

理论与实践并重、站在工程与科技的前沿

最新版

MATLAB

在数学方面的应用

何正风◎编著

取材科学、结构严谨

科学计算的最新技术

MATLAB应用最佳手册

配套资源下载: www.tup.com.cn



清华大学出版社

MATLAB 在数学方面的应用

何正风 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

MATLAB 是一款优秀的数学计算软件,在高等数学实验与建模中应用广泛。本书主要讲解了 MATLAB 在这些方面的应用方法及使用技巧。

本书知识覆盖面广,包括高等数学的各个应用方面,通过大量的实例演示让读者有目的、有方向地学习 MATLAB。主要内容包括 MATLAB 的使用、MATLAB 的程序设计及绘图功能、科学计算、概率与数理统计分析、回归及插值拟合运算、数据分析、优化设计、数学建模等内容。

本书既可作为高等院校理工科相关课程的教材,也可作为工程技术人员和广大 MATLAB 爱好者的工具用书。

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 在数学方面的应用/何正风编著. —北京:清华大学出版社,2012.1

ISBN 978-7-302-27216-8

I. ①M… II. ①何… III. ①高等数学-实验-MATLAB 软件 IV. ①O13-33 ②O245

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 224700 号

责任编辑:钟志芳

封面设计:刘 超

版式设计:文森时代

责任校对:张彩凤

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社 总 机:010-62770175

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

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

邮 购:010-62786544



印 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:24.75 字 数:569 千字

版 次:2012 年 1 月第 1 版 印 次:2012 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:45.00 元

前言

MATLAB 是矩阵实验室 (Matrix Laboratory) 的简称, 是由美国 MathWorks 公司发布的, 主要面对科学计算、可视化以及交互式程序设计的高科技计算环境。它将数值分析、矩阵计算、科学数据可视化以及非线性动态系统的建模和仿真等诸多强大功能集成在一个易于使用的视窗环境中, 为科学研究、工程设计以及必须进行有效数值计算的众多科学领域提供了一种全面的解决方案, 并在很大程度上摆脱了传统非交互式程序设计语言 (如 C、Fortran) 的编辑模式, 代表了当今国际科学计算软件的先进水平。

MATLAB 具有其他高级语言难以比拟的一些优点, 编写简单, 编程效率高, 易学易懂, 因此 MATLAB 语言被通俗地称为演算纸的科学算法语言。在控制、通信、信号处理及科学计算等领域中, MATLAB 都被广泛地应用, 已经被认可为能够有效提高工作效率、改善设计手段的工具软件, 掌握了 MATLAB 就好比掌握了开启这些专业领域大门的钥匙。

高等数学实验与建模是数学的一个分支, 它是利用计算机求解各种数学问题的方法。现今, 科学计算能力已经成为一个国家科技发展水平的重要标志之一。随着计算技术的发展, 曾经出现过多种的计算语言, 经过几十年的变迁, 有些语言已逐步被淘汰了, MATLAB 以其顽强的生命力生存下来, 并且还稳健地向前发展。

全书分为 8 章, 其各章内容概述如下。

第 1 章, MATLAB 的使用。本章比较详细地介绍了 MATLAB 的编程基础及基本方法, 从最基本的软件界面认识到程序设计方法都有涉及。读者通过本章的学习可以掌握 MATLAB 程序设计的基本方法, 为后面章节的学习打下坚实的基础。

第 2 章, MATLAB 的程序设计及绘图功能。MATLAB 自产生之日起就具有方便的数据可视化功能, 能将向量和矩阵用图形表现出来, 并且可以对图形进行标注和打印。本章主要介绍了 MATLAB 的 M 文件、流程控制、二维绘图及三维绘图等, 使读者对 MATLAB 编程及绘图能力的强大有一个初步的认识。

第 3 章, 科学计算。本章介绍科学计算, 主要包括数据处理、微积分计算、线性及非线性方程求解等内容, 让读者了解到 MATLAB 计算的强大功能。

第 4 章, 概率与数理统计分析。本章主要介绍了随机数的产生、均值与方差、假设检验等内容, 向读者展示了 MATLAB 在概率与数理统计分析中的应用。

第 5 章, 回归及插值拟合运算。本章介绍了常用的回归及插值拟合运算方法, 主要包括一元或多元线性回归、非线性回归、插值及拟合等内容。

第 6 章, 数据分析。本章主要介绍了估计与滤波、向量的距离、常见因子分析、数据变换等内容, 即使读者对数据的处理方法有直观的了解, 又能使读者真正有效地掌握这些工具。

