

- 合理、完善的知识体系结构
- 内容丰富，重点突出，应用性强
- 免费提供相关程序源代码下载
- 深入、详细剖析 MATLAB 工程应用技术

MATLAB
工程应用书库

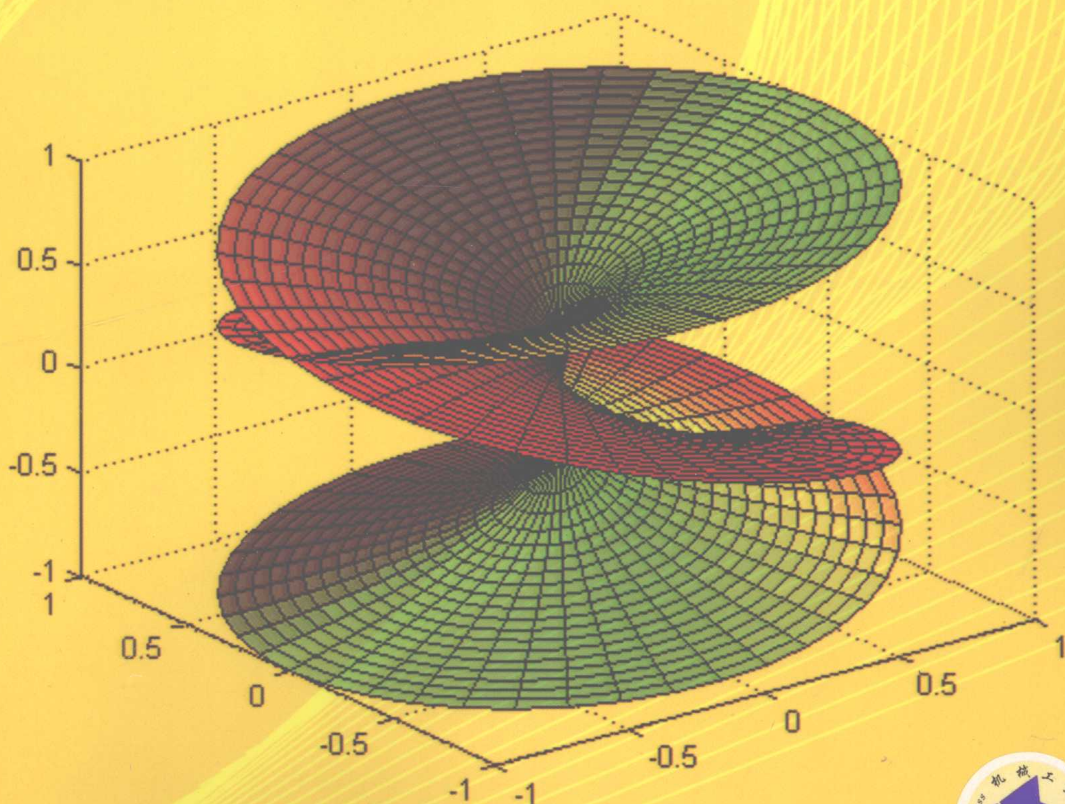
MATLAB

数值分析



网上提供源代码下载
www.cmpbook.com

周品 何正风 等编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

TP371.76/M12.51

MATLAB

1-3

MATLAB 工程应用书库

MATLAB 数值分析

周品 何正风 等编著



机械工业出版社

1340506

本书以最新版 MATLAB 为平台,介绍了数值分析方法与图形可视化。全书共分 9 章,第 1、2 章讲解了 MATLAB 基础知识,第 3~9 章分别讲解了误差、插值法与曲线拟合、线性方程组的数值解法、非线性方程求解、数值微分与数值积分、矩阵特征值计算和常微分方程的数值解。MATLAB 以其独特的魅力,改变了传统数值分析的编程观念,从而成为实现上述目标的有利工具。

本书可作为理工科各专业本科生、研究生以及应用 MATLAB 的相关科技人员学习 MATLAB 数值分析、建模、仿真的教材或参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

MATLAB 数值分析 / 周品, 何正风等编著. —北京: 机械工业出版社, 2009.1

(MATLAB 工程应用书库)

ISBN 978-7-111-25707-3

I. M… II. ①周…②何… III. 计算机辅助设计—软件包, MATLAB
IV. TP391.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 190054 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 丁 诚 吴鸣飞

