

长三角城市群绿色创新能力评价 及空间特征

葛世帅 曾刚 胡浩 曹贤忠¹

(华东师范大学 中国现代城市研究中心/

城市与区域科学学院, 上海 200062)

【摘要】: 绿色创新作为创新驱动和绿色发展两大国家发展战略的结合点逐渐成为社会各界关注的热点。区域是绿色创新的载体, 区域绿色创新能力的准确评价和区域间绿色创新能力空间特征的分析, 有助于联系紧密的区域实现更高质量一体化。综合运用共线性-变异系数分析方法对已有文献涉及的评价指标进行筛选, 确立由绿色创新投入、绿色创新产出、绿色创新基础 3 个一级准则层, 46 个评价指标构成的区域绿色创新能力评价体系。然后, 基于 2015 年长三角城市群 26 个城市的数据, 运用探索性空间数据分析方法, 借助 ArcGIS10.2 和 GeoDa1.12 软件工具对长三角城市群绿色创新能力进行空间格局及空间关系特征分析。实证结果表明: (1) 基于共线性-变异系数指标筛选模型构建的区域绿色创新能力评价指标体系, 用 62.2% 的指标反映了 92.1% 的原始信息, 能够客观地检验和衡量研究区绿色创新能力的水平和问题。(2) 长三角城市群绿色创新能力整体偏低且发展不均衡, 26 个城市指数得分的平均值仅为 0.225, 得分第一的上海市是最后一位铜陵市的 7 倍, 城市绿色创新能力和区域协同创新有待提升。(3) 绿色创新能力相对较高的城市多沿江或者沿海岸线分布, 在空间上呈“之”字型的分布特征; 长三角城市群绿色创新能力在空间上表现出一定的空间依赖和空间联系, 印证长三角城市群城市间绿色协同创新发展, 实现更高质量一体化的可行性。

【关键词】: 绿色创新 一体化 共线性-变异系数

【中图分类号】: F061.5; X22 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1004-8227(2021)01-0001-10

随着知识经济和生态文明建设的发展, 绿色创新逐渐成为区域与城市增长的关键动力。开展绿色创新能力评价是实现区域经济、社会和生态可持续发展的重要环节^[1]。长三角城市群是我国最具经济活力、开放程度最高、创新能力最强的区域之一, 对城市绿色创新能力水平客观地评价, 利于城市群中各个城市找准自身定位, 进一步优化绿色创新发展。同时, 探究长三角城市群城市间创新能力的空间特征, 助于推动长三角城市群绿色创新发展一体化, 对其他城市及城市群的绿色创新能力提升具有借鉴意义。

自 1989 年 Pearce 等^[2]提出“绿色经济”的概念以来, “绿色经济”的内涵便被不断拓展。Schiederig 等^[3]、Karakaya 等^[4]利用 Google Scholar 数据库对 1990~2012 年的文献分析发现“绿色创新”相关的研究自 2005 年开始出现, 2008 年开始快速增长, 国际学界广泛使用“绿色创新”的概念并从不同角度丰富相关研究, 其中很多学者对绿色创新能力评价进行了大量的探索工

作者简介: 葛世帅(1990~), 男, 博士研究生, 主要研究方向为生态文明和区域可持续发展. E-mail: gss. ssg@qq. com
曾刚 E-mail: gzeng@re. ecnu. edu. cn

基金项目: 国家重点研发计划项目(2016YFC0502701); 教育部人文社会科学重点研究基地重大项目(17JJD790006)

作。根据研究单元的不同,学者们主要针对 4 个不同尺度层面的单元进行创新能力评价,即国家层面、省级层面、行业层面、企业层面。从国家层面来看,OECD 构建的《奥斯陆手册》(OSLO Manual)已成为国际认可的创新调查指南,是评测各个国家创新能力必备的指导书^[5]。由社会科学文献出版社出版的二十国集团国家创新竞争力黄皮书《二十国集团(G20)国家创新竞争力发展报告(2017—2018)》,着力对 G20 国家绿色创新进行比较分析,以期为各国绿色创新发展提供借鉴^[6]。从省级层面来看,曹慧等^[1]从创新投入、创新产出、绿色发展 3 个方面构建了区域绿色创新能力评价指标体系,认为我国省级绿色创新能力分布不均衡,整体水平偏低。华振^[7]从创新投入、创新产出和创新环境层面构建了评价区域绿色创新绩效的指标体系,对东三省进行评价。从行业层面看,李晓阳等^[8]基于 SBM-DEA 三阶段方法,评估中国省级区域的工业绿色创新效率。毕克新等^[9]主观筛选构造了中国制造业绿色创新能力指标体系。从企业层面来看,中华人民共和国科技部构建了测评企业绿色创新能力的指标体系^[10]。张好舟等^[11]构建了由投入、研发、产出和管理四大能力要素构成的企业绿色创新能力评价体系。

