



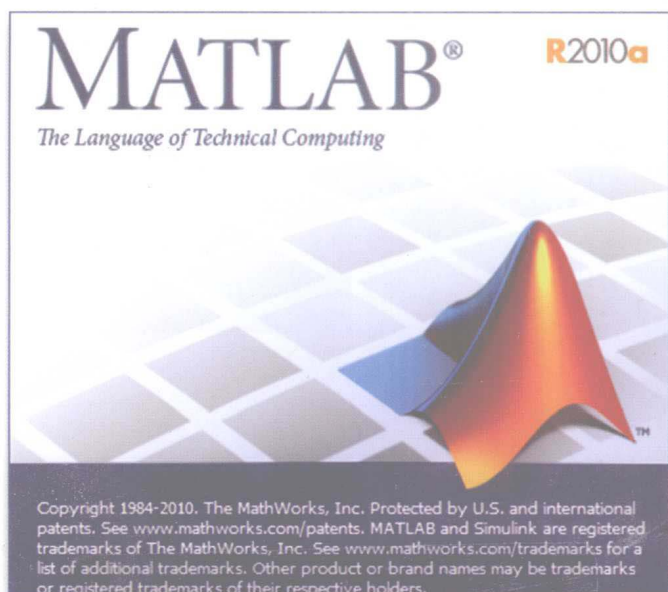
普通高校“十二五”规划教材  
PUTONG GAOXIAO SHIERWU GUIHUA JIAOCAI


# MATLAB

# 教程

## R2010a

张志涌 杨祖樱 等编著



 北京航空航天大学出版社



配有光盘



普通高校“十二五”规划教材

# MATLAB 教程

## R2010a

张志涌 杨祖樱 等编著

北京航空航天大学出版社

## 内 容 简 介

本书以 MATLAB R2010a 为基础修订,系统讲解 MATLAB 基本环境和操作要旨;分章阐述符号计算、数值计算、计算结果可视化及编程精要;举例展现 MATLAB 精华工具 Simulink 的功能级和元器件级仿真能力;举例剖析 MATLAB 界面编辑器的用法和图形用户界面(GUI)的制作要求;简要勾画 MATLAB 和 Word 集成一体的 Notebook 环境。

全书包含 173 个多年凝练的计算范例和 83 个开拓思路的习题。所有算例程序可靠、完整,读者可以完全准确地重现本书所提供的算例结果。书配光盘中附有包含彩色图形的电子版习题答案。书后编有索引,本书所用全部指令及配套的标点符号一览无余。利用索引,读者很容易查阅演示各指令和标点使用方法的节次。

全书由印刷版和电子版结合而成。印刷版便于读者进行系统、全面、长时间连续阅读,便于读者随手翻阅、浏览;而电子版则方便教师制作电子讲稿,方便学生完成电子作业,向读者提供实践本书内容所需的全部可靠程序、色彩信息和动态交互环境,还将随 MATLAB 版本升级而及时地向读者提供新内容。

本书内容充实、篇幅紧凑,是专为理工科院校本科生系统学习 MATLAB 而撰写的,也可供部分研究生使用;既可用于课堂教学教材及课程设计、毕业设计参考用书,也可作为自学用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 教程:R2010a / 张志涌,杨祖樱等编著. --  
北京:北京航空航天大学出版社,2010.8

ISBN 978-7-5124-0145-7

I. ①M… II. ①张…②杨… III. ①计算机辅助计算  
—软件包,MATLAB—教材 IV. ①TP391.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 130658 号

© 2010,北京航空航天大学出版社,版权所有,侵权必究。

未经本书出版者书面许可,任何单位和个人不得以任何形式或手段复制或传播本书及其所附光盘内容。

## MATLAB 教程

### R2010a

张志涌 杨祖樱 等编著

责任编辑 蔡 喆

\*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱: [bhpress@263.net](mailto:bhpress@263.net) 邮购电话:(010)82316936

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

\*

开本:787×1092 1/16 印张:22.25 字数:570 千字

2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 1 次印刷 印数:5 000 册

ISBN 978-7-5124-0145-7 定价:43.00 元(含光盘)

# 前 言

## 1. 编写背景

MATLAB(MATrix LABoratory)自1984年问世以来,历经了实践的检验、市场的筛选和时间的凝练,现在已经成为广大科研工作者、高校师生最常用和最可信赖的仿真软件。MATLAB的影响表现在两方面:传统分析方法、设计程式和教材内容在MATLAB平台上可以处理得更为简捷、精确和生动多彩;新的分析方法、设计程式和教材内容正在MATLAB的推动下不断地萌发。

当今欧美高校的理工科教材与MATLAB的关联大致分为三个层面。第一层面,完全不改变原有教材,而把应用MATLAB进行仿真试验的内容另编成册。这个层面的教材最早出现于20世纪80年代的中后期,现在仍有相当一些教材采用这种形式。第二层面,保留或稍许改变原教材内容,而把MATLAB处理教材内容的部分增添成专门的章节。这个层面的教材最早在20世纪90年代初出版。现今,它们已成为国外专业和专业基础教材的主流。第三层面,大幅度地摒弃了原教材中那些在计算尺时代建立起来的分析方法和设计程式,而新建了以MATLAB为基础的现代分析方法和设计程式。这类教材较晚地出现在21世纪初,至今数量也不多。

