

理论与实践并重、站在工程与科技的前沿

最新版

MATLAB

程序设计与综合应用

张德丰 丁伟雄 雷晓平◎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 程序设计与综合应用

张德丰 丁伟雄 雷晓平 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书首先简要介绍了 MATLAB 使用基础,使读者对 MATLAB 有一个概要的认识;然后系统地介绍了 MATLAB 的数据分析、矩阵的基本操作、数值计算、程序设计、科学计算、几何与最优化问题处理,以及绘图功能等内容,其中结合了大量实例,精选科学和工程计算中常用的多种算法,采用 MATLAB 语言编程实现,并结合实例对算法程序进行验证和分析,使读者进一步深入了解 MATLAB 的功能及其高级编程;最后安排了一章高级程序设计的综合实例,帮助读者巩固、提高。

本书适用于初、中、高级 MATLAB 用户,既可以作为高等院校相关专业的 MATLAB 课程教学用书,也可作为科技人员、程序开发人员使用 MATLAB 进行高级编程设计的工具书或参考书。

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 程序设计与综合应用/张德丰,丁伟雄,雷晓平编著. —北京:清华大学出版社,2012.1

ISBN 978-7-302-27217-5

I. M… II. ①张… ②丁… ③雷… III. 计算机辅助计算-软件包, MATLAB-程序设计 IV. TP391.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 224698 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:何莘

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

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

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:26 字 数:600 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

产品编号:042936-01

前 言

MATLAB 是由美国 MathWorks 公司发布的主要针对科学计算、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。

2010 年 3 月，MathWorks 公司正式推出了 MATLAB R2010a。针对之前版本存在的诸多不足，MATLAB R2010a 作了大量的功能改进和完善，解决了长期以来固有的几个弊端，同时新增了一些重要的功能，使其更加丰富全面、应用更加灵活方便。

MATLAB 的基本数据单位是矩阵，其命令表达式与数学、工程中常用的形式十分相似，因此用 MATLAB 来解算问题要比用 C、FORTRAN 等语言完成相同的事情简捷得多。同时，MATLAB 还大量借鉴、汲取了其他一些同类软件，如 Maple 等软件的优点。在新的版本 MATLAB R2010a 中，更是加入了对 C、FORTRAN、C++、Java 的支持。这一切都力促 MATLAB 发展成为一款强大的数学软件。用户可以直接调用系统函数，也可以将自己编写的实用程序导入到 MATLAB 函数库中方便以后调用。此外，许多 MATLAB 爱好者编写了一些经典的程序，用户可以直接下载使用。

本书在内容编排上，充分考虑到读者的学习习惯，由浅入深、循序渐进。在本书的开头部分，笔者以通俗易懂的文字，全面介绍了 MATLAB 的基础知识，接下来，结合大量简洁而富有代表性的示例，进一步系统地向读者展示了 MATLAB 语言的各种数据类型、功能应用、基本编程方法及高级编程技巧，为初学者提供方向性与指导性，帮助初学者轻松地掌握 MATLAB；最后，安排了一章综合实例作为结尾，全面回顾前面所讲知识，帮助读者进一步巩固、提高高级程序设计水平。

本书共分为 9 章，第 1 章介绍 MATLAB 使用基础，主要包括 MATLAB 的发展史、功能特点及其操作界面等内容；第 2 章介绍 MATLAB 数据分析，主要包括 MATLAB 数据类型、集合运算以及单元数组、结构数组等；第 3 章介绍矩阵的基本操作，主要包括矩阵的创建、矩阵的基本运算以及稀疏矩阵等内容；第 4 章介绍 MATLAB 的数值计算，主要包括多项式计算、符号计算及数据统计处理等内容；第 5 章介绍 MATLAB 的程序设计，主要包括 M 文件、MATLAB 控制流、函数调用与函数参数等内容；第 6 章介绍 MATLAB 的科学计算，主要包括插值与拟合、线性与非线性方程求解以及微积分求解等内容；第 7 章介绍 MATLAB 几何与最优化问题处理，主要包括几何处理、优化参数控制、最优化问题处理等内容；第 8 章介绍 MATLAB 的绘图功能，主要包括二维基本及特殊绘图、三维基本及特殊绘图以及图形用户界面等内容；第 9 章介绍高级程序设计的综合实例。

