



全国高职高专“十一五”规划教材

高等数学 与数学软件

主 编 吴小涛 马 倩
副主编 金凌辉 黄承绪



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

全国高职高专“十一五”规划教材

高等数学与数学软件

主 编 吴小涛 马 倩

副主编 金陵辉 黄承绪

内 容 提 要

本书根据教育部最新制定的“高职高专教育高等数学课程教学基本要求”，结合高职高专学生的特点，吸收国内外优秀教材的优点，并将数学软件 MATLAB 融入高等数学，让学生在掌握高等数学基本理论的基础上，用 MATLAB 进行复杂的数学计算，以帮助学生提高数学素养，掌握运用数学工具去解决实际问题的能力。

本书共 11 章，内容包括：MATLAB 入门、函数及图形与模型、极限与导数、导数的应用、积分、积分的应用、微分方程、多元函数微分学、多元函数积分学、无穷级数、数值计算等，每章均含有 MATLAB 的应用，书末还附有微积分学的建立及数学家简介、常用的初等数学公式、常用积分公式、习题参考答案。

本书可作为高职高专院校、成人高校及本科院校举办的职业学院和独立学院专科专业的教材或教学参考书。

本书附录了 MATLAB 程序设计的介绍，读者可以从中国水利水电出版社万水书苑网站上免费下载，网址为：<http://www.wsbookshow.com>。

图书在版编目（C I P）数据

高等数学与数学软件 / 吴小涛，马倩主编. -- 北京：
中国水利水电出版社，2010.6
全国高职高专“十一五”规划教材
ISBN 978-7-5084-7532-5

I. ①高… II. ①吴… ②马… III. ①高等数学—高等学校：技术学校—教材②计算机辅助计算—软件包，MATLAB—高等学校：技术学校—教材 IV. ①013②TP391.75

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第092847号

策划编辑：杨 谷 责任编辑：杨 谷 封面设计：李 佳

书 名	全国高职高专“十一五”规划教材 高等数学与数学软件
作 者	主 编 吴小涛 马 倩 副主编 金凌辉 黄承绪
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)、82562819 (万水)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京蓝空印刷厂
规 格	184mm×260mm 16 开本 22 印张 550 千字
版 次	2010 年 6 月第 1 版 2010 年 6 月第 1 次印刷
印 数	0001—2000 册
定 价	35.00 元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社营销中心负责调换
版权所有·侵权必究

前 言

数学是人类文化的一个重要组成部分，其重要性不言而喻。每一个想要成为较高文化素质的现代人，都应当具备一定的数学知识。对于高职高专的学生而言，数学知识也是必不可少的。高职高专培养人才的定位是：实用性人才，即培养动手能力强，又具有一定文化底蕴的适应性强的人才。为了适应高职高专人才培养的新要求，数学教育应当进行改革。

本书编者在吸取国内已出版的许多优秀高职高专教材精华的基础上，参考国外出版的教材，特别是托马斯编著的《微积分》，通过边教学边实践，完成了本书的编写。本书的编写主要从以下两点来考虑：

1. 关于内容的选取。编者认为教材要与中学数学教材相适应，避免跨度太大，做到循序渐进，但也要遵循数学中每一步真正的进展都与更有力的工具和更简单的方法的发现密切联系着的规律，这些工具和方法同时会有助于理解已有的理论并把陈旧的、复杂的东西抛到一边。所以，传统的微积分内容大致在本书中均已保留。同时，我们把数学作为一个学生终生受益的工具和简单的方法予以介绍，只要掌握了这些有力的工具和简单的方法，就有可能在今后的人生道路和终生学习中获得巨大收益。

2. 关于数学实验。教育部高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革课题组在 20 世纪 90 年代提出设想，并在 1998 年 10 月教育部数学教育研讨班上正式公布了实施方案，把数学实验作为理科非数学专业课程的一部分。21 世纪的人才必须熟练掌握信息技术，而功能强大的数学软件不但能够提高高职高专学生学习数学的兴趣，而且有助于培养其数学素质，改变传统的教学模式，即教师靠粉笔加黑板，学生靠纸和笔的学习方式，并在有限的教学时数和学习时间内，教师能够传授更多的知识，学生能够获得更多的收益。

基于以上两点考虑，本书一方面保留了传统微积分的逻辑关系，另一方面，通过 MATLAB 数学软件的学习，两者互为支撑，相辅相成，融为一体。这样既避免了学习数学理论的枯燥，又增加了数学的趣味性。几年来，编者按照这一思路在本校学生中进行课堂教学实践，取得了较好的效果，在总结教学经验的基础上，逐渐形成了目前本书的雏形。

本书的第一、二、三、四、十一章及附录部分由马倩编写，第五、六章由金凌辉编写，第七、八、九、十章由吴小涛编写，参与本书编写工作的还有候丽、张丽、李霞、施露芳、杨姣仕、余菲、孙美满，全书由吴小涛统稿。

