

中国购买力平价的 STAR 非线性单位根检验^①

刘 柏 赵振全

(吉林大学商学院, 吉林大学数量经济研究中心)

摘要: 汇率问题是我国金融国际化的枢纽之一, 而购买力平价理论构成了货币主义汇率决定模型的基础。购买力平价假说之谜的实证表象是均值回归时间较长, 致使购买力平价理论在短期内不成立。由于在标准的线性 ARMA 框架下汇率稳态过程的单位根检验方法越来越受到人们的质疑, 所以本文介绍了基于 ESTAR 结构的 KSS 非线性单位根检验分析法, 并连同 ADF 和 PP 检验一起对我国实际汇率进行了实证, KSS 检验结果表明, 我国汇率符合购买力平价理论, 这说明现有的参考一篮子货币进行调节的有管理的浮动汇率制度正逐步达到市场有效性, 下一步应该继续发挥市场供求在人民币汇率形成中的基础性作用, 增强浮动弹性, 保持人民币汇率在合理均衡水平上的基本稳定。

关键词: 实际汇率; ESTAR; KSS; 购买力平价

Testing China PPP in the Nonlinear STAR Unit Root Framework

Abstract: Exchange rate is one of hinges in financial internationalization, and purchasing power parity (PPP) theory is the basis of exchange rate determination model in monetarism. The empirical data of PPP enigma are that time for mean conversion is long and PPP theory is untenable in short time. Because exchange rate stationary unit root tests based on standard linear ARMA are oppugned, this article presents nonlinear unit root test KSS based on ESTAR, and uses KSS, ADF and PP tests to test real exchange rate in China. The results of KSS show that the real exchange rate in China is accord with PPP. This illuminates that managed float exchange rate system in reference to a basket of moneys is approaching market effectiveness. Furthermore, we should exert the basic effect of market supply and demand in the determination of RMB exchange rate, strengthen the float elasticity and keep exchange rate stabilization at rational equilibrium level.

Keywords: real exchange rate; ESTAR; KSS; PPP

引 言

中国自从 2001 年加入 WTO 完成真正意义上的贸易全球化之后, 金融全球化的目标越来越成为其经济领域改革的核心任务。金融国际化进程的枢纽之一就是汇率问题, 这种两个不同国家货币的相对价格标识方法, 不仅会影响到国内宏观经济层面的稳定运行, 而且会影响到微观经济结构的资源配置。在过去的十几年中, 我国进行了三次比较大的汇率制度改革, 特别是 2005 年 7 月 22 日调整为参考一揽子货币的有管理的浮动汇率制度, 实现了从名义到实际的汇率市场化过程。正因为如此, 现在利用西方的当代汇率理论对人民币的走势进行系统性研究才能更真实地反映国内外实际经济体的动态变化趋势。

通常为了理解汇率的行为, 经济学家以双边或多边价格水平、利率、国际收支来描述和说明汇率的波动态势。购买力平价理论(Purchasing Power Parity, 简称 PPP)是货币主义汇率决定模型的基础,

^①基金项目: 本文得到吉林大学“985 工程”经济分析与预测哲学社会科学创新基地项目(2004)、教育部人文社会科学重点研究基地重大项目(05JJD790005)、国家社会科学基金项目(05BJY100)、国家自然科学基金项目(70573040)的资助。

其基本假设是相同数量的货币在不同国家应该购买到同样的商品组合，因此汇率体现的是各国各自的购买力状况，不同货币购买力的比率就是购买力平价。这暗含着，如果购买力平价成立，则实际汇率是稳态的。对 PPP 理论的研究，有助于确定一国的均衡汇率和货币高估或低估程度的标准，也可用来衡量实际汇率偏离均衡状态的水平，以及检验管理浮动汇率条件下经济政策的合理性等等。但是，购买力平价理论却成为了新开放经济宏观经济学的难题之一，Rogoff(1996)等经济学家通过使用各种数据和技术发现，实际汇率的偏离有长达 3 到 5 年的波动半衰期，如果只是短暂实际影响的金融市场干扰，则如此长的半衰期很难让人理解。因此，国际上对 PPP 理论假说的较一致意见是，长期时间内购买力平价可能发生市场出清的均衡现象，但短期内效果不明显(Lothian and Taylor, 1996)。

