

DOI:10.13718/j.cnki.xsxb.2023.04.012

重庆市生态系统生产总值与 城镇化耦合协调关系及空间特征研究^①

王昌博^{1,2}, 何志明^{1,2}, 何俊^{1,2}, 闰记影^{1,2}, 陈棋^{1,2}

1. 重庆市地理信息和遥感应用中心, 重庆 401120;

2. 自然资源部国土空间规划监测评估预警重点实验室, 重庆 401120

摘要: 生态系统与社会经济系统之间存在着复杂的耦合关系, 是地域综合体的有机组成. 本研究以重庆市为研究区, 通过测度 2000—2019 年 20 年间生态系统生产总值及城镇化水平变化, 并结合耦合协调模型, 探究二者之间的交互关系. 结果表明: 1) 重庆市生态系统生产总值呈现上升趋势, 但在空间分布上存在“东高西低”的差异; 2) 城镇化水平增长迅速, 呈现“一核多点”的圈层结构, 其中中心城区城镇化水平高, 但渝东南、渝东北地区的后发优势明显; 3) 生态系统生产总值与城镇化水平整体的耦合协调度不断上升, 从中度失调转变为中度协调, 表明经济与生态的互动关系趋于良性; 4) 当前阶段下, 稳定的生态系统是保障区域社会经济发展的必要条件, 而城镇化高质量发展则是促进“社会—经济—生态”综合效益最大化的关键因素.

关键词: 生态系统生产总值; 城镇化; 耦合协调关系

中图分类号: K903

文献标志码: A

文章编号: 1000-5471(2023)04-0090-11

Coupling Coordination Mechanism and Spatial-Temporal Relationship Between Gross Ecosystem Product and Urbanization in Chongqing

WANG Changbo^{1,2}, HE Zhiming^{1,2},
HE Jun^{1,2}, RUN Jiying^{1,2}, CHEN Qi^{1,2}

1. Chongqing geomatics and remote sensing center, Chongqing 401120, China;

2. Key Laboratory of Monitoring, Evaluation and Early Warning of Territorial Spatial Planning Implementation,
Ministry of Natural Resources, Chongqing 401120, China

Abstract: There are many complex dialectical relationships between the economy and ecology, which is a dynamic change system. This research measured the gross ecosystem product and urbanization level changes from 2000 to 2019 in Chongqing, at the same time, combined coupling coordination model, and analy-

① 收稿日期: 2022-10-11

基金项目: 自然资源部专项研究(GHGZ221819-02).

作者简介: 王昌博, 工程师, 主要从事自然资源分析方面的研究.

通信作者: 何志明, 高级工程师.

sis of Chongqing's interaction relationship between the economy and ecology were also processed. The results showed that, 1) The gross ecosystem product in Chongqing was in an upward trend, in space, presenting the distribution differences that high in the East and low in the West; 2) Urbanization had also increased rapidly, presenting circle structure in space, the central urban area was the inner circle, at meanwhile, southeast Chongqing and the northeast Chongqing have the obvious late-comer advantage; 3) The gross ecosystem product and urbanization level change were in an upward trend in terms of coupling coordination, the main coupling coordination has changed from moderate maladjustment to moderate coordination, indicates that the interaction of economic and ecology has a benign relationship; 4) In respect of the Chongqing's current coupling coordination stage, the ecological system status is a necessary condition to realize regional economic development, urbanization is a key element to realize the harmonious development of the economy and ecology.

Key words: Gross Ecosystem Product; urbanization; coupling coordination mechanism

改革开放以来,在工业文明理念驱动下,我国的城镇化进程快速发展,城镇化的发展推动了社会、经济、文化等的进步,但同时也引发了资源约束趋紧、环境污染加重、生态系统退化等一系列问题^[1]. 进入城镇化下半程后,生态文明理念下的新型城镇化成为时代主题. 生态系统与社会经济之间存在怎样的耦合关系,如何降低城镇化对生态系统带来的负外部性,怎样推动社会-经济-自然复合系统间的良性互动,成为研究热点.

在 20 世纪 80 年代初期,生态学家开始意识到自然生态系统对人类生存的发展和支撑作用,并逐渐将可持续发展作为城市发展的核心理念^[2]. Grossman 和 Krueger^[3] 于 1991 年提出了环境库兹涅茨曲线,指出经济和生态环境间存在倒“U”型关系,即经济发展之初会增加对生态环境的扰动,而当经济发展突破拐点后,生态环境质量会随着经济发展而提升. 此外,“压力-状态-响应”模型^[4]和脱钩理论^[5]等也对城镇化与生态环境的相互作用关系进行了探讨. 当前,我国对生态环境的研究已经从单一的环境保护扩展到了社会、经济、自然多维度耦合机理分析、耦合关系实证等方面^[6]. 如冯俊华等^[7]利用耦合协调度模型、相对发展模型以及面板向量自回归(PVAR)模型,分析了陕西省新型城镇化系统与生态系统间的耦合协调时空规律及互动关系;毕国华等^[8]以省域尺度为单元,评价了全国生态文明建设与城市化的耦合协调发展关系. 此外,针对社会经济维度,研究者从人口、经济、社会以及空间等层面进行测度,综合评价当前的社会结构、经济水平、生产生活方式等^[9-11],形成了多元化的指标体系;对于生态系统状况维度,研究者多利用 NDVI、NPP、土地利用等指标加权获得^[12-13],但由于存在主观随意性强、系统性差等缺点,难以全面反映生态系统状况. 欧阳志云等^[14]提出的生态系统生产总值(GEP),通过价格将生态物质产品与功能服务转换为货币形式,则能够准确、直观、系统地反映生态系统质量.

重庆市作为成渝地区双城经济圈核心城市和长江上游重要的生态屏障,肩负了发展与保护的双重使命,是城镇化与生态系统支撑服务水平耦合协调研究的绝佳样本. 因此本文将重庆市作为研究区,将生态系统生产总值核算、城镇化水平综合测度二者结合,借助耦合协调模型,开展应用研究创新,探究重庆市生态系统与社会经济系统的交互关系,以期为地区高质量发展提供研究方法和决策支撑.