纵观现有研究,学者们在选取指标时多参考借鉴前人已有研究,并根据专业领域和视角的不同对指标的选取进行了甄别和取舍,取得了一定成效,但针对绿色创新能力评价的研究尚有不足。权威机构构建的指标体系在评价区域创新能力上具有很强的针对性,但在反映绿色可持续方面的评价指标较为欠缺;指标体系存在信息冗余的不足,且多数研究的指标构建较为狭隘,多涵盖工业和城市生活指标,而忽略了其他行业和城市以外区域的指标;由于研究尺度的差异,构建的指标体系也表现出适用范围的局限性;此外,现有文献基于行政划分的省际或省域内城市的绿色创新能力研究较普遍,但对空间组织紧凑、经济联系紧密的城市群的研究较少涉及。

基于此,本研究从梳理总结区域绿色创新能力的内涵出发,在借鉴前人指标选取方法及结果的基础上,构建区域绿色创新能力评价框架,并基于共线性-变异系数法对构建的评价指标进行筛选,进而确定定量评价的最终指标,建立区域绿色创新能力评价指标体系。仅以城市为单位来衡量绿色发展水平,会由于城市产业结构和发展定位等的显著差异,造成城市间缺乏可比性,难以形成有效的评价,以城市群为单位来衡量、对比、评价绿色发展水平更有意义^[12]。文章选取长三角城市群为研究区域,对其绿色创新能力进行测评,并进一步探讨长三角城市群城市间绿色创新能力空间格局及关联特征。

1 区域绿色创新能力概念界定及评价框架

目前,学者分别对企业、产业、区域和国家等尺度的创新能力进行了内涵界定,但针对区域绿色创新能力的界定偏少。绿色创新通常和“可持续创新”“生态创新”“环境创新”相混淆^[13]。1912年,熊彼特在《经济发展理论》中首次提出“创新理论”。熊彼特认为创新者将资源以不同的方式进行组合,创造出新的价值。熊彼特界定了创新的五种形式:开发新产品、引进新技术、开辟新市场、发掘新的原材料来源、实现新的组织形式和管理模式。从上述定义可以看出,“创新”的关键在于创造出新的价值。张继宏^[14]总结分析近些年绿色创新研究的成果后认为,可持续性强调的是代际间的公平与效率问题,而生态创新强调的是同代的经济与生态环境的公平与效率问题。综合来看,绿色创新包含了两层含义,即代际间的公平性和同时代的经济与生态环境的公平性。这两层含义均肯定只要在创造新价值促进交易的基础上比之前的生产或生活方案对环境资源有更少的消耗或更少的破坏都可称为“绿色创新”。

结合以上分析,文章认为区域绿色创新能力是区域的生产或生活活动在创造新价值的同时比之前对环境资源有更少的消耗的能力,主要体现出创新性、低消耗和强能力 3 个原则。本研究用绿色创新投入和产出表征区域的创新性和低消耗,用绿色创新基础表示区域具备的强能力,来构建区域绿色创新能力评价框架。其中绿色创新投入包括人力、物力和资金投入 3 个二级准则层;绿色创新产出包括创新技术产出和创新产品产出 2 个二级准则层;绿色创新基础包括经济基础、社会基础和环境基础 3 个二级准则层(表 1)。

表 1 区域绿色创新能力评价框架

	一级准则层	二级准则层
--	-------	-------

绿色创新能力	X ₁ 绿色创新投入	X ₁₋₁ 人力投入
		X ₁₋₂ 物力投入
		X ₁₋₃ 资金投入
	X ₂ 绿色创新产出	X ₂₋₁ 产品产出
		X ₂₋₂ 技术产出
	X ₃ 绿色创新基础	X ₃₋₁ 经济基础
		X ₃₋₂ 社会基础
		X ₃₋₃ 环境基础

2 绿色创新能力评价体系构建及实证分析

2.1 技术路线及数据来源

2.1.1 技术路线

文章在参考前人成果的基础上,首先海选出与区域绿色创新能力评价相关的指标,并结合案例区实际数据,根据可观测性原则、冗余信息最小化原则、信息含量最大化原则,删除不可获得指标,并尽可能多的保留指标。其次对获得的数据进行标准化处理,并进行指标间共线性-变异系数检验,剔除冗余指标,若信息贡献率满足评价指标体系合理性的判断准则,则剩余的指标就是最终确定的评价指标。最后利用熵权法对指标附加相应权重并计算,得到最终的区域绿色创新能力得分(图1)。

