

# 环境污染与区域经济竞争力互动关系的研究

## ——基于西部地区面板VAR模型的实证分析

安海彦<sup>1,2,3</sup>, 姚慧琴<sup>2,3</sup>

(1. 宝鸡文理学院 经济管理学院, 陕西 宝鸡 721013; 2. 西北大学 经济管理学院, 西安 710127;  
3. 西北大学 中国西部经济发展研究中心, 西安 710127)

**摘要:**采用1994—2016年西部地区面板数据,构建面板向量自回归(PVAR)估计模型,实证分析环境污染与经济竞争力之间的动态关系,结果表明:①西部地区环境污染与经济竞争力之间存在交互影响的互动关系,二者之间的关系符合环境库兹涅茨(EKC)曲线的特征;②环境污染与经济竞争力之间不存在长期协整关系,但存在双向的格兰杰因果关系。方差分解结果表明,经济竞争力对环境污染变动的贡献度较大,而环境污染对经济竞争力的影响较小,说明西部地区经济竞争力的提升是以加剧环境污染为代价,而环境污染并不是阻碍经济竞争力提升的重要因素。因此,在今后的发展中西部地区应注重产业结构调整与升级,大力发展绿色经济;促进贸易与环境、区域与环境的协调发展;提高环境规制水平,降低污染排放,实现环境保护与经济协同发展的协同机制。

**关键词:**环境污染;区域经济竞争力;西部地区;PVAR模型

**中图分类号:**F224 **文献标志码:**A **文章编号:**1002—980X(2019)12—0051—09

自中央实施西部大开发战略20年以来,西部地区经历了持续的经济增长阶段,区域经济竞争力得到大幅提升。2000—2016年,西部地区国内生产总值从16655亿元增加到156828亿元,年均增速15%;进出口贸易额从1322亿元增加到10726亿元,年均增速14%。伴随西部地区经济和贸易的快速发展,环境污染成为区域经济竞争力提升中的阻滞因素。长期以来,西部地区面临生态环境脆弱,资源能源耗竭约束的问题,近些年快速工业化和城市化进程中出现的环境污染,以及工业产业“东迁”而工业污染“西移”<sup>[1]</sup>、“东部—西部”区际污染产业转移弹性高于“世界—中国”传导机制<sup>[2]</sup>,发达地区将污染转移到欠发达地区,西部地区逐渐成为污染密集型产业的集中区际净流入区<sup>[3-4]</sup>。西部地区是中国重要的生态屏障,生态环境质量不仅影响西部经济建设和现代化进程,同时影响中国生态文明建设的进程。因此,研究西部地区环境污染与经济竞争力之间的关系具有针对性和迫切性,如何科学度量二者的关系成为推动新一轮西部大开发深入实施,促进西部地区可持续发展的关键。本文采用

1994—2016年西部省际面板数据,利用进出口贸易额构造经济竞争力代理变量,分析环境污染与经济竞争力之间的关系,以期明晰二者相互影响的制约因素,为推动区域经济协调发展和提高区域经济竞争力提供参考。

## 1 文献综述

自Grossman和Krueger<sup>[5]</sup>提出环境污染和人均收入存在“倒U型”关系,即经济增长和环境污染的“倒U型”关系,在随后的20年里,有关环境污染与经济竞争力的研究方兴未艾,研究文献主要聚焦两个领域:一是贸易自由化对环境的负面影响。Markusen<sup>[6]</sup>认为贸易自由化提高了环境倾销,抑制生产,从而降低福利水平。Bommer<sup>[7]</sup>基于“污染天堂假说”:污染企业从严格的环境标准国家迁往环境法规宽松的发展中国家,探讨了污染企业的迁出是否由国内竞争力下降引起的,认为贸易自由化加速了污染企业迁出的可能性,并进一步指出,FDI(外商直接投资)加速污染和提供先进的环境技术

**收稿日期:**2019—10—23

**基金项目:**教育部人文社会科学重点研究基地重大项目“丝绸之路经济带(中国区域)环境约束下的经济发展竞争力研究”(15JJD790026);宝鸡文理学院重点项目“资源环境约束下西部地区产业竞争力提升研究”(ZK2018024)

**作者简介:**安海彦(1978—),女,陕西西安人,宝鸡文理学院经济管理学院副教授,西北大学经济管理学院/中国西部经济发展研究中心博士生,研究方向:政治经济学与发展经济学;姚慧琴(1956—),女,山西人,西北大学经济管理学院教授,博士生导师,研究方向:政治经济学与产业经济学。

两种观点,认为FDI引致的环境外部性是伴随着经济增长的过程,这一过程包括规模效应、结构效应和技术效应<sup>[6]</sup>。Antweiler等<sup>[8]</sup>研究了国际市场开放对污染的影响,通过建立贸易对污染的规模、结构和技术三种效应的理论模型,利用二氧化硫浓度数据进行实证检验,研究表明,国际贸易对污染浓度影响相对较小,贸易自由化有利于环境,一国贸易限制越少,环境污染就越少。Yazid<sup>[9]</sup>将最优设计的边境税调整制度(BTA)作为一种限制性贸易政策工具,以解决严格的国内污染控制政策导致的竞争力丧失问题。Marconi<sup>[10]</sup>考察了中国与欧盟14个主要国家双边显示性比较优势的变化,认为“污染天堂”假说是各国产出规模和构成发生了变化,从贸易流动可以看出,产出结构变化可能转化为各国相对优势变化,欧盟14国保持显示性比较优势的领域是造纸、金属和化学制品行业。Yu<sup>[11]</sup>认为严格的环境监管力度降低了污染密集型产品的生产份额和净出口,为“污染天堂”假说提供证据。随着贸易开放度的提高,净出口增加,而环境污染也加剧,但是技术创新在污染治理方面发挥比较优势,技术创新可以实现污染控制目标,同时提高了国际竞争力。

关于环境规制或环境政策对经济竞争力的影响,Porter和Linde<sup>[12]</sup>认为环境监管和竞争力之间具有一种固定的平衡,环境标准不会增加合规成本,创新补偿效应促使企业提高资源利用率和生产率。Alpay<sup>[13]</sup>根据H-O模型,分析污染排放是否影响一国工业制品出口的国际竞争力,认为以市场为导向的环境政策有望提高国内和国际竞争力。Pasurka<sup>[14]</sup>基于国家和行业层面的污染治理成本和排放数据,讨论了污染治理与竞争力之间关系的理论和实证文献。Lu<sup>[15]</sup>关注了环境法规是否影响贸易格局,认为适当的环境监管水平可以促进污染密集型产品的比较优势。综上,多数文献支持“波特假说”,即环境规制产生的创新补偿效应弥补了成本效应,提高一国或地区的国际竞争力。

