

人与自然和谐共生的现代化测度及区域时空差异研究

纪逗, 白烨宏

(黑龙江大学马克思主义学院, 黑龙江哈尔滨, 150080)

摘要: 人与自然和谐共生是促进中国式现代化发展的内在要求, 也是全面建设社会主义现代化国家的必由之路。基于资源环境、经济环境、制度环境、生态环境和社会环境现代化等五个维度构建人与自然和谐共生的现代化评价指标体系, 利用熵值法对各省 2011—2022 年人与自然和谐共生的现代化水平进行测度, 并采用泰尔指数、局部莫兰指数等测算方式, 实证检验人与自然和谐共生现代化水平的时空演化及区域差异。研究表明, 人与自然和谐共生现代化水平整体呈稳步上升态势。全国及各地区的人与自然和谐共生现代化水平的总体差异随时间推移而逐渐减小。人与自然和谐共生现代化水平的总体差异重点来自地区内差异, 且地区间差异的贡献率呈逐步增长的态势。全国及各地区人与自然和谐共生现代化水平均不具有 σ 收敛特征, 但均支持 β 收敛机制。

关键词: 人与自然和谐共生; 现代化; 区域时空差异; 收敛特征

中图分类号: F062.4

文献标识码: A

文章编号: 1672-3104(2025)01-0161-14

2020 年 10 月, 中国共产党第十九届中央委员会第五次全体会议审议通过《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》, 提出“到 2035 年基本实现社会主义现代化, 到本世纪中叶把我国建成富强民主文明和谐美丽的社会主义现代化强国”^[1]。2021 年 5 月, 十九届中共中央政治局第二十九次集体学习中重点指出, “要完整、准确、全面贯彻新发展理念, 保持战略定力, 站在人与自然和谐共生的高度来谋划经济社会发展”^[2]。党的二十大报告进一步强调, “人与自然和谐共生是中国式现代化的重要特色, 促进人与自然和谐共生是中国式现代化的本质要求”^[3]。可以看出, 我国已在人与自然和谐共生的现代化远景目标、行动纲领等层面作出重要部署。那么, 如何全方位地明晰人与自然和谐共生现代化的基本内涵? 应构建怎样的评价指标体系, 客观、准确地测算全国及各地区人与自然和谐共生的现代化水平? 科学、专业地回答以上问题, 有益于精准掌握人与自然和谐共生的现代化发展情况, 对全面贯彻落实人与自然和谐共生理念、促进中国式现代化发展具有重要的现实意义。

一、文献综述

当前关于人与自然和谐共生现代化的研究重点集中于两个方面。一是理论层面。大多数研究从人

收稿日期: 2023-11-01; 修回日期: 2024-02-24

基金项目: 2022 年研究阐释党的十九届六中全会精神国家社科基金重大项目“习近平新时代中国特色社会主义思想对历史唯物主义发展的原创性贡献研究”(22ZDA002)

作者简介: 纪逗, 女, 辽宁新民人, 哲学博士, 黑龙江大学马克思主义学院教授、博士生导师, 主要研究方向: 国外马克思主义、西方马克思主义, 联系邮箱: sdf324fds@163.com; 白烨宏, 男, 黑龙江七台河人, 黑龙江大学马克思主义学院硕士研究生, 主要研究方向: 国外马克思主义、西方马克思主义

与自然和谐共生现代化的基本内涵、实现路径等方面进行分析。从基本内涵来看,于舟和万立明^[4]认为,人与自然和谐共生现代化以生态世界观、生态价值观与生态发展观为基本内涵,具有共赢性、开放性与平等性的特征。王雪源和王增福^[5]认为,人与自然和谐共生现代化指人类与自然环境之间达到平衡和谐,协同实现现代化发展目标的过程。从实现路径来看,王茹^[6]认为国家需长期坚持党的全面领导,从人与自然和谐共生的高度进行战略谋划,构建激励相容、多元参与的生态环境治理体系,进而促进人与自然和谐共生现代化。王文轩^[7]认为国家要秉持经济建设与环境保护二元论,依靠技术、制度与创新思维,探索出一条整体性的生态现代化发展道路,助推人与自然和谐共生现代化发展。二是实证层面。当前鲜有学者直接对人与自然和谐共生现代化的水平测度进行分析,既有研究多在生态文明建设层面进行间接探析。如张芳和袁嫒^[8]的研究结果显示,中国各省的生态文明建设水平均呈逐步上升趋势,华东和中南地区的生态文明建设水平相对较高,东北、西南地区次之,华北和西北地区最低。耿鹏和郑中团^[9]采用熵权 TOPSIS 法、探索性空间数据法探析了长三角城市群生态文明建设水平的时空演化趋势,发现长三角城市群的生态文明建设水平呈缓慢上升态势,但城市群内部各城市间的生态文明建设水平差异较为显著。刘潇潇等^[10]从生态环境、资源环境、经济发展、社会进步和生态文明制度建设等五个维度构建了评价指标体系,并利用熵值法测算了省域生态文明建设指数,发现我国的生态文明建设水平总体上呈逐渐上升趋势,东部地区的生态文明建设水平显著优于中部和西部地区。

现有研究在一定程度上为本文提供了翔实依据,但依旧存在以下不足:一是大部分学者仅在理论层面分析了人与自然和谐共生现代化的基本内涵与发展路径,难以有效揭示人与自然和谐共生现代化在新的历史阶段的时空动态演化规律;二是目前学术界尚未直接对人与自然和谐共生现代化展开实证分析,多对生态文明建设水平进行间接探析。据此,本文以资源环境、经济环境、制度环境、生态环境和社会环境现代化等五个维度构建人与自然和谐共生现代化的评价指标体系,并对 2011—2022 年中国 30 个省份的人与自然和谐共生现代化水平进行测度。在此基础上,采用泰尔系数、局部莫兰指数与收敛模型实证分析全国及各地区人与自然和谐共生现代化水平的时空演化趋势,为加快打造中国式现代化体系、推动人与自然和谐共生现代化发展提供专业参考。

