司增绰，倪晨. 数字经济赋能农业全要素生产率的逻辑、效应及机制［J］. 山西农业大学学报（社会科学版），2026，25（1）：59-73.
SI Zengchuo，NI Chen. The logic， effects and mechanism of digital economy empowering the total factor productivity of agriculture［J］. Journal of Shanxi Agricultural University（Social Science Edition），2026，25（1）：59-73.
DOI：10.13842/j.cnki.issn1671-816X.2026.01.006

数字经济赋能农业全要素生产率的逻辑、效应及机制

司增绰，倪晨
（江苏师范大学 商学院，江苏 徐州 221116）

摘 要：促进数字经济和实体经济深度融合是建设现代化产业体系的核心内容之一，赋予农业新的内涵，为解决农业固本问题提供了新机遇和新思路。研究发现：第一，数字经济能够显著提升农业全要素生产率。第二，影响机制检验结果表明，数字经济对农业全要素生产率的影响存在以电子商务发展水平和人力资本结构为中介变量的中介效应，电子商务发展水平和人力资本结构能够强化数字经济对农业全要素生产率的提升效应，数字经济发展与电子商务和人力资本形成了良好互动关系。第三，异质性检验结果表明，数字经济对农业全要素生产率的提升作用与各省数字经济发展水平和农业资源禀赋有关。第四，分位数回归结果表明，数字经济对农业全要素生产率的影响存在结构性差异，即随着农业全要素生产率提高，数字经济对其影响先逐步减小，但当农业全要素生产率达到某一临界值后，这种影响又逐步增大。最后，文章提出了促进数字经济提升农业全要素生产率的对策建议。

关键词：数字经济；农业全要素生产率；电子商务发展水平；人力资本结构
中图分类号：F32 **文献标识码：**A 文章编号：1671-816X（2026）01-0059-15

一、研究背景

党的二十大报告强调“加快建设农业强国，扎实推动乡村产业、人才、文化、生态、组织振兴。”农业强国具体表现为农业供给保障能力强、农业科技创新能力强、农业可持续发展能力强、农业竞争力强和农业发展水平高，其中一个关键指标就是农业全要素生产率（以下简称农业TFP）高。2022年底，中央农村工作会议指出，农业强国是我国社会主义现代化强国的根基，建设农业强国必须全面提升农业TFP水平。农业生产系统总效率的度量体现为农业TFP，即农业总产出与总投入之比，其中总投入包括如资本、劳动力、土地等有形的生产要素，也包括技术进步、产业链升级、要素分配效率提高、产业结构调整及政策改进等隐形投入，即能够影响农业产出的所有因素。农业TFP能够有效反映农业生产系统总体效率，能帮助政府适时提出适应经济发展的农业政策。

此外，继农业经济、工业经济之后，数字经济已经成了最主要的经济形态，为了抓住当下科技革命和产业变革新机遇，党的二十大报告指出需“加快发展数字经济，促进数字经济和实体经济深度融合，打造具有国际竞争力的数字产业集群”。因数字经济蓬勃发展而释放出“数字红利”，成为推动我国农业发展的重要力量。数字经济改变了传统农业的信息传递方式，不仅帮助农业相关从业者更加迅速、廉价地获取所需要的种植、生产等方面的相关知识，而且使得生产者和消费者之间能够高效交流，让农业生产变得更加精准和高效，同时降低了农业成本，提升了农业TFP水平。农业TFP越高，说明农业发展对

收稿日期：2025-09-10 **修回日期：**2025-11-12
基金项目：国家社会科学基金一般项目“发挥产业支撑农村集体经济成长的基础性作用研究”（21BJY178）
作者简介：司增绰，研究方向：产业经济学。

土地、化肥、农药、劳动力等传统资源要素的依赖性越小，农业发展的科技含量越高、可持续性越强。数字经济还能通过国家政策对于农业生产者给予资金支持，降低风险，通过建设5G基站、物联网设施以及物流配送设施提高农产品销售效率，同时也提高了农业TFP。综上所述，数字经济会影响农业TFP，研究数字经济对农业TFP的影响具有现实意义。

目前学术界对农业TFP的研究重点主要有测度方法和影响因素两个方面。首先，对于农业TFP的测度方法，数据包络分析法（DEA）和随机前沿分析法（SFA）出现频率较高。例如，尹朝静和高雪[1]采用时变衰减SFA模型来测算农业TFP，发现进出口贸易额增加均能提高农业TFP。甘天琦等[2]运用随机前沿模型（SFA）测算县域农业TFP，研究得出我国县域农业TFP增长率呈现出“涨跌互现”情形且波动较为剧烈。从方法层面来看，DEA不需要提前设定生产函数模型和误差项分布形式，且不必担心生产函数的初始设定问题。相对于DEA分析法，SFA必须提前设定生产函数的具体表示形式，也就意味着SFA要求更高的模型精准度，但是误差在模型设定中通常是不可避免的，这使得SFA方法使用有一定的局限性。比如周鹏飞和沈洋[3]采用了考虑非期望产出的数据包络分析（DEA）法测度农业TFP；陈培荣和卢茗轩[4]通过DEA-Malmquist方法测算我国31个省份的农业TFP，研究了营商环境与农业TFP之间相互制约的路径。

在农业TFP的影响因素方面，学术界的研究逐渐深入。城镇化与农业TFP的关系一直备受关注，李士梅和尹希文[5]通过研究得出劳动力减少导致农村劳动力数量和质量下降，城镇人口比例上升占用了农业更多资源，阻碍了农业TFP提高。从基础设施角度来看，邓晓兰和鄢伟波[6]通过研究得出农村灌溉、道路、电力和医疗基础设施对我国农业TFP都存在明显溢出效应。与此同时，金融市场同样能够影响农业TFP，孟守卫[7]对农村金融市场结构影响中国农业TFP的研究表明，农村金融市场结构对农业TFP提高具有显著负向效应，目前中国农村金融市场结构仍然垄断程度较强，不利于农业TFP水平提高；温红梅和王宏宇[8]研究表明农业信贷规模与农业TFP和技术效率改进存在“倒U型”关系。从气候的角度来看，林光华和陆盈盈[9]以冬小麦为例，研究了气候变化对农业TFP的影响，即高温主要通过降低技术效率和技术进步进而降低TFP；易福金等[10]研究得出全年气温均值对农业TFP有显著正向作用，而全年降水总量、降水密度及高温、低温对农业TFP有显著负向影响且在不同区域间呈现出显著差异。投资对农业TFP的影响也不容忽视，王亚飞等[11]分析并得出农业外商直接投资对农业TFP及各细分项即技术进步、技术效率和规模效率等都具有显著促进作用，但从长期来看却呈现出“倒U”型特征。农业保险是农业发展的基础保障，金绍荣等[12]发现农业保险能够显著促进农业TFP的增长，且东部地区的促进效果更加明显。随着数字经济发展，关于普惠金融对农业TFP的影响研究越来越深入，如葛和平和高越[13]分析并得出普惠金融指数及覆盖广度、使用深度和数字化程度等均可提高农业TFP且其主要是通过加快农业技术进步提升农业TFP的。

