



卓越工程技术人才培养特色教材

**MATLAB
SHIYONG JIAOCHENG**

MATLAB实用教程

主 编 朱元泽 李贤彬



卓越工程技术人才培养特色教材

MATLAB 实用教程

主 编 朱元泽 李贤彬

 江苏大学出版社
JIANGSU UNIVERSITY PRESS

镇 江

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 实用教程 / 朱元泽, 李贤彬主编. — 镇江 :
江苏大学出版社, 2013.5
ISBN 978-7-81130-478-7

I. ①M… II. ①朱…②李… III. ①
Matlab 软件—高等学校—教材 IV. ①TP317

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 107922 号

MATLAB 实用教程

主 编/朱元泽 李贤彬

责任编辑/李菊萍

出版发行/江苏大学出版社

地 址/江苏省镇江市梦溪园巷 30 号(邮编: 212003)

电 话/0511-84446464(传真)

网 址/http://press. ujs. edu. cn

排 版/镇江新民洲印刷有限公司

印 刷/句容市排印厂

经 销/江苏省新华书店

开 本/787 mm×1 092 mm 1/16

印 张/17.25

字 数/438 千字

版 次/2013 年 5 月第 1 版 2013 年 5 月第 1 次印刷

书 号/ISBN 978-7-81130-478-7

定 价/38.00 元

如有印装质量问题请与本社营销部联系(电话:0511-84440882)

江苏省卓越工程技术人才培养特色教材建设 指导委员会

主任委员：丁晓昌（江苏省教育厅副厅长）

副主任委员：史国栋（常州大学党委书记）

孙玉坤（南京工程学院院长）

田立新（南京师范大学副校长）

梅强（江苏大学副校长）

徐子敏（江苏省教育厅高教处处长）

王恬（南京农业大学教务处处长）

委员会：（按姓氏笔画为序）

丁晓昌 马铸 王兵 王恬

方海林 田立新 史国栋 冯年华

朱开永 朱林生 孙玉坤 孙红军

孙秀华 芮月英 李江蛟 吴建华

吴晓琳 沐仁旺 张仲谋 张国昌

张明燕 陆雄华 陈小兵 陈仁平

邵进 施盛威 耿焕同 徐子敏

徐百友 徐薇薇 梅强 董梅芳

傅菊芬 舒小平 路正南

序

深化高等工程教育改革、提高工程技术人才培养质量,是增强自主创新能力、促进经济转型升级、全面提升地区竞争力的迫切要求。近年来,江苏高等工程教育飞速发展,全省46所普通本科院校中开设工学专业的学校有45所,工学专业在校生约占全省普通本科院校在校生总数的40%,为“十一五”末江苏成功跻身全国第一工业大省做出了积极贡献。

“十二五”时期是江苏加快经济转型升级、发展创新型经济、全面建设更高水平小康社会的关键阶段。教育部“卓越工程师教育培养计划”启动实施以来,江苏认真贯彻教育部文件精神,结合地方高等教育实际,着力优化高等工程教育体系,深化高等工程教学改革,努力培养造就一大批创新能力强、适应江苏社会经济发展需要的卓越工程技术后备人才。

教材建设是人才培养的基础工作和重要抓手。培养高素质的工程技术人才,需要遵循工程技术教育规律,建设一套理念先进、针对性强、富有特色的优秀教材。随着知识社会和信息时代的到来,知识综合、学科交叉趋势增强,教学的开放性与多样性更加突出,加之图书出版行业体制机制也发生了深刻变化,迫切需要教育行政部门、高等学校、行业企业、出版部门和社会各界通力合作,协同作战,在新一轮高等工程教育改革发展中抢占制高点。

2010年以来,江苏大学出版社积极开展市场分析和行业调研,先后多次组织全省相关高校专家、企业代表就应用型本科人才培养和教材建设工作进行深入研讨。经各方充分协商,拟定了“江苏省卓越工程技术人才培养特色教材”开发建设的实施意见,明确了教材开发总体思路,确立了编写原则:

