

荆州市域县市区生态经济耦合协调关系与发展模式研究

张雅杰 马国创^{*1}

(武汉大学资源与环境科学学院, 湖北武汉 430079)

【摘要】生态服务与经济发展均与土地利用密切相关, 协调好两者之间的动态交互关系是一个地区健康稳固发展的重要前提。文章在荆州市域县市区的尺度上, 考察土地生态产出和经济产出的耦合协调度, 以生态服务价值和 GDP 为参量, 运用耦合协调模型, 研究 2009—2013 年荆州市各县市区生态服务与经济发展之间的关系, 提出促进生态经济相协调的分类发展模式。结果表明: (1) 2009—2013 年荆州市 8 个县市区的生态服务价值均逐年下降, 而 GDP 逐年上升, 两者之间的负相关性显著; (2) 全市生态经济耦合协调度任 $\in [0.6, 0.8]$, 处于良好耦合协调水平, 其中沙市区为低度耦合协调生态损益型, 江陵县为低度耦合协调拮抗型, 荆州区为中度耦合协调生态预警型, 石首市为中度耦合协调磨合型, 洪湖市、公安县、松滋市为良好耦合协调同步型, 监利县为高度耦合协调共生型; (3) 荆州市应根据不同区域的生态经济态势, 分别实行经济生态化发展模式、生态经济化发展模式和生态经济整合发展模式。

【关键词】生态服务价值; 经济发展; 耦合协调; 发展模式

【中图分类号】F323.2 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1671-4407(2016) 12-092-05

近几年, 以市场为导向、高生态成本、过度资源消耗的粗放型环境泡沫经济模式已经逐渐为人们所垢病, 城市面临发展转型的重要课题, 经济系统与生态系统之间的动态交互关系成为研究的热点。张青峰等^[1]运用耦合协调模型研究了黄土高原生态与经济系统之间相互作用的发展状态和演进趋势, 并将其分为不同阶段和环节; 黄和平等^[2], 孙明等^[3]通过构建生态经济指数指标体系和模型分别评价鄱阳湖生态经济区、辽宁省的生态经济发展状态; 刘海龙等^[4], 魏晓旭等^[5]依据生态服务价值 (ecological service value, ESV) 和生态经济协调度指数 (ecological and economic harmony, EEH) 分别对河西走廊、中国县域的生态经济系统协调度进行评价。综合来看, 目前根据生态服务价值和 GDP 的耦合协调度评价区域生态经济系统状况的研究极少, 且以全国、地区、省等较大研究尺度居多, 难以提出具有操作性的政策建议。因此本文在现有研究的基础上, 从两个方面进行突破: 一是从土地产出的角度出发, 以生态服务价值和 GDP 分别反映土地的生态产出和经济产出, 通过分析两者的耦合协调关系, 考察区域生态经济系统状况; 二是以市域县市区为研究尺度, 进行归类和模式提炼, 对县级行政区划的政策研究具有重要意义。荆州市是鄂西生态文化旅游城市圈的重要节点城市, 同时也是长江中游重要的交通枢纽、中部地区重要工业城市、鄂西

¹**基金项目:** 国家自然科学基金项目“顾及村镇社会网络特征的农村居民点空间布局智能优化研究”
(41401196)

作者简介: 张雅杰 (1972—), 女, 吉林桦甸人, 博士, 副教授, 主要从事土地规划与土地评价研究。

南地区的中心城市，随着国家“中部崛起”战略和荆州市“工业兴市”战略的实施，荆州市面临经济发展与生态保护相互协调的问题。本文分析了荆州市不同县市区生态服务价值和 GDP 之间的耦合协调度，揭示其城市发展过程中生态经济系统的状况和发展态势，并有针对性地提出不同的发展模式建议，为当地政府制定政策、协调经济发展和生态改善、提升区域整体发展力提供借鉴参考和科学依据。

1 研究方法

1.1 数据来源与预处理

考虑到荆州市自 2011 年以来抢抓发展机遇、实施多项政策战略的背景，本文研究的时间跨度设定为 2009 — 2013 年，所需社会经济数据来自于《荆州统计年鉴》以及荆州市国民经济和社会发展统计公报，土地利用数据资料来源于荆州市土地利用变更调查数据和相应规划数据。参与生态服务价值计算的是农田、园地、林地、草地、水体、湿地和荒漠 7 类陆地生态系统，故对原土地利用数据进行归并处理：耕地为农田；园地、林地、草地不变；河流水面、湖泊水面、水库水面、沿海滩涂、内陆滩涂和沟渠归并在水体；沼泽地为湿地；盐碱地、沙地和裸地归并为荒漠；城镇村及工矿用地、交通运输用地、水工建设用地和设施农用地为建设用地，不参与生态服务价值计算。