武汉科技大学城市学院的黄承绪教授在本书的编写过程中提出了许多宝贵的建议，中国水利水电出版社的杨谷编辑为本书的出版给予了大力的支持，在此表示衷心的感谢！

本书难免存在一些纰漏和不如人意之处，欢迎各位读者提出批评和建议。

编者

2010 年 3 月

目 录

前言

第1章 MATLAB 入门	1
1.1 MATLAB 简介	1
1.1.1 MATLAB 的由来	1
1.1.2 MATLAB 的主要特点	1
1.2 MATLAB 的工作界面	3
1.2.1 命令窗口	4
1.2.2 历史命令窗口	5
1.2.3 工作空间窗口	5
1.2.4 编译窗口	5
1.2.5 图像窗口	6
1.3 MATLAB 基本操作	7
1.3.1 变量	7
1.3.2 数学运算符号、标点符号及数学函数	8
1.3.3 矩阵与数组	10
1.4 MATLAB 符号运算基础	14
1.4.1 符号变量的生成和使用	15
1.4.2 符号方程的生成和求解	15
1.4.3 符号数的精度控制	17
1.5 MATLAB 的帮助系统	18
1.5.1 帮助窗口	18
1.5.2 帮助命令	18
1.5.3 演示系统	20
1.5.4 远程帮助系统	20
总习题一	21
第2章 函数、图形与模型	22
2.1 函数和图形	22
2.1.1 函数概念	22
2.1.2 函数的几种性态	26
2.1.3 反函数	28
2.1.4 函数的图像	28
习题 2.1	29
2.2 初等函数	30

2.2.1 基本初等函数	30
2.2.2 复合函数	35
2.2.3 初等函数	35
习题 2.2	36
2.3 函数模型	36
2.3.1 数学模型的概念	36
2.3.2 建立数学模型	38
习题 2.3	41
2.4 MATLAB 的绘图功能与初等运算	42
2.4.1 绘制函数的图像	42
2.4.2 多项式的运算	53
2.4.3 方程求解	55
习题 2.4	56
总习题二	57
第3章 极限与导数	60
3.1 函数的极限	60
3.1.1 极限的概念	60
3.1.2 无穷小与无穷大	64
3.1.3 极限的运算法则	65
习题 3.1	67
3.2 两个重要极限	68
3.2.1 第一个重要极限 $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} = 1$	68
3.2.2 第二个重要极限 $\lim_{x \rightarrow \infty} (1 + \frac{1}{x})^x = e$	69
3.2.3 无穷小的比较	70
习题 3.2	73
3.3 函数的连续性	74
3.3.1 连续性的概念	74
3.3.2 函数的间断点	75
3.3.3 初等函数的连续性	76
3.3.4 闭区间上连续函数的性质	78

习题 3.3	79	习题 4.3	119
3.4 导数的概念	80	4.4 函数的单调性与函数的极值	119
3.4.1 平均变化率	80	4.4.1 函数单调性的判定	119
3.4.2 导数的定义	82	4.4.2 函数的极值	121
3.4.3 导数的几何意义	84	习题 4.4	124
3.4.4 函数的可导性与连续性之间的关系	84	4.5 函数曲线的凹凸性和拐点	124
习题 3.4	85	4.5.1 函数曲线的凹凸性	124
3.5 导数运算法则	86	4.5.2 函数曲线的拐点	126
3.5.1 导数的四则运算法则	86	习题 4.5	127
3.5.2 反函数求导法则	87	4.6 函数的图形	127
3.5.3 复合函数求导法则	88	4.6.1 渐近线	127
3.5.4 初等函数的求导法则	89	4.6.2 图形的描绘	129
3.5.5 隐函数求导法则	90	习题 4.6	130
3.5.6 对数求导法则	91	4.7 最大值与最小值问题	130
3.5.7 参数方程求导法则	92	习题 4.7	132
3.5.8 高阶导数的运算	93	4.8 利用 MATLAB 求函数的零点和极值点	133
习题 3.5	94	4.8.1 函数零点	133
3.6 微分及其应用	95	4.8.2 函数极值与最值	134
3.6.1 微分的定义	95	习题 4.8	135
3.6.2 微分的几何意义	96	总习题四	135
3.6.3 微分公式与微分运算法则	96	第 5 章 积分	138
3.6.4 微分的应用	99	5.1 定积分的定义及性质	138
习题 3.6	101	5.1.1 定积分的定义	138
3.7 利用 MATLAB 计算极限和导数	101	5.1.2 定积分的性质	141
3.7.1 极限的运算	101	习题 5.1	143
3.7.2 导数与微分的计算	103	5.2 微积分基本定理	144
习题 3.7	104	5.2.1 原函数的定义及性质	144
总习题三	104	5.2.2 牛顿—莱布尼茨公式	146
第 4 章 导数的应用	108	习题 5.2	147
4.1 微分中值定理	108	5.3 不定积分的定义及性质	147
4.1.1 罗尔定理	108	5.3.1 不定积分的定义	148
4.1.2 拉格朗日中值定理	109	5.3.2 不定积分的性质	150
4.1.3 柯西中值定理	110	习题 5.3	151
习题 4.1	111	5.4 第一类换元积分法	151
4.2 洛必达法则	112	5.4.1 不定积分的第一类换元法	152
4.2.1 问题的提出	112	5.4.2 定积分的第一类换元法	156
4.2.2 洛必达法则	112	习题 5.4	157
习题 4.2	116	5.5 第二类换元积分法	158
*4.3 泰勒公式	117	5.5.1 不定积分的第二类换元法	158