近几年数字经济一直是文献关注的热点，相关文献对数字经济发展的测度和经济社会效应进行了深入研究。目前，由于测度依据不同，文献构建的数字经济发展水平指标体系也各不相同，因此，文献以不同的指标体系衡量数字经济发展水平。如刘军等[14]从信息化发展、数字交易发展和互联网发展三个维度、运用18个测度指标构建了中国分省份数字经济评价指标体系，而王军等[15]选定了数字经济发展载体、数字产业化、数字经济发展环境及产业数字化4个指标，采取熵值法赋予权重，测算出数字经济发展水平。关于数字经济的社会经济效应研究则分布在各个领域。如在促进创新研究方面，唐要家等[16]研究了数字经济发展带来的市场结构变化及其对创新绩效的影响，发现数字经济发展总体上促进了创新水平提高，但数字经济对创新绩效具有典型的动态非线性影响。在促进协调发展研究方面，袁野和李林汉[17]通过研究数字经济、技术创新与经济高质量发展的耦合协调效应得出结论，全国范围内这三者的三系统耦合协调度近似呈现U型变化趋势，属于中等耦合协调，但波动不大，东部属于高度、而中部和西部属于低度耦合状态。

在促进绿色发展研究方面，黎毅和蒋青松[18]研究得出数字经济能够显著降低碳排放强度，实现碳减排效应。在推动开放发展研究方面，葛飞秀和张智焜[19]通过研究得出，从发达经济体和发展经济体的角度来看，数字经济发展与中国服务贸易出口总额、知识密集型以及非知识密集型服务贸易出口规模的关系具有稳健性。在促进共享发展研究方面，张腾等[20]得出数字经济对于我国经济高质量发展具有明显促进效应，且具体可以通过全要素生产率与市场运行效率、经济结构与市场体系、社会福利水平与共享经济成果、自然资源利用率与降低生态环境污染四个维度，促进我国经济高质量发展。

事实上，针对数字经济对全要素生产率、绿色全要素生产率、城市和地区绿色全要素生产率、企业全要素生产率、农业高质量发展等影响的研究以及数字经济的不同形式——数字普惠金融、互联网等对农业TFP影响的研究较多。如Yao Wen和Sun Zhuo[21]通过构建具有经济、社会和生态效益的农业高质量发展评价指标体系，实证检验了数字经济发展对农业高质量发展的作用和机制，Leng Xiaochen和Tong Guangji[22]运用灰色关联法对数字经济产业与农业产业转型的协调性进行了分析。相应地，研究数字经济对农业TFP影响的研究相对较少。如林青宁和毛世平[23]研究得出，数字经济对农业TFP不仅存在显著正向影响，还正向调节了第一产业第二产业协同集聚和第一第三产业协同集聚对农业TFP的影响。孙光林等[24]研究发现，提高数字经济发展水平有利于改善农业TFP，且正向影响了农业TFP中的农业技术进步和技术效率，同时城镇化和劳动生产率作为中介变量在数字经济影响农业TFP的过程中具有显著的正向中介效应。

经过对上述文献梳理和分析发现，很少有文献直接探讨数字经济对农业TFP的影响，其影响效果有待考察，内在机制有待挖掘，异质性有待审视，而这也正成为研究关注的重点。因此，研究边际贡献如下：第一，分别构建数字经济和农业TFP的指标体系，选择并测度了2013—2021年度我国内地（不含西藏）30个省级行政区的数字经济发展水平和农业TFP；第二，实证分析了数字经济影响农业全要素生产率的方向及程度，并且检验了数字经济影响农业TFP的内在机制；第三，考虑数字经济和农业TFP发展现状，从数字经济发展水平差异和农业功能区的不同两个方面进行异质性分析。

二、理论机理与研究假设

（一）数字基础设施、数字产业化和产业数字化共同形成的数字生态对农业TFP提升产生影响

农业全要素生产率可以分解为农业技术进步和农业技术效率。经济增长离不开技术进步，农业技术效率对于提高农业生产效益和推动农业可持续发展具有重要意义。数字经济发展能够通过数字基础设施完善、生产管理水平提升等方面引领农业技术进步，提高农业技术效率，进而促进农业TFP的提升。一方面，数字基础设施能为农业生产提供技术支撑，从而提升农业生产效率，改善农产品品质，为农业高质量发展助力，农业高质量发展离不开农业TFP增长。数字基础设施能够使生产者精确地把握农业生产的各项时间节点，如播种、施肥、收割等，通过智能监管设施形成完整连贯的数据链，从而更加科学地测定各节点的合理性，经验不再是农业生产的唯一标准，由此可推动农业生产的高质量发展。在生产方面，数字天气监测设备能够实时监测和预测，从而为农业生产和决策提供更加精确的天气信息，对于极端天气的预警也能有效降低极端天气对农业造成的不利影响。农机装备智能化是智能制造的领域之一，高端智能农机装备机械的发展能够提高农业生产中各个作业环节的效率和质量，物联网和数据平台能够及时提醒用户进行维修维护、调度管理，从而进一步提高生产和管理效率，也提高了农业TFP。在销售方面，数字基础设施能够推动产业链智能化发展，通过大数据对当前农产品市场的需求和销售情况进行分析和预测，从而为农业生产提供相应指导，避免出现由于信息偏差或者信息错误而导致的供过于求或者供不应求的农业生产问题，确保农户生产收入稳定和上升，提高农业TFP。从可持续发展的角度来看，数字基础设施建设与升级能够转换农村发展动能，减少农村生产生存对生态环境的破坏。一方面改变传统农业依靠当地的自然资源如

煤炭、木材等的发展模式，另一方面完善基础设施和提高农业效率，即可提高土地利用效率，从而最大限度地利用好耕地，达到退耕还林的效果。

另一方面，数字产业化能够培育和发展数字经济的新兴产业，在农业中的数字产业化则代表了农村地区数字产业的发展程度。从农业发展的视角来看，数字产业化需要通过数字技术完善农业数据要素，对农业TFP提高和农业现代化建设有着重要意义。数字产业所涵盖的互联网、电子商务、软件开发、网络安全等与数字技术相关的行业以数字技术为基础，运用互联网和通信技术，为农业从业人员提供各种数字化产品和服务，创造出新的商业模式和商机。在数字产业化中，创新和创业起着重要作用。创新是数字产业化的源动力，能够在不断变化的市场需求中及时提供所需产品；创业则是数字产业化的推动器，通过创业可以吸引更多人才和资本参与数字经济发展，推动农业快速成长，提高农业TFP。

此外，产业数字化和数字产业化之间存在着密切的关系，产业数字化为数字产业化提供了基础和支撑，是其发展的重要前提和推动力。在产业数字化的进程中，传统农业可以将传统的生产过程、业务模式、管理方式等数字化，通过引入各种信息化技术和数字化工具，使其生产、供应链、客户关系等环节都能够实现数字化管理和自动化操作。通过数字化转型，传统产业可以更好地适应数字经济发展趋势，提高创新能力和竞争力。在产业数字化中，信息技术是至关重要的核心驱动力。例如，大数据分析和云计算可以帮助农业从业者更好地了解市场需求和消费者行为，从而调整农产品品种、外观及包装、生产效率和服务策略；人工智能和机器学习可以改进生产流程和提高生产效率；物联网技术可以实现设备之间的互联，实现智能生产和自动化控制。

