

区域大气污染联防联控 是否取得了预期效果？

——来自山东省会城市群的经验证据

杨 骞 王弘儒 刘华军

摘 要 为了应对区域性特征日益凸显的大气污染问题，中国在多个区域建立了大气污染联防联控机制。实证检验联防联控机制的实施效果对于完善大气污染联防联控机制、实现区域空气质量的整体改善具有重要的决策参考价值。作者以山东省会城市群为例，基于空气质量指数以及6种分项污染物数据，运用双重差分法实证检验了区域大气污染联防联控机制的实施效果。研究发现：①尽管区域联防联控机制实施以来山东省空气质量有所改善，但双重差分检验结果并不显著。②不同污染物的检验结果存在一定的差异。大气污染联防联控机制的实施显著降低了SO₂、CO和NO₂的浓度，PM_{2.5}和PM₁₀浓度的双重差分估计系数均为正且都没有通过显著性检验，而O₃浓度在联防联控机制实施后显著上升。区域大气污染联防联控没有取得预期效果的原因在于大气污染治理及空气质量改善的长期性、参与成员的“搭便车”行为、强有力协调机构的缺失、联防联控制度建设不完备以及合作治污能力不足等。完善区域联防联控机制、避免陷入“集体行动困境”是未来完善区域联防联控机制的重点。

关键词 大气污染 联防联控 双重差分 集体行动困境

[中图分类号] F205 [文献标识码] A [文章编号] 2095-851X (2016) 04-0003-19

一、引言

改革开放以来，中国的城镇化和工业化步伐加快，能源消耗量迅速增加，大气污

【作者简介】 杨骞（1983-），山东财经大学公共管理学院副教授、硕士生导师，邮政编码：250014；王弘儒（1990-），山东财经大学公共管理学院硕士研究生；刘华军（1979-），山东财经大学经济学院教授、博士生导师，邮政编码：250014。

致谢：感谢审稿专家匿名评审，当然文责自负。

染日益严重,中国已成为世界上大气污染最严重的国家之一(张庆丰、Crooks, 2012)。2015年,中国地级及以上城市的空气质量只有73个达标,仅占21.6%;优良天数比例为76.7%,重度及以上污染天数比例达3.2%;细颗粒物($PM_{2.5}$)年均浓度为50微克/立方米,超标42.9%,可吸入颗粒物(PM_{10})年均浓度为87微克/立方米,超标24.3%,^①严重的大气污染对人体健康产生了负面影响(Aunan and Pan, 2004; Kan et al., 2012; Chen et al., 2013; Yang et al., 2013; 陈硕、陈婷, 2014)。更为严峻的是,在经济、环境等多种因素的共同作用下,大气污染的区域性、复合型特征日益突出(王振波等, 2015),使得按照行政区划边界的“属地管理”模式与大气污染物跨区流动之间的矛盾不断加剧,建立区域大气污染联防联控以形成协同治污合力成为大气污染防治的必然选择。^②在实践层面,京津冀、长三角、珠三角等重点区域已经相继建立了大气污染联防联控机制。^③2015年11月,山东省会城市群也启动了区域大气污染联防联控机制。尽管区域联防联控已经成为中国重点区域防治大气污染的新举措,但其效果仍有待检验,明确该举措的实施效果对于完善联防联控机制进而实现区域空气质量的整体改善具有重要决策价值。

关于大气污染问题的已有研究多集中于以下三个方面:第一,从地理学角度揭示大气污染的时空分布规律(Nehzat, 1999; 王英等, 2012; 任婉侠等, 2013; 张殷俊等, 2015)。例如,王英等(2012)基于地面监测和遥感反演数据综合分析了京津冀和长三角两大区域二氧化氮(NO_2)的时间分布特征和区域分布特征;任婉侠等(2013)从时空耦合与对比角度综合探讨了北京、上海、天津和重庆四个大型城市空气质量的时空变化特征。第二,定性论证区域联防联控的必要性。例如,周成虎等(2008)从区域地理学和经济地理学的角度阐述了建立区域联防联控的可行性,并提出了区域性环境保护机构的设置方案;王金南等(2012)在探讨区域大气污染联防联控的理论基础上,着重分析了中国实施区域联防联控的技术与方法。这些文献从定性的角度解释了大气污染的区域性特征,为区域联防联控机制的建立提供了理论支持。第三,实证研究大气污染的空间相关性及其空间传导机制。例如,马丽梅和张晓(2014)运用空间计量方法对大气污染的空间相关性和空间集聚性进行研究;薛文博等(2014)利用空气质量模型

① 资料来源:陈吉宁(2016),《国务院关于2015年度环境状况和环境保护目标完成情况的报告》, http://www.npc.gov.cn/npc/xinwen/2016-04/25/content_1987688.htm[2016-08-26]。

② 2010年5月,国务院办公厅转发环境保护部等部门提出的《关于推进大气污染联防联控工作改善区域空气质量的指导意见》,明确指出要建立区域大气污染联防联控的协调机制,完善区域空气质量监管体系。2015年8月,全国人民代表大会常务委员会最新修订的《大气污染防治法》第八十六条着重强调建立重点区域联防联控机制、统筹协调重点区域内大气污染防治工作等重要问题。

③ 2013年10月,京津冀及周边地区大气污染防治协作机制正式启动;2014年1月,长三角区域大气污染防治协作小组成立;2014年3月,珠三角建立了大气污染联防联控技术示范区,制定了我国第一个区域层面的清洁空气行动计划——“珠三角清洁空气行动计划”。此外,《重点区域大气污染防治“十二五”规划》还将辽宁中部、山东、武汉及其周边、长株潭、成渝、海峡西岸、山西中北部、陕西关中、甘宁、新疆乌鲁木齐城市群纳入规划范围。大气污染防治重点区域共涉及19个省、自治区、直辖市。

的颗粒物来源追踪技术定量模拟了全国 $PM_{2.5}$ 的跨区域输送规律；刘华军和刘传明 (2016) 则采用非线性 Granger 因果检验和社会网络分析方法实证考察了京津冀地区城市间大气污染的传导关系及其联动网络特征。尽管已有研究论证了建立大气污染联防联控机制的必要性，但鲜有文献实证考察区域大气污染联防联控机制的实施效果。

有鉴于此，本文以山东省会城市群 7 个地级市（济南、淄博、泰安、莱芜、德州、聊城、滨州）为例，^① 基于山东省 17 个地级市空气质量指数（Air Quality Index, AQI）以及细颗粒物、可吸入颗粒物、二氧化硫（ SO_2 ）、一氧化碳（CO）、二氧化氮、臭氧（ O_3 ）6 种分项污染物的日报数据，运用双重差分法（Differences-in-Differences Approach, DID）实证检验了区域联防联控机制的实施效果。本文的研究一方面可以为大气污染联防联控的有效实施提供可靠的科学依据，另一方面也有助于改善中国区域联防联控的实施效果，因此具有重要的理论与现实意义。

二、山东省大气污染及其省会城市群联防联控机制

（一）山东省大气污染状况

从 2015 年中国城市大气污染的空间分布（图 1）来看，中国南方尤其是西南及东南沿海一带空气质量相对较好，大气污染较严重的区域主要集中在环渤海和长三角一带，山东省已经成为我国大气污染的重灾区。中国 160 个城市空气质量平均达标天数为 275 天，达标率为 75.3%。其中，京津冀地区空气质量平均达标天数为 196 天，达标率为 53.7%；山东省 17 地市的空气质量平均达标天数为 192 天，达标率仅为 52.6%。2015 年中国 AQI 均值为 83.09，京津冀地区和山东省分别为 112.06 和 110.81。可见京津冀地区已经成为中国大气污染最严重的地区，而山东省成为仅次于京津冀的大气污染较严重的地区。

