

数字普惠金融对农业机械化的影响*

——来自中国 1869 个县域的证据

孙学涛^{1,2} 于 婷^{1,3} 于法稳⁴

摘要：中国农业机械化水平总体较低，如何依靠内生动力补齐农业机械化短板尤为重要，数字普惠金融的发展正好为破解农业机械化难题开辟了新路径。本文基于 1869 个县域数据，运用 SARAR 模型分析了数字普惠金融对农业机械化影响的均衡效应和非均衡效应，同时分析了数字普惠金融的作用机制。研究发现，数字普惠金融与农业机械化均存在空间溢出效应；数字普惠金融发展是促进农业机械化的重要路径；数字普惠金融对农业机械化的影响会受到农业经济发展水平的影响；与其他县域相比，农业落后县、平原县和农业县更容易在数字普惠金融发展过程中受益；数字普惠金融还会以农民收入和固定资产投资为中介变量提升农业机械化水平。为此，农业机械化过程中应抓住数字普惠金融发展所带来的红利，不同区域应依据自身条件因地制宜推动数字普惠金融发展。

关键词：数字普惠金融 农业机械化 县域 SARAR 模型

中图分类号：F323.3 **文献标识码：**A

一、引言

农业机械化推动了农业发展方式的转变，提高了农业综合生产能力（胡祎和张正河，2018），为推动乡村产业振兴提供了装备支撑，实现了粮食增产、农业增效和农民增收。2021 年中央“一号文件”明确提出，要通过提升农业机械化水平促进乡村振兴。当前，中国农业机械化基础还比较薄弱，发展不平衡不充分问题突出，难以满足服务乡村振兴战略、支撑农业高质量发展的现实需求。提升农业机械化水平需要资本要素的投入，而现实中农业部门资本要素不仅来源渠道少，还会向非农部门转移（莫媛和沈坤荣，2020）。农业部门内资本要素匮乏不仅限制了农业机械化水平的提升，还制约了乡村振兴战略的实施（田杰，2020）。在数字经济发展背景下，农村数字普惠金融不仅可以利用数字技术克

*本文研究得到山东省社会科学规划数字山东研究专项“数字金融对山东省县域结构红利释放的作用机理与政策优化”（编号：20CSDJ48），山东省博士后创新项目“高标准农田建设对农地效率的影响机理与优化路径研究”（编号：202102063），青岛市哲学社会科学规划项目“高标准农田建设实施效果及作用机制研究：基于农地效率的视角”（编号：QDSKL2101025）的支持。感谢匿名审稿专家提出的宝贵意见，文责自负。本文通讯作者：于法稳。

服传统农村金融交易成本高、信息不对称的痛点，还能极大地缓解农业部门融资难、融资贵的问题，推动农业发展，助力农民增收，巩固脱贫攻坚成果。这为推动农业高质量发展提供了新思路，即借助数字普惠金融促进农业机械化，进而实现农业高质量发展。但理论和实践的谜团是，农村金融特别是近年来出现的数字普惠金融是继工农（业）产品价格剪刀差之后抽离农业资金的又一渠道，还是推动农业机械化的重要路径？

数字普惠金融发展在改变城市经济发展模式的同时，也为农业经济发展提供了契机，逐渐成为乡村振兴的主要驱动力（殷浩栋等，2020）。在封闭经济条件下，数字普惠金融发展能够推动农业机械化。数字普惠金融发展推动了农业人工智能等数字技术的发展，实现了数字技术与农业生产的融合，从供给侧提升了农业机械化水平，加速了农业生产方式的变革（汪旭晖等，2020），已成为推动乡村振兴的重要手段。数字普惠金融打破了传统金融的运作模式（李晓园和刘雨濛，2021），拓宽了农业部门资本要素的来源渠道，以低成本、便利性和可持续的模式打通了金融服务农业农村的“最后一公里”（星焱，2021）。学术界采用省级层面数据（张岳和周应恒，2021）、县级层面数据（何婧等，2021）和农户家庭层面数据（周利等，2021）的研究都发现，数字普惠金融能为农业经济发展提供充足的资本要素（何婧等，2021），有效地促进农业机械化水平提升（刘赛红和王志飞，2019）。

在开放经济条件下，数字普惠金融发展助力农业机械化的推论忽视了三方面的内容：第一，农业部门存在金融排斥问题。由于非农部门效率高于农业部门，在逐利条件下数字普惠金融机构依然会将资本要素投入到非农部门，同时农业部门内的资本要素也会逐渐流向非农部门。如果数字普惠金融不能解决传统金融产品对农业部门的排斥，数字普惠金融对农业机械化的促进作用就十分有限。第二，虽然理论上数字普惠金融发展能通过创新金融模式助力农业经济发展，但在农业生产率低、农村劳动力外流的情况下，数字普惠金融发展并不会自发地促进农业机械化，即数字普惠金融的益农效应是有限的（王伟和朱一鸣，2018）。第三，金融模式的创新也会伴随着金融市场的不稳定，但金融市场波动对部门经济的影响并不均衡。Akhter et al. (2010) 发现金融市场不稳定更容易加大农业部门和贫困群体的经营风险。基于此，部分学者质疑数字普惠金融对农业机械化的促进作用，认为中国数字普惠金融正处于初级阶段，短期内对农业农村经济的促进作用有限（Matthews, 2019）。尽管数字普惠金融是传统金融与互联网相融合的金融新模式，但依然具有金融的逐利性，可能由此导致城乡之间出现新的分化（Guo et al., 2016），城乡之间资本要素的配置结构并不会由于数字普惠金融的发展而得到改善（胡滨和程雪军，2020）。对农村地区而言，尽管数字普惠金融得到了发展，但其活跃度依然落后于城市地区（星焱，2021）。实证研究还发现，数字普惠金融更能提高有金融需求农户的收入水平，但对接触数字普惠金融较少的农户影响较小，数字技能强和金融素养高的农户更能受益（彭澎和徐志刚，2021）。而受制于农村劳动者自身的认知水平，农村居民对智能手机的运用主要集中于社交（微信和QQ）、娱乐（快手和抖音）和网购（淘宝和拼多多），对财富管理（余额宝和手机银行）有需要的不到5%（邓宁源等，2019）。

当前，针对数字普惠金融能否促进农业机械化的问题仍存在争议，需要从理论和实证两个层面来研究农业机械化进程中数字普惠金融的作用。与已有文献相比，本文的边际贡献体现在如下方面：第

