

泰安市旅游生态能值分析

魏 敏^{1,2}, 冯永军¹, 李 芬^{1,3}, 郑玉清⁴

(1. 山东农业大学资源与环境学院, 山东 泰安 271018;

2. 泰山医学院外国语学院, 山东 泰安 271016;

3. 济宁学院文化传播系, 山东 曲阜 273155;

4. 山东农业大学网络与技术教育部, 山东 泰安 271018)

摘要: 运用能值理论, 从区域生态经济系统的视角, 提出旅游生态能值理论, 论述旅游输入能值、旅游输出能值、旅游能值交换率、旅游可持续发展指标等概念、测算依据和计算方法, 并对2010年泰安区域生态经济系统内旅游可持续发展水平进行旅游生态能值分析。实证研究表明: (1) 泰安区域生态经济系统可利用能值为 15867.32×10^{19} sej, 旅游输入能值为 1766.59×10^{19} sej, 旅游输出能值为 679.40×10^{19} sej, 旅游能值交换率为2.60。旅游可持续发展能值指标TSEI为1.76, 处在可持续发展阶段; (2) 运用旅游生态能值的理论评价旅游可持续发展水平是可行的。

关键词: 旅游生态能值; 可持续发展; 生态经济系统; 泰安市

1 引言

学者们在定量评价旅游可持续发展的方法上, 运用了多种评价方法, 如综合评价^[1]、环境承载力^[2]、旅游生态足迹^[3-5]、生态位^[6]等定量评价方法, 但是存在不能将经济流与能量流进行统一折算的局限。能值 (Emergy) 理论方法为解决这一问题并为定量测度旅游可持续发展提供了另外一种研究思路。能值分析方法是以太阳光值 (单位为太阳能焦 solar emergy joules, sej) 为统一量纲, 将生态系统各种生态流统一转换为能值, 使得原本难以统一度量的生态经济系统的能量流、物质流和其它生态流能够进行比较和分析^[7]。10多年来, 能值理论在我国的区域、农业生态系统、自然保护区、城市复合系统等方面进行应用研究^[7-16], 但在旅游可持续发展研究中未得到重视, 相关研究只有李洪波等对武夷山生态旅游系统进行分析^[13], 谢雨萍等对恭城生态农业旅游系统分析^[14], 李金平等对澳门能值分析^[15]等。国内目前少见旅游生态能值理论应用文献。本文认为旅游生态能值理论将会成为旅游可持续发展研究的一种重要方法。根据能值理论所提出的旅游生态能值理论计算模型将有助于探讨定量测度旅游可持续发展的指标体系, 拓展能值分析方法的应用领域。

本文首先根据能值分析的理论 and 旅游的特点, 建立旅游生态能值分析方法; 然后, 将泰安市有关资料数据代入所建立的分析方法中, 进行实证研究。

2 旅游生态能值理论概念与计算方法

2.1 旅游生态能值理论概念

旅游生态能值理论是指将能值分析方法用于旅游生态经济中, 将旅游生态经济系统内

收稿日期: 2012-04-26; 修订日期: 2012-07-02

基金项目: 山东省软科学资助项目 (2007RKB202) [Foundation: Shandong Project of Soft Science, No.2007RKB202]

作者简介: 魏敏 (1975-), 女, 山东泰安人, 讲师, 主要从事生态旅游研究。E-mail: weimindream@163.com

通讯作者: 冯永军 (1954-), 男, 教授, 博士生导师, 主要从事土地资源的开发利用与保护方面的研究。

E-mail: fyj@sdaue.edu.cn

旅游收入(货币)、旅游者消耗的服务(劳务)和产品(物质)、生态环境等,都以相应的能值转换率转换成以能值为量纲的数据,然后建立旅游生态能值指标体系(表1),对区域旅游经济可持续发展水平进行定量分析。

旅游不是孤立的一个系统,旅游是否可持续发展受旅游地所处的区域生态经济系统发展水平的制约,因此本研究基于区域生态经济系统的视角来研究旅游的发展状况,尝试建立旅游生态能值分析计算模型。

2.2 旅游生态能值计算方法

我们根据能值理论和旅游生态能值概念,建立了旅游生态能值各项指标的计算公式。

2.2.1 旅游输出能值(Emergy from tourist exports, Ete) 旅游者在旅游地消费时,将货币输入旅游地,旅游地同时不断地提供物质能值和服务能值反馈给旅游者。旅游地给旅游者提供服务和物质,称为旅游产品,可视为旅游输出能值^[17],但是发生在旅游地。旅游输出能值即为旅游者在旅游地所消耗的能值。旅游者在旅游地消费食物、水、电、交通设施、旅游商品和相关旅游服务。根据旅游六大要素特点,旅游输出能值流量将通过旅游交通、旅游住宿、旅游餐饮、旅游购物、休闲娱乐和游览观光6个环节进行体现。每个环节包括旅游者消耗的能值也包括旅游从业人员为提供相关服务所消耗的能值。但在具体计算中,休闲娱乐和游览观光的能值输出更多的为服务的能值输出,将在旅游劳务输出中统一计算。因此,旅游输出能值可分5个部分:旅游餐饮能值、旅游交通能值、旅游住宿能值、旅游购物能值以及旅游劳务能值。旅游输出能值在数值为以上5部分能值之和。

