



段存儒, 武照亮, 曾贤刚. 气候变化感知对农户生计策略的影响——基于云南省农村居民调查数据[J]. 中国农业大学学报, 2023, 28(07): 251-264.  
DUAN Cunru, WU Zhaoliang, ZENG Xiangang. Impact of climate change perception on rural households' livelihood strategies. Based on the survey data of residents in Yunnan Province[J]. *Journal of China Agricultural University*, 2023, 28(07): 251-264.  
DOI: 10.11841/j.issn.1007-4333.2023.07.22

## 气候变化感知对农户生计策略的影响 ——基于云南省农村居民调查数据

段存儒 武照亮 曾贤刚\*

(中国人民大学 环境学院, 北京 100872)

**摘要** 为理清气候变化感知影响农户生计的基本路径和内在逻辑, 本研究基于云南省昭通市大山包镇农户调查数据, 应用偏最小二乘结构方程模型分析气候变化感知对其生计策略的影响。结果表明: 1) 气候变化感知对农业生计策略具有显著负面影响, 但对非农业策略呈现显著正向影响; 2) 气候变化感知同时通过适应性行为这一中介变量间接影响生计策略, 进一步推动农业生计策略向非农化方向发展; 3) 气候变化感知对生计策略的影响路径表现出明显的农户个人因素差异和农业生产环境差异, 风险喜好型和信息获取能力较强的农户群体更倾向于调整和转变生计策略, 存在农业补贴和农业基础设施较完备时农户倾向于坚持农业生计策略。本研究能够为政府制定针对性更强的气候变化政策、提升农户可持续生计能力提供一定参考。

**关键词** 农户; 气候变化感知; 适应性行为; 生计策略; 结构方程模型

中图分类号 P467 文章编号 1007-4333(2023)07-0251-14 文献标志码 A

## Impact of climate change perception on rural households' livelihood strategies: Based on the survey data of residents in Yunnan Province

DUAN Cunru, WU Zhaoliang, ZENG Xiangang\*

(School of Environment and Natural Resources, Renmin University of China, Beijing 10872, China)

**Abstract** Based on the survey data of 364 residents in Dashanbao, Zhaotong, Yunnan Province, the impact of climate change perception on farmers' livelihood strategies is analyzed using partial least square structural equation model to clarify the path and internal logic of climate change perception affecting farmers' livelihoods. The results show that: 1) Climate change perception has a significant negative impact on agricultural livelihood strategies and a significant positive impact on non-agricultural strategies. 2) Climate change perception influences livelihood strategies through adaptive behavior, which makes farmers' livelihoods turn to non-agricultural strategies. 3) Individual factors of farmers and agricultural production environment play significant moderating roles in the relationship between climate change perception and livelihood strategies. Groups with risk-loving and high information acquisition ability are more inclined to adjust livelihood strategies. Farmers tend to adhere to agricultural livelihood strategies when agricultural subsidies and agricultural infrastructure are relatively complete. This study can provide some reference for the government to formulate more targeted climate change policies and improve the sustainable livelihood ability of rural residents.

**Keywords** rural households; perception on climate change; adaptive behavior; livelihood strategy; structural equation model

收稿日期: 2022-10-17

基金项目: 国家重点研发计划项目(2018YFC0213702); 中国人民大学2021年度“中央高校建设世界一流大学(学科)和特色发展引导专项资金”(21XNL006)

第一作者: 段存儒 (ORCID: 0000-0002-0330-9834), 博士研究生, E-mail: duancunru@ruc.edu.cn

通讯作者: 曾贤刚 (ORCID: 0000-0001-8013-4735), 教授, 主要从事环境经济学研究, E-mail: zengxg@ruc.edu.cn

气候变化是全球面临的共同挑战,严重威胁着人类生存与发展<sup>[1]</sup>。其影响具有多尺度、多层次、全方位的特点,包含了粮食安全、健康、环境和社会经济等多个维度<sup>[2]</sup>。其中,农业受到的冲击最为明显,极端气候导致自然灾害增加、温度上升、降水不稳定等现象都强烈干扰了农业生产<sup>[3]</sup>。在感知到气候危机带来生产环境变动时,农户往往会采取一定的适应性行为,改变原有生产习惯,进而影响生计策略选择,形成新的生计模式,这一点在发展中国家表现得尤为明显<sup>[4]</sup>。中国作为粮食生产大国,更应关注气候变化与农户生产行为和生计选择的相关性。因此,理清气候变化感知影响农户生计的基本路径和内在逻辑,对政府制定科学有效的气候变化适应策略、解决碳中和背景下“三农问题”及推进乡村振兴战略具有重要的现实意义。

国内外学者就气候变化感知测度及其对农户的影响开展了一系列研究,取得了丰富成果。气候变化感知作为主观认识难以直接测度,已有研究多在问卷调查中采用比较分析法<sup>[5]</sup>、Heckman Probit 模型<sup>[6]</sup>、排序数据模型<sup>[7]</sup>等方法提高感知测度的准确性和有效性。在此基础上,学者进一步分析了气候变化感知与农户生计之间的关系,进行了许多理论探讨和实证验证。气候变化感知对生计的影响直接体现在生计策略上。通过梳理已有研究发现,气候变化感知通过多种渠道影响农户的生计策略选择,包括通过适应性行为、生计多样性、收入等因素改变生计策略。部分研究着眼于气候变化感知与农户适应性行为策略之间的关系。这一领域比较典型的分析框架是 Grothmann 等<sup>[8]</sup>提出的个人主动适应气候变化的社会认知模型(MPPACC),用以分析气候变化感知对个体适应性策略的影响。该框架将感知作为影响适应行为的关键变量,把研究中所采用的关键要素有机地组织起来。以此为依据,许多学者采用实证方法考察二者关系,如谭灵芝等<sup>[9]</sup>通过分析新疆于田县农户调查数据认为,气候因素对农户适应性行为产生显著影响;陈俐静等<sup>[6]</sup>发现,气候变化感知是四川省大熊猫保护区周边林农采取适应性行为的基础,林农的个人和家庭特征对气候变化感知与适应性行为均有显著影响;高雪等<sup>[10]</sup>分析河北、河南等地粮食种植户的调查数据后提出,面对气候变化及其影响,近 80% 的农户会采取适应性措施,其行为受到内、外部因素的多重影响。还有部分学者关注气候变化感知对生计多样性的影响。譬

如,魏国茹等<sup>[11]</sup>提出,农户对气候变化感知存在偏差,气候变化感知会推动生计的多样化;Santika 等<sup>[12]</sup>认为,气候变化感知主要通过改变农户的资源利用能力以影响其生计模式;Mabon 等<sup>[13]</sup>认为,极端天气事件是影响居民生计多样性的关键因素;Guo 等<sup>[14]</sup>认为,气候变化感知不仅可以直接影响农民生计,也通过经济和生态价值认知间接影响他们的可持续生计能力。另一部分研究重点关注气候变化感知及其适应性行为对农户收入的直接和间接影响。例如,Zhao 等<sup>[15]</sup>通过调研呼伦贝尔牧区发现,牧民因气候因素做出的畜牧业改良策略对家庭收入存在积极影响;李锦等<sup>[16]</sup>认为,岷江上游农户针对气候变化做出的生产调整一方面提高了农户获取现金收入的能力,另一方面也增大了农户返贫的市场风险。此外,还有研究认为气候变化感知会改变农户的技术采用<sup>[17]</sup>、生计资本<sup>[18]</sup>、价值认知<sup>[19]</sup>等,从而对生计策略产生影响。

