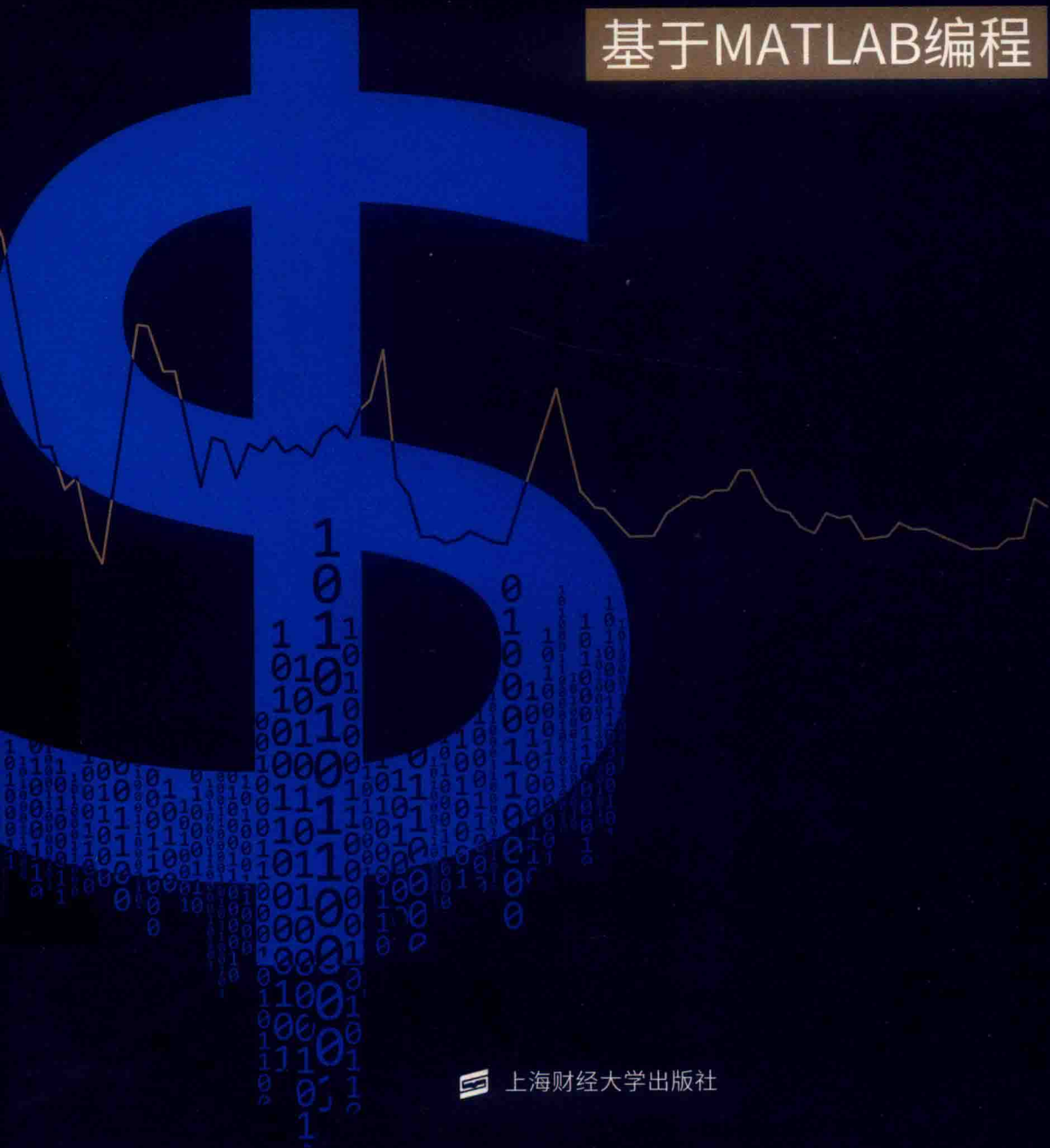


# 金融风险管理

## 知识与应用

基于MATLAB编程



# 金融风险**管理**

## 知识与应用

基于MATLAB编程

高顿财经研究院 | 组编

徐望 | 编著

## 图书在版编目(CIP)数据

金融风险管理知识与应用:基于 MATLAB 编程/徐望编著.—上海:上海财经大学出版社,2019.7

ISBN 978-7-5642-3270-2/F·3270

I.①金… II.①徐… III.①金融风险—风险管理—Matlab 软件

IV.①F830.9-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 087180 号

责任编辑:温涌 黄荟

## 金融风险管理知识与应用:基于 MATLAB 编程

著 者:高顿财经研究院 组编

徐 望 编著

出版发行:上海财经大学出版社

地 址:上海市中山北一路 369 号(邮编 200083)

网 址:<http://www.sufep.com>

经 销:全国新华书店

印刷装订:上海新文印刷厂

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:29.5

字 数:733 千字

版 次:2019 年 7 月第 1 版

印 次:2019 年 7 月第 1 次印刷

定 价:79.00 元

## 前言

“金融”+“科技”衍生出的金融风险管理新形态,要求金融科技人才同时具备金融知识和编程开发能力。

金融风险管理涵盖投资组合理论、数量分析、固定收益、期权、市场风险、信用风险和操作风险管理等众多领域。

MATLAB 以它简洁易学的语法、友好的界面和完善的文档系统、成熟的工具箱、大量交互式应用程序和更快的运行速度,为金融数量分析提供了强有力的支持。大学理工科专业一般都开设了 MATLAB 相关课程。由于 MATLAB 具有强大的金融产品定价和风险管理功能,全球超过 2 000 家金融机构选择使用 MATLAB 进行资产管理和投资分析。

本书将理论教学和实验教学相结合,以美国金融风险管理师(FRM)课程体系为基本框架,对金融风险管理的基础理论知识给出了详细讲解和例题分析,绝大多数例题还给出了 MATLAB 的编程实现方法。“理论—例题—代码”的知识结构,一方面有助于读者掌握金融风险管理的基本原理和方法,另一方面有助于读者以理论联系实际,培养自己动手编程进行金融风险管理的实践能力。