从山东省内部看，空气质量相对较好的城市分布在烟台（72.86）、威海（65.43）、青岛（83.50）等沿海地区，而大气污染由沿海到内陆越来越严重，济南（128.48）、德州（138.10）、聊城（133.77）、菏泽（129.95）等城市的空气质量最差，淄博（124.41）、莱芜（120.66）、枣庄（123.62）次之（图 2）。从 2015 年的月度排名来看，济南均在空气质量最差的 10 个城市之列，其中，9 月份和 10 月份，济南连续两个月排名倒数第一，已由“四面荷花三面柳，一城山色半城湖”变成了

^① 选择对山东省会城市群大气污染联防联控机制的效果进行实证考察的原因在于：在时间维度上，可以把实施联防联控之前作为对照组，实施联防联控之后作为实验组。在地区层面上，山东省大气污染联防联控覆盖的范围是山东省会城市群的 7 个地级市，而山东省 17 个地级市中的其余 10 个地级市没有参与其中，因此可以把没有实施联防联控的 10 个地级市作为对照组，实施联防联控 7 个地级市作为实验组，这就满足了双重差分法的应用条件（Meyer, 1995；周晓艳等，2011；刘瑞明、赵仁杰，2015）。而已经先于山东省实施联防联控的京津冀、长三角和珠三角三大地区因其不能满足双重差分法的基本条件，因此不能作为检验区域大气污染联防联控机制实施效果的对象。

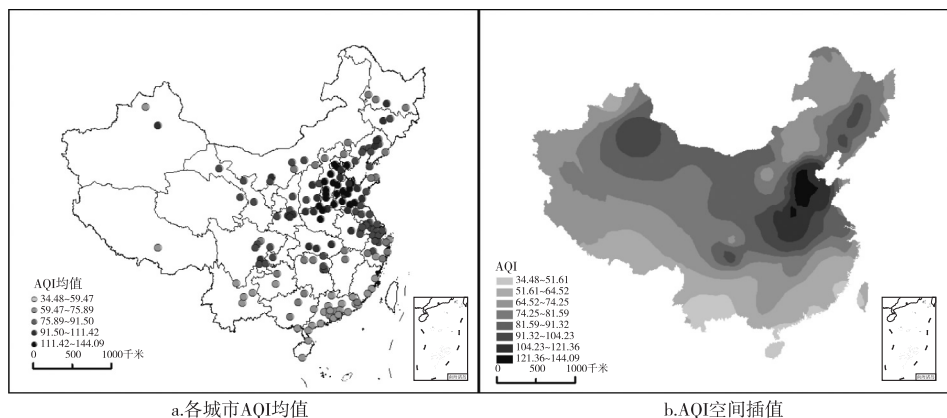


图1 2015年中国城市AQI的空间分布

资料来源：作者根据国家环保部发布的空气质量数据计算并绘制。

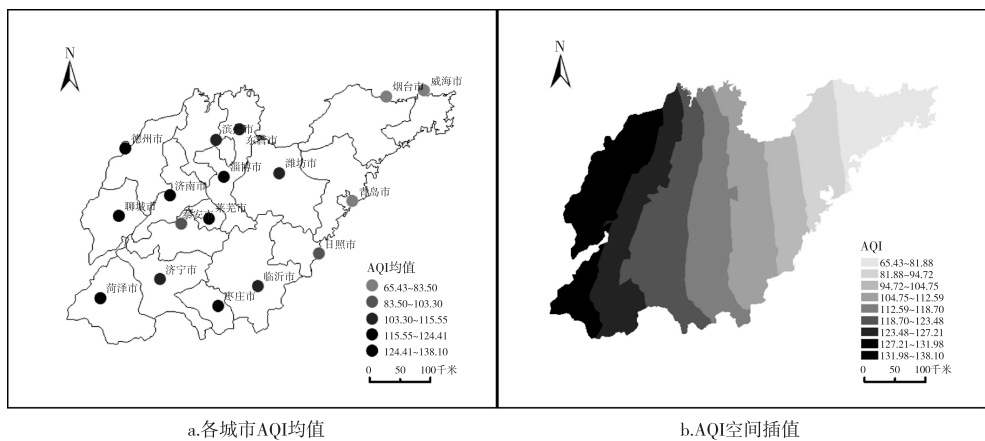


图2 2015年山东省AQI的空间分布

资料来源：作者根据国家环保部发布的空气质量数据计算并绘制。

“满城雾霾半城堵”，^① 这从侧面反映了山东省大气污染的严重性以及治理的紧迫性。

此外，从2015年AQI均值的空间分异来看，山东省西部地区的大气污染较为严重，并由以济南为中心的省会城市群逐渐向东蔓延，东部沿海城市的空气质量明显优于省会城市群地区。如图3所示，从2015年山东省17地市空气质量达标情况来看，青岛、烟台、威海和日照这四个沿海城市的空气质量达标天数明显多于其他城市，以

^① 资料来源：陈玮（2016），《绿公司年会郭树清宣传山东：明年雾霾拥堵会大有改观》，《齐鲁晚报》4月24日，<http://www.qlwb.com.cn/2016/0424/605389.shtml> [2016-08-26]。

济南为中心的省会城市群7个地级市达标天数明显少于沿海城市，淄博、聊城、莱芜、德州等的空气质量达标天数均在150天以下。由此可见，山东省会城市群地区的空气质量亟需改善，大气污染防治工作迫在眉睫。

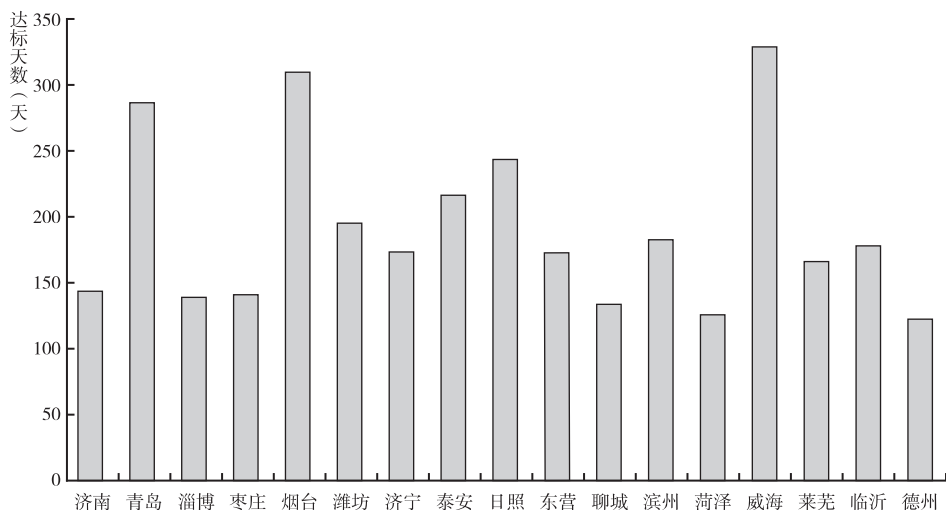


图3 2015年山东省17地市空气质量达标情况

资料来源：作者根据国家环保部发布的空气质量数据计算并绘制。

(二) 山东省联防联控机制的建立与实施

为了解决日益严重的大气污染问题，尤其是连片蔓延的区域性大气污染问题，山东省建立了覆盖省会城市群的大气污染联防联控机制。2015年11月22日，山东省会城市群大气污染联防联控工作会议在济南召开，会议强调要把大气污染防治工作摆在更加突出的位置，以壮士断腕的决心和勇气加快本地区大气污染防治的步伐。山东省会城市群7个地级市的市长在这次会议上签订了《省会城市群大气污染联防联控协议书》，标志着山东省会城市群大气污染联防联控机制正式启动。

