

长三角城市群绿色化测量及影响因素分析

——基于 26 城市面板数据熵值—Tobit 模型实证¹

田时中, 丁雨洁

(安徽大学经济学院, 中国安徽合肥 230601)

【摘要】: 基于长三角 26 个城市 2007—2016 年的面板数据, 依据绿色化测量指标和极值熵值法, 系统测算长三角城市群绿色化指数, 基于面板 Tobit 模型, 探究长三角城市群绿色化发展的影响因素, 结果显示: ①样本考察期内, 长三角城市群绿色化水平整体呈现逐年上升的时序特征, 群内城市间绿色化指数截面差异明显。②子系统指数呈现稳步增长的时序动态演变特征; 绿色增长、绿色福利、绿色财富和绿色治理子系统分别呈现“快速”上升、“直线”式上升、“平稳”增长和“波浪式”上升态势。③截面上, 2016 年各子系统绿色化水平和 2007 年相比均有不同程度的提升, 但演变轨迹差异化明显。④26 个城市绿色化波动类型分为发展平稳型、持续波动型和跳跃型。⑤经济增长、城镇化、科技发展、环境保护显著促进绿色化水平提升, 而工业化和资源消耗显著抑制了绿色化发展。据此, 提出推进绿色化发展的建议。

【关键词】: 长三角一体化; 绿色化; 极值熵值法; 绿色发展; 生态文明; 节能减排; 新型工业化

【中图分类号】: F129.9 **【文献标志码】**: A **【文章编号】**: 1000 - 8462(2019)09 - 0094 - 10

DOI:10.15957/j.cnki.jjdl.2019.09.012

2018 年 11 月, 习近平同志在首届中国国际进口博览会上提出将长三角一体化发展上升为国家战略, 这是党中央、国务院精准把握经济和社会发展形势做出的重大战略部署, 对于推进长三角区域经济、政治、社会、文化和生态文明一体化发展具有重大的理论意义。十八大已将生态文明建设上升到国家层面, 表明生态文明建设的紧迫性和坚定性, 2015 年我国提出“绿色化”战略, 进一步明确了实现生态文明的具体路径。新发展理念下, 长三角地区为有效推动新型工业化、新型城镇化、信息化、农业现代化和绿色化协同发展, 不断完善区域协调发展新机制, 取得了一定的成效。那么, 绿色化发展是否加快和推进了长三角生态文明及“五位一体”进程? 这需要理论和经验分析加以验证。故而对长三角一体化战略下城市群绿色化测量及其影响因素的分析, 能够精准把握长三角绿色化进程与发展现状, 对于长三角城市群一体化发展决策指导和路径优化, 具有重要的现实指导价值。

从现有文献看, 对绿色化问题的研究成果丰硕, 体现在: ①对“绿色”相关概念的剖解。学术界从不同视角剖析了绿色发展、绿色转型、绿色经济等概念的理论基础及演化脉络^[1-5]。②研究对象包括对中国整体或区域绿色发展的研究。陈诗一基于环境全要素生产率视角研究中国绿色工业发展^[6]; 蔡绍洪等、易名等人研究西部和长江经济带绿色发展水平及时空分异特征^[7-8]; 张欢

¹收稿时间: 2018-12-16; 修回时间: 2019-03-31

基金项目: 安徽高校人文社会科学研究重点项目 (SK2018A0009)

作者简介: 田时中 (1984—), 男, 安徽岳西人, 博士, 讲师, 硕士生导师。主要研究方向为区域经济与环境绩效。

E-mail: 250312634@qq.

等利用多层次评价方法和熵权法,评价湖北省 2004—2013 年各地市州绿色发展水平^[9];郭付友等以东北 15 个地级市为研究对象,分析 2005—2015 年东北限制开发区绿色发展时空格局及其影响因素^[10];黄跃等以中国 20 个城市群为例,综合分析了绿色发展时空特征及异质性^[11]。③大多数学者采用多指标进行综合评价。钟水映考虑生态门槛和福利门槛变量,对中国省际间的绿色福利进行测量和评价^[12];孙才志等从支持型输入指标、压力型输出指标、氧化型代谢指标和还原型代谢指标四个方面研究中国绿色化发展系统的功能演化^[13];刘冰等从绿色增长效率、产业绿色化水平、资源承载力三个角度建立评价指标,对山东全省及各市绿色发展水平进行了评价^[14];刘凯等从增长、福利、财富和治理四个角度建立评价指标,研究中国地级以上城市绿色化问题^[15]。④测量方法的选择不尽一致。田时中等运用熵值法分析长三角城市群城镇化指数及耦合协调度^[16];任耀等人通过 DEA-RAM 模型对山西省绿色创新效率进行实证研究^[17];李晓西等通过构建指标体系,对 123 个国家人类绿色发展指数进行测度^[18];汤维祺等、李江龙等对绿色经济增长因素进行实证研究^[19-20];侯纯光等运用指数法、空间计量模型研究中国绿色化空间格局动态演变及其驱动机制^[21];石敏俊等利用主成分分析和聚类分析法,对中国 100 个城市绿色发展规律进行研究^[22]。此外,聚类分析法、数据包络法、TOPSIS 法、情景分析法、函数模型法等也有不同程度的使用^[23-24]。

从长三角一体化发展视角来看,现有研究尚有如下问题有待解决:①现有研究从不同视角研究绿色发展问题,缺少对绿色化这一新概念内涵的辨析及系统梳理。②现有绿色发展研究主题、框架及指标方面不够完善,需要进一步拓展研究。③还没有研究涉及长三角一体化战略背景下城市群绿色化的测量问题。④新时代长三角一体化战略下城市群绿色化的影响因素需要探究。基于此,本文结合长三角一体化发展的国家战略背景,以长三角 26 城市 2007—2016 年面板数据为样本,依据“内涵界定+测量+影响因素剖解”的研究视角,全面揭示长三角城市群绿色化进程及动态演变特征,剖析长三角城市群绿色化发展的影响因素,为同类研究提供视角参考,为决策部门提供经验参考。

