

学校编码: 10384
学号: 15420131152046

分类号__密级__
UDC__

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

基于 PCA 时间区间选择的全球股市
复杂网络研究

The Research of Global Stock Markets' Complex Networks
in the Time Slot Chosen by the PCA Method

刘婷

指导教师(校内): 唐礼智 教授

指导教师(校外): 章飏 博士

专业名称: 应用统计学

论文提交日期: 2016 年 月

论文答辩时间: 2016 年 月

学位授予日期: 2016 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2016 年 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):



年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

- () 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。
- () 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：



年 月 日

摘要

全球股票市场组成了一个关系交错的复杂网络系统,在全球一体化的经济背景下,网络的内部结构关系越来越紧密。如今,发达国家的经济增长乏力,新兴国家增速放缓,经济硬着陆的风险仍在,整体经济形势不容乐观,危机的脚步似乎越来越近。在这样的背景之下,通过对股票市场网络结构的研究,发现网络中的关键市场和关键联系,监管者便可以通过对这些关键结构实施重点的风险监控,投资者也可以关注这些关键结构的变化做出投资决策。

复杂网络作为一种对股票市场结构研究的方法,在其运用中,时间区间的不同将使网络呈现出不同的结构形态,因而时间区间的选择对网络结构的研究有重大影响。对此,本文基于收益率序列的第一主成分贡献率(称作 *CAR*)与网络的标准化树长具有相当高的相关性,提出了依据 *CAR* 指标的走势判断复杂网络结构变动的情况,选出符合研究要求的时间区间的方法。此外,本文还提出了一种以主成分方差贡献率计算网络边权重的方法,该权重不仅从风险的角度衡量了节点之间的关系,而且相比于常用的距离计算公式,该权重的计算方法更为简便。

文章对全球 47 个国家的股票指数,选取 2001 年 1 月至 2015 年 12 月十五年间的日度交易数据进行以 3 个月为时间窗口、1 个月为步长的滚动网络构建,展示了股市复杂网络的演化过程。发现,过去十五年中,各股票市场的度值和接近度值随时间的演化较为稳定,欧洲市场占据着全球股票市场的重要地位,而亚洲地区发展中国家市场和非洲市场地位较为边缘化。介数的变动较为跳跃,但是高介数的股票市场集中于欧洲部分国家,它们之间存在交替扮演关键角色的现象。

最后文章依据 PCA 时间区间选择法,对 2015 年 8 月至 2015 年 10 月的全球股票市场构建了最小生成树网络并发掘其社团结构,将其划分为以法国为中心的欧洲社团、以新加坡为中心的亚洲社团和以美国为中心的美洲社团。再通过对网络格兰杰因果关系结构的研究发现社团内部的相互影响普遍大于对外部社团的影响。社团之间,欧洲社团对亚洲社团和美洲社团均有较强的影响力,而美洲社团对其他两个社团的影响有限。

关键词: 主成分分析; 复杂网络; 股票市场

Abstract

The global stock markets make a complex network system with a staggered relationship, and under the background of economic globalization, the internal structure of the network is getting increasingly connected. The overall economic situation is also unoptimistic. The pace of crisis seems to be getting closer and closer, considering of the weak economic growth in developed countries, the slowdown of emerging countries and a hard landing expectations. Under such situation, the financial regulator can control risk by implement supervision to the key markets and key connectedness, which picked up out of the research to the stock complex networks. Also, these key messages help the investor to make investment decision.

Complex network is a method of research on the structure of the stock market, and the different time interval makes different shapes of the network. Thus the choice of the time interval is very important for the research of complex network. This paper proposes a method to choose time interval efficiently based on that the first principal component contribution rate of return series, called CAR, is highly related to the average length of minimum spanning tree consisting of the global stock markets. Furthermore, this paper also proposes a way to calculate networks' weight by the principal component contribution rate of variance. Not only does this kind of weight weigh the relationship between markets from the perspective of risk, but also it is easier to calculate, compared with the distance widely used.

The sample of this paper is the daily transaction data from January 2001 to December 2015 of 47 stock market indices. We use this sample building a rolling window of network, where the length of the windows is 3 months and the step is one month, then show the evolution of some statistic features of stock market networks. The conclusion shows that the evolutions of market degree and closeness are relatively stable, and the stock market in European occupies an important position in global equity markets, while the position of developing markets in Asia and Africa market is more marginalized. The betweenness behaves more jumpily, but the markets with high betweenness is a small amount markets gathered in Europe, who play important role of the networks alternately.

