

浅显易懂，容易上手，零基础学通MATLAB

# MATLAB

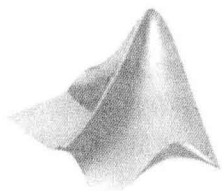
## 从入门到精通

丁毓峰 等编著

- ◎ 以MATLAB最新版本为平台，内容全面、系统、深入
- ◎ 从MATLAB的基础开始讲解，逐步深入到不同应用领域
- ◎ 讲解时贯穿大量实例，便于读者透彻理解各种概念和技术
- ◎ 既注重经典的MATLAB基础知识，又考虑了新版本中的新技术
- ◎ 内容符合专业标准和专业领域的要求，便于读者理解和学习



化学工业出版社



# MATLAB

## 从入门到精通

丁毓峰 等编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书结合科学研究和工程中的实际需要,全面、系统地介绍了数学软件工具 MATLAB 7.10 的基本功能。本书结合讲解的知识点,提供了大量实例,供读者在学习过程中使用。另外,为帮助读者更好地学习本书内容,作者将书中的实例源代码一起收录于本书的配套光盘中。

本书共分 3 篇,主要包括 MATLAB 的基础知识、MATLAB 的应用以及如何使用 Simulink 进行简单的动力学仿真。

本书涉及面广,讲解由浅入深,循序渐进,从 MATLAB 的基础知识到不同领域的应用,再到实际问题解决,几乎涉及 MATLAB 的所有重要知识。本书适合所有想全面学习 MATLAB 技术的人员阅读,可作为工科大学生计算机仿真控制工程基础等课程的配套教材,也适合各种使用 MATLAB 进行开发的工程技术人员使用。对于经常使用 MATLAB 做产品设计和仿真的人员,更是一本不可多得的必备参考书。

## 图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 从入门到精通 / 丁毓峰等编著. —北京:化学工业出版社, 2011. 6

ISBN 978-7-122-10796-1

I. M… II. 丁… III. 计算机辅助计算-软件包, MATLAB IV. TP391.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 044543 号

---

责任编辑:陈静

装帧设计:蓝色印象

责任校对:洪雅姝

---

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装:三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张 28<sup>1</sup>/<sub>4</sub> 字数 715 千字 2011 年 6 月北京第 1 版第 1 次印刷

---

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址:<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

---

定 价:49.80 元

版权所有 违者必究

# 前言

从 1984 年推出 MATLAB 的第一个版本，到 2010 年已经升级到 MATLAB 7.10，经过 20 多年的发展，MATLAB 已经成为应用最为广泛的科学处理工具软件包。MATLAB 将矩阵计算、数值分析和数据可视化等诸多强大功能集成在一个视窗环境中，为科学研究、工程设计等众多科学领域提供了一种全面的解决方案，并在很大程度上摆脱了传统非交互式程序设计语言（如 C、Fortran）的编辑模式，代表了当今国际科学计算软件最先进的水平。MATLAB 可以进行矩阵运算、绘制函数和数据、算法实现、创建用户界面，以及连接其他编程语言的程序等，主要应用于工程计算、控制系统设计、系统仿真、信号处理、图形与图像处理和金融建模等领域。另外，还可以通过附加的工具箱扩展 MATLAB 环境和功能，以解决这些应用领域内特定类型的问题。

编者结合自己多年的 MATLAB 的使用及开发经验和心得体会，撰写了本书。希望各位读者能在本书的引领下跨入 MATLAB 领域，并成为一名 MATLAB 的应用及开发高手。本书结合大量不同领域的实际案例，全面、系统、深入地介绍了 MATLAB 基础知识、程序开发及不同领域的应用技术，以大量实例贯穿于讲解过程。学习完本书后，读者应该可以具备使用 MATLAB 进行领域问题求解的能力。

## 本书特色

### 1. 讲解由浅入深，循序渐进，适合各个层次的读者阅读

本书从 MATLAB 的基础开始讲解，逐步深入到 MATLAB 不同领域的应用，内容梯度从易到难，讲解由浅入深，循序渐进，处于不同层次的读者均可以从书中找到自己感兴趣的内容。

### 2. 内容全面、系统、深入

本书介绍了 MATLAB 使用及开发的基础知识、程序开发、系统设计、系统仿真、最优化计算、控制系统设计和 Simulink 仿真等内容，最后还详细介绍了一个应用案例。

