

环境执法监督与空气质量

——来自中央环保督察的准自然实验证据

张彦博,李 想

(东北大学工商管理学院,沈阳110169)

摘要:2016年确定的中央环保督察旨在对环境执法监督形式进行创新性改革,是中国推进生态文明建设的重大制度安排,空气质量被生态环境部纳入督察工作的重点内容。采集全国256个地级及以上城市的面板数据,利用中央环保督察这一准自然实验,使用多期双重差分法评估其对空气质量的改善效果。结果表明:中央环保督察对空气质量指数的降低发挥了显著作用,被督察省份的空气质量指数(AQI)平均下降3.184个单位;单项污染物治理效果表明,中央环保督察对 PM_{10} 、 SO_2 、 O_3 浓度的降低有显著贡献,但对 $PM_{2.5}$ 、 NO_2 和CO浓度的影响不显著;进一步地,运用平行趋势检验、反事实检验与倾向得分匹配检验证明回归结果的可靠性;动态效应分析发现,中央环保督察的政策效果具有滞后性,并且随着反馈意见的颁布减弱;机制检验与异质性分析结果表明,中央环保督察政策效果呈现东部、西部、中部地区逐渐减弱的现象,且中央环保督察对空气质量的影响机制中存在技术创新效应。

关键词:中央环保督察;空气质量;执法监督;多期双重差分法

中图分类号:F064.1;F205 **文献标志码:**A **文章编号:**1002—980X(2021)11—0112—10

一、引言

随着我国城市化和工业化进程的不断推进,大气污染形势日趋严峻,美国健康效应研究所发布的《2019年全球空气状况》显示,2017年全球因长期暴露于空气污染而死亡的人数达到近500万,在中国则达到120万,改善空气质量已箭在弦上。空气污染问题成为环境政策着力的焦点,党的十八大报告将生态文明建设纳入“五位一体”总体布局以来,国务院先后颁布防治计划、修订法律法规及制定环保政策等改善空气质量,如2013年印发的《大气污染防治行动计划》,2014年全国人大常委会第八次会议通过了被称为“史上最严环保法”的《环保法修订案》,2018年实施了《打赢蓝天保卫战三年行动计划》等。由于中央政府与地方政府的目标存在差异,中央政府重视经济高质量发展,地方政府受制于与企业的经济关系,使得“重立法、轻执法、忽视监督”的问题在现实中广泛存在(沈洪涛和周艳坤,2017)。为扭转地方政府污染治理失灵的困境,2016年1月,中央环保督察始于河北省,以党中央、国务院的名义赋予环保督察更高的权威,其强调环境保护工作的“党政同责”“一岗双责”,监督对象由“督企”到“督政”的变化也标志着生态环境规制体系的改变。中央环保督察所涵盖的内容包括“散乱污”企业打击和黑臭水体治理、农村污水治理等多个方面,空气质量是首轮中央环保督察的重点督察对象之一。那么这一环境执法监督的新方式是否在改善空气质量上取得良好成绩?由中央环保督察所引起的空气质量改善净效应有多大?对于不同污染物其改善效果是否存在差异?这一政策效果是否具有长期性?针对上述问题,本文尝试采用实证方法对中央环保督察政策效果进行评估。

二、文献综述与理论假设

中国的大气污染治理政策根据作用对象的不同可以分为两类,一类是针对排污主体的政策,众多学者对其治理效果进行评估。例如,Li et al(2017)使用断点回归法证实了北京亚太经济合作组织会议与纪念抗日战争胜利70周年阅兵式期间,北京地区的“限行”“重点行业限产”等临时性政策可短期内改善空气质量。相应的,各项试点政策也被广泛讨论,Zhang et al(2017)使用系统广义矩量法估算碳排放交易权的影响,研究发

收稿日期:2020—12—22

基金项目:辽宁省教育厅人文社会科学项目“有限理性与不完全信息下企业环境技术创新的政策激励与效应研究”(W2015146)

作者简介:张彦博,博士,东北大学工商管理学院副教授,研究方向:环境经济与数量经济;李想,东北大学工商管理学院硕士研究生,研究方向:环境经济与环境政策。

现其能有效减少碳排放但对碳排放量的影响存在滞后效应;Wu et al(2019)使用双重差分法评估了二氧化硫交易试点政策,结果表明试点地区工业二氧化硫排放强度下降,试点政策对中部地区的减排效果强于东部和西部地区,并促进了西部地区的经济增长;关于“低碳城市”试点政策,宋弘等(2019)运用双重差分法实证分析发现该政策可以显著降低空气污染且主要传导机制是产业结构的优化与企业排污的减少。关于重点城市治污效果的评价,王恰和郑世林(2019)使用双重差分法评估了“2+26”城市联合防治行动对京津冀地区大气污染物浓度的影响,结果表明该行动显著改善了京津冀地区的空气质量但对不同污染物的影响存在差异,毛显强和张庆勇(2020)发现此次行动中各个环节的治理效果存在显著差异。

另一类是针对治理主体的政策。Zhao et al(2020),吴建南等(2018)采用双重差分法对环保约谈这一环境执法监督手段的政策效果进行评估,结果表明由于受到运动式执法的限制,环保约谈可以短期内改善被约谈城市的空气质量,但政策不具有长期效果;王惠娜(2019)使用断点回归法证明了环保约谈对部分城市的空气质量具有显著的改善作用,但改善效果具有滞后效应;环境考核体系问题近年来被广泛研究,如冯志华和余明桂(2019)发现将环境指标纳入地方官员考核体系后会抑制高污染企业固定资产投资活动,且经济发展水平与执行该项政策的动力呈正相关;Wu et al(2018)发现环境绩效考核体系仅对可见性高的环境污染物排放产生显著降低效果,而对低可见性环境污染物的排放影响较小;环境管理体制的改革是近年来的热点问题,朱小会和陆远权(2018)发现环境分权与地方政府环境偏好共同影响环境污染物的排放,两者在环保效应上相互牵制并具有显著的门槛效应;李强和王琰(2020)通过双重差分法分析环境分权与环保约谈双管齐下的治污效果,实证结果表明二者的同时进行对环境污染具有显著的抑制作用。

