

信息技术应用

基于 VAR 模型的北京市雾霾与 机动车污染关系研究

李云燕, 孙桂花*

(北京工业大学循环经济研究院, 北京 100124)

摘要:为研究北京市机动车污染与雾霾之间的动态关系,利用 2000—2015 年的有关数据,在建立 VAR 模型的基础上,运用脉冲响应函数和方差分解,得到人均机动车保有量、二氧化氮和一氧化碳年均浓度对雾霾影响的轨迹特征以及贡献率。研究表明,二氧化氮、一氧化碳年均浓度和人均机动车保有量对雾霾存在稳定的正向效应;机动车污染对雾霾的贡献率为 51.4%,其中人均机动车保有量对雾霾的贡献率为 13%,机动车尾气排放贡献率为 38.4%。在整个分析期内,前 5 期人均机动车保有量对雾霾的影响作用较大,第 5 期以后二氧化氮是影响雾霾的主要因素。

关键词:机动车污染;VAR 模型;脉冲响应函数;方差分解

中图分类号:X511

文献标志码:A

文章编号:0253-4320(2018)04-0206-05

DOI:10.16606/j.cnki.issn 0253-4320.2018.04.048

A study on relationship between haze and pollution caused by vehicle in Beijing based on VAR model

LI Yun-yan, SUN Gui-hua*

(Institute of Recycling Economy, Beijing University of Technology, Beijing 100124, China)

Abstract: The corresponding data from 2000 to 2015 are utilized to study the dynamic relationship between the pollution caused by vehicle and haze happened in Beijing. A VAR model is established at first, and then the trajectory characteristics and the contribution rate of the influences of vehicle occupancy number per capita, annual average concentrations of nitrogen dioxide and carbon monoxide on haze in Beijing are obtained by using the impulse response function and variance decomposition. The result suggests that the vehicle occupancy number per capita, and the annual average concentrations of nitrogen dioxide and carbon monoxide have stable and positive effects on haze. Simultaneously, the contribution rate of pollution caused by vehicle to haze is 51.4%, of which that of vehicle occupancy number per capita is 13% and that of the vehicle exhaust emission makes up the remaining 38.4%. During the all analysis periods, the effect of vehicle occupancy number per capita on haze is significant in the first five periods, and nitrogen dioxide is the main factor causing haze after the 5th period.

Key words: pollution caused by vehicle; VAR model; impulse response function; variance decomposition

2013 年以来,全国大部分地区多次出现大规模雾霾天气,直接影响着群众的身心健康,为此,众多学者对雾霾的成分、影响因素、变化规律等诸多方面展开研究。其中有研究表明,大城市中机动车污染成为雾霾的重要来源。在经济高度发达的北京,机动车保有量持续增加,数量位居全国前列,机动车尾气排放对城市空气质量的影响更不能小觑。北京在大力推行“煤改气”、“煤改电”和燃煤脱硫等措施之后,2016 年 SO₂ 浓度与 2013 年相比下降了

62.2%,而与机动车排放相关的 NO₂ 浓度下降不大,导致北京 2016 年 PM_{2.5} 仅下降 18%,进一步使机动车污染成为北京治理雾霾污染的硬骨头。故研究北京市机动车污染对雾霾的影响具有重要的现实意义。

1 文献综述

雾霾污染的问题成为现在众多学者研究的焦点。在研究雾霾的文献中,采用客观合理的模型方

收稿日期:2017-09-26;修回日期:2018-01-24

基金项目:国家社会科学基金项目(15BJY059);北京市社科基金项目(14JGB036)

作者简介:李云燕(1963-),女,博士,教授,博士生导师,研究方向为环境经济、环境管理与评价、循环经济、低碳经济等,yunyanli@126.com;孙桂花(1992-),女,硕士生,研究方向为环境经济、环境管理与评价,通讯联系人,723931658@qq.com。