1 长三角城市群绿色化测量体系

1.1 绿色化基本内涵界定

多纳圈框架下^[3, 19],生态文明实现路径之一就是绿色发展,而绿色发展强调发展中考虑环境容量和生态承载力两大约束,通过高效利用资源和适度发展经济,不断提升社会福利,其中,生态门槛和福利门槛影响绿色发展绩效^[18, 20]。中国在“十二五”规划中首次提出了“两型社会”的绿色发展理念,而绿色化是 2015 年 3 月中央政治局会议上提出的一个新概念,其本身既是一种发展理念,也是一种发展方式。此后,党的十八届五中全会深入阐述了“创新、协调、绿色、开放、共享”的发展理念,强调资源节约和保护环境、产业结构优化、生产方式和生活方式转变,绿色化的实现需要绿色发展。绿色化还需要与绿色经济、绿色转型相区别。由于绿色发展需要以绿色经济增长为依托,其发展模式是绿色的,即由传统的黑色发展转向绿色发展,因而,绿色经济是一种经济的绿色化,其发展范式兼顾经济、生态和环境效益,是环境友好的、生态的和公平的经济。广义上的绿色转型强调经济发展方式由传统的非绿色向绿色动态转变的过程,其内涵与绿色经济接近,而狭义上的绿色转型仅仅指经济的绿色转型。本文聚焦的绿色化是一种科技含量高、资源消耗低、环境污染少的产业结构和生产方式;强调生活方式和消费模式向勤俭节约、绿色低碳、文明健康的方向转变,力戒奢侈浪费和不合理消费;把生态文明纳入社会主义核心价值观体系,形成人人、事事、时时崇尚生态文明的社会新风。因此,经济、社会、生态、环境系统的共生性,是绿色化的理论基础,涵盖了生产方式、生活方式和价值取向的绿色化,是一种全面绿色转型,更是一种发展范式转变,即人类经济社会的发展由传统的与生态环境相背离的发展范式转变为与生态环境相协调的发展范式,其终极目标是全面、协调、可持续发展。

1.2 测量指标与数据

基于以上理论分析可知,绿色化包含经济、社会、生态和环境的共生^[6, 8, 15],那么,经济方面,绿色化主要体现在绿色、低碳、环保的发展理念和发展方式,通过降低资源消耗,减少环境污染,实现经济的绿色增长;社会方面,主要通过提高科学、文化、医疗水平,保障人民生活质量,从而带来绿色福利;生态环境方面,推进生态文明建设,提高环境质量,进而带来绿色财富;治理方面,体现在构建政府引导、群众参与的治理体系,重点关注污染治理和基础设施建设,实现治理绿色化。基于系

统共生性和绿色化内涵,本文以绿色增长、绿色福利、绿色财富和绿色治理四维度构建绿色化测量指标体系,绿色增长、绿色福利、绿色财富分别对应经济、社会和生态环境系统,这是绿色化的基础,而绿色治理是政府针对生态破坏和环境污染开展的治理,是绿色化的保障,进而影响绿色增长、绿色福利、绿色财富的绩效^[12, 15]。具体指标层由 22 个指标构成,共同反映长三角城市群绿色化水平,实证中依据长三角 26 个城市面板数据,对其绿色化指数进行测量。本研究构建的指标体系见表 1。

选取长三角城市群内 26 个城市作为研究样本,依据 2007—2016 年的面板数据,建立三维立体数据表,运用定量方法测量长三角城市群绿色化指数。测量指标的原始数据来源于 2008—2017 年《中国城市统计年鉴》《中国区域经济统计年鉴》,部分指标值依据二次计算得到,缺失数据采用插值法进行处理,为节省篇幅,原始数据予以省略。

1.3 测量方法——极值熵值法

孙才志、田时中等探讨了熵值法在综合评价中的应用^[13, 16],本研究采用此方法测量评价样本的绿色化指数。为避免标准化值出现负值,更好体现逆向指标的作用,采用极值法进行数据标准化处理,依据线性拟合公式测量长三角城市群绿色化指数:

$$Y_{it} = \sum_{j=1}^n \omega_j \times x'_{ij} \quad (1)$$

$i = 1, 2, \dots, 26; j = 1, 2, \dots, 22;$
 $t = 2007, 2008, \dots, 2016$

式中: Y_{it} 为样本城市绿色化指数; x'_{ij} 为标准化值; ω_j 为指标权重; i 为城市; j 为指标; t 为年份。综合指数越大,绿色化水平越高,反之,绿色化水平偏低,据此进行综合评价。

表 1 长三角城市群绿色化测量指标体系

目标层	准则层	具体指标及代码	单位	属性	指标含义	
长三角 城市 群 绿 色 化 测 量 指 标	绿色增长 B_1	人均 GDP X_1	元	正	GDP/城市总人口	
		第三产业占比 X_2	%	正	第三产业产值/GDP	
		化石能源利用 X_3	t 标煤/万元	负	能源消耗量/GDP	
	绿色福利 B_2	单位 GDP SO_2 排放量 X_4	t/万元	负	工业 SO_2 排放量/GDP	
		单位 GDP 废水排放量 X_5	t/万元	负	工业废水排放量/GDP	
		三废综合利用产品产值占比 X_6	%	正	三废综合利用产品产值/GDP	
	绿色财富 B_3	人均社会消费品零售额 X_7	元	正	社会消费品零售总额/城市总人口	
		城镇居民人均可支配收入 X_8	元	正	城镇家庭可支配收入/家庭人口	
		科技支出占比 X_9	%	正	科技支出/GDP	
		每万人在校大学生数 X_{10}	人	正	在校大学生数/城市总人口	
		每百人公共图书馆藏书 X_{11}	册	正	公共图书馆藏书/城市总人口	
		每万人拥有医生数 X_{12}	人	正	医生数/城市总人口	
		绿色财富 B_3	城市空气质量优良率 X_{13}	%	正	空气质量二级以上的天数/一年总天数
			城市绿化覆盖率 X_{14}	%	正	绿化面积/城市总面积
			人均公园绿地面积 X_{15}	m^2	正	公园绿地面积/城市总人口

体系 Y	绿色治理 B ₁	人均废水排放量 X ₁₆	t	负	工业废水排放量/城市总人口
		人均 SO ₂ 排放量 X ₁₇	t	负	工业 SO ₂ 排放量/城市总人口
		环境污染治理投资额 X ₁₈	万元	正	投入环境污染治理的资金
		人均城市维护建设资金 X ₁₉	元	正	城市维护建设资金/城市总人口
		污水处理率 X ₂₀	%	正	处理的污水量/污水排放总量
		生活垃圾无害化处理率 X ₂₁	%	正	垃圾无害化处理量/垃圾总量
		万人拥有公共汽车 X ₂₂	辆	正	公共汽车数量/城市总人口

