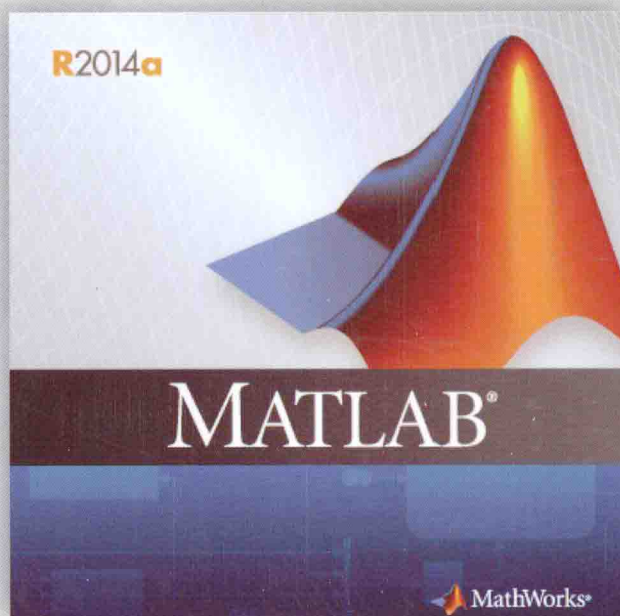




工业和信息化部“十二五”规划教材

# MATLAB 教程

张志涌 杨祖樱 等编著



北京航空航天大学出版社  
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

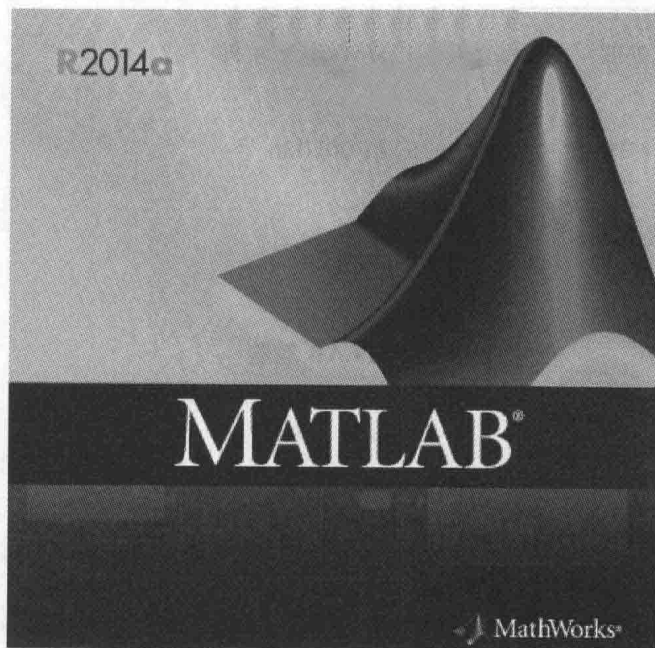
MATLAB®  
*examples*



工业和信息化部“十二五”规划教材

# MATLAB 教程

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 R2014a 中、英文版为编写基础,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;选例展现 MATLAB 精华工具 Simulink 的功能级和元器件级仿真能力;范例剖析 MATLAB 版面编辑器的用法和图形用户界面(GUI)的制作要领;简扼勾画 MATLAB 和 Word 集成一体的 Notebook 环境。

全书包含 153 个多年凝炼的计算范例和 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。习题另附包含彩色图形的电子答案。书后编有索引,本书所用全部命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命令和标点使用方法的节次。

全书由印刷版和电子文档结合而成。印刷版便于读者进行系统、全面、长时间连续阅读,便于随心的翻阅、浏览;而电子文档则可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;既可用做教材、课程设计和毕业设计参考用书,也可作为自学用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 教程 / 张志涌, 杨祖樱编著. --北京: 北京航空航天大学出版社, 2015. 1

ISBN 978-7-5124-1665-9

I. ①M… II. ①张… ②杨… III. ①Matlab 软件—教材 IV. ①TP317

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 005056 号

版权所有,侵权必究。

### MATLAB 教程

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: [goodtextbook@126.com](mailto:goodtextbook@126.com) 邮购电话:(010)82316936

北京时代华都印刷有限公司印装 各地书店经销

\*

开本:787×1 092 1/16 印张:21.25 字数:544 千字

2015 年 1 月第 1 版 2015 年 1 月第 1 次印刷 印数:5 000 册

ISBN 978-7-5124-1665-9 定价:45.00 元

## 版权声明

- © MATLAB<sup>®</sup> 和 Simulink<sup>®</sup> 是 MathWorks 公司注册商标,为叙述简洁,本书用 MATLAB 代替 MATLAB<sup>®</sup>,用 Simulink 代替 Simulink<sup>®</sup>,特此说明。
- © 2015,北京航空航天大学出版社有限公司,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电子文档的内容。
- © 本书所附“习题详解”的内容仅限教师本人教学参考使用,不得以任何形式复制或传播(不得自行翻印,也不得上传到互联网上),如因违反造成侵犯著作权及版权者,将被追究相应的法律责任。

