

财政支农与农业低碳发展

——基于人力资本的视角

欧阳鹏, 边 瑞

(西南林业大学经济管理学院, 昆明 650224)

摘要: 采用 2011—2021 年中国省级面板数据, 使用熵权-TOPSIS(逼近理想解排序)法测算农业低碳发展水平, 将财政支农表示为财政支农力度, 来说明财政支农对农业低碳发展的影响, 探讨农村人力资本在这两者关系中的中介效应。研究发现, 财政支农对农业低碳发展有正向促进作用, 且农村人力资本在其中发挥中介效应。异质性结果表明, 北方地区财政支农的影响大于南方地区。

关键词: 财政支农; 农业低碳发展; 农村人力资本

中图分类号: F812.8 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2025)07-0123-05

财政支农是国家支持农村发展的重要手段。国家“十四五”规划纲要指出:“推进农业低碳转型, 加强产地环境保护治理”。低碳农业是实现农村优质生活的重要途径。作为农业大国, 农业低碳发展是实现“双碳”目标的有效途径, “双碳”的提出无疑也为农业发展指明方向。在《第二次全国污染源普查公报》中可以看出, 与农业相关污染已成为环境污染的主要源头之一。因此, 农业低碳发展是实现可持续发展的必然选择, 是实现碳达峰碳中和的必由之路。

财政支农是指政府通过财政手段, 通过一系列的财政政策和项目来支持农业发展、农民收入提升以及农村经济繁荣, 是国家干预农业发展的手段之一。目前关于财政支农的研究发现, 通过提供资金支持, 能够促进农业技术创新、改善农业基础设施、提高农业资源配置效率, 从而提升农业生产率^[1-2]。同时研究发现财政支农政策区域异质性特征显著, 地方财政支农对乡村农业绿色发展的促进具有显著的空间溢出效应^[3], 相较于东部地区, 中部和西部地区在财政支农投入的技术进步溢出机制对农业碳排放的减少有显著影响^[4]。但中国财政支农支出在规模、结构和使用效率上存在不足^[5-6]。

农业绿色发展是一个多维度、多主体参与的复杂过程。政府在推动农业绿色发展中起关键作用, 包括制定补贴政策、扶持绿色生产、建立检测标准

等^[7], 当然, 农户的政治面貌、务农时间、对绿色农业环境的经济价值认知等因素显著影响其从事绿色农业的意愿^[8]。农业可持续发展、农村产业融合、生态环境治理和基础设施建设在实现农业绿色发展中也有着正向促进作用^[9]。在“双碳”政策的背景下, 低碳经济的引入为生态农业的发展提供了新的视角, 强调了在追求经济效益的同时, 也要考虑生态和环境的可持续性^[10]。

目前已有的研究关于农业绿色发展的测算大都使用熵权法, 且多数学者在选用指标时大多集中于经济效益指标、环境变化指标以及生活水平指。鲜有学者将农业碳排放量相关指标添加到量化过程中, 本文在借鉴以往学者研究的基础上, 聚焦于构建一个包含低碳经济因素的生态农业评价指标体系, 并采用熵权-TOPSIS(逼近理想解排序)法对农业低碳发展进行量化, 并且在此基础上, 引入农业二氧化碳排放量(carbon dioxide emission, COD), 更加全面且准确地对农业低碳发展进行描述。

1 机理分析与研究假设

如今, 经济高速发展, 与之而来的农业环境进一步恶化, 由于农业相对于其他行业更脆弱, 农民更是处于一个相对弱势的群体。农业生产具有一定的周期性, 因此农业发展亟须政府的支持和引导。目前, 财政支农的手段如实施税改政策, 在 2006 年全面取

收稿日期: 2024-10-17

基金项目: 云南省教育厅科学研究基金(2024Y632)

作者简介: 欧阳鹏(1999—), 男, 浙江衢州人, 硕士研究生, 研究方向为财政支农; 边瑞(1983—), 女, 云南昆明人, 硕士, 副教授, 研究方向为财政支农。

