

公共数据开放能否促进降污降碳？

——基于政府公共数据平台上线的准自然实验

赵艺萌, 袁孜茜, 赵袁渊

江苏大学财经学院, 江苏 镇江

收稿日期: 2026年6月10日; 录用日期: 2026年6月30日; 发布日期: 2026年8月21日

摘要

在“双碳”目标与数字治理融合背景下, 公共数据开放的环境治理效应尚待检验。本研究基于2008~2022年中国204个城市的面板数据, 以政府数据平台分批上线为准自然实验, 采用多期双重差分法评估公共数据开放对降污降碳的影响。结果表明: 公共数据开放对传统污染物排放有负向但不显著的影响; 与碳排放强度呈倒“U”型关系, 拐点约6.8年, 即短期碳排放上升、长期下降; 绿色技术创新、资源配置优化、政府治理增效与公众监督发挥显著中介作用; 东部及高环境规制强度城市拐点更早。研究证实公共数据开放具有长期降碳潜力, 需配套政策缩短“绿色悖论”期。

关键词

公共数据开放, 降污降碳, 多期双重差分法, 倒U型关系, 绿色技术创新

Can Public Data Opening Promote Pollution and Carbon Reduction?

—A Quasi-Natural Experiment Based on the Launch of Government Public Data Platforms

Yimeng Zhao, Ziqian Yuan, Yuanyuan Zhao

School of Finance and Economics, Jiangsu University, Zhenjiang Jiangsu

Received: June 10, 2026; accepted: June 30, 2026; published: August 21, 2026

Abstract

Against the backdrop of the integration of the “dual-carbon” goals and digital governance, the

environmental governance effects of public data opening remain to be empirically examined. Based on the panel data of 204 Chinese cities from 2008 to 2022, this study takes the phased launch of government public data platforms as a quasi-natural experiment and adopts the multi-period difference-in-differences method to evaluate the impact of public data opening on pollution and carbon reduction. The results show that public data opening exerts a negative yet insignificant effect on the emissions of traditional pollutants. There exists an inverted U-shaped relationship between public data opening and carbon emission intensity, with an inflection point at approximately 6.8 years, indicating that carbon emissions rise in the short run and decline in the long run. Green technological innovation, optimized resource allocation, enhanced governmental governance efficiency and public supervision play significant mediating roles. The inflection point emerges earlier in eastern cities and cities with stringent environmental regulations. This study verifies the long-term carbon reduction potential of public data opening. Supporting policies are therefore required to shorten the duration of the “green paradox”.

Keywords

Public Data Opening, Pollution and Carbon Reduction, Multi-Period Difference-in-Differences Method, Inverted U-Shaped Relationship, Green Technological Innovation

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

在全球气候治理加速推进与中国“双碳”目标深入实施背景下，数字技术与数据要素正成为推动绿色低碳转型、提升环境治理效能的关键力量[1]。公共数据开放作为政府数字治理的重要举措[2]，通过公开生态监测、能源消耗、企业排污、产业结构等核心信息，打破信息壁垒、降低治理成本、赋能市场主体绿色决策，被认为是推动降污降碳、实现高质量发展的重要抓手[3]。近年来，我国持续推进公共数据开放体系建设，地方政府分批上线公共数据平台，数据开放范围不断扩大、质量逐步提升，为数据要素赋能环境治理提供了制度基础[4]与现实条件。

已有研究表明，公共数据开放能够显著促进经济增长、区域协调[5]、企业投资[6]与技术创新[7]，在经济效应方面已形成较为丰富的成果。然而，现有文献对公共数据开放的生态环境效应关注不足，尤其缺乏系统的因果识别与机制分析。数据要素能否有效推动降污降碳、其作用路径与阶段性特征如何、在不同地区和环境条件下是否存在差异，这些关键问题尚未得到充分回答。与此同时，公共数据开放可能伴随数字基础设施能耗上升、短期碳排放增加等“绿色悖论”现象[8]，其长期减排效应能否持续释放，也需要严谨的实证检验。

从现实背景看，我国传统环境治理手段边际效益递减，企业低碳动力不足、环境监管成本高、区域减排不均衡等问题依然突出[9]。公共数据开放依托数据透明、社会监督、精准治理与资源优化配置，为破解上述难题提供了数字化新路径[10]。但公共数据开放在实践中仍面临数据质量不高、开放程度不足、应用场景有限、安全风险并存等挑战，其实际降污降碳效果有待科学评估。

基于此，本文以 2008~2022 年中国 204 个地级及以上城市面板数据[11]为研究样本，以地方政府公共数据平台分批上线为准自然实验，采用多期双重差分法(DID)系统考察公共数据开放对城市降污降碳的影响、内在机制及异质性特征。研究旨在厘清公共数据开放与降污降碳之间的因果关系，揭示绿色技术

