

引用格式:郭浩, 江耀, 王静爱, 等. 旱灾风险防范下农户种植策略与政府主导目标一致性: 以内蒙古兴和县为例[J]. 资源科学, 2021, 43(9): 1889-1902. [Guo H, Jiang Y, Wang J A, et al. Consistency of farmers' planting strategies and government objectives for drought risk governance: A case study of Xinghe County of Inner Mongolia[J]. Resources Science, 2021, 43(9): 1889-1902.] DOI: 10.18402/resci.2021.09.14

# 旱灾风险防范下农户种植策略与政府主导目标一致性 ——以内蒙古兴和县为例

郭浩<sup>1,2,3</sup>, 江耀<sup>3</sup>, 王静爱<sup>3,4</sup>, 梁勤欧<sup>1,2</sup>

(1. 浙江师范大学地理与环境科学学院, 金华 321004; 2. 浙江师范大学遥感与环境灾害研究中心, 金华 321004; 3. 北京师范大学地理科学学部, 北京 100875; 4. 青海省人民政府—北京师范大学高原科学与可持续发展研究院, 西宁 810008)

**摘要:**气候变化背景下旱灾频率、范围和强度的增加给农业生产活动带来极大的影响, 为了解旱灾风险防范过程中, 农户行为与政府目标的一致性程度, 促进农户与政府风险防范协同一致, 本文从提高经济收入和增强干旱适应两个维度评价内蒙古兴和县农户的种植策略及其与政府规划目标的一致性, 并计算一致性指数。结果表明: ①有81.67%的农户种植策略受经验影响较大, 选择种植适应性较高的作物, 农业种植条件相对较好的农户其种植策略更侧重干旱适应性, 以保证稳定的农业生产; ②根据农户种植策略与政府目标的差异, 可将农户划分为4类, 其中高收入-高适应型农户仅占9.98%, 且主要分布在兴和县政府驻地附近, 约有20.69%的农户属于低收入-低适应型, 主要分布在研究区的南北边界地带, 其与政府目标的一致性水平较低, 一致性指数平均值为-0.106, 低收入-高适应型农户和高收入-低适应型农户分别占有所有农户的60.26%和9.07%; ③总种植面积和作物多样性两个因素对农户种植策略与政府目标一致性影响最大, 其中作物多样性对经济收入偏低农户的目标一致性有正向影响, 而对经济收入偏高的农户则具有负向的影响。本文可为旱灾风险防范相关政策制定, 提升综合风险防范水平等提供科学参考。

**关键词:**农业旱灾; 风险防范; 种植策略; 降水耦合度; 目标一致性; 雨养农业区; 内蒙古兴和县

DOI: 10.18402/resci.2021.09.14

## 1 引言

近百年来, 全球气候变暖已成为不争的事实<sup>[1]</sup>, 气候变化专门委员会(IPCC)第6次评估报告显示, 自1850—1900年以来, 全球地表平均温度已上升约1℃<sup>[2]</sup>。在气候变暖和降水的不确定性双重影响下, 全球干旱可能呈加重的趋势。未来30~90年受降水减少或蒸散增加的影响, 全球大部分地区将可能遭受更加严重和普遍的干旱<sup>[3]</sup>。旱灾是造成农业损失最大的自然灾害类型之一, 据统计, 1950—2019年

中国因旱灾导致的粮食年均损失达163.57亿kg, 年均受灾面积约为 $201.47 \times 10^5 \text{ hm}^2$ <sup>[4]</sup>。旱灾严重威胁着农业生产和粮食安全, 预防和减轻干旱灾害, 加强农业旱灾风险防范已成为当今灾害研究中重要课题之一。

农户是旱灾的主要承灾体, 也是应对旱灾的最主要参与者, 农户作为社会基本单元, 其对整个区域的旱灾风险防范起到关键作用<sup>[5]</sup>。国内外有相当多的研究从农户的角度出发评估区域旱灾风险防

收稿日期: 2020-11-13, 修订日期: 2021-07-28

基金项目: 国家自然科学基金项目(41671501)。

作者简介: 郭浩, 男, 安徽宿州人, 讲师, 主要从事自然灾害风险评估与风险防范研究。E-mail: ghzjnu@zjnu.edu.cn

通讯作者: 梁勤欧, 男, 内蒙古呼和浩特人, 教授, 主要从事地理信息系统应用研究。E-mail: qoliang@sina.com

范水平,如分析耕地面积、家庭资产、机械化设备、牲畜数量等农户所拥有的物质条件对区域旱灾风险防范水平的贡献<sup>[6-8]</sup>;或从农户的家庭劳动力、受教育程度、社会联系等方面开展旱灾应对研究<sup>[9,10]</sup>。除上述表示农户的属性指标外,农户的行为和策略对旱灾应对也有着至关重要的作用<sup>[11,12]</sup>,如作物轮作的方式、作物种类的选择、耕种的时间、施肥和灌溉量的把控、保险的购买等行为同样影响着农户抵御旱灾的能力乃至整个区域的旱灾风险防范水平<sup>[13-15]</sup>。由此可见,在旱灾风险防范过程中农户的行为以及策略的选择是需要考量的重要维度。

地方政府是区域旱灾风险防范中另一类重要参与者。政府可以通过干预的手段约束农户的行为,或通过宣传、补贴等方式鼓励农户的行为<sup>[16-18]</sup>。政府的主导和激励可促进农户在作物轮种<sup>[19]</sup>,病虫害防治<sup>[20]</sup>、水土保持<sup>[21]</sup>、土地流转<sup>[22]</sup>等各方面行为作出适当的调整。在旱灾应对方面,有学者探究政府补贴和支持对农户节水灌溉技术采用的影响,发现政府各种类型的补贴对农户节水技术的采用有显著的促进作用<sup>[23,24]</sup>。也有学者发现政府提供的预警支持、资金补贴等调控手段能够有效促进农户采取旱灾应对措施的积极性<sup>[25]</sup>。因此,在旱灾风险防范过程中仅关注农户采取的行动和策略是不够的,相关政府的规划、引导和行动也必须得到重视。

农户和政府作为两类主要的参与主体,在区域灾害风险防范过程中,既有合作也有博弈<sup>[26,27]</sup>。农户更多考虑自身的利益,而政府关注区域整体的效益,这可能导致政府虽然作出巨大的努力,依然得不到农户的支持与响应<sup>[28]</sup>。因此,农户采取的行为和策略是与政府引导或规划方向一致,还是与政府目标背道而驰?这是多主体参与的风险防范过程必须要考虑的问题。越来越多的实证研究表明,灾害风险防范的效果取决于主体之间的协调及合作程度<sup>[29,30]</sup>。可见,若要实现区域应对旱灾能力的提升、防灾减灾资源的充分利用,需要考虑农户与政府在旱灾风险防范过程中的一致性。若农户的行为策略与政府目标保持一致,则有助于两者达成共识,促进相互配合,增强凝聚力<sup>[31]</sup>,从而提高区域风险防范水平。

种植策略是农户最主要的行为策略之一,它是

指在从事农业生产活动过程中农户受到自身或外部因素驱动,种植不同作物从而实现其提高收入、减少损失的目标。农户种植策略会极大地影响一个地区的旱灾损失程度和风险水平。在旱灾强度和农户的耕种面积相同的情况下,不同的种植策略下会导致不同的种植结构,进而造成灾害损失的差异<sup>[32,33]</sup>。由于干旱半干旱地区农业种植环境恶劣,在不适宜传统作物生长的气候或生态环境下,农户选择种植的作物种类以及每种作物种植面积的大小尤为重要,其在很大程度上决定了农户相对于干旱的暴露和敏感程度。因此,本文以半干旱雨养农业区的内蒙古兴和县为例,基于农户调研数据,从经济收入和干旱适应两个方面分析农户的种植策略,探究不同地区、不同类型农户种植策略的差异性。同时建立旱灾风险防范目标一致性指数,计算农户的种植策略与政府引导和规划目标的一致性,并分析影响一致性的主要因素。为促进旱灾风险防范过程中农户与政府达成共识,加强主体间凝聚力,提高政府引导和规划的有效性,提升区域旱灾风险防范水平等提供参考。