2 长三角城市群绿色化测量结果评价

2.1 长三角城市群绿色化测量结果

运用 SPSS 19.0 输出指标值的极大值、极小值和均方差，在区别成本型指标和效益型指标的基础上，计算测量指标标准化值 x'_{ij} ，运用熵值法计算每个城市绿色化测量指标的权重，得到 26 组指标权重组合，依据式(1)，即可得到长三角城市群绿色化指数，结果见表 2。

2.2 长三角城市群绿色化水平综合评价

2.2.1 长三角城市群绿色化指数呈现不同的纵横向特征

一方面，长三角城市群绿色化水平整体呈现逐年上升的时序特征（图 1），其中，2007 年为样本考察区间内最小值，2016 年为最大值。2007—2011 年，绿色化指数从 0.1086 提高到 0.4855，年均增长 9.42 个百分点，增速明显。2011—2014 年，绿色化指数从 0.4855 提高到 0.6596，年均增长 5.80 个百分点，增速放缓。近两年，绿色化指数从 0.65 提高到 0.8407，年均增长 9.05 个百分点，绿色化水平提升较快，这一时期，绿色化战略得以全面贯彻，效果逐渐显现。

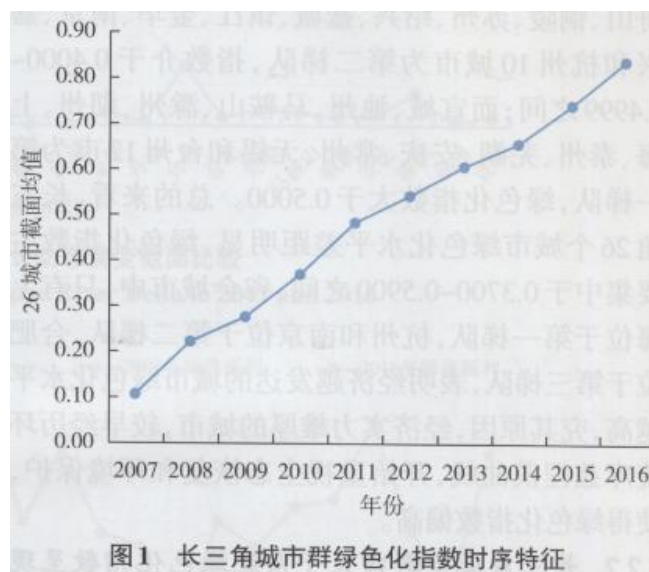


表 2 2007—2016 年长三角城市群绿色化指数

Y_{it}	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	均值	极差	序差
上海	0.0368	0.2300	0.3737	0.4719	0.5643	0.5471	0.6570	0.7151	0.7595	0.9636	0.5319	0.9268	20
南京	0.0932	0.1885	0.2959	0.3081	0.5469	0.6452	0.6024	0.6084	0.6771	0.8413	0.4807	0.7481	13
无锡	0.1351	0.3085	0.3399	0.4821	0.6263	0.7389	0.7516	0.7416	0.7804	0.8612	0.5766	0.7261	13
常州	0.0711	0.1958	0.2592	0.3440	0.6345	0.7560	0.8224	0.6774	0.8675	0.9404	0.5568	0.8693	15
苏州	0.1297	0.2748	0.3322	0.1659	0.3978	0.4985	0.5784	0.5927	0.6191	0.9715	0.4561	0.8418	25
南通	0.3588	0.4994	0.1285	0.2703	0.2890	0.3602	0.4960	0.3917	0.5007	0.5381	0.3833	0.4096	25
盐城	0.1109	0.2044	0.2797	0.2840	0.3803	0.4612	0.5643	0.6941	0.8505	0.8727	0.4702	0.7618	15
扬州	0.1254	0.1880	0.2568	0.3466	0.4123	0.4051	0.3929	0.4147	0.8850	0.4803	0.3907	0.7596	24
镇江	0.0369	0.1667	0.2843	0.5634	0.3528	0.5157	0.6112	0.6660	0.6329	0.8987	0.4729	0.8618	23
泰州	0.1620	0.2356	0.3019	0.4505	0.5780	0.6634	0.6792	0.7373	0.6490	0.9282	0.5385	0.7662	15
杭州	0.0329	0.1725	0.2166	0.3208	0.4862	0.5630	0.6399	0.7298	0.8819	0.9538	0.4997	0.9209	23
宁波	0.0523	0.1280	0.1672	0.2124	0.7400	0.3584	0.3571	0.5204	0.6081	0.6760	0.3820	0.6877	25
嘉兴	0.2158	0.3155	0.3244	0.5484	0.3854	0.4510	0.6186	0.5534	0.6427	0.8944	0.4950	0.6786	20
湖州	0.0762	0.2163	0.2436	0.4523	0.5825	0.6283	0.6735	0.7134	0.7528	0.9710	0.5310	0.8948	17
绍兴	0.0364	0.1397	0.2485	0.3486	0.3957	0.4550	0.6083	0.7426	0.8632	0.8083	0.4646	0.8268	21
金华	0.0615	0.1744	0.2423	0.3251	0.3585	0.4456	0.6244	0.7260	0.8402	0.9674	0.4765	0.9059	19
舟山	0.0411	0.0947	0.2222	0.3441	0.4064	0.4313	0.5454	0.8012	0.6054	0.6939	0.4186	0.7601	24
台州	0.3294	0.4112	0.4674	0.5053	0.5350	0.5245	0.5407	0.8368	0.9013	0.8427	0.5894	0.5719	21
合肥	0.0425	0.1865	0.2474	0.2686	0.2757	0.3603	0.4094	0.4647	0.5834	0.9587	0.3797	0.9162	21
芜湖	0.1439	0.2421	0.3969	0.4526	0.6941	0.6677	0.6486	0.6661	0.7205	0.7615	0.5394	0.6176	19
马鞍山	0.0801	0.2021	0.3184	0.4613	0.5621	0.6278	0.6213	0.6623	0.7417	0.8339	0.5111	0.7538	12
铜陵	0.0415	0.1327	0.1566	0.2139	0.2940	0.5166	0.6870	0.6903	0.7782	0.6824	0.4193	0.7367	21
安庆	0.0516	0.1888	0.3166	0.4131	0.5237	0.6712	0.7999	0.7784	0.8377	0.9311	0.5512	0.8795	17
滁州	0.1293	0.2140	0.2159	0.3828	0.6188	0.7269	0.6452	0.6919	0.7639	0.8149	0.5204	0.6856	20
池州	0.1149	0.2906	0.3175	0.3884	0.4898	0.5709	0.6122	0.5978	0.8324	0.8812	0.5096	0.7663	15
宣城	0.1131	0.2203	0.2746	0.3410	0.4928	0.5715	0.6473	0.7364	0.7793	0.8911	0.5067	0.7780	10
均值	0.1086	0.2239	0.2780	0.3718	0.4855	0.5447	0.6090	0.6596	0.7444	0.8407			