一是注重定位准确,科学区分。教材应符合相应高等工程教育的办学定位和人才培养目标,恰当把握与研究型工程人才、设计型工程人才及技能型工程人才的区分度,增强教材的针对性。

二是注重理念先进,贴近业界。吸收先进的学术研究与技术成果,适应经济转型升级需求,适应社会用人单位管理、技术革新的需要,具有较强的领先性。

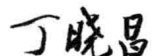
三是注重三位一体,能力为重。紧扣人才培养的知识、能力、素质要求,着力培养学生的工程职业道德和人文科学素养、创新意识和工程实践能力、国际视野和沟通协作能力。

四是注重应用为本,强化实践。充分体现用人单位对教学内容、教学实践设计、工艺流程的要求以及对人才综合素质的要求,着力解决以往教材中应用性缺失、实践环节薄弱、与用人单位要求脱节等问题,将学生创新教育、创业实践与社会需求充分衔接起来。

五是注重紧扣主线,整体优化。把培养学生工程技术能力作为主线,系统考虑、整体构建教材体系和特色,包括合理设置课件、习题库、实践课题以及在教学、实践环节中合理设置基础、拓展、复合应用之间的比例结构等。

该套教材组建了阵容强大的编写专家及审稿专家队伍,汇集了国家教学指导委员会委员、学科带头人、教学一线名师、人力资源专家、大型企业高级工程师等。编写和审稿队伍主要由长期从事教育教学改革实践工作的资深教师、对工程技术人才培养研究颇有建树的教育管理专家组成。在编写、审定教材时,他们紧扣指导思想 and 编写原则,深入探讨、科学创新、严谨细致、字斟句酌,倾注了大量的心血,为教材质量提供了重要保障。

该套教材在课程设置上基本涵盖了卓越工程技术人才培养所涉及的有关专业的公共基础课、专业公共课、专业课、专业特色课等;在编写出版上采取突出重点、以点带面、有序推进的策略,成熟一本出版一本。希望大家在教材的编写和使用过程中,积极提出意见和建议,集思广益,不断改进,以期经过不懈努力,形成一套参与度与认可度高、覆盖面广、特色鲜明、有强大生命力的优秀教材。

江苏省教育厅副厅长 

2012年8月

前 言

MATLAB 是目前最优秀的数学软件之一,内容丰富、功能强大且简单易学。实践证明,理工科大学生学习 MATLAB 软件,对于他们未来的发展起着重要的作用。

本书注重实用,在内容组织上深入浅出,力求通俗易懂,便于自学。全书共分九章,第 1 章介绍 MATLAB 桌面和桌面工具;第 2 章介绍 MATLAB 的各种数据类型的构建方法和使用技巧;第 3 章介绍 M 文件编辑器、M 文件编程和文件操作;第 4 章介绍 MATLAB 的图形绘制功能;后面的 5 章分别介绍 MATLAB 在高等数学、线性代数、计算方法、最优化方法、概率论与数理统计中的应用。书中提供的典型应用实例,叙述简明,方便模仿。每章结束都附有实验,供读者练习巩固之用。本书的第 5 章、第 6 章、第 7 章和第 9 章由李贤彬编写,其余各章由朱元泽编写。本书既可作为与 MATLAB 有关课程的教材,也可作为数学软件 MATLAB 自学者的参考书。

本书初稿为江苏师范大学统计学专业的基础课程讲义,也是学校数学建模培训的讲义之一,编者在多年的授课过程中不断修改、完善,在成书时又做了全面的充实、加工与修订,以求简单实用。

在书稿的写作过程中,编者参考了诸多图书资料和网上资源,受益匪浅,这里对这些作者表示衷心的感谢!本书得以出版,不仅要感谢江苏师范大学数学与统计学院领导的鼓励与支持,还要感谢江苏大学出版社编辑的辛勤付出。

