

MATLAB 语言

即学即会

陆宁 编著



机械工业出版社
China Machine Press

MATLAB 语言即学即会

陆 宁 编著



机械工业出版社



C0500965

本书是一本讲述 MATLAB 语言的入门教材,具有便于自学、通俗易懂、符合学生在学习数学等课程时同步使用和即学即会的特点。本书讲述了 MATLAB 语言的基本知识及安装方法;介绍了 MATLAB 的基本用法,并结合浅显的数学知识使读者初步学会这些知识;讲述了程序的设计与调试方法;较详细地介绍了使用 MATLAB 解决各类数学问题的方法和应用实例。

本书可供正在学习机电控制的高校学生学习数学和求解控制问题之用。书中配置的大量例题均由作者亲手调试并经课堂教学检验,对读者具有良好的指导作用。

图书在版编目 (CIP) 数据

MATLAB 语言即学即会/陆宁编著. —北京:机械工业出版社, 2000.8

ISBN 7-111-07958-2

I. M… II. 陆… III. 命令语言, MATLAB
IV. TP312

JS438/21

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 04742 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:徐 彤 季顺利 版式设计:霍永明

责任校对:唐海燕 封面设计:李雨桥 责任印制:何全君
北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2000 年 8 月第 1 版·第 1 次印刷

850mm × 1168mm^{1/32} · 5.5 印张 · 140 千字

0 001 - 5 000 册

定价:10.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010)68993821、68326677 - 2527

前 言

MATLAB 语言由美国 Math Works 公司推出, 目前已成为国际公认的最优秀的科技应用软件。它具有直观、编程效率高等优点。与 BASIC、FORTRAN、C、PASCAL 等语言相比较, 编程效率提高数十倍。在编写许多复杂的数学计算程序时, 使用 MATLAB 语言所需输入的语句数仅为 FORTRAN 语言所需语句数的 1% 左右。而在编写绘图程序时, 任何具有中学或中学以上文化程度的读者都可以很快学会二维和三维图形的编程方法。尤其值得一提的是: MATLAB 还具有符号运算功能。例如求解一个复杂的微分方程组或求一个多元函数的不定积分都仅需一条语句即可完成。正是由于 MATLAB 的强大功能, 在国外的高校、科研院所中, MATLAB 已全面取代 FORTRAN 语言。在国内, 许多高校师生、科研人员也已开始学习这一优秀的软件, 其前景非常可观。

本书作为一本入门教材, 主要特点是:

- 1) 使初学者通过自学快速入门, 掌握 MATLAB 语言的基本用法, 并立即在学习数学、控制工程等课程时发挥作用。
- 2) 充分考虑到初学者的原有基础, 即使没有学习过任何一种计算机语言的读者也可方便地学会其基本功能和用法。

由于是入门教材, 本书避免去讲述那些较高深的内容, 而是以“易于学习、方便实用”为原则。事实上, 当一个初学者在学

习一种语言时，不需要也不可能一下子掌握其全部功能与技巧，一般都是先学会一些基本功能并开始应用，一段时间后可逐步深入。而本书起到的正是入门引导的作用。

由于作者水平有限，书中会有误、漏之处，敬请读者指正。此外，为方便表述和阅读，特作如下约定：

1) 为方便地讲解书中程序，在某些语句开头还列出了行号与冒号，但在实际程序中是不存在的。

2) 单击某一按钮或单击某一选项是指移动鼠标，使标记指向该按钮或选项，随后击一下鼠标左键。“右击”是指按动鼠标右键。“双击”指连击两下鼠标左键。

3) 每一行程序中的语句输入后都必须按回车键 [ENTER]，否则不会被输入，也不会执行。

以上几点以后不再重复，望读者留意。

作者
2000年1月

目 录

第 1 章 MATLAB 语言概况	1
1.1 MATLAB 语言简介	1
1.2 系统要求	2
1.3 MATLAB 语言的安装	2
1.3.1 用光盘安装	2
1.3.2 用 1.44MB3 (1/2) in 软盘安装	3
第 2 章 MATLAB 语言的基本知识	4
2.1 启动和退出 MATLAB 语言	4
2.2 指令行的输入与基本操作	6
2.3 函数的调用及变量的传递	8
2.4 符号表达式	12
2.5 用 MATLAB 语言解决初等数学问题	13
2.5.1 多项式运算	13
2.5.2 代数式的符号运算	15
2.5.3 求级数中若干项的和	18
2.5.4 方程求解	18
2.5.5 向量的产生及运算	19
2.5.6 函数运算	20
2.5.7 单变量函数的极值与零点的求法	22
2.5.8 在直角坐标系中绘制二维函数图形	23
2.5.9 在屏幕上生成多个图形窗	28
2.5.10 在其他坐标系中绘制二维函数图形	30
2.5.11 复数运算	31

