



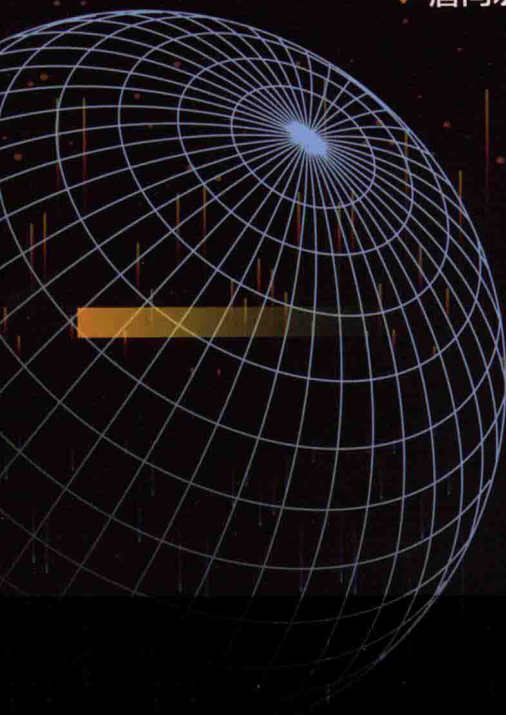
普通高等教育“十三五”规划教材

高等学校电子信息类精品教材

# 计算机仿真技术

—— 基于MATLAB的电子信息技术课程  
(第4版)

◆ 唐向宏 岳恒立 郑雪峰 编著



中国工信出版集团



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY  
<http://www.phei.com.cn>

普通高等教育“十三五”规划教材  
高等学校电子信息类精品教材

# 计算机仿真技术

## ——基于 MATLAB 的电子信息类课程

### (第4版)

唐向宏 岳恒立 郑雪峰 编著



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

MATLAB 语言具有使用方便、输入简捷及编程效率高等特点,在国内已广泛应用于教学与科研。本书结合电子信息类课程的教学特点,系统地介绍 MATLAB 语言在高等数学、信号与系统、数字信号处理、自动控制原理、数字通信、电路和电子线路等课程中的应用。全书共 8 章,第 1、2 章为基础部分,主要介绍 MATLAB 语言的工作环境、基本语法和基本计算功能及图形功能等内容;第 3 章着重介绍 MATLAB 在高等数学中的应用,主要涉及矩阵分析、函数分析、数值积分等内容;第 4、5、6 章详细讨论 MATLAB 在信号处理、自动控制及数字通信领域中的应用;第 7 章着重介绍 Simulink 的应用;第 8 章介绍 MATLAB 在电路及电子线路等课程中的应用。

本书内容丰富,针对性强,仿真实例多,易于学习。可作为高等学校电子信息类课程的教材或教学参考书,也可供电子信息领域的科技工作者或其他读者自学参考。

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

计算机仿真技术:基于 MATLAB 的电子信息类课程 / 唐向宏,岳恒立,郑雪峰编著. —4 版. —北京:电子工业出版社,2019.8

ISBN 978-7-121-36621-5

I. ①计… II. ①唐… ②岳… ③郑… III. ①计算机仿真—Matlab 软件—高等学校—教材 IV. ①TP391.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 095572 号

责任编辑:韩同平

印 刷:三河市双峰印刷装订有限公司

装 订:三河市双峰印刷装订有限公司

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:22 字数:704 千字

版 次:2006 年 7 月第 1 版

2019 年 8 月第 4 版

印 次:2019 年 8 月第 1 次印刷

定 价:59.90 元

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, 88258888。

质量投诉请发邮件至 [zltz@phei.com.cn](mailto:zltz@phei.com.cn), 盗版侵权举报请发邮件至 [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)。

本书咨询联系方式:(010) 88254525, [hantp@phei.com.cn](mailto:hantp@phei.com.cn)。

## 第4版前言

如何利用计算机来加深对所学知识的理解和掌握、运用所学的理论和方法进行仿真、解决在学习中所遇到的问题,这是电子信息类专业的学生特别关心的问题。MATLAB 是一种面向科学与工程的计算软件,它将不同领域的计算以函数的形式提供给用户,并为用户提供一个计算仿真平台。用户在使用时,只需在此平台上调用这些函数并赋予实际参数就能解决实际问题。

本书作者结合多年从事电子类课程的教学经验,在吸取目前国内外许多优秀 MATLAB 教材的基础上,编写了本教材。本教材第1、2版的书名为《MATLAB 及在电子信息类课程中的应用》,分别于2006年、2009年出版;第3版于2013年出版,并更名为《计算机仿真技术——基于 MATLAB 的电子信息类课程》。本书出版以来,承蒙广大师生的厚爱,先后被数十所院校选为教材。

这次的第4版在前三版的基础上,从 MATLAB 编程和 Simulink 仿真的角度,以工程应用为背景,增加了 MATLAB 的工程应用实践内容和工程仿真实例,使得教学内容更丰富,体系更完整,涉及的课程更多,应用面更广;同时,根据读者的要求,对教材中相关程序做了进一步的注释和说明,以便于读者对程序的理解和掌握。

本书主要涉及 MATLAB 在高等数学、信号与系统、数字信号处理、自动控制原理、数字通信等课程中的应用。全书共8章,第1章、第2章是 MATLAB 基础部分,主要介绍 MATLAB 语言的工作环境、基本语法和基本计算功能及图形功能、MATLAB 的文件管理系统、M 文件的编制与调试等内容;第3章着重介绍 MATLAB 在高等数学中的应用,主要涉及数据分析、矩阵分析、多项式运算、函数分析、数值积分等内容;第4章着重介绍 MATLAB 在信号处理领域中的应用,涉及信号与系统和数字信号处理两门课程,主要内容有信号表示、信号的基本运算、线性时不变系统(LTI)的时域响应和频域响应、傅里叶变换及滤波器的设计,以及多采样率信号处理等;第5章侧重介绍 MATLAB 在自动控制原理中的应用,主要涉及控制系统的描述、控制系统的时频域分析、控制系统的根轨迹、系统的优化设计等内容;第6章重点介绍 MATLAB 在通信中的应用,主要涉及信源编/译码、差错控制编/译码、模拟调制/解调、数字调制/解调、通信系统的性能仿真,以及多采样率 FDM 系统设计与仿真等内容;第7章重点介绍 Simulink 的使用,主要涉及 Simulink 工作平台的启动、仿真过程、模块库,以及仿真模型的建立和模块参数与属性的设置等内容,并介绍 Simulink 在微分方程、数字通信、自动控制等领域的仿真实例;第8章从 MATLAB 编程和 Simulink 仿真的角度,系统介绍 MATLAB 在电路及电子线路等课程

