

# 汇率波动稳态特征的实证研究及其启示\*

戴国强,徐龙炳,陆蓉

(上海财经大学金融学院,上海200433)

**摘要:**汇率分布具有厚尾特征。这类问题往往很难用正态分布去描述。正是由于稳态分布能够很好地处理具有厚尾特征的分布,因此在金融领域中得到越来越广泛的应用。本文选取15个主要币种对美元的汇率,在戴国强等(1999)研究的基础上,进一步应用稳态分布实证研究汇率波动的特性。本文的研究表明,15种主要货币对美元的每日汇率所构成的时间序列均呈现狭峰、厚尾的特征,特征指数 $\alpha < 2$ ,具有稳态特征。偏斜度参数 $\beta$ 指出汇率分布有偏,利用各种汇率获取投机利润的可能性不同。最后就中央银行对外汇市场的干预问题进行了分析,提出了相应的政策建议。

**关键词:**汇率;稳态分布;非线性

**中图分类号:**F830.92 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-9952(2000)06-0003-07

汇率系统具有复杂的非线性动力系统的特征,它既受确定性规律支配,同时又表现出某种随机现象,即汇率具有时变性、随机性和模糊性的特点(Hsieh,1988)。研究汇率波动的特征,对于探索许多其它问题,如外汇期权定价问题、外汇市场有效性检验、国际资产组合管理问题等都具有重要意义。研究汇率对宏观经济变量冲击的一些政策问题及中央银行制定汇率政策也应考虑到汇率波动的特性。从统计分析的角度对汇率波动作出更深入的分析将有助于对外汇市场的深刻认识和理解,为制定适当的汇率政策提供参考。

戴国强等(1999)研究表明,汇率波动呈现非线性,表明具有状态的持续性特征。1994年墨西哥金融危机以来,国际汇率波动幅度有所加大,易受随机冲击的影响,东南亚金融危机的爆发及其演变更是清楚地说明了这一点。

具有厚尾特征的分布在金融领域的实际应用中经常出现,对于这类问题往往很难用正态分布去描述,即使这样做往往效果也很差。正是由于稳态分布能够很好地处理具有厚尾特征的分布,因此在金融领域中越来越得到广泛的应用。国外早在60年代初已经对此作出了开创性的研究工作。MuCulloch(1996)综述了稳态分布在金融领域中的应用。

本文对所选取的15个主要币种对美元的汇率,在笔者(1999)研究的基础上,运用稳态分

\* 本文得到上海市哲学社会科学规划(99BBX002)和上海财经大学211科研基金资助;STABIE软件由John P. Nolan提供,一并致谢。

收稿日期:2000-03-15

作者简介:戴国强(1952-),男,上海市人,上海财经大学金融学院教授,博士生导师。

徐龙炳(1964-),男,江苏丹徒人,上海财经大学金融学院博士生。

陆蓉(1975-),女,安徽合肥人,上海财经大学金融学院博士生。

布实证研究汇率波动的稳态特性。汇率波动的稳态特性蕴含着重要的政策含义。结合实证研究所得到的结果,本文进一步分析了中央银行对外汇市场的干预问题,并提出相应的政策建议。

## 一、汇率及其收益的基本统计

1. 数据说明。本文研究的数据为 IFS(International Financial Statistics, IMF)公布的 15 种主要货币对美元的每日汇率(见表 1)。

