

长江流域横向生态补偿政策对包容性绿色增长的影响研究*

——基于绿色技术创新的中介效应

李唯依 肖洪策 王道立 王恒丽

内容摘要：包容性绿色增长是促进经济、社会、生态协调发展的重要理念，横向生态补偿政策作为一项重要的制度创新，对践行包容性绿色增长具有重要意义。为分析横向生态补偿政策对包容性绿色增长的影响，尤其是探究绿色技术创新在二者间的作用机制，本文选取 2007—2020 年间长江经济带 13 个省、市、自治区的面板数据为研究对象展开研究。利用 TOPSIS 熵权法构建包容性绿色增长的指标体系，运用多期 DID 模型评估横向生态补偿政策的实施效果，并通过中介效应模型分析绿色技术创新视角下横向生态补偿政策对包容性绿色增长的影响机制和影响程度。研究表明，横向生态补偿政策整体显著提升了长江流域各省份的包容性绿色增长水平，具有一定的滞后性和政策动态效应；绿色技术创新水平具有完全中介效应，其横向生态补偿政策对高市场化省份受益更大，而低市场化和中市场化省域受益较小甚至有负向影响。本文研究成果为长江经济带的包容性绿色增长路径和横向生态补偿政策的实践方向提供一定的参考和建议。

关键词：包容性绿色增长 横向生态补偿政策 绿色技术创新 TOPSIS 熵权法 多期 DID 模型

一、引言

中国式现代化是人与自然和谐共生的现代化,党的二十大报告指出必须牢固树立和践行绿水青山就是金山银山的理念,站在人与自然和谐共生的高度谋划发展。党的十八大将生态文明建设放在突出地位,纳入中国特色社会主义事业“五位一体”的总体布局,党的二十大聚焦加快发展方式转型,探寻中国式现代化的绿色发展之路。随着世界现代化的发展,处理和应对非包容与非绿色矛盾也成为重中之重,总结我国和世界各国现代化发展的经验形成的包容性绿色增长理念为应对矛盾提供有效参考(吴洋宏和周小亮,2023)。包容性绿色增长以倡导机会平等的增长为核心(Lin YF,2003),意在推动经济增长的同时加强绿色发展的意识,其核心理念是将经济、环境和社会三个方面有效地结合起来,以确保资源的有效利用、环境保护和社会福利的提升。包容性绿色增长要求经济增长与环境保护相协调,同时关注贫困人口的生计改善和社会公正,有利于实现经济、社会和生态三大系统包容性发展进而推动可持续发展(周小亮,2020)。

当今学者对包容性绿色增长的测度及影响机制的研究非常关注。在对包容性绿色增长的测度研究中,指标体系法被广泛运用。学者多从包容绿色增长的内涵出发,以经济发展、社会民生、绿色可持续发展、绿色消费等指标构建评价体系(周小亮和吴武林,2018;谷魁英和孙慧,

* 李唯依、肖洪策、王道立,中南财经政法大学统计与数学学院,邮政编码:430073,电子信箱:liweiyi@stu.zuel.edu.cn,xiaohongce@stu.zuel.edu.cn,wangdaoli@stu.zuel.edu.cn;王恒丽(通讯作者),中南财经政法大学大数据研究院,邮政编码:430073,电子信箱:wanghl@zuel.edu.cn。作者感谢匿名审稿专家提供的建设性意见。当然,文责自负。

2022; 王德青等, 2022), 全面客观地揭示经济发展中“包容性”和“绿色性”水平。在对包容性绿色增长指标的研究中, 学者们运用时空差异分解、定基功效系数、双重差分模型、DID模型等方法全面分析包容性绿色增长水平(谷魁英和孙慧, 2022; 张涛和李均超, 2023; 朱金鹤和庞婉玉, 2023)。研究内容涵盖流域、省域、国家等多个层面(李苏和尹海涛, 2020; 贾建琦等, 2021; 台德进, 2022; 陈亭等, 2023), 其中针对地级市层级进行研究的文献较为丰富, 以流域沿岸省域为样本的研究较少。

当前研究表明, 对包容性绿色增长的影响因素和效应分析研究较多但尚未形成定论为进一步探索包容性绿色增长水平的影响机制, 学者从数字经济、网络基础设施、农村基础设施、共同富裕、环境规制等方面分析其效应并探索对包容性绿色增长的影响(秦小迪等, 2021; 朱金鹤和庞婉玉, 2023; 陈明华等, 2023)。至今尚未形成影响包容性绿色增长的理论框架, 学者多从某个角度探究其对包容性绿色增长的影响机制, 一方面有学者从高铁效应研究发现技术创新与绿色发展具有耦合协调关系(葛鹏飞和武宵旭, 2023), 另一方面有学者从系统论角度利用耦合协调模型探讨了黄河流域技术创新与绿色发展具有紧密联系(武宵旭等, 2022)。

随着中国城市化进程的高速发展, 生态环境与工业经济的矛盾也日益凸显(徐敏, 2019)。党中央发布《关于加快建立流域上下游横向生态保护补偿机制的指导意见》等多个政策助力横向生态补偿政策的全面落实。针对横向生态补偿政策的实践效果研究, 学者通过双重差分法、合成控制法、成本核算法、中介回归分析等多种方法探究各流域横向生态补偿政策的效应和作用机制(陈伊柳等, 2019; 刘聪和张宁, 2021; 胡东滨等, 2022; 吴凤平等, 2022)。众多学者研究表明横向生态补偿的重要价值, 有利于包容性绿色增长的发展, 推动解决生态环境治理问题及减贫等社会公平问题。横向生态补偿有助于协调生物多样性的保护和经济发展, 利于减贫并缩小社会发展差距(Zhang W 和 Pagiola S, 2011); 同时, 横向生态补偿政策若结合本地实情, 有利于降低流域上游贫困问题(Pagiola S 等, 2005), 也可通过激励和补偿生态系统服务提供者增强了公众参与和环境保护的积极性, 提高了生态环境质量, 进而促进包容性绿色增长(Yang Z 和 Li Q, 2021)。

总体来看, 横向生态补偿机制是一项重要的财政制度创新, 对践行绿色发展理念和流域跨界整理具有重要意义, 而目前针对横向生态补偿的包容性绿色增长效应研究较为欠缺, 且多数研究直接探讨二者关系, 而对技术创新在其中的中介效应研究较为缺乏。本文基于熵权TOPSIS法构建了长江经济带13个省、市、自治区2007-2020年包容性绿色增长的指标体系, 运用多期DID模型评估横向生态补偿政策的实施效果, 进一步探讨横向生态补偿对包容性绿色增长的影响, 分析绿色技术创新是否对横向生态补偿政策影响包容性绿色增长具有中介效应。研究成果有利于深入探究横向生态补偿与包容性绿色增长之间的作用机制, 为长江流域横向生态补偿政策的制定落实以及包容性绿色增长提供指导和建议。

