

# 喀斯特地区都安瑶族自治县农业生态经济系统能值分析\*

## Energy Evaluation of Agricultural Eco-Economic System in Du'an County of Karst Region

韩清延, 胡宝清\*\*, 陈琪

HAN Qing-yan, HU Bao-qing, CHEN Qi

(广西师范学院资源与环境科学学院, 广西南宁 530001)

(School of Resources and Environmental Science, Guangxi Teachers Education University, Nanning, Guangxi, 530001, China)

**摘要:**收集都安瑶族自治县 2004 年相关统计资料,用能值法建立能值指标体系,通过能值投资率、能值自给率、环境负载指数、可持续利用指数和单位面积宏观经济价值产出 5 个指标分析评价都安县农业生态经济系统。结果显示,都安县能值投资率为 5.46,能值自给率 15.47%,环境负载指数 5.53,可持续利用指数 0.10,单位面积宏观经济价值产出  $1.5 \times 10^5 \text{EM} \text{ ¥} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 。能值指标表明,都安农业生态经济系统能值利用技术水平较低,农业经济发展相对落后,但是系统生产效率较高,在获取经济输入能值方面具有优势;经济发展对环境资源的依赖程度较高,但是对资源环境带来的压力大;系统的可持续性较弱。都安农业生态经济系统进一步的发展应加强都安农业生态经济系统的对外开放程度,提高系统的能值反馈率;优化农业产业结构,发展生态农业,提高能值利用率;治理水土流失,提高土地生产力;合理运用当地条件,发展对外经济;控制人口增长,提高人口素质。

**关键词:**能值分析 生态经济系统 喀斯特 农业

**中图分类号:**S181 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-7378(2010)02-0188-05

**Abstract:** By collecting relevant statistical information of Du'an County in 2004, energy index system via energy theory and energy investment ratio, energy self-sufficiency rate, environmental load index, sustainable utilization index and the output of micro-economic value per unit which comprise the five indexes are built to evaluate the agro-ecoeconomic system of Du'an County. The results display that the value of each index are 5.46, 15.47%, 5.53, 0.10 and  $1.5 \times 10^5 \text{EM} \text{ ¥} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ , respectively. The energy index indicates that the technical level of agro-ecoeconomic system energy application is low and the agricultural economic falls behind. While the high productive efficiency of the system indicates the superiority of economic input energy. In order to develop agro-ecoeconomic system, several aspects should be strengthened, such as the openness of agro-ecoeconomic system, raising feedback rate of the system, optimizing the agricultural structure, developing ecological agriculture, improving utilization ratio, controlling soil erosion, increasing land productivity, applying local condition properly, expanding foreign economic, controlling population growth, improving population quality and so on.

**Key words:** energy evaluation, eco-economic system, karst, agriculture

收稿日期: 2009-05-25

修回日期: 2009-09-21

作者简介: 韩清延(1982-),女,硕士研究生,主要从事资源开发与  
环境整治研究。

\* 新世纪优秀人才支持计划项目(NCET-06-0760),广西科学基金项目(桂科自 0832021Z),广西研究生创新计划项目(2009106030705M04)资助。

\*\* 通讯作者。

生态经济系统是人类对自然生态系统利用和改造的产物,农业生态经济系统也是其中之一,它是由农业生态系统和农业经济系统组成的复合系统<sup>[1]</sup>,其整体结构和功能的定量化研究是多学科长期以来

共同关注的热点。能值分析是美国著名生态学家 Odum H. T. 于 20 世纪 80 年代末创立的系统分析方法。它为定量分析生态系统和复合生态系统提供了一个衡量和比较各种不同种类、不可比较能量(能量流、物质流、经济流、信息流)的共同尺度和标准,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以及它们之间的关系<sup>[2-9]</sup>。

“南石(石漠化)北沙(沙漠化)”是制约我国西部地区可持续发展的两大生态环境问题<sup>[10,11]</sup>。西南喀斯特地区由于人口高增长、高贫困以及在急于摆脱贫困状态下过度利用土地(毁林开荒、陡坡垦殖等)造成生态环境严重退化,使植被覆盖率降低,基岩大面积出露,最终导致喀斯特石漠化,严重制约着该区域生态、经济、社会的可持续发展。因此对该区农业生态经济系统的结构、功能和效益等进行分析和评价,将有助于对喀斯特农业生态经济系统的认识。根据马世骏先生的理论<sup>[4]</sup>,一个县为社会-经济-自然 3 个亚系统复合而成的典型复合生态系统。社会亚系统以人口为核心,经济亚系统以资源利用为核心,自然亚系统以环境结构和生物为主线。能值法可以将 3 个亚系统有机联系统一起来进行定量分析评价。本文以都安瑶族自治县农业生态经济系统为例进行能值分析,以期对喀斯特地区农业可持续发展提供参考。