随着我国环境污染形势的严峻,有关中国环境库兹涅茨曲线的研究日益增多,国际文献的研究侧重贸易自由化引致的“污染天堂”假说和环境政策对竞争力的影响,国内大量研究关注经济增长与环境污染问题,包群和彭水军<sup>[16]</sup>、刘金全等<sup>[17]</sup>、韩旭<sup>[18]</sup>、高宏霞等<sup>[19]</sup>、刘华军和杨骞<sup>[20]</sup>、冯颖等<sup>[21]</sup>、彭文斌和田银华<sup>[22]</sup>、王佳和于维洋<sup>[23]</sup>基于中国和地区面板数据,采集各省或各市工业污染物排放量数据检验环境库兹涅茨曲线是否在中国存在,结果表明,经济增长与环境污染具有双向交互影响关系,中国存在环境库兹涅茨曲线,但各种污染物的排放并不具有

环境库兹涅茨曲线特征,这和样本选择、变量选取等有关,技术进步、进出口贸易额、外商直接投资和产业结构调整等对治污和环境库兹涅茨曲线(EKC)起着重要的影响。也有学者讨论环境污染与FDI和贸易的关系,早期的研究表明,对外贸易和FDI促进中国经济增长,但也加剧了环境污染,导致我国出现“污染避难所”现象,国际贸易加重发展中国家的污染水平<sup>[24-27]</sup>。随着时间和空间推移,研究表明,FDI对地区环境污染的改善作用不断增强,“污染避难所”假说在中国不成立,产出水平与环境污染存在N型或倒U型关系<sup>[28-29]</sup>,这种变化趋势是资本积累和技术进步的结果,也是对外贸易对环境的影响的结构效应体现为出口产品结构的变化,以及经济发展初期收入效应和规模效应引致的环境污染被正的技术效应所替代,进而促使污染排放量呈现逐渐降低的趋势<sup>[30-31]</sup>。除了基于中国层面的研究,部分文献<sup>[32-36]</sup>对西部地区环境污染与经济增长进行探讨,认为西部地区经济发展和产业区际转移带来高污染排放,经济增长与环境质量呈现U型的演替轨迹,工业固体废弃物、废水、工业二氧化硫和烟粉尘存在传统的环境EKC曲线,规模效应和贸易开放度、结构效应和环境政策、技术效应对西部地区环境污染分别呈现增加、减少和不明显的三种实证结果。

以上文献回顾表明,国外学者关注贸易自由化引致的“污染天堂”假说和环境政策对经济竞争力影响的理论机制和实证检验,国内学者关注中国和省级层面的环境污染与经济增长的关系研究,涉及污染与区域经济竞争力的研究较少,而中国经济发展具有区域不平衡不协调的特征,西部地区环境保护具有影响中国生态文明建设全局的战略意义,因此,西部地区环境污染与经济竞争力二者的关系更值得研究,对于区域可持续发展具有重要的现实意义。

## 2 研究设计

### 2.1 估计方法与模型设定

本文通过构建由Holtz-Eakin等<sup>[37]</sup>提出的面板向量自回归(Panel Vector Auto-regression, PVAR)模型来研究环境污染对西部经济竞争力的影响。PVAR模型结合VAR模型和面板数据的优点,可以考察不可观测的个体效应和时间效应所涵盖个体异质性和不同截面的共同冲击,并且研究系统中所有的变量被当作内生变量来处理,通过计算脉冲响应分析一个内生变量的冲击给其他内生变量造成的影响,有效地考虑各个变量之间的动态关系。

本文PVAR模型设定如下:

$$y_{i,t} = \alpha_i + \beta_i + \sum_{j=1}^p \beta_{ij} y_{i,t-j} + \epsilon_{i,t} \quad (1)$$

其中: $y_{i,t}$ 为二元向量,考虑Michaely变量表示经济竞争力时,即 $y_{i,t}=(Michaely_{i,t}, EPI_{i,t})$ ,考虑NetX变量表示经济竞争力时, $y_{i,t}=(NetX_{i,t}, EPI_{i,t})$ 。 $i=1,2,\dots,11$ ,表示西部地区各省份; $t=1994,1995,\dots,2016$ ,表示年份; $p$ 为滞后阶数, $\alpha_i$ 表示个体效应,即西部省份间的差异; $\beta_i$ 表示时间效应,反映变量的时间趋势; $\epsilon_{i,t}$ 表示随机扰动项。

本文构建PVAR模型的具体步骤包括:①面板单位根检验和协整检验;②滞后阶数的选择;③PVAR模型的GMM估计;④PVAR模型的脉冲响应函数;⑤方差分解;⑥Granger因果检验。

## 2.2 变量选取与数据来源

根据研究需要,本文采用Michaely指数和NetX指数、污染强度(EPI)分别作为经济竞争力和环境污染的代理变量,具体选取方法和指标含义如下:

### 2.2.1 经济竞争力的度量

文献一般用比较优势指标和竞争优势指标表征竞争力,采用3种方法:一是显示性比较优势指数(RCA)、净出口率指数(NetX)、Michaely指数(MIC)等指标;二是构建评价指标体系;三是使用单一指标如生产率指标、利润率指标等。本文采用第一种方法,将Michaely指数和净出口率(NetX)指数作为西部经济竞争力代理变量。具体地,用进出口贸易额测算区域经济竞争力,源于进出口贸易额可以综合考察产品价格、成本、市场需求规模和企业劳动生产率等因素,比较全面地揭示一国或地区经济竞争力。尤其出口贸易额是反映一国或地区国际竞争力的重要指标,源于出口可以带来外汇收入、提高居民支付能力、增加地区就业水平和生产能力,形成新的竞争优势<sup>[38]</sup>。本文将比较优势和竞争优势指标从产业(行业)层面拓展到区域层面构建经济竞争力指数,其中,Michaely指数含义为:

$$Michaely_{it} = \frac{X_{pt}}{\sum_p X_{cpt}} - \frac{M_{pt}}{\sum_p X_{cpt}}, X_{pt} \text{ 和 } M_{pt} \text{ 分别是 } p$$