5.5.2 定积分的第二类换元法	161	7.4.2 二阶常系数线性齐次微分方程 的解法	206
习题 5.5	164	习题 7.4	209
5.6 分部积分法	165	7.5 微分方程问题的 MATLAB 求解	209
5.6.1 不定积分的分部积分法	165	总习题七	212
5.6.2 定积分的分部积分法	166	第 8 章 多元函数微分学	213
习题 5.6	168	8.1 空间解析几何简介	213
5.7 无穷限的反常积分	168	8.1.1 空间直角坐标系	213
习题 5.7	171	8.1.2 空间任意两点间的距离	214
5.8 MATLAB 在积分计算的应用	171	8.1.3 空间曲面与方程	215
习题 5.8	175	习题 8.1	216
总习题五	175	8.2 多元函数的基本概念	216
第 6 章 积分的应用	178	8.2.1 多元函数的概念	216
6.1 积分的几何应用	178	8.2.2 多元函数的极限	218
习题 6.1	181	8.2.3 多元函数的连续性	220
6.2 积分的经济应用	181	习题 8.2	220
6.2.1 变化率与总量	181	8.3 偏导数与高阶偏导数	221
6.2.2 收益流的现值和将来值	183	8.3.1 偏导数的定义及其算法	221
习题 6.2	184	8.3.2 二元函数 $z=f(x, y)$ 在点 (x_0, y_0) 的 偏导数的几何意义	222
6.3 积分的其他应用	185	8.3.3 高阶偏导数	223
习题 6.3	188	习题 8.3	224
总习题六	188	8.4 全微分	225
第 7 章 微分方程	190	8.4.1 全微分的定义	225
7.1 微分方程的例子与概念	190	8.4.2 可微的充要条件	225
7.1.1 引例	190	8.4.3 全微分在近似计算中的应用	226
7.1.2 微分方程及微分方程的阶	191	习题 8.4	227
7.1.3 微分方程的解	191	8.5 多元复合函数的求导法则	227
习题 7.1	192	习题 8.5	230
7.2 一阶微分方程	193	8.6 隐函数的求导法则	230
7.2.1 可分离变量的微分方程	193	习题 8.6	232
7.2.2 齐次方程	196	8.7 极值和条件极值	232
7.2.3 一阶线性微分方程	198	8.7.1 多元函数的极值	232
习题 7.2	201	8.7.2 多元函数的最值	233
7.3 可降阶的二阶微分方程	202	8.7.3 条件极值、拉格朗日乘数法	234
7.3.1 $y''=f(x)$ 型的微分方程	202	习题 8.7	236
7.3.2 $y''=f(x, y')$ 型的微分方程	202	8.8 MATLAB 在多元函数微分学中的应用	237
7.3.3 $y''=f(y, y')$ 型的微分方程	203	8.8.1 求多元函数的偏导数	237
习题 7.3	204	8.8.2 求多元函数的极值	238
7.4 二阶常系数线性微分方程的解法	205		
7.4.1 二阶线性微分方程解的结构	205		

8.8.3 求二元函数的最值	239	10.2.1 正项级数及其审敛法	270
总习题八	240	10.2.2 交错级数及其审敛法	274
第9章 多元函数积分学	242	10.2.3 绝对收敛与条件收敛	275
9.1 二重积分的概念与性质	242	习题 10.2	276
9.1.1 二重积分的概念	242	10.3 幂级数	277
9.1.2 二重积分的性质	245	10.3.1 函数项级数的概念	277
习题 9.1	246	10.3.2 幂级数及其收敛性	277
9.2 二重积分的计算方法(直角坐标和极坐标)	246	10.3.3 幂级数的性质	280
9.2.1 X 型区域与 Y 型区域	247	习题 10.3	282
9.2.2 利用直角坐标计算二重积分	247	10.4 MATLAB 在函数的级数展开与级数求和问题中的应用	282
9.2.3 利用极坐标计算二重积分	250	10.4.1 级数求和	282
习题 9.2	253	10.4.2 幂级数的收敛域	283
9.3 二重积分的应用	254	10.4.3 函数的泰勒级数展开式	284
9.3.1 平面薄片的质心	254	总习题十	284
9.3.2 平面薄片的转动惯量	256	第11章 数值计算	286
习题 9.3	256	11.1 函数的插值	286
9.4 对弧长的曲线积分	256	11.1.1 线性插值	287
9.4.1 对弧长的曲线积分的概念与性质	257	11.1.2 抛物线插值	288
9.4.2 对弧长的曲线积分计算方法	257	11.1.3 拉格朗日插值公式	290
习题 9.4	259	11.1.4 分段线性插值	291
9.5 对坐标的曲线积分	259	习题 11.1	293
9.5.1 对坐标的曲线积分的概念与性质	259	11.2 数据的曲线拟合	293
9.5.2 对坐标的曲线积分的计算方法	261	习题 11.2	297
习题 9.5	262	11.3 用 MATLAB 解插值和拟合问题	297
9.6 多元函数积分学问题的 MATLAB 求解	263	11.3.1 多项式插值	297
9.6.1 二重积分的计算	263	11.3.2 拉格朗日插值及其 MATLAB 程序	299
9.6.2 二重积分的应用	264	11.3.3 分段线性插值	301
9.6.3 对弧长的曲线积分计算	264	11.3.4 多项式拟合	304
9.6.4 对坐标的曲线积分计算	265	习题 11.3	306
总习题九	265	总习题十一	307
第10章 无穷级数	267	附录 1 微积分学的建立及数学家简介	308
10.1 无穷级数的基本概念	267	附录 2 常用的初等数学公式	313
10.1.1 无穷级数的概念	267	附录 3 常用积分公式	316
10.1.2 收敛级数的基本性质	269	附录 4 参考答案	325
习题 10.1	270	参考文献	342
10.2 无穷级数的审敛法	270		