资料来源:作者基于极值熵值法测量结果整理

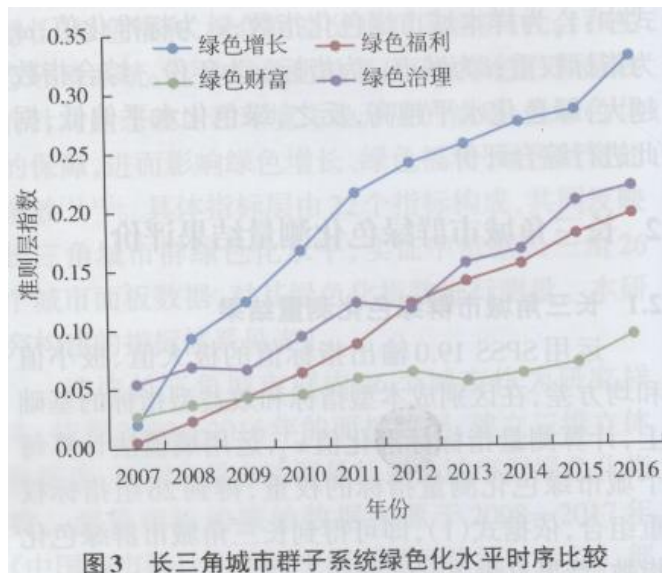
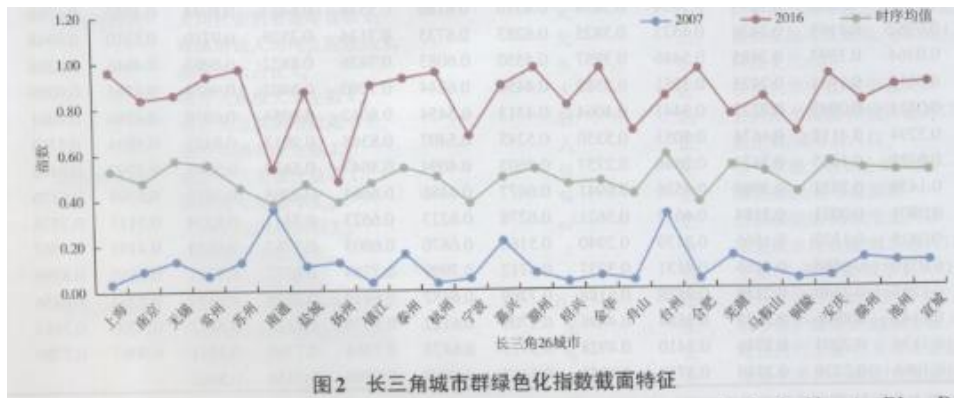
另一方面,长三角城市群内城市间的绿色化水平截面差异明显(图2)。从极值大小看,合肥市绿色化指数最小(0.3797),台州市指数最大(0.5894),极差为0.2097。对26个城市绿色化指数大小进行升序排列,可分为3个梯队:合肥、宁波、南通和扬州4城市为第三梯队,其指数介于0.3000~0.3999之间;舟山、铜陵、苏州、绍兴、盐城、镇江、金华、南京、嘉兴和杭州10城市为第二梯队,指数介于0.4000~0.4999之间;而宣城、池州、马鞍山、滁州、湖州、上海、泰州、芜湖、安庆、常州、无锡和台州12市为第一梯队,绿色化指数大于0.5000。总的来看,长三角26个城市绿色化水平差距明显,绿色化指数主要集中于0.3700~0.5900之间,省会城市中,只有上海位于第一梯队,杭州和南京位于第二梯队,合肥位于第三梯队,表明经济越发达的城市绿色化水平越高,究其原因,经济实力雄厚的城市,较早经历环境库兹涅茨曲线,开始重视生态恢复和环境保护,使得绿色化指数偏高。

2.2.2 长三角城市群四大子系统绿色化指数呈现不同的时序动态演变轨迹

依据极值熵值法的测量结果,取不同年份26个截面城市绿色化指数的均值,按照层次加总的原则,即可得到子系统绿色化

指数走势图(图 3)。

从图 3 可以看出,长三角城市群子系统绿色化水平整体上呈现稳步上升趋势,绿色增长子系统增长幅度最大,绿色福利子系统次之,然后是绿色治理子系统,绿色财富子系统增长幅度最小,不过各子系统绿色化指数增长幅度不一致,且部分年份有所下降。具体地说,长三角城市群绿色增长呈现快速上升态势,受政策变动、发展理念和产业转型升级的影响,2016 年绿色增长子系统指数为考察期内最高点;绿色福利子系统指数呈现“直线”式上升态势,近年来新型城镇化的推进,使得群内城市基础设施和公共服务水平有了明显提升,居民生活质量得到改善,绿色福利逐年增长;绿色财富子系统指数平稳增长,增长幅度较小,其原因在于生态修复和环境污染治理的效果短期内难以显现,且受经济周期、长三角城市群扩容以及 2013 年大范围雾霾污染影响,拉低了 2010 和 2013 年绿色财富子系统指数的增长速度;绿色治理子系统呈现“波浪式”上升态势,但 2012 年指数下降,此后,治理效果好转,转变治理理念、加强资源管理、提高治理效率是绿色治理的突破口。