消农业税,为鼓励农户使用绿色低碳的农业技术,政府还给予高效双低新农药补贴^[11],从而改善农业生态环境,推进环境污染防治。又如逐年增加对农业基建的投入,改善农业生产条件,提高农业机械化水平,实现更有效的施肥和节水,进而实现农业绿色发展^[12]。以上举动降低了农户维护成本,提高了农民的生产效率,进而使得农民增收,农户可以利用这部分收入进行技术的改造,如灌溉设施、土地改良等,最后,财政支农还改善了农村环境,如危房改造、厕所改造、沼气改造等。这些举措从各个方面促进了农业低碳发展。基于此,提出如下假设。

H1:财政支农支出能促进农业低碳发展。

中国的农业生产具有显著的小农经济特点^[13],基于这个角度,财政支农与农业低碳发展之间会受到农户人力资本的影响。人力资本水平更高的农业生产者更容易认识到低碳发展带来的好处,因此,会更倾向于选择有助于农业低碳发展的生产技术和设备。同时,人力资本也会对低碳生产技术产生影响,农业生产水平较高者会更有效地利用财政给予的补贴,从而推动农业低碳发展,会更加认识到化肥、农药、地膜的大量使用对农用耕地的影响,而不会一味地大量使用来实现增产进而忽视其带来的负面影响,会更加关注长远发展而不是只看重短期增产带来的经济利益,更会权衡两者的利弊且更倾向使用环境友好型的产品,进而实现农业低碳发展。基于此,提出如下假设。

H2:人力资本在财政支农与农业低碳发展中起中介作用。

从南北方层面来看,南方地理位置优越,生态环境和资源配置都相较于北方更为合适农业低碳发展,尤其是冬季,北方地区受天气和土地干燥的影响更为明显^[14]。在这种情况下,北方地区对低碳农业(如节水灌溉)的需求会更高,因此财政支农政策的影响会更为明显,而相对于北方来说南方的气候更为湿润,水资源更加丰富;北方省份相较于南方来说在政策执行、资源配置和基础设施方面存在更大需求,财政支农政策能更有效地发挥作用,而南方省份可能已经有较为完善的低碳农业体系,财政支农的边际效益较低。北方农业劳动生产率相对更高^[15],这可能说明北方的生产模式可能更适合低碳农业的实施,尤其是机械化和规模化生产,而南方的小规模和多样性的农业模式可能限制了低碳政策的直接效果。基于此,提出如下假设。

H3:相对于南方地区,北方地区中财政支农对农业低碳发展的作用更强。

2 数据来源和研究设计

2.1 数据来源

本文以全国 2011—2021 年 30 个省份(因数据缺失,未包含西藏地区和港澳台地区)的面板数据为研究对象,所用数据来源于《中国统计年鉴》《中国农村统计年鉴》《中国环境统计年鉴》。

2.2 变量选择和说明

(1)被解释变量。以熵权-TOPSIS 法测算的农业低碳发展综合指数(Acd)为被解释变量。从资源利用、环境影响、生态保育和经济效益 4 个一级指标以及 10 个二级指标来综合衡考虑农业低碳发展指数,具体见表 1。

表 1 农业低碳发展水平测度指标体系

一级指标	二级指标	单位	属性
资源利用	农业机械化水平	万 kW/hm ²	负向
环境影响	农用塑料薄膜使用量	t/khm ²	负向
	化肥使用量	t/khm ²	负向
	农药使用量	t/khm ²	负向
	农业二氧化碳排放量	万 t	负向
生态保育	有效灌溉面积	khm ²	正向
	森林覆盖率	%	正向
经济效益	劳动生产率	元/人	正向
	土地生产率	亿元/khm ²	正向
	恩格尔系数	%	负向