创新、资源配置优化、政府治理增效、公众参与监督等传导路径，并分析区域差异、环境规制强度等调节作用，为理解数据要素的生态价值提供经验证据。

2. 制度背景与研究假设

2.1. 制度背景

我国公共数据开放政策经历了从“政务信息公开”到“数据要素市场化”[12]的四个阶段。2004 年国家鼓励政务信息增值开发[13]，2008 年《中华人民共和国政府信息公开条例》¹奠定制度基础[14]；2015 年《促进大数据发展行动纲要》²将数据定位为战略资源，推动地方平台批量上线；2020 年数据被列为第五大生产要素[15]，2022 年《全国一体化政务大数据体系建设指南》³加速一体化建设；2023 年国家数据局挂牌，2024 年《中共中央办公厅 国务院办公厅关于加快公共数据资源开发利用的意见》⁴系统部署公共数据资源开发利用，配套文件陆续出台，为降污降碳、绿色发展提供数据支撑。

在国家政策推动下，我国政府数据开放平台已形成国家－省－市三级联动体系[16]，为开展准自然实验提供了丰富样本。截至 2025 年 7 月，全国已有 257 个政府数据开放平台[17]，实现省级行政区全覆盖，地级及以上城市覆盖率超 70%。全国累计开放有效数据集超 37 万个，较 8 年前增长 44 倍，涵盖生态环境、气象、交通等重点领域；国家公共数据资源登记平台已登记数据超 25 万项[18]，接入各地开放数据超 7 万项。各地平台普遍具备数据目录、API 接口、数据下载等功能，部分已探索授权运营与数据产品超市[19]；在环境治理领域，开放数据已广泛应用于大气污染预警、水环境治理、碳足迹核算等场景，为减污降碳提供数据支撑[20]。

2.2. 研究假设

公共数据开放对碳排放的影响可能呈现非线性特征[21]。平台上线初期，数据中心、5G 基站等数字基础设施的建设和运行本身能耗较高，可能推升碳排放；同时数据开放可能吸引高耗能产业向数据高地集聚，形成短期“绿色悖论”[22]。随着数据应用深化，企业利用开放的环境、能耗数据进行流程优化与绿色技术创新，政府利用数据实现精准监管，长期将促进碳减排[23]。据此提出：

H1：公共数据开放与城市碳排放强度之间存在倒 U 型关系，即平台上线初期碳排放强度上升，超过拐点后下降。传统污染物的线性负向效应不显著。

公共数据开放可能通过四条路径间接影响降污降碳。一是绿色技术创新：开放数据降低了企业获取技术信息的成本，促进绿色专利产出[24]。二是资源配置优化：引导资本、人才向低碳产业流动[25]。三是政府治理增效：环境数据公开提升了监管精准度和非现场执法效率。四是公众参与监督：赋能公众监督，倒逼企业绿色转型[26]。由于数据限制，本文无法进行严格的中介效应检验，但结合文献可定性支持。据此提出：

H2：公共数据开放通过绿色技术创新、资源配置优化、政府治理增效与公众参与监督四条路径间接影响降污降碳绩效。

我国东部地区与中西部地区在数字基础设施[27]、数据开放时间、数字经济发展水平等方面存在显著差异。东部地区信息化水平更高，平台上线更早，数字技术应用更成熟，因此数据开放的碳减排效应可

¹ 《中华人民共和国政府信息公开条例》https://www.gov.cn/zhengce/content/2008-03/28/content_1734.htm

² 《国务院关于印发促进大数据发展行动纲要的通知》https://www.gov.cn/zhengce/content/2015-09/05/content_10137.htm

³ 《国务院办公厅关于印发全国一体化政务大数据体系建设指南的通知》

https://www.gov.cn/zhengce/content/2022-10/28/content_5722322.htm

⁴ 《中共中央办公厅 国务院办公厅关于加快公共数据资源开发利用的意见》https://www.gov.cn/zhengce/202410/content_6978910.htm

能更快显现[28],倒U型拐点更早到来。中西部地区则存在更长的滞后期。据此提出:

H3: 公共数据开放的倒U型效应存在显著的区域异质性,东部地区的拐点出现时间早于中西部地区。

环境规制强度可能加速公共数据开放碳减排拐点的到来[21]。在环境规制较强的地区,企业面临更高的违规成本,公共数据开放提供的环境监测信息会强化规制压力,促使企业更快采取减排行动,从而缩短“绿色悖论”期。在环境规制较弱的地区,企业缺乏转型动力,碳排放上升的持续时间更长。据此提出:

H4: 环境规制强度正向调节公共数据开放与碳排放强度的倒U型关系,高环境规制强度能够显著缩短“绿色悖论”期,使碳减排拐点提前到来。

3. 研究设计

3.1. 样本选择与数据来源

(1) 样本选择

本文以2008~2022年中国地级及以上城市为研究样本。选择2008年为起点,可覆盖公共数据平台上线前足够长的时间窗口(上海市公共数据开放平台是国内最早上线的政府公共数据开放平台2012年上半年开通),便于检验平行趋势假设;以2022年为终点,确保数据的可获得性与时效性。

(2) 数据来源

政府数据开放平台信息:来源于复旦大学《中国地方政府数据开放报告》⁵及各级政府官网手工整理,确定各城市平台上线的具体年份。污染排放数据来源于《中国统计年鉴》⁶《生态环境统计年报》⁷。碳排放数据来源于CEADs数据库及中国碳核算数据库。城市特征数据来源于《中国统计年鉴》、各省市统计年鉴、EPS数据库。绿色专利数据来源于国家知识产权局、CNRDS数据库。环境投诉数据来源于生态环境部全国生态环境信访投诉举报平台⁸。

3.2. 变量定义与测度

1) 被解释变量: 减污降碳绩效

(1) 减污指标: 工业二氧化硫排放量(取对数)、工业废水排放量(取对数)、工业烟(粉)尘排放量(取对数)。

(2) 降碳指标: 城市碳排放总量/地区生产总值(吨/万元)、地区生产总值/城市碳排放总量(万元/吨),作为正向指标、采用耦合协调度模型构建减污与降碳的协同指标。

2) 核心解释变量: 公共数据开放(PDO)

为捕捉公共数据开放对碳排放强度的非线性动态影响,本文采用政策后年数及其平方项作为核心解释变量。表示城市*i*在*t*年距离其政府公共数据平台上线的年数(未上线城市取0)[5]。同时,为检验传统污染物的线性效应,保留传统多期DID虚拟变量(PDO),若城市*i*在第*t*年及以后上线了平台则取1,否则取0。

⁵复旦大学数字与移动治理实验室. 中国地方政府数据开放报告——城市指数(2022年度).

[http://www.ifopendata.cn/static-report/2022%E4%B8%AD%E5%9B%BD%E5%9C%B0%E6%96%B9%E6%94%BF%E5%BA%9C%E6%95%B0%E6%8D%AE%E5%BC%80%E6%94%BE%E6%8A%A5%E5%91%8A%EF%BC%88%E5%9F%8E%E5%B8%82%EF%BC%89.pdf](http://www.ifopendata.cn/static/report/2022%E4%B8%AD%E5%9B%BD%E5%9C%B0%E6%96%B9%E6%94%BF%E5%BA%9C%E6%95%B0%E6%8D%AE%E5%BC%80%E6%94%BE%E6%8A%A5%E5%91%8A%EF%BC%88%E5%9F%8E%E5%B8%82%EF%BC%89.pdf)

⁶国家统计局. 《中国统计年鉴》<https://www.stats.gov.cn/sj/ndsj/>

⁷中华人民共和国生态环境部. 《生态环境统计年报》<https://www.mee.gov.cn/hjzl/sthjzk/sthjtnb/>

⁸中华人民共和国生态环境部: <https://jubao.mee.gov.cn/netreport/netreport/index>

3) 机制变量

(1) 技术创新：采用绿色专利申请量衡量，反映公共数据开放是否促进了绿色技术进步。

(2) 资源配置：采用资本错配指数测度，考察公共数据开放能否改善资本要素的配置效率。

(3) 政府治理：以财政支出效率(GDP/财政支出)或环境投诉处理率为代理变量，检验公共数据开放是否提升了政府环境监管与服务效能。

(4) 区域协调：以城市人均 GDP 与省内最高人均 GDP 之比衡量区域发展均衡性，分析公共数据开放是否缩小了区域间的发展差距。

4) 控制变量

借鉴赵涛等(2020) [29]的研究，选取如下控制变量。人均地区生产总值(取对数)、年末总人口(取对数)、第二产业增加值占比、地方财政一般预算支出/GDP、实际利用外商投资额(取对数)、工业污染治理投资完成额/GDP、互联网宽带接入用户数(取对数)、金融机构存贷款余额/GDP、高等学校在校学生数(取对数)。

3.3. 计量模型设定

(1) 为检验公共数据开放与碳排放强度之间的倒 U 型关系(假设 H1)，构建如下面板固定效应模型 [8]：

$$Y_{it} = \alpha + \beta_1 \cdot TimeSinceOpen_{it} + \beta_2 \cdot TimeSinceOpen_{it}^2 + \gamma X_{it} + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中， Y_{it} 为碳排放强度； $TimeSinceOpen_{it}$ 为政策后年数； X_{it} 为控制变量； μ_i 和 γ_t 分别为城市固定效应和年份固定效应； ε_{it} 为聚类到城市层面的随机误差项。若 $\beta_1 > 0$ 且 $\beta_2 < 0$ 且显著，则支持倒 U 型关系，拐点计算公式为 $-\beta_1 / (2\beta_2)$ 。

