

半市场化环保激励与生态恢复： 来自新安江流域横向生态补偿的证据^{*}

吕 炜 凡盼来 王伟同

内容提要：增强地方政府环保激励是区域生态环境质量提高的关键。本文以新安江流域横向生态补偿政策的实施为准自然实验，基于高分辨率的卫星遥感数据和附带精确地理位置信息的多源经济地理数据，从镇级的空间尺度使用双重差分模型考察了半市场化环保激励对区域生态环境质量的影响。研究结果表明，新安江流域横向生态补偿政策的实施对上游生态补偿地区的生态环境质量具有显著积极的影响。这表明地方政府环保激励的增强确实会促进区域生态恢复，该结论经过一系列的稳健性检验后仍然成立。机制分析发现，新安江流域横向生态补偿政策的实施使得地区环保激励增强后，地方政府会通过恢复植被、调整产业结构和限制企业污染排放以促进上游生态补偿地区的生态恢复。此外，生态补偿政策对上游生态补偿地区生态环境质量的影响效果在河网密度较大和距上游新安江距离较近的乡镇更强，但在乡镇不同的经济增长率下，生态补偿政策对生态恢复的影响不存在显著的差异。本文为探究增强地方政府环保激励，促进地区生态恢复的可行途径提供了重要参考。

关键词：环保激励 生态环境质量 新安江 生态补偿

作者简介：吕 炜，东北财经大学经济学院教授，116025；

凡盼来（通讯作者），东北财经大学东北全面振兴研究院博士研究生，116025；

王伟同，东北财经大学经济学院教授，116025。

中图分类号：F062.2 **文献标识码：**A **文章编号：**1002-8102(2025)09-0022-16

一、引言

生态环境是人类生存和发展的基础条件，党的二十大报告中指出“必须牢固树立和践行绿水青山就是金山银山的理念”。21世纪以来，中国进入一个重环保的时代，环境治理绩效逐渐成为地方政府官员晋升的重要考核指标（潘郭钦等，2023；张俊等，2020），然而，以经济绩效为核

^{*} 基金项目：国家自然科学基金重点项目“央地财政关系与财政制度优化研究”（72133001）。感谢匿名评审专家的宝贵意见，文责自负。凡盼来电子邮箱：18698621874@163.com。

心的地方官员晋升激励制度并未得到根本性转变(张志坚等,2023;卢盛峰等,2017)。由于中央政府与地方政府之间存在的信息不对称,在平衡经济发展和环境保护的过程中,地方政府经常以策略性的行动来淡化环境保护力度(He等,2020;Xie和Yuan,2023),甚至出现了有意地粉饰环境治理绩效的现象(张志坚等,2023;Agarwal等,2023),从而造成了中央政策初衷的扭曲。这些现象提示我们思考,如何促进地方政府环保激励的增强以及环保激励增强是否会促进区域生态恢复?

现有的研究更多地集中于地方政府如何通过策略性行动缓解经济发展与环境保护之间的矛盾。He等(2020)的研究指出,为了解决日益严重的水污染问题,中央政府在全国主要河流安装了数百个国控水质监测站,并将水质读数作为地方政府官员晋升的重要考核指标,由于水质监测站只能捕捉到河流上游的排放,地方政府通过策略性行动增强了监测站上游污染企业的环境监管,而对监测站下游污染企业的环境监管相对宽松。因此,地方政府在面对环境规制时的策略性行动会影响经济活动的空间布局(Xie和Yuan,2023;潘郭钦等,2023)。虽然部分文献探讨了地方政府在面对经济发展与环境保护之间矛盾时的化解之道。例如,杨冕等(2022)认为,革命老区振兴规划在提高省界毗邻地区革命老区经济发展水平的同时,还改善其生态环境质量;陈海山和梁裕珩(2023)基于“人退林进”的视角,探究了实现经济发展和生态文明建设双赢目标的可行途径;谢婷婷(2024)以国家重点生态功能区政策为准自然实验,通过分析实现经济发展与环境保护双赢的逻辑条件,探寻了县域绿色高质量发展之路。然而,鲜有文献从生态保护补偿制度增强地方政府环保激励的角度,在较小的空间尺度上探讨环保激励的增强对地区生态环境质量的影响。生态保护补偿制度作为生态文明制度的重要组成部分,在积极调动各方参与生态保护,推动生态文明建设方面发挥着重要作用。^①

鉴于此,本文基于2011年实施的新安江流域横向生态补偿政策设计准自然实验,在乡镇级的空间尺度上使用双重差分法考察了半市场化环保激励对区域生态环境质量的影响。研究发现,新安江流域横向生态补偿政策的实施对上游生态补偿地区^②的生态环境质量具有显著的积极影响,在均值意义上,新安江流域横向生态补偿政策的实施对上游生态补偿地区的生态环境质量改善的解释力约为22.44%。这表明地方政府环保激励的增强确实会促进区域生态恢复,该结论经过一系列的稳健性检验后仍然成立。机制分析结果表明,地区环保激励的增强可以从植被恢复、产业结构调整与企业污染减排等多个角度促进上游生态补偿地区的生态恢复。进一步分析表明,生态补偿政策对生态补偿地区生态环境质量的影响效果会因乡镇的新安江河网密度和距上游新安江的距离不同而产生差异,但不受乡镇经济增长的影响。

与以往的研究相比,本文的边际贡献主要体现在以下几个方面。(1)在多元化政绩考核制度的背景下,地方政府如何在经济发展与环境保护之间权衡长期以来都是经济学的研究热点,现有的研究主要聚焦在当面临较强的环境规制时,地方政府在平衡经济发展和环境保护时的策略性行动(He等,2020;Xie和Yuan,2023;冯志艳等,2022;Chen等,2018)。尽管已有部分文献探究了促进地区生态环境质量提高的途径(祁毓等,2024;谢婷婷,2024;杨冕等,2022),但大多数方案仍以政府主导的财政纵向补偿为主。然而,针对半市场化环保激励在推动区域生态恢复方面的关键作用,相关文献仍然较为缺乏。半市场化环保激励融合了市场机制和政府主导的政策元素,形成了一种介于完全

^① 《生态保护补偿条例》,中华人民共和国水利部网站,2024年4月10日。

^② 由于新安江发源于安徽省黄山市休宁县境内,流经安徽、浙江两省。因此,本文将新安江流经安徽省的地区称之为“上游地区”,将安徽境内的生态补偿地区定义为“上游生态补偿地区”。