### 3. 贯穿大量的开发实例和技巧，迅速提升知识水平

从基础知识到领域应用，本书在讲解各个知识点时贯穿了大量实例，以便让读者更好地理解各种概念和应用技术，迅速提高知识水平。

### 4. 提供技术支持，答疑解惑

读者阅读本书时若有任何疑问可发 E-mail 到 [dyfjd@126.com](mailto:dyfjd@126.com) 获得帮助。

## 本书内容

### 第1篇 MATLAB 的基础知识（第1~11章）

本篇主要介绍 MATLAB 的基础知识，主要内容包括 MATLAB 集成环境介绍、MATLAB 的数据类型、数学运算、数组和矩阵、数值计算、符号计算、MATLAB 绘图基础、MATLAB 程序设计基础、M 文件处理和输入输出操作、图形用户界面 GUI 的设计制作和 Simulink 仿真集成环境等内容。通过学习本篇内容，读者可以掌握 MATLAB 的基础知识、编程方法和 Simulink 仿真集成环境。

### 第2篇 MATLAB 的应用（第12~18章）

本篇主要内容包括机械系统设计分析、最优化设计、控制系统设计、信号处理、神经网络应用和 MATLAB 图像处理等内容。通过学习本篇内容，读者可以掌握使用 MATLAB 解决相应领域问题的方法和技术。

### 第3篇 MATLAB 案例（第19章）

本篇主要内容包括如何使用 Simulink 进行简单的动力学仿真，主要介绍使用 Simulink 对滑块机构的仿真实例。通过学习本篇内容，读者可以掌握综合应用 Simulink 仿真模型及 MATLAB 编程实现仿真目标，使用 MATLAB 独立解决问题的技术。

## 本书读者

- MATLAB 初学者。
- 想全面学习 MATLAB 技术的人员。
- 利用 MATLAB 做产品开发的工程技术人员。
- MATLAB 技术爱好者。
- 大中专院校的工程类学生。
- 社会培训班学员。

## 本书编者

本书主要由丁毓峰编著，霍冬、李利平、程凯、张辉、张驰、刘成、马臣云、潘娜、阮履学、陶则熙、王大强、王磊、徐琦、许少峰、颜盟盟、杨娟等参与了部分章节的编写和程序调试工作。由于水平和时间有限，书中难免存在问题，欢迎读者批评指正。

编者

2011年2月

# 目录

## 第1篇 MATLAB 的基础知识

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 第1章 MATLAB 集成环境 .....    | 2  |
| 1.1 MATLAB 概述 .....      | 2  |
| 1.2 MATLAB 的安装 .....     | 2  |
| 1.3 MATLAB 集成环境简介 .....  | 5  |
| 1.3.1 MATLAB 的运行 .....   | 5  |
| 1.3.2 MATLAB 的界面 .....   | 6  |
| 1.3.3 MATLAB 的通用命令 ..... | 10 |
| 1.3.4 MATLAB 帮助系统 .....  | 11 |
| 1.3.5 如何学习 MATLAB .....  | 15 |
| 1.4 小结 .....             | 15 |
| 第2章 MATLAB 的数据类型 .....   | 16 |
| 2.1 数值、变量和表达式 .....      | 16 |
| 2.1.1 数值型 .....          | 16 |
| 2.1.2 变量和表达式 .....       | 19 |
| 2.2 逻辑型 .....            | 20 |
| 2.2.1 逻辑型数据概述 .....      | 20 |
| 2.2.2 返回逻辑结果的函数 .....    | 21 |
| 2.2.3 运算符的优先级 .....      | 21 |
| 2.3 字符和字符串 .....         | 23 |
| 2.3.1 函数 .....           | 24 |
| 2.3.2 创建字符串函数 .....      | 24 |
| 2.3.3 字符串比较函数 .....      | 25 |
| 2.3.4 字符串查找与替换函数 .....   | 26 |
| 2.3.5 类型转换函数 .....       | 28 |
| 2.4 函数句柄 .....           | 32 |
| 2.4.1 函数句柄的创建 .....      | 32 |
| 2.4.2 函数句柄的基本用法 .....    | 33 |
| 2.5 构架数组 .....           | 33 |
| 2.5.1 构架数组的创建 .....      | 34 |
| 2.5.2 构架数组的寻访 .....      | 37 |
| 2.5.3 构架数组域的基本操作 .....   | 38 |
| 2.5.4 构架数组的操作 .....      | 40 |