## 1 研究区概况与研究方法

### 1.1 研究区概况

都安瑶族自治县位于广西中部偏西,地处东经 107°46′~108°31′,北纬 23°48′~24°35′之间。东西宽 75.6km,南北长 87.0km。东接忻城县,南与马山县隔红水河为界,西连大化瑶族自治县,北邻河池市金城江区,东北与宜州市毗邻。地处云贵高原向广西盆地过渡的斜坡带南端—都阳山脉东麓,地势北西高,东南低。全县地形复杂,以喀斯特山地为主,除在北部和东部山字型向斜轴部的三叠系碎屑岩形成的侵蚀中低山丘地貌外,绝大部分是典型岩溶地貌,石山面积 3634km<sup>2</sup>,占县域总面积的 89%。气候属中亚热带季风气候的南端,日照充足,雨量充沛,年均气温 18.2~21.7℃,年均降雨量 1581.7mm(变幅 1200~1900),年均无霜期 300d 以上,年总日照 1395.6h,气候条件对农业、牧业生产非常有利。但是由于特殊的岩溶地质构造,境内地表水少,地下水丰富但是埋藏较深,水量、水位不稳,春、秋干旱,水

土流失日趋严重,生态环境非常脆弱。据土地详查变更资料,2004 年全县现有总面积 4095.2km<sup>2</sup>,耕地 304.3km<sup>2</sup>,占总面积的 7.4%。该县为少数民族聚集区,人口素质偏低、经济基础十分薄弱。2004 年总人口 61.4629 万人,人口密度为每平方公里 154 人,其中农业人口 57.3717 万人,占总人口的 93.34%,少数民族 59.6857 万人,占总人口的 97.1%;全年实现地区总产值 137730 万元,财政收入 12006 万元,农民人均纯收入 1535 元。都安喀斯特地貌广泛分布,人地矛盾突出,是广西有代表性的生态环境较差,资源环境与社会经济发展矛盾比较突出的地区。

都安 2004 年农林牧渔业生产总值 87003 万元,占地区生产总值的 67%,种植业和畜牧业一直是都安农业的主导产业;种植业所占比重在 1990~1995 年期间呈上升趋势,1995 年以后呈下降趋势;而畜牧业 1990~2004 年所占比重基本呈上升态势,1999 年超过种植业产值;相比之下,林业和渔业所占比重较小,年际变化不明显。

### 1.2 研究方法

用能值法将各种物质能量的投入换算成能值量,编制能值指标,进行农业生态经济系统能值分析。具体计算过程及能制转换率见参考文献<sup>[4]</sup>,因数据有限,只收集都安县 2004 年统计资料和其它相关资料,原始数据来源于《都安 50 年》<sup>[12]</sup>和《广西统计年鉴》<sup>[13]</sup>。

## 2 结果与分析

表 1 是研究都安县复合生态系统而拟建的能值指标体系,以能值为共同基准,从而获得反映各亚系统及整体系统特征的一系列能值指标。都安农业生态经济系统各主要的能值指标见表 2。

### 2.1 能值投资率

都安县能值投资率为 5.46,高于全国的平均水平 4.93。但这并不代表该县的经济水平比较高,其原因主要是该县地处喀斯特地貌地区,生态环境非常脆弱,其气候、水文、土壤等自然条件和土地利用等人文因素表现出过渡性和波动性,有利于系统内物质的输出,而不利于系统外物质的输入,形成界面性和波动性脆弱<sup>[14]</sup>,使得其自身自然环境资源条件难以维持农业生态系统的平衡,需要从系统外输入大量的有机辅助能与工业辅助能;而该县以农业人口为主体,与耕地的短缺相比,大量的农村劳动力集中投入到简单的农业生产,这也是能值投资率过高的原因之一。

