

MATLAB 实用指南系列

MATLAB 实用教程

苏金明 阮沈勇 编

<http://www.phei.com.cn>



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

MATLAB 实用指南系列

MATLAB 实用教程

苏金明 阮沈勇 编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

内 容 简 介

本书结合 MATLAB 最新版本 7.0 全面介绍 MATLAB 数值计算、图形和程序设计等 3 个方面的内容。数值计算部分紧密结合大学数学课程进行介绍,包括高等数学、线性代数、计算方法、概率论与数理统计、最优化方法和偏微分方程数值解等的 MATLAB 实现。图形部分介绍二维、三维图形的绘制和编辑,以及科学计算可视化、计算几何等。程序设计部分介绍 M 文件设计、图形用户界面设计、文件操作、编译和接口等内容。

本书内容十分丰富,且与大学基础课程密切相关,可作为高等学校相关专业的教材或辅助教材,也可供 MATLAB 爱好者入门、自学和参考。

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 实用教程 / 苏金明, 阮沈勇编. —北京: 电子工业出版社, 2005.7

(MATLAB 实用指南系列)

ISBN 7-121-01323-1

I. M… II. ①苏…②阮… III. 计算机辅助计算—软件包, MATLAB—高等学校—教材 IV. TP391.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 068063 号

责任编辑: 王昌铭

印 刷: 北京牛山世兴印刷厂

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: 787×1092 1/16 印张: 22.5 字数: 575 千字

印 次: 2005 年 7 月第 1 次印刷

印 数: 5000 册 定价: 32.00 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 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

前 言

近年来,国内流行多种科学计算软件。科学计算软件的使用,可以极大地提高科研人员的工作效率,可以更快更准确地完成计算方案的设计,可以在必要的时候用图形图像表示计算结果和描述运行机制。在数十种科学计算软件中, MATLAB 凭借其数值计算与图形可视化功能的完美结合,以及开放的设计理念,取得了很大的成功。目前,很多学校已经开设了这方面的课程,很多学生已经开始使用该软件完成论文设计。

我们从 1998 年开始接触 MATLAB,在深入学习和应用的基础上,于 2002 年、2004 年推出过 MATLAB 方面的图书。这些图书普遍受到读者的好评,其中《MATLAB 6.1 实用指南》被多所大学用作教材和教参。基于对 MATLAB 本身的理解和相关内容的积累,以及 MATLAB 目前在国内的发展和现状,经过长时间的酝酿,我们结合最新版本 7.0 编写了这套《MATLAB 实用指南系列》。

《MATLAB 实用指南系列》由《MATLAB 实用教程》、《MATLAB 工程数学》、《MATLAB 信号处理》、《MATLAB 图形图像》和《MATLAB 高级编程》等 5 本图书组成,其结构体系如图 0-1 所示。MATLAB 的主要内容可以概括为数值计算、图形图像和程序设计等 3 个方面。《MATLAB 实用教程》结合大学课程介绍了这几个方面的基础和应用知识。其他图书在某个方面进行更深入的探讨。这样,整个系列具有清晰的层次感,并成为有机结合的整体。

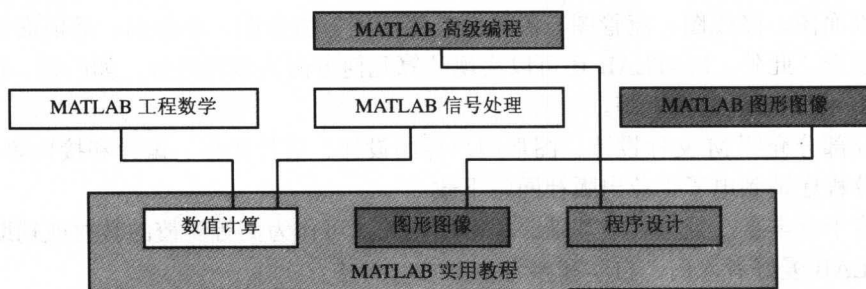


图 0-1 系列图书的结构体系

《MATLAB 实用教程》结合大学数学课程介绍高等数学、线性代数、计算方法、概率论与数理统计、最优化方法和偏微分方程数值解等的 MATLAB 实现方法;介绍 MATLAB 强大的图形功能,包括二维、三维图形的绘制,以及科学计算可视化、计算几何等;介绍 M 文件设计、界面设计、文件操作、编译和接口等程序设计方面的内容。每章安排了习题,便于巩固所学。

