

MATLAB

从入门到实践(第2版)



谢龙汉 蔡思祺 © 编著

- MATLAB——科研技术人员的常用计算分析软件
- MATLAB——超强的计算分析编程功能
- 基础知识 ……> 实训实例 ……> 工程应用
- 实例操作视频教学，轻松学习

工程设计与分析系列

MATLAB 从入门到实践

(第2版)

谢龙汉 蔡思祺 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

MATLAB 作为一款适用于多学科、多种工作平台，功能强大、界面友好且开放性很强的交互式大型优秀应用软件，特别适合科学计算、数值分析、数字信号处理、自动控制及工程应用等。

本书在第 1 版的基础上，吸收众多读者的宝贵建议进行改版，大幅完善了图书内容，以 MATLAB R2017b 版软件为平台，注重实际应用，通过大量实例，结合科学计算中的重要问题，从 MATLAB 的入门知识开始，详细讲解 MATLAB 图形处理和用户界面，Simulink 动态系统仿真，线性方程组求解，非线性方程（组）求解，矩阵特征值求解、优化、统计，微分方程数值解，有限元方法编程等，并在每章中都有非常丰富的综合实例。

本书适合广大 MATLAB 初学者及相关领域的科研人员，特别适合进行大量科学计算的技术人员学习。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有，侵权必究。

图书在版编目（CIP）数据

MATLAB 从入门到实践/谢龙汉，蔡思祺编著. —2 版. —北京：电子工业出版社，2018.6

（工程设计与分析系列）

ISBN 978-7-121-34236-3

I. ①M… II. ①谢… ②蔡… III. ①Matlab 软件 IV. ①TP317

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2018）第 106129 号

策划编辑：许存权

责任编辑：许存权 特约编辑：谢忠玉等

印 刷：三河市鑫金马印装有限公司

装 订：三河市鑫金马印装有限公司

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本：787×1092 1/16 印张：26.75 字数：690 千字

版 次：2012 年 1 月第 1 版

2018 年 6 月第 2 版

印 次：2018 年 6 月第 1 次印刷

定 价：69.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：（010）88254888，88258888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式：（010）88254484，xucq@phei.com.cn。

再版前言

近年来,随着科学技术的快速发展,科学计算正日益受到关注,发展越来越快,已经成为科学研究的三大基本手段之一。MATLAB 作为一个功能强大的科学计算平台,提供了用于解决有关工程、科学计算和机械学科等方面诸多问题的强大而丰富的功能,几乎能满足所有的计算需求,因而成为最受欢迎的科学计算工具之一。

作为科学计算的重要工具, MATLAB 自从诞生以来得到了快速发展,其应用领域已经拓展到各个行业,其功能也得到了不断完善,到目前为止已经发展到了 MATLAB R2017b,它提供丰富的应用工具箱,使应用范围更加广泛,功能也更加强大。同时, MATLAB 还为外部程序提供了多种功能完整的接口,与外部程序或其他程序语言进行沟通,从而大大增强了它的计算能力。

MATLAB 操作简单,易于学习,已经成为不同专业的学生、科研及工程技术人员不可或缺的工具,而且得到了广泛认可,很多专业已经把 MATLAB 作为基本的计算工具。为了更好地了解 MATLAB 系统,并将其应用到各个不同领域,解决越来越复杂的科学计算问题,作者结合 MATLAB R2017b 编写了本书,希望对读者能够有所帮助。本书旨在全面系统地介绍 MATLAB 在科学计算中的功能,使其成为不同专业学生、科研及工程技术人员重要的科学计算工具。本书自 2016 年 6 月出版第 1 版以来,获得了读者的广泛欢迎,已多次重印,很多读者来信介绍他们具体应用 MATLAB 的情况,并对本书提出了很多宝贵意见和建议。在此基础上,我们根据用户的建议,结合相关企业研究应用的需求和高校的教学需求修订了第 1 版内容。第 2 版内容是在 MATLAB R2017b 的基础上写作的,更新了大量内容,也更加契合实际应用,相信可以更好地帮助读者深入应用 MATLAB。


在编写过程中,本书突出了如下特点。

① 内容系统全面。本书全面详尽地讲述了 MATLAB 基础及科学计算功能,重点讲述了 MATLAB 的程序设计基础、图形处理和用户界面、Simulink 仿真模块、线性方程组、非线性方程(组)、矩阵特征值问题、微分方程(组)、拟合和插值、最优化、变换及分析、概率及统计分析、数值积分和复变函数、偏微分方程的有限元法求解等方面的应用。本书内容广泛,包含了科学计算的主要内容,并且在每章中都提供了丰富的实例,使读者更容易理解各个知识点。

② 直观易懂。本书以图解的形式介绍基础知识和实例操作,所有知识点和操作流程都尽可能体现在各个实例中,直观易懂,使用户能够在最短的时间内获取最多的知识。

③ 先进性。以 MATLAB R2017b 为蓝本进行讲解,并参阅了国内外大量的经典教材,一切从满足读者的需求出发。

④ 结构清晰,讲解详尽。本书采用“基础知识—各小节实例—综合实例”的循序渐进的讲解方法,一步一步地提高读者掌握 MATLAB 知识的能力,而且每个知识点和实例都进行尽可能详细地讲解,使读者学习轻松自如。