省份在 $t$ 年出口值和进口值。Michaely指数衡量某一省份进口贸易额和出口贸易额在全国所占比重的相对值,取值范围为 $[-1, 1]$ 。净出口率指数(NetX)含义为: $NetX_{it}=(X_{it}-M_{it})/(X_{it}+M_{it})$ ,式中 $X_{it}$ 和 $M_{it}$ 分别表示 $i$ 省份 $t$ 年出口值和进口值,NetX取值范围为 $[-1, 1]$ ,如果某省份NetX值越大,表明该省份经济竞争力相对较强。

### 2.2.2 污染强度的度量

国外文献对污染强度的衡量主要有两种方法:一是根据减污成本和减污运营成本(PAOC)指标高低的不同,划分为污染行业和清洁行业<sup>[39]</sup>;二是将各种污染排放物加总<sup>[40]</sup>;由于各类污染物是不能简单的加总,以上两种方法欠缺度量的科学和严谨性。参照李玲和陶锋<sup>[41]</sup>、王杰和刘斌<sup>[42]</sup>研究,考虑到各类环境污染物的多样性和不同污染物对经济竞争力的差异性,本文选取各省份固体废弃物排放量、废水排放量、二氧化硫排放量、烟(粉)尘排放量4个单项指标,将各类污染物排放量进行线性标准化处理后,运用等权加和平均的方法得到污染排放强度,具体计算方法如下:

第一,计算各省单位产值的污染物排放量 $UE_{ijt} = E_{ijt}/Q_{it}$ ,其中, $E$ 为污染物排放量, $Q$ 为国内生产总值, $UE_{ijt}$ 为各省份污染物排放量指标的原始值, $i, j, t$ 分别为省份、污染物类型和时间( $i=1,2,\dots,11; j=1,2,\dots,4; t=1994,1995,\dots,2016$ )。

第二,对 $UE_{ijt}$ 进行线性标准化处理: $UE_{ijt}^s = [UE_{ijt} - \min(UE_{jt})] / [\max(UE_{jt}) - \min(UE_{jt})]$ ,使得污染物排放量取值范围在 $[0-1]$ 之间,其中, $UE_{ijt}$ 为各省份污染物排放量指标的原始值, $\max(UE_{jt})$ 和 $\min(UE_{jt})$ 分别为主要污染物 $j$ 指标在西部11省份中每年的最大值和最小值, $UE_{ijt}^s$ 为 $j$ 指标线性标准化后的值。

第三,对固体废弃物、废水、二氧化硫和烟(粉)尘4种污染物的单位产值排放进行等权加和平均,得到 $PD_{ijt} = \sum_{j=1}^4 (UE_{ijt}^s / 4)$ 。

第四,将 $PD_{ijt}$ 进行汇总,得出历年总的污染排放强度EPI。主要变量的描述性统计见表1。

本文采用1994—2016年西部地区11省(直辖市、自治区,以下简称省份)面板数据,由于西藏部分数据缺失严重,故在样本中剔除。重庆数据(1994—1996)包含在四川省里,从《四川统计年鉴》(1994—1996)中剔除并合并构造重庆数据(1994—

表1 主要变量的描述性统计

变量	样本	均值	标准差	观测值
Michaely	overall	253	0.0055	$N = 253$
	between	253	0.0017	$n = 11$
	within	253	0.0052	$T = 23$
NetX	overall	253	0.2751	$N = 253$
	between	253	0.1873	$n = 11$
	within	253	0.2090	$T = 23$
EPI	overall	253	0.2554	$N = 253$
	between	253	0.0426	$n = 11$
	within	253	0.2521	$T = 23$

2016)。固体废弃物、废水、二氧化硫、烟(粉)尘等污染物的原始数据来源于《中国环境统计年鉴》《中国统计年鉴》(1994—2010)、《中国城市统计年鉴》(2011—2016),由于《中国城市统计年鉴》中二氧化硫去除量数据缺失,用产生量减去排放量得到去除量的值( $SO_2$ 去除量= $SO_2$ 产生量- $SO_2$ 排放量)。经济竞争力变量原始数据来源《中国统计年鉴》和各省统计年鉴。

### 3 实证分析

#### 3.1 面板单位根检验和协整检验

本文运用 stata15.0 软件对面板数据做平稳性检验,选择包含面板单位根的 Pescadf 检验、个体单位根检验的 IPS 检验以及 ADF-Fisher 检验,这三种平稳性检验方法的原假设是面板中的所有截面对应的序列都是非平稳的,即 I(1) 过程,特点是考虑截面异质性(heterogeneous panels)、截面相关和干扰性的序列相关问题。根据表 2 检验结果,除变量 *EPI* 在 IPS 检验中拒绝含有单位根的原假设,认为其为平稳序列外,变量 *EPI* 在 Pescadf 和 ADF-Fisher 检验中均不能拒绝原假设是非平稳序列,而变量 *Michaely* 和 *NetX* 在 Pescadf、IPS 和 ADF-Fisher 三种检验中均不能拒绝原假设是非平稳序列,对变量 *Michaely*、*NetX* 和 *EPI* 进行一阶差分后,*D.NetX* 拒绝三种检验的原假设,通过了平稳性检验,为一阶单整(1),对变量 *Michaely* 和 *EPI* 进行二阶差分后,*D2.Michaely* 和 *D2.EPI* 也通过了平稳性检验,为二阶单整(2)。

表 2 面板单位根检验结果

变量	Pescadf 统计量	IPS 统计量	ADF-Fisher 统计量
<i>Michaely</i>	-1.006	-0.046	23.6461
	(0.996)	(1.000)	(0.3661)
<i>NetX</i>	-1.641	-1.608	17.5357
	(0.670)	(0.283)	(0.7331)
<i>EPI</i>	-1.802	-2.392***	12.9005
	(0.456)	(0.000)	(0.9359)
<i>D.Michaely</i>	-1.727	-1.945**	58.5224***
	(0.559)	(0.040)	(0.0000)
<i>D.NetX</i>	-2.996***	-2.907***	66.3324***
	(0.000)	(0.000)	(0.0000)
<i>D.EPI</i>	-1.741	-2.453***	107.8856***
	(0.540)	(0.000)	(0.0000)
<i>D2.Michaely</i>	-2.588***	-2.753***	53.4729***
	(0.003)	(0.000)	(0.0000)
<i>D2.EPI</i>	-3.340***	-4.128***	95.7782***
	(0.000)	(0.000)	(0.0000)