中的应用。

在本书的编写中，我们力求理论联系实际，加强针对性和实用性，根据各门课程所涉及的相关理论、原理和方法，列举了大量仿真实例。希望通过这些程序的仿真，使读者把各门课程的概念真正连贯起来，融会贯通所学理论，帮助读者加深对课程的理解和所学知识的运用。

本书文字符号说明：按国家规范，变量用斜体，矩阵、矢量（向量）等用黑斜体表示，考虑到本书主要内容以 MATLAB 及其应用程序为主，为保持文字符号表示与程序中一致，本书中涉及 MATLAB 语言调用格式或程序中的变量符号统一用正体表示。

本书第 1、2、7、8 章由唐向宏编写，第 3、4 章由郑雪峰编写，第 5、6 章由岳恒立编写，全书由唐向宏统稿。

由于编者水平所限，不足之处在所难免，欢迎读者批评指正。

作者的 E-mail: tangxh@hdu.edu.cn

编著者

# 目 录

|                          |    |                                 |     |
|--------------------------|----|---------------------------------|-----|
| 第 1 章 MATLAB 语言概述        | 1  | 2.6.2 二维图形的绘制                   | 44  |
| 1.1 MATLAB 语言及特点         | 1  | 2.6.3 多条曲线的绘制                   | 52  |
| 1.2 MATLAB 的工作环境         | 2  | 2.6.4 复数的绘图                     | 54  |
| 1.2.1 MATLAB 系统的安装       | 2  | 2.6.5 三维曲线和曲面                   | 54  |
| 1.2.2 MATLAB 系统的启动       | 2  | 2.6.6 图形窗口的编辑功能                 | 61  |
| 1.2.3 MATLAB 的命令窗口       | 3  | 2.7 M 文件及程序调试                   | 63  |
| 1.2.4 工作空间窗口             | 6  | 2.7.1 M 文件的结构                   | 64  |
| 1.2.5 命令历史窗口与当前路径窗口      | 6  | 2.7.2 局部变量与全局变量                 | 67  |
| 1.2.6 图形窗口               | 8  | 2.7.3 程序的调试                     | 69  |
| 1.2.7 文本编辑窗口             | 8  | 第 3 章 MATLAB 在高等数学中的应用          | 71  |
| 1.3 MATLAB 的基本操作命令       | 10 | 3.1 矩阵分析                        | 71  |
| 第 2 章 MATLAB 的基本语法       | 14 | 3.2 多项式运算                       | 81  |
| 2.1 变量及其赋值               | 14 | 3.2.1 多项式表示及其四则运算               | 81  |
| 2.1.1 标识符与数据格式           | 14 | 3.2.2 多项式求导、求根和求值               | 83  |
| 2.1.2 矩阵及其元素的赋值          | 14 | 3.2.3 多项式拟合与多项式插值               | 86  |
| 2.2 运算符与数学表达             | 19 | 3.3 数据分析与统计                     | 91  |
| 2.2.1 算术运算符              | 19 | 3.3.1 数据基本操作                    | 91  |
| 2.2.2 关系操作符              | 21 | 3.3.2 协方差与相关系数                  | 94  |
| 2.2.3 逻辑运算符              | 21 | 3.3.3 有限差分                      | 96  |
| 2.2.4 其他逻辑函数             | 22 | 3.4 函数分析与数值积分                   | 97  |
| 2.2.5 数学表达式的 MATLAB 语言描述 | 22 | 3.4.1 函数在 MATLAB 中的表示与函数的<br>绘图 | 98  |
| 2.3 控制流                  | 23 | 3.4.2 函数的极点、零点分析                | 100 |
| 2.3.1 if 语句              | 23 | 3.4.3 函数的数值积分与微分                | 102 |
| 2.3.2 switch 语句          | 24 | 3.4.4 常微分方程的数值求解                | 106 |
| 2.3.3 while 语句           | 25 | 第 4 章 MATLAB 在信号处理中的<br>应用      | 114 |
| 2.3.4 for 语句             | 26 | 4.1 信号及其表示                      | 114 |
| 2.4 数据的输入/输出及文件的读/写      | 27 | 4.1.1 连续时间信号的表示                 | 114 |
| 2.4.1 交互输入/输出命令          | 28 | 4.1.2 工具箱中的信号产生函数               | 114 |
| 2.4.2 文件输入/输出命令与函数       | 30 | 4.1.3 离散时间信号的表示                 | 119 |
| 2.5 基本数学函数               | 38 | 4.1.4 几种常用离散时间信号的表示             | 119 |
| 2.5.1 三角函数               | 38 | 4.2 信号的基本运算                     | 120 |
| 2.5.2 指数、对数、幂运算          | 41 | 4.2.1 信号的相加与相乘                  | 120 |
| 2.5.3 复数的基本运算            | 42 | 4.2.2 序列移位与周期延拓运算               | 121 |
| 2.5.4 数据的取舍与保留           | 42 | 4.2.3 序列翻褶与序列累加运算               | 122 |
| 2.6 基本绘图方法               | 43 |                                 |     |
| 2.6.1 图形窗口的控制            | 44 |                                 |     |