法研究雾霾的影响因素是学者的重要研究方向。造成雾霾天气的主要因素可以分为自然因素和人为因素,其中自然因素主要包括温度、风速、相对湿度、气压等^[1-2]。周兆媛等^[3]分析京津冀地区空气污染指数与各气象要素之间的关系,结果表明,气压、气温和相对湿度与京津冀地区的空气质量关系比较密切。人为因素涵盖了经济增长、产业结构、能源、机动车保有量等重要因素^[4-5]。陈弄祺等^[6]将雾霾的成因分为能源消耗、机动车数量等8个变量,得到能源消耗总量和房屋建筑面积对雾霾天数有显著影响。于英汉^[7]在调研北京市机动车保有量、型号等基础上,估算了机动车污染物的排放量。与机动车相关的CO₂排放量为18 866万t(2012年),占总量的10.6%,NO_x排放量占总量的50%。张琦^[8]采用灰色关联度的方法研究北京市机动车保有量与大气污染物之间的关系,结果表明,北京市机动车保有量的增加加剧了空气污染程度。研究机动车污染与雾霾之间的耦合关系,对治理雾霾有重要的实践意义。由于雾霾的形成存在滞后效应^[9-11],从静态的视角难以解释雾霾产生的内在原因。本文中从时间序列的角度出发,运用VAR模型刻画机动车污染对北京市雾霾形成的影响路径,为政府治理机动车污染提供理论支持和政策建议。

2 数据选取与研究方法

2.1 指标与数据选取

为研究北京市机动车污染对雾霾的影响路径,选取PM10(LW)、CO(LCO)、NO₂(LN)、人均机动车保有量(LRJ)作为分析变量。其中,PM10是衡量雾霾污染程度的变量,其余3个是与机动车污染相关的变量。一般地,PM2.5是衡量雾霾污染程度的变量,但受其数据公布时间的限制,本文中选取与PM2.5有显著相关关系的PM10作为衡量雾霾污染程度的指标^[12]。机动车尾气排放的污染物主要包括一氧化碳、二氧化氮、碳氢化合物等,其中一氧化碳和二氧化氮所占比重较大,此外,人均机动车保有量越多,机动车尾气排放对雾霾的影响越大,因此,选取机动车尾气排放的CO、NO₂和人均机动车保有量作为影响雾霾的因素。本文中所有数据来源于2000—2015年《北京环境质量公报》、《北京交通发展年报》。由于时间序列数据取自然对数不会改变数据的原有特征并能够增加数据的稳定性,故对所有变量取对数加以分析。

2.2 研究方法

VAR(vector auto regression)模型是Christopher A Sims提出的,通过构造系统内每个内生变量与所有内生变量滞后项的回归函数,来分析所有内生变量之间的动态关系。本文中在构建VAR模型的基础上,运用脉冲响应函数研究北京市雾霾与机动车污染之间的变化规律,同时采用方差分解的方法量化人均机动车保有量和与机动车尾气排放的一氧化碳、二氧化氮浓度对雾霾的贡献率。

利用Eviews 8.0展开研究,构建VAR模型的公式为:

$$Y_t = \alpha + A_1 Y_{t-1} + A_2 Y_{t-2} + \dots + A_p Y_{t-p} + \varepsilon_t (t = 1, 2, 3, \dots, T)$$

式中, Y_t 是 k 维内生变量; α 是VAR模型的截距项; A_1, A_2, \dots, A_p 是待估参数; p 是VAR模型的滞后阶数; T 是样本个数; ε_t 是 k 维随机扰动项,它们相互之间可以同期相关,但不与自己的滞后值相关及不与等式右边的变量相关,并满足白噪声过程。

3 结果与分析

3.1 单位根检验

为避免出现伪回归现象,一般采用ADF方法检验时间序列数据的稳定性,见表1。由表1的结果可知,在1%、5%、10%的显著性水平下,LW、LN、LCO、LRJ的序列都是非平稳的,但是它们的一阶差分序列是平稳的。因此,采用这4个变量的一阶差分序列进行分析,并记为DLW、DLN、DLCO、DLRJ。

