

汉江生态经济带产业生态化与生态产业化耦合协调发展研究

王礼刚¹

(1. 湖北文理学院 经济管理学院, 湖北 襄阳 441053;

2. 武汉大学中国发展战略与规划研究院, 湖北 武汉 430072)

【摘要】: 在全国全面提升生态环境治理水平的背景下, 探究产业生态化与生态产业化协调发展对推进汉江生态经济带高质量发展有着重要意义。以汉江生态经济带沿线九个城市为研究对象, 根据 2011~2019 年统计数据, 采用熵值法、耦合协调模型等方法测度产业生态化与生态产业化水平、以及“两化”的耦合度、耦合协调度与同步关系, 并利用 GIS 地理信息系统软件分析“两化”耦合度与耦合协调度的空间演化特征。研究发现: (1) 产业生态化的整体水平不断上升, 在空间上呈现上中下游逐步递增的梯度分布格局; (2) 生态产业化水平稳步上升, 在空间上呈现上中下游逐步递减的梯度分布格局; (3) “两化”耦合度在数量上不断上升, 耦合类型由磨合阶段过渡为高水平耦合阶段; (4) “两化”耦合协调度呈快速增长态势, 协调类型由勉强耦合协调类型发展到良好协调发展类型。建议推动产业绿色发展, 构建多层次的资源节约循环利用体系, 协同推进汉江生态经济带“两化”协调发展。

【关键词】: 汉江生态经济带 产业生态化 生态产业化 耦合协调

【中图分类号】: F127 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1004-8227(2022)06-1198-10

新中国成立以来, 党中央和国家高度重视大江大河的生态环境治理工作。汉江是长江最大的支流, 随着国家区域发展战略重点由沿海地区向纵深腹地的大江大河延伸, 作为南水北调中线工程的源头——汉江在国家区域发展格局中的战略地位日益凸显。2016、2021 年“汉江生态经济带”分别被编入国家“十三五”、“十四五”规划纲要文本。2018 年 5 月, 习近平在全国生态环境保护大会上提出: “要加快构建生态文明体系”, 并强调“要加快构建以产业生态化和生态产业化为主体的生态经济体系”^[1]。因此, 汉江生态经济带的生态文明体系建设既是其自身应有之义, 同时也关系到长江经济带乃至整个国家的可持续发展。产业生态化和生态产业化是构建生态文明体系的两条重要途径, 产业生态化通过使用绿色低碳循环的生产技术, 将产业发展的环境污染成本降低到最小程度, 做到既要“金山银山”也要“绿水青山”, 即环境友好; 生态产业化是以生态产品价值实现为逻辑起点, 通过政府主导、社会参与和市场化运作等多元化路径提高资源使用效率, 科学合理地将“绿水青山”变成“金山银山”, 实现以较少的资源消耗、较好的资源循环利用获得较高的产出, 达到生态资源保值增值的目的, 即资源节约。2018 年国务院批复的《汉江生态经济带发展规划》特别指出了“汉江生态经济带要构建资源节约型、环境友好型发展方式、产业结构和消费模式”^[2]。因此, 构建汉江生态经济带资源节约型、环境友好型发展方式, 推动生态文明体系建设, 实质上就是要科学处理产业生态化与生态

¹作者简介: 王礼刚(1978~), 男, 教授, 主要研究方向为区域经济、生态经济. E-mail: wlg1978@126.com

基金项目: 湖北省教育厅人文社科研究项目(18Y127); 2021 年湖北省高校人文社科重点研究基地鄂北区域研究中心重点课题(2021JDA001)

产业化(以下简称“两化”)协调发展的关系。

1 文献综述

产业生态化思想在 20 世纪 80 年代末起源于美国,由美国学者尼古拉斯·盖洛普(Nicholas Gallopoulos)和罗伯特·弗罗什(Robert Frosch)在 1989 年提出^[3],其核心要义是模仿生物新陈代谢过程,对产品要素以及产业系统和生态环境之间的关系进行跨学科研究。20 世纪 90 年代后期,产业生态化思想逐步传入国内,并迅速在中国掀起开展产业生态化理论与实践探索的热潮。生态产业化思想在 20 世纪 90 年代初现雏形,早期研究大多涉及生态文明建设、绿色发展、环境保护与可持续发展理论等^[4]。近年来随着“生态优先、绿色发展”“两山论”“高质量发展”等概念深受学界和业界欢迎,“生态产业化”已成为研究热点并有深入推进的趋势。国内学术界关于“两化”的研究主要集中在 3 个方面:第一,产业生态化的理论演化与实证研究。陈长^[5]认为产业生态化的研究始于循环经济,张国俊等^[6]指出产业生态化是高效低耗的经济增长与资源循环利用的生态效益相协调的动态演化过程。实证研究方面主要从评价产业生态化绩效(水平和效率)展开,高思齐等^[7]、魏巍等^[8]分别采用地理探测器和因子分析法对山东省限制开发区、京津冀的产业生态化水平进行测度;马勇等^[9]使用 DEA 模型对长江中游城市群产业生态化效率进行了评价,张亚明等^[10]基于 SBM 模型测算了京津冀生态环境支撑区产业生态化效率;第二,生态产业化的理论意蕴研究。生态产业化的理论研究成果呈现零星状态不成体系,大多关注其概念内涵^[11]、发展特征^[12]、典型模式^[13]与实现路径^[14];第三,“两化”协调发展关系的研究。关于“两化”协调发展的研究,特别是实证研究成果较为鲜见,国内学者对于“两化”协调发展的定义暂未形成一致意见。陈洪波^[15]对“两化”的逻辑内涵与融合发展路径进行了分析,“两化”是前后相继、互为循环的过程。陈长^[16]从不同产业结构类型的角度构建了贵州“两化”评价指标体系,采用熵值赋权法计算其协同程度。

