

广西恭城月柿生态农业旅游能值分析

谢雨萍<sup>1,2</sup>, 魏美才<sup>1</sup>, 周永博<sup>3</sup>, 邓祝仁<sup>4,5</sup>

(1. 中南林业科技大学 生命科学与技术学院,长沙 410001 2. 桂林旅游高等专科学校,桂林 541006 ;  
3. 无锡商业职业技术学院,无锡 214153 4. 桂林电子科技大学管理学院,桂林 541004 5. 社会科学家杂志社,桂林 541001 )

**摘要** :应用奥德姆 (H. T. Odum )创立的生态经济系统能值 (emergy )分析理论和方法 ,定量分析广西恭城瑶族自治县月柿生态农业旅游经济系统的物流和能流 ,以期为当地和中国欠发达地区的可持续发展提供科学依据。研究结果表明 2004 年 ,该县红岩月柿生态 “农业-旅游 ”经济系统经济投入为  $12.74 \times 10^5$  \$ ,经济产出为  $35.47 \times 10^5$  \$ ,实现经济净收益  $22.73 \times 10^5$  \$ 。与原生态农业系统相比 ,复合系统在经济投入增加 17.2% 的情况下 ,经济产出增加 126% 以上 ,经济净收益约为原生态农业系统的 4.75 倍 ,经济产投比由原系统的 1.44 变为复合系统的 2.78。发展生态旅游之后 ,当地新的生态农业旅游系统在环境投入不变的情况下 ,增加对环境资源的经济反馈  $9.24 \times 10^{17}$  sej ,使能值产出增加  $9.79 \times 10^{18}$  sej ,新系统净效益是原生态农业系统的 4.74 倍 ,净能值产出率为原生态农业系统的 1.94 倍 ,能值投资率比原生态农业系统提高 17%。研究结果还指出 :目前恭城县红岩月柿生态农业旅游经济系统正处于发展的初级阶段。

**关键词** :能值分析 ;生态农业 ;农业旅游经济

文章编号 :1000-0933 (2007)03-1056-09 中图分类号 :Q143 文献标识码 :A

Emergy analysis of economic system in ecological agricultural tourism of Gongcheng , Guangxi

XIE Yu-Ping<sup>1,2</sup>, WEI Mei-Cai<sup>1</sup>, ZHOU Yong-Bo<sup>3</sup>, DENG Zhu-Ren<sup>4,5</sup>

1 College of Life Science and Biotechnology , Central South University of Forestry and Technology , Changsha 410001 , China  
2 Guilin Institute of Tourism , Guilin 541006 , China  
3 Wuxi Institute of Commerce , Wuxi 214153 , China  
4 College of Management , Guilin University of Electronic Technology , Guilin 541004 , China  
5 Journal of Social Scientist , Guilin , Guangxi 541001 , China  
*Acta Ecologica Sinica* 2007 27 (3) 1056 ~ 1064.

**Abstract** :The emergy analysis of ecological economic system theory and approach established by H. T. Odum was applied to quantitatively analyze the optimization and logistics of the Hongyan persimmon based ecological agricultural tourism economy in Gongcheng Yao Autonomous Country of Guangxi , with the purpose of providing scientific basis for future sustainable development in the region and other less developed regions of China. Our research data indicate that in 2004 the economic input into the county’s Hongyan persimmon based “agri-tourism ” economic system was  $12.74 \times 10^5$  \$ , while the

基金项目 广西壮族自治区科技厅科技攻关资助项目 (0632008\_3 )

收稿日期 2006-11-03 ; 修订日期 2007-01-17

作者简介 谢雨萍 (1971 ~ ) 女 , 浙江温岭人 , 博士生 , 副教授 , 主要从事生态旅游和旅游管理研究. E-mail : xieminan928@126.com

致谢 感谢恭城瑶族自治县统计局、农业局和文化旅游局等部门对本文的写作和在调研中给予的帮助 , 感谢加拿大 Victoria 大学 YUNWEL. XIE 博士对写作的帮助

**Foundation item** :The project was financially supported by Science and Technology Information Office of Guangxi Zhuang Autonomous Region (No. 0632008\_3 )

**Received date** 2006-11-03 ; **Accepted date** 2007-01-17

**Biography** :XIE Yu-Ping , Ph. D. candidate , Associate professor , mainly engaged in eco-tourism and tourism management. E-mail : xieminan928@126.com

output was  $35.47 \times 10^5 \$$  , with a net profit of  $22.73 \times 10^5 \$$  . Compared to pure ecological agricultural system , the composite system had an increase of 17.2% in economic input and 126% in economic output ,the net profit was 4.75 times compared to the pure ecological agricultural system ,and the ratio of output over input in the composite system was 2.78 ,as opposed to 1.44 in the pure system. After the development of ecological tourism ,the environmental input of the region's ecological agri-tourism system remained unchanged ,while the economic feedback to environmental resources was  $9.24 \times 10^{17}$  sej ,with an emergy output increase of  $9.79 \times 10^{18}$  sej. The net profit of the new system 4.74 times of the pure ecological agricultural system ,the ratio of net emergy output was 1.94 times of the pure ecological agricultural system ,and the emergy investment ratio increased 17% compared to the pure ecological agricultural system. The research data further indicates that the Hongyan persimmon based ecological agri-tourism economic system in Gongcheng is still at an early stage of development. Suggestions on its future development are discussed.

