

学校编码: 10384

分类号 _____ 密级 _____

学号: B200410005

UDC _____

厦 门 大 学

博 士 学 位 论 文

Markov 机制转换模型研究及其在经济周期分析中的应用

Study on Markov Switching Model and Application in Business Cycle Analysis

王建军

指导教师姓名: 陈 珍 珍 教授

专 业 名 称: 统 计 学

论文提交日期: 2007 年 3 月

论文答辩日期: 2007 年 月

学位授予日期: 2007 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2007 年 3 月

厦门大学学位论文原创性声明

兹提交的学位论文，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的其他个人或集体的研究成果，均在文中以明确方式标明。本人依法享有和承担由此论文产生的权利和责任。

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人完全了解厦门大学有关保留、使用学位论文的规定。厦门大学有权保留并向国家主管部门或其指定机构送交论文的纸质版和电子版，有权将学位论文用于非赢利目的的少量复制并允许论文进入学校图书馆被查阅，有权将学位论文的内容编入有关数据库进行检索，有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

本学位论文属于

- 1、保密（ ），在 年解密后适用本授权书。
- 2、不保密（ ）。

（请在以上相应括号内打“√”）

作者签名：

日期： 年 月 日

导师签名：

日期： 年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

内 容 摘 要

Hamilton(1989)提出的 Markov 机制转换模型 (Markov switching model) 是当前学术界中较为流行的一类非线性时间序列模型。该模型包含有多个结构方程, 从而能够刻画出时间序列变量在不同状态下的变化及转换过程。正由于不同结构状态之间的相互转换, Markov 机制转换模型能够捕捉到时间序列变量更为复杂的动态演化过程。因此, 运用 Markov 机制转换模型对宏观经济和金融变量的分析研究是当前一个热门的研究领域。

虽然, Markov 机制转换模型及其扩展在宏观经济和金融等领域的应用取得了较大的成功, 但由于该模型参数估计比较困难以及相关检验方法存在一定的缺陷, 从而导致其应用相对于一般的线性时间序列模型而言仍不够普遍, 国内对 Markov 机制转换模型的相应研究则更为稀少。本文立足于此, 对 Markov 机制转换模型的状态数目检验及其在我国宏观经济周期分析中的应用问题做了一定程度的创新研究。

本文由六章组成。第一章, 介绍了选题背景、主要内容和研究方法以及创新之处; 第二章, 从 Markov 机制转换模型的构造原理谈起, 系统地介绍了模型的相关参数设定、模型的参数估计和模型的预测以及状态变量的平滑概率推断等问题; 第三章, 首先系统地介绍了 Hamilton 于 1996 年提出的对 Markov 机制转换模型相关参数设定方面的检验原理和方法。其次, 详细介绍了 Hansen 提出的基于非标准条件下准对数似然比检验法对模型状态数目检验的检验方法和 Garcia 在 Hansen 的方法之上提出的基于对数似然比渐进分布的检验方法的原理, 并且对以上两种检验法则进行评价; 第四章, 笔者首先根据 Markov 机制转换模型的特性, 深入分析了状态变量预测概率的分布, 并构造了 τ 统计量。再运用蒙特卡罗模拟方法, 给出了不同 β 值条件下 τ 统计量的经验分布表, 根据 τ 统计量的特性和经验分布表提出了对模型状态数目检验的经验性办法。最后对 Hamilton 的美国季度 GDP 模型作了相应的检验研究, 得出支持其模型的研究结论。第五章, 笔者通过引入反映我国经济增长周期模式改变和状态转移机制变迁的虚拟变量对传统 Markov 机制转换模型进行修正, 利用修正后的 Markov 模型对我国宏观经济的周期问题进行了实证研究; 第六章, 对全文作出总结, 并

对进一步的研究做了展望。

本文的创新之处主要有：1. 全面系统地总结了 Markov 机制转换模型的构造原理、模型的扩展、估计方法以及模型相关检验方法，并对其做了相应的评价。2. 提出了运用计算机模拟具有状态转移机制的 Markov 时间序列的方法，为以后运用蒙特卡罗模拟方法研究 Markov 机制转换模型的相关特性提供了数据生成的新办法。3. 根据 Markov 机制转换模型状态变量取值概率的特性，构造了 τ 统计量，并提出了一套对模型状态数目检验的经验性方法。同时运用蒙特卡罗模拟的方法模拟出了相应检验所需的 τ 统计量的经验分布表。4. 首次通过引入反映我国经济增长周期模式改变和状态转移机制变迁的虚拟变量对传统 Markov 机制转换模型进行了修正，并运用修正的模型对我国宏观经济周期问题做了实证研究。

