

# 农业生产性服务与粮食生产韧性：影响机制与实证检验

朱满德<sup>a,b</sup>, 张青<sup>a</sup>

(贵州大学 a.经济学院; b.马克思主义经济学发展和应用研究中心, 贵州 贵阳 550025)

**摘要:** 以抵抗力、适应力、变革力三个维度为基础构建粮食生产韧性指标体系测度中国及各省域的粮食生产韧性, 并利用 2011—2022 年省级面板数据和双向固定效应模型实证检验农业生产性服务发展对粮食生产韧性的影响效应及其作用机制, 结果表明: 中国粮食生产韧性呈逐年提升态势, 但省际间分异明显; 农业生产性服务可以显著促进粮食生产韧性, 其中规模化效应和专业化效应是主要的作用机制; 分维度实证表明, 农业生产性服务能显著提升粮食生产韧性的抵抗力和变革力, 但对适应力起到一定程度的抑制作用; 异质性分析显示, 农业生产性服务在北方省份的促进作用要大于南方省份, 在东部地区的促进作用比中西部地区更加显著。

**关键词:** 农业生产性服务; 粮食生产韧性; 规模化效应; 专业化效应

中图分类号: F224; F326.11

文献标识码: A

文章编号: 1009-2013(2024)06-0001-11

## Agricultural productive services and grain production resilience: Influencing mechanisms and empirical tests

ZHU Mande<sup>a,b</sup>, ZHANG Qing<sup>a</sup>

(a. School of Economics; b. Research Center for Development and Application of Marxist Economics,  
Guizhou University, Guiyang 550025, China)

**Abstract:** Based on three dimensions of resistance, adaptability and transformative power, an index system of grain production resilience has been constructed to measure the resilience of grain production of China and various provinces. By using the provincial panel data from 2011 to 2022 and two-way fixed effects model, the effect and mechanism of agricultural productive service development on grain production resilience have been empirically analyzed. The research shows that food production resilience in China has been increasing over years, but the growth rate varies in different provinces. Agricultural productive service can significantly enhance the resilience of food production and the scale effect and specialization effect are the main mechanism. The dimensional empirical analysis shows that agricultural productive service could dramatically improve the resistance and transformative power, but inhibit adaptability to some extent. Heterogeneity analysis demonstrates that the promotional effect of agricultural productive service in northern provinces is greater than that in southern provinces, and the promotional effect in eastern regions is more significant than that in central and western regions.

**Keywords:** agricultural productive service; food production resilience; scale effect; specialization effect

### 一、问题的提出

农稳社稷, 粮安天下。立足国内抓好粮食生产是中国粮食安全行稳致远的根本保证, 中国走出了一条“立足国内、以我为主、确保产能、适度进口、

科技支撑”的特色粮食安全之路, 初步实现了谷物基本自给、口粮绝对安全、储备体系完备、调控保障有力, 将中国人的饭碗牢牢端在自己手里。中国粮食生产取得“二十连丰”, 2015年以来连续9年稳定在6.5亿吨以上, 2023年创造了6.95亿吨的历史新高, 人均粮食占有量达493千克<sup>①</sup>, 大幅高于全球平均水平, 成功解决了14亿多人口的吃饭问题。

但不可忽视, 中国粮食生产正面临一系列新形

收稿日期: 2024-07-25

基金项目: 国家社会科学基金重大项目(23&ZD121);  
国家自然科学基金项目(72063003, 71963005)

作者简介: 朱满德(1983—), 男, 安徽合肥人, 博士,  
教授, 主要从事农业经济与政策研究。

势新挑战。从国内看,中国农业资源环境约束趋紧、自然灾害加重且多发频发、技术新突破和集成转化难度加大、农业生产成本攀升和种粮不挣钱、生产者种粮和地方抓粮积极性弱化<sup>[1,2]</sup>,稳定粮食生产和供给形势愈发严峻。从国外看,地缘政治冲突和大国博弈加剧、经济霸凌行径增多、贸易保护主义盛行,以及公共卫生事件、局部冲突和战争等“黑天鹅”“灰犀牛”事件突发多发,增加了全球粮食供应链的不稳定性和不确定性<sup>[3,4]</sup>,中国粮食安全面临前所未有的风险、挑战。增强粮食产业链供应链韧性是新发展阶段有效防范粮食风险、有力维护国家粮食安全的重要举措,其重要性日益凸显。

“韧性”的概念源自物理学,与其他学科结合进而拓展出生态韧性、心理韧性、经济韧性等概念。经济韧性是指经济系统受到冲击时具备的抵抗力、恢复力、适应力和革新力<sup>[5]</sup>。其中,抵抗力反映经济系统抵御冲击的敏感程度和反应程度;恢复力反映从冲击中恢复的速度和程度;适应力反映应对冲击后重新整合内部资源适应环境的能力;革新力反映创造经济增长新路径的能力<sup>[6]</sup>。国内学者以上述四个维度为基础,对区域经济韧性<sup>[7]</sup>、农业经济韧性<sup>[8]</sup>、农食系统韧性<sup>[9]</sup>与粮食体系韧性<sup>[10]</sup>等进行了探讨。

“韧性”的概念也被引入粮食生产领域。粮食生产韧性应包括粮食生产系统承受外部风险冲击时的抵御力和恢复力<sup>[11]</sup>,即粮食生产系统抵御风险冲击时的反应速度与恢复程度。已有研究关注到了粮食生产韧性的理论内涵及测度,但对于影响粮食生产韧性因素的实证分析仍然较少,仅有部分研究从水资源承载力、劳动力转移等角度展开了讨论<sup>[12,13]</sup>。对粮食生产韧性的衡量,目前大多数研究通过构建综合指标体系进行测算,但结果并不一致。一类观点认为粮食生产韧性呈下降趋势<sup>[11]</sup>,另一类观点则认为粮食生产韧性呈上升趋势<sup>[13]</sup>。造成这种差异的原因是对粮食生产韧性指标体系的构成还未达成共识,相关指标选取的针对性和科学性仍有不足。

中国粮食及农业的生产依旧以数量庞大的普通小农为主体,总体呈现老龄化、兼业化、副业化等特征。近年来,农业生产性服务已成为推动小农户与现代化大生产有效衔接的桥梁,也是将先进适用的农业科技向普通农户推广覆盖的重要抓手。大

