

能源价格扭曲与雾霾污染

——中国的经验证据

冷艳丽 杜思正

(南开大学 经济学院, 天津 300071)

摘要: 基于2001—2010年中国省际面板数据,考察了能源价格扭曲对雾霾污染的影响。研究结果表明:(1)能源价格扭曲对雾霾污染具有正向影响。(2)煤炭消费、机动车辆、产业结构、房屋建筑施工面积、城市化水平以及贸易开放度与雾霾污染显著正相关,产出水平与雾霾污染显著负相关,人力资本对雾霾污染的影响不显著。(3)进一步分析发现,东部地区能源价格扭曲对雾霾污染的正向影响大于中西部地区,说明能源价格扭曲对雾霾污染的影响存在着区域差异。良好的生态环境是人类生存和可持续发展的必要条件,因此,在经济、社会发展过程中,既要考虑经济和社会发展的需要,也要顾及环境和资源的承载能力,以实现经济、社会和环境的协调发展。

关键词: 能源价格扭曲; 能源消费; 能源结构; 雾霾污染; 环境污染

中图分类号: F205; F206 文献标识码: A 文章编号: 1671-9301(2016)01-0071-09

DOI:10.13269/j.cnki.ier.2016.01.008

一、引言

改革开放以来,中国在经济实力不断增强的同时,也面临着严峻的环境污染问题,尤其是自2013年以来,以PM_{2.5}(Fine Particulate Matter)和PM₁₀(Inhalable Particles)为主要构成的雾霾污染在中国时常出现,其影响范围甚广,波及中国将近一半的国土面积,严重威胁着人们的日常生活和健康。因此,雾霾污染问题引起学者们的广泛关注。目前已有部分文献对中国雾霾污染研究进行一些有益的探索,如郝新东和刘菲^[1]较早地考察了中国雾霾污染问题,发现煤炭消费量与PM_{2.5}正相关,且污染重度区和中度区的估计系数大大高于轻度区,据此认为煤炭消费是中国PM_{2.5}污染的主要成因。马丽梅和张晓^[2]通过研究发现中国雾霾污染具有明显的空间溢出效应,且污染程度与能源结构和产业结构变动息息相关。李根生和韩民春^[3]认为财政自主有利于激励地方政府加强治理雾霾污染,而内生于财政分权的地方政府竞争则会削弱这种激励作用。东童童等^[4]专门考察了工业集聚对中国雾霾污染的影响,认为工业产出集聚会降低雾霾污染程度。冷艳丽等^[5]分析了外商直接投资对雾霾污染的影响,认为外商直接投资与中国的雾霾污染程度正相关。

通过观测Donkelaar *et al.*^[6]制作的PM_{2.5}全球地图,可以发现中国的雾霾天气主要集中在华北、华中和华东地区,涵盖了京津冀、长三角、珠三角三大区域。这些区域是我国改革开放的前沿阵地,经济发展迅速,是我国工业尤其是重工业的集聚地,对煤炭等能源的消费需求较大。能源作为生产

收稿日期:2015-07-02; 修回日期:2015-10-14

作者简介:冷艳丽(1988—),女,河南信阳人,南开大学经济学院国际经济研究所博士研究生,研究方向为国际金融、世界经济;杜思正(1986—),男,河南南阳人,南开大学经济学院国际经济研究所博士研究生,研究方向为国际金融、世界经济。

基金项目:国家社会科学基金重大项目(15ZDA057);教育部人文社会科学重点基地重大项目(13JJD790017)

过程中的一种重要投入要素,是经济与社会发展的重要物质基础,是经济增长的“动力源”^[7],是一个国家的经济命脉,同时,能源的消费和使用也是导致环境污染的主要原因,因此,能源问题与环境污染的关系一直是国内外学术界关注的重点。能源问题与环境污染的关系主要包括四个方面:一是能源消费与环境污染^[8-10]。研究表明,能源消费会引起环境污染,对环境污染具有正向效应。二是能源结构与环境污染^[11-12]。研究发现,能源结构的改善有利于环境质量的提升。三是能源效率与环境污染^[13-14]。研究表明,提高能源效率可以显著改善我国的环境污染问题。四是能源税与环境污染^[15-16]。研究发现,征收能源税能够有效地改善环境污染状况。以上的经验研究均没有考虑能源市场体制因素对中国雾霾污染的可能影响,目前,中国正处于转轨时期,要素市场尤其是能源市场的市场化进程远远滞后于产品市场^[17],中国的煤炭、石油和天然气等能源的获取与分配并不是由市场机制自由决定的,生产企业上缴的资源使用费是远低于市场均衡价格的行政性收费,这种无偿授予的资源使用权和政府的象征性收费使得能源价格构成不全,价格水平偏低,比价不合理,虽多次提价但仍受到政府管制,从而导致能源市场严重的价格扭曲^[18]。因此,本文将基于能源价格扭曲的视角对我国雾霾污染的成因进行分析。