2.2.3 长三角城市群四大子系统的截面绿色化指数均有提升

2016 年绿色增长、绿色福利、绿色财富和绿色治理子系统绿色化水平和 2007 年相比均有不同程度的提升,演变轨迹不尽一致,如图 4~图 7 所示。

从绿色增长角度看,2007 年除苏州、泰州、台州和滁州外,其余城市绿色增长指数皆偏低。2016 年,各城市绿色增长指数

都有了一定程度的提升，其中泰州最大。受上海的辐射效应，无锡、常州的经济发展比较好，绿色增长较快。

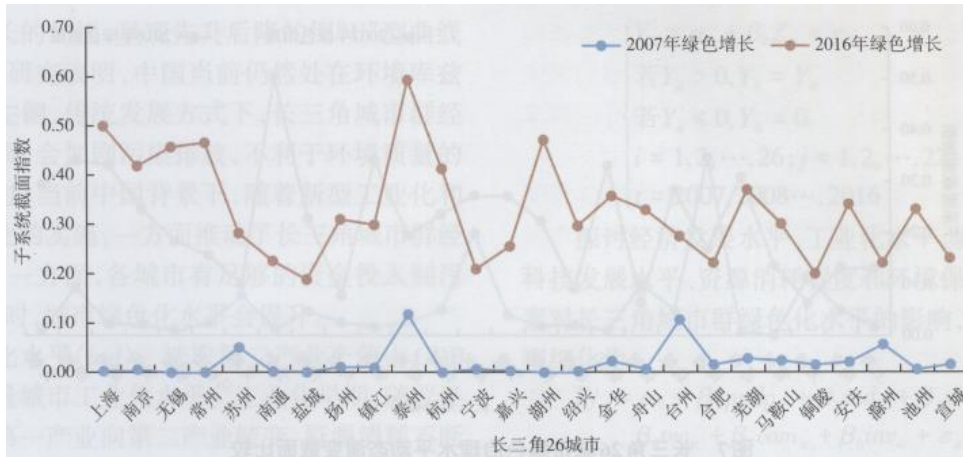


图4 长三角26城市绿色增长动态演变截面比较

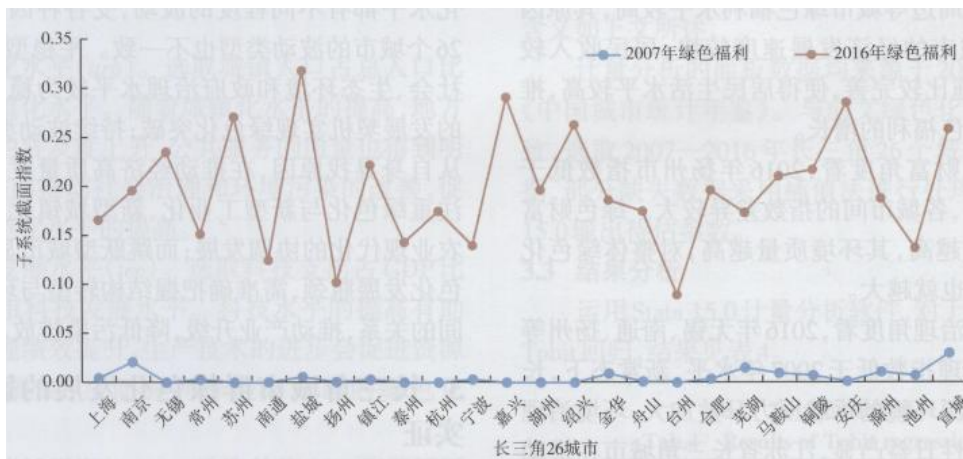


图5 长三角26城市绿色福利动态演变截面比较

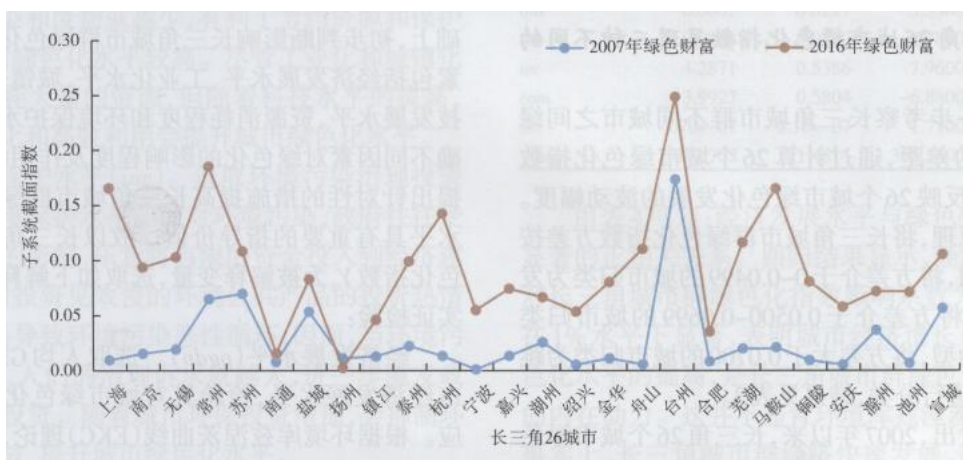
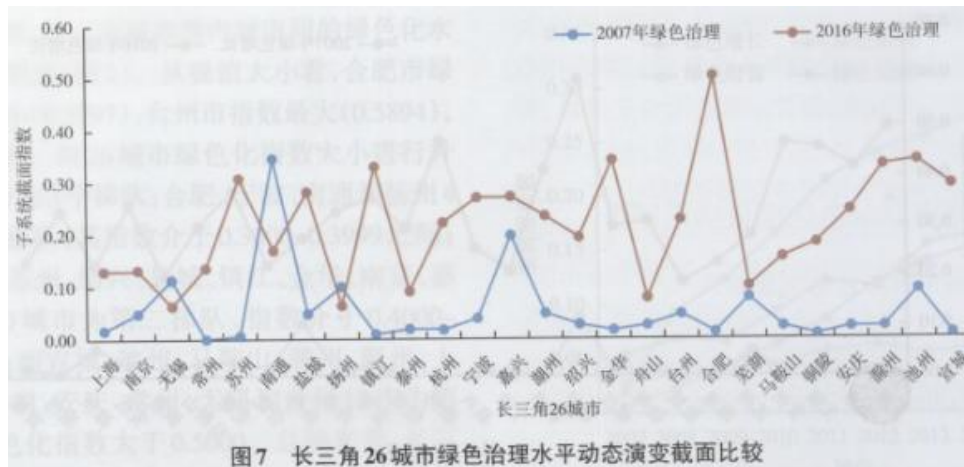


图6 长三角26城市绿色财富动态演变截面比较



从绿色福利角度看，2007 年各城市绿色福利指数普遍处于较低水平，可能受经济社会发展水平的限制，全面小康社会建设目标尚未达到。2016 年，各城市绿色福利指数提升显著，但城市间差异明显。苏州及周边等城市绿色福利水平较高，其原因在于这些城市的经济发展速度较快，居民收入较高，基础设施比较完善，使得居民生活水平较高，推动了城市绿色福利的增长。

从绿色财富角度看，2016 年扬州市指数低于 2007 年水平，各城市间的指数差异较大。绿色财富子系统指数越高，其环境质量越高，对整体绿色化水平的贡献也就越大。

从绿色治理角度看，2016 年无锡、南通、扬州等城市绿色治理指数低于 2007 年水平，新常态下，长三角地区资源环境的承载压力日益加大，环境治理工作的重要性日益凸显，江苏省长三角城市在推动城市绿色化发展进程中需要注意绿色治理子系统与其他子系统的协调发展。