1.2 生态服务价值计算

生态服务价值是指生态资本在特定时间段为人们提供利润和福利的价值量^[6]。谢高地等人在国外研究的基础上，对其研究对象和评价标准进行了修正，得到针对中国陆地的独立生态服务价值评估体系^[7]。本文采用谢高地等人的方法，根据其提出的生态系统服务价值单价修正算法，参照其制定的我国生态系统服务价值当量因子表^[8]和不同省份农田生态系统生物量因子表^[9]，结合国家相关部门公布的 2013 年我国平均粮食单产 5377kg / hm²，以及原粮平均市场价格 2.4936 元 / kg^[10]，计算并修正得到湖北省单位面积生态服务价值表（表 1），由此评估荆州市土地生态服务价值，具体公式如下：

$$ESV = \sum_{i=1}^7 \sum_{r=1}^9 S_i * Q_{ir}$$
$$Q_{ir} = \frac{1}{7} \times V \times P \times f_{ir} \times B$$

式中：ESV 为生态服务价值总量；i 为土地利用类型，r 为生态服务功能类型；S_i 为 i 类土地利用类型面积；Q_{ir} 为第 i 类土地利用类型第 r 类生态服务功能单位面积价值；V 为全国平均粮食单产；P 为全国原粮平均市价；f_{ir} 为第 i 类土地利用类型第 r 类生态服务功能当量因子；B 为湖北省农田生态系统生物量因子。

表1 2013年湖北省不同陆地生态系统单位面积生态服务价值表
单位：元/hm²

单位面积 ESV	农田	园地	林地	草地	水体	湿地	荒漠
气体调节	1216.31	5230.11	8514.14	1946.09	0.00	4378.70	0.00
气候调节	2165.02	4378.70	6568.05	2189.35	1119.00	41 597.63	0.00
水源涵养	1459.57	4865.22	7784.35	1946.09	49 576.59	37 705.46	72.98
土壤形成 与保护	3551.61	6324.79	9487.18	4743.59	24.33	4159.76	48.65
废物处理	3989.48	3186.72	3186.72	3186.72	44 224.85	44 224.85	24.33
生物多样性 保护	1727.15	5303.09	7930.31	2651.55	6057.20	6081.53	827.09
食物生产	2432.61	486.52	243.26	729.78	243.26	729.78	24.33
原材料	243.26	3211.05	6324.79	121.63	24.33	170.28	0.00
娱乐文化	24.33	1605.52	3113.74	97.30	10 557.53	13 500.99	24.33
总值	16 809.34	34 591.72	53 152.53	17 612.10	111 827.09	152 548.98	1021.70

1.3 耦合度分析与归类

1.3.1 参量计算

根据表 1 和经过预处理的土地利用数据可算出荆州市各年的分县市区生态服务价值,同时从 2009—2013 年荆州市统计年鉴以及国民经济和社会发展统计公报中提取荆州市各县市区历年 GDP 数据,对两者进行数据标准化处理得到 ESV 和 GDP 的参量得分: $R = (X_i - \min \{X\}) / (\max \{X\} - \min \{X\})$, 式中: i 代表县市区, R 为标准化的参量得分, X 为原始值, 当 $X_i = \min \{X\}$ 时, 取 $R = 0.01$ 。

1.3.2 耦合协调模型

耦合度反映的是系统由无序状态向有序状态转换过程中的特征和规律, 其大小反映了区域各系统互动作用的强度、作用的时序区间以及同步性, 但难以反映系统的总体发展水平、整体“功效”以及平衡发展状态; 而协调度主要度量系统间或系统组成要素间在发展过程中的动态平衡及其和谐程度, 侧重系统之间的良性互动关系, 故将耦合度和协调度结合, 进一步构建耦合协调模型^[11-12]。本文采用该模型测度 ESV 和 GDP 之间的耦合协调度, 具体公式如下:

$$C = \left[\frac{R_1 \times R_2}{(aR_1 + bR_2)^2} \right]^k$$
$$D = \sqrt{C * (aR_1 + bR_2)}$$