1 数据来源及研究方法

1.1 研究区概况

重庆市是长江上游最大的经济中心、西南工商业重镇和水陆交通枢纽. 近年来,随着西部大开发、成渝双城经济圈、长江经济带等一系列政策的发布,重庆步入城镇化进程的快车道,截至 2019 年,城镇化率已经达到 68.2%,相较于 2000 年增长了 91.57%. 与此同时,作为三峡库区的主体,重庆市是长江上游重要

的生态屏障,其生态环境质量对长江中下游的生态安全具有不可替代的作用.重庆集大城市、大农村、大山区、大库区于一体,协调发展任务繁重,因此,深入研究其“社会—经济—自然”复合系统间的时空耦合协调关系,对于推动生态文明建设及区域可持续发展具有重要的现实意义.

1.2 数据来源

本文所使用的数据来源包括:1) 土地利用数据:该数据来源于文献[15]中的数据集,其中土地利用分类包括森林、灌木、草地、农田、湿地、水域、建设用地、裸地和冰雪 9 类;2) 土壤数据:该数据来源于世界土壤数据库(HWSD)的《中国土壤数据集》;3) 净初级生产力(NPP)和归一化植被指数(NDVI)数据:该数据来源于美国航空航天局的 MODIS 陆地标准产品(MOD17A3、MOD13A2);4) 气象数据:该数据来源于中国气象数据网,获取重庆市及其周边 126 个气象站点的逐日降雨和气温数据,处理后运用克里金插值法进行空间插值;5) DEM 数据:该数据来源于地理空间数据云,空间分辨率为 30 米;6) 社会经济数据:该数据来源于《重庆市统计年鉴》及各区县《国民经济和社会发展统计公报》.这些数据来源多样,覆盖面广,能够为重庆市的生态系统生产总值与城镇化水平的时空耦合协调关系研究提供较为全面的数据基础.

1.3 研究方法

1.3.1 城镇化水平测度

国内对城镇化水平的研究较多,主要的评价方法有单一指标法和综合指标法.其中综合指标法认为城镇化是社会结构、经济结构、生产生活方式等多种因素综合发展的过程,其核心内涵包括了人口、经济、社会以及空间城镇化等方面^[16-17].本文采用综合指标法来测量重庆市各区县的城镇化水平.如表 1 所示,选择城镇化率和城镇人口作为人口城镇化指标,反映了农业人口向非农业人口的流动过程;选择非农产值占 GDP 比重和人均 GDP 作为经济城镇化指标,反映资本要素积累及二三产业发展情况,作为城市经济发展水平的判断依据;选择万人医疗机构床位数和师生比作为社会城镇化指标,反映医疗、教育等社会公共服务水平;选择国土开发强度和人均建设用地面积作为空间城镇化指标,表征土地利用水平在地域空间上的变化.为避免各指标间量纲差异的影响,采用极差法对数据进行了标准化处理.在指标赋权时,采用熵值法对指标权重进行计算,以减少主观因素干扰并反应指标信息熵价值,最终,采用加权求和法计算得出重庆市城镇化水平的综合指数^[18].

表 1 城镇化水平评价指标体系

目标	维度(权重)	指标	权重
综合城镇化水平	人口城镇化(0.25)	城镇化率(%)	0.54
		城镇人口(万人)	0.46
	经济城镇化(0.25)	非农产值占 GDP 比重(%)	0.37
		人均 GDP(元)	0.63
	社会城镇化(0.25)	万人医疗机构床位数(张)	0.29
		师生比(1:X)	0.71
	空间城镇化(0.25)	国土开发强度(%)	0.67
		人均建设用地面积(m ²)	0.33

1.3.2 生态系统生产总值评估

生态系统生产总值是指生态系统为人类福祉和经济社会可持续发展提供的各种最终物质产品价值的总和.结合已有研究,构建产品供给、调解服务和文化服务三大类的核算体系,借助价格将物质产品与功能服务转换为货币形式,核算重庆市的生态系统生产总值^[19-20],如表 2 所示.其中产品供给包括农林牧渔业产品提供的价值;调解服务包括土壤保持、水源涵养、空气净化、水质净化、气候调节、固碳释氧 6 个价值;

文化服务价值则利用景观休闲旅游价值代替. 为了消除物价的影响, 增加各年份间 GEP 的可比性, 本文的单位价值量系数采用统一数据(以 2019 年为基准).