至于我国,虽然MATLAB在高校已经流传和应用了十余年,但就目前国内理工科专业和专业基础教材而言,包含MATLAB的教材还着实不多见。前不久,我国教育主管部门提出的关于MATLAB作为平台计算软件的指导性意见,必将对我国高等理工科教学的发展产生重要影响,对提高我国后备人才在现代化计算平台上的创新力有十分积极的意义。

## 2. 编写宗旨

从MATLAB作为高等教学计算平台的基本点出发,融合作者近10余年在本科和研究生MATLAB教学、科研第一线积累的经验,本书编写宗旨定位于:面向本科,立足基础;注重教材内容的稳定,兼顾MATLAB的时代特征。具体措施有:

一、本版新书中将所涉及的数学内容控制在本科教学大纲要求的水平;

二、本书不涉及MATLAB专业工具包(如控制、信号处理、图像处理、通信、金融、生物信息等)的内容,而着力阐述MATLAB如何描述被解算问题、实施计算的指令及多指令相互配用、如何表达或表现计算所得的结果;

三、本书特别强调MATLAB面向复数、面向数组的运算特点,强调向量化编程,与此同时还精心设计了若干算例向读者警示数值计算中的注意事项;

四、考虑到课程设计和毕业设计的需要,本书专辟一章讲授图形用户界面(GUI)的制作要领;

五、本书还展示了依托 MATLAB 建立的 Simulink 的“模块+鼠标操作”的交互式建模能力,展示了 Simulink 在功能级和元器件级两个层面上的仿真能力。

### 3. 本书结构

本书由目录、正文、习题、附录、索引和随书光盘组成。

正文共 9 章,包含 173 个算例,83 个习题。章节内容基本上遵循由浅入深原则编排。大量的算例是本教材一大特色。每个算例都经过精心设计,从不同角度展示 MATLAB 的特点、规则和注意事项。习题分章安排在正文之后,习题答案附在光盘中。本教材习题承载两个功能:一,培养学生独立解决问题的能力;二,拓展学生对 MATLAB 的认识。

附录 A 简单介绍字符串数组、胞元数组和构架数组。附录 B 描述光盘的内容和用法。附录 C 的索引中汇集了本教材所涉及的 MATLAB 指令。除标点符号在最前外,一般指令按英文字母次序罗列。每个符号或指令后,列出了本书介绍或使用该指令的具体节次。

随书光盘中 Word 文档(DOC 文件)的主要功用:向教师提供制作本教程电子讲稿的基础文件;向学生提供完成电子作业的模板;向读者提供演练 Notebook 的良好环境。而光盘上的 M, MDL 等文件为读者提供了所有算例在 MATLAB 环境运作必需的文件。

### 4. 内容介绍

本书共 9 章。

**第 1 章 基础准备及入门** 详细讲述 MATLAB 运行的基本条件、基本特征和使用方法,讲授如何借助 MATLAB 自带的帮助系统解决所遇到的困难。任何 MATLAB“生手”借助本章都可以比较顺利地跨入 MATLAB 门槛。

**第 2 章 符号计算** 演绎数学问题的解析计算和任意精度解。该章介绍的解题理念、计算过程、计算结果与高校教科书中的理论内容十分相似,因此学生比较容易接受并应用。此外,在 MATLAB 中,由于符号计算和数值计算采用两个不同的“引擎”,所以本章内容相对独立。

**第 3 章 数值数组及向量化运算** 阐述数值计算特点、数组运算、向量化编程,以及解决一般数学问题所必需的各种基本函数、逻辑关系表达和基本技法。应该指出,从第 3 章到第 7 章的全部内容围绕 MATLAB 的主流——数值建模及计算展开的。

**第 4 章 数值计算** 分类讲述基本数学问题(如微积分、极值、微分方程、矩阵和代数方程、概率统计、多项式和卷积等)的数值计算指令和要领,帮助学生建立正确的数值计算概念。

**第 5 章 数据和函数的可视化** 阐释理论数学函数可视化的基本步骤、基本指令和协调使用,培养学生借助图形获知离散数据所隐含函数特征的能力。

**第 6 章 M 文件和函数句柄** 系统介绍 MATLAB 程序中最常用的 4 种控制结构和构建函数调用关系的“函数句柄”。M 文件的意义在于综合使用前几章所介绍的各种基本指令和基本方法,构造较复杂问题的仿真模型,并计算之。

**第 7 章 Simulink 交互式仿真集成环境** 采用算例引导、纵向深入的方式描述 Simulink 模型的交互式创建和仿真方法。列举的 4 个典型算例分别是:基于微分方程的连续系统仿真、基于传递函数的连续系统分析、基于滤波模块的采样离散系统仿真以及基于元器件级模块的

电路瞬态分析。本章无意对 Simulink 解决信号与系统问题、电路分析问题进行全面阐述,而着力于让学生通过典型算例举一反三体验 Simulink 崭新、强大的仿真能力。