责任编辑: 丁 诚 李 宁 王 师

责任印制: 杨 曦

三河市国英印务有限公司印刷

2009 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·21.75 印张·534 千字

0001—4000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-25707-3

定价: 39.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010) 68326294

购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010) 88379753 88379739

封面无防伪标均为盗版

前 言



随着现代科学的飞速发展和工程技术的日新月异，数学在自然科学、工程学科、经济、医学和人文等领域中广泛应用并不断发展。实验研究、理论分析和科学计算已经成为当代科学研究中不可或缺的 3 种主要手段。现今，越来越多领域的科研人员和工程技术人员需要掌握和应用数值分析提供的数学原理和计算方法，进行各学科的科学和工程问题的分析与求解。

数值分析 (Numerical Analysis) 又称为科学计算或计算方法。它是数学的一个分支，以数字计算机求解数学问题的理论和方法为研究对象。

本书讲解的重点是数值分析方法和计算的可视化，同时将 MATLAB 的使用和编程的基本技巧渗透于其中，包括误差、插值法与曲线拟合、线性/非线性方程、数值微分与积分、矩阵特征值计算、常微分求解等数值分析的数学基本原理和基本理论分析，还有数值方法在工程、科学和数学问题中的应用。另外，书中还配备了大量例题，范围从方法原理、算法的基本应用到理论的归纳与扩展。通过这些例题，可使读者进一步领会数值分析的实际应用。

为使读者对数值分析的学习更灵活务实，本书还详细介绍了数值方法在 MATLAB 中的实现，其中包括数值方法在 MATLAB 中的函数实现；数值方法在 MATLAB 中的符号法；最新版 MATLAB 的一些数学命令和图形工具，MATLAB 编程和 MATLAB 绘图。使读者在上机练习中加深了对数值分析算法原理的理解，通过对算法的思考和理论分析，既能使读者熟练掌握 MATLAB 的使用，又能培养和提高实际计算的能力与技巧。本书结构合理，可读性强，对使用 MATLAB 的科技人员有着重要的参考价值，也可作为“数值分析”课程的教材或参考书。

本书以目前国际上流行的 MATLAB 为平台，介绍了数值分析方法与图形可视化的内容，涉及 MATLAB 使用方法和编程技巧，数值分析的数学基础，以及数值计算方法的基本理论及其在某些工程技术中的应用，同时也对这些数值计算方法的计算效果、稳定性、收敛效果、适用范围及优劣性与特点作了简要的分析，还有数值分析在工程、科学和数学问题中的应用以及 MATLAB 绘图等内容。

参加本书编写的人员有周品、何正风、王旭宝、王孟群、邓恒奋、卢国伟、卢焕斌、伍志聪、庄文华、庄浩杰、许业成、何沛彬、何佩贤、张水兰、张坚、李勇杰、李秋兰、李美妍、陈运英、陈景棠、梁家科、黄达中、陈楚明、林健锋、梁劲强、林振满、许华兴等。

本书力求内容丰富、图文并茂、文字流畅，使之成为一本学习和使用 MATLAB 数值分析方面有价值的参考书。但错误或疏漏之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者



目 录

前言

第 1 章 MATLAB 概述	1
1.1 MATLAB 的发展历程和应用	1
1.2 MATLAB 的特点	4
1.3 MATLAB 的工具箱	5
1.4 MATLAB 的工作环境	6
1.4.1 MATLAB 的启动与退出	6
1.4.2 MATLAB 主菜单及功能	7
1.4.3 MATLAB 命令窗口	10
1.4.4 MATLAB 工作空间	11
1.4.5 MATLAB 文件管理	12
1.4.6 MATLAB 帮助使用	13
第 2 章 MATLAB 程序设计基础	14
2.1 变量与常量	14
2.2 数据类型	14
2.2.1 数值型	15
2.2.2 字符与字符串	16
2.2.3 元胞数组	18
2.2.4 构架数组	18
2.3 关系运算与逻辑运算	18
2.4 文件与程序结构	19
2.4.1 M 文件	19
2.4.2 输入与输出	21
2.5 MATLAB 程序基本语句	22
2.5.1 程序分支控制语句	22
2.5.2 程序循环控制语句	25
2.5.3 程序终止控制语句	27
2.5.4 程序异常处理语句	28
2.6 MATLAB 函数	29
2.6.1 函数	29
2.6.2 子函数	29
2.6.3 私有函数	31
2.6.4 嵌套函数	31
2.7 MATLAB 程序调试	32
2.7.1 调试方法	32

