

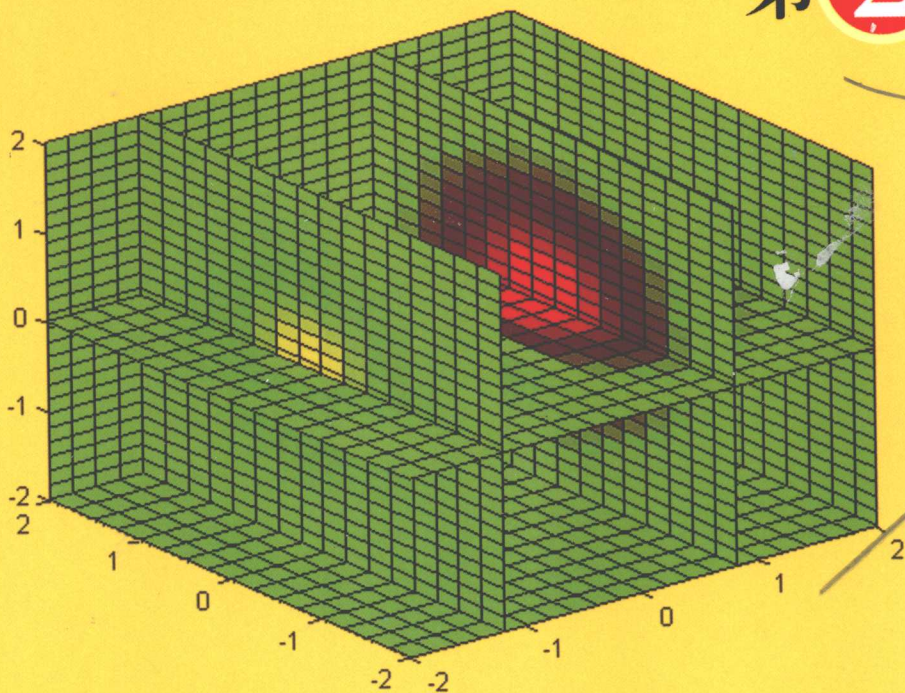
MATLAB 工程应用书库

# MATLAB

## 概率与数理统计分析

何正风 等编著

第2版



网上提供源代码下载  
[www.cmpbook.com](http://www.cmpbook.com)

- 合理、完善的知识体系结构
- 内容丰富，重点突出，应用性强
- 免费提供相关程序源代码下载
- 深入、详细剖析 MATLAB 工程应用技术



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

021/430

2012

MATLAB 工程应用书库

# MATLAB 概率与数理统计分析

第2版

何正风 等编著

北方工业大学图书馆



C00268023



机械工业出版社

MATLAB 是一款优秀的数学计算软件,在各工程领域中应用都十分广泛。本书以 MATLAB R2011a 为基础,在第 1 版的基础上进一步介绍了 MATLAB 的概率与数理统计分析。本书以概率与数理统计的基本原理为线索,以 MATLAB 为辅助条件,分别介绍了概率与数理统计概述、统计估计、假设检验、方差分析、回归分析、正交试验分析、聚类分析、判别分析和多元数据相关分析等内容,理论与实践相结合,向读者演示了 MATLAB 在数理统计中的应用。

本书可以作为广大在校本科生和研究生的学习用书,也可以作为广大科研人员、学者、工程技术人员的参考用书。

## 图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 概率与数理统计分析 / 何正风等编著. —2 版. —北京:机械工业出版社, 2012.3

(MATLAB 工程应用书库)

ISBN 978-7-111-37626-2

I. ①M… II. ①何… III. ①概率论—统计分析—计算机辅助计算—软件包, MATLAB②数理统计—统计分析—计算机辅助计算—软件包, MATLAB IV. ①021-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 035374 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:丁 诚 张淑谦

责任编辑:张淑谦 马 超

责任印制:杨 曦

保定市中国画美凯印刷有限公司印刷

2012 年 5 月第 2 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·25.75 印张·638 千字

