

高等院校电子信息应用型规划教材

MATLAB程序设计 与应用基础教程 (第2版)

张岳 编著

清华大学出版社



高等院校电子信息应用型规划教材

MATLAB程序设计 与应用基础教程 (第2版)

张岳 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书详尽介绍了 MATLAB 的基本功能和应用方法,内容包括 MATLAB 的运行环境、矩阵与数值计算、MATLAB 图形绘制、MATLAB 程序设计、图形用户界面设计、Simulink 动态仿真环境以及 MATLAB 在线性控制系统、智能控制系统、电路及电力电子系统、数字信号处理系统中的应用。

本书内容丰富、由浅入深、阐述透彻、层次分明、篇幅简练、系统性和应用性强,所有相关程序都经过上机验证通过,且每章附有小结和习题,并配有习题答案,使本书更具有可教学性和可自学性。

本书可作为本、专科院校的理工科学生学习 MATLAB 的教材,也可作为工程技术人员学习 MATLAB 的参考资料。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 程序设计与应用基础教程/张岳编著.--2 版.--北京:清华大学出版社,2016

高等院校电子信息应用型规划教材

ISBN 978-7-302-43593-8

I. ①M… II. ①张… III. ①Matlab 软件—程序设计—教材 IV. ①TP317

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 082084 号

责任编辑:王剑乔

封面设计:傅瑞学

责任校对:袁芳

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62770175-4278

印 装 者:北京嘉实印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:13.5

字 数:326 千字

版 次:2011 年 8 月第 1 版

2016 年 8 月第 2 版

印 次:2016 年 8 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:34.00 元

产品编号:066960-01



MATLAB 语言是集数值计算、符号运算、可视化建模、仿真和图形处理等功能于一体的高级计算机语言,它具有很好的开放性,用户可以根据自己的需求,利用 MATLAB 提供的基本工具,灵活地编制和开发自己的程序,使 MATLAB 在众多领域里得到广泛应用。

MATLAB 从产生时起,就得到国内外许多院校师生、科研人员的关注、应用和开发。Moler 博士等一批数学家和软件专家成立了 MathWorks 软件开发公司,对 MATLAB 进行了大规模的扩展与改进。许多学者对 MATLAB 进行了自主开发,以工具箱的形式加入 MATLAB 总体环境。目前的 MATLAB 已增加了许多专用工具箱,如有限元分析、控制系统、系统辨识、信号处理、鲁棒控制、 μ 分析与综合、模糊控制、神经网络、小波分析、定量反馈理论、多变量频域设计等工具箱。

在国内,MATLAB 语言也得到越来越多院校师生和科研、工程技术人员的青睐,在教学、科研、工程技术中得到应用,成为大学生、研究生必须掌握的基本技能之一。

Simulink 是 MATLAB 软件的扩展,是用来对动态系统进行建模、仿真和分析的软件包,是面向系统结构图的方便的仿真工具,使一个复杂系统模型的建立和仿真变得简单和直观。近年来,Simulink 已经在学术和工业等领域得到广泛应用。

本书作者将十几年的 MATLAB 理论教学、研究和实际编程经验进行系统总结,参考以往出版的 MATLAB 专著和教材,根据 MATLAB 应用前景和潜能,精心编写了本书。

本书以实例形式详细介绍了 MATLAB 的基本功能和常用命令,系统、全面地帮助读者了解 MATLAB 的强大功能,深入领悟和掌握 MATLAB 的使用方法和编程技巧。为学生掌握、运用 MATLAB 语言打下良好基础。本科、专科学生在校期间,可以用 MATLAB 完成线性代数、自动控制理论、数字信号处理、时间序列分析、动态系统仿真、图像处理等内容的工程计算以及系统分析、设计和仿真。

本书在编写过程中,充分考虑到该课程的教学时数有限(计划 40~50 学时),而 MATLAB 内容丰富的特点,以及当前学生的知识水平和能力结构的现状,力求做到理论知识“少而精,够用为度”,注重培养学生解决实际问题的应用能力。

