

“十二五”经济管理类实验教学系列规划教材

风险管理

CALCULATING AND MODELING
IN RISK MANAGEMENT

计算 与 建模

王周伟 编著



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

THE UNIVERSITY OF CHINA PRESS

风险管理

CALCULATING AND MODELING
IN RISK MANAGEMENT

计算 ● 建模

王学军 著

中国财政经济出版社
CCEP

上海市金融保险本科教育高地建设资助项目

风险管理计算与建模

王周伟 编著

上海交通大学出版社

内 容 提 要

风险管理涉及较多的计算与建模,往往比较复杂,手工计算工作量很大。根据原理,借助软件计算,是风险管理人才培养与工作实践中非常重要的内容。

本教材的目的在于帮助学生熟练掌握风险管理的原理,提高学生风险管理计算与建模的技能。

本书可以作为经济管理类本科生或研究生的风险管理、金融工程等课程的计算与建模训练教学教材,也可以作为应用统计类专业硕士的专业教材。

图书在版编目(CIP)数据

风险管理计算与建模/王周伟编著. —上海:上海交通大学出版社,2011

“十二五”经济管理类实验教学系列教材

ISBN 978-7-313-07689-2

I. ①风… II. ①王… III. ①金融—风险管理—系统
建模—高等学校—教材 IV. ①F830.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 171502 号

风险管理计算与建模

王周伟 编著

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 951 号 邮政编码 200030)

电话: 64071208 出版人: 韩建民

常熟市梅李印刷有限公司印刷 全国新华书店经销

开本: 787mm×960mm 1/16 印张: 16 字数: 299 千字

2011 年 9 月第 1 版 2011 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-313-07689-2/F 定价: 32.00 元

版权所有 侵权必究

告读者:如发现本书有质量问题请与印刷厂质量科联系
联系电话:0512-52661481

前 言

应用型人才培养的核心在于促进学生知识、能力、素质的协调发展,而建立与理论教学有机结合,以技能提升为核心,多层次、全方位的实验教学体系是应用技术人才培养最为重要的手段。组织编写大学本科经济管理类专业实验指导教材系列,旨在满足经济管理类应用技术人才培养的实验教学需要,该系列由茆训诚教授策划。

本书是该系列中的一本。风险管理涉及许多计算与建模,推演过程比较复杂,手工计算工作量很大。根据原理,借助软件实现,是我们风险管理的人才培养与工作实践当中非常重要的内容。本书侧重于介绍风险管理当中的计算方法与建模原理及其软件实现。目的在于帮助学生熟练掌握风险管理原理,提高风险管理计算与建模技能。

全书系统地讲解了风险管理计算与建模原理,并安排了大量的实例,详实地介绍了风险管理计算与建模的软件实现。全书分为三个部分:第1章至第4章为第一部分,主要介绍了风险管理计算与建模的一般原理,包括波动率的计算、损失分布的拟合与模拟、损失估计、风险管理决策;第5章至第8章为第二部分,具体地介绍各种金融风险的计算分析与建模方法及其软件实现,包括信用风险、市场风险、操作风险、流动性风险等;第9章为第三部分,则是从全面风险管理的视角介绍企业资本预算的基本原理与预算方法。

本书选择编写的实验项目基本涵盖了风险管理计算与建模的主要知识点,实验方案设计注重合理配置基本型实验、模拟实训型实验、理论验证型实验、综合设计型实验、研究创新型实验等各种实验比重。软件实现步骤详尽,图文并茂,突出实用,既适合用于风险管理理论教学配套的实验教学,也适合用于单独开设的风险管理计算与建模教学,以培养学生的实践创新能力。各章所给的范例力求具有代表性、广泛性,而且具有实用性。它们都是紧密结合风险管理的实践需要,对风险管理实践工作具有较强的指导意义,许多范例结合企业实际情况略加修改即可投入使用。所以,本书可以作为大学经济管理类本科学生或研究生的风险管理、金融工程等课程的实验教学教材,可以作为应用统计类专业硕士的专业实验教材,也可以作为金融工程与风险管理实践者、公司金融管理人士的参考书。其中范例的数据、软件可以向编者联系索取。联系邮箱为:wangzhouw@163.com。