2.2.4 长三角 26 城市绿色化指数呈现三种不同的波动类型

为进一步考察长三角城市群不同城市之间绿色化发展的差距，通过计算 26 个城市绿色化指数方差，以此反映 26 个城市绿色化发展的波动幅度。根据方差原理，将长三角城市群绿色化指数方差按照升序排列，将方差介于 0~0.0499 的城市归类为发展平稳型，将方差介于 0.0500~0.0699 的城市归类为持续波动型，将方差大于 0.0700 的城市归类为跳跃型，据此进行分类，结果见表 3。

可以看出，2007 年以来，长三角 26 个城市绿色化水平都有不同程度的波动，受各种因素的影响，26 个城市的波动类型也不一致。平稳型城市经济、社会、生态环境和政府治理水平较为稳定，需要新的发展契机实现绿色化突破；持续波动型城市需要从自身寻找原因，在推动经济高质量发展过程中，注重绿色化与新型工业化、新型城镇化、信息化和农业现代化的协调发展；而跳跃型城市显然存在绿色化发展瓶颈，需准确把握结构转型与环境污染之间的关系，推动产业升级，降低污染排放。

表 3 长三角城市群绿色化指数方差及分类

发展平稳型城市 (S^2_k)	持续波动型城市 (S^2_k)	跳跃型城市 (S^2_k)
南通(0.0169)、台州 (0.0396)、嘉(0.0396)、 扬州(0.0428)、芜湖 (0.0470)	池州(0.0578)、马鞍山(0.0588)、 宁波(0.0594)、泰州(0.0598)、 (0.0628)、苏州(0.0633)、 (0.0669)、镇江(0.0675)、 宣城(0.0686)	南京(0.0590)、 (0.0781)、铜陵(0.0783)、 盐城(0.0716)、上海(0.0726)、 (0.0810)、 安庆(0.0900)、金华(0.0904)、 杭州(0.0962)、常州(0.0972)

注:因篇幅所限,仅列出排序方差结果及波动类型分类,排序结果予以省略,备索。

3 长三角城市群绿色化发展的影响因素实证

3.1 变量选取

在综合测量和评价长三角城市群绿色化的基础上，初步判断影响长三角城市群绿色化的驱动因素包括经济发展水平、工业化水平、城镇化水平、科技发展水平、资源消耗程度和环境保护水平等。明确不同因素对绿色化的影响程度及作用机理，对于提出针对性的措施提高长三角城市群绿色化发展水平具有重要的指导价值。故以长三角城市群绿色化指数 Y_{it} 为被解释变量，选取如下解释变量进行实证检验：

经济发展水平 (pgdp)。选取人均 GDP 衡量城市经济发展水平，检验其对城市绿色化的影响效应。根据环境库兹涅茨曲线 (EKC) 理论，环境污染随经济增长的加快，呈现先升后降的倒“U”型曲线关系，经验研究表明，中国当前仍然处在环境库兹涅茨曲线左侧，传统发展方式下，长三角城市群经济快速发展，会加剧污染排放，不利于环境质量的改善。不过，当前中国背景下，随着新型工业化和新型城镇化的实施，一方面推动了长三角城市群经济发展，另一方面，各城市有足够的资金投入污染治理，此时，城市绿色化水平会提升。

工业化水平 (ind)。选取第二产业产值占 GDP 比重来衡量城市工业化水平。工业化早期，随着经济结构由第一产业向第二产业转变，资源消耗不断增加，环境污染程度日益加重，之后，随着第三产业比重上升，污染、废物排放逐渐减少，绿色化水平逐渐提高。

城镇化水平 (urb)。选取城镇人口占总人口比重衡量城镇化水平。随着城镇化水平的提高，地方公共服务的普及度上升，公共服务的质量也得到明显提升，进而推动社会治理和环境污染的改善，促进城市绿色化水平的提高。

科技发展水平 (tec)。选取科技支出占 GDP 比重衡量城市科技发展水平。科技水平的提高有助于污染治理绩效提升，生产技术的进步会促进资源利用率的提高，从而有利于提高城市的绿色化水平。

资源消耗程度 (com)。选取单位 GDP 能源消耗量代表资源消耗程度。城市的资源消耗程度越低，产生的污染和废物就越少，有利于节约资源和保护环境，因而绿色化水平较高。尽管工业化和城镇化仍需要消耗大量的资源，但随着科技水平的提高，资源清洁化和高效利用会提升城市绿色化水平。

环境保护水平 (inv)。选取环境污染治理投资额代表环境保护水平。面对环境污染，政府往往受 GDP 竞赛的影响，乐意将有限的资金投入经济建设中，而对投资见效慢的环境公共产品的投资热情不高，容易导致环境污染恶性循环，因而，当环境污染越严重，人们的治理诉求就越大，进一步激发政府的环保投资。随着城市环保投资增加，会抑制环境污染排放，提升城市绿色化水平。

3.2 模型构建

长三角城市群绿色化指数值范围在 0~1 之间，结合已有研究可知，测量结果存在被切割的特点，符合受限因变量的 Tobit 回归模型设定条件，因此，设定如下模型，检验长三角城市群绿色化发展的影响因素：

$$\begin{cases} Y'_i = \alpha_0 + \beta_k Z_{it} + \varepsilon_{it} \\ \text{若 } Y'_i > 0, Y_i = Y'_i \\ \text{若 } Y'_i \leq 0, Y_i = 0 \end{cases} \quad (2)$$

$$\begin{cases} i = 1, 2, \dots, 26; j = 1, 2, \dots, 22; \\ t = 2007, 2008, \dots, 2016 \end{cases}$$

探讨经济发展水平、工业化水平、城镇化水平、科技发展水平、资源消耗程度和环境保护水平等因素对长三角城市群绿色化水平的影响，基准回归模型细化为：

$$Ty_{it} = \alpha_0 + \beta_1 pgdp_{it} + \beta_2 ind_{it} + \beta_3 urb_{it} + \beta_4 tec_{it} + \beta_5 com_{it} + \beta_6 inv_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

式中： Ty_{it} 为被解释变量，即长三角城市群绿色化指数； α_0 是常数项； β_k 为变量系数； ε_{it} 为扰动项，变量含义如上文所述。

计量分析的面板数据均来源于 2008—2017 年《中国城市统计年鉴》。与前文绿色化指数测量一致，选取 2007—2016 年长三角 26 个城市的面板数据，部分缺失数据采用插值法进行处理，运用 Stata15.0 输出待估参数。

