



长江流域资源与环境
Resources and Environment in the Yangtze Basin
ISSN 1004-8227, CN 42-1320/X

《长江流域资源与环境》网络首发论文

题目： 汉江生态经济带交通状况—区域经济—生态环境耦合协调发展研究
作者： 陆远权，张源
网络首发日期： 2022-09-20
引用格式： 陆远权，张源. 汉江生态经济带交通状况—区域经济—生态环境耦合协调发展研究[J/OL]. 长江流域资源与环境.
<https://kns.cnki.net/kcms/detail/42.1320.X.20220919.1241.002.html>



网络首发：在编辑部工作流程中，稿件从录用到出版要经历录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿等阶段。录用定稿指内容已经确定，且通过同行评议、主编终审同意刊用的稿件。排版定稿指录用定稿按照期刊特定版式（包括网络呈现版式）排版后的稿件，可暂不确定出版年、卷、期和页码。整期汇编定稿指出版年、卷、期、页码均已确定的印刷或数字出版的整期汇编稿件。录用定稿网络首发稿件内容必须符合《出版管理条例》和《期刊出版管理规定》的有关规定；学术研究成果具有创新性、科学性和先进性，符合编辑部对刊文的录用要求，不存在学术不端行为及其他侵权行为；稿件内容应基本符合国家有关书刊编辑、出版的技术标准，正确使用和统一规范语言文字、符号、数字、外文字母、法定计量单位及地图标注等。为确保录用定稿网络首发的严肃性，录用定稿一经发布，不得修改论文题目、作者、机构名称和学术内容，只可基于编辑规范进行少量文字的修改。

出版确认：纸质期刊编辑部通过与《中国学术期刊（光盘版）》电子杂志社有限公司签约，在《中国学术期刊（网络版）》出版传播平台上创办与纸质期刊内容一致的网络版，以单篇或整期出版形式，在印刷出版之前刊发论文的录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿。因为《中国学术期刊（网络版）》是国家新闻出版广电总局批准的网络连续型出版物（ISSN 2096-4188，CN 11-6037/Z），所以签约期刊的网络版上网络首发论文视为正式出版。

汉江生态经济带交通状况—区域经济—生态环境耦合协调发展研究

陆远权^{1,2}, 张源^{1*}

(1.重庆大学公共管理学院, 重庆 400044; 2.重庆师范大学经济与管理学院, 重庆 401331)

摘要: 汉江生态经济带是长江流域横贯东西的新兴经济带, 在区域协调发展格局中具有独特且不可替代的战略地位。基于汉江生态经济带 13 个地级市 2009—2019 年的面板数据, 引入耦合协调模型, 在建立汉江生态经济带交通状况—区域经济—生态环境耦合协调发展评价指标体系的基础上, 对汉江生态经济带三大系统的耦合协调发展进行综合实证分析。研究发现:

(1) 汉江生态经济带交通状况—区域经济—生态环境整体耦合协调性呈波动上升趋势, 交通状况综合发展水平和区域经济综合发展水平滞后于生态环境综合保护水平。(2) 各地级市三大系统综合发展水平参差不齐, 武汉交通状况和区域经济综合发展水平遥遥领先, 其次为洛阳、襄阳和南阳, 其余城市相对落后; 各城市生态环境综合保护水平波动较大, 整体呈现先上升、后下降、再上升的态势。(3) 各地级市三大系统耦合协调度变动以保持稳定和波动上升为主, 总体向良性协调方向发展, 区域差异有所缓和。

关键词: 汉江生态经济带; 交通状况; 区域经济; 生态环境; 耦合协调

中图分类号: F299.23; X22 **文献标志码:** A

汉江生态经济带是连接长江经济带和新丝绸之路经济带的战略通道, 具有承南启北、贯通东西的枢纽功能, 作为南水北调工程的重要水源地, 在区域总体发展格局中的地位日益突出。2013 年 10 月, 湖北省委十届三次全会给出了“汉江生态经济带”的提法。2015 年湖北省制定了《湖北汉江生态经济带开放开发总体规划(2014—2025 年)》。2016 年、2021 年汉江生态经济带建设分别纳入国家“十三五”、“十四五”规划。2018 年 11 月, 国家发展改革委正式发布《汉江生态经济带发展规划》, 特别指出要“打造美丽、畅通、创新、幸福、开放、活力的生态经济带”。当前, 汉江生态经济带沿线各城市交通运输状况、经济发展水平和生态环境基础参差不齐, 将会制约汉江生态经济带整体协调发展。交通运输作为经济发展必不可少的基础条件, 对区域经济的影响不言而喻, 同时经济发展的环境依赖性和交通运

基金项目: 国家社会科学基金项目(18BMZ149); 重庆市社会科学规划项目(cstc2021ycjh-bgzxm0350)

作者简介: 陆远权(1966—), 男, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为区域经济与区域政策. E-mail: sxxlyq@126.com

***通讯作者 E-mail:** 365087723@qq.com

输的资源消耗性决定了交通状况、区域经济与生态环境之间存在着相互制约又相互促进的辩证统一关系，三者融合协调则相互促进，不协调则相互掣肘。因此，探究交通状况、区域经济与生态环境间的耦合协调关系对肩负经济发展与环境保护双重任务的汉江生态经济带具有重要意义。

区域作为一个开放的系统，时刻与外界发生着联系。交通运输是国民经济社会发展的基础产业，对区域经济发展起到重要的支撑、引导和保障作用^[1-2]，是联系区域经济和社会活动的重要纽带。交通基础设施建设与区域经济发展的相互作用一直是经济学和经济地理学研究的重要内容^[3]。20世纪80年代，国内学者关于交通与经济的研究已经展开。金凤君对新疆交通运输的现状和问题进行了分析，认为交通是其经济发展的前提之一；后来，首次提出了交通优势度的概念，并构筑空间数理模型，深入考察中国交通优势的空间格局^[4-5]。叶昌友等采用空间面板模型验证了中国的交通基础设施建设和交通运输业发展对经济增长具有明显的带动作用^[6]。张学良强调我国的交通基础设施对区域经济增长的空间溢出效应非常显著，同时也认为传统研究在一定程度上高估了交通基础设施对区域经济增长的作用^[7]。张勋等通过考查工业企业数据，发现交通基础设施具有扩大企业规模，提高企业经营效率以及增强市场活力等作用，从而在经济增长中扮演重要角色^[8]。刘洋、秦凤鸣认为在中国的发展进程中，基础设施投资应快于名义GDP的增长，并且应优先发展交通类基础设施^[9]。但是，近年来国内的交通运输建设也暴露出了过度扩张、重复建设、能力浪费、不合理竞争以及各种运输方式之间的不协调等问题，这不仅会加大区域的生态环境负担，对其所依托的水资源、土地资源、生物资源等方面产生一定的风险，而且将制约区域经济的持续健康发展^[10-11]。郑兵云、杨冕在对区域交通与生态环境效率进行评价时，发现过于密集且设计不合理的交通基础设施会加大集聚地区的环境压力，增加能源消耗^[12-13]。韩志勇等从生态交通的角度，强调在追求交通通达和环境保护的同时，更加强调交通与自然的和谐、稳定与融合^[14]。何寿奎认为环境保护与交通运输业高质量发展二者价值目标协同、路径上互补，提出构建低碳交通技术标准体系，探索低碳交通与环境保护成本补偿制度，应用智能技术对交通运输业环境进行协同治理^[15]。

综上所述，交通状况、区域经济和生态环境之间的交互关系已经成为学界关注和研究的热点话题，其中交通状况和区域对生态环境的影响主要表现为胁迫与建设作用，而生态环境作为交通状况和区域经济的承载基础，同样也制约着两者的发展。但以往研究多集中于三者之间单向和双向关系的视角，汉江生态经济带作为研究区域问题的新兴案例地，鲜有研究对其交通状况—区域—生态环境的交互关系进行探讨。本文以汉江生态经济带为研究对象，在分别测算沿线13个地级市交通状况、区域经济和生态环境三大系统发展水平的基础上，运用耦合协调模型对2009—2019年汉江生态经济带交通状况—区域—生态环境耦合协调度的时空分异特征及演变规律展开分析，并借助核密度估计进一步验证，以期完善

