

MATLAB 工程应用书库

MATLAB 量化金融分析 基础与实战

马 萌 编著

机械工业出版社

本书是一本侧重于阐述 MATLAB 在量化金融分析领域功能的工具书。书中精选了量化金融分析领域常见的重要函数和模型加以介绍并配有示例, 以方便读者学习。本书涵盖了 MATLAB 基本知识、数据处理、Python 交互、金融建模、高效并发程序设计和报告生成的量化分析流程, 涉及量化投资中的多个重要算法, 包括技术指标、线性回归、非线性回归、统计学、机器学习、投资组合模型和波动率模型等。书中强调了 GPU 和 CPU 并行计算在金融模型中的应用及将模型结果呈现为 PDF 或 HTML 等格式文件的 Report Generator。最后向读者展示了如何使用书中介绍的各项 MATLAB 功能实现 4 个经典策略, 即股票均线策略、小市值策略、期货套利策略和海龟交易法则。

本书适合具备一定数学、金融、计算机基础及编程经验的专业人员阅读, 也可作为相关专业院校本科高年级、研究生或教师的教学参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

MATLAB 量化金融分析基础与实战/马萌编著. —北京: 机械工业出版社, 2018. 6

(MATLAB 工程应用书库)

ISBN 978-7-111-60417-4

I. ①M… II. ①马… III. ①Matlab 软件-应用-金融统计-统计分析
IV. ①F830.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 147276 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: 张淑谦 责任编辑: 张淑谦 赵小花

责任校对: 张艳霞 责任印制: 张博

三河市宏达印刷有限公司印刷

2018 年 7 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·15 印张·362 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-60417-4

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

服务咨询热线: (010) 88361066

读者购书热线: (010) 68326294

(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网: www.cmpbook.com

机工官博: weibo.com/cmp1952

教育服务网: www.cmpedu.com

金书网: www.golden-book.com

前 言



“工欲善其事，必先利其器。”

有人说钢琴演奏是一门艺术，钢琴家用指尖将音符转换为美妙旋律来传递思想感情，与听众交流，但不要忘记这一切是建立在炉火纯青的演奏技术上的，所以钢琴演奏首先是一门技术。量化投资亦是如此，对于市场，每个人都有自己独到的见解、投资理念甚至具体的策略，但想把这些传递出来，则需要足够的编程技巧。

本书侧重的是 MATLAB 编程能力。编程能力可分为两个层次，一是能写出策略，二是写出高效策略。第一个层次需要掌握一门语言的基本语法和函数功能等，第二个层次则需要较多的知识储备与实际经验积累。希望读者通过学习本书至少熟练达到第一个层次以上，能够用 MATLAB 语言轻松表达自己的投资逻辑。本书并不侧重于揭示市场的运作原理或阐述模型和策略构建的合理性，因为策略本身的语言载体并不局限于 MATLAB。

本书实战篇包括了 4 个经典投资策略。在 12.1 节讨论了一种最简单的利用市场失效的策略——均线系统，当然失效特例还有很多，也不仅局限于技术指标。市场有效理论将市场状态分为弱式、半强式和强式有效当然还有无效，实际上市场总是在这四种状态中切换而不会永远停留在一个状态，不同市场状态下有合适的应对策略且通过分形指标可捕捉市场状态变化进而做策略择时；在 12.2 节介绍了市值这个估值因子。这个因子为何有效以及股票投资中涉及的其他因子、择时、中性等概念，都是值得细致论述的重要知识点；在 13.1 节中展示了一个期货统计套利的例子——豆粕与菜粕的价差套利，这里想强调的是量化投资不仅是要寻找数字上的规律，更要理解数字背后的经济学原理；在 13.2 节中讲述了著名的海龟交易法则，同时也介绍了使用投资组合来分散风险的概念。

“授人以鱼，不如授人以渔。”

本书尽量选取与量化投资相关的 MATLAB 功能模块加以介绍，避免大而全地陈述或生涩地讲解 MATLAB 各个函数的功能，取而代之的是大量的简单例子，而这些例子可能是读者在做量化投资时遇到的真正需求。建议读者动手复写一遍例子的同时仔细阅读帮助文档中函数的解释以达到熟练应用的目的。为了让读者更好地再现书中例题，数据源限制在了 MATLAB 自带数据、Tushare 开源数据和新浪网页数据。这些数据源会实时更新，读者在复写的时候由于新数据的加入可能会得到与书中不同的结果。