## 增值服务说明

### (1) 正版图书附电子文档供读者下载。

电子文档下载地址:<http://www.iLoveMATLAB.cn/forum-241-1.html>

- 包含全书章节结构、各级标题、彩色插图;所有算例在 Notebook 中运行的命令、数值结果和彩色图形输出;Simulink 块图及模块图形。
- 包含运行本书算例所需的 M 文件、MDL 文件和 FIG 文件等。
- 包含自 MATLAB R2006a 至 R2012a 各种版本的适配电子文档,供用户回溯和参考使用。

### (2) 正版图书备有供教师参考使用的“习题详解”(电子文档)。

为辅助教师教学,本书备有“包括 M 码在内的习题详解(电子文档)”,未收录于图书及电子文档中。请需要的教师发送电子邮件至[goodtextbook@126.com](mailto:goodtextbook@126.com)申请免费索取,咨询电话 010-82317036。

## 2014a 适配版修订说明

为适应 2014 年春启用的 MATLAB 中、英文两个版本,同时为适应符号计算工具包的阶段性升级,也为协调本书近来逐年修改的内容,本版以“Windows 7 + Word 7 + MATLAB R2014a”为平台对本“教程”做了以下修订:

### 1. 为适应 MATLAB 中文版修订全书

自 2013 年秋起, MATLAB 推出了尚待逐步完善的中文版。该版本的变化表现在如下两方面:

- 多个常用界面的文字标识中文化。已被中文化的界面有 MATLAB 桌面、图形如窗、M 文件编辑器、变量编辑器、路径编辑器及 GUI 编辑器等。当然,还有许多界面仍是英文标识的。
- 提供了允许注册用户访问的中文帮助网站。但到目前为止,该网站提供的中文帮助文档还相当有限。从帮助目录上看,仅限于 MATLAB,至于 Simulink 等工具包都仍是英文文档;仅就 MATLAB 中文文档看,其中也有相当一部分内容仍是英文的,而且中英文呈现交叉分布,显得不很完整。

由于这种变化刚刚开始,所以它给用户带来的方便尚不能充分体现。目前,中文界面和英文帮助之间缺乏对应、中文专业术语和英文关键词缺乏对应、中文文档和英文文档交叉印证困难等问题肯定是暂时的,可以克服的,但也确实需要比较长的时间。

本书针对以上现状进行了全书修订,以适应 MATLAB R2014a 的中英文两种版本。

### 2. 重写第 1 章基础准备及入门

MATLAB R2014a 采用 Windows 7 风格的中文 Desktop 桌面。早先的英文文字型下拉菜单和狭窄工具条,现已被内容丰富而又一目了然的中文工具带及图标下拉菜单所替代。交互式在线帮助进一步强化,而命令式帮助则相对衰退。为适应这种变化,本版第 1 章的结构和内容都有较大的改动。

### 3. 全面改写第 2 章符号计算

自符号计算引擎改用 MuPAD 以来,历经几年修改,符号工具包现已能使运行机理截然不同的 MuPAD 和 MATLAB 较好地融合。这表现为:运行命令采用 MATLAB 语言风格;符号计算采用与数值计算完全相同的数值算术、关系、逻辑运算符;符号计算的数值结果可像数值计算结果一样直接被 plot 命令接受;MuPAD 中的各种变量假设已可在 MATLAB 环境被全面体现。符号工具包的这种改进,使得早先需要借助 mfun 和 evalin 实现的计算都得以简化。根据符号工具包的这种变化,本版第 2 章对内容进行了全面重组和改写。

## 4. 系统重写第 3 章数组运算及数组化编程

鉴于学生对数组及运算概念比较生疏,对数组运算与矩阵运算异同难以辨别的困惑,本版在历年修订的基础上,对数组、数组运算、矩阵、矩阵运算以及数组化编程进行了比较彻底的内容重组和改写,从而使本书所用的各种专业术语与读者在数学中所理解的术语相一致。

## 5. 修改了第 4 章数值计算中的个别算例

在例 4.1-4 中,修改了 stairs、plot、stem 命令,并使用了 legend 的新调用格式,从而使图形能更鲜明表现 trapz 和 sum 之间的差异。

