

*M*ATLAB
Data Analysis Methods Second Edition

MATLAB 数据分析方法

第2版

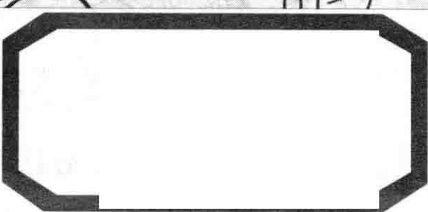
吴礼斌 李柏年 主编
张孔生 丁华 参编



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

TP317.111-7
MAT

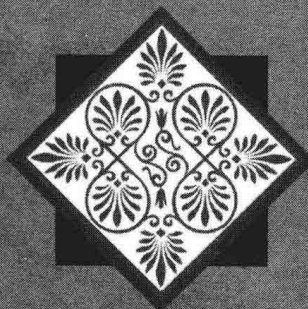


Methods Second Edition

MATLAB 数据分析方法

第2版

吴礼斌 李柏年 主编
张孔生 丁华 参编



机械工业出版社
China Machine Press

图书在版编目 (CIP) 数据

MATLAB 数据分析方法 / 吴礼斌, 李柏年主编. —2 版. —北京: 机械工业出版社, 2017.2
(普通高等院校计算机课程规划教材)

ISBN 978-7-111-55850-7

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 008842 号

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, 它已成为当代自然科学和社会科学领域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。

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

出版发行: 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: 余 洁	责任校对: 董纪丽
印 刷: 北京市荣盛彩色印刷有限公司	版 次: 2017 年 2 月第 2 版第 1 次印刷
开 本: 185mm×260mm 1/16	印 张: 15.75
书 号: ISBN 978-7-111-55850-7	定 价: 39.00 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	投稿热线: (010) 88379604
购书热线: (010) 68326294 88379649 68995259	读者信箱: hzjsj@hzbook.com

版权所有·侵权必究
封底无防伪标均为盗版
本书法律顾问: 北京大成律师事务所 韩光 / 邹晓东

前 言

自本书第1版出版以来，我们的社会已进入大数据时代，数据分析方法越来越受到人们的重视，许多学校选用了本书作为教材，并取得了良好的教学效果。同时分析数据的 MATLAB 软件也在不断地升级与更新，功能越来越强大、越来越智能化。为了让读者更好地学习与掌握数据分析方法，我们对第1版进行了修订。这次修订仍然保持原教材的基本框架与内容体系，但对部分章节的例题数据进行了更新，涉及软件更新的部分也对原书的程序进行改编与优化，补充了部分更具有现实意义的数据分析例题与习题，力求体现三方面的特点：

第一，通过例题或案例进一步加强数据分析理论与方法的应用，着重培养学生解决实际数据分析问题的能力，提高综合分析问题的素质。

第二，通过对原教材的例题、实验问题与习题进行调整，更新数据和增加不同领域的数据分析问题，使得涉及的问题更贴近实际，从而进一步提高学生的学习兴趣和学习效率。

第三，通过补充、完善原教材的理论与方法内容，以适应软件工具的升级与更新，使得教学更简便、过程更有效，进一步培养学生的创新能力。

这次修订工作仍由吴礼斌、李柏年担任主编，所有例题程序均在 MATLAB (2014a) 中验证通过，并打包放在华章网站 (<http://www.hzbook.com>) 供下载使用。

编者

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、概率论与数理统计等课程。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；MATLAB 与 Excel 数据的读写交换。

教学要求：熟练掌握 MATLAB 的基本界面操作；理解运算符、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；了解 MATLAB 与 Excel 数据的读写交换。

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 计算基本统计量与数据可视化；掌握 `jbtest` 与 `lillietest` 关于数据的正态性检验；掌握协方差矩阵相等的检验方法；理解数据变换的意义与方法。

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；残差分析。

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；会应用 MATLAB 回归模型类建立回归模型；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；掌握残差分析。

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和步骤；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; 时间序列的趋势性与列联表分析。

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; 了解趋势性与列联表分析。

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; 掌握应用 MATLAB 计算各种聚类的命令; 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 (思想及应用、MATLAB 的伪随机数); 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 MATLAB 实现神经网络的预测与判别。