关键词：Markov 机制转换；经济周期；蒙特卡罗模拟

Abstract

The Markov-switching model proposed by Hamilton in 1989 is one of the most popular nonlinear models at present. The model includes several structural equations so that it can be used to describe the time series' variate and transitions under disparate states. As the same reason analyzing the financial and macroeconomic variables with the Markov-switching model is a popular study area in the economics.

There are many successful applications in studying macroeconomic and financial variables with Markov-switching model, but as the difficulty of the model's estimation and some limitations in model's testing the model's popularizing is relatively not enough. Also the relative study on domestic economic problems with Markov switching model is very exiguous. The paper does some innovative works on the method of model's testing and the applications in analyzing Chinese business cycle.

The paper has six chapters. The background of topic, the mostly content, the method of study and the innovations of this paper are introduced in the first chapter of the paper. In the second chapter the author systematically describes the correlative theory of model's specification, estimating and forecasting etc. At first of the third chapter the model's specification testing which was proposed by Hamilton in 1996 is introduced. Also in the third chapter, the Hansen's and Garcia's methods of testing for switching parameters were systematically expounded. The author firstly analyzes the state variable's distribution character under the null hypothesis in the fourth chapter, and according to the analysis the author proposes a τ statistics. Then the author induces the τ statistics' empirical distribution under different values of β and proposed a new method of testing for switching parameters. At last the author also studies the Hamilton's model for American GNP with the new testing method, and gets the result which indicates that the Hamilton's model is reasonable. In five chapters, for the first time, the author takes a dummy variable into the traditional Markov-switching model to depict the change of Chinese business cycle pattern and Regime-Switching mechanism. The author analyzes the Chinese business cycle using

the modified Markov-switching model. In the last chapter, the author summarizes the paper and forecasts the future works about the relative study.

The innovations of the paper are as follows: 1. For the first time in domestic, the author systematically describes and summarizes the relative theories about the Markov switching model; 2. A new method to generating the Markov-switching time series by Monte Carlo approach is proposed in the paper; 3. The author, according to the characteristics of state variables' distribution, proposed a new method of testing for switching parameters, and analyzed the correlation between τ statistics' empirical distribution and the value of β ; 4. At the first time, the author modifies the traditional Markov-switching model according to the characteristics of Chinese macroeconomics and analyzes the Chinese business cycle using the modified Markov-switching model.

Key Words: Markov-Regime-Switching; Business-Cycle; Monte-Carlo-Simulation

目 录

第一章 导论	1
第一节 选题背景	1
第二节 本文的主要内容和研究方法	3
一、主要内容	3
二、研究方法	5
第三节 本文的创新及特色	6
第二章 MARKOV 机制转换模型评介	8
第一节 MARKOV 机制转换模型简介	8
一、基于条件均值的两状态模型	8
二、基于条件方差的两状态模型	10
三、模型在状态数量和变量滞后阶数上的扩展	12
第二节 模型参数估计及对数似然函数	17
一、Markov 链及状态变量的预测	17
二、Markov 机制转换模型似然函数推导	19
第三节 模型可观测变量的预测及状态变量平滑概率推断	22
一、可观测实际变量的预测	23
二、状态变量取值的平滑概率推断	25
三、状态变量的平均持续期	27
第三章 MARKOV 机制转换模型检验方法评介	29
第一节 模型参数设定的假设检验	29
一、模型设定检验的基本理论	30
二、Markov 机制转换模型似然函数对参数的偏导	32
三、应用 Newey-Tauchen-White 检验法对模型设定的检验	34
第二节 MARKOV 模型状态数目的检验	36
一、Hansen 检验方法的原理	37

