

# 漓江流域生态系统的可持续发展研究

宋利君, 张 燕

(广西师范大学 历史文化与旅游学院, 广西 桂林 541001)

**摘 要:**运用生态系统组合模型,对 2005—2009 年漓江流域生态系统的生态供需状态、生态资源利用效率、生态系统多样性与发展能力进行了计算。结果表明:近年来,漓江流域流经市县生态赤字现象严重(除市区外);万元 GDP 生态足迹呈现小幅度上升,资源利用效率不高;生态系统多样性不足,经济系统发展能力不高。针对实证结果,提出保护上游水源林、建设生态防洪补水工程、完善污水处理设施、创造合作型生态经济发展模式、建立生态补偿与旅游经济互动发展机制等措施来保护漓江流域,从而实现其“社会—经济—自然”复合生态系统的可持续发展。

**关键词:**生态系统;可持续发展;漓江流域

中图分类号:X171

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2012)05-0190-06

## Research for Sustainable Development of Eco-system in Lijiang River Basin

SONG Li-jun, ZHANG Yan

(School of Cultural History and Tourism, Guangxi Normal University, Guilin, Guangxi 541001, China)

**Abstract:** This paper calculated the ecological supply and demand of ecosystem, ecological resources efficiency utilization, ecosystem diversity and development ability of Lijiang River Basin from 2005 to 2009 based on the combination model of ecological system. The result showed that ecological deficit appeared seriously (except downtown) in Lijiang River Basin. The ecological footprint of GDP every ten thousand yuan increased by a small margin and the level of resources utilization was still not high. The ecological footprint diversity was insufficient and the ecological footprint development ability was low. In view of the empirical results, this paper proposed some suggestions to protect ecosystem of Lijiang River and then to realize sustainable development of social-economic-natural compound ecological system of Lijiang River, including protecting the upstream watershed, constructing ecological projection to forbid flood and supply water, perfecting sewage treatment facilities, establishing collaborative eco-economic development model and interactive development for eco-compensation mechanism and tourism economic and so on.

**Key words:** ecosystem; sustainable development; Lijiang River Basin

作为山水甲天下桂林的母亲河以及世界岩溶峰林景观发育最完善的典型代表,漓江是中国锦绣河山的一颗明珠,是桂林山水的精髓,构成了我国乃至世界屈指可数的独特的风景旅游资源,也是中国旅游业跻身世界旅游市场的“名牌产品”。它以桂林市为中心,包括与漓江源头、干支流的生态圈有密切关系的区域,流经桂林市区及资源、兴安、灵川、临桂、阳朔、龙胜、永福、恭城、平乐、荔浦 11 市县,面积 17.959 km<sup>2</sup>,人口约 224 万,为沿岸居民的生产和生活提供了重要的生态环境和旅游服务功能。同时,漓江是桂林人民的“聚宝盆”,也是桂林经济社会快速发展的核

心依托。随着桂林经济社会发展以及人口数量的大幅度增加,漓江生态系统面临严重的危机。蒋桂珍对漓江的开发利用现状进行了分析归纳,指出漓江存在季节性缺水与洪涝灾害并存,生态压力逐渐增大,资源粗放开发利用过度以及民生等问题<sup>[1]</sup>。这些一定程度上都制约着漓江流域的健康快速发展。因此,研究漓江流域生态系统有助于辨识人与自然的的关系,掌握漓江流经市县利用生态资源的程度和支持人类生存的供给能力,缓解漓江流域生态服务功能供需间的矛盾,使其生态旅游资源得到有效利用,进而促进桂林旅游业的繁荣发展,并为其生态建设和可持续发展

收稿日期:2012-02-26

修回日期:2012-04-30

资助项目:广西哲学社会科学“十二五”规划 2011 年度课题(11CGL011);广西教育厅项目(200103YB019);广西人文社会科学发展研究中心“科学研究工程”(YB2010019);广西师范大学重点项目(2010ZD004)