Finally, based on PCA time slat selection method, we choose the time interval from 2015 August to October 2015 .In this time period, we construct the minimum spanning tree network to explore the community structure of stock markets. It divides the global stock market into three parts, called European community, Asian community and the American community. Furthermore, the paper investigated the inner relationship in communities and external relationship between them.

Key Words: Principal Component Analysis; Complex Network; Global Stock Market;

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景与意义.....	1
1.2 文献综述	3
1.2.1 股市联动效应的研究.....	3
1.2.2 股市复杂网络的研究.....	5
1.3 研究内容与框架	7
1.3.1 研究思路与内容.....	7
1.3.2 组织框架.....	8
1.4 主要创新与不足	8
第 2 章 复杂网络理论与构建方法	10
2.1 复杂网络理论	10
2.1.1 复杂网络的概念.....	10
2.1.2 复杂网络的统计特征.....	11
2.1.3 复杂网络的社团结构.....	13
2.2 复杂网络的构建方法	14
2.2.1 无权无向网络.....	14
2.2.2 带权无向网络.....	15
2.2.3 无权有向网络.....	17
2.2.4 带权有向网络.....	19
2.3 一种新的网络边权重计算方法	20
2.3.1 主成分分析及其在风险度量中的应用.....	20
2.3.2 基于主成分分析的权重计算.....	22
2.4 本章小结	24
第 3 章 PCA 时间区间选择法	25
3.1 方法的提出	25
3.2 样本与数据	26

3.2.1 全球股票市场概述.....	26
3.2.2 股票指数的选取.....	27
3.3 CAR 指标的有效性.....	29
3.3.1 CAR 指标与网络特征指标的关系.....	29
3.3.2 CAR 指标的使用.....	33
3.4 本章小结.....	34
第 4 章 全球股指复杂网络实证研究.....	36
4.1 全球股指复杂网络结构演化.....	36
4.1.1 各股票市场度的演化.....	36
4.1.2 各股票市场介数的演化.....	38
4.1.3 各股票市场接近度的演化.....	40
4.2 网络结构挖掘.....	41
4.2.1 最小生成树网络与社团结构.....	41
4.2.2 格兰杰因果关系网络.....	44
4.3 本章小结.....	45
第 5 章 结论.....	46
参考文献.....	48
致谢.....	51
附录.....	52
1. 排名表.....	52
II. 程序代码.....	55

CONTENTS

Chapter 1 Introduction.....	1
1.1 Research Background and Significance.....	1
1.2 Literature Review.....	3
1.2.1 The Research of Stock Market Linkages	3
1.2.2 The Research of Complex Networks in Stock Market.....	5
1.3 Research Contents and Framework	7
1.3.1 Research Methods and Contents.....	7
1.3.2 Framework	8
1.4 The Innovations and Insufficiencies	8
Chapter 2 The Theory and Construction of Complex Networks	10
2.1 Complex Networks Theory.....	10
2.1.1 The Concept of Complex Networks	10
2.1.2 The Statistical Characters of Complex Networks.....	11
2.1.3 The Community Structure of Complex Networks	13
2.2 The Methods to Construct Complex Networks	14
2.2.1 Undirected and Unweighted Network	14
2.2.2 Undirected and weighted Network	15
2.2.3 Directed and Unweighted Network	17
2.2.4 Directed and Weighted Network.....	19
2.3 A New Method to Solve theWeight of Directed Network	20
2.3.1 The Theory and Applications in Risk Measurement of Principal Component Analysis	20
2.3.2 The Computation of Weight Based on Principal Component Analysis	22
2.4 Summary.....	24
Chapter 3 The Selection of Time and Interval Based on PCA	25
3.1 The Proposition of Method	25

3.2 Sample and Data	26
3.2.1 The Summary of International Stock Markets	26
3.2.2 The Selection of Stock Indices	27
3.3 The Effectiveness of CAR Index	29
3.3.1 The Relationships between CAR and Characteristic index	29
3.3.2 The Use of CAR.....	33
3.4 Summary	34
Chapter 4 The Empirical Research of Complex Networks of International Stock Market.....	36
4.1 The Evolution of Complex Networks in International Stock Markets	36
4.1.1 The Evolution of Market Degree of Each Stock Market	36
4.1.2 The Evolution of Market Betweenness of Each Stock Market.....	38
4.1.3 The Evolution of Market Nearness of Each Stock Market	40
4.2 The Mining of the Network Structure.....	41
4.2.1 The Minimum Spanning Tree Networks and Community Structure	41
4.2.2 The Evolution of Market Betweenness of Each Stock Market.....	44
Chapter 5 The Conclusions	45
Reference	46
Appendix.....	52