表 2 生态系统生产总值指标体系及核算方法

核算功能	核算指标	指标内涵	核算方法
产品供给	农林牧渔	核算生态系统在一定时间内提供的农林牧渔业物质产品价值总量.	$E_m = \sum_{i=1}^n E_i$; E_m 为生态系统提供的物质产品价值(元/a); E_i 分别为农、林、牧、渔业总产值.
	水土保持	生态系统通过消减降水侵蚀力, 从而减少土壤流失的作用.	$V_{sr} = \lambda \times (Q_{sr} / \rho) \times C$; V_{sr} 为水土保持价值量(元/a); λ 为泥沙淤积系数; Q_{sr} 为土壤保持功能量(t/a), 用通用土壤流失方程计算; ρ 为土壤容重(t/m ³); C 为水库单位库容清淤工程费用(元/m ³), 取 12.6 元/m ³ .
	水源涵养	生态系统拦截滞蓄降水, 增加可利用水资源的功能.	$V_{wr} = Q_{wr} \times C$; V_{wr} 为水源涵养价值量(元/a); Q_{wr} 为水源涵养功能量(m ³ /a), 用水量平衡法计算; C 为单位水库库容造价(元/m ³), 取 6.11 元/m ³ .
	空气净化	生态系统吸收、过滤、分解、阻隔大气污染物, 改善大气环境的功能.	$V_{ap} = \sum_{i=1}^n Q_{ai} \times C_{ai}$; V_{ap} 为空气净化价值量(元/a); Q_{ai} 为第 i 类污染物净化的功能量(t/a), 用生态系统自净能力计算; C_{ai} 为第 i 类污染治理成本(元/t), i 为污染物类型, 本文指二氧化硫、氮氧化物和工业粉尘, 治理成本分别取 2 526.31 元/t、2 526.31 元/t、600 元/t.
调解服务	水质净化	河流、湖泊等水域生态系统吸附、降解水体污染物, 净化水环境的功能.	$V_{wp} = \sum_{i=1}^n Q_{wi} \times C_{wi}$; V_{wp} 为水质净化价值量(元/a); Q_{wi} 为第 i 类污染物净化的功能量(t/a), 用水域生态系统自净能力计算; C_{wi} 为第 i 类污染治理成本(元/t), i 为污染物类型, 本文指 COD、氨氮和总磷, 分别取 3 000 元/t、3 750 元/t、12 000 元/t.
	气候调节	生态系统通过植被蒸腾作用, 降低气温, 改善人居环境舒适度的功能.	$V_{tr} = Q_{tr} \times C_{tr}$; V_{tr} 为气候调节价值量(元/a); Q_{tr} 为气候调节功能量(kW h/a), 用生态系统蒸腾消耗的总能量计算; C_{tr} 为电价(元/kW h), 取 0.51 元/kW h.
	固碳释氧	生态系统吸收二氧化碳合成有机质并释放氧气的功能.	$V_c = Q_{CO_2} \times C_{CO_2} + Q_{O_2} \times C_{O_2}$; V_c 为固碳、释氧价值量(元/a); Q_{CO_2} 和 Q_{O_2} 分别为固定二氧化碳和释放氧气的功能量(t/a), 用净生态系统生产力法计算; C_{CO_2} 为单位二氧化碳价格(元/t), C_{O_2} 为单位氧气制造价格(元/t), 分别取 16.45 元/t、1 200 元/t.
文化服务	休闲旅游	从生态系统获得休闲娱乐等非物质惠益.	$V_v = Q_v \times C_v$; V_v 为休闲旅游价值量(元/a); Q_v 为景观旅游人数, 由旅游总人数和 A 级景区中自然景观类景区人数占比估算得到; C_v 为人均花费, 此处取 2 853.87 元/人(数据来源于重庆市 2019 年旅游公报).

1.3.3 耦合协调关系

“耦合”概念最早起源于物理学, 用来描述系统之间或运动方式之间相互影响和作用的关系, 后被逐渐引用到人口与经济发展^[21]、生态环境与旅游产业^[22]、生态环境与经济发展^[23] 等研究领域, 本文将耦合协调模型运用到探讨生态系统生产总值与城镇化的动态变化过程中.

$$D = \sqrt{C \times T}$$
$$C = 2 \times \sqrt{\frac{f(x) \times g(x)}{(f(x) + g(x))^2}}$$
$$T = \alpha f(x) + \beta g(x)$$

式中, D 是耦合协调度; C 是耦合度; T 是综合协调指数; $f(x)$ 和 $g(x)$ 分别代表生态系统生产总值和城镇化水平; α 、 β 表示 2 个子系统的相对重要性, 本文认为 2 个子系统同等重要, 因此将值设为 0.5. 耦合度 C 描述的是系统间相互作用和影响的程度, 而耦合协调度 D 则可反映 2 个系统的整体发展水平, D 值越高说

明两系统间的协调发展水平越高.

为进一步厘清耦合协调状态下城镇化与生态系统生产总值间的发展差距,本文引用孙永胜^[24]等的相对发展指数概念,来对生态系统生产总值相对于城镇化水平超前还是滞后发展进行度量.

$$E=f(x)-g(x)$$

式中, E 为相对发展指数,结合耦合协调度,参考已有研究成果的等级划分标准^[25-26],总结得出生态系统生产总值与城镇化水平耦合协调发展特征的划分标准(表 3).

表 3 生态系统生产总值与城镇化耦合协调类型

耦合协调度	耦合协调类型	相对发展度	耦合协调发展特征
$0.8 < D \leq 1$	高度协调	$E > 0.1$	高度协调-城镇化滞后
		$ E \leq 0.1$	高度协调-同步发展
		$E < -0.1$	高度协调-生态滞后
$0.6 < D \leq 0.8$	中度协调	$E > 0.1$	中度协调-城镇化滞后
		$ E \leq 0.1$	中度协调-同步发展
		$E < -0.1$	中度协调-生态滞后
$0.4 < D \leq 0.6$	基本协调	$E > 0.1$	基本协调-城镇化滞后
		$ E \leq 0.1$	基本协调-同步发展
		$E < -0.1$	基本协调-生态滞后
$0.2 < D \leq 0.4$	中度失调	$E > 0.1$	中度失调-城镇化滞后
		$ E \leq 0.1$	中度失调-同步发展
		$E < -0.1$	中度失调-生态滞后
$0 < D \leq 0.2$	严重失调	$E > 0.1$	严重失调-城镇化滞后
		$ E \leq 0.1$	严重失调-同步发展
		$E < -0.1$	严重失调-生态滞后

2 结果分析

2.1 生态系统生产总值与城镇化水平分析

2.1.1 生态系统生产总值分析

2000—2019 年重庆市 GEP 逐年提高,从 10 261.58 亿元增长至 15 082.69 亿元,增长率为 46.98%(图 1).从占比来看,调节服务是 GEP 的核心价值,以 2019 年为例,其价值占总值的 78.94%,近 20 年间调节服务价值增加了 407.07 亿元,表明重庆市生态系统对提供改善人类生存与生活条件的调节服务水平不断提升.在调节服务中,气候调节服务价值占比最大,其次是水源涵养和水土保持价值.重庆市作为武陵山区生物多样性保护与水源涵养重要区、三峡库区土壤保持重要区,其调节服务中的核心功能与《全国生态功能区划》对重庆的生态定位相一致.产品供给功能指人类从生态系统获取的可在市场交换的各种物质产品,近 20 年来,重庆市生态系统的产品供给能力得到显著的提升,由 449.37 亿元增长至 1 712.04 亿元,增幅超 4 倍.文化服务价值从 33.02 亿元增长至 2019 年的 1 004.86 亿元,增幅超 3 倍,文化服务价值的快速增长,一方面得益于重庆市优越的生态本底条件,使得旅游产业实现了持续健康快速发展,另一方面,社会经济的发展使得人们的生活消费观念和结构发生了改变.2000 年重庆市接待国内外游客 0.31 亿人次,到 2019 年增长至 6.57 亿人次,自然景观优势和生活方式的转变使得通过旅游休闲等方式从生态系统中获取非物质惠的水平大幅提升.

