

人民币汇率行为 描述与风险管理

RENMINBI HUI LIU

XINGWEI MIAOSHU YU FENGXIAN GUANLI

基于神经网络模型的人民币汇率预测研究

丁 晖 谢 赤◎著

湖南人民出版社

人民币汇率行为 描述与风险管理

基于神经网络模型的人民币汇率波动研究

丁建 曹海峰



中国金融出版社

RENMINBI HUILIU XINGWEI MIAOSHU YU FENGXIAN GUANLI

人民币汇率行为描述与风险管理

基于神经网络模型的 人民币汇率预测研究

丁 晖 谢 赤◎著

湖南人民出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

人民币汇率行为描述与风险管理 / 谢赤等著. —长沙:
湖南人民出版社, 2010. 7

ISBN 978 - 7 - 5438 - 6067 - 4

I. 人… II. 谢… III. 人民币 (元) - 汇率 - 研究
IV. F822. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 196851 号

人民币汇率行为描述与风险管理

谢 赤 等著

出 版 人: 李建国

责 任 编 辑: 唐长庚

装 帧 设 计: 陈 新 + 谢俊平

出版、发行: 湖南人民出版社

网 址: [http: //www. hnppp. com](http://www.hnppp.com)

地 址: 长沙市营盘东路 3 号

邮 编: 410005

经 销: 湖南省新华书店

印 刷: 长沙科地印务有限公司

印 次: 2010 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 890 × 1240 1 / 32

印 张: 31. 5

字 数: 790000

书 号: ISBN 978 - 7 - 5438 - 6067 - 4

总 定 价: 63. 00 元 (全 4 册)

营销电话: 0731 - 82226732

(如发现印装质量问题请与承印厂调换)

摘 要

在开放经济中,汇率作为核心经济变量,调整并联系着各种宏观和微观经济因素,同时也影响着各经济体的内外均衡。汇率问题一直以来都是经济学研究中一个重要课题和难题,尤其在布雷顿森林体系解体后,汇率变化表现出了越来越复杂化和动态化的特征。不确定的汇率变化使得各国的货币政策和外汇管理受到严重的干扰,有的甚至完全失效,并因此引发货币危机,严重的还演变为破坏力更大的金融危机。为此,更好地捕捉汇率行为的特征并进行准确的预测成为国际理论界与实务界关注的焦点。

随着中国金融市场的进一步放开,以及2005年人民币实施新一轮汇率改革,汇率市场化进程的加快,人民币汇率问题已成为影响中国与其最重要的贸易伙伴美国,以及与其最大的贸易伙伴欧盟间经济贸易关系和世界经济形势的关键问题,备受全球关注。为此,在深入研究人民币兑美元汇率以及人民币兑欧元汇率的特征和其内在的运行规律的基础上对其进行有效地预测,不仅有助于增强理论界对新形势下人民币汇率行为的表现和特征规律的认识,还有助于中央银行制定正确有效的外汇干预和货币政策、帮助企业正确规避外汇风险和投资者做出科学准确的投资决策。

近年来,人民币汇率的波动性日益明显,汇率行为表现出一定的复杂非线性特征,许多传统的理论模型和线性方法逐渐失去

效用,从而使得对其有效预测的研究转向了非线性的范式。在众多方法中,人工神经网络技术被认为是一种非线性系统逼近和建模的有效工具,并以其良好的自适应、自学习和泛化能力受到了广泛的关注。尽管如此,相比国外学者将神经网络较为成熟地应用于汇率预测研究而言,目前国内学者在人民币汇率预测方面的相关研究还比较薄弱,特别是对于网络结构的选择、输入变量的确定、训练样本数的选择等影响神经网络训练和建模过程的关键参数设计均鲜有讨论,这在很大程度上限制了神经网络模型在人民币汇率预测方面的应用。

为此,本书旨在通过构建并选择更适合于人民币汇率预测的神经网络模型,从而为人民币/美元和人民币/欧元汇率价格水平和波动的准确预测提供一个有效的方法,主要的研究工作包括:

(1) 分别从汇率预测的基本理论、主要模型以及技术方法三方面介绍并评述了国内外汇率预测的研究现状。一方面总结分析了传统理论方法及模型只对汇率的长期预测有效的原因;另一方面依照参数到非参数,线性到非线性的发展过程评述了主要的汇率预测技术方法,指明神经网络在汇率预测方面的优势,为本书的研究提供理论支持。

