

doi:10.3969/j.issn.1672-626x.2022.03.011

# 互联网技术普及对长江经济带农业绿色发展的影响研究

易欣<sup>a</sup>,程莉<sup>a,b</sup>

(重庆工商大学 a.长江上游经济研究中心;b.经济学院,重庆 400067)

**摘要:**基于2000-2018年的面板数据,先采用超效率SBM-DEA模型测算长江经济带11个省市的农业绿色发展效率,再利用Tobit计量经济模型实证检验互联网技术普及对长江经济带农业绿色发展的影响效应。研究发现:(1)整体上看,2000-2018年长江经济带农业绿色发展效率呈现波动中下降趋势;分地域看,长江经济带各地区农业绿色发展效率差异较大,在空间上呈现“下游>上游>中游”的格局。(2)互联网技术普及对长江经济带农业绿色发展有着显著的提升作用;同时,农村人力资本与长江经济带农业绿色发展呈现显著的正相关,而农业机械化水平、资本深化程度、城镇化水平、农业经济增长则在一定程度上抑制了长江经济带农业绿色发展的提升。因此,长江经济带地方政府应积极推动互联网技术的普及,增强农户互联网意识,更好地发挥互联网技术在长江经济带农业绿色发展中的赋能作用。

**关键词:**长江经济带;互联网技术普及;农业绿色发展;超效率SBM-DEA模型

**中图分类号:**F323;F49

**文献标志码:**A

**文章编号:**1672-626X(2022)03-0104-09

## 一、引言与文献综述

长江经济带作为中国重要的内河经济带,涵盖9省2市,根据国家统计局数据显示,其面积占全国国土总面积的21.4%,GDP和人口占全国40%以上,是中国最重要的农业生产区和农村聚集区。但是,随着长江经济带农业经济的发展,农业发展与生态环境保护之间的矛盾日益突出,沿江许多农区呈现出地下水位下降、土壤肥力衰退、农业面源污染加重、农业生态服务功能弱化、农产品质量安全日益严峻等生态环境问题。2018年9月11日,农业农村部出台的《关于支持长江经济带农业农村绿色发展的实施意见》提出,为进一步促进长江经济带农业绿色发展,应减少化肥农药的使用、保护水生生物的多样性、提倡农业废弃物的再次利用,并加强农村建设的倾斜支持力度,以美化农村人居环境、促进乡村产业振兴。因此,如何更好地转变农业发展方式,以绿色发展驱动农业高质量发展成为长江经济带农业可持续发展面临的迫切选择。

面对错综复杂的农业资源环境问题,利用传统的治理手段、管理方式或财力物力投入已难以应对<sup>[1]</sup>。随着中国绿色发展与生态文明建设的持续推进,公众环保意识不断增强,同时源于互联网及其延伸所带来的

**收稿日期:**2021-11-22

**基金项目:**国家社会科学基金重大项目(20&ZD095);重庆社会科学规划社会组织项目(2021SZ20);重庆工商大学研究生创新型科研项目(yjscxx2021-112-08;yjscxx2020-094-38)

**作者简介:**易欣(1998-),女,重庆长寿人,重庆工商大学长江上游经济研究中心硕士研究生,研究方向为区域经济理论与政策;程莉(1986-),女,重庆万州人,重庆工商大学经济学院副教授,经济学博士,研究方向为农村经济与区域可持续发展。

新一代信息技术应用——大数据技术也在不断发展,目前正进入以数据深度挖掘和融合应用为主要特征的智能化发展阶段,生态环境治理的信息化、现代化正面临着前所未有的发展机遇。党的十九大报告提出,应促进互联网与实体经济深度融合,为我国经济发展培育新增长点;加快科技创新,建设网络强国、数字中国、智慧社会。随着数字中国建设的推进,我们已经进入以大数据为标志的信息化发展新阶段,各行业的数据资源采集、应用能力不断提升,数据积累日益丰富。根据中国互联网络信息中心(CNNIC)第48次《中国互联网络发展状况统计报告》显示,截至2021年6月,我国互联网普及率已超过71.6%。互联网的普及深刻地改变了人们的经济行为和生活方式,在国内大循环为主体、国内国际双循环的发展格局下,互联网将在促进经济复苏、保障社会运行、完善社会治理、提升政府服务和监管能力等方面进一步发挥重要作用。

