兰州大学

硕士学位论文

国际现货黄金的波动性预测及其VAR度量的实证研究

姓名：郎立斌

申请学位级别：硕士

专业：数学 应用数学

指导教师：严定琪

20100501

摘　要

国际黄金市场上以伦敦黄金现货为代表的国际现货黄金作为一种投资品种，一般来讲是属于风险比较大的投资，就是所谓的高利润伴随着高风险。国际现货黄金市场的风险管理不仅是投资者关注的焦点之一，而且也是被研究的热点之一。本文采用国际现货黄金 2001 年 11 月 20 日 -2009 年 10 月 30 日的每日 00 : 00 收盘价为样本，运用参数及非参数 GARCH 模型研究了国际现货黄金价格的波动性，并进行了 VaR 估计及其验证。实证分析结果表明：非参数 GARCH 模型拟合的波动率比参数 GARCH 模型更接近真值，对国际现货黄金价格的波动性的预测精度有明显提高；通过对 VaR 模型进行了实证度量及准确性检验，说明 VaR 模型可以很好的度量国际现货黄金的风险，而且比较准确可靠。

关键词： 国际现货黄金；VaR 模型；波动性；参数 GARCH 模型；非参数 GARCH 模型；预测。

ABSTRACT

International spot gold as an investing species, which is represented by the London spot gold in the international gold market, is a great risk investment in general, the so-called high profits associated with high risk. The volatility of international spot gold is not only what investors focus on, but also a hot topic studied. In this paper, we use the 00:00 daily closing price from November 20th ,2001 to October 30th ,2009 as a sample, study the volatility of international spot gold price by using parameters and non-parametric GARCH model,and carry out VaR estimates and its verification.Empirical results show that the volatility fitting by nonparametric GARCH model is closer to the true value than the parametric GARCH model, and the accuracy of the prediction of international spot gold price's volatility has been improved significantly; and shows that VaR model can measure the risk of international spot gold reliably accurately, by the demonstration measurement and accuracy verification for the VaR model.

Keywords: International spot gold ; VaR model; Volatility ; Parametric GARCH model ; nonparametric GARCH model ; Forecast.

原创性声明

本人郑重声明：本人所呈交的学位论文，是在导师的指导下独立进行研究所取得的成果。学位论文中凡引用他人已经发表或未发表的成果、数据、观点等，均已明确注明出处。除文中已经注明引用的内容外，不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的科研成果。对本文的研究成果做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。

本声明的法律责任由本人承担。

论文作者签名：郭玉斌 日期：2010.5.20

关于学位论文使用授权的声明

本人在导师指导下所完成的论文及相关的职务作品，知识产权归属兰州大学。本人完全了解兰州大学有关保存、使用学位论文的规定，同意学校保存或向国家有关部门或机构送交论文的纸质版和电子版，允许论文被查阅和借阅；本人授权兰州大学可以将本学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用任何复制手段保存和汇编本学位论文。本人离校后发表、使用学位论文或与该论文直接相关的学术论文或成果时，第一署名单位仍然为兰州大学。

保密论文在解密后应遵守此规定。

论文作者签名：郭玉斌　导师签名：王宏生　日期：2010.5.20

第一章　引言

买股票，买基金，炒金炒汇，买银行理财产品……近几年，我国金融投资市场热闹非凡。现在，只要随便打开电视、广播或是翻开报纸，都可以轻易看到或听到大量的投资理财资讯；书店里的投资理财书籍往往被摆放在十分显眼的位置，网上书城的畅销排行榜上，理财读物经常能够成为宠儿。中国人也越来越懂得怎么样让自己生活质量提升，让自己钱生钱，让自己拥有更多的财富，让自己不用害怕自己手上的钱会因为物价的飙升而贬值。中国城乡居民正在共同步入投资理财新时代，这些在 60 年前都是难以想象的。随着保险、黄金、外汇等投资渠道的拓宽，投资理财方式也日益丰富和多元。现在，投资理财已经成为每一个家庭的“必修课”，靠投资获得收益成为不少百姓努力的方向，“创造条件让更多群众拥有财产性收入”的提法首次出现在了党的十七大报告中，“你不理财、财不理你”的观念也已经深入人心。

黄金投资是现在热门的投资品种之一。中国已成为世界上第四大黄金生产国，第三大黄金消费国，但我国人均年黄金消费量仅约 0.26 克，远远低于 0.7 克的世界平均水平，这反映出中国黄金投资市场潜力巨大。中国黄金市场的未来在于大力发展黄金衍生产品，与国际接轨，成为国际性的主要黄金市场。而摆在眼前道路只有一条，即两条腿走路：场外交易和场内交易并举。其中场内交易则是发展以黄金期货和期权为主，接近纽约和东京的黄金期货市场；而场外交易以现货延期交割的模式为主，类似于伦敦黄金市场和苏黎世黄金市场。随着中国黄金投资市场的发展，许多投资者已经不满足于仅仅进行场内的撮合交易。众多黄金投资者将目光投向了黄金做市商。伴随着金价在近几年的步步走高，国内黄金市场日趋火热，国内的黄金做市商得到了蓬勃的发展。虽然目前对黄金做市商制度的法律

法规还是一片空白，但黄金做市商交易制度必然要在中国生根、发展。参照伦敦黄金市场的发展历程，黄金做市商制度能够弥补目前国内现有的交易所交易模式的不足，提供黄金市场更多的交易流动性，促进中国黄金市场的繁荣。

相信中国黄金市场在经历十几二十年的发展后，将逐步成为占据主导地位的国际黄金市场：首先是投资品种的丰富与多样化，黄金期货，期权，黄金存折，纸黄金，黄金 EFT，黄金远期等产品不断推出并逐步完善。其次是市场主体的广泛参与，黄金市场作为投资性的金融市场不但吸引大量的境内机构和个人加入进来，同时开放国门，让国际性的大银行和大金商一同参与，从而使得与国际其他黄金市场逐步接轨。我们深信，黄金市场必将成为我国除股票，期货，外汇市场之外的第四大金融投资市场。这也将推动我国金融业的飞速发展，金融业的良好发展也将是我国经济发展的重中之重。

金融是现代经济的核心，金融市场是整个市场经济体系的动脉。而金融本身的高风险性及金融危机的多米诺骨牌效应，使得金融体系的安全、高效、稳健运行对经济全局的稳定和发展至关重要。进入 21 世纪以来，科学技术迅猛发展、信息大爆炸，各种经济联系日趋国际化，市场瞬息万变、竞争趋于白热化。特别是 2001 年我国正式加入了 WTO 后，更深入的开放将为我国的金融业引来资金，带来先进的技术和管理经验，但同样，我国金融业也将面临巨大挑战。金融机构在规模小、创新能力弱、历史包袱沉重的现实状况下与外资金融的进入相竞争无异于“戴着镣铐与狼共舞”。自 1997 年 7 月亚洲金融危机发生以来，金融风险已成为中国最流行的话题之一。2008 年的全球金融风暴依然对世界性金融业有巨大的影响，我们必须提高警觉性，要具有相当的忧患意识和危机意识，只有这样，才能头脑清醒地认识我国经济运行的现实矛盾，并采取恰当的对策。

在现代市场经济中，竞争领域中的一切活动都附带一定的风险，特别金融领域是竞争最激烈因而风险程度也最高的领域，没有风险就没有金融活动。按照最抽象的分析，经济运行体系可以简单地分成两个部门：实体经济部门和金融部门。在现代经济条件下，不仅实体经济部门中的矛盾要反映到金融部门来形成一定的金融风险，而且金融本身也会由于运行过程中的种种问题而自动生成风险。特别是在各类资产证券化、原生性金融产品衍生化趋势日益加强的情况下，这种虚拟商品的独立运动所生出的金融风险会越来越多。因此，在经济全球化和金融开放的前提下，强调防范和化解金融风险，保障金融安全，成为金融经营的一个基本要求。

何为风险，风险是指某一特定危险情况发生的可能性和后果的组合。风险有两种定义：一种定义强调了风险表现为不确定性；而另一种定义则强调风险表现为损失的不确定性。若风险表现为不确定性，说明风险产生的结果可能带来损失、获利或是无损失也无获利，属于广义风险，金融风险属于此类。而风险表现为损失的不确定性，说明风险只能表现出损失，没有从风险中获利的可能性，属于狭义风险。金融风险是指在金融活动中，债权、债务人所持有的金融资产或负债，在未来一定时期赔偿损失实际价值或应收、应付的实际价值所具有的不确定性。是经济主体在金融活动中遭受损失的可能性，即金融行为的结果偏离其期望结果的可能性，是金融结果的不确定性。金融机构在具体的金融交易活动中出现的风险，有可能对该金融机构的生存构成威胁；具体的一家金融机构因经营不善而出现危机，有可能对整个金融体系的稳健运行构成威胁；一旦发生系统风险，金融体系运转失灵，必然会导致全社会经济秩序的混乱，甚至引发严重的政治危机。具体包括：信用风险，利率风险，汇率风险，流动性风险，经营风险，操作风险，通货膨胀风险，法律风险等。

如何度量金融风险呢?