(1) 旅游餐饮能值 将旅游者消耗的各类食物与能量折算系数、能值转换率相乘即可获得旅游餐饮能值。

$$Ete_f = \sum (N \times D \times Ci \times Pi \times ri)$$

(1)

式中: Ete_f 为旅游餐饮能值, N 为旅游者人次, D 为旅游者平均旅游天数, Ci 为旅游者人均每日消费第 i 种食物的消费量, Pi 为与第 i 种食物相对应能量折算系数, ri 为第 i 种食物的能值转换率。

(2) 旅游交通能值 旅游交通能值包括旅游者和旅游从业人员在各旅游景区以及景区所在城市消耗的能源和使用的交通工具的能值。但是旅游者从常住地到目的地之间的能源消耗不应该算作目的地的能值输出(只从进入泰安市开始算起)。旅游交通能值计算公式:

$$Ete_t = \sum (Nj \times Dj \times Cj) + \sum (Lk \times Wk \times Ck \times D)$$

(2)

式中: Ete_t 为旅游交通能值, Nj 为乘坐第 j 种交通工具的游客人次, Dj 为选择第 j 种交通工具游客的平均旅行距离, Cj 为第 j 种交通工具的单位距离能源消耗能值量, Lk 为选择第 k 种交通工具的旅游从业人员, Wk 为选择 k 中交通工具旅游从业人员的上班距离, Ck 为第 k 种交通工具的单位距离能源消耗能值量, D 为旅游从业人员年平均工作日。

(3) 旅游住宿能值 旅游住宿能值主要是指旅游者在房间的水、电和一次性物品消耗。旅游住宿能值计算公式:

$$Ete_a = \sum (Ni \times Ki \times Ci \times r)$$

(3)

表1 旅游生态能值指标体系
Tab. 1 Tourism eco-emergy index system

旅游生态能值指标	含义
旅游输入能值 Ei	旅游收入所包含的能值
旅游输出能值 Ete	旅游餐饮能值 Ete_f
	旅游交通能值 Ete_t
	旅游住宿能值 Ete_a
	旅游购物能值 Ete_g
	旅游劳务能值 Ete_q
旅游能值交换率 $TEER$	旅游输入能值与输出能值的比
环境负载率 ELR	系统不可更新能值和废弃物能值与可更新能值的比
旅游可持续发展能值指标 $TSEI$	评价旅游可持续发展水平

式中: Ete_a 为旅游住宿能值, N_i 为第 i 种住宿设施拥有的床位数, K_i 为第 i 种住宿设施的年平均客房出租率, C_i 为第 i 种住宿设施每个床位的能源消耗量, r 为能值转换率。

(4) 旅游购物能值 旅游者除了在景区旅游以外, 还会在景点购买旅游纪念品、工艺美术品、民俗民间艺术品、文化艺术品、土特产品等, 可以假定旅游者的购物消费支出全部用于购买当地一种或几种主要的旅游商品, 根据当地的该类旅游商品的平均价格获得旅游商品的实物消费量, 据此计算相应的旅游购物能值。

$$Etes = \sum [(R_j/S_j) \times P_j \times r_j] \quad (4)$$

式中: $Etes$ 为旅游购物能值, R_j 为游客购买第 j 种旅游商品的消费支出, S_j 为第 j 种旅游商品的当地平均销售价格, P_j 为第 j 种旅游商品的能量折算系数, r_j 为第 j 种旅游商品相对应能值转换率。

(5) 旅游劳务能值 旅游劳务能值则根据不同学历的旅游从业人员对应能值计算:

$$Ete_l = \sum (Li \times pi) \quad (5)$$

式中: Ete_l 为旅游劳务能值, Li 为第 i 类学历水平的旅游从业人员数量, pi 为对应第 i 类学历水平旅游从业人员的对应能值。旅游从业人员的学历水平一般为中小学、本、专科学历、研究生学历。其中未曾受过教育人员的能值转换率为:

$$P1 = (Emu/P)/e \quad (6)$$

式中, $P1$ 为未曾受教育人员能值转换率, Emu 为生态系统总能值, P 为系统总人数, e 为人均能量消耗量。未受教育、中小学、本、专科学历、研究生学历人员能值则根据对应的能值分布效应^[7]: 234:83:28:6来计算。

2.2.2 旅游输入能值 (Emergy from tourism income, Eti) 在生态经济系统内, 旅游活动带来的货币收入及其所包含的能值被认为是外来能值投入^[18], 旅游者在消费物质和服务的同时, 支付货币, 旅游业与游客之间的能值交换应是双向流动的, 双向流动的能值量并不一定相等^[15]。旅游收入包括国内旅游收入和入境旅游收入。旅游输入能值计算公式为:

$$Eti = Mt \times EDR = Mtc \times CEDR + Mti \times WEDR \quad (7)$$

式中, Eti 为旅游输入能值, Mt 为旅游收入, EDR 为能值/货币比率, Mtc 为不包含当地旅游者的国内旅游收入, Mti 为入境旅游收入, $CEDR$ 为当年的中国能值/货币比率, $WEDR$ 为当年全球能值/货币比率。

