

doi: 10.7621/cjarrp.1005-9121.20190128

·区域农业·

干旱影响生计脆弱性中的中介和调节效应*

苏美蕊, 刘鹏伟, 吴晓萍, 淮建军*

(西北农林科技大学经济管理学院, 陕西杨凌 712100)

摘要 [目的] 气候变化下跨尺度变量对生计脆弱性的影响多数为定性研究, 很少进行实证研究, 文章通过实证分析探索跨尺度变量在干旱影响生计脆弱性中的作用。[方法] 基于黄土高原218个农户调查数据, 采用线性回归和层次回归分析跨尺度变量在干旱影响生计脆弱性中的中介和调节效应。[结果] 干旱对农户生计脆弱性有显著影响。在干旱影响生计脆弱性的过程中, 个人尺度的“户主年龄、感知的气温最大值、降雨量变化、干旱程度变化和灾后信息渠道”与农户尺度的“批发市场距离和集市距离”起到了调节作用; 农户尺度的“三代直系亲属的户数和生产机械指数”起到了中介作用; 而村庄尺度的“工程措施”, 既没起到中介作用, 也没起到调节作用。[结论] 用中介和调节效应反映了跨尺度变量的交互作用, 在跨尺度效应的实证研究方面提供了科学的方法, 弥补了现有研究的空白, 这为制定减少农户生计脆弱性的政策提供了科学有效的依据。

关键词 农户 干旱 生计脆弱性 中介效应 调节效应

中图分类号:F061.5 文献标识码:A 文章编号:1005-9121[2019]01201-09

0 引言

近年来, 由于全球气候变暖, 干旱等极端天气事件频发^[1-2], 严重影响了农业部门的产量和收益, 威胁了苹果产业的稳健发展, 对黄土高原的农户来说, 干旱大大增加了生计脆弱性^[3]。因此, 需要了解干旱对农户生计脆弱性的影响。农户的生计脆弱性不仅会受到干旱的直接影响, 而且会受到人类行为和活动直接或间接的影响^[4]。

在气候变化适应中, 由于人类和环境系统之间多种尺度的相互作用、利益群体空间尺度的变化或者信息解读的不同, 使得不同尺度下人类行为和活动的变量都不可避免地在干旱的影响过程中发挥作用, 如个体的风险感知水平、农户的资本储备、村庄的基础设施建设或地区的文化卫生情况等, 因此必须讨论跨尺度因素的作用^[5]。然而现有研究多集中在跨尺度作用的理论概念或定性分析上, 如Lyle讨论了在7个嵌套等级下, 层次结构中跨尺度变量的相互作用, 以更有针对性地应对气候变化^[6]; Adger强调对不同空间和社会尺度的资源可用性和风险进行人为调整来适应气候变化^[5]; Huai在六维分析框架下, 构建了气候变化脆弱性在同一(区域)水平上跨维度的集成与分类, 回答了“谁关心如何适应在哪些地方和时间内的什么对什么的脆弱性?”的问题^[7]。

然而很少有实证研究系统讨论气候变化影响农户生计中多个尺度变量的作用, 多数学者只是分析了干旱对生计的直接影响。Khayyati和Aazami等运用多元回归, 证实了干旱持续时间和严重程度直接或间接影响农业增加值和不平等状况, 持续时间和严重程度都对生计资本和生计结果有负面影响, 而严重程度的影响则受到持续时间的限制, 这反映了干旱作为自变量直接和间接地通过中介变量生计资产影响生计结果的因果链^[8]; Keshavarz等则认为干旱严重程度对生计脆弱性有显著影响, 但是干旱持续时间却没有显著影

收稿日期: 2018-05-21

作者简介: 苏美蕊(1993—), 女, 山西吕梁人, 硕士。研究方向: 区域经济与产业发展

*通讯作者: 淮建军(1974—), 男, 陕西扶风人, 博士, 教授。研究方向: 区域经济与产业发展。Email: h2009j.happy@163.com

*资助项目: 国家自然科学基金项目“黄土高原异质性约束下苹果干旱风险的分类适应性管理研究”(71473196)

响^[2]。还有部分学者探索了气候变化适应下重要的中介或调节参数，如 Frutos 和 Egea 探讨了在内部和外部因素对环境行为的影响中，公民的信息水平、动机和态度的主要作用，风险认知、性别、年龄等的调节作用^[9]；胡江霞等构建了“社会网络—风险识别能力—农村移民可持续生计”的理论模型，验证了风险识别能力的中介效应^[10]。

迄今为止还没有学者探索跨尺度变量的中介或调节作用，文章基于农户调查数据，分析干旱对生计脆弱性的影响，重点讨论跨尺度变量在干旱影响生计脆弱性中的中介和调节效应。研究克服了前人在研究干旱影响生计时，只考虑资本变量直接影响的缺陷，丰富了现有气候变化下关于跨尺度变量的研究，提供了跨尺度变量效应分析的实证方法，并将其影响路径图示化。这将有助于政策决定者和农户在发生干旱前、中和后，采取有效快速的策略，以减小生计脆弱性，也可以用于其他学科的跨尺度因素研究。