已有文献对本研究具有重要指导意义,但仍存在一定不足之处。现有研究较少将气候变化感知、适应性行为和生计策略纳入一个统一框架进行分析,进而难以深刻理解三者间的作用关系;另外,农户生计往往受多种因素影响,且不同因素之间存在相关关系,应用传统计量模型可能会导致结果的有偏估计,而结构方程模型在进行多变量间的关系探讨时更具优势<sup>[20]</sup>。基于以上不足,本研究以云南省昭通市大山包镇 364 份居民调查为例,使用多群组结构方程模型,构建了气候变化感知影响农户生计策略的分析框架,并考虑了农户适应性行为在其中的中介作用,同时检验了农户个人因素和农业生产环境的组间异质性。本研究拟通过理论分析和实证验证,探明气候变化感知影响农户生计的内在机制,以期政府制定针对性更强的气候变化政策提供有价值的参考。

## 1 理论分析与研究假设

### 1.1 气候变化感知对生计策略的影响

感知是一种认知过程,人们在其中根据他们的兴趣、历史背景、知识、经验和态度进行学习和解释感觉印象,以给出他们对周围环境及其变化的主观感受和心理认同<sup>[21]</sup>。理论上,可以从 3 个角度度量气候变化感知,即气候变化现象发生的程度感知、气候变化的原因感知及气候变化的后果感知<sup>[22]</sup>。已有研究表明,居民的气候变化感知影响到社会经济

诸多方面,包括环境治理公众参与<sup>[23]</sup>、自然资源管理<sup>[24]</sup>、环境支付意愿<sup>[25]</sup>、农业技术效率<sup>[26]</sup>等。特别是农村居民受到气候变化感知的影响最为明显。因此,气候变化感知作为影响农户行为和决策的重要因素,对其生计策略产生的重要影响不容忽视。首先,气候变化感知会改变农户资源分配格局,从而影响农户对资源的使用,促使其调整原有生计策略,譬如降低农业生计在生计策略中的占比;再者,气候变化感知会改变农户对生计资本价值的认知,使其将生计策略向气候变化过程中价值更高的方向倾斜,譬如增加外出打工和商业投资等非农生计在生计策略中的占比;此外,气候变化感知会给农户带来额外的风险意识,激励其丰富生计策略,促进生计策略多样性发展。总体来说,农户对气候变化各方面感知越清晰,应当越倾向于调整和优化生计策略,以维持并提高可持续生计能力和水平。由此提出以下假设:

H1:气候变化感知对农户生计策略有显著影响。

## 1.2 适应性行为的中介效应

气候变化感知不仅与生计策略直接相关,也通过适应性行为这一中介变量间接影响生计策略。文中的适应性行为特指农户在农业生产中的行为,具体指农户根据实际或预期的气候条件变化与影响选择相应生产方式的行为。一方面,认知是行为的基础,气候变化感知与适应性行为之间关系密切。已有研究大量分析了气候变化感知对农户适应性行为的决定性作用,例如 Mahmood 等<sup>[27]</sup>发现准确的气候变化风险感知导致了适应性行为实施。另一方面,采取适应性行为也会影响农户的生计策略,原因在于适应性行为会改变农户的生产条件、种植养殖结构、价值观念、土地利用、社会联结等,进而干预生计策略选择。黎洁<sup>[28]</sup>以陕西安康移民搬迁这一适应性行为为例,发现搬迁对农户生计策略有显著影响。Wang 等<sup>[29]</sup>发现,西藏的藏北牧民通过储存、多样化和市场交换等适应策略提高生计的生产力和盈利能力。由此提出以下假设:

H2:适应性行为对气候变化感知与农户生计策略具有中介效应。

## 1.3 农户个人因素的异质性

已有研究表明,气候变化感知及农户生计会受到性别、年龄、受教育水平等个人因素的影响<sup>[30]</sup>。其中,风险态度和获取信息能力是已有研究较少关注到的两个变量。气候变化感知会导致农户产生一定的风险意识,因此风险态度不同的农户在面对相

同的气候变化感知时可能做出不同的反应。风险喜好型群体可能更倾向于在变化的环境中占据主动,积极改变生计策略以适应气候变化,从而改善可持续生计能力;风险厌恶型群体则更倾向于持观望态度,不利于生计策略转型。此外,由于收入、社会资本等因素不同,农户获取信息的能力存在差异。信息获取能力越强的农户更容易掌握完整的气候变化状况,进而具有更清晰的气候变化感知,利于采取针对性生计策略,推动生计转型。因此信息获取能力越强的农户更倾向于以积极的态度调整生计策略以适应新环境。由此提出以下假设:

H3:风险态度不同的群体存在路径差异。

H4:信息获取能力不同的群体存在路径差异。

## 1.4 农业生产环境的异质性

已有研究表明,国家政策<sup>[31]</sup>、农业生产条件<sup>[32]</sup>等农户从事农业生产的环境差异也会极大影响其适应性行为和生计策略。事实上,农户并非完全独立的个体,其感知和适应都是处于一定的社会经济背景、制度和政策之中的。在各类政策中,农业补贴政策是影响农户行为选择的最直接政策之一。当农户获得农业补贴时,因气候变化所带来的潜在农业生产损失风险会因此下降,农户的农业生计具有了更强的保障性,这可能降低由于气候变化感知所带来的适应性行为激励,促使农户选择坚持以农业为主的生计策略。此外,农业基础设施等生产条件也对农户的气候变化感知和生计策略存在重要影响。当农业生产基础设施更完备时,农户的农业生产安全性、稳定性和效率都因此增加,同时放弃农业生计的沉没成本也会更高,此时农户会更加倾向于减少生计策略向非农化转移。由此提出以下假设:

H5:农业补贴政策在模型中存在调节作用。

H6:农业基础设施水平在模型中存在调节作用。

基于以上分析,本研究构建了如图1所示的理论框架。

## 2 数据与方法

### 2.1 研究区域及数据来源

数据来源于2019年对云南省昭通市昭阳区大山包镇进行的农户深度访谈和随机问卷调查。大山包镇位于昭通市西南部、昭阳区西部,区域面积192 km<sup>2</sup>,2020年户籍人口数为19 403人。大山包镇属于我国重点生态功能区,海拔较高、地处偏僻,