|        |                           |     |
|--------|---------------------------|-----|
| 4.2.4  | 两序列的卷积运算                  | 123 |
| 4.2.5  | 两序列的相关运算                  | 123 |
| 4.3    | 信号的能量和功率                  | 124 |
| 4.4    | 线性时不变系统                   | 125 |
| 4.4.1  | 系统的描述                     | 125 |
| 4.4.2  | 系统模型的转换函数                 | 127 |
| 4.4.3  | 系统互连与系统结构                 | 129 |
| 4.5    | 线性时不变系统的响应                | 133 |
| 4.5.1  | 线性时不变系统的时域响应              | 133 |
| 4.5.2  | LTI 系统的单位冲激响应             | 137 |
| 4.5.3  | 时域响应的其他函数                 | 139 |
| 4.6    | 线性时不变系统的频率响应              | 141 |
| 4.7    | 傅里叶变换                     | 143 |
| 4.7.1  | 连续时间、连续频率——傅里叶变换 (FT)     | 143 |
| 4.7.2  | 连续时间、离散频率——傅里叶级数 (FS)     | 144 |
| 4.7.3  | 离散时间、连续频率——序列傅里叶变换 (DTFT) | 144 |
| 4.7.4  | 离散时间、离散频率——离散傅里叶级数 (DFS)  | 145 |
| 4.7.5  | 离散时间、离散频率——离散傅里叶变换 (DFT)  | 146 |
| 4.8    | IIR 数字滤波器的设计方法            | 148 |
| 4.8.1  | 冲激响应不变法                   | 149 |
| 4.8.2  | 双线性变换法                    | 150 |
| 4.8.3  | IIR 数字滤波器的频率变换设计法         | 151 |
| 4.9    | FIR 数字滤波器设计               | 155 |
| 4.9.1  | 窗函数设计法                    | 155 |
| 4.9.2  | 频率采样法                     | 158 |
| 4.9.3  | MATLAB 的其他相关函数            | 161 |
| 4.10   | 多采样率信号处理                  | 166 |
| 4.10.1 | 抽取                        | 166 |
| 4.10.2 | 内插                        | 166 |
| 4.10.3 | 有理数倍采样率转换                 | 166 |
| 4.11   | 离散信号处理系统设计分析实例            | 171 |
| 4.11.1 | 双音拨号信号的频谱分析               | 171 |
| 4.11.2 | 去噪处理                      | 173 |
| 4.11.3 | 多采样率频谱分析                  | 174 |

|       |                    |     |
|-------|--------------------|-----|
| 第 5 章 | MATLAB 在自动控制原理中的应用 | 180 |
| 5.1   | 控制系统模型             | 180 |
| 5.1.1 | 控制系统的描述与 LTI 对象    | 180 |
| 5.1.2 | LTI 模型的建立及转换函数     | 181 |
| 5.1.3 | LTI 对象属性的设置与转换     | 184 |
| 5.1.4 | 典型系统的生成            | 187 |
| 5.1.5 | LTI 模型的简单组合与复杂模型组合 | 189 |
| 5.1.6 | 连续系统与采样系统之间的转换     | 192 |
| 5.2   | 控制系统的时域分析          | 193 |
| 5.3   | 控制系统的根轨迹           | 198 |
| 5.4   | 控制系统的频域分析          | 203 |
| 5.5   | 系统的状态空间分析函数        | 208 |
| 5.5.1 | 系统可观性与可控性判别函数      | 208 |
| 5.5.2 | 系统相似变换函数           | 209 |
| 5.6   | 极点配置和观测器设置         | 211 |
| 5.7   | 最优控制系统设计           | 213 |
| 第 6 章 | 通信系统仿真             | 219 |
| 6.1   | 通信工具箱函数            | 219 |
| 6.2   | 信息的量度与编码           | 222 |
| 6.2.1 | Huffman 编码         | 222 |
| 6.2.2 | MATLAB 信源编/译码方法    | 224 |
| 6.3   | 差错控制编/译码方法         | 227 |
| 6.4   | 模拟调制与解调            | 230 |
| 6.4.1 | 带通模拟调制/解调          | 230 |
| 6.4.2 | 基带模拟调制/解调          | 243 |
| 6.5   | 数字调制与解调            | 246 |
| 6.5.1 | 带通数字调制/解调          | 247 |
| 6.5.2 | 基带数字调制/解调          | 250 |
| 6.6   | 通信系统的性能仿真          | 253 |
| 6.6.1 | 通信系统的误码率仿真         | 253 |
| 6.6.2 | 误码率仿真界面            | 256 |
| 6.6.3 | 眼图/散射图             | 258 |
| 6.7   | 扩频通信系统的性能仿真        | 260 |
| 6.7.1 | 直接序列扩频 (DS-SS) 系统  | 260 |
| 6.7.2 | 跳频扩频系统 (FH-SS)     | 262 |
| 6.8   | 多采样率 FDM 系统设计与仿真   | 266 |
| 第 7 章 | Simulink 的应用       | 275 |
| 7.1   | Simulink 工作平台的启动   | 275 |

|       |                                       |     |       |                                  |     |
|-------|---------------------------------------|-----|-------|----------------------------------|-----|
| 7.2   | Simulink 仿真原理 .....                   | 275 | 7.4.3 | Simulink 仿真注意与技巧 .....           | 290 |
| 7.3   | Simulink 模块库 .....                    | 277 | 7.5   | 其他应用模块集和 Simulink<br>扩展库 .....   | 293 |
| 7.3.1 | 连续模块库 (Continuous) .....              | 277 | 7.6   | 其他应用模块及仿真实例 .....                | 297 |
| 7.3.2 | 离散模块库 (Discrete) .....                | 278 | 第 8 章 | MATLAB 在电子电路中的<br>应用 .....       | 304 |
| 7.3.3 | 函数与表格模块库<br>(Function & Table) .....  | 279 | 8.1   | 基本电气元件简介 .....                   | 304 |
| 7.3.4 | 数学模块库 (Math) .....                    | 280 | 8.2   | MATLAB 在电路及电子线路中的<br>计算与分析 ..... | 306 |
| 7.3.5 | 非线性模块库 (Nonlinear) .....              | 280 | 8.2.1 | 在电路中的应用 .....                    | 306 |
| 7.3.6 | 信号与系统模块库<br>(Signals & Systems) ..... | 281 | 8.2.2 | 在电子线路中的应用 .....                  | 315 |
| 7.3.7 | 信号输出模块库 (Sinks) .....                 | 282 | 8.3   | 基于 Simulink 的电路设计与<br>仿真 .....   | 318 |
| 7.3.8 | 信号源模块库 (Sources) .....                | 283 | 8.3.1 | 电子元件功能模块库简介 .....                | 318 |
| 7.4   | 仿真模型的建立和模块参数及属性的<br>设置 .....          | 283 | 8.3.2 | 电路设计与仿真 .....                    | 324 |
| 7.4.1 | 仿真模块的建立 .....                         | 283 | 参考文献  | .....                            | 344 |
| 7.4.2 | 参数与属性的设置 .....                        | 284 |       |                                  |     |