推荐阅读



数据挖掘与商务分析：R语言

作者：约翰尼斯·莱道尔特 ISBN: 978-7-111-54940-6 定价：69.00元



统计学习导论——基于R应用

作者：加雷斯·詹姆斯等 ISBN: 978-7-111-49771-4 定价：79.00元



数据科学：理论、方法与R语言实践

作者：尼娜·朱梅尔等 ISBN: 978-7-111-52926-2 定价：69.00元

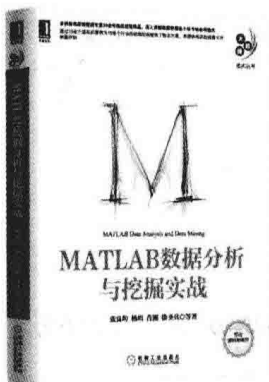


商务智能：数据分析的管理视角（原书第3版）

作者：拉姆什·沙尔达等 ISBN: 978-7-111-49439-3 定价：69.00元

推荐阅读

大数据学习路线图：数据分析与挖掘



推荐阅读



概率与统计

作者：(美) Ronald E. Walpole 等 ISBN: 978-7-111-45408-3 定价: 69.00元



数理统计学导论 (原书第7版)

作者：(美) Robert V. Hogg 等 ISBN: 978-7-111-47951-2 定价: 99.00元



线性回归分析导论 (原书第5版)

作者：[美] 道格拉斯 C. 蒙哥马利 等 ISBN: 978-7-111-53282-8 定价: 99.00元



统计学及其应用 (原书第2版)

作者：[美] 萨拉·博斯劳 ISBN: 978-7-111-53388-7 定价: 119.00元



应用预测建模

作者：[美] 马克斯·库恩 等 ISBN: 978-7-111-53342-9 定价: 99.00元

目 录

前言	
教学建议	
第 1 章 MATLAB 基础	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 作用	2
1.2 MATLAB 基础概述	3
1.2.1 MATLAB 的影响	3
1.2.2 MATLAB 的特点与 主要功能	3
1.2.3 MATLAB 主界面与 常用窗口	4
1.2.4 MATLAB 的联机帮助	7
1.2.5 工具箱及其在线帮助	8
1.3 MATLAB 基本语法	10
1.3.1 数据类型	10
1.3.2 操作符与运算符	12
1.3.3 MATLAB 命令函数	14
1.4 数组和矩阵运算	14
1.4.1 数组的创建与运算	14
1.4.2 矩阵的输入与运算	15
1.5 M 文件与编程	20
1.5.1 M 文件编辑/调试器窗口	20
1.5.2 M 文件	21
1.5.3 控制语句的编程	22
1.6 MATLAB 通用操作实例	25
习题 1	28
第 2 章 数据描述性分析	29
2.1 基本统计量与数据可视化	29
2.1.1 一维样本数据的基本 统计量	29
2.1.2 多维样本数据的统计量	36
2.1.3 样本数据可视化	39
2.2 数据分布及其检验	45
2.2.1 一维数据的分布与检验	45
2.2.2 多维数据的正态分布 检验	48
2.3 数据变换	52
2.3.1 数据属性变换	52
2.3.2 Box-Cox 变换	55
2.3.3 基于数据变换的综合 评价模型	57
习题 2	59
实验 1 数据统计量及其分布 检验	61
第 3 章 回归分析	63
3.1 一元回归模型	63
3.1.1 一元线性回归模型	63
3.1.2 一元多项式回归模型	67
3.1.3 一元非线性回归模型	69
3.1.4 一元回归建模实例	76
3.2 多元线性回归模型	79
3.2.1 多元线性回归模型 及其表示	79
3.2.2 MATLAB 的回归分析 命令	82
3.2.3 多元线性回归实例	89
3.3 逐步回归	92
3.3.1 最优回归方程的 选择	92