1 材料与研究方法

1.1 研究区域与数据来源

该次调查在陕西，甘肃，宁夏进行，调查人员先接受培训，然后进行初步调查，以准确了解调查问卷；最后，调查员正式与农民进行访谈。被调查的村庄是根据所选县的当地农业局提供的基本苹果种植信息确定，采用分层随机抽样的方法，联系每个被调查村庄的负责人或家庭成员，在村干部的帮助下，对愿意参加的人进行结构化的面对面问卷调查。调查获得了 2014 年农户家庭的基本情况、损失情况、认知情况和村庄的工程措施以及旱灾等信息。每次访谈持续大约 1h，再经过错误检查和现场修改，共获得 218 份完整有效的问卷。

1.2 研究方法

1.2.1 研究框架与变量选择

Reed 等人基于可持续生计框架 (SLF) 结构化的空间，整合生态系统服务、扩散理论、社会学习、转型管理和适应管理等理论，构建了综合分析框架。该文借鉴该综合分析框架^[11]，评估农户尺度上“干旱”影响“生计脆弱性”的因果关系，根据图 1 探索个人尺度、农户尺度以及村庄尺度的其他变量即跨尺度变量在该过程中发挥的中介或调节作用^[12]。

农户生计脆弱性是指与正常年份相比，农户获得安全的食物、衣物、教育和健康服务等的变化情况^[13]，因此根据前人以往研究使用的指标和现有统计资料，选择干旱持续时间测量干旱，干旱期间农户用水、购买生活用品和食品的变化情况测量生计脆弱性；个人和农户尺度的人力、自然、社会、物质、金融资本以及认知情况，村庄尺度的工程措施作为跨尺度变量^[2, 14]。具体变量如表 1。

1.2.2 计量方法

遵循以下步骤检验图 1 中跨尺度变量的中介和调节作用（图 2），使用 SPSS. 22 进行主成分分析（PCA）、线性回归和层次回归。

第 1，由于农户干旱持续天数、跨尺度变量和生计脆弱性指标均是按不同量纲进行统计与计算，因此为了分析研究，将连续性指标进行标准化处理（公式 1）；

第 2，指标标准化后，用 PCA 确定权重，计算出农户的生计脆弱性指数（公式 2），PCA 只保留了特征值大于 1 的主成分；

第 3，确定干旱对农户生计脆弱性的影响（公式 3）；

第 4，研究表明，如果一个变量与自变量或因变量相关不大，它不可能成为中介变量，但有可能成为调节变量^[15]。因此，为了更好研究干旱影响农户生计脆弱性中跨尺度变量的作用，需进行相关分析，确定跨尺度变量 (M) 与干旱 (X) 和生计脆弱性 (Y) 的相关性（表 3），并将变量分为两类；

