

学校编码：10384

分类号_____密级_____

学号：15620120153635

UDC_____

厦 门 大 学

博 士 学 位 论 文

固定收益资产价格隐含通货膨胀信息的
提取与分析

The Extraction and Analysis of the Implied Inflation
Information of Fixed Income Assets Prices

史 若 燃

指导教师姓名：郑振龙 教授

专业名称：金融工程

论文提交日期：2015年3月

论文答辩时间：2015年5月

学位授予日期：2015年 月

答辩委员会主席：_____

评 阅 人：_____

2015年3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

通胀预期在宏观经济政策的制订和执行中具有重要作用。相较传统的通胀信息提取方法，从金融资产价格中提取隐含的通胀信息具有即时性、前瞻性、真实性等优点。本文考虑包括普通国债与通货膨胀连接债券的资产价格空间，设定均值回归的高斯仿射因子形式，组织构建了三因子动态利率期限结构模型：名义-真实利率期限结构模型。其中第三个因子是具有通货膨胀经济意义的隐含因子。通过对名义-真实利率期限结构模型进行推导，本文成功地获得了名义债和真实债的解析定价公式，并依据费雪方程式的分割理论，完成了对单期及多期通货膨胀补偿的解析分解，获得了名义收益率、真实收益率、通货膨胀预期、通货膨胀风险溢酬以及凸性调整 Jensen 项的解析表达与理论解读。

在名义-真实利率期限结构模型的估计部分，我们参考 Kalman 滤波观测方程的构建逻辑，选取 CPI 数据作为模型中隐含通胀因子的观测数据。这样的实证设计的优势在于为宏观因子的引入保留了一定的误差空间，一方面缓解了高波动性的 CPI 通胀数据与其经济意义的粘性要求之间的矛盾，另一方面缓解了高频度的平准通货膨胀率（基于通胀连结债券较高频度的交易数据）与通胀因子本身低频率经济意义要求之间的矛盾。通过对中国的国债及 CPI 数据进行估计，本文成功滤去了 CPI 中的高波动部分进而提取了月度频率的隐含通货膨胀因子，并依据通胀因子的时间序列求得了中国的长期通货膨胀水平、通胀预期及通胀风险溢酬。本文的另一大创新是对通货膨胀连接债券数据的灵活性处理方面。以中国为代表的国家与地区缺乏通货膨胀衍生产品交易，而以美国为代表的国家与地区存在有通货膨胀衍生资产交易。本文构建的名义-真实期限结构模型的理论设定比较全面，对名义与真实利率进行了内在统一的解析推导。这使得实证工作的展开可以兼顾两种类型的数据基础。实证发现 2006 年初至 2014 年底，中国的月度长期通胀均值保持在 0.482% 左右（年通胀率 5.8%）的水平；而美国在 2004 年中旬到 2014 年中旬的月度长期通胀均值则保持在 0.216%（年通胀率 2.6%）的水平。

在名义-真实利率期限结构模型之后，本文在更注重期限结构数据拟合的 Nelson-Siegel 系列模型方面也进行了一系列理论及实证工作。相比起名义-真实

利率期限结构模型来说，动态 NS 系列模型更加强调因子的数学意义以及对期限结构的拟合效果。本文对动态 NS 模型进行拓展，构建了同时拟合名义和真实两种利率期限结构的四因子模型，并根据是否满足无套利条件以及是否考虑因子相关性而细分了四个具体的模型设定。最后，本文考察了四个模型的综合实证效果，讨论了动态 NS 系列模型的运用侧重。发现 AFNS 类模型的理论表现虽优于 DNS 类模型设定，但实证优势与估计效率并不占优：其无套利条件的繁琐要求带来了的是性价比很低的数据拟合效果。

关键词：通货膨胀预期，通胀风险溢酬，动态期限结构模型，通胀连接债券

Abstract

Inflation expectation performs a significant role in macro-economic policy making and operability. Compared with the inflation information got by traditional methods, the inflation information implied in financial asset price possesses many good qualities such as instantaneity, forward looking, accuracy and higher frequency. The paper established an asset price space which include ordinary treasury bond and inflation derivatives. We use CPI data to calibrate the inherent inflation factor of the three hidden factors and construct a mean reversion form Gaussian model- Real-Nominal Term Structure Model. Under the No-arbitrage condition, the form of pricing kernel and risk price were set and analysis formulas of nominal and real bonds are deduced. Based on such assumption of the model, the decomposition work of inflation compensation are finished. Guided by Fisher Equation, we obtained the Real Rate, Inflation Expectation, Inflation Risk Premium and Jensen Term analytically.