二、体系构建与测度方法

(一) 评价指标体系构建

唯物史观认为,人与自然在生态本体论层面有着协同共生的关系,是“有生命的个人存在”在生存过程中与资源、经济、制度、生态、社会环境产生的一种融合关系^[11-12]。习近平总书记结合中国式现代化、中华优秀传统文化和国内经济发展经验,富有创新性地提出了 21 世纪适应于中国发展的人与自然和谐共生新理论^[13-14]。同时,党的十九大报告重点强调了“人与自然是生命共同体”^[15],要求人类顺应自然规律,在资源环境、社会环境、经济环境、制度环境与生态环境层面发挥主观能动性,有效打造人与自然和谐共生现代化的生态文明新形态。据此,基于数据真实性、可得性原则,并根据上述学者关于人与自然和谐共生现代化的理论分析,本文以资源环境现代化、经济环境现代化、制度环境现代化、生态环境现代化和社会环境现代化等五个维度构建人与自然和谐共生现代化评价指标体系(表 1)。其中,资源环境现代化是基础保障,经济环境现代化是重要引擎,制度环境现代化是顶层部署,生态环境现代化是核心举措,社会环境现代化是内在要求。五大维度具有动态性、和谐性、系统性的特征,相辅相成、相互影响,协同促进着人与自然和谐共生现代化发展。

表 1 人与自然和谐共生现代化评价指标体系

一级指标	二级指标	指标含义	单位	正负属性
人与自然 和谐共生 现代化	资源环境 现代化	单位土地生产总值	亿元	+
		耕地节水灌溉覆盖率	%	+
		工业用水重复使用率	%	+
		人均年生活用电量	千瓦时	-
		单位地区 GDP 能耗量	吨标准煤/万元	-
		单位地区 GDP 建设用地面积	平方米	+
		森林覆盖率	%	+
		森林蓄积率	%	+
	经济环境 现代化	人均地区生产总值	元	+
		固定资产投资总额	亿元	-
		财政收入在 GDP 中所占比重	%	+
		人均社会消费品零售总额	元	+
		第三产业产值在 GDP 中所占比重	%	+
		人均家庭可支配收入	元	+
	制度环境 现代化	开展人与自然和谐共生宣传教育活动数量	个	+
		人与自然环保就业人员数量	人	+
		人与自然环保机构数量	个	+
		现行发布的人与自然和谐共生地方性法规数量	条	+
	生态环境 现代化	单位二氧化硫排放量	吨	-
		生态用地面积比指数	—	+
		建成区绿化覆盖率	%	+
		农用化肥施用量	万吨	-
		化学需氧量(COD)排放量	万吨	-
		社会废水排放总量	万吨	-
		烟(粉)尘排放总量	万吨	-
		农药施用量	万吨	-
	社会环境 现代化	人均教育经费	元	+
		人均地方医疗卫生支出总额	元	+
		每万人拥有高水平医疗技术人员数量	人	+
		每万人高等学校在校学生数量	人	+
		每万人国内专利申请授权数量	项	+
		人均拥有公共图书馆书籍数量	册	+
		国内失业率	%	-
		年末参加养老保险人数	人	-

(二) 研究方式

1. 熵值法

在测算过程中，不同指标初始单位与量纲存在显著差异^[16-18]。因此，为使变量间具有可比性，在测算之前需对上述研究指标进行统一标准化处理，公式如下。

负向指标：

$$X'_{ij} = \frac{\max(X_{ij}) - X_{ij}}{\max(X_{ij}) - \min(X_{ij})} \quad (1)$$

正向指标:

$$X'_{ij} = \frac{X_{ij} - \min(X_{ij})}{\max(X_{ij}) - \min(X_{ij})} \quad (2)$$

式中, $\min(X_{ij})$ 表示原始研究指标最小值, $\max(X_{ij})$ 表示原始研究指标最大值。

估算第 i 行列第 j 项研究指标所占比重数值 φ_{ij} :

$$\varphi_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^n x_{ij}} \quad (3)$$

其中, n 表示样本数量。

详细测算单一研究指标的信息熵 e_j :

$$e_j = -\frac{1}{\ln n} \sum_{i=1}^n \varphi_{ij} \times \ln \varphi_{ij} \quad (4)$$

测算信息熵冗余度数值 d_j :

$$d_j = 1 - e_j \quad (5)$$

计算所选各项评价指标的具体权重:

$$W_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^m d_j} \quad (6)$$

其中, m 表示各评价单元值。

在此基础上, 通过加权测算总得分 S_{ij} :

$$S_{ij} = \sum_{j=1}^m w_j x_{ij} \quad (7)$$

式中, S_{ij} 表示人与自然和谐共生现代化水平综合指数, 取值范围在 0 至 1 之间。综合指数越大, 表明我国人与自然和谐共生现代化水平越高, 反之则越低。

2. 泰尔指数法

为探析人与自然和谐共生现代化水平的地区差异及来源, 参考众多学者的研究^[19-23], 利用泰尔指数法进行细致估计, 具体测算公式为:

$$T = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{y_i}{\bar{y}} \ln \left(\frac{y_i}{\bar{y}} \right) \quad (8)$$

式中, T 表示人与自然和谐共生现代化水平的泰尔指数值, y_i 、 $\bar{y}$ 分别表示 i 省、全国人与自然和谐共生现代化水平。其中, T 取值范围在 0 至 1 之间, T 值越大, 说明人与自然和谐共生现代化水平的总体差异越大, 反之越小。

将包括 n 个研究个体的数据样本整体拆解为 k 组, 即 $g_k (=1, 2, \dots, K)$ 。其中, 当第 k 组 g_k 中的个

体为 n_k 时, 说明 $\sum_{k=1}^K n_k = n$ 。据此, 需对泰尔指数进行适当深入分解, 可全面探析人与自然和谐共生现代化水平地区间和地区内的差异状况, 公式为:

$$T = T_b + T_w = \sum_{k=1}^K y_k \ln \frac{y_k}{n_k / n} + \sum_{k=1}^K y_k \left(\sum_{i \in gk} \frac{y_i}{y_k} \ln \frac{y_i / y_k}{1 / n_k} \right) \quad (9)$$

