青藏高原东北缘地带 50 多年来农业生态经济系统可持续发展分析

魏奋子[1], 岳 敏[2]
(1. 中共甘肃省委党校, 甘肃 兰州 730070; 2. 西北师范大学, 甘肃 兰州 730070)

摘 要: 以能值理论为基础, 对四川省阿坝自治州 1952—2005 年的农业生态经济系统的能值投入、产出状况进行了定量分析, 并把分析结果和其它地区进行了比较。结果表明, 由于 20 世纪阿坝州对天然林的过度采伐, 其生态环境受到严重破坏; 随着"林木经济"的结束, 生态旅游的兴起, 阿坝州的生态环境状况在逐渐好转。但阿坝州农业生态经济系统仍存在一些问题。现代化辅助能投入严重不足, 生产模式原始落后, 农业的发展建立在自然资源过度利用的基础上, 发展仍有不可持续的危险。因此必须通过加大农业科技的研究和推广力度, 提高劳动者素质, 才能充分利用当地自然资源, 增加农业生态经济系统的产出能力, 实现阿坝州农业经济的可持续发展。

关键词: 能值理论; 生态系统; 可持续发展; 四川省阿坝自治州
文献标识码: A 文章编号: 1000—288X(2008)04—0191—07 中图分类号: S181, F323.22

Sustainable Development of Agricultural Eco-system in the Northeast Margin Strip of the Qinghai-Tibet Plateau During more than 50 Years

WEI Fen-zi[1], YUE Min[2]
(*1. Gansu Provincial Committee Party School of CPC, Lanzhou, Gansu 730070, China;*
2. College of Geography and Environment Sciences, Northwest Normal University, Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract: Based on the theory of H. T. Odum, a quantitative analysis of energy inputs and outputs of agricultural eco-economic system in Aba Autonomous Prefecture between 1952 and 2005 in Sichuan Province is given and an comparison of Aba with other regions is made. Results show that because of the over-exploitation of natural forest last century, ecological environment in the area has been seriously damaged. Along with the "forest economy" ended and the rise of eco-tourism, Aba's ecological and environmental conditions are gradually improved. But agricultural ecosystem still has such problems as serious shortage of modern assisted inputs, backward production model, and agricultural development on the basis of the excessive use of natural resources, so a sustainable development is difficult to achieve. It is therefore essential to enhance research and extension of agricultural science and technology, improve the quality of workers in order to make full use of local natural resources, increase the agricultural output capacity of ecological and economic systems, and achieve the sustainable development of agricultural economy.

Keywords: **theory of energy; ecosystem; sustainable development; Aba Autonomous Prefecture in Sichuan Province**

能值分析理论和方法是美国著名生态学家、系统能量分析先驱 H·T·Odum 于 80 年代创立的以能量为核心的系统分析方法。能值分析是以能值为基准, 通过把生态经济系统中不同种类不可比较的能量换算成同一标准的能值(太阳焦耳)[1] 来分析, 从而能够衡量各种资源投入、产出的利用状况, 为生态系统和经济系统的耦合架起了桥梁。本文应用能值分析理论和方法, 在对阿坝自治州农业生态经济系统能量投入与产出进行深入分析的基础上, 对其农业生态经济系统的结构、功能和效益等进行定量分析和评价, 以期客观评价阿坝州"天保工程"和旅游业的生态效益, 为协调阿坝州经济发展与环境保护之间的矛盾提供科学依据。

收稿日期: 2008-01-17 修回日期: 2008-03-25
作者简介: 魏奋子(1963—), 男(汉族), 甘肃省天水市人, 副教授, 主要从事环境经济学教学与研究。E-mail: gsweifenzi@tom.com。

1 研究区概况

1.1 阿坝州地理气候概况

阿坝藏族羌族自治州(以下简称阿坝州)位于四川省西北部,青藏高原东南缘,地处 100°30′—104°27′E,30°35′—34°19′N 之间,总面积 8.42×10^4 km^2,州内平均海拔 3 500~4 000 m,高原区和山地峡谷区各占 1/2。属高原季风气候,分高山、山原、高山河谷 3 种气候类型,年均气温-4 ℃~16.2 ℃,属于川西北高寒地区,年均降水量 679.2 mm,太阳能资源丰富,年均日照时数 1 928.1 h,粮食一般为一年一熟制。草原、林地、耕地分别占幅员面积的54.5%,37.55%,0.86%,全州辖 13 个县,其中 5 个牧区县,8 个半农半牧区县。

