

长江经济带生态—经济—社会系统协调发展时空分异及驱动机制

江孝君^{1, 2} 杨青山^{1, 2} 耿清格^{1, 2} 王小艳³ 刘鉴^{1, 21}

(1. 东北师范大学地理科学学院, 吉林 长春 130024;

2. 东北师范大学城镇化与区域发展研究中心, 吉林 长春 130024;

3. 秦皇岛市第十九中学, 河北 秦皇岛 066000)

【摘要】: 推动生态—经济—社会(EES)系统协调发展是长江经济带发展战略的核心需求,通过构建EES系统协调评价指标体系,运用协调发展、ESDA和面板数据模型,测度分析了2000~2016年长江经济带地级以上行政单元EES系统协调发展的时空分异特征及驱动机制。结果表明:(1)EES系统协调发展呈上升趋势且区域差异逐渐缩小,但整体发展水平较低,中度失调型占据发展类型主体,空间上形成“东北高、西南低”的发展格局,高协调区位于长三角及中西部省会等核心城市;(2)EES系统协调发展呈“等级化”特征,协调度由高到低呈“金字塔”型分布,呈“集群化”特征,城市群内城市协调度整体较高;协调度区域差异特征显著,下游优于中上游,沿江城市优于非沿江城市;(3)EES系统协调发展呈现较强的正向空间自相关,热点区域H-H型集中,冷点区域L-L型较多,局域关联与冷热点空间格局总体表现出沿海优于内陆、下游优于中上游的分异特征;(4)EES系统协调发展时空格局是EES子系统发展、自然区位、战略与政策、空间邻近效应等因素综合驱动形成的结果。

【关键词】: 生态—经济—社会系统 时空分异 驱动机制 长江经济带

【中图分类号】: D67;F127 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1004-8227(2019)03-0493-12

改革开放以来,长江经济带已发展成为我国综合实力最强、战略支撑作用最大的区域之一,成为继沿海经济带之后最具竞争力和发展潜力的第二大经济带^[1],在中国经济社会发展全面进入新时代的背景下,深入实施长江经济带发展战略事关国家发展全局。长江经济带横跨东中西三大地带,区域间资源禀赋、经济发展阶段、市场化水平及社会政治环境差异显著,随着《关于依托黄金水道推动长江经济带发展的指导意见》、《长江经济带发展规划纲要》等一系列规划的出台及实施,长江经济带发展进入黄金时代,但其现今发展依旧面临着生态保护压力巨大、区域协调发展机制不健全、流域发展不平衡不充分问题突出等诸多问题。2018年4月26日,习近平总书记在召开深入推动长江经济带座谈会上明确指出,要直面发展中的问题,加大力度推动长江经济带高质量发展;高质量发展的内涵即在逐步协调生态环境与经济社会发展、协调流域各单元自身发展与协同发展的基础上,全面推动长江经济带生态—经济—社会(Ecology Economy Social, EES)巨系统的高效协调发展,进而实现将长江经济带打造成为具有全球影

作者简介: 江孝君(1990-),男,博士研究生,主要研究方向为城市与区域发展.E-mail:jiangxj728@nenu.edu.cn; 杨青山,E-mail:yangqs027@nenu.edu.cn。

基金项目: 国家自然科学基金(41271555、41771126)。

响力的内河经济带、东中西互动发展的协调发展带、沿海沿江沿边全面推进的对内对外开放带和生态文明建设的先行示范带的战略定位。因此,系统分析 EES 巨系统协调发展的时空分异特征及驱动机制对于长江经济带发展具有重要的现实意义。

国内外学者对于生态环境、经济社会发展及探讨其相互关系的研究很多,国外学者重点探讨经济与环境之间的关系^[2]、环境库兹涅茨曲线的验证^[3]、社会—生态—旅游的关系^[4]等,而国内学者则从经济、社会、文化、基础设施、环境及资源等多方面出发,选择单一或多系统^[5,6],测度并分析系统发展及协调水平^[7,8],绿色及生态经济^[9,10]、可持续发展^[11]等内容成为研究热点;研究方法上,综合运用了系统动力学模型、能值分析、数据包络分析、生态足迹模型等诸多方法^[12~14];研究区域涉及国家、区域、省级及市县级尺度^[15,16]。关于长江经济带的研究成果也较为丰富,集中探讨了长江经济带人口、经济、创新等诸多单一要素发展时空格局^[17,18],区域合作格局及优化建议^[19],生态环境效率及生态承载力研究^[20]等等。综合前人研究发现,对于以流域为研究区域分析较长时间序列 EES 巨系统协调发展的研究较为单薄,同时分析长江经济带 EES 系统协调发展时空分异特征及驱动机制的文献较为匮乏。

基于此,本文以地理学为基础研究视角,在构建 EES 系统协调发展评价指标体系的基础上,综合运用协调发展、ESDA 及面板数据等模型,测度 EES 系统协调发展水平,系统分析协调发展的时空分异特征及驱动机制,以期增进对当前长江经济带 EES 系统协调发展现状的认识,同时为政府制定流域间协调发展对策提供理论参考。

1 研究区域、数据与方法

1.1 研究区域

长江经济带覆盖上海、江苏、浙江、安徽、江西、湖北、湖南、重庆、四川、云南、贵州等 11 省,面积约 205 万 km²,人口和生产总值均超过全国的 40%,参照《关于依托黄金水道推动长江经济带发展的指导意见》,选取 11 省市中的 130 个地级及以上行政区为研究单元(包括湖北省天门市等县级直管行政区;为方便描述,分析统称为城市);为保证行政单元的完整性与稳定性,以 2012 年行政区划进行统一调整。按照流域及地理位置可将长江经济带划分为三大地区,即下游地区(东部:沪、苏、浙)、中游地区(中部:皖、赣、鄂、湘)、上游地区(西部:渝、川、滇、黔)。

1.2 指标体系及数据来源

1.2.1 指标体系构建

科学构建 EES 巨系统协调发展评价指标体系是正确反映和客观评价区域 EES 系统协调发展水平的基础与关键。基于科学性、全面性、层次性和可获取性等原则,首先在中文 CNKI 数据库、地理学 CSSCI/CSCD 期刊官网及外文 Web of Knowledge 等数据库中以“生态、经济与社会”等为关键词检索相关文献,统计经济发展、生态环境及社会发展等综合测度体系相关指标的频度初步制定指标体系,之后基于长江经济带地级单元研究尺度,考虑生态、经济、社会 3 个子系统指标数量的平衡,最大限度衡量数据的可获取性,最后经过团队讨论对指标体系进行了进一步修正与完善,最终选取 30 项指标构建了一个包含 3 个层次的 EES 系统协调发展评价指标体系(表 1)。

