

中央环保督察的环境 经济效益:来自河北省试点的证据

涂正革 邓辉 谌仁俊 甘天琦*

摘要:作为生态文明建设的一项重要制度安排,中央环保督察是中国环境治理模式的重大变革。本文使用完全饱和断点回归设计和环境健康效应测度中的剂量—反应关系,基于城市空气质量日度数据和规模以上工业企业经济绩效月度数据,探讨了中央环保督察(试点)对河北省生态、经济、社会效益的影响。研究发现:环保督察显著改善了河北省的空气质量,且具有长期效果;环保督察虽然给规模以上工业企业,尤其是重污染行业总利润带来了约289.8亿元的经济损失,但也为河北省居民带来了约95.4亿元的环境健康总福利。督察带来的长期健康收益和短期经济损失,最终都会转化为经济绿色增长优势。所以中央环保督察能够改善空气质量并产生健康收益,严格的环境规制兼具环境与健康效益。

关键词:空气质量;中央环保督察;环境经济效益;环境健康效益

一、引言

中国经济持续高速增长的背后一直伴随着资源浪费、效率不高、环境污染等严重问题。为实现可持续发展和高质量增长,党和政府已经将治理生态环境,尤其是治理空气污染提上重要日程。2013年以后,中央政府相继出台了《大气污染防治法》(2015年第三次修订)、《环境保护公众参与办法》等法律法规来促进环境质量的改善。2016年通过的“十三五规划”(2016—2020年)更是提出明确要求,地级及以上城市每年的重污染天数要减少25%,到2020年全国空气质量优良天数比率要超过80%。为此,国务院和生态环境部也实施了多项专项治理行动,包括中央环保督察、京津冀及周边地区大气污染防治专项计划、大气污染防治强化督查等。这表明,中央政府已经将环境治理作为政府工作的重中之重,不仅加强了生态文明建设的顶层设计,激活了地方政府官员这层环境保护的中坚力量,而且还激发了公众和媒体这层环境保护的大众力量,最终形成环境多方共治的有利态势。

2016年1月,中央环保督察组进驻河北省展开环保督察,此次行动被称为试点督察,为期两年的首轮中央环保督察拉开序幕。河北省被作为试点地区有其独特含义。首先,河北

*涂正革,华中师范大学经济与工商管理学院,低碳经济与环境政策研究中心,邮政编码:430079,电子信箱:tuzhengge@163.com;邓辉,清华大学建设管理系,邮政编码:100084,电子信箱:hdeng1213@163.com;谌仁俊(通讯作者),华中师范大学经济与工商管理学院,邮政编码:430079,电子信箱:shenrenjun@yeah.net;甘天琦,中南民族大学经济学院,邮政编码:430065,电子信箱:gantq826@126.com。

本文得到国家社会科学基金重大项目“环境保护与经济高质量发展融合的理论、路径与政策体系研究”(项目编号:18ZDA051)、国家自然科学基金青年项目“人力资本视角下大气污染的经济代价与治理对策研究”(项目编号:71703052)的资助。感谢匿名审稿专家的宝贵意见,当然文责自负。

省人口集中,钢铁、玻璃、火电等重工业发达,这使得河北省成为中国空气污染最严重的地区之一。国家生态环境部官网公布的大气质量月报显示,2013—2018年间,石家庄、邯郸、邢台、唐山、保定和衡水六个城市,连续四年位列生态环境部城市空气质量月报中全国空气质量相对较差城市的前十位。其次,随着京津冀协同发展成为一项国家战略,治理河北省的空气污染问题对保障北京和天津的空气质量意义重大。

督察期间,由国务院和生态环境部派驻督察组对河北省辖区内各地环境问题进行检查,而后,中央要求河北省制定整改方案并报送国务院。为积极落实整改方案,河北省采取了化解过剩产能、加快能源结构调整、削减煤炭使用量、处理违法违规建设项目等系列措施,并加大了环境保护的各类资源投入。生态环境部“中央环境保护督察组向河北省反馈督察情况”文件显示:督察期间,全省共关停取缔环境违法企业 200 家、立案处罚 125 起、拘留 123 人、行政约谈 65 人、纪律处分 95 人、通报批评 60 人、责任追究 366 人。如此严厉的中央环保督察代表着具有中国特色的“命令—控制”机制势必会缓解河北省严重的空气污染,其居民的环境健康福利也将因此得到改善。同时,行政管制往往会给相关生产部门造成较大的经济损失,这种损失背后的逻辑及其生态、经济、社会效益是本文关注的重点。

具体地,作为试点,中央环保督察究竟多大程度改善了河北省的空气质量?背后的逻辑是强制措施导致空气质量的临时性改善,还是环境规制引导企业绿色转型而带来空气质量的持续改善?空气质量改善背后的经济成本和社会效益各有多大?为回答这一系列问题,本文采用完全饱和断点回归模型,首先通过 2014—2017 年河北省内地级及以上城市空气质量的日度数据,分析环保督察对空气质量的处理效应;然后基于河北省规模以上工业企业月度经济数据,度量试点督察给规模以上工业企业造成的经济损失,并据此分析环保督察改善空气质量的内部机理;最后使用环境健康效应测度中的剂量—反应关系(Dose-Response),评估河北省空气质量改善带来的环境健康总福利。

二、文献评述

空气污染代价巨大,不仅仅影响政府形象和权威,还威胁到国家的经济增长和社会发展。2014 年,中央政府将空气污染治理纳入地方官员的晋升考核体系(Zheng et al., 2014),促使他们改善辖区内的空气质量。这样做出于两种考虑:一是维护良好的政府形象。如 2008 年奥运会期间北京“尾号限行”政策(曹静等, 2014)、2014 年亚太经合组织(APEC)会议期间限产停产措施(Li et al., 2017)、“两会”期间的“政治性蓝天”以及官员更替期间空气质量(尤其是二氧化硫浓度)会受到合谋震慑出现显著下降(郭峰、石庆玲, 2017)等。二是出于维护政治权威。左翔和李明(2016)的研究证实了治理空气污染的必要性,因为空气污染不仅降低民众对政府权威的认可度、增强对民主和司法的诉求,而且这种空气污染的政治效应会随着经济发展水平的提高而逐步强化。

经济代价也是各国政府的环境政策制定中考虑的一个重要因素。目前学界对空气质量经济价值的探讨主要集中在房价、清洁空气支付意愿和直接的经济代价三个方面。城市经济研究者发现空气污染和房价呈显著的负相关关系(Bayer and Timmins, 2009;陈永伟、陈立中, 2012);Cuñado 和 Gracia(2013)在西班牙的一项研究指出,人们愿意付出收入的 1.4%去减少 1%的空气污染,在德国的一项研究也表明当地居民愿意花费家庭收入的 2.3%来解决空气污染问题(Rehdanz and Maddison, 2008);亚洲开发银行(2013)研究发现,如果将降低死亡风险的支付意愿作为度量标准,空气污染给中国造成的经济损失可占 GDP 比重的 3.