2.2.3 旅游能值交换率 (Tourism emergy exchange ratio, TEER) 旅游能值交换率是旅游者旅游花费能值与消费能值的比, 表示生态经济系统旅游者购买的旅游过程的服务所支付的货币能值 (旅游收入) 与旅游生态经济系统承担旅游者消耗的能值 (旅游输出能值) 的比率, 能值交换率越高表示旅游业的效益也越好。旅游能值交换率计算公式为:

$$TEER = Eti/Ete \quad (8)$$

式中, $TEER$ 为旅游能值交换率, Ete 为旅游输出能值, Eti 为旅游输入能值。

2.2.4 环境负载率 (Emergy Load Ratio, ELR) 旅游不是脱离旅游地的生态经济系统的, 旅游活动对环境造成影响, 当地的生产、生活也对环境造成影响, 两者共同作用于环境。传统的环境负载率在数值上等于系统不可更新能值与可更新能值之比。虽然从生态学角度出发, 系统排出的废弃物质和能量仍有其价值所在, 但由于目前知识和工艺的有限性而不能有效利用。所以污染物、废弃物的产出是有害的负效益产出, 具有负的能值交换率^[7], 反映了污染物的累积状况, 因此, 环境负载率应改进为: 系统不可更新能值和废弃物能值与可更新能值的比, 即为:

$$ELR = (Emn + Emw)/Emr \quad (9)$$

式中, Emn 为区域生态系统不可更新资源能值, Emr 为可更新资源能值, Emw 为废弃物能值。

其中: $Emn = \sum (Mi \times ri)$, $Emw = \sum (Wi \times ri)$, $Emr = \sum (Ei \times ri)$

生态系统不可更新资源能值, 可更新资源能值, 废弃物能值为各类可更新资源、不可更新资源、废弃物能量与对应的各类能值转换率的乘积。

2.2.5 旅游可持续发展能值指标 (Tourism Sustainable Emergy Index, TSEI) 旅游可持续发展需要同时兼顾社会效益与生态环境压力, 因此本文提出旅游可持续发展能值指标是评价旅游可持续发展性能的复合评价指标, 为旅游交换率与环境负载率的比值。

$$TSEI = TEER / ELR \quad (10)$$

式中: $TSEI$ 为旅游可持续发展能值指标, $TEER$ 为能值交换率, ELR 为环境负载率。

在生态经济系统中要求旅游可持续发展, 不仅要求经济效益高, 也就是其 ($TEER$) 要高, 而且要求环境可持续发展, 即要求环境负载率 (ELR) 低。旅游者与当地居民共存于一个生态经济系统内, 共同对生态环境造成影响, 并同时受生态环境和旅游资源的影响。

3 2010年泰安市旅游生态能值实证分析

3.1 研究区概况

泰安位于山东省中部 (东经 $116^{\circ}20' \sim 117^{\circ}59'$, 北纬 $35^{\circ}38' \sim 36^{\circ}28'$)。面积 7762 km^2 , 人口 549.84 万人^[17], 辖泰山区、岱岳区、新泰市、肥城市、宁阳县、东平县 6 个县市区。属于温带大陆性半湿润季风气候区, 四季分明。泰安是一座历史文化名城, 又是一座旅游城市, 主要旅游景区有: (1) 泰山风景名胜区, 总面积 426 km^2 , 主峰海拔 1545 m, 有山峰 156 座, 崖岭 138 座, 名洞 72 处, 奇石 72 块, 溪谷 130 条, 瀑潭 64 处, 名泉 72 眼, 古树名木万余株, 寺庙 58 座, 古遗址 128 处, 碑碣 1239 块, 摩崖刻石 1277 处。(2) 徂徕山国家森林公园, 位于泰安市岱岳区, 泰山东南 20 km, 总面积 250 km^2 , 大小峰峦 97 座, 游览景点 100 余处。(3) 莲花山风景名胜区, 莲花山东西绵延 15 km, 南北兼跨新泰、莱芜两市, 大小山脉十余条, 主峰海拔 994 m。景区面积 17 km^2 , 有三十六山头, 七十二深谷之称。(4) 东平湖风景名胜区, 东平湖位于泰安市东平县境内, 风景区总面积 6266 km^2 , 常年水面 124.36 km^2 , 平均水深 2.5 m, 蓄水总量 40 亿 m^3 。东平湖风景区, 三面环山, 景色优美, 素有“小洞庭”之称。此外还有水浒旅游区、神通山、牛山、云蒙山等旅游景点。

2010 年泰安共接待海内外游客 3051 万人次, 比 2001 年增长了 2535.3 万人次, 增长了 5.3 倍; 旅游收入 260.65 亿元, 比 2001 年增长了 232.7 亿元, 增长率为 832%^[23]。

