
目录

摘 要	2
一、研究背景与目的	3
二、文献综述	4
三、压力测试简介	5
(一) 压力测试的定义	5
(二) 压力测试的一般步骤	6
三、建模方法简介	8
(一) VAR	8
(二) ARIMA	9
四、实际汇率、进出口与经济增长的实证分析.....	10
(一) 数据来源与说明	11
(二) 数据预处理	12
(三) ARIMA 模型的预测分析	13
1. 汇率的波动性分析	13
2. 汇率的建模与预测	13
(四) VAR 模型的构建和检验	14
1. 时间序列平稳性检验	14
2. 协整检验	15
3. 滞后期的确定	16
4. 模型平稳性检验	17
5. Granger 因果检验	18

6. 脉冲响应分析	19
7. 方差分解	24
（五）压力情景设计与压力测试	26
五、结论	27
参考文献	28

汇率前瞻性预测与经济增长压力测试

摘 要

本文利用 ARMA 模型和 VAR 模型，研究汇率本身波动的周期性和规律性，并进行预测分析，根据预测结果对其进行压力情景设置，对经济增长做压力测试，定量描述汇率对经济增长的效用。在国际贸易摩擦频繁发生的今天，这不仅有助于提高政府决策的前瞻性，准确研判经济新常态下的发展趋势，而且有助于构建我国宏观预测预警体系，形成长效预测预警机制。研究表明，汇率波动短期内人民币升值对进口、出口的影响均表现为负向冲击，但对进口的冲击效应稍大；人民币升值对经济增长有十分微弱的正向冲击。

关键词：VAR，ARIMA，压力测试

一、研究背景与目的

中美贸易战已然打响。3 月 22 日，美国总统特朗普签署总统备忘录，宣布对价值 500 亿美元的自中国进口商品加征关税。4 月 3 日，美国贸易代表办公室正式公布拟加征 25% 关税的中国商品清单，包含约 1300 个独立税目。中国政府随即于 4 月 4 日宣布将对原产于美国的大豆等商品对等加征关税，税率为 25%，涉及金额也在 500 亿美元左右。

今天中美间的经贸联系远甚于当年的世界。无论从双边贸易规模、双边贸易占各自对外贸易的比重，还是从顺逆差、贸易结构等来看，中美双方都对对方市场都有较高程度的依赖。贸易战对彼此的冲击将不容忽视。首当其冲的商品、企业乃至行业自不必说，一国整体之经济，受贸易战的影响亦可能相当之大。

人民币实际汇率对国际收支经常项目下的进出口贸易、资本项目下的国外直接投资、外汇储备以及经济增长均有重要影响。面对国际贸易摩擦风险，对进出口贸易、汇率波动等经贸领域进行压力测试必不可少，此举有助于认清现阶段我国对外贸易、人民币实际汇率与经济增长之间的关系，有助于监控宏观风险因素的变动趋势，评价各种风险状态偏离预警线的强弱程度，向决策者发出预警信号并提前采取预控对策，有助于提高政府宏观监测及风险控制能力。

本文利用 ARIMA 模型和 VAR 模型，对汇率走势进行预测，

研究其本身波动的周期性和规律性，根据预测结果设置压力情景，通过对经济增长进行压力测试，从而定量描述其对经济增长的效用。在国际贸易频发的背景下，对提高政府决策的前瞻性，准确研判经济新常态下的发展趋势，构建我国宏观预测预警体系，形成长效预测预警机制有一定参考价值。

二、文献综述

国内文献鲜有对宏观经济变量做压力测试的研究，压力测试的对象集中在商业银行不良贷款率、房贷违约率、资产组合投资收益率等，可借鉴这方面论文的压力测试情景设置和实施方法。任宇航等（2007）以 GDP、失业率、通货膨胀指数、股票指数、利率变化等宏观经济指标作为风险因子，利用 logistic 回归对银行违约损失率进行压力测试；陈阳（2009）设置房价下降，利率上升情景，施压变量为房屋销售价格，利用蒙特卡洛模拟方法对房地产开发企业违约率进行压力测试；张棋等（2012）利用 ARMA 模型对重要宏观经济指标、商业银行信贷资产的规模与质量进行预测分析，利用 VAR 模型，对商业银行房地产开发贷款增速和质量进行压力测试；孙玉莹等（2014）用带外生变量的自回归模型和向量误差修正模型对房价下跌背景下商业银行的不良贷款率问题进行了研究，以 CPI、贷款利率、商品房平均销售价格、汇率、仿泰德利差和广义货币供应量作为压力指标变量，对

房地产不良贷款率建立了压力测试模型。

国内有许多学者对汇率对宏观经济的影响进行了深入的研究论证，对风险因子设置有参考作用。谷宇等（2007）建立 GARCH 模型及误差修正模型，分析了人民币汇率波动性及其对中国进出口的长短期影响，结论为在长期内人民币汇率波动性对进口表现为正向冲击，对出口表现为负向冲击，在短期内对进口、出口都表现为负向冲击，但对进口的冲击效应稍大；丁正良等（2014）建立向量自回归模型对 1978-2012 年中国经济增长、进出口贸易以及实际汇率进行实证研究，结论为实际汇率贬值促进进出口贸易，对进口贸易影响较弱，对中国经济增长有持续促进作用；孙焱婷等（2016）对 1996-2015 年中美两国利率、实际 GDP、中国实际有效汇率的季度数据建立 TVP-VAR 模型，以汇率和利率为传导渠道，考察美联储加息对中国产出的影响，结论为 1999 年和 2004 年的正向刺激分别得益于逆向调控刺激信贷和人民币贬值促进出口，负向冲击源于资本流出和美国进口需求下降。

三、压力测试简介

（一）压力测试的定义

根据《巴塞尔新资本协议》，压力测试 (Stress Testing) 是指金融机构运用不同方法衡量由一些极端但有可能发生的事件所导致的潜在损失压力测试，既是银行进行风险管理

的主要工具，也是监管机构评估监管资本的主要手段。国际货币基金组织国际清算银行将“压力测试”定义为金融机构用于估其面对“异常但可能”的冲击式的脆弱性的技术手段。

放在经贸领域，压力测试可指透过情境设定或历史事件，根据可能的宏观经济指标变动情形，重新评估一国经济形势，以作为判断一国突遇不利影响时能否承受风险因子变动的参考。

压力测试可以评估一个国家或地区的宏观经济稳定性和风险抵御能力。通过压力测试，不仅有助于一国从自身风险管控需求出发，进行风险承受能力的量化评价和预测分析，而且有助于加强风险防控，建立风险预警系统，完善风险报告制度，提高政府宏观监测及风险控制能力，以保持金融稳定和经济平稳发展。

