基于城乡治理视角的中国农村能源转型的时空机制

高 兴，张 颖*，王慧子

北京理工大学 经济学院，北京 102488

扫码阅读

摘 要： 农村能源转型绝非单纯的技术替代，其本质是权力关系重塑与治理能力演化的复杂耦合。本研究以城乡治理为切入视角，构建多期双重差分模型及空间双重差分模型，系统解构了北方冬季清洁取暖政策对治理效能的时空驱动机制。结果表明，政策干预呈现出显著的短期承压、长期修复及空间溢出的特征。其一，试点补贴政策初期催生的资源强力汲取与多部门协同压力，在短期内对地方治理韧性构成了负向挤压。随着试点梯次的延展，这种负向效应呈现出显著的边际递增态势。其二，即使短期冲击客观存在，但在剥离组别特定趋势后，该政策对城乡治理能力的远期赋能效应依然稳健。基础设施的跨越式完善与部门协调机制的被迫重塑，共同构筑了提升治理能级的制度性底座，印证了政策由“倒逼”转向内生优化的演进逻辑。其三，试点城市的强势介入，通过资源虹吸效应及竞争性挤压，对非试点邻里城市的治理能力产生了强烈冲击，其造成的损失甚至超越了政策在本地的直接效应。本研究揭示了差异化政策工具对城乡治理效能的异质性影响，为理解农村能源转型期国家治理资源的空间错配提供了扎实的经验证据。这一发现强调，未来的能源政策制定必须超越技术工具理性，转向更具包容性与公平性的城乡协同治理范式。

关 键 词： 农村能源转型；城乡治理；清洁取暖政策；空间溢出效应

中图分类号： F323.214 **文献标志码：** A **文章编号：** 2097-4981(2026)03-0405-11

DOI：10.3724/j.issn.2097-4981.JECC-2026-0006

0 引言

农村能源转型的本质，绝非单纯的技术路径迭代演进，其核心体现为资源重配、权力博弈及空间正义等复杂治理维度的深度耦合[1-2]。从政治经济学视角来审视，不难发现，能源基础设施的空间版图是城乡权力结构的物化呈现；清洁能源的可及性差异，归根结底映射出国家治理资源在城乡二元场域间的非均衡化布控[3-4]。通过对农村能源系统的转型重塑，地方政府、能源资本与基层农户间的利益边际被重新划定，其本质上构成了城乡治理体系及其效能深度变革的微观表征[5]。

2017年以来，以试点机制为内核的差异化能源施策，为捕捉这一治理变迁提供了极具张力的观测样本。财政部、住房城乡建设部、环境保护部、国家能源局联合启动的北方地区冬季清洁取暖试点工作①，尝试在43个城市复刻“以补贴促替代、以基建锁技术”的治理路径[6]。与之形成鲜明对比的是，在试点城市边缘或非试点地区，洁净煤兜底政策凭借其低成本、广覆盖的特性，维持着取暖需求的供应底线。以河北省为例，石家庄与唐山等试点城市虽凭借雄厚的财政赋能实现了管网设施的跨越式完善，但政策的周期性退坡、农户端的返煤冲动揭示了治理韧性的不足。反观县域末端，洁净煤推广过程中

① 《关于开展中央财政支持北方地区冬季清洁取暖试点工作的通知》，https://www.mof.gov.cn/gp/xxgkml/jjjss/201705/t20170519_2604143.htm。

收稿日期： 2026-02-15；**接受日期：** 2026-04-01

基金项目： 国家社会科学基金后期资助项目（25FGLB084）

作者介绍： 高 兴（1992—），男，副研究员，研究方向为城乡治理与能源转型。E-mail：xing.gao@bit.edu.cn

通讯作者： 张 颖（2004—），女，硕士研究生，研究方向为城乡治理与能源转型。E-mail：15051249645@163.com

引用格式： 高兴, 张颖, 王慧子. 基于城乡治理视角的中国农村能源转型的时空机制[J]. 能源与气候变化, 2026, 2(3): 405−415.

GAO X, ZHANG Y, WANG H Z. Spatiotemporal Mechanisms of China’s Rural Energy Transition from an Urban–Rural Governance Perspective[J]. Journal of Energy and Climate Change, 2026, 2(3): 405−415.

频发的供应紊乱与质控缺失，不仅消解了环境规制之初衷，而且暴露了治理结构的深层结构性矛盾[7-8]。

城乡治理能力作为国家治理现代化的关键变量，其内涵已从传统的行政供给延伸至跨部门资源整合、风险对冲及利益共识的构建[9]。在能源转型大背景下，治理能力的优劣直接关乎政府能否在资本高强度介入的同时保障农户的经济负担能力，以及能否在复杂的监管盲区内消弭安全赤字。遗憾的是，既往文献多局限于研究能源转型的技术效率、成本收益或环境外溢效应，对其作为治理工具的深层逻辑探讨寥寥。此种视角的单一性，导致学术界往往精准捕捉单一目标的达成，却系统性地忽略能源转型进程中潜在的治理失灵与社会正义偏失[10-11]。

综上，既有研究的局限可归纳为三个方面：1）治理维度的“失语”。既有研究过度聚焦环境或经济表征，致使政策对城乡治理效能的动态冲击被长期置于“黑箱”。2）颗粒度的缺失。既有研究习惯将能源政策视作同质化的整体，忽视了不同政策工具在治理逻辑上的本质分化。3）意外后果的观测盲点。既有研究对洁净煤推广中所出现的供暖短缺、成本倒挂等政策副作用缺乏敏感度。