本书主要具有如下特点：

□ 注意内容的系统性与逻辑关系。

先由浅入深地介绍了 MATLAB 的使用基础及其数据分析，然后详细介绍了其矩阵操作及科学计算，最后进一步介绍了 MATLAB 的高级编程设计。

□ 重视 MATLAB 创建、运算、编程等方法的简洁性、灵活性及技巧性等。

本书不仅详细介绍了 MATLAB 的数据类型、矩阵操作、数据分析、科学计算等基本方法，还通过大量的实例向读者展示了 MATLAB 的功能应用。通过理论与实践的紧密结合，读者可以轻松、快捷地掌握 MATLAB。

□ 内容丰富，实用性强。

在本书的 MATLAB 编程实现中，源程序详尽、清晰，注释丰富，而且通过实验验证了其正确性。通过编程练习，不但可以让读者快速了解算法的理论，还可在算法编程中进一步熟练掌握 MATLAB 的高级编程技巧。

本书适用于初、中、高级 MATLAB 用户，既可以作为高等院校相关专业 MATLAB 课程的教学用书，也可作为科技人员、程序开发人员使用 MATLAB 进行高级编程设计的工具书或参考书。

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，加之作者水平有限，书中疏漏之处在所难免，敬请广大专家、读者及业内人士批评指正。

编 者

目 录

第 1 章	MATLAB 使用基础	1
1.1	MATLAB 的简介	1
1.1.1	MATLAB 的发展史	1
1.1.2	MATLAB 的特点	1
1.1.3	MATLAB 功能演示	3
1.2	MATLAB 的安装、激活及启动与退出	5
1.2.1	MATLAB 的安装与激活	5
1.2.2	MATLAB 的启动与退出	9
1.3	MATLAB 的工作界面	10
1.3.1	命令窗口	10
1.3.2	工作空间	12
1.3.3	当前目录窗口与搜索路径	13
1.3.4	命令历史窗口	15
1.4	MATLAB 的帮助	16
1.4.1	帮助命令	16
1.4.2	查询命令	17
1.4.3	联机帮助	18
第 2 章	MATLAB 数据分析	21
2.1	MATLAB 数据特点	21
2.2	常量与变量	21
2.2.1	常量	21
2.2.2	变量	22
2.3	数据类型	27
2.3.1	数值型	27
2.3.2	字符串类型	30
2.3.3	关系运算	45
2.3.4	逻辑类型	47
2.4	集合运算	51
2.4.1	交集	51
2.4.2	并集	51
2.4.3	差集	52
2.4.4	异或集	52



2.4.5	集合元素判断	53
2.4.6	去除集合中的重复元素	54
2.5	单元数组	54
2.5.1	单元数组的创建	55
2.5.2	显示单元数组	56
2.5.3	存取单元数组内容	57
2.5.4	删除与重建单元数组	58
2.5.5	单元数组与数值数组之间的转换	59
2.5.6	多维单元数组	60
2.6	结构数组	61
2.6.1	结构数组的创建	61
2.6.2	结构数组的获取	63
2.6.3	结构数组的数据修改	64
2.6.4	结构数组的添加与删除	65
2.6.5	结构数组运算	66
第3章	矩阵的基本操作	67
3.1	矩阵的表示	67
3.1.1	矩阵的创建	67
3.1.2	特殊矩阵	68
3.1.3	矩阵的连接	75
3.2	矩阵运算	79
3.2.1	矩阵算术运算	79
3.2.2	矩阵的转置运算	83
3.2.3	矩阵的行列式运算	83
3.2.4	矩阵的特征值与特征向量	84
3.2.5	矩阵的秩与迹运算	85
3.2.6	矩阵的范数	85
3.2.7	矩阵的条件数	87
3.2.8	矩阵的指数、对数及开方运算	89
3.3	矩阵的索引	90
3.3.1	单个矩阵元素的存取	90
3.3.2	索引转换函数	91
3.3.3	多个矩阵元素的存取	92
3.4	矩阵信息提取	94
3.4.1	矩阵的维数	95
3.4.2	矩阵数据类型	96
3.4.3	矩阵数据结构	99