传统风险测度工具包括方差、半(下)方差、下偏矩LPM(Low Partial Moments)、久期(duration)、凸性(convexity)、beta、delta、gamma、theta、vega、rho等，这些指标分别从不同的角度反映了投资价值对风险因子的敏感程度，因此被统称为风险敏感性度量指标。方差、半(下)方差、下偏矩LPM等风险敏感性度量指标只能描述收益的不确定性，即偏离期望收益的程度，并不能确切指明证券组合的损失的大小。所以，它们只是在一定程度上反映风险的特征，难以全面综合地度量风险，因此，只能适用于特定地金融工具或在特定的范围内使用。

现行的国际标准风险管理工具VaR最初由J. P. Morgan针对其银行业务风险的需要提出的，并很快被推广成为了一种产业标准。VaR方法能简单清晰地表示市场风险的大小，以系统的概率统计理论作依托，因而随后得到了国际金融界的广泛认可。国际掉期交易商协会、国际清算银行及巴塞尔委员会等团体一致推荐，将VaR方法作为市场风险测量和控制的最佳工具。至此。VaR技术已经演化为一种度量金融风险的国际行业标准。风险价值VaR是指在正常的市场条件和给定的置信水平下，在给定的持有期间内，投资组合所面临的潜在最大损失。VaR是借助概率论和数理统计的方法对金融风险进行量化和测度。它最大的优点是可以得出多维风险的一个一维近似值，可用于测量不同市场的不同风险并用一个数值表示出来，因此，具有广泛的适用性。

在金融风险的测定过程中，波动率扮演了一个重要的角色。到目前为止，测定波动率的方法有四种：一是历史波动率；第二种方法是隐含波动率；第三种方法是通过GARCH类模型进行估计，这种方法目前成了主流；第四种方法是通过随机波动率(SV)模型进行估计得到。在衡量以上四种方法的优劣时，通常有两个标准：一方面是模型是否能刻画历史数据的特征，即样本内预测的表现；另一方面，也是更重要的，是模型能否预测未

来的波动率，即样本外预测的表现。在波动性研究领域中，Engle(1982) [1] 和 Bollerslev(1986) [2] 先后提出的 ARCH (自回归条件异方差) 和 GARCH (广义自回归条件异方差) 模型由于能够对金融收益率时间序列的“尖峰厚尾”及有偏性进行较为成功的刻画、计量, 因而受到了许多金融计量学者的青睐。

在很多情况下，人们一般运用参数 GARCH 模型对金融资产的波动性进行分析。参数 GARCH 模型有诸多的优点，它的模型形式是确定的，并且有相当成熟的估计方法，一旦参数估计出来以后，就可以对模型进行解释，假设检验，统计推断和预测等。但是参数 GARCH 模型也有其缺点，对于我们需要研究的实际问题，选择不同的模型会得出不同的结论，甚至是错误的结论。也就是说，参数 GARCH 模型可能出现模型误设的问题。为了解决模型误设的问题，人们就提出了非参数 GARCH 模型。非参数 GARCH 模型不预先设定模型的形式和误差分布，依靠数据自身拟合适合自己的模型形式，这样的模型可以更好地描述数据，减少估计值与真实值之间的误差，并且避免了模型误设的问题。

在识别与衡量金融风险的基础上，对可能发生的金融风险进行控制和准备处置方案，以防止和减少损失，保障货币资金筹集与经营活动的顺利进行。这是金融风险管理的最主要目标。它也包括损失发生前的管理目标与损失发生后的管理目标两部分内容。损失发生前的管理目标包括经济节约目标，减少心理恐惧忧虑目标，履行有关义务等内容。损失发生后的管理目标包括维持生存的目标，尽快恢复正常的资金筹集和经营活动秩序的目标，实现资金筹集与经营业务规模和范围的持续增长并获取稳定收入的目标，履行社会责任的目标等方面的内容。

本文第一章对当前经济中金融业发展，特别是黄金投资的发展作了简单介绍，并对金融风险管理中的 VaR 模型及其波动性分析中的相关研究

进行了综述。第二章介绍了国际现货黄金的发展概况，然后对国际现货黄金风险度量的方法作初步的介绍并对国际现货黄金风险度量的现状进行了描述。第三章介绍了 VaR 模型计算和波动性预测方法，包括 VaR 模型定义，参数与非参数 GARCH 模型及 VaR 模型验证。第四章是全文重点，运用所介绍的方法对国际现货黄金波动性和 VaR 度量做了实证研究，经过验证得出非参数 GARCH 模型可以更好的度量国际现货黄金的波动性，利用 GARCH 模型计算出的 VaR 值可以叫准确可靠地度量出国际现货黄金的风险。文章的最后对全文进行了总结和展望。

第二章　国际现货黄金的简介及其现状分析

§2.1　国际现货黄金简介

众所周知，黄金具有商品和货币的双重属性，黄金作为一种投资品种也是近几十年的事情，如今，随着金融市场的不断发展，黄金作为一种投资品种，被越来越多的研究人员和投资者所认识。黄金投资，是通过对黄金及其衍生物进行购买、储藏及销售等过程来获得财产保值、增值及盈利的行为。黄金投资是世界上税负最轻的投资项目，黄金具有很好的流通性，是公认的世界货币，任何地区性的股票市场，都有可能被人操纵，但是黄金市场却不会出现这种情况，因为黄金市场属于全球性的投资市场，现实中还没有哪一个财团或国家具有操控金市的实力。正因为黄金市场是一个透明的有效市场，所以黄金投资者也就获得了很大的投资保障。黄金投资主要有 8 个品种，它们分别是实物金、纸黄金、黄金股票、黄金基金、黄金期货、黄金保证金、黄金期权、伦敦金。其中，中国大陆和香港投资者主要是以投资伦敦金 (国际黄金现货) 为主。伦敦黄金市场主要是现货交易，但其通过支付保证金，延迟交割的方式在现货市场基础上构建了一个黄金衍生品市场，成为了国际黄金市场上最主要的交易方式，成交量远大于期货品种。本文主要就是介绍国际现货黄金。

国际现货黄金又叫伦敦金，因最早起源于伦敦而得名。伦敦金通常被称为欧式黄金交易。以伦敦黄金交易市场和苏黎世黄金市场为代表。投资者的买卖交易记录只在个人预先开立的“黄金存折账户”上体现，而不必进行实物金的提取，这样就省去了黄金的运输、保管、检验、鉴定等步骤，其买入价与卖出价之间的差额要小于实金买卖的差价。这类黄金交易没有一个固定的场所。在伦敦黄金市场整个市场是由各大金商、下属公司间的

相互联系组成，通过金商与客户之间的电话、电传等进行交易；在苏黎世黄金市场，则由三大银行为客户代为买卖并负责结账清算。伦敦的五大金商 (罗富齐、金宝利、万达基、万加达、美思太平洋) 和苏黎士的三大银行 (瑞士银行、瑞士信贷银行和瑞士联合银行) 等都在世界上享有良好的声誉，交易者的信心也就建立于此。

黄金保证金交易是指在黄金买卖业务中，市场参与者不需对所交易的黄金进行全额资金划拨，只需按照黄金交易总额支付一定比例的价款，作为黄金实物交收时的履约保证。黄金现货保证金交易以伦敦现货市场为代表，它没有固定的交易场所，伦敦五大金商作为全球市场参与者的交易对手，投资者买进黄金时，由于只支付了一定比例的现货保证金，剩余货款相对于向银行贷款，所以要按日支付一定比例的利息。

国际现货黄金的特点：

1. 保证金交易。杠杆比例 1 : 100，资金量放大 100 倍，可以用更少的钱去博取更大的收益。黄金投资一手交易的交易量是 100 盎司 (1 盎司 =31.1035 克)，也就是说投资者只需花 1 盎司的资金就可拥有 1 手 (100 盎司) 黄金的交易权，然后把用 1 盎司资金换来的黄金拿到黄金市场上去交易，赚取差价，从而实现小资金做大买卖的特点!

