

# 水土保持背景下黄土丘陵区农业产业— 资源系统耦合关系研究\*

——基于农户行为的视角

夏自兰<sup>1</sup> 王继军<sup>1,2\*\*</sup> 姚文秀<sup>1</sup> 吕明权<sup>1</sup>

(1. 西北农林科技大学资源环境学院 杨凌 712100; 2. 中国科学院水利部水土保持研究所 杨凌 712100)

**摘要** 为明确黄土丘陵区水土保持政策对农业产业、农业资源之间的互动关系及作用路径的影响,选择典型代表县域陕西省吴起县,基于农户行为的视角构建了农业产业-资源系统耦合关系结构方程模型。首先设定水土保持政策、农户行为、农业资源环境、农业产业发展、耦合状态的5个潜变量及其所对应的观测变量,根据对研究区农业产业-资源系统耦合关系的感性认识,提出了9个假设,在此基础上设计农业产业-资源系统耦合关系模型,检验结果表明,建立的模型能有效地揭示研究区水土保持背景下农业产业-资源系统耦合关系。模型运行结果表明:水土保持政策显著改善了区域农业资源环境条件(路径系数为0.62),政策与其生态目标相吻合,但对农户资源利用及产业经营的正向行为产生了抑制作用(路径系数为-0.22),政策与农户行为间存在着激励不相容。在系统耦合过程中,农户行为不仅直接影响系统耦合状态(路径系数为0.42),同时通过促进农业产业发展而间接影响耦合状态(间接路径系数为 $0.61 \times 0.35 = 0.21$ ),农户生产决策行为构成系统耦合关系中重要的中介,成为影响系统耦合的关键;由于政策对资源利用的强制规定以及对农户行为的抑制作用,农业资源环境对农业产业发展未起到支撑作用(路径系数为-0.24),二者之间存在局部相悖。基于以上结果,在黄土丘陵区区域发展中应充分利用现有资源环境条件,实现农业产业与资源的优化耦合。

**关键词** 农业产业-资源系统 耦合关系 结构方程 农户行为 黄土丘陵区 吴起县  
中图分类号: F062.2 文献标识码: A 文章编号: 1671-3990(2012)03-0369-09

## Coupling relationship between agricultural industry and resources in the loess hilly region on the background of conservation of water and soil

— Based on the perspective of farmers-behavior

XIA Zi-Lan<sup>1</sup>, WANG Ji-Jun<sup>1,2</sup>, YAO Wen-Xiu<sup>1</sup>, LU Ming-Quan<sup>1</sup>

(1. College of Resources and Environment, Northwest A&F University, Yangling 712100, China; 2. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling 712100, China)

**Abstract** The present structure and coupling situation of agricultural system in the loess hilly region was formed under the influence of soil and water conservation policy. Agricultural ecological economic system may develop to a certain direction and form a new coupling situation through regulating the present coupling relationship between agricultural industry and resources. It had a practical significance to comprehensively clarify and assess the coupling interactions of the two important factors of the agricultural economic system. Due to multi-external policies and human interventions that acted on the agricultural ecological economic system, the indexes characterizing policy and farmers' decision and behavior in the system were not directly observable (latent variables). Traditional models (e.g., coupled dynamic systems model, coupled degree model, gray system analysis, etc.) either ignored or partially treated these indexes. The complex interactions and feedbacks among the system indexes were not adequately explained by these models. This paper employed the structure equation model to explore the interactive relationships and functional paths across

\* “十二五”国家科技支撑计划项目(2011BAD31B05)和中国科学院水土保持研究所科技发展基金项目(SW09528)资助

\*\* 通讯作者: 王继军(1964—), 男, 研究员, 研究方向为生态经济。E-mail: jjwang@ms.iswc.ac.cn

夏自兰(1986—), 女, 硕士研究生, 研究方向为土地资源利用与管理。E-mail: chuanxia19860713@163.com

收稿日期: 2011-06-16 接受日期: 2011-09-02

agricultural industry and resources under the influence of soil/water conservation policies in the loess hilly region, with a proxy farmer-survey from Wuqi County, Shaanxi Province, as the data resource. First, soil/water conservation policy, farmer behavior, agricultural resource and environment, agricultural industry development and coupling situation of agriculture system were set as 5 latent variables. And the correspondingly measurable indexes were selected. Then, 9 hypotheses about coupling relationship between agricultural industry and resources of the studied area were advanced. On this base, the model of agricultural industry-resources system coupling relationship was established. Fit test of the model showed desired effects. The model results showed that soil/water conservation policies improved regional agricultural resources conditions (with path coefficient of 0.62). This suggested that the policies were consistent with ecological targets. However, the policies inhibited positive farmer behavior in terms of resource utilization and industry management (with path coefficient of -0.22). This implied that the policies were some sort of disincentive and incompatible with farmer activity. Farmer behavior not only affected the state of system coupling directly (with path coefficient of 0.42), but also indirectly through promoting agro-industry development (with indirect path coefficient of  $0.61 \times 0.35 = 0.21$ ). This also suggested that farmers' production and decision-making behavior was a critical factor in the coupling of the system. Because of the policy mandatory provisions for resources utilization and inhabitation of farmer behavior, the regional agricultural resources environment was not supportive of agro-industry development (with path coefficient of -0.24). That is to say it induced a detestable local situation between agro-industry development and agro-resources environment. To optimize agro-industry and resources coupling of the loess hilly region, a full utilization of the present resources environment was recommended.

