

# MATLAB

## 与科学计算

■ 王正盛 编著

- ★ 系统、全面的科学计算内容
- ★ 丰富、详尽的MATLAB源程序
- ★ 简洁、实用的精选应用实例
- ★ 由浅入深的结构，利于轻松入门
- ★ 独具匠心的综合实例，有助快速提高水平
- ★ 紧扣教材、实用必备的工具书



国防工业出版社

National Defense Industry Press

# MATLAB 与科学计算

王正盛 编著

国防工业出版社

·北京·

# 前 言

## 一、编写目的

MATLAB (MATrix LABoratory, 矩阵实验室) 是世界流行的优秀科技应用软件之一, 具有功能强大(数值计算、符号计算、图形生成、文本处理及多种专业工具箱)、界面友好、可二次开发等特点。它集强大的科学计算(以矩阵为计算单位)与可视化功能为一体, 带有众多专门实用工具箱。它结合了交互式语言(如 Basic)与面向对象语言(C++)的优点, 使用方便、语法结构简明, 广泛应用于科学计算、数字信号处理、图形图像处理、动态仿真、神经网络、控制、力学等领域, 已成为计算机辅助设计与分析、算法研究与应用开发的首选工具。

MATLAB 自 1984 年由美国 MathWorks 公司推向市场以来, 先后发布了多个版本, 1993 年发布 4.0 版, 1996 年发布 5.0 版, 1999 年发布 5.3 版, 2001 年发布 6.1 版(R12), 2002 年发布 6.5 版(R13), 目前, 已发布的最新版本为 2010b。1997 年, MathWorks 公司总裁兼首席科学家 Moler 因其对 MATLAB 的贡献当选为美国工程科学院院士。

可以说, MATLAB 语言是真正的 21 世纪的科学计算语言。而且, 新版本的 MATLAB 还不断增强了各种专用工具箱, 使其应用范围越来越广, 功能日益强大。

当前, 在国内外 MATLAB 走入企业、公司、高等学校和科研机构, 已被国内外从事科学研究、工程计算的广大科技工作者、高校师生认定为必须掌握的计算工具, MATLAB 是从理论向实际的桥梁, 也是最可信赖的科技资源之一。国内已有许多高等院校把 MATLAB 列为本科生、研究生必须掌握的基本技能。很多院校开设 MATLAB 课程, 我校很多专业都已经将其列为本科生和研究生必修课程。作者自 2000 年开始为“信息与计算科学”专业本科生和数学及理工科专业硕士研究生讲授 MATLAB 课程, 在多年教学讲义的基础上整理编写此书。

随着 MATLAB 使用的日益广泛, 有关 MATLAB 操作、编程等方面的书籍应运而生。但是在诸多此类书籍中有的简单介绍操作命令而缺乏系统性, 有的局限于某些专业内部的应用(如系统控制、图像处理等)。基于上述原因, 本书旨在较全面地介绍 MATLAB 的数值计算、符号运算、图形可视化及程序设计等主要功能, 并在此基础上探讨基于 MATLAB 的科学与工程计算问题, 包括数值分析、优化处理、图像处理、微分方程数值解、大规模矩阵问题的数值计算等, 使 MATLAB 真正成为不同专业的学生、科研人员以及工程技术人员所普遍适用的科学计算工具。

本书集大学相关专业的教材、参考书或工具书于一体。读者对象主要为数学尤其是计算数学、应用数学、工程技术以及经济管理科学等工作、大学教师、本科生和研究生。本书既可作为高校本科生、研究生系统学习 MATLAB 的教材, 又可以作为“高等数学”、“线性代数”、“矩阵理论与计算”、“数学建模与数学实验”、“数值分析(计算方法)”等诸

多课程的辅助参考书,还可以作为广大研究人员、工程技术人员掌握和精通 MATLAB 的自学用书和使用手册。

## 二、内容结构

本书是基于 MATLAB6. X 版本编写的,以大量实例形式系统详细讲述 MATLAB 的强大功能,包括数值计算功能(Numeric)、符号计算功能(Symbolic)、图形与可视化功能(Graphic)等。此外,还详细讲述 MATLAB 程序设计和 MATLAB 图形用户界面(GUI)设计。并且,深入科学计算内部,较为详细地讲述 MATLAB 在数值分析、最优化问题、微分方程数值解、大规模矩阵问题的数值计算等问题中应用。