# 第 1 章 MATLAB 语言概述

## 1.1 MATLAB 语言及特点

MATLAB 是“MATrix LABoratory”的缩写（矩阵实验室），它是由美国 MathWorks 公司于 1984 年正式推出的一种科学计算软件。1988 年推出了 3.x（DOS）版本，1992 年推出了 4.x（Windows）版本，1997 年推出 5.1（Windows）版本，然后就是 6.0 版本和 7.0 版本。随着新版本的推出，MATLAB 的扩展函数越来越多，功能越来越强大。

MATLAB 语言是一种以矩阵运算为基础的交互式程序语言。它集成度高，使用方便，输入简捷，运算高效，内容丰富，并且很容易由用户自行扩展。与其他计算机语言相比，MATLAB 具有以下显著特点。

### （1）MATLAB 是一种解释性语言

MATLAB 以解释方式工作，输入算式立即得出结果，无须编译，对每条语句解释后立即执行。若有错误也立即做出反应，便于编程者马上改正。这些都大大减轻了编程和调试的工作量。

### （2）变量的“多功能性”

- 每个变量代表一个矩阵，它可以有  $n \times m$  个元素；
- 每个元素都被看作复数，这个特点在其他语言中也是不多见的；
- 矩阵的行数、列数无须定义，MATLAB 会根据用户输入的数据形式，自动决定一个矩阵的阶数，而在用其他语言编程时必须定义矩阵的阶数。

### （3）运算符号的“多功能性”

所有的运算，包括加、减、乘、除、函数运算都对矩阵和复数有效。

### （4）语言规则与笔算式相似

MATLAB 的程序与科技人员的书写习惯相近，因此易写易读，易于在科技人员之间交流。

### （5）强大而简易的作图功能

- 能根据输入数据自动确定坐标绘图；
- 能规定多种坐标（极坐标、对数坐标等）绘图；
- 能绘制三维坐标中的曲线和曲面；
- 可设置不同颜色、线型、视角等。

如果数据齐全，往往只需一条命令即可给出相应的图形。

### （6）智能化程度高

- 绘图时自动选择最佳坐标，以及按输入或输出变元数自动选择算法等；
- 做数值积分时自动按精度选择步长；
- 自动检测和显示程序错误的能力强，易于调试。

### （7）功能丰富，可扩展性强

MATLAB 软件包括基本部分和专业扩展部分。基本部分包括：矩阵的运算和各种变换，代数和超越方程的求解，数据处理和傅里叶变换及数值积分等，可以满足大学理工科计算的需要。扩展部分称为工具箱（toolbox）。它实际上是用 MATLAB 的基本语句编成的各种子程序集，用于解

决某一个方面的专门问题,或某一领域的新算法。现在已经有控制系统、信号处理、图像处理、系统辨识、模糊集合、神经网络及小波分析等 20 余个工具箱,并且还在继续发展中。

MATLAB 由于其强大的功能,在欧美等国家的一些大学里, MATLAB 已经成为诸如数字信号处理、自动控制理论等课程的主要工具软件,同时也是理工科本科生、研究生必须掌握的一项基本技能。近年来,随着我国教育事业的不断发展及与国外著名高校的接轨,许多高校都开设了这门课程, MATLAB 这一功能强大的软件逐渐被越来越多的人所了解和使用。

为了帮助理工科本科生、研究生更好地学习和掌握 MATLAB,在本书中重点讲解 MATLAB 基本部分,对于工具箱的应用,则重点介绍在信号处理、自动控制、通信和电子电路仿真等四个方面的应用,涉及的课程有高等数学、信号与系统、数字信号处理、自动控制原理、数字通信等。

## 1.2 MATLAB 的工作环境

无论 MATLAB 3.x 之前的 DOS 版本,还是 MATLAB 4.x 以后的 Windows 版本, MATLAB 的一切操作都必须在 MATLAB 系统中进行;即要使用 MATLAB 语言,首先必须安装 MATLAB 系统,只有在启动 MATLAB 系统之后,方可进行操作。不同版本的 MATLAB 要安装在不同的操作系统下。MATLAB 3.x 之前的版本使用 DOS 操作系统,而 MATLAB 4.0 以后的版本都以 Windows 操作系统为基础。下面我们着重介绍在 Windows 操作系统下, MATLAB 系统的安装。

### 1.2.1 MATLAB 系统的安装

MATLAB 系统的安装非常简单,只要按照安装程序步骤和提示,根据具体需要一步一步地进行下去即可。下面以 MATLAB 6.1 为例简单地介绍一般的安装过程。

(1) 将 MATLAB 6.1 的安装盘放入光驱中,找到 setup.exe 文件,双击它开始安装(或机器自动执行安装文件)。

(2) 按照安装向导的提示进行。在【Select MATLAB Components】对话框中选择用户需要安装的选项,可选择的 MATLAB 部件包括 MATLAB、Simulink 和各种工具箱必须安装的文件,以及各部分的帮助文件(包括 HTML 和 PDF 两种格式)。

(3) 在【Select MATLAB Components】对话框中选择安装的路径。安装程序默认的路径为“C:\MATLAB”,单击【Brows...】按钮,可以设置安装路径。

(4) 单击【Next>】按钮,进行文件的解压和复制过程。

(5) 接下来安装向导会提问是否安装 MATLAB Notebook。如果用户的计算机上已经安装 Microsoft Word,那么就可以安装 MATLAB Notebook。单击【Yes】按钮确认安装,单击【No】按钮取消安装。如果安装 MATLAB Notebook,下一步可以选择 Word 的版本号,以及指定它的位置。

