华南农业大学学报(社会科学版)
2013年第3期 JOURNAL OF SOUTH CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY No. 3 2013
(第12卷) (SOCIAL SCIENCE EDITION) (Vol. 12)

商品型生态农业与退耕还林工程系统耦合关系的演变
——以安塞县为例

崔绍芳[1], 王继军[1,2]

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

摘 要: 退耕还林工程通过改善生态系统,进而影响农业产业结构,与商品型生态农业系统相互耦合,同时,商品型生态农业系统内部的农业生态经济系统耦合态势也在不断变化。以黄土丘陵沟壑区退耕还林工程与商品型生态农业发展的典型代表区——安塞县为例,运用耦合度模型的方法,分析商品型生态农业与退耕还林工程系统耦合关系的演变过程。结果表明,系统演化过程可划分为四个阶段:Ⅰ.商品型生态农业与退耕还林工程系统协调化发展阶段;Ⅱ.过度退耕情况下商品型生态农业发展阶段;Ⅲ.过度退耕限制商品型生态农业发展阶段;Ⅳ.限制商品型生态农业发展速度以促进退耕还林系统快速发展阶段。1999—2010年,安塞县先后经历了第Ⅰ、Ⅱ阶段,目前处于第Ⅱ阶段的过度退耕情况下农业经济系统发展速度下降时期,过度退耕和农业产业—资源局部相悖态势使系统耦合协调程度减弱。因此,黄土丘陵退耕区在今后的生态经济建设中,既要巩固退耕还林成果,又要防止过度退耕,在优化商品型生态农业结构的基础上提高产业与资源一致性。

关键词: 退耕还林工程; 商品型生态农业; 农业生态经济系统; 耦合度模型; 耦合关系
中图分类号: F303.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-0202(2013)03-0025-08

商品型生态农业,即以商品输出为主要生产经营目的,通过农业商品生产对环境的需求,促使人们自觉地改善农业生态环境和经济社会环境,达到农业生态经济系统的良性循环,形成农业产业化生产经营循环系统[1],是随着生产力的发展,为适应市场经济与生态改良的双重需求而产生的一种新型农业生态经济模式[2],黄土高原退耕还林工程的实施,促进了区域生态结构和产业结构的调整,改变了商品型生态农业系统演变的原轨迹[3];同时,商品型生态农业的发展也为稳固退耕还林成果,促进退耕还林工程的进一步实施和措施的优化奠定了基础。商品型生态农业与退耕还林工程系统相互耦合,形成了目前的运行态势:生态环境显著改善,资源存量明显增加,产业结构有所调整,经济收入明显增加,但农业产业与资源一致性程度仍然偏弱,部分区域出现了过度退耕的现象。对这一运行态势及导致该结果的退耕还林工程与商品型生态农业系统耦合关系的研究成为区域生态经济可持续发展方案制定的基础。这一点已经获得了较多学者的共识和关注[2,4-8],但其研究多集中于退耕还林工程对农业环境、农业生态经济系统、农业产业、农民增收、农户行为等方面的影响,将农业系统外的退耕还林政策要素融入其中并视为一个系统,对其与商品型生态农业系统的耦合关系演变过程进行的研究还相对滞后。所以围绕此选题而展开相关研究,明确商品型生态农业与退耕还林工程系统的耦合关系及其演化过程,对于完善退耕还林后续政策、稳固退耕还林成果、促进区域农业生态经济系统良性循环具有重要的意义。

目前,系统耦合关系研究比较成熟的方法有耦合度模型[9-13]、耦合协调度模型[14-17]、结构方程[18-19]等,前两者主要基于动态数据而建模,后者则基于同一时点的空间数据来建模,由此可见,耦合度模型适用于退耕还林工程

收稿日期: 2013-03-05
基金项目: "十二五"国家科技支撑计划项目(2011BAD31B05);中国科学院水利部水土保持研究所科研发展基金(SW09528)
作者简介: 崔绍芳(1988—),女,山东莱芜人,中国科学院水利部水土保持研究所硕士研究生,主要研究方向为生态经济.