3.2 数据来源和说明

数据主要来源于《泰安市统计年鉴 2011》^[23]、泰安市旅游局, 实地抽样调查。能值转换率主要参照 Odum^[19-20]、黄书礼^[21]、蓝盛芳^[7, 10]、隋春花^[12]的研究, 并根据 Odum 等人^[20] 2000 年确定的全球可更新资源能值基准, 即 $15.83 \times 10^{24} \text{ sej/a}$ 进行基准转换。能量折算系数主要源于参考文献^[24-25]。

为计算旅游输出能值, 需调查旅游者餐饮消费、交通距离、购物情况以及旅游从业人员交通状况。本研究实行调查问卷和访谈相结合的方法进行抽样调查。2010 年 5 月 6 日、10 月 10 日两日分别在泰山红门、东平水浒影视城、新泰莲花山和方特欢乐世界四个景区向旅游者发放调查问卷 400 份, 共收回 321 份, 其中有效问卷 298 份, 回收有效率为 74.5%; 向旅游从业人员发放问卷 150 份, 收回 141 份, 其中有效问卷 125 份, 回收有效率为 83.33%。

3.3 结果分析

3.3.1 旅游输出能值分析

(1) 旅游餐饮能值 通过对泰安旅游者抽样调查, 旅游者主要消费食物原料有 13 种,

根据能量折算系数(表2)和能值转换率可计算相应能值(表3)。

(2) 旅游交通能值 旅游者在泰安旅游的日常交通工具是汽车,汽车耗汽油一般为8.7公升/百车公里,耗柴油为7.5公升/百车公里。泰安市区有七个汽车站,一般来说,从进入泰安市到泰安汽车站(或火车站)的平均距离约为10 km,旅游者在泰安市的旅游距离约为10 km,在景区内约为32 km,泰山的索道为3 km。根据调查,泰安旅游从业人员从家到工作地点平均5 km,约有32.18%的旅游从业人员选择骑电动车,25.6%步行,12.5%乘公交车,有5.1%乘班车。旅游从业人员约5.28%的为导游员,旅游路径基本与旅游者的一致,每年平均工作230天。根据公式(2)计算,旅游交通能值输出为:24.91×10¹⁹ sej。

(3) 旅游住宿能值 由于经济型和私人旅馆逐渐取消客房一次性物品,而星级酒店也逐渐开始绿色管理,降低一次性物品的使用和浪费,因此本研究对一次性物品忽略不计。泰安的住宿旅馆有五星级酒店1家,四星级3家,三星级28家,二星级24家和265家经济型旅馆以及私人旅馆^[23]。根据英国经济与环境发展中心的测算,每床位的能源消耗量:一、二星级酒店为40 MJ,三、四星级酒店为70 MJ,五星级酒店为110 MJ,经济型和私人旅馆为30 MJ^[30]。由于国内星级酒店的标准是统一的,而且划分标准主要是引用国外标准,因此,本文采用了该赋值方法。根据公式(3)计算2010年泰安旅游住宿能值输出为:1.71×10¹⁹ sej。

(4) 旅游购物能值 来泰安旅游的游客主要购买的商品有:泰山女儿茶、核桃、栗子、煎饼、泰山石、泰山玉等。为了便于计算以及数据的获取,我们假设游客集中购买泰山女儿茶、煎饼和泰山石三种商品。制作煎饼的原料可以采用各种粮食,因此能值转换率可采用粮食的能值转换率,泰山石的能值转换率采用花岗岩的转换率,女儿茶的能值转换率采用茶叶的能值转换率(表2)。以上能值转换率均进行基准转换。根据公式(4)计算2010年泰安旅游购物能值为:342.03×10¹⁹ sej。

(5) 旅游劳务能值 2010年泰安旅游从业人员8209人,其中具有小学学历的50人,具有中学学历4528人,大专和本科学历3561人,而研究生学

表2 相关资源能量折算系数与能值转换率
Tab. 2 Resources energy conversion coefficients and
emergy transformity

资源	折算系数 (J/t)	文献出处	能值转换率 (sej/J sej/ g)	文献出处
粮食	1.62×10 ¹⁰	25	1.39×10 ⁵	[19, 20]
蔬菜	2.5×10 ⁹	24	4.53×10 ⁴	[7, 20]
水果	3.3×10 ⁹	24	8.89×10 ⁴	[7, 20]
棉花	1.67×10 ¹⁰	24	1.44×10 ⁶	[7, 20]
肉类	9.21×10 ⁹	25	2.85×10 ⁶	[7, 20]
猪肉	2.02×10 ¹⁰	24	3.30×10 ⁶	[7, 20]
牛肉	9×10 ⁹	24	6.70×10 ⁶	[7, 20]
羊肉	1.28×10 ¹⁰	24	3.35×10 ⁶	[7, 20]
家禽	5.45×10 ⁹	24	3.30×10 ⁶	[7, 20]
蛋类	8.4×10 ⁹	24	2.87×10 ⁶	[19, 20]
奶类	3.23×10 ⁹	25	2.16×10 ⁶	[20, 28]
油料	2.59×10 ¹⁰	25	1.16×10 ⁶	[7, 20]
水产品	4.05×10 ⁸	25	3.35×10 ⁶	[7, 20]
女儿茶	1.6×10 ¹⁰	29	3.35×10 ⁵	[7, 20]
泰山石(花岗岩)	5.0×10 ⁷	7	0.5	[7]
酒	2.7×10 ¹⁰	本文计算	1.0×10 ⁵	[7, 20]
原煤	2.09×10 ¹⁰	24	6.71×10 ⁴	[7, 20]
火电(Kwh)	3.60×10 ⁶ J/Kwh	24	2.68×10 ⁵	[7, 20]
水泥(g)	—		5.53×10 ¹⁰	[7, 20]
钢及钢材	—		2.35×10 ⁹	[7, 20]
原盐	—		4.77×10 ⁹	[7, 20]
化肥	—		4.70×10 ⁹	[7, 20]
农药	—		2.68×10 ⁹	[7, 20]

