

高技术计算环境——

# MATLAB 使用指南

张延华 许阳明 编著

科学技术文献出版社

(京)新登字 130 号

责任编辑/平 平  
责任校对/赵文珍  
责任出版/全 未

图书在版编目(CIP)数据

高技术计算环境:Matlab 使用指南/张延华,许阳明编著.  
北京:科学技术文献出版社,1998.8

ISBN 7-5023-2966-8

I. 高… II. ①张… ②许… III. Matlab 语言-基本知识-指南 IV. TP312Ma-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 13238 号

出 版 者/科学技术文献出版社

地 址/北京市复兴路 15 号(中央电视台西侧)/100038

发 行 者/新华书店北京发行所

印 刷 者/北京彩桥印刷厂

版(印)次/1998 年 8 月第 1 版,1998 年 8 月第 1 次印刷

开 本/787×1092 16 开

字 数/544 千

印 张/21

印 数/1—3000 册

定 价/45.00 元

© 版权所有 违法必究

(购买本社图书,凡字迹不清、缺页、倒页、脱页者本社发行部负责调换)

发行部电话/(010)68514035 总编室电话/(010)68515544-2935

社长室电话/(010)68515037

# 序 言

计算机技术作为 20 世纪人类智慧的高度结晶，不仅深刻改变着我们社会的各个方面，而且必将以新的活力伴随人们迈向 21 世纪。毫无疑问，计算机在不远的将来就会成为人们工作、生活中不可缺少的基本工具。因此，一个人是否具备计算机应用的高级技能，就成为能否从容面对未来竞争需要的关键所在。

目前，虽然 Windows 95、Internet、Pentium、多媒体等新技术日新月异，但我们却不能不面对这样一个基本的事实，即中国的计算机硬件组装水平虽与先进国家相比大体上保持了同步，但应用软件的整体开发和应用水平却相去甚远。这就造成现在我国计算机应用中普遍存在的一个奇怪现象，就是大量先进的计算机系统因用户没有购买必要的应用软件致使功能无法充分发挥，造成了计算机资源的严重浪费。比如，高校是我国计算机应用水平最高的一个主群体，硬件装备也是相对较好的，但当你要进行科学、工程计算和仿真时，往往因为缺乏得心应手的软件而一筹莫展，除非你用 Fortran、Basic 或 C 语言等从问题的开始做起。在应用软件高度发展的今天，若我们仍然沿袭这种工作模式，除浪费大量时间和精力外，别无益处。

软件是计算机的灵魂，这已是无可争议的事实。但软件的价值到底体现在何处，它到底能为我们发挥多大作用，却是许多人头脑中存在的一个难解之谜。事实上，在国外一个好的应用软件的售价往往超过一台个人电脑的售价就足以说明这个问题。的确，一台高性能计算机若没有安装高性能的软件，是根本谈不上功能强大的；而一台安装有高性能软件的高性能计算机，在会用者的手中就真正成为一台功能强大的计算机了。它所发挥出来的威力往往难以估量，为我们带来的益处也是难以言述的。本书将要详细介绍的 MATLAB for Windows 4.2c 就是这样的一个软件包，它可以看作是新一代计算机程序设计语言的典范；它的出现已使人们使用数学及计算机解决科学和工程中实际问题的方式发生了显著的变化。一些原来人们认为很重要的技能，如用 Basic、Fortran 或 C 语言编写复杂计算和仿真程序的能力，可能逐渐变得不再那么重要和有价值了，因为这些工作用 MATLAB 来进行显得更为容易和方便；它同时还可以使你摆脱许多重复的机械性的编程细节，把注意力集中到更富挑战性和创造性的问题上，用尽可能少的时间做出尽可能多的有价值的结果。

MATLAB 是 MathWorks 公司开发的一个功能十分强大的高技术计算环境（或程序设计语言）；它为人们提供了支持宽广专业领域内数值计算以及计算机辅助设计（CAD）的解决方案。其主要使用对象包括：从事理论、应用基础研究和工程技术研究发展工作的各类科学工作者、工程技术人员、大专院校师生等等；而学会了这个软件，就能在很大程度上提高他们的综合计算以及计算机辅助设计（CAD）的能力——所有这一切都在不用写哪怕一行 C 语言或 Fortran 类传统程序的情况下就可以实现。

## 1. 关于本书的读者

不论读者是否精通传统高级程序设计语言如 Fortran、Basic、Pascal 或 C 语言，对学用 MATLAB 而言一般没有直接的影响。MATLAB 的特点在于它可让大家处于同一起点上，依据相对简捷的语言规则，编制出功能强大、界面优美、结果可靠的高质量计算和设计程序，而且程序编制容易，调试简单，效率极高。

## 2. 本书的作用

本书既是初学者的学习指南，又可作为中、高级用户的复习用书和指令速查手册。

全书章节的编排顺序有助于引导读者逐步认识和领会 MATLAB 的内在精髓。各章内容本由浅入深、前后连贯的原则编排，并在后面的章节中有所继承和发展。基于此原因，初学者最好按顺序阅读基础篇各章节。