教材的出版得到了江苏师范大学数学与统计学院数学与应用数学国家级特色专业建设点、数学类省“十二五”高等学校重点专业、数学省一级重点学科和统计学省优势学科的支持。

由于编者水平所限,书中难免存在一些不足甚至错误之处,欢迎读者批评指正。

编 者
2013 年 4 月

目 录

第 1 章 MATLAB 简介

1.1	MATLAB 的主要特点	001
1.2	MATLAB 桌面简介	001
1.2.1	启动按钮(Start)	003
1.2.2	命令窗口(Command Window)	003
1.2.3	命令历史窗口(Command History)	004
1.2.4	当前目录浏览器(Current Directory)	004
1.2.5	工作空间窗口(Workspace)	004
1.3	MATLAB 的帮助系统	007
1.3.1	帮助浏览器	008
1.3.2	help 函数和 doc 函数	008
实验一	了解数学软件 MATLAB	009
阅读材料	MATLAB 中的控制工具箱和 Simulink 仿真模块	010

第 2 章 数据类型

2.1	常数和变量	013
2.1.1	常数	013
2.1.2	变量	014
2.1.3	变量数据类型	016
2.2	数值型数组	020
2.2.1	构建一维数组	020
2.2.2	二维数组	021
2.2.3	多维数组	028
2.2.4	获取与数组有关的信息	031
2.3	字符型数组	032
2.3.1	直接创建字符串(一维字符型数组)	032
2.3.2	直接创建二维字符型数组	033
2.3.3	聚合字符串	033
2.3.4	从字符型数组中获取元素	034
2.3.5	类型转换	034
2.3.6	比较字符串	035
2.3.7	字符分类	036

2.3.8 搜索和替换	036
2.4 结构数组	037
2.4.1 创建结构数组	037
2.4.2 在结构数组中获取数据	038
2.4.3 结构数组的大小	039
2.4.4 操作字段	039
2.4.5 结构嵌套	040
2.5 单元数组	041
2.5.1 创建单元数组	041
2.5.2 从单元数组中获取数据	042
2.5.3 删除单元和重塑单元数组	042
实验二 数学软件 MATLAB 的数据类型	044
阅读材料 MATLAB 中随机数生成方法	046

第 3 章 M 文件设计

3.1 编辑器	050
3.2 局部变量和全局变量	051
3.3 表达式	051
3.3.1 数值表示	051
3.3.2 运算符	052
3.3.3 处理字符串表达式	054
3.4 程序控制语句	055
3.4.1 条件控制	055
3.4.2 循环控制	057
3.4.3 错误控制	057
3.4.4 程序终止控制	058
3.4.5 应用实例	058
3.5 函数	061
3.5.1 主函数与子函数	063
3.5.2 嵌套函数	063
3.5.3 私有函数	063
3.5.4 重载函数	064
3.6 M 文件编程	064
3.6.1 脚本式 M 文件和函数式 M 文件	064
3.6.2 函数式 M 文件的基本结构	065
3.6.3 函数的参数	065
3.6.4 函数调用	070
3.6.5 函数句柄	071
3.6.6 匿名函数	074

3.6.7	内联函数	074
3.7	程序调试和错误处理	075
3.7.1	用 try - catch 语句检查错误	075
3.7.2	错误和警告信息	076
3.7.3	用“Debug”菜单进行调试	076
3.8	编程技巧	078
3.8.1	向量化	078
3.8.2	预分配内存空间	078
3.8.3	程序运行情况监测——Profiler	078
3.9	文件操作	079
3.9.1	文件的打开、保存和关闭	079
3.9.2	读写文本文件	082
3.9.3	读写二进制数据文件	084
3.9.4	读取 Excel 文件中数据	084
3.9.5	Import Wizard 工具	085
实验三	数学软件 MATLAB 的 M 文件设计	093

