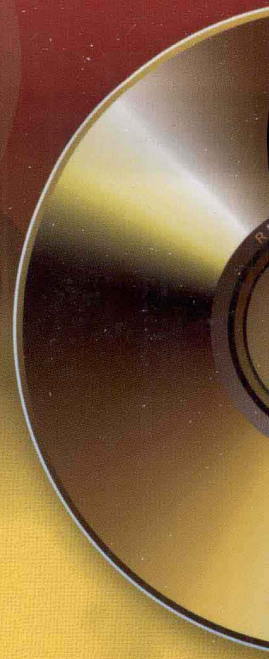



宝典丛书

200万



# MATLAB

# 科学计算

# 宝典

MATLAB技术版版主10年实战经验

配套代码与视频讲解光盘

[www.matlabsky.com](http://www.matlabsky.com)友情力荐

刘正君 编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY  
<http://www.phei.com.cn>

宝典丛书

200万

MATLAB

科学计算

宝典

刘正君 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书共 27 章,分为 4 篇,详细讲解 MATLAB 的计算和数据表现功能,介绍利用 MATLAB 对科学问题进行计算与仿真。针对部分专业的问题,给出利用 MATLAB 进行模拟的程序和仿真结果。

第 1 篇为基础篇,包括第 1~6 章,介绍 MATLAB 基本知识,具体包括:数据类型、向量与矩阵的定义、表达式、程序结构与优化、文件处理。在介绍基本知识的同时,还给出一些实用经验促进读者更好地利用该软件。第 2 篇是科学计算,包括第 7~15 章,详细介绍基本科学问题的求解方法,具体包括:线性方程组、超越方程、数据拟合与插值、最值问题、随机数、微分方程组、积分运算、数学变换、特殊函数等。本篇内容是求解复杂科学问题的基础。第 3 篇为数据可视化仿真,包括第 16~18 章,具体包括:二维和三维图形的绘制、用户图形界面设计。第 4 篇是科学问题编程,包括第 19~27 章,介绍混沌、分形、元胞自动机、光学现象、机械运动、常用算法等方面的编程知识。通过对不同问题按照建模、程序化实现、过程仿真的顺序介绍 MATLAB 的应用。

本书结构清晰,图形与程序结合,实例丰富,具有很强的实用性。很多实例的选取力图全面,对实际问题的剖析和程序实现进行了详细的讲解。

本书既可以作为学校或研究机构及企业中利用 MATLAB 进行数值计算的教程,也可作为 MATLAB 开发的案头参考书,还可作为自学 MATLAB 的参考用书。

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 科学计算宝典 / 刘正君编著. —北京:电子工业出版社, 2012.5  
ISBN 978-7-121-16647-1

I. ①M… II. ①刘… III. ①Matlab 软件 IV. ①TP317

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 054110 号

策划编辑:张月萍

责任编辑:李利健 白 涛

印 刷:

装 订:北京中新伟业印刷有限公司

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

开 本:787×1092 1/16 印张:25.75 字数:659.2 千字

印 次:2012 年 5 月第 1 次印刷

印 数:4000 册 定价:59.00 元(含光盘 1 张)

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

# 前 言

MATLAB 是一款适合不同专业的人士解决问题的软件,最大的特色在于其根据需要不断扩充工具箱。即使不是专业的软件开发人员,也可以调用 MATLAB 中的工具箱进行计算,再借助通用数据类型交换数据,从而可以借用 MATLAB 强大的科学计算功能。

随着科学的发展,使用数值仿真来验证定理或者结论的方式已经成为一种重要的手段。它具有快速、节省成本以及灵活多变等特点。而 MATLAB 已经在数值仿真任务中占有统治地位。同时,它的版本每年更新两次,及时扩充自身的功能,应用专业领域广泛。这一点是很多同类软件无法比拟的。

MATLAB 软件是基于 C 语言和 Fortran 语言编写的。但是 MATLAB 对很多功能都已经函数化,即一个复杂的计算任务,在 MATLAB 中常常用一条语句就可以实现。对于初学者,该软件很容易入门。随着使用者对研究问题的深入,可以积累 MATLAB 程序,常用的程序段可以写成函数文件的形式,有一定数目程序的文件之后,就可以建立自己的“工具箱”。本书内容的编写从简单问题入手,逐步扩展到专业问题的求解。对 MATLAB 函数的介绍采用统一的格式进行详细说明,同时给出大量实例帮助读者理解函数的功能。

熟练应用 MATLAB 需要一定时间,读者在安装好 MATLAB R2008a 版本后,可以运行本书给出的程序,通过修改参数查看输出变化来了解 MATLAB 函数的功能。另外需要注意的一点是,本书介绍的少部分函数属于 MATLAB R2008a 特有的,较低版本因缺少相应函数会出现错误提示。为了节省读者输入程序的时间,本书配备含书中 MATLAB 代码的光盘,为程序代码实现高效率复用提供便利条件。

## 主要内容

本书全面讲解 MATLAB 数值计算和数据可视化仿真方面的功能。全书分为 4 篇,共 27 章,具体的内容如下。

**第 1 篇基础篇,包括第 1~6 章。**首先介绍 MATLAB 安装方法和一些基本的操作知识。对于新手来说,了解基本操作是非常重要的。然后介绍数据类型、向量和矩阵的使用,它们是编程的基础。随后介绍不同类型的表达式,它们是进行数值计算的纽带。接下来介绍程序结构与优化设计,讲解主要的程序结构、程序加速与调试方面的知识。最后介绍不同类型文件的处理方法及文件批量处理的方法。