以上三点都能表明数字经济对农业TFP的重要意义。因此，提出如下假设：

H1a：数字经济发展能够提高农业TFP。

此外，中国幅员辽阔，考虑到各地区之间经济发展水平、各地农业发展政策以及地理位置等方面的不同，农业TFP也可能会受到相关影响。因此，提出如下假设：

H1b：数字经济对农业TFP增长的影响存在地区差异。

（二）数字经济通过中介环节和渠道所形成的作用路径以网链式关联对农业TFP提升产生影响

数字经济对农业TFP的影响不只是简单的线性或者非线性关系。在数字经济提高电子商务发展水平方面，从整体看，数字经济将通过促进电商发展对农业生产、分配和销售产生重大影响。数字经济发展将改变电子商务运作方式，并有助于扩大其广度和深度，增强其市场适配度。数字经济发展将进一步影响生产制造、产品供应链和物流企业的组织和管理。基于大数据为企业成长提供数据支持，充分提高物流企业的运营效率和服务质量。此外，随着数字经济发展空间扩大，越来越多种类、质量、产地不同的产品被发掘出来，电子商务发展边界在不断扩大，同时数字技术通过大数据分析帮助电商提高了服务能力，帮助产业链终端消费者快速、精确地得到需要的产品，也不断帮助以生产为导向的企业提高供应效率。

在电子商务发展提高农业TFP方面，首先，电商发展对农产品市场资源优化配置起到了促进作用，同时促进了互联网发展，打破了生产者和消费者之间信息壁垒，农民直接跳过中间商进入市场，能够第一时间接收到消费者需求信息，从而及时改进产品内容和供应量以及生产流程，农业数据不再是冰冷的数字，而是成为农户生产所产出又能投入到生产的一部分，从而优化市场资源配置，提升资源配置效率，提高农业TFP。电子商务发展水平越高，越有利于拓宽农产品销售渠道，降低流通成本。电商营销是一种以电子信息技术为基础，以线上交易为渠道的网上交易模式，避免了传统线下交易模式交易时间长、交通运输时间长、农产品不易存储等弊端，缩短了农产品到消费者手中的时间。其次，随着电商的带动效应，销售量的上升促进农户不断调整产品种类和产量，提高了生产销售标准化水平，更有利于形成集群效应；同时，通过电商的及时反馈机制，农户可根据客户反馈及时调整标准化生产流程，进行规模化管理，在不断磨合下，形成良好供需关系。以上方面都能有效提高农业TFP。

在数字经济改善人力资本结构方面，在数字经济驱动下，先进设备将替代低端劳动力，同时也增加了高素质劳动力需求。为了适应这一需求，胜任知识密集和技术密集型岗位，农业从业者必须具备数字技术使用技能，通过学习数字相关的知识和技能，来提升自身人力资本水平，以适应时代发展带来的就业环境的新变化，而数字经济的信息化和网络化特征使得农民通过互联网获取信息更加方便，也更能够通过互联网学习获取如农业生产知识、农业生产管理技巧等知识，提升能力，从而优化农业人力资本结构。

在人力资本结构提高农业TFP方面，低水平人力资本主要通过模仿技术、引进他国机器促进农业TFP提升，高水平人力资本则主要通过新技术创新促进农业TFP提升。通过技术理论教育和实践教育投入，一方面可以加强相关人员的专业素养，提升其技术创新与开发能力，从而有利于其研发出更多农业技术和机械设备；另一方面，高水平人力资本能够更好地解析和吸收他国先进技术，投入我国农业生产过程中，也可以通过技术模仿为低水平人力资本创造基础，提供被模仿的技术和机械设施。以上均能够帮助提升农业TFP。

因此，提出如下假设：

H2：数字经济通过提升电商发展水平来提高农业TFP。

H3：数字经济通过改善人力资本结构来提高农业TFP。

三、研究设计

（一）计量模型设定

1. 基准回归模型

为考察数字经济对农业TFP的影响效果，构建如下基准回归模型：

$$TFP_{it}=\alpha_0+\alpha_1 dig_{it}+\alpha_c X_{it}+\mu_i+\nu_t+\varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中，TFP为被解释变量即农业全要素生产率；dig为核心解释变量即数字经济，表示数字经济发展水平；X表示一系列控制变量，包括财政支农水平（*fins*）、乡村电力水平（*elec*）、土地利用能力（*land*）、乡村道路水平（*road*）、农业保障水平（*insu*）；i表示省份，t表示年份，μ_i表示个体固定效应，可以解决不随时间变化而随省份而异的不可观测因素带来的问题；ν_t表示时间固定效应，能够解决随年度变化而不随省份变化的不可观测因素带来的问题；ε表示随机扰动项。

2. 中介效应回归模型

根据前文理论分析构建中介效应模型，将电子商务发展水平（*eco*）和人力资本结构（*huma*）作为中介变量加入模型中进行中介效应检验。

第一阶段检验核心解释变量数字经济对被解释变量农业TFP的总影响，构建基准模型如下：

$$TFP_{it}=\alpha_0+\alpha_1 dig_{it}+\alpha_c X_{it}+\mu_i+\nu_t+\varepsilon_{it} \quad (2)$$

第二阶段检验核心解释变量数字经济对中介变量的影响，构建模型如下：

$$Z_{it}=\beta_0+\beta_1 dig_{it}+\beta_c X_{it}+\mu_i+\nu_t+\varepsilon_{it} \quad (3)$$

其中，Z表示中介变量，即电子商务发展水平（*eco*）、人力资本结构（*huma*）。

第三阶段在式（2）的基础之上，构建数字经济与中介变量对农业TFP的线性回归方程如下：

$$TFP_{it}=\gamma_0+\gamma_1 dig_{it}+\gamma_2 Z_{it}+\gamma_c X_{it}+\mu_i+\nu_t+\varepsilon_{it} \quad (4)$$

（二）变量选取

1. 被解释变量

（1）指标选取

被解释变量为农业全要素生产率（农业TFP）。基于已有研究成果和数据可获得性，参考李红艳等[25]、张启文和田静[26]等文献，将产出变量选定为农林牧渔业的总产值和农村人均经营性收入，将投入要素选定为第一产业就业人数、农业机械总动力、农作物总播种面积、有效灌溉面积、按折纯法计算的农用化肥施用量、农药使用量，该部分投入一定程度上囊括了劳动、资本等生产要素的投入，并使得投入更加全面和具体，如表1所示。

（2）测度方法

Malmquist指数是一种基于生产前沿发展起来的测量农业全要素生产率的有效方法，现今已经应用到各行业的生产率测算中，由于它主要是通过计算数据包络分析（DEA）来实现，因此也常被称为DEA-Malmquist指数法。该方法不需要任何假设，只要提供必要的对象和指标便可进行求解，具体公式如下：

表1 农业全要素生产率测算指标体系构建

一级指标	二级指标	指标解释	单位
投入指标	第一产业就业人数	劳动力投入	万人
	农业机械总动力	机械投入	万千瓦
	农作物总播种面积	土地投入	千公顷
	有效灌溉面积	水资源投入	千公顷
	按折纯法计算的农用化肥施用量	化肥投入	万吨
	农药使用量	农药投入	万吨
产出指标	农林牧渔业总产值	农业产值	亿元
	农村人均经营性收入	农民收入	元