2.7.2 调试工具	33
2.8 基本绘图方法	34
2.8.1 二维图形函数与调用方法	34
2.8.2 二维图形处理	40
2.8.3 三维图形的基本函数	46
2.8.4 三维曲线图	46
2.8.5 三维网格图	47
2.8.6 三维曲面图	47
2.8.7 专用图形	51
2.9 数值矩阵	58
2.9.1 数值矩阵的创建	58
2.9.2 数值矩阵的矩阵算法	62
2.9.3 数值矩阵的数组算法	66
第3章 误差	70
3.1 误差的分类	70
3.1.1 输入数据的误差	70
3.1.2 舍入误差	70
3.1.3 截断误差	70
3.2 绝对误差、相对误差和有效数字	71
3.2.1 绝对误差	71
3.2.2 相对误差	72
3.2.3 有效数字	72
3.3 计算机的浮点数和舍入误差	73
3.3.1 计算机的浮点数表示	73
3.3.2 舍入误差的精度损失	74
3.4 误差估计	75
3.5 数值运算中的一些原则	76
3.5.1 要有数值稳定性	76
3.5.2 要防止大数吃掉小数	76
3.5.3 要避免两相近数相加	77
3.5.4 要避免除数绝对值远小于被除数绝对值	78
3.5.5 要减少运算次数	78
3.6 MATLAB 中的数值计算精度	79
第4章 插值法与曲线拟合	80
4.1 拉格朗日插值法	80
4.1.1 线性插值	80
4.1.2 抛物插值	81
4.1.3 拉格朗日插值多项式与插值余项	82
4.1.4 拉格朗日插值的 MATLAB 实现	82



4.2 埃特金算法	84
4.2.1 构造埃特金插值表	84
4.2.2 埃特金插值的 MATLAB 实现	85
4.3 牛顿插值法	87
4.3.1 差商	87
4.3.2 牛顿插值	89
4.3.3 牛顿插值的 MATLAB 实现	89
4.4 差分与等距节点插值法	91
4.4.1 差分	91
4.4.2 等距节点插值公式	93
4.5 埃尔米特插值法	97
4.5.1 埃尔米特插值函数	97
4.5.2 埃尔米特插值的 MATLAB 实现	99
4.6 有理分式插值法	101
4.6.1 有理函数插值的基本概念	101
4.6.2 有理函数插值的存在性	102
4.6.3 连分式插值	103
4.6.4 逐步有理插值	105
4.7 函数逼近	107
4.7.1 正交多项式	107
4.7.2 勒让德多项式	109
4.7.3 切比雪夫多项式	112
4.8 曲线拟合	114
4.8.1 最小二乘法	115
4.8.2 最小二乘法在 MATLAB 中的实现	116
4.8.3 曲线拟合在 MATLAB 中的实现	117
4.9 MATLAB 中的插值函数	118
4.9.1 一元函数的插值命令	118
4.9.2 二元函数的插值命令	120
第 5 章 线性方程组的数值解法	122
5.1 高斯消去法	123
5.1.1 顺序消去法	123
5.1.2 列主元 Gauss 消去法	126
5.1.3 Gauss-Jordan 消去法	131
5.2 分解法	134
5.2.1 LU 分解法	134
5.2.2 对称正定矩阵的 Cholesky 分解	138
5.3 迭代法	140
5.3.1 雅克比迭代法	140

5.3.2	高斯-赛德尔迭代法	143
5.3.3	逐次超松弛迭代法	145
5.4	MATLAB 中线性方程组数值解的函数	148
5.4.1	求矩阵秩的函数 rank()	148
5.4.2	求矩阵零空间向量函数 null()	150
5.5	MATLAB 中矩阵三角分解的函数	153
第 6 章	非线性方程求解	158
6.1	非线性方程求解方法	159
6.1.1	二分法	159
6.1.2	迭代法	162
6.1.3	牛顿法	166
6.1.4	抛物线法	170
6.1.5	弦位法	173
6.2	求非线性方程值解的 MATLAB 函数	176
6.2.1	代数方程的求根函数 root()	176
6.2.2	求函数零点的函数 fzero()	177
6.2.3	求方程组数值解的指令	179
6.3	求解非线性方程的 MATLAB 符号命令	182
第 7 章	数值微分与数值积分	185
7.1	数值微分方法	185
7.1.1	差商方法	185
7.1.2	三点公式	188
7.1.3	样条求导	191
7.1.4	理查森外推加速法	193
7.2	MATLAB 常用数值微分函数举例	196
7.2.1	函数 diff()	196
7.2.2	函数 gradient()和函数 surfnorm()	197
7.2.3	函数 jacobian()	199
7.3	数值积分	200
7.3.1	插值型的求积公式	201
7.3.2	内插求积公式	202
7.4	梯形公式、抛物线公式与牛顿-柯特斯公式	203
7.4.1	梯形公式	203
7.4.2	辛普生公式	206
7.4.3	牛顿-柯特斯公式	209
7.5	复合求积公式	214
7.5.1	复合梯形求积公式	214
7.5.2	复合辛普生求积公式	216
7.6	高斯-勒让德求积公式	218