本书也无意将相关的数学、金融原理进行推导或详细阐述，如本书在量化投资模型篇中并未阐述模型的原理、公式推导等过程。

1. 读者

本书适合具备数学、金融、计算机基础及一定编程经验的专业人员阅读，也可作为相关专业院校本科高年级、研究生或教师的教学、参考用书。

2. 增值服务及资源下载

本书受 MATLAB 中文论坛 (www.ilovematlab.cn) 鼎力支持, 读者可以登录网址 <http://www.ilovematlab.cn/forum-269-1.html> 与作者进行在线交流, 或者登录网址 <http://www.ilovematlab.cn/thread-550784-1-1.html> 下载本书相关的程序源代码。

读者也可以关注机械工业出版社计算机分社官方微信订阅号“IT 有得聊”, 回复 **60417** 来下载相关代码或留言, 您的反馈会帮助作者更好地改进书籍。同时作者会尽可能提供更多有用信息, 以帮助读者提高量化技能。如因 Tushare 和新浪的数据提取方式改变而导致书中代码失效, 作者会及时修正代码。

3. 文字格式

代码及其输出结果以灰色底纹显示。

```
>> 代码
代码输出
```

```
function OUT=example(IN)
OUT=IN;
```

4. MATLAB 版本

如无特殊说明, 本书所使用环境为 Windows 7 操作系统下的 MATLAB。

```
>> disp(version)
8.6.0.267246 (R2015b)
```

书中提到的“matlabroot”为 MATLAB 安装目录, Windows 系统默认为“C:\Program Files\MATLAB\R2015b”, 而 Linux 系统默认为“/usr/local/Matlab/R2015b”。

读者需注意 Windows 系统下的代码有时并不能直接移植到 Linux 系统的 MATLAB 运行, 比如 Windows 下的 MATLAB 支持使用 ‘\’ 与 ‘/’ 符号表示路径, 而 Linux 下仅支持使用 ‘/’ 表示路径。

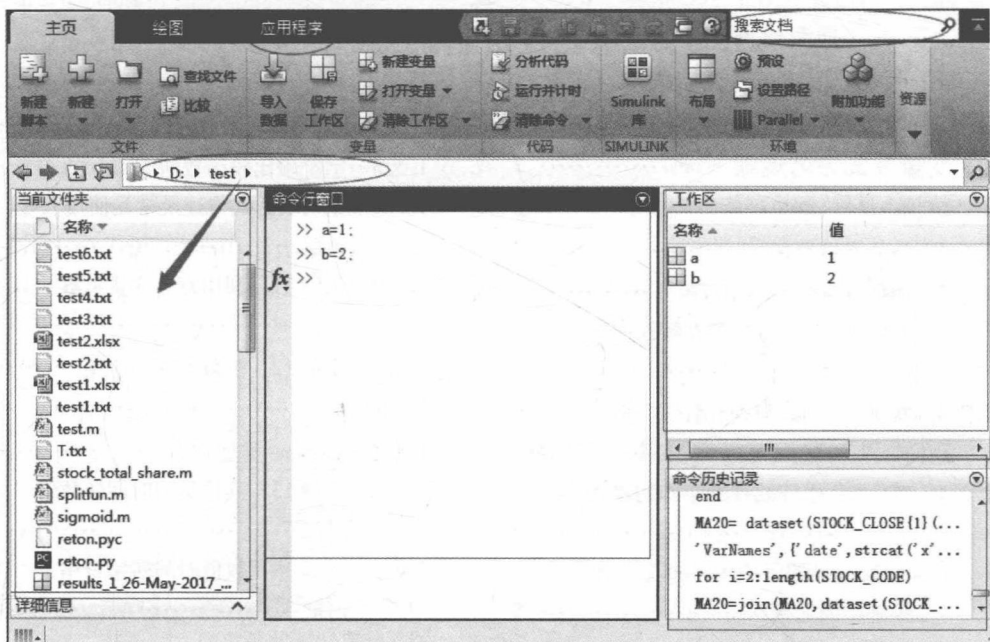
```
>> loadfindemos\disney.mat % Windows 下可运行
>> loadfindemos/disney.mat % Windows 和 Linux 下均可运行
```