0001-4000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-37626-2

定价:59.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

# 前 言

MATLAB 是一种工程计算的高级语言。美国的 MathWorks 公司自 1984 年推出它的 DOS 版本后，又推出了它的 Windows 版本，并且不断推出更新版本，使 MATLAB 的涵盖领域越来越广。到目前为止，已经包括仿真工具 Simulink 及其他（如自动控制、信号处理、图像处理、神经网络、模式识别、小波分析、数理统计、生物信息等）30 多个工具箱。由于其灵活的编程方法和极高的编程效率，加上其在用户界面和功能上的不断扩展，日益受到广大高校师生和科研人员的青睐。

MATLAB R2011a 作为 MathWorks 公司开发的用于概念设计、算法开发、建模仿真、实时实现的理想的集成环境，是目前较好的科学计算类软件。2011 年 4 月，MATLAB R2011a 正式发行，该版本包括 MATLAB 和 Simulink 的新功能、两种新产品以及对 81 种其他产品的更新和缺陷修复程序。

MATLAB 产品系列新增重要功能有如下几个方面：

- 改进了 MATLAB 中许多线性代数函数的性能。
- Optimization Toolbox（优化工具箱）中针对二次规划的大规模内点求解器，可对二次规划进行解算。
- Financial Toolbox（金融工具箱）中包括面向对象的投资组合优化求解器，并附带周转率和交易成本。
- Econometrics Toolbox（计量经济学工具箱）中的 Engle-Granger 和 Johansen 共整测试，以及 VEC 参数估计。
- MATLAB Compiler（编译器）使用 Parallel Computing Toolbox（并行计算工具箱）生成的可执行程序 and 组件最多可使用 8 个本地 worker。

新增了可用于在 MATLAB 和 Simulink 中进行设计的系统工具箱：

- DSP System Toolbox™ 产品，结合了 Signal Processing Blockset（信号处理模块）与 Filter Design Toolbox（滤波器设计工具箱）功能。
- Communications System Toolbox（通信系统工具箱）产品，结合了 Communications Toolbox（通信工具箱）与 Communications Blockset（通信模块）功能。
- Computer Vision System Toolbox（计算机视觉系统工具箱）产品，集成了 Video and Image Processing Blockset（视频和图像处理模块）的功能，并添加了新的计算机视觉算法。
- Phased Array System Toolbox（相控阵系统工具箱）产品，用于设计、仿真和分析相控阵信号处理系统。

新增代码生成产品如下：

- MATLAB Coder（MATLAB 编译器）产品，可直接从 MATLAB 生成可移植 C/C++ 代码。
- Simulink Coder（Simulink 编译器）产品，结合了 Real-Time Workshop 与 Stateflow

Coder 的功能。

- Embedded Coder (嵌入式编译器) 产品, 结合了 Real-Time Workshop Embedded Coder、Embedded IDE Link 与 Target Support Package 功能。

Simulink 产品系列重要功能包括以下几个方面:

- 信号记录选择器, 能在各模型间比较仿真结果, 并在 Simulink 中运行。
- 可在 Simulink Report Generator 中对来自 XML 文本比较的 Simulink 模型进行合并。
- 对 Simulink HDL Coder、EDA Simulator Link 与 xPC Target 中的 Xilinx 设备提供 FPGA 在环、可自定义 I/O 和板卡支持。
- 可使用 SimDriveline 中的 Simscape 语言进行自定义组件编写。
- 可使用 Simulink Design Verifier (Simulink 设计验证) 中的 Polyspace 技术自动检测溢出、除零设计错误。

MATLAB 开放的产品体系使 MATLAB 成为诸多领域的开发首选软件, 并且 MATLAB 还具有 500 余家第三方合作伙伴, 分布在科学计算、机械动力、化工、计算机通信、汽车、金融等领域。接口方式包括联合建模、数据共享、开发流程衔接等。为了更好地适应高等学校培养高等技术应用型人才的需要, 提高学生的基本素质和教学质量, 解决高等学校《概率与统计》理论课与实践课相结合的问题, 编者根据高等院校对数学教学的基本要求, 应用数学与专业相融, 基础数学为专业服务和以应用为目的, 以必需、够用为度的基本原则, 在多年从事高等教育教学实践的基础上, 在《MATLAB 概率与数理统计分析》基础上扩展编写了《MATLAB 概率与数理统计分析 (第 2 版)》。