第 1 章 绪论

1.1 研究背景与意义

全球股票市场组成了一个关系交错的复杂网络系统,在全球一体化的经济背景下,网络的内部结构关系越来越紧密。股票指数是反映相应股票市场总的价格水平变化的指标,各国主要的股票指数走势涵盖了该国相应股票市场主要的波动信息。2015 年是全球股市大动荡的一年,股市涨幅主要集中于上半年,下半年则出现显著回调。以中国为例,2015 年开年上证指数为 3234 点,至 2015 年 6 月涨至 5178 点,半年时间涨幅高达 60%。但是 6 月中旬开始出现暴跌,8 月末上证指数低至 2850 点,2 个月的跌幅达到 45%,其间多个交易日出现千股跌停,一度引发金融危机爆发的揣测。

国际市场上,全球主要股指表现参差不齐,发达国家市场更胜一筹,其中欧洲、日本表现较为抢眼。相比之下,新兴市场表现不佳,但中国股市经历大涨大落之后,全年涨幅依旧可观。股市动荡的背后是并不乐观的经济形势。全球贸易增速处于较低水平;美联储加息预期加大新兴经济体资本外流压力;需求疲弱供过于求的基本格局下,国际大宗商品价格仍将低位震荡。世界经济增长放缓,一方面,主要新兴大国经济增速放缓。以中国为例,自 2010 年以来,经济开始放缓,2015 年 GDP 同比增长仅 6.9%。此增速为 25 年来最低增速。另一方面,发达国家经济复苏乏力。美国经济将面临美元升值、出口受阻及油气行业投资减弱等一系列下行风险。股票指数走势与经济形势息息相关,各国股票指数间的联系一定程度上反映了各国经济的联系。

在国际经济一体化的发展背景下,各国的经济联系越来越紧密。一是贸易自由化。近年来各国参与国际贸易的意愿在增强,并形成多种合作发展模式。2015 年 10 月,美国强势加入跨太平洋伙伴关系协定(TPP),12 个参与国经济总和占到了全球经济比重的 40%。此协定将对近 18000 种类别商品降低或减免关税。世界三大区域经济合作区分散在欧洲、美洲及亚洲,分别是欧盟、北美自由贸易区及中国-东盟自由贸易区。区域经济的快速融合与发展加快了全球经济一体化的

进程。二是金融市场一体化。如欧洲经济中成立了欧洲金融业决策机构——欧洲中央银行。欧洲央行是一个典型的跨国中央银行，管理和制定欧盟区货币政策。此外，在区域经贸合作、金融开放等政策下，亚洲金融一体化也在推进。三是公司跨国化。跨国公司是一国对另一国直接投资成立的公司，受两国经济影响的同时也影响着两国的经济，是各国经济联系的纽带。其起源可以追溯到 17 世纪初，其发展阶段可以分为世界大战前的初创时期、两次世界大战间的缓慢发展时期及二战后的高速增长时期。20 世纪末，全球跨国公司已达 6 万家。2009 年达到 8.5 万家，跨国公司数量呈不断增加的态势。经济联系的紧密性增加，必将伴随着国民经济“晴雨表”股票市场的紧密性增加。“炒股不仅需要关注本国的股票指数走势，也要关注外围市场走势”，这说的就是股票市场间的联系不可忽视，尤其是在经济与股票市场均下行的背景下。

综上所述，股市与国民经济联系紧密，而随着经济发展，各国经济的联系也越来越紧密，这样的背景下，股市的联系也越来越紧密。而股市之间的关系又可以反过来反映各国经济的联系，因此研究股票指数之间的关系具有重大的经济意义。本文将全球主要的股票指数纳为研究对象，旨在构建一个全面的关系网络，在网络中不仅可以看出本国与他国的联系情况，也从联系的紧密度及联系的广泛度可以看出一国的经济地位。这样的经济地位是随着时间的变化而变化的，这可以由各时期网络的变化反映出来，因此，这样的研究对于认识全球股市发展路径也是具有重大意义的。当然，在新一轮股市动荡格局中，通过对股票市场网络结构的研究，发现网络中的关键市场和关键联系，一方面监管者便可以通过对这些关键结构实施重点的风险监控，另一方面投资者也可以关注这些关键结构的变化做出投资决策。这一点也是具有现实意义的。

