

王 阳,温 虎. 农业经济增长新引擎:网络普及、教育投资抑或制度变革——基于 2003—2015 年省域面板数据的实证研究[J]. 江苏农业科学,2019,47(4):340-346.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.04.075

# 农业经济增长新引擎:网络普及、教育投资抑或制度变革

## ——基于 2003—2015 年省域面板数据的实证研究

王 阳,温 虎

(成都信息工程大学商学院,四川成都 610103)

**摘要:**随着我国农业经济增长方式转变和农业供给侧结构性改革的推进,新型农业投入要素的作用日渐凸显。将互联网普及率、人力资本投资和制度改革纳入传统的农业生产函数模型,构建扩展的 Griliches 农业生产函数,基于 2003—2015 年省际农业投入产出面板数据对我国农业增长的影响因素进行实证分析。结果表明,互联网和人力资本已经成为农业增长的新引擎,对农业增长有稳健的促进作用;技术进步是我国农业经济发展的主要推动力,但作用效果在东中西部呈现显著异质性特征;制度变革对我国不同地区农业经济的影响差别较大。制度要素与新型农业要素的有效整合是未来实现农业经济增长转变的抓手。

**关键词:**基础设施建设;互联网;人力资本;制度改革;Griliches 函数

**中图分类号:** F323      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1002-1302(2019)04-0340-07

农业经济的发展向来是我国各级政府及人们密切关注的问题,我国人口基数大,对农产品产量的要求较高。近年来,随着我国综合国力的提升,消费者对于基本的食品消费更加注重其质量,农产品的供需出现严重不对等。2015 年 12 月“农业供给侧结构性改革”在中央农村会议上首次被提出,之后部分学者开始对国内外农业供给侧结构性改革进行研究。目前,我国农业经济的增长速度逐渐放缓,对于农业生产种类和效率的重视程度进一步提高,互联网的普及和运输业的发展使农业经济受到一定程度的刺激。2015、2016 年中央 1 号文件指出信息技术的推广将是农业经济转型的主要方向,并明确提出“互联网+”现代农业的发展新模式<sup>[1]</sup>。在经过“刘易斯拐点”和“人口红利”逐渐消失的情况下,传统的劳动力投入往往与农业经济增长存在显著的负相关,而农民的文化程度以及教育投资成为农村经济发展的重要因素。Karimov 等对乌兹别克斯坦西北部地区棉花生产进行研究,发现农户受教育程度对技术效率具有显著影响<sup>[2]</sup>,且人力资本对技术扩散以及效率提升起到积极作用。另外,我国财政支农投入逐年升高,朱满德等认为,中国对农业的补贴支持已经进入到快速增长阶段,农业支持总量和主要农产品补贴水平大幅提高。农业财政补贴不仅直接促进农业经济的增长,

还可以不断增加农业机械设施和电力设施的推广,提高农业发展的效率<sup>[3]</sup>。对于农业制度改革,McMillan 等较早地分析了中国农村改革对农业经济增长的影响,发现农业结构调整可以有效改善农业生产效率,增加农业生产的针对性。农村制度变革对于农业经济增长的影响是全方面的,在长时间内起到一定的积极作用<sup>[4]</sup>。互联网对农业经济促进作用的国内外研究成果较少,且主要停留在理论分析层面。互联网推动的信息化和专业化具有技术推广的普适性和技术创新的内在潜力,运用网络资本的形式,可以使不同的经济领域均获得较高的生产力。互联网对农业经济发展的促进作用不言而喻,但受限于农业的特征,对传统投入要素(如资本、土地等)有刚性需求,再加上农村劳动力的知识素养普遍偏低,使得互联网在农业方面的应用有一定的局限性<sup>[5]</sup>,且互联网的普及具有典型的区域特征,地区经济发展程度和互联网普及率具有显著的正相关关系<sup>[6]</sup>。在人力资本方面,自 1961 年舒尔茨正式提出人力资本的概念后,并进行深入研究得出“人力资本对经济增长起决定性作用”的观点<sup>[7]</sup>,之后 Lucas Jr 构建了以内生技术增长为中心的技术内生增长模型,强调“专业化人力资本的作用”,即教育对人力资本提升的作用<sup>[8]</sup>,自此人力资本的受教育程度受到学者们的关注,教育不仅有效提升人力资本的专业化与技术创新,还能通过“外溢作用”提升生产技术效率<sup>[9]</sup>。国内学者也对农业经济增长和人力资本受教育程度之间的关系进行深入的研究,张宁等通过随机前沿技术分析劳动力素质对我国农业技术效率的影响,发现劳动力的智力素质与农业技术效率之间存在显著的正相关关系<sup>[10]</sup>。也有学者认为,人力资本的受教育程度与农业技术效率之间的关系并不显著<sup>[11]</sup>。而对于农村教育投资主要是通过劳动力的平均受教育年限来衡量,可以有效体现人力资本

收稿日期:2018-06-12

基金项目:国家社会科学基金(编号:14XGL013);教育部人文社会科学青年项目(编号:12YJC790195)。

作者简介:王 阳(1978—),男,河南信阳人,博士,副教授,硕士生导师,研究方向为金融经济学、微观计量经济学。E-mail:wangyang@cuit.edu.cn。

通信作者:温 虎,硕士研究生,研究方向为金融经济学、农业经济学。E-mail:wenhumail@163.com。

素质的内涵<sup>[12-13]</sup>。另外,财政对农村基础设施、灌溉方面的长期投资促进了农业生产,且经济发展程度不同地区的农业公共投资边际效应有一定差别<sup>[14]</sup>。也有学者对不同地区农业结构调整对农业经济的促进作用进行研究,如霍丽娅通过对四川省成都市的研究,发现调整粮食种植结构并提高经济作物的份额可以有效地增加农民收入<sup>[15]</sup>。综上可知,农业经济的增长受到多方面的影响,科学技术的进步与网络信息化的普及使得农业经济技术效率的提升逐渐由传统要素投入转变为互联网和教育投资。但由于农业经济的特殊性,其发展仍然受到农业机械设施、灌溉设施、电力设施、化肥等要素的制约。已有的研究都是通过侧重单方面的新型要素投入对农业经济增长的影响进行探讨,虽然研究结果使得新型要素的积极作用得到证实,但是农业经济增长的影响因素并不仅仅依靠单一的要素投入,更需要多方面要素相互结合,共同协调。因此,本研究综合分析网络普及、教育投资及农业制度变革,并将传统的要素投入指标纳入到模型中以弥补现有研究的不足。