3.3.2 引入变量和剔除变量的依据	93	5.2.2 主成分分析用于分类	161
3.3.3 逐步回归的 MATLAB 实现	94	5.2.3 主成分分析用于信号分离	163
3.4 回归诊断	96	5.3 典型相关分析	166
3.4.1 异常点与强影响点诊断 ...	96	5.3.1 典型相关分析的基本原理	166
3.4.2 残差分析	100	5.3.2 样本的典型变量与典型相关系数	169
3.4.3 多重共线性诊断	102	5.3.3 典型相关系数的显著性检验	170
习题 3	106	5.3.4 典型相关分析实例	172
实验 2 多元线性回归与逐步回归	110	5.4 趋势性与属性相关分析应用实例	177
第 4 章 判别分析	111	5.4.1 Cox-Stuart 趋势检验	177
4.1 距离判别分析	111	5.4.2 属性数据分析	178
4.1.1 判别分析的概念	111	习题 5	180
4.1.2 距离的定义	111	实验 4 主成分分析与典型相关分析	184
4.1.3 两个总体的距离判别分析	114	第 6 章 聚类分析	187
4.1.4 多个总体的距离判别分析	119	6.1 距离聚类	187
4.2 判别准则的评价	121	6.1.1 聚类的思想	187
4.3 贝叶斯判别分析	124	6.1.2 样品间的距离	188
4.3.1 两个总体的贝叶斯判别 ...	124	6.1.3 变量间的相似系数	190
4.3.2 多个总体的贝叶斯判别	128	6.1.4 类间距离与递推公式	192
4.3.3 平均误判率	130	6.2 谱系聚类	193
4.4 K 近邻判别与支持向量机	135	6.2.1 谱系聚类的思想	193
习题 4	141	6.2.2 谱系聚类的步骤	194
实验 3 距离判别与贝叶斯判别分析	145	6.2.3 谱系聚类的 MATLAB 实现	196
第 5 章 主成分分析与典型相关分析	147	6.3 K 均值聚类	200
5.1 主成分分析	147	6.3.1 K 均值聚类的思想	200
5.1.1 主成分分析的基本原理 ...	147	6.3.2 K 均值聚类的步骤	200
5.1.2 样本主成分分析	154	6.3.3 K 均值聚类的 MATLAB 实现	201
5.2 主成分分析的应用	158	6.4 模糊均值聚类	203
5.2.1 主成分分析用于综合评价	158	6.4.1 模糊 C 均值聚类	203
		6.4.2 模糊减法聚类	205

6.5 聚类的有效性	207	7.1.3 蒙特卡罗方法	
6.5.1 谱系聚类的有效性	207	应用实例	219
6.5.2 K 均值聚类的有效性	209	7.2 BP 神经网络及应用	227
6.5.3 模糊聚类的有效性	211	7.2.1 人工神经元及人工神经元	
习题 6	212	网络	227
实验 5 聚类方法与聚类有效性 ...	215	7.2.2 BP 神经网络	228
第 7 章 数值模拟分析	217	7.2.3 MATLAB 神经网络	
7.1 蒙特卡罗方法与应用	217	工具箱	230
7.1.1 蒙特卡罗方法的		7.2.4 BP 神经网络应用实例 ...	232
基本思想	217	习题 7	239
7.1.2 随机数的产生与 MATLAB		实验 6 数值模拟	240
的伪随机数	218	参考文献	241

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、矩阵数据的输入与输出、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数据进行详细研究,提取其中有用信息并形成结论,以求最大化地开发数据的功能,发挥数据的作用。在统计学领域,有人将数据分析划分为描述性数据分析、探索性数据分析以及验证性数据分析。描述性数据分析是描述测量样本的各种特征及其所代表的总体特征,探索性数据分析侧重于在数据之中发现新的特征,验证性数据分析侧重于已有假设的证实或证伪。

数据分析的目的是把隐藏在数据背后的信息集中和提炼出来,总结出研究对象的内在规律。在实际工作当中,数据分析能够帮助管理者进行判断和决策,以便采取适当策略与行动。例如企业通过对产品的市场销售数据分析,可把握当前产品的市场动向,从而制定出今后合理的产品研发和销售计划。

2. 数据来源与分类

数据分析的起点是取得数据。数据是通过实验、测量、观察、调查等方式获取的结果,这些结果常以数量的形式展现出来,因此数据也称为观测值。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。观测数据是在自然的未被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、汽车销售量、某地区降水量等。利用这类数据进行观测所研究的个体,并度量感兴趣的变量。试验数据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,在研究不同的药物成分组成对某种疾病的治疗效果有什么不同时,记录实验药物成分在不同的条件下产生相应的治疗效果数据,那么药物成分数据与治疗效果数据就是试验数据。

2) 一手数据与二手数据。一手数据是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。例如,为制定一家百货商店的营销方案,在这家商店所在城市抽取近 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。二手数据是由各种媒体、机构等发布的数据，数据分析人员可以根据研究的问题，从这些数据中加以选择，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。