二、Garcia 检验方法的原理	39
第三节 对模型状态变量独立性的检验	41
第四章 基于 τ 统计量经验分布对 MARKOV 模型状态数目的检验	43
第一节 两状态模型状态数目的检验	44
一、状态变量取值为 1 的预测概率	44
二、状态变量取值为 1 预测概率的分布特性	47
三、对模型状态数目的经验性检验方法	50
第二节 τ 统计量的经验分布	55
一、模拟数据的生成	55
二、对 τ 统计量的蒙特卡罗模拟	58
三、用于检验的 τ 统计量的经验分布表	65
第三节 对 HAMILTON 美国季度 GDP 模型的检验	68
第五章 MARKOV 模型在我国宏观经济周期分析中的实际应用	71
第一节 问题的提出和文献回顾	71
一、问题的提出	71
二、文献回顾	72
第二节 模型的设定及参数估计	73
一、数据	73
二、模型的设定	74
三、模型参数估计、解释及相关检验	77
第三节 本章小节	81
第六章 总结与展望	83
第一节 主要结论	83
第二节 不足之处及进一步研究的方向	84
参考文献	87

Catalogue

Chapter 1 Exordium	1
Section 1 Background and selection of the topic.....	2
Section 2 Main content and studying method	3
Part 1 The main content	3
Part 2 The studying method	5
Section 3 Innovation and characters of the paper	6
Chapter 2 Introduction and appraising the Markov switching model..	8
Section 1 Introduction of the Markov switching model	8
Part 1 Two state Markov switching model of conditional mean.....	8
Part 2 Two state Markov switching model of conditional heteroskedasticity ...	10
Part 3 Some extend of the Marlov switching model.....	12
Section 2 Parameter estimation and the likelihood fuction of the model	17
Part 1 Markov chain and forecast of the state variables	17
Part 2 The log likelihood fuction of the model	19
Section 3 Forecast of the observable variables and smooth inference probability of the state variables	22
Part 1 Forecast of the observable variables.....	23
Part 2 Smooth inference probability of the state variables	25
Part 3 Average duration of the state variables.....	27
Chapter 3 Testing methods for Markov switching model.....	29
Section 1 Specification testing in Markov switching model.....	29
Part 1 Specification tests theorem.....	30
Part 2 The score for the basic switching model	32
Part 3 Implementing the Newey-Tauchen-White test for dynamic misspecification	34
Section 2 Testing for state variables' number of the model.....	36
Part 1 The elements of Hansen's tests.....	37

Part 2 The elements of Garcia's tests	39
Section 3 Testing for independence of state variables.....	41
Chater 4 The empirical testing for state variables' number.....	43
Section 1 Testing for two state Markov switching model	44
Part 1 Forecast probability of the first state variable	44
Part 2 The characters of the forecast probability	47
Part 3 The empirical testing method	50
Section 2 the τ statistics' empirical distribution	55
Part 1 Generating the simulation data.....	55
Part 2 τ statistics' Mont-Carlo-Simulation	58
Part 3 The table of τ statistics' empirical distribution	65
Section 3 Testing for Hamilton's GDP model	68
Chater 5 An application in the analysis of Chinese business cycles.....	71
Section 1 Selection of the topic and literature review.....	71
Part 1 Selection of the topic	71
Part 1 Literature review	72
Section 2 Specification and parameter estimation of the model.....	73
Part 1 The data	73
Part 2 The specification of the model	74
Part 3 Parameter estimation specification testing	77
Section 3 The summary of this chapter.....	81
Chapter 6 Smmary and expectation	83
Section 1 The main conclusion.....	83
Section 2 The limitation and expectation.....	84
Reference	87

第一章 导论

第一节 选题背景

现今时间序列模型被大量的应用于宏观经济和金融变量的动态行为分析。在这些模型中,线性模型常常是首选对象,比如自回归(AR)模型,移动平均(MA)模型,以及两者的结合自回归移动平均(ARMA)模型等等。这些模型在理论推导、参数估计以及相关检验等方面已有相当完善的理论体系,模型的估计程序和参数检验统计量等也被整合到大量的统计、计量软件包之中,所以这些模型的实际应用相当普遍。虽然这些模型在实际应用中取得了相当成功的经验,但是这些模型无法体现变量的非线性动态过程中的非对称性、振幅的相关性和波动的集聚效应等方面。例如,根据现代宏观经济周期理论,我们知道实际产出(GDP)增长率在经济扩张期内围绕一个相对较高的水平波动,在经济紧缩期内围绕一个相对较低的水平波动,并且在长期之内这两种波动状态相互交替出现。对于这样的变量数据,使用单一的线性模型显然是不合理的。

