
碳
效
应
研
究

新质生产力与农业碳排放强度的非线性关系

——基于中国省级数据分析

唐重振¹, 丁泽宇¹, 唐明慧²

(1.桂林理工大学 公共管理学院, 桂林 广西 541004; 2.贺州学院 经济与管理学院, 贺州 广西 542899)

摘要: [目的] 探讨新质生产力与农业碳排放强度的关系, 揭示其中的运行机制及区域差异, 为新质生产力与绿色发展同步发展提供科学依据与数据支撑。[方法] 基于2012—2022年中国省级面板数据, 采用双向固定的回归模型探讨新质生产力与农业碳排放之间的关系。进而采用门槛模型, 分析城乡收入差距在影响新质生产力对农业碳排放的作用中的门槛作用。[结果] ①新质生产力与农业碳排放强度之间存在倒“N”型关系, 即新质生产力对农业碳排放的作用是先下降、再上升、后下降的过程。②新质生产力对农业碳排放强度的影响存在门槛效应: 城乡收入差距越小的地区, 新质生产力的减排效果越强。③新质生产力对农业碳排放强度效应存在明显的区域差异, 在东部地区倒“N”型关系明显, 在中部地区效果并不显著, 在西部地区则存在“N”型关系。[结论] 建议精准把握新质生产力阶段性特征, 引导新质生产力与低碳农业发展相适应, 增强新质生产力的减排效应; 注重缩小城乡收入差距, 以提高农民收入为手段, 激励农民技术、设备升级, 提升新质生产力的减排效应; 明确区域间差异, 引导新质生产力与各地区实际相匹配, 因地制宜实现农业碳减排。

关键词: 新质生产力; 农业; 碳排放强度; 门槛效应

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2025)02-0251-11

中图分类号: F323, X322

文献参数: 唐重振, 丁泽宇, 唐明慧. 新质生产力与农业碳排放强度的非线性关系[J]. 水土保持通报, 2025, 45(2): 251-261. Tang Chongzhen, Ding Zeyu, Tang Minghui. Nonlinear relationship between new quality productivity forces and agricultural carbon emission intensity [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2025, 45(2): 251-261. DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2025.02.026; CSTR: 32312.14.stbctb.2025.02.026.

Nonlinear relationship between new quality productivity forces and agricultural carbon emission intensity

—Based on provincial data of China

Tang Chongzhen¹, Ding Zeyu¹, Tang Minghui²

(1.School of Public Administration, Guilin University of Technology, Guilin, Guangxi 541004, China; 2.School of Economics and Management, Hezhou University, Hezhou, Guangxi 542899, China)

Abstract: [Objective] The relationship between new quality productivity forces and agricultural carbon emission intensity was explored, the operational mechanisms and regional differences were revealed, in order to provide a scientific basis and data support for the synchronization of new quality productivity and green development. [Methods] A bidirectional fixed regression model was used to explore the relationship between new quality productivity forces and agricultural carbon emissions using provincial panel data of China from 2012 to 2022. A threshold model was then used to analyze the role of the rural-urban income gap in the effect of new quality productivity forces on agricultural carbon emissions. [Results] ① An inverted N-shaped relationship was found between new quality productivity forces and agricultural carbon emission intensity; that is, the effect of new quality productivity forces on agricultural carbon emissions first decreased, then increased, and finally decreased again. ② A threshold effect exists; regions with smaller urban-rural income

收稿日期: 2024-11-05

修回日期: 2024-12-04

采用日期: 2024-12-05

资助项目: 广西哲学社会科学课题“广西乡村产业数字化进程中的联农带农机制研究”(2023FSH034)

第一作者: 唐重振(1972—), 男(汉族), 湖南省永州市人, 硕士, 教授, 主要从事公共经济管理方面的研究。Email: gllgdd113@163.com。

通信作者: 唐明慧, (1997—), 女(汉族), 湖南省东安县人, 硕士, 助教, 主要从事数字乡村方面的研究。Email: 393369260@qq.com。

gaps exhibit stronger emission reduction effects from new quality productivity forces. ③ The effect of new quality productive forces on agricultural carbon emission intensity differed among regions. The inverted “N” relationship was strong in the eastern region and insignificant in the central region, showing an “N” type relationship in the western region. [Conclusion] It is recommend obtaining an in-depth understanding of the phases of the characteristics of new quality productivity forces to facilitate their alignment with the development of low-carbon agriculture and enhance the emission reduction effects of new quality productive. The urban-rural income gap should be narrowed by increasing farmer incomes, thereby incentivizing technological and equipment upgrades among farmers and strengthening the emission reduction effect of new quality productive forces. Furthermore, regional differences should be recognized to help align new quality productive forces with the actual conditions in various regions and reduce agricultural carbon emission in agreement to local conditions.

Keywords: new quality productivity forces; agriculture; carbon emission intensity; threshold effect

在全球气候变化和环境退化的背景下,农业作为温室气体排放的重要来源之一,其可持续发展性逐渐受到重视。中国作为世界上农村、农业人口最多的国家,农业生产不仅关系到国家粮食安全,也对全球气候变化具有重要影响。2021年10月,中共中央、国务院印发《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》,提出了碳达峰和碳中和的目标。这一战略目标也对农业碳排放的控制提出了新的挑战和要求。2024年7月,中共中央、国务院印发《关于加快经济社会发展全面绿色转型的意见》,提出要走绿色低碳高质量发展道路、加快数字化绿色化协同转型发展。目前,中国在农业减排、农业高质量发展方面已取得重大成效,但数字化水平、农业科技转换问题仍是目前限制农业发展的关键因素^[1]。在减少碳排放和高质量发展的双向约束以及提高农业科技水平的必然要求下,新质生产力成为了破除约束的重要途径之一。新质生产力是2023年9月习近平总书记在黑龙江考察调研期间首次提到的词汇。作为一种以创新为主导,具有高科技、高效能、高质量特征的先进生产力,正逐渐成为推动农业向绿色高质量发展的核心动力。

当前,学术界对新质生产力在农业领域的研究主要聚焦于概念内涵、理论层面、指标评估、影响作用等多个方面。①概念内涵。对于“新质生产力”,将其定义为“三新”——新制造、新服务和新业态^[2],其核心要义在于以劳动者、劳动资料、劳动对象的生产力要素优化组合而产生了质变的新生产力形态^[3],并以关键性、颠覆性技术的突破为生产力发展提供更强劲的创新驱动力为主要内涵^[4]。②理论层面。农业新质生产力是新质生产力在农业领域的重要分支,具有与新质生产力相同的要素特征包括新型劳动者、新型劳动工具和新型劳动对象3个方面^[5],其核心仍在于以科技创新