二、政策背景与研究假设

（一）政策背景

流域横向生态保护补偿机制是指在同一流域内，上游地区或区域为保护水源地或水质而采取的生态保护措施，给下游地区或区域带来生态效益或减少环境损失，由下游地区或区域向上游地区或区域提供相应的补偿（刘桂环等，2016）。这种机制有利于调动各方面的积极性，形成共抓大保护的工作格局，促进流域内生态环境和经济社会协调发展。各国也纷纷出台有关政策在不同程度上实施了类似的流域横向生态保护补偿机制。在欧洲，欧盟通过《水框架指令》等法律文件，要求各成员国在流域层面进行水资源管理和规划，并建立跨国界河流和湖泊的合作机制（陶艳茹等，2021）。在美国，联邦政府通过《2015年清洁水规则》等法律法规，规定各州必须制定并执行水质标准，并对污染物排放进行许可和控制。（唐双娥，2023）同时，美国也推行了一些市场化的流域横向生态保护补偿机制，如水权交易、污染物排放权交易、湿地补偿等。德国《环境损害法》对水资源造成环境损害或存在危险的责任主体应当承担预防和补救的义务进行规定，提出污染者付费原则和预防优先原则（马强伟，2020）。

同时，我国已经出台了一系列政策文件，明确了建立该机制的目标、原则、范围、内容、方式、资金来源等方面的要求和指导。如表1所示：

表1 我国横向生态补偿政策统计

发布时间	政策名称	发布机构	政策重点内容
2021年4月16日	支持长江全流域建立横向生态保护补偿机制的实施方案（2023—2025年）	财政部、生态环境部、水利部、国家林业和草原局	以水污染防治为重点，以水资源管理为基础，以水生态修复为手段，以水环境质量改善为目标的横向生态保护补偿工作重点。
2019年5月22日	关于构建市场导向的绿色技术创新体系指导意见	国家发展改革委、科技部	以市场需求为导向，以企业为主体，以技术创新为核心，以政策支持为保障，以绿色发展为目标的绿色技术创新体系构建思路。
2018年12月31日	关于加快推进长江经济带绿色发展若干意见	国务院	加强流域治理协同、推进绿色转型升级、完善绿色发展体制机制等方面的政策措施。

2018年11月3日

关于加强长江经济带生态
环境保护督察工作意见

中央生态环境保护督察
办公室、中央纪委国家
监委驻生态环境部纪检
监察组、生态环境部

加强组织领导、完善督察
体制机制、强化督察实施
效果等方面的工作要求。

（二）研究假设

本文认为，横向生态补偿政策可以通过以下三个方面影响包容性绿色增长：一是直接影响。横向生态补偿政策可以通过激励参与者保护和恢复生态系统、促进社会公平和包容性、支持经济可持续发展以及促进综合生态系统管理，有利于实现可持续发展目标，确保生态系统的健康和可持续利用，在促进包容性绿色增长方面具有重要作用。二是基于中介的间接影响。横向生态补偿政策可以通过经济激励、研发支持、可持续市场需求、合作与共享和技术标准等手段，促进技术创新进而推动环保技术的应用和市场转型。横向生态补偿政策的实施与技术创新是相互影响和联系的，横向生态补偿政策的实施可以倒逼相关企业和人员加大科研投入，提升绿色发展和生态治理的创新水平，进而在技术创新的驱动之下促进包容性绿色增长，利于“包容性”、“绿色性”与经济协调发展。基于以上分析，本文提出以下三个研究假设：

1. 横向生态补偿政策促进包容性绿色增长。

横向生态补偿机制通过激励参与者保护和恢复生态系统、促进社会公平和包容性、支持经济可持续发展以及促进综合生态系统管理，有利于实现可持续发展目标，确保生态系统的健康和可持续利用，在促进包容性绿色增长方面具有重要作用。有众多学者研究表明横向生态补偿有促进绿色发展的作用，湛江市依法行政研究会课题组（2015）指出运用多元化补偿方式可以建立健全生态补偿的相关机制，有利于绿色发展以及生态富民的实现；钟婧（2022）通过研究生态补偿与绿色农业发展的影响机制指出生态补偿可以利用供给激励机制以及社会参与等机制促进绿色农业的发展。更进一步，横向生态补偿政策具有显著的外部效应，余雷鸣等（2022）利用政策系统与问卷调查分析结合的方式综合评价了横向生态补偿政策，指出补偿成果显著且切实改善了跨省流域的水质并提供了绿色就业机会，利于产业发展的绿色性；靳乐山（2020）研究表明近年来国家积累实践经验制定一系列政策法规并缺德显著成效，生态补偿机制成为了绿色均衡的重要政策工具；Kiesecker等（2011）指出将生态补偿纳入设计和规划过程，可以实现开发活动与生态系统保护的协调，促进绿色增长和生态系统的健康。而生态系统的健全、绿色发展、生态富民、社会就业机会等实现皆体现了包容性、绿色性和社会公平，有利于包容性绿色增长的实现。

因此，本研究提出假设 1：在控制其他条件不变的情况下，横向生态补偿政策的实施对包容性绿色增长存在正向影响。

2. 横向生态补偿政策促进绿色技术创新。

横向生态补偿政策可通过经济激励、研发支持、可持续市场需求、合作与共享和技术标准等手段，促进技术创新进而推动环保技术的应用和市场转型。横向生态补偿政策的落实有利于激励企业、机构和个人的生态系统保护和恢复意识，吸引更多的参与者投入到相关技术创新，开发和应用环境友好型技术。一方面，横向生态补偿政策有利于从企业生产率角度促进产业技术创新，景守武等（2021）提出流域横向生态补偿指出该政策的实施实现了减免税收、提升劳动生产率等，显著提高了企业全要素生产率，助推企业技术研发和效率提升。另一方面，横向生态补偿资金投入对技术创新具有作用机制，娜仁等（2021）指出生态补偿机制对受偿地的技术创新有显著的“U”型曲线单一门槛效应，只有当生态补偿资金投入金额高于一定门槛值后才对技术创新体现出显著的促进效应；张婕等（2021）基于黄河流域重污染行业民营企业的研究指出流域的生态补偿政策对企业的环保投资具促进效应，因而生态补偿的有效调节有利于提高企业技术创新能力，促进各地区的协同共治及流域的高质量发展。

