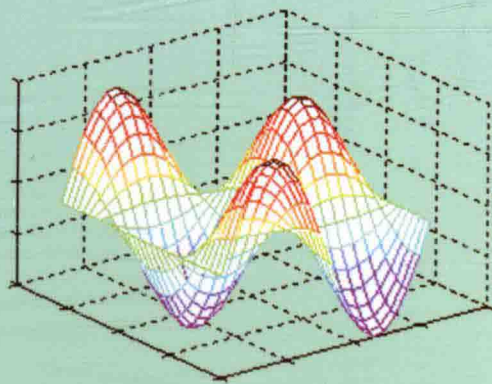
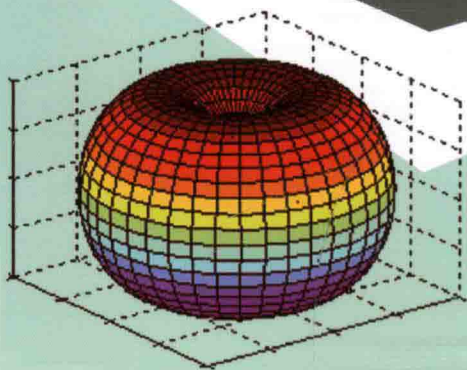


21世纪应用型本科院校系列教材

# MATLAB语言基础

主编 李军成 杨炼 刘成志



南京大学出版社

21世纪应用型本科院校系列教材

# MATLAB语言基础

主 编 李军成 杨 炼 刘成志  
参 编 陈国华 罗志军 龙承星  
龙志文 邓 华 廖小莲



扫码加入读者圈，轻松解决重难点



南京大学出版社

## 内容简介

本书以夯实学生的 MATLAB 语言基础,为后续利用 MATLAB 解决实际工程问题打下坚实基础为主要目的。全书共分 10 章,分别是 MATLAB 工作环境、MATLAB 数据运算基础、MATLAB 矩阵分析与处理基础、MATLAB 数据统计分析基础、MATLAB 程序控制结构基础、MATLAB 绘图基础、MATLAB 图像处理基础、MATLAB 数值计算基础、MATLAB 最优化问题求解基础、MATLAB 符号运算基础。各章后面都配备了习题和实验,便于学生巩固和消化所学知识,培养学生的实践应用能力。

本书可作为地方高校各理工科大学生学习的教材,也可作为广大工程技术与科研人员的参考书。

## 图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 语言基础 / 李军成, 杨炼, 刘成志主编. —  
南京: 南京大学出版社, 2022.3

ISBN 978 - 7 - 305 - 25311 - 9

I. ①M… II. ①李… ②杨… ③刘… III. ①  
Matlab 软件 IV. ①TP317

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2022)第 007752 号

出版发行 南京大学出版社

社 址 南京市汉口路 22 号

邮 编 210093

出版人 金鑫荣

书 名 MATLAB 语言基础

主 编 李军成 杨 炼 刘成志

责任编辑 吴 华

编辑热线 025 - 83596997

照 排 南京开卷文化传媒有限公司

印 刷 丹阳兴华印务有限公司

开 本 787×1092 1/16 印张 12 字数 289 千

版 次 2022 年 3 月第 1 版 2022 年 3 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 305 - 25311 - 9

定 价 36.00 元

网 址: <http://www.njupco.com>

官方微博: <http://weibo.com/njupco>

微信服务号: njyuexue

销售咨询热线: (025)83594756



扫码教师可免费  
获取教学资源

\* 版权所有,侵权必究

\* 凡购买南大版图书,如有印装质量问题,请与所购  
图书销售部门联系调换

# 前 言

MATLAB 语言自 1984 年由美国 MathWorks 公司推出以来,经过多年的发展,已成为一款集数值计算、符号运算及图形处理等强大功能于一体的科学计算语言,它具有人机界面好、计算功能强、编程效率高、绘图能力强、可扩展性强等诸多优点。

从数学角度看,MATLAB 涵盖了大学数学的主要课程,如数学分析(高等数学)、高等代数(线性代数)、概率统计、复变函数、微分方程、数值分析、最优化方法等等,因此 MATLAB 已在数学及其相关领域得到广泛使用,也成为国内外高校数学及其相关专业大学生、研究生必备的一门语言。

