

吉林九台农商银行金融压力风险分析

(摘要)

我国金融市场正处于高速发展阶段，而面对金融产品的日益丰富、互联网功能的日益发展，传统股份制商业银行一方面要面临网络银行的竞争压力，另一方面由于市场的丰富，对其操作管理要求也会更高。于是本学位论文尝试以九台农商银行为例，分析商业银行的风险压力与金融市场压力及自身操作风险压力之间的关联性，分析其对这两方面风险的敏感度。

本学位论文首先分析了操作风险在九台农商银行经营的风险压力占比，来保障后续分析中考虑的全面性。并以银行股票价格的历史波动率来表示银行对各种风险的反应。金融市场的主要子市场在选取银行市场、股票市场、债券市场、基金市场的基础上，由于尚无将网贷市场考虑进去的文献，加之考虑到 P2P 行业脆弱性及近年来的暴雷事件，将这部分考虑在内。最终得出该银行经营中主要风险压力来源为系统性风险，并对银行系统风险压力较为敏感。

关键词： 银行风险, 操作风险, 系统风险, 收入模型, 历史波动率

The Analysis of Financial Pressure Risk of Jilin Jiutai Rural Commercial Bank

(Abstract)

In China, financial market is in a high-speed developing period. Facing the increasing enrichment of financial products and the increasing development of Internet functions, traditional joint-stock commercial banks face the pressure of competition from online banks, on the one hand, and the requirement of operation management needs to be higher due to the enrichment of the market, on the other hand. In this condition, we attempt to take Jiutai Rural Commercial Bank as an example to analyze the risk pressure between commercial bank and financial market risk pressure, as well as the operational risk pressure of itself.

Firstly, we will make an analysis that how this thesis shows the operational risk take of the whole risk pressure of Jiutai Rural Commercial Bank, for the purpose of ensuring the comprehensiveness considered in subsequent analysis. The historical volatility of bank stock prices is used to express the bank's response to various risks. We take bank market, stock market, debenture market and foreign exchange as the main submarkets of the financial market, basically, and as there is still no literature considering internet loan market, and take the vulnerability and the recent closure of the P2P industry in consideration, we add this market to the submarkets. Finally, we conclude that the main source of risk pressure in the bank's operations is

systemic risk, and it is more sensitive to the pressure on the bank's system risk.

Keywords: Bank risk, Operational risk, Systemic risk, Revenue model, Historical volatility

目 录

摘要	I
Abstract	II
第 1 章 绪论	1
第 2 章 基础理论	6
2.1 巴塞尔协议	6
2.2 历史波动率	7
2.3 参数估计	7
2.4 GARCH 模型	10
2.5 经验累积分布函数	12
2.6 操作风险	13
第 3 章 分析计算	15
3.1 操作风险的分析	15
3.2 金融压力敏感度模型	16
3.3 子市场变量选取	17
3.4 子市场压力指数合成	19
3.5 模型计算	19
第 4 章 结果分析	21
第 5 章 结论	29
参考文献	30
致谢	34

第 1 章 绪论

银行业作为我国金融市场的支柱产业，在我国受到的管控比较严格，由于近年来政策的不断开放，银行风险对于金融市场的冲击也变得更为敏感。不仅一些传统的市场因素如银行业本身、股票市场、外汇市场、保险市场、期权及期货等衍生品市场对银行风险的影响巨大，大热的共享经济、P2P 理财、网络贷款等理论上应该也对银行运营具有一定的冲击性。

早期银行在金融体系中扮演增强流动性及分散风险的角色。Berger 和 Bouwman 构建了四个指标，并应用于全美的银行数据，发现银行的流动性产出每年都在提升且与银行的价值正相关^[1]。Bhattacharya 和 Thakor 通过研究当代的金融中介理论，进一步证明了金融中介机构存在的原因和银行监管的优化设计^[2]。金融行业的创新发展会促进该行业的风险管理的不断优化。而这种变化很可能会将银行的传统角色弱化，需要银行利用金融市场对风险进行分化改造，令金融市场和银行之间的关联更加密切，即银行对金融市场的敏感度也会提高。

银行是典型的金融中介机构，传统金融中介理论告诉我们金融机构的发展会降低交易成本和信息的不对称。然而 Allen 和 Santomero 研究发现最近几十年来尽管交易成本和不对称信息有所下降，中介活动却有所增加。他们还发现金融期货和期权的新市场主要是中间人市场，而不是个人或公司市场。这些变化很难与传统理论相吻合。他们讨论了在这种新情况下中介的作用，关注的重点为风险交易和参与成本^[3]。