为主导^[6]。与其他产业相比,农业更易受制于地理、资源等自然因素的影响,在农业新质生产力上表现为不平衡性、开发与保护的二重性、资源禀赋的先决性等特殊性^[7]。而与传统农业生产力,农业新质生产力又以减少资源投入,实现农业高质量发展为主要特征^[8]。③指标评估。多数学者从新型劳动者、新型劳动工具和新型劳动对象3个维度构建指标体系,发现中国农业新质生产力水平呈现整体偏低但逐年稳定上升的特征^[9-10],并且存在东高西低的地区差异^[11]。宋振江等^[12]则从绿色生产力、数字生产力和科技生产力3个维度构建评价体系,发现绿色生产力的权重最大,数字生产力成为重要支撑。④影响作用。王亚红等^[13]发现农业新质生产力可以通过提高农业劳动生产率与农业土地生产率促进农民增收,也有研究表明高标准农田建设参与通过提升农业新质生产力水平可以提高农民种粮收益,实现农民增收^[14]。张岳^[15]研究发现新质生产力与农村三产融合具有耦合性,指明农村三产融合的总方向。⑤进一步研究。随着研究进一步深入,更多学者开始探究新质生产力与粮食安全^[16]、农业强国建设^[17]、乡村振兴之间的关系^[18]。

总体看来,现有新质生产力与农业领域的研究尚处于起步阶段,更鲜有学者关注到农业领域中讨论新质生产力与碳排放之间的关系。农业新质生产力显著降低了农业碳排放强度及其总量,土地的规模化经营、农业技术的进步和农村居民消费水平的升级是农业新质生产力影响农业碳排放强度及其总量的三条重要路径^[19]。鉴于此,为了更好地理解在推动农业高质量发展的同时,如何实现碳排放的减少和农业的可持续发展^[20-21]。本文基于中国2012—2022年省级数据,构建双向固定回归模型与门槛效应模型,探究新质生产力对农业碳排放的影响,以期进一步拓展相关领域的文献研究,为后续相关政策的执行提供理论依据。

1 理论假设

农业碳排放强度以农业单位 GDP 消耗的碳排放总量所定义,农业碳排放强度越高,农业生产所依靠的资源消耗强度越大。Dietz 和 Rosa 在 1994 年提出 STIRPAT 模型将环境影响分解为人口、财富、技术三部分^[22],新质生产力作为以科技创新为核心的新型生产力,通过科学技术改进资源配置方式、增强生产者生产技术、增加非物质形态的技术要素等方式,进而对碳排放强度产生影响。此外,新质生产力受农村经济影响,导致新质生产力难以在农业领域进行推广。因此,本文尝试构建新质生产力对农业碳排放强度的理论分析框架,主要涵盖新质生产力发展的不同阶段对农业碳排放强度的直接影响,城乡收入差距在其中起到的门槛作用。

1.1 新质生产力对农业碳排放强度的影响

新质生产力对于农业碳排放强度的影响主要表现在:传统生产力向新质生产力转化的过程中。相较于传统生产力,新质生产力是劳动者向“智力工人”转换,劳动资料向“高精尖”设备转化,增加非物质形态

劳动对象的生产力三要素转型^[4]。在劳动者方面,当农业劳动者对于生产与环境之间的认识更为深刻时,往往更倾向于采用清洁技术或高效技术替代传统生产方式,摒弃传统落后劳动观念,寻求技术帮扶、更新理念认知,如以水肥一体化代替传统施肥方式,在提高生产效率同时实现环境保护,降低碳排放强度。在劳动资料方面,数字化、智能化的农业机械设备被广泛投入到农业生产当中^[23]。设备的升级与应用,促使农业生产效率提升,增加单位面积农作物产量,进而降低单位 GDP 的能源消耗。在劳动对象方面,以数字信息资源为代表的非物质形态对象应用赋能,辐射、拓展到农业农村领域,如数字农业、电商助农等。这类以数字为核心的非物质形态对象,催动了农业领域生产力的迭代更新,产业发展往往具有高效益、低能耗的特征,成为实现降低农业碳排放强度的新方向。但目前农业领域,新质生产力发展尚处于较低水平,以数字化为代表设备升级尚未完善。以往的研究认为,数字化的发展与碳排放之间存在着非线性关系^[24-25]。基于此,本文认为新质生产力对于农业碳排放的影响可分为 3 个阶段(如图 1 所示)。

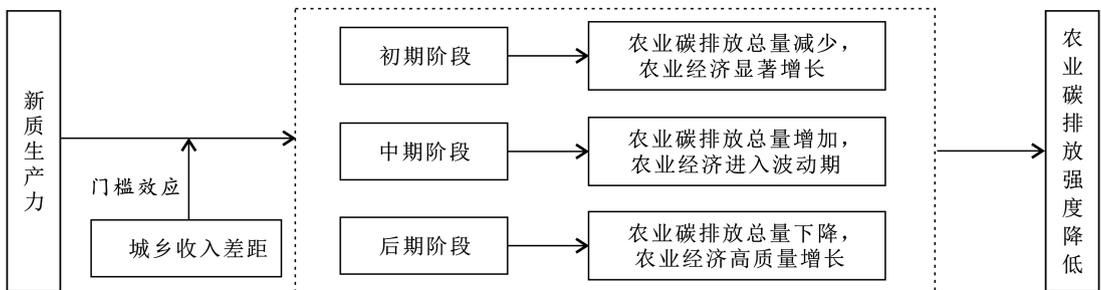


图 1 新质生产力对农业碳排放强度影响的作用机理

Fig.1 Mechanism of new quality productive forces affecting agricultural carbon emission intensity

1.1.1 新质生产力初期发展阶段 受到新兴技术的影响,在农业领域逐渐出现技术革新,如数字产业链、生物育种等。这些技术的出现对于传统资源消耗型农业产生巨大冲击,开始由资源高能耗高模式走向资源高效低耗模式的农业生产过程。具体而言,无人机等新型设备的应用,使得灌溉系统得以优化,覆盖面积更为准确,减少了资源消耗;通过对植物生长水平的探测,使肥料应用更为精准,减少了农业碳排放;推广以电气为代表的新能源及可再生资源在农业应用,从能源结构优化角度出发实现了生产过程中的碳减排。在农业劳动者方面,农业科技专家深入各村进行技术指导,不仅增强农民生产技术水平,在一定程度上对于提高农民低碳生产意识存在正向效应。此外,借助数字化平台以及创新科技产品,使得土壤管理更

为高效、精准,实现碳排放的优化。综上所述,初级发展阶段,农民开始逐渐接触新型科学技术,转变思维观念,改变生产方式,以减少碳排放强度的增加。而生产设备的更迭使得生产效率以及精准性得以提高,实现单位生产资源消耗减少,进而降低碳排放强度。

1.1.2 新质生产力中期波动阶段 作为关键阶段,更多数字技术、科技产品被推广应用。但目前来看,多数地区农村数字化设施尚未完善、科技产品推广难度大。这一时期,生产方式交替,新旧动能转换,传统与变革摩擦。传统“高碳”生产设备是农民生产的主要工具,数字化设施的建设仍较为落后,新型设施投入都需要从零建设,建设途中不仅会直接导致碳排放的增加,而且会占用农村土地、农业生产劳动力,导致农业受到影响,使得生产转向高消耗,增加碳排放^[26]。

