



西安交通大学

XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY



“十五”规划教材

数学实验

主编 李继成 编著 李继成 戴永红



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS



西安交通大学



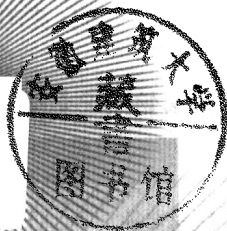
“十五”规划教材

XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

数学实验

主编 李继成

编著 李继成 戴永红



西安交通大学出版社

· 西 安 ·

内容提要

本书是为理工科院校开设数学实验课程编写的教材。书中的实验将应用数学、计算数学的一些基本理论与方法、具有实际背景的应用例子与 MATLAB 数学软件进行了有机整合,注重数学方法在解决实际问题中的应用,简单易懂,实用性强。

内容分为三部分:实验 1~4 是 MATLAB 软件的操作实验,主要用 MATLAB 软件进行高等数学、线性代数和概率统计等数学课程中的一些基本运算;实验 5~6 介绍了在线性代数课程的学习中经常遇见的一些数值计算问题和方法;实验 7~14 主要介绍了一些常用的处理数值计算问题的方法,并用这些方法解决了一些较为简单的实际应用问题,为将来参加数学建模打下基础。

图书在版编目(CIP)数据

数学实验/李继成主编. —西安:西安交通大学出版社,2003.8
ISBN 7-5605-1721-8

I. 数… II. 李… III. 高等数学—实验—高等学校—教材 IV. 013—33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 061064 号

书 名: 数学实验
主 编: 李继成
出版发行: 西安交通大学出版社
地 址: 西安市兴庆南路 25 号(邮编: 710049)
电 话: (029)2668357, 2667874(发行部)
(029)2668315, 2669096(总编办)
印 刷: 西安东江印务有限公司
字 数: 290 千字
开 本: 727mm×960mm 1/16
印 张: 15.75
印 数: 0001~4000
版 次: 2003 年 8 月第 1 版 2003 年 8 月第 1 次印刷
书 号: ISBN 7-5605-1721-8/O·198
定 价: 20.00 元

版权所有 翻版必究

前 言

数学教育在整个人才的培养过程之中起着很重要的作用,从小学到初中,再到大学乃至更高层次的学习,数学一直都是一门主要课程。

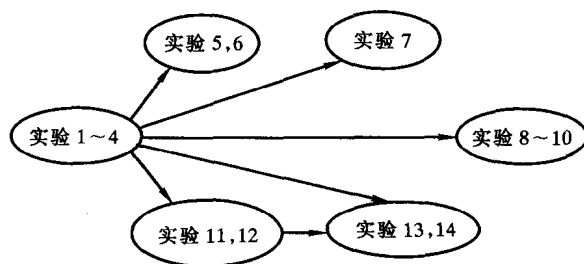
对数学的学习,传统的方法是老师讲、学生练,要求学生学会快速而又精确地计算、严密而又巧妙地逻辑推理。考试绝大多数采用笔试的方式,主要考一些定理、公式以及一些很具体的计算等等。

在工程实践和科学研究中,将相应具有严格的条件限制、慎密的逻辑推理的定理以及公式直接进行应用几乎是不可能的。一般都是先根据具体问题建立一个数学模型,然后采用一种合适的方法、算法得到一个满足一定精度的“解”。每年举行的全国大学生数学建模比赛的目的是培养学生学习数学、应用数学解决一些实际问题的能力,真正做到“学数学,用数学”。开设数学实验课的目的,在于使学生学会借助于飞速发展的计算机技术和一些优秀的、功能齐全的数学软件(诸如: MATLAB、MATHEMATICA 和 MAPLE 等),利用教材上学到的一些数学理论知识,采用某一种或者多种数学方法解决一些较为简单的实际问题。学生通过根据实际问题的要求,建立简单的数学模型,经过简单的软件编程、上机操作、完成实验任务等学习过程真正体会到数学的奥妙,做到学数学,用数学,从而激发学生学习数学的兴趣。

本教材主要是针对大学一、二年级的学生在学习相关数学课程的同时,同步开设数学实验编写的。鉴于大学一、二年级学生的数学功底较为薄弱,所以本教材力争做到简单、易懂、易操作。对一些具体方法的理论推导要求较低,更多地注重实验操作。由于各个专业对数学的要求不同以及安排数学实验学时数不等,所以本教材编写的实验内容相对独立,教师可以根据各专业要求程度的不同,选做某一个或者某一部分实验。书后的习题分为 A、B 两组,学生可用实验报告的方式来完成。书中的软件命令以 MATLAB 5.3 为准,均在计算机上通过实验。