全书分为 3 个部分 11 章节。

第 1 部分是第 1 章~第 6 章,详细讲述 MATLAB 的数值计算、符号运算、图形可视化、程序设计、GUI 设计与制作等功能。由于这些功能在命题构思、模型建立、仿真模拟、数据可视、程序设计、可视化图形用户界面的开发设计、与其它应用程序的接口技术、报告总成和论文撰写等各个方面的非凡能力,使 MATLAB 在线性代数、矩阵分析与计算、数值计算与优化、数理统计和随机信号分析、电路与系统、系统动力学、信号与图像处理、控制理论分析与系统设计、过程控制、建模与仿真、通信系统、财务金融等众多领域的理论研究和工程设计中得到了广泛应用。书中大量的算例将有力地帮助读者理解和掌握使用 MATLAB。

至于其包含的多种工具箱,如仿真工具箱、信号处理工具箱、控制工具箱等几十个专用工具箱,可通过学习本书后,并结合各专业进一步参考和使用。

第 2 部分是第 7 章~第 11 章,较为系统地介绍基于 MATLAB 平台的科学计算问题。具体包括:基于 MATLAB 的大规模矩阵计算、基于 MATLAB 的最优化问题求解、基于 MATLAB 的数据插值与拟合、基于 MATLAB 的图像处理和基于 MATLAB 的科学计算等问题。

第 3 部分是附录,对 MATLAB 中的主要函数指令提供了简要的解释,方便读者在学习和使用快速查询,提高效率。

## 三、特点与特色

全书取材丰富,涵盖数百个 MATLAB 函数,既能反映最新进展,又重点突出、结构合理;既有系统性,适合全面阅读,又具有章节性,便于读者选读和查阅。

### 1. 内容系统、较为全面

本书对 MATLAB6. X 的强大基本函数功能及科学计算功能做了较为详细的介绍,有的内容在国内外同类出版书籍中尚不多见,如基于 MATLAB 的大规模矩阵计算部分等。

### 2. 大量实例,参考性和实用性强

本书提供了众多的算例及代码资源,其中有许多实例是来自大学教材的习题,同时也有不少实例来自数学建模问题。因此,本书对各层次的学生或读者来说,都具有很强的参考性和实用性。

### 3. 兼顾总体实用指导和专题实用指导

在第 1 部分(第 1 章~第 6 章)介绍 MATLAB 的数值计算、符号计算、图像可视化、程序设计及 GUI 设计等基础上,在第 2 部分(第 7 章~第 11 章)中介绍基于 MATLAB 平台的多个专题的科学计算问题。

#### 4. 饶有特色的开篇语

作者在写作上试图在每章的开头给出开篇语,旨在高度概括本章的内容和特点,以便于读者掌握和感受本章所介绍内容的重要性和实用性。

#### 5. 函数指令总汇列表

附录提供了函数指令总汇,是查询学习的得力助手。

### 四、致谢

作者自学习使用 MATLAB 之日起,特别在基于 MATLAB 编程完成自己的硕士和博士学位过程中,就深为其功能强大、简单易学的特性所触动,一直希望在教学和工程应用等方面为 MATLAB 的推广做出贡献。于是,自 2000 年开始在“信息与计算科学”专业开设 MATLAB 课程,通过十几年讲授 MATLAB 课程的经验 and 积累的讲义基础上编写了此书。在这个过程中,需要感谢的老师实在很多,难以一一罗列。但在这里依然要特别感谢几位老师。首先要感谢南京航空航天大学理学院的戴华教授(作者的硕士和博士导师),是戴老师指引作者走上教学科研的道路。戴老师卓越优秀的教学素养和严谨的治学态度,深深影响和激励着作者在教学科研之路上不断前进;其次要感谢南京航空航天大学精品教材立项对本书的资助,感谢南航教务处和理学院等各级领导和师生及有关同行的热情支持,特别是教材科张炜老师等;感谢国防工业出版社丁福志老师和编校工作人员对本书出版的辛勤工作。另外,在编写过程中,参考了国内外许多有关书籍与论文,多数已列入参考文献,在此一并致谢。

本书的主审人南京航空航天大学理学院戴华教授和苏州大学计算机科学学院钟宝江教授花费了大量的时间和精力对书稿进行了非常认真的审查,并提出了许多宝贵的意见和建议。他们的意见和建议对本书增色不少,在此,作者表示衷心的感谢!

