

学校编码: 10384

分类号\_\_\_\_\_密级\_\_\_\_\_

学 号: B200342003

UDC \_\_\_\_\_

厦 门 大 学

博 士 学 位 论 文

股票市场资产交叉相关的随机信息  
与真实信息研究

The Information Content of Cross-correlations  
in Chinese Stock Market

罗 英

指导教师姓名: 陈浪南 教授

专业名称: 金 融 学

论文提交日期: 2010 年 10 月

论文答辩时间: 2010 年 11 月

学位授予日期: 年 月

答辩委员会主席: \_\_\_\_\_

评 阅 人: \_\_\_\_\_

2010 年 10 月

股票市场资产交叉相关的随机信息与真实信息研究

罗英

指导教师: 陈浪南 教授

厦门大学

## 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（1. 教育部人文社会科学研究青年基金项目(08JC790038)，我国金融市场资产相关性的信息结构模型与实证研究。2. 广东省哲学社会科学“十一五”规划青年项目(08YE-02)，我国金融市场资产相关性研究——基于RMT理论的实证检验。）课题（组）的研究成果，获得（国家社会科学基金青年项目(09CJY013)、教育部人文社会科学研究青年基金项目(08JC790038)、广东省哲学社会科学“十一五”规划青年项目(08YE-02)、广东省教育厅广东高校优秀青年创新人才培养项目(WYM08084)）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）： 罗英

2010年 10 月 31 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）：罗英

2010年 10月 31日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## 中文摘要

资产收益交叉相关矩阵在金融理论和相当多的实践领域扮演着关键的角色。特别是，该矩阵是马科维茨组合选择理论的关键输入变量，而该组合理论无疑是现在投资理论的基石。然而，近期学术研究指出，由于相关性的时变特征和“维度灾难”问题，该矩阵具有随机矩阵的特征，其所携带的信息并非都是有关资产相关的真实信息，可能包含随机干扰噪音，影响投资组合的效率。因此，资产交叉相关的随机信息、真实信息成份研究成为近期研究热点问题。

本文采用并拓展随机矩阵理论（Random Matrix Theory, RMT）的最新发展，研究我国股票市场资产交叉相关的随机信息和真实信息成份结构。首先，采用 RMT 的特征值分布和普适性质，实证检验股票交叉相关的随机噪音成份。实证结果证实了随机噪音的存在，大部分特征值落入随机矩阵对应的理论值范围，这部分特征值与 RMT 理论分布较为一致，并具有 RMT 普适性质。其次，检验股票交叉相关真实信息成份。实证发现，偏离 RMT 范围和倒数参与比较大的特征值与市场因素、行业信息和特殊信息成份存在对应关系。最后，采用均值过滤和零值过滤的方法，并设计基于倒数参与比的过滤方法，过滤股票交叉相关的随机噪音成份、保留真实信息，并应用到投资组合领域。实证发现，噪音的过滤降低了组合有效边界的预测偏差，显著降低了最小方差组合在未来期的标准差，也即，显著改善投资组合效率。三种过滤方法的对比，基于倒数参与比的过滤效果略优于均值过滤法，后者又优于零值过滤法。

本文的学术创新和贡献包括：第一，关于我国股票市场交叉相关的随机信息、真实信息成份的研究较少，均处于探索的阶段。本文采用并扩展随机矩阵的最近发展，探析这一信息成份结构，并研究噪音过滤对投资组合效率的影响，这在我国属于领先。第二，考虑到噪音特征值可能受到排斥势作用而超出 RMT 理论上界，在均值过滤的基础上，本文创新性设计基于倒数参与比的过滤方法，实证表明，该过滤方法对投资组合效率的改进程度优于现有均值过滤和零值过滤法。第三，针对我国的新兴股票市场，本文得到若干有意义的实证发现，如经验相关矩阵最大特征值为随机矩阵理论最大值的 90.96 倍，远高于成熟市场的倍数。这些实证发现，对于国际的同类研究，提供补充。

**关键词：**随机矩阵；组合理论；交叉相关矩阵

## Abstract

Cross covariance matrices of financial returns play a crucial role in financial theory and also in many practical applications. It is the key input parameters to Markowitz's portfolio selection problem which forms the basis of modern investment theory. Since the cross correlation between any pair of assets may not be stationary, and the "curse of dimensions" due to the finite length of time series available for estimation, it is difficult to obtain a reliable estimate for the covariance matrix. Recently, the difficulty of the estimation has been put in the new light by a few empirical study using the Random Matrix Theory, RMT.