一，从农业机械化角度研究数字普惠金融的经济效应。数字普惠金融提高了农业部门资本要素的可得性（星焱，2021），这种可得性在农业部门主要表现为农业机械化水平的提升（潘彪和田志宏，2018），但现有文献主要研究了数字普惠金融对农业经济的影响，并没有研究数字普惠金融与农业机械化的关系。本文以农业机械化为切入点，研究数字普惠金融对农业发展的影响。第二，分析数字普惠金融对农业机械化影响的非均衡效应。农业机械化不仅会受到数字普惠金融发展的影响，还会受到农业发展水平、县域定位和地形条件的影响，但现有文献在研究数字普惠金融或农业机械化时，忽视了这些因素。本文尝试将县域经济条件和自然条件引入计量模型，探究数字普惠金融的非均衡效应。第三，考虑县域农业发展的空间集聚特征。农业发展在一定程度上会呈现出空间连片集聚，但现有文献大多是在空间均质基础上进行研究的。数字普惠金融对农业机械化的影响可能会彼此“传染”，即数字普惠金融发展可能会产生空间溢出效应。为此，本文尝试探究数字普惠金融对农业机械化影响的空间溢出效应。

二、理论机制与研究假说

数字普惠金融依托数字技术优势突破了时空限制，实现了低成本、高实效的资金匹配，在一定程度上解决了传统金融的部门（地区）歧视，从供给侧角度提高了农业部门的金融服务可得性，为农业机械化 and 乡村产业发展提供了充足的资本要素。数字普惠金融不仅会对农业机械化产生直接影响，还可能产生溢出效应。

（一）数字普惠金融对农业机械化的直接影响

农业经济的发展离不开金融的支持。由于农业具有资本需求小、信用难收集和分散等特点，由此导致农业部门很难从传统金融机构获得服务。研究发现，在地理距离制约（何婧和李庆海，2019）和传统金融对农业部门排斥（李晓园和刘雨濛，2021）的情况下，信贷约束成为阻碍农业机械化的主要原因（周晶等，2013）。数字普惠金融的发展，打破了金融需求者与供给者的空间限制（张勋等，2019），精确地量化了小规模金融需求者的信用水平，降低了金融交易成本，优化了地区金融供给模式（彭澎和徐志刚，2021），为农业经济发展注入了资本要素，推动了农业机械化，促进了农业经济高质量发展（张合林和王颜颜，2021）。同时，数字普惠金融还改变了传统金融的供给模式，提高了传统金融为农服务效率（田杰，2020）。可见，数字普惠金融在一定程度上解决了农业机械化发展不平衡不充分的问题（周利等，2021）。基于以上分析，本文提出假说1。

H1：数字普惠金融发展会提高农业机械化水平。

（二）数字普惠金融对农业机械化的间接影响

数字普惠金融发展对农业机械化还会产生间接效应。数字普惠金融发展能够使农民享受到全面的金融产品与服务，不仅会促进农业生产性投资，还会提高农民收入。从理论上讲，农业生产性投资的增加和农民收入的提高均会推动农业机械化。

1.通过增加固定资产投资推进农业机械化。数字普惠金融提高了农业部门的资本边际收益（马黄龙和屈小娥，2021），改变了农业部门资本外流的现状，提高了农业部门的资本要素可得性（田杰，

2020)。随着数字普惠金融的发展,农业固定资产投资也能分享到数字普惠金融的红利,具体表现为数字普惠金融会提高农业机械购置费,最终促进农业机械化水平提升(罗明忠等,2021),即数字普惠金融发展会通过增加固定资产投资的方式促进农业机械化水平提升。

2.通过提高农民收入推进农业机械化。数字普惠金融的发展还为线上债券、股票和农村互联网经济的发展提供了可能,这种新模式的出现会显著提高农民收入(马威和张人中,2021)。数字普惠金融也会带动乡村产业发展(尹振涛等,2021),进而为农民提供新的就业机会,这也从另一方面提高了农民收入。数字普惠金融还会带动传统金融服务模式的升级,进而提高农民在传统金融方面的可得性,最终缓解农民信贷约束、提高农民收入(尹振涛等,2021)。但由于农村可投资项目有限,随着收入的增加,农民为了进一步提高其农业经营收入,会增加农业资本要素投入(潘彪和田志宏,2018),这种投资在农业部门表现为农业机械化水平的提升(罗明忠等,2021),即数字普惠金融会通过提高农民收入的方式提升农业机械化水平。

综上所述,数字普惠金融发展能促进农业固定资产投资和农民收入增加,进而提升农业机械化水平,基于此本文提出假说2。

H2: 固定资产投资和农民收入在数字普惠金融对农业机械化的影响中发挥中介作用。

(三) 县域发展水平和自然条件的影响

1.农业发展状况的影响。数字普惠金融与传统金融最大的区别在于数字普惠金融的普惠性(张勋等,2019),即数字普惠金融不仅能为农业发达县提供金融服务,还能为农业落后县提供金融服务(周利等,2021)。数字普惠金融发展能够从供给侧改善农业发达县的资本供给方式,但由于农业发达县资本要素相对丰富,数字普惠金融对农业发达县的影响比较有限。与农业发达县不同的是,农业落后县资本要素相对匮乏,数字普惠金融发展为农业落后县获得金融服务提供了可能(王伟和朱一鸣,2018)。它将被传统金融机构排斥在外的农业落后县吸纳到金融服务的范围,降低了农业落后县的信贷约束。此外,农业落后县由于资本要素相对缺乏,会更加重视数字普惠金融的发展。

2.发展定位的影响。冯兴元等(2021)研究发现县级市与县之间的数字普惠金融水平存在显著差异,即数字普惠金融发展水平还可能受到县域定位的影响;胡祎和张正河(2018)研究发现农业机械化在不同省域之间的作用也不同,即农业机械化水平也可能会受到县域定位影响。这是由于农业县以农业为主,为了提高农业效率,会将数字普惠金融带来的资本要素优先运用到农业部门,因此会促进农业机械化水平提升;工业县以工业为主,数字普惠金融可能会为县域工业发展带来机遇,但不一定不会对农业要素投入产生影响,因此很难促进当地农业机械化水平提高。

3.地形条件的影响。农业与其他行业相比,最大特点是农业要素投入会受到地形的制约。地形平坦县域适合用农业机械代替人畜力,推进大规模农业机械化耕作;山区县域受到地形条件的制约,不适合运用大型农业机械代替人畜力(周晶等,2013),因此山区即使数字普惠金融发展水平很高,农业机械化水平也未必会得到提升。本文推断地形平坦县域即使数字普惠金融发展水平较低,农业机械化水平也可能较高;山区县域即使数字普惠金融发展水平较高,农业机械化水平也可能较低。基于以上分析,本文提出假说3。

H3: 数字普惠金融发展更能提升农业落后县、农业县和平原县的农业机械化水平。

三、研究设计

(一) 数据来源

本文所用数据包括两部分，一部分是县域统计数据，另一部分是数字普惠金融数据。县域统计数据来自于2015—2020年（历年）《中国县域统计年鉴》和各省统计年鉴。社会消费品零售总额、耕地面积、2017年至2019年规模以上工业企业产值、2018年至2019年农业机械总动力来源于各省统计年鉴，其余指标均来自于《中国县域统计年鉴》。数字普惠金融的相关指标来自于郭峰等（2020）测算的北京大学数字普惠金融数据库。本文以县域名称为标识，将数字普惠金融数据与《中国县域统计年鉴》中的县域统计数据匹配，形成县域面板数据。县域层面部分变量的缺失值采用插值法补齐，由此形成2014年至2019年中国1869个县域的平衡面板数据。