由于编者水平和经验所限,书中难免有缺点和错误之处,诚请读者批评指正,多提意见。读者对本书的反馈意见请发送到作者信箱 wangzhengsheng@nuaa.edu.cn,对热心反馈意见和建设的读者可能赠送本书的第二版。

王正盛

2011年7月于南京航空航天大学

# 目 录

<b>第 1 章 MATLAB 入门</b> .....	1
1.1 MATLAB 简介 .....	1
1.2 工作窗和指令行的操作 .....	3
1.3 简单矩阵的输入 .....	4
1.4 变量与语句 .....	5
1.5 Who、Whos 和永久变量 .....	6
1.6 数与表达式 .....	7
1.7 复数和复矩阵 .....	7
1.8 函数 .....	8
1.9 显示格式 .....	8
1.10 变量的存储与调用 .....	10
1.11 图形 .....	10
1.12 lp 指令、lookfor 指令及其他帮助指令 .....	11
1.13 用户目录的建立和搜索路径 .....	13
<b>第 2 章 MATLAB 的数值计算</b> .....	15
2.1 数值矩阵的创建、保存和数据格式 .....	15
2.1.1 利用直接输入法创建数值矩阵 .....	15
2.1.2 利用 MATLAB 函数和语句创建数值矩阵 .....	15
2.1.3 利用 M 文件创建和保存矩阵 .....	16
2.1.4 通过 MAT 文件保存和获取矩阵 .....	16
2.1.5 利用外部数据文件装入到指定矩阵 .....	16
2.2 矩阵的标识 .....	17
2.3 特殊矩阵生成 .....	17
2.4 矩阵运算和数组运算 .....	19
2.4.1 基本数组函数 .....	20
2.4.2 基本矩阵函数 .....	21
2.5 矩阵运算和数组运算 .....	22
2.5.1 LU 分解 .....	22
2.5.2 QR 分解 .....	25
2.5.3 Cholesky 分解 .....	26
2.5.4 Schur 分解 .....	26
2.5.5 奇异值分解(SVD) .....	27
2.6 线性方程组 .....	28
2.6.1 矩阵逆和除法解恰定方程组 .....	28
2.6.2 矩阵除法解超定方程组 .....	29
2.6.3 矩阵除法解欠定方程组 .....	29
2.7 多项式 .....	30

2.7.1	多项式的表达和创建	30
2.7.2	常用多项式运算指令	31
2.8	数值积分	33
2.9	优化和解非线性方程(组)	34
2.9.1	多项式非线性函数求根	34
2.9.2	单变量非线性方程求解(单变量函数求零点)	35
2.9.3	一般非线性方程(组)求解	35
2.10	微分方程的数值解	36
2.11	磁盘文件管理与工作平台间交换数据	39
2.11.1	磁盘文件管理	39
2.11.2	工作平台间交换数据	40
<b>第3章</b>	<b>MATLAB 的符号计算</b>	<b>44</b>
3.1	符号变量与符号表达式	44
3.2	微积分运算	49
3.2.1	导数	49
3.2.2	积分	50
3.2.3	极限	51
3.2.4	级数和	51
3.2.5	泰勒(Taylor)多项式	52
3.3	解方程	55
3.3.1	代数方程	55
3.3.2	微分方程的解析解	57
3.4	线性代数	58
3.5	化简和代换	59
3.6	符号积分变换	62
3.6.1	傅里叶变换及其反变换	62
3.6.2	拉普拉斯变换及其反变换	64
3.6.3	Z变换及其反变换	64
3.7	利用 MAPLE 的深层符号计算资源	65
3.7.1	MAPLE 库函数在线帮助的检索树(Version 6.5)	65
3.7.2	发挥 MAPLE 的计算潜力	66
3.8	其他	67
3.9	符号函数命令汇总	67
<b>第4章</b>	<b>MATLAB 的图形和可视化</b>	<b>70</b>
4.1	二维图形	70
4.1.1	plot 函数	70
4.1.2	subplot 函数 subplot(m,n,p)	74
4.1.3	hold 命令	75
4.1.4	函数 $f(x)$ 曲线	76
4.2	特殊坐标图形	77
4.2.1	对数坐标图形	77
4.2.2	极坐标图形	78
4.3	其他图形函数	79