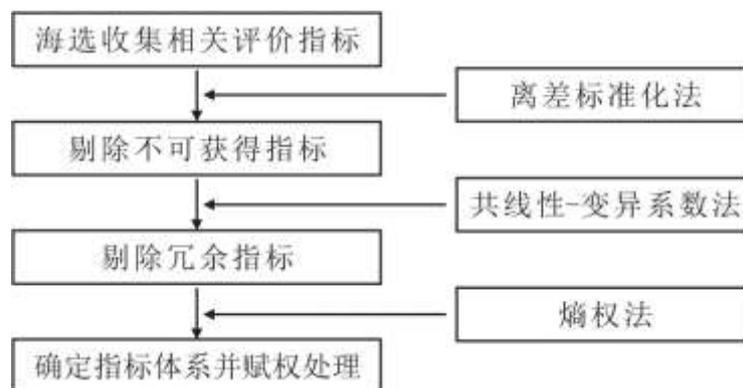


图1 选取指标技术路线及处理方法

2.1.2 数据来源

长三角城市群是“一带一路”与长江经济带的交汇地带,在国家现代化建设整体布局和开放格局中具有重要的战略地位。2016年5月,国务院正式批复《长江三角洲城市群发展规划》^[15],标志着长三角城市群建设正式上升为国家战略。根据该规划的界定,长三角城市群是由以上海为核心、联系紧密的多个城市组成,其范围包括26个城市。本文以长三角城市群26市为基本地

域单元,考虑到数据的完整性和可获得性,研究的时间节点为2015年。本文的数据大部分来源于《上海统计年鉴2016》《安徽统计年鉴2016》《江苏统计年鉴2016》《浙江统计年鉴2016》《中国城市统计年鉴2016》《中国环境年鉴2016》,另有部分数据来源于26个城市2015年的统计公报及国民经济和社会发展公报。城市绿色创新能力空间分布的GIS底图来源于国家基础地理信息中心数据库,采用西安1980坐标投影系统。考虑各个指标的量纲和数量级不同,利用离差标准化法对不同的指标进行标准化处理来提高分析数据的可靠性。

2.2 评价指标筛选方法及过程

本文运用离差标准化法^[16]、熵权法^[17]等多种分析方法,关键技术是综合运用共线性-变异系数进行指标筛选。运用共线性-变异系数的指标筛选,能够尽可能确保指标最大化反映研究问题,同时使信息更简洁和精准。该研究通过以下4个步骤实现指标筛选:海选指标并标准化处理;为使同一准则层内指标反映信息不重复,通过共线性检验,剔除方差膨胀因子大于10的指标;通过变异系数计算指标信息含量,筛选出准则层内大于变异系数均值的指标,确保筛选出的指标对评价结果有显著影响;对其合理性进行判断,最终确定评价指标体系。

(1) 指标初选及标准化

文章根据构建的评价框架,初步遴选出90个区域绿色创新能力评价指标。在初选的90个指标中,剔除人均生活用电量(kW·h)、科技进步率(%)、福利满意度(%)、生态环境满意度(%)、新产品产值(千元)、新申请注册商标(件)、重点污染治理项目数(个)、污染治理项目投资额(万元)等16个不可观测的指标。保留74个指标,其中正向指标63个,逆向指标11个。依据离差标准化法对指标进行标准化处理(方法请参阅文献16和17)。

(2) 运用共线性检验进行指标筛选

这是剔除不可获得指标后,进行评价指标的再次筛选。筛选地目的是在准则层内,找出存在多重共线性的指标并剔除,避免不同的指标反映信息的重复。该方法的实现路径是,在各个二级准则层内,对指标层的被解释变量指标*i*和解释变量除指标*i*以外的其他指标进行回归分析,得到可决系数 R_i^2 。 R_i^2 的值越小,表明指标*i*与其他指标反映的信息差异越大,即保留指标*i*; R_i^2 的值越大,表明指标*i*反映的信息越可以被其他指标所替代,故删除指标*i*。可决系数 R_i^2 的公式表示如下:

$$R_i^2 = \frac{\sum_{j=1}^n (\hat{x}_{ij} - \bar{x}_i)^2}{\sum_{j=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_i)^2} \quad (1)$$

式中: R_i^2 为*i*指标的可决系数; \bar{x}_i 为*i*指标的均值; \hat{x}_{ij} 为*j*地区*i*指标的OLS估计值。

设 VIF_i 为指标*i*的方差膨胀因子,则:

$$VIF_i = \frac{1}{1 - R_i^2} \quad (2)$$

式中: VIF_i 表示某个二级准则层下*i*指标与其他指标的相关程度,用来计算*i*指标与其他指标间存在多重共线性的可能性。若

VIF_i 的值大于 10, 则表明 i 指标与准则层内其他指标存在信息的重复, 故应删除 i 指标, 若 VIF_i 小于 10, 则应保留该指标^[18]。

以二级准则层 X_{1-2} 物力投入为例, 说明共线性检验指标筛选的分析过程。将二级准则层 X_{1-2} 下的第 14-27 列数据代入式 (2) 计算各指标的方差膨胀因子 VIF 。只有固定资产投资完成额 (亿元)、信息传输、软件和信息技术服务业固定资产投资额占总额比例 (%) 和每千公顷农作物化肥使用量 (t/hm^2) 3 个指标的方差膨胀因子大于 10, 其余指标的方差膨胀因子均小于或等于 10, 因此将这 3 个指标剔除掉, 保留准则层内其余指标。其他二级准则层的指标筛选均按照该步骤逐次进行。最终通过共线性检验对指标进行筛选, 剔除掉 19 个指标, 保留 55 个指标。