第 4 章 绘制图形

4.1	绘制二维图形	095
4.1.1	线形图、条形图和面积图	095
4.1.2	饼图	098
4.1.3	误差条图	098
4.1.4	散点图	099
4.1.5	直方图	101
4.1.6	对数坐标图和半对数坐标图	102
4.1.7	多轴图	103
4.1.8	极坐标图	105
4.1.9	帕累托图	105
4.1.10	函数的图形	106
4.1.11	MATLAB 绘图工具	109
4.2	绘制三维图形	112
4.2.1	用给定数据绘三维线形图	112
4.2.2	用给定数据绘三维表面图	114
4.2.3	函数的曲线和曲面	117
实验四	绘制图形	120

第 5 章 MATLAB 在高等数学中的应用

5.1	函数	122
5.1.1	复合函数运算	122

5.1.2 反函数运算	123
5.2 一元函数的极限	123
5.3 导数	124
5.4 极限和导数的应用	125
5.4.1 求曲线的渐近线	126
5.4.2 极值	129
5.4.3 拐点	132
5.5 不定积分和定积分	132
5.6 数量积(内积)和向量积	137
5.7 多元函数的极限和求导	138
5.8 级数	139
5.8.1 级数求和	139
5.8.2 泰勒级数展开	140
5.9 微分方程	140
实验五 MATLAB 在高等数学中的应用	142

第 6 章 MATLAB 在线性代数中的应用

6.1 矩阵的运算	143
6.2 矩阵的操作	147
6.3 矩阵的分解	149
6.3.1 矩阵的 LU 分解	149
6.3.2 矩阵的 QR 分解	150
6.3.3 矩阵的 QZ 分解	151
6.3.4 矩阵的 Cholesky 分解	151
6.3.5 矩阵的奇异值分解	151
6.3.6 矩阵的特征值分解	151
6.3.7 矩阵的 Schur 分解	151
6.4 求线性方程组的解	152
6.4.1 唯一一组解情形	152
6.4.2 无穷多解的情形	153
6.4.3 无解超定情形	154
6.5 符号矩阵	154
实验六 MATLAB 在线性代数中的应用	157

第 7 章 MATLAB 在计算方法中的应用

7.1 一元非线性方程求解	158
7.1.1 fzero 函数	158
7.1.2 roots 函数	159
7.2 非线性方程组的数值解法	159

7.3	插值	161
7.3.1	一维插值	161
7.3.2	二维插值	163
7.3.3	多维插值	165
7.4	曲线拟合	166
7.4.1	最小二乘法	166
7.4.2	多项式曲线拟合	166
7.4.3	相关工具	166
7.5	数值微分(差分)	171
7.5.1	数值微分(差分)运算	171
7.5.2	数值梯度运算	172
	实验七 MATLAB 在计算方法中的应用	174
第 8 章	MATLAB 在最优化方法中的应用	
8.1	一维搜索问题	175
8.2	线性规划	176
8.3	无约束非线性最优化问题	178
8.4	有约束非线性最优化问题	181
8.5	二次规划	183
8.6	0-1 规划	184
8.7	最大最小化	187
8.8	多目标规划	189
	实验八 MATLAB 在最优化方法中的应用	196
第 9 章	MATLAB 在概率论与数理统计中的应用	
9.1	随机变量及其分布	197
9.1.1	常见离散型随机变量的分布列的计算	197
9.1.2	常见连续型随机变量的密度函数的计算	197
9.1.3	用函数 pdf 计算随机变量的分布列或密度函数值	198
9.1.4	分布函数	199
9.1.5	分布函数的逆函数	200
9.2	多维随机变量及其分布	202
9.2.1	二维随机变量联合密度函数和联合分布函数	202
9.2.2	边缘分布	203
9.3	随机变量的数字特征	204
9.3.1	数学期望	204
9.3.2	方差	206
9.3.3	常见分布的数学期望和方差	207
9.3.4	协方差矩阵及相关系数矩阵	207

