

数字乡村建设对我国粮食体系韧性的影响

郝爱民,谭家银

(郑州航空工业管理学院 经济学院,河南 郑州 450046)

摘要: 基于省域面板数据,通过构建粮食体系韧性和数字乡村建设的综合指标体系,实证探究了数字乡村建设对粮食体系韧性的影响。研究发现,数字乡村建设有助于提升粮食体系韧性,且乡村数字金融和数字服务平台建设对粮食体系韧性的促进效果在较长一个时间序列上都稳健成立。研究还发现,数字乡村建设对粮食体系韧性的影响效应主要体现在流通数字化和农村产业融合发展水平较高的地区。据此,未来应关注数字乡村建设与农村产业融合发展的战略协同,并结合流通数字化改造,以进一步放大数字乡村建设对锻铸粮食体系韧性的作用,从而确保我国粮食安全。

关键词: 粮食安全;数字乡村;粮食体系韧性;数字金融

中图分类号: F326.11;F323.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-0202(2022)03-0010-15

一、引言

农业是百业之基,粮食是立足之本。2021年,我国粮食播种面积同比增长0.7%,粮食生产持续迈上新台阶,为粮食安全保障提振了信心。但不可否认的是,尽管我国粮食总产量已连续7年(2015—2021)超6.5亿吨,但粮食安全保障同样面临巨大挑战。一个突出的表现是,我国粮食生产效率与发达农业国家相比还存在较大差距,且在突发事件频发、资源约束趋紧、国际市场波动等多重风险挑战下,粮食生产面临的潜在压力和冲击日益凸显。2020年新型冠状病毒疫情的发生,就暴露了粮食体系在冲击应对中的脆弱性^[1]。疫情冲击下各国限制粮食出口,引致国际粮价剧烈波动,给全球粮食供应链带来沉重打击。粮食生产的外部性增强,引发了全球数十亿人的粮食安全问题。低收入国家和底层贫困群体受害尤深,至少1.55亿人陷入粮食不安全状况^[2]。理想情况下,我国现有的农业粮食体系能够供应充足、安全的粮食。但如果出现全球粮食危机,在产出下降、物流停摆的情况下,我国将面临粮食安全问题的巨大压力,于长期依赖进口的粮食作物而言更是如此。在此情境下,粮食安全的内涵已不仅仅局限于粮食总产量,粮食体系亟须向更有韧性的方向转型^[3]。2021年11月18日,习近平总书记主持召开中共中央政治局会议,强调“要增强产业韧性和抗冲击能力……确保粮食安全”^[4]。由此可见,构建一个自主可控且能够有效防范、应对风险冲击的创新性农业系统,已成为复杂形势下粮食安全的基础保障^[5],而这也正是粮食体系韧性培育的重要内涵。为此,探索强化粮食体系韧性的驱动机理和政策优化路径,为形成粮食安全长效保障机制提供理论指导和经验借鉴,无疑具有重要现实意义。

韧性问题是经济学长期关注的重大问题,但有关粮食体系韧性的研究相对较少。国外代表性

收稿日期:2022-01-29 DOI:10.7671/j.issn.1672-0202.2022.03.002

基金项目:国家社会科学基金项目(19BJY130);河南省高等学校哲学社会科学创新团队支持计划(2018-CXTD-06)

作者简介:郝爱民(1970—),男,河南林州人,郑州航空工业管理学院经济学院教授,主要研究方向为农业经济理论与政策、数字经济与农业转型。E-mail: ham126@163.com

的成果^①,如 Tendall 等^[6]较早地将韧性思维引入粮食安全系统,构建了粮食体系韧性的概念框架,提出粮食体系韧性是粮食系统承受冲击(自然、政治或经济所造成的内部或外部,周期性或结构性,突发或渐进等)的一种能力;Béné 等^[7]建议,粮食体系韧性的建设应该从多个层面(从个人到国家(地区)粮食系统再到全球价值链网络)加强应对冲击的抵抗能力和适应能力;联合国粮食及农业组织从农业初级生产、农业贸易、膳食来源、运输网络等维度,设计了一套国家层面的粮食体系韧性评价指标体系并进行测度,发现移动互联网、电子商务等有助于推动粮食体系的韧性建设^[8]。

国内鲜有研究直接讨论粮食体系的韧性问题,但一些学者在分析粮食产业高质量发展以及粮食安全问题时,涉及或隐含了粮食体系韧性的重要性。如,何亚莉和杨肃昌^[9]从农业产业链延伸、多功能拓展、新技术渗透等层面探讨了农业产业链韧性锻造的可能路径;李雪和吕新业^[10]认为农业可持续发展、粮食提质增产和农民增收之间的有机统一,是增强粮食安全系统韧性的重要途径;樊胜根等^[3]、青平^[11]在农食系统转型的分析框架内提出,增强粮食生产和供给韧性、构建有韧性的农食系统,已成为提高突发事件应对能力的重要举措。

事实上,受粮食产业特征的影响^②,我国在培育粮食体系韧性方面提供了重要的制度安排和政策工具箱,如资源储备(藏粮于地)、技术储备(藏粮于技)、粮食及战略物资储备(国家粮食储备管理局、中储粮管理总公司)、外汇储备以及农业贸易多元化等,均为粮食安全系统的韧性构建提供了政策导向。在技术储备中,伴随着数字技术向农业农村领域的扩散,数字乡村建设有望被用作新的制度安排来帮助提升粮食体系韧性。参照《数字乡村发展战略纲要》的定义,数字乡村建设是通过网络化、信息化和数字化在农业农村经济社会发展中的应用,推动农业农村现代化转型的过程^[12]。已有研究指出,数字技术在农业农村领域的应用,有利于提升农民种粮积极性^[13],对农民增收^[14-15]、农业增效^[16-17]和乡村振兴^[18]具有重要影响。因此,数字工具在粮食体系韧性培育中可能具有重要潜力,这也为本文研究的开展提供了指引。

通过文献梳理发现,已有研究可能存在两个不足:一是韧性理念虽已成为粮食安全领域的重要议题,但相关成果主要集中在国外,国内粮食体系韧性相关研究尚未建立起系统完善的本土化的理论体系。针对中国粮食体系韧性系统评估和影响因素的专门研究仍十分匮乏。事实上,新中国成立70多年以来,虽然面临粮食安全问题的巨大压力和多次冲击,但最终仍然实现了全体国民从饥饿到温饱再到小康的历史性巨变。这个奇迹从侧面说明,在粮食安全视角下讨论粮食体系韧性问题时,必不可少的是对中国粮食体系韧性培育的经验总结。二是缺乏对数字工具在粮食体系韧性培育中的作用的关注。作为具有中国特色的制度安排,数字乡村建设正在加速推动农业产业链、供应链、价值链的现代化发展,将农户与各区域、各国贸易商及消费者有效地联系在一起。尤其在当前新冠肺炎疫情防控背景下,数字乡村赋能韧性治理可能为保障粮食安全提供了一个全新的视角。

鉴于此,本文尝试从两个方面做出可能的边际贡献:(1)构建具有中国特色的粮食体系韧性评价指标体系。从中国的国情出发,界定粮食体系韧性的内涵及主要特征,在精准识别影响粮食体系韧性的条件变量和内生变量的基础上,探索性地构建包括粮食体系抵抗能力、适应能力和变革