政府主导和完全市场驱动之间的管理模式,不仅能有效规避财政转移支付可能引发的央地之间多任务委托-代理关系中激励不相容问题,还能叠加政治责任与经济激励的双重机制,从而构建更有力的激励约束体系。因此,本文以新安江流域横向生态补偿政策为切入点,深入探讨了半市场化环保激励推动地区生态恢复的可行路径,为推动生态服务的市场化定价,建立地方政府间的良性竞争提供政策参考。(2)现有文献关于新安江流域横向生态补偿政策的效益评估,较多地集中于新安江流域横向生态补偿政策对补偿地区经济发展水平、农村居民收入水平和就业率的影响(刘聪、张宁,2021;李坦等,2022;夏勇等,2024),以及对上下游之间居民收入差距和流域共同富裕的影响(张兵兵等,2024)。虽然有部分文献探究了新安江流域横向生态补偿政策的环境效应(景守武、张捷,2018;Chen等,2022),但研究多数聚焦于特定的环境要素,仅仅从城市或污染企业层面探究了新安江流域横向生态补偿政策对水污染强度的影响。本文从整体、系统和综合治理的视角在乡镇层面探究新安江流域横向生态补偿政策在推动上游生态补偿地区生态环境整体性保护和系统性修复中的关键作用,在机制分析部分,本文进一步从多维度、多主体的视角,深入探讨了上游生态补偿地区在生态恢复方面的具体措施。本研究丰富了新安江流域横向生态补偿政策效益评估的文献。(3)本文综合运用高分辨率的卫星遥感数据和附带精确地理位置信息的多源经济地理数据,在镇级空间尺度上展开研究,为进一步拓展研究视角奠定了数据基础。通过探究不同特征乡镇下生态补偿政策实施的效果差异,不仅可以有效地捕捉到乡镇在执行地方环境规制项目方面发挥的关键作用,还为如何更有效地配置补偿资金使用,最大化提升生态补偿效果提供了政策启示。

二、政策背景与研究假说

(一)政策背景

全长365公里的新安江发源于安徽省黄山市休宁县境内,作为皖浙跨省河流在浙江省淳安县汇入千岛湖。20世纪末,随着城镇化和工业化的快速发展,新安江上游出现了严重的水污染问题,直接威胁下游的用水安全。造成这种现象的原因在于:一方面,在分权体制的背景下,地方政府有动力将污染排放等负外部性的经济活动转移到边界地区(杨冕等,2022;Monogan III等,2017;唐为,2019),这一策略性行动有助于地方政府在不以牺牲经济发展为代价的基础上完成环保考核目标,但造成了边界地区的污染困境。另一方面,从环境治理的角度来看,上游地方政府通常不会将跨界的污染外部性成本内部化,从而导致环境治理的环境收益与经济成本之间规模不匹配(李坦等,2022),这是造成边界地区环境治理动力不足的重要原因。

为了改善新安江的水质,在国家有关部委的大力支持下,皖浙两省实施新安江跨省流域水环境横向生态补偿机制试点,旨在促进上下游协同处理水污染问题。2011年,由中央财政每年出资3亿元,皖浙两省每年分别出资1亿元,^①形成了以中央监督、地方政府协同的生态补偿新模式。新安江流域横向生态补偿机制采取以P值(由高锰酸盐、氨氮、总磷、总氮四项污染物指标和水质稳定系数、指标权重系数组成)为主要内容的补偿标准体系,即中央财政出资的3亿元全部拨付给安徽省用于生态恢复建设,此外,如果年度水质达到考核标准,浙江省将拨付给安徽省1亿元用以补偿其在水质治理方面的投入,反之安徽省将拨付给浙江省1亿元作为惩罚,以弥补下游生态损失。新

^① 2015—2017年由中央财政每年出资3亿元,皖浙两省每年分别出资2亿元;2018—2020年中央财政退出支持,由浙江和安徽两省每年各出资2亿元。

安江流域上游地区主要覆盖了安徽省的黄山市和宣城市的绩溪县,^①因此,在接下来的实证分析中,本文将黄山市和绩溪县视为上游生态补偿地区,并将其下辖的乡镇定义为处理组。新安江流域横向生态补偿政策实施以来取得了显著的实践成果,新安江跨省界断面水质达到地表水环境质量Ⅱ类标准,每年向千岛湖输送近70亿立方米清水,千岛湖水质实现同步改善。

然而,水环境的改善是一个复杂的系统工程,单纯依赖水体治理通常难以实现长期效果。因此,水质的改善不仅涉及水体本身的修复,更需要全面优化周边的生态环境。首先,水质的恶化往往是由多个污染源共同作用所致,这要求政策制定者需加强地区环境规制,采取有效措施应对污染源。从政策层面看,强化工业点源污染治理、限制企业排放,以及促进产业结构的转型与优化,已成为水质恢复的核心组成部分。其次,水质改善还必须借助生态修复手段,特别是对水体周边植被的恢复,这不仅有助于增强流域的生态稳定性,还能够提高生态系统的自我调节和净化能力,进而促进水质的长期改善。通过恢复生态系统的多项服务功能,如水源涵养、气候调节和污染降解等,能够进一步增强水体的自净能力,形成良性循环,从而为水质保障提供持续支撑。

新安江流域横向生态补偿政策实施后,为了有效且长期地改善新安江的水质,上游生态补偿地区的地方政府实施了一系列的生态环境保护措施。例如,黄山市作为新安江流域生态补偿政策的实施主体之一,近10年来通过强化源头治理和水源涵养措施,成功推动了区域生态恢复。黄山市大力实施森林增长工程和林业增效行动,累计建设生态公益林535万亩,退耕还林107万亩,森林覆盖率由77.4%提高至82.9%。与此同时,黄山市还通过优化工业污染治理,关停淘汰220多家污染企业,整体搬迁90多家工业企业,拒绝污染项目192个,进一步推动了区域内生态环境的持续改善。^②

新安江流域横向生态补偿政策作为解决跨境污染问题的一次全新尝试,其核心在于通过政府主导的政策框架引导地方政府参与,并在此基础上引入市场化元素,如市场化补偿机制和灵活的资金流动方式,推动生态保护和污染治理的协同推进。因此,新安江流域横向生态补偿政策具有明显的半市场化性质(Chen等,2022)。具体而言,首先,该政策的补偿机制中包含了市场化元素。在新安江流域横向生态补偿政策中,补偿金额和条件并非完全由政府的行政命令决定,而是通过地方政府之间的协商与协议,基于生态保护的成本和效益来商定,这种做法为补偿机制注入了一定的市场灵活性。资金流动模式进一步增强了政策的市场化特征,突破了传统政府财政拨款的单一模式。其次,该政策同时体现了地方政府的参与机制。在新安江流域横向生态补偿政策中,地方政府不仅是政策的执行者,还是决策的重要参与者,政策的实施效果依赖于地方政府参与的积极性。地方政府之间根据流域内的污染控制和生态保护需要,通过协商达成补偿协议。因此,政策的实施并非完全依赖市场的自发行为,也包含政府设定的最低标准和政策约束。地方政府仍需规定的框架内进行操作,确保政策目标的实现。这种基于受益人付费原则的补偿新方式,可以有效地将环境效益的外部性内部化(张兵兵等,2024)。相对于财政的纵向补偿,新安江流域横向生态补偿的优势在于,可以有助于缓解央地政府间存在的多任务委托-代理关系中激励不相容问题。^③

① 《水环境生态补偿实施方案》指出,总体补偿资金按照黄山市90%、绩溪县10%的比例分配,用于新安江流域生态保护、建设和补偿工作。<https://www.cnjx.gov.cn/OpennessContent/show/1856972.html>。

② 《生态保护补偿的“新安江模式”》,黄山市人民政府网,<https://www.huangshan.gov.cn/zxzx/ztzl/rdzt/xajqdhstbhbcsyqzt/gzdt/8380624.html>。