实施过程评价的需求。安塞县退耕还林工程的实施对其商品型生态农业的发展产生了重要的影响[3-6],商品型生态农业与退耕还林工程系统在相互耦合中不断发展,在黄土丘陵退耕区域具有一定的代表性。基于此,本研究选择安塞县为研究对象,运用耦合度模型,评判商品型生态农业与退耕还林工程系统耦合关系的演变过程。

一、商品型生态农业与退耕还林工程系统耦合度模型的构建

(一)指标选取

退耕还林工程系统与商品型生态农业系统既相互独立,又相互作用、相互影响。首先,退耕还林工程是国家从保护和改善生态环境出发,为合理利用土地资源、减少水土流失、恢复林草植被、维护生态安全、实现人与自然和谐发展而实施的一项重大生态工程,其实施范围、进程、规模和原则等都受国家相关政策规定的约束,因此,作为农业系统外部的国家宏观政策体系,商品型生态农业与退耕还林工程系统是相互独立的。而农业生态资源是商品型生态农业发展的物质基础和条件,退耕还林工程的实施促使生态系统状况明显改善,资源存量不断积累,产业结构相应调整,为商品型生态农业的发展提供了更好的物质基础和环境;同时,商品型生态农业的发展依赖生态资源条件并通过物质循环、能量流动、信息传递等时刻影响生态系统,即退耕还林工程的实施及效果的巩固在一定程度上也受到商品型生态农业发展的长期影响。所以,商品型生态农业与退耕还林工程系统又是相互作用、相互影响的,二者通过人口、资源、环境、政策、科技等要素的相互交织、有机融合,形成一个复合系统。该复合系统中,商品型生态农业是主体,而商品型生态农业系统的演变是农业生态与经济子系统耦合与相悖的矛盾运动过程[11,20],农业生态与经济系统的优化耦合是促进商品型生态农业系统协调快速发展的有效途径。退耕还林工程作为复合系统的主要动力源之一,对商品型生态农业的作用直接表现在生态系统上,农业生态系统的改善促进农业产业经济的发展,反之,则阻碍农业经济发展。同时,农业经济系统的发展对农业生态系统也具有正负双向作用:改善生态系统状况,使农业生态经济系统向着协调平衡方向发展;过度开发利用生态资源,则造成农业生态系统退化。所以,明确退耕还林工程直接作用的农业生态系统与农业经济系统的耦合态势及其演变,能更好地揭示商品型生态农业与退耕还林工程系统的耦合关系演变过程。

基于以上分析,文中将体现退耕还林工程自身的发生、发展、完成程度与建设成果的主要因素归入退耕还林工程系统。商品型生态农业系统的发展是农业生态、经济子系统相互耦合、综合发展的效果,参考《70年来陕西省纸坊沟流域农业生态经济系统耦合态势》一文的研究结果[13],选取生态环境、农业资源、产业态势和经济效益方面的主要指标可以很好地反映商品型生态农业系统的演变态势及其生态经济系统的耦合关系。遵循建立指标体系的科学性、可操作性、动态性及系统性原则,建立商品型生态农业与退耕还林工程系统耦合关系的指标体系(表1)。

(二)数据来源及处理

本文数据主要来源于1999—2010年的《安塞县统计年鉴》[21]、《安塞县土地利用现状变更调查汇总》①、近年来课题组积累的安塞县农户问卷调查资料和安塞县政府农林相关部门的工作总结等资料。

为了消除原始数据的数量级和量纲差异对计算结果的影响,采用极差标准化法[22]对数据进行标准化处理,其值介于0-1之间;为了做到主客观兼顾、优势互补,指标权重采用变异系数法[23]与德尔菲法相结合的方法来确定(表1),并利用Excel和Spss软件对相关数据进行处理。

(三)系统耦合度模型的构建

耦合度是度量系统或要素之间协调状况好坏的定量指标[24],可以分析两个系统的耦合关系以及演变态势。借助一般系统论中系统演化的思想[25],可以建立两个非线性系统的耦合度模型。李雅普诺夫第一近似定理[26]指出,非线性系统的运动稳定性取决于一次近似系统的特征根的性质,以此理论为基础可以略去高次项而保证运动的稳定性,由于系统中各指标的值可表示为时间的函数,则系统 H 的一般状态方程可表示为:

$$H(t) = \sum_{i=1}^{n} a_i x_i = \sum_{i=1}^{n} a_i f_i(t) \qquad i = 1,2,\cdots,n \tag{1}$$

式中,$H(t)$ 为 t 时刻系统 H 的综合指数,x_i 为反映系统 H 的要素指标,a_i 为各个指标在系统 H 中相应的权重,$f_i(t)$ 为第 i 个指标值 x_i 的时间函数。所以,系统 H 的演化速度 V_H 可表示为:

$$V_H = \frac{dH(t)}{dt} = \frac{d\sum_{i=1}^{n} a_i f_i(t)}{dt} \qquad i = 1,2,\cdots,n \tag{2}$$

① 来自李银智,李明.1998—2009年安塞县土地利用现状变更调查汇总.安塞县国土资源局,1999—2010.