注:\*\*\*、\*\*分别表示 1%、5% 显著水平下拒绝存在单位根的原假设。

在一阶和二阶单整情况下,需对变量进行协整

检验以确定是否存在长期协整关系,根据表 3 检验结果,在 5% 显著性水平下,对于“*Michaely* 指数-环境污染”协整检验,*Gt*、*Ga* 和 *Pa* 都不是显著的,可以认为 *Michaely* 和 *EPI* 二者之间不存在长期协整关系,即不存在长期均衡关系;同理,对于“*NetX* 指数-环境污染”协整检验,*Ga*、*Pt* 和 *Pa* 都不是显著的,可以认为 *NetX* 和 *EPI* 二者之间也不存在长期协整关系,根据变量之间存在长期协整关系选择面板向量修正模型(PVEC),变量之间不存在长期协整关系选择面板向量自回归模型(PVAR)的要求,我们利用 1994—2016 年西部地区 11 省份的变量数据构建面板 VAR(PVAR)模型,分别研究 *Michaely* 指数与环境污染、*NetX* 指数与环境污染的交互影响,以期得到经济竞争力与环境污染的相互关系。

表 3 协整检验结果

“ <i>Michaely</i> 指数-环境污染”协整检验结果			
检验标准	统计值	Z	P
<i>Gt</i>	-0.241	8.735	1.000
<i>Ga</i>	-5.769	3.056	0.999
<i>Pt</i>	-8.442	-1.670	0.047
<i>Pa</i>	-10.126	-0.651	0.258
“ <i>NetX</i> 指数-环境污染”协整检验结果			
检验标准	统计量	Z	P
<i>Gt</i>	-5.629	-13.518	0.000
<i>Ga</i>	-6.352	2.765	0.997
<i>Pt</i>	-7.402	-0.460	0.323
<i>Pa</i>	-10.080	-0.625	0.266

#### 3.2 滞后阶数的选择

本文综合考虑了 AIC、BIC 和 HQIC 三种标准,选择 AIC、BIC 和 HQIC 三种统计量为最小值的阶数,并确定为模型的最优滞后阶数。在 stata15.0 软件中,运行程序包 PVAR2 命令后,得到 PVAR 模型滞后阶数的最优选择,结果见表 4。对于“*Michaely* 指数-环境污染”滞后阶数的选择,当 PVAR 模型滞后阶数选取为 3 时,AIC、BIC 和 HQIC 三种统计量都最小,标准是一致的,因此模型的最优滞后阶数选择为 3;对于“*NetX* 指数-环境污染”滞后阶数的选择,AIC、BIC 和 HQIC 三种标准不一致,当三者不一致时,Lütkepohl<sup>[43]</sup>认为 BIC/HQIC 通常优于 AIC 标准,因此综合考虑后,最优滞后阶数选择为 3。

#### 3.3 PVAR 模型的 GMM 估计

在模型估计之前,为了避免传统的均值差分估计方法可能产生的偏差,本文采用前向均值差分(即 Helmert 过程转换)对面板数据中存在个体异质性的固定效应进行消除处理,采用 GMM 广义矩估计方法得到 *Michaely*、*NetX* 和 *EPI* 之间的 PVAR 模型参数的回归结果,具体估计结果见表 5。由估计

表4 滞后阶数的选择

“Michaely指数-环境污染”PVAR滞后阶数检验			
lag	AIC	BIC	HQIC
1	-10.0978	-9.71037	-9.94155
2	-10.5303	-10.0676	-10.3435
3	-10.6176*	-10.0738*	-10.3977*
4	-10.1015	-9.47044	-9.84608
“NetX指数-环境污染”PVAR滞后阶数检验			
lag	AIC	BIC	HQIC
1	-3.0875	-2.7001*	-2.9313
2	-3.1133	-2.6506	-2.9265
3	-3.1848*	-2.6411	-2.9650*

注:\*表示模型的最优滞后阶数。

结果(1)可知,当Michaely为被解释变量时,在95%的显著性水平下,滞后二期的环境污染对Michaely指数存在显著的正向冲击,而滞后三期的影响为负,表明环境污染对西部地区经济竞争力的影响具有显著的滞后效应,早期严重的环境污染会显著促进区域经济竞争力的提升,即以牺牲环境质量为代价换取西部地区经济竞争力的提升,然而这种推动作用在后期明显削弱,说明污染治理和环境的改善对经济竞争力具有显著促进作用。在EPI的回归方程中,在95%的显著性水平下,滞后一期的Michaely指数对环境污染存在显著的正向影响,而滞后二期和三期则具有显著的负向效应,表明西部地区在经济发展的初期,经济发展水平和竞争力的提升是伴随环境污染的加剧进行的,然而随着西部大开发的实施,FDI大量涌入西部,带来的技术创新效应和环境规制政策的作用,促使西部生态环境得到改善,经济发展水平得到极大提升,因此,后期经济竞争力的提升是伴随污染治理和环境质量改善共同进行的,此时西部地区环境质量应位于“环境EKC”曲线的右侧部分,达到经济和环境“双赢”局面。

由估计结果(2)所知,当NetX为被解释变量时,在95%的显著性水平下,滞后二期和三期的环境污染对经济竞争力的影响分别产生显著的正向和负向影响,这和Michaely指数的回归结果是一致的。在EPI的回归方程中,在95%的显著性水平下,滞后一期和二期的NetX指数对环境污染产生先正后负的显著影响,这和Michaely指数的回归结果也一致。

总体上,通过表5面板VAR模型(1)和(2)的估计结果可知,不管是Michaely指数还是NetX指数作为经济竞争力的代理变量考察其与环境污染的关系时,我们发现,西部地区经济竞争力和环境污染具有交互影响关系,在早期经济发展过程中,经济竞争力的提升是以污染加重,以牺牲西部地区环境质量为代价的,后期随着经济水平提升、技术创新和环境规制政策的实施,地区政府“边发展边治