⑤ 多媒体示范。本书的配套资源中提供了所有实例的视频操作  动画演示,读者可以在观

看视频的过程中增强对知识点的理解。

本书的配套视频和编程素材,请读者到华信教育资源网(www.hxedu.com.cn)的本书页面下载,也可以加入QQ群(708552342),在群文件中下载。

本书主要由谢龙汉、蔡思祺完成,另外参加本书编写和资源开发的还有林伟、魏艳光、林木议、王悦阳、林伟洁、林树财、郑晓、吴苗、李翔、朱小远、唐培培、黄海、于斌等。但由于作者学识有限,加之时间仓促,难免在写作方式和内容上存在疏漏之处,欢迎广大读者发送电子邮件至 tenlongbook@163.com 批评指正。

编者

目 录

第 1 部分 入门知识

第 1 章 MATLAB 基础概述	1	2.2.2 数值数据	46
1.1 MATLAB 科学计算概述	1	2.2.3 字符数据	48
1.2 MATLAB 科学计算的优势	3	2.2.4 逻辑数据类型	51
1.3 MATLAB 工作环境	4	2.2.5 日期和时间	53
1.3.1 操作界面的菜单栏	4	2.2.6 单元数组和结构体	54
1.3.2 桌面平台的工具栏	13	2.3 数组与矩阵	56
1.3.3 桌面组件	14	2.3.1 创建数组	56
1.3.4 属性设置	15	2.3.2 数组运算	58
1.3.5 工作空间常用命令	20	2.3.3 数组处理函数	60
1.4 功能模块	20	实例 2-1 判断数组元素是否在 另一数组中出现	68
1.4.1 基础工具	21	2.3.4 矩阵及其运算	69
1.4.2 控制	22	实例 2-2 简单线性方程组求解	70
1.4.3 实时目标系统	23	2.3.5 特殊矩阵	71
1.4.4 应用接口	24	实例 2-3 利用特殊矩阵快速构造 矩阵	72
1.4.5 数学与金融	24	2.3.6 稀疏矩阵及函数	73
1.4.6 信号通信处理及系统开发	26	实例 2-4 稀疏矩阵函数的巧用	74
1.4.7 测试测量	26	2.4 控制语句	76
1.4.8 其他工具箱	27	2.4.1 for 循环语句	76
1.5 数据输入/输出与文件操作	27	2.4.2 while 循环语句	77
1.5.1 数据输入与输出	27	2.4.3 if-else-end 语句	77
1.5.2 文件的打开与关闭	30	2.4.4 switch-case 语句	78
1.5.3 二进制文件的读/写操作	31	2.4.5 try-catch 语句	79
1.5.4 文本文件的读/写操作	32	实例 2-5 判断矢量单调性	79
1.5.5 数据文件定位	33	2.5 M 函数	81
1.6 在线帮助系统	34	2.5.1 M 函数构造规则	81
1.7 MATLAB 的学习方法	37	2.5.2 输入/输出参数	82
1.8 MATLAB 的安装方法	37	2.5.3 函数调用	83
第 2 章 MATLAB 程序设计	43	2.5.4 用 Feval 进行函数运算	83
2.1 程序基础	43	实例 2-6 矢量单调性 (包含子函数)	
2.2 数据类型和运算	45		
2.2.1 常量和变量	45		

调用)	86	3.7.2 组件属性	131
2.6 程序调试	88	3.8 综合实例	132
实例 2-7 程序调试实例	89	实例 3-3 稀疏矩阵排列图	132
2.7 MATLAB 编程技巧	91	实例 3-4 交互式用户界面设计	
2.8 综合实例	93	实例	133
实例 2-8 汉诺塔问题	93	第 4 章 Simulink 仿真	134
实例 2-9 结构体的处理	94	4.1 Simulink 概述	134
第 3 章 绘图与界面	97	4.2 Simulink 模块库	136
3.1 二维绘图	97	4.2.1 公共模块库	136
3.1.1 plot 函数及设置	97	4.2.2 功能模块库	136
实例 3-1 绘制二维图的应用		4.3 创建 Simulink 模型	137
实例	101	4.3.1 建立或打开仿真结构图	137
3.1.2 子图	102	4.3.2 菜单与工具栏功能	139
3.1.3 特殊二维图形	103	4.3.3 模块处理	139
3.2 三维绘图	105	4.3.4 线的处理	141
3.2.1 三维曲线图	105	4.3.5 运行仿真	142
3.2.2 特殊三维图形	107	实例 4-1 仿真结构图应用实例	146
实例 3-2 绘制三维图应用实例	109	4.4 子系统与封装	149
3.3 打印和导出图形	110	4.4.1 子系统	149
3.3.1 用菜单打印和导出	111	实例 4-2 子系统设计应用实例	150
3.3.2 命令行打印和导出	113	4.4.2 封装	152
3.4 图形用户界面	115	实例 4-3 封装设计应用实例	154
3.4.1 图形用户界面	115	4.5 Simulink 模型调试	156
3.4.2 GUI 如何工作	116	4.5.1 Simulink 调试器	156
3.4.3 创建 GUI 途径	116	4.5.2 命令行调试	158
3.5 用 GUIDE 创建 GUI	117	4.6 S 函数	160
3.5.1 新建一个 GUI	117	4.6.1 S 函数模块	160
3.5.2 添加组件	119	4.6.2 S 函数工作原理	162
3.5.3 GUI 的存储	122	4.6.3 M 文件的 S 函数编写	163
3.5.4 GUI 的编程	123	4.6.4 M 文件的 S 函数模板	164
3.6 菜单和工具栏	126	实例 4-4 S 函数应用实例	166
3.6.1 菜单的创建	126	4.7 综合实例	168
3.6.2 工具栏的创建	129	实例 4-5 食饵—捕食者模型	168
3.7 组件	130	实例 4-6 S 函数种群竞争模型	169
3.7.1 组件类型	130	实例 4-7 动画演示单摆运动	172