因此，本研究提出假设 2：在控制其他条件不变的情况下，横向生态补偿政策的实施对绿色技术创新存在正向影响。

3. 横向生态补偿政策通过推动绿色技术创新促进包容性绿色增长。

横向生态补偿政策的实施与技术创新是相互影响和联系的，横向生态补偿政策的实施可以倒逼相关企业和人员加大科研投入，提升绿色发展和生态治理的创新水平，进而在技术创新的驱动之下促进包容性绿色增长，利于“包容性”、“绿色性”与经济协调发展。吴凤平等（2022）通过横向生态补偿政策对绿色发展作用机制的实证分析，提出横向生态补偿政策可以通过倒逼产业结构升级提高科技创新能力，进而推动污染减排和绿色发展；袁合涛（2023）分析汉江生态经济带指出，建设生态技术创新、生态价值实现等为导向的高质量生态环境利于受偿地经济的高质量发展。根据以上分析可以看出，横向生态补偿政策可以通过资金投入、企业生产效率、产业结构等方面对绿色技术创新产生显著性影响，即横向生态补偿政策对包容性绿色增长的作用机制中，绿色技术创新具有中介效应。

因此，本研究提出假设 3：在控制其他条件不变的情况下，技术创新在横向生态补偿与包容性绿色增长之间具有中介效应。

三、研究设计

（一）模型构建

1. 多时点 DID 基准回归模型

将横向生态补偿政策视作一次准自然实验，考虑到长江流域横向生态补偿政策是分批逐步扩大试点城市和省份，为保证评估横向生态补偿对包容性绿色增长影响效应的科学性，构建如下回归方程：

$$IGG_{it} = \alpha + \beta HEC_Policy_{it} + \gamma Control_Var_{it} + ProFE + YearFE + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中， i 和 t 分别表示地区和年份； IGG 表示包容性绿色增长指标值， HEC_Policy 表示横向生态补偿政策效应， $Control_Var$ 表示控制变量集合。 $ProFE$ 表示省份固定效应， $Year_FE$ 表示年份固定效应， ε 表示随机误差项。估计系数 β 估计了包容性绿色增长指标在横向生态补偿政策试点前后的平均变化值。

2. 中介效应模型

基于前文的理论分析，为验证横向生态补偿政策影响省份包容性绿色增长的机制，本文构建如下中介效应模型：

$$GTEC_{it} = \alpha + \varphi DID_{it} + \gamma Control_Var_{it} + ProFE + YearFE + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$IGG_{it} = \alpha + \theta HEC_Policy_{it} + \delta GTEC_{it} + \gamma Control_Var_{it} + ProFE + YearFE + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

其中， $GTEC$ 表示绿色技术创新水平。如果系数 φ 与 δ 均显著，说明中介效应成立。进一步地，若 θ 不显著，则说明绿色技术创新水平具有完全中介效应；若 θ 也显著且符号与 $\varphi \times \delta$ 一致，则说明绿色技术创新水平具有部分中介效应。

(二) 变量设定

1. 被解释变量：省份包容性绿色增长（ IGG ）

评估包容性绿色增长的测度水平应综合结合科学性、全面性、代表性原则，本文在周小亮和吴武林（2018）的研究基础上，考虑数据的获得性与准确性，构建经济发展、社会机会公平、绿色生产消费、生态环境保护四个维度的包容性绿色发展指标体系，如表 2 所示。

表 2 包容性绿色增长指标体系

一级	二级	三级指标
		人均 GDP（元/每人）
		财政收入比重（%）
经济发展	经济产出	第二产业地区生产指数（上年=100）
		第三产业地区生产指数（上年=100）
	收入水平	农村居民人均纯收入（元/人）

		城镇居民人均可支配收入（元/人）	
	就业机会公平	城镇登记失业率（%）	
	教育机会公平	教育经费（万元） 每万人拥有的教育资源（所）	
社会机会公平	医疗机会公平	每千人口卫生技术人员数（人） 每千人口医疗卫生机构床位数（张）	
	社会保障机会公平	城镇基本养老保险参保人数（万人） 城镇基本医疗保险年末参保人数（万人）	
	基础设施条件公平	每万人运输线路长度（公里） 每万人拥有公交车量（辆）	
绿色生产消费	绿色生产	单位产值能耗（吨/万元） 单位产值废水排放量（吨/万元） 单位产值二氧化碳排放量（吨/万元） 单位产值二氧化硫排放量（吨/万元）	
		绿色消费	人均能源消耗量（吨/人） 人均废水排放量（吨/人） 人均二氧化碳排放量（吨/人） 人均水资源量（立方米）
	生态环境保护	生态资源禀赋	建成区绿化覆盖率（%） 人均公园绿地面积（平方米）
		生态环境治理	废水排放达标率（%） 固体废物综合利用率（%）

经济发展方面：将经济发展分为经济产出和收入水平，从人均 GDP、财政收入比重和农村居民人均可支配收入等六个方面反映经济发展、人民生活水平变化对包容性绿色增长的影响。

社会机会公平方面：将社会机会公平分为就业机会公平、教育机会公平、医疗机会公平、社会保障机会公平和基础设施条件公平，从城镇登记失业率、教育经费、每千人口卫生技术人员数、基本养老保险基金支出比重等十个方面反映社会机会的分配状况和社会公平程度对包容性绿色增长的影响。

绿色生产消费方面：将绿色生产消费分为绿色生产和绿色消费，从单位产值能耗、单位产值废水排放量、单位产值二氧化碳排放量等七个方面反映生产和消费活动对资源和环境的影响和负担对包容性绿色增长的影响。

生态环境保护方面：将生态环境保护分为生态资源禀赋和生态环境治理，从人均水资源量、建成区绿化覆盖率等五个方面反映生态资源的数量和质量以及生态环境的改善和恢复对包容性绿色增长的影响。

其中少数指标缺乏统计数据，需要通过计算获得，具体说明如下：单位产值能耗以“能源

消费总量除以地区 GDP 计算；每万人拥有的教育资源以“高等学校的总数除以地区总人口”计算；废水排放达标率以“工业废水排放达标量除以工业废水排放总量”计算；固体废物综合利用率以“工业固体废物综合利用量除以工业固体废物产生量”计算。

2.解释变量：横向生态补偿政策（ HEC_Policy ）

本文将横向生态补偿政策作为一项准自然实验，且 $HEC_Policy = Treat \times Post$ 。具体地，将实施横向生态补偿政策的省份 $Treat$ 设置为 1，作为实验组，将没有实施该政策的省份 $Treat$ 设置为 0，作为对照组；将政策试点前后的时间虚拟变量 $Post$ 分别设置为 0 和 1。由于各省份是分批实施横向生态补偿政策，因此不同试点省份的时间虚拟变量并不完全一致。