量研究表明,以农资供应、农机作业、植保防疫、田间管理等为代表的各环节生产性服务,以及全产业链式农业生产性服务能够提升家庭农场经营效率<sup>[14]</sup>、提高农业全要素生产率<sup>[15]</sup>、提高农业发展质量效益<sup>[16]</sup>、赋能乡村产业振兴<sup>[17]</sup>,但是将农业生产性服务与农业韧性、粮食生产韧性等关联起来的研究仍然较少。基于此,本文拟以抵抗力、适应力、变革力三个维度为基础,选取指向性更明确、针对性更强的指标构建粮食生产韧性指标体系并测度中国及各省域的粮食生产韧性,同时探究农业生产性服务对粮食生产韧性影响的机制路径并进行实证检验,以期为促进农业生产性服务和增强粮食生产韧性提供参考。

## 二、理论分析与研究假说

粮食生产系统是一个兼具经济属性、社会属性和生态属性的复杂系统<sup>[18]</sup>。提升粮食生产系统的韧性是在世界百年变局加速演化下中国保障国家粮食安全、把握未来发展主动权的基础。粮食生产系统的韧性不仅体现在平时的粮食综合生产能力保障上,更加突出地体现在应对突发风险、重大变革或趋势性变化时具有的快速反应、系统抵御、及时调整、快速适应等能力,确保粮食在平时、急需时都能够“产得出、稳得住、供得上”<sup>[19]</sup>。本文将粮食生产韧性的重点置于粮食生产系统抵御各类风险挑战时应当具备的抵抗力、适应力和变革力,是新发展阶段稳定国内粮食生产、提升粮食产业链供应链韧性、保障国家粮食安全的基本要求。其中,抵抗力体现的是粮食生产系统的综合保障能力,譬如粮食劳动生产率、土地生产率、自然灾害成灾率等,粮食生产效率越高、成灾率越低,其抵御风险能力就越强;适应力体现的是其能够适应经济、社会、环境、生态等变化的综合调整能力,如农业投入品调整、水土流失治理、农作物复种等;变革力体现的是提升要素质量、创新要素配置、推动粮食生产方式变革的综合变革能力,如农业科技投入与转化应用、机械装备条件改善等。

### (一) 农业生产性服务对粮食生产韧性的直接影响

农业生产性服务以其专业化、集约化、科学化、高效化的各环节及全程化粮食生产服务替代或部

分替代了传统式、经验式、粗放式的粮食生产，推动粮食生产由依靠传统要素、增加要素投入向依靠科技创新和机制改革、提升全要素生产率等方面转型升级。

### 1. 农业生产性服务、粮食生产系统抵抗力与粮食生产韧性

其一，农业生产性服务以高效率、专业化的农资供应和机械作业为特征，使种粮者突破了以自我经营和依靠人力投入所能承受的经营规模，推动粮食适度规模经营，而规模化生产有助于激励种粮者增加农田水利投资、采纳增产增效新技术、加强自然风险和市场风险管理，进而会增强粮食生产的防灾减灾能力。其二，农业生产性服务可以改善粮食生产效率，如大幅提升劳动生产率、有效改善土地生产率，即意味着能够以更少、更适配的要素投入获得更多、更高效的粮食产出。特别是，在农村青壮年劳动力大量外流，剩余弱质劳动力留守种粮的情况下，耕种收全程机械化服务将在一定程度上化解粮食生产中劳动投入不足的困境，使种粮面积不减少、产量稳定有增长，增强粮食生产系统的综合保障能力。其三，及时高效的农业生产性服务还可以抢农时、赶天气、促防灾减灾，提升粮食生产系统抵御风险和吸收冲击的能力。尤其是应对突发灾害或气象变化，及时防治病虫害、快速收获和烘干粮食、迅速响应各种防灾减灾措施，可极大减少风险损失，降低粮食生产系统的脆弱性。

### 2. 农业生产性服务、粮食生产系统适应力与粮食生产韧性

一是农业生产性服务可以推动粮食生产的要素替代和更迭，促进以良种、资本、农机等丰裕要素有效替代劳动、土地等稀缺要素。过去几十年间，中国农业禀赋条件已有重大转折性变化，资本、农机装备由稀缺变得日益丰裕，农业劳动力则由丰裕变得相对稀缺，尤其是高素质经营者的稀缺性还在提高，用丰裕要素替代稀缺要素是缓解部分要素约束的现实选择，是提升粮食生产系统对要素禀赋变化适应性的重要途径<sup>[20]</sup>。二是农业生产性服务可以促进生产要素的科学精准施用、节约集约使用。其中，部分绿色、可持续型生产技术通过农业生产性服务向规模化种粮者、普通农户推广覆盖，一定程度解决了因不合理、过量施用化学投入品引发的残

留污染、破坏土壤有机质及肥力等问题，促进了资源节约和环境友好型粮食生产，亦有助于增强粮食生产系统与生态环境承载力的适应力、与高质量和可持续发展总体方向的适应力，进而提升粮食生产系统的韧性。

### 3. 农业生产性服务、粮食生产系统变革力与粮食生产韧性

一是农业生产性服务可以推动粮食生产要素质量提升。农业生产性服务主体通常会投资购置先进实用的农机装备用于开展经营性服务。较之劳动力要素，农机装备蕴含了资本、技术等先进性要素，是高质量的生产要素，即实现先进要素对传统要素的迭代。同时，与普通农民相比，操作农机装备在田间地头进行服务作业的劳动者往往具有一定的农业知识、专业技能，是新型粮食生产主体，这实现了粮食“生产者”质量提升。农机装备的专用性资产属性还将这些生产性服务提供者“锁定”在粮食生产和农业经营上，推动粮食生产主体群体“质”的跃升。二是农业生产性服务可以推动粮食生产要素的优化配置。农机装备动力由小变大、服务环节由单环节向多环节和全链条拓展、控制方式由手动到数字化和数智化更迭，这一过程伴随着农机、农技、农法的创新融合、集成应用和示范推广，并引导着培育高素质的新型经营主体、建设完善的农田水利基础设施与农机、农技、农法进行适应性匹配，有效推动了粮食生产方式的革新和转型。当前中国粮食生产系统正逐步由靠天吃饭、增加传统要素投入、粗放式增长向提升要素质量和优化要素配置、依靠科技和创新驱动、推动集约式增长等转变，粮食生产系统的综合变革能力及韧性由此有明显提升。据此提出如下研究假说：