本书介绍了概率与数理统计的基本原理、典型应用, 以及使用 MATLAB 在实际工程中进行概率与统计分析的基本方法。本书共分 10 章。第 1 章介绍了 MATLAB 概况, 主要包括 MATLAB 特点、MATLAB 基本特色及 MATLAB 集成环境等内容; 第 2 章介绍了概率与数理统计, 主要包括概率论基础、事件及运算、随机变量数字特征等内容; 第 3 章介绍了统计估计, 主要包括统计图绘制、统计工序管理图、核密度估计等内容; 第 4 章介绍了假设检验, 主要包括假设基本概述、统计检验、异常值检验等内容; 第 5 章介绍了方差分析, 主要包括单因素一元方差分析、双因素等重复试验方差分析、双因素无重复试验方差分析等内容; 第 6 章介绍了回归分析, 主要包括一元线性回归分析、一元非线性回归分析、多元回归线性分析等内容; 第 7 章介绍了正交试验分析, 主要包括正交试验的极差分析、正交试验方差分析等内容; 第 8 章介绍了聚类分析, 主要包括聚类分析基本概述、聚类距离与相似系数、系统聚类法等内容; 第 9 章介绍了判别分析, 主要包括距离判别分析、贝叶斯判别分析、Fisher 判别分析等内容; 第 10 章介绍了多元数据相关分析, 主要包括主成分分析、主成分分析函数等内容。

编写《MATLAB 概率与数理统计分析 (第 2 版)》时注重了以下几个方面:

1) 注意概率与统计的基本概念。在阐述某一统计概念方法时, 一般是从具体实例开始引出相关内容, 或是以具体实例结束相关内容。

2) 本书在重视公式和定理推导的同时, 也重视 MATLAB 应用于概率与数理统计方法时的简单性、实用性和可操作性。目前, 概率与数理统计几乎遍及各个领域, 成为解决实际问题的重要工具。因此, 本书充实了许多应用性内容, 使读者做到学以致用。

3) 突出了知识的技能化和应用意识的养成。通过对本书的学习, 读者不仅可以掌握概

率与数理统计的内容，同时也可以初步掌握 MATLAB 数据处理的基本方法和技巧，更可进一步应用 MATLAB 软件解决概率与数理统计在工程上的问题。

本书主要由何正风编写，参与编写的还有张德丰、周品、赵新芬、赵书兰、余俊渠、刘志为、张欢、丁伟雄、杨文茵、周燕、崔如春和杨跃武。由于我们水平有限，书中难免存在不足之外，敬请读者批评指正，以便再版时修订。



# 目 录

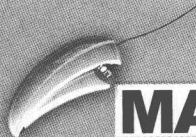
前言

第 1 章	MATLAB 简介 .....	1
1.1	MATLAB 概述 .....	1
1.1.1	MATLAB 的特点 .....	1
1.1.2	MATLAB 常用工具箱 .....	2
1.2	MATLAB 的基本特色 .....	3
1.2.1	常量与变量 .....	3
1.2.2	基本函数 .....	7
1.3	MATLAB 集成环境 .....	19
1.3.1	MATLAB 主菜单及功能 .....	21
1.3.2	命令窗口 .....	24
1.3.3	工作空间 .....	26
1.4	MATLAB 帮助文档 .....	28
1.4.1	命令行帮助 .....	28
1.4.2	系统演示 .....	31
第 2 章	概率与数理统计概述 .....	32
2.1	概率论基础 .....	32
2.1.1	随机事件与概率 .....	32
2.1.2	概率 .....	33
2.1.3	随机变量及分布 .....	37
2.1.4	排列与组合 .....	38
2.1.5	正态分布 .....	40
2.1.6	变量观测及数据 .....	41
2.2	事件及运算 .....	43
2.3	随机变量及其分布 .....	48
2.3.1	总体样本 .....	48
2.3.2	随机数生成 .....	49
2.3.3	统计量 .....	55
2.4	随机变量数字特征 .....	56
2.4.1	数学期望 .....	56
2.4.2	边缘分布的期望与方差 .....	58
2.4.3	协方差 .....	58
2.4.4	相关系数 .....	60
2.4.5	矩与协方差矩阵 .....	61
2.5	常用分布随机数 .....	65