综上,学术界对“两化”协调发展研究尚处于起步阶段,虽然“两化”研究对象涉及各类行政区域、流域、海洋、区域经济体,研究内容涉及城市群、产业集聚、美丽乡村建设等与“两化”相关的领域,但是把全国粮食主产区和重要生态功能区的汉江生态经济带作为研究对象的“两化”协调发展成果较为缺乏,近年来汉江生态经济带沿线地区经济社会发展相对滞后、生态承载能力有限,产业发展与生态环境保护之间的矛盾日益凸显。鉴于此,本文根据吴传清等^[17]、周颖等^[18]对耦合度以及耦合协调度的定义,构建汉江生态经济带“两化”系统评价体系,运用熵值法及耦合协调度模型对“两化”发展水平、耦合度和耦合协调度进行测度,分析汉江生态经济带“两化”的时空演变特征和同步关系,评价汉江生态经济带“两化”发展阶段以及二者之间的协调程度,以期对汉江生态经济带高质量发展提供理论指南与对策建议。

2 评价指标、研究方法和数据来源

2.1 评价指标及权重

以汉江生态经济带为研究对象,构建“两化”评价指标体系,并对其沿线主要城市“两化”水平进行测度。目前学界和业界对“两化”复合系统的评价指标体系尚未有统一的界定,相关研究成果在“两化”指标选择上更多侧重于经济发展指标,产业生态化指标较多反映产业发展水平,生态化的内涵没有完全得到体现;生态产业化指标较多聚焦人均产出或收入,没有充分体现生态与产业的有机联系。基于前期研究基础,本文认为“两化”协调发展的实质是以人为本的发展、生态环境与经济的协调发展,即产业生态化要推动单位产出的环境污染成本降低,生态产业化要实现单位产出的资源消耗减少与资源的循环利用,以构建资源节约型、环境友好型的发展方式。

借鉴张媛媛等^[19]、张国俊^[6]已有研究成果,从单位产出的工业三废排放水平和大气污染物排放水平两个维度选取 6 个指标衡量汉江生态经济带产业生态化发展水平,用单位 GDP 工业废物产生量、单位 GDP 工业废水排放量、单位 GDP 工业废气排放量来代表单位产出的工业三废排放水平,用单位 GDP 烟(粉)尘排放量、单位 GDP 二氧化硫排放量、单位 GDP 氮氧化物排放量来反映单位产出的大气污染物排放水平;从单位产出的资源消耗水平和资源循环利用两个维度选取 6 个指标反映汉江生态经济带生态产业化发展水平,用单位 GDP 能耗、电耗、水耗来测度单位产出的资源消耗水平,用工业固体废物综合利用率、城市污水处理

率、生活垃圾无害化处理率来表征资源循环利用水平，从而建立汉江生态经济带“两化”协调发展系统评价体系。本研究运用 stata16 软件中的熵值法程序，计算汉江生态经济带“两化”指标的权重，评价体系与计算结果如表 1 所示。

表 1 “两化”协调发展系统评价体系

目标层	系统层	准则层	指标层	单位	性质	权重
“两化”协调发展系统	产业生态化 (A)	单位产出的工业三废排放水平 (A1)	单位 GDP 工业废物产生量 (A11)	t/万元	-	0.208
			单位 GDP 工业废水排放量 (A12)	t/万元	-	0.203
			单位 GDP 工业废气排放量 (A13)	t/万元	-	0.063
		单位产出的大气污染物排放水平 (A2)	单位 GDP 烟(粉)尘排放量 (A21)	t/万元	-	0.213
			单位 GDP 二氧化硫排放量 (A22)	t/万元	-	0.160
			单位 GDP 氮氧化物排放量 (A23)	t/万元	-	0.153
	生态产业化 (B)	单位产出的资源消耗水平 (B1)	单位 GDP 能耗 (B11)	吨标准煤/万元	-	0.238
			单位 GDP 电耗 (B12)	kW·h/万元	-	0.229
			单位 GDP 水耗 (B13)	m ³ /万元	-	0.267
		资源循环利用水平 (B2)	工业固体废物综合利用率 (B21)	%	+	0.138
			城市污水处理率 (B22)	%	+	0.088
			生活垃圾无害化处理率 (B23)	%	+	0.040