山东省会城市群联防联控机制启动后，7个地级市建立了协同治污、联合执法和应急联动三大机制。从“各自扫好门前雪”向“抱团治污求合力”转变，启动应急减排措施，联手应对大范围的空气重度污染状况，共同致力于山东省大气污染的治理。同时，山东省环保厅和交通运输厅等部门从政策、计划、实施、监督等方面为山东省会城市群的联防联控保驾护航。2016年5月9日，山东省会城市群大气污染执法联动协调会在淄博召开。省会城市群7个地级市的环保部门围绕联合执法行动的组织方式、时间节点、检查内容、督导督办和宣传报道等内容进行专题研讨。会议最终确定有针对性地开展大气污染防治专项行动，严厉查处各类环境违法行为，推动山东省会城市群大气环境质量持续改善。此外，山东省还发布了一系列文件为区域大气污染联防联控提供了政策保障。2016年7月22日，山东省第十二届人大常委会第二十

二次会议通过的《山东省大气污染防治条例》规定山东省应划定大气污染防治重点区域,定期召开联席会议,研究解决大气污染防治重大事项,落实区域联动防治措施。

三、模型、方法与数据

(一) 计量模型介绍

双重差分法最早由 Ashenfelter 和 Card (1985) 提出,其基本思想是通过对比一项政策或机制实施前后的变化来评估该项政策的效果,通过利用一个外生事件所带来的横向单位和时间序列的双重差异结果来比较有事件发生的对象(实验组, Treatment Group)与无事件发生的对象(对照组, Control Group)的变化来判断该事件的影响程度。双重差分法已被广泛应用在公共政策或项目实施效果的定量评估研究中(Pavcnik, 2002; Trefler, 2004; 周黎安、陈烨, 2005; 万海远、李实, 2013)。目前,在大气污染领域,石庆玲等(2016)运用双重差分法检验了“两会”对空气质量的影响,发现“两会”期间各城市空气质量显著改善。但从现有文献来看,双重差分法尚未应用到检验区域性大气污染联防联控机制效果的研究中。

双重差分的思想是将政策实施的对象作为实验组,将政策没有实施的对象作为对照组。为了考察政策实施效果的动态变化,引入时间虚拟变量,分别将政策实施前作为对照组,实施后作为实验组,然后运用 DID 模型检验这项政策的效果是否显著。DID 模型的核心是构造双重差分估计量,根据上述思想构建如下公式:

$$\begin{aligned} DID &= \Delta \bar{Y}_{treatment} - \Delta \bar{Y}_{control} \\ &= (\bar{Y}_{treatment,t1} - \bar{Y}_{treatment,t0}) - (\bar{Y}_{control,t1} - \bar{Y}_{control,t0}) \end{aligned} \quad (1)$$

式(1)为双重差分的基本理论模型。其中, DID 是双重差分估计量, treatment 是实验组, control 是对照组, t1 代表政策实施后, t0 代表政策实施前,第二个等号右边括号内的两项分别是实验组和对照组自身的第一次差分,这两项的再次差分就得到了政策本身所带来的净效应。

山东省会城市群大气污染联防联控机制覆盖了省会城市群的7个地级市,而其他10个地级市并没有参与其中。因此,本文将实施联防联控的7个地级市作为实验组,将其他10个地级市作为对照组来进行研究。同时我们将2015年11月22日之前设置为对照组,之后设置为实验组,然后运用双重差分法检验山东省17地市实施联防联控的效果是否有明显改善。本文将双重差分法的计量模型具体设定为:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 time + \beta_2 group + \beta_3 time \times group + \beta_4 season + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

式(2)中, Y_{it} 为被解释变量,本文选取了 AQI 以及 $PM_{2.5}$ 、 PM_{10} 、 SO_2 、 CO 、 NO_2 、 O_3 等6种分项污染物的浓度为指标来衡量山东省会城市群联防联控机制的实施效果,下标 i 和 t 分别代表城市 i 和时间 t 。time 和 group 分别表示时间虚拟变量和组

间虚拟变量, $time \times group$ (缩写为 $t \times g$) 代表双重差分项, $season$ 代表控制变量, ε_{it} 为随机干扰项。对于上述模型, 需要关注的重点是系数 β_3 的估计值, 因为它度量了山东省会城市群联防联控机制对大气污染问题的改善状况如何。如果联防联控机制显著降低了山东省会城市群的大气污染浓度, 那么双重差分项 $t \times g$ 的系数 β_3 应该显著为负。

(二) 变量和描述性统计

1. 被解释变量

AQI 是定量描述空气质量状况的无量纲指数。2012 年 2 月 29 日, 环保部发布《环境空气质量标准》(GB3095 - 2012), 用 AQI 代替原有的空气污染指数 (Air Pollution Index, API), 即在 API 的基础上增加了 $PM_{2.5}$ 、 O_3 和 CO 三种污染物指标, 发布频次也从每天一次变成每小时一次。本文采用 2015 年国家环保部发布的城市 AQI 以及 $PM_{2.5}$ 、 PM_{10} 、 SO_2 、CO、 NO_2 、 O_3 的日报数据。^① 研究的时期跨度为 2014 年 1 月 1 日至 2016 年 6 月 12 日。表 1 对相关变量进行了描述性统计。

表 1 变量的描述性统计

变量	符号	单位	样本数	均值	标准差	最小值	最大值
空气质量指数	AQI	无量纲指数	15198	112.68	58.25	21.00	499.00
细颗粒物	$PM_{2.5}$	微克/立方米	15198	77.68	51.42	6.00	565.40
可吸入颗粒物	PM_{10}	微克/立方米	15198	135.57	74.98	5.40	890.90
二氧化硫	SO_2	微克/立方米	15198	49.80	36.68	2.90	346.20
一氧化碳	CO	毫克/立方米	15198	2.75	6.62	0.13	112.50
二氧化氮	NO_2	微克/立方米	15198	42.25	19.53	2.80	156.70
臭氧	O_3	微克/立方米	15198	113.56	57.31	0.00	616.00

资料来源：作者根据国家环保部发布的空气质量数据计算并整理。

2. 解释变量与控制变量

对于解释变量, 本文主要设置了时间虚拟变量、组间虚拟变量和双重差分项。其中, $time$ 为时间虚拟变量, 2015 年 11 月 22 日及之后为 1, 之前为 0; $group$ 为组间虚拟变量, 实施联防联控的山东省会城市群 7 个地级市为 1, 没有实施联防联控的 10 个地级市为 0; $t \times g$ 为双重差分项, $time$ 和 $group$ 两项都为 1 时记为 1, 其余记为 0。对于控制变量, 为了控制季节因素对联防联控效果的影响, 本文增加了季节这一控制变量, 分别控制春 ($season1$)、夏 ($season2$)、秋 ($season3$)、冬 ($season4$) 四个季节。按照北半球的季节划分标准, 春季包括 3、4、5 三月份, 夏季包括 6、7、8 三月份, 秋季包括 9、10、11 三月份, 冬季包括 12、1、2 三月份。式 (2) 中 $season$ 即为季节控制变量, 若某个季节记为 1, 则其余季节记为 0。