注：由于国家统计局在《中国统计年鉴》里统计口径变化或者指标更名，2014年及以后有效灌溉面积更名为耕地灌溉面积；2013年国家统计局将“城镇居民可支配收入”和“农民人均纯收入”统一为一个指标“居民可支配收入”用以核算城乡居民收入，而对比数据可知，2013到2014年相关数据变化不大，因此2013年采取农村居民人均经营纯收入来表示农民收入

$$M_t\left(x^t,y^t,x^{t+1},y^{t+1}\right)=\left[\frac{D_t^{t+1}\left(x^{t+1},y^{t+1}\right)}{D_t^{t+1}\left(x^t,y^t\right)}\times\frac{D_t^t\left(x^{t+1},y^{t+1}\right)}{D_t^t\left(x^t,y^t\right)}\right]^{\frac{1}{2}} \tag{5}$$

$$M_t\left(x^t,y^t,x^{t+1},y^{t+1}\right)=\frac{D_t^{t+1}\left(x^{t+1},y^{t+1}\right)}{D_t^t\left(x^t,y^t\right)}\times\left[\frac{D_t^t\left(x^{t+1},y^{t+1}\right)}{D_t^{t+1}\left(x^{t+1},y^{t+1}\right)}\times\frac{D_t^t\left(x^t,y^t\right)}{D_t^{t+1}\left(x^t,y^t\right)}\right]^{\frac{1}{2}} \tag{6}$$

$$M_t\left(x^t,y^t,x^{t+1},y^{t+1}\right)=TECH\times TECCH \tag{7}$$

其中：$TECH$表示效率变化，$TECCH$表示技术进步。运用stata17.0对30个省份2013—2021年间的数据进行TFP的整体测算，并采用投入型与规模报酬不变作为基础条件，测算出农业全要素增长率，再将2012年作为基期类推进行连乘，得到2013—2021年的TFP。

2. 核心解释变量

（1）指标选取

研究的核心解释变量为数字经济（dig）。借鉴刘洋和陈晓东[27]、王钺[28]、王迎等[29]等人的已有文献，并考虑到数据可得性和完整性，构建了一个包含数字基础设施、数字产业化、产业数字化3个一级指标、12个二级指标的测度指标体系。具体指标体系构建如表2所示。

表2 数字经济发展水平指标体系

一级指标	二级指标	指标解释	单位
数字基础设施	互联网宽带接入口	互联网接入设备配置情况	万个
	移动电话基站数	移动电话普及状况	万个
	域名数	域名资源分配情况	万个
	IPv4地址数	IP地址资源分配情况	万个
数字产业化	邮政业务总量	电子商务的发展程度	亿元
	电信业务总量	电信业务的发展程度	亿元
	信息传输、软件和信息技术服务业人数	数字产业的就业情况	万人
	软件业务收入	软件技术服务水平	亿元
产业数字化	企业拥有网站个数	产业数字化软件设备	个
	每百人使用计算机数	产业数字化基础设施	台
	有电子商务交易活动企业数	产业数字化交易情况	个
	电子商务销售额	产业数字化经营能力	亿元

（2）测算方法

在对主观赋权法和客观赋权法的优缺点对比基础上，结合数据之间的内在统计规律，最终选择采用熵权法。熵权法可避免主观赋权方法如专家打分法及层次分析法存在的主观性偏误，从而可以得出更为客观的指标权重；同时也可避免主

成分分析法造成的信息缺失。采用熵权法确定权重后，运用stata17.0测算出各省份、各年度的数字经济发展水平。

3. 中介变量

（1）电子商务发展水平。电商发展离不开数字经济，同时也影响着农业发展，参考何树全和王真慧[30]用各省人均快递业务量表示，具体指标为各省份年快递件数与各省份人口数量之比。

（2）人力资本结构。数字经济通过方方面面影响人力资本结构，而人力资本结构也从根本上影响着农业TFP。参考李媛和阮连杰[31]用地区人均R&D人员全时当量除以对应的地区人口数来表示。

4. 控制变量

为了减少遗漏变量产生的计量偏误，研究参考王晶和徐玉冰[32]、金绍荣和任赞杰[33]、韩海彬和杨冬燕[34]等的研究，结合实际选用如下控制变量：

（1）财政支农水平。财政支农资金是农业发展的有力保障，是农业全要素发展的基本支撑。选择地方政府“一般预算支出”项下的“农林水事务”类支出，并对其取对数来表示。（2）乡村电力水平。不管是农产品种植，还是农业机械使用，都需要电力支持。选择农村用电量来表示乡村电力水平，并取对数。（3）土地利用能力。土地是农业发展的基本要素。使用有效灌溉面积与农作物总播种面积的比值表示。（4）乡村道路水平。道路能够影响一个地区对外联系的效率。选择各省份农村公路总里程与各省份面积的比值并取对数来进行研究。其中，农村公路总里程＝公路总里程—高速公路— 一级公路里程。（5）农业保障水平。农业不仅需要向上发展，也要务实保障。选择农业保险保费收入并取对数的结果来测度农业保障水平。

5. 数据来源与描述性统计

考虑数据可操作性、可获得性以及及时性，研究样本选用2013—2021年中国内地30个省级行政区（除西藏外）面板数据进行研究分析（由于西藏数据大量缺失，故剔除）。原始数据主要来源于《中国统计年鉴》、国家统计局网站、《中国农村统计年鉴》和各省统计年鉴，同时运用stata17.0使用插值法补齐原始数据中部分缺失值。表3为变量描述性统计结果。农业TFP的最大值和最小值分别为2.978和0.832，标准差为0.368，这显示不同地区农业TFP差距较大。数字经济发展水平的最大值和最小值分别为0.774和0.005，表明数据结果无明显偏态。

表3　变量的描述性统计（N＝270）

变量值	符号	观测值	平均值	中位数	标准差	最小值	最大值
农业全要素生产率	*tfp*	270	1.408	1.306	0.368	0.832	2.978
数字经济	*dig*	270	0.125	0.080	0.129	0.005	0.774
电子商务发展水平	*eco*	270	27.530	10.440	44.490	0.705	348.300
人力资本结构	*huma*	270	0.176	0.116	0.161	0.018	0.743
财政支农水平	*fins*	270	6.287	6.367	0.539	4.812	7.200
乡村电力水平	*elec*	270	4.936	4.782	1.281	1.504	7.606
土地利用能力	*land*	270	0.438	0.386	0.176	0.172	1.234
乡村道路水平	*road*	270	8.911	9.100	0.759	6.855	9.986
农业保障水平	*insu*	270	7.148	7.084	0.869	4.829	8.971

四、基准实证结果及分析

（一）基准回归结果

为探究数字经济对农业TFP的影响，同时保证回归结果的稳健性可信度，研究基于基准模型进行面板回归，考察数字经济对农业TFP的具体影响。加入个体效应、时间效应进行面板回归。由于引入年度虚拟变量回归时，结果并不显著，因此选择包含个体效应但不包括时间效应的模型，并且为了增加模型的严谨性，提高模型可信度，逐步加入影响农业TFP的其他控制变量进行回归。