（二）压力测试的一般步骤

实施一次具体的压力测试一般来讲有以下 5 个步骤。

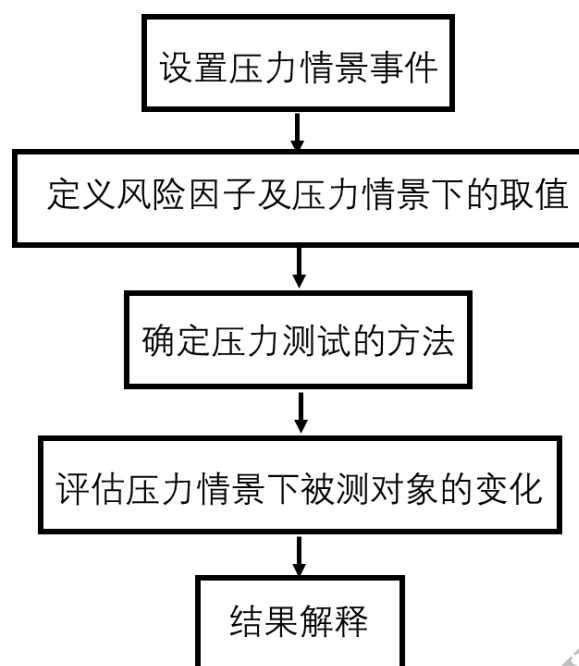
其中压力情景事件是指一些可能对被测对象产生重要影响的不利条件，往往通过分析历史上的不利事件、或由相关专家根据经验假设确定，比如贸易摩擦加剧等。

风险因子是对被测对象产生影响的变量。我国外贸领域常见的风险因子为汇率，净出口等。风险因子取值方法通常有三种，分别为跨周期情景取值、时点情景取值、极端情景取值。跨周期情景采用单指数平滑模型方法，通过对宏观经

济因子的历史周期波动进行平滑处理，在此基础上得到宏观经济因子的压力情景取值，该方法注重宏观经济因子的长期趋势变化；时点情景借助宏观经济因子的自回归模型，在得到各宏观经济因子的预测值后，再赋予各预测值相应因子的1倍历史标准差，该方法注重宏观经济因子的当前运行状态。极端情景则直接选取宏观经济变量在历史样本区间内的极端取值，从历史最差角度设置风险因子取值。

压力测试的实施方法按不同标准可分为以下几个类别。根据单一风险因子冲击还是多风险因子冲击可以分为敏感性分析（Sensitivity Analysis）和情景分析（Scenario Analysis），根据所使用反映冲击影响结果的指标多少又可以分为分段法（Piecewise Approach）和综合法（Integrated Approach），根据测试程序参与主体的不同可以分为由下向上法（Bottom-up）和由上向下法（Top-down），根据所使用数据的不同，可以分为总量数据法（Aggregate Data）和微观数据法（Individual Data）。常用的压力测试模型有多元线性回归、VAR（向量自回归）、VaR（风险价值模型）等。

评估压力情景下被测对象的变化是指评估这些不利的情况下被测对象的变化等，以衡量宏观经济的稳健性。问题的关键是确定这些不利情况下的情景参数和风险因子之间的联系，以及风险因子对被测对象的影响关系。



三、建模方法简介

(一) VAR

VAR 把系统中每一个内生变量作为系统中所有内生变量滞后值的函数来构造模型。它可以根据检验判断的结果有针对性地选取具有相互关联关系的变量进行模型分析，常用于相关时间序列的预测和扰动对变量系统动态影响的分析。VAR 模型采用多方程联立的形式，在模型的每一个方程中，内生变量对模型的全部内生变量的滞后项进行回归，从而估计全部内生变量动态关系。含有 N 个变量滞后 k 期的 VAR 模型表示如下：

$$Y_t = c + \Pi_1 Y_{t-1} + \Pi_2 Y_{t-2} + \cdots + \Pi_k Y_{t-k} + u_t$$

其中， $Y_t = (y_{1,t} \ y_{2,t} \ \cdots \ y_{N,t})'$ ， $c = (c_1 \ c_2 \ \cdots \ c_N)'$

$$u_t \sim IID(0, \Omega), \Pi_j = \begin{pmatrix} \pi_{11.j} & \cdots & \pi_{1N.j} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \pi_{N1.j} & \cdots & \pi_{NN.j} \end{pmatrix}, j = 1, 2, \dots, k$$

(二) ARIMA

ARIMA 包含 3 个部分，即 AR、I、MA。AR 表示自回归模型 (auto regression); MA 表示移动平均模型 (moving average); I 表示单整阶数 (integration)，时间序列模型必须是平稳性序列才能建立计量模型，如果是非平稳序列，就要通过差分来转化为平稳序列，经过几次差分转化为平稳序列，就称为几阶单整。可见，ARIMA 模型实际上是 AR 模型和 MA 模型的组合。

ARMA 模型是针对平稳时间序列建立的模型。ARIMA 模型是针对非平稳时间序列建模。即非平稳时间序列要建立 ARMA 模型，首先需要经过差分转化为平稳时间序列，然后建立 ARMA 模型。

AR (p) 模型的形式如下：

$$x_t = \mu + \phi_1 x_{t-1} + \cdots + \phi_p x_{t-p} + w_t$$

其中：参数 μ 为常数， ϕ 是阶自回归模型的系数；p 为自回归模型滞后阶数， w_t 是均值为 0，方差为 1 的白噪声序列。

MA (q) 模型的形式如下：

$$x_t = \mu + w_t + \theta_1 w_{t-1} + \cdots + \theta_q w_{t-q}$$

其中：参数 μ 为常数；参数 θ 是阶移动平均模型的系数；q 为移动平均模型滞后阶数； w_t 是均值为 0，方差为 1 的白噪声序列。

声序列。

ARIMA (p, d, q) 模型的形式如下：

$$\nabla^d x_t = \mu + \phi_1 x_{t-1} + \cdots + \phi_p x_{t-p} + w_t + \theta_1 w_{t-1} + \cdots + \theta_q w_{t-q}$$

p 为自回归模型滞后阶数，d 为时间序列单整阶数，q 为阶移动平均模型滞后阶数。当时，p=0，此时 ARIMA 模型退化为 MA 模型；当时，q=0，ARIMA 模型退化为 AR 模型。

预测方法的选择依赖于时间序列数据的性质，如是否有趋势性和季节性，是否满足模型假设条件等，这都需要画图等探索性分析。对于时间序列的分析，最好能尝试多种方法，综合比较后得到最后的结果。

四、实际汇率、进出口与经济增长的实证分析

第一步，基于 ARIMA 模型对汇率波动趋势进行估计，这既可直接作为管理决策的依据，也为压力测试情景设计提供了参考。

第二步，建立 VAR 模型对进出口、实际汇率与经济增长的关系展开实证分析。首先采用单位根检验判断数据的平稳性，避免宏观经济变量的不平稳造成的伪回归；再进行 Johansen 协整检验、确保数据满足构建 VAR 模型的假设条件；其次确定滞后阶数，构建 VAR 模型；再检验模型稳定性，确保模型的有效性合理性；然后在构建的 VAR 模型基础上逐次

进行 Granger 因果检验、脉冲响应函数分析和方差分解。

第三步，设计压力情景，即根据第一步评估结果，结合实体经济运行情况设计汇率的压力测试情景。最后在特定压力情景下，使用 VAR 模型评估经济增长、进出口在不同程度的压力情景下的表现。

就压力测试方法而言，本文采用总量数据法，并应用由上而下的测试方法。

（一）数据来源与说明

本文选用 1995.01-2018.06 共计 94 个季度时间序列数据。之所以选择从 1995 年开始，一方面始于汇率改革后，汇率市场化程度提高，另一方面，在整个样本期间，包括了 97 年的亚洲金融危机、2001 年美国互联网泡沫，以及 08 年经济危机，样本期间包含了经济的扩张与衰退，更适合研究长期均衡关系。

