

Unwatched Pollution: The Effect of Intermittent Monitoring on Air Quality

未经监测的污染：间断监测对空气质量的影响

Eric Yongchen Zou (邹咏辰)

American Economic Review (2021)

陈泽宇

中国经济转型讨论班(CETW)

2023.12.19

目录

一、问题的提出

二、制度背景

三、研究设计、数据与基准回归

四、策略性减排的特征

五、影响渠道

六、总结与讨论

问题的提出

- 环境规制的实施依赖于对排污主体行为的监管，但由于监管具有成本，现实中很难实施24小时的实时监管，而是采取间断式的监测或排污测试。
- 如果排污主体知道环保监测的具体时间和方式，那么就有可能策略性地在监测时减少污染，在未监测时增加污染。
- 比如说，要是柴油车企业知道了尾气排放测试的方式？
案例：大众汽车排放门(Volkswagen emissions scandal)。

案例：大众汽车排放门

- 在美国汽车市场中，柴油车一直不是很流行，一个重要原因就是柴油发动机的排放很难满足美国的排放标准。
- 为了扩大美国的柴油车市场，德国汽车制造商大众汽车集团努力“研发”与推广“清洁柴油”技术，2009年推出Clean Diesel引擎，装载在EA189柴油发电机上。
- 在实验室测试中，装有EA189发电机的大众车被放置在特定的测试设备上，进行标准化的测试过程，测试表现非常良好。大众公司对其“清洁柴油”技术持续宣传，在一定程度上增强了美国消费者对柴油车的积极印象。

案例：大众汽车排放门(Cont.)

- 2015年9月，美国环境保护署(EPA)发布了一份报告，指控大众柴油车在尾气排放测试中使用了一种被称为“排放作弊装置”的软件。
- 该装置能够识别实验室测试的条件，当检测到正在进行排污测试时，会主动调整发动机操作，显著降低测试期间的氮氧化物排放。
- 2015年，美国环保署和加州空气资源委员会对大众柴油车进行了真实驾驶条件下的严格排放测试，使得“排放作弊装置”无法有效欺骗测试设备。测试表明，在实际道路行驶中，车辆的排放水平远远超过了环保标准。
- 丑闻爆出后，大众集团承认“排放门”涉及全球大约1100万辆柴油车。
- 截至2022年底，大众为“排放门”已花费超过320亿欧元，包括罚款、赔偿及和解金等，数名大众集团前高管受到指控，面临刑事处罚。
- “Firms and Collective Reputation a Study of the Volkswagen Emissions Scandal” (Bachmann et al., 2023, JEEA)

问题的提出(Cont.)

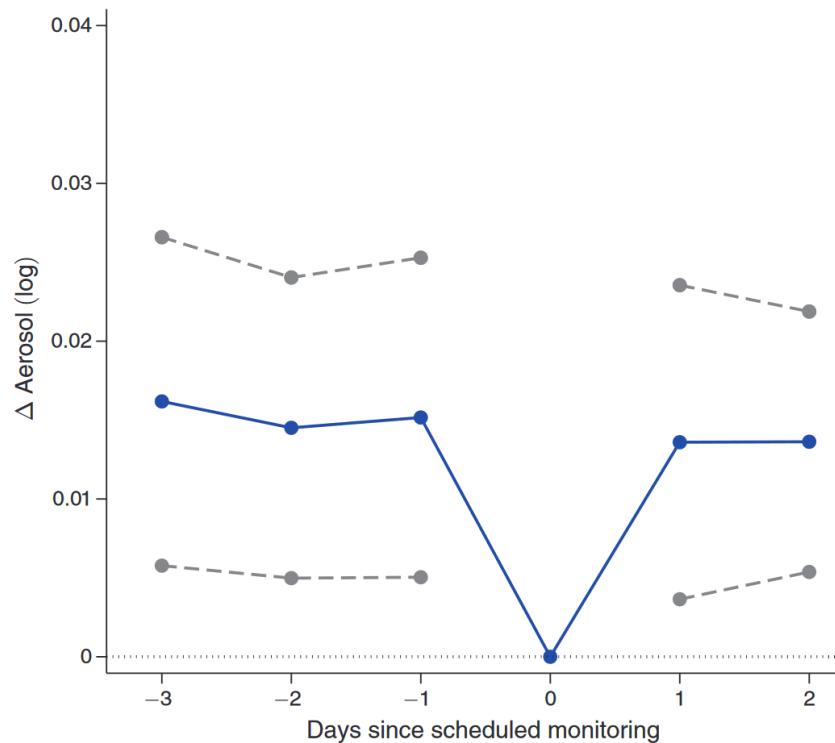
- 对于大国而言，环保必须依赖于中央与地方的环境分权，分权同时也要求中央对地方的环保规制执行情况进行监督。
- 出于成本的考虑，美国许多大气监测器采用“六天一测”的间断监测方式，这就为地方在“非监测日”进行过度污染创造了可能。

2001 monitoring schedule
1/6 day and 1/3-day monitoring schedule for TSP, Pb, PM-10, PM-2.5, and VOC

January							February							March						
Su	M	Tu	W	Th	F	Sa	Su	M	Tu	W	Th	F	Sa	Su	M	Tu	W	Th	F	Sa
		1	2	3	4	5			6	7	8	9	10		1	2	3		4	5
7	8	9	10	11	12	13	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
14	15	16	17	18	19	20	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
21	22	23	24	25	26	27	25	26	27	28	29	30	31	26	27	28	29	30	31	1
28	29	30	31				25	26	27	28				11	12	13	14	15	16	17
April							May							June						
Su	M	Tu	W	Th	F	Sa	Su	M	Tu	W	Th	F	Sa	Su	M	Tu	W	Th	F	Sa
1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5			1	2					
8	9	10	11	12	13	14	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
15	16	17	18	19	20	21	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
22	23	24	25	26	27	28	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2
29	30						27	28	29	30	31			3	4	5	6	7	8	9

问题的提出(Cont.)

- 描述性证据: 非监测日大气颗粒物浓度很接近, 且明显高于监测日。
- 监测日与非监测日的污染gap是怎么出现的? 是监测日污染减少了, 还是非监测日污染增加了, 还是监测日的污染转移到非监测日了?
- 怎么操纵出这个gap的? 是政府行为or企业行为? 政策含义是什么?



目录

一、问题的提出

二、制度背景

三、研究设计、数据与基准回归

四、策略性减排的特征

五、影响渠道

六、总结与讨论

制度背景：美国的环保规制

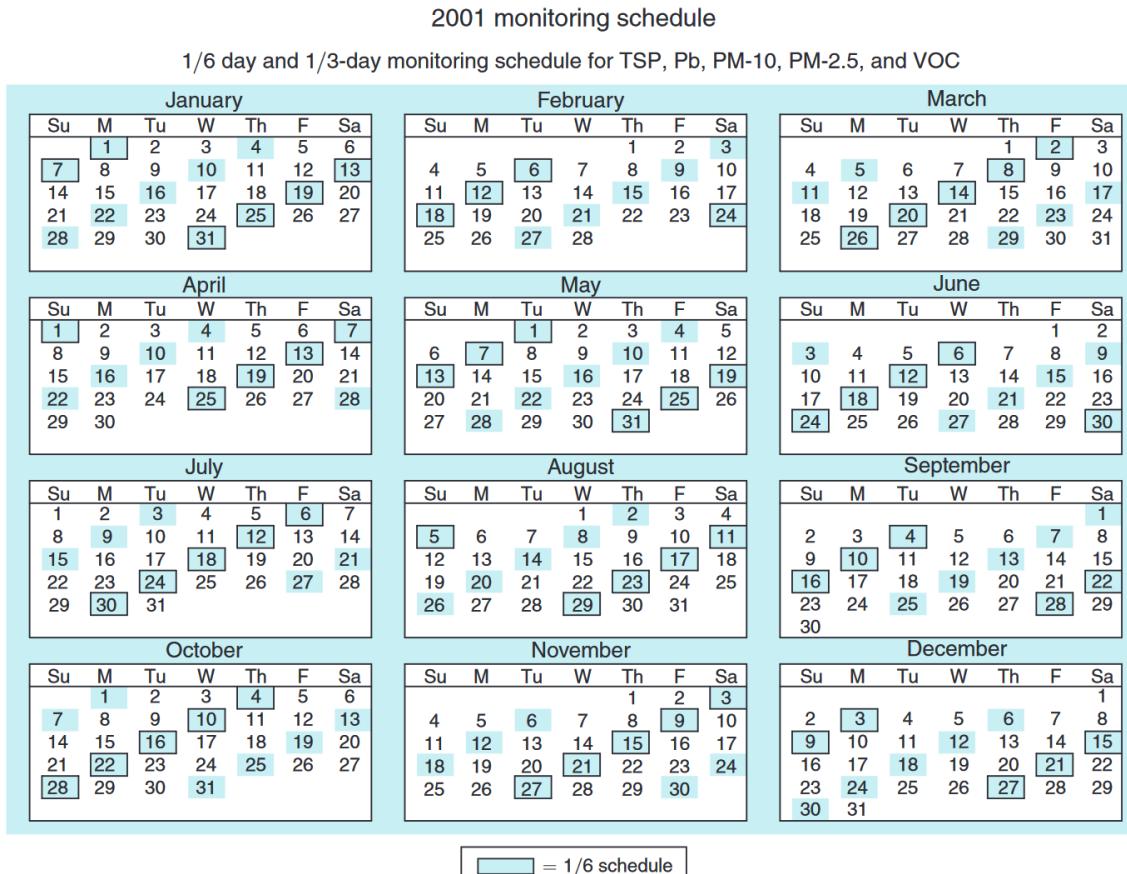
- 环保局对大气颗粒物的监管以《清洁空气法案》(Clean Air Act)为依据，目的是保证室外的污染浓度满足NAAQS的安全标准：
 - $PM_{2.5}$ 的三年平均日浓度应保持在 $15\mu g/m^3$ 以下；
 - $PM_{2.5}$ 的三年平均年度98%浓度分位值应保持在 $35\mu g/m^3$ 以下；
 - PM_{10} 的最大浓度值应保持在 $150\mu g/m^3$ 以下。
- 环保局每年都会根据大气监测结果，划分“达标县”和“未达标县”。
- NAAQS规定，每个州的政府都要制定改善辖区空气质量的实施计划 (State Implementation Plan, SIP)。而且NAAQS要求，针对“未达标县”中的企业的计划要更严格，比如更频繁的检查、更高的罚款等。
- “未达标县”中的企业在规划新产能时，无论成本如何，必须使用能够实现尽可能低排放率的技术，因此环保“未达标”会对企业的生产率产生极大的负面影响。
- 环保“未达标”也会给州和地方政府带来高额成本：财政损失、环保局的直接处罚等等。

制度背景：大气颗粒物监测站

- 美国有由超过1200处大气颗粒物监测站组成监测网络，每个监测站内通常有多台监测器。
- 由于可吸入颗粒物的采样、过滤与测算依靠人工操作，因此频繁地监测需要政府负担较大的成本，根据EPA(1993)的估计：
 - “一天一测”：41,000美元/(监测站·年)
 - “六天一测”：21,000美元/(监测站·年)
- 因此，在2001-2013年间(本文样本期)，42%的监测器为“六天一测”，33%的监测器为“三天一测”，22%的监测器为“一天一测”。
- 在经验研究中，作者主要讨论“六天一测”的监测站，并把“一天一测”的监测站做安慰剂检验用。

制度背景：大气颗粒物监测站(Cont.)