还需注意的是 Windows 7 系统中的文件名不区分大小写, 而 Linux 系统需要区分。所以, 读者在有不同操作系统下代码移植需求的时候要合理规划工程中的文件名, 以避免不必要的麻烦。

MATLAB 虽然功能强大但为付费软件, 如果读者经济能力有限可以考虑使用开源项目软件 Octave。Octave 与 MATLAB 语法格式基本相同, 但部分工具箱或者函数功能可能未实现且性能表现亦可能略逊于 MATLAB, 详细信息可参阅 <http://www.gnu.org/software/octave/>。

5. 熟悉界面

如下图所示，MATLAB 软件界面中的【应用程序】包含了诸多应用工具，如第 11 章的报告生成器；右上角【搜索文档】可以输入关键字检索 MATLAB 软件手册；【命令行窗口】用于指令的输入与执行；【工作区】用于存储变量，双击变量可查看变量的值与属性等信息，亦可修改此信息；【当前文件夹】显示当前文件夹下的所有文件目录结构；【命令历史记录】中可用〈Ctrl+F〉快捷键查找使用过的指令，双击选定指令可直接运行。



MATLAB 软件界面

6. 【命令行窗口】常用快捷键

〈Tab〉	自动补全指令
〈Shift+Enter〉	换行并执行所有指令
〈Ctrl+C〉	中断当前正在运行的指令
〈↑〉、〈↓〉	切换到之前运行过的指令，可按多次直到找到需要的指令
〈Ctrl+S〉	将工作区全部变量存储为“.mat”文件
〈Ctrl+F〉	弹出对话框，可用于寻找文件

本书是一本侧重于阐述 MATLAB 在量化金融分析领域功能的工具书。书中精选了量化金融分析领域常见的重要函数和模型加以介绍并配有示例, 以便读者学习。本书涵盖了 MATLAB 基本知识、数据处理、Python 交互、金融建模、高效并发程序设计和报告生成的量化分析流程, 涉及量化投资中的多个重要算法, 包括技术指标、线性回归、非线性回归、统计学、机器学习、投资组合模型和波动率模型等。书中强调了 GPU 和 CPU 并行计算在金融模型中的应用及将模型结果呈现为 PDF 或 HTML 等格式文件的 Report Generator。最后向读者展示了如何使用书中介绍的各项 MATLAB 功能实现 4 个经典策略, 即股票均线策略、小市值策略、期货套利策略和海龟交易法则。

本书适合具备一定数学、金融、计算机基础及编程经验的专业人员阅读, 也可作为相关专业院校本科高年级、研究生或教师的教学参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

MATLAB 量化金融分析基础与实战/马萌编著. —北京: 机械工业出版社, 2018. 6

(MATLAB 工程应用书库)

ISBN 978-7-111-60417-4

I. ①M… II. ①马… III. ①Matlab 软件-应用-金融统计-统计分析
IV. ①F830. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 147276 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: 张淑谦 责任编辑: 张淑谦 赵小花

责任校对: 张艳霞 责任印制: 张 博

三河市宏达印刷有限公司印刷

2018 年 7 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·15 印张·362 千字

0001-3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-60417-4

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

服务咨询热线: (010) 88361066

机工官网: www.cmpbook.com

读者购书热线: (010) 68326294

机工官博: weibo.com/cmp1952

(010) 88379203

教育服务网: www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金 书 网: www.golden-book.com