中央环保督察是一项针对治理主体的政策,其通过监督对象的改变将环境执法问题迅速转变成政治问题,突破了属地管理体制中地方保护主义的行政干预,属地管理体制难以保证环境执法工作的有效性与独立性(张新文和张国磊,2019)。这主要有三方面原因,第一,中央政府与地方政府目标存在差异,中央政府为达到环境治理目标会制定并实施相应的环保政策,但地方政府考核指标很大程度上取决于地方经济发展,当属地环保部门的执法手段对地方财政收入与经济表现产生不良影响时,地方政府会保护污染企业而对环保部门执法过程进行干预;第二,中央政府与地方政府存在严重的信息不对称(Khanna 和 Anton, 2002; Zhang et al, 2019),属地环保部门面对上级环保部门和本级地方政府的双重指导压力下,难以做出抉择,而上级环保部门对地方政府所在地的生态信息获知困难,属地环保部门往往选择拖延行动的方式避免被地方政府或上级环保部门问责,此时中央政府处于环境治理中劣势地位;第三,社会公众作为环保主体之一,其监督地方政府治理的权利受到地方保护主义的影响并不能有效实施,投诉与举报等方式所反映的环境治理问题无法及时被上级部门获知。

中央环保督察的进行过程中,央地政府、环保部、地方环保部门、公众、社会媒体多次博弈,通过央地互动、党政同责和群众协同三条线路,打破了地方保护主义的桎梏。作为环境执法监督的重要形式,中央环保督察对空气质量的影响机制如图1所示,首先,中央环保督察是由国务院随机派出的环境治理工作领导小组,增强了督察的独立性,避免了央地政府目标偏差所引起的干扰执法现象,并且实地考察会避免由信息不对称所带来的执法效率低下问题(王岭等,2019)¹¹;其次,在督察过程中对监管者失职情况进行严厉问责,不同于以往的问责范围,中央环保督察问责对象包括党委与政府部门,着重强调“一岗双责”;最后,中央环保督察制度强化公众参与和政社互动,其规定督察组在进驻期间,设立专门的中央环保督察举报电话和邮政信箱,24小时直接受理被督察省份环保方面来信和来电举报,公众在中央环保督察制度的督导下,积极参与环境治理,合理运用舆论力量监督政府环境治理行为。

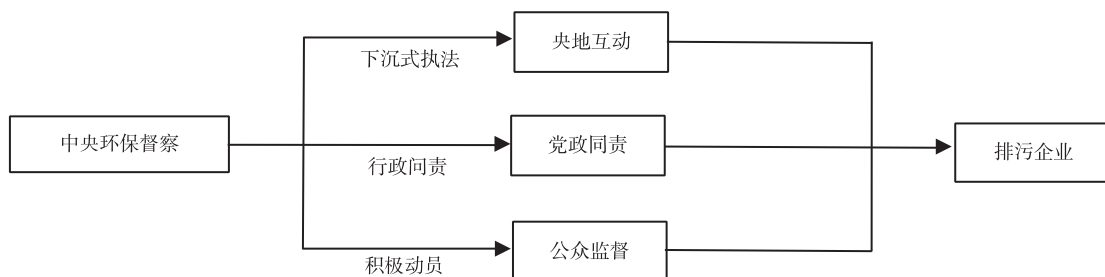


图1 中央环保督察作用机制

据此,提出假设:

中央环保督察能够显著改善空气质量,降低被督察省份的大气污染物浓度。

已有中央环保督察的研究或集中于讨论央地政府的博弈关系(郭施宏,2019;卢瑶,2017),或着眼于成本与收益问题(湛仁俊等,2019;涂正革等,2020),或使用实证方法评估政策效果(王岭等,2019;刘张立和吴建南,2019)。相较于以往文献,尝试在以下三方面做出边际贡献:一是使用多期双重差分法评估政策净效应,并采用倾向得分匹配的双重差分法进行稳健性检验,使得结果更具说服力。相较于传统的双重差分法,多期双重差分法可以将更多的数据引入实证分析中,大样本数据可以在更细致的范围内讨论政策效果及政策净效应;二是通过动态效应检验,分析中央环保督察对空气质量改善效果的持续性;三是在使用双重差分法时,部分研究忽视了该方法的假设(陈林和伍海军,2015),在满足同质性的前提下使用多期双重差分法进行了实证分析,弥补现有研究的不足。

三、研究设计

(一)样本选取与数据来源

中央环保督察中,河北省为试点省份,在政策执行上与后续四批正式被督察的省份存在较大差异,故在样本中将河北省排除,样本时间节点为2015年1月—2017年3月,选取该段时间为样本时间节点的原因是2017年3月为第三批中央环保督察开始前的月份,此时第一批与第二批被督察的省份为实验组,第三批与第四批被督察的省份处于对照组内,便于使用多期双重差分法及实验组和对照组的匹配。选取了中国256个地级市的相关指标构建面板数据,相关统计数据来源于《中国城市统计年鉴》与中国空气质量在线监测分析平台(aqistudy.cn),所使用的软件为STATA15.0与Python。

(二)变量定义

被解释变量:空气质量(Y_{it}),用空气质量指数(AQI)与六大常见污染物浓度($PM_{2.5}$ 、 PM_{10} 、 CO 、 NO_2 、 SO_2 、 O_3)表示。 AQI 是描述空气质量状况的无量纲化指数,取值范围是0~500,数值越大,代表空气质量越差,它是城市空气质量的综合反映;为检验中央环保督察对各项污染物浓度的不同影响,选取了六大常见污染物浓度为被解释变量,均为地级市层面月度数据。

解释变量:环境执法监督($CEPS$),基础回归中选取指标为中央环保督察的虚拟变量,动态效应中选取指标为中央环保督察滞后期的虚拟变量。

控制变量:由于空气质量也受到其他因素的影响,因而引入了以下控制变量。

(1)气象变量。考虑到大气污染物浓度受气象因素影响,模型控制了温度($Temp$)、湿度($Humidity$)、风力等级($Wind$)三项指标来衡量气象因素的变化。

(2)经济变量。选用城市人均GDP($\ln gdp$)、GDP增长率($Hgdp$)与第二产业占GDP比重来反映地区经济发展状况。一般认为,经济发展水平与空气污染之间存在倒U型关系,即库兹涅茨曲线,故选取人均GDP与GDP增长率作为控制地区经济层面差异的指标,此处对人均GDP进行对数化处理。通常情况下,第二产业占GDP($Industry$)比重越高,即城市工业化程度高,则三废(废气、废水、废渣)排放量越大,选取第二产业值占GDP比重用来反映地区产业结构情况。