本书既可以作为大专院校计算机专业及其他相关专业的教材,也可以作为各种基础课程和控制类等专业的辅助性教科书。自本书发行以来,得到广大读者的关心与帮助,在此向广大读者致以深切的谢意。

第 2 版除保留了原版中理论教学部分外,还增加了“图形用户界面设计”部分,读者在掌握本书内容的基础上可以具备二次开发的能力,以便自主编程,进行更为广泛深入的研究和

工程设计工作。

总之,第2版既考虑到教材的实用性、系统性,又兼顾了MATLAB仿真技术的发展和应用的需要,希望得到读者的认可。

第2版仍由辽宁科技学院张岳编写。在编写过程中借鉴了一些院校有关MATLAB教材,在此向教材的作者们表示由衷的感谢。

由于作者水平有限,书中难免存在不足和疏漏之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2016年3月



MATLAB 软件是由美国 New Mexico 大学的 Cleve Moler 博士首创,全名为 Matrix Laboratory(矩阵实验室)。它建立在 20 世纪七八十年代流行的 LINPACK(线性代数计算)和 ESPACK(特征值计算)软件包的基础上。MATLAB 是伴随 Windows 环境的发展而迅速发展起来的。它充分利用了 Windows 环境的交互性、多任务功能和图形功能,创建了以 C 语言为基础的 MATLAB 专用语言,使复杂的矩阵运算、数值运算变得简单、直观。

MATLAB 语言是集数值计算、符号运算、可视化建模、仿真和图形处理等功能于一体的高级计算机语言,它具有很好的开放性,用户可以根据自己的需求,利用 MATLAB 提供的基本工具,灵活地编制和开发自己的程序,使 MATLAB 在众多领域得到了广泛应用。

MATLAB 从产生时起,就得到国内外许多院校师生、科研人员的关注、应用和开发。Moler 博士等一批数学家和软件专家成立了 MathWorks 软件开发公司,对 MATLAB 进行了大规模的扩展与改进。许多学者对 MATLAB 进行了自主开发,以工具箱的形式加入 MATLAB 总体环境。目前的 MATLAB 已增加了许多专用工具箱,如有限元分析、控制系统、系统辨识、信号处理、鲁棒控制、 μ 分析与综合、模糊控制、神经网络、小波分析、定量反馈理论、多变量频域设计等工具箱。

在国内,MATLAB 语言也得到越来越多院校师生和科研、工程技术人员的青睐,在教学、科研、工程技术中得到应用,成为大学生、研究生必须掌握的基本技能之一。

Simulink 是 MATLAB 软件的扩展,是用来对动态系统进行建模、仿真和分析的软件包,是面向系统结构图的方便的仿真工具,使一个复杂系统模型的建立和仿真变得简单和直观。近年来,Simulink 已经在学术和工业等领域得到广泛应用。

本书作者将十几年的 MATLAB 理论教学、研究和实际编程经验进行系统总结,参考以往出版的 MATLAB 专著和教材,根据 MATLAB 应用前景和潜能,精心编写了本书。

本书以实例形式详细介绍了 MATLAB 的基本功能和常用命令,系统、全面地帮助读者了解 MATLAB 的强大功能,深入领悟和掌握 MATLAB 的使用方法和编程技巧,为学生掌握、运用 MATLAB 语言打下良好基础。本科、专科学生在校期间,可以用 MATLAB 完成线性代数、自动控制理论、数字信号处理、时间序列分析、动态系统仿真、图像处理等内容的工程计算以及系统分析、设计和仿真。

本书在编写过程中,充分考虑该课程的教学时数有限(计划 40~50 学时),而 MATLAB 内容丰富的特点,以及当前学生的知识水平和能力结构的现状,力求做到理论知识“少而精,够用为度”,注重培养学生解决实际问题的应用能力。

本书既可以作为大专院校计算机专业及其他相关专业的教材,也可以作为各种基础课程和控制类等专业的辅助性教科书。在掌握本书内容的基础上,读者可以具备二次开发的能力,以便自主编程,进行更为广泛深入的研究和工程设计工作。