## 2 研究方法 with 数据

### 2.1 基本原理与假设

农户的种植策略往往同时受到外部市场经济和自身种植经验的影响,其中市场经济通过粮食收购价格、生产成本等驱动农户选择经济利润较高的作物。在半干旱的环境下长期形成的种植经验,包括农户的灾害经历、灾害风险防范的意识等<sup>[34,35]</sup>驱动着农户选择干旱适应性较强的作物。对于地方政府而言,提高农户经济收入、降低灾害损失是开展农业灾害风险防范的主要目标。这两个目标驱动着政府从作物干旱适应性和作物的利润两个角度考虑当地的种植结构和农业发展规划。因此,提高作物干旱适应性和增加作物经济收入是政府主导和规划的两个目标,也是市场和经验驱动下农户种植策略的两种方向(图1)。

市场和经验两种驱动因素对各个农户有着不同程度的影响,会造成各农户种植策略侧重点的差异。受种植经验驱动较强的农户,更侧重于干旱适应性,多选择耐旱作物;受市场经济驱动较强的农户,更注重经济利润,偏爱收入较高的作物。同样,政

2021年9月

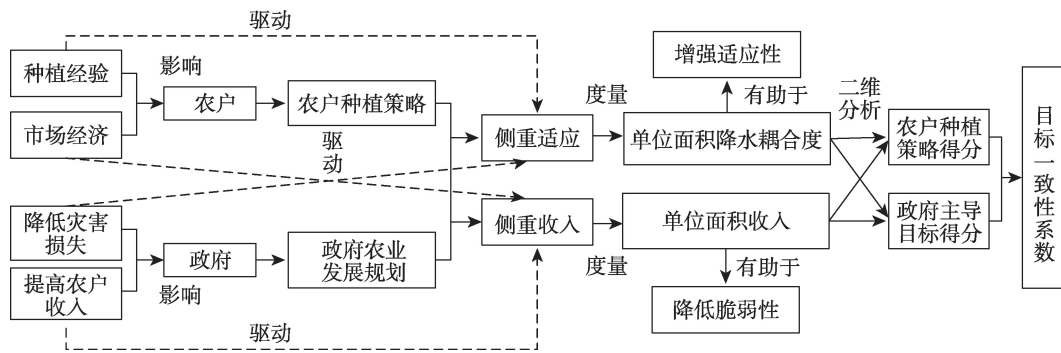


图1 农户种植策略与政府目标一致性评价思路

Figure 1 Evaluation of the consistency between farmers' planting strategies and government objectives

府在提高适应性和增加经济收入两个目标上的侧重点不同,也会导致各地区的农业种植规划有较大差异。当政府以提高农户收入为主要目标时,会侧重于鼓励农户种植具有良好经济效益的作物;当政府以促进干旱适应性为主要目标时,则侧重于鼓励农户种植耐旱作物(图1)。

因此,本文从经济收入和干旱适应两个维度分析农户的种植策略和政府的主导目标。通过单位面积降水耦合度分别计算农户种植策略和政府主导目标的适应性维度得分,通过作物单位面积收入计算农户和政府的经济维度得分,并基于空间距离计算得到农户种植策略与政府主导目标的一致性系数(图1)。

## 2.2 样本采集与特征

### 2.2.1 样本采集

兴和县属于内蒙古自治区中部,位于晋蒙冀三省交界处。该地区属于半湿润向半干旱过渡的地带,降水极不稳定,素有“十年九旱,靠天吃饭”的说法,是典型的半干旱雨养农业区,同时该地区也位于北方农牧交错带,是种植业与畜牧业的过渡区,因此,该地区也是中国农业生产环境最为脆弱的地区之一。

兴和县总面积达到3518.0 km<sup>2</sup>,其中耕地面积753.3 km<sup>2</sup>,占全县总面积的21.4%,耕地中有90%以上为旱地。地形整体从东南到西北呈下降趋势,平均海拔1500 m(图2)。兴和县粮食作物主要包括土豆、玉米、胡麻及其他杂粮、杂豆。南部地区以山地为主,占全县总面积的25.3%,主要种植杂粮杂豆,种植面积达到9万亩;中部主要为平原区,占全县面

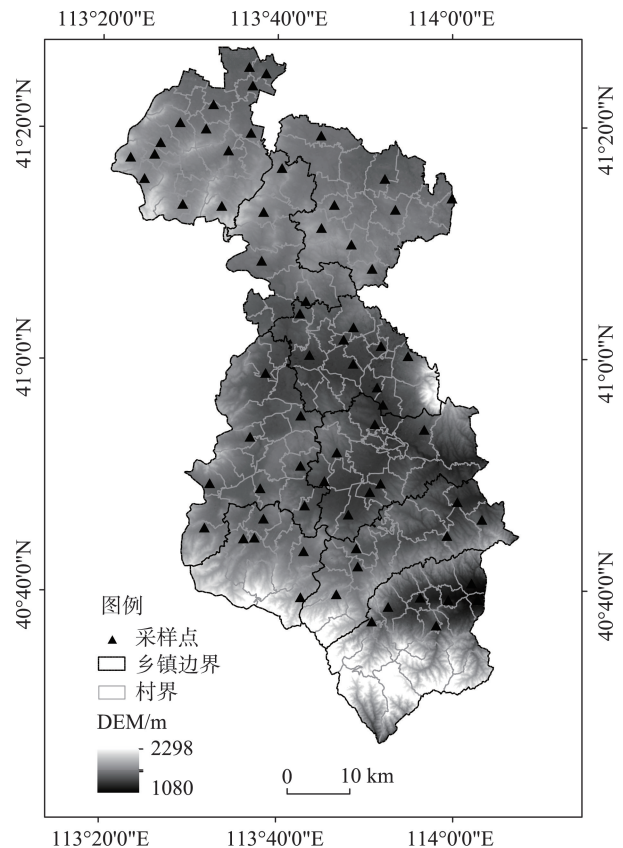


图2 采样点分布

Figure 2 Location of the sampling sites

积的38.2%,该区土地平整适合大型机械化种植,大力发展蔬菜产业,面积达到6.5万亩,占全县蔬菜种植总面积65.0%;北部地区以丘陵地形为主,农户多种植土豆,面积30万亩,占全县土豆种植总面积71.0%,整体形成了“北薯中菜南杂粮”的作物种植分布格局。

农户入户调查于2017年在内蒙古兴和县的各



个乡镇全面展开,采用多阶段随机抽样方法,在每个乡镇按照其行政村总数 30%以上的比例随机选择采样点,最终共走访调查 68 个行政村,在每个行政村采样点内随机抽样调查约 10 个农户样本,最终回收有效农户问卷 551 份(图 2)。从农户的采样数据来看,土豆、胡麻和莜麦是当地种植最为广泛的 3 种作物,在所有调查的农户中有 78.95%的农户有种植土豆,有 60%以上的农户种植胡麻和莜麦。

2.2.2 样本特征

当前农村“空心化”现象非常普遍,当地从事农业生产活动的大多以留守的老人为主<sup>[36]</sup>,这也导致调查采集的农户样本呈现一些明显的特征,具体如下表 1 所示。①样本中男性比例远高于女性,占有被访者的 82.03%,这一方面由于女性被访者往往保持较高的警惕性,另一方面对于作物收购价格、作物产量等信息的了解程度往往不及男性被访者;②从年龄分布来看,60 岁以上的被访者占较大比例,约占总样本的 64.07%;③整体受教育程度偏低,有 90%以上属于初中及以下学历水平;④从耕种面积来看,以零碎的小面积耕地为主,多小于 30 亩以下,其中又以 10~20 亩所占比例最大,达到总样本的 32.31%;⑤本文采用 Shannon-Wiener 指数表征农户种植作物的多样性<sup>[37]</sup>。农户种植的作物种类越丰

富,均一性越好,Shannon-Wiener 指数越大,当农户全部耕地只种植一类作物时,指数取最小值 0。样本中,大部分农户会选择多种作物种植,以降低单一作物的风险,Shannon-Wiener 指数大于 1 的占总样本的 79.31%。

2.3 农户与政府目标一致性分析

兴和县政府在近年的《政府工作报告》和《农牧业发展思路》中均有提到要“支持气象灾害防御,提高农牧业防病抗灾能力”,实现“农民增收、农业增效、农村发展”的目标。在这一目标指导下,兴和县每年制定《农业种植发展规划》,在规划中明确各乡镇主要农作物(玉米、土豆、莜麦等)的种植面积,引导当地农户调整种植结构,逐步形成适宜当地的农作物种植格局,实现降低灾害损失,增加农户收入的目的。