表3 2010年泰安旅游餐饮
产品能值表

Tab. 3 Food emergy of tourism
eco-economic system in Tai'an
City (2010)

项目	原始值 (10 ¹⁰ J)	能值 (10 ¹⁷ sej)
粮食	97688.20	1357.87
鲜菜	20648.64	93.54
鲜瓜	4731.55	42.064
鲜果	56624.26	503.39
酒	5985.22	59.85
猪肉	18759.53	6190.64
牛肉	2542.16	1703.24
羊肉	2659.52	890.94
家禽	7362.75	2429.71
鲜蛋	13788.18	3957.21
奶及制品	3218.12	695.11
水产品	147.62	49.45
煤炭	4009.16	26.90
合计		17999.92

表 4 2010 年泰安市不同学历水平人员能值表
Tab. 4 Degree level personnel emergy in Tai'an City (2010)

教育程度	能值分布效应 ^[7]	能值转换率 (10 ⁶ sej/J)	文献出处	能值/人 [10 ¹⁶ sej/(人·a)]	人数 (人)	能值 (10 ¹⁹ sej)
未曾受教育	234	7.58	本文计算	2.89	0	0
中、小学	83	21.35	本文计算	8.14	4528	36.86
本、专科	28	63.34	本文计算	24.15	3561	86
研究生	6	295.62	本文计算	112.71	70	7.89

历的有 70 人^[31]。根据 Odum^[19]、蓝盛芳^[7]研究,年人均消耗能量为 3.82×10^{16} sej/人,根据泰安 2010 年总能值和人数可计算未曾受过教育人员能值,根据人均能量消耗量,计算出未曾受过教育人员能值转换率,再根据能值分布效应^[7]计算不同学历水平人员的能值转换率(表 4)。

2010 年泰安区域总能值为 15867.32×10^{19} sej,人口为 548 万人,本文的年人均消耗量采用 3.82×10^9 J/(人·a)^[7]。因此未曾受教育人员能值转换率为 7.58×10^6 sej/J。根据公式 (5) 可知旅游劳务能值为 130.75×10^{19} sej。泰安市 2010 年旅游输出能值为以上五部分能值之和为: 679.40×10^{19} sej。

3.3.2 旅游输入能值 2010 年泰安入境旅游收入为 18380.2 万美元,国内旅游收入为 356656.8 万美元。全球每年自然的能值输入为 15.83×10^{24} sej^[26],而据国际货币基金组织统计 2010 年全球 GDP 为 61.96 万亿美元,因此 2010 年全球能值/货币比率为 0.256×10^{12} sej/\$。全国能值/货币比率参考赵新峰计算结果: 4.94×10^{12} sej/\$^[16]。根据公式 (6) 可知旅游输入能值为: 1766.59×10^{19} sej。

3.3.3 泰安市旅游生态能值指标体系 根据能值分析的方法,泰安市区域生态经济系统内的总能值为 15867.32×10^{19} sej;根据旅游生态能值分析的方法,泰安市旅游输入能值为 1766.59×10^{19} sej,占系统输入能值的 48.92%,旅游输出能值为 679.39×10^{19} sej,占系统输出能值的 39.10%(表 5)。

(1) 旅游者人均值量 旅游者人均值量反映一个区域内的进行旅游活动的水平高低。旅游者来到旅游地,享受与当地居民的一样的环境、经济水平。因此旅游者人均能值为旅游者的输入能值与旅游者人数的比值。

平均每天来泰安旅游的旅游者人数为折合平均每天的国内旅游者与入境旅游者人数,为 172194 人 (3051 万人/2.06 天/365 天,式中,旅游者来泰安平均逗留天数为 2.06),因而来泰安旅游的旅游者人均能值量为 4.81×10^{16} sej (828.83×10^{19} sej/172194 人),高于泰安市人均能值数 2.89×10^{16} sej (15867.32×10^{19} sej/548 万人) 66.43%。表明吸引旅游者来到泰安的还是传统的旅游项目而不是诸如香港、上海等经济发达城市独特的城市经济旅游资源。

(2) 旅游能值交换率 泰安生态经济系统内旅游能值交换率为旅游业收益能值与支付能值之比为 2.60,表示游客每支付 2.60 sej 的能值财富,却只能消费 1sej 能值,表明泰安旅游业的经济效益很好,处在财富正流入的状态。旅游能值交换率越大表明流入的能值越多,而输出的能值相对越小,旅游业真正的能值财富不断增加,处在可持续发展的阶段。