**Key words** Agro-industry and resources system, Coupling relationship, Structure equation model, Farmer behavior, Loess hilly region, Wuqi County

(Received Jun. 16, 2011; accepted Sep. 2, 2011)

黄土丘陵区脆弱的自然生态系统与人类不合理的生产活动曾导致该区域严重的生态环境恶化和水土流失。为此,中央和地方政府在该区域先后采取了一系列水土保持和生态保护措施,不仅改善了区域生态环境条件,也一定程度上促进了包括种植业、养殖业、林果业等在内的大农业的产业结构升级和农民收入的增加,取得了较大的生态经济效益,形成了目前的农业系统结构和耦合态势。通过对农业生态经济系统现状耦合关系的调节或干扰,可以促使其按照一定的方向和速度演替,形成新的耦合结构和态势。因此,明确农业生态经济系统现状耦合关系,并对其进行判定具有重要的现实意义,这也是众多学者着手开展这一研究的主要原因<sup>[1-3]</sup>。目前人们对农业生态经济系统耦合要素本身之间的互动关系进行了一定探讨,初步明确了农业产业与农业资源之间的耦合关系<sup>[1-3]</sup>,但对于水土保持政策对系统及其要素的影响以及所形成的耦合关系尚不明确,对水土保持政策影响下的系统现状耦合关系的研究成为现实需求。由于水土保持政策的直接参与者和具体实施者都是农户,而农户同时又是农业资源利用和农业生产的主体,为此,基于农户行为的视角,分析水土保持政策影响下的农业生态经济系统现状耦合关系,可为优化系统耦合结构,促进系统良性耦合机制的建立提供科学依据。

从已有的研究来看,针对农业系统现状耦合关系研究比较成功的方法是结构方程模型。结构方程模型能够处理和分析传统耦合模型中不能处理的潜变量问题,作为受外部政策及人为干预较多的农业

耦合系统,一些表征政策、农户决策及行为过程等因子都是不可直接观测的潜变量。传统耦合模型中,如系统动力学模型<sup>[4-7]</sup>、耦合度或耦合协调度模型<sup>[8-11]</sup>以及灰色系统分析方法<sup>[12-13]</sup>,要么忽略这些因子,要么单独研究它们对系统耦合的驱动作用,而不是将其纳入系统耦合关系的整体研究中,无法准确描述和解释系统要素之间复杂的互动关系和作用路径。而结构方程模型的引入则在一定程度上解决了这一问题。

基于以上背景,作者选择在黄土丘陵区水土保持政策与措施实施中具有典型代表性的“退耕还林第一县”的陕西省吴起县为对象,运用结构方程模型分析吴起县农业产业-资源系统现状耦合关系,以期明确融入水土保持政策的农业生态经济系统互动关系及作用路径,为调节或干扰系统耦合态势演替方向提供参考。

## 1 研究区域概况

吴起县位于陕西省延安市的西北部,地处东经 $107^{\circ}38'57'' \sim 108^{\circ}32'49''$ ,北纬 $36^{\circ}33'33'' \sim 37^{\circ}24'27''$ ,总面积 $3\,791.5\text{ km}^2$ 。该县属黄土高原梁状丘陵沟壑区,地貌以梁峁沟壑为主,海拔 $1\,233 \sim 1\,809\text{ m}$ 。属典型中温带大陆性季风气候,多年平均降雨量 $478.3\text{ mm}$ 。吴起县辖4镇8乡164个行政村,1110个村民小组,2009年全县农民人均纯收入 $4\,404$ 元,城镇居民人均可支配收入 $16\,361$ 元,县域经济综合实力跨入“中国最具区域带动力中小城市百强”和“中国中小城市科学发展百强”行列。

吴起县是全国退耕还林工程的重点示范县, 1999年, 吴起县一次性退耕10.367万  $\text{hm}^2$ , 成为全国“退耕还林第一县”。为巩固退耕还林成果, 吴起县还注重加强农田水利建设, 采取了以修建梯田、坝地为主的工程措施。以退耕还林工程为中心的水土保持措施显著改善了县域资源环境条件, 并促进了农业产业结构的调整, 2008年吴起县基本农田总面积达到2.096万  $\text{hm}^2$ , 人均0.198  $\text{hm}^2$ , 农林牧土地利用结构由1997年的26: 16: 58调整为9: 66: 25。

## 2 数据收集与研究方法

### 2.1 问卷设计与样本选取

针对水土保持政策影响下农业产业-资源系统的现状关系, 以农业产业发展和农业资源环境状况为主线设计了调查问卷, 主要内容包括农户基本信息、农户土地资源及其利用情况、农户产业经营情况、农户收入与支出情况、农户退耕及政府绩效情况等。问卷的总体设计采用定量测量为主, 定量测量与定性测量相结合的方法。定量测量如农户土地利用量表、农业生产费用与产出量表、农户收入与支出量表等, 定性测量则通过相关问题对研究中设计的不可直接测量的变量进行度量, 即要求被调查者根据自身行为及其所了解的政府行为或其他环境条件对每个问题做出肯定、否定或不同程度的判断。

本次调查对象主要是吴起县的农户, 样本选取采用分层抽样的方法, 即首先根据各个乡镇及行政村的区位特征和退耕地面积, 选择6个乡镇的18个行政村, 然后再在各个行政村内, 采用简单随机抽样的方法, 选择14~15户农户进行调查。本次调查活动由8人调查小组完成, 由调研人员对农户逐个进行参与式问卷调查, 实际调查农户256户, 其中有效问卷247份。

### 2.2 研究方法——结构方程模型

结构方程模型(Structural Equation Modeling, 简称SEM)是近20年应用统计学领域中发展最为迅速的一个分支, 它融合了传统多变量统计分析中的因子分析与路径分析的统计技术, 对各种因果模型可以进行模型辨识、估计与验证<sup>[14-15]</sup>。结构方程模型的另一大特点是可以对潜变量(latent variables)进行分析, 同时检验模型中包含的观测变量、潜变量、干扰或误差变量间的关系, 进而获得自变量对因变量影响的直接效果(direct effects)、间接效果(indirect effects)或总效果(total effects)<sup>[16]</sup>。结构方程模型由测量模型(measurement equation)和结构模型(structural equation)两部分组成。测量模型[式(1)、式(2)]可描述潜变量与观测变量之间的关系, 结构模型[式(3)]则反映了潜变量之间的关系<sup>[15]</sup>。

$$X = A_X \xi + \delta \quad (1)$$

$$Y = A_Y \eta + \varepsilon \quad (2)$$

$$\eta = B_\eta + \Gamma \xi + \zeta \quad (3)$$

式中:  $X$ 为外生观测变量向量;  $\xi$ 为外生潜变量向量;  $A_X$ 为外生观测变量与外生潜变量之间的关系, 是外生观测变量在外生潜变量上的因子载荷矩阵;  $\delta$ 为外生观测变量的残差项向量;  $Y$ 为内生观测变量向量;  $\eta$ 为内生潜变量向量;  $A_Y$ 为内生观测变量与内生潜变量之间的关系, 是内生观测变量在内生潜变量上的因子载荷矩阵;  $\varepsilon$ 为内生观测变量的残差项向量;  $B$ 和 $\Gamma$ 均为路径系数,  $B$ 为内生潜变量的关系阵,  $\Gamma$ 为外生潜变量对内生潜变量值的影响;  $\zeta$ 为结构方程的误差项。