对农业劳动者而言,这一阶段的技术推广,使得多数劳动者需要学习新型技术,在学习的过程中不可避免地造成资源的消耗。为弥补损失到达生产总量,可能采取传统“熟知”的高消耗方式,增加产量,从而增加碳排放。因此,在新质生产力发展中期,可能造成碳排放强度的波动,造成碳排放强度的增加。

1.1.3 新质生产力后期成熟阶段 相比于前两个阶段,农业生产方式基本实现了深度绿色转型,各地方数字基础设施基本完善、科技设备代替传统设备成为主要生产工具。以数字分析设备为代表的数字技术,可以对种植地区气候环境、所需资源消耗以及植物生长的病危灾害进行分析、预警,实现对于植物的 24 h 监控;以自动驾驶拖拉机为代表的“高精尖”设备在农业领域的大规模应用,不仅具有低排放的特性,还有助于农业生产效率的提升,实现碳排放强度的减弱;农业劳动者已由技术性转向智力性,更加熟练地使用各类生产工具,思维也由以产量为主导的传统思维向低碳绿色生产思维转变。可见,在新质生产力后期成熟阶段,产值的增加以及碳排放量的减少双重作用下,使得农业碳排放强度再一次下降。基于此,本文提出假说 1:新质生产力对农业碳排放强度产生非线性影响,两者存在倒“N”型关系。

1.2 城乡收入差距在新质生产力与农业碳排放强度关系中的门槛作用

相较于城市,农村存在经济发展较弱、设备落后、投资不足、人口流失严重等问题,致使农村居民收入较于城市居民普遍偏低。城乡收入差距在一定程度上反映了科技的采用水平^[27]。具体而言分为两个方面,一方面是购入能力。新质生产力作为以创新为主导的生产力,涉及更为先进的工具与设施。但这类工具往往成本更为高昂,如高精度农业无人机、农业管理软件、全自动化灌溉系统等,不仅需要高额的购买成本,还需要投入维修以及学习费用。当城乡收入差距较大时,受制于收入与成本的双向约束,农民的设备购买能力较弱,无法实现传统生产工具向新型生产工具的转化,导致新质生产力在农村地区推广受到阻碍,对于碳排放强度的影响较小。当城乡居民收入差距较小时,农民的购买能力不断增强,同时城乡之间资源配置水平也在不断提高,使得更多数字化设备流入农村,实现生产力的提高,降低农业碳排放强度。另一方面是购入意愿,当农村居民收入相对较低时,对于数字化的理解、设备的应用水平不高,难以接受价格昂贵、难以操作的设备,更倾向于采用体力、资源投入的生产模式。随着收入水平的提高,并且会受到更多城市化的影响,对于新知识、新设备的理解较

为深入,当有购买能力时,以先进设备代替传统设备的意愿明显上升,实现新质生产力在农业领域的扩散,进而降低农业碳排放强度。基于此,本文提出假说 2:新质生产力对于碳排放强度的影响存在城乡收入差距门槛。

2 研究方法

2.1 模型设定

(1) 新质生产力与农业碳排放强度的双向固定模型。根据本文的理论假设,建立新质生产力与农业碳排放强度的非线性关系模型,如公式(1)所示。

$$I_{it} = \alpha + \beta_1 X_{it} + \beta_2 X_{it}^2 + \beta_3 X_{it}^3 + \varphi C_{it} + \mu_i + \nu_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

式中: α 为常数项; i 和 t 分别表示省份和时间; I_{it} 为省份 i 在第 t 年的农业碳排放强度; X_{it} 为解释变量; C_{it} 为控制变量; μ_i 表示省份固定效应; ν_t 表示时间固定效应; ε_{it} 为随机扰动项。

(2) 城乡收入差距为门槛的新质生产力与农业碳排放强度关系的门槛效应模型。构建模型如公式(2)所示。

$$U_{it} = \alpha + \beta_1 X_{it} \tau(U_{it} \leq \eta_1) + \beta_2 X_{it} \tau(\eta_1 < U_{it} \leq \eta_2) + \dots + \beta_n X_{it} \tau(\eta_{n-1} < U_{it} \leq \eta_n) + \beta_{n+1} X_{it}^2 + \beta_{n+2} X_{it}^3 + \varphi C_{it} + \mu_i + \nu_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

式中: U_{it} 为门槛变量; $\eta_1 \dots \eta_n$ 为门槛值; τ 为指示性函数,当括号内条件满足时取值为 1,否则取值为 0。

2.2 变量选取

(1) 被解释变量:农业碳排放强度(ACEI)。碳排放强度是指农业部门每单位增加值的增长所带来的二氧化碳排放量^[28]。农业碳排放强度越低,单位增加值所消耗二氧化碳越少,生产越趋向于绿色发展。本文所述农业是指狭义水平上的农业,即仅包括种植业。因此,本文的碳排放强度计算公式为:

$$I = \frac{E}{\text{GDP}} \quad (3)$$

式中: E 是指农业碳排放总量; GDP 是指农业总产值。由于本文使用的是狭义农业定义,因此 GDP 由种植业总产值表示。碳排放总量的计算则参照丁宝根等^[29]的研究,将农业碳排放来源归于化肥、农药、农膜等物资投入,农用机械柴油消耗,灌溉电能消耗以及翻耕破土导致的有机碳流失等几个方面。再根据各碳源的碳排放系数计算农业碳排放总量,其中具体碳源与碳排放系数如表 1 所示,计算公式为:

$$E = \sum E_k = \sum T_k \times Q_k \quad (4)$$

式中: E 表示农业的碳排放总量; E_k 为第 k 种碳源的排放量; T_k 表示第 k 种碳源投入量; Q_k 表示第 k 种碳源的碳排放系数。

表 1 主要碳源和碳排放系数

Table 1 Main carbon sources and carbon emission coefficients

碳源	碳排放系数
柴油	0.59 kg/kg
化肥	0.89 kg/kg
农药	4.93 kg/kg
农膜	5.18 kg/kg
灌溉	266.48 kg/hm ²
翻耕	312.60 kg/km ²

(2) 核心解释变量。新质生产力(NQPF)。新质生产力的发展要求劳动者、劳动对象和生产资料 3 个维度实现质的飞跃^[3]。因此,本文借鉴王珏等^[29]的研究,从劳动者、劳动对象和生产资源 3 个维度构建新质生产力发展评价指标体系。劳动者层面,新质生产力强调劳动者应具备更高的知识水平和技能,同时更侧重于创新意识和学习能力的提升,以适应科技进步和产业升级的需求。劳动对象更加关注现代产业的发展水平,新质产业代表了生产力的新领域和技术高度,通过科技革命和产业变革推动经济高速增长,同时新质生产力更强调发展的可持续性,以绿色化转型为永续发展注入长久动力。生产资料的变革体现在非物质形态、无形化特征的无形生产资料增加,以算法、算力、平台等与传统生产资料重新融合,推动新时代生产力的跃迁和升级。具体评价指标如表 2 所示。表中,创业活跃度参照何雨可等^[30]的研究,以每百人新创企业数来表征;环境保护力度以环境保护支出占政府公共财政支出比重表示;污染物排放以二氧化硫排放、废水排放、一般工业固体废物产生量与 GDP 之比表示;治理能力以工业废水治理设施、工业废气治理设施表示;传统基础设施以公路里程和铁路里程表示;数字基础设施以光纤长度、人均互联网宽带接入端口数表示;数字经济综合互联网发展和数字金融普惠两个维度的指数进行表示。除污染物排放和总体能源消耗为负向指标,其余指标均为正向指标。研究使用熵值法确定权重,并计算 2012—2022 年的新质生产力发展水平综合指数。

