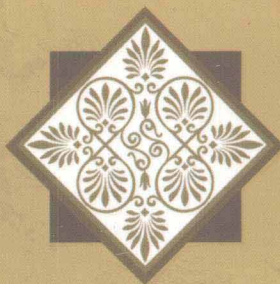




普通高等院校计算机课程规划教材

MATLAB  
Data Analysis Methods  
**MATLAB**  
**数据分析方法**

李柏年 吴礼斌 主编 张孔生 丁华 参编

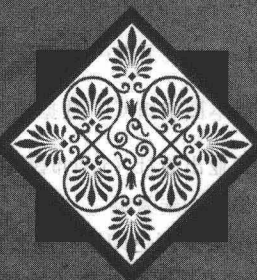


机械工业出版社  
China Machine Press

普通高等院校计算机课程规划教材

MATLAB  
Data Analysis Methods  
**MATLAB**  
**数据分析方法**

李柏年 吴礼斌 主编 张孔生 丁华 参编



机械工业出版社  
China Machine Press

数据分析是用适当的统计方法对各种数据加以详细研究和概括总结的过程,已成为当代自然科学和社会科学各个学科研究者必备的知识。MATLAB是一套高性能的数值计算和可视化软件,是实现数据分析与处理的有效工具。本书介绍数据分析的基本内容与方法,应用MATLAB软件既面向对象又面向过程地编写实际数据分析程序。全书共分7章,主要内容包括:MATLAB基础、数据描述性分析、回归分析、判别分析、主成分分析与典型相关分析、聚类分析、数值模拟分析。

每章末精心编写习题供读者练习,此外每章还安排了紧密联系实际的综合性、分析性实验内容。

本书适用于计算机科学与技术、信息与计算科学、统计学等专业的本科生,还可作为相关专业本科生选修课程教材,并可供硕士研究生以及科技工作者参考。

封底无防伪标均为盗版

版权所有,侵权必究

本书法律顾问 北京市展达律师事务所

## 图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 数据分析方法 / 李柏年, 吴礼斌主编. —北京: 机械工业出版社, 2012. 1  
(普通高等院校计算机课程规划教材)

ISBN 978-7-111-36287-6

I. M… II. ①李… ②吴… III. Matlab 软件—高等学校—教材 IV. TP317

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 223500 号

机械工业出版社 (北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 朱秀英

北京市荣盛彩色印刷有限公司印刷

2012 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

185mm×260mm·12.5 印张

标准书号: ISBN 978-7-111-36287-6

定价: 29.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

客服热线: (010) 88378991; 88361066

购书热线: (010) 68326294; 88379649; 68995259

投稿热线: (010) 88379604

读者信箱: hzjsj@hzbook.com



# 前 言

随着信息技术的飞速发展,数据的产生和存储达到了空前繁荣的阶段。从数据中提取有用信息,是数据分析的基本目的之一。结合应用软件介绍基本的数据分析方法也是对传统教学模式的改革。我们以专业理论为指导,以应用软件为工具,以建立数学模型为方法,以解决实际问题为目的,以提高学生的创新能力为宗旨,在积累多年教学实践经验的基础上编写了本书。

本书共7章,其中,第1章对MATLAB软件功能及使用方法进行了介绍,包括软件的基本界面、数据矩阵及运算、程序的编写与文件操作等。第2章介绍了数据描述性分析,包括基本统计量与数据可视化、数据分布及检验、数据变换。第3章介绍了回归分析,包括一元回归模型、多元线性回归模型与逐步回归。第4章介绍了判别分析,包括距离判别分析、Bayes判别分析等。第5章介绍了主成分分析与典型相关分析,注重主成分分析实际应用典型案例的介绍。第6章介绍了聚类分析,包括距离聚类、谱系聚类与K均值聚类、模糊均值聚类等。第7章介绍了数值模拟分析,包括蒙特卡罗方法与应用、BP神经网络及应用。

本书具有以下特点:

(1) 注重数据分析的原理介绍,更注重MATLAB程序的编写。大部分例题给出面向过程的MATLAB程序,这有利于学生学习数据分析的原理与提高使用软件的能力。

(2) 理论与实践相结合。每一章设计了综合性的实验内容,实验密切联系社会实际,这有利于培养学生分析问题与解决问题的能力,增强学生的社会责任意识。

使用本书的读者应有一定的计算机高级语言编程基础,学习过高等数学、线性代数、概率统计等课程。我们将全书的例题程序汇编放在华章网站(<http://www.hzbook.com>),以方便读者学习。

本书由李柏年、吴礼斌主编并统稿,张孔生、丁华参编。具体分工如下:李柏年编写第2章、第5章及各章实验;吴礼斌编写第1章、第3章和第7章;张孔生、丁华编写第4章和第6章。

在本书编写过程中,南京大学徐洁磐教授始终给予了热情的关心与支持,提出过很多宝贵的建议,在此向他表示衷心的感谢!