流域交通基础设施建设, 加强生态环境修复与保护, 扎实推进汉江生态经济带区域一体化和经济高质量发展。

1 研究区概况、指标体系与数据来源

1.1 研究区概况

汉江全长 1577 公里, 流域面积 15.9 万平方公里, 是长江第一大支流。汉江生态经济带涵盖湖北、河南、陕西三省, 共计 84 个县(市、区), 是长江经济带的重要组成部分, 也是我国重要的生态保护区和水源涵养地。汉江流域自然资源丰富、经济基础雄厚、生态条件优越, 具有独特地理优势和巨大发展潜能。截至 2019 年底, 流域内常住人口 6510 万人, 地区生产总值约 4.51 万亿元, 同比增长 9.1%, 高于其全国平均水平 3 个百分点。随着武当山机场的开通、武西高铁和郑万高铁的不断推进, 以及其他一系列高速公路和骨干工程的建设, 流域综合交通运输水平得到了显著提升。在区域经济快速发展和交通条件逐步改善的背后也存在着环境隐患, 加之各城市的经济规模和产业结构存在较大差异, 对生态环境的影响程度和保护力度亦有不同, 用科学方法定量研究汉江生态经济带及带内各城市的交通状况—区域经济—生态环境耦合协调关系对实现区域高质量发展意义重大。

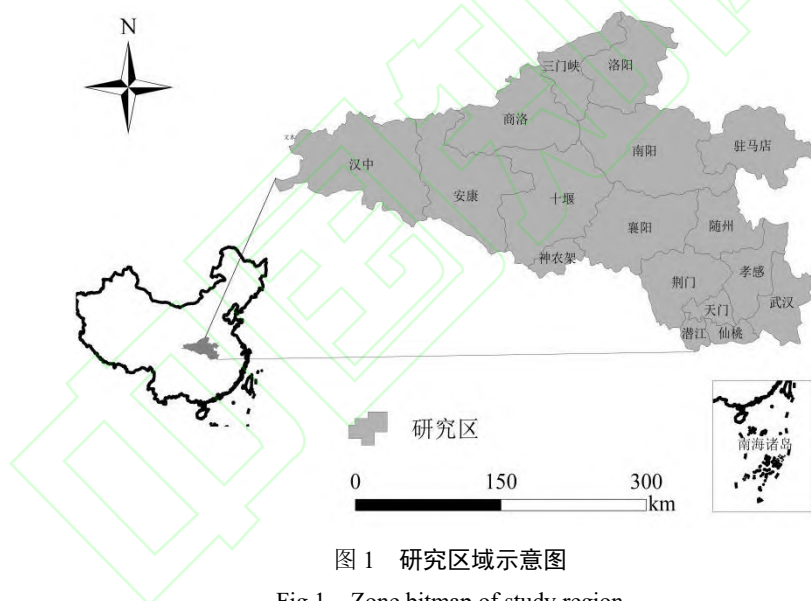


Fig.1 Zone bitmap of study region

1.2 指标体系构建与数据来源

为揭示汉江生态经济带交通状况、区域经济与生态环境耦合特征的时空格局, 基于系统性、整体性、科学性和指标的代表性以及数据的可获得性原则, 本文在参照现有研究成果^[3, 11, 16-19]的基础上共选取了 41 个指标, 从交通状况、区域经济和生态环境三大系统构建交通状况—区域经济—生态环境协调发展评价指标体系。其中, 交通状况系统从交通基础设施、交通运输水平和交通运输能力等三个方面选取了 12 个指标, 区域经济系统从经济规模、经济结构和经济效益等三个方面选取了 15 个指标, 生态环境系统从环境状态等三个方面选取了 14 个指标。具体指标及运用熵权法计算后的指标权重见表 1。

基于《汉江生态经济带发展规划》的划定范围，选择其所辖 13 个地级市为研究对象，具体包括南阳、洛阳、三门峡、驻马店、十堰、襄阳、荆门、随州、孝感、武汉、汉中、安康与商洛。综合虑及数据的可获取性与可比性，本文未将神农架林区和仙桃、潜江、天门三个省直管市纳入研究范围。所选时间节点为 2009—2019 年，研究数据主要来源于 2010—2020 年《中国城市统计年鉴》、《湖北省统计年鉴》、《河南省统计年鉴》、《陕西省统计年鉴》和汉江生态经济带各地级市统计年鉴和统计公报，民航数据来自 2009—2019 年民航机场生产统计公报，部分生态环境相关数据来自各省市生态环境状况公报和水资源公报，少量缺失数据采用相邻年份插值法估算所得。

表 1 汉江生态经济带交通状况—区域经济—生态环境耦合协调发展评价指标体系及权重

Tab.1 Evaluation index system and its weight of coupling coordination development of traffic conditions-regional economy-ecological environment in Hanjiang river ecological economy belt

| 系统 | 子系统 | 评价指标 | 权重 | 性质 | |
|----------------|--------|---------------------------------|-----------------|--------|---|
| 交通状况 | 交通基础设施 | 公路总里程 (km) | 0.0439 | 正 | |
| | | 高速公路总里程 (km) | 0.0406 | 正 | |
| | | 公路网密度 (km/km ²) | 0.0348 | 正 | |
| | | 高速公路网密度 (km/km ²) | 0.0779 | 正 | |
| | | 人均城市道路面积 (m ² /人) | 0.0428 | 正 | |
| | | 公路客运量 (万人次) | 0.0762 | 正 | |
| | 交通运输水平 | 公路货运量 (万 t) | 0.0878 | 正 | |
| | | 民用航空客运量 (万人次) | 0.2025 | 正 | |
| | | 公路旅客周转量 (万人公里) | 0.0891 | 正 | |
| | | 航班起降架次 (次) | 0.1613 | 正 | |
| | 交通运载能力 | 民用汽车 (辆) | 0.0907 | 正 | |
| | | 每万人拥有公共交通工具 (辆/万人) | 0.0524 | 正 | |
| | | 经济规模 | GDP (亿元) | 0.1030 | 正 |
| | | | 地方一般公共预算收入 (亿元) | 0.1227 | 正 |
| 固定资产投资总额 (亿元) | 0.0830 | | 正 | | |
| 社会消费品零售总额 (亿元) | 0.0892 | | 正 | | |
| 区域经济 | 经济结构 | 城乡居民储蓄年末存款余额 (亿元) | 0.0887 | 正 | |
| | | 城镇化率 (%) | 0.0453 | 正 | |
| | | 第三产业占 GDP 比重 (%) | 0.0666 | 正 | |
| | | 第二产业就业比重 (%) | 0.0213 | 正 | |
| | | 第三产业就业比重 (%) | 0.0464 | 正 | |
| | | 进出口总额占 GDP 比重 (%) | 0.0569 | 正 | |
| | 经济效益 | 人均 GDP (元) | 0.0720 | 正 | |
| | | 人均地方一般公共预算收入 (元) | 0.0730 | 正 | |
| | | 人均社会固定资产投资 (元) | 0.0343 | 正 | |
| | | 人均社会零售品消费额 (元) | 0.0424 | 正 | |
| 生态环境 | 环境压力 | 人均城乡居民储蓄年末存款余额 (元) | 0.0554 | 正 | |
| | | 人口密度 (人/km ²) | 0.0357 | 负 | |
| | | 单位 GDP 耗水量 (m ³ /万元) | 0.0786 | 负 | |

| | | | |
|------|--------------------------------------|--------|---|
| | 单位 GDP 耗电量 (kW · h/万元) | 0.0633 | 负 |
| | 单位 GDP 工业废水排放总量 (t/万元) | 0.0518 | 负 |
| | 单位 GDP 工业 SO ₂ 排放量 (t/万元) | 0.0783 | 负 |
| | 单位 GDP 工业烟尘排放量 (t/万元) | 0.0555 | 负 |
| 环境状态 | 人均绿地面积 (m ² /人) | 0.0923 | 正 |
| | 建成区绿化覆盖率 (%) | 0.0817 | 正 |
| | 环境空气质量优良率 (%) | 0.0811 | 正 |
| | 人均耕地面积 (hm ² /人) | 0.0772 | 正 |
| 环境响应 | 环保投资占财政支出比重 (%) | 0.1136 | 正 |
| | 工业固体废物综合利用率 (%) | 0.0498 | 正 |
| | 城市生活污水处理率 (%) | 0.1043 | 正 |
| | 生活垃圾无害化处理率 (%) | 0.0369 | 正 |

