

基于结构突变理论的我国人均 GDP 的趋势分析

范英兵^{1,3} 房彦兵^{1,2} 潘学锋^{1,4}

(1. 宁夏大学 数学计算机学院, 宁夏银川 750021; 2. 西南财经大学 金融学院, 四川成都 611130;3. 黑河学院 数学系, 黑龙江黑河 164300;4. 石河子大学 数学系, 新疆石河子 832003)

摘要: 本文运用结构突变理论, 对我国 1978-2008 年的人均 GDP 进行实证分析, 分析得到: 自 1978 年以来, 我国人均 GDP 服从结构变化的趋势稳定的单位根过程, 其数据生成过程没有发生结构突变, 因此我国人均 GDP 将在未来的一段时间内保持稳定上涨趋势.

关键词: 结构突变; 人均 GDP; 稳定趋势; 单位根检验; 数据生成过程

1 引言

众所周知, 模型的适用性与其假设息息相关, 假设理想的条件越多, 模型的普适性和精确性就会越差. 而目前计量经济学中传统的单位根检验就是假定数据的生成过程是无结构突变的, 但是在现实生活中, 经济运行经常会受到很多因素的影响, 比如金融危机、新的国家经济政策的出台等, 这样就会使一些经济变量的数据生成过程发生结构性突变. 早在 1989 年 Perron 就提出了结构突变的单位根检验, 并利用结构突变理论^[1] 发现美国经济变量的时间序列数据为结构突变的趋势稳定的. 目前结构突变理论的研究仍在继续发展, 现在已成为计量经济学中的重要的前沿课题. 在国内对人均 GDP^[2,3] 的研究主要是应用计量经济学中传统的方法进行分析, 而利用结构突变理论对我国人均 GDP 进行实证分析尚未出现. 因此本文将运用结构突变理论, 从数据的生成过程分析我国人均 GDP 的长期趋势, 分析得到我国人均 GDP 的发展是趋势稳定的, 进而得出我国经济发展是稳定的.

2 结构突变的单位根过程与趋势稳定

2.1 单位根检验

我们都知道单位根的最显著的特征是: 其一阶差分为稳定过程 (记为 DS), 即 $y_t \sim I(1)$, 有 $\Delta y_t \sim I(0)$, 即

$$y_t = \alpha + \beta t + u_t, u_t \sim I(0). \quad (1)$$

换句话说, y_t 对常数和时间趋势回归的残差 u_t 为稳定过程, 称为 y_t 为趋势稳定过程 (记为 TSP). 而 $y_t \sim I(1)$ 是指 $\Delta y_t = \alpha + u_t, u_t \sim I(0)$, 即 y_t 为差分稳定 (DS). 由此看出, TSP 数据显然是围绕时间趋势波动且随时间增或减, 相比较而言, DS 数据图形随时间递增或减的特征不如 TSP 显著和有规律. 为检验数据属于 TSP 还是 DS, 设定:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 t + u_t, u_t = \rho u_{t-1} + e_t, e_t \sim iin(0, \sigma^2). \quad (2)$$

当 $\rho < 1$ 时, y_t 为 TSP.

由

$$y_t - y_{t-1} = \beta_1 + u_t - u_{t-1}.$$

得到:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \rho[y_{t-1} - \beta_0 - \beta_1(t-1)] + e_t$$

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (10901004)

作者简介: 范英兵 (1984-), 男, 山东烟台人, 硕士研究生.

故上式可以简化为:

$$y_t = \alpha + \delta t + \rho y_{t-1} + e_t. \quad (3)$$

其中 $\alpha = \beta_0 - \rho(\beta_0 - \beta_1)$, $\delta = \beta_1(1 - \rho)$.

当 $\rho = 1$, 则 $\delta = 0$, 这样, 我们将原假设设为 $H_0: \rho = 1$, 则 $\delta = 0$, 接受 H_0 就意味 DS, 拒绝 H_0 时, y_t 为 TSP.