表1 都安农业生态经济系统能值投入产出(2004年)\*

项目分类	原始数据 (J)	太阳能值转换率 (sej · J <sup>-1</sup> )	太阳能值 (sej)
可更新资源			
太阳能	1.60 E+19	1	1.60 E+19
雨水能	3.88 E+16	8888	3.45 E+20
地球循环能	5.93 E+15	29000	1.72 E+20
小计			5.33 E+20
不可更新资源			
表土层	9.01 E+13	6.25 E+04	5.63 E+18
工业辅助能小计			2.98 E+20
劳力	6.66 E+14	3.80 E+06	2.53 E+21
畜力		1.46 E+05	1.04 E+20
种子		2.00 E+05	7.84 E+18
能值投入合计			3.48 E+21
种植业			2.10 E+20
林果业			1.14 E+19
畜牧业			1.13 E+21
水产业(淡水鱼)	7.55 E+12	2.00 E+06	1.51 E+19
能值产出合计			1.56 E+21

\* 原始数据来源于《都安50年》和《广西统计年鉴》。

表2 都安农业生态经济系统主要能值指标

指标分类	能值指标
总能值投入产出比	0.53
能值投资率	5.46
能值自给率(%)	15.47
环境负载指数	5.53
可持续利用指数	0.10
能值/货币比率	2.52E+12
宏观经济价值(×10 <sup>8</sup> EM¥)	6.14
单位面积宏观经济价值产出(×10 <sup>8</sup> EM¥ · km <sup>-2</sup> · a <sup>-1</sup> )	0.0015

## 2.2 能值自给率

都安能值自给率为15.47%，低于陇东(25.5%)<sup>[15]</sup>、海南(30%)和全国(43%)<sup>[16,17]</sup>水平，说明了都安农业经济水平不高，农业生态经济系统的封闭性较强，对环境资源依赖程度高。由于该区地处西南喀斯特地区，生态环境脆弱，对环境资源的依赖程度过高；再加上该区贫困人口多，以及对资源环境的不合理利用，必然导致喀斯特生态系统的退化，引起诸如土壤贫瘠化，水土流失加剧，土地石漠化等一系列生态环境问题。

## 2.3 环境负载指数

若一个系统长期处于较高的环境负载率，将产生不可逆转的功能退化或丧失<sup>[18]</sup>。从能值分析角度来看，外界大量的能值输入以及过度开发本地不可更新环境资源是引起环境恶化的主要原因。一般来讲，当土地环境负载指数ELR≤3时，表明环境压力很小；当3<ELR≤10时，表明环境影响程度处于中等水平；当ELR>10时，表明环境压力已经相当大<sup>[11]</sup>。都安县土地环境负载指数为5.53，高于全国

平均水平2.08，但远低于日本(14.49)和意大利(10.43)<sup>[19,20]</sup>。事实上，由于该县地处喀斯特地貌地区，生态系统十分脆弱敏感，土层浅薄，地下洞隙纵横交织，水文动态变化剧烈，地表水漏失严重，水土流失严重，旱涝交替，土地瘠薄，植被生长困难，自然和人为影响的地质灾害频繁。加上当地农民生态保护意识差，往往进行过度开垦。人口增长过快，人口密度大，超出喀斯特生态环境的承载力<sup>[21]</sup>，导致生态环境条件进一步恶化，严重地影响喀斯特地貌地区土地生产力和区域经济的发展。

## 2.4 可持续利用指数

基于能值的可持续利用指数(ESI)定义为系统能值产出率与环境负载率之比。很显然，如果一个国家或地区的系统能值产出率高而环境负荷率又相对较低，则它是可持续的，反之是不可持续的。但并不是ESI值越大，可持续性越高，ESI值在1和10之间表明经济系统富有活力和发展潜力，ESI>10则是经济不发达的象征，当ESI<1时，为消费型经济系统<sup>[17]</sup>。都安县可持续利用指数为0.10，因此该县为消费型经济系统，可持续利用性相当低。这主要与都安县所处的喀斯特地区特殊的环境系统有关，由于文化水平低，大多数农民只掌握传统简单的农业技术，加上喀斯特地区石山多平地少，多属贫瘠山地，在经营方式上，农民习惯于沿用原始的粗放式耕作，刀耕火种，靠天吃饭严重，农业生产只依靠传统的人力和畜力，科技含量低、生产方式落后，山区农民收入长期处于低水平状态，为了生活和提高收入，毁林开荒成为山区农民的选择。同时，由于长期的粗放式经营使地力消耗过大，造成土壤肥力下降，愈趋贫瘠，石漠化灾害显著。