**第 8 章 图形用户界面(GUI)** 借助 4 个典型算例,从入门到纵深,简明地介绍界面编辑器的使用要领,展示典型控件的属性设置和回调函数编写技巧。

**第 9 章 Notebook** 简要介绍集 Word 与 MATLAB 于一体的 Notebook 工作环境的创建和使用。

## 5. 教材的时新性和版本的稳定性

软件书籍时新性好坏的标志是软件书籍及时反映升级软件最新变化能力的强弱;而版本稳定性好坏的标志则是阐释该软件的书籍内容在时间推移过程中对于不断升级的软件适配程度的高低。出于“注重稳定兼顾时新”的理念,本教材对内容时新性、版本稳定性的分析和应对措施如下:

### (1) 版本稳定性的基础是 MATLAB 核心指令的高度稳定

MATLAB 问世近 30 年,历经大小数十次版本升级,其自身容量已从数百 KB 膨胀到接近 3 GB,其数据结构已从单一类型扩展为多类型,其操作平台已从 DOS 迁移到 Windows,但其基本指令的使用规则、程序流控制却几乎没有任何变化。这完全归功于 MathWorks 公司的远见卓识和精湛的兼容性处理技术。

### (2) 教材功能定位有利于增强版本稳定性

本教材既与手册类软件书籍不同,也与专业类软件书籍不同。本教材的功能定位于:阐释软件核心,强调基础应用,注重范例引导,适当展示软件最新功能。

基于这种功能定位,本书除第 1,7,8 章外的其余 6 章所阐释的就是 MATLAB 的核心指令和规则。因此,据 MATLAB 发展史不难预测,这 6 章内容将具有很高的版本稳定性。

### (3) 教材阐释的基本原则和程式具有较高的版本稳定性

Simulink 是 MATLAB 中与真实过程(系统)“距离”最近的仿真环境,是 MATLAB 走向实时仿真的最主要途径,是当今 MATLAB 中最具活力、变化最快的工具包。

MATLAB 教材若涉及 Simulink,那么这部分内容就必将是“版本敏感”的,如适配于 MATLAB 6. x 的 Simulink 5. x 中建立的模型在适配于 MATLAB 7. x 的 Simulink 6. x 中就可能无法运行。但作为 MATLAB 教材,若舍弃 Simulink 内容,将大大局限读者的视野,也大大阻碍学习者对仿真发展趋势的感知。

权衡利弊,本教材第 7 章讲解了 Simulink 的 4 种典型用法。算例的 MDL 文件是在适配于 MATLAB R2010a(即 MATLAB 7. 10)的 Simulink 7. 5 环境中建立的。由于 Simulink 在版本升级中变化最为频繁,因此这些 MDL 文件有可能在 Simulink 7. 5 的以前或以后版中运行失败。此时,读者通常只要参照本书提供的模型图、建模步骤和参数设置,利用不同 Simulink 环境中的模块重新勾画模型,所得的 MDL 就可以在相应的 Simulink 环境中成功运行。

### (4) 逐年修订保障教材的时新性

“教材时新”是本书作者和出版社尽心保障的另一个特点。这基于两方面的考虑:一,2006 年 MATLAB 的制造商宣布,MATLAB 将每隔半年升级一次;二,教材的时新性有利于增强读者、学生对 MATLAB 的“亲和感”和“学习心态的愉悦”。

本书作者和出版社将通力合作,对本教材进行逐年修订,使印刷版确保“时新”,而电子版又向前兼容。换句话说,本书的印刷版将随 MATLAB 的升级不断修订,而随书光盘将提供与以前各版适配的相关内容。

## 6. 教学建议

### (1) 教学环境和形式

- 本教材内容适于在多媒体教室讲授。本教材中所有算例的计算结果(包括数据和图形)都应该在教学现场实时产生,以便学生亲眼目睹教师操作,感受计算过程和计算结果。
- 对于涉及 MATLAB 内容较多的课程,不宜采用 PowerPoint 写成的 PPT 幻灯片作为电子讲稿。本书作者建议采用“Word + MATLAB”构成的 M-book 模板编写电子讲稿。这样,通过本课程的潜移默化,学生更容易掌握 M-book 的使用。光盘中的 Word 文档(DOC 文件)可方便于教师制作电子讲稿。
- 学习本教材的每个学生都应该在计算机上亲自演练本教材中的算例。要特别重视算例指令的直接键入练习,只有这样才能加深对 MATLAB 的理解,纠正自己的误解和误操作。作者建议:学生采用光盘上的 M-book 模板解答本书习题。

### (2) 教学内容安排

- 作为入门内容的第 1 章必须最先讲授,但不必太细。除 MATLAB 及其工作界面的最基本特点和操作技法外,其余详细内容可以渗透在本教材以后的课程中介绍。
- 本书第 9 章内容不必使用单独的课时讲授。假若教师课堂教学采用 M-book 写成的讲稿在 Notebook 环境中进行,那么第 9 章内容将在教学过程中得到最好的传授。
- 本教材之所以把“符号计算”安排在第 2 章,是考虑到本章所涉及计算推演模式相似于大学(数学)教材。假如摒弃以上考虑,那么本章内容也可以安排在第 3、第 4 章以后讲授。
- 假如教学课时有限,那么下列节次可以酌情少讲或不讲:第 2.7 节、第 2.8.2 节、第 4.3 节、第 4.4.2 节、第 5.3.4 节、第 5.4 节、第 7 章。

## 7. 致 谢

无论在本教材的讲稿阶段,还是在成书阶段,得到了靳种宝、李娟娟、胡丽珍、谢逢博、冯子豪、王贵银等研究生的帮助和支持,也得到南京邮电大学各级领导的鼓励和关心。借本书出版之际,作者向他们表示真诚的感谢。