4.3.1	阶梯图形 stairs(x,y)	79
4.3.2	条形图形 bar(x,y)	79
4.3.3	绘制火柴杆状图 stem(x,y)	80
4.3.4	绘制在 y 的每个分量附近 x 中的元素出现的频数直方图 hist(x,y)	80
4.3.5	函数 $y=f(x)$ 在 x 各分量处的误差条状图 errorbar(x,y,e)	81
4.3.6	极坐标下的曲线绘制 polar( $\theta,\rho$ )	81
4.3.7	饼状图 pie(pie3)	82
4.3.8	拓扑关系绘图命令 gplot(A,xy,lc)	82
4.3.9	填充多边形命令 fill(x,y,c)	84
4.3.10	区域填充命令 area(x,y,'属性名1',属性值1,...)	84
4.3.11	对比绘图命令 plotyy(x1,y1,x2,y2)	85
4.3.12	带状图绘制命令 ribbon(x,y,c)	85
4.3.13	将资料点视为多边形顶点,并将此多边形涂上颜色 fill(x,y)	86
4.3.14	视每一个资料点为复数,并以箭号画出 feather(z)/compass(z)	86
4.3.15	二维绘图函数小结	87
4.4	三维图形	87
4.4.1	plot3 函数	88
4.4.2	mesh 函数	88
4.4.3	surf 函数	89
4.4.4	视点	90
4.4.5	等高线图	91
4.4.6	三维等值线的绘制	94
4.4.7	二元函数的伪彩色图(等值线)	94
4.4.8	其他相关命令	95
4.4.9	颜色控制	101
4.5	符号绘图	108
4.5.1	二维曲线绘图 ezplot	108
4.5.2	空间曲线绘图 ezplot3	109
4.5.3	空间曲面绘图 ezmesh、ezsurf	109
4.6	空间几何绘图	110
<b>第5章</b>	<b>MATLAB 程序设计</b>	<b>117</b>
5.1	M 文件	117
5.1.1	M 文件的建立与编辑	117
5.1.2	命令文件	118
5.2	数据的输入输出	118
5.3	关系及逻辑运算	122
5.4	选择结构	123
5.4.1	if 语句	123
5.4.2	switch 语句	125
5.4.3	try 语句	126
5.5	循环结构	126
5.5.1	for 语句	126
5.5.2	while 语句	128



5.5.3	循环语句的嵌套 .....	130
5.6	函数文件 .....	131
5.6.1	函数文件格式 .....	131
5.6.2	函数调用 .....	132
5.6.3	函数所传递参数数目的可调性 .....	133
5.7	全局变量和局部变量 .....	134
<b>第6章</b>	<b>MATLAB 图形用户界面 (GUI) 设计</b> .....	<b>136</b>
6.1	MATLAB 图形用户界面(GUI)入门 .....	136
6.2	图形用户界面中的图形对象的树结构层次关系图 (Tree - structured hierarchy) .....	140
6.2.1	GUI 对象层次结构 .....	140
6.2.2	句柄图形对象 .....	140
6.3	图形用户界面的设计原则和一般步骤 .....	141
6.3.1	设计原则 .....	141
6.3.2	一般制作步骤 .....	141
6.4	图形窗口的建立与控制 .....	141
6.4.1	图形窗口的创建 .....	141
6.4.2	图形窗口的常用属性 .....	142
6.4.3	图形窗口的控制函数 .....	144
6.5	界面菜单的设计(uiMENU) .....	144
6.5.1	用户菜单的创建 .....	145
6.5.2	菜单对象的常用属性 .....	145
6.6	界面用户控件的设计(uiCONTROL) .....	147
6.6.1	控件种类与控件制作函数 .....	147
6.6.2	控件属性 .....	152
6.7	帮助、出错、警告窗口的设计 .....	161
6.8	用户界面设计工具——Guide Control Panel .....	161
6.9	MATLAB GUI 举例 .....	167
<b>第7章</b>	<b>基于 MATLAB 的大规模矩阵计算</b> .....	<b>169</b>
7.1	稀疏矩阵的建立 .....	169
7.2	稀疏矩阵运算的 MATLAB 函数 .....	175
7.3	大规模线性方程组的数值解法 .....	177
7.4	大规模矩阵特征值问题的数值解法 .....	187
7.5	Matrix Market 简介与利用 .....	191
<b>第8章</b>	<b>基于 MATLAB 的最优化问题求解</b> .....	<b>194</b>
8.1	线性规划问题 .....	194
8.2	foptions 函数 .....	199
8.3	非线性规划问题 .....	200