(3) 环境负载率 在考虑了废弃物影响的前提下,区域生态环境负载率为 1.48,低于 2006 年的全国平均水平^[32] (海南 2.44,新疆 5.23,甘肃 6.08,中国 2.8),高于全球的平均水平 1.15^[7],处在全国较好水平。虽然泰安的环境负载率低于全国水平,但泰安是一个旅游城市,经济水平并不发达,如果继续按照这样的经济增长方式发展下去,环境压力势必会越来越大,可持续发展度将会下降。

表 5 2010 年泰安旅游生态
能值流量

Tab. 5 Tourism ecological emergy
in Tai'an City (2010)

项目	能值 (10 ¹⁹ sej)
旅游输入能值	1766.59
旅游输出能值	679.39
旅游餐饮产品能值	179.99
旅游交通能值	24.91
旅游住宿能值	1.71
旅游购物能值	342.03
旅游劳务能值	130.75

(4) 泰安旅游可持续发展指标
2010年,泰安旅游能值交换率2.60,环境负载率为1.48,因此泰安旅游可持续发展指标TSEI为1.76(表6)。判断旅游是否可持续发展不仅要判断是否给旅游系统带来财富的净流入(能值交换率大于1),还要判断生态环境是否良好。泰安的生态环境水平在全国处较好的水平。因此,泰安旅游业是处在可持续发展阶段。

4 结论与讨论

表6 2010年泰安市旅游可持续发展能值指标
Tab. 6 Emergy indices of tourism sustainable development of Tai'an City (2010)

能值指标	表达式	数值 (10 ¹⁹ sej)
可更新资源能值流量	Emr	6611.31
不可更新资源能值流量	En	5644.97
经济反馈输入能值	Emi	3611.04
其中: 旅游输入能值	Emti	1766.59
能值总量	Emu = Emr + Emn + Emi	15867.32
其中: 旅游输出能值	Emto	679.40
废弃物能值	Emw	528.54
能值/货币比率 EDR	Emu/GDP	5.23×10 ¹² sej/\$
旅游者人均能值量 EPT	Emti/T	4.81×10 ¹⁶
旅游能值交换率 TEER	Emti/Emto	2.60
环境负载率 ELR	(Emu - Emr + Emw)/Emr	1.48
旅游可持续发展指标 TSEI	TEER/ELR	1.76

(1) 评价区域旅游可持续发展的能力,需要把旅游地生态系统和旅游经济系统统一进行定量分析。应用能值分析的理论定量评价旅游可持续发展,可消除不能将能量流与货币流统一的局限,科学方便的评价区域生态经济系统旅游可持续发展状况,为旅游可持续发展的定量测度提供了另外一种研究思路。

(2) 能值分析的方法应用到旅游经济的研究,目前处于探索阶段,旅游不是孤立的一个系统,旅游是否可持续发展受旅游地所处的区域生态经济系统发展的制约,因此对于评价旅游可持续发展水平须基于区域生态经济系统的视角。

(3) 研究建立旅游生态能值理论,提出旅游输入能值、旅游输出能值、旅游能值交换率、旅游可持续发展指标等概念、测算依据和计算方法,对泰安区域生态经济系统进行旅游生态能值定量分析,结果表明:泰安区域生态经济系统可利用能值为15867.32×10¹⁹ sej,旅游输入能值为1766.59×10¹⁹ sej,旅游输出能值为679.40×10¹⁹ sej,旅游能值交换率为2.60,环境负载率为1.48,旅游可持续发展能值指标TSEI为1.76,处在可持续发展阶段。

应用能值分析方法进行定量研究旅游可持续发展是可行的。评价旅游是否可持续发展要首先看旅游活动是否给生态经济系统带来财富的正流入,其次生态环境是否良好。

(4) 旅游生态能值分析方法涉及的数据较多,由于数据资料的局限,对于各种资源产品的分类比较粗,还有一些资源项目没有统计进来,区域生态系统内旅游资源的实际使用和输出资料难以获得;计算经济反馈输入能值所采用的全国能值/货币比率采用的2000年的数据,可能导致旅游经济反馈能值输入数据偏大,继而导致TSEI数据偏大。

(5) 在研究中还存在无法科学计算旅游系统能值产出率的问题。旅游产出率在理论上应该为旅游系统能值产出与经济性能值投入的比值,但旅游系统中作为旅游吸引物的旅游资源以其独特的人文和自然价值吸引着旅游者,如何计算其自然环境投入资源能值颇为困难,另外,人类反馈投入的资源相当一部分也供当地居民进行使用,如市政建设、餐馆、道路、公交车等。旅游产品归根到底是由旅游者感知而实现,旅游资源的价值无法估计,其能值投入与产出将在以后深入研究。

(6) 由于评价旅游是否可持续发展必须确定可持续发展能值指标TSEI的评价标准,需要大量的横向与纵向实证研究以及与其他研究方法对比研究才可以准确确定,本研究尝试进行旅游生态能值分析,尚未确定可持续发展评价标准,是今后进一步研究的方向。