各章在相应主题下都有大量的编程实例，其编排也是循序渐进的。它们基本上包含了掌握 MATLAB 所需的理论知识及编程技巧。因此上机练习不仅有助于将理论应用于实际操作之中，而且是必不可少的环节。

本书给出了 MATLAB 4.2c 中全部 762 个指令和函数中的 400 多个详细注解，包括：调用格式，使用方法和注意事项等。没有收入的指令中，有一百多个属于 MATLAB 演示程序，它们一般可通过运行 demo 直接调用。其余属于高级用户与外部程序链接或交换数据用的（如与电子数据表格 Excel 链接）。限于篇幅，本书从略了它们，如果读者需要了解，可查阅 MATLAB 用户手册或用 Help “topic” 调出。

需要说明的是，MATLAB 尽管比其它高级程序设计语言（如 C、Fortran）入门容易得多，使用简单得多，效率高得多，但要能够有效地使用它、用好它，同样需要积累经验和技巧。因此，为它付出的时间和精力越多，它能给予你的回报也就越多。

## 3. 本书的基本结构和内容提要

全书由基础篇、指令篇和附录三部分组成。

基础篇是学习使用 MATLAB 的必读内容，尽管有人声称用几个小时就能初步学会它，但本书作者有责任提醒读者，尤其是初学者最好仔细阅读本篇全部内容，有条件的话，最好将例子上机调试，大家会发现这部分内容包含着大量对读者十分有益的编程技巧和启发性的信息。这一部分由 7 章组成。其中第一章全面介绍了 MATLAB 的功能、用途及工具箱系统，通过本章读者可对 MATLAB 有一整体的了解。第二章是全书的重点之一，通过阅读本章，可使读者基本掌握 MATLAB 的使用方法。第三章详细介绍了 MATLAB 的绘图功能，包括：2 维、3 维、动画和特技处理技术，是本书的又一个重点。第四章介绍了 MATLAB 循环语句的使用方法，这是进行程序设计的基础。第五章是 M-文件的使用，它是全书的第三个重点，也是关键点，因为 MATLAB 的强大扩展功能是由本章提供的内容支持的。第六章介绍程序调试过程中的错误排除技术。第七章内容则涉及把其它格式的数据文件读进 MATLAB，或把按 MATLAB 格式生成的数据以另一种程序或系统要求的格式输出。

指令篇考虑到初学者的需要以及中、高级用户查阅指令和函数的方便，采用了按字母顺序排列的方式。读者，尤其是初学者不妨在学完基础篇后先泛泛浏览各指令、函数，以期获得对 MATLAB 的完整印象，为以后的深入钻研创造条件。

附录 A 是 MATLAB 4.2c 对计算机硬件系统和操作系统的要求和安装指导。附录 B 是 MATLAB 4.2c 的指令索引。附录 C 则是主要指令和函数的分类索引。这两个索引与指令篇配合查寻可最大限度地为读者提供方便。

## 4. 图例说明及术语、符号的约定

本书中给出了许多屏幕图例和计算结果的图形输出，它们对指导读者编程和正确运行程序十分重要。全书所有插图是在英文版 Windows 95 操作系统中使用 HP Desk Jet 喷墨打印机生成的。

如果系统软、硬件配置不同,则屏幕输出图例也许与这些插图不完全一致。

了解书中所用的术语和符号的约定有助于读者更容易、更有效地学用 MATLAB 4.2c。

#### ·关于符号

- 》) 是 MATLAB 提示符,在它之后可以直接键入任何合法或有效的 MATLAB 指令、函数。
- k)》) 是 MATLAB 中断点,其后可键入任何有效的 MATLAB 指令、函数。
- ↵ 表示按回车键。

#### ·关于术语

1. “单击”指按鼠标左键一次;“右击”指按鼠标右键一次。
2. “单击”或“双击”分别指将光标置于对象上并按鼠标左键一次,或快速两次。
3. 点选 File/New/M-file/...意指先单击置亮菜单条上的“File”,再下移置亮条到“New”(或对 Windows 3.1x 单击“New”),再移置亮条到“M-file”...直到选中目标(对象)后单击之。
4. 拖曳意指将光标置于目标上,按下鼠标左键并保持之,拖动目标到希望的区域后释放左键。

本书编写的目的在于希望将这一当今最为先进的高技术程序设计语言介绍给广大读者,尤其是大专院校师生和科技工作者,倘若本书在推广使用 MATLAB 方面有所助益,作者将感到由衷的高兴。

本书可作为各类科技人员、大专院校师生学习 MATLAB 语言的参考书,高校计算机辅助设计(CAD)课程及程序设计语言课程的参考教材,亦可作为科学、工程计算与图形绘制、仿真等领域的工具和参考书。

