



高等学校计算机科学与技术教材

- ① 原理与技术的完美结合
- ② 教学与科研的最新成果
- ③ 语言精炼，实例丰富
- ④ 可操作性强，实用性突出

基于MATLAB的 实用数值计算

□ 石辛民 郝整清 编著



清华大学出版社

● 北京交通大学出版社

高等学校计算机科学与技术教材

基于 MATLAB 的 实用数值计算

石辛民 郝整清 编著

清华大学出版社
北京交通大学出版社

·北京·

内 容 简 介

本书分两部分,第一部分紧扣数值计算介绍了 MATLAB 语言的基础知识:数值矩阵及其运算,字符串和符号矩阵,基本绘图和编程方法。第二部分介绍数值计算的基本内容:计算误差,代数方程及方程组的数值求解,插值法和数据拟合,数值积分和常微分方程初值问题数值解等。书中配有大量例题和适量的练习题,书末附有 MATLAB-7 的内容列表、习题参考答案及本书中使用的指令索引等。

与传统数值计算教材不同,本书把 MATLAB 语言和数值计算进行了有机结合,叙述简明易懂,内容详尽实用。本书既可以作为非计算数学类专业学生学习“数值计算(计算方法)”课程的教材,也可以作为学习用 MATLAB 进行数值计算的入门书,还可以供工程技术和科研人员阅读和参考。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

基于 MATLAB 的实用数值计算/石辛民,郝整清编著. —北京:清华大学出版社;北京交通大学出版社,2006. 2

(高等学校计算机科学与技术教材)

ISBN 7-81082-645-X

I. 基… II. ①石… ②郝… III. 计算机辅助计算:数值计算-软件包, MATLAB-高等学校-教材 IV. TP391.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 129964 号

责任编辑:吴嫦娥

出版者:清华大学出版社 邮编:100084 电话:010-62776969 <http://www.tup.com.cn>

北京交通大学出版社 邮编:100044 电话:010-51686414 <http://press.bjtu.edu.cn>

印刷者:北京鑫海金澳胶印有限公司

发行者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:13 字数:325 千字

版 次:2006 年 2 月第 1 版 2006 年 2 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-81082-645-X/TP·247

印 数:1~4000 册 定价:19.00 元

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质监局反映。对您的意见和批评,我们表示欢迎和感谢。

投诉电话:010-51686043,51686008;传真:010-62225406;E-mail:press@center.bjtu.edu.cn。

前 言

实验研究、理论分析和科学计算已经成为当代科学研究中不可或缺的三种主要手段。处于计算机时代的今天,科学计算是以数学模型为基础、以计算机和数学软件为工具进行的模拟研究,它是数学通向其他学科的桥梁,是当今盛行的计算机仿真技术的重要基石。

高等教育中如何培养学生科学计算能力已日益受到重视,许多理工类专业都开设有“数值计算”或“计算方法”课。但是,学习的目标却不尽相同:“计算数学”类专业的学生是为“研究”和“创造”算法而学习,而大多数理工科的学生则是为了“使用”算法,是想通过学习了解数值计算原理,学会选择算法和进行计算,为本专业的业务工作服务。本书的选材、安排均定位在“使用”算法上。

现今科学计算的研究方法是计算机和数学的有机结合,计算机已经成为科学计算必不可少的物质基础。数值计算确实需要理论上的指导,但落脚点必须是计算,学习数值计算就要自己会算,更应该会使用计算机算。在计算机高度发展和普及的今天,科技工作者科学算法意识的建立和计算能力的培养,必须在计算机环境下、在适当的平台上通过实际操作进行。非计算数学类专业中开设“数值计算”课程,只讲计算方法的理论,不用计算机进行实际演练,则有悖于“重视实用性和可操作性”的工程教育思想。出于这种考虑,本书尽量使数值计算理论与计算机软件应用紧密结合在一起,使学习数值计算理论与使用计算机实践操练有机结合在一起。

“工欲善其事,必先利其器”。在明确了数值计算必须与计算机相结合的原则后,选择实现“数值计算”的工具——计算机软件就显得非常重要。以前,很多人进行过数值计算和 Basic, Fortran 或 C 语言结合的教学试验,但是发现除计算机专业学生外,其他专业的学生还必须花大力气去学习计算机语言的编程,两者结合效果并不理想。从“使用”算法考虑,易学好用的 MATLAB 软件比 C 或 Fortran 等语言平台更适合本课程的教学要求。同时,要想在科学计算上与国际接轨,就必须学会 MATLAB。