H<sub>1</sub>：农业生产性服务能够提高粮食生产韧性。

### (二) 农业生产性服务对粮食生产韧性的间接影响

农业生产性服务的本质是社会分工，种粮者购买各类农业生产性服务意味其卷入日益精细化的社会分化，社会分工产生的规模化效应与专业化效应则是提升粮食生产韧性的重要推动力。

农业生产性服务发展与土地规模化、服务规模化呈联动互促的态势。从土地规模化看，农业生产性服务能有效缓解一些农业禀赋条件的约束，推动

农户土地流转<sup>[21]</sup>,促进土地集中和规模化经营。从服务规模化看,生产性服务外包能促进专业化生产,内生出服务规模经济,促进农业由纵向分工到横向分工的深化<sup>[22]</sup>。农业生产性服务的规模化效应对粮食生产韧性的影响主要有:一方面,农业生产性服务将改变规模化种粮者的要素投入数量与结构,如以高效率、高技术含量的机械作业替代传统的人工作业,以农机、农技、农法的组合优化替代以往的单要素投入增长,进而提升粮食生产系统应对突发风险、重大变革或者趋势性变化时的抵抗力、适应力。规模化种粮已经成为中国粮食生产的一种趋势性变化。另一方面,农业生产性服务所倚仗的农机装备蕴含的科技和创新要素、服务主体蕴含的人力资本要素,通过农业服务规模化实现了向规模种粮者及普通农户的广覆盖,大范围提升科学高效种粮能力和水平,进而提升粮食生产系统变革力及其韧性。据此提出研究假说:

H<sub>2</sub>: 农业生产性服务通过规模化效应提升粮食生产韧性。

农业生产依赖于农作物生命特性与自然环境,是多要素、跨时期投入,其最终产出不仅取决于要素投入数量和质量,还取决于要素投入的科学性、及时性和有效性,以及耕种防收等相关作业与农作物生命、气候环境变化的匹配性和契合度<sup>[23]</sup>。譬如,尽管种粮者实施了病虫害防治作业,但防治时间不当、方式方法不当,或者防治后出现大雨、连续阴雨等天气,其效果都会明显弱化甚至是无效的;收获亦是如此,灾前灾后同是收获,但收获损耗、效率等都有明显差异。而农业生产性服务的专业化分工核心就是让专业化主体在合适的时间及时精准地进行“科学化”“专业化”的服务作业,既能有效提高应对自然、气候变化等的抵抗力、适应力,也能提升对技术创新、生产方式革新的适应力、变革力,进而提升粮食生产韧性。据此提出研究假说:

H<sub>3</sub>: 农业生产性服务通过专业化效应提升粮食生产韧性。

### 三、研究设计

#### (一) 模型构建

为探究农业生产性服务对粮食生产韧性的影

响,本文构建双向固定效应回归模型:

$$res_{it} = \delta_0 + \delta_1 ps_{it} + \delta_2 X_{it} + \delta_i + \omega_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

式(1)中,  $res_{it}$  表示省份  $i$  在  $t$  年的粮食生产韧性,  $ps_{it}$  表示农业生产性服务,  $X_{it}$  表示控制变量,  $\delta_i$  表示控制省份的固定效应,  $\omega_t$  表示控制年份的固定效应,  $\varepsilon_{it}$  表示随机扰动项。

为进一步验证规模化效应、专业化效应在农业生产性服务影响粮食生产韧性中的作用机制,本文参照温忠麟和叶宝娟的研究<sup>[24]</sup>,在式(1)的基础上,采用逐步回归法构建中介效应模型:

$$M_{it} = \beta_0 + \beta_1 ps_{it} + \beta_2 X_{it} + \delta_i + \omega_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$res_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 ps_{it} + \gamma_2 M_{it} + \gamma_3 X_{it} + \delta_i + \omega_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

式(2)和式(3)中,  $M_{it}$  表示省份  $i$  在  $t$  年的中介变量,亦即规模化效应、专业化效应,其余变量同式(1)。

#### (二) 变量选取

被解释变量:粮食生产韧性( $res_{it}$ )。粮食生产韧性涉及粮食生产系统的综合保障能力、抵御风险能力、适应需求变化等方面,构建综合指标体系可以相对系统、科学地描述和度量粮食生产韧性。熵值法是一种客观赋权法,能够根据各指标值的信息量大小确定指标权重,本文基于熵值法测度各省份粮食生产韧性水平。参照赵巍和徐筱雯<sup>[25]</sup>的研究,以抵抗力、适应力、变革力三个维度为基础,构建粮食生产韧性的综合评价指标体系。其中,抵抗力包括粮食生产系统具备的综合保障能力,以及遭受洪涝、干旱、风雹等自然灾害后的再生产能力,本文选取劳均粮食播种面积、劳均粮食产量、单位面积粮食产量、自然灾害成灾率指标进行刻画。适应力是指粮食生产系统对社会和环境的反应能力,包括对农业禀赋变化、环境生态要求、技术变革的调整适应,本文选取三种粮食(稻谷、小麦和玉米)生产的化肥施用量、农膜施用量、用水量,以及水土流失治理率、农作物复种指数等指标进行刻画。变革力是指粮食生产系统未来扩展增长空间的能力,核心是农业科技创新和经济发展水平,本文选取粮食生产机械动力、农业技术人员、科研投入等指标进行刻画。部分指标因缺乏指向精准的统计数据,只能采用关联指标或者用粮食占比进行估算,具体指标及说明参见表1。