③ 《中国纪检监察报》报道了江西省龙南市九连山镇政府10余年来违规截留挪用生态公益林补偿款89万元。

新安江流域横向生态补偿政策的实施主要通过经济效应激励与政治责任激励的双重作用机制来增强上游生态补偿地区的环保激励。具体而言,首先,从经济效应激励的角度,新安江流域横向生态补偿政策的实施通过“对赌”协议增加了上游生态补偿地区环境治理的环境收益,降低了环境治理的经济成本。环境治理的环境收益与经济成本之间规模匹配是地方政府环保激励增强的重要途径。其次,从政治责任激励角度,作为跨区域生态补偿机制的一种创新实践,新安江流域横向生态补偿政策不仅涉及财政分配问题,还与地方政府的政绩考核及行政责任密切相关,形成较强的政治责任激励。新安江流域横向生态补偿政策实施后,增强了上游生态补偿地区生态文明建设指标在地方官员考核中的权重,从而提高了地方政府的环境治理动力。作为全国首个省级层面跨区域生态补偿试点,新安江流域模式受到国家政策高度关注,具有较强的示范价值。若地方政府在该政策框架下实现良好的生态治理绩效,不仅有助于其获得更高层级政府的认可,还可能促成额外的政策资源倾斜,进一步增强地方政府生态环境治理的积极性。此外,安徽省与浙江省的合作范围不仅限于新安江流域的生态补偿,还涉及更广泛的经济发展、产业协同、基础设施互联互通及科技创新等领域。在区域协调发展的长期博弈框架下,安徽省对生态补偿政策的积极履约不仅会提升其在跨区域治理中的信誉水平,也增强了其在未来区域合作中的议价能力和政策支持预期,从而提升其在长三角一体化进程中的战略地位。总的来说,新安江流域横向生态补偿政策的实施促使上游生态补偿地区环保激励增强。因此,本文基于2011年实施的新安江流域横向生态补偿政策设计准自然实验,探究了半市场化环保激励对区域生态环境质量的影响。

(二)研究假说

在以经济绩效考核为核心的中国地方官员晋升锦标赛模式下,地方官员容易在可测度的任务(如经济绩效)上实施努力,而在不易测度但同样重要的任务(如环境绩效)上相对松懈,进而造成了地方官员的努力配置扭曲(周黎安,2007;Holmstrom和Milgrom,1991)。环保激励的强度深刻影响着地方政府的决策,本文尝试评估新安江流域横向生态补偿政策的环境效益,是因为新安江流域横向生态补偿政策的实施内含着上游生态补偿地区的环保激励增强。因此可以合理地推测,在新安江流域横向生态补偿政策实施后,由于上游生态补偿地区的地方政府环保激励增强,上游生态补偿地区的生态环境质量将会得到改善。

地方政府行为影响着区域生态环境质量。环保激励增强后,为了提高上游生态补偿地区的生态环境质量,地方政府进行生态恢复的措施可概括为以下几个方面。(1)强化源头治理与水源涵养。水环境改善是一个全生态优化的系统工程(周寅桥、李雄,2024;Huang等,2020),缓解生态系统的脆弱性是促进水环境改善和生态环境质量提高的重要途径。因此,新安江流域横向生态补偿政策实施后,上游生态补偿地区的地方政府加快了生态公益林建设,并实施退耕还林行动,极大地提高了上游生态补偿地区的森林覆盖率,促进了植被恢复,真正实现了以“万亩林海”涵养“一江春水”。由此可见,新安江流域横向生态补偿政策的实施促进了上游生态补偿地区的植被恢复,这不仅会对水环境的质量改善起到积极作用,还会促进上游生态补偿地区整体生态环境质量的提高。(2)增强地方环境规制。新安江流域横向生态补偿政策的实施使得地方政府增强了上游生态补偿地区的环境规制。首先,通过强化系统治理,促进了产业结构调整。产业结构调整对提高生态环境质量,促进经济高质量发展具有非常重要的意义。从地方政府行为角度来看,由于土地供应调控是影响产业结构调整的重要因素(Xie和Yuan,2023;冯志艳等,2022)。因此,地方政府通过控制市场上的土地供应来参与经济(陆铭等,2015;杨广亮,2019),具体表现为地方政府通过调整不同类型土地的供应从而促进产业结构调整。从企业行为的角度来看,企业具有通过策略性选址调整

来规避环境规制的能力(沈坤荣等,2017;徐志伟等,2020;Wu等,2017),企业的策略性选址调整会影响地区不同类型企业的进入,进而促进产业结构调整。总的来说,新安江流域横向生态补偿政策的实施使得上游生态补偿地区的环境规制增强,进而促进上游生态补偿地区的产业调整,这对整体生态环境质量提高具有积极的作用。其次,强化了工业点源治理,限制了企业污染排放。企业的污染排放物是影响新安江水质的的重要因素,也是构成生态环境状况指数(EI)的评价指标。^①因此,地方政府限制企业污染排放不仅会提高新安江流域的水质,也会对上游生态补偿地区的生态环境质量产生积极的影响。

综上所述,本文提出以下研究假说。

假说1:新安江流域横向生态补偿政策的实施有效地促进了上游生态补偿地区生态环境质量的提高。

假说2:当环保激励增强后,上游生态补偿地区的地方政府会通过恢复植被和增强地方环境规制来促进上游生态补偿地区的生态恢复。

三、数据说明与研究设计

(一)样本选取说明

本文综合运用高分辨率的卫星遥感数据和附带精确地理位置信息的多源经济地理数据,构建了2001—2019年乡镇层面的平衡面板数据,从乡镇层面考察了新安江流域横向生态补偿政策的实施对上游生态补偿地区生态环境质量的影响。我们选择在乡镇层面进行实证分析,主要出于以下几点考虑。首先,乡镇层面的数据可以提供更细致的地方政府行为和反应数据。乡镇作为最低级别的正式行政单位,^②其在提供公共服务和执行地方环境规制项目方面一直发挥着关键的作用(S.Wang和Z.Wang,2021),相较于城市或企业级数据,在乡镇的空间尺度下能够更精准地捕捉地方政府在新安江流域横向生态补偿政策实施过程中的具体行为与调整策略。因此,采用乡镇层面的数据不仅能提高政策效应评估的精度,还能更深入地揭示地方政府如何响应环保激励,进而为优化生态补偿机制提供更具针对性的实证支持。其次,采用乡镇层面的数据能够有效地缓解在县域或市域层面中常见的样本量不足和数据精度不高的问题。由于新安江流域上游生态补偿地区的面积相对较小,如果使用市域或县域层面的数据,会因行政单位过大,造成政策影响被稀释或掩盖,还会导致观测值不足的问题。而乡镇层面数据的空间尺度较小,具有更高的数据精度,不仅提供更加丰富的观测数据,还能提高估计的稳健性。最后,在乡镇层面探究政策的异质性影响,为本文进一步扩展研究视角,深入理解地方政策差异化效果提供了新的研究路径。乡镇作为基层行政单位,其在资源配置、政策执行和地方治理中的举措可能因新安江流域横向生态补偿政策暴露程度和经济发展水平的不同而展现出不同的效果。因此,基于乡镇层面的研究能够揭示政策实施中的区域差异性,并帮助识别不同地区对政策的不同响应,从而为政策制定者提供更加精准的政策建议和调整方案。本文将研究范围限定在生态补偿地区所在以及邻近省份下辖的乡镇^③,以此来增强处理组与控制组的可比性。^④