|            |                         |           |
|------------|-------------------------|-----------|
| 2.6        | 元胞数组                    | 42        |
| 2.6.1      | 元胞数组的创建                 | 42        |
| 2.6.2      | 元胞数组的寻访                 | 44        |
| 2.6.3      | 元胞数组的基本操作               | 45        |
| 2.6.4      | 元胞数组操作函数                | 48        |
| 2.7        | 小结                      | 49        |
| <b>第3章</b> | <b>数学运算</b>             | <b>50</b> |
| 3.1        | 常用的数学函数                 | 50        |
| 3.1.1      | 三角函数                    | 50        |
| 3.1.2      | 双曲线函数                   | 51        |
| 3.1.3      | 复数函数                    | 52        |
| 3.1.4      | 求和、乘积和差分                | 53        |
| 3.1.5      | 最大值和最小值                 | 55        |
| 3.1.6      | 简单统计命令                  | 56        |
| 3.1.7      | 排序                      | 57        |
| 3.2        | 关系和逻辑运算及多项式运算           | 58        |
| 3.2.1      | 关系操作符                   | 58        |
| 3.2.2      | 逻辑操作符                   | 59        |
| 3.2.3      | 关系与逻辑函数                 | 60        |
| 3.2.4      | 多项式运算                   | 61        |
| 3.3        | 小结                      | 63        |
| <b>第4章</b> | <b>数组和矩阵</b>            | <b>64</b> |
| 4.1        | MATLAB 中数组和矩阵的关系        | 64        |
| 4.2        | 一维数组的创建和寻访              | 65        |
| 4.2.1      | 一维数组的创建                 | 65        |
| 4.2.2      | 一维数组子数组的寻访和赋值           | 68        |
| 4.3        | 二维数组的创建和寻访              | 70        |
| 4.3.1      | 直接输入法                   | 70        |
| 4.3.2      | 利用 M 文件创建和保存数组          | 71        |
| 4.3.3      | 二维数组子数组的寻访和赋值           | 71        |
| 4.4        | 执行数组运算的常用函数             | 72        |
| 4.4.1      | 随机构建数组函数 rand()         | 72        |
| 4.4.2      | 获取数组长度函数 size()         | 73        |
| 4.4.3      | 获取数组元素总数函数 numel()      | 73        |
| 4.4.4      | 获取数组指定维度的长度的函数 length() | 74        |
| 4.4.5      | 获取数组平均值函数 mean()        | 74        |
| 4.4.6      | reshape()函数             | 75        |
| 4.5        | 创建新矩阵                   | 75        |
| 4.5.1      | 建立新矩阵                   | 75        |
| 4.5.2      | 向量和子矩阵的生成               | 76        |

|              |               |            |
|--------------|---------------|------------|
| 4.5.3        | MATLAB 中的特殊矩阵 | 77         |
| 4.5.4        | 构建高维数组        | 80         |
| 4.5.5        | 高维数组的操作       | 83         |
| 4.5.6        | “非数”和“空”矩阵    | 85         |
| 4.6          | 矩阵运算          | 87         |
| 4.6.1        | 加法和减法         | 87         |
| 4.6.2        | 乘法            | 87         |
| 4.6.3        | 除法            | 89         |
| 4.6.4        | 转置和共轭         | 91         |
| 4.6.5        | 元素操作函数        | 92         |
| 4.6.6        | 矩阵的乘方与函数      | 93         |
| 4.7          | 小结            | 95         |
| <b>第 5 章</b> | <b>数值计算</b>   | <b>96</b>  |
| 5.1          | 数值计算概述        | 96         |
| 5.2          | 函数极值点         | 96         |
| 5.2.1        | 一元函数的极小值点     | 96         |
| 5.2.2        | 多元函数的极小值点     | 98         |
| 5.3          | 函数积分          | 98         |
| 5.3.1        | 一元函数的数值积分     | 98         |
| 5.3.2        | 多重数值积分        | 100        |
| 5.4          | 函数微分          | 101        |
| 5.5          | 常微分方程         | 102        |
| 5.5.1        | 常微分方程介绍       | 102        |
| 5.5.2        | 常微分方程求解       | 103        |
| 5.5.3        | 常微分方程的边界问题    | 104        |
| 5.6          | 曲线拟合          | 105        |
| 5.7          | 函数插值          | 107        |
| 5.7.1        | 一维插值          | 108        |
| 5.7.2        | 二维插值          | 110        |
| 5.8          | 多项式及其操作       | 111        |
| 5.8.1        | 多项式的表达和创建     | 112        |
| 5.8.2        | 多项式的根         | 112        |
| 5.8.3        | 导数            | 113        |
| 5.8.4        | 估值            | 114        |
| 5.8.5        | 有理多项式         | 114        |
| 5.9          | 小结            | 115        |
| <b>第 6 章</b> | <b>符号计算</b>   | <b>116</b> |
| 6.1          | 符号常量和符号变量     | 116        |
| 6.1.1        | 定义符号常量        | 116        |
| 6.1.2        | 定义符号变量        | 117        |