1.2 阿坝州生态环境的重要性

阿坝州地处黄河、长江的源头,位于青藏高原和黄土高原的接合部。全州拥有 4.20×10^6 hm^2 天然草场,3.20×10^6 hm^2 天然林地,是我国 5 大牧区和 4 大林区之一,也是黄河、长江上游最重要的水源涵养地和生态功能区。由于特殊的自然地理位置,决定了其气候恶劣、生态环境十分敏感脆弱,并且一旦破坏,极难恢复,所以阿坝州的生态环境对黄河、长江中下游的生态安全、生物多样性保护和经济社会可持续发展具有重要作用。

1.3 阿坝州生态发展状况回顾

解放初期,阿坝州的森林覆盖率为 36.12%,从 1953 年起,国家先后在全州建立了 15 个森工企业和 2 个水运处,对天然林木进行了高强度、大规模的砍伐,累计消耗天然林资源近 2.0×10^8 m^3,使得阿坝州森林资源日益枯竭,80 年代初森林覆盖率降为 14.1%,生态极度退化,水土流失日益严重。80 年代开始,州政府开始压缩天然林采伐量,加强植树造林,退耕还林(草),培养和恢复森林资源,1998 年,阿坝州实施了“天然林保护工程”,全面禁止砍伐天然林。截至 2005 年年底,阿坝州累计完成更新造林有效面积 3.33×10^5 hm^2,森林覆盖率达到 22.8%。近年来,阿坝州的生态环境有所改善。

1.4 阿坝州生态旅游业发展状况回顾

阿坝州是世界自然遗产和生态保护区最多、规模最大、分布最密集的旅游胜地。美丽的自然风光、独特的民族风情、灿烂的红军长征文化,为阿坝州发展生态旅游业提供了得天独厚的条件。阿坝州发展生态旅游是从 1982 年九寨沟、黄龙寺被列为国家一级自然风景名胜区开始的。近年来,阿坝州发展生态旅游不仅有效地促进了生态资源优势的发挥,提高了资源利用率,加快了贫困地区脱贫致富的步伐,而且与天然林保护、退耕还林(草)、野生动植物保护等工程相得益彰,有效地保护了生态环境。如今,生态旅游业已经成为阿坝州经济的支柱产业。

2 研究方法与结果

2.1 能值分析研究方法

2.1.1 *确定研究系统的对象和内容* 本研究对象为阿坝州的农业生态经济系统。由于阿坝州近年来生态旅游业发展迅速,已经成为阿坝州的经济支柱,并且其生态旅游业都是在自然资源的基础上发展起来的,所以把生态旅游业归为生态农业研究范围内。本研究内容为分析包括种植业、林业、畜牧业、渔业、旅游业在内的阿坝州大农业生态经济系统的能值结构和特征。

2.1.2 *收集资料数据* 收集阿坝州的自然地理、土地利用、农业生产(包括生态旅游业)、生态环境以及社会经济等方面的数据资料。本研究所用的原始物质能量投入和产出的数据主要来源于阿坝藏族羌族自治州统计资料[2—4],因为研究的时间跨度较长(1952—2005 年),极少部分难以查找的原始数据,采用插值法估计得到。

2.1.3 *制作能值分析表* 运用 Odum 的能值理论,选取可更新环境资源、不可更新环境资源、不可更新工业辅助能、可更新有机能、作物产出等分析角度,按照相应的物质—能量折算系数[5-6]将投入、产出的各类原始数据折算为单位为焦耳(J)和克(g)的能值分析基础数据,再将各基础数据乘以相应的太阳能值转换率[7-8],得到太阳能值,形成 1952—2005 年阿坝州农业生态经济系统能值投入表(表 1)、能值产出表(表 2)。

2.1.4 *系统诊断* 在能值分析表的基础上,建立农业生态经济系统的能值综合评价指标体系,包括能值投资率、环境负载率、净能值产出率、能值/货币比率和可持续发展指数等指标,据此对阿坝州农业生态经济系统的结构、功能和效益进行动态分析,并与其它地区(国家)的相应指标进行比较,进一步分析阿坝州农业生态经济系统的可持续发展状况。

2.2 能值分析结果

根据上面所介绍的能值理论的分析步骤和有关概念,对阿坝州 1952—2005 年生态经济系统的投入产出状况进行分析。

2.2.1 *能值投入动态分析* 阿坝州农业生态经济系统的总能值投入分为资源环境能值投入、购买能值投入和旅游资源能值投入等 3 部分(表 1)。资源环境能

值投入又可再分为可更新自然资源能值投入和不可更新自然资源能值投入; 购买能值投入又可再分为可更新有机能值投入和工业辅助能值投入。1952—2005 年, 阿坝州农业生态经济系统的总能值投入呈现逐渐增加趋势, 由 1952 年的 1.13×10^{22} sej 增加到 2005 年的 1.66×10^{22} sej, 增长 47.5%, 年均增长 0.74%。

