

# 武夷山自然保护区生态旅游系统能值分析

李洪波\*, 李燕燕

(华侨大学旅游学院 福建泉州, 362021)

**摘要:**能值理论与分析方法已经被广泛应用于对人类社会和自然界研究的各个层面。将武夷山自然保护区视为生态旅游系统,运用能值理论及其分析方法对其进行讨论和研究。由于传统的能值方法未能完全反映生态旅游系统的一切价值,研究中将条件价值法(CVM)与能值分析相结合,试图能够完整的体现出生态旅游系统的全部价值。在此认识的基础上提出了理想能值交换率等概念。并且将该系统的研究结果与类似系统进行了横向比较。研究结果表明:(1)武夷山自然保护区生态旅游系统能值密度为  $7.31 \times 10^{11}$  sej/m<sup>2</sup>, 低于福建省的  $16.02 \times 10^{11}$  sej/m<sup>2</sup>; 而人均能值量为  $2.80 \times 10^{16}$  sej/m<sup>2</sup>, 高于福建省人均能值  $5.75 \times 10^{15}$  sej/m<sup>2</sup>; 净能值产出率为 3.60, 略高于广西恭城月柿生态农业旅游经济系统的 2.79; 武夷山自然保护区生态旅游系统理想能值交换率为 0.70。(2)武夷山自然保护区自然环境条件良好,发展潜力较大;社区经济欠发达,居民生活水平较低;系统生产效率低,与外界贸易失衡,生态旅游处于探索阶段。

**关键词:**能值分析;生态旅游系统;条件价值法;武夷山

文章编号:1000-0933(2009)11-5869-08 中图分类号:Q143 文献标识码:A

## An emergy analysis on the ecotourism system of Wuyishan Natural Reserve

LI Hong-Bo\*, LI Yan-Yan

Tourism College, Huaqiao University, Quanzhou, Fujian 362021, China

*Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(11): 5869 ~ 5876.

**Abstract:** Emergy theory and analysis method have been applied in the ecological science and other relative fields. In this paper, Wuyishan national natural reserve in Fujian province of China is taken as a system, emergy analysis has been used to study its ecotourism situation. The entire value of an ecotourism system can not be completely presented by the traditional method of emergy analysis, therefore, CVM is introduced in order to compensate this, so that a complete value of the system can be presented. In this way, some of new concepts of emergy are proposed such as ideal exchange emergy ratio. The results of this study have been compared with other similar study. This study indicates that: (1) the emergy density of the ecotourism system of Wuyishan natural reserve is  $7.31 \times 10^{11}$  sej/m<sup>2</sup>, lower than the average of that of Fujian Province ( $16.62 \times 10^{11}$  sej/m<sup>2</sup>), meanwhile the emergy of per person is  $2.80 \times 10^{16}$  sej, higher than that of Fujian Province ( $5.75 \times 10^{15}$  sej); the net output of emergy is 3.60, a bit higher than that of the tourist economic system of Yueshi ecological agricultural system in Gongcheng, Guangxi Province (2.79); the ideal exchange ratio of emergy of the ecotourism system of Wuyishan natural reserve is 0.70. (2) The physical environment of Wuyishan national natural reserve has great potential for development; the economy of local community is in the state of underdevelopment, and people's income is low; the efficiency of productivity of the system is also at low level, with an unbalanced trade with outside; finally, the ecotourism development is just in the state of initiative stage.

**Key Words:** emergy analysis; ecotourism system; CVM; Wuyishan

基金项目:福建省社会科学规划课题资助项目(2007B029)

收稿日期:2008-11-12; 修订日期:2009-03-08

\* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: ecocivi@yahoo.com.cn

随着旅游环境问题的日益突出,生态旅游在 20 世纪 80 年代应运而生。因其强调对生态环境的保护,倡导人们认识自然、保护自然和享受自然,一出现便受到人们的欢迎。近年来,生态旅游逐渐在我国各自然保护区、国家森林公园等特定场所展开,发展势头较快,一定程度上满足了旅游消费的新需求。但是,生态旅游资源的盲目开发、旅游活动粗放式管理等均给生态旅游资源带来了严重的破坏,制约了生态旅游的协调与可持续发展<sup>[1]</sup>。在此背景下,如何处理生态旅游目的地生态环境与旅游经济的关系成为人们关注的焦点,也是生态旅游管理亟待解决的问题。解决这个问题需要应用新的理论和方法,能值理论与方法是连接生态学与经济学的桥梁,该理论、方法的出现为解决这一问题提供了全新思路。

