

数字经济对农业碳排放的影响效应与机制研究 ——基于农业现代化的分析

于 晴

贵州大学经济学院, 贵州 贵阳

收稿日期: 2024年4月8日; 录用日期: 2024年4月29日; 发布日期: 2024年8月2日

摘 要

本文采用2010年~2022年全国31个省份(港澳台地区除外)共403份数据对数字经济与农业碳排放之间的影响及作用机制进行验证。研究表明:(1) 数字经济能够显著促进提高农业碳排放。(2) 农业现代化在数字经济促进农业碳生产率的过程中发挥重要的中介作用。因此, 应充分发挥数字经济这一新兴生产要素的作用发展低碳农业, 并发挥有为政府的作用制定相关的政策来提供支撑, 培育新型农业人才, 加大对人力资本的投入, 推广农业节能减排技术, 推动加快形成农业现代化。

关键词

数字经济, 农业现代化, 农业碳排放

Study on the Effect and Mechanism of Digital Economy on Agricultural Carbon Emissions —Analysis Based on Agricultural Modernization

Qing Yu

School of Economics, Guizhou University, Guiyang Guizhou

Received: Apr. 8th, 2024; accepted: Apr. 29th, 2024; published: Aug. 2nd, 2024

Abstract

In this paper, a total of 403 data from 31 provinces (except Hong Kong, Macao and Taiwan) from 2010 to 2022 were used to verify the impact and action mechanism between digital economy and agricultural carbon emissions. Research shows that: (1) the digital economy can significantly promote the increase of agricultural carbon emissions. (2) Agricultural modernization plays an im-

portant intermediary role in the promotion of agricultural carbon productivity by the digital economy. Therefore, we should give full play to the role of digital economy, an emerging production factor, to develop low-carbon agriculture, and play the role of the government to formulate relevant policies to provide support, cultivate new agricultural talents, increase investment in human capital, promote agricultural energy conservation and emission reduction technologies, and accelerate the formation of agricultural modernization.

Keywords

Digital Economy, Agricultural Modernization, Agricultural Carbon Emissions

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

1. 引言

作为一国负责任的大国，我国是全球气候环境治理的积极参与者、贡献者和引领者。在显著降低碳排放强度的基础上，我国进一步提出了实现于 2030 年前实现碳达峰、2060 前实现碳中和的目标。为了实现这一目标，我们需要进行广泛而深刻的经济社会系统性变革。目前，我国正处于关键时期，发展重点是通过降低碳排放来推动经济社会全面绿色转型，而农业作为重要的碳排放源，是实现碳达峰、碳中和目标的主要发力点之一。数字经济是以使用数字化知识和信息作为关键生产要素、以现代信息网络作为重要载体、以信息通信技术有效使用作为效率提升和经济结构优化的绿色发展模式，也是发展新质生产力的重要推手。党的二十大报告指出，加快发展数字经济，打造具有国际竞争力的数字产业集群。随着数字经济的迅猛发展和广泛渗透到各个领域和层面，数字经济及相关技术也开始广泛应用于农业农村经济和生活的各个方面。通过深度融合数字技术与实体经济，实现农村进步与农业现代化发展，大力提高能源效率和清洁水平。数字经济作为助力农业发展的重要动力，能否为农业碳减排事业注入新的活力？如果数字经济确实具备碳减排效应，那么它又是通过怎样的影响机制实现的呢？澄清上述问题不仅可以促进数字经济的发展，也为解决农业碳减排问题提供新的思路。对于在新时代挖掘农业农村发展的新动力，加快推进农业现代化进程具有重要意义。