- 2001年的监管时间表(高亮代表“三天一测”的日期，高亮+黑框代表“六天一测”的日期)：



目录

一、问题的提出

二、制度背景

三、研究设计、数据与基准回归

四、策略性减排的特征

五、影响渠道

六、总结与讨论

研究设计

- 回归方程：

$$Aerosal_{st} = \beta \cdot \mathbf{1}(Offdays_t) + Time_t + \alpha_s + X_{st}\gamma + \varepsilon_{st}$$

其中，

下标 s : 大气监测站 s

下标 t : 时间(日期) t

$Aerosal_{st}$: 监测站所在网格的大气颗粒物浓度指标的对数值

$\mathbf{1}(Offdays_t)$: 当日是否没有受到监管

$Time_t$: 时间固定效应(year, month-of-year, and day-of-week)

α_s : 大气监测站固定效应

X_{st} : 控制变量，温度每 10°C 作为一档、风速的四个档、降水量及其二次项

- 核心解释变量 $\mathbf{1}(Offdays_t)$ 的系数估计值 $\hat{\beta}$ 代表非监测日与监测日污染水平的(条件)均值差异，同时也反映了是否存在策略性减排行为。

数据

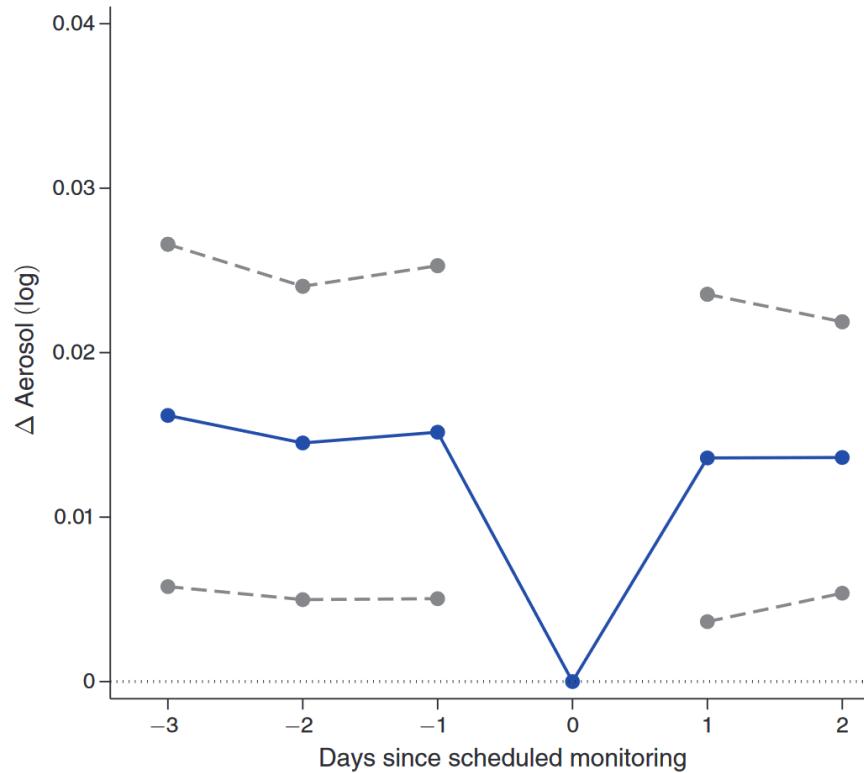
- 大气监测站中各监测器的数据：经纬度、监测时间与频率、污染物浓度年度统计。
- 卫星数据：气溶胶浓度指数，来源于NASA的分辨率成像分光仪(Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer, MODIS)。
 - 不同气溶胶浓度对太阳光中不同波长的光线的散射与吸收能力是不同的，通过测量太阳光的光谱辐射，可以反推气溶胶浓度。
 - MODIS用“气溶胶光学深度”(aerosol optical depth)这一无量纲的指数来衡量气溶胶浓度，其理论范围为-0.05至5，数值越小代表气溶胶浓度越低。

数据(Cont.)

- 卫星提供的污染数据与大气监测站提供的污染数据的差别：
 - 大气监测站中的每一台监测器提供的都是某个精确位置的污染浓度，卫星则是一个网格($10\text{km} \times 10\text{km}$)从上到下整个“空气柱”的污染浓度。
 - 大气监测站通常提供一天的平均污染浓度，卫星则是在某一个特定时间点(当地时间上午约10:30)捕捉太阳光辐射。
- 作者将各个监测站与其所在网格的卫星污染数据相匹配。
- 出于保守的考虑，只要监测站中有一个“六天一测”的监测器，作者就把这个站点视为“六天一测”的监测站(接下来经验研究的主要对象)。

基准回归

- 作者在基准回归前先做了一个event study，把变量1($Offdays_t$)换成了代表监测日期(on-days)前3天、前2天、前1天以及后1天、后2天的dummy，将监测当天作为基准期。
- 仅在监测日污染物浓度明显下降，未监测日的污染程度相当。



基准回归(Cont.)

- Columns (1)-(2): “六天一测”的间断监测导致未检测日比监测日的污染水平高出1.62%。
- Columns (3)-(4): “三天一测”的间断监测没有导致未监测日与监测日的污染水平有明显差异。
- 这意味着监管频率提高一倍，监测日与非监测日的污染gap由1.62%缩小至0.29%，可能是一种收益大于成本的调整！

TABLE 2—REGRESSION ESTIMATES OF THE POLLUTION GAP

Monitoring frequency:	1-in-6-day		1-in-3-day		1-in-1-day	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>Dependent variable: aerosol concentration (log)</i>						
1(Offdays)	0.0160 (0.0040)	0.0162 (0.0035)	0.0028 (0.0026)	0.0029 (0.0020)	-0.0013 (0.0107)	0.0023 (0.0080)
Controls		✓		✓		✓
Sites	1,193	1,193	1,064	1,064	556	556
Observations	685,060	685,060	598,859	598,859	231,532	231,532

Notes: Each column reports a separate regression. Estimation samples are sites with any 1-in-6-day monitors (columns 1 and 2), sites with any 1-in-3-day monitors (columns 3 and 4), and sites with any 1-in-1-day monitors and no collocated intermittent monitors (columns 5 and 6). 1(Offdays) indicates days when PM monitoring is not scheduled. Controls include site, year, month-of-year, and day-of-week fixed effects, and weather covariates (Section IIB). Standard errors are clustered at the county level.

安慰剂检验 其一

- 在基准回归中，“一天一测”的监测站点可作为一种安慰剂检验，其变量 $\mathbf{1}(Offdays_t)$ 按照“六天一测”的监测计划赋值。
- Columns (5)-(6): 对于“一天一测”的监测站点而言，不存在策略性减排行为。

TABLE 2—REGRESSION ESTIMATES OF THE POLLUTION GAP

Monitoring frequency:	1-in-6-day		1-in-3-day		1-in-1-day	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>Dependent variable: aerosol concentration (log)</i>						
$\mathbf{1}(Offdays)$	0.0160 (0.0040)	0.0162 (0.0035)	0.0028 (0.0026)	0.0029 (0.0020)	-0.0013 (0.0107)	0.0023 (0.0080)
Controls		✓		✓		✓
Sites	1,193	1,193	1,064	1,064	556	556
Observations	685,060	685,060	598,859	598,859	231,532	231,532

Notes: Each column reports a separate regression. Estimation samples are sites with any 1-in-6-day monitors (columns 1 and 2), sites with any 1-in-3-day monitors (columns 3 and 4), and sites with any 1-in-1-day monitors and no collocated intermittent monitors (columns 5 and 6). $\mathbf{1}(Offdays)$ indicates days when PM monitoring is not scheduled. *Controls* include site, year, month-of-year, and day-of-week fixed effects, and weather covariates (Section IIB). Standard errors are clustered at the county level.

安慰剂检验 其二

- 作者还考察了超过800个没有明确监管标准的有害空气污染物(hazardous air pollutants)监测点，这些监测站点基本都是“六天一测”。由于没有明确监管标准，自然没有污染“达标”与“未达标”之说。
- Column (3): 这些监测站所在地没有明显的策略性减排行为。这说明，担心环保“未达标”是策略性行为出现的直接原因。

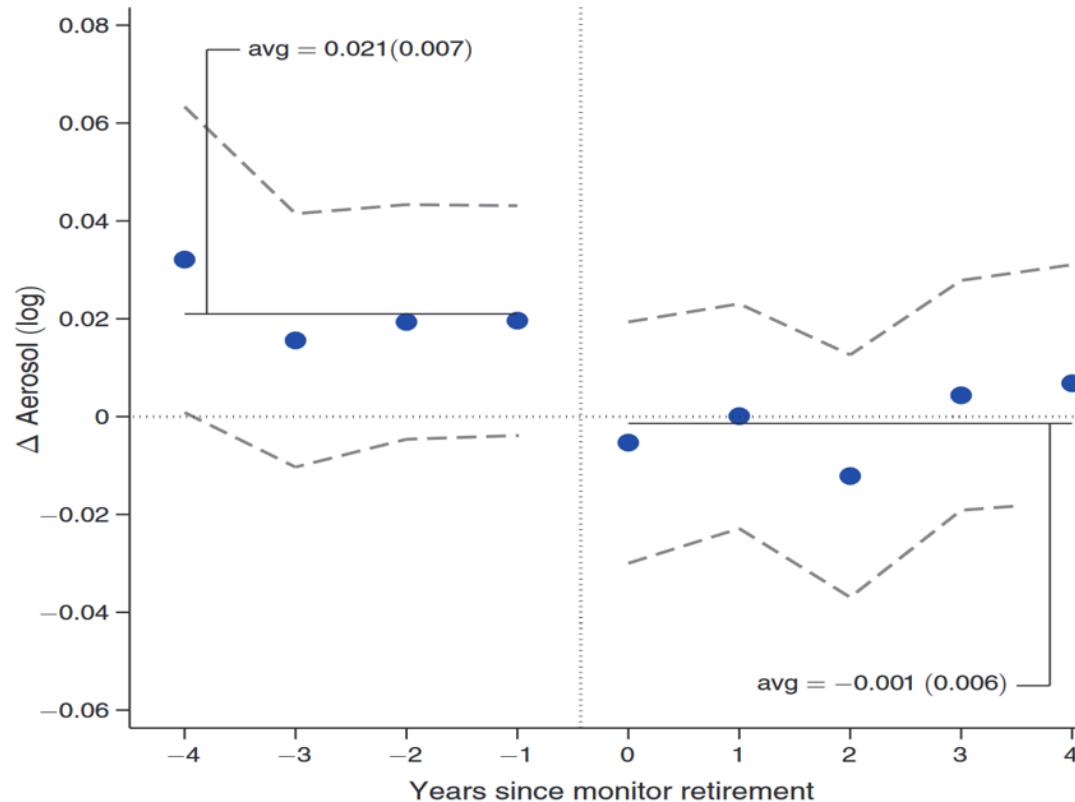
Table D.3: Off-days vs. On-days Pollution Gap: “Placebo” Sites

	Dep. var. = Aerosol concentration (log)		
	(1) Sample: retired 1/6d sites	(2) Sample: 1/1d sites	(3) Sample: Non-PM 1/6d sites (HAPs)
1(off-days)	-0.0020 (0.0046)	-0.0050 (0.0077)	0.0023 (0.0044)
Controls	✓	✓	✓
N	372,989	231,532	370,020
N (site)	490	556	792

Notes: Each column reports a separate regression. The column names indicates the sample used. Column 1 includes areas that had 1-in-6-day PM monitoring sites that retired. Column 2 includes 1-in-1-day sites. Column 3 includes 1-in-6-day HAPs sites. “1(off-days)” indicates days when PM monitoring is not scheduled. “Controls” include site, year, month-of-year, and day-of-week fixed effects, and weather covariates (Section II B). Standard errors are clustered at the county level. *: $p < 0.10$; **: $p < 0.05$; ***: $p < 0.01$.