(3) 运用变异系数进行指标筛选

通过变异系数来计算指标信息的含量, 保留准则层内大于变异系数均值的指标, 使其对评价结果具有显著影响, 且更加的精简。变异系数的值越大代表指标数据包含的信息量越大, 反之越小, 在评价中体现为对评价结果鉴定能力的强弱^[19]。

$$v_i = \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_i)^2}}{\bar{x}_i} \quad (3)$$

式中: v_i 为第 i 个指标的变异系数; n 为被评价区域的个数; \bar{x}_i 为第 i 个指标各区域数据的均值; x_{ij} 为第 i 个指标第 j 个地区的具体值。

以二级准则层 X_{1-1} 人力投入中科学研究和技术服务业从业人数占就业人口比例 (%) 为例, 说明通过变异系数筛选指标的过程。将该指标所对应的各市数据及其均值 0.176 代入式 (3), 得到该指标的变异系数为 1.589。同理, 计算二级准则层 X_{1-1} 人力投入中其余指标的变异系数, 并计算变异系数的均值, 保留变异系数大于均值的指标。按照该步骤对其他准则层的指标逐一筛选。通过筛选, 删除了卫生和社会工作固定资产投资额占总额比例 (%)、信息传输、软件和信息技术服务业就业人数占就业人口比例 (%) 等 9 个对区域绿色创新能力评价影响不显著的指标, 最终保留 46 个指标。

(4) 进行筛选后指标合理性判断

通过共线性-变异系数的方法筛选后的保留指标对原始信息的反映情况用信息贡献率来表示^[20]。

$$In = trS_s / trS_h \quad (4)$$

式中: In 表示指标的信息贡献率; S 表示指标矩阵的协方差矩阵; trS 表示协方差矩阵的迹; s 表示筛选后的指标个数; h 表示原始指标个数。信息贡献率表示筛选后指标的方差之和 trS_s 在原始指标的方差之和 trS_h 中所占的比重。

进一步对指标的合理性进行检验。利用式 (4) 计算原始数据筛选后指标的信息贡献率, 保证指标的合理性。

$$In = trS_s / trS_h = 1.832 \times 10^9 / 1.907 \times 10^9 \approx 0.961$$

数据检验发现, 从 74 个指标筛选出的 46 个指标能反映 96.1% 的原始信息, 说明所构建的指标体系具有代表性, 是合理的。

(5) 确定评价指标体系

通过以上方法对指标进行筛选,共保留 46 个指标,其中正向指标 40 个,逆向指标 6 个。本文运用熵权法对构建的指标体系进行加权处理,各城市的绿色创新能力指数由各指标标准化后的加权和表示,最终确立区域绿色创新能力评价指标体系(表 2)。

2.3 研究区实证分析

运用本文构建的指标体系,对 2015 年长三角城市群各个城市的绿色创新能力进行计算,得到各城市绿色创新能力指数(图 2)。整体来看,长三角城市群绿色创新能力相对较低,26 个城市指数得分的平均值只有 0.255,说明研究区绿色创新发展还有很大的进步空间;研究区城市间绿色创新能力发展不均衡,最高分的上海市和最低分的铜陵市相差 0.635,上海市绿色创新能力是铜陵市的 7 倍,差异明显。从单个城市来看,上海市是绿色创新能力的高地,其指数值最高,达到 0.742,位居其次的苏州市与其相差 0.162,并明显高于其他区域。上海市多年一直致力于打造优越的可持续的创新环境,从体制改革、财政支持、简政放权、优化服务等各方面入手,已经系统地构建了包括创新产业园、科技创新中心等在内的一系列利于企业创新的科创平台,其绿色创新能力表现突出。

表 2 区域绿色创新能力评价指标体系

(1) 一级准则层	(2) 二级准则层	(3) 三级指标层	(4) 权重	(5) 正、逆向
X ₁ 创新投入	X ₁₋₁ 人力投入	专业技术人员数(万人)	0.029	正
		从业人员期末人数(人)	0.024	正
		R&D 折合全时人员(人年)	0.021	正
		科学研究和技术服务业从业人数占就业人口比例(%)	0.032	正
		水利、环境和公共设施管理业从业人数占就业人口比例(%)	0.014	正
		教育从业人数占就业人口比例(%)	0.013	正
		万人拥有执业医师、助理医师数(人)	0.006	正
	X ₁₋₂ 物力投入	计算机互联网用户(万户/万人)	0.048	正
		公共图书馆总藏量(万册)	0.020	正
		人均拥有道路面积(m ²)	0.004	正
		每千公顷农作物拥有节水灌溉机械数(台/hm ²)	0.008	正
		每千公顷农作物拥有联合收割机数(台/hm ²)	0.002	正
		科学研究和技术服务业固定资产投资额占总额比例(%)	0.011	正
		水利、环境和公共设施管理业固定资产投资额占总额比例(%)	0.004	正
	X ₁₋₃ 资金投入	教育从业固定资产投资额占总额比例(%)	0.005	正
	实际到账注册外资(亿美元)	0.036	正	