(3)能源变量。全社会用电量($Power$)用以衡量地区能源消费水平,此处进行对数化处理。

(4)其他控制变量。绿色植被覆盖率($Green$)用以反映地区绿化程度;是否处在供暖期($Heat$)这一虚拟变量用以控制取暖期所带来的空气质量波动(罗知和李浩然,2018),冬季供暖期会显著加重北方地区的空气污染,故将是否处于供暖期这一指标引入控制变量。

(三)模型设定

双重差分法被Ashenfelter(1978)首次引入经济学领域并稳步发展,近年来国内学者开始使用该方法进行政策效应评估,主要原理是处理组与控制组的前后变化差值即为政策的“净效应”。中央环保督察作为外生冲击为使用双重差分法解决内生性问题提供了准自然实验机会,即是否被督察不受省份个体选择的影响,中央环保督察具有随机性。

中央环保督察之后各省份的空气质量差异来源于三个方面:即时间效应、属性差异与政策效应。时间效应是指即使没有进行中央环保督察的省份,空气质量依然随时间而变化;属性差异是指不同省份的特征会影

响空气质量；政策效应是指由中央环保督察导致的空气质量变化。双重差分法通过组别与时间双重维度的差异度量政策冲击，识别政策处理的净效应。

参照 Beck et al(2010)的研究构建模型，模型中将某一月份未实施中央环保督察的省份作为控制组，把某一月份开始实施中央环保督察的省份作为处理组，但该省份在未实施中央环保督察之前依然是控制组。模型中第一批被督察的省份为实验组，随着第二批环保督察组的进入，第二批被督察的省份由对照组转变为实验组，在本文所选取的时间范围内，第三批与第四批被督察的省份始终为对照组。具体设定如式(1)所示：

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 CEPS + \alpha X_{it} + v_i + \gamma_t + e_{it} \tag{1}$$

其中： $CEPS = treat \times time$ ，实验组城市 $treat = 1$ ，对照组城市 $treat = 0$ ；某一省份被督察后 $time = 1$ ，否则 $time = 0$ ；下标 i 和 t 分别为城市和日期； Y_{it} 为被解释变量，具体指空气质量指数及其他六种常见单项污染物月均浓度；核心解释变量 $CEPS$ 为政策虚拟变量； X_{it} 为一组控制变量； v_i 为城市固定效应； γ_t 为时间固定效应； e_{it} 为随机误差项。模型中系数 β_1 是关注的重点，其数值大小与符号直接体现了中央环保督察政策的净效应，如果中央环保督察在改善空气质量方面确实有效，则 β_1 应该显著为负。

为了考察中央环保督察的动态效应，借鉴吴建祖和王蓉娟(2019)的研究构建新的动态模型如式(2)所示，将中央环保督察实地考察结束后的月份设置为 $after_1$ 、 $after_2$ 、 $after_3$ 、 $after_4$ ，分别表示督察组离开后的月份，如第一批进行环保督察的省份在2016年8月及之后 $after_1$ 取值为1，否则为0。

$$Y_{it} = \beta_0 + \sum_{n=1}^4 \beta_n after_n + \alpha X_{it} + v_i + \gamma_t + e_{it} \tag{2}$$

其中： Y_{it} 为被解释变量； β_n 表示相应时间段的政策净效应； X_{it} 、 v_i 、 γ_t 、与 e_{it} 设定与模型(1)一致。

四、实证结果分析

(一)描述性统计

主要变量的描述性统计见表1，其中， AQI 均值为81.965，最小值为24，最大值为276， $PM_{2.5}$ 、 PM_{10} 、 CO 、 SO_2 、 NO_2 和 O_3 的平均浓度分别为 $50.673\mu g/m^3$ 、 $85.241\mu g/m^3$ 、 $1.091\mu g/m^3$ 、 $24.706\mu g/m^3$ 、 $31.594\mu g/m^3$ 、 $85.322\mu g/m^3$ ，表明样本期内平均空气质量较好，但城市间空气质量差异较大，改善空气质量势在必行。

表1 主要变量的描述性统计

变量	单位	样本数	均值	标准差	最小值	最大值
AQI	指数	6912	81.965	28.964	24	276
$PM_{2.5}$	$\mu g/m^3$	6912	50.673	26.135	8	226
PM_{10}	$\mu g/m^3$	6912	85.241	39.208	20	311
CO	$\mu g/m^3$	6912	1.091	0.478	0.216	5.100
SO_2	$\mu g/m^3$	6912	24.706	22.000	2	351
NO_2	$\mu g/m^3$	6912	31.594	13.3754	6	101
O_3	$\mu g/m^3$	6912	85.322	30.552	14	192
$Temp$	$^{\circ}C$	6912	14.272	10.251	-19.634	41.147
$Humidity$	%	6912	68.002	12.738	18.065	91.191
$Wind$	级	6912	1.781	0.387	0.536	3.186
$lngdp$	对数化	6912	10.982	0.535	9.639	15.675
$Hgdp$	%	6912	7.443	3.029	-15.300	15.300
$Industry$	%	6912	45.999	10.945	13.57	74.45
$Power$	对数化	6912	13.255	1.188	7.656	16.541
$Green$	%	6912	39.329	6.482	2.710	67
$Heat$	虚拟变量	6912	0.233	0.423	0	1

(二)基础回归结果分析

为了综合评价中央环保督察对空气质量改善情况，首先将 AQI 作为被解释变量引入模型1进行回归，再分别将六类单项污染物浓度作为被解释变量依次进行回归分析。基础回归结果在表2中列出。回归结果显示，被督察省份的 AQI 指数降低了3.184，并且回归系数在10%统计水平上显著； PM_{10} 、 SO_2 、 O_3 的浓度在政策实施前后显著降低，分别降低了 $3.700\mu g/m^3$ 、 $3.437\mu g/m^3$ 、 $4.608\mu g/m^3$ ，且分别通过了10%、5%、1%的显著性检验；但对 $PM_{2.5}$ 、 CO 、 NO_2 的浓度具有不显著的负向影响。回归结果验证了假设，中央环保督察有效改善了被