式中: C 为耦合度; D 为耦合协调度; R_1 和 R_2 分别为 ESV 和 GDP 得分; k 为调节系数, 一般为 $k \in [2, 5]$, 取 $k = 2$; a 、 b 为待定系数, 表征生态服务和经济发展的重要程度, 取 $a = b = 0.5$ 。 R_1 、 R_2 、 C 、 D 值均在 $[0, 1]$ 区间内。通过研究 ESV 和 GDP 之间的耦合协调度, 可以揭示生态服务和经济发展的整体状况及其交互作用的程度和效果。 D 值高, 表明生态经济系统整体发展状况良好、交互作用关系协调; D 值低, 表明生态经济系统整体发展状况不佳, 交互作用关系失调。

1.3.3 评价标准

本文参考张青峰等^[11]、陈端吕等^[12]的相关研究, 以耦合协调度 (D)、ESV 得分 (R_1) 与 GDP 得分 (R_2) 的情况作为评判依据, 按两个层级进行分类, 提出荆州市生态经济耦合协调评价标准和基本类型, 并分析不同类型的特征 (表 2)。

表2 荆州市生态经济耦合协调分类标准

耦合协调度	一级分类	R_1-R_2	二级分类	类型特征
$0 \leq D \leq 0.3$	低度耦合协调	低-高	生态损益型	经济发展水平远高于生态服务水平, 系统失调
		低-低	拮抗型	两者相互制约, 系统发展落后
		高-低	经济损益型	经济发展水平极低, 生态服务优势没有得到发挥
$0.3 < D \leq 0.6$	中度耦合协调	低-高	生态预警型	经济发展超出生态服务承受范围, 系统退化
		低-低	磨合型	两者相互适应, 经济发展保持在生态服务承受范围内
		高-低	经济瓶颈型	经济发展不足, 生态服务承受空间比较大
$0.6 < D \leq 0.8$	良好耦合协调	低-高	生态滞后型	基本协调, 经济发展水平高于生态服务水平
		高-高	同步型	两者整体协同效应较好
		高-低	经济滞后型	基本协调, 生态服务水平高于经济发展水平
$0.8 < D \leq 1$	高度耦合协调	高-高	共生型	两者相互促进, 均衡发展, 较理想状态

注: R_1-R_2 表示 ESV 和 GDP 得分分布类型; $R_1 \in [0, 0.4]$ 为低, $R_1 \in [0.4, 1]$ 为高; $R_2 \in [0, 0.5]$ 为低, $R_2 \in [0.5, 1]$ 为高。下同。

2 结果分析

2.1 荆州市生态服务价值和 GDP 变化分析

2009—2013 年, 荆州市全市生态服务价值总量呈现逐年递减的趋势, 减少量共计 4.53 亿元, 每年平均减少 1.1325 亿元; GDP 总量呈现逐年递增的趋势, 增加量共计 627.12 亿元, 每年平均增长 156.78 亿元(图 1)。从各县市区来看(图 2), ESV 除荆州区在 2012 年度有所增加外, 其余均逐年递减, 但是变化幅度并不大, 全市 ESV 在各县市区间分布结构比较稳定, 排序均为: 洪湖市>监利县>公安县>松滋市>石首市>荆州区>江陵县>沙市区; 而各县市区的 GDP 均大幅度逐年递增, 2009 年到 2013 年的增长幅度均在 70% 以上, 全市 GDP 在各县市区中的分布结构有所变化(图 3), 2009 年排序为: 沙市区>监利县>荆州区>公安县>洪湖市>松滋市>石首市>江陵县, 2013 年排序为: 沙市区>监利县>荆州区>松滋市>公安县>洪湖市>石首市>江陵县, 其中 GDP 比重变化最大的是松滋市, 提高了 2.1%, 超越了公安县和洪湖市, 其次是沙市区, 降低了 2%, 其他县市区变化不大, 说明松滋市的经济发展有所提速, 而沙市区的经济发展速度放缓。