(3) 门槛变量。城乡收入差距(UIG)。新质生产力对于农业碳排放强度的影响与城乡收入差距有关。城乡收入差距较小的地区,农民接受新型技术的可能性越大,因其具有一定知识基础,并有能力购买相应的技术工具;而城乡收入较大的地区,农业发展往往较为落后,科技水平较低,农民承担新旧生产工具转化的能力较弱且对于绿色发展的理解不强。鉴于此,本文将以城乡收入差距作为门槛变量。目前,对于城乡收入差距的度量方法存在多种,包括城镇人均可支配收入与农村人均可支配收入之比、基尼系

数、泰尔指数等。本文参照任保平等^[31]的做法以农村人均可支配收入与城镇人均可支配收入之比表示。比值趋近于 1 时,城乡收入差距逐渐缩小;越接近于 0,城乡收入差距越大。

表 2 新质生产力评价指标体系

Table 2 Evaluation index system of new quality productive forces

准则层	一级指标	二级指标	三级指标
劳动者	劳动者技能	受教育程度	人均受教育程度
		劳动力结构	劳动者人力资本结构 高等院校在校学生结构
	劳动生产率	产值转换 收入水平	人均 GDP 人均工资
劳动对象	劳动者意识	就业转型 创业能力	三产从业人员比重 创业活跃度
		新质产业	新兴产业 未来产业
	生态环境	绿色发展 污染治理	森林覆盖率 环境保护力度 污染物排放 治理能力
生产资料	物质生产资料	基础设施	传统基础设施 数字基础设施
		能源消耗	总体能源消耗 可再生能源消耗
	无形生产资料	科技创新	人均专利数量 R & D 投入
		数字化发展	数字经济 企业数字化

(4) 控制变量。为了减少遗漏变量造成的误差,本文选取当地经济水平(Eco)、财政情况(Fin)、农村居民购买能力(Pur)、农业机械化程度(Mec)以及地区农业种植结构(PS)作为控制变量。经济水平用地方生产总值取对数表示;财政情况由地方财政一般预算收入与地方财政一般预算支出之比表示;农村居民购买能力由农村居民人均消费支出与城镇居民人均消费支出之比表示;农业机械化程度以农业机械总动力对数表示;种植结构由粮食作物播种面积与农作物总播种面积之比表示。

2.3 数据来源

根据数据的可获得性和完整性,本文选取中国 2012—2022 年 30 个省级行政区(由于西藏自治区、香港、澳门特别行政区及台湾省数据缺失严重,故将其从样本中剔除)的数据作为研究样本。研究所用数据来源于历年《北京大学数字普惠金融指数》《中国统计年鉴》《中国农村统计年鉴》《中国农业年鉴》《中国人口和就业统计年鉴》及各省统计年鉴数据库。各变量的描述性统计结果如表 3 所示。农业碳排放强度的均值为 0.18,最大值为 0.40,最小值为 0.04;新质生

产力的均值为 0.14,最大值为 0.51,最小值为 0.04。图 2 展示了不同年份农业碳排放强度与新质生产力的变化,可以看到 2012—2022 年以来,农业碳排放强度呈不断下降的趋势,东部地区碳排放整体偏低,而

中部地区碳排放强度明显高于全国平均水平。新质生产力方面,可以看到东部地区的水平远高于全国平均水平,而西部地区和中部地区新质生产力水平低于全国平均水平,西部地区整体水平较弱。

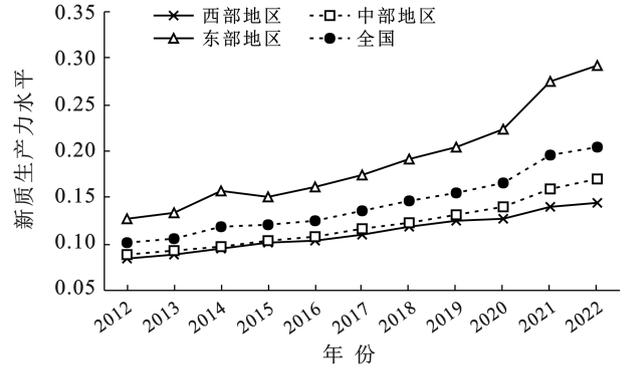
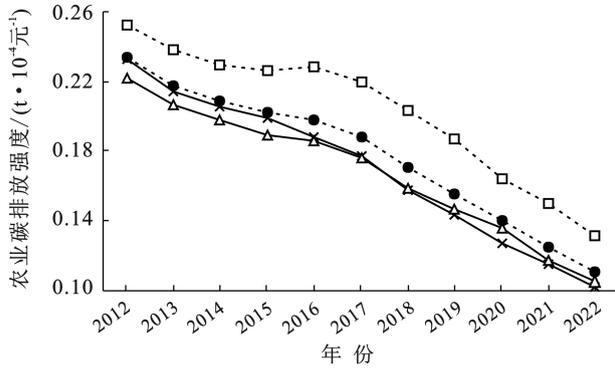


图 2 不同年份农业碳排放强度与新质生产力的变化

Fig.2 Changes of agricultural carbon emission intensity and new quality productive forces in different years

表 3 农业碳排放强度影响因素变量描述性统计结果

Table 3 Results of descriptive statistics of variables influencing factors of carbon emission intensity in agriculture

变量名	样本数/个	平均值	标准差	最小值	最大值
ACEI	330	0.18	0.06	0.04	0.40
NQPF	330	0.14	0.07	0.04	0.51
Eco	330	9.91	0.89	7.33	11.77
Fin	330	0.49	0.19	0.15	0.93
Pur	330	0.49	0.07	0.33	0.67
Mec	330	7.69	1.13	4.54	9.50
PS	330	0.66	0.15	0.36	0.97

注:表中变量名含义见前文 2.2 中注释。下同。

3 实证分析

3.1 基准回归

对模型进行了 VIF 检验,确定各变量间不存在

多重共线性,又通过 F 检验和 Hausman 检验确定了本文模型应选择双向固定效应模型进行回归。回归结果如表 4 所示。为保证结果的稳健性,也汇报了随机效应模型的结果。

农业碳排放强度基准回归结果见表 4。表 4 中列(1)是不加控制变量得出的回归结果,其核心解释变量的一,二,三次项系数均在 5%水平上显著。表 4 列(2)~列(6)逐步加入控制变量,结果依旧显示稳健显著。

