

江西省城市绿色发展水平动态测度及影响机制

徐晔 欧阳婉桦¹

(江西财经大学 统计学院, 江西 南昌 330013)

【摘要】: 在构建城市绿色发展测度体系基础上, 采用“纵横向”拉差、探索性空间数据分析和收敛分析等方法对 2011~2018 年江西城市绿色发展水平进行了动态测度和时空演变分析, 构建涵盖环境规制综合指标、技术创新、治理转型、对外开放度、人力资本、产业集聚 6 个维度的网络拓扑结构 Tobit 模型探究江西城市绿色发展的影响机制。结果表明: (1) 江西各城市绿色发展水平平稳上升, 资源环境和经济发展领域分别是江西各城市绿色发展提升的关键保障和重要短板, 大南昌都市圈、赣东北、赣西城市绿色发展水平呈依次递减的梯度分布; (2) 江西城市绿色发展具有逐渐缩小的空间负相关性, 南昌正显著成为热点区域, 江西城市绿色发展长期内存在显著收敛趋势; (3) 环境规制、技术创新、治理转型、对外开放度、人力资本、产业集聚等对江西城市绿色发展水平有不同的显著影响, 并验证了波特假说。

【关键词】: 城市绿色发展水平 “纵横向”拉差法 动态测度 网络拓扑结构 Tobit 模型 影响机制

【中图分类号】: F061.5 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1004-8227(2022)05-1152-17

“绿色”作为“十四五”规划的重要理念, 贯穿于经济社会各领域和环节, 加快实现环境与经济社会协调成为新时代高质量发展的现实要求。2021 年 3 月 15 日中央财经委员会第九次会议提出, 以经济社会全面绿色转型为引领, 坚定不移地走绿色发展之路。城市是地方经济的主要载体, 城市如何在竞争激烈的环境下, 利用自身的优势条件, 把握机遇, 实现绿色高质量发展显得尤为迫切。江西是国家首批生态文明试验区, 南方丘陵山地的生态屏障, 珠江和长江中下游流域的重要生态安全保障区。习近平总书记 2019 年 5 月视察江西时强调江西要在推动中部崛起上奋勇争先, 做好治山治水、显山露水的文章, 打造美丽中国“江西样板”。江西经济基础薄弱, 经济发展与生态保护的矛盾日益尖锐。如何在新时代背景下, 对江西城市绿色发展进行科学评价, 分析差距, 寻找制约江西城市绿色发展的关键影响因素, 并指导其绿色协调发展实践, 是实现江西“绿色崛起”亟需解决的关键和热点问题。

1966 年美国学者博尔丁首次提出绿色发展的概念^[1], 随着全球气候变化和经济危机的出现, 经济合作与发展组织(OECD)、联合国亚洲及太平洋经济社会委员会(UNESCAP)、联合国环境规划署(UNEP)等国际组织对绿色发展作了讨论。2012 年联合国可持续发展大会指出绿色发展是提高人类公平和福祉的同时降低环境风险, 通过减少资本消耗和提升人力资本促进经济增长, 强调环境友好、资源节约领域的投资。国外学者关于绿色发展的研究主要集中在绿色 GDP、绿色供应链、绿色建筑、绿色经济等。如: KUNANUNTAKIJ 等^[2]基于环境延伸的投入产出模型对泰国绿色 GDP 进行了评价分析。TSENG 等^[3]对绿色供应链的相关研究进行了总结和趋势展望。DWAIKAT 等^[4]对马来西亚的绿色建筑的经济效益进行了研究。BERGIUS 等^[5]分析了坦桑尼亚的绿色经济、退化叙述和土地使用冲突。

¹**作者简介:** 徐晔(1962~), 女, 教授, 主要研究方向为高质量发展. E-mail: xuye__525@163.com; 欧阳婉桦 E-mail: 1061403395@qq.com

基金项目: 国家社会科学基金项目(20BGL295); 国家社会科学基金重大招标项目(19ZDA121); 国家自然科学基金面上项目(71973055); 江西省社会科学基金项目(19YJ15); 江西省教育厅科学技术研究重点项目(GJJ190248); 江西省高等学校教学改革课题项目(JXJG-18-24-12); 江西省科协决策咨询课题(2017KX05); 江西省研究生创新专项资金项目(YC2021-B126)

近年来,随着经济进入新常态和绿色生态理念的提出,国内与绿色发展相关的文献开始增多。主要围绕绿色发展的概念及理论、绿色发展效率、绿色发展水平等,其中对绿色发展的概念、理论及效率进行了较为丰富的研究,如:黄茂兴等^[6]对当代中国的绿色发展进行了理论阐述,并讨论了环境和发展的不兼容性。黄磊等^[7]采用 DEA 方法测算考虑环境的经济投入产出效率作为绿色发展效率,分析了环境规制对绿色发展效率影响。关于绿色发展水平的研究主要集中在评价指标体系、测度、比较以及影响因素研究等几个方面。