2.2 结构突变的趋势稳定

记结构变化发生的时间已知为 t_B , 一般地假定 $\alpha = \alpha_0 + \alpha_1 D_b$ (或者 $\delta = \delta_0 + \delta_1 D_p$), 其中, $D_b = 1$, 当 $t > t_B; D_b = 0$, 当 $t \leq t_B$ (或 $D_p = 1$, 当 $t > t_B; D_p = 0$ 当 $t \leq t_B$), 因此由 (4) 所确定的 y_t 在 $\rho = 0$ 时为截距 (或斜率) 具有结构突变 [4] 的趋势稳定.

结构突变的单位根检验有外生 (结构突变点已知) 结构突变点的检验和内生 (结构突变点未知) 结构突变点的检验两种. 将结构突变点 t_B 先验设定的检验, 即把结构突变点当作外生给定的, 这样容易犯主观性错误. 外生结构突变点的检验需要依赖于数据的特点, 结构变化显著时适用, 反之, 这种检验的势不高. 内生结构突变检验把结构突变点内生化可以很好地避免主观性错误, 具有很高的检验势, 因此本文采用了内生结构突变检验. 内生结构突变检验主要有 3 种方法:

方法①: 递归检验.

递归检验的基本思想是通过递归的方法考察结构突变对单位根检验的影响. 具体算法是从原样本的第一个观测值开始, 取 i_0 个观测值构成第一个子样本, 以后在第一个子样本的基础上逐次增加一个观测值构成新的子样本, 直到包含全部观测值. 对这一系列子样本分别进行 ADF 检验, 从中选取最小的 ADF 值同相应的临界值比较, 检验单位根零假设.

即样本子集取为 $t = 1, 2, \dots, i$, 其中 $i = i_0, i_0 + 1, \dots, T, T$ 是样本容量, i_0 是递归的起始值 (一般地 $i_0 = [0.25T]$). 对每一样本子集用模型

$$\Delta y_t = \rho y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_i \Delta y_{t-i} + \mu + \alpha t + \varepsilon_t, \varepsilon_t \sim iin(0, S^2) \quad (4)$$

进行检验 ($H_0: \rho = 0; H_1: \rho < 0$), ADF 值序列记为 $t_{\hat{p}}(i)$, 从中选择最小值 $t_{\hat{p}}^* = \min\{t_{\hat{p}}(i)\}$, 同相应的临界值比较, 检验单位根零假设.

方法②: 滚动检验.

滚动检验与递归检验类似, 只是所使用的子样本的容量不是逐渐扩大, 而是始终保持一个固定值, 子样本的范围在整个样本中滚动推移, 即 $\{1, 2, \dots, i\}, \{2, 3, \dots, i+1\}, \dots, \{T-i+1, T-i+2, \dots, T\}$. 一般地 $i = [T/3]$. 用 (4) 式对每一样本子集进行 ADF 检验, 从中选取最小的 ADF 值同相应的临界值比较, 检验单位根零假设.

方法③: 循序检验.

循序检验的基本思想是, 在检验式中加入虚拟变量代表结构突变的发生, 循序逐个考察可能的、发生突变的时点, 从检验结果中选取最小的 值与临界值相比较, 检验单位根零假设. 具体方法是对全部样本采用检验模型

$$\Delta y_t = \rho y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_i \Delta y_{t-i} + \mu + \alpha t + \gamma D_t + \varepsilon_t, \varepsilon_t \sim iin(0, S^2) \quad (5)$$

进行检验 ($H_0: \rho = 0; H_1: \rho < 0$). 其中 D_t 分两种情况 (趋势突变模型和均值突变模型) 分别如下:

$$D_t = \begin{cases} 0, & t \leq i; \\ t - i, & t > i. \end{cases}, D_t = \begin{cases} 0, & t \leq i; \\ 1, & t > i. \end{cases}$$

其中 i 代表了样本中待考察的突变点. 为保证有比较高的检验功效, 通常 i 在 $[[0.15T], [0.85T]]$ 范围内逐个取值. 检验得到的 ADF 值序列, 从中选择最小值同相应的临界值比较, 检验单位根零假设.