①“粮食”是我国独有的概念,在英文中没有完全对等的词汇,在国际上与粮食相关的概念是食物(Food)或谷物(Grain)。食物包括植物性食物和动物性食物。其中,植物性食物包括粮食、水果和蔬菜,粮食则包括谷物、豆类和薯类。因此,在国外研究中,“粮食体系”的概念实则为食物系统(Food System)。

②粮食农产品的收入需求弹性小、生产环节的技术进步缓慢、劳动生产率提升较慢、产业关联系数偏低等,使得粮食生产环节具有脆弱性。

能力3个方面的粮食体系韧性综合评价指标体系,并采用熵值赋权法测算省际粮食体系韧性的综合指数。(2)从赋能粮食体系视角讨论数字乡村建设的外溢效应。基于产业体系、生产体系和经营体系3个层面,探讨数字乡村赋能粮食体系韧性的理论逻辑。在此基础上,从信息基础建设、金融基础建设、服务平台建设3个层面构建指标体系测度数字乡村建设水平,实证检验数字乡村建设对粮食体系韧性的影响效应及作用边界,同时提出未来推进数字乡村建设的可能方向,为以增强韧性为目标制定长期粮食安全保障计划提供新的政策视角。

二、机理分析及研究假说

(一)粮食体系韧性的内涵

1. 关于粮食体系韧性的定义

联合国粮食及农业组织在《2021年粮食及农业状况》报告中提出,韧性是粮食体系抗御破坏性因素,长期可持续地确保人们获得充足、安全和营养的食物,并维系粮食体系参与者生计的一种能力^{[8]14}。粮农组织所讨论的韧性是需求侧家庭和个人的食物获取能力,因而粮食安全是满足消费者偏好和食物营养的问题。然而,这与目前我国所强调的粮食安全存在一定差异。我国还处于粮食数量保障和质量安全的阶段^①,虽然未来也会向满足食物营养与消费者偏好转型,但目前只要讲粮食安全就会考虑如何增产提能。因此,本文所讨论的粮食体系韧性是针对国家和地区层面粮食生产、有效供给能力而言的。基于这种差异,立足于我国实际,本文将粮食安全视角下的粮食体系韧性理解为:粮食系统通过系统内部组织结构调整来实现抵御外部冲击、从冲击中迅速恢复及向新增长路径转变实现适应性发展的能力。

2. 关于粮食体系韧性的特征

近几十年的经验表明,粮食体系本身就具有一定程度的风险和不确定性。因此,有学者认为,建立韧性体系的关键在于,通过风险管理措施降低对特定风险冲击的敏感性和暴露程度^[19-20]。例如,在旱灾多发地区进行干旱防备,在洪涝多发地区进行汛情防控。然而,突如其来的新冠疫情表明,某些冲击到来的时间和影响方式可能直至发生前都是未知数(除自然风险以外,还面临市场风险的干扰)。所以,建立粮食体系韧性可能并不局限于风险管理。Béné^[21]提出,风险管理是帮助粮食体系预防、预测重大困难的手段,但强韧的粮食体系至少应具备3种能力(抵抗能力、适应能力和变革能力),才能在遇到无法完全预测的冲击时继续维持体系运转。依据这种判断,本文认为,粮食体系韧性主要由抵抗能力、适应能力和变革能力3种关联能力构成。

将粮食体系韧性概念化为上述3种能力的结合,其含义在于,粮食体系韧性是关于“能动性”的一种积极能力,它强调粮食体系参与者就生产的产品种类与粮食的生产、加工、储存和分配方式自主作出决定的能力,以及参与治理应对风险和冲击的能力。其中,抵抗能力指粮食体系在冲击影响下,能够防止断链且再生产现有经济活动的能力;适应能力刻画粮食体系在自然风险、市场风险冲击中的自适应、自组织程度,表现为粮食体系的生态可持续性和经济可恢复性;变革能力强调粮食体系在遭受冲击后的变革,表现为生产、经营、服务的综合改进和技术革新等。

3. 粮食体系韧性培育的理论意蕴

粮食体系包含众多部分和参与者,在若干相互关联的层面上运行。一些部分可能比另一些更富韧性,冲击的影响则会因部分和参与者的不同而有所差异,因而粮食体系韧性培育是一项全体

① 我国对粮食安全的认知演进过程经历了3个阶段,即数量保障阶段、质量安全阶段和食物营养阶段。目前粮食安全已完成由“数量保障”到“数量与质量兼顾”的过渡,正处在向第三阶段转型的准备中^{[9]82}。

系的举措,是多要素共同支撑下的综合演化过程。从稳固的粮食初级生产、粮食可供性、粮食的物质获取渠道等视角来看,多样性、冗余性、信息技术、劳动生产率、产业关联性等均对粮食体系韧性的培育具有重要影响。

首先,生产模式多样性和贸易伙伴多元化有助于风险最小化。多样性强调粮食种类多样性、贸易多元性等,在高收入或农业基础雄厚的农业强国,粮食初级生产更趋多元化,投入品来源和种植结构多样化的粮食供应链的脆弱性较低。但是,即使农业基础雄厚且出口需求旺盛,若贸易伙伴数量有限,也可能表现出冲击消化能力不足,在面对商品相关的国内冲击(如有害生物)和国际冲击(如价格暴跌)时暴露出脆弱性。若有多个贸易伙伴,则可以从不同的供应来源“进口”粮食产品(或原料),或向不同的需求渠道“出口”粮食产品来增强韧性,从而稀释冲击的影响^[22]。其次,劳动生产率的提升是形成粮食安全系统应对冲击的能力的核心因素。粮食生产环节的技术进步缓慢决定了劳动生产率偏低,使粮食生产难以获得平均利润,更难创造超额利润^[23]。此外,粮食生产者的经济规模、投入构成和技术应用各不相同,其承担风险冲击和投资韧性培育的能力各异。对于中小型粮食生产者而言,在韧性培育中建立的优势可能在打入高利润市场时消失殆尽。因此,粮食体系韧性培育有赖于在效率与包容之间进行平衡。改善整体劳动生产率,一方面有利于促进粮食增产增收,提升粮食初级生产的柔性能力^{[8]31};另一方面,有助于提升粮食生产者在竞争市场中的议价能力,缓解粮食安全系统在市场风险冲击中的不利地位。再次,互联互通的粮食供应链是韧性建设的根本保障,产业关联效应有助于培育粮食体系韧性。粮食供应链由各类参与者(农民、加工商、零售商和批发商等)相互关联的活动构成,粮食体系应对冲击的能力取决于每个环节的韧性。传统型粮食供应链空间距离小,缺少产品质量和安全标准以及规模经济。而在我国农业现代化转型的进程中,农业生产、加工制造、运输物流水平的提升,推动了粮食生产供应的高效化规模化。资源整合下的规模效应,使粮食体系各参与者更充分地融入粮食、投入品和服务供应链,粮食供应链空间距离逐渐增加。这种现代化大规模的粮食供应链有能力在地理和时间上适应各种破坏性因素,使得我国粮食体系在新冠肺炎疫情期间表现出了强劲的韧性。最后,良好的运输网是粮食体系韧性培育的重要方面。高效、灵活、富有冗余性的运输网,可保障粮食生产点与粮食需求点的有效对接。运输网的冗余性主要由公共基础设施提供,配置良好、完善且冗余的公共基础设施有助于缓解不确定因素对粮食体系的冲击。改善基础设施一方面能够加强连通性,克服冲击在粮食安全系统内部的消极连带传递^[24];另一方面还通过加强风险吸收能力,提高粮食供应链各环节的韧性。除物理基础设施以外,信息技术支持下连通性良好的粮食体系可以快速切换供应来源和运输路线,打通信息、知识和金融等资源渠道,有助于粮食安全系统应对冲击。