|            |                     |            |
|------------|---------------------|------------|
| 6.1.3      | 默认符号变量              | 118        |
| 6.2        | 符号表达式               | 119        |
| 6.3        | 符号表达式运算             | 120        |
| 6.3.1      | 提取分子和分母             | 120        |
| 6.3.2      | 标准代数运算              | 120        |
| 6.3.3      | 高级运算                | 121        |
| 6.3.4      | 变换函数                | 123        |
| 6.3.5      | 变量替换                | 125        |
| 6.3.6      | 符号微分和积分             | 125        |
| 6.3.7      | 符号积分变换              | 128        |
| 6.4        | 符号表达式简化和格式化         | 131        |
| 6.5        | 方程求解                | 134        |
| 6.5.1      | 求解代数方程组             | 134        |
| 6.5.2      | 单个微分方程              | 135        |
| 6.5.3      | 微分方程组               | 136        |
| 6.6        | 线性代数和矩阵             | 136        |
| 6.6.1      | 符号矩阵的创建             | 136        |
| 6.6.2      | 符号矩阵相关函数            | 138        |
| 6.6.3      | 线性代数运算              | 139        |
| 6.7        | 符号工具箱函数             | 141        |
| 6.8        | 小结                  | 143        |
| <b>第7章</b> | <b>MATLAB 绘图基础</b>  | <b>144</b> |
| 7.1        | 二维图形绘制              | 144        |
| 7.1.1      | plot()函数            | 144        |
| 7.1.2      | 线型、标记和颜色            | 147        |
| 7.1.3      | 多个图形叠绘及多个图形窗口       | 148        |
| 7.1.4      | 子图绘制                | 149        |
| 7.1.5      | 交互式绘图和屏幕刷新          | 151        |
| 7.1.6      | 使用 plotyy()函数绘制双坐标轴 | 153        |
| 7.1.7      | Easy 绘图命令           | 154        |
| 7.2        | 三维图形绘制              | 156        |
| 7.2.1      | 曲线图绘制               | 156        |
| 7.2.2      | 网格图绘制               | 157        |
| 7.2.3      | 曲面图的绘制              | 158        |
| 7.2.4      | 绘制等值线图              | 160        |
| 7.3        | 特殊图形绘制              | 160        |
| 7.3.1      | 区域图绘制               | 161        |
| 7.3.2      | 饼图绘制                | 161        |
| 7.3.3      | 直方图和梯形图             | 162        |
| 7.3.4      | 矢量分布图绘制             | 163        |

|            |                        |            |
|------------|------------------------|------------|
| 7.3.5      | 误差线图形绘制                | 164        |
| 7.3.6      | 离散数据图绘制                | 165        |
| 7.3.7      | 伪色彩图绘制                 | 165        |
| 7.3.8      | 极坐标图形绘制                | 166        |
| 7.4        | 图形处理                   | 167        |
| 7.4.1      | 图形标注                   | 167        |
| 7.4.2      | 坐标轴的控制                 | 168        |
| 7.4.3      | 图形的打印和输出               | 169        |
| 7.5        | 图形窗口                   | 170        |
| 7.5.1      | 图形窗口的创建与控制             | 170        |
| 7.5.2      | 图形窗口的菜单操作              | 171        |
| 7.5.3      | 图形窗口的工具栏               | 171        |
| 7.6        | 小结                     | 172        |
| <b>第8章</b> | <b>MATLAB 程序设计基础</b>   | <b>173</b> |
| 8.1        | 程序结构                   | 173        |
| 8.1.1      | 顺序结构                   | 173        |
| 8.1.2      | 选择结构                   | 175        |
| 8.1.3      | 循环结构                   | 178        |
| 8.2        | 控制命令                   | 180        |
| 8.2.1      | continue 命令            | 180        |
| 8.2.2      | break 命令               | 181        |
| 8.2.3      | return 命令              | 181        |
| 8.2.4      | keyboard 命令            | 182        |
| 8.2.5      | error()函数和 warning()函数 | 183        |
| 8.3        | 程序的调试                  | 183        |
| 8.3.1      | 直接调试法                  | 183        |
| 8.3.2      | 工具调试法                  | 183        |
| 8.3.3      | 程序调试的常见错误              | 186        |
| 8.4        | 小结                     | 186        |
| <b>第9章</b> | <b>M 文件处理和输入输出操作</b>   | <b>187</b> |
| 9.1        | M 文件的编写                | 187        |
| 9.1.1      | M 文件简介                 | 187        |
| 9.1.2      | M 文件的两种形式              | 189        |
| 9.1.3      | 全局变量和局部变量              | 193        |
| 9.1.4      | 子函数                    | 195        |
| 9.1.5      | 文件操作与基本的输入输出           | 195        |
| 9.2        | 工作空间数据的读取              | 201        |
| 9.2.1      | 局部工作空间                 | 201        |
| 9.2.2      | 基本工作空间                 | 201        |
| 9.3        | 小结                     | 201        |

