

引用格式：

张晖, 陆滨强, 权天舒. 乡村数字化对农业发展韧性的影响及作用机制研究 [J]. 农业现代化研究, 2024, 45(1): 124-136.

Zhang H, LU B Q, Quan T S. Research on the impact and mechanism of rural digitalization on the resilience of agricultural development[J]. Research of Agricultural Modernization, 2024, 45(1): 124-136.

DOI: 10.13872/j.1000-0275.2024.0008



## 乡村数字化对农业发展韧性的影响及作用机制研究

张晖, 陆滨强\*, 权天舒

(南京林业大学经济管理学院, 江苏南京 210000)

**摘要:** 增强农业发展韧性是我国农业系统应对内外部各种风险与挑战的重要举措。本研究基于 2011—2020 年中国 31 个省(区、市)的面板数据, 运用熵值法测算分析各省市的农业发展韧性指数, 并采用固定效应模型、中介效应模型和调节效应模型分析了乡村数字化水平对农业发展韧性的影响及其作用机制。结果表明: 2011—2020 年中国农业发展韧性水平整体上不断提升。乡村数字化水平的提高能够增强地区农业发展韧性, 尤其在中西部地区、中低数字化水平地区和产粮大省, 其增强作用更为显著。机制分析表明, 农业规模化经营、数字金融发展、农业技术应用和市场信息利用是乡村数字化影响农业发展韧性的重要中介渠道, 而地区人力资本水平正向调节乡村数字化对农业发展韧性的影响。基于此, 本研究提出一系列补齐各地区农业发展短板、完善农村数字基础设施、激发农业生产要素活力和提供数字技术培训与支持等建议。

**关键词:** 乡村数字化; 农业发展韧性; 生产韧性; 经济韧性; 生态韧性

**中图分类号:** F323 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0275 (2024) 01-0124-13

### Research on the impact and mechanism of rural digitalization on the resilience of agricultural development

ZHANG Hui, LU Bin-qiang, QUAN Tian-shu

(School of Economics and Management, Nanjing Forestry University, Nanjing, Jiangsu 210000, China)

**Abstract:** Enhancing the resilience of agricultural development is of paramount importance for China's agricultural system in its endeavor to address a myriad of internal and external risks and challenges. This study leveraged panel data encompassing 31 Chinese provinces, autonomous regions, and municipalities, spanning the years 2011 to 2020. Employing the entropy method, we calculated and analyzed the resilience index of agricultural development for each province. Moreover, we explored the impact and mechanisms of rural digitalization on agricultural development resilience through the application of fixed effect, mediating effect, and moderating effect models. The findings of this investigation illuminate a continuous and discernible improvement in China's agricultural development throughout the years 2011 to 2020. The resilience of regional agricultural development can be enhanced through the improvement of rural digitalization levels, particularly in the central and western regions, regions with low and medium digitalization levels, and large grain-producing provinces. Mechanism analysis underscores that large-scale agricultural operations, digital financial development, the application of agricultural technology, and the utilization of market information serve as pivotal intermediary channels through which rural digitalization exerts its influence on agricultural development resilience. Additionally, regional human capital levels are observed to positively moderate the impact of rural digitalization on agricultural development resilience. Building upon these insights, this study puts forward a series of suggestions to make up for the shortcomings of agricultural development in various regions, improve rural digital infrastructure, stimulate the vitality of agricultural production factors, and provide digital technology training and support.

**Key words:** rural digitalization; agricultural development resilience; production resilience; economic resilience; ecological resilience

**基金项目:** 国家社会科学基金项目(21BGL167); 江苏省高校“青蓝工程”中青年学术带头人项目(2023-27#)。

**作者简介:** 张晖(1981—), 男, 江苏兴化人, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事农业经济发展和生态补偿等方面的研究, E-mail: zhanghui@njfu.edu.cn; 通信作者: 陆滨强(1998—), 男, 浙江东阳人, 硕士研究生, 主要从事数字经济和农业经济研究, E-mail: binqianglu@njfu.edu.cn。

**收稿日期:** 2023-12-07; **接受日期:** 2024-01-29

**Foundation item:** National Social Science Foundation of China (21BGL167); Jiangsu Province' Qing Lan Project (2023-27#).

**Corresponding author:** LU Bin-qiang, E-mail: binqianglu@njfu.edu.cn.

**Received** 7 December, 2023; **Accepted** 29 January, 2024

2023年发布的中央一号文件明确提出建设供给保障强、科技装备强、经营体系强、产业韧性强、竞争能力强的农业强国的目标。然而，农业领域长期以来一直面临着来自自然、市场、技术、社会和贸易等多重风险，这些风险因素给农业产业和农民的生计经营带来了极大的不确定性，进一步加剧了农业系统的脆弱性，对实现农业强国目标构成了严峻挑战。因此，提升农业系统的发展韧性水平成为一个值得关注的问题。近年来，我国积极推进数字乡村建设，旨在通过提升乡村数字化水平，加速农业现代化进程，实现农业强国的战略目标。根据《中国数字乡村发展报告》，2021年全国数字乡村发展水平达到39.1%，且这一进程仍在不断加速。数字化建设的深入推进使得数字技术和数字信息得到广泛应用，对经济社会产生了深远影响，彻底改变了传统生产与生活方式，推动着各行各业的创新变革。作为农业的关键要素，数字信息技术也为农业发展注入了新动能。因此，研究乡村数字化对农业发展韧性的影响效果及作用机制具有重要的现实意义。

“韧性”源于物理学概念，最初被学者引入到生态领域的研究框架中，随后也在经济学的研究中得以应用。经济韧性用来衡量一个经济体能够抵御各种风险和冲击，并在受到破坏后能够及时恢复或做出新的调整的能力<sup>[1]</sup>。国内已有许多学者研究了国家经济韧性<sup>[2]</sup>、区域经济韧性<sup>[3]</sup>、城市经济韧性<sup>[4]</sup>、家庭经济韧性<sup>[5]</sup>等领域。在农业领域，张明斗和惠利伟<sup>[6]</sup>将农业经济韧性定义为农业经济面对不确定性挑战时的抵抗能力与恢复能力，其核心内涵包括两个方面：一是在面对冲击时能够承受住压力或困难，不被冲击到或者把冲击降到最低；二是在遭到冲击之后能够迅速恢复<sup>[7]</sup>。已有研究发现农业基础设施<sup>[8]</sup>、数字经济发展<sup>[9]</sup>、农村产业融合<sup>[10]</sup>有助于增强农业经济韧性。然而，现有研究主要运用核心变量法<sup>[11]</sup>或从抵抗力、适应力、重构力等维度<sup>[8-10]</sup>评估农业韧性水平，且多侧重于农业经济韧性层面，缺乏围绕农业生产、经济和生态三个子系统角度，评估农业发展韧性水平。农业发展韧性的概念不同于农业经济韧性，农业经济韧性强调对外部冲击和市场波动时，农业经济体系的抵抗力和适应性。而农业发展韧性是指农业系统在追求可持续发展目标的过程中，能够应对各种挑战，保持满足当前农业系统正常运转的能力，包括提高农业生产能力、降低农业生产和市场风险、改善农民生计、环境保护等方面的能力，涉及到社会、经济和环境等方面的可持续性。

因此，本研究利用2011—2020年31个省（区、市）（不包含港澳台地区）的统计数据，从农业生产韧性、经济韧性和生态韧性三个维度构建反映农业发展韧性的综合评价指标，实证检验乡村数字化对农业发展韧性的影响及作用机制。本研究的贡献在于：1）从农业生产韧性、经济韧性和生态韧性等维度构造农业发展韧性，这使得我们能够全方位地了解各地区农业生产、经济和生态各个维度的韧性水平，为相关政策和措施的制定提供科学依据。2）深入研究了乡村数字化对农业发展韧性的影响效应，从土地、资金、技术、信息和劳动力等农业生产要素的角度入手，进行作用机制和调节效应分析。这不仅有助于从理论上深化对乡村数字化对农业发展韧性影响的理解，还为增强农业发展韧性提供实证依据和具体路径。3）通过对不同地区和不同维度韧性的异质性检验，探讨了乡村数字化对我国不同地区和不同维度韧性的影响，为各地区制定有针对性和实效性的农业发展政策提供了参考依据，对我国各地区实施差异化农业发展具有重要意义。