就办学定位而言,地方高校在选用教材时一般应以“实用、好用、够用”为基本原则。虽然市面上已有很多关于 MATLAB 的教材,但大多数教材要么内容繁杂、缺少针对性,要么专业性很强、缺乏通用性,不太适用于地方高校数学及其相关专业的教学。因此,我们认为有必要为地方高校数学及其相关专业编制一本“实用、好用、够用”的 MATLAB 教材。再加上我们在地方高校数学及其相关专业从事 MATLAB 的教学工作已有十余年,也积累了较为丰富的教学经验和教学心得,于是我们编制了这本《MATLAB 语言基础》。

从地方高校数学及其相关专业的实际情况出发,本书以夯实学生的 MATLAB 语言基础,为后续利用 MATLAB 解决实际工程问题打下坚实基础为主要目的。全书共分 10 章,分别是 MATLAB 工作环境、MATLAB 数据运算基础、MATLAB 矩阵分析与处理基础、MATLAB 数据统计分析基础、MATLAB 程序控制结构基础、MATLAB 绘图基础、MATLAB 图像处理基础、MATLAB 数值计算基础、MATLAB 最优化问题求解基础、MATLAB 符号运算基础。各章后面都配备了习题和实验,便于学生巩固和消化所学知识,培养学生的实践能力。

作为一款被广泛使用的高级语言,MATLAB 不仅是数学及其相关专业大学生必须掌握的一门语言,也是各理工科专业大学生从事科学工程计算的一个强有力工具,所以本书不仅可作为地方高校数学及其相关专业大学生学习的教材,也可作为地方高校各理工科大学生学习的教材,同样也可供广大 MATLAB 爱好者或工程技术与科研人员阅读参考。

本书由湖南人文科技学院的李军成、杨炼、刘成志主要负责编写,陈国华、罗志军、龙承星、龙志文、邓华、廖小莲参与书中程序运行、内容修改、文字校对等工作,全书由李军成统稿。在本书编写的过程中,得到了湖南人文科技学院的杨涤尘、易叶青、伍铁斌、刘奇飞、雷建忠、王竟竟等老师的帮助与支持,在此表示衷心感谢。编写本书时,吸取和借鉴了许多参考文献的内容,在此也对这些参考文献的作者们致以崇高的敬意。

湖南人文科技学院数学与应用数学省级一流本科专业建设经费、湖南人文科技学院《MATLAB 语言基础》MOOC/SPOC 课程建设经费资助了本书的出版。

由于时间仓促,加上作者学识水平有限,书中难免存在疏漏或不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编者

2021年6月

# 目 录

<b>第一章 MATLAB 工作环境</b> .....	001
1.1 MATLAB 的安装与使用简介 .....	001
1.2 MATLAB 主要窗口简介 .....	002
1.3 MATLAB 主要功能演示 .....	006
<b>第二章 MATLAB 数据运算基础</b> .....	010
2.1 数据特点 .....	010
2.2 变量的命名与赋值 .....	012
2.3 矩阵的表示 .....	012
2.4 矩阵的运算 .....	018
2.5 常用的数学函数 .....	024
2.6 字符串的使用 .....	025
<b>第三章 MATLAB 矩阵分析与处理基础</b> .....	030
3.1 提取子矩阵 .....	030
3.2 矩阵的结构调整 .....	031
3.3 矩阵求逆 .....	034
3.4 矩阵求值 .....	035
3.5 矩阵求特征值与特征向量 .....	038
<b>第四章 MATLAB 数据统计分析基础</b> .....	042
4.1 外部数据的读取 .....	042
4.2 数据的最大值与最小值 .....	044
4.3 数据的排序 .....	047