3.控制变量

为保证政策效应评估的准确性，本文考虑到其他省份特征因素可能对省份包容性绿色增长产生影响，参考张涛和李均超（2023）的研究选取以下控制变量：互联网普及率用国际互联网用户数与年末总人口之比衡量（ $Inter$ ）；产业结构用第三产业增加值与第二产业增加值之比衡量（ $Constru$ ）；政府干预用地方财政一般预算内支出与地区 GDP 之比衡量（ Fis ）；人力资本用每万人普通高等学校在校学生数的自然对数衡量（ Cap ）；交通运输水平用公路客运量（ $Pass$ ）和公路货运量（ Fre ）和的自然对数衡量；城市化水平用人口密度（总人口数/行政区划面积）的自然对数衡量（ $Urban$ ）；教育投入用教育支出与地区 GDP 之比衡量（ Edu ）；失业水平用年末城镇登记失业人员数与年末总人口之比衡量（ $Unemp$ ）。

4.机制变量：绿色创新水平

本文拟从提高省份绿色创新水平的路径揭示横向生态补偿政策影响省份包容性绿色增长的机制效应。参考陶锋等（2021）的研究，用长江流域省份绿色发明专利授权数表示绿色创新水平。

（三）数据处理与描述性分析

本文研究区域涉及长江流域上、中、下游三个地带，其中上游省份涉及青海省、四川省、西藏自治区、云南省、贵州省、重庆市 6 个省份；中游涉及湖北省、湖南省、江西省 3 个省份，下游涉及安徽省、江苏省、浙江省、上海市 4 个省份。本研究选取长江流域上述 13 个省、市、自治区 2007-2020 年的相关数据作为研究数据，样本数据均源于《中国统计年鉴》《中国能源统计年鉴》《中国环境统计年鉴》《中国环境状况公报》《水资源公报》，二氧化碳数据来自 CEADs 数据库，对原始数据的少数缺失值采用插值法进行填补，相关变量的描述性统计如表 3。

表 3

变量描述性统计表

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
包容性绿色	182	0.4153	0.0541	0.3005	0.5661
绿色创新水平	182	850.4011	1261.2423	0	7016
互联网普及率	182	0.4408	0.1637	0.11	0.8
产业结构	182	1.164	0.6164	0.5539	5.2968
政府干预	182	0.3226	0.2937	0.0963	1.3538
失业水平	182	0.0348	0.0055	0.0213	0.046
人力资本	182	0.017	0.0052	0.0067	0.0285
交通运输水平	182	11.6105	1.281	6.7093	13.0527
城市化水平	182	5.2772	1.8122	0.8559	8.2749
教育投入	182	0.0403	0.0275	0.0159	0.1467

四、实证分析

(一) 包容性绿色增长测算分析

通过熵权 TOPSIS 法得到长江流域 13 个省域 2007-2020 年间的包容性绿色增长测度值以及各指标相应的权重占比,对于 TOPSIS 法得到的权重,考虑包容性绿色增长各部分重要性相当,对各一级指标赋予对等权重,各占比 25%,在此基础上对权重进行加权调整,权重占比如表 4 所示。

表 4

权重占比表

一级	二级	三级指标	权重占比
经济发展	经济产出	人均 GDP (元/每人)	5.36
		财政收入比重 (%)	6.56
		第二产业地区生产指数 (上年=100)	0.91
	收入水平	第三产业地区生产指数 (上年=100)	0.59
		农村居民人均纯收入 (元/人)	6.01
		城镇居民人均可支配收入 (元/人)	5.56
社会机会公平	就业机会公平	城镇登记失业率 (%)	1.72
	教育机会公平	教育经费 (万元)	3.47
		每万人拥有的教育资源 (所)	1.23
	医疗机会公平	每千人口卫生技术人员数 (人)	2.24
		每千人口医疗卫生机构床位数 (张)	2.29

社会保障机会公平	城镇基本养老保险参保人数 (万人)	4.88
	城镇基本医疗保险年末参保人数 (万人)	4.15
基础设施条件公平	每万人运输线路长度 (公里)	3.56
	每万人拥有公交车量 (辆)	1.46
绿色生产	单位产值能耗 (吨/万元) = 能源消费总量/GDP	3.72
	单位产值废水排放量 (吨/万元)	7.35
绿色生产消费	单位产值二氧化碳排放量 (吨/万元)	1.24
	单位产值二氧化硫排放量 (吨/万元)	1.05
绿色消费	人均能源消耗量 (吨/人)	0.52
	人均废水排放量 (吨/人)	8.39
生态资源禀赋	人均二氧化碳排放量 (吨/人)	2.73
	人均水资源量 (立方米)	17.60
生态环境保护	建成区绿化覆盖率 (%)	0.38
	人均公园绿地面积 (平方米)	1.60
生态环境治理	废水排放达标率 (%)	4.30
	固体废物综合利用率 (%)	1.12

对测度值进行分析, 结果发现, 均值为 0.4153, 说明 2007-2020 年间包容性绿色增长的总体水平偏低。同时, 长江上中下游发展趋势基本与长江流域整体趋势保持一致, 说明流域内各省份绿色发展趋势大致相当。

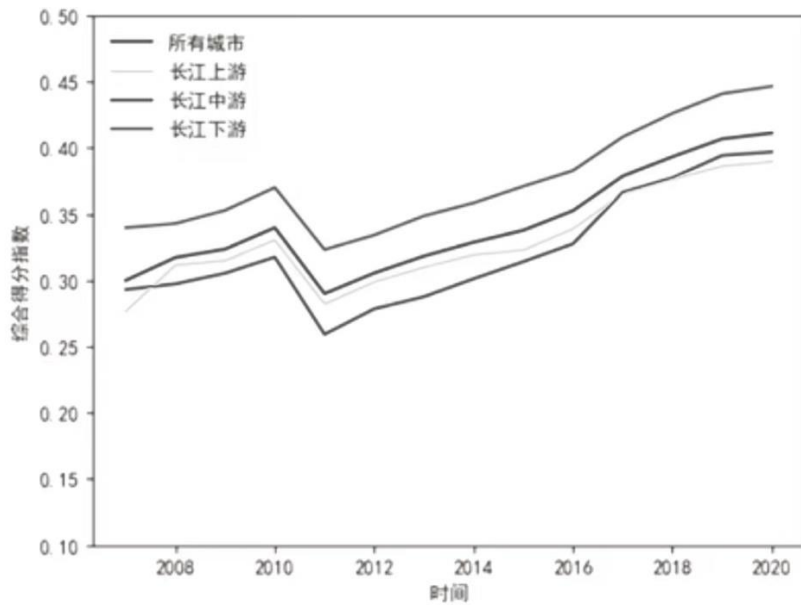


图 1 长江流域绿色包容性增长测度值随时间变化图

从阶段性变化特征来看, 本文参考邓洪中等^[5]的研究, 将包容性绿色增长分为以下三个阶段, “稳增期”、“波动期”、“加速期”。

第一个阶段 (2007 年-2010 年), 长江流域绿色包容性增长指数稳步增加, 主要是受到国

家实施“十一五”规划的积极影响。在这一时期，国家提出了“建设资源节约型、环境友好型社会”的目标，制定了一系列促进节能减排、保护生态环境、改善民生福祉的政策措施。例如，国家实施了“千村示范、万村整治”工程，提高了农村居民的收入和生活质量；国家启动了“两控区”建设，加强了长江流域重点区域的水污染防治；国家推进了“十大重点节能项目”，降低了单位产值能耗和废水排放量等。这些政策措施有效地促进了长江流域的经济增长和社会发展，同时也改善了生态环境状况，提高了绿色包容性增长水平。