最后还要感谢北京航空航天大学出版社的同志们,是他们一再鼓励作者结合讲稿和读者的反馈意见对前书《MATLAB 教程》进行修订、改编。

本书基本内容虽经多年教学的筛选提炼,但限于作者知识水平,书中可能仍有疏漏、错误和偏见,在此,作者恳切期望得到各方面专家和广大读者的指教。作者 E-mail: zyzh@njupt.edu.cn。

作 者

2006 年 4 月初成于南京

2010 年 6 月修改于南京

## 2010a 适配版修订说明

在本书 2010a 适配版中,进行了如下重要修订:

(1) 根据 MATLAB R2010a 版本,第 1 章中的所有界面及相应的解释都已更新;由于 MATLAB 自身帮助系统的变化,本书第 1.9 节“帮助系统及其使用”是全新的。

(2) 从 MATLAB R2008b 开始,符号计算的默认计算引擎就不再使用 Maple,而使用 MuPAD。为适应这种变化,本书第 2 章内容已经全部重写。为使长期使用本书的读者不至于产生疏感,重写时尽量保持了原先的章节框架和例题内容。

(3) 随 MATLAB 的升级,Simulink 库模块功能得到不断的完善和扩充。为反映这种变化,本书第 7 章在保持原先例题要求基本不变的前提下进行了大幅度地修订。

(4) 为满足课程设计、毕业设计的需要,本书新增第 8 章 图形用户界面(GUI)。

作者

2010 年 6 月于南京



## 出版说明

根据 The MathWorks 公司公布的最新版本 MATLAB R2010a, 本书在《MATLAB 教程 R2008a》的基础上对印刷版内容和光盘内容进行了修改和调整。

目前, 本书除完全适配于 MATLAB R2010a 以外, 在配套光盘中还保留有适配于 MATLAB R2006a 至 2008a 版本的电子文档, 以供未能及时升级软件的读者参考使用。

本书是作者定位于高校教材, 以基础、实用的内容和精简、合理的篇幅为特色, 修订出版的又一力作。自出版以来得到了业内同仁和广大读者的支持和关注。为了不辜负大家的希望, 我们将努力做好随软件版本升级的图书更新工作, 并不断充实、完善本书的内容。

恳请各位教师、专家和广大读者为本书提出更多意见和建议! 本书责任编辑联系电话: 010-82317036, E-mail: zhecai@263.net。

北京航空航天大学出版社

2010年7月

# 目 录

<b>第 1 章 基础准备及入门</b> .....	1	1.8.1 Editor/Debugger M 文件编辑器简介	29
1.1 MATLAB 的安装和工具包选择	1	1.8.2 M 脚本文件编写初步	30
1.2 Desktop 操作桌面的启动	2	1.9 帮助系统及其使用	31
1.2.1 MATLAB 的启动	2	1.9.1 构成帮助体系的三大系统	31
1.2.2 Desktop 操作桌面简介	2	1.9.2 常用帮助指令	31
1.3 Command Window 运行入门	3	1.9.3 Help 帮助浏览器	33
1.3.1 Command Window 指令窗简介	3	习题 1	39
1.3.2 最简单的计算器使用法	4	<b>第 2 章 符号计算</b> .....	40
1.3.3 数值、变量和表达式	5	2.1 符号对象和符号表达式	40
1.4 Command Window 操作要旨	14	2.1.1 符号对象的创建和衍生	40
1.4.1 指令窗的显示方式	14	2.1.2 符号计算中的算符	45
1.4.2 指令行中的标点符号	15	2.1.3 符号计算中的函数指令	45
1.4.3 指令窗的常用控制指令	17	2.1.4 符号对象的识别	46
1.4.4 指令窗中指令行的编辑	17	2.1.5 符号运算机理和变量假设	47
1.5 Command History 历史指令窗	19	2.1.6 符号帮助体系	51
1.5.1 历史指令窗简介	19	2.2 符号数字及表达式的操作	54
1.5.2 历史指令的再运行	19	2.2.1 双精度数字与符号数字之间的转换	54
1.6 Current Directory、路径设置器和文件管理	20	2.2.2 符号数字的任意精度表达形式	55
1.6.1 Current Directory 当前目录浏览器简介	20	2.2.3 符号表达式的基本操作	57
1.6.2 用户目录和当前目录设置	21	2.2.4 表达式中的置换操作	57
1.6.3 MATLAB 的搜索路径	22	2.3 符号微积分	62
1.6.4 MATLAB 搜索路径的扩展	22	2.3.1 极限和导数的符号计算	62
1.7 工作空间浏览器和变量编辑器	23	2.3.2 序列/级数的符号求和	67
1.7.1 工作空间浏览器和变量可视化	23	2.3.3 符号积分	68
1.7.2 工作空间的管理指令	26	2.4 微分方程的符号解法	71
1.7.3 Variable Editor 变量编辑器	26	2.4.1 符号解法和数值解法的互补作用	71
1.7.4 数据文件和变量的存取	27	2.4.2 求微分方程符号解的一般指令	71
1.8 Editor/Debugger 和脚本编写初步	29	2.4.3 微分方程符号解示例	72
		2.5 符号变换和符号卷积	75
		2.5.1 Fourier 变换及其反变换	75
		2.5.2 Laplace 变换及其反变换	79