相应的，实际汇率是否具有均值回归现象成为了判断 PPP 理论假说的最有效途径之一。计量经济学上主要是检验实际汇率的线性单位根过程，如通过 Dickey 和 Fuller(1981)的 ADF 检验来衡量实际汇率是否服从随机游走等。由于模型设定的随机过程是线性的，所以如果汇率的行走态势是非线性的，那么用线性模型去验证 PPP 理论注定是要失败的(Sarno, 2005)。根据 TAR(门限自回归模型)等非线性模型的实证结果，经济学者认为汇率遵循非线性的规律，并从理论上归纳出如下几点解释：资讯解读的异质性(Peters, 1994)，即由于大量投资人对市场信息理解的差异，造成他们也不可能同时买卖外汇和制定相同的投资策略；运输成本和交易成本等造成套利空间的存在(Dumas, 1992; Michael 等, 1997)，即资金的跨国流动是需要成本的，不同国家间的各项交易成本形成了不同资金流动通道的套利空间门限值；政府的干预(Taylor, 2006)，即政府政策性地间接影响交易者的非市场行为。但是，上述学者们在标准的线性 ARMA 框架下对汇率稳态过程的单位根检验方法越来越受到人们的质疑，这主要源于稳定性的理论预期在实践中经常受困于标准 DF 检验无法拒绝单位根为零假设。因此，一些学者开始致力于探讨非稳定性，协整和非线性之间的相互关系，如 Balke 和 Fomby(1997)在门限协整框架内对非稳定和非线性进行了联合分析。

一系列的计量经济学家对非线性模型和非线性单位根检验做出了创新性的贡献，使得其他的国际经济学家和金融学家能够对汇率的稳态行为进行非线性的单位根检验。首先是 Teräsvirta(1994)提出的自变量平滑转移变化的 STAR(Smooth Transition Autoregressive)模型，它的经济学含义是经济集合体中所有变化主要由不同行为个体变化引起，而并非所有个体同时对某个经济信号做出反映而相互影响。这种模型是基于转移自变量的连续过程，不用像马尔可夫机制转换模型(MS)那样需要提出预先假设、捕捉不到状态的变化。当不确定区制转变的时间且新区制还未产生的时候，STAR 有效的体现了区制转移行为，捕捉在转移阶段变量的动态特征。同时具备非线性和区制转移的特征使得 STAR 模型成为研究汇率等经济变量的重要工具。其次，Kapetanios, Shin 和 Shell(2003)基于非线性 STAR 过程设计了对非稳态过程进行检验的 ESTAR 单位根检验方法(简称 KSS 模型)，并利用蒙特卡罗模拟试验对新单位根过程的 t 统计量渐进临界值表进行了计算。据此，通过对 OECD 组织 11 个国家实际汇率的应用发现，新方法在很多情况下拒绝存在单位根，而线性 ADF 检验却刚好相反，这证明了某些国家的实际汇率具有非线性均值回归稳态过程。之后，Liew 等(2004)利用该方法对亚洲国家的双边实际汇率进行了测试，也得出了比 ADF 检验更好的效果。最后，最近 Bahmani-Oskooee(2007)扩展了 KSS 模型对购买力平价的检验范围，对 23 个工业发达国家的实际有效汇率在不同的时间段进行了单位根检验，结果表明 KSS 模型比 ADF 检验支持更多的国家符合 PPP 理论，同时当样本区间延伸到最近的时候，国家的实质有效汇率更趋于平稳，这进一步说明购买力平价起到了调节国内

外价差的作用。

上述分析仅限于外国学者对PPP理论的研究,近几年我国学者也对中国的购买力平价进行了大量研究。王志强等(2004)采用界限(Bounds Test)检验方法对人民币汇率购买力平价进行分析,与协整检验不同,界限检验具有直接检验变量间长期相关性的优点,不必预先对相关变量进行单位根检验,结果显示1994年汇率制度改革以来人民币汇率购买力平价得到部分经验证据的支持。刘金全等(2006)利用Markov区制转移方法,对我国1980年1月-2004年8月的人民币汇率进行了Engel-Granger协整检验分析,结果发现购买力平价检验可以由两个不同的内生区制来加以刻画,而这些区制的划分与人民币汇率制度改革、经济政策调整和通货膨胀率变化等重要经济事件相联系。郑超愚等(2007)在动态购买力平价理论的分析框架下利用国际横截面数据,描述实际汇率对传统PPP理论平价水平的系统偏离及其动态演化特征,进而情景预测2006-2010年间人民币实际汇率的升值趋势。