第 1 章 MATLAB 入门

在大学的诸多课程中，“高等数学”是非常重要的——门，它是许多专业必修的基础课，其主要特点是集分析和计算于一体。随着计算机的日益普及，运用数学软件包可以很轻易地解决许多本来很繁杂的计算。MATLAB 是一款功能强大且使用广泛的科学计算软件，在这一章里，我们介绍关于 MATLAB 的一些背景和基本操作。

1.1 MATLAB 简介

1.1.1 MATLAB 的由来

MATLAB 实际上是 Matrix Laboratory（矩阵实验室）的缩写，20 世纪 70 年代后期，时任美国新墨西哥大学计算机科学系主任的 Cleve Moler 教授出于减轻学生编程负担的目的，为学生设计了一组调用 LINPACK 和 EISPACK 库程序的“通俗易懂”的接口，这便是用 FORTRAN 语言编写的萌芽状态的 MATLAB。

经过几年的校际流传，在 Little 的推动下，由 Little、Moler、Steve Bangert 合作，于 1984 年成立了 MathWorks 公司，并把 MATLAB 正式推向市场。从这时起，MATLAB 的内核采用 C 语言编写，在保留原有的数值计算功能外，新增了数据视图功能。

MATLAB 以商品形式出现后，仅短短几年，就以其良好的开放性和运行的可靠性，使原先控制领域里的封闭式软件包（如英国的 UMIST、瑞典的 LUND 和 SIMNON、德国的 KEDDC）纷纷被淘汰，而改用 MATLAB 为平台加以重建。在时间进入 20 世纪 90 年代的时候，MATLAB 已经成为工程技术人员必备的标准计算软件和可靠的帮手。

1.1.2 MATLAB 的主要特点

1. 友好的工作平台和编程环境

MATLAB 由一系列工具组成，这些工具方便用户使用 MATLAB 的函数和文件，其中许多工具采用的是图形用户界面。包括 MATLAB 桌面、命令窗口、历史命令窗口、编辑器、调试器、路径搜索和用于用户浏览帮助、工作空间、文件的浏览器。随着 MATLAB 的商业化以及软件本身的不断升级，MATLAB 的用户界面也越来越精致，更加接近 Windows 的标准界面，人机交互性更强，操作更简单。新版本的 MATLAB 提供了完整的联机查询、帮助系统，极大地方便了用户的使用。简单的编程环境提供了比较完备的调试系统，程序不必经过编译就可以直接运行，而且能够及时地报告出现的错误并进行出错原因分析。

2. 简单易用的程序语言

MATLAB 是一个高级的矩阵/阵列语言，它包含控制语句、函数、数据结构、输入输出和面向对象编程等特点。用户可以在命令窗口中将输入语句与执行命令同步，也可以先编写好一

个较大的复杂的应用程序（M 文件）后再一起运行。MATLAB 程序书写形式自由，利用丰富的库函数避开繁杂的子程序编程任务，压缩了一切不必要的编程工作。新版本的 MATLAB 语言是基于 C++ 语言基础上的，因此语法特征与 C++ 语言极为相似，而且更加简单，更加符合科技工程人员对数学表达式的书写格式，从而更利于非计算机专业的科技人员使用。这种语言可移植性好、可拓展性强，能够广泛应用于科学研究及工程计算的各个领域。

3. 强大的科学计算数据处理能力

MATLAB 是一个包含大量计算算法的集合。其拥有 600 多个工程中要用到的数学运算函数，可以方便地实现用户所需的各种计算。函数中所使用的算法都是科研和工程计算中的最新研究成果，且经过了各种优化和容错处理。在通常情况下，可以用它来代替底层编程语言，如 C 和 C++。在计算要求相同的情况下，使用 MATLAB 编程的工作量会大大减少。MATLAB 的函数集包括从最简单最基本的函数到诸如矩阵、特征向量、快速傅立叶变换的复杂函数。MATLAB 软件所能解决的问题大致包括矩阵运算、线性方程组的求解、常微分方程及偏微分方程的求解、符号运算、傅立叶变换、数据的统计分析、工程中的优化问题、稀疏矩阵运算、复数的各种运算、三角函数和其他初等函数运算、多维数组操作、建模动态仿真等。