(1) 可更新环境资源能值投入。可更新环境资源能值主要包括太阳能、风能、雨水化学能、雨水势能和地球旋转能。由于可更新的环境资源能值投入取决于气候变化(日照时数长短、降水量大小等) , 所以其数值随气候变化而波动, 但可更新环境资源能值占总能值投入的比例呈现逐年下降趋势, 由 1952 年的 54.08% 下降到 2005 年的 37.03%。与其它地区相比(表 3) , 阿坝州农业生态经济系统的可更新资源能值比率偏高。不同地区自然资源禀赋不同, 其可更新资源能值比率也必然有差异。阿坝州气候资源丰富, 年均降水量 600~ 750 mm, 年均太阳辐射量在 5.35 ~ 6.98 GJ/ m^2 之间, 丰富的自然资源禀赋有效的支持了当地农业系统的发展。

(2) 不可更新环境资源能值投入。不可更新环境资源能值投入主要是指由于水土流失造成的表土层养分损失。1952 —2005 年期间, 阿坝州不可更新环境资源能值投入逐渐增加(表 1) 。由于长期掠夺式的林木采伐、过度放牧和不合理的垦殖及耕作方式, 导致水源涵养林面积锐减, 水土流失面积急剧扩大, 全州水土流失面积 3.00×10^4 km^2, 占全州面积的36.3 %; 水土流失严重, 全州每年输入长江和黄河的泥沙超过 1.00×10^7 t, 每年流失的养分相当于 3 000 t 化肥。与中国(2000) 、广东(2003) 、甘肃(2004) 相比, 阿坝州(2005 年, 17.10%) 的不可更新环境资源能值投入比率仅比甘肃(18.69%) 和中国(20%) 平均比例稍低, 比广东(1.00%) 高得多。

人为因素对自然资源的不合理利用造成的水土流失及土地荒漠化, 是阿坝州不可更新环境资源损失严重的主要原因, 这也是影响阿坝州可持续发展的一个重要因素。

(3) 工业辅助能值投入。阿坝州农业生态经济系统中工业辅助能值投入增长迅速, 由 1952 年的 3.00×10^{17} sej 增加到 2005 年的 3.09×10^{20} sej, 增长了 1 000 倍。但和其它地区相比, 阿坝州工业辅助能值投入比重严重偏低, 这是阿坝州农业生态经济系统能值投入最主要的特点。实际上, 2005 年阿坝州的农机总动力仅为四川省的 2%, 化肥施用量仅为四川省的 0.35% 。阿坝州的耕地多分布在海拔 1 500~ 2 200 m以上的山区和半山区。受气候、交通的制约, 阿坝州农业基础设施落后, 抵御自然灾害的能力弱, 农业科学技术普及率很低, 所以农业现代化、机械化程度不高, 严重制约着阿坝州农业生产的发展。

(4) 可更新有机能值投入。可更新有机能值包括劳力、畜力、种子。阿坝州牲畜粪多用于农牧民的燃料, 作物秸秆主要用作牲畜饲草, 返田的有机肥很少, 因此在计算中没有计入有机肥。1952—2005 年, 阿坝州有机能值的投入从 1952 年的 2.86×10^{21} sej 增加到 2005 年的 6.18×10^{21} sej, 翻了一番, 有机能能值投入比重由 1952 年的 25.40% 增长到 2005 年的 37.21%。和其它地区相比, 阿坝州农业生态经济系统的有机能值利用比率偏高, 说明其农业生产的主要动力仍然是人畜力, 至今尚未摆脱以劳动密集型为主的传统封闭式农业生产的格局。

(5) 生态旅游能值投入。生态旅游能值投入包括对景区旅游基础设施的投入和旅游服务人员的资金投入。阿坝州的旅游业是从 1982 年开始的, 由于数据有限, 本研究中旅游能值从 1990 年开始计算。由于 1982—1989 年旅游业刚刚兴起, 投入和产出很少, 所以不计入此阶段的旅游能值投入、产出, 不影响最终的计算与分析。阿坝州生态旅游能值投入增长很快, 从 1990 年的 3.5×10^{20} sej 增长到 2005 年的 1.13×10^{21} sej。实际上阿坝州生态旅游业发展迅速, 1990 年全州旅游收入仅 3.1×10^9 元, 2005 年增长到 47.8 亿元, 增长了 153 倍, 年均增速 39.92%。