限于我们的水平,书中不当之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2011年7月

# 教学建议

在教学过程中，一要重视数据分析原理的介绍，二要重视 MATLAB 程序编写的算法分析，三要重视每章的综合性实验教学。学生应具有计算机高级语言编程基础，学习过高等数学、线性代数、概率统计等课程。建议总教学时数为 54 学时，其中综合实验为 24 学时。建议课堂教学在计算机多媒体机房内完成，实现“讲与练”结合，实验课要求学生提交实验报告。具体各章的教学时数、内容和要求可作如下安排：

## 第 1 章 MATLAB 基础 (6 学时, 其中 2 学时实验)

教学内容：

MATLAB 与数据分析；MATLAB 的基本界面操作；矩阵的基本运算；MATLAB 编程与 M 文件。

教学要求：

熟练掌握 MATLAB 的基本界面操作；理解软件的运算符、操作符、基本数学函数命令等的功能与调用格式；掌握矩阵的运算；熟练掌握选择、循环语句的编程；掌握建立 M 文件的方法。

## 第 2 章 数据描述性分析 (8 学时, 其中 2 学时实验)

教学内容：

基本统计量（如均值、方差、分位数等）与数据可视化；数据分布与检验（一元与多元数据）；数据变换（无量纲化、box-cox 变换等）。

教学要求：

熟练掌握利用 MATLAB 软件计算基本统计量与数据可视化；掌握 JB 检验与 Lilliefors 检验关于数据的正态性检验；掌握协方差矩阵相等的检验方法；理解数据变换。

## 第 3 章 回归分析 (8 学时, 其中 4 学时实验)

教学内容：

一元回归模型（线性与非线性回归模型）；多元线性回归模型；逐步回归分析。

教学要求：

理解回归分析的原理；熟练掌握 MATLAB 回归分析的命令；掌握非线性回归的基本方法以及 MATLAB 实现；掌握逐步回归的 MATLAB 方法。

## 第 4 章 判别分析 (8 学时, 其中 4 学时实验)

教学内容：

距离判别分析；贝叶斯判别分析；判别准则的评价。

教学要求：

理解判别分析的原理；熟练掌握 MATLAB 软件进行距离判别与贝叶斯判别的方法与步

骤；掌握判别分析的回代误判率与交叉误判率的计算；掌握解决实际判别问题的建模方法。

### 第5章 主成分分析与典型相关分析（8学时，其中4学时实验）

教学内容：

主成分分析的原理（总体主成分的定义、计算、性质，样本主成分的计算方法）；主成分分析的应用（基于主成分分析的综合评价、分类、信号分离等）；典型相关分析（原理、典型相关系数计算、检验，样本数据典型相关变量）；典型相关分析应用实例。

教学要求：

理解主成分与典型相关分析的原理；熟练掌握利用 MATLAB 进行主成分分析的计算步骤；掌握 MATLAB 进行典型相关分析的计算步骤；掌握具体实际问题典型相关分析结果的合理解释。

### 第6章 聚类分析（8学时，其中4学时实验）

教学内容：

距离聚类分析（向量距离、类间距离）；谱系聚类与 K 均值聚类；模糊均值聚类（模糊 C 均值聚类，模糊减法聚类）；聚类的有效性。

教学要求：

理解聚类的思想与原理；熟练掌握 MATLAB 关于各种样品距离与类间距离的计算方法；会作谱系聚类图；掌握 MATLAB 各种聚类命令的使用方法；掌握聚类效果分析方法及程序的实现。

### 第7章 数值模拟分析（8学时，其中4学时实验）

教学内容：

蒙特卡罗方法与应用（基本思想，MATLAB 的伪随机数，应用实例）；BP 神经网络与应用（神经网络的概念，BP 神经网络，MATLAB 神经网络工具箱，BP 神经网络的预测与判别）。

教学要求：

理解蒙特卡罗方法；掌握利用 MATLAB 生成伪随机数的方法；掌握伪随机数的应用；理解神经网络的基本思想；掌握利用 MATLAB 实现神经网络的预测与判别。

# 目 录

前言	
教学建议	
<b>第 1 章 MATLAB 基础</b> .....	1
1.1 数据分析与 MATLAB .....	1
1.1.1 数据分析概述 .....	1
1.1.2 MATLAB 在数据分析中的 位置和作用 .....	3
1.2 MATLAB 简介 .....	3
1.2.1 MATLAB 的特点 .....	3
1.2.2 MATLAB 7.0 界面 .....	4
1.2.3 MATLAB 的联机帮助 .....	10
1.3 变量与函数 .....	11
1.3.1 常量与变量 .....	11
1.3.2 函数 .....	13
1.4 矩阵及其运算 .....	14
1.4.1 操作符与运算符 .....	14
1.4.2 矩阵的输入与运算 .....	15
1.4.3 数组的输入与运算 .....	18
1.5 M 文件与编程 .....	19
1.5.1 M 文件编辑/调试器窗口 .....	19
1.5.2 M 文件 .....	20
1.5.3 控制语句的编程 .....	21
1.6 MATLAB 通用操作实例 .....	22
习题 1 .....	25
<b>第 2 章 数据描述性分析</b> .....	26
2.1 基本统计量与数据可视化 .....	26
2.1.1 样本数据的基本统计量 .....	26
2.1.2 样本数据可视化 .....	32
2.2 数据分布及检验 .....	36
2.2.1 一元数据分布检验 .....	36
2.2.2 多维数据的特征值与分布 检验 .....	38
2.3 数据变换 .....	44
2.3.1 数据属性变换 .....	44
2.3.2 box-cox 变换 .....	46
2.3.3 基于数据变换的综合评价 模型 .....	48
习题 2 .....	50
实验 1 数据统计量及其分布检验 .....	51
<b>第 3 章 回归分析</b> .....	53
3.1 一元回归模型 .....	53
3.1.1 一元线性回归模型 .....	53
3.1.2 一元非线性回归模型 .....	57
3.1.3 一元回归建模实例 .....	62
3.2 多元线性回归模型 .....	66
3.2.1 多元线性回归模型及其 表示 .....	66
3.2.2 MATLAB 的回归分析 命令 .....	67
3.2.3 多元线性回归实例 .....	73
3.3 逐步回归 .....	75
3.3.1 最优回归方程的选择 .....	75
3.3.2 逐步回归的 MATLAB 方法 .....	77
习题 3 .....	78
实验 2 多元线性回归与逐步回归 .....	80
<b>第 4 章 判别分析</b> .....	81
4.1 距离判别分析 .....	81
4.1.1 判别分析的概念 .....	81
4.1.2 距离的定义 .....	82
4.1.3 两总体的距离判别分析 .....	83
4.1.4 多个总体的距离判别分析 .....	87
4.2 判别准则的评价 .....	89
4.3 贝叶斯判别分析 .....	91
4.3.1 两总体的贝叶斯判别 .....	92