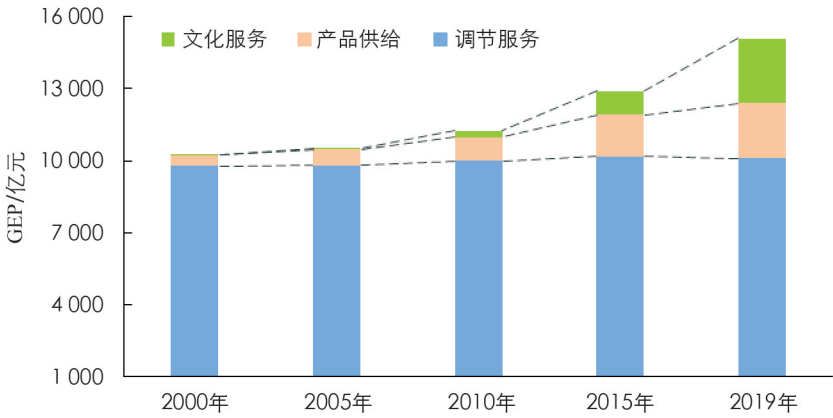


图 1 重庆市 2000—2019 年生态系统生产总值

从图 2 的空间分布来看，GEP 在重庆市的分布呈现“东高西低”的空间差异，荣昌、大足、铜梁、永川等位于渝西的区县以及大渡口、渝中、九龙坡、江北、沙坪坝等位于中心城区的区县的生态系统生产总值较低，而渝东北的城口、巫溪、奉节、巫山、开州和渝东南的秀山、酉阳、彭水等区县的生态系统生产总值则较高。生态系统生产总值前三的区县为酉阳县、城口县和巫溪县，2019 年 GEP 分别为 985.58 亿元、874.87 亿元和 847.30 亿元，而 GDP 则为 186.72 亿元、52.50 亿元、107.58 亿元，这表明这些区县的生态系统产生的生态价值远超地区发展所带来的经济价值，城口县、巫溪县位于三峡库区的主体区域，具有重要的水源涵养、水质安全保障、水土保持、生物多样性保护等功能，是全国水资源战略储备库，对维护长江上游生态安全具有重要地位。而酉阳县所处的渝东南地区是武陵山区重要的生态屏障和全国重要的生物多样性保护区，具有维持生态平衡和保障生态安全的重要功能。生态系统生产总值最低的 3 个区县为渝中区、九龙坡区和江北区，2019 年 GEP 分别为 30.84 亿元、38.12 亿元、73.14 亿元，这 3 个区县位于主城都市区，是全市工业和城镇化的主战场，承担着全市主要经济增长点的重任。这些区域的国土空间开发利用水平较高，自然生态系统的占比较小。由于不同区域的生态环境禀赋和发展重点不尽相同，使得 GEP 分布存在空间差异，总的来说 GEP 的空间分布与“一区两群”（一区指主城都市区，两群指渝东南武陵山区城镇群和渝东北三峡库区城镇群）的战略相一致。

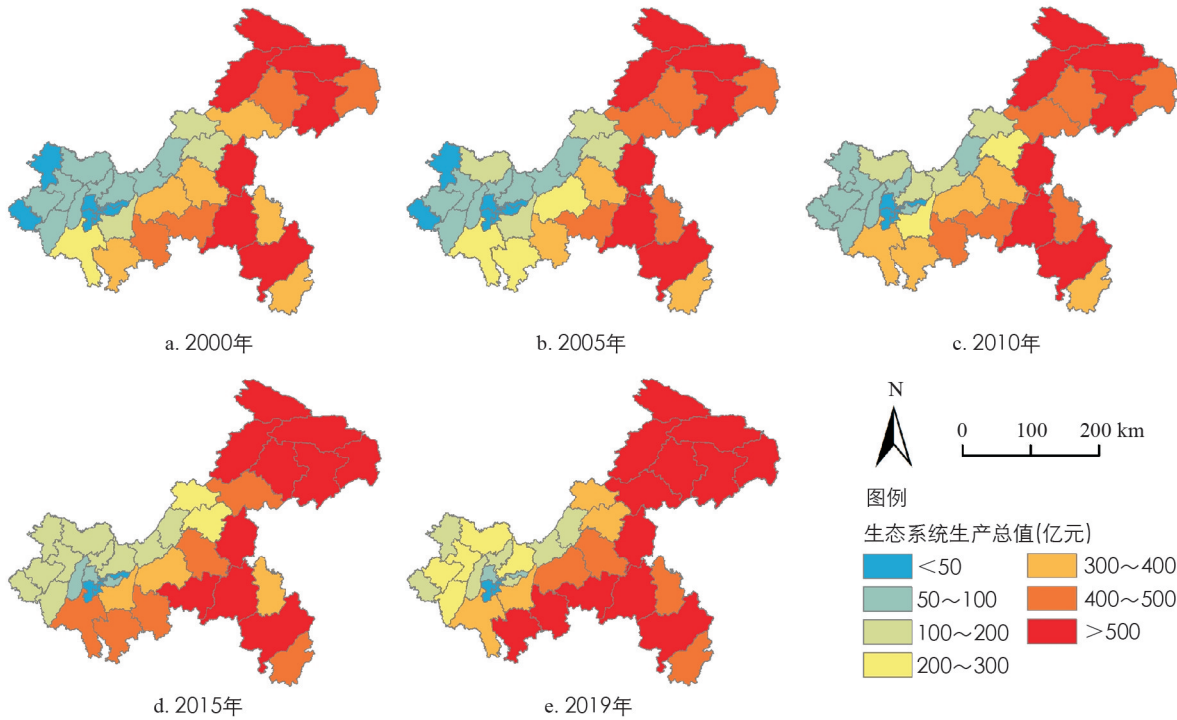


图 2 重庆市 2000—2019 年 GEP 空间分布图(审图号：渝 S(2020)071 号)