此外，复杂网络作为一种对股票市场结构研究的方法，在其运用中，时间区间长度与位置的不同都将使网络呈现出不同的结构形态，因而时间区间的选择对网络结构的研究有重大影响。另一方面，一种可靠的时间区间选择方法可以使得研究者的研究工作更为高效。时间区间的选择包括两方面，一是对区间长度的选择，二是对区间位置的选择。长区间有助于认识股票市场长期形态，而短区间有助于捕捉市场的短期波动信息，相对而言短时间区间上的网络信息是更有效的。但是区间越短意味着研究者面临的选择越多。如果将数据的频率进一步变大，比

如将日度数据变为小时数据，研究者面临的选择将更多。采用滚动窗口的方法构建网络将会使得计算变得十分繁琐。因此，时间区间的选择是具有研究价值的。高效的时间区间选择方法也使得复杂网络方法的运用变得更为广泛。

1.2 文献综述

对于股票指数间关系的研究，笔者根据是否引入网络的概念分为两类，一类是传统的、没有引入网络概念的股市联动性研究，一类是构造网络进行系统分析。

1.2.1 股市联动效应的研究

“联动”最早被定义为经济周期下各个宏观变量具有共同变动的趋势。后来，联动的概念被引入股票市场，用于描述各国股市之间、一国股市各版块之间、同一版块各股票之间共同变动的趋势。国内外关于股市联动效应的研究有很多。本文从联动性研究实证方法的角度进行综述。

一是借助相关系数研究联动性。Hilliard (1979) 选用英、美、德、日等 10 个国家股票指数日收盘价，考察全球金融危机前后各国股指的相关性及滞后相关性，得出金融危机加剧了各国股市间的联动性。Jaffe 和 Westerfield (1985) 通过英国、澳大利亚、加拿大、日本及美国股票指数日收益率间的相关性，每个国家都存在“周末效应”，周末效应导致了各国股市的联动性。Solnik et al (1996) 通过分析美国股票指数与德国、法国、瑞士、日本及英国股票指数之间的相关系数，发现世界经济危机时期相关关系较高，透过美国与英国、美国与日本相关关系持续增长，反映出它们之间经济依赖程度持续增加。Forbes 和 Rigobon (2002) 研究了 1994 年墨西哥金融危机、1987 年美国股市暴跌和 1997 年东南亚金融危机时各国股票市场相关关系的变化，得出这些股票市场存在联动但是传染效应不明显。

二是建立向量自回归 (VAR) 模型。而 VAR 模型包括脉冲响应函数、方差分解及格兰杰因果检验三大类推定方法。Eun 和 Shim (1989) 通过建立 VAR 模型，分析 1980 年至 1985 年美、日、英等九国 (地区) 股市日交易数据，发现美国是其他国家或地区的格兰杰原因，但是其他国家或地区对美国股市作用不大。

Jeng et al (1992) 选用标普 500、韩国综合指数、日经指数、富时 30、台湾加权指数及台湾债券、韩国债券 1987 年 1 月至 1990 年 6 月日收盘价建立 VAR 模型, 得出股票市场收益率之间的信息传递。Barclay et al (1990) 选用美国和日本股票指数和交易量等数据建立 VAR 模型, 得出两国股市收益率之间具有正相关关系。Cheung et al (1992) 使用格兰杰因果关系研究美、韩、港、台等股市之间的关系, 发现美国是除了台、韩、泰以外其他国家的格兰杰原因, 而新加坡、泰国股市等跟随日本股市的波动更明显。文圭炫和洪正孝 (2003) 对七个国家或地区的股票日收益率数据建立 VAR 模型, 并进行格兰杰因果检验、脉冲响应函数和方差分解, 发现美国和英国股市对亚洲地区股市影响很大等股市间联动关系的结论。

三是使用协整和误差修整模型 (ECM)。Kasa (1992) 指出如果存在协整关系, 采用差分的方法处理非平稳序列会损失长期信息。他就美、日等五国股票市场数据进行协整检验, 发现美国具有最强的影响力。Lee 和 Jeon (1995) 使用 VECM 模型分析了四个国家股票指数的协整关系。刘泰愚和金春浩 (1997) 使用 WECM 模型分析了韩国、日本、美国股票指数之间的长期关系。