## 1 理论分析与研究假说

### 1.1 乡村数字化对农业发展韧性的直接效应

乡村数字化促进了农村产业的纵向和横向融合，使农业与其他产业的联结更为紧密，形成了一个高效且紧密的产业链条。这有助于提高农业系统在应对内外部事件冲击时的抗风险和适应能力，从而增强了农业的发展韧性。具体而言，乡村数字化推动农业产业的纵向融合，例如农业与电商、物流的结合，使农产品生产、储存、运输、销售等各个环节联系更为紧密，优化了产销系统和供应链系统，加快了农产品流通和销售速度，减少了农产品损耗和经营风险。同时，乡村数字化也促进农业与生态、文化、旅游等产业的横向融合，有效地利用了农业资源，有助于扩展农业产业链，提高农业附加值，推动农业产业的多元化发展。基于此，本研究提出如下假设。

假说1：乡村数字化的提升有助于增强农业发展韧性。

### 1.2 乡村数字化对农业发展韧性的间接效应

1) 乡村数字化-农业规模化经营-农业发展韧性。目前，中国农业普遍存在小规模土地分散经营的问题，这给农业发展带来了一系列问题，包括基本农产品供给不足、农民收入低、农业环境污染、后续农业经营者不足以及农业技术进步受限等<sup>[12]</sup>。

乡村数字化的发展打破了农村劳动力市场中的信息不对称问题,有助于促进农村劳动力向城市和第二、第三产业的流动,为农村土地流转创造了前提条件,实现了农业规模化经营。农场规模的扩大有助于提高粮食产量和效益<sup>[13]</sup>,促进农民增加收入<sup>[14]</sup>,同时也推动家庭农场减少对化肥的使用,改善了农业生态环境的质量<sup>[15-16]</sup>。基于此,本研究提出如下假说。

假说 2:乡村数字化能够通过推动农业规模化经营增强农业发展韧性。

2)乡村数字化-数字金融发展-农业发展韧性。数字化的发展推动着传统金融服务的创新,借助数字技术,传统金融机构正朝向数字金融转型,这一过程能够有效克服传统金融服务的时空限制,并在一定程度上解决金融服务供需不匹配的问题,提升农村金融服务的有效供给和可获得性<sup>[17]</sup>,农民可以更容易地获取贷款和保险服务,有助于推动农业发展并减少农业生产风险。具体而言,数字金融以差异化的方式满足农民的融资需求,缓解农户资金约束状况,使农民能够引进先进的农业生产技术,购买大型的农业机械设备<sup>[18]</sup>,提高农业生产效率。其次,数字金融有助于激发农户创业积极性,促进农村居民的创业行为,拓展和延伸家庭农场、农村电商、休闲农业等农业产业链<sup>[19]</sup>。最后,数字普惠金融的推广提高了农户的金融知识和金融素养水平,增强自身风险管理意识和对农业保险功能的理解<sup>[20]</sup>,进而推动农业保险的普及,增强农业抗风险能力。基于此,本研究提出如下假说。

假说 3:乡村数字化能够通过数字金融发展增强农业发展韧性。

3)乡村数字化-农业技术应用-农业发展韧性。乡村数字化发展能够促进先进农业生产技术和数字技术在农业领域的应用。一方面,农业技术的数字化缩短了农户与农业先进生产技术之间的距离,使农户更加便捷地了解 and 认识农业生产技术,促进新技术和知识在农村地区的广泛传播与推广<sup>[21]</sup>,从而提高农业生产力。另一方面,乡村数字化的发展为数字技术在农业生产中的广泛应用创造了有利条件。通过对数字技术的利用,农业生产者不仅能够高效地获取气象、土壤和农作物生长等各类信息,推动智慧农业发展,优化农业生产计划并及时应对气候变化和自然灾害等挑战,还能够使农业生产变得更加精细化,例如定制化化肥、精准灌溉等,有效提升了农业生产效益和资源利用效率<sup>[22]</sup>。基于此,本研究提出以下假说。

假说 4:乡村数字化能够通过农业技术应用增

强农业发展韧性。

4)乡村数字化-市场信息利用-农业发展韧性。乡村数字化发展使农产品市场信息的获取和传递变得更加便捷和精准,拓宽了农户信息获取渠道、农资采购渠道和农产品销售渠道<sup>[23]</sup>。在农产品供给端,数字信息促进了有效的市场联系和市场机制的完善,农户通过数字信息平台及时、准确、连续地获取农产品价格和销售等市场信息,能够不断地调整和优化农业生产结构以满足市场需求,提高经济效益和降低市场风险。在农产品需求端,数字信息可以实现农产品更加广泛地触及潜在客户,农户通过电子商务平台、视频直播、社交媒体等多种方式拓宽农产品的市场渠道,提高市场的多样性和可及性,实现更多的销售机会。这既降低了对传统销售渠道的依赖和不确定性,还提高了农民在销售渠道中的议价权和农产品销售收入。基于此,本研究提出如下假说。

假说 5:乡村数字化能够通过市场信息利用增强农业发展韧性。

### 1.3 人力资本水平的调节效应分析

农业劳动力作为农业生产活动中唯一具有能动性的要素,在数字化赋能农业发展中扮演着主导角色。数字化建设为农村地区提供了在线教育和培训的机会,使农民能够通过网络学习新的农业技术和管理知识,提升技能水平。然而,教育水平所导致的数字鸿沟会限制信息福利效应的发挥<sup>[24]</sup>。通常情况下,教育程度较高的农民具备更高效的信息获取能力<sup>[25]</sup>,因此他们能够通过数字信息获得更有效的教育和培训,提升自身的农业知识和技能,以更好地适应市场变化并提高农业生产力水平。基于此,本研究提出如下假说。

假说 6:人力资本水平正向调节乡村数字化对农业发展韧性的增强作用。

基于上述理论分析,本研究构建了乡村数字化影响农业发展韧性的分析框架(图 1)。探讨乡村数字化对农业发展韧性的直接影响,以及农业规模化经营、数字金融发展、农业技术应用、市场信息利用和人力资本水平在其中发挥的中介效应和调节效应。

## 2 研究方法

### 2.1 数据来源

本研究选取 2011—2020 年我国 31 个省(区、市)(不包含港澳台地区)的统计数据。这些数据来源于《中国统计年鉴》《中国农村统计年鉴》《中国保险年鉴》《中国金融统计年鉴》《中国农村金融服务报

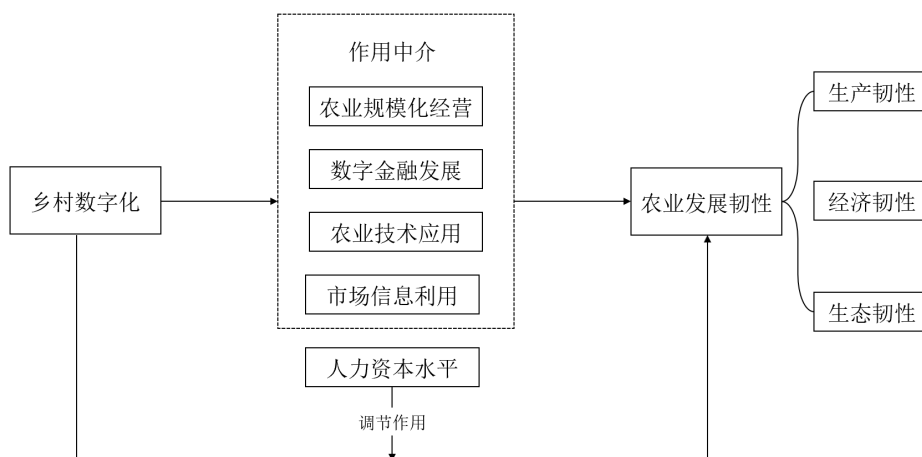


图 1 理论分析框架

Fig. 1 Theoretical analysis framework

告》《中国农产品加工业年鉴》以及全国温室数据系统及各省统计年鉴。对于个别缺失数据，采用插值法进行补充。

2.2 变量定义

1) 被解释变量。本研究的被解释变量为农业发展韧性水平，该评价指标体系基于社会—经济—生态系统的视角，从生产韧性、经济韧性和生态韧性三个维度进行构建（表 1）。第一个维度是生产韧性，关注粮食安全和农业生产力两个方面。粮食安全是农业生产的核心，体现了农业生产系统对社