但总体而言,旅游生态能值分析方法有其理论优越性,计算结果能够更真实地反映研究区域生态经济系统的旅游可持续发展水平。

参考文献 (References)

- [1] Wang Liangjian. On the indicator system of sustainable development of tourism and the evaluating method. *Tourism Tribune*, 2001, 16(1): 67-70. [王良健. 旅游可持续发展评价指标体系及评价方法研究. *旅游学报*, 2001, 16(1): 67-70.]
- [2] Cui Fengjun, Yang Yongshen. A study on the time space distribution features and utility intensity of the TEBC resource of Mt. Tai. *Geographical Research*, 1997, 16(4): 47-55. [崔凤军, 杨永慎. 泰山旅游环境承载力及其时空分异特征与利用强度研究. *地理研究*, 1997, 16(4): 47-55.]
- [3] Zhang Jinhe, Zhang Jie, Liang Yuelin. An analysis of tourist ecological footprint and eco-compensation of Jiuzhaigou in 2002. *Journal of Natural Resources*, 2005, 20(5): 735-744. [章锦河, 张捷, 梁玥琳. 九寨沟旅游生态足迹与生态补偿分析. *自然资源学报*, 2005, 20(5): 735-744.]
- [4] Yang Guihua, Li Peng. A discussion on tourist ecological footprint and its theoretical significance. *Tourism Tribune*, 2007, 22(2): 54-58. [杨桂华, 李鹏. 旅游生态足迹的理论意义探讨. *旅游学报*, 2007, 22(2): 54-58.]
- [5] Xiao Jianhong, Yu Qingdong, Liu Kang. Evaluation of the ecological security of island tourist destination and island tourist sustainable development: A case study of Zhoushan Islands. *Acta Geographica Sinica*, 2011, 66(6): 842-852. [肖建红, 于庆东, 刘康. 旅游地生态安全与可持续发展评估: 以舟山群岛为例. *地理学报*, 2011, 66(6): 842-852.]
- [6] Xiang Yanping, Xiang Changguo, Chen Youlian. Application of niche theory in evaluation of main tourism scenic areas in Zhangjiajie City. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2010, 21(5): 1315-1320. [向延平, 向昌国, 陈友莲. 生态位理论在张家界市主要旅游景区评价中的应用. *应用生态学报*, 2010, 21(5): 1315-1320.]
- [7] Lan Shengfang, Qin Pei, Lu Hongfang. *Emergy Evaluation of Ecological Economic Systems*. Beijing: Chemical Industry Press, 2002. [蓝盛芳, 钦佩, 陆宏芳. *生态经济系统能值分析*. 北京: 化学工业出版社, 2002.]
- [8] Huang S L, Odum H T. Ecology and economy: EMWEGY synthesis and public policy in Taiwan. *Environ Manage.*, 1991, 32: 313-333.
- [9] Yan Maochao, Odum H T. A study on emergy evaluation and sustainable development of Tibetan ecological economics systems. *Journal of Natural Resources*, 1998, 13(2): 116-125. [严茂超, Odum H T. 西藏生态经济系统的能值分析与可持续发展研究. *自然资源学报*, 1998, 13(2): 116-125]
- [10] Lan Shengfang, Qin Pei. Emergy analysis of eco-system. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2001, 12(1): 129-131. [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.]
- [11] Li Haitao, Liao Yingchun, Yan Maochao et al. Emergy evaluation and assessment of sustainability on the eco-economic system of Xinjiang. *Acta Geographica Sinica*, 2003, 58(5): 765-772. [李海涛, 廖迎春, 严茂超等. 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.]
- [12] Sui Chunhua, Lan Shengfang. Emergy analysis of Guangzhou urban ecosystem. *Chongqing Environmental Science*, 2001, 23(5): 4-23. [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.]
- [13] Li Hongbo, Li Yanyan. An emergy analysis on the ecotourism system of Wuyishan Natural Reserve. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(11): 5870-5872. [李洪波, 李燕燕. 武夷山自然保护区生态旅游系统能值分析. *生态学报*, 2009, 29(11): 5870-5872.]
- [14] Xie Yuping, Wei Meicai, Zhou Yongbo et al. Emergy analysis of economic system in ecological agricultural tourism of Gongcheng, Guangxi. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27(3): 1056-1064. [谢雨萍, 魏美才, 周永博等. 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.]
- [15] Lei Kam Peng, Chen Feipeng, Wang Zhishi et al. The emergy synthesis and sustainability analysis of city's environment and economy. *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26(2): 439-446. [李金平, 陈飞鹏, 王志石等. 城市环境经济能值综合和可持续性分析. *生态学报*, 2006, 26(2): 439-446.]
- [16] Zhao Xinfeng. Quantitative analysis of emergy synthesis for Zhongshan urban complex ecosystem [D]. Guangzhou: South China Agricultural University, 2005. [赵新峰. 中山城市复合生态系统生态流能值定量分析[D]. 广州: 华南农业大学, 硕士论文. 2005.]
- [17] Abel T. *Ecosystems, sociocultural systems, and ecological-economics for understanding development: The case of tourism on the Macao* [D]. Gainesville, Florida: University of Florida, 2000.
- [18] Brown M T, Ulgiati S. Emergy measures of carrying capacity to evaluate economic investments. *Population and Environment*, 2001, 22(5): 471-501.
- [19] Odum H T, Niles Peterson. Simulation and evaluation with energy systems blocks, *Ecological Modelling*, 1996, 93: 155-173.
- [20] Odum H T. Folio #2, Emergy of global processes. *Handbook of Emergy Evaluation*. Center for Environmental Policy, Environmental Engineering Sciences, University of Florida, Gainesville, 2000: 5-24.
- [21] Huang S L, Odum H T. Ecology and economy: EMWEGY synthesis and public policy in Taiwan. *J. Environ.*