3.5	矩阵的扩缩与翻转	101
3.5.1	扩展矩阵	101
3.5.2	缩小矩阵	102
3.5.3	重排矩阵	103
3.5.4	矩阵的翻转	104
3.5.5	矩阵的旋转	105
3.6	矩阵元素的移位与排序	106
3.7	矩阵的拆分	109
3.7.1	三角 (LU) 分解	109
3.7.2	正交 (QR) 分解	110
3.7.3	Chollesky (CHOL) 分解	111
3.7.4	奇异值 (SVD) 分解	112
3.7.5	Schur 分解	113
3.7.6	广义奇异值分解	113
3.7.7	特征值 (QZ) 问题分解	114
3.7.8	海森伯格分解	115
3.8	Jordan 标准形	116
3.9	稀疏矩阵	117
3.9.1	稀疏矩阵的创建	117
3.9.2	稀疏矩阵转换与非零元素查找	121
3.9.3	查看稀疏矩阵中的非零元素信息	122
3.9.4	以图形方式查看稀疏矩阵的信息	123
3.9.5	矩阵排序	124
第 4 章	MATLAB 的数值计算	127
4.1	多项式	127
4.1.1	多项式的算术运算	127
4.1.2	多项式导数	128
4.1.3	多项式的求值	128
4.1.4	多项式求根	129
4.1.5	部分分式展开	130
4.1.6	多项式的微积分	130
4.2	符号计算	131
4.2.1	符号表达式	131
4.2.2	符号表达式的运算	134
4.2.3	符号矩阵的创建	142
4.2.4	符号矩阵的运算	142
4.2.5	符号微积分	144



4.2.6	积分变换	150
4.2.7	符号方程求解	154
4.3	数据统计处理	158
4.3.1	最大值与最小值	158
4.3.2	求和与求积	159
4.3.3	平均值与中值	160
4.3.4	累加和与累乘积	161
4.3.5	标准方差	162
4.3.6	相关系数	163
第 5 章	MATLAB 的程序设计	165
5.1	M 文件编程	165
5.1.1	M 文件简介	165
5.1.2	M 文件分类	166
5.2	MATLAB 控制流	177
5.2.1	顺序控制结构	177
5.2.2	条件控制结构	178
5.2.3	循环控制结构	182
5.2.4	程序流程控制	185
5.2.5	错误控制结构	188
5.3	函数调用与函数参数	189
5.3.1	函数调用	189
5.3.2	函数的参数	191
5.4	数据的导入与导出	194
5.4.1	导入向导	195
5.4.2	导入/导出 MAT 文件	195
5.4.3	导入/导出图形文件	197
5.4.4	导入/导出音/视频文件	197
5.4.5	导入/导出电子数据表	198
5.4.6	导入/导出 Internet 数据	199
5.5	低级文件输入/输出函数	200
5.5.1	打开文件	200
5.5.2	读二进制数据	201
5.5.3	写二进制数据	203
5.5.4	控制文件的读/写位置	203
5.5.5	从文本文件逐行读字符串	205
5.5.6	读格式化的 ASCII 数据	206
5.5.7	写格式化文本文件	206

5.5.8 关闭文件	207
5.6 常见错误调试与剖析	207
5.6.1 常见错误	208
5.6.2 M 文件性能剖析	213
5.7 定时器	214
5.7.1 定时器创建	215
5.7.2 读取与设置定时器属性	215
5.7.3 启动与停止定时器	217
5.7.4 创建与执行定时器回调函数	217
第 6 章 MATLAB 的科学计算	219
6.1 插值	219
6.1.1 一维插值	219
6.1.2 二维插值	223
6.1.3 样条插值	227
6.2 拟合	229
6.2.1 多项式拟合	230
6.2.2 函数线性组合的曲线拟合	233
6.2.3 非线性最小二乘拟合	234
6.2.4 线性最小二乘拟合	238
6.3 数值微积分	238
6.3.1 数值微分	238
6.3.2 数值积分	241
6.4 线性方程	244
6.4.1 线性方程组的基础解	244
6.4.2 利用矩阵分解法求解	249
6.4.3 利用迭代法求解	253
6.4.4 非负最小二乘解	258
6.5 非线性方程	259
6.5.1 非线性方程的符号求解	259
6.5.2 非线性方程的数值求解	263
6.6 常微分方程的求解	265
6.6.1 常微分方程的符号解	266
6.6.2 常微分方程的数值解	267
6.6.3 时滞微分方程	275
6.7 偏微分方程的求解	276
6.7.1 偏微分方程组求解	276
6.7.2 二阶偏微分方程的求解	279