能值分析理论和方法是美国著名系统生态学家 H. T. Odum 为首经过多学科长期研究发展而来。1987 年 H. T. Odum 接受瑞典皇家科学院克萊福獎 (Crafoord prize) 发表的演讲论著<sup>[2]</sup>和在 Science 刊物发表的论文<sup>[3]</sup>中,首次阐述了能值概念理论;1996 年 H. T. Odum 发表了首部能值专著<sup>[4]</sup>。20 世纪 80 年代,美国率先开展能值研究,做了大量基础理论研究和案例分析<sup>[5,6]</sup>,为能值理论和方法发展做出了巨大贡献。随后,瑞典、意大利、瑞士、澳大利亚等发达国家于 90 年代开展能值研究;印度、墨西哥、泰国等发展中国家的学者也纷纷投入能值研究。中国开展能值研究始于 20 世纪 90 年代,《当代生态学博论》一书首次把能值理论、方法和有关研究介绍到国内<sup>[7]</sup>;1995 年蓝盛芳等首次将能值分析理论应用于农业系统的分析<sup>[8]</sup>。10 多年来,能值理论在中国得到广泛应用,研究涉及国家或地区<sup>[9~11]</sup>、农业生态系统<sup>[12,13]</sup>、自然保护区<sup>[14~19]</sup>、城市复合系统<sup>[20~23]</sup>等方面。然而,能值在旅游生态经济系统的应用却屈指可数。2007 年,谢雨萍等<sup>[24]</sup>将能值理论方法应用于广西恭城月柿生态农业旅游系统的分析,这一研究开拓了能值理论在我国旅游生态经济系统应用的先河。目前,能值分析方法在旅游生态经济系统中的应用仍处于探索阶段,旅游生态经济系统能值分析指标体系的构建尚不完善,研究缺乏针对性,同时也未能反映人类对生态旅游系统所提供的服务的需求性。本文将在考虑人类的影响因素下,应用能值理论与方法对武夷山自然保护区生态旅游系统进行分析,尝试构建生态旅游系统能值分析指标体系,根据武夷山自然保护区生态旅游发展中存在的问题,为武夷山自然保护区生态旅游发展提供环境、经济决策。

## 1 武夷山自然保护区概况

福建武夷山自然保护区的地理坐标为北纬  $27^{\circ}33' \sim 27^{\circ}54'$ ,东经  $117^{\circ}27' \sim 117^{\circ}51'$ ,土地总面积  $56527\text{hm}^2$ 。保护区年平均气温在  $8.5 \sim 18^{\circ}\text{C}$  之间,年平均降水量一般为  $1486 \sim 2150\text{mm}$ 。保护区 1974 年成立,同年 7 月份经国务院批准为国家重点自然保护区,1987 年被接纳为世界生物圈保护区,是我国东南大陆现有面积最大、保存最完整的中亚热带森林生态系统。区内有桐木村、拗头村和大坡村,共有村民 2236 人。村民主要以毛竹及茶叶生产为主,通过粗加工增值创收。随着保护区内生态旅游的出现,村民也逐渐通过开展生态旅游服务业创收。

## 2 研究方法

能值理论和分析方法将可更新资源、不可更新资源、商品、劳务、甚至信息和教育等原本难以统一定量的各种生态系统或生态经济系统的能流、物流和其它生态流换算成能值来评价其价值,并能够进行比较和分析<sup>[18]</sup>。能值分析以太阳能焦耳 ( $\text{sej} \cdot \text{J}^{-1}$ ) 为基准,可对生态经济系统的各种生态流和经济流进行能值分析、整合和评价,建立一系列反映系统动态、效率和生态经济特征的能值综合指标体系,定量分析资源环境与经济活动的真实价值以及它们之间的关系,并依此调整生态环境与经济发展,制定自然资源合理利用与经济发展的方针,实施可持续发展战略。能值分析方法为人类研究自然-社会-经济复合生态系统提供了新思路。然而,能值分析有其局限:反映的是资源(产品)产生过程中所消耗的太阳能,未能反映人类对生态系统所提供的服务的需求性(支付意愿)<sup>[25]</sup>。

受认识能力、科学技术等因素的制约,人类最初对生态系统所提供服务的探讨仅限于自然资源初级生产力能为人类提供多少能量。随着科技的发展、认识水平的提高,系统观点被引入生态系统的研究中。系统生态学应用系统分析法研究生态系统结构与功能动态,它融合了生态伦理、生态文明等要素,丰富、发展了生态系统的研究,同时也拓宽了生态服务的功能。因此,武夷山自然保护区生态旅游系统提供的服务不仅包括初

