

刘新仪,李鑫杰,刘乾,等.高标准农田建设能否提高农户粮食生产韧性:基于黄河流域上中游地区调研数据[J].中国人口·资源与环境,2025,35(9):152-161.[LIU X Y, LI X J, LIU Q, et al. Can high-standard farmland construction enhance farmers' grain production resilience? based on survey date from the upper and middle reaches of the Yellow River Basin [J]. China population, resources and environment, 2025, 35(9):152-161.]

高标准农田建设能否提高农户粮食生产韧性

——基于黄河流域上中游地区调研数据

刘新仪, 李鑫杰, 刘乾, 赵凯

(西北农林科技大学经济管理学院,陕西杨凌 712100)

摘要 高标准农田建设对于提高农户粮食生产韧性、保障粮食安全具有重要价值。该研究利用课题组在黄河流域中上游地区的调研数据,基于社会-生态系统框架构建农户粮食生产韧性指标评估体系,通过双层回归模型探究高标准农田建设对农户粮食生产韧性水平的影响及作用机制,并进一步实证分析高标准农田建设对农户粮食生产韧性结构的影响。结果表明:①高标准农田建设能够提高农户粮食生产韧性水平,在控制内生性问题后,结论仍然成立。②机制分析表明:高标准农田建设通过提高农业生态环境水平和农户农业机械社会化服务购买程度提升农户粮食生产韧性水平。③特征异质性:进行土地平整工程、灌溉与排水工程、田间道路工程或农田防护与生态环境保护工程均会显著提高农户粮食生产韧性水平,但与田间道路工程和农田防护与生态环境保护工程相比,土地平整工程建设和灌溉与排水工程对提高农户粮食生产韧性水平的影响最大。④情景异质性:与粮食主产区相比,非粮食主产区进行高标准农田建设对农户粮食生产韧性水平的影响更大;与其他类型村庄相比,城郊融合类村庄进行高标准农田建设不一定会提高农户粮食生产韧性水平。⑤样本农户的粮食生产韧性结构处于较低耦合协调状态,但高标准农田建设可以提高农户粮食生产韧性的耦合协调度。根据研究结论提出以下建议:①基于社会-生态系统理论,多措并施协同提升高标准农田建设对农户粮食生产韧性的积极影响。②积极探索发挥高标准农田建设的正外部效益,助力培养新型职业农户,推动农业现代化发展。③因地制宜实施不同高标准农田工程建设模式。④基于结构性视角制定农户粮食生产韧性提升措施。

关键词 高标准农田建设;农户粮食生产韧性;社会-生态系统框架;双层回归模型

中图分类号 F304. ,7 文献标志码 A 文章编号 1002-2104(2025)09-0152-10 DOI:10.12062/cpre.20241036

保障粮食安全是中国经济发展、社会稳定基石^[1]。新时代粮食安全的内涵不仅是数量安全,也包含质量安全和可持续粮食生产安全,这体现了应以营养、高效、可持续、韧性为目标的粮食系统转型要求^[2-3]。推动粮食系统向更有韧性转型,有助于提高系统抵抗风险和压力的能力,确保中国粮食供应链稳定安全^[3-5]。从粮食生产过程看,粮食生产领域在粮食供应链安全中居于核心地位^[2]。因此,研究粮食生产韧性问题,对于新形势下促进粮食生产稳定、保障中国粮食安全至关重要。

当前及未来很长一段时间,中国农业本质上是小农经济,农户是中国主要的粮食生产主体^[2-3]。农户风险承担能力较弱是制约中国农业强国建设的关键问题之一^[2]。现实中,农户粮食生产面临极端天气等多重风险^[6-7],导致农户

粮食生产面临极大的不确定性,容易引发粮食安全危机。农户在粮食生产过程中应对风险的能力可以被概念化为韧性^[4]。在面对各种风险和挑战时,一个具有韧性的粮食生产系统能够保持其生产力和稳定性,使得农户在遭受风险时依然能够获得稳定的收入和产量。这对保证粮食产量、质量和可持续生产稳定至关重要^[8-9]。因此,针对农户粮食生产风险承担能力较弱的问题,探究如何提高农户粮食生产韧性是研究粮食生产问题中不可或缺的一环,对于提高农户粮食生产绩效、完善粮食产业链建设、保障国家粮食安全具有重要的现实意义。

当前学者对粮食生产韧性的重要性已经达成共识^[7,10]。现有关于粮食生产韧性的研究主要集中在中观和宏观层面,研究内容集中在两个方面:一是基于韧性定义,

收稿日期:2024-04-30 修回日期:2025-02-14

作者简介:刘新仪,博士生,主要研究方向为农业经济管理。E-mail:18729511655@163.com。

通信作者:赵凯,博士,教授,博导,主要研究方向为农业经济管理和土地经济。E-mail:zhaokai@nwafu.edu.cn。

基金项目:农业农村部课题“农村宅基地制度改革试点管理与评估”(批准号:10200071);陕西省农业协同创新与推广联盟2022年软科学项目“陕西粮食安全背景下榆林沙漠变农田的实现路径研究”(批准号:2022KRW20)。



从缓冲力、维持力和变革力等维度构建粮食生产韧性指标评价体系^[7,11-12]。二是对粮食生产韧性的影响因素进行了探讨,发现城镇化率、科技因素、农业生产资料价格变动、数字金融、农业生产基础设施建设、数字化技术应用等是影响省域间粮食生产韧性差异的重要因素^[10,13-15]。仅有少量学者基于微观视角对农户粮食生产韧性进行探究。一是发现社会网络是影响农户粮食生产韧性的重要因素^[9],二是指出农户粮食生产韧性是涉及自然、社会等不同维度的系统性问题^[4]。但鲜有学者基于系统性视角对其进行深入探讨,因此,农户粮食生产韧性问题在现有研究中尚未得到充分讨论^[16]。高标准农田是指土地平整、集中连片、设施完善、农田配套、土壤肥沃、生态良好、抗灾能力强,与现代农业生产和经营方式相适应的旱涝保收、高产稳产的耕地。提高耕地抗灾能力是高标准农田建设的主要目标之一^[17],也是提升农户粮食生产韧性的重要内容之一^[9]。因此,高标准农田建设是提升农户粮食生产韧性的重要手段。但基于微观农户视角分析高标准农田建设影响效益的研究较少,且已有研究多集中于经济效益视角^[18],鲜有研究深入探讨高标准农田建设的韧性效益。