对例 4.1-7 进行了修改,一方面更突出强调了 fminbnd 只具备搜索局域极小值的能力,另一方面为介绍较大范围内自动搜索最小值的例 6.1-1 做了准备。

## 6. 少量修改了第 5 章数据和函数的可视化

根据 getframe 命令的变化,重写了演示影片动画的例 5.4-6。

## 7. 部分改写第 6 章 M 文件和函数句柄

为体现 MATLAB 数组混合运算可减少循环及条件分支结构的特点,本版对该章中涉及循环和条件分支的内容进行了改写,使之更鲜明地体现 MATLAB 编程与其他语言编程的差别。此外,鉴于 feval 命令在本书极少使用,本版删除了 feval 对函数句柄调用的内容。

## 8. 适应性地修改第 7 章 Simulink 交互式仿真集成环境

由于 Simulink 升级,部分模块、模型窗、模型库及其他对话窗口都有一定的变化,本版在保持原先算例核心内容不变的情况下,进行了适应性修改。其中,例 7.3-1 修改内容较多,尤其是关于器件极性和正方向的描述与本书此前版本区别较大。

## 9. 适应性地修改第 8 章图形用户接口(GUI)

这一章完全针对 MATLAB 中文版界面变化进行修改。

## 10. 附录内容的变化

新版有 4 个附录。“附录 A:字符串、胞元及构架数组”保持不变。“附录 B:Notebook”由旧版第 9 章经压缩改写而成。“附录 C:电子文档使用说明”替代旧版的“附录 B:光盘使用说明”。“附录 D:索引”是根据本新版重新采集命令、属性和 Simulink 模块后编写而成的。

作者

2014 年 8 月于南京

# 前 言

## 1. 编写背景

自 1981 年问世以来, MATLAB 在数学原理、数值方法和解算应用上的创造性处理模式, 不仅使它具有无与伦比的精准有效的数学解算能力和卓越超群的函数、数据特征的图形揭示能力, 而且使非数学专业人士和不完全掌握复杂算法要领的科研人员对 MATLAB 具有独特的亲和力和应用能力。在问世的 30 年间, MATLAB 广泛而深刻地改变了各国高校理工科教学模式, 广泛而深刻地改变了各国科技界的研究和设计模式。正如 2012 年 IEEE 计算机协会向 MATLAB 发明创始人 Cleve Moler 颁发“先驱奖”的颁奖词中所说: “MATLAB 对科研领域影响之深广是难以言表的。MATLAB 已经成为了计算机科学和计算机系统的基本组成部分。”

在中国, MATLAB 的传播虽稍晚于欧美, 但也已应用了近 20 年。现在国内有相当数量的研究机构、研发部门也都借助 MATLAB 进行建模、仿真和设计。在国外引进教材和国内人才需求两方面的推动下, 国内高校的理工科课程教学, 在 MATLAB 的影响下也发生了巨大变化。像欧美高校一样, 国内也已经有不少借助 MATLAB 阐释内容的课程。还有一些课程, 即使原所用教材不含 MATLAB, 也或采用习题、或采用仿真试验、或采用课程设计的方式, 引进了 MATLAB 的应用实例。

## 2. 编写宗旨

从 MATLAB 自身的特点出发, 融作者本人近 20 年来的本科和研究生 MATLAB 教学经验, 以及在科研应用中的直接体验, 把本书编写宗旨定位于: 以应用为主, 兼顾原理和算法说明; 以本科内容为主, 兼顾研究生课程需要; 注重 MATLAB 的基本内容, 跟踪 MATLAB 的版本升级。

具体措施:

- 一、本书将所涉数学内容控制在本科大纲水平。
- 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: 被解算问题的 MATLAB 表述、计算命令的调用格式、多命令协调配合、以及计算结果或函数的适当表达(数据或图形)。
- 三、本书特别强调 MATLAB 面向复数、面向数组的运算特点, 强调数组化编程, 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、考虑到本科课程设计、毕业设计需要, 本书专辟一章讲授图形用户界面的制作要领。
- 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

全书由“目录”、“正文”、“习题”、“附录”、“索引”和“配书电子文档”组成。正文共 8 章, 包含 153 个算例, 83 个习题。

章节内容循由浅入深原则编排。数多量大的算例是本教材一大特色。每个算例都经过精心设计, 它们从不同角度展示 MATLAB 的特点、规则和注意事项。习题分章安排在正文之后, 答案被放置在各章习题的电子文档中。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 描述集 Word 及 MATLAB 于一体的 Notebook 工作环境的创建和使用。附录 C 介绍与书配套的电子文档的用法。附录 D 索引, 便于读者随时据命令名称寻找相关叙述。该附录汇集了本教材所涉及的 MATLAB 命令。除标点符号在最前外, 所有命令按英文字母次序罗列。每个符号或命令后, 罗列着本书介绍或使用该命令的具体节次。

配套电子文档中 DOCX 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。而电子文档 mfile 文件夹上的 M、SLX、MAT 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. 内容简介

全书共 8 章。

**第 1 章 基础准备及入门** 详细讲述 MATLAB 工作界面 Desktop, 介绍 MATLAB 的基本语法、规则和使用方法、讲授如何借助 MATLAB 的自带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计算“引擎”, 所以本章内容相对独立。