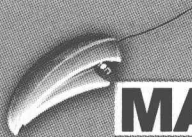
2.5.1	经验分布 .....	65
2.5.2	任意指定区间上的均匀分布 .....	67
2.5.3	三角分布 .....	68
2.5.4	$T$ 分布 .....	69
2.5.5	Beta 分布 .....	70
2.5.6	二项分布 .....	70
2.5.7	负二项分布 .....	71
2.5.8	$\chi^2$ 分布 .....	72
2.5.9	指数分布 .....	74
2.5.10	正态分布 .....	75
2.5.11	几何分布 .....	77
2.5.12	超几何分布 .....	78
2.5.13	泊松分布 .....	79
2.5.14	F 分布 .....	81
2.5.15	$t$ 分布 .....	82
2.5.16	正态总体的样本均值与样本方差的分布 .....	83
2.5.17	概率密度函数对比——直方图估计法 .....	86
2.6	强大数定律与中心极限定理 .....	88
2.6.1	切比雪夫不等式 .....	88
2.6.2	强大数定律 .....	88
2.6.3	中心极限定理 .....	93
<b>第 3 章</b>	<b>统计估计</b> .....	<b>98</b>
3.1	统计图绘制 .....	98
3.1.1	box (盒子) 图 .....	98
3.1.2	分布图 .....	100
3.1.3	频率直方图 .....	104
3.1.4	经验分布函数图 .....	105
3.1.5	误差条形图 .....	106
3.1.6	散度图 .....	107
3.1.7	交互图 .....	108
3.1.8	回归残差图 .....	110
3.1.9	参考线 .....	110
3.2	统计工序管理图 .....	111
3.2.1	工序能力图 .....	111
3.2.2	正态分布密度曲线 .....	112
3.3	点估计 .....	113
3.3.1	矩估计法 .....	113
3.3.2	极大似然估计法 .....	114
3.3.3	估计量的性能分析 .....	119





3.4	核密度估计 .....	122
3.4.1	经验密度函数 .....	122
3.4.2	核密度估计 .....	122
3.5	区间估计 .....	127
3.5.1	区间估计概述 .....	127
3.5.2	单正态总体参数的区间估计 .....	130
3.5.3	单侧置信区间 .....	133
<b>第4章</b>	<b>假设检验</b> .....	<b>135</b>
4.1	假设基本概念 .....	135
4.1.1	假设检验的逻辑 .....	135
4.1.2	假设检验的步骤 .....	137
4.1.3	检验的 $p$ 值 .....	138
4.1.4	假设检验错误与势函数 .....	140
4.1.5	假设检验与区间估计的关系 .....	141
4.2	统计检验 .....	143
4.2.1	统计检验的基本原理 .....	143
4.2.2	异常值检验 .....	144
4.3	分布检验 .....	145
4.3.1	$\chi^2$ 检验 .....	145
4.3.2	Jarque-Beran 检验 .....	148
4.3.3	Kolmogorov-Smirnov 检验 .....	151
4.3.4	Lilliefors 检验 .....	154
4.3.5	符号检验 .....	156
4.3.6	秩和检验 .....	157
4.3.7	中值检验 .....	159
4.4	单正态总体的假设检验 .....	160
4.4.1	总体标准差已知时的单个正态总体均值的 $U$ 检验 .....	160
4.4.2	总体标准差未知时的单个正态总体均值的 $t$ 检验 .....	162
4.4.3	总体均值未知时的单个正态总体方差的 $\chi^2$ 检验 .....	165
4.5	两正态总体参数的假设检验 .....	168
4.5.1	总体标准未知时的两个正态总体均值的比较 $t$ 检验 .....	168
4.5.2	总体均值未知时的两个正态总体方差的比较 $F$ 检验 .....	171
4.6	非正态总体参数的假设检验 .....	173
4.6.1	小样本检验 .....	173
4.6.2	大样本检验法 .....	178
<b>第5章</b>	<b>方差分析</b> .....	<b>182</b>
5.1	方差分析概述 .....	182
5.1.1	方差分析的假定条件和假设检验 .....	182
5.1.2	方差分析作用 .....	182