第 3 章 MATLAB 语言的程序设计	32
3.1 命令文件	32
3.1.1 创建 M 文件	32
3.1.2 运行和修改 M 文件	35
3.2 函数文件	36
3.3 程序执行过程中的人、机交流与屏幕信息显示	38
3.4 字符串及数据的格式输出	42
3.4.1 字符串及其存储方法	42
3.4.2 对字符串的运算指令	43
3.4.3 字符串与数值之间的转化	46
3.4.4 数字的格式化输出	47
3.4.5 运行字符串指令 eval	48
3.5 判断与控制流语句	49
3.5.1 程序流程及表达方法	49
3.5.2 关系运算与逻辑运算	51
3.5.3 for 循环语句	52
3.5.4 while 语句	53
3.5.5 if 分支语句	54
3.6 数组变量	57
3.7 全局变量与局部变量	61
3.8 M 文件的调试	62
3.8.1 利用 M 文件全屏编辑器的工具栏进行调试	63
3.8.2 使用调试命令	64
3.9 磁盘文件的读写操作	66
3.9.1 文件的打开与关闭	67
3.9.2 数据文件的读写操作	67
3.9.3 格式化文本文件的读写	69
第 4 章 MATLAB 语言在高等数学和工程数学中的应用	71

4.1	MATLAB 语言在高等数学中的应用	71
4.1.1	用 MATLAB 语言进行求导运算	71
4.1.2	用 MATLAB 语言进行积分运算	74
4.1.3	函数的级数展开式	76
4.1.4	用 MATLAB 语言解微分方程	77
4.2	MATLAB 语言在线性代数中的应用	79
4.2.1	矩阵的输入	79
4.2.2	矩阵元素的操作	81
4.2.3	矩阵操作与运算	84
4.2.4	矩阵的特征值和特征向量	86
4.2.5	化二次型为标准型	87
4.2.6	矩阵的秩以及由矩阵元素构成的行列式的值	89
4.2.7	矩阵的操作	90
4.3	用 MATLAB 语言生成三维函数曲线与曲面	91
4.3.1	三维空间图形的生成	91
4.3.2	空间曲线的制作	96
4.3.3	空间图形制作的其他问题	98
4.4	动态图形的产生与制作	100
4.4.1	质点运动效果及动态轨迹的生成	100
4.4.2	影片动画的制作	101
4.4.3	实时动画的制作	105
4.4.4	三维坐标系的变换	109
第 5 章	用 MATLAB 语言进行数值的计算与分析	110
5.1	对一组数据进行统计计算和曲线拟合	110
5.2	用 MATLAB 语言求数值积分与微分方程数值解	112
5.3	矩阵的化简与数值处理	115
5.3.1	三角分解	115
5.3.2	正交分解	117

5.4 用 MATLAB 语言进行数值寻优计算 (单纯形法)	118
5.5 近似梯度的计算	118
5.6 三次样条内插的数据计算	119
5.7 稀疏矩阵的存储及计算	120
5.7.1 稀疏矩阵的操作	121
5.7.2 稀疏矩阵的运算	122
5.8 统计数据的图形化处理	123
第 6 章 MATLAB 语言在控制工程中的应用	125
6.1 MATLAB 语言在积分变换中的应用	125
6.2 控制系统频率响应的求法	127
6.3 根轨迹的求法	129
6.4 系统的时域响应的求取	130
6.5 在二维函数曲线上求取某些特定点的坐标值	131
6.6 用胡尔维茨判据判定系统的稳定性	132
6.7 用 Simulink 仿真工具包仿真简介	133
附录 A MATLAB 语言指令与函数索引	139
附录 B MATLAB 语言指令与函数分类索引	156
参考文献	167

第 1 章 MATLAB 语言概况

1.1 MATLAB 语言简介

MATLAB 语言由 Math Works 公司开发, 是一种应用于数学计算及计算结果可视化处理的软件。它把数值计算、矩阵计算、函数图形生成与处理、控制系统仿真等诸多强大的功能集成在一个便于用户使用的交互式环境之中, 为学生解算习题、公式推导、科研及设计提供了一个易学、易用、高效的工具。由于语句的表达十分接近于人们的数学表达习惯, 因而远比 FORTRAN 语言、C 语言等其他高级编程语言好学。一个大学文化程度的读者, 不需花太大的力气就可以掌握这一优秀的编程语言。