**Key Words :** emergy analysis ; ecological agriculture ; agri-tourism economy

能值理论由著名生态学家 H. T. Odum 于 20 世纪 70 年代创立。能值理论常用太阳能值 (solar emergy) 来衡量某一能量能值的大小 ,任何资源、产品或劳务形成所需直接和间接应用的太阳能之量就是其所具有的太阳能值。该理论把社会、经济和自然等亚系统统一起来 ,可以定量分析自然和人类社会经济系统 ,资源与环境的真实价值及它们间的相互关系。它还充分考虑了自然资源 (如雨水等 )对系统的重要作用、不同种类能量之间等级和质的差异性、价格受市场不稳定波动等问题<sup>[1]</sup>。同时 ,采用一致的能值标准 ,使系统的能量、物质和货币流都具有可比性和可加性 ,避免了生态学或经济学某一方面的偏颇。20 世纪 90 年代以来 ,中外一些学者将其广泛地应用于国家、区域和典型生态系统研究。近年来 ,我国学者开始把这一理论应用于国家或地区资源和经济发展的评估、不同发展模式的评价、各类生态经济系统可持续发展能力的分析等方面 ,并不断完善其研究方法及其指标体系 ,取得了可喜的成果<sup>[2~8]</sup> ,但目前对于生态农业旅游经济系统的研究成果还比较少见。

为了探讨能值分析理论在生态农业旅游经济系统中的应用 ,本文试图应用能值分析方法 ,对广西恭城瑶族自治县月柿生态农业旅游经济系统的能值投入、能值产出动态进行系统分析和定量评价。主要目的是验证该地区原生态农业系统与加入生态旅游环节之后形成的生态农业旅游经济系统在能值产出方面的动态比较及新系统为当地社会经济发展作出的贡献 ,以期为当地和中国其它欠发达地区农业和农村的可持续发展提供科学依据。

1 研究背景及研究对象

1.1 研究背景

恭城瑶族自治县是广西的一个少数民族山区县 ,总面积 2149km<sup>2</sup>。该县从 1983 年开始生态农业建设 ,经过 20 余年的发展 ,探索出了“养殖-沼气-种植”(也叫“猪-沼-果”)三位一体的生态农业发展模式(简称“恭城模式”),走出了一条可持续发展之路 ,成了“全国生态农业示范县”、“国家可持续发展实验区”、“无公害水果生产基地”,有“中国椪柑之乡”、“中国月柿之乡”的称号 ,还被誉为联合国“发展中国家农村生态经济发展的典范”。如今,“恭城模式”的生态链、产业链不断延伸 ,催生了恭城的生态工业和生态农业旅游 ,正在形成“养殖-沼气-种植-加工-旅游”五位一体的现代生态经济发展模式<sup>①</sup>。其生态农业旅游经济系统借鉴生态经济系统的结构和功能原理 ,延长了原有生态农业系统的生态链 ,增加了资源利用环节 ,提高了资源利用效率 ,发挥了生态经济效益 ,较好的实现了生态经济内部的循环以及生态经济结构的优化。

① 中央电视台新闻联播:恭城 沼气造就生态村. 2006-02-27 (参阅《桂林晚报》2006-02-28);龙松林,等. 广西恭城新农村采访见闻. 新华社南宁 2006-03-02 电 (《桂林日报》2006-03-03 ~05);陈春艳,等. 广西恭城:以生态农业建设新农村. 中国经济时报 2006-03-29;全政红,等. 生态家园的非凡魅力——恭城新农村系列报道. 桂林日报 2006-03-01;徐平. 前四月恭城新建沼气池 250 座. 桂林日报 2006-05-16

## 1.2 研究对象

能值分析研究对象是月柿生态农业旅游系统,该系统所在的红岩村位于县城南部的莲花镇,地理位置为东经  $110^{\circ}51'50'' \sim 111^{\circ}52'20''$ ,北纬  $24^{\circ}44'00'' \sim 24^{\circ}44'50''$ ,属中亚热带季风气候,年均气温  $19.7^{\circ}\text{C}$ ,全年降雨量  $1678.2\text{mm}$ ,平均相对湿度  $75\%$ ,年均风速  $1.9\text{m/s}$ ,年无霜期  $319\text{d}$ ,全年日照  $1590.6\text{h}$ ,年日照百分比  $36\%$ ;年均降水量  $1678.2\text{mm}$ ,年均太阳总辐射量为  $421.95\text{kJ}/\text{cm}^2$ 。地形以山地、丘陵为主,土壤类型主要有红壤、黄壤、石灰土等,可耕面积少,耕层浅,地力贫瘠,水土流失严重<sup>①</sup>。2004年,红岩村共有95户人家,390人。该村因创造“恭城模式”和据此为平台发展生态农业旅游闻名。红岩村素有种植月柿的历史,但在1990年代以前,这里主要种植水稻,人均年收入不足400元,是广西的一个典型的贫穷村。此后,在政府的引导和在农业技术部门的指导下,红岩村决定调整农业种植结构,开发荒山荒岭种植经济作物,尤其是重点发展水果,如月柿、柑橘的种植,大办沼气,走生态农业发展道路,农业经济大为改观,全县农民人均收入由1983年的266元增长为2003年的2150元。红岩村从2003年才开始发展生态农业旅游,以现有的  $2.4\text{km}^2$  月柿为旅游吸引物,大力开展富裕生态家园建设,还修建了瑶寨风雨桥、旅游登山道、停车场等旅游设施,并成功地举办了三届旨在推销本村生态农业主打产品——月柿和吸引入气的“恭城月柿节”。两年多来,该村累计接待旅游者36万人次,村民非农业旅游收入人均达7000多元<sup>[9,10]</sup>。本文以月柿生态农业旅游经济系统为研究对象,将单纯生态农业经济系统与农业旅游生态经济系统进行经济效益和能值效益的双重比较,计算能值投资比率、净效益、净能值产出率等能值指标,判断该复合系统是否实现了更好的经济、生态效益。