(2) 讨论了人工神经网络研究的发展,分析了神经网络作为一种预测技术所具有的特性,并分别从神经元模型、网络训练、拓扑结构几个方面阐述了人工神经网络的原理。

(3) 分析了预测模型的泛化能力及在神经网络训练中最容易产生的过拟合问题。运用神经网络进行汇率预测时,泛化能力决定了模型的样本外预测能力;神经网络在训练过程中最容易产生过拟合问题,从而影响模型的泛化能力。为此,提出分别从模型本身和网络的训练过程两个方面对神经网络预测模型的关键参数进行设计,以有效防止过拟合问题的产生。

(4) 剖析了网络结构参数的设计方法。神经网络层数与神经

元数目是决定神经网络结构的关键参数。理论上,一个三层的神经网络可以任意精度逼近连续函数,满足实证建模需要。输入层神经元的数目主要由输入变量决定,它将直接影响网络的学习效果和泛化能力;隐藏神经元主要应用于学习数据的内部规律,应为使模型满足预测精度要求下的最小值;而为了较好地实现汇率的一步向前预测,神经网络模型只需包含一个输出神经元。

(5) 研究了神经网络不同拓扑结构的特点。拓扑结构的确定是预测模型设计的一个关键参数。指出目前应用最为普遍的 MLP 网络的静态本质制约了它在复杂非线性时间序列预测方面的能力。具有局部反馈的三种反馈网络 RNN1、RNN2 和 RNN3,通过不同的方式引入短期记忆模型,可以实现对样本数据的动态学习过程,具备更好的预测潜质。

(6) 剖析了神经网络训练过程中输入变量的选择问题。针对异质模型存在假设严格、数据不易获得和短期预测表现不如长期等问题,指出以汇率序列的滞后期组合作为输入的同质网络模型的优势。在此基础上,进一步讨论了影响同质网络模型预测信息获取能力的最优滞后期参数的选择问题。

(7) 分析了训练样本个数的确定及其对网络学习能力的影响。选择相对最优的训练样本对防止网络训练发生过拟合十分关键,鉴于目前学术界还未对神经网络训练的最优样本个数达成共识,样本均值转折点检验法(MCPT)可能是解决此问题的有效方法。

(8) 在研究期内,构造人民币兑美元和欧元汇率价格水平和波动 4 个具体序列,并在非线性理论的基础上,分别从正态性检验、序列自相关性检验、独立性检验、ARCH 效应检验和长记忆性检验等多个方面对各汇率序列进行非线性检验。结果表明研究期内人民币汇率序列不服从正态分布,呈现出“尖峰厚尾”特征、较强的自相关现象及不同程度的长记忆性。由于检验表明人

民币兑美元和兑欧元汇率系统是两个动态的非线性复杂系统,以传统汇率预测研究中线性范式为基础的经济结构模型和其他线性模型难以解释汇率的变化,并对其做出准确预测。因此,要描述汇率变量的本质特征和内部结构,需要借助于非线性的研究分析方法,只有站在非线性的角度才能对研究期内人民币汇率时间序列的发展和变化规律做出合理预测。

(9) 从研究期内人民币 4 个具体汇率序列数据特征入手,利用能较好描述汇率时间序列相关性和平稳性的自相关函数和 AC 准则估计出各序列的“最优滞后结构”,克服以往研究中该类参数估计的盲目性和局部性。

(10) 分析了 MCPT 方法对于确定研究期内 4 个人民币汇率序列的“最佳训练样本集合”的能力。利用 MCPT 方法估计各神经网络模型最佳训练样本集合的结果可能受到研究期内数据质量和特征的影响,且“最佳训练样本集合”随模型自由度参数的不同出现了多样化的结果,而大训练样本与模型泛化能力之间也不存在必然的联系。