8%。

空气污染的社会成本同样是一个重要的研究领域,目前主要集中在对幸福感、公众健康和“环境贫困”三方面的分析上。空气污染不仅会显著降低居民的幸福感和主观满意度(Rehdanz and Maddison, 2008),而且对公众健康造成严重威胁并产生巨大的医疗负担(Nielsen and Ho, 2007; Chen et al., 2013; 陈硕、陈婷, 2014)。以美国和德国为例,1970 美国《清洁空气法案》的出台大大降低了胎儿死亡率(Sanders and Stoecker, 2015),德国电力行业推行的脱硫政策显著降低了婴儿死亡率(Luechinger, 2014),而导致中国病患死亡的主要疾病(心脑血管病、呼吸系统疾病和肺癌)都与空气污染密切相关。此外,这些由空气污染导致的疾病可能还会让低收入群体陷入“环境贫困陷阱”(祁毓、卢洪友, 2015)。一直以来,空气污染造成的社会成本可能被低估了。Chew 等(2019)首次使用自然实验法研究了雾霾与个体决策之间的因果关系,并通过股市收益、犯罪行为、消费行为、认知表现四个方面刻画了空气污染对人们的心理和精神造成的损害。无独有偶,Zhang 等(2017)也发现空气污染会影响到人们的情绪,降低他们的生活主观满意度,加重抑郁、狂躁等并发症。这些研究表明,空气污染正在对中国居民的心理健康和行为产生不良影响。

治理空气污染迫在眉睫、刻不容缓,在研究空气污染治理的文献中,目前大致可以分为市场手段和“命令—控制”机制两类环保政策。来自印度的研究发现通过提高煤炭价格这一市场化手段,能够降低企业煤炭使用量,从而减轻空气污染物的排放,但也会阻碍新企业进入,并迫使原有企业退出市场(Harrison et al., 2015)。土耳其从 1998 年开始极力推广天然气代替煤炭成为国家主要能源,这一变革促使由空气污染导致的婴儿死亡率显著下降(Cesur et al., 2017)。在中国,排污交易权机制在减排方面的效果并不如排污收费制度,涂正革和谌仁俊(2015)认为中国低效运转的市场和较弱的环境规制是排污交易权机制效果不佳的主要原因。

1998 年,中国开始实施的酸雨控制区和 SO_2 控制区(简称“两控区”)政策,是目前力度最大的“命令—控制”机制,这项政策对经济发展和降低污染水平等都产生了很大影响(史贝贝等, 2017)。除这种长期的环境规制政策之外,还有一类是研究短期规制如何改善空气质量的文献,如限行政策(Davis, 2008; 曹静等, 2014)等,这类改善空气质量的措施往往只是临时的。当然,城市空气污染并非局部环境问题,其在很大程度上会与大气环流、大气化学作用等自然因素,以及产业转移、工业集聚和交通流动等经济机制紧密相关,所以空气污染治理问题不可能一蹴而就。对于本文的研究主题——环保督察,目前研究较少,石庆玲等(2017)探讨了环保部(现生态环境部)约谈对空气质量的短暂影响,谌仁俊等(2019)研究了环保督察对工业上市企业的绩效影响,目前尚未有文献从环境质量、经济成本和健康收益三个方面来分析中央环保督察的综合效益,本文补充了这一领域的学术研究。

三、模型与数据

(一) 断点回归的一般方程

试点督察期间,河北省政府考虑到来自中央的环保督察压力,加大对违法企业的监督处罚力度,遏制高污染行业的无序排放,从而显著提升了河北省空气质量。本文借鉴 Chen 和 Whalley(2012)的研究方法,使用断点回归,对试点督察处理效应的系数进行估计。使用该方法具备两大优势:首先,驱动变量时间是一个连续变量且满足断点回归“分布函数条件连续”与“局域平滑”两大假设;其次,使用日度数据进行系数估计,满足断点回归大样本的基

本条件。断点回归一般方程模型设定如下:

$$AIR_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 1(Policy) + \alpha_2 D(t)_\tau + \alpha_3 1(Policy) \cdot D(t)_\tau + \lambda X_{it} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

(1)式中: i 代表城市个体, t 代表时间(年、月、日)。被解释变量 AIR_{it} 表示河北省城市 i 在 t 时期的空气质量综合指数(AQI),及其单项污染物(PM_{2.5}、PM₁₀、NO₂、SO₂、CO和O₃)的日均浓度; $1(Policy)$ 表示试点督察政策的虚拟变量,督察前定义为0,督察发生后为1; $D(t)_\tau$ 是时间趋势变量,包含了窗口期内时间的一次项至四次项,以更好地拟合试点督察前后河北省的空气质量变化趋势;将政策虚拟变量 $1(Policy)$ 与时间趋势变量 $D(t)_\tau$ 进行交乘,以确保空气质量在政策前后的差异化趋势。 τ 表示对政策的时间识别,在窗口期内,政策实施的第一天为0,第二天为1,依次类推;在政策前一天为-1,前两天为-2,依次类推。 X_{it} 是影响空气质量的其他因素,具体包括气温、风速、是否有雨、是否有雪这四类天气变量,以及双休日、法定假日和调休日三类日期变量; μ_i 为地区固定效应, δ_t 为时间固定效应, ε_{it} 为随机扰动项。

中央环保督察组于2016年1月4日展开工作,但他们实际在2015年12月31日就已经进驻到河北省筹备,这有可能会影响到督察效果发生的时间。另外,即使1月4日以后,督察执行力度和影响范围也会因为城市本身的不同而产生差异。综上两点,由环保督察产生的空气质量断点并不一定是一个清晰断点,而有可能是一个模糊断点,因此本文在基准回归中增加了模糊断点回归的模型进行系数估计和对比。

(二) 数据描述与分析

本文收集了河北省11个地级及以上城市2014—2017年空气质量和天气状况的日度数据,数据均来自“天气后报”网站,节假日数据来自国务院办公厅发布的节假日放假通知。经比对,“天气后报”网站上的空气质量和天气状况数据与生态环境部发布的官方数据完全吻合,样本可信度高。主要变量的统计性描述发现,样本中AQI在2014—2017年的均值分别为91.53、79.59、75.31、73.63,对应的PM_{2.5}的值分别为60.62、50.91、46.58、42.88,对应的PM₁₀的值分别为102.98、86.33、80.90、77.57,综合指数AQI及雾霾的两项主要污染物指标都在逐年减少。其余各个变量的取值范围在样本期内并无异常。

为直观观察试点督察前后河北省空气质量的变化,本文绘制了河北省试点督察前一年(2015年)、督察当年(2016年)、督察后一年(2017年)的前一个月(12月)、当月(1月)、后一个月(2月)的城市平均空气质量5日移动平均走势图,如图1所示。观察发现,2016年1月4日河北省的空气质量指数发生骤降,并在之后两个月中一直保持较低水平。而在前后一年同时期内,河北省的空气质量并没有发生如此显著的变化。因此,本文初步判定试点督察对河北省空气质量的处理效应较为显著。