(2)解释变量。解释变量为财政支农力度(Pfa),为各省财政支农与乡村人口数之比。

(3)中介变量。基于理论分析,农村人力资本在财政支农与农业低碳发展的关系中起中介作用。将农村人力资本(Hc)作为中介变量,使用劳动力平均受教育年限来衡量。

(4)控制变量。除财政支农以外,农业低碳发展还受产业结构、自然因素等的影响,借鉴已有研究,选取自然禀赋(Parea)、农业劳动力投入(Lab)、自然环境(Envi)、产业结构(Ind)以及数字化程度(Deg)作为控制变量。具体变量定义见表 2。

2.3 研究设计

依据理论分析和研究假设,财政支农对农业低碳发展具有直接效应,农村人力资本在其中发挥中介作用。据此,采用固定效应模型探究财政支农力度与财政支农规模对农业低碳发展的直接效应,并控制自然环境、经济发展等系统性差异所造成的影响,如式(1)所示。

$$Acd_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Pfa_{it} + \alpha_2 Control_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

式中:被解释变量 Acd_{it} 为熵权-TOPSIS 法测算出的

表 2 变量定义

变量类型	变量名称(符号)	变量定义
被解释变量	农业低碳发展水平(Acd)	熵权-TOPSIS法测算的综合农业低碳发展指数
	农业绿色全要素生产率(Gtfp)	基于超效率SBM投入导向VRS测算得出
解释变量	财政支农力度(Pfa)	各省财政支农与农村人口数之比
中介变量	农村人力资本(Hc)	各省劳动力平均受教育年限来衡量
控制变量	自然禀赋(Parea)	农作物播种面积与农村人口数之比
	农村劳动力投入(Lab)	第一产业从业人员取对数
	自然环境(Envi)	农作物受灾面积与播种面积之比
	产业结构(Ind)	第三产业产值与第二产业产值的比值
	数字化程度(Deg)	取自北京大学数字普惠金融指数

全国农业低碳发展指数,由资源利用、环境影响、生态育保和经济效益者4个维度综合而成;解释变量 Pfa_{it} 为财政支农力度; $Control_{it}$ 为一系列控制变量,包括自然禀赋、农村劳动力投入、自然环境、产业结构和数字化程度; α_0 为常数项; α_1 、 α_2 为待估参数; μ_i 和 λ_t 分别为省份和时间固定效应; ϵ_{it} 为随机误差项。此外,根据中介效应检验思想,参考江艇^[16]提出的中介效应检验两步法,以农村人力资本为中介变量构建递归中介模型,检验农村人力资本在财政支农对农业低碳发展关系中的中介效应。具体模型设计如式(2)所示。

$$Hc_{it} = \beta_0 + \beta_1 Pfa_{it} + \beta_2 Control_{it} + \mu_i + \lambda_t + \epsilon_{it} \quad (2)$$

式中: Hc_{it} 为农村人力资本,由各省劳动力平均受教育年限来衡量; β_0 为常数项; β_1 、 β_2 为待估参数。衡量解释变量对被解释变量的影响方向和作用程度,若式(2)显著,则农村人力资本为中介变量。

3 实证结果分析

3.1 变量描述性统计

各变量描述性统计见表3。从表3中可知,2011—2021年全国农业低碳发展水平的均值为0.279,农业低碳发展水平较低。这其中的原因可能是中国农业低碳发展起步较晚,且传统生产方式使得农业低碳发展缓慢。其中,农业低碳发展最大值为0.694,最小值为0.134,标准差为0.092,这说明地区间农业低碳发展水平具有较大的差距。财政支农规模与财政支农力度各省之间的差距比较大,这说明各省之间的财政支农并不均衡。

表 3 变量描述性统计

变量	样本数	均值	标准差	最小值	最大值
Acd	330	0.279	0.092	0.134	0.694
Pfa	330	0.424	0.368	0.077	2.216
Hc	330	7.834	0.616	5.878	9.910
Parea	330	3.096	2.177	0.320	14.050
Lab	330	6.257	1.062	3.219	7.701
Envi	330	0.144	0.115	0.000	0.696
Ind	330	1.130	0.665	0.494	5.297
Deg	330	301.000	117.400	7.580	462.200

