

学校编码: 10384

分类号 \_\_\_\_\_ 密级 \_\_\_\_\_

学号: 15620091151731

UDC \_\_\_\_\_

# 厦门大学

## 硕士学位论文

### 隐含方差期限结构实证研究

#### ——基于香港恒生指数期权的分析

#### The Term Structure of Implied Variances inferred from HSI Option

王园园

指导教师姓名: 陈蓉教授

专业名称: 金融工程

论文提交日期: 2012年4月

论文答辩日期: 2012年 月

学位授予日期: 2012年 月

答辩委员会主席: \_\_\_\_\_

评阅人: \_\_\_\_\_

2012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

厦门大学博硕士学位论文摘要库

# 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

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## 摘要

大量实证研究表明，波动率并不像 BS 模型所假设的那样是固定不变的，波动率也是一种随机变量。因此在进行风险管理和资产配置时，我们不仅要考虑收益率变动的风险，还要考虑波动率变动所带来的风险。在 2008 年金融危机时，以波动率或方差为投资标的的金融产品一度成为投资者的宠儿。近期中东局势动荡、各种自然灾害，以及欧洲债务危机，也使得该类金融产品再次受到投资者的热捧。本文对隐含方差期限结构的研究，不仅对波动率风险管理、资产组合配置具有重要的意义，还对以波动率或方差为投资标的的金融产品进行定价具有重要意义。

本文借鉴利率期限结构的研究思路，设置类似贴现因子的关键变量  $H(t, T)$ ，从香港恒生指数期权市场中直接提取  $H(t, T)$  的数值，根据  $H(t, T)$  计算出静态远期方差期限结构。这样的研究方法不同于以往的文献，本文不是从 BS 等模型中提取的方差，因此不含有模型设定误差。根据相关文献，笔者推测远期方差可以提高对金融产品收益率的预测能力。本文利用提取的远期方差对长、短期香港政府债券收益率，以及香港恒生指数收益率进行回归分析，得出远期方差可以增强短期政府债券收益率的预测性，却不能提升对长期政府债券和股票市场收益率的预测性的结论。进一步，由于学术界并没有对应该用多少个因子来刻画方差（或波动率）期限结构达成共识，本文设定瞬时方差的三种动态因子模型，通过推导出  $H(t, T)$  与瞬时方差的对数线性模型，利用卡尔曼滤波极大似然估计法，得出两因子模型最能够较真实地反映香港股票市场瞬时方差变动过程的结论。

**关键词：**期限结构；远期方差；卡尔曼滤波

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## Abstract

A lot of empirical studies show that the volatility is not changeless as the assumption of BS model, but a kind of random variable. When managing risks and allocating assets, we should not only consider the risk of yield change, but also consider the risk caused by the change of volatility. During the financial crisis of 2008, investors preferred the products which took the volatility or variance as the investment objective. Recently, this kind of products adore again because of the turbulent Middle East situation, all kinds of natural disasters and European debt crisis. This paper studies the term structure of implied variance, which is not only important to the risk management and asset allocation, but also to the pricing of financial assets which take the volatility or variance as investment objective.

This paper borrows idea from the research methods of the term structure of interest rates, and sets up the key variable of  $H(t, T)$ . Extract numerical value of  $H(t, T)$  directly from HSI options and calculate the static term structure of forward variance. This paper is different from the precious literatures, which doesn't extract variances from BS model. Thus, it doesn't contain the model setting error. According to related articles, I speculate that the forward variance can improve the predictability of the financial asset return. This paper takes advantage of the forward variance to conduct regression analysis of the long-term and short-term Hong Kong government bond yields and the HIS yields. This paper comes to a conclusion that the forward variance can enhance the predictability of the short-time government bond yields, but is helpless to the predictability of long-time government bond and stock yields. Further, because of the academic circles haven't reached a consensus on the quantity of factors to describe the variance or volatility term structure, this paper sets three



kinds of dynamic factors model of instantaneous variance, deduces log-linear model of  $H(t, T)$  and instantaneous variance, takes advantage of Kalman Filter maximum likelihood estimation method and concludes that two factors model could the most actually react the change of instantaneous variance in Hong Kong stock market.

**Key Words:** Term Structure; Forward Variance; Kalman Filter

厦门大学博硕士学位论文摘要库

# 目录

1 导论	1
1.1 选题背景及意义	1
1.2 研究方法的主要结论	2
1.3 本文贡献与不足	2
1.4 文章架构	3
2 文献综述	4
2.1 波动率静态模型	4
2.1.1 模型隐含波动率	4
2.1.2 无模型隐含波动率	6
2.2 波动率动态模型	6
2.2.1 时间序列模型	7
2.2.2 随机波动率模型	8
2.3 国内研究现状	10
3 静态方差期限结构分析	11
3.1 模型设定	11
3.2 远期方差期限结构提取	12
3.3 远期方差预测能力实证分析	15
3.3.1 时间序列平稳性检验	15
3.3.2 实证分析	16
4 动态方差期限结构分析	21
4.1 模型设定与估计方法	21
4.1.1 模型设定	21

4.1.2 卡尔曼滤波估计 .....	22
4.2 动态方差期限结构提取 .....	25
4.3 稳健性检验 .....	30
5 结论与展望 .....	33
5.1 结论 .....	33
5.2 研究展望 .....	33
附录 .....	35
参考文献 .....	36
致谢 .....	42