(二) 指标选取

1.被解释变量。本文的被解释变量为农业机械化水平。农业机械化水平的量化借鉴伍骏骞等（2017）、周振和孔祥智（2019）的研究成果，同时考虑到耕地面积不同县域所需要农业机械总动力的差异。本文农业机械化水平变量的量化方式为县域内农业机械总动力与县域耕地面积之比。

2.核心解释变量。本文的核心解释变量为数字普惠金融指数。本文不仅将数字普惠金融总指数纳入计量模型，还将数字普惠金融的覆盖广度、使用深度和数字化程度纳入到模型内，讨论数字普惠金融各维度对农业机械化的影响。数字普惠金融的相关数据来源于郭峰等（2020）测算的数字普惠金融数据库，该数据库运用无量纲化方法和层次分析法，根据数字普惠金融指标体系计算各县市的数字普惠金融指数得分及各维度得分。为了便于实证分析，本文的数字普惠金融指数得分及其各维度得分均采用其原始指标除以100来量化。

3.控制变量。本文在县域尺度上研究数字普惠金融对农业机械化的影响，控制变量的选取借鉴了周振和孔祥智（2019）、王伟和朱一鸣（2018）等的处理方法。本文选取了7个控制变量，分别为信息化水平、人力资本水平、城镇化水平、金融发展水平、政府干预程度、企业发展水平和社会消费水平，变量的具体定义方式如表1所示。

表1 变量定义与描述性统计

变量名称	变量定义	平均值	标准差
农业机械化水平	农业机械总动力与县域耕地面积之比（千瓦时/亩）	2.5704	1.3944
数字普惠金融指数	数字普惠金融指数得分（原值/100）	0.8710	0.2575
覆盖广度	数字普惠金融覆盖广度得分（原值/100）	0.8100	0.2397
使用深度	数字普惠金融使用深度得分（原值/100）	0.9917	0.3349
数字化程度	数字普惠金融数字化程度得分（原值/100）	0.6328	0.2735
信息化水平	固定电话用户数与县域总人口之比（户/人）	0.3786	0.2668
人力资本水平	普通中学在校学生与县域总人口之比（人/人）	0.1254	0.0802
城镇化水平	二三产业从业人员与县域总人口之比（人/人）	0.6404	0.5813

金融发展水平	居民储蓄存款余额与县域总人口之比（万元/人）	2.4997	2.2485
政府干预程度	公共财政支出与县域地区生产总值之比（万元/万元）	0.2854	0.3495
企业发展水平	规模以上工业总产值与县域地区生产总值之比（万元/万元）	0.6064	1.9415
社会消费水平	社会消费品零售总额与县域总人口之比（万元/人）	1.4674	1.6976

（三）模型构建

数字普惠金融与传统金融最大的区别在于数字普惠金融跨越了时空距离，因此数字普惠金融对农业机械化的影响在一定程度上也会突破空间的限制。现有研究证实了数字普惠金融（郭峰等，2020）和农业机械化（伍骏骞等，2017）都具有空间溢出效应，因此在分析数字普惠金融对农业机械化影响时需要考虑到数字普惠金融与农业机械化的空间属性，即有必要运用空间计量模型分析数字普惠金融对农业机械化的影响。当前主流的空间计量模型有 SAR 模型和 SEM 模型，这两个模型分别探究空间自回归项和误差项，但空间自回归项和误差项可能会同时存在于一个模型内。本文尝试引入能够解决这一问题的 SARAR 模型，以数字普惠金融作为核心解释变量，以农业机械化作为被解释变量，以此阐释数字普惠金融对农业机械化的影响。空间计量模型具体如下：

$$SARAR : \begin{cases} Y_{it} = \rho WY_{it} + C_{it}\alpha_{it} + D_{it}\beta_{it} + \mu_{it} \\ \mu_{it} = \lambda W\mu_{it} + \varepsilon_{it} \end{cases} \quad (1)$$

（1）式中的 Y_{it} 为 i 县 t 期的农业机械化水平， C_{it} 为数字普惠金融指数（包括覆盖广度、使用深度和数字化程度三个维度）， D_{it} 为控制变量。 ρ 为农业机械化水平的自回归系数，即相邻县域农业机械化水平变化对该县域农业机械化水平的影响程度。 α_{it} 为核心解释变量对农业机械化水平的影响程度， β_{it} 为控制变量对农业机械化水平的影响程度。 μ_{it} 为由于空间计量模型误差所引起估计系数的差异， ε_{it} 为其他不可控因素对农业机械化水平的影响， λ 为计量误差对农业机械化水平的影响程度。 W 表示空间权重矩阵，以县域两两之间空间距离的倒数作为县域之间的权重。 W 的具体设定方式为：

$$W = \begin{cases} 1/d_{ij} & i \neq j \\ 0 & i = j \end{cases} \quad (2)$$

（2）式中的 i 和 j 分别表示两个不同县域， d_{ij} 表示县域 i 和县域 j 之间的空间距离。

四、实证结果分析

（一）空间相关性检验

农业机械存在跨区域流动（伍骏骞等，2017），数字普惠金融也能够突破时空界限，因此在探究数字普惠金融与农业机械化之间的关系时，还需要对数字普惠金融与农业机械化进行空间相关性检验。如果数字普惠金融或农业机械化的变化呈现出空间相关性，则分析数字普惠金融对农业机械化影响时就需要考虑空间溢出效应（冯兴元等，2021）；反之，则只需要考虑数字普惠金融对农业机械化的直接影响。本文借鉴马威和张人中（2021）、孙学涛和王振华（2021）的研究，采用 Moran's I 指数分析

数字普惠金融指数与农业机械化水平的空间依赖程度^①，检验结果如表 2 所示。

表 2 空间相关性检验结果

数字普惠金融指数				农业机械化水平			
年份	Moran's I	Sd (I)	Z	年份	Moran's I	Sd (I)	Z
2014	0.033***	0.009	4.091	2014	0.154***	0.009	18.095
2015	0.087***	0.009	10.420	2015	0.161***	0.009	18.945
2016	0.006	0.009	1.146	2016	0.165***	0.009	19.420
2017	0.097***	0.009	11.489	2017	0.176***	0.009	20.674
2018	0.112***	0.009	13.277	2018	0.160***	0.009	18.792
2019	0.177***	0.010	17.377	2019	0.048***	0.010	5.146