4. 出色的图形处理功能

MATLAB 具有方便的数据可视化功能，可以将向量和矩阵用图形表现出来，并且能对图形进行标注和打印。高层次的作图包括二维和三维的可视化、图像处理、动画和表达式作图，可用于科学计算和工程绘图。新版本的 MATLAB 对整个图形处理功能作了很大的改进，使它不仅在一般数据可视化软件都具有的功能（例如二维曲线和三维曲面的绘制和处理等）方面更加完善，而且对于一般数据可视化软件所没有的功能（例如图形的光照处理、色度处理、四维数据的表现等），MATLAB 同样表现了出色的处理能力。对于一些特殊的可视化要求，例如图形对话等，MATLAB 也有相应的功能函数，满足了用户不同层次的要求。另外，新版本的 MATLAB 还着重在图形用户界面（GUI）的制作上作了很大的改善，对这方面有特殊要求的用户也可以得到满足。图形处理功能如图 1-1 所示。

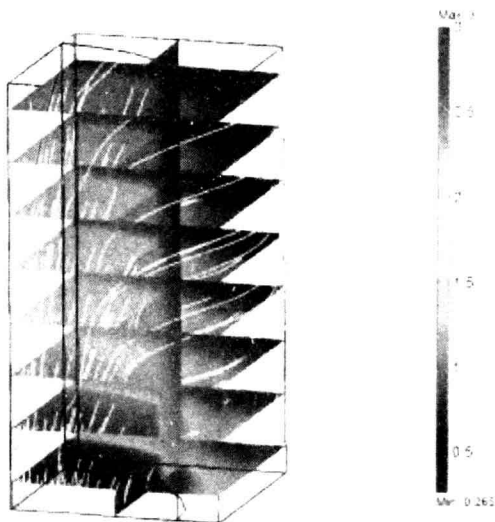


图 1-1 图形处理功能

5. 功能强大的工具箱

MATLAB 包含两个部分：核心部分和各种可选的工具箱。核心部分中有数百个核心内部函数。其工具箱又分为两类：功能性工具箱和学科性工具箱。功能性工具箱主要用来扩充其符号计算功能、图示建模仿真功能、文字处理功能以及与硬件的实时交互功能。功能性工具箱用于多种学科。而学科性工具箱专业性比较强，如 Control Toolbox、Signal Processing Toolbox、Communication Toolbox 等。这些工具箱都是由该领域内学术水平很高的专家编写的，所以用户无需编写自己学科范围内的基础程序，而可直接进行高、精、尖的研究。

6. 源程序的开放性

开放性也许是 MATLAB 最受人们欢迎的特点。除内部函数以外，所有 MATLAB 的核心文件和工具箱文件都是可读可改的源文件，用户可通过对源文件的修改以及加入自己的文件构成新的工具箱。

7. MATLAB 编译器

MATLAB 的灵活性和平台独立性是通过将 MATLAB 代码编译成设备独立的 P 代码，然后在运行时解释 P 代码来实现的。这种方法与微软的 VB 语言类似。不幸的是，由于 MATLAB 是解释性语言，而不是编译型语言，因此产生的程序执行速度较慢。

1.2 MATLAB 的工作界面

在安装了 MATLAB 的计算机上，通过单击“开始”菜单中的相应程序选项或双击桌面上的 MATLAB 图标便可启动 MATLAB，当 MATLAB 程序启动后，会出现 MATLAB 的工作界面。默认的 MATLAB 工作界面如图 1-2 所示。在 MATLAB 集成开发环境下，它集成了管理文件、变量和应用程序的许多编程工具。