已有研究有助于深入理解高标准农田建设对农户粮食生产韧性的影响,但尚有诸多不足。鉴于此,本研究尝试从以下4个方面丰富现有文献:一是从微观视角界定农户粮食生产韧性。Camacho等^[9]、蒋辉等^[11]和Bertolozzi等^[19]将农户粮食生产韧性定义为农户粮食生产系统在面对内外部日益复杂的风险和变化时,通过自我修复和调整,缓冲压力和干扰、维持和改善粮食生产系统有效供给和生产稳定功能的能力。二是基于社会-生态系统框架,从系统性视角构建农户粮食生产韧性指标评价体系。三是基于2023年黄河流域调查数据,以农户玉米生产为例,提供村庄高标准农田建设对农户粮食生产韧性影响的微观经验证据,并从农业生态环境水平和农业机械化社会化服务程度两条传导途径,构建高标准农田建设促进农户粮食生产韧性提升的理论框架。四是,由于中国不同地区的自然资源、耕地资源和人力资本等存在较大差异,影响高标准农田建设效果,尝试从“区域-村域”构建两级情景分析框架,深入探究高标准农田建设对农户粮食生产韧性的异质性影响。

1 理论分析框架

1.1 社会-生态系统理论框架

社会-生态系统框架是对系统问题进行可持续性分析的重要工具^[20]。随着人们对人与环境间相互作用认识的不断深入,对系统可持续治理的探索越来越需要将社会环境和自然环境视为重要因素纳入相关分析中^[21]。对此,需要

分析系统的嵌套属性及该系统的资源单元,探究嵌套治理系统制定的规则及被规则影响的行动者^[22]。Ostrom^[20]提出的社会-生态系统框架提供了一个资源系统可持续能力评估体系,使得研究者们能够更深入地研究复杂社会生态系统中变量之间的作用关系,以及这些复杂的相互关系对资源系统可持续性的影响。进一步地,Ostrom^[20]将社会生态系统框架的第二层次分解为:资源子系统、资源单位子系统、行动者子系统和治理子系统,并在此基础上提出了社会生态系统框架中的子系统变量列表,见表1。

表1 社会-生态系统框架子系统变量列表

资源系统	治理系统
RS1: 部门(比如水、森林、牧场、渔场)	GS1: 政府组织
RS2: 系统边界的清晰度	GS2: 非政府组织
RS3: 资源系统规模	GS3: 网状结构
RS4: 人工设施	GS4: 产权制度
RS5: 系统生产力	GS5: 操作规则
RS6: 系统平衡力	GS6: 集体选择规则
RS7: 系统动力的可预测性	GS7: 宪法规则
RS8: 系统可储存性	GS8: 监督和批准过程
RS9: 位置	
资源单位(RU)	行动者(A)
RU1: 资源单元移动性	A1: 相关行动者数量
RU2: 增长率或替代率	A2: 行动者的社会经济属性
RU3: 资源单位之间的相互作用	A3: 资源利用历史和经验
RU4: 经济价值	A4: 行动者和资源的地理位置关系
RU5: 规模	A5: 行动者的领导力/企业家精神
RU6: 可区分特征	A6: 社会资本
RU7: 时空分布特征	A7: 思维方式
	A8: 对资源的依赖性
	A9: 使用的技术

注:资料来自文献[20]。

韧性是指主体维持或改善系统基本特性和功能的能力^[7],因此,农户粮食生产韧性的本质是资源系统可持续治理问题。社会-生态系统框架是进行资源系统可持续治理的重要工具^[20],因而,社会-生态系统框架是评估农户粮食生产韧性的重要工具之一。基于社会-生态系统框架,将农户粮食生产系统分解为资源子系统、行动者子系统和治理子系统,并构建农户粮食生产韧性评价体系。其中,资源子系统指农户粮食生产涉及的自然资源单位的特征^[21];行动者子系统指粮食生产主体农户的特征^[23];治理子系统指系统内,依据规则和政策对行动者子系统及资源子系统进行管理和整治的粮食生产管理者的特征^[24]。

2.2 高标准农田建设对农户粮食生产韧性的影响分析

(1) 高标准农田建设有助于提高农户粮食生产韧性



水平。首先,高标准农田建设通过提高农业资源子系统韧性水平进而提升农户粮食生产韧性水平。一是高标准农田建设过程中的土壤改良等措施可以改善耕地质量,提高耕地的蓄水性和耕地生产能力^[18]。二是高标准农田建设过程中灌溉、排水等工程修建可以提高耕地灌溉便利性,进而提升耕地子系统对旱涝等极端天气的适应性^[25]。三是高标准农田建设过程中的耕地平整工程将耕地化零为整、提高了田间道路通达度,降低了耕地细碎化程度^[26],促进了区域粮食生产联防联治,进而提高粮食生产韧性。四是高标准农田建设有利于农户粮食生产节本增收^[26],使得农户对耕地产权经济性认知提高,推动农户耕地确权和耕地流入,使得农户人均耕地面积增加,而人均耕地面积是提升农业资源子系统韧性的资源支撑^[4],因此,农户粮食生产韧性水平得以提升。

其次,高标准农田建设通过提高行动者子系统韧性水平进而提升农户粮食生产韧性水平。一是高标准农田建设带来的技术进步附着于农业劳动力上,使得农业劳动力生产素质在短期内大幅度提高^[27],促使农户拓宽气象灾害信息获取途径,提高农业劳动力保护性耕作技术和气象灾害应对技术的应用能力,降低了农户因农业劳动力老龄化、经验不足等人力资本问题而遭受生产风险的概率,提高农户面对风险时稳产增产的能力,使得行动者子系统韧性水平得以提高。二是高标准农田建设可以改善田间耕作条件,促进形成耕地连片经营和农户合作生产关系,推动农户间产业组织化经营,使得农户技术采纳成本和农业保险购买成本降低,提高了农户技术采纳和保险购买的可能性,使得其风险应对和恢复能力得以提高。三是高标准农田建设是促进农户农业现代化转型的关键举措^[17],可以推动农户新型经营主体选择,提高农户对耕地经济的依赖性,进而推动农户提高生产管理水平和生产风险防范意识,从而提高农户粮食生产韧性水平。