3.2 基准回归及机制分析

为探究财政支农对农业低碳发展的直接效应,将农业低碳发展作为被解释变量,财政支农力度和财政支农规模分别作为解释变量,并利用模型(1)进行面板回归,回归结果见表4。列(1)财政支农力度系数为0.0418,且在1%的水平上显著,表明财政支农对农业低碳发展具有显著的正向影响,验证了假设H1,具体影响程度为财政支农指数每增加1%,农业低碳发展水平提高0.0418。为进一步验证农村人力资本在财政支农与农地低碳发展中的作用机制,选取各省劳动力平均受教育程度作为中介变量,借鉴江艇^[16]的研究,运用中介效应分析法探究财政支农对农业低碳发展的作用机制,检验过程为:首先,运用模型(1)检验财政支农对农业低碳发展的作用,其次运用模型(2)检验农村人力资本在财政支农对农业低碳发展的中介效应,结果见表4列(2),系数为0.2960,且在1%的水平上显著,说明两者存在显著的因果关系,在人力资本影响下,财政支农会促进农业绿色全要素生产率的提高^[17],在加入低碳指标后,结果仍然显著,说明农村人力资本为中介变量,假设H2得到验证。说明财政支农对农业低碳发展由两条作用路径,一是直接推动农业低碳发展水平的提高,二是通过影响农村人力资本来促进农业低碳发展。

表 4 农村人力资本机制分析结果

变量	(1)	(2)
	Acd	Hc
Pfa	0.0418*** (6.01)	0.2960*** (4.41)
Parea	0.0224*** (12.88)	-0.0171 (-1.01)
Lab	-0.0505*** (-6.22)	-0.3780*** (-4.82)
Envi	-0.0344*** (-3.06)	-0.2590** (-2.40)
Ind	-0.00649*** (-2.62)	-0.01340 (-0.56)
Deg	0.000056*** (4.55)	0.000239** (2.01)
Id	Yes	Yes
Year	Yes	Yes
常数项	0.504*** (9.26)	10.110*** (19.23)
样本数	330	330

注: **、*** 分别表示显著性水平为5%、1%;括号内为t值。

3.3 异质性分析

农业低碳发展会受到地区农业自然条件、农业资本化等多方面的因素影响。因此,为探究地区差异的角度分析财政支农对农业低碳发展的影响。探讨南北方差异,南北方在农业生产模式、气候以及基础设施建设水平都存在一定差异,为探究进一步分析财政支农对农业低碳发展的影响,将样本地区分为南北方两部分,检验财政支农对农业低碳发展的区域差异,检验结果见表 5。从样本回归结果可知,财政支农对农业低碳发展对北部地区有显著的推动作用,影响系数为 0.073 6,且显著性水平为 1%,而对南方地区却不显著,表明财政支农对农业低碳发展的作用受地区的影响,验证了假设 H3,其中可能的原因是北方省份相比南方,在政策执行、资源配置和基础设施建设上有更大的需求,因此财政支农政策在这些地区的效果会更显著。而南方省份可能已经建立了相对完善的低碳农业体系,在这些地区,财政支农政策的边际效益可能会较低。

表 5 地区异质性检验结果

变量	北部	南部
	Acđ	Acđ
Pfa	0.073 6*** (7.26)	0.007 1(0.74)
Controls	Yes	Yes
Id	Yes	Yes
Year	Yes	Yes
常数项	0.402*** (5.25)	0.682*** (9.06)
样本数	165	165

注:***表示显著性水平为 1%;括号内为 *t* 值。

3.4 内生性检验

针对可能存在的内生性问题,使用工具变量法处理财政支农对农业低碳发展可能存在的反向因果关系问题所导致的内生性。地方政府财政收入的变化(税收收入的变化)可能影响其对农业的财政支出,但与农业低碳发展的直接关系较小,可以作为工具变量。采用税负水平(税收收入/地区生产总值)作为工具变量,回归结果见表 6。工具变量不可识别检验(K-P rk LM=152.385, *P*=0.000)和弱工具变量检验结果显示 Cragg-Donald Wald *F* 均大于 Stock-Yogo 的 10%水平临界值,通过了弱工具变量结果检验。在考虑内生性问题后,财政支农对农业低碳发展的回归系数依然在 1%的水平上显著,说明基准模型结果具有一定的稳定性。