会粮食供给能力的冗余度。提高农业生产力是增强农业生产韧性的关键，体现了农业生产系统面对内外部冲击时的应对能力和适应性。第二个维度是经济韧性，关注农业产业链和农业经济发展水平两个方面。农业产业链能够反映农业经济系统在应对突发事件时的内在稳定性。农业经济发展水平能够反映农业经济系统在应对突发事件时经济指标的外在表现和稳健性。第三个维度是生态韧性，关注农产品安全与可持续性，反映农业系统在面对环境压力时的适应性和恢复能力，以及对人类健康的潜在危

表 1 农业发展韧性评估指标体系

Table 1 Resilience assessment index system for agricultural development

一级指标	二级指标	三级指标	指标释义	权重	属性
生产韧性	粮食安全	人均耕地资源 (hm <sup>2</sup> /人)	耕地面积与总人口之比	0.062	正
		人均播种面积 (hm <sup>2</sup> /人)	播种面积与总人口之比	0.040	正
		人均粮食产量 (kg/人)	粮食总产量与总人口之比	0.058	正
		单位面积粮食产量 (kg/hm <sup>2</sup> )	谷物单位面积产量	0.016	正
农业生产力	农业生产能力	自然灾害抵抗能力 (%)	成灾面积与受灾面积之比	0.014	负
		农业水利化程度 (%)	有效灌溉面积与播种面积之比	0.044	正
		农业科技化程度 (万元)	财政科研支出	0.115	正
		农业机械化程度 (kW/hm <sup>2</sup> )	农业机械总动力与播种面积之比	0.052	正
经济韧性	农业产业链	农业直接产值 (万元/hm <sup>2</sup> )	农业总产值与播种面积之比	0.050	正
		农业与第二产业融合度 (万元/hm <sup>2</sup> )	农副食品加工业主要营业收入与播种面积之比	0.119	正
		农业与第三产业融合度 (万元/hm <sup>2</sup> )	农林牧渔服务业总产值与播种面积之比	0.043	正
		产业链利润率 (%)	农副食品加工业平均利润率	0.010	正
农业经济发展水平	农业经济水平	农业劳动力收入 (元/人)	农村居民人均可支配收入	0.037	正
		农产品价格波动程度 (%)	农产品生产价格指数	0.012	负
		农业保险服务 (万元)	农业保险保费收入	0.072	正
		农业信贷服务 (万元)	涉农贷款余额	0.228	正
生态韧性	农产品安全与可持续性	农药污染量 (kg/hm <sup>2</sup> )	农药使用量与播种面积之比	0.005	负
		农膜污染量 (kg/hm <sup>2</sup> )	农用塑料薄膜用量与播种面积之比	0.006	负
		化肥污染量 (kg/hm <sup>2</sup> )	化肥使用量与播种面积之比	0.011	负
		柴油污染量 (kg/hm <sup>2</sup> )	柴油使用量与播种面积之比	0.006	负

害。综上所述,本研究构建了包含 3 个一级指标, 5 个二级指标和 20 个三级指标的农业发展韧性综合指标评价体系(表 1)。最后,采用熵值法计算得出 2011—2020 年各省份的农业发展韧性指数。

2) 解释变量。本研究的核心解释变量为乡村数字化水平。参考金绍荣和任赞杰<sup>[26]</sup>的方法,移动电话、计算机和互联网宽带是数字信息的终端接口,因此通信设备的数量在很大程度上可以反映乡村数字化水平。本研究构建包含农村居民平均每百户移动电话拥有量、计算机拥有量、农村宽带接入用户量的乡村数字化指标体系,采用熵值法计算得出 2011—2020 年各省份的乡村数字化水平。

3) 控制变量。参考已有的研究成果<sup>[8, 27]</sup>,本研究的控制变量为:1) 经济发展水平,以地区人均生产总值衡量;2) 政府财政支出,以政府财政支出的自然对数衡量;3) 城乡收入差距,以城镇居民人均可支配收入与农村居民人均可支配收入的比值衡量;4) 乡村就业结构,以乡村个体就业人

员数与农业就业人员数比值衡量;5) 城镇化水平,以城镇化率衡量;6) 产业结构,以第二、三产业增加值占地区生产总值比重衡量;7) 基础设施水平,以农村居民人均用电量衡量。

4) 中介变量。本研究使用四个机制变量来检验乡村数字化对农业发展韧性的影响机制。这些中介变量包括农业规模化、数字金融发展、农业技术应用和市场信息利用。具体而言,参考王亚辉等<sup>[28]</sup>的做法,本研究使用人均农作物播种面积衡量农业规模化程度;参考张勋等<sup>[29]</sup>做法,本研究使用北京大学数字金融研究中心 2021 年发布的数字普惠金融发展指数衡量地区数字金融发展水平。此外,本研究使用设施农业面积的自然对数衡量农业技术应用水平;使用单位产值快递业务量的自然对数衡量市场信息利用水平;

5) 调节变量。本研究采用人力资本水平作为调节变量,使用各省份农村地区平均受教育年限衡量。各变量统计特征如表 2 所示。

表 2 描述性统计

Table 2 Descriptive statistics

变量类别	变量名称	样本量	平均值	标准差	最小值	最大值
被解释变量	农业发展韧性	310	0.178	0.056	0.084	0.452
解释变量	乡村数字化	310	0.071	0.033	0.000	0.156
中介变量	农业规模化	310	7.330	3.755	2.584	27.714
	数字金融发展	310	216.235	97.030	16.220	431.930
	农业技术应用	310	10.003	1.676	5.407	12.958
	市场信息利用	310	0.987	0.656	0.130	3.359
调节变量	人力资本水平	310	7.736	0.738	4.534	9.782
控制变量	经济发展水平	310	5.553	2.708	1.644	16.493
	政策财政支出	310	17.549	0.614	15.770	18.976
	城乡收入差距	310	2.647	0.431	1.845	3.979
	乡村就业结构	310	0.476	0.570	0.033	3.405
	城镇化水平	310	0.574	0.131	0.227	0.896
	产业结构	310	0.902	0.051	0.739	0.997
	基础设施水平	310	0.230	0.595	0.004	4.087

### 2.3 模型设定

为检验乡村数字化对农业发展韧性的影响,本研究构建如下基准回归模型:

$$Y_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 X_{it} + \alpha_2 Z_{it} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

式中: $i$ 和 $t$ 分别表示省份和年份; $Y_{it}$ 表示农业发展韧性水平; $X_{it}$ 表示乡村数字化水平; $Z_{it}$ 为一系列控制变量; $\mu_i$ 表示地区固定效应; $\delta_t$ 表示时间固定效应; $\varepsilon_{it}$ 表示随机误差项; $\alpha_0$ 、 $\alpha_1$ 和 $\alpha_2$ 为待估计参数。

为进一步研究乡村数字化对农业发展韧性影响的作用机制,本研究构建了如下中介效应模型,具体计算公式如下:

$$M_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{it} + \beta_2 Z_{it} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$Y_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 X_{it} + \gamma_2 M_{it} + \gamma_3 Z_{it} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