5.1.3	方差分析的基本思想 .....	183
5.1.4	方差分析的必要性 .....	184
5.2	单因素一元方差分析 .....	185
5.2.1	单因素一元试验的统计模型及检验法 .....	185
5.2.2	单因素一元方差多重比较 .....	191
5.2.3	单因素一元方差齐性检验 .....	193
5.2.4	单因素一元方差误差估计 .....	195
5.2.5	单因素一元方差的 MATLAB 实现 .....	197
5.2.6	编写方差分析表 .....	204
5.3	双因素等重复试验方差分析 .....	205
5.3.1	双因素等重复试验方差分析概述 .....	206
5.3.2	编写双因素等重复试验方差分析表 .....	212
5.4	双因素无重复试验方差分析 .....	214
5.4.1	双因素无重复试验方差分析概述 .....	214
5.4.2	双因素无重复试验方差分析的 MATLAB 实现 .....	217
5.4.3	编写双因素无重复试验方差分析表 .....	217
5.5	多因素一元方差分析 .....	218
5.5.1	多因素一元方差分析的 MATLAB 实现 .....	218
5.5.2	编写多因素一元方差分析表 .....	228
5.6	单因素多元方差分析 .....	230
5.7	非参数方差分析 .....	232
5.7.1	Kruskal-Wallis 检验 .....	233
5.7.2	Friedman 检验 .....	237
第 6 章	回归分析 .....	240
6.1	回归分析概述 .....	240
6.1.1	回归分析的基本概念 .....	240
6.1.2	回归分析的基本定义 .....	241
6.1.3	回归分析的内容 .....	241
6.2	一元线性回归分析 .....	242
6.2.1	一元线性回归分析的基本定义 .....	242
6.2.2	未知参数估计 .....	242
6.2.3	回归方程显著性检验 .....	244
6.2.4	regress 函数实现一元线性回归分析 .....	247
6.2.5	regstats 函数实现一元线性回归分析 .....	256
6.2.6	robustfit 函数实现稳健回归分析 .....	260
6.3	一元非线性回归分析 .....	263
6.3.1	一元非线性回归分析模型 .....	263
6.3.2	nlinfilt 函数实现一元非线性回归分析 .....	265
6.3.3	cftool 函数实现一元非线性回归分析 .....	269



6.4	多元回归线性分析 .....	275
6.4.1	多元回归线性分析的基本定义 .....	275
6.4.2	以矩阵形式表示多元线性回归分析 .....	275
6.4.3	未知参数估计 .....	276
6.4.4	误差方差 $\sigma^2$ 的估计 .....	277
6.4.5	有关的统计推断 .....	277
6.4.6	regress 函数实现多元回归分析 .....	281
6.4.7	自编 reglm 函数实现多元回归分析 .....	288
6.4.8	逐步回归法 .....	292
6.5	部分最小二乘回归分析 .....	297
6.5.1	部分最小二乘回归分析的基本思想 .....	298
6.5.2	部分最小二乘回归分析的实现 .....	299
<b>第 7 章</b>	<b>正交试验分析</b> .....	<b>303</b>
7.1	正交试验极差分析 .....	303
7.1.1	正交试验极差分析概述 .....	306
7.1.2	正交试验极差分析的 MATLAB 实现 .....	309
7.2	正交试验方差分析 .....	311
7.2.1	正交试验方差分析概述 .....	311
7.2.2	正交试验方差分析的 MATLAB 实现 .....	315
7.3	交互作用的正交试验分析 .....	317
7.3.1	交互作用的正交试验设计 .....	317
7.3.2	交互作用的正交试验原则 .....	318
7.3.3	交互作用的正交试验的 MATLAB 实现 .....	319
<b>第 8 章</b>	<b>聚类分析</b> .....	<b>322</b>
8.1	聚类分析基本概述 .....	322
8.1.1	聚类分析的概念 .....	322
8.1.2	聚类分析的应用 .....	322
8.1.3	聚类分析基于模型的方法 .....	323
8.2	聚类距离与相似系数 .....	323
8.2.1	变量类型 .....	324
8.2.2	距离 .....	324
8.2.3	相似系数 .....	324
8.3	系统聚类法 .....	325
8.3.1	系统聚类法基本介绍 .....	325
8.3.2	实现聚类法的函数 .....	328
8.3.3	系统聚类法的 MATLAB 实现 .....	337
8.4	K 均值聚类法 .....	345
8.4.1	K 均值聚类法概述 .....	345
8.4.2	K 均值聚类法的函数 .....	346