2. 双向操作，涨跌均可操作。现货黄金交易的最大特点就是做空机制，这个是股票、基金、权证不能相比的。也就是说可以在市场行情下跌的情况下也可以赚钱。现货黄金投资的优势就是不存在套牢，不存在黄金跌价投资者就没机会。黄金走势下跌，投资者同样可以赚钱。

3. 交易时间，24 小时交易，不怕收市, 全球运作。交易时间自由，比较适合上班族，白天上班，晚上交易。

4. 报价即时。国际最先进的 webstation 报价系统，可以最快最新的反映金价及相关走势。

5. 市场公开。国际现货黄金市场向全球公开，透明度高，每日交易量在 2 万亿美元左右，很难出现庄家，价格走势受人为影响小，可分析性强，隔夜风险不大。

6. $T+0$ 交易模式。当天买当天就可以卖，发现行情不利的时候可以立即掉头，减少损失；或者行情好时获利后可以马上平仓。

7. 品种唯一。不用像选股票一样在近百只股中挑选，每天有专业的投资顾问提供长期的行情分析及操作建议。

8. 保值强。黄金从古至今都是最佳保值商品，升值潜力大；现在世界上通货膨胀加剧，将推进黄金的避险功能，从而促进黄金买卖。

9. 稀有性。目前地球黄金存量大约 13.74 万吨，地面上黄金存量以 2% 速度递增，黄金年供应量约为 4200 吨，目前由于全球工业, 首饰业的飞速发展，黄金的需求量呈直线上升。

黄金投资与其他投资品种的比较：

	股票	基金	国债	外汇	期货	保险	黄金
可控性	高	高	低	低	高	中	中
灵活性	中	中	低	高	中	低	高
风险性	高	中	低	高	高	低	中
资金投入	中	中	多	少	少	多	少
回报	高	低	低	高	高	中	高

由上述内容我们可以很好的了解国际现货黄金的特点及优势，因此它也必然成为热门投资品种之一，对它的研究和分析也是很有必要的。

§2.2 国际现货黄金风险度量的现状分析

2009 年 1 月国际黄金价格开盘价为 879.7 美元，在 2 月 20 日，黄金以 1006 美元的价格第二次冲破千元关口，但是，如第一次突破千元大关的结

果一样，黄金之后就出现大幅度的回落调整。到2009年9月，金价第三次突破1000美元，之后不断攀升，到11月6日，国际黄金价格冲上1100美元。截止至12月3日，金价已到达1226美元的高位。

黄金的强劲走势在全球经济复苏、宽松政策退出之前都不会改变，金价在2010年仍具有一定的升涨潜力，但是在投资黄金时必须谨慎，目前黄金的上涨有一部分原因是由于各大央行的增持甚至一些投资家的盲目追捧而导致的，金价的涨跌与入市的资金成本息息相关，可多加关注这股趋势。因此对黄金投资进行分析研究和风险度量也显得尤为重要。

黄金自古至今都是最佳保值品之一，升值潜力大，又是抵御通货膨胀的主要手段之一。那么影响黄金走势的主要因素有哪些呢？

1、首先是黄金价格与美元的互动关系。由于国际金价用美元计价，黄金价格与美元走势的互动关系非常密切，通常呈现美元涨、黄金跌和美元跌、黄金涨的逆向互动关系。但在某些特殊时段尤其是黄金走势非常强或非常弱的时期，金价也会摆脱美元走势的影响。

2、黄金价格与国际原油的互动关系。原油价格一直和黄金市场息息相关，其原因是黄金具有抵御通货膨胀的功能，而国际原油价格与通胀水平密切相关，因此，黄金价格与国际原油价格具有正向运行的互动关系。

在世界经济的发展过程中，黄金、美元与原油一直是人们关注的焦点，这三者之间内在联系，使其成为把握世界经济的“晴雨表”。

3、黄金价格与国际商品市场、国际重要股票市场、国际黄金现货市场的供求、国际基金持仓水平、国家地缘政治局势都有密切的联系。

当前的黄金市场价格，是由黄金现货供求关系、美元汇率、国际政局、全球通胀压力、全球油价、全球经济增长、各国央行黄金储备增减、黄金交易商买卖等多种力量平衡的结果。因此想要准确把握金价走势，度量黄金投资风险难度也就很大了。

目前还没有针对黄金的风险度量方法，主要也运用的是传统的金融风险度量方法。

目前，金融市场风险测量方法主要包括灵敏度分析、波动性方法、VaR、压力测试和极值理论。灵敏度和波动性只能表述某金融资产的相对风险以及偏离平均收益的程度，而无法判断损失的具体数值。而压力测试以及极值理论描述的是极端市场情景，不适用于市场正常波动时的风险管理，因此 VaR 是目前金融市场风险测量的主流方法。

1、灵敏度方法。灵敏度方法是对风险的线性度量, 它主要测定市场因子的变化与证券组合价值变化的关系。对于市场因子的特定变化量，通过这关系种变化关系就可以得到证券组合价值的变化量。不同的金融产品灵敏度是不同的。例如：在固定收入市场的久期; 在股票市场“ β”；在衍生工具市场“ δ”等。灵敏度方法由于其简单直观而得到广泛的应用，但是它有如下的缺陷：(1) 只有在市场因子变化非常小时，这种近似关系才与现实相符，是一种局部性测量方法。(2) 对产品类型的高度依赖性。(3) 不稳定性。如股票的“贝塔”系数存在不稳定的缺陷，其衡量风险，有很大的争议。(4) 相对性。敏感度只是相对的比例概念，它并没有回答损失到底有多大。

2、波动性方法。自从 1952 年 Markowitz [3] 提出基于方差为风险的最优资产组合选择理论后，方差 (均方差) 便成了一种极具影响力的经典金融风险度量。方差计算很简便，易于使用，已经有了相当成熟的理论。方差作为一种风险度量，具有次可加性，但是因它不具备后面将要介绍的一致性中的平移不变性和单调性，因此不是一致性风险度量。此外，它存在以下缺点：(1) 把收益高于均值部分的偏差计入风险，这显然与事实不符；(2) 以收益均值作为回报基准，这也与事实不符；(3) 只考虑平均偏差，并没对人们普遍关注的收益的左尾问题给予充分考虑，因此不适合用来描述小概

率事件发生所导致的巨大损失，但金融市场中的“稀少事件”产生的极端风险才是金融风险的真正所在。

3、VaR 模型（Value at Risk）。最早是由 J. P. Morgen [22] 创建的。从上世纪 90 年代至今，金融领域的研究者对这一度量方法的研究已经取得了显著的进展，它也被越来越多的金融机构接受与认可，日益成为风险度量的重要工具之一。尤其是在过去的几年里，许多银行和法规制定者开始把这种方法当作全行业衡量风险的一种标准来看待。VaR 实际上是要回答在概率给定情况下，资产组合价值在下一阶段最多可能损失多少。Var 的含义为“处于风险中的价值”，是指市场正常波动下，某一资产组合的最大可能损失。可表示为：

$$Prob(\Delta P > VaR) = 1 - c \tag{2.1}$$

其中，ΔP 为资产组合在持有期 Δt 内的损失；VaR 为置信水平 c 下处于风险中的价值。VaR 之所以具有吸引力是因为它把全部资产组合风险概括为一个简单的数字，并以美元计量单位来表示风险管理的核心——潜在亏损。因此，2001 年的巴塞耳委员会指定 VaR 模型作为标准的风险度量工具。