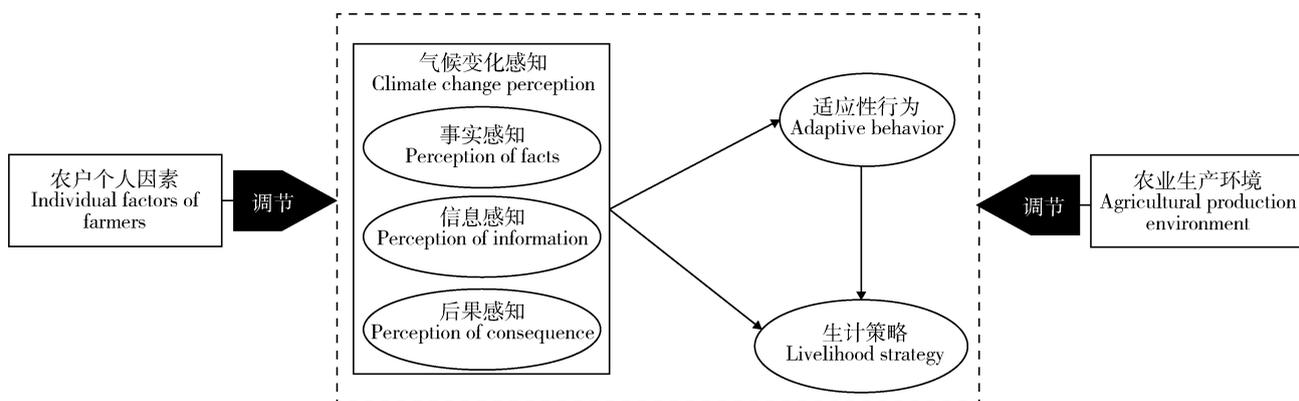


图1 理论框架

Fig.1 Theoretical framework

当地农户的生计脆弱性较强,气候变化对农业生产影响比较明显,因此选取大山包镇作为调研地具有一定的合理性和代表性。在充分考虑农户分布、经济发展、农业生产等因素后,选择合兴村、大山包村、大兴村及车路村4个行政村进行问卷调查。调查中共发放问卷391份,回收有效问卷364份,有效率达93%,其中合兴村92份,大山包村86份,大兴村91份,车路村95份。具体调研形式是通过调查员上门入户访谈并邀请受访者填写纸质问卷,填写完毕后会向受访者赠送小礼品,并请受访者对填写认真程度做出评价。调查员主要由在校大学生构成,在正式上门前,他们均完整地接受了本次调查的相关培训。受访者均为18岁以上的成年农村社区居民,自愿填写问卷,并被告知:问卷内容仅会用于学术研究、且受访者所填写的个人信息和家庭情况将受到严格保密。问卷主要包含农户基本特征(个人及家庭情况、资源禀赋拥有情况,生产经营情况等)、环境感知(生态环境保护感知、气候变化感知、自然灾害感知等)和生计发展(生计策略选择等)3部分。由于调研发生于2019年,因此也可避免新冠疫情对研究结果的影响。

## 2.2 变量选择

1)解释变量。将气候变化感知设为核心解释变量。传统的气候变化感知研究往往仅关注对气候变化具体表现的认识。本研究将该变量分为气候变化事实、信息和后果感知3个潜在变量。其中气候变化事实感知是指对气候变化具体现象的感知,如气温、降水等;气候变化信息感知是对气候变化相关知识的了解程度;气候变化后果感知是对气候变化现实影响的感知,包括对生产生活的影响等。气候变

化后果感知的观测变量为1~5的有序变量,1为影响很小,5为影响很大;其他观测变量均为0~1二值变量,0为否,1为是。

2)被解释变量。本研究的被解释变量为生计策略。为测度气候变化感知对农户生计策略转变的影响,将生计策略划分为农业策略和非农业策略两类,分别衡量农户对农业和非农业生计的倾向程度。生计策略的观测变量均为1-5有序变量,分别代表0~20%(含,后同)、20%~40%、40%~60%、60%~80%、80%~100%。

3)中介变量。以适应性行为作为中介变量。参照已有文献<sup>[33]</sup>,将适应性行为分为生产管理适应和生产实践适应,分别表征在农业生产规划策略和实际操作中的适应性行为。各观测变量均采用0~1二值变量,0为否,1为是。

4)分组变量。选取风险态度、信息获取能力、农业补贴和农业基础设施作为分组变量。其中风险态度分为风险厌恶和风险喜好两类,分别用0和1代表;信息获取能力以“家中是否有人上网”表示,0为否,1为是;农业补贴以“过去一年是否收到农业相关补贴或生态补偿”表示,0为否,1为是;农业基础设施以“是否使用拖拉机”表示,0为否,1为是。

变量定义与描述性统计详见表1。由描述性统计结果可知,大多数农户已经意识到气候变化现象的发生,约一半的农户认识到了气温和降水的变化;农户对气候变化信息的主要感知渠道是天气预报和政府信息;农户对气候变化后果感知比较明显。当前只有少数农户采取了对应的适应性行为,主要包括增加种植多样性、非农就业转移以及农地流转等。在生计策略方面,种植业依然是最主要的生计策略,

表 1 变量定义与描述性统计  
Table 1 Variable meanings and descriptive statistics

一级指标 Index	潜在变量 Latent variable	观测变量 Observed variable	方向 Direction	变量名 Variable	样本量 Sample size	均值 Mean	标准差 Standard deviation
气候变化感知 Climate change perception	气候变化事实感知	是否意识到气候变化(0~1)	+	CF1	364	0.72	0.46
		降水是否有变化(0~1)	+	CF2	364	0.49	0.50
		气温是否有变化(0~1)	+	CF3	364	0.56	0.50
	气候变化信息感知	政府信息服务功能是否有帮助(0~1)	+	CI1	364	0.43	0.50
		是否关注天气预报(0~1)	+	CI2	364	0.58	0.49
		是否购买政策性保险(0~1)	+	CI3	364	0.13	0.34
	气候变化后果感知	对粮食生产的不利影响(1~5)	+	CC1	364	2.75	1.44
		对旅游业的不利影响(1~5)	+	CC2	364	3.19	1.38
		自然灾害发生更加频繁(1~5)	+	CC3	364	3.05	1.35
适应性行为 Adaptive behavior	生产管理适应	是否购买农业保险(0~1)	+	PM1	364	0.04	0.20
		是否发生非农就业转移(0~1)	+	PM2	364	0.15	0.36
		是否发生农地流转(0~1)	+	PM3	364	0.12	0.33
	生产实践适应	是否增加农药化肥使用(0~1)	+	PP1	364	0.06	0.24
		是否增加种植品种多样性(0~1)	+	PP2	364	0.26	0.44
		是否增加生长周期短或抗旱作物比重(0~1)	+	PP3	364	0.21	0.41
生计策略 Livelihood strategy	农业策略	种地人数占比(1~5)	+	AS1	364	3.09	1.10
		营林人数占比(1~5)	+	AS2	364	1.77	1.17
		养殖人数占比(1~5)	+	AS3	364	2.40	1.07
	非农业策略	打工人数占比(1~5)	+	NS1	364	1.59	0.90
		打工收入占比(1~5)	+	NS2	364	1.76	1.46
		转移性与财产性收入占比(1~5)	+	NS3	364	2.60	1.69
风险态度 Risk preferece	风险态度	风险态度(0~1)	+	RA	364	0.60	0.49
信息获取能力 Information acquisition ability	信息获取能力	家中是否有人上网(0~1)	+	SC	364	0.46	0.50
农业补贴 Agricultural subsidies	农业补贴	过去一年是否收到农业相关补贴	+	AA	364	0.42	0.50
农业基础设施 Agricultural infrastructure	农业基础设施	是否使用拖拉机	+	AF	364	0.32	0.53

其后是养殖、转移性收入、营林和打工。总体来说,农业策略以种地和养殖为主,非农策略以转移性收入为主。

### 2.3 模型选择

结构方程模型是一种线性统计的建模技术,以统计假设检验方法分析相关现象的内在结构机理。结构方程模型能够通过潜在变量解释多个因变量和多个自变量之间的复杂关系,包括它们的直接关系和间接关系<sup>[34]</sup>。本研究使用偏最小二乘结构方程模型(PLS-SEM),其优势在于更适合小样本和非正态数据,且更适合复杂路径<sup>[35]</sup>。该模型由测量模型和结构模型两个基本模型组成,测量模型反映潜变量与观察变量之间的关系,结构模型反映潜变量之间的关系。

## 3 结果与分析

### 3.1 描述性分析

为直观展示研究区域气候状况和农户生计策略的变化情况,首先进行描述性分析。《中国气候变化蓝皮书(2022)》<sup>[36]</sup>指出,全球气候变化趋势仍在持续,2002—2021年全球平均温度较工业化前水平高出 $1.01\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。气候变化会显著影响到各个国家和地区,中国也不例外。数据显示,中国地表年平均气温和年平均降水量在1961—2021年间都呈显著上升