因此，本研究拟从城乡治理维度，解构中国农村能源转型的时空演进规律。本研究的核心关切在于：首先，如何排除各类干扰变量，科学测度清洁取暖政策对城乡治理能力的净效应；其次，试点补贴与洁净煤兜底这两套逻辑迥异的政策工具，通过何种差异化路径塑造其特有的治理效应。

针对上述研究问题，本研究的学术贡献主要体现为三个维度。1）方法论的拓展与补充：借由政策文本挖掘技术，揭示能源转型政策与治理能力间的可量化关联，将抽象的治理维度转化为可观测的学术事实。2）假设层面的重构：突破效应同质化的传统范式，利用空间双重差分（Spatial Difference-in-Differences，SDID）模型，勾勒不同政策工具所产生的异质性溢出效应，为审视超大规模试点政策的时空演化提供关键实证支持。3）治理逻辑的深挖：揭示国家治理资源在城乡空间布控中的非对称性，不仅为理解能源转型阵痛提供实证支撑，而且为迈向更具包容性、更显公平性的全球能源转型路径提供中国经验。

1 文献综述

1.1 能源转型的政治经济学与城乡治理理论基础

农村能源转型的本质是空间格局重构与治理范式变迁深度嵌合的复合图景。清洁取暖试点政策在空间布局上呈现明显的选择性偏好，即资源向地级市核心区及近郊倾斜，而将边陲乡村置于低成本替代方案的边缘。这种偏好绝非单纯的技术中性裁量，其本质是城乡权力位阶与发展优先序在制度设计中的具象投影[5,12]。从制度适配性的视角看，这一空间选择性背后隐喻着深层的治理逻辑。从制度经济学的视角看，能源转型的成效不仅在于技术的工具理性或经济的边际效益，更取决于顶层政策设计与地方资源禀赋、财政韧性及社会资本间的协同脉动[13-14]。遗憾的是，现实中均质化的政策范式往往忽略地域间治理基石的异质性，滋生治理“洼地”执行走样、运动式摊派等问题，进而导致政策效力不稳定。

城乡治理能力正是制度适配性的核心锚点。在能源转型大背景下，城乡治理能力超越了单纯的财政汲取与基建投入，已升华为一种横跨电力、燃气、环保等多维领域的科层协调能力，以及整合国有企业、民营企业等多元利益主体的社会动员能力[15]。从更深层次看，其表征为构建覆盖城乡、兼顾可及性与责任承担能力的公共服务保障网，以及在技术故障、安全冗余、社会冲突等复杂风险溢出时的危机对冲能力[16]。上述维度交织共生，共同构成了顶层的政策意志在地方层面平稳着陆的决定性变量。

治理能力的非均衡分布直接导向了能源转型中的正义分配问题。能源正义理论主张系统变革不应止步于效率与环境维度的改良，更应注重分配、程序与承认维度的多重正义。在中国语境下，试点政策的空间过滤使得偏远农村被“放逐”于补贴红利之外；自上而下的行政推力在某种程度上消解了农户的参与主体性；而对高龄、低收入等脆弱群体的关怀缺位，则进一步加剧了政策的排他性[17]。此类不平等与不均衡问题的根源在于治理能力在城乡物理空间上的撕裂，以及特定政策工具对既有不平等结构的加剧或固化。

1.2 能源转型政策对城乡治理能力的影响机制

能源转型政策对城乡治理能力的驱动，是一个

多维耦合且层级分化的复杂演进过程[18-19]。纵观全球，从欧洲的可再生能源竞赛到“全球南方”国家的电气化浪潮，技术路径的切换始终伴随国家与地方、政府与市场、城市与乡村间权力图谱的重绘。在中国，从西电东送到光伏扶贫，能源施策的过程实则伴随治理资源在城乡间的非对称流动，进而诱发地方治理能力的结构性重组。

财政机制构成重塑城乡治理能力的直接杠杆。能源基建依托中央或省级财政的大规模转移支付，在短期内获得了爆发式推进。然而，这种外源性注资在缓解燃眉之急的同时，亦衍生新的治理困局。一方面，路径依赖风险凸显。对外部补贴的高度依赖可能钝化地方财政的内生自主性，一旦政策红利触及退坡阈值，地方政府极易陷入资产沉淀、运营乏力的尴尬境地。另一方面，空间分化效应加剧。补贴向经济高地定向聚集，将拉大公共财政投入的级差、固化治理效能的空间异质性。这种分化不仅削弱了财政薄弱地区承载高强度政策的能力，更在资源稀释的背景下增加了政策执行的摩擦成本。

财政杠杆并非孤立运作，其与组织动员能力紧密交织[20]。能源转型的落地，使得地方政府必须击穿科层壁垒，构建跨部门、跨层级、跨主体的协同网络[21]。在试点实践中，由于涉及管网改造等重资产工程，客观上促成了地方政府组织体系的精细化。例如，由市长挂帅、多部联动的领导小组机制，在一定程度上锤炼了处理复杂治理事务的行政韧性。然而，这种效能增益呈现出显著的极化特征。治理基础坚实的城区能够通过资源整合形成合力；反观农村地带，则常受困于部门推诿、企业激励不足及村级动员“瘫痪”等。尤为关键的是，洁净煤兜底政策因其技术准入门槛低、不依赖复杂路网等优势，反而失去了对组织能力的“倒逼”效应。这意味着，尽管其在形式上完成了广域覆盖，却未能促进城乡治理能力布局精细化、治理现代化的逻辑演变。