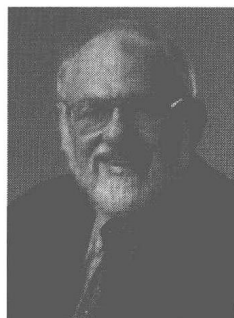
8.3.1	有约束的一元函数的最小值	200
8.3.2	无约束多元函数的最小值	201
8.3.3	有约束多元函数的最小值	205
8.3.4	二次规划问题	210
8.4	“半无限”有约束的多元函数的最优解	213
8.5	极小化极大(Minmax)问题	218
8.6	多目标规划问题	220
8.7	最小二乘最优问题	223
8.7.1	约束线性最小二乘	223
8.7.2	非线性数据(曲线)拟合	224
8.7.3	非线性最小二乘	226
8.7.4	非负线性最小二乘	227
8.8	非线性方程(组)的求解	228
8.8.1	非线性方程的解	228
8.8.2	非线性方程组的解	228
<b>第9章</b>	<b>基于 MATLAB 的数据插值与拟合</b>	<b>232</b>
9.1	插值问题	232
9.1.1	插值问题的数学原理	232
9.1.2	插值问题在 MATLAB 中的实现	235
9.2	曲线拟合	246
9.2.1	曲线拟合的数学原理	246
9.2.2	曲线拟合在 MATLAB 中的实现	246
<b>第10章</b>	<b>基于 MATLAB 的图像处理初步</b>	<b>253</b>
10.1	MATLAB 中的图像文件格式	253
10.2	MATLAB 中的 8 位和 16 位图像	253
10.3	图像文件的读写、查询和显示技术	254
10.4	图像类型	261
10.5	图像类型的转换	265
<b>第11章</b>	<b>基于 MATLAB 的科学计算</b>	<b>274</b>
11.1	非线性方程求根	274
11.2	线性方程组的数值解法	277
11.3	数值积分	281
11.4	常微分方程的数值解法	283
11.5	矩阵特征值和特征向量的数值解法	286
<b>附录</b>	<b>MATLAB 命令汇总</b>	<b>292</b>
<b>参考文献</b>		<b>317</b>

# 第 1 章 MATLAB 入门

**Think matrices, not messages**

— Cleve Moler, Chief Scientist / Founder

Cleve Moler 是 MathWorks 公司主席（创始人）和首席科学家，曾在密西根大学、斯坦福大学和新墨西哥大学担任数学和计算机教授约 20 年。他还是著名科学计算程序库 LINPACK 和 EISPACK 的作者之一。



## 1.1 MATLAB 简介

MATLAB 源于矩阵实验室(MATrix LABoratory), 早期是用来提供 LINPACK 和 EISPACK 矩阵软件包的接口, 现已渐渐发展成为一种广泛应用于工程计算及数值分析领域的新型交互系统和高级语言。MATLAB 自 1984 年推向市场以来, 历经近 30 年的发展与竞争, 现已成为国际公认的最优秀的工程应用开发软件。

MATLAB 功能强大、简单易学、编程效率高, 深受广大科技工作者的喜爱。在欧美各高等院校, MATLAB 已经成为线性代数、数值分析、数理统计、自动控制理论、数字信号处理、时间序列分析、动态系统仿真、图像处理等课程的基本教学工具, 熟练运用 MATLAB 已成为大学生必须掌握的基本技能之一。

### 1. MATLAB 的发展

1980 年, Moler 博士用 Fortran 语言编写了集命令翻译、科学计算于一身的一套交互式软件系统。

1984 年, Moler 等成立了 MathWorks 公司, 用 C 语言完全改写 MATLAB, 并推出了 MATLAB 的第一个商业版。

增添图形图像处理、符号运算以及与其他流行软件的接口功能, 使得 MATLAB 的功能越来越强大。

到 20 世纪 90 年代, 在国际上 30 几个数学类科技应用软件中, MATLAB 在数值计算方面独占鳌头。

### 2. MATLAB 的版本

1984 年, MATLAB 1.0 (DOS 版, 20 多个函数)

1992 年, MATLAB 4.0 (1993 年推出 Windows 版, 加入 Simulink)

1994 年, MATLAB 4.2 (得到广泛重视和应用)

1999 年, MATLAB 5.3 (真正实现 32 位运算)

2002 年, MATLAB 6.5 (采用 JIT 加速器)

2004 年, MATLAB 7.0

自 2006 年起, MATLAB 每年更新 2 次

### 3. MATLAB 的特点与功能

(1) MATLAB 是一个交互式软件系统: 输入一条命令, 立即就可以得出该命令的结果。

(2) MATLAB 具有很强的数值计算功能。

① MATLAB 以矩阵作为数据操作的基本单位, 但无需预先指定矩阵维数(动态定维)。

② 按照 IEEE 的数值计算标准进行计算。

③ 提供十分丰富的数值计算函数, 方便计算, 提高效率。

④ MATLAB 命令与数学中的符号、公式非常接近, 可读性强, 容易掌握。

例如, 矩阵方程  $Ax=b$ , 在 MATLAB 中被写成  $A*x=b$ 。而若要通过  $A, b$  求  $x$ , 那么只要写  $x=A\b$  即可, 完全不需要对矩阵的乘法和求逆进行编程。因此, 用 MATLAB 解算问题要比用 C、Fortran 等语言简捷得多。