(6) 安装完毕。如果在安装的选项中选择了【Excel Link】,那么为了运行 MATLAB,必须重新启动计算机。用户可以选择【Yes, I want to restart my computer now】(立即重新启动计算机)或【No, I will restart my computer later】(以后启动计算机)。单击【Finish】按钮结束安装。如果系统安装成功,将在桌面上形成如图 1.1 所示的图标。否则表明安装失败,需重新安装。



图 1.1 MATLAB 应用程序图标

### 1.2.2 MATLAB 系统的启动

MATLAB 系统是一个高度集成的语言环境,使用起来非常方便;但要

使用它，首先必须启动 MATLAB 系统。启动 MATLAB 系统的方法如下：双击（或单击）桌面上（或“开始/程序/MATLAB”中）的 MATLAB 6.1 应用程序图标（如图 1.1 所示）。MATLAB 6.1 启动后，将显示如图 1.2 所示的操作界面，它表示 MATLAB 系统已建立，用户可与 MATLAB 系统进行交互操作。

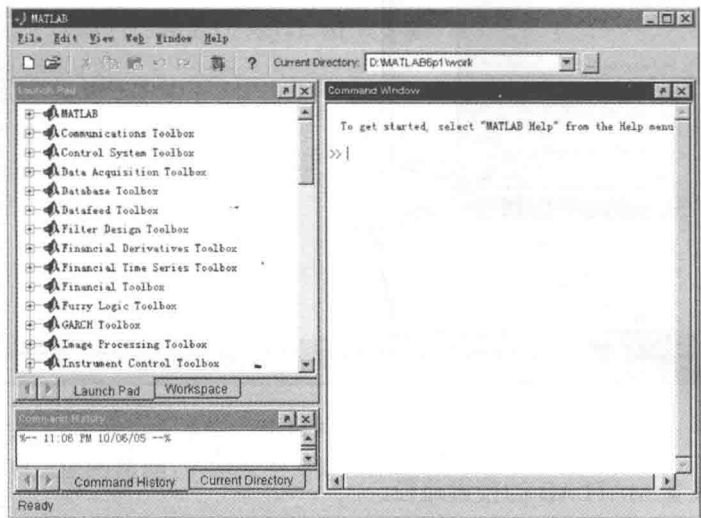


图 1.2 MATLAB 命令窗口

通常情况下，MATLAB 的工作环境主要由命令窗口（Command Window）、当前路径（Current Directory）窗口、工作空间（Workspace）浏览器窗口、命令历史（Command History）窗口、启动平台（Launch Pad）、图形（Figure）窗口和文本编辑（Editor）窗口组成。启动平台窗口是 6.x 版本的新特点，它为用户提供 MATLAB 工具箱。用户可以方便地打开工具箱中的内容，包括帮助文件、演示示例、实用工具及 Web 文档等内容。

### 1.2.3 MATLAB 的命令窗口

#### 1. 命令窗口中的菜单与功能

MATLAB 命令窗口是用户与 MATLAB 系统交互的主要窗口。在该窗口中，用户可以运行函数、执行 MATLAB 的基本操作命令，以及对 MATLAB 系统的参数设置等操作。为了灵活使用 MATLAB，下面我们将对命令窗口中的各项菜单的功能和作用进行简要介绍。