由以上分析可知, 1952—2005 年期间, 阿坝州农业生态经济系统能值投入的结构特点是: 环境资源能值投入比重逐渐降低, 辅助能值投入比重逐渐提高, 近年来生态旅游能值能入增长很快。和其它地区相比, 阿坝州环境资源能值利用比率较高, 人畜力可更新有机能投入较高, 工业辅助能值投入水平严重偏低, 这“两高一低”的投入现状反映了阿坝州农业对自然环境和人畜力的依赖性很强, 农业发展落后, 生产现代化程度很低。

2.2.2 能值产出动态分析

阿坝州农业生态经济系统总能值产出分为种植业、林业、畜牧业、渔业和旅游业能值产出等 4 部分(表 2) 。1952 —2005 年, 阿坝州农业生态经济系统的能值产出呈现快速增加趋势, 从 1952 年的 5.00×10^{20} sej 增加到 2005 年的 1.38×10^{22} sej, 年均增速 6.46%, 能值产出水平有了明显提高。由于在 1952—2005 年, 渔业能值产出占总能值产出的比重一直很低, 如 1952 年只有 0.03%, 种植业能值产出占总能值产出的比重也较低, 且保持基本稳定的下降态势, 由 1952 年的 32.24% 下降到 2005 年的

3.12%,所以,以下只重点分析所占比重高且变动较大的林业、畜牧业和旅游业的能值产出。

(1) 林业能值产出。林产品主要是木材。阿坝州是我国 4 大林区之一, 20 世纪 50—80 年代阿坝州的整个国民经济是建立在对天然林木的超规模的砍伐基础上的,所以在此期间林业能值产出比重迅速上升。50—80 年代林业经济一直是阿坝州经济的支柱,如 1978 年林业能值产出占总能值产出的 63.33%。从 80 年代开始,阿坝州政府开始压缩天然林采伐量,林业能值产出开始下降, 1998 年,阿坝州政府下达了天然林禁伐令,林业能值产出比重几乎下降为 0。

(2) 畜牧业能值产出。1952—1997 年,阿坝州畜牧业的能值产出比重呈现波动上升趋势,由 1952 年的 32.38% 波动上升到 1997 年的 45.15%,近年来由于旅游业的迅猛发展,使得畜牧业的能值产出比重相对有所下降。

(3) 旅游业能值产出。阿坝州旅游业能值产出增长迅猛,从 1990 年的 3.91×10^{20} sej 增加到 2005 年的 9.84×10^{21} sej,占总能值产出的比重由 8.18% 增长到 71.14%。实际上, 2005 年阿坝州旅游收入 47.8 亿元,占 GDP 的 63.57%。阿坝州发展生态旅游具有得天独厚的自然条件,加上国家西部大开发的契机,近年来阿坝州生态旅游业已具备了一定的产业体系和产业规模,成为全州民族经济中发展速度最快、消耗资源最小、投资收益率高、最具活力支柱产业和新的经济增长点。

1952—2005 年,阿坝州能值主体产出结构可分为 3 个阶段, 20 世纪 50—80 年代的林业能值—20 世纪 90 年代的畜牧业和林业能值—21 世纪的生态旅游能值。能值结构的"三阶段",说明阿坝州农业生态经济系统结构有了很大改善,已经彻底改变了"木头经济"的资源依赖型的发展方式,探索出了"以生态旅游为龙头,以生态农牧业为主体"的可持续发展之路。

表 1 1952—2005 年阿坝州农业生态经济系统能值投入汇总

项 目	1952 年		1978 年		1990 年		2000 年		2005 年	
	10^{19} sej	%	10^{19} sej	%	10^{19} sej	%	10^{19} sej	%	10^{19} sej	%
总能值投入	1 126.03	100.00	1 287.40	100.00	1 438.30	100.00	1 570.80	100.00	1660.90	100.00
1 资源环境能值投入	840.00	74.60	877.00	68.12	887.00	61.67	889.00	56.60	899.00	54.13
可更新自然资源	609.00	54.08	613.00	47.61	613.00	42.62	607.00	38.64	615.00	37.03
不可更新自然资源	231.00	20.52	264.00	20.51	274.00	19.05	282.00	17.96	284.00	17.10
2 购买能值投入	286.03	25.40	410.40	31.88	516.30	35.90	617.80	39.33	648.90	39.07
可更新有机能	286.00	25.40	393.00	30.53	496.00	34.49	587.00	37.37	618.00	37.21
工业辅助能	0.03	0.00	17.40	1.35	20.30	1.41	30.80	1.96	30.90	1.86
3 旅游资源能值投入	—	—	—	—	35.00	2.43	64.00	4.07	113.00	6.80