表 1　商品型生态农业与退耕还林工程系统的评价指标体系及权重

系统	子系统	权重	一级指标	权重	二级指标	权重	系统中权重
退耕还林工程系统	退耕还林工程系统	1.0	退耕还林政策体系	1.0	X_1 还林草面积率	0.270	0.270
					X_2 退耕实现率①	0.270	0.270
					X_3 退耕林结构	0.250	0.250
					X_4 退耕补贴兑现率	0.100	0.100
					X_5 退耕林草质量等级	0.110	0.110
	农业生态系统	0.5	生态环境	0.4	Y_1 林草覆盖率	0.145	0.029
					Y_2 降雨量	0.184	0.037
					Y_3 可灌溉面积率	0.222	0.044
					Y_4 土壤侵蚀强度	0.249	0.050
					Y_5 人口密度	0.200	0.040
			农业资源	0.6	Y_6 人均耕地面积	0.248	0.074
					Y_7 农林牧土地利用结构	0.231	0.069
					Y_8 园地比重	0.331	0.099
					Y_9 草地比重	0.190	0.057
商品型生态农业系统	农业经济系统	0.5	农业产业	0.5	Y_{10}农业产业链与资源量相关度	0.276	0.078
					Y_{11}农村工副业贡献率	0.167	0.047
					Y_{12}农业劳动力比重	0.110	0.031
					Y_{13}农产品商品加工贮藏率	0.337	0.095
					Y_{14}农林牧产值结构	0.110	0.031
			经济效益	0.5	Y_{15}农产品商品率	0.260	0.057
					Y_{16}农业产投比	0.160	0.035
					Y_{17}人均农业总产值	0.411	0.090
					Y_{18}粮食潜力实现率	0.169	0.037

注:①近年来,安塞县实际退耕面积已大于宜退耕面积[27],实际退耕面积小于宜退耕面积时,退耕实现率 = 实际退耕面积/宜退耕面积;实际退耕面积大于宜退耕面积时,将超过宜退耕面积的部分定义为负,即

$$\text{退耕实现率} = 1 - \frac{\text{实际退耕面积} - \text{宜退耕面积}}{\text{宜退耕面积}}。$$

由于系统的演化满足组合 S 型发展机制[28],可以把两个系统的演化速度 V_{H1} 与 V_{H2} 的演化轨迹投影在一个二维平面(V_{H1},V_{H2})上(图 1),则二者的夹角 θ 的变化轨迹为坐标系中的一椭圆,且 θ 满足:

$$\tan\theta = \frac{V_{H2}}{V_{H1}}, \quad \theta = \arctan\frac{V_{H2}}{V_{H1}} \tag{3}$$

则 θ 称为耦合度。根据 θ 的变化,可以确定两系统的耦合态势及其演化过程。假定两系统的动态耦合关系呈周期性变化,这样一个演化周期内,耦合度 θ 值处于四个不同的象限(图 1),系统耦合关系随之表现出不同的态势[9-15]。

基于退耕还林工程与商品型生态农业系统、农业生态经济系统的相互关系,本研究建立商品型生态农业与退耕还林工程系统、农业生态与经济子系统两个层次的耦合度模型。

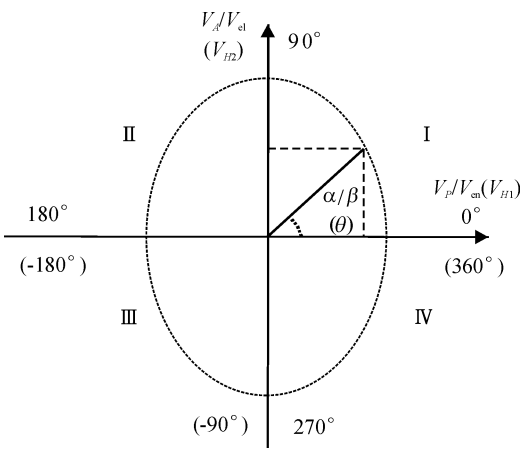


图 1　系统耦合关系演化周期

设退耕还林工程系统为P,商品型生态农业系统为A,则商品型生态农业与退耕还林工程系统的耦合度α可表示为:

$$\alpha = \arctan\frac{V_A}{V_P}, \qquad \tan\alpha = \frac{V_A}{V_P} = \frac{dA(t)/dt}{dP(t)/dt} \tag{4}$$