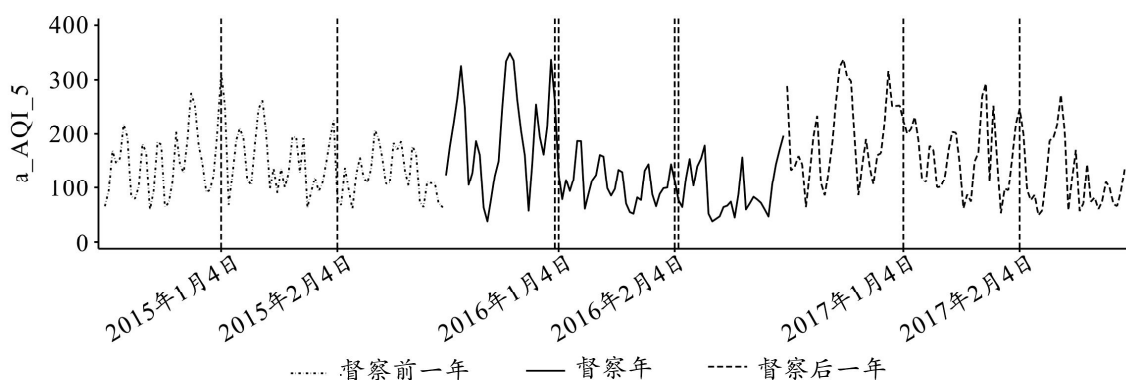


图1 试点督察前后三年河北省督察期前后三个月空气质量5日移动平均趋势

进一步,本文控制天气因素和一系列时间变量对空气质量的影响后,采用局部加权回归散点平滑法,把河北省督察前后 30 天的单项污染物的拟合趋势展示在图 2 中。其中,只有臭氧没有在督察组进驻当天出现下降,其余五种均出现明显断点。由此可见,构成图 1 中 AQI 下降的原因是这五种污染物骤降。而臭氧属于二次生成的污染物,生成过程较复杂,并非由生产和生活部门直接排放,故未发生断点。本文发现,所有图像显示模型的二次项能更好地拟合图形,后续的回归均报告二次项结果。

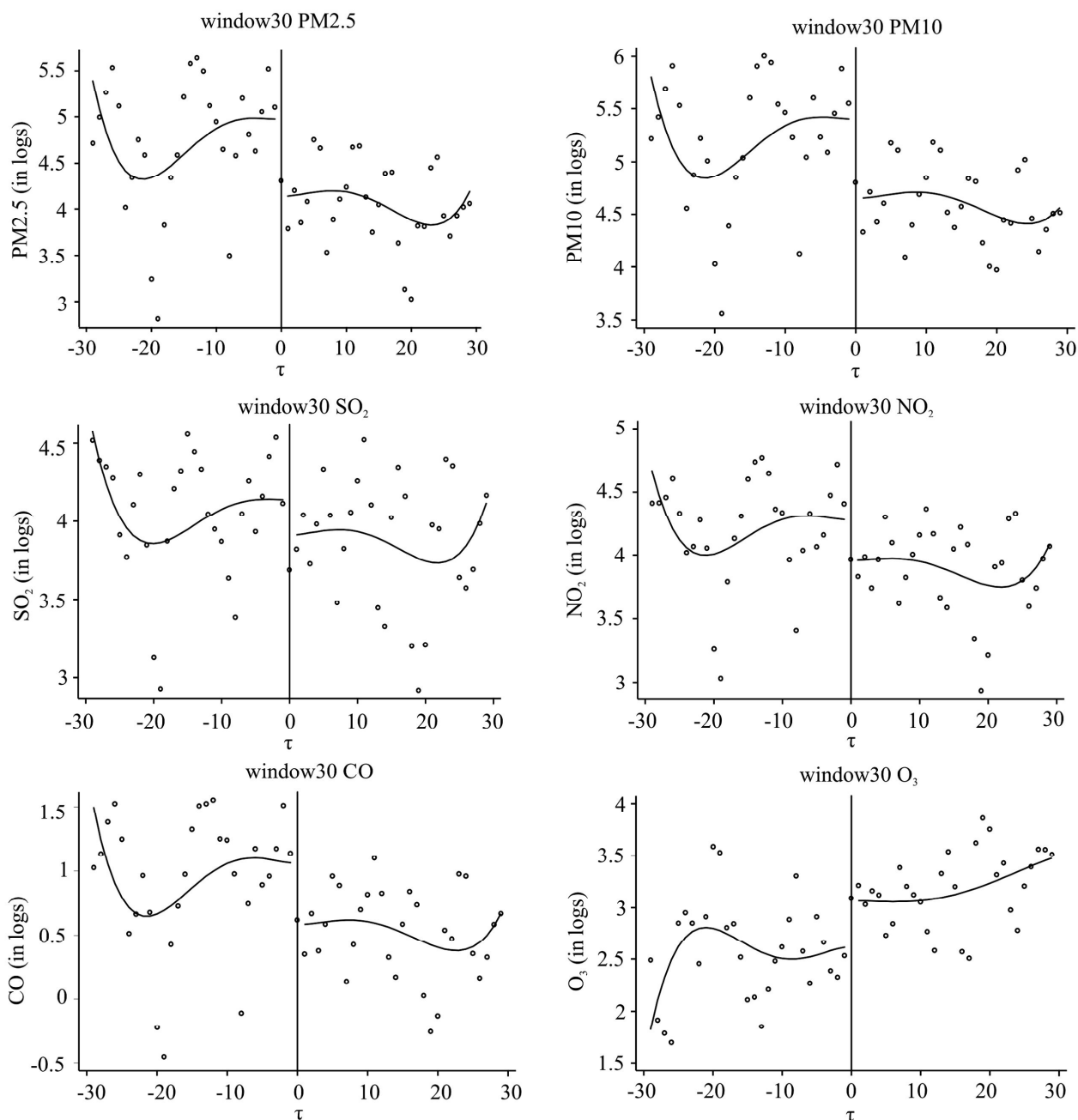


图 2 试点督察前后 30 天单项污染物的变化趋势

(三) 断点回归的完全饱和方程

传统的断点回归利用局部回归的方式进行系数估计,但图 1 显示每年 1 月以后,AQI 都有明显的下降趋势,这种自然下降趋势并不能被一般方程模型控制,控制变量连续性检验发现最低温度和风向都有变化,那么很有可能 AQI 的改善与这些气候变量的跳跃有关,并非完

全来自环保督察。为控制自然下降因素带来的影响,引入完全饱和的断点回归方程(RDID),通过年份间的差分消除自然下降因素带来的干扰。改进后的模型如下:

$$AIR_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 1(Policy) + \alpha_2 1(Year) + \alpha_3 D(t)_\tau + \alpha_4 1(Policy) \cdot 1(Year) + \alpha_5 1(Policy) \cdot D(t)_\tau + \alpha_6 1(Year) \cdot D(t)_\tau + \alpha_7 1(Policy) \cdot 1(Year) \cdot D(t)_\tau + \lambda X_{it} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