最后,高标准农田建设通过提高农田治理子系统韧性水平进而提升农户粮食生产韧性水平。一是高标准农田建设作为农业现代化生产转型的重要手段,对农户粮食生产技术应用能力和灾害信息搜寻能力提出更高的要求^[18]。为满足农户生产需求,当地农技推广部门、当地农业部门和村委会等通过入户交流、技术培训和信息推广等方式延伸服务辐射范围,提高农技服务交流程度,提升气象灾害等信息宣传程度,进而提高治理子系统韧性,从而提高农户粮食生产韧性。二是基于耕地准公共物品属性特征,高标准农田建设产生的社会效益和生态效益会导致搭便车现象,降低农户等主体参与高标准农田建设的内生动力,影响高标准农田建设成效^[17],进而降低粮食

生产稳定性。因此,在高标准农田建设中,村集体等组织倾向于积极完善集体成员权责分配规则,提高村庄信息公开透明程度,提升农村凝聚力和村干部治理效果,进而提高了治理子系统韧性。基于此,提出研究假设 H1。

H1: 高标准农田建设与农户粮食生产韧性水平存在显著正向影响。

(2)高标准农田建设通过改善农业生态环境水平提高农户粮食生产韧性水平。实施高标准农田建设的目标之一是提升耕地生态环境质量^[28]。高标准农田建设通过实施土壤改良等措施提升耕地质量,并且推广绿色农业技术降低农户生产时对化肥农药的依赖,对于改善农业生产环境具有重要作用^[29]。农业生态环境水平的提高可以涵养耕地、提高耕地保水保土保肥能力和耕地生态环境承载力,增强耕地自然风险抵御力和生态修复力^[30],进而提高农户粮食生产时的风险规避能力并缩短灾后恢复时间,从而提高资源子系统韧性。农业生态环境水平的提高为吸引外资发展休闲农业等新型产业提供了良好的环境基础,促进传统农耕村庄转型为农旅型村庄^[31]。这些都增加了农户对乡村资源和粮食生产经营的经济依赖,提高了农户保护耕地和防范粮食生产风险的积极性。乡村产业发展可以促进外出劳动力回流农村,可以缓解农业生产有效劳动力不足的困境,提升农户农业劳动力人力资本水平,促使农户采纳现代化生产管理技术,进而增强行动者子系统粮食生产韧性。生态环境具有明显的普惠性和公平性以及典型的公共产品属性^[32]。提高村庄农业生态环境水平是基层治理组织提升乡村治理水平的必然途径。因此,农业生态环境水平的提高可以提升村庄基层组织治理水平,进而提升治理子系统韧性水平。基于此,提出研究假设 H2。

H2: 高标准农田建设通过提高农业生态环境水平提升农户粮食生产韧性水平。

(3)高标准农田建设通过促进农户采纳农业机械社会化服务提高农户粮食生产韧性水平。规模经营是促进农业机械社会化服务降本增效的重要因素^[33]。高标准农田建设通过平整耕地等方式实现农田连片经营和机械作业区集中^[16]。这可以降低社会化服务供给方供给服务时的机械操作难度和机械服务成本,增加农业机械社会化服务供给的同时降低服务费用,提高农户农业机械服务购买的可得性和易得性。耕地连片和田块归并有利于农户联合购买农业机械服务,提高农户购买农业机械服务时的议价能力,降低农户农机服务购买成本^[34],提高农户采纳农业机械服务的积极性。因此,高标准农田建设推动农户购买农机社会化服务。农业机械社会化服务的本质是农业专业化分工^[35]。农户购买农业机械社会化服务



程度越高,其粮食生产时的专业性水平和人力资本水平越高^[36],进而粮食生产时的风险管理技术应用能力越强,行动者子系统韧性水平得以提高。生产分散经营是导致当前农村集体行动困境的重要原因^[37]。高标准农田建设实现耕地连片经营,推动区域农户集中购买农业机械社会化服务,促进农村粮食生产集中经营。粮食生产集中经营可以催生新的农民阶层和农业经济组织,自发形成村庄公共领导力,进而提升农村集体行动能力,并与村委会等基层治理组织在粮食生产方面进行监督合作,提高治理子系统韧性水平,进而提高农户粮食生产韧性水平^[38]。基于此,提出研究假设H3。

H3:高标准农田建设通过提升农业机械社会化服务程度提高农户粮食生产韧性水平。

2 研究设计

2.1 研究区域

黄河流域中上游地区位于黄土高原地带,是中国农耕文明的发源地之一,也是中国最重要的农业生产区,但由于自然因素和人类不合理开发利用等人为因素的影响,极端天气频发、生态功能退化,制约着区域农户粮食生产安全。因此,提高黄河流域中上游地区农户粮食生产韧性对保障国家粮食安全具有重要意义。因而,以黄河流域中上游地区为研究区域具有一定现实价值。

2.2 数据来源

使用数据源自2023年7月至2023年8月课题组在甘肃省、宁夏回族自治区、内蒙古自治区、山西省和河南省开展的入户调研。调研采用分层抽样与随机抽样相结合的方法,累计发放和回收农户问卷2 478份。剔除数据残缺问卷570份,剔除非农户问卷206份,剔除玉米种植面积为0的问卷377份,最终得到有效村庄问卷133份,有效农户问卷1 325份。对所有变量进行1%和99%分位点上的缩尾处理,剔除异常值。从区域分布来看,粮食主产区农户问卷441份,非粮食主产区农户问卷884份。从省份分布看,宁夏回族自治区、甘肃省、内蒙古自治区、山西省和河南省的农户问卷分别为120、310、279、454和162份。从村庄特征来看,所在村庄已实施高标准农田建设的农户问卷662户,未实施高标准农田建设的农户问卷663户。

2.3 变量选取

(1)因变量:农户粮食生产韧性水平。基于社会-生态系统框架,借鉴已有研究^[4,7,18],构建农户粮食生产韧性水平指标评价体系,并通过主客观熵权法计算综合值,具体指标见表2。