表 2 1952—2005 年阿坝州农业生态经济系统能值产出汇总

项 目	1952 年		1978 年		1990 年		2000 年		2005 年	
	10^{19} sej	%	10^{19} sej	%	10^{19} sej	%	10^{19} sej	%	10^{19} sej	%
总能值	50.02	100.00	330.04	100.00	478.05	100.00	701.71	100.00	1 383.23	100.00
种植业	16.10	32.19	40.90	12.39	50.90	10.65	45.80	6.53	43.20	3.12
林 业	17.70	35.39	209.00	63.33	214.00	44.77	0.86	0.12	0.99	0.07
畜牧业	16.20	32.39	80.10	24.27	174.00	36.40	251.00	35.77	355.00	25.66
渔 业	0.02	0.03	0.04	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.04	0.00
旅游业	—	—	—	—	39.10	8.18	404.00	57.57	984.00	71.14

3 能值指标动态分析

能值分析指标综合反映了复合生态系统的结构、功能和效率,同时也反映了自然环境资源的价值和人类社会经济发展,以及环境和经济、人和自然的关系。

3.1 生态功能潜力与人口基本承载力

1952—2005 年,阿坝州的生态功能潜力(可更新资源能值的相对比例)逐年下降,从 1952 年的 54.07%下降到 2005 年的 37.03%。随着阿坝州辅助能值(工业辅助能值和可更新有机能值)投入的逐渐快速增加,当地的可更新能值的相对比例逐年减少,提供的生态功能价值量所占份额也逐年降低。与其它地区相比(表 3),阿坝州的可更新资源能值比例偏高,说明阿坝州的可更新自然资源相对丰富,阿坝

州日照充足, 雨量相对充沛, 土壤有机质含量和有效钾含量丰富, 为农业生态经济发展提供了有利条件。

从人口基本承载力变化趋势看, 1952—2005 年, 阿坝州人口基本承载力呈先上升后减少的趋势, 从 1952 年的 19.94 万人上升至 1982 年的 33.95 万人, 之后又稍有下降。这说明阿坝州的自然生态功能先是与其开发状况相适应, 随着对自然资源的"重取轻予"的过度开发, 自然生态功能在逐渐减弱, 生态系统负荷上升, 其功能存在一定的退化趋势。这种变化趋势提出了重要的警示: 需要加强对阿坝州生态系统的保护和生态功能建设, 如果这种趋势得不到有效地遏制, 未来的人口承载力还将进一步降低, 不可持续发展风险将逐年增大。阿坝州现有的人口规模已经超过了其生态基本承载力的 1.74 倍, 人口压力已经凸现。

表 **3**　阿坝州能值分析指标与全国和部分地区比较[8-11]

指 标	阿坝州(2005 年)	中国(2000 年)	广东(2003 年)	甘肃(2004 年)	荷兰(2000 年)
可更新资源能值比率/%	37.03	27.00	18.82	14.12	—
不可更新环境资源能值比率/%	17.10	20.00	1.00	18.69	—
工业辅助能值比率/%	1.86	53.00	61.87	27.58	—
可更新有机能利用比率/%	37.20	—	18.20	39.66	—
能值自给率/%	54.31	0.43	19.93	32.81	26.29
能值投资率/%	0.85	1.11	3.12	2.05	—
能值密度/(10^{11} sej·m^{-2})	1.97	5.35	4.52	1.68	114.10
人均能值使用量/10^{15} sej	19.50	4.52	1.02	2.94	24.31
能值货币比率/10^{12} sej	18.10	8.67	4.26	11.88	0.96
净能值产出率/%	1.82	2.08	1.25	1.26	16.66
环境负载率/%	1.70	2.72	1.70	6.08	—
系统可持续性指数	1.07	0.77	0.73	0.21	—

3.2　能值自给率与能值投资率

能值自给率是环境资源投入能值占系统总投入能值的比例, 反映系统发展对自身自然环境的依赖程度。能值自给率越高, 说明系统在经济发展中利用本地资源的比重越大。1952—2005 年, 阿坝州的能值自给率处于下降趋势, 从 1952 年的 74.58% 降低到 2005 年的 54.13%。说明阿坝州农业经济系统对自身资源环境依赖性逐渐降低。但与其它地区相比, 阿坝州能值自给率偏高。一方面, 说明阿坝州自身自然资源相对丰富, 经济发展的资源基础相对雄厚; 另一方面, 说明阿坝州农业发展过多依赖当地环境资源, 再加上工业辅助能值投入不足, 导致当地自然资源得不到有效利用, 经济发展程度不高, 是一种高资源消耗型的发展模式。