**第 2 篇科学计算,包括第 7~15 章。**介绍 MATLAB 求解高等数学知识方面的一些函数功能。首先介绍线性方程组与超越方程的求解方法,解方程在很多问题中都可能遇到,通过本篇的介绍,读者可以了解不同类型方程的解法。然后介绍数据拟合与插值的 MATLAB 实现,它们是数据处理的常用工具。随后介绍最值问题的解法,因为很多问题的最优结果往往是最大值或者最小值,这部分内容可以帮助读者找到最佳答案。接下来介绍随机数的使用,它们是一些经典算法的基础,如蒙特-卡罗算法、随机布朗运动等;介绍微分方程组的求解和一些积分表达式的计算,它们是高等数学的基石;介绍常用数学变换的 MATLAB 实现,它们是进行信号和图像处理的重要工具。最后介绍一些特殊函数的 MATLAB 计算方法。

**第 3 篇数据可视化仿真，包括第 16~18 章。** 主要介绍图形的绘制与编辑、用户图形界面设计方面的知识。首先介绍二维图形的绘制，其中包括绘图函数的功能介绍、图形对象的编辑方法、特殊图形的绘制、多图布局方法、基本图像处理函数介绍、制作动画的方法，以及图形的保存等知识。随后介绍三维图形绘制方面的知识，如基本函数的介绍、彩色图的绘制与编辑、无色网格曲面的绘制、视角与光照效果的设置、图形的注释等知识。通过这些内容，读者可以掌握常见图形的绘制。最后介绍基本的用户图形界面设计，利用这方面的知识，读者可以进行人机交互操作，可以辅助动态过程的研究。

**第 4 篇科学问题编程，包括第 19~27 章。** 介绍不同专业问题的编程实现。首先介绍基本的建模知识，学习它们可以辅助求解专业问题。然后介绍混沌方面部分现象的模拟，如离散与微分方程中的分岔混沌现象的计算、混沌吸引子、Lyapunov 指数等；介绍分形图形的几种绘制方法，如递归、迭代函数系统、L 系统等；介绍元胞自动机方面的基础知识，如奇偶规则、砂堆规则等；介绍晶体生长的模拟，其中主要以扩散限制凝聚为基础展开介绍；介绍几种光学现象的模拟，如鱼眼效果、全息、干涉现象的模拟。介绍几种机械运动的仿真，如凸轮与连杆的运动。随后介绍 MATLAB 在经济学中的应用，主要是通过 MATLAB 在数值计算和统计学方面建立在该领域的应用扩展。最后介绍几种常用算法的原理和程序实现。

## 本书特色

- ◆ MATLAB 论坛技术版版主 10 年实战经验的总结。
- ◆ 全程实例解说 MATLAB 数值计算和数据可视化功能，提高读者实用经验。
- ◆ 内容丰富而且翔实，点面兼顾，力图覆盖更多专业面的问题介绍。
- ◆ 配套的光盘免去了输入代码的烦琐工作，有助于提高学习效率。
- ◆ 较多的过程模拟采用动画方式，生动形象。

## 读者对象

本书既可以作为学校或研究机构及企业中利用 MATLAB 进行数值计算的教程，也可作为 MATLAB 开发的案头参考书，还可作为自学 MATLAB 的参考用书。

## 本书约定

本书的附图和运行结果可能会与实际环境中的操作界面或结果略有差别，这可能是由于操作系统平台、MATLAB 版本不同而导致的，在此特别说明，一切以实际环境为准。

## 致谢与分工

本书由刘正君编著，其中，南京师范大学的博士生陈玲玲为第 27 章的编写提供了大量素材，作者感谢自己的学生陈杭在编写过程中提出的宝贵建议，姚新军负责前期的策划与后期质量监控。全书由成都道然科技有限责任公司（[www.dozan.cn](http://www.dozan.cn)）审校。参与编写工作的人员还有：黄中林、

张强林、王晓、王斌、万雷、吴艳、王呼佳、夏慧军、张赛桥、陶林、赵会春、余松、李晓宁、赵滕伦、李佳等。

本书的出版得到的资助基金有：国家自然科学基金（11104049，11047153，10674038，10604042）、国家基础研究项目（2006CB302901）、中国博士后科学基金（20080430913）、哈尔滨工业大学科研创新基金（HIT.NSRIF.2009038）、哈尔滨工业大学优秀青年教师培养计划（HITQNJS.2008.027）。作者在此要特别感谢家人的大力支持，没有他们的支持，本书不可能这么快就与读者见面。