研究尺度和指标体系上,已有文献从国家、省域、城市群、行业等不同尺度对绿色发展水平进行了测度研究。如李晓西等^[8]对从经济社会和资源生态环境维度构建绿色发展指数指标体系测算了 123 个国家人类绿色发展指数。CHENG 等^[9]对“一带一路”沿线国家的绿色发展水平进行了评估。王勇等^[10]采用综合指数法对 2013~2016 年中国 30 个省份的绿色发展水平进行了测度并考察了其空间演变特点。黄跃等^[11]对中国城市群绿色发展水平进行了测度和时空演变分析。李少林等^[12]采用二氧化硫排放量和空气污染治理成本衡量制造业绿色发展水平,分析了区块链对制造业绿色发展水平推动作用。相关学者倾向于从中观层面采用生态与经济方面、尤其是生态方面指标构建绿色发展水平指标体系。如,霍伟东等^[13]用工业环境污染生态单方面指标衡量中国城市绿色发展水平;滕堂伟等^[14]从经济增长、节能减排、环境治理、城市生态等生态和经济两方面构建长江经济带城市绿色发展水平评价指标体系。部分学者从生态、经济、社会 3 个维度测度绿色发展水平,如:郭艳花等^[15]认为绿色发展是生态、经济、社会三大系统的协调发展,并采用生态、经济、社会复合指标对绿色发展水平进行了测算。

动态测度方法上,经济社会快速发展的同时,相应的评价问题也日益复杂。随着时间的发展,评价对象的数据逐渐积累,对评价对象的平面数据按时间排列得到时序立体数据,这种将时间因素引入进行综合评价的方法,即为动态综合评价方法。动态综合评价方法是对于截面和时序立体数据有增强对比性的、客观透明的一种方法,该方法具有广泛的应用领域,如:区域经济发展、工程系统、风险投资管理、企业绩效考核等。动态综合评价目前取得了一定研究成果,如:郭亚军^[16]通过时间加强函数,将时间概念引入原有综合评价中,对传统综合评价进行了改进。郭亚军^[17]对不同时间的信息集结基础上,提出了一种新的动态综合评价模型。目前绿色发展水平测度主要采用传统的主客观分析法,很少有研究应用动态评价模型分析城市绿色发展水平的实际测度问题。主观分析法包括层次分析法、德尔菲分析法等,主观分析法存在主观性强、应用分歧大等不足。客观分析法多采用熵值法、主成分分析法、综合指数法、变异系数法等,这些分析法的瓶颈在于难以解决不同时期由于指标非均衡变化引发的跨期比较问题^[18],也无法对各评价指标的变异及其对其他评价指标影响全面反映。郭亚军^[17]提出的“纵横向”拉差动态综合评价模型,根据被评价对象的原始数据信息大小确定各指标的权重,在原始时序立体数据基础上最大限度反映被评价对象差异,对横向不同对象和纵向不同时间之间均具有可比性,属于无主观分歧的客观评价;该方法具有明确的直观意义、过程“透明”,尤其能够满足城市绿色发展水平评价动态性、客观性、复杂性、多样性等要求。

影响因素和机制分析上,现有文献对绿色发展效率的影响因素和机制进行了一定研究,但对绿色发展水平的影响因素和机制进行分析的较少。主要从对外开放度、经济增长、“四化”、科技创新、金融集聚等方面对绿色发展水平进行影响因素及机制分析,较少考虑环境规制综合指数、治理转型、产业集聚、人力资本等对绿色发展水平的影响及作用机理。霍伟东等^[13]工业环境污染衡量绿色发展水平,分析了外商投资对绿色发展的影响,并两阶段法检验了“污染天堂”和“污染光环”假说。陆琳忆等^[19]单位污染综合值的经济产出测算长三角城市群绿色发展水平,采用脱钩指数法分析了绿色发展与经济增长的关系。季永月等^[20]采用空间杜宾模型分析了“四化”(城镇化、工业化、农业现代化、信息化)对中国城市绿色发展水平的影响。滕堂伟等^[14]分析了科技创新与长江经济带城市绿色发展水平的耦合协调关系。袁华锡等^[21]从水平与效率两维视角分析了金融集聚对绿色发展的影响。

综上,已有文献为本文绿色发展水平的研究提供了有益的参考,但存在如下不足:(1)目前绿色发展水平的主客观测算方法存在主观性强应用分歧大、难以解决不同时期由于指标非均衡变化引发的跨期比较问题,已有研究倾向于中观层面的经济与生态指标,缺乏建立在反映区域特点基础上的综合生态、经济和社会的整套指标体系。(2)已有研究多为国家、省域、城市群、行业的评价分析,针对城市测度并对城市内部之间的时空演进研究相对较少。(3)新常态下城市绿色发展水平的影响因素及提升机理需要进一步探索。

文章边际贡献主要有以下 3 个方面：(1) 综合采用结合基于“纵横向”拉差法的动态测算模型、云模型聚类、探索性空间数据分析 (ESDA)、收敛与核密度分析等方法，结合区域特点基础上综合从资源环境、经济发展和社会福利角度对江西城市绿色发展综合水平进行动态测度分析。(2) 创新性地将江西分为大南昌都市圈、赣东北区、赣西区、赣中南区进行比较，更清晰地反映江西内部城市绿色发展水平时空演进特征。(3) 补充完善环境规制综合指数、治理转型、人力资本、产业集聚等影响因素指标，构建六个维度影响机理网络拓扑结构 Tobit 模型，分析江西城市绿色发展水平影响机制并对“波特假说”进行检验。