本书的完成得益于我在国外进修期间的一些同事和朋友的帮助,他们提供了许多有价值的信息和资料,并鼓励将这一先进的软件向国内读者介绍。本书另一位作者许阳明博士(Dr. Yang-ming Xu),毕业于美国麻省理工学院,现为美国 Sarcos Research Corp (Sarcos 研究公司)的高级科学家和 Utah 大学兼职教授。在运用 MATLAB 方面颇具经验。作者还要借此机会感谢美国 Video Projects, Inc. 的张瑞华女士(Ms. Ruihua Zhang),她作为这家以制作计算机软件教学录像带和教学光盘见长的公司的信息分析专家,给予作者许多的方便。此外,本书的写作还得到我的父母兰州大学的张自义教授、陈立民教授以及姚林泉副教授的大力支持。

在此我要特别提到我的妻子郭玉,她协助整理文稿,付出了很大精力。

由于作者知识水平有限,书中错误或不妥之处在所难免,敬请同行专家予以指正。

张延华  
1997年7月于  
北京工业大学

# 目 录

序言	( I )
1. 关于本书的读者	( I )
2. 本书的作用	( II )
3. 本书的基本结构和内容提要	( II )
4. 图例说明及术语、符号的约定	( II )

## 基 础 篇

第一章 MATLAB 概述	( 1 )
1.1 MATLAB 语言简介	( 1 )
1.2 MATLAB 4.2c 的体系结构	( 3 )
1.2.1 数值计算	( 3 )
1.2.2 高级可视化图形处理	( 5 )
1.2.3 扩展和工具箱	( 7 )
1.2.4 SIMULINK——非线性动态系统仿真的强大环境	( 11 )
1.2.5 开放式体系结构——可扩展、可连接和跨平台兼容	( 12 )
1.2.6 世界范围的标准	( 13 )
1.3 小结	( 14 )
第二章 MATLAB 快速入门	( 15 )
2.1 开始运行 MATLAB	( 15 )
2.2 基础知识	( 22 )
2.2.1 输入简单矩阵	( 22 )
2.2.2 矩阵元素及管理	( 23 )
2.2.3 MATLAB 语句和变量	( 25 )
2.2.4 查寻工作区信息	( 26 )
2.2.5 数和算式	( 28 )
2.2.6 复数和矩阵	( 29 )
2.2.7 输出格式	( 29 )
2.2.8 退出 MATLAB 及保存工作区内容	( 30 )
2.2.9 函数	( 31 )
2.2.10 联机帮助	( 32 )
2.3 矩阵运算	( 32 )
2.3.1 转置	( 32 )
2.3.2 加和减	( 33 )
2.3.3 矩阵乘	( 33 )
2.3.4 矩阵除	( 34 )

2.3.5	矩阵乘方 (幂)	(35)
2.3.6	基本矩阵函数	(35)
2.4	数组运算	(36)
2.4.1	数组加、减	(36)
2.4.2	数组乘、除	(36)
2.4.3	数组幂 (乘方)	(37)
2.4.4	关系运算	(37)
2.4.5	逻辑运算	(39)
2.4.6	基本数学函数	(40)
2.4.7	特殊数学函数	(41)
2.5	向量和矩阵操作	(42)
2.5.1	生成向量	(42)
2.5.2	下标	(44)
2.5.3	0-1 向量下标	(47)
2.5.4	空矩阵	(47)
2.5.5	特殊矩阵	(48)
2.5.6	构造大矩阵	(49)
2.5.7	矩阵操作	(50)
2.6	数据分析	(51)
2.6.1	数据的列向分析	(51)
2.6.2	缺损值	(54)
2.6.3	清除无关项	(54)
2.6.4	回归及曲线拟合	(55)
2.7	矩阵函数	(56)
2.7.1	三角因子分解	(57)
2.7.2	正交因子分解	(59)
2.7.3	奇异值分解	(60)
2.7.4	特征值	(60)
2.7.5	秩和条件数	(62)
2.8	多项式	(63)
2.9	函数的函数	(64)
2.9.1	数值积分	(65)
2.9.2	非线性方程及优化	(65)
2.9.3	微分方程	(66)
<b>第三章</b>	<b>图形处理</b>	<b>(67)</b>
3.1	二维图形	(67)
3.1.1	基本绘图函数	(67)
3.1.2	建立一幅图	(67)
3.1.3	线型、标记符号及颜色	(68)

3.1.4	在图上添加曲线	(69)
3.1.5	虚部和复数数据	(70)
3.1.6	Peaks M-文件	(70)
3.1.7	绘制矩阵	(70)
3.1.8	输入数据	(72)
3.1.9	特殊二维绘图函数	(74)
3.1.10	填充多边形	(77)
3.1.11	画数学函数	(78)
3.2	三维图形	(79)
3.2.1	线图	(79)
3.2.2	网格线	(80)
3.2.3	等高线图	(82)
3.2.4	伪彩色图	(83)
3.2.5	网格和曲面图	(84)
3.2.6	颜色数组	(85)
3.2.7	修补含不定数的曲面	(85)
3.2.8	参数曲面	(85)
3.2.9	surf 和 mesh 函数的变型	(87)
3.3	一般目的图形函数	(88)
3.3.1	视点	(88)
3.3.2	用坐标函数控制坐标系	(89)
3.3.3	消除隐藏线	(90)
3.3.4	绘图子窗口	(91)
3.3.5	图形	(92)
3.3.6	电影效果	(92)
3.3.7	图形输入	(93)
3.3.8	建立 MATLAB 图形硬拷贝	(94)
3.3.9	调色图及颜色控制	(94)
3.4	有关调色图的进一步说明	(96)
3.4.1	显示调色图	(96)
3.4.2	改变调色图	(96)
3.4.3	调色板	(97)
3.5	应用举例	(98)
3.5.1	数论例	(98)
3.5.2	一个 FFT (快速傅里叶变换) 的图形例	(101)
3.5.3	Laplacian (拉普拉斯算子) 光照模式例	(101)

