

金融计算与建模

理论、算法与 SAS 程序

■ 朱世武 编著

清华大学出版社



金融计算与建模

理论、算法与 SAS 程序

朱世武 编著

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

全书分为4大模块:1~9章为金融学基础指标计算模块;10~12章为股票定价模块;13~18章为风险度量模块;19~23章为固定收益定价模块。每一模块的内容一般由三部分组成:金融理论与模型、算法实现及计算程序。其中,算法实现与计算程序全部以中国金融市场的实际问题为应用背景而设计。本书不仅展现了应用SAS软件的技术,同时也会使读者对相关的金融专题有一个彻底的了解,以使读者的知识水平在金融理论、实务和统计模型的基础上,更深入到如何实现和应用。

本书以解决金融研究和实际问题为出发点,并不仅仅以教学为目的,给出的许多算法和实现程序具有很高的应用和参考价值;每章的计算程序精心设计,思路清晰,许多语句都加上了注释,为阅读和理解本书内容提供了可靠的保证。本书为读者在今后学习和实际工作提供了大量的可参考程序,并可以作为有关SAS编程技术和金融计算的工具书使用。

本书适合多层次人员阅读,如金融、数学和统计学等专业的本科生、研究生及有关部门的专业人员。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

金融计算与建模:理论、算法与SAS程序/朱世武编著. —北京:清华大学出版社,2007.8
ISBN 978-7-302-15665-9

I. 金… II. 朱… III. 金融—计算机辅助计算 IV. F830.49-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第103403号

责任编辑:江 娅

责任校对:宋玉莲

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社 地 址:北京清华大学学研大厦A座

<http://www.tup.com.cn> 邮 编:100084

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社总机:010-62770175 邮购热线:010-62786544

投稿咨询:010-62772015 客户服务:010-62776969

印装者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:27 字 数:635千字

版 次:2007年8月第1版 印 次:2007年8月第1次印刷

印 数:1~4000

定 价:40.00元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:025587-01



朱世武

数量经济专业博士、金融工程专业博士后。清华大学经济管理学院金融系副教授，金融量化分析与计算专业委员会副秘书长，中国金融学会金融工程专业委员会委员。研究领域为固定收益、风险管理、金融计算与建模、金融数据库。讲授过的课程有金融数据库、金融统计学、实证金融学、SAS编程技术，以及数据、模型与决策。主持或参与16项科研项目。在国内外学术期刊上发表论文40余篇。著有《SAS编程技术与金融数据处理》、《基于SAS的金融计算》。

前 言

计算机技术的发展带来了许多学科的繁荣。要想深刻了解现代金融的内涵,更好地应用和发展它的理论与技术,离开计算机,没有计算,只能是空谈。

现代金融学越来越重视金融数据与计算学科的发展,国内外各院校纷纷开设金融数据库、金融计算与建模等相关课程。希望本书的出版会对金融计算与建模学科的发展起到一定的促进作用。

全书分为4大模块:1~9章为金融学基础指标计算模块;10~12章为股票定价模块;13~18章为风险度量模块;19~23章为固定收益定价模块。每一模块的内容一般由三部分组成:金融理论与模型、算法实现及计算程序。其中,算法实现与计算程序全部以中国金融市场的实际问题为应用背景而设计。

本书选择SAS软件为应用平台。要求读者除了一般的金融学基础外,还要有SAS编程的技能。SAS技能以作者本人所著的《SAS编程技术教程》一书(由清华大学出版社2007年出版)为基础。

本书不仅展现了应用SAS软件的技术,同时也会使读者对相关的金融专题有一个彻底的了解,使读者的知识水平在金融理论、实务和统计模型的基础上,更深入到如何实现和应用。

本书有以下特点:

- 以解决金融研究和实际问题为出发点,并不仅仅以教学为目的,给出的许多算法和实现程序具有相当的应用和参考价值。
- 全方位、深层次地展现了SAS编程技术。详细阅读本书,会使读者的SAS编程技术水平跃上一个大台阶。
- 每章的计算程序精心设计,思路清晰,许多语句都加上了注释,为阅读和理解本书内容提供了可靠的保证。
- 为读者在今后学习和实际工作提供了大量的可参考程序,可以作为有关SAS编程技术和金融计算的字典使用。
- 专业金融数据网站的在线技术支持。本书得到了专业金融数据网站(www.resset.cn)的在线技术支持,提供配套数据库、程序下载与疑难问题解答等服务,方便读者学习。

本书适合多层次人员阅读,如数学、统计学、经济和金融等专业的本科生、研究生及研究人员。

本书写作过程中,得到了许多清华学生的帮助,他们是麦凌、陈健恒、许凯、陈明亮、何剑波、邢丽、刘海燕、李璇、王凯、邢艳丹、李文喆、张小红、赵宏旭、徐宇等。在此,特表示衷心的感谢。同时也感谢其他高校学生及金融机构专业人士提出的宝贵建议。

限于作者的水平,书中一定会存在不少不足之处,敬请读者提出宝贵建议并对有错误的地方进行指正,便于以后再版时加以改进。

朱世武

2007年7月于清华园

目 录

第 1 章 本书金融数据介绍	1
1.1 创建 SAS 逻辑库 ResDat	1
1.2 股票类样本数据	1
1.3 固定收益类样本数据	3
习题	5
第 2 章 股票收益计算	6
2.1 收益定义与加总	6
2.1.1 收益定义	6
2.1.2 收益加总	7
2.2 单个股票收益计算	7
2.2.1 创建单期收益计算环境	7
2.2.2 年收益计算	8
2.2.3 季收益计算	8
2.2.4 月收益计算	8
2.2.5 周收益计算	8
2.2.6 日收益计算	10
2.2.7 绘制收益图	11
2.2.8 多期平均收益率计算	11
2.3 多股票收益计算	13
2.3.1 由最新股票信息数据集创建宏文本	13
2.3.2 由个股数据集目录文件创建宏文本	13
2.3.3 多股票收益计算程序	14
2.3.4 收益 SAS 数据集转换为 EXCEL 数据表	17
2.4 投资组合收益计算	19
2.4.1 由最新股票信息数据集 Lstkinfo 创建宏文本	19
2.4.2 随机抽股票	19
2.4.3 单个股票收益计算	20
2.4.4 股票组合的随机赋权重	20
2.4.5 组合收益计算	21
习题	22

第 3 章 固定收益证券计算	24
3.1 收益计算	24
3.1.1 内生收益率	24
3.1.2 到期收益率	25
3.1.3 有效年利率计算	27
3.1.4 三种收益率之间的关系	28
3.1.5 第一个赎回日收益率计算	28
3.1.6 清算日处于两个付息日之间的到期收益率计算	29
3.1.7 投资组合到期收益率计算	32
3.2 其他计算	33
3.2.1 浮动利率债券贴现差额计算	33
3.2.2 债券价格与必要收益率	35
3.2.3 债券价格时间轨迹	36
3.2.4 首次发行贴水债券的债务处理	38
3.2.5 债券久期计算	40
3.2.6 债券凸度计算	44
3.2.7 抵押支持债券贷款利率计算	49
3.3 绩效衡量	49
3.3.1 债券组合的到期收益率	49
3.3.2 美元权重收益率	50
3.3.3 算术平均收益率	51
3.3.4 几何平均收益率	51
3.4 二叉树定价模型	53
3.4.1 不含期权债券的二叉树定价模型	53
3.4.2 内含买权债券的二叉树定价模型	54
3.4.3 内含卖权债券的二叉树定价模型	55
3.4.4 内含期权债券的有效久期和凸度	56
习题	58
第 4 章 收益波动率计算	60
4.1 波动率估计法	60
4.1.1 移动平均模型	60
4.1.2 GARCH 模型	61
4.1.3 波动率估计公式	62
4.2 波动率计算	63
4.2.1 计算环境	63
4.2.2 单个股票波动率计算	63
4.2.3 三种模型结果比较	65
4.2.4 多只股票波动率计算	69