由于作者水平有限，书中不足之处在所难免，恳请读者批评、指正。

# 目 录

## 第 1 篇 基础篇

第 1 章 MATLAB 科学计算基础	1	3.2.3 向量的外积	31
1.1 认识 MATLAB	1	3.2.4 向量的内积	31
1.2 初学者如何使用 MATLAB	2	3.2.5 求解线性趋势项	32
1.3 如何获取帮助	3	3.2.6 反转向量顺序	33
1.3.1 本地帮助	3	3.3 集合的定义及相关运算	34
1.3.2 网上求助	4	3.3.1 集合的交集	34
1.4 路径设置与转换	4	3.3.2 集合中元素的判断	35
1.5 偏好设置	5	3.3.3 两个集合的差集	36
1.6 添加工具箱	7	3.3.4 集合异或运算	36
1.7 本章小结	8	3.3.5 集合的并集	37
第 2 章 理解 MATLAB 的数据类型	9	3.3.6 去除重复的元素	38
2.1 double 型数据	9	3.4 矩阵生成方法	39
2.2 字符串	10	3.5 特殊矩阵的生成	40
2.2.1 字符串的定义	10	3.6 矩阵计算的基本函数	41
2.2.2 字符串操作函数	11	3.6.1 大小及索引问题	42
2.3 cell 结构	20	3.6.2 矩阵整形	44
2.3.1 图形化表示 cell 结构中的内容	21	3.6.3 对角矩阵	45
2.3.2 检查变量是否为 cell 结构	21	3.6.4 矩阵旋转与移动	46
2.4 结构型	22	3.6.5 矩阵大小的增减	49
2.5 8 位整型数据	24	3.6.6 矩阵的本征值	50
2.6 不同数据类型之间的转换	24	3.7 高维数组	51
2.7 变量与常量	26	3.7.1 计算数组维数	51
2.8 本章小结	27	3.7.2 删除单独的维数	52
第 3 章 向量与矩阵运算	28	3.7.3 移动数组维的顺序	52
3.1 向量的定义	28	3.7.4 改变数组的维数	53
3.2 向量运算函数	30	3.7.5 计算高维函数的离散形式	53
3.2.1 判断矩阵是否为向量	30	3.8 本章小结	54
3.2.2 向量的长度	30	第 4 章 表达式	55
		4.1 算术表达式	55



4.2 关系表达式 .....	56	5.3 循环结构 .....	86
4.3 逻辑运算 .....	56	5.4 递归结构 .....	89
4.3.1 基本运算 .....	57	5.5 人机交互函数 .....	90
4.3.2 腐蚀与膨胀运算 .....	61	5.6 程序加速 .....	92
4.4 符号计算 .....	62	5.7 程序注释 .....	94
4.4.1 变量的定义 .....	62	5.8 常见错误的调试 .....	94
4.4.2 赋值函数的使用 .....	66	5.8.1 语法错误 .....	95
4.4.3 符号微积分 .....	67	5.8.2 非语法错误 .....	97
4.5 多项式 .....	70	5.9 本章小结 .....	99
4.5.1 多项式的定义 .....	70	<b>第 6 章 文件处理</b> .....	100
4.5.2 特殊函数与特殊多项式 .....	70	6.1 脚本文件 .....	100
4.5.3 多项式的运算 .....	74	6.2 函数文件 .....	101
4.6 卷积与相关 .....	77	6.2.1 函数的定义 .....	101
4.6.1 计算二维离散卷积 .....	78	6.2.2 输入/输出参数的控制 .....	101
4.6.2 计算线相关系数 .....	78	6.2.3 使用内联函数 .....	104
4.7 表达式的应用技巧 .....	79	6.2.4 分段函数 .....	105
4.7.1 符号表达式转换为字符串 .....	79	6.2.5 子函数和私有函数 .....	107
4.7.2 变量的调用 .....	80	6.3 函数文件与脚本文件的比较 .....	108
4.7.3 含变化参数的符号计算 .....	80	6.4 数据文件 .....	109
4.7.4 用函数实现赋值 .....	80	6.4.1 常用数据文件的读取函数 .....	109
4.7.5 调用函数 maple 计算 .....	80	6.4.2 常用数据文件的写入函数 .....	109
4.7.6 符号表达式的转换 .....	81	6.5 图片文件 .....	110
4.7.7 数值型矩阵转换为符号矩阵 .....	81	6.5.1 把矩阵保存为图片文件 .....	110
4.7.8 复合函数的应用 .....	81	6.5.2 打印当前图形文件 .....	110
4.7.9 建立抽象函数 .....	81	6.6 视频和音频文件 .....	111
4.8 本章小结 .....	82	6.7 文件批处理结构 .....	112
<b>第 5 章 程序结构与优化</b> .....	83	6.7.1 基本批处理结构 .....	112
5.1 条件语句 .....	83	6.7.2 无规则文件名的处理 .....	113
5.2 switch 语句 .....	85	6.8 本章小结 .....	114

## 第 2 篇 科学计算

<b>第 7 章 线性方程组</b> .....	115	<b>第 8 章 超越方程的求解</b> .....	121
7.1 基础 MATLAB 函数 .....	115	8.1 函数解法 .....	121
7.2 矩阵求逆法 .....	116	8.2 数值方法 .....	130
7.3 矩阵分解算法 .....	117	8.3 本章小结 .....	132
7.4 共轭梯度法 .....	118	<b>第 9 章 数据拟合与插值</b> .....	133
7.5 本章小结 .....	120	9.1 拟合基础 .....	133