能源价格扭曲可能通过以下机制和渠道对雾霾污染产生影响:一方面,能源价格扭曲人为压低了能源价格,使得企业在生产过程中更倾向于通过增加低成本的能源要素投入来获得利润,能源消费的增加势必会加大环境压力,进而可能引致雾霾污染。另一方面,能源价格扭曲阻碍了能源供给与消费结构的升级转型,加之我国“丰煤少油”的资源禀赋,使得煤炭在能源消费中占据主导地位,而煤炭对环境的污染最为严重^[19]。同时,能源价格扭曲抑制了我国能源效率的提升^[20],降低了能源开采和生产企业的积极性,使得能源产出单一,品质不高,利用效率低下,从而会增加污染排放,导致雾霾天气。基于上述分析,我们提出本文的理论假说:能源价格扭曲对我国的雾霾污染具有正向影响。

二、能源价格扭曲的测度

(一) 测度方法和数据

参照盛仕斌和徐海^[21]以及 Hsieh and Klenow^[22]的处理方法,本文采用生产函数估计方法来测度中国 29 个省(市、自治区)的能源价格扭曲程度。测度的基本思想是:根据生产函数估算出各省(市、自治区)能源的边际产出,即能源的应得报酬;然后用能源的应得报酬与其实际报酬做比值,即得出各地区的能源价格扭曲程度(DIST)。当 DIST 等于 1 时,能源的应得报酬等于其实际所得报酬,说明能源市场不存在价格扭曲;当 DIST 大于 1 时,能源价格被负向扭曲;当 DIST 小于 1 时,能源价格被正向扭曲。

假设在生产过程中只使用资本、劳动和能源三种要素,则生产函数的形式如下:

$$Y_{it} = A_{it} K_{it}^{\alpha_{it}} L_{it}^{\beta_{it}} E_{it}^{\gamma_{it}} \quad (1)$$

其中 i 表示地区, t 表示年份, Y_{it} 表示地区产出水平, A_{it} 表示生产技术, K_{it} 表示资本存量, L_{it} 表示劳动投入量, E_{it} 表示能源消费量, α_{it} 、 β_{it} 和 γ_{it} 分别是资本、劳动力和能源的产出弹性系数。

对(1)式取对数线性化,可得如下计量模型:

$$\text{LNY}_{it} = c + \alpha_{it} \text{LNK}_{it} + \beta_{it} \text{LNL}_{it} + \gamma_{it} \text{LNE}_{it} + \mu_{it} \quad (2)$$

估计(2)式即可得到各地区能源对产出的贡献参数 γ_{it} ,从而能源的边际产出可以表示为:

$$\text{MP}_{E_{it}} = A_{it} \gamma_{it} E_{it}^{\gamma_{it}-1} K_{it}^{\alpha_{it}} L_{it}^{\beta_{it}} = \gamma_{it} Y_{it} / E_{it} \quad (3)$$

在进一步获得能源的价格 e 后,能源价格扭曲程度可以表示为:

$$\text{DIST}_{it} = \text{MP}_{E_{it}} / e_{it} \quad (4)$$

式(2)中被解释变量 LNY 用各省(市、自治区)地区生产总值的对数表示,并以 2001 年为基期,利用 GDP 平减指数剔除了价格波动的影响。LNK 用各地区资本存量的对数表示,本文借鉴单豪杰^[23]的方法,以 2001 年为基期,利用永续盘存法估算了 29 个省(市、自治区) 2001—2010 年的资本存量。

本存量的估算公式为: $K_t = K_{t-1}(1 - \delta_t) + I_t$, 其中 K_t 表示第 t 期的资本存量; K_{t-1} 表示第 $t-1$ 期的资本存量; I_t 为第 t 期的投资, 取值为当期的固定资本形成额, 并用固定资产形成价格指数, 以 2001 年为基期的不变价进行调整; δ_t 表示资本折旧率, 统一取值为 10.96%。LNL 用各地区就业人员数的对数表示。LNE 用各地区能源消费总量的对数来表示。对于能源价格 e , 本文参照陶小马等^[24]的处理方法, 根据《中国物价年鉴 2004》公布的 2003 年 36 个大中城市分能源品种的价格数据, 将煤炭、石油和电力的平均价格换算成标准量价格, 并以煤炭、石油和电力占能源消费总量的比重为权重, 计算出 2003 年能源平均价格。然后, 根据燃料、动力类购进价格指数推算出其他年份的能源价格。

(二) 测度结果

图 1 显示了能源价格扭曲程度的测算结果。由图可知, 无论是从全国总体还是分地区、分年度来看, 我国的能源市场都存在着负向扭曲, 并呈现出震荡下降的趋势, 说明随着市场化进程的推进, 我国的能源市场化改革取得了一定的成效。这一测算结果支持了王希^[25]对我国能源价格扭曲变化趋势的判断。同时可以发现, 东部地区的能源价格扭曲程度在各年度均大于中西部地区, 但两者之间的差距在逐步缩小。这可能是因为, 东部地区的经济发展水平和工业化程度与中西部地区相比均较高, 为了保持既有的发展优势, 国家对东部地区能源市场的干预也相对较大。