MATLAB 这个词源于“矩阵实验室”(Matrix Laboratory)。起初主要是为了方便处理矩阵的存取, 其基本元素是无需定义维数的矩阵。经历多年的完善和扩充, 现已成为许多领域课程、科研的实用工具。总的来说, MATLAB 语言具有以下几方面的优越功能。

1. 强大的计算功能 MATLAB 语言拥有适用于几乎全部数学计算的能力, 庞大的数学库函数对大量的数学、统计、科学和工程函数都提供了快捷的处理方法, 而用户所要做的仅仅是调用这些库函数而已。

2. 计算结果可视化 MATLAB 语言使用户很轻易的就可以在屏幕上生成和处理函数图形(包括曲线、曲面、立体空间等)。

3. SIMULINK 仿真环境 MATLAB 语言有针对各种物理、控制以及数字信号的系统建模、分析和仿真环境。在 MATLAB 语言中可生成机电一体化专业常用的控制系统频率特性分析的伯德图, 乃奎斯特图、时域分析的输出特性等。尤其是 Simulink 仿真

环境，可不用输入一条语句而生成控制系统框图并观察不同输入函数时的系统输出函数。

4. 强大的符号运算功能 其他软件难以做到的符号处理功能在 MATLAB 语言中却很容易就可以实现。例如：计算一道不定积分题仅需一条语句；计算一个常微分方程组也仅一条语句。

正是由于 MATLAB 语言功能强大，易于掌握，使之成为目前国外大学生、研究生、博士生所必须掌握的软件。本书以 MATLAB 5.2 版本为基础，介绍这一优秀软件的入门知识。

1.2 系统要求

MATLAB 语言的 Windows 版本配置要求：

- 1) Intel 386、486、586 及其兼容机。
- 2) CPU 最低要求 80386 加数学协处理器。最好采用奔腾 (pentium)。
- 3) Microsoft Windows 3.1 以上版本。
- 4) 内存至少 32MB。最好 64MB 以上。
- 5) 硬盘至少需 16MB 自由空间安装主程序，附加工具箱需另占更大的空间。此外，在运行中还需占用大量临时空间。
- 6) 8 位图形适配器和显示器。
- 7) Windows 支持的图形加速卡。
- 8) Windows 支持的声卡。
- 9) Windows 支持的鼠标。

1.3 MATLAB 语言的安装

1.3.1 用光盘安装（以 Windows 95、98 为例）

使用光驱安装软件是十分便利的，只需启动电脑后在 Windows 的面板上选择“开始”按钮，用鼠标右键单击该按钮后，再在子菜单中选择资源管理器，并在新出现的窗口中选定光盘驱动器，最后用鼠标左键单击该选项就会在窗口中出现“set up. exe”文件名，用鼠标左键双击该文件名就开始安装软件。

在安装中，用户可根据显示的信息作出选择，直至安装完成。

1.3.2 用 1.44MB3 (1/2)in 软盘安装 (以 Windows 95、98 为例)

安装步骤如下：

1) 在 Windows 中，从“开始”菜单中选择 settings。

2) 选定 control panel (控制面板)。

3) 双击 Add/Remove Programs (增、减程序) 图标。

4) 将 1 号盘放入软驱。

5) 单击 Install (安装) 按钮。

6) 单击 Next (下一步) 按钮。

7) 在出现的对话框中单击 Finish (完成)，这时用户可在相应对话框里键入你的名字、产品序列号等。单击 OK 按钮后进入安装，在安装过程中要根据提示执行相应的操作，直至完成。

另一安装方法是：

1) 在 start (开始) 菜单中选择 Run. (运行)。

2) 在对话框中键入：

a: setup 或 b: \ setup

随后回车或单击 OK 按钮。以后的步骤与上一种安装方法的

7) 相似。

第2章 MATLAB语言的基本知识

2.1 启动和退出 MATLAB 语言

目前的计算机都安装了 Windows 操作系统，只要打开计算机电源开关就自动进入了 Windows 环境。单击屏幕左下角的“开始”按钮会出现一个菜单，在菜单中选择“程序”选项并在随后出现的子菜单中单击“MATLAB”选项并双击 MATLAB 图标就可进入 MATLAB，屏幕出现如图 2-1 的窗口。