研究以式（1）为基础进行混合回归和个体固定效应回归，数字经济对农业TFP回归结果如

表4所示，其中列（1）和列（2）是不加入控制变量的结果。表4结果表明，除了未加入控制变量的混合回归模型，数字经济发展水平对农业TFP的回归系数均显著为正。表4列（2）显示，FE模型下未加入控制变量时，数字经济发展水平对于农业TFP的回归系数为3.155，通过了1%的显著性检验；加入控制变量后，列（4）显示数字经济发展水平对于农业TFP的回归系数为0.880，且通过了1%的显著性检验，拟合优度效果更好，R^2从0.536变成0.800，这表明数字经济有助于提升农业TFP。因此假设H1a得到验证。

表4 数字经济影响农业TFP的基准回归结果

	(1)	(2)	(3)	(4)
	OLS1	*FE1*	*OLS2*	*FE2*
dig	0.283	3.155***	0.599**	0.880***
	(1.631)	(10.362)	(2.515)	(2.930)
fins			0.163**	0.214**
			(2.037)	(2.543)
elec			-0.137***	0.081**
			(-5.312)	(2.482)
land			-0.161	-0.574**
			(-1.092)	(-2.080)
road			0.083**	0.619***
			(2.292)	(2.752)
insu			0.082*	0.325***
			(1.960)	(8.033)
_cons	1.373***	0.135	-0.266	-8.043***
	(44.096)	(0.924)	(-0.549)	(-4.277)
个体固定	No	Yes	No	Yes
N	270	270	270	270
R^2	0.010	0.536	0.162	0.800
F	2.660	9.193	8.496	26.711

注：***、**、*分别代表在1%、5%、10%水平上显著，括号内数据为t值（下表同）

文中包含了五个控制变量，在本次回归结果中，政府财政支农对农业TFP的回归系数在10%的水平下显著为正，说明其有助于提升农业TFP，主要原因在于政府财政支农能够及时提供农业生产所需要的场地租赁、厂房搭建以及购入生产资料等所需的资金，解决了农业生产所面临的资金不足的巨大难题；资金充足也使得农业经营者有更大发挥空间去进行技术创新和机械设备改造，提高了技术效率，进而提升农业TFP。乡村电力水平的回归系数在10%的水平下显著为正，说明电力水平能够有效提高农业TFP。电力可以保障农业生产过程中机械设备的投入和正常运用、灌溉设施的有效运转，完善的农电设施能有效降低农业机械运转过程中的损耗，提升农民生产生活效率。

土地利用能力在10%的水平下显著为负，即土地利用能力会抑制农业TFP的提高，主要原因可能是我国当前土地利用效率不高，例如有些地区由于地理位置原因土地利用效率低，土地利用方面依然缺乏完备的法律保护，部分地区缺乏科学高效的土地规划，有效灌溉面积的开发速度过慢，这也是制约我们农业发展的问题之一。乡村道路水平在1%的置信水平下显著为正，农村道路基础设施改善有利于降低化肥、农药、农用塑料薄膜等农业生产资料的运输成本，道路基础设施是农业机械运作、农产品收割、运输和交易等各个农业生产环节的关键。道路基础设施的建设能有效降低农业生产要素的流通运输成本、提升农业机械设备运作效率、提高农产品的市场化程度，更大程度提高农业技术效率从而影响农业TFP。农业保障水平在1%的置信水平下显著为正，说明农业保险等政策性和非政策性的农业保

障措施能够分散农业风险，激励农业科技创新与科研成果转化，分散与转移农业生产过程中可能会遭受的风险，提升了农户信贷的可获得性，缓解了农户在生产经营中的资金需求与融资约束，从而促进农业TFP增长。

（二）稳健性检验和内生性处理

1. 变换模型法

不同计量模型对回归结果的影响可能会有所差异，前面基准回归使用的是个体固定效应模型，为了验证数字经济影响农业TFP回归结果的稳健性，研究使用差分GMM模型对数字经济和农业TFP之间的关系进行检验。通过结果中的AR（1）和AR（2）可以看出，模型的扰动项差分存在一阶自相关，但不存在二阶自相关，说明差分GMM的扰动项无自相关，表明模型可以使用，回归结果如表5中（1）列所示。与前面的基准回归结果相比，发现不同计量模型中数字经济对农业TFP影响的显著性和系数值的方向、大小均未出现明显差异，说明回归结论较为准确。

2. 分位数回归法

个体固定效应回归模型能在均值层面上揭示数字经济对农业TFP的影响，而分位数回归能够捕捉到分布的尾部特征，因此当数字经济对农业TFP分布的位置不同而导致了不同的影响时，分位数回归能更加全面地刻画分布的特征。为了验证数字经济影响农业TFP回归结果的稳健性，另采用分位数回归，分别选择0.25、0.5和0.75分位数。表5的（2）-（4）列分别为0.25、0.5、0.75分位点的回归结果。列（2）-（4）中，各分位点上解释变量对被解释变量均有正向的显著性影响，具体来看，随着分位的增加，数字经济对农业TFP的回归系数先由0.569减小到0.555后增大至1.821。这表明影响过程中存在着结构性差异，即随着农业TFP的提高，数字经济对其影响先逐步减小，但当农业TFP达到某一临界值后，这种影响又逐步增大。进一步验证了数字经济能够提高农业TFP的原假设，同时也表明数字经济对农业TFP的作用的稳健性。

表5 稳健性检验结果

	（1）	（2）	（3）	（4）
	动态面板模型	分位数检验25%	分位数检验50%	分位数检验75%
L. tfp	0.863***	-	-	-
	（16.858）	-	-	-
dig	0.538**	0.569*	0.555*	1.821***
	（2.060）	（1.830）	（1.940）	（3.412）
fins	0.122***	0.165*	0.176**	0.055
	（2.637）	（1.895）	（2.194）	（0.369）
elec	0.015	0.015	0.073**	0.068
	（1.377）	（0.455）	（2.350）	（1.166）
land	-0.648***	-0.235	-0.204	-0.814*
	（-3.452）	（-0.821）	（-0.776）	（-1.660）
road	0.376**	0.604**	0.719***	0.919**
	（2.090）	（2.594）	（3.363）	（2.302）
insu	0.068**	0.314***	0.302***	0.309***
	（2.361）	（7.504）	（7.858）	（4.302）
_cons	-	-7.476***	-8.766***	-9.743***
	-	（-3.839）	（-4.898）	（-2.916）
个体固定	-	Yes	Yes	Yes
N	210	270	270	270

3. 内生性检验

数字经济能够推动农业TFP发展，反之，农业TFP提高也可能促进数字经济发展，由此，模型中可能存在双向因果关系导致的内生性问题。农业TFP水平越高，农业经济发展越成熟，可以为经济发展提供直接和间接原料，其所带来的经济效益和对相关产业的带动作用能够促进各行各业对数字经济的需求，因此选择滞后一期的数字

经济发展水平作为工具变量，采用两阶段最小二乘法（2SLS）重新估计模型，并通过Hausman检验和弱工具变量检验，回归结果如表6所示。第一阶段的回归结果表明，核心解释变量与工具变量有显著的正相关关系，R^2为0.98，说明滞后一期的数字经济发展水平作为工具变量是合适的。表6列（2）的回归结果表明，在第二阶段数字经济发展水平与农业TFP在1%的置信水平下显著正相关，以上结果表明个体固定效应模型的估计结果具有稳健性。

