

doi: 10.15936/j.cnki.1008-3758.2019.01.005

污染物源头控制模式 影响我国雾霾防治的效应研究

徐盈之, 刘晨跃, 蔡 晓

(东南大学 经济管理学院, 江苏 南京 211189)

摘 要: 近年来, 经济社会的快速发展导致雾霾污染问题较为突出, 雾霾污染频频出现在大众视野之中。通过剖析污染物源头控制对雾霾污染防治的作用机理, 研究实现我国雾霾防治的根本途径, 即如何从源头控制雾霾污染物的产生来有效控制雾霾污染。结果表明: 燃烧源和工业源控制在滞后 1、2、3 期的状态下是雾霾污染程度的格兰杰原因, 交通源控制并不是雾霾污染程度的格兰杰原因。同时脉冲响应图显示控制燃烧源、工业源和交通源对我国雾霾污染皆起到一定的抑制作用, 从而为我国从“三源”控制角度明确雾霾防治重点和制定防治措施提供了科学依据。

关 键 词: PM2.5; 污染物源头控制; 燃烧源; 工业源; 交通源; 雾霾污染

中图分类号: F 205

文献标志码: A

文章编号: 1008-3758(2019)01-0028-08

Research on the Effect of Pollutant Source Control Model on the Control of Haze in China

XU Ying-zhi, LIU Chen-yue, CAI Xiao

(School of Economics and Management, Southeast University, Nanjing 211189, China)

Abstract: In recent years, the rapid economic and social development of many cities in China has led to the problem of haze pollution. The topic of haze pollution frequently appears in everyone's vision. This paper studies the fundamental ways to prevent and control haze in China, i. e. controlling the production of haze pollutants from the source, by analyzing the mechanism of the control of pollutant sources. The results show that the combustion source and industrial source control in lag periods 1, 2, and 3 is the Granger cause of haze pollution. The traffic source control is not the Granger cause of haze pollution. At the same time, the impulse response model shows that control of combustion source, industrial source and traffic source for China's haze pollution has played an inhibitory role, and thus provides a scientific basis for China to make clear the focus of haze prevention and work out control measures from the perspective of controlling the “three sources”.

Key words: PM2.5; the control of pollutant source; combustion source; industrial source; traffic source; haze pollution

一、问题的提出

近年来雾霾污染频繁出现在大众视野之中,

雾霾现象自 2011 年开始被政府重视, 并纳入我国空气质量标准, 2012 年在各大城市展开试点监测, 并于 2013 年收入年度关键词, 2015 年北京第一次对雾霾发出红色预警。当前我国许多区域已

收稿日期: 2018-08-25

基金项目: 国家社会科学基金重点资助项目(15AJY009); 国家自然科学基金资助项目(71573136); 江苏省社会科学基金资助项目(17ZTB017); 中央高校基本科研业务费专项资金资助项目(2242018S10009)。

作者简介: 徐盈之(1970-), 女, 浙江杭州人, 东南大学教授, 博士生导师, 主要从事环境经济研究。

经多次被大规模且持续时间较长的雾霾天气所笼罩,特别是 2016 年的冬季,连续爆发了五次长时间雾霾,且其范围已从京津冀扩散到东北、华北甚至南方部分城市。在这种形势下,大气污染防治显得十分必要和紧迫。

雾霾污染的有效防治是经济社会可持续发展的基础和前提,保护大气环境是新常态下环境观与经济观的完美结合。我国政府于 2013 年 9 月出台了《大气污染防治行动计划》,对大气颗粒物浓度作出了严格要求,截至 2017 年我国地级及以上城市的 PM₁₀ 浓度要求比 2012 年下降至少 10%,京津冀、长三角、珠三角等地区的 PM_{2.5} 浓度要求比 2012 年分别下降 25%、20%、15%。2017 年 3 月,李克强总理在《政府工作报告》中强调要对雾霾形成原因及其防治机制进行研究,组织相关学科优秀人才,投入科研资金,对有关难题进行重点攻克。