2 研究方法

2.1 熵值法

熵是热力学中物理概念,用来度量微观态数大小和分子运动混乱程度,熵值越大表明系统越混乱,携带信息越少;熵值越小说明系统越有序,携带信息越多^[20]。熵值法是一种比较常用的客观赋权方法,它通过计算指标的信息熵进而确定指标权重,相比主观赋权方法而言,熵值法能克服主观确定权重的缺陷,且赋权过程具有透明性、可再现性,因而被广泛应用于实证研究中^[21-22]。具体步骤如下^[23-24]:

(1) 对原始数据进行极差标准化处理,消除各指标的量纲差异性。建立 m 行 \times n 列的原始数据矩阵 $X' = (x_{ij})_{m \times n}$, m 为样本市的个数, n 为评价指标的个数。

$$\text{正向指标标准化: } x'_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_j)}{\max(x_j) - \min(x_j)} \times 0.99 + 0.01$$

$$\text{负向指标标准化: } x'_{ij} = \frac{\max(x_j) - x_{ij}}{\max(x_j) - \min(x_j)} \times 0.99 + 0.01$$

其中, x_{ij} 与 x'_{ij} 分别为第 i 个市第 j 个指标的原始数值与标准化值; $\max(x_j)$ 与 $\min(x_j)$ 分别为第 j 列指标的最大值与最小值。

(2) 计算各指标的比重:

$$P_{ij} = x'_{ij} / \sum_{i=1}^m x'_{ij}$$

(3) 计算各指标的熵值:

$$e_j = -\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m P_{ij} \ln P_{ij}$$

(4) 计算各指标的权重:

$$\omega_j = (1 - e_j) / \sum_{j=1}^n (1 - e_j)$$

其中, $(1 - e_j)$ 为第 j 项指标的效用价值; $(1 - e_j)$ 越大, 指标的重要性越大, 其计算结果如表 1 所示。

(5) 计算各城市评价在系统的综合得分:

$$u_{ij} = \sum_{i=1}^n \omega_j \times x'_{ij}$$

2.2 耦合协调模型

耦合衍生于物理学概念, 是指两个或多个系统之间通过各种相互作用而彼此影响以至协同的现象, 系统由无序走向有序的关键在于系统内部序参量之间的协同作用, 耦合度即是对这种协同作用强弱程度的度量^[25-26]。耦合协调度则是指各个系统间相互作用、彼此影响而形成一体化的关系, 是一种互动效应、联动效应^[24]。耦合协调模型已经广泛应用于经济发展、产业结构、社会环境和技术创新等不同系统的协调发展中, 是研究区域经济、产业、交通、生态环境等系统协调发展的重要模型, 具体步骤如下^[16]:

(1) 计算三大系统综合发展水平:

$$F(x) = \sum_{i=1}^m a_i x'_i, \quad G(y) = \sum_{i=1}^n b_i y'_i, \quad H(z) = \sum_{i=1}^k c_i z'_i$$

式中: $F(x)$ 表示交通状况综合发展水平; $G(x)$ 表示区域经济综合发展水平; $H(x)$ 表示生态环境综合保护水平; a_i 、 b_i 、 c_i 分别表示交通状况、区域经济和生态环境三大系统中各项指标的权重; x'_i 、 y'_i 、 z'_i 分别表示三大系统的无量纲化后的指标值。

(2) 计算三大系统耦合度。借鉴物理学中容量耦合系数模型, 可以得到交通状况—区域经济—生态环境三大系统的耦合度函数:

$$C = \left\{ \frac{F(x) \times G(x) \times H(x)}{\left[\frac{F(x) + G(x) + H(x)}{3} \right]^3} \right\}^{\frac{1}{3}}$$

式中: 耦合度 $C \in (0,1)$, C 值越接近 1, 表明三大系统的耦合状态越好; 反之, 表明耦合状态越差。

(3) 计算三大系统耦合协调度。耦合度 C 是反映研究区域三大系统交互作用强弱的重要指标, 但是存在着“伪耦合”的缺陷, 即当各系统处于较低发展水平时, 耦合度也可能较高, 基于此, 本文引入耦合协调度模型来更好的分析三大系统的交互协调发展程度:

$$D = \sqrt{C \times T}$$

$$T = \alpha F(x) + \beta G(x) + \delta H(x)$$

式中：耦合协调度 $D \in (0,1)$ ， D 值越接近 1，表明三大系统的耦合协调效果越好； T 为三大系统综合发展水平； α 、 β 、 δ 为各系统的待定系数，采用德尔菲法求得 $\alpha = 0.3$ 、 $\beta = 0.4$ 、 $\delta = 0.3$ 。借鉴学者廖重斌的研究成果^[27]，采用均匀分布函数确定汉江生态经济带及各市耦合协调发展类型，见表 2。

表 2 耦合协调度等级分类

Tab.2 The classification of the coupling coordination degree

| 耦合度 | 耦合度等级 | 耦合度 | 耦合度等级 |
|-----------|-------|-----------|-------|
| 0.90~1.00 | 优质协调 | 0.40~0.49 | 濒临失调 |
| 0.80~0.89 | 良好协调 | 0.30~0.39 | 轻度失调 |
| 0.70~0.79 | 中级协调 | 0.20~0.29 | 中度失调 |
| 0.60~0.69 | 初级协调 | 0.10~0.19 | 严重失调 |
| 0.50~0.59 | 勉强协调 | 0.00~0.09 | 极度失调 |

2.3 核密度估计

核密度估计是一种常用的描述经济分布运动的非参数估计方法，能够以连续密度曲线来反映随机变量的分布形态，其分布可直接从数据本身来获取，且不依赖研究时间长度^[28-29]。假定 x_1, x_2, \dots, x_n 服从同分布，则其核密度估计形式为：

$$f(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n k\left(\frac{x-x_i}{h}\right)$$

式中， k 为核函数，选取较为常用的高斯核函数； h 为窗宽，由经验法则算得，具体公式为：

$$k\left(\frac{x-x_i}{h}\right) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-x_i)^2}{2h^2}}, \quad h = 1.06\sigma n^{-\frac{1}{5}}$$

3 实证分析

3.1 汉江生态经济带整体耦合协调发展的时序演变分析

基于耦合协调度模型，测算 2009—2019 年汉江生态经济带交通状况—区域经济—生态环境三大系统历年发展水平与耦合协调度，结果如表 3、图 2。

表 3 2009—2019 汉江生态经济带各子系统综合指数及耦合度、耦合协调度与等级分类

Tab.3 The index and coupling degree as well as coupling coordination degree and its classification of the subsystems in Hanjiang river ecological economy belt from 2009 to 2019

| 年份 | 交通状况 综合指数 | 区域经济 综合指数 | 生态环境 综合指数 | 耦合度 | 综合评价 指数 | 耦合协 调度 | 耦合协调等级 分类 | 类型划分 |
|----|--------------|--------------|--------------|-----|------------|-----------|--------------|------|
|----|--------------|--------------|--------------|-----|------------|-----------|--------------|------|