9.2 最小二乘拟合 .....	134	12.4.1 odeset 函数 .....	186
9.3 多项式拟合 .....	138	12.4.2 函数 ode15i .....	188
9.4 非线性拟合 .....	139	12.4.3 示例 .....	188
9.5 Lagrange 插值 .....	141	12.5 打靶法 .....	192
9.6 Hermite 插值 .....	142	12.6 时滞微分方程 .....	195
9.7 样条插值 .....	142	12.7 偏微分方程 .....	196
9.8 二维插值 .....	148	12.8 利用微分算积分 .....	201
9.9 本章小结 .....	149	12.9 本章小结 .....	202
<b>第 10 章 最值问题的求解 .....</b>	<b>150</b>	<b>第 13 章 积分运算 .....</b>	<b>203</b>
10.1 极值计算 .....	150	13.1 级数求和 .....	203
10.1.1 连续情况 .....	150	13.1.1 symsum 函数 .....	203
10.1.2 离散情况 .....	153	13.1.2 taylor 函数 .....	204
10.2 最值计算 .....	155	13.1.3 傅里叶级数 .....	204
10.3 利用极值画包络线 .....	165	13.2 离散积分计算 .....	205
10.4 本章小结 .....	167	13.2.1 函数法 .....	205
<b>第 11 章 随机数的应用 .....</b>	<b>168</b>	13.2.2 累加法 .....	211
11.1 随机数的产生 .....	168	13.3 奇异积分计算 .....	214
11.1.1 一般随机函数的调用格式 .....	168	13.4 本章小结 .....	214
11.1.2 生成其他分布的随机函数 .....	169	<b>第 14 章 数学变换运算 .....</b>	<b>216</b>
11.1.3 随机排序函数类型 .....	170	14.1 分数傅里叶变换 .....	216
11.1.4 概率密度函数 .....	171	14.2 菲涅尔变换 .....	219
11.1.5 累积概率值 .....	172	14.3 Hartley 变换 .....	220
11.1.6 逆累积分布函数 .....	173	14.4 离散正/余弦变换 .....	222
11.2 随机数的使用 .....	174	14.5 分数随机变换 .....	223
11.2.1 Galton 板实验 .....	174	14.6 汉克尔 (Hankel) 变换 .....	224
11.2.2 赌徒输光问题 .....	175	14.7 小波变换 .....	226
11.3 统计量的计算 .....	175	14.7.1 计算一维小波变换 .....	227
11.3.1 单值参数 .....	175	14.7.2 实现逆离散小波变换 .....	227
11.3.2 多值参数 .....	177	14.7.3 实现二维离散小波变换 .....	227
11.4 回归分析 .....	178	14.7.4 实现二维逆小波变换 .....	228
11.4.1 线性回归 .....	178	14.8 本章小结 .....	228
11.4.2 非线性回归 .....	181	<b>第 15 章 特殊函数 .....</b>	<b>229</b>
11.5 本章小结 .....	183	15.1 Bessel 函数 .....	229
<b>第 12 章 微分方程组的计算 .....</b>	<b>184</b>	15.2 Hermite 函数 .....	231
12.1 极限 .....	184	15.3 阶乘函数与 Gamma 函数 .....	233
12.2 全导数 .....	184	15.4 Beta 函数 .....	234
12.3 dsolve 函数 .....	185	15.5 其他特殊数学函数 .....	234
12.4 ode 系列函数 .....	186	15.6 本章小结 .....	235

## 第3篇 数据可视化仿真

第 16 章 二维数据可视化	236	17.1.2 三维曲线	273
16.1 基本命令	236	17.1.3 三维网格图	274
16.1.1 曲线绘制的基本函数	236	17.1.4 用 ezmesh 绘制三维网格图	274
16.1.2 特殊图形的函数	240	17.1.5 带有等高线的网状图	274
16.1.3 符号绘图	247	17.1.6 带有等高线的网状图	275
16.2 图形编辑	251	17.1.7 带有“围裙”的网状图	275
16.2.1 应用句柄	251	17.1.8 三维曲面图	276
16.2.2 鼠标控制	253	17.1.9 基于数学表达式的三维曲面	277
16.2.3 图形注释	255	17.1.10 带有等高线的曲面	277
16.2.4 字体设定	257	17.1.11 带有光照效果的曲面	278
16.3 自定义特殊图形样式	258	17.1.12 三维表面法向	278
16.3.1 用特殊字符标注刻度	258	17.1.13 三维等高线	279
16.3.2 用特殊图案填充条状图	259	17.1.14 流水效果的曲面	279
16.3.3 自定义网格	259	17.1.15 颜色表示高度值的图形	280
16.3.4 画箭头	259	17.1.16 三维饼图	281
16.3.5 多值函数的绘制	260	17.1.17 螺旋体坐标	281
16.4 基本图形的绘制	261	17.1.18 单位球体的坐标	283
16.4.1 线段和弧线	261	17.1.19 椭球体表面坐标	283
16.4.2 矩形	262	17.1.20 函数 slice	283
16.4.3 正 $N$ 边形和圆	262	17.2 彩色图及颜色条	284
16.4.4 弯曲的圆管	263	17.2.1 控制着色方式	284
16.4.5 封闭图形的填充	263	17.2.2 图片亮度的控制	285
16.5 多图布局	263	17.2.3 绘制色轴	286
16.5.1 subplot 函数	264	17.2.4 指定色轴的刻度	286
16.5.2 axes 函数	264	17.2.5 图形的映像数据表	287
16.5.3 图上图	265	17.2.6 设置颜色渲染属性	287
16.6 图像处理函数	265	17.2.7 透明度的设置	288
16.7 动画的绘制	267	17.2.8 单色网格曲面	288
16.7.1 制作动画的方法	267	17.3 视角与光照	290
16.7.2 保存动画	268	17.3.1 改变三维图形的视角	290
16.7.3 实例	268	17.3.2 灯光效果设置	291
16.8 图形的保存	270	17.4 图形的注释	292
16.9 本章小结	271	17.5 本章小结	293
第 17 章 三维数据可视化	272	第 18 章 图形用户界面设计	294
17.1 基本函数	272	18.1 菜单设计	294
17.1.1 函数 meshgrid	272	18.1.1 函数及使用说明	294
		18.1.2 回调函数设计	296