## 1 理论基础

### 1.1 固定资产投资与农业基础设施建设

当前,我国农业经济的发展动力逐渐由传统的劳动力、土地等要素转变为新型现代化要素,而新的农业增长方式在已满足土地和劳动力等要素刚性需求的同时将更加依赖于资本的投资。更多的学者倾向于将我国农业经济的增长动力归结为技术进步,这显然有失严谨,且大量农业技术进步还是资本体现型(capital-embodied)。学者们对农业资本投资方面的研究主要包括 2 种情况,其一是将当年固定资产投资作为农业资本投入用来衡量资本对于农业经济增长的贡献;其二是通过使用“代理变量”方法将资本现有存量作为农业资本投资的投入要素,如将农业机械动力或拖拉机数量、中间投入或物质费用等变量作为农业资本存量代理变量。这 2 种方法在对农业资本投入的研究过程中都有一定的科学性,但并不能完全体现资本在农业经济发展中的作用。在此基础上,李谷成等利用永续盘存法(perpetual inventory method, PIM)科学测算了固定资产的投资存量,并研究其对农业经济增长的促进效应<sup>[16-17]</sup>。基础设施对农业经济的促进作用较明显,尤其是公路设施建设可以促进城乡结合,降低货物运输以及村与村之间的流通成本,相较于等外公路,等级公路的促进作用更加明显<sup>[18]</sup>,本研究农业基础设施则是基本农业基础设施,包括水利设施、电力设施、农用工业(化肥、农药等)、农用机械<sup>[19]</sup>。公路设施与水利设施是影响农业生产率的重要因素,两者可以有效降低农业生产成本,增加规模效益。

### 1.2 现代农业经济增长新动力:互联网普及和人力教育资本投资

农业的发展虽然依赖于土地、劳动、资本以及基础设施的不断建设,但是当前不同地区都因地制宜采取新的农业增长方式,如“互联网+农业”“低碳农业”“特色农业”等,互联网作为不同地区、不同行业之间的连接纽带,在农业生产过程中起到举足轻重的作用。当前我国城市之间的公路设施逐渐完善,快递运输行业的飞速发展必然从根本上改善当地农产品仅供周边城镇的传统销售模式。在这种情况下,互联网的普及将有效地结合当前农产品的销售趋势,增加生产者与消

费者之间的有效对接。另外,农业基础设施的建设也依赖于高新科技的不断发展与普及。在已有农业经济实证研究中,劳动力作为必要的投入要素都被纳入到模型中,结果往往呈现劳动力投入过剩的境况,在这种情况下,劳动力的文化程度、专业素质则成为农业经济增长的关键点。在传统“靠天吃饭”的农业生产模式下,农民主要是根据自身的勤劳以及不断积累的经验进行生产。目前,灌溉设施、除涝设施的不断建设以及机械动力对劳动力的替代,都进一步增加了高素质农业从业人员的需求。

### 1.3 新结构经济学视角下制度变革对农业经济增长的影响机制

一个国家的收入和劳动生产率要赶上发达国家,就必须有发达国家的产业结构<sup>[20]</sup>,而一个地区的农业经济发展如果要赶上发达地区也须要从内部改善农业生产结构。改革开放以来,我国农业生产经过一系列制度变革,包括家庭联产承包责任制、农产品价格体制改革、土地产权变化等<sup>[21-23]</sup>。另外,创新投入和公共投资以及工业化、城镇化都在一定程度上刺激了我国农业经济的发展。此外,农业生产经营也逐渐趋于多元化,农产品消费者已不再满足于温饱状态。在这种情况下,农业的种植结构调整、财政支农政策的改变将会对农业生产起到一定的促进作用。城镇化的不断扩大也使得农业的发展应当朝新型农业增长方式发展。当前我国面临农业供给侧结构改革的重要时期<sup>[24-27]</sup>,也是农业经济增长方式的转型时期,因此,本研究选取公共投资强度、农业种植结构以及城镇化来反映农业生产中的制度变革。

## 2 模型与数据

### 2.1 模型设定与指标解释

为了在模型中更好地体现制度变革、互联网普及率以及其他控制变量,采取格利克斯提出的 Griliches 生产函数来形成本研究的农业生产函数,并假定农业生产函数为 Cobb-Douglas 生产函数的对数线性形式,因此,基础模型设定如下:

$$\ln Y_{it} = \alpha_{it} + \sum_j \beta_j \ln X_{j,it} + \sum_j \gamma_j Z_{j,it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

式中: $Y_{it}$ 表示不同年份、不同地区农林牧渔总产值实际值(以 2003 年为基期),用来综合衡量农业经济增长状况; $\alpha_{it}$ 表示农业技术进步; $X_{j,it}$ 表示农业投入要素实物量; $Z_{j,it}$ 主要表示农业发展过程中各个制度变量、互联网普及率以及对农业影响较大的受灾率和等级公路占比 2 个控制变量; $\varepsilon_{it}$ 表示扰动项; $\beta_j$ 、 $\gamma_j$ 表示待估参数。

通过对基础模型中解释变量进行分解,并依据数据的可得性进一步得到本研究经济计量实证模型:

$$\ln Y_{it} = \alpha_{it} + \beta_1 \ln K_{it} + \beta_2 \ln L_{it} + \beta_3 \ln IR_{it} + \beta_4 \ln EL_{it} + \beta_5 \ln M_{it} + \beta_6 \ln CF_{it} + \beta_7 \ln Edu\_ave_{it} + \gamma_1 Fisc_{it} + \gamma_2 Adju_{it} + \gamma_3 Town_{it} + \gamma_4 R\_net_{it} + \gamma_5 R\_tr_{it} + \gamma_6 Disa_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