The purpose of the paper is to examine the information content of the cross correlation matrix  $C$  constructed from daily returns of 457 Chinese stocks for 8-yr period 2001-2008. First, the statistics of the eigenvalues of  $C$  is examined. I find that, a majority of the eigenvalues of  $C$  fall within the RMT bounds for the eigenvalues of random correlation matrices. The eigenvalues within the bound are found to be good agreement with the universal properties of random matrix. Empirical evidences show that, a large degree of randomness in the empirical cross correlation matrix. Second, I examine the component of the eigenvalues deviate from the RMT bounds, and find that, the largest eigenvalue corresponding to the market factor which influencing all stocks, and the other top eigenvalues corresponding to the industry factor, and the evgenvalues with large Inverse Participation Ratio (IPR) contain information about a few stocks which highly correlate to each other. Last, I apply three methods, Mean-value scheme designed by Laloux et al. (2000), Zero-value scheme designed by Plerou et al. (2002), and Based-on-IPR scheme, to filter the noisy content of the empirical cross correlation matrix. Evidences show that, the prediction error of efficient frontier constructed from filtered matrix is less than that of efficient frontier constructed from originally one, and the future standard deviation of the minimum variance portfolio is reduced significantly. Furthermore, the Based-on-IPR scheme performs better than the Mean-value scheme, which performs better than Zero-value scheme.

As an emerging market, Chinese stock market not only has common

characteristics of mass missing data and thin trading, but also has its own characteristics, such as be more macro-policy influenced. These market characteristics may affect the information content of the cross-correlations between the stocks. The meaningful empirical findings about the information content of the cross-correlations in Chinese stock market are one of the academic contributions of the paper to present study. Since some noisy eigenvalues may be compelled and deviated from the RMT upper bound, and turn out to be with a large IPR, the paper design a filter scheme based on IPR to clean the cross correlation matrix. The Based-on-IPR scheme taking account the eigenvalues deviated from RMT bound and with large IPR is proved to perform better than Mean-value and Zero-value scheme. The new filter scheme is another academic contribution of the paper.

**Key words:** Random Matrix; Portfolio Theory; Cross-correlation Matrix.

## 目 录

<b>第一章 绪论</b> .....	<b>1</b>
一、研究背景 .....	1
二、研究框架 .....	2
三、研究创新 .....	4
<b>第二章 文献回顾</b> .....	<b>5</b>
一、关于成熟市场的研究 .....	6
二、关于新兴市场的研究 .....	15
三、基于模拟情景的研究 .....	17
<b>第三章 资产交叉相关随机信息的检验</b> .....	<b>23</b>
一、资产交叉相关矩阵 .....	23
二、随机矩阵的特征值分布 .....	24
三、资产交叉相关随机信息的实证检验 .....	30
(一) 实证数据及其初始处理 .....	30
(二) 随机矩阵特征值的分布检验 .....	31
(三) 随机矩阵普适性质的检验 .....	35
四、小结 .....	42
<b>第四章 资产交叉相关真实信息成份的实证检验</b> .....	<b>43</b>
一、市场因素信息成份 .....	43
二、行业因素信息成份 .....	48
三、特殊因素信息成份 .....	59
四、小结 .....	62
<b>第五章 资产交叉相关随机噪音过滤与真实信息应用</b> .....	<b>64</b>
一、资产组合理论与样本外检验 .....	64
二、均值过滤法 .....	66
三、零值过滤法 .....	70
四、基于倒数参与比过滤法 .....	72



五、过滤效果综合比较.....	77
六、小结.....	83
第六章 结论 .....	86
附 录.....	90
参考文献.....	91
致 谢.....	95