实验 1~5、7~11 由李继成负责编写,实验 6、12~14 由李继成与戴永红共同

编写,另外赫孝良副教授参加了实验 9 的编写工作。全书由李继成负责统稿。教材内容的脉络见下图,可作为教学参考。



数学实验课程的开设在国内仅仅是开始,尚处在探索阶段。现在已有一些数学实验教材出版,内容侧重有所不同,各个高校对开设数学实验课程的目的以及方式也有所不同。本教材编写的内容是编者根据目前的使用对象(西安交通大学一、二年级学生开设数学课程时同步开设数学实验)以及编者对同步开设数学实验课程内容的理解所编写的,与各位专家、同仁们的看法肯定有所不同,敬请提出宝贵意见。由于时间仓促,书中定有许多不足之处,恳请各位读者多提宝贵意见,给以指正,编者在此表示感谢!

在教材的编写中,多次同西安交通大学国家工科数学基地的王绵森教授、武忠祥教授、朱旭副教授等进行了讨论,他们提出了许多宝贵的意见,编者在此表示真诚地感谢。

本教材的编写得到西安交通大学教务处,西安交通大学出版社以及西安交通大学国家工科数学基地在经费方面给予的资助,在此真诚地表示感谢!

在教材的编写中参考的相关书籍均列于书后的参考文献中,在此也向有关作者表示感谢。对在编写过程中予以帮助和建议的西安交通大学工科数学教学实验中心的同仁们表示衷心地感谢!

编者

2003 年 5 月

目 录

前言

实验 1 MATLAB 软件基本操作(一)

1.1 实验目的	(1)
1.2 实验内容	(1)
1.2.1 MATLAB 软件的启动	(1)
1.2.2 MATLAB 文件的编辑、存储、执行和个性化路径添加	(3)
1.2.3 工作空间中的菜单选项	(4)
1.2.4 MATLAB 基本运算符	(6)
1.2.5 变量命名规则	(6)
1.2.6 控制指令窗中的指令操作	(7)
1.2.7 指令行中的标点符号	(8)
1.2.8 一维数组的生成	(8)
1.2.9 对一维数组的操作	(9)
1.2.10 二维数组的生成	(9)
1.2.11 对二维数组元素的操作	(9)
1.2.12 数组和矩阵运算	(10)
1.2.13 生成特殊数组的函数和数组操作函数	(11)
1.2.14 逻辑操作	(11)
1.2.15 可视化交互界面指令	(11)
1.2.16 符号对象的确定	(11)
1.2.17 符号表达式的运算	(15)
1.2.18 符号替换	(17)
1.2.19 符号序列求和	(17)
1.2.20 Fourier 变换、Laplace 变换和 Z 变换	(17)
1.2.21 二维曲线的绘制	(18)
1.2.22 三维曲线的绘制	(19)
1.2.23 三维网线图和曲面图的绘制	(20)
1.2.24 MATLAB 软件简单编程	(23)
1.3 实验任务	(27)

实验 2 MATLAB 软件基本操作(二)

2.1 实验目的	(30)
2.2 实验内容	(30)
2.2.1 求函数极限	(30)
2.2.2 求函数导数	(31)
2.2.3 求函数积分	(32)
2.2.4 求复合函数与反函数	(33)
2.2.5 求函数零点	(34)
2.2.6 求函数极值	(36)
2.2.7 求函数的泰勒展开式	(40)
2.2.8 求常微分方程(组)解析解	(42)
2.3 实验任务	(43)

实验 3 MATLAB 软件基本操作(三)

3.1 实验目的	(47)
3.2 实验内容	(47)
常用的运算指令	(47)
3.3 实验任务	(51)

实验 4 MATLAB 软件基本操作(四)

4.1 实验目的	(54)
4.2 实验内容	(54)
4.2.1 随机变量的数字特征	(54)
4.2.2 概率分布的密度函数	(56)
4.2.3 各种概率分布函数	(58)
4.2.4 随机数发生函数	(59)
4.2.5 常用的数字特征函数	(60)
4.2.6 参数估计	(61)
4.2.7 假设检验	(65)
4.3 实验任务	(68)