3.5 稳健性检验

为检验基准模型和回归结果的可靠性,采用替换农业低碳发展指数来进行稳健性检验,采用基于

超效率 SBM(slack-based measure)投入导向 VRS(variable returns to scale)测算得出农业绿色全要素生产率来替换被解释变量来进行回归,回归结果见表 7。在替换被解释变量后,回归系数为 0.631 且在 1%的水平上显著,与基准回归结果基本一直,证实了本文所设立模型和研究结果的稳健性。

财政支农往往具有时间上的滞后效应,为保证主回归结果的稳健性,同时检验模型结果在不同设定下的一致性。通过引入财政一阶滞后项,可以更好地捕捉到这种动态关系。通过加入财政支农的一阶滞后项进行回归,结果(表 8)依然显著。

表 6 内生性处理结果

变量	(1)	(2)
	第 1 阶段	第 2 阶段
	Pfa	Acđ
SF	8.466 2*** (16.65)	
Pfa		0.096 9*** (6.38)
Controls	Yes	Yes
Id	Yes	Yes
Year	Yes	Yes
R ²		0.528
样本数	330	330

注:***表示显著性水平为 1%;括号内为 *t* 值。

表 7 稳健性检验结果

变量	(1)	(2)
	Gtfp	Hc
Pfa	0.631*** (6.93)	0.371*** (5.76)
Controls	Yes	Yes
Id	Yes	Yes
Year	Yes	Yes
常数项	1.320*** (4.43)	9.015*** (21.87)
样本数	330	330

注:***表示显著性水平为 1%;括号内为 *t* 值。

表 8 滞后一期稳健性检验结果

变量	(1)	(2)
	Acđ	Hc
L. Pfa	0.039 8*** (5.26)	0.368 0*** (5.17)
Controls	Yes	Yes
Id	Yes	Yes
Year	Yes	Yes
常数项	0.401*** (8.08)	9.042*** (20.98)
样本数	300	300

注:***表示显著性水平为 1%;括号内为 *t* 值。

4 结论与建议

4.1 研究结论

(1)2011—2021 年农业低碳发展水平呈缓慢上升趋势,但整体发展水平不高,有较大的发展空间。

(2)基准回归结果显示,财政支农力度能够显

著影响农业低碳发展水平,而财政支农规模对农业低碳发展不具有显著影响。

(3)影响机制检验结果发现,在财政支农对农业低碳发展的影响研究中,农村人力资本起中介作用。

(4)异质性结果表明,从区域差异的角度来看,不同地区财政支农对农业低碳发展的影响效果不同,在北方作用效果明显,在南方作用效果不明显。

4.2 政策建议

(1)进一步发挥财政支农的作用。为推动现代农业发展,财政支农应从以下几个方面着手:①加大对农业的资金投入,提升财政支持的优先级;②优化财政支出的结构,建设绿色农业财政体系;③应设立农业绿色发展基金,支持农业环境修复和绿色产业发展,致力于实现农业的碳达峰和碳中和;④要加强对财政支农资金的管理和监督,确保其产生绿色和高效的效果。

(2)加大对北方地区低碳农业技术的资金投入,支持其引进和应用先进的低碳技术,增加对北方地区农业基础设施的财政支持;提供低息或无息的绿色贷款,专门用于北方地区农业低碳技术的投资和基础设施建设;定期评估财政投入的效果,确保资金用于提升农业低碳化水平,推动南北方差距缩小;协调制定区域内的农业发展政策,确保南北方政策的互补性和一致性,共同推动低碳农业发展。

(3)人才同样在财政支农对农业低碳发展的关系中起重要作用。研究显示,在农村人力资本的影响下,财政支农能促进农业的低碳发展。因此,政府应增加对农业从业者的教育投入,提升他们的环保意识,激发他们在科技创新与应用方面的潜力。

参考文献

[1] 马红,郭逸冰,王慧. 财政支出结构与农业绿色全要素生产率:基于扩大内需战略与供给侧结构性改革的再检验[J]. 山东科技大学学报(社会科学版), 2023, 25(2): 75-86.