^① AQI 是定量描述空气质量状况的无量纲指数, 此外, 针对单项污染物还规定了空气质量分指数。由于参与空气质量评价的主要污染物有 $PM_{2.5}$ 、 PM_{10} 、 SO_2 、CO、 NO_2 、 O_3 等 6 项, 尽管 O_3 等污染物并不属于区域大气污染联防联控的重点, 但作为参与空气质量评价的污染物之一, 本文仍将其纳入相关分析中。

四、实证分析

(一) 联防联控机制实施前后的对比

1. AQI 的比较

根据山东省会城市群 7 个地级市的 AQI 日报数据, 作者分别测算出其月度均值, 进而绘制了 AQI 月度均值柱状图, 如图 4 所示。从 7 个城市 2014 年的 AQI 均值来看, 1 月份最高, 表明 1 月份的空气质量最差。2 月份相较于 1 月份明显降低, 且从 3 月份到 7 月份持续降低。而从 8 月份到 12 月份, 7 个城市的 AQI 均值呈整体上升的态势, 空气质量持续下降。2015 年 1 月份, 7 个城市的 AQI 均值相较于 2014 年同期均值明显降低, 8 月份 AQI 均值降至最低。2016 年 2 月份较 2014 和 2015 年同期明显降低, 3 月份较 2 月份出现小幅度上升, 直到 6 月份又持续下降。整体来看, 2014 至 2016 年间, 1、2、7、8、9 月份 7 个城市的 AQI 均值较上一年同期均有所下降, 表明在此期间省会城市群 7 个城市的空气质量有所改善。此外, AQI 的季节性特征十分明显, 冬季污染较夏季更为严重。在山东省会城市群大气污染联防联控机制实施后, 2015 年 12 月份 7 个城市的 AQI 均值仍大幅上升, 2016 年 1 月份的 AQI 均值虽然有所下降, 但相较于 2015 年同期的空气质量并没有明显改善。由此来看, 山东省会城市群大气污染联防联控机制的效果有待进一步考察和检验。

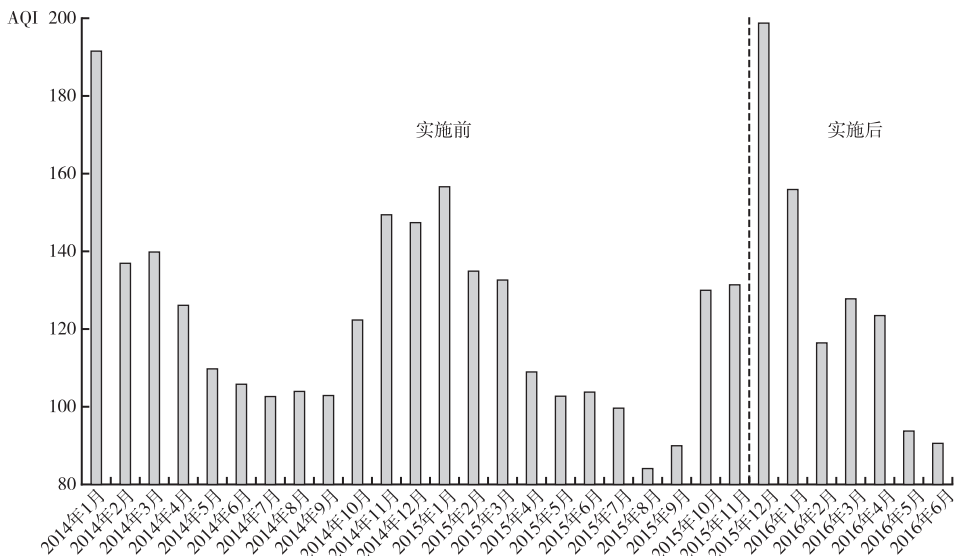


图 4 山东省会城市群 AQI 月度均值

资料来源: 作者根据国家环保部发布的空气质量数据计算并绘制。

2. 分项污染物的比较

山东省会城市群分项污染物浓度月度均值如图 5 所示。

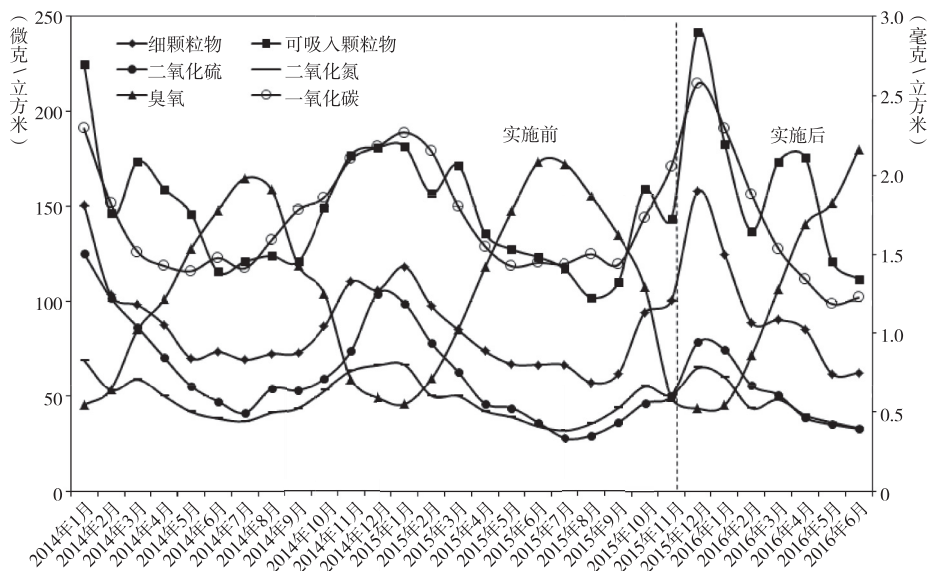


图 5 山东省会城市群分项污染物浓度月度均值

注：右侧纵轴表示 CO，左侧纵轴为其他污染物。

资料来源：作者根据国家环保部发布的空气质量数据计算并绘制。

2014 年山东省会城市群 7 个城市的 $PM_{2.5}$ 的月度均值从 1 月份到 5 月份逐月降低，5 月份至 9 月份围绕 70 微克/立方米的浓度上下稍有波动。样本考察期内，2014 ~ 2016 年，冬季的 $PM_{2.5}$ 浓度都是各年最高的，在 2015 年 11 月份实施联防联控之后，2015 年 12 月份的 $PM_{2.5}$ 浓度均值达到年度最高，且较 2014 年同期有大幅度上升。

从 2014 年全年来看， PM_{10} 浓度最高的月份集中在 1、11、12 月份。2015 年山东省会城市群 7 个城市 PM_{10} 的浓度均值除了 2、6、10 月份比 2014 年同期有所下降之外，其他月份 PM_{10} 的浓度均值比 2014 年同期均有所上升。2016 年 1 月份到 6 月份省会城市群 7 个城市的 PM_{10} 浓度均值与 2015 年同期相比，在 2、5、6 这三个月份稍有下降之外，其他三个月份均有小幅度上升，与 $PM_{2.5}$ 相同， PM_{10} 也是在冬季浓度较高。

总体来看，从 2014 年到 2016 年，山东省会城市群 7 个城市的 SO_2 的浓度均值都较前一年有所降低。联防联控机制实施后 SO_2 的浓度均值虽有上升，但上升幅度不大且较 2014 年同期有所下降。

山东省会城市群 7 个城市的 CO 浓度均在 1 ~ 3 毫克/立方米之间。2014 年至 2016 年，省会城市群 7 个城市 CO 均值较高的月份集中在 1、2、11、12 月份，同样也是冬季浓度最高。联防联控机制实施后 CO 的浓度均值持续上升，在 2015 年 12 月份达