|                                      |            |
|--------------------------------------|------------|
| <b>第 10 章 图形用户界面 GUI 的设计制作</b> ..... | <b>202</b> |
| 10.1 创建图形界面 GUI 的目的 .....            | 202        |
| 10.2 GUI 对象层次结构 .....                | 203        |
| 10.2.1 创建图形窗口 .....                  | 203        |
| 10.2.2 其他相关操作函数 .....                | 205        |
| 10.3 菜单的设计制作 .....                   | 205        |
| 10.3.1 菜单的布置 .....                   | 205        |
| 10.3.2 建立菜单和子菜单 .....                | 206        |
| 10.3.3 菜单属性 .....                    | 207        |
| 10.3.4 菜单快捷键 .....                   | 208        |
| 10.3.5 菜单的外观与颜色控制 .....              | 209        |
| 10.3.6 综合实例 .....                    | 209        |
| 10.4 控制框的设计和布局 .....                 | 210        |
| 10.4.1 建立不同类型的控制框 .....              | 210        |
| 10.4.2 控制框属性 .....                   | 214        |
| 10.4.3 控制框布置的考虑 .....                | 216        |
| 10.5 图形界面创建工具 GUIDE .....            | 218        |
| 10.5.1 使用 GUIDE 工具 .....             | 219        |
| 10.5.2 使用 GUIDE 进行 GUI 的设计 .....     | 220        |
| 10.6 小结 .....                        | 223        |
| <b>第 11 章 Simulink 仿真集成环境</b> .....  | <b>224</b> |
| 11.1 Simulink 概述 .....               | 224        |
| 11.2 Simulink 模型操作 .....             | 226        |
| 11.2.1 Simulink 模型原理 .....           | 226        |
| 11.2.2 模块的操作 .....                   | 227        |
| 11.2.3 信号线的操作 .....                  | 229        |
| 11.3 Simulink 模块库简介 .....            | 230        |
| 11.3.1 Source 库中的信号源 .....           | 231        |
| 11.3.2 Sinks 库中的信号源 .....            | 233        |
| 11.3.3 其他常用模块 .....                  | 234        |
| 11.4 Simulink 子系统的定义和应用 .....        | 235        |
| 11.4.1 子系统的创建 .....                  | 235        |
| 11.4.2 封装子系统 .....                   | 236        |
| 11.4.3 条件执行子系统 .....                 | 240        |
| 11.5 Simulink 仿真系统的环境设置 .....        | 242        |
| 11.5.1 解算器的设置 .....                  | 242        |
| 11.5.2 仿真数据的输入与输出设置 .....            | 243        |
| 11.6 Simulink S-()函数的应用 .....        | 245        |
| 11.6.1 S-()函数的作用和原理 .....            | 245        |
| 11.6.2 用 M 文件创建 S-()函数 .....         | 247        |

|        |                 |     |
|--------|-----------------|-----|
| 11.7   | Simulink 动态系统仿真 | 251 |
| 11.7.1 | 使用积分器求解微分方程     | 251 |
| 11.7.2 | 使用传递函数进行仿真      | 252 |
| 11.7.3 | 使用状态空间方法进行系统仿真  | 253 |
| 11.8   | 小结              | 254 |