		环境保护支出(亿元)	0.032	正
		规模以上工业企业研究与试验发展内部支出(万元)	0.036	正
X ₂ 创新产出	X ₂₋₁ 产品产出	第三产业产值占总产值比重(%)	0.022	正
		规模以上工业企业高新技术产业产值(亿元)	0.043	正
		新产品产值(千元)	0.068	正
		有研发活动企业占规模以上企业比例(%)	0.021	正
	X ₂₋₂ 技术产出	专利申请量(件)	0.099	正
		技术合同金额(万元)	0.097	正
X ₃ 创新基础	X ₃₋₁ 经济基础	人均地区生产总值(元)	0.015	正
		人均公共财政预算支出(万元/人)	0.034	正
		城市居民人均可支配收入(元)	0.015	正
		规模以上工业企业数(个)	0.020	正
	X ₃₋₂ 社会基础	城镇登记失业率(%)	0.006	逆
		人均日常生活用水量(L)	0.006	逆
		出生率(‰)	0.010	正
		死亡率(‰)	0.007	逆
		人均寿险投入额度(元/人)	0.021	正
		研究与开发机构个数(个)	0.057	正
		人均公园绿地面积(m ²)	0.006	正
		建成区绿化覆盖率(%)	0.009	正
	X ₃₋₃ 环境基础	单位 GDP 用电量(kW·h/元)	0.004	逆
		森林覆盖率(%)	0.012	正
		环境空气质量良好以上天数(d)	0.007	正
		造林面积占土地面积比重(%)	0.020	正
		工业产值能耗(吨煤/万元)	0.003	逆
		工业企业重复用水量(万 m ³)	0.024	正
		全社会客运量(万人)	0.019	正
		污水处理率(%)	0.003	正

		生活垃圾粪便无害处理率(%)	0.002	正
		单位产值废气排放量(万 nm ³ /万元)	0.003	逆

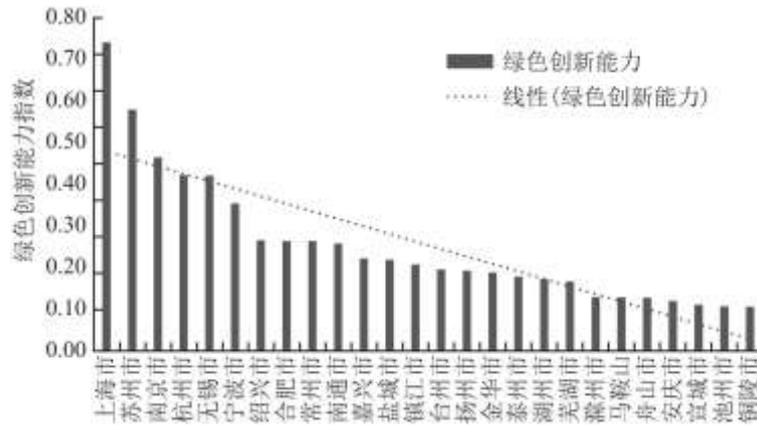


图 2 2015 年长三角城市群绿色创新能力指数得分

3 长三角城市群绿色创新能力空间特征分析

3.1 空间格局分析

借助 ArcGIS10.2 软件,利用自然断裂点分类方法对长三角城市群绿色创新能力指数进行分类并可视化展示(图 3)。

从分类结果来看,可分为 5 个类别。第一类包括上海市、苏州市、南京市、杭州市、无锡市 5 个城市;第二类包括宁波市、绍兴市、合肥市、常州市、南通市 5 个城市;第三类包括嘉兴市、盐城市、镇江市 3 个城市;第四类包括台州市、扬州市、金华市、泰州市、湖州市、芜湖市 6 个城市;第五类包括滁州市、马鞍山市、舟山市、安庆市、宣城市、池州市、铜陵市 7 个城市。