本文分别从干旱适应性和经济收入两个维度评价农户种植策略与政府主导目标的一致性。首先,通过问卷调查获取各农户的种植结构,根据种植结构分别计算农户的单位面积降水耦合度和单位面积经济收入,从而确定农户在两个维度上的得分;其次,参考 2012—2016 年当地政府制定的《农业种植发展规划》,确定规划中各乡镇的种植结构,根据规划种植结构计算其单位面积降水耦合度和单

表 1 样本农户基本特征及描述统计

Table 1 Characteristics and descriptive statistics of samples

统计类别	指标	数量/户	比例/%	统计类别	指标	数量/户	比例/%
性别	男	452	82.03	抚养比/%	≥50	116	21.05
	女	99	17.97		< 50	102	18.51
年龄/岁	<50	62	11.25	总种植面积/亩	50	151	27.41
	[50, 60)	136	24.68		(50, 100)	68	12.34
	[60, 70)	235	42.65		100	230	41.74
	≥70	118	21.42		<10	107	19.42
					[10, 20)	178	32.31
受教育程度	不识字	106	19.24	作物多样性	[20, 30)	117	21.23
	小学	209	37.93		[30, 50)	89	16.15
	初中	188	34.12		≥50	60	10.89
	高中或中专	39	7.08		0.0	42	7.62
	大专及以上	9	1.63		(0.0~1.0)	72	13.07
家庭人口/人	≤2	317	57.53		[1.0, 1.5)	138	25.05
	[3, 4]	182	33.03		[1.5, 2.0)	203	36.84
	≥5	52	9.44		≥2.0	96	17.42
抚养比/%	0	368	66.79				
	(0, 50)	67	12.16				



2021年9月

位面积经济收入,从而确定政府规划在两个维度上的得分;最终,对比农户与乡镇规划在干旱适应和经济收入两个维度上的得分差异,计算其一致性系数。

### 2.3.1 干旱适应性维度的计算

干旱适应性通过计算农户种植策略和政府规划目标的单位面积作物需水和降水耦合度表示。本文利用校正过的 SIMETAW (Simulation Evapotranspiration of Applied Water) 模型计算研究区作物的生长季需水量, SIMETAW 模型由美国加州大学戴维斯分校开发,其具有所需输入参数较少,操作简便的优势,仅需作物生长期每日最高气温、最低气温、露点温度、降水量、太阳净辐射和风速等基本气象数据即可准确估算作物生育期需水量<sup>[38-40]</sup>。

SIMETAW 模型采用联合国粮农组织 (FAO) 推荐的 Penman-Montieth 公式计算作物蒸散量<sup>[41]</sup>,具体如公式(1)所示。

$$ET_0 = \frac{0.408 \cdot \Delta \cdot (R - G) + \gamma \cdot \frac{900}{273 + T} \cdot \mu_2 \cdot (e_a - e_d)}{\Delta + \gamma \cdot (1 + 0.34 \cdot \mu_2)} \quad (1)$$

$$\Delta = \frac{4098 \cdot e_a}{(T + 237.2)^2} \quad (2)$$

$$e_a = 0.611 \exp\left(\frac{17.27T}{T + 237.3}\right) \quad (3)$$

$$\gamma = 0.00163 \cdot P / \lambda \quad (4)$$

$$P = 101.3 \times \left(\frac{293 - 0.0065Z}{293}\right)^{5.26} \quad (5)$$

$$\lambda = 2.501 - (2.361 \times 10^{-3}) \cdot T \quad (6)$$

式中:  $ET_0$  为作物蒸散量 (mm/d);  $\Delta$  是温度饱和水汽压关系曲线上在  $T$  处的切线斜率 (kPa/°C);  $R$  表示净辐射量 (MJ/m<sup>2</sup>·d);  $G$  为土壤热通量 (MJ/m<sup>2</sup>·d);  $T$  为平均气温 (°C);  $\mu_2$  为 2 m 高处风速 (m/s);  $e_a$  和  $e_d$  分别

表示饱和水汽压和实际水汽压 (kPa);  $\gamma$  为湿度表常数 (kPa/°C);  $P$  为气压 (kPa/°C);  $\lambda$  为潜热 (MJ/kg<sup>-1</sup>);  $Z$  表示海拔 (m)。

基于作物的需水量结合降水数据可计算不同作物的降水耦合度,本文中降水耦合度采用公式(7)和公式(8)来计算。

$$C_i = \begin{cases} Pr_i / ET_i & (Pr_i < ET_i) \\ 1 & (Pr_i \geq ET_i) \end{cases} \quad (7)$$

$$C = \sum_{i=1}^n \frac{ET_i}{ET_t} C_i \quad (8)$$

式中:  $C_i$  为第  $i$  个时期的降水耦合度,降水耦合度取值范围为 [0, 1], 值越大表明作物需水量与当地降水量的耦合程度越高;  $Pr_i$  为  $i$  时期的降水量;  $ET_i$  表示  $i$  时期的作物需水量;  $C$  为作物整个生育期的降水耦合度;  $ET_t$  为作物整个生育期的需水量。

由此,农户种植策略和政府规划目标的单位面积作物需水量与降水的耦合度可通过公式(9)计算得到。

$$U = \frac{\sum_{j=1}^m S_j \cdot C_j}{S} \quad (9)$$

式中:  $U$  表示单位面积作物需水量与降水量的耦合度;  $S_j$  和  $C_j$  分别表示第  $j$  种作物的种植面积和降水耦合度;  $m$  表示作物种植或规划的种类数;  $S$  表示种植总面积。

### 2.3.2 经济收入维度的计算

经济收入维度通过计算单位面积作物可获得的经济利润来表示。农产品批发商的集中收购是当地农户出售农产品的主要方式,因此农作物获得的经济收入受到了收购价格、收获量、成本投入等方面的影响。分别根据农户种植结构和政府规划的种植结构计算单位面积经济收入(式(10))(表2)。

表2 农户各类作物平均产量和收购价格

Table 2 Average yield and purchase price of crops of smallholders

作物	平均产量/(0.5 kg/亩)	平均收购价格/(元/0.5 kg)	作物	平均产量/(0.5 kg/亩)	平均收购价格/(元/0.5 kg)
玉米	592.35	0.74	土豆	1776.84	0.58
小麦	172.60	0.98	胡麻	136.62	2.25
莜麦	200.67	1.23	葵花	303.46	2.04
谷黍	373.04	1.33	甜菜	4250.00	0.23
豆类	179.78	1.99	青贮玉米	4416.67	0.15

$$U_p = \frac{\sum_{j=1}^m [S_j \cdot (Y_j \cdot P_j - H_j)]}{S} \quad (10)$$

式中:  $U_p$  表示单位面积经济收入;  $Y_j$  表示  $j$  类作物平均单位面积产量;  $P_j$  表示  $j$  类作物平均收购单价;  $H_j$  表示  $j$  类作物的消耗成本。

其中各类作物在当地的收购单价和单位面积产量依据被调查的 551 位农户提供的数据的平均值计算得到。农户对各类作物的直接投入成本主要参考《全国农产品成本收益资料汇编 2017》<sup>[42]</sup> 中内蒙古地区不同作物的直接生产费用, 包括种子、化肥、农药、设施、机械等成本总和。

### 2.3.3 基于空间距离的目标一致性指数计算

根据上文所述, 分别计算农户种植策略和政府规划目标在干旱适应性和经济收入两个维度上的得分。由于单位面积降水耦合度和单位面积经济收入数值差异较大, 为消除两个维度的数值差异, 首先对两个维度计算结果进行极差标准化, 标准化公式如(11)和(12)所示。

$$X'_k = \frac{X_k - \min X}{\max X - \min X} \quad (11)$$

$$Y'_k = \frac{Y_k - \min Y}{\max Y - \min Y} \quad (12)$$

式中:  $X'_k$  和  $Y'_k$  分别表示标准化后的单位面积降水耦合度和单位面积经济收入;  $X_k$  表示第  $k$  个农户的单位面积降水耦合度;  $Y_k$  表示第  $k$  个农户的经济收入。 $\max X$  和  $\max Y$  则表示所有样本中单位面积降水耦合度和单位面积经济收入的最大值;  $\min X$  和  $\min Y$  则分别表示所有样本中单位面积降水耦合度和单位面积经济收入的最小值。