(2)式中: $1(Year)$ 表示样本是否在督察年份的虚拟变量,样本在督察年份内为1,不在督察年份内为0;同样将政策虚拟变量 $1(Policy)$ 、年份虚拟变量 $1(Year)$ 与时间趋势变量 $D(t)_\tau$ 进行全套交乘,控制时间变化趋势;其他变量同上。模型中的年份虚拟变量 $1(Year)$,将督察前后年同时期的数据纳入回归样本中,用来控制自然变化趋势对空气质量的影响。所以,模型中 α_4 捕获的是断点前后试点督察的平均处理效应,这种处理方法类似于倍差法思想。在实证分析部分,基准回归报告一般方程和完全饱和方程结果,其余检验部分均报告完全饱和方程估计结果,以尽可能地捕捉试点督察对河北省空气质量的净效应。

四、实证结果与分析

(一) 基准结果

在基准回归结果表1中,报告了清晰断点回归方程、模糊断点回归方程和完全饱和断点回归方程三个模型的估计结果。清晰断点回归模型在样本的选择上存在局限性,模糊断点回归解决的是断点有可能不一致的问题,而完全饱和模型则剔除了空气质量年度自然变化趋势。因为试点督察在河北省持续一个月,正好为衡量督察前后一个月空气质量的变化情况提供条件,故本文的基准回归选择30天作为带宽(窗口期),三个模型的估计结果见表1。

表1 督察前后30天清晰断点模型、模糊断点模型与完全饱和模型的回归结果

主要变量	AQI	PM2.5	PM10	NO ₂	SO ₂	CO	O ₃
Panel A:使用清晰 RD 模型的估计结果							
试点督察 (清晰 RD)	-77.22 *** (20.23)	-65.11 *** (19.23)	-99.97 *** (23.43)	-2.844 (10.35)	2.036 (9.367)	-0.977 ** (0.422)	5.423 *** (1.645)
N	671	671	671	671	671	671	671
R ²	0.352	0.325	0.343	0.379	0.311	0.313	0.529
城市数量	11	11	11	11	11	11	11
Panel B:使用模糊 RD 模型的估计结果							
试点督察 (模糊 RD)		-67.62 *** (13.95)	-91.63 *** (18.34)	-10.18 ** (4.220)	5.621 (4.676)	-0.920 *** (0.227)	2.631 * (1.591)
N		671	671	671	671	671	671
R ²		0.329	0.375	0.418	0.335	0.321	0.580
城市数量		11	11	11	11	11	11
Panel C:使用 RDID 模型的估计结果							
试点督察 (完全饱和方程)	-55.66 *** (10.91)	-42.82 *** (9.015)	-85.31 *** (14.58)	-18.35 *** (3.108)	-17.82 *** (3.835)	-1.207 *** (0.256)	6.974 *** (1.803)
N	1 989	1 989	1 989	1 989	1 989	1 989	1 989
R ²	0.241	0.219	0.248	0.327	0.248	0.247	0.449
城市数量	11	11	11	11	11	11	11

注:回归中包含年份、月份固定效应和地区固定效应,控制变量除温度、节假日、星期、天气状态外,还包括市辖区人口数量、第二产业占GDP比重、时间一次项至二次项及其与中央环保督察虚拟变量的全套交互项。限于篇幅未报告。括号内是稳健的标准误。***、**、*分别表示在1%、5%、10%的水平上显著。

Panel A 和 Panel B 是一般模型的估计结果,分别为清晰 RD 和模糊 RD 模型的估计结果,二者差异不大,除了 SO_2 和 O_3 以外,AQI 与其余三项污染物均显著下降,清晰 RD 模型中,试点督察使得 AQI 降低 77 个指数单位,将 $\text{PM}_{2.5}$ 降低了 65 微克每立方米,将 PM_{10} 降低了 100 微克每立方米。模糊 RD 模型中,使用了 AQI 浓度作为概率处理变量,故此项在表中没有系数。Panel C 是完全饱和的断点回归方程估计结果,结果表明试点督察分别将 AQI 降低 56 个指数单位,将 $\text{PM}_{2.5}$ 降低了 43 微克每立方米,将 PM_{10} 降低了 85 微克每立方米,这虽然比一般模型的估计结果要小,但更加准确,将 CO 降低了 1.2 毫克每立方米,总体上符合模型预期;另外,主要由工业生产排放出来的 NO_2 和 SO_2 在完全饱和断点回归方程中变得显著,表明这两项污染物在试点督察前后月份上的差异不大,但是与前后年份相比,督察当年这两项指标确实受到处理效应的冲击,出现明显下降;由于低空 O_3 主要由汽车排放的氮氧化物等污染物在阳光照射后二次生成,因此受到的影响较小,而 O_3 回归系数的显著性可能跟试点督察后整体气温的升高有关。

(二) 稳健性分析

考虑到估计结果的无偏性和有效性,为保证空气质量的变化完全来自试点督察,需要解决三种估计偏误:一是带宽的选择性偏误;二是影响空气质量的其他因素(控制变量)在督察发生时间点发生结构性突变,比如突然降大雨或者刮大风,会导致空气质量突然好转,从而干扰本文的识别;三是无法知晓的其他因素所导致的遗漏变量问题,如地方性政策或者其他专项治理政策也可能直接改善样本期间河北省的空气质量,干扰到识别。为此,进行如下稳健性分析。

1. 不同带宽的稳健性检验

本文分别估计了试点督察前后各 15 天、45 天、60 天三个带宽下处理效应的结果,如表 2 所示。表 2 进一步支持了基准回归结果。以 15 天和 45 天作为带宽时,试点督察的处理效应依旧十分显著;但在 15 天带宽中, SO_2 下降得并不显著,直到带宽变为 30 天和 45 天时, SO_2 才显著下降,所以此项污染物可能存在着一定的滞后效应;随着时间推移,处理效应逐渐减弱,大约在环保督察结束后一个月(60 天的带宽中),处理效应消失,但仍对空气质量产生持续的负向影响;观察 O_3 变化情况,在督察后的短期内并没有得到改善,但以 60 天作为带宽的检验结果显示,试点督察能够微弱地减轻臭氧浓度。

表 2 不同带宽的稳健性检验结果

主要变量	AQI	$\text{PM}_{2.5}$	PM_{10}	NO_2	SO_2	CO	O_3
试点督察 (15 天)	-69.10 *** (16.54)	-54.39 *** (13.82)	-100.5 *** (22.97)	-15.49 *** (4.684)	-5.289 (4.421)	-1.347 *** (0.358)	2.637 (2.236)
N	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000
R^2	0.329	0.308	0.329	0.373	0.288	0.303	0.369
试点督察 (45 天)	-50.81 *** (9.903)	-40.09 *** (8.209)	-76.91 *** (14.38)	-15.38 *** (3.082)	-9.488 ** (3.487)	-1.005 *** (0.164)	2.892 (1.849)
N	2 979	2 979	2 979	2 979	2 979	2 979	2 979
R^2	0.257	0.236	0.274	0.339	0.238	0.258	0.517
试点督察 (60 天)	-14.59 * (7.758)	-10.32 (6.210)	-28.55 ** (11.41)	-3.495 (2.533)	-0.139 (2.811)	-0.539 *** (0.121)	-0.263 (2.283)
N	3 969	3 969	3 969	3 969	3 969	3 969	3 969
R^2	0.261	0.247	0.274	0.349	0.274	0.289	0.521