4.3 等权重组合收益波动率	71
4.3.1 计算环境与输出数据集	71
4.3.2 实现算法	71
4.3.3 实现程序	72
4.3.4 组合股票数与收益标准差二维图	75
习题	76
第5章 股票指数计算	77
5.1 股票指数编制方法	77
5.1.1 股票指数功能	77
5.1.2 股票指数分类	77
5.1.3 指数设计主要环节	78
5.1.4 成指样本股选择方法	78
5.2 指数计算方法	79
5.2.1 计算方法概述	79
5.2.2 权重选择	80
5.2.3 基期及基期值选择	80
5.3 指数计算公式	80
5.3.1 指数计算中的常用修正方法	80
5.3.2 基期调整法修正公式	82
5.3.3 连锁调整法实现算法	83
5.4 指数计算程序	83
5.4.1 计算环境	83
5.4.2 实现算法	83
5.4.3 全样本指数计算程序	83
习题	85
第6章 股权风险溢价计算	87
6.1 股权风险溢价研究方法	87
6.1.1 现金流贴现法	87
6.1.2 历史数据法	89
6.1.3 类比法	90
6.2 市场风险溢价计算思路	91
6.2.1 研究方法选择	91
6.2.2 计算中国市场股权风险溢价思路图	91
6.2.3 周期的确定	91
6.2.4 无风险收益	92
6.2.5 A股市场投资收益	92
6.2.6 通货膨胀率	92

6.2.7 名义收益下的溢价	93
6.2.8 实际收益下的溢价	93
6.2.9 溢价的影响因素	93
6.3 计算程序	93
6.3.1 实现算法	93
6.3.2 计算无风险收益	93
6.3.3 计算市场投资收益	94
6.3.4 计算市场股权风险溢价	95
习题	97
第 7 章 股票市场风险指标计算	98
7.1 计算指标与环境	98
7.1.1 理论模型	98
7.1.2 计算指标	98
7.1.3 计算环境	99
7.2 计算程序与输出结果	99
7.2.1 算法实现	99
7.2.2 计算程序	99
习题	103
第 8 章 股票市场风险指标分解	104
8.1 协方差阵引出特征值	104
8.1.1 风险指标: 特征值	104
8.1.2 风险指标的分解算法	105
8.2 相关计算程序	106
8.2.1 计算环境	106
8.2.2 实现算法	107
8.2.3 实现程序	108
8.3 计算结果	113
习题	113
第 9 章 债券指数计算	114
9.1 优秀债券指数的标准	114
9.2 债券指数编制方法	115
9.2.1 指数样本与基期	115
9.2.2 指数计算	115
9.3 计算程序	119
9.3.1 计算环境	119
9.3.2 算法步骤	119

9.3.3 计算程序	119
习题	131
第10章 中国股市 CAPM 计算	132
10.1 资本资产定价模型	132
10.1.1 CAPM 体现的两个基本关系	132
10.1.2 CAPM 的两种基本形式	132
10.1.3 超额收益形式的 CAPM 方程	133
10.2 数据准备与收益作图	133
10.2.1 确定无风险收益	133
10.2.2 创建数据集	134
10.2.3 月超额收益作图	137
10.3 单只股票的 CAPM 拟合与检验	138
10.3.1 CAPM 拟合程序句法解释	138
10.3.2 参数估计与检验结果解释	139
10.3.3 残差自相关与异方差检验解释	140
10.3.4 斜率参数为 1 的检验解释	140
10.3.5 预测值和实际值图	140
10.4 残差自相关性与异方差性的直观检验	143
10.4.1 残差自相关性的直观检验	143
10.4.2 残差异方差性的直观检验	143
10.5 多只股票应用 CAPM	144
10.5.1 CAPM 拟合的一般程序	144
10.5.2 直接输出检验统计量和结果到数据集	144
10.5.3 打印输出结果数据集	147
10.5.4 拟合无截距回归模型	150
10.5.5 残差分布的正态性检验	151
10.5.6 异方差残差的修正	152
10.5.7 加入其他回归变量	154
10.6 使用 CAPM 回归预测股票超额收益	154
10.6.1 输出 CAPM 回归的参数估计	154
10.6.2 预测股票超额收益和收益	155
10.7 使用 CAPM 的 β 和证券市场线买卖股票	156
10.7.1 计算期望收益	156
10.7.2 使用 DCF 分析检查 CAPM 期望收益	157
10.7.3 使用证券市场线	157
习题	158