在 Eviews 软件中, 可以通过编程执行递归检验、滚动检验和循环检验, 上述 3 种检验中分别得到一系列 ADF 值, 画 ADF 值时间序列图, 如果有最小的 ADF 值小于临界值, 说明有结构突变, 否则没有. 一般情况下, 这三种方法所得到的结果会有所不同, 但是如果都没有突变点的话足以认证结果的准确性.

3 我国人均 GDP 数据生成过程与结构突变检验

自 1978 年以来, 我国人均 GDP 的收入总体上呈现持续上涨的稳定趋势. 即自 1978 年以来, 我国人均 GDP 的收入没有出现剧烈的显著的结构变化, 没有改变数据生成过程的特点. 下面我们用结构突变的单位根过程给以检验. 首先验证其是由单位根过程生成的还是由趋势稳定过程生成的.

3.1 数据生成过程的单位根检验

在宏观经济计量中, 一个普遍的做法是对时间序列数据取自然对数以消除异方差的影响, 且这种变换不影响变量之间的长期稳定关系和短期调整效应. 而且还有更深刻的原因: 一是自然对数变换是 COX 变换中最重要的一种形式, 二是可以检验多数经济变量时间序列服从或近似服从对数正态分布, 而非正态分布, 三是可证明双对数线性模型具有最小的平方预测误差. 基于这一做法和图 1, 因此对我国人均 GDP(记为 y) 进行对数处理(图 2), 处理后的数据记为 \hat{y} , 一阶差分后的数据记为 $\Delta\hat{y}$. (数据来源: 中国统计年鉴 2008, 见表 1, 图 1 和图 2 分别为人均 GDP(y) 和对数化后的 \hat{y} 序列图).

表 1 单位: 元

年份	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
人均 GDP(y)	381	419	463	492	528	583	695	858	963
年份	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
人均 GDP(y)	1112	1366	1519	1644	1893	2311	2998	4044	5046
年份	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
人均 GDP(y)	5846	6420	6796	7159	7858	8622	9398	10542	12336
年份	2005	2006	2007	2008					
人均 GDP(y)	14103	16084	18970	23128					

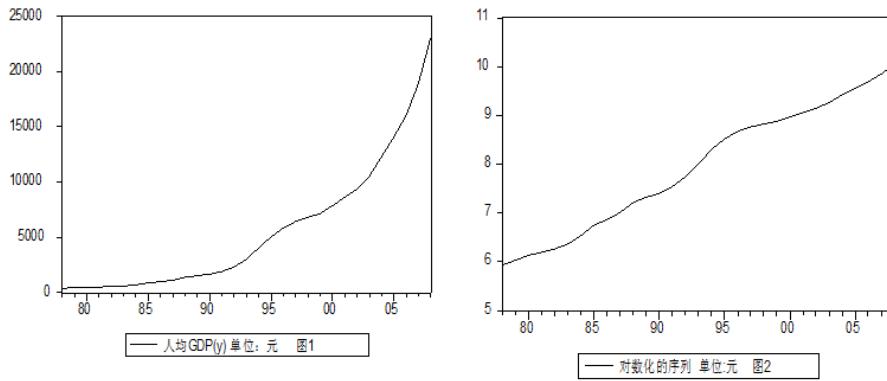


图 1 (横轴为年份, 纵轴为人均 GDP, 单位为元) 图 2 (横轴为年份, 纵轴为人均 GDP, 单位为元)

对 \hat{y} 进行 ADF 检验结果如下:

变量	检验类型 (常数, 时间, 滞后阶数)	ADF	临界值	AIC	SC
\hat{y}	(c,t,1)	-3.411062	-4.3082(1%)	-3.480345	-3.291252
$\Delta\hat{y}$	(c,0,1)	-3.112206	-2.9705(5%)	-3.334666	-3.191930