(二) 数字乡村建设影响粮食体系韧性的机理

关于数字乡村建设的界定,本文参照王胜等^{[13]47-48}的研究,认为数字乡村建设是以现代数字信息技术重构农业农村发展的一种过程,包括以互联网、大数据等为代表的数字技术应用对粮食产业体系的优化,以数字金融、智能管控为代表的数字技术应用对粮食生产体系的重构,以终端服务平台为代表的数字技术对粮食经营体系的改造。基于数字技术在粮食体系中的应用,数字乡村建设可通过以下途径作用于粮食体系韧性(见图1)。

1. 优化粮食产业体系,提升粮食体系韧性

数字乡村建设通过发挥数字技术的资源集聚性,助推产业融合,提升粮食体系的内在稳定性。首先,数字技术对粮食产业的渗透,拓宽和延伸了粮食产业链条,有助于形成集生产、仓储、物流、加工、贸易于一体的粮食全产业链发展模式^[25]。而数字联通下不同产业环节的有机衔接,有利于形成专业化生产^[26],推动粮食全产业链条升级改造。通过数字乡村建设下产业组织协作的资源集

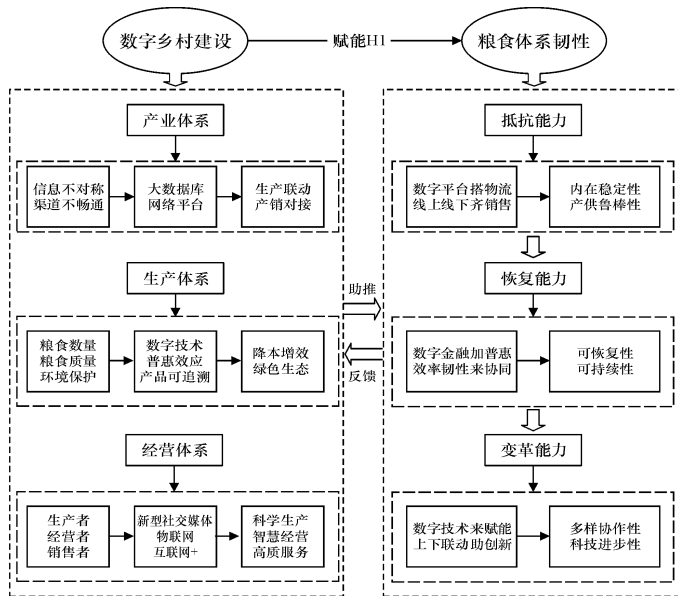


图1 数字乡村建设锻铸粮食体系韧性的理论逻辑

加速农业产业内部、农工产业间、农服产业间供需信息的共享,实现粮食生产、交易、服务环节的互联互通^[27]。数字技术为粮食体系防范市场信息变动和应对消费升级提供了更大的可能性,促进了粮食体系多层次主体应对市场风险等外部冲击的抵御能力^①。

2. 重构粮食生产体系,提升粮食体系韧性

首先,数字乡村通过数字金融基础设施改造,推动资源下沉,钝化冲击对粮食安全系统的影响。粮食体系从生产到消费多个环节相互关联,涉及众多主体。当冲击作用于某要素时,不仅影响该要素主体,还会传导至整个体系的上、中、下游。冲击的影响大小取决于事件类型、各要素与整个体系的脆弱性,尤其取决于体系中最脆弱的要素主体^{[21]806}。粮食供应链上可供小规模生产者和中小农业粮食企业使用的资源更加有限^[28],其脆弱性往往因资产有限和获得信贷保险的机会有限而加重^②:一方面暴露于粮食生产固有的风险,另一方面,在我国粮食产业加速现代化的过程中,还有可能被挡在生产性资产和利润市场之外。这种双重脆弱性负担,往往使其更难走出冲击的负面影响。因此,补齐粮食体系中最薄弱环节(小规模生产者),成为锻造粮食体系韧性的重要方面。数字乡村建设通过乡村金融基础设施数字化改造,借助数字技术的普惠性效应,拓宽小规模生产者的信贷资源、信息获取渠道^[29],在韧性、效率和包容之间形成协同效应,进而培育粮食体系应对冲击的韧性能力。

其次,数字乡村建设通过推动要素投入的配置优化,缓解冲击对粮食体系的长期影响。粮食生产直面自然^③,而自然是不可控的,因此,粮食安全系统过度暴露在自然风险冲击中。面对自然风险冲击,小到单个农户(尤其是小规模粮食作物种植的家庭),大到整个粮食体系的可持续生产能力越来越多地受到考验。然而,粮食体系既是气候变化的“受害者”,同时也是“贡献者”^[30]。如

① 初级粮食产品的收入需求弹性小,根据蛛网理论,在市场机制的自发调节下,蛛网型波动对粮食生产的稳定性具有较大影响。

② 据第三次农业普查数据显示,我国现有农户2.3亿户,户均土地经营规模在10亩以下的农户占到了91%左右。

③ 自然灾害既带来短期性冲击,如极端气候事件,又产生慢性压力,如气温变化和生物多样性丧失。

聚效应和规模经济效应,有效防范和应对粮食生产出现产业链条断损的风险,促进粮食生产关系、生产秩序的恢复和重构,提升粮食体系的抗冲击能力。

其次,通过数字技术带来的信息完整性,调节粮食生产与消费的关系,提升粮食体系韧性。一方面,数字乡村建设通过搭建信息网络平台,及时、准确、连续地提供粮食作物价格和销售等市场信息。市场有效信息搜寻与甄别的加快,加速了从田野到餐桌的价值链所有环节,将粮食生产者与各地区、各国贸易商及消费者有效地联系在一起,为更多人提供充足、安全的粮食保障。另一方面,数字技术通过

粮食生产中农药施用量不断增长,使土壤酸化板结问题日益严重;种植业释放的温室气体已超过人为温室气体排放总量的30%^[31]。因此,协调粮食生产资源利用与环境保护之间的矛盾,成为粮食体系消化自然风险冲击的关键举措。在这方面,数字乡村建设通过加速智慧农业、绿色农业等创新业态的培育,推动粮食生产向“智能化”“精细化”“绿色化”转变,减轻粮食生产在自然风险冲击中的敏感性和暴露程度。此外,数字乡村建设下的生产智能化管控,推进了粮食生产的投入品减量化、生产清洁化和废弃物资源化。在促进粮食体系环境自组织能力的同时,增强粮食体系在自然环境变化等潜在冲击和风险中的可持续性。