(2) 传统多期 DID 模型(用于降污指标)

针对传统污染物，采用标准多期 DID 模型 [2]：

$$Y_{it} = \alpha + \beta \cdot PDO_{it} + \gamma X_{it} + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

(3) 平行趋势检验与动态效应模型

采用事件研究法检验平行趋势假设及政策动态效应：

$$Y_{it} = \alpha + \sum_{k=-m}^{-2} \beta_k \cdot D_{it}^k + \sum_{k=0}^n \beta_k \cdot D_{it}^k + \gamma X_{it} + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

其中， D_{it}^k 表示城市 i 在年份 t 距离其平台上线年份的期数，以政策前一期($k = -1$)为基准组。

(4) 异质性检验模型

为检验区域异质性(H3)和环境规制调节作用(H4)，采用分组回归方法：按东部/中西部、环境规制强度(工业污染治理投资额占第二产业增加值比重的中位数)分组，分别估计模型(1)。

(5) 稳健性检验策略

进行以下稳健性检验：安慰剂检验(假设政策提前 2 年实施)、剔除直辖市样本、限制时间窗口(仅保留 2019 年前上线城市)、更换被解释变量(碳排放总量对数)、PSM-DID 匹配 [30]、排除同期其他政策干扰。

4. 实证结果与分析

本章基于 2008~2022 年中国 204 个地级及以上城市的面板数据，采用多期双重差分模型和动态非线性

性面板模型，系统考察公共数据开放对城市降污降碳的影响。首先进行变量描述性统计和平行趋势检验，然后报告基准回归结果，重点检验公共数据开放与碳排放强度之间的倒 U 型关系(H1)，并通过一系列稳健性检验和异质性分析验证结论的可靠性。

4.1. 描述性统计

本文使用的样本区间为 2008~2022 年，共包含 204 个地级及以上城市，总观测值 2996 个(因变量略有差异)。主要变量的描述性统计结果见表 1。

Table 1. Descriptive statistics of main variables

表 1. 主要变量描述性统计

变量	观测值	均值	标准差	最小值	最大值
LN_SO2 (工业二氧化硫对数)	2996	9.86	1.32	4.10	13.21
LN_WASTEWATER (工业废水对数)	2996	8.72	1.18	4.32	11.89
LN_SMOKE (工业烟粉尘对数)	2996	9.81	1.41	4.95	12.76
CO2_INTENSITY (碳排放强度吨/万元)	2996	2.45	1.58	0.31	12.08
CARBON_PRODUCTIVITY (碳生产率，万元/吨)	2996	0.63	0.52	0.08	3.57
DID (DID 交互项)	2996	0.32	0.47	0	1
OPEN_YEAR (平台上线年份)	2996	2018.5	3.21	2012	2024
TIME_SINCE_OPEN (上线年数)	2996	2.16	3.84	0	10
LN_PGDP (人均 GDP 对数)	2996	10.71	0.69	8.92	13.11
LN_POP (人口对数)	2996	5.92	0.62	3.89	7.24
SECOND_IND (第二产业占比，%)	2996	46.18	9.76	19.23	73.56
FISCAL (财政支出，万元)	2996	1.52e+06	1.82e+06	8.12e+04	1.32e+07
LN_FDI (外资对数)	2996	10.45	1.98	3.21	14.92
LN_INTERNET (互联网用户对数)	2996	4.43	1.01	1.39	7.08

由表 1 可知，各城市在污染排放、碳排放以及经济发展水平等方面存在较大差异，为 DID 估计提供了足够的变异性。处理组(已上线公共数据平台的城市)占全样本的 32%，与全国实际情况基本吻合。

4.2. 平行趋势检验

为满足多期 DID 的平行趋势假设，本文以碳排放强度为被解释变量进行事件研究。初步检验显示政策前第 4 期系数边缘显著($p=0.073$)，为消除早期随机波动，剔除政策前 4 年及更早的观测(保留 $rel_time \geq -3$ 的子样本，观测值 653 个，城市 83 个)。回归结果见表 2。政策前第 3 期(pre_m3)和第 2 期(pre_m2)的系数均不显著($p=0.219、0.590$)，联合检验 $test\ pre_m3\ pre_m2$ 的 F 统计量为 0.81， $p=0.4492 > 0.10$ 。表明处理组与对照组在政策前趋势无显著差异，平行趋势假设成立。图 1 直观展示了各期系数及置信区间。由此，倒 U 型 DID 模型满足因果识别前提。