① 见线上附录1:生态环境状况指数(EI)的评价指标体系。

② 村庄是自治单位,而不是正式行政单位。

③ 安徽省、江苏省、浙江省、江西省和湖北省下辖的乡镇。

④ 为进一步增强处理组与控制组的可比性,后文使用合成DID进行了稳健性检验。

(二)变量界定与数据说明

1.被解释变量

对于乡镇层面的生态环境质量(CHEQ),本文参考杨冕等(2022)的做法,使用2001—2019年中国历史高分辨率生态环境质量(CHEQ)数据集^①来衡量,数据来源于国家地球系统科学数据中心^②,CHEQ数据集与中国生态环境部提供的生态环境状况指数(EI)^③高度一致。具体的做法为,本文基于中国乡镇行政边界矢量底图和中国历史高分辨率生态环境质量(CHEQ)数据集,使用ArcGIS软件逐年提取乡镇样本的生态环境质量,以此作为本文的被解释变量。

2.处理强度

本文使用两种方法来度量处理强度。首先,在基准回归分析中,我们采用乡镇是否位于新安江上游补偿地区的虚拟变量来度量处理强度,即将位于新安江上游补偿地区的乡镇视为处理组,将其他地区的乡镇视为控制组;其次,为了验证基准回归结果的稳健性,本文参考Cao和Chen(2022)的做法,选取上游新安江河网密度^④作为处理强度的度量指标,河网密度在一定程度上反映了乡镇样本受到生态补偿影响的强度。

3.控制变量

地区的地理特征、经济发展水平和气象条件均会影响其生态环境质量,因此,本文从地理特征、经济特征和气象特征三个角度构建了乡镇层面的控制变量,以此来减轻遗漏变量对模型估计的影响。

地理特征:首先,本文基于30米×30米的DEM高程数据提取了乡镇样本的平均海拔(*altitude*)和平均坡度(*slope*);其次,借助中国乡镇行政边界矢量底图计算了乡镇面积(*area*);最后,本文进一步提取了各个乡镇的几何中心到五级河流的最近直线距离(*disriver*)。

经济特征:本文通过控制各个乡镇距县政府驻地的距离(*discounty*)、2010年的人口密度(*density₂₀₁₀*)^⑤和2010年的平均夜间灯光亮度(*light₂₀₁₀*)来排除经济特征对生态环境质量的影响。一是将距县政府驻地的距离作为市场距离的替代指标,即使用乡镇的几何中心到县政府驻地的最近直线距离来衡量;二是2010年人口密度数据与2010年夜间灯光数据分别来自LandScan人口分布数据和全球夜间灯光数据(DMSP/OLS),本文使用Arcgis软件将栅格形式的LandScan人口分布数据和全球夜间灯光数据(DMSP/OLS)在乡镇层面进行分区统计处理,最终提取出乡镇样本2010年的人口密度和平均夜间灯光亮度。

气象特征:气象数据来源于美国国家海洋和大气管理局(NOAA)下设的国家环境信息中心(NCEI),^⑥气象指标包括气温、气压、露点温度、风速、降水量和能见度。为了得到乡镇层面的气象数据,本文参考Yang和Tang(2022)的方法,首先,将所有气象站点的逐日平均气象变量数值取算术平均得到所有气象站点年度气象变量;其次,将乡镇几何中心200km以内的所有气象站点的有效观测值进行反向距离加权平均,从而将气象站点级别的气象数据转换为乡镇层面的气象数据。最终,本文得到所有乡镇2010年的平均气温(*temperature₂₀₁₀*)、平均气压(*air pressure₂₀₁₀*)、平均露点温

① 数据以TIFF格式进行存储,该数据集时间分辨率为年度,空间分辨率为1km,且范围覆盖了整个中国陆地,取值范围为0~1。

② 国家地球系统科学数据中心, <http://www.geodata.cn/>。

③ 生态环境状况指数(EI)是一个综合指数,具体的评价指标体系见线上附录1。

④ 河网密度=流经乡镇的新安江河流长度/乡镇面积。

⑤ 本文选取2010年特征变量的原因是,2010年是政策实施的前一年,因此以2010年的特征变量作为前定特征变量。

⑥ 网址, <https://www.ncei.noaa.gov/data/global-summary-of-the-day/archive/>。

度($dew\ temperature_{2010}$)、平均风速($wind\ speed_{2010}$)、平均降水量($precipitation_{2010}$)和平均能见度($visibility_{2010}$)。^①

(三)平衡性检验

在本文的识别策略框架下存在一个潜在的威胁,即上游生态补偿地区的选取并不是随机的,因此事后生态环境质量的差异可能是由于上游生态补偿地区与非上游生态补偿地区之间事前存在的一些固有特征差异导致的。为了缓解这一威胁对模型估计的影响,本文参考Li等(2016)的做法,进行了平衡性检验。^②

(四)研究设计

本文基于新安江流域横向生态补偿政策的实施作为政策冲击,运用双重差分模型来检验半市场化环保激励对上游生态补偿地区生态环境质量的影响。本文的基准回归模型设定如下:

$$Y_{ipt} = \alpha + \beta treat_i \times post_t + [S \times f(t)]' \psi + \mu_i + \nu_{pt} + \sigma_{precheqt} + \varepsilon_{ipt} \quad (1)$$

其中, i 、 p 和 t 分别代表乡镇、省份和年份, Y_{ipt} 表示省份 p 下的 i 乡镇在 t 年的生态环境质量; $treat_i$ 是一个虚拟变量,如果乡镇位于新安江上游生态补偿地区则取值为1,反之取值为0; $post_t$ 为新安江流域横向生态补偿政策实施的政策虚拟变量,2011年及之后取值为1,2011年之前取值为0; S 为政策实施前乡镇的一些地理特征、经济特征和气象特征, $f(t)$ 为时间的函数,包括时间的一次项(T)、二次项(T^2)、三次项(T^3)和政策实施的虚拟变量($post$), $S \times f(t)$ 控制了乡镇非时变的地理特征、经济特征和气象特征对模型估计的影响; μ_i 为乡镇固定效应,用以控制乡镇层面不随时间变化的不可观测的因素; ν_{pt} 为省份与年份的交互固定效应,用来控制省份层面随时间变化的不可观测因素对乡镇生态环境质量的影响; $\sigma_{precheqt}$ 为事前生态环境质量与年份的交互固定效应,控制了事前生态环境质量不同的乡镇随时间变化的不可观测特征; ε_{ipt} 代表随机误差项,为了缓解潜在的自相关和异方差问题,本文将标准误差聚类到乡镇层面。本文主要关注 $treat_i \times post_t$ 的系数 β ,如果系数 β 显著为正,则表明新安江流域横向生态补偿政策的实施显著促进了上游生态补偿地区生态环境质量的提高。