3. 赋能粮食经营体系,提升粮食体系韧性

数字乡村建设通过为粮食体系中各层次主体赋能,推进数字化生产、营销,帮助粮食体系对冲击做出积极反应并实现适应性结构调整。一般而言,冲击发生后,粮食安全系统为适应内外部环境的变化,往往需要以新技术、新产品对发展路径进行更新^{[21]816}。而数字乡村建设将通过为粮食生产者、经营者、管理者等群体的数字赋能来推动这一进程。首先,作为生产者的群体以新型社交媒体为平台,根据“消费者反应”提高决策实施靶向,改进粮食作物生产策略。“农村家庭网店”“代工合作社”等新创组织的出现,便是数字赋能生产者的有力证明^[32]。其次,作为经营者的群体则以物联网等数字技术为基础,对粮食种植、加工、存储、销售各环节进行判断。通过对冲击发生后市场行情的准确把握,有效减少粮食生产、销售的盲目性。在产业化、品牌化导向下,创新粮食产品种类,优化粮食有效供给,形成粮食体系应对冲击的预期性反应能力。最后,作为管理者的群体则依托“互联网+”打造综合信息服务平台,网络化、智能化、精细化的现代“种养加销”新模式充分调动了农业粮食产业的创新发展积极性和创造性^[33],有利于形成粮食体系应对冲击的成长性反应能力。通过数字乡村的这种数字赋能,传统粮食体系内的各层次主体成为上下联动的“新农人”:懂技术的破解技术瓶颈,为粮食体系更新路径提供科学化生产支撑;懂市场的把握销售前景,为粮食体系更新路径提供智慧化经营支撑;懂管理的实现科学运营,为粮食体系更新路径提供高质化服务平台支撑。数字赋能下各类群体的有效分工、交叉融合,不仅提高了粮食生产、流通效率,而且有助于粮食体系开启冲击发生后新的增长路径。

基于以上分析,提出如下研究假说:

假说1:数字乡村建设有助于粮食体系韧性的提升。

三、模型设定、变量说明与数据来源

(一) 模型设定

为检验数字乡村建设对粮食体系韧性的影响,本文构建以下基准回归模型:

$$\text{Food}_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 \text{DR}_{i,t} + \alpha_2 \text{Controls}_{i,t} + \sum \text{Pro} + \sum \text{Year} + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

其中,Food_{*i,t*}表示省份*i*在*t*年的粮食体系韧性;DR为数字乡村建设水平;Controls为控制变量; ε 为随机扰动项。最后,控制了省份(Pro)、年份(Year)固定效应。

(二) 变量说明

1. 被解释变量:粮食体系韧性(Food)

针对目前常用测度系统韧性的韧性指数法^[34]和经济模型^[35]等方法存在衡量范围有限的问题,本文采取了综合指标体系法,从多层次多角度全面衡量,较为系统地构建粮食体系韧性综合评价指标体系。具体而言,本文以粮食体系韧性演化的3种能力为基准,基于前文关于粮食体系韧性内涵的分析,并结合我国粮食安全系统的脆弱性主要体现在粮食作物收入需求弹性小、粮食生产环节的技术进步缓慢导致劳动生产率提升缓慢、产业关联系数偏低等方面的现实情况,最终从

抵抗能力、适应能力和变革能力3个维度设计指标体系。其中,抵抗能力是粮食体系在破坏性事件中减少其受到冲击的能力,主要由粮食生产条件和供应状况等指标反映;适应能力则刻画粮食体系在遭遇自然风险和市场风险后恢复到原始状态的能力,使用生态可持续性和经济可恢复性等指标反映;变革能力则强调粮食体系在遭受冲击后的自我调整 and 改变,包括生产改进、知识积累、技术革新等相关指标。各指标具体如表1所示。

表1 粮食体系韧性评价指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	指标属性
抵抗能力	内在稳定性	耕地面积/千公顷	正向
		有效灌溉面积/千公顷	正向
		农村第一产业从业人数/万人	正向
	产供鲁棒性	人均粮食产量/(公斤/人)	正向
		粮食生产价格指数/%	负向
		粮食产量/粮食播种面积/(公斤/公顷)	正向
适应能力	可持续性	农药施用量/万吨	负向
		成灾/受灾面积/%	负向
		农用塑料薄膜施用量/万吨	负向
	可恢复性	复种指数/%	正向
		农业增加值增长率/%	正向
		农业生产终端电力消费量/亿千瓦时	正向
变革能力	多样协作性	农业机械总动力/万千瓦	正向
		农作物种植多样性指数/%	正向
		农、林、牧、渔服务业增加值/亿元	正向
	科技进步性	农业科研支出/亿元	正向
		农业固定资产投资/亿元	正向
		公有经济企事业单位农业技术人员/万人	正向

在测度综合指数时,利用熵值法确定指标权重。具体测算步骤为:

①确定评价系统初始数据矩阵 $X = \{x_{kij}\}_{y \times m \times n}$, 其中, x_{kij} 为第 k 年 i 省的第 j 个指标值, y, m, n 分别为 k, i, j 的最大值;

②标准化处理 (x'_{kij})。正向指标按 $(x_{kij} - \min x_{kij}) / (\max x_{kij} - \min x_{kij})$ 取值, 负向指标按 $(\max x_{kij} - x_{kij}) / (\max x_{kij} - \min x_{kij})$ 取值;

③标准化矩阵 $Y = \{y_{kij}\}_{y \times m \times n}$, $y_{kij} = x'_{kij} / \sum_{i,k} \sum_{i,k} x'_{kij}$;

④计算信息熵 $e_j = -K \sum_{i,k} (y_{kij} \ln y_{kij})$, $K = 1 / \ln(y \times m)$; 信息效应用值 $d_j = 1 - e_j$;

⑤计算各指标权重 $w_j = d_j / \sum_j d_j$;

⑥计算各省每年的综合得分 $S_{ki} = \sum_j (w_j \times x'_{kij})$ 。

2. 自变量: 数字乡村建设(DR)

已有研究在评价数字乡村建设水平时^[36-37], 主要涉及乡村数字基础设施、生产数字化、治理数字化、生活数字化等4个方面。考虑到数字建设对粮食体系韧性的影响主要表现在信息平台支持、数字化生产和生活应用等层面, 本文从数字乡村信息基础设施建设、数字乡村金融基础设施建设、数字乡村服务平台建设等3个维度出发, 构建数字乡村建设综合评价指标体系。其中, 信息基础设施建设

主要反映传统基础设施的信息化改造和现代信息技术在农村的普及;金融基础建设主要反映传统农村金融基础设施的数字化改造和数字普惠金融在乡村的纵深发展;服务平台建设主要反映农村电子商务的平台搭建和数字化物流、数字化营销的发展。具体指标选取如表2所示。在测度综合指数时,方法及步骤与粮食体系韧性的测度一致。

表2 数字乡村评价指标体系

一级指标	二级指标	单位
数字乡村信息基础建设	农村宽带接入用户	万户
	农村居民家庭平均每百户移动电话拥有量	部
数字乡村金融基础建设	数字普惠金融覆盖广度	指数
	数字普惠金融使用深度	指数
数字乡村服务平台建设	农村投递路线长度	公里
	淘宝村数量	个

3. 其他变量

为控制其他因素对粮食体系韧性的影响,本文还进一步控制了以下变量:①农村全社会每万人用电量,以控制电力基础设施建设水平(Elec);②农村公路密度,以控制交通基础设施建设水平(Way);③水土流失治理面积与地区面积之比,以控制地区生态环境(Envir);④第二产业增加值、第三产业增加值之和与地区生产总值之比,以控制地区产业结构(AS);⑤单位播种面积农用化肥(折纯)施用量,以控制化肥施用量(Huafei);⑥城镇人口与地区人口之比,以控制人口城镇化率(Urban)。