作者简介:宋利君(1986—),女,湖南湘潭人,硕士研究生,主要从事旅游及生态经济研究。E-mail:songlijun8612@126.com

通信作者:张燕(1981—),女,广西南宁人,博士,硕士生导师,主要从事区域旅游经济与生态经济模拟。E-mail:jasminyan@126.com

的规划和决策制定提供科学依据,也为其他流域提供一定的借鉴作用。

## 1 数据及模型

### 1.1 数据来源

文中数据主要通过漓流域流经的各县市有关部门进行实地调研及查阅 2006—2010 年《桂林经济统计年鉴》<sup>[2]</sup>和《广西年鉴》<sup>[3]</sup>来获取,对于极少数缺失而无法获取的数据,依据统计理论结合区域经济发展历史发展情况,进行插值修补和订正。

### 1.2 测算模型

1.2.1 生态供给模型 漓流域生态系统的生态供给模型用地区生态承载力表示,即该地区所能提供的生物生产性面积总和<sup>[4-7]</sup>。其计算公式为:

$$EC = N \cdot ec = N \sum (r_j y_j a_j) \quad (j=1, 2, \dots, 6) \quad (1)$$

式中:EC——总生态承载力;N——人口数量;ec——人均生态承载力; $a_j$ ——人均生物生产面积; $y_j$ ——产量因子; $r_j$ ——均衡因子。

1.2.2 生态需求模型 漓流域生态系统的生态需求模型采用生态足迹模型,即通过计算维持人类的自然资源消费量和人类产生的废弃物所需要的生态生产性空间面积大小,与给定人口区域的生态承载力进行比较,来衡量区域的可持续发展状况<sup>[4-7]</sup>。其计算公式如下:

$$EF = N \cdot ef \quad (2)$$

$$ef = \sum_{i=1}^n (aa_i) = \sum_{i=1}^n (c_i / p_i) \quad (3)$$

式中: $i$ ——消费商品和投入的类型; $p_i$ —— $i$ 种消费商品的平均生产能力; $c_i$ —— $i$ 种商品的人均消费量; $aa_i$ ——人均 $i$ 种交易商品折算的生物生产面积;N——人口数;ef——人均生态足迹;EF——总生态足迹。

1.2.3 生态资源利用效率模型 生态资源利用的效率可由万元 GDP 生态足迹来衡量,它由区域总人口(人均)生态足迹除以总人口(人均)国内生产总值再乘以 10 000 得到,即:

$$WEF = 10000 EF / P \quad (4)$$

式中:WEF——万元 GDP 的生态足迹,用于反映区域资源利用效率;EF——区域总人口生态足迹;P——区域的国内生产总值<sup>[8]</sup>。万元 GDP 生态足迹占用越小,表明区域资源利用的效率越高。

1.2.4 生态系统多样性模型 生态系统多样性分析即是对 6 类生态生产性土地类型在生态足迹中的比重进行测算与分析,能反映出生态足迹结构<sup>[9-10]</sup>。生态系统多样性指数计算公式为:

$$H = - \sum (P_j \times \ln P_j) \quad (5)$$

式中:H——生态系统多样性指数; $P_j$ ——第 $j$ 类土地类型在总生态足迹中的比例。该公式表明,生态经济系统中生态足迹的分配越接近平均,给定的系统组成的生态系统的多样性越高。

1.2.5 生态系统发展能力模型 漓流域生态系统的发展能力模型为:

$$C = EF \times H = EF [- \sum (P_j \times \ln P_j)] \quad (6)$$

式中:C——发展能力;EF——漓流域总的生态足迹;H——生态系统多样性指数<sup>[11]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 漓流域生态系统供给分析

根据生态供给模型,对漓流域生态系统的供给情况进行测算(表 1)。由表 1 可知,林地比重最大,其次是耕地和水域面积,说明林地是漓流域生态供给的主要贡献因素,耕地和水域是次要贡献因素,其他用地对其生态承载力的贡献较小。2005—2009 年 11 市县各种生态供给种类中,林地的供给增加,耕地、草地和水域的供给都明显减少。这是由于退耕还林生态工程和封山育林措施的实行,使得林地面积不断增加,生态供给提高。虽然退耕还林还草生态工程使流域整体生态效益得到了一定的改善,但在短期内,由于大面积坡耕地被退耕,林地与草地生产力又远小于耕地生产力,使得该流域实际生态供给量呈降低趋势。随着漓流域旅游业的发展,生活、工业以及旅游对漓流域造成了一定的污染,生态系统遭到破坏,降低了水资源供给;同时由于亚热带季风气候的影响,漓流域出现明显的干湿季,形成旅游的淡旺季,这在一定程度上影响了水域的生态供给量。由此可见,漓流域自然资源利用在一定程度上不尽合理,未能得到优化配置,破坏现象严重,综合效益低,使得生态供给量呈现下降的趋势。