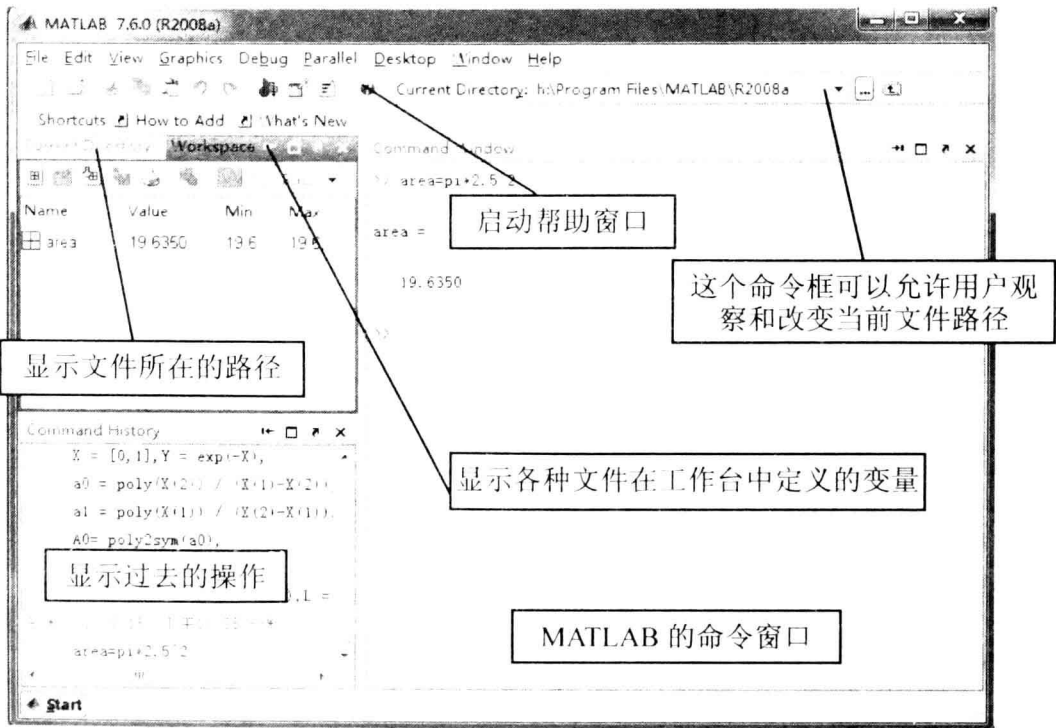


图 1-2 MATLAB 的工作界面

MATLAB 的工作界面上可以看到和访问的窗口主要包括：命令窗口（The Command Window）、命令历史窗口（Command History）、启动平台（Launch Pad）、工作空间窗口（Workspace）、当前路径窗口（Current Directory）。一般而言，最常用的是命令窗口、命令历史窗口和工作空间窗口，下面对这三个窗口进行重点介绍。

1.2.1 命令窗口

MATLAB 的工作界面的右边便是命令窗口. 在命令窗口中, 用户可以在命令行提示符“>>”后输入一系列的命令，这些命令的执行也是在这个窗口中实现的。

例如，用户需要计算一个半径为 2.5m 的圆的面积，可以在命令窗口中输入：

```
>> area=pi*2.5^2
```

按回车键，命令窗口中便会显示出计算结果：

```
area =  
19.6350
```

这个结果被存储到一个叫 area 的变量中（其实是一个 1×1 的数组），而且这个变量能做进一步的计算，即可以直接在命令窗口中通过输入 area 来调用半径为 2.5m 的圆的面积的值，如图 1-3 所示。



图 1-3 命令窗口

如果一个语句在一行内书写太长，可能要另起一行接着写。在这种情况下需要在第一行末打上半个省略号“...”，再开始第二行的书写。

例如，用户想计算 $1+\frac{1}{2}+\frac{1}{3}+\frac{1}{4}+\frac{1}{5}+\frac{1}{6}$ 的结果，在命令窗口中输入：

```
>>x1=1+1/2+1/3+1/4+1/5+1/6
```

或者：

$x1=1+1/2+1/3+1/4 \dots$
 $+1/5+1/6;$

所得到的结果是一样的。

1.2.2 历史命令窗口

历史命令窗口用于记录用户在命令窗口中所输入的每条命令的历史记录，其顺序是按逆序排列的，即最早的命令排在最下面，最后的命令排在最上面。这些命令会一直存在下去，直到它被人为删除。双击这些命令可使它再次执行。在历史命令窗口中删除一个或多个命令，可以先选取要删除的命令，然后右击，在弹出的快捷菜单中，选择 **Delete Section** 便可实行删除。

1.2.3 工作空间窗口

工作空间窗口默认出现在 MATLAB 的工作界面的左上角，是 MATLAB 的重要组成部分。当命令窗口中输入的内容发生改变时，工作空间窗口的信息也会随之更新。工作空间窗口允许用户改变工作区内的任何一个变量的内容。

典型的工作空间窗口如图 1-4 所示，窗口中显示的是用户曾经定义过，并被计算机存储在内存中的变量。工作空间窗口不仅显示变量的名称，而且变量的数学结构、变量的字节数及类型都会出现在窗口中。

双击窗口中的任一变量可弹出一个数组编辑器，这个编辑器允许用户修改保存在变量中的信息，如图 1-5 所示。

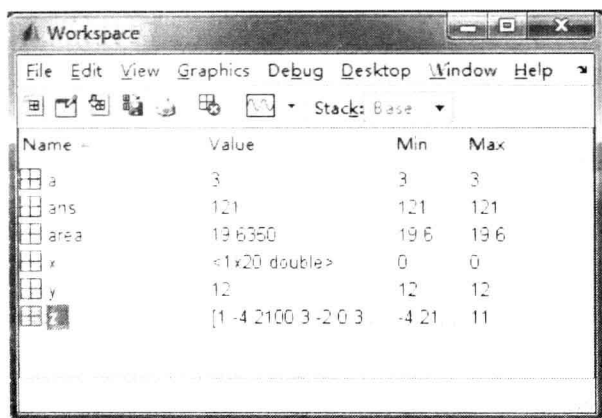


图 1-4 工作空间窗口

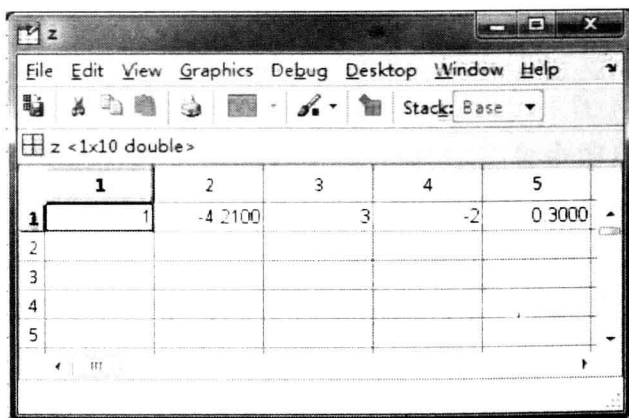


图 1-5 数组编辑器

工作空间内也可以实现一个或多个变量的删除。先选中要删除的变量，然后按 **Delete** 键或右击并选择 **Delete** 选项即可。

除了上述 3 个窗口外，还有一些常用的重要窗口在默认状态下并不会出现在 MATLAB 的工作界面上，需要进行相应的操作才能调出，比如编译窗口（The Edit/Debug Window）和图形窗口（Figure Window）。

1.2.4 编译窗口

编译窗口用于创建 M 文件或者修改已经存在的 M 文件。当打开或修改一个 M 文件时，编辑调试器会自动被调用。创建一个 M 文件一般可采用如下两种方法：

(1) 使用菜单创建. 选择 File→New→M-file 命令.