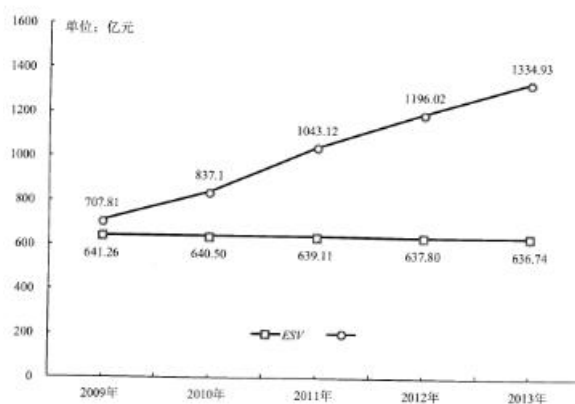


图1 2009~2013年荆州市全市ESV和GDP变化情况

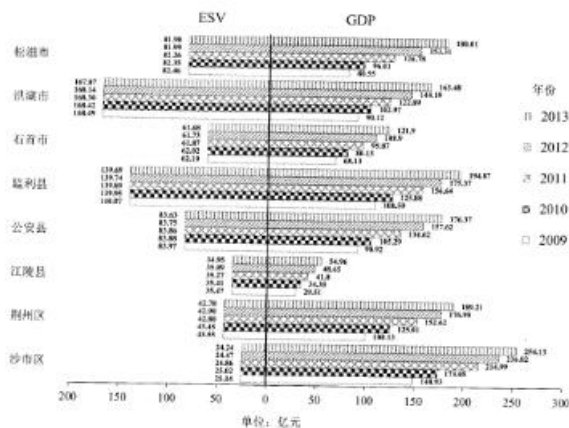


图2 2009~2013年荆州市各县市区ESV和GDP变化情况

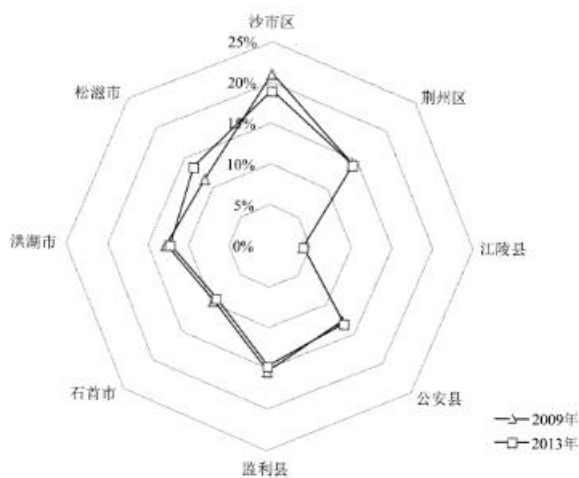


图3 2009年和2013年荆州市各县市区GDP比重

生态服务价值经济绩效指数考察的是 ESV 和 GDP 之间的变化关系, 衡量单位 ESV 减少量所带来的 GDP 增加量。2009—2013 年, 荆州市整体绩效指数为 138.59, 各县市区的绩效指数排名为: 公安县>监利县>松滋市>石首市>洪湖市>沙市区>荆州区>江陵县(表 3)。其中, 公安县、监利县和松滋市的绩效水平高于全市平均水平, 说明它们的生态服务利用效率较高, 牺牲较少的生态服务价值换来较高的经济绩效; 石首市、洪湖市、沙市区和荆州区的绩效水平略低于全市平均水平, 说明它们的生态服务利用效率不高, 经济虽然增长较快, 但同时也付出了较高的生态成本; 江陵县的绩效水平最低, 远低于全市平均水平, 说明生态服务利用效率过低, 高生态成本、低经济效益, 经济粗放问题严重。

表3 2009~2013年荆州市各县市区生态服务价值经济绩效指数

2009~2013年	沙市区	荆州区	江陵县	公安县	监利县	石首市	洪湖市	松滋市	荆州市
ESV 减少量 / 亿元	0.90	0.77	0.53	0.34	0.38	0.42	0.62	0.56	4.53
GDP 增加量 / 亿元	105.20	89.08	25.45	85.45	86.28	53.77	73.36	99.46	627.12
绩效指数	116.55	115.78	48.44	251.75	225.60	126.86	117.46	178.40	138.59