4.4	数据的均值与中值 .....	049
4.5	数据的和与积 .....	050
4.6	数据的累加和与累乘积 .....	051
4.7	数据的标准差与方差 .....	052
4.8	数据的协方差与相关系数 .....	054
<b>第五章</b>	<b>MATLAB 程序控制结构基础 .....</b>	<b>059</b>
5.1	命令文件 .....	059
5.2	顺序结构 .....	060
5.3	选择结构 .....	062
5.4	循环结构 .....	066
5.5	函数文件 .....	072
<b>第六章</b>	<b>MATLAB 绘图基础 .....</b>	<b>080</b>
6.1	二维图形的绘制 .....	080
6.2	三维图形的绘制 .....	085
6.3	绘制图形的辅助操作 .....	088
6.4	隐函数绘图 .....	096
<b>第七章</b>	<b>MATLAB 图像处理基础 .....</b>	<b>103</b>
7.1	图像的基本操作 .....	103
7.2	图像的基本运算 .....	106
7.3	图像的灰度变换与直方图均衡化 .....	112
7.4	图像的去噪 .....	115
7.5	图像的边缘检测 .....	117
<b>第八章</b>	<b>MATLAB 数值计算基础 .....</b>	<b>122</b>
8.1	非线性方程的求解 .....	122
8.2	线性方程组求解 .....	125
8.3	数据插值与曲线拟合 .....	133
8.4	数值导数与积分 .....	139
8.5	常微分方程初值问题的数值求解 .....	144

<b>第九章 MATLAB 最优化问题求解基础</b> .....	150
9.1 最值问题求解 .....	150
9.2 线性规划问题求解 .....	152
9.3 二次规划问题求解 .....	154
9.4 0-1 规划问题求解 .....	156
9.5 非线性规划问题求解 .....	157
<b>第十章 MATLAB 符号运算基础</b> .....	162
10.1 符号对象的建立 .....	162
10.2 符号对象的基本计算 .....	165
10.3 符号微积分运算 .....	170
10.4 符号方程求解 .....	175
10.5 符号函数图形计算器 .....	178
<b>参考文献</b> .....	184

# 第 1 章

## MATLAB 工作环境

MATLAB 是 Matrix Laboratory(矩阵实验室)的缩写,经过多年的发展,其功能日益强大,版本也不断更新。自 2003 年推出 MATLAB 6.5.1 正式版以来,虽然 MathWorks 公司对 MATLAB 的开发力度不断加大,但所有更新版本都延续了 MATLAB 的基本功能。需要说明的是,本书所有操作均是在 MATLAB R2013a 版本中进行,对于更高版本的 MATLAB 同样也适用。

要进行 MATLAB 的各种操作,首先要准备 MATLAB 的工作环境,熟悉 MATLAB 的操作界面。本章将简要介绍 MATLAB 的安装与使用,包括 MATLAB 的安装、MATLAB 的启动、MATLAB 的退出;MATLAB 的主要窗口,包括命令窗口、工作空间窗口、M 文件编辑/调试器、图形窗口、当前文件夹窗口、历史命令窗口。

### 1.1 MATLAB 的安装与使用简介

#### 1.1.1 MATLAB 的安装

一般地,双击 MATLAB 安装包中的 setup.exe 文件,按照弹出的窗口提示即可完成安装。

进入系统文件安装界面后,屏幕会显示安装进度条,安装过程可能需要较长时间。安装完成后,若需要激活 MATLAB,在操作界面根据提示选择相应的方式进行激活。

#### 1.1.2 MATLAB 的启动

启动 MATLAB 系统有两种常见方法:

(1) 在 MATLAB 的安装路径中找到系统启动程序 matlab.exe,然后运行该程序即可启动 MATLAB 系统。

(2) 如果用户在桌面上建立了快捷方式,在桌面上双击快捷方式图标即可启动 MATLAB 系统。

#### 1.1.3 MATLAB 的退出

退出 MATLAB 系统有两种常见方法:

- (1) 在 MATLAB 命令窗口中输入 `exit` 或 `quit` 命令即可退出 MATLAB 系统。
- (2) 单击 MATLAB 主窗口的关闭按钮即可退出 MATLAB 系统。

## 1.2 MATLAB 主要窗口简介

### 1.2.1 命令窗口

命令窗口是命令行语句和命令文件执行的主要窗口,所在系统中的位置如图 1-1 所示。在命令窗口中直接输入命令或 MATLAB 函数,系统自动反馈结果。



图 1-1 命令窗口

命令窗口中有关命令行环境的一些常用操作:

`clc`: 擦去一页命令窗口,光标回到命令窗口左上角。

`clear`: 从工作空间清除所有变量。

`clf`: 清除图形窗口内容。

`help 命令名`: 查询所列命令的帮助信息。

`Ctrl+C`: 强行终止命令的运行。

上移光标键  $\uparrow$ : 调用上一行的命令。

下移光标键  $\downarrow$ : 调用下一行的命令。

左移光标键  $\leftarrow$ : 退后一格。

右移光标键  $\rightarrow$ : 前移一格。

在命令窗口中输入命令的注意事项:

- (1) 输入命令时,须在英文状态下输入。

(2) 输入一行命令后,按回车键执行该行命令。

(3) 输入一行命令后,若不需要显示执行该行命令后的结果,要在末端加上分号;若需要显示执行该行命令后的结果,则不要在末端加上分号。

## 1.2.2 工作空间窗口

工作空间窗口是 MATLAB 的一个变量管理中心,可以显示变量的名称、尺寸、字节和类别等信息,同时用不同的图标表示矩阵、字符数组、元胞数组、构架数组等变量类型,所在系统中的位置如图 1-2 所示。

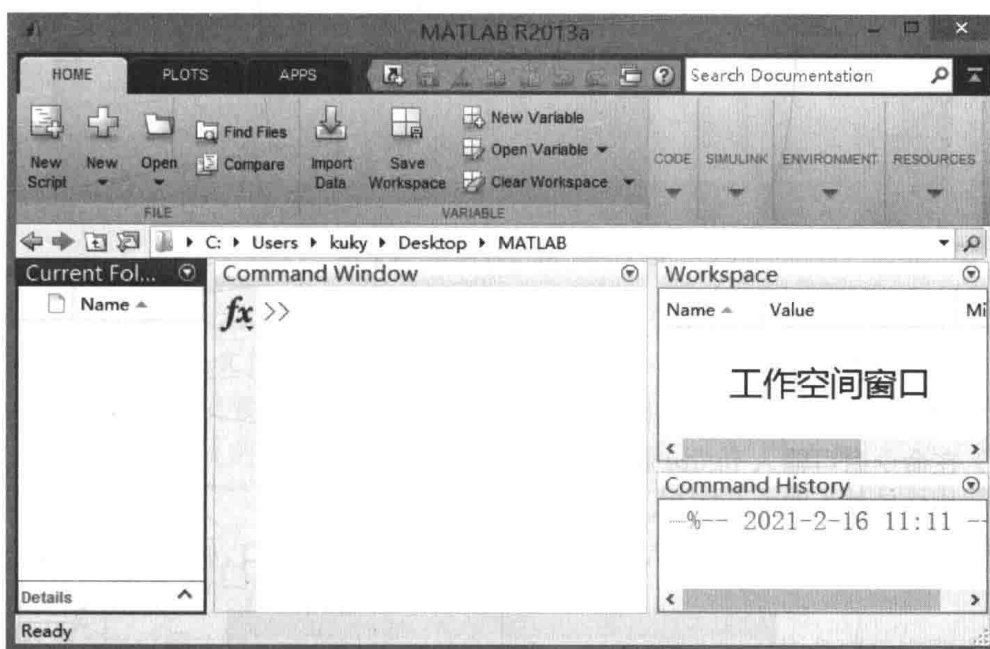


图 1-2 工作空间窗口

**说明:**工作空间窗口中的变量数据是存储在内存中,一旦退出 MATLAB,工作空间窗口中的变量数据将被全部释放。另外,用户可在工作空间窗口中利用鼠标的右键对变量进行修改、复制、删除、重命名等编辑操作。

## 1.2.3 M 文件编辑/调试器

M 文件编辑/调试器主要用于建立命名文件或函数文件,单击主窗口左上角的“New Script”按钮或在命令窗口中输入 edit 后回车即可打开 M 文件编辑/调试器,如图 1-3 所示。