现有文献关于对农业碳排放问题的研究主要集中于以下几个方面：一是研究农业碳排放的变化特征和主要形势。中国农业排放的温室气体主要由甲烷、氧化亚氮、二氧化碳构成，且以前两类非二氧化碳温室气体为主。从来源看，由种植、养殖各占“半壁江山”到种植、养殖、能源消耗“三分天下”[1]。另外，农业碳排放总体呈上升趋势。1961 年农业碳排放总量为 2.49 亿吨，到 2016 年达到 8.85 亿吨后略有下降，2018 年为 8.7 亿吨[2]。我国农业碳排放的研究趋势主要经历了从对气候变化的关注逐渐到对农业碳排放的初级研究阶段到以“时空变化”、“灰色预测”、“脱钩效应”等[3]为主要关键词开展农业碳排放研究的成长阶段再到紧紧围绕“双碳”目标，科技创新减排、农业绿色发展以及绿色金融促进农业碳减排成为当前研究的热点领域[4]，这些领域已经进入成熟阶段。二是对农业碳排放进行不同方式的测度和分析。测度农业碳排放的指标包括碳足迹、农业碳汇、农业碳排放和碳排放强度等。农业碳排放的来源主要考虑农业能源投入、畜牧养殖以及农用品(如农药、化肥和农膜)的投入等因素。三是研究农业碳排放的驱动因素与机制。有的学者从生产角度出发认为种植不同的植物以及种植结构不同对碳排放的影响也是不同的[5]；有的学者探讨了人类活动如人的消费习惯、饮食习惯对农业碳排放的影响[6]；还有

的学者从技术进步[7]和产业结构[8]角度进行了深入研究。

关于数字经济对农业碳排放的影响一种观点认为数字经济的发展能够抑制农业碳排放。数字技术和数据分析在农业领域的应用可以提供精确的农业管理,通过使用传感器、遥感技术和无人机等数字工具精确施肥、精确灌溉和精确农药使用[9],优化资源利用和减少能源消耗,从而降低农业碳排放[10]。而另一种观点认为数字经济会促进农业碳排放。数字经济的兴起促进了电子商务和在线零售的发展,这可能导致额外的交通流量和运输排放,从而增加农业碳排放。数据中心和云计算的能源消耗可能会增加温室气体排放,间接影响农业碳排放。数字经济的快速发展和便利性提高了人们的消费需求,导致更多的土地利用、农药和肥料使用等,从而增加农业碳排放[11]。

综上所述,现有研究对于农业碳排放由点到面,从时间演化到空间特征不断丰富,数字经济这一新兴要素的出现也为农业碳排放的研究提供了新的视角,但是由于碳排放水平衡量指标不同、研究样本之间的差异等因素的存在使得数字经济发展对碳排放的影响尚未达成共识。研究更多停留在理论层面,缺乏实证结果支撑,只有极少数文献基于我国实际数据开展了相应的实证研究。因此,本文将基于我国农业现代化发展阶段,采用一套科学的衡量指标,根据我国不同地区发展水平的差异和数据的可得性对我国31个省份运用多种计量模型多维度实证分析数字经济对我国农业碳生产率的影响机制,为我国数字经济的进一步发展和“30·60”目标的实现提供可行性参考。

2. 理论机制与研究假说

2.1. 数字经济对农业碳排放的直接效应

数字经济通过提供大量的农业数据和信息,使农民和决策者能够更准确地评估农业生产的环境影响和碳排放水平。同时,农民通过运用数字技术可以更好地利用农业资源,提高农业生产的效率,从而减少资源浪费和碳排放。例如,数字技术可以帮助农民精确施用农药和化肥,减少过度使用造成的碳排放。通过数字经济的应用,农业能够更加灵活地运用创新技术,提高资源利用效率,减少温室气体的排放,实现更可持续发展的农业发展。基于此,提出以下假设:

H1: 数字经济显著影响农业碳排放。

2.2. 数字经济对农业碳排放的间接效应

本研究选取了农业现代化作为中介变量来探讨数字经济对农业碳排放的影响,并基于农业现代化的三大体系进行相关的理论分析。从农业生产体系现代化来看,农业现代化结合数字经济可以提高农业生产的边际效用,即单位产出所需的碳排放量通过引入先进的技术和管理方法,农业现代化可以提高农产品的产量,同时减少单位产量的碳排放。数字经济为农业现代化提供了更好的资源配置方式。例如,利用大数据分析和智能农机技术,可以根据土壤、气候和作物需求等因素进行精确施肥和灌溉,避免资源的浪费和碳排放的增加。这种精细化的资源配置有助于降低碳排放水平[12]。从农业产业体系现代化来看,数字经济的发展催生了新的产业和模式,如乡村旅游和休闲农业,进一步推动农业产业的创新和升级,从而促进农业的多功能性发展,减少对传统农业生产的依赖,降低碳排放。此外,通过数字平台和互联网技术,农业生产者可以共享农业设施、机械设备和技术知识等资源。数字经济也促进了农业产业链上下游之间的合作与协同,推动农村一二三产业的融合发展,提高整体农业产业的效率和可持续性[13]。从农业经营体系现代化来看,数字经济能够缓解融资约束,释放农业生产潜力,优化农业土地资源配置,产生农业规模经济效应,提高生产过程中的精确度和准确性,减少资源浪费,从而降低农业碳排放效率。同时,数字经济推动知识、信息和观念的产生与传播,促进农业经营主体之间的信息共享和资源共享,推动农业生产经营新模式和互助合作新机制的形成,使传统小农分散经营与现代农业规模化经营有机衔

接，提高农业经营管理水平，减少农业活动中的重复投资，激励农业生产者采用更环保的生产方式，实现低碳农业[14]。基于此，本文提出以下假设：

H2：农业现代化在数字经济对农业碳排放的影响中发挥中介效应。

3. 变量选取与模型设定

3.1. 变量说明

被解释变量：本文以农业碳生产率(acp)衡量农业碳排放情况。首先从化肥、农药、农膜、柴油、翻耕和农业灌溉六大层面测算农业碳排放系数；其次，根据 IPCC 《2006 年国家温室气体清单指南》推荐的碳排放系数法结合李波等[15]学者的研究方法计算出个省份的农业碳排放量，最后将农林牧渔业总产值与农业碳排放量之比作为农业碳生产率，以表示每单位碳排放所产生的经济效率。具体方法如下：

$$ce = \sum ce_i = \sum t_i \times \delta_i$$
 (1)

$$acp_{it} = apv_{it} / ce_{it}$$
 (2)

此式中，apv 为农林牧渔生产总值，农业碳排放总量(ce)可表示为各类碳排放源的排放量之和。假设 t_i 代表第 i 类碳源的排放量， δ 则表示相应的碳排放系数。表 1 为各类碳排放源的碳排放系数表。

Table 1. Source, coefficient and source of agricultural carbon emissions
表 1. 农业碳排放源、系数及来源

碳源	碳排放系数	来源
化肥	0.8956 kg/kg	T.o.west、美国橡树岭国家实验室
农药	4.9341 kg/kg	美国橡树岭国家实验室
农膜	5.18 kg/kg	南京农业大学农业资源与生态环境研究所
柴油	0.5927 kg/kg	IPCC 联合国气候变化政府间专家委员会
翻耕	312.6 kg/km ²	中国农业大学生物与技术学院
农业灌溉	18.5 kg/hm ²	Dubey

核心解释变量：数字经济发展指数(dig)。本文借鉴赵涛等人[16]的研究方法，通过互联网普及率、互联网从业人员数量、互联网相关产出、移动互联网用户数量和数字金融普惠发展等五个方面，采用熵值法计算数字经济发展指数，以评估数字经济的发展水平，具体指标见表 2。这些维度的测算方法旨在全面反映数字经济的多个方面，并以此为依据衡量数字经济的发展水平。

Table 2. Digital economy development index evaluation index system
表 2. 数字经济发展指数评价指标体系

一级指标	二级指标	指标含义	指标属性
数字经济发展指数	互联网普及率	每百人互联网用户数	正向
	互联网相关从业人数	每万人计算机服务和软件从业人员数	正向
	互联网相关产出	人均电信业务总量	正向
	移动互联网用户数	每百人移动电话用户数	正向
	数字金融普惠发展	中国数字普惠金融指数	正向

中介变量：农业现代化水平(modagri)。根据国家相关政策文件并参考相关研究，基于全面性、代表性以及数据可得性原则，分别从农业生产体系现代化、农业产业体系现代化和农业经营体系现代化 3 个层面构建中国农业现代化指标体系(见表 3)，采用熵值法进行赋权，以此测度中国 2010~2022 年各个省份(除港澳台地区)的农业现代化指数。