(3) MATLAB 符号计算功能: MATLAB 和著名的符号计算软件 Maple 相结合, 具有强大的符号计算功能。

(4) MATLAB 的图形和可视化功能: MATLAB 提供丰富的绘图命令, 很方便实现数据的可视化。

(5) MATLAB 的编程功能: 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, 而且简单易学、编程效率高。通过 MATLAB 进行编程完成特定的任务。

(6) MATLAB 丰富的工具箱(toolbox): 根据专门领域中的特殊需要而设计的各种可选工具箱。

例如:

Symbolic Math	Statistics
PDE	Control System
Optimization	System Identification
Signal process	...
Image Process	

MATLAB 发展到现在, 已经成为一个系列产品: MATLAB“主包”和各种可选的 toolbox“工具包”。主包中有数百个核心内部函数。迄今所有的几十个工具包又可分为两类: 功能性工具包和学科性工具包。功能性工具包主要用来扩充 MATLAB 的符号计算功能、图视建模仿真功能、文字处理功能以及硬件实时交互功能, 这种功能性工具包可用于多种学科。而学科性工具包的功能专业性较强, 如控制工具包(Control Toolbox)、信号处理工具包(Signal Processing Toolbox)、通信工具包(Communication Toolbox)等都属此类。开放性也许是 MATLAB 最重要、最受人欢迎的特点。除内部函数外, 所有 MATLAB 主包文件和各工具包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文件去构成新的专用工具包。

(7) MATLAB 的 Simulink 动态仿真集成环境: 提供建立系统模型、选择仿真参数和数值算法、启动仿真程序对该系统进行仿真、设置不同的输出方式来观察仿真结果等功能。

MATLAB 已经受了用户的多年考验。现在, MATLAB 已经成为微积分、应用线性代数、自动控制理论、数理统计、数字信号处理、时间序列分析、动态系统仿真等高级课程的基本教学工具; 成为攻读学位的大学生、硕士生、博士生必须掌握的基本技能。在设计研究单位和工业部门, MATLAB 被广泛地用于研究和解决各种具体工程问题。

总之, MATLAB 目前已成为世界顶尖的数学应用软件, 以其强大的工程计算、算法研究、工程绘图、应用程序开发、数据分析和动态仿真等功能, 在航空航天、机械制造和工程建筑等领域发挥着越来越重要的作用。就影响而言, 至今仍然没有任何计算机软件可与 MATLAB 匹敌。