在互联网技术普及对我国经济发展产生重要影响的同时,有几个问题值得深入思考和研究:互联网技术普及对农业绿色发展有何影响?从互联网技术角度,应该采取什么样的策略来实现农业绿色发展和资源永续利用?近年来,学者们对农业绿色发展的关注,主要体现在农业绿色发展的内涵界定、效率测度与影响因素方面。于法稳(2016)认为农业绿色发展是一种现代农业发展新模式,要在发展理念、水土资源保护、生产行为规范以及生产技术生态风险评估等重点领域实现农业绿色转型<sup>[2]</sup>。孙炜琳等(2019)指出农业绿色发展作为一种发展理念是“青山绿水就是金山银山”科学判断在农业发展中的具体表现,注重农业经济、社会发展以及生态环境的协调发展<sup>[3]</sup>。涂正革和甘天琦(2019)、金赛美(2019)研究发现中国大部分地区农业绿色发展状况堪忧,水平较低,并且发展不平衡、驱动力不足、响应不强烈<sup>[4-5]</sup>;但魏琦等(2018)、赵会杰和于法稳(2019)、巩前文和李学敏(2020)围绕全国、粮食主产区采用综合指数法测度发现农业绿色发展水平都有显著提升,同时各地区之间农业绿色发展水平差异较大<sup>[6-8]</sup>;漆雁斌等(2020)利用熵权法、泰尔指数法与收敛性分析发现中国农业绿色发展水平东部最优,西部最差,全国及三大地带的绿色农业生产水平差距都有扩大的趋势,主要由地带间的生产水平差异引起<sup>[9]</sup>。在影响农业绿色发展的因素上,一些学者研究发现机械水平、生产水平、人力资本<sup>[4]</sup>、农地确权、财政支农水平、工业化水平、城市化水平<sup>[10]</sup>、信贷支持<sup>[11]</sup>、农业产业集聚<sup>[12]</sup>等对农业绿色发展存在不同程度的影响。关于互联网这一新变量对农业绿色发展影响的文献,仅有少数学者从信息技术对农业可持续发展的影响进行了描述性分析。王金华(2001)认为互联网不仅能够对传统思想和生产方式产生影响,还能够推动农副产品的流通和农业技术的推广<sup>[13]</sup>。刘金爱(2010)提出数字农业有利于促进传统农业过渡到现代农业和农业产业结构的转型升级,从而推动农业绿色可持续发展<sup>[14]</sup>。张在一和毛学峰(2020)认为互联网影响农业的各生产环节,能够不断扩大农业生产规模以及创新农业的盈利增长点,同时降低农业生产规模扩大带来的营销风险<sup>[15]</sup>。

总体而言,当前研究鲜见就互联网技术普及对农业绿色发展的影响展开深入而系统的探讨,其中以流域为研究对象的文献更为匮乏。因此,本文将基于2000—2018年的面板数据,以长江经济带为例,采用非期望产出超效率SBM-DEA模型对农业绿色发展效率进行评价,然后实证检验互联网技术普及对于长江经济带农业绿色发展的影响,以期从互联网技术视角践行“生态优先,绿色发展”理念,为推进长江经济带成为流域农业高质量发展的先行示范带提供决策参考。

## 二、长江经济带农业绿色发展效率评价

### (一)指标体系构建

农业绿色发展效率评估作为一种考核农业发展中资源集约节约利用与环境质量提升、保证农产品绿色无污染的战略工具和管理手段,注重在农业发展中尽可能以较少的投入获得更多的期望产出和尽可能少的非期望产出。农业绿色发展效率越高,代表农业可持续发展水平越高,反之则反是。因此,借鉴黄英等

(2015)<sup>[16]</sup>和涂正革等(2019)<sup>[17]</sup>的评价指标,从投入和产出两方面构建长江经济带的农业绿色发展效率评价指标体系以衡量其农业绿色发展的质量(见表1)。

表1 长江经济带农业绿色发展效率评价指标体系

指标体系	一级指标	二级指标(单位)
投入指标	劳动力投入	第一产业从业人员数(万人)
	资金投入	农林水事务支出(亿元)
	农业机械投入	农用机械总动力(万千瓦)
	土地投入	农作物播种面积(千公顷)
	用水投入	有效灌溉面积(千公顷)
	农药投入	农药施用量(万吨)
	化肥投入	农用化肥施用折纯量(万吨)
	农膜投入	农膜使用量(万吨)
	能源投入	农用柴油使用量(万吨)
产出指标	期望产出	农业总产值(亿元)
	非期望产出 (环境污染指数)	农业面源污染综合指数
		农业碳排放量(万吨)