(11) 以不同神经网络模型在汇率时间序列上的预测能力依赖于不同的确定汇率时间序列的假设为前提,从样本内解释、样本外预测和预测性能显著性检验三个方面,全面比较了以往研究中被广泛应用的静态前向 MLP 网络模型和三种基本的动态反馈神经网络模型,对研究期内人民币四个具体汇率时间序列的拟合和预测能力。通过对不同自由度下的各神经网络模型和简单随机游走模型的预测效果进行对比发现,一是总体上动态反馈神经网络模型对人民币汇率各序列的样本内拟合及样本外预测能力,均优于静态前向神经网络和简单随机游走模型;二是各神经网络模型的样本内拟合效果与其样本外预测能力之间并无直接相关关系。三是神经网络模型对汇率时间序列的预测效果明显受预测期限水平的影响,从总体上来看,研究期内各神经网络模型能对相对较

长时间水平上人民币兑两种货币汇率的价格水平序列进行有效预测；而对两波动序列的有效预测期限较短。其中 RNN2（1）和 RNN3（1）模型分别为样本外前 4 周人民币兑美元汇率水平和第一周波动预测的最优模型，而 RNN2（1）和 RNN1（1）分别为样本外前 4 周人民币兑欧元汇率水平和第 1 周与第 2 周波动变化预测的最优模型，且其预测精度较其他模型存在显著优势，从而支持了不同神经网络模型在汇率时间序列上的预测能力依赖于不同的确定汇率时间序列的假设。

本书对于研究问题分别从理论和实证两方面进行了深入的讨论与分析，为准确地预测人民币汇率的价格水平和波动变化，并进一步为中央银行制定正确的外汇干预和货币政策、企业正确规避外汇风险等的决策均具有一定的实际指导作用。

在此，作者特别感谢湖南人民出版社对本书的出版所给予的支持与帮助。

书中难免存在不足之处甚至错误，恳请广大读者批评指正。

目 录

第1章 绪论	1
1.1 选题背景及意义	1
1.1.1 选题背景	1
1.1.2 研究意义	4
1.2 研究创新与研究局限	8
1.3 技术路线与结构安排	9
第2章 汇率预测的基本理论与模型	12
2.1 基于基本分析方法的汇率预测	12
2.1.1 传统的汇率理论及模型与汇率预测	13
2.1.2 汇率预测理论的新近发展	32
2.2 基于技术分析方法的汇率预测	36
2.2.1 基于参数方法的汇率预测	37
2.2.2 基于非参数方法的汇率预测	43
2.3 人民币汇率预测研究现状	50
2.3.1 基于基本分析法的人民币汇率预测研究现状	51
2.3.2 基于技术分析法的人民币汇率预测研究现状	54
2.4 本章小结	55

第3章 神经网络技术原理与预测模型	57
3.1 神经网络技术研究概述	57
3.1.1 神经网络研究的发展	58
3.1.2 神经网络的特性	60
3.2 神经网络技术原理	61
3.2.1 人工神经元模型	61
3.2.2 神经网络的训练	66
3.2.3 神经网络的拓扑结构	69
3.3 神经网络模型与汇率预测	72
3.3.1 神经网络的泛化能力与过拟合问题	72
3.3.2 神经网络模型的参数设计	74
3.3.3 神经网络训练的参数设计	85
3.3.4 神经网络模型预测效果的评价标准	93
3.4 本章小结	95
第4章 人民币汇率时间序列的非线性特征检验	98
4.1 非线性理论概述	99
4.1.1 非线性的概念	100
4.1.2 非线性特征的标度指标	101
4.2 汇率时间序列的非线性特征	104
4.2.1 汇率时间序列的非线性依赖结构	105
4.2.2 汇率时间序列的基本统计特征	106
4.2.3 汇率波动的聚集性和持续性	107
4.2.4 汇率波动的非对称性	108
4.2.5 汇率时间序列的长记忆性	109
4.3 人民币汇率非线性特征实证检验	111
4.3.1 数据描述	111
4.3.2 正态性检验	113
4.3.3 序列相关性检验	116