第 2 部分 MATLAB 在科学计算中的应用

第 5 章 线性方程组求解	175	5.1 直接解法	176
----------------------------	-----	----------------	-----

5.1.1 Gauss 消去法	176	实例 6-4 拟牛顿法应用实例	199
实例 5-1 Gauss 消去法应用实例 ..	177	6.2.4 Halley 迭代法	200
5.1.2 选主元 Gauss 消去法	178	实例 6-5 Halley 迭代应用实例 ..	200
实例 5-2 选主元 Gauss 消去法		6.3 综合实例	201
应用实例	178	实例 6-6 牛顿法求解非线性	
5.1.3 Cholesky 分解法	180	方程组	201
实例 5-3 Cholesky 分解法应用		实例 6-7 Halley 迭代法求解非线	
实例	181	性方程组	203
5.2 迭代法	181	第 7 章 矩阵特征值求解	205
5.2.1 Jacobi 迭代法	182	7.1 非对称特征值问题	205
实例 5-4 Jacobi 迭代法应用		7.1.1 幂法	205
实例	182	实例 7-1 幂法实例	206
5.2.2 Gauss-Seidel 迭代法	183	7.1.2 反幂法	207
实例 5-5 Gauss-Seidel 迭代法应用		实例 7-2 反幂法实例	208
实例	183	7.1.3 QR 方法	210
5.2.3 超松弛迭代法	184	实例 7-3 QR 方法实例	210
实例 5-6 超松弛迭代法应用		7.2 对称特征值问题	212
实例	184	7.2.1 对称 QR 法	212
5.2.4 共轭梯度法	185	实例 7-4 对称 QR 方法实例	212
实例 5-7 共轭梯度法应用实例 ..	186	7.2.2 Jacobi 方法	214
5.2.5 Bicg 迭代法	186	实例 7-5 Jacobi 方法实例	215
实例 5-8 Bicg 迭代法应用实例 ..	187	7.2.3 二分法	218
5.2.6 Bicgstab 迭代法	188	实例 7-6 二分法实例	218
实例 5-9 Bicgstab 迭代法应用		7.3 综合实例	221
实例	188	实例 7-7 病态实阵的特征值	
5.3 综合实例	189	问题	221
实例 5-10 Dirichlet 问题中的线性		实例 7-8 二点边值问题差分	
方程组求解问题	189	离散矩阵特征值实例 ..	221
实例 5-11 两点边值问题差分法		第 8 章 微分方程(组)求解	224
线性方程组求解问题 ..	191	8.1 单步法	224
第 6 章 非线性方程(组)求解	194	8.1.1 显式 Euler 方法	224
6.1 二分法	194	实例 8-1 显式 Euler 方法实例 ..	225
实例 6-1 二分法应用实例	195	8.1.2 改进的 Euler 方法	226
6.2 迭代法	196	实例 8-2 改进的 Euler 方法	
6.2.1 牛顿法	196	实例	227
实例 6-2 牛顿法应用实例	197	8.1.3 Runge-Kutta 方法	228
6.2.2 割线法	198	实例 8-3 Runge-Kutta 方法实例 ..	229
实例 6-3 割线法应用实例	198	8.2 线性多步法	231
6.2.3 拟牛顿法	199	8.2.1 Adams 外插法	231

实例 8-4 Adams 外插法实例	232	实例 10-1 线性规划实例	275
8.2.2 Adams 内插法	234	10.5 整型规划	276
实例 8-5 Adams 内插法实例	235	实例 10-2 整型规划实例	277
8.3 有限差分法	238	10.6 0-1 规划	282
8.3.1 网格剖分	238	实例 10-3 0-1 规划实例	283
8.3.2 数值微分	238	10.7 无约束非线性规划	284
8.3.3 差分定解	239	10.7.1 一维搜索	285
实例 8-6 差分法边值问题实例	239	实例 10-4 一维搜索实例	286
8.4 常微分方程组求解	241	10.7.2 黄金分割法	288
实例 8-7 微分方程组实例	241	实例 10-5 黄金分割法实例	289
8.5 综合实例	242	10.7.3 牛顿法	290
实例 8-8 一维抛物型方程差分法 求解	242	实例 10-6 牛顿法无约束非线性 规划实例	291
实例 8-9 二维波动方程求解	245	10.8 有约束非线性规划	292
第 9 章 拟合与插值	249	实例 10-7 有约束非线性规划 实例	293
9.1 插值运算	249	10.9 二次规划	294
9.1.1 一维插值	249	实例 10-8 二次规划实例	296
实例 9-1 一维插值实例	252	10.10 综合实例	297
9.1.2 二维插值	254	实例 10-9 运输问题	297
实例 9-2 二维插值实例	255	实例 10-10 供应与选址问题	299
9.2 曲线拟合	256	实例 10-11 连续投资问题	301
9.2.1 多项式最小二乘拟合	256	第 11 章 变换及分析	304
实例 9-3 多项式拟合实例	257	11.1 Fourier 变换	304
9.2.2 曲线拟合工具箱	259	11.1.1 基本 Fourier 变换	305
实例 9-4 曲线拟合工具箱应用 实例	261	实例 11-1 函数的 Fourier 变换	305
9.3 综合实例	262	11.1.2 基本 Fourier 逆变换	306
实例 9-5 温度曲线问题	262	实例 11-2 函数的 Fourier 逆变换	307
实例 9-6 根据山区地形选点 海拔确定地貌	264	11.1.3 离散 Fourier 变换	308
实例 9-7 流水量与供水量问题	265	11.1.4 快速 Fourier 变换	309
第 10 章 优化	268	11.2 Laplace 变换	312
10.1 方程求根	268	11.2.1 Laplace 变换	312
10.2 一维最小值问题	271	实例 11-3 函数的 Laplace 变换	313
10.3 多维最小值问题	272	11.2.2 Laplace 逆变换	314
10.4 线性规划	273	实例 11-4 函数的 Laplace 逆变换	314
10.4.1 线性规划问题及数学 模型	273	11.2.3 Laplace 变换与 LTI 系统	316
10.4.2 线性规划求解	274	11.3 Z 变换	316