本书的主要功能:运用 MATLAB 进行金融风险管理的参考用书。

本书的读者对象:投资和风险管理岗位相关人员(金融风险管理师、量化分析师、金融产品经理、投资组合经理等),FRM 考试学员,特许金融分析师(CFA)考试学员等。

由于作者水平有限,若书中出现不当之处,恳请读者批评指正。作者电子邮箱:fayxu@126.com。

## 目录

## 第一部分

## MATLAB 编程基础

第一章	<b>MATLAB 基础知识</b>	
	第一节 MATLAB 概述	003
	第二节 MATLAB、Python 和 R 语言的比较	003
	第三节 MATLAB 金融工具箱	004
	第四节 使用 MATLAB 的主要金融机构	004
	第五节 MATLAB 操作界面	004
第二章	<b>MATLAB 数值计算</b>	
	第一节 数据类型与变量	007
	第二节 矩阵的定义和运算	011
第三章	<b>MATLAB 编程</b>	
	第一节 MATLAB 编程概述	019
	第二节 MATLAB 语言的流程控制	019
	第三节 MATLAB 函数调用	021
	第四节 MATLAB 程序调试	022
第四章	<b>MATLAB 绘图基础</b>	
	第一节 二维图形绘制	024
	第二节 三维图形绘制	025
第五章	<b>数据的导入与输出</b>	
	第一节 从 TXT 文件中读取数据	029
	第二节 向 TXT 文件写入数据	029
	第三节 从 Excel 文件中读取数据	030
	第四节 向 Excel 文件写入数据	030
	第五节 从新浪财经获取股票实时数据	031
	第六节 从腾讯股票接口获取股票历史数据	033

## 第二部分

# 风险管理基础

<b>第六章</b>	<b>风险管理基础</b>	
	第一节 风险管理的基本概念	037
	第二节 风险的类别	038
	第三节 风险对冲的利弊	040
	第四节 风险对冲的流程	040
<b>第七章</b>	<b>现代投资组合管理</b>	
	第一节 马科维茨投资组合理论	042
	第二节 资本资产定价模型(Capital Asset Pricing Model, CAPM)	045
	第三节 应用 CAPM 模型进行绩效评估	050
	第四节 因素模型	053
	第五节 套利定价理论	054
	第六节 投资组合管理与 MATLAB 编程	055