(2)核心自变量:高标准农田建设。参考已有研究^[26],

使用村庄是否进行高标准农田建设作为代理变量。

(3)机制变量。参考已有研究^[17,28,31,36],选择农业生态环境水平和农业机械化社会化服务程度作为机制变量。

(4)控制变量。参考已有研究^[9,26],从农户家庭特征、社会网络特征和农户生产认知特征3个维度选取农户层级的控制变量,并选取村庄层级变量进行控制,同时对省份虚拟变量进行控制。各变量定义及描述性统计见表3。

2.4 模型设定

考虑到模型中的变量涉及村庄与农户两个层次,本研究采用双层回归模型进行分析。双层回归模型可以将嵌套结构数据的整体误差分解到不同层次,弥补传统线性回归的不足。双层回归模型包括零模型、随机回归模型和完整模型3部分。运用零模型判断农户粮食生产韧性是否存在村级层次差异;运用随机效应模型判断增加农户层级变量是否有意义;采用完整模型分析控制村级因素和农户因素后高标准农田建设对农户粮食生产韧性的影响。完整模型设定如下:

$$\text{农户层次模型: } Y_{ij} = \beta_{aj} + \sum_{p=1}^P \beta_{pj} X_{pji} + \gamma_{ij} \quad (1)$$

$$\text{村级层次模型: } \beta_{aj} = \gamma_{aj} + \sum_{q=1}^Q \gamma_{aq} W_{qj} + \mu_{aj} \quad (2)$$

$$\beta_{pj} = \gamma_{pj} + \sum_{q=1}^Q \gamma_{pq} W_{qj} + \mu_{pj} \quad (3)$$

式(1)—式(3)中各变量含义如下: Y_{ij} 为第j个村第i个农民的粮食生产韧性; X_{pji} 为农户层次第j个村第i个农民第p个因素; W_{qj} 为村级层次的第j个村第q个因素; β_{pj} 为农户层面的回归斜率; γ_{aj} 和 γ_{pq} 为村庄层面的回归斜率; β_{aj} 、 γ_{aj} 、 γ_{pj} 为截距项; γ_{ij} 、 μ_{aj} 、 μ_{pj} 为随机项。

3 结果与分析

3.1 高标准农田建设对农户粮食生产韧性影响的基准分析

首先,对所有变量进行共线性诊断,各变量膨胀系数VIF小于10,即变量间不存在显著共线性问题。然后,通过双层回归模型验证高标准农田建设对农户粮食生产韧性的影响。其中,零模型和随机模型结果表明,数据特征使用双层线性回归模型是合适的。完整模型结果见表4,可知,高标准农田建设对粮食生产韧性水平的正向影响在1%统计水平上显著。一方面,村级高标准农田建设可以完善农业基础设施,改善农户农业生产条件,提高农户遭遇生产风险时的抵御能力;另一方面,还可以带动农户应用防灾减灾农业生产技术,提高农户遭遇生产风险时的恢复和发展能力,因此,村庄高标准农田建设是提高农户粮食生产韧性的重要举措。同时,表4结果表明,高标准农田建设对农户粮食生产资源子系统、行动者子系统



表 2 社会-生态系统框架下粮食生产韧性评估指标

维度	来源	指标	含义
资源子系统	RS2	耕地是否确权	0=否,1=是
	RS3	人均耕地面积	耕地面积/农业劳动人口数/(亩/人)
	RS4a	耕地灌溉便利程度	赋值 1~5
	RS4b	田间道路通达程度	赋值 1~5
	RS5	耕地质量等级	赋值 1~5
	RU2	是否流入耕地	实际值/亩
	RU6	耕地细碎化程度	经营地面积/地块总数/(亩/人)
农户子系统	A1	家庭农业劳动力占比	农业劳动力数/家庭总数
	A2a	农业决策者年龄	实际值/岁
	A2b	农业决策者受教育年限	实际值/年
	A2c	是否参与粮食产业组织	0=否,1=是
	A3	农业决策者种植经验	实际值/年
	A5	计划成为新型经营主体	0=否,1=是
	A6	邻里关系	赋值 1~5
	A8	农户对耕地经营依赖程度	经营性收入/总收入
	A9a	农业保护性耕作技术应用程度	技术应用数量
	A9b	农户获取气象灾害信息的途径	途径数量
	A9c	农户获取气象灾害应对技术的途径	途径数量
	A9d	是否购买农业保险	0=否,1=是
治理子系统	GS1a	与农技部门交流方便程度	赋值 1~5
	GS1b	当地农业部门是否提供与应对气象灾害相关的技术培训	0=否,1=是
	GS1c	当地农业部门是否有针对气象灾害应对措施的扶持	0=否,1=是
	GS2	村委会或农业组织是否宣传有关气象灾害的相关知识	0=否,1=是
	GS5	您所在村信息公开透明度如何	赋值 1~5
	GS8	村干部治理效果	赋值 1~5

注:1 亩≈667 m²;赋值 1~5 表示采用李克特五级量表法,赋值由低到高。

表 3 变量的描述性统计

	变量名称	变量题设及定义	均值	标准差
被解释变量	农户耕地系统韧性	由表 2 计算所得	0.443	0.075
	资源子系统韧性	由表 2 计算所得	0.159	0.038
	行动者子系统韧性	由表 2 计算所得	0.096	0.045
	治理子系统韧性	由表 2 计算所得	0.379	0.083
解释变量	高标准农田建设	所在村庄是否进行高标准农田建设/0=否,1=是	0.499	0.500
中介变量	农业生态环境水平	相较于前几年您觉得农业生态环境变化如何/1=变差,2=无变化,3=变好	2.226	0.777
	农机社会化服务程度	翻耕、犁地、播种、施肥、打药、收获等环节是否购买农机社会化服务的累加值	1.852	1.540
控制变量	村庄地形	1=山地,2=丘陵,3=平原	2.107	0.883
	村庄距乡镇距离	实际值/km	5.764	6.824
	村庄定位	1=集聚提升类村庄,2=城郊融合类村庄,3=特色保护类村庄,4=搬迁撤并类村庄	1.290	0.960
	村庄科技人员数量	实际值/人	13.950	20.407
	受访者特征	1=农户,2=村干部,3=参与合作社	1.083	0.399
	是否为低保户	0=否,1=是	0.084	0.278
	村庄社会参与程度	1=非常低;2=较低;3=一般;4=较高;5=非常高	3.532	1.033
	是否有亲友是村干部	0=否,1=是	0.465	1.285
	总收入	实际值取对数/元	10.990	0.943
	粮食作物种植面积	实际值取对数/亩	2.328	1.002
	对农产品保险了解程度	1=非常不了解;2=较不了解;3=一般;4=较了解;5=非常了解	2.920	1.140
	对耕地污染认知程度	1=无污染,2=轻度污染,3=重点污染	1.626	0.710