## 2 研究方法及系统设计

### 2.1 研究步骤及方法

本研究以月柿生态农业旅游系统为对象,采取如下步骤<sup>[8,11~15]</sup>:①基本资料收集:收集研究区域的经济及自然地理资料(包括统计资料、地图及县志等)。②能量系统图与能值图的绘制:包括确定区域范围、系统的主要能量来源、系统内的主要成分及列出系统各组分的过程和关系等。③能值分析表编制:包括资源类别、资源流动量、太阳能值转换率及太阳能值等。④能值指标计算:根据能值分析表,进一步建立若干能值指标,分析生态农业旅游经济系统,评价自然环境对经济的贡献。⑤综合分析与建议:根据分析指标与趋势,提出结论和建议。

本研究数据来源主要是通过典型农户调查访问和在恭城县统计局收集的社会经济统计资料和农业及旅游业系统2004年物质能量投入和产出数据,能值计算方法参照蓝盛芳、Odum、李金平等<sup>[16~19]</sup>的研究,利用各类能量之间的特定转换关系即能值转换率(emergy transformity)把不同类型的能量转化为同一量纲的能值——太阳能值(sej)。在研究中,对生态农业经济系统的资源核算如下:资源投入包括可更新资源投入和不可更新资源投入(设备投入和服务投入);收益主要是农产品销售收入。对生态农业旅游经济系统的资源核算包含如下部分:资源投入包括农业生产投入(即农业生产可更新资源与不可更新资源的投入)和旅游开发和经营投入(建设设备投入和服务投入);收益包括农产品销售收入和旅游接待经济收益。

### 2.2 系统设计

恭城县生态农业旅游经济系统的设计思路如图1所示:每年在月柿成熟(10月)的季节举办“恭城月柿节”,以带动全县的旅游发展和农产品展销,进而,以良好的生态环境和久负盛名的生态农业为旅游资源吸引游客,大力发展当地的生态农业旅游。

## 3 结果与讨论

### 3.1 生态农业旅游经济系统能流状况

红岩月柿生态农业旅游经济系统的能流简图如图2所示:

自然资源能值输入从左面进入系统,经济系统反馈能值从上方进入系统,在系统生产的过程中,一部分能

① 恭城县志,1992年,广西人民出版社

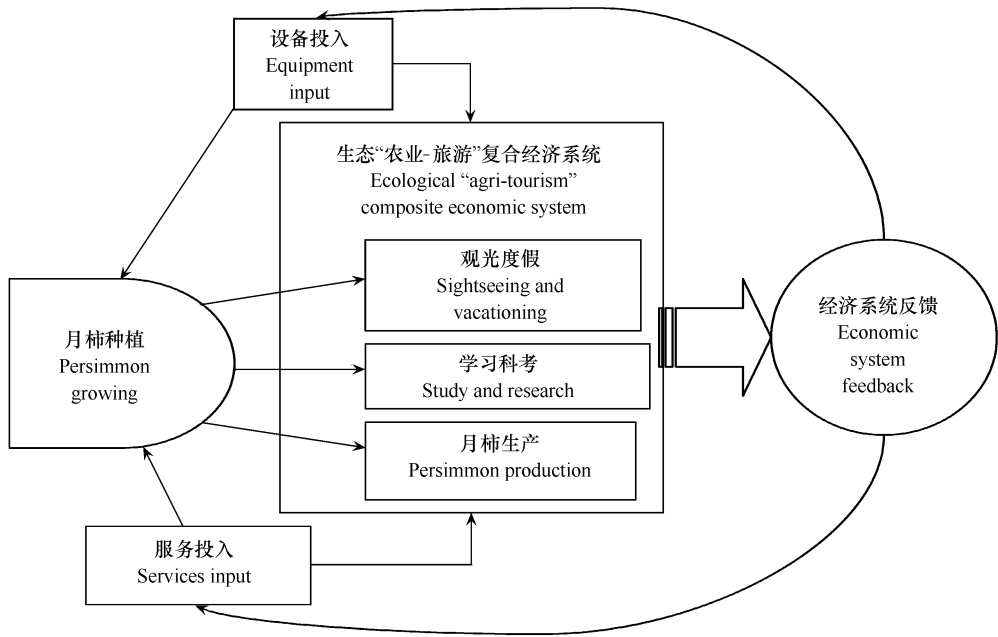


图1 红岩月柿生态农业旅游经济系统设计示意图

Fig.1 Economic system of the ecological “Agricultural tourism ” for the Hongyan persimmon

