资源科学
第46卷 第7期 2024年7月 2024,46(7):1299-1313
Resources Science
Vol. 46, No. 7 Jul., 2024

引用格式:杨喆, 熊振武, 薛文晧. 环境信息公开制度的工业减排效应: 以中国城市空气质量排名为例[J]. 资源科学, 2024, 46(7): 1299-1313. [Yang Z, Xiong Z W, Xue W H. The effect of environmental information disclosure system on industrial emission reduction: A case study of urban air quality ranking in China[J]. Resources Science, 2024, 46(7): 1299-1313.] DOI: 10.18402/resci.2024.07.05

环境信息公开制度的工业减排效应
——以中国城市空气质量排名为例

杨 喆,熊振武,薛文晧
(青岛大学经济学院,青岛 266071)

摘 要:【目的】2013年中国环境保护部首次公布了城市空气质量排名,并于2018年将排名范围进行扩充,评估这一制度的减排效应,对于探索中国改善空气质量的新途径具有重要意义。**【方法】**本文将城市空气质量排名制度作为一项"准自然实验",基于2009—2021年中国282个地级及以上城市的面板数据,运用交错双重差分方法系统分析城市空气质量排名的减排效应。**【结果】**①城市空气质量排名制度具有明显的减排效应。相比于未被纳入排名城市,被纳入空气质量排名城市的工业二氧化硫排放量平均降低了18.6%,且其减排效应在北方和内陆地区更为显著。②产业结构优化和绿色技术创新是城市空气质量排名制度影响工业污染排放的重要渠道。③进一步分析发现,随着互联网普及率的提高,空气质量排名制度的减排效果得到提升;该制度对排名倒数城市的污染减排效果更加明显;该制度能够显著降低城市主要空气污染物浓度,实现预期制度目标。**【结论】**公布城市空气质量排名是一种有效的环境信息公开制度,对地方政府加强工业污染控制起到激励作用,进而提高城市空气质量。因此,应充分发挥好空气质量排名对城市空气质量的"倒逼"作用,有效形成城市之间空气质量的良性竞争。

关键词:空气质量排名;环境信息公开;工业污染排放;互联网普及率;交错双重差分法;中国
DOI: 10.18402/resci.2024.07.05

1 引言

为实现环境保护与经济发展的平衡,中国政府实施了一系列的环境保护政策[1]。然而,环境政策在实行过程中如果缺乏必要的环境信息透明度,不仅无法有效控制污染排放,同时也会降低环境政策在公众心中的信任度,从而导致政策的低效率[2]。因此,如何有效缓解环境信息不对称现象,进一步提高环境质量,是当前亟待解决的重要问题。

空气质量排名制度是环境信息公开的一种实施方式,也是命令控制型和市场激励型环境规制的辅助手段[3]。2013年1月,中国环境保护部针对第一批实施空气质量新标准的74个重点城市开展空气质量排名,以发挥社会公众对空气质量的监管作用[4]。同时,公开发布空气质量相对较好的前10位城市和相对较差的后10位城市名单。进一步地,2018年6月,中国政府在《打赢蓝天保卫战三年行动计划》中提出将空气质量排名城市的范围扩大至168个地级及以上城市,并且公开发布空气质量前20位和后20位的城市名单。那么,空气质量排名制度能否有效促进工业污染减排?厘清这一问题,不仅能为环境信息公开的实施效果提供现实依据,也能为空气质量排名制度的健全和完善提供参考。

2 文献综述与研究假说

2.1 文献综述

国内外学者针对环境信息公开的环境效应主要包括以下两方面:一方面,基于城市层面视角,通

收稿日期:2023-09-13;**修订日期:**2024-01-16
基金项目:国家社会科学基金青年项目(21CJY011);山东省高等学校青创科技支持计划项目(2023RW072);国家自然科学基金青年项目(42207541)。
作者简介:杨喆,男,辽宁铁岭人,副教授,研究方向为环境与资源经济学。**E-mail:** yz69env@163.com
通讯作者:薛文晧,男,山东青岛人,副教授,研究方向为环境经济学。**E-mail:** xuewh@mail.bnu.edu.cn

过实证分析发现，环境信息公开评价制度[5]、空气质量新标准[6]以及中央环保督察[7]等政策的实施有利于减少城市污染排放。另一方面，基于企业层面视角，运用利益相关者理论[8]和合法性理论[9]研究认为，企业需要在年度报表中披露企业污染排放等信息来回应利益相关者的需求，并且环境绩效不佳的企业往往会受到来自政府和社会的监管压力，从而倒逼企业减少污染物排放[10,11]。但是，如果政府监管不严，反而会造成信息隐瞒和虚假公告，对环境信息公开的真实性和时效性产生不利冲击[12]。在环境信息公开的经济和社会效应方面，部分学者研究了环境信息公开对绿色技术创新[13]、能源效率[14]、外商直接投资[15]、城市居民的幸福感[16]、融资约束[17]等的影响。考虑到政府环境信息公开的重要性，也有学者从现行制度出发，提出建设和完善环境信息公开制度的相关建议[18]。

关于环境信息公开的影响因素，首先为政策推动，中国出台的诸多法律法规有效地推动了政府和企业的环境信息公开，如国务院《政府信息公开条例》和环保部《环境信息公开办法（试行）》等。其次，学者们分别从政策透明度[19]、国际合作[20]、舆论和社会压力[21]、技术和信息管理[22]等角度分析了环境信息公开的必要性和可行性。

空气质量排名制度不同于以往的环境信息公开政策，其特点在于对城市空气质量按照一定的评估标准进行排名，进而加大政府、企业、公众对空气污染问题的重视，最终达成污染减排。梁景天等[23]以及Shi等[4]研究发现，空气质量排名政策能够改善当地空气质量，但未进一步分析空气质量排名城市与未被纳入排名城市在制度实施前后的空气质量差异。类似地，有学者发现水环境质量排名能够提高城市水环境治理绩效[24]。但也有学者研究认为环境绩效排名的监管作用有限[25]。

综上所述，学者们对环境信息公开与污染排放的关系展开了诸多研究。但鲜有文献关注城市空气质量排名制度的工业减排效应，存在进一步拓展研究的空间。本文基于2009—2021年中国282个地级及以上城市的面板数据，使用交错双重差分模型分析城市空气质量排名制度对工业污染排放的影响及其机制，在此基础上，进行地区异质性效应评估。本文潜在的边际贡献包括：①将2018年扩大城市空气质量排名范围纳入研究内容，系统分析城市空气质量排名制度的工业减排效应及其机制。②分析互联网普及率在空气质量排名制度减排效应中的调节作用，为更好地实现空气质量排名制度的环境红利提供政策参考。③通过分析空气质量排名制度的“名次效应”，揭示了城市空气质量排名的公布对倒数城市污染减排的“鞭策”作用，从而更深入精准地体现该制度的减排效应。

2.2 研究假说

2.2.1 空气质量排名制度对工业污染排放的影响

传统企业理论认为，企业的经营目标是实现自身利润最大化[26]。然而，根据外部性理论，在缺乏必要的产权界定情况下，工业企业的污染排放行为会存在明显的负外部性，对周围环境产生负面影响，导致市场偏离帕累托最优状态[27]。而通过环境规制等手段能使污染排放主体明晰各自产权，将污染排放的负外部成本内部化，既能提高市场效率，也能减少污染排放[28]。

空气质量排名制度作为一种环境信息公开的规制手段，为解决工业污染问题提供了新的思路。首先，从政府方面，城市空气质量排名是上级政府进行环保督察和问责的重要参考依据，如环境保护部对环境空气质量综合指数同比明显上升且改善幅度排名靠后的城市（包括地、州、盟），每季度实施一次书面预警，每半年实施一次约谈，每年度实施一次量化问责[29]。此类措施能够有效减少中央政府和地方政府环境信息不对称问题，同时形成地方政府之间的横向比较压力，激励地方政府加大环境关注度，提升环境监管力度，从而削弱地方政府与工业企业之间的合谋，促使工业企业减少污染排放。其次，从企业方面，城市空气质量排名能够增加工业企业在污染减排方面的社会责任压力，从而使工业企业对大气污染排放行为更为审慎，激励企业采取更先进的污染治理技术，推动生产方式绿色化转型，以改善其排放状况。最后，从公众方面，作为环境污染的受害者，公众能够通过空气质量排名信息更准确地了解本地的空气污染状况，加强对自身生存环境的空气质量的关注，从而积极协助地方环境监管部门加大对排污企业违规行为的检查力度。例如，北京市生态环境局倡导广大社会公众积极参加有奖举报，拨打12345等投诉热线，真实反映身边