趋势。云南省昭通市作为本研究区域所在地,其气温、降水等气象要素变化及极端气候事件也对气候变化产生响应。图2展示了云南省1992—2019年平均气温以及昭通市2000—2019年平均降水量的变化趋势,数据来源为Berkeley Earth网站和国家气象信息中心。可以看出云南年平均气温呈不断上升的趋势,其中年升温率为 $0.062\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{年}$ ,平均每10年增长 $0.62\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,17年中云南省的年平均气温上升了 $1.67\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。昭通市降水量则有变化更为极端的趋势,年际振荡较大,稳定性下降,2019年的年均降水量较2000年下降了 $41.83\text{ mm}$ 。除气温和降水的长期变化之外,气候变化还引起了极端气候事件发生频率及强度的变化,这也会对农业生产造成极为显著的影响。张汉声等<sup>[37]</sup>分析了1965—2014年云南省的极端气候事件发现,云南省极端气温指数、极端降水事件频率和降水强度普遍增加,说明气候变化使云南省出现了更多的极端天气。气温、降水和极端天气的变化会直接影响当地的农业生产。年均气温的上升会改变作物种植制度和节令,增加土壤水分蒸散量,可能造成用水匮乏。降水量的振荡可能引发旱涝加剧,从而导致灾害和土地退化,对作物产量和粮食安全产生负面影响。极端天气的增加会加剧气温和降水的不均匀分布、降低农业生产效率,同时可能引发更多的自然灾害,危及农业生产安全。

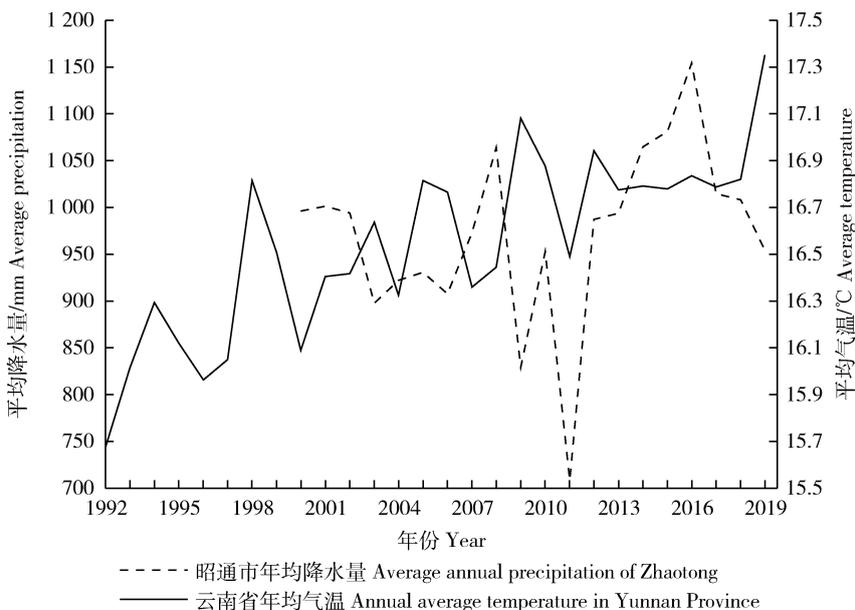


图2 气温和降水量变化趋势

Fig. 2 Trend of temperature and precipitation change

在感知到气候变化对生产生活带来的影响后,农户会调整自身生计策略。调研区域的主要种植作物包括小麦、玉米、水稻、玉米、黄豆、花生等。整体来说,当地农户选择降低农业生计在生计策略中所占的比重,具体表现为:15%的农户选择向非农就业转移,12%的农户选择了土地流转,降低耕种面积。随着气候变化感知的加强,当地农户的生计策略种类变少,特别是减少了采集、砍竹子、放牧的情况,多选择一季稻作为种植作物。此外,在政府的鼓励下,许多调研区农户增加了受气候变化影响较小的林下经济占比,包括种植中草药等。生态旅游也逐渐成为当地农户收入来源的重要一部分,农家乐等个体经营形式为农户生计策略增加了新的选择。

### 3.2 内外模型检验

PLS-SEM的模型检验分为外模型检验和内模型检验<sup>[38]</sup>。其中外模型检验是对量表的效度和信度进行检验,内模型检验是分析模型间的关联程度。

1)外模型检验。首先对量表进行效度检验。对量表进行 Bartlett 球形检验以及 KMO 值检验发现,量表整体的 KMO 值为 0.727,在最低临界值 0.5 以上,近似卡方为 1 072.286,自由度为 253,显著性为 0.000,拒绝原假设,表明原始变量之间存在相关性,适合于做因子分析。进而使用 SmartPLS 3 软件计算各个观测变量的因子载荷以及各个潜在变量的平均方差提取量(AVE),结果见表 2。各个观测变量的标准化因子载荷均大于临界值 0.6,

表 2 效度与信度检验  
Table 2 Validity and reliability test

变量 Variable	标准化因子载荷 Standardized factor loading	平均提取方差值 AVE	克隆巴哈系数 Cronbach's $\alpha$	组合信度 Composite reliability
CF1	0.908	0.676	0.783	0.862
CF2	0.776			
CF3	0.776			
CI1	0.978	0.610	0.655	0.818
CI2	0.605			
CI3	0.712			
CC1	0.822	0.651	0.735	0.848
CC2	0.799			
CC3	0.800			
PM1	0.755	0.597	0.674	0.815
PM2	0.843			
PM3	0.714			
PP1	0.833	0.722	0.726	0.886
PP2	0.851			
PP3	0.864			
AS1	0.615	0.612	0.703	0.822
AS2	0.839			
AS3	0.868			
NS1	0.693	0.623	0.645	0.828
NS2	0.958			
NS3	0.685			

除生产管理适应外各个潜在变量的 AVE 均大于 0.6,且生产管理适应的 AVE 也非常接近理想值,因此量表具有较好的效度。随后计算 Cronbach's  $\alpha$  信度系数对数据进行信度检验,并计算各个潜在变量的组合信度,结果如表 2 所示。可以看出,所有潜在变量的 Cronbach's  $\alpha$  信度系数均在 0.6 以上,组合信

度均在 0.8 以上,表明问卷数据信度较好,数据比较可靠。

2)内模型检验。该检验主要是观察模型的拟合优度( $R^2$ )值,结果见表 3。整体来看,模型外生变量对内生变量具有中度至强度效果的解释能力,基本符合要求。

表 3 内模型检验

Table 3 Internal model test

路径 Path	拟合优度 $R^2$	解释能力 Interpretive ability
气候变化感知→生产管理适应 Climate change perception→Production management adaptation	0.367	中
气候变化感知→生产实践适应 Climate change perception→Production practice adaptation	0.621	强
气候变化感知→农业策略 Climate change perception→Agricultural strategy		
适应性行为→农业策略 Adaptation behavior→Agricultural strategy	0.562	中
气候变化感知→非农业策略 Climate change perception→Non-agricultural strategy		
适应性行为→非农业策略 Adaptation behavior→Non-agricultural strategy	0.460	中

### 3.3 模型估计结果及分析

根据理论模型,利用偏最小二乘法检验气候变化感知和适应性行为对生计策略的影响路径,得到结构方程模型路径示意图,如图 3 所示。

#### 3.3.1 结构方程模型估计和验证

PLS-SEM 模型估计具体结果如表 4 所示。由图 3 和表 4 可知,气候变化事实感知并未对非农业策略表现出显著直接影响,但对农业策略有直接的显著负面影响。同时,气候变化信息感知和后果感知都对农业策略有直接的显著负面影响,而对非农业策略有直接的显著正向影响。这表明对气候变化具体现象感知更深刻、接触气候变化信息更多、对气候变化造成自然和经济社会后果认识更清晰的农户,更倾向于减小农业生计策略所占比重,而采取包括打工在内的非农业生计策略。另外,气候变化事实感知和信息感知都对生产管理适应和实践适应有显著正向影响,气候变化后果感知对生产管理适应