表1 单位根平稳性检验

变量	ADF 检验值	临界值			P值	检验 结果
		1%	5%	10%		
LW	-0.728	-3.959	-3.081	-2.681	0.8101	非平稳
LN	-1.062	-3.959	-3.081	-2.681	0.7016	非平稳
LCO	-1.298	-3.959	-3.081	-2.681	0.6017	非平稳
LRJ	-2.675	-3.959	-3.081	-2.681	0.1010	非平稳
DLW	-4.572	-4.004	-3.099	-2.69	0.0037	平稳
DLN	-4.238	-4.058	-3.119	-2.701	0.0073	平稳
DLCO	-3.794	-4.004	-3.098	-2.694	0.0146	平稳
DLRJ	-3.200	-4.004	-3.099	-2.690	0.0490	平稳

注:D表示一阶差分。

3.2 VAR模型的稳定性检验

由单位根检验的结果可知,DLW、DLN、DLCO、DLRJ序列是平稳的,因此采用这4个变量构建VAR模型。在VAR模型建立之前,需要利用FPE、

AIC、SC 等信息准则确定 VAR 模型的最优滞后阶数 (见表 2), 在保证有足够数量的滞后项的同时又有足够数目的自由度, 以获取最佳的信息量, 进而构建有效的模型。

表 2 VAR 模型的最优滞后阶数判断结果

Lag	0	1	2
LogL	54.93037	62.19867	107.8825
LR	2.563659	8.945600	28.11315*
FPE	4.65e-09	2.10e-08	6.66e-10*
AIC	-7.835441	-6.492102	-11.05885*
SC	-7.661610	-5.622950	-9.494377*
HQ	-7.871171	-6.670752	-11.38042*

注: * 表示对应准则的最优滞后阶数; LR 表示似然比统计量, FPE 表示最终预测误差统计量, AIC 表示赤池信息准则统计量, SC 表示施瓦茨统计量, HQ 表示汉南-奎因信息统计量。

由表 2 知, LR、FPE、AIC、SC 这些信息准则显示最优滞后阶数均为 2, 故 VAR 模型的最优滞后阶数为 2, 由此得到雾霾污染变动 DLW 的向量自回归的数学表达式:

$$\begin{aligned}
 DLW = & -0.043 + 0.369 * DLW(-1) - \\
 & 0.817 * DLW(-2) - 0.68 * DLN(-1) + \\
 & 0.86 * DLN(-2) + 0.21 * DLCO(-1) - \\
 & 0.22 * DLW(-2) + 1.18 * DLRJ(-1) - \\
 & 1.16 * DLRJ(-2)
 \end{aligned}$$

为了确定 VAR 模型的稳定性, 还需进一步对 AR 特征多项式的逆根进行检验, 结果见图 1。从图 1 中可以看出 AR 特征多项式的逆根都在单位圆内, 表明 DLW、DLN、DLCO、DLRJ 所构成的 VAR 模型是有效的, 即北京市雾霾与机动车污染之间存在稳定性关系。

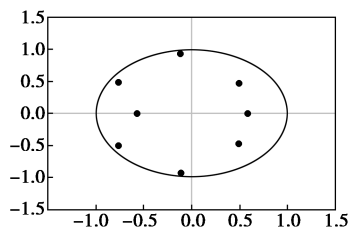


图 1 AR 特征多项式的逆根

3.3 脉冲响应轨迹

在前面建立自回归模型的基础上可以得到 DLW 对 DLN、DLCO、DLRJ 冲击后的脉冲响应路径, 如图 2~图 4 所示。横轴表示滞后期, 滞后期的长度为 10 期, 纵轴表示 DLW 的响应值, 图中虚线表示置