Table 3. Index system of agricultural modernization
表 3. 农业现代化指标体系

一级指标	二级指标	具体指标	指标解释	指标属性
农业现代化水平	农业产业体系现代化	农产品产地加工程度	农副食品加工业主营业务收入/农林牧渔业总产值	+
		农业种植结构	粮食作物播种面积/农业总播种面积	+
		农林牧渔业产业结构	林牧渔业总产值/农林牧渔业总产值	+
	农业生产体系现代化	农业机械化水平	农业机械动力	+
		农业有效灌溉面积占比	农业有效灌溉面积与农作物总播种面积之比	+
		农业劳动生产率	农林牧渔业总产值与第一产业就业人数之比	+
		土地生产率	单位面积粮食产量	+
		化肥使用强度	化肥施用折纯量与农作物总播种面积之比	-
		农药使用强度	农药使用量与农作物总播种面积之比	-
	农业经营体系现代化	农业生产合作化程度	农村每万人拥有农民专业合作社数量	+
		农业生产性服务发展水平	农林牧渔服务业总产值/农林牧渔业总产值	+
		农业适度规模经营	耕地面积与农业从业人员之比	+
		农业保险深度	农业保险保费收入与农业总产值之比	+

控制变量。在本文中，我们参考了现有研究，对可能影响农业碳排放的一些变量进行了控制。这些变量包括经济发展水平(pregdp：人均 GDP)、公路通达度(road)、RD 强度(rd)、城镇化率(urban：城镇常住人口占全部常住人口的比重)。通过对这些变量进行控制，我们可以更准确地分析和解释农业碳排放的情况。这些变量的控制有助于排除其他因素的影响，从而更准确地评估和研究农业碳排放的影响因素。

3.2. 模型设定

基于以上分析与假说，本文采用能够有效缓解遗漏变量等因素产生内生性问题的农业碳生产率(acp)对数字经济(dig)的固定效应模型来验证上述假设，模型构建如下：

$$acp_{it} = \beta_0 + \beta_1 dig_{it} + \beta_2 \sum X_{it} + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \tag{3}$$

在上述公式中，符号 i 代表省份， t 代表年份。 β_0 表示截距项，而 α_1 则表示核心解释变量的估计参数。 X_{it} 代表一系列控制变量。 μ_i 表示个体固定效应， γ_t 表示时间固定效应，而 ε_{it} 则表示随机误差项。这个公式用于分析和解释农业碳生产率与数字经济发展水平以及其他控制变量之间的关系。

在上述验证中，只有当 β_1 达到显著水平时，才能表明数字经济对农业碳排放具有直接效应，从而可以进一步研究数字经济对农业碳排放的影响机制。因此，如果 β_1 显著，本文将按照温忠麟等[17]提出的三步法构建以下中介效应模型：

$$M_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 dig_{it} + \alpha_2 \sum X_{it} + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \tag{4}$$

$$acp_{it} = \theta_0 + \theta_1 dig_{it} + \theta_2 modagri_{it} + \theta_3 \sum X_{it} + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it}$$

(5)

此模型中， M_{it} 为中介变量农业现代化水平(modagri)，(4)是为数字经济发展指数对中介变量农业现代化的回归模型，(5)是数字经济发展指数和中介变量对农业碳生产率的回归模型。

3.3. 数据来源

本研究使用了 2010 年至 2022 年间中国 31 个省份的面板数据进行分析。其中，中国省际数字普惠金融指数来自北京大学数字金融研究中心，数字经济的其他子指标数据则来源于中国统计年鉴、各省统计年鉴和国家统计局官网。关于农业现代化的测算，农副食品加工业主营业务收入数据主要来自相关年份的《中国工业统计年鉴》，并辅以各省统计年鉴数据进行补充。农民专业合作社数据来自地方统计局和地方发展报告，农业保险数据来自 CNRDS 数据库。其他基础数据则主要来自《中国统计年鉴》《中国农村统计年鉴》《中国人口和就业统计年鉴》《中国劳动统计年鉴》、相关省区市统计年鉴、国家统计局网站。在本研究中，各变量的描述性统计情况可参见表 4。