11.3.1 Z 变换	316	实例 12-8 岩石成分分析模型	358
11.3.2 Z 逆变换	317	实例 12-9 榭寄生问题	358
11.3.3 Z 变换与离散 LTI 系统	318	第 13 章 数值积分及复变函数	361
11.4 滤波器的设计	320	13.1 数值积分	361
11.5 综合实例	323	13.1.1 中点公式	361
实例 11-5 滤波器的设计	323	13.1.2 Newton-Cotes 公式	362
实例 11-6 滤波器的应用	327	13.1.3 Gauss 求积公式	364
第 12 章 概率及统计分析	329	13.1.4 三角形上的求积公式	365
12.1 概率密度函数与分布函数	329	13.1.5 MATLAB 提供的求积 函数	366
12.2 随机变量的数字特征	333	实例 13-1 数值积分公式比较	368
12.2.1 数学期望	333	13.2 复变函数	369
12.2.2 方差与标准差	335	13.2.1 复变函数的极限求导和 积分	369
12.2.3 协方差与相关系数	336	13.2.2 复变函数的 Taylor 展开	370
12.2.4 中心矩	338	13.2.3 复变函数图像	371
12.2.5 分布函数的统计量	338	13.2.4 留数	371
12.3 逆分布函数及随机数生成	339	实例 13-2 复变函数留数的计算 及应用	372
12.3.1 逆分布函数	339	13.3 综合实例	372
12.3.2 随机数生成	340	实例 13-3 复变函数洛朗展开	372
实例 12-1 随机数生成	341	实例 13-4 三角形上的积分 实例	373
12.4 参数估计	342	第 14 章 有限元分析法	375
实例 12-2 参数估计实例	345	14.1 网格生成	375
实例 12-3 统计图实例	350	14.1.1 网格生成工具	375
12.5 假设检验	351	14.1.2 数据保存	377
12.5.1 单个正态总体均值的 检验	351	实例 14-1 网格生成实例	378
实例 12-4 单个正态总体均值 假设检验实例	352	14.2 协调元	379
12.5.2 两个正态总体均值差的 检验	353	实例 14-2 协调元实例	380
实例 12-5 两个正态总体均值差 假设检验实例	354	14.3 非协调元	382
12.6 回归分析	354	实例 14-3 非协调元实例	383
12.6.1 一元线性回归分析	355	14.4 离散格式	384
实例 12-6 一元线性回归分析 实例	355	14.5 构造线性方程组	385
12.6.2 多元线性回归分析	356	实例 14-4 构造线性方程组 实例	386
实例 12-7 多元线性回归分析 实例	357	14.6 线性方程组求解及误差分析	388
12.7 综合实例	358	实例 14-5 线性方程组求解及 误差分析实例	388

14.7 综合实例	390	15.2.1 网格生成	401
实例 14-6 变系数泊松方程有限 元求解	390	15.2.2 离散格式	402
实例 14-7 求解 Helmholtz 方程	392	15.2.3 线性方程组求解及误差	402
第 15 章 工程实例	395	15.2.4 程序实现	403
15.1 特征值问题求解	395	实例 15-2 对流扩散方程求解 程序	403
15.1.1 网格生成	395	15.3 热传导方程求解	408
15.1.2 离散格式	396	15.3.1 网格生成	408
15.1.3 线性方程组特征值问题 求解及误差	397	15.3.2 离散格式	409
15.1.4 程序实现	398	15.3.3 线性方程组的求解及 误差	410
实例 15-1 特征值问题求解 程序	398	15.3.4 程序实现	410
15.2 对流扩散方程求解	400	实例 15-3 热传导方程求解程序 ..	410

第1部分 入门知识

第1章 MATLAB 基础概述

本章主要介绍 MATLAB 在科学计算中的优势作用, 以及 MATLAB 工作环境中的桌面平台的菜单、工具栏、组件、属性设置及常用命令。同时, 简要介绍了 MATLAB 丰富强大的功能模块, 常用的数据输入/输出处理, 以及文件操作。MATLAB 提供丰富的在线帮助系统使得用户更加容易学习 MATLAB, 再加上 MATLAB 强大的功能模块, 使得 MATLAB 在科学计算中起着越来越重要的作用。



本章内容

- ✎ MATLAB 桌面平台
- ✎ MATLAB 功能模块
- ✎ 数据输入/输出
- ✎ 文件操作
- ✎ 在线帮助
- ✎ MATLAB 安装方法

1.1 MATLAB 科学计算概述

科学计算是伴随电子计算机的出现而迅速发展并获得广泛应用的新兴交叉学科, 是数学及计算机应用于高科技领域的必不可少的纽带和工具。通常实际的问题, 可以根据物理的定律或假设, 导出反映此现象的数学公式或模型。透过数学分析与计算, 再经由计算机计算之后, 可以模拟、估计与预测此物理现象。

