

张德丰 杨文茵 编著



# MATLAB

## 工程应用仿真

清华大学出版社

# MATLAB 工程应用仿真

张德丰 杨文茵 编著

清华大学出版社  
北京

## 内 容 简 介

本书首先介绍 MATLAB 的基础知识,使读者对 MATLAB 有一个概略的认识。接着详细展开介绍 MATLAB 内置工具箱在各领域中的应用,如 MATLAB 在数理统计、模糊系统、神经网络、数字信号、图像处理、自动控制、高等数学及最优化问题中的应用等。

本书可作为高等院校计算机、信息工程、电子技术、自动化工程、生物医学工程、电视技术等相关专业学生的教材或参考书,也可以作为工程技术人员或其他相关人员的参考书。

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 工程应用仿真/张德丰,杨文茵编著. --北京:清华大学出版社,2012.1  
ISBN 978-7-302-27094-2

I. ①M… II. ①张… ②杨… III. ①MATLAB 软件 IV. ①TP317

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 210247 号

责任编辑:佟丽霞 李 嫚

责任校对:刘玉霞

责任印制:王秀菊

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](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质 量 反 馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260

印 张:26.5

字 数:640 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:42.00 元

---

产品编号:044337-01

# 前言

## FOREWORD



MATLAB 和 Mathematica、Maple 并称为三大数学软件。在所有数学类科技应用软件中,它在数值计算方面首屈一指,具有其他高级语言难以比拟的一些优点,如编写简单、编程效率高、易学易懂、扩展性能强等,因此 MATLAB 语言也被通俗地称为演算纸式的科学算法语言。目前,最新推出的 MATLAB R2010a 不但扩展和完善了某些工具箱的功能,还添加了新的工具箱。因此,借助于日渐完善的 MATLAB 软件,各个领域的研究人员可以直观、方便地进行分析、计算和设计工作,大大节省了时间,提高了工作效率。此外,在 MATLAB 中,所有的分析工具都可以立即获得,可以很方便地看到运行结果,分析这些结果,并使结果可视化。

MATLAB 在工程方面应用非常广泛,包括信号和图像处理、通信、控制系统设计、测试和测量、财务建模和分析以及计算生物学等众多应用领域。附加的工具箱(单独提供的专用 MATLAB 函数集)扩展了 MATLAB 功能,可以解决这些应用领域内特定类型的问题。

本书是以 MATLAB 为主线,除了向读者展示 MATLAB 的强大功能外,同时还展示了 MATLAB 在各个领域中的广泛应用,全书编写特点如下。

(1) MATLAB 以最新版本 R2010a 为基础,全面介绍 MATLAB 程序设计的方法与应用。

(2) 遵循人的认知规律,精心组织本书内容。内容由浅入深,图文并茂,可以让读者快速了解并掌握 MATLAB 用法。内容安排上清楚介绍相关概念及背景,结合例子演示,做到理论与实践相结合。

(3) 本书除了介绍 MATLAB 基础知识外,还专门介绍了 MATLAB 的各个工具箱,使读者能够进一步了解 MATLAB 在相关领域的应用,从而引导读者更好地利用 MATLAB 来解决自己专业领域的实际问题。

本书介绍了 MATLAB 高级应用技术。全书共分 9 章,各章中的主要内容如下。

第 1 章,简要介绍了 MATLAB 软件,主要包括 MATLAB 的发展、MATLAB 的语言特点及 MATLAB 的运行环境、MATLAB 的运算功能等内容。