9.3.5 矩	208
9.4 样本描述	209
9.4.1 集中趋势	209
9.4.2 离中趋势	210
9.4.3 抽样分布	211
9.5 参数估计	212
9.5.1 点估计	212
9.5.2 区间估计	214
9.5.3 常见分布的参数估计	214
9.6 假设检验	216
9.6.1 方差已知时单个正态总体均值的假设检验	216
9.6.2 方差未知时单个正态总体均值的假设检验	217
9.6.3 两个正态总体(方差未知但相等)均值差的检验	219
9.6.4 分布拟合检验	220
9.7 方差分析	224
9.7.1 单因子方差分析	224
9.7.2 双因子方差分析及多因子方差分析	228
9.8 一元线性回归	242
9.8.1 一元线性回归	242
9.8.2 可化为一元线性回归的曲线回归问题	243
9.9 多元线性回归分析	243
9.9.1 全回归分析	243
9.9.2 回归诊断	247
9.9.3 逐步回归	252
实验九 MATLAB 在概率论与数理统计中的应用	257
参考文献	259



第 1 章

MATLAB 简介

MATLAB(Matrix Laboratory)是由 MathWorks 公司于 1984 年推出的一套科学计算软件,分为总包和若干个工具箱,它具有强大的矩阵计算和数据可视化功能。

1.1 MATLAB 的主要特点

MATLAB 的主要特点如下。

(1) 简单易学:MATLAB 是一门编程语言,其语法规则与一般的结构化高级编程语言大同小异,而且使用更方便,具有一般语言基础的用户很快就可以掌握。

(2) 代码短小高效:由于 MATLAB 已经将很多数学问题的具体算法编成了现成的函数,用户只要熟悉算法的特点、使用场合、函数的调用格式和参数意义等,通过调用相应的函数很快就可以解决相应的问题,而不必花大量的时间纠缠于具体算法的实现。

(3) 计算功能非常强大:该软件具有强大的矩阵计算功能,利用一般的符号和函数就可以对矩阵进行加、减、乘、除运算以及转置和求逆等运算,而且可以处理稀疏矩阵等特殊的矩阵,非常适合于有限元等大型数值算法的编程。此外,该软件现有的数十个工具箱,可以解决应用中的很多数学问题。

(4) 强大的图形绘制和处理功能:该软件可以绘制常见的二维、三维图形,还可以对三维图形进行颜色、光照、材质、纹理和透明性设置并进行交互处理。

(5) 可扩展性能:可扩展性能是该软件的一大优点,用户可以自己编写 M 文件,组成自己的工具箱,方便地解决本领域内常见的计算问题。此外,利用 MATLAB 编译器可以生成独立的可执行程序,从而隐藏算法并避免依赖 MATLAB。

1.2 MATLAB 桌面简介

考虑到 MATLAB 在我国的应用现状,本书结合 MATLAB 7.0 版介绍数学软件 MATLAB。

在装有 MATLAB 7.0 的计算机上,可以在 Windows 中“开始”菜单的子菜单“所有程序”中找到 MATLAB 7.0,打开 MATLAB 7.0 时,MATLAB 的桌面类似图 1-2-1。