从公共服务供给的视角看，政策对治理能力的塑造更具长周期属性。能源基建作为典型的公共产品，不仅折射能源安全，更反映国民生存品质。通过基础设施的现代化迭代，政策实际上在重构城乡公共服务的空间版图。试点区域凭借管网电网的升级，实现公共服务效能的跨越，体现了治理现代化的红利。但这种提升往往被禁锢在试点围墙之内，偏远乡村仍处于监管与服务的双重真空状态；洁净煤兜底政策虽勉力维持了覆盖率，但其在质量监控与应急保障上的缺失，不仅削弱了减排成效，更映射出治理体系在城乡空间上的深度失衡[22]。这种服务供给的裂痕，正是理解不同政策工具产生异质性治理效应的核心背景。

2 研究方法

2.1 变量与数据

2.1.1 被解释变量

本研究的被解释变量为城乡治理能力。鉴于政府公文是行政意向与资源投向的风向标，本研究援引文本分析法，以往年《政府工作报告》中“治理”相关术语出现的词频密度作为代理变量。依据议程设置理论，政府在权威文本中对特定议题的叙事强度，本质上映射了其制度响应的优先级与资源动员的潜在阈值[23]。在中国特有的行政传导机制下，政策文本与地方实际的财政支出、组织调配之间存在显著的制度性耦合[24]。在技术实现路径上，本研究利用Python自然语言处理工具，对北方地区15个省级行政区（下文简称省份）所辖地级及以上城市2010—2022年的《政府工作报告》进行采集与整理，针对基层组织建设、社会治理、治安管控等核心关键词进行文本清洗与高维统计。需要说明的是，本研究的识别策略聚焦政策介入后处理组与对照组间的相对演化。宏观话语体系的时代性演变对全样本城市具有同质性影响，但此类趋势将被时间固定效应有效对冲，词典的静态特征并不会对政策净效应的识别产生偏误。

2.1.2 解释变量

本研究的解释变量为北方地区冬季清洁取暖政策。依据《北方地区冬季清洁取暖规划（2017—2021年）》的制度框架，能源转型实践在空间场域内演化为两种逻辑截然不同的政策路径。1）试点补贴模式（技术置换型）：该路径以三个批次共43个试点城市为载体，在中央财政高额注资的驱动下，依托“煤改电”“煤改气”及可再生能源技术，实现能源结构的更迭。此种模式呈现出资本密集、技术先行、重资产嵌入的典型特征，尽管转型成效显著，

但后期运维成本压力巨大。2）洁净煤兜底模式（燃料替代型）：在非试点地区及复杂地形约束下的偏远乡村，政策逻辑转向了低成本、广覆盖的洁净煤推广。该方案对基础设施的依赖度极低，具有明显的低门槛、广分布特征，但其治理困境在于监管半径过长，导致供应质量的非均质化现象频发。此种二元政策格局深刻勾勒了中国城乡治理的差异化逻辑：试点补贴聚焦资源禀赋优越、财政弹性充足的城镇，旨在通过行政赋能实现技术跨越；而洁净煤兜底政策则覆盖了治理资源相对匮乏的边缘地区，旨在以最小治理成本达成环境规制的底线目标。

本研究样本池涵盖华北、东北、西北等传统采暖区的地级及以上城市，如表1所示。为精准捕捉政策冲击，本研究构建如下识别组别。1）处理组：由分三批进入试点的43个城市构成。其中，2017年遴选的第一批（12个城市）、2018年公示的第二批（23个城市）及2019年拨付资金的第三批（8个城市），构成了本研究多期双重差分（Difference-in-Difference，DID）模型的核心观测对象。2）对照组：由北方地区其余执行洁净煤兜底政策的地级及以上城市组成。

2.1.3 控制变量

为规避遗漏变量引致的估计偏误，本研究纳入了一系列捕捉农村特征的控制变量。考虑到清洁取暖政策的治理压力高度集中于乡村人居环境，本研究选取以下维度作为控制变量。1）基础设施韧性：以农村卫生厕所普及率表征基层公共卫生的硬性治理水平。2）公共服务效能：以处理生活垃圾的行政村覆盖率衡量农村环境整治的组织化程度。3）生态治理强度：以农村绿化率作为生态资本治理水平的代理指标。上述指标均立足乡村，旨在剥离农村内生发展差异对治理能力演进的干扰。此外，模型中内嵌的城市固定效应已预先吸收了地级市层面不随时间跃迁的异质性特征，如长期的经济禀赋与财政底色。

此外，本研究构建了时变虚拟变量Policy，具体赋值逻辑如下：针对试点城市，在其确立为试点城市的当年及后续年份，变量赋值为1；此前年份赋值为0。具体而言，第一、二、三批试点城市分别自2017、2018、2019年进入处理状态；而执行洁净煤兜底政策的对照组城市，全时段（2010—2022年）赋值为0。需要特别指出的是，本研究将政策的公布年份设定为处理时点。这一逻辑基点在于，行政意志释放后会即刻促使地方政府编制预算、重组部门及动员预热。此类行政提前量产生的治理压力与预期效应往往先行于工程交付，从而能够更敏锐地呈现政策对治理能力的早期冲击与动态重塑。

本研究的主要变量定义及说明如表2所示。

表 1 研究样本城市

Table 1 Sample cities in this study

类别	批次/政策	省份	城市	处理时点
处理组	第一批（12 个）	天津	天津	2017 年起
		河北	石家庄、唐山、保定、廊坊、衡水	2017 年起
		山西	太原	2017 年起
		山东	济南	2017 年起
		河南	郑州、开封、鹤壁、新乡	2017 年起
	第二批（23 个）	河北	邯郸、邢台、张家口、沧州	2018 年起
		山西	阳泉、长治、晋城、晋中、运城、临汾、吕梁	2018 年起
		山东	淄博、济宁、滨州、德州、聊城、菏泽	2018 年起
		河南	洛阳、安阳、焦作、濮阳	2018 年起
		陕西	西安、咸阳	2018 年起
	第三批（8 个）	河北	定州、辛集	2019 年起
		河南	三门峡、济源	2019 年起
		陕西	铜川、渭南、宝鸡、杨凌	2019 年起
对照组	洁净煤兜底政策	华北、东北、西北各省	其余地级及以上城市	全