能值投资率是来自经济系统的购买能值与输入经济生产过程的自然环境无偿能值的比率。购买能值指需花钱购买的能值, 包括燃料、电力、物质和劳务等; 无偿能值为自然界无偿输送的能值, 包括土地、矿藏等不可更新的资源能值和太阳能、风、雨等可更新资源能值。该指标可以衡量经济发展程度和环境资源条件对经济活动的负荷程度, 其值越大表明系统经济发展程度越高, 反之说明发展水平越低, 对环境的依赖越强。1952—2005 年, 阿坝州农业生态经济系统的能值投资率一直呈上升趋势, 说明阿坝州农业经济发展程度逐渐提高。但与其它地区相比, 阿坝州能值投资率偏低, 阿坝州农业生态经济系统投入单位环境资源能值所对应的辅助能投入较少, 农业经济相对落后, 经济发展对环境的依赖程度较强。

3.3　能值密度和能值货币比率

能值密度是一个国家或地区能值总利用量与该国家或地区面积之比, 用来评价系统的能值集约度和强度, 该指标反映研究地区的经济发展强度和经济发展等级。能值密度越大, 说明经济越发达, 经济发展等级越高。一般农业国家或地区的能值密度约为 $1.3\times10^{11}\sim4.0\times10^{11}$ sej/m^2[8]。阿坝州农业生态经济系统的能值密度在逐年缓慢上升, 从 1952 年的 1.34×10^{11} sej/m^2 上升到 2005 年的 1.97×10^{11} sej/m^2, 阿坝州的农业经济发展水平等级在逐渐提高, 但和其它地区(国家)相比, 阿坝州能值密度偏低, 目前还处于较低等级。

能值货币比率是每年总能值使用量与当年国民生产总值的比率, 反映了一个经济系统的发展程度。一般情况下, 发展中国家或农村地区, 直接使用很多无偿的当地自然资源, 同时国民生产总值低, 所以具有较高能值货币比率; 而发达国家 GDP 高, 资本循环速度快, 这一比值通常较低, 发达国家的能值货币比率远远低

于发展中国家。1952—2005 年, 阿坝州的能值货币比率有了很大幅度的下降, 从 49.3×10^{13} sej/ \$ 降到 1.81×10^{13} sej/ \$ 。阿坝州单位货币量所能购买的能值总量在逐年降低, 其经济社会发展水平在不断上升, 但与其它地区(国家) 相比, 仍然处于较高的水平, 阿坝州的经济活动所需要的能值多来源于无需付费的自然环境资源, 其农业经济处于相对不发达状态。

3.4 环境负载率、净能值产出率与可持续发展指数

环境负载率是权衡系统能值利用技术水平和环境承载压力的指标, H.T.Odum 认为, 这个比率很像电路负荷一样, 较高的比率数值说明在系统中存在高强度的能值利用和高水平的科技力量, 同时对环境系统保持着较大的压力[1]。从能值分析角度来看, 外界大量的能值输入以及过度开发当地不可更新环境资源是引起环境恶化的主要原因。1952 —2005 年, 阿坝州环境负荷率呈上升趋势, 从 1990 年的 0.85 上升到 2005 年的 1.70(图 1) 。这表明, 随着阿坝州经济发展水平的提高, 对环境的压力也在同步增长。和其它国家和地区相比, 阿坝州农业生态经济系统的环境负载率比较低, 阿坝州的科技发展水平较低, 严重制约着其农业生产效益的提高。

净能值产出率反映单位辅助能值投入所对应的能值产出量, 是衡量系统生产效率的一种标准。该值越大, 表明系统生产效率越高。1952—2005 年, 阿坝州农业生态经济系统的净能值产出率波动上升, 尤其是近年来增长迅速, 从 1997 年的 0.78 增长到 2005 年的 1.82(图 1) , 说明阿坝州的农业生态经济系统生产效率逐渐提高。但与发达经济系统相比(表 3) , 阿坝州的净能值产出率还很低, 这说明当地农业系统中免费的自然资源因为有效投入较少而不能被充分利用, 达不到最佳利用效率, 导致生产效率偏低, 反而影响了经济效益发挥, 低产出抵消了低投入带来的生产成本降低优势, 反映了阿坝州生产能力与丰富的资源优势不协调。