在基准回归模型的设定中,我们采用乡镇是否位于新安江上游生态补偿地区的虚拟变量来度量处理强度。然而,上游生态补偿地区的乡镇由于新安江河网密度的不同,可能使得其在政策实施之后生态恢复的程度存在差异。因此,为了验证基准回归结论的稳健性,本文进一步选取上游新安江河网密度作为处理强度的度量指标,构建回归模型如下:

$$Y_{ipt} = \alpha + \beta rdensity_i \times post_t + [S \times f(t)]' \psi + \mu_i + \nu_{pt} + \sigma_{precheqt} + \varepsilon_{ipt} \quad (2)$$

其中, $rdensity_i$ 为上游生态补偿地区的乡镇河网密度,其余变量的设定均与基准回归模型相同。

四、基准回归分析与稳健性检验

(一)基准回归结果分析

表1展示了模型的基准回归结果。表1的第(1)列控制了乡镇固定效应和年份固定效应,用以排除乡镇层面不随时间变化的不可观测因素和全国层面不随个体变化的宏观冲击对模型估计的

^① 线上附录附表2展示了主要变量的描述性统计。

^② 因篇幅所限,平衡性检验见线上附录。

影响;第(2)列加入了事前生态环境质量与年份的交互固定效应,^①以此来控制全国层面的宏观冲击对事前不同生态环境质量的乡镇产生的差异化影响;为了排除省份层面随时间变化的不可观测因素对模型估计的影响,第(3)列进一步控制了省份与年份的交互固定效应;第(4)列和第(5)分别加入了事前特征与三阶时间多项式的交互项,以及事前特征与政策试点前后时间虚拟变量的交互项,以缓解遗漏变量对模型估计的影响。回归结果均显示,新安江流域横向生态补偿政策的实施在1%的水平下促进了上游生态补偿地区生态环境质量的改善。具体来说,以第(5)列的结果为例,在均值意义上,新安江流域横向生态补偿政策的实施对上游生态补偿地区的生态环境质量改善的解释力大约为22.44%。^②

表 1 基准回归结果

变量	CHEQ				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>treat</i> × <i>post</i>	0.0188*** (0.0016)	0.0141*** (0.0016)	0.0107*** (0.0017)	0.0089*** (0.0019)	0.0079*** (0.0021)
常数项	0.5797*** (0.0000)	0.5798*** (0.0000)	0.5798*** (0.0000)	4.4940*** (1.0616)	2.3711*** (0.4547)
乡镇固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
年份固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
事前生态环境质量×年份固定效应	No	Yes	Yes	Yes	Yes
省份×年份固定效应	No	No	Yes	Yes	Yes
事前特征× <i>post</i>	No	No	No	No	Yes
事前特征× <i>T</i>	No	No	No	Yes	No
事前特征× <i>T</i> ²	No	No	No	Yes	No
事前特征× <i>T</i> ³	No	No	No	Yes	No
观测值	101118	101118	101118	101118	101118
R ²	0.991	0.992	0.992	0.994	0.993

注:*,**和***分别表示为10%、5%和1%的显著性水平,小括号内为聚类到乡镇层面的稳健标准误。下同。

(二)平行趋势检验

满足平行趋势检验是使用双重差分模型的前提,即在政策实施之前,处理组和控制组的生态环境质量具有相同的变化趋势。本文使用事件研究法检验双重差分模型是否满足平行趋势假设,并估计了生态补偿政策的实施对乡镇生态环境质量的动态影响。我们以研究样本期间的首年为基期,平行趋势的检验结果如图1所示。图1的结果表明,新安江流域横向生态补偿政策实施之前,处理组与控制组生态环境质量变化均不存在显著差异,满足平行趋势检验。此外,新安江流域横向生态补偿政策实施之后,估计系数显著为正,说明生态补偿政策的实施显著改善了上游生态补偿地区的生态环境质量。

① 21世纪以来,中国进入了一个重环保的时期,如果生态环境质量较差的乡镇更容易受到关注,那么全国层面的冲击就会对不同生态环境质量的乡镇产生差异化的影响。

② 参考陈海山和梁裕珩(2023)的做法,2001年和2019年,处理组(控制组)的生态环境质量均值分别为0.7176(0.5762)和0.7524(0.5758),因此,在19年间,处理组相对于控制组生态环境质量平均增长为0.0352[(0.7524-0.7176)-(0.5758-0.5762)],基准回归中的系数为0.0079。在均值意义上,新安江流域横向生态补偿政策的实施对上游生态补偿地区生态环境质量改善的解释力大约为22.44%(0.0079/0.0352)。

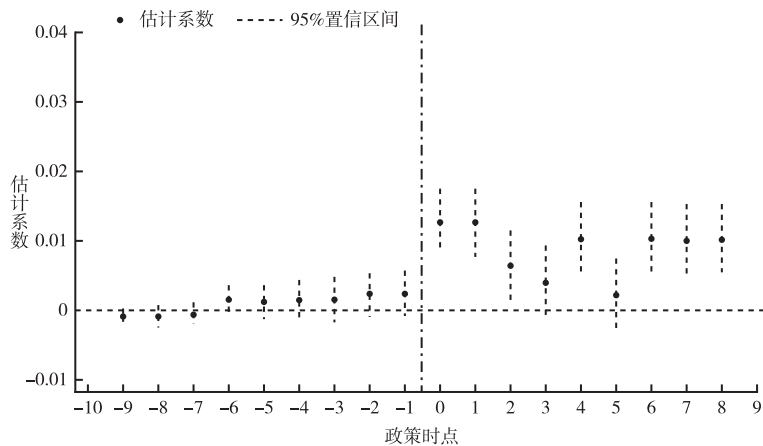


图1 平行趋势检验结果

(三)强度 DID^①

上游生态补偿地区的乡镇由于新安江河网密度的不同,可能使得乡镇样本受到生态补偿影响的强度不同,最终导致生态补偿政策的实施在不同河网密度的乡镇存在差异性影响。为了验证这一结论,我们对回归模型(2)进行了估计。

(四)稳健性检验^②

为了进一步验证本文主要结论的稳健性,本文进行了以下几项稳健性检验:一是使用合成双重差分法对模型进行重新估计;二是排除省界毗邻的影响;三是排除溢出效应的影响;四是缩短样本时间跨度;五是排除省际环境规制差异的影响;六是进行安慰剂检验。

五、机制分析

基准回归的结果表明,半市场化环保激励可以有效地促进生态恢复。本部分进一步从强化源头治理、加快水源涵养和增强环境规制^③两个角度探究环保激励增强促进生态恢复的内在机制。

(一)强化源头治理,加快水源涵养

强化源头治理,加快水源涵养作为生态恢复的重要一环,实现上游生态补偿地区植被恢复是强化源头治理、加快水源涵养的直接途径。因此,本文参考杨冕等(2022)的做法,从增量和存量两个维度探究新安江流域横向生态补偿政策的实施对上游生态补偿地区植被恢复的影响。从增量的角度,首先,我们使用归一化植被指数(NDVI)作为乡镇植被覆盖率的替代变量,从总量上探究生态补偿政策的实施对上游生态补偿地区植被覆盖的影响。其中乡镇层面的归一化植被指数(NDVI)来源于中国科学院资源环境科学数据中心公布的“中国年度1km植被指数(NDVI)空间分布数据集”,使用ArcGIS软件通过逐年分区统计得到2001—2019年乡镇层面的归一化植被指数(NDVI)。表2第(1)列的结果表明,交互项的系数在1%的水平下显著为正,说明生态补偿政策的