8.4.3 K 均值聚类法的 MATLAB 实现 .....	349
8.5 模糊 C 均值聚类法 .....	351
8.5.1 模糊 C 均值聚类法概述 .....	351
8.5.2 模糊 C 均值聚类法的函数 .....	353
8.5.3 模糊 C 均值聚类法的 MATLAB 实现 .....	354
<b>第 9 章 判别分析</b> .....	<b>359</b>
9.1 判别分析的基本思想及意义 .....	359
9.2 距离判别分析 .....	360
9.2.1 距离判别分析概述 .....	360
9.2.2 距离判别分析的函数 .....	363
9.2.3 距离判别分析的 MATLAB 实现 .....	366
9.3 贝叶斯判别分析 .....	371
9.3.1 贝叶斯判别分析概述 .....	371
9.3.2 贝叶斯判别分析的 MATLAB 实现 .....	371
9.4 Fisher 判别分析 .....	376
9.4.1 Fisher 判别分析概述 .....	376
9.4.2 Fisher 判别分析的 MATLAB 实现 .....	377
<b>第 10 章 多元数据相关分析</b> .....	<b>378</b>
10.1 主成分分析 .....	378
10.1.1 主成分分析简介 .....	378
10.1.2 主成分分析算法步骤 .....	378
10.2 主成分分析函数 .....	381
10.2.1 barttest 函数及其实现 .....	381
10.2.2 pcacov 函数及其实现 .....	382
10.2.3 princomp 函数及其实现 .....	384
10.2.4 pcares 函数及其实现 .....	395
10.3 典型相关分析 .....	396
10.3.1 典型相关分析概述 .....	396
10.3.2 典型相关分析的 MATLAB 实现 .....	397
<b>参考文献</b> .....	<b>400</b>

# 第1章 MATLAB 简介



MATLAB 全称 Matrix Laboratory, 是一个高性能的科学计算平台, 集成了数值计算、矩阵计算和图形绘制等众多功能。MATLAB 中问题的提出和解答只需按一般的数学方式表达和描述, 不需要大量原始而传统的编程过程, 因此它特别适用于研究、解决工程和数学问题。MATLAB 还具有易扩展性, 每个使用者都可以创造自己的应用程序, 并可能促进其发展。

## 1.1 MATLAB 概述

随着 Mathworks 公司的不断研究, MATLAB 语言已成为带有独特的数据结构、输入/输出、结构控制语句和函数, 并且是面向对象的高级语言。MATLAB 语言在工程计算方面具有优异的性能。它集计算、数据可视化和程序设计于一体, 并能将问题和解决方案以用户熟悉的数学符号表示出来。

### 1.1.1 MATLAB 的特点

MATLAB 的基本数据单位是矩阵, 它的指令表达式与数学、工程中常用的形式十分相似, 故用 MATLAB 来解算问题要比用 C 语言、Fortran 语言等完成相同的事情简便得多, 并且 MATLAB 也吸收了像 Maple 等软件的优点, 使 MATLAB 成为一个强大的数学软件。在新的版本中加入了 C、Fortran、C++、Java 的支持, 可以直接调用, 用户也可以将自己编写的实用程序导入到 MATLAB 函数库中方便自己以后调用, 此外, 许多 MATLAB 爱好者编写了一些经典的程序, 用户可以直接进行下载使用。