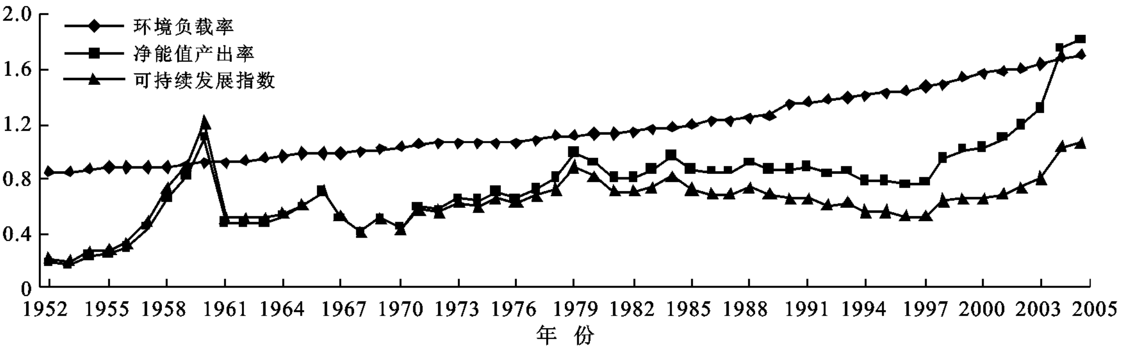

图 1 阿坝州环境负载率、净能值产出率和可持续发展指数动态变化

可持续发展指数(ESI) 是对净能值产出率与环境负荷率的相对比较, 当一个地区的净能值产出率高而环境负荷率低, 则它的能值可持续发展指数表现较高, 经济发展是可持续的, 反之是不可持续的。但 ESI 并不是越大越好, ESI 在 1~ 10 之间表明经济系统富有活力和发展潜力, ESI> 10 是经济不发达的象征, 当 ESI< 1 时为消费型经济系统。1952—2005 年, 阿坝州可持续发展指数总体呈上升趋势, 近年来由于生态旅游的推动, 从 2004 年开始阿坝州的 ESI> 1(见图 1) , 说明阿坝州农业生态经济系统从消费型转变为可持续发展型, 也说明了计入生态旅游的阿坝州的农业生态经济系统是有很大的活力和发展潜力的。

4 结 论

从以上分析可知, 阿坝州农业生态经济系统从资源依赖型的“木头经济”变为具有可持续发展潜力的生态旅游经济, 实现了质的飞跃。生态旅游有利于保护生态环境, 而且投资小, 效益高, 有利于阿坝州经济发展与环保的双赢。但我们仍要看到阿坝州农业生态经济系统的一些不足。现代化辅助能值投入严重不足, 尤其是畜牧业和种植业的发展, 建立在对自然资源过度利用的基础之上, 生产方式原始落后, 发展仍有不可持续的危险。因此, 进一步优化产业结构, 依靠科技进步, 提高能值利用率, 充分利用现有资源并尽量减少对环境资源的破坏, 应是阿坝州农业生态经济系统进一步发展的方向。

结合阿坝州的实际州情, 作者提出了促进阿坝州农业生态经济系统可持续发展的建议。第一, 大力发展高水平高效益的生态旅游业。在突出“九寨沟”和“黄龙”两个世界级精品的同时, 要积极开发其它独具特色的旅游资源, 充分发挥多景点的整合作用和综合效应。充分发挥旅游业吃、住、行、娱、游、购 6 大要素的综合带动作用, 提高旅游业的综合经济效益。除“九寨沟”、“黄龙”外, 其它景区的开发也必须是高标

准、高品位、各有特色的, 如果缺乏开发条件的, 宁愿暂不开发, 先保护起来, 待条件成熟时再开发。第二, 加强农田水利等农业基础设施建设, 改善生产条件; 加强生态环境建设, 进一步实行退耕还林还草、荒山造林和草场"三化"的治理, 积极防治土地退化, 提高农业生态经济系统的承载力, 为初级和次级生产力的形成提供巨大的能值储备。第三, 发挥区域优势, 围绕牛羊肉、牛奶、水果、林果、药材加工, 建立商品生产基地, 逐步实现农牧业产品生产专业化, 提高农牧产品的附加值, 增加农牧民收入, 提高农牧民生产的积极性。第四, 提高农牧民的文化素质, 增加农业生产的技术含量, 实行科学种田, 增加肥料投入, 推广地膜种植。调整能值投入结构, 增加农业科技的研究和推广力度。例如测土平衡施肥技术、农产品加工技术等, 建设低能耗、高技术含量的生态农业。依靠科技进步, 降低单位产品的能值消耗量, 提高资源的综合利用效率。

[参考文献]

[1] Ulgiati S, Odum H T, et al. Emergy analysis of Italian agricultural system: The role energy quality and environmental inputs[C] // Bonati L, et al. Trends in Ecological Physical Chemistry. Milan, Italy: Elserier, Amsterdam, 1992: 187—215.