注:括号内是稳健的标准误。***、**、* 分别表示在 1%、5%、10% 的水平上显著。

2.控制变量的连续性检验

只有保证影响空气质量的其他控制变量是连续稳定的,才能够进一步确认基准回归中的处理效应是由试点督察所致,检验结果如表 3。雨雪和最高温在试点督察前后的窗口期内基本稳定,都没有发生显著变化;最低温虽然明显上升,但气温上升会加速污染物分解和传播,加重空气污染,而督察后的空气质量却明显好转,所以与最低温升高关系较小;从统计角度来看,风速在试点督察后显著增加了 0.082 级,但如此细微的变化并不会导致当地空气质量出现如此巨大的好转。总的来说,所有控制变量基本上未发生结构性突变,不会影响模型的结果,进一步应证了空气质量的改善确实由试点督察引致。

表 3 控制变量连续性检验结果

主要变量	是否有雨或雪	最高温	最低温	风速
试点督察	0.00547 (0.0290)	-0.629 (0.408)	0.558 *** (0.0995)	0.0819 ** (0.0269)
N	1 989	1 989	1 989	1 989
R ²	0.019	0.199	0.250	0.017

注:括号内是稳健的标准误。***、**、* 分别表示在 1%、5%和 10%的水平上显著。

3.政策反事实检验

即使保证所有的控制变量都是连续稳定的,仍然可能存在某些无法知晓的遗漏变量,导致空气质量显著改善,为测试这种可能性,本文收集了毗邻河北省的 14 个周边非督察城市^①的空气质量数据,进行政策反事实检验,结果如表 4 所示。试点督察时,河北省周边 14 个城市中的 AQI、PM2.5、PM10 和 NO₂四项指标呈现下降趋势但统计上不显著,而 SO₂在 10%显著性水平上下降,CO 在 1%的显著性水平上下降。根据赵秀娟等(2012)对河北省空气污染源的研究,他们发现河北省的 SO₂和 CO 主要来自河北省南部的火力发电厂、钢铁厂和金属冶炼厂等工业部门,因此这两种污染物出现较为显著的下降趋势,可能是试点督察导致河北省减排,从而影响到周边地区。上述检验基本能够排除其他外部政策的影响。

表 4 政策反事实回归结果

主要变量	AQI	PM2.5	PM10	NO ₂	SO ₂	CO	O ₃
试点督察 (周边城市)	-14.05 (14.17)	-9.899 (12.26)	-6.139 (18.03)	-15.13 (12.959)	-24.34 * (12.73)	-0.632 *** (0.142)	1.759 (2.756)
N	2 423	2 423	2 423	2 423	2 423	2 423	2 423
R ²	0.204	0.200	0.191	0.337	0.271	0.193	0.321
城市数量	14	14	14	14	14	14	14

注:括号内是稳健的标准误。***、**、* 分别表示在 1%、5%和 10%的水平上显著。

(三) 试点督察效果的持续性分析

前文分别从基准回归和稳健性检验探讨了试点督察的短期效果,但所有样本仅限于窗口期内,本文同样关心这种效果的持续性。为了保证日度数据大样本的优势,借鉴 Chen 和 Whalley(2012)的做法,将日度数据以星期为单位进行平均处理。图 3 是样本期内以星期为单位的河北省平均 AQI 趋势,图中散点代表 AQI 真实平均值,实线代表使用局部加权平滑法控制其他变量后进行预测得到的 AQI 拟合平均值,两条虚线分别代表在督察前后一年 AQI

^①包括山西省的大同、忻州、阳泉、长治、朔州、太原,河南省的安阳、鹤壁、濮阳,山东省的聊城、德州、济南、滨州,内蒙古的赤峰。

的年平均值。可以看出,在督察发生时点,图形的断点和实际数据的差异仍然十分明显。

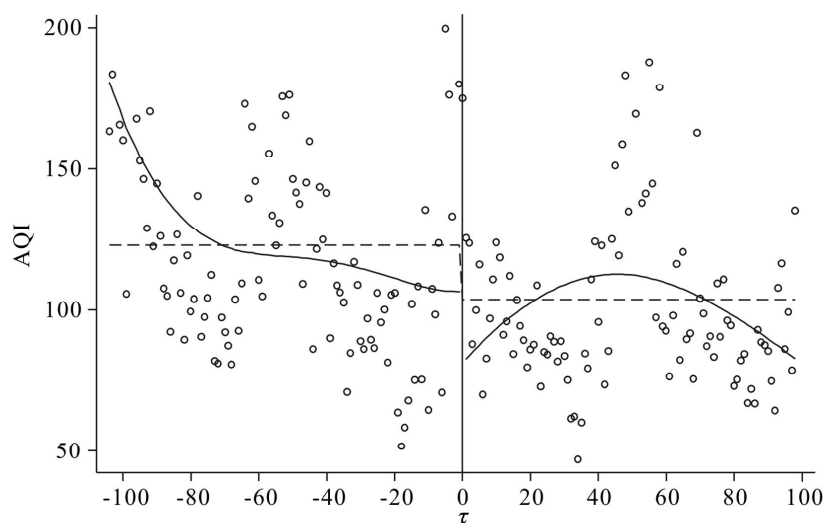


图 3 2014—2017 年河北省 AQI 星期变化趋势图

为了保证样本量足够大、窗口期足够长,本文采用断点回归的一般模型,分析试点督察前后半年、一年、一年半、两年四个时间段内空气质量的改善情况,结果如表 5 所示。在试点督察前半年至两年的时间里,环保督察带来的空气质量改善效果依旧十分显著,除臭氧以外的其他污染物在督察发生后下降明显。需要说明的是,使用一般模型时,以督察前后半年、一年半和两年为窗口期实际上高估了回归结果,因为每年 12 月份的空气质量最差,以半年为窗口期意味着把一年中空气质量最差的时段(2015 年 12 月)放进督察前的样本中,而忽略了督察后空气质量本身较好这个因素;同样地,在以两年为窗口期的时候,前两年包含了三个年份的 12 月高峰期,后两年只包含了一个年份的高峰期,试点督察的效果仍然被高估,所以我们看到以两年为窗口期的回归系数要略大于以一年半为窗口期的回归系数。但这种精度偏差并不影响回归结果的总体方向,回归系数同样是负向显著的,这依然能够解释督察效果在不同窗口期内是持续的。从目前研究行政管制对改善空气质量的文献来看,试点督察要比已有文献中的其他行政管制效果更好。