| | | | | | | | | |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| 2009 | 0.2244 | 0.2261 | 0.5801 | 0.7901 | 0.3318 | 0.5060 | 勉强耦合协调 | 交通滞后型 |
| 2010 | 0.2236 | 0.2298 | 0.5599 | 0.8057 | 0.3270 | 0.5064 | 勉强耦合协调 | 交通滞后型 |
| 2011 | 0.2273 | 0.2298 | 0.5423 | 0.8161 | 0.3228 | 0.5065 | 勉强耦合协调 | 交通滞后型 |
| 2012 | 0.2370 | 0.2341 | 0.5731 | 0.8061 | 0.3367 | 0.5153 | 勉强耦合协调 | 经济滞后型 |
| 2013 | 0.2446 | 0.2341 | 0.5915 | 0.8009 | 0.3445 | 0.5197 | 勉强耦合协调 | 经济滞后型 |
| 2014 | 0.2437 | 0.2340 | 0.5926 | 0.7996 | 0.3445 | 0.5189 | 勉强耦合协调 | 经济滞后型 |
| 2015 | 0.2457 | 0.2391 | 0.5672 | 0.8115 | 0.3395 | 0.5185 | 勉强耦合协调 | 经济滞后型 |
| 2016 | 0.2600 | 0.2449 | 0.5387 | 0.8288 | 0.3376 | 0.5208 | 勉强耦合协调 | 经济滞后型 |
| 2017 | 0.2650 | 0.2473 | 0.5640 | 0.8289 | 0.3476 | 0.5295 | 勉强耦合协调 | 经济滞后型 |
| 2018 | 0.2663 | 0.2483 | 0.5546 | 0.8354 | 0.3456 | 0.5290 | 勉强耦合协调 | 经济滞后型 |
| 2019 | 0.2680 | 0.2519 | 0.5772 | 0.8371 | 0.3543 | 0.5381 | 勉强耦合协调 | 经济滞后型 |

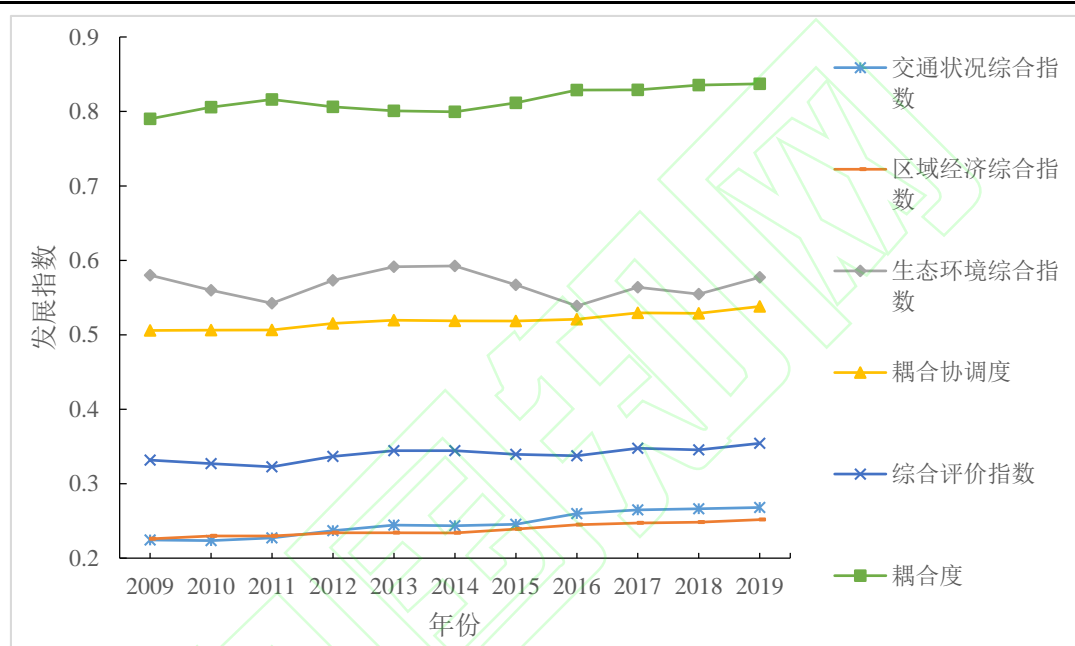


图 2 2009—2019 汉江生态经济带各子系统综合发展指数、耦合度及耦合协调度

Fig.2 The index and coupling degree as well as coupling coordination degree of the subsystems in Hanjiang river ecological economy belt from 2009 to 2019

从表 3 和图 2 来看，在 2009—2019 年汉江生态经济带交通状况—区域经济—生态环境整体的耦合协调发展呈波动上升趋势且保持稳定，其中耦合度高于耦合协调度和综合评价指数，说明近 11 年间汉江生态经济带交通状况、区域经济和生态环境三大子系统的交互作用程度加深。但各子系统的协调发展相对滞后，其中，生态环境综合保护水平始终处于领先地位，成为促进汉江生态经济带交通状况—区域经济—生态环境耦合协调发展的主要推动力。值得注意的是，交通状况和区域经子系统综合发展水平呈现出稳定上升的变化趋势，但均处于较低水平，生态环境子系统综合保护水平呈现出先下降、后上升、再下降、又上升的“W”型变化趋势，受此影响，耦合协调度在 2010—2011 年和 2014—2015 年，存在停滞或下滑。2015 年以来，随着《湖北汉江生态经济带开放开发总体规划（2014—2025 年）》的发布，

以及后续逐步上升为国家战略，汉江生态经济带整体交通状况—区域经济—生态环境耦合协调状况逐渐表现出加快发展的良好势头。

3.2 汉江生态经济带各地级市交通状况、区域经济、生态环境综合发展水平分析

在通过熵值法计算得到汉江生态经济带各地级市交通状况、区域经济与生态环境三大子系统各项指标权重的基础上，分别计算得出三大子系统的综合指数，如图 3-5 所示，并进一步计算得出复合系统的综合发展指数（图 6）。图 3 表示汉江生态经济带各地级市交通状况子系统的综合发展水平，层级分明。武汉位于第一层级，作为流域内唯一的副省级特大城市，交通状况综合发展水平遥遥领先；洛阳、襄阳、南阳和驻马店凭借较好的交通基础设施和充足的人员流动量，交通状况综合发展水平整体较高，位于第二层级；其余城市位于第三层级，交通状况综合发展水平相对较低，随着 2016 年武当山机场通航和四条高速公路建成通车，近 5 年十堰交通状况综合发展水平增长迅速，从 0.141 上升至 0.233，逐渐成为第三层级交通状况综合发展水平的领头羊。图 4 表示汉江生态经济带各地级市区域经济综合发展水平，比较图 3 和图 4 可知，汉江生态经济带交通状况与区域经济两大系统发展具有较强的相似性。武汉的经济优势更为突出，区域经济综合发展水平保持在 0.9 以上；洛阳和襄阳分别作为河南和湖北省域副中心城市，拥有良好的产业基础，区域经济综合发展水平位于 0.2~0.4 之间，分列二、三位；其余城市区域经济系统总体处于较低水平。近年来，南阳、三门峡、十堰和驻马店经济发展势头旺盛，荆门、孝感、随州、汉中、安康经济活力较弱，商洛处于流域末位，发展活力疲软，区域经济综合发展水平甚至呈现负增长态势。图 5 表示汉江生态经济带各地级市生态环境综合保护水平，可以看出近 11 年间，各城市生态环境综合保护水平波动较大，整体上呈现出先上升、后下降、再上升的态势。2016 年流域内大部分城市生态环境出现明显下跌，说明流域内的环境状况出现恶化，之后呈发散趋势，说明城市间生态环境差距扩大，且表现出两极分化的态势，其中上游的汉中、安康、商洛和下游的武汉、孝感近 5 年生态环境质量逐渐恶化，与之相反以十堰、驻马店为代表的中游城市生态环境综合保护水平则呈现出稳步提升的态势，2019 年大部分城市的生态环境质量有明显改善。地处秦巴山区的十堰和安康，凭借独特的优势自然条件，生态环境综合保护水平优势明显，但是从 2015 年起，安康的生态优势地位开始下降，生态环境开始恶化，十堰的生态环境综合保护水平则不断提升，截至 2019 年，十堰生态环境综合保护水平处于流域最高。图 6 表示汉江生态经济带各地级市综合发展水平，其折线图变化态势与图 3 和图 4 较为相似，一定程度上说明，交通状况和区域经济子系统是影响汉江生态经济带交通状况—区域经济—生态环境整体综合发展水平的关键。受生态环境子系统的影响，各城市折线图走势在 2016 年出现下滑，随后逐步提升，并且表现出“放射状”，说明汉江生态经济带各地级市综合发展水平在 2016 年有所下降，随后逐年改善，并且近年来差距有所扩大。除武汉外，其余城市综合发展水平均低于 0.5，说明流域内交通状况、区域经济和生态环境尚未形成有效的良性互动。