[2] 阿坝藏族羌族自治州统计局. 阿坝统计年鉴(1991—2006)[Z]. 2007.

[3] 阿坝藏族羌族自治州人民政府办公室、阿坝藏族羌族自治州统计局、阿坝藏族羌族自治州财政局. 阿坝发展50年[Z]. 2003.

[4] 阿坝藏族羌族自治州2000—2006年国民经济和社会发展统计公报[OL]. http://www.abazhou.gov.cn/zhuanti/tjgb/.20071113.

[5] 骆世明. 农业生态学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001: 447—458.

[6] 《农业技术经济手册》编委会. 农业技术经济手册[M]. 北京: 农业出版社, 1984: 1057—1093.

[7] Odum H T. Environmental Accounting: Emergy and Environmental Decision Making[M]. New York: John Wiley and Sons, 1996: 57—58, 85—86.

[8] 蓝盛芳, 钦佩, 陆宏芳. 生态经济系统能值分析[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002: 75—76, 411—418.

[9] 张希彪. 基于能值分析的甘肃农业生态经济系统发展态势及可持续发展对策[J]. 农业现代化研究, 2007, 25(5): 165—171.

[10] 李双成, 傅小锋, 郑度. 中国经济持续发展水平的能值分析[J]. 自然资源学报, 2001, 16(4): 297—304.

[11] 白榆, 陆宏芳, 何江华, 等. 基于能值方法的广东省农业系统分析[J]. 生态环境, 2006, 15(1): 103—108.

(上接第171页)

3.4　农业耕种措施

对于无法修筑水平梯田的山丘旱薄坡地, 采用蓄水保土的农业耕作技术, 改善土壤自身对水、肥、气、热的调节功能和生理机制, 达到蓄水、保土、聚肥的目的。山东鲁中地区推行的丰产沟耕作法、沟垄耕作法、大犁深耕法, 对拦蓄雨水, 减少地表径流, 防止土壤侵蚀, 提高土地生产能力, 发挥了重要作用。

3.4.1　*丰产沟耕作法*　丰产沟耕作法就是沿等高线在地边30 cm以内, 开挖成宽30 cm的沟, 将地面15 cm的表土翻到地内侧, 再在沟中开挖约20 cm深的生土培高地埂, 并在沟内翻松底土, 将此沟内侧60 cm宽的表土和土杂肥均匀填入沟内, 即完成第一道丰产沟。在第一道丰产沟内侧留出30 cm宽的土埂, 再向内开挖第二道丰产沟, 依次类推。丰产沟耕作法适合于山丘旱薄地, 在秋收后立即开挖施工。临沭县累计开挖丰产沟5 820 hm^2, 增产粮食9.73×10^6 kg。

3.4.2　*沟垄耕作法*　沟垄耕作法就是从坡地下缘沿等高线先耕一犁, 将肥料、种子撒在犁沟内, 然后在沟上侧犁一道, 翻土覆盖, 接着空一犁道, 再耕一犁, 施肥播种, 翻土覆盖, 依次进行。这样在坡面上形成一道道沟垄拦截雨水。沟垄耕作法可减少地表径流60%~70%, 减少土壤流失量80%, 提高产量12%左右。

3.4.3　*大犁深耕法*　大犁深耕法就是沿等高线深耕30~40 cm, 人工修筑外堰和排水沟, 早春再浅耕、耙平进行保墒。大犁深耕法一般在秋收后封冻前进行, 适应于变质岩、花岗岩风化山岭坡地。

4　结语

鲁中南山区坚持山、水、田、林、路统一规划, 建立工程、生物、农业措施紧密结合的防护体系, 不仅有效地控制水土流失, 减轻自然灾害, 改善生态环境, 而且通过调整产业结构, 融治理、开发为一体, 取得了显著的生态效益、社会效益和经济效益。

[参考文献]

[1] 山东省地质矿产局. 山东省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1991: 6—10.

[2] 山东水利史志编辑室. 山东水利志[M]. 南京: 河海大学出版社, 1993: 98—99.

[3] 孙贻让. 山东水利[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 1997: 256—280.