① 因篇幅所限,强度 DID 部分见线上附录。

② 因篇幅所限,稳健性检验部分见线上附录。

③ 由于CHEQ数据集与生态环境部提供的生态环境状况指数(EI)高度一致,所以根据EI的评价指标体系,本文选择从强化源头治理、加快水源涵养和增强环境规制两个角度探究内在机制。

实施对处理组植被覆盖率的增加具有积极的影响。其次,本文使用2001—2018年“中国土地覆被占比数据集”探究植被覆盖率增加的来源,该数据来源于国家青藏高原科学数据中心,空间分辨率为1km,以栅格的格式进行存储。表2的第(2)和(3)列展示了生态补偿政策的实施对绿地^①占比(*green*)和耕地占比(*cropland*)的影响,结果显示,生态补偿政策的实施显著促进生态补偿地区绿地占比的增加,但是耕地面积的占比却显著减少。因此,植被覆盖率的增加可能是由生态补偿地区退耕还林造成的。

表2 机制分析:强化源头治理、加快水源涵养

变量	<i>NDVI</i>	<i>green</i>	<i>cropland</i>
	(1)	(2)	(3)
<i>treat</i> × <i>post</i>	0.0243*** (0.0025)	0.0228*** (0.0035)	-0.0249*** (0.0036)
常数项	-0.4561 (0.6928)	-3.1754*** (0.8080)	5.6667*** (0.8646)
乡镇固定效应	Yes	Yes	Yes
年份固定效应	Yes	Yes	Yes
事前生态环境质量×年份固定效应	Yes	Yes	Yes
省份×年份固定效应	Yes	Yes	Yes
事前特征× <i>post</i>	Yes	Yes	Yes
观测值	101118	95796	95796
R^2	0.923	0.996	0.996

注:第(2)和(3)列的样本区间为2001—2018年。

从存量的角度,本文进一步探讨了处理组与控制组的绿地保护程度。我们借鉴王永琪和马姜明(2020)的方法,基于2010年全国土地利用数据和2020年全国土地利用数据^②两年的数据,使用土地利用变化研究方法分别计算了处理组与控制组2010年的绿地面积以及2010年为绿地的区域在2020年仍为绿地的面积,最终得到处理组与控制组的绿地保护程度。线上附录附表8展示了处理组与控制组的绿地保护程度,处理组2010年为绿地的区域在2020年依然是绿地的面积,占2010年绿地总面积的86.56%,而控制组2010年为绿地的区域仅有79.84%的面积在2020年仍为绿地,这表明生态补偿政策的实施增强了生态补偿地区绿地保护的力度。

因此,生态补偿政策的实施从增量和存量两个维度显著促进了上游生态补偿地区的植被恢复,不仅是通过退耕还林措施增加了绿地的总面积,还通过增强绿地保护力度降低了绿地被破坏的程度。

(二)增强环境规制

上游生态补偿地区的地方政府增强环境规制的措施可以概括为以下两点。第一,强化系统治理,促进产业结构调整。新安江流域横向生态补偿政策的实施增强了上游生态补偿地区的环境监管力度,这会反向激励该地区的产业结构调整,本文试图从政府行为和企业行为两个角度研究

① 参考杨冕等(2022)的做法,将森林、灌木和草地统称为绿地。

② 数据来源于中国科学院资源环境科学数据中心, <https://www.resdc.cn/>。

生态补偿政策的实施对上游生态补偿地区产业结构调整的影响。

土地供应调控对产业结构调整起着至关重要的作用(Xie和Yuan,2023),面对环境规制的增强,地方政府可能通过土地供应类型的调整来适应环境规制的新要求。为了验证这一机制,本文分别估计了新安江流域横向生态补偿政策的实施对上游生态补偿地区新增工业用地面积($\ln industrial$)、新增住宅用地面积($\ln residential$)和新增商业用地面积($\ln commercial$)的影响。我们使用中国土地市场网公布的土地交易数据,通过三个步骤计算乡镇层面三种类型的新增用地面积。首先,借助百度开放平台的地理编码(API)提取所有新增用地的经纬度坐标^①,使用ArcGIS的空间连接功能来识别新增用地所在的乡镇;其次,根据土地用途将新增用地分为新增工业用地、新增住宅用地和新增商业用地三类;最后,在乡镇层面将三类新增用地的面积加总,得到乡镇层面三种类型的新增用地面积。表3的第(1)至(3)列展示了生态补偿政策的实施对政府调控土地供应行为的影响,表3第(1)列交互项的系数显著为负,表明生态补偿政策的实施使得地方政府新增工业用地供应减少,第(2)和(3)列的结果表明,更多的土地分配给了商业用途,但是对新增住宅用地的影响不显著。因此,当环保激励增强后,生态补偿地区的地方政府会通过减少新增工业用地的面积,增加新增商业用地面积来促进产业结构调整以适应环境规制的新要求。

上述结果展示了政府行为对地区产业结构调整的作用,在本部分进一步估计了生态补偿政策的实施对企业行为的影响。污染企业面对环境规制增强时,通常会策略性地选址调整进行环境监管规避(潘郭钦等,2023)。本文基于中国工商注册数据将新增污染企业数量和新增非污染企业数量在乡镇层面上进行加总,探究了生态补偿政策的实施对新增污染企业数量($\ln polluting$)和新增非污染企业数量($\ln nonpolluting$)^②的影响。表3第(4)和(5)列的估计结果显示,生态补偿政策的实施显著抑制了污染企业的进入,但促进了非污染企业数量的增加。

因此,上游生态补偿地区的产业结构调整是通过地方政府的土地供应类型调整 and 企业的策略性选址行动实现的,这对生态的恢复具有重要的意义。

第二,上游生态补偿地区的地方政府通过强化工业点源治理,限制企业污染排放来增强环境规制。新安江流域横向生态补偿政策实施的主要目的在于减少新安江流域的污染,提高水质。此外,地区污染排放减少也是提高生态环境质量的重要途径。因此,本部分进一步使用企业层面的数据探究半市场化环保激励对企业污染排放的影响。^③

总结以上分析可以得出结论:地区半市场化环保激励可以从强化源头治理、加快水源涵养,强化系统治理,促进产业结构调整 and 强化工业点源治理,限制企业污染排放等多个方面提升生态环境质量。首先,植被的恢复不仅体现在绿地面积的增加上,还体现在绿地保护程度增强上;其次,产业结构调整是由政府策略性土地供应调控和企业策略性选址调整共同驱动的;最后,从企业污染减排方面,生态补偿政策的实施所带来的地区环保激励增强可以显著地减少企业水污染排放量,但对空气污染排放影响较小。