信区间, 实线代表脉冲响应函数的曲线。

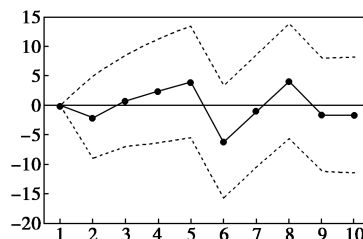


图 2 DLW 对 DLN 的脉冲响应

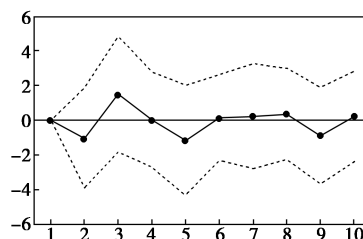


图 3 DLW 对 DLCO 的脉冲响应

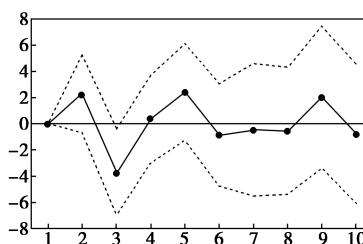


图 4 DLW 对 DLRJ 的脉冲响应

图 2 表示 DLW 对 DLN 的脉冲响应, 即对二氧化氮施加一个标准差信息的正向冲击, 雾霾对其冲击的响应。雾霾第 1 期的响应值为 0, 也就是说当二氧化氮浓度增加时, 雾霾污染的浓度并未出现变化, 表明二氧化氮对雾霾污染的影响有一定的滞后效应。随后二氧化氮的冲击在第 2 期会使雾霾污染的浓度负向变动, 即二氧化氮对雾霾污染产生滞后的抑制作用。随着时间的推移, 第 3、4、5 期, 雾霾污染对二氧化氮的冲击产生正向效应, 雾霾污染的响应值逐渐增加, 在第 5 期达到最大值 0.039 362。在第 6 期, 雾霾污染的变动达到整个分析期的最小值 -0.063 234, 二氧化氮对雾霾污染产生较明显的抑制作用, 随后又加剧了雾霾污染的程度, 这种影响在时间的作用下幅度越来越小, 直至消失。

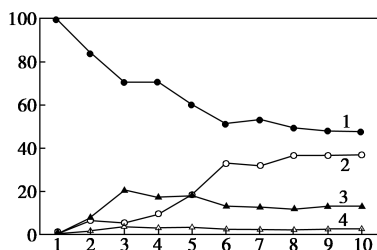
图 3 表示一氧化碳一个标准差信息的冲击对雾霾带来的影响。一氧化碳对雾霾的影响前期与二氧化氮类似, 均表现负相关关系。在第 3 期, 雾霾污染的响应值达到最大值为 0.045 28, 表明一氧化碳对

雾霾污染存在短暂的抑制作用后,迅速又引起雾霾浓度的增加,到第5期一氧化碳与雾霾之间的正效应变为负效应,同样这种负效应并未停留太长时间,雾霾污染的响应值逐渐变大,直至趋近于0,一氧化碳对雾霾的影响逐渐消失。

图4表示人均机动车保有量对雾霾的脉冲响应。人均机动车保有量的正向冲击使得雾霾污染的浓度在短期内突然增加,在图中表现为第2期雾霾的响应值为0.023 243。人均机动车保有量对雾霾污染在第3期有较显著抑制作用滞后,在第5期达到最大值0.024 362。在分析期内,雾霾对人均机动车保有量一个标准差信息冲击的累计响应值为0.007 355,即从总体上来说,人均机动车保有量对雾霾有正向的影响,故控制北京市机动车保有量的增长是防治机动车污染的必要措施。

3.4 方差分解结果

运用方差分解的方法量化各内生变量随机冲击的反应对系统内各内生变量的贡献度;结合前面脉冲响应函数,进一步分析二氧化氮、一氧化碳和人均机动车保有量对雾霾作用程度的大小,滞后期的长度仍然为10期,详见图5。横轴表示滞后期,纵轴表示各变量对雾霾污染的贡献率(其中也包括雾霾污染对自身的贡献率)。



1—DLW;2—DLN;3—DLRJ;4—DLCO

图5 方差分解

图5中4条曲线分别为雾霾、二氧化氮、人均机动车保有量和一氧化碳的方差分解。由前面的二氧化氮、一氧化碳和人均机动车保有量的冲击对雾霾的影响路径可知,第1期3个变量对雾霾均未有显著性影响,故在方差分解中,3个变量对雾霾的方差贡献率也均为0,也就是说第1期雾霾污染只受自身的影响。随着时间的推移,雾霾自身的方差贡献率逐渐降低,与机动车相关的3个因素对雾霾的方差贡献率不断增大。在前4期内,人均机动车保有量对雾霾的方差贡献率明显大于二氧化氮、一氧化碳的方差贡献率。到第4期时,二氧化氮、一氧化