2.5.3 Z 变换及其反变换 .....	81	习题 3 .....	141
2.5.4 符号卷积 .....	84	<b>第 4 章 数值计算</b> .....	143
2.6 符号矩阵分析和代数方程解 .....	85	4.1 数值微积分 .....	143
2.6.1 符号矩阵分析 .....	85	4.1.1 近似数值极限及导数 .....	143
2.6.2 线性方程组的符号解 .....	87	4.1.2 数值求和与近似数值积分 .....	147
2.6.3 一般代数方程组的解 .....	88	4.1.3 计算精度可控的数值积分 .....	149
2.7 代数状态方程求符号传递函数 .....	90	4.1.4 函数极值的数值求解 .....	150
2.7.1 结构框图的代数状态方程解法 .....	91	4.1.5 常微分方程的数值解 .....	154
2.7.2 信号流图的代数状态方程解法 .....	93	4.2 矩阵和代数方程 .....	156
2.8 符号计算结果的可视化 .....	95	4.2.1 矩阵运算和特征参数 .....	156
2.8.1 直接可视化符号表达式 .....	95	4.2.2 矩阵的变换和特征值分解 .....	161
2.8.2 符号计算结果的数值化绘图 .....	99	4.2.3 线性方程的解 .....	164
2.8.3 可视化与数据探索 .....	101	4.2.4 一般代数方程的解 .....	167
2.9 符号计算资源深入利用 .....	104	4.3 概率分布和统计分析 .....	169
2.9.1 符号表达式、串操作及数值计算 M 码 间的转换 .....	104	4.3.1 概率函数、分布函数、逆分布函数和 随机数的发生 .....	170
2.9.2 符号工具包资源表达式转换成 M 码 函数 .....	105	4.3.2 随机数发生器和统计分析指令 .....	174
2.9.3 借助 mfun 调用 MuPAD 特殊函数 .....	111	4.4 多项式运算和卷积 .....	176
习题 2 .....	114	4.4.1 多项式的运算函数 .....	176
<b>第 3 章 数值数组及向量化运算</b> .....	117	4.4.2 多项式拟合和最小二乘法 .....	181
3.1 数值计算的特点和地位 .....	117	4.4.3 两个有限长序列的卷积 .....	183
3.2 数值数组的创建和寻访 .....	119	习题 4 .....	186
3.2.1 一维数组的创建 .....	119	<b>第 5 章 数据和函数的可视化</b> .....	188
3.2.2 二维数组的创建 .....	122	5.1 引 导 .....	188
3.2.3 二维数组元素的标识和寻访 .....	125	5.1.1 离散数据和离散函数的可视化 .....	188
3.2.4 数组操作技法综合 .....	127	5.1.2 连续函数的可视化 .....	189
3.3 数组运算 .....	129	5.2 二维曲线和图形 .....	191
3.3.1 数组运算的由来和规则 .....	129	5.2.1 二维曲线绘制的基本指令 plot .....	192
3.3.2 数组运算和向量化编程 .....	131	5.2.2 坐标控制和图形标识 .....	196
3.4 “非数”和“空”数组 .....	134	5.2.3 多次叠绘、双纵坐标和多子图 .....	202
3.4.1 非 数 .....	134	5.2.4 获取二维图形数据的指令 ginput .....	205
3.4.2 “空”数组 .....	136	5.3 三维曲线和曲面 .....	207
3.5 关系操作和逻辑操作 .....	137	5.3.1 三维线图指令 plot3 .....	207
3.5.1 关系操作 .....	137	5.3.2 三维曲面/网线图 .....	208
3.5.2 逻辑操作 .....	139	5.3.3 曲面/网线图的精细修饰 .....	209
3.5.3 常用逻辑函数 .....	141		