当前的金融中介理论的基本观点是中介可以降低交易成本和信息的不对称。随着信息技术的发展、管制逐渐放松、金融市场的深化，市场会自然趋向于交易成本和信息不对称下降，从而导致金融中介机构趋向无用。这与从业者将金融中介活动作为创造价值的经济过程的观点正相反，也与当前日益壮大的金融中介市场的发展趋势相冲突。可见，当前的金融中介理论不能作为金融中介存在的支撑。当信息不对称不是中介活动背后的驱动力，而消除信息不对称不是金融中介的商业动机时，就会出现一个问题，即哪种范式可以更好地表达中介过程的实质。Scholtens 和 Van Wensveen 认为，正是风险和风险管理推动了金

融中介发展^[4]。

随着经济的发展不断深化，现代市场经济越发开放，金融体系的发展也越发蓬勃。但是在这种繁荣之下，很多新兴金融衍生产品在带来机遇的同时，也带来了潜藏的新风险，P2P 理财就是其中之一。Skjeltorp Johannes A 和 Ns Randi 发现，通过场外网络引导的交易量正在增长。与常规交易相比，一级市场以外订单通过网络的交易降低了执行成本。另一方面，不执行的风险增加了机会成本，这最终将导致一级市场的流动性下降^[5]。可见依托于网络蓬勃发展的各种新兴金融衍生品的蓬勃发展确实伴生很大的风险。而我国金融市场近年来这种风险也在不断膨胀。

传统金融业资金端和资产端存在着诸多矛盾，如信息不对称、金融机构对个体借贷风控成本过高、获得贷款前后的信用风险难以把控等。为解决这些问题，大数据、AI、云计算等数字技术被广泛应用，以解决上述矛盾。2007 年中国第一家网络借贷平台拍拍贷上线，随后诞生了红岭创投、人人贷等借贷平台，为后期网络借贷的繁荣奠定了基础。2015 年，多地政府出台了相关鼓励政策制度，如公司注册资本改为认缴、取消公司注册资本最低限额制度等。然而行业野蛮生长下的泡沫也在不断积累，平台担保风险升高、准入门槛低、重规模轻风险、多头借贷等问题频频涌现，最终引发了 2018 年的集中暴雷。银保监会 2019 年最后一份指导意见 52 号《关于推动银行业和保险业高质量发展的指导意见》在 2020 年初发布，标志着网贷行业在中国市场的基本清退。意见表明要“坚决清理和取缔未经批准从事金融业务的机构和活动”，以及“坚决遏制增量风险，稳妥化解存量风险”，“推动不合规网络借贷机构良性退出”等。随着 2020 年 10 月 21 日，运营了 6 年 7 个月的爱钱进也被破产清算，可以预见未来网贷的规模和风险都会降低。现在仍有以微众银行、网商银行为首的几家民营银行可以继续发展网贷产品，如微粒贷、网商贷等。但是网络将只作为其存在形式，而非在监管边缘游走的灰色地带。

2020 年下半年，集中破产了许多长租房产服务平台，如巢客公寓、有客公寓等。行业第二的蛋壳公寓在 2020 年初 IPO 上市融资 1.49 亿美元，可谓风光一时，最终却也出现运营困难面临破产的现象。这种集体破产的根本原因还是其盈利模式。如同 OFO 单车等许多共享经济一样，这些平台都是靠着资金运作

的时间差，包装出一种新兴理念以后，通过融资加杠杆，以达到获利的目的，最终因为资金链又长又细而必然导致运营困难的结果。其中，捆绑网贷平台是很多初创公司打价格战吸引年轻消费者的运营策略，但是这些依托于网贷平台回流资金的新兴初创行业，也在以另一种方式增加网络贷款行业的风险压力。