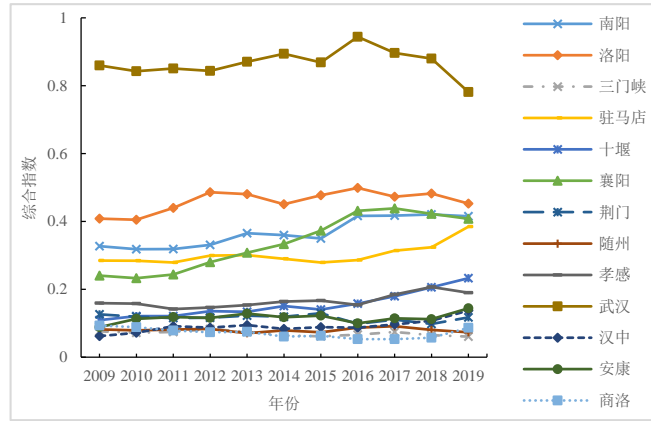


图3 汉江生态经济带各市交通状况综合发展水平

Fig.3 Evaluation level of traffic conditions in cities along Hanjiang river ecological economy belt

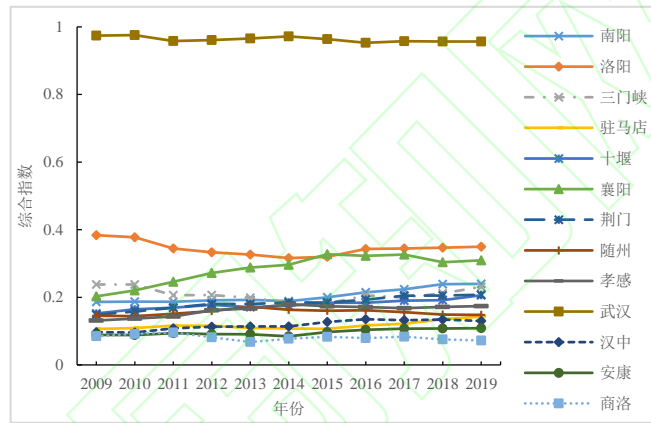


图4 汉江生态经济带各市区域经济综合发展水平

Fig.4 Evaluation level of regional economic in cities along Hanjiang river ecological economy belt

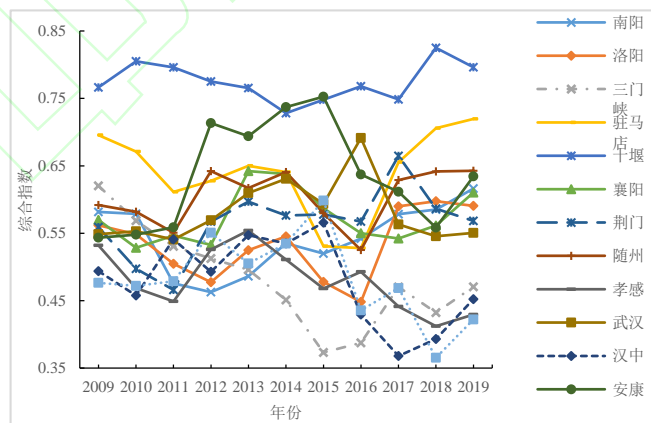


图5 汉江生态经济带各市生态环境综合保护水平

Fig.5 Evaluation level of ecological environment in cities along Hanjiang river ecological economy belt

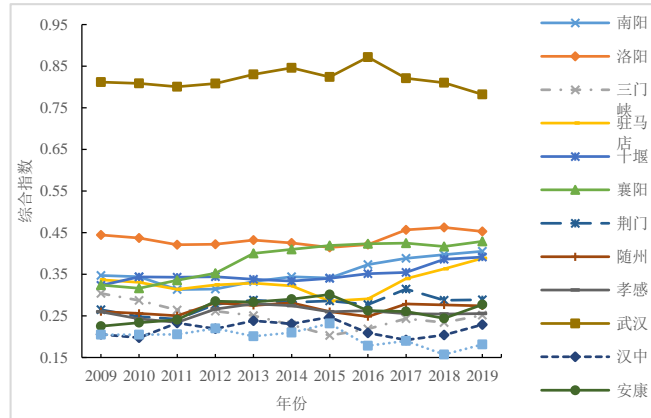


图 6 汉江生态经济带各市三大系统综合发展水平

Fig.6 Comprehensive development index of the three systems of cities along Hanjiang river ecological economy belt

3.3 汉江生态经济带各地级市耦合协调度时空变化分析

3.3.1 耦合协调度的时序变化分析

将汉江生态经济带沿线各地级市交通状况、区域经济和生态环境三大系统的综合指数分别带入耦合度和耦合协调度公式，从而得到各地级市交通状况—区域经济—生态环境复合系统耦合协调度（表 4）。随着时间的推移，汉江生态经济带沿线各地级市的耦合协调度变动主要以保持稳定和缓慢上升为主，总体上向着良性耦合协调方向演变，但个别城市存在小幅下滑趋势。具体而言，洛阳、随州和武汉三个城市耦合协调度基本保持在固定区间，说明其交通状况—区域经济—生态环境耦合协调发展关系比较稳定，武汉和洛阳是流域内工业化、城镇化水平最高的城市，交通基础设施完善，区域经济比较优势明显，耦合协调度始终保持高位；随州经济增长动力疲软，依靠环境投入与治理的加强，耦合协调度相对稳定。南阳、十堰、襄阳、汉中和安康三大系统耦合协调度上升至优一级耦合协调区间，其中，南阳和襄阳由勉强协调上升为初级协调，十堰由濒临失调上升为勉强协调，安康和汉中由轻度失调上升为濒临失调，主要得益于国家流域治理和开发制度的完善和生态环境保护力度的加大。此外，驻马店、荆门和孝感耦合协调度也有小幅上涨。与此同时，三门峡和商洛三大系统耦合协调度呈波动下降态势，囿于自身薄弱的经济基础和脆弱的生态环境，自 2011 年始，商洛耦合协调度始终在流域内垫底，亟需结合自身实际情况，制定相应的交通状况—区域经济—生态环境耦合协调发展策略，采取综合性措施，推动三者向良性协调方向发展。

表 4 2009—2019 年汉江生态经济带各地级市耦合协调度年际变化

Tab.4 Interannual variation of coupling coordination degree of prefecture-level cities in Hanjiang river ecological economy belt from 2009 to 2019

| 耦合协调度 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 南阳 | 0.5590 | 0.5567 | 0.5402 | 0.5433 | 0.5568 | 0.5615 | 0.5629 | 0.5900 | 0.6008 | 0.6102 | 0.6142 |
| 洛阳 | 0.6619 | 0.6567 | 0.6449 | 0.6451 | 0.6509 | 0.6441 | 0.6384 | 0.6452 | 0.6678 | 0.6720 | 0.6653 |
| 三门峡 | 0.4677 | 0.4578 | 0.4430 | 0.4490 | 0.4363 | 0.4138 | 0.3991 | 0.4163 | 0.4331 | 0.4233 | 0.4310 |