金融资产价格的波动是金融体系风险积累的重要来源之一，几乎所有的金融危机都与金融资产价格的波动密切相关。因而，对于波动性的定量建模是对金融资产波动性研究的核心内容之一，目前，参数、非参数建模的思想越来越多地应用于金融领域。1982 年 Engle [1] 开创性地提出自回归条件异方差模型，即 ARCH 模型，将时变方差建立成过去波动的函数，能更好地描述资产收益的尖峰厚尾以及波动集群性特征。1986 年，Bollerslev [2] 提出广义 ARCH 模型，即 GARCH 模型，GARCH 模型克服了 ARCH 模型的一些缺点，广受人们的欢迎。将 GARCH 模型运用在金融时间序列的

分析上能够更有效地捕捉条件方差的动态特征，从而简化高阶的 ARCH 模型。很多情况下，人们一般运用参数 GARCH 模型对金融资产的波动性进行分析。参数 GARCH 模型有诸多的优点，它的模型形式是确定的，并且有相当成熟的估计方法，一旦参数估计出来以后，就可以对模型进行解释，假设检验，统计推断和预测等。但是参数 GARCH 模型也有其缺点，对于我们需要研究的实际问题，选择不同的模型会得出不同的结论，甚至是错误的结论。也就是说，参数 GARCH 模型可能出现模型误设的问题。为了解决模型误设的问题，人们就提出了非参数 GARCH 模型。非参数 GARCH 模型不预先设定模型的形式和误差分布，依靠数据自身拟合适合自己的模型形式，这样的模型可以更好地描述数据，减少估计值与真实值之间地误差，并且避免了模型误设的问题。

接下来我们就详细的介绍参数与非参数 GARCH 模型以及 VaR 模型。

第三章　模型与方法

§3.1　VaR 模型及其计算方法

VaR(即 Value at Risk)[22] 的含义是“处于风险中的价值”，是指市场正常波动下，某一金融资产或证券组合的最大可能损失。更为确切的是指，在一定的概率水平下 (置信度)，某一金融资产或证券组合在未来特定的一段时间内的最大可能损失。可表示为

$$Prob(\Delta P > VaR) = 1 - c \tag{3.1}$$

其中，ΔP 为资产组合在持有期 Δt 内的损失；VaR 为置信水平 c 下处于风险中的价值。J. P. Morgen 定义为：VaR 是在既定头寸被冲销 (beneutraliged) 或重估前可能发生的市场价值最大损失的估计值；而 Jorion 则把 VaR 定义为:“给定置信区间的一个持有期内的最坏的预期损失”。

考虑一个资产组合，假定 P_0 为初始资产组合的价值，R 是持有期内的资产组合收益率，则在持有期末，资产组合的价值可以表示为 $P = P_0(1+R)$。假定回报率 R 的期望回报和波动性分别为 μ 和 σ。在给定置信水平 c 下该资产组合的最小价值为 $P^* = P_0(1 + R^*)$。基于此假设，有两种 VaR 计算公式：

相对 VaR 是对平均值而言，

$$VaR(\text{相对}) = E(P) - P^* = -P_0(R^* - \mu) \tag{3.2}$$

绝对 VaR 是相对于 0 的损失，

$$VaR(\text{绝对}) = P_0 - P^* = -P_0 R^* \tag{3.3}$$

这是一般分布中 VaR 的计算，在这两种情况下，找到了投资组合的最小价值或收益率的临界点就等于找到了 VaR。如果期限较短，平均收益率可能

很小，此时，这两种方法都将给出近似的结果。一般情况下，相对 VaR 在概念上更为合适。

参数分布中的 VaR 可直接由投资组合的标准差得到，这种分布可求得更加精确的 VaR 值，以最常用的正态分布为例：将一般分布 $f(P)$ 转换成标准正态分布 $\Phi(\varepsilon)$，其中 ε 的均值为 0，标准差为 1。将 P^* 以最低收益率 R^* 表示，得到 $P^* = P_0(1+R^*)$。R^* 通常为负值，记作 $-|R^*|$。进一步进一步，把 R^* 和标准正态的偏离 $\alpha > 0$ 联系起来，即：

$$-\alpha = \frac{-|R^*| - \mu}{\sigma} \tag{3.4}$$

将其代入一般分布 VaR 求值公式中，得：

$$VaR(\text{相对}) = -P_0(R^* - \mu) = P_0\alpha\sigma\sqrt{\Delta t} \tag{3.5}$$

$$VaR(\text{绝对}) = -P_0R^* = P_0(\alpha\sigma\sqrt{\Delta t} - \mu\Delta t) \tag{3.6}$$

为了计算方便，我们经常使用相对 VaR 来计算 VaR 值。虽然资产收益正态分布假设能进行较方便的分析和度量，但实证研究表明资产收益率的分布具有尖峰厚尾现象，正态分布的假设往往会低估风险，此时可能 Student's 分布、GED(广义误差分布)、GARCH 模型可能是对历史时间序列数据更好的拟合。下面两节我们就介绍参数和非参数的 GARCH 模型。

§3.2 标准 GARCH(p,q) 模型

1986 年，波勒斯勒夫 (Bollerslev) [2] 提出了广义 ARCH 模型 —— GARCH (Generalized AutoRegressive Conditional Heteroskedasticity)，这被证明是对实际工作的开展非常有价值的一步。设 $\{R_t\}$ 为一时间序列，GARCH

模型的定义如下：

$$\begin{cases} R_t = \mu + \varepsilon_t \\ \varepsilon_t = \sigma_t z_t, z_t \sim iidN(0,1) \\ \sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{q} \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^{p} \beta_j \sigma_{t-j}^2 \end{cases} \tag{3.7}$$

为保证条件方差 $\sigma_t^2 > 0$，要求 $\alpha_0 > 0; \alpha_i \geq 0, i = 1, ..., q; \beta_j \geq 0, j = 1, ..., p$。用 GARCH(p, q) 来表示阶数为 p 和 q 的 GARCH 过程。

§3.3 非参数 GARCH(p,q) 模型

非参数模型是适用条件非常广泛的模型，不管样本数据的真实分布是什么, 非参数模型都能给出较精确的估计。非参数模型放宽了参数模型的种种限制，例如模型的形式和误差分布。使用非参数模型来拟合数据可以减少参数模型由于模型误设造成的偏差，在较大范围内拟合模型，让数据自身搜索更适合自己的非线性形式。非参数模型的非线性形式可以更好地描述数据，避免模型误设，减少估计值与真实值之间的误差。在参数 GARCH 模型中，t 时刻的条件异方差依赖于变量的滞后与条件异方差的滞后，在预先假设的模型形式和某种分布 (例如 t- 分布和正态分布) 下，运用极大似然法进行估计。尽管参数 GARCH 模型已经比较成熟，具有许多优点，也易于估计，但是却依赖于模型的设定形式和误差分布形式，因此存在着模型误设的问题。为了弥补这一问题，可以建立对模型的误设不太敏感的非参数 GARCH 模型。非参数 GARCH 模型放宽了对模型的线性假定，无需考虑模型的形式以及误差，非参数 GARCH 模型可以为波动性问题提供一个有力的研究工具。为了运用非参数 GARCH 模型来拟合数据，我们首先需要给出一般非参数 GARCH(p,q) 模型的定义 [19]。

设 $\{R_t\}$ 为一平稳时间序列，$F_{t-1}=\sigma(R_{t-1},R_{t-2},...)$ 表示由直到时刻 $t-1$ 的过去信息产生的 σ- 域，R_t 的非参数 GARCH(p ,q) 模型可描述为:

$$\begin{cases} R_t=\sigma_t\varepsilon_t \\ \sigma_t^2=f(R_{t-1},...,R_{t-p},\sigma_{t-1}^2,...,\sigma_{t-q}^2) \end{cases} \tag{3.8}$$