表1中,非期望产出主要通过农业面源污染综合指数、农业碳排放量两个二级指标构建的“环境污染指数”加以衡量。其中为了更好地体现农业面源污染情况,参考方永丽和曾小龙(2021)的数据处理方法<sup>[18]</sup>,利用熵值法构建农业面源污染综合指数,将氮肥流失量、磷肥流失量、农药残留量、农膜残留量四类指标进行拟合。氮(磷)肥流失量等于氮(磷)肥使用量与复合肥含氮(磷)量(假设复合肥中氮磷钾的比例为1:1:1)的和乘以化肥流失系数0.65,农药残留量等于农药施用量乘以农药残留系数0.5,农膜残留量等于农膜使用量乘以农膜残留系数0.1。参考王宝义和张卫国(2018)的研究成果<sup>[19]</sup>,农业碳排放量等于化肥、农药、农膜、农用柴油、农业灌溉、农业播种这六种碳排放源的消耗量或面积乘以相应的排放系数,系数依次为0.896(千克/千克)、4.934(千克/千克)、5.180(千克/千克)、0.593(千克/千克)、25(千克/公顷)、312.600(千克/公顷)。

## (二)农业绿色发展效率测算

农业绿色发展效率的测算方法采用非期望产出超效率SBM-DEA模型。由于DEA模型要求投入与产出之间呈现正相关(径向),而农业生产过程中,部分农业资源的投入将导致非期望产出,即投入和产出之间将会呈现负相关(非径向)。Tone(2002)<sup>[20]</sup>针对非期望产出提出非径向超效率SBM-DEA模型,有效规避了经典DEA模型在非期望产出指标处理过程中的非径向问题,实现了对多个决策有效单元进行有效评价。因此,本文将采用非期望产出超效率SBM-DEA模型对长江经济带11个省市农业绿色发展效率进行测度,并在此基础上绘制长江经济带农业绿色发展效率变化趋势图(见图1)和农业绿色发展效率地区对比图(见图2)。

根据数据的可获得性,长江经济带农业绿色发展效率测度时间区间为2000—2018年,原始数据主要来源于中经网统计数据库、EPS数据库、《中国统计年鉴》(2001—2019)以及2001—2019年各地区统计年鉴。

根据图1,2000—2018年长江经济带农业绿色发展效率总体在波动中有所下降;长江经济带农业绿色发展效率出现了两次较大的波谷,分别是2007和2017年。2000—2014年,2007年农业绿色发展效率值小于1,其余年份相对平稳且值大于1;2014—2017年农业绿色发展效率呈逐年下降趋势,从1.019下降到0.934,2018年有所反弹和提升。2004年以来,国家加大对农业的支持力度,实行农业税减免、农业直接补贴,同时加强对农业财政的投入,中央财政对农业的支持力度达到往年来最大,且2006年正式颁布全面取消农业税的政策,农民生产的热情得到极大提高,但农业生产粗放特征仍然显著,加上2007—2008年,农业生产受到