尽管如此,当前国内外对雾霾治理的研究尚处于起步阶段,治理的理论与实践尚不成熟。以往的学者主要对雾霾的成因、防治以及污染物源头进行了研究。如从自然环境角度探讨雾霾成因,张军英和王兴峰^[1]、Wang 等^[2]、Han 等^[3]、Gao 等^[4]认为气象条件、地理条件对雾霾的形成变化具有显著作用,对大气污染物的扩散和转移造成影响。另外一部分学者如 Li 等^[5]、周峤^[6]、邵帅等^[7]、李伟娜^[8]探讨了雾霾形成的人为原因,指出能源结构、工业废气排放、机动车尾气、人口变化、政府环境管制的失效等皆是雾霾产生的根源。在防治方面,从政府视角来看,Stuart 等^[9]、周景坤^[10]、马海涛和师玉朋^[11]、何怡平^[12]认为在雾霾防治中,政府需起主导作用,发布相应政策并采取行之有效的措施;白洋和刘晓源^[13]认为我国与雾霾治理相关的法律从其本身到执行方面都存在问题,治理雾霾需要运用制度体系对其进行有效防治。基于空间溢出视角,Lea 等^[14]和徐骏^[15]认为由于雾霾污染具有跨区域性质,在雾霾治理上更需采用区域联防联控模式。企业在生产过程中由于直接接触并使用资源,或多或少会对大气环境产生影响,是产生大气污染物的主体来源,由此任保平和段雨辰^[16]、李宇军^[17]、Lv 等^[18]从改变企业生产方式,提高能源利用率和污染物治理率等方面提出建议。在公众参与方面,Forsyth^[19]、汤璇和夏方舟^[20]、张生玲和李跃^[21]认为公众对环境问题的关注,会影响相应政策及

对责任的感知,需采取激励和动员措施,发动公众治霾的积极性。在雾霾产生源头层面,魏嘉等^[22]认为产生雾霾的源头是气溶胶排入大气,所以要对实现固定源、移动源、面源三个源头的有效防治。同时雾霾的治理应当从源头上采取措施以防止污染物的形成。判断雾霾污染物源头的关键是采用科学合理的源解析方法。我国学者对多数重点城市的大气颗粒物来源进行了源解析工作,为从源头防治雾霾找到了新的思路和方法。源解析结果显示大多数城市的 PM_{2.5} 主要来源于燃煤、交通源和工业源,韩力慧等^[23]对北京 PM_{2.5} 主要来源进行解析,发现其主要来源于机动车排放、燃煤、地面扬尘和工业排放,贡献率分别为 37.6%、30.7%、16.6%和 15.1%。Zhang 等^[24]对合肥夏季和秋季的褐色雾霾发作进行了评估,确定了三种典型霾来源:生物质燃烧、人为的工业和交通排放。程念亮等^[25]也梳理了大量颗粒物来源解析文献,总结出我国重点城市的雾霾污染物主要来源有燃煤、工业源和机动车尾气排放。由此,本文根据大量有关 PM_{2.5} 来源解析的文献,归纳总结出影响雾霾污染程度的三大污染源为燃烧源、工业源和交通源。

综上所述,上述文献奠定了本文的研究基础,但鲜有学者在污染物源头控制视角下对我国雾霾防治效应进行研究。因此本文将剖析污染物源头控制对雾霾污染防治的作用机理,并采用 PVAR 模型、Granger 因果检验模型和脉冲响应模型分别从燃烧源控制、工业源控制、交通源控制三个层面分析源头控制影响我国雾霾的防治效应,为我国从“三源”控制角度明确雾霾防治重点和制定防治措施提供科学依据,从而丰富和发展有关雾霾污染防治的研究内容。

二、数据来源、变量选取与模型设定

1. 污染物源头控制模式对雾霾防治的作用机理分析

(1) 燃烧源控制对雾霾防治的作用机理分析
由以上分析可知,来自第二产业的化石燃料燃烧无疑是 PM_{2.5} 的重要来源。首要原因是由于我国处于工业化加速期,对能源需求量大,能源结构较为单一,主要是以高污染的煤炭消耗为主,使得雾霾不断加重。其次,南北供暖方式不同,北

方集中供热主要原料就是煤炭,造成南北方雾霾程度具有一定差异。此外,廉价的煤炭也是大量污染物排放的重要源头。对能源需求量较高的企业往往进口低价劣质煤,严重影响了煤炭利用效率,加剧了雾霾的严重程度。因此,需要从燃烧源对雾霾污染实施控制。

(2) 工业源控制对雾霾防治的作用机理分析

工业源头也是我国 PM_{2.5} 的主要来源。从产业结构方面看,我国第二产业占比最大,且其对大气环境的破坏更高。钢铁等工业皆会引发严重的大气污染,排放大量有害气体及尘埃,成为雾霾的重要来源。此外,由于工业集聚导致的雾霾会造成污染的复合性和次生性,进一步加大了治霾难度。同时东部产业结构的转型升级会将高污染企业转移到中西部地区,也使得一些原本污染程度较小的地区的 PM_{2.5} 浓度变大。因此,需要从工业源对雾霾污染进行有效防治。