注: 绩效指数等于 GDP 增加量除以 ESV 减少量的商。

2.2 荆州市生态服务价值与 GDP 耦合协调分析

生态服务价值与 GDP 的得分分别反映了荆州市内各县市区的生态和经济禀赋以及发展状况，耦合协调度揭示两者之间协同或相互制约的程度。对 2009 年和 2013 年荆州市各县市区的 ESV 和 GDP 数据进行参量标准化计算，并根据耦合协调模型测算得到它们之间的耦合协调度（表 4）。通过表 4 可知：（1）2013 年与 2009 年相比，各县市区的 ESV 得分值没有发生变化，GDP 得分值有所上升，耦合协调度变化不大，生态服务和经济发展的整体态势比较稳定，ESV 和 GDP 得分分布类型发生变化的只有松滋市，其 GDP 得分从 0.43 变为 0.63，由“高一低”型变为“高一高”型（图 4、图 5）；（2）从 ESV 得分来看，洪湖市和监利县生态资源优势较大，公安县、松滋市和石首市居中，沙市区、江陵县和荆州区生态资源处于劣势，这与荆州市“十二五”规划将松滋、公安、石首、监利、洪湖的县市城区以外部分划入农产品主产区，作为粮食安全保障区和湿地生态保护区，而将荆州区、沙市区和江陵县划入重点开发区，重点推进工业化和城镇化有一定联系；（3）从 GDP 得分来看，沙市区经济发展优势较大，监利县、荆州区、公安县、松滋市、洪湖市居中，石首市和江陵县经济发展处于劣势，可见，江陵县作为荆州市重点开发区，其经济发展并未取得可观的成果；（4）从耦合协调度来看，2009 年和 2013 年全市平均耦合协调度分别为 0.65 和 0.66，均处于良好耦合协调水平，说明荆州市生态经济系统整体上比较协调，各县市区的耦合协调水平也未发生变化，沙市区和江陵县处于低度耦合协调水平，石首市和荆州区处于中度耦合协调水平，洪湖市、公安县和松滋市处于良好耦合协调，监利县处于高度耦合协调水平；（5）全市 ESV 和 GDP 得分分布类型为“{ 氏一高”型，即生态滞后型，这与荆州市推进农业大市向经济强市转变目标和“工业兴市”战略，城乡建设及基础设施建设占用耕地等非建设用地较多有直接联系，荆州市未来发展目标是成为长江中游区域性中心城市和机械制造基地，作为鄂西生态文化旅游城市圈的重要节点城市，从目前的分析来看，发展重心仍然偏向经济增长而对生态改善的推进力度不够。

表4 2009年和2013年荆州市各县市区ESV、GDP的得分和耦合协调度

县市区	2009				2013			
	R_1	R_2	D	R_1-R_2	R_1	R_2	D	R_1-R_2
沙市区	0.01	1.00	0.03	低-高	0.01	1.00	0.03	低-高
荆州区	0.13	0.59	0.35	低-高	0.13	0.67	0.34	低-高
江陵县	0.07	0.01	0.09	低-低	0.07	0.01	0.09	低-低
公安县	0.41	0.51	0.67	高-高	0.41	0.61	0.69	高-高
监利县	0.80	0.66	0.85	高-高	0.80	0.70	0.86	高-高
石首市	0.26	0.32	0.53	低-低	0.26	0.34	0.54	低-低
洪湖市	1.00	0.51	0.78	高-高	1.00	0.54	0.80	高-高
松滋市	0.40	0.43	0.64	高-低	0.40	0.63	0.68	高-高
全市平均	0.38	0.50	0.65	低-高	0.38	0.56	0.66	低-高