## 3 结果与分析

### 3.1 结构方程初始概念模型的构建

在农业产业-资源系统各要素耦合与相悖的互动关系中, 农业资源与农业产业构成了系统的核心和主体<sup>[9]</sup>, 系统耦合与相悖的关系可以从农业生产过程中农业资源利用的角度加以解释和描述。农户是农业生产的主体, 农户的资源利用偏好和产业经营行为直接影响到农业产业的发展, 并对系统耦合态势产生影响; 另一方面, 水土保持背景下, 农户行为又在很大程度上受到水土保持政策的影响。鉴于此, 将水土保持政策 $\xi$ 、农户行为 $\eta_1$ 、农业资源环境 $\eta_2$ 、农业产业发展 $\eta_3$ 、耦合状态 $\eta_4$ 作为表征农业产业-资源系统耦合关系的5个潜变量。在结构方程模型的构建中, 水土保持政策 $\xi$ 为外生潜变量,  $\eta_1$ 、 $\eta_2$ 、 $\eta_3$ 、 $\eta_4$ 为内生潜变量。由于潜变量不能直接测量, 对各个潜变量需要设置观测变量指标, 各潜变量下观测变量的设置及具体定义方法如表1所示。根据上述分析以及对调研区域农业产业-资源系统耦合关系的感性认识, 提出H1~H9共9个假设: H1, 水土保持政策对农业资源环境有直接影响; H2, 水土保持政策对农业产业发展有直接影响; H3, 水土保持政策对农户行为有直接影响; H4, 水土保持政策对耦合状态有直接影响; H5, 农业资源环境对农业产业发展有直接影响; H6, 农业资源环境对耦合状态有直接影响; H7, 农户行为对农业产业发展有直接影响; H8, 农户行为对耦合状态有直接影响; H9, 农业产业发展对耦合状态有直接影响。根据变量关系及提出的假设, 设计初始概念模型(图1), 图中 $e1$ ~ $e20$ 为残差变量, 表示内生变量无法被外生变量解释的部分。

表 1 表征农业产业-资源系统耦合关系的变量解释及数据信度检验表

Table 1 Interpretation and data reliability test list of variables for coupling relationship between agricultural industry and resources system

潜变量 Latent variable	观测变量 Observed variable	定义方法 Definition method	$\alpha$
水土保持政策 $\xi$ Soil and water conservation policy	退耕补贴 $x_1$	退耕补贴金额	0.882
	Subsidies of returned farmland (Yuan)	Compensation from returned farmland	
	退耕地比重 $x_2$	退耕地面积/总农地面积	
	Proportion of returned farmland (%)	Retuned farmland area/total farmland area	
农户行为 $\eta_1$ Behavior of farmer	政府参与维护力度 $x_3$ (各题项得分加总值: 0~5)	政府的检查验收工作(0 无/1 有)+退耕后政府引导农户进行生产和劳动力转移(0 无/1 有、但作用不明显/2 有、作用很大)+退耕后政府组织农业生产技术培训(0 无/1 有、但作用不明显/2 有、作用很大)	0.901
	Government maintaining strength (total value of items scores: 0~5)	Had government seriously implemented the check and accept work? (0 No; 1 Yes) + Had government guided farmers to transfer production and workforce after returning farmland to forestry?(0 No; 1 Yes, and it did not work well; 2 Yes, and it had a notable effect) + Had government been organizing agricultural production technology training after returning farmland to forestry? (0 No; 1 Yes, and it did not work well; 2 Yes, and it had a notable effect)	
	耕地利用率 $y_1$	利用的耕地面积/总耕地面积	
	Utilization rate of farmland (%)	Area of utilized farmland/total farmland area	
农业资源环境 $\eta_2$ Agricultural resources and environment	耕地单位资金投入 $y_2$	耕地总资金投入/总耕地面积	0.887
	Capital investment on farmland (Yuan·hm <sup>-2</sup> )	Capital invested on farmland/area of total farmland	
	农业劳动力比重 $y_3$	农业劳动力/总劳动力	
	Proportion of agricultural labor (%)	Agricultural labor/total labor	
农业产业发展 $\eta_3$ Development of Agricultural industry	农业技术使用情况 $y_4$ (各题项得分加总值: 0~5)	使用沼气(0 否/1 是)+使用大棚设施(0 否/1 是)+使用地膜(0 否/1 是)+使用农业机械(0 否/1 是)+发展庭院经济(0 否/1 是)	0.879
	Utilization of agricultural technology (total value of items scores: 0~5)	Had biogas been used? (0 No; 1 Yes) + Had greenhouse been used? (0 No; 1 Yes) + Had plastic film mulching been used? (0 No; 1 Yes) + Had cultural machinery been used? (0 No; 1 Yes) + Had court economy been developed? (0 No; 1 Yes)	
	川台梯比重 $y_5$	川地、台地、梯田面积之和/总农地面积	
	Proportion of plain and terrace (%)	Plain and terrace area/total agricultural land area	
农业资源环境 $\eta_2$ Agricultural resources and environment	人均耕地 $y_6$	耕地面积/家庭人口数	0.828
	Per capita farmland (hm <sup>2</sup> )	Farmland area/family population	
	林草地比重 $y_7$	林草地面积/总农地面积	
	Proportion of forestry and grassland (%)	Forestry and grassland area/total agricultural land area	
农业资源环境 $\eta_2$ Agricultural resources and environment	农林牧土地利用结构指数 $y_8$	林地与牧草地面积之和/耕地面积	0.879
	Index of land use structure	Forestry and grassland area/farmland area	
	农产品商品率 $y_9$	商品化的农产品/总农产品	
	Produce commercialized rate (%)	Commercialized produce/total produce	
农业资源环境 $\eta_2$ Agricultural resources and environment	农业产投比 $y_{10}$	农业总收入(全部折算)/农业总费用	0.828
	Agricultural benefit-cost ratio	Total agricultural income/total agricultural cost	
	人均粮食产量 $y_{11}$	粮食产量/家庭总人口	
	Per capita output of grain (kg)	Grain output/family population	
农业资源环境 $\eta_2$ Agricultural resources and environment	农业收入比重 $y_{12}$	家庭农业收入/家庭总收入	0.828
	Proportion of agricultural income (%)	Family agricultural income/family total income	
	产业链与资源量相关度 $y_{13}$	具体赋值方法见参考文献[17]	
	Correlation degree of industry chain and resources	Specific evaluation method was referred to references [17]	
农业资源环境 $\eta_2$ Agricultural resources and environment	资源循环利用程度 $y_{14}$ (赋值: 1~5)	资源循环利用率 <sup>1)</sup> 为 0%~20%时, 赋值 1; 21%~40%时, 赋值 2; 41%~60%时, 赋值 3; 61%~80%时, 赋值 4; 81%~100%时, 赋值 5	0.828
	Resource recycling degree (evaluation: 1~5)	When resource recycling rate was 0%~20%, it was evaluated as 1; 21%~40% as 2; 41%~60% as 3; 61%~80% as 4; 81%~100% as 5	