## 第 2 篇 MATLAB 的应用

|               |                      |            |
|---------------|----------------------|------------|
| <b>第 12 章</b> | <b>MATLAB 工具箱概述</b>  | <b>256</b> |
| 12.1          | MATLAB 工具箱分类         | 256        |
| 12.1.1        | 功能型工具箱               | 256        |
| 12.1.2        | 领域型工具箱               | 257        |
| 12.2          | MATLAB 工具箱操作         | 258        |
| 12.2.1        | 工具箱的加载               | 258        |
| 12.2.2        | 工具箱的卸载               | 260        |
| 12.3          | MATLAB 工具箱编写技巧       | 260        |
| 12.4          | 小结                   | 261        |
| <b>第 13 章</b> | <b>机械系统设计分析</b>      | <b>262</b> |
| 13.1          | MATLAB 在机械系统设计分析中的作用 | 262        |
| 13.2          | 连杆机构的运动设计            | 262        |
| 13.2.1        | 给定极限位置和最小传动角的设计      | 263        |
| 13.2.2        | 给定连架杆对应位置的设计         | 265        |
| 13.2.3        | 优化设计                 | 267        |
| 13.3          | 齿轮传动零件的设计分析          | 270        |
| 13.3.1        | 齿轮传动设计计算方法           | 270        |
| 13.3.2        | M 文件的编写和处理流程         | 271        |
| 13.3.3        | 运算结果分析               | 272        |
| 13.4          | 轴系设计计算               | 279        |
| 13.4.1        | 齿轮传动设计               | 280        |
| 13.4.2        | 转轴的设计计算              | 282        |
| 13.4.3        | 轴承的寿命计算              | 285        |
| 13.4.4        | M 文件的编写和运算结果分析       | 288        |
| 13.5          | 小结                   | 297        |
| <b>第 14 章</b> | <b>最优化设计</b>         | <b>298</b> |
| 14.1          | MATLAB 优化工具箱         | 298        |
| 14.1.1        | 工具箱概述及功能             | 298        |
| 14.1.2        | 工具箱结构                | 298        |
| 14.1.3        | 工具箱函数                | 299        |
| 14.2          | 无约束极值问题              | 302        |
| 14.2.1        | 进退法                  | 302        |
| 14.2.2        | 牛顿法                  | 304        |

|               |                 |            |
|---------------|-----------------|------------|
| 14.2.3        | 抛物线法            | 307        |
| 14.2.4        | 三次插值法           | 309        |
| 14.3          | 约束优化问题          | 311        |
| 14.3.1        | 罚函数法            | 311        |
| 14.3.2        | 坐标轮换法           | 314        |
| 14.3.3        | 复合形法            | 317        |
| 14.3.4        | MATLAB 工具箱应用实例  | 321        |
| 14.4          | 模拟退火算法          | 323        |
| 14.4.1        | 模拟退火算法简介        | 323        |
| 14.4.2        | 模拟退火算法应用实例      | 325        |
| 14.5          | 遗传算法            | 326        |
| 14.5.1        | 遗传算法概述          | 326        |
| 14.5.2        | 基本遗传算法          | 327        |
| 14.5.3        | 适值函数标定的遗传算法     | 329        |
| 14.5.4        | 遗传算法应用实例        | 331        |
| 14.6          | 粒子群优化算法         | 332        |
| 14.6.1        | 粒子群算法概述         | 332        |
| 14.6.2        | 基本粒子群算法         | 333        |
| 14.6.3        | 带压缩因子的粒子群算法     | 335        |
| 14.6.4        | 粒子群算法应用实例       | 336        |
| 14.7          | 小结              | 337        |
| <b>第 15 章</b> | <b>控制系统设计</b>   | <b>338</b> |
| 15.1          | 系统时间响应及其仿真      | 338        |
| 15.1.1        | 系统时间响应基本概念      | 338        |
| 15.1.2        | 仿真算法            | 338        |
| 15.1.3        | 系统仿真的 MATLAB 函数 | 340        |
| 15.2          | 系统频率响应及其仿真      | 346        |
| 15.2.1        | 频率特性和响应的基本概念    | 346        |
| 15.2.2        | 频率响应的 MATLAB 函数 | 347        |
| 15.2.3        | 系统分析图形用户界面      | 352        |
| 15.3          | 控制系统的综合与校正      | 355        |
| 15.3.1        | 系统性能指标的计算       | 355        |
| 15.3.2        | 系统综合与校正的概念      | 356        |
| 15.3.3        | 系统综合与校正实例       | 357        |
| 15.4          | 小结              | 358        |
| <b>第 16 章</b> | <b>信号处理</b>     | <b>359</b> |
| 16.1          | 数字信号处理基本理论      | 359        |
| 16.1.1        | 信号的生成           | 359        |
| 16.1.2        | 离散信号与系统         | 363        |
| 16.1.3        | Z 变换            | 364        |