第 7 章 MATLAB 几何与最优化问题处理	287
7.1 几何处理	287
7.1.1 区域设置与网格化	287
7.1.2 边界设置	291
7.2 优化参数控制	292
7.2.1 设置优化参数	292
7.2.2 获取优化参数	294
7.3 最优化问题处理	294
7.3.1 线性规划	295
7.3.2 一元函数极小	299
7.3.3 非线性规划	301
7.3.4 多元函数极小	305
7.3.5 二次规划	310
7.3.6 多目标规划	312
7.3.7 最小/最大值	316
7.3.8 约束最小二乘	318
第 8 章 MATLAB 的绘图功能	324
8.1 二维图形绘制	324
8.1.1 基本二维绘图	324
8.1.2 二维修饰处理	331
8.2 二维特殊图形的绘制	337
8.2.1 条形图	337
8.2.2 直方图	338
8.2.3 面积图	339
8.2.4 杆形图	340
8.2.5 阶梯图	340
8.2.6 扇形图	341
8.2.7 罗盘图	341
8.2.8 极坐标图	342
8.2.9 羽毛图	342
8.2.10 等高线	343
8.2.11 向量场图	345
8.2.12 带形图	346
8.3 三维绘制	346
8.3.1 三维的线图	346
8.3.2 三维网格图	348
8.3.3 三维曲面图	351

8.4 三维特殊图形的绘制	354
8.4.1 三维条形图	354
8.4.2 柱面	355
8.4.3 球面	356
8.4.4 三维切片	356
8.4.5 三维等高线	357
8.4.6 三维饼图	358
8.4.7 三维火柴杆图	359
8.4.8 瀑布图	359
8.4.9 三维向量图	359
8.5 三维图形的修改处理	360
8.5.1 视角处理	360
8.5.2 灯光处理	362
8.5.3 颜色处理	364
8.5.4 材质处理	367
8.6 图形用户界面	369
8.6.1 菜单设计	369
8.6.2 对话框设计	373
第9章 高级程序设计的综合实例	380
9.1 矩阵操作综合实例	380
9.2 全球变暖数据分析	383
9.3 绘制卫星返回地球效果图	390
9.4 绘制帐篷	391
9.5 图形用户界面设计实例	392
参考文献	402

第 1 章 MATLAB 使用基础

1.1 MATLAB 的简介

1.1.1 MATLAB 的发展史

MATLAB 即英文 MATrix LABoratory 的缩写,最早是由 New Mexico 大学的 Cleve Moler 教授创建的。1980 年前后, Cleve Moler 教授在给 学生讲授线性代数时, 让学生使用当时的线性代数软件包 LINPACK 和基于特征计算的软件包 EISPACK 求解线性代数问题。在使用过程中, Cleve Moler 教授发现学生花费了很多时间用在编写接口函数上。为了方便学生使用, 他便自己动手编写接口函数, 并命名为 MATLAB。

早期的 MATLAB 是用 FORTRAN 语言编写的, 后来改用 C 语言编写, 并于 1984 年由 MathWorks 公司推出第 1 版。其后 MATLAB 不断推出新的版本, 功能也越来越强。1993 年推出了微机版, 可以在 Windows 3.x 上使用。1997 年, 推出了 MATLAB 5.0, 支持单元数组、结构数组、多维数组等。2000 年推出的 MATLAB 6.0, 在操作界面上更便于使用, 计算的速度更快。2004 年, 推出了 MATLAB 7.0。MATLAB R 系列是从 2006 年开始发布的, 标志着其在技术层面上实现了一次飞跃。从此以后产品发布模式也发生了改变, 将在每年的 3 月和 9 月进行两次产品发布, 版本的命名方式为“R+年份+代码”, 对应上、下半年的代码分别是 a 和 b。每一次发布都会包含所有的产品模块, 如产品的 New Feature、Bug Fixes 和新产品模块的推出。MATLAB R2010a 是 MathWorks 公司于 2010 年 3 月推出的最新产品。