4.3.2 多个总体的贝叶斯判别 ...	95	6.1.3 类间距离与递推公式 .....	140
4.3.3 平均误判率 .....	97	6.2 谱系聚类与 K 均值聚类 .....	141
习题 4 .....	101	6.2.1 谱系聚类 .....	141
实验 3 距离判别与贝叶斯判别 分析 .....	103	6.2.2 K 均值聚类 .....	147
<b>第 5 章 主成分分析与典型相关     分析 .....</b>	<b>105</b>	6.3 模糊均值聚类 .....	151
5.1 主成分分析 .....	105	6.3.1 模糊 C 均值聚类 .....	151
5.1.1 主成分分析的基本原理 ...	105	6.3.2 模糊减法聚类 .....	153
5.1.2 样本主成分分析 .....	110	6.4 聚类的有效性 .....	154
5.2 主成分分析的应用 .....	114	6.4.1 谱系聚类的有效性 .....	154
5.2.1 主成分分析用于综合 评价 .....	114	6.4.2 模糊聚类的有效性 .....	156
5.2.2 主成分分析用于分类 .....	116	习题 6 .....	157
5.2.3 主成分分析用于信号 分离 .....	120	实验 5 聚类方法与聚类有效性 ...	158
5.3 典型相关分析 .....	122	<b>第 7 章 数值模拟分析 .....</b>	<b>160</b>
5.3.1 典型相关分析的基本 原理 .....	122	7.1 蒙特卡罗方法与应用 .....	160
5.3.2 样本的典型变量与典型 相关系数 .....	125	7.1.1 蒙特卡罗方法的基本 思想 .....	160
5.3.3 典型相关系数的显著性 检验 .....	126	7.1.2 随机数的产生与 MATLAB 的伪随机数 .....	161
5.3.4 典型相关分析实例 .....	128	7.1.3 蒙特卡罗方法应用实例 ...	162
习题 5 .....	131	7.2 BP 神经网络及应用 .....	169
实验 4 主成分分析与典型相关 分析 .....	133	7.2.1 人工神经元及人工神经元 网络 .....	169
<b>第 6 章 聚类分析 .....</b>	<b>136</b>	7.2.2 BP 神经网络 .....	170
6.1 距离聚类 .....	136	7.2.3 MATLAB 神经网络 工具箱 .....	172
6.1.1 聚类的思想 .....	136	7.2.4 BP 神经网络应用实例 ...	174
6.1.2 向量的距离 .....	137	习题 7 .....	178
		实验 6 数值模拟 .....	179
		<b>附录 瑞士银行纸币 (Swiss Bank     Notes) .....</b>	<b>182</b>
		<b>参考文献 .....</b>	<b>188</b>



本章主要介绍 MATLAB 软件的一些入门知识,包括 MATLAB 界面及其基本操作、变量与函数、运算符与操作符、数据矩阵的输入与输出、符号运算、M 文件与编程等,为读者学习以后各章打下基础。

## 1.1 数据分析与 MATLAB

### 1.1.1 数据分析概述

#### 1. 数据分析的概念

数据分析是指用适当的统计方法对收集来的大量第一手资料和第二手资料进行详细研究,提取有用信息并形成结论,以求最大化地开发数据资料的功能与发挥数据的作用。在统计学领域,有些人将数据分析划分为描述性统计分析、探索性数据分析以及验证性数据分析,其中,探索性数据分析侧重于在数据之中发现新的特征,而验证性数据分析则侧重于已有假设的证实或证伪。

#### 2. 数据的来源与分类

数据是数据分析的关键之一。数据也称观测值,是实验、测量、观察、调查等的结果,常以数量的形式给出。数据按照不同的标准进行分类,可分为:观测数据与试验数据、一手数据与二手数据、时间序列数据与横截面数据等。

1) 观测数据与试验数据。观测数据 (observational data) 是在自然的未被控制或者不可控制的条件下观测到的数据,如社会商品零售额、消费价格指数、汽车销售额、降雨量等。利用这类数据进行的观测研究,是观测所研究的个体,并度量感兴趣的变量,但并不会影响其回应。试验数据 (experimental data) 是在人工干预和操纵的条件下产生的数据。这种数据通常来自于科学与技术实验。例如,了解不同的药物成分对某种疾病的治疗效果有什么不同,试验在药物成分不同的条件下产生相应的治疗效果数据。这些药物成分数据和治疗效果数据就是试验数据。将数据分为观测数据和试验数据是基于所观测的对象是在自然的还是可控的实验条件下产生的。观测研究是被动的数据收集方式,我们只观察、记录或度量,但是不干扰。许多自然现象和社会现象无法控制,只能通过观测获得数据。而实验能够主动产生数据,做实验的人会主动介入,可以把某项处理施加到受试对象,来观察受试对象有何反应,如上述的治疗效果数据。

2) 一手数据与二手数据。二手数据是由各种媒体、机构等发布的数据,如证券市场行情、物价指数、耐用消费品销售量、利率、国内生产总值、进出口贸易数据等。对于数据分析人员来说,可以根据研究的问题,从这些数据中加以选择。二手数据是间接得到的。在数