厦门大学博硕士论文摘要库

## Contents

<b>Chapter 1 Introduction</b> .....	<b>1</b>
1. Background .....	1
2. Thesis Outline .....	2
3. Contribution .....	4
<b>Chapter 2 Literature Review</b> .....	<b>5</b>
1. Study on Developed Markets .....	6
2. Study on Emerging Markets .....	15
3. Study Based on Simulation .....	17
<b>Chapter 3 Random Noise Content of Cross-correlations</b> .....	<b>23</b>
1. Cross Correlation Matrix .....	23
2. Eigenvalue Distribution of Random Matrix .....	24
3. Empirical Investigation of Random Noise Content .....	30
(1) Data .....	30
(2) Investigation of Eigenvalue Distribution .....	31
(3) Investigation of Universal Properties .....	35
4. Summary .....	42
<b>Chapter 4 Real Information Content of Cross-correlations</b> .....	<b>43</b>
1. Market Factor .....	43
2. Industry Factor .....	48
3. Idiosyncratic Factor .....	59
4. Summary .....	62
<b>Chapter 5 Noise Filtering of Cross-correlations</b> .....	<b>64</b>
1. Portfolio and Out-of-sample Analysis .....	64
2. Mean-value Scheme .....	66
3. Zero-value Scheme .....	70

<b>4. Based-on-IPR Scheme .....</b>	<b>72</b>
<b>5. Comparisons .....</b>	<b>77</b>
<b>6. Summary .....</b>	<b>83</b>
<b>Chapter 6 Conclusions .....</b>	<b>86</b>
<b>Appendix .....</b>	<b>90</b>
<b>References .....</b>	<b>91</b>
<b>Acknowledgements .....</b>	<b>95</b>

厦门大学博硕士学位论文摘要库

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## 第一章 绪论

### 一、研究背景

资产收益的协方差矩阵或者交叉相关矩阵在金融理论和相当多的实践领域扮演着关键的角色。在作为现代投资理论基石的马科维茨组合选择理论 (Markowitz, 1952<sup>[1]</sup>; 1959<sup>[2]</sup>) 中, 交叉相关矩阵是一个关键输入变量。而在风险管理实践中 (Morgan and Reuters, 1996)<sup>[3]</sup>, 资产交叉相关矩阵也是测量市场风险的主要输入参数。因而不不管是理论研究还是实践应用, 都希望得到相关矩阵 (或协方差矩阵) 的可靠估计。

然而, 鉴于金融领域普遍采用历史交易数据进行相关矩阵的估计, 能得到准确可靠的相关矩阵估计是相当困难的 (Mantegna and Stanley, 2000)<sup>[4]</sup>。一方面, 市场状况是时变的, 资产之间的相关性可能随时间变化而改变, 或者说, 相关性在时间上是非稳定的; 另一方面, 用以估计资产相关性的收益率 (或者价格) 时间序列的有限性导致大量测量噪音, 存在“维度灾难”问题。对于  $N$  个资产, 协方差矩阵中待估计参数个数为  $O(N^2)$ , 数据样本个数为  $O(NL)$ ,  $L$  为数据时间序列长度, 从统计学观点, 数据样本长度远大于资产数量 ( $L \gg N$ ) 时才能得到稳健可靠的估计, 但在金融领域中, 数据样本长度远大于资产数量 ( $L \gg N$ ) 的条件通常难以实现。并且, 上述的时变性和测量噪音两方面在一定程度上是相互制约的, 如果用较短的近期数据, 难免存在较高程度的测量噪音, 如果采用较长的时间序列来克服测量噪音, 却难免受到相关性非稳定性的影响, 并且多数情况下, 较长的样本数据是不可获取的。

如何降低维数, 降低测量噪音, 进而得到资产交叉相关的有效可靠估计, 这个问题长期困扰着金融领域, 因此产生了大量的相关研究, 见 (Elton and Gruber, 1973<sup>[5]</sup>; Elton, 1995<sup>[6]</sup>)。这些研究中, 既有根据金融理论对相关矩阵强加某些结构而达到降维目的的, 如单因素 (市场) 模型 (Sharpe, 1963<sup>[7]</sup>; 1970<sup>[8]</sup>; Jensen, 1968<sup>[9]</sup>; Vasicek, 1973<sup>[10]</sup>; Rosenberg and Guy, 1976<sup>[11]</sup>) 和多因素模型 (市场因素、行业因素等) (Merton, 1973<sup>[12]</sup>; Chen, Roll, and Ross, 1986<sup>[13]</sup>;