生态子系统指标选取时,依据生态环境的 PSR 理论^[21]可知,生态基础、压力、响应等三方面较为精确的体现了人类经济活动与生态环境的交互作用,基于此选取测度指标,其中生态基础(State)反映区域生态环境及基础资源水平,用人均耕地及绿地面积、城市绿化覆盖率等指标表征;生态压力(Pressure)反映人类生产生活给生态环境带来的威胁,用废水、废气、烟尘排放量及化肥使用量等指标表征;生态响应(Response)反映人类在面对生态环境反馈时所采取的对策措施,用废物处理率等指标表征。对应生态子系统指标,经济子系统指标分别从经济实力、结构、活力等三方面构建,经济实力反映区域经济发展整体基础水平,用人均 GDP 及财政支出、工业产值利润率等指标表征;经济结构反映区域经济产业、就业及外向结构,用第三产业增加值比重、二产

从业人员比重及外商投资额等指标表征;经济活力反映区域经济“三驾马车”的带动能力,用人均固产额、零售品消费额及出口贸易额等指标表征。社会子系统指标分别从社会基础、服务、保障等三方面构建综合反映社会和谐发展程度,社会基础反映城镇化发展情况及人民生活水平,用城镇化率及城乡居民收入等指标表征;社会服务反映区域社会文化、教育、医疗及信息程度,用万人藏书量、教师数、医疗床位数及移动电话普及率等指标表征;社会保障反映区域生活、基础设施及农业保障度,用社保支出比、公路网密度及人均粮食产量等指标表征。

1.2.2 数据来源

本文数据主要来源于 2001~2016 年《中国城市统计年鉴》、《中国区域经济统计年鉴》、2016 年各地级单元国民经济和社会发展统计公报、各地市政府工作报告等,个别缺失数据由插值法补齐;地理信息基础数据来源于国家地理信息中心 1:400 万数据库。

表 1 EES 系统协调发展评价指标体系

子系统	一级指标	二级指标	单位	权重	
生态子系统	生态基础	人均耕地面积	hm ² /人	0.118	
		人均绿地面积	hm ² /万人	0.237	
		建成区绿化覆盖率	%	0.095	
	生态压力	人均工业废水排放量*	t/人	0.068	
		人均 SO ₂ 排放量*	t/人	0.059	
		人均烟尘排放量*	t/人	0.065	
		单位耕地面积化肥使用量*	t/hm ²	0.051	
	生态响应	污水处理率	%	0.114	
		固体废弃物综合利用率	%	0.088	
		生活垃圾无害化处理率	%	0.105	
	经济系统	经济实力	人均 GDP	元/人	0.090
			人均财政支出	元/人	0.074
			经济密度	万元/km ²	0.131
工业产值利润率			%	0.071	
经济结构		三产比重	%	0.075	
		二产从业人员比重	%	0.080	
		人均实际使用外商投资额	美元/人	0.135	

	经济活力	人均固定资产投资额	元/人	0.098
		人均社会消费品零售额	元/人	0.104
		人均出口贸易额	美元/人	0.142
社会系统	社会基础	城镇化率	%	0.108
		城镇居民人均可支配收入	元/人	0.129
		农村居民人均纯收入	元/人	0.099
	社会服务	万人拥有图书馆藏书量	册/万人	0.138
		万人拥有专任教师数	个/万人	0.083
		万人拥有医疗床位数	张/万人	0.103
		移动电话普及率	部/万人	0.131
	社会保障	社会保障支出占比	%	0.083
		公路网密度	km/km ²	0.068
		人均粮食产量	t/万人	0.058

1.3 研究方法

1.3.1 权重确定

首先鉴于经济、社会及生态子系统在 EES 系统中具有同等重要地位,因此一级指标层权重均为 1/3;其次,采用熵值法和层次分析法共同确定三级指标层权重(表 1),层次分析法原理详见文献^[22],熵值法计算如下。

指标标准化: X'_{ij} , X_{ij} 分别为第 i 年第 j 列指标标准化值和原始值; X_{jmax} , X_{jmin} 为第 j 列指标的最大值和最小值,为避免标准化零值,对标准化数值进行平移,得到 $x'_{ij}=x'_{ij}+1$ 。

$$\text{正向指标: } X'_{ij} = (X_{ij} - X_{jmin}) / (X_{jmax} - X_{jmin}) \quad (1)$$

$$\text{负向指标: } X'_{ij} = (X_{jmax} - X_{ij}) / (X_{jmax} - X_{jmin}) \quad (2)$$

$$y_{ij} = x'_{ij} / \sum x'_{ij} \quad (3)$$

(2) 确定指标权重:

$$(3) \text{ 第 } j \text{ 项指标的熵值: } e_j = -k \sum_{i=1}^m y_{ij} \ln y_{ij}, \text{ 其中 } k = 1/\ln(m) \text{ 且 } k > 0 \quad (4)$$

$$(4) \text{ 第 } j \text{ 项指标的信息效用值: } g_j = 1 - e_j \quad (5)$$

$$(5) \text{ 第 } j \text{ 项指标权重公式: } w_j = g_j / \sum_{j=1}^n g_j \quad (6)$$

1.3.2 协调发展度模型

(1) 综合指数:

构建经济指数 $f(x)$ 、社会指数 $f(y)$ 、生态指数 $f(z)$ 的基础上, 计算 EES 系统综合发展指数 T 。

$$f(x) = \sum_{i=1}^n \alpha_i x_i \quad f(y) = \sum_{j=1}^n \beta_j y_j \quad f(z) = \sum_{k=1}^n \gamma_k z_k \quad (7)$$

$$T = 1/3 [f(x) + f(y) + f(z)] \quad (8)$$

式中: $\alpha_i, \beta_j, \gamma_k$ 表示权重 x_i, y_j, z_k 为相应二级指标标准化值; n 为指标个数。

(2) 耦合指数。

基于耦合度概念构建耦合指数, 耦合度越大表明系统间相互作用越强。

$$C = \left[\frac{f(x)f(y)f(z)}{\left[\frac{f(x) + f(y) + f(z)}{3} \right]^3} \right]^2 \quad (9)$$