注：***、**和*分别表示 1%、5%和 10%的显著性水平。

由表 2 可知，除了 2016 年数字普惠金融指数的 Moran's I 指数没有通过检验外，其余年份的数字普惠金融指数与农业机械化水平的 Moran's I 指数均在 1%的统计水平上显著，说明数字普惠金融与农业机械化各自存在空间依赖关系。数字普惠金融指数与农业机械化水平的 Moran's I 指数均为正，说明数字普惠金融与农业机械化均存在着分类聚集的现象，即县域之间的数字普惠金融与农业机械化发展存在空间溢出效应，因此分析数字普惠金融对农业机械化的影响时还需要考虑空间溢出效应。

(二) 数字普惠金融对农业机械化影响的均衡效应分析

本文基于空间计量模型，采用 2014 年至 2019 年县域短面板数据探究数字普惠金融对农业机械化的影响。由于运用的是面板数据，需要讨论混合效应、随机效应和固定效应哪种更适合分析数字普惠金融对农业机械化的影响。BP 检验发现，随机效应比混合效应更合适；Hausman 检验发现，固定效应比随机效应更合适。基于此，本文选取固定效应 SARAR 模型分析数字普惠金融对农业机械化的影响，估计结果如表 3 所示。

表 3 基准模型回归结果

	(1)	(2)	(3)	(4)
数字普惠金融指数	0.6246*** (0.0088)			
覆盖广度		0.4718*** (0.0077)		
使用深度			0.6195*** (0.0075)	
数字化程度				0.0228 (0.0427)
信息化水平	0.5189*** (0.0189)	0.5893*** (0.0196)	0.3914*** (0.0181)	0.6312*** (0.0226)
人力资本水平	0.2972***	0.4099***	0.1660***	0.4377***

^①与孙学涛和王振华（2021）不同，本文空间相关性检验运用的是空间地理距离权重矩阵。

数字普惠金融对农业机械化的影响

	(0.0098)	(0.0100)	(0.0097)	(0.0115)
城镇化水平	0.2104***	0.2891***	0.1288***	0.2184***
	(0.0116)	(0.0122)	(0.0111)	(0.0139)
金融发展水平	-0.0277***	-0.0619***	-0.0385***	-0.0621***
	(0.0097)	(0.0101)	(0.0092)	(0.0116)
政府干预程度	-0.1138***	-0.1718***	-0.0733***	-0.0714**
	(0.0279)	(0.0291)	(0.0265)	(0.0335)
企业发展水平	0.0172	0.0074	0.0362***	0.0192
	(0.0145)	(0.0151)	(0.0137)	(0.0174)
社会消费水平	0.0991***	0.2214***	0.0518**	0.1411***
	(0.0245)	(0.0256)	(0.0233)	(0.0295)
空间自回归项	-0.3274***	-0.3134***	-0.3038***	-0.4262***
	(0.0535)	(0.0534)	(0.0557)	(0.0567)
空间自相关项	0.7843***	0.7880***	0.7428***	-0.7930***
	(0.0236)	(0.0227)	(0.0293)	(0.0225)
空间误差项	0.3037***	0.3295***	0.2733***	0.4383***
	(0.0034)	(0.0037)	(0.0031)	(0.0049)
年份	Yes	Yes	Yes	Yes
县域	Yes	Yes	Yes	Yes
调整的伪R ²	0.5361	0.5352	0.5601	0.3402
广义似然比检验	-8319.5595	-8778.0757	-7712.1158	-10387.636
观测值数量	11214	11214	11214	11214

注：***、**和*分别表示 1%、5%和 10%的显著性水平，括号中为稳健标准误。

表 3 的 (1) ~ (4) 列的核心解释变量分别为数字普惠金融指数、覆盖广度、使用深度和数字化程度。(1) ~ (3) 列的拟合优度均大于 0.5, (4) 列的拟合优度为 0.3402, 说明 SARAR 模型的估计结果较为可靠。数字普惠金融对农业机械化影响的分析具体如下:

第一, 数字普惠金融对农业机械化的影响。如表 3 的 (1) 列所示, 数字普惠金融指数对农业机械化水平的影响为正, 在 1% 的统计水平上显著, 说明提升数字普惠金融水平有利于推动农业机械化发展, 验证了假说 1。可能的解释为: 第一, 由于数字普惠金融具有普惠性, 在为工业和服务业提供资本要素的同时, 也会为农业经济发展提供了充足的资本要素, 农业资本要素投入增加在农业内主要表现为农业机械化水平的提升。第二, 以花呗和现金贷为代表的数字普惠金融平台以便捷且无抵押的方式提高了个体数字化技能, 降低了农业部门的融资门槛, 使个体农户也能够快速从金融机构获得资金支持, 从而拓展了农业部门的融资渠道, 并最终促进农业机械化水平提高。第三, 数字普惠金融的发展为数字经济平台的建设提供了保障, 数字经济平台的建设为农业机械化发展提供了契机。例如山东省菏泽市某农民在快手 APP 上看到了大蒜播种机, 通过快手平台与对方联系并购置大蒜播种机, 用于 2020 年的大蒜种植, 使周边 20 公里内的大蒜种植实现了由人工种植向机械种植的转变^①。

^①案例来源于作者 2020 年 7 月在山东省菏泽市的调研。

第二，数字普惠金融各维度对农业机械化的影响。如表3的(2)~(4)列所示，覆盖广度和使用深度对农业机械化水平的影响为正，且都在1%的统计水平上显著，数字化程度对农业机械化水平的影响不显著。这说明数字普惠金融覆盖广度和使用深度是推动农业机械化的主要因素。对比覆盖广度与使用深度的估计系数发现，使用深度的估计系数大于覆盖广度，说明数字普惠金融与农业融合程度越深，农业机械化水平就越高。可能的解释是：数字普惠金融的覆盖面会影响到农业机械化进程，但农户在生产过程中是否使用数字普惠金融决定了数字普惠金融对农业机械化的影响程度，因此数字普惠金融使用深度对农业机械化的影响更大。数字化程度对农业机械化水平的影响不显著，可能的解释是：农业机械化进程中数字普惠金融的数字化程度对农业经济的影响还没有充分发挥出来，因此未来应加速普及数字信息技术，为推动乡村振兴和农业机械化提供技术支撑和创新机遇，在农业经济高质量发展过程中进一步释放数字红利。

第三，数字普惠金融的空间溢出效应。如表3所示，数字普惠金融指数及各维度对农业机械化水平影响的空间自回归项为负，且都在1%的统计水平上显著。这说明数字普惠金融在推动本县域农业机械化发展的同时会对相邻县域农业机械化产生抑制作用。可能的解释是：一方面，农业机械存在跨区域流动（伍骏骞等，2017），即农业机械不仅能够为本县域的农业生产提供机械服务，也可以为相邻县域的农业生产提供机械服务。具体而言，A县农业机械化水平提升会抑制A县周边县域农业机械的购买，进而不利于A县周边县域农业机械化水平的提升。另一方面，数字普惠金融虽然具有普惠性的特征，但数字普惠金融仍然具有金融资本逐利的特点，即数字普惠金融会向农业机械化（或农业经济发展）水平较高的县域集聚，这种集聚会对周边县域农业机械化产生抑制作用。