对两个维度数值进行归一化后则可以建立二维空间坐标, 横坐标  $X$  为干旱适应性维度, 纵坐标  $Y$  为经济收入维度。其中坐标原点设为政府规划或主导目标在两个维度上的得分。则对于任意一个农户  $k$ , 其在二维空间坐标中的位置  $(X_{ik}, Y_{ik})$  可计算为:

$$\begin{cases} X_{ik} = (X'_k - X'_g) / X'_g \\ Y_{ik} = (Y'_k - Y'_g) / Y'_g \end{cases} \quad (13)$$

式中:  $X_{ik}$  和  $Y_{ik}$  分别表示第  $k$  个农户在干旱适应性维度和经济收入维度上的得分;  $X'_g$  和  $Y'_g$  分别表示标

准化后的政府规划目标在单位面积降水耦合度和单位面积经济收入两个维度上的计算结果。由公式(13)可知, 当  $X'_k$  和  $Y'_k$  均小于政府目标时,  $X_{ik}$  和  $Y_{ik}$  小于 0, 则农户在二维空间坐标中处于第三象限; 反之均大于 0, 则处于第一象限。

农户在二维空间上的点与原点之间的距离可表示农户种植策略与政府目标的差异, 但由于空间欧氏距离是标量, 不能够表达不同象限的差异, 因此本文在空间距离前添加调整系数  $\alpha$  计算目标一致性指数, 如公式(14)所示。

$$D = \alpha \cdot d = \left( \frac{X_{ik} + Y_{ik}}{2} \right) \sqrt{X_{ik}^2 + Y_{ik}^2} \quad (14)$$

式中:  $D$  表示农户种植策略与政府规划目标的一致性指数;  $d$  为空间距离。

## 3 结果与分析

### 3.1 农户种植作物的适应性分析

兴和县位于北方半干旱气候区, 每年秋冬季节受蒙古高压控制气温相对较低, 作物大多难以生长。农作物的生长季主要集中在每年的 4 月至 10 月前后。本文根据研究区 1987—2016 年降水数据, 计算每月平均降水量, 利用 SIMETAW 模型计算了不同时间段的作物需水量(图 3, 表 3)。

从生育期降水来看, 研究区降水主要集中在 6 月下旬—8 月上旬, 降水量占到全年降水总量的 50% 以上。其中 7 月中旬和下旬降水最多, 其单旬多年平均降水量可达到 30 mm 以上。3—4 月降水量偏少, 整月的平均降水量也仅在 10 mm 左右, 容易造成这一时期播种的作物出苗困难。

从作物降水耦合度来看(表 3), 莜麦、青贮玉米、胡麻等半干旱地区较为常见的作物其需水高峰期与研究区降水高峰期较为吻合, 其中莜麦的降水耦合度最高, 达到 0.74; 由于小麦、谷黍类作物种植时间较早, 其需水高峰期在 5 月下旬—6 月左右, 而这一时期降水量依然偏低, 从而导致其降水耦合度较低。此外, 甜菜是所有种植作物中需水量最高的, 同时生长周期较长, 这导致其降水耦合度较低, 仅为 0.51。从调查过程中也不难发现, 甜菜在当地仅靠自然降水难以获得较好生长, 大多种植在灌溉条件较好的中部地区。

2021年9月

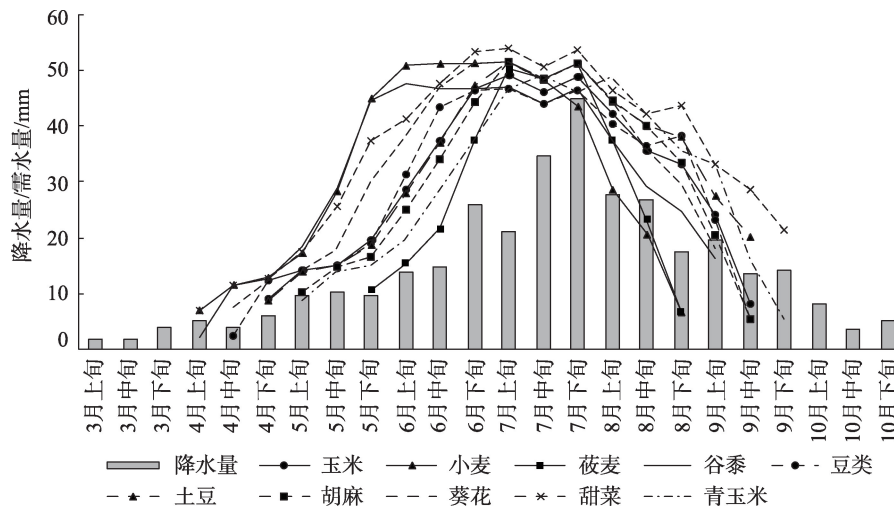


图3 作物需水量与降水量

Figure 3 Crops water requirements and precipitation

注:图中柱状图表示降水量,折线图表示作物需水量。

表3 不同作物生育期降水耦合度(C)和需水量(ET)

Table 3 Precipitation coupling degree and water demand during the growth period of different crops

作物	生育期降水耦合度 C	生育期作物需水量 ET/mm
玉米	0.63	457.87
小麦	0.53	474.76
苜蓿	0.74	303.00
谷黍	0.57	503.76
豆类	0.62	465.97
土豆	0.6	490.74
胡麻	0.64	440.12
葵花	0.57	498.78
甜菜	0.51	628.17
青贮玉米	0.66	446.78

### 3.2 农户种植策略的差异性分析

本文对农户单位面积降水耦合度和单位面积经济收入进行极差标准化,根据标准化的值建立每位农户的种植行为散点图。以 $y=x$ 的对角线为界,在对角线上方的点表示农户的单位面积经济收入较高,说明农户种植行为更多地受市场经济的影响,偏爱选择经济收入较高的作物种植( $\beta$ 型农户),反之则为 $\alpha$ 型农户(图4)。

由图4可以看出, $\alpha$ 型农户的比例较大,占到所有调查农户的81.67%,是 $\beta$ 型农户的4.45倍。可见当地农户大多偏爱配置更大比例的降水耦合度较高的作物。这可能由于当地农业种植以老年人为主,在“十年九旱”的环境下长期的种植和生活经验

使他们更加“保守”,更乐意种植易获得相对稳定产量的作物。

图4中最右侧的点显示随着农户干旱适应性的升高,经济收入所能达到的阈值呈下降趋势。对最右侧的点建立线性回归,其系数约为-2.2651,  $R^2$ 为0.9648。最右侧的点所代表的农户其种植行为大致可以分为两类:第一类为Ⅰ区域内的农户,农户的干旱适应性在[0.6, 0.8]之间,经济收入得分也在0.5以上,这些农户均有种植青贮玉米,且青贮玉米的种植比例均在其耕种总面积的50%以上;第二类为Ⅱ区域内的农户,这些农户具有较高的干旱适应性,适应型得分均在0.8以上,这些农户均种植苜蓿,且苜蓿的种植面积占该农户总播种面积的50%以上。由前文分析可知,苜蓿确有助于提高干旱适应性,但配置大比例(超过50%)的苜蓿对经济收入的提高并没有太多帮助。种植青贮玉米在农牧交错带地区可能是降低生产成本,减少种植业依赖,提高农民收入的良好策略<sup>[32]</sup>。

图4中的点与 $y=x$ 距离越远说明农户的种植行为偏向 $\alpha$ 型或 $\beta$ 型农户的程度越高,为探究其偏离程度的空间差异性,本文计算了图4中 $\alpha$ 型和 $\beta$ 型农户与 $y=x$ 线的距离,结果如图5所示。

图5a表示 $\alpha$ 型农户的分布,点越大表示与 $y=x$ 线的距离越远,偏向的程度越高。从图中可以看出, $\alpha$ 型农户在每个采样点上均有分布,而偏离程度高、