表6 内生性检验结果

	（1）	（2）
	第一阶段	第二阶段
	dig	*tfp*
dig	-	1.679***
	-	（4.375）
L.dig	0.794***	-
	（20.749）	-
fins	0.037***	0.202**
	（3.373）	（2.213）
elec	-0.003	0.094***
	（-0.740）	（3.037）
land	0.058	-0.914***
	（1.597）	（-3.098）
road	-0.024	0.733***
	（-0.838）	（3.134）
insu	-0.007	0.300***
	（-1.187）	（6.841）
_cons	0.123	-8.934***
	（0.503）	（-4.557）
个体固定	Yes	Yes
N	240	240
R^2	0.980	0.806

五、影响机制检验

（一）电子商务发展渠道：电子商务发展水平的中介效应检验

根据前文构建的中介效应模型，研究对数字经济通过改善人力资本结构和提高电子商务发展水平作用于农业TFP的假设进行实证检验。以电子商务发展水平作为中介变量，测算得出数字经济对农业TFP的中介效应回归结果如表7所示。表7中的列（1）回归结果表明，数字经济在1%的置信水平上对电子商务发展水平产生了显著的正向促进作用，表明提高数字经济发展有利于提高农村电子商务发展水平。由表7中的列（2）可知，电子商务发展水平在1%的置信水平下对农业TFP产生正向促进效果，但此时数字经济对农业TFP的影响不显著，说明电子商务发展水平起到了完全中介的作用。换言之，即存在“数字经济发展→提升电子商务发展水平→提高农业TFP”的作用机制。因此，基本研究假说H2得到验证。

表7 电子商务发展水平中介效应回归结果

	（1）	（2）
	eco	*tfp*
dig	335.008***	0.073
	（10.640）	（0.206）
fins	-8.673	0.235***
	（-0.983）	（2.872）
elec	-9.189***	0.103***
	（-2.690）	（3.211）
land	27.408	-0.641**
	（0.947）	（-2.387）
road	-25.409	0.680***
	（-1.078）	（3.112）
insu	12.506***	0.295***
	（2.951）	（7.380）
eco	-	0.002***
	-	（3.985）
_cons	177.971	-8.472***
	（0.903）	（-4.638）
个体固定	Yes	Yes
N	270	270
R^2	0.849	0.813

（二）人力资本结构渠道：人力资本结构的中介效应检验

以人力资本结构为中介变量，测算出数字经济对农业TFP的中介效应回归结果（见表8）。

由表8中列（1）可知，数字经济在1%的置信水平上对人力资本结构会产生正向显著的促进作用效果，表明数字经济发展水平提高有利于改善人力资本结构。根据表8中列（2）的回归结果可知，在1%的置信水平上，人力资本结构对农业TFP会产生正向促进作用效果，但此时数字经

表8 人力资本结构中介效应回归结果

	(1)	(2)
	huma	*tfp*
dig	0.522***	0.260
	(8.442)	(0.781)
fins	-0.068***	0.295***
	(-3.920)	(3.490)
elec	0.006	0.073**
	(0.939)	(2.313)
land	-0.196***	-0.342
	(-3.450)	(-1.242)
road	0.172***	0.414*
	(3.721)	(1.843)
insu	0.003	0.322***
	(0.309)	(8.187)
huma	-	1.186***
	-	(3.847)
_cons	-1.036***	-6.815***
	(-2.672)	(-3.673)
个体固定	Yes	Yes
N	270	270
R^2	0.956	0.812

济对农业TFP的影响不显著，这说明人力资本结构在数字经济对农业TFP的影响过程中也起到了完全中介的作用。换言之，即存在“数字经济发展→改善人力资本结构→提高农业TFP”的作用机制。因此，基本研究假说H3得到验证。

同时进行bootstrap和sobel的检验，bootstrap检验的结果显示间接效应（_bs_1）的置信区间不包括0，直接效应（_bs_2）的置信区间包括0，结果再次验证人力资本结构和电子商务发展水平起到完全中介效应的效果。sobel检验的结果显示中介效应分别约占总效应的70.4%和76.1%。

六、异质性检验

（一）数字经济发展水平的异质性分析

参考陈婷婷和曹明明[35]的研究，按照赛迪研究院公布的《2020中国数字经济发展指数》中所示2020年数字经济发展指数排名，将研究样本省份划分为数字经济发展高水平、中水平和低水平三大分组区，具体分组为：数字经济发展高水平区包含的省份有北京、广东、浙江、福建、上海、江苏、河南、湖北、山东、四川；数字经济中水平区包括的省份有江西、重庆、贵州、安徽、陕西、湖南、广西、天津、河北、辽宁；数字经济低水平区包括的省份有云南、黑龙江、宁夏、山西、吉林、甘肃、内蒙古、海南、新疆、青海。回归结果如表9的（1）-（3）列所示。由表9可知，各分组下数字经济对农业TFP均有正向的显著性影响，但每组显著性各有差异，这再次证明数字经济能够提高农业TFP，同时也表明数字经济发展水平对农业TFP的作用存在区域异质性。

高水平地区分组中，这些省份数字经济发展水平相对较高，但此分组下，数字经济对提高农业TFP的影响只在5%的显著性水平下显著。产生这种情况的主要原因可能在于这些省份属于经济发展强省，生产要素供给充足，居民收入水平较高而导致生活模式和需求结构的改变，减弱了居民对农产品的需求；与此同时，由于产业集中，与数字技术有关的产业竞争激烈、数字科技成果实施到农业方面所需时间延长，使其对农业TFP的促进作用反而不够明显，甚至导致个别控制变量呈现出抑制作用。

中水平地区分组中的省份数字经济发展水平相对适中，此分组下数字经济对提高农业TFP的影响也只在5%的显著性水平下显著，可能是因为这些地区数字基础设施建设逐步完善，导致其对农业TFP的促进作用已经初步显现，但由于技术尚未成熟，仍需要依靠引进先进技术和设备来进行农业生产，在这些地区中数字产业化以及产业数字化的成果对于农业TFP的影响作用尚未完全体现出来。

低水平地区分组中，虽然其数字经济发展水平相对较低，但数字经济在1%显著性水平下显著提升了农业TFP。说明这些地区的数字经济发展虽然处于起步阶段，但是在国家政策扶持以及周边地区数字化发展的带动效应的影响下，这些省份的农业TFP的提高受到了显著的正向影响。

（二）农业功能区的异质性分析

由于各省份资源禀赋不同，农业发展的侧重也有所偏差，因此将样本省份划分为粮食主产区、主销区和产销平衡区，考察不同农业功能区

的数字经济对农业TFP的影响，回归结果分别对应表9中（4）-（6）列，其中粮食主产区包括的省份有河北、吉林、辽宁、安徽、内蒙古、黑龙江、江苏、河南、山东、江西、湖北、湖南和四川；粮食主销区包括的省份有浙江、北京、上海、福建、天津、广东和海南；粮食产销平衡区包括的省份有陕西、云南、新疆、重庆、广西、甘肃、宁夏、青海、贵州和山西。结果显示各分组下数字经济对农业TFP均有正向的显著性影响，但显著性各有差异。表明农业功能区对农业TFP的作用存在异质性。