表 1 15 种主要货币对美元每日汇率样本表

编号	币种	代码	样本区间	观察值个数
1	澳大利亚元	AUSDOLL	84/11/01-99/05/31	3632
2	奥地利先令	AUSSCH	84/11/02-98/12/31	3491
3	比利时法郎	BELFRA	84/11/05-98/12/31	3499
4	加拿大元	CANDOLL	84/11/01-99/05/31	3646
5	德国马克	DEUMARK	84/11/01-98/12/30	3537
6	法国法郎	FRENFRA	84/11/02-98/12/31	3513
7	伊朗里亚尔	IRANRIAL	84/11/01-99/05/31	3000
8	意大利里拉	ITALLIRA	84/11/02-98/12/31	3493
9	日元	JAPYEN	84/11/01-99/05/31	3584
10	荷兰盾	NETHGIL	84/11/01-98/12/31	3576
11	挪威克朗	NORKRO	84/11/01-99/05/31	3648
12	英镑	POUSTE	84/11/01-99/05/28	3678
13	西班牙比塞塔	SPAPER	84/11/02-98/12/31	3447
14	瑞典克朗	SWEKRO	84/11/01-99/05/31	3504
15	瑞士法郎	SWIFRA	84/11/01-99/05/31	3654

2. 数据预处理。对上述 15 种主要汇率所构成的时间序列  $X_t = \{x_t\}$  的变量取对数,然后再进行一阶差分,得到:  $y_t = \ln x_t - \ln x_{t-1}$

由于  $y_t = \ln x_t - \ln x_{t-1} = \ln(x_t/x_{t-1}) = \ln(1 + \frac{x_t - x_{t-1}}{x_{t-1}})$ , 因此  $y_t$  实际上就是汇率的对数收益。

### 3. 基本统计

表 2 基本统计结果

代码	观察个数	均值	标准差	偏度	峰度
AUSDOLL	3631	0.74773E-04	0.12196E-01	0.41663	238.39
AUSSCH	3490	-0.16163E-03	0.15247E-01	-0.049749	488.47
BELFRA	3498	-0.154333E-03	0.30827E-01	0.22859	304.28
CANDOLL	3645	0.32604E-04	0.82973E-02	-0.098361	522.93
DEUMARK	3536	-0.16708E-03	0.13800E-01	-0.16132	389.32
FRENFRA	3512	-0.13606E-03	0.39437E-01	-0.043201	273.11
IRANRIAL	2999	0.98103E-03	0.57783E-01	41.414	2094.4
ITALLIRA	3492	-0.30461E-04	0.86102E-02	1.6629	87.367
JAPYEN	3583	-0.19638E-03	0.75388E-02	-0.76916	10.331
NETHGIL	3575	-0.16492E-03	0.19295E-01	-0.90947	531.66
NORKRO	3647	-0.29807/E-04	0.52487E-01	0.061055	624.39
POUSTE	3677	-0.74217E-04	0.28301E-01	-0.18983	231.77
SPAPER	3446	-0.44079E-04	0.97072E-02	0.53361	157.67
SWEKRO	3503	-0.17088E-05	0.94846E-02	0.74117	118.16
SWIFRA	3653	-0.13436E-03	0.16766E-01	0.26114	224.56

虽然描述统计不足以推导出一般性的结论,但却为进一步研究提供了某些参考。从偏度和峰度可以看出,汇率收益分布较正态分布有偏且具有狭峰,为非正态分布,呈现厚尾特征(见表2)。如何刻划分布所具有的厚尾特征?莱维(Lévy)在1924年首先对此问题进行了深入的研究,并得到了许多重要结果。在高斯(Gauss)分布的情形下, $X \sim N(0, 1)$ ,当 $x \rightarrow \infty$ 时,分布的尾部概率可以用下式逼近:

$$P(X > x) \sim \frac{\exp(-x^2/2)}{x \sqrt{2\pi}} \quad (1)$$

当特征指数 $\alpha < 2$ 时,非高斯稳态分布服从帕雷托(Pareto)规律的渐进形式。如果 $X$ 是服从标准稳态分布的随机变量,那么当 $x \rightarrow \infty$ 时,有:

$$P(X > x) \sim (1 + \beta) C_\alpha x^{-\alpha} \quad (2)$$

其中 $\alpha$ 为特征指数, $\beta$ 为偏度,且

$$C_\alpha = (2 \int_0^\infty x^{-\alpha} \sin x dx)^{-1} = \frac{1}{\pi} \Gamma(\alpha) \sin\left(\frac{\alpha\pi}{2}\right)$$