① 由于中国乡镇行政边界矢量底图采用的是WGS1984坐标系,而百度开放平台的地理编码(API)采用的BD09坐标系,为了消除坐标系差异所带来的定位偏差,本文参考王明益等(2023)的做法,借助Github网站Coordtransform库中的坐标转换算法,将BD09坐标系统一转换为WGS1984坐标系,后文使用经纬度定位时,均使用此方法进行了坐标系转换。Github中Coordtransform库的网址为<https://github.com/wandergis/coordtransform>。

② 借鉴He等(2020)的做法,根据两位数的行业代码将企业分为污染企业 and 非污染企业。

③ 因篇幅所限,增强环境规制:强化工业点源治理,限制企业污染排放见线上附录。

表 3 增强环境规制:强化系统治理,促进产业结构调整

变量	<i>lnindustrial</i>	<i>lnresidential</i>	<i>lncommercial</i>	<i>lnpolluting</i>	<i>lnnonpolluting</i>
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>treat</i> × <i>post</i>	-0.1224** (0.0591)	0.0040 (0.0488)	0.0812* (0.0466)	-0.1130** (0.0455)	0.1258** (0.0547)
常数项	-4.4741 (17.3755)	1.3912 (13.9924)	18.9405* (11.1577)	-1.4264 (11.8411)	63.2934*** (14.8920)
乡镇固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
年份固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
事前生态环境质量×年份 固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
省份×年份固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
事前特征× <i>post</i>	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
观测值	101118	101118	101118	101118	101118
R ²	0.535	0.491	0.368	0.779	0.892

六、进一步分析：影响政策强度的驱动因素

前文的分析已证明新安江流域横向生态补偿政策的实施所带来的地区环保激励增强对生态补偿地区生态环境质量的提升具有显著积极作用。然而,政策效应的强度受到何种因素的影响?为此,我们构建了三重差分模型来考察乡镇距上游新安江距离差异和乡镇经济增长差异对生态补偿政策效应的影响,以此来探究影响政策强度的驱动因素。^①

七、结论与启示

本文综合运用了高分辨率的卫星遥感数据和附带精确地理位置信息的多源经济地理数据,基于新安江流域横向生态补偿政策的实施为准自然实验,采用双重差分模型探究了半市场化环保激励对区域生态环境质量的影响。研究表明,新安江流域横向生态补偿政策实施后,上游生态补偿地区的生态环境质量得到了明显改善。具体来说,在均值意义上,新安江流域横向生态补偿政策的实施对上游生态补偿地区的生态环境质量改善的解释力大约为22.44%,该结论经过一系列的稳健性检验后仍然成立;机制分析发现,新安江流域横向生态补偿政策的实施导致地区环保激励增强后,地方政府会通过恢复植被、调整产业结构和限制企业污染排放以促进上游生态补偿地区的生态恢复;此外,生态补偿政策对上游生态补偿地区生态环境质量的影响效果在河网密度较大和距上游新安江距离较近的乡镇更强,但在乡镇不同的经济增长下生态补偿政策对生态恢复的影响不存在显著的差异。本文的研究视角和结论对如何促进地区高质量发展具有重要的现实意义。当前,中国正处于向高质量发展转型的重要时期,地区环保激励的增强不仅可以有效地缓解由地方政府策略性行动所带来的中央政策初衷的扭曲,还可以转变以牺牲生态环境为代价的经济增长方式。本文的研究结论具有以下政策启示与建议。

^① 因篇幅所限,进一步分析:影响政策强度的驱动因素见线上附录。

首先,构建经济激励与政治责任双重约束机制,强化地方政府环保激励。在半市场化环保激励机制下,地方政府不仅受到经济激励的驱动,也承担着生态治理的政治责任。本文的研究结果表明,新安江流域横向生态补偿政策的实施主要依托经济效应激励与政治责任激励的双重机制,以强化上游生态补偿地区的环境治理动机与政策执行力度,并推动区域生态恢复。因此,一方面,要确保财政资金补偿与地方政府的环境治理成效直接挂钩,增强经济效应的激励作用;另一方面,还要优化政治责任激励。不仅要提高环保指标在地方官员考核中的权重,还要充分发挥政策示范和荣誉机制在提高地方政府环境保护积极性中的重要作用。

其次,不断探索和完善跨区域生态环境协同治理机制,推动地方政府之间的合作与良性竞争。随着区域间生态环境问题的日益交织,单一地区的治理模式已无法有效应对复杂的跨区域污染和生态退化问题。本文验证了新安江流域横向生态补偿政策作为一次创新实践,其在解决跨区域环境问题方面发挥了重要作用。因此,建立多层次、全方位的协同治理框架显得尤为重要。政策制定者应加强不同区域之间的沟通与合作,建立基于信息共享、资源互补和利益协调的跨区域合作平台,推动生态环境治理责任的合理划分与合作机制的优化。此外,基于“谁受益,谁付费”的原则,实现地方政府之间的良性竞争。

最后,优化生态补偿政策的实施策略,建立空间差异化补偿机制。本文进一步分析的研究结果发现,不同区域的生态环境恢复效果存在显著差异,尤其是在河网密度、地理距离自然条件的影响下,这种差异表现得尤为突出。因此,生态补偿政策的设计与实施必须更加注重区域间的差异性,避免“一刀切”的政策模式。政策应该依据不同区域的条件,量身定制不同强度的补偿措施,从而可以最大化提升生态补偿的效果,确保补偿资金的有效使用。

参考文献:

1. 陈海山、梁裕珩:《人口集聚与植被恢复——基于人口空间分布的实证研究》,《经济学(季刊)》2023年第5期。
2. 冯志艳、黄玖立、阎虹戎:《治污压力、环保激励与工业用地出让——来自土地交易微观数据的经验证据》,《经济学(季刊)》2022年第6期。
3. 景守武、张捷:《新安江流域横向生态补偿降低水污染强度了吗?》,《中国人口·资源与环境》2018年第10期。
4. 李坦、徐帆、祁云云:《从“共饮一江水”到“共护一江水”——新安江生态补偿下农户就业与收入的变化》,《管理世界》2022年第11期。
5. 刘聪、张宁:《新安江流域横向生态补偿的经济效应》,《中国环境科学》2021年第4期。
6. 卢盛峰、陈思霞、杨子涵:《“官出数字”:官员晋升激励下的GDP失真》,《中国工业经济》2017年第7期。
7. 陆铭、张航、梁文泉:《偏向中西部的土地供应如何推升了东部的工资》,《中国社会科学》2015年第5期。
8. 潘郭钦、包群、黄睿:《随风而动:环境监管规避与企业选址调整》,《经济学(季刊)》2023年第3期。
9. 祁毓、杨春飞、陈诗一:《绿色转型发展中的财政激励与协同治理——来自“山水工程”试点的证据》,《经济研究》2024年第10期。
10. 沈坤荣、金刚、方娴:《环境规制引起了污染就近转移吗?》,《经济研究》2017年第5期。
11. 唐为:《分权、外部性与边界效应》,《经济研究》2019年第3期。
12. 王明益、陈林、张中意、姚清仿:《自由贸易试验区的协同创新网络效应:空间断点与地理识别》,《世界经济》2023年第3期。
13. 王永琪、马姜明:《基于县域尺度珠江-西江经济带广西段土地利用变化对生态系统服务价值的影响研究》,《生态学报》2020年第21期。
14. 谢婷婷:《国家重点生态功能区如何实现环境保护与经济平衡》,《世界经济》2024年第5期。
15. 夏勇、钟茂初、寇冬雪:《流域生态补偿试点的经济效益》,《世界经济》2024年第5期。
16. 徐志伟、殷晓蕴、王晓晨:《污染企业选址与存续》,《世界经济》2020年第7期。
17. 杨广亮:《政企关系影响土地出让价格吗?》,《经济学(季刊)》2019年第1期。