第 5，对与 X 和 Y 都相关的，进行线性回归（公式 4~5）确定中介变量，分析中介效应（表 4）；

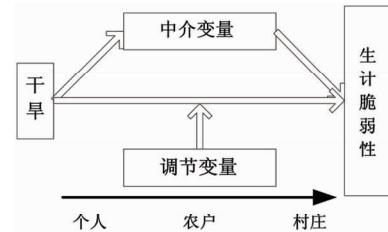


图 1 中介和调节模型

表1 变量定义

尺度/类别		指标	编号	解释	均值	标准差
个人尺度 <i>P</i>	人力资本	户主年龄	<i>PHC1</i>	户主年龄(岁)	53.94	10.311
	资本	是否村干部	<i>PHC2</i>	户主是否担任村干部(0=否;1=是)	0.05	0.21
	自然资本	感知的气温最大值	<i>PNC1</i>	2014年感知的全年最高气温(℃)	36.12	3.264
		感知的降雨最大值	<i>PNC2</i>	2014年感知的全年最大降雨量(mm)	112.65	102.126
	社会资本	户主手机内的电话数	<i>PSC1</i>	1=0~20; 2=20~50; 3=50~100; 4=100及以上	2.31	1.075
	风险认知	气温变化	<i>PRP1</i>	户主感觉近10年的平均气温如何变化 (1=降低;2=不变;3=升高)	2.79	0.416
农户尺度 <i>H</i>		降雨量变化	<i>PRP2</i>	户主感觉近10年的平均降雨如何变化 (1=升高;2=不变;3=降低)	2.7	0.598
		旱灾程度变化	<i>PRP3</i>	户主感觉近10年的旱灾发生程度如何 (1=减轻;2=不变;3=严重)	2.7	0.566
	灾害认知	灾前信息渠道	<i>PHP1</i>	灾害发生前/后,户主获取预防信息的渠道(天气预报、广播等)有哪些?	0.55	0.599
		灾后信息渠道	<i>PHP2</i>	有一种就记为1,以此相加。	0.77	0.564
	人力资本	家庭人口数	<i>HHC1</i>	2014年家庭总人口数(人)	4.52	1.569
	自然资本	地块总面积	<i>HNC1</i>	2014年拥有的土地总面积(总面积=责任田+自留地+集体承包地+开荒地)(667m ²)	8.78	8.632
物质资本		地块的距离	<i>HNC2</i>	面积最大的块地离家的距离(km)	1.39	2.999
	社会资本	三代直系亲属的户数	<i>HSC1</i>	3代直系亲属一般以实质上是否独立成家为标准,包括父母、丈夫、妻子的亲兄妹、已分家的子女(户)	9.47	5.758
		是否参加了合作社	<i>HSC2</i>	农户是否参加过农民合作社(0=否;1=是)	0.12	0.325
	物质资本	农贸市场距离	<i>HPC1</i>	最近的以零售为主的农贸市场距离家有多少公里	8.05	9.314
		批发市场距离	<i>HPC2</i>	最近的以农产品批发为主的市场距离家有多少公里	10.247	12.802
		集市距离	<i>HPC3</i>	以没有固定建筑物,隔几天交易的买卖农副产品等的交易市场,最近的距离家有多少公里	4.526	5.101
金融资本		住宅价值	<i>HPC4</i>	现在拥有的房屋的现值(万元)	15.281	10.195
		生活耐用品指数	<i>HPC5</i>	9种耐用品的拥有情况,拥有某种耐用品则记为1,加总后除以9	0.535	0.18424
		生产机械指数	<i>HPC6</i>	3种生产机械的拥有情况,拥有某种机械则记为1,加总后除以3	0.407	0.24729
	金融资本	非农收入	<i>HFC1</i>	2014年家庭成员,非农就业的总收入(元)	30323.3939072.862	
		农业收入	<i>HFC2</i>	所有地块的农业收入(平均单产*出售比例*平均单价*面积)加总(元)	25269.21930090.713	
		教育支出	<i>HFC3</i>	农户“大、中和小学生学杂和技能培训费用支出”等(元)	7780.04615637.731	
农户的生计脆弱性 <i>Y</i>		保险支出	<i>HFC4</i>	农户中医疗和养老等保险支出,包括合作医疗保险(元)	944.31	1278.938
	是否遇到饮水困难	Y1		干旱发生时是否遇到饮水困难(0=否;1=是)	0.5	0.501
		饮水困难原因数量	Y2	因干旱而遇到饮水困难,造成这些困难的原因个数,如水不够用、取水设施受损等(个)	0.57	0.62
		干旱对生活用品消费的影响	Y3	干旱对生活用品购买方面的影响 (1=购买增加;2=不变;3=购买减少)	2.39	0.524
		干旱对食品购买的影响	Y4	干旱对食品购买方面的影响 (1=购买增加;2=不变;3=购买减少)	2.41	0.546
	干旱	干旱持续天数	<i>X</i>	2014年农户种植苹果受到旱灾的持续天数(天)	100.04	51.065
村庄尺度 <i>V</i>	物质资本	工程指数	<i>V</i>	农户近10年中种植作物,可采用的村庄工程类措施类型的情况,如水库、机井等。33类工程类措施,拥有记为1,加总后除以11	0.097	0.103

第6,对与*X*或*Y*不相关的*M*与*X*相乘,形成交互项,生成新变量(*X***M*)进行层次回归(公式5,6)确定调节变量,当“(R₆²-R₅²)”通过显著性检验,且“层次回归模型(公式6)的*P*值”显著时,

则 M 起到调节作用，并称 M 为调节变量，分析调节效应（表 5）。

第 7，绘制跨尺度路径图（图 3）。具体公式如下：

$$index_i = (s_i - s_{\min}) / (s_{\max} - s_{\min}) \quad (1)$$

式（1）中， $index_i$ 表示标准化后的指标， s_i 是第 i 个计算值， s_{\max} 和 s_{\min} 是指标的最大值和最小值。

计算农户的生计脆弱性指数，

$$Y = \sum index_i p_i \quad (i = 1, 2, 3, 4) \quad (2)$$

式（2）中，生计脆弱性指数为 Y ， p_i 为子指标的权重。

$$Y = \alpha_1 + cX \quad (3)$$

$$M = \alpha_2 + aX \quad (4)$$

$$Y = \alpha_3 + c'X + bM \quad (5)$$

$$Y = \alpha_4 + \beta X + \varphi M + \varepsilon XM \quad (6)$$

式（3）、（4）、（5）、（6）中， X 为干旱持续天数； M 为跨尺度变量。

2 结果与分析

2.1 干旱对生计脆弱性的影响

干旱对生计脆弱性的影响，结果如表 2。干旱持续天数越长，农户生计脆弱性越大。干旱发生时，若农户没有或没能及时采取应对措施，会导致苹果产量下降、品质变差，减少农户的苹果收入^[16]，增加生计脆弱性。

