

# 生态治理下石羊河流域农户生计转型路径、 效应及机理

唐红林<sup>1</sup>, 陈佳<sup>1,2</sup>, 刘倩<sup>3</sup>, 杨新军<sup>1,2</sup>, 张小文<sup>1,2</sup>, 叶文丽<sup>1</sup>

(1. 西北大学城市与环境学院, 西安 710127; 2. 陕西省地表系统与环境承载力重点实验室, 西安 710127;

3. 三峡库区地表过程与环境遥感重庆市重点实验室, 重庆 401331)

**摘要:** 农户生计研究为微观尺度管窥西北干旱地区复杂人地关系提供了新视角。基于社会-生态系统理论和可持续生计分析框架, 选取石羊河流域样带为实地调查对象, 运用双重差分模型、生态足迹和多项 Logistic 回归模型等方法, 刻画生态治理下农户生计转型路径, 评估转型结果(社会-生态效应), 探究转型机理。研究结论显示: ① 石羊河流域农户生计转型存在 2 条路径: I 型生计转型路径和 II 型生计转型路径, 前者主要是由传统农业主导型生计发散向传统非农型、新型农业型和非农主导型生计, 后者主要是从传统非农型生计转向非农主导型生计; ② 生计转型增加了农户经济收入, 降低了生态足迹, 却促使流域社会结构趋于不稳定; ③ 地理区位、自然资本、金融资本、物质资本和认知能力是影响农户 I 型生计转型的主要因素, 人力资本、自然资本、金融资本和认知能力是影响农户 II 型生计转型的主要因素; ④ 地理环境和政策变迁是农户生计转型的前提与起因, 并从宏观尺度影响生计转型过程, 而理性选择则成为农户生计转型的微观动因。生计转型结果(社会-生态效应)为政策制定者和农户提供反馈, 并影响农户后续生计选择和区域发展的管理决策。

**关键词:** 生态治理; 社会-生态效应; 生计转型机理; 双重差分模型; 石羊河流域

DOI: 10.11821/dljy020220496

## 1 引言

西北干旱区长期以来受内陆干旱气候影响, 生态环境问题突出、经济发展水平相对落后, 是中国八大生态脆弱地区之一<sup>[1]</sup>。尤其自 1978 年以来, 由于水资源过度攫取和耕地无序扩张等人类活动影响, 致使西北干旱区土地荒漠化、盐碱化和植被景观破碎化程度加剧, 生态系统退化明显, 区域人地矛盾突出<sup>[2]</sup>。因此, 如何缓解气候变化、资源禀赋不足、政策变迁和自然灾害等外部压力对西北干旱区农业和乡村发展的制约, 并实现人地系统稳定运行成为学界关注的重点问题<sup>[3-5]</sup>。而农户生计作为人类最重要的行为方式之一, 既是人地关系变化的重要响应, 又是驱动人地系统演化的主导因素, 影响着区域人地关系的发展和走向, 从而为微观尺度管窥西北干旱地区复杂人地关系提供了新视角和新工具<sup>[5,6]</sup>。

目前对农户生计的研究多集中于生计(生计资本、生计策略等)的空间分异<sup>[7,8]</sup>、气候

收稿日期: 2022-05-13; 录用日期: 2022-09-16

基金项目: 国家自然科学基金项目(41901168、41771574)

作者简介: 唐红林(1996-), 男, 甘肃甘南人, 硕士, 主要研究方向为干旱区乡村发展与农户可持续生计。

E-mail: Honglint@126.com

通讯作者: 张小文(1975-), 女, 陕西西安人, 博士, 副教授, 硕士生导师, 主要研究方向为 GIS 与环境模拟。

E-mail: zhangxw@nwu.edu.cn

和环境变化对生计的影响<sup>[9-11]</sup>、生计与土地利用的关系<sup>[12-14]</sup>、生计脆弱性与适应性评估<sup>[15,16]</sup>、乡村旅游与农户生计<sup>[17,18]</sup>以及生计转型<sup>[19-21]</sup>等领域。其中,生计转型作为农户生计策略(类型)的动态变化<sup>[22]</sup>,相关成果如Bhandari等研究认为人力资本、自然资本、经济资本和乡村社区资源对贫困地区农户生计转型过程具有重要影响<sup>[23]</sup>;喻忠磊等研究表明乡村旅游开发促使农业种植、采药与伐木等传统农业生计活动衰减,旅游经营、常年务工等非农生计活动急剧增加,农户生计转向旅游专营型、旅游主导型、均衡兼营型和务工主导型<sup>[8]</sup>。总体而言,当前对其研究多综合运用实地调查、描述统计和计量分析等手段,聚焦于生计转型过程和前因(影响因素)分析命题,而对生计转型结果评估方面给予的关注尚少,割裂了农户生计与人地系统之间的联系<sup>[6]</sup>。然而,生计转型作为农户响应人地关系变化的关键选择,必然会对生态环境和社会经济发展产生一系列影响,使生计-社会-经济-生态之间形成复杂的反馈关系<sup>[6,22]</sup>。因此,有必要明确生计系统与人地系统之间的复杂和隐含关系,揭示生计转型过程及其对社会生活、经济发展与生态环境的影响。从而实现生计转型研究从转型过程、驱动机制到转型结果的拓展,有助于全面解析区域农户生计转型的发生机理。

社会-生态系统可以理解是人类与地理环境相互作用形成的具有复杂性、非线性、不确定性和多层嵌套等特性的耦合系统<sup>[24]</sup>,这与人地系统特征不谋而合,可解构为社会、经济和生态3个亚系统<sup>[25]</sup>。根据Ostrom社会-生态系统分析框架,将农户视为行动者要素,流域资源主要是流域内部水资源和土地资源。其既强调社会-生态系统运行过程(行动者对资源的使用),也强调行动者利用资源后的结果(Outcomes),这为农户生计转型结果(社会-生态效应)评估提供了思路<sup>[26]</sup>。然而,以往生计转型的效应研究主要关注于单一生态系统范畴,如王成超等认为农户生计非农化会有效减少农户林地开荒等土地利用行为,从而减轻对地表覆被的破坏程度,有利于山区生态环境的恢复与改善<sup>[27]</sup>;Perge等发现生计策略非农化和多样化水平越高,对森林资源的利用程度就越低,从而有利于森林植被的恢复<sup>[28]</sup>。而涉及社会、经济亚系统的研究尚少,散见于其他相关成果中,并重点关注于对社会结构(主体性要素与社会关系网络)<sup>[29,30]</sup>和经济收入<sup>[31]</sup>等方面的影响,而考察生计转型社会-生态综合效应的研究仍有待深入。

石羊河流域地处西北典型干旱区,生态环境脆弱,是中国水资源最为紧缺的内陆河流域之一。21世纪以来,针对气候变化和人类活动引发的生态问题,石羊河流域实施了一系列以生态治理为核心的政策举措,成为推动流域人地系统发生重大变化的关键扰动。并使农户面临耕地缩减、农业投入增加以及耕地有效灌溉程度降低等问题,促使单一农业收入来源不足以维系生计持续发展,从而农户通过外出务工和发展新型农业拓展生计,即迫使其采取生计转型策略以适应生态治理扰动,进而影响流域社会-生态系统运行过程。鉴此,本文以石羊河流域为标靶,借鉴社会-生态系统理论和可持续生计分析框架,基于实地调查数据,刻画生态治理下农户生计转型路径,评估转型结果(社会-生态效应),探究转型机理,以此为后续农户生计转型效应评估与机理探索相关研究提供借鉴,并对促进西北干旱地区乡村振兴具有重要现实意义。

## 2 研究区概况与数据来源

### 2.1 研究区概况

石羊河流域位于甘肃省中部、祁连山北麓(101°22'E~104°04'E, 37°07'N~39°27'N)。东南与白银、兰州两市相连,西北与张掖市毗邻,西南紧靠青海省,东北与内蒙古自治

区接壤,流域面积为4.16万 $\text{km}^2$ ,多年平均降水量为207 mm,多年平均自产水资源量约为13.1亿 $\text{m}^3$ ,其行政区划包括武威市的古浪县、凉州区、民勤县全部及天祝县部分乡镇,金昌市的永昌县和金川区全部以及张掖市肃南县部分乡镇。地势自西南向东北倾斜,自西向东可分为三大区域:上游祁连山区、中游走廊平原区和下游绿洲农业区(图1)。

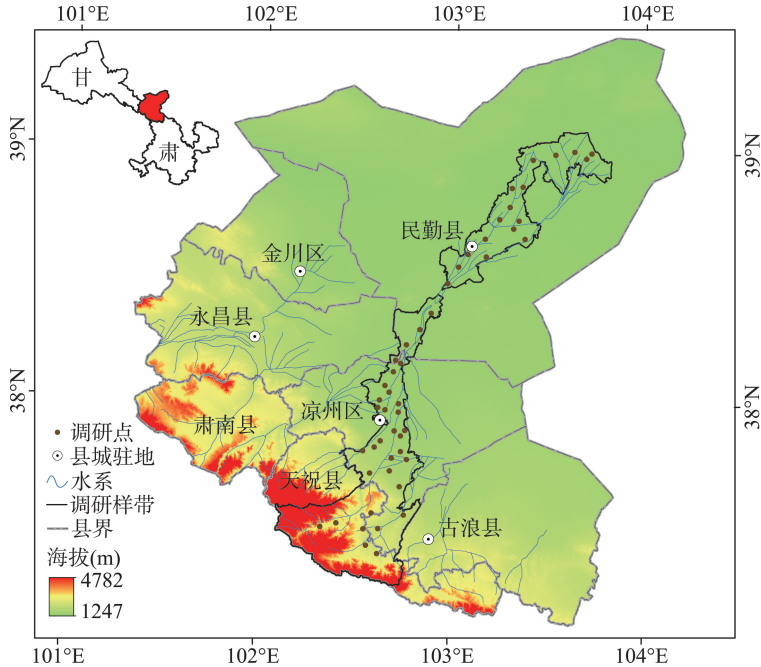


图1 研究区区位及调研样带

Fig. 1 Location of the research area and research transect

本文以《石羊河流域重点治理规划》颁布的2007年为参考,并选取2000年(生态治理前)、2010年(生态治理初期)和2020年(生态治理后)3个关键时间节点开展研究工作。如表1所示,生态治理对该流域人地系统产生了重要影响。从宏观尺度上看,社会层面致使人口和劳动力要素不断流失,成为流域乡村“老年化”和“空心化”的重要原因<sup>[32]</sup>;经济层面虽然促进流域整体经济(包括GDP和人均纯收入)持续增长,但也增加了农业经济效益波动等不确定性风险;在生态层面,耕地总量下降,用水结构调整,地表植被逐渐恢复,自然灾害频率降低,生态环境逐步改善。农户对生态治理影响内容的感知数据显示(表1),在微观尺度上,生态治理对农户生计的影响主要表现为农业投入增加、设施农牧业发展、有效灌溉程度变化、外出务工人数增加、经济收入变化和耕地缩减等。在生态治理多尺度扰动影响下,流域人地系统和农户生计都处于剧烈变化时期,因而基于微观农户视角,探讨流域生计转型及其社会-生态效应更加具有现实意义,为流域可持续发展和生计福祉增进提供决策依据。