[2] 柳雅婷,吴连翠,胡慧婷. 财政支农对农民收入的影响分析:基于中国省级面板数据[J]. 农村经济与科技, 2020, 31(24): 116-120.

[3] 苟兴朝,张超峰,张斌儒. 地方财政支农对长江经济带乡村绿色发展的影响研究:基于空间杜宾模型的实证分析[J]. 财政科学, 2021(10): 82-95.

[4] 黄伟华,祁春节,聂飞. 财政支农、技术溢出与农业碳排放[J]. 软科学, 2023, 37(2): 93-102.

[5] 李琴,熊启泉,李大胜. 中国财政农业投入的结构分析[J]. 中国农村经济, 2006(8): 10-16.

[6] 王银梅,刘丹丹. 我国财政农业支出效率评价[J]. 农业经济问题, 2015, 36(8): 49-55, 111.

[7] 许秀川,吴朋雁. 绿色农业发展机制的演进:基于政府、农户和消费者三方博弈的视角[J]. 中国农业大学学报, 2022, 27(1): 259-273.

[8] 潘世磊,严立冬,屈志光,等. 绿色农业发展中的农户意愿及其行为影响因素研究:基于浙江丽水市农户调查数据的实证[J]. 江西财经大学学报, 2018(2): 79-89.

[9] 程莉,文传浩. 乡村绿色发展与乡村振兴:内在机理与实证分析[J]. 技术经济, 2018, 37(10): 98-106.

[10] 张文妍. 引入低碳经济的生态农业评价指标体系研究[J]. 生态经济, 2021, 37(12): 115-120.

[11] 唐汉,王金武,徐常塑,等. 化肥减施增效关键技术研究进展分析[J]. 农业机械学报, 2019, 50(4): 1-19.

[12] 胡玥. 财政支农、农业现代化与山西农业发展[J]. 经济问题, 2012(1): 73-77.

[13] 郭晓鸣,曾旭晖,王蕾,等. 中国小农的结构性分化:一个分析框架:基于四川省的问卷调查数据[J]. 中国农村经济, 2018(10): 7-21.

[14] 袁世一,赵龙华,周涵. 我国数字农业的分布动态、地区差异与收敛性研究[J]. 福建农林大学学报(哲学社会科学版), 2024, 27(2): 62-73.

[15] 胡晨沛,李辉尚,郭昕竺. 1978—2017年中国区域农业经济发展差距与结构特征[J]. 浙江农业学报, 2020, 32(12): 2253-2260.

[16] 江艇. 因果推断经验研究中的中介效应与调节效应[J]. 中国工业经济, 2022(5): 100-120.

[17] 李敏娟. 财政支农对农业绿色发展的影响研究:基于人力资本视角的分析[J]. 乡村科技, 2023, 14(12): 67-72.

Financial Support for Agriculture and Low-carbon Development in Agriculture: From the Perspective of Human Capital

OUYANG Peng, BIAN Rui

(School of Economics and Management, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China)

Abstract: China's provincial panel data from 2011 to 2021 were used, the entropy weight TOPSIS(technique for order preference by similarity to ideal solution) method was used to measure the level of agricultural low-carbon development, and financial support for agriculture as financial support for agriculture was expressed to illustrate the impact of financial support for agriculture on agricultural low-carbon development. The intermediary effect of rural human capital in the relationship between the two was discussed. It is found that fiscal support for agriculture has a positive promoting effect on low-carbon agricultural development, and rural human capital plays a mediating role in it. Heterogeneity results indicate that the impact of fiscal support for agriculture in northern regions is greater than that in southern regions.

Keywords: financial support for agriculture; low carbon development in agriculture; rural human capital