第 2 章,介绍了 MATLAB 在概率统计中的应用,主要包括概率分布、统计分布量、参数及区间估计、方差分析、回归分析等内容。

第 3 章,介绍了 MATLAB 在数字信号中的应用,主要包括信号的产生、信号的变换、IIR 与 FIR 数字滤波器等内容。

第4章,介绍了MATLAB在数字图像处理中的应用,主要包括图像类型转换、图像运算与区域处理、图像变换、图像增强、图像复原等内容。

第5章,介绍了MATLAB在模糊系统中的应用,主要包括模糊系统GUI工具函数、隶属度函数、先进技术、FIS数据管理函数、模型转换及矩阵操作函数等内容。

第6章,介绍了MATLAB在神经网络中的应用,主要包括神经网络感知器、BP神经网络、线性神经网络、径向基神经网络、自组织神经网络、显示函数等内容。

第7章,介绍了MATLAB在自动控制中的应用,主要包括控制系统模型、系统根轨迹分析、系统时频域分析、线性系统的状态空间分析、系统校正等内容。

第8章,介绍了MATLAB在小波分析中的应用,主要包括一、二维小波变换、小波包、最优小波树等内容。

第9章,介绍了MATLAB在高等数学与最优化问题中的应用,主要包括MATLAB在高等数学应用中的基本函数、符号微分积分、数值微分、线性与非线性方程的求解、有约束与无约束最优化问题的求解等内容。

由于水平有限,书中难免存在不足之处,敬请读者批评指正,以便再版时修订。

作 者

# 目录

## CONTENTS



<b>第 1 章 MATLAB 概论</b> .....	1
1.1 MATLAB 简介 .....	1
1.1.1 MATLAB 的概念 .....	1
1.1.2 MATLAB 的发展史 .....	1
1.1.3 MATLAB 语言特点 .....	2
1.1.4 MATLAB R2010a 的新功能 .....	4
1.1.5 MATLAB 的用户界面 .....	5
1.2 MATLAB 的常量与变量 .....	5
1.2.1 常量 .....	5
1.2.2 变量 .....	6
1.3 MATLAB 的数据类型 .....	8
1.3.1 双精度复数矩阵 .....	8
1.3.2 字符串 .....	9
1.3.3 稀疏矩阵 .....	10
1.3.4 单元数组 .....	15
1.3.5 结构体数组 .....	18
1.4 矩阵的基本操作 .....	21
1.4.1 矩阵的下标 .....	22
1.4.2 矩阵的基本运算 .....	22
1.4.3 特殊矩阵的创建 .....	26
1.5 MATLAB 的绘图效果 .....	28
1.5.1 二维绘图 .....	28
1.5.2 图形的修饰 .....	32
1.5.3 三维绘图 .....	36
1.5.4 三维特殊图形 .....	40
1.6 MATLAB 帮助系统 .....	44
1.6.1 联机帮助系统 .....	44
1.6.2 命令帮助系统 .....	46

<b>第 2 章 MATLAB 在概率统计中的应用</b> .....	50
2.1 概率统计工具箱概述 .....	50
2.2 概率分布 .....	51
2.2.1 密度函数与分布函数概述 .....	51
2.2.2 常见的分布函数 .....	51
2.3 统计分布量 .....	57
2.3.1 随机变量的期望与方差 .....	57
2.3.2 随机变量的矩 .....	59
2.3.3 多维随机变量的协方差 .....	60
2.3.4 多维随机变量的分布函数 .....	61
2.4 参数及区间估计 .....	62
2.4.1 参数估计 .....	62
2.4.2 区间估计 .....	63
2.5 假设检验 .....	69
2.5.1 正态分布的均值假设检验 .....	69
2.5.2 正态分布的假设检验 .....	71
2.5.3 秩和假设检验 .....	72
2.5.4 中值假设检验 .....	73
2.6 方差分析 .....	75
2.6.1 单因素方差分析 .....	75
2.6.2 双因素方差分析 .....	76
2.6.3 多因素方差分析 .....	78
2.7 回归分析 .....	79
2.7.1 线性回归分析 .....	79
2.7.2 非线性回归分析 .....	84
2.8 统计作图 .....	85
2.8.1 直方图 .....	85
2.8.2 样本数据 box 图 .....	86
2.8.3 误差条图 .....	87
2.8.4 交互轮廓图 .....	88
2.8.5 最小二乘拟合线 .....	89
2.8.6 QQ 图 .....	90
2.8.7 正态概率图 .....	91
2.8.8 帕累托图 .....	91
<b>第 3 章 MATLAB 在数字信号中的应用</b> .....	93
3.1 数字信号的基础处理方法 .....	93
3.1.1 数字信号的产生 .....	93
3.1.2 信号的基本运算 .....	102