1) 主要指种植业及林果业的作物秸秆、养殖业的牲畜粪便以及沼气使用过程中的沼渣沼液的循环利用程度。It mainly refers to the recycling degree of crops straw of planting and fruit production, livestock feces of breeding, and biogas residue and slurry.

应用 SPSS 16.0 软件对各潜变量的观测变量构成进行信度分析, 以检验不同观测变量测量同一潜变量的程度<sup>[18-19]</sup>。各潜变量基于标准化项的  $\alpha$  值(Cronbach's alpha based on standardized items)在 0.828~0.901 之间(表 1), 可认为各潜变量下的观测变量具有很好的内部一致性<sup>[20-21]</sup>。据此, 形成了农业产业-资源系统耦合关系的初始

概念模型。

### 3.2 结构方程模型运行及修正

依据农户样本数据, 运用 AMOS 7.0 软件采用最大似然估计法对模型参数进行估计, 对初始概念模型参数估计结果进行检验, 根据软件输出结果中各路径系数或因因素负荷量(载荷系数)的显著性水平, 同时参考拟合指数修正建议, 从两个方面对模型进

行修正：一是添加初始模型中不存在的变量间的相关关系，即进行模型扩展；二是删除或者限制初始模型中不存在的变量关系，即进行模型限制<sup>[14]</sup>。经

过反复修正，得到拟合效果较好的修正模型(图 2)，对模型评价使用的适配度指标进行整理，得到模型适配度评价结果摘要表(表 2~表 4)。

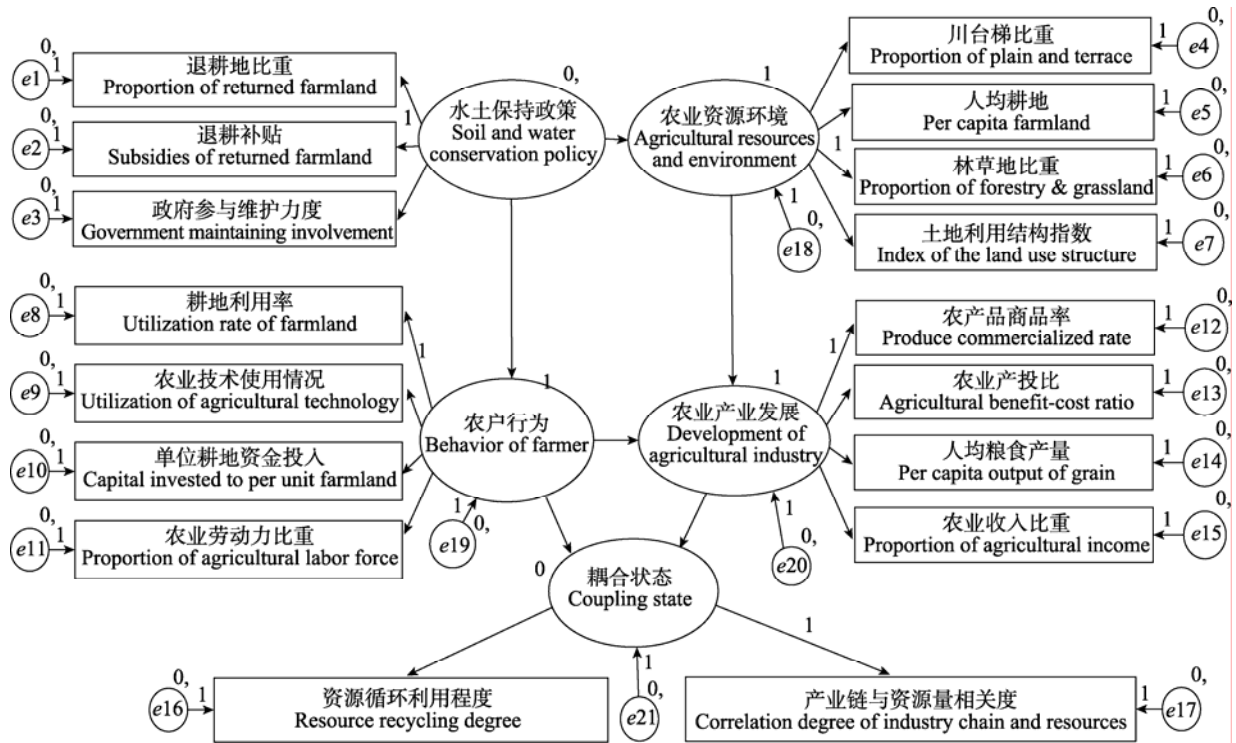


图 1 农业产业-资源系统耦合关系初始概念模型

Fig. 1 Conceptual model of agricultural industry-resources system coupling relationship  
e1~ e21 为残差变量，下同。e1~ e21 are residual variables. The same below.