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，这类数据反映某一事物、现象等随时间的变化状态或程度。例如，2005 年至 2014 年中国人均国内生产总值指数（上年=100）数据分别为：110.7, 112.1, 113.6, 109.1, 108.7, 110.1, 109.0, 107.2, 107.2, 106.7（数据来源：《中国统计年鉴 2014》）。同样，某商场每日销售额、某股票每日收盘价、沪深股市每日收盘指数等都是时间序列数据。

横截面数据是在同一时间、不同统计单位、相同统计指标组成的数据列，这类数据体现的是个体的个性，突出个体的差异。例如，某日沪市全部交易股票的当日收盘价数据、2014 年中国 31 省市人均国内生产总值增长率数据都是横截面数据。

近年来，出现了将横截面数据和时间序列数据合并起来进行研究的数据类型，称为面板数据（Panel Data）。该数据具有横截面和时间序列两个维度，当这类数据按两个维度进行排列时，数据都排在一个平面上，与排在一条线上的一维数据有着明显的不同，整个表格像是一个面板。该类数据模型可以分析个体之间的差异情况，又可以描述个体的动态变化特征。例如，每年各地区的国内生产总值增长率数据；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，这样得到的数据都是面板数据。

3. 数据分析过程

数据分析过程包括确定数据分析的目标、研究设计、收集数据、分析数据、解释结果。

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。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转化为数据分析问题，首先要进行量化研究设计，确定用什么量化研究方法以及怎样研究。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。

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) 整理与分析。数据整理与数据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，借助各种软件（SPSS、SAS、Excel、S-Plus 等）工具，完成数据的计算分析任务。本书以 MATLAB 为工具进行计算。

5) 解释和分析计算结果。使用各种方法与软件等工具计算后，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，从而最终解决所要研究的问题。最后提交数据分析报告，供决策时参考。

1.1.2 MATLAB 在数据分析中的作用

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。

选择 MATLAB 软件作为数据分析工具，不仅节约了数据分析过程中的计算时间，而且增加了统计推断的正确性，提高了数据分析的效率。但要注意，尽管软件对数据分析起到非常大的作用，但软件不能处理数据分析中所有阶段所要解决的问题。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替代解决的。

本书介绍数据分析的基本理论方法，应用 MATLAB 编写程序进行数据分析，既面向过程又面向对象。为方便读者，以下对 MATLAB 的基本操作方法作比较系统的介绍。

1.2 MATLAB 基础概述

1.2.1 MATLAB 的影响

MATLAB 源于 Matrix Laboratory，即矩阵实验室，是由美国 Mathworks 公司发布的主要面对科学计算、数据可视化、系统仿真以及交互式程序设计的高科技计算环境。自 1984 年该软件推向市场以来，历经 30 多年的发展与竞争，现已成为适合多学科、多种工作平台的功能强大的大型软件。MATLAB 应用广泛，其中包括信号处理和通信、图像和视频处理、控制系统、测试和测量、计算金融学及计算生物学等众多应用领域。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期刊上都可以看到 MATLAB 的应用文章。在欧美各高等院校，MATLAB 已经成为线性代数、数字信号处理、金融数据分析、动态系统仿真等课程的基本教学工具，成为学生必须掌握的基本技能。MATLAB 软件在美国官方网站为 <http://www.mathworks.com>，中国网站为 <http://cn.mathworks.com/>。

1.2.2 MATLAB 的特点与主要功能

自 2006 年以来，MATLAB 在每年的 3 月与 9 月推出当年的 a 版本与 b 版本。在 MATLAB(2014a) 以后各版本中，只要在当前版本的命令行窗口中输入：ver，就可以看到当前版本的信息以及各种工具箱的版本号。每次推出的新版本都比前一个版本多一些新功能，可看到 MATLAB 的功能越来越强大。以下列举 MATLAB(2014a) 版本的主要功能特点，且本书中的程序都已通过 MATLAB(2014a) 中文版本的测试计算。

- 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) 强大的数值计算能力。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；提供丰富的数值计算函数，方便了用户与提高了计算效率；命令与数学中的符号、公式非常接近，可读性强，容易掌握。
- 3) 数据图示功能。提供了丰富的绘图命令，能实现点、线、面与立体的一系列可视化操作。
- 4) 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。
- 5) Notebook 功能。Notebook 实现 Word 和 MATLAB 无缝连接，从而为专业科技工作者创造了融科学计算、图形可视、文字处理于一体的高水准环境。