MATLAB 具有以下显著特点。

#### 1. 功能强大

##### (1) 运算功能强大

MATLAB 的数值运算要素不是单个数据, 而是矩阵, 每个元素都可看做复数, 运算包括加、减、乘、除等。

通过 MATLAB 的符号工具箱, 可以解决在数学、应用科学和工程计算领域中常常遇到的符号计算问题。

##### (2) 功能丰富的工具箱

大量针对各种专业应用的工具箱的提供, 使 MATLAB 适用于不同领域。

##### (3) 文字处理功能强大

MATLAB 的 Notebook 为用户提供了强大的文字处理功能, 允许用户从 Word 查看 MATLAB 的数值计算和可视化结果。

## 2. 人机界面友好, 编码效率高

### (1) 语言规则与笔算式相似

命令表达式方式与标准的数学表达式非常相近。

### (2) 采用解释方式工作

输入算式无须编译, 可立即得出结果, 如果有错也会立即给出出错信息, 便于编程者立即修改。

## 3. 强大而智能化的功能

1) 工程计算的结果可视化, 使原始数据间的关系更加清晰明了。

2) 多种坐标系。

3) 能绘制三维坐标中的曲线和曲面。

## 4. 可扩展性强

可扩展性包括基本部分和工具箱两大部分, 具有良好的可扩展性, 工具箱可以任意增减。

## 5. Simulink 动态仿真功能

MATLAB 的 Simulink 提供了动态仿真的功能, 用户通过绘制框图来模拟一个线性、非线性、连续或离散的系统, 通过 Simulink 能够仿真并分析该系统。

### 1.1.2 MATLAB 常用工具箱

MATLAB 包括拥有数百个内部函数的主包和三十几种工具箱。工具箱又可以分为功能工具箱和学科工具箱。功能工具箱用来扩充 MATLAB 的符号计算、可视化建模仿真、文字处理及实时控制等功能; 学科工具箱是专业性比较强的工具箱, 如控制工具箱、信号处理工具箱、通信工具箱等都属于此类。

开放性使 MATLAB 广受用户欢迎。除内部函数外, 所有 MATLAB 主包文件和各种工具箱都是可读、可修改的文件, 用户通过对源程序的修改或加入自己编写的程序构造新的专用工具箱。下面给出几种常用工具箱。

Matlab Main Toolbox——MATLAB 主工具箱

Control System Toolbox——控制系统工具箱

Communication Toolbox——通信工具箱

Financial Toolbox——金融工具箱

System Identification Toolbox——系统辨识工具箱

Fuzzy Logic Toolbox——模糊逻辑工具箱

Higher-Order Spectral Analysis Toolbox——高阶谱分析工具箱

Image Processing Toolbox——图像处理工具箱

Computer Vision System Toolbox——计算机视觉系统工具箱

LMI Control Toolbox——线性矩阵不等式控制工具箱

Model Predictive Control Toolbox——模型预测控制工具箱

$\mu$ -Analysis and Synthesis Toolbox—— $\mu$ -分析工具和合成箱

Neural Network Toolbox——神经网络工具箱

Optimization Toolbox——优化工具箱

Partial Differential Toolbox——偏微分方程工具箱

Robust Control Toolbox——鲁棒控制工具箱

Signal Processing Toolbox——信号处理工具箱

Spline Toolbox——样条工具箱

Statistics Toolbox——统计工具箱

Symbolic Math Toolbox——符号数学工具箱

Simulink Toolbox——动态仿真工具箱

Wavele Toolbox——小波工具箱

DSP System Toolbox——DSP 处理工具箱



## 1.2 MATLAB 的基本特色

MATLAB 提供了许多现成的默认常量及函数，下面分别进行介绍。

### 1.2.1 常量与变量

#### 1. 常量

常量是指那些在 MATLAB 中已经预先定义其数值的变量，默认常量见表 1-1。

表 1-1 MATLAB 默认常量

名 称	说 明
pi	圆周率 $\pi$
eps	浮点相对精度
exp	自然对数的底数 e
inf(或 INF)	无穷大
NaN(或 nan)	代表不定值 (即 0/0)
realmax	最大的正实数
realmin	最小的正实数
i(或 j)	虚数单位, 定义为 $\sqrt{-1}$
nargin	函数实际输入参数个数
nargout	函数实际输出参数个数
ANS(或 ans)	默认变量名, 以应答最近一次操作运算结果
lasterr	存放最新的错误信息
lastwarn	存放最新的警告信息

#### 2. 变量

变量是数值计算的基本单元。与 C 语言等其他高级语言不同, MATLAB 语言中的变量无须事先定义, 一个变量以其名称在语句命令中第一次合法出现而定义, 运算表达式变量中不允许有未定义的变量; MATLAB 也不需要预先定义变量的类型, 它会自动生成变量, 并根据变量的操作确定其类型。