第二个阶段（2010年-2012年），长江流域绿色包容性增长水平先下降后上升，主要是受到国际金融危机和国内经济结构调整的影响。在这一时期，由于国际金融危机的冲击，世界经济增速放缓，对中国出口产品的需求下降，导致长江流域部分出口导向型产业受到严重影响，经济增速下滑。同时，为应对危机和转变发展方式，国家实施了积极的财政政策和适度宽松的货币政策，加大了基础设施建设和社会事业投入，推动了第三产业和服务业的发展。这些措施在一定程度上缓解了经济下行压力，但也带来了一些不利影响，如地方债务风险、资产泡沫、资源环境压力等。因此，在这一阶段，长江流域绿色包容性增长水平出现了先降后升的波动。

第三个阶段（2012年-2020年），长江流域绿色包容性增长水平加速上升，主要是受到国家实施“十二五”和“十三五”规划的有力推动。在这一时期，国家提出了“创新、协调、绿色、开放、共享”的新发展理念，制定了一系列促进生态文明建设、推动绿色转型、保障民生福利的政策措施。例如，国家实施了“大气十条”、“水十条”、“土十条”等生态环境保护行动计划，加强了污染物排放标准和监管力度，提高了废水排放达标率和固体废物综合利用率；国家启动了“美丽中国”建设，加大了对生态保护红线、永久基本农田、城镇开发边界等空间管控的力度，优化了国土空间结构和布局，提升了建成区绿化覆盖率和人均公园绿地面积；国家推进了“十三五”规划纲要的实施，加快了产业结构和布局的优化调整，鼓励了科技创新和绿色消费，提高了第二产业和第三产业的地区生产指数；国家加强了社会保障体系建设，增加了教育经费和卫生技术人员数，提高了基本养老保险和基本医疗保险的基金支出比重，提升了城乡居民的收入水平和生活质量。这些政策措施有效地推动了长江流域的经济社会发展，同时也改善了生态环境状况，提高了绿色包容性增长水平。

对长江上中下游包容性绿色增长水平进行分析，上游、中游、下游均值为0.330,0.323,0.375，下游最高，中游率低于上游。首先，从经济增长的角度来看，长江下游地区的经济发展水平明显高于上游和中游地区，人均GDP、财政收入比重、第二产业和第三产业地区生产指数等经济指标均居于前列。这主要是由于长江下游地区拥有较强的经济基础和发展潜力，受益于国家实施的“长江三角洲区域一体化发展规划纲要”等战略规划，加快了产业结构优化升级、科技创新能力提升、基础设施互联互通、市场开放融合等方面的进程，实现了高质量发展。因此，长江下游地区的绿色包容性增长水平相对较高。

其次，从社会发展的角度来看，长江下游地区的社会福利水平也高于上游和中游地区，这主要是由于长江下游地区注重民生改善和社会保障体系建设，受益于国家实施的“健康中国”、

“教育现代化 2035”等战略规划，加大了对教育、卫生、养老等领域的投入和支持，提高了城乡居民的收入水平和生活质量。因此，长江下游地区的绿色包容性增长水平相对较高。

最后，从生态环境的角度来看，长江下游地区的生态环境状况也优于上游和中游地区，这主要是由于长江下游地区重视生态文明建设和绿色转型发展，受益于国家实施的“大气十条”、“水十条”、“土十条”等生态环境保护行动计划，加强了污染物排放标准和监管力度，提高了废水排放达标率和固体废物综合利用率；受益于国家实施的“美丽中国”建设，加大了对生态保护红线、永久基本农田、城镇开发边界等空间管控的力度，优化了国土空间结构和布局，提升了建成区绿化覆盖率和人均公园绿地面积。因此，长江下游地区的绿色包容性增长水平相对较高。

（二）回归分析

1. 基准回归结果分析

通过横向生态补偿政策对长江流域各省份包容性绿色增长影响效应的回归分析，得到结果如下表所示。其中，第（1）列是未考虑控制变量及固定效应的估计结果，第（2）列是未考虑控制变量，但控制了省份、年份固定效应的估计结果，而第（3）、（4）列则分别是在第（1）、（2）列的基础上加入控制变量的估计结果。结果显示，四种情形下 *HEC_Policy* 的回归系数均显著为正，一定程度上表明国家横向生态补偿政策显著提升了长江流域各省份的包容性绿色增长水平，且在省份和年份双固定的情况下，横向生态补偿政策会显著促进省份包容性绿色增长，二者之间呈现出显著正向相关关系。由此可见，本文的假说 1 横向生态补偿政策会促进包容性绿色增长得到了经验证据支持。

表 5 基准回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	<i>IGG</i>	<i>IGG</i>	<i>IGG</i>	<i>IGG</i>
<i>HEC_Policy</i>	0.8395*** (5.1842)	0.3286*** (3.5904)	0.4245** (2.6010)	0.2469*** (2.6062)
<i>Control_Var</i>	否	否	是	是
省份固定	否	是	否	是
年份固定	否	是	否	是
<i>Observations</i>	182	182	182	182
<i>R-squared</i>	0.1299	0.8257	0.4843	0.8556

2. 平行趋势检验与动态效应分析

本文采用多期 DID 模型的前提在于实验组与对照组在政策发生前保持一致的变化趋势，即满足平行趋势检验假设。由于各省份接受政策冲击的时间不同，所以不能简单地将某一年作为政策发生的临界点设置时间虚拟变量，需要为各试点省份设定横向生态补偿政策实施的相对时间值虚拟变量。为了展示横向生态补偿政策实施前后试点地区包容性绿色增长发展的情况，将横向生态补偿试点政策正式实施前 3 年这一时间节点定为比较基期，引入横向生态补偿政策启动前 2 年、政策当期和政策启动后 6 年的时间趋势变量，构造式（4）进行平行趋势检验，具体如下：

$$\begin{aligned}
 IGG_{it} = & \beta_1 Before2_{it} + \beta_2 Before1_{it} + \beta_3 Current_{it} + \beta_4 After1_{it} + \beta_5 After2_{it} \\
 & + \beta_6 After3_{it} + \beta_7 After4_{it} + \beta_8 After5_{it} + \beta_9 After6_{it} + \gamma Control_Var_{it} \quad (4) \\
 & + ProFE + YearFE + \varepsilon_{it}
 \end{aligned}$$