《MATLAB 工程数学》介绍几个与工程数学有关的工具箱,包括统计工具箱、最优化工具箱、偏微分方程数值解工具箱、样条工具箱和曲线拟合工具箱等。

《MATLAB 信号处理》介绍与信号处理有关的数字信号处理工具箱、阵列信号处理工具箱、时频分析工具箱和高阶谱分析工具箱。

《MATLAB 图形图像》介绍 MATLAB 图形图像的基础——句柄图形对象,以及图形着色、光照、材质、纹理映射、透明性和交互操作等高级绘图技术,然后介绍图像处理、虚拟

现实和地图制作等几个图形图像方面的工具箱。

《MATLAB 高级编程》由高级编程技术、程序编译、MATLAB 与外部程序接口和高级界面主题等几方面的内容组成，介绍一些非常实用的技术。其中 MATLAB 与外部程序接口包括 MATLAB 与 C/C++、Visual Basic、Visual C++、Excel、SPSS 以及硬件等接口，介绍了 COM 生成器、Excel 生成器等接口工具。该书还介绍了 MATLAB 7.0 全新的编译器。

总之，在编写过程中，我们希望在内容上尽可能地全面，既要满足大多数读者入门、应用的需要，又要满足中高级读者进阶的要求；既要有体系地介绍比较基础的知识，又要介绍图形可视化、工具箱内高级算法实现和高级接口技术等这样一些非常有价值、能反映 MATLAB 真实品质的内容。在我们力所能及的范围内，我们希望大家看到一个真实的 MATLAB。

关于本书

本书全面介绍 MATLAB 数值计算、图形和程序设计等 3 个方面的内容。

数值计算部分紧密结合大学数学课程进行介绍，包括高等数学、线性代数、计算方法、概率论与数理统计、最优化方法和偏微分方程数值解等。部分内容结合常用算法编制了 MATLAB M 函数，并结合实例进行了检验。

图形部分介绍二维、三维图形的绘制和编辑，以及科学计算可视化、计算几何等。MATLAB 的图形功能非常强大，不仅可以绘制线形图、条形图、对数坐标图、半对数坐标图、极坐标图等常见图形，还可以绘制表面图、多边形对象模型、参数曲线和曲面、样条曲线和曲面等比较复杂的图形。科学计算可视化是一门新学科，使用 MATLAB，可以绘制矢量图、等值线图、剖面图、流线图、流管图、流锥图、流沙图、流带图、卷曲图、等值面图和等帽盖图等多种图形。此外，MATLAB 还可以实现计算几何方面的多种任务，如凸包、Delaunay 剖分、Voronoi 图和最近邻搜索等。

程序设计部分介绍 M 文件设计、图形用户界面设计、文件操作、编译和接口等内容。

书中部分程序请到电子工业出版社网站下载。

本书内容十分丰富，且与大学基础课程密切相关，可作为高等学校的教材或辅助教材；也可供 MATLAB 爱好者入门、自学和参考。

本书第 4、5、6、14 章由苏金明与阮沈勇共同编写，其余内容由苏金明单独编写。邓英尔教授审阅了部分内容，张莲花、王永利、刘玉珊等提供了帮助，在此对他们表示衷心的感谢！