7.6.1 高斯-勒让德求积公式基本原理	218
7.6.2 高斯-勒让德求积公式的 MATLAB 实现	219
7.7 龙贝格求积公式	222
7.7.1 龙贝格求积公式简介	222
7.7.2 龙贝格求积公式的 MATLAB 实现	222
7.8 复合求积公式的函数实现	224
7.8.1 函数 sum()实现复合矩阵形法求积计算	224
7.8.2 函数 trapz()实现复合梯形法求积计算	227
7.9 MATLAB 常用数值积分函数举例	229
7.9.1 函数 quad()	229
7.9.2 函数 quadl()	232
7.9.3 函数 dblquad()	233
7.9.4 函数 triplequad()	237
7.9.5 计算积分的 MATLAB 符号法	238
第 8 章 矩阵特征值的计算	246
8.1 特征值与特征向量的基础知识	246
8.1.1 概念及性质	246
8.1.2 向量范数	248
8.1.3 矩阵范数	250
8.1.4 谱半径	251
8.1.5 迭代法的收敛性	252
8.1.6 迭代法的误差估计	252
8.2 特征值求取	252
8.2.1 特征多项式法	252
8.2.2 幂法	254
8.2.3 反幂法	261
8.2.4 QR 方法基础	265
8.3 函数 eig()计算特征值	267
8.4 舒尔分解和奇异值分解	270
8.5 矩阵指数计算	271
8.6 计算范数和矩阵谱半径的函数	272
第 9 章 常微分方程的数值解	274
9.1 常微分方程的基本概念	274
9.2 欧拉方法	275
9.2.1 欧拉格式	275
9.2.2 欧拉法的局部截断误差	277
9.2.3 隐式欧拉法	278
9.2.4 两步欧拉格式	279
9.2.5 改进的欧拉法	280

9.3 龙格-库塔法	281
9.3.1 龙格-库塔法基本思想	281
9.3.2 二阶龙格-库塔法	282
9.3.3 三阶龙格-库塔法	284
9.3.4 四阶龙格-库塔法	284
9.4 亚当姆斯方法	286
9.4.1 亚当姆斯格式	286
9.4.2 亚当姆斯预报-校正系统	287
9.5 在 MATLAB 中求解常微分方程的初值问题	288
9.5.1 欧拉法	288
9.5.2 隐式欧拉法	290
9.5.3 改进的欧拉法	291
9.5.4 二阶龙格-库塔法	293
9.5.5 三阶龙格-库塔法	295
9.5.6 四阶龙格-库塔法	298
9.5.7 亚当姆斯法	302
9.5.8 其他方法的应用	306
9.5.9 求常微分方程初值问题数值解的函数	324
参考文献	333



第 1 章 MATLAB 概述



经过 20 多年的不断完善, MATLAB 已经成为一个包含众多科学、工程计算的庞大系统, 是目前世界上最流行的计算机软件之一。

1.1 MATLAB 的发展历程和应用

20 世纪 70 年代中期, Cleve Moler 博士和其同事在美国国家科学基金的资助下开发了调用 EISPACK 和 LINPACK 的 FORTRAN 子程序库。EISPACK 是特征值求解的 FORTRAN 程序库, LINPACK 是解线性方程的程序库。当时, 这两个程序库代表矩阵运算的最高水平。

20 世纪 70 年代后期, 身为美国 New Mexico 大学计算机系系主任的 Cleve Moler, 在给 学生讲授线性代数课程时, 想教学生使用 EISPACK 和 LINPACK 程序库, 但发现学生用 FORTRAN 编写接口程序很费时间, 于是他开始自己动手, 利用业余时间为学生编写 EISPACK 和 LINPACK 的接口程序。Cleve Moler 给这个接口程序取名为 MATLAB, 该名为 矩阵 (Matrix) 和实验室 (Labotatory) 两个英文单词的前 3 个字母的组合。以后的数年, MATLAB 在多所大学里作为教学辅助软件使用, 并作为面向大众的免费软件广为流传。

1983 年春, Cleve Moler 到 Standford 大学讲学, MATLAB 深深地吸引了工程师 John Little。John Little 敏锐地觉察到 MATLAB 在工程领域的广阔应用前景。同年, 他和 Cleve Moler, Steve Bangert 一起, 用 C 语言开发了第二代专业版。第二代的 MATLAB 语言同时具备了数值计算和数据图示化的功能。

1984 年, Cleve Moler 和 John Little 成立了 MathWorks 公司, 正式把 MATLAB 推向市场, 并继续进行 MATLAB 的研究和开发。