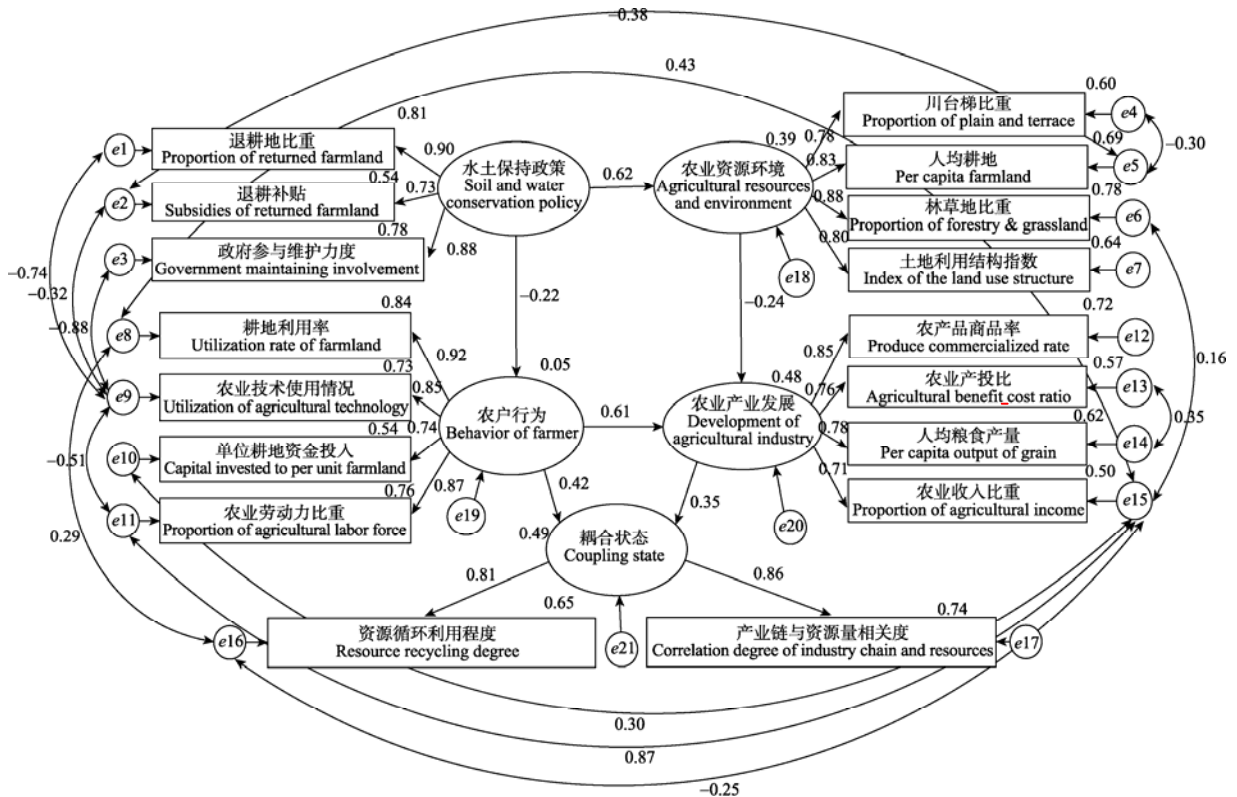


图 2 农业产业-资源系统耦合关系修正模型及其标准化系数

Fig. 2 Corrected model of agricultural industry-resources system coupling relationship and its standardized parameters

表 2 耦合关系验证性因素分析的基本适配度检验摘要表

Table 2 Summary table of preliminary fit test in confirmatory factor analysis of the coupling relationship

评价项目	Evaluation item	检验结果	Test result	模型适配判断	Model fit judgment
是否误差变量为正	Whether error variance is positive	均为正数	All positive	是	Yes
因素负荷量是否介于 0.5~0.95 间	Whether factor loadings are between 0.5 and 0.95	0.71~0.92		是	Yes
是否有很大的标准误	Whether the standard error is great	没有	No	是	Yes

表 3 耦合关系验证性因素分析的整体模型适配度检验摘要表

Table 3 Summary table of overall model fit test in confirmatory factor analysis of the coupling relationship

统计检验量	适配的标准或临界值	检验结果数据	模型适配判断
Statistic of test	Standard or critical value of fit	Test result	Model fit judgment
绝对适配度指数	$\chi^2/df$ <2 或 <3(较宽松标准)<2 或 <3 (looser standard)	1.976	是 Yes
Absolute fit indices	RMSEA <0.08 或 <0.1(较宽松标准) <0.08 or <0.1 (looser standard)	0.063	是 Yes
	GFI >0.9	0.914	是 Yes
相对适配度指数	NFI	0.937	是 Yes
Relative fit indices	RFI	0.914	是 Yes
	IFI >0.9	0.968	是 Yes
	TLI	0.956	是 Yes
	CFI	0.967	是 Yes
简约适配度指数	理论模型值小于饱和模型值, 且小于独立模型值	303.561<306.00, 303.561<3 167.627	是 Yes
Parsimonious fit indices	Theoretical model value is less than saturated model value and independent model value	542.558<995.936, 542.558<3 244.287	是 Yes
	ECVI	1.234<1.244, 1.234<12.877	是 Yes

表 4 耦合关系验证性因素分析的模型内在质量检验摘要表

Table 4 Summary table of internal structural model fit test in confirmatory factor analysis of the coupling relationship