(3) 交通源控制对雾霾防治的作用机理分析

车辆尾气排放是 PM_{2.5} 的主要源头。生活质量提升,出行欲望增多,政府刺激消费,交通系统的完善,皆会导致汽车数量的持续上升。相关统计数据显示,截止到 2017 年 3 月,我国小型载客汽车达 1.64 亿辆,私家车总量超过 1.5 亿辆,机动车保有量超过 3 亿。汽车尾气会产生大量氮氧化物和细颗粒物,加剧了雾霾的严重程度。此外数量庞大的机动车保有量会对交通带来巨大压力,交通拥堵现象加剧,车辆行驶缓慢。而有研究表明,当行车时速小至 20 km/h 时,所产生的大气污染物要比高速行驶下的浓度高得多。因此,需要从交通源实施对雾霾污染的有效防治。本文的作用机理图如图 1 所示。

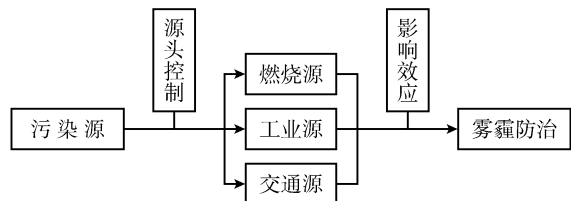


图 1 源头控制影响雾霾防治的机理图

2. 数据来源与变量选取

① 雾霾污染(HAZ)。使用 PM_{2.5} 数据表示雾霾污染。2013 年起我国才开始对重点城市的 PM_{2.5} 数据进行监测,各省在数据上有所缺失,此外省会城市经济活动密度大,能较好地替代各省数据,因此采用省会城市的 PM_{2.5} 数据来衡量各省的雾霾污染程度。

② 燃烧源控制(COM)。化石燃料燃烧是雾霾污染的重要来源,因此本文将能源消费总量和国内(地区)生产总值的比值,即单位 GDP 能耗作为燃烧源控制的指标。它可以反映能源消耗程度和能源使用效率。例如假设产出同样单位的 GDP,用原煤进行生产所需要消耗的能源量要比天然气高,单位 GDP 能耗的降低是燃烧源控制的具体表现。

③ 工业源控制(IND)。大量实证研究表明第二产业所占比重与 PM_{2.5} 浓度成正比,第三产业所占比重与 PM_{2.5} 浓度成反比。第三产业对能源需求量较少,不仅能带动 GDP 的提升还可以减少环境污染,是治理雾霾的重要途径。因此,本文选取第三产业产值占 GDP 的比重来反映工业源控制对雾霾污染的影响。

④ 交通源控制(VEH)。机动车保有量急剧增长,随之带来交通拥堵,大气污染现象层出不穷。政府大力支持公共交通发展,增加各地区公共交通数量,试图缓解交通拥堵压力以及不断严重的雾霾污染。考虑到数据的可得性,本文选取每万人拥有公共交通工具来考察交通源控制对雾霾污染的影响。

3. 数据说明

本文选取 2005—2015 年我国 30 个省市自治区(不包括西藏自治区以及港、澳、台地区)为研究对象。其中 2005—2012 年的 PM_{2.5} 数据来自于 NASA 发布的世界 PM_{2.5} 浓度图栅格数据。2013—2015 年的 PM_{2.5} 年浓度数据来自于 2014—2016 年的《中国统计年鉴》,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》,并选取雾霾污染程度(HAZ)、燃烧源控制(COM)、工业源控制(IND)和交通源控制(VEH)四个变量展开研究。在数据处理过程中为了避免受到异方差的影响,首先将 HAZ、COM、IND、VEH 所有数据进行自然对数变换,分别表示为 L. HAZ、L. COM、L. IND、L. VEH,其对数的一阶差分分别为 DL. HAZ、DL. COM、DL. IND、DL. VEH,数据的处理与检验分析在 Eviews 8.0 以及 Stata 12.0 上完成。

4. PVAR 模型的建立

(1) 面板向量自回归模型

本文采用面板向量自回归模型(panel vector autoregression),建立 HAZ、COM、IND、VEH 四变量 PVAR 模型,并运用 Granger 因果检验和脉