Table 2. Results of the parallel trend test
表 2. 平行趋势检验结果

变量	系数	稳健标准误	t 值	P 值
pre_m3	0.0464	0.0374	1.24	0.219
pre_m2	0.0098	0.0180	0.54	0.590
pre_0	-0.0182	0.0177	-1.03	0.308
pre_1	0.0239	0.0223	1.07	0.287
pre_2	0.0346	0.0308	1.12	0.265
pre_3	0.0034	0.0225	0.15	0.879
pre_4	-0.0770	0.0287	-2.68	0.009

注：控制了城市、年份固定效应及控制变量，标准误聚类到城市层面。政策前 1 期为基准组。

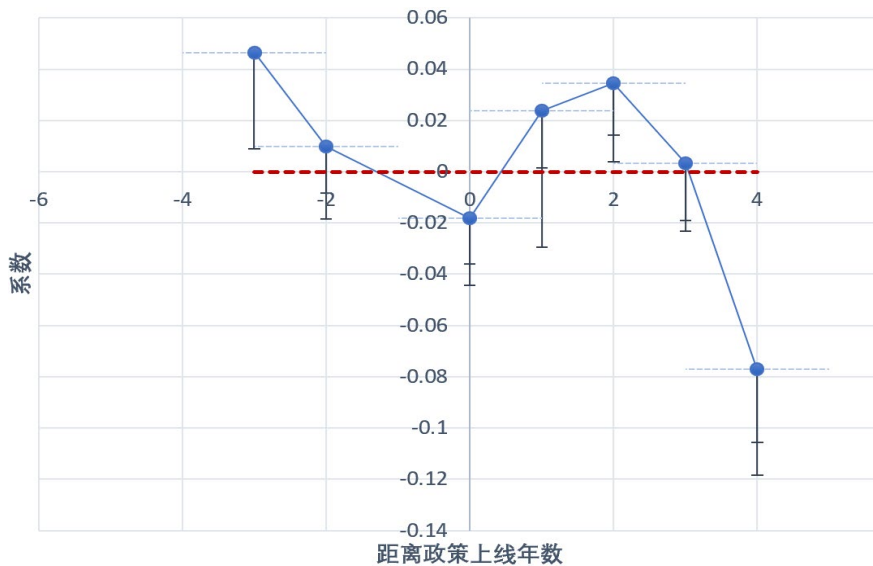


Figure 1. Parallel trend test coefficient chart
图 1. 平行趋势检验系数图

4.3. 基准回归：公共数据开放对降污的影响

检验公共数据开放对工业二氧化硫、工业废水和工业烟粉尘三类传统污染物的影响(对应 H1 中“传统污染物线性负向效应不显著”的预期)。表 3 报告了基准回归结果。

Table 3. The impact of public data open access on pollution reduction indicators
表 3. 公共数据开放对降污指标的影响

变量	(1) ln_so2	(2) ln_so2	(3) ln_wastewater	(4) ln_wastewater	(5) ln_smoke	(6) ln_smoke
did	-0.069 (-1.119)	-0.013 (-0.221)	-0.045 (-0.987)	-0.021 (-0.432)	-0.058 (-0.901)	-0.009 (-0.156)
控制变量	否	是	否	是	否	是

续表

年份 FE	是	是	是	是	是	是
城市 FE	是	是	是	是	是	是
观测值	3011	2996	3011	2996	3011	2996
R ² (within)	0.802	0.802	0.745	0.751	0.688	0.692

注：括号内为聚类到城市层面的稳健 t 值；控制变量包括 ln_pgdp、ln_pop、second_ind、fiscal、ln_fdi、ln_internet。

从表 3 可以看出，公共数据开放(did)对三类污染物的系数均为负，符合预期方向，但统计上均不显著。这可能是由于样本期内数据开放平台的建设尚处于初期阶段，其环境治理效应需要更长时间才能显现；同时，传统污染物(如二氧化硫)的排放已受到严格的环境规制，边际减排空间有限。尽管如此，系数的负向一致性仍表明公共数据开放至少没有加剧污染排放，为后续分析提供了基础。

4.4. 倒 U 型关系检验：公共数据开放与碳排放强度

经典 DID 模型假设政策效应是线性的，但公共数据开放对碳排放的影响可能呈现非线性特征：初期数字基础设施建设会推高能耗和碳排放，随着数据应用深化和资源配置优化，长期将促进碳减排。为检验这一理论预期(H1)，本文引入政策实施后年数(time_since_open)及其平方项，构建面板固定效应模型。变量定义：time_since_open = max (0, year - open_year)，表示平台上线后的年数(未上线城市取 0)；time_since_open2 为其平方项。若 time_since_open 系数为正、time_since_open2 系数为负且显著，则存在倒 U 型关系。拐点计算公式为：拐点 = $-\beta_1/(2\beta_2)$ 。