在当今 30 多个数学类科技应用软件中, 就软件数学处理的原始内核而言, 可分为两大类。一类是数值计算型软件, 如 MATLAB, Xmath, Gauss 等, 这类软件的优势是数值计算, 处理大批数据效率高; 另一类是数学分析型软件, 如 Mathematica, Maple 等, 这类软件以符号计算见长, 能给出解析解和任意精确解, 其缺点是处理大量数据时效率较低。MathWorks 公司顺应多功能需求之潮流, 在其卓越的数值计算和图示能力的基础上, 又率先从专业水平上开拓了符号计算, 文字处理, 可视化建模和实时控制能力, 开发出了适合多学科, 多部门要求的新一代科技应用软件 MATLAB。经过多年的国际竞争, MATLAB 已经占据了数值软件市场的主导地位。

在 MATLAB 进入市场前, 国际上的许多软件包都是直接以 FORTRAN、C 语言等编程语言开发的。这些软件包的缺点是使用面窄、接口简陋、程序结构不开放以及没有标准的基 库, 很难适应各学科的最新发展, 因而很难推广。MATLAB 的出现, 为各国科学家开发学 科软件提供了新的基础。在 MATLAB 问世不久的 20 世纪 80 年代中期, 原先控制领域里 的一些软件包纷纷被淘汰或在 MATLAB 上重建。

MathWorks 公司 1993 年推出了 MATLAB 4.0 版, 1995 年推出 4.2C 版 (for Windows3.x), 1997 年推出 5.0 版, 1999 年推出 5.3 版。MATLAB 5.x 较 MATLAB 4.x 无论

是界面还是内容都有很大的进展，其帮助信息采用超文本格式和 PDF 格式，在 Netscape 3.0 或 IE 4.0 及以上版本，Acrobat Reader 中可以方便地浏览。

时至今日，经过 MathWorks 公司的不断完善，MATLAB 已经发展成为适合多学科，多种工作平台的功能强大的大型软件。在国外，MATLAB 已经经受了多年考验。在欧美等高校，MATLAB 已经成为“线性代数”、“自动控制理论”、“数理统计”、“数字信号处理”、“时间序列分析”、“动态系统仿真”等课程的基本教学工具；成为攻读学位的大学生、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 被广泛用于科学研究和解决各种具体问题。在工程界，无论你从事工程方面的哪个学科，都能在 MATLAB 里找到适合的功能。

MATLAB 的应用领域是非常广泛的，能运用在以下的几个方面：

- 基本的数据处理。
- 优化和解方程。
- 动态过程仿真：实时的和非实时的。
- 数据来源：Excel、数据库、A/D 等。
- 嵌入式的控制：Pc/104 和 DSP。
- 神经网络、小波分析、GA 等。
- 虚拟现实仿真。

MATLAB 也是所有系统工具的基础，如图 1-1 所示为 MATLAB 仿真示意图。

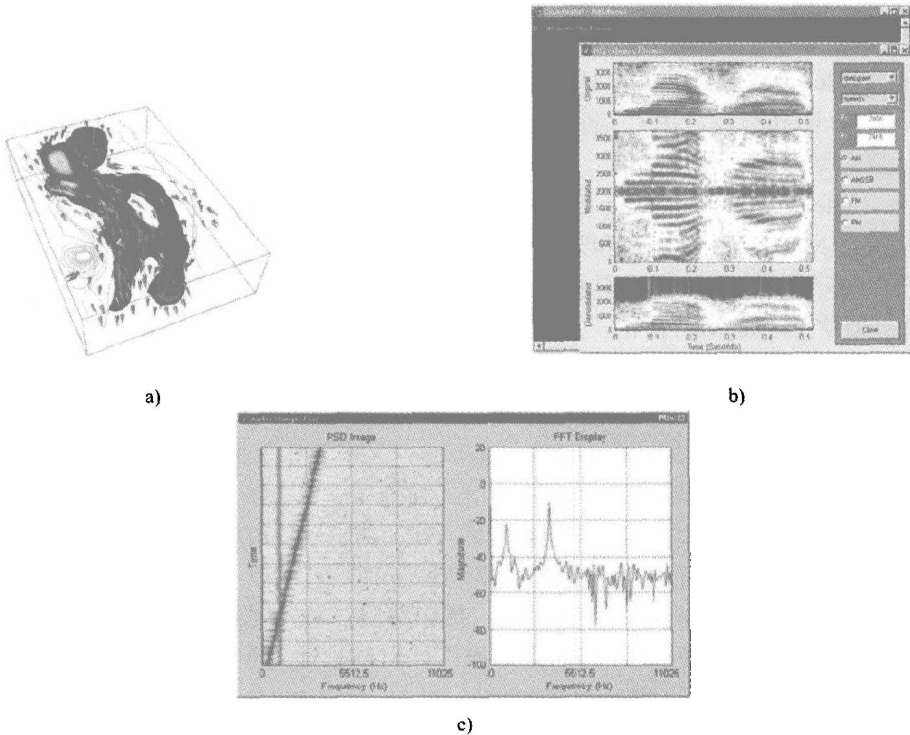
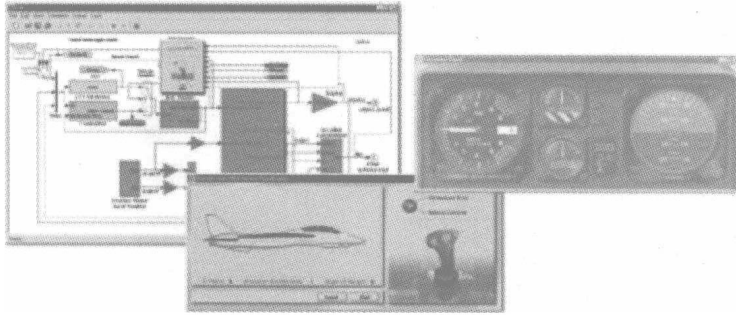