在粮食主产区分组中，由表9可知数字经济在1%显著性水平下显著提高农业TFP。这可能是因为这些省份均是粮食生产大省，农业收入占总收入的比重高，导致这些省份对农业生产的重视程度较高，农业生产根基较为牢固，随着数字经济的发展，运用到农业上的数字技术逐步完善，农业基础设施不断改进，从而促进了农业TFP的增长。

粮食主销区分组中，此分组下数字经济对提高农业TFP的影响只在5%的显著性水平下显著，可能是因为这些省份主要集中在一些经济发展水平较高的省份，虽然这些省份数字经济发展水平相对其他省份更好，但是由于这些省份发展更侧重于第二三产业，虽然有着较为先进的农业生产技术，但是对于农业生产经营相对较少，并不以农业生产作为主要经济来源，因此对农业TFP的促进效果表现一般。

回归结果显示粮食产销平衡区分组中，数字经济对提高农业TFP的影响效果显著性最差，只在10%显著性下显著。这可能是因为，这些省份数字经济和农业发展水平相比于其他省份而言都不算高，农业生产规模较小，所以导致这些省份的数字经济对农业TFP的促进作用没有那么显著。结合两个异质性分析，假设H1b得到验证。

表9 异质性检验结果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	高水平区	中水平区	低水平区	主产区	主销区	产销平衡区
dig	0.741**	2.832**	14.648***	2.519***	0.782**	2.931*
	(2.445)	(2.193)	(4.867)	(3.679)	(2.571)	(1.735)
fins	0.039	0.062	-0.232	0.037	0.029	0.270*
	(0.337)	(0.329)	(-1.168)	(0.295)	(0.239)	(1.740)
elec	-0.013	0.181**	0.549***	0.212***	-0.009	0.621***
	(-0.424)	(2.430)	(4.228)	(3.052)	(-0.320)	(5.401)
land	-0.008	-1.336	-0.150	-3.428***	0.025	2.318***
	(-0.031)	(-0.866)	(-0.180)	(-3.130)	(0.107)	(2.644)
road	1.230***	0.643**	-0.873*	0.722**	-0.387	1.198***
	(2.929)	(2.192)	(-1.733)	(2.352)	(-1.171)	(2.932)
insu	0.283***	0.301***	0.210**	0.285***	0.300***	0.000
	(5.280)	(4.595)	(2.171)	(4.874)	(4.306)	(0.005)
_cons	-12.533***	-6.666**	6.169	-7.602***	2.545	-15.005***
	(-3.473)	(-2.175)	(1.591)	(-2.947)	(0.969)	(-4.233)
个体固定	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
N	90	90	90	117	63	90
R^2	0.794	0.897	0.805	0.807	0.790	0.891
F	19.024	42.780	20.396	22.780	15.662	40.494

七、结论与建议

农业TFP是推动现代农业发展的核心动力，数字经济则是我国抓住新一轮科技革命和产业变革新机遇的战略选择，对二者的逻辑关联进行系统性分析，能帮助我国利用数字经济发展提高农业全要素生产率的实践做出更加科学的判断。研究基于我国内地（除西藏外）30个省级行政区2013—2021年的面板数据，利用DEA-Malmquist指数法和熵权法分别测度了我国农业TFP和数字经济发展水平，并通过理论机理分析与实证检验深入探究了数字经济对农业TFP的影响。主要研究结论如下：第一，数字经济对农业TFP具有显著正向影响，即我国发展数字经济在一定程度上有利于提高农业TFP。第二，数字经济对农业TFP的影响存在中介效应，即数字经济可以通过提升电子商务发展水平和改善人力资本结构来提高农业全要素生产率。第三，数字经济发展低水平地区数字经济对农业TFP的提升效果最显著，高、中地区数字经济均能够较显著提高农业TFP，而且粮食主产区农业TFP受数字经济影响最显著，主销区和产销平衡区的显著性依次下降。

基于结论和相关理论，提出如下政策建议：

第一，政府应大力支持现代农业发展。由结论可知，财政支农水平和农业保障水平均显著提升了农业TFP，这说明我国与农业相关政策对农业TFP的影响深远，须稳定出台有利于农业发展的政策措施，完善农业政策性财政体系，要特别加强建设农业保险机制，分担农民创业和创新的风险。加大对农业企业和科研机构的补贴与税收优惠力度，以激发农业参与主体的积极性和创造性，放大和收获数字经济带来的农业技术进步和技术效率红利，推动农业TFP长远发展。

第二，加强农村传统基础设施和数字基础设施建设。农村基础设施建设是维持农业长久发展的一项重要任务。粮食生产的根本在耕地，我国目前土地利用效率达不到预期标准，要加强扶持政策，建立有效灌溉面积开发激励机制，在土地开发达到一定水平时给予补助，积极培育农业经营大户，同时发展壮大龙头企业，带动其他农户经营规模扩大，提高规模效率。逐步改变土地利用率低、土地荒废状况，对于不同地区采取不同扶持政策，推广温室大棚种植、连栋温室和植物工厂等新型农业生产模式，加强耕地保护机制，提高耕地用途管控程度，严守耕地红线，加强高标准农田建设，统筹推进高效节水灌溉，健全长效管护机制。除了乡村耕地建设、电力建设、道路建设之外，还要将注意力放在农业农村基础设施弱项方面，重点关注水利设施建设以及智能化农业设施项目建设，为稳住经济大盘奠定坚实基础。数字基础设施是农业数字化转型的技术支撑，是农业生产智能化发展的载体和平台，是农村电子商务发展的技术基础和运行载体，因此，应当加大政府农村数字基础设施投资的力度和强度。

第三，因地制宜，精准施策。各地的资源禀赋和经济发展水平存在差别，需依据地区禀赋优势和产业特色，制定多元化农业支农政策。各地政府应调动各方面力量，大力支持特色农业发展，充分发挥地区资源优势。对于农业欠发达地区，政府要加大农业科技创新投入，帮助这些地区尽快培育成所需农业发展产业链，提升农业技术效率；对于农业发达地区，应强化顶层设计，建立城乡统一的信息化规划和建设体系，推动信息资源互通共享，提高信息利用率，以发挥各地区的最大优势。

第四，发挥电商优势，强化数字经济对农业TFP的提升效应，推动农村经济发展。在现在电商普及时代，农村电商通过搭建线上销售平台扩大农产品销售渠道，减少了产业链中间环节，将农产品直接与消费者联系起来，为农民提供了更加直接和高效的销售渠道，有助于提高农产品的销售额和利润，提高农业全要素生产率。农村电商发展不仅仅是简单的线上销售，更是促进农村产业升级和转型的好机会。通过电商平台，农民可以了解市场需求和消费者反馈，根据市场情况进行生产调整，从而提高产品质量，优化产品结构，实现农产品从低端到高端转变，推动农村产业升级和农业现代化进程。

第五，注重人才引进和培养，改善人力资本结构，促进数字经济与人力资本形成良好互动关系，强化数字经济提高农业TFP的效应，提升农业全要素生产率。充分发挥数字经济和农村人力资本结构在提升农业TFP中的作用。一方面，改

革创新人才培养和管理模式及制度，提高农户数字经济认知及生产水平。加大农业创新创业成果奖励力度，提升农业技术效益，增强农户参与农业创新创业的动力，提高农业生产效率；另一方面，引进和培养高素质劳动力，继续加大对劳动力的科技和素质教育投入，不断提高农村劳动力素质，优化农业生产要素和资源配置，持续推进农业技术效率提升。

参 考 文 献

[1] 尹朝静，高雪．纳入气候因素的中国农业全要素生产率再测算[J]．中南财经政法大学学报，2022（1）：110-122.