理”理念的深入,经济竞争力提升和污染治理、环境质量改善是并行发展的。

表5 PVAR(3)模型的GMM参数估计结果

估计结果(1)		
	<i>h_Michaely</i>	<i>h_EPI</i>
<i>L.h_Michaely</i>	0.356**	13.439**
	(2.12)	(2.50)
<i>L.h_EPI</i>	-0.003	0.698***
	(-1.55)	(8.69)
<i>L2.h_Michaely</i>	0.580***	-19.000**
	(3.41)	(-2.45)
<i>L2.h_EPI</i>	0.003**	0.102
	(2.07)	(1.22)
<i>L3.h_Michaely</i>	-0.118	-12.962**
	(-0.63)	(-2.48)
<i>L3.h_EPI</i>	-0.002*	0.110
	(-1.89)	(1.45)
估计结果(2)		
	<i>h_NetX</i>	<i>h_EPI</i>
<i>L.h_NetX</i>	0.729***	0.104*
	(6.45)	(1.70)
<i>L.h_EPI</i>	-0.111	0.656***
	(-0.92)	(9.09)
<i>L2.h_NetX</i>	0.091	-0.165**
	(0.82)	(-2.11)
<i>L2.h_EPI</i>	0.218**	0.120
	(2.06)	(1.41)
<i>L3.h_NetX</i>	-0.128	0.073
	(-1.40)	(1.45)
<i>L3.h_EPI</i>	-0.094*	0.103
	(-1.72)	(1.34)

注:括号内数值为GMM估计系数的T检验值;\*、\*\*、\*\*\*分别表示统计值在10%、5%、1%显著性水平下显著;*h\_.*表示已经经过Helmert转换的变量;*L.h\_.*表示滞后一阶;*L2.h\_.*表示滞后二阶;*L3.h\_.*表示滞后三阶。

### 3.4 PVAR模型的脉冲响应函数(IRFs)

PVAR模型的GMM估计结果可以直观了解各变量之间的关系,我们进一步采用脉冲响应函数来分析各变量之间长期的动态关系,本文对每个变量进行一个标准差冲击,这种冲击反应解释了外部冲击如何影响各个变量,采用蒙特卡洛Monte-Carlo随机模拟500次得到正交脉冲响应函数的结果,结果如图1和图2所示。

图1显示了PVAR(3)系统中Michaely和EPI的脉冲响应,最大冲击期数选择10。①经济竞争力(Michaely)对环境污染(EPI)冲击的响应为,面对EPI的一个正交化新息冲击,Michaely在同期没有响应,即Michaely当期受到影响为零,滞后一期呈现迅速下降的负向变动,在第二期达到最高点,之后迅速下降到第三期,又经过第四期最高点,并缓慢下降到第五期后逐渐收敛,所以EPI对Michaely在开始的零到滞后十期具有负向作用。②环境污

染EPI对Michaely冲击的影响为,面对Michaely的一个正交化新息冲击,EPI在同期减少-0.003,滞后一期和三期呈现上升趋势,滞后二期从0.004下降到-0.003,滞后四期又迅速下降,直至到滞后五期有

一个缓慢的上升后逐渐平稳并趋于收敛,所以Michaely对EPI在开始的零到滞后十期具有正向作用。

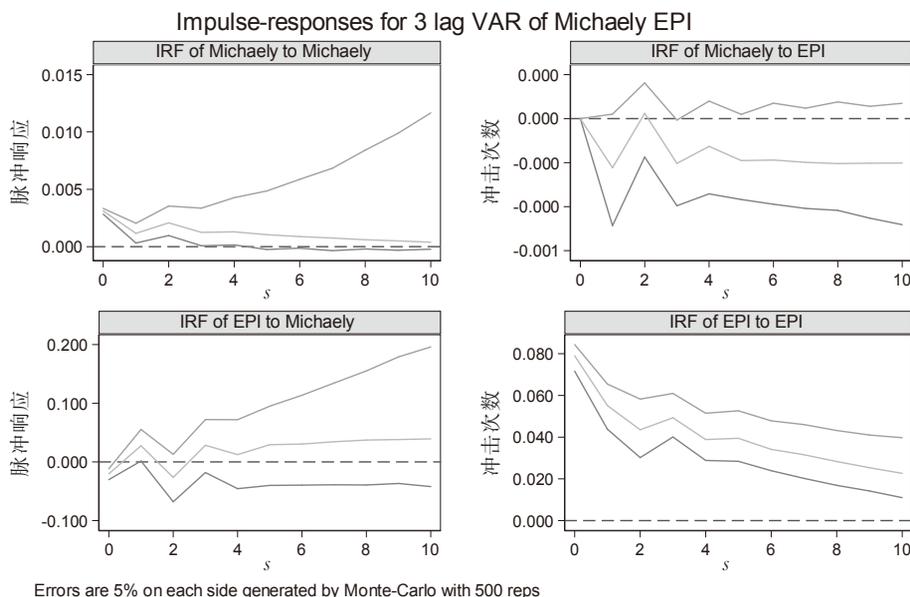


图1 西部地区 Michaely 指数、环境污染的脉冲响应

图2显示了PVAR(3)系统中NetX和EPI的脉冲响应,①NetX对EPI冲击的响应为,面对EPI的一个正交化新息冲击,NetX在同期没有响应,滞后一期呈现迅速下降的负向变动,滞后二期缓慢上升并达到最高点,响应程度为0.005,之后迅速下降到滞后三期并逐渐收敛,所以EPI对NetX从零到滞后一期为负向作用,滞后二期到滞后十期具有正向作

用。②EPI对NetX冲击的响应为,面对NetX的一个正交化新息冲击,EPI在同期有一个下降趋势,滞后一期达到最高点,响应程度为0.010,而后迅速下降到滞后二期,再经过缓慢上升趋势到滞后三期趋于平稳并收敛,所以NetX对EPI在零到滞后二期具有正向作用,滞后三期以后没有响应。