表 5 试点督察处理效应的持续性回归结果

解释变量	AQI	PM2.5	PM10	NO ₂	SO ₂	CO	O ₃
试点督察 (半年)	-96.42*** (22.55)	-86.06*** (21.05)	-123.5*** (30.07)	-23.22*** (8.400)	-13.36 (8.233)	-1.192*** (0.308)	9.800* (4.979)
N	53	53	53	53	53	53	53
R ²	0.716	0.760	0.681	0.821	0.882	0.886	0.925
试点督察 (一年)	-55.20*** (16.33)	-50.49*** (14.63)	-76.96*** (22.01)	-25.47*** (5.903)	-10.85* (5.557)	-0.801*** (0.237)	31.11*** (6.359)
N	107	107	107	107	107	107	107
R ²	0.594	0.649	0.579	0.765	0.905	0.767	0.853
试点督察 (一年半)	-30.71** (14.89)	-33.26** (12.79)	-48.34** (19.61)	-17.71*** (4.420)	-10.05* (5.625)	-0.387* (0.204)	33.16*** (6.486)
N	159	159	159	159	159	159	159
R ²	0.451	0.546	0.430	0.677	0.754	0.669	0.843
试点督察 (两年)	-39.18*** (11.57)	-34.62*** (10.06)	-55.62*** (15.64)	-12.74*** (3.546)	-5.693 (4.316)	-0.463*** (0.159)	9.700** (4.861)
N	203	203	203	203	203	203	203
R ²	0.537	0.611	0.525	0.671	0.786	0.693	0.785

注:括号内是稳健的标准误。***、**、* 分别表示在 1%、5% 和 10% 的水平上显著。

五、进一步讨论:成本与收益分析

上文分析了试点督察的短期效应和长期效应,结果表明,试点督察确实改善了河北省的空气质量,产生了巨大的生态效益。接下来利用上文结论和从河北省统计局网站收集到的工业企业月度经济数据,分析以下两个内容:一是从成本角度考察试点督察给河北省规模以上工业企业造成的经济损失,二是从收益角度考察试点督察为河北省居民带来的环境健康收益。通过成本收益分析,探讨现行的环保督察制度能否形成改善中国环境质量的长效机制。

(一) 经济成本分析

正如 2008 年奥运会和 2014 年 APEC 会议期间的停产限产一样,针对空气污染治理的每一项“命令—控制”机制背后,都有着严格的产业控制措施。河北省在试点督察期间,同样实施了严格的产业控制政策,采取大量措施化解煤炭钢铁等过剩产能,强制完成煤炭削减任务,依法处理违法违规的高污染企业。这些措施会对河北省的工业,尤其是高污染行业造成多大影响?

本文从河北省统计局网站,收集到河北省 2014 年 1 月至 2017 年 12 月期间,41 个行业规模以上工业企业的月度主要经济数据,包括企业数量、亏损企业数量、主营业务收入、行业利润总额、亏损企业的亏损总额共 5 项指标。为探讨环保督察对不同行业的异质性影响,本文尝试使用模型对 41 个行业的利润总额分别进行回归,观察环保督察对经济的总影响。但考虑到不同行业总利润的影响因素各不相同,如果将不受环保督察影响的行业利润放入回归中,可能无法捕捉到环保督察对经济的净效应。

因此,我们将分析对象限定在受环保督察影响较大的行业,参考中国国民经济行业分类标准(GB/T 4754-2011)并依据《第一次全国污染源普查公报》对重污染行业的定义,将“有色金属冶炼和压延加工业”、“有色金属矿采选业”、“煤炭开采和选洗业”、“电力、热力生产和供应业”、“石油加工、炼焦和核燃料加工业”、“造纸和造纸品业”、“黑色金属冶炼和压延加工业”这 7 大行业定义为重污染行业,并以这些行业 5 项月度经济指标,作为模型(1)的被解释变量(分别对其取对数)。在控制一系列时间趋势及其与试点督察哑变量的交叉项后,对 41 个行业数据和 7 大重污染型行业分别进行回归,分析环保督察对河北省企业经济效益的影响,结果如表 6 所示。

由表 6 可知,试点督察对企业数量的影响主要集中在“电力、热力生产和供应业”这一行业,使得其数量减少了 22.7%左右,对“有色金属冶炼和压延加工业”、“造纸和造纸品业”和“黑色金属冶炼和压延加工业”也存在细微影响;另外,试点督察使得“造纸和造纸品业”这一行业的亏损企业数量增加了 54.3%,同时也减少了部分行业的亏损企业数量;最后,试点督察还显著增加了部分重污染行业亏损企业的亏损总额。

但从行业总利润角度来看,表 6 显示,试点督察并没有显著降低整个规模以上工业企业的主营业务收入和总利润,但对重污染行业却存在显著影响,尤其是对重污染行业中“有色金属冶炼和压延加工业”、“有色金属矿采选业”的影响最大,使其行业总利润分别降低 71.6%和 149.9%;其次使得“煤炭开采和选洗业”、“石油加工、炼焦和核燃料加工业”的行业总利润分别降低 5.5%和 11.6%。根据 2014 年和 2015 年四个行业的年度加总利润和回归系数,可计算出环保督察导致这四个行业的损失额分别为 30.31 亿元、35.28 亿元、99.38 亿元、124.87 亿元,合计损失额为 289.84 亿元。

表 6 全行业与重污染行业的断点回归结果

解释变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	企业数量	亏损企业数量	主营业务收入	总利润	亏损企业亏损总额
41 个行业加总	-0.00851 (0.0503)	-0.0194 (0.0698)	-0.0824 (0.0800)	-0.208 (0.140)	0.0256 (0.188)
有色金属冶炼和压延加工业	0.0652 *** (0.0223)	-0.193 (0.192)	-0.185 *** (0.0535)	-0.716 ** (0.264)	-0.00415 (0.335)
有色金属矿采选业	0.0524 (0.0486)	-0.975 * (0.566)	-0.644 * (0.359)	-1.499 *** (0.214)	0.911 ** (0.416)
煤炭开采和选洗业	0.0586 (0.0355)	0.261 (0.209)	-0.380 ** (0.159)	-0.0550 *** (0.0132)	1.065 *** (0.326)
电力、热力生产和供应业	-0.227 *** (0.0170)	-0.326 ** (0.157)	-0.119 *** (0.0364)	0.284 *** (0.0967)	-0.0631 (0.322)
石油加工、炼焦和核燃料加工业	0.0379 (0.0274)	-0.0877 (0.159)	-0.0607 (0.193)	-0.116 *** (0.0116)	-1.001 ** (0.380)
造纸和造纸品业	0.0451 ** (0.0196)	0.543 *** (0.187)	0.129 (0.185)	0.0555 (0.0880)	0.946 ** (0.391)
黑色金属冶炼和压延加工业	0.0884 *** (0.0258)	0.0610 (0.0931)	-0.0858 (0.0639)	0.326 (0.824)	-0.103 (0.809)