注：表 1 中“+”代表正向指标，“-”表示负向指标。

2.2 耦合协调度模型

耦合度可度量某个系统内部诸多要素互相影响、互相作用的程度大小。借鉴黄磊等^[20]的做法，考虑到汉江生态经济带上中下游发展差异较大、借用物理学中的容量耦合概念和容量耦合系数模型，推理得到汉江生态经济带“两化”耦合度模型：

$$V_{it} = \frac{\sqrt{F_{it} \cdot C_{it}}}{(F_{it} + C_{it})} \quad (1)$$

$$U_{it} = \alpha F_{it} + \beta C_{it} \quad (2)$$

式(1)中： V_{it} 表示第*i*个地区在第*t*年“两化”的耦合度； U_{it} 表示第*i*个地区在第*t*年“两化”协调发展指数； F_{it} 和 C_{it} 分别表示第*i*个地区在第*t*年的产业生态化与生态产业化水平，根据前文“两化”水平标准化处理获得。

式(2)中： α 、 β 为待定系数，分别代表产业生态化与生态产业化在综合评价中的权重，且 $\alpha + \beta = 1$ ，一般取值 $\alpha = \beta = 0.5$ 。如前文所示，耦合度只能反映系统内部要素影响程度大小，并不能有效体现内部要素协调发展水平。因此，可引入耦合协调度模型，以更准确地反映汉江生态经济带“两化”间的协调发展关系。 R_{it} 表示第*i*个地区在第*t*年“两化”的耦合协调度，如式(3)所示。

$$R_{it} = \sqrt{V_{it} \cdot U_{it}} \quad (3)$$

结合王春娟^[21]关于耦合度及耦合协调度类型的划分，本文将汉江生态经济带“两化”耦合度划分为4种类型及相应等级(表2)，“两化”耦合协调度的5种类型与等级如表3所示。

2.3 数据来源与指标体系

依据《全国主体功能区规划》、汉江生态经济带沿线三省主体功能区规划、《汉江生态经济带发展规划》及汉江生态经济带主要城市数据，本文选取沿线9个城市作为研究对象，即湖北省襄阳市、十堰市、孝感市、随州市、荆门市，陕西省商洛市、安康市、汉中市，河南省南阳市。研究样本期为2011~2019年。基础数据来源于《中国城市统计年鉴》(2012-2020年)、《中国工业经济统计年鉴》(2012年)、《中国工业统计年鉴》(2013-2020年)、《湖北省统计年鉴》(2012-2020年)、《河南省统计年鉴》(2012-2020年)、《陕西省统计年鉴》(2012-2020年)、2012~2020年汉江生态经济带沿线9个城市统计年鉴，以及2011~2019年九个城市的《国民经济和社会发展统计公报》。其中市场价值相关指标采用以2011年为基期的湖北省、河南省、陕西省定基物价指数分别进行平减核算。由于汉江生态经济带上中下游各城市的耕地面积、人口规模等指标差异较大，以指标的绝对量衡量沿线地区“两化”发展水平可能会高估区域之间的发展差异，因此“两化”协调发展系统评价指标均采用相对指标，以准确反映汉江生态经济带“两化”耦合协调发展情况。本文选择取倒数法将负向指标进行正向化，再用Z-Score标准化对指标进行无量纲化处理。

表2 “两化”耦合度的类型与等级划分

耦合度区间	耦合度类型
$0 \leq V_{it} \leq 0.3$	低水平耦合
$0.3 < V_{it} \leq 0.5$	拮抗阶段
$0.5 < V_{it} \leq 0.8$	磨合阶段
$0.8 < V_{it} \leq 1$	高水平耦合

表 3 “两化”耦合协调度的类型与等级划分

耦合协调度 R_{it}	类型	“两化”水平比较	同步关系
(0.8, 1.0]	良好协调发展	$F_{it} > C_{it}, F_{it} = C_{it}, F_{it} < C_{it}$	产业生态化领先型“两化” 同步型产业生态化滞后型
(0.6, 0.8]	中度协调发展		
(0.4, 0.6]	勉强协调发展		
(0.2, 0.4]	中度失调衰退		
(0, 0.2]	严重失调衰退		

注：资料来源于“两化”耦合协调相关文献整理。

3 实证结果分析

3.1 汉江生态经济带产业生态化水平的时空演变特征

从时间维度来看，汉江生态经济带产业生态化的整体水平呈现较快上升的态势(表 4)，从 2011 年的 0.668 快速增长到 2019 年的 1.953，年均增长 14.35%，说明单位 GDP 产出对环境污染的成本大大降低。“十二五”以来中国经济步入了新常态，经济增速在保持中高速增长的同时，生态文明建设、主体功能区规划等重大战略纷纷在各地落地落实。在此大背景下，汉江生态经济带九个城市产业结构不断优化升级，从 2011 年的 17.2：51.6：31.2 跃升到 2019 年的 12.0：43.5：44.5，“三二一”的产业结构特征凸显，服务业占比逐年攀高，另一方面，近年来汉江生态经济带各城市的生态产业、节能环保、新能源等产业蓬勃发展，而这些产业对生态环境污染较小，生态环境总体水平得到明显改善，可见汉江生态经济带产业生态化水平的逐年上升对本地生态环境总体水平的改善不会产生阻碍作用。