式中: $K_{it}$ 表示农业资本投入,采用各个省份历年农业固定资产投资来衡量; $L_{it}$ 表示农业劳动力投入,即农林牧渔从业人员; $IR_{it}$ 表示农业土地投入,鉴于本研究试图探讨灌溉设施对农业经济的影响,因此采用有效灌溉面积作为综合衡量灌溉设施的指标; $EL_{it}$ 表示电力设施,用农村用电量表示; $M_{it}$ 表示机械设施,用农业机械总动力表示; $CF_{it}$ 表示农村工业设施建设,用农用化肥使用量(折纯)量表示。 $Edu\_ave_{it}$ 反映了农村

居民的受教育程度,用平均受教育年限来表示; $R_{net_i}$ 表示不同省份互联网普及率。 $Fisc_i$ 、 $Adju_i$ 、 $Town_i$ 表示本研究选取的农村制度变量,分别为公共投资强度、农作物种植结构、城镇化。 $R_{tr_i}$ 表示等级公路占比; $Disa_i$ 表示受灾率。

模型中的各个指标变量有以下几点说明:第一,平均受教育年限( $Edu_{ave}$ ),根据陈钊等的计算方法,将农民受教育程度分为文盲或半文盲、小学、初中、高中及高职、大专及以上,受教育年限分别为 2、6、9、12、16 年,计算方法为将受不同教育程度的农村居民乘以各自的受教育年限,最后除以总人口<sup>[13]</sup>。第二,农业公共投资强度( $Fisc$ )用来反映政府对农业投资力度,由财政支农投入除以财政总支出而得。第三,农业结构调整( $Adju$ )用粮食作物播种面积占总播种面积表示。第四,城镇化( $Town$ )表示农村现代化程度,用城镇常驻人口与地区总人口之比表示。第五,控制变量等级公路占比( $R_{tr}$ )为等级公路里程与公路总里程之比、受灾率( $Disa$ )用当年成灾面积和总播种面积之比表示。

表 1 2003—2015 年面板数据描述性统计

变量	全国		东部地区		中部地区		西部地区	
	均值	标准差	均值	标准差	均值	标准差	均值	标准差
农林牧渔业总产值(亿元)	1 533.14	1 160.48	1 808.05	1 420.73	1 844.01	932.65	1 032.16	800.12
农业固定资产投资(亿元)	71.74	69.11	73.06	80.74	97.74	73.15	51.51	42.13
农林牧渔业从业人员(万人)	994.26	720.13	802.22	702.03	1 326.26	750.71	944.86	631.41
有效灌溉面积(万 hm <sup>2</sup> )	197.38	147.34	179.63	170.37	279.26	127.07	155.57	108.37
农村用电量(亿 kW·h)	209.71	323.22	445.37	438.68	96.69	66.21	56.25	39.71
农业机械总动力(万 kW)	2 868.25	2 788.94	3 025.57	3 681.73	4 119.35	2 484.76	1 801.05	977.82
农用作肥使用折纯量(万 t)	183.91	145.13	173.69	162.83	268.03	154.37	132.96	77.47
平均受教育年限(年)	7.57	0.62	7.89	0.52	7.73	0.37	7.12	0.58
农业公共投资强度	0.10	0.03	0.08	0.03	0.10	0.02	0.11	0.03
农业结构调整	0.65	0.12	0.61	0.10	0.73	0.13	0.63	0.11
城镇化	0.48	0.17	0.59	0.19	0.43	0.11	0.39	0.12
网络普及率	0.29	0.19	0.39	0.21	0.23	0.15	0.23	0.16
等级公路占比	0.83	0.15	0.92	0.11	0.83	0.13	0.75	0.15
受灾率	0.12	0.09	0.09	0.08	0.13	0.09	0.15	0.09
观测值(份)	390		143		104		143	

3 实证结果与分析

我国农业经济的发展经历了不同时期的变革,2003 年起中央政府开始不断加大对农业的支持措施,主要体现在对农业的政策补贴方面,通过对科学技术的不断加强优化,改善农业生产效率。分税制改革后,我国通过在不同地区进行取消征收农业税试点之后,中央政府于 2003 年出台《关于全面推进农村税费改革试点工作的意见》,计划 5 年内全部取消征收农业税。截至 2008 年,受到国际金融危机的影响,农业发展受到严重影响,虽然之前农业补贴政策基本稳定,但是农业生产过程中的资本及其他要素的投入都受到一定的冲击。2012 年开始,我国农业发展逐渐朝着“基础性、前沿性、公益性”的方向发展,并着力提升转基因的培育强度,这使得新型农业投入要素在农业生产过程中起到重要作用。本研究依据我国农业经济的发展制度变迁分为 3 个阶段:第一阶段为 2003—2007 年;第二阶段为 2008—2011 年;第三阶段为 2012—2015 年。另外我国农业经济的发展具有十分明显的区域性,不同地区的要素贡献率并不相同。东部地区由于其

2.2 数据来源与描述性统计

本研究数据均来自《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》以及其余各个省份统计年鉴,其中互联网数据来自中国互联网络信息中心提供的《中国互联网络发展状况统计报告》,本研究在个体选取上并未包含中国香港特别行政区、澳门特别行政区、台湾,由于西藏自治区部分数据缺失较多,因此剔除西藏自治区的数据。由表 1 可知,2003—2015 年网络普及率均值为 29%,平均受教育年限为 7.57 年,可见,农村居民受教育程度有待提高。农业公共投资强度较低,农业结构调整变量为 0.65,城镇化平均水平也接近 50%。同时,东中西部地区在农业投入方面的差距主要体现在农业固定资产投资、农村用电量和农业机械总动力方面,东部地区和西部地区在这 3 种科技型要素投入方面明显高于西部地区。另外,东部地区在网络普及方面的优势十分明显,平均水平高于另外 2 个地区 16 百分点,西部地区平均受教育年限较弱。

经济发展较好,科学技术较发达,科技型投入要素自然要高于其他地区,西部地区则地广人稀,传统的农业生产方式所占比重大。因此,将对我国东部地区、中部地区、西部地区的不同农业生产阶段进行分析。