(3) 协调指数。

耦合度高低只表明系统间相互作用强弱, 无法反映系统间发展是否协调, 由此构建协调指数, 值越大表明协调度相对越高。

$$D = \sqrt{C \times T} \quad (10)$$

(4) 协调度分级

为进一步分析 EES 系统协调发展状态, 将 EES 系统协调分为五级: 一级为重度失调, 协调值区间为 $(0, 0.2]$; 二级为中度失调,

位于区间 (0.2, 0.4]; 三级为基本协调, 位于区间 (0.4, 0.6]; 四级为中度协调, 位于区间 (0.6, 0.8]; 五级为高度协调, 位于区间 (0.8, 1]。

1.3.3 探索性空间数据分析模型

探索性空间统计分析 (ESDA) 是以空间自相关测度为核心的空间统计分析法, 是指基于 GIS 空间分析技术, 利用统计学原理和图表相结合对空间信息的性质进行分析、鉴别, 揭示事物空间相互作用关系。ESDA 模型中常用的指数为 Moran' sI、LISA 及 Getis-Ord G_i^* 指数, 前两者用以探究研究区空间关联结构模式, 揭示研究对象属性值的空间依赖性和异质性; 后者用于识别研究区不同空间位置高值和低值集聚的空间分布特征, 具体计算公式参见文献^[23]。

2 结果与分析

2.1 EES 系统协调发展总体差异特征

2.1.1 协调发展水平分析

基于协调度模型, 计算得 EES 系统协调度, 运用标准差法, 以 2000~2016 年协调度均值、 ± 0.5 倍标准差、 -1 倍标准差为临界值制图, 分析协调指数空间分布及演变情况。

2000~2016 年 EES 系统协调度均值为 0.385, 变异系数均值为 0.359, 协调度整体偏低且区域差异较大; 由变化趋势看, 协调度整体呈上升趋势, 协调值由 0.379 上升为 0.420, 而变异系数呈波动变化趋势, 2012 年之后呈下降趋势, 2016 年达 0.349, 总体表明 EES 协调度呈上升趋势且区域差异逐渐缩小 (表 2)。空间演变看, 协调度高于均值区集中分布在长三角地区、长株潭城市群、武汉都市圈、成渝地区及上游地区省会城市周边等; 低于均值区集中分布于长江中游及西南地区, 零星分布于高值区周边; 2000~2016 年, 下中上游协调度稳步提升, 高值区域面积逐步扩大, 主要集中在长三角地区, 中游及西南大部协调度依旧较低 (图 1)。

2.1.2 协调发展类型分析

基于分级标准对城市进行分类并制图 (图 2), 2000~2016 年长江经济带基本协调及以上类型城市数量稳步提升, 中度失调城市数量逐步减少, 重度失调城市 2015 年下降为零; 由均值分布图得, 空间分布总体形成“东北高、西南低”的发展格局, 基本协调及以上类型集中分布在长三角, 零星分布于中上游省会及中心城市, 中度失调城市连片分布于中游及西南片区, 重度失调型主要为阜阳和临沧市。以 2000 和 2016 年为时间点分析协调发展类型变化趋势: ①重度失调城市由 7 个下降至 0, 高度协调城市由 0 个增加至 2 个, 分别为上海市和苏州市; ②中度失调城市由 78 个下降至 71 个, 占比下降至 54.62%, 成片分布于中上游及西南边疆地区; ③基本协调城市由 36 个增加至 39 个, 占比 30%, 集中分布在长三角城市群外围区、长株潭城市群及重庆市周边; ④中度协调城市由 9 个增加至 18 个, 占比达 13.85%, 提升 6.92%, 主要分布在长三角城市群核心区及中上游省会城市, 包括武汉、长沙、南昌、贵阳和成都。

综合看, 长江经济带仍以中度失调类型为主体, 中度及高度协调总量及占比均较少, 表明整体提升长江经济带 EES 系统协调发展任务仍十分艰巨。

表 2 2000~2016 年长江经济带 EES 系统协调发展均值及变异系数

指标\年份	2000	2002	2004	2006	2008	2010	2012	2014	2016
-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

平均值	0.379	0.375	0.386	0.367	0.380	0.377	0.390	0.414	0.420
变异系数	0.348	0.338	0.333	0.379	0.374	0.394	0.389	0.358	0.349