实验 5 向量迭代后分布规律识别

5.1 实验目的	(72)
----------	------

5.2	实验内容	(72)
5.2.1	实验问题	(72)
5.2.2	问题求解	(73)
5.2.3	迭代法	(79)
5.2.4	内容小结	(82)
5.3	实验任务	(82)
实验6 最优问题求解实验		
6.1	实验目的	(84)
6.2	实验内容	(84)
6.2.1	实验问题	(84)
6.2.2	建立数学模型	(86)
6.2.3	问题解法	(89)
6.2.4	内容小结	(98)
6.3	实验任务	(99)
实验7 螺旋线与平面的交点		
7.1	实验目的	(101)
7.2	实验内容	(101)
7.2.1	实验问题	(101)
7.2.2	问题分析	(101)
7.2.3	问题解法	(102)
7.2.4	迭代过程中出现的分叉与混沌	(121)
7.2.5	内容小结	(122)
7.3	实验任务	(123)
实验8 核废料的妥善处理问题		
8.1	实验目的	(126)
8.2	实验内容	(126)
8.2.1	实验问题	(126)
8.2.2	问题分析	(126)
8.2.3	建立数学模型	(127)
8.2.4	数学模型求解	(128)
8.2.5	微分方程数值解方法	(134)

8.2.6 内容小结	(147)
8.3 实验任务	(147)
实验 9 缉私艇追击走私船	
9.1 实验目的	(149)
9.2 实验内容	(149)
9.2.1 实验问题	(149)
9.2.2 建立模型	(149)
9.2.3 模型求解	(150)
9.2.4 内容小结	(157)
9.3 实验任务	(158)
实验 10 最速下降路线问题	
10.1 实验目的	(160)
10.2 实验内容	(160)
10.2.1 实验问题	(160)
10.2.2 问题分析	(160)
10.2.3 建立数学模型	(162)
10.2.4 模型求解	(163)
10.2.5 内容小结	(167)
10.3 实验任务	(167)
实验 11 预测模型实验	
11.1 实验目的	(169)
11.2 实验内容	(169)
11.2.1 实验问题	(169)
11.2.2 问题分析	(170)
11.2.3 问题解法	(177)
11.2.4 内容小结	(185)
11.3 实验任务	(186)
实验 12 水塔水流量的估计	
12.1 实验目的	(189)
12.2 实验内容	(189)

12.2.1	实验问题	(189)
12.2.2	问题分析	(189)
12.2.3	数据插值	(190)
12.2.4	MATLAB 软件实现插值法	(201)
12.2.5	问题求解	(203)
12.2.6	内容小结	(215)
12.3	实验任务	(215)
实验 13 矿区面积的计算		
13.1	实验目的	(217)
13.2	实验内容	(217)
13.2.1	实验问题	(217)
13.2.2	问题分析	(218)
13.2.3	数值积分方法	(218)
13.2.4	用 MATLAB 软件求解	(222)
13.2.5	用数值积分方法求解	(224)
13.2.6	内容小结	(229)
13.3	实验任务	(229)
实验 14 公共汽车车门高度的设计		
14.1	实验目的	(231)
14.2	实验内容	(231)
14.2.1	实验问题	(231)
14.2.2	问题分析	(231)
14.2.3	问题求解	(232)
14.2.4	内容小结	(239)
14.3	实验任务	(239)
主要参考文献		(241)

实验 1 MATLAB 软件

基本操作(一)

1.1 实验目的

本实验的目的是为了了解 MATLAB 软件,学会 MATLAB 软件的一些基本操作,包括符号运算、图形的可视化操作以及 MATLAB 软件的简单编程等。

1.2 实验内容

1.2.1 MATLAB 软件的启动

双击桌面上的 MATLAB 图标或者从开始菜单中选择程序,点击 MATLAB 选项即可启动 MATLAB 软件,此时出现的对话框称为 MATLAB 工作空间,如图 1.1 所示。

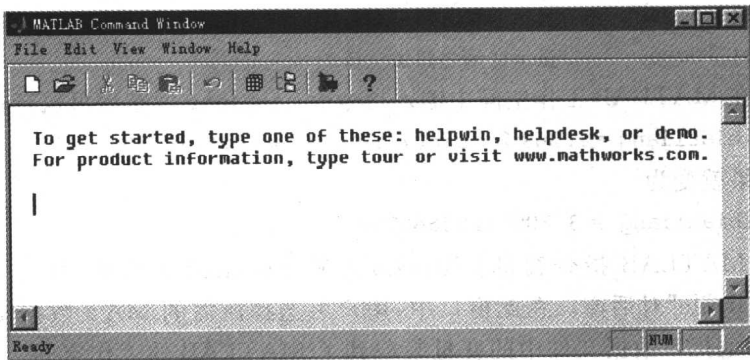


图 1.1

其中各个菜单选项功能我们在后面的 1.2.3 节中逐一介绍。

在 MATLAB 工作空间中,可以执行 MATLAB 命令行或者 MATLAB 文件名,只要按要求输入后回车即可显示结果。若程序不符合要求,将会出现错误提示信息。