的环境问题,监督工业企业环境违法行为,为大气污染防治建言献策[30]。据此,本文提出以下假说:

H1:城市空气质量排名能够显著促进工业污染减排。

2.2.2 空气质量排名制度影响工业污染排放的渠道

产业结构是影响工业污染排放的重要因素,产业结构的优化能够有效抑制工业污染排放[31]。传统重工业污染排放严重,重污染企业的集聚导致产业结构不合理,进一步加剧城市环境破坏。随着可持续发展理念的日渐深入以及城市经济发展重心不断向服务经济转移[32],如何进一步优化产业结构,成为促进工业减排的关键。

空气质量排名的公布为解决这一问题提供了新的可行方案。空气质量排名通过提高社会各界对环境的关注度,影响到重污染企业的社会形象,对重污染企业投融资产生不利影响,进而降低其经济利润。由于资本的逐利性特征,市场资源不断从低利润企业流向高利润企业,使得高耗能、高污染企业逐步退出市场,产业结构趋向合理化。与此同时,由于环保压力,地方政府可能采取必要的激励措施。例如,北京市发展和改革委员会提出,要对符合条件的新能源供热企业(项目)申请贷款贴息和优惠利率融资给予支持[33]。这将使企业更倾向于环保、清洁产业发展,以获得更好的经济回报,从而增加市场上清洁产业的比重,实现产业结构向高级化转变。此外,空气质量排名所带来的公众环保意识提升,会促使企业增加对清洁技术和绿色产业的投资,以提高产品的环保性能,并且公众作为社会监督的第三方,会强化政策效果,以提升产业结构高级化水平。据此,本文提出以下假说:

H2:城市空气质量排名能够通过产业结构优化来减少工业污染排放。

企业的绿色创新也是促进污染减排的关键因素。一方面,针对末端治理的绿色技术创新可以直接减少污染物的排放;另一方面,针对过程控制的绿色技术创新可以从源头减少对自然资源的过度索取,促进循环经济的发展,进而减少污染排放。此外,绿色创新是推动企业绿色发展的核心动力和重要支撑[34]。然而,企业出于创新收益小于创新成本的担忧,绿色创新意愿往往不足[35]。针对这一问题,环境规制可以起到激励作用。根据波特假说,从长期来看,合理的环境规制能够有效倒逼企业进行绿色技术创新[36],进而提高企业利润,减少污染排放。

具体地,空气质量排名对企业绿色技术创新的影响主要体现为两个方面:①外在的“合规”需求。空气质量排名的公布将促使地方政府环境监管部门加强对工业企业污染排放行为的监管,迫使企业重新审视自身排污行为是否符合相关环保规定,从而倒逼企业通过绿色环保技术的创新研发,减少污染排放,以达到环保“合规”。②内在的创新动力。空气质量排名的公布能够唤起消费者的环保意识,促使消费者对绿色产品的需求更加强烈,从而企业有动力专注于开发绿色环保技术,提供更多的绿色生态产品以满足消费者的需求。据此,本文提出以下假说:

H3:城市空气质量排名能够通过绿色技术创新来减少工业污染排放。

2.2.3 互联网普及率在空气质量排名对工业污染排放影响中的调节作用

在信息化浪潮冲击下,公众对社会经济与环境信息的获取来源变得更为广泛[37]。新闻媒体网站等互联网应用的普及提高了空气质量信息的传递速度和效率。在空气质量较差的地区,空气污染和环境问题的信息通过互联网的渠道进入公众视野,进而提升公众对空气质量问题的认识。而公众则据此监督污染企业是否“合规”排放,有助于减少工业企业违法超额排污行为,从而强化制度的减排效果。对于互联网技术本身而言,一方面,通过建立空气质量在线监测系统,实时追踪城市大气污染水平,提高空气质量信息的透明度,能够有效遏制企业污染排放。另一方面,互联网普及也推动了大数据和人工智能等技术的发展。国务院发布的《空气质量持续改善行动计划》中指出,要完善城市空气质量监测网络,基本实现县城全覆盖,加强数据联网共享。这些技术在能耗双控、空气质量监管和监测等方面的应用,能够推动工业企业减排。此外,通过媒体平台,公众可以更直接地表达对空气质量和环境问题的关心,推动政府和企业更加积极地采取减排措施。据此,本文提出以下假说:

H4:城市空气质量排名对污染排放的影响随着互联网普及率的提高而作用更明显。

2.2.4 空气质量排名的“名次效应”

《中国生态环境状况公报》中列出了年度城市

空气质量倒数城市的名单，并受社会公众监督。当城市出现在空气质量排名倒数的名单中时，一方面会对城市形象和国际竞争力产生影响。在当前绿色经济发展背景下，重污染城市因其自身的高污染属性，在引进外资以及产品出口等方面受到阻碍，从而降低城市发展质量[38]。另一方面会对城市产生政治压力。随着政府官员的政绩考核标准改革，城市环境质量愈发受到各级政府重视，成为考核标准中的一部分[39]。空气质量排名倒数名单的公布暴露出城市发展中的环境质量问题，迫使相应城市的政府部门积极采取措施减少污染排放，转型经济增长方式，逐渐脱离排名垫底的位置，实现绿色发展。例如，在广东首次按空气质量新标准排名时，肇庆市全省排名“垫底”。为此，肇庆市大力推进科技治污，建立“科学”和“管理”双闭环工作机制，推动肇庆市蓝天保卫战工作向精细化、纵深化发展[40]。因此，空气质量排名倒数城市的减排动力应当比其他城市更强。据此，本文提出以下假说：

H5：城市空气质量排名将产生“名次效应”，对于排名倒数城市的污染排放的抑制作用更加明显。

本文的理论分析框架如图1所示。

3 模型构建、变量说明与数据来源

3.1 模型构建

3.1.1 交错双重差分模型

为检验城市空气质量排名对工业污染排放的影响，本文参考杨喆等[41]的做法，设计如下交错双重差分模型来进行实证分析。

$$\ln SO_{2\,i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 did_{i,t} + \lambda X_{i,t} + City_i + Year_t + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

式中：下标i表示城市，t表示年份；$\ln SO_{2i,t}$表示工业二氧化硫排放量的对数值；$did_{i,t}$为空气质量排名制度冲击变量，用$Treat_i$和$Time_t$的交乘表示。其中，$Treat_i$表示制度实施虚拟变量，如果城市属于空气质量排名城市，$Treat_i$为1，反之为0。$Time_t$表示空气质量排名制度的时间虚拟变量，如果时间位于制度实施当年及以后年份，$Time_t$为1，反之为0。$X_{i,t}$为一系列控制变量；$City_i$表示城市固定效应；$Year_t$表示年份固定效应；α_0为常数项；α_1、λ为待估计参数，其中，α_1为主要关注的核心参数，衡量了空气质量排名城市相对于非空气质量排名城市的工业二氧化硫排放量的平均变化；$\varepsilon_{i,t}$为随机扰动项。

3.1.2 平行趋势模型

使用交错双重差分法的前提是满足平行趋势检验。为此，本文参考黄寰等[42]的做法，设计如下模型进行平行趋势检验：

$$\ln SO_{2\,i,t} = \gamma_0 + \sum_{k=-8}^{8} \beta_k Traet_i \times Year_t + \lambda X_{i,t} + City_i + Year_t + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

式中：$Treat_i \times Year_t$表示中国空气质量排名制度实施前后时点的哑变量；γ_0为模型的常数项；k表示相对于制度实施的第k年，当$k<0$时，表示制度实施前k期，$k>0$时，表示制度实施后k期；β_k表示不同年份哑变量的系数估计值。其中，β_0为制度冲击当年哑变量的估计系数，β_{-8}–β_{-1}和β_1–β_8分别为制度实施前