表 1 粮食生产韧性综合评价指标体系

一级指标	二级指标	指标说明	指标属性	权重	
抵抗力	劳均粮食播种面积	粮食播种面积/第一产业从业人数(公顷/人)	正	0.123	
	劳均粮食产量	粮食产量/第一产业从业人数(吨/人)	正	0.149	
	单位面积粮食产量	粮食产量/粮食播种面积(吨/公顷)	正	0.029	
	自然灾害成灾率	成灾面积/受灾面积	负	0.028	
适应力	粮食生产化肥用量	全国三种粮食亩均化肥用量×粮食播种面积(万吨)	负	0.018	
	粮食生产农膜用量	全国三种粮食亩均农膜用量×粮食播种面积(万吨)	负	0.020	
	粮食生产用水量	(粮食播种面积/农作物总播种面积)×农业生产用水(亿立方米)	负	0.020	
	水土流失治理率	水土流失治理面积/辖区土地面积	正	0.106	
	复种指数	农作物总播种面积/耕地面积	正	0.057	
	变革力	粮食生产机械动力	(粮食播种面积/农作物总播种面积)×农业机械总动力(万千瓦)	正	0.167
		粮食农业技术人员	(粮食播种面积/农作物总播种面积)×公有经济企事业单位农业技术人员(人)	正	0.122
粮食科研投入		(粮食播种面积/农作物总播种面积)×农业 R&D 经费(亿元)	正	0.160	

核心解释变量：农业生产性服务水平 ( $ps_{it}$ )。参考颜华等<sup>[26]</sup>的研究，选取农林牧渔服务业产值与农林牧渔业总产值之比来衡量。

中介变量：1) 规模化效应。借鉴杜建军等<sup>[27]</sup>的研究，选取耕地面积与第一产业就业人员之比来衡量 (公顷/人)。2) 专业化效应。选取农业机械化作业服务人员与第一产业就业人数之比来衡量。

控制变量：1) 农田水利设施。采用有效灌溉面积的对数值衡量。2) 普惠金融水平。采用北京大学数字金融研究中心公布的数字普惠金融指数的对数值衡量。3) 财政支农水平。选取农林水事务支出与一般预算支出之比衡量。4) 经济发展水平。以第一产业产值与国内生产总值之比衡量。5) 产业结构合理化。借鉴于春晖等<sup>[28]</sup>的方法，利用三次产业产值与就业人数计算得到产业结构合理化指数。计算公式为： $TL = 1 / \sum_{i=1}^n (Y_i / Y) \ln(Y_i / L_i / Y / L)$ ，

其中， $Y$  表示产值， $L$  表示就业， $i=1, 2, 3$  分别表示第一产业、第二产业和第三产业。 $TL$  值越大表示产业结构越合理。6) 产业结构高级化。参考于春晖等<sup>[28]</sup>的研究，采用第三产业产值与第二产业产值之比衡量。7) 粮食固定资产投资。采用谷物产值与农林牧渔业产值的比值乘农林牧渔业固定资产投资额进行估算。

### (三) 数据来源及处理

基于数据的可得性，本文考察的区域范围为中国 31 个省 (区、市) (未含香港、澳门和台湾)，考察的时段为 2011—2022 年<sup>②</sup>。具体而言，粮食播

种面积、农作物总播种面积、粮食产量、水土流失面积、耕地面积、农业生产用水、农业机械总动力、三次产业产值及就业人数来自《中国统计年鉴》；农作物成灾面积、受灾面积、耕地有效灌溉面积来自《中国农村统计年鉴》；全国三种粮食 (稻谷、小麦和玉米) 亩均化肥用量、亩均农膜用量来自《全国农产品成本收益资料汇编》；公有经济企事业单位农业技术人员来自《中国科技统计年鉴》；农林牧渔服务业产值来自《中国第三产业统计年鉴》；农业机械化作业服务人员来自《中国农业机械工业年鉴》；各省 (区、市) 国土面积数据来自《中国城市统计年鉴》与民政部网站公布数据；其他数据 (如农林水事务支出、政府一般预算支出等) 由 EPS 数据平台整理得到。对于样本数据中的个别缺失值采用线性插值法予以补全。

由于统计年鉴未涉及各省区的农业科研支出，为此参照郝爱民和谭家银<sup>[29]</sup>的研究，采取如下方式估计农业 R&D 经费，计算过程如下：

$$ARP = 0.5 \times \left( \frac{R_t^A}{R_t^T} + \frac{Y_{kt}}{GDP_{kt}} \right) \times RP_{kt} \quad (4)$$

$ARP$  表示农业科研支出， $R_t^A$ 、 $R_t^T$  分别表示  $t$  时期农业 R&D 内部经费支出和 R&D 内部经费支出总量， $Y_{kt}$ 、 $GDP_{kt}$  分别表示  $t$  时期  $k$  省 (区、市) 农业总产值和国内生产总值， $RP_{kt}$  表示  $t$  时期  $k$  省 (区、市) R&D 内部经费支出总量。其中，农业 R&D 内部经费支出和 R&D 内部经费支出总量来自《中国科技统计年鉴》，估算出的农业 R&D 经费采用 CPI 进行平减。各变量的描述性统计结果见表 2。

表2 变量描述性统计结果

变量类型	变量名称	均值	标准差	最小值	最大值
被解释变量	粮食生产韧性	0.291	0.111	0.101	0.662
	抵抗力	0.071	0.043	0.016	0.300
	适应力	0.106	0.032	0.031	0.185
	变革力	0.113	0.088	0.005	0.440
核心解释变量	农业生产性服务	0.042	0.019	0.012	0.106
控制变量	农田水利设施	7.232	1.079	4.693	8.785
	普惠金融水平	5.321	0.688	2.786	6.133
	财政支农水平	0.115	0.034	0.040	0.204
	经济发展水平	0.097	0.052	0.002	0.258
	产业结构合理化	1.363	0.735	0.527	5.283
	产业结构高级化	12.49	16.20	1.312	133.7
	粮食固定资产投资	10.51	12.84	0.010	82.63
	中介变量	规模化效应	0.677	0.517	0.194
	专业化效应	0.009	0.012	0.000	0.077

#### 四、实证结果分析

##### (一) 粮食生产韧性测度结果及其时空演进

(1) 粮食生产韧性测度结果。采用熵值法测度 31 个省(区、市)粮食生产韧性,综合得分见表 3。从全国看,2011—2022 年全国粮食生产韧性整体呈上升趋势,全国平均水平从 0.263 增加到 0.332,其中 2019 年首次突破 0.3。但全国粮食生产韧性总体较低,2011—2022 年均值仅 0.291,表明中国粮食生产韧性仍有较大提升空间。分地区看,

