

经济学与管理学实验教学系列教材

衍生金融工具 实验教程

■ 主 编 彭红枫



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

F830.2/58

2008

经济学与管理学实验教学系列教材

衍生金融工具

实验教程

■ 主 编 彭红枫



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

衍生金融工具实验教程/彭红枫主编. —武汉:武汉大学出版社,
2008.6

经济学与管理学实验教学系列教材

ISBN 978-7-307-06275-7

I. 衍… II. 彭… III. 金融体系—高等学校—教材 IV. F830.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 081362 号

责任编辑:辛 凯 责任校对:刘 欣 版式设计:马 佳

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:wdp4@whu.edu.cn 网址:www.wdp.whu.edu.cn)

印刷:湖北省荆州市今印印务有限公司

开本:720×1000 1/16 印张:11.5 字数:203千字 插页:1

版次:2008年6月第1版 2008年6月第1次印刷

ISBN 978-7-307-06275-7/F·1162 定价:20.00元

版权所有,不得翻印;凡购我社的图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

经济学与管理学实验教学系列教材 编写委员会

主 任： 陈继勇

副主任： 曾国安 叶永刚 李燕萍

委 员： 张 彬 谢获宝 海 峰 齐绍洲 黄 静

吴传清 刘思跃 刘穷志 方德斌 尤赤矾

内 容 简 介

本书在介绍衍生金融工具基本理论的基础上,分别从中国期货市场的GARCH效应、期货市场最优套期保值比率的估计、期权平价理论在中国的实证检验、商业银行挂钩型理财产品预期收益率的模拟、期货价格的形成机制、二叉树期权定价等六个专题研究了计量经济学和时间序列分析在衍生金融工具中的应用。本书内容翔实、操作简单,初学者可以模仿书中所讲案例进行自己的研究,本书还为有一定基础的读者提供了一些估计程序的源代码,同时为欧式及美式期权设计了二叉树期权定价软件,有助于培养学生运用定量分析方法解决中国现实问题的能力。

本书可以满足金融学、金融工程及投资学等本科高年级学生和一年级研究生金融计量研究的需要,可以作为金融工程、衍生金融工具理论教学的配套用书,同时也可作为证券、期货及其他衍生品等行业实务操作人员的参考用书。

育经济学管理已学书等事从既群整备其书，用非的工臣新模便虽已能由林建学建
突出家来，能益果得百能由林建学本拉能整备出，面式一民；建能由士人由
。先对计可的百能由林建学建能

高教社

出版于 2005 年

总 序

现代实验教学是将专业理论知识、信息技术和操作技能等融于一体的教学，是经济学与管理学新发展的主要内容，其既对已有的经济学和管理学教学体系、教学内容、教学方法、教学手段、教学条件、教学管理等提出了新的要求，也对从事经济学和管理学教育的教师和管理者提出了新的要求。

限于条件、学科发展、硬件与软件设施以及人们对经济学与管理学教学内容和方式认识的局限，过去经济学与管理学的教学长期偏重于理论教学，实验教学基本上处于可有可无的境地。随着经济与管理实践的不断发 展，随着经济发展方式的变化，随着经济学和管理学学科的进一步发展，随着实验教学硬件与软件设施的不断改善，更由于人们对经济学与管理学教学内容和方式认识的转变，以计算机为物质基础、以现代信息技术和经济学与管理学专业软件为支撑、以现代模拟教学为主要方式的经济学与管理学实验教学已经被认为是经济学与管理学的重要教学内容和方式。推进经济学与管理学的实验教学，达到理论教学与实验教学并重已经成为经济学与管理学专业教育的重要方向。实验教学已经成为培养宽口径、厚基础、高素质、强能力的具有创新、创造和创业精神和能力的高层次复合型的经济学和管理学专业人才的必不可少的重要环节。为了进一步促进经济学与管理学实验教学，我们决定推出经济学与管理学实验教学系列教材。

编写本系列教材的宗旨是要推动经济学与管理学的实验教学，提高经济学与管理学的实验教学水平，完善经济学与管理学的实验教学体系，培养和提高学生的实践能力，促进经济学与管理学学科专业的发展。

我们将以本科各专业课程教学计划为基本依据，根据实验教学需要和人才培养需要，以实验教学系列教材的形式分批推出实验教学教材，最终形成体系比较完整的适应实验教学和人才培养需要的具有学院学科专业特色和优势的系列教材。