2.1.2 城镇化水平分析

近 20 年来,重庆市的城镇化水平显著提升,尤其是在西部大开发、成渝双城经济圈和长江经济带等战略实施后,重庆市的乡村人口不断向城镇集聚,工业和服务业的产值大幅增长,城镇居民生活和公共服务品质得到了极大改善,人口、经济、社会、空间城镇化水平不断提升,城镇化指数由 2000 年的 0.16 增长至 2019 年的 0.42,增幅达到了 162.5%。各区县间城镇化水平差异显著,其中城镇化水平最高的区县为渝中区,城镇化指数为 0.88,城镇化水平最低的区县为彭水县,城镇化指数仅为 0.30。尽管主城都市区的区县城镇化水平明显优于渝东北、渝东南的区县,但城镇化的增长速率则表现出渝东南(7.9%)>渝东北(7.6%)>主城都市区(4.9%)的特点(表 4)。尽管重庆市的城镇化水平面临不平衡的问题,中心城区的城镇化水平远超“两群”地区,但“两群”地区的后发增长优势明显。

表 4 重庆市一区两群地区城镇化指数

区位	2000 年	2005 年	2010 年	2015 年	2019 年
主城都市区	0.22	0.29	0.37	0.45	0.50
渝东南武陵山区城镇群	0.08	0.11	0.20	0.26	0.31
渝东北三峡库区城镇群	0.08	0.12	0.20	0.26	0.32

基于 2019 年的数据,采用自然断点法将重庆市的县域城镇化水平分为 5 类(图 3),这种分布在空间上呈现出“一核多点”的圈层结构。“一核”是指以渝中区、江北区、九龙坡区、南岸区等中心城区为内核,北碚、渝北、巴南、璧山等其余中心城区为一级圈层,合川、长寿、丰都、武隆等主城都市区为二级圈层,而渝东南、渝东北城市为三级圈层的结构。“多点”是指渝东北以万州为区域性核心,其余区县为城镇化水平较低的外部圈层结构;而渝东南则是以黔江为核心,其余区县为外部圈层。中心城区作为重庆市发展的重点区域,区位优势显著,城镇化水平最高。而中心城区外围的区县,区位条件较好,承担着功能疏解的作用,城镇化水平处于较高水平。渝东北和渝东南距离主城区较远,相对较为闭塞,区位条件最差,城镇化水平最低。而万州区和黔江区作为区域发展核心,其区位条件优于周边区县。

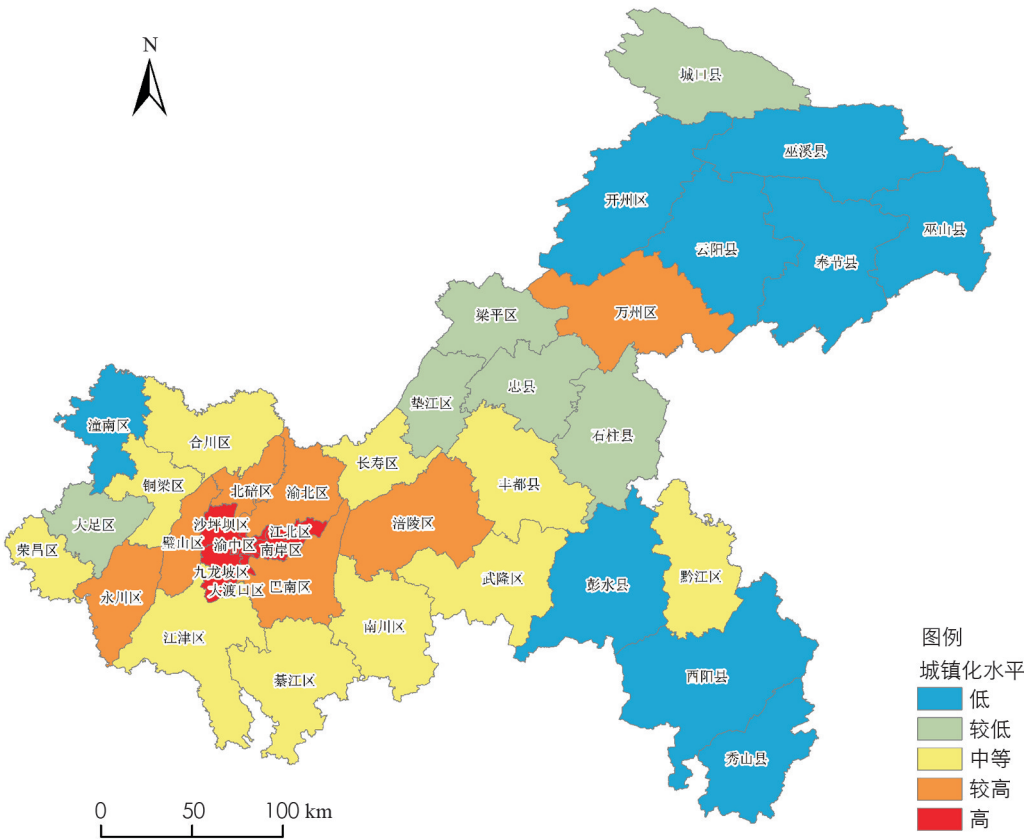


图 3 重庆市 2019 年城镇化水平空间分布图(审图号:渝 S(2020)071 号)

2.2 生态系统生产总值与城镇化耦合协调时空分析

2.2.1 时序耦合分析

重庆市的 GEP 指数和城镇化指数均呈逐年增长态势,前期 GEP 指数高于城镇化指数,表明重庆市的生态环境比较好.而城镇化指数的增长较为迅猛,在 2010 年实现了对 GEP 指数的超越,使得两者步入同步增长阶段.耦合协调度由 2000 年的 0.45 增长至 2019 年的 0.64(图 4),显示出两者耦合协调的阶段性显著,在 2010—2015 年间,耦合协调类型从基本协调迈入中度协调,表明生态环境与城镇化的协调程度趋于良性.自 2009 年以来,重庆市不断调整城镇化发展方式,这是新型城镇化取得成效的关键阶段,通过户籍改革、产业结构调整、土地流转指标交易变革(地票制度)等措施,重庆市开始从注重规模和速度的粗放式发展模式向兼顾人与自然协调同步的内涵式新型城镇化模式转变^[27].就重庆市当前的耦合协调阶段而言,稳定的生态系统状况是实现区域经济良性发展的必要条件,高质量的城镇化进程则是实现生态系统和区域经济和谐发展的关键要素,只有在合理开发区域资源、保证生态系统生产总值的基础上,持续提高区域经济总体竞争力,才能促进生态系统和区域经济的和谐有序发展.