因此从此表的检验结果得到 \hat{y} 是单位根过程. 由于单位根过程和时间趋势稳定过程均具有随时间递增(减)的特点. 由于 \hat{y} 具有随时间递增的特点, 所以有必要检验其是否具有趋势稳定的特征. 那么首先我们先退化趋势并检验退化后的数据是否为 I(0). 退化趋势结果(下方为 t 统计量):

$$\hat{y} = -275.597 - 51.92134t + 0.14227\hat{\varepsilon}_t + 53.41907$$

$$R^2 = 0.989940, F = 2853.597, DW = 0.220066.$$

这种退化趋势暂没考虑结构突变问题, 目的在于揭示 \hat{y} 是否具有趋势稳定的特征. 为此对 $\hat{\varepsilon}_t$ 进行无截距的 ADF(k) 检验, 基于 AIC 准则和 SC 准则, 选取合适的 $k = 1$, 得到的结果如下:

$$D(\hat{\varepsilon}_t) = -0.196816\hat{\varepsilon}_{t-1} + 0.778536D(\hat{\varepsilon}_{t-1})$$

$$AIC = -3.606996, SC = -3.5127, ADF(1) = -3.496778.$$

根据 $ADF(1) < -2.6453$ (1% 的临界值), 退化后的 $\hat{\varepsilon}_t$ 为稳定过程, 所以 \hat{y} 是具有趋势稳定的生成过程. 因此可以得到 \hat{y} 是由结构变化的趋势稳定生成的单位根过程.

3.2 内生结构突变的单位根检验

经过比较试验, 我们发现 \hat{y} 检验式中的滞后阶数取 $p = 1$, 可以基本消除自相关, 基于此利用前面介绍的递归检验、滚动检验、循序检验 3 种方法进行突变检验. 在方法①②③的检验中均固定取为 1, 实际样本的容量为 $T = 29$ (1980-2008).

方法①: 递归检验.

起始值 $i_0 = 7$, 即依次进行 1980 ~ 1986, 1980 ~ 1987, …, 1980 ~ 2008 的检验.

方法②: 滚动检验.

样本子集容量为 10, 因此其样本子集分别为 1980 ~ 1989, 1981 ~ 1990, …, 1999 ~ 2008.

方法③: 循序检验.

结构突变的检验范围 [4, 25], 即在 1983 ~ 2004 年之间加入虚拟变量进行检验.

通过 Eviews 编制程序, 检验结果如图 3-6 所示. 虽然 4 个图略有不同, 但是结果是一致的: ADF 值序列中的最小值均大于临界值, 这说明没有出现结构突变点.

这说明自 1978 年以来, 我国经济结构没有发生剧烈变化, 即没有发生结构突变. 这主要是因为我国经济是逐渐发展的, 改革开放后重大的经济政策的改变没有对人均 GDP 形成巨大冲击, 当经济出现小的变动时, 国家相应机关虽然采取相应的经济策略和计划, 但是政策的改变并没有达到发生结构变化的程度, 所以即使采取一定的经济政策也没使国内经济环境没有发生剧烈的改变, 因此会使国内的经济发展有条不紊的顺利进行.

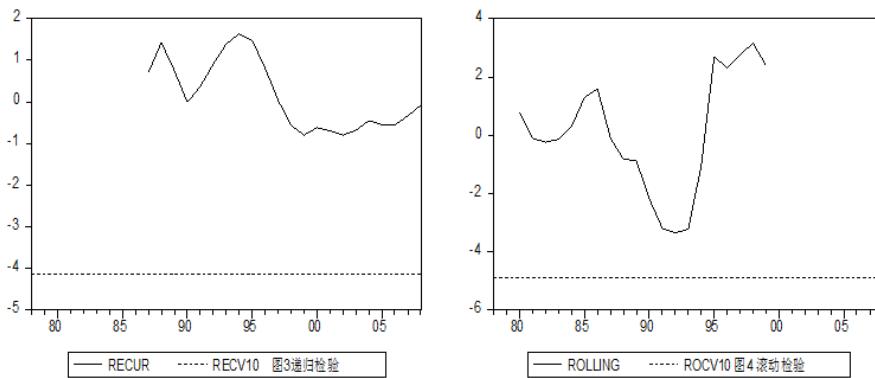


图 3 (横轴表示年份, 纵轴表示 ADF 值, 无单位) 图 4 (横轴表示年份, 纵轴表示 ADF 值, 无单位)