3.1.3	信号的抽取与频率插值·····	106
3.2	信号的变换·····	110
3.2.1	离散傅里叶变换·····	110
3.2.2	快速傅里叶变换·····	111
3.2.3	Hilbert 变换·····	113
3.3	IIR 数字滤波器·····	114
3.3.1	典型模拟滤波器的设计·····	115
3.3.2	IIR 阶次的选择·····	117
3.3.3	IIR 数字滤波器的直接设计法·····	120
3.3.4	广义 IIR 滤波器设计·····	123
3.4	FIR 数字滤波器·····	125
3.4.1	FIR 数字滤波器窗函数设计法·····	125
3.4.2	FIR 滤波器的最优化设计法·····	131
3.4.3	FIR 滤波器的最小二乘设计法·····	132
3.4.4	FIR 滤波器升余弦函数设计法·····	135
3.4.5	FIR 滤波器的任意响应设计法·····	136
3.4.6	FIR 滤波器阶数估计·····	137
<b>第 4 章</b>	<b>MATLAB 在数字图像处理中的应用·····</b>	<b>140</b>
4.1	数字图像的基础·····	140
4.1.1	图像数字化·····	140
4.1.2	数字图像表示及其处理方法·····	141
4.2	图像类型转换·····	141
4.3	图像运算与区域处理·····	147
4.3.1	图像的点运算·····	147
4.3.2	图像的代数运算·····	148
4.3.3	图像的逻辑运算·····	151
4.3.4	图像的几何运算·····	152
4.3.5	区域处理·····	156
4.4	图像变换·····	159
4.4.1	快速傅里叶变换·····	159
4.4.2	离散余弦变换·····	161
4.4.3	Hough 变换·····	162
4.4.4	Radon 变换·····	163
4.5	图像增强·····	165
4.5.1	灰度变换增强·····	165
4.5.2	直方图均衡化·····	167
4.5.3	空域滤波增强·····	168
4.5.4	频域增强·····	172

4.6	图像的复原 .....	175
4.6.1	维纳滤波复原 .....	176
4.6.2	规则化滤波复原 .....	177
4.6.3	盲卷积复原 .....	178
4.6.4	Lucy-Richardson 复原 .....	179
4.6.5	图像的其他复原 .....	181
<b>第 5 章</b>	<b>MATLAB 在模糊系统中的应用 .....</b>	<b>184</b>
5.1	概述 .....	184
5.1.1	模糊逻辑的特点及应用 .....	184
5.1.2	模糊系统理论的基本概念 .....	185
5.2	GUI 工具函数 .....	187
5.2.1	ANFIS 编辑器的 GUI .....	187
5.2.2	模糊推理系统的编辑器 .....	188
5.2.3	隶属度函数编辑器 .....	189
5.2.4	规则编辑器 .....	190
5.2.5	观察器与推理框图 .....	191
5.2.6	曲面观察器 .....	192
5.3	隶属度函数 .....	192
5.3.1	高斯形隶属度函数 .....	192
5.3.2	S 形隶属度函数 .....	193
5.3.3	Sigmoid 形隶属度函数 .....	194
5.3.4	三角形隶属度函数 .....	196
5.3.5	钟形隶属度函数 .....	197
5.3.6	梯形隶属度函数 .....	198
5.3.7	Z 形隶属度函数 .....	199
5.3.8	Π 形隶属度函数 .....	200
5.4	FIS 数据管理函数 .....	201
5.5	模型转换及矩阵操作函数 .....	212
5.6	先进技术 .....	214
5.6.1	自适应神经网络分析 .....	214
5.6.2	模糊聚类分析 .....	222
<b>第 6 章</b>	<b>MATLAB 在神经网络中的应用 .....</b>	<b>232</b>
6.1	神经网络的概述 .....	232
6.2	神经网络感知器 .....	233
6.2.1	创建函数 .....	233
6.2.2	显示函数 .....	233
6.2.3	性能函数 .....	235