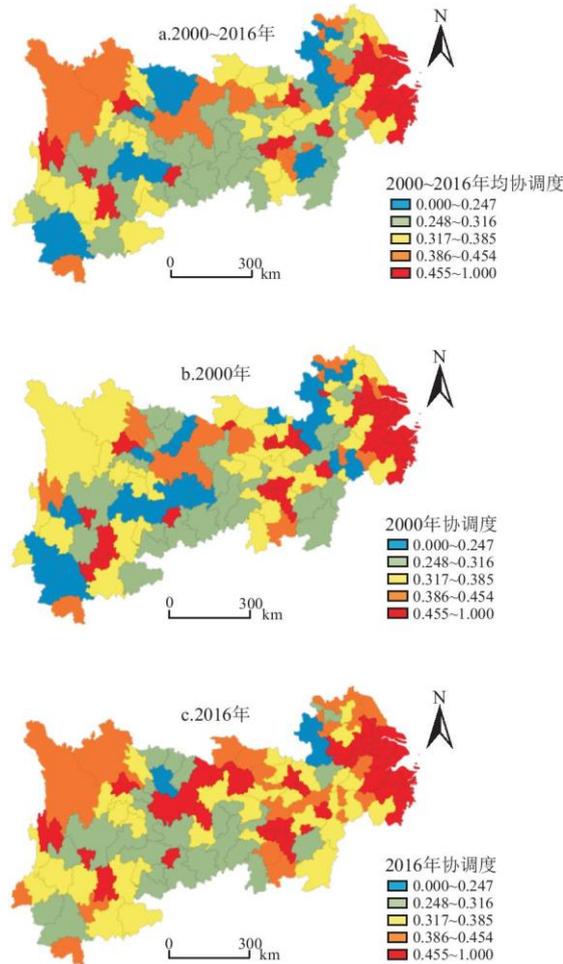


图1 长江经济带 EES 系统协调发展空间演变图

2. 2EES 系统协调发展时空分异特征

2. 2. 1 市域视角下时空分异特征

EES 系统协调发展“等级化”特征明显,2000~2016 年协调度在波动中呈上升趋势,目前总体处于基本协调状态。由协调度均值看,一级到五级城市协调度均值依次为 0.195、0.306、0.480、0.670、0.828,高度协调城市是重度失调城市的 4.2 倍。由变化趋势看,2000 年一级到五级城市协调度均值依次为 0.178、0.313、0.486、0.683、0,无五级城市单元,中度协调城市是重度失调城市的 3.8 倍,2016 年协调度均值依次为 0、0.316、0.468、0.682、0.846,高度协调城市是中度失调城市的 2.7 倍;从不同级别城市数量看,2000 年五级城市占比分别为 5.38%、60.00%、27.69%、6.92%、0.00%,随着协调级别提升,除重度失调城市外,城市数量呈下降趋势,2016 年五级城市占比依次为 0.00%、54.62%、30.00%、13.85%、1.54%,失调和协调城市数量不相上下,但失调城市仍占 54.62%,综合看,EES 系统协调发展整体水平依旧较低,协调度高低等级化明显,目前由高到低整体呈“金字塔”型分布。

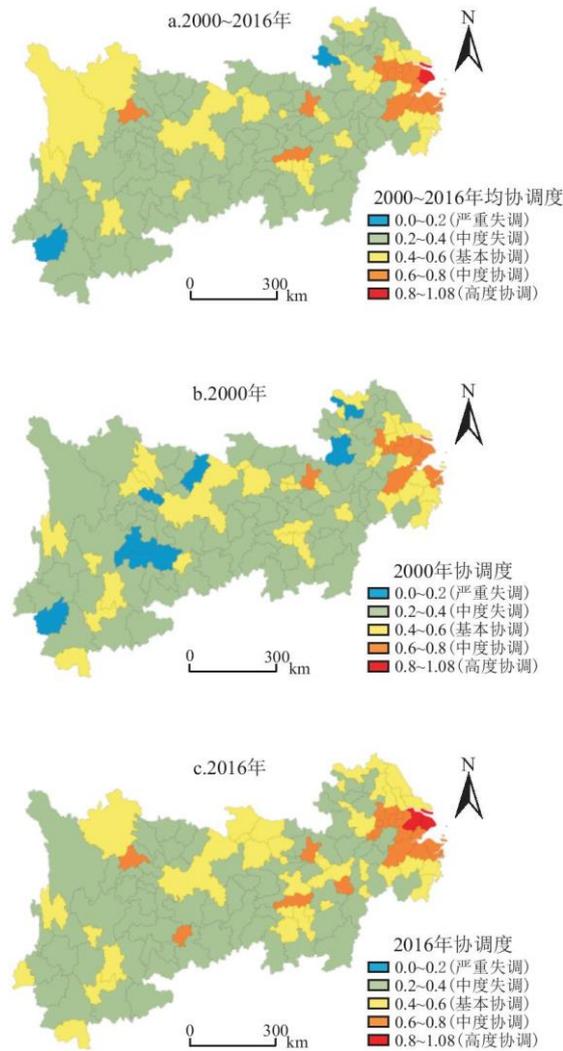


图2 长江经济带 EES 系统协调发展类型空间演变图

EES 系统协调发展“集群化”特征明显,中度及以上协调城市均集中在城市群内,以 2016 年为例,中度协调及以上城市共 20 个,其中上海、南京、无锡、常州、苏州、镇江、杭州、宁波、嘉兴、湖州、绍兴、舟山、芜湖、马鞍山、铜陵共 15 个城市位于长三角城市群,南昌、武汉、长沙 3 个城市位于长江中游城市群,成都位于成渝城市群内,只有贵阳位于城市群外,同时城市群内核心城市合肥、景德镇、九江、宜昌、襄阳、株洲、湘潭、重庆等城市的协调度均呈基本协调,城市群内无重度失调城市,中度失调城市集中分布于成渝城市群。由协调度及协调类型变化图,可明显看出 EES 协调高值区形成一个“高地连绵区”和三大“高地”,即以沪宁杭为核心的长三角高协调集中区和长株潭高地、武汉都市圈高地及成渝高地,此分别为长三角、长江中游、成渝城市群核心地带。

2.2.2 区域视角下时空分异特征

EES 系统协调发展下中上游地区差异明显,呈现“阶梯化”分异特征,形成下游>中游>上游的发展格局(图 3)。由协调度看,2000~2016 年下游、中游与上游地区协调度均值分别为 0.554、0.359、0.326,三大地区协调度呈稳步提升的同时区域差异总体呈缩小趋势,但下游与中上游地区 EES 系统协调发展差距呈扩大趋势。由协调发展类型看,下游基本协调及以上类型占据主体地位,而中上游则以中度失调类型为主;从变化趋势看,2016 年下游基本协调及以上城市占比高达 92%,较 2000 年高出 12%,其中

中度协调及以上城市比重达 44%;中游失调城市与协调城市大体持平,中度失调城市减少较快,占比由 70.69%下降至 55.17%;上游整体协调度提升较慢,中度失调占比仍高达 78.72%。对比下中上游可知,下游地区作为经济带发展核心区,EES 系统协调发展“一枝独秀”;中游相比上游发展速率较快,EES 协调发展取得明显成果,折射出中部崛起战略的成效;上游虽也有西部大开发战略支撑,但地处边疆,自然条件相对较差,政治社会环境复杂,加之经济基础较差,导致整体发展最为缓慢。