据分析中,有许多数据不能像获取二手数据那样间接得到,而必须进行专门收集、调查或试验才能获得。这种针对特定的研究问题,通过专门收集、调查或试验获得的数据称为一手数据。例如,为制订一家百货商店的营销方案,在这家商店所在的城市抽取近300户家庭作为样本进行调查,收集下列数据:对本商店及其竞争对手商店的熟悉程度;家庭成员在各个商店购物的频率;选择百货商店时考虑的因素,如商品质量、种类、退赔政策、服务、价格、店址、商店布局、信用与收款政策;每个商店的偏好评分;被调查者的年龄、性别、受教育程度等。这些数据都是为解决该商店营销问题专门调查收集的,因此是一手数据。一手数据与二手数据是对数据分析人员获取数据的直接与间接两种方式的划分结果。

3) 时间序列数据与横截面数据。时间序列数据是对同一研究对象按时间顺序收集得到的数据,如国内生产总值(GDP)、失业率、社会商品零售额等。这类数据是按照一定的时间间隔每日、每周、每月、每季、每年收集的。例如,由每季GDP组成的时间序列数据、由每年GDP组成的时间序列数据、商店日销售额时间序列数据、商店周销售额时间序列数据、商店月销售额时间序列数据、商店季销售额时间序列数据、商店年销售额时间序列数据。横截面数据是指在同一时点上不同的研究对象的数据的集合,如2010年沪深股市上市公司的中期业绩。由这两类数据衍生出合并数据,合并数据中既有时间序列数据又有横截面数据。例如,收集2000—2010年10个国家的国内生产总值,从每个国家的角度看,每个国家国内生产总值都组成2000—2010年的时间序列数据;从每个时点上看,例如,2010年10个国家的国内生产总值组成横截面数据。可以将合并数据理解为横截面数据按时间顺序排列得到的数据集。在合并数据中有一类特殊的数据,称为panel数据(panel data),又称纵向数据,即同一个横截面单位在不同时期的数据。例如在一定时期间隔内对同一地区同样的家庭进行调查,以观察其住房和经济状况是否有变化,这样得到的数据就是纵向数据。时间序列数据与横截面数据是数据沿时间与个体两个维度上的视图。

### 3. 数据分析的过程

数据分析的目的是利用数据来研究一个领域的具体问题。数据分析的过程包括确定数据分析的目标、研究设计、收集数据、数据整理与分析、解释和分析计算结果。

1) 确定数据分析的目标。数据分析的目标是分析和解决特定的领域问题,而这个问题可以用量化分析的方法来解决。

2) 研究设计。数据分析的研究设计,是根据数据分析的目标寻求解决方案。一般而言,数据分析是用量化分析的方法对现象进行描述、解释、预测与控制。一个特定的领域问题要先转化为数据分析问题。为此,首先要进行量化研究设计,即确定用什么量化研究方法来进行该问题的研究及怎样研究。常用的量化研究方法有调查法(用调查或观测得到的样本数据推断总体)、相关研究法、实验法、时序分析法等。在这一阶段确定量化研究的方法,确定数据分析目标的解决方案。

3) 收集数据。确定了所要解决的问题的研究设计后,根据所要采用的量化研究方法收集数据。例如,若采用调查法,需要确定具体抽样方法以获取数据;若采用实验法,需要进行实验设计,通过实验来获取数据等。这些是为所要解决的问题专门收集的一手数据。除此之外,通常还需要二手数据。

4) 数据整理与分析。数据整理与分析,即利用数据分析方法进行计算和分析。数据分析方法以统计分析技术为主。这一步骤主要是整理数据并应用数据分析方法进行计算和分析。需要以各种软件(SPSS、SAS、Excel、S-Plus等)为工具,或对特殊分析方法通过编制

程序来进行计算。本书以 MATLAB 为工具进行计算。这里特别要注意分析方法与软件包的结合。

5) 解释和分析计算结果。使用各种软件包等工具计算后,会得到一系列结果,包括各种图表、数据等。说明、解释和分析这些结果,或利用计算结果检验各种假设、预测、控制等,从而最终解决所研究的问题。这一阶段完成数据分析报告,同样是数据分析全过程非常重要的一环。

上述阐明了数据分析的一般过程。各个步骤之间常常需要互相反馈调整。

### 1.1.2 MATLAB 在数据分析中的位置和作用

从数据分析的整个过程来看,软件的使用主要是在第四阶段,即数据整理与分析阶段。软件所起的作用主要是整理、计算、绘制图表等。

MATLAB 是一套高性能的数值计算和可视化软件,它集矩阵运算、数值分析、信号处理和图形显示于一体,构成了一个界面友好、使用方便的用户环境,是实现数据分析与处理的有效工具,其中 MATLAB 统计工具箱更为人们提供了一个强有力的统计分析工具。

MATLAB 软件作为数据分析的工具提高了计算能力,使得样本容量扩大,增加了统计推断的正确性,也促进了包含大量计算的多元统计分析等方法的发展和运用。软件的使用还为数据分析过程节约了大量计算时间,提高了数据分析的效率。尽管软件对数据分析起到非常大的作用,但它不能处理数据分析中的其他几个阶段所解决的问题。明确这一点后可以更好地使用软件。确定数据分析的目标,对问题的研究设计,选择统计分析方法,收集数据,解释和分析计算结果,这些都不是软件所能解决的。将一批数据输入计算机,用统计软件包含的许多方法都可以产生结果,但计算机及软件不了解用户要干什么。数据分析的结果是否合理完全取决于用户是否知道自己在干什么以及是否清楚所要解决的问题与解决问题的方法。

因此,本书的宗旨就是将数据分析与 MATLAB 的应用作为一个不可分割的整体来讨论。为了方便不了解 MATLAB 软件使用方法的读者学习,以下对 MATLAB 的基本操作方法作比较系统的介绍。