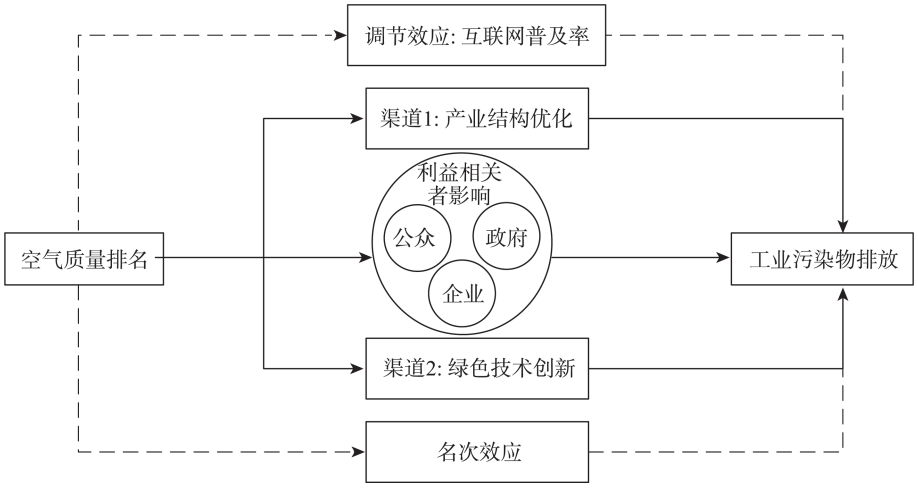

图1 理论分析框架

Figure 1 Analytical framework of the research

后哑变量的估计系数。如果β_{-8}-β_{-1}回归结果不显著,说明平行趋势检验通过。

3.1.3 调节效应模型

政府环境信息公开与互联网普及程度紧密相关,互联网普及程度影响了社会公众获取政府和企业环境信息的途径,以及社会监管的方式[43]。为此,本文使用调节效应模型探究互联网普及率在空气质量信息公开的污染减排效应中的调节作用。模型如下:

$$\ln SO_{2\,i,t} = \rho_0 + \rho_1 did_{i,t} + \rho_2 media_{i,t} + \rho_3 did_media_{i,t} + \lambda X_{i,t} + City_i + Year_t + \varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

式中:ρ_0为模型的常数项;ρ_1、ρ_2、ρ_3、λ为待估计参数,其中ρ_3为重点关注的系数,衡量了互联网普及率对中国空气质量排名制度减排效应的调节作用。$media_{i,t}$为互联网普及率的代理变量;$did_media_{i,t}$为空气质量排名制度和互联网普及率的交互项,用$did_{i,t} \times media_{i,t}$表示。

3.2 变量说明

(1)被解释变量。本文的主要目的是考察城市空气质量排名能否减少工业污染物排放。一方面,城市空气质量排名是针对中国部分城市大气环境状况开展的,故不涉及水污染的相关分析。另一方面,二氧化硫是主要的工业污染物[44],也是$PM_{2.5}$的主要前体物[43]。因此,本文参考刘满凤等[5]的做法,选择经对数化处理的工业二氧化硫排放量($\ln SO_2$)为被解释变量(表1)。

(2)核心解释变量。本文以中国城市空气质量排名制度为准自然实验,如果城市被纳入空气质量排名范围中,且位于制度实施当年及以后年份,核心解释变量(*did*)赋值为1,反之,为0。

(3)控制变量。参考已有文献[45,46],主要选取与地级市环境治理和工业污染排放相关的控制变量。①经济发展水平(ln*gdp*)。经济发展水平与污染排放紧密相关,地方政府为了追求当地经济增长,可能依托重工业发展来拉动经济增长,导致污染加重。本文选取实际GDP的对数值加以衡量。②人口密度(ln*pd*)。人口密度也与污染排放相关,一方面,高人口密度地区的工业化程度相对较高,因而污染排放可能更为严重;另一方面,高人口密度会使得居民更关注人居环境,有助于污染减排。本文用地区年末总人数与行政区域土地面积之比的对数值来衡量。③对外开放(*open*)。对外开放在吸引国外先进技术和设备方面发挥着至关重要的作用,高水平的对外开放将优化国内企业绿色化生产方式,本文选取当年实际利用外资金额与GDP之比衡量,实际利用外资金额按当年汇率折算。④科技水平(ln*tec*)和教育水平(ln*edu*)。科教水平也是影响工业污染排放的重要因素。教育水平和科技水平更高的地区,对环境保护的重视程度和治理水平要求更高,本文分别用科学技术支出的对数值和教育支出的对数值衡量。⑤环境规制水平(*ER*)。各地区环境规制力度也会对污染排放产生重要影响,本文参考宋德勇等[47]的做法,用各地级市政府工作报告中的环保词频占比衡量。除社会经济因素外,在影响工业污染排放的因素中,自然因素的作用不可忽视。为此,本文加入辐射(ln*rad*)、温度(ln*tem*)、风速(ln*weed*)和植被覆盖指数(*NDVI*)以控制自然因素对被解释变量的影响。

(4)影响渠道变量。本文从产业结构优化和绿色技术创新的视角探究被纳入排名城市的污染减排途径。其中,参考赵涛等[48]的做法,产业结构高级化(*Istr*1)用第三产业增加值与第二产业增加值的比值衡量,该值越大,说明产业结构越高级。产业结构合理化(*Istr*2)用三次产业间从业人员数和产值比

表1 描述性统计表

Table 1 Descriptive statistics

变量名	样本量	均值	标准差	最小值	最大值
lnSO_2	3523	9.879	1.342	0.693	13.281
did	3523	0.273	0.446	0.000	1.000
ln*gdp*	3523	15.197	0.902	12.876	18.142
ln*pd*	3523	4.645	0.861	0.531	6.791
open	3523	1.741	1.788	0.000	19.880
ln*tec*	3523	10.338	1.438	6.252	15.529
ln*edu*	3523	13.062	0.818	10.883	16.256
ln*rad*	3523	16.319	0.099	15.943	16.603
ln*tem*	3523	5.662	0.019	5.605	5.701
ln*weed*	3523	0.939	0.273	0.150	1.877
NDVI	3523	0.500	0.132	0.059	0.780
ER	3523	0.003	0.001	0.000	0.012
*Istr*1	3523	1.010	0.573	0.109	5.929
*Istr*2	3360	0.284	0.220	0.000	3.294
*patent*1	3516	0.124	0.061	0.000	0.872
*patent*2	3516	0.096	0.038	0.000	0.579
media	3523	0.010	0.011	0.000	0.075

例测度的泰尔指数衡量，泰勒指数越小，说明产业结构越合理；绿色技术创新用绿色发明专利申请占总发明专利申请的百分比衡量（*patent*1）。此外，将绿色实用新型专利申请占总实用新型专利申请百分比作为替代变量（*patent*2）。

（5）调节变量。通过研究假说可知，互联网可以拓宽城市环境信息的传递途径，因此本文从信息传播的角度考察空气质量排名对工业污染排放的影响是否随着互联网普及率而发生变化。参考黄群慧等[49]的做法，运用熵值法构建互联网综合发展指数（*media*）。其中，子指标包括：互联网发展指数（用每百人互联网用户数衡量）、互联网相关从业人员（用计算机服务和软件业从业人员占单位从业人员比重衡量）、互联网相关产出（用人均电信业务总量衡量）和移动互联网用户数（以每百人移动电话数衡量）。该值越大，说明互联网普及程度越高。

3.3 数据来源

为了避免2008年金融危机可能对研究结论产生干扰，本文使用的研究样本为2009—2021年中国282个地级及以上城市。宏观经济变量数据来自《中国城市统计年鉴》，城市自然因素特征的数据来自欧洲中期天气预报中心（ECMWF）的ERA5再分析数据。被纳入空气质量排名的城市名单从政府官网中收集得到。主要变量的描述性统计见表1。其中，lnSO_2的最小值为0.693，最大值为13.281，平均值为9.879，说明各城市的工业二氧化硫排放量差异较大。

4 结果与分析

4.1 空气质量排名的减排效应分析

4.1.1 基准回归结果分析

表2展示了城市空气质量排名对工业二氧化硫排放量的基准回归结果。其中，列（1）为不加控制变量的回归结果，列（2）为加入相关控制变量的回归结果。从中可以看出，在加入控制变量后解释变量（*did*）的系数为−0.186，在1%显著性水平上成立，表明被纳入空气质量排名的城市相对于未被纳入空气质量排名的城市，工业二氧化硫排放量降低了18.6%。原因在于，政府通过向社会公众披露环境质量状况，强化了社会公众监督效果，对企业产生环保压力，减少污染企业违规排污等违法行为，进而显著抑制工业二氧化硫排放量。假说1成立。