冲响应函数图等计量经济学手段,依次检验燃烧源控制、工业源控制和交通源控制对我国雾霾防治的影响效应,进而得出相关结论并提出可行性建议。

面板向量自回归模型如式(1)所示:

$$y_{i,t}=\alpha_i+\gamma_t=\sum_{j=1}^p\Gamma_jy_{i,t-j}+u_{i,t},$$

$i=1,\cdots,N;t=1,\cdots,T$

(1)

在式(1)中, $y_{i,t}$ 是基于面板数据 $M\times 1$ 的向量,是截面个体 i 在 t 时间 M 个可观测变量的 $M\times 1$ 向量; Γ_j 为滞后期不同变量的待估系数矩阵 ($M\times M$); α_i 为 $M\times 1$ 向量,表示个体 i 的 M 个不可观测的个体固定效应矩阵; γ_t 是 $M\times 1$ 向量,表示时间效应,解释模型中各变量的时间趋势; $u_{i,t}$ 为服从正态分布的随机误差项。将本文相关变量代入上述公式,即得到 $y_{i,t}=(\text{HAZ}_{i,t},\text{COM}_{i,t},\text{IND}_{i,t},\text{VEH}_{i,t})^\text{T}$ 这一向量矩阵, i 代表各省市, t 代表各年份。

(2) 面板数据的平稳性

为防止存在单位根而发生“伪回归”现象,保证实证模型的准确性,采用单位根检验方法对数据的平稳性进行检验。本文使用 LLC 检验、IPS 检验、ADF 检验和 PP 检验对 L. HAZ、L. COM、L. IND、L. VEH 的水平值或一阶差分值进行单位根检验,检验结果表明 4 个变量都是一阶单整序列。

(3) 滞后阶数 P 的确定

在建立 PVAR 模型过程前,应当知道其最佳滞后阶数。采用面板 VAR 估计方法能较好估计该变量自身的滞后和其余变量的滞后对该变量的短期影响,在选择滞后阶数时,通常采用 LogL、LR、FPE、AIC、SC、HQ 等 6 个指标,结果如表 1 所示。为避免滞后阶数太多而造成样本自由度过度损失,且为增强可比性,应尽量选取一致的滞后阶数,在此将最佳滞后阶数设置为二阶,说明采用二阶滞后可以保证 PVAR 模型的有效性和稳定性。

表 1 模型滞后阶数

| 阶数 | LogL | LR | FPE | AIC | SC | HQ |
|----|---------|---------|-----------|----------|----------|----------|
| 0 | 393.144 | NA | 2.73E-11 | -12.971 | -12.832* | -12.917* |
| 1 | 412.492 | 35.471 | 2.45E-11 | -13.083 | -12.385 | -12.810 |
| 2 | 428.736 | 27.615* | 2.45E-11* | -13.091* | -11.835 | -12.600 |
| 3 | 438.717 | 15.637 | 3.05E-11 | -12.891 | -11.075 | -12.181 |
| 4 | 449.216 | 15.049 | 3.79E-11 | -12.707 | -10.334 | -11.779 |
| 5 | 463.605 | 18.705 | 4.25E-11 | -12.653 | -9.721 | -11.507 |
| 6 | 472.015 | 9.811 | 6.00E-11 | -12.400 | -8.910 | -11.035 |
| 7 | 487.352 | 15.849 | 7.03E-11 | -12.378 | -8.329 | -10.795 |
| 8 | 509.318 | 19.769 | 7.01E-11 | -12.577 | -7.970 | -10.775 |

注: *、** 和 *** 分别表示在 10%、5% 和 1% 的水平上显著; L_表示滞后 1 期, L2_表示滞后 2 期,下同

三、模型的实证结果与分析

1. PVAR 分析

在面板向量自回归(PVAR)估计之前,首要工作是对面板数据的固定效应进行处理,本文借

鉴 I. Love 博士的处理方法,使用 Helmet 前向均值差分对年份效应进行处理,从而使得滞后变量和经过处理后的变量正交,目的是为了让其和误差项无关,因此将滞后变量看做工具变量是可行的。随之本文通过 GMM 方法得到系数的有效估计,估计结果见表 2 所示。