| | | | | | | | | | | | |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 驻马店 | 0.5067 | 0.5062 | 0.5027 | 0.5103 | 0.5080 | 0.5027 | 0.4843 | 0.4941 | 0.5228 | 0.5418 | 0.5641 |
| 十堰 | 0.4696 | 0.4885 | 0.4900 | 0.5017 | 0.4961 | 0.5044 | 0.5054 | 0.5170 | 0.5293 | 0.5499 | 0.5657 |
| 襄阳 | 0.5393 | 0.5391 | 0.5575 | 0.5789 | 0.6108 | 0.6211 | 0.6368 | 0.6431 | 0.6448 | 0.6355 | 0.6423 |
| 荆门 | 0.4568 | 0.4501 | 0.4496 | 0.4689 | 0.4762 | 0.4741 | 0.4804 | 0.4625 | 0.4875 | 0.4698 | 0.4824 |
| 随州 | 0.4275 | 0.4236 | 0.4257 | 0.4413 | 0.4336 | 0.4395 | 0.4265 | 0.4331 | 0.4453 | 0.4333 | 0.4265 |
| 孝感 | 0.4600 | 0.4544 | 0.4475 | 0.4712 | 0.4816 | 0.4877 | 0.4793 | 0.4757 | 0.4801 | 0.4858 | 0.4835 |
| 武汉 | 0.8882 | 0.8870 | 0.8820 | 0.8885 | 0.9028 | 0.9121 | 0.8985 | 0.9287 | 0.8942 | 0.8873 | 0.8733 |
| 汉中 | 0.3685 | 0.3727 | 0.4062 | 0.4005 | 0.4135 | 0.4034 | 0.4192 | 0.4064 | 0.4022 | 0.4145 | 0.4377 |
| 安康 | 0.3901 | 0.4059 | 0.4150 | 0.4267 | 0.4324 | 0.4245 | 0.4398 | 0.4193 | 0.4286 | 0.4218 | 0.4487 |
| 商洛 | 0.3821 | 0.3841 | 0.3807 | 0.3731 | 0.3570 | 0.3567 | 0.3695 | 0.3395 | 0.3468 | 0.3319 | 0.3598 |

3.3.2 耦合协调度的空间差异分析

为横向比较汉江生态经济带沿线各地级市交通状况—区域经济—生态环境耦合协调发展情况，计算并整理出 2009—2019 年各地级市三大系统耦合协调度平均值（表 5）。从空间上看，沿线城市交通状况—区域经济—生态环境耦合协调度与三大系统综合发展水平分布较为相似。其中，武汉耦合协调度最高，处于良好协调阶段；洛阳和襄阳耦合协调发展状况较好，处于初级协调阶段，这些城市的经济发展水平较高，交通网络相对完善，交通状况与区域经济系统与其他城市比具有显著优势，在一定程度上弥补的生态环境系统的不均衡。南阳、驻马店和十堰处于勉强协调阶段，立足于区域交通综合枢纽的战略目标，南阳和驻马店交通状况优势明显；十堰作为南水北调核心水源地，大力实施“生态立市”战略，耦合协调度主要依靠生态环境系统拉动。商洛的三大系统发展水平在流域内均处于末流，属于轻度失调，自然条件的限制和落后的交通运输是阻碍其经济发展的重要因素。其他城市均处于濒临失调阶段。从市域三大系统综合发展水平来看，制约其耦合协调发展的主导因素各有不同。武汉为生态滞后型，自然资源和生态环境短板是牵制其协调发展的主导因素；洛阳交通状况评价价值略高于生态环境评价价值，为经济滞后型；而其它城市与各自生态环境系统相比，交通状况和区域经济发展滞后明显，其中，南阳、驻马店、襄阳和安康为经济滞后型，其余城市均为交通滞后型。

表 5 2009—2019 年汉江生态经济带各地级市耦合协调度均值比较

Tab.5 Average comparison of coupling coordination degree of prefecture-level cities in Hanjiang river

| 城市 | ecological economy belt from 2009 to 2019 | | | | | | | |
|-----|---|--------------|--------------|--------|------------|--------|------|--------|
| | 交通状况 综合指数 | 区域经济 综合指数 | 生态环境 综合指数 | 耦合度 | 综合发展 指数 | 耦合协调度 | 协调类型 | 主要制约因素 |
| 南阳 | 0.3672 | 0.2045 | 0.5420 | 0.9255 | 0.3546 | 0.5723 | 勉强协调 | 经济滞后型 |
| 洛阳 | 0.4596 | 0.3441 | 0.5333 | 0.9820 | 0.4355 | 0.6538 | 初级协调 | 经济滞后型 |
| 三门峡 | 0.0703 | 0.2092 | 0.4830 | 0.7568 | 0.2497 | 0.4337 | 濒临失调 | 交通滞后型 |
| 驻马店 | 0.3024 | 0.1170 | 0.6397 | 0.8008 | 0.3294 | 0.5131 | 勉强协调 | 经济滞后型 |
| 十堰 | 0.1536 | 0.1786 | 0.7747 | 0.7456 | 0.3499 | 0.5107 | 勉强协调 | 交通滞后型 |
| 襄阳 | 0.3373 | 0.2831 | 0.5736 | 0.9473 | 0.3865 | 0.6045 | 初级协调 | 经济滞后型 |
| 荆门 | 0.1158 | 0.1833 | 0.5662 | 0.7930 | 0.2779 | 0.4689 | 濒临失调 | 交通滞后型 |

| | | | | | | | | |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|-------|
| 随州 | 0.0801 | 0.1555 | 0.6039 | 0.6999 | 0.2674 | 0.4324 | 濒临失调 | 交通滞后型 |
| 孝感 | 0.1660 | 0.1616 | 0.4804 | 0.8676 | 0.2585 | 0.4733 | 濒临失调 | 交通滞后型 |
| 武汉 | 0.8665 | 0.9630 | 0.5815 | 0.9770 | 0.8196 | 0.8948 | 良好协调 | 生态滞后型 |
| 汉中 | 0.0916 | 0.1182 | 0.4797 | 0.7500 | 0.2187 | 0.4041 | 濒临失调 | 交通滞后型 |
| 安康 | 0.1160 | 0.0966 | 0.6353 | 0.6806 | 0.2640 | 0.4230 | 濒临失调 | 经济滞后型 |
| 商洛 | 0.0712 | 0.0811 | 0.4825 | 0.6633 | 0.1986 | 0.3619 | 轻度失调 | 交通滞后型 |

3.3.3 耦合协调度的核密度估计

由以上分析可知，汉江生态经济带交通状况—区域经济—生态环境复合系统耦合协调状态整体发展向好，已具备协调发展的基础与趋势，但各地级市协调水平参差不齐。因此，本文结合表 4 的测算结果，对 2009—2019 年汉江生态经济带交通状况—区域经济—生态环境复合系统耦合协调进行核密度估计，通过不同维度的比较，得出汉江生态经济带复合系统耦合协调的动态变化特征（见图 7）。

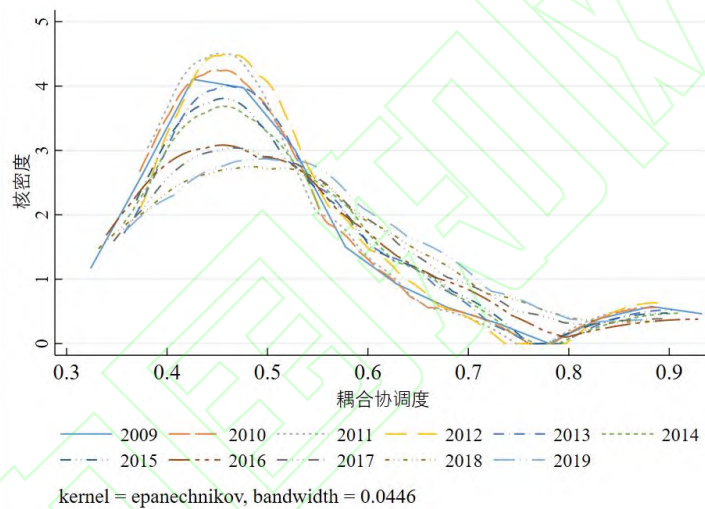


图 7 汉江生态经济带耦合协调度的核密度估计

Fig.7 Kernel density estimation of coupling coordination degree in Hanjiang river ecological economy belt