安慰剂检验 其三

- 如果某个“六天一测”监测站关闭了，那其所在地的策略性减排行为就该消失。
- 下图表明，关闭后“监测日”和非监测日的污染差异确实消失了。



考察稳健性

- 换用各类不同的固定效应。
- 把“一天一测”的监测站作为控制组，换用DID估计“六天一测”的监测站在监测日和非监测日的污染差异。

Table D.4: Off-days vs. On-days Pollution Gap: Robustness to Specification Choices

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Panel A: Baseline specification							
1(off-days)	0.0160*** (0.0040)	0.0162*** (0.0035)	0.0134*** (0.0035)	0.0130*** (0.0036)	0.0130*** (0.0036)	0.0169*** (0.0034)	0.0129*** (0.0036)
N	685,060	685,060	685,059	684,961	684,735	685,060	685,060
Panel B: Difference-in-differences (1-in-1-day sites as control group)							
1(off-days)×1(1-in-6-day)	0.0173* (0.0103)	0.0149** (0.0075)	0.0125* (0.0071)	0.0138** (0.0067)	0.0142** (0.0065)	0.0154** (0.0074)	0.0140* (0.0078)
N	916,592	916,592	916,591	916,477	916,212	916,592	916,592
No ctrls.	✓						
Baseline ctrls.		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Time FEs × state			✓				
Time FEs × county				✓			
Time FEs × site					✓		
Month-of-sample FEs						✓	
Week-of-sample FEs							✓
Number of FEs ctrls. (Panel A)	0	1,239	2,730	15,437	29,729	1,370	1,886
Number of FEs ctrls. (Panel B)	0	1,576	3,095	18,362	38,401	1,707	2,223

目录

一、问题的提出

二、制度背景

三、研究设计、数据与基准回归

四、策略性减排的特征

五、影响渠道

六、总结与讨论

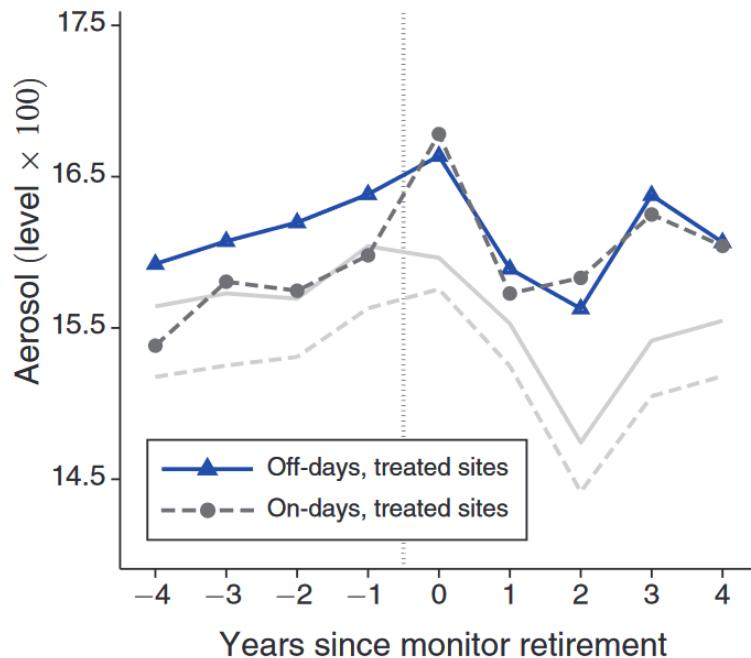
污染减少vs.污染转移

- 导致监测日与非监测日在污染水平上存在gap的原因可能有：
 - 纯粹是因为监测日的污染减少了；
 - 纯粹是监测日的污染转移到了非监测日；
 - 上述两者兼而有之。
- 借助监测站的关闭进行识别：
 - 如果gap只是因为监测日的污染减少，那么在监测站关闭前后，监测日的污染水平应该有明显差异，而非监测日的污染水平应该差不多。
 - 如果gap是因为污染的转移，那么监测站关闭前后，监测日与非监测日的污染水平都应该发生明显的变化。
- 考虑到时间上的趋势，作者将从未关闭的监测站作为控制组，将每一个关闭的监测站与位于同一个州的从未关闭监测站进行匹配。平均一个关闭的监测站能匹配上31个从未关闭监测站。

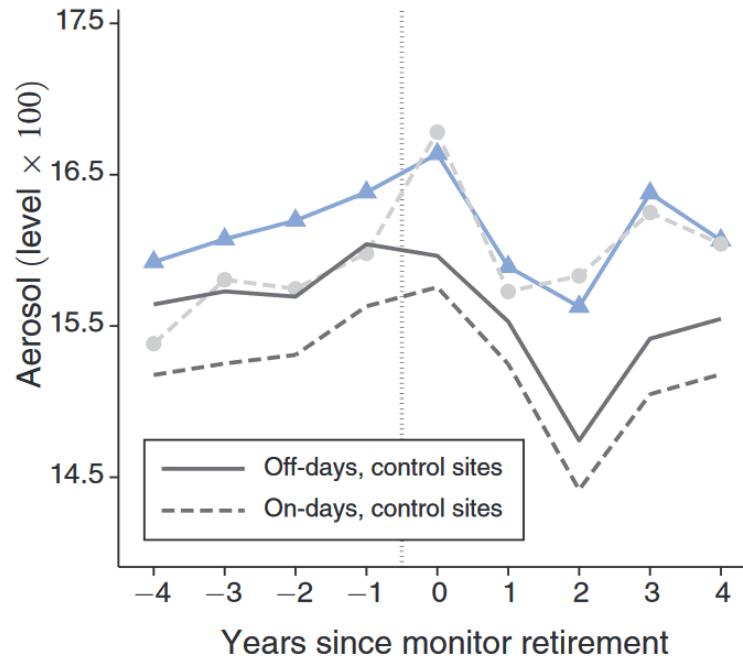
污染减少vs.污染转移(Cont.)

- 三组两两对比：监测日 vs. 非监测日、处理组的监测日 vs. 控制组的监测日、处理组的非监测日 vs. 控制组的非监测日。
- 监测日 vs. 非监测日：监测站关闭前，监测日与非监测日保持平行趋势；关闭后，“监测日”的污染迅速提升，与非监测日几乎无异。

Panel A. Treated sites



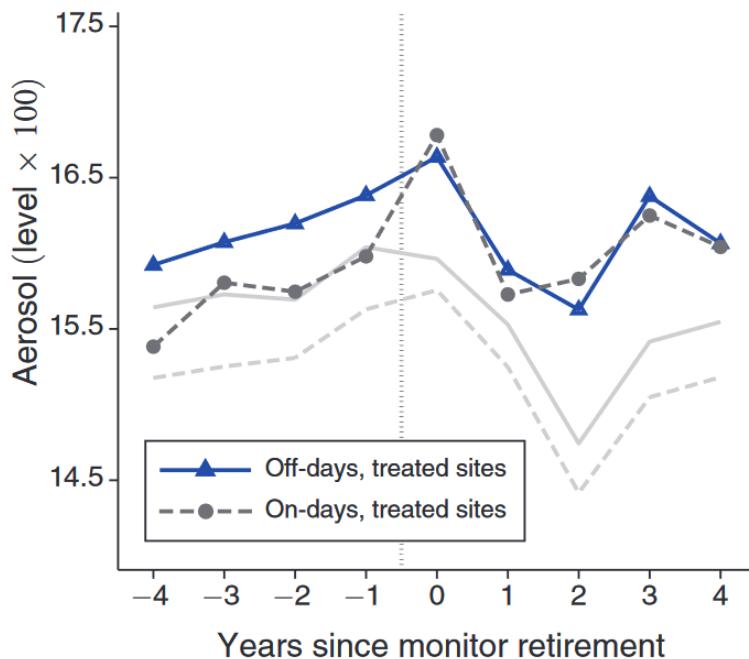
Panel B. Control sites



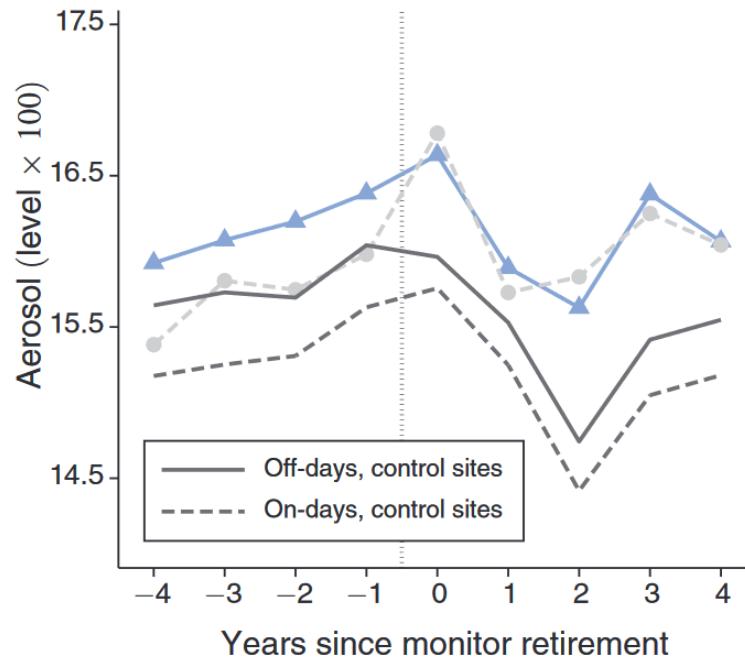
污染减少vs.污染转移(Cont.)

- 处理组的监测日 vs. 控制组的监测日：关闭前，两者存在差距但保持平行趋势；关闭后差距迅速扩大，说明间断监测降低了监测日污染。
- 处理组的非监测日 vs. 控制组的非监测日：关闭前后一直保持平行趋势，说明间断监测对非监测日影响很小。

Panel A. Treated sites



Panel B. Control sites



污染减少vs.污染转移(Cont.)

- 作者构建了如下的DID方程：

$$\begin{aligned}Aerosal_{st} = & \beta \cdot \mathbf{1}(treat_s) \cdot \mathbf{1}(after_y) + \delta \cdot \mathbf{1}(treat_s) \\& + \theta \cdot \mathbf{1}(after_y) + \eta_{group} + Time_t + \alpha_s + X_{st}\gamma + \varepsilon_{st}\end{aligned}$$

其中，

$\mathbf{1}(treat_s)$: 是否为处理组(样本期内关闭的监测站)

$\mathbf{1}(after_y)$: 是否在处理组监测站点的时间点以后

η_{group} : 处理组及其匹配的控制组所形成的group的固定效应

其余变量：与基准回归含义一致

- 随后，作者用合成控制法计算每一个group中控制组的权重。

污染减少vs.污染转移(Cont.)