级生产力为人类所提供的能量,还涉及人类对其自然环境、生态景观等生态旅游资源的审美、观光旅游需求。但是,能值分析方法未能反映人类对武夷山自然保护区生态旅游系统所提供的旅游服务需求,仅反映了初级生产力所提供的服务。人类对武夷山自然保护区生态旅游系统提供的旅游服务的需求性体现为对其生态旅游资源非使用价值的认识,揭示了人类对武夷山自然保护区生态旅游资源环境的保护意识,并通过支付意愿的方式来表现。因此,本研究结合条件价值法(contingent valuation method,CVM),将支付意愿纳入系统能值分析,对武夷山自然保护区生态旅游系统的能值投入、能值产出动态进行系统分析和定量评价。

### 3 研究结果分析

#### 3.1 生态旅游资源非使用价值支付意愿值(WTP)

调查于2008年3~4月间,选择了泉州市的鲤城、洛江、丰泽与厦门湖里、思明等五个社区进行武夷山自然保护区生态旅游资源非使用价值调查。调查共发放550份问卷,回收550份,回收率100%,其中有效问卷508份,无效问卷42份,有效率92.4%。本文中调查选择“愿意支付”的为287人,占样本总数的52.2%,支付意愿频率分布统计结果(表1)表明,平均值61.95元,标准差71.46元,每人每年的WTP中位值为38.37元。

表1 支付意愿累计频率分布  
Table 1 The frequency distribution of the accumulated WTP

WTP 支付卡 WTP payment card(元 yuan)	绝对频数 Absolute frequency (人次 number of responses)	相对频度 Relative frequentness(%)	绝对频度 Absolute frequentness(%)	累计频度 Cumulative frequentness(%)
10	70	13.78	24.39	24.39
20	40	7.87	13.93	38.32
30	26	5.12	9.06	47.38
40	9	1.77	3.13	50.51
50	55	10.83	19.17	69.68
60	7	1.38	2.44	72.12
70	1	0.20	0.35	72.47
80	5	0.98	1.73	74.20
90	3	0.59	1.05	75.25
100	40	7.87	13.93	89.18
120	2	0.39	0.69	89.87
150	4	0.79	1.40	91.27
180	1	0.20	0.35	91.62
200	12	2.36	4.18	95.80
250	4	0.79	1.40	97.20
300	4	0.79	1.40	98.60
400	4	0.79	1.40	100.00
拒绝支付	221	43.50		
总计	508	100.00	100.00	100.00

中位值38.37;平均值61.95;标准差71.46 median 38.37; mean 61.95; standard deviation 71.46

由于本研究调查选择的样本是泉州、厦门的城镇社区居民,并考虑武夷山自然保护区对福建自然、生态环境的影响,选择以2006年福建省城镇居民总人数为人群范围,即计算得出总WTP值为 $6.52 \times 10^8$ 元/年。

#### 3.2 武夷山自然保护区生态旅游系统能值分析

武夷山自然保护区生态旅游系统是一个涉及自然、社会、经济的复合生态系统,是一个内部结构复杂、参数众多的复杂巨系统。参照系统论的分类方法,根据人类干预情况将武夷山自然保护区生态旅游系统划分为自然亚系统、社区亚系统、经济亚系统。自然亚系统是以自然资源为主的保护区整体自然环境体系,是保护区存在的根本,也是太阳能、风能、雨水化学能等可更新资源的主要接收对象。社区亚系统涉及保护区内社区居民生产、生活所需一切。经济亚系统则涉及自然保护区内所进行的资源维护、生态补偿、旅游开发、科研等一切社会经济活动。同时,为了区别武夷山自然保护区生态旅游资源非使用价值(支付意愿)与系统其他能值流,将其归为非交换能值进行分析。