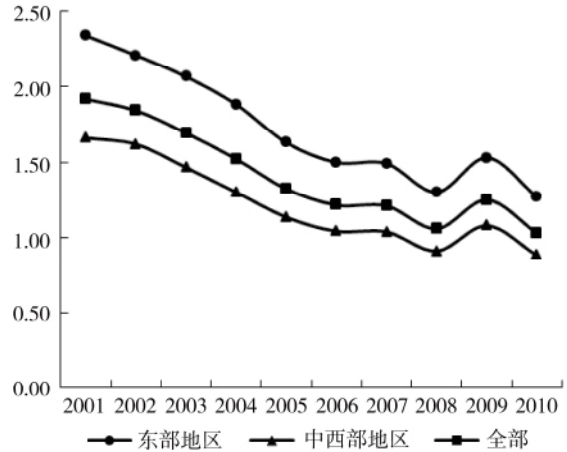


图 1 2001—2010 年中国各地区能源价格扭曲程度

三、模型设定与数据说明

(一) 模型设定

为了检验能源价格扭曲与雾霾污染之间的关系, 本文构建如下计量模型:

$$HAZE_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 DIST_{it} + \sum_{j=1}^n \lambda_j X_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

其中 i 表示省份, t 表示年份, $HAZE_{it}$ 表示雾霾污染, $DIST_{it}$ 代表能源价格扭曲程度, X_{it} 是相应的控制变量, μ_i 为省份个体效应, ε_{it} 反映了各省份特定因素的影响, 为随机误差项。

对模型(5)的变量设定与解释如下:

1. 被解释变量为雾霾污染(HAZE)。在雾霾污染方面, 用 $PM_{2.5}$ 的年均人口加权浓度来表征各省(市、自治区)的污染程度。鉴于国内 $PM_{2.5}$ 相关数据统计较晚, 本文借鉴国外相关研究成果中的统计数据进行分析。Donkelaar *et al.*^[6]通过制作的 $PM_{2.5}$ 全球地图来展示全球各地的雾霾污染状况, 结果显示, 东亚、北非以及中国的华北、华中和华东地区是全球雾霾污染最为严重的区域。在此基础上, 哥伦比亚大学、耶鲁大学和巴特研究所的相关研究人员运用卫星数据通过建立数学模型对全球 2001—2010 年的 $PM_{2.5}$ 浓度进行了估算, 并基于对人口密度的考虑进一步测算出我国 31 个省(市、自治区)(包括台湾, 四川和重庆合并为一个地区) 2001—2010 年人口加权年均 $PM_{2.5}$ 浓度(单位: 微克/立方米)。本文的 $PM_{2.5}$ 数据即来源于此。这一数据与环保部发布的《关于实施环境空气质量标准的通知》对我国雾霾污染基本形势的判断大体一致, 具有较高的可信度。

2. 核心解释变量为能源价格扭曲(DIST)。随着我国工业化、城市化进程的加快, 经济增长对能源要素投入的依赖程度进一步增强, 政府为促进部分地区经济的快速发展而采取的能源配给以及价格管制措施扭曲了能源价格特别是煤炭价格水平, 导致能源价格长期偏低, 不但无法合理有效地配置优质资源, 反而使劣质资源的过度消费在所难免, 这会加剧环境的压力。预期其系数符号为正。

3. 控制变量

(1) 煤炭消费 “丰煤少油”的资源禀赋以及业已形成的较为完整的煤炭工业体系决定了我国的能源消费是以煤炭为主的低质型消费结构,煤炭在能源消费中占有约70%的比重,其在使用过程中会产生大量的烟尘、微小颗粒以及二氧化碳,从而加剧了大气环境的雾霾污染程度。预期其系数符号为正。

(2) 产出水平 产出水平可以反映出一个地区的经济发展状况。一方面,产出水平与经济规模成正比,产出水平越高,需要投入的资源就越多,经济活动的副产品即污染物排放的就越多,从而使环境问题进一步恶化;另一方面,产出水平反映了一个地区的经济发展水平和人们的生活质量。在经济发展水平越高的地区,人们对环境质量的要求往往也就越高,政府也有充足的资金来加大对环境污染的治理力度,从而使环境污染问题得到改善。本文用人均地区生产总值来衡量各地区的产出水平,预期系数符号不确定。

(3) 机动车辆 随着经济的高速发展以及人们生活水平的提高,机动车保有量也呈现出快速增长的趋势,大量的汽车尾气排放一旦超越城市空气的自我净化能力,就会加剧大气的污染程度。本文用人均机动车保有量来反映各地区的机动车辆情况,预期其系数符号为正。