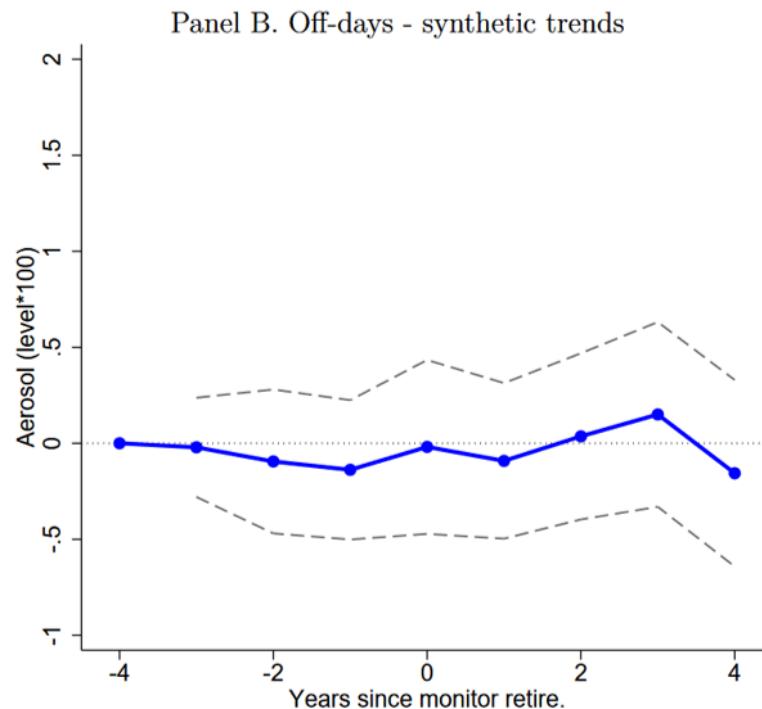
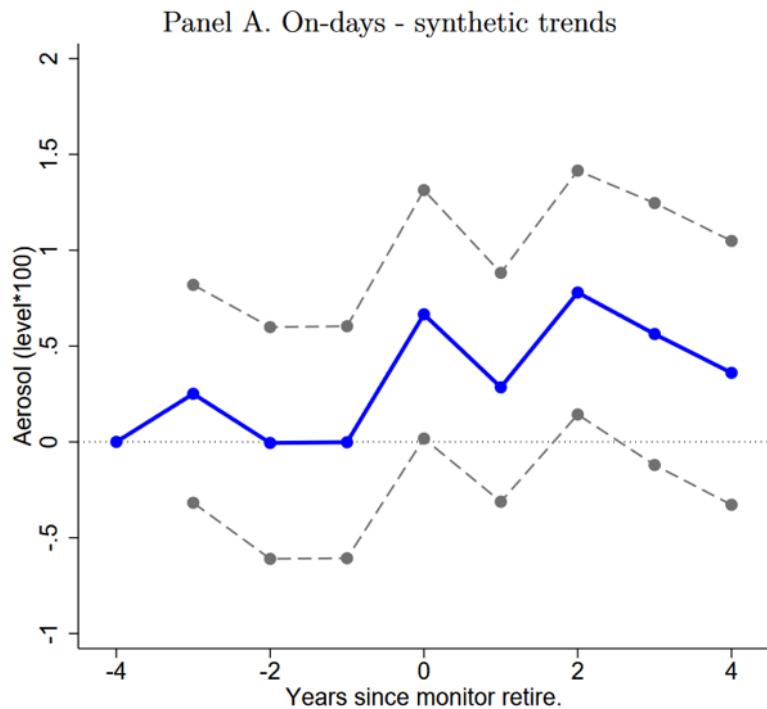
- Columns (1)(3)(5): 监测站关闭使得每日平均的污染程度有微弱上升, 但统计上不显著。
- Columns (2)(4)(6): 监测站关闭使得监测日的污染程度显著提高, 对非监测日则效果微弱。
- 因此, 监测日与非监测日的gap是监测日的污染减少导致的, 污染由监测日转移到非监测日的现象并不明显。

TABLE 3—THE EFFECT OF MONITORING SITE RETIREMENT ON POLLUTION LEVELS

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>Dependent variable: aerosol concentration (level × 100)</i>						
$\mathbf{1}(treat) \times \mathbf{1}(after)$	0.137 (0.096)		0.178 (0.094)		0.154 (0.173)	
$\mathbf{1}(treat) \times \mathbf{1}(after) \times \mathbf{1}(Ondays)$		0.366 (0.144)		0.374 (0.141)		0.350 (0.199)
$\mathbf{1}(treat) \times \mathbf{1}(after) \times \mathbf{1}(Offdays)$		0.090 (0.097)		0.138 (0.095)		0.115 (0.174)
Group fixed effects	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Controls			✓	✓	✓	✓
Trend break model					✓	✓
Mean dependent variable	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7
Observations	9,854,996	9,854,996	9,854,996	9,854,996	9,854,996	9,854,996

污染减少vs.污染转移(Cont.)

- 事件分析：站点关闭提高了监测日的污染水平，而对于非监测日的污染水平几乎没有影响。



高、低污染期的异质性

- 如果某个县面临污染未达标的风险(i.e., 之前的污染比较严重), 那么我们预期在其辖区内的观测站应该看到更明显的策略性减排。
- 为此作者构建了如下的回归方程:

$$Aerosol_{st} = \sum_{\substack{m \in [-6, 6] \\ m \neq 0}} \beta_m \cdot \mathbf{1}(Offdays_t) \cdot PM2.5_{cm} + \sum_{\substack{m \in [-6, 6] \\ m \neq 0}} \delta_m \cdot PM2.5_{cm} \\ + \theta \cdot \mathbf{1}(Offdays_t) + Time_t + \alpha_s + X_{st}\gamma + \varepsilon_{st}$$

其中,

下标 m : 相对于时间 t 的前后 $m \in [-6, 6]$ 个月

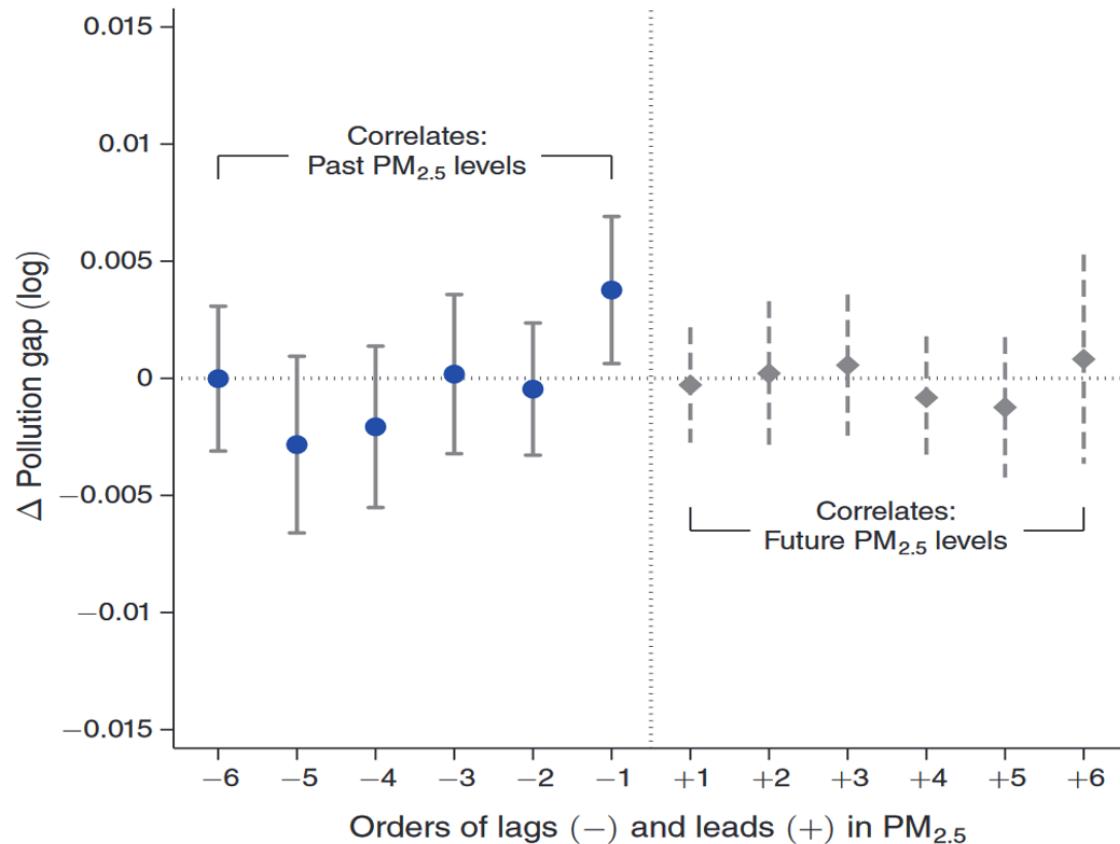
下标 c : 监测站所在的县 c

$PM2.5_{cm}$: 当月平均的PM_{2.5}浓度

其余变量: 与基准回归含义一致

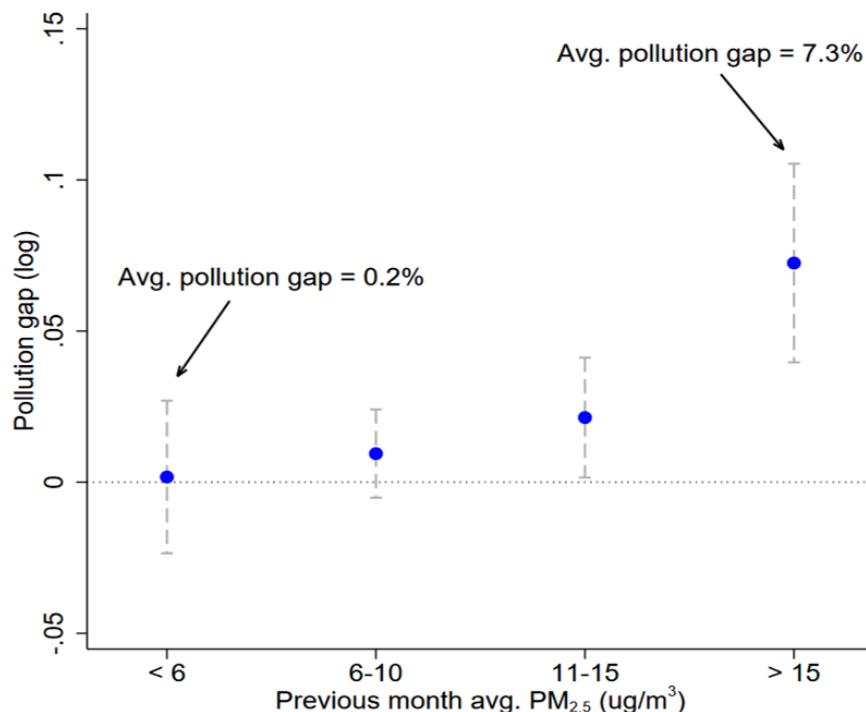
高、低污染期的异质性(Cont.)

- 监测日与非监测日的gap与前一个月的污染水平存在很强的相关性。
- 后六个月相当于安慰剂检验，确实没有出现显著的结果。



高、低污染期的异质性(Cont.)