## 1.2 MATLAB 简介

MATLAB 是由美国 Mathworks 公司推出的一个科技应用软件,其名字来源于矩阵(matrix)和实验室(laboratory)两词的前 3 个字母。它是一种广泛应用于工程计算及数值分析领域的新型高级语言,可以把科学计算、结果可视化和编程都集中在一个使用非常方便的环境中。自 1984 年该软件推向市场以来,历经 20 多年的发展,现已成为国际公认的最优秀的工程应用开发软件之一。MATLAB 功能强大、简单易学、编程效率高,深受广大科技工作者的欢迎。在国际学术界, MATLAB 已经被确认为是准确、可靠的科学计算标准软件。在许多国际一流学术刊物(尤其是信息科学刊物)上,都可以看到 MATLAB 的应用。

### 1.2.1 MATLAB 的特点

MATLAB 的特点如下:

1) MATLAB 是一个交互式软件系统,输入一条命令,立即就可以得出该命令的结果。

2) 数值计算功能。以矩阵作为基本单位,但无需预先指定维数(动态定维);按照 IEEE 的数值计算标准进行计算;提供十分丰富的数值计算函数,方便计算,提高效率;命令与数学中的符号、公式非常接近,可读性强,容易掌握。

3) 符号运算功能。和著名的 Maple 软件相结合,具有强大的符号计算功能。

4) 绘图功能。提供了丰富的绘图命令,能实现一系列可视化操作。

5) 编程功能。具有程序结构控制、函数调用、数据结构、输入输出、面向对象等程序语言特征,而且简单易学、编程效率高。

6) 丰富的工具箱。工具箱实际上是用 MATLAB 的基本语句编成的各种子程序集,用于解决某一方面的专门问题或实现某一类的新算法。工具箱可分为功能型和领域型。功能型工具箱主要用来扩充 MATLAB 的符号计算功能、图形建模仿真功能、文字处理功能以及与硬件实时交互功能,能用于多种学科。领域型工具箱专业性很强,如控制系统工具箱(Control System Toolbox)、信号处理工具箱(Signal Processing Toolbox)、符号数学工具箱(Symbolic Math Toolbox)、统计工具箱(Statistics Toolbox)、优化工具箱(Optimization Toolbox)、财政金融工具箱(Financial Toolbox)等。

## 1.2.2 MATLAB 7.0 界面

MATLAB 7.0 是在 MATLAB 6.5 版本基础上升级而来的,和 6.5 版本相比较界面没有太大改变,命令窗口仍然是用户主界面,图形窗口用来显示图形信息和创建图形用户接口(GUI),文本编辑器用来创建和编辑 MATLAB 代码,MATLAB “桌面”菜单用来调整其他一些窗口的位置和可视性,如工作空间管理窗口、帮助窗口、历史命令记录窗口等。

除了以上不变特性以外,MATLAB 7.0 在一些数值表示和操作方法上有了新变化。MATLAB 7.0 添加和修改了一些内核数值算法,能支持各种数据类型的数学运算,而不仅仅是精度类型的数组(这一数据类型曾一度是较早 MATLAB 版本的核心)。更重要的一点是,MATLAB 7.0 的命令解释程序增加了一个加速特性,它将一个循环视为一个整体进行代码解释和代码执行而非逐行处理(MATLAB 6.5 之前的版本就是这样处理的),从而大大提高了循环操作执行的速度。总之 MATLAB 7.0 是 MATLAB 版本演进过程中的一次改进,但几乎所有用 MATLAB 6.5 编写的代码都可以不加修改地在 MATLAB 7.0 中运行。大部分 MATLAB 7.0 新增和改进的特性都是为了使用户在利用 MATLAB 解决问题时取得更高的工作效率而添加的。

### 1. MATLAB 工作环境

MATLAB 有以下 3 种启动方法:在安装有 MATLAB 7.0 的计算机上,双击 Windows 桌面上的快捷图标;从“开始”菜单的“程序”子菜单中选择“MATLAB”;在 MATLAB 目录中搜索到可执行程序“MATLAB.exe”,双击该程序使之启动。启动后的界面如图 1-1 所示。

图 1-1 大致包括以下几个部分:菜单栏;工具栏;“Command Window”命令窗口;“Workspace”工作空间管理窗口;“Command History”历史命令记录窗口;“Current Directory”当前目录窗口。

主菜单包括“File”、“Edit”、“Debug”、“Desktop”、“Window”和“Help”。

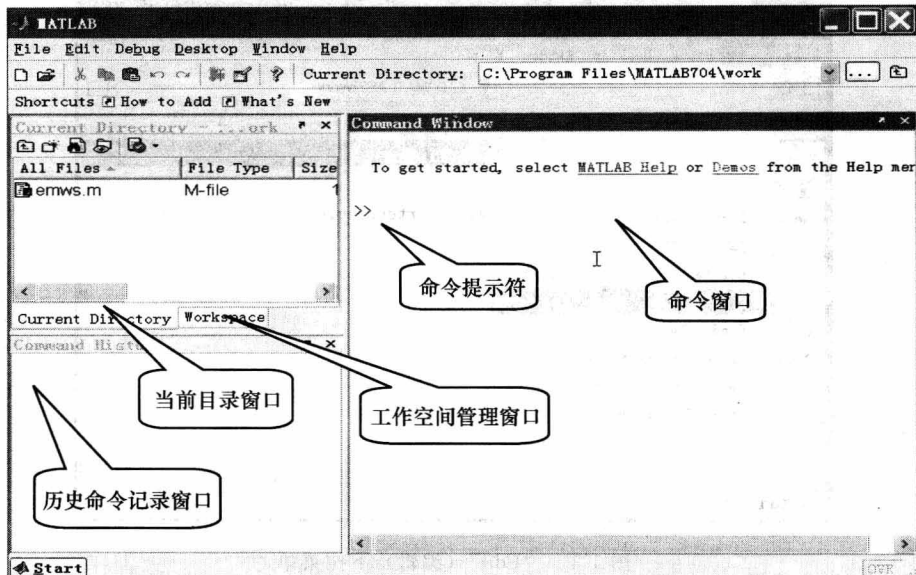


图 1-1 MATLAB 7.0 的默认操作界面

1) “File”（文件）菜单（如图 1-2 所示）。文件菜单除了具有 Windows 一般应用程序所具有的“新建”、“打开”、“关闭”、“退出”、“打印”外，还包括如下菜单项：