但是,国内大部分购买力平价假说的实证计量检验方法都是对变量进行线性单位根检验之后,才应用于不同模型的。本文的主要贡献在于系统介绍非线性单位根过程的平稳性检验方法,即KSS模型,并针对1996年以来的实际汇率的稳态形式进行检验,希望从我国实际汇率的非线性走势刻画中能得出PPP理论假说在中国的适用性。

1 研究方法及实证检验

我们首先给出购买力平价假说的表述形式,然后介绍基于STAR结构的KSS单位根检验方法,最后利用上述模型对我国实际汇率进行非线性单位根检验。

(一) 购买力平价理论

如果购买力平价理论假说是有效的,那么必须满足三个基本假设条件:一是在充分信息、无交易成本和关税条件下的一价定律;二是要素价格的均等化和同样生产函数使得非贸易品的国际价格相等;三是国内外针对同种商品编制物价指数的权重都相等。

汇率的PPP理论认为汇率等于两国价格水平之比。本国 t 期价格水平为 P_t ,同期外国价格水平为 P_t^* ,汇率为 E_t ,购买力平价理论可表示为

$$E_t = P_t / P_t^* \quad (1)$$

上式称为绝对购买力平价,两边取自然对数后,可得绝对购买力平价的另一种表达方式

$$e_t = p_t - p_t^* \quad (2)$$

其中, e_t 、 p_t 、 p_t^* 分别为 E_t 、 P_t 、 P_t^* 的自然对数。将上式两边取差分得

$$\Delta s_t = \Delta p_t - \Delta p_t^* \quad (3)$$

式(3)称为相对购买力平价。绝对购买力平价是一种静态分析,描述的是某一时点上汇率的决定方式;而相对购买力平价是一种动态分析,描述的是在一段时间内汇率的变动。但它们反映的基本思想是一致的。

在对PPP理论进行实证检验时,通常考察下面的实际汇率 e_t^*

$$e_t^* = e_t - (p_t - p_t^*) \quad (4)$$

如果购买力平价成立,即 $e_t = p_t - p_t^*$,则 $e_t^* = 0$ 。如果实际汇率 e_t^* 呈随机游走现象,则对实际汇率的扰动就不会随时间的推移而逐渐消失,长期购买力平价不成立。如果实际汇率 e_t^* 是平稳的,表明汇率在短期内可能偏离购买力评价,但长期内则回归到购买力平价,此时我们称长期购买力平价成立。造成实际汇率长短期不一致的根本原因在于PPP理论的前提假设过于苛刻,而现实生活中无

法时时满足平价条件；另一方面价格和汇率决定的因果关系不明确，PPP理论只考虑了物价对汇率的单方面影响，而忽视了汇率的反作用。这从一个侧面反映了购买力平价的另一层涵义，即实际汇率是否独立于名义汇率，还是保持高度的相关性。

(二) 基于STAR结构的KSS单位根检验

为了分析汇率的非线性动态过程是否处于稳态，本文在指数平滑转移自回归模型(简称ESTAR)框架下检验单位根过程的零假设。传统的标准线性ARMA结构去检验单位根过程越来越无法满足人们对经济变量稳态的认识，同时几个经济领域利用标准的DF检验长期拒绝单位根的零假设让人感到迷惑。如围绕购买力平价所建立的实际汇率模型的某些单位根检验与事实的差距始终困扰着经济学家(Taylor, 2001)。