目 录

前言

量化投资基础篇

第 1 章 基本数据类型	1	str2double 函数的区别	16
1.1 变量及其命名规则	1	1.5.5 字符串比较函数的应用	17
1.2 数值	1	1.5.6 正则表达式概述及常见使用	
1.2.1 数值类型概述	1	方法	17
1.2.2 如何查看数值类型范围	2	1.5.7 实例 11: 利用符号变量求解	
1.2.3 实例 1: 当心数值类型转换中的		方程	21
溢出	3	1.5.8 实例 12: 函数句柄的应用	21
1.2.4 实例 2: 判断与查看数值类型	4	1.6 时间	22
1.3 矩阵	4	1.6.1 datetime 类型介绍	22
1.3.1 实例 3: 矩阵及特殊矩阵的建立		1.6.2 实例 13: 其他类型时间转数值	
方法	4	时间	22
1.3.2 实例 4: 利用一维索引提取二维		1.6.3 实例 14: 数值时间转字符串	
矩阵中的元素	5	时间	23
1.3.3 实例 5: 矩阵转置、共轭转置与		1.7 cell	23
求逆	7	1.7.1 实例 15: 两种常见的 cell 赋值	
1.3.4 实例 6: sortrows 与 sort 函数		方式	23
比较	8	1.7.2 实例 16: mat2cell 函数与 num2cell	
1.3.5 矩阵与矩阵元素算术运算概述	9	函数	24
1.3.6 逻辑、关系和集合运算概述	11	1.7.3 实例 17: cellstr 函数	25
1.4 警惕特殊数字	13	1.7.4 实例 18: cell2mat 函数	25
1.4.1 NaN	13	1.7.5 实例 19: 用 cellfun 函数做 cell 元素	
1.4.2 Inf	13	遍历运算	26
1.4.3 逻辑型数字	14	1.7.6 实例 20: 用 findgroups 函数和 splitapply	
1.5 字符和字符串	14	函数做 cell 分组运算	27
1.5.1 实例 7: 字符串的创建与元素		1.8 struct	28
提取	14	1.8.1 创建 struct 变量	28
1.5.2 实例 8: 字符串的查找、替换与		1.8.2 实例 21: 多维结构体与多维 cell	
删除	15	中嵌套结构体	28
1.5.3 实例 9: strcat 函数的常见错误	16	第 2 章 程序设计	30
1.5.4 实例 10: str2num 函数和		2.1 函数的定义	30

2.1.1 单个函数脚本的创建	30	第3章 数据处理	50
2.1.2 含有子函数的脚本创建及调用	30	3.1 基本文件操作函数介绍	50
2.2 量化分析中的常用基本函数及其用法	31	3.2 实例 29: 用 importdata 函数与 textscan 函数对 txt 文件读写	51
2.2.1 edit	31	3.3 实例 30: excel 文件读写	54
2.2.2 clear	31	3.4 实例 31: csv 文件读写	55
2.2.3 cle	31	3.5 实例 32: mat 文件读写	56
2.2.4 close	32	3.6 实例 33: 图形的存储、读取与图形中的数据提取	56
2.2.5 whos	32	3.7 与 Oracle 数据库交互	58
2.2.6 exist	32	3.7.1 Windows 系统下的 MATLAB 与 Oracle 交互环境配置方法	58
2.2.7 isa	33	3.7.2 Linux 系统下的 MATLAB 与 Oracle 交互环境配置方法	58
2.2.8 isempty	34	3.7.3 实例 34: 建立数据库连接	58
2.2.9 isnan	34	3.7.4 实例 35: 数据查询、插入与修改	59
2.2.10 find	34	3.7.5 实例 36: 万能的 exec 函数	59
2.2.11 disp	35	第4章 量化分析中的常用类	61
2.2.12 fprintf	35	4.1 类的基本概念	61
2.2.13 sprintf	37	4.1.1 实例 37: 利用关键词定义类	61
2.2.14 eval	37	4.1.2 实例 38: 运算符的重载	63
2.3 图形生成	38	4.2 table 类	65
2.3.1 实例 22: 生成二维折线图	38	4.2.1 实例 39: 创建 table 类数据	66
2.3.2 实例 23: 生成矢量图	39	4.2.2 实例 40: table 类与结构体相互转换	66
2.3.3 实例 24: 多图叠加生成	40	4.2.3 实例 41: table 类与 cell 相互转换	67
2.3.4 实例 25: 生成柱状图与累计柱状图	41	4.2.4 实例 42: table 类与数值矩阵相互转换	67
2.3.5 实例 26: 生成直方图	42	4.2.5 实例 43: 用 varfun 函数对 table 数据做分组运算	68
2.3.6 实例 27: 插入子图与文字	42	4.3 dataset 类	69
2.3.7 实例 28: 插入特殊文字与符号	43	4.3.1 实例 44: 创建 dataset 类数据	70
2.4 全局变量与局部变量的定义	45	4.3.2 实例 45: 数值矩阵、cell、结构体和 table 类数据转换为 dataset 类	71
2.5 分支结构语句	45	4.3.3 实例 46: 利用 datasetfun 函数做变量运算	71
2.5.1 判断结构 if else 及其用法	45	4.3.4 实例 47: dataset 的水平和垂直	
2.5.2 选择结构 switch case 及其用法	46		
2.5.3 for 循环结构及其用法	47		
2.5.4 while 循环结构及其用法	47		
2.5.5 break、continue、return 和 exit 的比较	48		
2.5.6 巧用异常捕捉 try catch 结构	49		
2.6 工程中脚本调用的优先次序	49		