## 2.5 单位面积宏观经济价值产出

单位面积宏观经济价值产出是反映单位面积土地生产力的综合指标。单位面积土地生产力是指某一区域经济活动过程中生产的产品总量价值与土地面积的比值。单位面积宏观经济价值产出值越大，说明土地生产力越高。都安县单位面积宏观经济产出仅为1.5×10<sup>5</sup>EM¥ · km<sup>-2</sup> · a<sup>-1</sup>，说明土地生产力不高，科技含量低，农业生产方式落后。

## 3 建议

综合各种能值指标可以说明：都安农业生态经济系统能值利用技术水平较低，农业经济发展相对落后，但是系统生产效率较高，在获取经济输入能值方面具有优势；经济发展对环境资源的依赖程度较

高,但对资源环境带来的压力大;系统的可持续性较弱。都安农业生态经济系统进一步发展必须注意保护生态环境,制定可持续发展的对策,加强都安农业生态经济系统的对外开放程度,提高系统的能值反馈率,改变经济增长方式,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。

### 3.1 增加开放程度,提高能值反馈率

都安县人多地少,喀斯特生态环境脆弱。随着农业经济的发展,环境和资源压力日趋明显,因此,应增加对外开放程度,充分地利用区域外资源,广泛吸引外部的能值,提高能值反馈率。可以采取一系列优惠政策,适当引进一些高素质人才与训练有素的劳动力,改善人才结构,提高人口素质,保持适度的人口增长。

### 3.2 优化农业产业结构,发展生态农业,提高能值利用率

都安县土地环境压力已经相当大,发展生态农业尤为重要。土地开发、复垦必须以有利于生态环境改善为原则,宜农则农,宜林则林,宜建则建重点是裸岩石山区的利用治理,整体上以人工造林、封山育林、改善易旱易涝状况为方向,控制石漠化。依靠先进适用技术,高效合理利用有限的水土资源,如采用生物节水、农艺节水、工程节水等节水措施。此外,还应进一步优化农业产业结构,提高农产品的附加值,增加农产品的能值含量,减少资源消耗量,把地区的资源优势转化为经济优势。

### 3.3 治理水土流失,提高土地生产力

喀斯特地区水土流失严重,而水土流失是导致土地地力下降的一个主要原因,同时水土流失也严重影响土地的可持续利用。针对都安县降水丰富,但是雨量集中于夏季,且多以暴雨的形式降落,常造成洪涝灾害的特点,为了有效利用水资源,应兴建灌排水渠、蓄水池窖、堰塘等。另一方面,提高土地复种指数,增加地表的覆盖度和覆盖时间,减少水土流失。

### 3.4 合理运用当地条件,发展对外经济

都安县所处的典型的喀斯特地区,具有科研价值、美学价值、土地利用价值和矿产开发价值。再加上经济区位条件良好:210国道和重庆至湛江出海大通道纵横南北;过境的红水河和境内的刁江为长途水陆运输提供了便利的条件。因此,都安县应当抓住喀斯特典型地貌区的自然条件,结合良好的经济区位条件,发展旅游业,主动与周边地区进行经济合作,促使整个县域经济的有序可持续发展。

### 3.5 控制人口数量,提高人口素质

有效控制人口数量,减轻对土地的过重压力,打破“人口增加—土地过度利用—土地退化—地区贫困”的恶性循环怪圈是实现土地资源可持续利用的重要措施。由于都安县农民长期以来生活贫困,大大限制了当地人的受教育程度,农民文化水平低,严重阻碍生产力的发展。因此要提高当地土地生产力,提高当地人口素质是很重要的一个条件。

另外,生态移民也是舒缓人地矛盾的有效方式之一,生态移民是由于生态环境恶化所造成的人口迁移,其实质是人口分布与资源分配的优化配置,有利于退化生态环境的恢复<sup>[21]</sup>。对于已发现严重石漠化的地区,都安县应考虑生态移民。