6) 丰富的工具箱。工具箱是用 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工具箱。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，如统计工具箱 (Statistics Toolbox)、优化工具箱 (Optimization Toolbox)、曲线拟合工具箱 (Curve Fitting Toolbox)、神经网络工具箱 (Neural Network Toolbox)、金融工具箱 (Financial Toolbox)、控制系统工具箱 (Control System Toolbox)、信号处理工具箱 (Signal Processing Toolbox) 等。

1.2.3 MATLAB 主界面与常用窗口

有以下两种 MATLAB 启动方法：在安装有 MATLAB 的计算机上双击 Windows 桌面上的快捷图标，或从“开始”菜单的“程序”子菜单中选择“MATLAB\MATLAB 2014a”。

通常情况下，MATLAB 的主界面（如图 1-1 所示）由 6 部分组成，即主页工具栏、命令行窗口、工作区窗口、命令历史记录窗口、当前文件夹窗口以及当前已选择的文件详细信息。

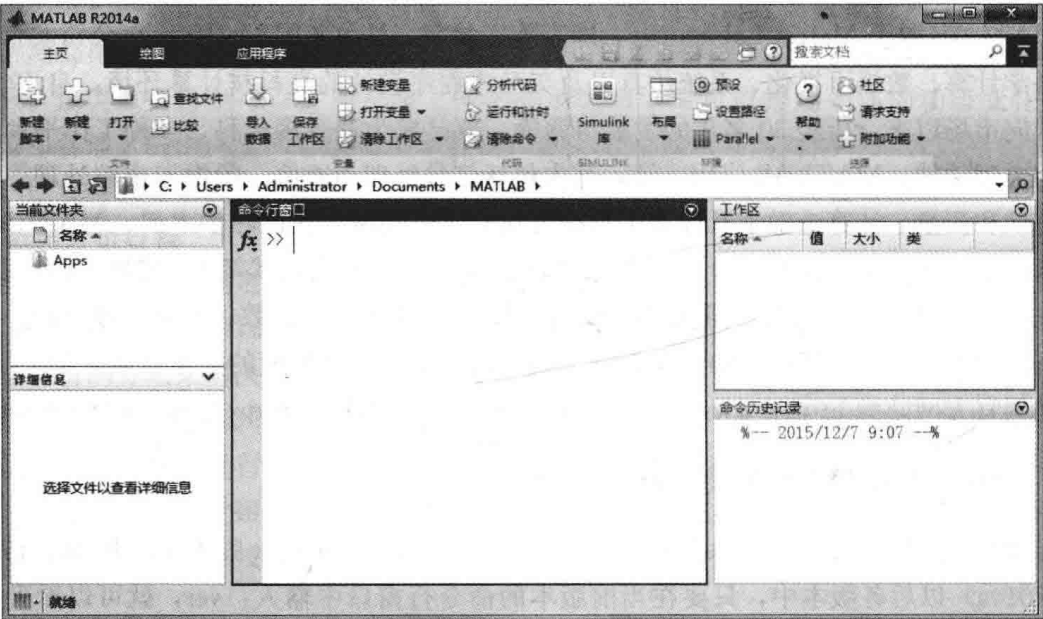


图 1-1 MATLAB R2014a 主界面

1) 主页工具栏。主页工具栏分若干个功能模块，包括文件的新建、打开、查找等；数据的导入、保存工作区、新建变量等；代码分析、程序运行、命令清除等；窗口布局；预设 MATLAB 部分工作环境、设置当前工作路径；系统帮助；附加功能等。

例如，选择主页工具栏的“新建脚本”，系统弹出编辑器窗体，该窗体结构和主窗口结构类似，其中在编辑器窗口中实现脚本文件的编写、调试等（如图 1-2 所示），且在编辑过程中支持右键下拉菜单，具有 Windows 一般应用程序所具有的“复制”、“粘贴”、“全选”等功能。

2) 命令行窗口 (Command Window)。命令行窗口是对 MATLAB 进行操作的主要载体，默认情况下启动 MATLAB 时就会打开命令行窗口，显示形式如图 1-1 所示。其主要功能为数值计算、函数参数设定、函数调用及其结果输出。一般来说，MATLAB 的所有函数和命令都可以在命令行窗口中执行。