#### 第四章 MATLAB 控制流语句 (103)

4.1	for 循环语句	(103)
4.2	while 循环语句	(105)



4.3 if 和 break 语句 .....	(107)
<b>第五章 M-文件：原本和函数 .....</b>	<b>(110)</b>
5.1 原本文件 .....	(110)
5.2 函数文件 .....	(114)
5.2.1 MATLAB 函数 .....	(114)
5.2.2 自定义函数 .....	(116)
5.2.3 几点提示 .....	(119)
5.3 echo, input, pause, keyboard .....	(119)
5.4 字符串及字符串宏指令 .....	(120)
5.5 外部程序 .....	(121)
5.6 加速及内存提示 .....	(122)
<b>第六章 MATLAB 调试程序 .....</b>	<b>(123)</b>
6.1 调试程序指令 .....	(123)
6.2 使用调试程序 .....	(124)
6.3 程序调试举例 .....	(124)
6.3.1 设置中断点 .....	(125)
6.3.2 运行 M-文件和显示作业序列 .....	(126)
6.3.3 检查当前工作区和变量 .....	(126)
6.3.4 执行下一行并且检查变量 .....	(127)
6.3.5 改变工作区并且检查内容 .....	(127)
6.3.6 建立一个新变量 .....	(128)
6.3.7 逐步调试函数（程序） .....	(129)
6.3.8 显示基本工作区 .....	(130)
6.3.9 终止调试程序 .....	(130)
6.4 小结 .....	(130)
<b>第七章 文件 I/O .....</b>	<b>(132)</b>
7.1 打开和关闭文件 .....	(132)
7.2 读二进制数据文件 .....	(133)
7.3 写二进制数据文件 .....	(133)
7.4 控制文件的位置 .....	(134)
7.5 写已格式化的文本文件和字符串 .....	(134)
7.6 读已格式化的文本文件和字符串 .....	(135)

## 指 令 篇

A .....	(137)
B .....	(141)

C	(146)
D	(162)
E	(169)
F	(178)
G	(196)
H	(202)
I	(207)
J	(215)
K	(216)
L	(217)
M	(221)
N	(226)
O	(230)
P	(234)
Q	(242)
R	(246)
S	(257)
T	(278)
U	(281)
V	(283)
W	(285)
Z	(289)
其他算子符号	(289)
附录 A MATLAB 4.2c 的运行环境及安装指导	(299)
A-1 系统要求的运行环境	(299)
A-2 MATLAB 4.2c 的安装	(299)
附录 B MATLAB 4.2c 指令与函数索引	(301)
附录 C MATLAB 4.2c 指令与函数分类索引	(315)
参考文献	(321)

# 基础篇

## 第一章

### MATLAB 概述

#### 1.1 MATLAB 语言简介

MATLAB 是由 MathWorks 公司开发的一种主要用于数值计算及可视化图形处理的高技术计算语言。它的特点是将数值分析、矩阵计算、图形、图像处理 and 仿真等诸多强大功能集成在一个极易使用的交互式环境之中,为科学研究、工程设计以及必须进行有效数值计算的众多学科提供了一种高效率的编程工具。在这种编程环境下,任何复杂的计算问题及其解的描述(或编程)均十分符合人们的科学思维方式和数学表达习惯,因而远不像 Fortran、Basic、C 等高级程序设计语言那样难以学习和掌握。

MATLAB 这个单词代表“矩阵实验室”(Matrix Laboratory)。它是以著名的线性代数软件包 LINPACK 和特征值计算软件包 EISPACK 中的子程序为基础发展而成的一种开放型程序设计语言,其基本的数据单元是一个维数不加限制的矩阵,这就允许用户可以根据数值计算问题的复杂程度,对问题进行分段甚至逐句编程处理,显然,这是与 C、Fortran 等传统高级语言完全不同的。此外,用 MATLAB 求解问题一般不需要用户考虑采用何种算法以及怎样具体实现等低层问题,更不必深入了解相应算法的具体细节;因而对用户算法语言方面的要求十分宽松,事实上,即使用户完全不懂 C 语言或 Fortran,单纯借助于 MATLAB 语言本身就可以实现 C 和 Fortran 等语言所能实现的绝大部分工作,而且实现起来要灵活快捷得多。