到最大值,且高于2014年同期浓度均值。

2014年山东省会城市群7个城市的NO₂浓度月度均值呈先下降后上升的态势,而1、11、12月份7个城市的NO₂浓度均超过了60微克/立方米,2015年7个城市的NO₂浓度均值较2014年整体有所下降,从NO₂浓度均值的整体趋势来看,联防联控机制实施后,NO₂浓度均值的变化趋势不明显。

无论是2014年还是2015年,O₃浓度较高的月份均集中在6、7、8月份,2016年1~6月份的O₃浓度相较于2014和2015年同期的O₃浓度均值有所上升但幅度较小,联防联控机制实施后,O₃浓度均值的变化趋势不明显。

综上,山东省会城市群联防联控机制实施后,PM_{2.5}和PM₁₀的浓度均值均有所上升,且与2014年相比上升幅度较大;CO浓度均值也有所上升,但上升幅度较小;NO₂和O₃的浓度均值较2014年变化幅度较小;仅有SO₂的浓度均值在联防联控机制实施后较2014年有所下降。

(二) 联防联控机制实施效果的检验

1. 以AQI为被解释变量的实证检验

以AQI作为被解释变量,使用双重差分法检验大气污染联防联控机制的实施效果,表2中的模型(1)报告了回归结果。模型(2)~(5)加入了季节控制变量,对

表2 以AQI为被解释变量的DID估计结果

系数	模型(1)	稳健性考察			
		模型(2)	模型(3)	模型(4)	模型(5)
<i>Cons</i>	101.5687 *** (165.44)	103.3678 *** (148.86)	109.3042 *** (156.66)	102.9669 *** (150.23)	93.4804 *** (159.12)
<i>t × g</i>	-0.7004 (-0.26)	-0.7004 (-0.27)	-0.7004 (-0.27)	-0.7004 (-0.26)	-0.7004 (-0.28)
<i>group</i>	20.7303 *** (20.71)	20.7303 *** (20.68)	20.7303 *** (21.31)	20.7303 *** (20.73)	20.7303 *** (21.63)
<i>time</i>	11.5681 *** (7.08)	12.8116 *** (7.70)	5.5390 *** (3.40)	10.4159 *** (6.29)	2.9481 * (1.88)
<i>season1</i>		-6.7468 *** (-7.19)			
<i>season2</i>			-29.0080 *** (-36.82)		
<i>season3</i>				-5.5768 *** (-4.93)	
<i>season4</i>					37.4557 *** (29.55)
<i>Obs.</i>	15198	15198	15198	15198	15198
<i>R</i> ²	0.0368	0.0396	0.0774	0.0382	0.1142

注:***、**、*分别表示1%、5%和10%的显著性水平;括号内为*t*统计量。

资料来源:作者根据国家环保部发布的空气质量数据计算并整理。

模型 (1) 进行稳健性考察。模型 (1) 的回归结果显示，双重差分项的系数为 -0.7004 ，且没有通过显著性水平检验，表明山东省会城市群联防联控机制的实施在一定程度上降低了大气污染，但实施效果并不显著。观察组间虚拟变量和时间虚拟变量的回归结果，发现 *group* 的估计系数 (20.7303) 显著为正，表明山东省会城市群实施联防联控机制的 7 个城市 (即实验组) AQI 显著高于其他 10 个城市 (即对照组)；*time* 的估计结果 (11.5681) 也显著为正，表明山东省会城市群联防联控机制实施之后 (即实验组) 的 AQI 要显著高于联防联控机制实施之前 (即对照组)。其中，*group* 和 *time* 这两项的回归结果是导致双重差分项的回归结果不显著的原因。

在加入控制变量之后，稳健性检验的四个回归结果显示，双重差分项的估计系数均为 -0.7004 且都不显著；时间虚拟变量的估计系数都显著为正，但各个模型的估计系数大小不同；季节虚拟变量都通过了 1% 的显著性水平检验，但各季节控制变量的估计系数有所差异。具体表现为：①双重差分项 $t \times g$ 。模型 (2) 控制了春季这一变量，回归结果显示双重差分项的估计系数为 -0.7004 且不显著，模型 (3) ~ (5) 的双重差分项的系数也均为 -0.7004 ，也没有通过显著性检验。由此可见，在加入季节控制变量之后，双重差分项的回归系数没有发生改变，而且也均没有通过显著性水平检验。说明模型 (1) 的回归结果比较稳健。②组间虚拟变量 *group*。与模型 (1) 相同，模型 (2) ~ (5) 中 *group* 的估计系数 (20.7303) 也都显著为正，表明无论是否控制季节变量，实施联防联控的山东省会城市群 7 个城市的 AQI 都显著高于其他 10 个城市。③时间虚拟变量 *time*。模型 (2) 中 *time* 的估计系数 (12.8116) 为正，并且通过了 1% 的显著性水平检验，表明山东省会城市群联防联控机制实施后的 AQI 显著高于实施前，模型 (3) ~ (5) 中 *time* 的估计系数也都显著为正。其中，模型 (2) 中 *time* 的估计系数最大 (12.8116)，表明在控制春季变量后，联防联控机制实施后的 AQI 显著高于实施前。④季节控制变量。春、夏、秋、冬四个季节控制变量的估计系数分别是 -6.7468 、 -29.0080 、 -5.5768 、 37.4557 ，都通过了显著性水平检验。从回归系数来看，春、夏、秋三个季节为负，冬季为正。其中，春、夏、秋三个季节控制变量中，夏季的回归系数明显小于春季和秋季，说明夏季的空气质量明显优于其他季节，而冬季污染相比于其他三个季节是最严重的。综合表 2 的回归结果，发现山东省会城市群联防联控机制实施后，空气质量虽然有所改善，但是效果并不显著；无论是否控制季节这一变量，双重差分项的估计系数均相同且都不显著，这进一步证明了模型 (1) 的估计结果是稳健的。

2. 以 6 种分项污染物为被解释变量的实证检验

表 3 报告了分别将 6 种分项污染物作为被解释变量的 DID 估计结果，各种污染物作为被解释变量的回归结果如下：

(1) $PM_{2.5}$ 。具体来看，*group* 的估计系数为正 (19.4429)，且通过了 1% 的显著

性水平检验,表明实施联防联控机制的7个城市 $PM_{2.5}$ 浓度显著高于其他10个城市。 $time$ 的估计系数为11.3081,也通过了1%显著性水平检验,说明从时间上来看,联防联控机制实施后 $PM_{2.5}$ 的浓度显著高于实施前,这两项的回归结果是导致双重差分项不显著的原因。在控制季节变量的稳健性检验结果中双重差分项的估计系数均为1.8160,并且都不显著。^①稳健性检验中 $group$ 的估计系数(19.4429)显著为正,表明无论是否控制季节变量,山东省会城市群实施联防联控机制的7个城市 $PM_{2.5}$ 浓度均显著高于其他10个城市。

(2) PM_{10} 。双重差分项的估计系数(3.4910)均为正,且均没有通过显著性水平检验,表明山东省会城市群联防联控机制的实施在一定程度上改善了 PM_{10} 的污染状况,但效果并不显著。观察组间虚拟变量和时间虚拟变量的回归结果,发现稳健性检验中 $group$ 的估计系数(26.2475)均为正且都通过了显著性水平检验,表明山东省会城市群实施联防联控机制的7个城市的 PM_{10} 浓度显著高于其他10个城市的 PM_{10} 浓度。 $time$ 的估计结果均显著为正,表明山东省会城市群联防联控机制实施之后 PM_{10} 浓度要显著高于联防联控实施之前。观察各季节控制变量的回归结果发现春季和冬季的估计系数均显著为正,且冬季(37.5942)的估计系数要远远大于春季(5.8761),说明冬季的 PM_{10} 浓度显著高于其他季节。