**第 3 章 数组运算及数组化编程** 介绍 MATLAB 基本运算单元“数组”, 阐述以数组为基本运算单元的算术、关系、逻辑运算符所服从的“数组运算通则”, 避免和减少循环和条件转向的 MATLAB 数组化编程。此外, 还安排专门节次详述: 矩阵与数组的区别, 即如何使用 MATLAB 独具的矩阵化编程。

**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、随机流的生成和操控、概率统计、多项式和卷积等)的数值解算命令和要领, 帮助学生建立起正确的数值计算概念。

**第 5 章 数据和函数可视化** 阐释理论数学函数可视化的基本步骤、基本命令和协调使用, 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 程序中最常用的四种控制结构、M 函



数文件构造、主函数、子函数以及匿名函数。最后一节专门叙述函数句柄的创建、观察和调用。

**第 7 章 Simulink 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。四个典型算例分别是: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 个算例,从入门引导起步,到控件回调函数编写的纵深。简明地介绍版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标写技巧。

## 5. 教材内容稳定性和软件版本适配性

MATLAB 问世 30 多年来,虽已历经(大小)数十次版本升级,其自身容量已从几百 KB 膨胀到 10 GB 量级,其数据结构已从单一的双精度扩展为多种数据类型,其操作平台已从 DOS 迁移到 Windows,但其基本语法、操作规则和核心命令几乎没有变化。这完全归功于 Mathworks 公司的远见卓识和精湛的面向对象处理技术。

本教材内容除第 2 章符号计算和第 7 章仿真集成环境外,其余内容都用于阐述 MATLAB 主包的基本语法、操作规则和核心命令。这从根本上保证了本教材内容的稳定性。

保证教材与 MATLAB 升级适配,保证教材时新性是本书作者和出版社尽力保障的一个特点。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初学者对 MATLAB 的“亲和感”和“学习心态的愉悦”,有利于初学者更快地掌握和使用 MATLAB。

几年前, MATLAB 不再把 Maple 用作默认符号计算引擎,而开始启用新的符号计算引擎 MuPAD。自那以后, MATLAB 的符号工具包年年都在变化升级。如今 MATLAB 符号工具包的能力已远非昔日可比。本教材的修订,及时准确地描述了现今 MATLAB 符号计算的基本语法规则和运算命令。

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。从另一侧面看,这也意味着, Simulink 模型对版本是比较敏感的。旧版本的 Simulink 模型在新版本的 Simulink 中往往不能直接运行,而需要重新利用新环境中的模块勾画后再运行。基于 Simulink 的这种版本特点,本教材对于每个 Simulink 块图模型的模块参数、仿真算法、步长选取、示波器的设置都加以详细描述,以便确保读者可重现算例演示。

## 6. 教学建议

### (1) 教学环境和形式

- 本教材内容应尽量在多媒体教室讲授。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,学生很容易掌握 M-book 的使用。电子文档中的 DOCX 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。要特别重视算例命令的直接键入练习,只有这样才能加深对 MATLAB 的理解,纠正自己的误解和误操作。建议:学生采用电子文档 mbook 文件夹上的 DOCX 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,其余内容可以渗透在本教材以后的课程中介绍。

● 本教材之所以把“符号计算”安排在第 2 章,是出于本章所涉计算的推演模式相似于大学(数学、专业)教材的考虑。假如不考虑这些,那么本章内容安排在第 3、第 4 章以后讲授也是合适的。

● 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 4.3 节,第 4.4.2 节,第 5.3.4 节,第 5.4 节,第 7 章,第 8 章。

## 7. 致 谢

在本书的讲稿阶段以及出版、修订阶段,先后得到徐彦琴、凌云、张昀、邱国霞、蔡莉莉、刘莉、陈箭锋、赵业锦、靳种宝、江洁、张传飞、朱捷等研究生的帮助和支持。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,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,赘病、错误和偏见仍难避免。在此,本书作者恳切期望得到各方面专家和广大读者的指教。作者电子信箱:zyzh@njupt.edu.cn。