表 2 主要变量定义及说明

Table 2 Definition and explanation of main variables

变量类型	变量名称	变量符号	单位	变量定义
被解释变量	城乡治理能力	Governance	次	《政府工作报告》中“治理”相关词频数量
解释变量	北方地区冬季清洁取暖政策	Policy	–	试点城市=1，非试点城市=0
	农村卫生厕所普及率	Toilet	%	农村地区卫生厕所占总厕所数量的比例
控制变量	处理生活垃圾的行政村覆盖率	Waste	%	已开展生活垃圾处理的行政村占全部行政村的比例
	农村绿化率	Green	%	农村绿化面积占农村土地总面积的比例

本文以中国北方地区15个省份所辖地级及以上城市为研究对象，剔除数据缺失的城市后，最终获得了134个城市的平衡面板数据。政策冲击时点精准溯源财政部、住房和城乡建设部等权威部门政策发布时间；治理效能指标则由前述文本挖掘技术爬取；其余维度均取自历年《中国农村统计年鉴》等统计实录。为消除物价波动的噪声，所有价值型指标均以2010年为基期进行平减修复。描述性统计结果见表3。

表 3 描述性统计结果

Table 3 Descriptive statistics results

变量	观测数	均值	标准差	最小值	中位数	最大值
Governance	1 602	1.77	1.23	0.00	2.00	5.00
Policy	1 602	0.11	0.31	0.00	0.00	1.00
Toilet	1 602	19.23	6.32	4.15	18.97	47.12
Waste	1 602	15.77	5.29	3.06	15.49	39.60
Green	1 602	8.69	3.00	1.73	8.35	22.48

2.2 实证分析

鉴于清洁取暖试点政策呈现出明显的渐进式投放特征，本研究采用多期DID模型作为基准识别策略。该方法通过捕捉不同批次城市在接受政策干预时间上的异质性，能够更精准地剥离政策引致的净效应[25]。基准回归方程设定如下：

$$\begin{aligned}\text{Goverance}_{it} = \\ \alpha_0+\beta_1\text{Policy}_{it}+\beta_2\mathbf{X}_{it}+\boldsymbol{\mu}_i+\boldsymbol{\delta}_t+\varepsilon_{it}\end{aligned} \quad (1)$$

式中：Goverance_{it}代表城市i在t年的城乡治理能力测度值；Policy_{it}为政策核心虚拟变量，若城市i在t年及之后成为清洁取暖试点城市则赋值为1，否则为0；$\mathbf{X}_{it}$为其他影响城乡治理能力的控制变量，包括农村卫生厕所普及率、处理生活垃圾的行政村覆盖率和农村绿化率；$\boldsymbol{\mu}_i$和$\boldsymbol{\delta}_t$分别代表个体固定效应与时间固定效应，旨在过滤时空维度上的不可观测干扰；ε_{it}为随机扰动项；α_0为常数项；β_1为政策变量系数；β_2为控制变量系数。

平行趋势假设的成立是DID估计一致性的先决条件。本研究通过事件研究法动态审视政策实施前后的效应轨迹。为增强结论的稳健性，本研究进一步采取双重稳健性策略：1）通过截断样本期排除政策前期的预期干扰；2）在模型中嵌入处理组特定时间趋势项，以对冲组间潜在的异质性增长轨迹。

传统DID模型隐含的政策无外溢性假设，在现实治理语境下往往难以成立[26]。考虑到地方政府间普遍存在的政策学习与标尺竞争，以及能源管网跨区域延伸引发的物理关联，试点城市的治理实践极易对邻近非试点城市产生正向示范或竞争挤压。若忽视此类空间交互，估计结果将面临严重的偏差。

基于此，本研究构建了空间杜宾模型（Spatial Durbin Model，SDM）框架下的SDID架构：

$$\begin{aligned}\text{Governance}_{it} = p\mathbf{W}\text{Governance}_{it}+ \\ \beta_1\text{Policy}_{it}+\theta_1\mathbf{W}\text{Policy}_{it}+ \\ \beta_2\mathbf{X}_{it}+\theta_2\mathbf{W}\mathbf{X}_{it}+\boldsymbol{\mu}_i+\boldsymbol{\delta}_t+\varepsilon_{it}\end{aligned} \quad (2)$$

式中：$\mathbf{W}$为$n\times n$阶空间权重矩阵，用于刻画城市间的空间邻近关系；p为空间自回归系数，衡量邻近城市治理能力对本地治理能力的影响；$\mathbf{W}\text{Policy}_{it}$和$\mathbf{W}\mathbf{X}_{it}$分别为政策变量和控制变量的空间滞后项；$\theta_1$和$\theta_2$为对应的空间滞后系数。

本研究采用地理邻接矩阵构建空间权重矩阵$\mathbf{W}$，若城市i和城市j在地理上相邻（即共享边界），则$\mathbf{W}_{ij}$=1，否则$\mathbf{W}_{ij}$=0。权重矩阵采用行标准化处理，

使每行元素之和为1。需要注意的是，在SDM中，政策效应不能简单地通过系数β_1和θ_1来解释，而需要通过偏微分方法计算直接效应、间接效应和总效应。直接效应衡量政策对本地治理能力的影响，间接效应衡量政策对邻近地区治理能力的影响，总效应为两者之和。