表2 基准回归

Table 2 Benchmark regression

	(1) lnSO_2	(2) lnSO_2
did	−0.211***	−0.186***
	(−4.164)	(−3.736)
ln*gdp*		0.386**
		(2.508)
ln*pd*		−0.408*
		(−1.967)
open		−0.016
		(−1.188)
ln*tec*		−0.079**
		(−2.201)
ln*edu*		−0.121
		(−1.117)
ln*rad*		1.053***
		(3.208)
ln*tem*		−20.830
		(−1.611)
ln*weed*		0.397
		(1.028)
NDVI		−0.448
		(−0.906)
ER		11.374
		(1.245)
constant	9.938***	108.951
	(700.927)	(1.553)
城市固定效应	Yes	Yes
时间固定效应	Yes	Yes
N	3523	3523
R^2	0.871	0.874

注：*、**和***分别表示变量在10%、5%和1%上的显著性水平；括号内为变量系数估计的*t*统计值。下同。

在控制变量方面，地区经济发展水平（ln*gdp*）显著为正，说明经济发展程度的提高会加深污染情况，原因可能是经济体量的增加导致能源资源的消耗也随之增加，从而加重污染排放[50]。人口密度（ln*pd*）的系数显著为负，说明人口密度的增加会减少污染排放，其原因可能是人口密度增加产生集聚效应，有利于提高资源利用效率，从而减少企业污染排放[51]。科技水平（ln*tec*）显著为负，说明科学技术的支出有利于为绿色生产工艺提供资金支持，减少污染排放[52]。其余控制变量（对外开放、教育水平、温度、风速、植被覆盖指数和环境规制水平）对

工业污染排放未产生显著影响。

4.1.2 稳健性检验

(1)平行趋势检验

依据模型(2)的回归结果,本文绘制了95%置信区间下β_k的估计结果图2。可以发现,处理组和对照组的工业二氧化硫排放量的变化情况在制度实施前无明显差异,但在制度实施之后,处理组相对于对照组工业二氧化硫排放量出现显著下降,这表明平行趋势检验通过。

(2)安慰剂检验

考虑到制度实施效果可能受到其他城市–年份层面的随机因素影响,本文进一步进行安慰剂检验以增强结论的可靠性。为此,参考马军旗等[53]的做法,具体操作如下:首先随机化实验组城市(Dum_Treat_i),并与制度时期变量($Time_t$)相乘,以此作为虚拟制度变量($Dum_did_{i,t}$)。其次,按照模型(1)进行重复500次回归,得到相应的系数和P值(图3)。其中空心圆圈为回归系数的P值,粗实线为系数的核密度值。可以看出,大部分回归结果的虚拟制度变量几乎不显著。另外,回归结果的系数也大致分布在0附近,与竖直虚线代表的真实回归系数(–0.186)显著不同。以上结果证明,城市工业二氧化硫排放的下降确实是由于空气质量排名制度的实施所致,其制度效果并不受其他未观测到的随机因素干扰。

(3)去除其他政策干扰检验

理论上其他环保政策也会对工业二氧化硫排放量产生影响,进而对本文的研究结果造成偏误,

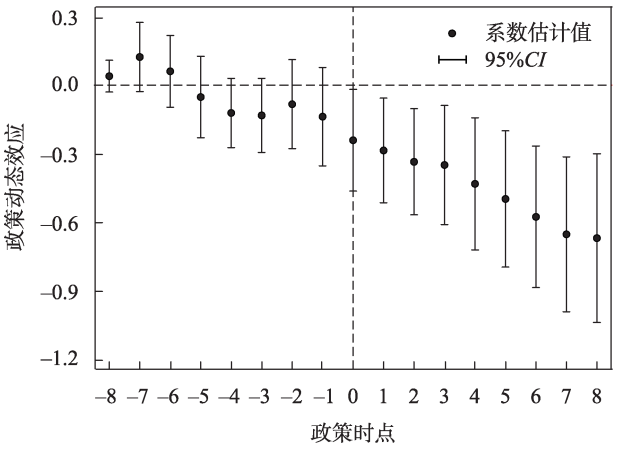

图2 平行趋势检验

Figure 2 Parallel trend test

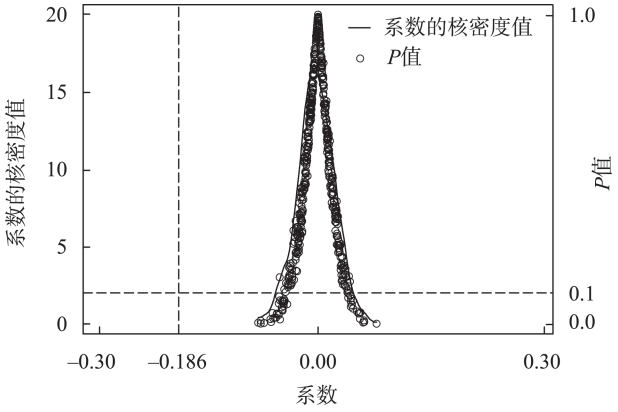

图3 安慰剂检验

Figure 3 Placebo test

因此去除样本期间内其他环境政策涉及到的样本城市进行稳健性检验。具体包括,2010—2017年实施的3批低碳试点城市、2013—2016年实施的8个碳排放权交易试点地区、2018年的蓝天保卫战重点区域。同时,考虑到部分环保政策是在省份层面实施的(如2018年实施的环境保护税),为此加入省份–年份固定效应以减少随省份和年份变动的环保政策的影响(表3)。表3列(1)–(3)为去除相应环境政策涉及城市的回归结果,列(4)为加入省份–年份固定效应的回归结果,均验证了本文结论的可靠性。

4.1.3 空气质量排名对城市主要空气污染物浓度的影响分析

依据《城市环境空气质量排名技术规定》,城市空气质量排名以二氧化硫(SO_2)、二氧化氮(NO_2)、PM_{10}、臭氧(O_3)、一氧化碳(CO)和$PM_{2.5}$为6个基本项目进行排名。为检验空气质量排名制度能否减少主要空气污染物浓度,本文进一步将被解释变量换成经对数化处理后的SO_2、NO_2、PM_{10}、O_3、CO和$PM_{2.5}$浓度作为城市空气质量的衡量指标。污染物浓度数据来自中国空气质量在线监测分析平台(https://www.aqistudy.cn/historydata),根据各城市的日度数据计算年度均值。考虑到部分地级市于2013年12月开始公布数据,其他地级市于2014年1月才开始公布数据,即2013年之前污染物浓度数据缺失,因此,仅分析2018年城市空气质量排名范围扩充对城市空气质量的影响。

表4列(1)–(6)分别为城市空气质量排名制度对6种污染物浓度的回归结果。从中可以看出,城市空气质量排名制度能有效降低SO_2、NO_2、PM_{10}、

表3 去除其他政策干扰检验

Table 3 Removing interference from other policies

	(1) 低碳试点城市	(2) 碳排放权交易	(3) 蓝天保卫战	(4) 省份-年份固定效应
did	−0.187***	−0.190***	−0.226***	−0.207***
	(−2.853)	(−3.293)	(−3.492)	(−3.112)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes
城市固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes
时间固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes
省份-年份固定效应	No	No	No	Yes
N	1970	2949	2515	3435
R^2	0.862	0.871	0.873	0.894

表4 空气质量排名对城市空气质量的影响

Table 4 Impact of air quality ranking on the air quality of cities

	(1) lnSO_2	(2) lnNO_2	(3) lnPM_{10}	(4) lnO_3	(5) lnCO	(6) ln$PM_{2.5}$
did	−0.248***	−0.027***	−0.024***	0.051***	−0.061**	−0.016*
	(−10.709)	(−2.839)	(v2.739)	(8.917)	(−2.322)	(−1.679)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
城市固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
时间固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
N	2278	2278	2278	2278	2235	2224
R^2	0.920	0.958	0.972	0.865	0.706	0.936