无显著影响,而对生产实践适应有显著正向影响。这说明气候变化各方面感知越充分的农户更倾向于从管理和实践操作两个方面调整自身生产行为,以适应气候变化带来的生产条件改变。生产管理适应和生产实践适应都对农业策略有显著负面影响,而对非农业策略有显著正面影响,说明生产管理和实践适应行为会促使农户将生计策略调整为增加非农业生计占比、降低农业生计占比。产生上述结果的原因是气候变化感知改变了农业生产环境和资源分配,并激励农户采取一定的适应性行为以保障农业生产效率不受气候变化影响,最终影响到了农户的生计策略。为提高生计多样性、降低对农业生计的依赖性,进而减少气候变化对自身生计的影响,农户选择降低农业在生计中的比重,更加侧重非农业生计策略。

以上分析说明,用以表征气候变化感知的 3 个潜在变量均直接或间接对农户生计策略有显著影响。

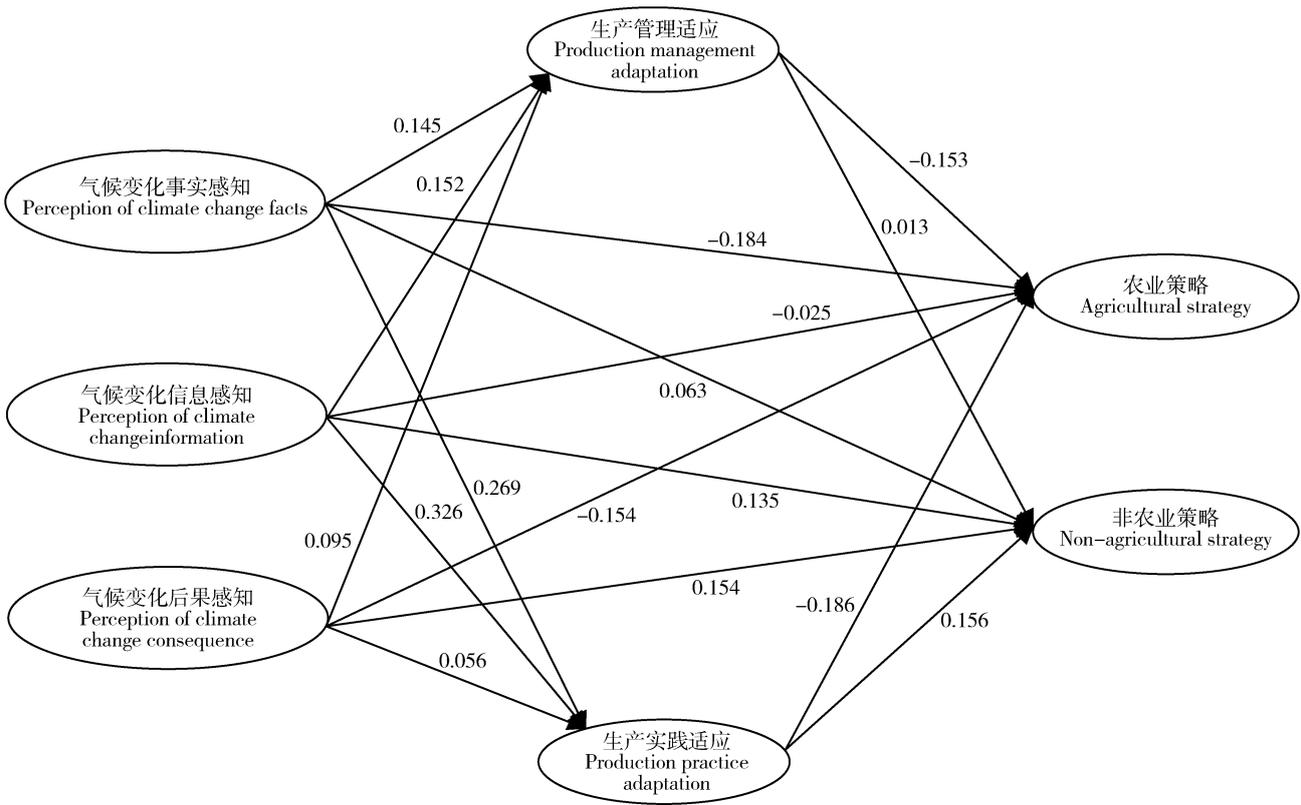


图 3 结构方程模型路径

Fig. 3 Path of structural equation model

其中,气候变化事实感知对非农业策略没有显著影响,但既直接影响农业策略,又通过适应性行为这一中介变量间接影响农业策略,间接效应为-0.072,总效应为-0.256;气候变化信息感知对农业策略存在间接影响,对非农业策略同时存在直接和间接影响,总效应分别为-0.058和0.188;气候变化后果感知对农业策略和非农业策略都同时存在直接和间接影响,总效应分别为-0.279和0.264。可见,气候变化感知会直接和通过适应性行为间接导致农户改变生计策略,使其向非农业策略倾斜。例如,调研中发现,大量农户选择通过非农就业转移甚至移民的方式适应气候变化,占比已经达到样本的36.4%,这显然会导致此群体生计策略的结构调整。由此可知,假设 H1 和 H2 得证。这一方面表明气候变化感知确实会影响农户生计策略,另一方面也显示农户为应对气候变化倾向于丰富拓展原有依赖农业为主的生计策略,以缓解气候变化对自身生计水平产生的影响。这一结果与 Guo 等<sup>[14]</sup>得出的气候变化感知可促使农民拓宽生计渠道的结论、Al Dirani 等<sup>[39]</sup>得出的气候变化感知会促使农户调整生计策

略的结论一致。因此,在解决“三农”问题时,应更多关注气候变化对农业生产的深远影响。可通过气候变化科普宣传、教育培训等方式,帮助农户加深对气候变化的了解并学习如何采取适应性行为,增强农户调整生计策略的科学性、提高可持续生计能力的主动性。同时,制定相关激励和帮扶政策,鼓励有技能、有知识的青年劳动力投入农业生产,减缓农业人力资本流失,保障粮食安全不受影响。

### 3.3.2 多群组分析

通过多群组分析,探讨农户个人因素和农业生产环境的组间异质性。在农户个人因素的分析中,按照风险态度和获取能力的取值将样本划分成风险厌恶、风险喜好两组和高信息获取能力、低信息获取能力两组。在农业生产环境的分析中,按照农业补贴和农业基础设施的取值将样本划分成有补贴、无补贴两组和高基础设施水平、低基础设施水平两组。在分析前,需借助施加参数限制条件的嵌套模型进行跨样本恒等性检验。首先进行多群组中参数均未加以限制的适配度检验,随后逐步增加测量系数相同、结构系数相同的限制,结果如表 5 所示。

表4 结构方程模型回归结果

Table 4 Results of structural equation model

路径 Path	直接效应 Direct effect		间接效应 Indirect effect		总效应 Total effect	
	标准化路径系数 Standardized coefficient	T 值 T value	标准化路径系数 Standardized coefficient	T 值 T value	标准化路径系数 Standardized coefficient	T 值 T value
	CF→AS	-0.184***	3.017	-0.072***	2.308	-0.256***
CF→NS	0.063	0.946	0.044	0.946	0.107	1.323
CF→PM	0.145*	1.688				
CF→PP	0.269***	5.784				
CI→AS	-0.025	0.282	-0.084*	1.945	-0.058*	1.779
CI→NS	0.135***	2.109	0.053***	1.988	0.188***	2.103
CI→PM	0.152***	3.707				
CI→PP	0.326***	2.258				
CC→AS	-0.154***	2.642	-0.125*	1.728	-0.279***	3.281
CC→NS	0.154*	1.847	0.110***	2.484	0.264***	1.878
CC→PM	0.095	0.908				
CC→PP	0.156***	2.557				
PM→AS	-0.153***	2.394				
PM→NS	0.113***	2.173				
PP→AS	-0.186****	3.202				
PP→NS	0.156****	2.943				

注：\*、\*\*和\*\*\*分别表示在10%、5%和1%的统计水平上显著。下同。

Note: \*, \*\* and \*\*\* represent significant at the statistical levels of 10%, 5% and 1%, respectively. The same below.