结果显示：从位置上看，核密度曲线逐渐向右移动，表示汉江生态经济带复合系统耦合协调度发展水平逐渐增强。从形状上看，核密度曲线由轻微多峰向单峰演变，表明汉江生态经济带复合系统耦合协调度呈现由多极分化向单极扁平化趋势演变；研究初期，核密度曲线向右拖尾，随时间逐渐演变为近似正态分布的缓峰形态，说明武汉等个别城市“独大”的现象缓和，以襄阳、南阳、十堰等为代表的其他城市耦合协调发展进程加速，流域内空间非均衡局面有所收敛。从峰度上看，期初对应最大峰值耦合协调度在 0.42 左右，逐渐向右移动至 2019 年的 0.5 左右，同时相对应的核密度值也由 2009 年的 4 左右上涨至 2012 年的 4.5 左右，后持续下降至 2017 年的 8 左右，也从侧面说明了汉江生态经济带复合系统耦合协调度区域差异的缩小。

4 研究结论与对策建议

4.1 研究结论

在建立交通状况—区域经济—生态环境系统评价指标体系的基础上,对汉江生态经济带2009—2019年交通状况、区域经济和生态环境协调发展的时空演化特征进行分析,得到以下主要结论:

第一,2009—2019年汉江生态经济带整体的交通状况、区域经济和生态环境耦合协调发展呈上升趋势,其中耦合度高于耦合协调度和综合发展水平。各子系统的协调发展差异较大,交通状况和区域经济综合发展水平滞后于生态环境综合保护水平。近11年各子系统发展综合发展水平以及耦合协调度均呈现出先上升、后下降、再上升的变化趋势。

第二,汉江生态经济带各地级市交通状况、区域经济和生态环境三大子系统综合发展水平层次不齐。武汉交通状况、区域经济和综合发展水平遥遥领先,洛阳、襄阳和南阳处于中等水平,其余城市均相对滞后。近11年间,各城市生态环境综合保护水平波动较大,整体上呈现出先上升、后下降、再上升的态势,十堰和安康的生态优势明显。

第三,近11年,汉江生态经济带各地级市交通状况—区域经济—生态环境耦合协调度变动以保持稳定和波动上升为主,总体上向着良性协调方向发展,但个别城市需要警惕恶化趋势。武汉处于良好协调的阶段,洛阳和襄阳处于轻度协调的阶段,汉江生态经济带交通状况—区域经济—生态环境系统的耦合协调度呈现从以武汉为中心的“单中心型”演变为以武汉为中心,洛阳和襄阳为增长极的“一核两极型”分布形态,耦合协调度区域差异有所缓和。

4.2 政策建议

第一,坚持协调发展理念,促进交通状况、区域经济与生态环境有机融合。在充分认识汉江生态经济带交通状况、区域经济与生态环境的耦合协调规律的基础上,根据现有协调程度、演进路径和空间布局,将三者作为一个有机整体,同汉江生态经济带高质量发展紧密结合,推动全域统一规划、同步实施、系统建设,进一步提升汉江流域交通状况、区域经济与生态环境的协调发展水平。

第二,健全综合交通网络,提升对汉江生态经济带发展的战略支撑能力。科学统筹、合理规划航运、铁路、公路和航空等交通基础设施建设,依托汉江水道、武西客专、沪陕和二广高速及武汉、襄阳、南阳等重要节点城市,同时重点支持三门峡、商洛、随州等交通滞后型城市的交通网络系统建设与优化,打造内外通畅、网络完善、绿色高效的沿江综合立体交通走廊。

第三,提升经济发展质量,把汉江流域打造成中西部地区新增长极。商洛、安康和汉中等上游城市,要按照经济提质增效和绿色发展的要求,立足秦巴山区资源优势,发展高效生态农业,打造一批优质农产品基地;武汉、襄阳和洛阳等经济发达城市,应着力培育和壮大新能源汽车、电子信息和生物医药等战略性新兴产业,推进产业转型升级;十堰、南阳等重

点旅游城市可以依托其优良的自然生态环境,大力发展生态体验、养生度假、森林康养等旅游产品,创新发展全域旅游。

第四,加强生态环境保护,夯实生态系统对流域高质量发展的承载基础。牢固树立和践行绿水青山就是金山银山的理念,特别是汉江上游的汉中、安康和商洛等城市必须牢守生态红线,建立健全生态环境动态监测和长效预警机制;依托流域内的秦巴山区、丹江口库区、伏牛山区等自然生态屏障,提升水源涵养、水土保持和生物多样性维护等生态功能,努力建成人与自然和谐共生的绿色生态走廊。

参考文献:

- [1] ROSENSTEIN-RODAN P N . The Problems of Industrialization of Eastern and South-Eastern Europe[J]. *Economic Journal*, 1943, 53(210/211): 202-211.
- [2] 闵敏, 苗长虹, 胡志强, 等. 基于地形修正的河南省县域交通优势度评价及与经济发展的空间耦合研究[J]. *地域研究与开发*, 2018, 37(5): 37-42.
MIN M, MIAO C H, HU Z Q, et al. Research of coupling-coordination degree between transportation superiority degree that considered topographic correction factor and regional economy of counties in Henan province[J]. *Areal Research and Development*, 2018, 37(5): 37-42.
- [3] 丁萌萌, 曹卫东, 张大鹏, 等. 安徽省公路交通与经济发展水平测度及协调性研究[J]. *长江流域资源与环境*, 2018, 27(3): 503-513.
DING M M, CAO W D, ZHANG D P, et al. Study on the measurement and coordination of road traffic and economic development in Anhui province[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2018, 27(3): 503-513.
- [4] 金凤君, 王成金, 李秀伟. 中国区域交通优势的甄别方法及应用分析[J]. *地理学报*, 2008(8): 787-798.
JIN F J, WANG C J, LI X W. Discrimination method and its application analysis of regional transport superiority[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2008(8): 787-798.
- [5] 金凤君. 新疆经济发展与交通运输[J]. *干旱区地理*, 1989(1): 42-44.
JIN F J. Economic developing and communication transportation in Xinjiang[J]. *Arid Land Geography*, 1989(1): 42-44.
- [6] 叶昌友, 王遐见. 交通基础设施、交通运输业与区域经济增长——基于省域数据的空间面板模型研究[J]. *产业经济研究*, 2013(2): 40-47.
YE C Y, WANG X J. Transport infrastructure and economic growth in China——based on spatial econometrics of panel data with provincial data[J]. *Industrial Economics Research*, 2013(2): 40-47.

- [7] 张学良. 中国交通基础设施促进了区域经济增长吗——兼论交通基础设施的空间溢出效应[J]. 中国社会科学, 2012(3): 60-77+206.
- ZHANG X L. Has transport infrastructure promoted regional economic growth? With an analysis of the spatial spillover effects of transport infrastructure[J]. Social Sciences in China, 2012(3): 60-77+206.
- [8] 张勋, 王旭, 万广华, 等. 交通基础设施促进经济增长的一个综合框架[J]. 经济研究, 2018, 53(1): 50-64.
- ZHANG X, WANG X, WAN G H, et al. A unified framework of road infrastructure's growth effect[J]. Economic Research Journal, 2018, 53(1): 50-64.
- [9] 刘阳, 秦凤鸣. 基础设施规模与经济增长: 基于需求角度的分析[J]. 世界经济, 2009(5): 18-26.
- LIU Y, QIN M F. Infrastructure scale and economic growth: an analysis from the perspective of demand[J]. The Journal of World Economy, 2009(5): 18-26.
- [10] 陆大道. 关于避免中国交通建设过度超前的建议[J]. 地理科学, 2012, 32(1): 2-11.
- WANG D D. The proposition to avoid the over advance and inappropriate construction of China's transport infrastructures[J]. Scientia Geographica Sinica, 2012, 32(1): 2-11.
- [11] 王兆峰, 杜瑶瑶. 长江中游城市群交通—旅游产业—生态环境的耦合协调评价研究[J]. 长江流域资源与环境, 2020, 29(9): 1910-1921.
- WANG Z F, DU Y Y. A study on the coupling of traffic-tourism industry-ecological environment in the middle of the Yangtze river[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2020, 29(9): 1910-1921.
- [12] 郑兵云, 杨冕. 基于生态环境的城市交通效率及其影响因素分析[J]. 华东经济管理, 2018, 32(6): 164-170.
- ZHENG B Y, YANG M. An analysis of urban transport efficiency based on ecological environment and its influencing factors[J]. East China Economic Management, 2018, 32(6): 164-170.
- [13] 杨冕. 基于生态环境的城市交通效率研究[D]. 安徽财经大学, 2017.
- YANG M. Research on efficiency of urban traffic based on ecological environment[D]. Anhui University of Finance and Economics, 2017.
- [14] 韩志勇, 王忠伟, 韩志刚. 生态交通研究进展[J]. 生态经济, 2017, 33(12): 198-202.
- HAN Z Y, WANG Z W, HAN Z G. Research Progress on Eco-Traffic[J]. Ecological Economy, 2017, 33(12): 198-202.
- [15] 何寿奎. 交通运输业高质量发展与环境保护融合动力机制及路径[J]. 企业经济, 2020, 39(1): 5-11+2.