从各县市生态供给的土地类型来看,除个别县市变化幅度大外,基本上比较稳定。如耕地除了阳朔 2005 年为 0.620 2 外,其余均在 0.009 6~0.080 6 间波动;林地除龙胜在 1 以上,资源降幅较大外都呈稳定的变化趋势;草地的数据根据桂林草地人均承载力的变化规律推算得出,呈明显的规律性下降趋势;水域基本上都在 0.001 3~0.042 3 内波动,基本呈稳定状态。由于兴安是漓流域的源头,森林资源丰富,涵养水源功能强,因此,兴安 2005—2009 年水域人均生态供给能力均大于其他县市,分别为 0.015 3, 0.015 2, 0.018 8, 0.047 5, 0.018 6。由此可知,各县市供给能力基本保持稳定,说明生态系统较稳定,但是随着人类需求的不断增长及人类对漓流域生态

系统的破坏日趋严重,将加大漓江流域的生态压力,不利于该区域的可持续发展。

表 1 2005—2009 年漓江流域各市县生态供给  $\text{hm}^2/\text{人}$

地区	土地类型	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年
市区	耕地	0.0106	0.0104	0.0099	0.0098	0.0096
	林地	0.0028	0.0026	0.0041	0.0024	0.0033
	草地	0.0005	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003
	水域	0.0017	0.0017	0.0017	0.0013	0.0013
阳朔	耕地	0.6202	0.0584	0.0544	0.0541	0.0539
	林地	0.2176	0.2162	0.2057	0.2017	0.3384
	草地	0.0005	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003
	水域	0.0035	0.0035	0.0035	0.0029	0.003
临桂	耕地	0.0730	0.0722	0.0713	0.0703	0.0695
	林地	0.0009	0.2542	0.2609	0.2651	0.2635
	草地	0.0005	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003
	水域	0.0055	0.0055	0.0057	0.0047	0.0047
灵川	耕地	0.0628	0.0624	0.0608	0.0601	0.0596
	林地	0.3824	0.4307	0.4243	0.4198	0.4634
	草地	0.0005	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003
	水域	0.0076	0.0074	0.0075	0.0060	0.0059
兴安	耕地	0.0590	0.0590	0.0588	0.0584	0.0574
	林地	0.0480	0.4006	0.3975	0.4769	0.4727
	草地	0.0005	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003
	水域	0.0153	0.0152	0.0188	0.0475	0.0186
永福	耕地	0.0806	0.0806	0.0801	0.0794	0.0788
	林地	0.6817	0.6855	0.6683	0.6627	0.6571
	草地	0.0005	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003
	水域	0.0423	0.0051	0.0050	0.0038	0.0041
龙胜	耕地	0.0729	0.0723	0.0715	0.0712	0.0691
	林地	1.0485	1.0344	1.0226	1.0160	1.0045
	草地	0.0005	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003
	水域	0.0024	0.0024	0.0024	0.0022	0.0022
平乐	耕地	0.0434	0.0431	0.0436	0.0454	0.0453
	林地	0.1894	0.2654	0.3149	0.2624	0.2833
	草地	0.0005	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003
	水域	0.0024	0.0024	0.0025	0.0021	0.0021
资源	耕地	0.0467	0.0412	0.0408	0.0406	0.0402
	林地	0.6762	0.8913	0.8855	0.8792	0.1242
	草地	0.0005	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003
	水域	0.0119	0.0117	0.0100	0.0095	0.0096
荔浦	耕地	0.0591	0.05784	0.0586	0.0590	0.0589
	林地	0.3118	0.3233	0.3126	0.3119	0.3102
	草地	0.0005	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003
	水域	0.0032	0.0032	0.0031	0.0027	0.0028
恭城	耕地	0.0645	0.0638	0.0632	0.0628	0.0622
	林地	0.5918	0.5353	0.5930	0.5886	0.5853
	草地	0.0005	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003
	水域	0.0039	0.0039	0.0039	0.0030	0.0030