科学计算大致可以分为以下几个步骤。

第 1 步 建立数学模型。通过对实际问题进行数学抽象得到一个数字模型, 这个模型必须简单、合理、真切地反映实际问题的本质。因此, 在这个过程中应当深入了解实际问题, 通过数学、实验、观察和分析相结合, 建立优质的数学模型。

第 2 步 设计高效的计算方法。通过对数学模型的分析, 针对不同的问题设计高效的算法。在这个过程中需要考虑算法的计算量, 以及计算所需要的存储空间等问题, 在计算中时间与空间是相互矛盾的两个量, 如何在这两者之间取舍是设计算法时需要考虑的问题。

第3步 分析计算方法。对第2步给出的算法进行理论分析,如算法的收敛速度、误差估计、稳定性等。算法的理论分析是科学计算的基础,已经成为数学中的一个重要分支。

第4步 程序设计。根据设计的算法,编写高效的程序,并在计算机上运行,来验证第3步所做的理论分析的正确性及所用计算方法的有效性。

第5步 计算模型问题。将设计的程序应用于第1步建立的数学模型,并将得到的数值结果与实际问题相比较,以考证所建立的数学模型的合理性。当对建立的数学模型考证完毕,就可以进行预测和评估,并得出相应的结论。

计算机的快速发展使得人们越来越广泛地使用计算机来模拟客观的现实世界,从而预测和估计未来的趋势或者模拟在实验中无法重复或进行的自然社会现象。因而科学计算已经成为科学活动的前沿,并上升成为一种主要的科学手段。事实上计算已形成与实验、理论鼎足而立之势,此三者已成为科学研究方法上相辅相成而又相对独立、可以互相补充替代而又彼此不可或缺的三个主要方法。

MATLAB 是 MathWorks 公司开发的集算法开发、数据可视化、数据分析,以及数值计算于一体的一种高级科学计算语言和交互式环境。它为满足工程计算的要求应运而生,经过不断发展,目前已成为国际公认的优秀数学应用软件之一。MATLAB 不仅可以处理代数问题和数值分析问题,而且还具有强大的图形处理及仿真模拟等功能,它能很好地帮助工程师及科学家解决实际的技术问题。

作为一种数学应用软件, MATLAB 的发展与数值计算的发展密切相关。20世纪70年代中期,时任美国新墨西哥大学计算机系主任的 Cleve Moler 教授出于减轻学生编程负担的动机,为学生设计了一组调用 LINPACK 和 EISPACK 库程序的“通俗易懂”的接口,并以 MATLAB 作为该接口程序的名字,意为矩阵实验室 (Matrix Laboratory),此即用 FORTRAN 编写的萌芽状态的 MATLAB。经过几年的校际流传,在 Little 的推动下,由 Little、Moler、Steve Bangert 合作,于1984年成立了 MathWorks 公司,把 MATLAB 正式推向市场,并开始了对 MATLAB 工具箱等的开发设计。从那时起, MATLAB 的内核采用 C 语言编写,而且除原有的数值计算能力外,还新增了绘制数据图功能。

1993年, MathWorks 公司推出了基于个人计算机的 MATLAB 4.0 版本,1995年推出了 MATLAB 4.2c 版本,从1997年春的 5.0 版起,后历经 5.1、5.2、5.3 等多个版本的不断改进,2000年10月底推出了全新的 MATLAB 6.0 正式版 (Release 12),其在核心数值算法、界面设计、外部接口、应用桌面等诸多方面有了极大的改进。这时的 MATLAB 支持各种操作系统,它可以运行在十几个操作平台上,其中比较常见的有基于 Windows 9X/NT、OS/2、Macintosh、Sun、UNIX、Linux 等平台的系统。现在的 MATLAB 已不再是一个简单的矩阵实验室了,它已经演变成一种具有广泛应用前景的全新计算机高级编程语言。2001年, MathWorks 公司推出了 MATLAB 6.x 版本,6.x 版在继承和发展其原有的数值计算与图形可视能力的同时,推出了 Simulink,打通了 MATLAB 进行实时数据分析、处理和硬件开发的道路。2006年9月, MATLAB R2006b 正式发布,从那时开始, MathWorks 公司将每年进行两次产品发布,时间分别在每年的3月和9月,而且每次发布都会包含所有的产品模块。本书是基于2017年9日发布的 MATLAB R2017b 编写的。

1.2 MATLAB 科学计算的优势

MATLAB 不仅是一种直观、高级的语言，同时又是一个科学计算的平台。它功能强大、简单易学、编程效率高，深受广大科技工作者的欢迎，这是由于应用 MATLAB 系统进行科学计算有非常大的优势。

首先，MATLAB 提供了一种高级语言和多种开发工具，可以迅速开发和分析算法和应用。由于 MATLAB 语言支持矢量和矩阵操作，以矩阵作为其语言系统的最基本要素，从而极大地简化了线性运算，矩阵和矢量操作是科学计算的基础，从而大大提高了科学计算的效率。因为 MATLAB 语言不需要执行低级管理任务，如声明变量、指定数据类型、分配内存，而且在许多情况下，MATLAB 不需要使用“for”循环，而是通常只用一行 MATLAB 代码代替多行 C 或 C++ 代码，因此可以比传统语言更快地编程和开发算法。同时，MATLAB 提供了传统编程语言的所有功能，包括数学运算符、流程控制、数据结构、面向对象的编程和调试功能。