注:1 亩≈667 m²。



和治理子系统的正向影响分别在1%、10%和5%统计水平上显著。因此,基准回归结果与研究假设H1一致。

表4 完整模型参数估计结果

变量	粮食生产 韧性	资源子系 统韧性	行动者子 系统韧性	治理子系 统韧性
村庄高标准	0.017*** (0.005)	0.006*** (0.002)	0.003* (0.002)	0.007** (0.003)
农田建设		0.008** (0.004)	0.007*** (0.001)	-0.008 (0.016)
村庄地形				0.007 (0.025)
村庄距乡镇	-0.001 (0.004)	-0.002 (0.001)	0.001 (0.001)	0.002 (0.025)
距离	0.001 (0.002)	-0.001 (0.001)	0.001 (0.001)	0.004 (0.017)
村庄定位		0.002* (0.001)	0.001 (0.005)	0.015** (0.007)
村庄科技			0.002 (0.004)	0.002 (0.003)
人员数量				0.015** (0.005)
受访者特征	0.002 (0.090)	-0.001 (0.004)	-0.002 (0.003)	0.004 (0.005)
是否为低保户	-0.009 (0.006)	0.001 (0.003)	-0.002 (0.003)	-0.009** (0.004)
村庄社会	0.009*** (0.001)	-0.008 (0.009)	0.043*** (0.008)	0.005*** (0.001)
参与程度				
是否有亲友	0.005 (0.014)	-0.004 (0.007)	-0.006 (0.006)	0.015* (0.009)
是村干部				
总收入	0.003* (0.002)	0.005*** (0.001)	-0.013 (0.009)	-0.001 (0.001)
粮作物	0.010*** (0.002)	0.013*** (0.001)	0.002** (0.001)	-0.004*** (0.001)
种植面积				
对农产品保险	0.013*** (0.001)	-0.003 (0.001)	0.070*** (0.012)	0.006*** (0.001)
了解程度				
您对耕地污染	-0.005** (0.002)	-0.002** (0.001)	-0.002 (0.012)	-0.003* (0.001)
的认知程度				
截距	0.295*** (0.030)	0.052*** (0.014)	0.172*** (0.012)	0.074*** (0.015)
省份虚拟变量	已控制	已控制	已控制	已控制
组间变异方差	0.003	0.007	0.003	0.014
组内变异方差	0.043	0.104	0.091	0.176
卡方检验	25.460***	22.200***	7.250***	27.450***

注: * $P<0.10$, ** $P<0.05$, *** $P<0.01$; 括号内数值为标准误。

3.2 内生性检验

村庄高标准农田建设是政府项目,不受单个农户粮食生产韧性的影响,因此模型不存在反向因果问题。但是可能存在选择性偏误和遗漏变量等问题,影响实证结果。对此,分别进行检验。

(1) 内生转换模型检验选择性偏误^[39]。根据参与者平均处理效应,所在村庄进行高标准农田建设农户的粮食生产韧性水平估计结果为0.455;反事实假设下,当所在村庄未进行高标准农田建设时,其农户的粮食生产韧

性水平将会下降至0.434,存在明显的农户粮食生产韧性水平下降现象。同理,未参与者平均处理效应表明,若所在村庄进行高标准农田建设,其农户粮食生产韧性水平会从0.431提高至0.482。这与基准回归结果一致,说明基准回归结果具有稳健性。

(2) 基于可观测因素评估不可观测因素。借鉴现有研究^[40],通过比较控制变量受限和不受限情况下高标准农田建设变量的普通最小二乘法(ordinary least squares, OLS)模型系数差异比例,评估遗漏变量问题对模型结果的影响。考虑了3组受限制的控制变量,第一组只控制农户家庭特征变量;第二组控制农户家庭特征变量和农户社会网络特征;第三组控制农户家庭特征变量、农户社会网络特征和农户生产认知特征。控制变量不受限模型纳入所有农户层级和村级控制变量。结果显示,3组系数差异比率均值远大于1,这意味着,如果不可观测遗漏变量对基准回归结果存在颠覆性影响,需要有比全部控制变量多得多的遗漏变量存在,然而这种可能性是微乎其微的。这一结果表明,即使存在遗漏变量,基准回归结果仍然是稳健的。

3.3 稳健性检验

考虑到样本村庄进行高标准农田建设的时间跨度较大,随着时间的推移,其他相关因素对高标准农田建设的影响会对农户粮食生产韧性水平产生干扰。为了减轻估计误差,借鉴现有研究^[41],并在回归模型中纳入了高标准农田建设变量与高标准农田建设时间趋势项的交互项。结果表明,在控制随时间变动的干扰因素后,高标准农田建设提高了农户粮食生产韧性,其回归结果与基准回归结果一致。另外,使用等权重熵权法获得的因变量和随机抽取80%的样本构成的新样本分别进行回归分析,回归结果也与基准回归结果一致。

3.4 机制分析

(1) 农业生态环境水平,见表5。村庄高标准农田建设可以提高农业生态环境水平,并且村庄高标准农田建设通过提高生态环境水平进而提升农户粮食生产韧性,假设2得证。高标准农田建设作为正外部性政策干预可以改善乡村农业生产环境,而农业生产环境的改善可以增强耕地生态环境承载力和恢复力,进而增强资源子系统韧性;可以吸引外资发展新型农业,提高农户对粮食生产的经济依赖,推动农户采纳粮食生产风险防范措施,进而增强行动者子系统韧性;可以推动基层组织提高乡村治理效能,进而增强治理子系统韧性。

(2) 农业机械社会化服务程度,见表5。村庄高标准农田建设可以提高农户农业机械社会化服务购买程度,并且村庄高标准农田建设通过提高农户农业机械社会化服务程度进而提升农户粮食生产韧性,假设3得证。高标