(三) 数字普惠金融对农业机械化影响的非均衡效应分析

本部分借鉴 He et al. (2020) 的研究方法，将县域农业经济发展水平考虑到模型内，县域农业经济发展水平采用县域2013年的第一产业增加值表示。将数字普惠金融指数与农业经济发展水平的交互项引入到计量模型内，探究数字普惠金融对农业机械化影响的非均衡效应。此外，本部分还按照县域2014年的第一产业增加值对县域进行排序，县域第一产业增加值在前623位的县域定义为农业发达县，后623位的县域定义为农业落后县，其余县域定义为农业中等县，以探讨数字普惠金融影响的异质性。数字普惠金融对农业机械化影响的非均衡效应估计结果如表4所示。

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
数字普惠金融指数	0.0556*** (0.0029)				0.2409*** (0.0666)	0.1046*** (0.0095)	0.0035 (0.0029)
覆盖广度		0.0676*** (0.0030)					
使用深度			0.0433*** (0.0023)				
数字化程度				0.0057** (0.0025)			

数字普惠金融对农业机械化的影响

交互项	-1.3049*** (0.0364)	-1.3123*** (0.0383)	-1.1533*** (0.0290)	-0.0556* (0.0320)	-0.0271*** (0.0055)	-0.0265*** (0.0074)	-0.0191 (0.0472)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
年份	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
县域	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
调整的伪R ²	0.5230	0.5062	0.5678	0.3579	0.6244	0.5276	0.4152
广义似然比检验	-8137.2311	-8533.0736	-7534.2514	-10385.041	-3445.0006	-2394.3395	-1403.9244
观测值数量	11214	11214	11214	11214	3738	3738	3738

注：***、**和*分别表示 1%、5%和 10%的显著性水平，括号中为稳健标准误。

表 4 的 (1)、(5)~(7) 列核心解释变量为数字普惠金融指数，(2)~(4) 列核心解释变量为数字普惠金融覆盖广度、使用深度和数字化程度。(5)~(7) 列分别为数字普惠金融对农业落后县、农业中等县和农业发达县农业机械化的影响。数字普惠金融对农业机械化影响的非均衡效应具体分析如下：

第一，数字普惠金融对农业机械化的影响。如表 4 的 (1)~(4) 列所示，加入交互项后，数字普惠金融指数对农业机械化水平的影响仍然为正，且在 1% 的统计水平上显著，说明数字普惠金融发展能够推动农业机械化，再次验证了假说 1。将表 4 与表 3 的估计系数对比发现，加入交互项后数字普惠金融对农业机械化的影响会变小，说明在探究数字普惠金融对农业机械化影响的过程中如果不考虑当地农业经济发展状况，数字普惠金融对农业机械化的影响将被高估。

第二，交互项对农业机械化的影响。如表 4 的 (1)~(3) 列所示，交互项对农业机械化水平的影响为负，且在 1% 的统计水平上显著；(4) 列交互项对农业机械化水平的影响为负，在 10% 的统计水平上显著，即在县域数字普惠金融发展水平相同的情况下，农业经济发展水平越高的县域，农业机械化水平就越低。这说明与农业发达县相比，数字普惠金融更能提升农业落后县的农业机械化水平。可能的解释是：一方面，数字普惠金融不仅具有普惠性特点，还打破了金融供给的空间距离，通过弥补传统金融不足的方式为农业落后县和农业部门提供不同类型的金融服务，进而缓解了农业部门和农业落后县的信贷约束；另一方面，与传统金融相比，数字普惠金融的成本更低，因此农业部门能够以较低的价格从数字普惠金融中获得资金，从而降低农业落后县和农业部门获取资本要素的成本，进而推动农业机械化发展。

第三，不同农业经济发展水平下数字普惠金融影响的差异。如表 4 的 (5)~(7) 列所示，农业落后县和农业中等县样本的数字普惠金融指数对农业机械化水平的影响均为正，且在 1% 统计水平上显著；农业发达县样本的数字普惠金融指数对农业机械化水平的影响不显著。总体而言，数字普惠金融能够促进农业机械化水平提升，再次验证了假说 1。在农业落后县和农业中等县中，交互项对农业机械化水平的影响为负，且在 1% 的统计水平上显著；在农业发达县中，交互项对农业机械化水平的影响不显著。将农业落后县和农业中等县数字普惠金融指数及交互项的估计系数对比发现，农业落后县数字普惠金融指数的估计系数绝对值更大，这说明数字普惠金融在农业机械化进程中起到了普惠作用，即数字普惠金融会缩小农业发达县与农业落后县的农业机械化水平差距。

(四) 数字普惠金融影响农业机械化的机制分析

根据前文分析，数字普惠金融不仅会直接推动农业机械化，还会以提高农民收入和增加固定资产投资的方式间接推动农业机械化。为了验证这个推论，本部分尝试探究数字普惠金融对农业机械化的影响机制，其中农民收入采用县域农民人均可支配收入（元）取自然对数来衡量，固定资产投资采用县域内固定资产投资总额（万元）取自然对数来衡量。回归结果如表 5 所示。

表 5 影响机制的检验结果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
数字普惠金融指数	0.0747*** (0.0033)		0.6602*** (0.0089)	0.0083*** (0.0025)		0.6258*** (0.0088)
农民收入		0.0893*** (0.0334)	0.4573*** (0.0248)			
固定资产投资					0.0813*** (0.0198)	0.1392*** (0.0321)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
年份	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
县域	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
调整的伪R ²	0.5572	0.3072	0.5170	0.8510	0.3077	0.5145
广义似然比检验	2822.1166	-10396.833	-8152.4003	5540.0639	-10397.007	-8310.1367
观测值数量	11214	11214	11214	11214	11214	11214

注：***、**和*分别表示 1%、5%和 10%的显著性水平，括号中为稳健标准误。

表 5 的 (1) 列为数字普惠金融指数对农民收入的影响，(2) 列为农民收入对农业机械化水平的影响，(3) 列为数字普惠金融指数和农民收入对农业机械化水平的影响，(4) 列为数字普惠金融指数对固定资产投资的影响，(5) 列为固定资产投资对农业机械化水平的影响，(6) 列为数字普惠金融指数和固定资产投资对农业机械化水平的影响。