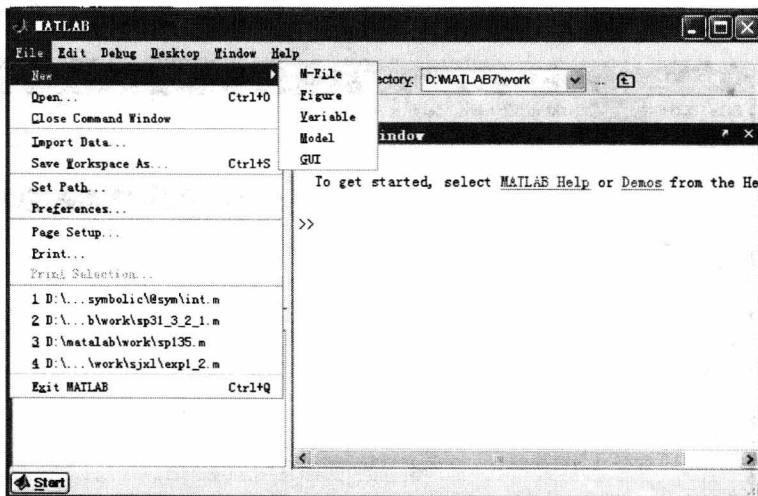


图 1-2 “File”（文件）下拉菜单

- “Import Data...” 导入有关数据；
- “Save Workspace As...” 保存工作平台；
- “Preferences...” 设置部分 MATLAB 工作环境的交互性；
- “Set Path...” 设置当前工作路径。

2) “Edit”（编辑）菜单（如图 1-3 所示）。编辑菜单除了具有 Windows 一般应用程序所具有的“撤销”、“重复”、“复制”、“粘贴”、“全选”外，还包括如下菜单项：



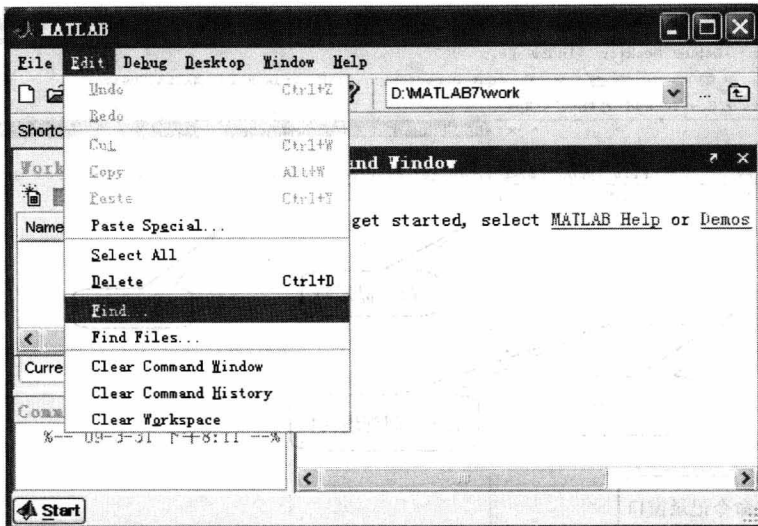


图 1-3 “Edit”（编辑）下拉菜单

“Clear Command Window” 清除命令窗口；

“Clear Command History” 清除命令的历史记录；

“Clear Workspace” 清除工作空间。

3) “Debug”（调试）菜单（如图 1-4 所示）。Debug 菜单的各菜单项用于调试程序，具体功能如下：

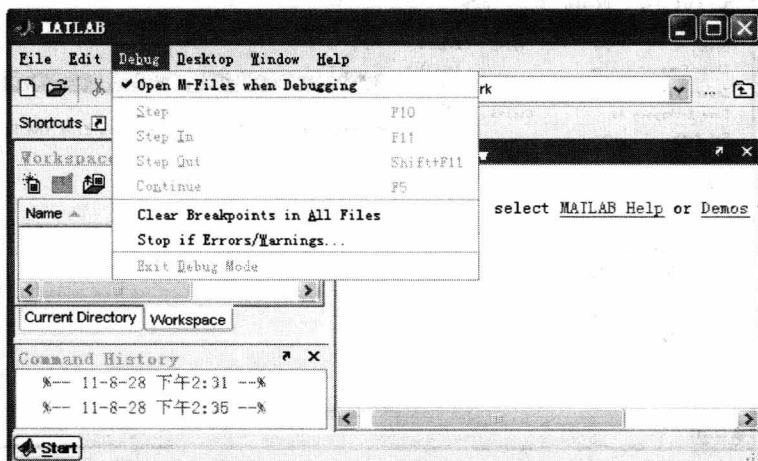


图 1-4 “Debug”（调试）下拉菜单

“Open M-Files when Debugging” 调试时打开文件；

“Step” 调试时单步运行；

“Step In” 调试时单步运行进入子函数；

“Step Out” 调试时单步运行跳出子函数；

“Continue” 运行程序到下一个断点或到程序结束；

“Clear Breakpoints in All Files” 清除所有的断点；

“Stop if Errors/Warnings” 在程序出错或报警处停止；

“Exit Debug Mode” 退出调试模式。

4) “Desktop” (桌面) 菜单 (如图 1-5 所示)。为了改动 MATLAB 工作环境的外观, 桌面菜单可以决定是否显示界面上摆布的一些窗口 (界面布局)。读者可以对其中的每个菜单操作一下, 看分别出现什么效果。