其中,V_P、V_A分别为退耕还林工程和商品型生态农业系统演化速度;$P(t)$、$A(t)$分别为两系统的综合指数。

商品型生态农业系统内部农业生态子系统(el)与农业经济子系统(en)的耦合度β为:

$$\beta = \arctan\frac{V_{en}}{V_{el}}, \qquad \tan\beta = \frac{V_{en}}{V_{el}} = \frac{den(t)/dt}{del(t)/dt} \tag{5}$$

其中,V_{el}、V_{en}分别为生态、经济子系统的演化速度;el(t)、en(t)分别为二系统的综合指数。

二、结果与分析

(一)系统耦合度计算结果

系统综合指数表征了系统的综合发展水平,利用公式(1),计算得出安塞县退耕还林工程和商品型生态农业系统以及农业生态、经济子系统的综合指数(图2)。可以看出,安塞县退耕还林工程系统综合指数呈上升趋势,由1999年的0.0890增长到2010年的0.9866,年均递增24.44%;商品型生态农业系统综合指数波动增长,1999—2000年,其综合指数略有下降,其后则持续增长,由1999年的0.3068增长到2010年的0.7195。商品型生态农业内部,农业生态系统综合指数持续增长,2010年其值是1999年的2.37倍;农业经济系统综合指数在1999—2001年间明显下降,随后不断上升。

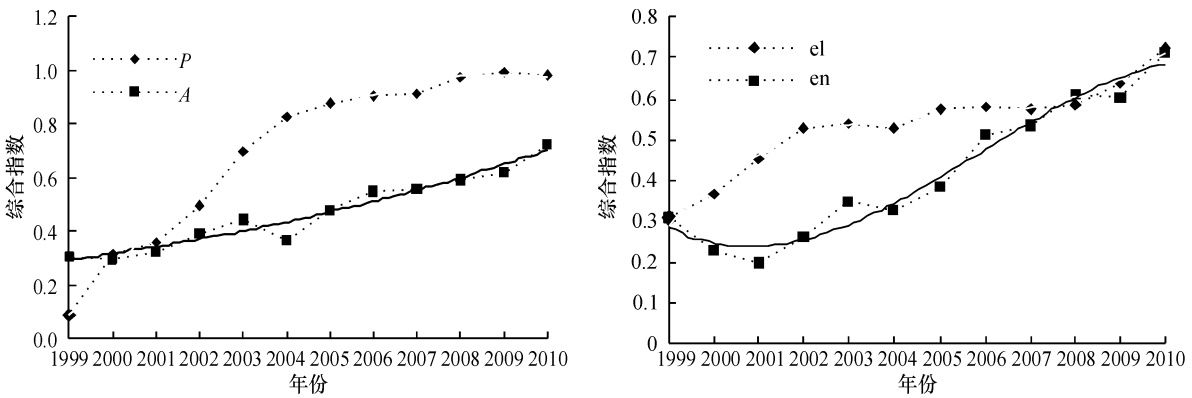


图2 1999—2010年安塞县商品型生态农业与退耕还林工程系统综合指数变化情况

在对系统综合指数进行非线性拟合的基础上,利用公式(2)-(5)得到各年份的系统耦合度(表2)。

表2 1999—2010年安塞县商品型生态农业与退耕还林工程系统耦合度

类别	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
V_P	0.1823	0.1637	0.1451	0.1266	0.1081	0.0897	0.0712	0.0528	0.0344	0.0161	-0.0023	-0.0206
V_A	0.0235	0.0254	0.0274	0.0297	0.0321	0.0348	0.0377	0.0408	0.0441	0.0476	0.0513	0.0552
α/°	7.36	8.81	10.69	13.18	16.54	21.2	27.87	37.66	51.99	71.34	92.53	110.44
V_{el}	0.1026	0.0733	0.0496	0.0313	0.0187	0.0115	0.01	0.0139	0.0235	0.0385	0.0591	0.0853
V_{en}	-0.0556	-0.0226	0.0053	0.028	0.0456	0.058	0.0654	0.0676	0.0647	0.0566	0.0434	0.0251
β/°	331.57	342.88	6.06	41.76	67.73	78.75	81.33	78.34	70.06	55.76	36.29	16.41