汉江生态经济带产业生态化水平内部差异较为显著，2019 年产业生态化水平排名第一的城市为襄阳，且具有较大的首位度(图 1)，是排名第二随州同期水平的 2.2 倍，这主要得益于襄阳近年来加大产业园区建设力度，重点发展新能源汽车、新材料、新一代信息技术等战略新兴产业集群，通过技术进步降低工业污染物的排放。从空间维度来看，样本期内汉江生态经济带中下游地区的产业生态化水平较高，上游地区的产业生态化水平较低(图 2)，产业生态化水平呈现上中下游逐步递增的梯度分布格局，且产业生态化水平差距有继续扩大的趋势。究其原因，主要是由于“十三五”以来中下游城市产业发展势头较好，如襄阳和南阳同为国家创新型城市，科技创新有力支撑产业转型升级，政府和企业用于产业转型升级的投入逐年递增，单位 GDP 的工业三废排放和大气污染排放水平显著下降。而上游地区大多属于重要生态功能区或限制开发区，产业发展基础较为薄弱，用于治理环境污染的投入相对有限，单位产出的环境污染成本一直被迫处于高位。

表 4 汉江生态经济带产业生态化水平的综合得分(2011~2019 年)

地区	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	均值
襄阳	0.634	0.681	0.734	0.659	1.202	4.214	4.074	6.091	5.320	2.623
商洛	0.254	0.255	0.309	0.204	0.346	0.533	0.881	0.866	0.910	0.506

安康	0.229	0.202	0.413	0.597	0.746	1.160	1.437	1.290	1.120	0.799
汉中	0.396	0.444	0.432	0.423	0.682	1.144	0.961	1.104	1.081	0.741
南阳	0.980	1.127	2.399	1.865	2.185	1.633	1.921	1.960	2.038	1.790
十堰	1.181	1.315	1.269	1.297	1.367	1.520	1.726	1.849	1.670	1.466
孝感	0.713	0.830	0.812	0.900	1.006	0.631	0.767	0.900	1.588	0.905
随州	1.106	1.348	1.455	1.102	1.217	1.399	1.841	2.128	2.377	1.553
荆门	0.519	0.644	0.753	0.838	0.893	0.918	0.946	1.197	1.477	0.909
汉江经济带	0.668	0.761	0.953	0.876	1.072	1.461	1.617	1.932	1.953	1.255

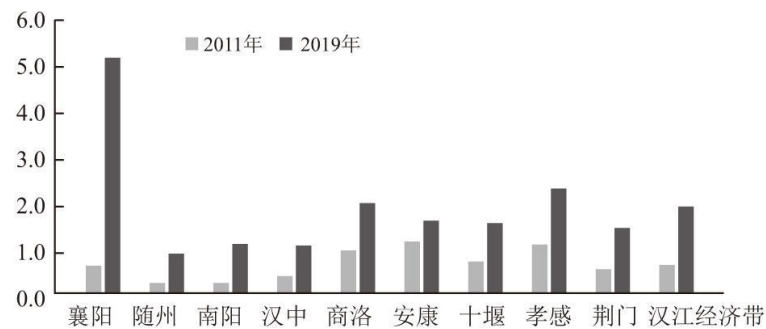


图 1 2011、2019 年汉江生态经济带产业生态化水平

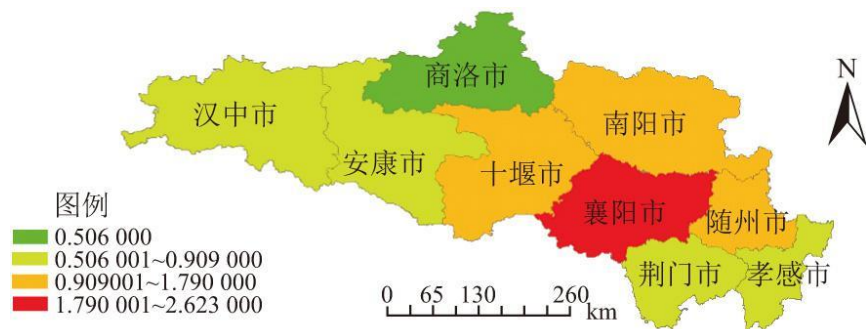


图 2 汉江生态经济带产业生态化水平空间分布格局 (2011~2019 年均值)

3.2 汉江生态经济带生态产业化水平的时空演变特征

从时间维度来看，汉江生态经济带生态产业化水平呈现稳步上升的趋势(表 5)，从 2011 年的 0.649 增长到 2019 年的 1.069，年均增长 6.44%，表明单位 GDP 产出的资源消耗不断减少及资源利用水平持续提升。2011 年以来生态文明建设成为新常态下转型发展的大势所趋，汉江生态经济带沿线各城市能耗、水耗、电耗不断下降；另一方面，汉江生态经济带沿线城市大力实施产业循环发展战略，推动产业绿色发展、集聚发展与创新发

环经济产业集聚区，商洛是国家循环经济示范市，中下游的襄阳是国家可持续发展实验区，绿色低碳循环发展理念深入人心。

“十二五”以来，衡量汉江生态经济带资源利用水平的主要指标——工业废物综合利用率、城市污水处理率、生活垃圾无害化处理率持续上升，表明在汉江生态经济带生态产业化水平稳步上升的同时，生态资源利用水平也呈现持续提升的态势，这也符合生态产业化关于资源节约的总体要求。

表 5 汉江生态经济带生态产业化系统的综合得分 (2011~2019 年)