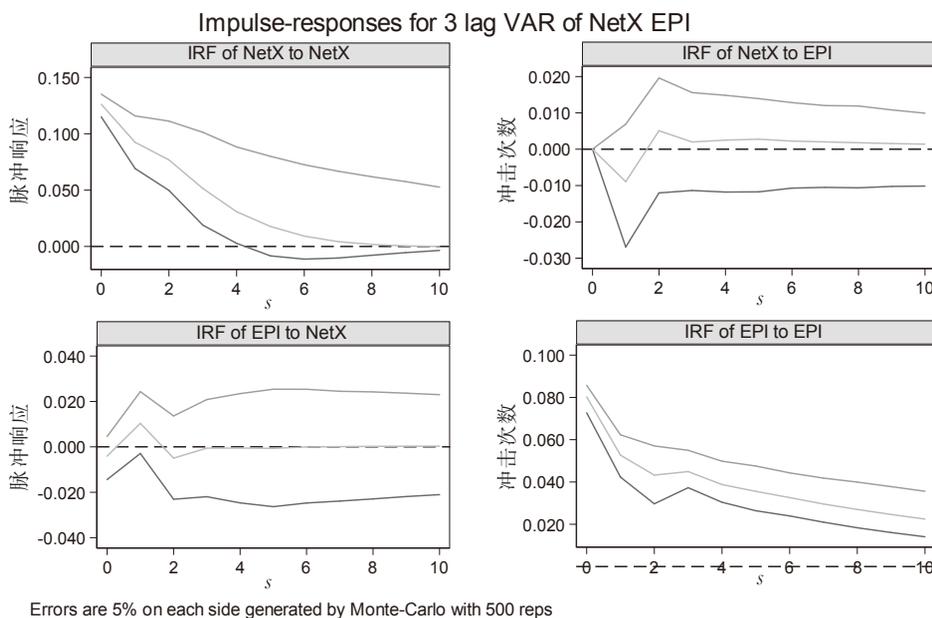


图2 西部地区 NetX 指数、环境污染的脉冲响应

### 3.5 方差分解(FEVD)

PVAR 预测误差之方差分解(FEVD)是对内生变量预测的误差变异数中,每一个正交单位冲击的贡献比例,即主要考察每一个结构冲击对内生变量变化的贡献度。为了更加清楚的刻画各个变量之间影响的强度差异,我们在脉冲响应函数的基础上进行方差分解得到 PVAR 模型中各个变量波动的贡献度,结果见表 6。通过方差分解(1)可以看出, *Michaely* 对自身冲击影响较大,在第 1 期对自身方差的贡献率为 1,在第 5 期和第 10 期方差贡献率依次下降为 99.4% 和 98.6%。*Michaely* 对 *EPI* 的贡献度在 6.3%~29.9%,在第 1 期、第 5 期和第 10 期方差贡献率依次为 6.3%、15.8% 和 29.9%,说明环境污染变动的 6.3%、15.8% 和 29.9% 可由经济竞争力解释,经济竞争力对环境污染变动的解释能力增强。*EPI* 对自身冲击影响较大,但是在第 1 期、第 5 期和第 10 期一直处于下降趋势,在第 10 期对自身方差的贡献率为 70.1%。*EPI* 对 *Michaely* 的贡献度为 0~1.4%,在第 1 期、第 5 期和第 10 期方差贡献率依次为 0、0.6% 和 1.4%,说明在考虑环境污染时,在第 10 期,经济竞争力变动的 1.4% 可由环境污染解释。

表 6 变量预测误差的方差分解

方差分解(1)			
	<i>s</i>	<i>Michaely</i>	<i>EPI</i>
<i>Michaely</i>	1	1.000	0.000
<i>EPI</i>	1	0.063	0.937
<i>Michaely</i>	5	0.994	0.006
<i>EPI</i>	5	0.158	0.842
<i>Michaely</i>	10	0.986	0.014
<i>EPI</i>	10	0.299	0.701
方差分解(2)			
	<i>s</i>	<i>NetX</i>	<i>EPI</i>
<i>NetX</i>	1	1.000	0.000
<i>EPI</i>	1	0.003	0.997
<i>NetX</i>	5	0.997	0.003
<i>EPI</i>	5	0.010	0.990
<i>NetX</i>	10	0.996	0.004
<i>EPI</i>	10	0.008	0.992

注:表中只列出了 1、5、10 期的变量预测误差的方差分解数值。

通过方差分解(2)可以看出, *NetX* 对自身冲击影响较大,在第 1 期对自身方差的贡献率为 1。*NetX* 对 *EPI* 的贡献度在 0.3%~0.8%,贡献率比较小,其中,在第 10 期的方差贡献率为 0.8%。*EPI* 对自身冲击影响较大,在第 10 期的方差贡献率为 99.2%。*EPI* 对 *NetX* 的贡献度为 0~0.4%,但这 3 期内一直处于上升趋势,在第 10 期,环境污染对经济竞争力的贡献率为 0.4%,说明当考虑环境污染

时,经济竞争力变动的 0.4% 可由环境污染解释。

### 3.6 Granger 因果检验

为更好地了解各变量之间是否存在因果关系,本文对 PVAR 模型进行格兰杰(Granger)因果检验。根据表 7 的检验结果发现, *Michaely* 指数是环境污染的 Granger 原因,环境污染也是 *Michaely* 指数的 Granger 原因,二者互为 Granger 因果关系;而 *NetX* 指数和环境污染没有 Granger 因果关系。

表 7 PVAR 模型各变量之间的 Granger 因果检验结果

Granger 检验原假设	chi2	<i>P</i>	Granger 原因
<i>h_EPI</i> 不是 <i>h_Michaely</i> 的 Granger 原因	9.2051	0.027	是
<i>ALL</i> 不是 <i>h_Michaely</i> 的 Granger 原因	8.7421	0.035	是
<i>h_EPI</i> 不是 <i>h_EPI</i> 的 Granger 原因	12.718	0.005	是
<i>ALL</i> 不是 <i>h_EPI</i> 的 Granger 原因	10.215	0.007	是
Granger 检验原假设	chi2	<i>P</i>	Granger 原因
<i>h_EPI</i> 不是 <i>h_NetX</i> 的 Granger 原因	4.7076	0.195	否
<i>ALL</i> 不是 <i>h_NetX</i> 的 Granger 原因	5.2436	0.106	否
<i>h_NetX</i> 不是 <i>h_EPI</i> 的 Granger 原因	5.321	0.150	否
<i>ALL</i> 不是 <i>h_EPI</i> 的 Granger 原因	6.748	0.135	否

## 4 结论与政策建议

本文利用 1994—2016 年西部地区 11 省份面板数据,构建面板向量自回归(PVAR)模型,综合运用 PVAR 模型的 GMM 参数估计、脉冲响应函数、方差分解和格兰杰因果检验等方法,实证分析西部地区环境污染与经济竞争力二者的关系,研究结果如下。