(二)系统耦合关系演化阶段及态势分析

从表2可以看出,1999—2010年,安塞县商品型生态农业与退耕还林工程系统的耦合度分布在7°-111°,而且逐年上升;农业生态经济子系统耦合度分布在330°-360°和0°-90°之间。受生态经济系统自身发展规律的影响

和国家相关政策的约束作用,商品型生态农业与退耕还林工程系统以及农业生态经济子系统的耦合关系存在着不同的表现形式(表 3)。

(1)$0° \leqslant \alpha < 90°$时,商品型生态农业与退耕还林工程系统处于协调化发展阶段。退耕还林工程的大规模实施,引起农业资源结构的调整,生态资源量不断增加。退耕前的农业生产经营主要靠掠夺式利用生态资源,由于退耕初期对生态资源的强制性保护,造成了农业产业与农业资源的局部相悖,制约了农业经济的发展。随着退耕还林工程的继续推进,生态资源系统显著改善,农业产业经济结构不断调整,产业与资源局部相悖态势逐渐消除,商品型生态农业与退耕还林工程系统表现为共同增长的协调发展耦合关系。随着适宜退耕坡耕地的大量减少,系统耦合度 α 不断增长,当退耕地的面积达到宜退耕面积时,在相关政策制约以及农民自觉保护退耕成果和基本耕地的行为约束下,退耕还林工程系统综合指数达到最大并保持稳定,其演化速度近似 0,商品型生态农业系统保持快速发展,此时 $\alpha \approx 90°$,系统耦合态势达到理论最佳状态。由于退耕还林工程的直接目的是增加生态资源量,改善生态系统,当 $0° \leqslant \alpha < 90°$时,生态系统正向发展,商品型生态农业运行过程中,其农业生态与经济系统的耦合度可能会在第Ⅰ象限或第Ⅱ象限,即这一阶段又可以依据商品型生态农业生态经济系统的耦合度划分为 2 个时期:$270° \leqslant \beta < 360°$为退耕还林工程下农业生态经济系统局部相悖期;$0° \leqslant \beta < 90°$为退耕还林工程下农业生态经济系统协调化发展期。

1999—2000 年,安塞县系统耦合度为 $0° < \alpha < 90°$,$330° < \beta < 360°$,处于商品型生态农业与退耕还林工程协调化基础上的商品型生态农业系统内部局部相悖阶段,农业生态经济系统耦合态势表现为生态系统重建限制农业经济发展。

2001—2008 年,安塞县系统耦合度为 $0° < \alpha < 90°$,$0° < \beta < 90°$,处于退耕还林推进农业生态经济共同增长的协调化发展期,生态经济子系统处于共同复苏状态。随着退耕还林工程的不断推进,生态资源量显著增加并部分进入农业系统循环,农业生态系统由恢复向良性循环过渡,农业产业结构调整和经济发展建立在生态系统逐步改善的基础上,二者相互协调,形成相对完善的农业生态经济循环系统。2001 年,农业经济发展速度较慢,滞后于农业生态系统;2002 年,农业经济发展速度加快,生态经济呈均衡协调化发展态势;2003—2007 年,农业生态经济子系统耦合度 $60° < \beta < 90°$,生态资源大量积累,促进了产业结构的调整,农村棚栽业、林果业等产业迅速发展,质量效益显著提升,农业经济系统发展速度加快并超过了生态系统改善的速度。

(2)$90° \leqslant \alpha < 180°$时,过度退耕情况下,商品型生态农业发展阶段。坡耕地退耕规模已达到极限,但退耕还林继续推进,实际退耕面积超过了宜退耕总面积,导致 V_P 为负。此时,农业生态系统林草资源继续增加,但耕地面积的减少对农业经济发展造成一定负面影响,农业经济系统发展速度开始减慢,甚至可能出现经济萎缩的情况。但是,农业经济系统逆向发展的速度落后于农业生态系统的增长速度,商品型生态农业系统仍以较快的速度正向发展。根据农业生态经济子系统耦合度大小,可以将这一阶段划分为 2 个时期:$0° \leqslant \beta < 90°$为过度退耕使农业经济系统发展速度下降时期,$270° \leqslant \beta < 360°$为过度退耕导致农业经济系统倒退发展期。

