



中青年经济学家文库
ZHONGQINGNIAN JINGJIXUEJIA WENKU

基于VaR和Es的 利率风险度量

何启志 / 著

JIYU VaR HE Es DE
LILV FENGXIAN DULIANG



经济科学出版社
Economic Science Press

中青年经济学家文库

本书受安徽财经大学著作出版基金资助

基于 VaR 和 ES 的 利率风险度量

**Risk Measure of Interest Rate Based on
VaR and ES Model**

何启志 著

经济科学出版社

责任编辑：段 钢
责任校对：杨晓莹
版式设计：代小卫
技术编辑：邱 天

图书在版编目（CIP）数据

基于 VaR 和 ES 的利率风险度量/何启志著. —北京：
经济科学出版社，2011. 4

（中青年经济学家文库）

ISBN 978 - 7 - 5141 - 0511 - 7

I. ①基… II. ①何… III. ①利息率 - 风险管理 -
研究 - 中国 IV. ①F832. 22

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2011）第 043627 号

基于 VaR 和 ES 的利率风险度量

何启志 著

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

社址：北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮编：100142

总编辑部电话：88191217 发行部电话：88191540

网址：www. esp. com. cn

电子邮件：esp@ esp. com. cn

北京中科印刷有限公司印刷

三河市德利装订厂装订

880 × 1230 32 开 8. 375 印张 230000 字

2011 年 4 月第 1 版 2011 年 4 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5141 - 0511 - 7 定价：30. 00 元

（图书出现印装问题，本社负责调换）

（版权所有 翻印必究）

前 言

利率期限结构问题是金融领域的一个基本问题，尤其在中国不断推进利率市场化的背景下，研究利率期限结构问题具有重要的理论与现实意义。在《巴塞尔协议》中，市场风险是三大金融风险之一，在现实中，利率风险又是市场风险最主要的表现形式。在中国，一方面随着利率市场化进程的深化，利率波动的频次逐渐变得频繁，波动幅度也逐渐变大，利率风险越来越成为银行等各类金融机构必须面对的一个重要问题；另一方面，由于历史上中国一直实行利率管制政策，银行等各类金融机构的利率风险意识不强，测度和管理利率风险的能力和技术手段比较单一和落后，很多还只限于定性描述。同时随着中国对外开放进程的不断深化，中国与国际接轨已成必然，这些都要求采用国际上一些先进的风险测度方法来度量中国的利率风险。

本书以利率期限结构为主线，利用中国的实际金融数据，综合比较各种利率期限结构估计模型和方法，寻找出最适合我国的利率期限结构估计模型和方法，在此基础上系统研究了利率风险值和期望损失并进行了后验检验。最后对我国不同货币市场的利率风险溢出效应进行检验，并得到一些结论。全书共分7章。第1章为绪论；第2章为相关的理论基础；第3章为利率期限结构静态估计；第4章为利率期限结构动态研究；第5章为基于VaR和ES的利率风险度量；第6章为我国货币市场利率风险测度关系研究；第7章为总结与展望。

本书可供从事利率期限结构、利率风险测度和管理等相关领域的研究人员和实践工作者阅读和参考，也可作为高等学校相关专业

的教材。

最后，必须指出的是鉴于作者知识水平和能力有限，书中难免有错误和不足之处，衷心欢迎各位专家学者提出批评和意见。

作者

2011 年 2 月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景与研究意义	1
1.2 研究现状	4
1.3 现有成果存在的问题与缺陷	13
1.4 本书的主要研究内容与结构	14
第 2 章 相关的理论基础	19
2.1 不同种类利率的概念	19
2.2 收益曲线的形状和期限结构形成理论	21
2.3 样条函数	24
2.4 GARCH 类模型族	25
2.5 相关分布理论	28
2.6 一致性风险测度	29
2.7 VaR 与 ES 的定义	31
2.8 本章小结	33
第 3 章 利率期限结构静态估计	34
3.1 插值法得到利率期限结构	35
3.2 最优化方法得到利率期限结构	43
3.3 本章小结	57