北方省份粮食生产韧性平均水平(0.320)高于南方省份(0.263)<sup>③</sup>,呈现“南低北高”的地区分布特征。从具体省份看,全国粮食生产韧性省际分异明显,其中山东省粮食生产韧性平均水平最高(0.582),青海省最低(0.116),二者间相差 0.466。这可能是因为山东省是农业大省和粮食主产区,农业资源丰富,高标准农田建设持续推进,农业机械化水平快速提升,而青海省地处高原干旱区,耕地少、草地多,是传统的牧区,农业基础条件相对落后,粮食生产面临较多约束。

表3 2011—2022年各省(区、市)粮食生产韧性变化

省(区、市)	2011年	2013年	2015年	2017年	2019年	2021年	2022年	均值
北京	0.266	0.256	0.230	0.237	0.267	0.281	0.288	0.253
天津	0.167	0.186	0.201	0.214	0.230	0.285	0.302	0.213
河北	0.401	0.398	0.409	0.399	0.420	0.447	0.451	0.414
山西	0.285	0.307	0.308	0.291	0.307	0.329	0.337	0.306
内蒙古	0.270	0.278	0.280	0.302	0.335	0.361	0.361	0.307
辽宁	0.329	0.316	0.314	0.335	0.345	0.360	0.358	0.333
吉林	0.309	0.319	0.334	0.371	0.397	0.439	0.437	0.365
黑龙江	0.383	0.408	0.443	0.522	0.570	0.623	0.634	0.507
上海	0.210	0.195	0.189	0.194	0.200	0.206	0.237	0.201
江苏	0.381	0.384	0.405	0.424	0.462	0.493	0.489	0.430
浙江	0.246	0.267	0.276	0.259	0.289	0.311	0.308	0.275
安徽	0.303	0.314	0.314	0.344	0.359	0.422	0.426	0.350
福建	0.197	0.223	0.227	0.216	0.244	0.260	0.269	0.229
江西	0.292	0.270	0.281	0.293	0.316	0.354	0.342	0.304
山东	0.535	0.526	0.556	0.577	0.610	0.652	0.662	0.582
河南	0.423	0.432	0.454	0.461	0.480	0.486	0.489	0.458
湖北	0.266	0.292	0.298	0.313	0.325	0.337	0.340	0.307
湖南	0.291	0.292	0.302	0.321	0.333	0.372	0.374	0.323
广东	0.251	0.247	0.250	0.249	0.282	0.288	0.297	0.264

表 3 (续)

省(区、市)	2011年	2013年	2015年	2017年	2019年	2021年	2022年	均值
广西	0.181	0.188	0.190	0.193	0.209	0.220	0.225	0.198
海南	0.113	0.114	0.118	0.116	0.135	0.136	0.133	0.122
重庆	0.236	0.247	0.260	0.273	0.295	0.300	0.304	0.270
四川	0.306	0.322	0.329	0.333	0.365	0.382	0.380	0.341
贵州	0.182	0.213	0.226	0.238	0.261	0.276	0.277	0.236
云南	0.233	0.239	0.242	0.248	0.257	0.262	0.263	0.247
西藏	0.110	0.112	0.121	0.115	0.138	0.132	0.123	0.118
陕西	0.315	0.291	0.307	0.311	0.326	0.336	0.336	0.317
甘肃	0.201	0.215	0.223	0.222	0.229	0.246	0.260	0.226
青海	0.120	0.114	0.102	0.108	0.120	0.129	0.137	0.116
宁夏	0.202	0.198	0.208	0.221	0.252	0.265	0.255	0.228
新疆	0.154	0.161	0.172	0.167	0.173	0.187	0.189	0.170
南方省份	0.237	0.245	0.252	0.258	0.279	0.297	0.299	0.263
北方省份	0.291	0.294	0.303	0.316	0.337	0.362	0.366	0.320
全国平均	0.263	0.269	0.276	0.286	0.307	0.328	0.332	0.291

(2) 粮食生产韧性的时空演进。采用 Kernel 核密度估计粮食生产韧性的时空演进特征, 结果见图 1。从全国总体看, 2011—2022 年核密度曲线逐渐向右移动, 2022 年核密度曲线位于最右侧, 表明粮食生产韧性水平不断提高; 核密度曲线波峰高度不断下降、宽度逐渐变窄、右拖尾特征明显, 表明全国范围内粮食生产韧性水平存在空间差异且差

距在逐步扩大; 核密度曲线形态以“单峰”为主, 表明粮食生产韧性的极化效应并不明显。分区域看, 南方省份与北方省份的核密度曲线逐渐向右移动, 表明南方省份与北方省份粮食生产韧性水平均提高。较之南方省份, 北方省份的核密度曲线波峰逐渐变窄形态更加明显, 即北方省份之间粮食生产韧性差距扩大趋势更加明显; 北方省份核密度曲线形态由“单峰”向“双峰”演变, 意味着北方省份之间粮食生产韧性两极分化现象在加强。可能的原因是, 中国“南粮北移”粮食生产格局加速演化, 南方省份与北方省份对粮食综合生产能力建设的重视程度出现分化; 北方省份成为中国粮食生产主要区域, 粮食生产集聚趋势加快, 造成各省(区、市)之间极化效应初步显现。

(二) 基准回归结果

对模型进行多重共线性检验, 检验后的方差膨胀因子 VIF 均值为 2.07, 各变量 VIF 值均远小于 10, 因此认为变量间不存在多重共线性。考虑到农业生产性服务与粮食生产韧性随年份与个体而变化, 故同时控制时间与省份。表 4 列(1)汇报的是未加入控制变量时采用双向固定效应模型回归的结果, 列(2)汇报的是加入控制变量后的回归结果。无论是否加入控制变量, 农业生产性服务对粮食生产韧性的影响均显著为正, 表明农业生产性服务可以促进粮食生产韧性的提升。控制变量中, 农田水利设施、普惠金融水平、经济发展水平、产业结构合理化, 均能够促进粮食生产韧性的提升。