#### 参考文献:

- [1] 金举贵. 农业生态经济学[M]. 郑州:河南人民出版社, 1990.
- [2] Odum H T. Emergy evaluation [EB/OL]. (1998-05-27). <http://dieoff.com/page170.htm>.
- [3] Odum H T. Self-organization, transformity and information[J]. Science, 1988, 242: 1132-1139.
- [4] 蓝盛芳, 钦佩. 生态经济系统能值分析[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002.
- [5] 唐宁, 廖铁军. 基于能值分析的土地生态经济系统可持续性评价[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(2): 346-347.
- [6] 张耀辉, 蓝盛芳, 陈飞鹏. 海南省农业能值分析[J]. 农村生态环境, 1999, 15(1): 5-9.
- [7] Odum H T, Odum E C. Energy basis for man and nature [M]. 2nd ed. New York: McGraw Hill, 1981.
- [8] 陈东景, 徐中民. 干旱区农业生态经济系统的能值分析——以黑河流域中游张掖地区为例[J]. 冰川冻土, 2002, 24(4): 375-379.
- [9] 陆宏芳, 蓝盛芳, 李谋召, 等. 农业生态系统能值分析方法研究[J]. 韶关大学学报, 2000, 21(4): 74-78.
- [10] 王世杰, 李阳兵. 喀斯特石漠化研究存在的问题与发展趋势[J]. 地球科学进展, 2007, 6(2): 573.
- [11] 王世杰. 喀斯特石漠化——中国西南最严重的生态地质环境问题[J]. 矿物岩石地球化学通报, 2003, 22(2): 120-126.
- [12] 黄家良. 都安50年[M]. 都安瑶族自治县, 2005.
- [13] 广西壮族自治区统计局. 广西统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2005.
- [14] 廖赤眉, 胡宝清, 严志强, 等. 广西喀斯特地区土地石漠化与生态重建模式研究——以都安瑶族自治县为例[M]. 北京: 商务印书馆, 2006.
- [15] 张希彪. 陇东黄土高原农业生态经济系统的能值分析[J]. 农业现代化研究, 2004, 25(5): 367-370.

- [16] 赵玉萍,赵学勇,左小安,等.基于能值理论的奈曼旗农业生态经济系统可持续性分析[J].中国沙漠,2007,27(4):563-571.
- [17] 周连第,胡艳霞,严茂超,等.生态经济系统能值分析——北京密云县为例[J].地理科学进展,2006,25(5):94-103.
- [18] 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.
- [19] 尚清芳.干旱区绿洲农业生态经济系统能值分析[D].兰州:兰州大学,2006.
- [20] 张希彪.甘肃农业生态经济系统的能值研究[D].兰州:西北农林科技大学,2005.
- [21] 王小红,张文秀.西南喀斯特地区土地可持续利用探讨——以遵义市为例[J].贵州民族学院学报:哲学社会科学版,2004(1):127.

(责任编辑:韦廷宗)

(上接第187页)

作用增长,并且科学研究事业在1997年低于各部门平均带动作用的情况下,在2002年成为了带动作用高于平均带动作用的经济部门。

### 2.2.2 从空间维度角度比较分析广西信息产业的关联性

传统产业在信息产业的带动下不断升级,传统制造业、金融、财政、证券等产业和部门由于运用信息技术而大大节约了成本和资源。广西信息产业的发展也深刻影响着其他产业的提高和发展,生物医药、新材料等高新技术产业在信息产业的推动下迅速成长,使广西高技术产业发展步伐加快。2003年,广西高技术产业产值为98.11亿元,占规模以上工业企业工业总产值(不变价)7.28%,比2002年增长23.0%。

### 3 结束语

综上所述,广西信息产业的范围经济性和关联经济性为其他产业和国民经济的发展带来了倍增作用,以及产生了对经济增长的倍乘效应。但从广西信息产业对国民经济发展的带动作用分析来看,相对于全国信息产业的高带动和高倍增作用,广西信息产业的高带动和高倍增作用并不突出,这也正是广西目前发展信息化的主要问题所在。因此继续大力

发展信息产业,加强科学技术的研究开发,发挥其对经济的高带动和高倍增作用,也成为建设富裕文明和谐新广西的突破口。

**编辑部按:**作者撰写初稿的时间为2008年4月,由于我国及广西投入产出表的编制工作是5年一次,所以撰写使用的投入产出表为当时最新的2002年广西投入产出表。由于其他方面的一些原因,作者至2010年4月才能最终形成定稿,此时最新的广西投入产出表已是2007年的广西投入产出表,国民经济比2002年已经有了很大的发展,但是从计算中还是可以看出广西信息产业在国民经济中具有重要的作用。

#### 参考文献:

- [1] 金笙,杨冬林.从带动度系数看信息产业在国民经济中的作用[J].北京林业大学学报:社会科学版,2003(1):57-60.
- [2] 靖继鹏.信息经济学[M].北京:清华大学出版社,2004.
- [3] 国家统计局国民经济核算司.中国2002年投入产出表[M].北京:中国统计出版社,2006.

(责任编辑:韦廷宗)