在这种大背景下，本学位论文尝试从统计角度解释九台农商银行的风险对宏观金融市场各种因素的敏感性。这种敏感性的表现一般可以用其相关金融产品的价格波动来表示^[6]。

考虑模型建立后最好能有一定的预测能力，因此首先考虑隐含波动率。Byounghyun 等人研究了期权隐含波动率的预测能力的不确定性。期权隐含波动率是未来波动率的有力预测指标，在不确定性较大的时候尤为如此。这是因为在这种时期，隐含波动率很大程度上是由知情的交易者来确定的^[7]。Xiaolan Jia 和 Xinfeng Ruan 等人通过量化隐含波动率微笑的形状，研究了量化后的隐含波动率微笑的期限结构和时间序列动态，并基于四个商品市场中的 IV 微笑的超额收益和 S&P500 指数的超额收益验证其预测性，同样验证了隐含波动率对预测结果的解释能力^[8]。但是由于我国没有权证市场，也无从获得包含未来时间和价格类似期权的交易数据。因此只能放弃分析预测能力，只考虑相关性敏感度的分析。由于历史或实际波动率与隐含波动率对于历史数据的分析较为相似，且可以使用股票价格数据来推导，因此对于目前的国内市场条件，考虑使用历史波动率作为银行针对市场风险压力变化敏感性的表现。

银行的风险类型从表现形式上可以分为很多种，从最根本的发生来源来看，可以分为两个方面，一个是经营型的风险，另一个是管理型的风险^[9]。因此在考虑用九台农商银行股价的历史波动率来代表其敏感性的时候，其历史波动率波动性的压力来源理论上会受到经营型风险和管理型风险两方面的压力。而经营型风险一般可以视为金融市场的系统性风险，其中包含了来自于金融市场各个子市场的风险压力因素，如金融中介市场、债券市场、房地产市场、基金市场、股票市场、外汇市场等。

Allen 和 Bali 通过使用美国、欧洲和亚洲银行数据进行抽样检验来预测未来六个月的宏观经济下滑，从而补充了针对特定银行的系统风险度量方法，并利用建立的系统性风险测度 CATFIN 粗略预测了宏观经济的下降^[10]。Joe 最初提

出构建 Copula 模型来考察金融市场与风险管理之间的关系。之后研究者们还提出了两种方法, C-vine Copula 与 D-vine Copula, 提高了选择的灵活性^[11]。加拿大学者 Lilling 等人提出用来评价宏观经济压力的金融压力指数至今仍被广泛研究和优化。他们提出, 金融压力的来源主要有不确定性、常变性以及超出预期的损失等对经济主体共同产生的作用, 是包含了一系列压力指数的连续变量, 当达到阈值则会引发经济危机。他们通过因子分析、计量基准、广义自回归条件异方差等方法综合处理有关信息并整合得出金融压力指数^[12]。Craig S 等人在此基础上也提出了类似的金融压力指数 KCFSI, 并进一步验证了金融压力指数的变化对于金融资产基本价值的不确定性的影响。他们还发现该指数对于未来宏观经济预测有一定帮助。

近年来学者们针对金融压力指数的构建不断有新的研究结果, 但是主要的区别体现在对子市场指标的选取方面。目前国外比较权威的金融压力指数有克利夫兰银行编制的金融压力指数 CFSI、美联储圣路易斯联邦储备银行编制的圣路易斯联储金融压力指数 STLFSI、美国金融研究办公室编制的全球金融压力指数 OFR、芝加哥期货交易所波动率指数 VIX 和汇丰银行金融阻塞指数 HSBC FCI 等。选取指标较多的 OFR 共涵盖了五大项目共计 33 项指标。

我国学者对构建中国金融市场压力指数也进行了许多研究, 在指标选取上均各有侧重, 而主要的区分体现在指数的构建方法上。最初 Lilling 等人对指标进行累积分布函数的转换, 并用因子分析法、等方差权重法以及信用权重法来合成综合的金融压力指数, 而这几种方法在后续合成综合指数的时候依然是比较常用的方法, 如 Craig^[13]、赖娟和吕江林^[14]、徐国祥和李波^[15]等人也采用主成分分析法来合成综合指数, Balakrishna^[16]、胡秀龙^[17]等采用方差权重法合成综合指数, 刘晓星和方磊^[18]等采用 CDF 信用加权法合成综合指数。丁岚等人还提出了结合 CRITIC 和标准差倒数权重法的方法^[19]。

金融压力指数的构建对应的是银行面临的经营型风险, 也即系统性风险的部分, 但是如上所述, 理论上金融市场中银行市场的压力一定程度上还包含了管理型风险的压力, 即操作风险。一方面是银行自身能力不足所造成的利润达不到预期、资产调配不及时等问题, 另一方面也包括银行违规违约事件所造成的不良影响等。