第 4 章 利率期限结构动态研究	59
4.1 动态模型	60
4.2 实证研究	61
4.3 本章小结	164
第 5 章 基于 VaR 和 ES 的利率风险度量	166
5.1 VaR 的计算	167
5.2 后验检验	167
5.3 ES 的计算	168
5.4 实证研究	169
5.5 本章小结	215
第 6 章 我国货币市场利率风险测度关系研究	217
6.1 我国货币市场利率风险测度的统计特征分析	217
6.2 我国货币市场利率风险测度的因果关系检验	220
6.3 基于 VAR 的我国货币市场利率风险关系研究	225
6.4 本章小结	239
第 7 章 总结与展望	242
7.1 本书的主要结论	242
7.2 本书的主要创新点	246
7.3 研究工作展望	247
参考文献	249
后记	262

第 1 章

绪 论

1.1

研究背景与研究意义

《巴塞尔协议》I 和 II 中都把市场风险作为金融风险三大来源之一，市场风险又可以细分为利率风险、汇率风险、股票和商品价格风险等，其中利率风险是市场风险最主要的表现形式。所谓利率风险是利率不利变动给银行财务状况带来的风险。对银行来说，承受一定程度的利率风险是正常的。然而，过度的利率风险会对银行稳健经营和将来赢利能力造成严重威胁。（潘颖、王森译，2005）。

随着世界一体化、金融自由化、我国对外开放和金融体制改革的不断深化，我国利率市场化进程不断加快，全面利率市场化在我国的实现也将指日可待。而通过已经实现利率市场化国家的经验和实证分析结果来看，利率市场化后，利率波动一般会加大，这就可能会增加商业银行所面临的利率风险（邓黎阳，2005）。例如美国，完成利率市场化改革大概用了 1982 ~ 1986 年的 5 年左右时间，在这期间有大批银行倒闭。在利率市场化初期每年有两位数的银行倒闭，1985 年开始达到 3 位数，1987 ~ 1991 年平均每年达到 200 家，最高一年达到 250 家（郑良芳，2002；侯晓，2005）。进入到 20 世纪末 21 世纪初，利率市场化在全球范围内广泛展开，利率波动幅度和频率进一步加大和频繁，与此同时随着金融国际化，影响利率

的因素更加复杂化和多样化,利率变动的趋势和规律更难以掌握和控制,这就使得各类金融机构和投资者所面临的利率风险日益显著(贺国生,2005)。在这种情况下,国内外监管部门、商业银行等金融机构和各类投资者逐步开始关注利率风险的测度和管理。

自从1992年中央十四届三中全会明确地提出利率市场化改革这一伟大设想以来,我国一直在有步骤、有计划地推进利率市场化改革(苏成龙,2006)。目前,利率市场化改革已经进入了深化阶段,研究利率风险度量有着重要的理论和实际意义(贺国生,2005)。第一,我国已经部分实现了利率市场化。尽管我国主要的存贷款利率还基本上属于官定利率,但我国三大货币市场:上海银行间同业拆放市场、全国银行间债券回购市场和全国银行间同业拆借市场的利率以及国债市场利率已经率先实现市场化。这样,在短期资金拆借以及国债投资等业务上,我国商业银行存在典型意义上的利率风险暴露,利率风险度量和管理工作必不可少。第二,我国有逐步完全实现利率市场化的大趋势,从长期看,我国利率市场化趋势是不可避免的。从全国银行间同业拆借市场、全国银行间债券回购市场和国债市场利率市场化,到外币贷款利率的放开;从存贷款利率的严格管制到允许商业银行存贷款利率的适度浮动(存款利率实现了“放开下限,管住上限”;贷款利率实现了“放开上限,管理下限”)(苏成龙,2006),无不反映了这种趋势,这样,研究利率风险度量和管理工作就有着前瞻性的意义(贺国生,2005)。第三,也是与国际市场接轨,增强我国金融机构参与国际竞争的能力的需要。随着世界经济一体化和金融国际化进程的加快,我国各类金融机构与国外金融机构的业务往来和联系将越来越密切,不仅有大量的国外金融机构在我国设立分支机构,我国金融机构也将走向国门,在国外设立分支机构。同时不仅有越来越多的国外投资者参与我国金融市场,通过基金等直接或间接参与国外金融市场的我国投资者也将日益增多。这样我国应向国外一些发达国家一样,高度重视利率风险,并增加利率风险识别、度量和管理工作能力。