厦门大学博硕士学位论文摘要库

# Contents

<b>1 Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Background and Motivation.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Methods and Chief Conclusions.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Contributions and Limitations.....</b>	<b>2</b>
<b>1.4 Organization.....</b>	<b>3</b>
<b>2 Literature Review.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Volatility Static Model .....</b>	<b>4</b>
2.1.1 Model Implied Volatility.....	4
2.1.2 Model-Free Implied Volatility.....	6
<b>2.2 Volatility Dynamic Model .....</b>	<b>6</b>
2.2.1 Time Series Models .....	7
2.2.2 Stochastic Volatility Models .....	8
<b>2.3 Domestic Research Situation.....</b>	<b>10</b>
<b>3 Analysis the Term Structure Statics of Variance .....</b>	<b>11</b>
<b>3.1 Model Specification.....</b>	<b>11</b>
<b>3.2 Extraction the Term Structure of Forward Variance.....</b>	<b>12</b>
<b>3.3 Predicted Ability of Forward Variance.....</b>	<b>15</b>
3.3.1 Stationarity Test .....	15
3.3.2 Empirical Analysis .....	16
<b>4 Analysis the Term Structure Dynamics of Variance .....</b>	<b>21</b>
<b>4.1 Model Specification and Estimation Method .....</b>	<b>21</b>
4.1.1 Model Specification.....	21
4.1.2 Kalman Filtering Estimation .....	22
<b>4.2 Extraction the Term Structure Dynamics of Variance .....</b>	<b>25</b>

4.3 Robustness Test .....	30
<b>5 Conclusion and Further Research .....</b>	<b>33</b>
5.1 Conclusion .....	33
5.2 Further Research .....	33
Appendix.....	35
References.....	36
Acknowledgements .....	42

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

# 1 导论

## 1.1 选题背景及意义

著名的 BS 期权定价模型假设波动率是一个常数，但大量实证研究表明，波动率是一种随机变量，会随着时间发生变动。因此在进行风险管理和资产配置时，我们不仅要考虑收益率变动的风险，还要考虑波动率变动所带来的风险。French, Schwert, and Stambaugh (1987) 研究表明股票收益率和方差都是随机变量，且两者负相关。因此，投资组合管理者想要寻找某种资产——当波动率上升时可以获得正收益。

Zhu and Avellaneda (1998) 研究表明虚值和实值期权的 Vega 值较小，不足以满足投资者对波动率风险管理的需求。因此，在 2008 年金融危机时，以波动率或方差为投资标的的金融产品一度成为投资者的宠儿。目前，金融市场中以波动率或方差为投资标的的金融产品主要有：OTC 市场中的波动率或方差互换；CBOE 的 VIX，德意志交易所的 VDAX，欧洲期权与期货交易场所的 VSTOXX；很多投行也推出了自己的“波动性”期权组合，如 Straddle Option。近期发生的中东局势动荡、各种自然灾害，以及欧洲债务危机，也使得该类金融产品再次受到投资者的热捧。

对波动率期限结构的研究，不仅对波动率的风险管理、资产组合配置具有重要的意义，还对以波动率或方差为投资标的的金融产品进行定价具有重要意义。方差就是波动率的平方，所以波动率期限结构和方差期限结构实质上是一致的。由于本文所推导出的模型是关于瞬时方差的对数线性模型，所以本文选择方差来进行期限结构的研究。由于国内尚未推出期权类金融产品，本文选择了香港市场作为研究对象。本文对方差期限结构的研究，拓展了对方差的研究深度，可以更好的进行与之相关的风险管理和资产配置，并且为以后我国及香港市场推出与波动率或方差相关的衍生产品的定价做准备。

## 1.2 研究方法及主要结论

本文借鉴利率期限结构的研究思路，设置类似贴现因子的关键变量  $H(t, T)$ ，采用 Carr and Lee (2008) 提出的计算方法，从香港恒生指数期权市场中直接提取  $H(t, T)$  的数值。并根据 Bakshi, Panayoutov, and Skoulakis (2011) 的基本方法以及提取的  $H(t, T)$  数值，计算出静态远期方差期限结构。这样的研究方法不同于以往的研究方法，本文不是从 BS 等模型中提取的方差，因此不含有模型设定误差。根据相关文献，笔者推测远期方差可以提高对金融产品收益率的预测能力。本文利用提取的静态远期方差对长、短期香港政府债券收益率，以及香港恒生指数收益率进行回归分析，得到的结论是远期方差可以增强对短期政府债券收益率的预测性，却不能提升对长期政府债券和股票市场收益率的预测性。

进一步，由于学术界并没有对应该用多少个因子来刻画瞬时方差（或瞬时波动率）期限结构达成共识，本文试图分析出哪种因子模型最能够较准确地拟合香港市场方差期限结构。本文设定了瞬时方差的三种动态因子模型，并基于 Duffie, Pan, and Singleton (2000) 提出的定理，推导出  $H(t, T)$  与瞬时方差的对数线性模型，并利用卡尔曼滤波极大似然估计法，得出两因子模型最能够较真实反应香港市场瞬时方差的变动过程的结论。

## 1.3 本文贡献与不足

就我们所知，本文是首篇考察香港市场无模型隐含方差是否能提高对金融产品收益率预测能力，以及首篇对香港股票市场瞬时方差进行动态多因子建模的研究。

不同于以往通过 BS 等期权定价公式提取隐含波动率，然后利用所提取的隐含波动率来进行波动率期限结构或波动率曲面的研究，本文通过设置关键因子  $H(t, T)$ ，没有进行方差的模型设定，直接利用香港恒生指数期权的价格，避免了模型设定误差。

另外，现有的关于研究方差动态因子模型的文献，都是通过场外方差



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