由于水平有限，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：

苏金明 s_jm@263.net.cn

阮沈勇 r_shenyong@yahoo.com.cn

编者
2005.5.19

目 录

| | |
|-------------------------------|------|
| 第 1 章 MATLAB 简介 | (1) |
| 1.1 MATLAB 的主要特点 | (1) |
| 1.2 MATLAB 桌面简介 | (2) |
| 1.2.1 启动按钮 | (2) |
| 1.2.2 命令窗口 | (3) |
| 1.2.3 命令历史窗口 | (4) |
| 1.2.4 工作空间窗口 | (4) |
| 1.2.5 当前目录浏览器 | (6) |
| 1.3 MATLAB 的帮助系统 | (6) |
| 1.3.1 帮助浏览器 | (6) |
| 1.3.2 help 函数和 doc 函数 | (7) |
| 1.4 本章小结 | (7) |
| 习题与思考 | (7) |
| 第 2 章 数据类型 | (8) |
| 2.1 常数和变量 | (8) |
| 2.1.1 常数 | (8) |
| 2.1.2 变量 | (9) |
| 2.1.3 变量的数据类型 | (10) |
| 2.2 非 double 型数据类型 | (11) |
| 2.2.1 整型数据类型 | (11) |
| 2.2.2 单精度浮点型数据类型 | (12) |
| 2.3 数组和矩阵 | (13) |
| 2.3.1 数组 | (13) |
| 2.3.2 矩阵 | (15) |
| 2.4 字符串 | (22) |
| 2.4.1 创建字符串 | (22) |
| 2.4.2 创建二维字符串 | (23) |
| 2.4.3 类型转换 | (23) |
| 2.4.4 比较字符串 | (24) |
| 2.4.5 聚合字符串 | (25) |
| 2.4.6 字符分类 | (26) |
| 2.4.7 搜索和替换 | (26) |
| 2.5 多维数组 | (27) |
| 2.5.1 用索引生成多维数组 | (27) |
| 2.5.2 用 MATLAB 函数生成多维数组 | (27) |

| | | |
|--------------|----------------------|-------------|
| 2.5.3 | 用 cat 函数生成多维数组 | (28) |
| 2.6 | 结构 | (28) |
| 2.6.1 | 创建结构数组 | (28) |
| 2.6.2 | 在结构数组中获取数据 | (29) |
| 2.6.3 | 结构数组的大小 | (30) |
| 2.6.4 | 操作字段 | (30) |
| 2.6.5 | 结构嵌套 | (31) |
| 2.7 | 单元数组 | (31) |
| 2.7.1 | 创建单元数组 | (31) |
| 2.7.2 | 从单元数组中获取数据 | (32) |
| 2.7.3 | 删除单元和重塑单元数组 | (33) |
| 2.7.4 | 采用函数和运算符 | (33) |
| 2.7.5 | 在单元数组中组织数据 | (34) |
| 2.7.6 | 单元数组嵌套 | (34) |
| 2.7.7 | 在单元和数值数组之间转换 | (35) |
| 2.7.8 | 字符串单元数组 | (35) |
| 2.7.9 | 结构单元数组 | (36) |
| 2.7.10 | 多维单元数组 | (36) |
| 2.8 | 函数句柄 | (37) |
| 2.9 | 本章小结 | (37) |
| | 习题与思考 | (37) |
| 第 3 章 | M 文件设计 | (38) |
| 3.1 | 变量 | (38) |
| 3.1.1 | 变量的作用范围 | (38) |
| 3.1.2 | 变量的存活期 | (39) |
| 3.2 | 表达式 | (39) |
| 3.2.1 | 数值表示 | (39) |
| 3.2.2 | 运算符 | (39) |
| 3.2.3 | 处理字符串表达式 | (41) |
| 3.3 | 流程控制 | (41) |
| 3.3.1 | 条件控制 | (41) |
| 3.3.2 | 循环控制 | (43) |
| 3.3.3 | 错误控制 | (44) |
| 3.3.4 | 程序终止控制 | (44) |
| 3.4 | 函数 | (44) |
| 3.4.1 | 主函数 | (44) |
| 3.4.2 | 子函数 | (45) |
| 3.4.3 | 匿名函数 | (46) |
| 3.4.4 | 嵌套函数 | (46) |
| 3.4.5 | 私有函数 | (47) |