总之,我国商业银行等金融机构所面临的利率风险将越来越大,为确保商业银行的稳健经营和持续发展,需要越来越多地考虑利率风险的影响。这还体现在以下三个方面:第一,利率波动会越来越厉害。随着我国利率市场化进程的不断深化和推进,金融市场的利率波动幅度和频率也会不断加大和变快(李成、马国校,2007)。第二,利率收入占我国商业银行总利润的比重还很高。近年来我国商业银行通过金融创新和技术更新,不断开拓新的利润来源和增长点,像信用卡等中间业务所带来的收入总量和比重虽然都有所提高,但与利率收入相比,其所占总利润的比重还是大大低于利息收入所占总利润的比重。第三,我国商业银行等金融机构的利率风险意识、利率风险测度和管理能力不强。由于中国一直以来实行的是利率管制,银行等金融机构面临的利率风险也不强,金融市场毁约事件时有发生,特别是以前的国有银行经常有到期不还款的坏账发生,这样我国银行等金融机构更关心的是信用风险,对利率风险的意识相对比较淡薄,也缺少对相关人才的培养。在我国,银行等金融机构对利率风险度量和管理的方法技术还比较落后,基本上停留在缺口管理、敏感性分析等简单的定性管理阶段。学术界对我国利率风险的认识也还不够,至今还很少通过定量分析方法研究我国金融机构在利率市场化背景中的风险值(李志辉、刘胜会,2006),更不要说是针对利率风险一致性测度的研究。针对上述问题,本书系统研究利率期限结构和风险度量方法,并将两者结合起来,给出计算利率风险值的方法,并考虑利率风险的尾部形态,建立一致性风险测度:利率风险期望损失,进而研究利率风险期望损失对风险的分散作用,并提供有效的利率风险期望损失计量方法,将利率风险计量的研究从 VaR 推进到 ES。与 VaR 相比,ES 始终是一致性风险测度,具有良好的经济含义与数学性质。最终本书得到一整套指导金融机构度量利率风险的理论方法,具有较高的理论价值和现实意义。

1.2

研究现状

1.2.1 利率期限结构研究现状

利率期限结构反映的是无风险利率与到期期限之间的函数关系,在图形上就是无风险收益率曲线。它一直是金融领域的一个基本问题,是资产定价、金融衍生品设计、风险控制、套利以及投机等的基准(林海、郑振龙,2007)。随着我国利率市场化的不断深化和推进,研究利率期限结构对发展我国资本市场和货币市场具有重要的理论和实践意义(洪永森、林海,2006)。国外对收益率曲线的研究已相当深入,主要分为两大类:第一类为静态方法(数量方法),第二类为动态方法(经济理论模型法)(朱世武、陈健恒,2003)。

第一类方法(静态方法)是利用市场上可以观察到的债券价格数据来拟合利率期限结构(朱世武、陈健恒,2003)。这类方法的研究已从初始按到期收益率简单表述法、息票剥离法及多样条函数插值等粗略方法,发展到采用整条曲线拟合的参数模型以及采用分段曲线拟合技术的样条方法(包括多项式样条、指数样条及 B-样条法)。样条函数类方法具有曲线拟合能力强、适应性强及计算实现方便等优点,是其中非常重要和广为应用的一类方法(吴丹、谢赤,2005;傅曼丽、屠梅曾、董荣杰,2006)。

麦考拉(McCulloch)较早地将样条方法应用于利率期限结构估计,他于1971年和1975年分别将贴现函数假设成一个二次、三次多项式样条函数,其中三次多项式样条函数法在实证研究领域已被广泛使用,已成为标准的利率曲线估计方法。比利斯和瓦格纳(Bliss & Waggoner)等人通过实证研究均发现,无论样本内还是样本外,三次样条法都比较稳定,对债券价格的拟合效果也比较好

(Bliss R. R., 1997; 吴丹, 谢赤, 2005)。斯迪利 (Steely, 1991) 概述了近似函数方法并评价了前人 (McCulloch J. H., 1971, 1975) 的相关研究, 基于 B 样条和置信区间估计期限结构, 基于本书提出的标准, 该方法的拟合度较好。但这些方法有两个主要缺点: ①贴现因子 $D(t)$ (贴现因子 $D(t)$ 表示在时间 t 支付一元的零息票债券在现时的价格) 是到期期限 t 从 $D(t) = 1$ 到 $D(\infty) = 0$ 的连续递减函数, 它具有指数函数的形状, 而多项式函数和指数函数有不同的曲率, 这样虽然可以用增加节点的方式使多项式样条函数逼近指数函数, 但是往往使得多项式样条函数沿着指数函数波动, 造成远期利率很不稳定。②多项式样条没有一个理想的渐进性质, 不能随着到期期限的增大而以指数形式趋于 0 (Oldrich A. Vasicek & H. Gifford Fong, 1982)。