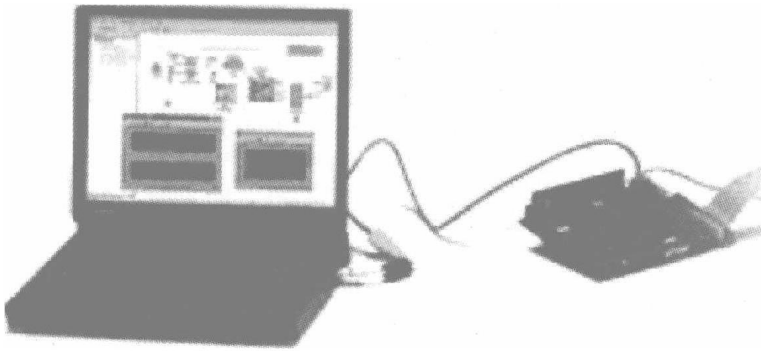
图 1-1 MATLAB 仿真示意图

a) 使用函数生成的风的等值面图 b) 生成风的仿真实验 c) 声卡信号显示成 PSD 图像及 FFT 显示

如图 1-2 所示为设计自动化工具。



a)



b)

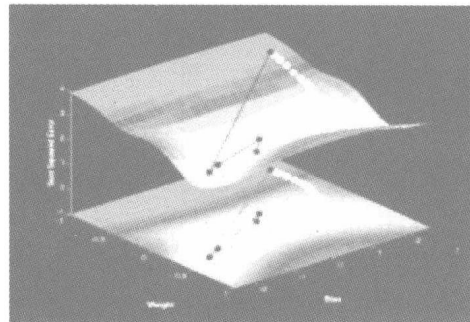
图 1-2 设计自动化工具

a) Real-Time Workshop 自动生成 Simulink 模型代码 b) 自动控制原理仿真实验

如图 1-3 所示为一般用途的工具。



a)



b)