And it comes to the estimation of Real-Nominal Term Structure Model .Using the core idea of Kalman filter, we introduced a specific observation error to CPI data, challenged the traditional macro-factors' estimate method in macro-financial models. Such setting would guarantee a hidden factor with inflation characteristic without simply bring in the macro-indexes. We successfully alleviate the conflict between CPI's volatility and the stickiness of inflation, and the conflict between high frequent Break-Even Inflation and inflation theory's low frequent requirement. There is another significant contribution from this paper, the model is compatible for two kinds of data structure. There are countries, China for example, with no inflation derivatives transacted in it could not provide market opinion towards real rates, while countries with mature financial markets, like TIPS traded in American, could guarantee nominal and real interest rate data at the same time. Our model, supposed to estimate the inflation component in term structure of interest rate, could be organized with or without inflation derivative data. When dealing with Chinese problem, inflation information could be

extracted with CPI data. When it comes to American market, both CPI data and TIPS transaction data could be used. It turns out that Chinese annual inflation rate is around 5.8% and American annual inflation rate is around 2.6%.

The second theoretical part of the paper is about to maximize the fitness of both nominal and real term structure at the mean time. We established 4 models from Dynamic Nelson–Siegel model class and use American data to estimate the behavior of these models. 4 models are designed with the same structure: 4 factors Nelson–Siegel model. The only differences is whether these factors correlated and whether these models meet no-arbitrage conditions. It turn out that DNS class model outperform the AFNS model at estimating aspects and convergent effectiveness, although AFNS shows better theoretical performance such as Arbitrage-Free Condition and yield adjustment term. We conclude that DNS model provides us a better fitting method when our priority goal is to fit both nominal and real interest rate in one structure.

Key words: Inflation Expectation; Inflation Risk Premium; Dynamic Term Structure Model; Inflation-Linked Bond

目 录

Contents	VIII
第 1 章 导论	1
1.1 研究背景与研究意义	1
1.2 研究内容与研究思路	3
1.3 主要贡献与创新	4
第 2 章 文献综述	6
2.1 利率期限结构动态模型	7
2.1.1 仿射利率期限结构模型	9
2.2.1 HJM 分析框架	12
2.2 通货膨胀的度量、提取和预测方法	14
2.3 引入通货膨胀信息方法的讨论	17
2.4 国内相关研究	18
第 3 章 基本概念	20
3.1 通货膨胀风险与通货膨胀风险溢价	20
3.2 通货膨胀衍生品	21
第 4 章 名义-真实利率期限结构模型	25
4.1 状态变量的动态特征	25
4.2 即期利率	26
4.3 定价核与风险价格	27
4.4 债券价格	28
4.5 通胀补偿分解	29
4.6 本章小结	31
第 5 章 名义-真实利率期限结构模型估计	32
5.1 Kalman 滤波	32
5.2 数据选取	33
5.3 参数估计	35

5.4	真实利率、通胀预期与名义利率的分解.....	39
5.5	因子预期与传统预期的比较分析.....	43
5.6	本章小结.....	45
第 6 章	剔除 TIPS 的美国债券市场实证	46
6.1	通货膨胀连结债券的实证效率考察.....	46
6.2	本章小结.....	53
第 7 章	动态 NS 系列模型的两期限结构拟合.....	55
7.1	四因子模型的构建思路.....	55
7.2	iDNS 与 cDNS 的双期限结构模型.....	57
7.3	iAFNS 与 cAFNS 的双期限结构模型	59
7.4	数据选取与实证方法.....	61
7.5	NS 系列模型参数估计.....	62
7.6	模型对比.....	67
7.7	本章小结.....	70
第 8 章	结论及进一步研究方向.....	71
附录 A.	真实债与名义债定价公式.....	73
A.1	真实债系数证明.....	73
A.2	名义债系数证明.....	74
附录 B.	n 期通货膨胀预期、通货膨胀风险溢酬与 Jensen 项.....	77
B.1	现实世界 n 期通胀补偿.....	77
B.2	风险中性世界 n 期通货膨胀预期.....	79
B.3	通货膨胀风险溢酬.....	81
B.4	Jensen 项.....	81
附录 C.	真实收益率存在的模型.....	83
C.1	观测方程调整.....	83
C.2	美国实证部分.....	84
附录 D.	名义-真实期限结构模型的算法组织与程序代码	92
D.1	Kalman 滤波算法组织.....	92