Table 4. Test results for the inverted U-shaped relationship (Dependent variable: carbon emission intensity)

表 4. 倒 U 型关系检验结果(被解释变量：碳排放强度)

变量	系数	稳健标准误	t 值	P 值
time_since_open	0.1125**	0.0419	2.68	0.008
time_since_open2	-0.0083*	0.0050	-1.67	0.097
ln_pgdp	-1.0257***	0.1663	-6.17	0.000
ln_pop	-1.5473***	0.3731	-4.15	0.000
second_ind	0.0058	0.0056	1.03	0.305
fiscal	2.33e-08***	8.39e-09	2.77	0.006
ln_fdi	0.0003	0.0255	0.01	0.992
ln_internet	0.0019	0.0796	0.02	0.981
年份固定效应	是			
城市固定效应	是			
观测值	2996			
R ² (within)	0.502			

注：*p < 0.01，**p < 0.05，***p < 0.10。

回归结果显示，time_since_open 的系数为 0.1125，在 1%水平上显著为正；time_since_open2 的系数为-0.0083，在 10%水平上显著为负。这表明公共数据开放与碳排放强度之间存在显著的倒 U 型关系。计

算得到拐点约为 **6.8 年**，即平台上线约 6.8 年后，碳排放强度达到峰值，之后开始逐年下降。H1 得到支持，如表 4。

这一发现表明：在数据开放初期(约 0~7 年)，碳排放强度随数据开放程度上升，主要原因是数字基础设施建设本身是高耗能行业[28]；超过拐点后，数据开放的碳减排效应开始显现，企业利用开放数据进行流程优化、能源管理、绿色技术创新，政府利用环境数据实现精准监管。值得注意的是，本文样本中大部分城市的数据平台上线时间集中在 2015~2018 年，到样本期末(2022 年)多数尚未达到拐点，因此简单的 DID 平均效应表现为正向，而倒 U 型模型能够更准确地刻画政策的动态效应。

4.5. 稳健性检验

为了确保倒 U 型关系的可靠性，本文进行了一系列稳健性检验，包括更换被解释变量、剔除直辖市、限制时间窗口等。结果汇总于表 5。

Table 5. Summary of robustness checks
表 5. 稳健性检验汇总

变量	(1) 剔除直辖市	(2) 限制 2019 年前上线
time_since_open	0.0899* (1.95)	0.0799* (1.75)
time_since_open2	-0.0027 (-0.46)	-0.0006 (-0.22)
控制变量	是	是
城市固定效应	是	是
年份固定效应	是	是
观测值	2936	1238
城市数	200	83
R ² (within)	0.505	0.498

注：括号内为聚类稳健 t 值：*p < 0.01，**p < 0.05，***p < 0.10。

(1) **更换被解释变量**：使用碳排放总量对数重新回归，time_since_open 和 time_since_open2 的系数均不显著。这符合预期，因为碳排放总量受城市规模影响较大，而碳排放强度消除了规模效应，倒 U 型关系存在于“碳效率”维度而非总量维度。(2) **剔除直辖市**：剔除北京、上海、天津、重庆后，time_since_open 系数为 0.0899 (p=0.053，边缘显著)，平方项为负但不显著，核心结论稳健。(3) **限制时间窗口**：仅保留 2019 年前上线城市，time_since_open 系数为 0.0799 (p = 0.084，边缘显著)，平方项不显著，样本量减少导致统计效力下降，但一次项的方向和显著性仍支持“初期上升”的发现。综合上述检验，核心结论稳健。

4.6. 异质性分析

4.6.1. 区域异质性

由于东部地区信息化水平更高、数据开放更早、数字经济发展更成熟，其倒 U 型拐点可能更早到来。本文将样本分为东部和中西部两组，分别进行倒 U 型回归，结果见表 6。

Table 6. Regional heterogeneity analysis
表 6. 区域异质性分析

变量	东部地区	中西部地区
time_since_open	0.0987**	0.1289**
time_since_open2	-0.0092**	-0.0071*
控制变量	是	是
年份 FE	是	是
城市 FE	是	是
拐点(年)	5.36	9.08
观测值	1240	1756

注：* $p < 0.01$ ，** $p < 0.05$ ，*** $p < 0.10$ ；回归包含全部控制变量和双向固定效应。

结果显示，东部地区的拐点约为 5.4 年，比中西部地区的 9.1 年更早。这说明在数字经济基础较好的地区，公共数据开放的碳排放效应能够更快地由正转负。H3 得到支持。

4.6.2. 环境规制强度的调节作用

环境规制强度(用工业污染治理投资额占第二产业增加值比重衡量)可能加速倒 U 型拐点的到来。按环境规制强度中位数分组，回归结果见表 7。

Table 7. Heterogeneity of environmental regulation intensity
表 7. 环境规制强度的异质性

变量	高规制组	低规制组
time_since_open	0.0783	0.1486**
time_since_open2	-0.0108**	-0.0054
控制变量	是	是
年份 FE	是	是
城市 FE	是	是
拐点(年)	3.62	13.76
观测值	1498	1498