2.2 中介变量和调节变量的选择

通过“相关分析和层次回归”区分跨尺度变量的作用（表 3）。在干旱影响生计脆弱性的过程中，相关分析表明，农户尺度的“三代直系亲属户数（HSC1）”、“生产机械指数（HPC6）”和“保险支出（HFC4）”与“干旱”和“生计脆弱性指数”都显著相关，可能会起到中介作用，而其他变量与干旱或生计脆弱性指数不相关，则可能起到调节作用。层次回归表明，个人尺度的“户主年龄”、自然资本“感知的气温最大值（PNC1）”、风险认知“降雨量变化（PRP2）”和“旱灾程度变化（PRP3）”、灾害认知“灾后信息渠道（PHP2）”；农户尺度的“批发市场距离（HPC2）”和“集市距离（HPC3）”起到了调节作用。

2.3 跨尺度变量的中介和调节效应

将农户尺度的“三代直系亲属户数”、“生产机械指数”和“保险支出”分别作为 M 带入公式 4 和 5，分析中介作用是否显著。依次检验分析系数 a ， b ， c' 或 sobel 的显著性，若 a ， b 都显著则检验 c' ， c' 显著则是部分中介效应显著， c' 不显著则是完全中介效应显著；若 a ， b 至少有一个不显著则检验 sobel，sobel 显著则中介效应显著，否则不显著。结果表明“三代直系亲属户数”和“生产机械指数”起到了完全中介，而“保险支出”没有起到中介作用。

将表 3 中的调节变量“户主年龄、感知的气温最大值、批发市场距离、集市距离、降雨量变化、旱灾程度变化和灾后信息渠道”依次定义为 M_i ($i = 1, 2, \dots, 7$)。通过线性回归（公式 6），分析调节变量处于某区间时干旱与生计脆弱性的关系（正负），以及随调节变量的增加，两者的相关程度（强弱），结果如表 5。

M_1 处于 $[0, 0.7]$ 时，干旱与生计脆弱性正相关，随 M_1 的增加，干旱与生计脆弱性越来越弱，处于 $(0.7, 1]$ 时，干旱与生计脆弱性负相关，随 M_1 的增加，二者相关关系越来越强； M_2 处于 $[0, 0.59]$ 时，干旱与生计脆弱性负相关，随 M_2 增加，二者相关关系越来越弱，处于 $(0.59, 1]$ 时，干旱与生计

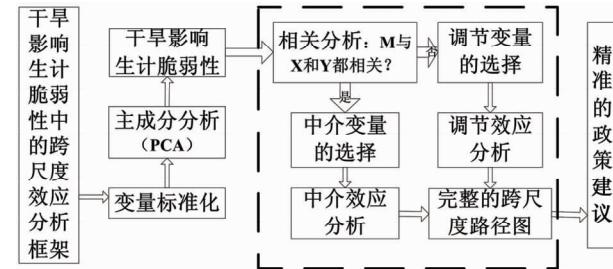


图 2 步骤图

表 2 干旱对生计脆弱性的影响

变量	系数	标准误	t	显著性
(常量)	0.556	0.028	20.221	0.000
干旱持续天数	0.111	0.062	1.773	0.078

因变量：生计脆弱性指数

表3 相关分析与调节变量的选择

跨尺度变量	相关分析		调节变量的选择(层次回归)	
	X	Y	$(R_b^2 - R_s^2)$ 的显著性	公式(6)的P值
PHC1	0.025	-0.037	0.038	0.051
PHC2	-0.120*	-0.077	0.813	0.258
HHC1	-0.111	-0.066	0.293	0.186
PNC1	-0.035	-0.116*	0.015	0.008
PNC2	-0.074	-0.088	0.418	0.162
HNC1	-0.049	-0.028	0.209	0.187
HNC2	-0.109	-0.083	0.402	0.181
PSC1	-0.241***	-0.048	0.256	0.214
HSC1	0.129*	0.129*		
HSC2	-0.029	0.069	0.544	0.203
HPC1	0.046	0.025	0.343	0.252
HPC2	-0.088	-0.067	0.097	0.087
HPC3	-0.243***	-0.071	0.033	0.044
HPC4	0.016	-0.124*	0.150	0.034
HPC5	-0.030	-0.035	0.511	0.290
HPC6	0.180***	0.184***		
HFC1	0.062	-0.040	0.258	0.181
HFC2	-0.073	0.013	0.867	0.358
HFC3	-0.044	0.101	0.590	0.118
HFC4	0.130*	0.119*		
PRP1	-0.019	0.130	0.622	0.067
PRP2	0.278***	0.106	0.009	0.010
PRP3	0.278***	0.080	0.046	0.055
PHP1	-0.099	0.027	0.815	0.324
PHP2	0.114*	-0.023	0.064	0.078
V	0.274***	-0.090	0.119	0.028