本书首先对 MATLAB 基础作了介绍,内容包含 MATLAB 中有关数值计算、符号运算、绘图方法和编程基础等方面的基本内容,讲解都是围绕数值计算这个中心展开的。后面介绍了数值计算方面的内容:代数方程和方程组的数值求解、插值、拟合、数值积分、常微分方程等方面的计算理论,每部分都和 MATLAB 的实现进行了有机结合。介绍的计算方法理论都是基本的、经典的,需要的先修课程是高等数学和线性代数。学习计算方法理论的目的是要了解数值计算的基本原理,理解并熟悉科学和工程计算基本概念,树立起根据实际情况和具体需求选择算法的思想意识。

学习本书约需 40~70 学时,包含上机这个不可缺少的环节,使用时可根据需要决定内容的取舍。

本书既可以作为“数值计算”课程的教材,也可以作为学习 MATLAB 的入门书,同时对于需要进行数值计算或实验数据处理、作图的科技工作者,也可以从中找到所需要的内容。本书叙述简明易懂,内容详尽实用,通过自学和上机便可很快掌握其中的内容。

编者从 1999 年开始把数值计算和 MATLAB 结合在一起进行教学, 每年都对编写的讲义做些修改, 最终形成现在这本教材。周晓蕾高级实验师对本书的形成帮助极大, 高丽丽教师及 1999 届以来的历届同学和都在本书的形成过程中提出过许多宝贵建议。此外, 特别要提及的是北京交通大学出版社吴嫦娥编辑, 在本书的出版中起了极大的推动作用, 没有她的积极工作, 本书不可能这么快就与读者见面。在此, 对帮助过本书的所有人表示衷心感谢!

由于编者水平有限, 恳请广大读者不惜赐教!

石辛民 郝整清
(E-mail: aushixm@126.com)
2006 年 1 月

目 录

第 1 章 MATLAB 预备知识	(1)
1.1 MATLAB 的基本功能	(1)
1.2 MATLAB 系统的安装、启动和退出	(2)
1.2.1 MATLAB 系统的安装	(2)
1.2.2 MATLAB 系统的启动和退出	(2)
1.3 MATLAB 的指令窗	(2)
1.3.1 指令窗中快捷按钮的功能	(3)
1.3.2 功能键的使用	(4)
1.3.3 在线查询方法	(4)
1.3.4 数据变量的删除、存储与调出	(8)
1.4 MATLAB 的范例演示窗	(8)
练习题 1	(10)
第 2 章 MATLAB 语言基础	(11)
2.1 数值矩阵	(12)
2.1.1 永久性数值变量名	(12)
2.1.2 数值矩阵的创建	(12)
2.1.3 数值矩阵元素的标识与修改	(17)
2.1.4 数值矩阵的矩阵算法	(19)
2.1.5 数值矩阵的数组算法	(24)
练习题 2.1	(29)
2.2 字符串和符号矩阵	(30)
2.2.1 字符串变量和函数求值	(30)
2.2.2 符号变量	(34)
2.2.3 符号矩阵的创建方法	(38)
2.2.4 符号矩阵元素的标识和删改	(39)
2.2.5 符号矩阵的运算	(40)
2.2.6 符号矩阵运算中的几个特有指令的应用	(41)
练习题 2.2	(45)
2.3 基本绘图方法	(46)
2.3.1 绘图入门	(46)
2.3.2 二维图形的绘制	(48)
2.3.3 控制图形、画面的一些操作方法	(56)
2.3.4 三维图绘制初步	(57)