Kapetanios, Shin 和 Shell(2003)对经典的单位根检验 ADF 检验进行了扩展，零假设仍然是证明序列是不稳定的，拒绝零假设说明序列是非线性但完全稳定的过程。KSS 检验是基于平滑转移自回归 STAR 模型的非线性单位根检验，STAR 模型的概述可以参见(van Dijk, 2002)。设一阶单变量平滑转移自回归模型是

$$y_t = \varphi y_{t-1} + \gamma y_{t-1} \Theta(\theta; y_{t-d}) + \varepsilon_t \quad t = 1, \dots, T \quad (5)$$

其中， φ 和 γ 是未知参数， ε_t 是零均值同方差的误差项， y_t 服从零均值随机过程。依据 STAR 模型阐述，指数形式的转移函数是

$$\Theta(\theta; y_{t-d}) = 1 - \exp(-\theta y_{t-d}^2) \quad (6)$$

其中假设 $\theta \geq 0$ ， d 是延迟参数。指数转移函数是以 1 和 0 为界限的。根据方程(5)和(6)，可得指数平滑转移自回归模型 ESTAR，即

$$y_t = \varphi y_{t-1} + \gamma y_{t-1} [1 - \exp(-\theta y_{t-d}^2)] + \varepsilon_t \quad (7)$$

进而得

$$\Delta y_t = \gamma y_{t-1} [1 - \exp(-\theta y_{t-1}^2)] + \varepsilon_t \quad (8)$$

其中 y_t 是剔除均值和趋势的时间序列，说明 y_t 长期均值是零。 θ 是调整速度，即当 y_t 受到冲击后，回归均衡的速度。Kapetanios 等(2003)根据推导设定延迟参数 $d = 1$ 。存在单位根的零假设表明 $\theta = 0$ 。如果初始序列自身的期望值不是零，则将序列剔除平均数，即 $y_t = x_t - \bar{x}$ ，其中 x_t 是初始序列， \bar{x} 是 x_t 的平均数。另一方面，如果初始序列自身的期望值不是零且具有时间趋势，同样须将平均数和时间趋势剔除， $x_t = \alpha + \beta t + y_t$ ，其中 α 是平均数， β 是时间因子的参数。采用最小二乘估计(OLS)估计 $\hat{\alpha}$ 和 $\hat{\beta}$ ，将初始序列转换为 $y_t = x_t - \hat{\alpha} - \hat{\beta}t$ 之后可以运用于 KSS 检验。

KSS 检验的非稳态零假设是 $H_0 : \theta = 0$ ，即时间序列是非稳态的，否则为 $H_1 : \theta > 0$ 。但是，方程(5)无法识别 γ ，所以不能通过直接估计方程(5)对零假设进行检验。因此，KSS 检验再次对方程(5)进行参数化，通过一阶泰勒展开得出下述辅助回归方程(9)：

$$\Delta y_t = \delta y_{t-1}^3 + error \quad (9)$$

如果方程(9)的误差项存在序列相关，则将方程(9)扩展为：

$$\Delta y_t = \sum_{j=1}^p \rho_j \Delta y_{t-j} + \delta y_{t-1}^3 + error \quad (10)$$

方程(9)或者方程(10)的零假设是 $H_0 : \delta = 0$ ，拒绝零假设是 $H_1 : \delta < 0$ 。KSS 证明了其方法的 t 统计量 t_{NL} 不存在渐进的标准正态分布，并通过随机拟合构建了 t_{NL} 的渐进临界值。 t 统计量 t_{NL} 表述如下，

$$t_{NL} = \hat{\delta} / s.e.(\hat{\delta}) \quad (11)$$

其中， $\hat{\delta}$ 是 δ 的估计值， $s.e.(\hat{\delta})$ 是 $\hat{\delta}$ 的标准差。

(三) 我国实际汇率的非线性单位根检验

传统的实际汇率模型忽略了对 PPP 的非线性调整过程，正是金融市场交易成本的存在使得向均衡收益率的回归速度是非线性的(Sercu 等, 1995)。Michael 等(1997)进一步指出，传统协整检验和单位根检验忽视了 STAR 非线性的作用，这导致了否定长期 PPP 理论假设。为规避上述缺陷，我们利用基于 STAR 的 KSS 非线性单位根检验来实证中国实际汇率的购买力平价。