表2 基准回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	<i>AQI</i>	$PM_{2.5}$	PM_{10}	CO	SO ₂	NO ₂	O ₃
<i>CEPS</i>	-3.184*(1.668)	-2.156(1.513)	-3.700*(2.129)	-0.010(0.033)	-3.437**(-2.435)	-0.157(0.828)	-4.608*** (1.204)
<i>Temp</i>	-0.873*** (0.113)	-1.223*** (0.101)	-1.427*** (0.153)	-0.012*** (0.002)	-0.461*** (-6.417)	-0.516*** (0.050)	2.013*** (0.090)
<i>Humidity</i>	-0.312*** (0.076)	0.140** (0.069)	-0.692*** (0.101)	-0.002(0.002)	-0.330*** (-4.832)	0.000 1(0.039)	-0.892*** (0.085)
<i>Wind</i>	-7.792*** (2.345)	-7.520*** (2.027)	-10.620*** (3.204)	-0.206*** (0.053)	-4.502** (-2.273)	-5.316*** (1.183)	10.080*** (2.250)
<i>Industry</i>	0.308*** (0.094)	0.259*** (0.084)	0.495*** (0.127)	0.002(0.002)	0.112(1.326)	-0.004(0.051)	0.141(0.086)
<i>Green</i>	0.257*(0.131)	0.272** (0.106)	-0.422** (0.168)	0.004(0.003)	0.223** (2.123)	0.0492(0.066)	0.0183(0.125)
<i>Hgdp</i>	1.081*** (0.272)	1.058*** (0.232)	2.000*** (0.372)	-0.003(0.006)	-0.115(-0.530)	0.372*** (0.136)	-0.371(0.247)
<i>lngdp</i>	-6.095*** (2.290)	-6.633*** (2.069)	-10.94*** (3.202)	-0.096** (0.044)	-4.700** (-2.400)	0.392(1.166)	1.078(1.872)
<i>Power</i>	5.549*** (0.938)	4.770*** (0.833)	7.015*** (1.344)	0.048** (0.019)	2.211*** (2.880)	4.591*** (0.506)	0.085(0.848)
<i>Heat</i>	15.578*** (2.388)	13.807*** (2.137)	17.694*** (3.236)	0.279*** (0.045)	16.309*** (8.360)	5.147*** (0.993)	-7.152*** (1.719)
<i>N</i>	6912	6912	6912	6912	6912	6912	6912
<i>R</i> ²	0.344	0.425	0.421	0.288	0.374	0.431	0.461
year FE	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
city FE	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES

注:括号中为以城市聚类的稳健标准误;*,**、***分别表示显著性水平为10%、5%、1%;“YES”表示控制了年份和城市固定效应。

督察省份的空气质量,主要大气污染物中 PM_{10} 、SO₂和O₃的浓度已显著降低。

在考虑污染气体来源及生态环境部官网所发布的中央环保督察整改方案后,对上述回归结果作出解释:

中央环保督察对空气质量整体改善效果明显。*AQI*由6项污染物指标的指数化处理所得,主要污染物浓度的下降必然影响*AQI*的数值,故中央环保督察使得*AQI*数值的降低是理所当然的。

一次颗粒污染物浓度较二次颗粒污染物浓度改善效果明显。 PM_{10} 与 $PM_{2.5}$ 均属于可吸入颗粒物,从污染源来看,二者来源基本相同,主要来源于化石燃料和生物质(秸秆、木柴等)的燃烧、道路和建筑施工扬尘、工业粉尘等污染源直接排放的颗粒物。区别为 PM_{10} 主要来自于污染源的排放,而 $PM_{2.5}$ 中相当一部分来源于氮氧化物、二氧化硫等污染气体的二次转化生成的颗粒物(刘蔚,2015),相较于 $PM_{2.5}$ 的防治,把污染源控制住即可将 PM_{10} 的浓度降低。在各省出台的整改方案中,绝大部分都涉及散煤治理及化石燃料燃烧的规定,上述措施有效控制住了大气污染中颗粒物的排放,但由于氮氧化物的排放未得到明显改善,使得中央环保督察对 PM_{10} 与 $PM_{2.5}$ 的改善效果存在差异,且回归结果中 $PM_{2.5}$ 的回归系数为-2.156,*p*值为0.155,说明 $PM_{2.5}$ 的治理也在一定程度上取得成效,只是较 PM_{10} 的改善效果不具有显著性。

氮氧化物与CO浓度的改善不明显。NO₂主要来源于汽车尾气的排放与工业排放,空气中CO主要来自燃料的不充分燃烧和汽车尾气。中央环保督察对NO₂和CO不具有显著改善效果的原因一是绝大多数的督察意见都在强调地区雾霾治理问题,而对于氮氧化物的污染问题关注较少,中央环保督察对汽车尾气的排放控制成效甚微,二是近年来人民生活水平提高,私家车拥有量及货运需求较大,污染物排放量增加。

O₃与SO₂治理取得显著成效。O₃的来源并不是大气污染物的直接排放,主要为挥发性有机物(VOCs)经化学反应形成。绝大部分省份的整改方案中,均可看到关于VOCs治理的条例,如江苏省整改方案中显示:“落实挥发性有机物总量控制制度,大幅削减石化、化工行业挥发性有机物排放总量,在所有化工园区(集中区)开展有机废气泄漏检测与修复”。SO₂的主要来源包括含硫燃料的燃烧、含硫矿石的冶炼和含硫化学等的生产过程,SO₂被列为地方空气污染治理主要考核目标,是地方政府空气污染治理中的重点对象,在此次中央环保督察中仍为主要考察的污染物,且SO₂是由污染源直接排放,短期治理效果明显,地方政府在督察压力下首先选择短期见效的治理举措(刘张立和吴建南,2019)⁴⁰,中央环保督察在SO₂的末端治理方面取得较大进展。

(三)政策动态效应

基础回归分析中显示,中央环保督察可以显著改善被督察省份的空气质量,那么在督察组离开后的短期内能否持续降低空气污染呢?为了考察中央环保督察的短期动态效应而引入模型(2),表3是具体回归结果,回归结果显示 $after_1$ — $after_3$ 阶段,*AQI*、 PM_{10} 、SO₂、O₃所对应的系数显著为负,且数值逐渐增加; $after_4$ 所对应的阶段仅有*AQI*与O₃的系数通过显著性检验,具体解释如下:

中央环保督察的政策效果具有滞后性。 $after_1$ — $after_3$ 所对应的系数值逐渐增大,说明实地考察环节中所指出的问题在督察组离开后逐渐被改善,原因在于中央环保督察依次进行“督察准备—督察进驻—形成报告—督察反馈—移交问题—整改落实”6个环节,其中“督察进驻”环节最为关键,在该环节中,国务院随机派出中央环保督察小组通过实地考察的方式进行“下沉式”执法,与管理者“面对面”地进行污染企业治理问题的沟通,这一环节可以有效地解决央地政府由于信息不对称所带来的生态环境治理问题。

中央环保督察的空气净化治理效应不具有长期性。在实地督察期间,一些污染企业采取“一刀切”的方式停工停产,企图在“督察反馈”环节不被提及,反馈意见颁布($after_3$ 所对应的时间段)之后,因紧急停产而未 被点名的企业继续违规生产,导致空气污染死灰复燃, $after_4$ 阶段的政策冲击系数显著性下降,数值下降,甚至对个别单项污染物的改善作用已经消失,这也反映了中央环保督察需要维持常态化趋势的必要性。

表3 中央环保督察动态效果分析

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	AQI	PM _{2.5}	PM ₁₀	CO	SO ₂	NO ₂	O ₃
$after_1$	-3.458*(1.776)	-1.997(1.616)	-4.575**(2.266)	-0.010(0.034)	-3.618**(1.490)	0.002(0.860)	-3.535*** (1.155)
$after_2$	-4.810**(1.965)	-2.806(1.777)	-5.212**(2.562)	-0.026(0.036)	-3.947**(1.651)	-0.414(0.945)	-3.867*** (1.187)
$after_3$	-7.582*** (2.016)	-4.093** (1.864)	-7.117*** (2.661)	-0.0525(0.037)	-4.897*** (1.714)	-0.571(0.955)	-6.114*** (1.351)
$after_4$	-4.321*(2.452)	-2.436(2.229)	-4.290(3.135)	-0.047(0.041)	-2.269(1.596)	-0.1850(1.049)	-3.762*(2.198)
N	6 912	6 912	6 912	6 912	6 912	6 912	6 912
R ²	0.344	0.425	0.422	0.288	0.368	0.431	0.392
year FE	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
city FE	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES

注:括号中为以城市聚类的稳健标准误;*、**、***分别表示显著性水平为10%、5%、1%;“YES”表示控制了年份和城市固定效应。

五、稳健性检验

为了保证实证结果的可靠性,分别采用平行趋势假设、反事实假设与倾向得分匹配法进行稳健性检验。

(一)平行趋势检验

使用双重差分(DID)法需要满足平行趋势检验,即对照组与实验组在没有外部冲击时,其空气质量指数的变动趋势应该大体保持一致,即具有相同的时间趋势,借鉴吴建祖和王蓉娟(2019)的方法绘制实验组与对照组环保督察前后月度平均空气质量指数的平行趋势图进行检验。第一批环保督察的省份时间较早且涉及省份较多,随机分布在东、中、西各地,具有一定代表性,因而选择第一批环保督察的省份进行平行趋势检验。其中实验组城市为属于河南、内蒙古、宁夏、黑龙江、江苏、江西、广西、云南的地级及以上城市,对照组城市为属于北京、上海、湖北、广东、重庆、陕西、甘肃、天津、山西、辽宁、安徽、福建、湖南、贵州、吉林、浙江、山东、海南、四川、西藏、青海、新疆的地级及以上城市,具体如图2所示。在第一批中央环保督察进行之前实验组城市 and 对照组城市月度AQI均值变动情况基本平行,即具有相同的时间趋势,符合平行趋势假设;且经过中央环保督察后,实验组城市月度AQI均值明显低于对照组城市,表明中央环保督察在一定程度上改善了空气质量,这与基准回归结果相同。

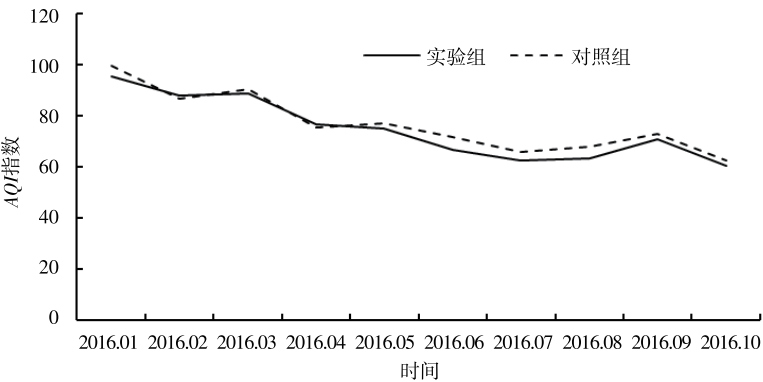


图2 实验组与对照组月均AQI变化趋势图

(二)反事实检验

事实上,除中央环保督察这一政策外,在样本期内一些其他政策或不可观测的影响因素也会导致各个城市空气质量出现变化,所以空气质量的变化可能与中央环保督察无关。为了检验样本期内空气质量变化的原因,通过改变环保督察执行时间的方法进行反事实检验,即假设各个省份环保督察时间分别提前6个月、9

个月、12个月进行回归,如果此时中央环保督察对各项因变量的系数仍显著为负,则说明被督察省份空气质量的改变可能是由于受到其他不可观测因素或政策的影响,而不全是由中央环保督察所导致的,具体结果见表4。

无论政策执行时间提前6个月、9个月或12个月,估计系数均不显著,这说明样本期内的实验组城市空气质量改善的确并非由其他因素引起的。

(三)倾向得分匹配检验

双重差分法可以很好地解决内生性问题,但不能克服由于样本选择偏误所带来的问题,而倾向得分匹配法能够较好地解决个体差异对研究结果的影响,故采用两者相结合的方法,解决样本选择偏差问题后进行估计,降低双重差分模型的估计偏误(Rosenbaum和Rubin,1984)。