- 作者进一步根据前一个月的平均PM_{2.5}浓度生成4个dummy，分别与1($Offdays_t$)进行交互后加入回归方程。
- 前面发现的gap与前一个月PM_{2.5}浓度之间的相关性主要由PM_{2.5}水平超过10ug/m³的月份引起的。没有未达标风险的地区几乎没有gap。
- (注：NAAQS标准：PM_{2.5}的三年平均日浓度应保持在15ug/m³以下)



目录

一、问题的提出

二、制度背景

三、研究设计、数据与基准回归

四、策略性减排的特征

五、影响渠道

六、总结与讨论

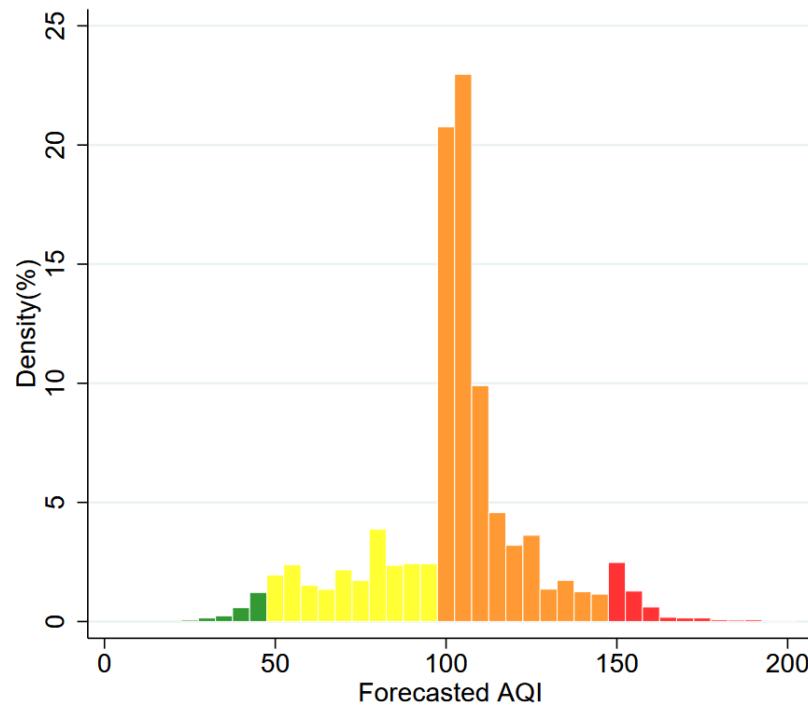
空气污染“行动日”警报

- 监测日污染的降低是如何实现的？是企业在当天降低了污染？还是政府通过改变环保规制影响排放？
- 前人研究表明，政府的空气污染“行动日”警报对户外活动和交通决策有很大影响(Cutter and Neidell, 2009; Graff Zivin and Neidell, 2009; Neidell, 2009)。
- 因此，政府可能更多地在监测日发动“行动日”警报来降低污染。
- 为此，作者利用EPA的AirNow项目收集了346个地区自2004年到2013年的“行动日”警报记录，作者将数据汇总到核心都市区(core-based metro area, CBSA)的级别。最终样本包含6,232个“行动日”(CBSA×日)。

空气污染“行动日”警报(Cont.)

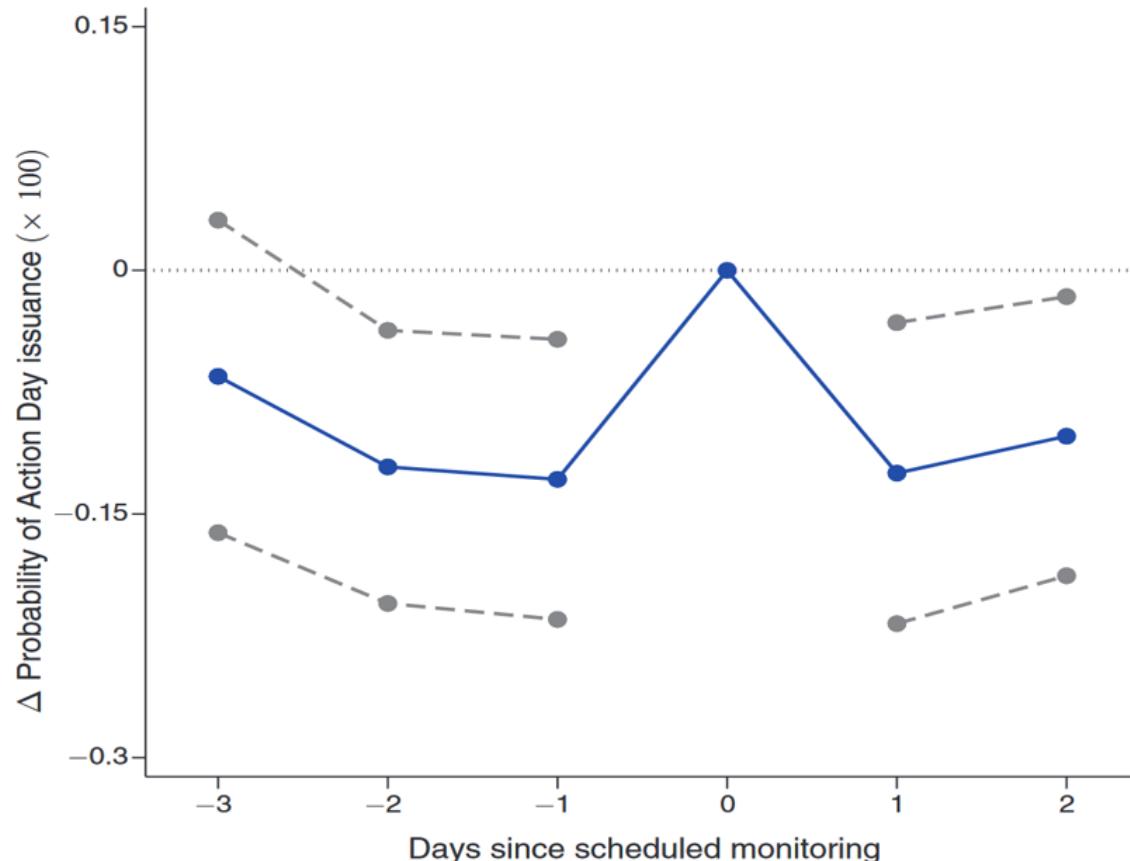
- 上述逻辑假设了地方政府是可以操纵“行动日”警报的，换句话说，警报并不是污染到了某个水平就会自动触发的。
- 作者画了不同AQI预报水平下“行动日”警报的频率图，可见在不同AQI预报水平下都有“行动日”警报出现，甚至AQI较低的时候也有。

Figure D.2: Distribution of Forecasted AQI on Action Days



空气污染“行动日”警报(Cont.)

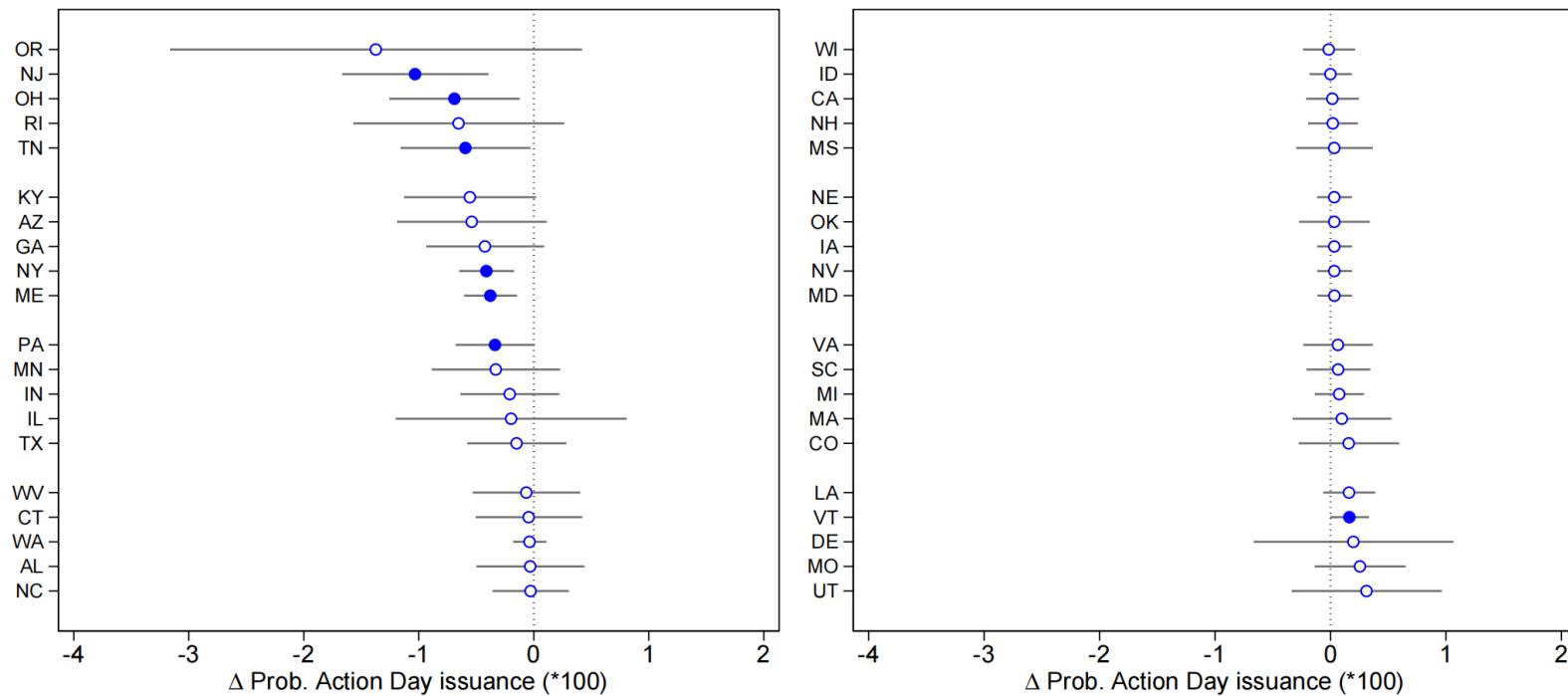
- 在监测日当天，政府确实更多地发布“行动日”警报。
- 因此，实现策略性减排不一定需要政府直接影响污染企业的生产行为，通过“行动日”警报来影响个人的户外活动与交通决策也可行。



空气污染“行动日”警报(Cont.)

- “行动日”警报在监测日与非监测日的差异主要体现在某几个州。
- 基本上没有哪个州的“行动日”警报是非监测日比监测日多的。
- 那么这些显著为负的州有什么特征呢？

Figure D.8: Strategic “Pollution Action Day” Declarations: State Heterogeneity



空气污染“行动日”警报(Cont.)