指标采用国内生产总值（GDP）度量经济发展水平、进口金额（IMPORT）、出口金额（EXPORT）度量贸易发展水平，直接标价法下的美元兑人民币平均汇率（EXRATE）作为衡量汇率的指标。数据均来自 Wind 数据库。

对各个变量的处理如下所述：对 GDP、进出口等宏观经济要素进行实证分析的过程中，必须消除物价上涨和通货膨胀的影响，采用如下方式进行：（1）以 1995 年 4 个季度为基期，通过季度实际 GDP 增速计算出每个季度实际 GDP，计

算公式为：

$$GDP_{\text{某季度实际}} = GDP_{1995 \text{ 某季度名义}} \times GDP_{\text{增速}}_{1995 \text{ 某季度}=100};$$

(2) 进出口金额本为月度数据，以 1995 年为基期的月度消费者物价指数折算出实际进出口数额，之后计算其季度和，具体折算公式为：

$$EXPORT_{\text{实际}} \text{ 或 } IMPORT_{\text{实际}} = \frac{EXPORT_{\text{名义}} \text{ 或 } IMPORT_{\text{名义}}}{CPI_{1995=100}}$$

(3) 美元兑人民币平均汇率本为月度平均值，本文将其转化为实际汇率，并取季度平均值。实际汇率在名义汇率的基础上，经中国消费者物价指数和美国消费者物价指数进行调整，即 1 美元兑换的人民币实际数额，其计算公式为：

$$EXRATE = NER \times \frac{P_t^*}{P_t}, \text{ 其中 } P_t^*、P_t、NER \text{ 分别表示美国消费者物价指数、中国消费者物价指数和名义汇率。}$$

(二) 数据预处理

为了消除数据中可能存在的多重共线性、异方差，避免数据变化带来的剧烈波动，各变量取自然对数值，用 LNGDP、LNIMPORT、LNEXPORT、LNEXRATE 表示经济增长、进口、出口、实际汇率。因为这 4 个序列都是一阶单整序列，即经过一次差分变成平稳序列，若直接建立 VAR 模型，模型不稳定且脉冲响应函数不收敛，因此建立 VAR 模型时采用各变量的一阶差分 DLNGDP、DLNIMPORT、DLNEXPORT、DLNEXRATE。实证分

析通过 R 语言的 VARS 包实现。

(三) ARIMA 模型的预测分析

1. 汇率的波动性分析

stl 是一种把时间序列分解为趋势项 (trend component)、季节项 (seasonal component) 和余项 (remainder component) 的过滤过程。图 1 为实际汇率的 stl 分解，四幅图依次为 1995-2018 实际汇率的时间序列图、季节波动、趋势波动、剔除季节和趋势后时间序列的残差。从图中可以看出，

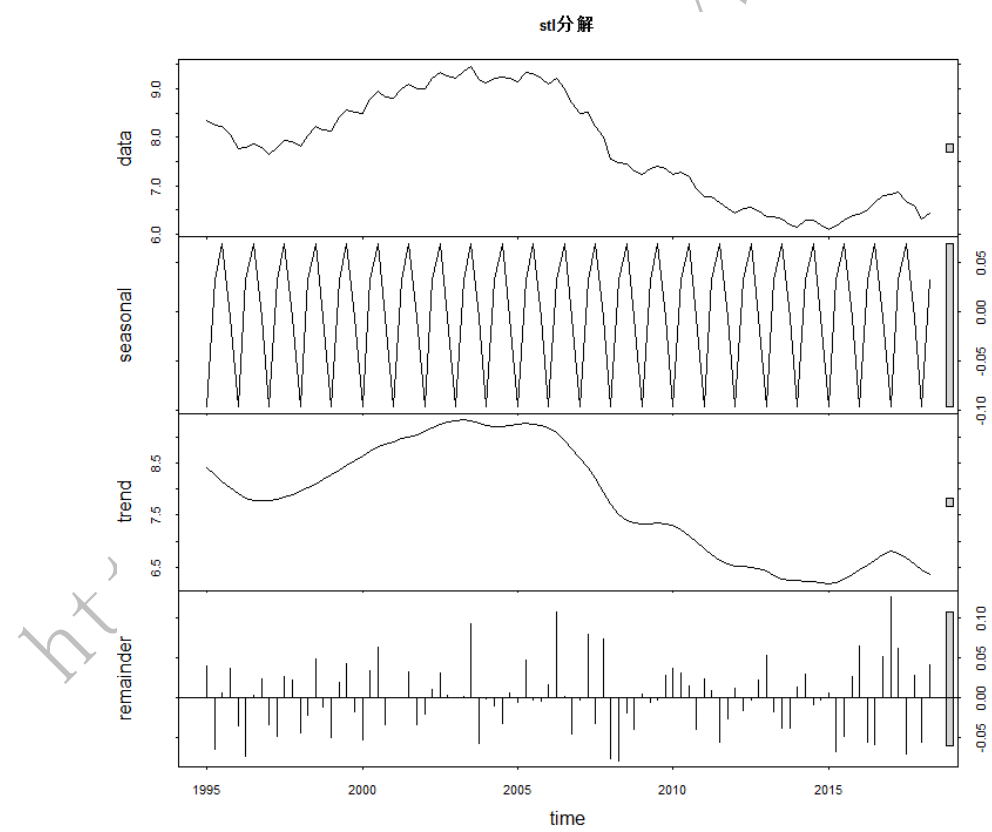


图 1 1995-2018 季度实际汇率时间序列

2. 汇率的建模与预测

经过自相关、偏相关函数的识别，以及调整后的 AIC 指

标值的遴选，汇率一阶差分后的 ARIMA 模型为 $ARIMA(2, 0, 1)(0, 1, 1)$ [4]。上述模型的残差均通过混成检验，无明显自相关性和趋势。对汇率利用 1995-2018 上半年的样本数据预测未来 6 期，即 2018 下半年和 2019 年波动情况的预测，如表 1 所示，在全球经济环境不发生重大变化的条件下，美元兑人民币实际汇率将保持平稳状态。

表 1 实际汇率预测值

	Q1	Q2	Q3	Q4
2018	6.3051	6.4341	<u>6.4173</u>	<u>6.3916</u>
2019	<u>6.3003</u>	<u>6.3883</u>	<u>6.3829</u>	<u>6.3667</u>

注：下划线为预测数据

（四）VAR 模型的构建和检验

1. 时间序列平稳性检验

本文以 KPSS 检验对 LNGDP、LNIMPORT、LNEXPORT、LNEXRATE 进行单位根检验。从表 2 可知，取对数后的序列的 KPSS 检验 p 值均小于 0.01，因此在 0.05 的显著性水平下，拒绝原假设；认为四个序列在 95% 的置信区间内都是非平稳的；一阶差分以后，DLNGDP、DLNIMPORT、DLNEXPORT、DLNEXRATE 四个序列 KPSS 检验 p 值均大于 0.1，因此在 0.05 的显著性水平下，接受原假设，认为一阶差分后的序列是平稳的。因此 LNGDP、LNIMPORT、LNEXPORT、LNEXRATE 均为一阶单整序列，符合协整检验条件。

从时间序列图 2 可以看出，序列具有明显的季节波动性，取对数后的序列波动幅度明显降低，波动趋势接近线性趋势。

表 2 KPSS 检验表

变量	KPSS 检验 p 值	变量	KPSS 检验 p 值
LNGDP	<0.01	DLNGDP	>0.1
LNIMPORT	<0.01	DLNIMPORT	>0.1
LNEXPORT	<0.01	DLNEXPORT	>0.1
LNEXRATE	<0.01	DLNEXRATE	>0.1