注: * 表示 $p < 0.1$; ** 表示 $p < 0.05$; *** 表示 $p < 0.01$; 加粗表示满足选择标准; 层次回归是公式5和6

表4 中介变量的选择和中介效应

变量	$M = \alpha_2 + aX$ (t) (p)	$Y = \alpha_3 + c'X + bM$ (t) (p)	c, a, b, c'或sobel 显著性检验的综合结果	中介效应量(百分比%)
三代直系亲属户数	$M_1 = 0.249 + 0.113X$ (9.592) (1.914) (0.000) (0.057)	$Y = 0.526 + 0.097X + 0.122M_1$ (16.078) (1.546) (1.703) (0.000) (0.124) (0.090)	完全中介显著	0.014 (12.61%)
生产机械指数	$M_2 = 0.333 + 0.196X$ (10.351) (2.690) (0.000) (0.008)	$Y = 0.509 + 0.083X + 0.143M_2$ (15.301) (1.319) (2.479) (0.000) (0.189) (0.014)	完全中介显著	0.028 (25.23%)
保险支出	$M_3 = 0.064 + 0.083X$ (3.382) (1.934) (0.001) (0.054)	$Y = 0.547 + 0.098X + 0.153M_3$ (19.423) (1.562) (1.542) (0.000) (0.120) (0.124)	中介效应不显著 (Sobel = 1.206)	

注: $S_{ab} = \sqrt{a^2 S_b^2 + b^2 S_a^2}$, $S_{ab} < 0.05$, 则 Sobel 显著

脆弱性正相关, 随着 M_2 的增加, 二者相关关系越来越强; M_3 与 M_4 处于 $[0, 1]$, 干旱与生计脆弱性正相

关, 随 M_3 或 M_4 的增加, 二者相关关系越来越强; M_5 与 M_6 处于 [1, 3], 干旱与生计脆弱性正相关, 随 M_5 或 M_6 增加, 二者相关关系越来越弱; M_7 处于 [0, 1.47] 时, 干旱与生计脆弱性正相关, 随 M_7 的增加, 二者相关关系越来越弱, 处于 (1.47, 2] 时, 干旱与生计脆弱性负相关, 随 M_7 的增加, 二者相关关系越来越强。

表 5 调节效应

模型	M 含义	公式 (t) (p)	简单斜率	M_i 取值范围	阈值	X	Y	随 M 的增加, X 与 Y 的相关程度
1	$M_1 = \text{户主年龄}$	$Y = 0.448 + 0.498X - 0.707XM_1$ (5.621) (2.553) (-2.090) (0.000) (0.011) (0.038)	$0.498 - 0.707M_1$	[0, 0.7) (0.7, 1]	63 岁	↑ ↑	↑ ↓	↓↓ ↑↑
2	$M_2 = \text{感知的气温最大值}$	$Y = 0.928 - 0.522X - 0.514M_2 + 0.888XM_2$ (7.266) (-1.983) (-2.975) (2.457) (0.000) (0.049) (0.003) (0.015)	$0.888M_2 - 0.522$	[0, 0.59) (0.59, 1]	33℃	↑ ↑	↓ ↑	↓↓ ↑↑
3	$M_3 = \text{批发市场距离}$	$Y = 0.592 - 0.368M_3 + 0.811XM_3$ (17.477) (-1.853) (1.667) (0.000) (0.065) (0.097)	$0.811M_3$	[0, 1]		↑ ↑	↑ ↑	↑↑
4	$M_4 = \text{集市距离}$	$Y = 0.609 - 0.320M_4 + 0.828XM_4$ (15.939) (-2.133) (2.147) (0.000) (0.034) (0.033)	$0.828M_4$	[0, 1]		↑ ↑	↑ ↑	↑↑
5	$M_5 = \text{降雨量变化}$	$Y = 0.280 + 0.959X + 0.107M_5 - 0.314XM_5$ (2.739) (2.878) (2.777) (-2.656) (0.007) (0.004) (0.006) (0.009)	$0.959 - 0.314M_5$	[1, 3]		↑ ↑	↑ ↑	↓↓
6	$M_6 = \text{旱灾程度变化}$	$Y = 0.342 + 0.761X + 0.082M_6 - 0.240XM_6$ (3.144) (2.260) (2.010) (-2.007) (0.002) (0.025) (0.046) (0.046)	$0.761 - 0.240M_6$	[1, 3]		↑ ↑	↑ ↑	↓↓
7	$M_7 = \text{灾后信息渠道}$	$Y = 0.510 + 0.285X - 0.194XM_7$ (11.619) (2.568) (-1.859) (0.000) (0.011) (0.064)	$0.285 - 0.194M_7$	[0, 1.47) (1.47, 2]	1.47 个	↑ ↑	↑ ↓	↓↓ ↑↑

注: 增加 - ↑, 减少 - ↓, 越来越强 - ↑↑, 越来越弱 - ↓↓

3 讨论

为了更清晰地理解跨尺度变量在干旱影响生计脆弱性中的作用机制, 将中介和调节变量等的作用关系绘制在图 3 中。

(1) 个人尺度的“户主年龄、感知的气温最大值、降雨量变化、旱灾程度变化和灾后信息渠道”起到了调节作用。

在表 5 中户主年龄的调节阈值为 63 岁, 标准化后为 0.7, 由于年轻农户从事农业劳动的机会成本较高, 多数会选择外出打工, 但随年龄的增大, 会回乡务农^[17]。当年龄小于 63 时, 随着年龄的增加, 户主的经验不断丰富, 当感知的干旱越来越严重时, 生计脆弱性会增加, 但增加的幅度越来越慢, 表明年龄的调节使两者的关系越来越弱^[18]; 而当年龄大于 63 时, 户主拥有了成熟的种植和果园管理的技术以及应对各种灾害需要的物质资本, 且先进农业技术的采用, 使丰富的生产经验带来的收益远远大于劳动者体能的下降造成的损失^[19], 因此随着年龄的增加, 当感知的干旱增加时, 农户生计脆弱性反而减小, 即年龄的调节使两者负相关。