此窗口最上方一行为主标题栏，内有：“MATLAB Command Windows”字样。该栏右侧有三个小按钮，从左到右依次是：最小化按钮、最大化按钮，关闭按钮。单击最小化按钮，则窗口缩小为屏幕下方的一个长方形按钮，再次单击该按钮可恢复原窗口。单击最大化按钮可使窗口占据整个屏幕。而单击关闭按钮就退出了 MATLAB 环境，返回到 Windows 面板。

这里有必要再次说明：由于采用了 Windows 操作系统，对窗口的控制与 Windows 状态下相同。将鼠标指针置于窗口的主标题栏并按住鼠标左键即可拖动窗口。每个窗口标题栏右侧都有一个标有“”的极小化按钮，单击该按钮，窗口缩至屏幕下方的任务栏上。单击任务栏上该按钮可重新显示窗口。

图 2-1 所示窗口的第二行是菜单栏，含有 File、Edit、Window 和 Help 4 个菜单，单击这些选项就会出现 MATLAB 语言最常用的指令快捷启动方式。

在窗口中有一个最大的空白区域称工作区，首次打开该窗口时会出现两行提示信息，用户不必去理会。工作区中出现的闪动符号是 MATLAB 光标符，闪动的光标符就是告诉用户可在这里键入指令。

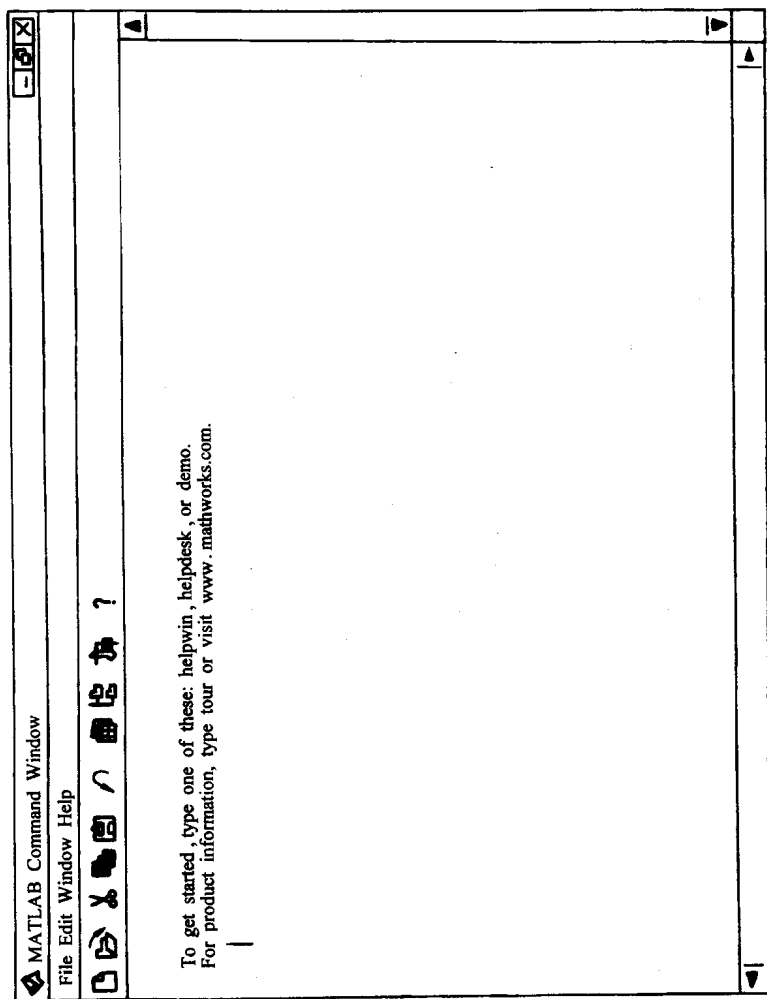


图 2-1 MATLAB 语言命令行编辑器窗口

2.2 指令行的输入与基本操作

图 2-1 是一个命令行编辑器，用户可在窗口中输入指令，每输入一条语句必须按回车键，命令被一条条地执行。在输入时常要使用的操作键见表 2-1。这些键多是用于对输入进行操纵的，但特别要注意↑和↓键。这两个键的作用是调用上一行或下一行输入过的指令，而不是像全屏幕编辑时那样使光标上、下移动。例如：当你输入第 5 条语句后又需输入第 3 条和第 4 条语句，可以按动↑键两次，调出第 3 条语句，随后再按动↓键调出第四条语句。这就为重复输入某几条语句提供了方便。也许会有读者问：如果像 Word 程序那样进行全屏幕编辑不是更方便吗？这一问题将在下一章讨论。许多的数学计算采用命令行编辑会更方便。