编者多年从事风险管理教学与科研实践。但为编好本书,在收集资料、拟定框架、编写内容时,依然参阅了一些文献资料,在此向这些作者深表谢意。

本书编写时间仓促,有疏漏和不当之处,还望广大读者批评指正。

编 者

2011年8月

目 录

第 1 章 金融资产收益波动率的计算	1
1.1 静态波动率的计算	1
1.1.1 实验目的	1
1.1.2 基本原理	1
1.1.3 实验数据与内容	2
1.1.4 操作步骤与结果	2
1.2 动态波动率的计算	3
1.2.1 实验目的	3
1.2.2 基本原理	3
1.2.3 实验数据与内容	4
1.2.4 操作步骤与结果	5
1.3 隐含波动率的计算	12
1.3.1 实验目的	12
1.3.2 基本原理	12
1.3.3 实验数据与内容	13
1.3.4 操作步骤与结果	13
第 2 章 损失分布的拟合与模拟估计	16
2.1 损失分布拟合的 Excel 图形判断与 K-S 检验	16
2.1.1 实验目的	16
2.1.2 基本原理	16
2.1.3 实验数据及内容	18
2.1.4 操作步骤及结果	19
附件 2.1 Excel 中的描述统计函数	23
附件 2.2 Excel 中的概率分布计算函数	24
2.2 损失分布拟合的 Excel 卡方检验	25
2.2.1 实验目的	25
2.2.2 基本原理	25

2.2.3	实验数据与内容	26
2.2.4	操作步骤及结果	26
2.3	损失分布拟合的 SPSS 卡方检验与 K-S 检验	28
2.3.1	实验目的	28
2.3.2	基本原理	28
2.3.3	实验数据及内容	29
2.3.4	操作步骤及结果	29
2.3.5	结果分析	44
2.4	损失分布的随机模拟	44
2.4.1	实验目的	44
2.4.2	基本原理	44
2.4.3	实验数据及内容	47
2.4.4	操作步骤与结果	47
2.5	损失分布的贝叶斯估计	51
2.5.1	实验目的	51
2.5.2	基本原理	51
2.5.3	实验数据及内容	52
2.5.4	操作步骤与结果	52
第 3 章	损失估计	54
3.1	损失次数频率的二项分布估计	54
3.1.1	实验目的	54
3.1.2	基本原理	54
3.1.3	实验数据及内容	54
3.1.4	操作步骤及结果	55
3.2	损失金额频率的正态估计	56
3.2.1	实验目的	56
3.2.2	基本原理	56
3.2.3	实验数据及内容	56
3.2.4	操作步骤及结果	56
3.3	总损失频率的分析计算	58
3.3.1	实验目的	58
3.3.2	基本原理	58
3.3.3	实验数据及内容	58

3.3.4	操作步骤及结果	59
第4章	风险管理决策	60
4.1	期望损益准则决策	60
4.1.1	实验目的	60
4.1.2	基本原理	60
4.1.3	实验数据与内容	60
4.1.4	操作步骤与结果	61
第5章	信用风险管理	65
5.1	个人信用综合评分与授信决策模型	65
5.1.1	实验目的	65
5.1.2	基本原理	65
5.1.3	实验数据与内容	78
5.1.4	操作步骤与结果	80
5.2	企业财务综合评价模型	85
5.2.1	实验目的	85
5.2.2	基本原理	85
5.2.3	实验数据与内容	91
5.2.4	操作步骤与结果	91
5.3	违约回归分析模型	99
5.3.1	实验目的	99
5.3.2	基本原理	99
5.3.3	实验数据与内容	105
5.3.4	操作步骤与结果	105
5.4	KMV 模型	117
5.4.1	实验目的	117
5.4.2	基本原理	117
5.4.3	实验数据与内容	122
5.4.4	操作步骤与结果	123
5.5	信用风险损失的计算	127
5.5.1	实验目的	127
5.5.2	基本原理	127
5.5.3	实验数据与内容	128

5.5.4	操作步骤与结果	129
5.6	应收账款信用政策决策模型	130
5.6.1	实验目的	130
5.6.2	基本原理	130
5.6.3	实验数据及内容	132
5.6.4	操作步骤与结果	132
第6章	市场风险管理	137
6.1	久期与凸度的计算与应用	137
6.1.1	实验目的	137
6.1.2	基本原理	137
6.1.3	实验数据与内容	140
6.1.4	操作步骤与结果	140
6.2	资产负债组合的久期分析与免疫管理	143
6.2.1	实验目的	143
6.2.2	基本原理	143
6.2.3	实验数据与内容	145
6.2.4	操作步骤与结果	145
6.3	风险价值计算的方差-协方差法	146
6.3.1	实验目的	146
6.3.2	基本原理	146
6.3.3	实验数据与内容	152
6.3.4	操作步骤与结果	152
6.4	风险价值计算的历史模拟法	155
6.4.1	实验目的	155
6.4.2	基本原理	155
6.4.3	实验数据与内容	155
6.4.4	操作步骤与结果	156
6.5	股票 β 系数的计算	158
6.5.1	实验目的	158
6.5.2	基本原理	158
6.5.3	实验数据与内容	160
6.5.4	操作步骤与结果	160