实验教学教材的编写还没有现成的模式可以借鉴，编写实验教学教材对我们而言是一个尝试，一方面，我们希望本系列教材对国内经济学与管理学实验

教学教材的编写起到抛砖引玉的作用,尤其希望得到从事经济学与管理学教育的人士的指教;另一方面,也希望通过本系列教材的编写积累经验,探索出实验教学教材编写的可行模式。

陈继勇

2008 年春于珞珈山

前言

从 2002 年起,我开始为本科生及研究生讲授《金融工程》和《衍生金融工具》等课程,在教学过程中,我深刻感受到培养学生动手能力的重要性!我经常对学生说的话是:“不能轻易地说‘我懂了’,只有当你将书本合上,用自己的话将教科书上的内容重述一遍,同时能独立地运用计量经济学及时间序列的相关方法,对书中的相关理论进行实证研究时,你才真正地懂了”。我尽量地在理论教学中设计一些中国的案例,要求学生运用所学的计量知识分析现实经济金融问题,得到了学生的肯定和认可。在面对学生提出的一大堆的问题时,我时常想要是能有一本实验教材类的参考书就好了。

随着武汉大学金融学及金融工程的学生队伍的日益壮大,学生们所提出的问题也越来越多,于是我将这几年教学工作中所积累的经验整理了一下,并写成了这本书。我在 2002 级、2003 级、2004 级金融工程及金融学专业的课堂中陆续给学生讲授过书中的内容,学生也在课后写了一些论文,还有很多学生甚至把它们做成了本科或研究生毕业论文。

感谢 2005 级金融工程的本科生,正是他们每次被我布置的课后练习“折磨得痛苦不堪”的表情及对完成我的课后练习的热情度和满足感,让我下定决心编写了这本书。本书共包括六章,第一章为中国期货市场 GARCH 效应的实证检验,运用各类 GARCH 模型描述中国期货市场的收益率特征;在第二章中运用各类模型对期货最优套期保值比率进行了估计,并对保值效果进行了比较;第三章为期权平价关系在中国市场的实证检验,主要研究了中国权证市场认购权证与认沽权证之间的关系;第四章对商业银行挂钩型理财产品预期收益率进行了模拟,使投资者可以较为准确地判断银行理财产品的预期收益率;第五章为期货市场价格形成机制实证研究;第六章介绍了二叉树期权定价模型在各类期权定价中的应用及计算机上的实现。

感谢 2006 级和 2007 级金融学及金融工程专业的研究生,在课堂上和我共同完成了银行理财产品的梳理和评估工作,感谢武汉大学经济与管理学院实验教学中心提供的软件支持,感谢武汉大学经济与管理学院给我提供了出版本书

的机会，也感谢武汉大学出版社的辛凯编辑细心及出色的工作，感谢我的爱人郭海健一直以来对我的照顾和支持，感谢我四岁的女儿曦曦能原谅我在本书的写作期间对她的疏远，可爱的她每时每刻都能为我带来快乐！

本书由彭红枫主编，作者编写分工如下：第一章，彭红枫；第二章，彭红枫、刘锐、胡聪慧；第三章，刘锐、彭红枫；第四章，刘锐、彭红枫、刘明卓；第五章，韦璐、彭红枫；第六章，彭红枫、刘颖、郝晓琳、韦璐。全书最后由彭红枫统稿完成。

由于作者水平有限，书中不足及疏漏之处，恳请读者批评指正，所有意见及建议可发送至：fhpeng@whu.edu.cn，谢谢！书中的自编软件如有需要也可向作者索取。

编者

2008年5月30日

目 录

前 言	1
第一章 中国期货市场 GARCH 效应的实证检验	1
第一节 GARCH 理论基础	1
一、ARCH 模型	1
二、GARCH 模型	2
三、EGARCH 模型	4
四、TGARCH 模型	5
五、ARCH-M, GARCH-M 和 EGARCH-M 模型	5
第二节 实验目的及方法	6
一、实验目的	6
二、实验方法	6
第三节 实验过程	6
一、数据的搜集和整理	6
(一)数据的搜集	6
(二)EViews 工作文件的建立	7
(三)工作文件的保存	7
(四)数据的导入	8
(五)数据的验证和保存	12
二、中国期货市场 GARCH 效应的实证检验	14
(一)铜期货收益率统计性描述	14
(二)铜期货收益率序列的平稳性检验	18
(三)方程的估计	20
(四)铜期货收益率序列的 ARCH 估计	24