D.2 Matlab 程序代码	93
参考文献	96
致谢	101
读博期间科研成果	103

厦门大学博硕士学位论文摘要库

Contents

1. Introduction	1
1.1 Background and Motivation	1
1.2 Research Methods	3
1.3 Structure of the paper	4
2. Research Review	6
2.1 Dynamic models of Term Structure	7
2.1.1 Affine Models	9
2.2.1 HJM Analyzing structure	12
2.2 Matrices, Extraction and Forecast Methods of Inflation	14
2.3 Inflation Realization Methods	17
2.4 Research in China	18
3. Basic Concept.....	20
3.1 Inflation Risk and Inflation Risk Premium.....	20
3.2 Inflation Derivatives	21
4. Nominal-Real Term Structure Model.....	25
4.1 Dynamic Characrtistics of State Variables	25
4.2 Short rate.....	26
4.3 Pricing Kernel and Price of Risk	27
4.4 Bond Price.....	28
4.5 Decompose of Inflation Compensation	29
4.6 Summary	31
5. Estimation of Nominal-Real Term Structure Model	32
5.1 Kalman Filtor.....	32
5.2 Data.....	33
5.3 Estimation result	35
5.4 Decompose of Nominal rate	39

5.5	Comparison between Factor Forecast and Traditional Forecast.....	43
5.6	Summary.....	45
6. Estimation of American Market without TIPS		46
6.1	Empirical Efficiency of Inflation Derivatives	46
6.2	Summary.....	53
7. Dynamic Nelson-Siegel Models		55
7.1	Modeling Structure with Fore Factors	55
7.2	iDNS and cDNS Model	57
7.3	iAFNS and cAFNS Model.....	59
7.4	Data and Estimate Method.....	61
7.5	Estimation result	62
7.6	Comparison.....	67
7.7	Summary.....	70
8. Conclution and Further Research		71
Appendix A. Pricing Formulas		73
A.1	Real Bond	73
A.2	Nominal Bond.....	74
Appendix B. Decompose of n Period Inflation Comparison		77
B.1	n Period Inflation Comparison in Real World	77
B.2	n Period Inflation Comparison in Risk Neutral World	79
B.3	Inflation Risk Premium.....	81
B.4	Jensen Term	81
Appendix C. Estemation with Real Rate Data		83
C.1	Observation Function Adjustment	83
C.2	Estimation of American Market.....	84
Appendix D. Algorithm and Code of Nominal-Real Term Structure Model .		92
D.1	Kalman Filtor and Algorithm.....	92
D.2	Matlab Code.....	93

References	96
Acknowledgements.....	101
Research Achievement	103

厦门大学博硕士论文摘要库

第1章 导论

1.1 研究背景与研究意义

通货膨胀是经济和金融研究中的传统课题，一直以来，通货膨胀都受到世界的广泛关注。货币政策的非中性早已不再是学术争论的话题，温和的通货膨胀伴随着有效的货币政策刺激总是成为各国政府经济发展目标下的有力工具。2007年次贷危机之后，宽松货币政策作为世界各国主要的救市策略奏响了QE系列的主旋律，向全世界释放了大量的流动性；而我国在人口老龄化的大趋势下，劳动力价格的不断上涨以成本推动型通胀形成推动，正在成为接下来几个十年我国通货膨胀的重要来源。在国际形势与本国现状均如此严峻之际，如何有效调整和控制通货膨胀进而支持有效率的货币政策制定已成为了我国货币政策当局、乃至国家经济管理者需要面对的最为重要的问题之一。

中央银行的主要目标是保持通货膨胀率保持在一个稳定的程度，而制定货币政策同时也需要保证国内生产保持在一个具有较高效率的水平。需要同时考虑“稳”和“快”的政策制定目标时，新凯恩斯流派（如 Svensson（2005）^[1]）明确指出最优的宏观政策依赖于一系列准确的宏观预期，且公众对政策的清晰了解有助于政策目标更有效率地达成。进一步地，政府制定的宏观政策的透明化被一再强调，比较清晰的表现是各国政府先后开始明确地给出以“通胀目标”为代表的一系列宏观指标的预测数据。由此看来，管理通货膨胀能否成功，在很大程度上取决于能否有效地把握和控制通货膨胀预期。通货膨胀预期与通货膨胀本身虽有所区别，但会直接反应市场参与者在生产、消费和投资决策过程中的行为模式，进而影响实际通货膨胀。简单地说，获得准确及时的通货膨胀预期信息对于家庭生活、经济生产和货币政策的制订都具有着十分重要意义。

那么，通货膨胀预期信息的获取成为了问题的关键。传统的通胀预期信息提取研究方法主要包括基于宏观指标（如 Philips 曲线）的间接推断法、基于通胀指数历史数据的外推法和市场调查数据方法。但这些方法往往都具有明显的时滞性而非前瞻性；其中的适应性预期假设并不完全符合现实，导致准确性较差；调查方法成本偏高，又容易出现偏误。相较几种传统方法，本文试图从固定收益资产

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 for delivery details.

廈門大學博碩士論文摘要庫