3 结果与讨论

3.1 城乡治理能力的趋势特征与空间分异

图1刻画了各观测组城乡治理能力的动态演化轨迹。可以看出，在2017年前，4类样本城市均维持高度同质的波动频率，这为DID所需的平行趋势假设提供了坚实的预验支撑。转折发生于首批试点政策落地之后，试点区域与对照组的演进路径呈现出显著的趋势分流。第一批试点城市的治理能力均值不但未见提振，反而陷入下行区间，在2018—2019年持续处于对照组的水平线下。此种态势在第二批试点城市中得到复现。尤为值得关注的是第三批试点城市，其遭受的政策冲击最为剧烈，均值跌幅远超其他组别。相比之下，对照组虽整体呈波动下行态势，但组间分化程度明显弱于各试点批次，2022年其均值已降至约1.0的相对低位。这种与政策批次严密契合的组间分化，构成了后续计量识别的直观证据。

图2聚焦城乡治理能力空间不平等的时空演变。由基尼系数的变化趋势可知，全样本的失衡水平在2017年后呈震荡上行，暗示政策干预导致了城市间治理效能的空间极化。试点城市内部的基尼系数震荡尤为显著，并于2019年触及峰值，这一现象折射出不同批次城市在资源吸纳与执行禀赋上的内生性和异质性。对照组城市的基尼系数同样呈现明显波动，整体走势与全样本高度同步，2018—2020年间经历了跳升并于2020年达到阶段性峰值，此后有所回落，说明空间不平等的扩大并非试点政策所独有的伴生现象，而是在更大范围的城市群体中普遍存在。

3.2 多期 DID 估计结果

本研究采用多期DID模型，旨在量化清洁取暖试点政策对城乡治理效能的净效应。为确保估计量的无偏性与一致性，本研究构建了一套严密的检验体系：通过截断样本期以阻断预期效应，引入组别特定时间趋势项以剥离差异化演化路径，并深入剖析不同批次间的异质性反应。

表4列（1）结果表明，政策变量的系数为−0.198，且在5%的统计水平上显著。这一负向结果印证了清洁取暖试点政策干预后治理能力的阶段性走弱。此结论虽与先验预期中的政策红利相左，但揭示了能