四是 ARCH/GARCH 模型族。包括 ARCH、GARCH、IGARCH、EGARCH 等模型。Hamao et al (1990) 采用 GARCH 模型研究纽约、伦敦和东京股市股灾前后的收益率波动, 发现美国对日本和英国具有波动溢出但反向则无。李忠烈和李京昌 (2003) 使用 GARCH 模型对亚洲金融危机前后韩、台、港、新与美国证券市场的联动性进行了研究。

国内对于股市联动的研究多数为中国股市与国际股市之间的联动和中国股市内部结构的联动。俞世典等 (2001) 运用格兰杰因果关系和协整研究了美国、日本与中国股市之间的关系, 发现中国股市美、日股市波动的格兰杰原因。吴世农和潘越 (2005) 采用多变量协整检验, 发现内地股市与香港股市之间存在长期稳定关系。韩非 (2005) 使用 GARCH-M 模型对中美股市联动进行了分析, 发现二者相关性很弱, 中国股市收盘价对美国股市开盘有弱影响, 但美国股市收盘不对中国股市开盘产生影响。王志芬和张雪玲 (2009) 采用格兰杰因果关系检验发现次贷危机背景下中国股市已成为美国、英国股市波动的格兰杰原因。徐有俊等 (2010) 使用 DCC-GARCH 模型对 1997 年至 2009 年中国、印度、亚洲新兴市场股票指数波动进行研究, 发现中国与亚洲新兴市场的联动强于其与发达国家

股市的联动。李梦玄和周义（2011）使用 Copula-GARCH 模型对沪港股市进行研究，发现二者之间联动性较弱。鲁旭和赵迎迎（2012）使用 VAR-GJR-GARCH-DCC 模型对沪深港股市联动进行研究，发现三者之间具有联动性。从众多的研究结果中不难发现，股市之间的联动性变化是随时间的推移而变动的。比如，中国股市在国际市场中占有越来越重要的地位。又比如沪港股市的联动性也变化。

股市的联动性研究已有较为成熟的方法体系，但传统的联动性研究局限于研究对象的个数不宜太多。随着全球股市的进一步发展和完善，具有影响力的股市越来越多。不妨换一个角度，直接考量股市系统，这便用到了复杂网络的研究方法。

1.2.2 股市复杂网络的研究

复杂网络的研究开始于上世纪 90 年代末，随着信息技术的提高，人类的认知能力提升而推动了复杂网络研究的发展。目前复杂网络的运用已遍布各个领域，本文主要对复杂网络于金融领域尤其是股票市场的研究进行综述。

大多数文献中构造的复杂金融网络都是基于相关系数构建的无向网络。Victor 和 Martin（2000）建立了 EZ 模型，该模型可以反映出金融市场的幂律分布和羊群效应。Boginski（2006）对美国股市 6556 只股票研究发现股票的价格相关性具有无标度性。Kim（2007）等对标普 500 的上市公司构建无向加权网络，并构造影响力指标 IS。陈辉煌和高岩（2008）提出一种证券市场网络抗毁性分析方法，发现证券市场网络对随机供给具有鲁棒性，但对恶意破坏表现脆弱。关键节点的稳定性决定了网络的稳定性。郭艳丽等（2009）使用社会网路分析方法建立转账频率金融系统，探索网络中隐藏的关联路径，从而达到发现可以洗钱账号的目的。黄飞雪等（2010）借用相关系数表达节点之间的欧式距离，在此基础上求出最小生成树，形成网络结构，通过每个节点的连线数量衡量节点的重要性。然后，进一步将其映射成指数分层结构，揭示全球股票指数的分类信息，最后检验模型的动态稳定性。文章通过对 52 个股票指数的分析发现，股指之间具有明显的地理区域聚集效应，金融危机加强这种效应，此外，危机也加强了股