为快速执行繁重的矩阵和矢量计算，MATLAB 采用处理器优化程序库，对通用标量计算，MATLAB 使用 JIT (Just In Time) 汇编技术生成机器代码。这种技术可以用于大多数平台，提供了相当于传统编程语言的执行速度。

MATLAB 带有多种开发工具，帮助有效实现算法，包括 MATLAB Editor (提供了标准编辑和调试功能，如设置断点和单步执行)、M-Lintcode Checker (分析代码，推荐改动方案，改善性能和维护能力)、MATLAB Profiler (记录执行每行代码所用的时间)、Directory Reports (扫描一个目录下的所有文件，报告代码效率、文件差异、文件相关性和代码覆盖范围)。

其次，MATLAB 具有丰富的应用功能，大量实用的辅助工具箱适合不同专业研究方向及工程需求的用户使用。MATLAB 系统由两部分组成，即 MATLAB 主程序、Simulink 动态系统仿真及辅助工具箱，它们构成了 MATLAB 的强大功能。

MATLAB 内核是 MATLAB 系统的核心内容，包括 MATLAB 语言系统、MATLAB 开发环境、MATLAB 图形系统、MATLAB 数学函数库，以及 MATLAB 应用程序接口等。MATLAB 语言系统从本质上讲是以矩阵的存储和运算为基础的，几乎所有的操作都可以归结为矩阵的运算，同时 MATLAB 语言系统也具有结构化程序设计语言的一切特点。MATLAB 开发环境有基本开发环境与辅助开发环境。其中，基本开发环境包括启动和退出 MATLAB、MATLAB 桌面系统、MATLAB 函数调用系统，以及帮助系统。辅助开发环境包括工作空间、路径和文件管理系统、数据交换系统、M 文件编辑调试系统、M 文件优化系统、源控制处理系统，以及记事本系统。MATLAB 系统提供了强大的图形操作功能，可以方便地将分析数据可视化，GUI 的推出充分展现了 MATLAB 在图形用户界面处理中的应用。MATLAB 数学函数库涵盖了几乎所有的常用数学函数，这些函数以两种不同的形式存在，一种是内部函数，另一种是 M 函数。MATLAB 的应用程序接口可以让 MATLAB 语言同其他高级语言（如 C 语言、FORTRAN 语言等）进行数据交换，从而大大提高运行速度。

MATLAB 的强大功能很大程度上源于它所包含的众多辅助工具箱。工具箱分为辅助功能性工具箱和专业性功能箱。辅助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。而专业性工具箱是由不同领域的专家学者编写的针对性很强的专业性函数库,如数学优化工具箱、金融建模和分析工具箱、控制系统设计和分析工具箱等。正由于这些强大的专业性工具箱,使得 MATLAB 在科学计算的各个领域有着非常广泛的应用。

MATLAB 系统提供的 Simulink 模块大大地增强了 MATLAB 的功能,使得用户能对真实世界的动力学系统建模、模拟和分析,通过分析用户很容易构建出符合特定要求的模型,并对模型进行分析和模拟。

上述 MATLAB 的几个强大优势使得 MATLAB 在科学计算中起着非常重要的作用,在后续章节中将分别展开介绍这些功能。

1.3 MATLAB 工作环境

MATLAB 的界面制作得非常简单易懂,为了使大家对 MATLAB 有一个初步的认识,本节主要介绍了 MATLAB 的工作环境,包括 MATLAB 桌面平台的菜单、工具栏、组件、属性及常用命令。本书主要是基于 MATLAB R2017b 来编写的,需要说明的是, MATLAB 各个版本之间的变化不大,主要的变化是增加一些工具箱等,而在界面内容、形式、使用风格、主要功能等方面则几乎没有变化。启动 MATLAB R2017b 之后,可以看到操作界面如图 1-1 所示,包括:菜单栏、指令窗、当前文件夹、工作空间。