其中，时间虚拟变量为各省实施横向生态补偿政策前 n 年、当年和后 n 年的观测值。非试点省份的虚拟变量均为 0。结果显示如图 2 所示，政策发生前的相对时间虚拟变量系数均不显著且数值较小，这表明政策发生前实验组与对照组在包容性绿色增长水平上无显著差异，即横向生态补偿政策符合平行趋势假设。在政策的动态效应方面，在政策发生后第一年横向生态补偿政策的影响系数为负，可能是因为刚实行政策前期投入过大导致效应不显著，政策发生的 3 年内，试点政策短暂产生包容性绿色增长效应但还未稳定，而在试点政策推行 3 年后，横向生态补偿政策的影响系数显著为正并不断提升，表明横向生态补偿试点政策能够产生促进省份包容性绿色增长的政策效应，但具有一定的滞后性。

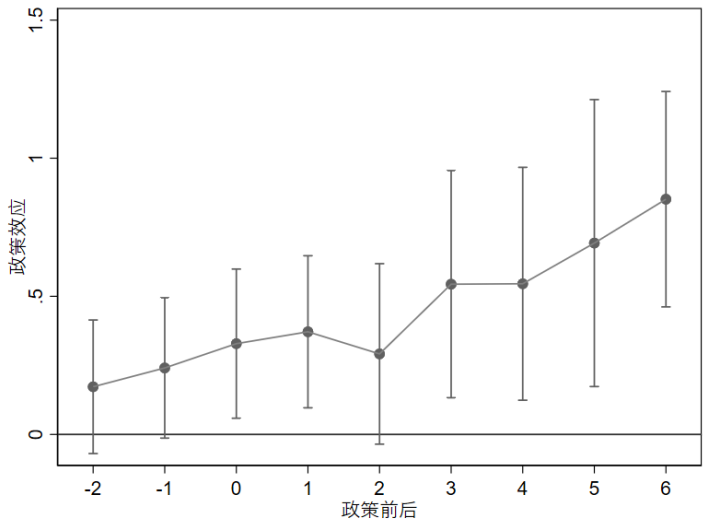


图 2 平行趋势检验结果

3.稳健性检验——安慰剂检验

尽管本文已在准自然实验中对大量的省份特征变量进行了控制，但仍有可能存在一些非观测的省份特征因素使得横向生态补偿政策的评估结果受到影响。由于多期 DID 中试点省份的政策实施时间存在差异，安慰剂检验中需要同时随机生成伪处理组虚拟变量和伪政策冲击虚拟变量，即为每个样本对象随机抽取样本期作为其政策时间。基于此，本文对样本数据中的 13 个省份和时间点进行不重复的实验省份和政策时点的随机抽样，每次抽样选取 10 个省份作为虚拟试点地区，剩余的 3 个省份则作为虚拟非试点地区。重复 500 次上述随机抽样过程并进行回归，得到 500 组虚拟变量 HEC_Policy^{random} ，将 500 个 β^{random} 的核密度及其 p 值分布呈现在图中，结果显示如图 3。竖着的虚线代表本研究基准回归对应的系数 0.2469，发现真实回归系数位于安慰剂检验置换参数曲线的低尾处且 p 值小于 0.1，显著异于安慰剂测试结果，同时估计系数对应的 p 值几乎都在 0.1 以上，随机抽样的回归系数均值接近于零，表明本研究的基准回归结果通过了安慰剂检验，这也在一定程度上表明本文的评估结果具有稳健性。

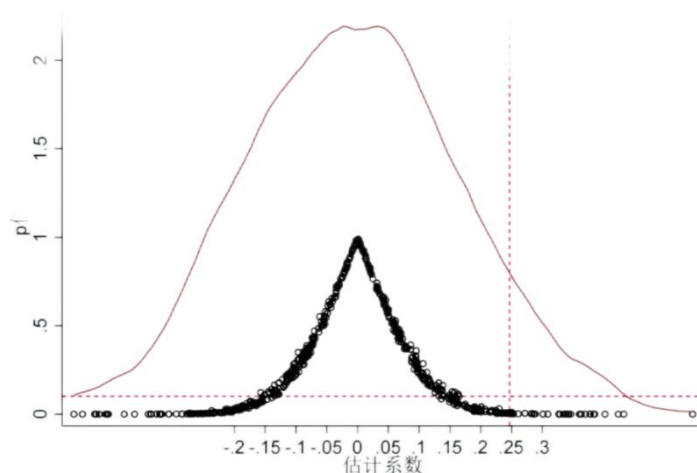


图 3 安慰剂检验结果

4. 异质性分析

由于各个省份的市场化进程不同，考虑到横向生态补偿政策需要政府与市场相结合，参考樊纲等提出的市场化指数，将 13 个省份按照 2007~2020 年的市场化总得分均值划分为低市场化水平（0~5）、中市场化水平（5~7）和高市场化水平（7 以上），以考察横向生态补偿的试点政策对省份包容性绿色增长的效应是否在不同市场化地区存在差异，估计结果如表 6 所示。

异质性市场化的估计结果显示横向生态补偿政策对低市场化和中市场化的绿色包容性增长效应并不明显，且有负向影响，而对高市场化则产生显著的正向影响。原因可能在于高市场

化省份市场化进程高，能够降低信息不对称程度，同时更快地反映市场供需情况，协助政府做出更有针对性的指导性政策并高效率实施。

表 6 省份市场化进程异质性结果

划分方式	(1) 低市场化	(2) 中市场化	(3) 高市场化
<i>HEC_Policy</i>	-0.089 (-0.53)	-0.001 (-0.01)	0.437** (2.48)
<i>Control_Var</i>	是	是	是
固定效应	是	是	是
<i>Observations</i>	56	56	70
<i>R-squared</i>	0.987	0.989	0.939