- Columns (4)(5): 在曾经更多地挑战环保局决策以及腐败程度更高的州，政府更多地进行策略性地“行动日”警报。
- 这表明，策略性减排不仅要有动机，而且要有足够的政府能力。

Table D.7: Heterogeneous Strategic Pollution “Action Day” Warnings by State Characteristics

State characteristics	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	Government size	Democrats affiliation	Conservation scorecard	Corruption index	NAAQS complaints
1(off-days)	-0.130** (0.052)	-0.109* (0.059)	-0.117** (0.052)	-0.029 (0.040)	-0.040 (0.045)
1(off-days)×1(>median states)	0.045 (0.069)	-0.001 (0.073)	0.018 (0.069)	-0.154** (0.068)	-0.125* (0.068)
<i>N</i>	624,150	620,500	624,150	624,150	624,150

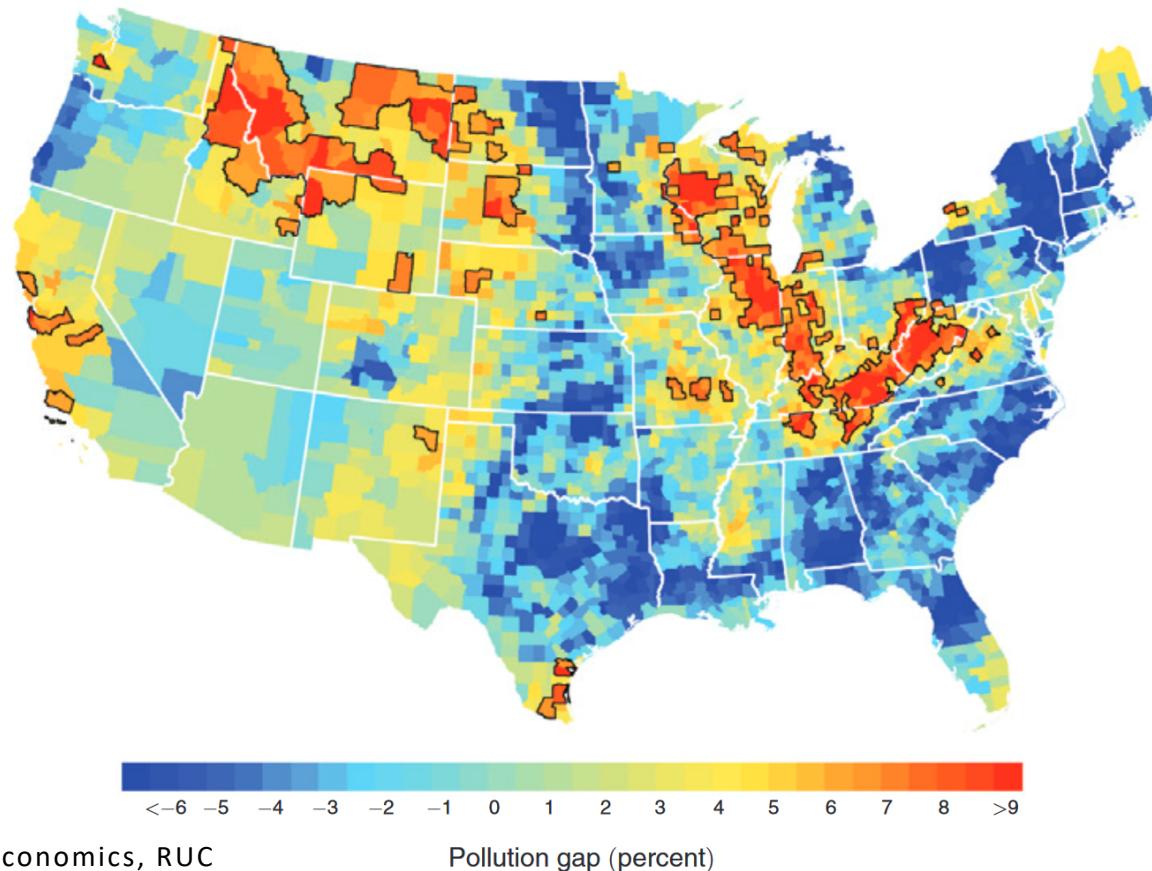
Notes: Each column represents a separate regression. 1(>median states) indicates states with above-median value of the corresponding characteristic. Standard errors are clustered at the CBSA level. *: $p < 0.10$; **: $p < 0.05$; ***: $p < 0.01$.

不同产业在策略性减排中的作用

- 作者估计了每个县在监测日与非监测日的污染gap:

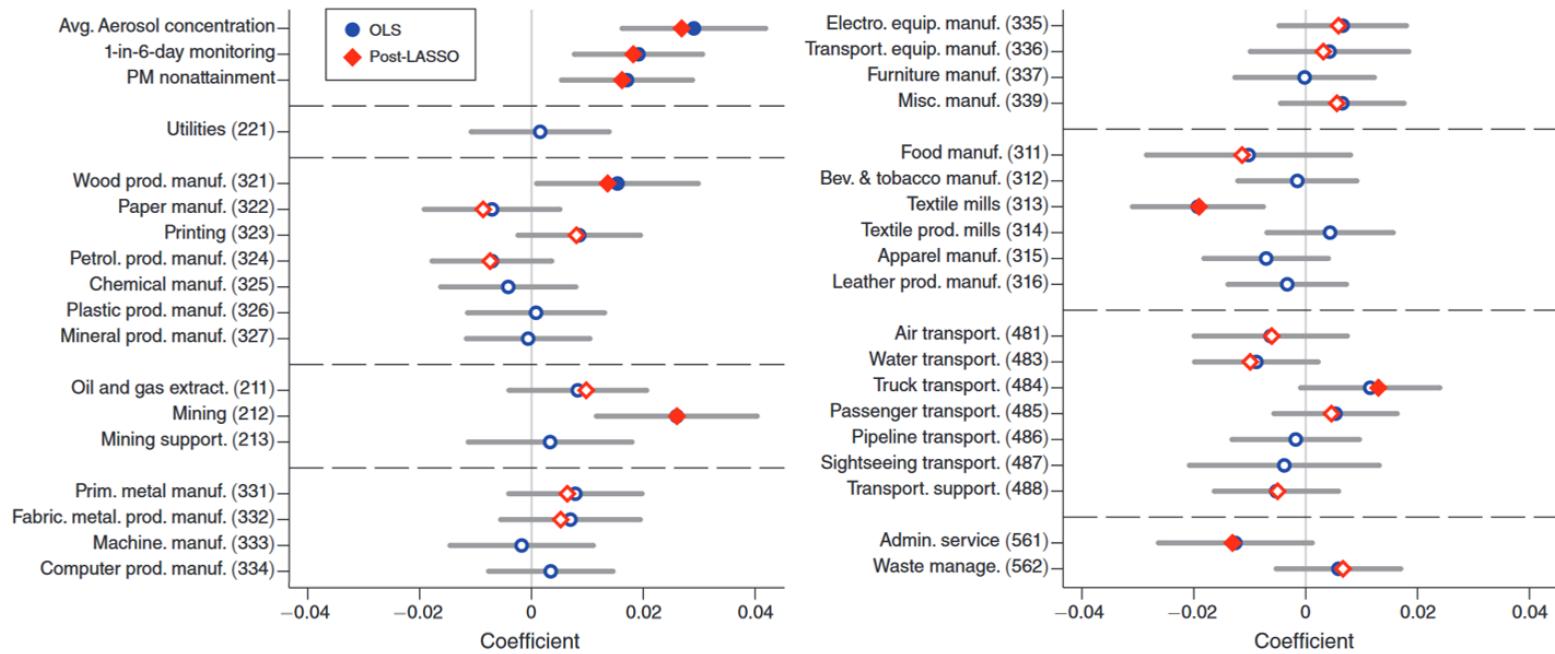
$$Aerosol_{ict} = \beta_c \cdot \mathbf{1}(Offdays_t) + Time_{ct} + \varepsilon_{ict}$$

- 污染差异在特定区域集聚地出现，和前面各州的异质性有相似之处。



不同产业在策略性减排中的作用(Cont.)

- 定义污染gap前10%的县为“热点”(hotspot)县，下面考察其特征。
- 污染水平较高、曾成为“未达标县”、进行“六天一测”的县更可能成为“热点”县。
- 污染行业(木制品制造业、采矿业)比重高的县更可能成为“热点”县。



不同产业在策略性减排中的作用(Cont.)

- 公共事业行业(电厂、煤厂……)其实是污染最严重的，但由于它们往往昼夜不停地运转，因此不太可能跟随着间断监测进行间断生产。
- 木制品厂的污染也很严重(约占可吸入颗粒物排放的3%)，但是木制品厂的产能利用率不高，大约只有60%，闲置的产能可能使得木制品厂能够调配生产时间，以避开污染监测。
- 综上，作者通过讨论各县重点行业与成为“热点”县的相关性，提供了有关间断监测如何影响企业生产活动的弱证据。

目录

一、问题的提出

二、制度背景

三、研究设计、数据与基准回归

四、策略性减排的特征

五、影响渠道

六、总结与讨论

总结：文章的发现

- “六天一测”的间断监测导致了监测日的大气颗粒物浓度明显低于非监测日，而“三天一测”的间断监测则没有导致类似现象。
- 监测日与非监测日的污染浓度差距主要是由监测日的策略性减排导致的，且监测日减少的污染并没有转移到非监测日。
- 监测日与非监测日的污染差距具有很强的异质性，这一差距在面临较大环境未达标风险的地区尤其明显，而在没有未达标风险的地区基本上不存在。
- 策略性减排的实现渠道之一，是地方政府在监测日更多地发布污染“行动日”预警，从而影响居民的户外活动和交通决策。
- 策略性减排明显的县往往也是那些当地产业构成允许采取策略性行为的县(比如以木制品行业为主要行业之一的县)，这间接反映了企业在监测日的减排可能也是策略性减排的实现渠道之一。
- 总体上，作者的证据表明，间断监测是一种在节约成本的同时改善大气质量的手段。

本文贡献

- 本文首次在间断环保监测中引入了“太空验证”的想法。
(This paper is the first to introduce the idea of “space-truthing” into the context of intermittent monitoring.)
- 本文首次报告了地方政府针对联邦环境法规采取战略行动的证据。
(This paper is among the first to report evidence on local governments' strategic actions in response to federal environmental regulations.)
- 本文首次对间断的大气质量监测进行了评估。
(On the policy front, this paper provides the first retrospective evaluation of the long-standing practice of intermittent air quality monitoring.)

总结：文章复盘

- 新颖的选题+恰到好处的数据+好的研究设计=Top5经验研究
- 新颖的选题：从空间上的策略性行为转向时间上的策略性行为。
- 恰到好处的数据：高频卫星数据为比较监测日与非监测日提供机会。
- 好的研究设计：发现监测日与非监测日的gap之后，文章如何展开？
 - 关心对环保的总体影响⇒分别考察监管日与非监管日的污染变化。
 - 关心影响渠道⇒导致污染的经济渠道不复杂也不难想，但难点在于高频数据中很难直接验证，需要巧妙地转换思路：
 - 居民的外出与交通：转向考察其影响因素——污染“行动日”警报，这种做法也为研究提供了更多的“灵活性”。
 - 企业的生产活动：借助行业的异质性来间接提供弱证据。
 - 异质性分析与渠道分析都是为了深化文章的故事服务的。

几处“吹毛求疵”

- 如果监测日与非监测日的污染gap仅仅是因为监测日的污染减少，间断监测对于非监测日没有影响，那么怎么解释“三天一测”的观测站没有gap出现呢？
 - 是说明“三天一测”没有使监测日污染下降？(那政策建议就变了。)
 - 还是说较为频繁的监测将使得监测日与非监测日的污染均有所减少？(此时机制就不一样了。)
 - 如果是第二种可能性，那么就值得进一步讨论“三天一测”的具体机制，并对比“三天一测”与“六天一测”的成本收益。
- 间断监测对于企业生产活动的影响只通过讨论异质性提供了很间接的证据，有点遗憾。很可能是因为企业污染排放缺乏高频数据。中国是能够拿到重点监管企业的实时污染水平的，后续可以用于讨论其他的主题(e.g., Buntaine et al., forthcoming, *AER*)。