作 者

2006 年 4 月初成于南京

2014 年 8 月修改于南京

# 目 录

## 第 1 章 基础准备及入门 ..... 1

1.1 MATLAB 的安装和工具包选择 .....	1
1.2 MATLAB 桌面 .....	2
1.2.1 MATLAB 桌面的启动 .....	2
1.2.2 MATLAB 桌面的布局 .....	3
1.3 命令窗运行入门 .....	3
1.3.1 命令窗简介 .....	3
1.3.2 最简单的计算器使用法 .....	3
1.3.3 数值、变量和表达式 .....	5
1.4 命令窗操作要旨 .....	15
1.4.1 命令窗的显示方式 .....	15
1.4.2 命令行中的标点符号 .....	17
1.4.3 命令窗的常用控制命令 .....	19
1.4.4 命令窗中命令行的编辑 .....	19
1.5 当前文件夹和路径设置器 .....	20
1.5.1 当前文件夹及其使用 .....	20
1.5.2 搜索路径和路径设置 .....	22
1.6 工作内存区和历史命令窗 .....	23
1.6.1 工作内存区、交互绘图和变量编辑器 .....	23
1.6.2 历史命令窗和 M 文件编辑器 .....	24
1.7 帮助系统及其使用 .....	27
1.7.1 浏览器帮助系统 .....	27
1.7.2 命令窗帮助系统 .....	30
习题 1 .....	31

## 第 2 章 符号计算 ..... 33

2.1 符号对象和符号表达式 .....	33
2.1.1 基本符号对象和运算符 .....	33
2.1.2 符号计算中的函数命令 .....	37
2.1.3 符号表达式和符号函数 .....	37
2.1.4 符号对象的识别 .....	41

2.1.5 符号运算机理和变量假设 .....	42
2.2 符号数字及表达式的操作 .....	45
2.2.1 符号数字转换成双精度数字 .....	45
2.2.2 符号数字的任意精度表达形式 .....	45
2.2.3 符号表达式的基本操作 .....	47
2.2.4 表达式中的置换操作 .....	47
2.3 符号微积分 .....	51
2.3.1 极限和导数的符号计算 .....	51
2.3.2 序列/级数的符号求和 .....	56
2.3.3 符号积分 .....	57
2.4 微分方程的符号解法 .....	60
2.4.1 符号解法和数值解法的互补作用 .....	60
2.4.2 求微分方程符号解的一般命令 .....	60
2.4.3 微分方程符号解示例 .....	61
2.5 符号变换和符号卷积 .....	63
2.5.1 Fourier 变换及其反变换 .....	64
2.5.2 Laplace 变换及其反变换 .....	68
2.5.3 Z 变换及其反变换 .....	70
2.5.4 符号卷积 .....	72
2.6 符号矩阵分析和代数方程解 .....	73
2.6.1 符号矩阵分析 .....	73
2.6.2 线性方程组的符号解 .....	76
2.6.3 一般代数方程组的解 .....	77
2.7 代数状态方程求符号传递函数 .....	79
2.7.1 结构框图的代数状态方程解法 .....	80
2.7.2 信号流图的代数状态方程解法 .....	81
2.8 符号计算结果的可视化 .....	83
2.8.1 直接可视化符号表达式 .....	83
2.8.2 使用数值及符号混合数据绘图 .....	87
2.8.3 可视化与数据探索 .....	90
习题 2 .....	91

**第 3 章 数组运算及数组化编程** ··· 95

- 3.1 数组、结构和创建 ··· 95
  - 3.1.1 数组及其结构 ··· 95
  - 3.1.2 行(列)数组的创建 ··· 97
  - 3.1.3 二维通用数组的创建 ··· 99
  - 3.1.4 数组构造技法综合 ··· 103
- 3.2 数组元素编址及寻访 ··· 105
  - 3.2.1 数组元素的编址 ··· 105
  - 3.2.2 二维数组元素的寻访 ··· 106
- 3.3 数组运算 ··· 109
  - 3.3.1 实施数组运算的算符 ··· 109
  - 3.3.2 实施数组运算的函数 ··· 113
  - 3.3.3 数组运算中的溢出及非数处理 ··· 114
  - 3.3.4 数组化编程 ··· 115
- 3.4 矩阵及其运算 ··· 117
  - 3.4.1 矩阵和数组的异同 ··· 117
  - 3.4.2 矩阵运算符和矩阵函数 ··· 118
  - 3.4.3 矩阵化编程 ··· 121
- 习题 3 ··· 123

**第 4 章 数值计算** ··· 125

- 4.1 数值微积分 ··· 125
  - 4.1.1 近似数值极限及导数 ··· 125
  - 4.1.2 数值求和与近似数值积分 ··· 129
  - 4.1.3 计算精度可控的数值积分 ··· 131
  - 4.1.4 函数极值的数值求解 ··· 135
  - 4.1.5 常微分方程的数值解 ··· 138
- 4.2 矩阵和代数方程 ··· 140
  - 4.2.1 矩阵的标量特征参数 ··· 140
  - 4.2.2 矩阵的变换和特征值分解 ··· 142
  - 4.2.3 线性方程的解 ··· 145
  - 4.2.4 一般代数方程的解 ··· 147
- 4.3 概率分布和统计分析 ··· 150
  - 4.3.1 概率函数、分布函数、逆分布函数和随机数的发生 ··· 150
  - 4.3.2 全局随机流、随机数组和统计分析 ··· 155