朗杰蒂格和斯姆特 (Langetieg & Smoot, 1981) 对 McCulloch 的多项式样条方法进行了扩展, 这些扩展包括对即期利率直接用三次样条拟合, 而不是对贴现率拟合, 同时对样条的节点进行调整。但是在这些方法中需要非线性估计。

进一步, 瓦希塞克和方 (Vasicek & Fong, 1982) 将贴现因子函数设计成指数样条函数的形式, 随后马特里尼和普里奥兰德 (Martellini, L. & Priaulet, P., 2001) 类似于多项式样条, 根据样条函数定义对指数样条函数进行了化简, 它与多项式样条相比较, 突出的优点是产生的远期利率是时间的连续函数, 可以估计出起息日为未来无限远时的瞬时远期利率; 同时它对到期期限很长的贴现因子具有很好的渐进性质。另外, 国外实证 (Martellini, L. & Priaulet, P., 2001) 也表明在参数估计过程中, 指数样条模型比多项式样条模型拟合效果要好一点。

利率期限结构样条法的关键就是异方差的处理, 最初是进行简化处理, 假设全部债券定价残差的方差相同, 后来瓦希塞克和方、马特里尼和普里奥兰德对其进行了改进, 提出了可以根据债券到期时间的长短采用不同方差的思想。

国内方面,利率期限结构数量模型估计也逐渐成为一个热点,国内也有不少学者对其进行了实证研究,如姚长辉和梁跃军(1998)利用插值法对上海证券交易所 1996~1997 这两年的国债数据进行了实证研究。杨春鹏和曹兴华(2002)采用回归和三次样条插值法对到期收益率曲线进行了估计,这些研究一方面没有把息票债券的到期收益率同连续(年利)利率区别开来,一方面没有建立利率期限结构的数学表达式,只是用插值的方法近似得到到期收益率(内部收益率)曲线。陈雯和陈浪南(2000),王相宁和卢全治(2005)分别构建了我国国债期限结构复利模型,虽然建立了利率期限结构的数学表达式,但是假定每期支付的利息都能以原债券同样的收益率再投资,其实质还是没有将息票债券的到期收益率同连续(年利)利率区别开来,用息票债券的到期收益率(内部收益率)曲线直接替代利率期限结构,总的来说,这些研究都是停留在息票的到期收益率(内部收益率)上,没有研究真正意义上的利率期限结构(郑振龙、林海,2003;林海,2004)。朱世武和陈健恒(2003),郑振龙和林海(2003),周荣喜和邱莞华(2004),吴丹和谢赤(2005),王晓芳、刘凤根和韩龙(2005),傅曼丽、屠梅曾、董荣杰(2006),闵晓平、田澎(2006)等分别利用多项式样条或 B 样条逼近贴现因子,进而得到利率期限结构,这些研究才真正将息票收益率和利率区别开来,研究了真正意义上的利率期限结构,但他们仅仅限于利用多项式样条或 B 样条,对模型异方差的处理也是直接利用国外经常采用的方法,要么假设为同方差,要么只考虑时间因素,也没有对我国利率期限结构进行系统研究。

通过以上分析可知,国内学者对利率期限结构的研究主要反映在以下几个方面:第一,对利率期限结构的研究多是将国外已有的理论和方法直接应用于我国金融市场,改进的利率期限结构理论和方法不多见;第二,实证研究中,多用多项式样条法,指数样条法运用较少;第三,对模型异方差的处理大多直接利用国外经常采用的方法,要么假设为同方差,要么只考虑时间因素,很少考虑流动