## 第三部分

# 数量分析

<b>第八章</b>	<b>描述性统计量</b>	
	第一节 中心趋势	069
	第二节 离散程度	069
	第三节 偏度与峰度(Skewness and Kurtosis)	070
	第四节 描述性统计量的 MATLAB 编程	072
<b>第九章</b>	<b>概率分布</b>	
	第一节 离散分布	074
	第二节 连续分布	075
	第三节 抽样分布	078
	第四节 概率密度和分布的 MATLAB 编程	080
<b>第十章</b>	<b>参数估计与假设检验</b>	
	第一节 总体与样本	082
	第二节 独立同分布中心极限定理(I.I.D Central Limit Theorem)	082
	第三节 点估计与区间估计	083
	第四节 假设检验(Hypothesis Test)	087

	第五节	正态总体参数的假设检验	089
	第六节	假设检验的 MATLAB 编程	094
第十一章	<b>一元线性回归</b>		
	第一节	线性回归的基本思想	097
	第二节	最小二乘法 (Ordinary Least Squares, OLS)	098
	第三节	回归系数的检验	100
	第四节	异方差 (Heteroskedasticity)	101
	第五节	一元线性回归的 MATLAB 编程	103
第十二章	<b>多元线性回归</b>		
	第一节	多元线性回归模型	108
	第二节	多元线性回归模型的假设条件	108
	第三节	多元线性回归的普通最小二乘法估计	108
	第四节	多元线性回归的拟合优度	109
	第五节	多重共线性	109
	第六节	遗漏变量偏误 (Omitted Variable Bias)	110
	第七节	多元线性回归的假设检验	111
	第八节	多元线性回归的 MATLAB 编程	112
第十三章	<b>时间序列分析</b>		
	第一节	时间序列的成分和预测方法	114
	第二节	模型选择的评估	115
	第三节	趋势预测	117
	第四节	季节性因素的建模	117
	第五节	确定性时间序列分析的 MATLAB 编程	119
第十四章	<b>随机性平稳时间序列的 ARMA 模型</b>		
	第一节	ARMA 模型的特点	124
	第二节	滞后算子与差分算子 (Lag Operator & Difference Operator)	125
	第三节	协方差平稳 (Covariance Stationary)	125
	第四节	白噪声	126
	第五节	平稳时间序列的随机模型分析	127
	第六节	Wold 定理	129
	第七节	自相关函数与偏相关函数的定义	130
	第八节	随机模型的自相关函数与偏相关函数估计	131
	第九节	ARMA 时间序列的建模	134
	第十节	ARMA 模型构建及 MATLAB 编程	135
第十五章	<b>Copula 函数与相关性</b>		
	第一节	二维正态分布	144

	第二节	因子模型 (Factor Model)	144
	第三节	Copula 函数	145
	第四节	基于 Copula 函数的相关性测度	147
	第五节	相关系数计算的 MATLAB 编程	151
	第六节	Copula 函数的 MATLAB 编程	154
<b>第十六章</b>		<b>蒙特卡洛模拟</b>	
	第一节	蒙特卡洛模拟	158
	第二节	方差缩减技术 (Variance Reduction Techniques)	159
	第三节	自助法 (Bootstrapping)	160
	第四节	伪随机数生成过程	161
	第五节	蒙特卡洛模拟与 MATLAB 编程	161