5.机制检验

省份包容性绿色增长离不开技术创新的支持，本文采用省份绿色发明专利授权数来近似表征绿色技术创新水平。相比于绿色发明专利申请数，授权数更能体现该省的实际技术研发水平，且相比于实用性专利而言具有更大的创新价值，因此采用该指标衡量具有一定的合理性与可行性。从表 7 第 1 列的结果来看，*HEC_Policy* 的系数在 1%水平上显著为正，表明横向生态补偿政策显著发挥了绿色技术创新效应，由此验证了假设 2 横向生态补偿政策促进绿色技术创新。表 6 第 2 列结果显示，*GTEC* 的系数显著为正，说明绿色技术创新一定程度上促进了省份包容性绿色增长，且由于 *HEC_Policy* 的系数并不显著，说明绿色技术创新存在完全中介效应，由此验证了假设 3 横向生态补偿政策通过推动绿色技术创新促进包容性绿色增长。

表 7 绿色技术创新效应检验结果

	(1)	(2)
	<i>GTEC</i>	<i>IGG</i>
<i>HEC_Policy</i>	0.3404*** (2.5439)	0.1080 (1.3606)
<i>GTEC</i>		0.4082*** (8.5224)
<i>Control_Var</i>	是	是
固定效应	是	是
<i>Observations</i>	182	182
<i>R-squared</i>	0.7377	0.9036

五、结论与建议

本文基于包容性绿色增长指数，对 2007-2020 年间长江流域的绿色发展水平和区域差异进行了测度和分析。根据测度值，本文发现，长江流域在这一时期的包容性绿色增长均值为 0.4153，说明总体水平偏低，需要进一步提高。同时，依据测度结果，本文将包容性绿色增长分为“稳增期”、“波动期”、“加速期”三个阶段，分析了长江上中下游地区的发展趋势和差异。结果表明，长江上中下游地区的发展趋势基本与长江流域整体趋势保持一致，说明流域内各省份绿色发展趋势大致相当。但是，长江上中下游地区的包容性绿色增长均值分别为 0.330、0.323、0.375，存在明显的区域不平衡问题，其中下游水平最高，中游水平低于上游。

本文实证分析表明，横向生态补偿政策整体显著提升了长江流域各省份的包容性绿色增长水平，具有一定的滞后性和政策动态效应，并通过了安慰剂检验，证明了本文结果的稳健性。通过机制路径检验，发现绿色技术创新水平具有完全中介效应，是横向生态补偿政策对包容性绿色增长水平影响的重要途径。异质性分析表明，横向生态补偿政策对不同市场化程度的省份的包容性绿色增长水平有不同的影响，高市场化省份受益更大，而低市场化和中市场化省份受益较小甚至有负向影响。

由此可见，国家战略规划和政策措施对长江流域绿色发展水平具有显著影响。需要加强政策协调和规划对接，形成长江流域包容性绿色增长的统一战略和行动指南，明确目标任务和责任分工，提高政策的有效性和可操作性。同时要缩小区域发展差距，实现区域协调发展，需要加强区域协作和互助机制，充分发挥各地区的比较优势和互补性，促进资源要素的优化配置和共享利用。根据本文研究结论，提出以下建议：

第一，加大横向生态补偿政策投入力度和持续时间。由于横向生态补偿政策具有一定的滞后性和动态效应，为了使其能够持续地提升长江流域各省份的包容性绿色增长水平，建议加大政策投入力度和持续时间，以克服前期投入过大和效果不稳定的问题，形成良好的政策惯性和累积效应。增加横向生态补偿资金的规模和来源，例如通过设立专项基金、发行绿色债券、吸引社会资本等方式，为横向生态补偿提供充足的财政支持。完善横向生态补偿的标准和机制，例如通过制定科学合理的生态补偿标准、建立动态调整的生态补偿机制、加强生态补偿的监督和评估等方式，提高横向生态补偿的效率和公平性。扩大横向生态补偿的范围和内容，例如通过涵盖更多的生态功能区、包含更多的生态服务项目、考虑更多的生态影响因素等方式，增加横向生态补偿的覆盖面和深度。

第二，制定精准和差异化的横向生态补偿政策。由于市场化进程对横向生态补偿政策效果有异质性影响，为了使其能够更好地发挥促进包容性绿色增长的作用，建议考虑不同市场化程度的省份在经济社会环境方面的特点和需求，制定更加精准和差异化的横向生态补偿政策，以提高其效率和公平性。比如根据不同市场化程度的省份在经济社会环境方面的特点和需求，制定不同的生态补偿标准和方式，例如对于高市场化省份，可以采用市场化机制来确定生态补偿

价格和方式,对于低市场化省份,则可以采用政府主导或社会参与机制来确定生态补偿价格和方式。根据不同市场化程度的省份在生态保护和發展方面的差距和潜力,制定不同的生态补偿目标和措施,例如对于高市场化省份,可以鼓励其发展低碳循环经济、提高资源利用效率、降低环境污染等方面,对于低市场化省份,则可以支持其改善基础设施、增加公共服务、提升居民收入等方面。根据不同市场化程度的省份在参与横向生态补偿过程中所面临的困难和挑战,制定不同的生态补偿保障和激励机制,例如对于高市场化省份,可以强化其在横向生态补偿中的责任和义务,对于低市场化省份,则可以增加其在横向生态补偿中的权益和收益。

第三,加强绿色技术创新的支持和引导。由于绿色技术创新是横向生态补偿政策对包容性绿色增长水平影响的重要途径,为了提高其中介效应,建议加强绿色技术创新的支持和引导,包括提高研发投入、优化知识产权保护、促进技术转移和应用等措施。提高研发投入,例如通过增加政府对绿色技术创新的财政支持、鼓励企业对绿色技术创新的投入、吸引社会资本对绿色技术创新的参与等方式,为绿色技术创新提供充足的资金保障。优化知识产权保护,例如通过完善绿色技术创新的知识产权法律制度、加强绿色技术创新的知识产权登记和审查、严厉打击绿色技术创新的知识产权侵权等方式,为绿色技术创新提供有效的法律保障。促进技术转移和应用,例如通过建立绿色技术创新的交流合作平台、推动绿色技术创新的产学研结合、扩大绿色技术创新的市场需求等方式,为绿色技术创新提供良好的环境保障。