式中, $T_b = \sum_{k=1}^K y_k \ln \frac{y_k}{n_k / n}$, 表示人与自然和谐共生现代化水平的地区间差异, $T_w = \sum_{k=1}^K y_k \cdot \sum_{i \in gk} \left(\frac{y_i}{y_k} \ln \frac{y_i / y_k}{1 / n_k} \right)$, 表示地区内差异, $T_k = \sum_{i \in gk} \frac{y_i}{y_k} \ln \frac{y_i / y_k}{1 / n_k}$, 表示 k 地区内差异, y_k 为 k 地区人与自然和谐共生现代化水平占全国的比重。由此, 可有效估算地区间、地区内的差异对人与自然和谐共生现代化水平总体差异的贡献率, 公式为:

$$D_b = \frac{T_b}{T} \quad (10)$$

$$D_w = \frac{T_w}{T} \quad (11)$$

$$D_k = y_k \times \frac{T_k}{T}, k = 1, 2, \dots, K \quad (12)$$

上述式中, D_b 、 D_w 和 D_k 分别代表地区间、地区内和 k 地区内差异的贡献度。

3. 收敛性分析方法

(1) σ 收敛主要表示样本离差伴随时间推移而逐渐降低的过程, 收敛性分析旨在对各地区的离散程度进行细致分析^[24-25]。如果 σ 数值持续降低, 表明地区间人与自然和谐共生现代化指数存在显著收敛特征。基于此, 本文利用 σ 收敛模型进行探析, σ 收敛模型公式为:

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(y_{it} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_{it} \right)^2} \quad (13)$$

式中, σ_t 表示人与自然和谐共生现代化指数的 σ 系数, y_{it} 表示 i 省在第 t 年的人与自然和谐共生现代化指数。当 $\sigma_{t+1} < \sigma_t$ 时, 各省具有 σ 收敛特征。

(2) 参照胡士华等^[26]的研究思路, 可将 β 收敛划分为 β 绝对收敛和 β 条件收敛两种类型。其中, β 绝对收敛指在不考虑地区开放水平、经济发展水平等外部因素的情况下, 地区间人与自然和谐共生现代化水平仍然存在收敛特征; β 条件收敛指在考虑众多异质性影响因素的情况下, 地区间人与自然和谐共生现代化水平仍然呈显著收敛态势。具体模型分别如下。

β 绝对收敛模型:

$$\ln \left(\frac{y_{i,t}}{y_{i,t-1}} \right) = \alpha + \beta \ln y_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t} \quad (14)$$

β 条件收敛模型:

$$\ln \left(\frac{y_{i,t}}{y_{i,t-1}} \right) = \alpha + \beta \ln y_{i,t-1} + \lambda \ln X_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (15)$$

上述式中, $y_{i,t}$ 、 $y_{i,t-1}$ 分别表示 i 省在第 t 年和第 $t-1$ 年的人与自然和谐共生现代化水平, X 代表控制变量集合, $\varepsilon_{i,t}$ 为随机误差项, α 、 β 分别为常数项和系数项。若 $\beta < 0$, 且通过显著性检验, 表明人与自然和谐共生现代化水平的上升速度与初始速度成反比。人与自然和谐共生现代化水平较低的地区

在不断追赶较高地区的发展步伐,即各地区的人与自然和谐共生现代化水平具有一定收敛特征。当存在收敛趋势时,人与自然和谐共生现代化水平的收敛速度为 $v = -\ln(1 + \beta)/T$, T 为年份数。

为全面分析空间因素的影响,采用固定效应模型进行估算。人与自然和谐共生现代化水平的空间 β 绝对收敛和空间 β 条件收敛模型分别为:

$$\ln\left(\frac{y_{i,t}}{y_{i,t-1}}\right) = \alpha + \beta \ln y_{i,t-1} + \theta \sum_{j=1}^n w_{ij} \ln y_{i,t-1} + \rho \sum_{j=1}^n w_{ij} \ln \left(\frac{y_{i,t}}{y_{i,t-1}}\right) + \varepsilon_{i,t} \quad (16)$$

$$\ln\left(\frac{y_{i,t}}{y_{i,t-1}}\right) = \alpha + \beta \ln y_{i,t-1} + \lambda \ln X_{i,t} + \theta \sum_{j=1}^n w_{ij} \ln y_{i,t-1} + \delta \sum_{j=1}^n w_{ij} \ln y_{i,t} + \rho \sum_{j=1}^n w_{ij} \ln \left(\frac{y_{i,t}}{y_{i,t-1}}\right) + \varepsilon_{i,t} \quad (17)$$

上述式中各变量的含义与式(14)、(15)一致。

为细致分析多种空间因素的影响效应,分别采用以下三种矩阵对人与自然和谐共生现代化的空间 β 收敛模型进行探析。地理距离权重矩阵以各省间的地理距离的倒数之和表征;邻接权重矩阵,若两省相邻,其取值为1,否则为0;经济距离权重矩阵以研究期内各省份人均GDP的绝对值表征。

在此基础上,参照范正根等^[27]的研究思路,选取以下几种控制变量:政府干预程度(*gov*)采用政府财政总支出与GDP的比值表示;技术创新(*tec*)选择科研经费支出与财政总支出的比值测算;对外开放水平(*trade*)以贸易进出口总额在GDP中所占比重表征;产业结构(*is*)利用第三产业增长值与第二产业增长值的比值衡量。

(三) 数据来源

遵循数据可得性原则,剔除香港、澳门、台湾、西藏4个省级行政区的数据,选择其他30个省级行政区2011—2022年的数据展开具体实证研究。主要研究数据来源于《中国能源统计年鉴》、《中国国土资源统计年鉴》、《中国统计年鉴》、《中国区域经济统计年鉴》、国际大气成分分析小组、国家统计局网站、环境状况公报和社会发展统计公报。个别缺失数值利用线性插值法补全。同时,根据国家统计局对东、中、西“三大地带”的划分标准,将以上30个省份样本划分为东部、中部和西部三大地区。其中,东部地区包括北京、天津、辽宁、上海、江苏、浙江、福建、山东、海南、广东和河北;中部地区包括山西、吉林、黑龙江、安徽、江西、河南、湖北和湖南;西部地区包括内蒙古、广西、重庆、四川、贵州、云南、陕西、甘肃、青海、宁夏和新疆。

采用熵值法测算得出2011—2022年人与自然和谐共生现代化指数(表2)。2011—2022年,人与自然和谐共生现代化指数均值从0.179增长至0.307。其主要原因可能在于,我国通过出台《生态文明体制改革总体方案》《关于加快推进生态文明建设的意见》等文件,创新制定了生态环境治理体系、生活垃圾分类机制、生产者责任保护系统等众多改革方案,形成了一批可广泛推广的生态发展经验,能够为人与自然和谐共生提供经验借鉴。从四大地区来看,东部地区的人与自然和谐共生现代化指数均值从2011年的0.301上升至2022年的0.434;中部地区的人与自然和谐共生现代化指数均值从2011年的0.148增长至2022年的0.280;西部地区的人与自然和谐共生现代化指数均值从2011年的0.080提高至2022年的0.198。分析可知,我国东部地区的人与自然和谐共生现代化水平最高,中部地区次之,西部地区最低。其主要原因是东部地区的经济发展水平高、社会公共服务可及性强、科技创新水平高,一定程度上能够提升本地区居民的公共卫生意识,提高公共医疗服务水平,促进人与自然和谐共生现代化发展。西部地区面临着生态环境脆弱、经济结构单一、技术创新不足以及体制机制不健全等现实桎梏,它们一定程度上制约着当地经济社会全面绿色转型,进而影响人与自然和谐共生现代化发展进程。从不同省级行政区来看,2011年的人与自然和谐共生现代化指数排名前

