



国际电气工程先进技术译丛

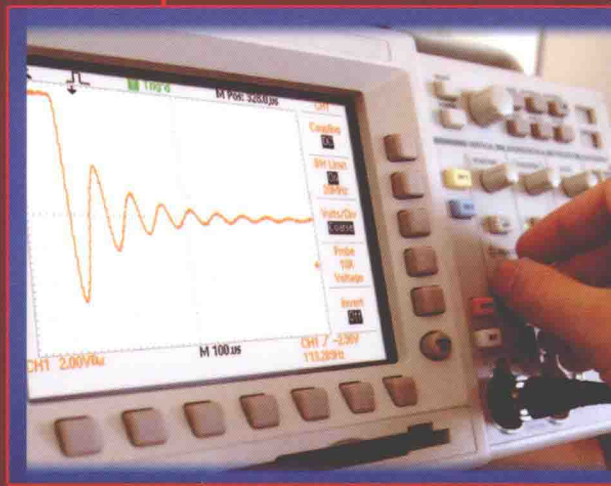
CRC Press  
Taylor & Francis Group

# MATLAB数值分析方法 在电气工程中的应用

Numerical and Analytical Methods  
with MATLAB for Electrical Engineers

(美) William Bober 著  
Andrew Stevens  
负志皓 韩学山 译

机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



国际电气工程先进技术译丛

# MATLAB 数值分析方法在 电气工程中的应用

(美) William Bober Andrew Stevens 著  
负志皓 韩学山 译



机械工业出版社

Numerical and Analytical Methods with MATLAB for Electrical Engineers,  
by William Bober and Andrew Stevens

©2013 by Taylor & Francis Group, LLC.

Authorized translation from English language edition published by CRC Press, part of Taylor & Francis Group LLC. All Rights Reserved. 本书原版由 Taylor & Francis 出版集团旗下 CRC 出版公司出版, 并经其授权翻译出版, 版权所有, 侵权必究。

本书中文简体翻译版授权机械工业出版社独家出版并限在中国大陆地区销售, 未经出版者书面许可, 不得以任何方式复制或发行本书的任何部分。

Copies of this book sold without a Taylor & Francis sticker on the cover are unauthorized and illegal. 本书封面贴有 Taylor & Francis 公司防伪标签, 无标签者不得销售。

本书版权登记号: 图字 01-2013-1414 号

## 图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 数值分析方法在电气工程中的应用/(美)鲍勃(Bober, W.), (美)史蒂文斯(Stevens, A.)著; 负志皓, 韩学山译. —北京: 机械工业出版社, 2014.1  
(国际电气工程先进技术译丛)

书名原文: Numerical and analytical methods  
with MATLAB for electrical engineers

ISBN 978-7-111-45305-5

I. ①M… II. ①鲍…②史…③负…④韩… III. ①  
Matlab 软件-应用-电气工程 IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 000647 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 付承桂 责任编辑: 吕潇

版式设计: 常天培 责任校对: 刘秀丽

责任印制: 张楠

北京京丰印刷厂印刷

2014 年 2 月第 1 版 · 第 1 次印刷

169mm × 239mm · 18 印张 · 367 千字

0 001—3 000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-45305-5

定价: 59.90 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010)88361066

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售一部: (010)68326294

机工官网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部: (010)88379649

机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线: (010)88379203

封面无防伪标均为盗版

本书作者长期从事相关领域的教学科研工作，积累多年经验，系统地介绍了电气工程领域涉及的数值分析方法和应用，并用 MATLAB 呈现简明、易懂、有趣的示例。内容安排上，首先介绍数值分析方法在电气工程领域中的作用和 MATLAB 的基础知识，然后依次论述线性方程组、超越方程、数值积分、常微分方程组、拉氏变换、傅里叶变换、曲线拟合、优化数学的概念、解法和计算机程序，最后介绍 Simulink 仿真工具及其应用说明。该书深入浅出，较全面地涵盖了电气工程领域常用的基本理论和方法，适应在校学生学习 and 现场工程师的应用。

# 译者序

随着计算技术的普及，电气工程领域的工程师在解决实际问题时已离不开计算机，计算机数值计算正在或已取代传统分析技术。以往关于计算机数值分析方法的书籍都是从纯数学角度探讨，晦涩无趣。本书最大的优点在于从实际工程出发，以问题为导向，系统地阐述计算机数值计算的原理、方法和程序，有特别的针对性，是一本难得的好书。