感知的气温最大值调节阈值为 33℃, 对应于 0.59 (表 5) 适宜的温度对苹果生长十分重要, 过低或过高都会降低苹果的品质和产量^[20]。全球气候变暖下, 黄土高原的最高气温上升, 且 $\geq 30^\circ\text{C}$ 的高温日数增多, 影响着苹果的有效积温^[21]。当感知的气温最大值低于 33℃, 随着感知温度的增加, 逐渐达到苹果

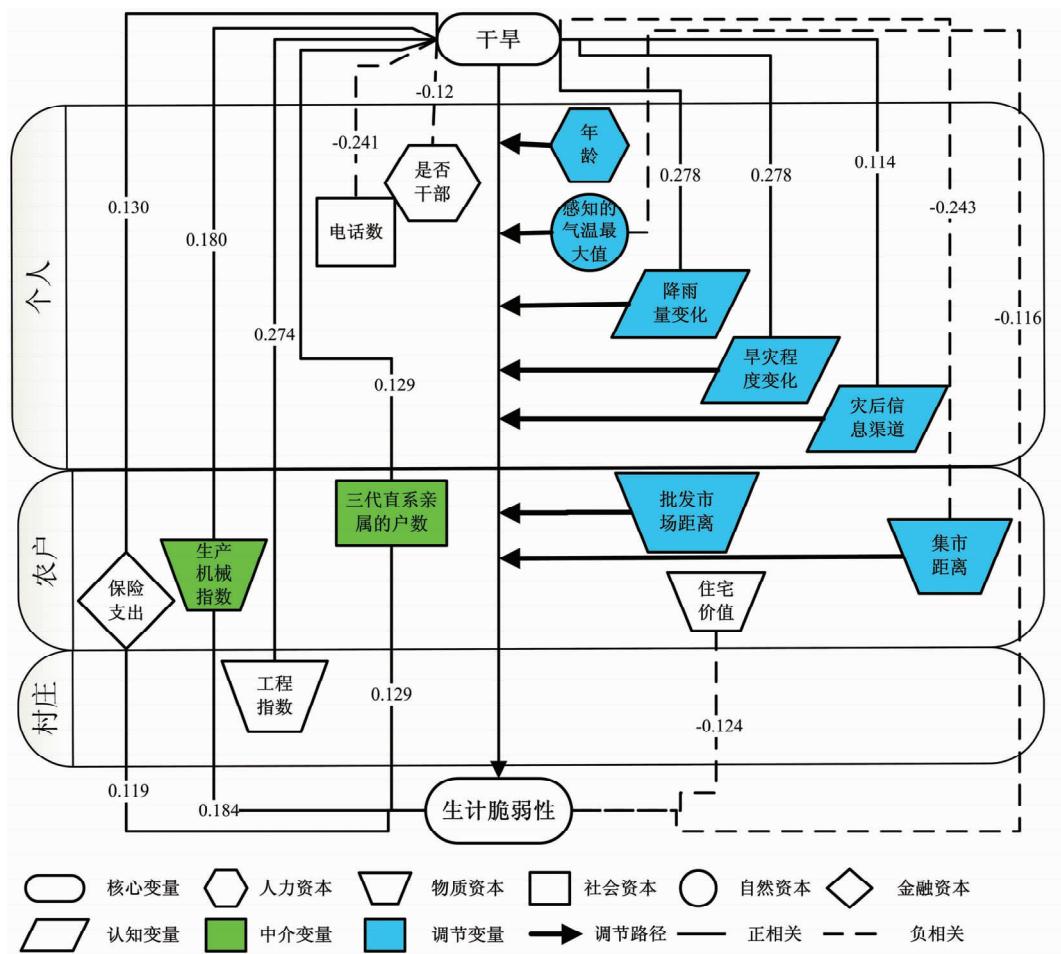


图3 跨尺度变量的中介与调节

生长的最适温度，干旱增加时，农户生计脆弱性会减小^[22]，感知温度的调节，使干旱与生计脆弱性负相关；而当感知的气温最大值高于33℃，随着感知温度的增加，逐渐远离苹果生长的最适温度，当干旱增加时，农户生计脆弱也会增加，感知温度的调节使两者关系越来越强^[23]。