表 2-1 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	删去光标右边的字符
→	在当前行中右移光标	Backspace	删去光标左边的字符
PageUp	前寻式翻阅当前窗中的内容	Esc	清除当前行的全部内容
PageDown	后寻式翻阅当前窗中的内容		

在输入指令的过程中，有时会感到屏幕上已太乱或内容太多，此时可输入一句“clc”指令，该指令的作用是清屏，使窗口重新成为空白。不过，原已输入的内容、变量依然有效。如欲使内存中的内容完全消失可输入一条“clear”指令，所有前面输入内容都消失并不能再恢复了。

MATLAB 采用表达式语言，最常见的输入方式为
变量名 = 表达式

一般的数值计算均可采用这样的语句格式。变量名可以缺省而仅写一条算式。这时系统会自动给表达式一个变量名“ans”。表达式由运算符、函数、变量名和数字组成。变量名可由一个字母开头并后续若干字母与数字符号构成（最多可达19个）。在数字输入时，通常采用十进制数并可带小数点、负号等。例如，以下的表达式都是合法的：

3 -99 1.35 1.3e-3 r = -23.5

角度值的输入一般采用弧度制，表达式中的运算符常见的有：**+**、**-**、*****、**/**、****、**^**等，分别依次表示：加、减、乘、除、左除、乘方等运算。此外还必须留意：MATLAB对字母的大小写是敏感的。例如：**r**和**R**是两个变量名。

以下举例说明如何输入表达式，每输入一行一定要按回车键。

例 2-1 计算 $1996 \div 18$

输入：**1996/18**

显示：**ans =**

110.8889

“ans”是MATLAB在用户没有给出表达式的变量名的情况下给表达式赋予的变量名。

例 2-2 计算 $1 - 1/2 + 1/3 - 1/4 + 1/5 - 1/6 - 1/7 + 1/8$

输入：**S = 1 - 1/2 + 1/3 - 1/4 + 1/5 - 1/6 - ...**

1/7 + 1/8;

S

显示：**S =**

0.5988

在输入算式时，如果某一条语句太长时可以分行输入。其方法是在一行的行末输入三个小黑点（句号），在按回车键后再接着输入同一条语句的后续部分。例2-2就采用了这一处理方法。

另一个须注意的问题是：如果用户不打算立即显示一条语句的执行结果，可在该语句末输入一分号“;”。以后如需要显示某

一变量的值，只要输入变量名即可。

例 2-3 计算 $1 - 1/2 + 1/3 - 1/4 + 1/5 - 1/6$

本题即可以直接输入算式求解，也可以用 $\uparrow$ 键调出例 2-2 算式（如果你刚作完例 2-2），删去多余的最后两项“ $1/7 + 1/8$ ”，也同样可以算出结果。

由于在计算机上没有 ∞ 、 i 、 π 等特殊字符键，在 MATLAB 中有专门的变量名代替，见表 2-2 所示。

表 2-2 系统启动时定义的变量

eps	容差变量，定义为 1.0 到最近浮点数的距离。在 PC 机上，它等于 2^{-52}
pi	圆周率 π 的近似值 3.14159265358979
inf 或 Inf	正无穷大，定义为 $\left(\frac{1}{0}\right)$
Nan	非数 (Not a number)。在 IEEE 运算规则中，它产生于 $\frac{0}{0}$, $\frac{\infty}{\infty}$, $0 \times \infty$ 等运算
i, j	虚数单位，定义 $i = \sqrt{-1}$, $j = \sqrt{-1}$

例 2-4 已知算式 $y = x^2$ ，求 $x = \pi$ 时的 y 值

输入：x = pi;

y = x^2;

y

显示：y =

9.869604379

2.3 函数的调用及变量的传递

MATLAB 语言的编程是由一条条的语句指令构成的，而这些表达式相当大的一部分是调用函数。从某种意义上讲，MATLAB 是一种函数语言。使用函数是初学者首先要掌握的基本技能。在 MATLAB 语言中有许多函数可供调用，为用户的数学计算提供了巨大便利。部分初等数学中的基本单值函数的调用可参阅表 2-3。

调用单值函数的格式为