表 2 PVAR 模型的 GMM 估计

| 变 量 | DL. HAZ | DL. COM | DL. IND | DL. VEH |
|---------------|----------|----------|----------|---------|
| L. h_DL. HAZ | -0.101* | 0.015** | -0.025** | -0.001 |
| L. h_DL. COM | -0.794 | 0.405 | 0.240** | 0.095 |
| L. h_DL. IND | 1.189** | -0.156 | 0.154* | 0.023 |
| L. h_DL. VEH | 0.424** | -0.031* | 0.034 | 0.093* |
| L2. h_DL. HAZ | -0.065 | 0.026** | 0.031*** | 0.008 |
| L2. h_DL. COM | -1.346** | 0.433*** | 0.305*** | 0.065 |
| L2. h_DL. IND | 0.073 | -0.05 | 0.044 | -0.066 |
| L2. h_DL. VEH | 0.177 | 0.003 | 0.027 | -0.029 |

由于 PVAR 模型将全部变量都看做内生变量,所以可以将雾霾污染程度、燃烧源控制、工业源控制、交通源控制均视为 PVAR 模型的内生变量。由于本文研究的是源头控制对于雾霾的防治效应,所以将雾霾污染程度当做依赖变量,PVAR 估计结果见表 2 所示。可见在 1% 的显著性水平之上,滞后 2 期的 DL.COM 对自身以及对 DL.IND 都有非常显著的正向影响,滞后 2 期的 DL.HAZ 对 DL.IND 有显著正向影响。在 5% 的显著性水平之上,滞后 1 期的 DL.IND、DL.VEH 以及滞后 2 期的 DL.COM 对 DL.HAZ 有较大影响,滞后 1 期和 2 期的 DL.HAZ 对 DL.COM 有正向的影响,滞后 1 期的 DL.HAZ 与 DL.COM 对 DL.IND 有较为显著的影响。在 10% 的显著性水平之上,滞后 1 期的 DL.HAZ、

DL.IND、DLVEH 对自身有影响,滞后 1 期的 DL.VEH 对 DL.COM 有影响。因此除去滞后变量对自身的影响之外,虽然燃烧源、工业源、交通源控制的滞后期不同,但对雾霾污染程度影响的显著度都较高,说明污染物源头控制对雾霾的防治具有一定影响。

2. 格兰杰因果检验

由前文分析可知,最佳滞后阶数为 2 阶,但考虑到实际检验为保证结论的可靠性,一般通过取不同的滞后阶数进行检验,只有当结论相对稳定时,才可得出格兰杰因果关系成立的结论,于是选取了 1~3 期进行检验。如表 3 所示,结果显示燃烧源控制和工业源控制在滞后 1、2、3 期的情况下是雾霾污染程度的格兰杰原因,而交通源控制并不是雾霾污染程度的格兰杰原因。

表 3 格兰杰因果关系检验

| 原 假 设 | 滞后期 | 观测值 | F 统计量 | P 值 | 检验结果 |
|-------------------------|-----|-----|--------|---------|------|
| DL.COM 不是 DL.HAZ 的格兰杰原因 | 1 | 270 | 11.906 | 0.000 7 | 拒绝 |
| DL.HAZ 不是 DL.COM 的格兰杰原因 | 1 | | 5.224 | 0.023 0 | 拒绝 |
| DL.IND 不是 DL.HAZ 的格兰杰原因 | 1 | 270 | 7.532 | 0.006 0 | 拒绝 |
| DL.HAZ 不是 DL.IND 的格兰杰原因 | 1 | | 6.385 | 0.012 0 | 拒绝 |
| DL.VEH 不是 DL.HAZ 的格兰杰原因 | 1 | 270 | 1.075 | 0.301 0 | 接受 |
| DL.HAZ 不是 DL.VEH 的格兰杰原因 | 1 | | 0.876 | 0.350 0 | 接受 |
| DL.COM 不是 DL.HAZ 的格兰杰原因 | 2 | 240 | 11.173 | 2.E-05 | 拒绝 |
| DL.HAZ 不是 DL.COM 的格兰杰原因 | 2 | | 18.220 | 4.E-08 | 拒绝 |
| DL.IND 不是 DL.HAZ 的格兰杰原因 | 2 | 240 | 2.481 | 0.086 0 | 拒绝 |
| DL.HAZ 不是 DL.IND 的格兰杰原因 | 2 | | 10.155 | 6.E-05 | 拒绝 |
| DL.VEH 不是 DL.HAZ 的格兰杰原因 | 2 | 240 | 0.044 | 0.957 0 | 接受 |
| DL.HAZ 不是 DL.VEH 的格兰杰原因 | 2 | | 1.327 | 0.267 0 | 接受 |
| DL.COM 不是 DL.HAZ 的格兰杰原因 | 3 | 210 | 10.103 | 3.E-06 | 接受 |
| DL.HAZ 不是 DL.COM 的格兰杰原因 | 3 | | 8.022 | 4.E-05 | 拒绝 |
| DL.IND 不是 DL.HAZ 的格兰杰原因 | 3 | 210 | 15.028 | 7.E-09 | 拒绝 |
| DL.HAZ 不是 DL.IND 的格兰杰原因 | 3 | | 7.036 | 0.000 2 | 拒绝 |
| DL.VEH 不是 DL.HAZ 的格兰杰原因 | 3 | 210 | 0.610 | 0.609 0 | 接受 |
| DL.HAZ 不是 DL.VEH 的格兰杰原因 | 3 | | 4.587 | 0.004 0 | 拒绝 |