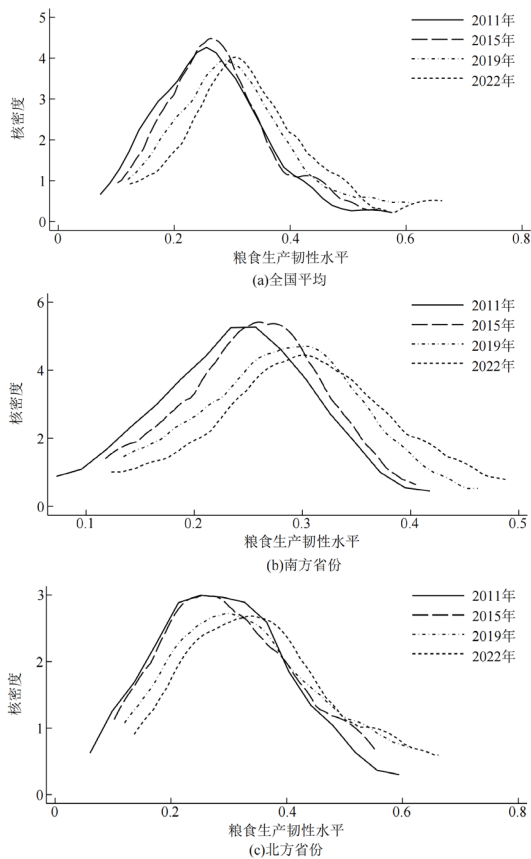


图 1 中国粮食生产韧性 Kernel 核密度图

表4 基准回归结果

变量	(1)	(2)
	固定效应模型	固定效应模型
农业生产性服务	0.307**(0.138)	0.622***(0.150)
农田水利设施		0.068***(0.013)
普惠金融水平		0.013**(0.006)
财政支农水平		-0.007(0.090)
经济发展水平		0.728***(0.127)
产业结构合理化		0.000**(0.000)
产业结构高级化		0.002(0.007)
粮食固定资产投资		-0.000(0.000)
省份固定效应	控制	控制
年份固定效应	控制	控制
常数项	0.278***(0.006)	-0.369***(0.101)
样本量	372	372
R <sup>2</sup>	0.975	0.980

注：\*\*\*、\*\*和\*分别代表1%、5%、10%的统计水平显著；括号内为标准误。下同。

进一步以粮食生产韧性的三个维度为考察对象，对抵抗力、适应力、变革力三个维度分别进行回归，结果见表5。

表5 粮食生产韧性分维度检验结果

变量	(1)	(2)	(3)
	抵抗力	适应力	变革力
农业生产性服务	0.433*** (0.104)	-0.245*** (0.061)	0.433*** (0.093)
控制变量	控制	控制	控制
省份固定效应	控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制
常数项	-0.371*** (0.070)	0.171*** (0.041)	-0.169*** (0.062)
样本量	372	372	372
R <sup>2</sup>	0.934	0.959	0.988

实证结果表明，农业生产性服务对粮食生产韧性中的抵抗力、变革力具有显著促进作用，对适应力则具有显著抑制作用。随着服务能力的提升和服务范围的扩大，农业生产性服务能够增强粮食综合生产能力、促进农业科学技术应用，容易形成粮食生产新技术新模式，提升粮食生产系统的抵抗能力和革新能力。应注意的是，农业生产性服务对粮食生产韧性中适应力的影响与预期并不一致。可能的原因在于，一是中国农业仍依靠数量庞大的普通农户，经验性生产对农业化学投入品施用存在着“路径依赖”；二是农业生产性服务的覆盖范围有待扩大，服务水平仍有待提升，其对粮食生产系统适应

社会、资源、环境的作用相对有限。

### (三) 稳健性检验

(1) 工具变量法。为缓解模型因双向因果、遗漏变量、选择偏差等可能引发的内生性问题，本文采取工具变量法进行处理。选择滞后一期的农业生产性服务水平作为工具变量，经检验不存在弱工具变量问题，第二阶段的回归结果见表6列(1)，与基准模型的回归结果基本一致，表明研究结论依旧成立，即H<sub>1</sub>得到验证。

(2) 更换模型。本文测度的粮食生产韧性取值符合受限因变量特征，即取值范围为[0, 1]，故采用Tobit模型进行估计，同时控制省份和年份。表6列(2)汇报了Tobit模型的回归结果，农业生产性服务的影响仍在1%水平显著为正，估计系数的方向及显著性与基准模型的回归结果也保持一致，表明研究结论依旧成立。

(3) 缩小样本范围。由于直辖市粮食生产占比较低，将北京、上海、天津、重庆四个直辖市样本剔除后运用双向固定效应模型进行回归，结果见表6列(3)，仅系数大小与基准模型有一定差异，亦表明研究结论仍然成立。

表6 稳健性检验结果

变量	(1)	(2)	(3)
	工具变量法	更换模型	缩小样本范围
农业生产性服务	0.662*** (0.182)	0.622*** (0.140)	0.940*** (0.161)
控制变量	控制	控制	控制
省份固定效应	控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制
常数项	-0.148 (-0.095)	-0.198*** (0.073)	-0.187 (0.136)
样本量	341	372	324
R <sup>2</sup>	0.981		0.983

### (四) 异质性分析

伴随农业资源禀赋的动态变化，中国粮食生产格局呈现“南退北进”特征。为探讨农业生产性服务对不同地区粮食生产韧性的差异化影响，将所考察的省(区、市)分为南方省份和北方省份，回归结果见表7列(1)、列(2)。结果表明，农业生产性服务对南方省份和北方省份粮食生产韧性均有显著促进作用，且对北方省份的促进作用更大。可能的原因是，北方省份耕地资源丰富且地势平坦，适宜大型机械作业，农业生产性服务发展更为



迅速，农机服务的规模化效应也更有利于粮食生产，对粮食生产韧性提升更具带动效应。

中国农业生产性服务业起步相对较晚，各地区发展并不均衡，呈现“东部高、中西部低”的特征。进一步将样本按东部地区、中部地区和西部地区<sup>④</sup>分组作异质性分析，回归结果见表 7 列(3)~列(5)。结果表明，农业生产性服务对东部地区粮食生产韧

性的影响显著为正，对中部地区的影响显著为负，对西部地区的影响不显著。可能的原因是，东部地区的农业社会化服务市场发育程度高、获取便捷性好、成本低，对粮食等农业生产的作用明显；而西部地区因山地地貌和农业结构等特征，农业社会化服务市场发育相对迟缓，对粮食生产韧性的影响效应相对有限。