第 7 章, 优化设计。本章主要介绍了线性优化设计、非线性优化设计及整数线性规划

等内容，本章向读者演示了许多实际例子，让读者可以学以致用。

第 8 章，数学建模。本章结合前面介绍的高等数学实验方法介绍了一些综合性、应用性、实践性较强的实验建模，让读者对前面学习的数学实验方法有一个“质”的认识，也对前面学习的数学方法起到一个复习巩固的作用。

本书叙述清晰、语言通俗易懂，内容全面，实用性、综合性强。

参加本书编写的有张德丰、丁伟雄、雷晓平、周燕、杨文茵、何正风、周品、赵新芬、赵书梅、栾颖、刘志为、张欢。

由于时间仓促，加之作者的水平与经验有限，书中疏漏之处在所难免，请广大专家、读者及行内人士批评指正，以便修订使之更加完善。

目 录

第 1 章	MATLAB 的使用	1
1.1	MATLAB 简介	1
1.1.1	MATLAB 的特点	1
1.1.2	MATLAB R2010a 新功能的特点	3
1.1.3	MATLAB 的功能演示	4
1.1.4	MATLAB 的界面	7
1.1.5	MATLAB 的联机帮助	13
1.2	MATLAB 的变量及其精度	19
1.2.1	变量	19
1.2.2	变量精度	20
1.3	运算符与操作符	21
1.4	MATLAB 的矩阵运算	23
1.4.1	矩阵的表示	23
1.4.2	符号矩阵的创建	24
1.4.3	多维数组的创建	25
1.4.4	特殊矩阵的生成	26
1.4.5	矩阵的访问与赋值	31
1.4.6	矩阵的运算	33
1.4.7	矩阵的其他运算	36
第 2 章	MATLAB 的程序设计及绘图功能	42
2.1	MATLAB 程序设计原则	42
2.2	M 文件	42
2.2.1	脚本 M 文件	43
2.2.2	函数 M 文件	44
2.3	MATLAB 流程控制	45
2.3.1	顺序结构	45
2.3.2	分支结构	47
2.3.3	循环结构	49
2.3.4	错误控制结构	51
2.3.5	其他流程控制	52
2.4	MATLAB 二维绘图	54
2.4.1	二维绘图	55
2.4.2	图形的辅助工具	57
2.4.3	其他二维绘图	60

2.5	MATLAB 的三维绘图	67
2.5.1	三维曲线图	67
2.5.2	三维曲面图	68
2.5.3	标准三维曲面	71
2.5.4	其他三维曲面	73
2.6	MATLAB 图像处理	77
2.6.1	图像的读写	77
2.6.2	图像的显示	78
2.7	MATLAB 动画制作	81
2.7.1	擦除式制作动画	81
2.7.2	质点式制作动画	83
2.7.3	电影式制作动画	84
2.7.4	映像式制作动画	85
第 3 章	科学计算	86
3.1	数据处理	86
3.2	符号微积分	94
3.2.1	符号微分	94
3.2.2	符号积分	96
3.3	数值微积分及级数	98
3.3.1	数值微分	98
3.3.2	数值积分	100
3.3.3	级数	104
3.4	求解非线性方程 (组)	105
3.4.1	用数值法求解非线性方程	106
3.4.2	用数值法求解非线性方程组	112
3.4.3	用符号法求解非线性方程 (组)	115
3.5	求解线性方程 (组)	119
3.5.1	LU 分解法求解线性方程组	119
3.5.2	QR 分解法求解线性方程组	122
3.5.3	Cholesky 分解法求解线性方程组	123
3.5.4	双共轭梯度法求解线性方程组	125
3.5.5	广义最小残差法求解线性方程组	127
3.6	微分方程的求解	129
3.6.1	微分方程数值求解	129
3.6.2	延迟微分方程组的数值解	139
3.6.3	常微分方程的边界问题	141
第 4 章	概率与数理统计分析	144
4.1	随机数的产生	144