## (1) MATLAB 变量的命名规则

- 变量名区分大小写，因此  $X$  与  $x$  表示的是不同的变量。
- 变量名以英文字母开头，第一个字母后可以使用字母、数字和下划线，但不能使用空格和标点符号。
- 变量名长度不得超过 64 位，超过的部分将被忽略。
- 某些常量也可作为变量使用，如  $i$  (或  $j$ ) 在 MATLAB 中表示虚数单位，但也可以作为变量使用。

## (2) 变量显示精度

任何 MATLAB 语句的执行结果都可以在屏幕上显示，同时赋值给指定的变量，没有指定变量时，MATLAB 将结果赋值给一个特殊的变量 *ans*。数据的显示格式由 `format` 命令控制。`format` 只是影响结果的显示，不影响其计算与存储。MATLAB 总是以双字长浮点数（双精度）来执行所有的运算。如果结果为整数，则显示没有小数；如果不是整数，则输出形式见表 1-2。

表 1-2 MATLAB 的数据显示格式

格 式	说 明
<code>format short</code>	短格式（5 位定点数，其为默认形式）
<code>format long</code>	长格式（15 位定点数）
<code>format short e</code>	短格式 e 方式
<code>format long e</code>	长格式 e 方式
<code>format short g</code>	从 <code>format short</code> 和 <code>format short e</code> 中自动选择最佳输出方式
<code>format long g</code>	从 <code>format long</code> 和 <code>format long e</code> 中自动选择最佳输出方式
<code>format rat</code>	近似有理数表示
<code>format hex</code>	十六进制表示
<code>format +</code>	正数、负数、零分别用+、-、空格表示
<code>format bank</code>	钱币格式，用元、角、分表示
<code>format compact</code>	输出变量之间没有空行
<code>format loose</code>	输出变量之间有空行

如果输出矩阵的每个元素都是纯整数，MATLAB 就用不加小数点的纯整数格式显示结果。只要矩阵中有一个元素不是纯整数，MATLAB 将按当前的输出格式显示计算结果。

**【例 1-1】** 根据不同的输出精度，显示  $\pi$  的输出形式。

```
>> pi
ans =
    3.1416
>> format long
>> pi
ans =
    3.141592653589793
>> format long e
>> pi
```



```
ans =
    3.141592653589793e+000
>> format long g
>> pi
ans =
    3.14159265358979
>> format rat
>> pi
ans =
    355/113
>> format bank
>> pi
ans =
    3.14
```

### (3) 变量的存储

MATLAB 提供 save 函数用于将 MATLAB 中的变量存储到磁盘文件中。

1) save(filename): 将工作空间中的全部变量存储到 filename.mat 文件中, 如果省略 filename 选项则存入文件 MATLAB.mat 中。

2) save(filename, variables): 将 variables 指出的变量存入文件 filename.mat 中。

3) save(filename, '-struct', structName, fieldNames): 将结构变量名及结构变量域以结构形式存入到 filename.mat 中。

MATLAB 提供 load 函数用于将变量从磁盘文件读入到 MATLAB 工作空间中。

1) S = load(filename): 将 filename 指定的磁盘文件中的数据依次读入名称与 filename 相同的工作空间中的变量中。

2) S = load(filename, variables): 从指定的磁盘 filename.mat 文件中的变量 variables 读入到 MATLAB 工作空间中。

3) S = load(filename, '-ascii'): 以-ascii 形式将 filename 中的变量读入到 MATLAB 工作空间中。

4) S = load(...): 从 MATLAB.mat 中读入所有数据。

MATLAB 提供 clear 函数用于清除工作空间中的变量。

1) clear: 默认清除 MATLAB 工作空间中当前的所有变量。

2) clear name: 清除 MATLAB 工作空间中当前指定的变量 name。

3) clear name1 name2 name3...或 clear('name1','name2','name3',...): 清除 MATLAB 工作空间中指定的 name1 name2 name3...变量。

4) clear keyword: 清除工作空间中的关键字。

#### 【例 1-2】 数据的存储。

```
>> clear all;
x=[3 -5];           %输入数据
mkdir('c:\', 'example_dir'); %在 c 盘上创建目录 example_dir
cd c:\example_dir   %让 c:\example_dir 成为当前目录
```