CO、$PM_{2.5}$浓度，但是却增加了O_3浓度。其可能的原因在于，氮氧化物（NO_X）和挥发性有机物（VOCs）在一定比例下通过化学反应会产生O_3，如果NO_X和VOCs下降的比例不合适就会导致O_3浓度升高[54]。这一结果表明，城市空气质量排名制度基本能够有效发挥制度引导作用，加强信息公开和社会监督，推动城市空气质量改善。但是，O_3浓度未得到有效降低。因此，如何降低O_3浓度，实现$PM_{2.5}$和O_3浓度的“双降”，仍是今后空气污染治理亟待解决的重要课题。

4.2 影响渠道检验

本文实证检验空气质量排名制度对工业污染排放的影响渠道。表5列（1）为空气质量排名制度对城市产业结构高级化的回归结果，可以看出空气质量排名的公布能够显著促进城市产业结构高级化。原因在于，空气质量排名的公布，暴露了城市企业内部的绿色发展问题，使企业更倾向于向环保、清洁产业发展，从而提高产业结构高级化水平。列（2）为空气质量排名制度对城市产业结构合理化的回归结果，结果显著为负，说明空气质量排名制度能够显著促进城市产业结构合理化。原因在于城市空气质量排名的公布提高了环境信息的搜索和传播效率，缓解了要素供求双方之间的环境信息不对称问题，有利于矫正生产要素错配问题，促进生产要素流向高生产率部门，提高产业结构合理化水平。假说2得到验证。

绿色技术创新也是空气质量排名制度实现工业减排的重要渠道。考虑到绿色专利申请更能体现创新的质量和能力，并且绿色发明专利相比于绿色实用新型专利能更好地衡量城市的创新质量[35]，因此，进一步实证检验空气质量排名制度对绿色发明专利占比的影响，并将绿色实用新型专利占比作为替代指标。表5列（3）和（4）的结果显示，空气质量排名制度有利于促进城市绿色技术创新。原因可能是空气质量排名的公布，加大了城市污染企业的环保压力，“倒逼”企业进行绿色技术创新，改进生产工艺流程和治污理念，以减少工业污染排放。假说3得到验证。

表5 影响渠道回归结果

Table 5 Regression results of influence channels

	(1) *Istr*1	(2) *Istr*2	(3) *patent*1	(4) *patent*2
did	0.045**	−0.022*	0.006*	0.003*
	(2.560)	(−1.683)	(1.673)	(1.656)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes
城市固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes
时间固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes
N	3523	3360	3516	3516
R^2	0.901	0.739	0.401	0.385

4.3 互联网普及率在空气质量排名对工业污染排放影响中的调节作用检验

依据模型(3),对互联网普及率的调节效应进行检验。表6中$did_media_{i,t}$的系数显著为负,说明随着城市互联网普及率的提高,空气质量排名制度的减排效应更明显。原因在于较高的城市互联网普及程度,显著降低了环境信息的流通成本,促进了环境信息、技术、管理理念和方式等的广泛传播,加强了政府和公众对城市环境质量状况的监督,进而增强了空气质量排名制度的减排效应。假说4成立。

表6 互联网普及率的调节效应

Table 6 Moderating effects of Internet penetration

	$\ln SO_2$
did	−0.123**
	(−2.452)
media	3.519
	(1.345)
did_media	−5.612**
	(−2.092)
控制变量	Yes
城市固定效应	Yes
时间固定效应	Yes
N	3523
R^2	0.874

4.4 空气质量排名的“名次效应”检验

由制度背景可知,2013—2018年,环境保护部每年公布城市空气质量排名后10位的城市,进一步地,在2018年以后每年公布空气质量排名后20名的城市。为探究公开倒数名单对城市工业污染排放的影响,本文进行如下处理:首先,将样本划分成两个时间段,分别为2009—2017年和2014—2021年。其中,将2013年首次实施空气质量排名作为第一次制度冲击,2018年扩大空气质量排名城市的范围作为第二次制度冲击。其次,参考范子英等[55]的做法,在每个时间段内,依据城市是否进入空气质量排名倒数城市名单,将被纳入排名的省份分成两组处理组,同时将未被纳入排名的城市作为同一对照组,分别进行回归分析。例如,在第一个时间段内,一方面,将2013年被纳入空气质量排名后10位的城市作为一组处理组。另一方面,将第一批74个城市中未在2013年被纳入空气质量排名后10位的城市作为另一组处理组。与此同时,将74个重点城市以外的其余城市作为两组处理组的共同对照组,进行双重差分检验。第二个时间段的操作同上。

表7列(1)、(2)是以2013年作为第一阶段制度时点的回归结果,列(3)、(4)是以2018年为第二阶段制度时点的回归结果。可以看出,一方面,空气质量排名制度对倒数位次城市工业二氧化硫排放的回归结果显著为负,而对非倒数位次城市的影响为负但不显著,表明该制度能够显著抑制倒数位次

表7 空气质量排名的“名次效应”

Table 7 The “ranking effect” of air quality ranking

	(1) 后10位	(2) 非后10位	(3) 后20位	(4) 非后20位
did	−0.131*	−0.072	−0.644***	−0.064
	(−1.746)	(−1.326)	(−4.944)	(−0.988)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes
城市固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes
时间固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes
N	1927	2350	899	1758
R^2	0.857	0.862	0.873	0.878

城市的工业污染排放。另一方面，相比于第一阶段，第二阶段核心解释变量的系数绝对值更大，表明第二阶段扩大排名范围后的制度效果更强。因此，城市空气质量排名倒数名单的公布对排名垫底城市会产生更强的“倒逼”作用，加大企业治污压力，推进政府、企业、公众三方同时进行环境质量监管，为推动全国空气质量改善和大气污染防治工作发挥积极效应。假说5成立。

4.5 异质性分析

4.5.1 南北方地理位置差异

中国南方地区和北方地区在产业结构上存在差异，中国的重工业相对集中于北方地区，而重工业的污染较为严重，因而对环保政策可能更为敏感。为此，将样本城市划分为北方城市和南方城市，并按照公式(1)进行回归，回归结果见表8列(1)和(2)。结果显示，城市空气质量排名制度显著减少北方城市工业二氧化硫排放24.7%，而在南方城市，其制度效果并未显现。原因可能是中国北方城市作为能源和原材料生产基地，重工业比重较高[56]，造成产业结构失衡，从而污染情况较中国南方城市更为严重。因此，政府对北方城市的环保关注度更高，政策力度更强，对企业环境治理的影响也更大。同时，中国南方城市经济发展程度普遍较好，有先进的绿色技术和绿色生产理念，地方政府在治理环境污染时的能力更强[57]，从而本身污染程度较低，空气质量排名制度的效果不明显。此外，由于供暖耗能等原因，北方城市亟须清洁能源转型。因此，以上原因导致在空气质量排名制度实施后，北方城市受制度影响更大，减排效果更明显。

4.5.2 内陆沿海地理位置差异

中国内陆地区与沿海地区的气候和经济发展水平有所差异，因而企业进行污染减排的基础条件不同，使得空气质量排名可能显现出不同的制度效果。为此，将样本划分为内陆和沿海城市进行回归分析。表8列(3)和(4)结果显示，对于内陆城市，城市空气质量排名制度显著降低了工业二氧化硫排放量26.8%，而在沿海城市作用不明显。其可能原因是，由于沿海城市生产要素成本的上涨以及“西部大开发”“中部崛起”等战略发展计划的实施，制造业企业逐渐向内陆城市转移，随之而来的工业污染在内陆地区逐步聚集。城市空气质量排名制度的实施，能够有效倒逼污染较重的内陆城市减少工业污染排放。而沿海地区经济发展水平较高，多以旅游业等第三产业为主导产业[58]，为了吸引资金和游客，会极力打造环境友好型城市，使得本身城市环境状况较好，因而制度效果不明显。

表8 城市地理位置异质性

Table 8 Geographic heterogeneity of cities

	(1)	(2)	(3)	(4)
	北方城市	南方城市	沿海城市	内陆城市
did	−0.247***	−0.107	−0.005	−0.268***
	(−3.792)	(−1.535)	(−0.061)	(−4.299)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes
城市固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes
时间固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes
N	1557	1966	1276	2247
R^2	0.884	0.868	0.888	0.866

5 结论与政策建议

5.1 结论

空气质量排名作为环境信息公开的重要手段，其制度减排效应值得关注。本文基于2009—2021年中国282个地级及以上城市的面板数据，运用交错双重差分方法实证检验城市空气质量排名是否有利于工业污染减排，改善空气质量状况。主要结论如下：