本书由辽宁科技学院张岳编写。在编写过程中借鉴了一些院校有关 MATLAB 教材,在此向这些教材的作者们表示由衷的感谢。

由于作者水平有限,书中难免存在不足和疏漏之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2011年4月



第 1 章 MATLAB 概述	1
1.1 MATLAB 简介	1
1.2 MATLAB 运行环境	1
1.3 MATLAB 用户界面概述	2
1.3.1 MATLAB 的启动与退出	2
1.3.2 MATLAB 的组成及功能	3
1.3.3 MATLAB 的命令窗口	7
1.3.4 MATLAB 的启动平台窗口	9
1.3.5 MATLAB 的工作空间窗口	9
1.3.6 MATLAB 的命令历史窗口	10
1.3.7 MATLAB 的当前路径窗口	10
1.3.8 M 文件编辑/调试器窗口	11
1.3.9 MATLAB 的在线帮助及功能演示	12
小结	14
习题	14
第 2 章 MATLAB 矩阵及其运算	15
2.1 变量与常量	15
2.1.1 变量	15
2.1.2 常量	16
2.2 函数	17
2.2.1 基本数学函数	17
2.2.2 三角函数与反三角函数	18
2.3 数组与矩阵	19
2.3.1 数组	19
2.3.2 矩阵	19
2.4 矩阵的创建	20
2.4.1 命令窗口直接输入	20

2.4.2	通过 M 文件创建矩阵	20
2.4.3	利用 MATLAB 函数创建矩阵	21
2.4.4	通过外部数据文件的导入创建矩阵	21
2.5	矩阵与数组的运算规则	21
2.5.1	算术运算符	22
2.5.2	关系运算符	27
2.5.3	逻辑运算符	28
2.6	特殊矩阵的创建与操作	29
2.6.1	特殊矩阵及其创建	29
2.6.2	矩阵的特殊操作	32
	小结	36
	习题	36
第 3 章	MATLAB 的数值计算	38
3.1	多项式的创建与运算	38
3.1.1	多项式的描述与创建	38
3.1.2	多项式的运算	39
3.2	线性方程求解	44
3.2.1	代数方程及代数方程组的求解	44
3.2.2	微分方程及微分方程组的求解	45
3.3	曲线拟合与插值	46
3.3.1	曲线拟合	46
3.3.2	插值	48
	小结	51
	习题	51
第 4 章	MATLAB 图形绘制基础	53
4.1	二维图形	53
4.2	特殊图形	56
4.2.1	条形图	56
4.2.2	饼图	57
4.2.3	其他图形	58
4.3	三维图形	59
4.3.1	基本三维曲线图	59
4.3.2	网格图	60
4.3.3	特殊三维图形	61
4.4	图形的控制与修饰	63
4.4.1	图形窗口的创建与分割	63

4.4.2 坐标轴控制命令	64
4.4.3 图形的标注	65
小结	68
习题	68
第 5 章 MATLAB 程序设计	70
5.1 M 函数与 M 文件	70
5.1.1 M 函数	70
5.1.2 M 文件	71
5.2 MATLAB 的程序结构	74
5.2.1 顺序结构	75
5.2.2 循环结构	75
5.2.3 分支结构	78
5.2.4 程序流程控制	80
5.3 程序的调试与优化	82
5.3.1 程序错误种类	82
5.3.2 程序的调试	82
5.3.3 程序的优化	85
小结	87
习题	87
第 6 章 图形用户界面设计	89
6.1 图形用户界面的开发环境	89
6.1.1 图形用户界面的开发环境的启动	89
6.1.2 图形用户界面的开发环境	90
6.1.3 控件的创建与操作	91
6.2 几何位置排列工具	92
6.3 属性编辑器	95
6.4 菜单编辑器	96
6.5 对象浏览器	99
6.6 对话框设计	100
6.7 图形用户界面设计示例	105
小结	108
习题	108
第 7 章 Simulink 动态仿真集成环境	109
7.1 Simulink 概述	109