通过对武夷山自然保护区生态旅游系统的调查、研究,绘出武夷山自然保护区生态旅游系统能值流动详图(图1)。

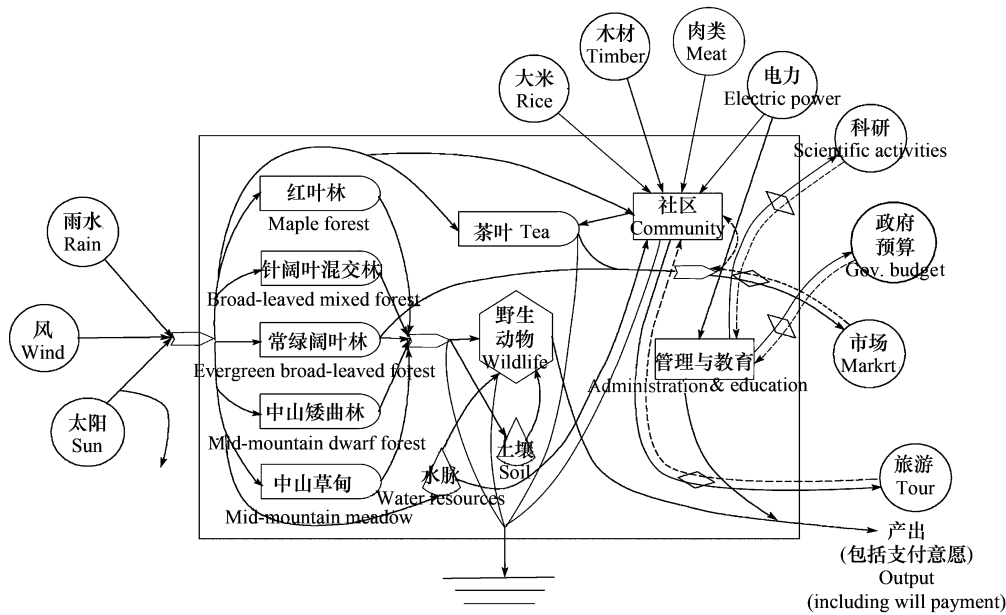


图1 武夷山自然保护区能量图  
Fig. 1 The system energy diagram of Wuyishan Natural Reserve

对武夷山自然保护区生态旅游系统的能值基础进行分析(表2),反映了武夷山自然保护区生态旅游系统主要资源的能值投入、产出情况。

表2 武夷山自然保护区能值流量汇总表  
Table 2 Emergy evaluation of Wuyishan Natural Reserve

项目 Items	原始数据 Original data(J or \$ )	能值转换率 Emergy transformity ratio ( sej/Unit)	太阳能值 Solar emergy(sej)
可更新资源投入 Renewable resource			
太阳光 Sunlight	$5.14 \times 10^{18}$	1	$5.14 \times 10^{18}$
雨水势能 Rain, geopotential	$1.31 \times 10^{15}$	8888	$1.16 \times 10^{19}$
雨水化学能 Rain, chemical	$2.09 \times 10^{15}$	15423	$3.23 \times 10^{19}$
风能 Wind, kinetic	$3.80 \times 10^{16}$	623	$2.36 \times 10^{18}$
小计 Total			$3.23 \times 10^{19}$
经济反馈 Economic feedback			
社区生活 Community life			
电 Electricity	$0.38 \times 10^{16}$	$1.59 \times 10^6$	$0.6 \times 10^{18}$
木材 Timber	$6.38 \times 10^{12}$	$3.49 \times 10^4$	$2.23 \times 10^{16}$
粮食 Foodstuff	$2.58 \times 10^{12}$	$3.59 \times 10^4$	$9.26 \times 10^{16}$
肉类 Meat	$5.04 \times 10^{10}$	$1.70 \times 10^7$	$8.56 \times 10^{17}$
小计 total			$1.57 \times 10^{18}$
政府预算 Gov. budget	$1.14 \times 10^6$	$2.5 \times 10^{12}$	$2.85 \times 10^{18}$
经济生产 Economic productivity	$1.07 \times 10^6$	$2.5 \times 10^{12}$	$2.67 \times 10^{18}$
生态旅游 Ecotourism	$2.11 \times 10^6$	$2.5 \times 10^{12}$	$5.27 \times 10^{18}$
合计(经济反馈) Total			$1.08 \times 10^{19}$
输出 Yield			
产品收益 Products returns	$3.70 \times 10^6$	$2.5 \times 10^{12}$	$9.25 \times 10^{18}$
生态旅游收益 Ecotourism returns	$2.48 \times 10^6$	$2.5 \times 10^{12}$	$6.20 \times 10^{18}$
实际交换能值产出 Actual emergy yield for exchange			$1.54 \times 10^{19}$
非交换能值产出( WTP) Emergy yield not for exchange ( \$ )	$9.31 \times 10^7$	$2.5 \times 10^{12}$	$2.33 \times 10^{18}$

表中原始数据由武夷山自然保护区管理局提供,能值转换率等计算数据参考文献<sup>[7,8,22]</sup> Data cited from the administration bureau of Wuyishan Natural Reserve and corresponding literature<sup>[7,8,22]</sup>