性的影响。

第二类方法（动态方法）是透过经济学上的一些假设，对利率的随机行为进行建模（朱世武、陈健恒，2003）。根据利率期限结构动态模型的推导过程的不同，利率期限结构动态模型又主要可以分为均衡模型和无套利模型这两大类型。所谓均衡模型是根据市场的均衡条件求出利率所必须要满足的一个过程；所谓无套利模型是通过相关债券等资产之间必须满足的无套利条件进行分析，此时利率水平是一个输入变量，相关金融工具的价格是一个输出变量。（林海，2004；林海、郑振龙，2007）。这类动态模型的有效应用要有两个前提条件：条件之一是，要求有一个有效的债券市场，使得市场保持瞬时的无套利性。条件之二是，要有远期市场的存在。由于我国目前还不满足这两个条件，这样在国内应用这类模型就受到很大的限制（朱世武、陈健恒，2003），但是国内很多学者也进行了有益的研究，如：吴雄伟和谢赤（2002）从相关文献（Chan K. C. , Karolyi G. A. , Longstaff F. A. , et al, 1992.）提出的连续时间利率期限结构模型的统一框架出发，回顾并评述了这一框架的演变过程，然后在这些研究的基础上，通过加入新的参数对模型进行改进，提出了一个新的统一框架。陈典发（2002）研究了广义 Vasiek 利率期限结构模型的一致性问题，获得为使该模型与实际即期利率期限结构匹配，短期利率的参数和初始结构应满足的条件。陈典发（2003）证明了在傅莱克和胡斯顿（B. Flesaker & L. Hughston）利率期限模型中的鞅性要求可以去掉，并给出利率衍生证券的更一般定价公式。林海和郑振龙（2003）对中国高度相关的两类利率：政府利率和市场化利率的动态变化行为进行了研究。洪永森和林海（2006）利用我国回购市场利率数据对各种动态短期利率模型进行了实证分析和检验，但各个模型的设定都显著地被拒绝了，没有找到可用于正确描述中国短期利率变动的动态模型。此外近年，这些动态模型又有一些新发展，一个重要方向就是利率期限结构的微观估计和宏观应用的结合。

1.2.2 风险度量研究现状

1993 年 7 月, G30 集团在研究金融衍生产品的基础上, 提出了度量市场风险的 VaR (Value at Risk; 风险价值) 方法, 并对 VaR 进行了较为详细的论述, 随后很多学者和金融管理者对其进行了广泛和深入的研究 (刘晓星、何建敏、刘庆富, 2005)。VaR 方法不仅具有定量、计算简单和便于理解等诸多优点, 而且能综合计量由多种不同金融产品组成的复杂投资组合的风险。通过运用数学、统计和计量技术, VaR 方法可以将很多不可观测的主观因素转化为客观数值, 从而显性化很多隐性风险, 增强了监管者和管理者识别、度量、管理和控制金融风险的技术手段和能力。因此, 它被巴塞尔委员会确认为市场风险的标准测量工具, 成为当今国际上主流的金融风险计量方法 (林辉、何建敏, 2003; 林辉, 2004; 龚朴、何旭彪, 2005)。达菲和潘 (Duffie & Pan, 1997)、林斯梅尔和皮尔森 (Linsmeier & Pearson, 2000) 对 VaR 计算方法做了很好的综述。戴国强、徐龙炳、陆蓉 (2000) 研究了利用 VaR 方法管理我国金融风险的问题。VaR 按字面解释就是“在险价值”或“风险价值”, 其含义是指在一定置信 (显著性) 水平下, 某一金融资产组合价值在未来特定时期内的最大可能损失。(李成、马国校, 2007; 叶华、王跃平, 2007)。主要计算方法有: 方差—协方差法 (分析方法)、历史模拟法和 Monte Carlo 仿真以及对这些方法进行修正的一些分析方法 (任梅春、韩萍, 2006)。

方差—协方差法又称为分析法或参数法 (任梅春、韩萍, 2006)。方差—协方差法完全采用参数统计来估计损益的分位数, 其中心问题是估计的准确性, 对此, 许多学者提出利用高阶矩来拟合分位数 (林辉, 2004)。赞加里 (Zangari, 1996) 研究并得到了 Delta-gamma-Cornish-Fisher 模型和 Delta-gamma-Johnson 模型, 类似的, 琼斯和谢弗 (Mark Britten Jones & Stephen M. Schaefer, 1997)

针对使用金融工具价值和风险因子关系的线性近似（仅仅使用 Δ ）计算的 VaR 具有局限性，研究了一种替代的办法，采用二次逼近资产价值和风险因子关系来计算 VaR。胡斯曼和克莱门斯（Ronald Huisman & Clemens J. M., 1998）研究了外汇收益的肥尾问题。达菲和潘（D. Duffie & J. Pan, 2001）、伯曼休斯（R. Brummelhuis, 2002）研究了 VaR 的半参数计算方法。卡姆登（Jules Sadefo Kamdem, 2005）研究了椭圆分布下的参数 Δ -VaR 方法。