7.2	Simulink 仿真结构图的创建与优化	112
7.2.1	创建或打开仿真结构图	112
7.2.2	功能模块的处理	112
7.2.3	功能模块之间的连线处理	116
7.2.4	演示示波器	117
7.3	Simulink 仿真方法	118
7.3.1	仿真参数设置	118
7.3.2	Simulink 建模与仿真示例	121
7.4	模块化与封装	124
7.4.1	模块化	124
7.4.2	封装	127
	小结	130
	习题	130
第 8 章	MATLAB 在线性连续控制系统中的应用	132
8.1	MATLAB 在线性控制系统中的建模与仿真	132
8.1.1	传递函数描述	132
8.1.2	部分分式描述	133
8.1.3	零极点描述	134
8.2	线性控制系统的时间响应分析	135
8.2.1	阶跃输入激励下的仿真响应分析	135
8.2.2	脉冲输入激励下的仿真响应分析	135
8.2.3	任意输入激励下的仿真响应分析	136
8.3	线性控制系统的频域响应分析	137
8.4	线性控制系统的稳定性分析	138
8.4.1	直接求根法	138
8.4.2	时域状态下稳定性分析	140
8.4.3	频域状态下稳定性分析	141
	小结	143
	习题	143
第 9 章	MATLAB 模糊逻辑工具箱及应用	144
9.1	模糊控制简述	144
9.2	MATLAB 模糊逻辑工具箱	144
9.2.1	模糊逻辑工具箱的功能特点	145
9.2.2	模糊推理系统的基本类型	145
9.2.3	模糊逻辑系统的构成	146

9.3	MATLAB 模糊逻辑工具箱的图形用户界面	146
9.3.1	MATLAB 模糊逻辑工具箱的启动	147
9.3.2	MATLAB 模糊推理系统编辑器的组成与功能	147
9.3.3	MATLAB 隶属函数编辑器的组成与功能	149
9.3.4	MATLAB 模糊规则编辑器的组成与功能	149
9.3.5	MATLAB 规则查看器的组成与功能	150
9.3.6	MATLAB 表面图像查看器的组成与功能	150
9.4	基于 MATLAB 模糊逻辑工具箱的应用示例	151
	小结	156
	习题	157
第 10 章	MATLAB 在电路及电力电子中的应用	158
10.1	SimPowerSystem 简介	158
10.1.1	SimPowerSystem 启动	158
10.1.2	常用模块功能简介	159
10.2	MATLAB/Simulink 在电路及电力电子中的应用	162
10.3	MATLAB/Simulink 在电机调速系统中的建模与仿真	164
	小结	167
	习题	168
第 11 章	MATLAB 在数字信号处理中的应用	169
11.1	离散时间信号及其运算	169
11.1.1	离散时间信号的描述	169
11.1.2	离散时间信号的运算	171
11.2	离散时间信号的卷积与相关	172
11.2.1	卷积	172
11.2.2	相关	173
11.3	离散傅里叶变换	175
11.3.1	离散傅里叶变换(DFT)	175
11.3.2	快速傅里叶变换(FFT)	175
11.4	滤波器设计	177
11.4.1	滤波器设计函数	177
11.4.2	有限冲激响应 FIR 滤波器的窗函数	178
11.4.3	MATLAB 实现滤波器设计	178
11.5	SPTOOL 工具简介	182
11.5.1	SPTOOL 的工作环境	182
11.5.2	信号浏览器	183



11.5.3 滤波器浏览器和滤波器设计器	185
11.5.4 频谱浏览器	188
11.5.5 滤波器设计示例	188
小结	190
习题	191
习题答案	192
附录 部分常用 TeX 字符表	202
参考文献	203

MATLAB概述

1.1 MATLAB 简介

MATLAB 全称为 Matrix Laboratory (矩阵实验室), 是由美国 MathWorks 公司于 1982 年开发的功能强大的科学及工程计算软件, 它集数值计算、符号运算、可视化建模、仿真和图形处理等多种功能于一体, 构成了一个方便的、界面友好的用户环境。

MATLAB 最初由美国 New Mexico 大学的 Cleve Moler 用 Fortran 语言编写, 主要用于矩阵运算, 经过多年的发展, 它的功能逐渐强大起来。现在 MATLAB 是由 MathWorks 公司用 C 语言开发的, 是面向 21 世纪的计算机程序设计及科学计算语言。