练习题 2.3	(63)
2.4 MATLAB 语言编程	(64)
2.4.1 MATLAB 的编辑调试窗	(64)
2.4.2 两类 M-文件	(65)
2.4.3 关系和逻辑运算	(67)
2.4.4 程序结构	(69)
2.4.5 两类 M-文件的转换	(74)
2.4.6 编程中的一些控制指令	(75)
练习题 2.4	(76)
第 3 章 误差和 MATLAB 的计算精度	(78)
3.1 误差	(78)
3.1.1 误差的来源	(78)
3.1.2 有关误差的一些概念	(79)
3.2 MATLAB 中的数值计算精度	(81)
3.2.1 浮点数及其运算特点	(81)
3.2.2 MATLAB 中的数值计算精度	(81)
3.3 设计算法的若干原则	(83)
3.3.1 算法的数值稳定性	(83)
3.3.2 设计算法的若干原则	(84)
练习题 3	(85)
第 4 章 求解非线性方程 $f(x)=0$	(86)
4.1 求解 $f(x)=0$ 的 MATLAB 符号法	(86)
4.2 求方程 $f(x)=0$ 数值解的基本方法	(88)
4.2.1 求实根的二分法原理	(88)
4.2.2 迭代法	(89)
4.2.3 切线法	(91)
4.2.4 割线法(弦截法)	(92)
4.3 方程 $f(x)=0$ 数值解的 MATLAB 实现	(93)
4.3.1 代数方程的求根指令 roots	(93)
4.3.2 求函数零点指令 fzero	(93)
4.4 求解非线性方程组数值解的迭代法	(96)
4.5 求方程组数值解的指令	(96)
练习题 4	(98)
第 5 章 求解线性代数方程组的直接法	(100)
5.1 线性代数方程组求解概论	(100)
5.1.1 线性代数方程组的矩阵表示	(100)

5.1.2	线性代数方程组解的性质	(100)
5.2	恰定线性代数方程组求解	(101)
5.2.1	克莱姆法则	(101)
5.2.2	高斯消去法	(102)
5.3	矩阵的三角分解	(104)
5.3.1	高斯消去法和三角矩阵	(104)
5.3.2	矩阵的三角分解	(104)
5.4	线性代数方程组数值解和矩阵三角分解的 MATLAB 实现	(105)
5.4.1	齐次线性代数方程组求解指令	(105)
5.4.2	求解非齐次线性代数方程组的 MATLAB 方法	(107)
5.4.3	矩阵分解指令	(111)
	练习题 5	(113)
第 6 章	求解线性代数方程组和计算矩阵特征值的迭代法	(115)
6.1	求解线性代数方程组的迭代法	(115)
6.1.1	迭代法的基本原理	(115)
6.1.2	雅可比迭代法	(115)
6.1.3	赛德尔迭代法	(117)
6.1.4	迭代法的敛散性	(117)
6.2	方阵特征值和特征向量的计算	(120)
6.2.1	方阵特征方程的求解	(120)
6.2.2	计算特征值和特征向量的迭代法	(121)
6.3	矩阵一些特征参数的 MATLAB 求算	(123)
6.3.1	求方阵特征值的有关指令	(123)
6.3.2	矩阵的正交三角分解指令 qr	(125)
6.3.3	计算范数和矩阵谱半径的指令	(127)
	练习题 6	(128)
第 7 章	插值法和数据拟合	(130)
7.1	多项式插值	(130)
7.1.1	代数多项式插值的基本原理	(131)
7.1.2	两种常见插值法	(131)
7.1.3	插值多项式的误差估计	(134)
7.2	分段三次插值和三次样条插值	(135)
7.2.1	分段三次 Hermite 插值	(136)
7.2.2	三次样条插值的基本原理	(136)
7.2.3	三次样条插值函数的一种具体推导方法	(137)
7.3	插值法在 MATLAB 中的实现	(138)
7.3.1	一元函数的插值(查表)指令 interp1	(139)