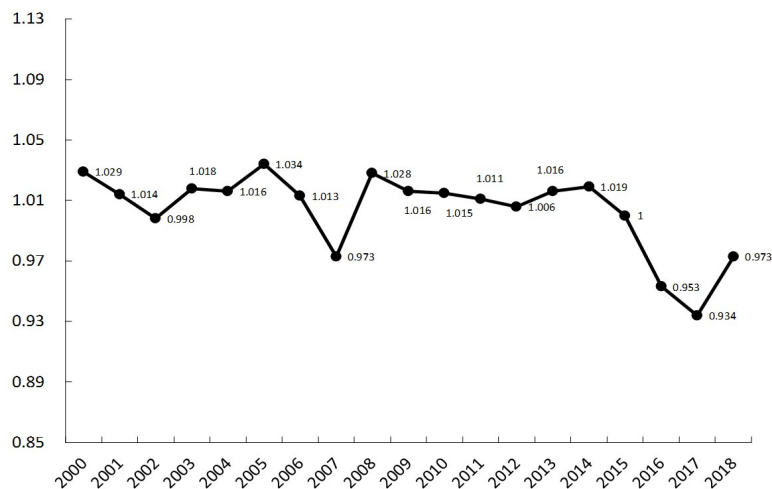


图1 2000—2018年长江经济带农业绿色发展效率变化趋势

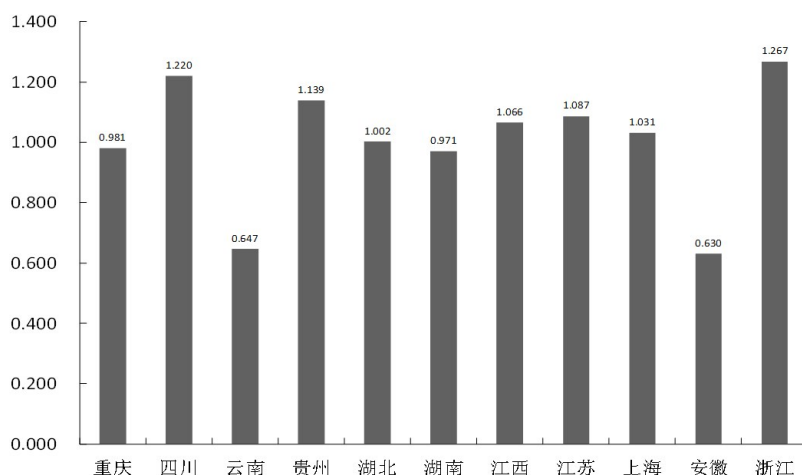


图2 2000—2018年长江经济带农业绿色发展效率地区对比

南方雪灾、汶川地震、国际金融危机等不利因素的影响,导致2007年农业绿色发展效率在研究期间出现第一次波谷(0.973);而后经济进入新常态,2008—2014年全流域农业绿色发展效率相对平稳,但2015年农业供给侧结构性改革以来,农民为提高农业生产效率,有加强对农药、农膜等消耗资源投入的倾向,可能导致非期望产出有所增加,农业绿色发展效率总体呈现逐渐下降趋势,且均值都小于1;2017年党的十九大提出乡村振兴战略,要求走乡村绿色发展之路,农业绿色发展效率到2018年又有所缓和与提升。

根据图2,长江经济带各地区农业绿色发展效率差异较大,2000—2018年,农业绿色发展效率均值最大的是浙江(1.267),最小的是安徽(0.630)。长江经济带农业绿色发展效率均值超过长江经济带农业绿色发展效率均值(1.003)的地区有6个,包括四川(1.220)、贵州(1.139)、江西(1.066)、江苏(1.087)、上海(1.031)、浙江(1.267)。其中,贵州农业绿色发展效率较高,是因为贵州在农业生产中,农药、化肥、农膜等污染环境的要素施用程度较低,技术效率较高;江苏、上海、浙江农业绿色发展效率高,主要原因是长三角地区工业化发展水平较高,人才较多,使得农业技术水平和农业生产水平较高。农业绿色发展效率均值排后5个的地区为重庆、云南、湖北、湖南、安徽,其中云南、湖北、湖南、安徽为我国的粮食主产区,说明我国粮食主产区的农业绿色发展效率偏低,主要原因是资源投入过多,资源利用效率较低。长江上游地区农业绿色发展效率较高的地区有2个,长江中游地区农业绿色发展效率较高的地区有1个,长江下游地区农业绿色发展效率较高的地区有3个,即农业绿色发展效率较高地区的分布在空间上呈现“下游>上游>中游”的格局。

### 三、互联网技术普及对长江经济带农业绿色发展的影响效应

#### (一)模型设定

由于长江经济带农业绿色发展效率值在0~1.4之间,借鉴以往的研究经验,本文选取Tobit面板数据回归模型研究互联网技术普及对长江经济带农业绿色发展的影响,模型构建如下所示:

$$AEE_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 INTER_{it} + \sum_{j=1}^n \beta_j X_{ijt} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

(1)式中, $\alpha_0$ 为截距项, $\varepsilon_{it}$ 为随机误差项, $AEE_{it}$ 则表示农业绿色发展效率, $INTER_{it}$ 为本文的核心解释变量互联网技术普及率, $X_{ijt}$ 表示控制变量, $\beta_j$ 表示控制变量的待估系数。

#### (二)指标说明与数据来源

被解释变量为农业绿色发展效率,采用前文已经测度得到的结果。核心解释变量为互联网技术普及率,采取互联网上网人数占总人口比重(%)来衡量。另外,农业绿色发展效率还受到诸多因素的影响,本文主要引入5个控制变量,即农业机械化水平(MECHA)、资本深化程度(CAP)、农村人力资本(HUM)、城镇化水平(CITY)和农业经济增长(AGRI)。其中,(1)农业机械化水平(MECHA)采用农业机械总动力与农作物总播种面积的比值(千瓦/公顷)来表示。农业机械化水平提高有利于促进农业产出增加,生产者有激励追加要素投入,扩大产出规模,导致污染水平提升,但也有可能会提高农业污染治理的能力,改善农业环境。(2)资本深化程度(CAP)用农业财政支出与农业从业人员的比值(万元/人)来衡量。资本深化程度会影响农业生产的方式和农业生产要素的投入配置,从而对农业绿色发展造成影响。(3)农村人力资本(HUM)采用每百个农村劳动力人口中学历为高中及以上的人口数所占比重(%)来表示。受教育程度越高的农业从业人员对学习农业生产相关知识的意愿越高,有利于提高农业生产效率,推动农业绿色发展。(4)城镇化水平(CITY)采用城市常住人口占总人口的比重(%)来表示。城镇化会增加农户非农就业,提升农户收入,促进农户对农药、化肥、农膜等资源的投入,一定程度上不利于农业绿色发展。(5)农业经济增长(AGRI)选用农业生产总值占总GDP的比例(%)来表示。农业经济增长容易形成要素“推动型”增长方式,污染性要素投入的增加使其利用率下降,加大了农业环境污染,不利于农业绿色发展。