其中核心解释变量的一次项系数为负,其二次项系数为正,其三次项系数为负,表明新质生产力对农业碳排放强度存在倒“N”的影响,即呈现“先降,后增,再降”的阶段特征,最终实现碳排放强度的下降,研究假说 1 得到验证。

表 4 农业碳排放强度基准回归结果

Table 4 Results of baseline regression of agricultural carbon emission intensity

变量	农业碳排放强度						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
NQPF	-1.082** (0.46)	-1.066** (0.46)	-1.218** (0.47)	-1.267** (0.48)	-1.312*** (0.47)	-1.214*** (0.41)	-1.154** (0.46)
NQPF ²	3.957** (1.50)	3.930** (1.50)	4.455*** (1.54)	4.680*** (1.62)	4.963*** (1.62)	4.723*** (1.44)	4.539*** (1.57)
NQPF ³	-4.247** (1.63)	-4.234** (1.62)	-4.786*** (1.65)	-5.061*** (1.75)	-5.427*** (1.77)	-5.257*** (1.62)	-5.039*** (1.72)
Eco		-0.042(0.032)	-0.057* (0.033)	-0.063** (0.030)	-0.066** (0.028)	-0.079** (0.033)	-0.044** (0.021)
Fin			0.082(0.067)	0.087(0.063)	0.098(0.062)	0.096(0.059)	0.099* (0.059)
Pur				0.110(0.107)	0.070(0.094)	0.063(0.091)	0.059(0.090)
Mec					0.022(0.017)	0.023(0.016)	0.025* (0.013)
PS						-0.133(0.091)	-0.036(0.074)
_cons	0.304*** (0.033)	0.699** (0.28)	0.814*** (0.28)	0.822*** (0.27)	0.691** (0.33)	0.899*** (0.36)	0.478*** (0.20)
省级效应	是	是	是	是	是	是	是
年份效应	是	是	是	是	是	是	是
N	330	330	330	330	330	330	330
R ²	0.855	0.858	0.861	0.864	0.867	0.871	0.868

注:*, **, *** 分别表示在 10%, 5%, 1%水平上显著;FE, RE 分别表示固定效应模型和随机效应模型;括号内为聚类稳健误。下同。

3.2 稳健性检验

为确保前文新质生产力对农业碳排放影响所得结论的可靠性,采用以下 5 种方法展开稳健性检验。
①增加控制变量。为了避免因遗漏其他影响因素导致结果的稳健性,本文在上述基准回归基础上加入灌溉面积(IA)、第一产业比重(PI)等控制变量。其中,灌溉面积用有效灌溉面积与农作物总播种面积之比表示,第一产业比重由第一产业增加值与地区生产总值之比表示。实证结果如表 5 列(1)所示,增加新控制变量后,核心解释变量的一,二,三次项系数仍在 1%的水平上显著。
②更换解释变量。本文参照卢江等^[32]的研究,重新构建新质生产力指标体系,回归结果如表 5 列(2)与列(3)所示,核心解释变量系数在

1%的水平上显著,且符号方向与前文基准回归保持一致,进一步验证了新质生产力与农业碳排放强度间呈现倒“N”型的关系。
③更改样本时间。本文在剔除 2012 年和 2022 年的样本后,结果如表 5 列(4)所示。
④剔除直辖市样本。鉴于直辖市的特殊性可能会对新质生产力影响农业碳排放产生差异化影响,故在剔除北京市、天津市、上海市、重庆市等 4 个直辖市后对剩余省份重新进行回归。结果如表 5 列(5)所示,解释变量均显著,且与前文结果保持一致。
⑤工具变量法。由于新质生产力与农业碳排放可能由于反向因果关系而存在内生性问题,本文选取新质生产力水平滞后一期作为工具变量,采用两阶段最小二乘法对农业碳排放强度进行回归。结果如表 5 列(6)所示。

表 5 新质生产力对农业碳排放强度作用的稳健性检验

Table 5 Robustness test for role of new quality productive forces on agricultural carbon emission intensity

变量	农业碳排放强度					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
NQPF	-1.337*** (0.374)			-1.325*** (0.472)	-1.027*** (0.359)	-1.487** (0.664)
NQPF ²	4.754*** (1.252)			4.833*** (1.710)	3.471*** (1.195)	4.850*** (1.754)
NQPF ³	-4.946*** (1.368)			-5.207** (1.988)	-3.501** (1.297)	-4.756*** (1.646)
NQPF_1		-0.944*** (0.198)	-0.793*** (0.112)			
NQPF_1 ²		2.557*** (0.508)	2.127*** (0.326)			
NQPF_1 ³		-1.742*** (0.347)	-1.414*** (0.231)			
IA	0.0892*** (0.0283)		0.0492* (0.0247)	0.1050*** (0.0328)	0.0144 (0.0313)	0.0925*** (0.0282)
PI	-1.021*** (0.345)		-0.951*** (0.317)	-1.103*** (0.388)	-1.057*** (0.367)	-1.174*** (0.392)
省级效应	是	是	是	是	是	是
年份效应	是	是	是	是	是	是
控制变量	是	是	是	是	是	是
N	330	330	330	270	286	300
R ²	0.903	0.878	0.901	0.870	0.917	0.958

3.3 门槛效应检验

首先需要确定城乡收入差距是否在新质生产力与农业碳排放之间起到了门槛作用以及是否存在多个门槛值的情况。因此对城乡收入差距进行门槛检验,结果如表 6 所示,城乡收入差距存在单一门槛,且在 1%水平上显著,门槛值为 0.292。

表 6 农业碳排放强度的门槛效应检验

Table 6 Threshold effect test for carbon emission intensity in agriculture

门槛变量	门槛数	门槛值	p 值
UIG	单一门槛	0.292	0.007***
	双重门槛	0.532	0.300

注:自主抽样次数为 400。

确定了城乡收入差距门槛值后,接下来对新质生产力对农业碳排放强度的门槛效应进行回归,结果如表 7 所示。当城乡收入差距小于 0.292 时,核心解释

变量的回归系数为-0.611,在 10%水平上显著;当城乡收入差距超过 0.292 时,回归系数为-1.191,在 1%水平上显著。可见,无论是否超过门槛值,新质生产力对于碳排放强度的影响始终是非线性,且超过门槛值后非线性作用更加明显。这说明城乡收入差距在新质生产力对农业碳排放强度的影响中起到了门槛作用,至此假说 2 成立。当城市收入差距小于 0.292 时,此时城乡收入差距巨大,城市居民收入约为农村居民收入的三倍。这一情况下,农民对于科技产品的购买能力较弱,不足以支撑农业科技在农业实践领域大规模扩散,即使在政府的各项补贴及政策支撑下,也少有农户愿意购入科技设备,导致新质生产力对于削弱碳排放强度的作用较小。不仅如此,城乡收入差距较大,也将导致更多农村劳动力向城市涌出,导致农业劳动力的减少。劳动力的减少往往需要更多的资源投入才能维持产量,进而导致单位产值下碳