## 第四部分 金融市场与产品

<b>第十七章</b>		<b>金融市场与产品概述</b>	
	第一节	衍生品交易场所	167
	第二节	衍生品类型	167
	第三节	衍生品的风险	169
<b>第十八章</b>		<b>远期合约</b>	
	第一节	背景知识	170
	第二节	远期合约的定价	170
<b>第十九章</b>		<b>期货合约</b>	
	第一节	期货合约主要条款	173
	第二节	期货合约交易的相关制度	174
	第三节	期货合约的定价	175
	第四节	期货合约的对冲策略	176
	第五节	期货对冲数量	177
	第六节	股指期货对冲	179
	第七节	滚动对冲策略	180
<b>第二十章</b>		<b>利率与利率期货</b>	
	第一节	利率的类型	182
	第二节	远期利率协议	183
	第三节	传统利率期限结构理论	183
	第四节	动态利率期限结构模型	184
	第五节	美国国债期货	187
	第六节	欧洲美元期货	188
	第七节	动态利率期限结构的 MATLAB 编程	189

第二十一章	<b>互换</b>	
	第一节 利率互换(Interest Rate Swap)	196
	第二节 货币互换(Currency Swap)	199
	第三节 互换定价的 MATLAB 编程	201
第二十二章	<b>期权</b>	
	第一节 基本概念	204
	第二节 期权到期时的价值	205
	第三节 期权价格上下限	207
	第四节 看涨与看跌期权的平价关系	208
第二十三章	<b>期权交易策略</b>	
	第一节 对冲策略	209
	第二节 价差策略(Spread Strategy)	210
	第三节 组合策略(Combination Strategy)	213
	第四节 期权交易策略的 MATLAB 编程	217
第二十四章	<b>奇异期权</b>	
	第一节 标准期权与奇异期权	230
	第二节 路径依赖期权(Path-Dependent Option)	230
	第三节 多因子期权(Multi-Factor Option)	233
	第四节 其他期权	234
	第五节 奇异期权的定价与 MATLAB 编程	236
第二十五章	<b>外汇风险</b>	
	第一节 外汇风险	246
	第二节 外汇汇率	246
	第三节 利率平价公式(Interest Rate Parity)	246
	第四节 外汇交易风险与资产损失	248
	第五节 表内对冲和表外对冲	248
	第六节 名义利率与实际利率	249
第二十六章	<b>按揭贷款支持证券</b>	
	第一节 按揭贷款(Mortgage Loan)	250
	第二节 抵押支持债券	252
	第三节 RMBS 面临的主要风险	257
	第四节 MBS 的估值与定价	259
	第五节 基于 OAS 的 MBS 模拟定价实例	261
	第六节 MBS 的估值与定价的 MATLAB 编程	263

## 第五部分

# 估值与风险模型

第二十七章	<b>债券价格、贴现因子及套利</b>	
	第一节 债券的定价方法	267
	第二节 付息票国债和息票剥离国债	268
	第三节 一价定律与套利(One Price Law & Arbitrage)	269
	第四节 债券贴现因子(Discount Factor)	271
	第五节 净价、全价与应计利息	272
	第六节 天数计算惯例	274
	第七节 债券定价的 MATLAB 编程	275
第二十八章	<b>即期利率、远期利率与平价利率</b>	
	第一节 单利与复利	280
	第二节 即期利率、远期利率、平价利率与互换利率	280
	第三节 即期利率、远期利率和平价利率的关系	286
	第四节 债券利率期限结构的 MATLAB 编程	288
第二十九章	<b>回报率、利率差与收益率</b>	
	第一节 实际回报率	292
	第二节 利率差	293
	第三节 到期收益率	294
	第四节 收益率曲线与息票效应(Coupon Effect)	296
	第五节 回报率(Profit and Loss, P&L)分解	298
	第六节 债券收益计算的 MATLAB 编程	301
第三十章	<b>价格敏感性的单因素度量</b>	
	第一节 价格—利率的单因素模型	304
	第二节 基点价值(Dollar Value of a Basis Point, DV01)	304
	第三节 久期(Duration)	306
	第四节 凸度(Convexity)	309
	第五节 用久期和凸度估计债券价格变化	311
	第六节 衡量投资组合的价格敏感性	311
	第七节 构造哑铃型和子弹型债券组合	313
	第八节 债券的利率免疫分析	313
	第九节 债券敏感性计算的 MATLAB 编程	314
第三十一章	<b>价格敏感性的多因素度量和对冲</b>	
	第一节 关键利率基点价值和久期	318
	第二节 用关键利率基点价值对冲利率风险的 MATLAB 编程	321