碳、人均机动车保有量的方差贡献率分别为9.3%、2.9%、17%。随后人均机动车保有量的方差贡献率逐渐降低,二氧化氮的方差贡献率升高,而一氧化碳的方差贡献率在第4期以后逐渐趋于平稳,约为2.4%。第5期以后,二氧化氮对雾霾的方差贡献率超过人均机动车保有量成为影响雾霾的首要因素(除雾霾自身影响外),并在第8期以后稳定,方差贡献率约为36%。同时,人均机动车保有量对雾霾的方差贡献率约为13%。总体而言,机动车污染对雾霾的贡献率为51.4%,其中人均机动车保有量对雾霾的贡献率为13%,机动车尾气排放贡献率为38.4%。

4 结论与建议

4.1 结论

在建立VAR模型的基础上,结合脉冲响应函数和方差分解研究了北京市雾霾污染与机动车污染之间的动态关系,得到如下几点结论。

(1)由脉冲响应函数分析可知,二氧化氮、一氧化碳、人均机动车保有量的累计效应分别为0.016 452、0.011 547、0.007 355,这3个影响因素的累计效应值均大于0,故二氧化氮、一氧化碳、人均机动车保有量与雾霾存在稳定的正向效应,即二氧化氮、一氧化碳浓度和人均机动车保有量的增加会加重雾霾污染。

(2)根据方差分解可以发现,一氧化碳对雾霾的影响作用最小;在前5期内,人均机动车保有量对雾霾的影响作用较大;第5期以后,二氧化氮是影响雾霾的主要因素。

(3)机动车污染对雾霾的贡献率为51.4%,其中人均机动车保有量对雾霾的贡献率为13%,机动车尾气排放贡献率为38.4%。在机动车排放的污染物中,二氧化氮对雾霾的影响作用远远大于一氧化碳,故在治理机动车污染的过程中重点降低二氧化氮的浓度将会达到更好的治霾效果。

4.2 建议

通过以上结论能够说明机动车污染对雾霾的影响较大,故对加强治理北京市机动车污染提出几点建议。

(1)加强柴油车管控

在北京六环(含)实施重柴油车管控措施,引导过境重型柴油车绕行北京,并在年底前在进京主要道口安装遥感监测设备,重点检查柴油货车和高排

放汽油车,及时汇总分析车辆排放情况,将超标排放的车辆型号公之于众。同时,积极推进北京市内营运重柴油车辆安装颗粒物捕集器和车载远程通讯终端,并作为对重柴油车车检的重要内容。

(2)更加注重对在用车的环保维护管理

对在用车检测维护是治理在用车尾气排放的多种方法中成本最低、治理效果较明显的一种方式,不仅可以大幅度地降低在用车排放污染物的比例,还降低油耗和二氧化碳排放。故要求北京市环保局的相关执法人员在对在用车路检的过程中,不能只注重对在用车的检测,更应该追踪对路检中尾气排放不达标的在用车的维修情况,达到对在用车路检的目的即减少尾气污染物的排放。

(3)大力推广新能源汽车

新能源汽车所使用的锂电池是国际公认的环保电池,用新能源汽车替代传统的燃油汽车具有极好的环保性能,但目前北京市新能源汽车使用率仍然很低,故大力推广新能源汽车是降低机动车污染的必要措施。首先相关部门及媒体通过宣传绿色出行的理念,要提高公众对新能源汽车的认识,增加新能源汽车的购买率。其次,政府部门为新能源汽车的研发和运营提供补贴,吸引社会资本对新能源汽车的投入,为新能源汽车领域引入充足的资金。

(4)落实和继续推进“车、油、路”同步综合治理

对于机动车的管制有重点循序渐进地推进。首先加强控制以客车、货车以及老旧车辆为主的高排放机动车的数量,再限制家用汽车的购车指标,并不断研发创新新技术。与此同时不断提升油品的质

量,在京津冀及周边地全面推行符合国家第六阶段标准的车用汽、柴油,禁止销售普通车用汽、柴油。加强城市交通管理,优先发展城市公共交通,建立有效的城市综合交通管理体系。