(4) 产业结构 在经济发展的早期,工业化的发展意味着对资源的过度采伐以及污染排放物的剧增。目前,我国正在进行产业结构的优化升级,由粗放型经济增长方式转变为集约型经济增长方式,工业在国民经济中所占比重有所下降。但环境污染问题并没有彻底解决,特别是空气污染却有进一步恶化的势头。本文借鉴杨博琼和陈建国^[26]的做法,以工业总产值占地区生产总值的比重来衡量我国的产业结构水平,因为我国的工业生产主要依赖煤炭等资源,化工、冶金和发电等行业排放出的污染物是形成雾霾天气的主要原因。预期其系数符号为正。

(5) 房屋建筑施工面积 随着城市化进程的加快,房地产业发展迅速,已成为经济增长的重要支柱。但在房地产开发过程中,旧房屋的拆迁、新房屋的施工建设以及用于建设新房的施工材料在运输过程中都会产生大量的扬尘,从而会加剧城市空气环境的压力。预期其系数符号为正。

(6) 城市化水平 改革开放以来,伴随着经济的持续快速增长,中国的城市化和工业化不可避免地带来了严重的环境污染问题。本文参照江春和许立成^[27]的处理方法,用非农产业人口占总人口的比重来衡量城市化水平。预期其系数符号为正。

(7) 贸易开放程度 国际贸易的快速发展,一方面可以通过促进一个地区的经济增长而使其有增加环保投入的能力,也可以通过外汇收入的增加使其有进口国外先进技术和设备的能力,从而在一定程度上改善环境污染问题。另一方面,一个地区的经济规模扩大加速了对自然资源的开发和利用,能源消费规模的扩大使得自然环境的退化速度加快,从而加剧环境污染程度。因此,贸易开放程度是影响我国环境污染的重要因素。特别地,出口产品主要是在国内生产,其消耗能源所排放的污染物会加剧本国的环境污染程度。因此,根据严伟涛和盛丹^[28]的做法,本文用出口总额与地区生产总值的比值来衡量各地区的开放程度。预期系数符号不确定。

(8) 人力资本 人力资本作为知识和能力的主要载体,是衡量一个国家或地区技术水平的重要指标。人力资本存量较高地区的劳动力往往具有较高的受教育水平和技术水平,技术研发投入也相对较多,从而有利于该地区环境问题的解决。预期其系数符号为负。根据熊灵等^[29]学者的处理方法,用地区受教育水平(J_{it})与地区总人口(P_{it})的比值来衡量人力资本状况。其中, P_{it} 表示*i*地区第*t*年的总人口数, J_{it} 表示*i*地区第*t*年的受教育水平, $J_{it} = 6 \times j_{it1} + 9 \times j_{it2} + 12 \times j_{it3} + 16 \times j_{it4}$, j_{it1} 、 j_{it2} 、 j_{it3} 和 j_{it4} 分别表示*i*地区第*t*年的小学毕业生数、初中毕业生数、高中毕业生数和大专及大专以上毕业生数,6年、9年、12年和16年分别表示小学、初中、高中和大专及大专以上毕业生的平均受教育年限。因此,人力资本状况的表达式为: $HUMA_{it} = J_{it}/P_{it}$ 。

(二) 数据说明与变量统计描述

考虑到数据的可得性与一致性,本文选取 2001—2010 年全国 29 个省(市、自治区)(重庆市的数据并入到四川省处理,不包括西藏自治区以及港、澳、台地区)为研究对象。对于文中涉及到的价值形态的数据,均以 2001 年为基期,并采用相应的指数剔除了价格因素的影响。除 PM_{2.5} 数据之外,其他数据来源于《中国统计年鉴》、《中国环境统计年鉴》、《中国能源统计年鉴》以及 Wind 数据库。主要变量的描述统计如表 1 所示。表中

表 1 主要变量描述统计

变量	中文名称	平均值	标准差	最小值	最大值
HAZE	雾霾污染	3.174	0.594	0.770	3.950
DIST	能源价格扭曲	0.162	0.634	-1.748	1.476
COAL	煤炭消费	18.031	0.896	15.000	19.740
LGDP	产出水平	9.482	0.627	8.000	11.030
VEHI	机动车辆	0.034	0.030	0.010	0.230
STRU	产业结构	4.623	0.381	3.670	5.400
HOUS	房屋建筑施工面积	17.575	1.068	14.660	19.760
URBA	城市化水平	0.355	0.162	0.149	0.889
OPEN	贸易开放度	2.488	0.972	0.590	4.670

列出了各主要变量的基本统计量。由表可知,HOUS(房屋建筑施工面积)的标准差最大,为 1.068,变化波动最为明显;VEHI(机动车辆)的标准差最小,变化波动也较小;DIST(能源价格扭曲)和 LGDP(产出水平)以及 HOUS(房屋建筑施工面积)和 OPEN(贸易开放度)的标准差相当,在数量关系上存在着波动的大体一致性。