6.2.4	学习函数	238
6.3	BP 神经网络	241
6.3.1	创建函数	242
6.3.2	传递函数	244
6.3.3	性能函数	245
6.3.4	训练函数	246
6.3.5	学习函数	247
6.3.6	显示函数	248
6.4	线性神经网络	251
6.4.1	创建函数	252
6.4.2	性能函数	252
6.4.3	学习函数	253
6.5	径向基神经网络	256
6.5.1	创建函数	256
6.5.2	传递函数	258
6.5.3	转换函数	259
6.5.4	距离函数	260
6.6	自组织神经网络	261
6.6.1	创建函数	261
6.6.2	传递函数	264
6.6.3	距离函数	265
6.6.4	实现函数	266
6.6.5	学习函数	268
6.6.6	训练函数	270
6.6.7	显示函数	270
6.7	Elman 神经网络	271
6.8	Hopfield 神经网络	274
<b>第 7 章</b>	<b>自动控制的概述</b>	<b>278</b>
7.1	自动控制的概述	278
7.1.1	自动控制的分类	278
7.1.2	自动控制的应用	278
7.2	控制系统模型	279
7.2.1	传递函数模型	279
7.2.2	状态方程模型	281
7.2.3	零极点模型	283
7.3	系统模型的转换与连接	285
7.3.1	模型之间的转换	285
7.3.2	系统之间的转换	286

7.3.3	系统模型的连接	287
7.4	控制系统的时域分析	290
7.4.1	系统时域分析方法	291
7.4.2	系统时域分析的 MATLAB 函数实现	291
7.5	系统根轨迹分析	297
7.5.1	根轨迹方法	297
7.5.2	根轨迹分析的 MATLAB 函数实现	297
7.6	控制系统频域分析	301
7.6.1	幅相频率特性	302
7.6.2	对数频率特性	304
7.6.3	对数幅相特性	306
7.7	线性系统的状态空间分析	308
7.7.1	可控性分析	308
7.7.2	可观性分析	310
7.7.3	极点配置	312
7.8	系统校正	314
7.8.1	超前校正	314
7.8.2	滞后校正	317
7.8.3	超前-滞后校正	318
<b>第 8 章</b>	<b>MATLAB 在小波分析中的应用</b>	<b>323</b>
8.1	小波变换概述	323
8.2	小波变换定义	324
8.2.1	一维连续小波变换定义	324
8.2.2	高维连续小波变换定义	325
8.2.3	离散小波变换定义	326
8.2.4	二进小波变换定义	326
8.2.5	矢量小波变换定义	327
8.2.6	矢量积小波变换定义	327
8.2.7	多分辨分析与小波构造	328
8.3	小波包分析	328
8.4	小波变换函数	330
8.4.1	一维小波变换	330
8.4.2	二维小波变换	343
8.4.3	离散平稳小波变换算法	350
8.5	小波包相关函数	355
<b>第 9 章</b>	<b>MATLAB 在高等数学与最优化问题中的应用</b>	<b>368</b>
9.1	MATLAB 在高等数学应用中的基本函数	368