式中: $M_{it}$ 表示中介变量,分别为农业规模化、数字金融发展、农业技术应用和市场信息利用; $\beta_0$ 、 $\beta_1$ 、 $\beta_2$ 、 $\gamma_0$ 、 $\gamma_1$ 、 $\gamma_2$ 和 $\gamma_3$ 为待估计参数。其余变量含义与式(1)相同。

为进一步验证人力资本水平在乡村数字化影响农业发展韧性过程中的调节作用,本研究构建了如下调节效应模型:

$$Y_{it} = \theta_0 + \theta_1 X_{it} + \theta_2 X_{it} \times T_{it} + \theta_3 T_{it} + \theta_4 Z_{it} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

式中： $T_{it}$ 表示调节变量，为地区人力资本水平； $X_{it} \times T_{it}$ 表示乡村数字化水平与调节变量的交乘项； $\theta_0$ 、 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ 、 $\theta_3$ 和 $\theta_4$ 为待估计参数。其余变量含义与式(1)相同。

### 3 结果与分析

#### 3.1 中国农业发展韧性的演进趋势

本研究通过构建农业发展韧性指标体系并运用熵值法对2011—2020年中国31个省(区、市)的农业发展韧性进行综合测算,结果如表3所示。同时,为了区分乡村数字化对不同维度韧性水平的影响,本研究也测算了2011—2020年中国31个省(区、市)

的农业生产韧性、经济韧性和生态韧性水平,限于篇幅,表4仅汇报2011年、2015年和2020年分维度的韧性水平结果。总体上看,近十年中国农业发展韧性总体呈现上升趋势,全国均值从0.138增长至0.246,增幅为78.26%。其中,东、中、西部地区农业发展韧性水平呈现由东向西递减态势,2020年韧性水平均值分别为0.298,0.256和0.246。从分区域和分维度看,首先,中部地区省份的农业生产韧性水平最高,这主要是由于中部地区多为粮食主产区,如黑龙江、吉林、河南、安徽、湖南、湖北、江西等省份。这些省份的人均种植面积和人均粮食产量相对较高,其农业生产能力较强,从而导致其

表3 2011—2020年中国农业发展韧性水平的综合测算结果

Table 3 Comprehensive estimation of the resilience of China's agricultural development from 2011 to 2020

区域	省份	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	均值
东部地区	辽宁	0.154	0.160	0.180	0.172	0.174	0.175	0.169	0.177	0.192	0.216	0.177
	北京	0.198	0.198	0.224	0.246	0.261	0.289	0.320	0.336	0.378	0.377	0.283
	天津	0.172	0.182	0.195	0.186	0.205	0.208	0.189	0.194	0.200	0.213	0.194
	河北	0.147	0.155	0.166	0.171	0.178	0.180	0.174	0.181	0.195	0.261	0.181
	山东	0.175	0.188	0.197	0.206	0.218	0.215	0.218	0.219	0.232	0.278	0.215
	江苏	0.163	0.176	0.193	0.205	0.215	0.224	0.226	0.236	0.262	0.428	0.233
	上海	0.165	0.176	0.187	0.197	0.205	0.214	0.245	0.248	0.255	0.265	0.216
	浙江	0.151	0.164	0.173	0.183	0.190	0.207	0.209	0.220	0.241	0.452	0.219
	福建	0.124	0.137	0.146	0.157	0.163	0.207	0.207	0.217	0.231	0.275	0.186
	广东	0.130	0.139	0.156	0.154	0.185	0.220	0.226	0.258	0.279	0.340	0.209
海南	0.090	0.099	0.101	0.104	0.114	0.132	0.137	0.147	0.161	0.171	0.126	
	均值	0.152	0.161	0.174	0.180	0.192	0.206	0.211	0.221	0.239	0.298	0.203
中部地区	黑龙江	0.198	0.217	0.240	0.245	0.250	0.266	0.276	0.278	0.283	0.319	0.257
	吉林	0.167	0.177	0.193	0.193	0.200	0.208	0.199	0.201	0.207	0.224	0.197
	山西	0.118	0.126	0.135	0.141	0.141	0.136	0.131	0.132	0.139	0.170	0.137
	河南	0.142	0.156	0.164	0.166	0.178	0.185	0.195	0.207	0.218	0.327	0.194
	安徽	0.143	0.154	0.163	0.172	0.175	0.196	0.197	0.203	0.212	0.283	0.190
	湖北	0.123	0.134	0.145	0.158	0.164	0.164	0.175	0.188	0.198	0.254	0.170
	湖南	0.126	0.140	0.143	0.152	0.159	0.170	0.169	0.189	0.197	0.266	0.171
	江西	0.115	0.123	0.119	0.126	0.130	0.140	0.144	0.157	0.162	0.206	0.142
	均值	0.142	0.153	0.163	0.169	0.175	0.183	0.186	0.194	0.202	0.256	0.182
西部地区	内蒙古	0.179	0.183	0.213	0.214	0.220	0.225	0.225	0.229	0.239	0.250	0.218
	广西	0.103	0.114	0.122	0.131	0.131	0.136	0.143	0.145	0.150	0.190	0.137
	重庆	0.094	0.099	0.108	0.110	0.114	0.116	0.126	0.128	0.134	0.157	0.119
	四川	0.123	0.139	0.150	0.156	0.164	0.167	0.174	0.182	0.177	0.222	0.165
	贵州	0.084	0.099	0.100	0.113	0.121	0.123	0.134	0.143	0.147	0.207	0.127
	云南	0.107	0.111	0.118	0.120	0.125	0.130	0.134	0.135	0.143	0.178	0.130
	陕西	0.105	0.114	0.117	0.126	0.131	0.134	0.142	0.145	0.154	0.168	0.134
	甘肃	0.110	0.120	0.128	0.137	0.139	0.139	0.132	0.142	0.151	0.165	0.136
	青海	0.098	0.092	0.098	0.105	0.105	0.104	0.110	0.110	0.119	0.120	0.106
	宁夏	0.135	0.141	0.145	0.157	0.153	0.154	0.153	0.160	0.167	0.169	0.153
	新疆	0.164	0.179	0.193	0.206	0.213	0.211	0.218	0.231	0.255	0.281	0.215
	西藏	0.163	0.157	0.168	0.170	0.186	0.175	0.175	0.176	0.194	0.200	0.176
	均值	0.122	0.129	0.138	0.145	0.150	0.151	0.155	0.161	0.169	0.192	0.151
全国均值		0.138	0.147	0.157	0.164	0.171	0.179	0.183	0.191	0.202	0.246	0.178