(3) SO_2 。双重差分项的估计系数为负(-6.5253)且通过了显著性水平检验,加入季节控制变量的稳健性检验的回归结果也均显示双重差分项的系数显著为负,表明山东省会城市群实施联防联控机制的7个城市 SO_2 的浓度显著低于其他没有实施联防联控的10个城市。从加入季节控制变量的回归结果来看,仅有控制冬季的回归结果估计系数(35.5320)显著为正,且系数较大,说明冬季 SO_2 的浓度显著高于其他季节。

(4) CO 。双重差分项的估计系数(-0.4015)为负且通过了10%的显著性水平,加入季节控制变量的稳健性检验结果显示双重差分项的估计系数均显著为负,表明联防联控机制实施后省会城市群7个城市的 CO 浓度显著低于联防联控机制实施前。从控制季节变量的稳健性检验结果来看,冬季的估计系数(1.6241)显著为正,表明冬季的 CO 浓度显著高于其他季节。

(5) NO_2 。从双重差分项的回归结果来看,其估计系数(-3.9457)为负,且通过了显著性水平检验,加入季节控制变量的稳健性检验结果显示双重差分项的估计系数也均显著为负,表明山东省会城市群联防联控机制的实施显著改善了 NO_2 的污染状况。从稳健性考察结果来看,控制春、夏两个季节的估计系数均显著为负,表明在分别控制春季和夏季两个季节变量后, NO_2 浓度显著低于秋季和冬季。其中,控制冬季变量的估计系数(13.0913)显著为正,表明在控制冬季变量后, NO_2 的浓度显著高于其他季节。尽管 NO_2 的浓度在季节上有所差异,但

^① 限于篇幅,本文没有报告6种分项污染物的稳健性检验结果,有需要的读者可以随时向作者索取。

并没有影响双重差分项的估计结果，这进一步证明了不控制季节变量的回归结果是稳健的。

(6) O_3 。双重差分项的回归结果显示其估计系数 (5.1944) 显著为正，表明山东省会城市群联防联控机制的实施显著增加了 O_3 的浓度。从加入季节控制变量的稳健性检验的回归结果来看，控制了春、夏两个季节变量之后的估计系数均显著为正，表明春季和夏季 O_3 的浓度显著高于秋季和冬季。

表 3 6 种分项污染物的 DID 估计结果

	PM _{2.5}	PM ₁₀	SO ₂	CO	NO ₂	O ₃
<i>Cons</i>	66.9201 *** (126.24)	120.4524 *** (145.51)	42.6879 *** (108.58)	3.3584 *** (33.26)	37.1728 *** (176.71)	123.0654 *** (186.23)
<i>t × g</i>	1.8160 (0.76)	3.4910 (1.04)	-6.5253 *** (-5.24)	-0.4015 * (-1.78)	-3.9457 *** (-5.12)	5.1944 ** (2.39)
<i>group</i>	19.4429 *** (22.32)	26.2475 *** (20.48)	19.4390 *** (26.38)	-1.6392 *** (-16.15)	11.3823 *** (31.79)	-14.6128 *** (-13.25)
<i>time</i>	11.3081 *** (7.96)	17.4588 *** (8.59)	-1.2127 ** (-1.72)	-0.4567 ** (2.04)	3.3204 *** (7.14)	-17.4257 *** (-13.64)
<i>Obs.</i>	15198	15198	15198	15198	15198	15198
<i>R</i> ²	0.0459	0.0428	0.0614	0.0170	0.0728	0.0262

注：***、**、* 分别表示 1%、5% 和 10% 的显著性水平，括号内为 *t* 统计量。

资料来源：作者根据国家环保部发布的空气质量数据计算并整理。

根据回归结果，可以发现山东省会城市群联防联控机制的实施虽然在一定程度上降低了大气污染，但效果并不显著。从以 AQI 及各分项污染物为被解释变量的回归结果来看，山东省会城市群联防联控机制实施后空气质量虽然有所改善，但回归结果并没有通过显著性检验，表明联防联控机制的实施效果并不明显；此外，各分项污染物的回归结果存在差异，山东省会城市群联防联控机制实施后 PM_{2.5} 和 PM₁₀ 的浓度均高于联防联控机制实施前，SO₂、CO、和 NO₂ 的浓度均低于联防联控机制实施前，而 O₃ 的浓度则显著高于联防联控机制实施前。

(三) 联防联控机制实施效果不显著的原因分析

1. 大气污染治理过程的长期性

大气污染治理是一个长期的过程，区域性大气污染联防联控效果的取得需要长时间的持续治理。中国大气污染主要归因于改革开放以来经济的粗放发展。随着空气质量的不断恶化，公众对于治理大气污染的要求也日渐强烈。然而，“病来如山倒，病去如抽丝”，大气污染的治理和空气质量的彻底改善也难以在短期内实现。已有研究

表明,大气污染的治理大约需要30~50年的时间,^①其治理过程是非常艰难和漫长的,这不仅需要有彻底转变传统经济发展模式的勇气和决心,而且也需要持续的技术资金支持和人员投入。由于山东省会城市群联防联控机制是新近建立起来的,因此本文所采用数据的时间跨度较短,难以检验联防联控机制的长期实施效果。尽管如此,笔者认为大气污染的治理不能“毕其功于一役”,而是要建立健全长效管理机制,从而确保空气质量的持续改善。

尽管大气污染治理是一个长期的过程,但是在特定条件下大气污染的治理也可以取得“立竿见影”的效果(如“APEC蓝”和“阅兵蓝”等“政治性蓝天”),然而这种效果往往既不切合实际,也不具有可持续性。为了治理大气污染,关停全部工厂,将所有大气污染的源头进行“一刀切”,这种极端的治理方式短期效果应该很明显,但是这些措施的实施会对经济的发展产生巨大压力,违背经济和环境相协调的绿色发展理念,甚至造成严重的报复性污染(石庆玲等,2016),因而不切实际的。必须认识到要彻底扭转当前大气污染问题不能仅靠短期的政治热情,只有在发展中调整经济结构、升级产业,逐步消除污染源,才是可持续发展之道。在这一过程中,应该充分发挥政府的主导作用,让企业参与其中,如关停一部分废气排放严重超标的企业,对产能落后的企业进行整改,推动企业转型升级;切实抓好燃煤污染整治,不断优化燃煤的使用,控制高污染车辆进城以及实施限行措施等。

2. 参与成员的“搭便车”倾向

“搭便车”倾向易导致大气污染的区域联防联控陷入“集体行动困境”,导致其难以取得预期的效果。根据曼瑟尔·奥尔森(1995)的集体行动理论,在一个集团范围内,收益是公共性的,集团中的每一个成员都能共同且均等地分享收益,而不管他是否为之付出了成本。集团收益的这种性质促使集团内的每个成员都想通过“搭便车”而坐享其成。在严格的经济学条件下,经济人或理性人都不会为集团的共同利益采取行动,而集团内部出现的这种“搭便车”倾向使得个体的理性导致集体的非理性。对于大气污染的区域联防联控,参与联防联控的城市组成了一个“集团”,在这个集团范围内,“蓝天白云”成为其集团收益,这种收益具有公共性和不可分割性,参与联防联控的城市共同且均等的享有同一片蓝天,而不管每个城市是否都付出了治理大气污染的成本。尽管“蓝天白云”是区域内所有参与个体的收益,但是治理大气污染是需要付出经济成本的,从而会影响地方经济的发展。由于存在“官员政治锦标赛效应”(周黎安,2007;陶然等,2010),各地在追求经济增长的同时易