9.2	微分积分 .....	370
9.2.1	极限 .....	370
9.2.2	导数 .....	371
9.2.3	积分 .....	373
9.2.4	微分方程 .....	375
9.3	数值微分 .....	376
9.3.1	数值微分 .....	376
9.3.2	数值积分 .....	378
9.4	线性方程求解 .....	380
9.4.1	矩阵的基本变换 .....	380
9.4.2	线性方程组的求解 .....	387
9.5	非线性方程求解 .....	391
9.5.1	非线性方程数值求解 .....	391
9.5.2	非线性方程组的求解 .....	393
9.6	无约束最优化问题 .....	395
9.6.1	利用数值法求解最优化问题 .....	395
9.6.2	利用梯度求解最优化问题 .....	399
9.7	有约束最优化问题 .....	401
9.7.1	线性规划问题 .....	401
9.7.2	二次型规划问题 .....	404
9.7.3	一般非线性规划问题 .....	406
参考文献 .....		410



# 第1章

## MATLAB概论

在科学研究和工程计算领域经常会遇到一些非常复杂的计算问题,这些问题利用计算机或手工计算是无法实现的,只能借助于计算机编程,MATLAB正是解决这样复杂问题的强大的科学计算软件。

MATLAB将高性能的数值计算和可视化集成在一起,提供了大量的内置函数,被广泛应用于科学计算、控制系统以及信息处理等领域的分析、仿真和设计工作中。

### 1.1 MATLAB简介

#### 1.1.1 MATLAB的概念

MATLAB是Matrix Laboratory(矩阵实验室)的简称,是美国MathWorks公司出品的商业数学软件,是用于算法开发、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。20世纪70年代后期,时任美国新墨西哥大学计算机科学系主任的Cleve Moler教授出于减轻学生编程负担的动机,为学生设计了一组可以调用LINPACK和EISPACK库函数的“通俗易懂”的接口,此即用FORTRAN编写的处于萌芽状态的MATLAB。经几年的校际流传,在Little的推动下,由Little,Moler,Steve Bangert合作,于1984年成立了MathWorks公司,并把MATLAB正式推向市场。从这时起,MATLAB的内核采用C语言编写,而且除具备原有的数值计算能力外,还新增了数据图视功能。

MATLAB的基本数据单位是矩阵,它的指令表达式与数学和工程中常用的形式十分相似,故用MATLAB来解决数值计算问题要比用C,FORTRAN等语言完成相同的事情简捷得多,并且MathWork也吸收了像Maple等软件的优点,使MATLAB成为一个强大的数学软件。在新的版本中也加入了对C,FORTRAN,C++,Java的支持,可以直接调用。用户也可以将自己编写的应用程序导入到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,用户可以直接进行下载使用。

#### 1.1.2 MATLAB的发展史

MATLAB以商品形式出现后,仅短短几年,就以其良好的开放性和运行的可靠性,使

原先控制领域里的封闭式软件包(如英国的 UMIST,瑞典的 LUND 和 SIMNON,德国的 KEDDC)纷纷被淘汰,而改以 MATLAB 为平台加以重建。在时间进入 20 世纪 90 年代的时候, MATLAB 已经成为国际控制界公认的标准计算软件。

到 90 年代初期,在国际上三十几个数学类科技应用软件中, MATLAB 在数值计算方面独占鳌头,而 Mathematica 和 Maple 则分居符号计算软件的前两名。Mathcad 因其提供计算、图形、文字处理的统一环境而深受中学生欢迎。

MathWorks 公司于 1993 年推出了 MATLAB 4.0 版本,从此告别 DOS 版。4.x 版在继承和发展其原有的数值计算和图形可视能力的同时,出现了以下几个重要变化:①推出了 Simulink。这是一个具有交互式操作功能的动态系统建模、仿真、分析集成环境。它的出现使人们有可能考虑许多以前不得不做简化假设的非线性因素、随机因素,从而大大提高了人们对非线性、随机动态系统的认知能力。②开发了与外部直接进行数据交换的组件,打通了 MATLAB 进行实时数据分析、处理和硬件开发的道路。③推出了符号计算工具包。1993 年 MathWorks 公司从加拿大滑铁卢大学购得 Maple 的使用权,以 Maple 为“引擎”开发了 Symbolic Math Toolbox 1.0。MathWorks 公司此举加快结束了国际上数值计算、符号计算孰优孰劣的长期争论,促成了两种计算互补发展的新时代。④构建了 Notebook。MathWorks 公司瞄准应用范围最广的 Word,运用 DDE 和 OLE,实现了 MATLAB 与 Word 的无缝连接,从而为专业科技工作者创造了融科学计算、图形可视、文字处理于一体的高水准开发环境。