3. 脉冲响应分析

脉冲响应反映了某个内生变量的标准差冲击对其他内生变量的动态影响。在图 2 中,横轴表示脉冲时期,纵轴代表某个内生变量对其脉冲的响应程度。位于中部的线条是响应函数曲线,上下两侧线条是指有两倍标准差的置信区间。本文中 4 个变量一共产生 16 个脉冲响应图,由于本文主要分析燃烧源控制、工业源控制和交通源控制对我国雾霾防治作用,所以主要选取了雾霾污染程度对燃烧源控制、工业源控制和交通源控制冲击时的脉冲影响。

由图 2(a)可见,当雾霾污染程度受到其本身

1 个标准差的冲击后,立刻对自身产生略强的负向影响,在第 2 到 6 期负向影响有所弱化,并收敛于零水平线上,表明本期行为对后来的作用逐步消失。由图 2(b)可见,当雾霾污染程度受到燃烧源 1 个标准差的冲击时,基本保持正向影响,说明燃烧源控制对雾霾防治起到成效,然后其正向作用逐渐减小,表明影响效应逐渐减弱。由图 2(c)可见,当雾霾污染程度受到工业源 1 个标准差的冲击后,其对雾霾的负向影响逐渐加大,达到峰值后作用缓慢变弱,但其影响始终是负值,并在第 6 期靠近零水平线。由图 2(d)可见,当雾霾污染程度受到交通源 1 个标准差的冲击后,与工业源控