注:由于草地数据获取困难,草地数据根据文献[12]的相关数据计算得出。

## 2.2 漓江流域生态系统需求分析

从表 2 可知,草地和耕地类型比重较大,构成漓江流域生态需求的绝大部分,说明草地和耕地是漓江流域生态需求的重要贡献因素,该区域对传统畜牧业

的过分依赖,造成产业结构相对落后;由于畜牧业以养猪业为主,消耗饲料主要来自粮食,因此对耕地的需求较大,农业占主导地位。而水域和建筑用地面积很少,对漓江流域生态需求量贡献很小。

表 2 2005—2009 年漓江流域各市县生态需求  $\text{hm}^2/\text{人}$

地区	土地类型	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年
市区	耕地	0.0310	0.0251	0.0318	0.0287	0.0166
	林地	0.0044	0.0050	0.0063	0.0129	0.0084
	草地	0.4414	0.4532	0.4383	0.3402	0.3691
	水域	0.0276	0.0342	0.0352	0.0267	0.0278
阳朔	化石燃料用地	0.1039	0.1093	0.1320	0.1617	0.1304
	建筑用地	0.0132	0.0138	0.0128	0.0135	0.0121
	耕地	0.1832	0.1948	0.2044	0.1702	0.1411
	林地	0.1587	0.1830	0.2155	0.3612	0.2429
临桂	草地	1.1581	25.4715	1.2919	0.9368	0.9767
	水域	0.0724	0.0941	0.1045	0.0710	0.0757
	化石燃料用地	0.0153	0.0161	0.0195	0.0173	0.0192
	建筑用地	0.0000	0.0048	0.0050	0.0015	0.0019
灵川	耕地	0.2250	0.2407	0.2498	0.2289	0.1897
	林地	0.0450	0.0707	0.0873	0.1929	0.0817
	草地	1.4628	21.8243	1.5895	1.1466	1.1909
	水域	0.0924	0.1102	0.1182	0.0918	0.0946
兴安	化石燃料用地	0.0675	0.0710	0.0857	0.0743	0.0847
	建筑用地	0.0040	0.0056	0.0057	0.0079	0.0081
	耕地	0.2778	0.2788	0.2775	0.2269	0.1742
	林地	0.1359	0.1615	0.1638	0.3316	0.1734
永福	草地	1.3644	23.2354	1.4065	1.0937	1.1556
	水域	0.0808	0.0955	0.1090	0.0783	0.0819
	化石燃料用地	0.4248	0.4471	0.5398	0.6029	0.5332
	建筑用地	0.0080	0.0086	0.0095	0.0254	0.0257
龙胜	耕地	0.2668	0.3106	0.2817	0.2658	0.2125
	林地	0.2047	0.2402	0.2391	0.2430	0.2491
	草地	1.7865	29.7135	1.9210	1.3678	1.4340
	水域	0.0822	0.1042	0.1148	0.0802	0.0832
平乐	化石燃料用地	0.5346	0.5627	0.6793	0.4812	0.6710
	建筑用地	0.0065	0.0080	0.0097	0.0223	0.0260
	耕地	0.2825	0.2916	0.3104	0.2401	0.2170
	林地	0.2047	0.3270	0.0717	0.4403	0.0828
永福	草地	1.4219	27.3231	1.4332	0.9735	1.0403
	水域	0.0700	0.0711	0.0767	0.0681	0.0726
	化石燃料用地	1.4969	1.5756	1.9020	1.6720	1.8790
	建筑用地	0.0078	0.0080	0.0083	0.0209	0.0238
荔浦	耕地	0.1504	0.1506	0.1520	0.1339	0.1130
	林地	0.4105	0.0882	0.5841	1.8356	0.7975
	草地	0.9296	25.4681	0.9948	0.7613	0.8054
	水域	0.0111	0.0160	0.0167	0.0108	0.0115
龙胜	化石燃料用地	0.0261	0.0275	0.0332	0.0253	0.0328
	建筑用地	0.0175	0.0179	0.0177	0.0179	0.0196
	耕地	0.2361	0.2282	0.2388	0.1782	0.1383
	林地	0.3107	0.3249	0.3647	0.4430	0.3970
平乐	草地	1.0109	17.2096	1.0132	0.7583	0.8076
	水域	0.0640	0.0857	0.0929	0.0628	0.0663
	化石燃料用地	0.0559	0.0588	0.0710	0.0631	0.0701
	建筑用地	0.0038	0.0039	0.0081	0.0055	0.0076