(1)城市空气质量排名的实施实现了预期的减排效应，相比于未被纳入排名的城市，该制度显著降低了被纳入排名城市18.6%工业二氧化硫排放量。这表明城市空气质量排名制度对工业企业污染排放起到了有力的约束作用，有助于城市空气质量状况的改善。

(2)空气质量排名的制度效果存在明显的地区异质性。在北方城市和内陆城市更为明显，能分别显著减少工业二氧化硫排放量约24.7%和26.8%。

(3)空气质量排名制度通过以下两条渠道实现污染减排。一是空气质量排名制度可以优化产业结构，提高清洁产业占比，进而减少污染排放。二是空气质量排名制度可以提升企业绿色技术创新水平，推动企业生产方式绿色化进程，实现工业污染减排。

(4)城市空气质量排名制度的减排效果随着互联网普及率的提高而得到增强，并且该制度对排名倒数城市的减排效果更为明显。同时，该制度还能降

低城市主要空气污染物浓度,实现预期制度目标。

5.2 政策建议

本文的政策建议如下:

(1)进一步扩展城市空气质量排名范围并提高信息披露质量。本文研究发现,空气质量排名制度的实施能够有效促进工业污染减排。因此,应当进一步普及空气质量排名,纳入更多的城市参与到空气质量排名体系中。此外,应加强环境信息披露质量,使评价结果既客观反映城市空气质量的优劣,又能反映城市大气污染防治措施的成效。同时,对不可抗力因素如沙尘天气等对空气质量的影响,按照相关技术规定予以扣除,从而突出人为活动和工业污染对空气质量的影响。与此同时,在技术条件允许的情况下,应尽快出台关于废水、固废等对居民健康有较大影响的环境质量指标公开规则,从而推动社会整体环境质量的提升。

(2)促进被纳入排名城市产业结构转型,完善以绿色创新为导向的空气质量排名制度。一方面,在空气质量排名公布过程中,政府要颁布配套的产业政策,提高高耗能、高排放、高污染行业的准入条件,同时吸收国内外高新技术企业,积极引导其落户。并且,要加快淘汰落后产能,治理产能过剩,促使城市产业结构高级化转型。另一方面要合理调整产业结构布局,注重要素投入结构和产出结构的耦合发展,推动产业结构合理化转变。此外,政府要加强对企业绿色创新活动的支持,随着空气质量排名的公布,积极引导企业绿色技术创新,激励企业增加研发投入,鼓励企业开展前瞻性、绿色化技术开发,增加产品附加值。同时,还需缓解企业面临的绿色创新活动的资源约束,减少绿色创新对企业其他生产活动的挤出效应。

(3)要充分发挥互联网的环境信息传递功能,积极配合好空气质量排名制度的有效实施。利用“互联网+”不断提高信息化水平,拓宽空气质量信息流通渠道。一方面是要消除政府与公众之间的环境信息不对称,打消公众对政府执行力的猜疑。另一方面也要积极地向企业和公众传播绿色生产消费理念。此外,政府需要提高空气质量数据的透明度,让公众了解实际情况,激励公众积极参与环境保护,监督环境政策执行。多方共同努力,协力打赢蓝天保卫战。

(4)要避免空气质量排名倒数城市出现“虱多不痒,债多不愁”的污染治理困境,强化环境污染问责机制。应进一步完善对地方政府环境工作绩效的考核制度,落实对相关部门和责任人的环境问责机制。建立科学的奖惩制度,对于空气质量排名取得显著改进的城市予以奖励,鼓励更多城市积极改善大气环境,实现城市绿色转型发展。同时,对于排名靠后且未见明显改善的城市采取必要的约谈,敦促其加强环境监管和污染治理。

参考文献(References):

[1] 周丽君, 张宗庆. 环境规制与制造业转型升级耦合协调发展及影响因素研究[J]. 经济问题探索, 2024, (3): 133-154. [Zhou L J, Zhang Z Q. Research on the coupling and coordinated development between environmental regulation and manufacturing transformation and upgrading and influencing factors[J]. Inquiry into Economic Issues, 2024, (3): 133-154.]

[2] Pahle M, Schaeffer R, Pachauri S, et al. The crucial role of complementarity, transparency and adaptability for designing en-ergy policies for sustainable development[J]. Energy Policy, 2021, DOI: 10.1016/j.enpol.2021.112662.

[3] Tietenberg T. Disclosure strategies for pollution control[J]. Environmental and Resource Economics, 1998, 11: 587-602.

[4] Shi C C, Guo F, Shi Q L. Ranking effect in air pollution governance: Evidence from Chinese cities[J]. Journal of Environmental Management, 2019, DOI: 10.1016/j.jenvman.2019.109600.

[5] 刘满凤, 陈梁. 环境信息公开评价的污染减排效应[J]. 中国人口·资源与环境, 2020, 30(10): 53-63. [Liu M F, Chen L. Effect of pollution emission reduction in the evaluation of environmental information disclosure[J]. China Population, Resources and Environment, 2020, 30(10): 53-63.]

[6] Wang K L, Yin H C, Chen Y W. The effect of environmental regulation on air quality: A study of new ambient air quality standards in China[J]. Journal of Cleaner Production, 2019, 215: 268-279.

[7] 张国兴, 林伟纯, Su B. 中央生态环境保护督察何以生效? 基于弱排名激励视角的实证分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2023, 33(5): 60-74. [Zhang G X, Lin W C, Su B. How does the central ecological and environmental protection inspection take effect? Empirical analysis based on weak ranking incentive perspective [J]. China Population, Resources and Environment, 2023, 33(5): 60-74.]

[8] Freeman R. Strategic Management: A Stakeholder Approach[M]. Boston: Pitman, 1984.

[9] Patten D M. Intra-industry environmental disclosures in response to the Alaskan oil spill: A note on legitimacy theory[J]. Accounting, Organizations and Society, 1992, 17(5): 471-475.

[10] Shi D Q, Bu C Q, Xue H Y. Deterrence effects of disclosure: The impact of environmental information disclosure on emission reduction of firms[J]. Energy Economics, 2021, DOI: 10.1016/j.eneco.2021.105680.

[11] Koehler D A, Spengler J D. The toxic release inventory: Fact or fiction? A case study of the primary aluminum industry[J]. Journal of Environmental Management, 2007, 85(2): 296-307.

[12] 孙岩, 刘红艳, 李鹏. 中国环境信息公开的政策变迁: 路径与逻辑解释[J]. 中国人口·资源与环境, 2018, 28(2): 168-176. [Sun Y, Liu H Y, Li P. Policy change of China's environmental information disclosure: Path and logical explanation[J]. China Population, Resources and Environment, 2018, 28(2): 168-176.]

[13] Li G Q, Xue Q, Qin J H. Environmental information disclosure and green technology innovation: Empirical evidence from China[J]. Technological Forecasting and Social Change, 2022, DOI: 10.1016/j.techfore.2021.121453.

[14] Bu C Q, Zhang K X, Shi D Q, et al. Does environmental information disclosure improve energy efficiency?[J]. Energy Policy, 2022, DOI: 10.1016/j.enpol.2022.112919.

[15] 史贝贝, 冯晨, 康蓉. 环境信息披露与外商直接投资结构优化[J]. 中国工业经济, 2019, (4): 98-116. [Shi B B, Feng C, Kang R. Environment information announcement and structure optimization of FDI[J]. China Industrial Economics, 2019, (4): 98-116.]

[16] Wang J X, Wang Y J, Sun C C, et al. Does mandatory air quality information disclosure raise happiness? Evidence from China[J]. Energy Economics, 2021, DOI: 10.1016/j.eneco.2020.105094.

[17] 祝树金, 李江, 张谦, 等. 环境信息公开、成本冲击与企业产品质量调整[J]. 中国工业经济, 2022, (3): 76-94. [Zhu S J, Li J, Zhang Q, et al. Environmental information disclosure, cost shock and firms' adjustment to product quality[J]. China Industrial Economics, 2022, (3): 76-94.]

[18] 竺效. 论环保法三大配套措施执法信息公开途径的完善[J]. 中国行政管理, 2020, (6): 25-29. [Zhu X. On the improve-ments of enforcement information disclosure forms of the environmental protection act's three supporting measures[J]. Chinese Public Administration, 2020, (6): 25-29.]