| | | |
|--------------|--------------------------|-------------|
| 3.4.6 | 重载函数 | (47) |
| 3.5 | M 文件 | (47) |
| 3.5.1 | 脚本式 M 文件和函数式 M 文件 | (48) |
| 3.5.2 | M 文件的基本结构 | (49) |
| 3.5.3 | 创建帮助 | (50) |
| 3.5.4 | 函数的参数 | (50) |
| 3.5.5 | 函数句柄 | (53) |
| 3.6 | 程序调试和错误处理 | (56) |
| 3.6.1 | 用 try-catch 语句检查错误 | (56) |
| 3.6.2 | 错误和警告信息 | (56) |
| 3.6.3 | 用“Debug”菜单进行调试 | (57) |
| 3.7 | 编程技巧 | (57) |
| 3.7.1 | 矢量化 | (57) |
| 3.7.2 | 预分配内存空间 | (57) |
| 3.8 | 本章小结 | (58) |
| | 习题与思考 | (58) |
| 第 4 章 | 高等数学计算 | (59) |
| 4.1 | 函数和极限 | (59) |
| 4.1.1 | 函数 | (59) |
| 4.1.2 | 极限 | (60) |
| 4.2 | 导数和微分 | (61) |
| 4.3 | 极限和导数的应用 | (61) |
| 4.3.1 | 渐近线 | (62) |
| 4.3.2 | 极值 | (63) |
| 4.3.3 | 拐点 | (64) |
| 4.4 | 不定积分和定积分 | (65) |
| 4.4.1 | 不定积分 | (66) |
| 4.4.2 | 定积分 | (66) |
| 4.5 | 多元函数的极限和求导 | (67) |
| 4.5.1 | 求多元函数的极限 | (67) |
| 4.5.2 | 求多元函数的导数 | (67) |
| 4.6 | 级数 | (68) |
| 4.6.1 | 级数求和 | (68) |
| 4.6.2 | 泰勒级数展开 | (68) |
| 4.7 | 微分方程 | (69) |
| 4.8 | 本章小结 | (70) |
| | 习题与思考 | (70) |
| 第 5 章 | 线性代数 | (71) |
| 5.1 | 矩阵分析 | (71) |
| 5.1.1 | 矩阵行列式 | (71) |

| | | |
|--------------|----------------|-------------|
| 5.1.2 | 矩阵的四则运算 | (71) |
| 5.1.3 | 矩阵的幂和平方根 | (72) |
| 5.1.4 | 矩阵的指数和对数 | (73) |
| 5.1.5 | 矩阵的翻转 | (73) |
| 5.1.6 | 矩阵的逆运算 | (74) |
| 5.1.7 | 矩阵的迹 | (74) |
| 5.1.8 | 矩阵的范数 | (74) |
| 5.1.9 | 矩阵的条件数 | (75) |
| 5.1.10 | 矩阵的重塑 | (75) |
| 5.1.11 | 矩阵的逻辑运算 | (76) |
| 5.1.12 | 矩阵的初等变换 | (76) |
| 5.1.13 | 矩阵的秩 | (77) |
| 5.2 | 矩阵的分解 | (77) |
| 5.2.1 | 矩阵的 LU 分解 | (77) |
| 5.2.2 | 矩阵的 QR 分解 | (77) |
| 5.2.3 | 矩阵的 QZ 分解 | (78) |
| 5.2.4 | 矩阵的乔累斯基分解 | (79) |
| 5.2.5 | 矩阵的奇异值分解 | (79) |
| 5.2.6 | 矩阵的特征值分解 | (80) |
| 5.2.7 | 矩阵的 Schur 分解 | (81) |
| 5.3 | 线性方程组的求解 | (81) |
| 5.3.1 | 方形系统 | (82) |
| 5.3.2 | 超定系统 | (83) |
| 5.3.3 | 不定系统 | (84) |
| 5.4 | 矩阵的特征值和特征矢量 | (85) |
| 5.5 | 符号矩阵 | (85) |
| 5.5.1 | 符号矩阵的四则运算 | (85) |
| 5.5.2 | 符号矩阵的其他运算 | (86) |
| 5.5.3 | 符号代数线性方程(组)的求解 | (88) |
| 5.6 | 稀疏矩阵 | (89) |
| 5.6.1 | 创建稀疏矩阵 | (90) |
| 5.6.2 | 稀疏矩阵运算 | (91) |
| 5.7 | 本章小结 | (91) |
| | 习题与思考 | (92) |
| 第 6 章 | 计算方法 | (93) |
| 6.1 | 一元非线性方程求解 | (93) |
| 6.1.1 | fzero 函数 | (93) |
| 6.1.2 | roots 函数 | (94) |
| 6.2 | 线性方程组的数值解法 | (94) |
| 6.2.1 | 基于矩阵变换的直接解法 | (94) |