注:括号内是稳健的标准误。***、**、* 分别表示在 1%、5%、10% 的水平上显著。

需要说明的是,如果河北省的经济形势在样本期间内处于下滑趋势,那么计量模型就会高估环保督察带来的经济损失;同时,样本中并不包含那些受到环保督察影响的众多的小微企业,从而有可能低估环保督察带来的经济损失,因此,需要综合考虑。总的来说,因为数据可得性问题而无法精确度量试点督察的经济损失,但可以粗略地估计试点督察对河北省重污染行业总利润的影响。通过计算发现,上述受试点督察影响较大的四个行业 2017 年的总利润之和约为 746.43 亿元,只占 41 个行业年总利润(18472.82 亿元)的 4% 左右,受环保督察影响的行业在整个经济总量上占比很小,因此可以认为,环保督察对整个规模以上工业企业的行业总利润造成的经济影响较小。

(二) 健康收益分析

关于城市大气污染造成的健康损失的研究由来已久,但是目前医学和流行病学无法将大气污染造成的健康损失全部归因于某一种污染物,而是考虑污染物的综合影响。反之,本文从健康收益角度,参照魏一鸣和焦建玲(2013)的评估思路和方法,借鉴国际经验,评估河北省大气质量改善带来的环境健康收益。Nielsen 和 Ho(2007)在世界银行的研究基础上,修正了大气污染物浓度与各种疾病发病率之间的健康效应关系,即剂量—反应关系(Dose-Response),其表达式如下:

$$HE_{ixh} = \rho_{xh} \cdot C_{ix} \cdot P_i \quad (3)$$

(3) 式中: HE_{ixh} 为 i 地区由于污染物 x (SO_2 , PM_{10}) 引致的 h 类型的健康效应; ρ_{xh} 表示污染物与健康效应之间的剂量—反应关系系数, C_{ix} 表示 i 地区污染物 x 的浓度, P_i 表示 i 地区的人口数量。这种健康效应同样可以通过经济福利进行刻画,总的健康效应经济福利通过对每种类型污染物改善带来的健康经济福利加总得到,计算方式如下:

$$WHE_{ixh} = \omega_{xh} \cdot HE_{ixh}, TWHE = \sum_i \sum_x \sum_h WHE_{ixh} \quad (4)$$

(4) 式中: WHE_{ixh} 为 i 地区由于污染物 x (SO_2 , PM_{10}) 引致的 h 类型的健康效应带来的经济福利, ω_{xh} 表示污染物 x 导致 h 类型环境健康效应的单位福利估值, $TWHE$ 则表示试点督察导致

大气质量改善带来的总经济福利。

上述计算公式中的剂量—反应关系系数 ρ 和污染物的单位福利估值 ω , 是根据魏一鸣和焦建玲(2013)通过价格指数修正后得到, 原始系数则来自于 Guo(2006) 以及 Jorgenson 和 Ho(2007) 在实地调研基础上通过支付意愿方法估计得来。暴露于污染物的人口数来自 2016 年河北省 11 个地级市当年的城市常住人口数据加总, 污染物浓度下降数量则来自本文基准结果中 RDID 的估计。根据上述数据和公式, 最后的测算结果如表 7 所示。

表 7 试点督察的健康效应经济总福利估算

变量	ρ (1ug/m ³ 污 染 物浓度下, 百万 人发生数)	C (ug/m ³)	P (百万)	ω (元)	WHE (万元)
PM10 健康效应					
过早死亡人数	1.95	85.31	16.9892	413 272	116 800
呼吸道疾病入院次数	12			1 956	3 402
急诊	235			159	5 415
受限活动天数	57 500			16	133 340
下呼吸道感染及儿童哮喘病	23			89	297
哮喘病例数	2 608			2.8	1 058
慢性支气管炎病例数	61			53 614	474 003
呼吸道症状病例数	183 000			4	106 092
SO ₂ 健康效应					
过早死亡人数	1.95	17.82	16.9892	370 000	104 571
胸部不适病例数	10 000			6.2	8 986
下呼吸道感染及儿童哮喘病	5			6.2	4
TWHE:953 969(万元)					

从表 7 可以计算出, 试点督察带来的空气质量改善能够避免 3 416 人因 PM10 和 SO₂ 导致的过早死亡, 减少因呼吸道疾病和急诊所导致的医疗负担 0.88 亿元, 降低因活动受限导致的人力资本成本 13.33 亿元, 减少因哮喘、慢性支气管炎、下呼吸道感染等疾病导致的其他医疗负担 59.04 亿元。如果把人力资本损失同样折算成经济成本, 那么试点督察导致的空气质量改善给河北省带来的健康效应经济总福利约为 95.4 亿元。

六、结论与政策启示

中国生态文明体系建设已经进入攻坚克难的关键时期, 环境治理离不开严格的环境管制, 中央环保督察将环境治理的压力, 层层传导至各级地方政府, 对不断改善人民生活环境, 提升经济发展质量意义重大。本文基于完全饱和断点回归模型, 分析了中央环保督察试点给河北省的生态、经济和社会带来的综合效益。

实证结果发现: (1) 试点督察在实施前后 30 天内, 河北省的空气质量指数 AQI 降低了 56 个指数单位, 对除臭氧以外的其他单项污染物也具有显著的处理效应, 试点督察的效果具有持续性和长期性。如果使用剂量—反应关系将这种改善效果折算成经济收益, 试点督察则可为河北民众带来 95.4 亿元的环境健康收益。(2) 试点督察一定程度上冲击了河北省重污染产业的发展, 尤其是对“有色金属冶炼和压延加工业”、“有色金属矿采选业”、“煤炭开采和选洗业”、“石油加工、炼焦和核燃料加工业”四个行业影响最大, 导致的经济损失约为 289.84 亿元, 但并未对整个规模以上工业企业的经济效益造成太大影响。(3) 成本收益分析

结果表明,环保督察带来的短期经济成本大于健康收益,但是健康收益仅仅测算了PM10和SO₂两项污染物,未测算的健康收益可能更大,整体空气质量改善带来的人力资本积累是持续性的收益,而短期的经济成本也有可能促进企业绿色发展,进而变成河北省长期的经济优势。从长远来讲,环保督察有利于促进淘汰低端产能、提升河北经济发展质量、加快绿色转型,这种环保政策具有全国推广和继续深化的价值。

本文的结论具有两点政策启示:一是严格的环境管制能够改善中国的空气污染,中央环保督察提升了中国环境治理的绩效,全国各省应该坚持发挥中央环保督察的强制性和权威性作用,继续将督察中的约谈、问责、罚款等手段作为重要抓手,积极推动公众和媒体参与,对环境违法行为进行立案查处,建立起全方位的环境治理和环保督察体系;二是过于严苛的环境规制必然在短期内会损害部分经济效益,但是从长期来看,环境规制能够在改善居民生态福利的同时,起到淘汰落后产能、提升资源能源利用绩效、促进绿色发展和高质量发展的作用,在后续的环保督察中既要避免“一刀切”“短期化”等不良现象,又要以踏石留印、抓铁有痕的督察态度,坚决杜绝违法排污企业“偷排偷放”“假整改”等行为,切实保证治理效果,从而推进生态文明体制建设长远发展,形成中国环境治理长效机制。