四、实证检验与结果分析

为了判定各变量之间是否存在严重的多重共线性问题,需要计算各主要变量之间的相关系数,具体结果如表 2 所示。由表 2 可知,除了变量 URBA 和 LGDP 的相关系数达到 0.79 以外,其余变量之间的相关系数均低于 0.76,因此不存在严重的多重共线性问题。对于本文可能存在的异方差问题,则通过对方差较大的变量取其自然对数的形式,从源头上消除异方差对模型的干扰,从而使结论更加可靠。

表 2 相关系数矩阵

	DIST	COAL	LGDP	VEHI	STRU	HOUS	URBA	OPEN
DIST	1.000							
COAL	-0.073	1.000						
LGDP	0.157	0.198	1.000					
VEHI	-0.059	0.011	0.746	1.000				
STRU	-0.087	0.471	0.755	0.410	1.000			
HOUS	0.205	0.631	0.638	0.390	0.680	1.000		
URBA	0.163	-0.091	0.790	0.666	0.438	0.246	1.000	
OPEN	0.219	0.141	0.739	0.427	0.695	0.492	0.613	1.000

(一) 全样本回归结果

表 3 给出了全国 29 个省(市、自治区)样本的回归结果。由表 3 可知,模型(7)是标准模型的估计结果,结果显示,能源价格扭曲(DIST)对雾霾污染(HAZE)的影响为正,并在 1%的水平上显著,说明能源价格扭曲对雾霾污染产生了显著的促进作用,验证了本文的理论假说,结论符合预期。这在一定程度上说明我国能源市场存在负向扭曲,使得能源价格低于其边际产出水平,导致能源供给和消费结构不合理,利用效率低下,尤其是煤炭、石油等传统能源甚至劣质资源被过度消费,而风能、水能、太阳能等新能源发展较为滞后,这无疑会加剧我国雾霾污染的程度。煤炭消费(COAL)在 1%的显著性水平上对雾霾污染具有正向影响,与其他能源相比,煤炭对环境的污染最为严重,其在使用过程中会产生大量的二氧化碳、烟尘及微小颗粒,从而会恶化空气质量,结论符合预期。产出水平(LGDP)在 1%的水平上显著为负,这可能是因为随着经济的发展,人们的生活质量有所提高,相应地提高了对环境质量的要求。同时,政府也有充足的资金来加大对雾霾污染的治理力度,从而可以在一定程度上改善环境状况。机动车辆(VEHI)在 1%的显著性水平上为正,说明汽车尾气排放是我国城市雾霾天气形成的一个重要原因,结论符合预期。产业结构水平(STRU)在 1%的水平上显著为正,结论符合预期,这是因为我国长期以来实行“重重工业、轻服务业”的发展战略,使得产业结构存在诸多不合理之处,尤其是工业比重过高,经济增长方式粗放,生产过程中排放出的污染物会加大环境压

力。房屋建筑施工面积(HOUS)在1%的水平上显著为正,说明房屋建筑工地的扬尘会增加大气中的颗粒物含量,导致雾霾天气的形成,结论符合预期。城市化水平(URBA)在10%的显著性水平上对雾霾污染具有正向影响,这说明我国的雾霾污染与城市化进程的推进密切相关,结论符合预期。城市的基础设施相对完善,市场规模较大,就业机会较多,人口密度较大,环境压力相对也较大。贸易开放度(OPEN)在5%的水平上显著为正,这是因为出口产品主要是在国内生产,消耗国内资源,排放的污染物会增加国内环境负担。模型(1)至(6)是逐步加入其他控制变量的回归结果,结果显示,能源价格扭曲对雾霾污染估计系数的大小、符号和显著性水平均没有发生很大的变化,说明能源价格扭曲对雾霾污染的正向影响是稳健的。模型(8)中人力资本的估计系数为负,但不显著,说明随着中国人力资本存量的增加,直接用于治理雾霾污染的技术研发支出也随之增加,可以降低雾霾污染程度,然而这一效应尚不明显。