| | | |
|--------------|--------------------|--------------|
| 6.2.2 | Jocabi 迭代法 | (94) |
| 6.2.3 | Gauss-Seidel 迭代法 | (95) |
| 6.2.4 | SOR (超松弛) 迭代法 | (96) |
| 6.3 | 非线性方程组的数值解法 | (97) |
| 6.3.1 | 不动点迭代法 | (97) |
| 6.3.2 | Newton 迭代法 | (98) |
| 6.3.3 | 拟 Newton 法 | (99) |
| 6.4 | 插值 | (102) |
| 6.4.1 | 一维插值 | (102) |
| 6.4.2 | 二维插值 | (103) |
| 6.4.3 | 多维插值 | (105) |
| 6.4.4 | Lagrange 插值 | (106) |
| 6.4.5 | Newton 插值 | (107) |
| 6.5 | 曲线拟合 | (108) |
| 6.5.1 | 最小二乘法 | (109) |
| 6.5.2 | 多项式曲线拟合 | (109) |
| 6.5.3 | 相关工具 | (110) |
| 6.6 | 数值微分 | (115) |
| 6.6.1 | 数值微分运算 | (115) |
| 6.6.2 | 数值梯度运算 | (115) |
| 6.6.3 | 中心差分 | (116) |
| 6.7 | 数值积分 | (117) |
| 6.7.1 | 梯形求积 | (117) |
| 6.7.2 | Simpson 求积 | (118) |
| 6.7.3 | Lobatto 求积 | (118) |
| 6.7.4 | Gauss 求积 | (119) |
| 6.7.5 | Romberg 求积 | (120) |
| 6.7.6 | 二重积分 | (121) |
| 6.7.7 | 三重积分 | (121) |
| 6.8 | 常微分方程的数值解 | (122) |
| 6.8.1 | 显式和线性隐式初值常微分方程问题求解 | (122) |
| 6.8.2 | 完全隐式初值常微分方程问题求解 | (125) |
| 6.8.3 | 边界值常微分方程问题求解 | (126) |
| 6.8.4 | 改进的 Euler 法 | (128) |
| 6.8.5 | 线性多步法 | (129) |
| 6.9 | 本章小结 | (131) |
| | 习题与思考 | (131) |
| 第 7 章 | 概率论与数理统计 | (132) |
| 7.1 | 概率论 | (132) |
| 7.1.1 | 分布律和概率密度函数 | (132) |

| | | |
|--------------|-----------------------|--------------|
| 7.1.2 | 分布函数 | (133) |
| 7.1.3 | 随机变量的数字特征 | (135) |
| 7.2 | 样本描述 | (136) |
| 7.2.1 | 集中趋势 | (137) |
| 7.2.2 | 离中趋势 | (139) |
| 7.3 | 参数估计 | (140) |
| 7.3.1 | 点估计 | (141) |
| 7.3.2 | 区间估计 | (141) |
| 7.3.3 | 常见分布的参数估计 | (142) |
| 7.4 | 假设检验 | (143) |
| 7.4.1 | 单个正态总体均值的假设检验 | (144) |
| 7.4.2 | 两个正态总体均值差的检验 | (144) |
| 7.4.3 | 基于成对数据的检验 | (145) |
| 7.4.4 | 分布拟合检验 | (146) |
| 7.5 | 方差分析 | (148) |
| 7.5.1 | 单因子方差分析 | (148) |
| 7.5.2 | 双因子方差分析 | (150) |
| 7.6 | 本章小结 | (153) |
| | 习题与思考 | (153) |
| 第 8 章 | 最优化方法 | (155) |
| 8.1 | 一维搜索问题 | (155) |
| 8.1.1 | 基本数学原理 | (155) |
| 8.1.2 | 有关函数介绍 | (155) |
| 8.1.3 | 应用实例 | (156) |
| 8.2 | 线性规划 | (156) |
| 8.2.1 | 基本数学原理 | (156) |
| 8.2.2 | 有关函数介绍 | (157) |
| 8.2.3 | 应用实例 | (157) |
| 8.3 | 无约束非线性最优化问题 | (158) |
| 8.3.1 | 基本数学原理 | (159) |
| 8.3.2 | 有关函数介绍 | (159) |
| 8.3.3 | 应用实例 | (160) |
| 8.4 | 有约束非线性最优化问题 | (161) |
| 8.4.1 | 基本数学原理 | (161) |
| 8.4.2 | 相关函数介绍 | (161) |
| 8.4.3 | 应用实例 | (163) |
| 8.5 | 本章小结 | (165) |
| | 习题与思考 | (165) |
| 第 9 章 | 偏微分方程数值解 | (166) |
| 9.1 | 一维偏微分方程的求解 | (166) |