拼接	72	5.1.5 MATLAB 数据类型转换为 Python 数据类型	83
4.3.5 实例 48: 用 repalcedata 函数做 dataset 数据替换	72	5.1.6 Python 数据类型转换为 MATLAB 数据类型	84
4.3.6 实例 49: 用 replaceWithMissing 函数做缺失数据替换	73	5.1.7 实例 55: MATLAB 中使用 py. list	85
4.3.7 实例 50: ismemeber 函数	73	5.1.8 实例 56: MATLAB 中使用 py. tuple	86
4.3.8 实例 51: 用 join 函数实现 dataset 合并	73	5.1.9 实例 57: MATLAB 中使用 py. dict	86
4.3.9 将 dataset 存储为文件	74	5.1.10 实例 58: MATLAB 中调用 Python 脚本	87
4.4 线性回归 LinearModel 类	74	5.1.11 实例 59: 获取 Tushare 开源 数据	88
4.4.1 常用类函数概述	74	5.2 Python 调用 MATLAB	90
4.4.2 实例 52: 线性回归工作流程	77	5.2.1 MATLAB Engine 的安装	90
第 5 章 MATLAB 与 Python 交互		5.2.2 实例 60: 使用 MATLAB Engine 调用 MATLAB 函数	90
编程	80	5.2.3 MATLAB Engine 传入数据类型 转换	91
5.1 MATLAB 调用 Python	80	5.2.4 实例 61: 调用自定义 MATLAB 脚本	92
5.1.1 推荐 Python 程序软件 Anaconda	80		
5.1.2 如何在 MATLAB 中配置 Python 环境	80		
5.1.3 实例 53: py 类与模块的调用	80		
5.1.4 实例 54: py. list、py. tuple 和 py. dict 生成方法	82		

量化投资模型篇

第 6 章 量化投资分析模型	93	6.3.8 常用投资策略评价函数	103
6.1 日期和时间函数	93	6.3.9 实例 64: 索提诺比率实例	103
6.1.1 常用日和时函数概述	93	6.3.10 常用金融绘图函数	104
6.1.2 工作日函数概述	95	6.3.11 实例 65: 时间连续与间断两种情 况下的蜡烛图绘制	104
6.2 技术指标函数	97	6.3.12 实例 66: 两种价格与成交量图的 绘制	105
6.3 投资分析	97	6.4 经典方差模型在 A 股市场的 应用	106
6.3.1 常用现金流与收益率计算函数	97	6.4.1 实例 67: 均值-方差模型	106
6.3.2 常用摊销与折旧函数	98	6.4.2 实例 68: CVaR 模型	108
6.3.3 常用资金时间价值计算函数	100	6.4.3 实例 69: 均值-绝对偏差模型	109
6.3.4 常用年金计算函数	100	6.5 SDE 模型概述	109
6.3.5 实例 62: 有无数据缺失两种情况 下多元正态线性回归方法	101	6.5.1 SDE 模型的构建	109
6.3.6 常用金融数据转换函数	102	6.5.2 实例 70: SDE 模型对 NASDAQ	
6.3.7 实例 63: tick2ret 函数与 price2ret 函数比较	102		