在国际经济研究中，选取实际汇率作为一国国际竞争力的重要指标，具体表示为：实际汇率=名义汇率*（外国物价指数/本国物价指数）。如果实际汇率上升，表示本币对外币的实际水平贬值，否则反之。在我国汇率体系的发展过程中，美元占据至关重要的地位，人民币在不同时期的变动同美元都具有重要的关系，而且美国是中国的最大贸易国和外商直接投资的主要来源国，因此本文采用对美元的实际汇率来反映人民币的实际汇率水平，即人民币实际汇率(r)=名义汇率*（美国消费价格指数/中国消费价格指数），样本区间为 1996 年 1 月至 2007 年 9 月。

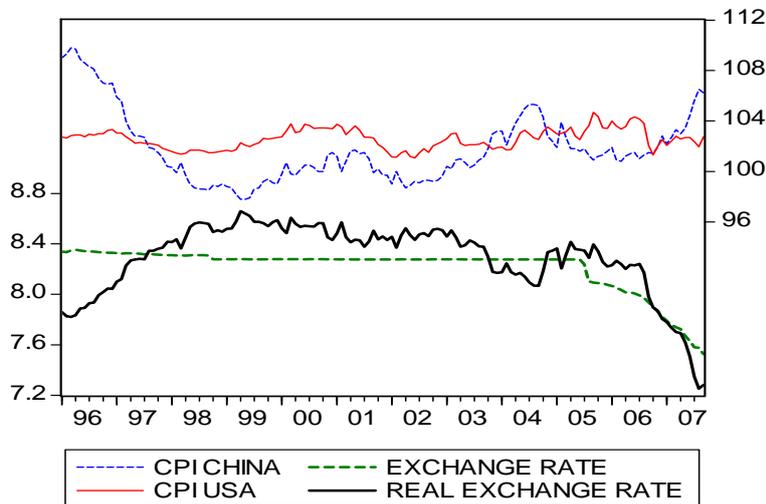


图 1 中国消费价格指数、美国消费价格指数、人民币名义汇率、人民币实际汇率

图 1 给出了人民币兑美元名义汇率、人民币兑美元实际汇率、中国消费物价指数和美国消费物价指数的变化路径，左端纵轴表示汇率刻度，右端纵轴表示价格指数刻度。从图中我们可以观察到，1997 年前我国的物价指数(虚线)比美国的物价指数(实线)高，人民币实际汇率低于名义值，而 1998 年至 2003 年美国物价指数开始超过我国物价指数，人民币实际汇率开始高于名义值，2004 年之后我国物价指数和美国物价指数处于交错状态。总体上看，美国物价指数相对平稳；我国物价指数的路径先下降后增长呈 U 型，先贬值再升值，并且后期波动较大，这种相对价格变化趋势中的转变，正是我国实际汇率的购买力平价呈现非线性的主要原因。

为了对比传统单位根检验方法和 KSS 检验方法之间的区别，本文同时采用 ADF 检验、PP 检验，以及 KSS 检验。采用剔除均值的实际汇率，结果如下：

表 1 单位根检验

序列	ADF	临界值	PP	临界值	KSS	临界值
实际汇率	0.20	-2.57	0.32	-2.57	-2.72	-2.66*

在 10% 的显著性水平下, ADF 和 PP 检验结果表明, 实际汇率序列接受存在单位根假设, 序列不稳定。在 10% 的显著性水平下, KSS 检验结果表明, 实际汇率序列不接受存在单位根假设, 序列是稳定的。造成上述结果显著差异的主要原因是传统检验方法中的线性假设和检验势较低, 特别是对近似单位根过程的检验不够敏感。

2 结论及应用价值

单变量的平稳性分析一直是时间序列计量经济学的重要部分。然而传统的单位根过程主要是基于线性模型, 却忽略了经济变量的非线性特点。上述的实证检验表明基于 ESTAR 过程的 KSS 单位根检验比传统的 ADF 检验和 PP 检验更具有优势, 结果显示 KSS 检验支持 PPP 理论假说, 而传统单位根检验方法不支持。由此说明, 非线性的单位根检验方法更能有效地反映现实经济状况。