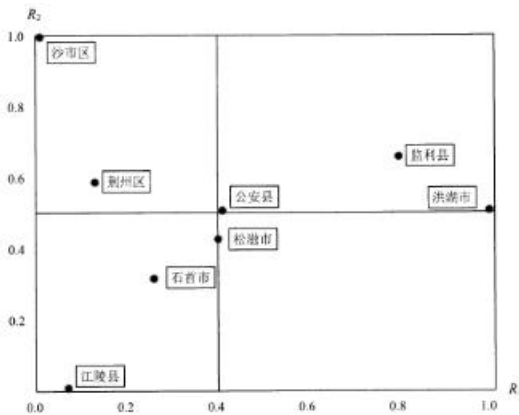


图4 2009年各县市区ESV和GDP得分分布图

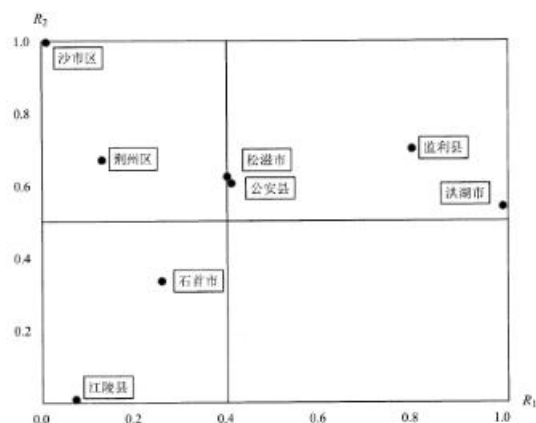


图5 2013年各县市区ESV和GDP得分分布图

根据荆州市生态经济耦合协调分析结果，对应分类标准，确定 2013 年 8 个县市区的耦合协调类型（图 6）：（1）沙市区为低度耦合协调生态损益型，经济高度发达，建设用地需求强劲，不断侵蚀生态服务系统，而土地资源利用的生态约束性显著，非建设用地的生态环境保护价值较高，生态服务与经济发展不协调；（2）江陵县为低度耦合协调拮抗型，生态服务和经济发展水平都很低，相互牵制，生态用地比重小，建设用地所占比例较高，但主要是农村居民点用地面积过大，建设用地供给压力较大，土地资源对经济发展构成制约，而经济的落后又限制了对土地利用的优化能力，难以改善生态服务状况；（3）荆州区为中度耦合协调生态预警型，处于经济快速发展期，建设用地扩张不可避免地占用耕地，对林地、湿地等高生态服务价值的用地也造成了一定程度的破坏，超出生态服务系统的承受能力，生态服务系统开始退化，新增建设用地空间十分有限；（4）石首市为中度耦合协调磨合型，生态服务和经济发展都处在自我调整完善的转型期，双方既相互约束同时又存在突破局限的条件和可能；（5）洪湖市、公安县、松滋市为良好耦合协调同步型，土地利用较为合理，生态、生产用地统筹协调，生态服务和经济发展整体协同效应较好，两者均处于比较高的水平；（6）监利县为高度耦合协调共生型，土地利用较为高效，生态良性发展，经济可持续增长，生态服务和经济发展水平均很高，相互促进，均衡协调。

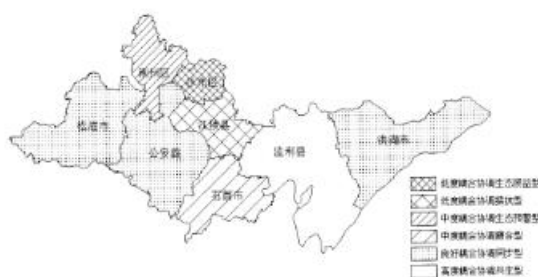


图6 荆州市各县市区生态经济耦合协调类型图

2.3 荆州市分类发展模式

按照荆州市各县市区的耦合协调分类结果，应根据不同区域土地资源状况和生态经济发展态势进行发展定位，制定差别化的区域土地利用调控政策、生态建设措施和经济调整方案，即分类发展模式。

沙市区、荆州区经济发展优势明显，而生态服务水平很低，应实行经济生态化发展模式。利用经济优势，投入资金、技术和人才进行生态建设，同时控制建设用地规模扩张，引导土地利用结构向有利于增加

生态服务价值的方向调整。一是增加生态用地面积，比如生态还湖，工矿废弃地整理复垦和农村居民点整理复垦；二是将低生态服务价值用地转为高生态服务价值用地，比如适度生态退耕，加强生态林建设；三是严格控制建设用地总规模和边界扩张，引导城镇内部挖潜、增容改造和结构调整。

洪湖市虽然 ESV 得分和 GDP 得分属于“高一高”型，即同步型，但是两者分分之差较大，生态服务相对优势明显，故应实行生态经济化发展模式。利用生态优势，以生态保护为前提，推进生态服务产业化。一是结合生态用地多重功能，发展生态农业、生态林业、生态旅游业等生态经济，进行产业化建设、管理和经营；二是进行土地生态功能和经济功能适宜度评价；三是适度开发荒漠等低生态服务价值用地用于经济建设。