1997 年, MathWorks 公司推出 MATLAB 5.0; 2000 年 10 月推出了 MATLAB 6.0; 2002 年 8 月,推出了 MATLAB 6.5,从此 MATLAB 拥有了强大的、成系列的交互式界面。2004 年 7 月,又进一步发展了 MATLAB 7.0,在 MATLAB 7.0 中,仿真模块发展到了 Simulink 6.0。

MATLAB R 系列是从 2006 年开始发布的, MathWorks 公司在技术层面上实现了一次飞跃。从此以后产品发布模式也将改变,将在每年的 3 月和 9 月进行两次产品发布,版本的命令方式为“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 R2009b 作为美国 MathWorks 公司开发的用于概念设计、算法开发、建模仿真、实时实现的理想的集成环境,是目前最好的科学计算类软件。2010 年 3 月, MATLAB R2010a 新版正式发行!

### 1.1.3 MATLAB 语言特点

MATLAB 的应用范围非常广,包括信号和图像处理、通信、控制系统设计、测试和测量、财务建模和分析以及计算生物学等众多应用领域。附加的工具箱(单独提供的专用 MATLAB 函数集)扩展了 MATLAB 功能,以解决这些应用领域内特定类型的问题。其功能特点如下。

#### 1. 编程效率高

MATLAB 是一种面向科学与工程计算的高级语言,允许用数学形式的语言编写程序,且比 BASIC、FORTRAN 和 C 等语言更加接近我们书写计算公式的思维方式,用 MATLAB 编写程序犹如在演算纸上排列公式与求解问题。因此,也可通俗地称 MATLAB 语言为演算纸式的科学算法语言。由于它编写简单,所以编程效率高,易学易懂。

## 2. 大量引入图形用户界面

MATLAB 改变了过去单纯依靠“在指令窗通过纯文本型指令进行各种操作”的面貌,引入了许多让使用者一目了然的图形界面,如在线帮助的交互型界面 helpwin,管理工作内存的 workspace,交互式的路径管理界面 pathtool,指令窗显示风格设置界面等。它们的开启方式有工具条图标开启,选择菜单项开启,直接“文本式”指令开启。

## 3. 引入了全方位帮助系统

“临场”在线帮助,这些帮助内容,大多嵌附在 M 文件中,即时性强,反应速度快。它对求助内容的回答及时准确。MATLAB 旧版就一直采用这种帮助系统,并深受用户欢迎。新版在保留原功能的同时,新增了一个与之完全对应的图形界面 helpwin,加强了对用户的向导。综合型在线帮助文库 helpdesk: 该文库以 HTML 超文本形式独立存在。整个文库按 MATLAB 的功能和核心内容编排,系统性强,且可以借助“超链接”方便地进行交叉查阅。但是,这部分内容会偶尔发生与真实 M 文件脱节的现象。完整易读的 PDF 文档: 这部分内容与 HTML 帮助文库完全对应。PDF 文档不能直接从指令窗中开启,而必须借助 Adobe Acrobat Reader 软件阅读。这种文件的版面清楚、规范,适合有选择地系统阅读,也适合于制作硬复件。演示软件 demo: 这是一个内容丰富的演示程序。MATLAB 一向重视演示软件的设计,因此无论 MATLAB 旧版还是新版,都随带各自的演示程序。只是新版内容更丰富了。