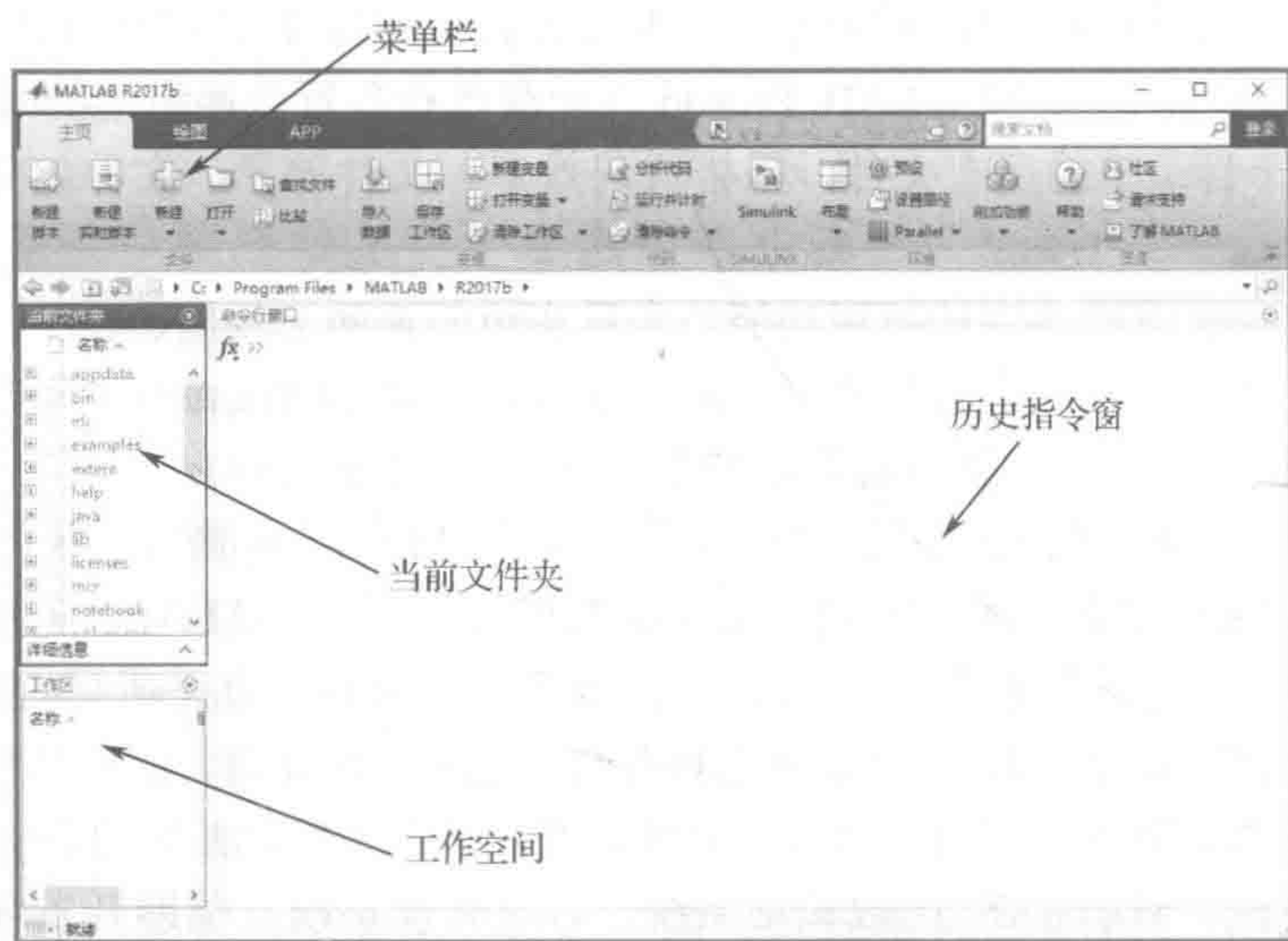


图 1-1 MATLAB 操作界面

1.3.1 操作界面的菜单栏

下面简要介绍一下 MATLAB 平台界面的菜单栏,如图 1-2 所示,主页菜单栏包含文件、变量、代码、SIMULINK、环境和资源 6 个选项。



图 1-2 主页菜单栏

1. 文件菜单

文件菜单包括新建脚本、新建实时脚本、新建、打开、查找文件和比较选项。其中 New（新建）选项下面有个箭头表明 New（新建）是一个子菜单，用鼠标单击 New（新建）选项上弹出 New（新建）子菜单，如图 1-3 所示。