(1)通过 GMM 估计结果和脉冲响应函数发现,西部地区环境污染与经济竞争力之间存在相互影响的互动关系。在早期,西部地区处于较低的经济水平,环境污染的加剧会显著促进经济竞争力的提升,即以牺牲环境质量为代价换取西部经济竞争力的提升,然而这种推动作用在后期明显削弱,主要源于西部大开发战略的实施,FDI 大量涌入西部,技术创新效应和环境规制政策的共同作用,促使西部生态环境得到治理和改善,经济发展水平得到极大提升,后期经济发展中,环境污染降低了经济竞争力,而经济竞争力的提升有利于污染减少和环境质量改善,说明西部地区环境污染和经济竞争力之间符合环境库兹涅茨(EKC)曲线的特征。

(2)环境污染与经济竞争力之间存在着双向的格兰杰因果关系,方差分解结果表明,经济竞争力对环境污染变动的贡献度较大,而环境污染对经济竞争力变动的贡献度较小,说明西部地区经济竞争力的提升导致环境污染加剧,而环境污染并不是阻碍经济竞争力提升的重要因素。结合本文的研究结

论,提出以下政策建议:

第一,注重产业结构调整与升级,加快西部地区绿色经济的发展。西部地区重工业企业多为三线建设中兴建的资源开发型企业,具有明显的初级型、粗加工和污染型特点,与东部形成垂直分工关系,是东部的能源、原材料基地,这些传统工业产值比重较大,其粗放型增长方式对污染排放带来消极影响,因此,应大力调整产业结构,转变经济增长方式,改变西部对资源的过分依赖,大力发展绿色经济,发展高效生态农业和电子信息、节能环保等高新技术产业,应用高新技术改造和提升传统产业,加快制造业与第三产业的深度融合,构筑绿色经济新体系,形成新的经济增长点。使西部地区尽早跨越经济竞争力的提升伴随污染排放增加的发展阶段,到达EKC曲线的右侧,实现经济发展与环境保护的“双赢”局面。

第二,促进贸易与环境、区域与环境的协调发展。随着西部地区进出口贸易额和FDI的增加,致使对外贸易和FDI对西部环境产生负面影响。国际贸易的开展使污染密集型产业转移到发展中国家,“污染天堂”现象在西部地区出现,FDI具有技术外溢效应,但对环境造成压力不可忽视,加之中国区域经济发展不平衡,污染产业从东部地区转移到西部,贸易和区域产业转移成为西部环境污染的主要源头,因此,应平衡贸易、区域与环境之间的关系,实施结构性梯度开放策略,地方政府应对污染企业进行细分,适当限制投资额度,鼓励绿色科技型外资的引入,提高环境规制门槛,限制或禁止国内外污染产业向西部的转移,促进污染企业优胜劣汰,采取有效的污染防治战略,使贸易开放和区域协调发展共同推动西部地区经济增长的同时改善地区环境质量,并提高区域经济竞争力。

第三,提高环境规制水平,加大环境治理力度和研发投入,加速环境友好型科技成果的转化和引导,扶持清洁产品和战略性新兴产业迅速发展,使其成为西部地区新的经济增长点。地方政府对污染企业不仅要实施处罚,更应从源头控制,征收环境税,激励企业提高治污技术和清洁生产技术。提倡消费者进行环保型产品消费,倒逼企业进行清洁产品的生产,实现从产品设计到工艺革新的节能降耗,降低污染排放,提高经济运行质量与竞争力。

### 参考文献

- [1] 傅京燕. 环境成本转移与西部地区的可持续发展[J]. 当代财经, 2006(6): 102-106.
- [2] 林伯强, 邹楚沅. 发展阶段变迁与中国环境政策选择[J]. 中国社会科学, 2014(5): 81-95.
- [3] 刘巧玲, 王奇, 李鹏. 我国污染密集型产业及其区域分布变化趋势[J]. 生态经济, 2012(1): 107-112.
- [4] 何龙斌. 国内污染密集型产业区际转移路径及引申[J]. 经济学家, 2013(6): 78-86.
- [5] GROSSMAN G, KRUEGER A. Economic growth and the environment [J]. Quarterly Journal of Economics, 1995, 110(2): 353-377.
- [6] MARKUSEN J R. Costly pollution abatement, competitiveness and plant location decisions [J]. Resource and Energy Economics, 1997, 19(4): 299-320.
- [7] BOMMER R. Environmental policy and industrial competitiveness: the pollution-haven hypothesis reconsidered [J]. Review of International Economics, 1999, 7(2): 342-550.
- [8] ANTWEILER W, COPELAND B R, TAYLOR M S. Is free trade good for the environment? [J]. The American Economic Review, 2001, 91(4): 877-908.
- [9] YAZID D. Pollution control, competitiveness, and border tax adjustment [J]. SSRN Electronic Journal, 2009, 11(19): 1-26.
- [10] MARCONI D. Environmental regulation and revealed comparative advantages in Europe: is China a pollution haven? [J]. Review of International Economics, 2010, 20(67): 87-97.
- [11] YU Y T. Environmental regulation and competitiveness: evidence from trade and production in the manufacturing sector [C]//agricultural and applied economics association 2014 annual meeting. minneapolis: Agricultural and Applied Economics Association, 2014: 20-24.
- [12] PORTER M E, LINDE C D. Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship [J]. Journal of Economic Perspectives, 1995, 9(4): 97-118.
- [13] ALPAY S. International competitiveness and environmental regulations [J]. Trade and the Environment, 2005, 24(27): 111-120.
- [14] PASURKA C. Perspectives on pollution abatement and competitiveness: theory, data, and analyses [J]. Review of Environmental Economics and Policy, 2008, 2(2): 194-218.
- [15] YANG L. Do environmental regulations influence the competitiveness of pollution-intensive products? [J]. Frontiers of Economics on China, 2010, 5(2): 276-298.
- [16] 包群, 彭水军. 经济增长与环境污染: 基于面板数据的联立方程估计 [J]. 世界经济, 2006(11): 48-58.
- [17] 刘金全, 郑挺国, 宋涛. 中国环境污染与经济增长之间的相关性研究——基于线性和非线性计量模型的实证分析 [J]. 中国软科学, 2009(2): 98-106.
- [18] 韩旭. 中国环境污染与经济增长的实证研究 [J]. 中国人口·资源与环境, 2010, 20(4): 85-89.
- [19] 高宏霞, 杨林, 付海东. 中国各省经济增长与环境污染关系的研究与预测——基于环境库兹涅茨曲线的实证分析 [J]. 经济动态, 2012(1): 52-57.
- [20] 刘华军, 杨骞. 环境污染、时空依赖与经济增长 [J]. 产业经济研究, 2014(1): 81-91.
- [21] 冯颖, 李晓宁, 屈国俊, 等. 中国水环境污染与经济增长关系研究 [J]. 西北农林科技大学学报(社会科学版), 2017(6): 66-74.
- [22] 彭文斌, 田银华. 湖南环境污染与经济增长的实证研究——基于VAR模型的脉冲响应分析 [J]. 湘潭大学学报(哲学社会科学版), 2011(1): 31-35, 80.
- [23] 王佳, 于维洋. 基于环境库兹涅茨曲线的秦皇岛环境污