18. 杨晁、谢泽宇、杨福霞:《省界毗邻地区绿色发展路径探索:来自革命老区振兴的启示》,《世界经济》2022年第8期。
19. 张兵兵、王圆、申广军:《流域横向生态保护补偿与共同富裕》,《世界经济》2024年第4期。
20. 张俊、钟春平、彭飞:《交通可达性的提高是否加剧了中国跨省河流污染?——来自中国工业企业的证据》,《经济学(季刊)》2020年第2期。
21. 张志坚、王学渊、洪芙蓉:《项目制下的道德风险与逆向选择:来自地表水环境治理的证据》,《数量经济技术经济研究》2023年第7期。
22. 周黎安:《中国地方官员的晋升锦标赛模式研究》,《经济研究》2007年第7期。
23. 周寅桥、李雄:《基于水体生态指数的无锡市城区生态质量时空变化分析》,《生态学报》2024年第4期。
24. Agarwal, S., Han, Y., Qin, Y., & Zhu, H., Disguised Pollution: Industrial Activities in the Dark. *Journal of Public Economics*, Vol.223, 2023, 104904.
25. Cao, Y., & Chen, S., Rebel on the Canal: Disrupted Trade Access and Social Conflict in China, 1650–1911. *American Economic Review*, Vol.112, No.5, 2022, pp.1555–1590.
26. Chen, S., Zivin, J. S. G., Wang, H., & Xiong, J., Combating Cross-Border Externalities. *National Bureau of Economic Research*, 2022.
27. Chen, Y. J., Li, P., & Lu, Y., Career Concerns and Multitasking Local Bureaucrats: Evidence of a Target-Based Performance Evaluation System in China. *Journal of Development Economics*, Vol.133, 2018, pp.84–101.
28. He, G., Wang, S., & Zhang, B., Watering down Environmental Regulation in China, *The Quarterly Journal of Economics*, Vol.135, No.4, 2020, pp.2135–2185.
29. Holmstrom, B., & Milgrom, P., Multitask Principal-Agent Analyses: Incentive Contracts, Asset Ownership, and Job Design, *The Journal of Law, Economics, and Organization*, Vol.7, 1991, pp.24–52.
30. Huang, F., Ochoa, C. G., Chen, X., Cheng, Q., & Zhang, D., An Entropy-Based Investigation into the Impact of Ecological Water Diversion on Land Cover Complexity of Restored Oasis in Arid Inland River Basins. *Ecological Engineering*, Vol.151, 2020, 105865.
31. Li, P., Lu, Y., & Wang, J., Does Flattening Government Improve Economic Performance? Evidence from China. *Journal of development economics*, Vol.123, 2016, pp.18–37.
32. Monogan III, J. E., Konisky, D. M., & Woods, N. D., Gone with the Wind: Federalism and the Strategic Location of Air Polluters. *American Journal of Political Science*, Vol.61, No2, 2017, pp.257–270.
33. Wang, S., Wang, Z., The Environmental and Economic Consequences of Internalizing Border Spillovers. Working Paper, 2021.
34. Wu, H., Guo, H., Zhang, B., & Bu, M., Westward Movement of New Polluting Firms in China: Pollution Reduction Mandates and Location Choice. *Journal of Comparative Economics*, Vol.45, No.1, 2017, pp.119–138.
35. Xie, T., & Yuan, Y., Go with the Wind: Spatial Impacts of Environmental Regulations on Economic Activities in China. *Journal of Development Economics*, Vol.164, 2023, 103139.
36. Yang, M., & Tang, W., Air Pollution, Political Costs, and Earnings Management. *Emerging Markets Review*, Vol.51, 2022, 100867.

Semi Market-Oriented Environmental Incentives and Ecological Restoration: Evidence from Horizontal Ecological Compensation in the Xin'an River Basin

LV Wei, FAN Panlai & WANG Weitong (Dongbei University of Finance and Economics, 116025)

Summary: Due to the widespread information asymmetry between central and local governments, local authorities often engage in strategic behaviors that dilute environmental protection efforts while trying to balance the needs of economic development and ecological conservation. In some cases, this even leads to the deliberate embellishment of environmental governance performance, ultimately distorting the original

intent of central government policies. These phenomena raise critical questions: How can local governments be effectively incentivized to strengthen their commitment to environmental protection? And does the enhancement of such incentives contribute to regional ecological restoration?

With the introduction of the Xin'an River Basin Horizontal Ecological Compensation Policy in 2011 as a quasi-natural experiment, this study employs a Difference-in-Differences (DID) approach at the township level to examine the policy's impact on regional ecological quality. The findings indicate that the policy significantly improved ecological outcomes in upstream compensation areas, accounting for approximately 22.42% of the observed improvement in ecological quality on average. This suggests that enhanced environmental incentives for local governments can effectively facilitate regional ecological restoration. This finding remains robust across a series of sensitivity and robustness checks. Mechanism analysis reveals that the improvement in ecological quality stems from multiple channels, including vegetation restoration, industrial structure adjustment, and reduced enterprise-level pollutant emissions. Heterogeneity analysis indicates that the policy's effectiveness varies depending on the density of the Xin'an River network and the township's distance from the upstream section, but it is not influenced by local economic growth. These results underscore the importance of spatial environmental governance design and demonstrate that targeted ecological compensation policies can effectively align local government incentives with broader ecological goals.

This study makes three key contributions. First, by using the Horizontal Ecological Compensation Policy in the Xin'an River Basin as a case study, it investigates the feasible pathways through which semi-market-based environmental incentives can promote regional ecological restoration. The findings provide valuable insights for advancing market-based pricing of ecological services and fostering healthy intergovernmental competition in environmental governance. Second, adopting a holistic, systematic, and integrated governance perspective, this study examines the policy's role in promoting comprehensive protection and systemic restoration of the ecological environment in upstream compensation areas at the township level. Mechanism analysis further investigates the specific restoration measures taken by upstream regions from a multidimensional and multi-actor perspective, enriching the literature on the evaluation of the Xin'an River Basin ecological compensation policy. Third, the study combines high-resolution satellite remote sensing data with multi-source geo-economic data containing precise spatial coordinates to conduct township-level empirical analysis, providing a solid data foundation for future research. By examining the heterogeneous effects of the policy across townships with different geographic and ecological characteristics, the study captures the critical role of town-level governments in implementing local environmental regulatory programs and offers practical insights for more effective allocation of compensation funds to maximize ecological returns.

Keywords: Semi Market-Oriented Environmental Incentives, Ecological-Environmental Quality, Xin'an River, Ecological Compensation

JEL: Q53, Q57, H11

责任编辑:馨 兰