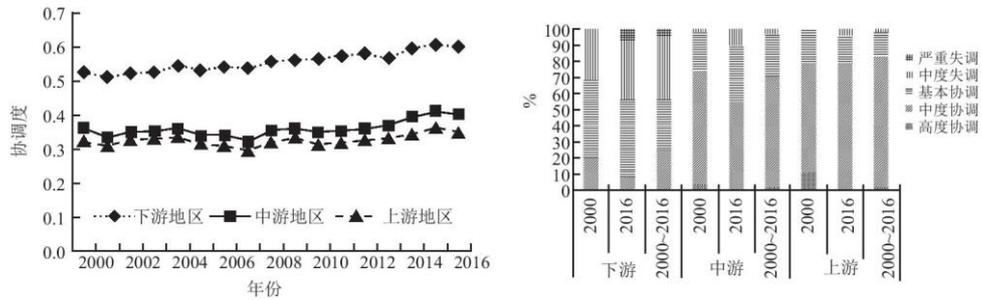


图 3 长江经济带下中上游 EES 系统协调发展对比图

EES 系统协调发展沿江与非沿江地区差异明显,沿江地区协调发展整体优于非沿江区域(图 4)。由协调度看,2000~2016 年沿江与非沿江区域协调度均值分别为 0.465 和 0.359,协调发展变化趋势保持一致,整体呈上升发展趋势;区域差异呈波动变化趋势,沿江城市区域差异略高于非沿江城市。由协调发展类型看,沿江城市以协调城市为主体,而非沿江地区以失调城市为主;变化趋势看,沿江地区失调城市占比下降速率较快,2016 年重度失调城市下降至 0,中度失调下降至 34.38%,基本协调及以上城市数量均呈上升趋势,2016 年中度失调与基本协调占比持平均为 34.38%,非沿江地区各类型城市变化趋势与沿江地区保持一致,但 2016 年失调城市仍占比 61.22%。分析沿江城市内部,EES 协调发展度总体呈下游>中游>上游发展格局,下游城市协调度整体较高且城市间相对差距较小,而中上游城市总体发展水平相对较低且城市间发展差距相对显著,由此说明生态环境相对更为敏感的上游地区经济社会与生态环境协调处于磨合调整期。

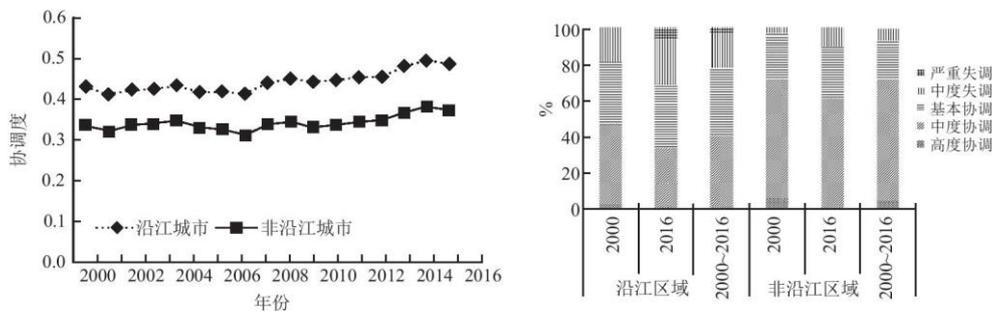


图 4 长江经济带沿江与非沿江区域 EES 系统协调发展对比图

2. 3EES 系统协调发展空间关联格局

2. 3. 1 全局自相关分析

2000~2016 年 EES 系统协调全局自相关 Moran' sI 指数均在 1%水平上呈显著正相关,表明 EES 系统协调存在空间集聚且集聚性逐渐增强,即协调度相近的城市彼此邻近。

表 3 2000~2016 年 EES 系统协调发展 Moran' sI 指数

指标\年份	2000	2002	2004	2006	2008	2010	2012	2014	2016
Moran' sI	0.408	0.425	0.466	0.491	0.485	0.484	0.495	0.499	0.510
P 值	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001

2.3.2 局域自相关与热点分析

选取 2000、2016 及 2000~2016 年均值等时间截面绘制 EES 系统协调 LISA 和冷热点图(图 5),进一步分析 EES 局域空间关联及集聚格局特征。一方面,在 1%显著水平下绘制 LISA 图,将 4 个象限划分为 4 种类型:①H-H(高效型),区域自身与邻域协调度均较高,空间表现为成片高值集聚区;②H-L(极化型),区域自身协调度高但邻域协调度低,空间表现为中心高四周低;③L-H(空心型),区域自身协调度低但邻域协调度较高,空间呈现为中心低四周高;④L-L(低效型),区域自身及邻域协调度均较低,空间表现为成片低值集聚区。另一方面,热点分析揭示了局部不稳定性,观察出空间相关程度及具体空间集聚度。

整体上看,长江经济带冷热点总体格局保持相对稳定,空间集聚分布规律性极强,不同类型区均在空间上呈集聚连片分布,形成“热点—次热点—冷点—冷点”的圈层结构,热度从流域下游到上游地区总体呈依次递减态势。总体格局保持相对稳定的同时,不同类型区规模发生明显变化,热点及次热点区以长三角城市群中心城市为核心逐步向外扩张,但速率小于冷点区域;冷点区域规模呈相对快速扩张趋势,以西南部和成渝城市群为主体向外扩散,次冷点区规模减少,主要集中在湖北、湖南、江西等中游地区。区域表现出明显的沿海优于内陆、下游>中游>上游的发展格局,与 EES 系统协调空间分异特征表现一致。

综合局域自相关及热点区域分布,空间特征主要体现为:①H-H 区集中分布在热点区域,集中在长三角地区且均为长三角城市群内城市,这些城市地处优越的地理区位,经济发展基础较好,区域合作机制完善,技术、资金、人才等发展要素流动频繁且城市间溢出效应明显,从而核心城市对周边城市协调发展具有明显带动作用;空间上以原有集中区为核心逐步向外扩散,扩散城市包括南京、扬州、合肥、芜湖等城市,随着长三角城市群规模扩张,安徽省以合肥为中心的地区逐步融入城市群发展,EES 系统协调度整体提升明显。②L-L 区集中分布在冷点区域,集中且变化趋势明显均集中黔东南、川西南、川西北、滇西北区域,这些区域均位于上游地区,生态环境基础较差且敏感度较高,经济水平较低,少数民族众多,与周边低协调区域集聚分布形成 EES 系统协调发展低效集中区。③H-L 和 L-H 型单元数量较少,L-H 型主要为宣城市;H-L 型城市主要有南昌、重庆、贵阳、徐州、淮南、淮北等城市,这些城市基本为区域核心城市及省会城市,作为区域发展核心吸收了周边区域大部分的资源、劳动力、资金等发展要素,受“虹吸作用”影响,周边区域发展受到不同程度挤压,由此形成中心高四周低的极化关联模式。