在命令窗口的菜单条下，共有 6 个下拉子菜单：File, Edit, View, Web, Windows 和 Help。

##### (1) File 菜单

File 菜单所包含的选择项如图 1.3 所示，各选项的含义分述如下。

**【New 及其子菜单】：**允许用户打开一个新的文件（M 文件）、新的图形窗（Figure）、仿真模型文件（.mdl）和图形用户界面文件（GUI）。

**【Open...】：**从指定的相应路径和文件名打开一个已经存在的文件。

**【Close Command Window】：**关闭命令窗口。

**【Import Data...】：**在 MATLAB 工作空间中生成一变量，并从指定的路径和相应的文件中获取数据。

**【Save Workspace As...】：**将工作空间中的所有变量数据保存在指定的路径下的相应的文件（.mat）中。

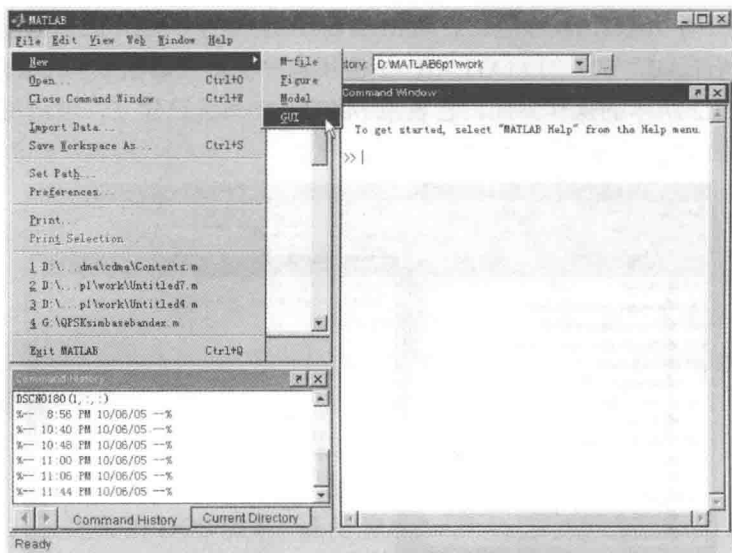


图 1.3 命令窗口下的 File 子菜单

【Set Path...】: 设置 MATLAB 的搜索路径。

【Preferences...】: 允许用户对系统的一些性能参数进行设置, 如数据格式、字体大小与颜色等。

## (2) View 菜单

View 菜单所包含的选择项如图 1.4 所示, 各选项的含义分述如下。

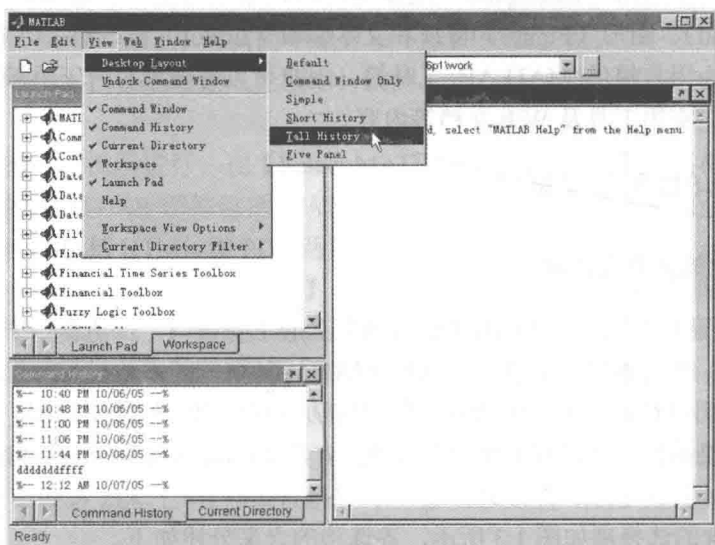


图 1.4 命令窗口下的 View 子菜单

【Desktop Layout 及其子菜单】: 允许用户在桌面上同时显示不同的窗口。

【Undock Command Window】: 单独显示命令窗口。

【Current Directory Filter 及其子菜单】: 允许用户设置当前目录浏览器中浏览的文件类型。

【Workspace View Options 及其子菜单】: 允许用户设置工作空间窗口中所显示变量的属性 (大小、比特数、变量类型), 以及显示变量的方式 (按变量名、大小)。

至于 Edit、Web、Windows 和 Help 菜单的用法, 由于它们与其他一些常见的应用软件用法相

同，这里就不再介绍。

MATLAB 6.1 命令窗口的工具栏如图 1.5 所示。

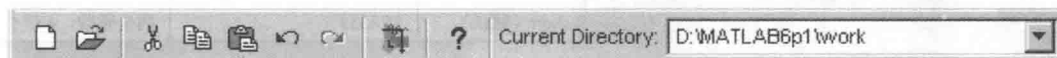


图 1.5 MATLAB 命令窗口的工具栏

工具栏中各按钮的含义分述如下。

- 打开一个新的.m 文件编辑器窗口。
- 在编辑器中打开一个已有的 MATLAB 相关文件。
- 剪切。
- 复制。
- 粘贴。
- 撤销上一步操作。
- 恢复上一步操作。
- 创建一个新的 Simulink 模块文件。
- 打开 MATLAB 的帮助。

## 2. 命令窗口的编辑特殊功能键与命令窗口的设置

命令窗口是 MATLAB 的主窗口。当用户使用命令窗口进行工作时，在命令窗口中可以直接输入相应的命令，系统将自动显示信息。例如在命令输入提示符“>>”后输入指令：

```
>>ty=[1,2,3;4,5,6;7,8,9];
```

按回车键(Enter)后，系统即可完成对变量 ty 的赋值。在命令输入过程中，除了可以采用常规编辑软件所定义的快捷键或功能键来完成对命令输入的编辑外，MATLAB 还提供以下特殊的功能键，为命令的输入和编辑带来方便。

↑ 调出上一个(历史)命令行

↓ 调出下一个命令行

Esc 恢复命令输入的空白状态

这些功能在程序调试时十分有用。对于已执行过的命令，如要做些修改后重新执行，可不必重新输入，用“↑”键调出原命令直接修改即可。

当输入命令的语句过长，需要两行或多行才能输入时，则要使用“...”作为连接符号，按回车键转入下一行继续输入。

当用户使用命令窗口进行工作时，用户可以根据自己的习惯与要求，设置命令窗口的显示方式。

设置命令窗口时，首先要选择【File】菜单中的【Preferences】项，打开如图 1.6 所示的参数设置对话框，单击【Command Window】标签即可进入命令窗口的设置。

### (1) Text display

该选项组用来设置命令窗口中的数据格式、窗口数字显示与 Tab 制表符的字符数。【Numeric format】下拉列表框用来设置数字显示格式，MATLAB 可显示的格式如表 1.1 所示。【Numeric display】下拉列表框用来设置命令窗口的文字显示格式，选择【Compact】选项表示以文字紧缩形式显示；选择【Loose】选项表示以文字宽松形式显示。【Space per tab】文本框用来设置 Tab 制表符的宽度。

表 1.1 数字显示格式（对同一数据）

| 显示形式      | 范例(215/6)             | 说 明         |
|-----------|-----------------------|-------------|
| short（默认） | 35.8333               | 两位整数，4 位小数  |
| long      | 35.83333333333334     | 16 位十进制数    |
| short e   | 3.5833e+001           | 5 位十进制数加指数  |
| long e    | 3.58333333333334e+001 | 16 位十进制数加指数 |
| hex       | 4041caaaaaaaaaab      | 16 位十六进制数   |
| short g   | 35.833                | 5 位十进制数     |
| long g    | 35.8333333333333      | 15 位十进制数    |
| bank      | 35.83                 | 两位小数        |
| +         | +                     | 正、负、零       |
| rat       | 215/6                 | 分数近似        |

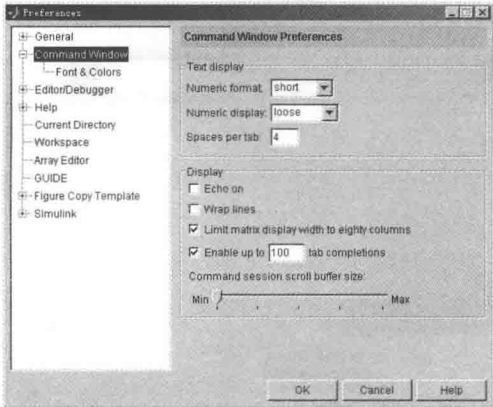


图 1.6 命令窗口参数设置对话框

(2) Display

该选项组有以下复选框。

【Echo on】：在执行 M 文件时，如果想将执行的命令显示在命令窗口，则可以选中该复选框。

【Limit matrix display width to eighty columns】：如果想在命令窗口中显示 80 列输出，则可以选中该复选框。

【Enable up to 100 tab completions】：如果选中该复选框，则可在命令窗口输入函数时使用 Tab 键。

【Command session scroll buffer size】：该滑杆用来设置命令窗口中卷轴缓冲器的大小。

1.2.4 工作空间窗口

工作空间窗口（Workspace）是 MATLAB 6.x 版本的新特点；以前的工作空间只是一个对话框，可操作性差。MATLAB 6.x 版本的工作空间作为一个独立的窗口，其操作性相当方便。它允许用户查看当前 MATLAB 工作空间的内容，如图 1.7 所示。它的作用与命令“whos”相同（“whos”的作用是：在命令窗口中直接输入“whos”，回车后即可在命令窗口中查看当前 MATLAB 工作空间的内容），不同的是用图形化的表示方法来显示。而且，通过它可以对工作空间中的变量进行删除、保存、修改等操作，十分方便。