表3 全样本模型回归结果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
DIST	0.087* (1.950)	0.101** (2.242)	0.156*** (3.376)	0.260*** (5.406)	0.182*** (3.587)	0.164*** (3.223)	0.143*** (2.780)	0.143*** (2.765)
COAL	0.354*** (11.353)	0.366*** (11.505)	0.398*** (12.416)	0.317*** (9.331)	0.211*** (4.991)	0.206*** (4.891)	0.222*** (5.213)	0.224*** (5.229)
LGDP		-0.080* (-1.750)	-0.303*** (-4.216)	-0.760*** (-6.964)	-0.827*** (-7.684)	-1.038*** (-7.463)	-1.058*** (-7.626)	-1.050*** (-7.516)
VEHI			5.636*** (3.961)	9.031*** (6.036)	8.164*** (5.541)	7.843*** (5.344)	8.146*** (5.551)	8.124*** (5.526)
STRU				0.750*** (5.381)	0.635*** (4.579)	0.681*** (4.905)	0.555*** (3.655)	0.565*** (3.686)
HOUS					0.185*** (4.018)	0.237*** (4.675)	0.228*** (4.519)	0.227*** (4.485)
URBA						0.743** (2.369)	0.602* (1.883)	0.563* (1.712)
OPEN							0.088** (2.003)	0.086* (1.927)
HUMA								-0.092 (-0.513)
常数项	-3.207*** (-5.689)	-2.659*** (-4.137)	-1.319* (-1.852)	0.857 (1.084)	0.715 (0.927)	1.450* (1.757)	1.893** (2.227)	2.106** (2.225)
样本量	286	286	286	286	286	286	286	286
调整后 R ²	0.310	0.315	0.349	0.408	0.438	0.447	0.453	0.452
F 统计量	65.079	44.722	39.212	40.283	38.075	33.976	30.553	27.115

注:***、**、* 分别表示在1%、5%和10%水平上显著,括号中数值代表t统计值。

(二) 分地区回归结果

由于各省(市、自治区)的经济发展水平与地理位置存在差异,为了考察能源价格扭曲对雾霾污染的影响,本文进一步分地区进行估计和检验。本文将我国29个省(市、自治区)分为东部地区和中西部地区两部分,各地区具体回归结果如表4所示。由表4可知,分地区模型中能源价格扭曲对雾霾污染的正向影响与全样本模型基本一致,再次验证了能源价格扭曲对雾霾污染的正向影响是稳健的。从各地区能源价格扭曲对雾霾污染影响系数的大小来看,东部地区能源价格扭曲对雾霾污染的正向影响相对较大,说明能源价格扭曲对雾霾污染的影响存在着显著的区域差异,这是因为,东部地区的能源价格扭曲程度相比于中西部地区较大,重工业也更为集中,能源消耗量大,环境压力也相对较大,更容易出现雾霾天气。此外,其余各控制变量系数符号和显著性水平与全样本检验结果基本一致,此处不再详述。

表4 分地区模型回归结果

	东部地区				中西部地区			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
DIST	0.321** (2.488)	0.803*** (6.829)	0.620*** (4.010)	0.660*** (4.200)	0.249*** (4.276)	0.189*** (4.567)	0.263*** (6.518)	0.259*** (6.819)
COAL	0.642*** (8.997)	1.078*** (12.668)	1.082*** (12.850)	1.106*** (12.861)	0.174*** (4.099)	0.018 (0.500)	-0.017 (-0.497)	-0.045 (-1.363)
LGDP	0.048 (0.229)	-0.157 (-0.636)	-0.141 (-0.575)	-0.113 (-0.462)	-0.624*** (-4.737)	-0.132 (-1.022)	-0.148 (-1.245)	-0.237** (-2.089)
VEHI	5.709*** (2.881)	9.601*** (6.062)	9.643*** (6.155)	9.531*** (6.094)	-1.347 (-0.349)	-2.365 (-0.855)	0.494 (0.190)	2.383 (0.964)
STRU	-0.053 (-0.202)	0.311 (1.446)	-0.010 (-0.036)	-0.048 (-0.172)	0.639*** (4.333)	0.297*** (2.799)	0.246** (2.506)	0.077 (0.777)
HOUS		-0.551*** (-5.931)	-0.582*** (-6.223)	-0.586*** (-6.286)		0.149*** (3.756)	0.143*** (3.899)	0.154*** (4.466)
URBA		1.287*** (3.786)	1.094*** (3.101)	1.228*** (3.350)		-2.580*** (-7.478)	-3.043*** (-9.274)	-2.723*** (-8.628)
OPEN			0.196* (1.793)	0.197* (1.805)			0.238*** (5.621)	0.182*** (4.406)
HUMA				0.363 (1.292)				0.655*** (4.815)
常数项	-9.032*** (-5.143)	-7.612*** (-4.632)	-6.241*** (-3.474)	-8.023*** (-3.549)	2.930*** (2.638)	0.951 (1.102)	1.699** (2.108)	1.263* (1.655)
样本量	108	108	108	108	178	178	178	178
调整后 R ²	0.669	0.807	0.811	0.813	0.369	0.692	0.739	0.769
F 统计量	44.326	65.006	58.541	52.573	21.723	57.777	63.603	66.532

注: ***, **, * 分别表示在 1%、5% 和 10% 水平上显著, 括号中数值代表 t 统计值。

(三) 稳健性检验

模型的估计过程可能存在着潜在的内生性问题, 导致回归结果出现较大的偏差, 从而影响估计结果的稳健性。为了规避内生性问题可能引致的估计偏误, 本文将能源价格扭曲 (DIST)、煤炭消费 (COAL)、机动车辆 (VEHI)、产业结构 (STRU)、房屋建筑施工面积 (HOUS) 和城市化水平 (URBA) 均滞后一期重新进行回归估计, 以检验模型的稳健性, 具体结果如表 5 所示。从检验结果来看, 各变量估计系数的作用方向与显著性水平基本不变, 证明本文的结论是稳健的。