2020 年 12 月 31 日，江苏省南京市鼓楼区人民法院对中国银行“原油宝”两件案件一审公开宣判，判决中国银行承担原告全部穿仓损失和 20%本金损失，返还扣划账户中保证金余额，并支付相应的资金占用费。“原油宝”产品便是典型的由于操作不当所引发的银行损失。尽管中行基于银行业适当性标准销售该产品无可厚非，但是在投放产品时，将本身具有较大风险的产品推荐给平衡型的投资者，在产品设计上缺乏对原油期货产品负价的极端情况的考虑，以致在交易中没有及时向投资者进行负油价风险警示，对于协议中约定的强制平仓条款也未实施。为此，相关经理及交易员均收到了警告及罚款，而中行也收到了银保监会 5050 万元的罚单。其违规行为包括产品管理不合规、风险设置不当、未履行保护消费者权益的职责和内控不足等。

操作风险体现在几个方面，首先是公司的经营管理自身存在问题，如存在违规关联交易、管理层窃取非法利益、外部监管缺失等。二是管理人员和决策层个人能力不足，低于一般的风险防控水平。三是人员失职渎职，只关注客户规模盲目授信等。四是本末倒置，盲目追求银行本身职能以外的利益目标，导致发展方向走样变形。五则是最坏的情况，从业人员进行违法犯罪相关的活动，最终导致银行自身声誉盈利等受到负面影响，甚至发生危机。

操作风险在当今金融衍生产品市场蓬勃发展的背景下是处于上升的状态的，因为随着产品的丰富，从业者的水平、机构的管理模式、银行的内控能力都很可能无法达到相当的水平，从而增加操作风险的权重。

对于操作风险，可以建立银行的收入与经营风险的模型，在假设银行收入为正态分布的条件下，将回归模型不能解释部分的波动贡献作为管理风险的影响。

本学位论文尝试通过银行历史波动率来代表银行的风险压力，与能代表金融市场压力的一些主要因素一起建立模型分析银行对于金融系统压力的敏感性。考虑到理论上管理风险的存在，先利用收入模型分析管理风险的比重，再分析是否需要单独考虑管理风险。

第2章 基础理论

2.1 巴塞尔协议

巴塞尔协议是巴塞尔银行监管委员会（BCBS）于 1988 年首次发布的，并于 2004 年发布第二版，至 2017 年 12 月推出了最新的第三版方案。第三版方案要求在 2022 年至 2027 年之间采用实施。由于第一版推出较早，而第三版方案尚未完全作为当前的工作方案，因此第二版的内容仍然作为现在银行监管的主要参考。

第一版巴塞尔协议主要有三部分内容。第一，对银行的各种资本统一作了定义，将银行的资产划分为核心资本和附属资本两类。第二，将资产的风险权重进行了等级区分。第三，规定了资本充足率的概念和相关的要求^[20]。这一版的局限性在于，对于风险资产的计算方式比较片面，而且只考虑了信用风险一个维度，对于日益繁多的金融衍生产品和信用风险以外的其他风险事件则缺乏监管力度。

第二版巴塞尔协议的核心贡献是确立了三大支柱。

第一大支柱是最低资本要求，由三个基本要素所构成，即受规章限制的资本的定义、风险加权资产和资本对风险加权资产的最小比率。同时更新了风险加权资产的计算方法，在初版的基础上考虑了市场风险和操作风险的部分。

第二大支柱是监管督查，通过监督检查机制，来保证银行能够建立有效的内控模式来判断所面临的风险事件，从而评估资本是否充足。并规定了在实施的过程中，应当遵循四个原则，以保障银行的最低资本和风险抵御能力。

第三大支柱是市场约束。即要求银行对于信息披露的相关制度，使得市场参与者通过信息披露来共同约束银行的风险管理情况。

在最低资本要求考核中，将操作风险纳入了进来，并提供了三种量化方法，基础指标法、标准法和高级测算法。

最新的第三版方案对信用风险进行了进一步细化和分类，增设了风险权重 75%和 85%两个比重，还定义了信用风险评估的标准方法 Standardized Credit Risk Assessment Approach (SCRA)，来对于操作风险的计量方法的建议，取消了第二版的三种方法，并以银行收入和历史损失两个要素设定了一种新的方法

巴塞尔协议的监管框架主要是要求资本进行风险加权，以资本充足率作为核心的监管要素。总的来说该协议规定了银行对信用风险、市场风险和操作风险三方面的监管文件、计提资本及评估手段。此外，还引入杠杆率指标来限制银行计算资产风险时可能发生的投机行为，引入流动性指标来要求银行对自身债务的应对能力，引入交易账户资本来要求对交易账户进行约束。该协议的存在是目前学术界对银行风险识别划分的重要基础。