^① 有关研究显示伦敦治理雾霾用了30年左右的时间,洛杉矶彻底消除雾霾用了长达56年,日本治理雾霾最快,但也超过了10年。《中国低碳经济发展报告(2014)》指出,要从根本上治理好雾霾、重现蓝天白云,按照目前的发展模式和技术水平,需要20~30年时间,即使是采取最严厉的措施,采用最先进的技术,最快地实现经济结构转型,奇迹性地改善环境,也需要15~20年左右时间。

忽略环境问题，因此参与区域联防联控的成员必然存在“搭便车”的行为倾向，当所有成员都试图“搭便车”时，大气污染的区域联防联控就必然会陷入“集体行动困境”，进而导致其难以取得预期的效果。

那么，如何避免区域联防联控陷入“集体行动困境”呢？针对集团成员的“搭便车”倾向，奥尔森设计了一种动力机制，即“选择性激励”（Selective Incentives）。这种激励之所以是有选择性的，是因为它要求对集团的每一个成员区别对待，赏罚分明。奥尔森认为，如果没有相应的奖惩机制作为激励，那么理性的“经济人”决不会出于利他的考虑而采取行动来增进集体的共同利益。因此，要解决大气污染区域联防联控存在的“搭便车”行为，就必须解决集体与个人之间的利益关系，即解决联防联控区域内的“蓝天白云”与区域内各城市的“收益”之间的关系。同时要建立相应的奖惩机制，对于治污积极性较高、执行力度大、效果明显的成员给予奖励；而对于治污积极性不高、执行力度不够、效果不好的成员进行追责并给予相应的惩罚。同时，为了能够顺利实施选择性激励方案，区域联防联控需要着重做好以下三个方面：

第一，建立一个强有力的协调机构，协调各方利益。对于政府而言，利益关系是政府之间关系中最根本、最实质的关系（汪伟全，2014），因此，利益协调是大气污染区域联防联控机制有效实施的关键。同时，良好的区域管理也离不开一个权威的、领导有方的核心（王连伟，2012），区域大气污染联防联控机制的有效实施亟需建立一个强有力的协调机构，这一机构需要有极强的组织协调能力，能够全面承担起制定区域大气污染防治计划，制定具体控制措施并监督各成员执行情况的职责以保证集体行动达到最大收益。目前来看，山东省会城市群的7个城市都是联防联控的平等参与主体，因而缺乏一个强有力的领导核心，所以建立一个能统筹协调各市的领导机构成为当务之急。

第二，加强区域联防联控的制度建设，增强制度的约束力。自2010年以来，尽管环保部出台了一系列关于联防联控机制的规划，然而这些规划仅停留在框架层面，不具有法律上的强制性，因而缺乏约束力。同时，由于大气污染具有空间传导特征（刘华军、刘传明，2016），治理大气污染涉及多地政府，而各地政府又有各自的规章制度，这必然会造成政策执行过程出现分歧与偏差，导致联防联控机制的实际实施效果受到影响。因此，联防联控区域内各地政府需联合起来制定一套适合本区域内的共同的规章制度，并赋予其法律效力，对区域内各成员形成具有严格约束力的协议，促使其严格执行以确保联防联控机制的有效实施。

第三，建立区际层面的联防联控机制，在更大的空间范围内形成治污合力。在山东省会城市群7个城市建立联防联控机制之前，京津冀地区11个城市于2013年9月建立了大气污染联防联控机制，2014年1月长三角地区三省一市也启动了联防联控机制。相较于京津冀和长三角地区，山东省会城市群虽范围不大，但在中国大气污染的空间分布格局中却处于两大区域的中间地带，北靠京津冀，南连长三角。由于大气

污染的区域性和流动性特征,大气污染在区域间存在空间上的传输效应,使得某个区域的污染与其他区域之间存在较强的空间关联。因此,建立区际层面的大气污染联防联控机制,加强区际合作以形成更大的治污合力十分必要。

此外,合作治污能力的不足也限制了大气污染区域联防联控机制的有效实施。受各区域不同的地形、气候等因素影响,大气污染的复合型特征明显(王金南等,2012),加之区域大气污染复杂的传输机理不仅对大气污染的治理技术提出了很高的要求,也必然会增加对治污资金和人员的投入,这使得大气污染的治理成本上升。同时,由于现阶段各区域政府间的合作机制缺乏规范化导致合作效率低下,各区域间缺乏沟通,难以信息共享,也增加了大气污染区域间联合的难度。

五、结论与政策建议

(一) 研究结论

实施联防联控是解决区域性大气污染问题的重要途径,实证考察联防联控机制的实施效果对于进一步完善大气污染联防联控机制进而实现区域空气质量的整体改善具有重要的决策参考价值。本文以山东省会城市群为例,基于AQI以及6种分项污染物数据,运用DID实证检验了区域大气污染联防联控机制的实施效果。研究发现:①尽管区域联防联控机制实施以来山东省空气质量有所改善,但AQI双重差分项的估计系数为负且没有通过显著性检验,表明联防联控机制的实施并没有取得预期效果。②6种分项污染物的双重差分估计结果存在差异,其中,PM_{2.5}和PM₁₀这两项指标双重差分项的估计系数为正,说明联防联控机制实施后山东省会城市群PM_{2.5}和PM₁₀的浓度不降反升。SO₂、CO、NO₂这三项指标双重差分项的估计系数为负值,而且均通过了显著性水平检验,表明联防联控机制实施之后山东省会城市群的这三项污染指标显著低于联防联控实施前,这可能与联防联控机制实施后省会城市群内各城市加大对企业排污的监管力度和车辆限行有关。此外,从实证检验的结果来看,以O₃为被解释变量的双重差分项的估计系数显著为正,表明O₃的浓度在联防联控机制实施后显著上升,其原因仍有待进一步研究。

关于区域大气污染联防联控机制没有取得预期效果的原因归纳起来主要有以下两个方面:第一,大气污染的治理是一个长期的过程,其效果的取得需要长时间的持续治理,短期内“政治性蓝天”的出现是不可持续的。第二,由于参与区域联防联控的成员往往存在“搭便车”的倾向,容易导致区域联防联控陷入“集体行动困境”,从而增加了联防联控的难度,进而导致区域联防联控难以取得预期效果。因此,避免陷入集体行动困境是未来区域联防联控的重点。

(二) 政策建议

为了提高区域大气污染联防联控机制的效果,实现区域空气质量的整体改善,基于研究结论,本文提出以下政策建议:①针对区域大气污染在时间上的累积效应,要

从思想上充分认识到大气污染的治理是一个长期的过程。必须立足长远，做好打持久战的准备，最终实现空气质量的持续改善。②针对参与成员的“搭便车”行为，为了避免区域性大气污染联防联控陷入集体行动困境，可以通过“选择性激励”，构建完善的奖惩机制解决联防联控区域内各成员的“搭便车”问题。③针对联防联控区域内缺少强有力的协调机构这一现实，必须尽快在实施大气污染防治的区域内建立具有权威性和领导力的协调机构，负责制定具体的大气污染防治计划并制定具有约束力的政策法规，加强组织和协调力度，协调好区域内各成员的利益。④加强区际合作以应对大气污染的区域连片发展态势。在中国大气污染的空间分布格局中，山东省位于京津冀和长三角两个污染严重区域的中间地带，考虑到大气污染的空间传输性，实施联防联控机制的各区域要积极参与到区际合作中，在更大的空间范围内建立区际层面的联防联控机制，加强区域之间的合作以形成更大的治污合力，在更大的空间范围内实现空气质量的不断改善。⑤针对大气污染防治能力不足的问题，各级政府需加强对大气污染防治技术的支持，加大资金投入，注重专业人员的培养，并严格落实资金和技术的使用情况，从根本上保障区域大气污染防治联防联控机制的有效实施。此外，实施联防联控的各区域要建立并完善信息沟通机制，加强区域之间的沟通，实现区际信息共享，增强合作治污能力。