首先通过logit模型来估计倾向得分,在施加Common条件下,即仅对共同取值范围内个体进行匹配,采用卡尺内的 $k=1$ 的近邻匹配法确定权重,将样本期内进行了中央环保督察的省份与未进行环保督察的省份完全依据可观测的控制变量进行匹配。匹配后,检验经匹配后的实验组与对照组的各变量分布是否平衡,协变量的均值在实验组和对照组间是否依然存在显著差异。若不存在显著差异,表明所选取的匹配变量与匹配方法是合适的,倾向得分匹配模型的估计结果是有说服力的。平衡性检验结果见表5,各匹配变量标准偏差绝对值均小于5%,且匹配后 t 检验的 p 值都大于10%,即实验组与对照组之间不存在显著差异。

在此基础上进行的DID结果见表6:在6项污染物中,CEPS对PM₁₀、SO₂、O₃仍具有显著的负向影响,对PM_{2.5}、CO、NO₂仍具有负向但不显著的影响,对AQI仍具有明显的负向影响。即便是将样本选择偏差问题考虑在内后进行的实证结果仍然使得假设成立,进一步证实了中央环保督察这一环境执法监督的制度变革可以显著改善空气质量。

表 4 反事实检验

变量	提前 6 个月 AQI	提前 9 个月 AQI	提前 12 月 AQI
CEPS	-1.647(1.075)	-0.910(1.038)	-0.412(1.003)
N	6 912	6 912	6 912
R ²	0.345	0.346	0.347
year FE	YES	YES	YES
city FE	YES	YES	YES

注:括号中为以城市聚类的稳健标准误;*、**、***分别表示显著性水平为10%、5%、1%;“YES”表示控制了年份和城市固定效应。鉴于篇幅原因,此处不予汇报其余控制变量系数情况。

表 5 平衡性检验结果

变量	处理	均值		偏差率	偏差降低比率	t-test	
		处理组	对照组			t	p > t
Temp	U	11.806	14.689	-27.8		-8.26	0.000
	M	11.806	11.345	4.4	84.0	0.96	0.337
Humidity	U	67.585	68.072	-3.9		-1.12	0.263
	M	67.585	67.301	2.3	41.7	0.51	0.610
Wind	U	1.729	1.7901	-16.9		-4.62	0.000
	M	1.729	1.7341	-1.4	91.7	-0.32	0.752
lngdp	U	10.992	10.981	2.2		0.64	0.523
	M	10.992	10.984	1.5	29.7	0.34	0.736
Power	U	13.512	13.212	25.3		7.42	0.000
	M	13.512	13.494	1.6	93.9	0.34	0.731
Industry	U	44.519	46.249	-16.1		-4.63	0.000
	M	44.519	44.982	-4.3	73.2	-0.98	0.326
Green	U	39.59	39.284	4.7		1.38	0.168
	M	39.59	39.78	-2.9	37.9	-0.69	0.493
Hgdg	U	7.3509	7.4584	-3.9		-1.04	0.300
	M	7.3509	7.2735	2.8	27.9	0.61	0.539

注:U代表未进行倾向得分匹配前的处理组与对照组均值;M代表匹配后处理组与对照组均值。

表 6 稳健性检验——中央环保督察对空气质量的改善效果

变量	(1) AQI	(2) PM _{2.5}	(3) PM ₁₀	(4) CO	(5) SO ₂	(6) NO ₂	(7) O ₃
CEPS	-2.955*(1.654)	-2.013(1.502)	-3.603*(2.124)	-0.008(0.033)	-3.454**(1.407)	-0.104(0.825)	-4.514*** (1.204)
Temp	-0.880*** (0.113)	-1.226*** (0.101)	-1.424*** (0.154)	-0.012*** (0.002)	-0.458*** (0.073)	-0.517*** (0.050)	2.027*** (0.090)
Humidity	-0.310*** (0.076)	0.138** (0.070)	-0.705*** (0.102)	-0.002(0.002)	-0.339*** (0.070)	0.001(0.040)	-0.908*** (0.084)
Wind	-7.860*** (2.363)	-7.598*** (2.044)	-10.751*** (3.221)	-0.206*** (0.053)	-4.497** (1.986)	-5.407*** (1.188)	10.139*** (2.263)
Industry	0.308*** (0.094)	0.263*** (0.085)	0.502*** (0.122)	0.002(0.002)	0.118(0.085)	-0.006(0.051)	0.151* (0.088)
Green	0.254* (0.131)	0.272** (0.107)	0.424** (0.169)	0.004(0.003)	0.222** (0.106)	0.049(0.067)	0.014(0.124)
Hgdg	1.083*** (0.274)	1.071*** (0.233)	2.005*** (0.371)	-0.003(0.006)	-0.135(0.217)	0.372*** (0.135)	-0.417(0.253)
lngdp	-6.791*** (2.364)	-7.199*** (2.146)	-11.308*** (3.338)	-0.102** (0.047)	-4.704** (2.071)	0.167(1.176)	0.962(1.959)
Power	5.990*** (0.983)	5.125*** (0.877)	7.282*** (1.460)	0.051** (0.021)	2.223*** (0.847)	4.805*** (0.499)	0.154(0.910)
Heat	15.458*** (2.390)	13.695*** (2.142)	17.556*** (3.243)	0.277*** (0.045)	16.212*** (1.960)	5.142*** (0.999)	-7.342*** (1.723)
N	6 851	6 851	6 851	6 851	6 851	6 851	6 851
R ²	0.3466	0.4248	0.4225	0.2870	0.3736	0.4314	0.4609
year FE	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
city FE	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES

注:括号中为以城市聚类的稳健标准误;*、**、***分别表示显著性水平为10%、5%、1%;“YES”表示控制了年份和城市固定效应。

六、机制检验与异质性分析

(一)机制检验

“波特假说”认为,严格而合理的环境规制能激发企业进行更多的创新活动,从而抵消由环境规制带来的成本并且提升企业在市场上的盈利能力和相对竞争力。构建如式(1)、式(3)和式(4)所示中介效应模型检验中央环保督察改善空气质量的作用机制,着重讨论创新补偿机制的存在性,并不代表有且仅有这一条影响渠道。关于城市的技术创新的衡量,使用每万人专利授权数量(*Patent*)更能反映技术创新水平,并且更好地确保了新颖性这一创新的本质。

$$Patent = \beta_0 + \beta_2 CEPS + \alpha X_{it} + v_i + \gamma_t + e_{it} \tag{3}$$