- 4.4 多项式运算和卷积 ··· 162
  - 4.4.1 多项式的运算函数 ··· 162
  - 4.4.2 多项式拟合和最小二乘法 ··· 167
  - 4.4.3 两个有限长序列的卷积 ··· 169
- 习题 4 ··· 172

**第 5 章 数据和函数的可视化** ··· 174

- 5.1 引 导 ··· 174
  - 5.1.1 离散数据和离散函数的可视化 ··· 174
  - 5.1.2 连续函数的可视化 ··· 175
- 5.2 二维曲线和图形 ··· 177
  - 5.2.1 二维曲线绘制的基本命令 plot ··· 178
  - 5.2.2 坐标控制和图形标识 ··· 182
  - 5.2.3 多次叠绘、双纵坐标和多子图 ··· 187
  - 5.2.4 获取二维图形数据的命令 ginput ··· 190
- 5.3 三维曲线和曲面 ··· 193
  - 5.3.1 三维线图命令 plot3 ··· 193
  - 5.3.2 三维曲面/网线图 ··· 194
  - 5.3.3 曲面/网线图的精细修饰 ··· 195
  - 5.3.4 透视、镂空和裁切 ··· 200
- 5.4 高维可视化 ··· 202
  - 5.4.1 二维半图命令 pcolor, contour, contourf ··· 202
  - 5.4.2 四维表现 ··· 203
  - 5.4.3 动态图形 ··· 204
- 5.5 图形窗功能简介 ··· 209
- 习题 5 ··· 212

**第 6 章 M 文件和函数句柄** ··· 218

- 6.1 MATLAB 控制流 ··· 218
  - 6.1.1 if-else-end 条件控制 ··· 218
  - 6.1.2 switch-case 控制结构 ··· 220
  - 6.1.3 for 循环和 while 循环 ··· 222
  - 6.1.4 控制程序流的其他常用命令 ··· 226
- 6.2 脚本文件和函数文件 ··· 226
  - 6.2.1 M 脚本文件 ··· 226

6.2.2 M 函数文件 .....	227	8.3.2 菜单定制和标准图标选用 .....	287
6.2.3 局部变量和全局变量 .....	227	习题 8 .....	291
6.2.4 M 函数文件的一般结构 .....	228	<b>附录 A 字符串、胞元及构架数组</b>	
6.3 MATLAB 的函数类别 .....	230	.....	293
6.3.1 主函数(Primary function) .....	230	A.1 字符串数组 .....	293
6.3.2 子函数(Subfunction) .....	230	A.2 胞元数组 .....	296
6.3.3 匿名函数(Anonymous function)		A.3 构架数组 .....	297
.....	232	<b>附录 B Notebook</b> .....	299
6.4 函数句柄 .....	232	B.1 Notebook 的配置和启动 .....	299
6.4.1 函数句柄的创建和观察 .....	232	B.2 M-book 的特征 .....	300
6.4.2 函数句柄的基本用法 .....	233	B.3 Notebook 的基本操作 .....	301
习题 6 .....	236	B.4 输出细胞的格式控制 .....	303
<b>第 7 章 Simulink 交互式仿真集成</b>		<b>附录 C 电子文档使用说明</b> .....	306
<b>环境</b> .....	237	C.1 电子文档的结构 .....	306
7.1 连续时间系统的建模与仿真 ..	237	C.2 电子文档的操作准备 .....	307
7.1.1 基于微分方程的 Simulink 建模		C.3 mbook 文件夹上 DOCX 文件的	
.....	238	使用 .....	307
7.1.2 基于传递函数的 Simulink 建模		C.4 mfile 文件夹上的 M、SLX 文件的	
.....	247	使用 .....	308
7.2 离散时间系统的建模与仿真 ..	251	C.5 其 他 .....	309
7.3 Simulink 实现的元件级电路仿真		<b>附录 D MATLAB 命令索引</b> .....	310
.....	255	D.1 标点及特殊符号命令 .....	310
习题 7 .....	264	D.2 主要函数命令 .....	311
<b>第 8 章 图形用户界面(GUI)</b> .....	266	D.3 Simulink 模块 .....	323
8.1 GUI 入门示例 .....	266	<b>参 考 文 献</b> .....	324
8.2 控件创建及应用示例 .....	273		
8.3 菜单及工具图标的设计示例 ..	285		
8.3.1 为界面配置标准菜单条和工具条			
.....	286		

# 第 1 章

## 基础准备及入门

本章有三个目的：一是讲述 MATLAB 正常运行所必须具备的基础条件；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。