(2) 使用工具栏创建. 单击工具栏中的“新建”按钮.

打开一个已经存在的 M 文件也有两种方法:

(1) 执行 File→Open 命令.

(2) 单击工具栏中的“打开”按钮.

在编译窗口中, MATLAB 语言的一些特性会被不同的颜色表现出来. M 文件中的评论用绿色表示, 变量和数字用黑色表示, 字符变量用红色表示, 语言的关键字用蓝色表示. 例如, 在打开的编译窗口中输入如下命令并以 calc_area.m 为文件名保存:

```
%这个 m 函数计算圆的面积并显示其结果
radius=2.5;
area=pi*2.5^2;
string=['the area of the circle is ', num2str(area)];
disp(string);
```

这个以.m 为后缀的文件实际上是一个计算半径已知的圆的面积并输出结果的简单程序, 如图 1-6 所示.

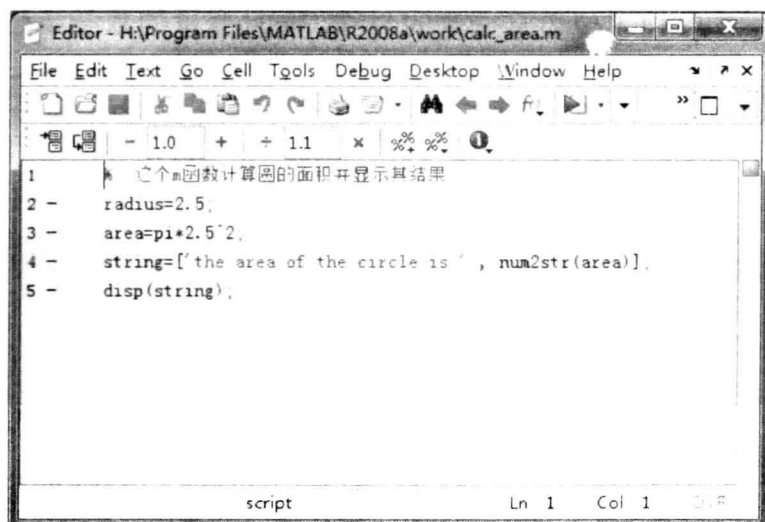


图 1-6 显示了一个包含有 M 文件的简单的编译窗口

当 M 文件保存完后, 在命令窗口中输入这个 M 文件的名字并按回车键, 它就可以被执行了, 上例中的输出结果为:

```
>>calc_area
The area of the circle is 19.635
```

1.2.5 图像窗口

图像窗口主要用于显示 MATLAB 图像. 它所显示的图像可以是数据的二维或三维坐标图、图片或用户图形接口. 用户可以选择 File→New→Figure 命令进入图像窗口. 下面是一个简单的脚本文件, 它用于计算函数 $\sin x$ 并打印出图像. 首先在编译窗口中新建一个 M 文件并输入以下命令:

```
%这个 m 文件计算并作出
%函数 sin(x)在 0<=x<=6 区间内的图像.
```

```
x=0:0.1:6;  
y=sin(x);  
plot(x,y);
```

将文件以 `sin_x.m` 为文件名保存，然后在命令窗口中输入此文件名并按回车键即可执行文件。当脚本文件被编译后，MATLAB 将会打开一个图像窗口，并在窗口中打印出函数 `sinx` 的图像。