数字普惠金融指数对农民收入和固定资产投资的影响为正，在 1%的统计水平上显著；农民收入和固定资产投资对农业机械化水平的影响为正，在 1%的统计水平上显著。由表 5 的 (3) 列可知数字普惠金融指数和农民收入对农业机械化水平的影响均为正，且在 1%的统计水平上显著。由表 5 的 (6) 列可知数字普惠金融指数和固定资产投资对农业机械化水平的影响均为正，且在 1%的统计水平上显著。这说明数字普惠金融对农业机械化不仅会产生直接影响，还会产生间接影响，验证了假说 2。可能的解释是：一方面，数字普惠金融对农业部门的影响是一个系统工程，数字普惠金融不仅会对农业机械化产生直接影响，还会对农业部门的其他要素产生影响，即数字普惠金融发展在直接推动农业机械化的同时，也提高了农民收入，增加了农业部门的固定资产投资。另一方面，数字普惠金融将排除在传统金融之外的农民纳入服务范围内，通过降低农民信贷约束的方式，间接提高了农民收入。随着农民收入的提升，农民的部分收入会转化为农业投资，这种投资在农业部门内表现为农业机械化水平的提升，即数字普惠金融发展会通过增加固定资产投资和提高农民收入的方式提升农业机械化水平。

(五) 不同地形和县域定位下数字普惠金融对农业机械化影响的差异

县域农业机械化进程不仅会受到当地经济社会发展的影响，还会受到地形条件的制约（王善高和田旭，2018）。根据前文分析，数字普惠金融对农业机械化的影响会受到县域定位的影响，因此分析农业机械化的影响因素时需要考虑地形的差异和县域定位的影响。鉴于此，本部分借鉴王善高和田旭（2018）的研究，将县域按照地形条件划分为平原县、丘陵县和山地县^①，按照是否为县级市划分为农业县和工业县^②，以探究不同地形条件和县域定位下数字普惠金融对农业机械化影响的差异，回归结果如表6所示。

表6 异质性讨论的回归结果

	县域地形差异			县域定位差异	
	平原县 (1)	丘陵县 (2)	山地县 (3)	农业县 (4)	工业县 (5)
数字普惠金融指数	0.6989*** (0.0216)	0.4657*** (0.0150)	0.0594*** (0.0012)	0.6539*** (0.0098)	0.4469*** (0.0194)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
年份	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
县域	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
调整的伪R ²	0.4838	0.3059	0.7456	0.5404	0.5452
广义似然比检验	-981.4748	-2733.8661	-3062.5978	-6992.0674	-1173.6171
观测值数量	5634	1806	3774	2052	9162

注：***、**和*分别表示1%、5%和10%的显著性水平，括号中为稳健标准误。

如表6的（1）～（3）列所示，数字普惠金融指数对不同地形县域农业机械化水平的影响均为正，且均在1%的统计水平上显著。为进一步分析数字普惠金融对不同地形县域农业机械化影响的差异，本文还尝试进行组间差异检验。检验发现，数字普惠金融对平原县和山地县农业机械化的影响存在显著的组间差异，数字普惠金融对丘陵县和山地县农业机械化的影响也存在显著的组间差异，但数字普惠金融对平原县和丘陵县农业机械化的影响不存在显著的组间差异。这表明与山地县相比，数字普惠金融更能促进平原县和丘陵县农业机械化水平的提升。

如表6的（4）、（5）列所示，数字普惠金融指数对农业县和工业县农业机械化水平的影响均为正，且均在1%的统计水平上显著。组间差异检验发现，数字普惠金融对农业县和工业县农业机械化的影响存在显著的组间差异。这表明与工业县相比，数字普惠金融更能促进农业县农业机械化水平的提升。数字普惠金融发展会显著促进农业县农业机械化水平提升，但对工业县农业机械化水平的影响较小，可能的解释是：农业县以农业为主导产业，而工业县以工业为主导产业。由于工业生产率高于农业，随着数字普惠金融的发展，工业县会率先将数字普惠金融所引致的资本要素运用到工业部门。

^①平原县、丘陵县和山地县划分的具体方法为：根据县域平原、丘陵和山地三者面积占比确定县域类型。例如山东省日照市莒县山地面积占比13.25%，丘陵面积占比61.35%，平原面积占比23.1%，低平洼地面积占比2.3%，本文就将莒县确定为丘陵县。

^②本文的工业县是指县级市，农业县则是指县。

由于工业县内工业相对发达，对资本要素的需求量也比较大，农业部门很难获得数字普惠金融所引致的资本要素，故数字普惠金融对工业县农业机械化的影响较小。而农业县工业部门对于资本的吸收能力有限，农业将会在数字普惠金融发展中获取更多的资本要素，进而提升农业县的农业机械化水平。

五、内生性讨论与稳健性检验

（一）内生性讨论

数字普惠金融与农业机械化之间可能存在内生性问题。学者们大多采用与杭州之间的空间距离(张勋等, 2019)、历史上电话用户数(钱海章等, 2020)、数字普惠金融滞后一期变量(易行健和周利, 2018)等作为数字普惠金融的工具变量, 来解决内生性问题。本文借鉴钱海章等(2020)的研究方法, 以县域所属地级市的数字普惠金融指数和县域数字普惠金融指数滞后一期作为县域数字普惠金融指数的工具变量, 以解决数字普惠金融与农业机械化的内生性问题。为保证分析的前后一致性, 本部分依然运用 SARAR 模型, 回归结果如表 7 所示。

表 7 内生性讨论的回归结果

	工具变量: 县域所属地级市数字普惠金融指数				工具变量: 县域数字普惠金融指数滞后一期			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
县域所属地级市数字普惠金融指数	0.0680*** (0.0009)							
县域所属地级市覆盖广度		0.0480*** (0.0008)						
县域所属地级市使用深度			0.0762*** (0.0008)					
县域所属地级市数字化程度				0.0017*** (0.0004)				
县域数字普惠金融指数滞后一期					0.0904*** (0.0067)			
县域覆盖广度滞后一期						0.0413*** (0.0075)		
县域使用深度滞后一期							0.0528*** (0.0058)	
县域数字化程度滞后一期								0.0038 (0.0028)
控制变量	Yes	Yes						
年份	Yes	Yes						
县域	Yes	Yes						
调整的伪R ²	0.5355	0.5346	0.5600	0.3402	0.4556	0.4545	0.2668	0.4175
广义似然比检验	-8320.7968	-8786.5337	-7714.9265	-10387.497	-6179.0119	-6094.2905	-6144.3185	-6193.4656
观测值数量	11214	11214	11214	11214	9345	9345	9345	9345

注: ***, **和*分别表示 1%、5%和 10%的显著性水平, 括号中为稳健标准误。

如表 7 所示，除（8）列外，工具变量对农业机械化水平的影响均为正，均在 1% 的统计水平上显著，验证了本文基本结论的稳健性。将表 7 的（1）~（4）列估计系数与表 3 的（1）~（4）列估计系数对比发现，工具变量的估计系数均小于原变量，说明数字普惠金融与农业机械化之间存在内生性。将表 7 的（5）~（8）列估计系数与表 3 的（1）~（4）列估计系数对比发现，工具变量的估计系数均小于原变量，说明数字普惠金融不仅会影响当期农业机械化水平，而且还会对滞后期的农业机械化水平产生影响。