参考文献

- 陈硕、陈婷（2014）：《空气质量与公共健康：以火电厂二氧化硫排放为例》，《经济研究》第8期，第158~183页。
- 刘华军、刘传明（2016）：《京津冀地区城市间大气污染的非线性传导及其联动网络》，《中国人口科学》第2期，第84~95、128页。
- 刘瑞明、赵仁杰（2015）：《国家高新区推动了地区经济发展吗？—基于双重差分方法的验证》，《管理世界》第8期，第30~38页。
- 马丽梅、张晓（2014）：《中国雾霾污染的空间效应及经济、能源结构影响》，《中国工业经济》第4期，第19~31页。
- （美）曼瑟尔·奥尔森（1995）：《集体行动的逻辑》，陈郁、郭宇峰、李崇新译，上海：上海人民出版社。
- 任婉侠、薛冰、张琳等（2013）：《中国特大型城市空气污染指数的时空变化》，《生态学杂志》第10期，第2788~1796页。
- 石庆玲、郭峰、陈诗一（2016）：《雾霾治理中的“政治性蓝天”——来自中国地方“两会”的证据》，《中国工业经济》第5期，第40~56页。
- 陶然、苏福兵、陆曦等（2010）《经济增长能够带来晋升吗？—对晋升锦标竞赛理论的逻辑挑战与省级实验重估》，《管理世界》第12期，第13~26页。
- 万海远、李实（2013）：《户籍歧视对城乡收入差距的影响》，《经济研究》第9期，第43~55页。
- 汪伟全（2014）：《空气污染的跨域合作治理研究——以北京地区为例》，《公共管理学报》第1期，第55~64、140页。
- 王金南、宁森、孙亚梅（2012）：《区域大气污染联防联控的理论与方法分析》，《环境与可持

续发展》第5期,第5~10页。

王连伟(2012):《跨流域污染治理中集体行动困境问题的探讨——以奥尔森“集体行动的逻辑”为切入点》,《四川行政学院学报》第5期,第82~84页。

王英、李令军、刘阳(2012):《京津冀与长三角区域大气NO₂污染特征》,《环境科学》第11期,第3685~3692页。

王振波、方创琳、许光等(2015):《2014年中国城市PM_{2.5}浓度的时空变化规律》,《地理学报》第11期,第1720~1734页。

薛文博、付飞、王金南等(2014):《中国PM_{2.5}跨区域传输特征数值模拟研究》,《中国环境科学》第6期,第1361~1368页。

张庆丰、Crooks(2012):《迈向环境可持续的未来——中华人民共和国国家环境分析》,《中国财政经济出版社》,北京:中国财政经济出版社。

张殷俊、陈曦、谢高地等(2015)《中国细颗粒物(PM_{2.5})污染状况和空间分布》,《资源科学》第7期,第1339~1346页。

周成虎、刘海江、欧阳(2008):《中国环境污染的区域联防方案》,《地球信息科学》第4期,第431~437页。

周黎安(2007):《中国地方官员的晋升锦标赛模式研究》,《经济研究》第7期,第36~50页。

周黎安、陈烨(2005):《中国农村税费改革的政策效果:基于双重差分模型的估计》,《经济研究》第8期,第44~53页。

周晓艳、汪德华、李钧鹏(2011):《新型农村合作医疗对中国农村居民储蓄行为影响的实证分析》,《经济科学》第2期,第63~76页。

Ashenfelter, O. and D. Card (1985), "Using the Longitudinal Structure of Earnings to Estimate the Effect of Training Programs", *The Review of Economics and Statistics*, 67(4), pp. 648 - 660.

Aunan, K. and X. C. Pan (2004), "Exposure-Response Functions for Health Effects of Ambient Air Pollution Applicable for China-a Meta-Analysis", *Science of the Total Environment*, 329(1-3), pp. 3 - 16.

Chen, Y., A. Ebenstein and M. Greenstone, et al. (2013), "Evidence on the Impact of Sustained Exposure to Air Pollution on Life Expectancy from China's Huai River Policy", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(32), pp. 12936 - 12941.

Kan, H., R. Chen and S. Tong (2012), "Ambient Air Pollution, Climate Change, and Pollution Health in China", *Environment International*, 42, pp. 10 - 19.

Meyer, B. D. (1995), "Natural and Quasi-Experiments in Economics", *Journal of Business & Economic Statistics*, 13(2), pp. 151 - 161.

Nehzat, M. (1999), "Winter Time PM_{2.5} and PM₁₀, Source Apportionment at Sacramento, California", *Air & Waste Management Association*, 49(9), pp. 25 - 34.

Pavcnik, N. (2002), "Tread Liberalization Exit and Productivity Improvement Evidence from Chilean Plants", *The Review of Economic Studies*, 69(1), pp. 245 - 276.

Trefler, D. (2004), "The Long and Short of the Canada-US Free Tread Agreement", *The American Economic Review*, 94(4), pp. 870 - 895.

Yang, G., Y. Wang and Y. Zeng, et al. (2013), "Rapid Health Transition in China, 1990 - 2010: Findings from the Global Burden of Disease Study 2010", *The Lancet*, 381(9882), pp. 1987 - 2015.

Does Joint Prevention and Control of Regional Air Pollution Achieve the Expected Effect?

——Evidence from the Urban Agglomeration of Shandong Provincial Capital

YANG Qian¹, WANG Hong-ru¹, LIU Hua-jun²

(1. School of Public Management, Shandong University of Finance and Economics, Jinan 250014, China;

2. School of Economics, Shandong University of Finance and Economics, Jinan 250014, China)

Abstract: To address the air pollution problems of the increasingly apparent regional characteristics, a number of regions have established a mechanism for joint prevention and control of air pollution in China. Testing the effect of the implementation of joint prevention and control mechanism can contribute to improving air pollution joint prevention, control mechanism, and realize the overall improvement of regional air quality, which has an important decision-making reference value. Based on the Air Quality Index (AQI) and the data of six sub-pollutants, this paper takes the urban agglomeration of Shandong provincial capital as an example and uses differences-in-differences approach (DID) to examine the effect of the implementation of the regional joint prevention and control mechanism of air pollution. The results show that: ①The air quality of Shandong Province has improved since the regional joint prevention and control mechanism was implemented, but DID test results are not significant. ②There are some differences in the test results of different pollutants. Implementation of joint mechanism reduces the concentration of SO₂, CO and NO₂ significantly. The estimated coefficients of PM_{2.5} and PM₁₀ are positive and do not pass the test of significance. However, the concentration of O₃ has increased significantly since the joint prevention and control mechanism was implemented. Regional joint mechanism does not achieve the expected effect because of the air pollution treatment and air quality improvement in a long term, “free-rider” behavior of participating members, the lack of a strong coordination institution, incomplete system construction of joint mechanism and shortage of cooperation pollution control ability. Improving the regional joint mechanism and avoiding the “dilemma of collective action” are the focuses of the regional joint prevention and control in the future.

Key Words: air pollution; joint prevention and control; differences-in-differences; dilemma of collective action

责任编辑：丛晓男