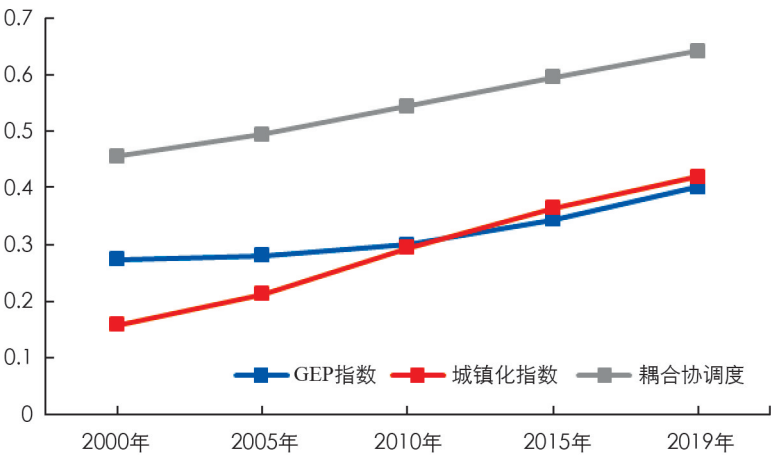


图 4 重庆市 2000—2019 年 GEP、城镇化指数及耦合协调度

就区县而言,2000 年时,重庆市渝中区和大渡口区 2 个区县处于严重失调状态,20 个区县处于中度失调状态,而 16 个区县基本协调;到 2019 年时,2 个区县处于中度失调状态,16 个区县处于基本协调状态,20 个区县处于中度协调状态.总体来看,耦合协调度呈上升态势,主要耦合协调类型从中度失调转变为中度协调,表明经济与生态的互动关系趋于良性.

2.2.2 耦合协调发展特征分析

虽然重庆市整体耦合协调发展处于较高水平,但由于区域发展目标和侧重点的不同,对城镇化和生态环境的要求存在差异.因此,需要结合不同地区的生态环境禀赋和城镇化发展条件制定个性化发展策略.根据表 3 划分的生态系统生产总值与城镇化耦合协调类型,将重庆市的 38 个区县分为 6 种类型,中度失调-生态滞后型、基本协调-生态滞后型、基本协调-同步发展型、中度协调-生态滞后型、中度协调-城镇化滞后型和中度协调-同步发展型(图 5).结合各区县在重庆市主体功能区划上的发展定位,按照城市化发展区、农产品主产区和重点生态功能区的分区差异,提出如下针对性的建议.

1) 中度失调-生态滞后型

该类型包括渝中区、大渡口区和九龙坡区等区县,这些区域位于长江、嘉陵江交汇处,区位优势明显,是长江上游经济中心功能集中体现的地区之一,也是最早被开发的几个区县,区域经济已发展到较高的水平.然而,由于区域内城镇国土空间开发利用程度较高,原始生态系统大量被挤占,导致生态环境大幅滞后于社会经济发展.

该类型的区县是全市经济最活跃的区域板块,考虑到该区域的功能定位,应当持续有序地推动城镇化,优化建设用地功能结构,提高建设品质,推进存量更新改造,实现建设用地的集约高效利用.在新型城镇化进程中,以绿色发展理念为引领,向集约型、创新型发展方式转变,推动经济绿色发展.同时,该区域

应作为生态补偿的支出区域,通过建立合理的补偿机制,向中度协调-城镇化滞后型城市进行生态转移支付,为该区域的生态环境建设提供支撑保障,进而推动全市城镇化和生态环境迈向更深层次的协同发展,支持重庆市成为西部地区高质量发展的重要增长极。

2) 基本协调-生态滞后型

该类型包含江北区、沙坪坝区、南岸区、北碚区等 13 个区县,这些区县因区位、交通等优势,在城镇化过程中成为区域性的重点发展城市,城镇化进程处于中高水平。相较于中度失调-生态滞后型城市,这些区县自然生态系统的供给、调节功能仍然较高,因此其协调程度要高于中度失调-生态滞后型城市,这些区县一方面需承担主城区的经济支撑作用,另一方面也面临着生态环境的压力。

这些区县需立足自身特点,推动同城化发展,打造与中心城区功能互补的支点性城市,它们需要承担制造业、商贸物流、高新技术、教育科研等方面的功能疏解,解决中心城区在历史发展时期遗留的人口过密、城市拥堵等问题。同时,它们还需要加强与主城区在城市发展方向上的协同,推动空间同城化,增强综合承载能力。在生态环境保护方面,这些区县需积极推动生态修复工作,加强大气和水污染治理,重点保护华蓥山生态屏障和嘉陵江、涪江、渠江的生态涵养功能。

3) 基本协调-同步发展型

该类型包括梁平区和忠县 2 个区县,虽然处于城镇化和 GEP 同步发展阶段,但其耦合协调水平却较低,表明这 2 个区县的生态和城镇化发展水平都还有提升的空间,需要进一步加强社会经济发展和生态环境保护。

该类型城市是经济主导型城市和生态主导型城市的中间态,既有一定的区位优势,也有一定的生态基础。在未来的发展中,需要提升城市的能级,增强人口集聚能力,提升城镇化水平。此外,由于该类型城市的农业发展条件较好,为了保障农产品安全和实现可持续发展,需增强农业综合生产能力,同时推进生态环境的保护和治理工作。