其中:$\{\varepsilon_t;t\in Z\}$ 为独立同分布的随机误差序列，均值为 0，方差为 1，并且存在有限四阶矩；ε_t 与 $\{R_s;s\le t\}$ 相互独立，并且 f 为 $R\times R_+\to R_+$ 的严格正值函数；$\sigma_t^2=Var[R_t|F_{t-1}]$ 就是 R_t 的条件方差，σ_t 就是通常所说的波动率。

为了运用非参数方法对条件方差进行估计，我们将模型 (3.8) 改写成具有可加性误差形式的模型：

$$\begin{cases} R_t^2=f(R_{t-1},...,R_{t-p},\sigma_{t-1}^2,...,\sigma_{t-q}^2)+V_t \\ V_t=f(R_{t-1},...,R_{t-p},\sigma_{t-1}^2,...\sigma_{t-q}^2)(\varepsilon_t^2-1) \end{cases} \tag{3.9}$$

其中 V_t 为一个鞅差序列，其均值 $E[V_t]=E[V_t|F_{t-1}]=0$；当 $s<t$ 时，协方差 $Cov[V_s,V_t]=Cov[V_s,V_t|F_{t-1}]=0$，因而 $E[R_t^2|F_{t-1}]=f(R_{t-1},...,R_{t-p},\sigma_{t-1}^2,...\sigma_{t-q}^2)$ 以及 $Var[R_t^2|F_{t-1}]=f(R_{t-1},...,R_{t-p},\sigma_{t-1}^2,...\sigma_{t-q}^2)(E[\varepsilon_t^4]-1)$，这表明，我们可以通过作 R_t^2 对滞后变量 $R_{t-1},...,R_{t-p}$ 和 $\sigma_{t-1}^2,...\sigma_{t-q}^2$ 的非参数回归来获取函数 f 的非参数估计，然而波动率 $\sigma_{t-1}^2,...\sigma_{t-q}^2$ 现在是一个无法观测的潜在变量。假设 $R_t;1\le t\le n$ 为来自过程 (3.7) 的样本，Bühlmann 和 McNeil(2002)[4] 给出如下在比较弱条件下具有一致收敛性的估计算法：

(1) 对一般的标准参数 GARCH(p,q) 模型运用极大似然法计算波动率的第一次估计 $\{\hat{\sigma}_{t,0};1\le t\le n\}$。令 $m=1$。

(2) 以 $\{\hat{\sigma}_{t,m-1}^{-2};2\le t\le n\}$ 作为权数，用 $\{R_t^2;2\le t\le n\}$ 对 $\{R_{t-1},...,R_{t-p};2\le t\le n\}$ 和 $\{\sigma_{t-1,m-1}^2,...,\sigma_{t-q,m-1}^2;2\le t\le n\}$ 作 $p+q$ 个变量的非参数加权回归，获得函数 f 的估计 $\hat{f}_m$。

(3) 计算 $\{\hat{\sigma}^2_{t,m} = \hat{f}_m(R_{t-1},...,R_{t-p},\hat{\sigma}^2_{t-1,m-1},...,\hat{\sigma}^2_{t-q,m-q}); 2 \le t \le n\}$，而对于边界点值 $\hat{\sigma}^2_{1,m}$ 用 $\hat{\sigma}^2_{1,m-1}$ 代替。

(4) 令 $m = m+1$，如果 $m < M$，回到第 (2) 步，其中 M 为事先设定的最大迭代次数。

(5) 对最后 K 步波动率做平均 $\hat{\sigma}_{t,*} = (\frac{1}{K}) \sum_{m=M-K+1}^{M} \hat{\sigma}_{t,m}$，然后作 ε^2_t 对 $R_{t-1},...,R_{t-p}$ 和 $\hat{\sigma}^2_{t-1,*},...,\hat{\sigma}^2_{t-q,*}$ 的非参数回归，获得函数 f 的最终估计 $\hat{f}$ 以及条件方差的最终估计 $\hat{\sigma}^2_t = \hat{f}(R_{t-1},...,R_{t-p};\hat{\sigma}_{t-1,*},...,\hat{\sigma}_{t-q,*})$。

对于该算法能否像真实值逼近的问题，Bühlmann 和 McNeil 给出了证明；同时还指出经过少量的循环，估计效果就会得到显著提高。

§3.4 VaR 的计算及其结果验证方法

本文中 VaR 的计算仅用基于 GARCH 模型 VaR 的计算方法。大量的实证研究表明实际的金融数据具有时风险的特征，常常会出现群聚波动，即较大的波动后会伴随较大幅度的波动，较小的波动后会伴随较小幅度的波动，这就是异方差现象。GARCH 模型可以很好的描述金融数据的时变性，因此我们用刻画条件异方差的 GARCH 模型来提高 VaR 的估计精度。在 (3.5) 式中，我们假设初始价值 $P_0 = 1$，记 z_α 为与置信度对应的分位数，则 (3.5) 式变为

$$VaR = -z_\alpha \sigma \sqrt{\Delta t} = z_{1-\alpha}\sigma\sqrt{\Delta t} \tag{3.10}$$

σ_t 为在时间段 $[t, t+\Delta t)$ 内资产收益率的条件方差，从而计算 VaR 的的公式变为

$$VaR = -z_\alpha \sqrt{\sigma_t} = z_{1-\alpha}\sqrt{\sigma_t} \tag{3.11}$$

式中估计收益率的波动性 σ_t 和选择收益率的分布函数计算分位数 z_α 可在 GARCH 模型中估计出来。

VaR 的计算结果验证是指 VaR 值对风险 (实际损失) 的覆盖程度，本文采用 Kupiec (1995) [14] 提出的失败频率检验法。当实际损失超过 VaR 时，记为一次失败事件；反之，记为成功事件。假设计算 VaR 的置信度为 α，实际考察天数为 T，失败天数为 N，则失败频率 $p = \frac{N}{T}$。理论上认为每次失败的期望概率应为 $P^* = 1-\alpha$，则每次观察的失败事件服从概率为 P^* 的贝努里分布。这样对 VaR 模型准确性的评估就转化为检验失败频率是否显著不同与 P^*。Kupiec 提出了对零假设 $P = P^*$ 似然比率检验：

$$LR = 2\ln[(1-P)^{T-N}P^N] - 22\ln[(1-P^*)^{T-N}P^{*N}] \tag{3.12}$$

统计量 LR 服从自由度为 1 的 χ^2 分布。

第四章　实证分析

§4.1　数据及其统计特征

本文采用国际现货黄金每日 00 : 00 收盘价格为研究对象，时间跨度为 2001 年 11 月 20 日 -2009 年 10 月 30 日，数据来源于香港万兆丰专业黄金交易平台, 并已经过复权处理。此处收益率指数采用对数百分收益率，即 $R_t = 100 \times (\ln P_t - \ln P_{t-1})$ ，P_t 和 P_{t-1} 分别是 t 日和 $t-1$ 日 00 : 00 的现货黄金收盘价格，收益率指数共有 2056 个数据。为了对参数 GARCH 和非参数 GARCH 模型进行评价和比较，我们将整个样本分成模型估计样本和预测评价样本两部分，模型估计样本 (样本期内) 的时间跨度为 2001 年 11 月 20 日 -2008 年 10 月 31 日，共 1798 个数据用于模型的参数和非参数估计，预测评价样本 (样本期外) 的时间跨度为 2008 年 11 月 3 日 -2009 年 10 月 30 日，共 258 个数据用于模型预测波动性能力的评价。本文采用的数据处理和分析的软件为 Eviews5.0 [28] 和 Matlab7。

图 4.1 左侧列出了对数百分收益率的直方图，右侧列出了对数百分收益率序列的基本统计特征。由图 4.1 所示的数据可知，国际现货黄金对数百分收益率序列的均值较小，偏度较小，峰度远超过 3，具有一定的偏斜、厚尾特征，可以初步判断序列不服从正态分布。同时，由 Jarque-Bera [16] 检验表明对数百分收益率序列均明显不服从正态分布。图 4.2 是对数百分收益率时序图，从图中可以看出国际现货黄金对数百分收益率具有波动的聚集性，可能存在异方差现象。表 4.1 是带有飘移项而无趋势项的单位根检验，我们可以看出国际现货黄金的对数百分收益率不存在单位根，这表明收益率序列为平稳序列。这里我们考虑的国际现货黄金对数百分收益率