指之间的关联程度。该文构建的网络不受主观阈值影响,可以较为客观地反映出指数之间局部与整体的关系,但这样的网络是无向的,无法提供股指间的传导信息。王小霞和李星野(2011)以股票为节点,根据相关系数建立复杂金融网络,并从度分布、平均最短路径和聚集系数分析网络特征,发现复杂金融网络具有小世界效应、无标度特性及自相似性。马兴福等(2012)以中小企业板股票为节点,构建无向加权的复杂网络。研究发现重要节点的移除会影响股市的稳定性,因此要对这些处于重要节点位置的股票加强管理。张来军等(2014)对沪深 300 指数构建网络拓扑结构,分析收益率、成交量及市盈率之间的关联性。研究发现股票收益率与成交量之间有较强的关联。刘惟枏和张巍(2014)选用 2008 年金融危机的数据,对全球 51 只具有代表性的股指构建无权无向网络,并从度与距离、小世界性、无标度性及核与分区四个角度分析网络的宏观特性,再从节点的影响力角度分析网络的微观特性。文章指出,全球股指构成的复杂网络具有小世界性,但不具有无标度性;欧美成熟市场的联系较为紧密并成为网络的核心。

有向复杂网络的构建更复杂,但是这样的网络系统的信息量更大。孙艳霞等(2013)根据资金往来方向构建了一个完全连接和中心-边缘结构的银行间市场网络,以研究房地产贷款损失与银行间市场风险传染。陈花(2012)在其博士论文中建立了股票与股票之间的有向复杂网络模型,即通过计算 a 股票的收益率与未来 b 股票收益率之间的相关系数及 b 股票的收益率与 a 股票未来收益率之间的相关系数,根据二者绝对值大小确定 a、b 股票在网络中的方向,并由阈值决定二者是否具有关联性。该文对各国 8 个股票指数进行了实证分析,发现道琼斯工业平均指数及纳斯达克工业平均指数对上证综指的推动作用很强。该文构建网络的方法可行,但是该网络受阈值的影响较大。高波、任若恩(2013)对银行、证券等几大金融部门构建格兰杰因果网络,根据各部门中机构关联的方向和数量构建关联度指标,分析金融系统在牛市、熊市状态下的网络特征,并依据关联度指标和规模评估各机构在金融系统中的重要性。文章针对 29 家上市公司,其中银行 14 家、证券公司 9 家、保险公司和信托公司各 3 家,选取 2008 年 1 月至 11 月及 2008 年 11 月至 2009 年 8 月两个时间段进行建模,发现金融系统在熊市中的格兰杰联系更加紧密,而金融系统中,银行部门在熊市中的影响力是最强的。金融危机背景下的复杂网络研究也是研究者们比较偏好的一种主题。大部分研究

者发现危机下的股票市场网络联系更为紧密。

不难发现，中国学者运用复杂网络研究金融市场的时间并不长，大多数学者使用相关系数构建无向网络。而对于全球股票指数网络研究的文献很少。无论是从研究内容还是方法上都有较多需要完善的地方。

1.3 研究内容与框架

1.3.1 研究思路与内容

在对股票市场复杂网络的研究中，时间区间的选择会较大程度地影响网络形态。时间区间的选择包括两方面，一是对区间长度的选择，二是对区间位置的选择。长区间有助于认识股票市场长期形态，而短区间有助于捕捉市场的短期波动信息。较短的时间区间构造的网络信息更具时效性，而较短的时间区间使得在同一时间段上有了更多的选择。如果将数据的频率进一步缩短，比如将日度数据变为小时数据，研究者面临的选择将更多。由此，笔者提出，构建容易获得的指标对网络结构的变化情况进行反馈，选择关键变动的时间区间，再使用复杂网络理论对网络结构进行深入研究。

主成分分析是一种数据结构的变换方法，一般而言，少数主成分可以解释大部分原始变量的信息。换一个角度说，大部分原始变量信息仅由少数主成分便可以解释，那么同数量的主成分解释的信息越多，说明系统受到这些主成分的影响越大，相应地可看作，若系统由少数主成分主导程度越大，系统风险便会越高。主成分的方差贡献率对系统风险有较好的衡量效果，多位学者已对此进行了论证。

基于累计方差贡献率对系统风险有较好的衡量效果，引入该指标对网络结构变化进行监测。进一步，通过检验其与复杂网络的特征指标的相关性来验证该指标的监测效果。

因此，对全球 47 个国家的股票指数，选取 2001 年 1 月至 2015 年 12 月十五年间日度交易数据进行以 3 个月为时间窗口、1 个月为步长的滚动网络构建，提取反映网络结构的平均路径长度和平均树长两个指标，并检验方差贡献率与它们的相关性。

Degree papers are in the “[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)”.

Fulltexts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.