7.3.2	三次插值和三次样条插值指令	(139)
7.4	数据的曲线拟合	(141)
7.4.1	数据曲线拟合的最小二乘法	(141)
7.4.2	超定方程组的最小二乘解	(142)
7.5	多项式运算在 MATLAB 中的实现	(143)
7.5.1	多项式及其系数向量	(143)
7.5.2	多项式运算	(144)
7.6	曲线拟合在 MATLAB 中的实现	(146)
7.6.1	数据的多项式曲线拟合	(146)
7.6.2	多项式数据拟合应用的扩充	(148)
	练习题 7	(149)
第 8 章	数值积分	(151)
8.1	计算积分的 MATLAB 符号法	(151)
8.2	牛顿-柯特斯求积公式	(154)
8.2.1	牛顿-柯特斯求积公式推导	(154)
8.2.2	牛顿-柯特斯求积公式的误差估计	(156)
8.3	几个低次牛顿-柯特斯求积公式	(157)
8.3.1	矩形求积公式	(158)
8.3.2	梯形求积公式	(158)
8.3.3	抛物线求积公式	(158)
8.4	复合求积公式及其 MATLAB 实现	(159)
8.4.1	复合矩形求积法及其 MATLAB 实现	(160)
8.4.2	复合梯形求积法及其 MATLAB 实现	(161)
8.5	变步长复合求积及其 MATLAB 实现	(163)
8.5.1	复合抛物线求积公式	(163)
8.5.2	变步长复合抛物线求积公式	(163)
8.5.3	求数值积分的指令 quad 和 quadl	(164)
	练习题 8	(166)
第 9 章	常微分方程初值问题的数值解	(168)
9.1	求解常微分方程的 MATLAB 符号法	(168)
9.1.1	常微分方程的 MATLAB 符号表示法	(169)
9.1.2	求解常微分方程的符号法指令 dsolve	(169)
9.2	常微分方程数值解的基本原理	(171)
9.2.1	求常微分方程数值解的基本原理	(171)
9.2.2	泰勒展开法	(172)
9.2.3	龙格-库塔法	(173)
9.2.4	阿达姆斯法	(175)

9.3 常微分方程初值问题数值解的 MATLAB 实现	(176)
9.3.1 求常微分方程初值问题数值解的指令	(176)
9.3.2 ode23 使用方法举例	(177)
练习题 9	(183)
附录 A MATLAB-7 内容列表	(184)
附录 B MATLAB 指令索引	(186)
附录 C 部分练习题参考答案	(189)
参考文献	(197)

第 1 章 MATLAB 预备知识

本章介绍使用 MATLAB 的预备知识,对它的几个常用视窗,特别是对指令窗做了重点介绍。为了方便于今后的学习,较详细地举例说明了几个常用在线查寻指令的使用方法。

1.1 MATLAB 的基本功能

当今世界上流行的 30 多个数学类软件中, MATLAB 语言处于数值计算型软件的主导地位,适用范围几乎涵盖了工程数学的各个方面。自从 1984 年美国 MathWorks 公司把它推向市场以来,由于功能强大,语法简单,使用方便,界面友好,很快便受到科技界的普遍欢迎。它的强大开放性,使得以它为基础又开发出了 20 多个专用工具箱,如信号处理、控制系统、神经网络等专用工具箱,这对于解决不同学科的专业计算和仿真设计问题提供了极大的方便,使它如虎添翼,应用范围更加广阔。该软件已经成为发达国家高等院校理工科大学生、硕士生、博士生所必须掌握的软件,而它的多种工具箱也已成为科学研究和工程设计部门解决各种具体问题的一种标准软件。

MATLAB 是英文“MATRIX LABORATORY”(矩阵实验室)的缩写,该软件集计算、绘图和仿真于一身,其基本功能可以概括为下列 4 个方面。

(1) 数值计算(Numeric)

它具有庞大的数学函数库,可以进行工程数学中几乎所有的数值计算。对科学和工程中的各种数值计算、统计等各类数学问题都能提供方便快捷的计算方法。多数计算过程是调用一个指令就可以解决问题,就像使用计算器一样方便,它的计算精度可以任意选取,能满足各种不同的需求。

(2) 符号运算(Symbolic)

它具有对数学公式进行符号处理的功能,像因式分解、公式推导、求函数的导函数、幂级数展开及解微分方程组等这类数学问题,只要用一条指令,调用一个 M-函数文件,就可以轻而易举地予以解决。

(3) 数据可视化(Graphic)

它具有很强的数据可视化能力,可以把计算所得的数据根据不同的情况和要求轻松自如地绘制出二维、三维图形,并可对图形的线条、色彩、视角等加以变换。它还可以用不同坐标系进行作图,绘出各种特殊的几何图形(如直方、柱状、网面等),把数据关系的特征形象化得淋漓尽致。

(4) 建模仿真(Simulink)

它具有动态系统建模、仿真和分析的集成环境。用户只要在视窗里通过简单的鼠标操作,就可以建立起直观的方框图式系统模型,比用传统软件包从微分方程、差分方程出发进行的建模更直观、方便和灵活。通过改变模块中的参数和模块间的连接方式,观察系统中发生的变化,结合仿真的结果,可对系统进行全面或局部的调试和修改,以求达到理想效果。