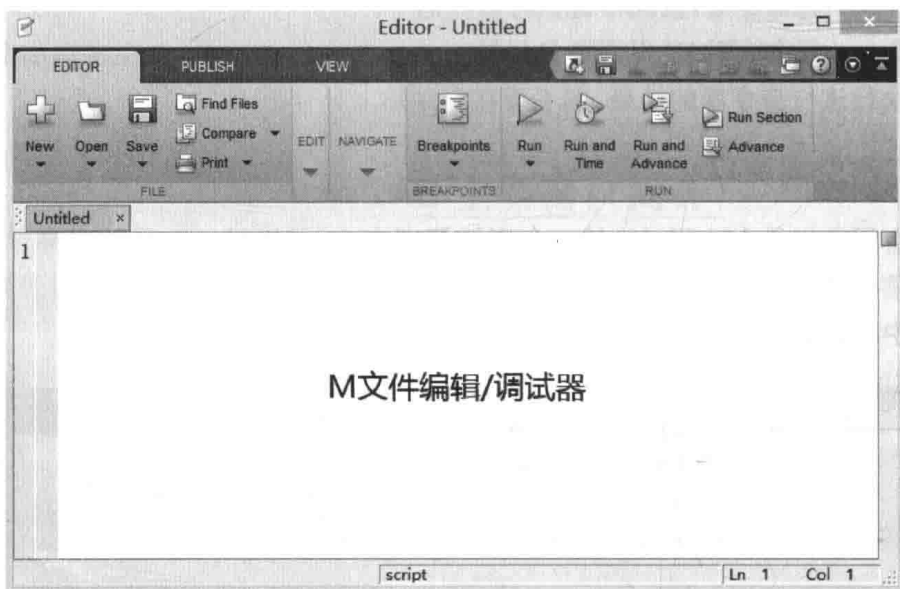


图 1-3 M 文件编辑/调试器

## 1.2.4 图形窗口

常用的图形窗口打开方式有两种：

- (1) 在命令窗口输入 figure 命令。
- (2) 执行结果为图形的语句。

例如，在命令窗口中直接输入 figure，即可打开一个图形窗口，如图 1-4 所示。

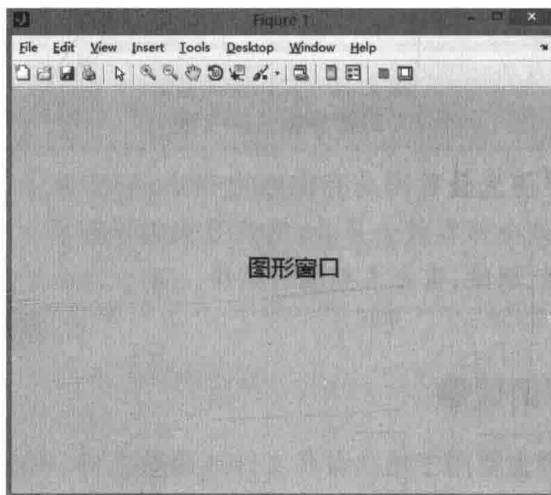


图 1-4 图形窗口

## 1.2.5 当前文件夹窗口

当前文件夹窗口主要用于显示存储的命令文件、函数文件、数据文件、图形文件等等，所在系统中的位置如图 1-5 所示。



图 1-5 当前文件夹窗口

**说明:** 为了便于管理文件和数据, 用户可以将任意的文件夹设置为当前文件夹, 但只有在当前文件夹或搜索路径下的文件、函数才能被运行或调用。对于初学者, 一般不建议修改当前文件夹的路径。

## 1.2.6 历史命令窗口

历史命令窗口用于显示用户已执行过的命令, 用户可以在历史命名窗口中利用鼠标的右键对执行过的命名进行复制、删除、剪切等操作, 所在系统中的位置如图 1-6 所示。

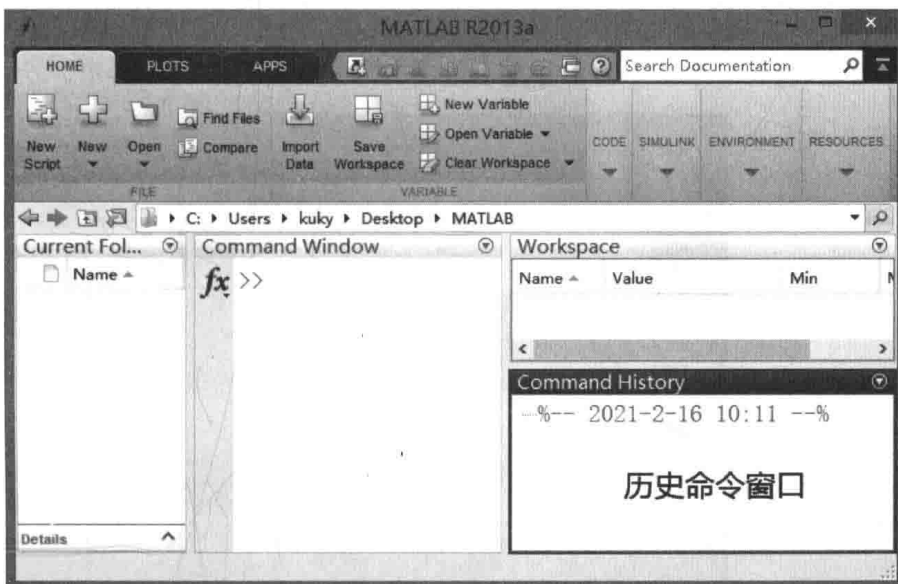


图 1-6 历史命令窗口

### 1.3 MATLAB 主要功能演示

下列通过几个有代表性的例子演示 MATLAB 的一些主要功能,目的是使初学者领略 MATLAB 的特点。