地区	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	均值
襄阳	0.605	0.628	0.628	0.629	0.753	0.818	0.837	0.877	0.918	0.744
商洛	0.909	0.962	1.017	1.050	1.072	1.010	0.896	0.984	0.994	0.988
安康	0.635	0.668	0.704	0.852	0.870	0.942	0.955	0.947	1.215	0.865
汉中	0.603	0.685	0.743	0.779	0.800	0.821	0.897	1.097	1.196	0.847
南阳	0.732	0.727	0.736	0.848	0.802	0.856	0.817	0.838	1.067	0.825
十堰	0.520	0.484	0.490	0.513	0.551	0.597	0.602	0.653	1.176	0.621
孝感	0.643	0.707	0.678	0.653	0.677	0.655	0.594	0.640	1.186	0.715
随州	0.682	0.745	0.753	0.770	0.785	0.792	0.741	0.765	1.093	0.792
荆门	0.508	0.551	0.591	0.603	0.616	0.603	0.599	0.625	0.776	0.608
汉江经济带	0.649	0.684	0.704	0.744	0.770	0.788	0.771	0.825	1.069	0.778

从 2011~2019 年均值来看，汉江生态经济带上游三市，商洛、安康和汉中的生态产业化水平高于其他地区(表 5)，但各地区生态产业化水平的差距不大，而且这种差距有逐步缩小的趋势。从空间分布来看，生态产业化水平呈现上中下游逐步递减的梯度分布格局(图 3、图 4)。从指标权重来看，影响汉江生态经济带生态产业化水平各异的主要因素是单位 GDP 能耗、水耗和电耗。

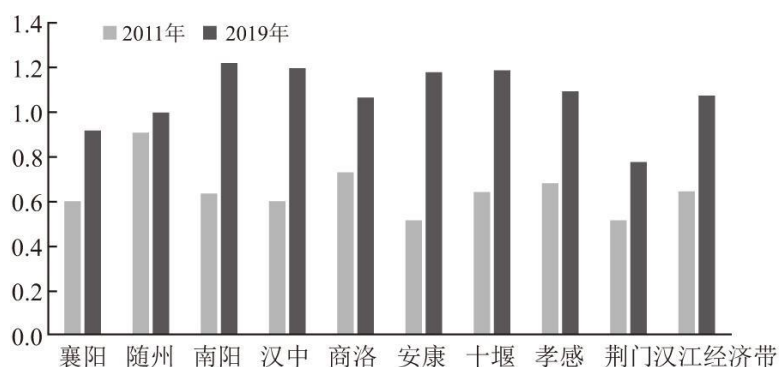


图 3 汉江生态经济带生态产业化水平 (2011、2019 年)

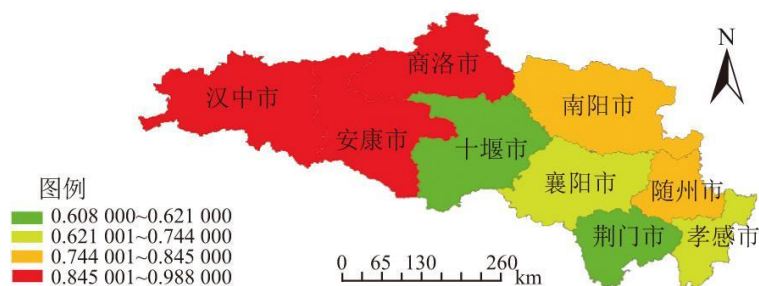


图 4 汉江生态经济带生态产业化水平空间分布图(2011~2019 年均值)

究其原因是汉江生态经济带的中上游地区大多属于国家或省级生态功能区，是中西部的重要生态屏障，生态资源丰富，近年来重视发展绿色食品、生物医药、大健康等高附加值产业，以较少的资源消耗获得更多的产出，生态产业化发展态势良好。而经济带下游地区长期积累的传统产业，如汽车、机械、化工、电子等产业产能体量大、单位 GDP 的资源消耗居高不下，对依靠要素投入发展模式的路径依赖惯性大，产业转型与绿色发展的任务相对较重。

3.3 汉江生态经济带“两化”耦合度、耦合协调度与同步关系分析

根据前文测算的“两化”发展水平，采用耦合模型计算出汉江生态经济带沿线地区“两化”的耦合度与耦合协调度，计算结果分别如表 6、表 7 所示。

通过计算“两化”耦合度，探究汉江生态经济带“两化”之间相互作用的影响程度。如表 6 所示，2011~2019 年汉江生态经济带“两化”耦合度总体水平不断上升，特别是 2019 年“两化”耦合类型由磨合阶段调整为高水平耦合阶段，说明“两化”形同运行良好程序中的两个模块相互作用、相互依赖的程度较高。在样本期内，汉江生态经济带沿线大部分城市“两化”耦合度均有不同程度的增长(图 5)，潜在原因可能是国家对于流域治理开发制度的完善与生态环境保护的加强，各地区自发调节“两化”之间的矛盾。从耦合度空间分布来看，汉江生态经济带上游的商洛、安康和汉中等地具有良好的生态环境基础，耦合度呈现较快增长的态势，“两化”之间关系趋向有序发展。相比较而言，中下游地区的耦合度均值均低于上游地区，表明汉江生态经济带中下游地区生态产业化水平虽逐年提高，但向高水平目标发展还存在一定距离，在强调经济社会快速发展的同时需特别注意为产业发展注入“绿色动力”和“绿色基因”。总体而言，样本期内汉江生态经济带“两化”耦合度基本处于磨合阶段，具有较好的资源、产业与可持续发展能力。另一方面，“两化”耦合度均值离高水平耦合阶段尚有一定距离，可见汉江生态经济带“两化”协调发展是一个长期的过程，需要进一步推动产业结构优化升级和加快生态文明体制改革。