## 4. 扩充能力强,交互性好

高版本的 MATLAB 具有丰富的库函数,在进行复杂的数学运算时可以直接调用,而且 MATLAB 的库函数同用户文件在形式上是一样的,所以用户文件也可作为 MATLAB 的库函数来调用。因而,用户可以根据自己的需要方便地建立和扩充新的库函数,提高 MATLAB 的使用效率和扩充它的功能。另外,为了充分利用 FORTRAN, C 等语言的资源,用户可以将已编好的 FORTRAN, C 语言程序,通过建立 M 文件的形式,进行混合编程,从而方便地调用有关的 FORTRAN, C 语言的子程序。用户还可以在 C 语言和 FORTRAN 语言中方便地使用 MATLAB 的数值计算功能。良好的交互性让程序员可以使用以前编写过的程序,减少重复性工作,也能够使现在编写的程序具有重复利用的价值。

## 5. M 文件的性能剖析

调试器只负责对 M 文件中的语法错误和运行错误进行定位,而性能剖析指令 profile 将给出程序各环节的耗时分析报告。5.3 版以后剖析指令的分析报告都特别详细,它将帮助用户寻找影响程序运行速度的“瓶颈”所在,以便改进程序的性能。

## 6. 移植性好,开放性好

MATLAB 是用 C 语言编写的,而 C 语言的可移植性很好。于是 MATLAB 可以很方便地移植到能运行 C 语言的操作系统平台上。适合 MATLAB 运行的操作系统平台有 Windows 系列, UNIX, Linux, VMS 6.1, Power Mac。除了内部函数外, MATLAB 所有的核心文件和工具箱文件都是公开的、可读可写的源文件,用户可以通过对源文件进行修改构成新的工具箱。

## 7. 高效方便的矩阵和数组运算

MATLAB 语言像 BASIC, FORTRAN 和 C 语言一样,规定了矩阵的算术运算符、关系运算符、逻辑运算符、条件运算符及赋值运算符,而且这些运算符大部分都可以原样照搬到

数组间的运算中,有些如算术运算符只要增加“.”就可用于数组间的运算。另外,它不需定义数组的维数。MATLAB 提供了矩阵函数、特殊矩阵专门的库函数,使之在求解诸如信号处理、建模、系统识别、控制、优化等领域的问题时,显得大为简洁、高效、方便,这是其他高级语言所不能比拟的。在此基础上,高版本的 MATLAB 已逐步扩展到科学及工程计算的其他领域。因此,在不久的将来,它一定能名副其实地成为“万能演算纸式”的科学算法语言。

### 8. 方便的绘图功能

MATLAB 的绘图功能是十分方便的,它有一系列绘图函数(命令),例如线性坐标函数、对数坐标函数、半对数坐标函数及极坐标函数。只需调用不同的绘图函数(命令),即可在图上标出图题、XY 轴标注,格(栅)绘制也只需调用相应的命令,简单易行。另外,在调用绘图函数时调整自变量可绘出不同颜色的点、线、复线或多重线。这种为科学研究着想的设计是通用的编程语言所不及的。

### 1.1.4 MATLAB R2010a 的新功能

R2010a 这一版本的特点主要包括:在 MATLAB 中新增了信号和视频数据流处理功能,能够进行标准和大规模优化的非线性求解器,同时加强了 Simulink 在大型团队设计复杂系统时的合作支持。R2010a 版本还推出了 Simulink PLC Coder,可帮助工业控制系统工程师生成 IEC 61131 结构化语句。另外,该版本还更新了包括 PolySpace 代码验证产品在内的其他 83 种产品。

MATLAB 系列 R2010a 版的改进之处包括:

#### 1) Signal Processing Blockset 与 Video and Image Processing Blockset

用于 MATLAB 中执行流处理的新系统对象。系统对象支持 140 多种算法,占用的内存减少,可改善冗长信号和视频数据流的处理方法,简化流算法的开发流程。

#### 2) Symbolic Math Toolbox

新增 Simscape 语言接口,可自动生成能够用于物理建模的 Simscape 语言方程式。

#### 3) Global Optimization Toolbox 和 Optimization Toolbox

新增用于解决更复杂、更实际问题的非线性求解器,还可运用并行计算以缩短求解时间。

#### 4) SimBiology

提供随机逼近期望最大化(SAEM)算法,剂量和给药计划支持,并且改进了药代动力学(PK)和药效学(PD)数据拟合和建模方法以提高性能。

R2010a 版本彰显了 MATLAB 产品系列对性能的一贯追求,它支持多核处理器,对 Image Processing Toolbox 中超过 50 种函数的性能进行了改进。MATLAB 也提供了更多的多线程数学函数,此外,文件共享、路径管理功能及桌面也有所改进。