对气候变化的正确认知有利于果园管理^[24]。如对近10年降雨量、旱灾如何变化的正确认识，能够提醒农户在灾前进行必要的资本储备，避免旱季来临时的手足无措。同样灾后防治信息获取途径的不断增加，能够指导农户采取科学的手段，降低灾害损失。灾后渠道的阈值为1.47，当灾后渠道数小于1.47时，随着渠道数的增加，干旱增加时，农户生计脆弱性也增加，但增加的幅度越来越小，灾后渠道的调节使两者关系越来越弱；当灾后渠道数大于1.47时，随着渠道数的增加，干旱增加时，农户生计脆弱性反而减小，灾后渠道数的调节使两者负相关。

(2) 农户尺度的“批发市场距离和集市距离”起到了调节作用，“三代直系亲属户数和生产机械指数”起到了中介作用。

距离农产品批发市场和集市越远，“信息交流不足、交易成本偏高、物质资源匮乏”等问题越严重，越会增加干旱对农户生计脆弱性的影响程度。

干旱发生时，通常直系亲属户数越多，越能帮助减弱干旱对生计脆弱性的影响，然而分析中常常忽略了家族中实际的务农人数以及亲戚间的复杂关系。现如今，多数子女都外出务工，导致干旱发生时劳动力需求远远大于家中的务农人数^[25]；除此之外，亲戚户数越多矛盾也就越多，干旱发生时相互之间推脱，不愿提供帮助，因此越是依赖子女或者亲戚提供帮助的农户，其生计脆弱性越大，这与Paul等的研究一

致，社会资本对生计有负面影响^[26]。随着干旱的增加，农户进行灌溉、杀虫等需要的生产机械增加，对金融资本的消耗也就增加，进而增加了生计脆弱性。

不论有没有发生干旱，住宅价值都会直接影响生计脆弱性，且住宅价值越大，农户的生计脆弱性越小^[27]，表明物质资本的充足可以保证农户的基本生活，减少对其他资本的消耗，以降低干旱的影响程度。

(3) 村庄尺度的工程措施既没有起到中介作用，也没有起到调节作用。从图3可以看出干旱下对工程措施的需求是增加的，然而对“工程措施”描述性统计后发现，工程类措施十分短缺的，67%的农户所在村庄拥有的工程指数小于1，且42.2%的为0，因此农户根本无法依赖工程措施。

4 结论

该文基于陕甘宁的218个农户调查数据，采用线性回归和层次回归分析跨尺度变量在干旱影响生计脆弱性中的中介和调节效应。研究结论如下。

(1) 户主年龄的调节作用是显著的，随着年龄的增加，经验增加，农户处理干旱的能力越强；科学的风险认知可帮助农户进行灾前的预防性准备，及时准确的灾后信息获取可帮助农户积极开展灾后的恢复性活动，缓解或减少灾害损失，改善生计状况；对温度的正确感知可提高果园的管理效率，因此，政府应积极组织农户学习灾害防御知识，提高农户认知和应对能力；鼓励农户采用先进的农业技术采用，提高果园管理水平。

(2) 由于资本之间可以相互转换的，当“住宅价值、生产机械指数、集市的距离”等物质资本储备充足时，干旱发生会减少对金融资本的消耗，从而减小生计脆弱性。面对干旱下农户资本的缺乏，政府可以基于农业补贴等政策，帮助农户摆脱困境，实现生计的可持续。同样水利设施建设的加强在未来农业发展中也至关重要。

(3) 该文将农户拥有的生计资源进行分层归类，通过分析跨尺度变量的中介和调节作用，为跨尺度效应的实证研究提供了科学的方法，为制定减少生计脆弱性的政策提供了科学有效的依据。

参考文献

- [1] 史俊宏. 干旱风险冲击下牧户适应性生计策略及其影响因素. 中国农业资源与区划, 2015, 36 (7): 89–95.
- [2] Keshavarz M, Maleksaeidi H, Karami E. Livelihood vulnerability to drought: A case of rural Iran. International Journal of Disaster Risk Reduction, 2016, 21.
- [3] 冯晓龙. 基于分层模型的苹果种植农户气象灾害适应性行为研究. 资源科学, 2015, 37 (12): 2491–2500.
- [4] 付瑶. 青藏高原藏族牧民的气候变化适应性. 2012.
- [5] Adger W N, Arnell N W, Tompkins E L. Adapting to climate change: perspectives across scales. Global Environmental Change, 2005, 15 (2): 0–76.
- [6] Lyle G. Understanding the nested, multi-scale, spatial and hierarchical nature of future climate change adaptation decision making in agricultural regions: A narrative literature review. Journal of Rural Studies, 2015, 37: 38–49.
- [7] Huai J. Integration and Typologies of Vulnerability to Climate Change: A Case Study from Australian Wheat Sheep Zones. Scientific Reports, 2016, 6: 33744.
- [8] Khayyati M, Aazami M. Drought impact assessment on rural livelihood systems in Iran. Ecological Indicators, 2016, 69: 850–858.
- [9] Nieves García de Frutos, José Manuel Ortega Egea. Environmental Information Influences on Pro-environmental Behaviour Aimed at Fighting Climate Change: Main and Moderating Effects. 2011.
- [10] 胡江霞, 文传浩. 社会网络、风险识别能力与农村移民可持续生计——基于代际差异视角. 技术经济, 2017, 36 (4): 110–116.
- [11] Reed M S, Podesta G, Fazey I, et al. combining analytical frameworks to assess livelihood vulnerability to climate change and analyse adaptation options. Ecological Economics, 2013, 94 (Complete): 66–77.
- [12] 杨明, 温忠麟, 陈宇帅. 职业胜任力在工作要求—资源模型中的调节和中介作用. 心理科学, 2017 (4): 822–829.
- [13] Monirul Alam G M, Alam K, Mushtaq S, et al. Vulnerability to climatic change in riparian char and river-bank households in Bangladesh: Implication for policy, livelihoods and social development. Ecological Indicators, 2017, 72: 23–32.
- [14] Hahn M B, Riederer A M, Foster S O. The Livelihood Vulnerability Index: A pragmatic approach to assessing risks from climate variability and