1 江西城市绿色发展水平的动态测度

1.1 测度指标与数据

绿色发展的本质是经济社会发展过程中注重环境保护、资源节约的发展模式，是生态、经济、社会三大系统的协调发展，建立一套科学合理的江西绿色发展水平评价指标体系对于江西明确绿色转型方向具有重要意义。目前，关于绿色发展测度主要涉及生态、经济、社会等方面单一或多指标对国家、省域、城市群、行业进行分析，相关学者指标体系更倾向于中观层面的经济发展与资源环境约束分析^[14]，特别是资源环境约束的分析^[13]。绿色发展是各地区结合自身特点和定位的各具特色的绿色转型发展，现有研究建立了颇具特色指标体系，但难以满足对江西城市绿色发展系统反映的需求。本文根据绿色发展理论和具体实践，结合江西城市经济社会发展及其生态环境的实际，在遵循科学性、代表性和系统性的原则下，结合江西绿色发展过程中最新的生态保护红线、交通强省战略、优化营商环境条例等生态、社会、经济政策，参考季永月等^[20]评价思路基础上，加入生态保护、绿色出行、市场效益等关键要素，从资源环境保护、经济发展效益、社会福利水平选取 28 项评价指标构建江西城市绿色发展评价指标体系(表 1)，从而对江西各城市绿色发展信息有个综合全面地反映。

其中，资源环境体现的是资源环境保护水平，主要从污染排放、资源节控、生态保护 3 个方面考察。污染排放衡量的是环境保护效益，用工业废气和废水排放量与工业废固产生量表示。资源节控表征资源利用保护水平，用单位能耗 GDP、人均能源、人均水资源表示。生态保护代表生态红线状态，用森林覆盖率、自然保护区面积表示。

表 1 城市绿色发展水平评价指标体系

领域	指标层		单位	属性	领域	指标层		单位	属性
资源环境状况 (8)	污染排放	工业废水排放总量	万 t	-	社会福利水平 (10)	绿色家园	建成区绿化覆盖率	%	+
		工业废气排放总量	亿 m ³	-			人均公共绿地面积	m ²	+
		工业废固产生总量	万 t	-		就业医疗	年末城镇就业率	%	+
	资源节控	单位能耗 GDP	元/吨标准煤	+			医疗卫生机构床位	张	+
		人均能源占有量	吨标准煤 /人	+		生活水平	城镇居民人均收入	元	+
		人均水资源量	m ³	+			农村居民人均收入	元	+

经济发展效益 (10)	生态保护	森林覆盖率	%	+	交通信息 枢纽	城镇化率	%	+
		自然保护区面积	千 hm ²	+		绿色出行(公交车数)	辆	+
	经济产值	人均 GDP	元	+		人均城市道路面积	m ²	+
		GDP	亿元	+		人均邮电业务量	元/人	+
	经济结构	第二、三产业产值占 GDP 比重	%	+				
		粮食作物产量	万元	+				
	劳动效率	全员劳动生产率	元/人	+				
	市场效益	消费品零售总额	亿元	+				
		成本利润率	%	+				
	政府政策	财政城乡保障性支出总额	万元	+				
		全社会固定资产投资	亿元	+				
		财政支出总额	亿元	+				

经济发展效益体现的是经济创收水平，主要从经济产值、经济结构、劳动效率、市场效益、政府政策 5 个方面考察。经济产值可以衡量城市发展的总体规模，选取人均 GDP、GDP 表示。经济结构表征产业转型升级状况，采用第二、三产业产值占 GDP 比重、粮食作物产量表示。劳动效率表征有效劳动力供给水平，选取全员劳动生产率表示。市场效益代表市场营商业绩情况，是总量的补充，用消费品零售总额、成本利润率表示。政府政策表示政府扶持力度，用财政城乡保障性支出总额、全社会固定资产投资、财政支出总额表示。

社会福利水平体现的是社会服务水平，经济发展落脚于提高反映居民生活效用的社会福利水平，主要从绿色家园、就业医疗服务、生活水平、交通信息枢纽 4 个方面考察。绿色家园代表生活环境状况，用建成区绿化覆盖率、人均公共绿地面积表示。就业医疗服务代表就业岗位和医疗保障状况，用年末城镇就业率、医疗卫生机构床位表示。生活水平代表居民经济状况，用城镇和农村居民人均收入、城镇化率表示。交通信息枢纽表征出行及信息获取便利水平，用绿色出行、人均城市道路面积、人均邮电业务量表示。

本文的研究对象为江西 11 个城市，考虑到规划的连续性和数据可得性，考察的时间跨度为 2011~2018 年，并根据江西“十四五”规划最新提出的区划方式，将江西划分为大南昌都市圈、赣东北、赣西、赣中南。数据来源于江西和各城市统计年鉴、区域发展统计数据库、统计局、水利厅、生态环境局、国民经济和社会发展统计公报等整理补充得到。