(三)数据来源及初步统计分析

以我国31个省级行政区作为研究样本^①,样本区间设为2011—2019年。相关经济指标均以2011年为基期进行了消胀处理^②。变量数据均来源于北京大学的《数字普惠金融指数》和各统计年鉴^③。为减少数据量纲的干扰,对绝对值变量及数量级较大的变量均取自然对数。此外,在当前公开的统计资料中,未发现农业科研支出(测算粮食体系韧性时使用)的分地区统计数据,因此对该数值进行了估算^④。

表3为变量的描述统计。为避免数据异常值影响估计结果的可信度,对各变量进行描述性统计。表3所列示的描述统计结果未发现异常值存在,多重共线性检验显示各变量的VIF(方差膨胀因子)值均小于10,可以认为不存在多重共线性问题,说明数据在统计上质量较好。从表3可以看出,2011—2019年,各变量的标准差均小于均值,说明数据具有较好的稳定性。从粮食韧性指标来看,2011—2019年的均值为0.2515,表明粮食体系抵抗扰动并产生适应性的能力仍较差。虽然我国粮食总产量已连续7年超6.5亿吨,但粮食连年增产的背后,粮食体系抵御冲击的能力同样是保障粮食安全的重要内容。从数字乡村指标来看,2011—2019年的均值为0.3151,最小值和最大值

① 香港、澳门特别行政区和台湾省由于统计数据存在不同程度的缺失,未被纳入研究样本。

② 第一产业增加值以农林牧渔产值价格指数剔除价格因素影响;农产品加工业主营业务收入以农产品生产价格指数剔除价格因素影响;农林牧渔业服务业增加值以农林牧渔服务业产值价格指数剔除价格因素影响。

③ 包括《中国统计年鉴》《中国农村统计年鉴》《中国农业机械工业年鉴》等。

④ 估算方式为: $E_{kt} = 0.5 \times \left(\frac{R_t^A}{R_t^T} + \frac{Y_{kt}}{GDP_{kt}} \right)$, 其中, E_{kt} 为地区 k 在 t 年的农业科研支出估算系数, E 与地区科研总支出之积即为地区农业科研支出估算值; R_t^A 、 R_t^T 分别为 t 年的农业科研支出和科研支出总量; Y_{kt} 、 GDP_{kt} 分别表示地区 k 的农业总产值和国民生产总值。科技支出的价格平减指数 $PR = 0.5 \times CPI + 0.5 \times IFPI$ 。

分别为 0.1432 和 0.5733,反映了我国各省份之间数字乡村建设水平差距较大的事实。

表 3 变量的描述统计

变量	观测值	均值	标准差	最小值	最大值	VIF
Food	279	0.2515	0.1123	0.0916	0.4558	0.0349
DR	279	0.3151	0.1401	0.1432	0.5733	1.2727
Elec	279	0.1137	0.1045	0.0330	0.3199	2.9559
Way	279	2.9910	0.5759	1.9138	4.3940	0.0349
Envir	279	9.3901	8.1987	0.7505	23.4467	1.1211
As	279	0.9013	0.0524	0.7416	0.9972	1.8744
Huafei	279	0.0376	0.0142	0.0112	0.0800	1.4172
Urban	279	0.5666	0.1314	0.2270	0.8960	2.4829

本文进一步根据样本数据绘制了数字乡村建设与粮食体系韧性的散点图。图 2 展示了数字乡村建设与粮食体系韧性的散点图及拟合曲线,二者表现为明显的正向关系,即数字乡村建设水平越高,粮食体系韧性越强。以上分析仅反映了未考虑控制变量时主要变量间存在的相关关系,二者的作用关系还需要在控制其他变量的基础上结合计量分析方法进一步探究。

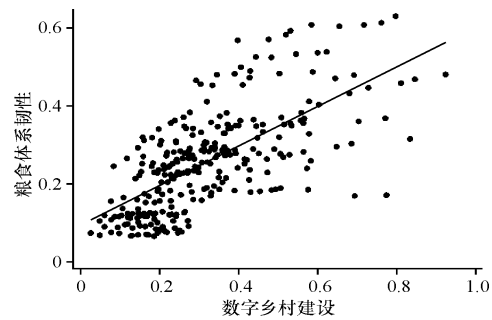


图 2 数字乡村建设与粮食体系韧性的相关性拟合曲线

四、数字乡村建设影响粮食体系韧性的实证分析

(一) 基准回归结果分析

表 4 针对“数字乡村建设—粮食体系韧性”的基准关系进行了实证检验。对于使用何种估计方法,经豪斯曼(Hausman)检验发现,选用固定效应模型进行参数估计是较为合理的。表 4 第(1)列仅控制“年份—省份”固定效应。结果发现,数字乡村建设(DR)的估计系数为正值,且在 1% 水平上显著。表 4 第(2)列进一步纳入相关控制变量后,结论依旧维持不变。结合前文分析,可能的解释在于:数字乡村建设有助于推动粮食产业链纵向延伸和横向拓展,锻造粮食体系的冲击防御性反应能力;促进商品、要素在产业间、城乡间、国际间的畅通,提升粮食体系的冲击预期性反应能力;推进粮食供应链中各层次主体的上下联动,培育粮食体系的冲击成长性反应能力。通过数字乡村建设的这种数字赋能,最终提升粮食体系整体抵御冲击、适应冲击的韧性能力。

此外,从各控制变量来看,农村电力基础设施建设水平(Elec)、地区生态环境(Envir)的估计系数显著为正,说明良好的生产生活条件有助于提升粮食体系韧性。人口城镇化率(Urban)的估计系数显著为正,可能是城镇化的推进有助于实现粮食生产的规模化经营进而作用于粮食体系韧性。产业结构(AS)的估计系数显著为负,可能的原因是,在冲击发生时,粮食安全目标要求负外部性产业(指第一产业)的产出上升,而产业结构升级要求负外部性产业的产出下降,目标之间的矛盾不利于粮食体系韧性的稳定。化肥施用量(Huafei)的估计系数显著为负,表明农业生产资料投入越多越不利于提高粮食体系韧性,可能的原因是,化肥的使用虽然有助于粮食增产,但会直接影响生态效率进而作用于粮食体系的可持续性,当增产的正效应弱于生态损坏的负效应时,粮

食体系韧性将受到影响。农村交通基础设施建设水平(Way)的估计系数不显著甚至为负,这与普遍认识有较大出入,可能的原因是,农村交通基础设施建成后疏于管理、养护和维修(相对于城市而言),导致其集散中转功能利用率低下,也就难以发挥出对粮食体系韧性提升的积极效应。由此可知,强化农村电力基础设施建设、加大地区水土流失治理投入和推进新型城镇化建设等举措,将有利于提升粮食体系韧性。

表4 数字乡村建设对粮食体系韧性的影响:基准回归

变量	(1)	(2)	(3)
	固定效应回归	固定效应回归	随机效应回归
DR	0.2009*** (0.0341)	0.1587*** (0.0410)	0.1656*** (0.0412)
Elec		0.1030** (0.0507)	0.1110 (0.0736)
Envir		0.0002* (0.0001)	0.0000 (0.0003)
AS		-0.3061*** (0.1092)	-0.4548*** (0.1332)
Huafei		-0.7103** (0.3531)	-0.2346 (0.6180)
Way		-0.0082 (0.0070)	-0.0108 (0.0080)
Urban		0.2396*** (0.0865)	0.1178 (0.0846)
省份固定效应	控制	控制	
年份固定效应	控制	控制	
常数项	0.0480*** (0.0063)	0.2070* (0.1140)	0.5750*** (0.1240)
样本量	279	279	279
R ²	0.9883	0.9893	