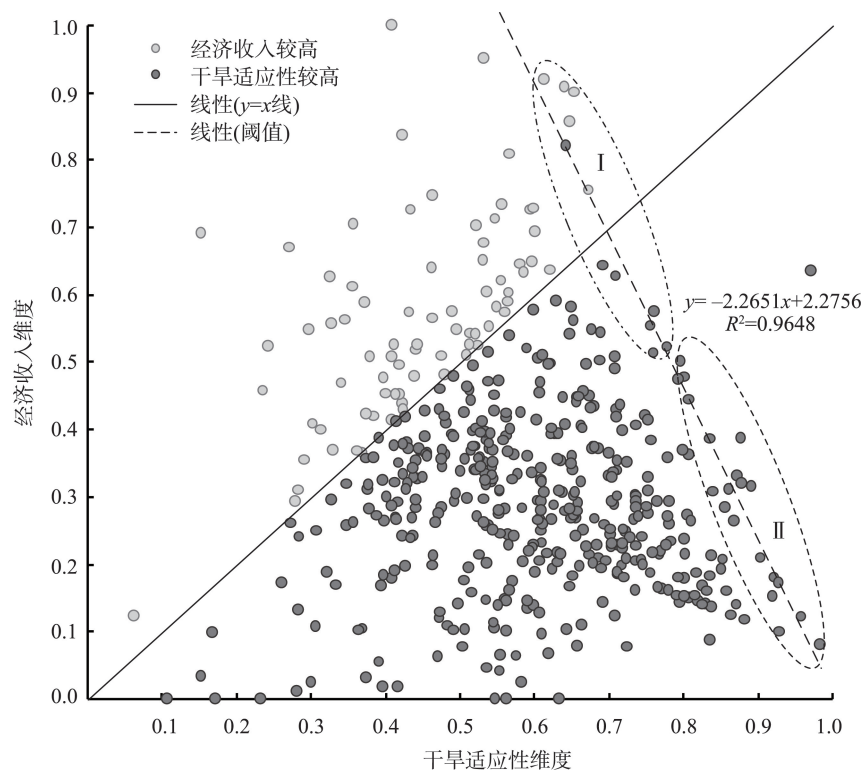


图4 农户种植行为的散点图

Figure 4 Scatter plot of farmers' planting behavior

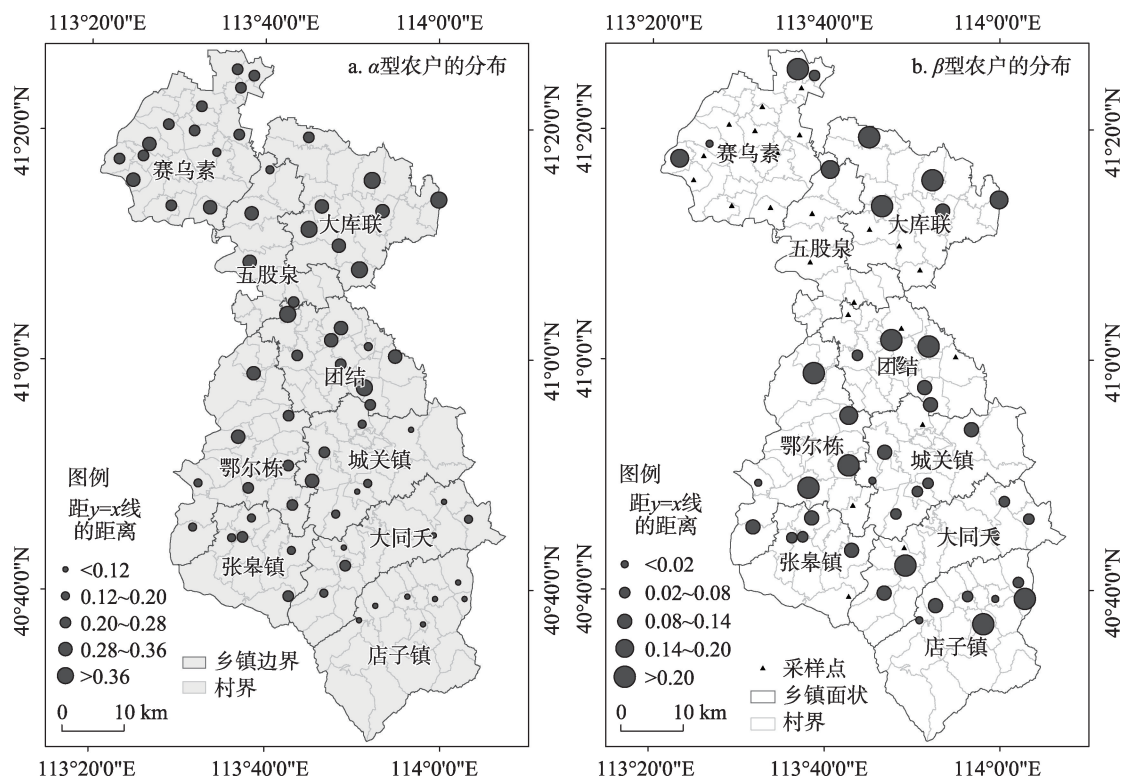


图5 不同类型的农户种植行为的空间差异

Figure 5 Spatial diversity of the planting behavior of different types of farmers

2021年9月

更典型的 $\alpha$ 型农户主要集中在研究区的中部和北部,这一地区地势平坦,水分条件相对较好,长期的种植经验驱动该地区的农户倾向于种植适宜当地气候条件的作物,选择降水耦合度高的作物能够使这一地区的农户获得稳定的收入。图5b可以看出 $\beta$ 型农户主要分布在研究区中南部,尤其在店子、大同天、张皋镇和城关镇等地,西北部的赛乌素、五股泉乡镇则少有分布。由于南部多山地,耕地坡度较大且破碎,人均种植面积少,难以获得稳定的农业生产环境,在该条件下追求小面积的、灵活的高利润的种植策略更适宜。

### 3.3 农户种植策略与政府主导规划目标一致性分析

在分析农户种植行为的基础上,本文进一步探究了农户种植策略与政府规划主导目标的一致性。根据目标一致性指数计算方法,以政府规划目标为原点,将农户种植行为分为4类,分别是高收入-高适应型农户(I象限),高收入-低适应型农户(II象限),低收入-低适应型农户(III象限)和低收入-高适应型农户(IV象限),结果如图6所示。

约有70.24%的农户种植策略的干旱适应性高

于政府主导目标,而经济收入高于政府主导目标的农户约占19.06%。其中高收入-高适应型农户约占农户总数的9.98%,其一致性指数的平均值约为0.062。这些农户主要分布在城关镇和张皋镇,该区域与县政府驻地较近,农户能够较快地获取政策、市场、技术等信息,有助于农户及时调整种植策略,与政府规划保持一致甚至优于政府目标。低收入-高适应型农户是4类农户中数量最多的,约占所有农户的60.26%,其一致性指数的平均值为-0.103,且内部差异较小,表明这类农户的适应性略高于政府目标但经济收入远低于目标值,导致一致性指数的均值偏低。低收入-低适应型是两个维度均低于政府主导目标的农户,占到所有农户的20.69%,其一致性指数的平均值也是4类中最低的,约为-0.106,这类农户主要分布在研究区的东南部 and 西北部地区。总体来看,农户种植策略与政府目标的一致性指数平均值为-0.068,表明农户种植策略在适应性和经济收入两个维度上与政府目标还存在差异,尤其在经济收入维度上农户与政府一致性较差。