值耗散到环境当中 ,而产出能值从右侧输出 (见图 2 )。该生态经济系统自然资源投入能值主要来自太阳能、雨水势能、雨水化学能和表土流失能 ,而经济系统反馈能值投入的主要形式包括月柿生产的设备投入、服务投入和开展生态旅游的设备投入、服务投入 ,前者主要包括 :化肥、农药、机械、燃料、电力、人力、畜力、有机肥等 ,而后者主要是发展生态农业旅游必需的基础设施和辅助设施 ,以及旅游接待所需的人力、物耗 (图 3 )。自然资源能值和农业设备、服务能值在月柿生产伊始和生产过程中相继投入 ,而发展生态农业旅游经济不需要额外投入太多的自然资源能值 ,事实上 ,在该系统生态农业旅游经济发展的初期 ,旅游业设备和服务能值的投入量并不大 ,但是这个投入却有效的起到了催化剂的作用 ,使系统的产出能值增加速度明显加快 ,提高了系统的生产效率 ,增加了系统的经济活力 ,也使得系统从市场上获得的经济反馈能值大幅度增加 ,系统内其他相关产业获得了较好的发展机会 ,系统的全面繁荣成为可能 ,系统发展表现出极强的潜力 (图 3 )。

3.2 生态农业经济系统与生态农业旅游经济系统经济效益比较

恭城县生态农业旅游经济系统实现了更高的经济效益。以红岩月柿生态农业旅游经济系统为例 ,根据对当地农户的跟踪调查和当地统计资料 ,如表 1 所示 :投入方面 ,2004 年 ,该系统全年农业生产用于购置燃油、机械、化肥、农药等资金  $6.52 \times 10^5$  \$ ,劳动及培训投入资金  $4.35 \times 10^5$  \$ ,两项共计  $10.87 \times 10^5$  \$ ;当年 ,该系统为发展生态农业旅游投入资金  $1.87 \times 10^5$  \$ ,其中  $1.21 \times 10^5$  \$ 用于设备支出 , $0.66 \times 10^5$  \$ 用于服务支出。产出方面 ,2004 年 ,该系统共生产月柿  $1.08 \times 10^7$  kg ,月柿销售收入  $15.66 \times 10^5$  \$ ;接待游客 24.3 万人次 ,旅游收入  $1.87 \times 10^5$  \$ 。由以上数据可知 2004 年 ,红岩月柿生态 “农业-旅游 ”经济系统经济投入为  $12.74 \times 10^5$  \$ ,经济产出为  $35.47 \times 10^5$  \$ ,实现经济净收益  $22.73 \times 10^5$  \$ 。与原生态农业系统相比 ,复合系统在经济投入增加 17.2% 的情况下 ,经济产出增加 126% 以上 ,经济净收益约为原生态农业系统的 4.75 倍 ,经济产投比

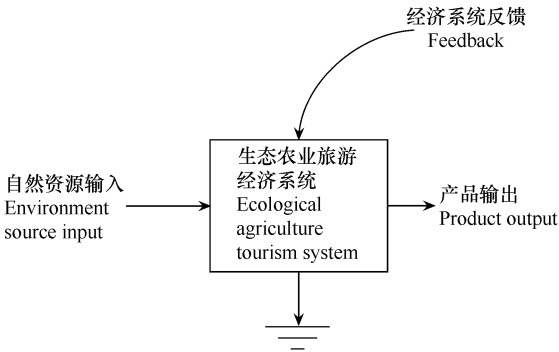


图2 红岩月柿生态农业旅游经济系统能流简图

Fig.2 Energy flow of the ecological “Agricultural tourism ” for the Hongyan persimmon in Gongcheng County

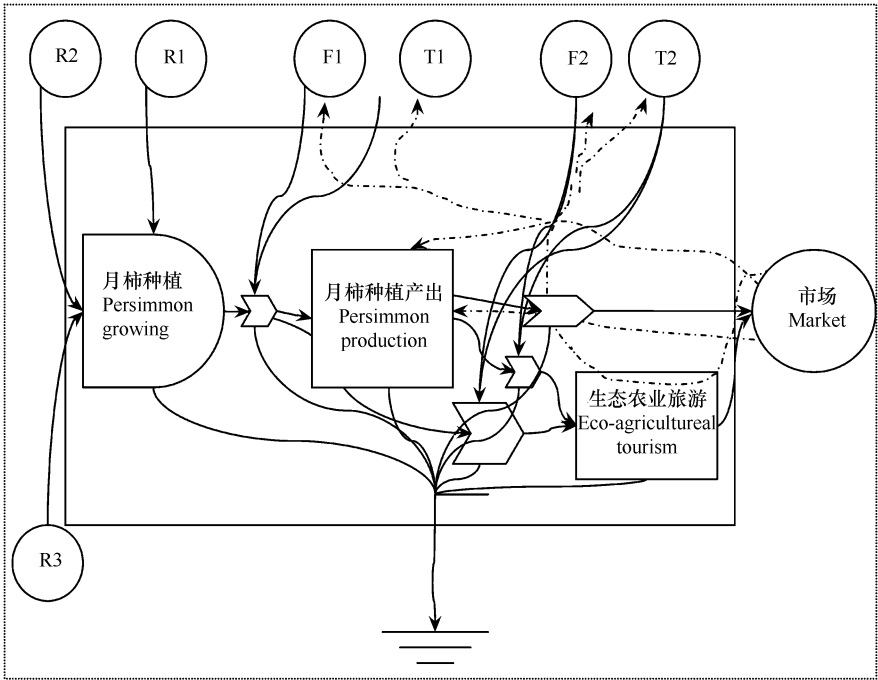


图3 红岩月柿生态农业旅游经济系统能值综合图

Fig.3 Emergy analysis of economic system of the ecological "Agricultural tourism" for the Hongyan persimmon