## 2.2 数据来源

数据主要来自农户问卷调查和深度访谈。数据收集经历了3个阶段:① 2019年8月,选取典型乡镇进行实地调查,主要通过乡村社区关键人物和政府工作人员访谈,了解流域社会经济发展和生态治理概况,此次获得访谈录音11份;② 2020年10月,选取下游东湖镇、苏武镇,中游高坝镇、黄花滩镇,上游哈溪镇开展农户调查,共发放问卷175份,其中有效问卷160份,问卷有效率为92.49%,并获得访谈录音16份;③ 2021年

表1 生态治理对石羊河流域人地系统和农户生计的影响

Tab. 1 Impact of ecological governance on the human-land system and farmers' livelihoods in the Shiyang River Basin

人地系统指标	生态治理前	生态治理初期	生态治理后	农户生计感知	农户频数	占比 (%)
总人口 (万人)	191.10	191.83	182.78	农业投入增加	185	63.36
农村劳动力数量 (万人)	79.32	85.28	83.96	设施农牧业发展	160	54.80
GDP (亿元)	64.28	228.77	488.26	有效灌溉程度变化	124	42.47
人均纯收入 (元)	1884	3972	11518	外出务工人员增加	99	33.90
耕地面积 (万 hm <sup>2</sup> )	25.97	25.24	25.34	经济收入变化	99	33.90
有效灌溉面积 (万 hm <sup>2</sup> )	19.65	18.37	18.83	耕地缩减	77	26.37
NDVI	0.36	0.37	0.41	种植结构调整	58	19.86
机电井数量 (眼)	14589	11918	12584	减少放牧	39	13.56
用水结构 (农业:生态: 工业:生活)	92.5:0.1:4.9:2.5	87.7:2.5:6.5:3.3	83.8:9.3:2.7:4.2	移民搬迁	1	0.34

注:人地系统指标中用水结构数据来源于《石羊河流域水资源公报》(2010—2020年)和《甘肃省水资源公报》(2000年)(<http://slt.gansu.gov.cn/>),NDVI数据来源于中国科学院资源与环境科学数据中心(<https://www.resdc.cn/>),其他指标数据均来源于《武威市统计年鉴》(2000—2019年)(<https://www.gswuwei.gov.cn/>);农户生计感知数据来源于2021年问卷调查。

9月,进行补充调研。首先根据团队2015年以来长期实地调研数据,结合流域自然资源、环境变化和乡村发展等特征选取石羊河干流沿线33个乡镇为调研对象(样带);其次,根据乡镇面积大小,对面积较大的乡镇选择2个行政村,面积较小的乡镇选取1个行政村,并使所选取样本点尽量均匀地分布于调研区域上;最后,在选取的行政村内部按随机抽样选择6~8个农户作为调查对象,共计发放问卷295份,其中有效问卷292份,问卷有效率达98.98%(图1)。因2019年和2020年石羊河流域社会经济发展状况接近、问卷调查内容一致,所以在问卷数据使用过程中对两期数据进行了直接合并,因黄花滩镇不在此次研究区域内,排除后有效问卷数据共计407份。并对问卷进行效度和信度检验,结果如下:Cronbach's Alpha值为0.676,KMO取样适切性量数为0.672,巴特利特球形检验结果 $sig=0.000$ ,证明问卷各个变量数据内部一致性较高,变量设计合理。

问卷内容主要包括:①家庭基本情况,包括人口规模、劳动力数量、外出人口数量、经济收支情况;②自然资本,包括耕地面积、水资源状况、设施农牧业情况等;③物质资本,包括住房类型、牲畜资本量、家庭固定资产量等;④金融资本,包括借贷机会、可借款人数等;⑤社会资本,包括邻里冲突、乡村社区支持类型、政府或村委会任职情况等;⑥农户感知,包括生活满意度、基础设施满意度等;⑦生态足迹,包括粮食、肉、蔬菜和汽油等一年的消耗量;⑧其他,包括农户对生态治理政策的认知、生态治理对农户生计的影响内容等。

### 3 研究内容与方法

#### 3.1 农户生计类型划分标准

实地调查表明,石羊河流域农户存在4种生计活动:传统农业活动,如种植小麦、玉米等粮食作物和茴香、葵花等经济作物(以下简称“粮经作物”);畜牧活动,如牛、羊等的放牧(不包括设施牧业);新型农业活动主要是设施农牧业,如温室大棚种植蔬菜、暖棚养殖牛羊等;非农生计活动,包括常年外出务工、企事业单位工作、个体经营

等。已有研究大多从兼业视角出发,从劳动力主要投入方向和各项收入占比界定农户生计类型<sup>[5,33-35]</sup>。鉴此,本文根据识别出的石羊河流域4种生计活动,定量考虑农户家庭收入结构,定性分析农户劳动力投入方向,将石羊河流域农户生计划分为5类:传统农业主导型、畜牧主导型、传统非农型、新型农业型和非农主导型(表2)。

表2 石羊河流域农户生计类型及划分标准

Tab. 2 Farmers' livelihood types and classification standards in the Shiyang River Basin

农户生计类型	收入占比 (%)				劳动力主要投入方向	农户数量 (户)	占比 (%)
	粮经作物收入	畜牧养殖收入	设施农牧收入	非农收入			
传统农业主导型	70~100	0~70	0~50	0~20	粮经作物种植	25	6.14
畜牧主导型	0~20	70~100	0~50	0~20	畜牧活动	13	3.19
传统非农型	20~70	0~70	0~50	20~70	粮经作物种植、非农生计活动	122	29.98
新型农业型	0~20	0~70	50~100	0~20	设施农牧业、粮经作物种植或非农生计活动	29	7.13
非农主导型	0~20	0~70	0~50	70~100	非农生计活动	218	53.56

### 3.2 社会-生态效应评估

**3.2.1 评估框架构建** 根据Ostrom等社会-生态系统分析框架相关成果<sup>[26,36,37]</sup>,将农户生计转型的社会-生态效应解构为社会、经济和生态3个维度,进而构建生计转型效应评估框架(表3)。社会效应可以理解为农户生计转型对地方社会结构产生的影响。在社会效应评估指标体系构建上,按照社会结构的定义:“社会结构就是社会诸要素及其相互关系按照一定的秩序所构成的相对稳定的网络”,以及社会结构构成的3个层面:要素构成形式层面、规范体系层面和关系网络层面<sup>[29]</sup>,进行具体考量。其中,要素构成层面主要考虑个体(农户)因素,选取生活满意度和集体记忆(在外部环境扰动下乡村社区成员维持社会结构、功能稳定的能力<sup>[38]</sup>)两个指标描述;关系网络层面借鉴社会学研究范例<sup>[29,39]</sup>,用社会关系网络和社区支持度表征;而根据实地调研结果,石羊河流域规范体系层面要素多通过其他层面显现,且难以量化评估,所以在此不做专门考虑。经济效应可以理解为农户生计转型过程中所产生的经济效果,即经济收入的变化,选取家庭总收入、传统

表3 农户生计转型的社会-生态效应评估框架

Tab. 3 Social-ecological effect evaluation framework of farmers' livelihood transformation

维度	指标	指标描述
社会	生活满意度	农户对当前生活的满意程度:非常不满意=1;不满意=2;一般=3;比较满意=4;非常满意=5
	社会关系网络	遇到困难时能够帮助的人数
	社区支持度	农户从乡村社区获得的支持类型数量
	集体记忆	家庭常年外出口数量
经济	农户家庭总收入	过去一年家庭所有收入总和(万元)
	传统农业收入	种植粮经作物获得的收入总和(万元)
	新型农业收入	设施农牧业获得的收入总和(万元)
	非农业收入	从事外出务工、企事业单位工作、个体经营等非农业生计活动获得的收入总和(万元)
生态	生态足迹	农户为了维持自身生存而利用自然的量(hm <sup>2</sup> )

农业收入、新型农业收入和非农业收入衡量。生态足迹是指利用人类为了维持自身生存而利用自然的量来评估人类对生态系统的影响,在农户生计转型的生态效应评估中得到广泛应用<sup>[40]</sup>。

**3.2.2 经济效应评估** 双重差分模型(Difference-in-Difference, DID)是计量经济学中用于定量评估项目或公共政策实施效果的常用方法<sup>[41]</sup>,本研究引用双重差分模型定量评估生态治理政策下农户生计转型产生的经济效应。计算公式如下<sup>[42]</sup>:

$$Z_{DID} = [E(Y_i|D=1) - E(Y_i|D=0)] - [E(Y_i|D=1) - E(Y_i|D=0)] \quad (1)$$

式中:  $Z_{DID}$  为双重差分估计量;  $Y$  为农户家庭经济收入;  $D$  代表农户生计方式: 是(1)否(0)发生转型;  $t$  代表生态治理后的时期;  $t'$  代表生态治理前的时期;  $E$  是数学期望。