排放更多。此外,流失人口多为年轻人群,这也造就了从事农业生产的多为中年人群的现象。其对于新兴事物的接受能力较弱,对于数字技术、机械化设备的使用能力不强且多使用高碳排放的能源,不利于新质生产力在农业领域发挥减碳作用,此时的负向非线性作用较弱。而当城乡收入差距超过 0.292 时,不仅有利于减缓人口外流,保证农业生产劳动力供给,还有助于农业专家下乡,对该地区农业进行实践指导。此时,农民有一定能力购买相对先进的工具及高产品种。随着收入差距进一步缩小,农村人口的生活条件逐渐向好,对于数字化设备应用能力、数字经济的理解能力不断增强,从劳动者角度实现传统生产力向新质生产力转化的基础,从而降低农业碳排放强度。因此,在城乡收入差距较小的地区,新质生产力对碳排放强度的负向非线性作用更大。

表 7 农业碳排放强度的门槛效应回归结果
Table 7 Regression results of threshold effect for agricultural carbon emission intensity

变量	系数	标准误	t 值
NQPF(I≤0.2918)	-0.611*	0.321	-1.90
NQPF(I>0.2918)	-1.191***	0.344	-3.46
NQPF ²	4.456***	1.199	3.72
NQPF ³	-4.868***	1.326	-3.67
Eco	-0.066**	0.027	-2.41
Fin	0.096*	0.051	1.87
Pur	0.013	0.069	0.20
Mec	0.027*	0.015	1.76
PS	-0.167**	0.079	-2.11

3.4 异质性分析

由于各省份之间新质生产力水平以及碳排放强度间存在一定的差异,本文参照沈小波等^[33]的研究,本文把 30 个样本省区按其地理位置分为东、中、西 3 个组,进行异质性分析。其中,东部组包括北京、天津、河北、辽宁、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东、海南;中部组包括山西、吉林、黑龙江、河南、湖北、湖南、安徽、江西;西部组包括内蒙古、重庆、四川、广西、贵州、云南、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆。结果如表 8 所示,可以看到在东部地区,新质生产力与农业碳排放之间存在明显的倒“N”型关系,而在中部地区这种倒“N”型的关系并不明显,在西部地区则出现了“N”型关系。东部地区农业体系较为完善,这种背景下,新质生产力在发展初期通过绿色技术投入能够快速有效契合于农业低碳发展,实现农业碳排放强度的降低。而随着规模的扩张,能源消耗将会进一步增加,导致农业碳排放强度在短期增强。当技术逐渐走向成熟,此时农业碳排放强度得以控制,实现整体呈现

下降趋势。对于中部地区和西部地区的情况,根据已有研究成果做出如下解释^[34-35]:中部地区同东部地区一样,在发展新质生产力方面存在一定基础,因此,新质生产力在初期可以同样起到降低农业碳排放强度的效应。但中部地区可能存在环境规制的约束不足、劳动者对于传统与创新的变革理解不深等问题,导致为提高产量而增加更大生产投入,从而使得长期下降趋势并未出现,这也导致了新质生产力在中部地区的作用尚未显现。而在西部地区,其新质生产力水平低于中东部地区,导致在发展初期,设施建设可能将伴随更多的能源和资源消耗,从而导致碳排放的增加。随着部分设施的完善,并将其逐步投入使用,以及劳动者采纳程度的增加,新质生产力则会逐渐展现出显著的减排效应。但受限于西部地区相对落后的发展,一方面,为实现快速的发展,西部地区对于环境问题的约束较弱,导致更多的资源投入用于增加经济效益;另一方面,“高精尖”设备往往存在价格高昂、需要维护的问题,使得西部地区农业劳动者难以长期支付,导致设备利用率不足,使得新质生产力的减碳效应难以显现。

表 8 中国新质生产力对农业碳排放强度作用的分地区异质性回归结果

Table 8 Sub-regional heterogeneity regression results of role of new quality productive forces on agricultural carbon emission intensity in China

变量	东部	中部	西部
NQPF	-1.716*** (0.447)	-1.198(3.290)	2.506** (0.887)
NQPF ²	6.038*** (1.600)	1.858(20.60)	-13.98** (5.794)
NQPF ³	-6.305*** (1.742)	3.760(42.64)	29.41** (12.42)
省级效应	是	是	是
年份效应	是	是	是
控制变量	是	是	是
N	121	88	121
R ²	0.915	0.916	0.956

4 结论与建议

4.1 结论

通过对 2012—2022 年中国 30 个省份的样本进行研究,本研究主要得出以下结论:①新质生产力与碳排放强度之间存在倒“N”关系,即新质生产力对于农业碳排放强度的影响表现为“先减、后增、再减”的阶段特征。②新质生产力对于农业碳排放强度的影响存在城乡收入差距门槛。随着城乡差距的不断缩小,当超过一定门槛时新质生产力对于农业碳排放强度的抑制作用将更加明显。而通过异质性分析发现,不同地区的经济发展水平、科技创新能力和农业设施

水平对新质生产力与农业碳排放关系的影响各不相同。东部地区显示出新质生产力发展对减少农业碳排放的积极作用,中部地区需要加强科技创新和新技术应用,而西部地区则需要随着经济发展和科技进步逐步实现碳排放的减少。

但本研究仍存在一定不足,①本文采用省级数据分析新质生产力对农业碳排放强度的作用,未来可考虑采用市级或县级层面数据进行研究,从而得出更具有针对性、更具体的结论。②本文着重探讨了新质生产力与农业碳排放强度间的非线性关系,未来可围绕新质生产力对农业碳排放强度的作用机制和空间效应进行更深入研究。

4.2 建议

(1) 正确理解新质生产力阶段性特征,是释放农业减排潜力的关键。研究表明,新质生产力的发展与农业碳排放强度间并非简单的线性关系,而是经历了一个先减后增再趋稳的复杂过程。因此,要正确把握新质生产力与农业碳排放强度间关系,精准识别并合理利用新质生产力在减排中的阶段性特征,成为推动农业绿色转型的关键。通过建立与完善农业技术创新体系,引导新质生产力在初期阶段与绿色农业发展相适应,以技术创新驱动农业碳排放强度下降;在中期阶段,以强化资源节约与循环利用为关键,把握资源的合理适配,防止碳排放强度反弹效应;在后期阶段,则依托新质生产力的成熟与深化,推动减排效应向周边辐射,实现整体农业碳排放强度的稳步下降。

(2) 缩小城乡收入差距,提升新质生产力的减排效应。研究发现,区域城乡居民收入差距越小,新质生产力对降低农业碳排放强度的作用越强。要充分认识到提高农民居民收入在减排效应中的作用,推动城乡资源要素双向流动和优化配置,实现城乡经济协同发展,从根本上缩小城乡收入差距。以提高农民收入为手段,激励农村劳动者技能与创新能力持续提升,推动农业生产设备向智能化、高精尖方向迈进,从而增强新质生产力对农业碳排放强度的积极影响。