表 7 异质性检验结果

变量	(1) 南方省份	(2) 北方省份	(3) 东部地区	(4) 中部地区	(5) 西部地区
农业生产性服务	0.656*** (0.165)	0.774*** (0.269)	0.461** (0.217)	-1.121** (0.432)	0.201 (0.227)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制
省份固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
常数项	0.134 (0.151)	-0.651*** (0.156)	-0.041 (0.202)	-0.468 (0.474)	0.142 (0.137)
观测值	192	180	132	96	144
R <sup>2</sup>	0.983	0.981	0.990	0.962	0.982

(五) 机制检验

规模化效应和专业化效应的逐步回归法检验结果如表 8 所示。列(1)中农业生产性服务对规模化效应的回归系数显著为正，表明农业生产性服务能够促进规模化效应；列(2)中农业生产性服务与规模化效应对粮食生产韧性的影响显著为正，且农业生产性服务对粮食生产韧性的回归系数(0.473)比表 4 列(2)的回归系数(0.622)更小，表明规模化效应在其中发挥了部分中介效应。其

中，规模化效应的中介效应约为 0.149，占农业生产性服务影响粮食生产韧性总效应的 23.95%。类似地，运用该方法对专业化效应进行回归，结果见表 8 列(3)、列(4)。结果表明专业化效应也发挥了部分中介效应，约为 0.239，占农业生产性服务影响粮食生产韧性总效应的 38.42%。同时采取 Sobel 检验和 Bootstrap 检验对中介效应进行稳健性检验，结果也证明规模化效应、专业化效应的中介效应依旧存在，即 H<sub>2</sub> 与 H<sub>3</sub> 得到验证。

表 8 机制检验结果

变量	(1) 规模化效应	(2) 粮食生产韧性	(3) 专业化效应	(4) 粮食生产韧性
农业生产性服务	2.289** (1.100)	0.473*** (0.133)	0.125*** (0.030)	0.384*** (0.143)
规模化效应		0.065*** (0.007)		
专业化效应				1.909*** (0.259)
控制变量	控制	控制	控制	控制
省份固定效应	控制	控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制	控制
常数项	-2.898*** (0.740)	-0.180** (0.091)	-0.014 (0.020)	-0.343*** (0.094)
Sobel test		0.149** (0.073)		0.238*** (0.066)
Bootstrap test(ind_eff)		0.149** (0.068)		0.238*** (0.061)
Bootstrap test(dir_eff)		0.473*** (0.146)		0.384** (0.175)
样本量	372	372	372	372
R <sup>2</sup>	0.949	0.984	0.925	0.983

(六) 门槛效应分析

农业生产性服务因专业化程度、供给主体、服务规模等的差异，对粮食生产韧性的影响可能存在

非线性关系。为此运用面板门槛效应模型进一步验证农业生产性服务对粮食生产韧性的非线性影响。结果表明，单一门槛通过了 10% 的显著性检验，而

双重门槛未通过检验。

表9 门槛效应检验结果

门槛变量	F 值	P 值	BS 次数	临界值		
				1%	5%	10%
单一门槛	30.40*	0.083	300	53.561	33.017	29.698
双重门槛	13.55	0.473	300	36.666	50.727	25.919

基于门槛效应的检验结果,以单一门槛值 0.027 进行分组回归,结果见表 10。当农业生产性服务水平低于 0.027 时,对粮食生产韧性的影响并不显著;当其高于或等于 0.027 时,对粮食生产韧性的影响显著为正。可能的原因是,农业生产性服务具有规模化效应,只有达到一定规模或水平时,服务规模化效应才能彰显,进而提高粮食生产韧性。

表 10 门槛模型回归结果

变量	(1)	(2)
	$ps < 0.027$	$ps \geq 0.027$
农业生产性服务	0.977(0.955)	0.507*** (0.126)
控制变量	控制	控制
省份固定效应	控制	控制
年份固定效应	控制	控制
常数项	-0.790*** (0.170)	0.209(0.130)
样本量	87	285
$R^2$	0.987	0.988

## 五、结论及政策建议

本文利用 2011—2022 年中国 31 个省(区、市)(不含香港、澳门和台湾)面板数据、双向固定效应模型及中介效应模型,探讨了农业生产性服务对粮食生产韧性的影响及其作用机制。研究发现:第一,中国粮食生产韧性逐年提高,但省际差距依旧较大。第二,农业生产性服务能够显著提高粮食生产韧性,经过稳健性检验后该结论依然成立,其中农业生产性服务可以显著提高粮食生产韧性的抵抗力和变革力,但对适应力具有抑制作用。第三,较之南方省份,北方省份的农业生产性服务对粮食生产韧性的影响更加突出;较之中西部省份,东部省份的农业生产性服务对粮食生产韧性的影响更显著。第四,规模化效应和专业化效应在农业生产性服务影响粮食生产韧性中发挥了部分中介效应。第五,农业生产性服务影响粮食生产韧性呈现非线性关系,当农业生产性服务水平高于或等于 0.027 时,这种影响将更加显著。

增强粮食生产韧性是稳定国内粮食生产与供给

的根本要求,农业生产性服务则是提高粮食生产韧性的重要推动力。基于以上结论本文提出如下政策建议:

第一,需高度重视粮食生产韧性的持续性培育。一是应持续增强粮食生产的综合生产能力,提高粮食生产的土地生产率和劳动生产率,不断提升粮食全要素生产率。二是努力实现生产要素科学、精准施用。如推广科学施肥技术、绿色防控技术、节水灌溉技术,提高土壤肥力和生物活性,实现水资源的合理、高效利用,增强粮食生产的可持续性。三是应强化农业科技支撑。鼓励科研机构和企业加强科技创新和成果转化,推动农业科技成果的应用和推广,建立健全农业科技推广和服务体系,提高农业科技服务的覆盖率和质量。