（二）稳健性检验

本部分借鉴孙学涛和王振华（2021）等学者的稳健性检验方法，从 4 个方面检验数字普惠金融对农业机械化影响的稳健性。

第一，重新量化数字普惠金融。前文在讨论数字普惠金融对农业机械化的影响时，将县域数字普惠金融指数除以 100 作为核心解释变量。本部分尝试以数字普惠金融指数的自然对数作为核心解释变量研究数字普惠金融对农业机械化的影响。如表 8 的（1）列所示，数字普惠金融的自然对数对农业机械化水平具有显著的正向影响，与前文结果一致，说明数字普惠金融对农业机械化影响的估计结果稳健。

第二，重新构造权重矩阵。前文在讨论数字普惠金融对农业机械化影响的过程中，模型采用地理距离权重矩阵，本部分尝试基于共享空间要素构造权重矩阵。构造方式具体为：如果 i 县与 j 县拥有共同边界，则 i 县与 j 县的权重为 1，否则为 0。如表 8 的（2）列所示，重新构造权重矩阵后，数字普惠金融对农业机械化具有显著的正向影响，与前文结果一致，说明数字普惠金融对农业机械化影响的估计结果稳健。

第三，替换计量模型。前文在讨论数字普惠金融对农业机械化影响的过程中，运用 SARAR 模型同时分析数字普惠金融的空间自回归项和误差项，但空间自回归项和误差项可能不会同时存在，因此本部分尝试运用 SAR 模型分析空间自回归项，运用 SEM 模型分析空间误差项。如表 8 的（3）~（4）列所示，替换计量模型后，数字普惠金融对农业机械化具有显著的正向影响，与前文结果一致，说明数字普惠金融对农业机械化影响的估计结果稳健。

第四，细分地区。前文在讨论数字普惠金融对农业机械化影响的过程中，将全部县域看作一个总体样本。但由前文实证分析可知，不同类型的县域之间存在着显著差异，本部分尝试将县域按照东中西划分，讨论数字普惠金融对不同地区农业机械化的影响差异。如表 8 的（5）~（7）列所示，细分地区后，数字普惠金融对不同县域农业机械化均具有显著的正向影响，说明数字普惠金融对农业机械化影响的估计结果稳健。

表 8 稳健性检验的回归结果

	替换核心解释变量 (1)	重构权重矩阵 (2)	替换计量模型		细分地区		
			SAR模型 (3)	SEM模型 (4)	东部地区 (5)	中部地区 (6)	西部地区 (7)
数字普惠金融指	1.5117***						

数字普惠金融对农业机械化的影响

数取自然对数	(0.0816)						
数字普惠金融指数		0.6247***	0.6336***	0.6300***	0.4225***	0.5824***	0.4536***
		(0.0088)	(0.0089)	(0.0089)	(0.0183)	(0.0118)	(0.0192)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
年份	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
县域	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
调整的伪R ²	0.3624	0.5287	0.5185	0.5444	0.2281	0.7251	0.5095
广义似然比检验	-10229.636	-8300.3167	-8396.5209	-8334.5071	-1.6960	-3367.0034	-2957.4700
观测值数量	11214	11214	11214	11214	2964	4038	4212

注：***、**和*分别表示 1%、5%和 10%的显著性水平，括号中为稳健标准误。

六、结论与政策启示

农业生产常年存在融资难、融资贵、融资繁等问题，导致农业生产资本相对匮乏，不仅制约了农业机械化水平的提升，还制约了农业的高质量发展。在数字经济迅速发展的时代背景下，通过发展数字普惠金融来提升农业机械化水平，既是新常态背景下数字普惠金融服务农业现代化的内在要求，也是双循环背景下补齐乡村金融供给不足短板的有效路径。本文基于中国 1869 个县域面板数据，运用 SARAR 模型实证分析了数字普惠金融对农业机械化影响的均衡效应、非均衡效应及作用机制，得到如下结论：

第一，数字普惠金融与农业机械化均存在空间溢出效应，即县域数字普惠金融和农业机械化发展会影响相邻县域数字普惠金融和农业机械化的水平。

第二，数字普惠金融及其各维度水平提升均会提升农业机械化水平，但如果不考虑当地的农业经济发展状况，数字普惠金融对农业机械化的影响将会被高估。

第三，数字普惠金融对农业机械化的影响存在非均衡效应，与农业发达县相比，数字普惠金融更能提升农业落后县的农业机械化水平。

第四，数字普惠金融不仅会直接推动农业机械化，还会以提高农民收入和促进固定资产投资的方式间接地推动农业机械化。

第五，数字普惠金融更能促进农业县和平原县农业机械化水平提升。

在全面推动乡村振兴的时代背景下，上述结论具有如下政策启示：

第一，应通过发展数字普惠金融促进农业机械化。数字普惠金融是农业机械化的新路径，应着力提升数字普惠金融服务农业农村部门的能力，支持农业发达县加快开发适宜农业经济发展、符合农村特点的数字普惠金融服务模式。同时，在支持数字普惠金融促进农业机械化过程中还应该避免农业部门高杠杆率的出现。

第二，不同地区应该区别对待数字普惠金融的发展。由于数字普惠金融对不同地区农业机械化的影响存在着显著差异，因此应根据自身的资源禀赋、农业经济发展水平以及县域定位，适当地运用数字普惠金融发展农业机械化，同时还应采取相应措施避免数字普惠金融发展对农业机械化产生“数字

鸿沟”。

第三，地区之间要加强数字普惠金融和农业机械化的合作。由于数字普惠金融和农业机械化均存在空间溢出效应，因此不同县域之间应该加强合作，进而形成一体化的数字经济平台和农业机械服务平台，实现区域间数字经济发展和农业机械服务的资源共享共建，最终提高数字经济赋能农业高质量发展的水平。