本书以电气工程基础为背景，深入浅出地对计算机数值分析予以总结，值得国内同行借鉴。作者 William Bober 教授从事相关教学多年，对于数值分析方法积累了大量的教学经验。针对电气工程领域的应用特点，和 Andrew Stevens 博士一起编写了本书，较为系统地介绍了电气工程领域常用的主要数值分析方法原理和应用，并基于 MATLAB 编程环境，给出了大量应用实例和代码。本书首先介绍了数值方法在电气工程领域中的应用背景，然后概述了 MATLAB 编程环境和基本用法。在接下来的章节中，依次介绍了线性方程组的求解、代数和超越方程的根、数值积分、常微分方程的数值积分、拉氏变换、傅里叶变换、曲线拟合、优化问题和 Simulink 仿真。全书还以 RLC 电路为主线，贯穿于不同章节中，便于读者对不同数值方法在电路分析中的应用进行对比，更好地理解各种方法的应用场景。书中还对数值分析中较为常用的 MATLAB 内置函数做了详细介绍，结合原理的讲解，给出了应用示例。由于内置函数经过了严格测试，在实际应用中正确的调用可以较好地提高编程效率，并保证代码可靠性。

全书没有过于深奥繁琐的推导，只需最基本的微积分知识即能掌握，加上大量易学易懂的 MATLAB 应用代码，特别适合作为该领域本科生和研究生的入门教程，也适用于该领域的相关技术人员阅读和应用。

在本书翻译过程中，孙景文、张旭、牛睿、吕晓禄、王琳和李业勇等同学先后参与部分章节的翻译、校对以及验证等工作，对译稿的完成做出较大的贡献，在此表示感谢。

由于本书覆盖面广，译者水平有限，译文中难免会有疏漏之处，恳请读者批评指正。

译者

# 前 言

我在佛罗里达大西洋大学 (Florida Atlantic University, FAU) 多年讲授两门针对工程师的计算机应用课程。第一门课程是面向大二学生, 第二门课程是针对大三或大四学生。两门课程都是采用实验室上机讲授的方式, 都用到了 MATLAB 软件。为了让学生熟悉实际工程问题, 一学期中布置了 6~7 项综合练习。根据练习的不同难度, 完成每个练习需要一到两周的时间。我认为帮助学生们完成这些练习科目的最好资源就是这本教材。

这本教材前身是 CRC 出版社出版的由 William Bober、Chi-Tay Tsai 和 Oren Matory 编写的《Numerical and Analytical Methods with MATLAB》。先前的教材主要是面向机械工程的学生。我和 CRC 出版社的 Jonathan Plant 希望再出版一本类似教材以满足电气工程课程的需要。于是邀请 Andrew Stevens 博士加入, 将原有教材中的算例和练习全部换成了适用于电气工程专业的。但原教材中的教学思想仍然保留了下来。

相比其他软件包, MATLAB 独特优势在于其内置的函数可以解决线性方程组、常微分方程组和超越方程的求解, 并涵盖了积分、统计、优化、信号处理问题以及各类实际工程中常见的问题。而且学生版的 MATLAB 软件价格也比较合理。对于学生而言, MATLAB 的这些内置函数基本上就是一个神秘黑匣子。通过数值和解析分析, 将教材内容和 MATLAB 相结合, 可以在一定程度上揭示内置函数的基本原理 (尽管我认为 MATLAB 使用了相对教材内容而言更为高级的数值技术)。书中例题的 MATLAB 示例程序可以引导学生完成布置的练习。我认为其中很多练习很有意义, 对于即将进入工业界或继续深造的工科学生是非常好的训练。

另外, 机房上机讲授课程的好处是教师可以直接帮助学生调试他们编写的示例或练习程序, 本教材中含有相关课程较为丰富的素材, 尤其适用于实验室上机讲授的方式。

本教材的基础是第 2 章关于 MATLAB 编程环境的介绍。然后根据课程不同 (一般是针对大二学生的课程), 将会涉及处理矩阵代数、求根、积分和微分方程的数学内容 (第 3~6 章)。对于更为深入的课程 (可能是针对大三或大四的学生), 将涉及变换技术 (第 7 章和第 8 章) 和更为专业的曲线拟合与优化内容 (第 9 章和第 10 章)。在第 11 章中介绍 MATLAB 的图形化设计环境, Simulink。相关内容也可以安排在课程大纲中的其他位置。

我们试图使每一章都相对独立, 以便指导教师可以根据需要适度调整讲授顺序。很多情况下应用 RLC 电路作为示例, 以减少章节间的依赖, 有助于安排讲解

顺序。在各个章节中，我们都试图给出基于现代电气工程主题的示例。

除第 1 章外，各章均包含综合练习。有些章节包含了部分基本练习，难度较综合练习低，可以在安排综合练习前布置。所有的综合练习都要求学生编程，绝大多数需要应用 MATLAB 的内置函数和求解器。

教材中所有例题程序等相关材料都可以在 CRC 出版社网站上下载：

<http://www.crcpress.com/product/isbn/9781439854297>

MATLAB 和 Simulink 是 MathWorks 公司的注册商标，有关产品信息请联系：

The MathWorks, Inc.