均值回归模型中不包括回归因子，而只包括均值和随机扰动项，即：

$$R_t = \mu + \varepsilon_t \tag{4.1}$$

表 4.2 为对上述模型的残差进行滞后 1 阶的 ARCH-LM 检验，发现存在异方差现象。对直到 10 阶的 ARCH-LM 检验发现依然存在异方差现象。检验表明收益率序列存在显著的异方差性，存在高阶 ARCH 效应，即存在 GARCH 效应。

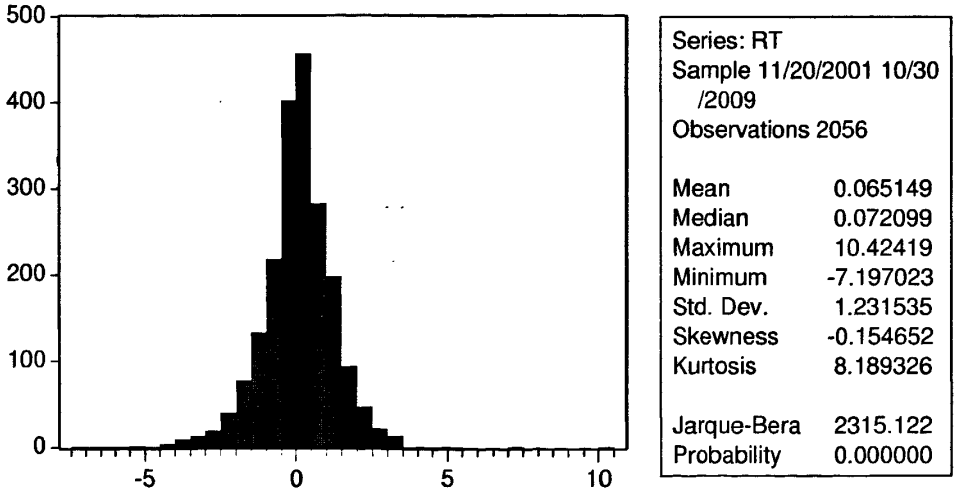


图 4.1: 国际现货黄金对数百分收益率直方图及基本统计特征

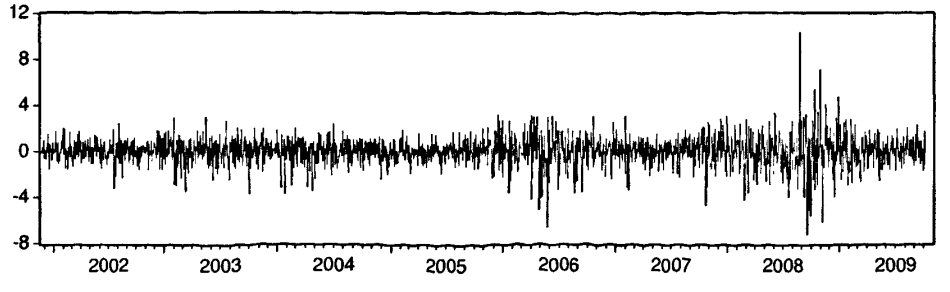


图 4.2: 国际现货黄金对数百分收益率时序图

表 4.1: 国际现货黄金对数百分收益率 ADF 单位根检验

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-20.77722	0.0000
Test critical values:	1% level	-3.433358	
	5% level	-2.862755	
	10% level	-2.567463	

表 4.2: 国际现货黄金对数百分收益率 ARCH-LM 效应检验

ARCH Test:

F-statistic	7.814042	Probability	0.005232
Obs*R-squared	7.791996	Probability	0.005248

§4.2 模型估计

图 4.3 列出了模型估计样本期内对数百分收益率序列的基本统计情况，估计样本对数百分收益率序列的均值较小，偏度较小，峰度远超过 3，具有一定的偏斜、厚尾特征；Jarque-Bera 检验表明估计样本对数百分收益率序列均明显不服从正态分布。表 4.3 中的单位根检验表明估计样本对数百分收益率序列均为平稳序列，表 4.4 中的 ARCH 检验表明估计样本对数百分收益率序列存在显著的异方差性，存在高阶 ARCH 效应，而由于一个高阶的 ARCH 模型可以用一个低阶的 GARCH 模型代替，因而我们估计了一个 GARCH(1 ,1) 模型：

$$\begin{cases} R_t = \mu + \varepsilon_t \\ \varepsilon_t \sim iidN(0, \sigma_t^2) \\ \sigma_t^2 = \omega + \alpha\varepsilon_{t-1}^2 + \beta\sigma_{t-1}^2 \end{cases} \tag{4.2}$$

表 4.5 给出了估计样本期内参数 GARCH(1 ,1) 模型的估计与残差 Ljung-

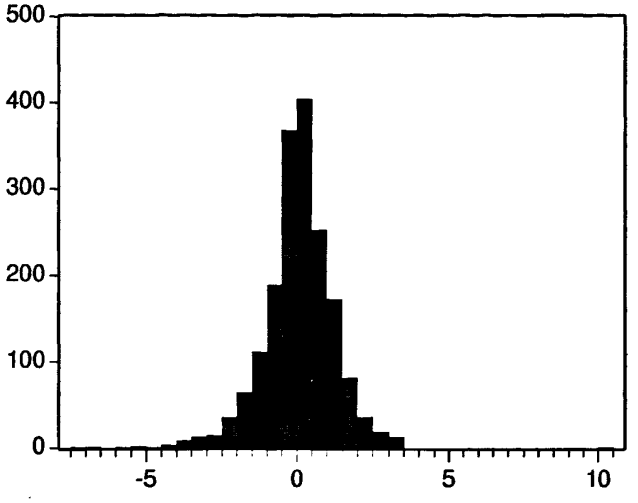


图 4.3: 估计样本对数百分收益率直方图及基本统计特征

表 4.3: 估计样本对数百分收益率 ADF 单位根检验

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-19.62566	0.0000
Test critical values:	1% level	-3.433819	
	5% level	-2.862959	
	10% level	-2.567573	

Box Q 统计量的情况。从而可以得到估计方程：

$$\begin{cases} y_t = -0.049537 + \varepsilon_t \\ \sigma_t^2 = 0.011805 + 0.044183\varepsilon_{t-1}^2 + 0.949192\sigma_{t-1}^2 \end{cases} \tag{4.3}$$

我们发现：所有参数估计值均显著（p 值很小），基于残差的 Ljung-Box Q 统计量在滞后 10 阶、20 阶与 30 阶的值均显著小于在 5% 水平下的临界值 ($\chi^2_{0.05}(10) = 18.307, \chi^2_{0.05}(20) = 31.410, \chi^2_{0.05}(30) = 43.773$)，这说明经过参数 GARCH(1 ,1) 过滤以后，不再存在显著的异方差性，但是由 GARCH(1 ,1) 模型所估计的 ARCH 与 GARCH 项系数之和 $\alpha+\beta$ 都大于 0.95，达到 0.993375，

表 4.4: 估计样本对数百分收益率 ARCH-LM 效应检验

ARCH Test:			
F-statistic	6.041207	Probability	0.014070
Obs*R-squared	6.027652	Probability	0.014083

这说明国际现货黄金对数百分收益率的波动具有很强的波动聚集性和持续性；又 $\alpha+\beta$ 等于 0.993375 <1，满足参数约束条件，具有可预测性。

表 4.5: 参数 GARCH(1 ,1) 估计结果及残差 Ljung-Box Q 统计量

	μ	ω	α	β	$Q(10)$	$Q(20)$	$Q(30)$
GARCH(1,1)	-0.049537	0.011805	0.044183	0.949192	7.2074	18.835	27.350
Probability	0.0541	0.0000	0.0000	0.0000			