准农田建设通过平整耕地等措施实现农田连片经营,可以提高农户购买服务时的联合议价能力,提高农户农业机械社会化服务购买程度。农业机械社会化服务购买程度越高,农户粮食生产时的人力资本质量越高,使得粮食生产时的风险管理技术应用能力增强,降低粮食生产风险,进而提高农户粮食生产韧性水平。

表 5 路径检验的完整模型参数估计结果

变量	农业生态环境水平	农户粮食生产韧性水平	农机社会化服务程度	农户粮食生产韧性水平
村庄高标准	0.090*	0.013**	0.205*	0.013**
农田建设	(0.053)	(0.005)	(0.110)	(0.005)
农业生态环境水平		0.014*** (0.002)		
农机社会化服务程度			0.005*** (0.001)	
截距	2.043*** (0.317)	0.269*** (0.030)	-0.223 (0.246)	0.294*** (0.030)
省份虚拟变量	已控制	已控制	已控制	已控制
组间变异方差	0.034	0.003	0.210	0.004
组内变异方差	0.508	0.042	1.758	0.042
卡方检验	16.520***	26.610***	47.440***	32.280***

注: *P<0. 10, **P<0. 05, ***P<0. 01; 括号内数值为标准误。

3.5 异质性分析

根据上述分析,样本中所在村庄进行高标准农田建设的农户其粮食生产韧性水平得到提升。那么,不同建设项目和不同建设程度下,此正向影响是否存在差异?何种情景下村庄进行高标准农田建设可以提升农户粮食生产韧性水平?

特征异质性检验结果显示。将高标准农田建设项目划分为土地平整工程、灌溉与排水工程、田间道路工程和农田防护与生态环境保护工程 4 类。建设程度为参与 4 类项目建设的累加值。实证结果表明,进行 4 类工程均会显著提高农户粮食生产韧性水平,但土地平整工程建设和灌溉与排水工程建设对提高农户粮食生产韧性水平的影响最大。并且,高标准农田建设程度对农户粮食生产韧性水平有显著正向影响。

情景异质性检验结果。首先,省份区域情景分析表明,粮食主产区和非粮食主产区高标准农田建设均会提高农户粮食生产韧性水平,但相较于粮食主产区,非粮食主产区高标准农田建设对农户粮食生产韧性水平的影响更大。可能是由于相较于粮食主产区,非粮食主产区耕

地地力较差,农业基础设施修建程度较差,农户粮食生产韧性水平存在较大提升空间。因此,高标准农田建设对非主产区农户粮食生产韧性水平的提升影响幅度较大。其次,本研究将村庄分为集聚提升、城郊融合、特色保护、搬迁撤并 4 类。村域情景分析表明,集聚提升类、特色保护类和搬迁撤并类村庄进行高标准农田建设会提高农户粮食生产韧性水平,但城郊融合类村庄进行高标准农田建设对农户粮食生产韧性水平的正向影响并不显著。这可能是因为城郊融合类村庄功能以承接城市外溢资源为主,以城镇化为规划目标,因而其农业经济占比较低,农户粮食生产需求较低。

4 进一步分析

为深化研究,通过耦合协调度模型分析农户粮食生产韧性水平的结构性特征^[42],并进一步实证分析高标准农田建设对农户粮食生产韧性结构的影响。其中,耦合度是指子系统间相互影响程度的大小,但不能反映此相互影响对系统发展是促进还是抑制。协调度是指子系统间的协同作用对系统促进优化发展影响的大小。耦合协调性同时考虑耦合度和协调度,能够反映系统结构特征和性能。

首先,对样本农户进行粮食生产结构特征分析。粮食生产子系统韧性水平耦合度均大于 0.5,表明子系统韧性水平间存在较强的相互作用。粮食生产系统韧性协调度均小于 0.5,表明子系统间的韧性水平的良性协作程度较低。农户粮食生产系统韧性耦合协调度多小于 0.5,处于较低水平,说明粮食生产子系统韧性水平在低水平上相互制约,系统韧性水平的稳定性较差,这表明样本农户粮食生产系统的韧性性能还有较大提升空间。其次,实证分析高标准农田建设对农户粮食生产韧性结构的影响。由表 6 可知,高标准农田建设可以提高农户粮食生产韧性水平的耦合度、协调度和耦合协调性,改善农户粮食生产韧性结构。基于此可知,高标准农田建设可以从“水平-结构”两个方面显著提高农户粮食生产韧性。

表 6 高标准农田建设对农户粮食生产韧性结构的影响

变量	粮食生产韧性	粮食生产韧性	粮食生产韧性
	耦合度	协调度	耦合协调度
高标准农田建设	0.011* (0.006)	0.003** (0.001)	0.005** (0.002)
控制变量	已控制	已控制	已控制
组间变异方差	0.006	0.003	0.001
组内变异方差	0.057	0.044	0.016
卡方检验	38.700***	21.470***	32.160***

注: *P<0. 10, **P<0. 05, ***P<0. 01; 括号内数值为标准误。



5 结论、建议与讨论

5.1 结论

本研究基于社会-生态系统框架,利用双层回归模型讨论高标准农田建设对农户粮食生产韧性的影响及作用机制。主要结论如下:①高标准农田建设提高农户粮食生产韧性水平,在控制内生性问题后,结论仍然成立。②高标准农田建设通过提高农业生态环境水平和农户农业机械社会化服务购买程度提升农户粮食生产韧性水平。③相较于田间道路工程、农田防护与生态环境保护工程,土地平整工程建设和灌溉与排水工程对提高农户粮食生产韧性水平的影响更大。并且随着高标准农田建设程度的提高,农户粮食生产韧性水平也随之提升。④相较于粮食主产区,非主产区高标准农田建设对农户粮食生产韧性水平的影响更大;集聚提升类村庄、特色保护类和搬迁撤并类村庄进行高标准农田建设会提高农户粮食生产韧性水平,但城郊融合类村庄进行高标准农田建设不一定会提高农户粮食生产韧性水平。⑤样本农户的粮食生产韧性结构处于较低耦合协调度状态,但高标准农田建设可以提高农户粮食生产韧性结构的耦合协调度,改善农户粮食生产韧性结构。