评价项目	Evaluation item	检验结果数据	Test result	模型适配判断	Model fit judgment
所估计的参数均达到显著水平	Estimated parameters are all in significant level	所估计参数均显著不为 0(1 个在 0.05 水平, 其余均在 0.001 水平)	All is non-zero	是	Yes
观测变量的信度 <sup>1)</sup> 高于 0.5	Reliability of observed variables are greater than 0.5	0.50~0.84		是	Yes
潜在变量的组合信度 <sup>2)</sup> 大于 0.6	Combined reliability of latent variables are greater than 0.6	0.82~0.91		是	Yes
潜在变量的平均抽取变异量大于 0.5	Average extraction variances of latent variables are greater than 0.5	0.60~0.72		是	Yes
标准化残差的绝对值小于 2.58	Absolute value of standardized residuals are less than 2.58	最大绝对值为 2.475	Greatest absolute value is 2.475	是	Yes
修正指标小于 5	Modified indexes are less than 5	3 个大于 5(除违反 SEM 假定的变量关系外)	3 modified indexes are greater than 5	否	No

1) 观测变量的信度是每个观测变量的多元平方系数( $R^2$ ); 2) 潜在变量的组合信度由单一观测变量的信度经过汇总计算而得, 其公式为<sup>[14,16]</sup>:  $CR = \sum \lambda_i / [\sum \lambda_i^2 + \sum \epsilon_j]$ , 其中,  $\lambda_i$  是第  $i$  项的标准化载荷,  $\epsilon_j$  是第  $j$  项的残差项。1) Reliability of observed variables is the multiple square coefficient ( $R^2$ ) of each observed variables; 2) Combined reliability of latent variables is calculated by reliability of single observed variables, the formula is:  $CR = \sum \lambda_i / [\sum \lambda_i^2 + \sum \epsilon_j]$ , in which,  $\lambda_i$  is the standardized load of the item  $i$ ,  $\epsilon_j$  is the residual of item  $j$ .

从表 2~表 4 可知农业产业-资源系统耦合关系模型检验结果: (1)模型基本适配度指标均达到检验标准, 表示估计结果的基本适配指标良好, 没有违反模型估计规则。(2)在整体模型适配度检验方面, 绝对适配指标、相对适配指标与简约适配指标统计量均达到模型可接受的标准。整体而言, 本文所构建的农业产业-资源系统耦合关系模型与实际观察数据的适配情形良好, 即模型的外在质量较佳。(3)在模型内在质量检验方面, 有 1 个评价项目未达到标准, 即存在 3 个参数的修正指标值大于 5, 表示假设模型变量间还可以释放参数, 即还可以在变量间

添加相关关系, 进一步提高模型的拟合程度, 考虑到模型的实际意义及简约性, 我们放弃对模型的进一步修正。整体而言, 模型的内在质量尚称理想。(4)测量模型中没有出现观测变量同时落在两个潜变量的情形, 表明构建的测量模型具有良好的区别效度。

### 3.3 模型解释

根据修正模型运行结果, 由潜变量之间的路径系数可以看出, 理论模型中, 除假设 2、假设 4 和假设 6 没有得到支持外, 其余假设均得到支持。

(1)水土保持政策与农户行为存在激励不相容,

导致农业产业与农业资源局部相悖。水土保持政策对农业资源环境有正向影响,其影响系数为0.62,即当水土保持政策变化1单位时,促进农业资源环境变化0.62单位,说明研究区水土保持政策对农业资源环境具有明显改善作用,水土保持政策与改善区域资源环境条件这一目标相吻合。但是,水土保持政策对农户行为却产生了负向影响(影响系数为-0.22),说明水土保持政策与农户行为间存在着激励不相容,政策降低了农户资源利用和产业经营行为的积极性。农业资源环境对农业产业发展的影响系数为-0.24,这违背了农业资源与农业产业之间本质的作用关系:农业资源环境是农业产业发展的基础,但在研究区,农业资源环境未对农业产业发展起支撑作用,即农业产业的发展未建立在对农业资源的有效利用上,农业生产的大部分来自农业系统外的物质和能量。实际上,上述两个负的路径系数(水土保持政策→农户行为:-0.22;农业资源环境→农业产业发展:-0.24)的出现与研究区实际情况相符,且二者存在密切联系:吴起县人口密度小,退耕还林规模大,具有丰富的石油和天然气资源,县域工业经济发达,非农就业机会多、工资高,退耕还林工程中解放的大量剩余劳动力在年龄、体力、技能允许的条件下,更加倾向于外出非农就业,从而缩减了农业劳动力投入;另一方面,退耕还林政策中对退耕地用途管制的强制规定以及政府的高额退耕补贴使得农户降低了对农业资源的依赖,减少了农业资源利用率以及农业生产中资金和技术的投入。农户作为农业资源利用和农业生产的主体,在水土保持政策背景下其上述负向行为的出现势必导致农业资源利用的不充分以及农业产业与农业资源的局部相悖态势。

(2)农户行为在农业产业发展及系统耦合中起关键作用。农户行为对农业产业发展有正向影响,其影响系数为0.61,即当农户行为每增加1单位时,促使农业产业发展增加0.61单位,说明农户的资源利用及产业经营的正向行为对农业产业发展具有直接促进作用;农户行为与产业发展共同影响耦合状态,其影响系数分别为0.42和0.35。农业资源环境对耦合状态没有直接作用,说明农业产业与农业资源系统的耦合没有按照其本质的运行规律发展,农业资源是农业系统耦合的重要耦合要素,但在研究区,农业资源量的增加及农业环境的改善没有有效地参与到系统耦合中来,农业资源环境更多地体现了其生态效益,而对产业发展及农业产业-资源系统耦合没有起到支撑作用,系统耦合要素间存在严重的耦合链缺失。农业资源的不充分利用导致农业产业没有得到有效发展,进而使农业产业对系统耦合状

态的贡献相对较小(0.35)。相比较而言,农户行为不仅直接作用于耦合状态(0.42),也通过作用于产业发展而间接影响耦合状态(间接影响系数为 $0.21=0.61 \times 0.35$ ),说明农户资源利用和产业经营的正向行为在农业产业发展及系统耦合中起着关键作用。