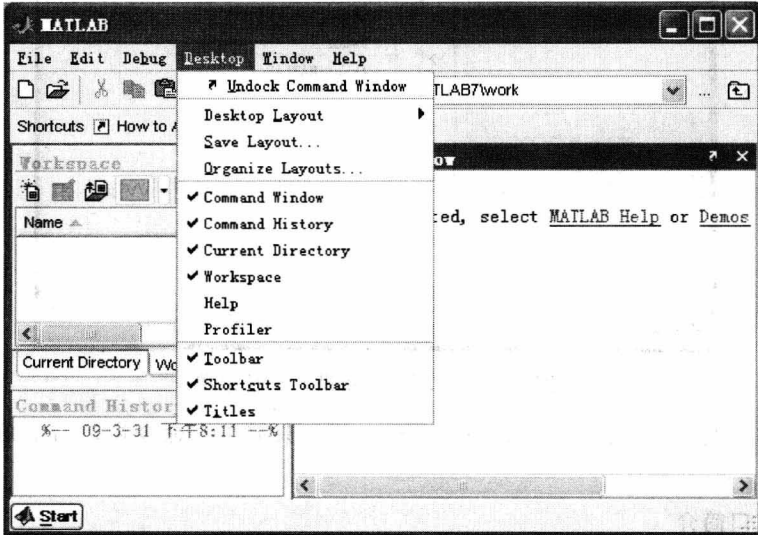


图 1-5 “Desktop” (桌面) 下拉菜单

5) “Window” (窗口) 菜单 (如图 1-6 所示)。窗口菜单用于显示当前打开的 M 文件的文件名以及在已打开的窗口之间进行切换。

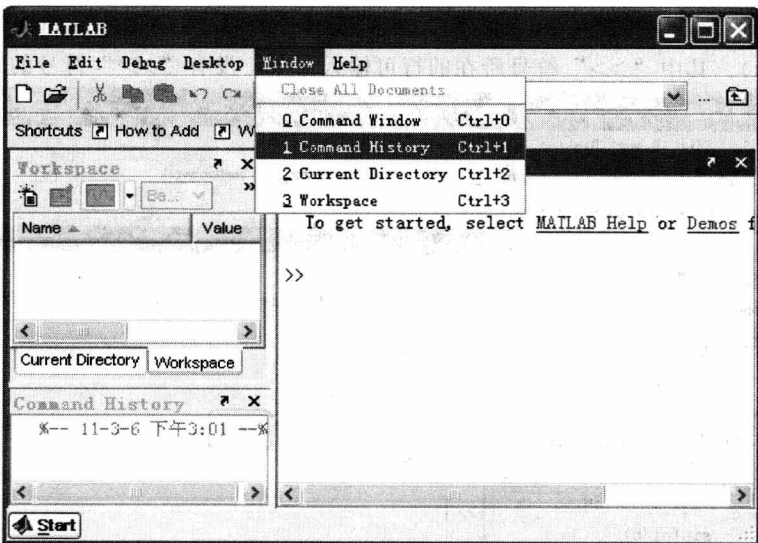


图 1-6 “Window” (窗口) 下拉菜单

6) “Help” (帮助) 菜单 (如图 1-7 所示)。帮助菜单能为用户提供进入各类帮助系统的方法, 通过菜单项打开帮助窗口, 将显示各部分所需要的帮助信息。

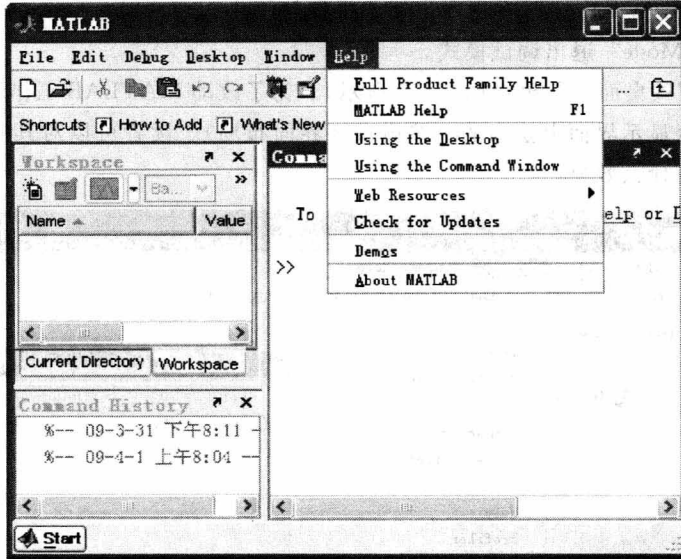


图 1-7 “Help”（帮助）下拉菜单

退出 MATLAB 和退出一般 Windows 程序一样，只需单击命令窗口右上角的“关闭”按钮即可。

## 2. 常用窗口简介

### (1) Command Window（命令窗口）

命令窗口是对 MATLAB 进行操作的主要载体，默认情况下，启动 MATLAB 时就会打开命令窗口，显示形式如图 1-1 所示。一般来说，MATLAB 的所有函数和命令都可以在命令窗口中执行。在 MATLAB 命令窗口中，命令不仅可以由菜单操作来实现，也可以由命令行操作来执行。