|               |                     |            |
|---------------|---------------------|------------|
| 16.1.4        | 离散傅立叶变换             | 364        |
| 16.1.5        | 数字滤波器结构             | 365        |
| 16.2          | 信号处理工具箱函数           | 366        |
| 16.2.1        | 波形产生                | 366        |
| 16.2.2        | 滤波器分析和实现与线性系统变换     | 369        |
| 16.2.3        | 变换                  | 370        |
| 16.3          | 信号处理系统分析与设计         | 372        |
| 16.3.1        | Z变换的 MATLAB 实现      | 372        |
| 16.3.2        | IIR 滤波器的 MATLAB 实现  | 373        |
| 16.3.3        | FIR 滤波器的 MATLAB 实现  | 377        |
| 16.4          | 小结                  | 380        |
| <b>第 17 章</b> | <b>神经网络应用</b>       | <b>381</b> |
| 17.1          | 神经网络概述              | 381        |
| 17.1.1        | 神经网络的发展和应用          | 381        |
| 17.1.2        | 神经网络模型              | 383        |
| 17.1.3        | 神经网络工具箱概述           | 384        |
| 17.2          | 感知器                 | 385        |
| 17.2.1        | 感知器神经网络模型结构         | 386        |
| 17.2.2        | 感知器神经网络的构建          | 388        |
| 17.2.3        | 感知器网络设计实例           | 389        |
| 17.3          | 线性神经网络              | 390        |
| 17.3.1        | 线性神经网络模型结构          | 390        |
| 17.3.2        | 线性神经网络的构建           | 391        |
| 17.3.3        | 线性神经网络应用实例分析        | 392        |
| 17.4          | BP 网络               | 395        |
| 17.4.1        | BP 网络模型结构           | 395        |
| 17.4.2        | BP 神经网络的构建          | 395        |
| 17.4.3        | BP 网络应用实例分析         | 396        |
| 17.5          | 反馈型神经网络             | 400        |
| 17.5.1        | Hopfield 网络         | 400        |
| 17.5.2        | Elman 神经网络          | 400        |
| 17.5.3        | 反馈网络应用实例分析          | 401        |
| 17.6          | 应用实例                | 403        |
| 17.7          | 小结                  | 408        |
| <b>第 18 章</b> | <b>MATLAB 图像处理</b>  | <b>409</b> |
| 18.1          | 图像处理工具箱概述           | 409        |
| 18.1.1        | 常用图像格式              | 409        |
| 18.1.2        | MATLAB 7.10 图像类型和转换 | 410        |
| 18.1.3        | 图像处理和分析系统           | 414        |
| 18.2          | 图像文件的操作             | 415        |

|        |             |     |
|--------|-------------|-----|
| 18.2.1 | 图像文件显示      | 416 |
| 18.2.2 | 图像文件读写      | 419 |
| 18.2.3 | 图像格式转换      | 419 |
| 18.3   | MATLAB 图像增强 | 420 |
| 18.3.1 | 对比度增强       | 420 |
| 18.3.2 | 直方图均衡化      | 424 |
| 18.3.3 | 空域滤波增强      | 425 |
| 18.3.4 | 频域增强        | 427 |
| 18.4   | 小结          | 427 |