MATLAB R2010a 相比以前版本而言, 其不仅包括 MATLAB 和 Simulink 的新特性, 同时还包含 81 个其他产品模块的升级和 Bug 修正。此外, 它还引入了 License Center——在线 License 管理的工具。

需要注意的是, 从 MATLAB R2008a 开始, MATLAB 和 Simulink 产品家族软件在安装后需要激活才能使用。

1.1.2 MATLAB 的特点

MATLAB 自 1984 年由 MathWorks 公司推向市场以来, 历经 20 多年的发展和竞争, 现已风靡世界。可靠的数值计算和符号计算功能、强大的绘图功能、简单易学的语言体系以及为数众多的应用工具箱是 MATLAB 区别于其他科技应用软件的显著标志。

1. 数值计算与符号计算功能

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、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，使其具有了符号计算功能。

2. 绘图功能

MATLAB 的绘图功能十分强大，其高层绘图命令简单明了，不仅容易为用户所掌握，而且也是最常用的。底层绘图命令控制和表现数据图形的能力强、灵活多变。

MATLAB 有一系列绘图函数/命令，为用户进行各种绘图操作提供了极大便利。例如线性坐标、对数坐标、半对数坐标以及极坐标，均只需调用不同的绘图函数/命令，在图上标出图题、X 轴、Y 轴即可；格栅的绘制也只需调用相应的命令，简单易行。此外，在调用绘图函数时调整自变量可以绘出不同颜色的点、线、复线 and 多重线。

3. 编程效率高

MATLAB 语法简单，许多语句类似于通常的数学表达式，再加上运用函数库，使得许多在 C 语言或 FORTRAN 语言中需要用大量语句处理的问题，在 MATLAB 中用很简单的语句就可以实现。

4. 语言体系

MATLAB 具有程序结构控制、函数调用、数据结构、输入/输出、面向对象等程序语言特征，所以也可以像使用 BASIC、FORTRAN、C 等传统编程语言一样，使用 MATLAB 语言进行程序设计，而且简单易学、编程效率高。从这个角度上讲，对于从事数值计算、计算机辅助设计和系统仿真等领域的人员来说，用 MATLAB 编程的确是一个理想选择。

不过，MATLAB 也有其不足之处。MATLAB 是解释性语言，程序执行速度较慢，而且不能脱离 MATLAB 环境而独立运行。MathWorks 公司有心让 MATLAB 成为新一代的通用软件开发工具，并为此提供了将 MATLAB 源程序编译为独立于 MATLAB 集成环境运行的 EXE 文件以及将 MATLAB 程序转化为 C 语言程序的编译器。

5. 图形用户界面

在 MATLAB 中，既可以像 Visual Basic 一样交互创建图形用户界面，也可以通过编程的方式创建图形用户界面，这为用户根据自己的需要创建图形用户界面提供了方便。

6. 开放性，可扩展性强

MATLAB 语言具有丰富的库函数和开放性，在进行复杂的数学运算时可以直接调用，而且用户文件和 MATLAB 的库函数在形式上是一样的，可以将用户文件作为 MATLAB 的库函数来调用。因此，用户可以根据自己的需要，方便地建立新的库函数或扩充原有的库函数，以提高使用 MATLAB 的效率。

开放性是 MATLAB 广受欢迎的主要原因之一，除了内部函数以外，所有的 MATLAB 的核心文件和工具箱文件都是可读可改的源文件，用户可以对源文件进行修改，也可加入自己的文件。这一特性也使其成为众多领域的“专家工具”。

为了充分利用 FORTRAN、C 等语言的资源，包括用户已经编好的 FORTRAN、C 语言

程序, MATLAB 通过建立 MEX 文件的方式进行混合编辑, 可方便地调用有关 FORTRAN、C 语言的子程序。在 MATLAB 中, 又增加了 C/C++ 数学库的内容, 并且加强了与 Excel 等应用程序的接口功能。

7. MATLAB 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来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来构成新的专用工具箱。

1.1.3 MATLAB 功能演示

本小节通过几个代表性的例子来演示 MATLAB 的功能, 目的是使读者初步领略 MATLAB 的风格与特点。

【例 1-1】分别绘制函数 $y_1 = 2^{-|x|}$ 与 $y_2 = \cos x$ 的曲线效果图。

其实现的 MATLAB 代码如下:

```
>> clear all;
x=-2*pi:pi/180:2*pi;
y1=2.^(-abs(x));
y2=cos(x);
plot(x,y1,'r:',x,y2,'m');
legend('y1 曲线','y2 曲线');
```