4.3.4	波动异方差检验和波动特征描述	123
4.3.5	长记忆性检验	129
4.4	本章小结	137
第5章	人民币兑美元汇率序列预测实证研究	139
5.1	实证研究设计	140
5.2	数据构成与数据处理	143
5.3	模型构建关键参数估计与预测能力比较	145
5.3.1	汇率序列最优滞后期的估计	146
5.3.2	汇率序列训练集合最佳样本数的估计	149
5.3.3	神经网络模型的样本内预测能力比较	155
5.3.4	神经网络模型的样本外预测能力比较	164
5.3.5	神经网络模型预测性能的显著性检验	169
5.4	本章小结	172
第6章	人民币兑欧元汇率序列预测实证研究	174
6.1	实证研究说明	175
6.2	数据构成与数据处理	176
6.3	模型构建关键参数估计与预测能力比较	179
6.3.1	汇率序列最优滞后期的估计	179
6.3.2	汇率序列训练集合最佳样本数的估计	181
6.3.3	神经网络模型的样本内预测能力比较	187
6.3.4	神经网络模型的样本外预测能力比较	197
6.3.5	神经网络模型预测性能的显著性检验	203
6.4	本章小结	204
结 论		207

参考文献	211
附图一：不同自由度参数下神经网络模型对 S_{USD} 序列样本外数据的预测结果图	240
附图二：不同自由度参数下神经网络模型对 V_{USD} 序列样本外数据的预测结果图	248
附图三：不同自由度参数下神经网络模型对 S_{EUR} 序列样本外数据的预测结果图	254
附图四：不同自由度参数下神经网络模型对 V_{EUR} 序列样本外数据的预测结果图	260

第1章 绪 论

1.1 选题背景及意义

1.1.1 选题背景

随着全球经济一体化趋势的逐渐加强和世界各国经济之间依赖程度的不断加深,汇率作为两种货币的相对价格成为维系国际经济往来的重要纽带和桥梁。汇率问题一直以来都是经济学研究中一个重要课题和难题,尤其在布雷顿森林体系解体后,浮动汇率制度成为世界上主要的汇率制度,汇率变化显现出了越来越复杂化和动态化的特征。不确定的汇率变化使得各国的货币政策和外汇管理受到严重的干扰,有的甚至完全失效,并因此引发货币危机,严重的还演变为破坏力更大的金融危机。产生这些金融危机的原因除了因浮动汇率导致的汇率行为异常外,还有重要的一点就是理论界和货币当局对新形势下汇率行为的表现和特征规律缺乏足够的认识,特别是对汇率的变化无法准确预测,从而造成相应的货币、外汇管理政策失调。因此,更好地捕捉汇率行为的特征并进行准确的预测变得具有很强的理论和现实指导意义。

对汇率预测方法的研究主要从基础分析和技术分析两类方法展开。基础分析方法的研究主要体现在汇率决定理论的发展,然

而每种汇率理论都只在特定的条件下特别是针对汇率的长期行为表现具有解释力,而在短期波动的研究方面表现不佳。在中短期水平上,技术分析方法能提供更好的准确度。技术分析方法的研究经历了由线性的、参数的方法到非线性、非参数方法的发展,随着越来越多的研究表明汇率变化的规律是非线性的,汇率系统具有复杂的非线性动力系统特征,基于线性思维范式的技术分析已经不能满足现阶段汇率预测的需要,对于汇率预测的研究需要一个全新的基础^[1]。

近年来非参数模型的发展,特别是人工神经网络技术的出现,极大地提高了汇率预测的样本内拟合程度,把汇率预测的研究带入一个新的阶段。特别是神经网络技术中包含反馈过程的神经网络能够更直接更生动地反映系统的动态特性,因而对非线性动态特征的汇率系统的预测更具潜力。

中国是目前世界上最大的发展中国家,经过 20 多年的改革开放,经济得到了快速发展;与此同时,中国的对外经济往来也日趋频繁,中国对世界经济的影响正在日益增大。特别是加入 WTO 以后,随着中国金融市场进一步放开,人民币汇率改革不断深化以及人民币自由兑换进程的加快,人民币在国际货币中的重要地位越来越突显,人民币汇率问题也因此成为国际理论界和实务界关注的焦点问题之一。

在中国全球最重要的贸易伙伴中,美国作为经济实力最强的发达国家代表,2004 年紧随欧盟之后成为中国的第二大贸易伙伴,同时中国也取代日本成为美国第一大贸易国,中美间的经济贸易关系在影响全球经济平衡发展中起着越来越举足轻重的作用。但自 1983 年中国对美国首次贸易顺差开始,两国间的贸易摩擦就不断,特别是在近年来全球经济失衡的背景下,中美的贸易失衡有加剧的趋势,美国对中国的贸易逆差进一步扩大。