历史模拟法属于非参数化方法，该方法不需要对将要研究的金融数据的概率分布做出限制和参数估计。但是历史模拟法的基本假设是过去能反映不远的将来，如果样本周期太短将导致 VaR 估计的不准确性（黄海、卢祖帝，2003）。汉卓克斯（Hendricks, 1995）通过实证研究发现历史样本数据的周期越长，计算的 VaR 越稳定。巴特勒和斯坎特（Butler J. S. & Schachter B., 1998）提出了基于核估计和高斯正交的历史模拟法，将非参数核分位算子应用于组合收益的概率密度函数估计，他们的实证研究表明：该方法较大地改进了历史模拟法的估计精度（林辉，2004；Butler J. S., Schachter B., 1998）。

Monte Carlo 仿真具有诸多优点，但其计算效率较低，杰姆和朱玉（Jam Shudian F & Yu Zhu, 1996）研究了 Monte Carlo 模拟法的计算效率问题，王春峰等（2000）针对现有 VaR 计算中主流方法的缺陷，提出了一种基于马尔科夫链蒙特卡洛（Markov Chain Monte Carlo, MCMC）模拟的 VaR 计算方法，克服了传统 Monte Carlo 模拟的高维、静态性缺陷，并提高了 VaR 计算的精度。使用 Monte Carlo 模拟计算大型投资组合的风险值（VaR）的一个主要障碍是计算量太大。杰姆和朱玉（Farshid Jamshidian & Yu Zhu, 1997）提出一种可以大幅减少计算负担的情景模拟方法，这项技术的关键特征是重估和仿真的分离，该技术将市场变量的多元分布离散到数量有限的情景中。Abken（2000）回顾了标准“蛮力”Monte Carlo，主成分 Monte Carlo 和情景模拟 Monte Carlo。（Farshid Jamshidian, Yu Zhu, 1997；Abken, 2000）。

以上是风险价值 VaR 的三种基本计算方法, 风险价值 VaR 的计算往往依赖于金融时间序列的波动和分布方面的假设, 大部分学者在计算风险价值时, 都以金融时间序列数据服从无条件方差和正态分布为假设前提, 但是大量实证研究表明, 金融时间序列数据具有“波动集聚性”和“尖峰厚尾性”, 即不符合无条件方差和正态分布假设。时间序列波动性和分布方面的研究成果也不断地应用到 VaR 模型中。

在金融时间序列的波动方面, 人们在研究中发现, 金融收益率的波动往往具有集聚性, 早期波动率模型不能够捕捉到这种现象, 为了解释和适应这一现象, 恩格尔 (Engle, 1982) 提出 ARCH 模型, 后来伯勒斯列夫 (Bollerslev, 1986) 对其推广形成了 GARCH 模型 (徐小华、何佳、吴冲锋, 2006)。但是, GARCH 模型未能充分捕获高频金融时间序列的“尖峰厚尾性”, 对金融市场中所存在的“杠杆效应”也无法刻画 (陈学华、杨辉耀, 2003)。于是扎克恩 (Zakoian, 1990, 1994)、格洛斯坦 (Glosten)、佳干纳特 (Jagannathan) 和朗克尔 (Runkle, 1993) 提出了门限 GARCH (即 TGARCH) 模型。由于在 GARCH 模型中, 各变量的系数有非负性约束限制, 这限制了 GARCH 模型的应用, 后来纳尔逊 (Nelson, 1990) 提出了指数 GARCH 模型 (即 EGARCH 模型)。后来, 丁、格兰杰和恩格尔 (Ding, Granger and Engle, 1993) 提出了一个不对称的 GARCH 模型, 即 APARCH 模型 (the Asymmetric Power ARCH)。APARCH 模型具有一般 GARCH 模型的特点, 但是多了两个参数, 有一个参数是用来捕捉金融市场中所存在的杠杆效应, 在增加一些约束后, APARCH 模型可以退化为多种 GARCH 模型。(陈学华、杨辉耀, 2003)

在金融时间序列数据的分布方面, 目前主要有正态分布、t 分布、GED 分布这三大分布。正态分布由于具有相关性容易测量、计算简单等诸多特点和优点, 在相关金融实证研究中被广为使用。但是大量有关金融市场的实证表明, 正态模型 (对数正态模型) 往往