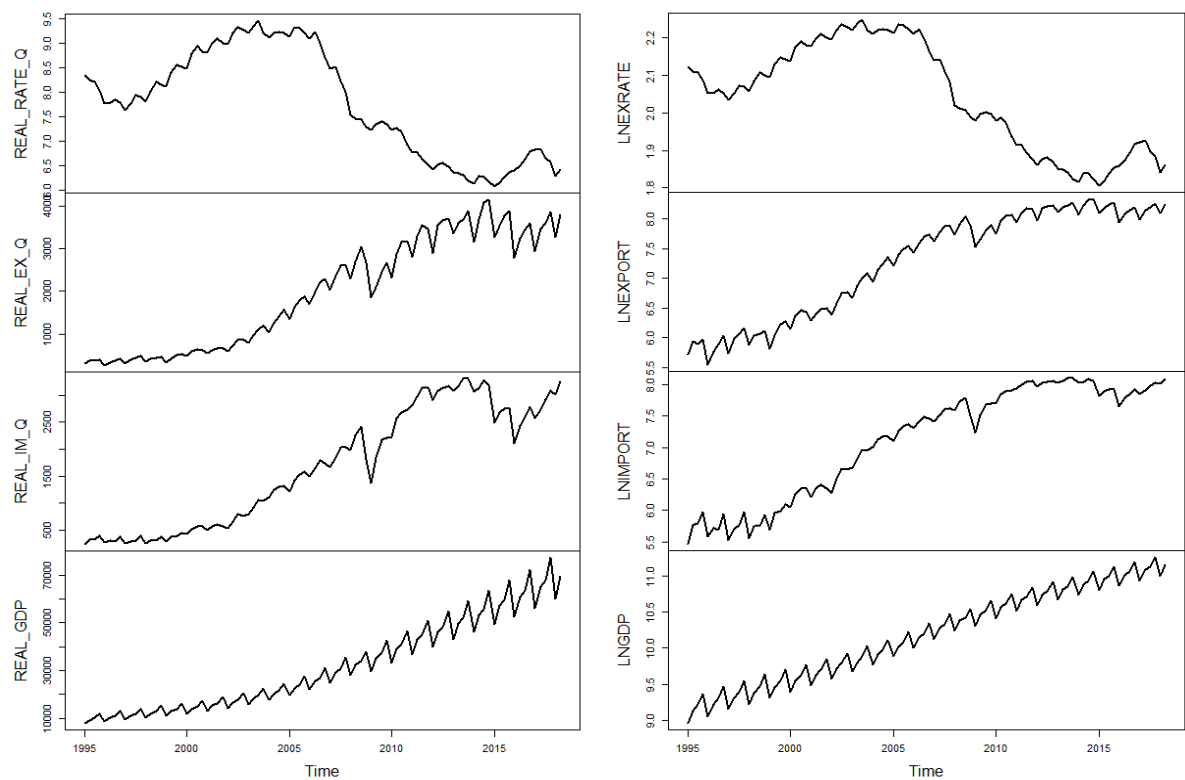


图 2 四个指标的时间序列图

(左图：取对数前；右图：取对数后)

2. 协整检验

由上述的平稳性检验可知，LNGDP、LNIMPORT、LNEXPORT、LNEXRATE 都是一阶单整序列，满足协整检验的前提条件，接着采用 Johansen 协整检验法对各变量进行检验，以确定四

者是否具有长期均衡关系，是否满足建立 VAR 模型的条件。检验结果如表 3 所示。

Johansen 特征根迹检验和最大特征值检验都表明，原假设 $H_0: r \leq 1$ 能够在水平 0.05 时被拒绝，但 $H_0: r \leq 2$ 不能被拒绝，因此有可能 $r=2$ ，这表明 LNGDP、LNIMPORT、LNEXPORT、LNEXRATE 在 0.05 的显著性水平存在两个协整关系。

表 3 Johansen 检验表

最大特征检验				
	10pct	5pct	1pct	统计量值
$r \leq 3$	7.52	9.24	12.97	6.43
$r \leq 2$	17.85	19.96	24.60	19.64
$r \leq 1$	32.00	34.91	41.07	44.33
$r = 0$	49.65	53.12	60.16	95.69
迹检验				
	10pct	5pct	1pct	统计量值
$r \leq 3$	7.52	9.24	12.97	6.43
$r \leq 2$	13.75	15.67	20.20	13.20
$r \leq 1$	19.77	22.00	26.81	24.69
$r = 0$	25.56	28.14	33.24	51.36

3. 滞后期的确定

基于 LNGDP、LNIMPORT、LNEXPORT、LNEXRATE 构建 4 维向量自回归模型，用滞后结构中的滞后长度标准确定 VAR 模型的滞后阶数。结果如表 4 所示，4 个检验指标中，均在滞后 4 期取最小值，即均认为滞后 4 期是最优滞后期。因此建立滞后 4 期的 VAR 模型，即 VAR(4)，模型形式如下：

$$\begin{pmatrix} LNEXRATE_t \\ LNEXPORT_t \\ LNIMPORT_t \\ LNGDP_t \end{pmatrix} = \hat{\mu} + \hat{\beta}t + \sum_{i=1}^4 \hat{\phi}_i \begin{pmatrix} LNEXRATE_{t-i} \\ LNEXPORT_{t-i} \\ LNIMPORT_{t-i} \\ LNGDP_{t-i} \end{pmatrix}$$

表 4 VAR 模型滞后期的确定

指标/ 阶数	1	2	3	4	5	6
AIC (n)	-28.06	-28.51	-29.01	<u>-30.04</u>	-30.01	-29.88
HQ (n)	-27.65	-27.91	-28.23	<u>-29.08</u>	-28.87	-28.56
SC (n)	-27.04	-27.03	-27.08	<u>-27.66</u>	-27.17	-26.59
FPE (n)	6.51E-13	4.21E-13	2.58E-13	<u>9.35E-14</u>	9.92E-14	1.17E-13

4. 模型平稳性检验

对于建立的 VAR(4) 模型，必须验证模型的稳定性，以确保脉冲响应函数和方差分解结果的有效性。模型的稳定性检验包括模型结构稳定性检验和残差的自相关、正态性检验。

模型结构稳定性检验方法使用“OLS-CUSUM”，它给出的是残差累积和，在该检验生成的曲线图中，残差累积和曲线以时间为横坐标，图中绘出两条临界线，如果累积和超出了这两条临界线，则说明参数不具有稳定性。如图 3 所示，四个变量的曲线均未超过红色临界值，说明模型结构稳定。