1.2 测度模型——“纵横向”拉差法

目前关于绿色发展水平的测度主要采用传统的主客观赋权法，主观赋权法(如层次分析等)具有较强的主观性，实际应用中存在较大分歧；客观赋权法(如熵值法等)可以较好解决主观性，但难以解决不同时期由于指标非均衡变化引发的跨期比较问题^[18]。针对上述问题，近期发展起来的动态综合评价受到相关学者的广泛关注。本文主要基于“纵横向”拉差的动态综合评价模型对各城市绿色发展水平进行动态测度，该方法是客观透明的，可以增强截面和时序立体数据的对比性，既在“横向”上体现某时刻各个城市绿色发展水平的差异，又在“纵向”上体现总的发展变化规律，具有明确的直观意义。该方法的思想是根据原始时序立体数据信息量大小来确定权重，即按照最大程度反映各评价对象差异的原则决定权重^[17]。具体思路如下：

1.2.1 “纵横向”拉差法的原理

设有 n 个被评价对象 $s_1, s_2, \dots, s_n$ ，有 m 个评价指标 $x_1, x_2, \dots, x_m$ ， n 个被评价城市相当于由 m 个评价指标构成的 m 维评价空间中的 n 个点，评价值就可以看成把这 n 个点投影到某空间。该空间选择的原则是实现各个评价对象之间的差异最大化，即根据 m 维空间构造一个实现各点投影最分散的一维空间：

$$y_i = \omega_1 x_{i1} + \omega_2 x_{i2} + \dots + \omega_m x_{im} \quad (1)$$

y_i 为被评价对象 i 的评价值； ω_m 是第 m 个评价指标的权重，若记

$$y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{pmatrix}, \quad A = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix},$$

$$\omega = (\omega_1 \quad \omega_2 \quad \dots \quad \omega_m)^T$$

则公式(1)可写为

$$y = Aw \quad (2)$$

确定权重向量 ω 的思想是最大限度地反映各被评价对象差异，即求 x 的线性函数 $\omega^T x$ ，使此函数对 n 个被评价对象的方差最大。而变量 $y = \omega^T x$ 的方差为：

$$s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = \frac{y^T y}{n} - \bar{y}^2 \quad (3)$$

w 将 $y=Aw$ 代入公式(3)，根据相关数据已标准化，可知 $\bar{y}=0$ ，得

$$ns^2 = \omega^T H \omega \quad (4)$$

$H=A^T A$ 为实对称矩阵。显然若对 ω 不加限制, 则公式(4)的值可以任意大, 这里限定 $\omega^T \omega=1$, 求公式(4)的最大值, 也就是选择 ω , 使得

$$\begin{aligned} \max \quad & \omega^T H \omega \\ \text{s.t.} \quad & \omega^T \omega = 1, \quad \omega > 0 \end{aligned} \quad (5)$$

可以证明当 ω 为 H 的最大特征值 $\lambda_{\max}(H)$ 相应标准化的特征向量时, 公式(5)实现最优, 将 ω 归一化, 即可求出权重系数

$$\omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_m)^T, \text{ 且 } \sum_{j=1}^m \omega_j = 1。$$

1.2.2 “纵横向”拉差评价方法

上述拉差法是基于截面数据的“横向”拉差法, 当有 n 个被评价对象 $s_1, s_2, \dots, s_n$, 有 m 个评价指标 $x_1, x_2, \dots, x_m$, 且按时间顺序 $t_1, t_2, \dots, t_T$, 则可构成一组面板数据 $x_{ij}(t_k)$, 同样可以对各时间分别设评价函数:

$$\begin{aligned} y_i(t_k) &= \sum_{j=1}^m \omega_j x_{ij}(t_k), \quad (k = 1, 2, \dots, T; \\ i &= 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m) \end{aligned} \quad (6)$$

$y_i(t_k)$ 为被评价对象 i 在 t_k 时期的综合评价值; ω_j 是指标 j 权重, $x_{ij}(t_k)$ 是在 t_k 时期评价对象 i 的 j 指标值。同理, 根据各评价对象之间的差异最大原则求解 ω_j , 其差异为:

$$\sigma^2 = \sum_{k=1}^T \sum_{i=1}^n (y_i(t_k) - \bar{y})^2 \quad (7)$$

$$\bar{y} = \frac{1}{T} \sum_{k=1}^T \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \omega_j x_{ij}(t_k) \right) = 0,$$

由于对原始数据 $x_{ij}(t_k)$ 需进行无量纲处理, 有

从而公式(7)可以表示为:

$$\begin{aligned} \sigma^2 &= \sum_{k=1}^T \sum_{i=1}^n (y_i(t_k))^2 = \sum_{k=1}^T [\omega^T H_k \omega] \\ &= \omega^T \sum_{k=1}^T [H_k \omega] \end{aligned} \quad (8)$$

$$H_k = A_k^T A_k, \quad (k = 1, 2, \dots, T);$$

$$H = \sum_{k=1}^T H_k \quad (9)$$

$$\text{其中, } A_k = \begin{bmatrix} x_{11}(t_k) & \cdots & x_{1m}(t_k) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1}(t_k) & \cdots & x_{nm}(t_k) \end{bmatrix};$$

$$\omega = (\omega_1, \omega_2, \cdots, \omega_m)^T。$$

类似“横向”拉差法的证明思路，可证得如下结论：

结论 1: 若 $\omega^T \omega = 1$, 当 ω 为矩阵 H 的最大特征值 $\lambda_{\max}(H)$ 所对应的特征向量时, σ^2 取最大值。并且具有

$$\max_{\|\omega\|=1} \omega^T H \omega = \lambda_{\max}(H)。$$

所以，解出矩阵 H 的最大特征值，计算相应标准化的特征向量并归一化，即可得到权重 ω , 且

$$\sum_{j=1}^m \omega_j = 1$$

结论 2: 当 $H_k > 0$ ($k=1, 2, \cdots, N$) 时, 在 t_k 处采用“纵横向”拉差法计算得到的评价结果排序和“横向”拉差法是相同的。