第二,要切实发挥农业生产性服务在提升粮食生产韧性中的积极作用。一是应提高农业生产性服务业水平、完善农业社会化服务市场和推动农业生产性服务提质增效扩面。完善农业产前产中产后的农资供应、农机作业、植保防疫、田间管理等全链条服务,培育壮大高质量的农业生产性服务主体与服务组织,健全农业生产性服务市场机制,充分发挥农业生产性服务的规模化效应与专业化效应,全面系统增强粮食生产韧性的抵抗力、适应力、变革力。二是针对不同地区、不同规模农户、不同服务需求,努力探索多元化、差异化、多层次的农业生产性服务体系。因地制宜地对农业生产性服务的关键环节、服务对象、服务方式进行创新突破,不断尝试单环节、多环节及全过程托管服务,提升农业生产性服务效率效益,推动农业生产性服务高质量发展。

### 注释:

① 数据来自国家统计局报告:《农业发展阔步前行 现代农业谱写新篇——新中国 75 年经济社会发展成就系列报告之二》。

② 北京大学数字普惠金融指数包括数字金融覆盖广度、数

字金融使用深度、普惠金融数字化程度三大类 33 个指标，指数发布的起始时间为 2011 年。

- ③ 北方省份包含北京、天津、河北、山西、内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江、山东、河南、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆；南方省份包含上海、江苏、浙江、安徽、福建、江西、湖北、湖南、广东、广西、海南、重庆、四川、贵州、云南、西藏。
- ④ 东部地区包含北京、天津、河北、辽宁、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东、海南；中部地区包含山西、吉林、黑龙江、安徽、江西、河南、湖北、湖南；西部地区包含内蒙古、广西、重庆、四川、贵州、云南、西藏、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆。

### 参考文献：

- [1] 朱满德, 程国强. 提高种粮积极性: 中国粮食生产支持政策的完善与转型[J]. 中州学刊, 2023(12): 61-69.
- [2] 张帅. 风险叠加背景下的全球粮食体系转型与中国粮食安全韧性建设[J]. 社会主义研究, 2023(3): 166-172.
- [3] 青平, 邓秀新, 闵师, 等. “双循环”背景下我国粮食安全韧性及风险管控战略研究[J]. 中国工程科学, 2023, 25(4): 26-38.
- [4] 朱晶, 臧星月, 李天祥. 新发展格局下中国粮食安全风险及其防范[J]. 中国农村经济, 2021(9): 2-21.
- [5] MARTIN R. Regional economic resilience, hysteresis and recessionary shocks[J]. Journal of economic geography, 2012, 12(1): 1-32.
- [6] 孙久文, 孙翔宇. 区域经济韧性研究进展和在中国应用的探索[J]. 经济地理, 2017, 37(10): 1-9.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] 匡远配, 赵璐阳. 中国农食系统韧性的时空差异及其影响因素分析[J]. 湖南农业大学学报(社会科学版), 2024, 25(1): 35-44.
- [10] 王妍霏, 叶举, 曹杰. 数字金融提升粮食体系韧性的机理及效应研究[J]. 经济经纬, 2023, 40(5): 48-60.
- [11] 蒋辉, 陈瑶, 刘兆阳. 中国粮食生产韧性的时空格局及其影响因素[J]. 经济地理, 2023, 43(6): 126-134.
- [12] 蔡林军, 文春晖. 劳动力转移对粮食生产韧性的影响研究——基于中国粮食主产区的实证[J]. 中国农机化学报, 2024, 45(3): 313-321.
- [13] 张泽琳, 周霞, 周玉玺. 黄河下游水资源承载力与粮食生产韧性时空耦合及驱动因素[J]. 水土保持研究, 2024, 31(3): 412-420, 431.
- [14] 张化楠, 葛颜祥, 郑军. 农业生产性服务对家庭农场经营效率的影响研究——基于种植型家庭农场的证据[J]. 农村经济, 2023(5): 115-124.
- [15] 张恒, 郭翔宇. 农业生产性服务业发展与农业全要素生产率提升: 地区差异性与空间效应[J]. 农业技术经济, 2021(5): 93-107.
- [16] 田孟, 熊宇航. 生产性服务业集聚对农业高质量发展的影响——基于地区异质性视角[J]. 经济问题, 2023(8): 103-111.
- [17] 陈桂生, 岳喜优. 生产性服务业何以赋能乡村产业振兴——基于组态效应的分析[J]. 湖南农业大学学报(社会科学版), 2023, 24(1): 35-42.
- [18] 戈大专, 龙花楼, 李裕瑞, 等. 城镇化进程中我国粮食生产系统多功能转型时空格局研究——以黄淮海地区为例[J]. 经济地理, 2018, 38(4): 147-156, 182.
- [19] 程国强, 朱满德. 新发展阶段我国重要农产品保供稳价的调控思路与机制设计[J]. 农业经济问题, 2022(11): 18-24.
- [20] 张琪, 朱满德, 刘超. 偏向性技术变迁与中国粮食增长路径转型——基于 1978—2018 年玉米主产省的实证[J]. 农业现代化研究, 2021, 42(1): 67-77.
- [21] 杨子, 饶芳萍, 诸培新. 农业社会化服务对土地规模经营的影响——基于农户土地转入视角的实证分析[J]. 中国农村经济, 2019(3): 82-95.
- [22] 罗必良. 论服务规模经营——从纵向分工到横向分工及连片专业化[J]. 中国农村经济, 2017(11): 2-16.
- [23] 刘家成, 钟甫宁, 徐志刚. 生产性服务与农业创新: 农时约束及环节异质性[J]. 科研管理, 2022, 43(12): 135-143.
- [24] 温忠麟, 叶宝娟. 中介效应分析: 方法和模型发展[J]. 心理科学进展, 2014, 22(5): 731-745.
- [25] 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(2): 87-96.
- [26] 颜华, 齐悦, 张梅. 农业生产性服务促进粮食绿色生产的效应及作用机制研究[J]. 中国农业资源与区划, 2023, 44(2): 54-67.
- [27] 杜建军, 谢家平, 刘博敏. 中国农业产业集聚与农业劳动生产率——基于 275 个城市数据的经验研究[J]. 财经研究, 2020, 46(6): 49-63.
- [28] 干春晖, 郑若谷, 余典范. 中国产业结构变迁对经济增长和波动的影响[J]. 经济研究, 2011, 46(5): 4-16, 31.
- [29] 郝爱民, 谭家银. 数字乡村建设对我国粮食体系韧性的影响[J]. 华南农业大学学报(社会科学版), 2022, 21(3): 10-24.

责任编辑: 李东辉