图 1-3 一般用途的工具

a) 修复模糊图片 b) 反向传播和 Levenberg-Marquardt 比较

如图 1-4 所示为信号和图像处理。

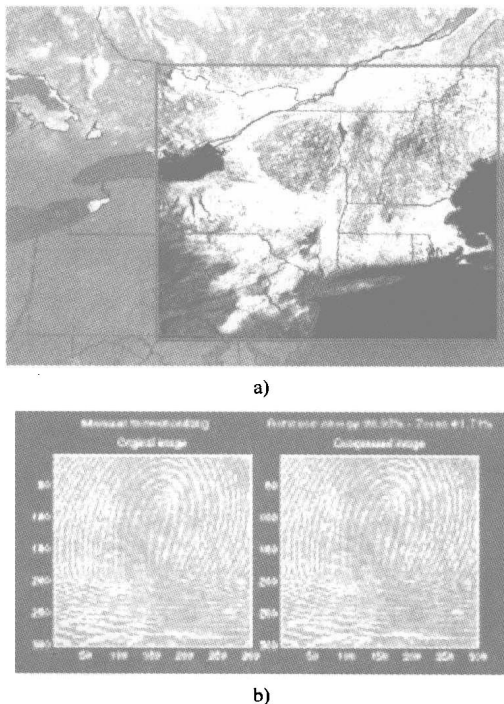


图 1-4 信号和图像处理
a) 图像做增强处理 b) 图像做压缩处理

如图 1-5 所示为控制系统设计和分析。

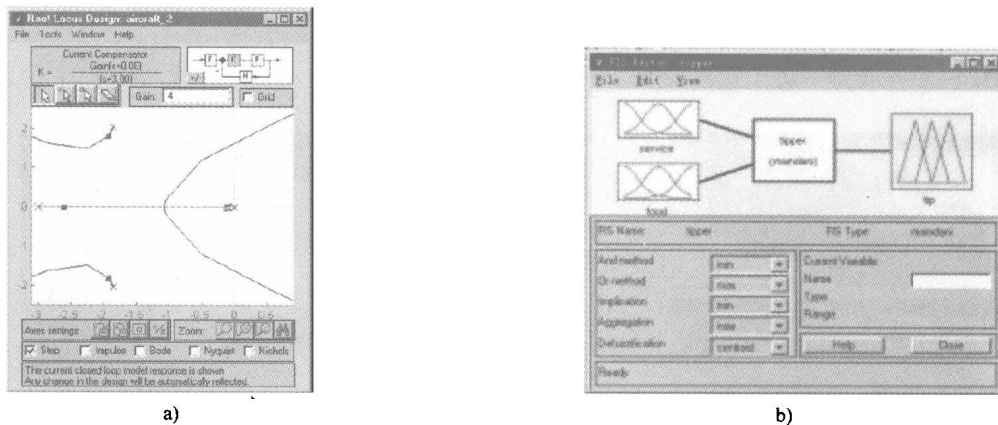


图 1-5 控制系统设计和分析
a) 根轨迹分析和极点配置 b) 实时控制仿真实验

1.2 MATLAB 的特点

被称为第 4 代计算机语言的 MATLAB，具有丰富的函数资源，能让编程人员从繁琐的

程序代码中解放出来。

MATLAB 特点:

① 简单易学。MATLAB 是一种面向科学与工程计算的高级语言，语法特征与 C++类似，但更加简单，更符合科技人员对数学表达式的书写格式，允许用数学形式的语言编写程序。

② 能与其他语言编写的程序结合，具有输入/输出格式化数据的能力。

③ 移植性和开放性好。MATLAB 适合多种平台，可跨平台应用；除内部函数以外，所有的核心文件和工具箱文件都是公开的，都是可读/写的源文件，用户可以通过对源文件的修改和自己编程构成新的工具箱。

④ 语言简单。MATLAB 最突出的特点就是简洁，它用更直观的，符合人们思维习惯的代码，代替 C 和 FORTRAN 语言的冗长代码。MATLAB 给用户带来的是最直观、最简洁的程序开发环境。

⑤ 编程容易、效率高。从形式上看，MATLAB 程序文件是一个纯文本文件，扩展名为 .m 用任何字处理软件都可以对其进行编写和修改，因此程序易调试，人机交互性强。

⑥ 有强大的绘图功能。

- 有一系列绘图函数，可方便地输出复杂的二维、三维图形。

- 高级图形处理，如色彩控制、句柄图形、动画等。

- 图形用户界面 (GUI) 制作工具，可以制作用户菜单和控件。使用者可以根据自己的需求编写出满意的图形界面。

⑦ 具有丰富的数学功能。

- 包括矩阵各种运算，如正交变换、三角分解、特征值、常见的特殊矩阵等。

- 包括各种特殊函数，如贝塞尔函数、勒让德函数、伽码函数、贝塔函数、椭圆函数等。

- 包括各种数学运算功能，如数值微分、数值积分、插值、求极值、方程求根、快速傅里叶变换 (FFT)、常微分方程的数值解等。

⑧ 可以直接处理声音和图形文件。

- 声音文件，如 WAV 文件 (例: wavread、sound 等)。

- 图形文件，如 bmp、gif、pcx、tif、jpeg 等文件。

⑨ 具有很好的帮助功能。

- 提供十分详细的帮助文件 (PDF、HTML、demo 文件)。

- 联机查询指令: help 指令 (例: help elfun、help exp、help simulink) 和 lookfor 关键词 (例: lookfor fourier)。

1.3 MATLAB 的工具箱

MATLAB 工具箱可以分为学科工具箱和功能性工具箱。学科工具箱包括控制工具箱、信号处理工具箱、通信工具箱等专业性较强的工具箱；功能性工具箱能用在多种学科中，主要用于扩充 MATLAB 的可视化建模仿真、文字处理、符号计算、与硬件实时交