| | | |
|---------------|-----------------------|--------------|
| 9.1.1 | 一维偏微分方程的一般形式 | (166) |
| 9.1.2 | 一维偏微分方程求解器 | (166) |
| 9.1.3 | 求解一维偏微分方程 | (168) |
| 9.2 | 二维偏微分方程的求解 | (170) |
| 9.2.1 | 有限元法 | (170) |
| 9.2.2 | 椭圆型问题 | (170) |
| 9.2.3 | 抛物型问题 | (172) |
| 9.2.4 | 双曲型问题 | (173) |
| 9.2.5 | 特征值问题 | (174) |
| 9.2.6 | 非线性问题 | (176) |
| 9.3 | 用 GUI 求解偏微分方程 | (177) |
| 9.3.1 | 求解偏微分方程的 GUI 简介 | (177) |
| 9.3.2 | 前处理 | (178) |
| 9.3.3 | PDE 计算 | (180) |
| 9.3.4 | 后处理 | (181) |
| 9.4 | 本章小结 | (182) |
| | 习题与思考 | (182) |
| 第 10 章 | 绘制图形 | (183) |
| 10.1 | 绘制二维图形 | (183) |
| 10.1.1 | 线形图、条形图和面积图 | (183) |
| 10.1.2 | 饼图 | (183) |
| 10.1.3 | 误差条图 | (184) |
| 10.1.4 | 散点图 | (185) |
| 10.1.5 | 直方图 | (185) |
| 10.1.6 | 对数坐标图和半对数坐标图 | (186) |
| 10.1.7 | 多轴图 | (187) |
| 10.1.8 | 极坐标图 | (188) |
| 10.1.9 | 帕累托图 | (188) |
| 10.1.10 | 火柴杆图 | (189) |
| 10.1.11 | 阶梯图 | (190) |
| 10.1.12 | 玫瑰花图 | (191) |
| 10.1.13 | 函数的图形 | (191) |
| 10.1.14 | 动画 | (192) |
| 10.2 | 绘制三维图形 | (195) |
| 10.2.1 | 用给定数据绘三维线形图 | (195) |
| 10.2.2 | 用给定数据绘三维表面图 | (196) |
| 10.2.3 | 表面图绘制的数据格式问题 | (200) |
| 10.2.4 | 函数的曲线和曲面 | (203) |
| 10.2.5 | 二次曲面 | (206) |
| 10.2.6 | 样条曲线和曲面 | (208) |