表 2 2011—2022 年人与自然和谐共生现代化指数测算结果

地区	省级行政区	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
东部地区	北京	0.357	0.361	0.368	0.378	0.385	0.394	0.405	0.415	0.428	0.457	0.498	0.528
	广东	0.335	0.339	0.347	0.349	0.351	0.359	0.368	0.379	0.415	0.435	0.451	0.495
	山东	0.308	0.310	0.315	0.319	0.325	0.334	0.341	0.348	0.357	0.367	0.394	0.427
	海南	0.320	0.307	0.312	0.315	0.318	0.321	0.324	0.335	0.351	0.359	0.378	0.401
	河北	0.304	0.305	0.309	0.306	0.312	0.318	0.320	0.321	0.329	0.335	0.348	0.371
	江苏	0.302	0.305	0.324	0.334	0.339	0.345	0.350	0.352	0.368	0.379	0.394	0.421
	上海	0.315	0.325	0.329	0.334	0.339	0.345	0.351	0.356	0.394	0.425	0.442	0.468
	浙江	0.341	0.324	0.328	0.337	0.345	0.351	0.352	0.354	0.389	0.452	0.485	0.510
	天津	0.267	0.269	0.278	0.279	0.281	0.286	0.289	0.291	0.341	0.389	0.427	0.448
	福建	0.258	0.259	0.268	0.269	0.271	0.278	0.281	0.285	0.305	0.352	0.391	0.419
	辽宁	0.198	0.205	0.208	0.215	0.216	0.219	0.221	0.226	0.238	0.245	0.269	0.289
	均值	0.301	0.301	0.308	0.312	0.317	0.323	0.327	0.333	0.356	0.381	0.407	0.434
中部地区	山西	0.228	0.239	0.238	0.241	0.245	0.249	0.251	0.264	0.315	0.326	0.364	0.378
	安徽	0.049	0.056	0.054	0.055	0.058	0.062	0.074	0.085	0.124	0.165	0.198	0.217
	江西	0.086	0.087	0.089	0.092	0.095	0.096	0.098	0.104	0.154	0.194	0.215	0.238
	河南	0.052	0.081	0.089	0.092	0.098	0.102	0.105	0.114	0.154	0.189	0.235	0.257
	湖北	0.197	0.193	0.199	0.205	0.213	0.215	0.216	0.221	0.238	0.289	0.315	0.334
	湖南	0.194	0.196	0.199	0.201	0.203	0.209	0.214	0.219	0.229	0.264	0.297	0.319
	吉林	0.192	0.198	0.201	0.203	0.208	0.210	0.213	0.215	0.229	0.238	0.258	0.278
	黑龙江	0.186	0.175	0.172	0.165	0.158	0.142	0.130	0.112	0.134	0.158	0.196	0.218
	均值	0.148	0.153	0.155	0.157	0.160	0.161	0.163	0.167	0.197	0.228	0.260	0.280
西部地区	内蒙古	0.117	0.119	0.125	0.124	0.128	0.129	0.135	0.139	0.167	0.179	0.194	0.224
	广西	0.034	0.049	0.058	0.059	0.061	0.068	0.074	0.079	0.120	0.154	0.189	0.214
	重庆	0.324	0.112	0.115	0.117	0.126	0.125	0.125	0.129	0.154	0.168	0.196	0.227
	四川	0.102	0.105	0.108	0.112	0.115	0.118	0.120	0.123	0.154	0.189	0.201	0.234
	贵州	0.029	0.062	0.069	0.074	0.078	0.079	0.081	0.089	0.134	0.168	0.194	0.227
	云南	0.087	0.089	0.094	0.098	0.104	0.109	0.114	0.118	0.138	0.145	0.150	0.179
	陕西	0.041	0.052	0.056	0.059	0.067	0.089	0.105	0.124	0.134	0.145	0.164	0.189
	甘肃	0.039	0.066	0.069	0.071	0.073	0.075	0.076	0.079	0.096	0.125	0.148	0.178
	青海	0.026	0.056	0.059	0.061	0.065	0.068	0.069	0.074	0.094	0.115	0.142	0.168
	宁夏	0.058	0.059	0.064	0.068	0.071	0.084	0.092	0.106	0.124	0.138	0.159	0.185
	新疆	0.018	0.065	0.071	0.079	0.089	0.092	0.110	0.120	0.125	0.130	0.134	0.158
	均值	0.080	0.076	0.081	0.084	0.089	0.094	0.100	0.107	0.131	0.151	0.170	0.198
全国均值		0.179	0.179	0.184	0.187	0.191	0.196	0.200	0.206	0.231	0.256	0.281	0.307

五位分别为北京、浙江、广东、重庆和海南,2022年排名前五位的省级行政区分别为北京、浙江、广东、上海和天津。可以看出,考察期内我国大部分省级行政区的人与自然和谐共生现代化指数排名存在显著变化,仅北京、浙江、广东长期处于前五位置。同时,2011年人与自然和谐共生现代化指数排名后五位分别为新疆、青海、贵州、广西和甘肃,2022年排名后五位分别为新疆、青海、甘肃、云南和宁夏。可以发现,2011—2022年,我国人与自然和谐共生现代化指数排名后五位中有两个发生了改变,且均处于西部地区。

三、时空演化趋势分析

(一) 时序变化分析

图1直观、全面地展现出了2011—2022年全国及各地区人与自然和谐共生现代化指数的具体变化情况。具体而言,东、中、西部地区人与自然和谐共生现代化指数均稳步增长,充分说明中国各地区人与自然和谐共生现代化水平在不断提升。分析三大地区的指数变化,发现东部地区人与自然和谐共生现代化指数最高,取值范围为0.301~0.434,而中、西部地区的指数相对较低,这说明各地区人与自然和谐共生现代化的水平存在一定差距。除此之外,2017年之后东部地区的指数与中、西部地区的指数之间的距离不断变宽,说明东部地区与中西部地区人与自然和谐共生现代化的发展差距不断拉大;2018年之后,中、西部地区指数之间的距离不断变小,表明此两地区的人与自然和谐共生现代化水平具有一定的收敛特征。