实证研究区间仍是2000—2018年,研究对象是长江经济带11个省市。原始数据来源于《中国统计年鉴》(2001—2019)、《中国农村统计年鉴》(2001—2019)以及2001—2019年各地区统计年鉴,部分缺失数据采用指数平滑系数法补齐。表2为经过整理后的各指标数据的描述性统计。观测表2可知,各变量的变化区间都较大,反映出长江经济带各地区农业绿色发展效率存在一定差异,表明互联网技术普及率与农业绿色发展效率之间关系的基础数据是良好的。

表2 变量的描述性统计

变量	符号	平均值	标准差	最大值	最小值
农业绿色发展效率	AEE	1.0036	0.2208	1.5660	0.5100
互联网技术普及率	INTER	26.2243	21.0443	75.3781	0.1461
农业机械化水平	MECH	3.7197	1.7226	8.2184	0.5599
资本深化程度	CAP	0.5694	1.4009	11.5082	0.0029
农村人力资本	HUM	14.3814	6.6167	37.0000	4.8500
城镇化水平	CITY	47.7210	16.9216	89.6000	19.0047
农业经济增长	AGRI	12.2941	6.2517	26.3118	0.2910

### (三)变量关系的经验观察

为进一步了解互联网技术普及率与农业绿色发展效率之间的关系,作出互联网技术普及率与农业绿色发展效率之间的散点图,如图3所示。从图3可以看出,互联网技术普及率与农业绿色发展效率似乎存在正相关,即互联网技术普及提高(降低)将在一定程度上使得农业绿色发展效率提高(降低),但通过观察并不能充足说明两者之间的关系,下文将通过建立模型对经验观察进行实证检验。

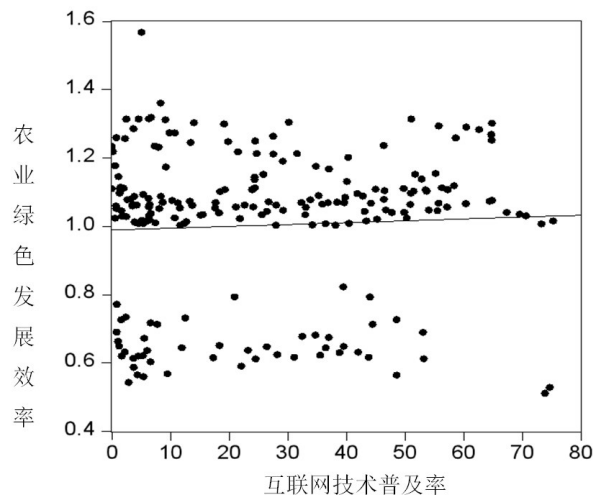


图3 互联网技术普及率与农业绿色发展效率之间的关系

### (四)实证检验与结果分析

为保证实证研究结果的可信性,首先采用LLC和IPS方法对各指标进行平稳性检验,结果如表3所示。由表3可知,被解释变量AEE服从1阶单整;解释变量中,变量AGRI服从0阶单整,变量INTER、MECH、CAP、HUM、CITY服从1阶单整,根据综合判断的原则,可以判断所有指标的数据都是平稳的。

表3 各变量数据的单位根检验结果

变量	符号	LLC	IPS
农业绿色发展效率	AEE	-0.8785	-1.1866
	$\Delta$ AEE	-10.0319***	-8.3032***
互联网技术普及率	INTER	7.2655	10.1159
	$\Delta$ INTER	-2.7230***	-1.6568**
农业机械化水平	MECH	-0.4555	3.0011
	$\Delta$ MECH	-7.6605***	-5.9233***
资本深化程度	CAP	10.1535	13.5090
	$\Delta$ CAP	-4.8553***	-3.8232
农村人力资本	HUM	-2.9238***	-1.0134
	$\Delta$ HUM	-14.6706***	-12.5392***
城镇化水平	CITY	-1.7859**	4.2281
	$\Delta$ CITY	-9.8853***	-7.4236***
农业经济增长	AGRI	-6.6631***	-1.3942*