18.2	自定义工具条	296	18.4.6	消息对话框	310
18.2.1	图形编辑功能	296	18.4.7	版面对话框	311
18.2.2	个性化图标	300	18.4.8	打印对话框	311
18.2.3	参数设置	301	18.4.9	问题对话框	311
18.3	控件设计	301	18.4.10	文件检索对话框	311
18.3.1	基本函数	301	18.4.11	为写入文件而显示 的检索对话框	312
18.3.2	控件基础	302	18.4.12	颜色设置对话框	312
18.3.3	回调函数设计	303	18.4.13	字体设置对话框	312
18.4	对话框	308	18.4.14	警告信息框	313
18.4.1	图形窗口	309	18.4.15	显示程序计算进度条对话框...	313
18.4.2	错误对话框	309	18.5	GUIDE	313
18.4.3	帮助对话框	309	18.6	本章小结	315
18.4.4	输入对话框	310			
18.4.5	列表对话框	310			

## 第 4 篇 科学问题编程

第 19 章	MATLAB 建模基础	316	20.2.1	根据微分方程绘制分 岔图形的做法	329
19.1	抽象模型	316	20.2.2	三元微分方程组中的 分岔、混沌现象的模拟	331
19.1.1	数学建模的一般方法和步骤	316	20.2.3	蔡氏混沌电路	331
19.1.2	数学模型分类	317	20.3	混沌吸引子	331
19.1.3	数学建模示例	317	20.3.1	相图	332
19.2	离散采样方法	318	20.3.2	Lorenz 吸引子	332
19.3	算法结构设计	320	20.3.3	Rössler 吸引子	333
19.4	实例仿真	322	20.4	Lyapunov 指数	334
19.5	验证方法	323	20.5	本章小结	334
19.6	算法优化	324	第 21 章	分形图形	335
19.7	本章小结	325	21.1	基本分形图	335
第 20 章	混沌现象	326	21.1.1	康托集	335
20.1	离散混沌	326	21.1.2	Julia 集	336
20.1.1	罗杰斯蒂映射	326	21.1.3	Koch 曲线	338
20.1.2	埃农映射	326	21.2	迭代函数系统	339
20.1.3	帐篷映射	327	21.2.1	基本定义	340
20.1.4	肯特映射	327	21.2.2	分形树叶	342
20.1.5	Lozi 映射	327	21.2.3	分形树	343
20.1.6	Ushiki 映射	327	21.2.4	龙曲线	345
20.1.7	三个迭代式形成的映射关系	327	21.3	递归算法	346
20.1.8	双混沌图形	328	21.3.1	分形树木	346
20.1.9	标准映射	329			
20.2	微分方程中的分岔和混沌行为	329			

21.3.2	Arborescent 肺	347	25.3.2	四连杆结构的运动情况	376
21.3.3	Sierpinski 垫片	347	25.3.3	带有套环的机械结构的运动过程	376
21.3.4	Peano 曲线	348	25.3.4	小球在水平面上受 3 根弹簧作用下的运动	377
21.3.5	C 曲线	349	25.4	凸轮的转动	377
21.3.6	多角星构成的分形图	350	25.5	本章小结	378
21.4	分维的计算	350	<b>第 26 章 经济和金融问题的求解</b>		379
21.5	本章小结	351	26.1	金融工具箱介绍	379
<b>第 22 章 元胞自动机</b>		352	26.2	时间序列预测模型	380
22.1	奇偶规则	352	26.2.1	布朗 (Brown) 非线性指数法产生时间序列	380
22.2	沙堆规则	353	26.2.2	Gomperta 曲线预测模型	381
22.3	细菌生长模型	355	26.2.3	logistic 曲线预测模型	382
22.4	气体扩散	356	26.3	经济学模型	383
22.5	蚂蚁规则	357	26.3.1	凯恩斯模型	383
22.6	六边形格子的粒子运动	358	26.3.2	封闭经济系统的动态 IS-LM 模型	384
22.7	本章小结	359	26.3.3	开放经济系统的动态 IS-LM-BP 模型	385
<b>第 23 章 晶体生长模拟</b>		360	26.4	规划问题求解	385
23.1	随机布朗运动	360	26.5	本章小结	387
23.2	扩散限制凝聚 (DLA)	362	<b>第 27 章 常用算法及 MATLAB 实现</b>		388
23.3	随机吸附	363	27.1	遗传算法	388
23.4	随机向心吸附	363	27.2	模拟退火算法	392
23.5	本章小结	364	27.3	分步傅里叶算法	394
<b>第 24 章 光学现象模拟</b>		365	27.4	蚁群算法	394
24.1	网格上的鱼眼	365	27.5	分水岭算法	395
24.2	计算全息编码及再现程序	367	27.6	粒子群优化算法	396
24.3	光的等厚干涉	369	27.7	BP 算法	397
24.4	杨氏双缝干涉	370	27.8	最短路径 Dijkstra 和 Floyd 算法	398
24.5	牛顿环	370	27.9	3 个圆的外切圆算法	399
24.6	本章小结	371	27.10	本章小结	400
<b>第 25 章 机械运动模拟</b>		372			
25.1	凸轮机构绕中轴线旋转	372			
25.2	阻尼运动	373			
25.3	连杆机构的运动模拟	375			
25.3.1	双摆运动的模拟	375			