2009—2010 年,安塞县商品型生态农业系统保持较快发展,而退耕还林工程系统表现出缓慢退化趋势,其主要原因:后退耕时期,退耕还林工程系统的指标大都趋于稳定,但部分坡度 $< 15°$和生产力较好的缓坡地也被退耕,过度退耕情况的出现,使系统耦合度不断增长,商品型生态农业与退耕还林工程系统耦合协调发展程度开始减弱。农业经济发展速度明显减慢,生态经济子系统的耦合度由 36.29°减小为 16.41°,其耦合关系由生态经济均衡协调发展转为经济滞后型协调发展。

(3)$180° \leqslant \alpha < 270°$时,过度退耕限制商品型生态农业发展阶段。过度退耕继续发展,生态系统综合指数不断增长,但耕地面积大幅减少,林草资源利用率偏低,农业产业结构与资源系统相悖态势明显,使农业经济系统继续萎缩,且其逆向发展速度超过了生态系统的增长速度,农业生态经济系统耦合度 β 只可能处于第Ⅳ象限,商品型生态农业系统发展速度为负。但是,退耕还林工程作为一项国家政策体系,具有明显的强制性和约束性,过度退耕的负面效应一旦凸显,政府会采取相应的科学调控措施,加之农户行为优化的共同作用,退耕还林系统最终会保持在较稳定的状态,不会出现明显的过度退耕并限制商品型生态农业发展的情况,即系统耦合关系发展到该阶段的可能性极小。研究期内,安塞县过度退耕的程度很小,系统耦合关系未进入这一阶段。

(4)$270° \leqslant \alpha < 360°$时,限制商品型生态农业发展速度以促进退耕还林系统快速发展阶段。退耕还林快速推进,生态资源系统必定正向发展。此时,生态资源的强制性保护和不合理的产业结构导致农业资源与产业经济局部相悖态势突出,农业经济系统的发展受到严重制约,其逆向发展速度大于生态系统发展速度,即 β 处于第Ⅳ象

限,商品型生态农业系统倒退发展,综合指数明显下降。退耕还林工程实施以来,安塞县商品型生态农业系统呈不断正向发展趋势,系统耦合关系未经历这一阶段。

表3 商品型生态农业与退耕还林工程系统耦合关系演化阶段及特征

系统耦合阶段	系统耦合度 α/°	系统耦合态势	农业生态经济子系统耦合度 β/°	农业生态经济子系统发展时期	农业生态经济子系统耦合特征	1999—2010年安塞县系统耦合关系演化阶段
Ⅰ.商品型生态农业与退耕还林工程系统协调化发展阶段	0°-90°	商品型生态农业与退耕还林工程系统协调耦合,都保持较快的正向发展速度。	270°-360°	退耕还林工程下农业生态经济系统局部相悖期。	生态系统重建,农业经济系统轻度萎缩。	1999—2000
			0°-90°	退耕还林工程下农业生态经济系统协调化发展期。	农业生态经济系统协调化发展。	2001—2008
Ⅱ.过度退耕情况下,商品型生态农业发展阶段	90°-180°	过度退耕导致系统耦合失调,退耕还林系统倒退发展,商品型生态农业系统正向发展。	0°-90°	过度退耕使农业经济系统发展速度下降时期。	生态经济协调化发展,农业经济系统正向发展速度减慢。	2009—2010
			270°-360°	过度退耕导致农业经济系统倒退发展期。	生态系统正向发展速度大于农业经济系统退化萎缩速度。	
Ⅲ.过度退耕限制商品型生态农业发展阶段	180°-270°	过度退耕导致系统衰退耦合,退耕还林工程和商品型生态农业系统都退化萎缩。	270°-360°		农业经济系统逆向发展速度大于生态系统正向增长速度。	
Ⅳ.限制商品型生态农业发展速度以促进退耕还林系统快速发展阶段	270°-360°	系统胁迫耦合,退耕还林系统快速发展,商品型生态农业系统萎缩退化。	270°-360°		农业经济系统严重退化萎缩,其逆向发展速度大于生态系统正向发展速度。	