注:\*\*\*、\*\*、\*分别表示统计量值在1%、5%、10%的水平上显著,下表同。

接着,对应表5的回归模型(1)~(5),采用Kao检验和Pedroni检验两种方法对各模型中的变量系统进行协整检验,结果如表4所示。根据表4,模型(1)~(5)中各变量系统均在1%的显著性水平上拒绝原假设,即模

型(1)~(5)面板数据存在协整关系,各变量系统均存在长期均衡关系,可以进行回归分析。

表4 面板协整检验

检验方法	统计量名	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Kao 检验	ADF-Satistic	16.5474***	16.2411***	16.3546***	16.2108***	14.9526***
Pedroni 检验	Penel PP-Satistic	-3.4855***	-3.5333***	-3.0603***	-2.7751***	-4.2692***
	Penel ADF-Satistic	-4.6822***	-4.5918***	-3.6967***	-3.2613***	-2.8127***

注:Kao 检验、Pedroni 检验的原假设均为变量之间不存在协整关系;表中(1)~(5)对应表5的模型(1)~(5)。

在模型回归中,通过 Hausman 检验发现,采用固定效应模型进行估计较为科学,最终结果如表5所示。表5中的模型(1)为农业绿色发展效率作为被解释变量,然后加入核心解释变量和农业机械化水平进行回归估计的结果,(2)~(5)是在模型(1)的基础上逐步加入资本深化程度、农村人力资本、城镇化水平和农村经济增长的回归结果。

表5 互联网技术普及率对农业绿色发展效率的影响

AEE	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
INTER	0.0019*** (0.0007)	0.0038*** (0.0009)	0.0026*** (0.0009)	0.0034*** (0.0011)	0.0024** (0.0011)
MECH	-0.0564*** (0.0084)	-0.0633*** (0.0084)	-0.0640*** (0.0083)	-0.0677*** (0.0087)	-0.0652*** (0.0086)
CAP	-	-0.0444*** (0.0123)	-0.0550*** (0.0127)	-0.0544*** (0.0127)	-0.0452*** (0.0127)
HUM	-	-	0.7803*** (0.2785)	1.2037*** (0.4203)	1.3884*** (0.4150)
CITY	-	-	-	-0.0026 (0.0019)	-0.0093*** (0.0028)
AGRI	-	-	-	-	-0.0192*** (0.0060)
常数项	1.1641*** (0.0344)	1.1650*** (0.0334)	1.0924*** (0.0419)	1.1484*** (0.0591)	1.6916*** (0.1785)
Adj-R <sup>2</sup>	0.1719	0.2176	0.2426	0.2455	0.2787
Obs	209	209	209	209	209

注:括号中的数值为稳健标准误。

由表5可知,在模型(1)~(5)中,随着各个控制变量的引入,互联网技术普及率INTER的回归系数均在1%或5%的水平上显著,且均为正,说明在控制其他解释变量的影响下,互联网技术普及对长江经济带农业绿色发展具有显著的提升作用。近年来,长江经济带数字农业快速发展,物联网、大数据、人工智能、精准农业航空等新一代互联网信息技术与装备在设施种植、设施养殖、农产品流通与质量安全追溯等领域得到广泛应用,农业生产经营方式和业态正在发生深刻变革,互联网技术在农业绿色发展中的市场前景广阔。以长江上游的云南省为例,云南省借助大数据、云计算、物联网等信息技术,打造集农业资讯和线上服务为一体的综合性行业平台“云南绿色农业平台”,运用互联网思维,通过整合行业资源,充分发挥云南农业发展的产地优势和区位优势,通过提供招商引资、农资供应、农业机械、配送流程等全面的信息化服务,助力农业绿色发展。长江中游的湖北省在农业面源污染治理中,全面摸清农业污染源底数,少施药、多施有机肥已不断成为湖北大多数新型农业经营主体的生产选择。截至2019年,湖北化肥、农药施用量已经连续6年实现负增长。对于绿色生态有机的极致追求,不仅体现在粮食生产中,在水产养殖和畜牧生产中也同样如此。截