江陵县、石首市、公安县、松滋市和监利县生态服务和经济发展处于均势，应实行生态经济整合发展模式。在保护中开发，在开发中保护，统筹协调各行业、各区域土地利用目标，调整优化结构布局，转变经济发展模式。一方面进行经济产业反哺生态产业、城镇建设支持生态建设，用产业理念谋划生态建设；一方面利用生态用地多重功能，通过推进生态服务产业化促进经济发展。做好相关规划的衔接工作，处理好发展与保护、当前与长远的关系，达到生态环境与经济环境俱佳、生态建设与经济建设均有发展。

3 结论

本文以荆州市 8 个县市区为研究对象，研究其 2009 — 2013 年生态服务价值和 GDP 的变化情况，运用耦合协调模型对生态服务与经济发展之间的关系进行分析和归类，提出促进荆州市生态经济相协调的分类发展模式建议，主要结论如下：

（1）2009 — 2013 年荆州市生态服务价值逐年下降，而 GDP 逐年上升，两者之间存在明显的负相关性，这主要是因为经济发展促使建设用地占用非建设用地、生态用地减少导致的，说明经济发展以牺牲生态服务价值为代价。荆州市应转变发展模式，严格控制建设用地扩张，加大力度推进建设用地内部挖潜和增容改造。

（2）全市生态经济耦合协调度任 $\in [0.6, 0.8]$ ，处于良好耦合协调水平，ESV 和 GDP 得分分布类型为“低一高”型，属于生态滞后型，说明荆州市生态经济系统整体上比较协调，但是发展的重心仍然偏向经济增长而对生态改善的推进力度不够。荆州市应将更多注意力转移到生态改善问题上来，加大生态建设力度。

（3）荆州市在推进“工业兴市”战略的同时，应结合鄂西生态文化旅游圈的建设，根据各县市区自身的生态和经济优劣情况，实行分类发展模式，资源互补，协调发展。在经济发展优势明显的沙市区和荆州区，应实行经济生态化发展模式；在生态服务相对优势明显的洪湖市，应实行生态经济化发展模式；在生态服务和经济发展处于均势的江陵县、石首市、公安县、松滋市和监利县，应实行生态经济整合发展模式。

参考文献：

- [1]张青峰, 吴发启, 王力, 等. 黄土高原生态与经济系统耦合协调发展状况 [J]. 应用生态学报, 2014 (6) : 1 531 — 1 536 .
- [2]黄和平, 彭小琳, 孔凡斌, 等. 都阳湖生态经济区生态经济指数评价 [J]. 生态学报, 2014 (11):3107 — 3114.
- [3] 孙明, 程全国, 李晔, 等. 基于能值分析的辽宁省生态经济系统可持续发展评价 [J]. 应用生态学报, 2014 (1) : 188 — 194 .
- [4] 刘海龙, 石培基, 李生梅, 等. 河西走廊生态经济系统协调度评价及空间演化 [J]. 应用生态学报, 20 14 (12) : 3645 — 3654 .
- [5]魏晓旭, 赵军, 魏伟, 等. 基于县域单元的中国生态经济系统协调度及空间演化 [J]. 地理科学进展, 2014 (11) : 1535 — 1545 .
- [6] 孙文博, 苗泽华, 孙文哲. 京津冀地区生态系统服务价值变化及其与经济增长的关系 [J]. 生态经济, 20 15 (8) : 59 — 62 .
- [7]谢高地, 肖玉, 鲁春霞. 生态系统服务研究: 进展、局限和基本范式 [J]. 植物生态学报, 2006 (2) : 1 91 — 1 99 .
- [8]谢高地, 鲁春霞, 冷允法, 等. 青藏高原生态资产的价值评估 [J]. 自然资源学报, 2003 (2) : 1 89 — 1 96 .
- [9]谢高地, 肖玉, 甄霖, 等. 我国粮食生产的生态服务价值研究 [J]. 中国生态农业学报, 2005 (3) : 10 — 1 3 .
- [10]何如海, 汪瑞, 栗倩, 等. 基于 LUCC 的庐江县生态系统服务功能价值变化 [J]. 国土与自然资源研究, 2015 (2):67 — 70 .
- [11]张荣天, 焦华富. 泛长江三角洲地区经济发展与生态环境耦合协调关系分析 [J]. 长江流域资源与环境, 2015 (5):719 — 727 .
- [12]陈端吕, 彭保发, 熊建新. 环洞庭湖区生态经济系统的耦合特征研究 [J]. 地理科学, 2013 (11):1338 — 1346 .