目前, 随着 MATLAB 版本不断提升, 它的许多功能都得到了进一步改善, 包括工具箱 (ToolBox) 的各模块的拓展。例如, 在数值处理方面, 增加许多新函数, 更新了部分函数的功能和算法; 在外部接口方面, 增加 Java 接口, 并为二者的数据交换提供了相应的程序库; 对部分工具箱的功能进行了改进和加强, 增加了虚拟现实工具箱, 采用标准的虚拟现实建模语言技术, 实现三维动态功能。另外, MATLAB 还可以与 Fortran 和 C 语言混合编程, 进一步扩充其功能, 这里不一一赘述。

由于 MATLAB 的强大功能、灵活性好、可信度高, 再加上它本身比较简单易学, 使之广泛为高校学生、科研人员和工程技术人员采用, 掌握 MATLAB 将给学习和工作带来巨大的便捷, 可以大大提高工作效率和质量。

MathWorks 公司的网址是 www.mathworks.com, 读者可以随时访问该网站, 浏览、跟踪 MATLAB 的最新资源。

本书以 MATLAB 7.0 版为基础, 全面介绍 MATLAB 的功能和使用方法。

1.2 MATLAB 运行环境

为了保证 MATLAB 能够高效、可靠运行, 系统配置至少应达到以下标准。

(1) 运行于 Windows 98/ME/2000/XP 等操作系统或 UNIX 操作系统上。

(2) CPU: PENTIUM II 以上。

(3) 显示卡: 支持真彩色, 分辨率在 800×600 点以上, 最好达到 1024×768 。

(4) 内存: 64MB 以上。


符合上述条件, MATLAB 的强大功能才能完全体现。

MATLAB 的安装非常简单, 只要用户启动光盘中的 setup 命令, 按照 MATLAB 产品说明书或安装提示, 指定存放 MATLAB 的路径, 选择自己需要的工具箱, MATLAB 程序就可自动完成安装。然后重新启动系统, MATLAB 就可以运行了。

1.3 MATLAB 用户界面概述

1.3.1 MATLAB 的启动与退出

MATLAB 的启动有以下几种方法。

方法 1: 如果 MATLAB 的可执行文件已经放置到 Windows 系统桌面上, 直接双击系统桌面上的 MATLAB 图标  即可。


方法 2: 单击 Windows 桌面上的“开始”按钮, 选择“开始”菜单中的“程序”子菜单, 单击该子菜单中带 MATLAB 图标 , 如图 1-1 所示。



图 1-1 启动 MATLAB

方法 3: 单击 Windows 桌面上的“开始”菜单项, 从弹出的“开始”菜单中单击“运行”选项, 出现一个对话框, 输入 MATLAB, 则系统进入安装 MATLAB 目录, 双击 matlab.exe 文件。