注:①*、**、***分别表示在10%、5%、1%的水平上显著;②括号内为稳健标准误;③就固定效应和随机效应模型的选择进行了豪斯曼检验,原假设为随机效应模型正确,计算得到的统计量值为37.4102,对应的P值为0.000,因此拒绝原假设,支持固定效应模型。

(二) 稳健性检验与内生性缓解

(1) 替换模型。考虑到本文测度的粮食体系韧性(因变量)取值在0~1之间,符合受限因变量模型条件,故使用受限变量模型Tobit模型重估模型(1),并且同样使用固定效应。表5中列(1)为Tobit模型的估计结果。对比Tobit模型和基准模型估计结果,数字乡村估计系数影响方向保持不变。更换模型后的估计结果与基准结果的结论一致。

表5 稳健性检验与内生性缓解

项目	(1)	(2)	(3)	(4)
	Tobit模型	剔除直辖市样本	工具变量回归	工具变量回归
DR	0.1835*** (0.0665)	0.1628*** (0.0405)	0.3451*** (0.0725)	0.2860*** (0.0759)
常数项	0.3305* (0.1706)	0.4669*** (0.1022)	0.3518*** (0.1097)	0.3161*** (0.1070)
第一阶段回归结果				
Iv1			2.0010** (0.9680)	
Iv2				0.0044*** (0.0009)
RKF检验			24.2748	21.4870
样本量	279	243	279	279
R ²		0.9875	0.9876	0.9884

注:①*、**、***分别表示在10%、5%、1%的水平上显著;②括号内为稳健标准误;③控制变量、省份固定效应、年份固定效应均已控制;④工具变量法中,过度识别检验P值为0.7838。

(2) 剔除直辖市样本。考虑到直辖市在农村劳动力非农化程度、农业政策扶持、农业经济发展水平、农业现代化发展速度等方面都明显有别于其他省份。本文剔除北京、重庆、上海、天津等4

个直辖市样本,并使用剩下的243个样本进行参数估计。结果如表5列(2)所示,在考虑控制变量和固定效应之后,数字乡村估计系数在1%水平上显著为正。

(3)内生性缓解与工具变量。虽然本文尽可能地控制了一些关键变量,但影响粮食体系韧性的因素较多,始终难以防止遗漏变量的产生,进而导致可能的估计偏误,即可能出现以下问题:数字乡村建设水平较高的地区其粮食综合生产能力和风险抵御能力本身就较强,粮食体系韧性也较高,进而无法有效识别数字乡村建设对粮食体系韧性是否真正具有重要的影响。因此,本文尝试通过工具变量法缓解该内生性问题,使用滞后一期的互联网普及率(与时间有关)分别与1984年每万人固定电话数量和1984年每百人邮电业务量(与个体变化有关)的交乘项作为当期数字乡村的工具变量。

选择工具变量的考虑如下。首先,互联网技术的普及,是数字乡村建设的重要前提。往前一步,互联网技术的应用始于固定电话普及,因此可以认为数字乡村建设与固话普及息息相关。即固话普及率较高的地区也极有可能是数字乡村建设发展较好的地区。同时,邮局作为固话铺设的直接相关部门,其与数字乡村建设也密切相关。本文使用前置若干年度的邮电信息指标作为工具变量,该处理的假设是:一个地区以往的邮电布局将通过影响当前互联网发展进而间接影响当前数字乡村建设,但对于当今的粮食体系韧性却几乎没有影响(此论断由后文表6的估计结果佐证)。因此,使用1984年固话数量(Iv1)和1984年邮电业务量(Iv2)作为数字乡村的工具变量,满足有效工具变量的“相关性”“排他性”假设。其次,由于研究样本为均衡面板数据,而各地区1984年邮电信息为截面数据,直接使用截面数据作为工具变量会因为固定效应模型的应用而出现难以度量的问题。因此,参考赵涛等^[38]的处理方式,本文使用滞后一期的互联网普及率与1984年每万人固定电话数量和每百人邮电业务量的交乘项作为当期数字乡村建设的工具变量。估计结果如表5第(3)、(4)列所示。RKF检验结果表明不存在弱工具变量问题,过度识别检验的P值(0.7838)说明工具变量满足外生性假设,本文选取的工具变量是较为合理的。在工具变量法有效的情况下,主要研究结论依旧成立。

至此,本文认为,假说1成立,即数字乡村建设有助于提升粮食体系韧性。

(三)数字乡村建设对粮食体系韧性影响的异质性分析

首先,探究数字乡村建设各维度对粮食体系韧性的影响。本文将数字乡村建设指数分解至3个层面:数字乡村信息基础设施建设(主要通过宽带通信网、移动互联网用户数等体现)、数字金融基础设施建设(包括但不限于电子支付、信贷、保险等业务)和数字乡村服务平台建设(本文主要指与农产品流通、交易有关的终端服务平台搭建)。基于此来分析数字乡村建设的哪些层面在促进粮食体系韧性上有着更显著的效果。

表6展示了数字乡村3个维度的建设对粮食体系韧性的影响。首先,数字乡村信息基础指标(Xx)对粮食体系韧性的影响效应随时间推移展现了明显的衰减特征。具体而言,当期信息基础设施建设指标(Xx)对粮食体系韧性呈正向促进作用(在5%水平上显著);滞后1期的信息指标(L1.Xx)的估计系数虽仍然为正,但仅在10%水平上显著;在滞后2期和3期的情况下,估计系数则不显著。与之呈明显对照的是,数字乡村金融基础设施建设(Jr)和数字乡村服务平台建设(Fw)对粮食体系韧性的锻铸效果十分突出,在当期到滞后3期中,估计系数均在1%水平上显著。数字乡村金融基础设施建设(Jr)和数字乡村服务平台建设(Fw)在较长时间序列中均保持了对粮食体系韧性的显著促进效应。表6的估计结果传递出一个较有意义的信息,即数字乡村建设如若仅依靠互联网普及等信息基础设施建设而不实现纵深挖掘(如数字金融服务平台和电子商务服务平台的搭建),则很难为粮食体系韧性赋能,更无法为粮食安全保障提供长效支持。

其次,按农村产业融合发展水平进行分组分析。考虑到信息数字技术在农业农村领域的应

用,本身也是农村一二三产业融合发展的一种表现形式(与农村产业融合中的技术渗透型融合模式相对应),本文进一步以农村产业融合发展指数为依据^①,将全国各省分为农村产业融合发展水