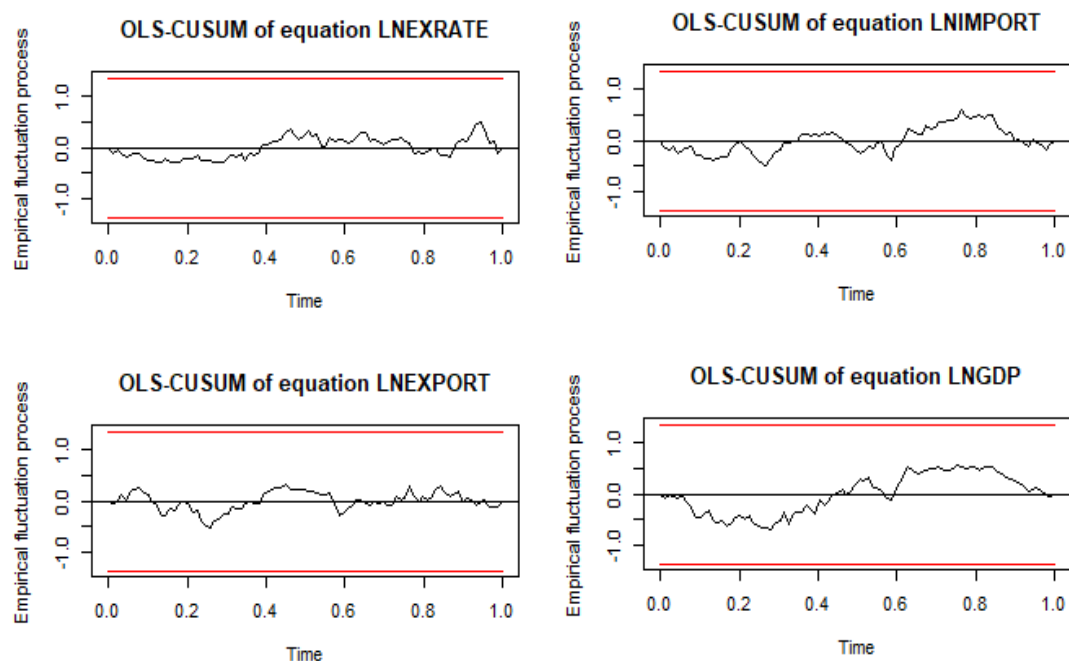


图 3 模型整体稳定性检验图

表 5 中，一元混成检验（Portmanteau Test）显示，在 0.05 显著性水平下，接受残差是非自相关的原假设，多元正态检验（JB-Test）显示，接受残差服从正态分布的原假设，因此建立的 VAR(4) 模型是稳定的。

表 5 模型自相关、正态性检验

Portmanteau Test (asymptotic)
Chi-squared = 202.42, df = 192, p-value = 0.2891
JB-Test (multivariate)
Chi-squared = 9.4762, df = 8, p-value = 0.3037

5. Granger 因果检验

协整检验只是证明了 GDP，进口、出口、实际汇率之间存在长期均衡关系，但这种均衡关系是否构成因果关系还需要进一步验证。Granger 因果检验是指，若在包含了变量 X、Y 的过去信息的条件下，对变量 Y 的预测效果要优于只单独由 Y 的过去信息对 Y 进行的预测效果，即变量 X 有助于解释变量 Y 的将来变化，则认为变量 X 是引致变量 Y 的格兰杰原因。但实际上这并不是严格意义上的因果关系测试，不能排除事后错误的可能性。由 Granger 因果检验得出，在滞后 4 期、0.05 的显著性水平下：

（1）我国实际汇率贬值、进口、出口贸易是经济增长的 Granger 原因。

（2）我国出口贸易不是进口贸易的 Granger 原因，但进口贸易却是出口贸易的强 Granger 原因，进口对出口有较强的促进作用。

(3) 实际汇率贬值是出口的强 Granger 原因, 是进口的弱 Granger 原因, 人民币对美元实际汇率降低, 本国商品在国际市场相对价格更低, 竞争力增强。进口贸易很大程度取决于本国经济增长、总产值增加和进口贸易自身的惯性。

6. 脉冲响应分析

基于建立的 VAR(4) 模型已通过稳定性检验, 可以进行脉冲响应分析和方差分解。VAR 模型是一种非理论性的模型, 不分析一个变量变化对另一个变量影响如何, 而是用脉冲响应函数分析随机扰动项一个标准差的冲击对内生变量的影响, 即考虑扰动项的影响如何传播到各个变量, 汇率冲击对进口、出口、GDP 的影响如图 4 所示。其中, 横轴表示冲击作用的滞后期间数 (单位: 季度), 为了与时间区间保持一致, 滞后区间设定为 30 期, 实线表示脉冲响应函数值, 虚线表示正负两倍标准差偏离带。

(1) 各变量对汇率冲击的响应

从图 4 左图即时脉冲响应图可以看出, 本期给实际汇率一个冲击后, 1 个新息汇率的变动将在第 2 期对进口金额产生显著负向的影响, 随后转变成更大的正向影响, 这种季节性影响将持续至第 10 期, 随后迅速收敛至零。从图 3 右图累计脉冲响应图可以看出, 总体来看, 汇率波动对进口金额有正的且显著的影响。实际汇率贬值使得国际商品相对国内商品更加昂贵, 某些商品的进口额减少, 由于存在贸易惯性

和制度制约，大部分商品数额不会立即改变。

本期给实际汇率一个冲击后，出口金额的响应情况与进口金额相似。本币贬值使得国内商品在国际市场上相对更便宜，更有竞争力，贸易部门的出口企业短期内及时调整出口商品产量，长期内做出增加产量的规划，实际出口额持续增加，实证结果与理论分析一致。

本期给实际汇率一个冲击后，对 GDP 有微弱的正向影响。在钉住汇率和资本流动管制下，实际汇率贬值引致贸易顺差增加，以国际货币结算的外汇数额增加，中央银行为了维护汇率稳定，在资本市场增加本币供给，导致国内物价水平上涨以及利率下降，最终引起投资和产出增加。

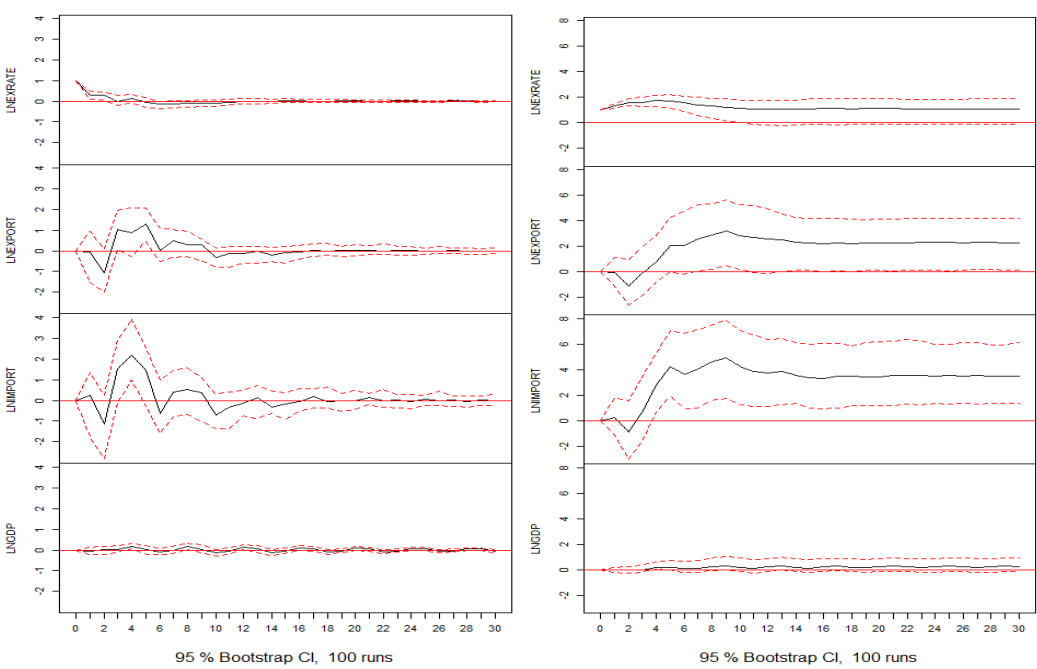


图 4 汇率冲击对自身、出口、进口、GDP 的影响

(左图：即时效应；右图：累积效应)