4.1.1 常见分布的随机数据的产生	144
4.1.2 概率累加函数	149
4.1.3 概率密度函数	152
4.1.4 逆累积分布函数	154
4.2 均值与方差	157
4.3 参数及区间估计	160
4.3.1 参数估计	160
4.3.2 区间估计	162
4.4 假设检验	165
4.4.1 Z 检验	167
4.4.2 T 检验	168
4.4.3 两总体均值假设 T 检验法	169
4.4.4 非参数检验	170
4.5 方差分析	173
4.5.1 单因素方差分析	173
4.5.2 双因素方差分析	174
4.5.3 多因素方差分析	175
4.6 正交试验分析	178
4.6.1 极差分析	178
4.6.2 方差分析	180
第 5 章 回归及插值拟合运算	183
5.1 一元线性回归	183
5.1.1 一元线性回归分析模型	183
5.1.2 模型参数的估计	183
5.1.3 检验、预测与控制	184
5.1.4 一元线性回归的 MATLAB 实现	185
5.2 非线性回归	194
5.2.1 非线性回归模型	195
5.2.2 非线性回归的 MATLAB 实现	195
5.3 多元线性回归分析	199
5.3.1 多元线性回归模型	199
5.3.2 未知参数估计	200
5.3.3 多元回归方程的显著性检验	200
5.3.4 预测	201
5.3.5 多元回归方程的 MATLAB 实现	202
5.4 插值	206
5.4.1 插值基本概念及其编程实现	206
5.4.2 分段线性插值	212
5.4.3 样条插值	214



5.4.4	高维插值	217
5.5	拟合	222
5.5.1	非线性最小二乘拟合	223
5.5.2	线性最小二乘拟合	227
第 6 章	数据分析	230
6.1	估计与滤波	230
6.1.1	最小二乘估计	230
6.1.2	Gauss-Markov 估计	233
6.1.3	Kalman 滤波	235
6.2	向量的距离	237
6.2.1	向量的各种距离定义	237
6.2.2	数据判别分析	242
6.3	常见因子分析	249
6.3.1	主成分分析	249
6.3.2	因子分析	251
6.4	数据变换	261
6.4.1	分数傅里叶变换	261
6.4.2	小波变换	265
第 7 章	优化设计	277
7.1	工程优化问题概述	277
7.2	线性优化设计	278
7.2.1	线性模型概述	278
7.2.2	线性模型实现	279
7.3	非线性规划问题	287
7.3.1	一元函数极小	287
7.3.2	多元函数极小	290
7.3.3	非线性规划	295
7.3.4	二次规划	302
7.3.5	半无限多元函数优化问题	304
7.3.6	多目标规划	306
7.3.7	最大最小极值	308
7.4	整数线性规划	309
7.5	0-1 型整数线性规划	311
7.6	动态规划	314
7.6.1	动态规划基本概念	314
7.6.2	逆算法与 MATLAB 程序实现	315
第 8 章	数学建模的综合应用实例	324
8.1	矩阵代数建模	324

8.1.1 投入产生分析	324
8.1.2 基因遗传	326
8.2 函数与方程建模	328
8.2.1 购房贷款利率	328
8.2.2 混沌现象	329
8.3 线性方程建模	334
8.4 随机与概率建模	336
8.4.1 粒子群优化算法	336
8.4.2 粒子游动	338
8.4.3 概率检验	340
8.4.4 追击曲线问题	343
8.4.5 蒲丰投针问题	344
8.4.6 报童售报问题	347
8.5 数据拟合与预测建模	349
8.5.1 凸轮设计	349
8.5.2 人口预测	351
8.6 古典密码与破译	355
8.7 背包问题	361
8.7.1 贪心法	361
8.7.2 穷举法	363
8.8 经济学模型建模	365
8.8.1 凯恩斯模型建模	365
8.8.2 封闭经济系统的动态 IS-LM 模型建模	367
8.8.3 开放经济系统的动态 IS-LM-BP 模型建模	368
8.9 美丽的分形图案	370
8.9.1 Koch 曲线	370
8.9.2 迭代函数系统	378
参考文献	384