第 11 章 最优投资组合选择	159
11.1 用线性规划选择投资组合	159
11.1.1 创建数据集	159
11.1.2 计算期望收益	160
11.1.3 风险度量	161
11.1.4 计算最优投资组合权重	161
11.1.5 增加权重限制条件	163
11.1.6 灵敏度分析	164
11.1.7 限定组合最高风险水平	165
11.1.8 计算投资金额	166
11.1.9 用整数规划产生投资组合	166
11.1.10 允许卖空时的投资组合选择	168
11.2 用非线性规划产生投资组合	171
11.2.1 用 DATA 步和 PROC CORR 产生投资组合	172
11.2.2 用 PROC NLP 产生投资组合	177
习题	183
第 12 章 中国股市 CAPM 验证	184
12.1 理论基础	184
12.1.1 资本资产定价模型	184
12.1.2 计算 BETA 值	184
12.1.3 固定时点 t 的截面模型	184
12.1.4 中国市场 CAPM 验证	184
12.2 算法设计	185
12.3 检验结果与分析	187
12.3.1 检验结果	187
12.3.2 结果分析	187
习题	188
第 13 章 随机模拟基础	189
13.1 分布的模拟实现	189
13.1.1 随机变量和的分布模拟	189
13.1.2 随机变量均值的分布模拟	194
13.1.3 统计抽样中的分布模拟	195
13.2 收益模型模拟	199
13.2.1 随机游动模型	199
13.2.2 异方差模型	200
13.2.3 ARIMA 模型	200
13.2.4 GARCH 模型	201

13.3 应用案例	201
13.3.1 避险与不避险	201
13.3.2 外汇看跌期权	202
13.3.3 避险收益	203
13.3.4 避险问题	204
13.3.5 基于 SAS 的计算	205
习题	211
第 14 章 Copula 函数及其应用	212
14.1 Copula 函数	212
14.1.1 Copula 函数定义	212
14.1.2 Copula 函数的性质	212
14.1.3 常见 Copula 函数	213
14.1.4 运用 Copula 函数的相关性度量	215
14.2 Copula 函数与尾部相关性	217
14.3 利用 Copula 函数度量违约相关性	219
14.3.1 构建信用曲线	219
14.3.2 选择合适的 Copula 函数	221
14.3.3 计算联合违约概率分布	221
14.4 信用衍生品定价	223
14.4.1 背景介绍	223
14.4.2 计算步骤	224
14.4.3 实现程序	225
习题	226
第 15 章 VaR 度量与事后检验	227
15.1 VaR 概念及度量方法比较	227
15.1.1 VaR 概念	227
15.1.2 VaR 度量方法比较	228
15.2 VaR 度量方法的实现步骤	229
15.2.1 协方差矩阵法	229
15.2.2 历史模拟法	231
15.2.3 蒙特卡罗模拟法	231
15.3 VaR 的事后检验	232
15.3.1 事后检验的原理	232
15.3.2 事后检验的两类错误概率	233
15.3.3 事后检验结果的分区	234
15.4 单只股票 VaR 度量	234
15.4.1 计算环境	234