启动成功后, 出现图 1-2 所示的 MATLAB 默认操作界面。

退出 MATLAB 的方法有许多种, 可以从以下方法任选一种。

方法 1: 单击图 1-2 所示的 MATLAB 操作窗口右上角的关闭按钮 。

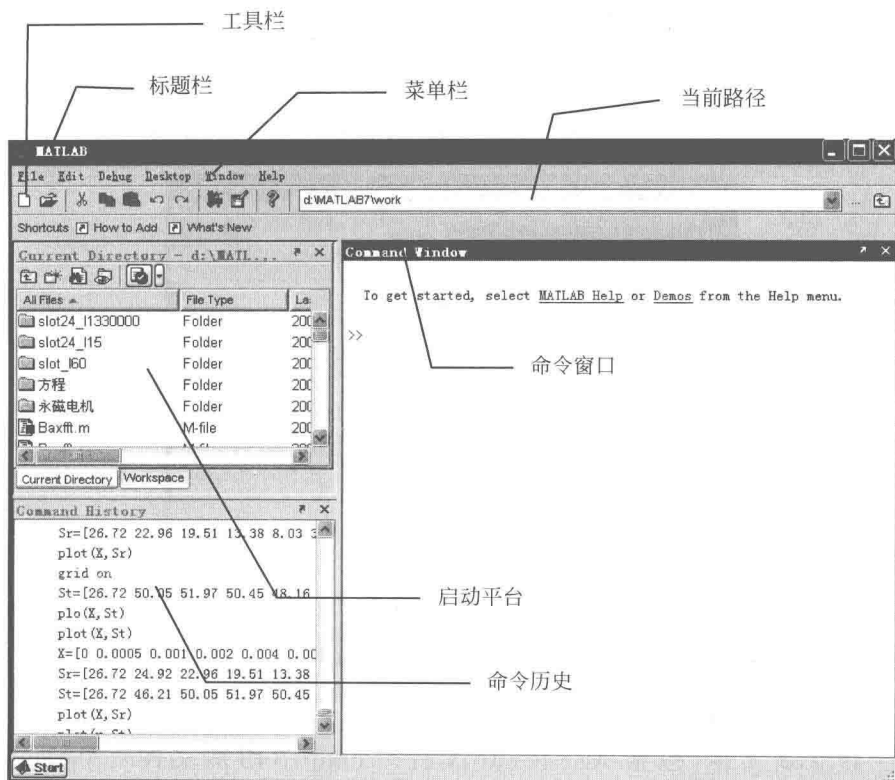


图 1-2 MATLAB 操作桌面



方法 2: 在 MATLAB 的命令窗口中输入 quit 后,再按 Enter 键。

方法 3: 单击 MATLAB 的菜单栏中的“文件”菜单,从中选择“退出”命令。

1.3.2 MATLAB 的组成及功能

MATLAB 的开发环境是 MATLAB 语言的基础和核心部分, MATLAB 语言的全部功能都是在 MATLAB 的开发环境中实现的, MATLAB 的仿真工具 Simulink、MATLAB 的工具箱等其他附加功能的实现,也必须使用 MATLAB 开发环境,因此,掌握 MATLAB 的开发环境是掌握 MATLAB 语言的关键。

首次启动 MATLAB 后,进入 MATLAB 的默认操作界面,如图 1-2 所示。MATLAB 包括命令窗口 (Command Window)、启动平台窗口 (Launch Pad)、工作空间窗口 (Workspace)、命令历史窗口 (Command History) 和当前路径窗口 (Current Directoy) 5 个窗口和主菜单组成的操作桌面。

在 MATLAB 操作界面默认状态下仅显示 3 个窗口: 启动平台窗口和工作空间窗口在同一位置显示,可以通过该窗口下方的箭头或窗口标签来切换; 命令历史窗口和当前路径窗口在同一位置显示,也可以通过该窗口下方的箭头或窗口标签切换。每个窗口的右上角都有两个按钮,当单击  按钮时,可以使该窗口脱离操作桌面独立; 当单击  按钮时,可以关闭该窗口。也可以通过菜单栏中的 Desktop 菜单选择显示哪些窗口。

MATLAB 操作界面上的菜单栏包括 File(文件)、Edit(编辑)、Debug(调试)、Desktop(操作桌面)、Window(窗口)和 Help(帮助),它们的功能介绍如下。

1. File 菜单

单击菜单栏上的 File,即弹出一个下拉菜单,如图 1-3 所示。它们的基本功能如下。



图 1-3 File 菜单

New: 建立新文件,包括 M-File(M 文件)、Figure(图形文件)、Variable、Model(Simulink 模型)和 GUI。

Open: 打开已经存在的文件。

Close Command Window: 关闭命令窗口。

Import Data: 用输入向导输入数据。

Save Workspace As: 保存工作区内容。

Set Path: 设置路径。

Preferences: 参数设置。

Print: 打印命令窗口中的内容。

Print Selection: 打印选定的内容。

Exit MATLAB: 退出 MATLAB。

2. Edit 菜单

Edit 菜单如图 1-4 所示。它们的基本功能如下。

Undo: 撤销,返回到最近一次的执行结果。

Redo: 恢复。

Cut: 剪切。

Copy: 复制。

Paste: 粘贴。

Paste Special: 粘贴特殊物件。