第 1 章 MATLAB 的使用

MATLAB 是矩阵实验室 (Matrix Laboratory) 的简称, 是美国 MathWorks 公司出品的商业数学软件, 用于算法开发、数据可视化、数据分析以及数值计算的高级技术计算语言和交互式环境, 主要包括 MATLAB 和 Simulink 两大部分。

1.1 MATLAB 简介

MATLAB 主要面对科学计算、可视化以及交互式程序设计的高科技计算环境。它将数值分析、矩阵计算、科学数据可视化以及非线性动态系统的建模和仿真等诸多强大功能集成在一个易于使用的视窗环境中, 为科学研究、工程设计以及必须进行有效数值计算的众多科学领域提供了一种全面的解决方案, 并在很大程度上摆脱了传统非交互式程序设计语言 (如 C、Fortran) 的编辑模式, 代表了当今国际科学计算软件的先进水平。

MATLAB、Mathematica 和 Maple 并称为三大数学软件。在数学类科技应用软件中它在数值计算方面首屈一指。MATLAB 可以进行矩阵运算、绘制函数和数据、实现算法、创建用户界面、连接其他编程语言的程序等, 主要应用于工程计算、控制设计、信号处理与通信、图像处理、信号检测、金融建模设计与分析等领域。

1.1.1 MATLAB 的特点

MATLAB 自 1984 年由 MathWorks 公司推向市场以来, 历经二三十年的发展与竞争, 现已在软件界独占鳌头。高效的数值计算及符号计算功能, 能使用户从繁杂的数学运算分析中解脱出来; 完备的图形处理功能, 实现计算结果和编程的可视化、友好的用户界面及接近数学表达式的自然化语言, 使学习者易于学习和掌握; 功能丰富的应用工具箱 (如信号处理工具箱、通信工具箱等), 为用户提供了大量方便实用的处理工具。

MATLAB 普遍的功能特点如下:

(1) 友好的工作平台和编程环境

MATLAB 由一系列工具组成。这些工具方便用户使用 MATLAB 的函数和文件, 其中许多工具采用的是图形用户界面, 包括 MATLAB 桌面和命令窗口、历史命令窗口、编辑器和调试器、路径搜索和用于用户浏览的帮助、工作空间、文件的浏览器。随着 MATLAB 的商业化以及软件本身的不断升级, MATLAB 的用户界面也越来越精致, 更加接近 Windows 的标准界面, 人机交互性更强, 操作更简单。而且新版本的 MATLAB 提供了完整的联机查询、帮助系统, 极大地方便了用户的使用。简单的编程环境提供了比较完备的调试系统,

程序不必经过编译就可以直接运行，而且能够及时地报告出现的错误及进行出错原因分析。

(2) 高效的数值计算及符号计算功能

MATLAB 以矩阵作为数据操作的基本单位，这使得矩阵运算变得非常简捷、方便和高效。MATLAB 还提供了十分丰富的数值计算函数，而且所采用的数值计算算法都是国际公认的最先进、可靠的算法，其程序由世界一流专家编制和高度优化。高质量的数值计算功能为 MATLAB 赢得了声誉。在实际应用中，除了数值计算外，往往要得到问题的解析解，这属于符号计算的领域。MATLAB 和著名的计算语言 Maple 相结合，使得 MATLAB 具有了符号计算功能。

(3) 具有完备的图形处理功能

MATLAB 自产生之日起就具有方便的数据可视化功能，可将向量和矩阵用图形表现出来，并且可以对图形进行标注和打印。高层次的作图包括二维和三维的可视化、图像处理、动画和表达式作图，可用于科学计算和工程绘图。新版本的 MATLAB 对整个图形处理功能作了很大的改进和完善，使它不仅在一般数据可视化软件都具有的功能（如二维曲线和三维曲面的绘制和处理等）方面更加完善，而且对于一些其他软件所没有的功能（如图形的光照处理、色度处理以及四维数据的表现等），同样表现出出色的处理能力。同时对一些特殊的可视化要求，例如图形对话等，MATLAB 也有相应的功能函数，保证了用户不同层次的要求。另外新版本的 MATLAB 还着重在图形用户界面（GUI）的制作上作了很大的改善，对这方面有特殊要求的用户也可以得到满足。