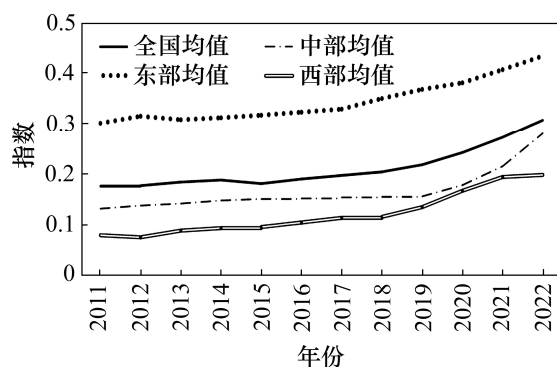


图1 2011—2022年全国及三大地区人与自然和谐共生现代化指数演化情况

(二) 区域差异分析

应用前述公式,可以系统测算出2011—2022年人与自然和谐共生现代化水平的总体差异、地区间差异、地区内差异以及贡献率(表3)。从表3中的总体差异测算结果来看,2011—2022年人与自然和谐共生现代化指数的总体差异呈逐渐下降态势,由2011年的0.0198下降至2022年的0.0172。这充分表明伴随时间的推移,人与自然和谐共生现代化水平的总体差异在逐步缩小。其原因主要是,近年来我国中、西部地区紧跟生态文明建设战略部署,在促进区域生态协调发展、制定地区生态协作机制等方面取得了一定成果,能够有效缩小与东部地区的发展差距,进而促使人与自然和谐共生现代化水平的总体差异持续缩小。分析表3中三大地区的测算结果,发现考察期内三大地区的人与自然和谐共生现代化水平的泰尔指数均在持续下降。同时,与中、西部地区相比,东部地区人与自然和谐共生现代化水平差异相对最大。究其缘由,东部地区经济发展水平高、民众环保意识强、生态资源储备充足,能够有效提高地区的生态环境治理能力,进而促进人与自然和谐共生现代化发展。此外,东、中、西部地区人与自然和谐共生现代化水平差异对总体差异的贡献率分别为43.28%、18.23%和7.73%,东部地区内人与自然和谐共生现代化水平差异对总体差异的贡献率最大。可以发现,东部地区人与自然和谐共生现代化水平差异的贡献率不断上升,从2011年的24.91%上升至2022年的42.57%;中、西部地区人与自然和谐共生现代化水平差异均呈持续下降趋势,分别从2011年的33.60%、21.34%降低至2022年的15.02%、4.89%。2011—2022年,我国三大地区人与自然和谐共生现代化水平差异均呈逐步缩小趋势,但三大地区内人与自然和谐共生现代化水平差异对总体差异的影响呈逐渐分化态势。

表 3 2011—2022 年三大地区人与自然和谐共生现代化水平的泰尔指数及贡献率

年份	总体差异	地区间差异	地区内差异	东部地区	中部地区	西部地区
2011	0.019 8	0.003 9 (20.15%)	0.015 8 (79.85%)	0.013 5 (24.91%)	0.019 0 (33.60%)	0.015 5 (21.34%)
2012	0.009 5	0.004 5 (45.12%)	0.005 3 (54.88%)	0.006 2 (23.45%)	0.006 9 (25.56%)	0.001 2 (5.87%)
2013	0.009 5	0.003 9 (39.82%)	0.005 8 (60.18%)	0.009 8 (38.82%)	0.004 4 (15.89%)	0.001 1 (5.47%)
2014	0.010 8	0.003 7 (35.12%)	0.007 1 (64.88%)	0.011 5 (40.35%)	0.005 4 (17.56%)	0.002 0 (6.97%)
2015	0.008 1	0.003 9 (37.28%)	0.005 2 (62.72%)	0.008 5 (39.29%)	0.004 2 (17.86%)	0.001 1 (5.57%)
2016	0.008 8	0.003 4 (36.98%)	0.005 6 (63.02%)	0.010 8 (46.68%)	0.003 2 (12.25%)	0.000 6 (4.09%)
2017	0.008 0	0.002 3 (26.29%)	0.006 0 (73.71%)	0.009 0 (41.89%)	0.004 5 (19.35%)	0.003 2 (12.47%)
2018	0.006 9	0.002 4 (32.49%)	0.004 7 (67.51%)	0.009 6 (46.95%)	0.003 0 (14.68%)	0.001 0 (5.88%)
2019	0.008 7	0.002 1 (31.60%)	0.006 0 (68.40%)	0.011 2 (49.37%)	0.002 8 (12.63%)	0.001 4 (6.40%)
2020	0.015 3	0.003 2 (32.56%)	0.003 5 (67.44%)	0.011 0 (46.89%)	0.003 5 (14.52%)	0.001 2 (6.03%)
2021	0.015 8	0.003 6 (33.96%)	0.003 2 (66.04%)	0.010 4 (44.52%)	0.003 8 (16.58%)	0.001 0 (4.94%)
2022	0.017 2	0.004 1 (34.19%)	0.002 8 (65.81%)	0.008 9 (42.57%)	0.003 0 (15.02%)	0.001 2 (4.89%)
均值	0.011 0	0.004 5 (33.76%)	0.007 5 (66.24%)	0.010 3 (43.28%)	0.005 6 (18.23%)	0.002 7 (7.73%)

注：括号内数值为贡献率。

四、进一步分析

(一) σ 收敛分析

图 2 中展现的是 2011—2022 年全国及三大地区人与自然和谐共生现代化指数 σ 系数的变化情况。全国人与自然和谐共生现代化指数的 σ 系数未呈逐渐下降趋势，说明人与自然和谐共生现代化水平不存在 σ 收敛特征。从三大地区来看，东、中、西部地区人与自然和谐共生现代化指数的 σ 系数并未出现下降现象，因此各地区人与自然和谐共生现代化水平也不具有 σ 收敛特征。通过对比各地区 σ 系数发现，东部地区内人与自然和谐共生现代化水平差异较大，其他地区差