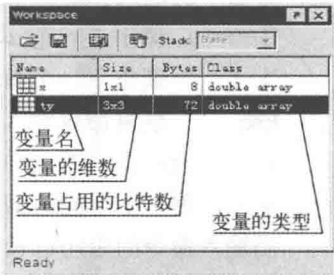


图 1.7 工作空间窗口

在工作空间中，用鼠标双击所选变量（也可用鼠标先对一个或多个变量完成选择后，再单击工具条中的图标），则进入数组编辑器（Array Editor），如图 1.8 所示。此时用户可对变量的维数、内容等进行修改。若在工作空间选择某变量后，再单击鼠标右键即可弹出如图 1.9 所示的操作菜单，实现对该变量的曲线、曲面等图形的绘制。

1.2.5 命令历史窗口与当前路径窗口

命令历史窗口（Command History）主要显示曾经在 Command Window 窗口执行过的命令。

当前路径窗口（Current Directory）主要显示当前工作在什么路径下，包括 M 文件的打开路径等。当前路径窗口允许用户对 MATLAB 的路径进行查看和修改，如果修改了路径会立即产生作用。通常启动 MATLAB 系统之后的默认当前路径是“\MATLAB\work”，如果不改变当前目录，

用户自己的工作空间和文件都将保存到该目录。

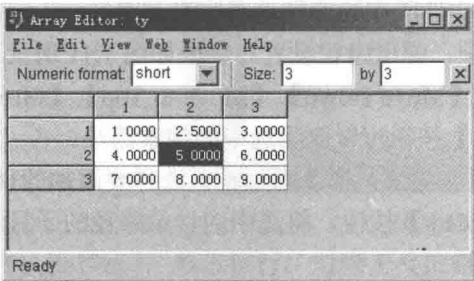


图 1.8 数组编辑器

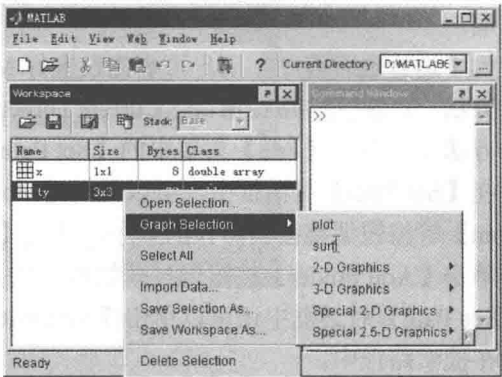


图 1.9 工作空间操作菜单

需要注意的是，在“\MATLAB\bin”路径的目录下存放着 MATLAB 的许多重要文件，如果用户操作不慎，比如误删了一些重要的系统文件，MATLAB 的运行就可能出现意想不到的问题。所以对 MATLAB 初学者来说，这一点更应引起注意。

另外，MATLAB 是采用路径搜索的方法来查找文件系统中的 M 文件的。如果在命令窗口中输入命令

>>test (回车)

MATLAB 对这一命令的搜索顺序为：

- (1) 检查“test”是否为存储在工作空间中的变量。若为工作空间中的变量，则返回该变量的内容；
- (2) 检查“test”是否为 MATLAB 的内部函数。若为内部函数，则返回要求输入到该函数的参数信息。例如在命令窗口中输入命令

>>fft

则得到下面的反馈信息：

??? Error using ==> fft (错误使用 fft 函数)  
Not enough input arguments. (没按要求格式输入)

- (3) 检查当前目录中是否有 test.m、test.mex 或 test.dll 文件；
- (4) 检查 MATLAB 搜索路径上是否存在 test.m、test.mex 或 test.dll 文件；
- (5) 如不满足上述任何一个条件，则返回出错信息。

如果在搜索路径中存在两个或多个同名函数时，则只能发现搜索路径中的第一个函数，而其他同名函数不被执行。此搜索的顺序只是一般情况下的顺序，而实际的搜索规则要复杂得多。

对于初学者来说，有时会出现运行自己编写的程序时，MATLAB 系统告之该程序不存在的情况，并出现如图 1.10 所示对话框。这是因为该程序不在 MATLAB 的搜索路径中。为了运行该程序，用户可以选择对话框中任何一项，确认后即可运行。各项的含义分述如下。

【Change MATLAB current directory】：将文件所在的路径更换为 MATLAB 的当前路径。

【Add directory to the top of the MATLAB path】：将文件所在的路径添加到 MATLAB 路径的前端。

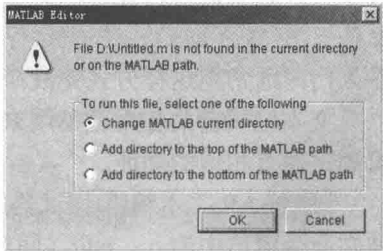


图 1.10 文件不存在对话框

【Add directory to the bottom of the MATLAB path】: 将文件所在的路径添加到 MATLAB 路径的末端。

为了运行已有程序，用户可事先设置好 MATLAB 的搜索路径，然后再运行程序。

方法一：在当前路径窗口（Current Directory）将文件所在的路径设置为当前路径。

方法二：单击【File】菜单中的【Set Path...】选项，弹出路径设置对话框如图 1.11 所示。

在【Set Path】对话框中，可以使用【Move Up】、【Move Down】、【Move to Top】、【Move to Bottom】等按钮调整搜索路径的顺序。使用【Remove】按钮可以删除选中的搜索路径。

单击【Add Folder】按钮则打开如图 1.12 所示的【浏览文件夹】对话框，选择要添加的目录。在【Set Path】对话框中还可以单击【Add with Subfolders】按钮，将选中的目录路径的子目录也包含在搜索路径中。