从空间格局特征来看,整体上,长三角城市群绿色创新能力呈现出“东高西低”的特征。指数高的城市多沿长江或者沿海岸线分布,空间上呈“之”字型(南通-南京-上海-杭州-宁波)分布特征,此结果在曾刚等^[21],陈炳等^[22]的研究中得到印证,值得注意的是在他们对长三角区域一体化和长三角城市群生态文明建设情况的分析中,研究区域表现出来的空间特征为“Z”字型(不包括南通),本文南通综合得分高主要受益于绿色创新产出指标得分,其值为 0.13,排名第八位,这与上海社科院长三角与长江经济带研究中心发布的 2017 年度长三角城市群科技创新驱动力城市排名报告中南通市的科技创新驱动力排名第九位基本一致^[23]。局部上,杭州湾和环沪城市的绿色创新能力最为突出,这与其优越的地理区位密不可分。城市群西部外围城市绿色创新能力较低,尤其是安徽省整体水平表现较差,安徽省属于中部地区,其虽临近“沪宁杭”“苏锡常”等相对发达的城市,但其在经济基础和绿色创新投入产出上与这些城市仍有一定差距;省会城市绿色创新能力一般较省内其他城市高,作为所属行政区域的政治、经济、文化等各方面中心,省会城市依然是省内各种资源的集聚地,在绿色创新发展上表现也更为突出。

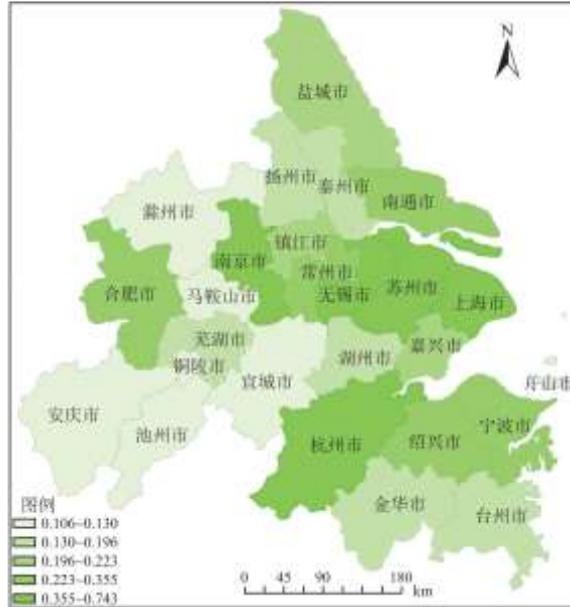


图 3 2015 年长三角城市群绿色创新能力空间格局

3.2 空间关联特征分析

文章借助 ArcGIS10.2 和 GeoDa1.12 空间数据分析软件,利用探索性空间分析方法^[24],通过全局和局部莫兰指数的测算,对长三角城市群绿色创新能力进行空间关联特征分析。

3.2.1 整体相关性分析

对城市绿色创新能力空间相关性的测算,首先需要构建各个城市间的空间权重矩阵,本文利用 Anselin^[25]提出的距离的倒数平方空间矩阵来说明城市间绿色创新相互作用受距离的增加而衰减的影响,最终计算结果如图 4 所示。不难看出,研究区绿色创新能力全局空间 Moran 指数显著大于 0, P 值为 0.039,说明在 0.05 置信水平下显著,研究区存在高度的空间相关性,表明绿色创新能力指数相近的城市在空间上呈现一定的集聚态势,即存在高值或低值集聚区。