5.3.4 透视、镂空和裁切 .....	214	<b>第 8 章 图形用户界面(GUI)</b> .....	281
5.4 高维可视化 .....	216	8.1 GUI 入门示例 .....	281
5.4.1 二维半图指令 pcolor, contour, contourf .....	216	8.2 控件创建及应用示例 .....	288
5.4.2 四维表现 .....	217	8.3 菜单及工具图标的设计示例 .....	300
5.4.3 动态图形 .....	219	8.3.1 为界面配置标准菜单条和工具条 .....	301
5.5 图形窗功能简介 .....	223	8.3.2 菜单定制和标准图标选用 .....	302
习题 5 .....	226	习题 8 .....	306
<b>第 6 章 M 文件和函数句柄</b> .....	232	<b>第 9 章 Notebook</b> .....	308
6.1 MATLAB 控制流 .....	232	9.1 Notebook 的配置和启动 .....	308
6.1.1 if-else-end 条件控制 .....	232	9.1.1 Notebook 的配置 .....	308
6.1.2 switch-case 控制结构 .....	233	9.1.2 Notebook 的启动 .....	308
6.1.3 for 循环和 while 循环 .....	235	9.2 M-book 模板的使用 .....	310
6.1.4 控制程序流的其他常用指令 .....	240	9.2.1 输入细胞(群)的创建和运行 .....	310
6.2 脚本文件和函数文件 .....	241	9.2.2 Notebook 菜单的其他选项 .....	312
6.2.1 M 脚本文件 .....	241	9.2.3 输出细胞的格式控制 .....	314
6.2.2 M 函数文件 .....	241	9.3 使用 M-book 模板的若干技法 .....	316
6.2.3 局部变量和全局变量 .....	241	<b>附录 A 字符串、胞元及构架数组</b> .....	318
6.2.4 M 函数文件的一般结构 .....	242	A.1 字符串数组 .....	318
6.3 MATLAB 的函数类别 .....	244	A.2 胞元数组 .....	321
6.3.1 主函数 .....	244	A.3 构架数组 .....	322
6.3.2 子函数 .....	245	<b>附录 B 光盘使用说明</b> .....	324
6.3.3 匿名函数 .....	246	B.1 光盘文件的结构 .....	324
6.4 函数句柄 .....	247	B.2 光盘对软件环境的要求 .....	325
6.4.1 函数句柄的创建和观察 .....	247	B.3 光盘文件的操作准备 .....	325
6.4.2 函数句柄的基本用法 .....	248	B.4 M-book 文件夹上 DOC 文件的使用 .....	325
习题 6 .....	250	B.5 mfiles 文件夹上的 M, MDL 文件的使用 .....	326
<b>第 7 章 Simulink 交互式仿真集成环境</b> .....	252	B.6 其他 .....	327
7.1 连续时间系统的建模与仿真 .....	252	<b>附录 C MATLAB 指令索引</b> .....	328
7.1.1 基于微分方程的 Simulink 建模 .....	253	C.1 标点及特殊符号指令 .....	328
7.1.2 基于传递函数的 Simulink 建模 .....	261	C.2 主要函数指令 .....	329
7.2 离散时间系统的建模与仿真 .....	266	C.3 Simulink 模块 .....	341
7.3 Simulink 实现的元件级电路仿真 .....	269	<b>参 考 文 献</b> .....	342
习题 7 .....	279		

# 第1章

## 基础准备及入门

本章有三个主要内容：一是讲述 MATLAB 正常运行所必备的基础条件；二是简明地介绍 MATLAB 及其操作桌面 Desktop 的基本使用方法；三是全面介绍 MATLAB 的帮助系统。

本章的第 1.1, 1.2 节讲述 MATLAB 的正确安装方法和 MATLAB 环境的启动。因为指令窗是 MATLAB 最重要的操作界面，所以本章用第 1.3, 1.4 两节以最简单通俗的叙述、算例讲述指令窗的基本操作方法和规则。这部分内容对 MATLAB 的几乎各种版本都适用。第 1.5~1.8 节专门介绍 MATLAB 最常用的 5 个交互界面：历史指令窗、当前目录浏览器、工作空间浏览器、变量编辑器、M 文件编辑器。鉴于实际应用中，帮助信息和求助技能的重要性，本章第 1.9 节专门讲解 MATLAB 的帮助体系和求助方法。

作者建议：不管读者此前是否使用过 MATLAB，都不要忽略本章。

### 1.1 MATLAB 的安装和工具包选择

MATLAB 只有在适当的外部环境中才能正常运行。因此，恰当地配置外部系统是保证 MATLAB 运行良好的先决条件。MATLAB 本身可适应于许多机种和系统，如 PC 机和 Unix 工作站等。但本节只针对我国使用最广的 PC 机系统给予介绍。

PC 机用户常常需要自己安装 MATLAB。MATLAB R2010a(即 MATLAB 7.10)版要求 Windows 2000 或 Windows XP 平台。下面介绍从光盘上安装 MATLAB 的方法。

一般说来，当 MATLAB 光盘插入光驱后，会自动启动“安装向导”。假如自动启动没有实现，那么可以在<我的电脑>或<资源管理器>中找到并双击 setup.exe 应用程序，使“安装向导”启动。安装过程中出现的所有界面都是标准的，用户只要按照屏幕提示操作，如输入用户名、单位名、口令等就行。

在安装 MATLAB R2010a 版时，会出现一个界面，该界面上有两个选项：Typical 和 Custom。由于近年计算机硬盘容量通常很大，所以一般为使用方便，可直接点选“Typical”。

安装完成后，一般会产生两个目录：

#### ① MATLAB 软件所在的目录

- 该目录位置及目录名，都是用户在安装过程中指定的。比如，C:\MATLAB R2010a。
- 该目录包含 MATLAB 运行所需的所有文件，如启动文件、各种工具包等。

#### ② MATLAB 自动生成的供用户使用的工作目录

- 该目录是安装 MATLAB 时自动生成的，专供用户存放操作 MATLAB 中产生的中间

文件。

- 该工作目录的名称是“MATLAB”，一般登录在 C:\Documents and Settings\acer\My Documents 文件夹下。（注意：文件夹名中的“acer”会随电脑不同而变。）
- 该工作目录 C:\Documents and Settings\acer\My Documents\MATLAB 被自动记录在 MATLAB 的搜索路径中。因此，在该目录上的 M 文件、MAT 文件、MDL 文件等都能被 MATLAB 搜索到。


## 1.2 Desktop 操作桌面的启动

### 1.2.1 MATLAB 的启动

#### (1) 方法一

当 MATLAB 安装到硬盘上以后，一般会在 Windows 桌面上自动生成 MATLAB 快捷方式图标。在这种情况下，只要直接双击图标即可启动 MATLAB，打开如图 1.2-1 所示的 MATLAB 操作桌面(Desktop)。注意：本书作者建议用户优先采用“方法一”。