在此版本中,Simulink 加强了对大型设计团队的支持,可以更加高效地设计复杂系统。相关功能包括用于管理大型参数集的可调参数结构以及用于基于组件建模的触发模型块和函数调用分支。其他可提高嵌入式系统开发效率的 Simulink 2010a 重要功能包括如下。

#### 1) Embedded IDE Link 和 Target Support Package

支持为 Eclipse, Embedded Linux 和 ARM 处理器生成代码,简化了系统工程师和软件工程师的嵌入式系统开发工作流程。

## 2) IEC Certification Kit

对 Real-Time Workshop Embedded Coder 和 PolySpace 验证产品提供 ISO/DIS 26262 工具认证支持,开发的 ECU 取得汽车安全完整性等级(ASIL)A 至 ASIL D 认证。

## 3) DO Qualification Kit

DO-178B 工具认证支持已扩展到模型层面,让认证结果的意义扩大到模型验证。

### 1.1.5 MATLAB 的用户界面

对已经安装好的 MATLAB 即可按如下三种方法启动 MATLAB。

(1) 在系统桌面单击【开始】菜单下的【所有程序】子菜单下的 MATLAB R2010a 选项,即可打开如图 1-1 所示的工作界面。

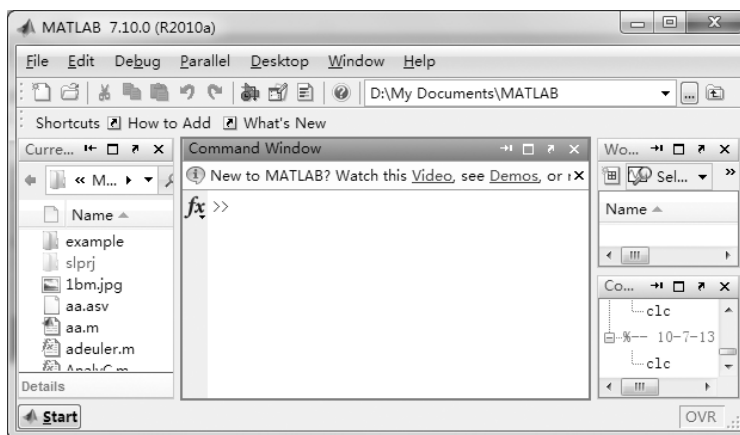


图 1-1 MATLAB 的工作界面

(2) 双击桌面上的 MATLAB 快捷方式图标,打开如图 1-1 所示的 MATLAB 工作界面。

(3) 找到安装 MATLAB 的文件夹,双击 MATLAB 图标,即可打开图 1-1 所示的 MATLAB 工作界面。

从图 1-1 可以看出,MATLAB 的默认界面由命令窗口(Command Window)、命令历史窗口(Command History)和工作空间(Workspace)等组成。

在 MATLAB 菜单选项中,其操作与我们平时用的 Windows 系统菜单相差不大,读者可以自行操作。希望读者在使用 MATLAB 过程中逐步熟悉其菜单中的各种功能。

## 1.2 MATLAB 的常量与变量

MATLAB 中,常量和变量是基本的语言元素。

### 1.2.1 常量

MATLAB 的数值采用传统的十进制表示,可带负号或小数点,如

-100 0 9 100 1e-300 6.02e24

MATLAB 还提供了一些内部常量,可理解为 MATLAB 默认的预定义变量。这些常