由表 7 可知，2011~2019 年汉江生态经济带“两化”耦合协调度有较大提升，呈快速增长态势，协调类型由勉强耦合协调类型发展到良好协调发展类型，产业发展在“生态化改造”过程中能够有效纳入当地生态系统循环中。根据 2011~2019 年汉江生态经济带“两化”耦合协调度均值(表 7)，运用 GIS 软件绘制“两化”耦合协调度空间分布图(图 6)。从空间视角分析沿线城市耦合协调度，汉江生态经济带内部“两化”耦合协调发展水平各异，在大多年份里汉江生态经济带上游的商洛、安康、汉中的耦合协调度要高于中下游地区，这说明了中下游地区较之上游地区来看，虽然近年来中下游各城市产业发展水平不断提高，但总体生态环境质量较低，造成“两化”耦合协调度整体偏低，这和“两化”耦合度的空间分布情况大致相同。未来汉江中下游城市要“两手抓”，一手抓创新驱动，加快产业转型升级，一手抓生态文明体制改革，着力解决生态环境突出问题，加大生态系统保护力度，着力提升生态环境质量，积极探索我国内河流域“两化”协调发展的新模式。

表 6 汉江生态经济带“两化”耦合度及类型

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	均值
--	------	------	------	------	------	------	------	------	------	----

襄阳	耦合度	0.577	0.594	0.652	0.619	0.683	0.714	0.712	0.764	0.770	0.676
	类型	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
商洛	耦合度	0.566	0.540	0.611	0.698	0.745	0.786	0.819	0.892	0.890	0.727
	类型	C	C	C	C	C	C	D	D	D	C
安康	耦合度	0.608	0.508	0.869	0.939	0.988	0.979	0.920	0.954	0.910	0.859
	类型	C	C	D	D	D	D	D	D	D	D
汉中	耦合度	0.616	0.711	0.765	0.732	0.887	0.847	0.842	0.861	0.870	0.792
	类型	C	C	C	C	D	D	D	D	D	C
南阳	耦合度	0.658	0.609	0.672	0.639	0.617	0.615	0.649	0.604	0.670	0.637
	类型	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
十堰	耦合度	0.721	0.619	0.646	0.661	0.671	0.656	0.588	0.595	0.970	0.681
	类型	C	C	C	C	C	C	C	C	D	C
孝感	耦合度	0.695	0.687	0.684	0.650	0.625	0.699	0.668	0.644	0.670	0.669
	类型	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
随州	耦合度	0.691	0.641	0.608	0.738	0.709	0.752	0.670	0.605	0.980	0.711
	类型	C	C	C	C	C	C	C	C	D	C
荆门	耦合度	0.600	0.588	0.571	0.547	0.534	0.516	0.502	0.413	0.570	0.538
	类型	C	C	C	C	C	C	C	B	C	C
经济带	耦合度	0.637	0.611	0.675	0.691	0.718	0.729	0.708	0.704	0.811	0.698
	类型	C	C	C	C	C	C	C	C	D	C

注：本表分别用 A、B、C、D 表示低水平耦合、拮抗阶段、磨合阶段、高水平耦合等类型。

表 7 汉江生态经济带“两化”耦合协调度及类型

		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	均值
襄阳	协调度	0.498	0.524	0.566	0.531	0.617	0.856	0.798	0.674	0.714	0.642
	类型	C	C	C	C	B	A	B	B	B	B
商洛	协调度	0.574	0.573	0.636	0.662	0.727	0.779	0.853	0.808	0.918	0.726

	类型	C	C	B	B	B	B	A	A	A	B
安康	协调度	0.512	0.470	0.697	0.825	0.894	0.814	0.842	0.903	0.909	0.763
	类型	C	C	B	A	A	A	A	A	A	B
汉中	协调度	0.555	0.634	0.671	0.663	0.811	0.812	0.884	0.974	0.870	0.764
	类型	C	B	B	B	A	A	A	A	A	B
南阳	协调度	0.551	0.543	0.503	0.531	0.660	0.775	0.743	0.719	0.897	0.658
	类型	C	C	C	C	B	B	B	B	A	B
十堰	协调度	0.583	0.546	0.554	0.673	0.602	0.633	0.727	0.763	0.995	0.675
	类型	C	C	C	B	B	B	B	B	A	B
孝感	协调度	0.486	0.527	0.514	0.511	0.525	0.471	0.474	0.504	0.804	0.535
	类型	C	C	C	C	C	C	C	C	A	C
随州	协调度	0.469	0.519	0.519	0.531	0.543	0.608	0.630	0.736	0.801	0.595
	类型	C	C	C	C	C	B	B	B	A	C
荆门	协调度	0.555	0.593	0.619	0.628	0.635	0.627	0.623	0.613	0.647	0.616
	类型	C	C	B	B	B	B	B	B	B	B
经济带	协调度	0.531	0.548	0.587	0.617	0.668	0.708	0.730	0.744	0.840	0.664
	类型	C	C	C	B	B	B	B	B	A	B