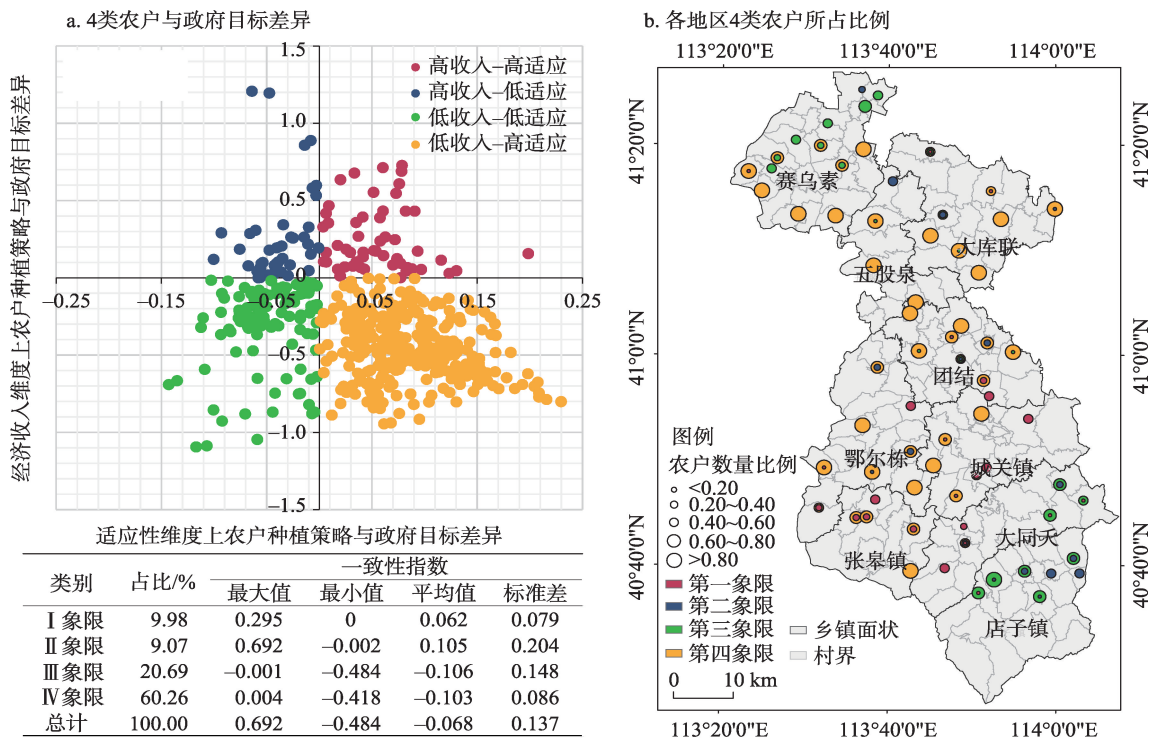


图6 农户种植策略与政府目标的差异

Figure 6 Differences between farmers' planting strategies and government objectives

### 3.4 目标一致性指数影响因素分析

本文分别计算了高收入-高适应型农户、高收入-低适应型农户、低收入-低适应型农户、低收入-高适应型农户与政府目标的一致性指数(分别计为D1、D2、D3、D4)。为进一步探究目标一致性指数的影响因素,本文对一致性指数进行了非参数K-W检验和多元线性回归分析,结果如表4所示。

结果表明,D1、D3在作物多样性维度上具有显著的统计学差异,K-W检验均通过0.01显著性检验,也即不同的作物多样性下D1组间、D3组间均有明显的不同;从线性回归模型来看,作物种植的多样性对D1和D3也有较大影响,回归系数均通过0.01显著性检验,且D1与作物多样性成负相关,D3与作物多样性成正相关。从图7a中也可以看出,随着作物多样性的增多,D1、D3的平均值和峰值均趋

向于0。也即对于高收入-高适应型农户提高其种植的作物种类并不能使其旱灾风险防范水平有所提升,相反可能会造成其收入的降低,而对于低收入-低适应型农户提高作物的多样性有助于增强其适应能力,有利于提高旱灾风险防范水平。

在作物总种植面积维度上D2、D4组间有显著差异,分别在0.01和0.05水平下显著。从图7b中也可以看出,当种植面积小于10亩时,D2的取值范围较大,随着种植面积的扩大,D2取值有显著地向0集中的趋势;随着种植面积的扩大D4的平均值也有所下降。从线性回归模型来看,总种植面积和作物多样性对D2和D4均有一定程度的影响,且作物多样性的回归系数较大,影响程度较高。其中总种植面积、作物多样性与D2呈负相关,而作物多样性与D4呈正相关。因此,在种植面积一定的情况下,

表4 目标一致性指数的独立样本Kruskal-Wallis检验和线性回归

Table 4 Independent sample Kruskal Wallis test and linear regression of consistency index

一致性指数		年龄	受教育水平	家庭人口	抚养比	农业劳动人口	总种植面积	作物多样性	R <sup>2</sup>
D1	K-W 检验p	0.642	0.702	0.954	0.869	0.883	0.238	0.003**	-
	回归系数	-	-	-	-	-	-	-0.095**	0.513
D2	K-W 检验p	0.147	0.476	0.218	0.090	0.775	0.004**	0.428	-
	回归系数	-	-	-	-	-	-0.003**	-0.131**	0.324
D3	K-W 检验p	0.342	0.903	0.223	0.110	0.763	0.944	0.003**	-
	回归系数	-	-	-	-	-	-	0.122**	0.314
D4	K-W 检验p	0.695	0.733	0.791	0.871	0.389	0.027*	0.000**	-
	回归系数	-	-	-	-	-	-0.001**	0.059**	0.138

注: \*、\*\*分别表示在0.05、0.01水平下显著。

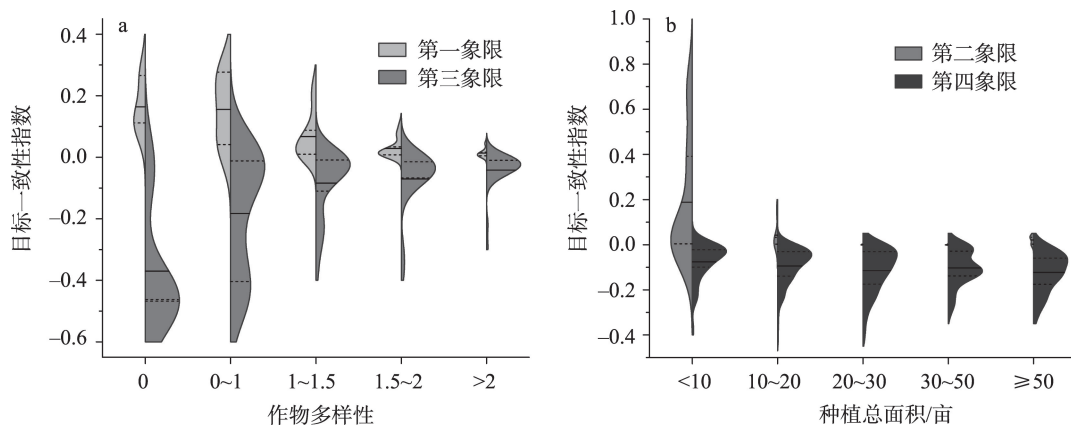


图7 作物多样性和种植总面积下各象限的目标一致性指数 (a)不同作物多样性下D1和D3的小提琴图, (b)不同种植总面积下D2和D4的小提琴图

Figure 7 Consistency index of each quadrant under different levels of crop diversity and total planting area



2021年9月

鼓励低收入-高适应型农户适当提高作物多样性, 可使其与政府目标的一致性指数增加, 旱灾风险防范水平提高。

## 4 结论与讨论

本文从旱灾风险防范目标出发, 基于经济收入和干旱适应两个维度分析农户的种植策略, 并探究其与政府主导规划的一致程度。主要结论如下:

(1) 在半干旱环境下, 有 81.67% 的农户种植策略受经验影响较大, 更侧重作物的干旱适应性, 其数量是侧重经济收入农户数量的 4.45 倍。从分布来看, 中部和北部等种植条件较好的地区, 农户种植策略中干旱适应性的优先级更高, 以保证农业生产的稳定; 而地形复杂、土地破碎的南部地区的农户种植策略更关注经济收入, 愿意承担产量波动的风险。

(2) 农户种植策略与政府目标的一致性指数平均值为 -0.068。参考政府规划目标, 可将农户划分为 4 类, 其中低收入-高适应的农户种植策略在当地最为常见约占 60.26%, 高收入-高适应型农户仅占 9.98%, 主要集中在县政府驻地的周边地区, 高收入-低适应型农户约为 9.07%, 约有 1/5 的农户属于低收入-低适应型, 这类农户分布在研究区的南北边界处。

(3) 农户的总种植面积和种植作物的多样性是影响农户与政府目标一致性的主要因素。不同的种植面积下, 高收入-低适应型农户和低收入-高适应型农户与政府的目标一致性有明显的组间差异。在不同作物多样性下, 高收入-高适应型农户和低收入-低适应型农户与政府的目标一致性也有显著的组间差异。随着作物多样性的增加, 经济收入偏低的农户目标一致性有增加的趋势, 经济收入偏高的农户则有减少的趋势。

减少灾害损失、提高农民收入在农业生产环境相对脆弱的半干旱雨养农业区, 对推动乡村振兴尤为重要。这一过程中需要统筹协调农户与地方政府, 促进两者高度共识, 形成强大的凝聚力, 以共同抵御灾害风险。从风险防范的角度来看, 当地农户有良好的干旱适应性种植习惯, 未来当地需要更加关注种植业的经济效益, 适当减少苜蓿等耐旱但经济效益较差的作物的配置比例, 通过农转畜等方式