(4) 强大的科学计算及数据处理能力

MATLAB 是一个包含大量计算算法的集合。其拥有 600 多个工程中要用到的数学运算函数，可以方便地实现用户所需的各种计算功能。函数中所使用的算法都是科研和工程计算中的最新研究成果，而且经过了各种优化和容错处理。在通常情况下，可以用它来代替底层编程语言，如 C 和 C++。在计算要求相同的情况下，使用 MATLAB 的编程工作量会大大减少。MATLAB 的这些函数集包括从最简单、最基本的函数到诸如矩阵、特征向量、快速傅里叶变换的复杂函数。函数所能解决的问题大致包括矩阵运算和线性方程组的求解、微分方程及偏微分方程组的求解、符号运算、傅里叶变换和数据的统计分析、工程中的优化问题、稀疏矩阵运算、复数的各种运算、三角函数和其他初等数学运算、多维数组操作以及建模动态仿真等。

(5) 扩充能力强，交互性好

新版本的 MATLAB 可以利用 MATLAB 编译器和 C/C++ 数学库和图形库，将自己的 MATLAB 程序自动转换为独立于 MATLAB 运行的 C 和 C++ 代码。允许用户编写可以和 MATLAB 进行交互的 C 或 C++ 语言程序。另外，MATLAB 网页服务程序还允许在 Web 应用中使用自己的 MATLAB 数学和图形程序。MATLAB 的一个重要特色就是具有一套程序扩展系统和一组称之为工具箱的特殊应用子程序。工具箱是 MATLAB 函数的子程序库，每一个工具箱都是为某一类学科专业和应用而定制的，主要包括信号处理、控制系统、神经网络、模糊逻辑、小波分析和系统仿真等方面的应用。

(6) 功能丰富的应用工具箱

MATLAB 包含两部分内容：基本部分和各种可选的工具箱。基本部分构成了 MATLAB

的核心内容，也是使用和构造工具箱的基础。MATLAB 工具箱分为两大类：功能性工具箱和学科性工具箱。功能性工具箱主要用于扩充其符号计算功能，可视建模仿真功能及文字处理功能等。学科性工具箱专业性比较强，如控制系统工具箱（Control System Toolbox）、信号处理工具箱（Signal Processing Toolbox）、神经网络工具箱（Neural Network Toolbox）、最优化工具箱（Optimization Toolbox）、金融工具箱（Financial Toolbox）、统计工具箱（Statistics Toolbox）等。这些工具箱都是由该领域内学术水平很高的专家编写的，用户可以直接利用这些工具箱进行相关领域的科学研究。

MATLAB 具备很强的开放性。除内部函数外，所有 MATLAB 基本文件和各工具箱文件都是可读、可改的源文件，用户可通过对源文件的修改或加入自己编写的文件去构成新的专用工具箱。

1.1.2 MATLAB R2010a 新功能的特点

MATLAB R2010a 除了具有 MATLAB 旧版本的功能特点外，还具有其他一些新功能特点，分别介绍如下：

（1）MATLAB R2010a 的新功能

MATLAB R2010a 包括 MATLAB 和 Simulink 的若干新功能的一款新产品以及对其他 85 款产品的更新和缺陷修复。已经购买 MathWorks 软件维护服务的用户可以下载产品更新。

（2）MATLAB 产品系列的新功能

MATLAB 产品系列的新功能有：

- ☐ 增加更多多线程数学函数，增强文件共享、路径管理功能以及改进 MATLAB 桌面。
- ☐ 新增用于在 MATLAB 中进行流处理的系统对象，并在 Video and Image Processing Blockset 和 Signal Processing Blockset 中提供超过 140 种支持算法。
- ☐ 针对 50 多个函数提供多核支持并增强性能，并对图像处理工具箱中的大型图像提供更多支持。
- ☐ 在全局优化工具箱和优化工具箱中提供新的非线性求解器。
- ☐ 能够从 Symbolic Math Toolbox 中生成 Simscape 语言方程。
- ☐ 在 SimBiology 中提供随机近似最大期望（SAEM）算法。