3.3 结果分析

运用 Stata 15.0 计量分析软件，对上述方程进行 Tobit 回归，结果见表 4。

表 4 Tobit 回归结果

变量	系数	标准差	T 检验	P 值
Pgdp	0.0001	5.92e-06	9.8000	0.0000
ma	-0.0807	0.0227	-3.5500	0.0000
urb	0.0868	0.0112	7.7800	0.0000
tec	4.2871	0.5386	7.9600	0.0000
com	-3.9927	0.5804	-6.8800	0.0000
mv	3.70e-07	2.16e - 07	1.7100	0.0870
cons	2 007.702	1.4811	1 355.5600	0.0000

由表 4 可知：经济发展水平与绿色化指数具有显著的正相关关系。回归结果显示，经济发展水平对长三角城市群绿色化指数影响系数为 0.0001，且在 1%水平下显著，表明城市经济增长显著促进绿色化水平的提高，是长三角城市群绿色化水平提升的内在动力。这并不违背环境库兹涅茨曲线理论，事实上，长三角城市群经济快速发展，进一步壮大了城市自身经济实力，同时，受 2015 年中央提出并实施绿色化战略，以及近年来长三角地区较为突出的雾霾大气污染的影响，倒逼各城市加大污染治理力度，显著降低了污染排放，一定程度上抑制了雾霾污染加剧的趋势，促进了绿色化水平提升。从供给角度说，经济发展使得绿色生产和绿色治理的技术与手段得以提升，从需求角度说，经济发展使得人们生活水平提高，对绿色产品和优质环境的需求层次提高，有效成为长三角绿色化水平提升的需求动力。

工业化水平与绿色化指数呈现显著的负相关关系。回归结果显示，工业化水平对长三角城市群绿色化指数的影响系数为-0.0807，且在1%水平下显著，表明工业发展中的高能耗、高污染、高排放阻碍了长三角城市群的绿色化进程，是长三角城市群绿色化发展的直接抑制力。而工业是国民经济的支柱，在建设中国特色社会主义进程中发挥着举足轻重的作用，更是推动经济增长和增加政府税收的基础。不过，长期以来，中国工业结构重化工特征明显，长三角地区的工业结构也不例外，不符合绿色化推崇的科技含量高、资源消耗低、环境污染少的发展理念，显著降低了长三角城市群绿色化指数。因而，长三角地区在推进新型工业化进程中，需结合工业4.0智能大数据理念，改造传统生产方式，调整产业结构，培育新兴产业，按照资源节约和环境友好的要求，推进新型工业化绿色转型。

城镇化水平与绿色化水平具有显著的正相关关系。回归结果显示，城镇化水平对长三角城市群绿色化指数的影响系数为0.0868，且在1%水平下显著，表明长三角城镇化水平提高能够显著促进绿色化发展，是长三角城市群绿色化发展的重要推力。这种推力表现在：一方面，随着城镇化的推进，城市的空间布局不断优化，城市功能不断完善，宜居城市、绿色城市的建设对城市绿色化水平的提高具有直接的促进作用；另一方面，城镇化水平的提高意味着大量人口在城市集聚，城市的消费潜力增大，为经济发展提供动力，从而间接地促进了城市绿色化发展。不过，需要警惕的是，如果人口规模超出环境容量甚至超越承载力，环境压力增大，其对城市绿色化的推动力不仅会逐渐减弱，甚至会转变为抑制力。

科技发展水平与绿色化水平呈现显著的正相关关系。回归结果显示，科技发展水平对长三角城市群绿色化指数的影响系数为4.2872，且在1%水平下显著，表明长三角城市群科技发展显著促进绿色化水平提高，科技发展是长三角城市群绿色化发展的不竭动力。体现在：一是高新技术能够进一步提高资源综合利用率，提高资源投入产出比，提高生产率；二是高新技术能够促进新能源的开发利用，缓解能源安全压力，提高清洁能源利用比例，降低化石能源消费量占能源消费总量的比重，进一步完善能源消费结构；三是高新技术能够促进环境污染治理能力和管理效率的提高，进而降低工业污染排放，有利于环境质量提高。

资源消耗水平与绿色化水平具有显著的负相关关系。回归结果显示，资源消耗水平对长三角城市群绿色化指数的影响系数为-3.9927，且在1%水平下显著，表明资源消耗过度不利于长三角城市群绿色化水平的提升，资源消耗是长三角城市群绿色化水平提升的主要抑制力。但并不说明资源消耗一定阻碍绿色化发展，这种抑制力取决于资源消耗方式是否符合新型工业化和绿色化的发展理念与要求。具体地说，随着工业化的快速发展，中国区域经济增长迅速，增强了地区经济实力，过度的资源消耗也带来较大的污染问题，抑制了长三角城市群绿色化发展；同时，受区域经济一体化和国际分工影响，高能耗产业在长三角地区集聚，加剧了污染排放，一定程度上抑制了绿色化发展。未来消除资源消耗抑制绿色化的途径应包括提高资源利用效率、资源清洁化利用和开发清洁能源。

环境保护水平与绿色化水平呈现正相关关系。回归结果显示，环境保护水平对长三角城市群绿色化指数的影响系数为3.7007，且在10%水平下显著，表明环境保护水平的提高，强烈推动长三角城市群绿色化水平的提升，环境保护是长三角绿色化发展的外部推力。这种强大推动力体现在：长三角地区受中央政府积极的财政政策和激励型税收政策的驱动，积极治理环境污染；长三角地区在环境污染治理上逐步提高环保支出比重，创新环境污染协同治理及横向补偿机制，提高污染治理绩效；还通过税收竞争降低企业税负，激励污染企业重视污染治理；此外，政府加大污染监管力度，贯彻减排措施，有效实现工业污染排放量的下降。上述路径交织，形成长三角城市群绿色化发展的外部推力。

4 结论及建议

首先，整体上长三角城市群绿色化水平呈逐年上升的时序特征，群内各城市间绿色化水平截面差异明显。其次，长三角城市群4个子系统绿色化水平呈稳步增长趋势，按增长幅度大小排列依次为：绿色增长 > 绿色福利 > 绿色治理 > 绿色财富，其变化轨迹表现为绿色增长子系统呈现“快速”上升态势，绿色福利子系统呈现“直线”式上升态势，绿色财富子系统呈现“平稳”增长态势，绿色治理子系统呈现“波浪式”上升态势；截面上，2016年绿色增长、绿色福利、绿色财富和绿色治理子系统绿色化水平和2007年相比均有不同程度的提升，但各子系统指数演变轨迹不一致。再次，从长三角城市群各城市绿色化波动特