**3.2.3 生态效应评估** 生态足迹可以有效地测度人类活动对生态环境的影响程度<sup>[43]</sup>。基于农户调查数据,获取不同生计类型农户生产、生活资源消耗量,进而计算出各类型农户生态足迹,并进行比较分析,从而达到评估农户生计转型生态效应的目的。计算公式如下:

$$EF = \sum_{j=1}^6 R_j \times A_{ij} \quad (2)$$

式中:  $EF$  为户均生态足迹量;  $A_{ij}$  为第  $i$  种消费项目占用的第  $j$  种生物生产型土地面积,主要考虑耕地、草地、水域、林地、建筑用地、能源用地(包括汽油、柴油和煤炭等消费项目)6种土地类型;  $R_j$  为第  $j$  种生物生产型土地的均衡因子,采用全国平均值<sup>[44]</sup>。

### 3.3 生计转型影响因素分析

**3.3.1 影响因子选取** 已有成果表明<sup>[18],[19],[26],[45],[46]</sup>,农户生计转型过程受多重因素影响。根据社会学“理性选择”理论,农户行为由动机和意图激发,但受两方面因素制约:一是资源的稀缺程度,即农户所拥有的资源,拥有更多资源的农户更易于达成目的,实现生计转型,而资源稀缺的农户则较难或不可能实现生计转型的目标<sup>[46]</sup>。这与DFID可持续生计分析框架核心内容不谋而合,其用生计资本衡量农户所拥有的资源<sup>[47]</sup>。二是政策制度,其通过支持或限制农户行为,从而对农户行动前的考量和行动后的结果产生影响,促使农户生计行为发生转变,并影响着农户所选择生计行为的可持续性<sup>[46]</sup>。另外,在政策制度和资源之下,还需要关注农户对于资源和政策制度等信息获取和利用的能力,其构成农户生计活动选择的知识基础。乡村社区作为行动者主体形成的集合,是农户获得信息的重要来源,其通过与社区内部其他主体之间的经验交流、参与乡村社区组织等,构成作为理性选择的重要信息基础。基于上述分析,并结合研究区域地理环境特征,从人力资本、自然资本、物质资本、金融资本、社会资本、地理区位和认知能力7个维度选取了影响农户生计转型的25个可能因子(表4)。

**3.3.2 数据标准化** 为消除生计转型影响因子不同量纲对分析结果的影响,选择极差标准化方法对原始数据进行归一化处理。因不对其进行综合计算,故在标准化时不考虑因子向性,统一使用正向标准化公式。计算公式如下:

$$V_{ij} = \frac{X_{ij} - \min(X_i)}{\max(X_i) - \min(X_i)} \quad (3)$$

式中:  $X_{ij}$  为原始数据;  $\max(X_i)$  和  $\min(X_i)$  分别为第  $i$  项指标的最大值和最小值;  $V_{ij}$  为标准化后的无量纲数据。

**3.3.3 影响因子辨识** 多项 Logistic 回归模型是一种概率非线性回归模型,其在确定多分类变量影响因素时有良好的解释率。根据识别出的两条农户生计转型路径:①传统农业主导型生计转向传统非农型、新型农业型和非农主导型生计;②传统非农型生计转向非

表4 农户生计转型的影响因子  
Tab. 4 Impact factors of farmers' livelihood transformation

维度	影响因子	因子释义及单位	平均值	标准差
人力资本	劳动力数量	家庭拥有劳动力总量	3.03	1.07
	劳动力受教育年限	家庭劳动力平均受教育年限(年)	9.23	3.21
	家庭抚养比	无劳动力成员占家庭总人数比例	0.35	0.22
	培训机会	家庭成员参加农业技术培训的次数	0.54	1.02
自然资本	耕地面积	拥有确权耕地面积(hm <sup>2</sup> )	0.75	0.64
	耕地质量	耕地质量: 很差=1; 较差=2; 一般=3; 较好=4; 很好=5	1.64	2.40
	有效灌溉程度	农作物有效灌溉程度: 基本没有=1; 较少=2; 一般=3; 较多=4; 全部灌溉=5	4.30	1.41
物质资本	住房类型	纯木房=1; 土木房=2; 土砖房=3; 砖瓦结构=4; 混凝土结构=5	2.83	0.91
	固定资产量	拥有固定资产数量	5.95	1.29
	牲畜资本量	拥有大型牲畜(牛、羊、马)数量	12.25	25.47
金融资本	借贷机会	是否能从银行获得贷款: 否=0; 是=1	0.81	0.39
	收入多样性指数	收入来源的多样化程度, 利用收入多样性指数公式: $EI = \sum_{i=1}^n X_i \ln(1/X_i)$ 计算, 其中 $EI$ 为收入多样性指数, $X_i$ 为某一收入来源占总收入的比例	0.76	0.34
社会资本	家庭总收入	过去一年家庭总收入(万元)	10.28	6.46
	经济能力	过去一年家庭财务储蓄(万元)	2.94	4.18
	邻里冲突	乡村社区邻里冲突状况: 基本没有=1; 冲突较少=2; 一般=3; 冲突较多=4; 冲突很多=5	1.37	0.66
	社区支持度	从乡村社区获得的支持类型数	2.40	0.75
地理区位	帮助人数	面临经济困难时可帮助人数: 基本没有=1; 较少=2; 一般=3; 较多=4; 很多=5	2.23	1.15
	权利邻近度	家中是否有人在政府单位或村委会任职: 否=0; 是=1	0.15	0.36
	可达性	距县道的距离(km), 利用百度地图APP获得	3.41	3.46
	距县城距离	距县城的时间距离(小时)	1.08	0.90
认知能力	海拔高度	海拔高度(m), 利用手机GPS定位获得	1586.83	367.84
	社区参与	家庭成员参加乡村集体会议的次数: 基本没有=1; 偶尔参加=2; 一般=3; 参加较多=4; 参加很多=5	3.75	1.26
	社区学习	乡村社区内部务工与务农经验交流的频率: 基本没有=1; 较少=2; 一般=3; 较多=4; 很多=5	3.45	1.08
	政府应灾能力	政府应对自然灾害的能力: 很低=1; 较低=2; 一般=3; 较高=4; 很高=5	3.28	0.98
	政策认知	生态治理政策对农户的影响程度: 基本没有=1; 影响较小=2; 一般=3; 影响较大=4; 影响很大=5	2.44	1.14

农主导型生计, 将25个可能的影响因子分别引入2个多项Logistic回归模型中。其中, 前者选取传统农业主导型、传统非农型、新型农业型和非农主导型为因变量, 设定 $y$ 的取值范围为[0,3], 并选择传统农业主导型为参照类别 $y_0$ ; 后者选取传统非农型和非农主导型为因变量, 设定 $y$ 的取值范围为[0,1], 并选择传统非农型为参照类别 $y_0$ 。计算过程如下:

$y$ 的条件概率为:

$$P_m = P\left(y = \frac{m}{x}\right) = \frac{\text{Exp}(\beta_{0m} + \beta_{1m}x_1 + \beta_{2m}x_2 + \cdots + \beta_{nm}x_n)}{1 + \text{Exp}(\beta_{0m} + \beta_{1m}x_1 + \beta_{2m}x_2 + \cdots + \beta_{nm}x_n)} \quad (4)$$

Logistic 回归模型为:

$$y_m = \text{Logit}(P_m) = \ln\left(\frac{P_m}{1 - P_m}\right) = \beta_{0m} + \beta_{1m}x_1 + \beta_{2m}x_2 + \cdots + \beta_{nm}x_n \quad (5)$$

式中:  $P$ 为农户生计从传统农业主导型转向传统非农型、新型农业型和非农主导型的概率, 或从传统非农型转向非农主导型的概率;  $x_1, x_2, \dots, x_n$ 为生计转型的影响因子,  $\beta_{1m}, \beta_{2m}, \dots, \beta_{nm}$ 为回归待定系数, 其表示解释变量对因变量的作用大小, 当回归系数大于零且统计性显著, 表示相对于参考类别, 解释变量 $x$ 值的增加与类别 $m$ 的出现呈现正相关关系, 系数越大, 该变量的贡献越大; 反之, 解释变量 $x$ 值的增加与类别 $m$ 的出现为负相关, 系数越大, 该变量的贡献越大; 当统计性不显著时, 解释变量对因变量的作用在统计上与零无异, 可以去除。

## 4 结果分析

### 4.1 农户生计转型路径

在生态治理前, 农户生计活动主要以种植小麦、玉米、茴香和黑瓜籽等传统粮经作物为主, 但也存在部分农户以打零工维持生计, 传统农业主导型和传统非农型农户占比分别为49.63%和31.94%; 在生态治理初期, 农户通过外出务工或就地打零工方式拓展生计, 逐渐转向传统非农型和非农主导型生计, 占比分别为36.85%和34.89%; 在生态治理后, 农户生计以外出务工、企事业单位工作和个体经营等非农业活动为主, 非农主导型农户占比为53.56%。如图2所示, 在生态治理过程中, 传统农业主导型农户数量持续下降(202→97→25); 非农主导型(63→142→218)和新型农业型(0→7→29)农户数量持续上升; 而传统非农型农户数量先增后降(130→150→122); 畜牧主导型农户数量则基本保持不变(12→13→13)。

为进一步识别生计转型路径, 将农户生计转型过程划分为P1和P2两个阶段(图3)。在P1阶段, 生计转型的主要方式有“传统农业主导型→传统非农型”“传统农业主导型→非农主导型”和“传统非农型→非农主导型”3种; 在P2阶段, 生计转型的主要方式有“传统农业主导型→传统非农型”“传统农业主导型→新型农业型”“传统农业主导型→非农主导型”和“传统非农型→非农主导型”4种。可见, 生态治理下石羊河流域农户生计转型过程呈现发散和聚合两种模式: 一是从传统农业主导型生计发散向新型农业型、传统非农型和非农主导型生计; 二是从传统农业主导型和传统非农型生计聚合向非农主导型生计。

综上所述, 基于生态治理前后生计类型比较、转型农户数量(规模)及其发散与聚合特征, 可将石羊河流域农户生计转型路径总结为两种: I型生计转型路径和II型生计转型路径, 前者主要是由传统农业主导型生计发散向传统非农型、新型农业型和非农主导型生计; 后者主要是从传统非农型生计转向非农主导型生计。