5.2 建议

①基于社会-生态系统理论,多措并举协同提升高标准农田建设对农户粮食生产韧性的积极影响。加大耕地整治和设施修建力度,提高资源子系统韧性水平;加大农业技术培训力度和农业信息平台建设,提高行动者子系统韧性水平;鼓励农户参与农田建设的规划和管理,建立高标准农田建设和管理的监测与评估机制,提高治理子系统韧性水平。②积极探索发挥高标准农田建设的正外部效益,助力培养新型职业农户,推动农业现代化发展。尝试推进高标准农田建设与绿色农技推广、培养高素质新型经营主体等措施的有机衔接,逐步提高农户对农业生态环境效益认知,提升农业生产环境水平。积极发挥高标准农田建设推动集中连片经营和完善基础设施的作用,提高农户农业机械社会化服务程度,推动农户耕地规模经营和服务规模经营。③因地制宜实施不同高标准农田工程建设模式。基于区域农户生产需求和村庄功能分类,制定差异化的高标准农田工程建设规划,避免工程建设内容和标准一刀切问题,警惕高标准农田盲目建设和发展。④基于结构性视角制定农户粮食生产韧性提升措施。政策制定应统筹考虑子系统间的相互作用,着重提高子系统间的良性促进作用,稳步提高农户粮食生产韧性水平。

5.3 讨论

(1)基于社会-生态系统理论,从资源子系统、行动者子系统和治理子系统3个方面构建农户粮食生产韧性评估体系。现有研究已从韧性视角探究粮食生产问题,并认识到粮食生产韧性是保障国家粮食安全的重要内容^[2,4,10-11,13]。农户粮食生产韧性是涉及自然、社会等不同维度的系统性问题^[4],已有学者基于系统性视角,从耕作资源、耕地生产力和农户社会属性3个维度构建农户粮食生产韧性评估体系^[9],但忽视了治理维度。在构建指标体系时纳入治理子系统,这与已有研究提出的治理子系统是农户应对不确定性风险的重要保障的观点一致^[23]。

(2)本研究发现,高标准农田建设通过提高农业生态环境水平等途径提升农户粮食生产韧性水平。这与已有研究中的高标准农田建设能够改善农户粮食生产时资源单位自然约束^[18]、提高农户生产管理水平^[27]、改善农业生态环境水平^[17]等正外部效益的研究结论一致。并且,本研究发现,高标准农田建设对不同粮食生产功能区农户的影响存在显著差异,这也与现有研究结论一致^[18]。因此,本研究结论能够为现有文献提供进一步佐证。

(3)基于社会-生态系统框架分析高标准农田建设对农户粮食生产韧性的影响,为后续研究拓展了高标准农田建设韧性效益的评估视角。但高标准农田建设对农户粮食生产韧性的影响是一个动态过程,基于截面数据进行实证分析还不能更好地反映该影响的演进过程,这有待于后续使用面板数据做深入探究。

参考文献

- [1] 朱庆缘,孟波,武良鹏,等. 权变框架下我国能源与粮食安全:一个实时测度模型[J]. 中国软科学,2024(4):154-165.
- [2] 魏后凯,叶兴庆,杜志雄,等. 加快构建新发展格局,着力推动农业农村高质量发展:权威专家深度解读党的二十大精神[J]. 中国农村经济,2022(12):2-34.
- [3] 樊胜根,龙文进,冯晓龙,等. 联合国食物系统峰会的中国方案[J]. 农业经济问题,2022,43(3):4-16.
- [4] 祝锦霞,潘艺,张艳彬,等. 种植类型变化对耕地系统韧性影响的关键阈值研究[J]. 中国土地科学,2022,36(4):49-58.
- [5] FAN Y, SHI X M, LI X P, et al. Livelihood resilience of vulnerable groups in the face of climate change:a systematic review and meta-analysis[J]. Environmental development, 2022, 44:100777.
- [6] 马丽. 新时期农户种粮积极性及其影响因素:基于黑豫鲁晋四省农户调研数据的实证分析[J]. 农业经济与管理,2021(5):94-108.
- [7] MEUWISSEN M P M, FEINDT P H, SPIEGEL A, et al. A framework to assess the resilience of farming systems[J]. Agricultural systems, 2019, 176:102656.
- [8] 杜国明,柴璐佳,李玉恒. 耕地利用系统的理论解析与研究框架[J]. 高等学校文科学术文摘,2022(6):143-144.