数据的回归预测	111	8.1 条件均值模型	140
第7章 统计与机器学习模型	115	8.1.1 实例 84: ARIMA 模型公式与建立 方法	140
7.1 常用统计函数	115	8.1.2 模型参数估计	142
7.2 假设检验	117	8.1.3 方差推断	142
7.2.1 正态分布均值假设检验的实现 方法	117	8.1.4 实例 85: ARIMA 模型对 NASDAQ 数据的拟合	143
7.2.2 正态分布方差假设检验的实现 方法	118	8.1.5 实例 86: AR 模型公式与建立 方法	144
7.3 回归拟合	119	8.1.6 实例 87: MA 模型公式与建立 方法	145
7.3.1 实例 71: 线性回归方法	119	8.1.7 实例 88: ARMA 模型公式与建立 方法	145
7.3.2 实例 72: 三种常见多元线性回归 共线性诊断方法的实现	120	8.1.8 实例 89: ARIMAX 模型公式与建立 方法	146
7.3.3 多项式拟合方法中的标准化 处理	127	8.1.9 实例 90: 残差为 ARIMA 的线性 回归模型公式与建立方法	147
7.3.4 实例 73: 非线性回归实现 方法	127	8.2 条件方差模型	147
7.4 方差分析	128	8.2.1 实例 91: GARCH 模型公式与建立 方法	147
7.4.1 实例 74: 单因素方差分析实现 方法	128	8.2.2 实例 92: EGARCH 模型公式与建立 方法	149
7.4.2 实例 75: 双因素方差分析实现 方法	129	8.2.3 实例 93: GJR 模型公式与建立 方法	149
7.4.3 实例 76: 多因素方差分析实现 方法	130	8.2.4 实例 94: 条件方差模型对 NASDAQ 数据的预测应用	150
7.5 聚类分析	132	8.3 时间序列平稳性与单位根 检验	152
7.5.1 实例 77: k-means 与 k-medoids 算法 应用	132	8.3.1 实例 95: NASDAQ 数据的 ADF 检验应用	152
7.5.2 实例 78: 混合高斯模型应用	133	8.3.2 实例 96: NASDAQ 数据的 KPSS 检验应用	153
7.6 分类分析	134	8.3.3 实例 97: NASDAQ 数据的 PP 检验应用	153
7.6.1 实例 79: 决策树应用	134	8.3.4 adfstest、kpsstest 和 pptest 函数返回 结果比较	154
7.6.2 实例 80: 逻辑回归原理与 实现	135	8.4 实例 98: 中证 500 指数量价 关系的 granger 因果关系 检验	154
7.6.3 实例 81: KNN 近邻算法应用	136		
7.6.4 实例 82: SVM 支持向量机 应用	136		
7.7 数据降维	138		
7.7.1 主成分分析	138		
7.7.2 实例 83: 理解主成分分析的原理 与输出结果	138		
第8章 经典计量经济学模型	140		

程序性能提升篇

第 9 章 CPU 并行计算	157	计算	164
9.1 基本原理介绍	157	第 10 章 GPU 并行计算	168
9.2 并行计算 parfor 循环初探	157	10.1 基本原理介绍	168
9.2.1 parfor 循环的使用	157	10.2 GPU 相关类与函数表	169
9.2.2 实例 99: 多种工况下 parfor 与 for 性能对比分析	158	10.3 实例 103: GPU 调用流程	170
9.3 parfor 循环中变量类型解释	160	10.4 运行 MATLAB 函数	170
9.4 parfor 循环中的限制	161	10.4.1 运行内置函数	170
9.4.1 禁止使用交互输入	161	10.4.2 实例 104: 利用 arrayfun 运行 自定义函数	170
9.4.2 禁止图形输出	161	10.4.3 实例 105: 运行自定义 kernel 函数 方法	171
9.4.3 实例 100: 巧用 feval 函数传入函数 句柄	161	第 11 章 报告生成器	172
9.4.4 parfor 中的常见受限变量与 函数	161	11.1 生成 HTML 格式报告	172
9.4.5 实例 101: 巧用自定义函数调用 受限函数	162	11.2 熟悉界面	172
9.4.6 parfor 循环中含 for 循环的四种限制 情况	162	11.3 逐步加入报告元素	174
9.5 计算机集群上的并行计算	163	11.3.1 创建标题	174
9.5.1 mdce 服务介绍	163	11.3.2 增加章节和分章	175
9.5.2 Windows 系统下的 mdce 服务配置 方法	163	11.3.3 增加段落	175
9.5.3 Linux 系统下的 mdce 服务配置 方法	164	11.3.4 插入 MATLAB 代码	176
9.5.4 实例 102: 计算机集群上配置并行 计算	164	11.3.5 插入图片	177
		11.3.6 插入变量	177
		11.3.7 使用逻辑分支语句增加新的 章节	177
		11.4 最终报告生成	179