1.2 MATLAB 系统的安装、启动和退出

1.2.1 MATLAB 系统的安装

MATLAB 必须在 Windows 环境下安装。用光盘安装的基本步骤如下。

① 启动 Windows。

② 依次单击菜单【开始】→【控制面板】→【添加/删除】图标，然后按照显示出的提示，逐一操作进行安装。安装中可根据实际需要和硬盘空间大小，从显示出的信息上选择安装的具体条目内容(参见附录 A:MATLAB-7 内容列表)。

注:鼠标操作术语意义——单击:按一下鼠标左键。

右击:按一下鼠标右键。

双击:连续快按两下鼠标左键。

拖动:按下鼠标左键同时移动鼠标,将屏幕界面中的对象移动到指定位置。

1.2.2 MATLAB 系统的启动和退出




1. 启动

打开计算机,进入 Windows 环境后,启动 MATLAB 的途径有两种:

- ① 若面板上有 MATLAB 小图标,则双击它即可进入;
- ② 单击屏幕左下角的小图标【开始】,再依次单击弹出的菜单【程序】→【MATLAB】项,即可进入。

2. 退出

在 MATLAB 界面下退出的途径有三种:

- ① 单击 MATLAB 界面右上角最右侧的关闭图标 (与它相邻的其他两个图标功能是最左的为使界面最小化,中间的为变换界面大小);
- ② 在指令窗中键入 exit 或 quit 指令后回车;
- ③ 依次单击菜单【File】→【Exit MATLAB】即可。

1.3 MATLAB 的指令窗

进入 MATLAB 后,它的任何界面上都有一行如下所示的主菜单:【File】(文件)、【Edit】(编辑)、【Debug】(调试)、【Desktop】(桌面)、【Window】(视窗)和【Help】(帮助)。单击【Desktop】则出现如图 1-1 所示的界面。

在图 1-1 界面上依次单击子菜单【Desktop Layout】(桌面设置)→【Command Window

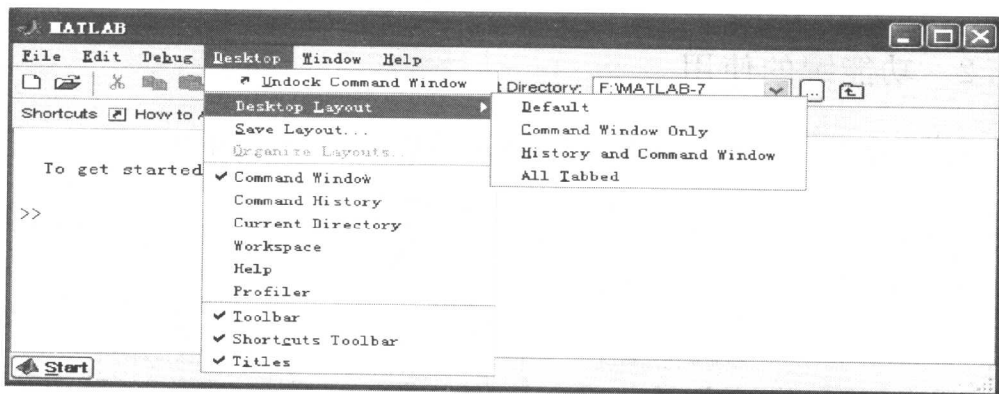


图 1-1 MATLAB 指令窗

Only】(只显指令窗),则显示出我们常用的指令窗,它是进行人机对话的主要窗口。

指令窗中的每个主菜单下都含有数量不等的子菜单,可以像刚才打开子菜单【Command Window Only】时一样依次单击各级子菜单,直到最后打开需要的界面。

例如,为了改变屏幕上显示文字的行间距,可以在指令窗界面上依次单击菜单【file】→【preferences】,在弹出的对话框右侧上方,选中【Numeric display】下的 compact(紧凑),然后单击对话框中 按钮,就可以使得此后屏幕上的输出数据行间距较小;若选中 loose(稀疏)则屏幕上文字的行间距较大。这项功能也可以在指令窗中键入指令 `format compact` 或指令 `format loose` 来实现。

1.3.1 指令窗中快捷按钮的功能

指令窗中主菜单一行下面有一排小方图标,它们是一些常用子菜单的快捷按钮,单击它们和打开相应子菜单的功能一样,但操作比较快捷。现在把它们与相应的主、子菜单名称及其功能一并列在表 1-1 中。