15.4.2	计算步骤	235
15.4.3	组合构建与收益计算	235
15.4.4	历史模拟法度量结果与检验	236
15.4.5	协方差矩阵法度量结果与检验	236
15.4.6	蒙特卡罗模拟法度量结果与检验	238
15.5	投资组合 VaR 度量	240
15.5.1	计算环境	240
15.5.2	计算步骤	241
15.5.3	组合构建	241
15.5.4	协方差矩阵法度量结果与检验	242
15.5.5	蒙特卡罗模拟法度量结果与检验	243
习题	.....	243
第 16 章	基于 Copula 的 VaR 度量与事后检验	245
16.1	Copula 函数	245
16.1.1	正态 Copula 函数	245
16.1.2	t 分布 Copula 函数	246
16.2	联合分布模拟与收益率映射	246
16.2.1	正态 Copula 模拟	246
16.2.2	t 分布 Copula 模拟	247
16.3	投资组合 VaR 度量	247
16.3.1	计算环境	247
16.3.2	计算步骤	248
16.3.3	计算结果	249
16.3.4	极大似然法拟合 t 分布	250
习题	.....	253
第 17 章	债券组合市场 VaR 度量	254
17.1	使用到期收益率计算 VaR	254
17.1.1	到期收益率	254
17.1.2	VaR 计算	254
17.2	使用久期计算 VaR	258
17.2.1	久期	258
17.2.2	VaR 计算	258
17.3	使用久期与凸性计算 VaR	261
17.3.1	凸性	261
17.3.2	VaR 计算	261
17.4	使用 RiskMetrics 现金流计算 VaR	264
17.4.1	债券分解	264

17.4.2	即期收益率	264
17.4.3	现金流映射	265
17.5	考虑面值回归效应的 VaR 计算	267
17.5.1	面值回归	267
17.5.2	VaR 计算	267
17.6	模拟法	268
17.6.1	蒙特卡罗模拟模型	268
17.6.2	蒙特卡罗模拟过程	268
习题	.....	270
第 18 章	债券组合信用 VaR 度量	271
18.1	计算单只债券的信用风险	271
18.1.1	信用评级转移概率	271
18.1.2	债券定价	272
18.1.3	估计信用风险	273
18.1.4	标准差作为信用风险度量指标	274
18.1.5	均值与百分位数的差作为信用风险度量指标	274
18.2	计算债券组合的信用风险	274
18.2.1	联合概率	274
18.2.2	资产收益率模型	275
18.2.3	组合信用风险	277
18.3	蒙特卡罗模拟	279
18.3.1	生成情景	279
18.3.2	确定资产收益率门槛值	280
18.3.3	模拟资产收益率情景	280
18.3.4	由资产收益率情景映射到信用评级情景	281
18.3.5	组合定价	283
18.3.6	估计信用风险	284
18.4	基于 Copula 的蒙特卡罗模拟	284
18.4.1	正态 Copula	284
18.4.2	t 分布 Copula	285
习题	.....	287
第 19 章	期权定价模型介绍	288
19.1	期权知识简介	288
19.1.1	期权的概念	288
19.1.2	买权与卖权概述	288
19.1.3	买权与卖权的平价关系	289
19.2	期权定价模型	290

19.2.1	期权定价模型概述	290
19.2.2	二叉树期权定价模型	290
19.2.3	B-S 期权定价模型	292
习题	.....	295
第 20 章	可转换债券定价	296
20.1	可转换债券	296
20.1.1	可转换债券的概念	296
20.1.2	可转换债券定价	297
20.2	期权定价模型简介	298
20.2.1	二叉树定价模型	298
20.2.2	B-S 定价模型	298
20.3	茂炼转债定价案例	299
20.3.1	茂炼转债条款	299
20.3.2	茂炼转债定价分析	300
20.3.3	计算步骤	301
习题	.....	308
第 21 章	利率期限结构模型	309
21.1	利率期限结构模型简介	309
21.1.1	利率期限结构相关符号表	309
21.1.2	利率期限结构概念	310
21.1.3	利率期限结构模型	310
21.2	静态利率期限结构模型	311
21.2.1	静态利率期限结构模型概述	311
21.2.2	多项式样条法	312
21.2.3	指数样条法	314
21.2.4	Nelson-Siegel 模型及其扩展形式	314
21.3	动态利率期限结构模型	316
21.3.1	动态利率期限结构模型概述	316
21.3.2	均衡模型	317
21.3.3	套利模型	319
习题	.....	328
第 22 章	构建静态利率期限结构模型	329
22.1	银行间债券利率期限结构拟合	329
22.1.1	计算环境	329
22.1.2	多项式样条法	330
22.1.3	指数样条法	332