R1 太阳能 sunlight ;R2 雨水势能 Rain geopotential energy ;R3 雨水化学能 Rain chemical energy ;F1 :月柿生产的设备投入 Equipment input on persimmon production ;T1 :月柿生产的服务投入 Services input on persimmon production ;F2 :生态农业旅游的设备投入 Equipment input on ecological agri-tourism ;T2 :生态农业旅游的服务投入 Services input on ecological agri-tourism

由原系统的 1.44 变为复合系统的 2.78 ,这表明恭城的生态农业旅游经济系统有着更高的经济效益 ,更有利于增加对该生态经济系统的反馈投入。事实上 ,该村在 2003 年以前 ,虽然大力发展了生态农业产业 ,但是经济收益增加依然很缓慢 ,而在生态产业链不断延伸 ,原来单纯的生态农业经济系统衍生为生态农业旅游经济系统之后 ,该村的经济收益有了大幅度的增长 ,充分应证了以上的数据分析及原系统和新系统的可比性。

表1 红岩月柿生态农业旅游经济系统主要经济指标

Table 1 Main economic indices of economic system of the ecological "Agricultural tourism" for the Hongyan persimmon

项目 Item	经济投入 ( \$ ) <sup>①</sup> Economic input	经济产出 ( \$ ) <sup>①</sup> Economic output	经济净收益 ( \$ ) <sup>①</sup> Economic net profit	经济产投比 Ratio of economic output over input
生态农业 Ecological agriculture	10.87 × 10 <sup>5</sup>	15.66 × 10 <sup>5</sup>	4.79 × 10 <sup>5</sup>	1.44
生态旅游业 Eco-tourism	1.87 × 10 <sup>5</sup>	19.81 × 10 <sup>5</sup>	17.94 × 10 <sup>5</sup>	10.59
生态农业旅游系统 Ecological agriculture tourism system	12.74 × 10 <sup>5</sup>	35.47 × 10 <sup>5</sup>	22.73 × 10 <sup>5</sup>	2.78

①2004 年人民币-美元汇率 =8.2765:1 In 2004 RMB-US \$ change rate 8.2765:1

3.3 生态农业经济系统与生态农业旅游经济系统能值分析与比较

根据实地收集的资料数据 ,首先在能值分析表中列出编号、项目名称、原始数据、能值转换率和太阳能值 ,分别计算可更新资源的投入和不可更新资源的投入 ,系统的生产力及经济产出 ,如表 2 所示。

根据以上所得的数据 ,进一步计算红岩月柿生态农业旅游经济系统的主要能值指标如表 3 所示。

能值投资率 (emergy investment ratio *EIR*)是衡量经济发展程度和环境负载程度的指标 ,其值越大则表明系统经济发展程度越高 ,环境负荷程度也相应较高 ;其值越小则说明发展水平越低而对环境的依赖越强。与能值投资率高的系统相比 ,能值投资率低的系统具有良好的环境资源条件可供开发利用 ,且其产出的产品售

价较低 ,市场竞争力较强。在发达的经济系统 ,能值投资率往往大大高于原始落后的经济系统。根据前人的研究 ,美国的能值投资率在 7.0 以上 ,意大利的向日葵种植业 (1993 年 )能值投资率高达 26.3<sup>[23]</sup>。综合以上两表的计算结果 ,可以看到 :当地在生态旅游发展之后 ,新的生态农业旅游系统在环境投入不变的情况下 ,增加对环境资源的经济反馈  $9.24 \times 10^{17}$  sej ,导致能值产出增加  $9.79 \times 10^{18}$  sej ;新系统净效益是原系统的 4.74 倍 ,净能值产出率为原系统的 1.94 倍 ,能值投资率比原系统的提高 17%。