参考文献:

- 曹静、王鑫、钟笑寒,2014:《限行政策是否改善了北京市的空气质量?》,《经济学(季刊)》第13卷第3期。
- 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。
- 陈永伟、陈立中,2012:《为清洁空气定价:来自中国青岛的经验证据》,《世界经济》第4期。
- 郭峰、石庆玲,2017:《官员更替、合谋震慑与空气质量的临时性改善》,《经济研究》第7期。
- 祁毓、卢洪友,2015:《污染、健康与不平等——跨越“环境健康贫困”陷阱》,《管理世界》第9期。
- 谌仁俊、肖庆兰、兰受卿、刘嘉琪,2019:《中央环保督察能否提升企业绩效?——以上市工业企业为例》,《经济评论》第5期。
- 石庆玲、陈诗一、郭峰,2017:《生态环境部约谈与环境治理:以空气污染为例》,《统计研究》第10期。
- 史贝贝、冯晨、张妍、杨菲,2017:《环境规制红利的边际递增效应》,《中国工业经济》第12期。
- 涂正革、谌仁俊,2015:《排污权交易机制在中国能否实现波特效应?》,《经济研究》第7期。
- 魏一鸣、焦建玲,2013:《高级能源经济学》,清华大学出版社。
- 亚洲开发银行,2013:《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。
- 赵秀娟、姜华、王丽涛,2012:《应用CMAQ模型解析河北南部城市的霾污染来源》,《环境科学学报》第10期。
- 左翔、李明,2016:《环境污染与居民政治态度》,《经济学(季刊)》第15卷第4期。
- Bayer, P., and K. N. Timmins. 2009. "Migration and Hedonic Valuation: The Case of Air Quality." *Journal of Environmental Economics & Management* 58(1):1-14.
- Cesur, R., E. Tekin, and A. Ulker. 2017. "Air Pollution and Infant Mortality: Evidence from the Expansion of Natural Gas Infrastructure." *Social Science Electronic Publishing* 127(600):330-362.
- Chen, Y., and A. Whalley. 2012. "Green Infrastructure: The Effects of Urban Rail Transit on Air Quality." *American Economic Journal Economic Policy* 4(1):58-97.
- Chen, Yuyu, A. Ebenstein, M. Greenstone, and Hongbin Li. 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 of the United States of America* 110(32):12936-12941.
- Chew, S. H., H. Wei, and L. Xun. 2017. "Does Haze Cloud Decision Making? A Natural Laboratory Experiment." <https://ssrn.com/abstract=> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3102263>.
- Cuñado, J., and P. D. Gracia. 2013. "Environment and Happiness: New Evidence for Spain." *Social Indicators Research* 112(3):549-567.
- Davis, L. W. 2008. "The Effect of Driving Restrictions on Air Quality in Mexico City." *Journal of Political Economy* 116(1):38-81.
- Guo, X. 2006. "The Economic Value of Air-pollution-related Health Risks in China." *Environmental &*

- Resource Economics* 33(3):399–423.
22. Harrison, A. E., B. Hyman, L. A. Martin, A. Leslie, and N. Shanthi. 2015. “When Do Firms Go Green? Comparing Price Incentives with Command and Control Regulations in India.” RAND Working Paper Series WR-1133. <https://ssrn.com/abstract=2793561>.
23. Jorgenson, D., and M. S. Ho. 2007. “Sector Allocation of Emissions and Damage.” *Journal of the Iranian Chemical Society* 13(3):489–497.
24. Li, X., Y. Qiao, J. Zhu, L. Shi, and Y. Wang. 2017. “The ‘APEC Blue’ Endeavor: Causal Effects of Air Pollution Regulation on Air Quality in China.” *Journal of Cleaner Production* 168(2):1381–1388.
25. Luechinger, S. 2014. “Air Pollution and Infant Mortality: A Natural Experiment from Power Plant Desulfurization.” *Journal of Health Economics* 37(1):219–231.
26. Nielsen, C. P., and M. S. Ho. 2007. *Clearing the Air: The Health and Economic Damages of Air Pollution in China*. 508–509. Cambridge, MA: MIT Press.
27. Rehman, K., and D. Maddison. 2008. “Local Environmental Quality and Life – satisfaction in Germany.” *Ecological Economics* 64(4):787–797.
28. Sanders, N. J., and C. Stoecker. 2015. “Where Have All the Young Men Gone? Using Sex Ratios to Measure Fetal Death Rates.” *Journal of Health Economics* 41(5):30–45.
29. Zhang, Xin, Xiaobo Zhang, and Xi Chen. 2017. “Happiness in the Air: How Does a Dirty Sky Affect Mental Health and Subjective Well-being?” *Journal of Environmental Economics & Management* 85(9):81–94.
30. Zheng, S., M. E. Kahn, W. Sun, and D. Luo. 2014. “Incentives for China’s Urban Mayors to Mitigate Pollution Externalities: The Role of the Central Government and Public Environmentalism.” *Regional Science & Urban Economics* 47(1):61–71.

The Environmental and Economic Benefits of the Central Environmental Protection Supervision: Evidence from Policy Pilot in Hebei

Tu Zhengge^{1,2}, Deng Hui³, Shen Renjun^{1,2} and Gan Tianqi⁴

- (1: School of Economics and Business Administration, Central China Normal University;
2: Research Center of Low-carbon Economy and Environment Policies;
3: Department of Construction Management, Tsinghua University;
4: School of Economics, South-Central University for Nationalities)

Abstract: As a vital institutional arrangement to constructing ecological civilization, the Central Environmental Protection Supervision is an important revolutionary change on environmental governance. This paper uses RDID method and Dose-Response relationship, bases on the daily data of air quality of cities and the monthly data of economic performance of the industrial enterprises above designated size, explores the impact of the Central Environmental Protection Supervision on ecological, economic and social benefits of Hebei province. The results show that the policy significantly improves the air quality of Hebei in the long run. Even though the policy causes a total loss of 28.98 billion yuan on the economic benefits of the heavily polluted industrial enterprises above designated size, it also increases people’s environmental health benefits by 9.54 billion yuan. The long-term health benefits and short-term economic losses brought by Supervision will eventually be transformed into advantages in economic growth. Therefore, the Central Environmental Protection Supervision can improve the air quality and generate health benefits. Strict environmental regulation is of great importance in improving air quality and generating greater environmental health benefits.

Keywords: Air Quality, Central Environmental Protection Supervision, Environmental Economic Benefits, Environmental Health Benefits

JEL Classification: D22, O44, Q58

(责任编辑:陈永清)