[19] 王善勇, 张容玮, 陈久松. 政府环境信息公开及影响因素: 基于推拉锚定模型的研究[J]. 北京理工大学学报(社会科学版), 2024, 26(1): 89-100. [Wang S Y, Zhang R W, Chen J S. Government environmental information disclosure and influencing factors: Based on Push-Pull-Mooring model[J]. Journal of Beijing Institute of Technology (Social Sciences Edition), 2024, 26(1): 89-100.]

[20] 李璐. 构建环境信息公开质量保障机制助力推动绿色低碳发展[J]. 中国行政管理, 2021, (9): 154-156. [Li L. Building a quality assurance mechanism for environmental information disclosure to help promote green and low-carbon development[J]. Chinese Public Administration, 2021, (9): 154-156.]

[21] 王营, 冯佳浩. 政府环境信息公开的绿色创新效应研究[J]. 科研管理, 2023, 44(6): 117-125. [Wang Y, Feng J H. A study of the green innovation effect of government environmental information disclosure[J]. Science Research Management, 2023, 44(6): 117-125.]

[22] 余典范, 龙睿, 王超. 数字经济与边界地区污染治理[J]. 经济研究, 2023, 58(11): 172-189. [Yu D F, Long R, Wang C. Digital economy and pollution control in border areas[J]. Economic Research Journal, 2023, 58(11): 172-189.]

[23] 梁景天, 吴健生, 赵宇豪, 等. 基于"一街一站"的深圳市$PM_{2.5}$时空特征及排名通报作用研究[J]. 地理研究, 2020, 39(11): 2642-2652. [Liang J T, Wu J S, Zhao Y H, et al. Spatiotemporal characteristics and effects of ranking proclamation of $PM_{2.5}$ in Shenzhen based on sub-district monitoring network[J]. Geographical Research, 2020, 39(11): 2642-2652.]

[24] 王程伟, 马亮. 排名何以促进环境治理绩效提升? 中国城市地表水的实证研究[J]. 北大政治学评论, 2022, (1): 105-131. [Wang C W, Ma L. How does city ranking promote environmental performance? An empirical study of surface water ranking in Chinese cities[J]. Peking University Political Science Review, 2022, (1): 105-131.]

[25] 马亮. 绩效排名、政府响应与环境治理: 中国城市空气污染控制的实证研究[J]. 南京社会科学, 2016, (8): 66-73. [Ma L. Performance ranking, government responsiveness and environmental governance: An empirical study of air pollution control in chinese cities[J]. Nanjing Journal of Social Sciences, 2016, (8): 66-73.]

[26] 方先明, 胡丁. 企业ESG表现与创新: 来自A股上市公司的证据[J]. 经济研究, 2023, 58(2): 91-106. [Fang X M, Hu D. Corporate ESG performance and innovation: Empirical evidence from A-share listed companies[J]. Economic Research Journal, 2023, 58(2): 91-106.]

[27] Zivin J G, Neidell M. The impact of pollution on worker productivity[J]. American Economic Review, 2012, 102(7): 3652-3673.

[28] 喻旭兰, 周颖. 绿色信贷政策与高污染企业绿色转型: 基于减排和发展的视角[J]. 数量经济技术经济研究, 2023, 40(7): 179-200. [Yu X L, Zhou Y. Green credit policy and green transition of high-pollution enterprises: A perspective from emission reduction and development[J]. Journal of Quantitative and Technological Economics, 2023, 40(7): 179-200.]

[29] 中央人民广播电台. 重点区域"好天"同比下降 排名靠后城市将被约谈问责[N/OL]. (2019-08-09) [2024-01-16]. https://m.

cnr. cn/news/20190809/t20190809_524724258. html. [China National Radio. Key Areas of the "Good Day" Year-on-year Decline in the Ranking of the City behind the Accountability will be Interviewed[N/OL]. (2019-08-09) [2024-01-16]. https://m. cnr. cn/news/20190809/t20190809_524724258.html.]

[30] 北京市生态环境局. 2022年4月北京市生态环境部门受理生态环境投诉举报情况[N/OL]. (2022-06-17) [2024-01-16]. https://sthjj. beijing. gov. cn/bjhrb/index/xxgk69/zfxxgk43/fdzdgknr2/ywdt28/xwfb/325861997/index. html. [Beijing Municipal Ecology and Environment Bureau. Beijing's Ecological Environment Department Receives Ecological Environment Complaints and Reports in April 2022[N/OL]. (2022-06-17) [2024-01-16]. https://sthjj. beijing. gov. cn/bjhrb/index/xxgk69/zfxxgk43/fdzdgknr2/ywdt28/xwf b/325861997/index.html.]

[31] 郭沛, 王光远. 数字经济的减污降碳协同作用及机制: 基于地级市数据的实证检验[J]. 资源科学, 2023, 45(11): 2117-2129. [Guo P, Wang G Y. The synergistic effect of digital economy on pollution and carbon reduction and the influence mechanism: An empirical test based on prefecture-level city data[J]. Resources Science, 2023, 45(11): 2117-2129.]

[32] 李维维, 虞虎, 陈田, 等. 城市旅游综合体分布格局演化与区位选择机制: 杭州案例[J]. 地理研究, 2023, 42(9): 2386-2404. [Li W W, Yu H, Chen T, et al. Evolution of distribution patterns and location selection mechanism of urban tourism complexes: A case study of Hangzhou City[J]. Geographical Research, 2023, 42(9): 2386-2404.]

[33] 北京市发展和改革委员会. 关于全面推进新能源供热高质量发展的实施意见[N/OL]. (2023-10-12) [2024-01-16]. https://fgw. beijing. gov. cn/fgwzwgk/zcgk/bwqtwj/202311/t20231108_3297412.htm. [Beijing Municipal Commission of Development and Reform. Implementation Opinions on Comprehensively Promoting the High-quality Development of New Energy Heat Supply[N/OL]. (2023-10-12) [2024-01-16]. https://fgw. beijing. gov. cn/fgwzwgk/zcgk/bwqtwj/202311/t20231108_3297412.htm.]

[34] 刘金科, 肖翊阳. 中国环境保护税与绿色创新: 杠杆效应还是挤出效应?[J]. 经济研究, 2022, 57(1): 72-88. [Liu J K, Xiao Y Y. China's environmental protection tax and green innovation: Incentive effect or crowding out effect?[J]. Economic Research Journal, 2022, 57(1): 72-88.]

[35] 严若森, 张锦浩, 周燃. 红色文化与企业绿色创新: 基于国家级烈士纪念设施地理位置数据的研究[J]. 研究与发展管理, 2024, 36(2): 37-49. [Yan R S, Zhang J H, Zhou R. Red culture and corporate green innovation: A study based on geographical data of national martyrs' memorial facilities[J]. R&D Management, 2024, 36 (2): 37-49.]

[36] Porter M E, Linde C V D. Toward a new conception of the environment competitiveness relationship[J]. Journal of Economic Perspectives, 1995, 9(4): 97-118.

[37] 卜伟, 王雅婧, 闫中意. 供应链联动下企业数字化的绿色创新外溢效应[J]. 南京财经大学学报, 2024, (2): 78-88. [Bu W, Wang Y J, Yan Z Y. Spillover effect of green innovation from enterprises digital transformation under supply chain linkage[J]. Journal of Nanjing University of Finance and Economics, 2024, (2): 78-88.]

[38] 张永旺, 宋林. 环境规制与创新的出口质量效应: 技术开发与技术改造谁扮演了更重要的角色[J]. 经济科学, 2019, (2): 53-65. [Zhang Y W, Song L. Export quality effects of environmental regulation and innovation: Who plays a more important role, technology development or technological transformation?[J]. Economic Science, 2019, (2): 53-65.]

[39] 徐妍, 宋怡瑾, 沈悦. 地方政府环境治理目标约束能否提升企业ESG质量: 基于文本分析法的经验证据[J]. 中国人口·资源与环境, 2024, 34(3): 137-150. [Xu Y, Song Y J, Shen Y. Can local governments' environmental governance target constraints improve corporate ESG quality: Empirical evidence based on textual analysis[J]. China Population, Resources and Environment, 2024, 34(3): 137-150.]