降低对种植业依赖。对于政府而言, 还需要进一步加大对机井等基本农田水利建设的投入, 以增强农户对种植高利润作物的信心。并鼓励西北和东南地区的低收入-低适应型农户提高作物的多样性。

本文从经济收入和干旱适应两个维度分析了农户种植策略与政府的目标一致性。除此之外, 影响农户种植行为策略的因素还有很多, 例如农户的社会网络、亲缘和邻里关系等都可能影响着农户决策, 并促进决策转化为行动<sup>[19]</sup>, “从众”心理可能也会导致农户跟随绝大多数人的选择, 从而影响其行为。未来可考虑进一步丰富评价的维度, 可借助复杂网络工具, 通过建立社会网络模型<sup>[43,44]</sup>, 分析农户内部各要素之间的相互作用关系, 进而评估其对整个区域农户种植策略以及风险防范水平的影响。这将有助于丰富灾害风险防范的评价维度, 实现多主体配合、多措施协同的综合灾害风险防范, 进而巩固脱贫攻坚的成果、促进乡村振兴。

## 参考文献(References):

- [1] 秦大河. 气候变化科学与人类可持续发展[J]. 地理科学进展, 2014, 33(7): 874-883. [Qin D H. Climate change science and sustainable development[J]. Progress in Geography, 2014, 33(7): 874-883.]
- [2] IPCC. Summary for Policymakers[A]. Masson-Delmotte V., P. Zhai, A. Pirani, et al. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2021.
- [3] Dai A G. Increasing drought under global warming in observations and models[J]. Nature Climate Change, 2013, 3(2): 52-58.
- [4] 中华人民共和国水利部国家防汛抗旱总指挥部. 中国水旱灾害公报 2019[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2021. [MWR. China Flood and Drought Disaster Bulletin 2019[M]. Beijing: China Water Resources and Hydropower Press, 2021.]
- [5] Pandey S, Bhandari H S, Hardy B. Economic Costs of Drought and Rice Farmers' Coping Mechanisms: A Cross-country Comparative Analysis[M]. Los Banos: International Rice Research Institute, 2007.
- [6] Iglesias E, Búez K, Díaz-Ambrona C H. Assessing drought risk in Mediterranean Dehesa grazing lands[J]. Agricultural Systems, 2016, 149: 65-74.
- [7] Mfitumukiza D, Barasa B, Kiggundu N, et al. Smallholder farmers' perceived evaluation of agricultural drought adaptation technology

- gies used in Uganda: Constraints and opportunities[J]. *Journal of Arid Environments*, 2020, 177: 104137.
- [8] Savari M, Eskandari Damaneh H, Damaneh, et al. Factors influencing farmers' management behaviors toward coping with drought: evidence from Iran[J]. *Journal of Environmental Planning and Management*, 2021, 64: 2021–2046.
- [9] Lottering S J, Mafongoya P, Lottering R T. Assessing the social vulnerability of small-scale farmer's to drought in uMsinga, KwaZulu-Natal[J]. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 2021, 1: 91–105.
- [10] Tesfahunegn G B, Mekonen K, Tekle A. Farmers' perception on causes, indicators and determinants of climate change in northern Ethiopia: Implication for developing adaptation strategies[J]. *Applied Geography*, 2016, 73: 1–12.
- [11] 程怡萌, 田敏, 胡世亮, 等. 高原山地农户旱灾应灾行为研究: 以云南省南涧县为例[J]. *灾害学*, 2016, 31(4): 215–223. [Cheng Y M, Tian M, Hu S L, et al. The response behavior to drought disaster of rural households in plateau mountain region: Taking Nanjian County in Yunnan Province, China as a case study[J]. *Journal of Catastrophology*, 2016, 31(4): 215–223.]
- [12] 李俸龙, 罗小锋, 江松颖. 西南民族地区农户抗旱必要性认知及应对策略分析[J]. *干旱区资源与环境*, 2015, 29(2): 38–42. [Li F L, Luo X F, Jiang S Y. Analysis of necessity of farmers' drought perception and coping strategies in southwest minority regions[J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2015, 29(2): 38–42.]
- [13] Below T B, Mutabazi K D, Kirschke D, et al. Can farmers' adaptation to climate change be explained by socio-economic household-level variables?[J]. *Global Environmental Change*, 2012, 22 (1): 223–235.
- [14] Alam, Khorshed. Farmers' adaptation to water scarcity in drought-prone environments: A case study of Rajshahi District, Bangladesh [J]. *Agricultural Water Management*, 2015, 148: 196–206.
- [15] Abugri S A, Amikuzuno J, Daadi E B. Looking out for a better mitigation strategy: smallholder farmers' willingness to pay for drought-index crop insurance premium in the Northern Region of Ghana[J]. *Agriculture & Food Security*, 2017, DOI: 10.1186/s40066-017-0152-2.
- [16] Guo Z D, Bai L, Gong S L. Government regulations and voluntary certifications in food safety in China: A review[J]. *trends in food science and technology*, 2019, 90: 160–165.
- [17] 盖豪, 颜廷武, 张俊彪. 感知价值、政府规制与农户秸秆机械化持续还田行为: 基于冀、皖、鄂三省1288份农户调查数据的实证分析[J]. *中国农村经济*, 2020, (8): 106–123. [Gai H, Yan T W, Zhang J B. Perceived value, government regulations and farmers' behaviors of continued mechanized operation of straw returning to the field: An analysis based on survey data from 1288 farmers in three provinces of Hebei, Anhui and Hubei[J]. *Chinese Rural Economy*, 2020, (8): 106–123.]
- [18] 王常伟, 顾海英. 市场VS政府, 什么力量影响了我国菜农农药用量的选择?[J]. *管理世界*, 2013, (11): 50–66. [Wang C W, Gu H Y. The market vs. the government: What forces affect the selection of amount of pesticide used by China's vegetable grower?[J]. *Management World*, 2013, (11): 50–66.]
- [19] 陈海江, 司伟, 刘泽琦, 等. 政府主导型生态补偿的多中心治理: 基于农户社会网络的视角[J]. *资源科学*, 2020, 42(5): 812–824. [Chen H J, Si W, Liu Z Q, et al. Polycentric governance of government-led ecological compensation: Based on the perspective of farmers' social network[J]. *Resources Science*, 2020, 42(5): 812–824.]
- [20] 刘迪, 孙剑, 黄梦思, 等. 市场与政府对农户绿色防控技术采纳的协同作用分析[J]. *长江流域资源与环境*, 2019, 28(5): 1154–1163. [Liu D, Sun J, Huang M S, et al. Research on cooperative effect of market and government on farmers' adoption of integrated pest management technology[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2019, 28(5): 1154–1163.]
- [21] 黄晓慧, 王礼力, 陆迁. 农户认知、政府支持与农户水土保持技术采用行为研究: 基于黄土高原1152户农户的调查研究[J]. *干旱区资源与环境*, 2019, 33(3): 21–25. [Huang X H, Wang L L, Lu Q. Farmers' cognition, government support and farmers' soil and water conservation technology adoption in Loess Plateau[J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2019, 33(3): 21–25.]
- [22] 王雪琪, 邹伟, 朱高立, 等. 地方政府主导农地流转对农户转入规模与粮食单产的影响: 以江苏省五地市为例[J]. *资源科学*, 2018, 40(2): 326–334. [Wang X Q, Zou W, Zhu G L, et al. The impact of local government-dominated farmland transfer on farmer's transfer scale and grain yield in five cities in Jiangsu[J]. *Resources Science*, 2018, 40(2): 326–334.]
- [23] 李曼, 陆迁, 乔丹. 技术认知、政府支持与农户节水灌溉技术采用: 基于张掖甘州区的调查研究[J]. *干旱区资源与环境*, 2017, 31(12): 27–32. [Li M, Lu Q, Qiao D. Technological cognition, government support and farmers' adoption of water-saving irrigation technology[J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2017, 31(12): 27–32.]
- [24] 薛彩霞, 黄玉祥, 韩文霆. 政府补贴、采用效果对农户节水灌溉技术持续采用行为的影响研究[J]. *资源科学*, 2018, 40(7): 1418–1428. [Xue C X, Huang Y X, Han W T. Influence of government subsidies and adoption effect on continuous adoption behavior of water-saving irrigation technology by farmers[J]. *Resources Science*, 2018, 40(7): 1418–1428.]
- [25] 李小云, 杨宇, 刘毅, 等. 政府调控对华北平原农户抗旱行为的影响及效应[J]. *地理学报*, 2017, 72(6): 1078–1090. [Li X Y,