（3）Simulink 产品系列的新功能

Simulink 产品系列的新功能有：

- ☐ 在 Simulink 中提供可调参数结构、触发模型块以及用于大型建模的函数调用分支。
- ☐ 在嵌入式 IDE 链接和目标支持包中提供针对 Eclipse、嵌入式 Linux 及 ARM 处理器的代码生成支持。
- ☐ 在 IEC 认证工具包中提供对 Real-Time Workshop Embedded Coder 和 PolySpace 产品的 ISO 26262 认证。
- ☐ 在 DO 鉴定工具包中提供扩展至模型的 DO-178B 鉴定支持。
- ☐ Simulink PLC Coder，用于生成 PLC 和 PAC IEC 61131 结构化文本的新产品。

1.1.3 MATLAB 的功能演示

本小节通过几个具有代表性的例子来演示 MATLAB 的功能，使读者可初步领略到 MATLAB 的功能特点。

【例 1-1】在一个图形窗口中对窗口进行分割。

其实现的 MATLAB 代码如下：

```
>> clear all;           %清除空间变量
t=-2*pi:pi/180:2*pi;
y1=2.^(-abs(t));        %求绝对值
y2=sin(9*t);
y3=sin(t).*cos(9*t);
subplot(2,2,1);plot(t,y1);axis([-8,8,0,1]);
xlabel('(a) 2.^(-abs(t))');
subplot(2,2,2);plot(t,y2);axis([0,pi,-1,1]);
xlabel('(b) sin(9*t)');
subplot(2,1,2);plot(t,y3);axis([0,pi,-1,1]);
xlabel('(b) sin(9*t)+sin(t)');
```

运行程序，效果如图 1-1 所示。

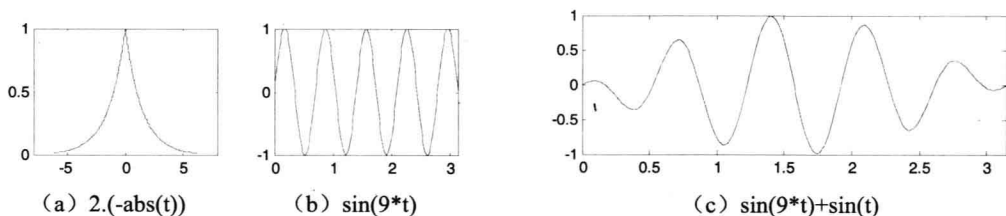


图 1-1 函数曲线的绘制

【例 1-2】利用 pol2cart 函数绘制曲面图。

其实现的 MATLAB 代码如下：

```
>>clear all;
[th,r] = meshgrid((0:5:360)*pi/180,0:.05:1);
[X,Y] = pol2cart(th,r);
Z = X+i*Y;
f = (Z.^4-1).^(1/4);
surf(X,Y,abs(f));
hold on
surf(X,Y,zeros(size(X)));
hold off
xlabel('Real','FontSize',14);
ylabel('Imaginary','FontSize',14);
```

```
zlabel('abs(f)','FontSize',14);
set(gcf,'color','w'); %设置图形背景为白色
```

运行程序，效果如图 1-2 所示。

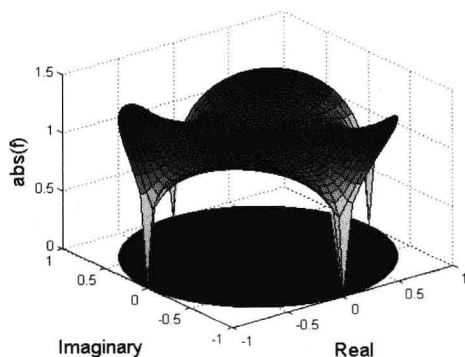


图 1-2 pol2cart 函数绘制曲面图

【例 1-3】求解方程 $y = x^3 - 6x^2 - 72x - 27$ 的全部根。

其实现的 MATLAB 代码如下：

```
>>clear all;
p=[1 -6 -72 -27]; %建立方程多项式系数
x=roots(p) %求方程的根
```

运行程序，输出结果如下：

```
x =
    12.1229
   -5.7345
   -0.3884
```

【例 1-4】求解线性方程组

$$\begin{cases} 10x_1 - x_2 + 2x_3 = 6 \\ -x_1 + 11x_2 - x_3 + 3x_4 = 25 \\ 2x_1 - x_2 + 10x_3 - x_4 = -11 \\ 3x_2 - x_3 + 8x_4 = 15 \end{cases}$$