表 4 分维度的韧性水平测算结果  
Table 4 Measured results of resilience level by dimension

区域	省份	生产韧性			经济韧性			生态韧性		
		2011	2015	2020	2011	2015	2020	2011	2015	2020
东部地区	辽宁	0.181	0.172	0.181	0.109	0.150	0.214	0.708	0.702	0.762
	北京	0.184	0.209	0.295	0.188	0.287	0.432	0.634	0.486	0.416
	天津	0.186	0.167	0.178	0.141	0.210	0.209	0.620	0.666	0.799
	河北	0.209	0.212	0.230	0.075	0.128	0.258	0.735	0.721	0.787
	山东	0.229	0.237	0.277	0.114	0.183	0.257	0.669	0.692	0.756
	江苏	0.210	0.254	0.320	0.103	0.162	0.487	0.729	0.744	0.768
	上海	0.140	0.163	0.216	0.160	0.214	0.282	0.651	0.649	0.641
	浙江	0.195	0.219	0.272	0.101	0.153	0.574	0.557	0.523	0.546
	福建	0.125	0.131	0.187	0.103	0.166	0.328	0.552	0.553	0.461
	广东	0.155	0.229	0.335	0.089	0.134	0.327	0.636	0.636	0.673
海南	0.115	0.120	0.153	0.055	0.096	0.170	0.449	0.423	0.461	
	均值	0.175	0.192	0.240	0.113	0.171	0.322	0.631	0.618	0.643
中部地区	黑龙江	0.321	0.378	0.502	0.079	0.130	0.162	0.910	0.894	0.946
	吉林	0.259	0.292	0.331	0.074	0.109	0.122	0.784	0.760	0.802
	山西	0.149	0.165	0.168	0.063	0.091	0.139	0.836	0.822	0.831
	河南	0.197	0.212	0.256	0.075	0.128	0.355	0.738	0.723	0.766
	安徽	0.199	0.223	0.285	0.073	0.114	0.256	0.786	0.776	0.811
	湖北	0.157	0.199	0.235	0.070	0.111	0.241	0.732	0.749	0.813
	湖南	0.156	0.166	0.226	0.072	0.122	0.267	0.832	0.833	0.848
	江西	0.161	0.146	0.194	0.048	0.086	0.181	0.836	0.837	0.900
	均值	0.200	0.223	0.275	0.069	0.111	0.215	0.807	0.799	0.839
西部地区	内蒙古	0.284	0.321	0.366	0.073	0.120	0.139	0.885	0.837	0.890
	广西	0.131	0.147	0.160	0.051	0.091	0.184	0.776	0.757	0.774
	重庆	0.125	0.124	0.146	0.036	0.072	0.131	0.858	0.860	0.865
	四川	0.132	0.159	0.188	0.082	0.134	0.213	0.863	0.865	0.899
	贵州	0.115	0.142	0.154	0.022	0.068	0.208	0.935	0.934	0.963
	云南	0.140	0.147	0.164	0.051	0.077	0.157	0.825	0.802	0.841
	陕西	0.135	0.139	0.143	0.054	0.100	0.159	0.728	0.696	0.723
	甘肃	0.161	0.188	0.204	0.042	0.076	0.107	0.790	0.745	0.804
	青海	0.151	0.122	0.143	0.022	0.056	0.064	0.929	0.904	0.956
	宁夏	0.207	0.207	0.222	0.052	0.083	0.102	0.834	0.824	0.815
	新疆	0.248	0.283	0.277	0.078	0.143	0.264	0.733	0.667	0.707
	西藏	0.290	0.325	0.305	0.039	0.057	0.092	0.904	0.866	0.930
	均值	0.177	0.192	0.206	0.050	0.090	0.152	0.838	0.813	0.847
	全国均值	0.182	0.200	0.236	0.077	0.124	0.228	0.757	0.740	0.773

农业系统的生产韧性水平相对较高。值得注意的是,黑龙江省依托广袤的黑土地资源以及机械化、规模化的生产方式,使其农业生产韧性水平远高于其他省份。其次,东、中、西部地区的农业经济韧性呈现递减态势,这与地区的经济发展水平密切相关,浙江、江苏和北京的农业经济韧性位居全国前三。经济发达地区的市场、技术和人才等社会经济因素具备一定的优势地位,有助于赋能农业经济发展<sup>[30]</sup>,推动地区农业产业与第二、三产业融合发展,从而增强地区农业经济韧性。最后,虽然东部地区省份的经济韧性水平较高,但相较于中西部地区,其生

态韧性相对较低。例如,浙江省和北京市的农业经济韧性水平位居全国前列,但其农业生态韧性水平仅为 0.546 和 0.416,远低于其他省份。这表明尽管经济作物种植区的农业产出占比较高,但由此导致的化肥、农药和农膜等农业污染排放量增加<sup>[31]</sup>,导致地区的农业生态韧性较为薄弱。

### 3.2 乡村数字化对农业发展韧性的影响

本研究使用 OLS 模型和双向固定效应模型估计乡村数字化对农业发展韧性的影响,结果如表 5 所示。其中,模型 1 是仅控制核心解释变量后的估计结果,结果显示乡村数字化对农业发展韧性的影

表 5 基准回归估计结果  
Table 5 Baseline regression estimation results

变量	模型 1		模型 2		模型 3	
	系数	T 值	系数	T 值	系数	T 值
乡村数字化	1.273***	15.154	0.332**	2.570	0.542***	4.085
经济发展水平			0.012***	7.283	0.008***	4.734
政策财政支出			0.026***	3.076	0.073***	4.124
城乡收入差距			0.006	0.704	0.019*	1.887
乡村就业结构			0.030***	5.579	0.021***	4.118
城镇化水平			0.023	0.437	-0.337***	-3.096
产业结构			-0.461***	-4.942	-0.172	-1.544
基础设施水平			-0.006	-0.828	-0.005	-0.760
常数项	0.088***	9.933	-0.002	-0.012	-0.891***	-3.036
地区固定效应	未控制		未控制		已控制	
时间固定效应	未控制		未控制		已控制	
样本观测值	310		310		310	
R <sup>2</sup>	0.444		0.716		0.804	

注：\*\*\*、\*\* 和 \* 分别表示估计结果在 1%、5% 和 10% 的水平上显著，下表同。

响在 1% 水平上显著为正，这表明乡村数字化对农业发展韧性有显著的正向作用。分别通过加入控制变量（模型 2）、地区和时间固定效应（模型 3）消除其他因素对模型结果的干扰。结果表明，即使进一步考虑其他因素的影响，乡村数字化的系数仍然在 1% 的显著水平上为正，这表明乡村数字化能够增强地区农业发展韧性，从而验证了假设 1。

### 3.3 乡村数字化对农业发展韧性影响的异质性分析

为了进一步验证乡村数字化对农业发展韧性影响的异质性，本研究将总样本依据各省份的粮食作物播种面积和数字化水平分别划分为低、中、高 3 个子样本组，依据地理位置划分为东部、中部、西部 3 个子样本组，以及依据韧性维度划分为生产韧性、经济韧性、生态韧性 3 个子样本组进行异质性

分析。

3.3.1 种植面积异质性 表 6 的结果表明，乡村数字化对低播种面积组的农业发展韧性影响并不显著。然而，对于中、高播种面积组，乡村数字化影响系数分别为 0.260 和 0.545，在 10% 和 5% 的水平上显著，这表明乡村数字化对中、高播种面积组的农业发展韧性具有增强作用，且对产粮大省农业发展韧性的增强作用更为显著。这主要是因为产粮大省拥有丰富的土地资源，在数字化发展的推动下，农村劳动力外流得以促进，土地规模化经营逐渐实现，高级农业生产设施、技术和经营模式的应用也得到了提升，进而提高了农业生产效率，减少了农业污染，提高了农民收入等原因。因此，乡村数字化发展更有利于增强产粮大省的农业发展韧性。

表 6 种植面积异质性检验  
Table 6 Planting area heterogeneity test

变量	低播种面积组		中播种面积组		高播种面积组	
	系数	T 值	系数	T 值	系数	T 值
乡村数字化	0.173	0.414	0.260*	1.745	0.545**	2.093
常数项	-0.531	-1.022	-0.204	-0.659	-3.423***	-4.118
控制变量	已控制		已控制		已控制	
样本观测值	110		100		100	
R <sup>2</sup>	0.821		0.906		0.910	

3.3.2 乡村数字化水平异质性 表 7 的结果表明，中、低数字化水平组的系数显著为正，高数字化水平组的系数并不显著，这说明数字化水平较低时，乡村数字化发展对地区农业发展韧性的增强效果明显，而数字化水平较高时，乡村数字化的进一步发展对农业发展韧性的增强效果并不明显。这可能是因为

数字化对农业系统的影响存在一定的门槛效应<sup>[32]</sup>，高数字化水平组的省份已经在数字化方面取得了显著的进展，因此数字化水平的进一步提高对农业发展韧性的边际效应逐渐趋于零。

3.3.3 区域异质性 表 8 的结果表明，乡村数字化对中、西部地区省份的农业发展韧性有显著的正向影



响,而对东部地区省份的影响不显著。东部地区省份经济水平较为发达,数字化程度较高,乡村数字化的进一步发展对农业系统的边际效应十分有限。而中、西部地区数字化水平相对较低,乡村数字化水平的提升有助于增强地区农业发展韧性,此外,由于中部地区还涵盖了较多的产粮大省,拥有大量肥沃的耕地资源,因此乡村数字化对中部地区省份农业发展韧性的增强效应更为明显。东、中、西部地区省份的数字化发展水平以及农业要素资源禀赋决定了乡村数字化对中国不同地区影响存在显著性差异。