2021年9月

- Yang Y, Liu Y, et al. Effect of governmental regulation on farmers' response behavior of drought resistance: An empirical study of North China Plain[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(6): 1078–1090.]
- [26] 张乐, 王慧敏, 佟金萍. 干旱灾害应急水资源合作储备模型研究[J]. *资源科学*, 2014, 36(2): 342–350. [Zhang L, Wang H M, Tong J P. The cooperative stockpile model of emergency water resources for extreme drought events[J]. *Resources Science*, 2014, 36(2): 342–350.]
- [27] 孙燕娜, 谢恬恬, 王玉海. 社区灾害风险管理中政府与社会组织的博弈与合作途径初探[J]. *北京师范大学学报: 自然科学版*, 2016, 52(5): 616–621. [Sun Y N, Xie T T, Wang Y H. On the game of government and NGO in risk management of community disaster and relief to promote cooperation[J]. *Journal of Beijing Normal University (Natural Science)*, 2016, 52(5): 616–621.]
- [28] 张哲晰, 穆月英, 侯玲玲, 等. 环渤海地区滴灌的资源与经济效益: 政府与农户目标一致性检验[J]. *资源科学*, 2019, 41(8): 1400–1415. [Zhang Z X, Mu Y Y, Hou L L, et al. Resource and economic effects of drip irrigation in the Bohai Rim area: Consistency of goals of the government and farmers[J]. *Resources Science*, 2019, 41(8): 1400–1415.]
- [29] Hamilton M, Fischer A P, Ager A. A social-ecological network approach for understanding wildfire risk governance[J]. *Global Environmental Change Human and Policy Dimensions*, 2019, 54: 113–123.
- [30] 宋艳, 王博石. 我国地震灾害应急协同决策系统可靠性建模与仿真[J]. *自然灾害学报*, 2014, 23(3): 171–180. [Song Y, Wang B S. Modeling and simulation of reliability of earthquake disaster emergency coordination decision-making system in China[J]. *Journal of Natural Disasters*, 2014, 23(3): 171–180.]
- [31] 史培军, 汪明, 胡小兵, 等. 社会-生态系统综合风险防范的凝聚力模式[J]. *地理学报*, 2014, 69(6): 863–876. [Shi P J, Wang M, Hu X B, et al. Integrated risk governance consilience mode of social-ecological systems[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2014, 69(6): 863–876.]
- [32] Lei Y, Zhang H, Chen F, et al. How rural land use management facilitates drought risk adaptation in a changing climate: A case study in arid northern China[J]. *Science of the Total Environment*, 2016, 550: 192–199.
- [33] 孙雪萍, 杨帅, 苏筠. 基于种植结构调整的农业生产适应性分析: 以内蒙古乌兰察布市为例[J]. *自然灾害学报*, 2014, 23(3): 33–40. [Sun X P, Yang S, Su Y. Adaptability analysis of agricultural production based on planting structure adjustment: A case study on Ulanqab City, Inner Mongolia[J]. *Journal of Natural Disasters*, 2014, 23(3): 33–40.]
- [34] Wang M, Liao C, Yang S N, et al. Are people willing to buy natural disaster insurance in China? Risk awareness, insurance acceptance, and willingness to pay[J]. *Risk Analysis*, 2012, 32(10): 1717–1740.
- [35] Ye T, Wang M. Exploring risk attitude by a comparative experimental approach and its implication to disaster insurance practice in China[J]. *Journal of risk research*, 2013, 16(7): 861–878.
- [36] Wu Z L, Li B, Hou Y. Adaptive choice of livelihood patterns in rural households in a farm-pastoral zone: A case study in Jungar, Inner Mongolia[J]. *Land Use Policy*, 2017, 62: 361–375.
- [37] Shannon C E. A mathematical theory of communication[J]. *Bell Labs Technical Journal*, 1948, 27(3): 379–423.
- [38] 杨晓琳, 宋振伟, 王宏, 等. 黄淮海农作区冬小麦需水量时空变化特征及气候影响因素分析[J]. *中国生态农业学报*, 2012, 20(3): 356–362. [Yang X L, Song Z W, Wang H, et al. Spatio-temporal variations of winter wheat water requirement and climatic causes in Huang-Huai-Hai Farming Region[J]. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2012, 20(3): 356–362.]
- [39] 王冲, 林倩, 石晓宇, 等. 基于SIMETAW模型的不同地区燕麦需水量研究[J]. *中国农业科技导报*, 2020, 22(3): 131–139. [Wang C, Lin Q, Shi X Y, et al. Assessment on water requirement of oat in different areas using SIMETAW Model[J]. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 2020, 22(3): 131–139.]
- [40] 胡惠杰, 王猛, 尹小刚, 等. 气候变化下东北农作区大豆需水量时空变化特征分析[J]. *中国农业大学学报*, 2017, 22(2): 21–31. [Hu H J, Wang M, Yin X G, et al. Spatial and temporal changes of soybean water requirement under climate changes in the Northeast Farming Region of China[J]. *Journal of China Agricultural University*, 2017, 22(2): 21–31.]
- [41] Allen R G, Smith M, Pereira L S. An update for the definition of reference evapotranspiration[J]. *ICID Bulletin*, 1994, 43(2): 1–34.
- [42] 国家发展和改革委员会价格司. 全国农产品成本收益资料汇编 2017[M]. 北京: 中国统计出版社, 2017. [Price Department of National Development and Reform Commission. *Compilation of National Agricultural Product Cost Benefit Data 2017*[M]. Beijing: China Statistics Press, 2017.]
- [43] Hu X B, Shi P J, Wang M, et al. Adaptive behaviors can improve the system consilience of a network system[J]. *Adaptive Behavior*, 2018, 26(1): 3–19.
- [44] Helbing D. Globally networked risks and how to respond[J]. *Nature*, 2013, 497(7447): 51–59.



# Consistency of farmers' planting strategies and government objectives for drought risk governance: A case study of Xinghe County of Inner Mongolia

GUO Hao<sup>1,2,3</sup>, JIANG Yao<sup>3</sup>, WANG Jing'ai<sup>3,4</sup>, LIANG Qin'ou<sup>1,2</sup>

(1. College of Geography and Environmental Sciences, Zhejiang Normal University, Jinhua 321004, China; 2. Remote Sensing Application & Environmental Disaster Risk Research Center, Zhejiang Normal University, Jinhua 321004, China; 3. Faculty of Geographical Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 4. Academy of Plateau Science and Sustainability, People's Government of Qinghai Province & Beijing Normal University, Xining 810008, China)

**Abstract:** Under the background of climate change, the increase of frequency, spatial scope, and intensity of drought has a great impact on agricultural production. In order to understand the consistency between farmers' behaviors and government objectives and promote the coordination between farmers and the government in the process of drought risk governance, this study analyzed the farmers' planting strategies in semiarid and rain-fed agricultural areas and evaluated their consistency with the government objectives from the two dimensions of increasing economic income and enhancing drought adaptation based on the perspective of drought risk governance. The results show that: (1) 81.67% of farmers chose the crops with higher adaptability because of their experiences. Farmers with relatively good agricultural planting conditions pay more attention to drought adaptability to ensure stable agricultural production. (2) According to the differences between farmers' planting strategies and government objectives, farmers can be divided into 4 categories. Only 9.98% of the farmers belong to the high-income and high-adaptability group and they are mainly distributed around government station, while 20.69% of the farmers belong to the low-income and low-adaptation group, mainly distributed near the north or south border of the study area and the consistency between their planting strategies and government objectives is low. Low-income and high-adaptation farmers, high-income and low-adaptation farmers account for 60.26% and 9.07%, respectively. (3) Total planting area and crop diversity have the greatest impact on the consistency. Crop diversity has a positive impact on the consistency of farmers with lower economic income, while it has a negative impact on farmers with higher economic income. This study can provide a scientific reference for the formulation of related policies and for improving the level of integrated risk governance.

**Key words:** agricultural drought; risk governance; planting strategy; precipitation coupling degree; target consistency; rain-fed agricultural area; Xinghe County of Inner Mongolia