2.2 历史波动率

历史波动率的核心思想是将未来作为历史的一种延伸和重复，基于历史的数据，用类似于估计标的资产收益序列的标准差的方法，来预测未来的波动率。

计算历史波动率一般采用对数价格变动的方法

$$X_i = \ln \frac{P_{i+1}}{P_i} = \ln P_{i+1} - \ln P_i.$$

式中， X_i 是资产的对数收益， P_i 是基准期标的资产的价格， P_{i+1} 是报告期标的资产的价格。

一般可以利用 Black-Scholes 定价模型来获得历史波动率。在该模型的假设下，价格的变动是连续的，因此对数收益公式对于计算波动率来说是比较合适的。历史波动率的估计值为

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N - 1}},$$

其中 $\bar{X} = \frac{1}{N} \sum X_i$ ， N 是观察值的数量， σ 代表对数收益的标准差。

若将日、周等标准差转化为年标准差，需要乘以以年为单位的频数长度的平方根。如欧洲期权市场一年有 252 个工作日， X_i 为日变量，则年波动率为 $\sigma\sqrt{252}$ 。

2.3 参数估计

参数估计的方法有极大似然估计、最小二乘法、矩估计、贝叶斯估计等。极大似然方法是在统计分析中最重要，也是应用最广泛的方法之一，这个方法最初于 1821 年由德国数学家 Gauss 提出，但没有受到学术界关注，直到 1911 年

后，Fisher 在 1922 年再一次提出了极大似然的思想，并研究探讨了它的性质，这个方法才开始得到广泛的研究和应用。

最大似然的方法如下。

对于 $p(x; \theta)$, $\theta \in \Theta$ 是 $(R^n, \mathfrak{B}_{R^n})$ 上的一族联合概率密度函数，对给定的 x ，称

$$L(\theta; x) = kp(x; \theta)$$

为 θ 的似然函数，其中 $k > 0$ 是不依赖于 θ 的量，常取 $k = 1$ 。进一步，若存在 $(R^n, \mathfrak{B}_{R^n})$ 到 $(\Theta, \mathfrak{B}_\Theta)$ 的统计量 $\hat{\theta}(x)$ 使

$$L(\hat{\theta}(x); x) = \sup_{\theta} L(\theta; x),$$

那么 $\hat{\theta}(x)$ 称为 θ 的一个极大似然估计，简称为 MLE。

由于概率密度函数大多具有指数函数形式，采用似然函数的对数通常更为简便。称

$$l(\theta; x) = \ln L(\theta; x)$$

为 θ 的对数似然函数。由于对数变换是严格单调增的，故 $l(\theta; x)$ 和 $L(\theta; x)$ 在求最大值时是等价的。

当 MLE 存在时，求导寻找 MLE，当 $\hat{\theta}(x)$ 在 Θ 内，则 $\hat{\theta}(x)$ 为似然方程

$$\frac{\partial l(\theta; x)}{\partial \theta_i} = 0, \quad i = 1, \dots, k$$

的解。

对多参数指数族

$$p(x; \theta) = \exp \left\{ \sum_{j=1}^k \theta_j T_j(x) + c(x) + d(x) \right\},$$

似然方程化为

$$\sum T_j(x_i) = -\frac{n \partial c(\theta)}{\partial \theta_j}, \quad j = 1, \dots, k.$$

基于 MLE 的方法还衍生出了许多相关的算法。EM 算法是一种迭代方法，最初由 Dempster 等提出，并主要用来求后验分布的众数，它的每一次迭代由两步组成，E 步（求期望）和 M 步（极大化）。一般先以 $p(\theta|Y)$ 表示 θ 的基于观测数据的后验分布密度函数，称为观测后验分布， $p(\theta|Y, Z)$ 表示添加数据 Z 后得到

的关于 θ 的后验分布密度函数， $p(Z|\theta, Y)$ 表示给定 θ 和观测数据 Y 下潜在数据 Z 的条件分布密度函数。最终目标为计算观测后验分布 $p(\theta|Y)$ 的众数，EM 算法步骤为，记 $\theta^{(i)}$ 为第 $i + 1$ 次迭代开始时后验众数的估计值，则 $i + 1$ 次迭代的两步为