表 2 红岩月柿生态农业旅游经济系统能值流分析

Table 2 Solar energy flow analysis of economic system of the ecological "Agricultural tourism " for the Hongyan persimmon			
项目 Item	原始数据 Raw unite (J or US \$ )	能值转换率 Transformity	太阳能值 Solar emjoule (sej )
可更新资源投入 Renewable			
1 太阳光 Sunlight (J )	$1.01 \times 10^{17}$	1	$1.01 \times 10^{17}$
2 雨水势能 Rain geopotential energy (J )	$2.76 \times 10^{13}$	10488	$2.89 \times 10^{18}$
3 雨水化学能 Rain chemical energy (J )	$1.99 \times 10^{13}$	18199	$3.62 \times 10^{18}$
小计 Subtotal			$6.61 \times 10^{18}$
不可更新资源投入 Nonrenewable			
4 表土流失 Topsoil loss (J )	$6.31 \times 10^{13}$	$7.4 \times 10^4$	$4.67 \times 10^{18}$
小计 Subtotal			$4.67 \times 10^{18}$
R + N			$11.28 \times 10^{18}$
经济反馈 (U ) Economic feedback			
生态农业 (U <sub>1</sub> )Eco-agriculture			
5 设备投入 (不可更新) (F <sub>1</sub> )Equipment input (Nonrenewable )US \$	$6.52 \times 10^5$	1	$1.01 \times 10^{17}$
6 服务投入 (可更新) (T <sub>1</sub> )Services input (Renewable )US \$	$4.35 \times 10^5$	$4.94 \times 10^{12}$	$2015 \times 10^{18}$
小计 Subtotal US \$	$10.87 \times 10^5$		$5.37 \times 10^{18}$
生态旅游业 (U <sub>2</sub> )Eco-tourism			
7 设备投入 (不可更新) (F <sub>2</sub> )Equipment input (Nonrenewable )US \$	$1.21 \times 10^5$	$4.94 \times 10^{12}$	$5.98 \times 10^{17}$
8 服务投入 (可更新) (T <sub>2</sub> )Services input (Renewable )US \$	$0.66 \times 10^5$	$4.94 \times 10^{12}$	$3.26 \times 10^{17}$
小计 Sutotal US \$	$1.87 \times 10^5$		$9.24 \times 10^{17}$
9 复合系统设备投入 (F)Equipment input of composite system US \$	$7.73 \times 10^5$		$3.82 \times 10^{17}$
10 复合系统服务投入 (T)Services input of composite system US \$	$5.01 \times 10^5$		$2.48 \times 10^{17}$
11 生态农业-旅游复合系统 Ecological "agri-tourism " composite economic system US \$	$12.74 \times 10^5$		$6.29 \times 10^{18}$
合计 (U )Total			$17.57 \times 10^{18}$
输出 (Y )Flows output			
12 生态农业经济收益 (Y <sub>1</sub> )Economic benefit of eco-agriculture US \$	$15.66 \times 10^5$	$4.94 \times 10^{12}$	$7.74 \times 10^{18}$
13 生态旅游经济收益 (Y <sub>2</sub> )Economic benefit of eco-tourism US \$	$19.81 \times 10^5$	$4.94 \times 10^{12}$	$9.79 \times 10^{18}$
14 生态农业-旅游复合系统经济收益 Economic benefit of ecological "agri-tourism " composite economic system US \$	$35.47 \times 10^5$		$17.53 \times 10^{18}$

\* 可更新资源投入来自降雨、地球循环的能值贡献 ,其它可更新资源包含在其中 ;实物转换能量比值和能量转换率参照文献<sup>[1,14~21]</sup> ;资料来自 S. Ulgiati and H. T. Odum ,1993<sup>[22,23]</sup> ;数据通过恭城 2004 年统计年鉴整理而成 ;sej 为太阳能值焦耳 Renewable resource input comes from the energy contribution of rainfall and global recycling ;It includes other renewable resources ;For real conversion energy ratio and energy conversion rate , see reference<sup>[1,14~21]</sup> ; Data is from S. Ulgiati and H. T. Odum ,1993<sup>[22,23]</sup> ; Data compiled from 2004 Statistics Yearbook of Gongcheng

如表 3 所示 ,无论是原始系统还是新的复合系统 ,它们的能值投资率都是很低的。这显示了不仅当地生态农业长期以来处于靠天吃饭的状态 ,新兴的生态旅游业的经济投入也很有限 ,基本上还是处在 “靠山吃山 ,靠水吃水 ”的初级阶段 ,较少的经济能值投入虽带来了能值产出的大幅度的增加 ,但在系统逐步走向成熟的过程中 ,若不能保证更多的经济反馈能值流入 ,该系统的生态旅游业将持续徘徊于低水平 ,从而逐步走向衰退。这无疑对整个生态农业旅游经济系统的发展极为不利 ,将对当地良好的生态环境构成新的威胁。

净能值产出率 (net emergy yield ratio ,EYR )为系统产出能值 (Y )与经济反馈 (输入 )能值 (U )之比。净能

值产出率是衡量系统产出对经济贡献大小的指标,是衡量系统生产效率的一种标准。其值越高表明系统获得一定的经济能值投入,生产出来的产品能值越高,即系统的生产效率越高。新系统的净能值产出率比较高表明,该系统所投入的经济反馈能值获得了较原系统高的产出,系统生产效率得到显著提高。原始系统的净能值产出率约为 1.44,意味着月柿生产所耗费的资源略低于其贡献的资源,月柿种植业对其他经济活动的支撑作用有限,而新系统的净能值产出率为 2.79,较原始系统大大提高,对经济的贡献大大高于原始系统,并能够带动当地相关产业的发展。

环境负荷率 (environment load ratio,  $ELR$ ) 为系统不可更新能源投入能值总量  $(N + F)$  与环境能源投入总量  $(R + N)$  之比,表示单位可更新能值所承担的不可更新能值量,用以衡量自然环境的负荷程度。与生态农业系统相比,生态农业旅游系统的环境负荷率有小幅度的提高,这说明与原系统相比,新系统经济反馈能值增加给环境带来了新的压力,并且随着生态旅游的开发,经济反馈能值投入的增加,这个压力会越来越大。