三、结论与讨论

商品型生态农业与退耕还林工程系统的耦合态势演变过程可以划分为4个阶段:Ⅰ.商品型生态农业与退耕还林工程系统协调化发展阶段,Ⅱ.过度退耕情况下商品型生态农业发展阶段,Ⅲ.过度退耕限制商品型生态农业发展阶段,Ⅳ.限制商品型生态农业发展速度以促进退耕还林系统快速发展阶段。目前情况下,阶段Ⅲ和阶段Ⅳ一般只是理论上的结果,在实际政策约束和农民生产行为的影响下很难出现;而阶段Ⅱ可能会短期出现。与商品型生态农业系统内部耦合态势相结合,阶段Ⅰ、Ⅱ可进一步划分为四个时期:退耕还林工程下农业生态经济系统局部相悖期,退耕还林工程下农业生态经济系统协调化发展期;过度退耕使农业经济系统发展速度下降时期和过度退耕导致农业经济系统倒退发展期。1999—2010年,安塞县商品型生态农业与退耕还林工程系统耦合度分布在7°-111°,而且逐年上升,农业生态经济子系统耦合度分布在330°-360°和0°-90°之间,系统耦合关系先后经历了商品型生态农业与退耕还林工程系统协调化发展阶段和过度退耕情况下商品型生态农业发展阶段。目前,安塞县处于过度退耕情况下农业经济系统发展速度下降时期,过度退耕和农业产业—资源局部相悖态势导致系统耦合协调程度减弱,农业生态经济系统的可持续协调发展潜伏着一定危机。

黄土丘陵沟壑区退耕还林工程的实施,通过改变农业生态经济系统运行的原轨迹,对商品型生态农业的发展产生了重要影响。本文基于一般系统论中系统演化的思想,以安塞县为例,将商品型生态农业系统外的退耕还林

政策体系融入其中，从商品型生态农业与退耕还林工程系统、农业生态经济系统两个层次建立耦合度模型，明确了其退耕还林生态建设和农业生态经济系统发展的关系和动态耦合规律。同时，安塞县作为黄土丘陵沟壑区商品型生态农业发展与退耕还林工程实施的典型代表区，对其商品型生态农业与退耕还林工程系统以及农业生态经济系统耦合态势的演变过程的认识和掌握，可以有效揭示黄土丘陵沟壑区退耕还林工程驱动下农业生态经济系统运行的本质，对于该区域生态经济系统可持续发展方案的制定和实施具有重要的参考意义 。

参考文献：

[1] 王继军. 黄土高原商品型生态农业研究[J]. 生态经济，1999，(4)：41 - 43.

[2] 王继军，谢永生，卢宗凡，权松安. 退耕还林还草下生态农业发展模式初探[J]. 水土保持学报，2004，18(1)：134 - 137.

[3] 王继军，郭满才，王云峰，等. 纸坊沟流域生态经济系统演变规律研究——兼论“退耕还林”下生态经济系统演变规律[J]. 中国农学通报，2005，21(10)：324 - 329.

[4] 蒋宏飞. 退耕还林(草)区域农业产业结构调整研究[D]. 河北：河北农业大学商学院，2008.

[5] 华凤燕，杨尚勤. 退耕还林对吴起县粮食产量影响初析[J]. 科学技术与工程，2008，8(10)：2742 - 2746.

[6] 李奇睿，王继军. 退耕还林工程对米脂县农业生态经济演替过程的影响[J]. 水土保持通报，2010，30(3)：206 - 210.

[7] LI Li, ATSUSHI TSUNEKAWA, MITSURU TSUBO, et al. Assessing Total Factor Productivity and Efficiency Change for Farms Participating in Grain for Green Program in China: A Case Study from Ansai, Loess Plateau[J]. Agriculture & Environment, 2010，8(2)：1185 - 1192.

[8] CAO Shi-xiong, XU Chen-guang, LI Chen, et al. Attitudes of Farmers in China 's Northern Shaanxi Province towards the Land-Use Changes Required under the Grain for Green Project, and Implications for the Project 's Success [J]. Land Use Policy，2009，26(4)：1182 - 1194.

[9] 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.

[10] 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.