Hamilton(1989)提出的 Markov 机制转换模型(Markov switching model)是当前学术界中较为流行的一类非线性时间序列模型,该模型包含有多个结构方程从而能够刻画出时间序列变量在不同状态下的变化及转换过程。正由于不同结构状态之间的相互转换,Markov 机制转换模型能够捕捉到时间序列变量更为复杂的动态演化过程。Markov 机制转换模型的核心特点之一是控制结构转换机制的不可观测状态变量符合一阶 Markov 过程,即状态变量的当期取值仅仅依赖于状态变量前一期的取值。这样模型中一个结构状态能够持续一定长度的时期,当结构状态发生变化时,模型由一种状态转变至另一种状态。Markov 机制转换模型与 Quandt (1972) 的随机转换模型不同的是后者的状态转换是完全随机的,前者则是有规律的。Markov 机制转换模型与一般结构变化模型也存在不同,前者结构变化是内生的,在时间上是具有随机性和连续性,而后者结构变化是外生的一次性的。所以 Markov 机制转换模型能够更好的拟合具有持续结构变化的时间序列变量数据。

早期的 Markov 机制转换模型主要考虑变量均值变化过程,这一类模型在宏

观经济和金融时间序列的分析中被广泛的应用, 主要有: Hamilton(1989), Engel 和 Hamilton(1990), Lam(1990), Garcia 和 Perron(1996), Goodwin(1993), Diebold, Lee 和 Weinbach(1994), Engel(1994), Filardo(1994), Ghysels(1994) Sola 和 Driffill(1994), Kim 和 Yoo(1995), Schaller 和 van Norden(1997), Kim 和 Nelson (1998) 等等。随着关注于变量条件均值的 Markov 机制转换模型在实际应用中取得了很大的成功, 自然 Markov 转换机制逐渐被引入到由 Engel(1982) 和 Bollerslev(1986) 提出的 GARCH(general autoregressive conditional heteroskedasticity) 模型之中, 主要有: Cai(1994), Hamilton 和 Sunmel(1994) 以及 Gray(1996)。随后 Lam 和 Li(1998) 将 Markov 转换机制引入到由 Melino 和 Turnbull(1990), Harvey, Ruiz 和 Shephard(1994), Jacquier, Polson 和 Rossi(1994) 等提出及发展的随机波动率模型 (stochastic volatility model) 之中。这些方面的其它研究还有: Hamilton 和 Lin(1996), Dueker(1997), Ramchand 和 Susmel(1998), Chen 和 Lin(1999) 以及 Hung 和 Kuan(2002) 等等。

虽然 Markov 机制转换模型及其扩展在宏观经济和金融等领域的应用取得了较大的成功, 但该模型的应用相对一般的线性时间序列模型而言仍不够普遍, 其原因主要有以下几点。首先, Markov 机制转换模型具有高度的非线性特征, 模型的参数需使用极大似然法进行估计, 由于非线性最优化问题中经常会遇到收敛于局部极大值而非全局最大值的问题, 致使模型参数估计上存在较大的困难。其次, 到目前为止用于该类模型参数估计的计算程序并没有被整合到各种常用统计和计量软件包之中, 相应研究中所使用的计算程序得研究者自行编写或沿用他人编写的计算程序, 故其推广应用受到了很大的限制。最后, 在模型检验方面特别是模型状态个数的检验上, 现有的检验方法仍存有一定缺陷, 而且在计算上相当繁琐和复杂。

在对模型状态数目的检验方面, 目前的方法只有 Hansen 提出的基于非标准条件下的对数似然比检验法和 Garcia 在 Hansen 检验法则基础上引入一个假定而导出的对数似然比渐进分布的检验方法。Hanesn 的检验方法在计算上相当繁琐, 且在拒绝原假设上存有过度“保守”的特点, 也就是说在原假设即模型为一般线性模型条件下, 对于给定显著性水平的 Hansen 检验统计量的临界值比真

实情况的临界值要大。虽然 Garcia 的检验方法与 Hansen 的检验方法相比具有计算简便且不存在拒绝原假设过于保守的问题，但是其检验方法推导中引用了一个假定，对于该假定的有效性 Garcia 没有给出证明，因此在理论上讲其检验方法可能是无效的^①。