(五)铜期货收益率序列的 GARCH 估计	25
(六)铜期货收益率序列的 GARCH-M 估计	28
(七)铜期货收益率序列的 EGARCH-M 估计	29
第四节 应注意的问题	31
第二章 期货最优套期保值比率的估计	32
第一节 套期保值理论基础	32
一、期货套期保值比率概述	32
二、计算期货套期保值比率的相关模型	33
(一)简单回归模型(OLS)	33
(二)误差修正模型(ECM)	34
(三)ECM-BGARCH 模型	35
三、期货套期保值比率绩效的评估	37
第二节 实验目的及方法	37
一、实验目的	37
二、实验方法	38
第三节 实验过程	38
一、数据的搜集和整理	38
(一)数据的搜集	38
(二)EViews 工作文件的建立	38
(三)数据的导入	40
(四)数据的验证和保存	41
二、利用 EViews 估计最优套期保值比率	41
(一)用 OLS 模型估计最优套期保值比率	41
(二)用 ECM 模型估计最优套期保值比率	43
(三)用 ECM-BGARCH 模型估计最优套期保值比率	50
三、对利用最小方差套期比的套保组合进行绩效评估	59
第四节 应注意的问题	61
第三章 期权平价关系在中国市场的实证检验	63
第一节 期权平价相关理论基础	63
一、期权基础知识介绍	63
二、期权平价关系介绍	65

三、期权平价关系在中国的应用	66
第二节 实验目的及方法	67
一、实验目的	67
二、实验方法	67
第三节 实验过程	68
一、数据的搜集和整理	68
(一)数据的搜集	68
(二)EViews 工作文件的建立	69
(三)数据的导入	69
(四)看跌权证价格的调整	71
(五)数据的验证和保存	71
二、回归模型的建立	72
三、回归结果的分析 and 期权平价关系的论证	77
第四节 应注意的问题	79
第四章 商业银行挂钩型理财产品预期收益率的模拟	80
第一节 理财产品理论基础	80
一、理财产品简介	80
二、挂钩型理财产品分析	81
第二节 实验目的及方法	82
一、实验目的	82
二、实验方法	82
第三节 实验过程	83
一、数据的收集和整理	83
二、股票价格的蒙特卡洛模拟	84
(一)选取历史数据估计各只股票的参数 μ, σ	84
(二)股票未来价格的蒙特卡洛模拟	85
(三)从模拟结果中预计理财产品预期实际收益率	92
第四节 应注意的问题	93
第五章 期货市场价格形成机制实证研究	94
第一节 期货价格形成机制理论及实证基础	94
一、期货价格形成机制理论概述	94

80	(一) 持有成本理论	94
70	(二) 均衡价格理论	94
70	(三) 理性价格预期理论	95
70	二、期货价格形成的实证成果述评	95
80	三、期货价格形成机制理论实证研究方法	97
80	(一) 平稳性检验	98
80	(二) 协整检验	98
90	(三) 误差修正模型	99
90	(四) 方差分解	100
117	第二节 实验目的及方法	101
117	一、实验目的	101
117	二、实验方法	101
117	第三节 实验过程	102
97	一、数据的搜集和整理	102
	(一) 数据的搜集	102
108	(二) EViews 工作文件的建立及数据的导入	104
108	二、PTA 期货价格的形成机制实证研究	104
108	(一) ADF、PP 检验	104
118	(二) Johansen 协整检验	108
118	(三) 误差修正模型	112
118	(四) Granger 因果检验	115
118	(五) 方差分解分析	115
118	三、实证结果小结	121
118	第四节 应注意的问题	123
118	第六章 二叉树期权定价模型	124
118	第一节 二叉树期权定价理论基础	124
118	一、单期二叉树定价模型	124
118	二、多期二叉树期权定价模型	126
118	第二节 实验目的和方法	128
118	一、实验目的	128
118	二、实验方法	128
118	第三节 实验过程	128