### 4.2 生计转型的社会-生态效应

**4.2.1 社会效应** I型农户生计转型所产生的社会效应整体为负向。首先, 据访谈了解, 农户生计从传统农业主导型转向传统非农型、新型农业型和非农主导型的过程中, 所面临务工机会减少、务工工资拖欠和新型农作物市场波动等不确定性增加, 造成生活满意

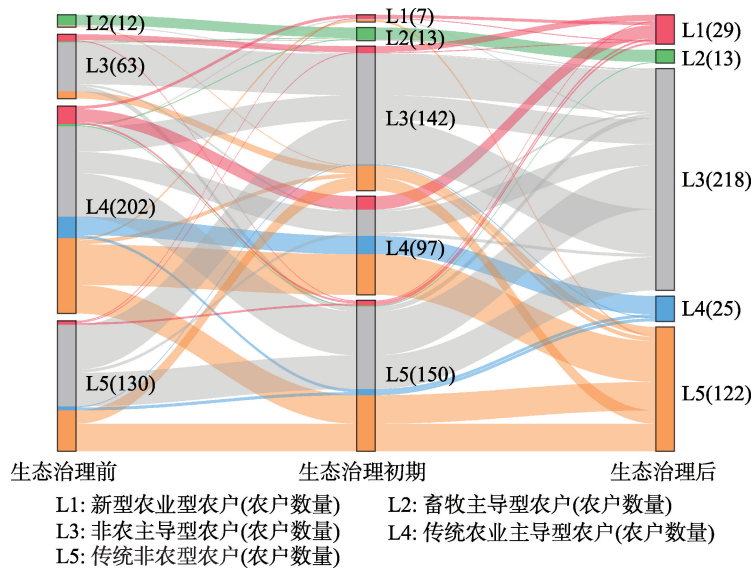


图2 石羊河流域农户生计转型路径

Fig. 2 The transformation paths of farmers' livelihood in the Shiyang River Basin

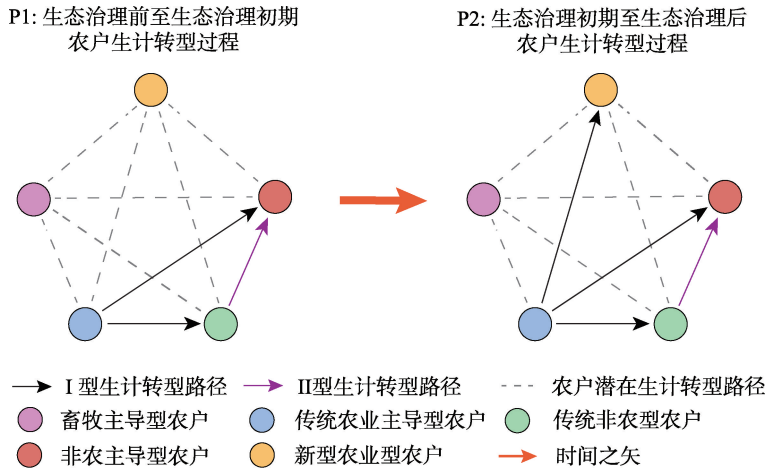


图3 石羊河流域农户生计转型路径模拟

Fig. 3 Simulation of the transformation path of farmers' livelihoods in the Shiyang River Basin

度降低，分别下降0.29、0.34和0.21。其次，虽然生计转型致使社会关系网络不断拓展，分别增加0.43、0.30和0.39，但农户从所在乡村社区获得的支持度却不断减少，分别下降0.15、0.23和0.12，对维持本地社会结构的稳定并没有积极贡献。最后，农户生计转型促使家庭流动人口数量不断增加，分别增加1.23人、0.49人和1.64人，改变了社会结构的主体性要素及其构成形式，对流域社会结构的稳定产生较强烈的冲击（表5）。

II型农户生计转型的社会效应也呈现负向，但负向效应仅表现在集体记忆方面。在传统非农型生计转向非农主导型生计的过程中，生活满意度、社会关系网络和社区支持度变化幅度很小，变化量分别为0.08、-0.03和0.03。而家庭流动人口数量变化较大，平

表5 石羊河流域农户生计转型的社会效应

Tab. 5 Social effects of farmers' livelihood transformation in the Shiyang River Basin

变量	A	B	C	D	B-A	C-A	D-A	D-B	变量向性
生活满意度	3.95	3.66	3.61	3.74	-0.29	-0.34	-0.21	0.08	+
社会关系网络	0.86	1.29	1.17	1.26	0.43	0.30	0.39	-0.03	+
社区支持度	2.53	2.38	2.3	2.41	-0.15	-0.23	-0.12	0.03	+
集体记忆	0.73	1.95	1.22	2.37	1.23	0.49	1.64	0.42	-

注: A、B、C和D分别代表传统农业主导型、传统非农型、新型农业型和非农主导型农户;表头中“-”指减号运算符。

均增加了0.42人,即Ⅱ型农户生计转型亦促使流域人口流动性越来越强,从而使社会结构趋于不稳定(表5)。

#### 4.2.2 经济效应

(1) I型生计转型路径。以传统农业主导型农户作为对照组,以传统非农型、新型农业型和非农主导型农户分别作为控制组,将其经济收入引入构建的双重差分模型中,计算结果如表6所示。

表6 石羊河流域I型农户生计转型的经济效应

Tab. 6 Economic effects of type I farmers' livelihood transformation path in the Shiyang River Basin (万元)

	SD				Z <sub>DDD</sub>		
	A-E	B-F	C-G	D-H	(B-F)-(A-E)	(C-G)-(A-E)	(D-H)-(A-E)
家庭总收入	4.12	8.69	7.03	9.95	4.57(3.98)***	2.91(2.33)*	5.83(4.35)***
传统农业收入	3.01	2.35	-0.35	0.20	-0.65(0.97)	-3.35(-3.90)***	-2.81(-7.79)***
非农业收入	0.30	4.98	2.19	9.16	4.68(7.95)***	1.89(3.13)**	8.86(7.52)***
新型农业收入	0.78	1.40	5.20	0.60	0.62(1.86)	4.42(8.14)***	-0.18(-0.81)

注: A、B、C和D分别代表生态治理后的传统农业主导型、传统非农型、新型农业型和非农主导型农户; E、F、G和H分别代表生态治理前的传统农业主导型、传统非农型、新型农业型和非农主导型农户;“-”指减号运算符;括号内的值表示T检验结果; \*、\*\*、\*\*\*分别代表在 $P<0.05$ 、 $P<0.01$ 、 $P<0.001$ 水平上差异性显著; SD (Simple difference)指农户经济收入的初次差分结果。

农户生计从传统农业主导型转向传统非农型的过程中,家庭总收入、非农业收入呈现显著正向效应,分别增加4.57万元、4.68万元;对新型农业收入产生正向效应,增加0.62万元,而对传统农业收入产生负效应,减少0.65万元。在转向新型农业型的过程中,家庭总收入、非农业收入和新型农业收入均呈现显著正向效应,分别增加2.91万元、1.89万元和4.42万元,而传统农业收入则显著减少,减少幅度为3.35万元。在转向非农主导型的过程中,对家庭总收入和非农业收入呈现显著正向效应,分别增加5.83万元和8.86万元;而对传统农业收入呈现显著负向效应,减少2.81万元;对新型农业型收入也呈现负向效应,减少0.18万元,但负向效应程度不显著。可见, I型生计转型显著增加了总体经济收入和非农业收入,却促使传统农业收入显著减少。新型农业收入仅在转向新型农业型生计时显著增加,而在转向传统非农型和非农主导型生计的过程中变化不显著。

(2) II型生计转型路径。以传统非农型农户为对照组,以非农主导型农户为控制组,将其经济收入引入建立的双重差分模型,计算结果如表7所示。

农户生计从传统非农型转向非农主导型的过程中,对家庭总收入的正向效应不显

著,增加1.59万元;对非农业收入正向效应显著,增加4.76万元;而对传统农业收入和新型农业收入产生显著负向效应,分别减少2.16万元和1.06万元。可见,Ⅱ型生计转型对农户总体经济收入没有显著贡献,却促使收入结构的调整,表现为农业收入减少和非农收入增加。

**4.2.3 生态效应** 各类农户户均生态足迹的计算结果如表8所示,农户在生计转型过程中(包括Ⅰ型转型路径和Ⅱ型转型路径),对耕地、水域、草地和建筑用地的影响显著下降,而对林地和能源用地的依赖程度逐渐提高。

总体上看,农户户均生态足迹的数量关系为:传统农业主导型(47.416 hm<sup>2</sup>)>传统非农型(27.775 hm<sup>2</sup>)>非农主导型(15.341 hm<sup>2</sup>)>新型农业型(14.113 hm<sup>2</sup>),表明生计转型促使农户对流域生态环境的影响程度显著减弱,即生计转型有利于流域生态环境的改善,产生正向生态效应。

表7 石羊河流域Ⅱ型农户生计转型路径的经济效应

Tab. 7 Economic effects of type Ⅱ farmers' livelihood transformation path in the Shiyang River Basin (万元)

	SD		Z <sub>did</sub>
	I-K	J-L	(J-L)-(I-K)
家庭总收入	7.39	8.98	1.59(0.87)
传统农业收入	2.21	0.06	-2.16(-5.41)***
非农业收入	3.51	8.27	4.76(3.12)**
新型农业收入	1.67	0.60	-1.06(-2.30)*

注: I、J分别代表生态治理后的传统非农型和非农主导型农户; K、L分别代表生态治理前的传统非农型和非农主导型农户;“-”指减号运算符;括号内的值表示T检验结果; \*、\*\*、\*\*\*分别代表在P<0.05、P<0.01、P<0.001水平上差异性显著; SD(Simple difference)指农户经济收入的初次差分结果。

表8 石羊河流域不同生计类型农户生态足迹

Tab. 8 Ecological footprint of farmers with different livelihood types in the Shiyang River Basin