与 C、Fortran、Pascal 和 Basic 这类高级程序设计语言相比,MATLAB 不但在数学语言的表达与解释方面表现出人-机交互的高度一致,而且具有作为一种优秀高技术计算环境所不可或缺的如下特征:

- (1) 高质量、高可靠的数值计算能力。
- (2) 基于向量、数组和矩阵的高级程序设计语言。
- (3) 高级图形和可视化数据处理能力。

- (4)广泛解决各学科专业领域内复杂问题的能力。
- (5)拥有一个强大的非线性系统仿真工具箱——SIMULINK。
- (6)支持科学和工程计算标准的开放式、可扩充结构。
- (7)跨平台兼容。

正是由于 MATLAB 具备了如上所述的特征,从而使它不仅成为西方发达国家中主要大学校园计算机网络中的主流计算、设计软件供教师和学生使用(网络版须申请使用帐号),而且作为标准的教学工具普遍用于线性代数类基础课程及相关专业高级课程的教学中。同时,它还广泛应用于各大公司、科学研究机构和政府部门。事实上, MATLAB 的应用早已遍及现代科学和技术的方方面面,从一般目的的数值计算,到尖端高科技的研究与发展(如 F-14 战斗机飞行控制系统的仿真、哈勃太空望远镜探测数据的图像处理等等),无处没有 MATLAB 的身影。从这个角度上讲,不懂 MATLAB,就难以进入现代高技术计算的自由王国。

回顾 MATLAB 的发展,我们不难发现自它出现至今,其版本从早期基于 DOS 到今天基于 Windows;平台从个人 PC 机到克雷(Cray)超级计算机;用户从普通的大、中专学生直至诺贝尔奖获得者;十几年间始终保持常盛不衰且流传越来越广,影响越来越大,这在科学和工程计算软件领域是十分不寻常的。究其原因,作者认为, MATLAB 之所以具备如此之强的生命力和影响力,宏观上它将一个优秀软件的易用性与可靠性、通用性与专业性、一般目的的应用与高深的专业应用有机地结合在一起;微观上,它为广大用户提供了一个全面解决各学科各专业问题的所谓工具箱系统,使之适用于符号运算、线性矩阵不等式、最优化、高阶谱分析、数理统计、信号处理、图像处理、小波分析、神经网络、模糊逻辑、通讯、系统辨识、自动控制、机器人、动态非线性系统仿真、化工、金融等等专业,而且应用范围还在日渐扩大。对此我们是不难理解的,因为这些工具箱对 MATLAB 的高级用户极有价值。除此之外, MATLAB 还有一个更为重要,同时也是最受用户欢迎的特性,就是它的开放式可扩充体系结构——即允许用户为适应自身特殊需要,可以灵活修改、补充和扩展 MATLAB 的能力。正是因为有了这种扩展软件包的功能,用户使用它就有可能创建出更有特色,更富创造性的新应用程序集(M-文件),并可将它作为新的工具箱加进 MATLAB 本身!其实,从 MATLAB 出现至今(1984 年至今),许多数学家、科学家和工程师以它为基础开发了大量新的、有价值的应用程序(M-文件)以解决高技术研究和应用领域所遇到的各种问题,其典型成果即为 MATLAB 目前拥有的各种各样的扩展工具箱。特别值得一提的是,所有这些没有调用哪怕一条相对于 MATLAB 已是“低级”的 Fortran、C 等程序语言。

这里需要强调的是,另有几种软件包在某些方面与 MATLAB 有相似之处,它们是:

- NAG 软件包:汇集了大量高质量的数值分析子程序,但一般用户也许觉得它比 MATLAB 使用起来要困难得多,因为这些子程序必须通过某种程序语言如 Fortran、Basic 或 Pascal 来调用。MATLAB 新近已推出了一个关于 NAG 的工具箱(名为 NAG Foundation Toolbox),提供了超过 200 个 NAG 函数的 MATLAB 版本的 M-文件集。
- Mathematica、Maple 和 Derive:这几种软件包强调符号运算,而 MATLAB 以前并不具备符号运算能力。但现在, MATLAB 也推出了一个符号运算工具箱(名为 Symbolic math Toolbox)。它由嵌入的 Maple V 程序库及超过 50 个提供 Maple 函数的 MATLAB 版本的 M-文件组成,执行演算、解符号方程和可变精度算法的运算。另外,有一个包含完整 Maple V 函数库的推广符号运算工具箱。
- APL (A Programming Language):这是一种主要用于管理矩阵的语言。它有许多强有力的工具,但因使用的符号不标准且句法特殊,使得用户必须重新安排键盘才能适合这些特殊字符

的需要。

•Control-C 和 Octave:这两个软件包也是根据 LINPACK 和 EISPACK 发展起来的,一些指令和函数非常类似于 MATLAB 的指令和函数。

简言之, MATLAB 及其工具箱为从事科学研究和工程设计的人们提供了无与伦比的计算机辅助设计(CAD)手段,借助于它和你的智慧,就可以解决甚至最复杂和最具挑战性的技术问题。