| | | |
|---------------|----------------------|--------------|
| 10.2.7 | 多边形对象模型 | (209) |
| 10.2.8 | 消隐控制 | (211) |
| 10.2.9 | 三维图形的场景效果设置 | (212) |
| 10.3 | 交互绘图 | (212) |
| 10.3.1 | 添加子图坐标系 | (213) |
| 10.3.2 | 指定变量绘图 | (213) |
| 10.3.3 | 给图形添加标注 | (214) |
| 10.4 | 本章小结 | (214) |
| | 习题与思考 | (215) |
| 第 11 章 | 图形编辑 | (216) |
| 11.1 | 使用图形编辑模式 | (216) |
| 11.1.1 | 启用和退出绘图编辑模式 | (217) |
| 11.1.2 | 对象的选择 | (217) |
| 11.1.3 | 对象的剪切、复制和粘帖 | (217) |
| 11.1.4 | 对象的平移和缩放 | (217) |
| 11.1.5 | 设置对象的属性 | (218) |
| 11.2 | 数据探察工具 | (219) |
| 11.2.1 | 数据光标 | (219) |
| 11.2.2 | 缩放图形 | (221) |
| 11.2.3 | 平移图形 | (222) |
| 11.2.4 | 三维视图的交互旋转 | (223) |
| 11.3 | 标注图形 | (224) |
| 11.3.1 | 如何标注图形 | (224) |
| 11.3.2 | 对齐工具 | (229) |
| 11.3.3 | 添加标题 | (231) |
| 11.3.4 | 添加坐标系标签 | (232) |
| 11.3.5 | 添加文本标注 | (234) |
| 11.4 | 本章小结 | (235) |
| | 习题与思考 | (235) |
| 第 12 章 | 科学计算可视化 | (236) |
| 12.1 | 等值线图 | (236) |
| 12.1.1 | 二维等值线图 | (236) |
| 12.1.2 | 三维等值线图 | (238) |
| 12.2 | 矢量图 | (239) |
| 12.2.1 | 二维矢量图 | (239) |
| 12.2.2 | 三维矢量图 | (240) |
| 12.3 | 剖面图 | (240) |
| 12.3.1 | slice 函数 | (240) |
| 12.3.2 | 剖面等值线图 | (242) |
| 12.3.3 | 剖面流线图 | (243) |

| | | |
|---------------|------------------------------|--------------|
| 12.4 | 表现矢量特征 | (245) |
| 12.4.1 | 流线图 | (245) |
| 12.4.2 | 流锥图 | (246) |
| 12.4.3 | 流沙图 | (249) |
| 12.4.4 | 流带图 | (251) |
| 12.4.5 | 流管图 | (252) |
| 12.4.6 | 卷曲图 | (252) |
| 12.5 | 等值面 | (254) |
| 12.5.1 | 创建等值面 | (254) |
| 12.5.2 | 计算顶点法向 | (255) |
| 12.5.3 | 计算等值面的颜色 | (256) |
| 12.5.4 | 三维数据的平滑 | (257) |
| 12.6 | 等帽盖 | (258) |
| 12.7 | 本章小结 | (259) |
| | 习题与思考 | (259) |
| 第 13 章 | 计算几何 | (260) |
| 13.1 | 点与多边形的包含关系 | (260) |
| 13.2 | 矩形的集合运算 | (261) |
| 13.3 | 凸包 | (262) |
| 13.3.1 | 二维点集的凸包 | (262) |
| 13.3.2 | N 维点集的凸包 | (262) |
| 13.4 | Delaunay 剖分 | (263) |
| 13.4.1 | 二维 Delaunay 剖分 | (263) |
| 13.4.2 | 三维 Delaunay 剖分 | (265) |
| 13.4.3 | N 维 Delaunay 剖分 | (266) |
| 13.5 | Voronoi 图 | (267) |
| 13.5.1 | 二维 Voronoi 图 | (267) |
| 13.5.2 | N 维 Voronoi 图 | (269) |
| 13.6 | 最近邻搜索 | (270) |
| 13.6.1 | 最近点搜索 | (270) |
| 13.6.2 | 最近单形体搜索 | (271) |
| 13.7 | 综合实例 | (271) |
| 13.7.1 | 散点数据的三角化和插值 | (271) |
| 13.7.2 | 高维散点集的剖分和插值 | (274) |
| 13.8 | 本章小结 | (279) |
| | 习题与思考 | (279) |
| 第 14 章 | 图形用户界面 (GUI) 设计 | (280) |
| 14.1 | 图形用户界面开发环境 (GUIDE) | (280) |
| 14.1.1 | 启动 GUIDE | (280) |
| 14.1.2 | 输出编辑器 | (280) |