制的走势较为相似,脉冲影响由大到小,并且始终为负,但其波动幅度较工业源来说相对较小,并在

第 3 期后趋于平稳,收敛于零水平线上。

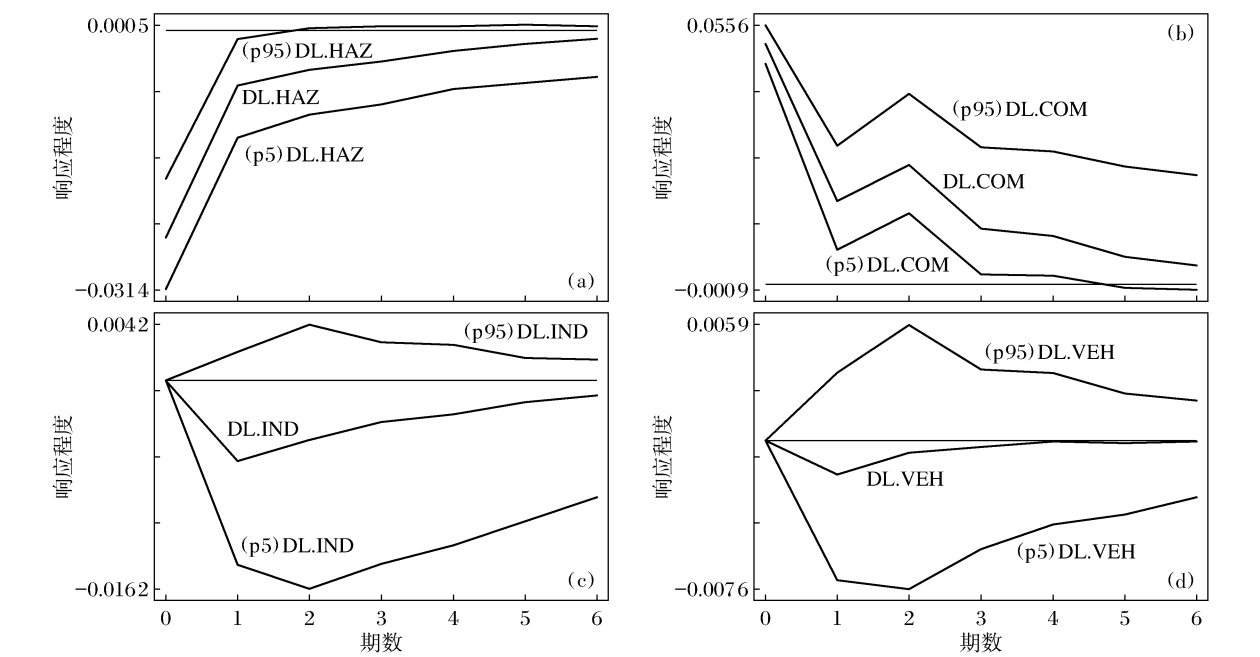


图 2 脉冲响应分析图
(a)—DL. HAZ 对 DL. HAZ 的脉冲响应; (b)—DL. HAZ 对 DL. COM 的脉冲响应;
(c)—DL. HAZ 对 DL. IND 的脉冲响应; (d)—DL. HAZ 对 DL. VEH 的脉冲响应

4. 进一步的分析与讨论

(1) 由于燃烧源控制在滞后 1、2、3 期的情况下都是雾霾污染程度的格兰杰原因,可见我国对燃烧源进行控制是有意义的,且燃烧源控制缓解雾霾污染的效应具有较强的稳定性和持续性。同时从脉冲响应图还可以看出,当雾霾污染程度受到燃烧源 1 个标准差的冲击后,始终表现为正向影响。由于本文采用单位 GDP 能耗作为衡量燃烧源控制的指标,而脉冲响应图显示单位 GDP 能耗的提高,会加剧雾霾污染的严重程度,也从侧面说明能源效率的提升对雾霾污染的防治具有一定的作用。此外,在脉冲响应图中,燃烧源控制相较工业源、交通源冲击的波幅更大,可见燃烧源控制对我国雾霾污染的影响不仅更为持久且更为强烈,燃烧无疑是雾霾污染的重要源头。通过控制燃烧源可以最大限度地减轻雾霾污染的程度,也是高效率治理雾霾污染的主要抓手和重要着眼点。

(2) 由于工业源控制在滞后 1、2、3 期的情况下同样也是雾霾污染程度的格兰杰原因,所以工业源控制对我国雾霾防治的成效也较为明显且持久。然而当雾霾污染程度受到工业源 1 个标准差的冲击后,总体却为负向影响,说明第三产业占比的持续上升会对雾霾污染程度的降低起到一定作

用。同时从脉冲响应图来看,工业源控制却表现出不一样的特征和走势,其对雾霾污染影响的波动较大,具体而言,第一期作用较为微弱,第二期才达到最大值,对冲击的反应较慢,且伴随着脉冲期的逐渐变长,这种影响趋于平稳,并向零效应收敛。这可能是由于产业结构的调整涉及到多个方面,影响效应的有效发挥需要一个过程,加之我国正处于产业结构调整的关键时期,工业企业的结构性升级更需要其持续的变化调整才会对雾霾起作用。此外,由于工业源控制的冲击幅度要小于燃烧源控制,因此立足于化解结构性矛盾,还要不断加强和完善工业源控制对缓解雾霾污染的效应,发挥出产业结构调整升级应有的作用。

(3) 从结果来看,交通源控制对雾霾污染程度的格兰杰原因尚不明显。这可能是由于汽车尾气造成的雾霾污染大多发生在经济发达且交通易堵塞地区,但着眼于全国层面,各地区经济发展水平、城市化水平和交通拥堵情况有着显著的差异,加之燃烧源和工业源是决定一地区雾霾污染程度的更为关键的因素,最终交通源控制对雾霾污染的缓解效应反而被燃烧源和工业源的污染效应所抵消,就可能会导致交通源控制的政策效果并不明显。然而立足于脉冲响应法的分析,当雾霾污

染受到交通源 1 个标准差的冲击后,大体上依然呈现出负向影响,但影响度却小于燃烧源和工业源控制。因此,还要采取适当的措施催生出交通源控制对缓解雾霾污染强有力的效应。一方面,对于特大城市,政府要通过限行摇号等措施对私家车数量进行有效规划与控制;另一方面,对于中小城市,由于人们出行的方便也是更偏好私人汽车,政府部门就要加强道路规划的科学与长远性,防止未来可能出现的交通拥堵现象对雾霾污染的作用。综上所述,尽管我国公共交通数量的增多也会降低雾霾污染程度,但这种影响还较为微弱,影响效应不明显,我国对于交通源的控制还要持续增强。