## 1.2 MATLAB 4.2c 的体系结构

MATLAB for Windows 4.2c 版是 MathWorks 公司 1994 年 10 月推出的面向 Windows 3.1 及 3.11 的最新版本。截止目前,尚未见到面向 Windows 95 的升级版本问世(MathWorks 公司称 MATLAB for Win95 版本将于 1997 年下半年推出)。由于 Win95 是全新一代的操作系统,允许使用长文件名,据作者在 Win95 环境中使用 MATLAB 4.2c 的经验,除了直接用 Win95 的 notepad 编程序存盘时不能直接定义 .m 的扩展名外(这是写 M-文件必须加的文件扩展名),MATLAB 4.2c 对 Win95 完全兼容。解决这个问题可用两种方法,其一是在 Win95 下用 notepad 写的程序(M-文件)存盘时 Win95 将自动定义 .txt 扩展名,使之成为文本文件,故需用户调用 MATLAB,在其窗口下点击 File/Open,找到已存盘的文件为其改名(即加 .m 扩展名)后再存盘即可;其二是直接在 MATLAB 指令窗下点击 File/New/M-file,则打开了 notepad 编辑器,此时对输入的程序可以直接定义 .m 扩展名,进行存盘和读写操作。

### 1.2.1 数值计算

MATLAB 4.2c 的数值计算能力极强,主要体现在以下几方面。

#### 1. 强大的矩阵环境

MATLAB 是一个交互式系统,其最基本的数据单元是一个不需定义维数大小的矩阵,这就允许用户能够分段甚至逐句编程处理所面临的数值计算问题。而用传统高级语言如 Fortran、C 语言则往往必须一次将程序编完才能运行它们。

在 MATLAB 环境下,矩阵可以是实数矩阵或复数矩阵。MATLAB 用矩阵保存各种对象如信号(它是简单向量)、图像(一般是大矩阵)、多项式、时间关系曲线、多元统计数据 and 线性系统等等。

MATLAB 所用的符号非常自然——没有复杂的指令句法需要用户去学习,这就使用户能够直接将其才智运用于面临的任務,而不是任务的计算机环境。

#### 2. 庞大的数学子程序库

MATLAB 表达的是一种科学计算语言——它拥有适用于众多学科领域的数值计算能力。它的庞大数学函数库把超过 400 个数学、统计、科学和工程函数的快捷计算方式放在了用户的手指尖上。

#### 3. 速度和精度的结合

MATLAB 的数值算法程序是由数学软件领域内一流的专家编写的。数值计算技术则以非常确定的鲁棒(Robust)算法为基础,由数千人按要求的条件,经数年使用证明性能稳定、结果可靠。除此之外,由于 MATLAB 的内码用 C 语言,且 C 语言中重要的内循环用汇编语言进行了细致的优化,从而使它的工作性能全面优于其它的交互式数学软件包以及 C 语言和 Fortran 子程序。

#### 4. MATLAB 与 Fortran 的比较

MATLAB 的数组概念使它容易管理数据和计算数学函数。当一个 MATLAB 函数应用于—

个向量时,这个函数对向量的每个元素进行操作。例如,考虑取整数 1 到 4 的正弦,一个 Fortran 程序为:

```
REAL D(4),Y(4)
DATA D/1,2,3,4/
DO 10 I=1,4
Y(I)=SIN(D(I))
10 CONTINUE
WRITE(6,'(4F10.4)')Y
```

而用 MATLAB 写该程序则为:

```
D=[1 2 3 4];
Y=sin(D)
```

把数组作为一个整体加以考虑的概念赋予了 MATLAB 强大的威力和持久的生命力。MATLAB 4.2c 的数值计算主要有以下几种:

基础数学:

- 矩阵、数组、关系和逻辑算子。
- 三角函数和其它基本函数。
- Bessel、Beta 和其它特殊函数。
- 多项式计算。
- IEEE 浮点计算。

线性代数和矩阵函数:

- 矩阵分析、矩阵对数、指数、行列式和逆。
- 线性方程组。
- 特征值、奇异值分析。
- QR 分解。
- 矩阵生成(随机矩阵、单位矩阵、Hankel 矩阵、Hilbert 矩阵、Toeplitz 矩阵)。
- 矩阵操作(转置、旋转、子矩阵)。
- 稀疏矩阵运算。

数据分析和 FOURIER 变换:

- 相关、协方差、有限差分。
- 一维、二维 FFT (快速傅里叶变换)、数字滤波、卷积。
- 统计平均值、中值、标准偏差。
- 数据插值和表查寻。

非线性数值方法:

- 微分方程。
- 数值积分。
- 确定函数零点。
- 最小化。

程序设计:

- 控制结构(FOR 循环语句、WHILE 循环语句、IF 条件语句)。
- 字符串操作。

- ASCII 码和二进制文件输入/输出(I/O)。
- 调试程序(中断点,逐步执行,检查变量)。
- 图形用户界面(GUI)工具箱。

## 1.2.2 高级可视化图形处理

MATLAB 4.2c 面向对象的(Object-oriented)二维和三维绘图体系为生成符合出版质量的图形及执行图像数据分析提供了一个强有力的环境(图 1-2-1)。