[40] 中华人民共和国生态环境部. 绿色发展立潮头: 广东污染防治攻坚战综述[N/OL]. (2021-02-20) [2024-01-16]. https://www.mee. gov. cn/ywdt/dfnews/202102/t20210220_821762. shtml. [Ministry of Ecology and Environment of the People's Republic of China. Green Development Leads the Tide: An Overview of Guangdong's Pollution Prevention and Control Battle[N/OL]. (2021-02-20) [2024-01-16]. https://www. mee. gov. cn/ywdt/dfnews/202102/t20210220_821762.shtml.]

[41] 杨喆, 李晴晴, 薛文晧. 国家重点生态功能区设立对农村居民收入的影响: 基于PSM- DID的实证分析[J]. 资源科学, 2023, 45(1): 144-157. [Yang Z, Li Q Q, Xue W H. Impact of the establishment of National Key Ecological Functional Areas on the rural residents' income: Empirical analysis based on PSM-DID[J]. Resources Science, 2023, 45(1): 144-157.]

[42] 黄寰, 何广, 肖义. 低碳城市试点政策的碳减排效应[J]. 资源科学, 2023, 45(5): 1044-1058. [Huang H, He G, Xiao Y. Carbon emission reduction effect of the low-carbon city construction pilot program[J]. Resources Science, 2023, 45(5): 1044-1058.]

[43] Zhong S, Li J, Zhao R. Does environmental information disclosure promote sulfur dioxide (SO_2) remove? New evidence from 113 cities in China[J]. Journal of Cleaner Production, 2021, DOI: 10.1016/j.jclepro.2021.126906.

[44] Chen W C, Xiang Y H, Liu J, et al. Foreign investor and industrial pollution: Evidence from sulfur dioxide emission[J]. Finance Research Letters, 2022, DOI: 10.1016/j.frl.2022.103279.

[45] 卢洪友, 刘啟明, 徐欣欣, 等. 环境保护税能实现"减污"和"增

长”么? 基于中国排污费征收标准变迁视角[J]. 中国人口·资源与环境, 2019, 29(6): 130-137. [Lu H Y, Liu Q M, Xu X X, et al. Can environmental protection tax achieve “reducing pollution” and “economic growth”? Based on the change perspective of China’s sewage charges[J]. China Population, Resources and Environment, 2019, 29(6): 130-137.]

[46] 陈军, 肖雨彤. 生态文明先行示范区建设如何助力实现“双碳”目标? 基于合成控制法的实证研究[J]. 中国地质大学学报(社会科学版), 2023, 23(1): 87-101. [Chen J, Xiao Y T. How does the construction of the ecological civilization pilot zone help achieve “dual carbon” goal? An empirical study based on synthetic control method[J]. Journal of China University of Geosciences (Social Sciences Edition), 2023, 23(1): 87-101.]

[47] 宋德勇, 朱文博, 丁海. 企业数字化能否促进绿色技术创新? 基于重污染行业上市公司的考察[J]. 财经研究, 2022, 48(4): 34-48. [Song D Y, Zhu W B, Ding H. Can firm digitalization promote green technological innovation? An examination based on listed companies in heavy pollution industries[J]. Journal of Finance and Economics, 2022, 48(4): 34-48.]

[48] 赵涛, 张智, 梁上坤. 数字经济、创业活跃度与高质量发展: 来自中国城市的经验证据[J]. 管理世界, 2020, 36(10): 65-76. [Zhao T, Zhang Z, Liang S K. Digital economy, entrepreneurship, and high-quality economic development: Empirical evidence from urban China[J]. Journal of Management World, 2020, 36(10): 65-76.]

[49] 黄群慧, 余泳泽, 张松林. 互联网发展与制造业生产率提升: 内在机制与中国经验[J]. 中国工业经济, 2019, (8): 5-23. [Huang Q H, Yu Y Z, Zhang S L. Internet development and productivity growth in manufacturing industry: Internal mechanism and China experiences[J]. China Industrial Economics, 2019, (8): 5-23.]

[50] 周黎安. 中国地方官员的晋升锦标赛模式研究[J]. 经济研究, 2007, (7): 36-50. [Zhou L A. Governing China’s local officials: An analysis of promotion tournament model[J]. Economic Research Journal, 2007, (7): 36-50.]

[51] 盛晓菲. 政绩诉求、经济高质量发展与雾霾污染[J]. 山西财经大学学报, 2022, 44(7): 16-28. [Sheng X F. Performance demands, high-quality economic development and smog pollution[J]. Journal of Shanxi University of Finance and Economics, 2022, 44(7): 16-28.]

[52] Fan W N, Wang F, Liu S Y, et al. How does financial and manufacturing co-agglomeration affect environmental pollution? Evidence from China[J]. Journal of Environmental Management, 2023, DOI: 10.1016/j.jenvman.2022.116544.

[53] 马军旗, 乐章. 黄河流域生态补偿的水环境治理效应: 基于双重差分方法的检验[J]. 资源科学, 2021, 43(11): 2277-2288. [Ma J Q, Yue Z. Effects of ecological compensation on water environment governance in the Yellow River Basin: A test based on difference-in-difference method[J]. Resources Science, 2021, 43(11): 2277-2288.]

[54] 程晖. “十四五”期间应重视对$PM_{2.5}$和臭氧协同治理[N]. 中国经济导报, 2020-10-29. [Cheng H. Synergistic Management of $PM_{2.5}$ and Ozone Should be Emphasized during the 14th Five-Year Plan Period[N]. China Economic Herald, 2020-10-29.]

[55] 范子英, 周小昶. 财政激励、市场一体化与企业跨地区投资: 基于所得税分享改革的研究[J]. 中国工业经济, 2022, (2): 118-136. [Fan Z Y, Zhou X C. Fiscal incentives, market integration and cross-region investment: Evidence from income tax sharing reform[J]. China Industrial Economics, 2022, (2): 118-136.]

[56] 周民良. 经济重心、区域差距与协调发展[J]. 中国社会科学, 2000, (2): 42-53. [Zhou M L. The economic center regional disparities and coordinated development[J]. Social Sciences in China, 2000, (2): 42-53.]

[57] Zhang G, Jia Y, Su B, et al. Environmental regulation, economic development and air pollution in the cities of China: Spatial econometric analysis based on policy scoring and satellite data[J]. Journal of Cleaner Production, 2021, DOI: 10.1016/j.jclepro.2021.129496.

[58] 王莉琴, 石培华, 张毓利, 等. 国家全域旅游示范区旅游经济网络演化及驱动因素[J]. 干旱区资源与环境, 2023, 37(11): 182-190. [Wang L Q, Shi P H, Zhang Y, et al. Evolution of tourism economic network in national comprehensive tourismdemonstration zone and driving factors[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2023, 37(11): 182-190.]

The effect of environmental information disclosure system on industrial emission reduction:
A case study of urban air quality ranking in China

YANG Zhe, XIONG Zhenwu, XUE Wenhao
(School of Economics, Qingdao University, Qingdao 266071, China)

Abstract: [Objective] In 2013, the Ministry of Environmental Protection of China published the urban air quality ranking for the first time, and expanded the scope of the ranking in 2018, so as to assess the emission reduction effect of this system, which is of great significance for exploring new ways to improve air quality in China. **[Methods]** In this study, we took the urban air quality ranking system as a quasi-natural experiment and systematically analyzed the emission reduction effect of the urban air quality ranking based on the panel data of 282 Chinese cities at the prefecture level and above from 2009 to 2021 by using the staggered difference-in-differences method. **[Results]** (1) The urban air quality ranking system had obvious emission reduction effects. Compared with the unranked cities, the industrial sulfur dioxide emissions of the ranked cities decreased by 18.6% on average, and the emission reduction effect was more significant in the northern and inland regions. (2) Industrial structure optimization and green technology innovation were important channels through which the urban air quality ranking system influenced industrial pollution emissions. (3) Further analysis revealed that the emission reduction effect of the air quality ranking system was enhanced with the increase of Internet penetration; the system had a more obvious effect on pollution reduction in the bottom-ranked cities; and the system can significantly reduce the concentration of major air pollutants in cities and realize the expected system goals. **[Conclusion]** Publication of urban air quality ranking is an effective environmental information disclosure system, which provides incentives for local governments to strengthen industrial pollution control and thus improve urban air quality. Therefore, air quality rankings should be fully utilized as a “pushback” for urban air quality, and healthy competition between cities in air quality should be formed effectively.

Key words: air quality ranking; environmental information disclosure; industrial pollution emission; Internet penetration; staggered difference-in-differences method; China