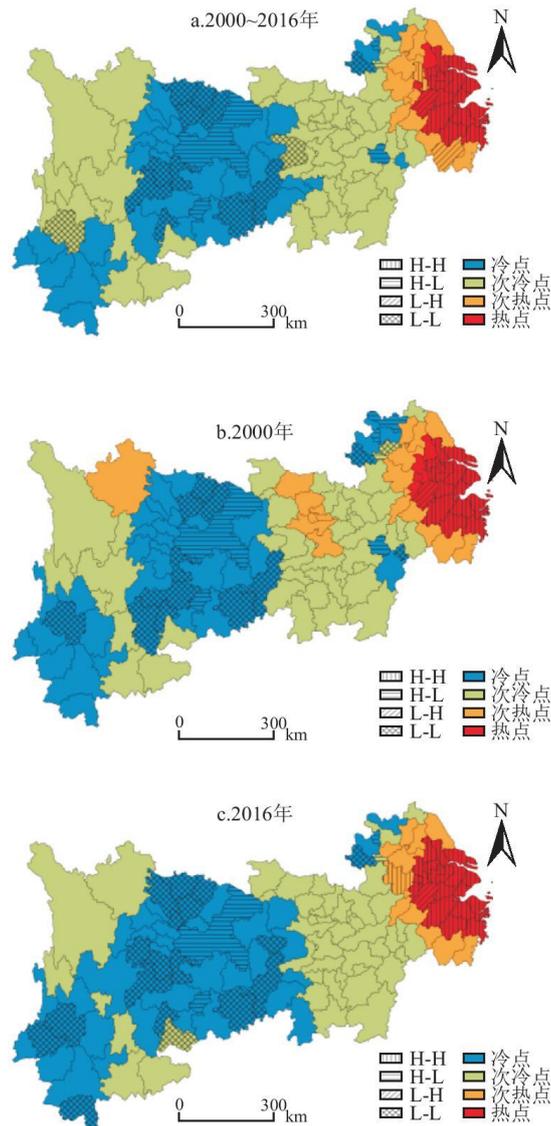


图5 长江经济带EES系统协调发展LISA集聚及冷热点演变图

2.4 EES系统协调发展驱动机制

2.4.1 驱动因素的综合分析

EES子系统发展的驱动, EES子系统发展水平及相互作用强度的提升是根本驱动机制。生态持续是根本, 生态环境的改善有助于促进EES系统协调发展, 2012年以来经济带整体协调度明显提升的根本在于“共抓大保护”战略核心基点的树立及生态文明建设步伐的加快; 2000年以来, 长江经济带建成区平均绿化率由18.53%增加至40.37%, 人均工业废水、SO₂及烟尘排放量分别由人均19.24、120.57、74.41t分别下降至人均15.62、112.6、64.67t, 而污水处理率、固废利用率及生活垃圾无害化处理率分别由34.35%、57.77%、60.72%上升至80.92%、82%和86.84%, 与此同时, EES系统协调度由0.379上升为0.420。经济高效是核心, 主动适应经济发展不同阶段, 以调结构为核心转变经济发展模式, 不断激发经济发展活力, 进一步增强经济实力成为提升EES系统协调的有效动力, 经济发展下中上游依次递减一定程度上是造成EES系统协调呈下中上游依次递减格局的关键制约因素。社会发展是保障, 经济发展的动力及生态改善的核心是促进区域社会和人的全面发展, 科教文卫事业的持续发展、区域及城乡的均衡发展是促进社

会发展的根本,而社会的快速发展在转变人类思维习惯、文化观念等方面具有正向反馈功能,社会发展进步促使人们采取积极有效措施发展经济、保护环境,进而促进 EES 系统协调发展。

地理区位的驱动,地理区位的差异是基础驱动机制。EES 系统协调表现的下游>中游>上游的区域格局特征、中心城市优于一般城市等特征均印证这一点,从自然区位看,下游位于长三角平原区,水热条件相对优越,地形条件适于城市建设与发展;而上游以山地、盆地为主,自然条件相对较差、生态环境脆弱、自然灾害频发,在一定程度上限制了城市发展,阻碍着 EES 系统协调发展。从经济区位看,下游相比中上游,临海较近,参与经济全球化相对便利且下游城市间交通网络体系发展为城市间交流提供了基础,而中上游相当一部分城市地处山区等偏远地带,距离中心城市较远,产业区位条件相对较差,综合造成 EES 系统协调度较低。从社会区位看,下游劳动力及高技术人才交流频繁,文化包容性强、呈多样性,区域发展相对均衡,而中上游少数民族众多,区域发展两极分化严重且部分地区地处边疆及贫困连绵带,这也是造成 EES 系统协调地区差异重要因素之一。

战略与政策的驱动,国家、区域发展战略与政策的差异是关键驱动机制。2012 年以来 EES 系统协调度提升速率及区域差异缩小速率均明显加快正是得益于长江经济带整体发展战略由构想变为现实,战略的核心基点“共抓大保护、不搞大开发”为 EES 系统协调发展提供了基础保障,随着战略的深入,沿江城市生态保护及改善力度相对较快,使其 EES 系统协调进度明显优于非沿江城市。下中上游区域差异与全国东中西阶梯差异相对应,这与改革开放以来我国实施的一系列区域发展政策密切相关,下游在沿海地区率先发展宏观战略影响下,长三角地区依托优越的地理区位,制定经济优先发展的一系列政策,积极吸引外资、参与全球化发展使其经济社会发展水平得到显著提升;2012 年以来,随着经济发展进入新常态及生态文明建设步伐加快,其又制定系列政策率先转变经济发展模式,同时积极响应生态文明发展战略,加大环保力度,国家及区域政策的倾向性与前瞻性使下游 EES 系统协调发展始终领先于中上游。相比而言,中上游 EES 系统协调提升相对缓慢,但随着中部崛起及西部大开发战略的实施,协调度得到提升,尤其是核心城市,如武汉、长沙、重庆、成都等,制定各项优惠政策,加快发展步伐使其协调度明显优于其他城市,同时中心城市“虹吸作用”明显,在其周围形成极化集聚区;但对于中上游少数民族及边疆地区虽在战略、政策上给予诸多优惠,受限于自然及经济社会发展基础差等因素,其 EES 系统协调发展水平仍较低。