	传统农业主导型		传统非农型		新型农业型		非农主导型	
	生态足迹 (hm <sup>2</sup> )	占比 (%)	生态足迹 (hm <sup>2</sup> )	占比 (%)	生态足迹 (hm <sup>2</sup> )	占比 (%)	生态足迹 (hm <sup>2</sup> )	占比 (%)
耕地	42.937	50.08	22.717	26.49	10.204	11.9	9.887	11.53
林地	4.217	23.71	4.800	26.99	3.596	20.22	5.171	29.08
草地	0.019	27.14	0.017	24.29	0.023	32.86	0.011	15.71
水域	0.004	33.33	0.004	33.33	0.002	16.67	0.002	16.67
能源用地	0.239	23.11	0.237	22.92	0.288	27.85	0.270	26.11
建筑用地	0.133	27.03	0.121	24.59	0.121	24.59	0.117	23.78
总和	47.416		27.775		14.113		15.341	

### 4.3 农户生计转型的影响因素

**4.3.1 Ⅰ型转型路径影响因素** 将4种农户生计类型与25个候选变量引入多项Logistic回归模型中,结果如表9所示。地理区位(海拔高度)、自然资本(耕地面积)、物质资本(牲畜资本量)、认知能力(政策认知)和金融资本(家庭总收入、收入多样性指数、经济能力)是影响农户Ⅰ型生计转型的主要因素。

其中,海拔高度、家庭总收入和经济能力对生计转型具有正向作用。首先,随着海拔不断升高,农户所拥有的耕地面积越来越少,且多以坡耕地为主,破碎化程度较高,而且受气候、土壤条件等制约,农作物产量低,因而农业效益远低于海拔较低的平原区和绿洲农业区,传统农业活动难以支撑农户生计的发展,所以农户更倾向于选择外出务工的方式拓展生计,易于转向传统非农型和非农主导型生计。其次,传统农业主导型、传统非农型和非农主导型农户的家庭总收入分别为5.45万元、9.86万元和10.80万元,因

表9 I型农户生计转型 Logistic 回归分析结果

Tab. 9 Logistic regression analysis results of type I farmers' livelihood transformation path

变量	传统非农型			新型农业型			非农主导型		
	系数	Wald	Sig.	系数	Wald	Sig.	系数	Wald	Sig.
截距	-0.85	0.02	0.902	1.59	0.05	0.826	8.91	1.67	0.196
海拔高度	18.50	3.96	<b>0.047</b>	13.07	1.89	0.169	15.60	2.81	<b>0.094</b>
耕地面积	-5.77	4.59	<b>0.032</b>	-12.89	7.22	<b>0.007</b>	-9.61	7.65	<b>0.006</b>
牲畜资本量	-9.28	3.93	<b>0.047</b>	-5.05	0.85	0.356	-11.60	5.39	<b>0.020</b>
政策认知	-2.74	2.73	<b>0.099</b>	-4.65	5.91	<b>0.015</b>	-3.62	4.36	<b>0.037</b>
家庭总收入	19.58	4.35	<b>0.037</b>	6.92	0.39	0.530	23.54	6.04	<b>0.014</b>
收入多样性指数	6.80	6.09	<b>0.014</b>	-3.35	1.10	0.295	-10.16	10.71	<b>0.001</b>
经济能力	-0.88	0.04	0.838	12.25	4.96	<b>0.026</b>	2.94	0.41	0.525

注: (1) 表中加粗字体表示显著性水平  $P < 0.1$ ; (2) 样本量  $n=394$ 。

而后两者能够支配更丰富的经济资源,并具有更高的物质生活水平,从而促使农户基于经济理性,选择将劳动力投入非农生计活动,或同时投入传统农业活动和非农生计活动,发生生计转型。此外,由于温室大棚、养殖暖棚等建设需要较高的经济投入,所以当传统农业主导型农户能够动用的资金(经济能力)较多时,多选择从事设施农牧业,因为新型农业活动经济效益大于传统农业活动。

耕地面积、牲畜资本量和政策认知对生计转型具有负向作用。首先,耕地面积越大,农户从传统农业中获得的经济效益就越高,从而促使农户将劳动力投入传统农业活动中,降低了向其他生计转移的可能。其次,养殖收入是传统农业主导型农户的重要收入来源之一,也是其通过多样化手段规避外部风险扰动的重要选择,因而农户在以传统农业种植为主的生计前提下,更愿意将剩余劳动力投入牲畜养殖活动中,从而阻碍生计转型过程。此外,政策认知反映生态治理对农户的影响程度,而传统农业主导型农户的政策认知水平最高。生态治理促使该类农户面临耕地缩减、灌溉水资源成本增加等问题,从而降低其农业效益,推动生计转向传统非农型与非农主导型;而政府对节水设施农业的提倡,并适时引导该类农户发展西红柿、辣椒等设施大棚,以及养殖牛、肉羊等设施暖棚,拓展了农户生计,促使生计转向新型农业型。

收入多样性指数对生计转型既有正向也有负向作用。因传统农业主导型农户收入来源较少,在自然灾害、农作物市场波动等外部冲击下较难维系自身生计的稳定,因而农户多通过多样化手段来规避风险,易于转向传统非农型。而非农主导型农户收入来源较传统农业主导型更为单一(两者收入多样性指数分别为2.70和3.05),因而阻碍生计转向非农主导型。

**4.3.2 II型生计转型路径影响因素** 将2种农户生计类型和25个候选变量引入Logistic回归模型中,结果如表10所示。家庭抚养比(人力资本)、耕地面积(自然资本)、社区学习(认知能力)和收入多样性指数(金融资本)是影响农户II型生计转型路径的主要因素,并且均呈现负向作用。

首先,在抚养比较高的家庭,因需照顾无劳动人员,农户很难采取长期外出务工的生计策略,生计选择更多偏向于当地打零工,因而多成为传统非农型生计。其次,耕地面积越大,农户从土地上获得的效益就更大,传统农业活动对农户生计的支撑能力较强,因而生计较难完全转向非农主导型。再次,当乡村社区经验交流增多时,农户对于

资源信息的掌握程度和对外部风险的认知程度更高,使其生计选择将更加审慎的态度,从而阻碍生计转型过程。此外,非农主导型农户虽能获得更高的家庭收入,但其在外部冲击下维系自身生计稳定的能力也较弱,而传统非农型农户则可以通过多样化手段规避风险,因而收入多样性指数也阻碍生计转向非农主导型。

#### 4.4 农户生计转型机理

根据科尔曼的理性选择理论,以微观个体行为为基础的理性选择可以为宏观层面的社会行动给出合理性解释<sup>[37,46]</sup>。因此,本文结合上述实证分析结果,基于“前因(影响因素)—转型过程—转型结果(社会-生态效应)”逻辑,引入社会学理性选择理论,并综合考虑石羊河流域特征与相关研究成果<sup>[18],[19]32</sup>,选择从地理环境、政策制度、农户理性和转型结果4个方面解析农户生计转型机理。

**4.4.1 地理环境** 石羊河流域下游绿洲灌溉农业区由于人口密度较低,户均耕地面积大,光照充足,而且低海拔高度使得有更利于农作物生长的气候和土壤条件,农业效益相对较高,传统农业生计活动对农户生计的支撑能力强,所以农户生计多成为传统农业主导型和传统非农型生计。中游平原地区靠近武威市区,人口密度高,耕地面积较少,土壤条件较好,加之较发达的经济水平和相对较高的城镇化水平,使得更易形成非农主导型和新型农业型生计。而上游祁连山区海拔较高,沟壑纵横,为雨养农业区,其间耕地以坡耕地为主且面积小,农业生产效益低,所以易于形成非农主导型生计;而适宜牧草生长的土壤环境却为畜牧业的发展提供了良好条件,容易形成长期稳定的畜牧主导型生计。可见,地理环境差异导致的资源分布不均是农户生计活动空间差异和生计转型的重要前提。

**4.4.2 政策制度** 水土资源是影响石羊河流域社会经济发展和农户生计可持续性的关键因素,而生态治理对水土资源影响显著。其中,对土地资源的影响主要是大规模“退耕还林”和“关井压田”,致使农户拥有的耕地资源持续下降,因而从农业中获得的经济效益也不断减少。对水资源的影响主要有两方面:一是关闭机电井,实施灌溉水资源定量配给,降低了农户有效灌溉程度,对中下游农业区依赖水资源灌溉的农户产生压力;二是“水权改革”,在灌溉定额内,农户生产用水价格较低,超过灌溉定额后,则收取更高价格,并且自生态治理以来,水价呈快速上升趋势,致使农户农业投入越来越高。严格的生态治理政策与农户生存和发展需求产生矛盾,使其被迫寻求新的替代性生计方式,易于转向传统非农型和非农主导型生计。苏武镇××村村支书:“我们村关井压田关掉了9眼井,目前还剩下7、8眼,村集体土地压掉了1200亩……现在政府要求的有效灌溉面积是人均2.5亩,每亩地一年灌4个水(4次水),水价弄的高,农民种地纯粹就掏了水费了,农业效益低,年轻人都出去打工了。”

同时,随着水土资源的减少,为了实现农户生计可持续性发展,政府大力支持农户发展设施农牧业,并给予相应补贴,如补贴修建温室大棚、养殖暖棚等的费用。从而促使农户选择发展设施农牧业,形成较为稳定的新型农业型生计。双茨科镇××村村长:“……种西红柿的话,毛收入在两万左右,纯收入一万五左右。大棚种植蔬菜经济效益还

表10 II型农户生计转型Logistic回归结果

Tab. 10 Logistic regression results of type II farmers' livelihood transformation path

	变量	系数	Wald	Sig.
	截距	9.24	15.73	0.000
	家庭抚养比	-3.15	4.40	<b>0.036</b>
非农主导型	耕地面积	-5.53	2.79	<b>0.095</b>
	社区学习	-1.95	4.10	<b>0.043</b>
	收入多样性指数	-17.29	45.22	<b>0.000</b>

注:(1)表中加粗字体表示显著性水平 $P < 0.1$ ; (2)样本量 $n=340$ 。

可以。”大坝镇副镇长：“……像这几年，百姓种植人参果，一亩地的收入差不多一万块钱，比起一般的传统大田作物，一亩顶十亩。”