对人民币汇率购买力平价假说的检验, 不仅是对一个经济学命题的检验, 而且是对人民币汇率政策的重大思考。这关系到对现有人民币汇率制度和政策的评价, 也关系到人民币汇率政策的未来走向。非线性的人民币汇率走势和购买力平价的验证说明了现有的参考一篮子货币进行调节、有管理的浮动汇率制度的市场有效性, 下一步应该继续发挥市场供求在人民币汇率形成中的基础性作用, 增强人民币汇率浮动弹性, 保持人民币汇率在合理均衡水平上的基本稳定, 同时加快外汇管理体制改革, 促进国际收支基本平衡。

参考文献

- [1] Bahmani-Oskooee, M., Kutun, A.M. and Zhou, S., *Testing PPP in the non-linear STAR Framework* [J], *Economics Letters*, 94, 104-110, 2007.
- [2] Balke, N.S. and Fomby, T.B., *Threshold cointegration* [J], *International Economic Review*, 38, 627-645, 1997.
- [3] Dickey, D.A. and Fuller, W.A., *Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root* [J], *Econometrica*, 49, 1057-1072, 1981.
- [4] Dumas, B., *Dynamic Equilibrium and the Real Exchange Rate in Spatially Separated World* [J], *Review of International Economics*, 5, 153-180, 1992.
- [5] Kapetanios, G., Shin, Y. and Snell, A., *Testing for A Unit Root in the Nonlinear STAR Framework* [J], *Journal of Econometrics*, 112, 359-379, 2003.
- [6] Liew, V.K.S., Baharumshah, A.Z., and Chong, T.T.L., *Are Asian Real Exchange Rates Stationary?* [J] *Economic Letters*, 83, 313-316, 2004.
- [7] Lothian, J.R., and Taylor, M.P., *Real Exchange Rate Behavior: the Recent Float from the Perspective of the Past Two Centuries* [J], *Journal of Political Economy*, 104, 488-509, 1996.
- [8] Michael, P., Nobay, A.R., and Peel, D.A., *Transaction Costs and Nonlinear Adjustment in Real Exchange Rates: An Empirical Investigation* [J], *Journal of Political Economy*, 105, 862-879, 1997.
- [9] Peters, E.E., *Fractal Market Analysis: Applying Chaos Theory to Investment Economics* [M], John Wiley and Sons, New York, 1994.
- [10] Rogoff, K., *The Purchasing Power Parity Puzzle* [J], *Journal of Economic Literature*, 34, 647-668, 1996.
- [11] Sarno, L., *Viewpoint: Towards A Solution to the Puzzles in Exchange Rate Economics: Where Do We Stand?* [J], *Canadian Journal of Economics*, 38, 673-708, 2005.

- [12] Sercu, P., Uppal, R. and Van Hulle, C., *The Exchange Rate in the Presence of Transaction Costs: Implications for Tests of Purchasing Power Parity* [J], *Journal of Finance*, 50, 1309–1319, 1995.
- [13] Taylor, M. P., *Real Exchange Rates and Purchasing Power Parity: Ean-Reversion in Economic Thought* [J], *Applied Financial Economics*, 16(1/2), 1-17, 2006.
- [14] (14) Taylor, M. P., Peel, D.A. and Sarno, L., *Nonlinear Mean-reversion in Real Exchange Rates: Towards A Solution to the Purchasing Power Parity Puzzles* [J], *International Economic Review*, 42, 1015–1042, 2001.
- [15] Teräsvirta, T., *Specification, Estimation, and Evaluation of Smooth Transition Autoregressive Models* [J], *Journal of the American Statistical Association*, 89, 208-218, 1994.
- [16] van Dijk, D., Teräsvirta, T., and Franses, P.H., *Smooth Transition Autoregressive Models—A Survey of Recent Developments* [J], *Econometric Reviews*, 21, 1–47, 2002.
- [17] 刘金全、云航、郑挺国：《人民币汇率购买力平价假说的计量检验—基于Markov区制转移的Engel-Granger协整分析》[J]，《管理世界》，2006年第3期。
- [18] 王志强、齐佩金、孙刚：《人民币汇率购买力平价的界限检验》[J]，《数量经济技术经济研究》，2004年第2期。
- [19] 郑超愚、朱南松、张瑶：《动态购买力平价理论：概念、证据与运用》[J]，《经济研究》，2007年第6期。