6.6	期货套期保值	162
6.6.1	实验目的	162
6.6.2	基本原理	162
6.6.3	实验数据与内容	164
6.6.4	操作步骤与结果	164
6.7	期权价格敏感性指标的计算与分析	169
6.7.1	实验目的	169
6.7.2	基本原理	169
6.7.3	实验数据与内容	177
6.7.4	操作步骤与结果	177
6.8	期权价值影响因素的敏感性分析	191
6.8.1	实验目的	191
6.8.2	基本原理	191
6.8.3	实验数据与内容	191
6.8.4	操作步骤与结果	192
6.9	投资组合保险	195
6.9.1	实验目的	195
6.9.2	基本原理	195
6.9.3	实验数据与内容	197
6.9.4	操作步骤与结果	198
第7章	操作风险管理	201
7.1	操作风险价值估计的损失分布法	201
7.1.1	实验目的	201
7.1.2	基本原理	201
7.1.3	实验数据与内容	202
7.1.4	操作步骤与结果	202
7.2	操作风险经济资本计算的标准法	204
7.2.1	实验目的	204
7.2.2	基本原理	204
7.2.3	实验数据与内容	205
7.2.4	操作步骤与结果	205

第 8 章 流动性风险管理	207
8.1 现金需求的销售百分比法预测	207
8.1.1 实验目的	207
8.1.2 基本原理	207
8.1.3 实验数据与内容	208
8.1.4 操作步骤与结果	208
8.2 现金需求的资金特性分析法预测	210
8.2.1 实验目的	210
8.2.2 基本原理	210
8.2.3 实验数据与内容	210
8.2.4 操作步骤与结果	211
8.3 现金预算	213
8.3.1 实验目的	213
8.3.2 基本原理	213
8.3.3 实验数据与内容	216
8.3.4 操作步骤与结果	218
第 9 章 资本预算	227
9.1 监管资本的标准法计算	227
9.1.1 实验目的	227
9.1.2 基本原理	227
9.1.3 实验数据与内容	235
9.1.4 操作步骤与结果	235
9.2 监管资本的内部评级法计算	238
9.2.1 实验目的	238
9.2.2 基本原理	239
9.2.3 实验数据与内容	240
9.2.4 操作步骤与结果	241
参考文献	244

第 1 章 金融资产收益波动率的计算

1.1 静态波动率的计算

1.1.1 实验目的

通过本次 Excel 实验,掌握利用历史数据计算金融资产的日对数收益率及其预期收益率、静态的方差、标准差、标准分数、离散系数的方法。

1.1.2 基本原理

金融资产的日对数收益率采用单期对数收益率计算公式为

$$r_t = \ln(1 + R_t) = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) \quad (1.1)$$

金融资产的预期收益率计算公式为

$$E(r_t) = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T r_t \quad (1.2)$$

金融资产日对数收益率的方差计算公式为

$$\sigma^2(r_t) = E(r_t - E(r_t))^2 = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T [r_t - E(r_t)]^2 \quad (1.3)$$

金融资产日对数收益率的标准差计算公式为

$$\sigma(r_t) = \sqrt{\sigma^2(r_t)} \quad (1.4)$$

标准分数等于某个数据与其平均数的离差除以标准差之后的值,反映的是该数据与平均数比较相差多少个标准差,以测度每个数值在该组数据中的相对位置,并可以用它判断一组数据是否有异常点。其计算公式为

$$z_t = \frac{r_t - E(r_t)}{\sigma(r_t)} \quad (1.5)$$

方差、标准差都是反映风险收益分散程度的绝对水平。对于平均水平或

计量单位不同组别的风险数据值,是不能用方差、标准差直接比较其离散程度的。这时就需要使用离散系数。离散系数也称为变异系数,它是一组风险数据的标准差 σ 与其相应的预期值 $E(r)$ 之比。其计算公式为

$$V = \frac{\sigma(r_i)}{E(r_i)} \quad (1.6)$$

离散系数是测度风险数据离散程度的相对统计量,其作用主要是用于比较不同样本风险数据的离散程度。离散系数大,说明相对风险较大;反之,相对风险较小。

1.1.3 实验数据与内容

- (1) 下载收集一只股票在一年内的日收盘价数据;
- (2) 计算该股票的日对数收益率;
- (3) 利用描述统计指标的定义公式,计算该股票的预期收益率、静态的方差、标准差、标准分数、离散系数。