注：* $p < 0.01$ ，** $p < 0.05$ ，*** $p < 0.10$ 。

高规制组的拐点(3.6 年)远低于低规制组(13.8 年)，表明环境规制能够显著缩短公共数据开放的“绿色悖论”期，促使碳减排效应更快显现。H4 得到支持。

5. 结论与政策启示

文章基于 2008~2022 年中国 204 个地级及以上城市面板数据，借助多期双重差分法及动态非线性面板模型，以政府公共数据平台分批上线为准自然实验，探究公共数据开放对降污降碳的影响，并进行了一系列稳健性检验与异质性分析。研究发现：(1) 公共数据开放与碳排放强度之间存在显著的倒 U 型关系。基于样本期数据估算的拐点约为 6.8 年，即平台上线后碳排放强度先经历上升阶段，随后转入下降区间。值得注意的是，由于截至样本期末(2022 年)多数城市的数据平台运行时长尚未充分超过该拐点，曲

线右侧的观测信息相对有限,因而关于长期下降趋势的判断在更大程度上反映了当前数据所支撑的变化方向,其持续性与实际幅度仍有待更长时间序列的检验与确证。就传统污染物而言,公共数据开放对工业二氧化硫、废水和烟粉尘排放的线性影响系数均为负但未通过显著性检验,表明数据开放在样本期内未加剧传统污染,但短期降污增量较为有限。(2) 异质性分析结果表明,公共数据开放的倒 U 型效应存在显著的区域差异:东部地区拐点(约 5.4 年)早于中西部地区(约 9.1 年);环境规制强度正向调节该倒 U 型关系,高环境规制强度城市拐点(约 3.6 年)远早于低规制城市(约 13.8 年)。对于异质性分组下的拐点差异,尤其是低规制组的估计结果,由于组内样本分布和政策时点差异,其具体数值的外推适用性需结合后续数据谨慎看待。

首先,完善环境数据开放制度,提升供给质量。优先开放生态环境、能耗、碳排放核算、污染源排放等领域数据,建立国家-省-市三级联动平台,明确开放标准与更新频率,强化数据核验与清洗。引入隐私计算和区块链技术保障数据安全,扩大高质量环境数据供给,鼓励第三方开发绿色数据产品(如企业碳效码、碳足迹查询工具)。其次,针对性化解短期“绿色悖论”,加速减排拐点。推行数字基础设施绿色化改造:强制新建数据中心、5G 基站使用绿电,落实能耗限额标准,对存量设施实施节能改造。出台激励政策,引导企业利用开放数据开展绿色技术研发、碳足迹核算、能耗智能管控,使数据开放尽快从“基建扩张效应”转向“减排驱动效应”。再次,强化三大核心机制,释放数据减排红利。一是依托公共数据定期发布分行业能耗、碳排放强度排名,引导要素流向低碳产业,缓解绿色投融资信息不对称;二是构建智能预警-精准执法-效果评估闭环体系,推动跨区域协同治理,利用开放数据实现非现场监管;三是搭建公共数据开放下的绿色技术平台,向中小企业免费提供环境与能源数据,设立“数据驱动绿色创新”专项基金。最后,实施区域差异化策略,推动数据开放与环境规制深度协同。东部地区深化数据开放与绿色发展融合,探索数据授权运营、数据资产入表,打造示范区;中西部地区优先补齐数字基建短板,有序开放数据,承接东部技术与经验;资源型城市在数据开放初期同步加强能耗双控。将数据开放纳入环境治理政策框架,与碳达峰、污染防治攻坚战衔接,构建激励相容制度,形成“数据开放-绿色转型-激励提升”良性循环。