[11] 王继军，郭满才，姜志德，等. 农业生态经济系统耦合过程模型的建立及应用[J]. 生态学报，2010，30(9)：2371 - 2378.

[12] 李奇睿，王继军. 退耕背景下安塞县商品型生态农业系统耦合关系[J]. 农业工程学报，2011，27(9)：293 - 298.

[13] 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.

[14] 彭晚霞，宋同清，曾馥平，等. 喀斯特峰丛洼地退耕还林还草工程的植被土壤耦合协调度模型[J]. 农业工程学报，2011，27(9)：305 - 310.

[15] 贾士靖，刘银仓，邢明军. 基于耦合模型的区域农业生态环境与经济协调发展研究[J]. 农业现代化研究，2008，29(5)：573 - 575.

[16] 夏自兰，王继军. 基于水土保持下的纸坊沟流域农业产业—资源系统耦合效应评价[J]. 自然资源学报，2011，26(10)：1648 - 1657.

[17] 赵雪雁，周　健，王录仓. 黑河流域产业结构与生态环境耦合关系辨识[J]. 中国人口·资源与环境，2005，15(4)：69 - 73.

[18] 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，2010，21(4)：937 - 944.

[19] 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，2010，30(6)：1006 - 1010.

[20] 万里强，李向林. 系统耦合及其对农业系统的作用[J]. 草业学报，2002，11(3)：1 - 7.

[21] 安塞县统计局. 1998—2009 年安塞县统计年鉴[M]. 安塞:安塞县印刷有限公司,1999—2010.
[22] 李美娟,陈国宏,陈衍泰. 综合评价中指标标准化方法研究[J]. 中国管理科学,2004,12 (Z1):45 -48.
[23] 赵 宏,马立彦,贾 青. 基于变异系数法的灰色关联分析模型及其应用[J]. 黑龙江水利科技,2007,35(2):26 -27.
[24] 刘耀彬,宋学锋. 城市化与生态环境的耦合度及其预测模型研究[J]. 中国矿业大学学报,2005,34(1):91 -96.
[25] BERTALANFFY L V. General System Theory:Foundation,Development,Applications[M]. reversion edition. New York: George Beaziller, 1987.
[26] EBARA N. R&D of Utilization Technology in Japan [J]. Fuel Processing Technology,2000,62:143 -151.
[27] 冉圣宏,吕昌河,王 茜. 生态退耕对安塞县土地利用及其生态服务功能的影响[J]. 中国人口·资源与环境,2010,20(3):111 -116.
[28] 徐学荣,吴祖建,张巨勇,等. 可持续发展通道及预警研究[J]. 数学的实践与认识,2003,33(2) :31 -37.

Evolution of Coupling Relationship between Eco-Agriculture with Commodity and Grain for Green Project in Ansai County

CUI Shao-fang[1], WANG Ji-jun[1,2]
(1. *Institute of Soil and Water Conservation, CAS & MWR, Yangling* 712100, *China*;
2. *College of Resources and Environment, Northwest A&F University, Yangling* 712100, *China*)

Abstract: Grain for Green Project has affected the agricultural industry structure by improving the ecological system. Eco-agriculture with commodity (EAC) and Grain for Green Project system coupled with each other, and the coupling trends of agricultural eco-economic system within EAC constantly changed. Taking Ansai County as an example, a typical region about the implementation of Grain for Green Project and EAC in Loess Hilly and Gully Region, the evolution process could be divided into 4 phases by using coupling degree model: Ⅰ. Phase of EAC and Grain for Green Project system harmonious development, Ⅱ. Phase of EAC development in the case of the returning farmland excessive, Ⅲ. Phase of excessive returning farmland limit the development of EAC, Ⅳ. Phase of the development of EAC is limited to promote Grain for Green Project system rapid development. The coupling relations in Ansai County had experienced phase Ⅰ and Ⅱ from 1999 to 2010. The current system coupling relationship was in the period of agricultural economic system development speed decline and the system coordinated degree weakened because of excessive returning farmland and clear contrary trend of agricultural industry and resources. Therefore, it is necessary for the construction of eco-economic system in Loess Hilly and Gully Region to consolidate the achievements of Grain for Green Project, prevent excessive returning farmland, and optimize agricultural structure of EAC to enhance the consistency between industries and resources.

Key Words: Grain for Green Project; eco-agriculture with commodity; agro-ecoeconomic system; coupling degree model; coupling relationship