E 步

$$\begin{aligned} Q(\theta|\theta^{(i)}, Y) &\triangleq E_z[\log p(\theta|Y, Z)|\theta^{(i)}, Y] \\ &= \int \log[p(\theta|Y, Z)]p(Z|\theta^{(i)}, Y)dZ. \end{aligned}$$

M 步

$$Q(\theta^{(i+1)}|\theta^{(i)}, Y) = \max_{\theta} Q(\theta|\theta^{(i)}, Y).$$

重复步骤直到 $\|\theta^{(i+1)} - \theta^{(i)}\|$ 充分小停止。

EM 算法具有简单和稳定的优点，其主要目的是提供一个简单的迭代算法来计算 MLE，因此需要 EM 算法得到的估计序列是收敛的。

事实上由全概率公式

$$p(\theta, Z|Y) = p(Z|\theta, Y)p(\theta|Y) = p(\theta|Y, Z)p(Z|Y).$$

取对数变换后

$$\log p(\theta|Y) = \log p(\theta|Y, Z) - \log p(Z|\theta, Y) + \log p(Z|Y).$$

对 Z 关于 $p(Z|\theta^{(i)}, Y)$ 求期望，有

$$\log p(\theta|Y) = \int [\log p(\theta|Y, Z) - \log p(Z|\theta, Y) + \log p(Z|Y)] p(Z|\theta^{(i)}, Y)dZ$$

$$\triangleq Q(\theta|\theta^{(i)}, Y) - H(\theta|\theta^{(i)}, Y) + K(\theta^{(i)}, Y),$$

其中

$$Q(\theta|\theta^{(i)}, Y) = \int \log[p(\theta|Y, Z)]p(Z|\theta^{(i)}, Y)dZ,$$

$$H(\theta|\theta^{(i)}, Y) = \int \log[p(Z|\theta, Y)]p(Z|\theta^{(i)}, Y)dZ,$$

$$K(\theta^{(i)}, Y) = \int \log[p(Z|Y)] p(Z|\theta^{(i)}, Y) dZ.$$

令

$$\theta = \theta^{(i)} - \theta^{(i+1)}.$$

则有

$$\begin{aligned} & \log p(\theta^{(i+1)}|Y) - \log p(\theta^{(i)}|Y) = \\ & [Q(\theta^{(i+1)}|\theta^{(i)}, Y) - Q(\theta^{(i)}|\theta^{(i)}, Y)] - [H(\theta^{(i+1)}|\theta^{(i)}, Y) - H(\theta^{(i)}|\theta^{(i)}, Y)]. \end{aligned}$$

由 Jensen 不等式,

$$E^{Z|\theta^{(i)}, Y} \log \left(\frac{p(Z|\theta^{(i+1)}, Y)}{p(Z|\theta^{(i)}, Y)} \right) \leq \log \left\{ E^{Z|\theta^{(i)}, Y} \left(\frac{p(Z|\theta^{(i+1)}, Y)}{p(Z|\theta^{(i)}, Y)} \right) \right\} = 0.$$

故

$$H(\theta^{(i+1)}|\theta^{(i)}, Y) - H(\theta^{(i)}|\theta^{(i)}, Y) \leq 0.$$

而 $\theta^{(i+1)}$ 是使 $Q(\theta^{(i)}|\theta^{(i)}, Y)$ 达到最大的, 显然

$$Q(\theta^{(i+1)}|\theta^{(i)}, Y) - Q(\theta^{(i)}|\theta^{(i)}, Y) \geq 0.$$

2.4 GARCH 模型

在建立金融系统压力模型的时候, 获得的数据有些无法直观的反应金融压力, 需要进行数据处理。但是简单的增长率、比重等处理方法依然无法很好的反应子市场压力。这时候通常会计算数据的波动率, 通常的手段就是利用 GARCH (1, 1) 转换成波动率。

GARCH 模型即广义的自回归条件异方差模型, 由 Bollerslev 在 1986 年提出。对于金融数据的时间序列, 有如下一般规律, 使得 GARCH 模型在金融计算中应用比较广泛。

1. 一组时间序列本身的自相关性并不强烈, 但是这组时间序列的某种函数会呈现出比较强的自相关性。
2. 存在条件异方差性。
3. 序列的波动存在波动聚集, 大波动跟着小波动, 小波动引发大波动。