根据表 2 中对武夷山自然保护区生态旅游系统的能值流分析,构建如下生态旅游系统能值指标体系(见表 3)。

表 3 武夷山自然保护区能值分析指标

Table 3 Emery indices of Wuyishan Natural Reserve

能值指标 Emery index	表达式 Expression	数值 Value	代表意义 Meaning
能值流量 Emery flow			
可更新资源能值流量 Renewable emery flow	R	$3.23 \times 10^{19}$ sej	系统自有的财富基础 energy of the system
输入能值 Emery inflows	I	$1.24 \times 10^{19}$ sej	输入资源、商品财富 resources and commodities
系统能值应用总量 Total system emery use	$U = R + N + I$	$4.47 \times 10^{19}$ sej	代表该系统拥有的真正财富的多少 the real amount of energy in the sysytem
实际输出能值 <sup>1)</sup> Actual emery outflows	O	$1.54 \times 10^{19}$ sej	输出资源、商品财富 resource and commodities outflows
理想输出能值 <sup>2)</sup> (将 WTP 纳入输出值计算) ( Including WTP)	$O *$	$1.77 \times 10^{19}$ sej	输出资源、资源财富 resources outflows
自然亚系统评价指标 Nature subsystem			
能值投资率 Emery investment ratio	$I/(R + N)$	0.383	自然对经济活动的容受力 Economic capacity
可更新资源投入比率 Renewable resources inflows	$R/U$	0.722	判断自然环境的潜力 environment potential capacity
环境负载率 Environmental Loading ratio	$(U - R)/R$	0.383	判断自然环境承受力 physical environmental capacity
社区亚系统评价指标 community subsystem			
人均能值量 Emery per person	$U/P$	$2.80 \times 10^{16}$ sej/人	生活水平与质量的标志 life standards and quality
能值密度 Emery density	$U/(\text{土地面积})$ $U/(\text{acreage})$	$7.30 \times 10^{11}$ sej/m <sup>2</sup>	评价能值集约度和强度 emery intensity
经济亚系统评价指标 Economic subsystem			
净能值产出率 Net emery yield radio	$(I + R + N)/I$	3.60	评价产业经济效益 industry economic returns
能值交换率 <sup>3)</sup> Emery exchange ratio	$I/O$	0.805	评价对外交流的得失利益 (不含支付意愿) exchange returns and losses( excluding WTP)
理想能值交换率 <sup>4)</sup> Ideal emery exchange ratio	$I/ O *$	0.70	评价对外交流的得失利益 (含支付意愿) exchange returns and losses( including WTP)
生态旅游经济能值指标 Ecotourism economy			
生态旅游能值比 Ecotourism emery ratio	$T/U$	0.118	反映生态旅游发展程度 Ecotourism development
生态旅游能值产出率 Ecotourism yield ratio	$(T + R + N) /T$	7.12	评价旅游产业经济效益 tourism industry economic returns
综合能值评价指标 Synthesizing emery index			
可持续发展能值指数 Emery sustainable indices	净能值产出率 (EYR)/(ELR) 环境负荷率 Net Emery yield ratio/ environmental load ratio	9.39	判断系统可持续发展程度 sustainable development

表中公式参考文献<sup>[7]</sup>,GNP 为 2006 年中国国民生产总值,R: 可更新资源能源,N: 不可更新资源能源,P: 系统总人口,I: 输入总能值,T: 生态旅游能值投入;1):输出能值不包括支付意愿,2):输出能值包括支付意愿,3):能值交换率不包括支付意愿,4):能值交换率包括支付意愿

the formula in this form refered to literature<sup>[7]</sup>,GDP is the figure of year 2006; R: renewable energy source;N: non-renewable energy resource; P: population of the system; I: total emery inflows; T: ecotourism emery inflows;1) emery outflow excluding payment will; 2) emery outflow with payment will; 3)emery exchange ratio without payment will; 4) emery exchange ratio with payment will

通过武夷山自然保护区生态旅游系统能值指标值与其他生态系统相应指标值相对比的方式(如表 4 所示),对武夷山自然保护区生态旅游系统自然环境、经济发展、社区生活水平、生态旅游开发等状况进行详细阐述。

### 3.2.1 自然亚系统能值分析

从表4中可知,武夷山自然保护区生态旅游系统能值投资率为0.383,略高于福建生态经济系统的0.20,低于广西恭城月柿生态农业旅游经济系统的0.56,远低于重庆市农业生态经济系统的1.70;其环境负载率为0.383,远低于福建生态经济系统的13.21,低于广西恭城月柿生态农业旅游经济系统的0.75,低于重庆市农业生态经济系统的1.80。从以上数据可以看出,目前武夷山自然保护区生态旅游系统的能值投资率、环境负载率均较低,这表明系统具有良好的环境资源条件可供开发利用,且系统的环境压力较小,有较大的发展潜力。同时,武夷山自然保护区生态旅游系统的可更新资源投入率为0.713,这说明系统大部分输入能值来自于可更新资源投入能值,也表明系统环境潜力较大。

表4 与其他地区的研究结果比较

Table 4 Comparisons of the study results between Wuyishan Natural Reserve and other regions