目前国内对 Markov 机制转换模型的相关研究还不多见，且在仅有为数不多的相关研究文献中，基本上都是对国外研究学者提出的 Markov 机制转换模型的简单套用研究分析。而对 Markov 机制转换模型更深层次问题的探讨和研究，比如对相关模型状态数目的检验和在我国实际问题分析中对相应模型的修改及创新等方面则是一片空白。本文立足于此，对 Markov 机制转换模型的状态数目检验问题做了些许研究，并提出了新的检验办法。同时，在对我国宏观经济周期分析的应用研究中，根据我国实际国情对相应的 Markov 机制转换模型作了一定程度上的修改，研究结果表明修正后的模型能更好的刻画我国宏观经济周期性的变化。

第二节 本文的主要内容和研究方法

一、主要内容

本文共分六章，除第一章导论和第六章总结与展望之外，正文分为四章，主要内容包括以下几个方面。

1. Markov 机制转换模型的基本理论。第二章从 Markov 机制转换模型的构造原理谈起，系统的介绍了模型的相关参数设定、模型的参数估计和模型的预测以及状态变量的平滑概率推断等问题。本章首先以基于条件均值的两状态 Markov 机制转换模型介绍入手，介绍了模型的相关参数设定的原理，并对模型在滞后项、状态数目以及条件方差等方面的扩展作了详细的阐述。然后，仍以基于条件均值的两状态 Markov 机制转换模型为例，介绍了模型对数似然函数的推导过程以及模型参数的极大似然估计方法。最后对实际变量的预测方法、状态变量的平滑概率推断和相关周期持续期等问题也做了详细的介绍。其间，本章也对相关模型的发展及应用做了简单的评价。

^① Chung-Ming Kuan 2002

2. 模型相关检验的评介。第三章首先系统的介绍了 Hamilton (1996) 提出的对 Markov 机制转换模型相关参数设定方面的检验原理, 其中包括对模型滞后阶数、滞后项系数的限制及随机扰动项的序列相关性和条件异方差等方面的假设检验。其次, 在第三章中还详细介绍了 Hansen 提出的基于非标准条件下准对数似然比检验法对模型状态数目检验的问题。同时也详细的介绍了 Garcia 在 Hansen 的方法之上提出的基于对数似然比渐进分布的检验方法的原理, 并且对以上两种检验法则做了简单的评价。最后, 我们在第三章中对模型状态变量的独立性问题的检验做了简单的描述。

3. τ 统计量对模型状态数目的检验。第四章笔者首先根据 Markov 机制转换模型的特性分析了状态变量预测概率的分布, 推导出样本期内状态变量取某一固定值的预测概率值的规律, 并构造了 τ 统计量。在理论上笔者证明了 τ 统计量在模型状态数目设定正确条件下其值应从上往下逼近于 1。然后, 笔者运用蒙特卡罗模拟的办法, 模拟出 τ 统计量的经验分布。相应从理论上分析了 τ 统计量的经验分布与相应 β 值的关系, 根据模拟结果验证了 τ 统计量经验分布随 β 值增大而收敛的特性。运用蒙特卡罗模拟, 笔者还给出了不同 β 值条件下 τ 统计量的经验分布表, 并根据该表和 τ 统计量的特性提出了对模型状态数目检验的经验性办法。最后, 运用此经验性检验办法对 Hamilton 的美国季度 GDP 模型作了相应的检验研究, 得到与 Hansen 和 Garcia 相反的研究结论, 笔者的研究结论支持 1989 年 Hamilton 提出的美国季度 GDP 模型。

4 基于 Markov 机制转换模型对我国宏观经济周期的分析。在第五章中, 通过引入反映我国经济增长周期模式改变和状态转移机制变迁的虚拟变量, 对传统 Markov 机制转换模型进行修正, 利用修正后的 Markov 模型分析我国宏观经济的周期问题。我们发现: 在模型的统一框架内, 该模型对改革前后我国实际产出增长的周期性变化具有很好的拟合效果, 根据拟合结果识别出的我国宏观经济周期状态和我国宏观经济的实际走势非常吻合, 并且中国宏观经济周期的许多内在性特征在拟合结果中也得到了反映。

利用修正后的模型对我国 1952 年至 2005 年的年度实际产出增长率进行拟合, 拟合结果显示: 我国实际产出增长存在着显著的状态转换机制, 即扩张和

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.

厦门大学博硕士论文摘要库