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_3 CEPS_{it} + \beta_4 Patent + \alpha X_{it} + v_i + \gamma_t + e_{it} \tag{4}$$

如果中央环保督察对空气质量和技术创新均存在显著的正向影响,则回归系数 β_1 和 β_2 应显著为正,在模型(4)中引入技术创新后,中央环保督察对空气质量的回归系数 β_3 仍然显著,但相比于 β_1 有所下降,说明技术创新为部分中介变量;若 β_3 不显著但 β_1 和 β_2 显著,则表明技术创新为完全中介变量。表7汇报了中介效应的估计结果:技术创新是中央环保督察与空气质量的部分中介变量,即中央环保督察能够通过促进城市的技术创新水平进行空气污染治理。

表7 中介效应检验

变量	(1)	(2)	(3)
	<i>AQI</i>	<i>Patent</i>	<i>AQI</i>
<i>CEPI</i> _{it}	-3.184*(1.668)	0.3031*** (0.0331)	-1.342*** (1.274)
<i>Patent</i>			0.2911*** (0.0576)
<i>N</i>	6912	6912	6912
<i>R</i> ²	0.344	0.330	0.386
控制变量	YES	YES	YES
year FE	YES	YES	YES
city FE	YES	YES	YES

注:括号中为以城市聚类的稳健标准误;*、**、***分别表示显著性水平为10%、5%、1%;“YES”表示控制了年份和城市固定效应。

(二)异质性分析

根据地理位置,将样本城市所属的区域划分为东部、中部和西部三大地区进行分样本回归,结果见表8,结果表明:在对其他影响因素进行控制后,中央环保督察显著对东部省份空气质量改善效果最明显。东部沿海地区具有完善、系统的创新环境,更有利于推动环境政策的施行,从而有效地促进空气质量的改善,中部与西部省份受到自然环境与地理位置的限制,空气质量的改善效果较东部省份存在差距。

表8 区域异质性分析

变量名称	(1)	(2)	(3)
	东部	中部	西部
<i>CEPI</i> _{it}	-4.9379*(2.8622)	-1.3036*** (0.1017)	-1.3720*** (0.1337)
<i>N</i>	1998	2052	2160
<i>R</i> ²	0.5504	0.3671	0.2693
控制变量	YES	YES	YES
year FE	YES	YES	YES
city FE	YES	YES	YES

注:括号中为以城市聚类的稳健标准误;*、**、***分别表示显著性水平为10%、5%、1%;“YES”表示控制了年份和城市固定效应。

七、结论与建议

基于全国256个城市月度空气质量面板数据,采用多期双重差分方法对中央环保督察政策效果进行评估,并使用倾向得分匹配(PSM-DID)法进行了稳健性检验。结果表明:①中央环保督察使被督察省份的空气质量显著改善,被督察省份的空气质量指数下降约3.184;②PM₁₀、SO₂、O₃浓度在政策实施前后显著降低,但对PM_{2.5}、CO、NO₂的改善效果不明显,主要是由于中央环保督察对移动源的污染治理关注度低所导致的;③动态效果评估显示,随着实地考察的结束,政策效果逐渐增强,反馈意见发布后呈现出减弱趋势。

根据研究结论,提出以下政策建议:①建立中央环保督察的长效机制,鼓励采用技术创新的方式替代“一刀切”的行为。空气治理不仅是一场攻坚战,更是一场持久战。在反馈意见颁布后,仍需开展不定期的督察进驻,或将环保督察制度逐步发展为科层体制中的常规机制,将环保督察“回头看”发展为中国环境执法监督体系中的一部分;为避免出现应付督察的短期改善,应针对有“一刀切”及临时停产停工行为的企业加大处罚力度,给予直接负责整改工作的单位和人员合适的时间长度,禁止层层加码,避免紧急停工,引导企业着眼于长期发展,积极主动推进环境友好型技术的应用;②强调“预防优先”的理念,实现督察效用最大化。空气污染问题不是立即产生的,环保督察中所指出的问题多是已经发生的污染问题,且污染治理存在滞后性,实地督察的时间成本与经济成本较高。因此,后续督察的范围还应当包括可预见性的污染问题,避免走“先污染、后治理”的老路,实现中央环保督察的污染治理效用最大化;③单项污染物治理需要科学化与精细化。中央环保督察对不同污染物浓度影响存在差异,PM₁₀与SO₂等纳入政绩考核指标的污染物浓度取得显著改善,而CO等未列入考核指标的污染物浓度并未取得显著改善,应针对不同污染物的来源与性质,构建差异化治理

体系;④加强对移动源污染的控制,推广清洁能源的使用。随着人们生活水平的提高,城市交通运输需求逐渐增长,后续的中央环保督察工作中,应侧重于运输环节大型汽车尾气污染的治理,地方政府应注重整体优化交通布局,提倡公众绿色出行,建立高效、便捷、绿色的交通体系;同时优化能源结构,推广清洁能源的使用;⑤发挥公众协同作用,实现环保精准督察。群众协同具有低成本、可持续化、效率高的特点,确立畅通及长效的公众与媒体参与渠道,如举报监督网站、定点信箱及举报热线的长期开通,将公众参与环境执法监督的途径制度化和常态化,在最大程度上保证社会公众的环保诉求能及时有效地传达至上级部门,提高社会公众监督能力,最大化发挥公众与媒体监督机制。