至2019年6月,湖北畜禽养殖废弃物资源化利用率已达到71.68%,共拆除围栏围网网箱养殖127.6万亩,取缔投肥养殖27.4万亩,有效遏制了外源污染因素,缓解了农业面源污染现象<sup>[21]</sup>。长江下游的浙江省作为全国整省推进的国家农业可持续发展试验示范区、首批农业绿色发展试点先行区,近年来,积极推进农业“机器换人”,大力发展“智慧农业”,让传统农业在生产、流通、销售等各个环节插上互联网的翅膀。2014年,浙江着重建立健全农产品质量安全追溯体系,对农业生产的全过程进行实时监控,并对其监管数据进行分析和利用,更好服务于农产品质量安全监管。同时,构建浙江智慧农业云平台,并通过各级农业业务应用及数据形成“大农业”数据中心,科学指导农业生产经营管理、政府决策监管和社会公众服务<sup>[22]</sup>。

从控制变量方面来看:(1)农业机械化水平显著抑制了长江经济带农业绿色发展的提升。一般而言,农业机械化作为农业技术进步的主要体现形式,其应用可以提高资源利用率,直接降低单位农用一次性能源的碳排放强度,控制和减少农业生态破坏与环境污染。这里出现负向影响可能是因为农业生产者利益驱使追加要素投入,扩大产出规模,加之制度错配或技术应用价值观念出现了扭曲<sup>[23]</sup>,从而形成农业技术进步与环境恶化悖论。(2)资本深化程度显著抑制了农业绿色发展的提升。资本深化可以引导农业生产良性发展,提高农村劳动力生产积极性,但对农业环境的消极影响可能是因为政府对农户的直接或间接补贴,在促进农业发展的同时也会扭曲产品和要素的市场价格,进而影响农户的生产行为、自然资源利用方式、农业生产结构选择、农业化学要素投入结构与数量等,导致自然资源的不合理使用和环境破坏<sup>[24]</sup>,这使得资本深化在长期内对农业绿色发展提升没有太大贡献。(3)农村人力资本对长江经济带农业绿色发展具有显著正向影响。随着沿江地区农业现代化进程的不断推进,农业生产合作社、规模种植、家庭农场等成为一种趋势,长江经济带农业绿色发展需要农业生产者具有更高的素质来参与生产和管理。(4)城镇化水平对长江经济带农业绿色发展具有显著负向影响。原因可能是,随着长江经济带各地区城镇化的推进和农民收入水平的提高,从事农业的机会成本不断增加,劳动力从农业转移到非农产业,农业生产也逐渐从传统劳动密集型生产方式向资本密集型方式转变<sup>[25]</sup>,化肥、农药、农膜等农业生产资料的过量和不当使用对流域农业生态环境造成了严重污染。(5)农业经济增长对农业绿色发展具有显著的负向影响。农业经济增长更多依赖于自然资源的消耗和生产要素投入的增加,依赖高化学品投入的菜果花(蔬菜、水果、花卉)农田、高污染风险的规模化畜禽养殖业的迅速发展,向土地要产量、向农业要效益的结果可能导致全流域因增产而加剧农业面源污染。而且,农业面源污染治理工作复杂艰巨,治理中广泛存在着治理主体责任意识不强、治理不严不实、长效运行机制缺乏等问题,沿江各地伴随增长带来的农业面源污染形势依然严峻,抑制了农业绿色发展。

#### 四、结论与政策启示

本文基于2000—2018年的面板数据,以长江经济带为例,对其11个省市的农业绿色发展效率进行了测算,再实证检验了互联网技术普及对长江经济带农业绿色发展的影响。研究发现:(1)整体上看,2000—2018年长江经济带农业绿色发展效率呈现波动中下降趋势;分地域看,长江经济带各地区农业绿色发展效率差异较大,在空间上呈现“下游>上游>中游”的格局。(2)互联网技术普及对长江经济带农业绿色发展有着显著的提升作用;同时,农村人力资本与长江经济带农业绿色发展呈现显著的正相关,而农业机械化水平、资本深化程度、城镇化水平、农业经济增长则在一定程度上抑制了长江经济带农业绿色发展的提升。因此,长江经济带各级政府应积极推动互联网技术的普及,增强农户互联网意识,更好地发挥互联网技术在长江经济带农业绿色发展中的赋能作用。

为更好地推进互联网技术在长江经济带农业绿色发展中的赋能作用,应重点从四个方面着力。一是运用好人工智能、区块链、数据挖掘等前沿互联网技术,从更高层次、全维度掌握农业发展变化,建立健全长江