1.1.4 操作步骤与结果

(1) 下载收集浦发银行(股票代码为 600000)股票在一年内的日收盘价数据,如 Excel 文件“1 波动率的计算”所示。

(2) 计算这只股票的日对数收益率。在表“静态波动率计算”的单元格 C4 中输入公式“=LN(B4/B3)”,下拉单元格,复制填充公式至 C5:C220,即得 600000 浦发银行的日对数收益率。

(3) 利用描述统计指标的定义公式,计算该股票的预期收益率、静态的方差、标准差、标准分数、离散系数。

(3.1) 在表“静态波动率计算”的 G3 中输入公式“=AVERAGE(C4:C220)”,计算浦发银行的年预期收益率。

(3.2) 在 G4 中输入公式“=VAR(C4:C220)”,计算浦发银行的静态年方差。

(3.3) 在 G5 中输入公式“=STDEV(F4:F220)”或者“=G5^0.5”,计算浦发银行的静态年标准差。

(3.4) 选中 G4:G220,输入公式“=(C6-\$G\$4)/\$G\$6”,单击“Ctrl+Shift+Enter”确认输入,计算标准分数。

(3.5) 在 G5 中输入公式“= G5/G3”,计算浦发银行的离散系数。

计算结果如图 1.1 所示。

	A	B	C	D	E	F	G
1	原始数据					静态波动率计算表	
2	日期	600000	日对数收益率	标准化分数			
3	2007-01-04	21.46					
4	2007-01-05	20.83	-0.0298	-0.9375		预期收益率=	0.0041
5	2007-01-08	21.25	0.0200	0.4368		方差=	0.0013
6	2007-01-09	22.79	0.0700	1.8178		标准差=	0.0362
7	2007-01-10	23.63	0.0362	0.8851		离散系数=	27.6188
35	2007-02-27	21.85	-0.1046	-3.0043			
36	2007-02-28	22.32	0.0213	0.4732			
37	2007-03-01	21.87	-0.0204	-0.6771			
38	2007-03-02	21.95	0.0037	-0.0137			
39	2007-03-05	21.65	-0.0138	-0.4947			

图 1.1 静态波动率的计算

1.2 动态波动率的计算

1.2.1 实验目的

通过本次实验,掌握动态波动率计算的简单序时移动平均法、一般加权移动平均法。

1.2.2 基本原理

对于时期总量指标(如收益率),主要采用简单序时移动平均法与一般加权移动平均法。根据权重定义的不同,一般加权移动平均法又有普通加权移动平均法与指数加权移动平均法三种。

1. 简单序时移动平均法

简单序时移动平均(Simple Moving Average, SMA)方法是用过去 m 天收益率的样本方差估计当前的波动率,即:

$$\begin{aligned}
 \sigma_t^2 &= \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (r_{t-i} - E_{t-1}^m(r_t))^2 \\
 &= \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m \left(r_{t-i} - \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m r_{t-j} \right)^2
 \end{aligned} \quad (1.7)$$

其中: $E_{t-1}^m(r_t)$ 表示 $t-1$ 时刻的前 m 项收益率的移动平均值, $t-1 > m$ 。

2. 普通加权移动平均法

普通加权移动平均法是按照不同时期的收益率信息价值大小赋予不同的权重,再利用加权平均法原理计算过去 m 天的收益率样本方差,作为下一期(即预测

期)波动率的估计值。计算公式为:

$$\sigma_t^2 = \sum_{i=1}^m w_i \left(r_{t-i} - \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m r_{t-j} \right)^2 \quad (1.8)$$