量化投资实战篇

第 12 章 经典股票量化策略初探	180	策略	186
12.1 市场失效——简单的均线 策略	180	12.2.1 策略主逻辑	186
12.1.1 策略主逻辑	180	12.2.2 splitapply 函数在股票分组的 使用	186
12.1.2 并行计算对程序效率的提升	180	12.2.3 警惕未来函数的使用	189
12.1.3 完善策略逻辑细节	185	第 13 章 经典期货策略初探	190
12.1.4 参数与模型优化思路扩展	185	13.1 替代效应——豆粕和菜粕的 价差套利	190
12.2 规模效应——神奇的小市值 策略	186	13.1.1 用 regexp 函数与 cellfun 函数	

快速处理新浪网页接口数据	190	13.2.5 海龟交易法则的实现	196
13.1.2 探究统计规律背后的经济原理	191	13.2.6 投资组合一：品种独立风险再投资	203
13.1.3 把握主要矛盾——构建统计套利策略	192	13.2.7 投资组合二：品种等风险再投资	204
13.1.4 期货策略中的几点注意事项	194	13.2.8 风险与收益的匹配性探讨	211
13.2 趋势追踪——海龟交易法则	195	13.2.9 进一步完善海龟交易法则	212
13.2.1 基本概念	195	附录 A ASCII 码表	214
13.2.2 名义资产非实际资产	195	附录 B GPU 支持的内置函数	218
13.2.3 海龟交易法则 1：短周期系统	195	附录 C GPU 自定义函数	221
13.2.4 海龟交易法则 2：长周期系统	196	索引	222
		参考文献	228



量化投资基础篇

第1章 基本数据类型

1.1 变量及其命名规则

MATLAB 中变量命名必须以字母开头，可以包含数字和下划线。变量名需区分大小写，变量名长度上限可以用 `namelengthmax` 函数查看。变量命名应避免与 MATLAB 关键词重名，查看已有的 MATLAB 关键词可用 `iskeyword` 函数。对特定变量可用 `exist` 指令查看此变量是否存在。

例 1: 通过 `exist` 指令查看变量 `end` 是否已存在，返回值 5 表示 `end` 为内置变量，详见 2.2.6 节。

```
>> exist end
ans =
     5
>> iskeyword('end')
ans =
     1
```

1.2 数值

1.2.1 数值类型概述

MATLAB 数值类型包括整数型与浮点型。整数型包括 `int8`、`int16`、`int32`、`int64`、`uint8`、`uint16`、`uint32` 和 `uint64`，浮点型包括 `single` 和 `double`。数值类型见表 1-1。

表 1-1 数值类型

类 型	数 据 范 围
uint8	[0 255] 间的整数
uint16	[0 65,535] 间的整数
uint32	[0 4,294,967,295] 间的整数
uint64	[0 18,446,744,073,709,551,615]间的整数
int8	[-128 127] 间的整数
int16	[-32,768 32,767] 间的整数
int32	[-2,147,483,648 2,147,483,647] 间的整数
int64	[-9,223,372,036,854,775,808 9,223,372,036,854,775,807] 间的整数
single	[-3.40282e+38 -1.17549e-38] \cup [1.17549e-38 3.40282e+38] 间的小数
double	[-1.79769e+308 -2.22507e-308] \cup [2.22507e-308 1.79769e+308] 间的小数