本章的前两节讲述 MATLAB 的正确安装方法和 MATLAB 环境的启动。因为命令窗是 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、算例讲述命令窗的基本操作方法和规则。这部分内容几乎对 MATLAB 各种版本都适用。第 1.5~1.8 节专门介绍 MATLAB 最常用的另 5 个交互界面：历史命令窗、当前目录浏览器、工作内存浏览器、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，本章专设第 1.9 节专门叙述 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 R2014a（即 MATLAB 8.3）版要求 Windows 7 等平台。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，可以在<我的电脑>或<资源管理器>中双击 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 R2014a 时，会出现一个界面，该界面上有两个选项：Typical 和 Custom。由于近年计算机的硬盘容量很大，所以一般用户为使用方便，可直接点选“Typical”即可。

安装完成后，一般会产生两个目录：

- 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 R2014a。
  - 该目录包含 MATLAB 运作所需的所有文件，如启动文件、各种工具包等。

## ● MATLAB 自动生成的供用户使用的工作子目录

- 该子目录是由安装 MATLAB 时自动生成的。用户在 MATLAB 命令窗中,运行 path 命令后,所显示的 MATLAB 完整搜索路径列表的最上方就是该工作目录的全路径名。比如在本书作者的 Windows 7 平台上,所生成的工作子目录的全路径是 C:\Users\User\Documents\MATLAB。(注意:该路径名的细节,随平台、用户计算机的登记名不同而不同。)
- 该工作子目录的名称是 MATLAB。它一方面可以存放用户操作 MATLAB 所产生的 M、MAT、SLX 等文件;另一方面,该子目录上的文件都可以被在 MATLAB 环境中运行的命令调用。

## 1.2 MATLAB 桌面

### 1.2.1 MATLAB 桌面的启动

#### (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 程序图标。在这种情况下,只要直接点击该图标即可启动 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启动“方法一”。

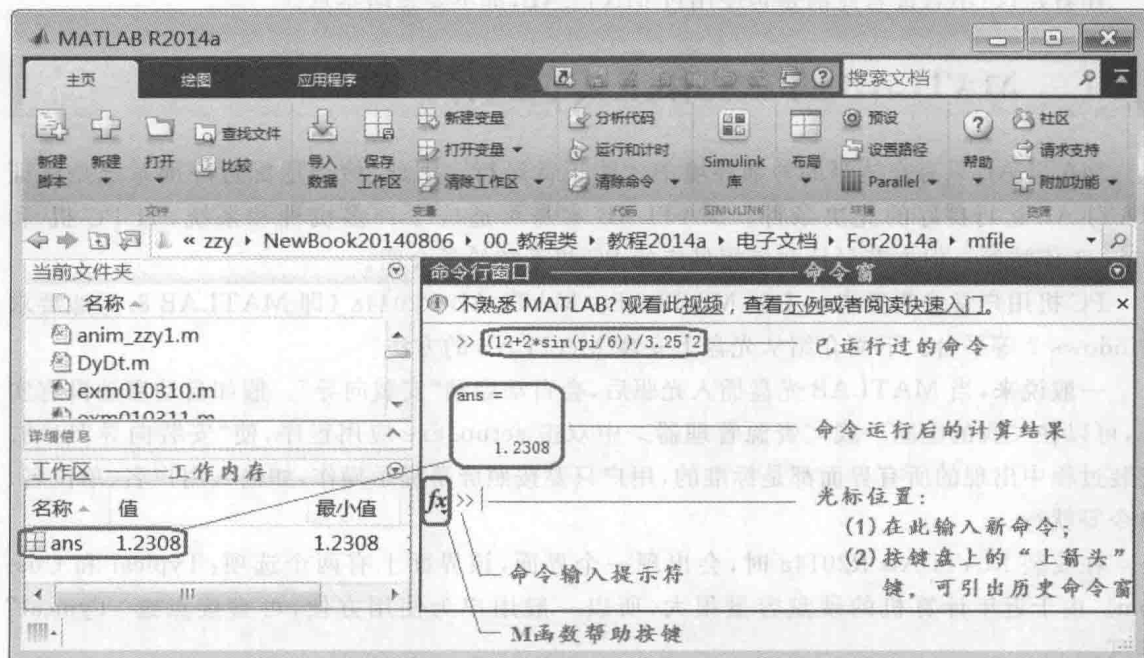


图 1.2-1 中文版 Desktop 操作桌面

#### (2) 方法二


假如 Windows 桌面上没有 MATLAB 图标,那么直接点击 MATLAB\bin 目录下的 matlab.exe,即可启动 MATLAB。当然,为今后操作方便,也可以利用 matlab.exe 在 Windows 桌面上生成一个快捷操作图标 MATLAB。

## 1.2.2 MATLAB 桌面的布局

MATLAB R2014a 版操作桌面(Desktop)是高度集成的 MATLAB 交互工作界面。其中文版的默认形式,如图 1.2-1 所示。整个桌面沿袭中文 Windows 7 风格。