征看，样本城市绿色化发展分为发展平稳型、持续波动型和跳跃型三种波动类型。最后，从绿色化影响因素看，经济增长是在动力、城镇化是重要推力、科技发展是不竭动力、环境保护是外部推力，显著促进了长三角城市群绿色化发展，相比较经济增长和城镇化，科技发展和环境保护的绿色化驱动效应更显著；工业化是直接抑制力、资源消耗是主要抑制力，显著抑制了长三角城市群绿色化发展。

基于此，为推进长三角城市群绿色化协调发展，提出如下建议：

第一，工业增长绿色化。工业增长带来的污染排放对长三角城市群绿色化发展起负向影响，因而，加快淘汰粗放型经济增长方式，推动工业绿色转型迫在眉睫。一方面，要完善相应的奖惩制度，规范行业准入标准，淘汰落后工艺和技术，推进产业结构优化升级；另一方面，在低消耗、低污染的绿色发展理念的指导下，加快转变传统生产方式，培育绿色低碳循环发展的产业，实现绿色转型。

第二，资源利用高效化。提高资源利用效率是促进绿色化发展的重要路径。一是加强能源消耗监管力度，严格开展节能考核，切实贯彻国家节能减排政策；二是优化能源结构，积极开发利用新能源，推动能源消费模式向以可再生能源、清洁能源为主导的模式转变；三是利用节能技术控制能源消耗，实现资源的节约使用。

第三，绿色发展科技化。依据前文计量分析可知，科技水平对于促进城市绿色化发展较为显著。一方面，利用节能减排技术实现低污染、低能耗，促进绿色发展科技化；另一方面，要促进污染治理科技化，即利用现代科技治理雾霾等较为突出的环境污染，推动绿色发展。

第四，“五化”发展协同化。要实现长三角地区生态文明建设目标，就需要切实推行绿色化发展，而绿色化与新型工业化、新型城镇化、信息化和农业现代化的协调发展，是国家高度重视的战略部署，需要长三角城市群结合自身的特点，构建五化协同发展的新机制，服务绿色化和一体化发展目标。

参考文献：

[1]胡鞍钢，周绍杰.绿色发展：功能界定、机制分析与发展战略[J].中国人口·资源与环境，2014，24(1):14-20.

[2]彭星，李斌.不同类型环境规制下中国工业绿色转型问题研究[J].财经研究，2016，42(7):134-144.

[3]诸大建.从“里约+20”看绿色经济新理念和趋势[J].中国人口·资源与环境，2012，22(9):1-7.

[4] Lin Zhen, jie Hu, Bingzhen Du, et al. International Experience of Green Development in Western China: an Overall Review of Policy and Practice [J]. China Population, Resources and Environment, 2015, 13(4):281-290.

[5]廖小东，史军.绿色治理：一种新的分析框架[J].管理世界，2017(6):172-173.

[6]陈诗一.中国的绿色工业革命：基于环境全要素生产率视角的解释(1980-2008)[J].经济研究，2010，45(11):21-34, 58.

[7]蔡绍洪，魏媛，刘明显.西部地区绿色发展水平测度及空间分异研究[J].管理世界，2017(6):174-175.

[8]易明，李纲，彭甲超，等.长江经济带绿色全要素生产率的时空分异特征研究[J].管理世界，2018，34(11):178-179.

-
- [9]张欢, 罗畅, 成金华, 等. 湖北省绿色发展水平测度及其空间关系[J]. 经济地理, 2016, 36(9): 158 - 165.
- [10]郭付友, 侯爱玲, 佟连军, 等. 振兴以来东北限制开发区绿色发展水平时空分异与影响因素[J]. 经济地理, 2018, 38(8): 58 - 66.
- [11]黄跃, 李琳. 中国城市群绿色发展水平综合测度与时空演化[J]. 地理研究, 2017, 36(7): 1 309- 1 322.
- [12]钟水映, 冯英杰. 中国省际间绿色发展福利测量与评价[J]. 中国人口·资源与环境, 2017, 27(9): 196 - 204.
- [13]孙才志, 童艳丽, 刘文新. 中国绿色化发展水平测度及动态演化规律[J]. 经济地理, 2017, 37(2): 15-22.
- [14]刘冰, 张磊. 山东绿色发展水平评价及对策探析[J]. 经济问题探索, 2017(7) :141 - 152.
- [15]刘凯, 任建兰, 穆学英, 等. 中国地级以上城市绿色化评价及其驱动机制研究[J]. 统计与信息论坛, 2018, 33(1): 36-42.
- [16]田时中, 涂欣培. 长三角城市群综合发展水平测度及耦合协调评价——来自 26 城市 2002—2015 年的面板数据[J]. 北京理工大学学报: 社会科学版, 2017, 19(6) :103-113.
- [17]任耀, 牛冲槐, 牛彤, 等. 绿色创新效率的理论模型与实证研究[J]. 管理世界, 2014(7): 176 - 177.
- [18]李晓西, 刘一萌, 宋涛. 人类绿色发展指数的测算[J]. 中国社会科学, 2014(6) :69-95, 207 - 208.
- [19]汤维祺, 吴力波, 钱浩祺. 从“污染天堂”到绿色增长——区域间高耗能产业转移的调控机制研究[J]. 经济研究, 2016, 51(6): 58-70.
- [20]李江龙, 徐斌. “诅咒”还是“福音”: 资源丰裕程度如何影响中国绿色经济增长?[J]. 经济研究, 2018, 53(9): 151 - 167.
- [21]侯纯光, 任建兰, 程钰, 等. 中国绿色化进程空间格局动态演变及其驱动机制[J]. 地理科学, 2018, 38(10): 1 589- 1 596.
- [22]石敏俊, 范宪伟, 逢端, 等. 透视中国城市的绿色发展——基于新资源经济城市指数的评价[J]. 环境经济研究, 2016, 1(2): 46-59.
- [23]郭永杰, 米文宝, 赵莹. 宁夏县域绿色发展水平空间分异及影响因素[J]. 经济地理, 2015, 35(3): 45 - 51.
- [24]佟贺丰, 杨阳, 王静宜, 等. 中国绿色经济发展展望——基于系统动力学模型的情景分析[J]. 中国软科学, 2015(6): 20-34.