**例 1-1** 当  $x=3$  时,计算  $y = \frac{\sqrt{x} + xe^x}{\ln x}$  的值。

在命名窗口中输入如下命令:

```
x=3; %对变量 x 进行赋值
y=(sqrt(x)+x*exp(x))/log(x) %调用 MATLAB 常用的函数计算表达式的值
```

执行命令后,返回结果:

```
y =
    56.4245
```

**说明:**在 MATLAB 命令后面可以加上注释,用于解释或说明命令的含义。注释以 % 开头,后面是注释的内容,对命令执行结果无任何影响。

**例 1-2** 绘制函数  $y = x^2 + 1 (-1 \leq x \leq 1)$  的曲线图。

在命名窗口中输入如下命令:

```
x=-1:0.01:1;
y=x.^2+1;
plot(x,y)
```

执行命令后,打开一个图形窗口并显示绘制的曲线图,如图 1-7 所示。

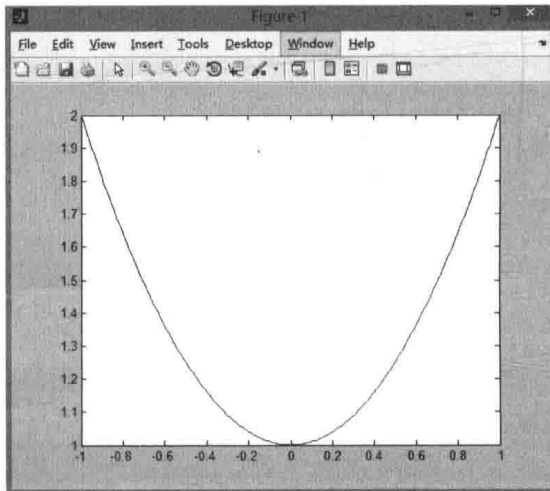


图 1-7 MATLAB 绘图演示(彩图可见本书插页)

**例 1-3** 求解线性方程组

$$\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 = 5 \\ -x_1 - 2x_2 + 4x_3 = 2 \\ 2x_1 + 3x_3 = 5 \end{cases}$$