4. 厚尾现象。

在 GARCH (1, 1) 中, σ_n^2 是由长期平均方差计算得出的, GARCH (1, 1) 模型的表达式为

$$\sigma_n^2 = \gamma V_L + \alpha \mu_{n-1}^2 + \beta \sigma_{n-1}^2,$$

其中, γ 为对 V_L 加权的权重, α 为对 μ_{n-1}^2 加权的权重, β 为对 σ_{n-1}^2 加权的权重。

我们知道

$$\gamma + \alpha + \beta = 1.$$

当 $\gamma = 0$ 的情况下, $\alpha = 1 - \beta = 1 - \lambda$, 此时可以将 GARCH (1, 1) 模型视为一个指数加权以移动平均模型 (EWMA) 模型, 即 EWMA 模型为 GARCH (1, 1) 模型在 $\gamma = 0$ 的特例。

GARCH (1, 1) 的 (1, 1) 含义为 σ_n^2 是通过最后的 μ^2 观察值以及最新的方差率估计而得出的。也可以增加到 p 个 μ^2 观察值和 q 个方差率来将 GARCH 模型推广到 GARCH (p, q) 模型。但一般来说 GARCH (1, 1) 的应用比较广泛。对于股票价格而言, 也有人认为其符号是非对称的, 即正符号的 μ_{n-1}^2 相对于负号的 μ_{n-1}^2 影响要小。

令 $\omega = \gamma V_L$, 则模型表达式可转化为

$$\sigma_n^2 = \omega + \alpha \mu_{n-1}^2 + \beta \sigma_{n-1}^2.$$

将表达式迭代可得

$$\begin{aligned}\sigma_n^2 &= \omega + \beta \omega + \alpha \mu_{n-1}^2 + \alpha \beta \mu_{n-2}^2 + \beta^2 \sigma_{n-2}^2 \\ &= \omega + \beta \omega + \beta^2 \omega + \alpha \mu_{n-1}^2 + \alpha \beta \mu_{n-2}^2 + \alpha \beta^2 \mu_{n-3}^2 + \beta^3 \sigma_{n-3}^2, \\ &\dots\end{aligned}$$

可以看出这里的权重 β 以指数的速度在衰减, 因此可将 β 参数解释为衰减率, 它决定了 μ 观察值的相对重要性。

GARCH (1, 1) 模型中的参数同样是通过最大似然估计的方法得出的。首先定义 $v_i = \sigma_i^2$ 为第 i 天方差的估计值, 在给方差的条件下, μ_i 的概率分布为正态。与上面相似, 我们还可以得到最佳的参数应满足使得下式达到最大

$$\prod_{i=1}^m \left[\frac{1}{\sqrt{2\pi v_i}} \exp\left(-\frac{\mu_i^2}{2v_i}\right) \right].$$

取对数后, 上式结果等价于

$$\sum_{i=1}^m [-\ln(v_i) - \frac{\mu_i^2}{v_i}].$$

接下来可以用迭代的方法得出表达式的解。

对于日度数据，首先计算出每一天的百分比变化

$$\mu_i = \frac{x_i - x_{i-1}}{x_{i-1}}.$$

然后从第3日开始，假设方差为 μ_i^2 ，并按 $\sigma_n^2 = \omega + \alpha\mu_{n-1}^2 + \beta\sigma_{n-1}^2$ 迭代得出之后每日的方差率和方差。最后计算出似然测度 $-\ln(v_i) - \frac{\mu_i^2}{v_i}$ 。最终以最大似然估计法迭代出最佳参数。

2.5 经验累积分布函数

对于任何类型的随机变量都可以定义其累积分布函数，而基于数据得到的累积分布函数称为经验累积分布函数。其定义为

$$F_X(x) \leq \Pr(X \leq x).$$

在合成金融压力模型的时候需要两次加权，分别是子市场数据合成子市场指数时的加权以及合成综合金融压力指数时对各个子市场的加权。由于处于同一个市场下，难以判断某一因素对市场风险的权重影响。因此首先将各变量进行去量纲运算，即将数据进行经验累积分布函数转换，用经验累积分布函数得到的百分位值来代替原数据。

对于某一个子市场 m 中的第 n 组变量 $X_{m,n,t}$ ，在样本期间的 k 个时间段内，将样本数据进行升序排列，从而得到一个非降序的样本 $(X_{m,n,[1]}, X_{m,n,[2]}, \dots, X_{m,n,[k]})$ 。

$$Z_{m,n,t} = F_n(x_{i,j,t}) = \begin{cases} \frac{r}{n}, & x_{i,j,[r]} \leq x_{i,j,t} \leq x_{i,j,[r+1]}, r = 1, 2, \dots, n-1, \\ 1, & x_{i,j,t} \geq x_{i,j,[k]}. \end{cases}$$