互等功能。

下面简要介绍在科学计算中常用的工具箱。

1. 统计工具箱

- 概率分布和随机数生成。
- 多变量分析。
- 回归分析。
- 主元分析。
- 假设检验。

2. 最优工具箱

- 线性规划和二次规划。
- 求函数的最大值和最小值。
- 多目标优化。
- 约束条件下的优化。
- 非线性方程求解。

3. 符号数学工具箱

- 符号表达式和符号矩阵的创建。
- 符号微积分、线性代数、求解方程。
- 因式分解、展开和简化。
- 符号函数的二维图形。
- 图形化函数计算器。

4. 样条工具箱

- 分段分项式和 B 样条。
- 样条的构造。
- 曲线拟合及平滑。
- 函数微积分。

1.4 MATLAB 的工作环境

MATLAB 为用户提供了非常友好的工作环境，熟悉这些工作环境是使用 MATLAB 的基础。

1.4.1 MATLAB 的启动与退出

1. 启动

可以利用菜单、快捷键或文件夹 3 种方式进入 MATLAB 工作窗口。最基本、最容易的方法是通过菜单，双击 MATLAB 级联菜单上的图标。以上方法都可以启动 MATLAB 的主窗口，如图 1-6 所示为 MATLAB 主窗口。

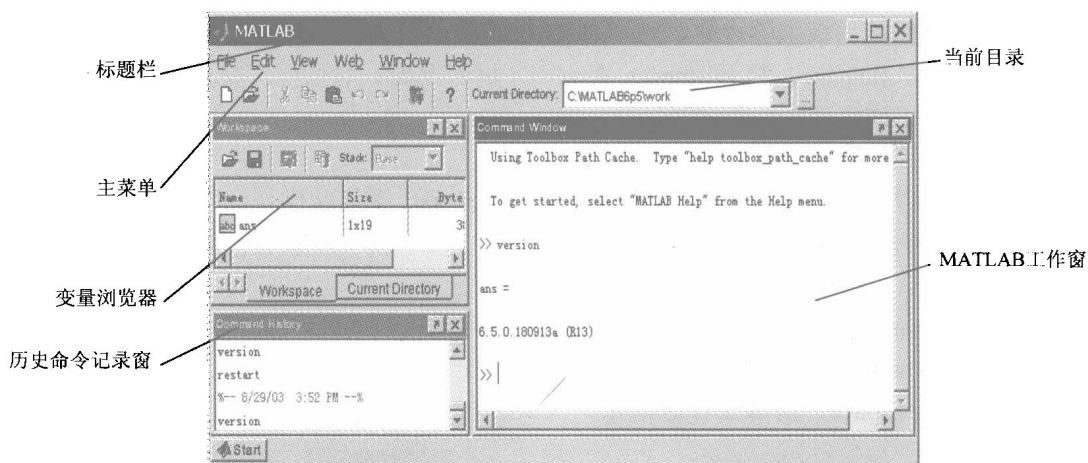


图 1-6 MATLAB 主窗口

2. 退出

退出 MATLAB 系统有 3 种方法:

- 1) 单击 File 主菜单或同时按下快捷键 <Alt+F>, 选择 Exit MATLAB。
- 2) 鼠标单击窗口右上角的关闭图标。
- 3) 同时按下快捷键 <Ctrl+Q>。

1.4.2 MATLAB 主菜单及功能

1. File 主菜单

单击 File 主菜单或者同时按下快捷键 <Alt+F>, 弹出如图 1-7 所示的下拉菜单。

- 1) New: 建立新的.m 文件、图形、模型和图形用户界面。
- 2) Open: 打开文件, 也可使用快捷键 <Ctrl+O> 实现此操作。
- 3) Close Command Window: 关闭命令窗口。
- 4) Inport Data: 从其他文件导入数据。
- 5) Save Workspace As: 将工作空间的数据保存到相应的路径中。
- 6) Set Path: 设置工作路径。
- 7) Preferences: 设置命令窗口属性。
- 8) Page Setup: 页面设置。
- 9) Print: 设置打印属性。
- 10) Print Selection: 对选择的文件数据进行打印设置。
- 11) Exit MATLAB: 退出 MATLAB。

2. Edit 主菜单

单击 Edit 主菜单或者同时按下快捷键 <Alt+E>, 弹出如图 1-8 所示的下拉菜单。

- 1) Undo: 撤销上一步操作, 也可使用快捷键 <Ctrl+Z> 实现此操作。
- 2) Redo: 重做上一步操作。
- 3) Cut: 剪切选中对象, 也可使用快捷键 <Ctrl+W> 实现此操作。
- 4) Copy: 复制选中对象, 也可使用快捷键 <Alt+W> 实现此操作。