3.3.4 韧性维度异质性 表 9 的结果表明,乡村数字

化对农业生态韧性的增强效应最大,其次是生产韧性,最后是经济韧性。乡村数字化增强了东、西部地区省份的生产韧性和生态韧性,以及中部地区省份的生产韧性和经济韧性。这表明乡村数字化对不同地区省份农业不同维度韧性的影响存在一定的差异性。此外,相较于全国平均水平(表 4),2011 年东部地区生产和生态韧性水平、中部地区经济韧性水平以及西部地区生产韧性水平相对较低。可见,乡村数字化发展在改善各地区农业发展韧性较为薄弱的方面起到了积极作用。

### 3.4 稳健性检验

为了检验基准回归结果的稳健性,本研究选

表 7 乡村数字化水平异质性检验  
Table 7 Digital-level heterogeneity test

变量	低数字化水平组		中数字化水平组		高数字化水平组	
	系数	T 值	系数	T 值	系数	T 值
乡村数字化	0.393*	1.666	0.548***	4.059	-0.261	-0.481
常数项	-0.444	-1.578	-0.637**	-2.422	-3.041**	-2.307
控制变量	已控制		已控制		已控制	
样本观测值	110		100		100	
R <sup>2</sup>	0.899		0.908		0.868	

表 8 区域异质性检验  
Table 8 Regional heterogeneity test

变量	东部地区		中部地区		西部地区	
	系数	T 值	系数	T 值	系数	T 值
乡村数字化	0.052	0.132	1.459***	6.892	0.297***	3.119
常数项	-1.586**	-2.411	-0.745	-1.131	-0.456**	-1.989
控制变量	已控制		已控制		已控制	
样本观测值	110		80		120	
R <sup>2</sup>	0.819		0.935		0.910	

表 9 韧性维度异质性检验  
Table 9 Resilience dimension heterogeneity test

韧性维度	变量	全国地区		东部地区		中部地区		西部地区	
		系数	T 值	系数	T 值	系数	T 值	系数	T 值
	乡村数字化	0.592***	4.617	0.913**	2.529	0.951***	3.529	0.340***	2.905
	常数项	-0.339	-1.192	-0.861	-1.441	1.215	1.449	0.250	0.886
生产韧性	控制变量	已控制		已控制		已控制		已控制	
	样本观测值	310		110		80		120	
	R <sup>2</sup>	0.683		0.746		0.843		0.647	
	乡村数字化	0.488**	2.330	-0.668	-1.090	1.875***	5.519	0.262	1.547
	常数项	-1.407***	-3.032	-2.356**	-2.324	-2.124**	-2.008	-1.021**	-2.501
经济韧性	控制变量	已控制		已控制		已控制		已控制	
	样本观测值	310		110		80		120	
	R <sup>2</sup>	0.741		0.774		0.901		0.869	
	乡村数字化	0.925***	4.236	2.527***	3.856	0.188	1.256	0.403**	2.490
	常数项	1.810***	3.742	3.960***	3.653	-0.659	-1.418	1.021**	2.620
生态韧性	控制变量	已控制		已控制		已控制		已控制	
	样本观测值	310		110		80		120	
	R <sup>2</sup>	0.409		0.578		0.870		0.619	

择数据缩尾处理、剔除部分样本、滞后一期核心解释变量、选择 Tobit 模型重新回归进行稳健性检验，检验结果如表 10 所示。

1) 缩尾 1% 处理。为避免极端值对回归结果的影响，本研究对所有变量进行 1% 的缩尾处理。结果表明，在控制变量和固定效应后，乡村数字化的估计系数依然显著为正。

2) 剔除部分样本。考虑到中国直辖市存在较强的特殊性，地区农业发展状况明显有别于其他省份。本研究剔除北京、天津、上海、重庆等四个直辖市样本，使用剩余 270 个样本重新回归。结果表明，在控制变量和固定效应后，乡村数字化的估计系数仍然显著为正。

3) 滞后一期核心解释变量。乡村数字化对农业发展韧性的影响可能存在滞后性，本研究对核心解释变量作滞后一期处理进行重新回归。结果表明，在控制变量和固定效应后，乡村数字化的系数显著

为正。

4) 替换为 Tobit 模型。由于农业发展韧性取值范围介于 0~1，满足受限因变量模型条件，本研究使用随机效应 Tobit 模型代替原模型进行稳健性检验。结果与基准回归结果一致。以上检验结果均表明模型结果具有稳健性。

### 3.5 农业规模化经营、数字金融发展、农业技术应用与市场信息利用的中介效应分析

根据研究理论分析，本研究以农业规模化经营、数字金融发展、农业技术应用和市场信息利用为中介变量研究乡村数字化对农业发展韧性影响的传导机制，检验结果如表 11 和表 12 所示。

3.5.1 农业规模化的中介效应检验 乡村数字化加快了农村劳动力的外流，通过推动农业规模化经营，有助于实现粮食增产增效和促进农民增收，推动家庭农场的绿色可持续发展，进而增强农业发展韧性。中介效应检验结果表明，乡村数字化对农业发展韧

表 10 稳健性检验  
Table 10 Robustness test

变量	缩尾 1%		剔除直辖市样本		滞后一期解释变量		Tobit 模型	
	系数	T 值	系数	T 值	系数	T 值	系数	T 值
乡村数字化	0.529***	4.525	0.433***	3.204	0.536***	3.554	0.333***	2.594
常数项	-0.678***	-2.654	-0.888***	-2.697	-1.065***	-3.234	-0.025	-0.134
控制变量	已控制		已控制		已控制		已控制	
样本观测值	310		270		279		310	
R <sup>2</sup>	0.833		0.820		0.779		—	

表 11 中介效应检验结果  
Table 11 Results of mediating effect test

变量	农业规模化		农业发展韧性		数字金融发展		农业发展韧性	
	系数	T 值	系数	T 值	系数	T 值	系数	T 值
乡村数字化	20.229***	2.694	0.490***	3.679	105.189***	2.881	0.461***	3.496
农业规模化			0.003**	2.346				
数字金融发展							0.001***	3.482
常数项	28.648*	1.722	-0.964***	-3.293	-139.806*	-1.728	-0.785***	-2.712
控制变量	已控制		已控制		已控制		已控制	
样本观测值	310		310		310		310	
R <sup>2</sup>	0.641		0.808		0.998		0.812	

表 12 中介效应检验结果  
Table 12 Results of mediating effect test

变量	农业技术应用		农业发展韧性		市场信息利用		农业发展韧性	
	系数	T 值	系数	T 值	系数	T 值	系数	T 值
乡村数字化	7.596***	3.194	0.397***	3.054	8.392***	6.499	0.416***	2.938
农业技术应用			0.005*	1.737				
市场信息利用							0.015**	2.378
常数项	29.397***	4.817	-1.403***	-4.631	-0.948	-0.331	-0.877***	-3.013
控制变量	已控制		已控制		已控制		已控制	
样本观测值	310		310		310		310	
R <sup>2</sup>	0.374		0.822		0.873		0.808	

性、农业规模化的影响均显著为正（表 5 和表 11）。将乡村数字化和农业规模化同时放入农业发展韧性的模型后，乡村数字化和农业规模化对农业发展韧性的影响系数均显著为正（表 11）。这表明农业规模化经营在乡村数字化对农业发展韧性影响中发挥部分中介作用，假说 2 得以验证。

**3.5.2 数字金融发展的中介效应检验** 乡村数字化推动着传统金融服务的数字化创新，通过数字金融发展，提升了农村金融服务的有效供给和可获得性，有助于提高农业生产能力、延伸农业产业链以及农业保险普及，进而增强农业发展韧性。中介效应检验结果表明，乡村数字化对农业发展韧性、数字金融发展的影响系数均显著为正（表 5 和表 11）。将乡村数字化和数字金融发展同时放入农业发展韧性的模型后，乡村数字化和数字金融发展对农业发展韧性的影响系数均显著为正（表 11）。这表明数字金融发展在乡村数字化对农业发展韧性影响中发挥部分中介作用，假说 3 得以验证。