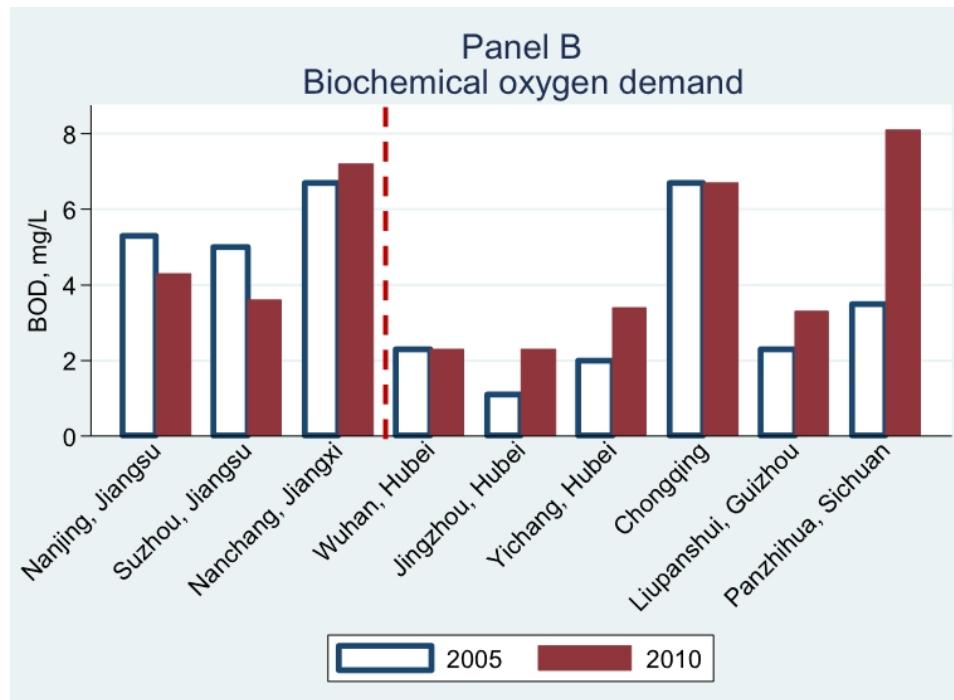
讨论：环保的政治经济学

- 自从人类强调环保的重要性，环保与经济增长的矛盾就长期存在。
- 两者的权衡首先是中央要考虑的问题，比如：
 - 环保与增长的相对重要性应随着发展阶段的不同而改变：“白猫黑猫” \Rightarrow “科学发展观” \Rightarrow “高质量发展”。
 - 区域上的权衡：区域间有差异的环保规制力度(Chen et al., 2018, *JEEM*)，但也容易引发污染转移。
- 环境经济学中更多讨论地讨论中央与地方、地方与企业的博弈：
 - 大体经历了从“总量、粗放监管”到“精细监管、区域合作”的演变。
 - 总量、粗放监管：边界效应(Cai et al, 2016, *JEEM*)、突击减排(拉闸限电)、数据造假(Ghanem & Zhang, 2014, *JEEM*)……
 - 污染监测网络：依然有空间上的策略性行为，往往仅有局部改善(He et al, 2020, *QJE*)。
 - 实时(但间断)监测：本文、日落后的污染(Agarwal et al., 2023, *JPubE*)
 - 区域联防联控：污染边界的转移……

讨论：环保的政治经济学(Cont.)

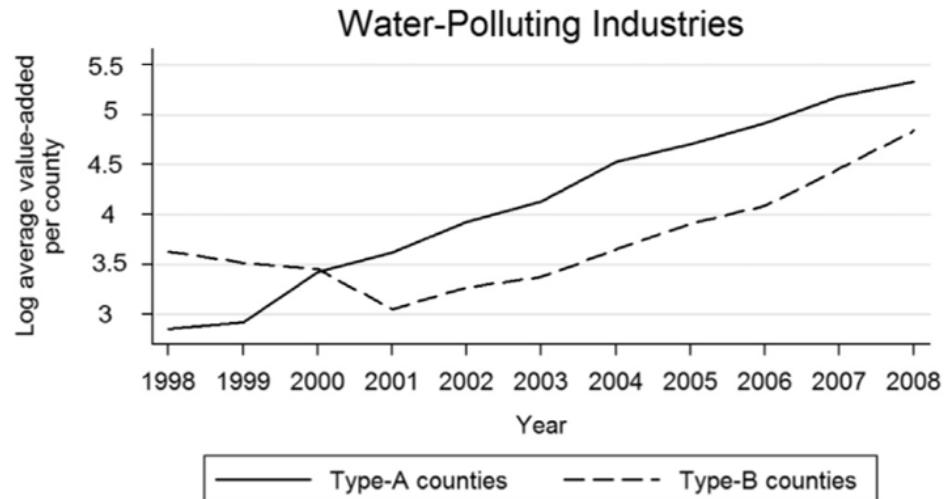
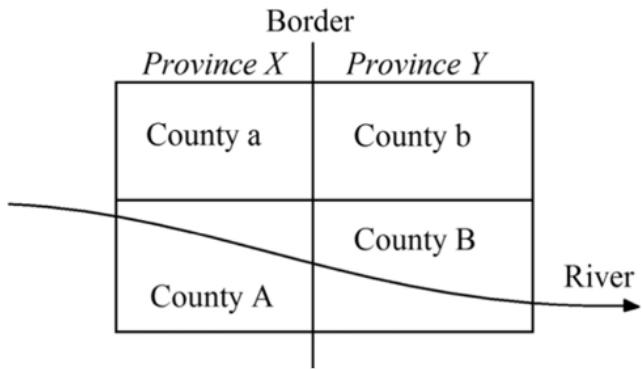
- “The consequences of spatially differentiated water pollution regulation in China” (Chen et al., 2018, *JEEM*)
- 2006年《主要水污染物总量分配指导意见》：

$$\Delta COD_{c,05-10} = \Delta COD_{p,05-10} \times \frac{P_{c,2005}}{\sum_j P_{j,2005}}$$



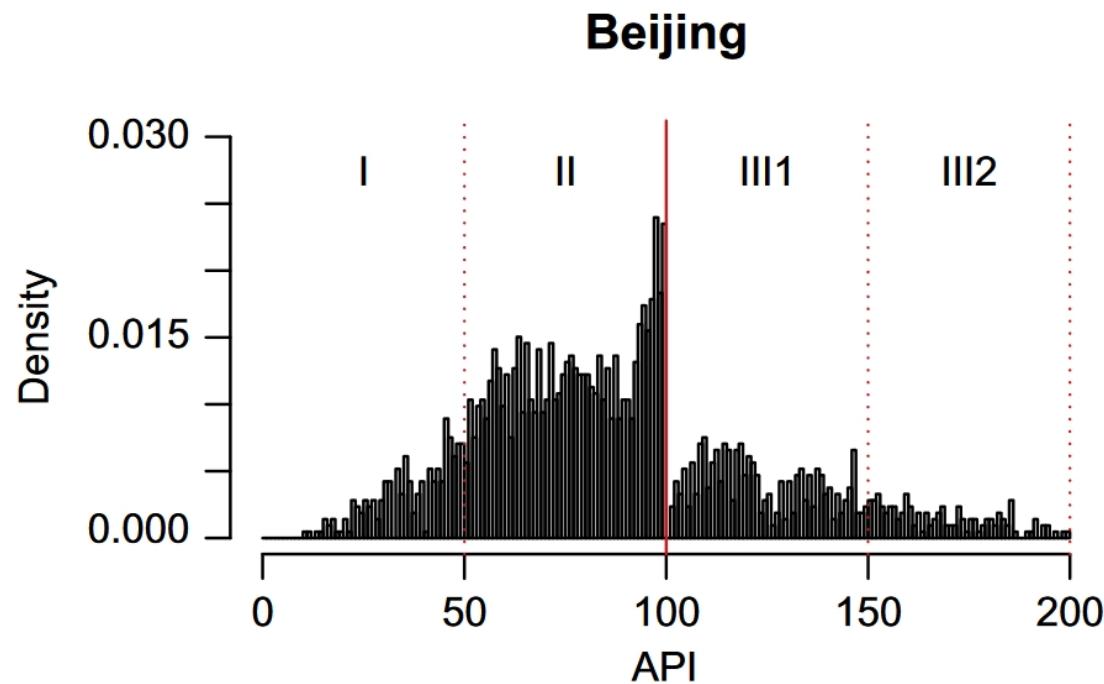
讨论：环保的政治经济学(Cont.)

- “Polluting thy neighbor: Unintended consequences of China’s pollution reduction mandates” (Cai et al., 2016, *JEEM*)
- 水污染的边界效应：



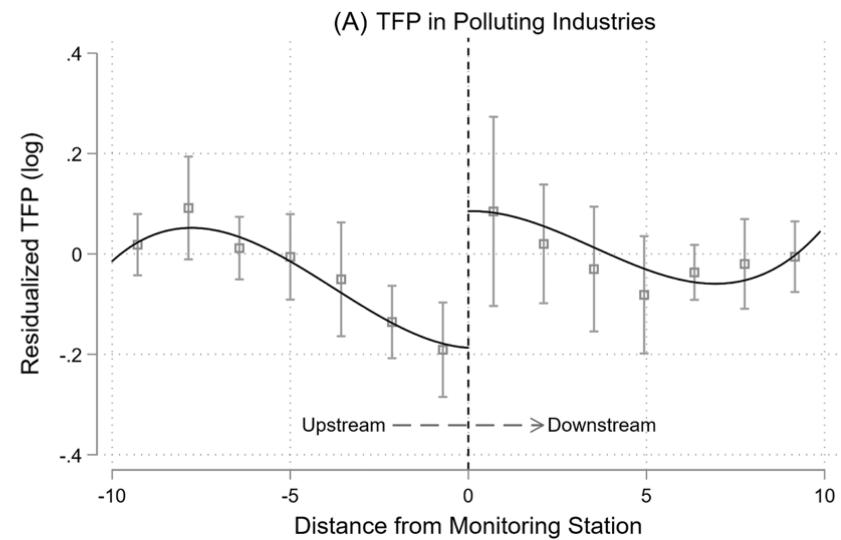
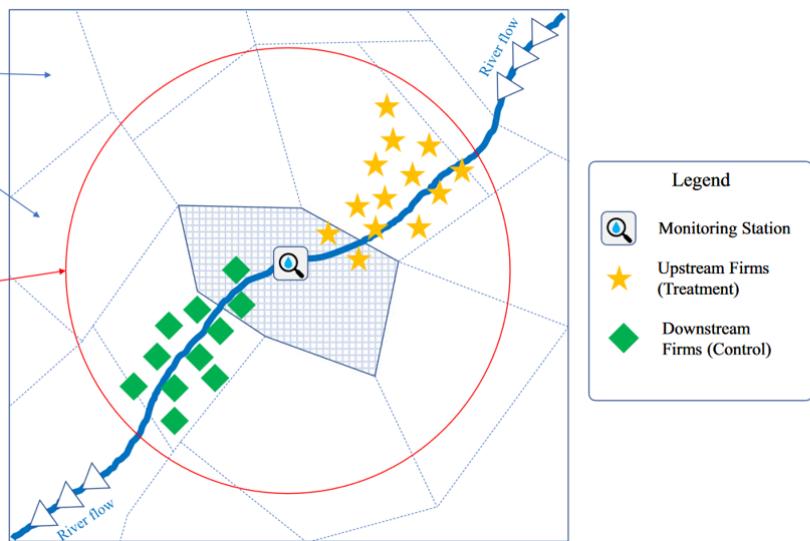
讨论：环保的政治经济学(Cont.)