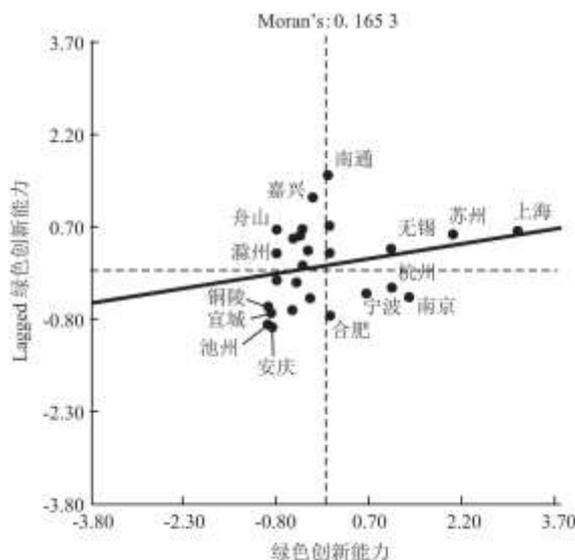


图 4 长三角城市群绿色创新能力 Moran' sI 散点

3.2.2 局部相关性分析

依据全局空间相关性分析结果,计算绿色创新能力 LISA 值并可视化(图 5)。可以看出,高-高集聚区集中在东部地区,包括上海市、苏州市、南通市、常州市,这几个城市具备良好的地理区位条件和发展基础。上海市绿色创新投入、产出及基础均位列前两名,具有绝对的高值优势。苏州市的绿色创新产出得分位居第一位,绿色创新基础位居第二位,综合得分高于除上海以外的周边区域。常州市尽管总得分没有无锡高,但临近常州的其他区域的得分较低,在局部形成高值区域。南通市绿色创新投入及绿色创新产出指标表现突出。这些城市是长三角城市群绿色创新的“热点”区域;而低-低区域分布在西南地区,全部为安徽省的城市,分别为宣城市、芜湖市、铜陵市、池州市,这几个城市的各项指标几乎都处于长三角城市群的劣势,且北边与南京、无锡、常州得分高值区域相邻,东边与杭州相邻,在空间上形成低低集聚的特征,是长三角城市群绿色创新的“冷点”区域。低-高区域只有嘉兴市一个城市,分布在高值集聚区南侧,其南边的杭州市、绍兴市、宁波市绿色创新能力相对较高,这与曾刚等^[21]对长三角区域一体化的研究基本一致,其从创新驱动、绿色发展水平指标分析认为,嘉兴、淮安、滁州等城市绿色发展水平较低。从分指标得分对嘉兴进一步分析发现,其绿色创新基础排名靠后,尤其是环境基础得分仅为 0.17,排在倒数第一位,说明嘉兴的环境状况差拉低了其综合得分,根据浙江省环境监测中心对 2015 年度全省生态环境状况评价结果,嘉兴市排名倒数第一,印证了这一结论^[26]。与周边其他城市相比,嘉兴市未来应大力加强生态环境建设,才能更好的发展。高-低区域也只有合肥市一个城市,分布在低值集聚区北侧。作为安徽省的省会城市,合肥市被安徽省绿色创新能力指数较低的地市环绕,在空间上形成一个局部的“高地”。

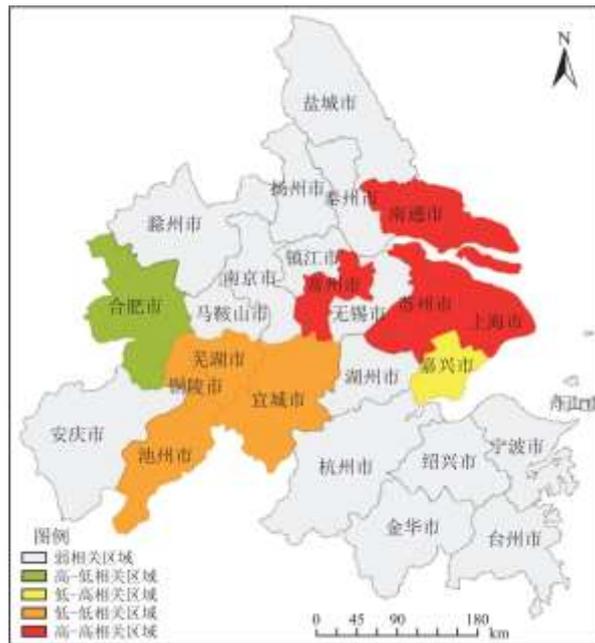


图 5 2015 年长三角城市群绿色创新能力空间关联特征

4 结论及讨论

本文在运用共线性-变异系数分析方法构建区域绿色创新能力评价体系的基础上,测算长三角城市群绿色创新能力指数,并借助 ArcGIS10.2 和 GeoDa1.12 空间数据分析软件,利用探索性空间分析方法对长三角城市群绿色创新能力空间特征进行分析,得到以下主要结论:

(1)利用共线性-变异系数分析方法构建区域绿色创新能力评价指标体系,能够很好地检验和衡量长三角城市群绿色创新能力的总体水平和存在问题。

文章构建了包含绿色创新投入、绿色创新产出、绿色创新基础3个一级指标,8个二级指标,46个三级指标的评价体系,对长三角城市群26个城市的绿色创新能力进行测算,研究发现长三角城市群绿色创新能力相对较低,尚有很大的进步空间;长三角城市群城市间绿色创新能力发展不均衡,城市间差异明显;上海市是绿色创新能力的高地,明显高于其他区域。

(2)长三角城市群绿色创新能力空间分布特征明显,与区域范围内的城市经济发展格局具有一定的耦合性,绿色创新能力行政指向性仍较为明显。从空间格局特征来看,指数高的城市多沿长江或者沿海岸线分布,空间上呈“之”字型分布特征;杭州湾和环沪城市绿色创新能力最为突出,城市群西部外围城市绿色创新能力较低;省会城市绿色创新能力一般较省内其他城市高。

(3)长三角城市群绿色创新能力在空间上表现出一定的空间依赖和空间联系。低-低区域和高-高区域的分布特征表明研究区绿色创新能力的“冷热”两重天,东西差异明显;高-高区域在东部呈现一定的集聚形态,表明绿色创新能力具有一定的空间溢出效应,地理临近的区域更有利于实现绿色创新的协调发展;而以合肥为中心形成的“高地”,表明安徽省在融入长三角一体化发展中依然无法摆脱中心集聚的发展过程;值得注意的是嘉兴市形成明显低于周边城市的“洼地”,提升城市生态环境建设是其自身发展以及融入一体化发展的关键举措。

通过从大量指标中进行指标的筛选显然能尽可能的做到用精准的指标反应研究的问题,但操作步骤较为繁琐,并可能因为不同研究区数据的差异而出现评价指标的变动。本文对长三角城市群绿色创新能力进行测算和空间特征分析,但并没有深入分析造成这种现象的具体原因,需要在后续的研究中进一步完善。