基于上式可将原始数据标准化转化为取值在 $(0,1]$ 上的序列 $Z_{m,n,t}$ ，其中 $[r]$ 代表某一原始值的序号。

去除量纲以后，对每一个子市场的标准化序列进行算术平均得到子市场的系数。

在合成金融压力指数时候需要对子市场系数进一步加权，以平衡各市场之间的规模及影响力。但是本学位论文分析九台农商银行对金融市场压力敏感性时，无需对子市场数据进行进一步加权。基于金融市场压力指数的子市场权重与模型分析结果，可以进一步分析商业银行的敏感性。

2.6 操作风险

国外早在 1995 年已经开始对操作风险的量化进行研究。1995 年，Duncan Wilson 首次采用了“VAR 模型”来量化操作风险，基于操作损失事件建立的数据库来模拟了操作损失的分布^[22]。之后也有更新的 TVaR 风险度量方法^[23]以及 Glue VaR 风险度量方法^[24]等。

国内学者近年来对操作风险的研究也逐渐重视。宋瑞敏、王超^[25]在物联网技术迅速发展的背景下提出了新的思路，结合近三年的损失数据构建 POT 超越阈值模型，对比传统商业银行的操作风险，总结出物联网技术在新时代背景下对银行风险管理的帮助是巨大的。孟庆斌等结合 Jarrow 的研究过程，建立了随机过程模型，利用随机动态优化的方法，对商业银行在操作风险下的分配资本和利润提供了参考^[26]。由于数据披露和获取难度，尽管理论上存在很多更加精准的方法，但是对于实证分析难度较大，目前普遍采用的都是基于收入模型的操作风险量化估计。如王吉恒等^[27]、赵莉娜等^[28]学者，只是在收入模型的解释变量方面进行了不同角度的考虑和分析，而对模型本身，一方面是理论较为成熟，另一方面是数据频率和来源难以优化，因此仍然采用收入模型来进行操作风险的估计。

收入模型为

$$i = \alpha + \beta_1 x_1 + \cdots + \beta_n x_n + \varepsilon,$$

被解释变量*i*为净利润， x_1 、...、 x_n 为各种影响利润的解释变量。

主要思想是将被解释变量方差中能被解释的部分认为是操作风险所引起的，即

$$\sigma_{OPR}^2 = \sigma^2 (1 - \bar{R}^2),$$

其中 $\bar{R}^2$ 为拟合优度。这里假设银行净利润的波动是服从正态分布的，并设置 99%

的置信区间。因此操作风险的值 $3.1\sigma_{OPR}$ 。

第 3 章 分析计算

3.1 操作风险的分析

首先分析九台农商银行操作风险的占比，以确定后续模型中是否可以忽略操作风险的影响。

被解释变量为九台农商银行的年报及中报中的净利润。这里也限制了后续解释变量的频率需要转换为半年，同时需要将年报中的净利润减去当年中报的净利润，得出下半年净利润。解释变量选择四项

- (1) GDP 现价的同比增长率（半年）。因为 GDP 的变动是宏观经济环境最直接的影响，相应的也会对商业银行的经营收益产生很大的影响。
- (2) 不良贷款比率。贷款利息是商业银行主要盈利来源，因此信用风险中，不良贷款是主要的影响因素，此处选取九台农商银行自身的不良贷款比率作为解释变量，其值越大，信用风险也越大。
- (3) 同业负债/计息负债。同业负债包括同业拆借、同业借款、同业存放、卖出回购和委托方同业代付之和中扣除结算性同业存款的部分等。该指标主要影响银行的流动性风险，同业负债占比越高，流动性风险压力也将越大。
- (4) 资本充足率。资本充足率是银行的资本总额与信用风险加权资产的比例，其值对银行的信用风险和流动性风险有一定影响。

因此得到收入模型为

$$i = \alpha + \beta_1x_1 + \beta_2x_1 + \beta_3x_3 + \beta_4x_4 + \varepsilon.$$

多元回归分析结果为

回归统计	
Multiple R	0.991313857
R Square	0.982703163
Adjusted R Square	0.965406325

T 检验 (0.283455) (-4.06764) (-1.68463) (2.052808)

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/675124214314011243>