表5 稳健性检验

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
DIST	0.092* (1.936)	0.109** (2.263)	0.164*** (3.365)	0.268*** (5.225)	0.170*** (3.119)	0.159*** (2.897)	0.134** (2.402)	0.134** (2.403)
COAL	0.358*** (10.824)	0.370*** (10.987)	0.406*** (12.002)	0.336*** (9.471)	0.220*** (5.052)	0.219*** (5.041)	0.237*** (5.395)	0.238*** (5.385)
LGDP		-0.086* (-1.728)	-0.322*** (-4.287)	-0.755*** (-6.610)	-0.821*** (-7.362)	-0.975*** (-6.825)	-0.993*** (-6.986)	-0.991*** (-6.958)
VEHI			6.495*** (4.100)	9.690*** (5.864)	8.639*** (5.343)	8.197*** (5.024)	8.530*** (5.241)	8.526*** (5.228)
STRU				0.706*** (4.879)	0.572*** (3.992)	0.603*** (4.192)	0.474*** (3.050)	0.479*** (3.040)
HOUS					0.207*** (4.279)	0.242*** (4.623)	0.230*** (4.383)	0.229*** (4.349)
URBA						0.566* (1.713)	0.416 (1.239)	0.401 (1.163)
OPEN							0.095** (2.129)	0.094** (2.098)
HUMA								-0.041 (-0.209)
常数项	-3.251*** (-5.458)	-2.654*** (-3.864)	-1.264* (-1.690)	0.761 (0.920)	0.506 (0.630)	1.052 (1.222)	1.518* (1.721)	1.632 (1.572)
样本量	257	257	257	257	257	257	257	257
调整后 R ²	0.313	0.319	0.359	0.412	0.450	0.454	0.462	0.460
F 统计量	59.376	40.888	36.784	36.851	35.878	31.410	28.440	25.188

注: ***, **, * 分别表示在 1%、5% 和 10% 水平上显著, 括号中数值代表 t 统计值。

五、结论与启示

本文利用 2001—2010 年中国 29 个省(市、自治区)的面板数据,考察了能源价格扭曲对雾霾污染的影响。研究结论和政策启示如下:

第一,能源价格扭曲对雾霾污染具有正向影响。因此,要加快推进能源市场化改革,转变政府主导型的发展方式,充分发挥市场机制在资源配置中的决定性作用,实现能源的市场定价机制,消除能源价格扭曲。优化能源消费结构,促进能源供给多元化,全面提高传统能源的利用效率,在生产过程中更多地使用优质能源,特别是优质煤和优质油。同时,要大力开发和利用可再生的清洁型新能源,如风能、水能以及太阳能等。

第二,能源价格扭曲对雾霾污染的影响存在着显著的区域差异。因此,我们在能源的跨区域配给方面要更多地依赖市场,而不是政策干预。在发展经济和治理环境污染的过程中要注意这一区域差异特征,统一规划,合理布局,实现区域经济协调均衡发展,加大对东部地区的环保投入。同时,在雾霾污染的治理方面,要完善区域合作机制,形成各区域联防联控的格局。

第三,通过进一步检验,本文发现,煤炭消费、机动车辆、产业结构、房屋建筑施工面积、城市化水平以及贸易开放度与雾霾污染显著正相关,产出水平与雾霾污染显著负相关,人力资本对雾霾污染的影响不显著。良好的生态环境是人类生存和可持续发展的必要条件,因此,要通过多部门合作、多行业协同、多手段相互配合,加大对雾霾污染的治理力度,正确处理好经济社会发展和环境保护的关系,既要考虑经济和社会发展的需要,也要顾及环境和资源的承载能力,以实现经济、社会 and 环境的协调发展。

参考文献:

- [1]郝新东,刘菲.我国PM_{2.5}污染与煤炭消费关系的面板数据分析[J].生产力研究,2013(2):118-127.
- [2]马丽梅,张晓.中国雾霾污染的空间效应及经济、能源结构影响[J].中国工业经济,2014(4):19-31.
- [3]李根生,韩民春.财政分权、空间外溢与中国城市雾霾污染:机理与证据[J].当代财经,2015(6):26-34.
- [4]东童童,李欣,刘乃全.空间视角下工业集聚对雾霾污染的影响——理论与经验研究[J].经济管理,2015(9):29-41.
- [5]冷艳丽,冼国明,杜思正.外商直接投资与雾霾污染——基于中国省际面板数据的实证分析[J].国际贸易问题,2015(12):74-84.
- [6]DONKELAAR A, MARTIN R V, BRAUER M, et al. Global estimates of ambient fine particulate matter concentrations from satellite-based aerosol optical depth: development and application[J]. Environment health prospect, 2010, 118(6): 847-855.
- [7]沈能.能源投入、污染排放与我国能源经济效率的区域空间分布研究[J].财贸经济,2010(1):107-113.
- [8]SURI V, CHAPMAN D. Economic growth, trade and energy: implications for the environmental kuznets curve[J]. Ecological economics, 1998, 25: 195-208.
- [9]POON J P H, CASAS I, HE C. The impact of energy, transport and trade on air pollution in China[J]. Eurasian geography and economics, 2006, 47: 1-17.
- [10]SOYTAS U, SARI R. Energy consumption, economic growth and carbon emissions: challenges faced by an EU candidate member[J]. Ecological economics, 2009, 68: 1667-1675.
- [11]STERN D I. The rise and fall of the environmental kuznets curve[J]. World development, 2004, 32(8): 1419-1439.
- [12]MARADAN D, VASSILIEV A. Marginal costs of carbon dioxide abatement: empirical evidence from cross-country analysis[J]. Swiss journal of economics and statistics, 2005, 141(3): 377-410.
- [13]李国璋,江金荣,周彩云.转型时期的中国环境污染影响因素分析——基于全要素能源效率视角[J].山西财经大学学报,2009(12):32-39.
- [14]袁晓玲,张宝山,杨万平.基于环境污染的中国全要素能源效率研究[J].中国工业经济,2009(2):76-86.

- [15]王德发. 能源税征收的劳动替代效应实证研究——基于上海市2002年大气污染的CGE模型的试算[J]. 财经研究, 2006(2): 98-105.
- [16]张为付, 潘颖. 能源税对国际贸易与环境污染影响的实证研究[J]. 南开经济研究, 2007(3): 32-46.
- [17]张杰, 周晓艳, 李勇. 要素市场扭曲抑制了中国企业R&D? [J]. 经济研究, 2011(8): 78-91.
- [18]张曙光, 程炼. 中国经济转轨过程中的要素价格扭曲与财富转移[J]. 世界经济, 2010(10): 3-24.
- [19]任保平, 宋文月. 我国城市雾霾天气形成与治理的经济机制探讨[J]. 西北大学学报(哲学社会科学版), 2014(2): 77-84.
- [20]林伯强, 杜克锐. 要素市场扭曲对能源效率的影响[J]. 经济研究, 2013(9): 125-136.
- [21]盛仕斌, 徐海. 要素价格扭曲的就业效应研究[J]. 经济研究, 1999(5): 66-72.
- [22]HSIEH C T, KLENOW P J. Misallocation and manufacturing TFP in China and India[J]. Quarterly journal of economics, 2009, 124(4): 1403-1448.
- [23]单豪杰. 中国资本存量K的再估算: 1952—2006年[J]. 数量经济技术经济研究, 2008(10): 17-31.
- [24]陶小马, 邢建武, 黄鑫, 等. 中国工业部门的能源价格扭曲与要素替代研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2009(11): 3-16.
- [25]王希. 要素价格扭曲与经济失衡之间的互动关系研究[J]. 财贸研究, 2012(5): 8-15.
- [26]杨博琼, 陈建国. FDI对东道国环境污染影响的实证研究——基于我国省际面板数据的分析[J]. 国际贸易问题, 2011(3): 110-123.
- [27]江春, 许立成. 制度安排、金融发展与社会公平[J]. 金融研究, 2007(6): 44-52.
- [28]严伟涛, 盛丹. 贸易开放、技术进步与我国的人力资本投资[J]. 国际贸易问题, 2014(6): 51-60.
- [29]熊灵, 魏伟, 杨勇. 贸易开放对中国区域增长的空间效应研究 1987—2009 [J]. 经济学(季刊), 2012(3): 1037-1058.

(责任编辑: 木子)

Energy Price Distortion and Haze Pollution: The Evidence from China

LENG Yanli, DU Sizheng

(School of Economics, Nankai University, Tianjin 300071, China)

Abstract: Based on provincial panel data of China from 2001 to 2010, we examined the influence of energy price distortion on haze pollution. The results show that: (1) Energy price distortion has a positive effect on haze pollution. (2) Coal consumption, motor vehicle, industry structure, housing construction area, urbanization and trade openness have obviously positive correlation with haze pollution; there is significantly negative correlation between the regional GDP and haze pollution; the impact of human capital on haze pollution is not significant. (3) Through further analysis we also found that energy price distortion in eastern regions has greater positive effect on haze pollution than that of central and western regions, which suggests the effect of energy price distortion on haze pollution exists regional differences. Good ecological environment is the essential condition to human survival and sustainable development. Therefore, in the process of the economic and social development, we should not only consider the need of economic and social development, but also take the bearing capacity of environment and resources into account, to realize the harmonious development of economy, society and environment.

Key words: energy price distortion; energy consumption; energy structure; haze pollution; environmental pollution