4) 中度协调-生态滞后型

该类型包括渝北区和巴南区 2 个区县,这些城市是经济发展的重点城市,同时还具备一定的自然生态系统服务功能。相较于基本协调-生态滞后型区县,这些城市的城镇化水平更高。该部分区县,在推进城镇化的同时,需着重关注生态保护。

该类城市有一定的经济基础,城镇化处于较高水平,在未来发展中,应注重提升经济发展质量,优化产业结构,提高公共服务水平,加快推进绿色低碳的生产生活方式,强化生态用地的生态保护与生态建设,遵循生态空间面积不减少、功能不降低的原则,营造山水城交融的宜居城市。

5) 中度协调-城镇化滞后型

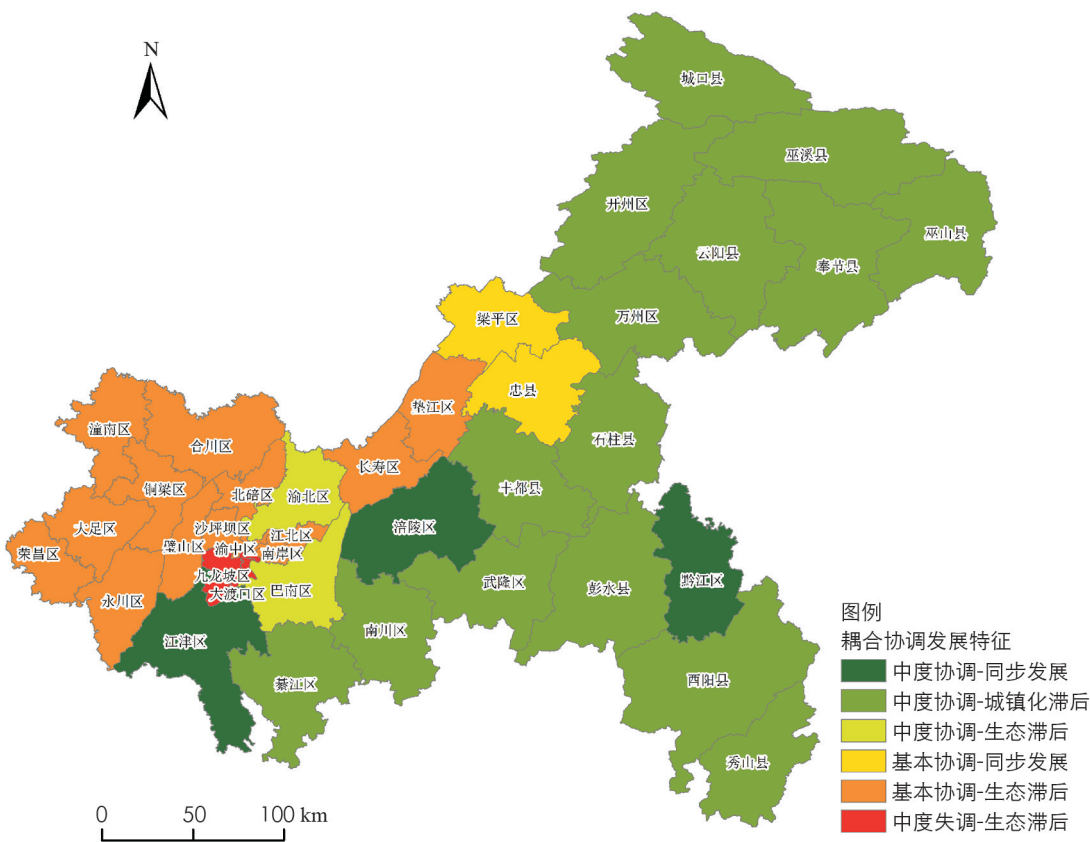
该类型包含了渝东南、渝东北的绝大多数区县,共计 15 个。由于地处三峡库区、大巴山和武陵山区,这些区县的生态系统服务供给能力较为突出。然而,这些区县绝大多数位置偏远,城镇化水平较低。考虑其功能定位,该部分区县应以“稳生态,提发展”为主要方向。

该部分区域是重庆市的重点生态功能区,需将生态涵养和生态保护作为首要任务,限制大规模、高强度的工业化开发。需要突出保护三峡库区的水源涵养、水土保持和水质安全保障功能,以及武陵山区的生物多样性保护功能。同时,也应兼顾地区发展,利用自然资源优势,打造区域性生态旅游品牌。保护耕地,稳定粮食生产,发展特色山地农业,增强农业综合生产能力。以生态促发展,激发小城镇发展的内在动力和活力。

6) 中度协调-同步发展型

该类型包含江津区、涪陵区和黔江区 3 个区县,其生态与城镇化的耦合协调达到了较高的水平,实现了同步发展。这种发展模式对其他类型区县具有借鉴意义,其中基本协调-生态滞后型区县可向江津、涪陵学习,而中度协调-城镇化滞后型区县则可借鉴黔江的发展模式。

该类城市一方面要提升经济、社会、人口的承载能力,提高城市基础设施建设,提高公共服务水平,增强城镇的吸引力。另一方面,要完善生态环境建设,以绿色发展为理念,营造生产空间集约高效、生活空间宜居适度、生态空间山清水秀的发展新格局。持续推动经济发展与生态保护的深层次互动,发挥在周边地区的引领带动作用。



3 结论

本研究应用生态系统生产总值理论从产品供给、调节服务和文化服务 3 个维度,测度重庆市 2000—2019 年 20 年间生态系统为人类提供的价值变化情况.同时应用熵权法从人口、经济、社会、空间 4 个维度,测度城镇化水平,并结合耦合协调模型,分析重庆市经济与生态的交互关系.研究结论如下:

- 1) 重庆市生态系统生产总值呈现上升趋势,2000—2019 年增长 46.98%.其中调节服务价值为核心,占 GEP 总值的 78.94%,得益于重庆市优良的自然资源禀赋,文化服务价值和产品供给能力的增长较为明显.空间上 GEP 的分布呈现“东高西低”的差异,与“一区两群”战略相符合.
- 2) 城镇化指数由 2000 年的 0.16 增长至 2019 年的 0.42,增幅达 162.5%.城镇化水平在空间上呈现“一核多点”的圈层结构,核心区域为中心城区,而“两群”地区则构成了弱城镇化的外部圈层,但城镇化的增长速率则呈现出渝东南(7.91%)>渝东北(7.59%)>主城都市区(4.94%)的特征,显示出“两群”地区的后发增长优势明显.
- 3) 重庆市的经济与生态耦合阶段性明显,2010—2015 年间,耦合协调类型从基本协调迈入中度协调.从发展趋势来看,整体的耦合协调度呈上升态势,主要耦合协调类型从中度失调转变为中度协调,表明经济与生态的互动关系趋于良性.当前,重庆市的稳定生态系统状况是实现区域经济发展的必要条件,而高质量的城镇化则是实现经济与生态和谐发展的关键要素.

参考文献:

[1] 刘彦随,陈聪,李玉恒.中国新型城镇化村镇建设格局研究[J].地域研究与开发,2014,33(6):1-6.
[2] 陈百明,张凤荣.中国土地可持续利用指标体系的理论与方法[J].自然资源学报,2001,16(3):197-203.
[3] GROSSMAN G, KRUEGER A B. Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement [R]. Cambridge: National Bureau of Economic Research, 1991.

- [4] BERGER A R, HODGE R A. Natural Change in the Environment; a Challenge to the Pressure-State-Response Concept [J]. Social Indicators Research, 1998, 44(2): 255-265.
- [5] OECD. Indicators to Measure Decoupling of Environmental Pressure from Economic Growth [R]. Paris: OECD, 2002.
- [6] 宓泽锋, 曾刚, 尚勇敏, 等. 中国省域生态文明建设评价方法及空间格局演变 [J]. 经济地理, 2016, 36(4): 15-21.
- [7] 冯俊华, 张路路. 陕西省新型城镇化与生态环境协调度研究 [J]. 生态学报, 2022, 42(11): 4617-4629.
- [8] 毕国华, 杨庆媛, 刘苏. 中国省域生态文明建设与城市化的耦合协调发展 [J]. 经济地理, 2017, 37(1): 50-58.
- [9] 郭付友, 李诚固, 陈才, 等. 2003 年以来东北地区人口城镇化与土地城镇化时空耦合特征 [J]. 经济地理, 2015, 35(9): 49-56.
- [10] 王少剑, 崔子恬, 林靖杰, 等. 珠三角地区城镇化与生态韧性的耦合协调研究 [J]. 地理学报, 2021, 76(4): 973-991.
- [11] 杨亮洁, 张小鸿, 潘竞虎, 等. 成渝城市群城镇化与生态环境耦合协调及交互影响 [J]. 应用生态学报, 2021, 32(3): 993-1004.
- [12] 王振波, 方创琳, 王婧. 1991 年以来长三角快速城市化地区生态经济系统协调度评价及其空间演化模式 [J]. 地理学报, 2011, 66(12): 1657-1668.
- [13] 熊曦, 肖俊. 武陵山片区城镇化与生态环境耦合协调度时空分异——以六个中心城市为例 [J]. 生态学报, 2021, 41(15): 5973-5987.
- [14] 欧阳志云, 朱春全, 杨广斌, 等. 生态系统生产总值核算: 概念、核算方法与案例研究 [J]. 生态学报, 2013, 33(21): 6747-6761.
- [15] YANG J, HUANG X. The 30 m Annual Land Cover Dataset and Its Dynamics in China from 1990 to 2019 [J]. Earth System Science Data, 2021, 13(8): 3907-3925.
- [16] 陈明星, 陆大道, 张华. 中国城市化水平的综合测度及其动力因子分析 [J]. 地理学报, 2009, 64(4): 387-398.
- [17] 唐晓灵, 高煜童. 重庆市新型城镇化与农业经济协调发展研究 [J]. 中国农业资源与区划, 2021, 42(5): 169-177.
- [18] 赵雪雁, 杜昱璇, 李花, 等. 黄河中游城镇化与生态系统服务耦合关系的时空变化 [J]. 自然资源学报, 2021, 36(1): 131-147.
- [19] 马国霞, 赵学涛, 吴琼, 等. 生态系统生产总值核算概念界定和体系构建 [J]. 资源科学, 2015, 37(9): 1709-1715.
- [20] 欧阳志云, 林亦晴, 宋昌素. 生态系统生产总值(GEP)核算研究——以浙江省丽水市为例 [J]. 环境与可持续发展, 2020, 45(6): 80-85.
- [21] 吴连霞, 赵媛, 马定国, 等. 江西省人口与经济发展时空耦合研究 [J]. 地理科学, 2015, 35(6): 742-748.
- [22] 王兆峰, 陈青青. 长江经济带旅游产业与生态环境交互胁迫关系验证及协调效应研究 [J]. 长江流域资源与环境, 2021, 30(11): 2581-2593.
- [23] 张雅杰, 马国创. 荆州市域县市区生态经济耦合协调关系与发展模式研究 [J]. 生态经济, 2016, 32(12): 92-96, 141.
- [24] 孙永胜, 佟连军. 东北限制开发区域开发强度与生态环境的时空耦合关系研究 [J]. 地理科学, 2021, 41(4): 684-694.
- [25] 刘耀彬, 李仁东, 宋学锋. 中国城市化与生态环境耦合度分析 [J]. 自然资源学报, 2005, 20(1): 105-112.
- [26] 张引, 杨庆媛, 闵婕. 重庆市新型城镇化质量与生态环境承载力耦合分析 [J]. 地理学报, 2016, 71(5): 817-828.
- [27] 陈棋, 李静, 何志明, 等. 重庆市县域乡村性空间分异及其影响因素 [J]. 中国农业资源与区划, 2022, 43(9): 189-200.

责任编辑 崔玉洁