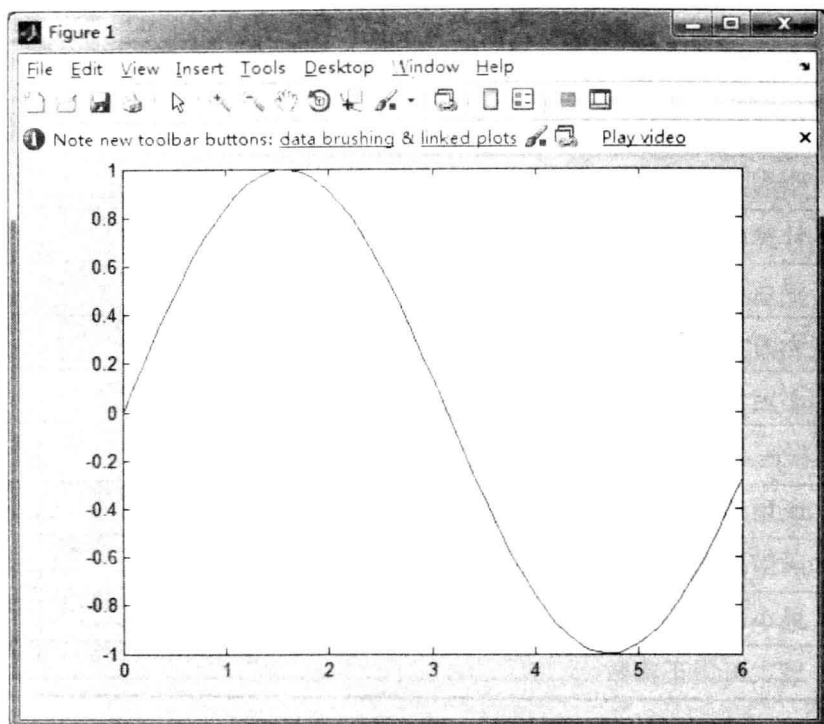


图 1-7 函数 `sinx` 的图像

另外，用户也可以通过在命令窗口中直接输入绘图指令来创建图像，例如在命令窗口中输入如下命令：

```
>>x=0:0.1:6;  
>>y=sin(x);  
>>plot(x,y);
```

也可以得到如图 1-7 所示的 `sinx` 的图像，至于更多的关于 MATLAB 绘图的方法，将在后面进行介绍。

1.3 MATLAB 基本操作

每一个软件都有自身的运行特点，MATLAB 也不例外。这一节中，先介绍 MATLAB 中变量命名的规则，再给出一些 MATLAB 中常用的数学运算符及数学函数，以使读者能通过本节的内容中初步掌握 MATLAB 的一些基本操作。

1.3.1 变量

MATLAB 中变量命名的规则是：

- (1) 变量名必须是不含空格的单个词。

- (2) 变量名区分大小写.
- (3) 变量名最多不超过 19 个字符.
- (4) 变量名必须以字母开头，之后可以是任意字母、数字或下划线，变量名中不允许使用标点符号.

除了上述命名规则，MATLAB 还有一些特殊变量，如表 1-1 所示.

表 1-1 特殊变量表

特殊变量	取值
ans	用于结果的默认变量名
pi	圆周率
eps	计算机的最小数，和 1 相加时产生一个比 1 大的数
flops	浮点运算数
inf	无穷大，如 1/0
NaN	不定量，如 0/0
i、j	$i=j=\sqrt{-1}$
nargin	所用函数的输入变量数目
nargout	所用函数的输出变量数目
realmin	最小可用正实数
realmax	最大可用正实数

在变量使用之前，用户不需要指定一个变量的数据类型，也不必声明变量. MATLAB 有许多不同的数据类型，这对决定变量的大小和形式是有价值的，特别适合于混合数据类型、矩阵、细胞矩阵、结构和对象.

对于每一种数据类型，都有一个名字相同的、可以把变量转换成与之相同类型的函数. 所用的不同的基本数据类型如表 1-2 所示.

表 1-2 数据类型和转换函数

数据类型	说明
double	是一个双精度浮点数，每个存储的双精度数用 64 位
char	用于存储字符，每个存储的字符用 16 位
sparse	用于存储稀疏矩阵，由一个 sparse 使用的内存是 4+（非零元素数*16）
unit8	是一个无符号的 8 位整型数. 数学函数并不对使用到的这种数据类型进行定义，如存储图像

如果变量不被删除或重命名，每个被定义的变量将在整个过程中保留. 要删除变量，可以用命令 clear，其调用格式如表 1-3 所示.

1.3.2 数学运算符号、标点符号及数学函数

运用 MATLAB 进行数学运算时，需要注意数学运算符号的使用，我们对常用的一些数学运算符号进行了整理，如表 1-4 所示.

表 1-3 删除变量和合并

调用格式	说明
clear	删除所有变量并恢复除 eps 外的所有预定义变量
clear name	仅删除变量 name
clear name1 name2 ...	删除变量 name1、name2 等
clear a*	删除所有 a 开头的变量
clear value	根据 value 给出不同的结果，键入 helpclear 可得到更多的细节

表 1-4 数学运算符表

运算符	说明
+	加法运算，适用于两个数或两个同阶矩阵相加
-	减法运算
*	乘法运算
.*	点乘运算
/	除法运算
./	点除运算
^	乘幂运算
.^	点乘幂运算
\	反斜杠表示左除

在 MATLAB 中，标点符号也都有着特定的含义，具体如下：

- (1) MATLAB 的每条命令后，若为逗号“,”或无标点符号，则显示命令的结果；若命令后为分号“;”，则禁止显示结果。
- (2) 百分号“%”后面的所有文字为注释。
- (3) 省略号“...”表示续行。

作为一款专业的数学软件，MATLAB 支持数学函数的运用。表 1-5 中是一些常用的数学函数，这些函数在 MATLAB 中可以直接使用。

表 1-5 常用基本函数表

函数	名称	函数	名称
sin(x)	正弦函数	asin(x)	反正弦函数
cos(x)	余弦函数	acos(x)	反余弦函数
tan(x)	正切函数	atan(x)	反正切函数
abs(x)	绝对值	max(x)	最大值
min(x)	最小值	sum(x)	元素的总和
sqrt(x)	开平方	exp(x)	以 e 为底的指数
log(x)	自然对数	log ₁₀ (x)	以 10 为底的对数
sign(x)	符号函数	fix(x)	取整