1.2.3 “纵横向”拉差法的计算步骤

- (1) 数据预处理。采用极差法对原始数据无量纲化，各指标的量纲和单位不同，需通过无量纲化来消除不可同度性。
- (2) 用公式 (9) 计算实对称矩阵 H_k 和 H 。
- (3) 求解矩阵 H 最大特征值相对应的标准化特征向量。
- (4) 归一化标准化特征向量得到权重向量 ω_j 。
- (5) 根据公式 (6) 得到各城市绿色发展水平。

1.3 城市绿色发展水平测度结果分析

运用 Matlab 软件采用基于“纵横向”拉差法的动态综合测度模型对 2011~2018 年江西各城市绿色发展 3 个领域 12 个方面 28 项指标立体数据权重进行测度，并计算得到 2011~2018 年江西各城市绿色发展综合评价值及其资源环境、经济发展、社会福利分领域水平值 (表 2)。对江西城市绿色发展的资源环境状况、经济发展效益、社会福利水平 3 个领域层的权重值求和，发现 3 个领域层的权重值由高至低依次为资源环境 (0.380) > 社会福利 (0.338) > 经济发展 (0.282)。同时，根据城市绿色发展各领域指数评价结果的比较表 (表 2)，发现资源环境是对江西城市绿色发展的贡献最大，近几年变化趋势整体较为平稳、个别城市有下降趋势。这表明资源环境作为江西最大优势，是江西城市绿色发展的关键保障，需各城市保护好、发展好。进一步加强资源保护和环境治理效果，巩固和发展生态优势，是保障江西城市绿色发展水平的关键。社会福利对江西城市绿色发展的贡献一般，近几年有显著上升趋势。这表明近年来江西充分重视绿色出行、绿色家园等社会公共服务水平，社会福利得到较大提升。江西应继续保持社会福利水平的优化趋势，让社会福利水平成为江西城市绿色发展的重要支撑。经济发展领域对江西城市绿色发展水平贡献最小，上升趋势一般，这表明经济发展领域是制约江西城市绿色发展水平提升的重要短板。同时，江西内部经济发展的非均衡性特征较明显，江西各城市应加强区域协同，把握发展契机，着力打造绿色高附加值产业，补短板，实现各城市经济协调绿色发展。

表 2 江西城市绿色发展水平评价结果

地区	经济发展			资源环境			社会福利			综合评价		
	2011	2014	2018	2011	2014	2018	2011	2014	2018	2011	2014	2018
南昌市	0.124	0.163	0.216	0.199	0.213	0.226	0.117	0.172	0.248	0.439	0.547	0.690
景德镇	0.058	0.079	0.092	0.264	0.262	0.276	0.135	0.158	0.223	0.457	0.499	0.591
萍乡市	0.084	0.102	0.112	0.217	0.234	0.232	0.096	0.115	0.210	0.397	0.451	0.554
九江市	0.075	0.115	0.157	0.212	0.208	0.217	0.145	0.172	0.207	0.432	0.495	0.581
新余市	0.090	0.095	0.109	0.201	0.216	0.228	0.149	0.189	0.237	0.440	0.500	0.574
鹰潭市	0.077	0.089	0.088	0.252	0.275	0.281	0.090	0.125	0.179	0.419	0.489	0.547
赣州市	0.068	0.103	0.139	0.250	0.265	0.293	0.034	0.070	0.172	0.352	0.438	0.605
吉安市	0.054	0.088	0.107	0.258	0.297	0.290	0.093	0.125	0.182	0.405	0.510	0.579
宜春市	0.072	0.101	0.129	0.183	0.228	0.224	0.072	0.114	0.191	0.327	0.443	0.544
抚州市	0.041	0.072	0.091	0.274	0.303	0.289	0.103	0.131	0.180	0.418	0.507	0.560
上饶市	0.067	0.104	0.147	0.214	0.233	0.202	0.088	0.113	0.176	0.369	0.450	0.525
平均值	0.074	0.101	0.126	0.229	0.249	0.251	0.102	0.135	0.201	0.405	0.484	0.577