经济带农业生产过程的监管系统,对农产品生产、流通与交易等过程的信息进行监测和采集,并搭建农业大数据平台,发布相关信息,以提供更精确的信息服务。二是整合行业资源,充分发挥长江经济带各地区特色和优势,通过互联网销售特色农产品、推广乡村旅游,从招商引资、名优企业、农资供应、农业机械、农林园艺、配送流程等方面提高农产品信息化服务水平。三是加快农村互联网基础设施建设,搭建多层次服务平台,完善物流网络体系,加大物流资源在县域层面的统筹力度,鼓励邮政、供销社与平台电商及现代物流企业合作,提高绿色农产品的流通能力和商品化。四是强化各级地方政府引导,加强对农户互联网技术的培训、推广和应用,通过广播、电视等形式,加大宣传,提高农户互联网意识,以适应农业绿色发展的需要。

#### 参考文献:

- [1] 王建民.《生态环境大数据建设总体方案》政策解读[J].环境保护,2016,(14):12-14.
- [2] 于法稳.习近平绿色发展新思想与农业的绿色转型发展[J].中国农村观察,2016,(5):2-9.
- [3] 孙炜琳,王瑞波,姜茜,黄圣男.农业绿色发展的内涵与评价研究[J].中国农业资源与区划,2019,(4):14-21.
- [4] 涂正革,甘天琦.中国农业绿色发展的区域差异及动力研究[J].武汉大学学报(哲学社会科学版),2019,(3):165-178.
- [5] 金赛美.中国省际农业绿色发展水平及区域差异评价[J].求索,2019,(2):89-95.
- [6] 魏琦,张斌,金书秦.中国农业绿色发展指数构建及区域比较研究[J].农业经济问题,2018,(11):11-20.
- [7] 赵会杰,于法稳.基于熵值法的粮食主产区农业绿色发展水平评价[J].改革,2019,(11):136-146.
- [8] 巩前文,李学敏.农业绿色发展指数构建与测度:2005—2018年[J].改革,2020,(1):133-145.
- [9] 漆雁斌,韩绍奕,邓鑫.中国绿色农业发展:生产水平测度、空间差异及收敛性分析[J].农业技术经济,2020,(4):51-65.
- [10] 郑丽楠,洪名勇.中国农业生态效率的时空特征及驱动因素[J].江西财经大学学报,2019,(5):46-56.
- [11] 李明贤,柏卉.信贷支持农业绿色发展研究[J].农业现代化研究,2019,(6):900-906.
- [12] 薛蕾,申云,徐承红.农业产业集聚与农业绿色发展:效率测度及影响效应[J].经济经纬,2020,(3):45-53.
- [13] 王金华.互联网的作用及对农业的影响[J].农村经济,2001,(6):21-22.
- [14] 刘金爱.“数字农业”与农业可持续发展[J].东岳论丛,2010,(2):70-73.
- [15] 张在一,毛学峰.“互联网+”重塑中国农业:表征、机制与本质[J].改革,2020,(7):134-144.
- [16] 黄英,周智,黄娟.基于DEA的区域农村生态环境治理效率比较分析[J].干旱区资源与环境,2015,(3):75-80.
- [17] 涂正革,甘天琦,王昆.基于绿色发展视角的农业补贴政策效率损失的探究[J].华中师范大学学报(人文社会科学版),2019,(2):39-49.
- [18] 方永丽,曾小龙.中国省际农业生态效率评价及其改进路径分析[J].农业资源与环境学报,2021,(1):135-142.
- [19] 王宝义,张卫国.中国农业生态效率的省际差异和影响因素——基于1996~2015年31个省份的面板数据分析[J].中国农村经济,2018,(1):46-62.
- [20] Kaoru Tone.A Slacks-based Measure of Efficiency in Data Envelopment Analysis[J].European Journal of Operational Research, 2002,143(1):32-41.
- [21] 李丽,樊丹,孔剑.湖北打出农业绿色发展“组合拳”[EB/OL].<http://news.hbtv.com.cn/p/1737311.html>,2019-09-27.
- [22] 王庆丽,许雅文.乡土澎湃新动能——浙江以“互联网+”助力乡村振兴[EB/OL].[https://zjnews.zjol.com.cn/zjnews/zjxw/201712/t20171202\\_5892559.shtml](https://zjnews.zjol.com.cn/zjnews/zjxw/201712/t20171202_5892559.shtml),2017-12-02.
- [23] 王文军.环境哲学的“尴尬”:技术与环境的悖论[J].陕西师范大学学报(哲学社会科学版),2017,(5):34-41.
- [24] 潘丹.基于资源环境约束视角的中国农业绿色生产率测算及其影响因素解析[J].统计与信息论坛,2014,(8):27-33.
- [25] 唐江桥,尹峻.改革开放40年来城镇化背景下农村生态环境问题探析[J].现代经济探讨,2018,(10):104-109.

(责任编辑:彭晶晶)