| | | |
|---------------|------------------------|--------------|
| 14.1.3 | GUIDE 模板 | (281) |
| 14.1.4 | 菜单编辑器 | (281) |
| 14.1.5 | 对象属性查看器 | (282) |
| 14.1.6 | 位置调整工具 | (283) |
| 14.1.7 | 对象浏览器 | (283) |
| 14.1.8 | Tab 顺序编辑器 | (283) |
| 14.1.9 | 运行 GUI | (284) |
| 14.1.10 | GUI FIG 文件和 M 文件 | (284) |
| 14.2 | 菜单 | (285) |
| 14.2.1 | 创建菜单 | (285) |
| 14.2.2 | 菜单属性 | (287) |
| 14.3 | 控件 | (291) |
| 14.3.1 | 控件对象类型 | (292) |
| 14.3.2 | 创建控件 | (294) |
| 14.3.3 | 控件属性 | (295) |
| 14.3.4 | 设置控件属性 | (301) |
| 14.3.5 | 工具栏 | (302) |
| 14.4 | 对话框 | (304) |
| 14.4.1 | 公共对话框 | (304) |
| 14.4.2 | 一般对话框 | (310) |
| 14.5 | GUI 设计实例 | (316) |
| 14.5.1 | 设计 GUI | (316) |
| 14.5.2 | 完成 GUI | (317) |
| 14.5.3 | 设置 GUI 控件的属性 | (320) |
| 14.5.4 | GUI 编程 | (322) |
| 14.5.5 | 保存和运行 GUI | (326) |
| 14.6 | 本章小结 | (327) |
| | 习题与思考 | (327) |
| 第 15 章 | 文件操作 | (328) |
| 15.1 | 文件的打开、保存和关闭 | (328) |
| 15.1.1 | 打开文件 | (328) |
| 15.1.2 | 保存数据到文件 | (329) |
| 15.1.3 | 关闭文件 | (330) |
| 15.2 | 读写文本文件 | (330) |
| 15.2.1 | 使用 load 函数 | (330) |
| 15.2.2 | 读写值用逗号间隔的文本文件 | (331) |
| 15.2.3 | 读写文本文件时指定间隔方式 | (332) |
| 15.3 | 读写二进制数据文件 | (332) |
| 15.3.1 | 以二进制读取数据 | (333) |
| 15.3.2 | 将二进制数据写入文件 | (333) |

| | |
|---|--------------|
| 15.4 使用 ImportWizard 工具 | (334) |
| 15.5 本章小结 | (334) |
| 习题与思考 | (334) |
| 第 16 章 编译和接口 | (335) |
| 16.1 MATLAB 编译器 | (335) |
| 16.1.1 MATLAB 编译器简介 | (335) |
| 16.1.2 编译独立应用程序 | (336) |
| 16.2 MATLAB 与 Visual Basic 接口 | (338) |
| 16.2.1 COM 生成器简介 | (338) |
| 16.2.2 用 COM 生成器创建 COM 组件 | (338) |
| 16.2.3 在 Visual Basic 工程中使用 COM 生成器组件 | (340) |
| 16.3 本章小结 | (343) |
| 习题与思考 | (343) |
| 参考文献 | (344) |

第 1 章 MATLAB 简介

MATLAB 是由 MathWorks 公司于 1984 年推出的一套科学计算软件，分为总包和若干个工具箱。它具有强大的矩阵计算和数据可视化能力，一方面可以实现数值分析、优化、统计、偏微分方程数值解、自动控制、信号处理等若干个领域的数学计算，另一方面可以实现二维、三维图形绘制、三维场景创建和渲染、科学计算可视化、图像处理、虚拟现实和地图制作等图形图像方面的处理。

1.1 MATLAB 的主要特点

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，通过调用函数很快就可以解决问题，而不必花大量的时间纠缠于具体算法的实现。

(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等运算，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，可以解决应用中的很多数学问题。

(4) 强大的图形绘制和处理功能：该软件可以绘制常见的二维三维图形，如线形图、条形图、饼图、散点图、直方图、误差条图、玫瑰花图、极坐标图等。利用有关函数，可以对三维图形进行颜色、光照、材质、纹理和透明性设置并进行交互处理。科学计算要涉及到大量数据的处理，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、曲面图、二维三维流线图、三维流锥图、流沙图、流带图、流管图、卷曲图和剖面图等，还可以进行动画制作。基于 MATLAB 句柄图形对象，结合绘图工具函数，可以根据需要用 MATLAB 绘制自己的图形。

(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、OLE、ActiveX 自动化和 COM 组件等机制，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 等程序的无缝集成。利用 Web 服务器，可以实现 MATLAB 与网络的接口。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。