# 第 1 篇 基础篇

## 第 1 章 MATLAB 科学计算基础

本章将介绍 MATLAB 的基础知识，具体包括 MATLAB 简介、基本知识和函数的使用、如何开始使用 MATLAB。希望通过本章的介绍，读者能够对 MATLAB 产生兴趣。

### 本章包括

- ◆ 认识 MATLAB，介绍 MATLAB 的发展和版本 2008a 的功能
- ◆ 初学者如何使用 MATLAB，简单介绍初学者应该注意的问题
- ◆ 如何获取帮助，介绍寻求帮助的办法
- ◆ 路径设置与转换，介绍设置当前路径和搜索路径的方法
- ◆ 偏好设置，介绍设置界面风格等方法
- ◆ 添加工具箱，总结两种添加工具箱的方法

### 1.1 认识 MATLAB

早在 1980 年，美国的 Cleve 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很不方便，从而开发了 MATLAB( Matrix Laboratory )软件，即矩阵实验室。目前的 MATLAB 语言已经成为国际上较流行的编程软件，其用户数量多于 Mathematica 和 Maple 数学软件的用户。它除了具有传统的交互式编程风格外，还提供了丰富可靠的矩阵运算、图形绘制、数据处理、图像处理、语言编程等专用函数，并把函数分类于工具箱中，广泛地应用于航空航天动力学系统、卫星控制制导系统、通信系统、船舶和汽车、图像信号处理和信号分析、自动控制、优化设计、模糊推理、小波变换、神经网络、时序分析与建模、振动理论、化学统计学、经济学等领域，同时具有一般高级语言无法比拟的优势。在欧美高等院校中，MATLAB 语言已经成为应用线性代数、自动控制理论、数理统计、数字信号处理、时间序列分析、动态系统仿真等高级课程的基本教学工具，并成为本科生、硕士研究生、博士研究生必须掌握的基本技能之一，同时也是广大研究者所青睐的计算工具，在数值模拟中被广泛使用。MATLAB 的主要功能如下。

- ◆ 此高级语言可用于技术计算。
- ◆ 此开发环境可对代码、文件和数据进行管理。
- ◆ 交互式工具可以按迭代的方式探查、设计及求解问题。
- ◆ 数学函数可用于线性代数、统计、傅里叶分析、筛选、优化以及数值积分等。
- ◆ 二维和三维图形函数可用于可视化数据。
- ◆ 各种工具可用于构建自定义的图形用户界面。
- ◆ 各种函数可将基于 MATLAB 的算法与外部应用程序和语言( 如 C、C++、FORTRAN、Java、COM 以及 Microsoft Excel ) 集成。

MATLAB 产品系列的部分功能如下。

- ◆ MATLAB 支持先进的面向对象编程，包括对类和对象、继承、方法、属性、事件和封装的全面支持。
- ◆ Optimization Toolbox 支持大型优化问题的内点解算器和并行计算支持。
- ◆ Financial Toolbox 中用于均值方差组合优化的线性互补程序（LCP）。
- ◆ Parallel Computing Toolbox 全面支持 PBS Pro 和 TORQUE 调度器。
- ◆ Statistics Toolbox 的交叉验证、特征选择、准随机号码和最小二乘法。

Simulink 产品系列的新功能如下。

- ◆ Simulink 重新设计的多平台 Library Browser（库浏览器）。
- ◆ Real-Time Workshop Embedded Coder 支持符合 AUTOSAR 的代码生成。
- ◆ 在 M-Lint code analyzer 和 Simulink Design Verifier 上嵌入 MATLAB 语言子集功能的代码检测功能。
- ◆ IEC 61508 类指南可检查 Simulink Verification and Validation 上的关键安全系统。
- ◆ Simulink Fixed Point 中支持可自动转换浮点模型的 Fixed-Point Advisor。
- ◆ Communications Blockset 对调制器、解调器、编码器和解码器功能的定点支持。

MATLAB 是一种用于算法开发、数据可视化、数据分析以及数值计算的高级技术计算语言和交互式环境。使用 MATLAB 解决计算机问题比使用传统的编程语言（如 C、C++ 和 FORTRAN）更快。MATLAB 的应用范围非常广，包括信号和图像处理、通信、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领域。附加的工具箱（单独提供的专用 MATLAB 函数集）扩展了 MATLAB 环境，以解决这些应用领域内特定类型的问题。MATLAB 提供了很多用于记录和分享工作成果的功能，可以将用户的 MATLAB 代码与其他语言 and 应用程序集成，来开发用户的 MATLAB 算法和应用。

## 1.2 初学者如何使用 MATLAB

启动 MATLAB 后，就可以进入 MATLAB 的默认界面，如图 1-1 所示。该界面由当前路径（Current Directory）、命令历史记录（Command History）和命令窗口（Command Window）组成。用户可以根据自己的习惯在菜单 Desktop→Desktop Layout 下选择需要的窗口风格。