莱维的工作是在帕雷托于1897年讨论收入分布的基础上进行的。帕雷托发现收入的分布,除约3%的富有人士以外,可以用对数正态分布很好地逼近。对于这3%的人来说,收入开始服从逆幂规律(Inverse-Power Law),导致厚尾的产生。被誉为分形几何学巨匠的芒德勃罗(Mandelbrot),在60年代初的研究表明:资本市场收益服从Stable Paretian分布,表现为在均值处具有高峰,而且尾厚。大量的实证研究表明,厚尾并不仅仅是股票市场特有的现象,其它金融时间序列也表现出同样的特性(Peters, 1989, 1991, 1994),这些厚尾分布常常显示出由非线性随机过程所产生的一种具有长期记忆系统的迹象。这种非线性过程可由时变方差(如ARCH)或Pareto-Lévy长期记忆过程产生。

## 二、稳态分布的基本特性

既然汇率波动具有厚尾特征,那么就可以通过稳态分布来表征其结构,揭示其内在特性,探究其一般规律。

稳态分布是一族具有偏度和厚尾的分布,可以通过4个参数来刻划:稳定性指数或特征指数 $\alpha$ ,偏度参数 $\beta$ ,尺度参数 $\gamma$ ,位置参数 $\delta$ 。4个参数的变化产生了稳态分布的不同形式。正态分布和柯西(Cauchy)分布是稳态分布的特殊情形。

稳态分布之所以得到很广泛的应用至少有几个方面的原因:首先,研究表明很多随机变量服从非高斯稳态分布;其次,广义中心极限定理表明,对大量的独立同分布随机变量的和进行适当的标准化处理后,如果极限分布存在,则此分布一定属于稳态分布族。第三,由于许多大型数据集表现为具有厚尾、狭峰的特征,用高斯分布描述效果不好,但用稳态分布去逼近较理想(Nolan, 1999)。

从分布的特征函数角度进一步讨论上述问题,将有助于对问题的深入认识。

若随机变量 $t$ 服从正态分布,则其特征函数 $f(t)$ 满足

$$\log f(t) = iut - (\sigma^2/2)t^2 \quad u = \text{均值}, \sigma^2 = \text{方差} \quad (3)$$

对于标准正态分布,均值为0,标准差为1。

具有厚尾、狭峰特征的分布是帕雷托分布的特殊情形。莱维概括了其概率分布的特征函数:

$$\log f(t) = \begin{cases} i\delta t - \gamma |t|^\alpha (1 + i\beta(t/|t|)\tan(\alpha\pi/2)) & \alpha \neq 1 \\ i\delta t - \gamma |t| (1 + i\beta(t/|t|)\frac{2}{\pi} \log |t|) & \alpha = 1 \end{cases} \quad (4)$$

其中的 4 个特征参数  $\alpha, \beta, \delta, \gamma$  分别具有如下的意义:

稳定性指数或特征指数  $\alpha \in (0, 2]$ , 标志着分布的峰度以及尾部的特性;  $\beta \in [-1, +1]$ , 是偏斜度的测度;  $\delta$  是均值的位置参数;  $\gamma > 0$ , 是尺度调整参数。

当  $\alpha = 2$  时, 稳态分布即为正态分布, 且具有均值  $\delta$ , 方差  $2\gamma$ 。当  $\alpha = 1, \beta = 0$  时, 即为柯西分布。

当  $\beta = 0$  时, 分布是对称的;  $\beta = +1$  时, 分布是右厚尾的, 随  $\beta$  逐步逼近  $+1$  右偏斜程度增加; 当  $\beta < 0$  时, 情形相反。

稳态分布可以通过位置参数和尺度调整参数进行标准化, 即对于稳态分布  $S(x; \alpha, \beta, \gamma, \delta)$  来说, 有  $S(x; \alpha, \beta, \gamma, \delta) = S((x - \delta)/\gamma; \alpha, \beta, 1, 0)$ 。