## 1.2 工作窗和指令行的操作

MATLAB 系统的启动

使用 Windows “开始” 菜单

运行 MATLAB 系统启动程序 MATLAB

双击 MATLAB 快捷图标

MATLAB 系统的退出

在 MATLAB 主窗口 File 菜单中选择 Exit MATLAB

在 MATLAB 命令窗口输入 exit 或 quit

单击 MATLAB 主窗口的“关闭”按钮

图 1.1.1 是 MATLAB 的工作界面。除了通过菜单选项对工作窗进行控制外, MATLAB 还提供了许多通过键盘输入的控制指令。如表 1.1.1 所列。

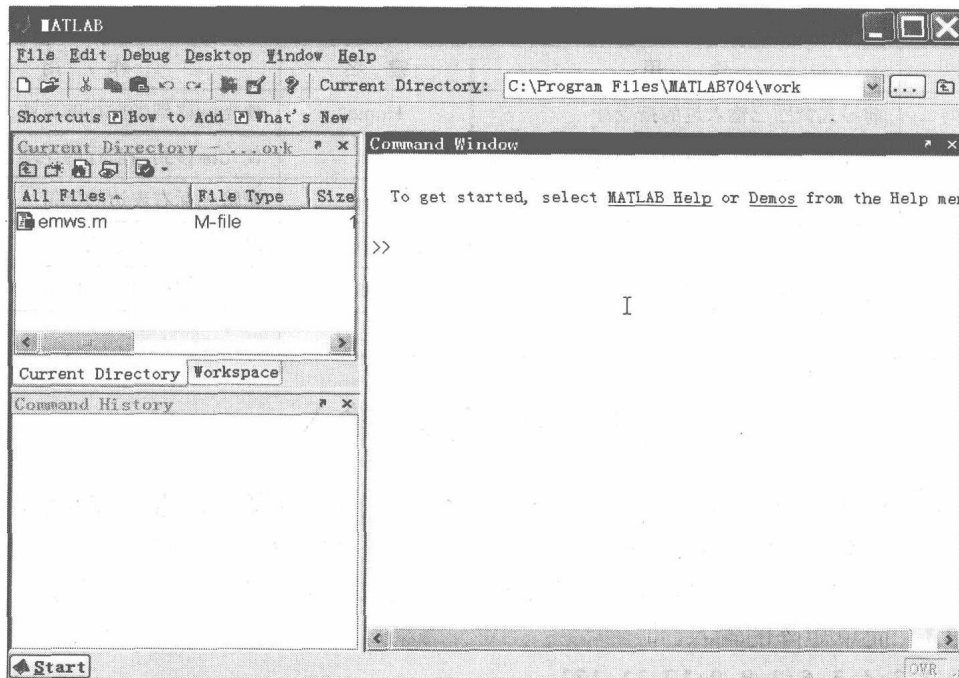


图 1.1.1 MATLAB 界面

表 1.1.1 MATLAB 工作窗中的部分通用指令

quit	关闭和退出 MATLAB
clc	擦除 MATLAB 工作窗中的所有显示内容
clf	擦除 MATLAB 的当前图形窗中的图形
clear	清除内存中的变量和函数
pack	收集内存碎片以扩大内存空间
dir	列出指定目录下的文件和子目录清单
cd	改变当前工作子目录
disp	(在运行中) 显示变量和文字内容
type	显示所有指定文件的全部内容
echo	控制运行文件指令是否显示的开关
hold	控制当前图形窗对象是否被刷新

启动 MATLAB 后, 就可以利用它工作了。由于 MATLAB 是一种交互式语言, 随时输入指令、即时给出运算结果是它的工作方式之一 (当然更可以编制程序, 详见第 5 章)。

例如, 要计算  $\frac{2\sin(0.3\pi)}{1+\sqrt{5}}$  的值, 只要在光标位置处输入

```
2*sin(0.3*pi)/(1+sqrt(5))
```

然后按 Enter 键, 该指令便被执行并给出结果为

```
ans = 0.5000
```

控制光标、对指令进行编辑的一些常用操作键如表 1.1.2 所列。

表 1.1.2 MATLAB 中的常用操作键

键 名	作 用	键 名	作 用
↑	前寻式调回已输入过的指令行	Home	使光标移到当前行的首端
↓	后寻式调回已输入过的指令行	End	使光标移到当前行的尾端
←	在当前行中左移光标	Delete	删除光标右边的字符
→	在当前行中右移光标	Backspace	删除光标左表边的字符
PageUp	前寻式翻阅当前窗中的内容	Esc	清楚当前行的全部内容
PageDown	后寻式翻阅当前窗中的内容		

### 1.3 简单矩阵的输入

在 MATLAB 中, 矩阵输入的方法有多种, 此处只简单介绍矩阵的直接输入法, 详细介绍见第 2 章。在 MATLAB 中不必对矩阵维数做任何说明, MATLAB 将自动配置。在直接输入矩阵时, 矩阵元素用空格或逗号分隔, 矩阵行用“;”隔离。整个矩阵放在方括号“[ ]”里。

例 1.3.1 简单矩阵的输入。

```
A=[1,2,3;4,5,6;7,8,9;10,11,12]
```

```
A =
```

```
1    2    3
```

```
4     5     6
7     8     9
10    11    12
```

说明：指令执行后，矩阵  $A$  被保存在 MATLAB 的工作间 (Workspace) 中，以备后用。如果用户不用 `clear` 指令清除它，或对它重新定义，该矩阵会一直保存在工作间中，直到本 MATLAB 指令窗被关闭为止。

另外，矩阵也可以通过分行或按元素值的方式输入。如例 1.3.2 及例 1.3.3 所示。

### 例 1.3.2 矩阵分行输入。

```
A=[1 2 3 4
   5 6 7 8
   0 1 2 3]
A = 1     2     3     4
     5     6     7     8
     0     1     2     3
```

### 例 1.3.3 矩阵元素输入。

```
B(1,2)=3;B(4,4)=6;B(4,2)=11
B = 0     3     0     0
     0     0     0     0
     0     0     0     0
     0    11     0     6
```

## 1.4 变量与语句

### 1. 变量命名原则

- (1) 以字母开头。
- (2) 后面可以跟字母、数字和下划线。
- (3) 长度不超过 63 个字符(6.5 版本以前为 19 个)。
- (4) 变量名区分字母的大小写。