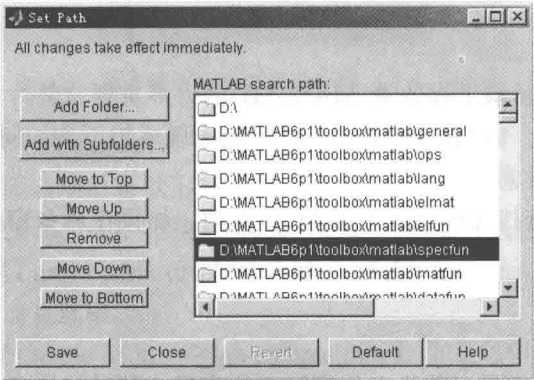


图 1.11 路径设置对话框



图 1.12 【浏览文件夹】对话框

## 1.2.6 图形窗窗口

MATLAB 图形窗窗口（Figure）主要用于显示用户所绘制的图形。通常，只要执行了任何一种绘图命令，图形窗窗口就会自动产生。绘图都在该图形窗中进行。如果要再建一个图形窗窗口，则可输入 figure 命令，MATLAB 会新建一个图形窗窗口，并自动给它排出序号。

关于图形窗口的功能说明，将在 2.6.6 节详细介绍。

## 1.2.7 文本编辑窗窗口

### 1. 文本编辑窗窗口启动

通常，MATLAB 的命令编辑有行命令方式和文件方式两种。行命令方式就是在命令窗口中一行一行地输入命令，计算机对每一行命令做出反应。文件方式就是将多行语句组成一个文件（.M 文件），然后让 MATLAB 来执行这个文件中的全部语句。因此，行命令方式只能编辑简单的程序，在入门时通常用这样方式完成命令编辑。文件方式可以编写较复杂的程序。

文本编辑窗的作用就是用来创建、编辑和调试 MATLAB 相关文件（.M 文件），它与一般的编辑调试器有相似的功能。

MATLAB 文本编辑/调试器的启动可以从命令窗口中选择【新建】或【打开】文件按钮进入，或在命令窗口中输入：edit（回车）。其编辑窗口如图 1.13 所示。

下面简要介绍调试【Debug】菜单和断点设置【Breakpoints】菜单中相关项的功能与作用。

【Save and Run】: 保存并运行程序，直到遇到下一个断点，对应工具按钮为.

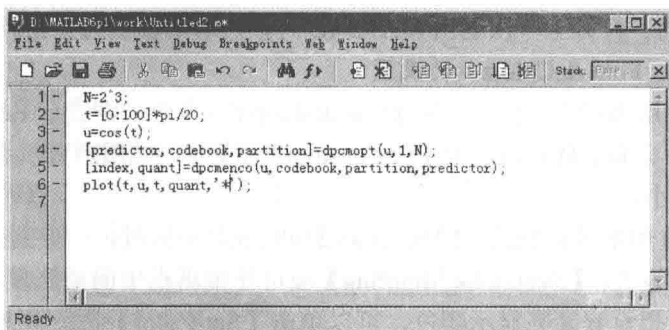


图 1.13 文本编辑窗口

【Single Step】：单步执行，对应工具按钮为.

【Step In】：运行当前程序行，对应的工具按钮为。如果当前行调用了另外一个函数，则跳转到这个函数中。

【Exit Debug Mode】：退出调试模式，对应的工具按钮为.

【Set/Clear Breakpoint】：设置/清除断点，对应的工具按钮为.

【Clear All Breakpoints】：清除所有的断点，对应的工具按钮为.

【Stop If Error】：程序运行时遇到错误则停止。

【Stop If Warning】：程序运行遇到警告则停止。

【Stop If NaN or Inf】：程序运行时遇到不是数（Not a Number）或是无穷大（Infinite Value）则停止。

## 2. 文本编辑器的参数设置

当使用 MATLAB 编辑/调试器编辑文件时，常常需要设置一些适合自己需要的工作环境，此时，可选择【File】菜单中的【Preferences】项，打开参数设置对话框，单击【Editor/Debugger】

标签即可进入如图 1.14 所示的文本编辑器参数设置界面。参数设置共分为五大项：

【Editor/Debugger】（编辑与调试器）设置、【Font & Colors】（字体与颜色）设置、【Display】

（显示方式）设置、【Keyboard & Indenting】（键

盘与缩进）设置和【Printing】（打印）设置，每个大项中又由若干个小的设置项组成。用鼠标

单击相应的标签，即可弹出相应的参数设置对话框界面。

（1）编辑与调试器（Editor/Debugger）的参数设置

【Editor】选项组：选中【Built-in editor】项

表示使用 MATLAB 的内置编辑器；选中【Other】

项表示可以使用其他编辑器，此时要求输入编辑器的路径及应用程序名。

【Debugger Options】选项组：选中【Automatically open files when debugging】复选框表示在

调试时自动打开文件。

【Most recently used files list】选项组：用来设置最近使用的文件列表数目。

【On restart】选项组：若选中【Reopen files from previous MATLAB session】复选框，则表示

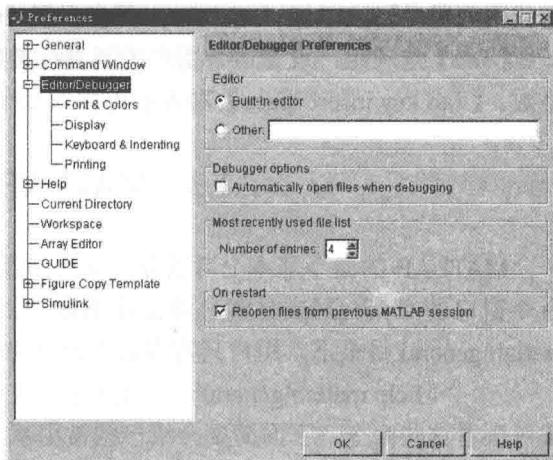


图 1.14 文本编辑器参数设置界面

【Debugger Options】选项组：选中【Automatically open files when debugging】复选框表示在调试时自动打开文件。

【Most recently used files list】选项组：用来设置最近使用的文件列表数目。

【On restart】选项组：若选中【Reopen files from previous MATLAB session】复选框，则表示