表 1-1 指令窗中快捷按钮与相同功能菜单对照表

按钮图标	相应菜单名称		功能
	主菜单	子菜单	
	【File】(文件)	【New M-File】	创建新的 M-文件
		【Open File】	打开存盘的 M-文件
	【Edit】(编辑)	【Cut】	剪掉选定的内容
		【Copy】	把选定内容送入剪贴板
		【Paste】	粘贴已选定的内容
		【Undo】	撤销刚执行过的操作
		【Redo】	恢复刚撤销的操作
	Simulink(仿真)		浏览仿真模块库的内容
	GUIDE(指南)		创建和打开指南说明
	【Help】(帮助)	【MATLAB Help】	帮助了解软件内容

1.3.2 功能键的使用

在指令窗中用好功能键可以提高操作效率,现将常用的几个功能键列在表 1-2 中。

表 1-2 功能键的作用

功 能 键	功 能	功 能 键	功 能
↑)(↓)	调出上(下)一个指令	Home	使光标移到行首
←	使光标向左移动	End	使光标移到行尾
→	使光标向右移动	Esc	删除光标所在行的全部内容
Page Up	翻到上一页	Backspace	删掉光标左侧的字符
Page Down	翻到下一页	Delete	删掉光标右侧的字符
Ctrl+C	强行中止程序的运行	Ctrl+K	删除光标到行尾的内容

由表 1-2 可知,↑和 Esc 两个功能键的作用与文字编辑处理时的功能完全不同。那里 ↑和 ↓键的作用是使光标上下移动,而这里则是调出已经输入过的指令。例如,在连续三行键入过三条指令后,现在想再次输入其中的第二条,就不必重新键入,只要连接两次功能键 ↑;若回车后又想使用先前键入的第三条指令,则再按两下功能键 ↑。连续多次按动 ↑键或 ↓键,可不断显示出先前键入过的指令,免得重复键入相同的指令,从而提高了操作效率。

1.3.3 在线查询方法

MATLAB 的内容丰富、功能强大,指令、函数也特别多,学会在线查询是掌握 MATLAB 的捷径,也是学习它的基本内容之一。充分利用在线查询功能完全可以代替翻阅“用户手册”。

MATLAB 中常用的查询方法有两种:指令法和菜单法。

指令法就是在指令窗中键入查询帮助指令,回车后屏幕上就显示出需要了解的内容。表 1-3 列出了一些常用的查询指令及其功能的简要说明。

表 1-3 常用查询、帮助指令表

指令使用格式	功能说明
help 标识符	显示该“标识符”代表的信息,可以是总目录 topics(可省略)、函数库名、函数指令名称或工具箱名称等
lookfor 关键词	显示一批功能含有“关键词”的指令
type M-文件名	指明该“M-文件”的性质,或显示其全部内容
doc M-文件名	显示有关该“M-文件”的全部资料(与 demos 调出的相同)
who	显示工作空间中所有变量名称
whos a b	显示工作空间中 a、b(省略时为全部)变量的详细资料
what	显示当前目录下的全部 M-文件名称

续表

指令使用格式	功能说明
dir	显示当前目录下的文件或子目录名称
ver	显示 MATLAB 的全部工具箱
path	显示或设置 MATLAB 的搜索路径
which M-文件名	显示该“M-文件”所在子目录的路径
cd	查询或改变路径

菜单法是在任何一个打开的窗口中单击主菜单【Help】(帮助),在显示出的下属子菜单中单击相关项目进行查询。它的使用像翻阅百科全书一样,按内容分类由章到节地逐级查找,最后单击需要查看的内容条目,就会看到详细的说明。

菜单法优点是不必记忆指令,可以像查字典一样从屏幕上边查边看,但较繁杂。人们经常使用的是指令法,它的使用较为简便,只是需要记住各个指令及其功能。下面举一些利用常用指令查询的例子,以便仿效。