Table 4. Descriptive statistical results for the variables
表 4. 变量描述性统计结果

变量	样本量	平均值	标准差	最小值	最大值
农业碳生产率	403	324.633	231.524	13.644	995.753
数字经济发展指数	403	0.407	0.232	0.015	1.156
农业现代化水平	403	0.262	0.085	0.104	0.756
经济发展水平	403	567.054	284.159	131.16	1662.284
公路通达度	403	0.915	0.542	0.05	2.364
RD 强度	403	0.017	0.012	0.001	0.067
城镇化率	403	0.585	0.133	0.227	0.896

4. 数字经济对农业碳排放影响的实证检验

4.1. 基准回归结果

如表 5 所示，表 5 报告了数字经济发展指数对农业碳排放影响的基准回归结果。第(1)~(4)列分别表示了未控制地区效应和时间效应、只控制地区效应、只控制时间效应、控制地区效应和时间效应的情况。结果显示，当对地区和时间进行双向固定效应控制时，数字经济能够显著影响农业碳生产率，并且这种影响是正向的，其系数 189.850 则表明数字经济指数每提高 1 个单位，农业碳生产率提升 189.850 个单位，从而验证了假说 H1。一方面，农村数字经济的快速发展促进了农村居民接入互联网，不仅促进了信息共享和资源合理配置，还帮助他们树立了绿色消费理念。另一方面，数字技术与农业的紧密结合帮助农民实时、准确地了解农业生产数据，有效地减少了农业污染。在农村数字金融不断发展的背景下，农村居民得以扩大融资渠道，引入高效、低碳的农业新技术，形成了绿色经营模式，推动了传统的粗放型农业生产方式向集约型转变，从而实现了数字经济对农业碳减排的效应。

4.2. 稳健性检验

从以上分析不仅从理论分析还是实证检验均验证了数字经济显著促进农业碳生产率，但是数字经济和农业碳排放之间还可能存在反向因果、遗漏变量、测量误差等导致的内生性问题。因此，下一步将采

用替代被解释变量和剔除直辖市样本的方法来进行验证。我们将农业碳生产率替换为以农业总产值与农业碳排放量之比来衡量的农业碳生产率，并进行回归分析以进行稳定性检验。根据表 6 的结果显示，数字经济对农业碳生产率的影响同样呈正向且具有显著影响。

Table 5. Benchmark regression: the effect of digital economy on agricultural carbon productivity
表 5. 基准回归：数字经济对农业碳生产率的影响效应估计

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
dig	25.804 (0.43)	-5.821 (-0.27)	-1946.613*** (-6.18)	189.850*** (3.46)
pergdp	-0.151 (-1.72)	0.043** (2.31)	0.0933 (1.00)	-0.025 (-1.30)
road	204.188*** (8.19)	-49.639*** (-2.79)	138.76*** (5.45)	-43.632*** (-2.76)
rd	-1465.602 (-0.85)	-4570.864*** (-5.93)	5394.551*** (2.84)	-3693.706*** (-5.12)
urban	-469.072*** (-2.90)	8.814 (0.12)	-447.876*** (-3.10)	-124.337 (-1.55)
constant	511.882*** (8.05)	308.218*** (4.33)	472.012*** (6.91)	336.047*** (3.94)
province fe	no	yes	no	yes
year fe	no	no	yes	yes
n	403	403	403	403
R-squared	0.1995	0.9880	0.2958	0.9315

注：*p < 0.05, **p < 0.01, ***p < 0.001, 括号中为 t 值，下同。

Table 6. Results of the robustness test
表 6. 稳健性检验结果

变量	替换被解释变量 acp2	剔除直辖市样本 acp
dig	18.114*** (6.79)	246.896*** (3.58)
pergdp	-0.002** (-2.25)	-0.020 (-0.83)
road	3.732*** (5.08)	-92.035*** (-4.86)
rd	-3.230 (-0.10)	-3889.589*** (-4.86)
urban	28.011*** (7.51)	-351.634*** (-2.86)
constant	-25.762*** (-6.50)	891.644*** (15.7)
province fe	yes	yes
year fe	yes	yes
n	403	403
R-squared	0.8670	0.9902