该桌面最上方有三个通栏工具带:主页(HOME)、绘图(PLOTS)和应用程序(APPS)。

桌面(Desktop)的中下部分包含体现 MATLAB 特征的三个功能窗口:命令行窗口(也称命令窗,Command Window)、当前文件夹(Command Current Folder);工作区(即基本工作内存,Workspace)。其中命令行窗口是最基本、最重要、历史最悠久的窗口,它位于桌面右下方,占最大版面。

此外,在桌面顶部右侧还有包含帮助浏览器开启按钮在内的快捷工具条,在工具带和功能窗口区之间有当前文件夹设置操作区。



值得指出:各功能窗与工具带上各种工具菜单的交互使用,可便捷地完成许多功能。关于它们功用的叙述将在后文中分节展开。

## 1.3 命令窗运行入门



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 命令窗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 命令窗简介

MATLAB 命令窗默认地位于 MATLAB 桌面的中间(见图 1.2-1)。假如,用户希望 MATLAB 桌面只保留命令窗,而隐藏其他窗口,那么可采用以下操作步骤:

- 点击 MATLAB 桌面最右上角的“功能卡最小化键”,使展开功能卡中的所有图标全部隐藏。
- 再右击命令窗右上角的键,在弹出菜单中,选择“最大化(Maximize)”菜单项,就可获得如图 1.3-1 所示的界面。

#### 说明

- 若用户希望恢复原先的 MATLAB 桌面,则可采取以下操作实现。
  - 点击命令窗右上角的“复原键”(参见图 1.3-1),就可使当前文件夹、工作内存等窗口恢复到原先的位置。
  - 再点击桌面右上角的“功能卡最大化键”(参见图 1.3-1),就可使功能卡的图标如原先一样展现。
- 图 1.3-1 命令窗中的内容,展现了例 1.3-1 的运行情况。

### 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。



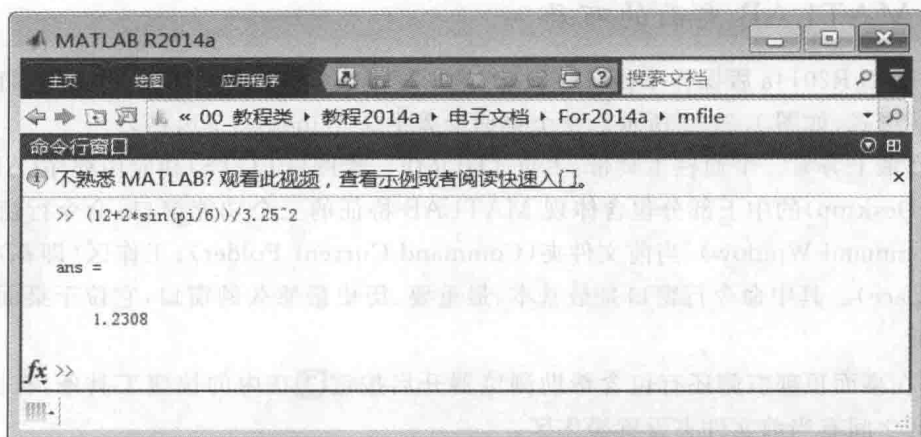


图 1.3-1 命令窗被最大化的桌面

**例【1.3-1】** 求  $\left[12+2\sin\frac{\pi}{6}\right]\div 3.25^2$  的运算结果。本例演示:最初步的命令输入形式和必需的操作步骤;数学表达式和 M 码表达式的区别。

1) 用键盘在 MATLAB 命令窗的 >> 提示符后输入以下内容(参见图 1.2-1 或 1.3-1)

```
(12+2*sin(pi/6))/3.25^2
```

2) 在上述表达式输入完成后,按 [Enter] 键,该命令被执行,并显示如下结果。

```
ans =
    1.2308
```

### 说明

- 本例在命令窗中实际运行的情况参见图 1.3-1。
- 命令行之首的“>>”是自动生成的“命令输入提示符”。本书在此后的输入命令前将不再带提示符“>>”。理由是:一,为表达简洁;二,本书用 MATLAB 的 M-book 写成,而在 M-book 中运行的命令前是没有提示符的。
- MATLAB 的运算符(如+、-、\*、/等)都是各种计算程序中常见的习惯符号;表达式中的 pi 表示圆周率  $\pi$ 。
- 一条命令输入结束后,必须按 [Enter] 键,该命令才被执行。
- 由于本例输入命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)。ans 被保存在 MATLAB 的基本工作内存中,请参见图 1.2-1“工作区”。

**例【1.3-2】** “续行输入”法。本例演示:或由于命令太长,或出于某种需要,输入命令时必须多行书写时,该如何处理。

```
S=1-1/2+1/3-1/4+ ...
```

```
1/5-1/6+1/7-1/8
```

```
S =
    0.6345
```