例如，在命令行窗口中输入“sin (pi/5)”，然后按“Enter”键，则会得到输出结果“ans=

0.5878” (如图 1-3 所示)。图中符号 “>>” 所在的行可输入命令，没有符号 “>>” 的行显示结果。

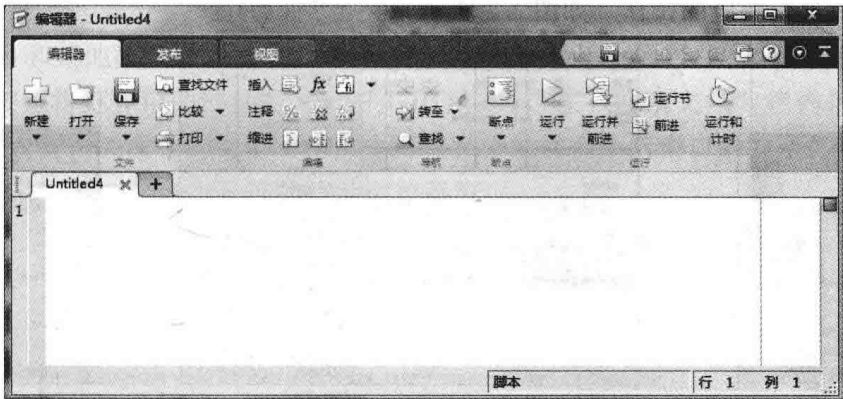


图 1-2 编辑器窗体

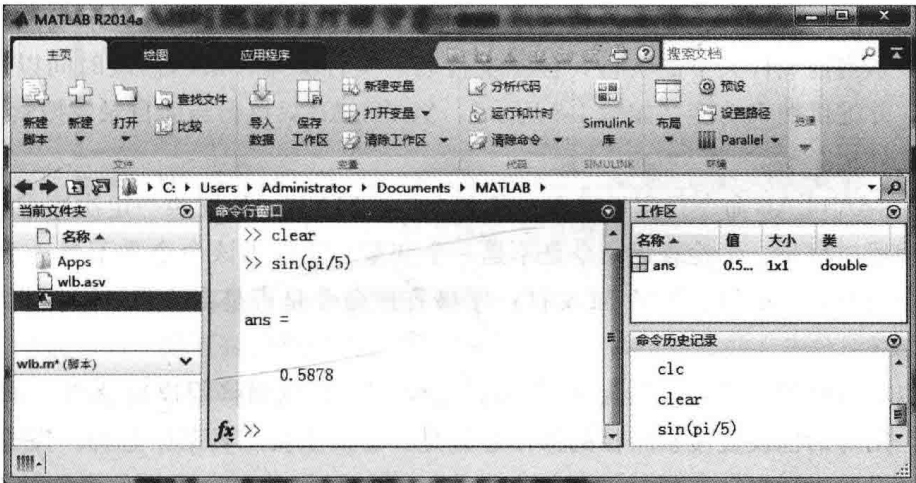


图 1-3 命令行窗口中输入命令

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 “↑” 可用于调出前一个命令行，“↓” 可调出后一个命令行，这样避免了重新输入的麻烦。当某命令记忆不清时，输入若干首字母并按下 “Tab” 键，可用于联想该命令的提示。

3) 命令历史记录 (Command History) 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 指令窗口中运行过的所有指令行，窗口右上角的下拉式菜单提供了不同的快捷操作命令 (如图 1-4 所示)。这些指令行记录可以被复制到指令窗口中再运行，从而减少了重新输入的麻烦。选中该窗口中的任一指令记录，然后单击鼠标右键，则可根据菜单进行相应操作。或者双击某一行命令，也可在命令行窗口中执行该命令 (如图 1-5 所示)。

4) 工作区 (Workspace) 窗口。在工作区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，窗口右

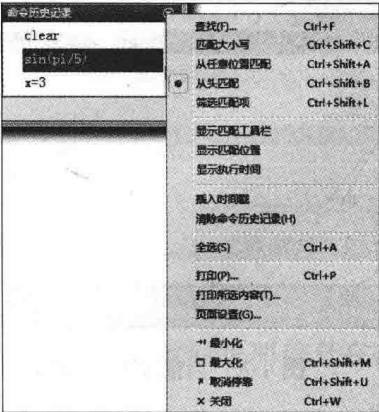


图 1-4 命令历史记录窗口下拉菜单