例 1.1 若要求表达式 $1.369^2 + \sin(\frac{7\pi}{10}) \times \sqrt{26.48} \div 2.9$ 的值,我们可在 MAT-

LAB 工作空间中键入下面的命令:

```
1.369^2 + sin(7/10 * pi) * sqrt(26.48)/2.9
```

回车后即得结果

```
ans = 3.3097
```

也可将计算得的结果赋给某一个变量,例如输入

```
fuzhibianliang = 1.369^2 + sin(7/10 * pi) * sqrt(26.48)/2.9
```

回车后得

```
fuzhibianliang = 3.3097
```

在 MATLAB 工作空间中执行 format 命令,可以重新定义输出格式。MATLAB 提供的输出格式有以下几种:

format	默认值,相当于 format short
format short	保证小数点后有 4 位有效数字
format long	用 15 位数字表示
format short e	用 5 位科学计数法表示
format long e	用 15 位科学计数法表示
format short g	从 format short 和 format short e 中选择最佳输出方式
format hex	用十六进制表示
format bank	用货币形式表示
format rat	用近似的有理数表示
format compact	显示变量之间不加空行
format loose	显示变量之间加空行

例如在 MATLAB 工作空间中键入指令 format long 回车后再执行命令

```
fuzhibianliang = 1.369^2 + sin(7/10 * pi) * sqrt(26.48)/2.9
```

显示的结果就变为

```
fuzhibianliang = 3.30971203646737
```

选择 MATLAB 指令窗的【File: Load Workspace】菜单项,打开标准式的“Load .mat file”对话框。在此窗口中,用户可选择所需的 MAT 数据文件,点击【打开】键,就把该数据文件中的变量装载到了 MATLAB 的工作空间。也可用命令 save 和 load 对变量进行有选择性、特征性的保存与读取。

选择 MATLAB 指令窗中的【File: Save Workspace As】菜单项,可打开“Save Workspace As”对话框。在这个窗口里,用户可选择待建数据文件的目录,待建数据文件的命名,再点击【保存】键完成数据文件的产生。

1.2.2 MATLAB 文件的编辑、存储、执行和个性化路径添加

(1) 文件编辑 在启动 MATLAB 软件后, 点击 MATLAB 指令窗中的【File】菜单, 点击选项中的 new, 选择 M-file, 将会出现一个可与 MATLAB 软件交互使用的文件编辑器, 如图 1.2 所示。

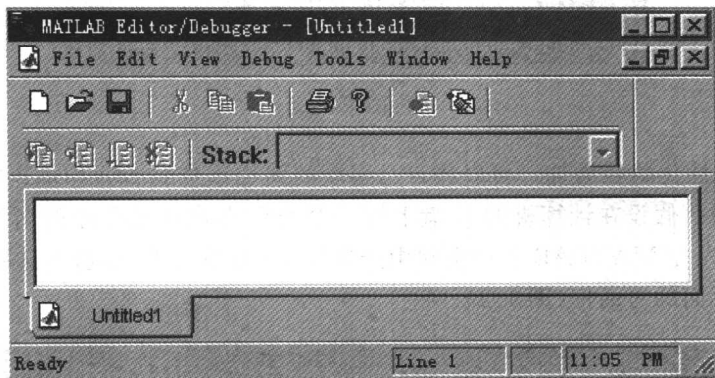


图 1.2

在这里可将自己要做的事情逐行写成 MATLAB 程序。该文件编辑器也可以在 MATLAB 工作空间中执行 `edit` 命令打开。

(2) 文件存储 选择文件编辑器菜单行中【File】菜单项中的 `save` 选项, 或者点击上面工具行中的存盘标记, 可将自己所编写的程序存在一个后缀为 `m` 的文件中, 文件名的选取与 C 语言的要求相同, 也可参考 1.2.5。