可以看出,各群组的适配度指标均在理想值的范围之内,且差异性检验结果均不显著。因此按照上述方式分组都不会影响模型适用性,可在原模型基础上进行多群组分析。

多群组分析结果如表6所示。可以看出,农户个人因素在气候变化感知、适应性行为与生计策略的关系中起到调节作用。气候变化感知对适应性行为的影响路径表现出明显的风险态度差异。具体来说,气候变化事实感知对生产实践适应、气候变化信息感知对生产实践适应、气候变化后果感知对生产管理和实践适应的路径系数在风险喜好和厌恶组之间都存在显著差异,且差值均为正,说明风险喜好组的路径系数更大。这表明,风险喜好组中气候变化

感知对适应性行为的影响更强烈。这种路径差异可能是由于风险喜好群体在感知到气候变化时,会甘冒风险采取积极措施改变生产行为,而非“静观其变”。这一结论与陈俐静等<sup>[6]</sup>提出的保险对林农气候变化适应性行为有显著正向影响的结论具有相同的逻辑。此外,气候变化感知对生计策略的影响路径表现出明显的信息获取能力差异。高信息获取组中,3类气候变化感知对农业策略的路径系数均显著低于低信息获取组,且气候变化信息感知对非农业策略的路径系数显著高于低信息获取组,这说明,信息获取能力有助于促进农户了解气候变化信息,从而改变自身生计策略,提高可持续生计能力。由此可得,假设H3和H4成立。

表 5 跨样本恒等性检验  
Table 5 Multi-group invariance test

群组 Group	限制条件 Limitation	NC	PNFI	PGFI	P 值 P value	是否恒等 Identically equality
风险态度群组 Risk preferece group	无限制	2.028	0.532	0.626		
	测量系数相同	2.210	0.511	0.635	0.871	是
	结构系数相同	2.414	0.582	0.663	0.952	是
信息获取群组 Information acquisition ability	无限制	2.057	0.518	0.627		
	测量系数相同	2.075	0.522	0.643	0.838	是
	结构系数相同	2.148	0.513	0.651	0.895	是
农业补贴群组 Agricultural subsidies	无限制	2.034	0.511	0.504		
	测量系数相同	2.257	0.625	0.732	0.471	是
	结构系数相同	2.414	0.638	0.711	0.429	是
基础设施群组 Agricultural infrastructure	无限制	2.472	0.607	0.674		
	测量系数相同	2.312	0.598	0.671	0.620	是
	结构系数相同	2.266	0.573	0.658	0.595	是
理想值 Ideal value		1 < NC < 3	> 0.5	> 0.5		

表 6 多群组标准化路径分析  
Table 6 Standardized path of multi-group analysis

路径 Path	路径系数差异 (风险喜好—风险厌恶) Coefficient difference (Risk-loving-Risk aversion)	路径系数差异 (高信息获取—低信息获取) Coefficient difference (High information acquisition- Low information acquisition)	路径系数差异 (有补贴—无补贴) Coefficient difference (Subsidy-No subsidy)	路径系数差异 (高设施水平—低设施水平) Coefficient difference (High facility level- Low facility level)
CF→PM	0.043	-0.159	-0.366***	0.109
CF→PP	0.386***	0.113	0.082	0.041
CF→AS	-0.208	-0.303***	0.221*	0.211*
CF→NS	0.195	0.267*	-0.730**	-0.016**
CI→PM	-0.075	0.057	-0.461*	0.131
CI→PP	0.115*	0.014	0.121	-0.171
CI→AS	0.088	-0.297***	0.067	0.204**
CI→NS	-0.245	0.363**	0.072	-0.038**
CC→PM	0.183**	0.230	0.005	0.189
CC→PP	0.248*	-0.190	-0.035	0.218
CC→AS	0.06	-0.349***	0.122	0.001
CC→NS	-0.049	0.069	-0.221	-0.057
PM→AS	0.213	-0.241	-0.065	-0.499*
PM→NS	-0.189	-0.033	-0.209	0.531
PP→AS	0.007	-0.038	-0.089	0.325
PP→NS	-0.002	-0.129	-0.135	0.177

农业生产环境在气候变化感知、适应性行为与生计策略的关系中也起到调节作用。首先,气候变化感知对适应性行为和生计策略都表现出农业补贴差异。一方面,有补贴组中气候变化事实感知和气候变化信息感知对生产管理适应的系数明显低于无补贴组,也就是说农业补贴会降低农户采取适应性行为的激励。另一方面,有补贴组中气候变化事实感知对农业策略的路径系数相比无补贴组增加、对非农策略的路径系数相比无补贴组减小,说明农业补贴会使农户在面对气候变化时更倾向于坚持以农业作为主要生计策略。再者,气候变化感知对生计策略表现出农业基础设施差异。气候变化事实感知和信息感知对农业生计策略的路径系数差异均显著大于0、对非农生计策略的路径系数差异均显著小于0。这说明,相较而言,高农业基础设施水平组的农户在面对气候变化事实感知和信息感知时更倾向于坚持农业生计策略,转向其他类型生计策略的激励更小。由此可得,假设 H5 和 H6 成立。

## 4 结论与建议

在全面推进乡村振兴战略的大背景下,考虑气候危机对农户适应性行为及其生计的影响具有重要的现实价值。传统意义上农户可持续生计极度依赖以自然要素为基础的农业生产活动,气候危机造成的自然资源配置变动使得农户对此极为敏感。理清农户对气候变化各方面感知与其生计策略之间的关系,有助于科学制定气候变化相关政策,提升农户的生计水平。但目前已有文献对气候变化感知和生计策略之间关系的讨论仍然不足,特别是缺少气候变化感知对生计策略具体影响路径的研究,难以起到有效指导实践的作用。本研究基于云南省昭通市大山包镇 364 份居民调查数据,应用偏最小二乘结构方程模型分析气候变化感知、适应性行为对农户生计策略的影响及作用机制。结论如下:

1) 气候变化感知会显著降低农户采取农业生计策略的比重,同时对非农农业策略有显著正向影响。其中,气候变化事实和后果感知对农业策略有显著负向影响,直接效应分别为  $-0.184$  和  $-0.154$ ; 气候变化信息和后果感知对非农农业策略有显著正向影响,直接效应分别为  $0.135$  和  $0.154$ 。

2) 气候变化感知同时通过适应性行为这一中介变量影响生计策略。其中,气候变化事实感知通过适应性行为间接影响农业策略,总效应为  $-0.256$ ;

气候变化信息感知对农业和非农业策略同时有间接影响,总效应分别为  $-0.058$  和  $0.188$ ; 气候变化后果感知对农业策略和非农业策略同时存在间接影响,总效应分别为  $-0.279$  和  $0.264$ 。

3) 气候变化感知对生计策略的影响路径因农户个人因素而存在差异。具体来说,风险喜好组中,气候变化事实感知对生产实践适应、气候变化信息感知对生产实践适应、气候变化后果感知对生产管理和实践适应的路径系数均高于风险厌恶组,表明风险喜好者气候变化感知对适应性行为的影响更强烈; 高信息获取组中,3类气候变化感知对农业策略的路径系数均显著低于低信息获取组,且气候变化信息感知对非农农业策略的路径系数显著高于低信息获取组,表明信息获取能力有助于促进农户了解气候变化信息,从而改变自身生计策略。

4) 气候变化感知对生计策略的影响路径因农业生产环境而存在差异。具体来说,农业补贴会降低农户采取适应性行为的激励,同时使其在面对气候变化时更倾向于坚持以农业作为主要生计策略; 高农业基础设施水平组的农户在面对气候变化事实感知和信息感知时更倾向于坚持农业生计策略,转向其他类型生计策略的激励更小。