3 Apple Hill Drive

Natick, MA 01760-2098 USA

Tel: 508-647-7000

Fax: 508-647-7001

E-mail: [info@mathworks.com](mailto:info@mathworks.com)

Web: [www.mathworks.com](http://www.mathworks.com)

William Bober

*Florida Atlantic University*

*Department of Civil Engineering*

# 目 录

译者序

前言

第 1 章 电气工程师的数值计算方法 .....	1
1.1 引言 .....	1
1.2 工程技术目标 .....	1
1.3 数值解法的编程 .....	2
1.4 为什么选用 MATLAB .....	2
1.5 MATLAB 编程语言 .....	3
1.6 本书风格说明 .....	4
1.7 示范程序 .....	4
第 2 章 MATLAB 基础 .....	5
2.1 引言 .....	5
2.2 MATLAB 窗口 .....	5
2.3 MATLAB 程序编写 .....	8
2.4 MATLAB 基础 .....	11
2.5 MATLAB 输入/输出 .....	17
2.6 MATLAB 程序控制流 .....	20
2.7 MATLAB 的函数文件 .....	26
2.8 匿名函数 .....	29
2.9 MATLAB 图像 .....	30
2.10 矩阵操作 .....	37
2.11 向量函数操作 .....	39
2.12 使用字符和字符串的其他示例 .....	40
2.13 插值和 MATLAB 的 interp1 函数 .....	44
2.14 MATLAB 的 textscan 函数 .....	46
2.15 将 MATLAB 数据输出到 Excel .....	47
2.16 调试程序 .....	48
2.17 RLC 并联电路 .....	50
基础练习 .....	52
综合练习 .....	52
参考文献 .....	64



<b>第 3 章 矩阵</b> .....	65
3.1 引言 .....	65
3.2 矩阵运算 .....	65
3.3 线性方程组 .....	69
3.4 高斯消去法 .....	73
3.5 高斯-约旦消去法 .....	76
3.6 解的数量 .....	78
3.7 逆矩阵 .....	78
3.8 特征值问题 .....	82
基础练习 .....	86
综合练习 .....	86
参考文献 .....	89
<b>第 4 章 代数及超越方程的根</b> .....	90
4.1 引言 .....	90
4.2 搜索法 .....	90
4.3 二分法 .....	91
4.4 牛顿-拉夫逊法 .....	92
4.5 MATLAB 中的 fzero 与 roots 函数 .....	93
4.5.1 fzero 函数 .....	93
4.5.2 roots 函数 .....	97
综合练习 .....	98
参考文献 .....	103
<b>第 5 章 数值积分</b> .....	104
5.1 引言 .....	104
5.2 定积分和辛普森法则 .....	104
5.3 反常积分 .....	107
5.4 MATLAB 的 quad 函数 .....	109
5.5 静电场 .....	111
5.6 矢量图 .....	113
5.7 MATLAB 的 dblquad 函数 .....	115
基础练习 .....	118
综合练习 .....	119
<b>第 6 章 常微分方程的数值积分</b> .....	126
6.1 引言 .....	126
6.2 初值问题 .....	126