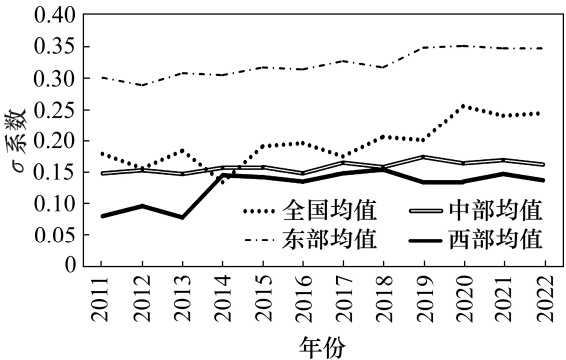


图 2 2011—2022 年全国及三大地区人与自然和谐共生现代化指数 σ 系数时序变化情况

异相对较小。

(二) β 收敛分析

表 4 为人与自然和谐共生现代化指数的 β 收敛测算结果。在未纳入各地空间和控制变量影响因素时，人与自然和谐共生现代化指数的 β 系数在 1%水平上显著为负，说明存在 β 绝对收敛和 β 条件收敛特征。鉴于前述测算过程中未考虑空间和控制变量因素影响，本文的 β 收敛结果可能存在一定的主观性。因此，分别加入空间因素和控制变量因素再次进行分析。在加入空间因素后， β 系数值均在 1%水平上显著为负，充分证实人与自然和谐共生现代化水平存在 β 绝对收敛。同时加入空间及控制变量因素后， β 系数依旧显著为负，说明人与自然和谐共生现代化水平也存在 β 条件收敛特征。分析收敛速度测算结果可知，加入空间影响因素后，人与自然和谐共生现代化指数的收敛速度分别为 3.67%、3.66%和 4.16%；同时纳入空间及控制变量因素后，人与自然和谐共生现代化指数的收敛速度分别为 4.35%、4.26%和 5.58%。可以看出，人与自然和谐共生现代化指数的 β 绝对收敛速度要明显低于 β 条件收敛速度，表明在考虑一系列控制变量影响因素之后，人与自然和谐共生现代化指数的收敛速度不断加快。再次对比三种速度结果发现，经济距离权重矩阵下人与自然和谐共生现代化指数的 β 收敛速度更快，说明经济发展水平相近省份的人与自然和谐共生现代化指数的收敛速度相对较快。

表 4 人与自然和谐共生现代化指数的 β 收敛测算结果

变量	绝对收敛				条件收敛			
	无权重	地理距离 权重	邻接权重	经济距离 权重	无权重	地理距离 权重	邻接权重	经济距离 权重
$\ln Hcb_{i,t-1}$	-0.523*** (4.256)	-0.520*** (5.120)	-0.518*** (4.268)	-0.523*** (4.896)	-0.567*** (4.251)	-0.578*** (5.236)	-0.568*** (4.568)	-0.688*** (5.789)
$\ln gov$					-0.116* (1.754)	-0.167** (2.065)	-0.108* (1.689)	-0.108* (1.704)
$\ln tec$					-0.289* (1.745)	-0.248 (0.145)	-0.219 (0.345)	-0.139 (0.478)
$\ln trade$					-0.015 (0.354)	-0.019 (0.247)	-0.016 (0.036)	-0.009 (0.068)
$\ln is$					-0.045 (0.256)	0.059 (0.369)	-0.089 (0.178)	-0.238 (0.169)
地区效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
时间效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
σ		-0.047 (0.089)	-0.097 (0.068)	-0.167** (2.154)		-0.033 (0.341)	-0.078 (0.351)	-0.218*** (4.265)
$Sigma2_e$		0.007*** (3.561)	0.007*** (3.561)	0.007*** (3.561)		0.007*** (3.561)	0.007*** (3.561)	0.007*** (3.561)
收敛速度	3.65%	3.67%	3.66%	4.16%	4.17%	4.35%	4.26%	5.58%
N	390	390	390	390	390	390	390	390
R^2	0.448	0.011	0.008	0.004	0.467	0.006	0.013	0.004

注： $\ln Hcb_{i,t-1}$ 表示人与自然和谐共生现代化水平滞后一期的对数，***、**、*分别代表通过了 1%、5%和 10%显著性检验，括号内数值为 t 值。

表 5 为三大地区人与自然和谐共生现代化指数的 β 收敛测算结果。不论是依次加入各种控制变量因素, 还是同时加入, 三大地区人与自然和谐共生现代化指数的 β 系数均显著为负。这充分说明三大地区人与自然和谐共生现代化水平在发展过程中均存在绝对和条件收敛现象。分析收敛速度结果可知, 三大地区人与自然和谐共生现代化指数的条件收敛速度均高于绝对收敛速度。其中, 东部地区的收敛效应与地理、经济距离权重显著正相关; 中部地区指数的绝对收敛速度与地理距离权重明显正相关, 而中部地区指数的条件收敛速度与经济距离权重也具有正相关关系; 西部地区指数的绝对和条件收敛速度与经济距离权重显著正相关。除此之外, 中部地区人与自然和谐共生现代化指数的收敛速度最快, 东部地区的收敛速度次之, 西部地区的收敛速度最慢。这说明三大地区在促进人与自然和谐共生现代化发展中存在显著的空间互动异质性特征, 且与其他地区相比, 中部地区人与自然和谐共生现代化指数具有较快的收敛速度。

表 5 三大地区人与自然和谐共生现代化指数的 β 收敛测算结果

地区	变量	绝对收敛				条件收敛			
		无权重	地理距离 权重	邻接权重	经济距离 权重	无权重	地理距离 权重	邻接权重	经济距离 权重
东部地区	$\ln Hcb_{i,t-1}$	-0.585*** (4.478)	-0.613*** (5.245)	-0.567*** (4.214)	-0.596*** (4.845)	-0.698*** (4.369)	-0.739*** (5.239)	-0.675*** (4.514)	-0.755*** (5.965)
	控制变量					控制	控制	控制	控制
	收敛速度	4.36%	4.69%	4.11%	4.48%	5.78%	6.59%	5.49%	6.79%
	N	130	130	130	130	130	130	130	130
中部地区	$\ln Hcb_{i,t-1}$	-0.798*** (5.236)	-0.812*** (4.748)	-0.794*** (5.120)	-0.808*** (4.154)	-0.887*** (3.154)	-0.979*** (5.126)	-0.929*** (4.156)	-1.016*** (7.125)
	控制变量					控制	控制	控制	控制
	收敛速度	7.88%	8.35%	7.84%	8.24%	10.65%	17.59%	13.15%	23.14%
	N	78	78	78	78	78	78	78	78
西部地区	$\ln Hcb_{i,t-1}$	-0.388*** (4.152)	-0.368*** (4.152)	-0.359*** (4.105)	-0.468*** (5.012)	-0.438*** (4.102)	-0.489*** (4.235)	-0.458*** (3.965)	-0.659*** (4.120)
	控制变量					控制	控制	控制	控制
	收敛速度	2.39%	2.32%	2.25%	3.16%	2.85%	3.36%	3.10%	5.38%
	N	182	182	182	182	182	182	182	182