Fama and French, 1996<sup>[14]</sup>), 也有借助统计手段进行降维, 如主成份分析, 因子分析等 (Johnstone, 2001<sup>[15]</sup>; Johnson and Wichern, 2008<sup>[16]</sup>)。这些方法尽管带来了另外的估计问题, 如有偏性问题, 但由于有效降低维数, 事实上改善了估计的总体性能, 对相关矩阵的更好应用起到了很大帮助。

最近, 来自随机矩阵理论的思想和方法为资产交叉相关的估计提供了新的研究思路。Laloux et al(1999)<sup>[17]</sup>和 Plerou et al(1999)<sup>[18]</sup>的研究指出, 根据历史数据估计的经验交叉相关矩阵可能具有随机矩阵的特征, 其所携带的信息并非完全是有关资产相关的真实信息, 还包含随机干扰的噪音成份。他们及其后续学者在将随机矩阵的方法引进资产交叉相关矩阵(协方差矩阵)的研究中, 取得许多有意义的发现, 使随机矩阵对该领域研究取得突破性的进展。

目前, 对于我国股票市场交叉相关的随机信息、真实信息成份的研究较少, 均处于探索的阶段。我国股票市场是新兴市场, 其资产交叉相关的信息结构具有区别于其它成熟市场的特征。探析这一信息结构, 以及探索新的噪音过滤方法, 正是本文的研究动机所在。

本文将采用并扩展随机矩阵的最新发展, 研究我国股票市场资产交叉相关的信息结构, 并探索新的噪音过滤方法以获得更为可靠稳健的估计。

## 二、研究框架

本文的主要研究目的是, 采用并拓展随机矩阵的分析方法, 研究我国股票市场资产之间交叉相关(矩阵)的随机信息和真实信息结构。研究思路为: 首先, 实证检验股票交叉相关的随机信息; 其次, 实证检验并分析股票交叉相关的真实信息成份; 最后, 过滤股票交叉相关的随机噪音成份、保留真实信息成份, 并在组合领域展开应用。

具体的研究内容和研究框架如下:

第二章, 文献回顾, 评述现有有关资产交叉相关信息结构的研究, 为本文的后续研究提供借鉴和参考。

第三章, 股票市场资产交叉相关随机信息的检验。从随机矩阵特征值分布和普适性质两个方面, 检验和识别我国股票市场交叉相关的随机信息。

第四章, 股票市场资产交叉相关真实信息成份的检验。对偏离随机矩阵的理论范围的特征值, 检验和识别我国股票市场交叉相关的真实信息成份, 并探析

各信息成份与市场实际运行因素的对应关系。

第五章，股票市场资产交叉相关的随机噪音过滤与真实信息应用。采用均值过滤与零值过滤法过滤股票市场资产交叉相关中的随机噪音，并实证检验噪音过滤对投资组合效率的影响。进而，创新性设计基于倒数参与比过滤的方法，进行噪音过滤。