净效益又称净能值 (net emergy) 是指系统产出的能值  $(Y)$  减去生产过程中所耗费的能值  $(F + T)$ 。复合系统的净效益为原始系统的 4.74 倍。这显示出新的复合系统对环境资源利用效率的显著提高,在原有环境资源基础上,新的生态农业旅游系统实现了更高的生态经济效益。

能值可持续性指标  $ESI$  (emergy sustainable indices) 是美国生态学家 Brown M. T. 和意大利生态学家 Ulgiati S.<sup>[21]</sup> 提出的用以评价系统可持续发展性能的综合性评价指标。能值持续性指标的含义是不可更新环境投入和辅助能值投入的产出能力,为系统能值产出率 ( $EYR$ ) 与环境负荷率 ( $ELR$ ) 之比。生态农业旅游经济系统的可持续性指标是生态农业经济系统的 1.81 倍,这反映出:与原始系统相比,新系统在较少增加环境负荷的情况下大大提高了生产效率,可持续发展潜力增大,从而进一步说明该复合系统对原系统具有优化作用。

表 3 红岩月柿生态农业旅游经济系统主要能值指标

Table 3 main emergy indices of economic system of the ecological "Agricultural tourism" for the Hongyan persimmon

项目 Item	计算方法 Method	生态农业系统 Ecological agriculture system	生态农业旅游经济系统 Ecological agriculture tourism system
1 可更新资源能值投入 Renewable emergy input sej	$R$	$6.61 \times 10^{18}$	$6.61 \times 10^{18}$
2 不可更新资源能值投入 Nonrenewable emergy input sej	$N$	$4.67 \times 10^{18}$	$4.67 \times 10^{18}$
3 经济反馈能值投入 Economic feedback emergy input sej	$U$	$5.37 \times 10^{18}$	$6.29 \times 10^{18}$
4 能值产出 Emergy yield sej	$Y$	$7.74 \times 10^{18}$	$17.53 \times 10^{18}$
5 净效益 Net emergy sej	$Y-U$	$2.37 \times 10^{18}$	$11.24 \times 10^{18}$
6 能值投资率 $EIR$	$U/(R + N)$	0.48	0.56
7 净能值产出率 $EYR$	$Y/(F + T)$	1.44	2.79
8 环境负荷率 $ELR$	$(N + F)/(R + N)$	0.70	0.75
9 能值持续性指标 $ESI$	$EYR + ELR$	2.06	3.72
10 能值自给率 Emergy self-sufficiency ratio	$(R + N)/I$	0.68	0.64
11 反馈能值投入率 $R$	$(F + T)/I$	0.32	0.36

除了上述指标外,新的复合系统能值自给率有所下降,反馈能值投入率有所上升则补充说明了以上结论。本文是运用能值分析理论在生态旅游经济这一研究领域中的一次大胆尝试。传统研究方法难以对恭城原生态农业系统和现在的生态农业旅游经济系统作出科学和准确的比较研究,难以避免研究结果出现偏差。本研究采用能值分析的方法,把经济投入和环境投入都纳入到对生态旅游经济的研究中,进行同值比较研究,更加符合当地农业农村现在发展的客观事实,有效地避免了前述偏差的出现,相对而言所获得的结论科学性更强。

## 4 结论

通过研究发现 恭城县红岩月柿生态农业旅游经济系统是在世界生态旅游大发展的背景下,是当地生态农业系统的一种延伸和拓展,虽然对当地农业农村经济社会产生了很大的效益,但目前仍处于发展的初级阶段。因为,该系统的发展仍然大量依赖从自然环境中获取免费资源的支持,系统之外的经济反馈投入不足,导致系统不能获得向更高层次发展所必需的高能质能量,科技附加值含量较低,市场化程度较弱,当地尚未明显感受到旅游发展所带来的生态压力。然而,这并不意味着系统的发展可以忽视这方面的压力,因为系统的环境压力正在随系统发展而加大,若不能及早引起参与各方的重视,加大系统之外的经济反馈投入,最终将影响当地生态经济系统的健康发展。如果新的生态农业旅游经济系统能更多的增加投入,包括经济的投入、管理水平的提升、加强村民中旅游人力资源的培养和开发、增加信息渠道、拓展市场等,将更有利于新系统健康持续的发展。