参考文献

- [1] 郑子龙,张凯,陈义珍,等.北京一次混合型重污染过程大气颗粒物元素组分分析[J].环境科学研究,2014,(11):1219-1226.
- [2] 刘瑞婷,韩志伟,李嘉伟.北京冬季雾霾事件的气象特征分析[J].气候与环境研究,2014,(2):164-172.
- [3] 周兆媛,张时焯.京津冀地区气象要素对空气质量的影响及未来变化趋势分析[J].资源科学,2014,(1):191-199.
- [4] 曹慧丰,毕巍强,曾诗鸿.产业结构调整的大气污染治理效应——以河北省为例[J].管理世界,2015,(12):182-183.
- [5] 李瑞,蔡军.河北工业结构、能源消耗与雾霾关系探讨[J].宏观经济管理,2014,(5):79-80.
- [6] 陈弄祺,许瀛.北京雾霾污染影响因素实证分析[J].中国人口·资源与环境,2016,(S2):73-76.
- [7] 于英汉.北京市机动车发展及颗粒排放物污染特征研究[D].北京:北京建筑大学,2015.
- [8] 张琦.北京市空气质量变动模式及影响因素分析[D].北京:首都经济贸易大学,2015.
- [9] 刘金培.基于 VAR 模型的 PM_{2.5} 与其影响因素动态关系研究——以西安市为例[J].干旱区资源与环境,2016,30(5):78-83.
- [10] 林喆.基于 VAR 模型的陕西省雾霾天气与经济增长关系分析[J].经贸实践,2017,(11):74-79.
- [11] 刘华军,孙亚男,陈明华.雾霾污染的城市间动态关联及其成因研究[J].中国人口·资源与环境,2017,(3):74-81.
- [12] 王星.城市规模、经济增长与雾霾污染——基于省会城市面板数据的实证研究[J].华东经济管理,2016,(7):86-92. ■

我国甲醇直接制乙二醇研究取得重要突破

厦门大学化学化工学院近日发布消息称,该院王野教授、程俊教授与中科院大连化物所邓德会课题组在甲醇 C—C 偶联直接制乙二醇的研究上取得重要突破,相关研究成果发表在《自然-通讯》上。该成果同时也申请了中国发明专利和国际专利 PCT。

甲醇经可控的 C—C 偶联反应制备 C₂ 或多个碳原子的化合物是化学领域极具吸引力和挑战性的反应。当前甲醇 C—C 键的偶联反应主要局限于碳化反应和脱水偶联制备烯烃或芳香烃,即 MTO 或 MTA 过程,其特点是难以高选择性获得特定的产物。保留甲醇分子的 C—OH 键而选择性地活化 C—H 键生成乙二醇被公认为是化学领域最具挑战性的反应之一。

王野课题组在 CdS 催化剂上首次实现了可见光照射下甲醇脱氢偶联制乙二醇和氢气的反应。在催化材料设计方面,与邓德会课题组合作,成功构建 CdS 纳米棒催化剂,大幅提升了可见光照射下乙二醇的选择性和生成活性。并通过

设计反应分离的反应器,乙二醇选择性可达 90%,收率 16%。

进一步与从事理论计算研究的程俊课题组合作,对反应机理开展了深入研究,提出 CdS 上的光生空穴可以在不影响甲醇 O—H 键的情况下,通过质子和电子协同转移(CPET)过程选择性地活化甲醇的 C—H 键生成羟甲基自由基,从 CdS 表面脱附偶联生成乙二醇。

这个可见光驱动的甲醇转化新过程,不仅提供了一种温和条件下乙二醇的高效制备方法,而且为存在羟基等官能团的小分子中惰性 C—H 键的选择活化开辟了一条新途径。

当前工业上 90% 以上的乙二醇生产都是通过石油路线,即乙烯环氧水合路线,该过程效率不高、能耗大。此外,通过煤基合成气经草酸二甲酯合成乙二醇的路线工艺流程长、成本高。而甲醇可由煤、天然气、生物质乃至二氧化碳经合成气或直接制备、廉价易得,是重要的 C₁ 平台分子。因此,由甲醇直接制备乙二醇意义重大。(中化新网)