#### (2) 方法二

假如 Windows 桌面上没有 MATLAB 图标，那么可以双击 matlab 文件夹下的快捷方式图标  MATLAB。

### 1.2.2 Desktop 操作桌面简介

MATLAB R2010a 版的 Desktop 操作桌面是一个高度集成的 MATLAB 工作界面。其默认形式如图 1.2-1 所示。该桌面的上层铺放着三个最常用的界面：指令窗(Command Window)、当前目录(Current Directory)浏览器、MATLAB 工作内存空间(Workspace)浏览器、历史指令(Command History)窗。

#### (1) 指令窗

该窗是进行各种 MATLAB 操作的最主要窗口。在该窗内，可键入各种送给 MATLAB 运作的指令、函数、表达式；显示除图形外的所有运算结果；运行错误时，给出相关的出错提示。

#### (2) 当前目录浏览器

在该浏览器中，展示着子目录、M 文件、MAT 文件和 MDL 文件等。对该界面上的 M 文件，可直接进行复制、编辑和运行；界面上的 MAT 数据文件，可直接送入 MATLAB 工作内存。对该界面上的子目录，可进行 Windows 平台的各种标准操作。此外，在当前目录浏览器正下方，还有一个“文件概况窗”。该窗显示所选文件的概况信息。比如该窗会展示：M 函数文件的 H1 行内容，最基本的函数格式，所包含的内嵌函数和其他子函数。

#### (3) 工作空间浏览器

该浏览器默认地位于当前目录浏览器的后台。该窗口罗列出 MATLAB 工作空间中所有的变量名、大小、字节数，在该窗中，可对变量进行观察、图示、编辑、提取和保存。

#### (4) 历史指令窗

该窗记录已经运作过的指令、函数、表达式，及它们运行的日期、时间。该窗中的所有指令、文字都允许复制、重运行及用于产生 M 文件。

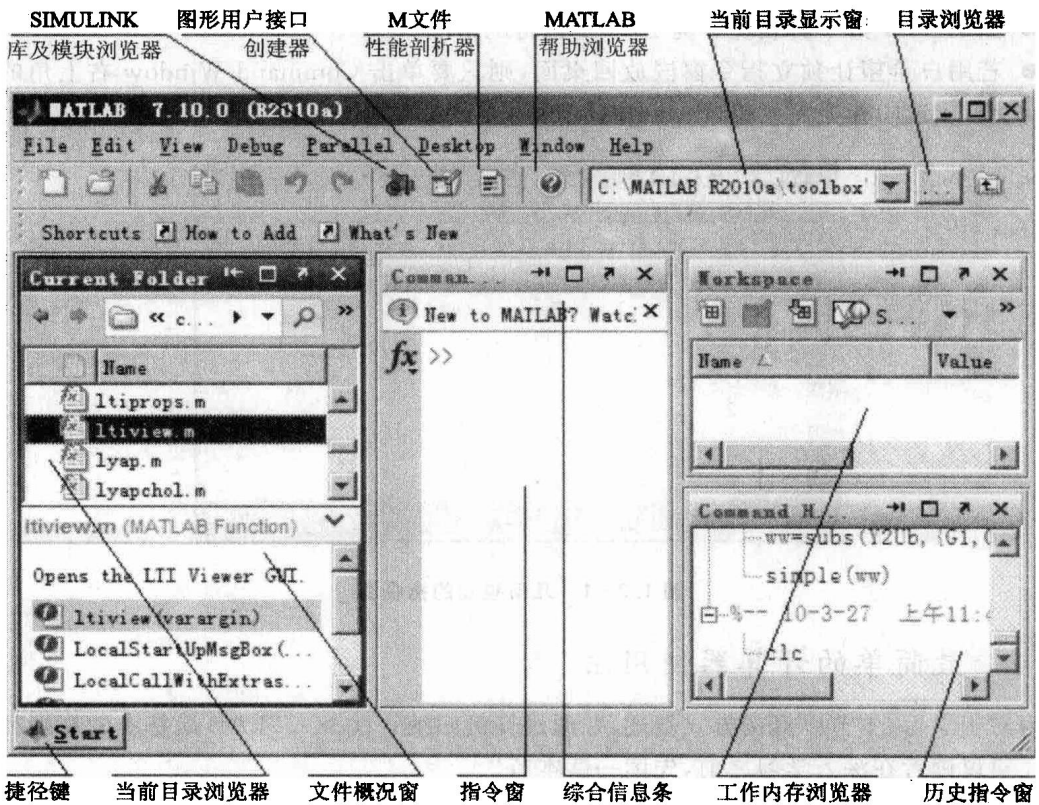


图 1.2-1 Desktop 操作桌面的默认形式


### (5) 捷径(Start)键

引出通往本 MATLAB 所包含的各种组件、模块库、图形用户界面、帮助分类目录、演示算例等的捷径,并向用户提供自建快捷操作的环境。


## 1.3 Command Window 运行入门

MATLAB 的使用方法和界面有多种形式。但最基本的,也是入门时首先要掌握的是: MATLAB 指令窗(Command Window)的基本表现形态和操作方式。通过本节的学习,读者将对 MATLAB 使用方法有一个良好的初始感受。