## References :

- [1] Lan S F. Emergy analysis of eco-economic system. Beijing :Chemical Industry Press ,2002. 1—423.
- [2] Liu J E , Qin P , Zhou H X. Emergy analysis on an added loop in *Spartina alterniflora* ecological engineering. Chinese Journal of Applied Ecology , 2004 ,15 (4 ) 673—677.
- [3] Li J L , Zhang R S. Emergy Analysis for Evaluating Sustainability of Ningbo Ecology-economic System. Geography and Territorial Research 2003 , 19 (2 ) 73—76.
- [4] Li H T , Yan M C. Study on energy evaluation and sustainable development of ecological-economic systems of Xinjiang. Editorial Board of Arid Land Geography 2001 24 (4 ) 289—296.
- [5] Cui L J , Zhao X S. Researches on the emergy analysis of Poyanghu wetland , *Acta Ecologica Sinica* ,2004 ,24 (7 ) :1480—1485.
- [6] Xu Z M , Zhang Z Q , Chen G D. Theory and Method of eco-economic. Henan Yellow River Conservancy Publishing House ,2003 ,1—249.
- [7] Wan S W , Qin P , Xie M. Analysis Salt Tolerance of *Festuca rubra* by Emergy Analysis and Measuring Physiological Indices. Chinese Journal of Ecology , 1999 ,18 (4 ) 1—5.
- [8] Lan S F , Odum H T. Emergy synthesis of the environmental resource basis and economy of China. Ecological Science , 1994 ,13 63—74.
- [9] Xie Y P , Deng Z R. On the impact of developing ecological agro tourism on rural ecological ethics. Journal of Tourism Tribune , 2006 ,9 79—85
- [10] Xie Y P. Inspiration establishing county harmonious society from Gongcheng Pattern. Journal of Social Scientist , 2005 ,4 55—58
- [11] Lan S F , Qin P. Emergy analysis of eco-system. Chinese Journal of Applied Ecology , 2001 ,12 (1 ) 129—131
- [12] Edward Lefroy , Torbjörn Rydberg. Emergy evaluation of three cropping systems in southwestern Australia , *Ecological Modeling* , 2003 (161 ) 195—211.
- [13] Odum H T , Niles Peterson. Simulation and evaluation with energy systems blocks , *Ecological Modelling* , 1996 , (93 ) 155—173.
- [14] Odum H T. Explanations of ecological relationships with energy systems concepts , *Ecological Modeling* , 2002 , (158 ) 201—211.
- [15] Shan shin Ton , Odum H T , Joseph J Delfino. Ecological economic evaluation of wetland management alternatives , *Ecological Engineering* , 1998 , (11 ) 291—302.
- [16] Li J P , Chen F P. The emergy synthesis and sustainability analysis of city environment and economy , *Acta Ecologica Sinica* 2006 26 (2 ) 439—447.
- [17] Lan S F , Odom H T , Liu X M. Energy Flow and Emergy Analysis of the Agro ecosystems of China. Ecologic Science , 1998 ,17 (1 ) :57—62
- [18] Odum H T , Environmental accounting : Emergy and Environmental Decision Making. New York : John Wiley and Sons , New York , 1995 , 88—156.
- [19] Odum H T , Odum E C , Och Blissett M. Ecology and economy : "Emergy "analysis and public policy in Texas. In :Lyndon B. ed. Johnson School of Public Affairs and Taxes Department of Agriculture. Policy Research Project Report Number 78. Austin :Board of Regents ,The University of Texas , 1987.
- [20] Lu H F , Chen L , Lin Y B. Emergy synthesis of the dynamics of the Shunde industrial system. *Acta Ecologica Sinica* 2006 25 (9 ) 2188—2196.
- [21] Li H T , Xu X G , Xiao D N. Study on the value of ecological capital based on the emergy theory : A case study on the forest ecosystem in the middle part of the north slope of the Tianshan Mountain , *Acta Ecologica Sinica* 2006 25 (6 ) :1384—1390.
- [22] Odum H T. Self-organization ,transfortuity and information. *Science* ,1998. 242 1132—1139.
- [23] Ulgiati S , Odum H T. Emergy analysis of the Italian agricultural system the role of Emergy quality and environmental input. *Trends in Ecological Physical Chemistry* ,1992 , 187—215



参考文献：

[1] 蓝盛芳. 生态经济系统能值分析. 北京: 化学工业出版社, 2002.

[2] 刘金娥, 钦佩, 周红霞, 等. 米草生态工程加环效益能值分析. 应用生态学报, 2004, 14(4): 673~677.

[3] 李加林, 张忍顺. 宁波市生态经济系统的能值分析研究. 地理与地理信息科学, 2003, 19(2): 73~76.

[4] 李海涛, 严茂超. 新疆生态经济系统的能值分析与可持续发展研究. 干旱区地理, 2001, 24(4): 289~296.

[5] 崔丽娟, 赵欣胜. 鄱阳湖湿地生态能值分析研究. 生态学报, 2004, 24(7): 1480~1485.

[5] 徐中民, 张志强, 程国栋. 生态经济学理论方法与应用. 河南: 黄河水利出版社, 2003.

[6] 万树文, 钦佩, 谢民. 用能值分析辅以生理指标测定研究狐茅草的耐盐性. 生态学杂志, 1999, 18(4): 1~5.

[7] 蓝盛芳, Odum HT. 中国环境、经济资源的能值综合. 生态科学, 1994, 13: 63~74.

[8] 蓝盛芳, 钦佩. 生态系统的能值分析. 应用生态学报, 2001, 12(1): 129~131.

[9] 谢雨萍, 邓祝仁. 发展生态农业旅游对乡村生态伦理的影响研究. 旅游学刊, 2006, 9: 79~85.

[10] 谢雨萍. “恭城模式”对构建农村和谐社会的启示. 社会科学家, 2005, 4: 55~58.

[16] 李金平, 陈飞鹏, 王志石. 城市环境经济能值综合和持续性分析. 生态学报, 2006, 26(2): 439~447.

[20] 陆宏芳, 陈烈, 林永标, 等. 顺德产业生态系统能值动态分析. 生态学报, 2005, 25(9): 2188~2195.

[21] 李海涛, 许学工, 肖笃宁. 基于能值理论的生态资本价值——以阜康市天山北坡中段森林区生态系统为例. 生态学报, 2005, 25(6): 1383~1390.