综上理论基础与计量模型,将我国 2003—2015 年省域面板数据导入 Stata 13.0 软件中进行实证分析。为保证估计结果的稳健性,分别采用混合回归(Pool OLS)、固定效应模型(FE)、随机效应模型(RE)、最小二乘虚拟变量(LSDV)、极大拟然估计法(MLE)等多种估计方法进行估计,关键变量系数和显著性基本一致,由于在使用 LSDV 法进行估计时,大量个体呈现高度显著特征,因此拒绝混合回归,通过豪斯曼检验可见,绝大部分估计结果采用固定效应模型,因此本研究仅汇报固定效应和随机效应回归结果,并将固定效应估计结果作为主要说明对象,随机效应估计结果仅作参考。同时本研究所采用的关键新型投入变量教育投资和网络普及对农业的促进作用都较大,且高度显著,本研究将所采用的平均受教育年限和互联网普及率分别替换为乡村文化站和地区网民数进行实证分析,结果依然稳健。

3.1 新型投入要素对我国农业经济增长的影响

我国农业经济总体上处于不断上升的状态,资本的不断投入以及农业技术的发展与应用都使得我国农业发展效率越来越高,其中灌溉设施、电力设施、机械设施以及工业设施都对农业的生产发挥了一定的作用,另外新型投入要素互联网普及率和人力教育资本投资对农业生产具有极大的贡献率。

由表 2 可知,我国农村劳动力总体投入过剩,对农业生产具有一定的阻碍作用,目前我国传统农业投入要素逐渐被新型投入要素所替代。从全国层面来看,基础设施的建设对农业经济的促进作用较明显,尤其是有效灌溉面积和化肥使用量,对农业生产的贡献率约为 0.147 9、0.171 3,在 1% 水平上显著,可见我国部分地区深受旱灾的影响,化肥的适当投入也可以起到立竿见影的效果,提升当年的农业产量。电力设施

和机械设施作为劳动力的直接替代要素对农业的产出弹性系数接近 0.1。教育投资方面,平均受教育年限的产出弹性系数达到 0.7 左右。网络普及率对农业的促进作用也达到 0.665 0,互联网经济的发展改变了农业原有的生产及销售方式。制度方面变量,首先农业公共投资强度对农业经济的贡献率约为 1.050 9。农业结构调整变量采取不同地区粮食播种面积占总播种面积的比重,该变量的弹性系数为 -0.314 8,随着我国经济发展居民生活水平不断提高,在解决温饱问题之后,对其他经济农作物以及特色农产品的需求开始增加。城镇化在全国层面数据中并不显著。在本回归模型中常数项的弹性系数为 4.104 4,且在 1% 的水平上显著,其中包含的重要因素就是农业生产过程中的技术进步,随着时间的推移,技术不断进步对农业的影响十分明显。

表 2 我国农业经济增长影响因素估计结果

变量	固定效应		随机效应	
	产出弹性系数	标准差	产出弹性系数	标准差
ln 农业固定资产投资	-0.000 2	0.007 6	-0.003 3	0.008 3
ln 农林牧渔业从业人员	-0.213 2 ***	0.065 8	0.199 4 ***	0.048 0
ln 有效灌溉面积	0.147 9 ***	0.049 7	0.226 5 ***	0.045 9
ln 农村用电量	0.095 6 ***	0.019 6	0.146 6 ***	0.018 4
ln 农业机械总动力	0.103 2 ***	0.023 1	0.082 6 ***	0.024 1
ln 农用化肥使用折吨量	0.171 3 ***	0.027 0	0.168 5 ***	0.028 6
ln 平均受教育年限	0.695 3 ***	0.198 4	0.771 2 ***	0.208 8
农业公共投资强度	1.050 9 ***	0.302 5	0.765 7 **	0.323 8
农业结构调整	-0.314 8 **	0.134 7	-0.273 9 **	0.133 6
城镇化	0.010 6	0.083 0	0.149 8 *	0.089 0
网络普及率	0.665 0 ***	0.067 4	0.669 7 ***	0.071 2
等级公路占比	0.037 7	0.052 4	0.028 0	0.056 1
受灾率	-0.151 9 **	0.060 2	-0.135 0 **	0.065 9
常数项	4.104 4 ***	0.602 6	0.774 5	0.473 4

注: \*、\*\*、\*\*\* 分别表示在 10%、5%、1% 水平上差异显著。观测值为 390 份,豪斯曼检验值为 77.12 \*\*\* , $R^2_{\text{固定效应}}=0.912\ 4$ , $R^2_{\text{随机效应}}=0.899\ 1$ 。

由表 3 可知,我国农业经济增长呈现出明显的阶段性特征,首先农业固定资产投资,在第一阶段的弹性系数为 0.105 5,但是随着时间的推移,第二阶段该系数变为 -0.030 6,该结果与理论分析并不一致,但也有学者得出农业固定资产投资为负的结论<sup>[18,28]</sup>,原因可能是农业生产本身的特性导致资本投入配置不合理,从业人员在第一阶段的弹性系数仍然为负。基础设施投入要素的阶段特征也十分明显,第一阶段主要是农村用电量与农业机械总动力对农业生产具有很强的促进作用,第二阶段与第三阶段在基础设施方面都不显著,值得一提的是有效灌溉面积在第三阶段的弹性系数为负,可能是在第一阶段农业基础设施建设程度已趋完善,在第二、第三阶段则应当更加注重科技型要素的投入以及改善相关制度。农村受教育年限对农业的促进作用只在第三阶段显著。网络普及率在第二阶段的弹性系数约为 1.16,在其他时段并不显著。农业公共投资强度随着时间的推移对农业的产出弹性逐渐减小,且第二、第三阶段都为负值。农业结构调整在第二阶段显著为正,2008—2011 年农业经济的发展仍然十分依赖粮食生产。

3.2 我国农业经济增长影响因素呈地区差异

我国经济发展呈现出的地区差异十分明显,总体上西部

地区农业经济占比高于东部地区,农业增长却落后于东部地区,西部地区虽然土地、人力资源较充裕,但是农业发展缓慢,且西部地区地域面积较广,整体农业作物销售较单一。因此,将我国东部地区、中部地区以及西部地区数据分别在不同时段进行估计(表 4)。