- [9] CAMACHO-VILLA T C, ZEPEDA-VILLARREAL E A, DÍAZ-JOSÉ J, et al. The contribution of strong and weak ties to resilience: the case of small-scale maize farming systems in Mexico [J]. Agricultural systems, 2023, 210: 103716.
- [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,陈璐,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] 陈明星. 粮食安全韧性:内在机理、重塑路径与提升策略[J]. 贵州社会科学,2023(11):120-128.
- [13] 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.
- [14] 胡新艳,戴明宏. 高标准农田建设政策的粮食增产效应[J]. 华南农业大学学报(社会科学版),2022,21(5):71-85.
- [15] 左秀平,叶林祥. 中国粮食体系韧性:水平测度及动态演进[J]. 华南农业大学学报(社会科学版),2024,23(1):88-101.
- [16] 张梦玲,翁贞林,高雪萍. 高标准农田建设、农业社会化服务对农药投入的影响研究:基于江西省605户稻农的调查数据[J]. 中国土地科学,2023,37(9):106-116.
- [17] 王瑞琪,高鸣. 推动高标准农田良性发展:关键问题与对策建议[J]. 山西农业大学学报(社会科学版),2023,22(6):31-42.
- [18] BERTOLOZZI-CAREDIO D, GARRIDO A, SORIANO B, et al. Implications of alternative farm management patterns to promote resilience in extensive sheep farming: a Spanish case study [J]. Journal of rural studies, 2021, 86:633-644.
- [19] OSTROM E. A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems [J]. Science, 2009, 325 (5939):419-422.
- [20] 苏毅清,秦明,王亚华. 劳动力外流背景下土地流转对农村集体行动能力的影响:基于社会生态系统(SES)框架的研究[J]. 管理世界,2020,36(7):185-198.
- [21] BIGGS R, CARPENTER S R, BROCK W A. Turning back from the brink: detecting an impending regime shift in time to avert it [J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2009, 106(3):826-831.
- [22] 刘润秋,黄志兵,曹骞. 基于乡村韧性视角的宅基地退出绩效评估研究:以四川省广汉市三水镇为例[J]. 中国土地科学, 2019, 33(2):41-48.
- [23] SU Y Q, CHEN X H, LI Y Y, et al. The robustness mechanism of the rural social-ecological system in response to the impact of urbanization: evidence from irrigation commons in China [J]. World development, 2024, 178:106565.
- [24] 王鹏,赵微. 土地整治对农户耕地流转的影响研究:基于断点回归的实证分析[J]. 长江流域资源与环境, 2021, 30(12): 2992-3003.
- [25] 王术坤,林文声. 高标准农田建设的农地流转市场转型效应[J]. 中国农村经济,2023(12):23-43.
- [26] 龚燕玲,张应良. 高标准基本农田建设政策对粮食产能的影响[J]. 华中农业大学学报(社会科学版),2023(4):175-190.
- [27] 刘春芳,刘立程,何瑞东. 黄土丘陵区高标准农田建设的生态系统服务响应研究:以榆中县高标准农田建设项目为例[J]. 中国人口·资源与环境,2018,28(12):124-130.
- [28] 王斌,王力,李兴锋. 高标准基本农田建设政策能否抑制农业面源污染? [J]. 长江流域资源与环境, 2023, 32(8):1736-1747.
- [29] 李宗善,杨磊,王国梁,等. 黄土高原水土流失治理现状、问题及对策[J]. 生态学报,2019,39(20):7398-7409.
- [30] 刘新仪,徐颖欣,高原,等. 宅基地退出政策对农户迁入社区韧性的影响:以四川省邛崃市宅基地异地置换模式为例[J]. 中国土地科学,2023,37(1):70-79.
- [31] 黄承梁,杨开忠,高世楫. 党的百年生态文明建设基本历程及其人民观[J]. 管理世界,2022,38(5):6-19.
- [32] 张露,罗必良. 小农生产如何融入现代农业发展轨道:来自中国小麦主产区的经验证据[J]. 经济研究, 2018, 53 (12): 144-160.
- [33] 汪箭,杨钢桥. 农地整治对农户耕地流转行为决策的影响研究:基于武汉和咸宁部分农户调查的实证[J]. 中国土地科学, 2016, 30(8):63-71.
- [34] 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.
- [35] 杨青,贾杰斐,刘进,等. 农机购置补贴何以影响粮食综合生产能力:基于农机社会化服务的视角[J]. 管理世界, 2023, 39 (12):106-123.
- [36] WANG Y H, ZANG L Z, ARARAL E. The impacts of land fragmentation on irrigation collective action: empirical test of the social-ecological system framework in China [J]. Journal of rural studies, 2020, 78:234-244.
- [37] 苏毅清,黄巧媛,臧良震. 土地托管如何影响农村集体行动?:来自全国461个村庄的实证研究[J]. 经济与管理, 2023, 37 (6):13-21.
- [38] LOKSHIN M, SAJAIA Z. Maximum likelihood estimation of endogenous switching regression models [J]. Journal of promoting communications on statistics and stata, 2004, 4(3):282-289.
- [39] ALTONJI J G, ELDER T E, TABER C R. Selection on observed and unobserved variables: assessing the effectiveness of Catholic schools [J]. Journal of political economy, 2005, 113(1):151-184.
- [40] CAO X G, DENG M, LI H K. How does e-commerce city pilot improve green total factor productivity: evidence from 230 cities in China [J]. Journal of environmental management, 2021, 289: 112520.
- [41] 王浩,吴吉林,龚磊,等. 武陵山片区生态系统服务供需耦合协调评价及其驱动因素分析[J]. 长江流域资源与环境,2024,33 (1):114-125.



Can high-standard farmland construction enhance farmers' grain production resilience? based on survey date from the upper and middle reaches of the Yellow River Basin

LIU Xinyi, LI Xinjie, LIU Qian, ZHAO Kai

(College of Economics and Management, Northwest A&F University, Yangling Shaanxi 712100, China)

Abstract High-standard farmland construction holds significant value for enhancing farmers' grain production resilience and ensuring food security. This study utilized survey data from the middle and upper reaches of the Yellow River Basin collected by the research team to establish a resilience index evaluation system for farmers' grain production based on the social-ecological system framework. A two-level regression model was employed to explore the impact and mechanisms of high-standard farmland construction on the resilience level of farmers' grain production. Furthermore, the study conducted an empirical analysis to assess the impact of high-standard farmland construction on the structure of farmers' grain production resilience. The results showed that: ① High-standard farmland construction could improve the resilience level of farmers' grain production, and the conclusion still held after addressing endogeneity issues. ② Mechanism analysis indicated that high-standard farmland construction enhanced the resilience level of farmers' grain production by improving the agricultural ecological environment and increasing the degree to which farmers purchased socialized agricultural machinery services. ③ Heterogeneity in characteristics revealed that land leveling projects, irrigation and drainage projects, field road projects, or farmland protection and ecological environment protection projects all significantly improved the resilience level of farmers' grain production. However, compared with field road projects and farmland protection and ecological environment protection projects, land leveling projects and irrigation and drainage projects on improving the resilience level of farmers' grain production had the greatest impact. ④ Heterogeneity in scenarios demonstrated that compared with grain-producing areas, non-grain-producing areas had a greater impact on the resilience level of farmers' grain production through high-standard farmland construction; compared with other types of villages, the construction of high-standard farmland in peri-urban villages did not necessarily improve the resilience level of farmers' grain production. ⑤ The grain production resilience structure among sample farmers was in a low coupling and coordination state, but high-standard farmland construction could improve the coupling and coordination degree of farmers' grain production resilience. Based on the research findings, the following suggestions are proposed: ① Based on the social-ecological system theory, multiple measures should be taken to synergistically enhance the positive impact of high-standard farmland construction on farmers' grain production resilience. ② The positive external benefits of high-standard farmland construction should be explored to foster the development of new professional farmers and promote agricultural modernization. ③ Different high-standard farmland construction models should be implemented according to local conditions. ④ Measures should be formulated to improve the resilience of farmers' grain production from a structural perspective.

Key words high-standard farmland construction; farmers' grain production resilience; social-ecological system framework; two-level regression model

(责任编辑:刘呈庆,于杰)