(3)观测变量之间存在相关关系,揭示了其对应潜变量之间的间接关系。模型中各潜变量之间的作用路径是系统耦合关系的主线,而不同潜变量下观测变量误差项之间的相关关系不仅反映了对应的观测变量存在相关关系,也反映了观测变量对应的潜变量之间存在间接相关关系。例如测量误差项 $e_1$ 与 $e_5$ 存在负相关(相关系数为-0.38),表明退耕地比重与农业技术使用情况呈负相关关系,也反映了水土保持政策与农户行为之间存在间接负相关关系。另外,同一潜变量下的观测变量存在测量误差项的相关,例如测量误差 $e_{13}$ 与 $e_{14}$ 存在正相关(相关系数为0.35),除了说明农业产投比与人均粮食产量存在正相关关系外,还表明这两个测量指标除受到模型中构建的潜变量的影响外,也受到系统外其他潜在特质变量的影响。

(4)各个观测变量的因素负荷量的差异反映了其对潜变量贡献程度存在差异。各个观测变量对其潜变量的标准化参数估计值为因素负荷量,它有效地反映了其对相应潜变量的贡献程度,可以进行观测变量间的比较,同时也反映了潜变量对该观测变量指标的解释能力。从模型运行结果可以发现,同一潜变量下观测变量的因素负荷量差异较大的是水土保持政策和农户行为。对于水土保持政策来说,与退耕补贴相比较,退耕地比重和政府参与维护力度的贡献程度更大一些,说明对于区域经济相对发达的吴起县来说,水土保持政策对系统资源条件的影响比对经济影响更加突出。对于农户行为来说,观测变量中贡献程度较大的是耕地利用率和农业劳动力比重,这说明相对而言,农户行为的差异更多地体现在农户资源利用和农业劳动力投入上。

(5)内生潜变量的低信度反映了其受系统外潜在因素影响的复杂性。模型结果图中内生变量(即图中含有测量误差项的变量)的右上角给出了各自的多元平方系数( $R^2$ ),多元平方系数反映的是变量的信度。从观测变量来看,每个观测变量的多元平方系数都达到0.5以上,且由表4可知,由观测变量的信度汇总而得的各潜变量的信度也达到0.6以上,说明以模型设定的观测变量来代表各个潜变量都达到了较高的信度水平,且各潜变量下的观测变量具有很好的内部一致性。但是进一步考察潜变量的多元平方系数,可以发现内生潜变量的多元平方系数均

在 0.5 以下, 其中, “农户行为”的多元平方系数甚至在 0.1 以下, 说明“水土保持政策”作为其惟一的影响因素, 尽管其影响路径的显著性通过了检验(表 4), 但解释能力不够。从实际情况来看, 退耕还林 10 余年来, 在政策及县域经济迅速发展环境背景下, 农户自身的思想观念及收入情况等发生巨大转变, 农户行为特征变化复杂, 受多方面因素的影响, 如农户自身思想观念、农户家庭特征、农户所在村域的发展情况及区位条件、乡镇企业及县域二、三产业发展情况以及地方政府发展计划等。即农户行为不仅受自身特征的影响, 也受农业系统内部因素及系统外部因素的影响, 是多因素综合影响的结果。

## 4 结论与讨论

### 4.1 结论

以黄土丘陵区典型退耕还林区的陕西省吴起县为例, 利用农户抽样调查数据, 通过构建结构方程模型, 从农户视角研究了水土保持政策背景下农业产业-资源系统中各要素的互动关系及作用路径。结果表明:

(1)水土保持政策显著改善区域农业资源环境条件, 政策与其生态目标相吻合。但是水土保持政策对农户资源利用及产业经营的正向行为产生抑制作用, 即政策降低了农户农业资源利用及生产投入的积极性, 水土保持政策与农户行为间存在着激励不相容。这一结果也进一步导致了政策在促进农业产业发展这一目标上存在偏差, 即区域农业产业发展未建立在农业资源环境条件改善的基础之上, 农业产业发展与农业资源环境存在局部相悖态势。

(2)农业资源环境与农业产业发展构成了农业产业-资源系统耦合的主体<sup>[9]</sup>, 但在研究区, 农业资源环境对系统耦合不具有直接影响, 而农户行为和农业产业发展构成系统耦合状态的影响因素。农户资源利用及产业经营的正向行为不仅直接影响系统耦合状态, 并且通过促进农业产业发展间接影响耦合状态。

(3)综合考虑上述潜变量之间的结构关系, 发现水土保持政策下的农户生产决策行为构成农业产业-资源系统耦合关系中重要的中介变量, 成为影响系统耦合的关键, 这不失为理解系统耦合机制的一个有效视角。

(4)水土保持政策、农户行为、农业资源环境、农业产业发展及耦合状态这 5 个潜变量之间的结构特征是系统耦合关系的主线, 表征其态势的相关可测变量之间的相互关系反映了与其所对应潜变量之

间的间接关系。另外, 各个观测变量对其所表征的潜变量的贡献程度有差异, 通过对其比较, 可以发现系统要素间相互作用的重点, 这为进一步调整系统耦合结构提供了可能的突破口。

### 4.2 讨论

(1)对区域发展的启示: 针对以上结果所反映的现实问题, 今后区域发展应充分利用现有资源环境条件, 提高资源利用率, 促进产业结构调整, 强化农业产业与农业资源的互动关系, 实现系统的优化耦合。为此, 要重视农户在农业资源利用和产业发展中的主体地位, 在后续产业发展和相关政策制定过程中, 要充分体现对农户行为过程的激励作用。

(2)对模型构建的再思考: 本文所构建的假设模型在其所反映的农业系统内部, 能够真实地反映其要素之间的作用关系, 并且各要素之间的关系与作者感性认识基本一致, 能够有效地揭示研究区水土保持背景下农业产业-资源系统耦合关系。但另一方面, 任何系统都具有层次性和开放性的本质特征, 本文所研究的农业产业-资源系统及其要素又会与其他系统相互关联、相互影响, 这决定了系统要素影响关系的复杂性。在指标体系的选择和模型边界的设定中, 如何既能有效地揭示模型中潜变量的内涵和外延, 在最大程度上模拟系统要素间的复杂关系, 又能满足模型的简约性原则, 仍是今后研究中需要注意和思考的问题。