4.3. 异质性分析

中国各地数字经济发展水平不平衡，农业碳排放情况也存在差异，因此，数字经济对农业碳生产率的影响也可能出现不同的情况。本文将参照国家统计局的标准将我国全域划分为东、中、西以及东北部四个部分，针对各地区不同的发展情况进行深入检验。从表 7 的检验结果我们可以看出，在东部和东北部地区，数字经济对农业碳生产率具有显著的正向促进作用，而在中部和西部，数字经济对农业碳生产率的影响是负向的，并且中部地区的影响效果较为显著。结合实际情况进行推断，中部地区的数字经济发展水平不高，未能很好的抑制农业碳排放。依靠数字技术发展起来的一些农机设备同样是重要的农业碳排放源，在数字经济发展初期，数字经济的碳减排效应尚不足抵消其碳排放情况。

Table 7. Results of the heterogeneity analysis
表 7. 异质性分析结果

变量	东部 acp	中部 acp	西部 acp	东北部 acp
dig	446.816*** (3.70)	-1231.714*** (-4.26)	-73.808 (-0.65)	854.695*** (2.37)
pergdp	-0.0009 (-0.03)	0.147** (2.48)	-0.050 (-0.82)	0.035 (0.42)
road	-29.790 (-0.78)	-19.465 (-0.98)	-4.119 (-0.13)	-448.962*** (-5.52)
rd	-1661.758 (-1.13)	-1858.494 (-1.34)	-1920.209 (-1.25)	-1950.067 (-0.87)
urban	-353.575** (-2.21)	1579.353*** (4.29)	-438.981** (-2.03)	-1847.129*** (-2.40)
constant	320.589* (1.79)	-523.207*** (-2.97)	620.213*** (5.44)	1734.427*** (3.41)
province fe	yes	yes	yes	yes
year fe	yes	yes	yes	yes
n	130	78	156	39
R-squared	0.9946	0.9988	0.9863	0.9926

4.4. 进一步分析：中介效应检验

根据表 8 的估计结果显示，数字经济与农业现代化水平之间显著正相关，每当数字经济发展水平提升 1 个单位，农业现代化水平也相应提高 0.198 个单位。中介变量农业现代化在 5%的水平上显著提高农业碳生产率。数字经济的迅速发展加速了农业现代化进程，对农业现代化产生了积极的影响，促进了农业生产方式的改变和现代化水平的提升。数字技术的引入和应用，如农业物联网、大数据分析、智能农业设备等，可以提高农业生产的效率、精确度和可持续性。从中介效应检验结果可知，数字经济可通过提高农业现代化水平的中介作用来提高农业碳生产率。

5. 研究结论与政策建议

本文采用 2010 年~2022 年全国 31 个省份(港澳台地区除外)的面板数据对数字经济与农业碳排放之间的影响及作用机制进行验证。研究表明：(1) 数字经济能够显著提升农业碳生产率。(2) 农业现代化在数字经济影响农业碳排放的过程中发挥重要的中介作用。

Table 8. Results of the mediation effect tests
表 8. 中介效应检验结果

变量	modagri	acp
dig	0.198*** (3.40)	189.247*** (3.24)
modagri		48.494* (0.93)
pergdp	0.0000659*** (3.41)	-0.028 (-1.44)
road	-0.0412** (-2.57)	-41.630*** (-2.61)
rd	-0.389 (-0.53)	-3674.862*** (-5.09)
urban	-0.373*** (-4.58)	-106.239 (-1.29)
constant	0.596*** (6.89)	307.143*** (3.38)
province fe	yes	yes
year fe	yes	yes
n	403	403
R-squared	0.9315	0.9910