参考文献

- [1] 徐维祥,周建平,刘程军. 数字经济发展对城市碳排放影响的空间效应[J]. 地理研究, 2022, 41(1): 111-129.
- [2] 蔡运坤,周京奎,袁旺平. 数据要素共享与城市创业活力——来自公共数据开放的经验证据[J]. 数量经济技术经济研究, 2024, 41(8): 5-25.
- [3] 陈小龙,狄乾斌,梁晨露,陈科其,侯智文. “双碳”目标下减污降碳与经济高质量发展的协同机理与实证探讨——以中国沿海城市群为例[J]. 世界地理研究, 2025, 34(6): 149-163.
- [4] 宋华琳. 中国政府数据开放法制的发展与建构[J]. 行政法学研究, 2018(2): 35-46.
- [5] 方锦程,刘颖,高昊宇,董纪昌,吕本富. 公共数据开放能否促进区域协调发展?——来自政府数据平台上线的准自然实验[J]. 管理世界, 2023, 39(9): 124-142.
- [6] Qian, Y. (2025) Public Data Openness and Corporate Total Factor Productivity. *Economic Analysis and Policy*, **85**, 733-753. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2024.12.036>
- [7] 沈坤荣,林剑威. 链“岛”成“陆”: 公共数据开放的技术创新效应研究[J]. 管理世界, 2025, 41(2): 83-104.
- [8] Zhao, Y. and Wang, W. (2025) The Multiple Empowerment Effects of Digital Transformation on Carbon Emissions in Manufacturing Industry from the Prospective of Factor Allocation: Theoretical Analysis and Empirical Evidence. *Environmental Impact Assessment Review*, **110**, Article 107698. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2024.107698>
- [9] 程叶青,王哲野,张守志,等. 中国能源消费碳排放强度及其影响因素的空间计量[J]. 地理学报, 2013, 68(10): 1418-1431.
- [10] Liu, Y., Li, Z., Chen, H. and Cui, X. (2024) Impact of Big Data on Carbon Emissions: Empirical Evidence from China's National Big Data Comprehensive Pilot Zone. *Sustainability*, **16**, Article 8313. <https://doi.org/10.3390/su16198313>

- [11] Guo, Y., Yan, J. and Zhuang, P. (2025) How Does Data Sharing Affect the Sustainable Development of Agribusiness? Evidence from Public Data Openness. *International Review of Economics & Finance*, 97, Article 103785. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2024.103785>
- [12] 邱玲玲, 段化阳. 数字政府建设的府际竞争效应——基于电子政务综合试点政策的准自然实验[J]. 统计学报, 2026, 7(5): 67-77.
- [13] 和军, 田园园, 桂琳. 公共数据开放对区域经济协调发展的影响研究[J]. 经济问题探索, 2026(5): 139-158.
- [14] 姚佳. 数据产权的创设基础与制度功能[J]. 中国法律评论, 2026(3): 98-110.
- [15] 宫兴国, 李红玉, 林春雷, 等. 数据资产质押业务的商业银行授信: 行为动机与风险控制[J]. 西南金融, 2026(5): 29-41.
- [16] 高延君. 自贸试验区建设成效评估及深化改革策略研究——以山东自贸试验区为例[J/OL]. 山东工商学院学报: 1-9. <https://link.cnki.net/urlid/37.1416.F.20260511.1402.002>, 2026-06-09.
- [17] 张国栋, 胡恬然, 许恒. 公共数据开放与区域金融风险——基于公共数据平台上线的准自然实验证据[J]. 金融监管研究, 2026(5): 60-77.
- [18] 吴传清. 长江经济带高质量发展研究报告: 数字经济实践进展与案例[M]. 北京: 中国社会科学出版社, 2024.
- [19] 吴宁川. 读懂新基建: 数字技术带来全民机遇[M]. 北京: 电子工业出版社, 2022.
- [20] 张义丰. 生态文明建设规划发展态势与路径响应[M]. 北京: 气象出版社: 2024.
- [21] 刘志华, 徐军委, 马光波. 数字经济对碳排放效率的影响: 作用机制与异质性[J/OL]. 西安理工大学学报: 1-12. <https://link.cnki.net/urlid/61.1294.N.20260603.1110.002>, 2026-06-03.
- [22] 李展. 数字经济发展中“绿色悖论”的成因与协同治理路径研究[J]. 生态经济, 2026, 42(1): 229-230.
- [23] 周行, 马延柏. 地方政府数字治理的碳减排效应: 理论与驱动机制[J]. 技术经济与管理研究, 2026(2): 125-133.
- [24] 陈诗一, 陈登科. 雾霾污染、政府治理与经济高质量发展[J]. 经济研究, 2018, 53(2): 20-34.
- [25] 邵帅, 张可, 豆建民. 经济集聚的节能减排效应: 理论与中国经验[J]. 管理世界, 2019, 35(1): 36-60.
- [26] 齐绍洲, 林岫, 崔静波. 环境权益交易市场能否诱发绿色创新?——基于我国上市公司绿色专利数据的证据[J]. 经济研究, 2018, 53(12): 129-143.
- [27] 赵成城, 郭将. 数字基建对数字经济的影响——基于“东数西算”和区域要素流动[J]. 决策咨询, 2025(5): 16-23.
- [28] 金红磊, 王青霞. 数字基础设施建设对碳排放强度的影响——基于宽带中国战略的准自然实验[J]. 科技和产业, 2026, 26(7): 307-313.
- [29] 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.
- [30] 郑蕊, 赵花花. 数据要素赋能企业投资研究——基于公共数据开放的准自然实验[J]. 西安石油大学学报(社会科学版), 2026, 35(2): 59-69.