注：本表分别用 A、B、C、D、E 表示良好协调发展、中度协调发展、勉强协调发展、中度失调衰退和严重失调衰退等类型。

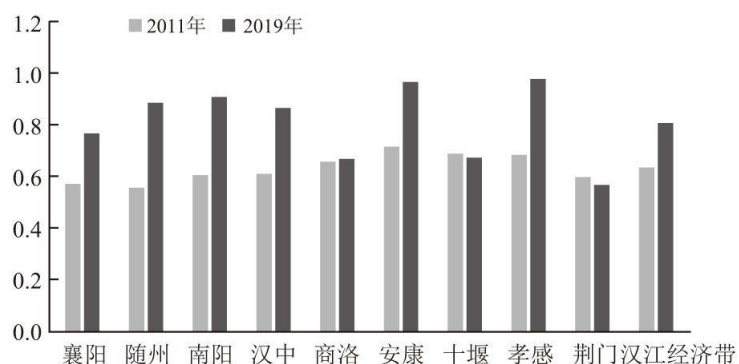


图 5 2011、2019 年汉江生态经济带“两化”耦合度

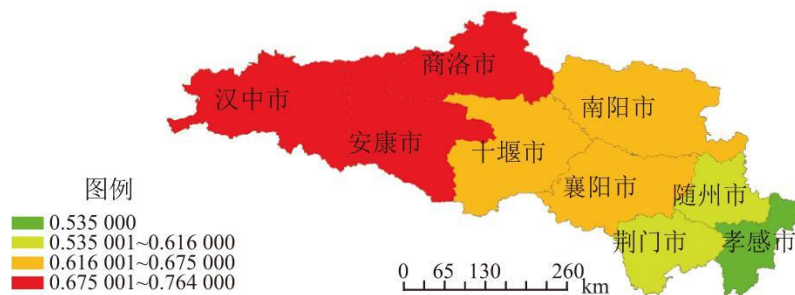


图6 汉江生态经济带“两化”耦合协调度空间分布图(2011~2019 年均值)

在“两化”同步关系上, 汉江生态经济带多数地区表现为产业生态化领先型(表 8)。2011~2019 年在汉江生态经济带全部 81 个研究样本中, 呈现产业生态化滞后型的样本为 22 个, 占总样本数的 27.16%, 表征为产业生态化领先型的样本有 59 个, 占总样本数的 72.84%。从均值水平来看, 除汉中、商洛、安康表现为产业生态化滞后型外, 汉江生态经济带其他地区都表现为产业生态化领先型, 表明汉江生态经济带在“两化”发展速度上, 中下游地区产业生态化领先于生态产业化, 上游地区产业生态化滞后于生态产业化。下游地区产业生态化长期领先于生态产业化可能会抑制“两化”耦合协调度水平的提高。

表 8 汉江生态经济带“两化”的同步关系(2011~2019 年)

[illegible]

注：因篇幅有限，分别采用领先型、同步型和滞后型代表产业生态化领先型、“两化”同步型、产业生态化滞后型。

4 研究结论与政策启示

4.1 研究结论

(1)从时间维度上看,汉江生态经济带产业生态化整体水平呈现不断上升的格局。襄阳在汉江生态经济带产业生态化发展中

具有较大的首位度；从空间维度来看，样本期内汉江生态经济带产业生态化水平呈现上中下游逐步递增的梯度分布格局，且产业生态化水平差距有继续扩大的趋势。单位产出的工业三废排放水平差异较大，是造成城市间产业生态化水平差异显著的主要原因。

(2)从时间维度上看，汉江生态经济带生态产业化总体水平表现出稳步上升的趋势。汉江生态经济带上游三市，商洛、安康和汉中的生态产业化水平高于其他地区；从空间分布来看，汉江生态产业化水平呈现上中下游逐步递减的梯度分布格局，各地区生态产业化水平的差距不大，而且这种差距有逐步缩小的趋势。影响汉江生态经济带生态产业化水平各异的主要因素是单位 GDP 能耗、水耗和电耗。

(3)汉江生态经济带“两化”耦合度总体水平不断上升，“两化”之间的相互作用不断增强；样本期内“两化”耦合协调度呈快速增长态势，由勉强耦合协调类型发展到良好协调发展类型。从空间视角来看，汉江生态经济带内部“两化”耦合协调发展差距较大，上游地区的耦合协调度要高于中下游地区，这和“两化”耦合度的空间分布情况大致相同。研究发现，在“两化”同步关系上，汉江生态经济带多数地区表现为产业生态化领先型。中下游地区产业生态化领先于生态产业化，上游地区产业生态化滞后于生态产业化。