## VIII MATLAB 数值分析方法在电气工程中的应用

6.3 欧拉法 .....	126
6.4 含预测校正算法的改进欧拉法 .....	128
6.5 欧拉法的数值误差 .....	133
6.6 四阶龙格-库塔法 .....	133
6.7 含两个方程的一阶微分方程组 .....	135
6.8 单个二阶微分方程 .....	137
6.9 MATLAB 的 ODE 函数 .....	140
6.10 边界问题 .....	144
6.11 三对角形式线性方程组的求解 .....	144
6.12 差分公式 .....	147
6.13 一维平板电容器问题 .....	148
综合练习 .....	152
<b>第 7 章 拉氏变换 .....</b>	<b>161</b>
7.1 引言 .....	161
7.2 拉氏变换和反变换 .....	161
7.2.1 单位阶跃函数的拉氏变换 .....	165
7.2.2 指数函数的拉氏变换 .....	165
7.2.3 拉氏变换的线性性质 .....	166
7.2.4 延时函数的拉氏变换 .....	166
7.2.5 复指数函数的拉氏变换 .....	166
7.2.6 幂函数的拉氏变换 .....	167
7.2.7 脉冲 (Delta) 函数的拉氏变换 .....	168
7.3 函数导数的拉氏变换 .....	170
7.4 常微分方程求解及初值问题 .....	170
7.5 卷积 .....	179
7.6 拉氏变换在电路中的应用 .....	182
7.7 脉冲响应 .....	185
基础练习 .....	186
综合练习 .....	187
参考文献 .....	189
<b>第 8 章 傅里叶变换和信号处理 .....</b>	<b>190</b>
8.1 引言 .....	190
8.2 周期信号的数学描述: 傅里叶级数 .....	192
8.3 复指数形式的傅里叶级数和傅里叶变换 .....	195
8.4 傅里叶变换的性质 .....	197
8.5 滤波器 .....	200
8.6 连续时间信号的离散时间表达 .....	201

8.7 离散时间信号的傅里叶变换 .....	203
8.8 一个简单的离散时间滤波器 .....	207
综合练习 .....	216
参考文献 .....	219
<b>第9章 曲线拟合 .....</b>	<b>220</b>
9.1 引言 .....	220
9.2 最小二乘法 .....	220
9.2.1 直线最优拟合 .....	220
9.2.2 $m$ 阶多项式的最优拟合 .....	221
9.3 指数函数的曲线拟合 .....	222
9.4 MATLAB 的 polyfit 函数 .....	224
9.5 三次样条函数 .....	228
9.6 interp1 函数在三次样条曲线拟合中的应用 .....	229
9.7 傅里叶级数的曲线拟合 .....	230
综合练习 .....	232
<b>第10章 最优化 .....</b>	<b>236</b>
10.1 引言 .....	236
10.2 无约束优化问题 .....	236
10.3 最速下降法 .....	237
10.4 MATLAB 的 fminunc 函数 .....	241
10.5 有约束条件限制的最优化问题 .....	241
10.6 拉格朗日乘子 .....	244
10.7 MATLAB 的 fmincon 函数 .....	245
基础练习 .....	252
综合练习 .....	253
参考文献 .....	257
<b>第11章 Simulink .....</b>	<b>258</b>
11.1 引言 .....	258
11.2 Simulink 中建立模型 .....	258
11.3 建立模型用到的典型模块 .....	259
11.4 构建和运行模型的技巧 .....	262
11.5 构建子系统 .....	263
11.6 Mux 模块和 Fcn 函数模块的使用 .....	264
11.7 使用 Transfer Fcn 模块 .....	264
11.8 使用 Relay 和 Switch 模块 .....	265
11.9 Trigonometric Function 模块 .....	267

## X MATLAB 数值分析方法在电气工程中的应用

基础练习 .....	270
综合练习 .....	270
参考文献 .....	272

### 附录 MATLAB 绘图中的特殊字符 .....

273

参考文献 .....	274
------------	-----

# 第 1 章 电气工程师的数值计算方法

## 1.1 引言

在科学研究和工程应用领域，为了分析复杂问题，都使用数值计算方法。而电气工程是该应用最为广泛的领域之一。

本书介绍的数值求解方法，主要针对电气工程应用的各类问题和技术，涉及电路设计、电磁场理论和信号处理等方面。尽管工程师掌握了若干分析、解决问题的数学方法，如线性代数、微分方程、变换式、向量计算等，但是，在许多情况下，寻找一个解析解是非常复杂的，常会忽略问题的内在物理本质。然而，在借助计算机技术，通过数值方法解决这些问题的过程中，往往回归到最基本的物理关系，比如电容电流和电压的微分关系或者点电荷的电场分布等。一个用符号公式很难解决的问题往往可以用数值方法轻松解决。很多场景下，由于习惯了高级计算的思维方式，较为简单的数值解法反而没有想到。

## 1.2 工程技术目标

工程技术的一些基本目标包括：

- 设计新产品或改善现有产品性能；
- 提高生产效率；
- 追求成本、能源消耗和不可再循环利用工程（Nonreturnable engineering, NRE）等成本最低；
- 投资回报（Return on Investment, ROI）最大；
- 缩短产品投放市场时间。