空间邻近效应的驱动,空间邻近效应是重要驱动机制。由地理学第一定律可知,任何地理事物和现象均具有相关性,且地理位置越接近,相关性越强,2000~2016 年 EES 系统协调全局 Moran 指数显著正相关表明空间集聚性的客观存在,高协调区集聚分布于长三角沿海区域,空间邻近城市在劳动力、资金及资源要素流动及空间溢出效应优于距离较远城市,造成协调发展差异;同时城市群内城市协调度较高,长三角、武汉、长株潭、环鄱阳湖等城市群内城市相互联系、相互合作及要素流动频繁,经济、社会、生态保护等方面合作机制相对成熟是其协调度较高的重要原因。由第二定律可知,空间的隔离造成地理事物的差异,热点圈层式格局的形成表明区域差异性的存在,而不同类型协调区的发展格局表明空间分层异质性的存在。

2.4.2 驱动因子的回归分析

由上述 EES 系统协调发展驱动因素分析可知,EES 系统协调发展的影响因素复杂多样,而三大子系统耦合发展是推动 EES 系统协调发展的根本驱动机制,由此结合长江经济带发展实际,从影响生态、经济、社会子系统发展出发,考虑数据可获取性,选取有效灌溉耕地面积(X1)、GDP(X2)、产业结构(三产与二产比值 X3)、进口额(X4)、科教支出比(X5)、城乡收入比(X6)、人口密度(X7)、大学生数量(X8)、互联网用户(X9)等作为解释变量,对 2000~2016 年 EES 系统协调(Y)面板数据进行回归分析。

由 Hausman 检验得,统计变量为 402.31,对应 P 值为 0.000,故拒绝随机效应模型,建立固定效应模型,同时为增强序列数据平稳性及减少异方差影响等,对变量取对数,建立回归模型:

$$\begin{aligned} \ln Y_{it} = & \alpha_0 + \alpha_1 \ln X1_{it} + \alpha_2 \ln X2_{it} + \alpha_3 \ln X3_{it} + \\ & \alpha_4 \ln X4_{it} + \alpha_5 \ln X5_{it} + \alpha_6 \ln X6_{it} + \\ & \alpha_7 \ln X7_{it} + \alpha_8 \ln X8_{it} + \alpha_9 \ln X9_{it} + U_{it} \quad (11) \end{aligned}$$

式中: i 表示不同城市; t 表示时间; U_{it} 表示随机误差项; α_0 表示共同截距项; α_1 表示变量回归系数。

运用 Eviews 软件进行回归分析可得, F 统计量为 76.821, 对应 P 值为 0.000, 判定系数 R^2 为 0.945, 表明回归模型整体拟合度较优, 且所有变量均通过不同水平显著性检验。具体为:有效灌溉耕地面积、GDP、产业结构、进口额和科教支出比与 EES 系统协调分别在 1%和 5%水平下正相关, 表明有效灌溉耕地面积资源量的增加、GDP 和进口额总量的提升、产业结构的优化、科教支出比例的提升有助于 EES 系统协调度的提升;城乡居民收入比、人口密度在 1%水平下负相关, 表明城乡收入差距的减小、人口分布的均衡有助于提升 EES 系统协调度;大学生数量和互联网用户分别在 1%和 5%水平下负相关, 表明大学生和互联网用户数量的增加对 EES 系统协调发展起着负向作用, 究其原因, 可能是长江经济带下游和中上游地区相比、中心城市和一般城市相比、城镇地区和乡村地区相比, 大学生数量和互联网用户差异很大, 诸如上游少数民族地区和边疆地区, 大学生数量极少, 信息化水平相对较差, 由此, 大学生数量和互联网水平在研究期内并未在提升 EES 系统协调发展方面起到正向作用, 反而地区差异的巨大对整体协调起到了负面影响。

表 4 EES 系统协调发展影响因素回归结果

变量	回归系数	P 值
常数项	-2.649	0.000
X1	0.039	0.005
X2	0.056	0.000
X3	0.124	0.000
X4	0.006	0.002
X5	0.020	0.039
X6	-0.111	0.000
X7	-0.359	0.000
X8	-0.011	0.000
X9	-0.009	0.029

3 结论与讨论

3.1 结论

运用协调发展、ESDA 和面板数据模型测度分析了 2000~2016 年长江经济带地级以上城市生态—经济—社会 (EES) 系统协调发展水平的时空分异特征及驱动机制, 得到如下主要结论:

(1) 2000~2016 年长江经济带 EES 系统协调度呈逐渐上升趋势且区域差异逐渐缩小, 协调类型由中度失调上升为基本协调; 空间分布总体形成“东北高、西南低”的发展格局, 基本协调及以上城市集中分布在长三角区域、零星分布于中上游省会等核心城市, 失调城市则连片集中在中游及西南地区; 但中度失调城市仍占据 EES 系统协调发展主体地位, 表明整体提升 EES 系统协调任务仍十分艰巨。

(2) EES 系统协调发展时空分异特征显著, 市域视角下, “等级化”特征明显, 各等级城市及其内部差异明显, 2016 年协调度由高到低整体呈“金字塔”型分布; “集群化”特征明显, 城市群内城市协调度高于其他城市, 且高协调区形成一个“高地连绵区”和三大“高地”, 即以沪宁杭为核心的长三角高协调集中区和长株潭高地、武汉都市圈高地及成渝高地。区域视角下, 下中上游地区差异明显, 呈现“阶梯化”特征, 形成下游>中游>上游的发展格局; 沿江与非沿江地区差异明显, 沿江地区协调发展整体优于非沿江地区。

(3) EES 系统协调发展呈正向空间自相关, 空间集聚性逐渐增强; 局部自相关及冷热点总体格局保持相对稳定, 空间集聚分布规律性极强且差异特征明显, 不同类型区均在空间上呈集聚连片分布, 热点区域以 H-H 集聚型为主, 冷点区域以 L-L 集聚型为主, 空间总体表现出沿海地区优于内陆、下游>中游>上游的发展格局, 与空间分异特征表现一致。

(4) EES 系统协调发展格局的形成是多方面因素综合驱动的结果, 由驱动机制综合分析得, EES 子系统协调发展水平及相互作用强度的提升是根本驱动机制, 地理区位的差异是基础驱动机制, 发展战略与政策的差异是关键驱动机制, 空间邻近效应是重要驱动机制; 由驱动因子回归分析得, 有效灌溉耕地面积的增加、GDP 及进口额总量的提升、产业结构优化、科教支出比例提高、城乡居民收入及人口分布均衡对 EES 系统协调提升具有显著积极影响, 而大学生数量及互联网用户的增加在研究期内对 EES 系统协调发展发挥了显著负向作用。