为此,2003 年美国政府将其对中巨额贸易赤字的根源归咎于

人民币币值的低估,并把人民币兑美元汇率视为影响中美双方经贸关系的焦点问题。美国也因此成为继日本 2002 年底呼吁发达国家对人民币汇率施加压力之后,对人民币汇率持续施压的主角。2005 年,在多方关注下,人民币汇率展开了新一轮的改革,中国开始实行参考一篮子货币,以市场调节为基础的有管理的浮动汇率制度,逐步放弃钉住美元。自此,人民币兑美元汇率一直在不断小幅升值,特别是 2007 年 8 月美国次级贷款危机爆发以后,美元持续疲软,人民币的升值速度明显加快。截止到 2007 年底,人民币兑美元名义汇率已经累积升值 10.22%。

尽管如此,美方对人民币的升值表现仍不尽满意并指出,中美贸易失衡问题并未因人民币现有升值幅度而有所改善,中国对美国的贸易顺差仍然在继续扩大。此外,次贷危机以后,美国为了削弱其所面临的经济衰退风险,通过采取连续降息的货币政策来刺激本国消费;而中国则为控制经济的过快增长而实施了较为紧缩的货币政策。这些都导致人民币升值的压力在短期内依旧存在。因此,在中国现阶段人民币逐渐与美元脱钩的改革进程中,人民币汇率的长期走势和短期波动行为将备受关注,做好人民币汇率的准确预测对于处理好中美两国的经贸关系具有更为特殊的意义。

相对于美国而言,欧盟作为中国另一主要贸易伙伴以往在人民币汇率问题上的态度是相对务实的,它曾抵制美国要求人民币迅速升值的呼声,并坚持认为中国应以渐进方式增加人民币汇率的弹性。近年来,中欧经贸关系突飞猛进,特别是自 2004 年 5 月欧盟扩大为 25 国开始,欧盟已经连续 4 年超过日本和美国成为中国第一大贸易伙伴。在中欧贸易不断增长的同时,中国对欧盟的贸易顺差也在迅速膨胀。

据统计,中国对欧盟的贸易顺差额在 2001 到 2006 年的年均增速达到了 62.6%,是中欧贸易总额增速的 3 倍多。在中国与欧

盟国家的贸易中,传统上绝大部分企业选择采用美元计价,但是欧元自2002年正式流通使用以来,其国际地位就在不断上升,特别是近年来美元持续疲软,欧元逐渐成为国际外汇市场的盯住通货或参考货币,现已有愈来愈多的企业在中欧贸易中选择以欧元计价。因此随着中欧贸易不平衡问题的突显,人民币兑欧元的汇率问题也被推向前台。

2007年底,由于与人民币对美元的升值相比,欧元对美元的升值幅度要大得多,从而导致事实上自2005年汇率改革以后人民币对欧元累积贬值了8.72%。欧盟在人民币汇率上的态度也开始变得异常强硬,并提出人民币汇率有失公平是国际经济失衡的主要原因,人民币对欧元的贬值是欧盟对中国贸易赤字扩大的主要因素之一。

在2007年和2008年的两次G7(西方7国集团)会议更是把人民币汇率和中欧贸易问题作为重要议题提出,并要求实现人民币对欧元升值。因此,考虑到欧盟作为中国第一大贸易伙伴的重要性,深入分析人民币与欧元调整的相互关系,把握人民币兑欧元汇率的价格和波动的趋势对推进中欧经贸关系的健康发展有重要的意义。

1.1.2 研究意义

深入研究人民币兑美元汇率以及人民币兑欧元汇率的特征和其内在的运行规律,并在此基础上对汇率水平和波动序列分别进行有效预测的意义主要体现在以下几个方面:

(1) 为人民币汇率的准确预测提供一个有效的方法。目前,复杂的国际经济环境对人民币汇率的准确预测提出了更高的要求,而传统的汇率预测的基本分析和技术分析方法均已显示出某种程度的不适应,因此对汇率预测的研究需要一种新的思维范式。基于非线性思维的人工神经网络模型在汇率预测方面有着良