[2] 甘天琦，杜建国，李波．中国县域农业全要素生产率的分异特征与驱动因素[J]．经济问题，2022（4）：101-107.

[3] 周鹏飞，沈洋．农业生产效率测度、影响因素及政策路径——以重庆市为例[J]．山西农业大学学报(社会科学版)，2023，22（1）：29-38.

[4] 陈培荣，卢茗轩．异质性下农业集聚对全要素生产率的影响研究[J]．山西农业大学学报(社会科学版)，2020，19（4）：47-55.

[5] 李士梅，尹希文．中国农村劳动力转移对农业全要素生产率的影响分析[J]．农业技术经济，2017（9）：4-13.

[6] 邓晓兰，鄢伟波．农村基础设施对农业全要素生产率的影响研究[J]．财贸研究，2018，29（4）：36-45.

[7] 孟守卫．农村金融市场结构对农业全要素生产率的影响研究——基于省际面板数据的分析[J]．金融理论与实践，2018（5）：77-82.

[8] 温红梅，王宏宇．农业信贷规模与农业全要素生产率的时空关系[J]．现代经济探讨，2022（4）：114-125.

[9] 林光华，陆盈盈．气候变化对农业全要素生产率的影响及对策——以冬小麦为例[J]．农村经济，2019（6）：114-120.

[10] 易福金，周甜甜，陈晓光．气候变化、农业科研投入与农业全要素生产率[J]．南京农业大学学报(社会科学版)，2021，21（4）：155-167.

[11] 王亚飞，张毅，廖甍．外商直接投资对农业全要素生产率的影响：作用机理与经验证据[J]．当代经济研究，2019（6）：74-86，113.

[12] 金绍荣，任赞杰，慕天媛．农业保险对我国农业全要素生产率的动态影响——基于中国2007—2018年省级面板数据的实证研究[J]．西南大学学报(自然科学版)，2022，44（4）：134-143.

[13] 葛和平，高越．数字普惠金融发展对农业全要素生产率的影响[J]．财会月刊，2021（24）：144-151.

[14] 刘军，杨渊鋆，张三峰．中国数字经济测度与驱动因素研究[J]．上海经济研究，2020，32（6）：81-96.

[15] 王军，朱杰，罗茜．中国数字经济发展水平及演变测度[J]．数量经济技术经济研究，2021，38（7）：26-42.

[16] 唐要家，王钰，唐春晖．数字经济、市场结构与创新绩效[J]．中国工业经济，2022（10）：62-80.

[17] 袁野，李林汉．数字经济、技术创新与经济高质量发展的耦合协调效应研究[J]．工业技术经济，2023，42（1）：45-54.

[18] 黎毅，蒋青松．数字经济碳减排效应分析——基于生产与消费端的双重路径分析[J]．南京审计大学学报，2023，20（4）：81-90.

[19] 葛飞秀，张智焜．数字经济发展对中国服务贸易出口的影响[J]．价格月刊，2023（9）：71-82.

[20] 张腾，蒋伏心，韦朕韬．数字经济能否成为促进我国经济高质量发展的新动能?[J]．经济问题探索，2021（1）：25-39.

[21] Yao W，Sun Z．The impact of the digital economy on high-quality development of agriculture：a China case study[J]．Sustainability，2023，15（7）：5745.

[22] Leng X C，Tong G J．The digital economy empowers the sustainable development of China′s agriculture-related industries[J]．Sustainability，2022，14（17）：10967.

[23] 林青宁，毛世平．产业协同集聚、数字经济与农业全要素生产率[J]．中国农业大学学报，2022，27（8）：272-286.

[24] 孙光林，李婷，莫媛．数字经济对中国农业全要素生产率的影响[J]．经济与管理评论，2023，39（1）：92-103.

[25] 李红艳，王菲，赵震．黄河流域农业全要素生产率测度与时空演变特征分析[J]．统计与决策，2022，38（23）：74-79.

[26] 张启文，田静．数字普惠金融能否提升农业全要素生产率？——基于异质性与空间溢出效应视角[J]．农业经济与管理，2023（1）：45-56.

[27] 刘洋，陈晓东．中国数字经济发展对产业结构升级的影响[J]．经济与管理研究，2021，42（8）：15-29.

[28] 王钺．数字经济破解我国产业发展低端锁定困境的影响机制研究[J]．管理现代化，2023，43（2）：1-11.

[29] 王迎，史亚茹，于津平．数字经济与国内价值链分工[J]．中南财经政法大学学报，2023（2）：118-130.

[30] 何树全，王真慧．数字基础设施水平对城乡居民消费差距的影响——基于我国省级面板数据[J]．商业经济研究，2025(8)：44-48.

[31] 李媛，阮连杰．数字经济赋能中国式农业农村现代化：理论逻辑与经验证据[J]．经济问题，2023(8)：25-32.
[32] 王晶，徐玉冰．“双碳”目标下数字经济对农业绿色全要素生产率的影响[J].北方园艺，2022（24）：130-138.
[33] 金绍荣，任赞杰．乡村数字化对农业绿色全要素生产率的影响[J]．改革，2022（12）：102-118.
[34] 韩海彬，杨冬燕．农业产业集聚对农业绿色全要素生产率增长的空间溢出效应研究[J]．干旱区资源与环境，2023，37（6）：29-37.
[35] 陈婷婷，曹明明．数字经济驱动黑龙江省农业高质量发展的实证研究[J]．商业经济，2023（6）：23-27.

The logic， effects and mechanism of digital economy empowering the total factor productivity of agriculture

SI Zengchuo，NI Chen

（*Business School*，*Jiangsu Normal University*，*Xuzhou* 221116，*China*）

Abstract：Promoting the deep integration of the digital economy and the real economy is one of the core contents of building a modern industrial system，endowing agriculture with new connotations and providing new opportunities and new ideas for solving the fundamental problems of agriculture. Key findings include：Firstly，the digital economy can significantly improve agricultural total factor productivity. Secondly，the result of the influencing mechanism test shows that the digital economy has a mediating effect on the agricultural total factor productivity with the development degree of e-commerce and the human capital structure as the mediating variables；the development level of e-commerce and human capital structure can strengthen the effect of digital economy on agricultural total factor productivity；the digital economy development has formed a good interactive relationship with e-commerce and human capital. Thirdly，the results of heterogeneity tests show that the enhancing effect of digital economy on agricultural total factor productivity is related to the development level of digital economy and agricultural resource endowment in each province. Fourthly，quantile regression results show that there are structural differences in the impact of digital economy on agricultural total factor productivity. In other words，with the increase of agricultural total factor productivity，the impact of digital economy on it gradually decreases at first，but when the agricultural total factor productivity reaches a certain critical value，the impact gradually increases. Finally，the article proposes countermeasures and suggestions to promote digital economy and improve agricultural total factor productivity.

Keywords：Digital economy；Total factor productivity in agriculture；E-commerce development level；Human capital structure