在命令窗口中输入如下命令：

```
A=[2 3 0; -1 -2 4; 2 0 3];
b=[5;2;5];
x=inv(A)*b
```

执行命令后,返回结果:

```
x =
    0.5714
    1.2857
    1.2857
```

**例 1-4** 求多项式方程  $x^4 + 3x^2 - x + 1 = 0$  的全部根。

在命令窗口中输入如下命令：

```
p=[1 0 3 -1 1];
x=roots(p)
```

执行命令后,返回结果:

```
x =
-0.2037 + 1.6639i
-0.2037 - 1.6639i
 0.2037 + 0.5607i
 0.2037 - 0.5607i
```

**例 1-5** 求  $s = 1 + 2 + \dots + 100$  的值。

在命令窗口中输入如下命令：

```
v=1:100;
s=sum(v)
```

执行命令后,返回结果:

```
s =
    5050
```

**例 1-6** 求定积分  $\int_1^2 \frac{\sin x}{x} dx$  的近似值。

在命令窗口中输入如下命令：

```
f='sin(x)./x';
quadl(f,1,2)
```

执行命令后,返回结果:

```
s =
    0.6593
```

**例 1-7** 求定积分  $\int_0^{2\pi} x^2 \sin x dx$ 。

在命令窗口中输入如下命令:

```
syms x
f = x^2 * sin(x);
s = int(f, 0, 2 * pi)
```

执行命令后,返回结果:

```
s =
-4 * pi^2
```



## 本章小结

本章简要介绍了 MATLAB 的启动与退出、MATLAB 的工作环境、MATLAB 命令的操作方式,并通过几个例子演示了 MATLAB 的一些主要功能。为便于读者使用,下面将本章中的主要 MATLAB 命令及其功能进行汇总。

命令	功能	命令	功能
clc	擦去一页命令窗口	clear	从工作空间清除所有变量
clf	清除图形窗口内容	figure	打开一个图形窗口
Ctrl+C	强行终止命令的运行	help	查询所列命令的帮助信息



## 习题 1

### 一、单选题

- 在命令窗口中运行命令时,若不想显示命令运行的结果,可在命令后加上( )。
  - 逗号 (,)
  - 冒号 (:)
  - 分号 (;)
  - 百分号 (%)
- 在命令后面加上注释,应以( )开头。
  - 逗号 (,)
  - 冒号 (:)
  - 分号 (;)
  - 百分号 (%)
- 在命令窗口中,若要强化行终止命令的运行,可在键盘上按下( )。
  - Ctrl+A
  - Ctrl+B
  - Ctrl+C
  - Ctrl+D

4. 在命令窗口中,如需要重新运行之前输入过的命令,可在键盘上按下( )。
- A. 上移光标键(↑)                      B. 下移光标键(↓)
- C. 左移光标键(←)                      D. 右移光标键(→)
5. 在命令窗口中输入( )命令后回车即可打开 M 文件编辑/调试器。
- A. exit                      B. quit                      C. edit                      D. function

## 二、填空题

1. \_\_\_\_\_ 窗口是命令行语句和命令文件执行的主要窗口。
2. \_\_\_\_\_ 窗口是变量的管理中心。
3. 列出帮助主题的命令为 \_\_\_\_\_。
4. 擦除一页命令窗口内容的命令为 \_\_\_\_\_。
5. 从工作空间清除所有变量的命令为 \_\_\_\_\_。



## 实验 1

### 一、实验目的

1. 掌握 MATLAB 的启动与退出方法。
2. 熟悉 MATLAB 工作环境。
3. 掌握 MATLAB 命令的操作方式。

### 二、实验内容

1. 启动 MATLAB,然后分别利用两种方式退出 MATLAB。
2. 在命令窗口中输入如下命令,然后在工作空间窗口中查看、编辑各变量。

```
x = 1;
y = [1 2 3;4 5 6;7 8 9];
z = 1:2:5;
u = linspace(1,10,10);
v = ones(3);
w = rand(3,4);
```

3. 利用命令首先清除工作空间窗口中的所有变量,然后擦除命令窗口中的内容。
4. 首先在历史命令窗口中复制命令 `y=[1 2 3;4 5 6;7 8 9]`,然后在命令窗口中运行该命令。
5. 利用 `help` 命令在命令窗口中查看 `plot` 函数的使用方法说明。
6. 熟悉命令窗口中有关命令行环境的一些常用操作。