22.1.4	Nelson-Siegel Svensson 扩展模型	336
22.1.5	拟合结果	341
22.2	银行间与交易所国债利率期限结构比较	344
22.3	合理利率期限结构的判断标准	348
22.3.1	标准 1. 能正确反映债券市场短期、中期、长期 利率的基本变化趋势	348
22.3.2	标准 2. 能兼顾曲线的平滑性与债券定价的 精确性	349
22.3.3	标准 3. 使用的期限结构模型稳定性好	350
22.3.4	标准 4. 能有效处理不完整数据	351
22.3.5	标准 5. 能有效剔除异常值	352
22.4	NSS 模型搜索算法	352
22.4.1	计算环境	352
22.4.2	现金流分解	354
22.4.3	现金流对应的时刻	355
22.4.4	Nelson-Siegel Svensson 扩展模型拟合	356
22.4.5	拟合结果	358
习题	.....	359
第 23 章	基于动态利率期限结构模型的定价技术	361
23.1	利用均衡模型对浮动利率债券定价	361
23.1.1	定价原理	361
23.1.2	参数估计	362
23.1.3	计算环境	364
23.1.4	数据预处理	366
23.1.5	CIR 模型利率期限结构拟合	367
23.1.6	Vasicek 模型利率期限结构拟合	371
23.1.7	为浮动利率债券定价	375
23.1.8	结果分析	379
23.2	利用套利模型为可赎回/可回售债券定价	384
23.2.1	定价原理	384
23.2.2	计算环境	386
23.2.3	Ho-Lee 模型	388
23.2.4	Hull-White 模型	399
23.2.5	结果分析	410
习题	.....	412
参考文献	.....	414

第1章 本书金融数据介绍

登录网站 www.resset.cn, 下载本书样本数据 ResDat。

ResDat. 为本书样本数据库, 包括股票、固定收益等相关数据集。

运行本书程序前, 请将 ResDat 解压到安装 SAS 系统的电脑上, 并按照下面的操作指引创建 SAS 逻辑库 ResDat。

1.1 创建 SAS 逻辑库 ResDat

目录 ResDat 下为本书的全部样本数据。

运行本书程序前, 需要创建以本书样本数据库 (ResDat) 为物理地址的 SAS 逻辑库 ResDat。

创建 SAS 逻辑库 “ResDat.” 操作如下。

在 SAS 资源管理器下, 右击鼠标, 选择 “NEW”, 在新建逻辑库菜单的 “名称” 栏内填写 “ResDat”, 选择 “启动时启用”, 在 “路径” 栏浏览样本数据库 (ResDat) 为物理地址, 单击 “确定”。

本书的许多结果数据集将存储在 SAS 逻辑库 ResDat 中。

1.2 股票类样本数据

逻辑库 ResDat 下的股票类样本数据集简介如表 1.1 所列。表 1.1 只列出了本书所需要的样本数据。

表 1.1 股票类样本数据集

表 名	中文全称	内 容 简 介
Lstkinfo	最新股票信息	本表每一个股票为一个观测, 内容包括股票的最新基本信息, 如股票代码、股票类型及货币类型、最新股票名称和上市状态、股票所属公司的基本信息及对应的可转债基本信息等。本表没有时间变量, 显示的是股票最新的信息, 是计算股票市场许多统计量指标的基础数据集
ExRate	汇率	本表按日期排序, 记录人民币、港币和美元之间的汇率值。变量包括日期、美元对人民币汇率和港币对人民币汇率。由于有一段时期, 港币对人民币没有直接汇率, 因而需要通过人民币对美元汇率和港币对美元汇率进行换算
Commntax	佣金与印花税	本表按时间排序, 记录每日的佣金率和印花税信息, 可用于计算交易费用