能值指标 Emergy index	福建生态经济系统 <sup>[10]</sup> 旅游经济系统(2004) Fujian eco-economic system(2004)	广西恭城月柿 生态农业 <sup>[24]</sup> gongcheng, yueshi Guangxi ecological agricultural tourist economic system (2004)	重庆市农业生态 <sup>[13]</sup> 经济系统(2005) Chongqingshiagro- ecological agro- ecological economic system(2005)	本研究(2006) This study
能值投资率 Energy investment ratio	0.20	0.56	1.70	0.383
环境负载率 environmental load ratio	13.21	0.75	1.80	0.383
人均能值量 Emergy per person( sej)	$5.75 \times 10^{15}$	—	—	$2.80 \times 10^{16}$ sej/人
能值密度 Energy density( sej/m <sup>2</sup> )	$16.62 \times 10^{11}$	—	—	$7.30 \times 10^{11}$ sej/m <sup>2</sup>
净能值产出率 Net Energy yield ratio	6.12	2.79	5.31	3.60
可持续发展能值指数 Emergy index for sustainable development 0.46	3.72	2.04	9.39	

—: 引用文献中没有出现此项能值指标 Indicates no indices of this type be found in literatures

### 3.2.2 社区亚系统能值分析

表4中数据显示,武夷山自然保护区生态旅游系统能值密度为 $7.31 \times 10^{11}$  sej/m<sup>2</sup>,低于福建省的 $16.62 \times 10^{11}$  sej/m<sup>2</sup>;而人均能值量为 $2.80 \times 10^{16}$  sej,高于福建省的人均 $5.75 \times 10^{15}$  sej。尽管武夷山自然保护区经济运行程度达不到福建省整体情况,但区内居民享有能值量却远高于福建省人均享有值。这主要是因为武夷山自然保护区享用的自然环境提供的无偿能值较多,而经济反馈能值较少。

### 3.2.3 经济亚系统能值分析

武夷山自然保护区生态旅游经济系统净能值产出率为3.60,略高于广西恭城月柿生态农业旅游经济系统的2.79,低于重庆市农业生态系统的3.67,远低于福建省的6.12。这说明武夷山自然保护区生态旅游经济系统获得一定的经济能值投入时,所生产出来的产品能值不高,即系统生产效率不高。

本研究进行能值分析时考虑人类的影响,分别采用系统交换能值输出值(不包括支付意愿)和理想能值输出值(包括支付意愿)作为计算基数,计算出武夷山自然保护区生态旅游系统能值交换率为0.805、0.70。从上述数据可知,在不考虑人类对生态旅游系统资源旅游服务的需求性时,武夷山自然保护区生态旅游系统能值交换率较高;而考虑人类的影响时,其能值交换率就较低。武夷山自然保护区生态旅游系统目前较高的能值交换率说明系统自然环境资源产品的能值远高于市场货币体现的能值,购买者购买这类产品将获得高能值受益率,但武夷山自然保护区则会在交易中损失大量原始资源以获取并不对等的经济利益。显然,高能值交换率对系统可持续发展将是一个巨大挑战。因此,为了平衡系统与外界的贸易,武夷山自然保护区应减少以出口原始资源产品为主的传统产业,防止损害区内经济资源基础,并通过输入高能值的科技、文化教育等,开发生态旅游等新型产业,增加自然资源能值收益,提高系统生产效率,这将是实现系统可持续发展的唯一途径。

### 3.2.4 生态旅游经济能值分析

生态旅游产业是武夷山自然保护区的新型产业,其发展不仅关系区内今后经济发展,更影响系统可持续发展程度。武夷山自然保护区生态旅游能值产出率为 7.12,高于系统净能值产出率 3.60。这说明武夷山自然保护区生态旅游经济效益高于系统目前的产业效益。较之传统产业(毛竹、茶叶粗加工)而言,生态旅游融合了高能值的人力、文化、科技等,形成了高品质的能量,增强了产业的竞争力,所以发展生态旅游有助于提高系统经济效益。然而,武夷山自然保护区生态旅游能值比仅为 0.118,能值投入较少,经济影响力度不够,其生态旅游仍处于探索阶段。

武夷山自然保护区生态旅游系统能值可持续发展指数为 9.39,远高于福建省的 0.46。结合武夷山自然保护区生态旅游系统自然、社区、经济发展可知,武夷山自然保护区生态旅游系统可持续发展程度较高,环境、经济、社区发展潜力均较大。

### 3.2.5 武夷山自然保护区生态旅游发展建议

(1)武夷山自然保护区生态系统能值密度较好,社区经济欠发达。虽然人均使用能值高,但社区居民生活水平较低,社区居民收入大多来自传统农业。加大生态旅游经济能值投入,增强能值集约度和强度,才能真正为社区发展增加经济能值投入,提高社区居民的生活水平。