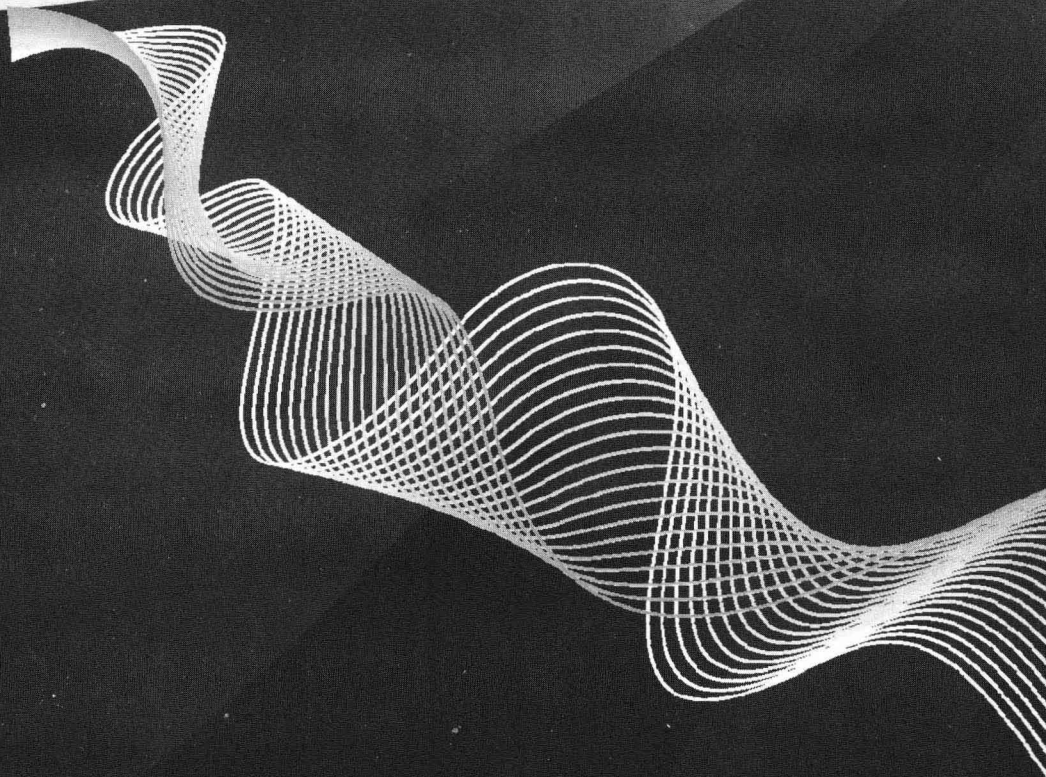
### 第 3 篇 MATLAB 案例

|        |                  |     |
|--------|------------------|-----|
| 第 19 章 | 曲柄滑块机构的计算机仿真     | 429 |
| 19.1   | 运动学仿真和动力学仿真      | 429 |
| 19.1.1 | 运动学仿真            | 429 |
| 19.1.2 | 动力学仿真            | 430 |
| 19.2   | 曲柄滑块机构运动方程的建立    | 432 |
| 19.2.1 | 曲柄滑块机构的基本概念      | 432 |
| 19.2.2 | 曲柄滑块机构的闭环矢量方程的建立 | 432 |
| 19.3   | 曲柄滑块机构运动过程仿真     | 433 |
| 19.3.1 | 通过运动学仿真求解速度      | 433 |
| 19.3.2 | 通过运动学仿真求解加速度     | 435 |
| 19.3.3 | 结果分析             | 437 |
| 19.4   | 小结               | 437 |
|        | 参考文献             | 438 |

# 第 1 篇      MATLAB 的基础知识

---

- 第 1 章    MATLAB 集成环境
- 第 2 章    MATLAB 的数据类型
- 第 3 章    数学运算
- 第 4 章    数组和矩阵
- 第 5 章    数值计算
- 第 6 章    符号计算
- 第 7 章    MATLAB 绘图基础
- 第 8 章    MATLAB 程序设计基础
- 第 9 章    M 文件处理和输入输出操作
- 第 10 章   图形用户界面 GUI 的设计制作
- 第 11 章   Simulink 仿真集成环境







# 第 1 章 MATLAB 集成环境

MATLAB 集成环境是对 MATLAB 进行整体的介绍,包括 MATLAB 的发展历程、MATLAB 的运行环境及 MATLAB 的安装方法等。对于每一位初学者来说,首先应该了解 MATLAB 集成环境。本章将向读者介绍 MATLAB 的安装过程和一些主要窗口的使用方法。

## 1.1 MATLAB 概述

MATLAB 是 Matrix Laboratory (矩阵实验室)的缩写,它是由美国 MathWorks 公司开发的软件。MATLAB 和 Mathematica、Maple 并称三大数学软件。

20 世纪 70 年代,美国新墨西哥大学的 Cleve Moler 用 FORTRAN 编写了最早的 MATLAB。1984 年由 Little、Moler、Steve Bangert 合作成立了 MathWorks 公司,正式把 MATLAB 推向市场。到 20 世纪 90 年代, MATLAB 已成为国际控制界的标准计算软件。

在数学类科技应用软件中, MATLAB 在数值计算方面首屈一指。它可以进行数值和矩阵运算、符号运算、绘制图形、实现算法、创建用户界面和其他编程语言进行混合编程等。它为用户提供了一个具有可视化功能、易于操作、运算能力强大的工具。MATLAB 主要应用于工程计算、控制设计、信号处理与通信、图像处理、故障诊断和检测,以及系统仿真建模等领域。由于它的基本数据单位是矩阵,其指令表达式与数学、工程中常用的形式十分类似,所以使用起来非常方便。

目前,在国内外的大学里, MATLAB 已经成为线性代数、自动控制理论、动态系统仿真、信号处理和测试技术等课程的基本教学工具。使用 MATLAB 进行工程计算和工程分析,已成为大学生和相关工程研究人员必须掌握的基本技能。

## 1.2 MATLAB 的安装

MATLAB 可以在各种 Windows 操作系统中运行。如表 1.1 所示为 MATLAB 主要版本的发展历程。MATLAB 最新版本通常兼容早期版本的功能。因此一般在计算机性能允许的前提下,通常选择安装最新的 MATLAB 版本。