由表 4 可知,农业固定资产投资对 3 个地区都有正向促进作用。劳动力投入方面,东部地区和中部地区的弹性系数分别是 -0.513 1、-1.989 8,都存在劳动力投入过剩的现象,但是西部地区仍然投入不足。基础设施建设指标依据显著性进行说明,即东部地区较依赖农村用电量的投入;中部地区则是农业机械总动力的促进作用较明显,另外化肥的投入过剩;西部地区灌溉投入阻碍了农业经济的增长,但是同样对机械总动力的需求较高。新型投入要素平均受教育年限在中部地区的产出弹性系数为 1.281 6,网络普及率在西部地区的产出弹性系数为 1.034 4。制度变量在该阶段主要体现在西部地区,农业公共投资强度和农业结构调整的弹性系数分别为 1.268 2、1.164 0,且都在 1% 水平上显著。

由表 5 可知,在本回归模型中部地区豪斯曼检验接受原假设,应将随机效应回归结果作为说明对象。在此阶段,农业固定资产就出现了配置不合理的现象,在东部地区和西部

表 3 分阶段我国农业经济增长影响因素估计结果

变量	2003—2007 年弹性系数		2008—2011 年弹性系数		2012—2015 年弹性系数	
	固定效应	随机效应	固定效应	随机效应	固定效应	随机效应
ln 农业固定资产投资	0.105 5±0.021 3***	0.127 8±0.024 6***	-0.030 6±0.009 5***	-0.032 4±0.010 0***	0.002 6±0.011 7	0.000 8±0.013 5
ln 农林牧渔业从业人员	-0.321 8±0.145 1**	0.330 1±0.063 1***	-0.116 4±0.148 3	0.210 3±0.102 0**	0.201 7±0.175 9	0.681 9±0.119 1***
ln 有效灌溉面积	0.190 2±0.156 8	0.182 5±0.075 5**	0.021 0±0.220 1	0.009 8±0.134 1	-0.110 4±0.063 1*	-0.013 7±0.064 5
ln 农村用电量	0.068 1±0.027 8**	0.159 4±0.025 6***	-0.021 5±0.144 4	0.099 9±0.048 7**	0.034 4±0.026 9	0.087 6±0.026 1***
ln 农业机械总动力	0.082 1±0.028 7***	0.054 1±0.031 5*	0.219 9±0.190 8	0.185 6±0.109 4*	0.019 0±0.043 2	0.042 2±0.048 6
ln 农化用肥使用折纯量	0.054 3±0.036 4	0.077 3±0.040 5*	0.259 6±0.236 4	0.466 4±0.134 9***	-0.098 5±0.124 1	0.087 7±0.110 2
ln 平均受教育年限	0.213 3±0.285 3	0.551 1±0.289 9*	-0.108 7±0.479 0	0.027 6±0.443 3	0.412 6±0.210 4*	0.798 8±0.226 2***
农业公共投资强度	1.598 4±0.405 2***	0.935 6±0.450 8**	-2.247 7±0.624 6***	-1.975 7±0.619 2***	-1.146 7±0.541 2**	-1.200 0±0.623 5*
农业结构调整	-0.243 1±0.200 1	-0.508 0±0.197 2***	1.289 9±0.515 8**	-0.107 3±0.326 4	0.072 4±0.268 2	-0.148 3±0.255 3
城镇化	-0.002 9±0.092 4	0.059 0±0.103 6	0.818 2±0.531 2	0.625 6±0.461 7	0.597 7±0.630 9	1.169 0±0.539 4**
网络普及率	0.262 9±0.172 0	0.543 3±0.202 6***	1.157 2±0.285 4***	0.999 3±0.231 3***	0.144 0±0.267 5	0.089 3±0.243 3
等级公路占比	-0.002 4±0.070 2	0.062 2±0.072 3	-0.253 9±0.167 8	-0.370 5±0.157 1**	1.488 7±0.328 3***	0.904 6±0.330 0***
受灾率	-0.052 8±0.066 6	-0.103 5±0.080 2	-0.037 6±0.085 5	-0.047 9±0.090 8	-0.093 1±0.074 8	-0.193 0±0.084 8**
常数项	5.994 4±1.172 2***	0.844 0±0.617 6	4.030 5±1.678 1**	1.550 4±0.940 7*	4.183 1±1.250 2***	-1.135 9±0.779 3
观测值	150		120		120	
R <sup>2</sup>	0.739 4		0.813 2		0.607 2	
豪斯曼检验值	54.80***		26.71**		39.90***	