第三十二章	<b>二叉树期权定价</b>	
	第一节 单步二叉树模型和无套利方法	325
	第二节 两步二叉树模型	327
	第三节 用二叉树对美式看跌期权定价	328
	第四节 选取 $u$ 和 $d$ 使得二叉树与波动率匹配	329
	第五节 二叉树的 MATLAB 编程	330
第三十三章	<b>Black-Scholes-Merton 模型</b>	
	第一节 股票价格的行为过程	333
	第二节 股票连续复利收益率的分布与期望	336
	第三节 BSM 模型	337
	第四节 考虑红利的欧式期权定价	339
	第五节 美式期权定价	341
	第六节 基于 BSM 模型的隐含波动率计算	342
	第七节 股票价格运动规律的 MATLAB 编程	343
	第八节 期权定价的 MATLAB 编程	346
	第九节 波动率估计的 MATLAB 编程	349
第三十四章	<b>期权的希腊字母</b>	
	第一节 期权的灵敏度测量	351
	第二节 Delta 值	351
	第三节 Gamma 值	354
	第四节 Vega 值	356
	第五节 Theta 值	358
	第六节 Rho 值	359
	第七节 动态 Delta 对冲	360
	第八节 希腊值的 MATLAB 编程	360
第三十五章	<b>市场风险度量与 VaR 估计</b>	
	第一节 资产收益率分布的肥尾与左偏	362
	第二节 VaR 的数学定义	362
	第三节 方差—协方差法	363
	第四节 时变波动率	365
	第五节 历史模拟法与综合法	367
	第六节 蒙特卡洛模拟法	370
	第七节 资产价值映射与 VaR 计算	372
	第八节 VaR 的回测 (BackTesting)	375
	第九节 一致性风险度量	377
	第十节 VaR 计算的 MATLAB 编程	379
第三十六章	<b>外部与内部信用评级</b>	
	第一节 外部信用评级	391
	第二节 影响外部评级的因素	392

	第三节	信用转移概率矩阵	393
	第四节	信用评级对债券和股票价格的影响	395
	第五节	内部评级	395
	第六节	内部评级法和外部评级法的比较	397
	第七节	信用等级转移矩阵的估计	397
	第八节	违约概率的估计	399
	第九节	信用等级转移矩阵估计的 MATLAB 编程	402
	第十节	违约率估计的 MATLAB 编程	406
<b>第三十七章</b>	<b>信用风险度量</b>		
	第一节	信用风险的基本参数	412
	第二节	单笔贷款的预期和非预期损失	413
	第三节	贷款组合的预期和非预期损失	414
	第四节	组合信用风险度量与违约相关性估计	416
	第五节	组合信用风险的因子 Coplua 模型的 MATLAB 编程	419
<b>第三十八章</b>	<b>CreditMetrics 模型与 MATLAB 编程</b>		
	第一节	CreditMetrics 模型框架	421
	第二节	信贷资产风险值的编程实例	426
<b>第三十九章</b>	<b>操作风险度量</b>		
	第一节	操作风险的定义与分类	429
	第二节	操作风险资本金计量	430
	第三节	高级计量法的四个要素	432
	第四节	高级计量法的类型	433
	第五节	新标准化计量方法	436
	第六节	用蒙特卡洛法模拟损失分布的 MATLAB 编程	438
	第七节	SMA 法的 MATLAB 编程	439
<b>第四十章</b>	<b>压力测试</b>		
	第一节	压力测试的定义	442
	第二节	压力测试与在险价值的关系	442
	第三节	压力测试的方法	444
	第四节	压力测试的步骤	445
	第五节	基于 VaR 框架的压力测试	446
	第六节	压力 VaR (Stressed VaR)	446
	第七节	压力测试的优缺点	447
	第八节	信用风险压力测试	448
	第九节	市场风险压力测试	450
	第十节	操作风险压力测试	451
	第十一节	信用风险压力测试的 MATLAB 编程	452
	参考文献		457