- 染与经济增长关联量化分析[J]. 燕山大学学报(哲学社会科学版), 2015(2): 127-131.
- [24] 杨海生, 贾佳, 周永章, 等. 贸易、外商直接投资、经济增长与环境污染[J]. 中国人口资源与环境, 2005, 15(3): 99-103.
- [25] 温怀德, 刘渝琳, 温怀玉. 外商直接投资、对外贸易与环境污染的实证研究[J]. 当代经济科学, 2008, 30(2): 88-94.
- [26] 邓柏盛, 宋德勇. 我国对外贸易、FDI与环境污染之间关系的研究: 1995-2005[J]. 国际贸易问题, 2008(4): 101-108.
- [27] 赵新华, 李斌, 李玉双. 环境管制下FDI、经济增长与环境污染关系的实证研究[J]. 中国科技论坛, 2011(3): 101-105.
- [28] 许和连, 邓玉萍. 外商直接投资导致了中国的环境污染吗?——基于中国省际面板数据的空间计量研究[J]. 管理世界, 2012(2): 30-43.
- [29] 秦晓丽, 于文超. 外商直接投资、经济增长与环境污染——基于中国259个地级市的空间面板数据的实证研究[J]. 宏观经济研究, 2016(6): 127-134, 1.
- [30] 唐剑, 周雪莲. 中国对外贸易的环境影响综合效应分析[J]. 中国人口(资源与环境), 2017(4): 87-94.
- [31] 李光龙, 张明星. 扩大对外贸易加剧了中国环境污染吗?[J]. 安徽大学学报(哲学社会科学版), 2018(3): 119-125.
- [32] 吴海鹰, 张盛林. 西部地区经济发展与环境质量关系的实证研究[J]. 宁夏社会科学, 2005(5): 29-33.
- [33] 俞虹, 杨凯, 邢璐. 中国西部地区水环境污染与经济增长关系研究[J]. 环境保护, 2007(20): 38-41.
- [34] 古冰. 西部大开发以来西部地区工业污染研究[J]. 云南社会科学, 2010(4): 40-44.
- [35] 游伟民. 我国西部地区贸易对环境污染影响的分析——基于西部地区省际面板数据的检验[J]. 当代财经, 2010(10): 92-97.
- [36] 高新才, 马丽. 基于脱钩和EKC理论的西部地区环境污染与经济发展关系研究[J]. 西南民族大学学报(人文社科版), 2014(6): 117-122.
- [37] HOLTZ-EAKIN D, NEWWEY W, ROSEN H S. Estimating vector auto regression with panel data[J]. *Econometric*, 1988, 56(6): 1371-1395.
- [38] 张金昌. 用出口数据评价国际竞争力的方法研究[J]. 经济管理, 2001(10): 17-25.
- [39] LOW P, YEATS A. Do 'dirty' industries migrate[J]. *International Trade and the Environment*, 1992(159): 40-53.
- [40] MANI M, WHEELER D. In search of pollution havens? Dirty industry in the world economy, 1960-1995[J]. *Journal of Environment and Development*, 2003, 7(3): 215-247.
- [41] 李玲, 陶锋. 中国制造业最优环境规制强度的选择——基于绿色全要素生产率视角[J]. 中国工业经济, 2012(5): 70-82.
- [42] 王杰, 刘斌. 环境规制与企业全要素生产率——基于中国工业企业数据的经验分析[J]. 中国工业经济, 2014(3): 44-56.
- [43] LÜTKEDOHL H. Introduction to multiple time series analysis[J]. *Journal of the American Statistical Association*, 1993, 87(420): 1243-1254.

## Study on the Interaction between Environmental Pollution and Regional Economic Competitiveness: an Empirical Analysis of Based on the Panel VAR Model in Western China

An Haiyan<sup>1,2,3</sup>, Yao Huiqin<sup>2,3</sup>

(1. School of Economics & Management, Baoji University of Arts and Sciences, Baoji 721013, Shaanxi, China;

2. School of Economics & Management, Northwest University, Xi'an 710127, China;

3. Center for Studies of China Western Economic Development, Northwest University, Xi'an 710127, China)

**Abstract:** Based on the panel data of the western region from 1994 to 2016, the panel vector auto. regression (PVAR) estimation model is constructed to dynamic analyze the relationship between environmental pollution and economic competitiveness. The results show as follows. ① There is an interactive relationship between environmental pollution and economic competitiveness in western China, and the relationship between environmental pollution and economic competitiveness conforms to the characteristics of the environmental kuznet (EKC) curve. ② There is no long-term co. integration relationship between environmental pollution and economic competitiveness, but there is a two-way granger causality. The variance decomposition results show that the contribution is large of the economic competitiveness to the change of environmental pollution, while the impact is small of the environmental pollution on the change of economic competitiveness, which indicates that the improvement of economic competitiveness in western China is at the cost of intensifying environmental pollution, and environmental pollution is not an important factor hindering the improvement of economic competitiveness. Therefore, the western region should pay attention to the adjustment and upgrading of industrial structure and vigorously develop green economy, to promote the coordinated development of trade and environment, regions and environment, improve the level of environmental regulation, reduce pollution emissions, and achieve a synergy mechanism between environmental protection and economic development.

**Keywords:** environmental pollution; regional economic competitiveness; western region; PVAR model