(3) 程序执行 MATLAB 程序的执行一般有三种方法: 方法一是点击文件编辑器上面的菜单【Tools】(6.0 以上的版本可能有所不同), 点击选项 `run`, 此时在 MATLAB 工作空间中将会出现该程序执行的结果, 如果程序有问题会出现错误提示信息; 方法二是选择 MATLAB 工作空间中的【File】菜单项, 点击选项 `Run Script`, 此时也会出现一个如图 1.3 所示的对话框。点击 `Browse` 按钮选择自己所要执行的程序文件名即可; 方法三是直接在 MATLAB 工作空间中输入所要执行的文件名后回车即可。

在上述三种执行方法中, 方法二较为一般, 对文件存放的路径没有什么特殊要求, 而方法一和方法三对文件的存放路径就有特殊要求。如果文件不是存放在 MATLAB 软件默认路径的地方, 此时要么用方法二执行, 要么要将你存放文件的路径添加到 MATLAB 软件默认路径序列中。关于 MATLAB 软件默认的路径序列, 在 MATLAB 工作空间中执行命令 `path` 后, 将会列出。

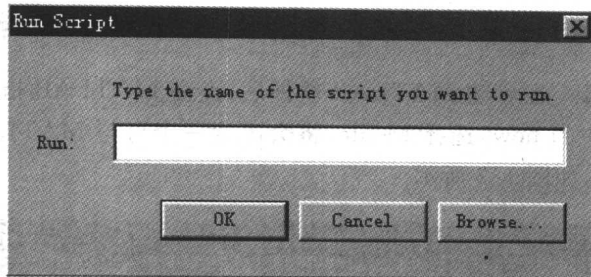


图 1.3

(4) 个性化路径添加 可以将自己喜欢的路径添加到 MATLAB 软件默认的路径序列中。假设在计算机的 C 盘上有一个自己喜欢存放程序的名为 wdwjj 的文件夹,首先在 MATLAB 工作空间中选择【File】菜单选项,点击子选项 set path,将会出现下面的对话框(图 1.4)。

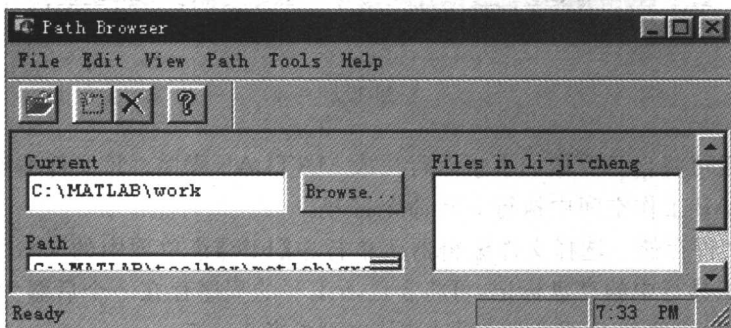


图 1.4

点击 Browse 按钮,选择文件夹 wdwjj,点击确定后出现下面的对话框(图 1.5)。现在点击上面的 Path 菜单,选择 Add to path 选项,出现下面的对话框(图 1.6)。再点击 Browse 按钮,选择文件夹 wdwjj,点击 OK 按钮后,选择出现的对话框上的【File】菜单,选择 Save path 选项,此时你的个性化路径 C:\wdwjj 就加到了 MATLAB 软件默认的路径序列中。应当注意,这里添加路径是以 MATLAB 5.3 为例,不同的版本要求可能有所不同。