续表 2:

资源	耕地	0.1595	0.1685	0.1684	0.1433	0.1073
	林地	0.2167	0.2358	0.3179	0.8161	0.3230
	草地	0.5435	16.3420	0.5939	0.5976	0.6426
	水域	0.0238	0.0302	0.0355	0.0234	0.0247
	化石燃料用地	0.0720	0.0758	0.0915	0.0703	0.0904
	建筑用地	0.0149	0.0001	0.0230	0.0306	0.0315
荔浦	耕地	0.1785	0.1793	0.1821	0.1403	0.1200
	林地	0.1254	0.1501	0.1647	0.3372	0.1815
	草地	1.6245	27.6493	1.6926	1.2829	1.3830
	水域	0.0512	0.0675	0.0677	0.0506	0.0542
	化石燃料用地	0.0915	0.0963	0.1162	0.1330	0.1148
	建筑用地	0.0046	0.0052	0.0063	0.0056	0.0065
恭城	耕地	0.2128	0.2126	0.2086	0.1225	0.1055
	林地	0.1815	0.6845	0.6755	1.1475	0.8526
	草地	1.3635	25.6868	1.4065	0.8439	0.9013
	水域	0.0684	0.0949	0.0927	0.0665	0.0722
	化石燃料用地	0.0729	0.0767	0.0926	0.0718	0.0915
	建筑用地	0.0056	0.0065	0.0086	0.0056	0.0081

从各市县生态需求的土地类型来看,耕地从 2005—2007 年逐年上升,2007—2009 年下降,说明由于先进的科学技术和科学的管理,人类对耕地的依赖下降。林地除龙胜、恭城和资源起伏较大外,其余市县均在 0.004 4~0.440 3 内波动,说明退耕还林生态工程的实施,使得林地面积呈稳定发展态势,而龙胜、恭城和资源为山区县,林地对该地区的贡献大,人们对其需求较大。草地除 2006 年起起伏较大外,其余年

份变化幅度均较小,说明该区域经济不断发展,人民生活水平不断提高,对动物产品的需求上升,尤其是 2006 年对猪肉的需求急剧上升,使得该年草地生态足迹变化很大。由于定期的休渔制度以及人类对鱼类的需求相对稳定,水域面积变化幅度基本稳定,在 0.010 8~0.118 2 内波动。化石燃料用地除永福、兴安和灵川外,其他市县变化幅度均较小,说明对不可再生能源的利用相对较合理。各市县建筑用地波动无规律,说明人口数量及电器耗电量使得人们用电消费情况不稳定。可见,各市县 2005—2009 年各类土地类型的需求变化趋势基本一致,能较好地预测未来的情况。但是生态需求的变化与人口、经济发展紧密相关,控制人口和改变资源利用方式是保证社会经济持续发展的有效途径。

2.3 漓江流域生态系统供需平衡分析

就生态盈余和赤字变化情况来看,除市区 2005—2009 年一直保持生态盈余以外,其余各县均出现了生态赤字,并表现为小幅度下降的趋势,说明随着生产技术的进步,生产力不断提高,同时,资源利用率也在不断提高。而生态赤字的存在表明人类对自然的影响超过了其生态承载力的范围。从表 3 可以看出,该区域主要通过消耗自然资本存量来弥补生态承载力的不足,加上喀斯特地貌旅游资源的脆弱性,由此认为该区域处于一种不可持续的发展模式。