(3) 精准识别区域差异,是挖掘新质生产力在农业减排中区域潜力的关键。研究表明,新质生产力与农业碳排放强度在不同区域展现出显著的差异性:在东部地区,二者呈现出倒“N”型关系;中部地区关系不明显;而西部地区则表现为“N”型关系。鉴于此,深入剖析并充分利用新质生产力在各区域的减排潜力,成为推动农业碳排放强度下降的重要策略。应进一步强化地区间的协作与互助机制,推动东部地区先进的成熟技术向中西部地区有效传播与转移,促进东、中、西部地区的协同发展与平衡进步,实现农业碳排放强

度的有效降低。

而中部地区则需强化政策导向,促进新质生产力与农业碳排放强度之间的正向互动,充分激活新质生产力在农业减排领域的潜力;西部地区则需更加重视资源的合理利用与环境的保护,在新质生产力的发展进程中,引入更为严格的环境规制措施,以遏制碳排放的过度增长。

参考文献 (References)

- [1] 李健.数字技术赋能乡村振兴的内在机理与政策创新[J].经济体制改革,2022(3):77-83.
Li Jian. Internal mechanism and policy innovation of digital technology enabling rural revitalization [J]. Reform of Economic System, 2022(3):77-83.
- [2] 郑永年.如何科学地理解“新质生产力”? [J].中国科学院院刊,2024,39(5):797-803.
Zheng Yongnian. How to scientifically understand “new quality productivity”? [J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2024,39(5):797-803.
- [3] 黄群慧,盛方富.新质生产力系统:要素特质、结构承载与功能取向[J].改革,2024(2):15-24.
Huang Qunhui, Sheng Fangfu. New productive forces system: Factor characteristics, structural bearing and functional orientation [J]. Reform, 2024(2):15-24.
- [4] 周文,许凌云.论新质生产力:内涵特征与重要着力点[J].改革,2023(10):1-13.
Zhou Wen, Xu Lingyun. On new quality productivity: Connotative characteristics and important focus [J]. Reform, 2023(10):1-13.
- [5] 罗必良.论农业新质生产力[J].改革,2024(4):19-30.
Luo Biliang. On the new quality productivity forces in agriculture [J]. Reform, 2024(4):19-30.
- [6] 杨颖.发展农业新质生产力的价值意蕴与基本思路[J].农业经济问题,2024,45(4):27-35.
Yang Ying. The value connotation and basic ideas of developing new quality agricultural productivity [J]. Issues in Agricultural Economy, 2024,45(4):27-35.
- [7] 张海鹏,王智晨.农业新质生产力:理论内涵、现实基础及提升路径[J].南京农业大学学报(社会科学版),2024,24(3):28-38.
Zhang Haipeng, Wang Zhichen. The agricultural new quality productive forces: Content characteristics, practical basis and path of enhancement [J]. Journal of Nanjing Agricultural University (Social Sciences Edition), 2024,24(3):28-38.
- [8] 罗必良,耿鹏鹏.农业新质生产力:理论脉络、基本内核与提升路径[J].农业经济问题,2024,45(4):13-26.
Luo Biliang, Geng Pengpeng. New quality agricultural productivity: Theoretical framework, core concepts, and

- enhancement pathways [J]. *Issues in Agricultural Economy*, 2024, 45(4):13-26.
- [9] 朱迪,叶林祥.中国农业新质生产力:水平测度与动态演变[J].*统计与决策*,2024,40(9):24-30.
Zhu Di, Ye Linxiang. Agricultural new quality productive force in China: Level measurement and dynamic evolution [J]. *Statistics & Decision*, 2024, 40(9):24-30.
- [10] 罗光强,宋新宇.中国农业新质生产力:生成机理、时空特征与区域差异[EJ/OL].*中国农业资源与区划*,2024 (2024-06-25). <https://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3513.s.20240624.1845.020.html>.
Luo Guangqiang, Song Xinyu. The production mechanisms, spatial and temporal characteristics, and regional differences of agricultural new quality productivity in China [EJ/OL]. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2024 (2024-06-25). <https://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3513.s.20240624.1845.020.html>.
- [11] 杨军鸽,王琴梅.数字农业新质生产力发展水平的地区差异及收敛性[J].*西安财经大学学报*,2025,38(1):43-57.
Yang Junge, Wang Qinmei. Regional differences and convergence of the development level of new quality productivity in digital agriculture [J]. *Journal of Xi'an University of Finance and Economics*, 2025, 38(1):43-57.
- [12] 宋振江,冷明妮,周波,等.中国农业新质生产力:评价体系构建、动态演进及政策启示[J].*农林经济管理学报*,2024,23(4):425-434.
Song Zhenjiang, Leng Mingni, Zhou Bo, et al. New quality agricultural productive forces in China: Evaluation system construction, dynamic evolution and policy implications [J]. *Journal of Agro-forestry Economics and Management*, 2024, 23(4):425-434.
- [13] 王亚红,韦月莉.农业新质生产力对农民增收的影响[J].*农林经济管理学报*,2024,23(4):446-455.
Wang Yahong, Wei Yueli. Impact of new quality agricultural productive forces on farmers' income growth [J]. *Journal of Agro-forestry Economics and Management*, 2024, 23(4):446-455.
- [14] 张应良,龚燕玲.高标准农田建设参与对农民种粮收益的影响:基于农业新质生产力的中介作用[J].*南京农业大学学报(社会科学版)*,2024,24(3):110-124.
Zhang Yingliang, Gong Yanling. Impact of high-standard farmland construction participation on farmer's grain income: Based on the intermediary role of agricultural new quality productive forces [J]. *Journal of Nanjing Agricultural University (Social Sciences Edition)*, 2024, 24(3):110-124.
- [15] 张岳.基于新质生产力目标下的农村三产融合:关键问题与路径调适[J].*河北大学学报(哲学社会科学版)*,2024,49(4):22-38.
Zhang Yue. Integration of the three industries in rural areas based on the goal of new quality productive forces: Key problems and path adaptation [J]. *Journal of Hebei University (Philosophy and Social Science)*, 2024, 49(4):22-38.
- [16] 王箫轲,陈杰.新质生产力赋能国家粮食安全:理论逻辑、现实挑战与践行路径[J].*当代经济管理*,2024,46(7):52-62.
Wang Xiaoke, Chen Jie. New quality productive forces empower national food security: Theoretical logic, realistic challenges and practice path [J]. *Contemporary Economic Management*, 2024, 46(7):52-62.
- [17] 林万龙,董心意.新质生产力引领农业强国建设的若干思考[J].*南京农业大学学报(社会科学版)*,2024,24(3):18-27.
Lin Wanlong, Dong Xinyi. Leading the construction of agricultural powerhouse with new quality productive forces [J]. *Journal of Nanjing Agricultural University (Social Sciences Edition)*, 2024, 24(3):18-27.
- [18] 刘培森,邹宝玲.银行业竞争能促进乡村振兴吗?:基于新质生产力的视角[J].*技术经济*,2024,43(5):57-69.
Liu Peisen, Zou Baoling. Can banking competition promote the revitalization of rural industries? : From the perspective of new quality productive forces [J]. *Journal of Technology Economics*, 2024, 43(5):57-69.
- [19] 乔均,台德进,邱玉琢.农业新质生产力赋能农业碳减排的机理与效应[J].*当代经济管理*,2024,46(12):42-55.
Qiao Jun, Tai Dejin, Qiu Yuzhuo. Research on the mechanism and effect of agricultural new quality productive forces empowering agricultural carbon emission reduction [J]. *Contemporary Economic Management*, 2024, 46(12):42-55.
- [20] 徐政,张姣玉,李宗尧.新质生产力赋能碳达峰碳中和:内在逻辑与实践方略[J].*青海社会科学*,2023(6):30-39.
Xu Zheng, Zhang Jiaoyu, Li Zongyao. New quality productive forces empowering the goals of carbon peak and carbon neutrality: Inherent logic and practical approaches [J]. *Qinghai Social Sciences*, 2023(6):30-39.
- [21] 辛远.新质生产力助推农村产业高质量发展的现实阻碍与实现路径[J/OL].*当代经济管理*,2024 (2024-08-20). <https://kns.cnki.net/kcms/detail/13.1356.F.20240820.1132.002.html>.
Xin Yuan. The realistic obstacles and realization paths of new productivity to promote the high-quality development of rural industries [J/OL]. *Contemporary Economic Management*, 2024 (2024-08-20). <https://kns.cnki.net/kcms/detail/13.1356.F.20240820.1132.002.html>.