第六章，总结本文的研究。

本文的研究结构如图 1 所示：

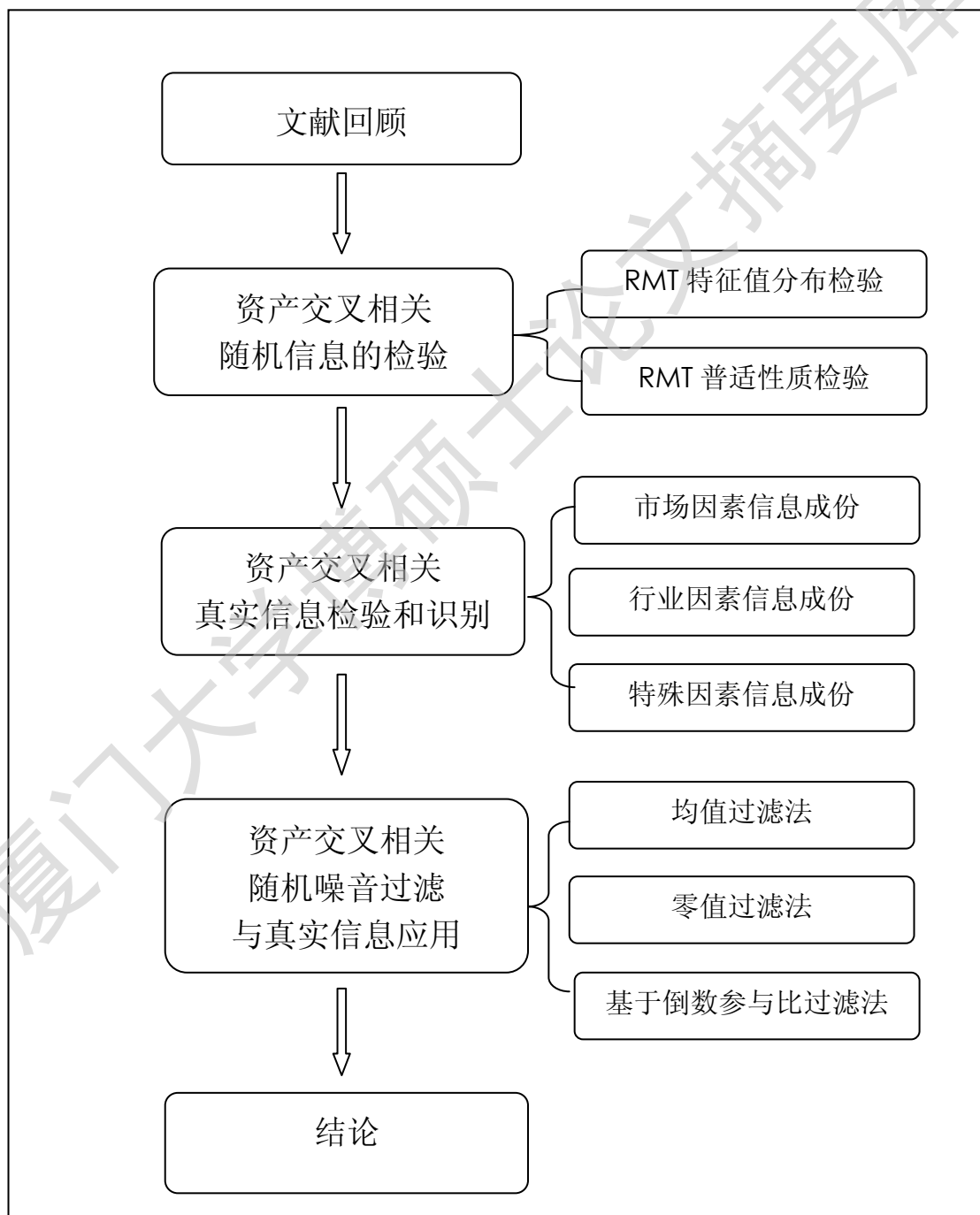


图 1 研究结构图

### 三、研究创新

本文主要研究我国股票市场资产之间交叉相关的随机噪音成份和真实信息成份结构。相对于国内外同领域的研究，本文的学术创新和贡献包括：

第一，关于我国股票市场交叉相关的随机信息、真实信息的研究较少，均处于探索的阶段。本文采用并扩展随机矩阵的最近发展，探析这一信息结构，并研究噪音过滤对投资组合效率的影响，这在我国属于领先。

第二，考虑到噪音特征值可能受到排斥势作用而偏离 RMT 理论上界，在均值过滤的基础上，本文创新性提出基于倒数参与比的过滤方法。实证表明，该过滤方法对投资组合效率的改进程度优于现有均值过滤法和零值过滤法，也发现任何过滤方法都存在误过滤的可能性。

第三，作为新兴市场，我国股票市场不仅具有“大量缺失交易”和“部分股票交易不活跃”等新兴市场特征，也具有本身特有的特征，这些特征都可能影响到资产之间交叉相关的信息结构。针对这一市场的研究，本文得到若干有意义的实证发现，如经验相关矩阵最大特征值为随机矩阵理论最大值的 90.96 倍，远高于成熟市场的倍数。这些实证发现，对于国际的同类研究，提供一定的补充。



Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts 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](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库