1.2.3 工作空间中的菜单选项

(1) 文件操作【File】选项的内容

New

打开编辑/调试器、新图形窗、Simulink 用的 MDL 文件

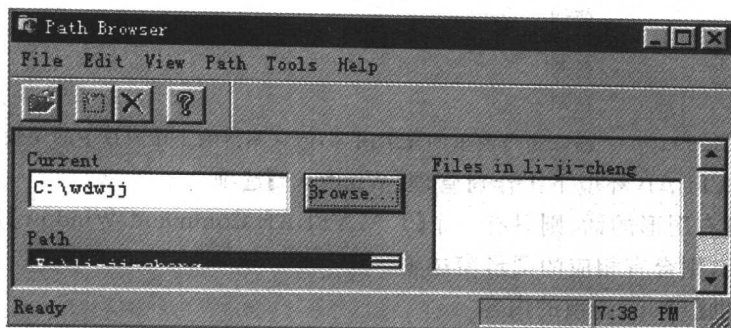


图 1.5

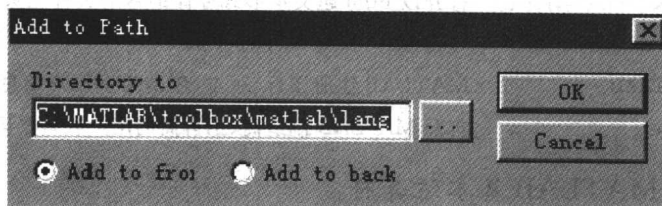


图 1.6

Open	通过已有的 M 文件打开编辑/调试器
Open Selection	打开指令窗中指定的 M 文件
Run Script	运行已有的 M 文件
Load Workspace	向 MATLAB 工作空间装载 MAT 文件中的变量数据
Save Workspace As	将 MATLAB 工作空间中的所有变量存为 MAT 文件
Show Workspace	调用工作空间浏览器
Show Graphics Property Editor	调用图形对象属性编辑器
Show GUI Layout Tool	调用图形用户界面制作工具
Set Path	调用路径浏览器
Preferences	调用 MATLAB 指令窗环境设置卡
Print Setup	打印设置
Print	打印工作窗中的内容
Print Selection	打印指令窗中所选定的内容
Exit MATLAB	退出 MATLAB

(2) 编辑操作【Edit】选项的内容

Cut 剪切
 Copy 复制
 Paste 粘贴
 Clear Session 清除指令窗里的显示内容,但它不清除工作内存中的变量

(3) MATLAB 环境下工作窗管理【Windows】选项

如果没有图形的话,则只有一个【1. MATLAB Command Window】选项,如果有图形的话,则会有相应的图形窗选项。

(4) 帮助【Help】选项的内容

Help Windows 打开分类帮助窗
 Help Tips 打开函数文件指令名帮助窗
 Help Desk 打开以 html 超文本形式存储的帮助文件主页
 Examples and Demos 打开 MATLAB 演示窗主页
 About MATLAB MATLAB 注册图标、版本、制造商和用户信息
 Subscribe 打开 MATLAB 制造商、销售商的用户联络登记表

1.2.4 MATLAB 基本运算符

表 1-1

	数学表达式	MATLAB 运算符	MATLAB 表达式
加	$a+b$	+	$a+b$
减	$a-b$	-	$a-b$
乘	$a \times b$	*	$a * b$
除	$a \div b$	/或\	a/b 或 $b \backslash a$
幂	a^b		a^b

1.2.5 变量命名规则

变量名的第一个字符必须是英文字母,最多可包含 31 个字符(英文、数字和下连字符),变量名中不得包含空格(Backspace)、标点。变量名和函数名对字母的大小写是有区别的,如变量 study 和 Study 表示两个不同的变量。前面讲到的文件名命名规则亦类似于此。

下面的一些变量每当 MATLAB 启动时,它们就被产生,即驻留在工作内存中,MATLAB 称它们为预定义变量。

ans	计算结果的缺省变量名	eps	机器零阈值
Flops	浮点运算次数	Inf 或 inf	无穷大,如 1/0

i 或 j 虚单元 $i=j=\sqrt{-1}$	pi 圆周率 π
NaN 或 nan	不是一个数(Not a Number), 如 0/0,
nargin (nargout)	函数输入宗量数目(函数输出宗量数目)
realmax (realmin)	最大正实数(最小正实数)

1.2.6 控制指令窗中的指令操作

指令	含义
cd	设置当前工作目录
clf	清除图形窗
clc	清除指令窗中显示内容
clear	清除 MATLAB 工作空间中保存的变量
dir	列出指定目录下的文件和子目录清单
who	列出 MATLAB 工作空间驻留的变量名清单
whos	列出 MATLAB 工作空间驻留的变量名清单以及维数和属性
help(helpwin)	帮助获得指令的使用说明
PageUp(PageDown)	向前(后)查看指令窗中的内容
Home(End)	使光标移到当前行的首(尾)端
lookfor	根据用户提供的完整或不完整的关键词, 找出与之相关的指令
type	显示指定 M 文件的内容
path	扩展搜索路径
edit	打开 M 文件编辑器
save	有选择地保存变量
load	有选择地把变量调入内存
Delete(Backspace)	删去光标右(左)边的字符
↑(↓)	向前(后)调出已输入过的指令
←(→)	在当前行中左(右)移光标
pack	收集 MATLAB 内存碎块以扩大内存空间
more	使其后的显示内容分页进行
exit 或 quit	关闭/退出 MATLAB 程序