表6 数字乡村建设对粮食体系韧性的动态叠加影响:指标降维

维度	(1) 固定效应回归	(2) 固定效应回归	(3) 固定效应回归	(4) 固定效应回归
Xx	0.0855 ** (0.0433)			
L1. Xx		0.1194 * (0.0615)		
L2. Xx			0.1216 (0.0745)	
L3. Xx				0.0812 (0.0761)
R ²	0.9802	0.9846	0.9896	0.9917
Jr	0.0749 *** (0.0077)			
L1. Jr		0.0632 *** (0.0088)		
L2. Jr			0.0501 *** (0.0111)	
L3. Jr				0.0458 *** (0.0126)
R ²	0.9874	0.9888	0.9900	0.9923
Fw	0.0674 *** (0.0215)			
L1. Fw		0.0696 *** (0.0253)		
L2. Fw			0.0998 *** (0.0327)	
L3. Fw				0.1231 *** (0.0366)
R ²	0.9874	0.9888	0.9900	0.9923
样本量	279	248	217	186

注:①*、**、***分别表示在10%、5%、1%的水平上显著;②括号内为稳健标准误;③控制变量、省份固定效应、年份固定效应均已控制;④L1、L2、L3分别表示各变量的滞后1期、2期、3期处理。

平较高的地区和发展水平较低的地区。一般而言,在发展水平较高的地区,农业产业衔接的方式较为多样,数字乡村建设下的产业融合、产业共生发展更为顺畅。由表7第(1)、(2)列可知,在农村产业融合发展水平较高的地区,数字乡村建设对粮食体系韧性的影响效应更为强烈。以上说明,作为新时代两大推进农业现代化发展的重要战略,数字乡村建设与农村产业融合发展之间具有协同效应。这种战略互动,是数字乡村建设促进粮食体系韧性的有效路径。结合现实也不难发现,随着农村融合发展的深化,农业产业链得以不断延伸、供应链得以不断完善、价值链得以不断提升、创新链得以不断优化。而农村产业融合的这种外溢效应,与数字乡村建设为人赋能、促产业共生、为农服务的效能形成优势互补,进而对粮食体系韧性的锻铸产生了更强的作用效应。

最后,按流通数字化发展水平进行分组分析。本文以流通数字化区分数字技术应用的地区差异,以流通数字化发展指数为依据^②,将各省分为流通数字化发展水平较高的地区和发展水平较低的地区。一般而言,在流通数字化发展水平较高的地区,数字技术在农业农村领域的应用也更加深厚,从而在一定程度上能够间接反映数字乡村建设的纵深发展对粮食体系韧性的影响。由表7

① 参考张岳和周应恒^[39]的做法,农村产业融合发展指数选取农产品加工机械总动力、农产品加工业主营业务收入、乡村二三产业从业人员、休闲农业年营业收入和设施农业面积作为相关指标,使用熵值法测算。若某地在样本期内的均值大于全国各地区均值的中位数,则将该地视为融合发展水平相对高的地区,包括河北、辽宁、吉林、江苏、浙江、安徽、福建、江西、山东、河南、湖北、湖南、广东、广西、四川。其余地区为融合发展水平相对低的地区。

② 流通数字化发展指数选取电子商务销售额、电子商务发展指数、批发零售比率、流通业增加值作为相关指标,使用熵值法测算。若某地在样本期内的均值大于全国各地区均值的中位数,则将该地视为流通数字化发展水平较高的地区,包括北京、天津、河北、山西、辽宁、上海、江苏、浙江、河南、湖北、广东、海南、重庆、云南、陕西。其余地区为流通数字化发展水平相对低的地区。

第(3)、(4)列可知,在流通数字化发展水平较高的地区,数字乡村建设的估计系数为0.1739,且在1%水平上显著;而在流通数字化发展水平较低的地区,数字乡村建设对粮食体系韧性的影响不显著。以上结论再次印证(与表6估计结果相呼应),数字乡村建设的纵向挖掘,形成流通数字化的场景应用,是数字乡村建设锻铸粮食体系韧性的重要方式。结合现实也不难发现,随着物流基础设施在农村地区的配置优化,电子商务已成为农作物“进城”的重要渠道,在保障农产品价值实现的同时,也让小农户有效地与大市场对接。数字乡村建设的纵深发展,释放了数字信息技术的扩散效应、普惠效应和溢出效应,进而为粮食体系韧性的提升提供了有益支持。

表7 数字乡村建设与粮食体系韧性:异质性分析结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	农村产业融合高水平	农村产业融合低水平	流通数字化高水平	流通数字化低水平
DR	0.2342*** (0.0623)	0.1860** (0.0935)	0.1739*** (0.0398)	0.1077 (0.0667)
常数项	0.3106 (0.2145)	0.4480*** (0.1624)	0.7314*** (0.2441)	0.6245 (0.4044)
样本量	135	144	96	90
R ²	0.9853	0.9835	0.9941	0.9926

注:①*、**、***分别表示在10%、5%、1%的水平上显著;②括号内为稳健标准误;③控制变量、省份固定效应和年份固定效应均已控制;④由于流通数字化发展指数中部分数据从2014年开始统计,因此在表7列(3)、列(4)中所用数据的样本期为2014—2019年。

五、研究结论与政策建议

本文试图阐释数字乡村建设影响粮食体系韧性的理论逻辑,并利用现实数据进行实证检验。理论分析表明,粮食体系韧性综合刻画了粮食系统自组织、自适应程度,反映了粮食体系抵抗冲击、自我恢复并产生适应性的能力。数字乡村建设通过数字技术对粮食产业体系、生产体系、经营体系进行改造,在粮食体系韧性培育中具有重要作用。在实证检验中,相比于已有研究使用韧性指数法或经济模型评价系统韧性,本文从抵抗能力、适应能力、变革能力等维度构建粮食体系韧性综合评价指标体系,并利用中国省域2011—2019年数据考察数字乡村建设对粮食体系韧性的影响效应及差异。结果发现:(1)数字乡村建设对粮食体系韧性有显著正向影响,结论在考虑内生性问题以及稳健性检验后依旧成立;(2)数字乡村建设的具体内容中,数字金融服务平台和电子商务服务平台的搭建,在较长时间序列中均保持了对粮食体系韧性的显著促进效应;(3)当农村产业融合和流通数字化发展水平相对高时,数字乡村建设对粮食体系韧性的促进效应相对更大。

结合上述研究结论,本文提出以下政策建议:

首先,应将建立有韧性的粮食体系作为一项关键的政策目标。在高度全球化的今天,包括公共卫生危机、全球价值链重构、系统性金融风险等一系列国际外部冲击都将变得更加频繁,且粮食安全系统自身还面临资源环境约束趋紧、结构性矛盾突出等国内供给冲击。这些冲击往往会牵一发而动全身,直接威胁到我国粮食供给和粮食安全。诸多不确定性和风险叠加下,客观上需要更加抗压、更富韧性的粮食安全保障体系。作为外向型经济体和农业大国,我国需要在政策层面将提升“粮食安全系统韧性”作为一项长期战略来实施,从而形成更能抵御冲击、更快实现恢复、更好重新调整的粮食供应链韧性、粮食产业链韧性和粮食体系全局韧性,进而为粮食安全保障提供长效支撑。

其次,注重数字乡村建设战略在粮食体系韧性培育中的重要作用,提升粮食安全系统的抗冲击能力。当前,我国正进一步推进数字乡村建设以支持农业高质量发展,本文为政府从粮食产业