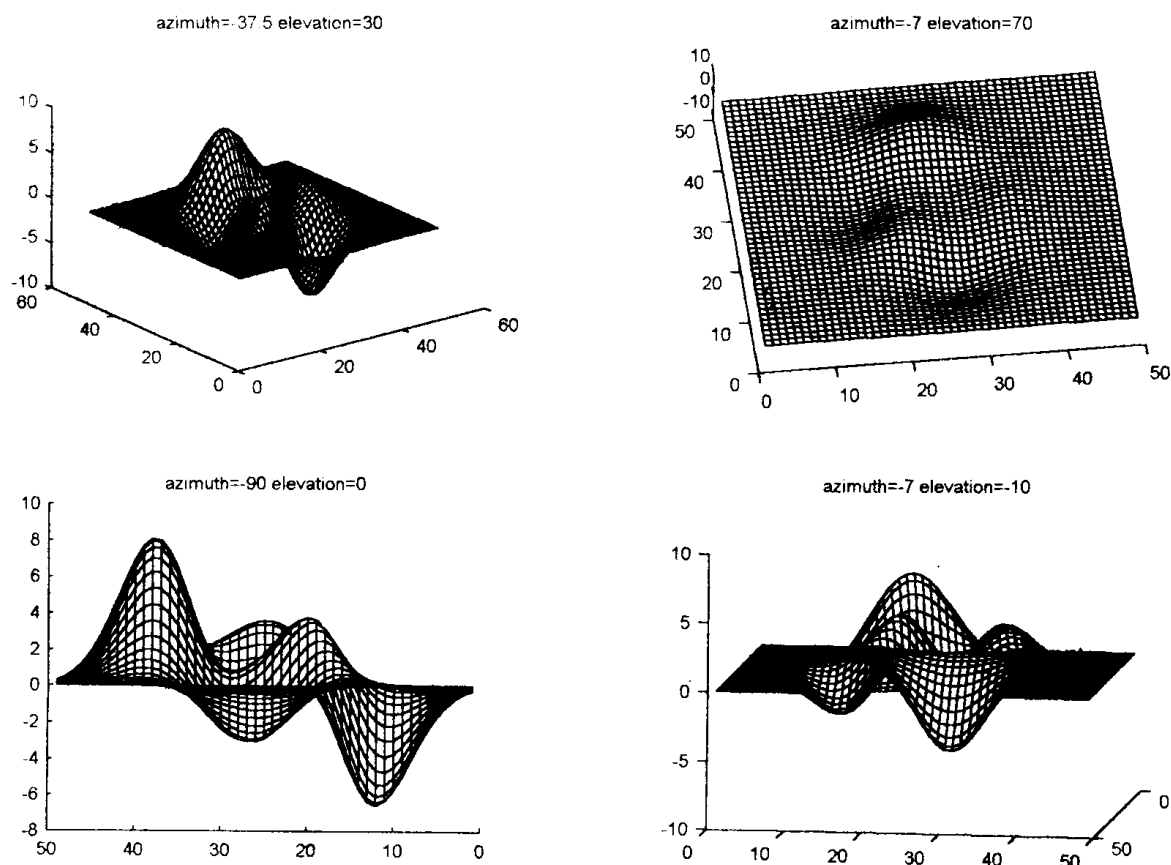


图 1-2-1

### 1. 符合出版质量的图形

作为一种绘图环境,在提供科技人员所需的特殊绘图效果方面,MATLAB 甚至超过了一些标准的商业绘图软件包。符合出版质量的图表包括用户需要的科学和工程格式,例如对数坐标系、极坐标图、科学计数法、误差带等等(图 1-2-2)。

### 2. 图像数据分析

作为一种可视化环境,MATLAB 使用户能够用现代三维绘图技术,例如曲面透视、网格线、伪色彩、光照、等高线、图像显示、动画效果、立体可视化等创造极其生动的彩色图形。通过使用这些三维、四维甚至五维技术,用户将更容易洞察甚至更大量的数据集(图 1-2-3)。