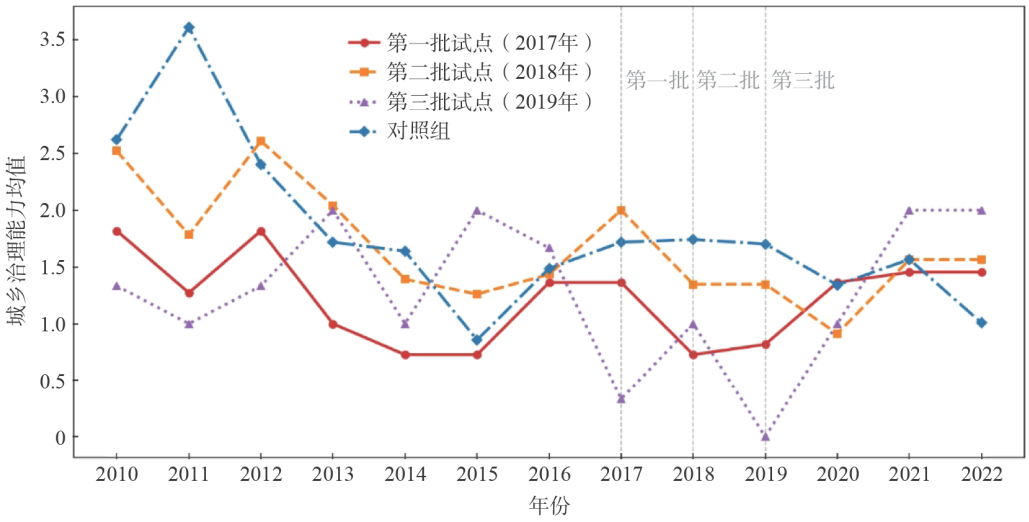

图 1 各观测组城乡治理能力的动态演化

Fig.1 Trends in urban-rural governance capacity by group

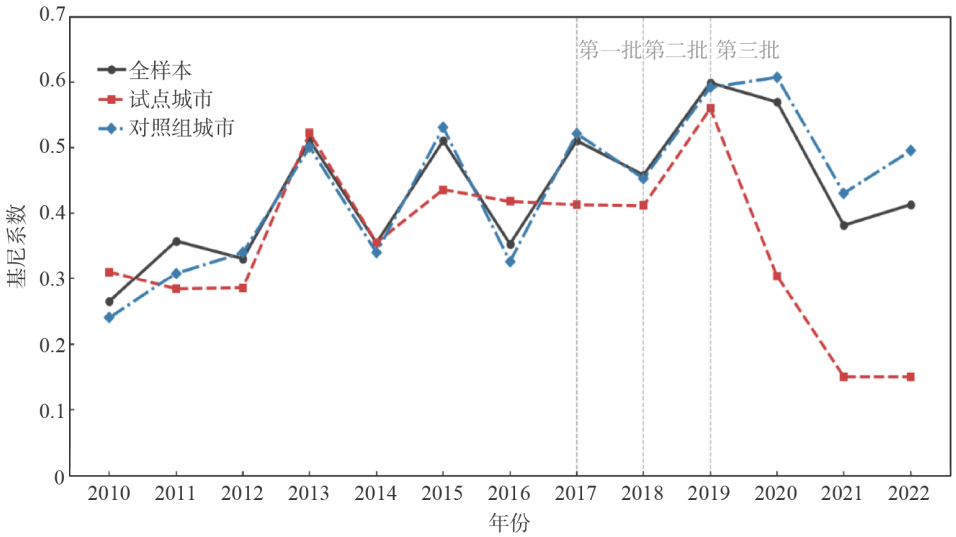

图 2 城乡治理能力空间不平等的时空演变

Fig.2 Evolution of spatial inequality in urban-rural governance capacity

表 4 多期 DID 估计与稳健性检验结果

Table 4 Multi-period DID estimation and robustness check results

变量	方差膨胀因子	（1）	（2）	（3）	（4）
		基准模型	短期样本	加入趋势项	异质性分析
Policy	1.160	−0.198**	−0.187*	0.366*	−
		（−2.030）	（−1.920）	（1.910）	−
Post×2017	−	−	−	−	−0.092
		−	−	−	（−0.540）
Post×2018	−	−	−	−	−0.231**
		−	−	−	（−2.090）
Post×2019	−	−	−	−	−0.466**
		−	−	−	（−2.350）
Trend	−	−	−	−0.059***	−
		−	−	（−3.420）	−
Toilet	169.330	0.036*	0.012	0.036*	0.036*
		（1.800）	（0.440）	（1.820）	（1.800）
Waste	154.010	−0.050**	−0.037	−0.050**	−0.050**
		（−2.170）	（−1.200）	（−2.150）	（−2.180）
Green	65.860	−0.016	0.007	−0.015	−0.016
		（−0.580）	（0.200）	（−0.540）	（−0.560）
城市固定效应	−	是	是	是	是
年份固定效应	−	是	是	是	是
调整后 R^2	−	0.113	0.067	0.117	0.112
样本量	−	1 602	756	1 602	1 602

注：括号内为 t 统计量；*** 代表 p<0.01，** 代表 p<0.05，* 代表 p<0.10，余表同。方差膨胀因子用于检验控制变量间的多重共线性。各列模型设定如下：列（1）为基准模型，样本期为 2010—2022 年，含城市固定效应和年份固定效应及全部控制变量；列（2）缩短样本期至 2017—2022 年以排除政策预期效应，其余设定同列（1）；列（3）在基准模型基础上加入处理组特定时间趋势项；列（4）将第三批政策实施年份虚拟变量替代统一政策变量，以识别时间异质性效应，其余设定同列（1）。

源转型逻辑的复杂性。尽管大规模的财政转移与基建投入增强了硬件基础，但对地方政府的协同治理、长效维保及风险对冲能力构成了严峻考验。能源转型初期广泛存在的“重建轻管”困局，本质上是治理短板在“倒逼”机制下的集中暴露。考虑到部门间利益博弈与技术路径的不确定性，这种短期阵痛或可视为制度磨合成本的溢出。在缩短样本期后（列（2）），即使显著性因样本容量压缩而略微减弱，但系数方向的稳定性进一步强化了上述逻辑。

稳健性检验的深入（列（3））带来关键发现，即在剥离试点城市原有的下行趋势后，Policy系数显著转正。这一符号反转表明，基准模型中的负向关联在很大程度上被既有的治理衰减趋势所掩盖。一旦剔除趋势噪声，清洁取暖试点政策对城乡治理的长期制度性赋能效应便破茧而出。异质性分析（列（4））进一步解构这种影响的梯度特征。结果表明，负向冲击随着进入试点的时间增加而呈现边际递增态势。从首批试点的非显著影响，到第三批试点在5%水平上显著的−0.466。这种时间异质性根植于学习机制的递减效应与资源的边际稀释。早期城市拥有更充裕的试错空间与更深厚的经验积淀，而后期城市在面临制度移植时，往往受限于薄弱的组织吸收能力，导致经验借鉴沦为形式主义的治理摩擦。此外，随着试点版图扩张，中央财政与能源配额等稀缺资源被“摊薄”，后期城市在目标刚性与资源约束的双重挤压下，制度压力被显著放大。加之实施周期的压缩促使地方转向运动式治理，这种对程序正义与长期能力建设的透支，最终导致治理能力的短期失能。

3.3 SDID 估计结果

鉴于政策冲击往往伴随跨区域的要素流动，传统DID模型中关于政策不干预对照组的假设面临一定挑战。试点城市的清洁取暖实践，既可能通过标尺竞争激发邻近城市的治理追随，也可能通过资源虹吸对周边城市产生压制。为捕捉这些空间溢出效应，本研究构建SDID模型，结果如表5所示。

结果表明，空间自回归系数为0.823，且在1%水平上显著，该结果证实城乡治理能力在地理空间上存在高度的正向溢出效应与群聚特征。然而，政策

表 5 SDID 估计结果及其分解效应

Table 5 SDID results and their decomposition effects

变量	（1）	（2）	（3）	（4）
	SDID	直接效应	间接效应	总效应
Policy	−0.017	−0.096	−4.378*	−4.474*
	（−0.160）	–	–	–
Toilet	0.036*	0.205*	0.169*	0.375*
	（1.750）	–	–	–
Waste	−0.045*	−0.255*	−0.210*	−0.465*
	（−1.890）	–	–	–
Green	−0.031	−0.175	−0.144	−0.320
	（−1.090）	–	–	–
空间自回归系数	0.823***	–	–	–
	（2.870）	–	–	–
空间滞后政策项	−0.774*	–	–	–
	（−1.920）	–	–	–
调整后 R^2	0.105	–	–	–
样本量	1 483	–	–	–