(2) 各变量对 GDP 冲击的响应

从图 5 左图即时脉冲响应图可以看出，本期给 GDP 一个冲击后，1 个新息汇率的变动将在第 2 期对进口金额产生显著正向的影响，第 6 期转变成负向影响，影响将持续至第 12 期，随后迅速收敛至零。从图 4 右图累计脉冲响应图可以看出，总体来看，GDP 波动对进口金额有较弱的负向影响。本国经济水平提高，国内生产总值增加，民众持有财富增加，短期内对国外商品需求增加，随着时间推移，后期对进口的影响逐渐减弱，结合图 9 进口的方差分解，进口存在较大惯性，很大程度受到自身因素、实际汇率的影响。

本期给 GDP 一个冲击后，出口金额的响应情况与进口金额相似。但总体来看，GDP 波动对出口金额有较弱的正向影响。随着时间推移，经济增长对出口的影响逐渐减弱，出口数额不仅受到国内总产出的影响，还受到国外需求变动的影响。

本期给 GDP 一个冲击后，对汇率在 10 期内有微弱的负向影响，累积影响为明显的负向影响。实际汇率受到 GDP 的负向冲击越大表明升值越多，这与巴拉萨—萨缪尔森效应（一国经济高速增长引起本币升值）一致。

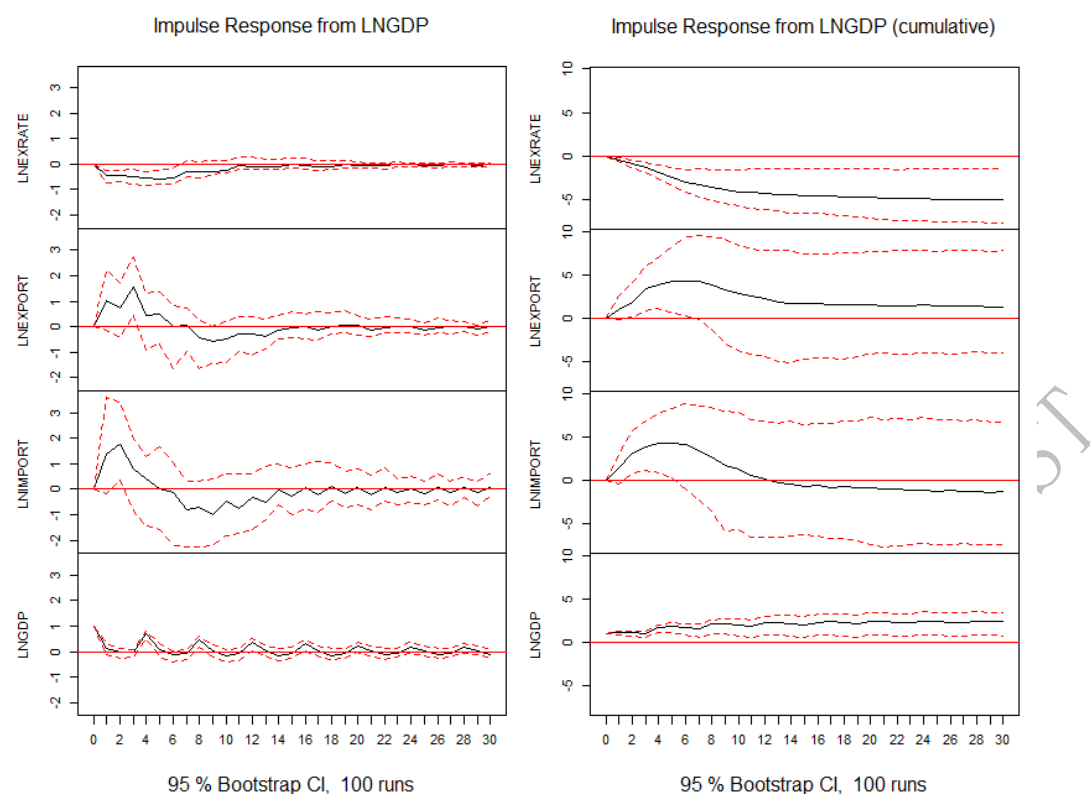


图 5 GDP 冲击对汇率、出口、进口、自身的影响

（左图：即时效应；右图：累积效应）

（3）各变量对出口冲击的响应

从图 6 左图即时脉冲响应图可以看出，本期给出口一个冲击后，第 2 期开始对进口有季节性影响，持续至 12 期，对汇率、GDP 无明显影响。从图 6 右图累计脉冲响应图可看出，总体上看，出口波动对汇率有较弱的负向影响，对进口、GDP 几乎无影响。出口金额越高，人民币越供不应求，人民币升值压力越大，即汇率的负向冲击越大。出口对进口影响不大，并不是进口的原因，与 Granger 因果检验结果是一致的。

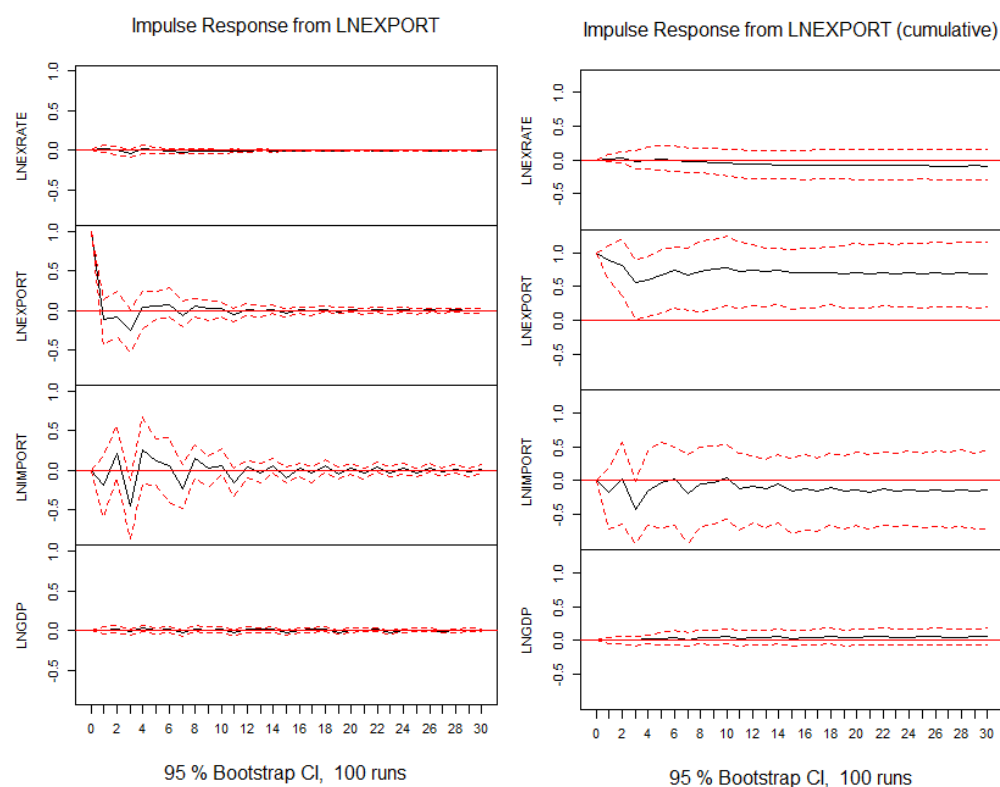


图 6 出口冲击对汇率、自身、进口、GDP 的影响

(左图：即时效应；右图：累积效应)