表 3 2005—2009 年漓江流域各市县生态平衡分析 hm<sup>2</sup>/人

项目	年份	市区	阳朔	临桂	灵川	兴安	永福	龙胜	平乐	资源	荔浦	恭城
人均 EF	2005	0.469	1.298	1.515	2.115	2.488	3.409	1.418	1.593	1.083	1.574	1.587
	2006	0.468	13.53	11.78	13.11	16.65	16.61	13.34	9.694	8.992	14.63	14.31
	2007	0.503	1.512	1.724	2.302	2.810	3.796	1.655	1.696	1.290	1.696	2.175
	2008	0.486	1.380	1.549	2.297	2.303	3.555	2.855	1.463	1.765	1.577	2.135
	2009	0.423	1.192	1.351	1.931	2.413	3.367	1.690	1.339	1.170	1.383	1.822
人均 EC	2005	0.807	2.303	0.946	1.165	0.946	1.401	1.609	0.999	1.316	1.112	1.301
	2006	0.807	1.050	1.105	1.195	1.170	1.397	1.599	1.046	1.441	1.117	1.264
	2007	0.807	1.033	1.107	1.187	1.168	1.385	1.589	1.079	1.435	1.111	1.299
	2008	0.805	1.031	1.107	1.183	1.222	1.379	1.584	1.049	1.431	1.111	1.295
	2009	0.805	1.117	1.104	1.209	1.212	1.374	1.572	1.062	0.952	1.110	1.292
生态盈亏	2005	0.338	1.005	-0.57	-0.95	-1.54	-2.01	0.191	-0.59	0.234	-0.46	-0.29
	2006	0.339	-12.5	-10.7	-11.9	-15.5	-15.2	-11.7	-8.65	-7.55	-13.5	-13.1
	2007	0.303	-0.48	-0.62	-1.12	-1.64	-2.41	-0.07	-0.62	0.145	-0.59	-0.88
	2008	0.319	-0.35	-0.44	-1.11	-1.08	-2.18	-1.27	-0.41	-0.34	-0.47	-0.84
	2009	0.382	-0.08	-0.25	-0.72	-1.20	-1.99	-0.12	-0.28	-0.22	-0.27	-0.53

由于人均生态足迹草地的需求较大,而草地的供给一定,产出率不高,使得 2006 年各县的生态赤字急剧上升,最高达到 -15.5。可见,生态系统的供给和需求矛盾会直接影响生态盈亏情况,进而影响其可持续发展。市区由于利用先进的科技、丰富的资源和区

位优势,优化产业结构,提高资源的综合利用效益,使其一直处于生态盈余状态,利于市区生态系统的保护和旅游的可持续发展。除灵川、兴安和永福的生态赤字相对较大外,其余 7 县的生态赤字均较小,说明这 7 县的生态经济发展基本呈现出相同的趋势。而灵川、

兴安和永福在不降低人们生活水平的前提下,可以采取一些措施来降低生态系统的需求,如采用高新技术提高自然资源单产量,改变人们生产和生活消费方式,建立资源节约型的社会生产和消费体系等。由于喀斯特地貌具有特殊的旅游价值,发展漓江流域旅游业能在一定程度上优化产业结构,实现资源的有效利用,降低生态压力,促进生态经济与旅游经济互动发展,实现漓江流域生态系统的可持续发展。

#### 2.4 生态资源利用效率分析

从表 4 可以看出,2005—2009 年期间(除 2006 年外),各县市万元 GDP 的生态足迹值呈下降趋势,表明该区域的资源利用效率不断提高,有利于漓江流域生态系统的可持续发展。尤其是阳朔从 2.220 降至 0.780,下降率为 64.9%;临桂从 1.657 降到 0.658,下降率为 60.3%;兴安从 3.133 降到 1.194,下降率为

61.9%,3 县年均下降率均超过 15%,明显高于其它县市。2006 年万元 GDP 出现大幅度的提升,最高达到 18.19  $\text{hm}^2/\text{万元}$ ,主要是由于该年各县市人均生态系统需求迅猛增长,归根结底是由于人类对草地的需求急剧上升。

同时,从 2009 年横断面数据分析,市区万元 GDP 生态足迹为 0.119,远远低于其他 10 县,说明其资源利用效率高于其余 10 县。而阳朔、临桂、龙胜)资源、荔浦的万元 GDP 生态足迹均在 1 以下;灵川、兴安、永福、平乐和恭城均超过 1。这说明前面 5 县资源利用效率高于后面 5 县,且资源利用不平衡,资源利用效益差异大,不利于整个漓江流域的健康发展。漓江流域是一个社会—自然—经济生态系统,各县市的发展状况会直接影响漓江流域整体的发展情况,因此,要加强各县市生态系统的和谐发展。