(2)武夷山自然保护区生态旅游系统净能值产出率不高,系统生产效率低;输出产品(资源)能值交换率较高,以自然资源的输出为主。目前,人们在使用武夷山自然保护区自然环境资源时往往只支付了开采、加工的劳务的费用,并没有给自然环境支付货币,所以才导致武夷山自然保护区生态旅游系统能值产出率较高。但是,随着环境问题的日益突出、人类认识能力的提高、人与自然的关系进一步和谐,人类将会深刻地认识到武夷山自然保护区自然资源产品的能值远高于市场货币体现的能值,对自然资源的保护意识将会增强,同时对武夷山自然保护区生态旅游系统提供旅游服务的需求性也将越来越强烈。因此,武夷山自然保护区生态旅游经济开发应保证能量品质,提高生态旅游系统的生产效率,从而降低自然资源产品的能值受益率,这是武夷山自然保护区生态旅游实现可持续发展的根本保障。

## 4 结语

本文将武夷山自然保护区视为生态旅游系统,运用能值理论对其状况进行分析,试图解释其生态旅游的发展现状及趋势。

能值可以理解为人類财富的自然价值体现,或者说能值是通过将人类社会所实现的价值推论至自然系统(生态系统),并通过人类社会经济体系(货币、市场价值)的转换得以表现。但在一个以自然保护区为基础的生态旅游系统中,不仅包含有使用价值,同时还包含有非使用价值,后者是不可能用市场价值来衡量的。传统的能值分析方法仅能反映资源(产品)生产过程中所消耗的太阳能,未能反映人类对生态系统提供的所有服务的需求性(支付意愿),这样也就未能将系统资源(产品)产生过程中所消耗的一切能量充分体现,并最终影响系统资源(产品)的能值受益率。因此,本研究中将能值分析与条件价值法相结合,将条件价值法调查出的系统资源(产品)的非使用价值纳入系统能值输出,加上能值分析所反映的资源(产品)产生过程中所消耗的太阳能,就可以完整的体现系统资源(产品)的价值,即通过能值交换率体现的能值受益率。并在此基础上提出了理想能值交换率等概念。

## References:

- [1] Tian X Z. Further Analysis On Frailty of Ecotourism Resources. Problems of Forestry Economics, 2006, 26(1): 64—67.
- [2] ODUM H T. Living with complexity. In: Crafoord Prize in the Biosciences, Crafoord Lectures. Stockholm: Royal Swedish Academy of Sciences, 1987: 19—85.
- [3] ODUM H T. Self-organization, transformity and information. Science, 1983, 1132—1139.
- [4] ODUM H T. Environmental Accounting: Emergy and Environmental Decision Making. New York: John Wiley & Sons, 1996, 20—50.
- [5] Odum H T. Self-organization, Transformity and Information. Science, 1983, 1132—1139.
- [6] Odum H T, Odum E C. Energy Basis of Man and Nature. New York: McGraw-Hill, 1981.

- [7] Lan S F, Qin P, Lu H F. Energy Analysis of Eco-economic Systems. Chemical Industry Press, 2002.
- [8] Lan S F, Qing P, Lu H F. Energy Analysis of Agricultural Ecosystem. Ecological Science, 1995.02.
- [9] Li H T, Liao Y C, Yan M C, Hu R. Emergy Evaluation and Assessment of Sustainability on the Eco-Economic System of Xinjiang. Acta Geographica Sinica, 2003, 58(5): 765—772.
- [10] Yao C S, Zhu H J. Emergy Analysis and Assessment of Sustainability on the Eco-economic System of Fujian Province. Journal of Fujian Normal University( Natural Science Edition), 2007, 23(3): 92—97.
- [11] Li S C, Fu X F, Zheng D. Emergy analysis for evaluating sustainability of Chinese economy. Journal of Natural Resources, 2001, 16(4): 297—304.
- [12] Wang J Y, Xue D Q, Tian X P, Chen Y C. Energy Analysis of Agricultural Ecosystem in Shandong Province. Chinese Journal of Ecology, 2007, 26(5): 718—722.
- [13] Yang S, Sun F, Liu B Y, Du Y W, Li X. Energy Analysis of Agricultural Eco-economic Systems in Chongqing. Journal of Southwest University (Natural Science Edition), 2007, 29(8): 49—54.
- [14] Lu H F, Daniel Campbell, Jie Chen, Pei Qin, Hai Ren, Conservation and economic viability of nature reserves: An emergy evaluation of the Yancheng Biosphere Reserve. BIOLOGICAL CONSERVATION, 139(2007), 415—438
- [15] Ping Zuo, Shu Wen Wan, Pei Qin, Jin Jin Du, Hui Wang, A comparison of the sustainability of original and constructed wetlands in Yancheng Biosphere Reserve, China: implications from emergy evaluation. Environmental Science & Policy, 7(2004) 329—343
- [16] P. Qin, Y. S. Wong, N. F. Y. Tam, Emergy evaluation of Mai Po mangrove marshes. Ecological Engineering, 16(2000), 271—280
- [17] Qin P, Huang Y S, Tan F Y. Energy Analysis of Ecological Function of Mai Po Natural Reserve. Nature Magazine, 1999, 21(2): 104—107.
- [18] Wan S W, Qin P, Zhu H G, Xie M, Liu X P, Yin J L, Zhou C L. Evaluation of two artificial wetlands in Yancheng Natural Reserve, China. Acta Ecologica Sinica, 2000, 20(5): 759—765.
- [19] Zhao Y, Guo X C, Lun X W. Status of biodiversity in Yaojingzi grassland reserves and the emergy evaluation Journal of Jinggangshan Normal College, 2004, 25(6): 63—65.
- [20] Zhang Y J, Chen S K, Min Q W, Huang J C. Emergy Analysis of Ecological Economic System in Resource-based Cities. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2004, 13(3): 218—222.
- [21] Liu Q, Chen C Z, Li T S, Liu Y K. Emergy Analysis on the Eco-economic System of Xuzhou. Ecological Economy, 50—57.
- [22] Sui C H, Lan S F. Emergy Analysis of Guangzhou Urban Ecosystem. Chongqing Environmental Science, 2001, 23(5): 4—23.
- [23] Zhou L D, Hu Y X, Yan M C, Dong X B, Wu Z Q, Wei C S. Emergy Evaluation of Miyun County as the Area of Watershed Conservation for Beijing. Progress in Geography, 2006, 25(5): 94—104.
- [24] Xie Y P, Wei M C, Zhou Y B, Deng Z R. Emergy analysis of economic system in ecological agricultural tourism of Gongcheng, Guangxi. Acta Ecologica Sinica, 2007, 27(3): 1056—1064.
- [25] Cui L J, Zhao X S. Researches on the emergy analysis of Poyanghu wetland. Acta Ecologica Sinica, 2004, 24(7): 1480—1485.