综上所述，生态治理政策成为促进石羊河流域农户生计转型的重要起因。

#### 4.4.3 农户理性

(1) 经济理性推动 I 型农户生计转型过程。基于实证分析结果，在农业投入增加、耕地缩减以及地理条件制约等影响下，传统农业效益远低于外出务工效益，所以农户基于经济理性，选择外出务工拓展生计，生计方式逐渐转向传统非农型和非农主导型。而凉州区大柳镇、高坝镇，民勤县苏武镇、双茨科镇等乡镇，由于靠近市、城区且土壤条件较好，又得到政府政策的大力支持，所以发展单位效益高于传统农业的温棚种植业，促进农户生计从传统农业主导型转向新型农业型。泉山镇×××村村支书：“……日光温室（种植）增加了我们的收入，但是现在整体农业（作物）的效益不好，销售的路子也不好，水价又很高，种植成本变得越来越高，现在出去打工的越来越多了。”

可见，经济理性促使农户生计从传统农业主导型转向传统非农型、新型农业型和非农主导型。

(2) 社会理性阻碍 II 型农户生计转型过程。虽然非农主导型农户收入高于传统非农型农户（分别为 10.10 万元、8.96 万元）（仍然存在经济理性的吸引），但由于传统非农型农户拥有更高的家庭抚养比，可能在一定程度上阻碍了生计转向非农主导型。蔡旗乡×××村农户：“现在父母亲岁数都大了，留在家里不放心，（因此）不敢到远的地方打工，就闲了（农闲时）出去打些零工，地里忙了回来种地……”

乡村社区农户经验交流越多，资源信息的获取能力也就更强，同时对于外部风险的认知也就越深刻，所以农户会更加审慎地进行资源配置，这时农户生计转型并不是基于利益最大化，而是在众多因素权衡之中求出“满意解”，即基于社会理性做出决策。所以农户选择将劳动力同时投入传统农业生计活动和非农生计活动，既能增加家庭收入，也能规避外部风险。东坝镇×××村农户：“……现在在外头打工（外出打工）活也不好找了，我家地也比较多，种地也能有些收入，再就闲了出去打些工，收庄稼了再回来。”

同时，在调查区域还存在一定数量农户，其生计特征为：父母在家务农，孩子在外务工（一般为企事业单位工作）。该类农户父母年龄在 50~60 岁，地方依恋性强，不愿随子女生活，而且认为在家务农能够减轻子女的经济负担。红沙梁镇×××村农户：“娃们大学毕业后就留在兰州上班了，不愿意回来，现在也结婚了，去年买了房……，现在城里生活消费高，我和他妈妈两个人在家种些地也能减轻他们的负担。”

可见，在 II 型生计转型路径下农户并不是基于经济理性决策，而受社会理性支配的程度更高。

#### 4.4.4 生计转型结果(效应)影响后续区域发展的管理决策和农户生计选择

农户生计转型持续影响着流域社会-生态系统演化方向和路径，主要体现为社会结构趋于不稳定，经济收入变化和生态环境改善。而生计转型产生的社会-生态效应也会给政策制定者和农户提供一个反馈，政府通过继续执行或改变政策措施（如针对生计转型过程中常年外出人口数量增加导致乡村“空心化”和“老年化”等社会问题显现，实施“乡村振兴”战略、开展“合村并居”项目等；而随着生态环境逐步得到改善，产生正向影响，从而进一步推进生态治理等），持续对农户生计产生外部影响；农户也会基于转型结果做出后续生计选择（如通过外出务工拓展生计，产生正向经济效应，因而在后续的生计选择中可能会继续增加非农生计活动劳动力投入，促进生计进一步转型等），从而影响农户生计转型的稳定性和生计选择的可持续性。

基于上述分析，生态治理下石羊河流域农户生计转型机理可总结如下：流域内部地理环境差异导致的资源分布不均是为农户生计转型的前提条件，政策制度的变化为农户生计转型提供了推力，并影响农户生计转型过程，两者共同从宏观尺度对行动者要素（农户）生计活动选择产生影响。农户基于社会理性和经济理性选择生计活动，成为农户生计转型的微观动因。在农户生计转型发生后，转型结果（社会-生态效应）又会对政策制定者和农户产生反馈，影响后续区域发展的管理决策、农户生计转型过程及生计选择的可持续性（图4）。

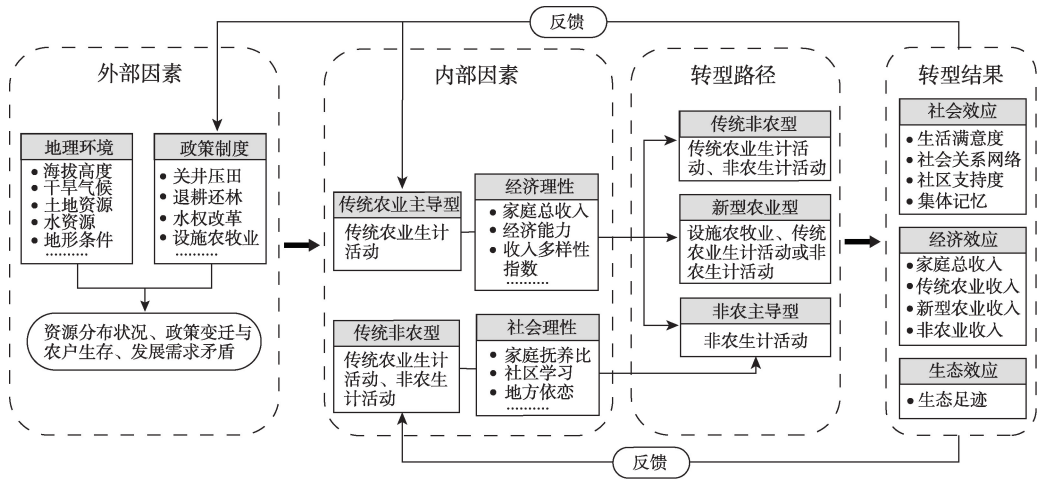


图4 石羊河流域农户生计转型机理

Fig. 4 Mechanism of farmers' livelihood transformation in the Shiyang River Basin

## 5 结论与讨论

### 5.1 结论

(1) 石羊河流域农户存在2种生计转型路径：Ⅰ型生计转型路径和Ⅱ型生计转型路径，前者主要是由传统农业主导型生计发散向传统非农型、新型农业型和非农主导型生计；后者主要是从传统非农型生计转向非农主导型生计。而畜牧主导型生计并未发生转型，基本保持稳定。

(2) 农户生计转型社会-生态效应评估结果表明：① 生计转型促使流域社会结构趋于不稳定，表现为生活满意度下降，农户跨越局域拓展社会关系网络而弱化了本地乡村社区支持度，以及集体记忆主体的流失。② 经济效应产生分化，其中，Ⅰ型生计转型显著增加了家庭总收入和非农业收入，却显著减少了传统农业收入，新型农业收入则仅在转向新型农业型生计时显著增加，而在转向传统非农型和非农主导型生计过程中该项收入变化不显著；Ⅱ型生计转型显著增加了非农业收入，却减少了传统农业收入和新型农业收入，促使农户收入结构调整，而总体经济收入效应并不显著。③ 生计转型促使农户户均生态足迹降低，从而减弱对生态环境的影响，形成正向效应。

(3) 地理区位（海拔高度）、自然资本（耕地面积）、物质资本（牲畜资本量）、金融资本（经济能力、家庭总收入和收入多样性指数）和认知能力（政策认知）是影响农户生计从传统农业主导型转向传统非农型、新型农业型和非农主导型的主要因素；人力资

本(家庭抚养比)、自然资本(耕地面积)、认知能力(社区学习)和金融资本(收入多样性指数)是影响农户生计从传统非农型转向非农主导型的主要因素。

(4)流域内部地理环境差异导致的水资源、耕地资源等分布不均是农户生计转型的前提条件,政策变迁为农户生计转型提供了推力,两者共同从宏观尺度对农户生计活动选择产生影响。农户基于社会理性和经济理性选择生计活动,成为生计转型的微观动因。在生计转型发生后,转型结果(社会-生态效应)又会对政策制定者和农户提供反馈,从而影响后续区域发展的管理决策、生计转型过程以及生计选择的可持续性。

## 5.2 讨论

(1)生计转型作为农户响应人地关系变化的重要选择,深刻影响着区域经济社会发展和生态环境变化过程。以往研究在生计转型路径、影响因素分析以及转型结果评估等领域均产出许多卓有成效的成果,但仍缺乏对生计转型的整合性研究,因而对农户生计演变规律和演变机制的认识存在局限性。鉴此,本文在以往研究的基础上,构建了“外部扰动—农户生计转型—转型结果(社会-生态效应)评估—转型机理探究”的研究逻辑,并以石羊河流域为研究对象,对农户生计转型进行系统性研究。同时,引入社会学理性选择理论,基于“局内人”尺度与行动者(农户)视角,结合农户“经验描述”,全面探讨了农户生计转型机理。有助于深化西北典型干旱区域生计转型特征,把握生计转型规律,可为乡村转型发展、乡村振兴研究提供科学借鉴。

(2)以往对农户生计转型结果的评估主要以土地利用/覆被、能源消费等生态系统服务变化为中介,重点关注生计转型的生态效应,而对经济和社会效应的关注有限。因此,本文将石羊河流域视为局域社会-生态系统,并将农户生计转型作为流域社会-生态系统运行的内部扰动,借鉴社会-生态系统分析框架,从社会、经济和生态3个维度建立了农户生计转型结果评估框架,是对生计转型与社会-生态系统关联研究的一次尝试,深化了对农户生计转型综合效应的理解。但由于农户生计与社会-生态系统互动过程的复杂性,涉及要素众多,所以难免管中窥豹。未来研究应对生计转型社会-生态效应评估指标体系的补充与完善,农户生计与社会-生态系统关联的因果关系、作用机制等方面给予关注。

(3)在乡村振兴战略等促进乡村发展的政策持续推进背景下,乡村人口和劳动力逐渐回流,开始显现出从非农化、兼农化生计向农业专业化生计转变的趋势,其发生机理与本文识别出的转型路径存在异质性,后续研究中应当予以考虑。