参考文献

- [1] 陈林, 伍海军, 2015. 国内双重差分法的研究现状与潜在问题[J]. 数量经济技术经济研究, 32(7): 133-148.
- [2] 冯志华, 余明桂, 2019. 环境保护、地方官员政绩考核与企业投资研究[J]. 经济体制改革(4): 136-144.
- [3] 郭施宏, 2019. 中央环保督察的制度逻辑与延续——基于督察制度的比较研究[J]. 中国特色社会主义研究(5): 83-91.
- [4] 李强, 王琰, 2020. 环境分权、环保约谈与环境污染[J]. 统计研究, 37(6): 66-78.
- [5] 刘和旺, 郑世林, 王宇锋. 环境规制阻碍了中国企业技术创新吗[J]. 产业经济评论, 2016(3): 91-105.
- [6] 刘蔚, 2015. 论中国环境法对PM_{2.5}问题的应对[J]. 法制与社会(29): 265-266.
- [7] 刘张立, 吴建南, 2019. 中央环保督察改善空气质量了吗? ——基于双重差分模型的实证研究[J]. 公共行政评论, 12(2): 23-42, 193-194.
- [8] 卢瑶, 2017. 环保督察与地方政府履行行为的博弈分析[J]. 管理世界, 33(11): 174-175.
- [9] 罗知, 李浩然, 2018. “大气十条”政策的实施对空气质量的影响[J]. 中国工业经济(9): 136-154.
- [10] 毛显强, 张庆勇, 2020. “2, 26”城市治霾方案效果评估: 以山东省为案例的研究[J]. 中国人口·资源与环境, 30(3): 83-92.
- [11] 沈洪涛, 周艳坤, 2017. 环境执法监督与企业环境绩效: 来自环保约谈的准自然实验证据[J]. 南开管理评论, 20(6): 73-82.
- [12] 湛仁俊, 肖庆兰, 兰受卿, 等, 2019. 中央环保督察能否提升企业绩效? ——以上市工业企业为例[J]. 经济评论(5): 36-49.
- [13] 宋弘, 孙雅洁, 陈登科, 2019. 政府空气污染治理效应评估——来自中国“低碳城市”建设的经验研究[J]. 管理世界, 35(6): 95-108, 195.
- [14] 涂正革, 邓辉, 湛仁俊, 等, 2020. 中央环保督察的环境经济效益: 来自河北省试点的证据[J]. 经济评论(1): 3-16.
- [15] 王惠娜, 2019. 环保约谈对环境监管的影响分析: 基于34个城市的断点回归方法研究[J]. 学术研究(1): 71-78.
- [16] 王岭, 刘相锋, 熊艳, 2019. 中央环保督察与空气污染治理——基于地级城市微观面板数据的实证分析[J]. 中国工业经济(10): 5-22.
- [17] 王怡, 郑世林, 2019. “2, 26”城市联合防治行动对京津冀地区大气污染物浓度的影响[J]. 中国人口·资源与环境, 29(9): 51-62.
- [18] 吴建南, 文婧, 秦朝, 2018. 环保约谈管用吗? ——来自中国城市大气污染治理的证据[J]. 中国软科学(11): 66-75.
- [19] 吴建祖, 王蓉娟, 2019. 环保约谈提高地方政府环境治理效率了吗? ——基于双重差分方法的实证分析[J]. 公共管理学报, 16(1): 54-65, 171-172.
- [20] 张新文, 张国磊, 2019. 环保约谈、环保督查与地方环境治理约束力[J]. 北京理工大学学报(社会科学版), 21(4): 39-46.
- [21] 朱小会, 陆远权, 2018. 地方政府环境偏好与中国环境分权管理体制的环保效应[J]. 技术经济, 37(7): 121-128.
- [22] ASHENFELTER O C, 1978. Estimating the effect of training programs on earnings[J]. The Review of Economics and Statistics, 60(1): 47-57.
- [23] BECK T, LEVINE R, LEVKOV A, 2010. Big bad banks? The winners and losers from bank deregulation in the United States[J]. Journal of Finance, 65(5): 1637-1667.
- [24] KHANNA M, ANTON W R Q, 2002. Corporate environmental management: Regulatory and market-based incentives[J]. Land Economics, 78: 539-558.
- [25] LI X, QIAO Y B, ZHU J M, et al, 2017. The ‘APEC blue’ endeavor: Causal effects of air pollution regulation on air quality in China[J]. Journal of Cleaner Production, 168: 1381-1388.
- [26] ROSENBAUM P R, RUBIN D B, 1984. Reducing bias in observational studies using subclassification on the propensity score[J]. Journal of the American Statistical Association, 79: 516-524.
- [27] WU J N, XU M M, ZHANG P, 2018. The impacts of governmental performance assessment policy and citizen participation on improving environmental performance across Chinese provinces[J]. Journal of Cleaner Production, 184: 227-238.
- [28] WU X P, GAO M, GUO S H, et al, 2019. Environmental and economic effects of sulfur dioxide emissions trading pilot

- scheme in China: A quasi-experiment[J]. *Energy & Environment*, 30(7): 1255-1274.
- [29] ZHANG Y F, LI S, LUO Y, 2019. Evaluation of households' willingness to accept the ecological restoration of rivers flowing in China[J]. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 38(4): 13094-13104.
- [30] ZHANG Y J, PENG Y L, MA C Q, et al, 2017. Can environmental innovation facilitate carbon emissions reduction? Evidence from China[J]. *Energy Policy*, 100: 18-28.
- [31] ZHAO Y H, ZHANG X L, WANG Y, 2020. Evaluating the effects of campaign-style environmental governance: Evidence from environmental protection interview in China[J]. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(1): 28333-28347.

Environmental Law Enforcement Supervision and Air Quality: Quasi-natural Experimental Evidence from Central Environmental Protection Inspectorate

Zhang Yanbo, Li Xiang

(School of Business Administration, Northeastern University, Shenyang 110169, China)

Abstract: The central environmental protection inspection determined in 2016 aims to carry out innovative reforms in the form of environmental law enforcement and supervision. It is a major institutional arrangement for China to promote the construction of ecological civilization. Air quality has been included as a key content of the inspection work by the Ministry of Ecology and Environment. Panel data from 256 prefecture-level and above cities across the country are collected, the quasi-natural experiment of the Central Environmental Protection Inspectorate is used, and the multi-period double difference method is used to evaluate the improvement effect on air quality. The results show that the central environmental protection inspection has played a significant role in reducing the air quality index, and the AQI of the inspected provinces has dropped by 3.184 units on average. The individual pollutant control effect shows that the central environmental protection inspection has made a significant contribution to the reduction of PM_{10} , SO_2 , and O_3 concentrations, But the impact on $PM_{2.5}$, NO_2 and CO concentration is not significant. Further, parallel trend test, counterfactual test and propensity score matching test are used to prove the reliability of the regression results. Dynamic effect analysis found that the policy effect of the central environmental protection inspection. It is lagging and weakened with the issuance of feedback. The results of mechanism inspection and heterogeneity analysis show that the effect of the central environmental protection inspection policy is gradually weakening in the eastern, western, and central regions, and the central environmental protection inspection's influence mechanism on air quality. There is a technological innovation effect.

Keywords: central environmental protection inspection; air quality; law enforcement supervision; difference-in-difference