一、Excel 中期权定价的准备	128
二、Excel 中二叉树期权定价	129
三、基于自编软件的二叉树期权定价	137
(一) 软件界面制作	137
(二) 软件显示按钮的设置	139
(三) 不同输入值的显示	142
(四) 显示的实现	149
 附表 1	 153
 附表 2	 156
 附表 3	 159
 参考文献	 169

第一章

中国期货市场 GARCH 效应的实证检验

第一节 GARCH 理论基础

在经典线性回归模型 (CLRM) 中, 很重要的一个假定条件是回归模型的残差是同方差的, 该假定保证了回归系数的无偏性、有效性及一致性。然而在现实中, 同方差的假定是很难满足的, 特别是在金融市场中。

金融市场中金融资产的收益率序列往往具有这样的特性: 一个高的收益率后紧连着更高的收益率, 一个低的收益率之后紧连着更低的收益率。这一特征被称为波动率聚族 (Mandelbrot, 1963)。波动率聚族表明股票收益率的波动是时变的, 即存在异方差性。异方差虽然不会影响回归系数的最小二乘估计的无偏性, 但回归系数的有效性及一致性则难以保证。

大多数研究表明, 金融时间序列具有如下特征:

(1) 波动率聚族: 金融时间序列的波动性存在明显的聚集性。

(2) 尖峰后尾态: 与正态分布相比, 金融时间序列的实际分布的尾部更厚, 峰度要更高。

(3) 杠杆效应: 金融资产价格与其波动性之间存在着负相关关系 (Black, 1976), 利空消息要比利好消息导致更大的条件方差。

Engle (1982) 提出的 ARCH 模型 (AutoRegressive Conditional Heteroscedasticity Model) 及随后在此基础上发展的 GARCH 模型 (Generalized AutoRegressive Conditional Heteroscedasticity Model) (Bollerslev, 1986) 能很好地捕捉金融时间序列的这些特征。之后经过许多研究者的努力, 在 GARCH (Bollerslev, 1986) 的基础上, 发展形成了庞大的 GARCH 类模型的大家族, 这个家族里的模型已成为度量波动性和收益性的实证研究中最常用的工具。

一、ARCH 模型

若一个平稳随机变量 x_t 可以表示为 p 阶自回归过程, 即 $x_t \sim AR(p)$, 其随

机误差项的方差可用误差项平方的 q 阶分布滞后模型(DLM)描述,

$$x_t = \beta_0 + \beta_1 x_{t-1} + \beta_2 x_{t-2} + \cdots + \beta_p x_{t-p} + u_t \quad (1-1)$$

$$\sigma_t^2 = E(u_t^2) = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \alpha_2 u_{t-2}^2 + \cdots + \alpha_q u_{t-q}^2 \quad (1-2)$$

则称 u_t 服从 q 阶的 ARCH 过程,记做 $u_t \sim \text{ARCH}(q)$ 。其中(1-1)式称做均值方程,(1-2)式称做 ARCH 方程。

为了保证 x_t 的平稳性,(1-1)式还应满足如下条件:特征方程

$$1 - \beta_1 L - \beta_2 L^2 - \cdots - \beta_p L^p = 0 \quad (1-3)$$

的根应在单位圆之外。 x_t 的条件期望是

$$E(x_t | x_{t-1}, \cdots, x_{t-p}) = \beta_0 + \beta_1 x_{t-1} + \beta_2 x_{t-2} + \cdots + \beta_p x_{t-p} \quad (1-4)$$

对(1-4)式两边取期望,可得 x_t 的无条件期望($T \rightarrow \infty$ 时)为:

$$E(x_t) = \frac{\beta_0}{1 - \beta_1 - \cdots - \beta_p} \quad (1-5)$$

对于(1-2)式,由于方差的非负性,对 α_i 应有如下约束,

$$\alpha_0 > 0, \alpha_i \geq 0, i = 1, 2, \cdots, q \quad (1-6)$$

为保证 σ_t^2 也是一个平稳过程,(1-2)式的特征方程

$$1 - \alpha_1 L - \alpha_2 L^2 - \cdots - \alpha_q L^q = 0 \quad (1-7)$$

的根都应在单位圆之外。

同样地,我们对(1-2)式两边求期望,可得:

$$\begin{aligned} \sigma_t^2 &= \alpha_0 + \alpha_1 E(u_{t-1}^2) + \alpha_2 E(u_{t-2}^2) + \cdots + \alpha_q E(u_{t-q}^2) \\ &= \alpha_0 + \alpha_1 \sigma_{t-1}^2 + \alpha_2 \sigma_{t-2}^2 + \cdots + \alpha_q \sigma_{t-q}^2 \end{aligned}$$