注：\*、\*\*、\*\*\* 分别表示在 10%、5%、1% 水平上差异显著（下同）。

表 4 第一阶段我国不同地区农业经济影响因素估计结果

变量	东部地区弹性系数		中部地区弹性系数		西部地区弹性系数	
	固定效应	随机效应	固定效应	随机效应	固定效应	随机效应
ln 农业固定资产投资	0.048 7±0.035 6	0.119 3±0.042 3***	0.031 8±0.060 7	0.211 7±0.064 2***	0.056 6±0.029 1*	0.049 1±0.092 9
ln 农林牧渔业从业人员	-0.513 1±0.274 3*	0.641 4±0.083 5***	-1.989 8±0.549 5***	0.290 9±0.308 9	0.521 6±0.269 5*	0.410 3±0.1472 ***
ln 有效灌溉面积	0.469 3±0.348 1	0.178 3±0.082 1**	-0.119 4±0.311 2	0.287 4±0.168 3*	-1.400 9±0.422 1***	0.283 3±0.143 8**
ln 农村用电量	0.064 0±0.035 3*	0.034 6±0.035 4	-0.216 8±0.261 5	-0.274 2±0.190 4	0.023 8±0.075 7	0.006 8±0.115 8
ln 农业机械总动力	0.041 5±0.039 9	-0.085 3±0.039 1**	0.484 4±0.159 8***	0.123 5±0.268 5	0.797 3±0.173 3***	0.146 1±0.227 0
ln 农化用肥使用折纯量	0.002 9±0.064 7	-0.059 9±0.057 9	-0.201 9±0.083 6**	0.288 5±0.078 2***	0.069 8±0.059 6	0.268 3±0.176 6
ln 平均受教育年限	-0.040 9±0.577 3	-0.182 4±0.504 8	1.281 6±0.601 3**	0.542 8±0.673 7	0.010 6±0.322 7	0.089 4±0.784 7
农业公共投资强度	2.024 3±1.729 6	2.323 4±1.707 6	0.785 8±1.065 4	3.881 9±1.737 9**	1.268 2±0.359 9***	-2.594 6±1.390 4*
农业结构调整	-0.186 4±0.244 5	-0.091 8±0.267 0	1.216 1±0.998 0	-1.749 9±1.148 0	1.164 0±0.406 9***	-0.109 5±0.511 4
城镇化	-0.031 7±0.181 7	0.642 3±0.213 7***	-0.298 0±0.220 6	0.173 5±0.261 4	0.081 8±0.116 2	0.178 5±0.444 5
网络普及率	0.182 6±0.246 9	0.137 0±0.364 7	-0.405 0±0.814 8	0.784 2±1.091 5	1.034 4±0.337 3***	2.198 3±1.579 3
等级公路占比	-0.277 0±0.249 5	-0.060 8±0.216 0	0.122 6±0.137 7	-0.013 4±0.182 6	0.090 4±0.079 4	-0.141 8±0.296 8
受灾率	-0.152 8±0.117 3	-0.233 1±0.228 5	-0.019 2±0.112 4	0.072 5±0.229 3	0.009 8±0.093 0	-0.520 2±0.379 8
常数项	7.400 0±1.823 8***	2.427 9±0.994 5**	16.405 4±4.340 2***	0.971 1±1.106 3	2.189 5±1.912 6	0.010 0±1.516 3
观测值(份)	55		40		55	
R <sup>2</sup>	0.716 0		0.917 3		0.926 5	
豪斯曼检验	31.40***		21.98***		39.90***	

地区的弹性系数都为负。劳动力投入在不同地区也表现出差异性,中部地区在该时段劳动力投入不足。东部地区依然是农村用电量的投入不足,更加须要机械设施和化肥的投入;该地区平均受教育年限的弹性系数为-0.777 4,原因可能是东部地区本身农业产出占比较低,周围经济环境较好,受到良好教育的农村人口更加倾向于从事第二、第三产业,并没有落实到农业生产。该指标在西部地区的弹性系数为1.565 2,西部地区总体教育水平落后于东部地区,因此更须要加强对教育投资的建设。互联网对3个地区的促进作用都十分明显,尤其是中部地区,产出弹性系数达到1.827 7。由于此前我国不断提升农业支持补贴投入,因此农业公共投资强度并没有合

理地落实到农业生产中,间接阻碍了农业的发展,在东部地区和西部地区的弹性系数分别为-2.724 8、-4.305 4。其他制度变量在该时段回归分析中并不显著。

由表6可知,东部地区劳动力投入过剩,而西部地区则表现为促进作用。东部地区仍然须要用电量的不断投入以及化肥的使用,尤其是化肥的促进作用最明显,弹性系数为0.510 3。平均受教育年限在该时段不同地区都不显著,网络普及率在中部地区的产出贡献率为1.316 8。制度变量方面,农业结构调整在东部地区和西部地区的弹性系数分别为0.519 6、-2.414 6。随着时间的不断更替,农村人口大量涌向城市,城镇化在中部地区的弹性系数为-3.002 7,严重阻

表 5 第二阶段我国不同地区农业经济影响因素估计结果

变量	东部地区弹性系数		中部地区弹性系数		西部地区弹性系数	
	固定效应	随机效应	固定效应	随机效应	固定效应	随机效应
ln 农业固定资产投资	-0.023 5±0.006 8 ***	-0.068 9±0.029 2 **	0.019 4±0.044 7	-0.000 9±0.035 4	-0.036 6±0.019 9 *	0.012 1±0.030 9
ln 农林牧渔业从业人员	-0.376 8±0.153 8 **	0.855 3±0.138 4 ***	0.186 8±2.170 3	0.816 7±0.341 8 **	0.071 9±0.170 6	0.666 1±0.145 4 ***
ln 有效灌溉面积	0.131 2±0.275 4	1.583 9±0.365 1 ***	1.123 1±1.049 0	-0.216 7±0.336 2	-0.150 0±0.393 3	0.332 9±0.116 7 ***
ln 农村用电量	0.286 1±0.147 6 *	-0.229 9±0.109 9 **	-0.034 7±0.647 4	-0.853 1±0.147 9 ***	0.148 6±0.208 1	0.227 3±0.099 8 **
ln 农业机械总动力	-0.076 1±0.233 6	-0.707 2±0.153 5 ***	0.255 6±0.849 1	0.697 8±0.278 1 **	0.372 1±0.246 4	0.315 8±0.220 0
ln 农用地肥使用折纯量	0.036 0±0.324 4	-0.502 5±0.179 6 ***	-2.172 8±2.225 0	0.491 3±0.133 1 ***	0.068 9±0.279 9	-0.245 4±0.118 4 **
ln 平均受教育年限	-0.777 4±0.422 1 *	-1.841 4±0.959 5 *	-1.823 6±2.958 5	0.061 7±1.100 1	1.565 2±0.744 8 **	0.175 5±0.580 2
农业公共投资强度	-2.724 8±0.752 5 ***	1.228 2±1.594 4	-2.768 7±2.127 4	-0.997 0±1.614 4	-4.305 4±1.035 2 ***	-2.930 1±1.088 7 ***
农业结构调整	0.374 3±0.663 2	0.795 5±0.463 7 *	1.787 4±2.807 3	-0.544 0±0.603 0	0.447 7±0.568 1	-1.948 2±0.359 9 ***
城镇化	0.833 8±0.648 3	-0.560 1±0.726 6	1.283 7±3.616 9	1.234 1±1.769 5	0.920 2±0.759 5	2.664 6±0.530 8 ***
网络普及率	0.893 0±0.269 1 ***	2.291 7±0.635 3 ***	3.230 6±2.124 0	1.827 7±0.791 6 **	0.805 6±0.462 5 *	-0.993 7±0.448 7 **
等级公路占比	-0.046 6±0.136 2	0.247 6±0.410 3	-0.477 9±1.107 2	-0.714 2±0.371 8 *	-0.690 0±0.276 5 **	0.708 0±0.223 5 ***
受灾率	0.014 4±0.091 6	-0.345 2±0.414 1	0.117 3±0.268 4	0.099 0±0.236 0	-0.384 4±0.135 8 **	-0.803 8±0.213 4 ***
常数项	8.435 0±2.082 0 ***	5.852 7±1.916 5 ***	11.443 1±17.812 9	-1.813 5±2.737 3	0.555 3±2.868 4	-1.406 3±1.113 7
观测值(份)	44		32		44	
R <sup>2</sup>	0.949 0	0.319 6	0.764 0	0.636 0	0.942 3	0.716 4
豪斯曼检验	29.13 ***		6.71		25.86 ***	