基于上述结论,本研究提出如下政策建议。

1) 既要清晰认识到农户调整生计策略的趋势性,也要防止因此导致农业人力资本流失的可能性。通过政策手段,提升农业部门的人力资本积累,鼓励具备高知识技能水平的青壮年劳动力投身农业生产。同时,加快推进农业规模化,降低农业对人力资本的强依赖性,避免生计策略调整对粮食安全的影响。

2) 大力开展农民群体中气候变化相关知识的科普和教育活动,普及气候变化知识,促使农户科学有效地采取适应性行为,提高农业生产效率,保障农村居民可持续生计水平。

3) 发展新型农业,如田园综合体等,推动农业与第二、第三产业融合发展,减少气候变化冲击传统农业生产给农村居民生计带来的负面影响,提高农户的弹性和适应力。

## 参考文献 References

- [1] 林伯强. 碳中和进程中的中国经济高质量增长[J]. 经济研究, 2022, 57(1): 56-71  
Lin B Q. China's high-quality economic growth in the process of carbon

- neutrality[J]. *Economic Research Journal*, 2022, 57(1): 56-71 (in Chinese)
- [2] 杜之利, 苏彤, 葛佳敏, 王震. 碳中和背景下的森林碳汇及其空间溢出效应[J]. *经济研究*, 2021, 56(12): 187-202  
Du Z L, Su T, Ge J M, Wang X. Towards the carbon neutrality: The role of carbon sink and its spatial spillover effects[J]. *Economic Research Journal*, 2021, 56(12): 187-202 (in Chinese)
- [3] 秦语哈, 曹振选, 史兴民. 农户气候变化感知与实测数据对比及影响因素: 以陕北黄土高原农户为例[J]. *地域研究与开发*, 2022, 41(3): 161-166  
Qin Y H, Cao Z X, Shi X M. Comparison of farmers' climate change perception and measured data and influencing factors: A case from Loess Plateau farmers in northern Shaanxi Province[J]. *Areal Research and Development*, 2022, 41(3): 161-166 (in Chinese)
- [4] 熊思鸿, 阎建忠, 吴雅. 农户生计对气候变化的恢复力研究综述[J]. *地理研究*, 2020, 39(8): 1934-1946  
Xiong S H, Yan J Z, Wu Y. Review on the resilience of farmers' livelihoods to climate change[J]. *Geographical Research*, 2020, 39(8): 1934-1946 (in Chinese)
- [5] 杜富林, 丽丽, 杜娅茹. 牧民对极端气候风险的感知与适应对策实证研究: 基于内蒙古锡林郭勒和呼伦贝尔牧户调查数据[J]. *干旱区资源与环境*, 2015, 29(9): 132-137  
Du F L, Li L, Du Y R. Empirical study on the herders' perception and adaptive strategies to the extreme weather risks in Inner Mongolia[J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2015, 29(9): 132-137 (in Chinese)
- [6] 陈俐静, 段伟, 吕素洁, 温亚利. 林农气候变化感知及适应性行为研究: 以四川大熊猫保护区 947 户农户为例[J]. *资源开发与市场*, 2017, 33(11): 1306-1311  
Chen L J, Duan W, Lv S J, Wen Y L. Study on climate change perception and adaptive behavior of forestry farmers: Taking 947 farmers in the giant panda reserve of Sichuan as an example[J]. *Resource Development & Market*, 2017, 33(11): 1306-1311 (in Chinese)
- [7] 王全忠, 周宏, 陈欢, 朱晓莉. 农户对气候变化感知的有效性分析: 以江苏省水稻种植为例[J]. *技术经济*, 2014, 33(2): 71-76  
Wang Q Z, Zhou H, Chen H, Zhu X L. Analysis on effectiveness of farmers perception to climate change: example of rice planting in Jiangsu Province[J]. *Journal of Technology Economics*, 2014, 33(2): 71-76 (in Chinese)
- [8] Grothmann T, Patt A. Adaptive capacity and human cognition: The process of individual adaptation to climate change [J]. *Global Environmental Change*, 2005, 15: 199-213
- [9] 谭灵芝, 马长发. 中国干旱区农户气候变化感知及适应性行为研究[J]. *水土保持通报*, 2014, 34(1): 220-225  
Tan L Z, Ma C F. Farmers' perceptions of climate change and their adapting behaviors in arid region of China[J]. *Bulletin of Soil and Water Conservation*, 2014, 34(1): 220-225 (in Chinese)
- [10] 高雪, 李谷成, 尹朝静. 气候变化下的农户适应性行为及其对粮食单产的影响[J]. *中国农业大学学报*, 2021, 26(3): 240-248  
Gao X, Li G C, Yin C J. Farmers' adaptation to climate change and its impact on grain yield[J]. *Journal of China Agricultural University*, 2021, 26(3): 240-248 (in Chinese)
- [11] 魏国茹, 史兴民, 孙立凡, 王露, 李欢娟. 旱作农业区农户气候变化感知与适应行为的多样性[J]. *陕西师范大学学报: 自然科学版*, 2020, 48(4): 116-124  
Wei G R, Shi X M, Sun L F, Wang L, Li H J. The farmers' perception of climate change and diversity of adaptive behavior in dry farming region [J]. *Journal of Shaanxi Normal University: Natural Science Edition*, 2020, 48(4): 116-124 (in Chinese)
- [12] Santika T, Budiharta S, Law E A, Meijaard E, Wilson K, Dennis R, Dohong A, Gunawan H, Medrilzam, Struebig M J. Interannual climate variation, land type and village livelihood effects on fires in Kalimantan, Indonesia[J]. *Global Environmental Change*, 2020, 64(9): 102129
- [13] Mabon L, Nguyen S T, Pham T T, Tran T T, Hong N, Doan T T H, Hoang T N H, Mueller-Hirth N, Vertigans S. Elaborating a people-centered approach to understanding sustainable livelihoods under climate and environmental change: Thang Binh District, Quang Nam Province, Vietnam[J]. *Sustainability Science*, 2021, 16(1): 221-238
- [14] Guo A J, Wei Y, Zhong F L, Wang P L. How do climate change perception and value cognition affect farmers' sustainable livelihood capacity: An analysis based on an improved DFID sustainable livelihood framework[J]. *Sustainable Production and Consumption*, 2022, 33(9): 636-650
- [15] Zhao Z, Wang G F, Chen J C, Wang J Y, Zhang Y. Assessment of climate change adaptation measures on the income of herders in a pastoral region[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2019, 208: 728-735
- [16] 李锦, 洪霖. 青藏高原农户的气候变化适应与精准扶贫: 对松潘县青笋种植菜农的个案研究[J]. *青海民族大学学报: 社会科学版*, 2020, 46(3): 1-7  
Li J, Hong L. Adaptation to climate change for farming households and targeted poverty alleviation on Qinghai-Tibet Plateau: A case study of Songpan farming households and their asparagus lettuce planting[J]. *Journal of Qinghai Minzu University: Social Sciences*, 2020, 46(3): 1-7 (in Chinese)
- [17] Li W J, Ruiz-Menjivar J, Zhang L, Zhang J B. Climate change perceptions and the adoption of low-carbon agricultural technologies: Evidence from rice production systems in the Yangtze river basin[J]. *Science of the Total Environment*, 2021, 759(3): 143554
- [18] Bezner Kerr R, Naess L O, Allen-O'Neil B, Totin E, Nyantakyi-Frimpong H, Risvoll C, Rivera Ferre M G, López-i-Gelats F, Eriksen S. Interplays between changing biophysical and social dynamics under climate change: Implications for limits to sustainable adaptation in food systems[J]. *Global Change Biology*, 2022, 28(11): 3580-3604
- [19] Schneiderbauer S, Fontanella P, Delves J L, Pedoth L, Rufat S, Erschbamer M, Thaler T, Carnelli F, Granados-Chahin S. Risk perception of climate change and natural hazards in global mountain regions: A critical review[J]. *Science of the Total Environment*, 2021, 784: 146957
- [20] 武照亮, 王琦, 张峰源, 刘子刚. 鄱阳湖区居民的社会资本、信息获取能力和湿地价值认知对其湿地保护意愿的影响分析[J]. *湿地科学*, 2022, 20(2): 149-161  
Wu Z L, Wang Q, Zhang F Y, Liu Z G. Influence of social capital, information acquisition capability and wetland value cognition of residents in Poyang Lake Area on their willingness to conserve wetlands[J]. *Wetland Science*, 2022, 20(2): 149-161 (in Chinese)
- [21] 王成超, 杨玉盛, 庞雯, 洪静, 谢剑斌. 国内外农户对气候变化/变异感知与适应研究[J]. *地理科学*, 2017, 37(6): 938-943  
Wang C C, Yang Y S, Pang W, Hong J, Xie J B. A review on farmers' perceptions and adaptation of climate change and variability[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2017, 37(6): 938-943 (in Chinese)
- [22] Poortinga W, Whitmarsh L, Steg L, Böhm G, Fisher S. Climate change perceptions and their individual-level determinants: A cross-European analysis[J]. *Global Environmental Change*, 2019, 55: 25-35
- [23] Tian J C, Sun M X, Gong Y C. Chinese residents' attitudes toward consumption-side climate policy: The role of climate change perception and environmental topic involvement[J]. *Resources, Conservation and Recycling*, 2022, 182: 106294
- [24] Chimi P M, Mala W A, Fobane J L, Essouma F M, Mbom J A, Funwi F P, Bell J M. Climate change perception and local adaptation of natural resource management in a farming community of Cameroon: A case study [J]. *Environmental Challenges*, 2022, 8: 100539
- [25] Phan T D, Bertone E, Pham T D, Pham T V. Perceptions and willingness to pay for water management on a highly developed tourism island under climate change: A Bayesian network approach [J]. *Environmental Challenges*, 2021, 5: 100333
- [26] 童庆蒙. 农户气候响应行为及其对技术效率的影响研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2020  
Tong Q M. Research on farmers' climate response behavior and its