当 $T \rightarrow \infty$ 时,

$$\sigma^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \sigma^2 + \alpha_2 \sigma^2 + \cdots + \alpha_q \sigma^2$$

因此,其无条件方差为:

$$\sigma^2 = \frac{1}{1 - \sum_{i=1}^q \alpha_i} \alpha_0 \quad (1-8)$$

为了保证 σ_t^2 是一个平稳过程,应该有约束 $0 \leq (\alpha_1 + \alpha_2 + \cdots + \alpha_q) < 1$ 。

因为 $\text{Var}(x_t) = \text{Var}(u_t) = \sigma_t^2$,所以上式可以用来预测 x_t 的方差。

二、GARCH 模型

ARCH(q)模型(1-2)是关于 σ_t^2 的分布滞后模型。为避免 u_t^2 的滞后项过多,可采用加入 σ_t^2 的滞后项的方法(回忆可逆性概念)。对于(1-2)式,可给出如下形式:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \lambda_1 \sigma_{t-1}^2 \quad (1-9)$$

此模型称为广义自回归条件异方差模型,用 GARCH(1, 1) 表示。其中 u_{t-1} 称为 ARCH 项, σ_{t-1} 称为 GARCH 项。(1-9) 式应满足的条件是

$$\alpha_0 > 0, \alpha_1 \geq 0, \lambda_1 \geq 0$$

当 $0 \leq \lambda_1 < 1$, (1-9) 式变为

$$\begin{aligned} (1 - \lambda_1 L) \sigma_t^2 &= \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 \\ (1-10) \quad \sigma_t^2 &= \frac{\alpha_0}{1 - \lambda_1} + \frac{\alpha_1}{1 - \lambda_1 L} u_{t-1}^2 \\ &= \frac{\alpha_0}{1 - \lambda_1} + (\alpha_1 + \alpha_1 \lambda_1 L + \alpha_1 \lambda_1^2 L^2 + \alpha_1 \lambda_1^3 L^3 + \cdots) u_{t-1}^2 \end{aligned}$$

所以 GARCH 模型可以看做是无限阶的 ARCH 模型。

如果我们在 GARCH(1,1) 模型的基础上,加入滞后 p 期的残差方差的滞后项和滞后 q 期的残差平方的滞后项,即

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \lambda_1 \sigma_{t-1}^2 + \cdots + \lambda_p \sigma_{t-p}^2 + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \cdots + \alpha_q u_{t-q}^2 \quad (1-10)$$

(1-10) 式就是 GARCH(p, q) 模型。同样地,为了保证方差的非负性, (1-10) 式应满足如下条件:

$$\begin{aligned} \alpha_0 &= 0, \\ \alpha_i &\geq 0, i = 1, 2, \cdots, q, \\ \lambda_i &\geq 0, i = 1, 2, \cdots, p, \\ 0 &\leq \left(\sum_{i=1}^q \alpha_i + \sum_{i=1}^p \lambda_i \right) < 1 \end{aligned}$$

对于 GARCH 模型,相应均值方程被解释变量的条件期望和条件方差分别是

$$E\{y_t | x_t\} = x_t \beta$$

$$\text{Var}\{y_t | x_t\} = \sigma_t^2$$

对 (1-10) 式两侧求期望,并令 $T \rightarrow \infty$, 则 u_t 的无条件方差表达式是

$$\sigma^2 = \frac{\alpha_0}{1 - \sum_{i=1}^q \alpha_i - \sum_{i=1}^p \lambda_i} \quad (1-11)$$

在方程 (1-9) 式中,我们可以看到, $t-1$ 期一个正的冲击 (u_{t-1} 为正) 和一个负的冲击 (u_{t-1} 为负) 对 t 期波动率 (方差) 的影响是相同的。然而,正如本章开篇所讲,大多数金融时间序列都具有杠杆效应的特征,为了更好地捕捉这种杠杆效应,一些研究者对 GARCH 进行了扩展。