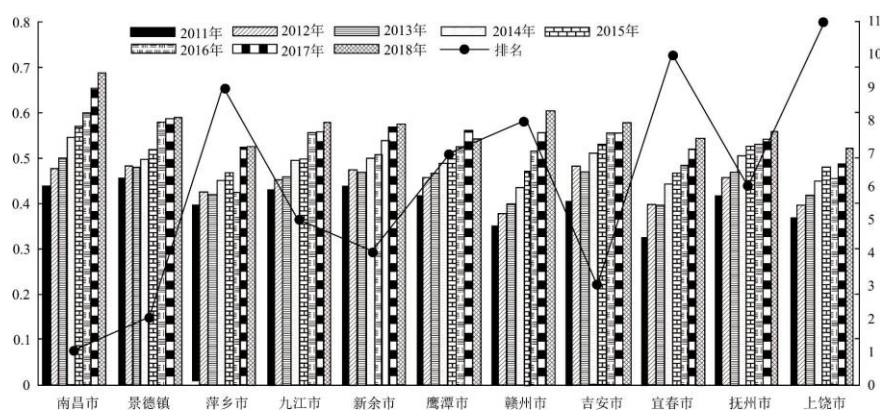


图 1 2011~2018 年江西城市绿色发展水平及排名图

由 2011~2018 年江西省城市绿色发展水平评价结果(表 2 及图 1)得出, 2011~2018 年, 江西各城市绿色发展水平综合值呈全面上升的发展格局。近几年, 受到国家“一带一路”、中部崛起以及江西“创新引领”、“绿色崛起”等宏观政策方针的积极带动, 江西城市绿色发展水平整体得到显著提升。南昌市作为江西省会, 区位优势独特, 绿色发展水平远高于其他城市。近几年, 大南昌都市圈发展势头迅猛, 南昌绿色发展水平领先优势不断扩大。同时, 景德镇、吉安、九江、新余城市绿色发展水平综合值一直保持相对较高水平。景德镇市是名扬世界的陶瓷之都, 产品远销亚非欧美特别风靡于欧洲皇室。吉安市全国文明城市, 旅游

资源丰富，井冈山被誉为“天下第一山”，是首批国家级风景名胜区。九江市是首批沿江对外开放城市，全国性综合交通枢纽，中国优秀旅游城市，九江都市区是江西重点培育和发展的重点都市区，近年来发展迅速。新余市作为国家园林城市，生态资源极为丰富，是一个新兴工业城市和中国唯一的国家级新能源科技城。抚州市和鹰潭市城市绿色发展水平中等。抚州市经济发展以农业为主，产业集群少，前期政策扶持力度少，生态资源相对江西省其他城市较好，所以，抚州城市绿色发展水平在江西省处于中等。鹰潭市旅游资源丰富，是国家园林城市，但城市规模小，高端产业少，所以，鹰潭市绿色发展水平属于中等且上升趋势一般。萍乡市、宜春市、上饶市绿色发展水平不高，主要分布在山区，交通不便，而且国家和江西省政策扶持相对较弱，经济发展水平一般，社会福利水平落后，城市绿色发展水平排名有一定下降。赣州市绿色发展水平综合水平处于低等水平，但是赣州是国家“一带一路”重要节点城市，生态资源丰富，近两年来绿色发展水平有快速提升的追赶趋势。

为了进一步分析江西城市绿色发展水平区域特征，作出江西城市绿色发展水平的正态云隶属度分布图(图2)，根据图2可知，南昌城市绿色发展水平与其他地区相比，处于明显的领先优势位置。根据正态云隶属度重叠程度，可初步将江西城市绿色发展水平划分3类，其中一类梯度为南昌，赣东北地区主要为二类梯度，赣西地区主要为三类梯度。图2能清晰体现南昌与其他城市的差异关系，但是对于其他“中低流”地区的类别需作进一步分析。根据得到的江西各城市绿色发展水平评价值，采用系统聚类分析法对江西各城市绿色发展水平进行聚类，发现江西城市绿色发展水平存在“梯度”发展特征。根据江西省城市绿色发展水平分类表(表3)得出，大南昌都市圈城市区域优势明显，交通便利，政策扶持大，包囊江西省会城市南昌，辐射带动力度大，所以城市绿色发展水平与江西省其他地区相比优势明显，主要集聚绿色发展水平高等的城市。赣东北地区优势不及大南昌都市圈，政策扶持力度相对薄弱，但是临近江苏省、浙江省等发达省份，城市绿色发展水平得到有效辐射带动，主要集聚绿色发展水平中等的城市。赣西城市主要分布在山区，地理优势不明显，交通不便，而且前期国家和江西省政策扶持弱，主要集聚绿色发展水平低等的城市。赣中南地形复杂，地域差异大，赣州山地多平原少，前期政策投入少，经济落后，而吉安是全国文明城市，全国社会治安综合治理优秀市，拥有井冈山等丰富旅游资源，在江西历史上一直是经济大市，导致前期赣州绿色发展水平(低等)远落后于吉安(中等)，赣中南分类特征不明显。但近几年随着“苏区振兴”、“全面脱贫”等政策推进，赣州快速崛起，赣中南有转向中高等类别的趋势。为更清晰的分析江西城市绿色发展水平的时空演化格局，需利用探索性空间数据分析(ESDA)及收敛分析方法对空间分布特征和时序收敛性其作出进一步的分析。