表 6 第三阶段我国不同地区农业经济影响因素估计结果

变量	东部地区弹性系数		中部地区弹性系数		西部地区弹性系数	
	固定效应	随机效应	固定效应	随机效应	固定效应	随机效应
ln 农业固定资产投资	0.006 9±0.012 3	-0.061 8±0.032 6 *	0.028 8±0.040 0	0.060 4±0.060 5	0.016 1±0.032 4	0.156 0±0.069 9 **
ln 农林牧渔业从业人员	-0.862 4±0.396 4 **	1.054 4±0.133 0 ***	0.385 6±0.374 6	0.426 4±0.186 7 **	1.155 0±0.469 5 **	0.771 9±0.279 7 ***
ln 有效灌溉面积	-0.015 3±0.109 0	0.477 4±0.197 8 **	0.071 1±0.148 8	0.484 6±0.079 7 ***	-0.281 1±0.146 5 *	0.384 4±0.113 2 ***
ln 农村用电量	0.054 1±0.029 8 *	0.046 0±0.051 2	0.097 3±0.216 9	-0.459 7±0.077 9 ***	0.052 5±0.139 1	0.230 0±0.140 7
ln 农业机械总动力	-0.332 5±0.248 7	-0.015 0±0.153 7	-0.010 6±0.041 3	0.009 2±0.068 9	0.442 2±0.401 5	0.270 3±0.284 1
ln 农用地肥使用折纯量	0.510 3±0.293 8 *	-0.521 1±0.134 0 ***	-0.093 9±0.362 0	0.227 9±0.079 2 ***	-0.278 7±0.291 3	-0.568 5±0.149 5 ***
ln 平均受教育年限	-0.339 9±0.273 3	0.738 5±0.606 6	0.461 7±0.466 5	-0.149 3±0.720 6	0.400 8±0.495 6	0.302 9±0.833 8
农业公共投资强度	-1.246 0±1.044 2	9.888 2±1.476 3 ***	-1.054 3±0.735 9	-2.263 3±1.448 5	-1.858 9±1.095 4	-6.068 7±1.968 9 ***
农业结构调整	0.519 6±0.280 6 *	-0.258 5±0.478 3	0.369 9±1.202 1	-1.349 1±0.294 4 ***	-2.414 6±1.162 0 *	-0.556 2±0.500 8
城镇化	-0.126 5±0.813 3	3.716 2±0.815 0 ***	-3.002 7±1.146 2 **	-1.132 2±0.896 6	-0.531 1±2.289 4	0.874 0±0.790 6
网络普及率	0.272 4±0.453 1	-0.707 6±0.583 9	1.316 8±0.603 2 *	1.933 7±0.568 9 ***	-0.314 8±0.673 1	1.532 5±0.925 8 *
等级公路占比	1.328 6±1.391 1	-1.404 6±0.716 3 **	1.419 2±1.421 8	-1.426 9±0.328 9 ***	1.888 9±0.716 5 **	0.901 7±0.318 8 ***
受灾率	0.031 3±0.077 8	-0.130 5±0.218 5	-0.091 4±0.183 9	-0.297 1±0.316 5	-0.451 7±0.202 3 **	-0.573 5±0.445 9
常数项	11.501 1±2.712 1 ***	-1.828 2±1.122 0	3.257 3±5.441 0	5.183 5±1.796 2 ***	-1.748 4±3.287 9	-2.017 6±1.947 8
观测值(份)	44		32		44	
R <sup>2</sup>	0.728 1	0.002 0	0.740 4	0.222 5	0.800 6	0.394 4
豪斯曼检验	28.71 ***		15.84 **		27.35 ***	

碍了该地区农业经济的发展。

4 结论

随着农业供给侧改革进程的不断推进和现代农业增长方式的转变,我国农业经济增长方式亟待寻求新型投入要素,使农业生产趋于多样化,增加农产品营销渠道。本研究在 Griliches 生产函数基础上,将农业传统投入要素与互联网普及率、乡村人口平均受教育年限以及制度变量结合起来建立农业生产函数。将研究时间段按照我国在不同时间节点所作出的农业制度变迁分为 3 个阶段,对不同阶段相关投入要素的影响程度进行实证研究。结果表明,首先,农业资本投资和基础设施建设。长期来看,总体农业基础设施建设对农业经济增长具有促进作用,有效地增加了农业生产的规模效益。

但是随着制度的不断变迁,基础设施与农业资本在不同时段的促进作用具有一定的差异性,资本投入在我国支农补贴不断成熟阶段存在配置不合理的现象。其次,乡村文化教育投资。农村从业人员受教育程度对农业的影响较大,近几年科学技术在农业生产中的不断普及更是加大了对劳动力专业素质培养的需求。再次,网络普及。互联网普及率对农业经济增长起重要的促进作用,解决了农业以往存在的滞销、保质期短等问题,加快了农产品的流通,促进农村和城镇居民的共同发展。最后,制度变革和基础创新。农业公共投资强度对于农业经济的发展具有稳健的促进作用,但是随着制度周期的不断更替,其促进作用逐渐下降。农业种植结构方面,不同地区对粮食生产的侧重性并不相同。总体来看,粮食的大量生产阻碍了农业经济的发展。城镇化的发展必然会影响农业经