### 2. MATLAB 语句的通常形式

MATLAB 采用表达式语句。MATLAB 语句有两种常见的形式：①表达式；②变量=表达式。

说明：

- (1) 表达式由算符、函数、变量名和数字构成。
- (2) 在第一种形式中，表达式被执行后产生的矩阵，将被自动赋给名为“ans”的变量，并显示在屏幕上，“ans”是一个缺省变量名，它会被以后类似的操作刷新。
- (3) 在第二种形式中，等号右边的表达式是被演绎后产生的矩阵，将被赋给等号左边的变量存入内存，并显示在屏幕上。
- (4) 书写表达式时，运算符“=”、“+”、“-”以及“\*”等两侧允许有空格，以增加可读性。但在复数或符号表达式中，要尽量避免“装饰性”空格，以防出错。
- (5) 分号和续行符的作用：若不想在屏幕上输出结果，可以在语句最后加分号；如果语句

很长，可用续行符“...”（三个点）。续行续行符的前面最好留一个空格。

**例 1.4.1** 表达式的计算结果。

**2001/81**

```
ans = 24.7037
```

**例 1.4.2** 运算结果的赋值。

```
s=1-1/2+1/3-1/4+1/5-1/6+1/7-1/8;
```

说明：结尾的分号“；”作用是：指令执行结果将不会显示在屏幕上，但变量  $s$  仍将驻留在内存中。如想看  $s$  的值，只要键入

```
s
s = 0.6345
```

## 1.5 Who、Whos 和永久变量

Who 和 Whos 这两个指令的作用都是列出在 MATLAB 工作间中已经驻留内存的变量名清单。区别在于 Whos 在给出变量名的同时，还给出它们的维数及性质。

**例 1.5.1** 用 who 检查内存变量。

```
who
```

```
Your variables are:
```

```
s
```

**例 1.5.2** 用 whos 检查驻留变量的详细情况。

```
whos
```

```
Name      Size      Bytes Class
s          1x1         8 double array
```

```
Grand total is 1 elements using 8 bytes
```

在 MATLAB 工作内存中，还驻留几个由系统本身在启动时定义的变量（如下表），称为“永久变量”（Permanent variables），或称为“预定义变量”（Predefined variables）。

表 1.5.1 系统预定义的变量

eps	计算机的最小正数，在 pc 上，它等于 $2^{-52}$
pi	圆周率 $\pi$ 的近似值 3.14159265358979
inf 或 Inf	无穷大
NaN	不定量
ij	虚数单位，定义 $i = j = \sqrt{-1}$
flops	浮点运算次数，用于统计计算量
说明：（1）它们是在 MATLAB 启动时自定义的； （2）它们不会被“清除内存变量”指令 clear 所清除； （3）他们可以重新定义为其他值，但用 clear 可清除重定义值，恢复预定义值	

**例 1.5.3** 无穷大。

```
s=1/0
```



Warning: Divide by zero.

```
s = Inf
a=Inf/inf
a = NaN
```

## 1.6 数与表达式

MATLAB 的数值采用习惯的十进制表示，可以带小数点或负号。如下是合法的：

```
3 -99 0.0013 9.2445154 1.2434e-6 4.673e33
```

在采用 IEEE 浮点算法的计算机上，数值的相对精度是 `eps`，即大约保持 16 位有效数字，数值范围大致为  $1 \times 10^{-308} \sim 1 \times 10^{308}$ 。

表达式由下列算符构成，并按习惯的优先次序进行运算。

+ 加法 - 减法 \* 乘法 / 右除 \ 左除 ^ 乘方

**注意：**设置两种除法是为了方便矩阵的运算，对标量而言两者作用相同。

**例 1.6.1** 除法运算。

```
x=2*pi/3+2^3/5-0.3e-3
x =
    3.6941
```

## 1.7 复数和复矩阵

MATLAB 可以进行复数运算，并定义 `i` 和 `j` 作为虚数单位。矩阵元素允许是复数、复变量和由它们组成的表达式。

**例 1.7.1** 复数运算。

```
z1=3+4*i,z2=2*exp(i*pi/6)
z=z1*z2
```

```
z1 =
    3.0000 + 4.0000i
z2 =
    1.7321 + 1.0000i
z =
    1.1962 + 9.9282i
```

**例 1.7.2** 复数矩阵运算。

```
A=[1,3;2,4]-i*[5,8;6,9]
B=[1+5*i,2+6*i;3+8*i,4+9*i]
C=A*B
```

```
A =
    1.0000 - 5.0000i    3.0000 - 8.0000i
    2.0000 - 6.0000i    4.0000 - 9.0000i
```