项的空间滞后系数显著为负，这表明试点政策对邻近城市产生显著的负向空间溢出。偏微分分解结果表明，间接效应在量级上远超直接效应。这种显著的空间负外部性揭示了一个隐蔽的经济逻辑，即试点城市对能源物资与专业服务的规模化采购，推高了区域性要素价格，变相抬升了非试点城市的转型门槛。更深层次的危机在于，在能源转型这一高度依赖资源禀赋的领域，标尺竞争机制可能会产生扭曲。非试点城市在面对无法逾越的资源鸿沟时，为应对上级考核而可能采取的激进跟进策略，不仅未能实现治理优化，反而导致了系统性的治理失灵。

4 结论与建议

本研究聚焦北方地区冬季清洁取暖政策的宏观图景，通过构建多期DID及SDID模型，对2010—2022年15个省份134个地级市的面板数据进行实证解构，揭示该项政策对城乡治理能力的冲击路径及其时空演化逻辑。主要结论如下：

（1）政策干预引发治理能力的阶段性紧缩，且伴随显著的时序递增式负向冲击。基准估计结果表明，试点政策诱发的城乡治理能力下降达0.198单位，

且此种扰动在不同批次间表现出剧烈的异质性，第三批试点城市承受的边际冲击甚至达首批试点城市的5倍以上。这一时间维度的异化现象，本质上是学习机制钝化、资源禀赋边际稀释与考核周期极端压缩共同作用的产物。当关键的财政与能源配额在不断扩张的试点版图中被“摊薄”，而行政考核的刚性约束并未随之松动时，后期城市将被迫滑向运动式治理的“泥潭”，导致制度磨合成本陡增。

（2）组别特定趋势的剥离，揭露政策的长期制度红利。通过在模型中嵌入处理组特定的时间趋势项，政策系数实现由负转正的性质反转。这一发现修正了基准模型的直观偏误，试点城市在政策介入前已然处于治理能力的下行通道，而清洁取暖干预实则起到趋势修复的作用。尽管城乡治理短期内受困于协调成本与执行阻力，但从长期看，大规模基建投入与跨部门协同机制的“倒逼”效应，正逐步夯实城乡治理的制度基石。

（3）空间维度的负外部性凸显，形成溢出压倒本地的影响格局。空间计量分析结果表明，政策对邻域非试点城市的负向溢出效应在量级上远超本地直接效应。这种空间极化源于多重扭曲机制，试点城市的资源虹吸抬升了区域转型要素的价格；在要素竞争中的弱势地位削弱了非试点城市的技术获取能力；而在标尺竞争失灵的背景下，非试点城市为应对考核压力而可能采取的激进策略，进一步加剧了治理结构的系统性脆弱。

（4）技术路径的选择偏好，深化治理资源的空间二元性。试点补贴政策向资本密集型、高技术门槛的城镇区域倾斜，驱动地方政府组织能效的被动进化。相比之下，覆盖广袤农村的洁净煤兜底政策，因其低技术密度的属性，难以产生有效的治理“倒逼”。这种工具选择的空间异质性，深刻折射出城乡权力位阶在能源转型中的投影，客观上固化治理能力的阶梯式分化格局。

基于上述结论，本研究提出如下针对性治理建议：

（1）实行敏捷且差异化的转型步调。鉴于负向冲击强度随试点批次推进呈边际递增态势，应摒弃“一刀切”的推进模式，转而采取渐进式转型框架，向后进城市提供更多制度建设资源与技术辅助。

（2）优化批次间的资源错配。针对资源边际稀释效应，应通过延长实施周期、增强后续批次的边际支持强度，建立跨批次的知识共享与治理经验平台，减少时间约束下的执行扭曲。

（3）重塑区域协同与空间补偿机制。既然空间溢出的破坏力巨大，政策评估体系须将邻域影响纳入权重，具体体现为建立试点与非试点间的对口援助框架，完善区域性能源韧性网络，平抑资源虹吸带来的负外部性。

（4）强化制度能力的内生化培育。鉴于长期效应的正向潜力，应着力构建补贴退坡与成本分担的长效机制，在维持治理质量的前提下平衡转型速度，尤其要补齐农村洁净煤监管的制度短板。

（5）推动城乡治理能力的均衡嵌入。破除工具二元论，将农村能源革新深植于乡村振兴的宏观逻辑中。通过加大对偏远区域公共服务的密度，提升脆弱群体在政策博弈中的参与权重，以此对冲治理效能的空间裂痕。

尽管本研究提供了初步的实证图景，但仍受限于地级市维度的宏观视角。未来研究应尝试通过更微观的县域或农户调查数据，辅以多元化的客观指标，对治理能力的动态演进开展更长周期的深度追踪。

参考文献

[1] NAUMANN M, RUDOLPH D. From the “right to energy” to the “right to the countryside” and back again: Contextualizing rural energy transitions[J]. The Professional Geographer, 2025: 1–8.

[2] 党牛, 陈达荃, 王强, 等. 能源转型对城乡能源公平的影响机制[J]. 资源科学, 2024, 46(9): 1768–1779.

[3] 杨宇, 郭越, 樊杰, 等. 能源地理研究的发展与展望[J]. 地理学报, 2024, 79(1): 147–170.

[4] 杨贵庆, 王丽瑶, 饶宇航, 等. 城乡链接的理论认知、政策内涵与实践前沿[J]. 国际城市规划, 2025, 40(3): 26–32.

[5] ZHANG Y J, CHAI Y J, MAO H. Rural collective property rights system reform and household energy transition in China [J]. Energy, 2025, 340: 139168.

[6] 叶超, 于洁, 张清源, 等. 从治理到城乡治理：国际前沿、发展态势与中国路径[J]. 地理科学进展, 2021, 40(1): 15–27.

[7] ZHAO C X, WEI X D, CUI T J, et al. The policy instruments and the risk of conflict in rural village energy transition: The case of the coal-to-gas policy in Hebei Province, China[J]. Journal of Applied Economics, 2025, 28: 2578446.