例如，在命令窗口中输入  $\sin(\pi/5)$ ，然后按【Enter】键，就会得到输出  $\text{ans}=0.5878$ （如图 1-8 所示）。其中“>>”符号所在的行可输入命令，没有“>>”符号的行显示结果。

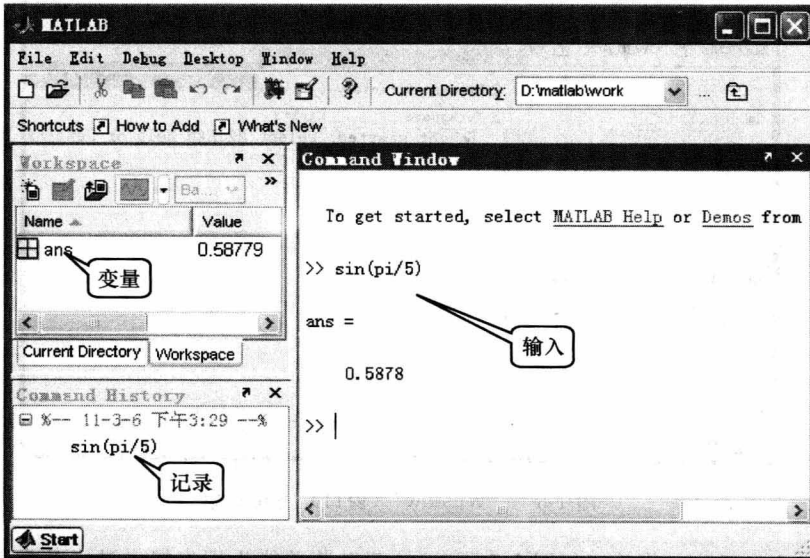


图 1-8 在命令窗口中输入命令

注意 在 MATLAB 命令行操作中,有一些键盘按键可以提供特殊而方便的编辑操作。比如【↑】可调出前一个命令行,【↓】可调出后一个命令行,这样避免了重新输入的麻烦。下面讲到的历史命令记录窗口也具有此功能。

### (2) Command History (历史命令记录窗口)

该窗口记录着用户每一次开启 MATLAB 的时间,以及每一次开启 MATLAB 后,在 MATLAB 命令窗口中运行过的所有命令行(如图 1-7 所示)。这些命令行记录可以被复制到命令窗口中再运行,从而减少了重新输入的麻烦。选中该窗口中的任一命令记录,然后右击,则可根据菜单进行相应操作。或者双击某一行命令,也可在命令窗口中执行该命令(如图 1-9 所示)。

### (3) Workspace (工作空间管理窗口)

在工作空间管理窗口中将显示所有目前保存在内存中的 MATLAB 变量的变量名及其对应的数据结构、字节数以及类型,而不同的变量类型分别对应不同的变量名图标(如图 1-8 所示)。选中一个变量,右击则可根据菜单进行相应的操作(如图 1-10 所示)。

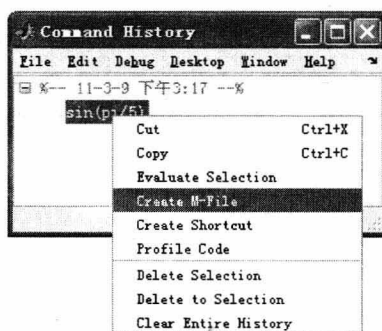


图 1-9 历史命令窗口的操作

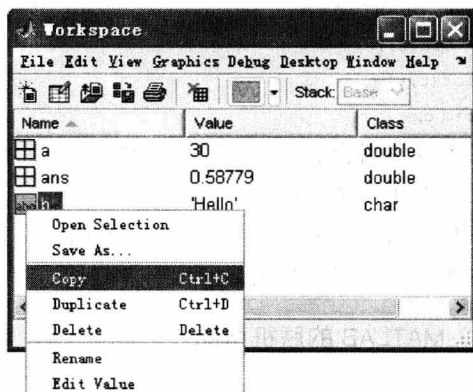


图 1-10 工作空间管理窗口的操作

### (4) Current Directory (当前目录窗口)

在当前目录窗口中可显示或改变当前目录,还可以显示当前目录下的文件,包括文件名、文件类型、最后修改时间以及该文件的说明信息等并提供搜索功能(如图 1-11 所示)。

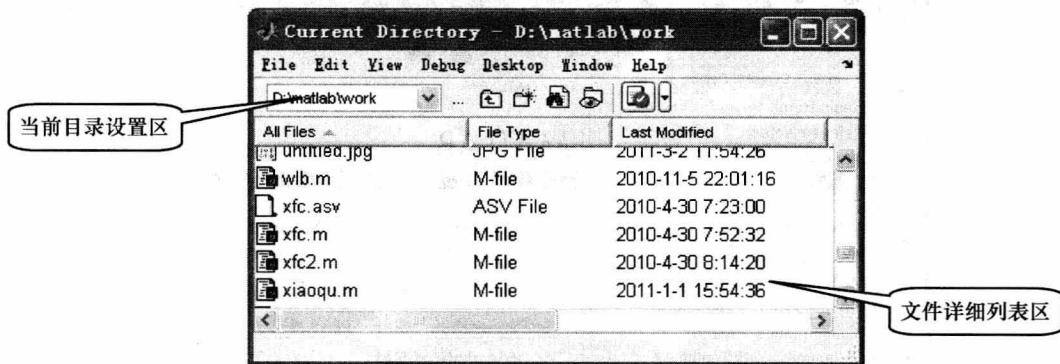


图 1-11 当前目录窗口

MATLAB 只执行当前目录或搜索路径下的命令、函数与文件。当前目录是指 MATLAB 运行文件时的工作目录,在当前目录窗口中可以显示或改变当前目录,还可以显示当前目录