取  $\alpha = 2, \beta = 0, \gamma = 1, \delta = 1$  代入(4)即可得到(3)式的正态分布的特征函数。

当  $\alpha \neq 2$  时, 分布的特性发生了巨大的变化。

当  $1 \leq \alpha < 2$  时, 方差不确定或无穷; 只有当  $\alpha = 2$  时, 方差有限且稳定, 方差是重要的信息; 否则, 无穷方差是可能的并且是典型的情形。当  $\alpha \neq 2$  时, 作为离中趋势或风险尺度的样本方差近乎无意义。

当  $0 < \alpha \leq 1$  时, 不存在稳定均值, 此范围中的  $\alpha$  较罕见。然而, 当  $1 < \alpha \leq 2$  时, 却有稳定均值, 此范围中的非整数  $\alpha$  对应于具有长期关联和统计上自我相似特征的分数布朗运动,  $\alpha$  即为时间序列的分数维。这种自我相似特性就是芒德勃罗曾在 1982 年使用拓扑维来定义的分形, 分形分布即为稳态分布(Peters, 1994)。

芒德勃罗首先提出了分数维的概念, 引入分数布朗运动, 建立了分形几何学。自相似性是分形理论的核心, 是所有特征中的基本特征。分数维的引入就能刻画自相似结构和奇异吸引子的几何特性。若  $\alpha$  为时间序列的分数维, 则有:

$$\alpha = \frac{1}{H}, \text{ 其中 } H = \text{赫斯特指数 (Hurst exponent)}$$

赫斯特指数  $H$  的确定可以通过 R/S 分析(Rescaled Range Analysis)方法(Peters, 1991, 1994)来实现。虽然可以用 R/S 分析方法估计汇率波动所构成的时间序列的  $\alpha$  参数(戴国强等, 1999), 但是却得不到其它几个参数的估计, 因此有必要进一步研究。本文在笔者上述研究的基础上, 进一步扩充样本, 运用稳态分布的极大似然估计方法来估计所有参数。

### 三、实证研究

对于稳态分布来说, 由于密度函数在一般情况下不存在闭型, 因此参数的估计非常困难。Nolan(1997, 1999)提出了一种数值程序来得到稳态分布参数的极大似然估计方法。下面应用极大似然估计对上述 4 个参数进行估计, 具体结果见表 3。

表 3 稳态分布参数估计结果

	N	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\delta$
AUSDOLL	3631	1.479225	0.117342	0.323278E-02	-0.253164E-03
AUSSCH	3490	1.635214	-0.102547	0.423695E-02	0.891638E-04
BELFRA	3498	1.568745	-0.096009	0.422559E-02	0.955012E-04
CANDOLL	3645	1.523873	0.004868	0.159845E-02	-0.197701E-05
DEUMARK	3536	1.623530	-0.118413	0.419994E-02	0.484953E-04
FRENFRA	3512	1.543445	-0.109771	0.397667E-02	0.107353E-03
IRANRIAL	2999	1.536020	-0.063203	0.260281E-02	0.409642E-04
ITALLIRA	3492	1.528936	-0.056186	0.377763E-02	0.534792E-04
JAPYEN	3583	1.621150	-0.173152	0.408055E-02	0.149846E-03
NETHGIL	3575	1.595150	-0.148464	0.415196E-02	0.138334E-03
NORKRO	3647	1.582243	-0.062802	0.373663E-02	0.539234E-04
POUSTE	3677	1.492977	0.045520	0.382134E-02	-0.149457E-03
SPAPER	3446	1.592452	0.001290	0.407622E-02	-0.118633E-05
SWEKRO	3503	1.573926	0.034893	0.376202E-02	-0.306175E-04
SWIFRA	3653	1.641371	-0.158778	0.475401E-02	0.152635E-03

#### 四、结果分析

通过以上的分析,我们得到下列的结论:

1. 汇率波动呈现厚尾特征。15 种主要货币对美元的每日汇率所构成的时间序列均呈现厚尾特征,其参数  $\alpha < 2$ ,由此进一步说明了汇率波动的集群性,即大幅度的波动集中在某些时段上,而小幅度的波动则集中在另一些时段上。汇率波动的集群性特征说明外汇市场不满足有效市场的假定,汇率不是随机游走的,而是具有一定的规律性。

2. 汇率波动分布的狭峰厚尾特性表明,15 种汇率波动不服从正态分布,厚尾特征使得样本方差增大,正态分布很难拟合分布的厚尾,因此用基于正态分布的方法来预测汇率走势的精度将很差。

3. 在 15 种汇率中,澳大利亚元厚尾性最大( $\alpha = 1.479225$ ),而瑞士法郎厚尾性最小( $\alpha = 1.641371$ )。厚尾性越大说明状态持续性越强,在预测汇率趋势时历史信息越重要。在所选取的样本区间内,澳大利亚元汇率波动的自相似性最强,瑞士法郎汇率波动的独立性最强,15 种汇率波动的情况较为接近。

4. 从偏斜度参数  $\beta$  来看,各汇率波动偏态呈现不同特征,其中澳大利亚元、加拿大元、英镑、西班牙比塞塔、瑞典克朗的汇率分布右偏,呈现右厚尾特征。其它的汇率分布均为左偏。15 种汇率中,日元左偏程度最大( $\beta = -0.173152$ )。澳大利亚元右偏程度最大( $\beta = 0.117342$ )。偏度反映了随机变量密度函数曲线在众数(密度函数在这一点达到最大值)两边的对称偏斜性。日元的左偏程度及绝对偏离程度均为最大,众数收益率出现在较高收益率处。

也即,获取超额收益的可能性较大。因此从所选取的样本区间来看,日元的投机获益性最强。

## 五、政策建议

本文的研究结果表明,汇率波动具有稳态特性。汇率波动的这种特性对于正确预测汇率走势、选择投资时机、制定外汇政策等都具有重要的意义。

1998年日元汇率走软,由于对日元信任程度的下降,市场预期前景不乐观,日元兑美元汇率一跌再跌。有人曾预测日元兑美元汇率会跌破160点大关,然而到了140点左右汇率就出现了反弹。这说明人们的心理预期因素对汇率走势有很大的影响。汇率不可能无限制地下跌,因为人们对于汇率走势的预期受汇率历史信息的影响,使得汇率波动不会毫无边界。汇率的历史信息会影响当前汇率,符合其特征指数 $\alpha < 2$ 的经济涵义,也就是汇率波动具有稳态特征,呈现状态持续性。因此从根本上来说,中央银行的外汇政策只能影响短期汇率,中央银行对外汇市场干预的有效性也就受到了严峻的挑战。

汇率波动受到众多因素的影响,但主要取决于两个因素,即市场预期与市场投机行为。为什么日元汇率的波动比较大?我们认为,各国中央银行、国际金融机构乃至各国政府对日元的过分关注,恰恰影响了日元的稳定性。市场微观结构主体对政策行为作出了异常的反应。由于日元的投机获益可能性较大,因此在今后的外汇交易中,应充分注意日元的走势。在外汇储备中,日元的储备应保持适当的比重。

对于欧元来说,由于数据样本过短,本文没有对其作统计分析。但是,由于德国马克是构成欧元的主体,因此从本文对德国马克所作的分析可以基本反映出未来欧元的发展趋势。德国马克汇率相对稳定( $\alpha = 1.623530$ ),波动的独立性较强,因此在未来的一段时间内,欧元呈相对稳定的走势,从而不宜多参与对欧元的操作,同时欧元在外汇储备中的比例也应适当地加以控制。储备货币占有所有储备中的比例,除了要考虑国际贸易的需要以外,还应考虑其投机收益以及其可获得性成本的大小。