- HE S K. Dynamic mechanism and path of integration of high-quality development of transportation industry and environmental protection[J]. *Enterprise Economy*, 2020, 39(1): 5-11+2.
- [16] 马勇, 李丽霞, 任洁. 神农架林区旅游经济—交通状况—生态环境协调发展研究[J]. *经济地理*, 2017, 37(10): 215-220+227.
- MA Y, LI L X, REN J. Coordination development research among the tourism economy-traffic condition-ecological environment in Shennongjia forest district[J]. *Economic Geography*, 2017, 37(10): 215-220+227.
- [17] Zhu X M, Li X X, Zhang J. Coordinated development of human settlement and economy in county-level cities in the yellow river basin[J]. *Journal of Landscape Research*, 2011, 2(3): 95-99.
- [18] 韩瑞玲, 杨光, 张晓燕, 等. 石家庄市经济-交通-环境系统耦合协调研究[J]. *生态与农村环境学报*, 2019, 35(12): 1541-1549.
- HAN R L, YANG G, ZHANG X Y, et al. Study on the coupling coordination of economic-transportation-environment system in Shijiazhuang city[J]. *Journal of Ecology and Rural Environment*, 2019, 35(12): 1541-1549.
- [19] 李建新, 梁曼, 钟业喜. 长江经济带经济与环境协调发展的时空格局及问题区域识别[J]. *长江流域资源与环境*, 2020, 29(12): 2584-2596.
- LI J X, LIAO M, ZHONG Y X. The spatial-temporal pattern of the coordinated development between economy and environment in the Yangtze river economic belt and problem areas identification[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2020, 29(12): 2584-2596.
- [20] 何刚, 陈文静, 叶阿忠. 熵理论与制度变迁方式的选择[J]. *财经研究*, 2004(3): 106-112.
- HE G, CHEN W J, YE A Z. Entropy theory and the choice of the way of mandatory transformation of system[J]. *Journal of Finance and Economics*, 2004(3): 106-112.
- [21] 王富喜, 毛爱华, 李赫龙, 等. 基于熵值法的山东省城镇化质量测度及空间差异分析[J]. *地理科学*, 2013, 33(11): 1323-1329.
- WANG F X, MAO A H, LI H L, et al. Quality measurement and regional difference of urbanization in shandong province based on the entropy method. *Scientia Geographica Sinica*, 2013, 33(11): 1323-1329.
- [22] 时朋飞, 李星明, 熊元斌. 区域美丽中国建设与旅游业发展耦合关联性测度及前景预测——以长江经济带 11 省市为例[J]. *中国软科学*, 2018(2): 86-102.

- SHI P F, LI X M, XIONG Y B. Coupling measurement and prospect forecast of regional “Beautiful China” construction and tourism industry development——a case study of 11 provinces along the Yangtze river economic belt[J]. *China Soft Science*, 2018(2): 86-102.
- [23] 张春晖, 马耀峰, 吴晶, 等. 供需视角下西部入境旅游流与目的地耦合协调度及其时空分异研究[J]. *经济地理*, 2013, 33(10): 174-181.
- ZHANG C H, MA Y F, WU J , et al. Coupling coordination degree between inbound tourist flows and destinations and its spatio-temporal differences in the western region of China: a study from the perspective of supply-demand relationship[J]. *Economic Geography*, 2013, 33(10): 174-181.
- [24] 廖文梅, 虞娟娟, 袁若兰. 脱贫攻坚与乡村振兴的耦合协同性——基于不同时期脱贫县(市)的比较[J]. *中国人口·资源与环境*, 2020, 30(10): 132-142.
- LIAO W W, YU J J, YUAN R L. Coupling synergy between poverty alleviation and rural revitalization[J]. *China population, resources and environment*, 2020, 30(10): 132-142.
- [25] 吴玉鸣, 张燕. 中国区域经济增长与环境的耦合协调发展研究[J]. *资源科学*, 2008(1): 25-30.
- WU Y M, ZHANG Y. Analyzing coupled regional economic growth and environmental conservation in China[J]. *Resources Science*, 2008(1): 25-30.
- [26] LI M, FENG J J, ZHOU Y S, et al. Spatial coupling analysis of regional economic development and environmental pollution in China[J]. *Journal of Geographical Sciences*, 2013, 23(3): 525-537.
- [27] 廖重斌. 环境与经济协调发展的定量评判及其分类体系——以珠江三角洲城市群为例[J]. *热带地理*, 1999(2): 76-82.
- LIAO Z B. Quantitative judgement and classification system for coordinated development of environment and economy——a case study of the city group in the pearl river delta[J]. *Tropical Geography*, 1999(2): 76-82.
- [28] 张桂铭, 朱阿兴, 杨胜天, 等. 基于核密度估计的动物生境适宜度制图方法[J]. *生态学报*, 2013, 33(23): 7590-7600.
- ZHANG G M, ZHU A X, YANG S T, et al. Mapping wildlife habitat suitability using kernel density estimation[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2013, 33(23): 7590-7600.
- [29] 郭向阳, 穆学青, 丁正山, 等. “交旅”融合下旅游效率与高速交通协调格局研究——以长三角41市为例[J]. *地理研究*, 2021, 40(4): 1042-1063.
- GUO X Y, MU X Q, DING Z S, et al. The coordination pattern of tourism efficiency and high-speed transportation: A case study of 41 cities in the Yangtze River Delta[J]. *Geographical Research*, 2021, 40(4): 1042-1063.

Research on Coupling Coordination Development of Traffic Condition-Regional Economy-Ecological Environment in Hanjiang River Ecological Economy Belt

LU Yuan-quan^{1, 2}, ZHANG Yuan¹

(1.School of Economics and Management, Chongqing Normal University, Chongqing, 400044, China; 2.
School of Public Policy and Administration, Chongqing University, Chongqing, 401331, China)

Abstract: Hanjiang river ecological economy belt is an emerging economic belt across the east and west of the Yangtze River Basin, which has a unique and irreplaceable strategic position in the pattern of regional coordination development. Based on the panel data of 13 prefecture-level cities in Hanjiang river ecological economy belt from 2009 to 2019, this paper introduces the coupling coordination model and constructs a coupling coordination index system of traffic conditions-regional economy-ecological environment in Hanjiang river ecological economy belt to make a comprehensive empirical analysis on coupling coordination development of the three systems in Hanjiang river ecological economy belt. The results show that: 1) the overall coupling coordination of traffic condition-regional economy-ecological environment in Hanjiang river ecological economy belt shows a fluctuating upward trend, and the evaluation level of traffic condition and regional economy lags behind the evaluation level of ecological environment. 2) The comprehensive development level of the three systems between cities is uneven. For the evaluation level of traffic condition and regional economic, Wuhan is far ahead, followed by Luoyang, Xiangyang and Nanyang, and the rest of the cities are relatively backward. While the level of ecological environmental assessment in each city fluctuates greatly with a overall rising-falling-rising trend. 3) For each prefecture-level city, the coupling coordination degree of the three systems experienced stable or fluctuant ascent, generally developing in the direction of benign coordination and eased regional differences.

Key words: Hanjiang river ecological economy belt; Traffic condition; Regional economy; Ecological environment; Coupling coordination