(4) 各变量对进口冲击的响应

从图 7 左图即时脉冲响应图可以看出，本期给进口一个冲击后，第 2 期开始对进口有季节性影响，持续至 12 期，对汇率、GDP 无明显影响。从图 7 右图累计脉冲响应图可看出，总体上看，进口波动对汇率有明显的正向影响，对出口有微弱的正向影响，对 GDP 有微弱的负向影响。进口金额越高，外汇越供不应求，人民币贬值压力越大，即汇率的正向冲击越大。我国进口贸易是我国出口贸易的原因，进口对出口有较强的促进作用，与 Granger 因果检验结果是一致的。

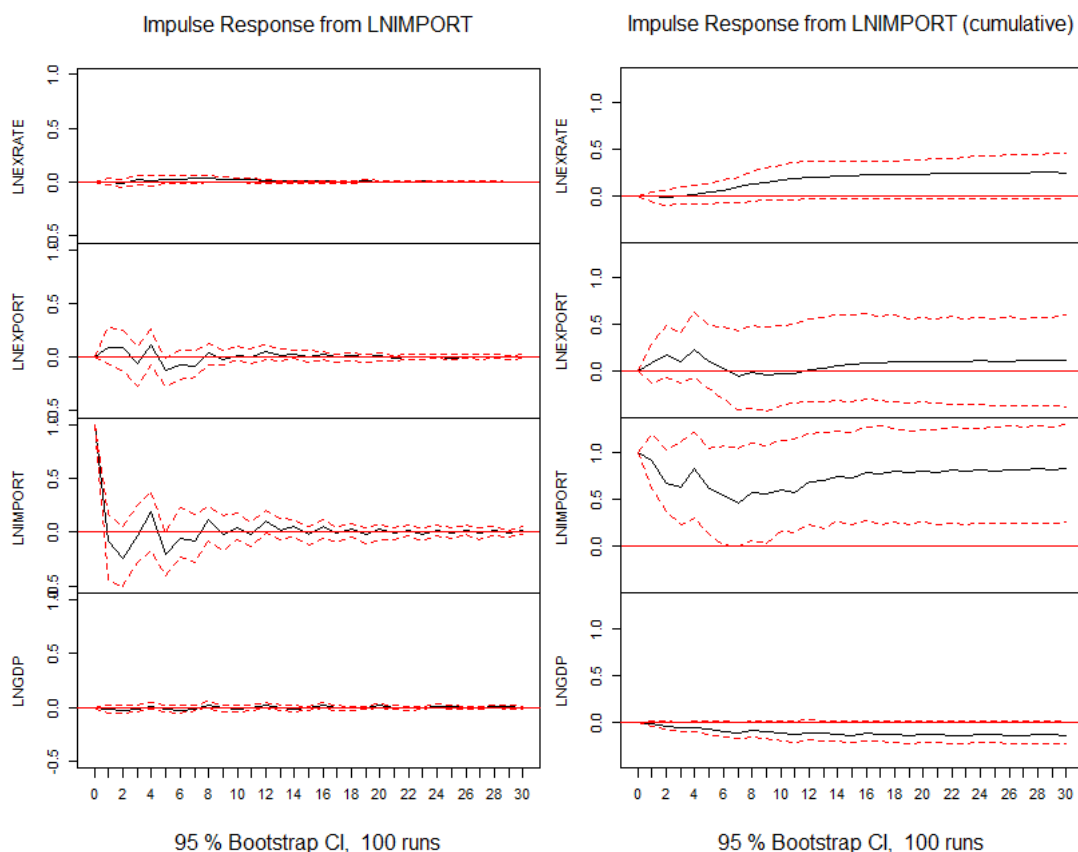


图 7 进口冲击对汇率、出口、自身、GDP 的影响

(左图：即时效应；右图：累积效应)

7. 方差分解

方差分解是通过分析每一个结构冲击对内生变量的变化（通常用方差来度量）的贡献度，进一步评级不同结构冲击的重要性，本文选定 30 期作为方差分解的滞后期，基于已经建立的向量自回归 VAR(4)模型，分别对 GDP、进出口、实际汇率进行方差分解，各变量方差分解结果如图 8 所示，方差分解前采用 Cholesky 正交化处理，以消除残差项彼此之间的同期相关和序列相关。色虚线表示 95%的置信区间。

(1) 图 8 结合方差分解表得出，GDP 的波动 39.10%由自身解释，12.05%由进口解释，31.67%由出口解释，17.30%

由实际汇率解释。出口比进口贡献度大，出口贸易更能促进经济增长。我国 1978 年实行改革开放政策，对欧美和日本的出口额增加，2001 年加入世贸组织，与世界各大经济体的联系更加紧密，出口导向性政策促进中国经济发展；进口在一定程度上将国内的消费和投资需求转移到国外，对 GDP 是一个负向影响，但是由于进口引入了大量的国外先进生产设备和国内经济增长需要的原油、铁矿石等原材料，同样有效地刺激了一国的投资和消费的增长。实际汇率对 GDP 的贡献度不断增加，不同时期汇率政策的调整使得汇率制度更加适应中国经济发展。在加入世贸组织的形势下，实际汇率不仅通过进出口，而且通过大量国外资本促进经济发展，影响从经常账户扩展到资本账户。

(2) 图 8 结合方差分解表得出，在进口贸易的波动中，17.45% 由实际汇率的波动解释，43.13% 由出口的波动解释，35.09% 由自身波动解释。可能由于进口金额与出口金额协同变化，又没有更多的解释变量，因此存在伪相关情况。

(3) 图 8 结合方差分解表得出，在出口贸易的波动中，67.48% 由自身波动解释，19.67% 由人民币实际汇率的波动解释。表明进口贸易额主要取决于自身的惯性，与实际汇率上升，本币贬值可以有效刺激出口的认识一致。