#### 参考文献:

- [1] 田喜洲. 关于生态旅游资源脆弱性的深入分析. 林业经济问题, 2006, 26(1): 64—67.
- [7] 蓝盛芳, 钦佩, 陆宏芳. 生态经济系统的能值分析. 北京: 化学工业出版社, 2002. 90—95, 167—175, 352—365.
- [8] 蓝盛芳, 陈飞鹏, 刘新茂. 农业生态系统的能值分析. 生态科学, 1995.02.
- [9] 李海涛, 廖迎春, 严茂超, 胡冉. 新疆生态经济系统的能值分析及其可持续性评估地理学报, 2003, 58(5): 765—772.
- [10] 姚成胜, 朱鹤健. 福建生态经济系统的能值分析及可持续发展评估. 福建师范大学学报(自然科学版), 2007, 23(3): 92—97.
- [11] 李双成, 傅小锋, 郑度. 中国经济持续发展水平的能值分析. 自然资源学报, 2001, 16(4): 297—304.
- [12] 王建源, 薛德强, 田晓萍, 陈艳春. 山东省农业生态系统能值分析. 生态学报, 2007, 26(5): 718—722.
- [13] 杨松, 孙凡, 刘伯云, 杜洋文, 李霞. 重庆市农业生态经济系统能值分析. 西南大学学报(自然科学版), 2007, 29(8): 49—54.
- [17] 钦佩, 黄玉山, 谭凤仪. 从能值分析的方法来看米埔自然保护区的生态功能. 自然杂志, 1999, 21(2): 104—107.
- [18] 万树文, 钦佩, 朱洪光, 谢民, 刘希平, 尹金来, 周春霖. 盐城自然保护区两种人工湿地模式评价. 生态学报, 2000, 20(5): 760—765.
- [19] 赵妍, 郭新春, 伦小文, 腰井子羊草草原自然保护区生物多样性现状及其能值估算. 井冈山师范学院学报, 2004, 25(6): 64—65
- [20] 张耀军, 成升魁, 闵庆文, 黄金川. 资源型城市生态经济系统的能值分析长江流域资源与环境, 2004, 13(3): 218—222.
- [21] 刘泉, 陈朝镇, 李铁松, 刘永康. 徐州市生态经济系统的能值分析. 绿色经济, 50—57.
- [22] 隋春花, 蓝盛芳. 广州城市生态系统能值分析研究. 重庆环境科学, 2001, 23(5): 4—23.
- [23] 周连第, 胡艳霞, 严茂超, 董孝斌, 吴志强, 魏长山. 生态经济系统能值分析——以北京密云县为例 地理科学进展, 2006, 25(5): 95—103
- [24] 谢雨萍, 魏美才, 周永博, 邓祝仁. 广西恭城月柿生态农业旅游能值分析. 生态学报, 2007, 27(3): 1056—1064.
- [25] 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.