运行程序, 效果如图 1-1 所示。

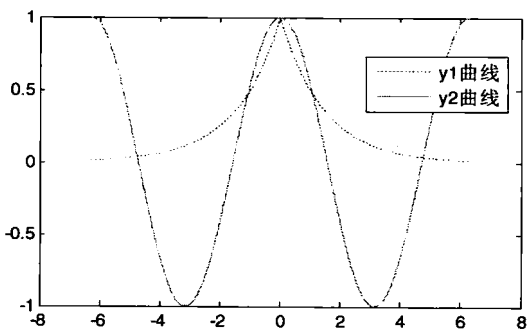


图 1-1 MATLAB 绘制函数效果图

【例 1-2】求方程 $3x^5 - 4x^4 + 2x^3 + 25x^2 - 8x + 10 = 0$ 的解。

其实现的 MATLAB 代码如下:

```
>> clear all;
p=[3 -4 2 25 -8 10];
x=roots(p)
```

运行程序, 输出如下。

```
x =
    1.3994 + 1.7224i
```

```
1.3994 - 1.7224i
-1.7701
0.1523 + 0.5993i
0.1523 - 0.5993i
```

【例 1-3】求解如下传递函数的解：

$$H(s) = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{s+1} \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

其实现的 MATLAB 代码如下：

```
>> H = [1 tf(1,[1 1]);0 1]
Hi = inv(H)
```

运行程序，输出如下。

```
Transfer function from input 1 to output...
#1: 1
#2: 0
Transfer function from input 2 to output...
1
#1: -----
s + 1
#2: 1
Transfer function from input 1 to output...
#1: 1
#2: 0
Transfer function from input 2 to output...
-1
#1: -----
s + 1
#2: 1
```

【例 1-4】求解如下线性方程的解：

$$\begin{cases} 3x+2y-z=1 \\ 7x+2y+z=4 \\ 42x-12y+5z=20 \end{cases}$$

其实现的 MATLAB 代码如下：

```
>> clear all;
A=[3 2 -1;7 2 1;42 -12 5];
b=[1 4 20]';
x=inv(A)*b
```

运行程序，输出如下。

```
x =
0.4435
0.1411
0.6129
```

也可通过符号计算来解此方程，其实现代码如下。

```
>> syms x y z;
[x,y,z]=solve(3*x+2*y-z-1,7*x+2*y+z-4,42*x-12*y+5*z-20)
```

运行程序，输出如下。

```
x =55/124
y =35/248
z =19/31
```

【例 1-5】求 $\int_0^2 2x \ln(1+x) dx$ 的积分结果。

其实现的 MATLAB 代码如下：

```
>> clear all;
quad('2*x.*log(1+x)',0,2)
```

运行程序，输出如下。

```
ans =
    3.2958
```

也可通过符号计算求解符号积分，其实现代码如下。

```
>> syms x
int(2*x*log(1+x),0,2)
ans =
    log(27)
```

上面几个例子展示了 MATLAB 的强大功能，相信读者在接下来的学习与使用中会有更深刻的体会。

1.2 MATLAB 的安装、激活及启动与退出

1.2.1 MATLAB 的安装与激活

MATLAB R2010a 在安装过程上与 MATLAB R2008 基本相同，都增加了对 MATLAB 的激活环节。具体安装步骤如下：

(1) 将 MATLAB R2010a 的安装盘放入 CD-ROM 驱动器，系统将自动运行程序，进入初始化界面，如图 1-2 所示。

(2) 稍后将打开如图 1-3 所示 MathWorks Installer 对话框，在其中选中 **Install using the Internet** 单选按钮，单击 **Next** 按钮。

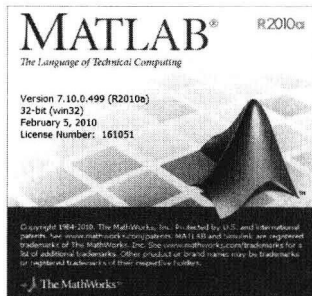


图 1-2 安装 MATLAB R2010a 的启动界面