- “‘Effortless Perfection:’ Do Chinese cities manipulate air pollution data?” (Ghanem and Zhang, 2014, *JEEM*)
- 我国的污染以空气污染指数(API)100作为划分“蓝天”的分界线，2000年起，要求一些重点城市每日公开API数据，并作为绩效考核的参考。



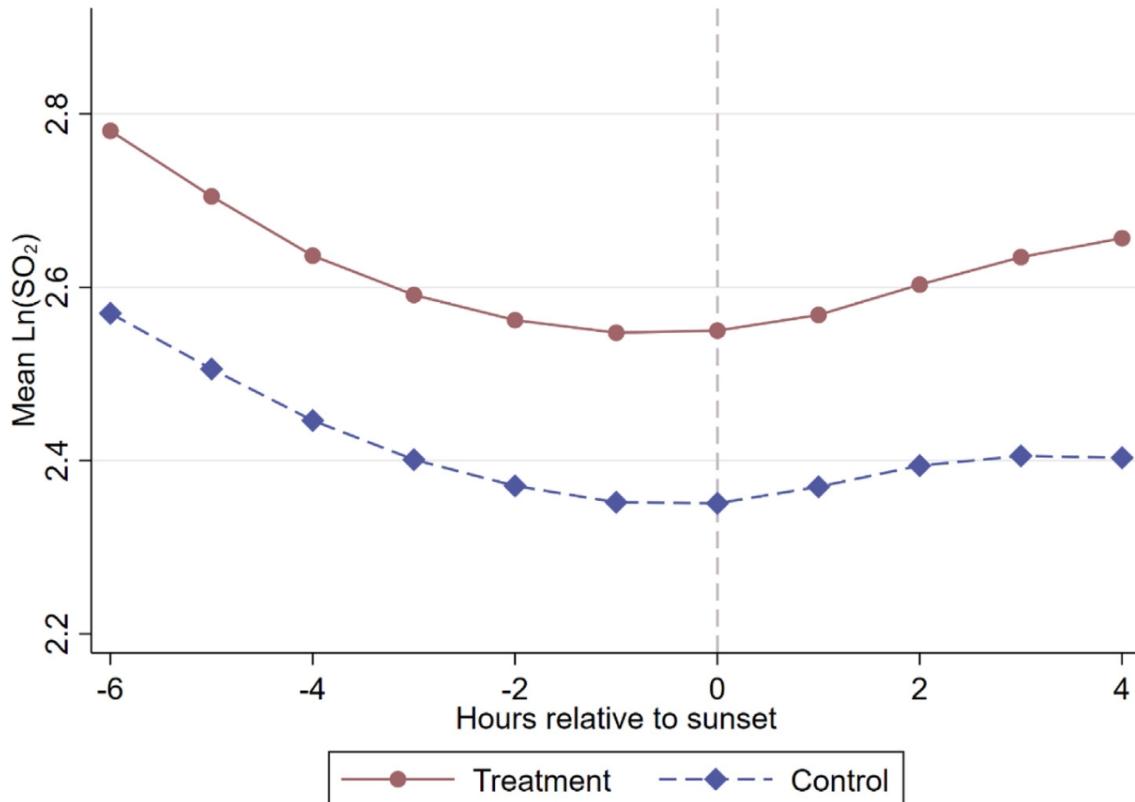
讨论：环保的政治经济学(Cont.)

- “Watering Down Environmental Regulation in China” (He et al., 2020, *QJE*)
- 水质监测站只能监测上游的水污染，导致在监测站上下游两侧呈现监管力度的明显差异。



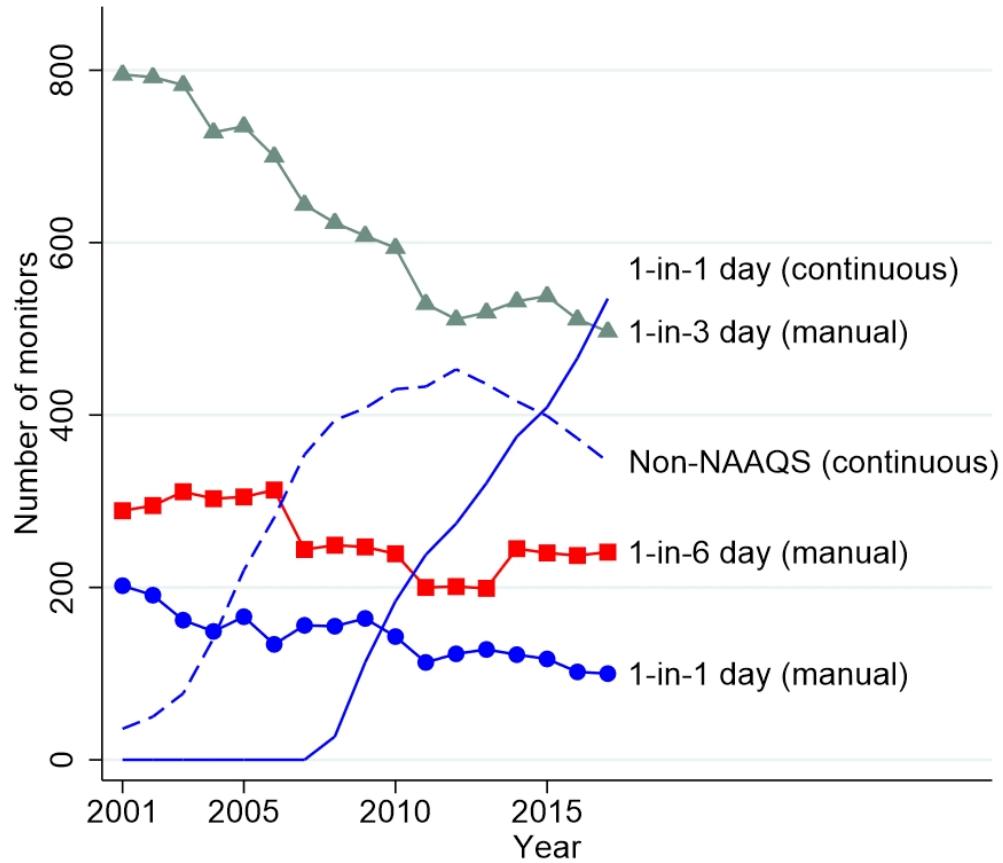
讨论：环保的政治经济学(Cont.)

- “Disguised pollution: Industrial activities in the dark”
(Agarwal et al., 2023, *JPubE*)
- 污染企业在日落后不太容易被发现存在污染行为，



讨论：环保的政治经济学(Cont.)

- 能否依靠技术手段解决监管问题？能，但短期貌似不太能。



讨论：环保的政治经济学(Cont.)

- “Does the Squeaky Wheel Get More Grease? Citizen Participation, Social Media, and Environmental Governance in China” (Buntaine et al., forthcoming, AER)
- 技术手段的改变为环保监管提供了一些新的方式：公众监督的作用。

The screenshot shows a web-based monitoring system for enterprises. At the top, there's a logo and navigation links for 'Enterprise User Login' and 'Environmental Protection User Login'. Below that, a breadcrumb navigation shows '当前位置: 首页 > 江苏华电通州热电有限公司'. There are several tabs: '企业基本信息', '自行监测方案', '自动监测', '手动监测', '未监测原因', and '年度报告'. Under '自动监测', two checkboxes are checked: '废水集中排放' and '废气有组织排放'. A search bar with a magnifying glass icon is present. The main content is a table of monitoring data:

序号	监测点位	监测项目	监测方式	监测频次	标准值下限	标准值上限
1	废水监测点	PH值	自动监测	连续/日/次	6	9
2		化学需氧量	自动监测	连续/日/次	500 mg/l	
3	废气监测点1	烟尘	自动监测	连续/日/次	5 mg/m ³	
4		二氧化硫	自动监测	连续/日/次	0 mg/m ³	35 mg/m ³
5		氮氧化物	自动监测	连续/日/次	0 mg/m ³	50 mg/m ³
6		烟尘	自动监测	连续/日/次	0 mg/m ³	5 mg/m ³
7	废气监测点2	二氧化硫	自动监测	连续/日/次	0 mg/m ³	35 mg/m ³
8		氮氧化物	自动监测	连续/日/次	0 mg/m ³	50 mg/m ³

Below this, a detailed view for '废气监测点1' (Monitoring Point 1) shows data for Nitrogen Oxides (NOx) from December 4, 2019. It includes a date range selector ('2019-12-04 至 2019-12-04'), a search button, and buttons for 'List' and 'Chart'. The data table is as follows:

序号	监测点位	监测时间	监测项目	监测值	标准值下限	标准值上限	数据状态	超标倍数	备注说明
13	废气监测点1	2019-12-04 11	氮氧化物	8.70 mg/m ³ 折 8.70 mg/m ³	0 mg/m ³	50 mg/m ³	正常		
14	废气监测点1	2019-12-04 10	氮氧化物	8.69 mg/m ³ 折 2600.20 mg/m ³	0 mg/m ³	50 mg/m ³	超标	51.00	
15	废气监测点1	2019-12-04 09	氮氧化物	8.74 mg/m ³ 折 871.79 mg/m ³	0 mg/m ³	50 mg/m ³	超标	16.44	
16	废气监测点1	2019-12-04 08	氮氧化物	8.80 mg/m ³ 折 600.02 mg/m ³	0 mg/m ³	50 mg/m ³	超标	11.00	
17	废气监测点1	2019-12-04 07	氮氧化物	8.82 mg/m ³ 折 503.09 mg/m ³	0 mg/m ³	50 mg/m ³	超标	9.06	
18	废气监测点1	2019-12-04 06	氮氧化物	8.80 mg/m ³ 折 494.29 mg/m ³	0 mg/m ³	50 mg/m ³	超标	8.89	
19	废气监测点1	2019-12-04 05	氮氧化物	8.82 mg/m ³ 折 487.29 mg/m ³	0 mg/m ³	50 mg/m ³	超标	8.75	
20	废气监测点1	2019-12-04 04	氮氧化物	8.78 mg/m ³ 折 539.64 mg/m ³	0 mg/m ³	50 mg/m ³	超标	9.79	

At the bottom, there are navigation buttons for page numbers and a note '每页 20 条, 共 244 条'.

讨论：环保的政治经济学(Cont.)

- 环境分权的界限？“... depends on the magnitude of welfare gains and environmental distortions from decentralization.” (Oates & Portney, 2003, *Handbook of Environmental Economics*)
- 政策制定者要预期到策略性行为？
 - 有的时候，一些策略性行为是中央主导或默许的(比如“Beijing effect”): 用行政手段制造“政治性蓝天”，但过后可能出现报复性污染，环境总体上恶化(石庆玲等, 2016, 《中国工业经济》)。
 - 不过，预期到了也不会改变环保与增长的冲突，要注意地方政府有些策略性行为是针对这一冲突的一种因地制宜。
 - 更多时候，策略性行为是难以预判的，没必要要求中央全知全能，关键是有能够及时反应与止损的制度安排：试点⇒判断⇒推广/及时止损。
- “[E]conomics has come to play a growing role both in the setting of standards for environmental quality and in the design of regulatory measures.” (Oates & Portney, 2003)

感谢倾听！

希望对大家有所帮助！