四、结论和政策建议

本文通过剖析污染物源头控制对雾霾污染防治的作用机理,研究实现我国雾霾防治的根本途径,即如何从源头控制雾霾污染物的产生来有效控制雾霾污染。采用 Granger 因果检验模型和脉冲响应模型从燃烧源、工业源、交通源三个层面,依次检验燃烧源控制、工业源控制和交通源控制对我国雾霾防治的影响效应。实证结果表明:燃烧源和工业源控制在滞后 1、2、3 期的状态下是雾霾污染程度的格兰杰原因,对于燃烧源、工业源和交通源进行控制对我国雾霾污染起到了一定的抑制作用,本文据此提出了若干对策建议。

(1) 从燃烧源控制入手,要改善能源消费结构,提升能源使用效率。首先,各个地区需因地制宜,着眼于自身实际状况,逐步用天然气等清洁能源进行替代。提升新能源开采技术水平及效率,逐步调整清洁能源占我国能源消费的比重。其次,提升能源利用效率有利于缓解雾霾,这就要求我们逐步改进企业的落后生产方式,通过引进高技能人才和借鉴国内外先进的技术经验来推进企业生产技术的绿色清洁。

(2) 立足于工业源控制,要优化产业结构,发展绿色环保产业。对于经济发达的东部地区,要大力鼓励能源消耗少、污染排放小、经济效益高的第三产业发展,而对于承接产业转移的中西部,要严格把控企业的准入标准,禁止高污染、高能耗企业的无序进入,提高污染物排放的门槛标准,真正促进产业和地区的协调与可持续发展。此外,应加快绿色产业的发展与壮大,增大研发力度,使其

快速成长为我国的主要支柱产业。

(3) 交通源的有效控制在于把握其影响效应的走势与规律,依赖于汽车尾气治理的加强和城市公共交通的发展。首先要对汽车的尾气排放进行源头控制,比如制定更高燃油标准,对高排量汽车安装尾气净化设备;限制新车排放量,淘汰废旧高排量车辆。另外,加强对地铁、公交、公共自行车的线路、停靠站与供应点建设,不断增大公共交通的覆盖面积,最终提升交通源控制对雾霾防治的影响效应,以全面发挥其应有的作用。

参考文献:

- [1] 张军英,王兴峰. 雾霾的产生机理及防治对策措施研究[J]. 环境科学与管理, 2013(10):157-159.
- [2] Wang Yuesi, Yao L, Wang Lili. Mechanism for the Formation of the January 2013 Heavy Haze Pollution Episode over Central and Eastern China[J]. Science China Earth Sciences, 2014,57(1):14-25.
- [3] Han R, Wang S, Shen W, et al. Spatial and Temporal Variation of Haze in China from 1961 to 2012[J]. Journal of Environmental Sciences, 2016,46(8):134-146.
- [4] Gao J H, Woodward A, Vardoulakis S, et al. Haze, Public Health and Mitigation Measures in China: A Review of the Current Evidence for Further Policy Response[J]. Science of the Total Environment, 2017,578:148-157.
- [5] Li Meina, Zhang Lulu. Haze in China: Current and Future Challenges[J]. Environmental Pollution, 2014, 189: 85-86.
- [6] 周峤. 雾霾天气的成因[J]. 中国人口·资源与环境, 2015(S1):211-212.
- [7] 邵帅,李欣,曹建华,等. 中国雾霾污染治理的经济政策选择——基于空间溢出效应的视角[J]. 经济研究, 2016(9):73-88.
- [8] 李伟娜. 中国城市雾霾治理的内在机理与路径选择研究[J]. 理论探讨, 2016(1):162-165.
- [9] Stuart A L, Mudhasakul S, Sriwatanapongse W. The Social Distribution of Neighborhood-scale Air Pollution and Monitoring Protection[J]. Journal of the Air & Waste Management Association, 2009,59(5):591-602.
- [10] 周景坤. 中国雾霾防治的政策创新[J]. 科技管理研究, 2016(11):205-210.
- [11] 马海涛,师玉朋. 三级分权、支出偏好与雾霾治理的机理——基于中国式财政分权的博弈分析[J]. 当代财经, 2016(8):24-32.
- [12] 何怡平. 协同理论视角下的地方政府雾霾治理机制研究[D]. 南宁:广西师范学院公共管理系, 2016.
- [13] 白洋,刘晓源. “雾霾”成因的深层法律思考及防治对策[J]. 中国地质大学学报(社会科学版), 2013,13(6):27-33.