4.2 政策启示

(1)坚持推动产业绿色发展。

实施差异化的主体功能区产业发展政策，在下游重点开发区域应加快工业的生态化转型发展，以“新基建”为指引，支持新能源汽车、智能制造装备、生物医药、新材料等战略性新兴产业集群发展，继续加大各类工业园区、产业集聚区的建设及污染防治力度，降低下游地区单位产出的环境污染物排放量；在中上游重点生态功能区和农产品主产区，积极构建山水林田湖草生命共同体，推进森林、湿地等生态系统保护与修复，大力发展特色农业、智慧农业。

(2)构建多层次的资源节约循环利用体系。

按照循环经济的 3R 原则，加强汉江沿线各地工业再生资源回收利用与废物循环利用，推进产业园区循环低碳化改造和能源资源梯级利用，提升工业固体废物综合利用率。在资源循环利用基础比较好的城市，加大经费投入和政策支持力度建设资源循环经济产业示范园区；倡导个人绿色消费、企业绿色办公、政府绿色采购理念，引导企业不断降低产品生产、物流、销售等过程中的水耗、能耗和电耗。上游地区进一步加大投入建设生活污水、垃圾集中处理设施，提高城市污水处理率和生活垃圾无害化处理率。

(3)协同推进汉江生态经济带“两化”协调发展。

汉江中上游地区在承担水源涵养、保持生物多样性等生态功能的同时，必须因地制宜优化本地产业结构和布局，推动工业由初级原材料密集型向中高端、高附加值密集型转变，提升产业生态化水平；充分发挥政府在推进汉江“两化”协调发展中的引领作用，引导汉江下游地区的人才、资本和绿色产业优先向中上游地区有序转移，中上游地区对核心人才、专利技术、绿色资本等要素引进方面给予特殊的政策倾斜。广泛吸引社会资本进入汉江下游生态环境保护领域，统筹推进汉江碳排放交易市场、矿业权市场建设，为“两化”协调发展提供必要的平台支持。

参考文献：

[1]习近平.习近平谈治国理政第三卷[M].北京：外文出版社，2020.

-
- [2] 国家发展改革委. 汉江生态经济带发展规划. [EB/OL]. <http://www.gov.cn/xinwen/2018-11/13/5339777/files/2de7c5b48ef745d2b8ac1d15c1973242.pdf>, 2018(11).
- [3] FROSCHE R A, GALLOPOULOS N E. Strategies for manufacturing[J]. Scientific American, 1989(3):144-152.
- [4] 刘小双, 罗胤晨, 文传浩. 生态产业化理论意蕴及发展模式研究综述[J]. 经济论坛, 2020(3):28-34.
- [5] 陈长. 论贵州协同推进生态产业化与产业生态化[J]. 贵州省党校学报, 2018(6):123-128.
- [6] 张国俊, 王珏晗, 庄大昌. 广州市产业生态化时空演变特征及驱动因素[J]. 地理研究, 2018(6):1070-1086.
- [7] 高思齐, 郭付友. 山东省限制开发区产业生态化时空分异特征与驱动因素[J]. 地理与地理信息科学, 2021(3):128-134.
- [8] 魏巍, 陈志国, 孙春生, 等. 京津冀产业生态化水平测度及时空动态演变[J]. 统计与决策, 2020(21):110-113.
- [9] 马勇, 刘军. 长江中游城市群产业生态化效率研究[J]. 经济地理, 2015(6):124-129.
- [10] 张亚明, 陈宝珍. 京津冀生态环境支撑区产业生态化效率研究[J]. 现代城市研究, 2016(12):21-27.
- [11] 谷树忠. 产业生态化和生态产业化的理论思考[J]. 中国农业资源与区划, 2020(10):8-14.
- [12] 付洪良, 周建华. 乡村振兴战略下乡村生态产业化发展特征与形成机制研究——以浙江湖州为例[J]. 生态经济, 2020(3):118-123.
- [13] 张轩畅, 刘彦随, 李裕瑞, 等. 黄土丘陵沟壑区乡村生态产业化机理及其典型模式[J]. 资源科学, 2020(7):1275-1284.
- [14] 黎元生. 生态产业化经营与生态产品价值实现[J]. 中国特色社会主义研究, 2018(4):84-90.
- [15] 陈洪波. “产业生态化和生态产业化”的逻辑内涵与实现途径[J]. 生态经济, 2018(10):209-220.
- [16] 陈长. 省域生态产业化与产业生态化协同发展理论、实证——以贵州为例[J]. 贵州社会科学, 2019(8):122-130.
- [17] 吴传清, 周西一敏, 黄成. 长江经济带产业结构优化与生态文明建设的耦合协调关系研究[J]. 华中师范大学学报(自然科学版), 2020(4):555-566.
- [18] 周颖, 王兆峰. 长江经济带旅游资源开发强度与生态能力耦合协调关系研究[J]. 长江流域资源与环境, 2021(1):11-22.
- [19] 张媛媛, 袁奋强, 刘东皇, 等. 产业生态化水平的测度及其影响因素研究[J]. 长江流域资源与环境, 2019(10):2331-2339.
- [20] 黄磊, 吴传清, 文传浩. 三峡库区环境-经济-社会复合生态系统耦合协调发展研究[J]. 西部论坛, 2017(4):83-92.
- [21] 王春娟, 刘大海, 王玺茜, 等. 国家海洋创新能力与海洋经济协调关系测度研究[J]. 科技进步与对策, 2020(14):39-46.