表 4 2005—2009 年漓江流域生态资源利用效率

$\text{hm}^2/\text{万元}$

年份	市区	阳朔	临桂	灵川	兴安	永福	龙胜	平乐	资源	荔浦	恭城
2005	0.209	2.220	1.657	1.872	3.133	3.017	1.827	2.159	1.699	1.684	1.962
2006	0.193	18.19	10.61	10.41	15.71	13.29	14.74	11.69	12.69	14.34	15.39
2007	0.178	1.414	1.153	1.558	1.751	2.373	1.438	1.745	1.551	1.329	2.026
2008	0.153	1.008	0.807	1.269	1.113	1.771	1.851	1.155	1.549	0.977	1.638
2009	0.119	0.780	0.658	1.041	1.194	1.672	0.976	1.038	0.949	0.795	1.346

#### 2.5 生态系统多样性分析

从表 5 可以看出,各市县生态系统多样性指数在 2005—2009 年间(除 2006 年为负数外),各市县的变化幅度不大,均在 0.710~1.378 之间。而 2006 年生态系统多样性出现较大幅度的下降,主要是由于草地的需求突飞猛涨,在总生态供给中的比重占绝大部分,均超过 96.8%,使得生态经济系统中生态需求的分配不均匀,土地利用类型极端化,多样性差。虽然

各市县的变化趋势基本相同,但是各种土地利用类型所占比例存在一定差异,生态多样性指数仍然有差异。而各市县较低的生态系统多样性指数,表明漓江流域流经各市县生态经济系统中生态需求并没有趋向平均与合理的态势。因此应该合理规划和利用土地资源,尽量平衡生态供需分布,优化产业结构,发展多种产业,增加土地利用多样化。

表 5 2005—2009 年漓江流域生态系统多样性

年份	市区	阳朔	临桂	灵川	兴安	永福	龙胜	平乐	资源	荔浦	恭城
2005	0.882	0.849	0.746	1.194	1.141	1.195	1.040	1.151	1.274	0.710	0.945
2006	0.872	-1.03	-0.95	-0.72	-0.75	-0.42	-1.12	-0.74	-0.86	-1.04	-0.78
2007	0.980	0.942	0.858	1.251	1.194	1.086	1.066	1.232	1.326	0.801	1.161
2008	1.139	1.087	1.105	1.378	1.285	1.256	0.875	1.251	1.183	1.052	1.102
2009	0.996	1.007	0.969	1.268	1.273	1.073	1.032	1.198	1.296	0.889	1.167

#### 2.6 生态系统发展能力分析

由表 6 可知,各市县的发展能力与生态系统多样性的发展趋势基本吻合。其中,2005—2008 年期间(除 2006 年外),各市县(除兴安、平乐、恭城外)的发展能力逐年提高,2008—2009 年各市县的发展能力逐年下降。2006 年各市县发展能力的下降与土地の利用类型有关。由于 2006 年各市县的生态系统多样性指数为负,其发展能力也为负数。发展能力是生态系统多样性指数与生态需求的乘积,说明生态需求越

大,系统发展能力越高;同样,生态系统多样性越高,系统发展能力也越高,这表明两者呈正相关。漓江流域各市县的生态需求 2005—2007 年上升,2007—2008 年下降,2008—2009 年上升;而其生态系统多样性基本上从 2005—2008 年(除 2006 年外)上升,2008—2009 年下降,说明该区域 2005—2007 年发展能力上升是生态需求及其多样性共同作用的结果;2007—2008 年发展能力上升是通过减少生态足迹,提高生态足迹多样性来实现的,这样有利于漓江流域