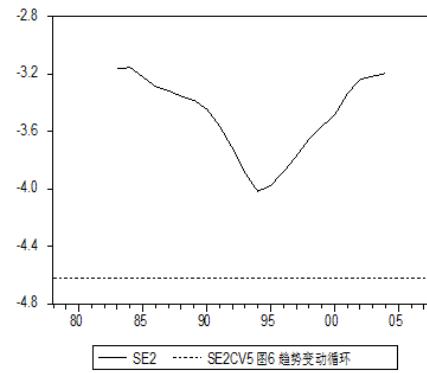
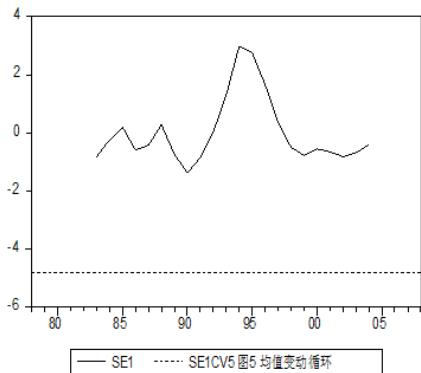


图 5 (横轴表示年份, 纵轴表示 ADF 值, 无单位) 图 6 (横轴表示年份, 纵轴表示 ADF 值, 无单位)

4 总结

根据前面的论述以及对我国人均 GDP 的突变检验, 总结如下:

(1)自 1978 年以来, 到目前为止我国人均 GDP 的数据生成过程是由结构变化的趋势稳定生成的, 没有变为结构变化的单位根过程, 所以人均 GDP 稳定增长.

(2)我国人均 GDP 数据服从单位根过程, 而且是结构变化的趋势稳定生成的单位根过程. 正因为我国人均 GDP 是由结构变化的趋势稳定数据生成的, 再根据起数据生成的惯性作用, 在未来的一段时间里, 如果没有发生巨大的经济政策等外部因素的实施或者内部等制度的改革的情况下, 人均 GDP 的生成过程将继续保持上涨的趋势, 因此即使人均 GDP 发生小幅度的变化, 也不会改变现在的数据生成过程, 因为在正常的经济发展中偶发事件的发生也是可能, 虽然产生了一定的影响, 但是它的影响会马上消失. 所以我国人均 GDP 将继续保持上涨的长期趋势.

参 考 文 献

- [1] 钟春仿. 结构突变理及其对上证指数的实证 [D], 东北财经大学硕士学位论文,2003 年.
- [2] 严天艳, 吕王勇, 朱丽萍. 中国平均 GDP 的时间序列模型的建立与分析 [J], 西南民族大学学报, 2008,34(6).1163-1167.
- [3] 赵盈. 我国 GDP 时间序列模型的建立与实证分析 [J], 西安财经学院学报, 2003,19(3).11-14.
- [4] 桑博德. 突变理论入门 [M], 上海科学技术文献出版社,1983 年.
- [5] 凌复华. 突变理论及其应用 [M], 上海交通大学出版社,1987 年.
- [6] Xiaolan Guan,Zhenji Zhang,Honglu Liu,Runtong Zhang.Factor Interaction and Evaluation of the Enterprise Niche Based on Mutation,Fourth International Conference on Natural Computation,2008.402.

Research on the Average GDP of China Based on the Structure Catastrophe Theory

Yingbing Fan Yanbing Fang Xuefeng Pan

(School of Mathematics and Computer Science, Ningxia University,Yinchuan,750021)

Abstract: This paper applies the structure catastrophe theory to make an empirical analysis of the average GDP of China from 1978 to 2008. The results show that the average GDP of China follows the unit root process which is generated by the structure change's trend stability. It doesn't have a structure change point since 1978. So the average GDP of China will maintain the stable rising trend in a future time.

Keywords: structure change;the average GDP;trend stability;unit-root examination;data generating process;