- net/kcms/detail/13.1356.F.20240820.1132.002.html.
- [22] 王琴梅,杨军鸽.数字新质生产力与我国农业的高质量发展研究[J].陕西师范大学学报(哲学社会科学版),2023,52(6):61-72.
Wang Qinmei, Yang Junge. Research on digital new quality productivity and high-quality development of Chinese agriculture [J]. Journal of Shaanxi Normal University (Philosophy and Social Sciences Edition), 2023,52(6):61-72.
- [23] 葛立宇,莫龙炯,黄念兵.数字经济发展、产业结构升级与城市碳排放[J].现代财经(天津财经大学学报),2022,42(10):20-37.
Ge Liyu, Mo Longjiong, Huang Nianbing. Development of digital economy, upgrading of industrial structure and urban carbon emission [J]. Modern Finance and Economics-Journal of Tianjin University of Finance and Economics, 2022,42(10):20-37.
- [24] 肖仁桥,王冉,钱丽.数字化水平对企业碳绩效的非线性影响:绿色技术创新的中介作用[J].科技进步与对策,2023,40(5):96-106.
Xiao Renqiao, Wang Ran, Qian Li. The non-linear impact of digitalization level on corporate carbon performance: The mediating effect of green technology innovation [J]. Science & Technology Progress and Policy, 2023, 40(5):96-106.
- [25] 田云,蔡艳蓉,张蕙杰.数字经济对农业碳排放效率的影响:基于门槛效应和空间溢出效应的检验[J].农业技术经济,2024,(11):89-107.
Tian Yun, Cai Yanrong, Zhang Huijie. The impact of digital economy on agricultural carbon emission efficiency: Based on threshold effect and spatial spillover effect test [J]. Journal of Agrotechnical Economics, 2024,(11): 89-107.
- [26] Cai Yulong, Huang Zhuo, Zhang Xun. FinTech adoption and rural economic development: Evidence from China [J]. Pacific-Basin Finance Journal, 2024,83:102264.
- [27] 金书秦,林煜,牛坤玉.以低碳带动农业绿色转型:中国农业碳排放特征及其减排路径[J].改革,2021(5):29-37.
Jin Shuqin, Lin Yu, Niu Kunyu. Driving green transformation of agriculture with low carbon: Characteristics of agricultural carbon emissions and its emission reduction path in China [J]. Reform, 2021(5):29-37.
- [28] 丁宝根,赵玉,邓俊红.中国种植业碳排放的测度、脱钩特征及驱动因素研究[J].中国农业资源与区划,2022,43(5):1-11.
Ding Baogen, Zhao Yu, Deng Junhong. Calculation, decoupling effects and driving factors of carbon emission from planting industry in China [J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2022,43 (5):1-11.
- [29] 王珏,王荣基.新质生产力:指标构建与时空演进[J].西安财经大学学报,2024,37(1):31-47.
Wang Jue, Wang Rongji. New quality productivity: Index construction and spatiotemporal evolution [J]. Journal of Xi'an University of Finance and Economics, 2024, 37 (1):31-47.
- [30] 何雨可,牛耕,逮建,等.数字治理与城市创业活力:来自“信息惠民国家试点”政策的证据[J].数量经济技术经济研究,2024,41(1):47-66.
He Yuke, Niu Geng, Lu Jian, et al. Digital governance and urban entrepreneurial vitality: Evidence from the “national pilot policy of information benefiting the people” in China [J]. Journal of Quantitative & Technological Economics, 2024,41(1):47-66.
- [31] 任保平,李梦欣.人力财富推动中国经济高质量发展的理论与机制研究[J].中国经济问题,2022(3):146-163.
Ren Baoping, Li Mengxin. Research on the theory and mechanism of human wealth promoting the high-quality development of China's economy [J]. China Economic Studies, 2022(3):146-163.
- [32] 卢江,郭子昂,王焯萍.新质生产力发展水平、区域差异与提升路径[J].重庆大学学报(社会科学版),2024,30(3):1-17.
Lu Jiang, Guo Ziang, Wang Yuping. Levels of development of new quality productivity, regional differences and paths to enhancement [J]. Journal of Chongqing University (Social Science Edition), 2024,30(3):1-17.
- [33] 沈小波,陈语,林伯强.技术进步和产业结构扭曲对中国能源强度的影响[J].经济研究,2021,56(2):157-173.
Shen Xiaobo, Chen Yu, Lin Boqiang. The impacts of technological progress and industrial structure distortion on China's energy intensity [J]. Economic Research Journal, 2021,56(2):157-173.
- [34] 王伟,杨敬峰,孙芳城.金融发展与城市环境污染:加剧还是缓解:基于 268 个城市数据[J].西南民族大学学报(人文社科版),2019,40(5):96-106.
Wang Wei, Yang Jingfeng, Sun Fangcheng. Financial development and urban environmental pollution: Aggravation or mitigation based on the data of 268 cities [J]. Journal of Southwest Minzu University (Humanities and Social Science), 2019,40(5):96-106.
- [35] 侯孟阳,姚顺波.异质性条件下化肥面源污染排放的 EKC 再检验:基于面板门槛模型的分组[J].农业技术经济,2019(4):104-118.
Hou Mengyang, Yao Shunbo. EKC retest of fertilizer non-point source pollution emission under heterogeneous conditions: Grouping based on panel threshold model [J]. Journal of Agrotechnical Economics, 2019(4):104-118.