[8] LI J L, PENG Q Y, LI D, et al. Costs and benefits of clean heating

subsidies for rural residents in northern China[J]. China Agricultural Economic Review, 2025, 17(4): 641–662.

[9] WANG M Y, XIE L Y. Households' participation in energy transition and sustained use of clean energy: Evidence from China's clean heating program[J]. China Economic Review, 2023, 80: 102005.

[10] DENG Y, RAN X L, ZHOU Y G, et al. The contributions and challenges of China's rural energy transition[J]. E3S Web of Conferences, 2024, 563: 01023.

[11] 刘晓龙, 葛琴, 姜玲玲, 等. 基于农村能源革命的生态文明建设典型范式和实施路径研究[J]. 中国工程科学, 2019, 21(5): 106–112.

[12] 熊易寒, 曹一然. 空间再分配：城乡接合部治理的政治学意义[J]. 广西师范大学学报(哲学社会科学版), 2021, 57(1): 54–66.

[13] 王强, 党牛, 蒋子龙, 等. 碳中和背景下能源转型研究综述与展望[J]. 地理学报, 2025, 80(3): 586–604.

[14] 王琦, 马丽. 中国能源转型的空间分异与内生驱动因素[J]. 资源科学, 2024, 46(9): 1709–1722.

[15] 宋华, 韩梦玮. 助力农村新能源革命的多中心数字供应链生态之路：基于国家电投—兰考县域分布式光伏项目的案例研究[J]. 管理世界, 2026, 42(1): 84–104.

[16] 孙雪松, 李睦濡. 能源转型中的能源安全风险及治理路径探析[J]. 天津师范大学学报(社会科学版), 2025(6): 73–84.

[17] 张艳, 李丁. 论能源转型正义性的困境与实现[J]. 江淮论坛, 2024(6): 124–130.

[18] GAN H X, MIAO L. Politics and governance in the era of urban energy transition: Shaping public policies and empowering sustainable urban futures[J]. Sustainable Cities and Society, 2024, 106: 105373.

[19] WU S, HAN H Y. Energy transition, intensity growth, and policy evolution: Evidence from rural China[J]. Energy Economics, 2022, 105: 105746.

[20] ZHANG X X, QU T K, LI T X. Clean coal governance strategies of multi-level government[J]. Energy Strategy Reviews, 2023, 50: 101227.

[21] 梁栋, 刘宇, 张硕. 低碳能源转型对收入不平等的影响：来自中国城市面板数据的证据[J]. 资源科学, 2024, 46(9): 1753–1767.

[22] 牛成英, 苏佳迪. 北方清洁取暖政策对空气质量的影响效应研究：来自地理断点回归的证据[J/OL]. 环境污染与防治, 1–16 (2025-08-04)[2026-02-12]. https://doi.org/10.15985/j.cnki.1001-3865.202503102.

[23] 邓雪琳. 改革开放以来中国政府职能转变的测量：基于国务院政府工作报告（1978—2015）的文本分析[J]. 中国行政管理, 2015, 31(8): 30–36.

[24] 王琪, 田莹莹. 中国政府环境治理的注意力变迁：基于国务院《政府工作报告》（1978—2021）的文本分析[J]. 福建师范大学学报(哲学社会科学版), 2021(4): 74–84.

[25] ASHENFELTER O. Union relative wage effects: New evidence and a survey of their implications for wage inflation[M]//Econometric Contributions to Public Policy. London：Palgrave Macmillan，1978.

[26] RUBIN D B. Estimating causal effects of treatments in randomized and nonrandomized studies[J]. Journal of Educational Psychology, 1974, 66(5): 688–701.

Spatiotemporal Mechanisms of China's Rural Energy Transition from an Urban–Rural Governance Perspective

GAO Xing, ZHANG Ying*, WANG Huizi

School of Economics, Beijing Institute of Technology, Beijing 102488, China

Abstract: The rural energy transition is by no means a mere logic of technological substitution; in essence, it is a complex coupling of the reshaping of power relations and the evolution of governance capacity. From the perspective of urban-rural governance, this paper constructs a multi-period difference-in-difference and spatial difference-in-differences models to systematically deconstruct the spatiotemporal driving mechanism of the clean heating policy in northern China in winter on governance effectiveness. The study finds that policy intervention exhibits distinct characteristics of short-term pressure, long-term recovery, and spatial spillover. First, the strong resource extraction and multi-department coordination pressure induced by the pilot subsidy policy in the initial stage exert a negative squeeze on local governance resilience within a short period. With the gradual expansion of pilots, this negative effect shows a significant marginal increasing trend. Second, despite the objective existence of short-term shocks, the long-term empowering effect of the policy on urban-rural governance capacity remains robust after stripping out group-specific trends. The leapfrog improvement of infrastructure and the forced reshaping of inter-departmental coordination mechanisms jointly form an institutional foundation for enhancing governance capacity, confirming the evolutionary logic of the policy shifting from forced impetus to endogenous optimization. Third, the strong intervention of pilot cities exerts a severe impact on the governance capacity of neighboring non-pilot areas through resource siphoning and competitive squeezing, and the losses caused even exceed the direct benefits of the policy in local areas. This paper reveals the heterogeneous impacts of differentiated policy tools on urban-rural governance efficiency, providing solid empirical evidence for understanding the spatial misallocation of national governance resources during the transition period. This finding emphasizes that future energy policy formulation must go beyond technological instrumental rationality and shift to a more inclusive and equitable paradigm of urban-rural collaborative governance.

Key Words: rural energy transition; urban-rural governance; clean heating policy; spatial spillover effects