**致谢:**真诚感谢二位匿名评审专家在论文评审中所付出的时间和精力,评审专家对本文研究问题凝练、文献述评、数据分析、指标选取依据及图件表达等方面的修改意见,使本文获益匪浅。

## 参考文献(References)

- [1] 中华人民共和国环境保护部.全国生态脆弱区保护规划纲要(2009-2020年). [https://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bwj/200910/t20091022\\_174613.htm](https://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bwj/200910/t20091022_174613.htm), 2022-05-13. [Ministry of Environmental Protection, PRC. Outline of national ecological fragile area protection plan (2009-2020). [https://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bwj/200910/t20091022\\_174613.htm](https://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bwj/200910/t20091022_174613.htm), 2022-05-13.]
- [2] 孟阳阳,何志斌,刘冰,等.干旱区绿洲湿地空间分布及生态系统服务价值变化:以三大典型内陆河流域为例.资源科学, 2020, 42(10): 2022-2034. [Meng Yangyang, He Zhibing, Liu Bin, et al. Changes of spatial distribution and ecosystem service value of oasis wetlands in arid areas: Taking three typical inland river basins as examples. Resources Science, 2020, 42(10): 2022-2034.]. DOI: 10.18402/resci.2020.10.18.
- [3] 刘彦随,周扬,李玉恒.中国乡村地域系统与乡村振兴战略.地理学报, 2019, 74(12): 2511-2528. [Liu Yansui, Zhou

- Yang, Li Yuheng. Rural regional system and rural revitalization strategy in China. *Acta Geographica Sinica*, 2019, 74 (12): 2511-2528.]. DOI: 10.11821/dlxb201912007.
- [4] 赵雪雁, 赵海莉, 刘春芳. 石羊河下游农户的生计风险及应对策略: 以民勤绿洲区为例. *地理研究*, 2015, 34(5): 922-932. [Zhao Xueyan, Zhao Haili, Liu Chunfang. The farmers' livelihood risk and their coping strategy in the downstream of Shiyang River: A case of Minqin Oasis. *Geographical Research*, 2015, 34(5): 922-932.]. DOI: 10.11821/dlyj201505011.
- [5] 鲁大铭, 杨新军, 石育中, 等. 黄土高原乡村体制转换与转型发展. *地理学报*, 2020, 75(2): 348-364. [Lu Daming, Yang Xinjun, Shi Yuzhong, et al. Rural regime shifts and transformation development on the Loess Plateau. *Acta Geographica Sinica*, 2020, 75(2): 348-364.]. DOI: 10.11821/dlxb202002010.
- [6] 赵雪雁. 地理学视角的可持续生计研究: 现状、问题与领域. *地理研究*, 2017, 36(10): 1859-1872. [Zhao Xueyan. Sustainable livelihoods research from the perspective of geography: The present status, questions and priority areas. *Geographical Research*, 2017, 36(10): 1859-1872.]. DOI: 10.11821/dlyj201710004.
- [7] 黎春梅, 何格. SLA框架下生计资本影响山区农户分化的机理与实证研究: 以广西山区农户为例. *中国农业资源与区划*, 2021, 42(11): 144-156. [Li Chunmei, Hege. The mechanism and empirical study of livelihood capital's impact on the differentiation of farmers in mountainous area under SLA framework: A case study of farmers in Guanxi Mountainous area. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2021, 42(11): 144-156.]. DOI: 10.7621/cjarrp.1005-9121.20211115.
- [8] 赵雪雁. 生计资本对农牧民生活满意度的影响: 以甘南高原为例. *地理研究*, 2011, 30(4): 687-698. [Zhao Xueyan. The impact of livelihood capital on the life satisfaction of peasants and herdsmen: A case of Gannan Plateau. *Geographical Research*, 2011, 30(4): 687-698.]
- [9] Mubaya C P, Mafongoya P. Local-level climate change adaptation decision-making and livelihoods in semi-arid areas in Zimbabwe. *Environment, Development and Sustainability*, 2017, 19(6): 2377-2403. DOI:10.1007/s10668-016-9861-0.
- [10] Sherbinin A D, Vanwey L K, McSweeney K, et al. Rural household demographics, livelihoods and the environment. *Global Environmental Change*, 2008, 18(1): 38-53. DOI:10.1016/j.gloenvcha.2007.05.005.
- [11] Escarcha J F, Lassa J A, Palacpac E P, et al. Livelihoods transformation and climate change adaptation: The case of smallholder water buffalo farmers in the Philippines. *Environmental Development*, 2020, 33:100468. DOI:10.1016/j.envdev.2019.100468.
- [12] 苏康传, 杨庆媛, 张佰林, 等. 山区农村土地利用转型与小农经济变迁耦合机理. *地理研究*, 2019, 38(2): 399-413. [Su Kangchuan, Yang Qingyuan, Zhang Bailin, et al. The coupling mechanism between rural land use transition and small-scale peasant economy change in mountainous areas. *Geographical Research*, 2019, 38(2): 399-413.]. DOI: 10.11821/dlyj20180060.
- [13] 张磊, 李君, 武友德. 多民族共生区农户生计与土地利用分异特征: 以云南洱源县郑家庄为例. *经济地理*, 2018, 38(9): 183-190. [Zhang Lei, Li Jun, Wu Youde. Characteristics of farmers' livelihood and land use differentiation in multi-ethnic symbiotic areas: Taking Zhengjiazhuang, Wuyuan County, Yunnan Province as an example. *Economic Geography*, 2018,38(9):183-190.]. DOI: 10.15957/j.cnki.jjdl.2018.09.021.
- [14] Nguyen Q, Kim D C. Reconsidering rural land use and livelihood transition under the pressure of urbanization in Vietnam: A case study of Hanoi. *Land Use Policy*, 2020,99:104896. DOI:10.1016/j.landusepol.2020.104896.
- [15] Huang X J, Huang X, He Y B, et al. Assessment of livelihood vulnerability of land-lost farmers in urban fringes: A case study of Xi'an, China. *Habitat International*, 2017, 59: 1-9. DOI:10.1016/j.habitatint.2016.11.001.
- [16] Hahn M B, Riederer AM, 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):74-88. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2008.11.002.
- [17] Shen F J, Hughey K F D, Simmons D G. Connecting the sustainable livelihoods approach and tourism: A review of the literature. *Journal of Hospitality and Tourism Management*, 2008, 15(1): 19-31. DOI:10.1375/jhtm.15.19.
- [18] 喻忠磊, 杨新军, 杨涛. 乡村农户适应旅游发展的模式及影响机制: 以秦岭金丝峡景区为例. *地理学报*, 2013, 68(8): 1143-1156. [Yu Zhonglei, Yang Xinjun, Yang Tao. Exploring conditions, determinants and mechanisms of rural households' adaptability to tourism development: A case study of Jinsixia in Qinling Mountains. *Acta Geographica Sinica*, 2013, 68(8): 1143-1156.]. DOI: cnki:sun:dlxb.0.2013-08-013.
- [19] 介永庆. 精准扶贫以来贫困山区农户的生计转型及其驱动因素. 兰州: 西北师范大学硕士学位论文, 2021. [Jie Yongqing. Livelihood transformation and driving factors of rural households in poor mountainous areas since targeted poverty alleviation. Lanzhou: Master Dissertation of Northwest Normal University, 2021.]. DOI:10.27410/d.cnki.gxb-