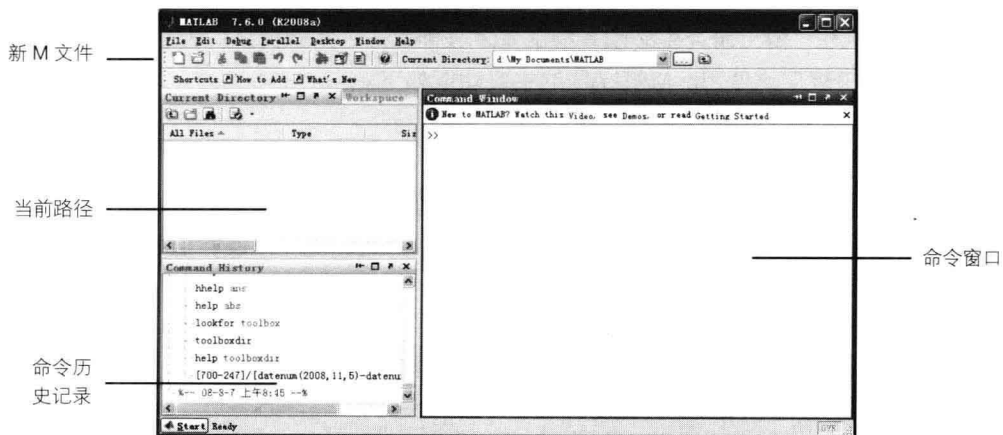


图 1-1 MATLAB 的默认界面

用户可以在 MATLAB 界面的左上角单击白色按钮（标注“新 M 文件”的按钮）打开一个空白的 M 文件编辑窗口，开始输入自己的程序内容。类似文件夹的按钮可以打开当前文件夹来选择要打开的文件。在当前路径（Current Directory）后面可以输入和选择一个路径。初次使用 MATLAB 的用户应该先熟悉整个界面环境，了解各部分的作用。如果用户熟悉以前的版本，可以先熟悉自己常用的功能。

初学者可以通过很短的时间来熟悉上面介绍的 MATLAB 基本操作方面的知识，然后就可以开始编写程序来解决自己的问题。一些高级的功能可以日后再去了解，而且这些功能随着版本的不同略有差异。

## 1.3 如何获取帮助

用户可以通过 3 种方式获取 MATLAB 中的使用帮助，即本地帮助、求助朋友和网络帮助。求助朋友的原则是自己先想办法，实在想不出来才考虑使用这种方式来解决。

### 1.3.1 本地帮助

用户可以从 MATLAB 中获得帮助，对于 MATLAB 中函数（有的书叫做命令，本书称为函数）的帮助信息，可以用下面的方式获取。

```
help functionname
```

比如，用户在命令窗口输入 `help dir`，将会弹出如图 1-2 所示的信息。这个帮助信息中含有函数功能的描述、调用格式、参数意义、示例、相关函数、help 窗口的链接等。在上面用下划线标识的相关函数，用户可以用鼠标单击得到相应函数的帮助信息，例如，单击“`doc dir`”，将会出现如图 1-3 所示的帮助窗口。

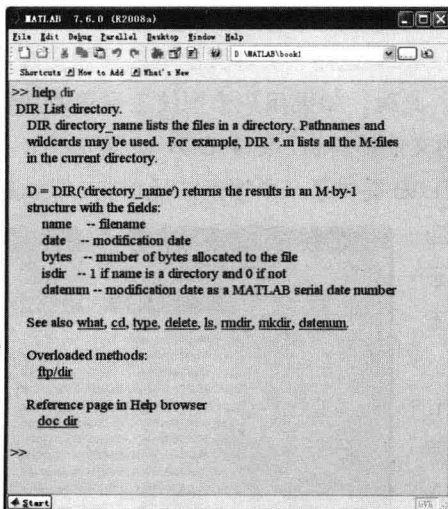


图 1-2 获取帮助信息

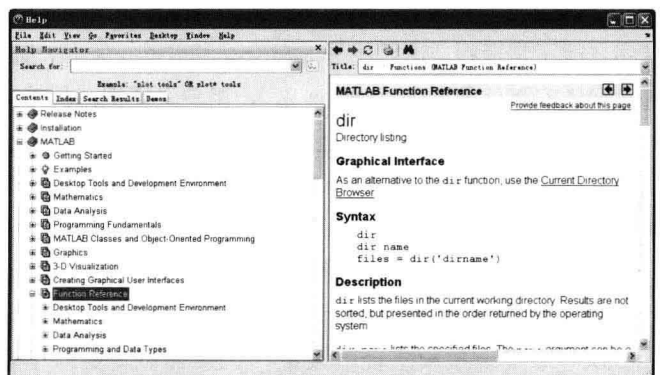


图 1-3 帮助窗口

在帮助窗口中，用户可以看到一些非文本的内容，它如同一本电子书，尽可能详细地介绍了 MATLAB 的使用。这是一个比较好的帮助手段，用户可以选择合适的英文关键词来搜索需要的信息。

对于一些基础的问题，用户可以在这里找到答案。

### 1.3.2 网上求助

通过网上寻求帮助，可以解决用户一些难题。例如，用户可以借助 Baidu( <http://www.baidu.com> ) 和 Google ( <http://www.google.com> ) 搜索引擎来搜索，在搜索之前，用户应该提炼出问题中的关键词，输入这些关键词后，在搜索结果中寻找适合自己问题的答案。目前网络资源极其丰富，一般问题的答案或者很多源代码都可免费下载。另外，一些高校的 BBS 和很多技术论坛也提供了关于 MATLAB 使用交流的版面，用户注册并登录后，可以参与交流。