济的发展,在本次回归估计中的显著性并不强,但从 2012—2015 年中部地区来看,城镇化明显降低了农业经济的发展速度。

本研究的政策效应十分明显,首先,应当鼓励农业技术的不断提升,互联网和资本投资作为人力资本的补充和必要条件,应当充分发展,不断进步,从根本上提升农业生产的技术效率。其次,在农业要素投入过程中不应只重视资金,应根据不同地区的具体情况进行有侧重的投入。最后,对于新型农业增长引擎的改善,由于互联网和人力资本投资的促进作用表现出高度的一致性,因此两者应当放到相同的地位进行改善。互联网的发展也是当前任何行业的趋势,“互联网+农业”的不断推进也使得农业经济增长效率有所提高,互联网的使用可以是农产品的销售和原材料采购得以有效解决并降低其成本。我国是农业大国,不同地区生产的农产品也不尽相同,加上农业经济的特殊性,这就须要各级政府做好宏观调控,加强农业公共投资,尤其是东部地区,农业的生产模式也应逐渐转向多样化,减少粮食作物的播种面积。从整体上改变农业生产方式,提升农业生产效率。

#### 参考文献:

- [1] 王艳华. “互联网+农业”开启中国农业升级新模式[J]. 人民论坛, 2015(23): 104–106.
- [2] Karimov A, Banterle A, Dries L. Factors affecting efficiency of cotton producers in rural Khorezm, Uzbekistan; re-examining the role of knowledge indicators in technical efficiency improvement[J]. Agricultural and Food Economics, 2014, 2(1): 1–16.
- [3] 朱满德, 程国强. 中国农业政策: 支持水平、补贴效应与结构特征[J]. 管理世界, 2011(7): 52–60.
- [4] McMillan J, Whalley J, Zhu L. The impact of China's economic reforms on agricultural productivity growth[J]. Journal of Political Economy, 1989, 97(4): 781–807.
- [5] 蒋 融. 我国互联网农业发展现状、存在的问题及建议对策[J]. 金融经济, 2015(20): 40–41.
- [6] 李 霄. 收入、教育、区位与农村互联网普及[J]. 经济论坛, 2011(6): 147–151.
- [7] 西奥多·W·舒尔茨. 改造传统农业[M]. 梁小民, 译. 北京: 商务印书馆, 1987: 3.
- [8] Lucas Jr R E. On the mechanics of economic development[J]. Quantitative Macroeconomics Working Papers, 1999, 22(1): 3–42.
- [9] Haveman R H, Wolfe B L. Schooling and economic well-being: the role of nonmarket effects[J]. Journal of Human Resources, 1984, 19(3): 377–407.
- [10] 张 宁, 陆文聪. 中国农村劳动力素质对农业效率影响的实证分析[J]. 农业技术经济, 2006(2): 74–80.
- [11] 李谷成. 人力资本与中国区域农业全要素生产率增长——基于 DEA 视角的实证分析[J]. 财经研究, 2009, 35(8): 115–128.
- [12] 刘 晗, 王 钊, 姜 松. 人力资本对农业技术效率影响研究——基于省级面板数据的实证分析[J]. 云南财经大学学报, 2016(3): 58–68.
- [13] 陈 钊, 陆 铭, 金 煜. 中国人力资本和教育发展的区域差异: 对于面板数据的估算[J]. 世界经济, 2004(12): 25–31, 77.
- [14] Fan S, Zhang X B. Infrastructure and regional economic development in rural China[J]. China Economic Review, 2004, 15(2): 203–214.
- [15] 霍丽娅. 从农民个人收入变化看农业种植业结构调整——四川省成都市龙泉驿区转龙村个案调查研究[J]. 农村经济, 2006(6): 39–41.
- [16] 李谷成, 范丽霞, 冯中朝. 资本积累、制度变迁与农业增长——对 1978—2011 年中国农业增长与资本存量的实证估计[J]. 管理世界, 2014(5): 67–79, 92.
- [17] 徐现祥, 周吉梅, 舒 元. 中国省区三次产业资本存量估计[J]. 统计研究, 2007, 24(5): 6–13.
- [18] 吴清华, 周晓时, 冯中朝. 基础设施对农业经济增长的影响——基于 1995—2010 年中国省际面板数据的研究[J]. 中国经济问题, 2015(3): 29–37.
- [19] 章 磷, 姜 丽. 黑龙江省农业基础设施竞争力研究[J]. 农场经济管理, 2004(4): 23–24.
- [20] 林毅夫. 新结构经济学的理论框架研究[J]. 现代产业经济, 2013(增刊 1): 18–23.
- [21] Lin J Y. Rural reforms and agricultural growth in China[J]. American Economic Review, 1992, 82(1): 34–51.
- [22] Fan S, Pardey P G. Research, productivity, and output growth in Chinese agriculture[J]. Journal of Development Economics, 1997, 53(1): 115–137.
- [23] 黄少安, 孙圣民, 官明波. 中国土地产权制度对农业经济增长的影响——对 1949—1978 年中国大陆农业生产效率的实证分析[J]. 中国社会科学, 2005(4): 48–61.
- [24] 史 云, 杨相合, 谢海英, 等. 农业供给侧结构性改革及实现形式——田园综合体[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(24): 320–326.
- [25] 张朝辉, 王太祥. 新疆生产建设兵团农业供给侧结构性改革的要素结构与实践路径[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(19): 53–57.
- [26] 曹玲玲, 姜丽丽, 刘彬斌. 江苏省农业供给侧结构性改革效用评价及优化机制[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(19): 103–107.
- [27] 刘 松, 韩 烁. 基于替代性食物网络的欠发达地区农业供给侧结构性改革[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(19): 18–24.
- [28] 刘 晗, 曹祖文. 基础设施投资、人力资本积累与农业经济增长[J]. 经济问题探索, 2012(12): 84–90.