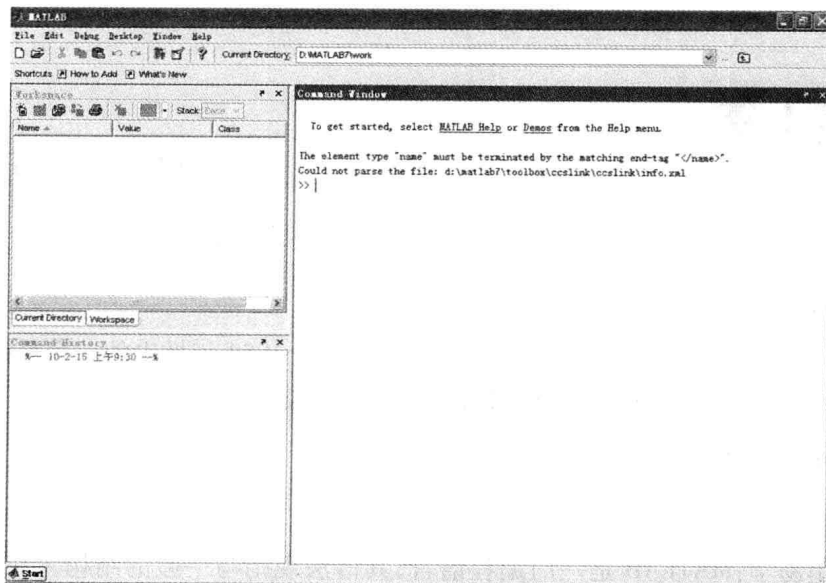


图 1-2-1 MATLAB 桌面

MATLAB 桌面包括表 1-2-1 中的几种工具窗口,在默认情况下,它们中间有一些不显示。

表 1-2-1 MATLAB 桌面工具

桌面工具	描述
数组编辑器	查看表格形式的数组内容并编辑数组的值
命令窗口	运行 MATLAB 命令
命令历史窗口	显示命令窗口中键入的命令,可以从该窗口中复制和运行命令
当前路径浏览器	查看文件,进行打开、查找和管理等操作
编辑器 / 调试器	创建、编辑和调试 M 文件(包括 MATLAB 函数的文件)
图形窗口	创建、修改、查看和打印 MATLAB 图形
帮助浏览器	查看和搜索所有 MathWorks 产品的文档
Profiler 窗口	查看 M 文件的每行代码的运行情况,包括运行时间和调用次数等,以便进行改进
启动按钮	运行工具和获取所有 MathWorks 产品的文档,并创建和使用 MATLAB 快捷方式
Web 浏览器	查看 HTML 和与 MATLAB 相关的信息
工作空间浏览器	查看和改变工作空间中的内容

根据需要可以改变 MATLAB 的桌面外观,包括移动、缩放和关闭工具窗口等。例如,用菜单“File”打开“Preferences …”对话框,改变“Fonts”中的选项,即可改变 MATLAB 桌面中字符的大小;用菜单“Desktop”的二级菜单或菜单“Desktop”中“Desktop layout”下的三级菜单,可以根据需要选择不同的 MATLAB 的桌面形式;执行“Desktop | Desktop layout | Default”菜单命令便可还原为图 1-2-1 所示的界面。



1.2.1 启动按钮(Start)

打开 MATLAB 主界面以后,单击“Start”按钮,显示一个菜单,利用“Start”菜单及其子菜单中的选项,可以直接打开 MATLAB 的有关工具。

1.2.2 命令窗口(Command Window)

命令窗口是用于运行 MATLAB 命令并显示结果的主要工具之一。例如,在命令窗口中键入:

```
a=[1 2 3;4 5 6;7 8 9]
```

则执行结果(按【Enter】键)为:

```
a =
     1     2     3
     4     5     6
     7     8     9
```

再在命令窗口中键入:

```
b=a
```

则执行结果(将变量 a 的值赋值给变量 b)为:

```
b =
     1     2     3
     4     5     6
     7     8     9
```

又如,在命令窗口中键入:

```
x=[0,-pi/2,pi,3*pi/2,2*pi];y=sin(x)
```

则执行结果为:

```
y =
     0    -1.0000     0.0000    -1.0000    -0.0000
```

需要注意的是:

- (1) MATLAB 可执行命令均由半角字符构成。
- (2) 在符号“[”与符号“]”之间的空格与逗号作用一样,用于区分列;在符号“[”与符号“]”之间分号用于换行;而在语句末尾加分号,可以防止输出结果显示到命令窗口中。
- (3) 可以用命令 `clc` 清空命令窗口。
- (4) 命令窗口中有一些常用的功能键,利用它们可以使操作更简便快捷。常见的功能键见表 1-2-2。

表 1-2-2 命令窗口常用功能键及其功能

功能键	功 能	功能键	功 能
Ctrl + C	中断正在运行的 MATLAB 程序	End	光标移到行尾
↑	重新调入上命令行	Esc	清除命令行
↓	重新调入下命令行	Delete	删除光标右边字符
←	光标左移一个字符	Backspace	删除光标左边字符
→	光标右移一个字符	Ctrl + K	删除至行尾
Home	光标移到行首		

1.2.3 命令历史窗口 (Command History)

命令历史窗口显示命令窗口中最近运行的所有语句。

用户可以将命令历史窗口中的语句复制到命令窗口或其他窗口中,也可以直接双击命令历史窗口中的语句,达到再次执行该语句的目的。

1.2.4 当前目录浏览器 (Current Directory)

MATLAB 工具栏右边的当前目录栏(如图 1-2-2 所示)和 MATLAB 的当前目录浏览器(如图 1-2-3 所示)配合使用,可以用于搜索、查看、打开、查找和改变 MATLAB 路径和文件。在 MATLAB 桌面上,从“Desktop”菜单中选择“Current Directory”选项,或者在命令窗口中键入“filebrowser”,均可打开当前目录浏览器。



图 1-2-2 当前目录栏

单击当前目录浏览器(如图 1-2-3 所示)右上角的跳出箭头,即可得到图 1-2-4 所示的界面。

使用独立窗口的当前目录浏览器可以更方便地完成下面的任务:

- ◆ 查看和改变路径;
- ◆ 创建、重命名、复制和删除路径和文件;
- ◆ 打开、运行和查看文件的内容;
- ◆ 查找文件和文件中的内容。

当然,单击独立窗口的当前目录浏览器右上角的进入箭头,即可返回图 1-2-3 所示的界面。

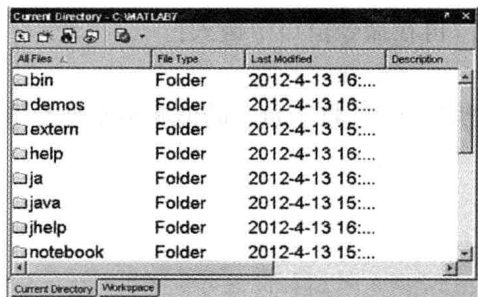


图 1-2-3 当前目录浏览器

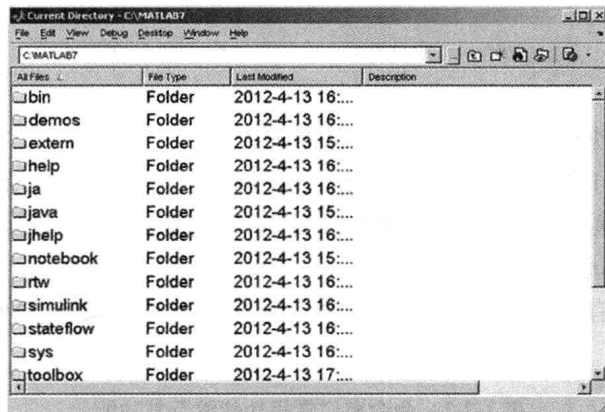


图 1-2-4 独立窗口的当前目录浏览器

1.2.5 工作空间窗口 (Workspace)

MATLAB 工作空间由一系列变量组成,可以通过使用函数、运行 M 文件和载入已经存在的工作空间来添加变量;可以用命令 clear 清除当前工作空间中的变量。

在命令窗口中键入:

```
clear % 清空工作空间,等同于 clear all
x = 0:pi/4:2 * pi;
```