参考文献

- 常冬梅,杨琳.河南省绿色发展指标体系及绿色发展指数计算方法[J].市场研究,2017,(12):42-43.
- 陈明华,谢琳霄,李倩,王哲.黄河流域包容性绿色增长绩效评价及地区差距——基于减污降碳和共同富裕双重目标的经验考察[J].资源科学,2023,第45卷(3):564-578
- 陈亭,杨颖,台德进.包容性绿色增长测度评析与新动能研究[J].市场周刊(理论版),2023,(6):143-146
- 陈伊柳,李硕,徐慧琪,乔雪.海南中部生态核心区流域水资源横向生态补偿方法[J].生态学杂志,2019,第38卷(4):1149-1156
- 邓洪中,张玲.长江经济带水资源绿色效率时空演变特征及其影响因素[J].资源科学,2022,44(02):247-260.
- 樊纲,王小鲁,马光荣.中国市场化进程对经济增长的贡献[J].经济研究,2011,46(09):4-16.
- 葛鹏飞,武宵旭.城市技术创新与绿色发展耦合协调的高铁效应研究[J].统计与决策,2023,第39卷(6):125-130
- 谷魁英,孙慧.中国城市包容性绿色增长指数测度与分析[J].统计与决策,2022,第38卷(8):100-104
- 郭红萍.基于绿色发展指标体系的生态文明建设评价[J].汉江师范学院学报,2019,第39卷(3):58-62
- 胡东滨,林媚,陈晓红.流域横向生态补偿政策的水环境效益评估[J].中国环境科学,2022,第42卷(11):5447-5456
- 贾建琦,赵林,高晓彤,曹乃刚.环渤海地区包容性绿色增长效率的空间关联网络结构及其影响因素[J].地理与地理信息科学,2021,第37卷(5):46-54
- 靳乐山.生态补偿机制:促进绿色和均衡发展的重要政策工具[J].中国报道,2020(11):41-43.
- 景守武,张捷.跨界流域横向生态补偿与企业全要素生产率[J].财经研究,2021,第47卷(5):139-152
- 李苏,尹海涛.我国各省份绿色发展指数测度与时空特征分析——基于包容性绿色增长视角[J].生态经济,2020,第36卷(9):44-53
- 刘聪,张宁.新安江流域横向生态补偿的经济效应[J].中国环境科学,2021,第41卷(4):1940-1948
- 刘桂环,谢婧,文一惠等.关于推进流域上下游横向生态保护补偿机制的思考[J].环境保护,2016,44(13):34-37. DOI:10.14026/j.cnki.0253-9705.2016.13.007.
- 马强伟.德国生态环境损害的救济体系以及启示[J].法治研究,2020(02):72-86. DOI:10.16224/j.cnki.cn33-1343/d.2020.02.018.
- 娜仁,张晗璐,万伦来.典型流域生态补偿对区域技术创新的非线性影响——基于新安江流域安徽段面板数据的门槛效应检验[J].科技管理研究,2021,41(21):225-230.
- 秦小迪,吴海涛,侯小远.农村基础设施对包容性绿色增长的影响:促进还是抑制?[J].农林经济管理学报,2021,第20卷(6):721-729
- 台德进.安徽省包容性绿色增长:测度评析、重心漂移与机制分析[J].淮南师范学院学报,2022,第24卷(3):78-84
- 唐双娥.美国《2015年清洁水规则》争议始末及对我国的借鉴[J].干旱区资源与环境,2023,37(07):203-208. DOI:10.13448/j.cnki.jalre.2023.179.
- 陶锋,赵锦瑜,周浩.环境规制实现了绿色技术创新的“增量提质”吗——来自环保目标责任制的证据[J].中国工业经济,2021(02):136-

154. DOI:10.19581/j.cnki.ciejournal.2021.02.016.

陶艳茹, 苏海磊, 李会仙等.《欧盟水框架指令》下的地表水环境管理体系及其对我国的启示[J].环境科学研究,2021,34(05):1267-1276. DOI:10.13198/j.issn.1001-6929.2020.12.18.

王德青;李雪梅;刘育;朱建平;王许.中国包容性绿色增长的连续动态测度及其时空差异分解[J].系统工程,2022,第40卷(3):66-78

吴凤平, 邵志颖, 季英雯.新安江流域横向生态补偿政策的减排和绿色发展效应研究[J].软科学,2022,第36卷(9):65-71

吴洋宏, 周小亮.包容性绿色增长视域下中国式现代化发展道路探索[J].华东经济管理,2023,37(07):1-10. DOI:10.19629/j.cnki.34-1014/f.230108001.

武育旭, 任保平, 葛鹏飞.黄河流域技术创新与绿色发展的耦合协调关系[J].中国人口·资源与环境,2022,第32卷(8):20-28

徐敏, 张涛, 王东, 等.中国水污染防治40年回顾与展望[J].中国环境管理,2019,11(3):65-71.

余雷鸣, 郝春旭, 董战峰.中国跨省流域生态补偿政策实施绩效评估[J].生态经济,2022,38(01):140-146.

袁合涛.汉江生态经济带高质量生态环境促进经济高质量发展研究[J].四川环境,2023,42(01):196-202. DOI:10.14034/j.cnki.schj.2023.01.028.

湛江市依法行政研究会课题组.以生态补偿促进绿色发展和生态富民——湛江市生态发展路径分析[J].广东经济,2015(04):70-75.

张婕, 诸葛雯菲, 朱明明.黄河流域生态补偿政策对企业环保投资的影响——基于重污染行业民营企业的经验数据[J].水利经济,2021,39(03):30-35+51+86.

张涛, 李均超.网络基础设施、包容性绿色增长与地区差距——基于双重机器学习的因果推断[J].数量经济技术经济研究,2023,第40卷(4):113-135

钟婧.生态补偿促进绿色农业发展的机制与对策分析[J].农业经济,2022(08):9-11.

周小亮, 吴武林, 廖达颖.我国区域包容性绿色增长测度与差异研究[J].科技进步与对策,2018,第35卷(6):42-49

周小亮, 吴武林.中国包容性绿色增长的测度及分析[J].数量经济技术经济研究,2018,35(08):3-20.

周小亮.包容性绿色发展:理论阐释与制度支撑体系[J].学术月刊,2020,52(11):41-54

朱金鹤, 庞婉玉.数字经济发展是否有助于提升城市包容性绿色增长水平——来自“国家智慧城市”试点的证据[J].贵州财经大学学报,2023,(4):12-22

Kiesecker J M, Copeland H E, McKenney B A, et al. Energy by design: making mitigation work for conservation and development[J]. *Energy development and wildlife conservation in western North America*, 2011: 159-181.

Lin YF. Development Strategy, Viability and Economic Convergence[J]. *Economic Development and Cultural Change*, 2003, 51(2).

Pagiola S, Arcenas A, Platais G. Can Payments for Environmental Services Help Reduce Poverty? An Exploration of the Issues and the Evidence to Data from Latin America [J]. *World Development*, 2005, 33(2):237-253.

Yang Z, Li Q. Research on the construction of social co-governance system of ecological environment protection[C]//IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. *IOP Publishing*, 2021, 632(5): 052060.

Zhang W, Pagiola S. Assessing the Potential for Synergies in the Implementation of Payments for Environmental Services Programmes: an Empirical Analysis of Costa Rica[J]. *Environmental Conservation*, 2011, 38(4):406-416