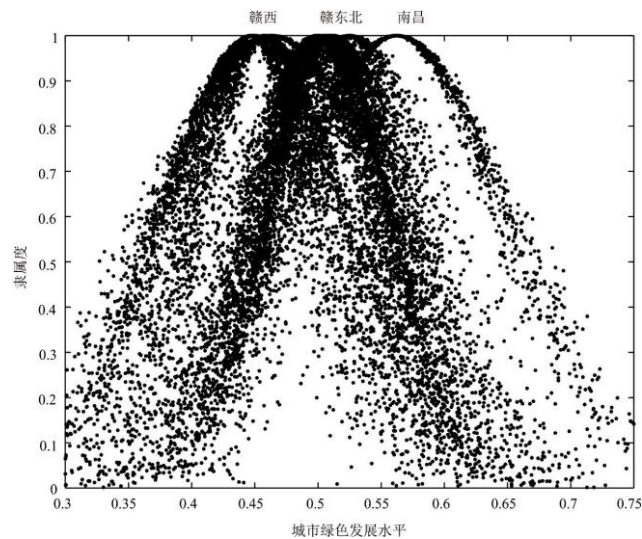


图2 2011~2018年江西城市绿色发展水平正态云隶属度分布图

表3 江西城市绿色发展水平分类表

	大南昌都市圈	赣西	赣东北	赣中南
--	--------	----	-----	-----

高等绿色发展水平	南昌市			
中等绿色发展水平	抚州市、九江市	新余市	鹰潭市、景德镇市	吉安市
低等绿色发展水平		宜春市、萍乡市	上饶市	赣州市

2 江西城市绿色发展水平的时空演变

2.1 城市绿色发展水平探索性空间数据分析

2.1.1 城市绿色发展水平全局空间相关分析

为了更好地挖掘江西城市绿色发展水平的空间格局及空间要素内在关联，基于探索性空间数据分析 (ESDA) 法对江西城市绿色发展水平的全局和局部空间相关性进行分析。全局 Moran' sI 指数用于分析江西城市绿色发展水平在地理空间维度上的相似度，但其难以对高低值集聚特点的进行较好地检验，需结合全局 G 指数作为互补。具体表达式为：

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i}^n \omega_{ij} (y_i - \bar{y}) (y_j - \bar{y})}{(\sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i}^n \omega_{ij}) \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}, \quad G(d) = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_{ij} y_i y_j}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n y_i y_j} \quad (10)$$

式中：I 表示全局 Moran' sI 指数， $I \in [-1, 1]$ ，衡量空间单元要素的总体相关度， $I > 0$ 代表正相关， $I < 0$ 代表负相关， $I = 0$ 代表不相关；n 表示空间单元总数； y_i 表示空间单元 i 的城市绿色发展水平； ω_{ij} 为空间权系数，采用距离倒数确定；G(d) 表示全局 G 指数，通过 $St(G) = [G(d) - E(G)] / \sqrt{Var(G)}$ 对高低值集聚进行判断，Var(G) 和 E(G) 为 G(d) 方差和期望值，如果 $S_i(G) > 0$ 为高值集聚， $S_i(G) < 0$ 为低值集聚。

根据全局莫兰指数 (Moran' sI) 的计算方法，采用 ArcGIS 软件分析江西城市绿色发展水平的空间自相关性，测算得到 2011、2015 和 2018 年全球 Moran' sI 分别为 -0.294、-0.195 和 -0.133 (图 3)。可以看出全局 Moran' sI 均为负值，表示江西城市绿色发展水平存在空间负相关性，即以“绿色发展水平低的城市被绿色发展水平高的城市环绕”或者“绿色发展水平高的城市被绿色发展水平低的城市环绕”为主导的空间分布模式。另外，比较全局 Moran' sI 的变化发现，全局 Moran' sI 绝对值呈持续减小的趋势。说明江西城市绿色发展水平的空间差异度有所降低，主要归结于近年来在“一带一路”、长江经济带、中部崛起的政策牵引契机下，江西内部不断推进环鄱阳湖城市群、大南昌都市圈、苏区振兴、绿色崛起等区域发展战略，各城市间的技术、资本、产业得到有效流动和优化配置等综合作用的结果。在分析全局 Moran' sI 指数的基础上，测算江西各城市绿色发展水平在 2011、2015 和 2018 年全球 G 指数和 $S_i(G)$ 值。得到 $S_i(G)$ 均大于 0，取值分别为：0.532、1.423 和 0.683。这说明江西绿色发展水平具有高值聚类特点，2011~2015 年高值聚类有提高趋势，2015~2018 年有下降趋势。同时，G 指数取值基本不变，说明高值聚类特征相对稳定。