图 1-3 New（新建）子菜单

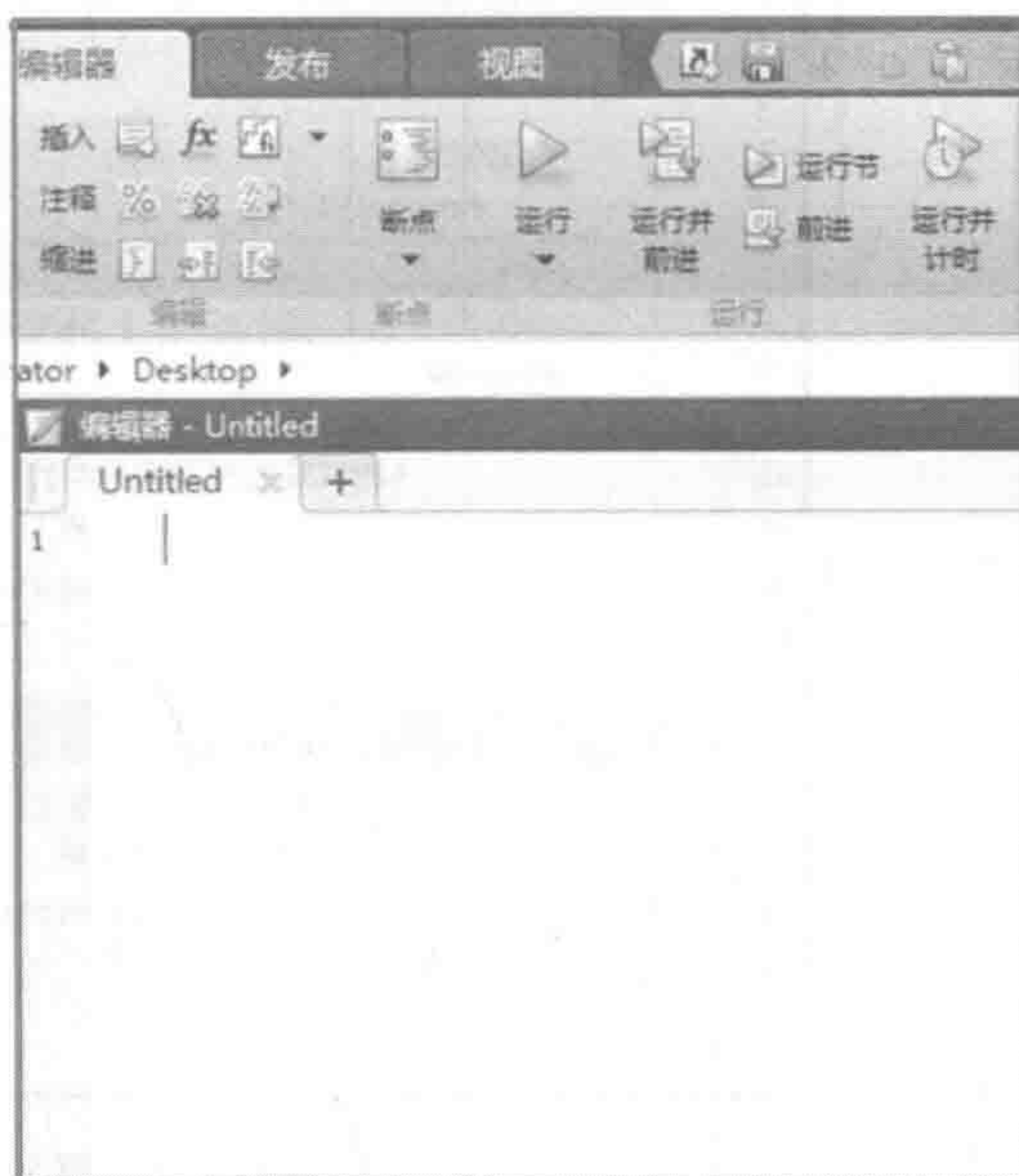


图 1-4 M 文件编辑调试器

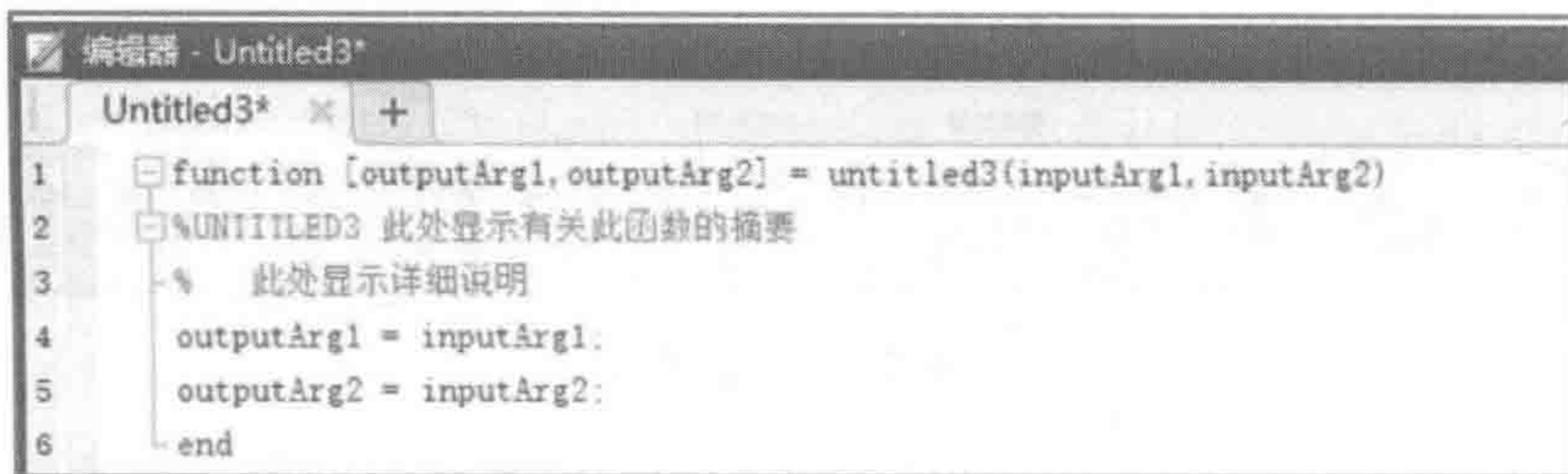
选择 New（新建）子菜单中的选项——脚本，将新建一个空白 M 文件并打开 M 文件编辑调试器，如图 1-4 所示。

选择 New（新建）子菜单中的选项——函数，则将新建一个函数 M 文件并在打开的 M 文件编辑器中给出 M 函数的一般框架。有快捷方式，即同时按下 Ctrl 和 N 键，执行相同的功能，如图 1-5 所示。

选择 New（新建）子菜单中的选项——类，将新建一个类 M 文件并在打开的 M 文件编辑器中给出类 M 文件的一般框架，如图 1-6 所示。

选择 New 子菜单中的选项图窗，则将创建一个图形并打开图形窗口，如图 1-7 所示。

选择选项 Open（打开）将激活【打开文件】对话框，打开文件的路径的默认值为当前的搜索路径。有快捷方式，即同时按下 Ctrl 和 O 键，执行相同的功能，如图 1-8 所示。



```

1 function [outputArg1, outputArg2] = untitle3(inputArg1, inputArg2)
2 %UNTITLED3 此处显示有关此函数的摘要
3 % 此处显示详细说明
4 outputArg1 = inputArg1;
5 outputArg2 = inputArg2;
6 end

```

图 1-5 新建函数 M 文件



```

1 classdef untitle5
2     %UNTITLED5 此处显示有关此类的摘要
3     % 此处显示详细说明
4
5     properties
6         Property1
7     end
8
9     methods
10        function obj = untitle5(inputArg1, inputArg2)
11            %UNTITLED5 构造此类的实例
12            % 此处显示详细说明
13            obj.Property1 = inputArg1 + inputArg2;
14        end
15
16        function outputArg = method1(obj, inputArg)
17            %METHOD1 此处显示有关此方法的摘要
18            % 此处显示详细说明
19            outputArg = obj.Property1 + inputArg;
20        end
21    end
22 end

```

图 1-6 新建类 M 文件



图 1-7 MATLAB 图形窗口