方法 1：用数值方法求解，代码如下。

```
>> clear all;
a=[10 -1 2 0;-1 11 -1 3;2 -1 10 -1;0 3 -1 8];
b=[6 25 -11 15]';
x=inv(a)*b
```

运行程序，输出结果如下：

```
x =
    1.0000
```



```
2.0000
-1.0000
1.0000
```

方法 2: 用符号法求解, 代码如下。

```
>> clear all;
syms x1 x2 x3 x4;
[x1 x2 x3 x4]=...
solve('10*x1-x2+2*x3-6,-x1+11*x2-x3+3*x4-25,2*x1-x2+10*x3-x4+11,3*x2-x3+
8*x4-15')
```

运行程序, 输出结果如下:

```
x1 =1
x2 =2
x3 =-1
x4 =1
```

【例 1-5】将如下传递函数系统模型转换为状态空间模型。

$$H(s) = \frac{s^2 + 3s + 1}{s^3 + 0.4s^2 + 1.2s + 2}$$

其实现的 MATLAB 代码如下:

```
>>clear all;
num=[1 3 1];
den=[1 0.4 1.2 2];
[A,B,C,D]=tf2ss(num,den)
```

运行程序, 输出结果如下:

```
A =
   -0.4000   -1.2000   -2.0000
    1.0000         0         0
         0    1.0000         0

B =
     1
     0
     0

C =
     1     3     1

D =
     0
```

以上几个例子展示了 MATLAB 的强大功能。更多的 MATLAB 功能将在后面章节详细介绍。

1.1.4 MATLAB 的界面

MATLAB 主窗口是其主要工作界面,如图 1-3 所示。主窗口除了命令窗口(Command Window)、命令历史窗口(Command History)和工作空间 Workspace)等子窗口外,还包括菜单栏与工具栏。

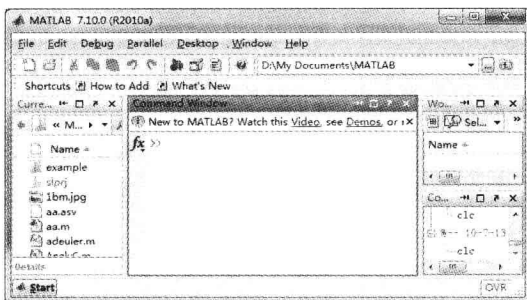


图 1-3 MATLAB 的初始界面

当选择不同的子窗口时,菜单栏包含不同的菜单项。例如,当选择命令窗口时,菜单栏包含 File、Edit、Debug、Desktop、Window 与 Help 6 个菜单项。File 菜单实现有关文件的操作;Edit 菜单用于命令窗口的编辑操作;Debug 菜单用于程序调试;Desktop 菜单用于设置 MATLAB 集成环境的显示方式;Window 菜单用于关闭所有打开的编辑器窗口或选择活动窗口;Help 菜单用于提供帮助信息。

MATLAB R2010a 主窗口的工具栏共提供了 13 个命令按钮和一个当前路径列表框。这些命令按钮有对应的菜单命令,使用起来比菜单命令更快捷、更方便。

下面分别对 MATLAB 界面所嵌入的子窗口作介绍。

1. 命令窗口

命令窗口是 MATLAB 的主要交互窗口,用于输入并显示除图形外的所有执行结果。MATLAB 命令窗口不仅可以内嵌在 MATLAB 的工作界面中,而且还可以以独立窗口的形式浮动在界面上。选中命令窗口,选择 Desktop 菜单下的 Undock Command Window 命令,命令窗口就以浮动窗口形式显示,效果如图 1-4 所示。

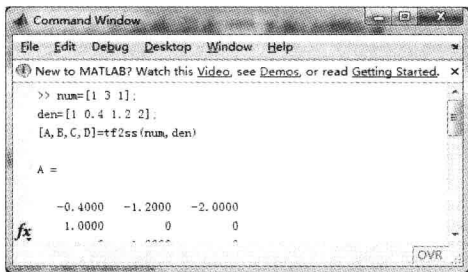


图 1-4 命令窗口

MATLAB 命令窗口具有两个主要功能: