 能够处理隐性微分方程组及多点边界问题。

4. 图形和 3-D 可视化

- (1) 新图形窗口界面;
- (2) 直接从图形窗口生成 M 代码, 可以完成用户自定义绘图;
- (3) 增强图形窗口注释;
- (4) 数据侦测工具(Data Exploration Tools), 提供丰富的数据观测手段;
- (5) 自定义图形对象, 提供丰富的图形显示能力;
- (6) GUIDE 新增对用户界面面板和 ActiveX 控件的支持;
- (7) 增强句柄图形对象, 支持完整的 TeX 和 LaTeX 字符集。

5. 文件 I/O 和外部接口

- (1) 新增文件 I/O 函数, 支持读取任意格式文本数据文件, 并且支持写入 Excel 和 HDF5 格式数据文件;
- (2) 具有压缩功能的 MAT 文件格式, 支持快速数据文件 I/O 能力;
- (3) javaaddpath 函数, 无需重新启动 MATLAB 完成 Java 类的加载、删除等功能;
- (4) 支持 COM、服务器事件及 VBS;
- (5) 支持 SOAP, 使用网络服务;
- (6) 支持 FTP 对象, 可以直接访问 FTP 服务器;
- (7) 支持 Unicode 编码格式, 增强 MAT 文件字符集。

6. 性能与系统平台支持

- (1) JIT 加速器支持所有的数值数据类型;
- (2) Windows XP 系统下支持 3GB 内存访问。

1.2 MATLAB 的功能

MATLAB 产品族被广泛地应用于信号图像处理、控制系统设计、通信、系统仿真等诸多领域。开放式的结构使 MATLAB 产品族很容易针对特定的需求进行扩充, 从而在不断深化对问题的认识的同时提高自身的竞争力。

MATLAB 产品族的一大特性是有众多的面向具体应用的工具箱和仿真块，包含了完整的函数集用来对信号和图像处理、控制系统设计、神经网络等特殊应用进行分析和设计。其他的产品延伸了 MATLAB 的能力，包括数据采集、报告生成和依靠 MATLAB 语言编程产生独立 C/C++ 代码等。

MATLAB 主要功能如下：

(1) MATLAB。MATLAB 是 Math Works 公司所有产品的数值分析和图形基础环境，它将二维和三维图形、MATLAB 语言能力集成到一个单一的、易学易用的环境之中。

(2) MATLAB Toolbox。工具箱是一系列专用的 MATLAB 函数库，以解决特定领域的问题，它是开放的、可扩展的——用户可以查看其中的算法，或开发自己的算法。

(3) MATLAB Compiler。编译器可以将 MATLAB 语言编写的 M-文件自动转换成 C 或 C++ 文件，支持用户进行独立应用开发。结合 Math Works 提供的 C/C++ 数学库和图形库，用户可以利用 MATLAB 快速地开发出功能强大的独立应用。

(4) Simulink。Simulink 是结合了框图界面和交互仿真能力的非线性动态系统仿真工具，它以 MATLAB 的核心数学、图形和语言为基础。

(5) Stateflow。Stateflow 与 Simulink 框图模型相结合，描述复杂事件驱动系统的逻辑行为，驱动系统在不同的模式之间进行切换。

(6) Real-Time Workshop。直接从 Simulink 框图自动生成 C 代码，用于快速原型和硬件在回路仿真，整个代码的生成可以根据需要进行完全定制。

(7) Simulink Blockset。专门为特定领域设计的 Simulink 功能块的集合，用户也可以利用已有的块或自动编写的 C 和 MATLAB 程序建立自己的块。

1.3 MATLAB 的开发环境

MATLAB 的开发环境就是在使用 MATLAB 的过程中可激活的，并且为用户使用提供支持的集成系统。

1.3.1 MATLAB 桌面平台

桌面平台是各桌面组件的展示平台，默认设置情况下的桌面平台包括 4 个窗口，即命令窗口、命令历史窗口、当前目录窗口和工作空间窗口。此外，MATLAB 还有编译窗口、图形窗口和帮助窗口等其他种类的窗口。

1. 命令窗口(Command Window)

命令窗口是对 MATLAB 进行操作的主要载体，默认的情况下，启动 MATLAB 时就会打开命令窗口。一般来说，MATLAB 的所有函数和命令都可以在命令窗口中执行。在 MATLAB 命令窗口中，命令的实现不仅可以由菜单操作来实现，也可以由命令行操作来执行。

2. 命令历史窗口(Command History)

命令历史窗口是 MATLAB 6 后新增加的一个用户界面窗口，默认设置下历史命令窗口会保留自安装时起所有命令的历史记录，并标明使用时间，以方便使用者的查询。而且双击某一行命令，即在命令窗口中执行该命令。

3. 当前目录窗口(Current Directory)

在当前目录窗口中可显示或改变当前目录，还可以显示当前目录下的文件，包括文件名、文件类型、最后修改时间及该文件的说明信息等并提供搜索功能。

4. 工作空间窗口(Workspace)

工作空间窗口是 MATLAB 的重要组成部分。在工作空间窗口中将显示所有目前保存在内存中的 MATLAB 变量的变量名、数据结构、字节数及类型，而不同的变量类型分别对应不同的变量名图标。

1.3.2 运行方式

MATLAB 提供了两种运行方式，即命令行方式和 M 文件方式。

1. 命令行运行方式

可以通过在 MATLAB 命令窗口中输入命令行来实现计算或绘图功能。

【例 1-1】已知矩阵 $A = \begin{bmatrix} 5 & 6 \\ 7 & 8 \end{bmatrix}$, $B = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix}$, 完成矩阵求和运算 $A+B$ 。

解：在 MATLAB 命令窗口输入下述内容：

```
>>A=[5 6; 7 8];
```

```
>>B=[1 2; 3 4];
```

```
>>C=A+B
```

按下“回车”键后，在 MATLAB 命令窗口显示运行结果如下：

```
C=
6 8
7 12
```

说明：本例中每个命令行行首的符号“>>”是命令输入提示符，它不需要用户输入，而由 MATLAB 自动生成。

2. M 文件运行方式

命令行运行方式实际上也是 MATLAB 语言的一种程序编制方式，即在 MATLAB 命令窗口中逐行输入命令(也称为程序)，计算机每次对一行命令做出反应。但这种方式只能编写简单的程序，作为入门学习可以采用。若程序较为复杂，就应该把程序写成一个由多行命令组成的程序文件，即程序扩展名为.m 的 M 文件，让 MATLAB 语言执行这个文件。而编写和修改这种文件程序就要用到 M 文件编辑/调试器。

在 MATLAB 命令窗口中选择菜单“File|New|M-File”，即可打开一个默认名为 Untitled.m 的 M 文件编辑/调试器窗口(即 M 文件输入运行界面)，亦称 M 文件窗口或文本编辑器，如图 1-1 所示。在该窗口输入程序(即命令行的集合)，可以进行调试或运行。例如，可将例 1-1 矩阵求和的 MATLAB 命令全部输入到 M 文件编辑调试器窗口中(图 1-1)，然后选择该窗口菜单“Debug|Run”(初次建立 M 文件为“Debug|Save and Run”)，同样会在 MATLAB 命令窗口输出 $C=A+B$ 的值。

说明：图 1-1 中的符号“%”为 MATLAB 的注释标点符，它需要用户输入。而以“%”开头的语句则是 MATLAB 的注释语句。

与命令行运行方式相比，M 文件运行方式的优点是所编写的程序是以扩展名为.m 的

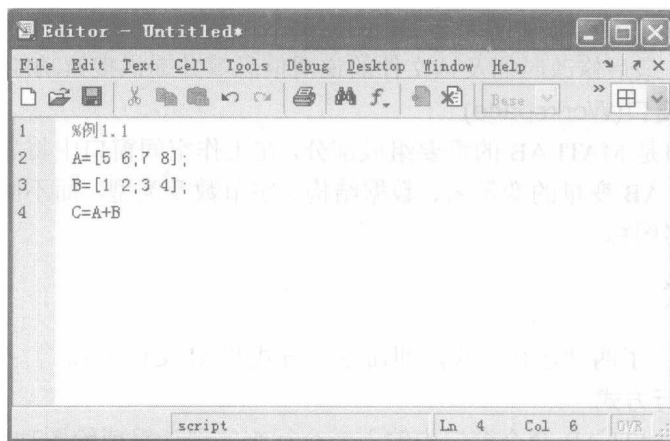


图 1-1 M 文件编辑调试器窗口

文件形式存储的，可调试，可重复运行，特别适合于求解复杂问题。

1.3.3 MATLAB 帮助系统

完善的帮助系统是一切应用软件必要的组成部分，有效地使用帮助系统所提供的信息是用户掌握好 MATLAB 的最佳途径。MATLAB 提供了相当丰富的帮助信息，同时也提供了获得帮助的方法。MATLAB 的帮助系统可以分为联机帮助系统和指令窗口查询帮助系统。

1. 联机帮助窗口

MATLAB 的帮助窗口非常全面，几乎包括该软件的所有内容。选择 MATLAB 主窗口中【Help】→【MATLAB Help】指令(实际上选择 Help 下拉菜单中的前 4 项指令中的任何一项，均可进入帮助窗口)，也可以选择主窗口中的“？”按钮进入联机帮助窗口，如图 1-2 所示。关闭帮助窗口，系统又将恢复原有的设置情况。

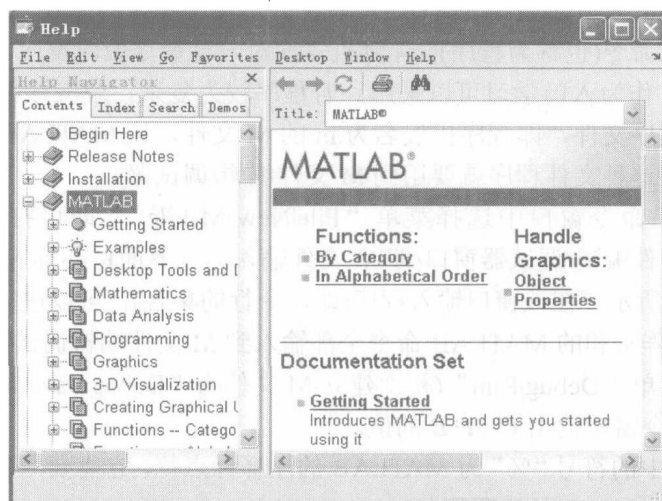


图 1-2 联机帮助窗口