工程师会经常应用物理和数学定律来实现这些目标。

许多电气工程过程涉及精巧和昂贵费时的生产工序。例如，集成电路的制作过程可能涉及数千个生产工序，包括晶圆制备、掩模制造、光刻、扩散和注入、切割、测试、封装等。这些工序需要大量资金并且要在无尘车间生产数周甚至数月，出现任何设计失误都得重新进行整个过程，造成经济损失。因此，作为设计者有责任在投产之前尽可能地对设计进行建模仿真，以消除设计瑕疵，并将这种最终出品前的工作量降至最低。

以集成电路的设计为例，用计算机进行以下工作：

## 2 MATLAB 数值分析方法在电气工程中的应用

- a. 设计阶段：求解物理现象的数学模型（如预测 PN 结的特性）；
- b. 测试阶段：保存并分析实验数据（如实验室测量的实际 PN 结特性与预测结果相比较）；
- c. 生产阶段：控制机器操作来制造，并测试硅晶圆和切割。

### 1.3 数值解法的编程

物理现象问题通常可由一组基本方程来近似描述，数值方法可用于难以获得解析定式解时基本方程的求解。数值方法总会应用计算机并按照设定流程对离散数字进行算术运算。这个计算流程在程序中定义，以下情况可获得实用解：

- a. 数学模型精确地反映了物理现象，即模型的基本方程正确；
- b. 数值方法是准确的；
- c. 对数值方法进行了正确的编程。

本书主要关注 b 项和 c 项。

使用计算机的优势是它能够在零点几秒内执行多次计算。到目前为止，计算机的运算速度以万亿浮点运算（每秒进行数万亿次浮点运算）来计量。然而，为了利用这种能力，需要编写一系列的指令，即程序。对于本书关注的问题，数字计算机只能进行算术、逻辑运算和图形操作。因此，算术过程必是用来解微分方程、求积分、求方程的根以及解线性方程组等。算术过程通常涉及代数方程组的求解。这些问题的计算机解法主要涉及程序编写，从而定义求解所关注问题解的详细过程。获得解的方法称为算法。对于特定的问题，可写特定算法，或者用软件包（如 MATLAB 内嵌的程序）来运行一些经典算法，如用龙格-库塔法来解一组常微分方程或者用辛普森公式来求积分。

### 1.4 为什么选用 MATLAB

MATLAB 软件（以下简称 MATLAB）最初是在 20 世纪 70 年代由新墨西哥大学的 Cleve Moler 博士写成，并在 20 世纪 80 年代由 MathWorks 公司商业化。MATLAB 是一个通用性的数值计算软件包，可以高效地求解复杂的方程，并且生成丰富的表格或图形输出。虽然电气工程师有许多可用的数值计算软件包，但大多都是针对特定的应用（如 SPICE 专门用于对电子电路进行建模）。在图形录入、布局或结构设计方面，MATLAB 不同于 CAD（Computer Aided Design，计算机辅助设计）软件，尽管这类软件也集成了部分数值计算软件包。

最初的 MATLAB 是一个运行于 MS-DOS 和 UNIX 主机上的命令行程序。随着计算机的进步，MATLAB 也同步发展。现在的 MATLAB 已经可以在 Windows 环境下运行。到本书写作之时，MATLAB R2011b 版本已经能够在 Microsoft Windows、Ap-

ple Mac OS 和 Linux 操作系统下运行了，本书只针对 Microsoft Windows 环境下运行 MATLAB 的情况，对于非 Windows 的用户，可将应用直接转换到相应系统下，不同系统下 MATLAB 之间的区别仅限于界面风格不同和程序的表现方式不同，而不是 MATLAB 命令本身的不同，所有版本所有系统平台上的 MATLAB 都使用相同的命令集，并且所有系统平台的命令窗口运行起来都是相同的。

MATLAB 提供额外收费的“工具箱”，在控制系统、图像处理、射频（RF）设计、信号处理等许多领域都有大量的对应工具箱以供使用。本书侧重基础性的数值概念，仅限于讲述 MATLAB 的基本功能，并不要求购买任何额外的工具箱。

## 1.5 MATLAB 编程语言

计算机的编程有许多种分类，目前主要归结为以下几方面：

- a. 对需要编程解决的问题进行研究；
- b. 根据已知的物理现象和问题的几何特点，列出程序中应用的代数方程；
- c. 对程序流程和算法进行总体设计，可以通过写流程图或者高级伪代码来勾画出主程序模块的框架；
- d. 执行一个简单算例验证算法；
- e. 利用代数方程和程序框架编写程序；
- f. 通过运行程序并改正其中的语法错误来调试程序；
- g. 通过代入有已知（或比较明确）解的参数运行程序来测试程序；
- h. 反复进行这几步来提炼并进一步调试算法和程序流程；
- i. 如果必要，修正程序来提高运行速度。