其中: w_i 是第 $t-i$ 天的收益率权重,所有权重之和等于 1。一般地,离预测期越近,权重越大。

3. 指数加权移动平均法

指数加权移动平均法(Exponentially Weighted Moving Average, EWMA)即指数平滑法。其基本原理就是按照观测时间距离当前时刻从远到近,给历史数据(如收益率、利差等)以小于 1 的衰减因子指数赋予由小到大的不同权重,再进行加权平均计算预期收益率与波动率的时间序列。指数加权移动平均法是根据前期的实测数和预测数,以加权因子为权数,进行加权平均,来预测未来时间趋势的方法。

$$E_t(\sigma_{t+1}^2) = \alpha \sigma_t^2 + (1 - \alpha) E_{t-1}(\sigma_t^2) \quad (1.9)$$

其中: α 是大于 0 且小于 1 的平滑系数, $E_t(\sigma_{t+1}^2)$ 表示第 t 时刻预测的 $t+1$ 时刻波动率。

规划求解的原理就是要求解一个最优的平滑系数,使得指数平滑预测的总误差最小。用模型表示就是:

$$\begin{aligned} \min_{\alpha} (\sigma_E^2) &= \min_{\alpha} \sum_{t=1}^T (\sigma_t^2 - E(E_{t-1}(\sigma_t^2)))^2 \\ \text{s. t. } &\begin{cases} E_{-1}(\sigma_1^2) = \sigma_1^2 \\ E_t(\sigma_{t+1}^2) = \alpha \sigma_t^2 + (1 - \alpha) E_{t-1}(\sigma_t^2) \\ 0 < \alpha < 1 \end{cases} \end{aligned} \quad (1.10)$$

1.2.3 实验数据与内容

本次实验数据采用 1.1 中浦发银行的日对数收益率数据,实验计算内容如下:

(1) 在作动态分析之前,先绘制时间序列散点图,以直观把握变化趋势;

(2) 利用添加趋势线法,在初步确定的三个周期(项数)中,初步确定合理的移动平均周期;

(3) 利用数据分析工具“移动平均”,计算单只股票收益率的 10 日、20 日、30 日简单移动平均时间序列,再选择标准误差平均值最小的日期数,对单只股票计算方差的简单移动时间序列、标准差的简单移动时间序列、离散系数的简单移动时间

序列;

(4) 利用一般加权移动平均法原理,选择标准误差平均值最小的日期数,对于单只股票,计算方差、标准差、离散系数的一般加权移动平均时间序列;

(5) 利用“规划求解”工具,以时间序列的实际值和预测值之间的误差最小为准则,确定最优阻尼系数。然后,利用数据分析中的“指数平滑”工具,对单只股票收益率计算其方差、标准差、离散系数的指数平滑时间序列。

1.2.4 操作步骤与结果

(1) 绘制时间序列散点图,观察大致发展趋势。

(1.1) 单击点中日对数收益率数据区域,选择“插入”命令,在“图表”命令框中选择“带平滑线的散点图”;单击右键,选择“选择数据源”命令,选中删除“收集数据600000”,如图 1.2 所示,单击“确定”。

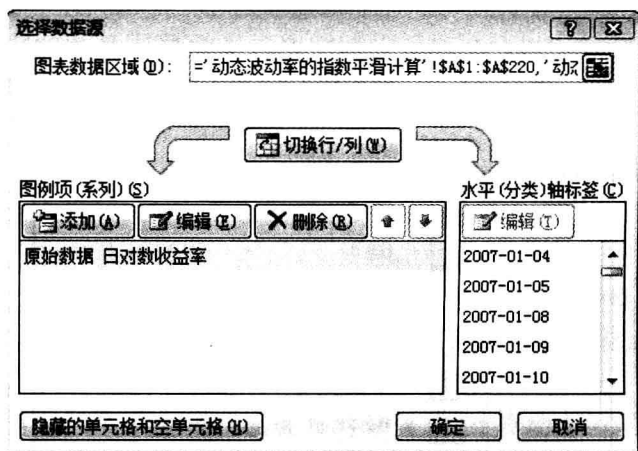


图 1.2 选择数据源

(1.2) 利用“布局”功能模块编辑图表,如图表大小及坐标轴,得时间序列散点图,如图 1.3 所示。

(2) 添加趋势线,确定最优移动平均项数。

(2.1) 左击选中图 1.3 中的散点,右击选中“添加趋势线”,即弹出“设置趋势线格式”对话框,选择“趋势预测/回归分析类型”下的“移动平均”,在周期设置按钮框中设置为“5”,即移动平均的步长选择为 5 天;在趋势线名称中点击“自定义”,在其后的文本框中输入“5 日移动平均”,如图 1.4 所示,单击“确定”按钮,加有 5 日移动平均线的日对数收益率时间序列散点图,如图 1.5 所示。