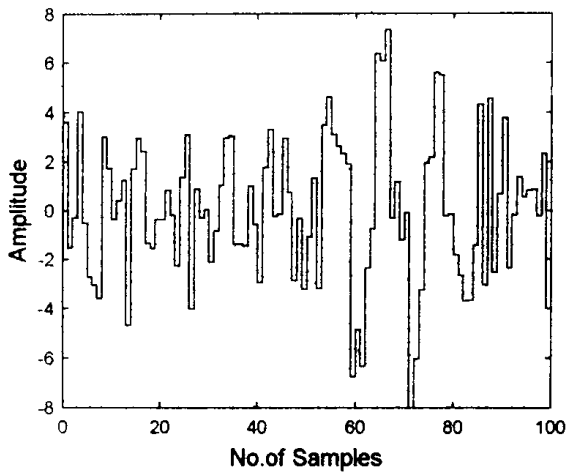


图 1-2-2

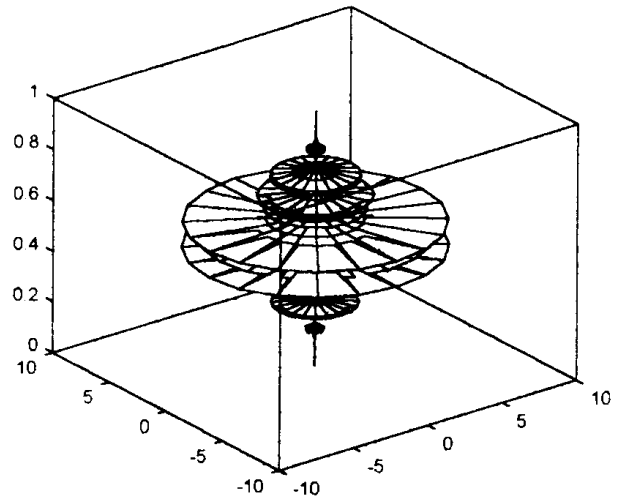


图 1-2-3

与传统图像数据分析软件包不同, MATLAB 强大的综合计算能力为用户分析、变换数据及对数据进行可视化(所有这一切均在一个单一的环境中)处理提供了极大的自由度。

### 3. 面向对象的图形绘制

MATLAB 的基本绘图体系称作句柄图形(Handle Graphics), 是以面向对象的模式为基础的, 它用简捷但强有力的工具提供用户有效定制和修改图形等各个方面的能力。

在这种强大的句柄图形体系中, 用户可以同时打开多个绘图窗口, 把坐标轴放在任一窗口的任何位置上, 并且控制打印机在纸上的输出位置; 但更重要的是, 图形是动态的, 可以记录、取得一个“句柄”, 并且实际上控制一幅图形的任何属性: 改变颜色或字体, 转换坐标轴方向, 改变时间分段的长度。在创建一幅图或一旦图在屏幕上可以交互地改变时, 还可以定义这些属性和许多其它属性。

MATLAB 4.2c 的图形和可视化的重点主要有以下几项:

#### 二维图形:

- 散射图、线图、填充多边形图、等高线图、极坐标图、直方图、条形图。
- 线性坐标、半对数坐标和全对数坐标。

#### 三维图形:

- 散射图、线图、填充多面体图、网格图、参量图。
- 展开、插值和结构映射(texture-mapped)、曲面阴影。
- 网格、隐藏线消除。

#### 可视化:

- 调色图和调色控制、可移动光照。
- 柱面、球面和笛卡尔坐标对象。
- 立体可视化。
- 图像显示。
- 动画。
- 声音输出。



图形特性操作：

- 创建和处理图形有 35 种特性。
- 拖动、比例尺、标记和颜色坐标轴有 55 种特性。
- 对线和文本的绘图和操作有 27 种特性。

图形用户界面(GUI)工具箱：

- 下拉和上托(弹出)菜单。
- 按钮、辐射按钮、检查对话框、滑标(滚动条)。
- 鼠标驱动和回叫。
- 可编辑和可修改文本。

支持硬拷贝设备：

- 单色、彩色、一级和二级 PostScript 打印机。
- HP 激光系列打印机。
- HP DeskJet, HP PaintJet 打印机。
- Epson 9 针、24 针打印机。

文件交换：

- 文件输出。
- 平台标准的元文件(metafile)。
- 粘贴格式。

### 1.2.3 扩展和工具箱

MATLAB 以一套程序扩展系统和一族称之为工具箱的特殊应用子程序为特色。工具箱是 MATLAB 函数的综合程序库,它们为某类学科专业和应用定制 MATLAB 运行环境。

MATLAB 应用工具箱代表了一些世界一流专家学者在诸如信号处理、自动控制、神经网络、图像处理、最优化、模糊逻辑、通讯、小波分析等等领域内的工作,它们将预先打包的现有软件之优点与一个高技术计算环境的内在效力及灵活性有机地结合为一体,其特点体现在五方面。

1. 用户可快捷获得准确的答案,因为每个工具箱都建立在 MATLAB 快速及高度可靠的数值算法基础之上。

2. 全套图形和可视化技术随时可供用户调用。

3. MATLAB 的开放式体系结构使用户能够进入工具箱源码以便修改、定制、扩展算法和工具箱的功能以适应个人的需要。

4. 所有工具箱对运行 MATLAB 的各种计算机平台兼容。

5. 由于全部工具箱共享 MATLAB 资源,因此它们可以平滑地相互调用。例如,可以将最优化和神经网络工具箱应用于高等信号处理问题中,并把结果显示成彩色三维图形——所有这一切均在单一的环境中进行!

MATLAB 拥有大量工具箱,其中应用较为广泛,影响比较大的有如下几种。

#### 1) MATLAB 编译程序工具箱

这是一个自动将 MATLAB 函数 M-文件转换成等价 C 语言函数的工具箱,目前可实现:

- 把 M-文件转换成可执行的 C 语言函数。
- 生成可移植且结构清晰的 C 语言程序。
- 提高包括 for 循环语句、标量操作或整数操作程序的运行速度。