本文的研究结论具有以下政策启示：第一，鉴于数字经济对农业碳生产率具有促进作用的事实，我们应当积极推进数字经济在农业领域的应用。为此，政府可以制定支持政策，鼓励农业领域采用数字技术和创新解决方案，例如农业物联网、大数据分析和智能农业设备等。通过数字化的农业管理和生产方式，可以提升农业效率，降低资源浪费，从而减少农业碳排放。第二，鉴于农业现代化对农业碳生产率具有显著影响，我们应加强农业现代化的建设。政府可以增加对农业现代化的投资和支持，推动农业生产方式向现代化转型。鼓励农民采用先进的农业技术和设备，优化农业生产流程，提高农作物和养殖业的效益，从而减少温室气体的排放量。通过以上措施的实施，将有助于推动数字经济和农业现代化在农业领域的应用，从而有效地减少农业碳排放。政府、农民和相关利益相关者应共同努力，促进可持续农业发展，为减少碳排放做出贡献。

基金项目

国家社会科学基金项目“中国式现代化背景下生态文明教育研究”(BGX230346)、教育部新农科研究与改革实践项目“面向新农科的实践教育体系构建——以农林经济管理专业为例”(2020347)和贵州省科技平台及人才团队计划项目“贵州省丹穴山朴门永续发展有限公司城乡三体一危治理与生态建设院士工作站”(黔科合平台人才[2017] 5647)资助。

参考文献

[1] 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.

[2] 韦沁, 曲建升, 白静, 李恒吉, 刘莉娜, 徐丽. 我国农业碳排放的影响因素和南北区域差异分析[J]. 生态与农村环境学报, 2018, 34(4): 318-325.

[3] 高标, 房骄, 卢晓玲, 李玉波. 区域农业碳排放与经济增长演进关系及其减排潜力研究[J]. 干旱区资源与环境,

- 2017, 31(1): 13-18.
- [4] 杨晨, 胡珮琪, 刁贝娣, 成金华, 崔恒瑜. 粮食主产区政策的环境绩效: 基于农业碳排放视角[J]. 中国人口·资源与环境, 2021, 31(12): 35-44.
 - [5] 陈柯君, 王永刚, 刘海斌, 等. 河南种植业碳排放时空特征、脱钩效应及其驱动因素[J]. 中国农业气象, 2024, 45(3): 219-231.
 - [6] 赵敏娟, 石锐, 姚柳杨. 中国农业碳中和目标分析与实现路径[J]. 农业经济问题, 2022(9): 24-34.
 - [7] 胡中应. 技术进步、技术效率与中国农业碳排放[J]. 华东经济管理, 2018, 32(6): 100-105.
 - [8] 范东寿. 农业技术进步、农业结构合理化与农业碳排放强度[J]. 统计与决策, 2022, 38(20): 154-158.
 - [9] 刘海启. 以精准农业驱动农业现代化加速现代农业数字化转型[J]. 中国农业资源与区划, 2019, 40(1): 1-6+73.
 - [10] 杨雪, 王永平, 王静. 数字乡村发展对农业碳排放强度的影响效应及作用机制检验[J]. 统计与决策, 2023, 39(11): 66-71.
 - [11] 刘震, 张晓星, 魏威岗. 农村数字经济发展对农业碳排放的影响——基于 29 个省份的面板数据分析[J]. 江苏大学学报(社会科学版), 2023, 25(3): 20-32+47.
 - [12] 王香艳, 李金叶. 数字经济是否有效促进了节能和碳减排? [J]. 中国人口·资源与环境, 2022, 32(11): 83-95.
 - [13] 李健. 数字经济助力农业产业链供应链现代化: 理论机制与创新路径[J]. 经济体制改革, 2023(3): 80-88.
 - [14] 傅华楠, 李晓春. 数字经济驱动中国农业现代化的机制与效应[J]. 华南农业大学学报(社会科学版), 2023, 22(3): 18-31.
 - [15] 李波, 张俊飏, 李海鹏. 中国农业碳排放时空特征及影响因素分解[J]. 中国人口·资源与环境, 2011, 21(8): 80-86.
 - [16] 赵涛, 张智, 梁上坤. 数字经济、创业活跃度与高质量发展——来自中国城市的经验证据[J]. 管理世界, 2020, 36(10): 65-76.
 - [17] 温忠麟, 张雷, 侯杰泰, 刘红云. 中介效应检验程序及其应用[J]. 心理学报, 2004(5): 614-620.