### 1.3.1 Command Window 指令窗简介

MATLAB 指令窗默认地位于 MATLAB 桌面的中间(见图 1.2-1)。假如,用户希望得到脱离操作桌面的几何独立指令窗,只要单击该指令窗右上角的  键,就可获得如图 1.3-1 所示的指令窗。

### 说明

- 图 1.3-1 指令窗表现了例 1.3-1 运行的情况。
- 若用户希望让独立指令窗嵌放回桌面,则只要单击 Command Window 右上角的  按钮,或选中指令窗菜单 {Desktop; Dock Command Window} 便可。

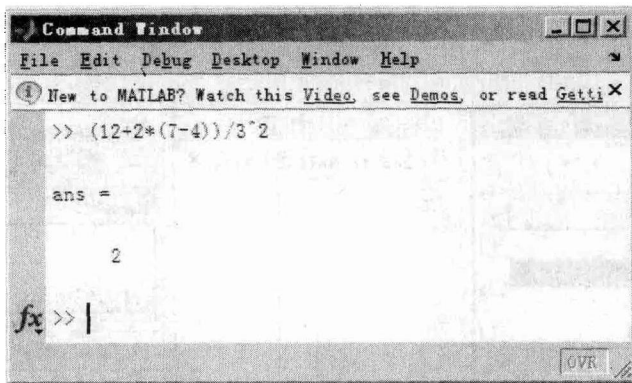


图 1.3-1 几何独立的指令窗

### 1.3.2 最简单的计算器使用法

为易于学习,本节以算例方式叙述,并通过算例归纳一些 MATLAB 最基本的规则和语法结构。建议读者在深入学习之前,先读一读本节。

**例【1.3-1】** 求  $[12+2 \times (7-4)] \div 3^2$  的算术运算结果。本例演示:最初步的指令输入形式和必需的操作步骤。

(1) 用键盘在 MATLAB 指令窗中输入以下内容:

```
>>(12+2*(7-4))/3^2
```

(2) 在上述表达式输入完成后,按 [Enter] 键,该指令被执行,并显示如下结果:

```
ans =
     2
```

### 说明

- 本例在指令窗中实际运行的情况参见图 1.3-1。
- 指令行头首的“>>”是指令输入提示符,它是自动生成的。本书在此后的输入指令前将不再带提示符“>>”。理由是:第一,为使表达简捷;第二,本书用 MATLAB 的 M-book 写成,而在 M-book 中运行的指令前是没有提示符的。
- MATLAB 的运算符(如+,一等)都是各种计算程序中常见的习惯符号。
- 一条指令输入结束后,必须按 [Enter] 键,该指令才被执行。
- 由于本例输入指令是不含赋值号的表达式,所以计算结果被赋给 MATLAB 的一个默认变量 ans(英文 answer 的缩写)。

**例【1.3-2】** 指令的续行输入。本例演示:由于指令太长,或出于某种需要,输入指令行必须多行书写时,该如何处理。



```
S = 1 - 1/2 + 1/3 - 1/4 + ...
1/5 - 1/6 + 1/7 - 1/8

S =
    0.6345
```

### 说明

- MATLAB 用 3 个或 3 个以上的连续黑点表示续行,即表示下一行是上一行的继续。
- 本例指令中包含赋值号,因此表达式的计算结果被赋给了变量 S。
- 指令执行后,变量 S 被保存在 MATLAB 的工作空间(Workspace)中备用。如果用户不用 clear 指令清除它,或对它重新赋值,那么该变量会一直保存在工作空间中,直到本 MATLAB 指令窗被关闭为止。

### 1.3.3 数值、变量和表达式

1.3.2 节的算例只演示了计算器功能,那仅是 MATLAB 全部功能中小小的一角。为深入学习 MATLAB,有必要系统地介绍一些基本规定。本节先介绍关于变量的若干规定。

#### 1. 数值的记述

MATLAB 的数值采用习惯的十进制表示,可以带小数点或负号。以下记述都合法:

3            -99            0.001            9.456            1.3e-3            4.5e33

在采用 IEEE 浮点算法的计算机上,数值通常采用“占用 64 位内存的双精度”表示。其相对精度是 eps(MATLAB 的一个预定义变量),大约保持有效数字 16 位。数值范围大致为  $10^{-308} \sim 10^{308}$  之间。

#### 2. 变量命名规则

- 变量名、函数名是对字母大小写敏感的。如变量 myvar 和 MyVar 表示两个不同的变量。sin 是 MATLAB 定义的正弦函数名,但 SIN, Sin 等都不是。
- 变量名的第一个字符必须是英文字母,最多可包含 63 个字符(英文、数字和下连符)。如 myvar201 是合法的变量名。
- 变量名中不得包含空格、标点、运算符,但可以包含下连符。如变量名 my\_var\_201 是合法的,且读起来更方便。而 my, var201 由于逗号的分隔,就不能表示一个变量名。

#### 3. MATLAB 默认的数学常数

MATLAB 为一些数学常数(Math Contants)预定义了变量名,见表 1.3-1。MATLAB 每次启动,都产生这些变量。这些变量都有特殊含义和用途。建议用户在编写指令和程序时,尽可能不对表 1.3-1 所列预定义变量名重新赋值,以免产生混淆。