**3.5.3 农业技术应用的中介效应检验** 乡村数字化促进了先进农业生产技术和数字技术在农业领域的应用，通过农业技术应用，有助于提高农业生产效率以及农业系统应对生产风险的能力，进而增强农业发展韧性。中介效应检验结果表明，乡村数字化对农业发展韧性、农业技术应用的影响系数均显著为正（表 5 和表 12）。将乡村数字化和农业技术应用同时放入农业发展韧性的模型后，两者对农业发展

韧性的影响系数均显著为正（表 12）。这表明农业技术应用在乡村数字化对农业发展韧性影响中发挥部分中介作用，假说 4 得以验证。

**3.5.4 市场信息利用的中介效应检验** 乡村数字化使农产品市场信息的获取和传递变得更加便捷和精准，通过市场信息利用，有助于提高市场多样性和可及性，拓宽销售渠道，降低市场风险，提高农业生产经济效益和农民收入，进而增强了农业发展韧性。中介效应检验结果表明，乡村数字化对农业发展韧性、市场信息利用的影响系数均显著为正（表 5 和表 12）。将乡村数字化和市场信息利用同时放入农业发展韧性的模型后，乡村数字化和市场信息利用对农业发展韧性的影响系数均显著为正（表 12）。这表明市场信息利用在乡村数字化对农业发展韧性影响中发挥部分中介作用，假说 5 得以验证。

### 3.6 人力资本水平的调节效应分析

教育程度较高的农民具备更高效的信息获取能力，因此地区人力资本水平在乡村数字化对农业发展韧性的影响中发挥正向调节作用。调节效应检验结果表明（表 13），乡村数字化对农业发展韧性的影响系数显著为正，加入乡村数字化与人力资本水平的交互项后，交互项对农业发展韧性的影响系数显著为正。这表明人力资本水平在乡村数字化对农业发展韧性的影响中起正向调节作用，假说 6 得以验证。

表 13 调节效应检验结果  
Table 13 Results of the moderating effect test

变量	未加入调节变量		加入调节变量	
	系数	T 值	系数	T 值
乡村数字化	0.542**	4.085	-2.137***	-2.908
乡村数字化 × 人力资本水平			0.335***	3.700
常数项	-0.891***	-3.036	-0.827***	-2.810
控制变量	已控制		已控制	
样本观测值	310		310	
R <sup>2</sup>	0.804		0.813	

## 4 结论与政策建议

### 4.1 研究结论

1) 2011—2020 年我国农业发展韧性水平总体呈现稳步上升趋势。但从不同维度看，东部地区生态韧性、中部地区经济韧性以及西部地区生产韧性和经济韧性较为脆弱。

2) 乡村数字化显著提高了地区农业发展韧性水平。从异质性分析上看，乡村数字化对中部地区

省份、产粮大省和中低数字化水平省份农业发展韧性的增强效果最为明显。

3) 农业规模化、数字金融发展、农业技术应用和市场信息利用在乡村数字化对农业发展韧性的影响中发挥着正向中介作用。

4) 地区人力资本水平在乡村数字化对农业发展韧性的影响中发挥着正向调节效应。

### 4.2 政策建议

基于上述研究结论，本研究提出如下政策建议。

1) 着力补齐各地区农业发展的短板问题。东部地区应更加关注农业生态可持续发展,降低化肥、农药和农膜等在农业生产中的使用;中西部地区要加快推进农业产业融合,如建设农产品物流中心和拓宽农产品电商直播渠道,推动农产品加工业和农业生态产业的发展;西部地区应推动设施栽培、农业机械、无人机喷洒等先进生产技术的应用。

2) 完善农村地区数字基础设施。有关部门应进一步提高农村地区的网络覆盖率和基础设施建设,包括提供稳定的互联网接入、改善通信网络、建设数字化服务中心,以满足农村地区日益增长的数字化需求。

3) 充分激发农业生产要素的活力。完善农地流转制度,积极鼓励和引导农民参与承包经营。同时,要进一步增加对农业机械的购置补贴以及推动农业社会化服务。此外,相关部门应加大对数字普惠金融的政策支持和激励措施,并推动建立公共的农产品数据信息平台。

4) 提供数字技术培训和支 持。为农民和农业从业人员提供相关的数字技术培训和支 持,包括数字技术的基础知识、应用技巧和操作指导等,以提高农民对数字信息的有效获取和对数字资源的充分利用。

#### 参考文献:

- [1] 王永贵, 高佳. 新冠疫情冲击、经济韧性与中国高质量发展[J]. 经济管理, 2020, 42(5): 5-17.  
Wang Y G, Gao J. Shocks of 2019-nCoV, economic resilience and China's high quality development[J]. Business and Management Journal, 2020, 42(5): 5-17.
- [2] 崔耕瑞. 数字金融能否提升中国经济韧性[J]. 山西财经大学学报, 2021, 43(12): 29-41.  
Cui G R. Can digital finance enhance China's economic resilience? [J]. Journal of Shanxi University of Finance and Economics, 2021, 43(12): 29-41.
- [3] 谭俊涛, 赵宏波, 刘文新, 等. 中国区域经济韧性特征与影响因素分析[J]. 地理科学, 2020, 40(2): 173-181.  
Tan J T, Zhao H B, Liu W X, et al. Regional economic resilience and influential mechanism during economic crises in China[J]. Scientia Geographica Sinica, 2020, 40(2): 173-181.
- [4] 朱金鹤, 孙红雪. 中国三大城市群城市韧性时空演进与影响因素研究[J]. 软科学, 2020, 34(2): 72-79.  
Zhu J H, Sun H X. Research on spatial-temporal evolution and influencing factors of urban resilience of China's three metropolitan agglomerations[J]. Soft Science, 2020, 34(2): 72-79.
- [5] 张东玲, 焦宇新. 农业保险、农业全要素生产率与农户家庭经济韧性[J]. 华南农业大学学报(社会科学版), 2022, 21(2): 82-97.  
Zhang D L, Jiao Y X. Agricultural insurance, total factor productivity in agriculture and the economic resilience of farm households[J]. Journal of South China Agricultural University (Social Science Edition), 2022, 21(2): 82-97.
- [6] 张明斗, 惠利伟. 中国农业经济韧性的空间差异与影响因素识别[J]. 世界农业, 2022(1): 36-50.  
Zhang M D, Hui L W. Spatial disparities and identification of influencing factors on agricultural economic resilience in China[J]. World Agriculture, 2022(1): 36-50.
- [7] 张玉梅, 龙文进. 大食物观下农业产业链韧性面临挑战及提升对策[J]. 中州学刊, 2023(4): 54-61.  
Zhang Y M, Long W J. Challenges and countermeasures for improving the resilience of agricultural industry Chain under the great food outlook[J]. Academic Journal of Zhongzhou, 2023(4): 54-61.
- [8] 唐莹, 陈梦涵. 农业基础设施对农业经济韧性的作用机制与效应研究[J]. 农林经济管理学报, 2023, 22(3): 292-300.  
Tang Y, Chen M H. Mechanism and effect of agricultural infrastructure on agricultural economic resilience[J]. Journal of Agro-Forestry Economics and Management, 2023, 22(3): 292-300.
- [9] 赵巍, 徐筱雯. 数字经济对农业经济韧性的影响效应与作用机制[J]. 华南农业大学学报(社会科学版), 2023, 22(2): 87-96.  
Zhao W, Xu X W. Effect and mechanism of digital economy on the resilience of agricultural economy[J]. Journal of South China Agricultural University (Social Science Edition), 2023, 22(2): 87-96.
- [10] 郝爱民, 谭家银. 农村产业融合赋能农业韧性的机理及效应测度[J]. 农业技术经济, 2023(7): 88-107.  
Hao A M, Tan J Y. Empowering agricultural resilience by rural industrial integration: Influence mechanism and effect analysis[J]. Journal of Agrotechnical Economics, 2023(7): 88-107.
- [11] 宋敏, 刘欣雨. 数字经济赋能农业韧性机制研究——基于人力资本的中介效应分析[J]. 江苏社会科学, 2023(1): 103-112.  
Song M, Liu X Y. Research on the mechanism of agricultural resilience empowered by digital economy: Based on the analysis of the mediating effect of human capital[J]. Jiangsu Social Sciences, 2023(1): 103-112.
- [12] 何秀荣. 关于我国农业经营规模的思考[J]. 农业经济问题, 2016, 37(9): 4-15.  
He X R. Reflections on the scale of agricultural operations in China [J]. Issues in Agricultural Economy, 2016, 37(9): 4-15.
- [13] 张忠明, 钱文荣. 农户土地经营规模与粮食生产效率关系实证研究[J]. 中国土地科学, 2010, 24(8): 52-58.  
Zhang Z M, Qian W R. Empirical research on the relationship between farmers' land management scale and food production efficiency [J]. China Land Science, 2010, 24(8): 52-58.
- [14] 许庆, 尹荣梁, 章辉. 规模经济、规模报酬与农业适度规模经营——基于我国粮食生产的实证研究[J]. 经济研究, 2011, 46(3): 59-71, 94.  
Xu Q, Yin R L, Zhang H. Economies of scale, returns to scale and the problem of optimum-scale farm management: An empirical study based on grain production in China[J]. Economic Research Journal, 2011, 46(3): 59-71, 94.
- [15] 赵昶, 孔祥智, 仇焕广. 农业经营规模扩大有助于化肥减量吗——基于全国1274个家庭农场的计量分析[J]. 农业技术经济, 2021(4): 110-121.  
Zhao C, Kong X Z, Qiu H G. Does the expansion of farm size contribute to the reduction of chemical fertilizers? Empirical