## 参考文献

- [1] 王继军, 李慧, 苏鑫, 等. 基于农户层次的陕北黄土丘陵区农业生态经济系统耦合关系研究[J]. 自然资源学报, 2010, 25(11): 1887-1896
- [2] 李慧, 王继军, 郭满才. 基于结构方程模型的黄土丘陵区商品型生态农业系统耦合关系分析[J]. 经济地理, 2010(6): 1005-1010
- [3] 苏鑫, 王继军, 郭满才, 等. 基于结构方程模型的吴起县农业生态经济系统耦合关系[J]. 应用生态学报, 2010(4): 937-944
- [4] Voinov A, Costanza R, Wainge L, et al. Patuxent landscape model: Integrated ecological economic modeling of a watershed[J]. Environment Modeling and Software, 1999, 14(5): 473-491
- [5] Costanza R, Wainge L, Folke C, et al. Modeling complex ecological economic systems[J]. Bioscience, 1993, 43(8): 545-555
- [6] 张荣, 梁保松, 刘斌, 等. 城市可持续发展系统动力学模型及实证研究[J]. 河南农业大学学报, 2005, 39(2): 229-234
- [7] 谷国锋, 蔡维英. 长春市区域社会经济系统动力学仿真模型[J]. 东北师大学报: 自然科学版, 2007(3): 119-125
- [8] 梁磊磊. 黄土高原丘陵区农业生态经济系统耦合发展模式研究——以吴起县为例[D]. 咸阳: 西北农林科技大学,



- 2010
- [9] 王继军, 姜志德, 连坡, 等. 70年来陕西省纸坊沟流域农业生态经济系统耦合态势[J]. 生态学报, 2009, 29(9): 5130-5137
- [10] 乔标, 方创琳. 城市化与生态环境协调发展的动态耦合模型及其在干旱区的应用[J]. 生态学报, 2005, 25(11): 3003-3009
- [11] 梁红梅, 刘卫东, 林育欣, 等. 土地利用效益的耦合模型及其应用[J]. 浙江大学学报: 农业与生命科学版, 2008, 34(2): 230-236
- [12] 张晓东, 池天河. 基于区域资源环境容量的产业结构分析——以北京怀柔县为例[J]. 地理科学进展, 2000, 19(4): 366-373
- [13] 汪阳洁. 黄土丘陵区退耕还林对农地资源产业系统耦合的影响研究[D]. 咸阳: 西北农林科技大学, 2010
- [14] 林嵩. 结构方程模型原理及 AMOS 应用[M]. 武汉: 华中师范大学出版社, 2008: 3-34
- [15] 侯杰泰, 温忠麟, 成子娟, 等. 结构方程模型及其应用[M]. 北京: 教育科学出版社, 2004: 123-178
- [16] 吴明隆. 结构方程模型: AMOS 的操作与应用[M]. 第2版. 重庆: 重庆大学出版社, 2010: 1-33
- [17] 王继军. 黄土丘陵区纸坊沟流域农业生态经济安全评价[J]. 中国水土保持科学, 2008, 6(4): 109-113
- [18] 风笑天. 社会学研究方法[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2001
- [19] 艾尔·巴比. 社会研究方法[M]. 邱泽奇, 译. 北京: 华夏出版社, 2005
- [20] Carmines E G, Zeller R A. Reliability and validity assessment[M]//Sage University Papers. Beverly Hills: Sage Publications, 1979
- [21] Nunnally J. Psychometric theory[M]. New York: McGraw-Hill, 1978

## 中国生态经济学会第八届全国会员代表大会暨 2012 年学术年会 征文通知

中国生态经济学会第八届全国会员代表大会暨 2012 年学术年会将于 2012 年 8 月初(具体时间待定)在新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市举行, 本次大会由新疆大学承办。现将本次会议征文的有关事项通知如下:

### 一、征文主题

加快转变经济发展方式是“十二五”期间我国社会经济发展的主旋律, 也是我国经济结构战略性调整的必然选择。这样的政策背景, 为创新生态经济学理论和丰富生态经济实践提供了难得的机遇, 同时, 也为生态经济学理论指导经济发展方式的转变提供了舞台。

为此, 2012 年学术年会的主题确定为: 生态经济与转变经济发展方式

主要议题包括:

- (1) 转变经济发展方式与生态经济研究理论与方法的创新
- (2) 转变经济发展方式与生态工业的发展
- (3) 转变经济发展方式与绿色农业的发展
- (4) 转变经济发展方式与生态服务业的发展
- (5) 产业向西部转移与转变经济发展方式
- (6) 扩大内需与转变经济发展方式
- (7) 转变经济发展方式政策的生态经济评价

### 二、征文要求

征文应围绕主题撰写, 字数原则上不超过 6000 字; 征文采取 word 文档格式; 稿件应依据标题、作者姓名、工作单位、摘要、关键词(以及对应的英文)、正文(层次按照 1、1.1、1.1.1 格式)、参考文献、作者简介及联系方式的顺序书写, 参考文献需要严格符合学术规范。不符合上述要求的论文不予受理, 请各位作者务必注意。

论文截止日期: 2012 年 6 月 30 日

征文通过邮件方式同时发到大会秘书处征文专用邮箱: ceesconference@gmail.com, 并在主题中一定要注明“中国生态经济学会年会征文”字样。

### 三、征文评审与出版

大会秘书处根据征文要求对论文质量进行严格审查, 筛选出符合要求的征文, 并向第一作者发出参加大会的正式通知;

会后, 大会秘书处聘请 3~5 名专家组成论文评审委员会, 从上述符合要求的论文中评审出优秀论文, 由社会科学文献出版社正式出版。

### 四、秘书处联系方式

北京方面:

联系人: 于法稳 电话: 010-85195648 13911820809 E-mail: yufawcass@gmail.com

地址: 北京建国门内大街 5 号中国生态经济学会 邮编: 100732

乌鲁木齐方面:

联系人: 曹庆丰 电话: 0991-8582228 传真: 0991-8582228 E-mail: cao615@163.com

地址: 乌鲁木齐胜利路 14 号 新疆大学宣传部 邮编: 830046