发展的安全性、鲁棒性方面进行政策制度设计提供了有益启示。一是应当合理引导数字乡村建设,通过数字信息技术渗透为粮食安全系统抵御冲击提供支撑;二是利用数字技术加快构建应急管理体系,强化农业农村发展的应急管理能力和避免粮食生产关系遭受较大幅度破坏;三是进一步培育多样化农产品服务平台,结合流通数字化改造,形成线上线下融合、粮食进城与农资下乡的双向流通格局;四是注重释放农业农村优先发展的政策红利,特别是利用数字乡村建设、农村产业融合发展这一套组合牌,推动粮食产业纵向延伸、横向拓展和数字技术渗透的有机融合,形成冲击常态化下粮食安全系统的冲击应对能力和适应能力。

参考文献:

- [1]程国强,朱满德.新冠肺炎疫情冲击粮食安全:趋势、影响与应对[J].中国农村经济,2020(5):13-20.
- [2]世界粮食计划署.2021年全球粮食危机报告[R/OL].(2021-05-08).https://coffee.pmcaff.com/article/13704338_j.
- [3]樊胜根,高海秀,冯晓龙,等.农食系统转型与乡村振兴[J].华南农业大学学报(社会科学版),2022(1):1-8.
- [4]新华社.中共中央政治局召开会议[N/OL].(2021-11-09).<http://epc.people.com.cn/n1/2021/1119/c64036-32286407.html>.
- [5]周应恒,王善高,严斌剑.中国食物系统的结构、演化与展望[J].农业经济问题,2022(1):100-113.
- [6]TENDALL D M, JOERIN J, KOPAINSKY B, et al. Food system resilience: defining the concept[J]. Global Food Security, 2015(6):17-23.
- [7]BÉNÉ C, HEADEY D, HADDAD L, et al. Is resilience a useful concept in the context of food security and nutrition programmes? Some conceptual and practical considerations[J]. Food Security, 2016(1):123-138.
- [8]联合国粮食及农业组织.2021年粮食及农业状况:提高农业粮食体系韧性,应对冲击和压力[R].罗马:联合国粮食及农业组织,2021.
- [9]何亚莉,杨肃昌.“双循环”场景下农业产业链韧性锻造研究[J].农业经济问题,2021(10):78-89.
- [10]李雪,吕新业.现阶段中国粮食安全形势的判断:数量和质量并重[J].农业经济问题,2021(11):31-44.
- [11]青平.构建新型农食系统 保障粮食与营养安全[J].华中农业大学学报(社会科学版),2021(6):1-4.
- [12]中共中央办公厅、国务院办公厅.数字乡村发展战略纲要[R/OL].(2019-05-16).http://www.gov.cn/zhengce/2019-05/16/content_5392269.htm.
- [13]王胜,余娜,付锐.数字乡村建设:作用机理、现实挑战与实施策略[J].改革,2021(4):45-59.
- [14]周冬.互联网覆盖驱动农村就业的效果研究[J].世界经济文汇,2016(3):76-90.
- [15]齐文浩,李明杰,李景波.数字乡村赋能与农民收入增长:作用机理与实证检验——基于农民创业活跃度的调节效应研究[J].东南大学学报(哲学社会科学版),2021(2):116-125.
- [16]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.
- [17]李欠男,李谷成.互联网发展对农业全要素生产率增长的影响[J].华中农业大学学报(社会科学版),2020(4):71-78.
- [18]沈费伟,叶温馨.数字乡村建设:实现高质量乡村振兴的策略选择[J].南京农业大学学报(社会科学版),2021(5):41-53.
- [19]PINGALI P, ALINOVI L, SUTTON J. Food security in complex emergencies: enhancing food system resilience[J]. Disasters, 2005(1):5-24.
- [20]STONE J, RAHIMIFARD S. Resilience in agri-food supply chains: a critical analysis of the literature and synthesis of a novel framework[J]. Supply Chain Management, 2018(3):207-238.
- [21]BÉNÉ C. Resilience of local food systems and links to food security--a review of some important concepts in the context of COVID-19 and other shocks[J]. Food Security, 2020(12):805-822.
- [22]陈秧分,王介勇.对外开放背景下中国粮食安全形势研判与战略选择[J].自然资源学报,2021(6):1616-

1630.

- [23] 陈学云,程长明. 乡村振兴战略的三产融合路径:逻辑必然与实证判定[J]. 农业经济问题,2018(11):91-100.
- [24] 于伟,张鹏. 中国农业发展韧性时空分异特征及影响因素研究[J]. 地理与地理信息科学,2019(1):102-108.
- [25] 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.
- [26] 刘丽伟,高中理. 美国发展“智慧农业”促进农业产业链变革的做法及启示[J]. 经济纵横,2016(12):120-124.
- [27] 张晓雯,眭海霞. 现代农业科技服务体系创新实践与思考——以成都市为例[J]. 农村经济,2015(12):89-93.
- [28] 高鸣,王颖. 农业补贴政策对粮食安全的影响与改革方向[J]. 华南农业大学学报(社会科学版),2021(5):14-26.
- [29] 易法敏. 数字技能、生计抗逆力与农村可持续减贫[J]. 华南农业大学学报(社会科学版),2021(3):1-13.
- [30] 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(4):155-167.
- [31] CLARK M A, DOMINGO N G G, COLGAN K, et al. Global food system emissions could preclude achieving the 1.5 and 2 C climate change targets[J]. Science,2020(370):705-708.
- [32] 潘峰. 信息技术与乡村创业组织的创新实践[J]. 华南农业大学学报(社会科学版),2021(1):118-130.
- [33] 温涛,陈一明. 数字经济与农业农村经济融合发展:实践模式、现实障碍与突破路径[J]. 农业经济问题,2020(7):118-129.
- [34] MARTIN R. Regional economic resilience, hysteresis and recessionary shocks[J]. Journal of Economic Geography, 2012(1):1-32.
- [35] 胡志强,苗长虹,熊雪蕾,等. 产业集聚对黄河流域工业韧性的影响研究[J]. 地理科学,2021(5):824-831.
- [36] 张鸿,杜凯文,靳兵艳. 乡村振兴战略下数字乡村发展就绪度评价研究[J]. 西安财经大学学报,2020(1):51-60.
- [37] 殷浩栋,霍鹏,汪三贵. 农业农村数字化转型:现实表征、影响机理与推进策略[J]. 改革,2020(12):48-56.
- [38] 赵涛,张智,梁上坤. 数字经济、创业活跃度与高质量发展——来自中国城市的经验证据[J]. 管理世界,2020(10):65-76.
- [39] 张岳,周应恒. 数字普惠金融、传统金融竞争与农村产业融合[J]. 农业技术经济,2021(9):68-82.

Impact of Digital Rural Construction on Food System Resilience

HAO Ai-min, TAN Jia-yin

(School of Economics, Zhengzhou University of Aeronautics, Zhengzhou 450018, China)

Abstract: This article builds a comprehensive indicator system for food system resilience and digital rural construction. Based on provincial panel data, we empirically test the impact of digital rural construction on the food system resilience. The results indicate that digital rural construction can help improve the food system resilience. Moreover, the promotion effect of rural digital finance and service platform construction on the food system resilience is stable for a long time series. We also found that the impact of digital rural construction is mainly manifested in areas with a high level of digitalization of circulation and convergence of rural industries. Accordingly, in the future, attention should be paid to the strategic synergy between digital rural construction and the integrated development of rural industries, combined with the digital transformation of circulation, to amplify the role of digital rural construction in forging the food system resilience, thereby ensuring food security.

Key words: food security; digital rural; food system resilience; digital finance