- analysis based on 1274 family farms in China[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2021(4): 110-121.
- [16] 曹慧, 赵凯. 耕地经营规模对农户亲环境行为的影响[J]. *资源科学*, 2019, 41(4): 740-752.
- Cao H, Zhao K. Farmland scale and farmers' pro-environmental behavior: Verification of the inverted U hypothesis [J]. *Resources Science*, 2019, 41(4): 740-752.
- [17] 唐勇, 吕太升. 数字普惠金融能提升农业全要素生产率吗? [J]. *哈尔滨商业大学学报(社会科学版)*, 2023(3): 3-18.
- Tang Y, Lü T S. Can digital inclusive improve agricultural total factor productivity? [J]. *Journal of Harbin University of Commerce (Social Science Edition)*, 2023(3): 3-18.
- [18] 方观富, 蔡莉. 数字普惠金融如何影响农业产出: 事实、机制和政策含义[J]. *农业经济问题*, 2022(10): 97-112.
- Fang G F, Cai L. How digital financial inclusion affects agricultural output: Facts, mechanism and policy implications[J]. *Issues in Agricultural Economy*, 2022(10): 97-112.
- [19] 何婧, 李庆海. 数字金融使用与农户创业行为[J]. *中国农村经济*, 2019(1): 112-126.
- He J, Li Q H. Digital finance and farmers' entrepreneurship[J]. *Chinese Rural Economy*, 2019(1): 112-126.
- [20] 陈康, 叶明华, 王同江. 数字金融服务如何影响农业保险的发展?——来自 24 个主要农业省份的经验证据[J]. *兰州学刊*, 2022(4): 64-78.
- Chen K, Ye M H, Wang T J. How does digital financial service affect the development of agricultural insurance? Empirical evidence from 24 major agricultural provinces[J]. *Lanzhou Academic Journal*, 2022(4): 64-78.
- [21] 朱秋博, 白军飞, 彭超, 等. 信息化提升了农业生产率吗? [J]. *中国农村经济*, 2019(4): 22-40.
- Zhu Q B, Bai J F, Peng C, et al. Do information communication technologies improve agricultural productivity? [J]. *Chinese Rural Economy*, 2019(4): 22-40.
- [22] 夏显力, 陈哲, 张慧利, 等. 农业高质量发展: 数字赋能与实现路径[J]. *中国农村经济*, 2019(12): 2-15.
- Xia X L, Chen Z, Zhang H L, et al. Agricultural high-quality development: Digital empowerment and implementation path[J]. *Chinese Rural Economy*, 2019(12): 2-15.
- [23] 刘冬文, 苗哲瑜, 周月书. 数字化“金融+产业”模式: 农业社会化服务创新的机理与案例分析[J]. *农业经济问题*, 2023(9): 96-109.
- Liu D W, Miao Z Y, Zhou Y S. Digital “finance + industry” mode: Mechanism and case study of agricultural socialized service innovation[J]. *Issues in Agricultural Economy*, 2023(9): 96-109.
- [24] Szeles M R. New insights from a multilevel approach to the regional digital divide in the European Union[J]. *Telecommunications Policy*, 2018, 42(6): 452-463.
- [25] 李怡, 柯杰升. 三级数字鸿沟: 农村数字经济的收入增长和收入分配效应[J]. *农业技术经济*, 2021(8): 119-132.
- Li Y, Ke J S. Three-level digital divide: Income growth and income distribution effects of the rural digital economy[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2021(8): 119-132.
- [26] 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.
- Jin S R, Ren Z J. The impact of rural digitalization on agricultural green total factor productivity[J]. *Reform*, 2022(12): 102-118.
- [27] 赵巍, 赵恬婧, 马婧. 数字普惠金融、农村产业融合与农业经济韧性[J]. *农林经济管理学报*, 2023, 22(5): 555-565.
- Zhao W, Zhao T J, Ma J. Digital financial inclusion, rural industrial integration, and agricultural economic resilience[J]. *Journal of Agro-Forestry Economics and Management*, 2023, 22(5): 555-565.
- [28] 王亚辉, 李秀彬, 辛良杰, 等. 中国农地经营规模对农业劳动生产率的影响及其区域差异[J]. *自然资源学报*, 2017, 32(4): 539-552.
- Wang Y H, Li X B, Xin L J, et al. The impact of farm land management scale on agricultural labor productivity in China and its regional differentiation[J]. *Journal of Natural Resources*, 2017, 32(4): 539-552.
- [29] 张勋, 万广华, 张佳佳, 等. 数字经济、普惠金融与包容性增长[J]. *经济研究*, 2019, 54(8): 71-86.
- Zhang X, Wan G H, Zhang J J, et al. Digital economy, financial inclusion, and inclusive growth[J]. *Economic Research Journal*, 2019, 54(8): 71-86.
- [30] 王伟新, 殷徐康, 王晨光. 数字经济助推中国式农业农村现代化: 测度、机制与启示[J]. *农业现代化研究*, 2023, 44(4): 609-623.
- Wang W X, Yin X K, Wang C G. Digital economy promotes the modernization of Chinese agriculture and rural areas: Measurement, mechanism and enlightenment implications[J]. *Research of Agricultural Modernization*, 2023, 44(4): 609-623.
- [31] 叶初升, 惠利. 农业生产污染对经济增长绩效的影响程度研究——基于环境全要素生产率的分析[J]. *中国人口·资源与环境*, 2016, 26(4): 116-125.
- Ye C S, Hui L. How much does the agricultural pollution affect economic growth performance? An analysis based on the environmental total factor productivity[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2016, 26(4): 116-125.
- [32] 杨军鸽, 王琴梅. 数字技术与农业高质量发展——基于数字生产力的视角[J]. *山西财经大学学报*, 2023, 45(4): 47-63.
- Yang J G, Wang Q M. Digital technology and high-quality agricultural development: From the perspective of digital productivity[J]. *Journal of Shanxi University of Finance and Economics*, 2023, 45(4): 47-63.