的可持续发展;2008—2009 年发展能力下降主要是由生态系统多样性下降造成的。因此,要提高该区域生态需求的多样性和发展能力关键在于合理分配土

地类型,优化产业结构,提高资源的综合利用效益,以缓解生态供需矛盾,降低生态赤字,使之扭亏为盈,实现生态经济的可持续发展。

表 6 2005—2009 年漓江流域生态系统发展能力

年份	市区	阳朔	临桂	灵川	兴安	永福	龙胜	平乐	资源	荔浦	恭城
2005	0.414	1.101	1.131	2.526	2.84	4.074	1.474	1.834	1.379	1.117	1.499
2006	0.408	-13.9	-11.2	-9.47	-12.5	-6.98	-15.0	-7.18	-7.70	-15.2	-11.1
2007	0.493	1.424	1.479	2.881	3.354	4.122	1.764	2.089	1.712	1.359	2.524
2008	0.553	1.499	1.711	3.164	2.960	4.466	2.497	1.829	2.089	1.660	2.354
2009	0.422	1.200	1.310	2.448	3.072	3.612	1.744	1.605	1.516	1.228	2.126

3 小 结

运用生态系统组合模型定量评估漓江流域生态系统的可持续发展程度,研究结果表明,漓江流域流经县市的生态需求基本上超过生态供给,出现生态赤字现象。其中,最高生态赤字为永福,达到了 15.23。这使得漓江流域整个区域的经济社会发展处于不可持续状态。同时,万元 GDP 生态足迹及其多样性和发展能力的分析结果表明:漓江流域各县资源综合利用效率不高,生态经济系统分配不均匀,发展能力有待提高。如何确保在不降低人们生活质量的的前提下,减少人类的生态足迹,保护漓江流域喀斯特地貌旅游资源,促进区域经济社会的可持续发展,是摆在我们面前的紧迫任务。

为了实现漓江流域“社会—经济—自然”复合生态系统的可持续发展,应保护好漓江上游的水源林;加快建设上游生态防洪补水工程,彻底结束枯水期断航的现象;完善两岸城镇的污水处理设施,确保漓江水不受污染;做好植树造林工作,保护好漓江两岸的生态植被;大力发展生态农业,形成生态林、经济林和基本农田建设有机结合的良性生态农业圈;提高漓江两岸百姓生活水平,让他们自觉成为漓江的保护者。同时,应当以生态环境承载力为前提,通过综合利用喀斯特等各种旅游资源,实现岩溶风貌和少数民族风情的有机结合;限制可能影响生态环境的徒步旅游;加快基础设施建设,保护漓江流域脆弱的生态系统,树立良好的喀斯特流域形象;创新经济社会制度,加大政府支持力度,实现各县市合作型生态经济发展模式,建立生态补偿与旅游经济互动发展机制等措施实现漓江流域旅游业的发展和岩溶生态环境保护的协

调、持续与快速发展,进而促进桂林旅游业的可持续发展。

参考文献:

[1] 桂林市人民政府发展研究中心课题组. 漓江保护与可持续发展对策研究[J]. 中共桂林市委党校学报, 2011, 11(2): 23-27.

[2] 桂林市统计局编. 桂林经济统计年鉴(2006—2010)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2006—2010.

[3] 广西年鉴编委会编. 广西年鉴(2006-2010)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2006-2010.

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

[5] Hardi P, Barg S, Hodge T, et al. Measuring Sustainable Development: Review of Current Practice[R]. Occasional Paper Number 17, (IISD). 1997.

[6] MacDonald D V, Hanley N, Moffat I. Applying the concept of nature capital criticality to regional resources management[J]. Ecological Economics, 1999, 29(1): 73-87.

[7] Simmons C, Lewis K, Barrett J. Two feet -two approaches: a component based model of ecological footprint[J]. Ecological Economics, 2000, 32(3): 375-380.

[8] 吴玉鸣, 张燕. 西南岩溶区广西生态安全及资源利用率[J]. 生态学报, 2007, 27(1): 243-249.

[9] 符国基. 海南省生态足迹研究[M]. 北京: 化学工业出版社, 2007.

[10] 王伟. 基于生态足迹理论的湖北省可持续发展研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2008.

[11] 徐中民, 张志强, 程国栋. 中国 1999 年生态足迹计算与发展能力分析[J]. 应用生态学报, 2003, 14(2): 280-285.

[12] 钟泓, 马钦彦, 李丰生, 等. 基于时间序列的桂林城市生态足迹动态分析[J]. 学术论坛, 2009(6): 154-167.