- fu.2021.001182.
- [20] Zhang J, Mishra A K, Zhu P X. Identifying livelihood strategies and transitions in rural China: Is land holding an obstacle? *Land Use Policy*, 2019, 80: 107-117. DOI: 10.1016/j.landusepol.2018.09.042.
- [21] Yuan C C, Liu L M, Ye J W, et al. Assessing the effects of rural livelihood transition on non-point source pollution: A coupled ABM-IECM model. *Environmental Science and Pollution Research*, 2017, 24(14): 12899-12917. DOI:10.1007/s11356-017-8812-0.
- [22] 杨伦, 刘某承, 闵庆文, 等. 农户生计策略转型及对环境的影响研究综述. *生态学报*, 2019, 39(21): 1-11. [Yang Lun, Liu Moucheng, Min Qingwen, et al. Review of eco-environmental effect of farmers' livelihood strategy transformation. *Acta Ecologica Sinica*, 2019, 39(21): 1-11.]. DOI: 10.5846/stxb201809121960.
- [23] Bhandari P B. Rural livelihood change? Household capital, community resources and livelihood transition. *Journal of Rural Studies*, 2013, 32: 126-136. DOI:10.1016/j.jrurstud.2013.05.001.
- [24] 王帅, 傅伯杰, 武旭同, 等. 黄土高原社会-生态系统变化及其可持续性. *资源科学*, 2020, 42(1): 96-103. [Wang Shuai, Fu Bojie, Wu Xutong, et al. Dynamics and sustainability of social-ecological systems in the Loess Plateau. *Resources Science*, 2020, 42(1): 96- 103.]. DOI: 10.18402/resci.2020.01.10.
- [25] Holling C S. Understanding the complexity of economic, ecological, and social systems. *Ecosystems*, 2001, 4(5):390-405. DOI: 10.1007/s10021-001-0101-5.
- [26] Ostrom E. A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science*, 2009, 325(5939): 419-422. DOI: 10.1126/science.1172133.
- [27] 王成超, 杨玉盛. 基于农户生计策略的土地利用/覆被变化效应综述. *地理科学进展*, 2012, 31(6):792-798. [Wang Chengchao, Yang Yusheng. An overview of farmers' livelihood strategy change and its effect on land use/cover change in developing countries. *Progress in Geography*, 2012, 31(6): 792-798.]. DOI: 10.11820/dlkxjz.2012.06.016.
- [28] Perge E, Mckay A. Forest clearing, livelihood strategies and welfare: Evidence from the Tsimane' in Bolivia. *Ecological Economics*, 2016, 126:112-124. DOI:10.1016/j.ecolecon.2016.03.017.
- [29] 李培林. 关于社会结构的问题: 兼论中国传统社会的特征. *社会学研究*, 1991, (1): 77-83. [Li Peilin. Questions about social structure: On the characteristics of traditional Chinese society. *Social Research*, 1991, (1): 77-83.]. DOI:10.19934/j.cnki.shxyj.1991.01.014.
- [30] 赵雪雁, 苏慧珍, 何小凤, 等. 生计风险及其对重点生态功能区农户生活满意度的影响: 以甘南黄河水源补给区为例. *地理科学*, 2020, 40(7): 1124-1133. [Zhao Xueyan, Su Huizhen, He Xiaofeng, et al. Livelihood risk and its impact on life satisfaction of farmers in key ecological functional areas: A case study of the Yellow River water supply area of Gannan. *Scientia Geographica Sinica*, 2020, 40(7): 1124-1133.]. DOI: 10.13249/j.cnki.sgs.2020.07.009.
- [31] 赵文娟, 杨世龙, 王潇. 基于 Logistic 回归模型的生计资本与生计策略研究: 以云南新平县干热河谷傣族地区为例. *资源科学*, 2016, 38(1): 136-143. [Zhao Wenjuan, Yang Shilong, Wang Xiao. The relationship between livelihood capital and livelihood strategy based on logistic regression model in Xinping County of Yunnan dry- hot valley. *Resources Science*, 2016,38(1): 136-143.]. DOI:10.18402/resci.2016.01.15.
- [32] 陈佳. 干旱乡村人地系统演化的脆弱性-恢复力整合研究. 西安:西北大学博士学位论文, 2018: 59-68. [Chen Jia. The integration of vulnerability-resilience of rural human-environment system evolution: A case study of Minqin County in Gansu Province. Xi'an: Doctoral Dissertation of Northwest University, 2018: 59-68.]
- [33] 梁流涛, 曲福田, 诸培新, 等. 不同兼业类型农户的土地利用行为和效率分析: 基于经济发达地区的实证研究. *资源科学*, 2008, 30(10): 1525-1532. [Liang Liutao, Qu Futian, Chu Peixin, et al. Analysis of land use behavior and efficiency of different farm household types. *Resources Science*, 2008, 30(10): 1525-1532.]. DOI: 10.3321/j.issn:1007-7588.2008.10.013.
- [34] 陈晓红, 汪朝霞. 苏州农户兼业行为的因素分析. *中国农村经济*, 2007, (4): 25-3. [Chen Xiaohong, Wang Chaoxia. Analysis on the factors of suzhou farmer's behavior. *Chinese Rural Economy*, 2007, (4): 25-31.]. DOI: cnki:sun:znjj.0.2007-04-004.
- [35] Lyu X, Peng W L, Niu S D, et al. Evaluation of sustainable intensification of cultivated land use according to farming households' livelihood types. *Ecological Indicators*, 2022, 138: 108848. DOI: 10.1016/j.ecolind.2022.108848.
- [36] 王群, 陆林, 杨兴柱. 千岛湖社会-生态系统恢复力测度与影响机理. *地理学报*, 2015, 70(5): 779-795. [Wang Qun, Lu Lin, Yang Xingzhu. Study on measurement and impact mechanism of socio- ecological system resilience in Qiandao Lake. *Acta Geographica Sinica*, 2015, 70(5): 779-795.]. DOI: 10.11821/dlxb201505009.
- [37] 贾焱焱, 胡静, 谢双玉, 等. 贫困山区旅游地社会-生态系统脆弱性及影响机理. *人文地理*, 2021, 36(1):155-164. [Jia Yaoyan, Hu Jing, Xie Shuangyu, et al. Vulnerability and influence mechanisms of social-ecological system in poor

- mountains tourism destinations. *Human Geography*, 2021, 36(1):155-164.]. DOI:10.13959/j.issn.1003-2398.2021.01.018.
- [38] 杨新军, 石育中, 王子侨. 道路建设对秦岭山区社会-生态系统的影响: 一个社区恢复力的视角. *地理学报*, 2015, 70(8): 1313-1326. [Yang Xinjun, Shi Yuzhong, Wang Ziqiao. Exploring the impacts of road construction on a local social-ecological system in Qinling mountainous area: A resilience perspective. *Acta Geographica Sinica*, 2015, 70(8): 1313-1326.]. DOI: 10.11821/dlxb201508010.
- [39] 易行健, 张波, 杨汝岱, 等. 家庭社会网络与农户储蓄行为: 基于中国农村的实证研究. *管理世界*, 2012, (5): 43-51+187. [ Yi Xingjian, Zhang Bo, Yang Rudai, et al. The family social network and the rural household saving behavior: A case study based on china's villages. *Management World*, 2012, (5): 43-51+187.]. DOI:10.19744/j.cnki.11-1235/f.2012.05.004.
- [40] 赵雪雁. 不同生计方式农户的环境影响: 以甘南高原为例. *地理科学*, 2013, 33(5): 545-552. [Zhao Xueyan. Environmental impact of farmers of different livelihood strategies: A case of Gannan Plateau. *Scientia Geographica Sinica*, 2013, 33(5): 545-552. ]. DOI: 10.13249/j.cnki.sgs.2013.05.005.
- [41] 叶芳, 王燕. 双重差分模型介绍及其应用. *中国卫生统计*, 2013, 30(1): 131-134. [Ye Fang, Wang Yan. Introduction to the difference-in-difference model and its applications. *Chinese Journal of Health Statistics*, 2013, 30(1): 131-134.]
- [42] Zheng H, Robinson B E, Liang Y C, et al. Benefits, costs, and livelihood implications of a regional payment for ecosystem service program. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2013, 110: 16681-16686. DOI:10.1073/pnas.1312324110.
- [43] 徐中民, 张志强, 程国栋. 甘肃省 1998 年生态足迹计算与分析. *地理学报*, 2000, 55(5): 599-610. [ Xu Zhongmin, Zhang Zhiqiang, Cheng Guodong. The calculation and analysis of ecological footprints of Gansu Province. *Acta Geographica Sinica*, 2000, 55(5): 599-610.]. DOI: 10.3321/j.issn:0375-5444.2000.05.010.
- [44] 张宇鹏. 我国生态足迹区域差异比较研究. 长春: 吉林大学博士学位论文, 2010: 35-55. [Zhang Yupeng. Comparative research on the differences of ecological footprints in different regions in China. Changchun: Doctoral Dissertation of Jilin University, 2010:35-55.]
- [45] 陈佳, 张丽琼, 杨新军, 等. 乡村旅游开发对农户生计和社区旅游效应的影响: 旅游开发模式视角的案例实证. *地理研究*, 2017, 36(9): 1709-1724. [Chen Jia, Zhang Liqiong, Yang Xinjun, et al. The impact of tourism development on changes of households' livelihood and community tourism effect: A case study based on the perspective of tourism development mode. *Geographical Research*, 2017, 36(9): 1709-1724.]. DOI: 10.11821/dlyj201709009.
- [46] 文军. 从生存理性到社会理性选择: 中国农民外出就业动因的社会学分析. *社会学研究*, 2001,(6): 19-30. [Wen Jun. From surviving rationality to social rationality: Exploring mechanism of Chinese peasant in the contemporary era migration for job in social perspective. *Social Research*, 2001,(6): 19-30.]. DOI:10.19934/j.cnki.shxyj.2001.06.002.
- [47] DFID. Sustainable Livelihoods Guidance Sheets. London: Department for International Development, 1999: 68-125.

## The paths, effects and mechanism of farmers' livelihood transformation in the Shiyang River Basin under the background of ecological governance

TANG Honglin<sup>1</sup>, CHEN Jia<sup>1,2</sup>, LIU Qian<sup>3</sup>, YANG Xinjun<sup>1,2</sup>, ZHANG Xiaowen<sup>1,2</sup>, YE Wenli<sup>1</sup>

(1. College of Urban and Environmental Sciences, Northwest University, Xi'an 710127, China; 2. Shaanxi Key Laboratory of Earth Surface System and Environmental Carrying Capacity, Xi'an 710127, China; 3. Key Laboratory of Surface Process and Environment Remote Sensing in the Three Gorges Reservoir Area, Chongqing 401331, China)

**Abstract:** The study on the farmers' livelihood provides a new perspective for understanding the complex human-land relationship in the arid region of Northwest China from a microscopic perspective. Based on the social-ecological systems (SESS) theory and sustainable livelihood analysis framework (SLA), we take the Shiyang River Basin transect as the field survey object, and use Difference-in-Difference model, Ecological footprint method and Multiple logistic regression model to describe the transformation paths of farmers' livelihood under the background of ecological governance, evaluate the transformation outcomes (socio-ecological effects), and explore the transformation mechanism. The main conclusions include: First, there are two paths of farmers' livelihood transformation in the Shiyang River Basin: Type I and type II. Type I mainly diverges from the traditional agriculture-led type to the traditional non-agricultural type, new agricultural type and non-agricultural type, while type II mainly shifts from the traditional non-agricultural type to the non-agricultural-led type. Second, farmers' livelihood transformation makes the social structure of the basin unstable, which is manifested by the decline of life satisfaction, the weakening of the support of local rural communities by farmers who expand their social network across the local area, and the loss of collective memory. The economic effects are differentiated, among which, type I path significantly increases the total household income and non-agricultural income, but significantly reduces the traditional agricultural income, while the new agricultural income only increases significantly when it turns to the new agricultural livelihood; type II path has significantly increased non-agricultural income, but reduced traditional agricultural income and new agricultural income, and promoted the adjustment of farmers' income structure, but the increase of total household income was not significant. Livelihood transformation has reduced farmers' ecological footprint, thus weakening the impact on the ecological environment. Third, geographical location, cognitive ability, natural capital, physical capital and financial capital are the main factors affecting type I path, and human capital, natural capital, financial capital and cognitive ability are the main factors affecting type II path. Last, the geographical environment and policy change are important prerequisites and causes of farmers' livelihood transformation, and affect the process of livelihood transformation from a macro scale. Rational choice of farmers is the internal motivation (micro) of livelihood transformation. The transformation outcomes (socio-ecological effects) will provide a feedback to policy makers and farmers, and influence farmers' subsequent livelihood choices and management decisions for regional development.

**Keywords:** ecological governance; social-ecological effect; livelihood transformation mechanism; Difference-in-Difference model; Shiyang River Basin