参考文献:

- [1]曹慧,石宝峰,赵凯.我国省级绿色创新能力评价及实证[J].管理学报,2016,13(8):1215-1222.
- [2]PEARCE D,TURNER K.Economics natural resources environment[J].Plant Physiology,1989,62(5):573-576.
- [3]SCHIEDERIG T,TIETZE F,HERSTATT C.Green innovation in technology and innovation management:An exploratory literature review[J].R&D Management,2012,42(2):180-192.
- [4]KARAKAYA E,HIDALGO A,NUUR C.Diffusion of eco-innovations:A review[J].Renewable & Sustainable Energy Reviews,2014,33(2):392-399.
- [5]OECD.Oslo Manual 3rd Edition[EB/OL].(2005-11-10) [2019-05-15].<http://www.oecd.org/dataoecd/35/61/2367580>.
- [6]全国经济综合竞争力研究中心福建师范大学分中心课题组.《二十国集团(G20)国家创新竞争力发展报告(2017-2018)》研究概览[J].全球化,2019(4):112-118,136.
- [7]华振.我国绿色创新能力评价及其影响因素的实证分析——基于DEA-Malmquist生产率指数分析法[J].技术经济,2011,30(9):36-41,69.
- [8]李晓阳,赵宏磊,林恬竹.中国工业的绿色创新效率[J].首都经济贸易大学学报,2018,20(3):41-49.

-
- [9] 毕克新, 王禹涵, 杨朝均. 创新资源投入对绿色创新系统绿色创新能力的影响——基于制造业 FDI 流入视角的实证研究[J]. 中国软科学, 2014(3): 153-166.
- [10] 中华人民共和国科学技术部. 企业创新能力评价指标体系[EB/OL]. (2013-11-29) [2019-07-27]. http://www.most.gov.cn/cxdc/cxdczbtix/201311/t20131129_110673.htm.
- [11] 张好舟, 张太海. 企业绿色创新能力评价指标体系及提升对策探析[J]. 经济研究导刊, 2017(32): 12-14.
- [12] 刘杨, 杨建梁, 梁媛. 中国城市群绿色发展效率评价及均衡特征[J]. 经济地理, 2019, 39(2): 110-117.
- [13] 张钢, 小军. 绿色创新研究的几个基本问题[J]. 中国科技论坛, 2013, 1(4): 12-15.
- [14] 张继宏. 绿色创新定义的思考[EB/OL]. (2017-09-15) [2019-05-21]. <http://www.iqds.whu.edu.cn/info/1170/15767.htm>.
- [15] 中华人民共和国中央人民政府. 国务院关于长江三角洲城市群发展规划的批复[EB/OL]. (2016-05-25) [2019-05-21]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-05/25/content_5076639.htm.
- [16] 石宝峰, 迟国泰. 基于信息含量最大的绿色产业评价指标筛选模型及应用[J]. 系统工程理论与实践, 2014, 34(7): 1799-1810.
- [17] 刘海龙, 亚林, 贾文毓, 等. 山西省生态安全综合评价及时空演化[J]. 经济地理, 2018, 38(5): 161-169.
- [18] 张雷雨, 杨毅, 梁霄. 地理加权回归模型的多重共线性诊断方法[J]. 测绘与空间地理信息, 2017, 40(10): 28-31.
- [19] 钟赛香, 胡鹏, 薛熙明, 等. 基于合理权重赋值方法选择的多因素综合评价模型——以 JCR 中 70 种人文地理期刊为例[J]. 地理学报, 2015, 70(12): 2011-2031.
- [20] 周知, 迟国泰, 章穗. 基于次约束的区县科学发展评价及其实证[J]. 系统工程学报, 2014, 29(2): 257-268.
- [21] 曾刚, 曹贤忠, 王丰龙, 等. 长三角区域一体化发展推进策略研究——基于创新驱动与绿色发展的视角[J]. 安徽大学学报(哲学社会科学版), 2019, 43(1): 148-156.
- [22] 陈炳, 曾刚, 曹贤忠, 等. 长三角城市群生态文明建设与城市化耦合协调发展研究[J]. 长江流域资源与环境, 2019, 28(3): 530-541.
- [23] 王碧琦. 2017 年度长三角城市群科技创新驱动力城市排名 TOP10[J]. 决策, 2018(8): 8.
- [24] 吴媛媛, 宋玉祥. 中国旅游经济空间格局演变特征及其影响因素分析[J]. 地理科学, 2018, 38(9): 1491-1498.
- [25] ANSELIN L, SYABRI I, KHO Y. GEO DA: An introduction to spatial data analysis[J]. Geographical Analysis, 2005, 38(1): 5-22.

[26] 浙江省生态环境厅. 全省生态环境状况评价结果 (2015 年) [EB/OL]. (2016-12-02) [2019-11-25]. http://www.zjepb.gov.cn/art/2016/12/2/art_1201345_24677190.html.