注: 限于篇幅, 省略控制变量系数, 且对地区和时间固定效应均进行控制。

五、结论与建议

(一) 结论

本文以资源环境、经济环境、制度环境、生态环境和社会环境现代化等五个维度, 构建人与自然和谐共生现代化评价指标体系, 采用泰尔指数、局部莫兰指数等方法, 全面分析人与自然和谐共生现代化水平的时空演化趋势及收敛特征。从时间上的变化趋势来看, 2011—2022 年, 人与自然和谐共生现代化水平呈稳步上升态势。具体而言, 人与自然和谐共生现代化指数均值从 2011 年的 0.179 增长至

2022年的0.307,这与我国推出的一系列生态改革创新方案息息相关。从空间分布规律来看,我国不同地区的人与自然和谐共生现代化指数均呈现稳步上升趋势,从高到低依次为东部地区、中部地区、西部地区。从区域差异来看,考察期内人与自然和谐共生现代化指数的总体差异呈逐渐下降趋势,表明人与自然和谐共生现代化水平的总体差异在不断缩小;人与自然和谐共生现代化水平的总体差异重点来自地区内差异,且地区间差异对人与自然和谐共生现代化水平总体差异的贡献率呈逐渐扩大态势。从收敛特征来看,全国及三大地区人与自然和谐共生现代化水平不具有 σ 收敛特征,但均存在 β 收敛趋势。在引入三种空间权重矩阵之后,全国人与自然和谐共生现代化水平的条件收敛速度分别为4.34%、4.24%和5.59%。三大地区人与自然和谐共生现代化指数的收敛速度是有差异的,从快到慢依次为中部地区、东部地区、西部地区。

(二) 建议

提升人与自然和谐共生现代化水平是牢固树立“绿水青山就是金山银山”发展理念、全面建设社会主义现代化国家的重要任务。针对全方位地提高人与自然和谐共生现代化水平,提出以下四个建议。

第一,遵循绿色化、低碳化循环原则,通过创立跨区域的生态环保机构、打造新型增长引擎和制定绿色低碳消费政策,协同推动人与自然和谐共生现代化向更高水平持续发展。一是积极创立跨区域的生态环保机构,持续聚焦跨地区的资源共享、部门协作、环境管理,完善专业化、智能化的生态环境协作机制,形成强大的发展合力,促进人与自然和谐共生现代化发展。二是打造集新一代生物技术、新能源、人工智能、高端装备于一体的新型增长引擎,加快推动高耗能、高污染产业向低耗能、低污染产业转型升级,为人与自然和谐共生现代化建设培育新业态、新模式。三是各地政府应制定绿色低碳消费政策,规范绿色市场消费行为,优化绿色产品的流动配置,引导社会大众形塑绿色消费观念,促进人与自然和谐共生现代化发展。

第二,健全绿色生态制度,持续协调生态环境保护与经济社会发展的关系,延续人与自然和谐共生现代化发展优势。一是各地政府应立足现代化建设原则,以环境保护为引领,以各类绿色行政规章为补充,以资源利用、污染治理等内容为主导,出台高水平、高质量的生态环境保护制度,全面提高各地的生态环境保护水平,促进人与自然和谐共生现代化发展。二是各地政府需在人与自然和谐共生的高度上全面整治资源浪费、违法违规等行为,依据“谁损害谁承担责任”的原则,积极推动自然资源赔偿工作有序进行,实现生态环境服务功能的等量恢复,为人与自然和谐共生现代化发展提供良好的生态环境。三是应不断完善生态环境保护考核问责系统,将绿色环保考核制度与相关人员的考核紧密关联起来,及时跟进奖罚并举的配套实施计划,确保各级各部门生态环境保护主体责任落实到位,助推人与自然和谐共生现代化发展。

第三,不同地区的资源禀赋、绿色技术、市场环境有着较大差异,需针对不同地区的经济发展状况制定差异化的生态发展战略,协同促进各地区的人与自然和谐共生现代化。一是东部地区应坚决响应党中央号召,开展生物安全管理、生态监测评估等领域的高新技术研究活动,创建专业化、智能化、多样化的生态质量监督网络,为人与自然和谐共生现代化提供强劲的高新技术支持。二是中部地区应明晰“十四五”生态环境保护的主要目标与核心任务,打造山水林田湖草沙全方位、一体化的保护工程,构建以国家森林公园为基准的自然保护体系,营造自然资源良好的保护氛围,继而持续推动人与自然和谐共生现代化。三是西部地区应遵循生态系统内在发展规律,在开展退耕还林、沙化修复、土地整治、补植补造等基础工作的同时,健全前段预防、中段监督、后段追责的生态环境保护体系,加大地区生态环境全流程保护的力度,助推人与自然和谐共生现代化发展。

第四,不断优化新型生态服务模式,打破绿色发展壁垒,推动地区内人与自然和谐共生现代化向更高水平持续发展。一方面,各地政府需打造“一站式”的新型生态服务模式,创建线上线下一体化生态服务协同系统,有效打破绿色发展壁垒,提高各类绿色资源利用效率,进而推动地区内人与自然和谐共生现代化发展。同时,相关部门需加强地区内的联动与交流合作,打破低碳技术发展壁垒,创新构建地区内低碳技术功能型生态服务模式,通过要素流动、技术扩散等渠道促进地区内的协同发展,不断缩小地区内人与自然和谐共生现代化发展的差距。另一方面,各地政府应积极学习“北京模式”“上海模式”,打造地区内“绿色信贷+”生态服务模式,持续增加绿色信贷供给,打破绿色发展壁垒,助力人与自然和谐共生现代化水平显著提升。

参考文献:

- [1] 中国政府网. 中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议[EB/OL]. (2020-11-03) [2023-10-08]. https://www.gov.cn/zhengce/2020-11/03/content_5556991.htm.
- [2] 中国政府网. 习近平主持中央政治局第二十九次集体学习并讲话[EB/OL]. (2021-05-01) [2023-10-08]. https://www.gov.cn/xinwen/2021-05/01/content_5604364.htm.
- [3] 中国政府网. 习近平: 高举中国特色社会主义伟大旗帜 为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告[EB/OL]. (2022-10-25) [2023-10-08]. https://www.gov.cn/xinwen/2022-10/25/content_5721685.htm.
- [4] 于舟, 万立明. 人与自然和谐共生的中国式现代化: 基于马克思物质变换思想的分析[J]. 经济问题, 2023(11): 1-7.
- [5] 王雪源, 王增福. 人与自然和谐共生的现代化: 科学内涵、本质要求与实现路径[J]. 福建论坛(人文社会科学版), 2023, 40(1): 19-30.
- [6] 王茹. 人与自然和谐共生的现代化: 历史成就、矛盾挑战与实现路径[J]. 管理世界, 2023, 39(3): 19-30.
- [7] 王文轩. 人与自然和谐共生的现代化: 历史选择、理论依据与实践路径[J]. 科学社会主义, 2023, 36(3): 152-168.
- [8] 张芳, 袁媛. 中国省域生态文明建设协调发展的统计测度[J]. 统计与决策, 2021, 37(10): 47-51.
- [9] 耿鹏, 郑中团. 长三角城市群生态文明建设水平空间度量与溢出效应分析[J]. 生态经济, 2021, 37(7): 211-219.
- [10] 刘潇潇, 李占风, 郭本初. 中国省域生态文明建设水平: 测度、时空差异及集聚特征[J]. 海南大学学报(人文社会科学版), 2024, 42(2): 75-84.
- [11] 刘香檀, 郇庆治. 马克思主义生态学视域下的生态本体论及其现实意义[J]. 中南大学学报(社会科学版), 2024, 30(3): 24-31.
- [12] 李建肖. 生态现代化理论的样态审视——兼论“人与自然和谐共生”的文明基因[J]. 哈尔滨工业大学学报(社会科学版), 2023, 25(4): 134-141.
- [13] 韩晶. 人与自然和谐共生的现代化: 理论逻辑、现实约束与实践路径[J]. 理论学刊, 2023, 40(6): 32-42.
- [14] 王彬彬, 雒田梦. 人与自然和谐共生的现代化的生成逻辑、发展历程与实践进路[J]. 南昌大学学报(人文社会科学版), 2023, 54(6): 1-10.
- [15] 中国政府网. 习近平: 决胜全面建成小康社会 夺取新时代中国特色社会主义伟大胜利——在中国共产党第十九次全国代表大会上的报告[EB/OL]. (2017-10-27) [2023-10-08]. https://www.gov.cn/zhuanli/2017-10/27/content_5234876.htm.
- [16] 缪慧星, 杨晓宇, 潘娜. 东盟国家税收营商环境对中国直接投资的影响——基于中国对东盟 OFDI 规模与效率的视角[J]. 广西大学学报(哲学社会科学版), 2023, 45(3): 154-163.
- [17] 薛婧, 周绍杰. 通信与交通基础设施通达性与普及度评估与比较——基于熵值法与门槛模型的研究[J]. 经济问题探索, 2022(7): 29-45.
- [18] 田时中, 王柳. 税收负担、财政自给率与城市高质量发展[J]. 沈阳工业大学学报(社会科学版), 2024, 17(2): 179-191.
- [19] 尹恣昊, 田云, 卢奕亨. 中国农业碳排放区域差异及其空间分异机理[J]. 改革, 2023(10): 130-145.
- [20] 徐雪, 王永瑜. 中国乡村振兴水平测度、区域差异分解及动态演进[J]. 数量经济技术经济研究, 2022, 39(5): 64-83.
- [21] ZHENG X Y, ZHU M H, SHI Y, et al. Equity analysis of the green space allocation in China's eight urban agglomerations

- based on the theil index and GeoDetector[J]. Land, 2023, 12(4): 795.
- [22] MADAN S, YADAV M. Decomposing skill based wage inequality in India: an application of theil index[J]. The Indian Journal of Labour Economics, 2022, 65(4): 967–979.
- [23] 郭本海, 王梓兴, 王菲. 数字经济驱动下中国省域高技术制造业的创新效率评价研究[J]. 研究与发展管理, 2023, 35(4): 65–79.
- [24] 马越越, 闫小丽, 王维国. 中国物流业绿色全要素生产率时空格局和收敛趋势研究[J]. 系统科学与数学, 2023, 43(9): 2211–2231.
- [25] 何苗, 任保平. 中国数字经济发展的时空分布及收敛特征研究[J]. 中南大学学报(社会科学版), 2022, 28(5): 92–106.
- [26] 胡士华, 黄天鉴, 王楷. 数字经济与绿色经济协同发展: 时空分异、动态演进与收敛特征[J]. 现代财经(天津财经大学学报), 2022, 42(9): 3–19.
- [27] 范正根, 邓志康, 张普伟, 等. 生态文明试验区绿色发展效率测度及其影响机理[J]. 统计与决策, 2022, 38(5): 75–79.

Research on the measurement and regional spatiotemporal differences of the modernization of harmonious coexistence between man and nature

Ji Dou, BAI Yehong

(School of Marxism, Heilongjiang University, Harbin 150080, China)

Abstract: The harmonious coexistence of man and nature is not only the internal requirement to promote the development of Chinese path to modernization, but also the only way to build a socialist modern country in an all-round way. This study, based on such five dimensions as resource environment, economic environment, institutional environment, ecological environment, and social environment modernization, constructs an evaluation index system for the modernization of harmonious coexistence between humans and nature, measure the modernization level of harmonious coexistence between humans and nature in each province from 2011 to 2022 by adopting the entropy method, and empirically tests the spatiotemporal evolution and regional differences in the level of modernization of harmonious coexistence between humans and nature by adopting a series of measurement methods such as the Theil index and local Moran index. The study results show that the overall level of modernization of harmonious coexistence between humans and nature is steadily increasing, while the overall difference in the level of modernization of harmonious coexistence between humans and nature across the country and various regions is gradually narrowing over time, that the overall difference in the level of modernization of harmonious coexistence between humans and nature mainly comes from regional differences, and the contribution rate of regional differences is gradually increasing, and that the modernization level of harmonious coexistence between humans and nature in the whole country and various regions does not have the characteristics of σ convergence, but all support β convergence mechanism.

Key words: harmonious coexistence between humans and nature; modernization; regional spatiotemporal differences; convergence characteristics

[编辑: 郑伟]