有经验的程序员可能省略其中的几步，但是总体过程与工程项目非常相似：设计、制造原型、测试，重复这个过程直至获得满意的产品。

可以认为 MATLAB 是一种独立的编程语言或者脚本语言，但是与所有的编程语言一样，它有以下核心内容：

- a. 数据类型，也就是程序中储存数字和文本的格式（如整数、双精度浮点数、字符串、向量、矩阵等）；
- b. 运算符（如加法、乘法、余弦、对数命令）；
- c. 做出判断和执行循环操作的流程控制指令（如 if、while、switch 等）；
- d. 输入/输出（I/O）命令，用于从用户或文件接收输入，并将结果输出到文件或屏幕（如 fprintf、fscanf、plot、stem、surf 等）。

MATLAB 从其他语言中借鉴了许多构想。例如 while、switch 和 fprintf 命令都是从 C 语言（或后来的 C++，Java 和 Perl 等语言）中借鉴的。然而，MATLAB 也与其他语言存在一些根本性差异。例如，MATLAB 将函数（在其他语言中称为“子程序”）储存在独立的文件中。一个向量（也就是大多数其他语言中的数组）中的

第一个元素索引是由数字 1 开始而不是 0。最大的区别是所有 MATLAB 变量都是向量，因此具备通过简明语法来处理大量的数据且仅用几行语句就能解决复杂问题的能力。另外，由于 MATLAB 的运行通常是交互式的，它也有非常丰富的表现函数来呈现高级的绘图和图表。

## 1.6 本书风格说明

本书中采用如下的印刷风格：

- 所有来自 MATLAB 的和经 MATLAB 计算得到的输入/输出结果用打字机字体 (如 typewriter) 显示

- 在用户直接输入数据到计算机的情况下，所输入的文本用加粗字体表示通过以下的例子说明这一点，用 MATLAB 来求  $x = \sin(\pi/4)$  的  $x$  值：

```
>> x = sin(pi/4)
x =
0.7071
```

在这种情况下，>> 代表 MATLAB 的提示符，**x = sin(pi/4)** 代表输入 MATLAB 命令窗口的文本，x = 0.7071 代表 MATLAB 响应程序的输出。

## 1.7 示范程序

本书中的示范程序可从 <http://www.crcpress.com/product/isbn/9781439854297> 下载得到。学生可以在自己的计算机上运行范例程序并得到结果。学生自己输入的一些简单程序不可避免地含有语法和录入错误，因此他们有机会来看 MATLAB 如何响应程序错误，并随后学会如何解决这些错误。



## 第 2 章 MATLAB 基础

### 2.1 引言

MATLAB<sup>®</sup>是一个进行数值计算、数据分析和绘图的软件程序。MATLAB 相对于 C 或者 C++ 等其他编程语言的主要优势在于 MATLAB 可以数值求解大型的线性方程，常微分方程，超越方程的根，积分、统计、优化、控制以及工程中遇到的各种问题。MATLAB 还可提供解决特定领域专业问题的工具箱（需要单独购买）。

本章包含下列内容：

- MATLAB 桌面环境；
- MATLAB 脚本（又称为程序）的编写；
- MATLAB 基础和基本命令，包括 clear、clc、冒号运算符、算术运算符、三角函数、对数和指数函数以及其他函数，如 max、min、length；
- MATLAB 的输入/输出，包括 input 和 fprintf 语句；
- MATLAB 程序流程指令，包括 for 循环、while 循环、if 和 elseif 语句以及 switch 组合语句；
- MATLAB 函数文件和匿名函数；
- MATLAB 绘图，包括 plot 和 subplot 命令；
- 处理矩阵；
- 处理向量函数；
- 处理字符和字符串；
- 插值和 MATLAB 的 interp1 函数；
- MATLAB 的 textscan 函数；
- MATLAB 结果输出至诸如 Microsoft Excel 等其他软件；
- 程序调试。

本章中各相关主题中都包含许多实例脚本来辅助说明。

### 2.2 MATLAB 窗口

在 Microsoft Windows 操作系统下，MATLAB 可以通过开始菜单或单击桌面上的 MATLAB 图标来启动。MATLAB 启动后，将打开一个包含有 MATLAB “桌面”（不