- change—A case study in Mozambique. *Global Environmental Change*, 2009, 19 (1): 0–88.
- [15] R M Baron, D A Kenny. The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: conceptual, strategic, and statistical considerations. *Journal of Personality & Social Psychology*, 1986, 51 (6): 1173–1182.
- [16] Huai J. Role of Livelihood Capital in Reducing Climatic Vulnerability: Insights of Australian Wheat from 1990–2010. *Plos One*, 2016, 11 (3): e0152277.
- [17] 胡贤辉. 农业劳动力年龄对农户耕地利用效率的影响——来自不同经济发展水平地区的实证. *资源科学*, 2011, 33 (9): 1691–1698.
- [18] 张钦, 赵雪雁, 雉丽, 等. 高寒生态脆弱区气候变化对农户生计的脆弱性影响评价——以甘南高原为例. *生态学杂志*, 2016, 35 (3): 781–790.
- [19] 谈存峰. 技术进步、技术效率与农业生产率增长——基于甘肃省的实证分析. *中国农业资源与区划*, 2015, 36 (6): 93–98.
- [20] 姚晓红, 许彦平, 秘晓东. 气候变化对天水苹果生长的影响及对策研究. *干旱地区农业研究*, 2006, 24 (4): 129–133.
- [21] 申顺吏, 杨俊梅, 王星星. 影响山西苹果产量的气候因子分析及产量预测. *中国气象学会年会 s14 提升气象科技创新能力, 保障农 业丰产增效*. 2016.
- [22] 段晓凤, 张磊, 金飞, 等. 气象因子对苹果产量、品质的影响研究进展. *中国农学通报*, 2014, 30 (7): 33–37.
- [23] 李星敏, 柏秦凤, 朱琳. 气候变化对陕西苹果生长适宜性影响. *应用气象学报*, 2011, 22 (2): 241–248.
- [24] 韩林. 环境变化对民勤绿洲边缘区农村家庭生计的影响研究. 兰州大学, 2013.
- [25] 谷雨, 王青. 新时期不同类型农户生计脆弱性研究——以重庆市合川区为例. *湖北农业科学*, 2013, 52 (7): 1715–1720.
- [26] Paul C J, Weinthal E S, Bellemare M F, et al. Social capital, trust, and adaptation to climate change: Evidence from rural Ethiopia. *Global Environmental Change*, 2016, 36: 124–138.
- [27] 李慧玲, 马海霞, 杨睿. 棉花主产区棉农生计资本对生计策略的影响分析——基于新疆玛纳斯县和阿瓦提县的调查数据. *干旱区资源与环境*, 2017, 31 (5): 57–63.

MEDIATING AND MODERATING EFFECTS IN THE IMPACT OF DROUGHT ON LIVELIHOOD VULNERABILITY *

Su Meirui, Liu Pengwei, Wu Xiaoping, Huai Jianjun^{*}

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

Abstract The impact of cross-scale variables on livelihood vulnerability under climate change is mostly qualitative study, and empirical studies are rarely conducted. Therefore, the paper used empirical analysis to explore the role of cross-scale variables in the impact of drought on livelihood vulnerability. Based on the survey data of 218 households in the Loess Plateau, the mediating and moderating effects of cross-scale variables in the impact of drought on livelihood vulnerability were investigated by the linear regression and hierarchical regression analysis. The results showed that drought had a significant impact on the livelihood vulnerability of rural households. In the process of drought impacting on livelihood vulnerability, the "age of household head, perceived maximum temperature, rainfall changes, drought degree changes, and post-disaster information channels" at the scale of persons and the "wholesale markets' distance and village fairs' distance" at the scale of households played a moderating role; the "three generations of immediate family members' number of households and production machinery index" at the scale of the households played a mediating role; and the "engineering measures" had neither played a moderating role nor a mediating role at the scale of village. This paper used mediating and moderating effects to reflect the interaction of cross-scale variables, provided scientific methods in the empirical research of cross-scale effects, and made up for the gaps in existing research. This provides a scientific and effective basis for formulating policies to reduce the livelihood vulnerability of rural households.

Keywords households; drought; livelihood vulnerability; mediating effect; moderating effect