在 (2)、(3) 式中取 $p=q=1$，令 $R_t=r_t-\mu, \mu=E[r_t|F_t]$，可得 $h_t^2=\sigma_t^2-\mu^2$，因而运用 2.2 节介绍的算法，通过 $M=8$ 次迭代，最后 $K=5$ 步光滑，获得了非参数 GARCH(1,1) 模型的估计。本文分别利用极大似然估计和前文提到的非参数可加模型对 ε_t 的波动率 σ_t^2 进行估计，为便于比较，我们在图 4.4 中给出了参数 GARCH(1 ,1) 采用极大似然估计估计的波动率估计图，图 4.5 是非参数可加 GARCH 采用前文叙述的估计算法估计的波动率估计图。

§4.3 预测能力评估

从上述波动率图形上看，很难判别参数 GARCH(1，1) 模型和非参数 GARCH(1，1) 模型拟合效果好坏。为了判别参数 GARCH(1 ,1) 与非参数 GARCH(1 ,1) 模型谁更好地度量国际现货黄金的波动性，把第 t 日收益率减去收益率均值的平方 $(r_t-\bar{r}_t)^2$ 作为 t 日的实际波动 σ_t^2，由模型所计算的条件方差 $\hat{\sigma}_t^2$ 作为国际现货黄金的波动预测，以如下的四种预测误差度

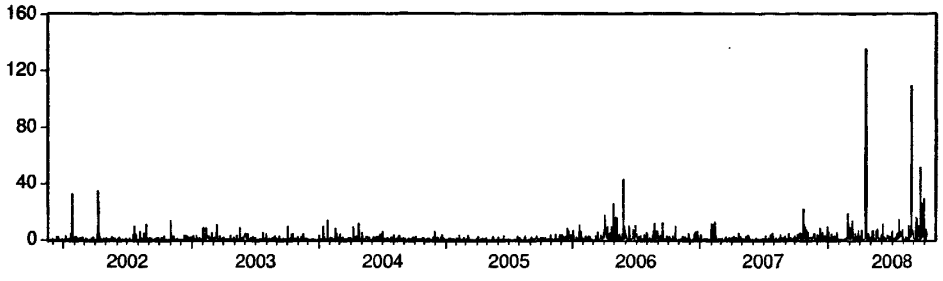


图 4.4: 估参数 GARCH(1,1) 模型波动率

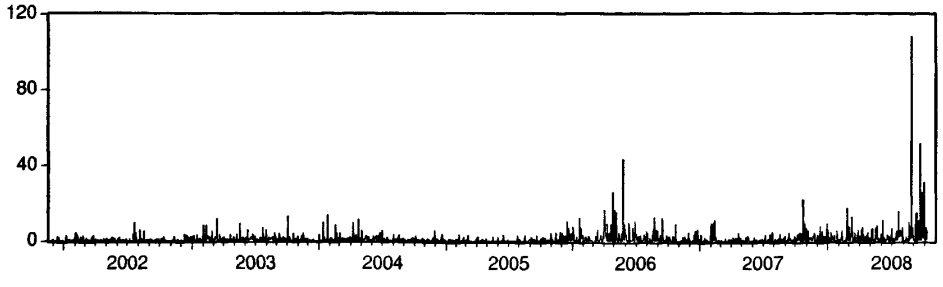


图 4.5: 非参数 GARCH(1,1) 模型波动率

量指标，即平均平方误差 (MSE_1、MSE_2)、平均绝对误差 (MAE_1、MAE_2) 作为判断标准：

$$\begin{cases} MSE_1 = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}(\hat{\sigma}_t - \sigma_t)^2 \\ MSE_1 = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}(\hat{\sigma}_t^2 - \sigma_t^2)^2 \\ MAE_1 = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}|\hat{\sigma}_t - \sigma_t|^2 \\ MAE_1 = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}|\hat{\sigma}_t^2 - \sigma_t^2|^2 \end{cases} \tag{4.4}$$

表 4.6: 波动率预测误差

		MSE_1	MSE_2	MAE_1	MAE_2
样本期内	参数 GARCH(1,1)	5.258734	51.611805	1.814183	3.349192
	非参数 GARCH(1,1)	5.044785	50.345012	1.790642	3.175426
样本期外	参数 GARCH(1,1)	4.249537	45.011805	1.684183	3.294919
	非参数 GARCH(1,1)	4.105414	44.23081	1.652781	3.246408

从表 4.6 中的分析结果来看，我们发现无论是在样本期内还是在样本期外，相对于参数 GARCH(1,1) 模型，非参数 GARCH(1,1) 模型四种预测误差分别有明显的减少。这就说明在不考虑模型形式的情况下，运用非参数 GARCH(1,1) 模型来拟合上国际现货黄金对数百分收益率的波动性更接近真值，能得到更好的结果。

§4.4 VaR 的计算及其结果验证

表 4.5 给出了参数 GARCH(1,1) 模型的估计结果，我们可以根据此估计模型生成国际现货黄金价格对数收益率的条件方差序列 σ_t 将 σ_t 代入公式 $VaR = z_{1-\alpha}\sqrt{\sigma_t}$ 中得到 VaR 值，见表 4.7 。这样便可得到基于参数 GARCH(1,1) 模型的 VaR 模型估计出的国际现货黄金的风险。由于该模型受到一定的假设条件、样本容量等多种因素的影响，因此会导致估算结果

与实际情况有一定的偏差，为了衡量该模型是否有效估算国际现货黄金风险，需要对 VaR 模型结果进行准确性检验。

表 4.7: VaR 估计结果

置信水平	VaR 最小值	VaR 最大值	VaR 均值	VaR 标准差
95	7.981	256.45	43.28	40.45
99	11.38	447.78	76.44	71.65

我们在 3.4 节中给出了 VaR 模型结果进行准确性检验的失败频率法。本文选取样本期内 $N = 1798$ 个数据内的 VaR 与同期的实际回报 R 进行对比，表 4.8 是估计一般统计特征以及用返回检验方法得到的失败天数和相应失败率：从表中我们可以看到，在置信水平 95% 下，失败率接近 5%；在

表 4.8: VaR 估计值的失败率检验

	置信水平	检验区间	失败天数	失败率 (%)	拒绝原假设否
GARCH(1,1)	95	1798	95	5.2	否
	99	1798	24	1.3	否

置信水平 99% 下，失败率接近 1% 。用 Kupiec (1995) 提出的失败频率检验法，分别在 5% 和 1% 显著水平下不能拒绝原假设，因此得出结论，对于国际现货黄金来说，参数 GARCH(1,1) 模型的 VaR 值结果比较准确，精度较高。

第五章　结论与展望

本文以国际现货黄金的波动性预测及其风险度量为切入点，主要运用参数和非参数 GARCH 模型，采用计量经济学中多种分析方法和统计检验方法，探讨了国际现货黄金的波动性，并结合实际情况对国际现货黄金运用 VaR 模型进行了实证度量及准确性检验。通过实证分析结果，我们有如下结论：

1) 国际现货黄金的波动具有很强的波动聚集性和持续性。国际现货黄金存在明显的 ARCH 效应，GARCH 族模型适合于拟合国际现货黄金日收益率序列。

2) 在样本期内和样本期外，非参数 GARCH(1 ,1) 模型的预测能力均要强于参数 GARCH (1 ,1) 模型。非参数 GARCH(1 ,1) 模型在样本期外对参数 GARCH(1 ,1) 模型预测能力的改善程度要明显好于样本期内。不考虑模型形式以及收益率分布函数约束的情况下，非参数 GARCH 模型可作为参数 GARCH 的一种替代或者补充, 对于波动性问题提供一个有力的研究工具。

3) 我们用非参数 GARCH 模型所做的预测具有一定的实际指导意义，无论是投资机构还是投资者都可以通过此模型进行分析研究，但是这种分析是建立在短线操作之上的，而不适合长期的预测操作。所以可以考虑用这个模型的扩展模型或者使用其他例如基于神经网络的模型对短期价格进行预测，再结合它们的结果一起分析效果会更好。

4) 在 95% 和 99% 置信水平下，基于 GARCH 模型的 VaR 能够准确地对国际现货黄金的不对称波动做出及时的反应，灵敏的追踪波动的风险，刻画了国际现货黄金的杠杆效应，并准确可靠地计算出其 VaR 值。为了准确可靠地计算 VaR 值，必须考虑国际现货黄金波动的杠杆效应。