## 1.4 路径设置与转换

用户可以改变启动后的当前路径，使用的方法为：在命令窗口中输入 `edit MATLABrc` 后会打开 `matlabrc.m` 文件，将“`cd newpath`”（其中的 `newpath` 是用户希望的完整路径名）添加到该文件的最后一行后，保存并关闭 `matlabrc.m` 文件。在下次启动 MATLAB 的时候，默认当前路径就是 `newpath` 了。程序文件的管理原则尽量分类保存，即相关的文件保存在一起，这样便于日后查找。在运行程序的过程中，用户可以使用函数 `cd` 在不同的路径之间转换。

MATLAB 对于输入内容 `fname` 的搜索是按顺序进行的。先把 `fname` 作为一个变量进行搜索，如果在 `workspace` 和内存中找不到 `fname`，再把 `fname` 作为 MATLAB 内建函数进行搜索，如果还是找不到 `fname`，就在当前路径下搜索 `fname.m` 和 `fname.mex` 文件。如果上述范围均未找到，MATLAB 会提示用户 `fname` 是未定义的函数或者变量。

在 MATLAB 安装的根目录中，部分路径是 MATLAB 的默认搜索路径，它们在 `pathdef.m` 文件中定义。只有在搜索路径内存储的函数才能被用户调用。这里先介绍添加一个路径到 MATLAB 搜索路径的好处。用户只需要把若干程序文件存储在一个文件夹中，就可以在其他路径下调用这些函数。举例来说，假设用户在 D 盘新建了两个文件夹 DD1 和 DD2，这两个文件夹的程序都需要调用同一类函数（它们存储在同一个文件夹下，简称工具箱）。此时，如果用户未把该工具箱添加到 MATLAB 的搜索路径下，则需要分别把工具箱中所有用到的文件都复制到目录 DD1 和 DD2 下，主程序才能正常运行。这显然是浪费空间和时间，所以，MATLAB 提供了一个搜索路径功能（默认在 MATLAB 安装目录下的 `toolbox` 中），用户只要把工具箱对应的整个文件夹复制到搜索路径对应的目录，同时把该路径正确添加到搜索路径中，就可以在 DD1 和 DD2 中使用这个工具箱了。

在 MATLAB 中设置搜索路径的函数有：`path`、`addpath`、`rmpath`，它们的用法可以参考帮助信息。用户也可以使用 `pathtool` 来实现搜索路径的设置，直接在命令窗口中输入 `pathtool`，就可以弹出相应的操作窗口，如图 1-4 所示。

在图 1-4 的界面中，完全实现了 `path`、`addpath` 和 `rmpath` 函数的功能，同时用户还可以调整搜索路径的顺序。



图 1-4 设置路径操作界面



## 1.5 偏好设置

用户可以在如图 1-5 所示的设置窗口（单击菜单 File→Preference 后弹出的窗口）中设置命令窗口和 Editor 窗口的字体名、字体大小、背景颜色等信息。这里需要注意，一些字体会使中文不能正常显示，只要避开这些字体就可以了。

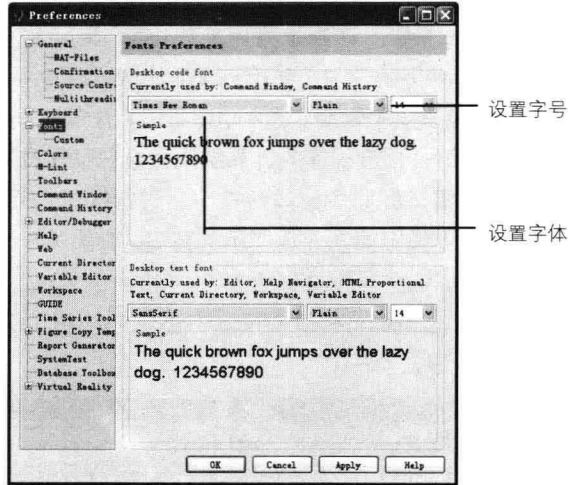


图 1-5 参数设置界面

在图 1-6 中，“Editor/Debugger” 下面的“自动保存”（Autosave）一项是建议用户将其关闭（即不选中“Enable autosave in the MATLAB Editor”），否则将在当前路径下自动生成一个与 M 文件内容一样的 asv 文件。一般情况下，M 文件是不会被损坏的，除非用户不经意将其删除。

除了自动保存外，用户还可以使用函数 pcode 来加密程序内容，使用该函数可以得到扩展名为 p 的文件。这类文件可用于一些需要隐藏程序内容的场合，比如，用户把自己的文件给别人使用，但不希望别人知道其中的内容。

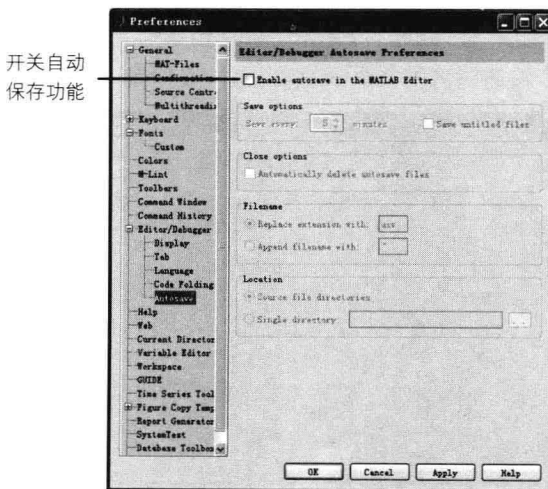


图 1-6 关闭自动保存功能