3.2 讨论

EES 系统协调发展是长江经济带战略发展的核心需求及要求, 测度分析 EES 系统协调发展水平的时空分异特征和驱动机制对于认识长江经济带 EES 系统协调发展宏观格局具有重要参考价值。EES 系统协调发展表现出的下中上游阶梯化分异特征与我国区域经济发展呈现的东中西阶梯化发展差异高度吻合, 表明长江经济带 EES 系统协调发展在一定程度上折射出全国 EES 系统协调发展的区域格局, 由此提升长江经济带 EES 系统协调的政策对于提升全国 EES 系统协调发展具有重要的借鉴价值, 本文认为政策制定应注意以下问题:

(1) 把握长江经济带战略的核心要求, 即“共抓大保护, 不搞大开发”, 将保护和改善生态环境作为制定经济社会发展政策的重要参考依据, 谋求长江经济带的整体发展, 要使流域各城市在经济发展新常态及社会发展新时代背景下, 主动调整产业结构, 构建现代化经济体系, 实现高质量的发展。

(2) 协调长江经济带战略与一带一路战略的关系, 抢抓一带一路发展机遇, 进一步扩大流域开放力度, 加强区域内部及区域与国内、国外区域的合作链接, 使长江经济带成为一带一路战略的核心带动区域。

(3) 加强区域合作, 将长江经济带视为一整体, 稳步推进区域协调及乡村振兴两大战略, 打破区域内部地方保护主义, 建立下中上游三大区域内部及区域间成熟的互动发展机制, 促进资金、人力、资源等发展要素的合理高效流动。

(4) 加强流域内城市群发展进程以更好发挥核心带动功能, 强化长三角城市群发展, 借鉴其发展经验, 稳步推动武汉都市圈、长株潭城市群、成渝城市群发展建设, 着力推进黔中和滇中区域城市群建设, 形成多点带动、良性互动的发展格局, 进而推动 EES 系统协调发展进程。

本文也存在一定不足有待今后研究进一步深化: 一是受文章篇幅限制, 未能对 EES 子系统及综合发展水平展开详细分析, 同时未能分析综合发展与协调发展空间对应关系; 二是受数据资料限制, 构建的 EES 系统协调测度指标体系略有不足, 有待今后进一步完善, 以使评价指标更加全面。

参考文献:

-
- [1]钟业喜, 冯兴华, 文玉钊. 长江经济带经济网络结构演变及其驱动机制研究[J]. 地理科学, 2016, 36 (1) :10-19.
- [2]OLIVEIRA C, ANTUNES C H. A multi-objective multi-sectoral economy-energy-environment model: Application to Portugal[J]. Energy, 2011, 36 (5):2856-2866.
- [3]STEM D I, COMMON M S, BARBIER E B. Economic growth and environmental degradation: The environmental Kuznets curve and sustainable development[J]. World Development, 1996, 24 (7) :1151-1160.
- [4]LACITIGNOLA D, PETROSILLO I, ZURLINI G. Time-dependent regimes of a tourism-based social-ecological system: Period-doubling route to chaos[J]. Ecological Complexity, 2010, 7 (1) :44-54.
- [5]汪克亮, 史利娟, 刘蕾, 等. 长江经济带大气环境效率的时空异质性与驱动因素研究[J]. 长江流域资源与环境, 2018, 27 (3):453-462.
- [6]赵兴国, 潘玉君, 赵波, 等. 区域资源环境与经济发展关系的时空分析[J]. 地理科学进展, 2011, 30(6) :706-714.
- [7]熊建新, 陈端吕, 彭保发, 等. 2001~2010 年洞庭湖区经济、社会和环境变化及其生态承载力响应[J]. 地理科学进展, 2014, 33(3) :356-363.
- [8]战金艳, 邓祥征, 岳天祥. 基础设施建设水平与城乡生态经济系统发展的耦合分析——安康地区的实例研究[J]. 人文地理, 2005, 20(4) :37-41.
- [9]谢志祥, 秦耀辰, 沈威, 等. 中国低碳经济发展绩效评价及影响因素[J]. 经济地理, 2017, 37(3) :1-9.
- [10]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, 33(11) :1535-1545.
- [11]张婧, 李强, 周渊. 陕西省城市可持续发展评价[J]. 中国人口·资源与环境, 2013, v. 23;No. 159(s2) :448-453.
- [12]WACKEMAGEL, MATHIS. Our ecological footprint : educing human impact on the earth[M]. New Society Publishers, 1996.
- [13]史宝娟, 赵国杰. 基于能值理论的循环经济系统评价方法初探[J]. 生态经济, 2006(4) :87-89.
- [14]刘承良, 颜琪, 罗静. 武汉城市圈经济资源环境耦合的系统动力学模拟[J]. 地理研究, 2013, 32(5) :857-869.
- [15]张东海, 任志远, 冯雪铭, 等. 中国西部社会、经济与生态的协调发展时空变化[J]. 干旱区地理(汉文版), 2013, 36(3) :545-552.
- [16]逯进, 常虹, 赵少平, 等. 山东省能源、经济与环境耦合关系的演化特征[J]. 经济地理, 2016, 36(9) :42-48.
- [17]刘欢, 邓宏兵, 李小帆. 长江经济带人口城镇化与土地城镇化协调发展时空差异研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2016, 26(5) :160-166.

-
- [18]朱贻文, 曾刚, 邹琳, 等. 长江经济带区域创新绩效时空特征分析[J]. 长江流域资源与环境, 2017, 26(12):1954-1962.
- [19]王磊, 段学军, 杨清可. 长江经济带区域合作的格局与演变[J]. 地理科学, 2017, 37(12):1841-1849.
- [20]王维. 长江经济带“4E”协调发展时空格局研究[J]. 地理科学, 2017, 37(9):1354-1362.
- [21]Organization for Economic Co-Operation and Development (OECD). Towards sustainable development: Environmental indicators[R]. OECD, Paris, 1998.
- [22]胡翠萍. 基于 AHP-变异系数法的我国副省级城市科技竞争力评价研究[J]. 科技管理研究, 2012, 32(20):77-80.
- [23]狄乾斌, 韩帅帅, 韩增林. 中国地级以上城市经济承载力的空间格局[J]. 地理研究, 2016, 35(2):337-352.