5) 从 VaR 值的计算结果来看，伴随着置信度水平的提高，风险厌恶程

度便会提高，风险率水平也在提高。另一方面，市场的风险水平会随着经济环境的变化有明显的变化。例如随着最近黄金价格波动的加剧，使得它们的风险率都有明显的提高。VaR 作为现在普遍使用的风险测量方法，不但可以帮助投资者认识到风险敞口，而且可以应用到资金管理中去。建立在风险度量基础上的资产配置，由于考虑到资金投资组合中的相关性，便可以在控制市场风险基础上有效降低投资成本。

如今，黄金投资备受国际投资人士和国内专业理财专家的青睐，它也成为当下人们选择投资组合方式中必不可少的环节。金价大涨掀起国内黄金热潮， 2005 年以来国际黄金价格屡创新高，全球经济学家预测抄金热潮将持续到 2012 年，短线黄金价格将向 1000 – –1500 美元冲刺。随着全球经济的发展，国际现货黄金总体呈上升趋势，但各种各样市场以及非市场的因素左右着黄金市场的整个走势，国际现货黄金波动性越来越剧烈，同时也伴随丰厚的收益和巨大的风险。风险是客观存在的、不可避免的，并在一定条件下还带有某些规律性。因此，只能试图将风险减小到最低的程度，而不可能完全避免或消除。降低风险的最有效方法就是要意识并认可风险的存在，积极的去面对、去寻找，才能够有效地控制风险，运用风险管理方法将风险降低到最小程度。对政府而言，仍要大力加强法制法规的建设，加强市场监管；对广大投资者而言，要努力提高自身素质，减少盲目侥幸，培养起应有的投资意识；对研究人员，应该敞开门路，积极吸收西方发达国家成熟的先进经验和理论，以起到理论带动实践发展的作用。

参考文献

[1] Engle R F. Autoregressive conditional heteroskedasticity with estimates of the variance of U.K. Inflation [J]; Econometrica, 1982,50:987 - 1008.

[2] Bollerslev , T. Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity [J] . Journal of Econometrics ,1986,31 :307 - 327.

[3] Dowd K. Beyond Value at Risk[M]. Weley, New York, 1998.

[4] Peter Bühlmann, Alexander J. McNeil.An algorithm for nonparametric GARCH modeling [J] Computational Statistics & Data Analysis, 2002,40 :665 - 683.

[5] Canina, L.Figlewski S.(1993). The information content of implied volatility.Reviewof Financial Studies, 6, 659 - 681.

[6] Degiannakis S. Volatility forecasting : evidence from a fractional integrated asymmetric power ARCH skewed-t model[J]. Applied Financial Economics , 2004,14 :1333 -1342.

[7] Engle R F. Ng V K.Measuring and testing the impact of news on volatility[J]; Journal of Finance, 1993 , 48: 1749 - 1778.

[8] Guo, D. (2000). Dynamic volatility trading strategies in the currency option market using stochastic volatility forecasts. Review of Derivatives Research, 4, 133 - 154.

[9] S.J. Cochran, and I. Mansur (1993), Expected returns and economic factors: a GARCH approach, Applied Financial Economics 3, 243-54.

[10] Karolyi, G. A. (1995). A multivariate GARCH model of international transmissions of stock returns and volatility: The case of the United States and Canada. Journal of Business and Economic Statistics, 13, 11 - 25.

[11] Black, F. (1976). Studies of stock market volatility changes. Proceedings of the American Statistical Association, Business and Economics Section,177 - 181.

[12] Baum0l W. J. An excepted gain — corlfidence 1imit criterion f0r portfl0lio selection [J]. Management Science,l963,10.

[13] Heston, S., Nandi, S., 2000. A closed-form GARCH option valuation model. Review of Financial Studies13, 585 - 625.

[14] Philippe Jorion. 风险价值 VAR [M]. 陈跃译. 第二版. 北京：中信出版社，2005.

[15] James D. Hamilton. Time Series Analysis[M]. 刘明志译. 北京：中国社会科学出版社，1999

[16] Robert S. Pindyck,《计量经济模型与经济预测 (第四版) 》[M]；机械工业出版，2005

[17] Terence C.Mills. 金融时间序列的经济计量模型 [M]. 北京：经济科学出版社,2002.

[18] Francis X . Diebold. 经济预测 [M]. 北京：中信出版社, 2003

[19] 鲁万波，基于非参数 GARCH 模型的中国股市波动性预测 [J]，数理统计与管理，2006 年 7 月，第 25 卷第 4 期

[20] 陈毅恒，时间序列与金融数据分析 [M]，北京：中国统计出版社，2004

[21] 胡继之，金融衍生产品及其风险管理 [M]，北京；中国金融出版社，1997

[22] 王春峰，金融市场风险管理 [M]，天津：天津大学出版社，2001：134 ～ 143

[23] 马超群，李红权，张银旗，风险价值方法在金融风险度量中的应用，预测，2001 年第 20 期

[24] 唐齐鸣，陈健，中国股市的 ARCH 效应分析 [J]，世界经济，2001 年第 3 期，29 - 36

[25] 李亚静，朱宏泉，彭育威，基于 GARCH 模型族的中国股市波动性预测 [J]。数学的实践与认识，2003，33(11)：65 -71

[26] 王佳妮，李文浩，GARCH 模型能否提供好的波动率预测 [J]，数量经济技术经济研究，2005 年第 6 期

[27] 陈健，ARCH 类模型研究及其在沪市 A 股中的应用 [J]，数理统计与管理，2003

[28] 易丹辉,《数据分析与 Eviews 的应用》[M]；中国统计出版社，2003

[29] 杨柳勇，史震涛黄金价格的长期决定因素分析 [J]，统计研究，2004

[30] 李子奈、潘文卿,《计量经济学 (第二版) 》[M]；高等教育出版社，2005

[31] 郭存芝，杜延军，李春吉，《计量经济学—理论·方法·EViews应用》[M]；科学出版社，2008

[32] 奚建华，中国黄金市场现状及发展 [N]，中国黄金报，2005

[33] 张金清，刘庆富，中国金属期货市场与现货市场之间的波动性关系研究 [J]，金融研究，2006, (7)：102 - 112

在学期间发表论文

中国科技论文在线发表文章《基于非参数 GARCH 模型的国际现货黄金的波动性预测》（评定星级为四星）

致　谢

美好的日子总是那样的短暂。不知不觉间，在兰州大学攻读硕士学位的三年时光就要结束了，我不禁感到阵阵伤怀与留恋。在兰大的三年是我一生中重要且难忘的岁月，在这里，我聆听了多位名家的学术讲座、学到了更加前沿的专业知识、拓宽了自己的知识面、结识了许多优秀的青年学子，我深感庆幸与满足。因为，这些宝贵的财富将使我一生受用不尽。

在此论文完成之际，谨对三年来对我的学习、研究和生活倾注了大量心血的导师严定琪副教授表示深深的谢意！本文从选题、构思、直至最后的完成、他都投入了极大的关注、倾注了大量的心血。严老师为人谦和，平易近人，他渊博的才识和严谨的治学态度也深深为我所景仰。还要感谢兰州大学数学与统计学院的领导和老师多年来对我的教育与培养。

师门之间的情谊也让人难以忘怀、感动至深。研究生三年与同门的讨论学习使我受益非浅，他们在学习和论文上给予了很大的帮助，在此对他们表示诚挚的谢意。同在严老师门下的还有孙凯、杨华伟、王晓青同学，我们相处得非常融洽，并结下了深厚的友谊，感谢他们对我的关心、支持和帮助，每每回想起一起经历的点点滴滴，都会让我感到无比的亲切与甜蜜。

最后，我要感谢我的家人，是他们给了我巨大的物质支持和精神支持，才能使我顺利完成学业。他们对我无私的关怀和全身心的奉献，是我独在异乡求学的最大精神支柱，也是我可以依偎的最温馨港湾。

郎立斌

2010 年 05 月于兰州大学