实证研究的结果以及外汇市场的实际情况都清楚地表明,中央银行对外汇市场的干预往往导致汇率波动的加剧。汇率波动的程度依赖于两个方面的原因:市场预期的变化和市场的投机行为。中央银行对外汇市场进行干预的效果如何取决于干预影响汇率波动原因的程度,即取决于影响市场预期和市场投机行为的程度。实证研究表明,一般来说,中央银行对外汇市场的干预并不能减少汇率波动的程度;中央银行对外汇市场的干预也几乎没有显著地影响汇率波动,在某些情形下甚至加剧了汇率波动的程度(Bonser-Neal, 1996)。市场微观结构主体在汇率波动的行为决定中所起的积极作用增大,对政策行为能作出迅速的反应(Dominguez, 1999),其结果是削弱了干预的效果。

综合上述分析,我们的政策建议是:第一,中央银行在未来的一段时间内应该尽量减少对外汇市场的干预,使得汇率的走势更加平衡,从而降低汇率波动的程度;第二,与此同时,外汇储备应作出适当的调整,建议考虑适当增加日元占外汇储备的比例,控制欧元占外汇储备中的比例;第三,采取更加灵活的汇率政策,使其能灵敏地反映市场供求和国际收支的状况,适当地放松市场条件,重视市场微观结构主体在汇率波动行为决定中的影响,进一步加强汇率生成过程中市场力量的作用。

---

### 参考文献:

- [1]Bonser-Neal,Catherine. Does Central Bank Intervention Stabilize Foreign Exchange Rates? [J]. *Economic Review*, First Quarter, 1996.
- [2]Dominguez,Kathryn M. The Market Microstructure of Central Bank Intervention [R]. NBER Working Paper No. W7337, Issued in September 1999.
- [3]McCulloch, J. H. . Financial Applications of Stable Distributions [M]. *Statistical Methods in Finance, Handbook of Statistics, Vol. 14* Maddala, G. S. and Rao, C. R. , North Holland, NY. 1996.
- [4]Nolan, J. P. . Numerical Computation of Stable Densities and Distribution Functions [M]. *Comm. in Stat. - Stochastic Models* 13, 759—774. 1997.
- [5]Nolan, J. P. . Maximum Likelihood Estimation and Diagnostic for Stable Distributions [R] . Department of Mathematics and Statistics, American University, Washington, 1999.
- [6]Nolan, J. P. . Stable Distributions [M]. Unpublished Manuscript, 1999.
- [7]Peters, E. E. . Fractal Market Analysis [M]. John Wiley & Sons, Inc. , New York, 1994.
- [8]Peters, E. E. . Chaos and Order in the Capital Markets [M]. John Wiley & Sons, Inc. . New York, 1991.
- [9]Peters, E. E. . Fractal Structure in the Capital Markets [J]. *Financial Analysts Journal*, July/August, 32—37, 1989.
- [10]Hsieh, D. . The statistical property of Daily Foreign Exchange Rates: 1974—1983 [J]. *Journal of International Economics* 24, 132—145, 1988.
- [11]戴国强,徐龙炳,陆蓉. 国际汇率波动的非线性探索及其政策意义 [J]. *国际金融研究*, 1999, (10).

## Empirical Research on the Stable Properties of Exchange Rate Volatility and Its Inspiration

DAI Guo-qing, XU Long-bing, LU Rong

*(School of Finance, Shanghai University of Finance and Economics, Shanghai, China, 200433)*

**Abstract:** The distributions of exchange rate volatility have thick tails. Such data sets are poorly described by a Gaussian model, but possibly can be described by a stable distribution. As they can capture the skewness and thick tails, stable distributions have now received great attention in finance. This paper deals with the stable properties of exchange rate volatility empirically on the basis of Dai et-al(1999). The results show that the distributions of the daily exchange rate time series of 15 main currencies against U. S. dollar are leptokurtosis and have thick tails. The characteristic exponent  $\alpha$  is less than 2. The skewness parameter  $\beta$  indicates different profits from different exchange rates, Policy implication is also discussed.

**Key words:** exchange rate volatility; stable distribution; nonlinearity