第一部分 MATLAB 编程基础

本书主要介绍 MATLAB 的基本概念、基本操作、编程、图形用户界面设计、图像处理

M A T L A B

第一部分

# MATLAB编程基础

基础问题求解知识与应用——基于 MATLAB 编程



# 第一章 MATLAB 基础知识

本章介绍了 MATLAB 的特点、功能、操作窗口界面,并列举了 MATLAB 金融工具箱的种类。

## 第一节 MATLAB 概述

MATLAB 是美国 MathWorks 公司出品的商业数学软件,用于算法开发、数据可视化、数据分析以及数值计算的高级技术计算语言和交互式环境。在金融、经济以及量化交易领域,MATLAB 得到了广泛的应用。

MATLAB 的优点:

- (1) 人机界面友好;
- (2) 简单易学的编程语言;
- (3) 高效便捷的数组和矩阵运算;
- (4) 应用广泛的模块类与工具箱;
- (5) 实用的程序接口和发布平台;
- (6) 出色智能化的绘图功能。

在 MATLAB 环境下,用户可以集成程序设计、数值计算、图形绘制、输入输出、文件管理等多项操作。仅是基本的 MATLAB 产品就有 1 000 个以上的内部函数可供调用,这比其他任何工具提供的函数都要多。MATLAB 具有良好的开放性,可以很方便地连接到上海期货交易所开发的综合交易平台(Comprehensive Transaction Platform, CTP),进行商品期货交易和股指期货交易。MATLAB 在数学和统计模型处理上的高效和便捷,使得基于复杂模型的投资策略研发和回测更加高效。可以说,由于强大的功能,再加上本身比较简单易学,MATLAB 已成为高校师生、科研人员和工程技术人员的最佳选择。

## 第二节 MATLAB、Python 和 R 语言的比较<sup>[1]</sup>

通常我们需要用编程语言(例如 R)研发一个交易策略,在实盘交易时又要用另外的编程语言开发的模块(例如 C++、C#)进行交易。由于 MATLAB 运行速度比 C++、C#要慢一些,并不适合做高频交易,但相比于 R 和 Python,速度却是最快的。

R 语言实质上与 MATLAB 差不多,都是以矩阵处理为基础。MATLAB 提供了很多成熟的、组织良好的算法工具箱。R 语言有大量新的、高质量的算法包(Package)可用。R 语言的程序开发界面没有 MATLAB 的图形开发界面友好。在 MATLAB、Python 和 R 语言三种语言中,R 语言是最慢的,而且不能编译成 C 或 C++代码。

Python 是一种面向对象的解释型计算机程序设计语言。相比于 MATLAB,Python 的最大优势在于科学计算与建模。Python 是一门通用编程语言,实现科学计算功能的 numpy、scipy、matplotlib 只是 Python 的库和包而已。但如果做策略研究和数据分析,相比于 Python,MATLAB 则更有优势。MATLAB、Python 和 R 语言三种语言的比较见表 1.1。

表 1.1 三种编程语言的比较(☆☆☆表示最好)

	MATLAB	R	Python
便捷程度	☆☆☆	☆☆	☆☆
速度	☆☆☆	☆	☆☆
开发环境	☆☆☆	☆	☆☆☆
编译为 C/C++	☆☆☆	N/A	☆☆☆
与交易平台的连接	☆☆	☆☆	☆☆
对用户的支持	☆☆☆	N/A	N/A
价格	☆☆	☆☆☆	☆☆☆

### 第三节 MATLAB 金融工具箱

MATLAB 的一个主要特点是,它具有一组称为工具箱(Toolbox)的应用子程序。就金融领域来说,常用的工具箱有金融工具箱(Financial Toolbox)、金融衍生品工具箱(Financial Derivatives Toolbox)、固定收益工具箱(Fixed-Income Toolbox)、计量经济学工具箱(Econometrics Toolbox)、统计工具箱(Statistics Toolbox)、最优工具箱(Optimization ToolBox)和风险管理工具箱(Risk Management Toolbox)等。