例 1-1 指令 help 的应用举例。

解 (1) 在指令窗中键入 help (相当于键入 help topics),回车则得出系统中装入的函数库和工具箱名称(注:为了方便调用,加注了中文译文):

matlab\general	—General purpose commands (通用命令)
matlab\ops	—Operators and special characters (算子和特殊字符)
matlab\lang	—Programming language constructs (程序语言结构)
matlab\elmat	—Elementary matrices and matrix manipulation (基本矩阵及其操作)
matlab\elfun	—Elementary math functions (初等函数)
matlab\specfun	—Specialized math functions (特殊函数)
matlab\matfun	—Matrix functions-numerical linear algebra (矩阵函数-线性代数)
matlab\datafun	—Data analysis and Fourier transforms (数值分析和傅立叶变换)
matlab\polyfun	—Interpolation and polynomials (插值和多项式)
matlab\funfun	—Function functions and ODE solvers (功能函数和常微分方程)
matlab\sparsfun	—Sparse matrices (稀疏矩阵)
matlab\graph2d	—Two dimensional graphs (二维图形)
matlab\graph3d	—Three dimensional graphs (三维图形)
matlab\specgraph	—Specialized graphs (特殊图)
matlab\graphics	—Handle Graphics (手控图)
matlab\uitools	—Graphical user interface tools (图形用户接口工具)
matlab\strfun	—Character strings (字符串)
matlab\iofun	—File input/output (文件输入/输出)
matlab\timefun	—Time and dates (时间和日期)

```

matlab\datatypes  ——Data types and structures (数据类型/结构)
matlab\winfun    ——Windows Operating System Interface Files
                  (DDE/ActiveX)
                  (Windows 操作系统接口文件)
matlab\demos     ——Examples and demonstrations (举例和演示)
...

```

(2) 如果了解某个函数库中包含的函数指令, 比如了解“基本矩阵及操作库 (matlab\elmat)”中的指令内容, 键入:

```
help elmat
```

回车得出该库包含的子库及它所包含的指令:

```

Elementary matrices and matrix manipulation(基本矩阵及其操作)
Elementary matrices.
zeros          ——Zeros array
ones           ——Ones array
eye            ——Identity matrix
repmat        ——Replicate and tile array
rand           ——Uniformly distributed random numbers
randn         ——Normally distributed random numbers
linspace      ——Linearly spaced vector
logspace      ——Logarithmically spaced vector
meshgrid      ——X and Y arrays for 3-D plots
...           ——Regularly spaced vector and index into matrix
Basic array information.
size          ——Size of matrix
length       ——Length of vector
ndims        ——Number of dimensions
disp         ——Display matrix or text
isempty      ——True for empty matrix
isequal      ——True if arrays are identical
isnumeric    ——True for numeric arrays
islogical    ——True for logical array
logical      ——Convert numeric values to logical
Matrix manipulation.
...
Special variables and constants.
...
Specialized matrices.
...

```

为节省篇幅, 最后三个工具箱只列出了名称, 省略了其中包含的函数指令。

(3) 如果了解某个函数指令,比如“disp”的功能和使用方法,键入:

```
help disp
```

回车则得出有关指令 disp 功能的说明:

```
DISP Display array.
```

```
DISP(X) displays the array, without printing the array name. In all other ways it's the same as leaving the semicolon off an expression except that empty arrays don't display.
```

```
If X is a string, the text is displayed.
```

```
See also int2str, num2str, sprintf, rats, format.
```

```
Overloaded functions or methods (ones with the same name in other directories)
```

```
...
```

例 1-2 用帮助指令 type 查看 M-函数指令 rank 的具体程序。

解 要了解 rank 的原程序,可键入:

```
type rank
```

回车得出:

```
function r = rank(A,tol)
% RANK Matrix rank.
% RANK(A) provides an estimate of the number of linearly
% independent rows or columns of a matrix A.
% RANK(A,tol) is the number of singular values of A
% that are larger than tol.
% RANK(A) uses the default tol = max(size(A)) * eps(norm(A)).
%
% Class support for input A:
% float: double, single
% Copyright 1984-2004 The MathWorks, Inc.
% $Revision: 5.11.4.3 $ $Date: 2004/08/20 19:50:33 $
s= svd(A);
if nargin==1
    tol = max(size(A)') * eps(max(s));
end
r= sum(s>tol);
```

由此可知,“rank”是求矩阵秩的指令,只要输入 rank(A),就可得出矩阵 A 的秩。

注:① 程序里行首的%号表示该行的内容为注释文字,运行程序时不予执行。

② 注释部分的全空行起隔离作用,使用“help rank”则只能调出第一个空行之前的注释内容,而“type”则调出全部注释内容及程序内容,这是两个查询指令在功能上的差异。

例 1-3 cd 使用举例。

解 (1) 在指令窗中键入:

```
cd
```