参考文献

- 1.邓宁源、李钠平、张越、李达，2019：《乡村振兴背景下数字普惠金融发展问题研究》，《金融经济》第2期，第15-19页。
- 2.冯兴元、孙同全、董翀、燕翔，2021：《中国县域数字普惠金融发展：内涵、指数构建与测度结果分析》，《中国农村经济》第10期，第84-105页。
- 3.郭峰、王靖一、王芳、孔涛、张勋、程志云，2020：《测度中国数字普惠金融发展：指数编制与空间特征》，《经济学（季刊）》第4期，第1401-1418页。
- 4.何婧、蔡新怡、赵亚雄，2021：《金融渗透、金融获得与农业产业化——来自湖南省87个县市的证据》，《财经理论与实践》第2期，第12-19页。
- 5.何婧、李庆海，2019：《数字金融使用与农户创业行为》，《中国农村经济》第1期，第112-126页。
- 6.胡滨、程雪军，2020：《金融科技、数字普惠金融与国家金融竞争力》，《武汉大学学报（哲学社会科学版）》第3期，第130-141页。
- 7.胡祎、张正河，2018：《农机服务对小麦生产技术效率有影响吗？》，《中国农村经济》第5期，第68-83页。
- 8.李晓园、刘雨濛，2021：《数字普惠金融如何促进农村创业？》，《经济管理》第12期，第24-40页。
- 9.刘赛红、王志飞，2019：《农村信贷投入、乡村振兴与城乡居民收入差距研究》，《云南财经大学学报》第3期，第94-104页。
- 10.罗明忠、邱海兰、陈小知，2021：《农机投资对农村女性劳动力非农就业转移影响及其异质性》，《经济与管理评论》第2期，第127-137页。
- 11.马黄龙、屈小娥，2021：《数字普惠金融对经济高质量发展的影响——基于农村人力资本和数字鸿沟视角的分析》，《经济问题探索》第10期，第173-190页。
- 12.马威、张人中，2021：《数字金融的广度与深度对缩小城乡发展差距的影响效应研究——基于居民教育的协同效应视角》，《农业技术经济》第5期，第1-15页。
- 13.莫媛、沈坤荣，2020：《县域银行网点布局与农村信贷资金流动》，《华南农业大学学报（社会科学版）》第3期，第11-23页。
- 14.潘彪、田志宏，2018：《购机补贴政策对中国农业机械使用效率的影响分析》，《中国农村经济》第6期，第21-37页。
- 15.彭澎、徐志刚，2021：《数字普惠金融能降低农户的脆弱性吗？》，《经济评论》第1期，第82-95页。
- 16.钱海章、陶云清、曹松威、曹雨阳，2020：《中国数字金融发展与经济增长的理论与实证》，《数量经济技术经

济研究》第6期，第26-46页。

17.孙学涛、王振华，2021：《农业生产效率提升对产业结构的影响——基于技术进步偏向的视角》，《财贸研究》第6期，第46-58页。

18.田杰，2020：《新型农村金融机构、资金外流与乡村振兴》，《财经科学》第1期，第29-41页。

19.汪旭晖、赵博、王新，2020：《数字农业模式创新研究——基于网易味央猪的案例》，《农业经济问题》第8期，第115-130页。

20.王善高、田旭，2018：《农村劳动力老龄化对农业生产的影响研究——基于耕地地形的实证分析》，《农业技术经济》第4期，第15-26页。

21.王伟、朱一鸣，2018：《普惠金融与县域资金外流：减贫还是致贫——基于中国592个国家级贫困县的研究》，《经济理论与经济管理》第1期，第98-108页。

22.伍骏骞、方师乐、李谷成、徐广彤，2017：《中国农业机械化发展水平对粮食产量的空间溢出效应分析——基于跨区作业的视角》，《中国农村经济》第6期，第44-57页。

23.星焱，2021：《农村数字普惠金融的“红利”与“鸿沟”》，《经济学家》第2期，第102-111页。

24.易行健、周利，2018：《数字普惠金融发展是否显著影响了居民消费——来自中国家庭的微观证据》，《金融研究》第11期，第47-67页。

25.尹振涛、李俊成、杨璐，2021：《金融科技发展能提高农村家庭幸福感吗？——基于幸福经济学的研究视角》，《中国农村经济》第8期，第63-79页。

26.殷浩栋、霍鹏、汪三贵，2020：《农业农村数字化转型：现实表征、影响机理与推进策略》，《改革》第12期，第48-56页。

27.张合林、王颜颜，2021：《数字普惠金融与农业高质量发展水平的收敛性研究》，《金融理论与实践》第1期，第9-18页。

28.张勋、万广华、张佳佳、何宗樾，2019：《数字经济、普惠金融与包容性增长》，《经济研究》第8期，第71-86页。

29.张岳、周应恒，2021：《数字普惠金融、传统金融竞争与农村产业融合》，《农业技术经济》第9期，第68-82页。

30.周晶、陈玉萍、阮冬燕，2013：《地形条件对农业机械化发展区域不平衡的影响——基于湖北省县级面板数据的实证分析》，《中国农村经济》第9期，第63-77页。

31.周利、廖婧琳、张浩，2021：《数字普惠金融、信贷可得性与居民贫困减缓——来自中国家庭调查的微观证据》，《经济科学》第1期，第145-157页。

32.周振、孔祥智，2019：《农业机械化对我国粮食产出的效果评价与政策方向》，《中国软科学》第4期，第20-32页。

33.Akhter, S., Y. Liu, and K. Daly, 2010, "Cross Country Evidence on the Linkages between Financial Development and Poverty", *International Journal of Business and Management*, 5(1): 3-19.

34.Guo, F., S. Kong, and J. Wang, 2016, "General Patterns and Regional Disparity of Internet Finance Development in China:

Evidence from the Peking University Internet Finance Development Index”, *China Economic Journal*, 9(3): 253-271.

35.He, G. J., Y. Xie, and B. Zhang, 2020, “Expressways, GDP, and the Environment: The Case of China”, *Journal of Development Economics*, 145: 1-16.

36.Matthews, B. H., 2019, “Hidden Constraints to Digital Financial Inclusion: The Oral-Literate Divide”, *Development in Practice*, 29(8): 1-15.

(作者单位: ¹ 山东社会科学院;

² 中国海洋大学经济学院;

³ 中国海洋大学管理学院;

⁴ 中国社会科学院农村发展研究所)

(责任编辑: 胡 祎)

The Impact of Digital Finance on Agricultural Mechanization: Evidence from 1869 Counties in China

SUN Xuetao YU Ting YU Fawen

Abstract: The overall level of China's agricultural mechanization is generally low. How to rely on endogenous power to make up for the shortcomings of agricultural mechanization is particularly important. The development of digital finance opens up a new path to solve the problems of agricultural mechanization. Based on the data collected from 1869 counties, this article analyzes the equilibrium effect and non-equilibrium effect of digital finance on agricultural mechanization and examines the function mechanism of digital finance. It finds that digital finance and agricultural mechanization have spatial spillover effect. Digital finance is an important way to promote agricultural mechanization. The impact of digital finance on agricultural mechanization will be affected by the development level of agricultural economy. Compared with other counties, poor counties, plain counties and agricultural counties are more likely to benefit from the development of digital financial. Digital finance will also take farmers' income and fixed asset investment as intermediary variables to improve the level of agricultural mechanization. Therefore, in the process of agricultural mechanization, we should seize the dividends brought by the development of digital finance. At the same time, the agricultural sector in different regions should treat the development of digital finance differently according to their own conditions.

Keywords: Digital Finance; Agricultural Mechanization; County; SARAR Model