MATLAB 的工具箱是一个函数库,每个函数就是一个金融问题的解决方案,如果把这些函数组合起来就变成一个程序,把程序集结起来就变成一个模块和系统。

MATLAB 提供了金融分析和金融工程的完整计算环境。在这些工具箱内,有一切我们需要的金融数据的数学和统计分析资料,以及显示结果的高品质图形。在传统的电子表格编程中,需要处理业务管理细目的所有类别、变量声明、数据类型、数据大小等,而利用 MATLAB 只要写出数学表达式就可以了。

### 第四节 使用 MATLAB 的主要金融机构

使用 MATLAB 的主要金融机构如下:世界货币基金组织、美国联邦储备委员会、高盛、摩根士丹利、美国三大评级机构、美国前十五大资产管理公司、美国前十大商业银行中的 9 家、美国前十五大对冲基金中的 12 家,以及经济合作与发展组织(Organization for Economic Co-operation and Development, OECD)国家 85% 的中央银行。

### 第五节 MATLAB 操作界面

MATLAB 操作界面见图 1.1,包括命令窗口、工作区窗口和文件编辑窗口等。

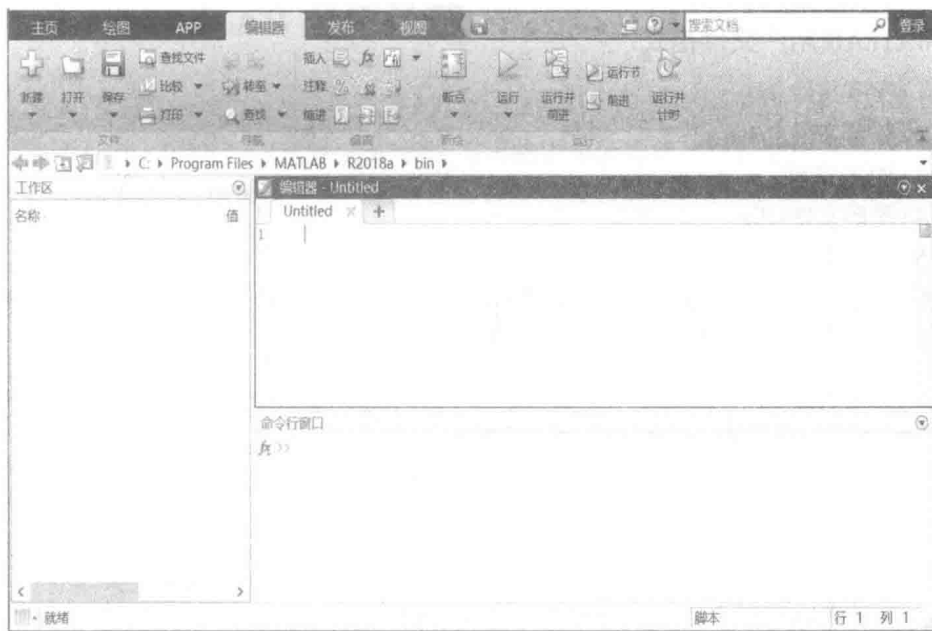


图 1.1 MATLAB 主窗口

### 一、M 文件编辑窗口

M 文件编辑/调试器不仅可以编辑 M 文件,而且可以对 M 文件进行交互式调试;不仅可以处理带 .m 扩展名的文件,而且可以阅读和编辑其他美国信息交换标准代码 (American Standard Code for Information Interchange, ASCII) 文件。

### 二、工作区窗口

用于显示所有 MATLAB 工作空间中的变量名、数据结构、类型、大小和字节数,还可以对变量进行观察、编辑、提取和保存。

### 三、命令行窗口

可键入各种 MATLAB 的命令、函数和表达式,并显示除图形外的所有运算结果。提示符为“>>”。

### 四、帮助窗口

选中选单“View”—“Help”,或选中选单“Help”—“MATLAB Help”可出现帮助窗口。MATLAB 为用户提供了非常丰富的帮助信息,如函数帮助、网络资源帮助等。帮助对于使用者来说意义重大,应得到足够的重视。