- Manage., 1991, 32: 313-333.
- [22] Brown M T, Ulgiati S. Emergy evaluations and environmental loading of electricity production systems. *J. Cleans. Prod.*, 2002, 10: 321-334.
- [23] Editorial Committee of Tai'an Statistical Yearbook. The statistical Yearbook of Tai'an City (2011). Tai'an City, 2012. [泰安市统计局. 泰安统计年鉴 (2011). 泰安. 2012]
- [24] Chen Fu. *Agricultural Ecology*. Beijing: China Meteorological Press, 1998. [陈阜. 农业生态学教程. 北京: 气象出版社, 1998.]
- [25] Editorial Committee of Agro-technique Economy Handbook. *Agro-technique Economy Handbook*. Rev. ed. Beijing: China Agricultural Press, 1993. [农业技术经济手册编委会. 农业技术经济手册. 修订版. 北京: 中国农业出版社, 1993.]
- [26] WWF. *Living Planet Report 1998-2008*. Gland, Switzerland, 1998-2008.
- [27] Liu Hao, Wang Qing, Li Guangjun et al. Emergy evaluations on development level of recycle economy in Liaoning Province. *Chinese Journal of Ecology*, 2008, 27(2): 245-249. [刘浩, 王青, 李广军 等. 辽宁省循环经济发展水平的能值评估. 生态学杂志, 2008, 27(2): 245-249.]
- [28] Zhang Wei, Wang Xiuhong. Spatial-temporal differentiation rule and sustainable development of oasis agricultural eco-economic system: A case study of Yili Prefecture, China. *Economic Geography*, 2012, 32(4): 136-142. [张伟, 王秀红. 伊犁地区农业生态经济系统的时空分异规律与可持续发展. 经济地理, 2012, 32(4): 136-142]
- [29] Ji Ruihua, Kang Wenxing. Energy analysis of agricultural eco-economic system in south hilly region. *Journal of Central South Forestry University*, 2006, 26(6): 49-54. [姬瑞华, 康文星. 南方丘陵区县域农业生态经济系统的能值分析. 中南林学院学报, 2006, 26(6): 49-54.]
- [30] UK CEED (UK Centre for Economic and Environmental Development). *A life-cycle analysis of a holiday destination: Seychelles*. British Airways Environment Report, Cambridge, UK: CEED, 1994: 41-94.
- [31] Tai'an Travel and Tourist Administration. *Tourism Talents Development Planning in Tai'an City (2010-2020)*, 2011. [泰安市旅游局. 泰安市2010-2020年旅游人才发展规划, 2011.]
- [32] Zhu Yulin. Study on agro-ecosystem sustainable development of Hunan based on the emergy theory [D]. Hunan: Central South University of Forestry & Technology, 2010. [朱玉林. 基于能值的湖南农业生态系统可持续发展研究[D]. 湖南: 中南林业科技大学博士论文, 2010.]

Emergy Analysis of Tourism Ecological System of Tai'an City

WEI Min^{1,2}, FENG Yongjun¹, LI Fen^{1,3}, ZHENG Yuqing¹

(1. College of Resources and Environment, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, Shandong, China;

2. Foreign Language School, Taishan Medical College, Tai'an 271016, Shandong, China;

3. Cultural Communication Department of Jining University, Qufu 273155, Shandong, China;

4. Department of Network and Technology Education, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, Shandong, China)

Abstract: Based on emergy theory and analysis methods, this paper discusses the theory of tourism ecological emergy and the concept, measurement basis and calculation methods of tourism income emergy, emergy from tourist exports, tourism emergy exchange ratio, and tourism emergy sustainable index. It quantitatively analyzes the sustainability of the tourism eco-economic system in Tai'an City. The results are shown as follows. (1) The total emergy used was 15867.32×10^{19} sej (solar emjoules), tourism emergy from income (Eti) of eco-economic system was 1766.59×10^{19} sej, and the tourism emergy from tourist consumption (Ete) was about 679.40×10^{19} sej, while tourism emergy exchange ratio (TEER) was 2.60. The tourism emergy sustainable index (TSEI) was 1.76. (2) It is feasible to use the emergy analysis method to evaluate the sustainable development of tourism level.

Key words: tourism ecological emergy analysis; sustainable development; eco-economic system; Tai'an City