1.2.2 如何查看数值类型范围

表 1-2 给出了 MATLAB 中常见的数值类型范围查看函数。

表 1-2 数值类型范围查看函数

函 数	解 释
realmax('double')或 realmax	返回可支持的最大双精度浮点数
realmin('double')或 realmin	返回可支持的最小双精度浮点数
realmax('single')	返回可支持的最大单精度浮点数
realmin('single')	返回可支持的最小单精度浮点数
intmax('classname')	返回可支持的整数型 'classname' 的最大值。'classname' 可取 'int8'、'int16'、'int32'、'int64'、'uint8'、'uint16'、'uint32' 和 'uint64'
intmin('classname')	返回可支持整数型 'classname' 的最小值。'classname' 可取 'int8'、'int16'、'int32'、'int64'、'uint8'、'uint16'、'uint32' 和 'uint64'

例 2: 查看 double 类型数据的范围。

```
>> str = 'double 的范围精度为: 从 %g 到 %g \n 和 %g 到 %g \n';
>> fprintf(str, -realmax, -realmin, realmin, realmax)
```

其中 fprintf 函数的用法可查看 2.2.12 节。输出为:

```
double 的范围精度为: 从 -1.79769e+308 到 -2.22507e-308
和 2.22507e-308 到 1.79769e+308
```

例 3: 查看 single 类型数据的范围。

```
>> str = 'single 的范围精度为: 从 %g 到 %g \n 和 %g 到 %g \n';
>> fprintf(str, -realmax('single'), -realmin('single'), realmin('single'), realmax('single'))
single 的范围精度为: 从 -3.40282e+38 到 -1.17549e-38
和 1.17549e-38 到 3.40282e+38
```

例 4: 查看 int32 类型数据的范围。

```
>> str = 'int32 的范围精度为: 从 %d 到 %d \n';
>> fprintf(str, intmin, intmax)
int32 的范围精度为: 从 -2147483648 到 2147483647
```

1.2.3 实例 1: 当心数值类型转换中的溢出

MATLAB 中的数值类型可以相互转换, 常见转换函数见表 1-3。

表 1-3 数值类型转换函数

函 数	功 能
int8(S)	将 S 转换为 8 bit 整数类型
int16(S)	将 S 转换为 16 bit 整数类型
int32(S)	将 S 转换为 32 bit 整数类型
int64(S)	将 S 转换为 64 bit 整数类型
uint8(S)	将 S 转换为 8 bit 无符号整数类型
uint16(S)	将 S 转换为 16 bit 无符号整数类型
uint32(S)	将 S 转换为 32 bit 无符号整数类型
uint64(S)	将 S 转换为 64 bit 无符号整数类型
single(S)	将 S 转换为 single 类型
double(S)	将 S 转换为 double 类型

例 5: 将 10000 转换为 int8 类型。因为 1000 超过 int8 的范围上限 127, 故数据会截断为上限 127, 所以在实际程序中应注意避免数据溢出带来的舍入风险。

```
>> int8(10000)
ans =
    127
```

例 6: 将字符 '1' 转换为 int8 类型。

错误转换:

```
>> int8('1') % int8 将字符 '1' 转为其 ASCII 码 49
ans =
    49
```

正确转换方式为将字符 '1' 利用 str2num 函数转换为数字 1 后再转换为 int8 类型。

```
>> int8(str2num('1'))
ans =
    1
```

例 7: 将数字 1 转换为字符 '1'。


```
>> num2str(1)
ans =
1
```

1.2.4 实例 2: 判断与查看数值类型

语法:

```
isa(X, type)
```

如果 X 的类型与 type 相同则返回 1, 否则返回 0。

例 8: 判断与查看数值类型示例。

```
>> isa(1, 'int8')
ans =
0
```

当然可以直接利用 class 函数查看数值类型。

```
>> class(int8(1))
ans =
int8
```

isa 与 class 函数针对所有 MATLAB 数据类型均可执行, isa 函数用法详见 2.2.7 节。

1.3 矩阵

1.3.1 实例 3: 矩阵及特殊矩阵的建立方法

矩阵中元素用方括号包括起来, 同一行元素用逗号间隔, 换行用分号表示。

例 9: 建立矩阵 A、B。

```
>> A = [1,1,1;2,2,2]
A =
     1     1     1
     2     2     2
>> B = [3,3,3;2,2,2;1,1,1]
B =
     3     3     3
     2     2     2
     1     1     1
```

例 10: 建立特殊矩阵。

建立空矩阵 C。