- impact on technical efficiency [D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2020 (in Chinese)
- [27] Mahmood N, Arshad M, Mehmood Y, Faisal Shahzad M, Kächele H. Farmers' perceptions and role of institutional arrangements in climate change adaptation: Insights from rainfed Pakistan [J]. *Climate Risk Management*, 2021, 32: 100288
- [28] 黎洁. 陕西安康移民搬迁农户的生计适应策略与适应力感知[J]. 中国人口·资源与环境, 2016, 26(9): 44-52  
Li J. Livelihood adaptation strategy and perceived adaptive capacity of rural relocated households in Southern Shaanxi Province, China [J]. *China Population, Resources and Environment*, 2016, 26(9): 44-52 (in Chinese)
- [29] Wang J, Wang Y, Li S C. Climate adaptation, institutional change, and sustainable livelihoods of herder communities in northern Tibet [J]. *Ecology and Society*, 2016, 21(1): 5
- [30] Call M, Sellers S. How does gendered vulnerability shape the adoption and impact of sustainable livelihood interventions in an era of global climate change [J]. *Environmental Research Letters*, 2019, 14(8): 083005
- [31] 朱臻, 柴金露, 宁可. 国家公园体制试点设立对野生动物肇事及农户适应性行为的影响[J]. 中国农村经济, 2022(11): 82-101  
Zhu Z, Chai J L, Ning K. The impacts of the establishment of national park system pilots on wildlife incidents and farmers' adaptive behaviors [J]. *Chinese Rural Economy*, 2022(11): 82-101 (in Chinese)
- [32] 龚已迅, 杨丹. 养殖户气候适应性行为对提高养殖业生产效率的影响[J]. 自然资源学报, 2021, 36(11): 2966-2979  
Gong J X, Yang D. The effect of farmer adaptation behavior to climate change on the improvement of breeding industry production efficiency [J]. *Journal of Natural Resources*, 2021, 36(11): 2966-2979 (in Chinese)
- [33] Smit B, Kates R W, White G F. Adaptation options in agriculture to climate change: A typology [J]. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 2002, 7(7): 85-114
- [34] Dong X M, Xie K, Yang H. How did COVID-19 impact driving behaviors and crash Severity: A multigroup structural equation modeling [J]. *Accident Analysis & Prevention*, 2022, 172: 106687
- [35] 王阳, 温忠麟, 李伟, 方杰. 新世纪 20 年国内结构方程模型方法研究与模型发展[J]. 心理科学进展, 2022, 30(8): 1715-1733  
Wang Y, Wen Z L, Li W, Fang J. Methodological research and model development on structural equation models in China's mainland from 2001 to 2020 [J]. *Advances in Psychological Science*, 2022, 30(8): 1715-1733 (in Chinese)
- [36] 中国气象局气候变化中心. 中国气候变化蓝皮书(2022)[M]. 北京: 科学出版社, 2022  
Climate Change Centre, China Meteorological Administration. *Blue Book on Climate Change in China (2022)* [M]. Beijing: Science Press, 2022 (in Chinese)
- [37] 张汉声, 李谢辉, 刘子堂, 徐佳奥. 近 50 年云南省极端气候事件时空变化特征[J]. 成都信息工程大学学报, 2021, 36(4): 434-442  
Zhang H S, Li X H, Liu Z T, Xu J A. Spatial and Temporal change characteristics of extreme climate events in Yunnan Province in recent 50 years [J]. *Journal of Chengdu University of Information Technology*, 2021, 36(4): 434-442 (in Chinese)
- [38] 廖望, 曹小曙, 林雄斌, 马仁锋. 旅客机场选择行为意向的形成机制: 以粤港澳大湾区为例[J]. 地理科学, 2021, 41(12): 2107-2116  
Liao W, Cao X S, Lin X B, Ma R F. Investigating passengers' behavioral intention of reusing an airport: The case of Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area [J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2021, 41(12): 2107-2116 (in Chinese)
- [39] Al Dirani A, Abebe G K, Bahn R A, Martiniello G, Bashour I. Exploring climate change adaptation practices and household food security in the Middle Eastern context: a case of small family farms in Central Bekaa, Lebanon [J]. *Food Security*, 2021, 13: 1029-1047

责任编辑: 王岩



**第一作者简介:**段存儒,中国人民大学环境学院博士研究生,专业方向为环境经济与政策,在《自然资源学报》《中国人口·资源与环境》《中国环境科学》等刊物上发表论文 10 余篇,参与编著《生态产品第四产业:理论与实践》等著作,曾获国家奖学金、国家民委社会科学研究成果奖,参与国家社科基金重大项目、生态环境部、世界银行、联合国开发计划署及其他项目共 7 项。



**通讯作者简介:**曾贤刚,经济学博士,中国人民大学环境学院教授、博士生导师,是教育部“新世纪优秀人才支持计划”和中国人民大学“杰出学者”。担任中国可持续发展研究会理事、中国生态经济学会理事、美国环境与资源经济学家协会会员,并担任世界银行、亚洲开发银行、联合国开发署、联合国环境规划署、全球环境基金和美国未来资源研究所等国际机构的项目咨询专家。主要研究领域为环境经济与政策、绿色发展,主持国家社科基金重大项目、国家自然科学基金面上项目、科技部、国家发展与改革委员会、生态环境部、世界银行、联合国开发计划署、全球环境基金、亚洲开发银行以及其他项目 50 余项。在《经济理论与经济管理》《教学与研究》《中国人口·资源与环境》《中国环境科学》、*Journal of Cleaner Production* 等刊物上发表论文 100 余篇,出版专著 7 部、译著 4 部、教材 2 本。