(4) 图 8 结合方差分解表得出，实际汇率的波动 61.81% 由自身波动解释，30.74% 由 GDP 波动解释，表明实际汇率存

在惯性作用，受内生变量的影响较小，长时期内变动幅度不大，和 Granger 因果检验、GDP 受到冲击的脉冲响应路径一致，表明一国经济高速增长将引起本币升值。

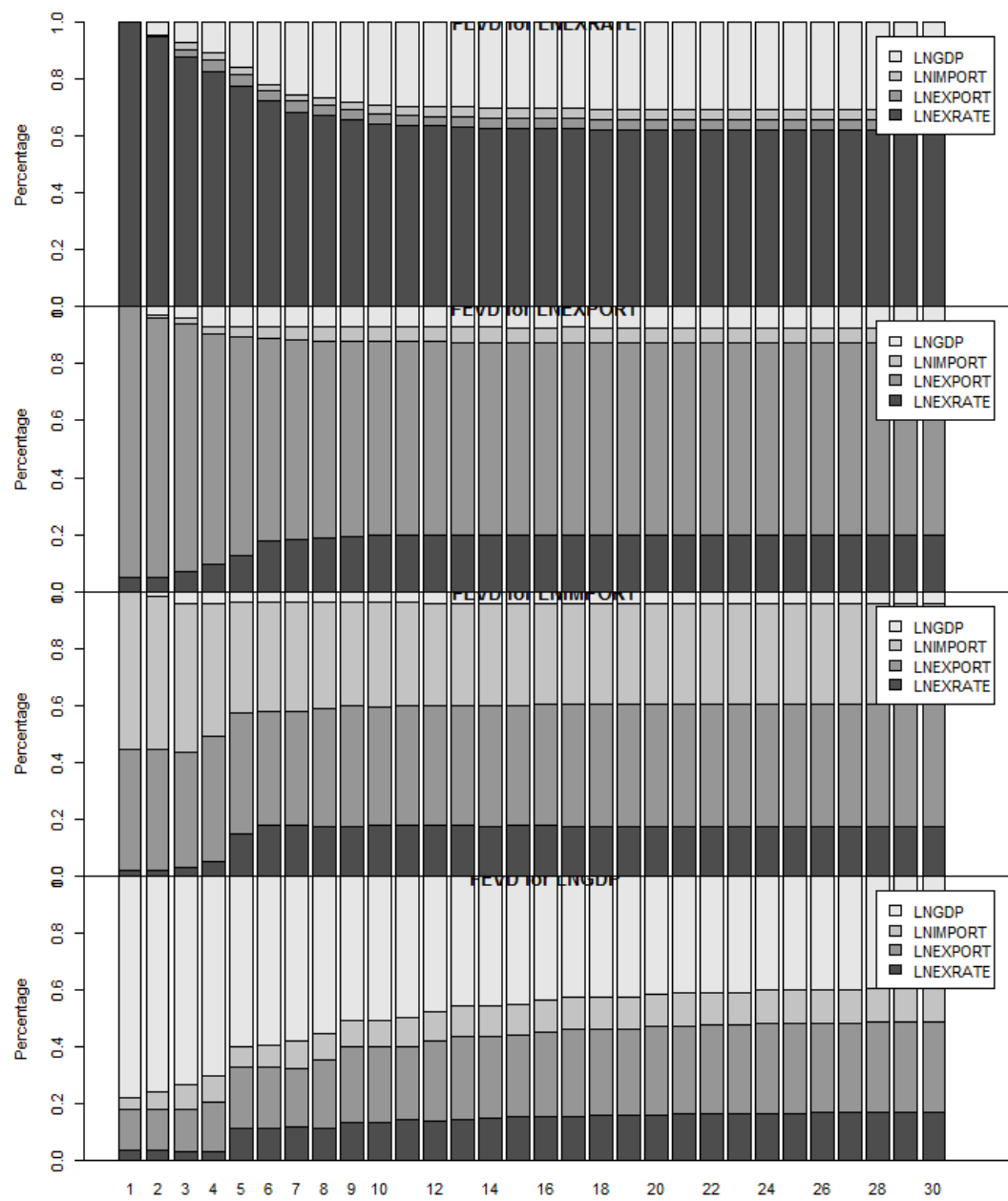


图 8 从上到下依次为汇率、出口、进口、GDP 的方差分解图

(五) 压力情景设计与压力测试

根据 ARIMA 模型预测，2018 年我国平均实际汇率为

6.3870，2019 年为 6.3596，本文基于 2019 年预测值并根据实际汇率历史波动（标准差为 0.14）进行合理外推，分别设定轻度（ $\pm \sigma$ ）、重度（ $\pm 2\sigma$ ）压力情景，如表 6 所示。

VAR 模型压力测试结果如表 7 所示。压力测试结果表明，随着实际汇率的下降，即人民币趋于升值，最近一期的进口和出口将下降，但实际 GDP 上升，但幅度均不大。压力测试结果还表明，进口对汇率波动的反应较为显著，变动幅度大，而出口反应则相对平缓，而实际 GDP 几乎无影响。

表 6 压力测试情景设置

压力因素	压力情景				
	严重贬值	轻度贬值	预测	轻度升值	强烈升值
实际汇率	6.6442	6.5019	6.3596	6.2172	6.0748

表 7 VAR 模型分析结果

压力情景	进口	影响幅度	出口	影响幅度	实际 GDP	影响幅度
严重贬值	3032.03	1.05%	3572.35	-0.33%	78562.42	-0.17%
轻度贬值	3016.49	0.53%	3566.15	-0.17%	78630.44	-0.09%
预测	3000.67	0.00%	3560.10	0.00%	78700.01	0.00%
轻度升值	2984.58	-0.54%	3554.20	0.17%	78771.27	0.09%
强烈升值	2968.20	-1.08%	3548.44	0.34%	78844.26	0.18%

五、结论

本文采用 1995-2018 年上半年的季度数据，构建 VAR 模型，通过协整检验、格兰杰因果关系检验、脉冲响应函数分析和方差分解，对近 20 多年来进出口贸易、美元兑人民币实际汇率、经济增长之间的关系进行了实证分析，最后还对

进出口、经济增长应对汇率的波动进行了压力测试。得出结论如下:

1. 人民币贬值促进出口贸易,但也同样对进口贸易有正向影响。

2. 长期看,实际汇率与经济增长存在长期均衡关系。实际汇率在经济增长中占有一定比重,人民币贬值对中国经济增长有轻微的抑制作用。

4. 进口、出口均促进经济增长,与只有出口促进中国经济增长的观点不同;很长时期内经济增长受到出口的冲击并不明显,出口对经济增长的贡献度大于进口。

5. 压力测试的结果表明,短期内人民币升值对进口、出口的影响均表现为负向冲击,但对进口的冲击效应稍大;人民币升值对经济增长有十分微弱的正向冲击。

参考文献

- [1] 谷宇,高铁梅. 人民币汇率波动性对中国进出口影响的分析[J]. 世界经济, 2007(10): 49-57.
- [2] 任宇航,孙孝坤,程功,等. 信用风险压力测试方法与应用研究[J]. 统计与决策, 2007(14): 101-103.
- [3] 陈阳,陈双杰. 房地产开发企业违约概率压力测试研究——现金流蒙特卡洛模拟方法在银行中的应用[J]. 金融论坛, 2009(4): 37-42.

-
- [4] 张棋, 王玥, 李鑫. 信贷资产质量前瞻性预测与压力测试——基于 ARMA 模型和 VAR 模型的研究[J]. 金融论坛, 2012(5): 19-25.
- [5] 丁正良, 纪成君. 基于 VAR 模型的中国进口、出口、实际汇率与经济增长的实证研究[J]. 国际贸易问题, 2014(12): 91-101.
- [6] 孙玉莹, 闫妍. 基于压力测试的我国某商业银行房贷违约率评估[J]. 系统工程理论与实践, 2014, 34(9): 2235-2244.
- [7] 孙焱林, 张倩婷. 时变、美联储加息与中国产出——基于 TVP-VAR 模型的实证分析[J]. 国际金融研究, 2016, 348(4): 26-36.
- [8] 吴喜之, 刘苗. 应用时间序列分析[M]. 机械工业出版社, 2014.