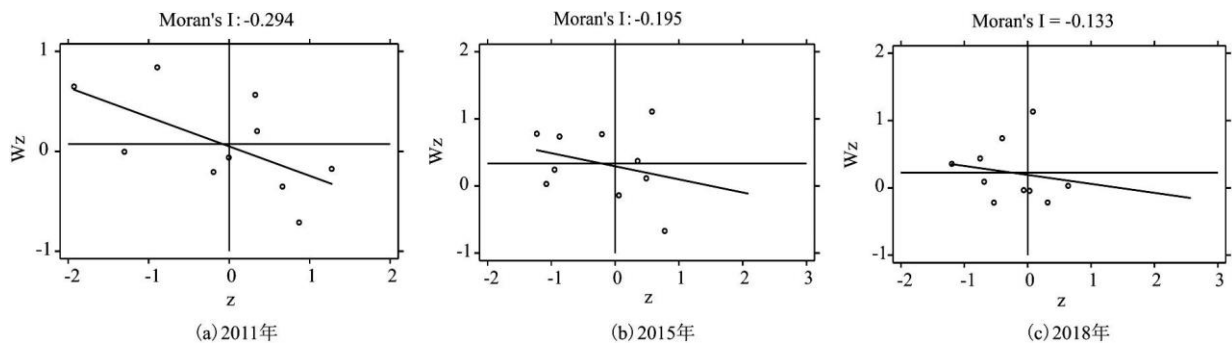


图3 江西城市绿色发展水平 Moran' sI 散点图

2.1.2 城市绿色发展水平局部空间相关分析

通常全局空间自相关主要是对总体集聚水平进行观察,而无法诠释特定城市的空间集聚效果,为了进一步辨识江西城市绿色发展水平的局域空间相似程度和冷热点空间分布,此处采用局部莫兰指数(Moran' I)和 Getis-Ord 指数 G_i^* 进行分析。表达式分别为:

$$I_i = n(y_i - \bar{y}) \sum_{j \neq i}^n \omega_{ij} (y_j - \bar{y}) / \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2,$$

$$G_i^* = \sum_{j=1}^n \omega_{ij} y_j / \sum_{i=1}^n y_i \quad (11)$$

分别计算 2011、2015 和 2018 年江西城市绿色发展水平的局部 Moran' sI(图 3)和 Getis-Ord 指数(图 4)。通过图 3 的 Moran' sI 散点分布得出,在样本初期 2011 年时散点分布较均匀,第四象限(高-低集聚:极化效应)散点最多。2011~2018 年期间第一象限(高-高集聚:扩散效应)和第四象限(高-低集聚:极化效应)散点数量减少,第二象限(低-高集聚:过渡型)、第三象限(低-低集聚:低速增长型)散点数量增加。这说明江西绿色发展水平的极化效应逐渐改善,但存在正向扩散效应减少且低速发展集聚趋势。江西应继续改善绿色发展水平极化效应的同时,注意加强正向扩散效应并控制低速发展趋势。对于低速增长型区域的城市,吸引更多的外来流动性要素提升经济水平过程中,需注意防止“逐底竞争”¹。处于过渡型的绿色发展水平的落后城市,需积极吸收先进经验、承接和吸引相对先进城市的产业转移主动融入高绿色发展水平城市的同时,注意避免“污染避难所”效应。

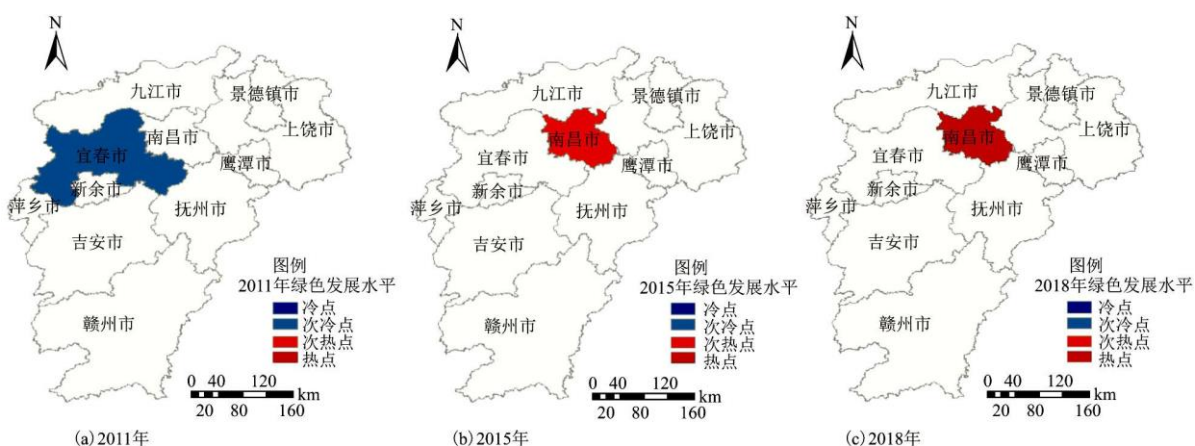


图 4 江西城市绿色发展水平冷热点图

为进一步分析江西城市绿色发展水平的空间集聚冷热点分布,作出 2011、2015 和 2018 年江西绿色发展水平的 Getis-Ord 指数分布图(图 4)。可以得出江西城市绿色发展水平的热点区域稳定提升,南昌正显著发展为热点区,冷点区域表现出较好的改观态势。具体来看,2011 年江西无热点区域,2015 年南昌发展为次热点区域,2018 年南昌发展为热点区域。2011 年冷点区域为赣西的宜春,之后无冷点区域。从 Getis-Ord 指数的实际值状况来看,江西城市绿色发展水平的空间热点区还有较大的改善潜力,进一步提升南昌、九江等重点城市绿色发展水平,加强中心城市示范引领作用仍是江西绿色崛起的紧迫性重任。

2.2 城市绿色发展水平时序收敛性分析

2.2.1 城市绿色发展水平 σ 收敛分析

本文采用 σ 收敛、 β 收敛和核密度法分析江西各城市的绿色发展水平的时序收敛性。 σ 收敛主要通过各年度绿色发展水平的标准差变化趋势分析收敛性,当绿色发展水平标准差成逐渐递减的趋势时说明存在 σ 收敛。作出各城市绿色发展水平标准差变化趋势图(图 5)。

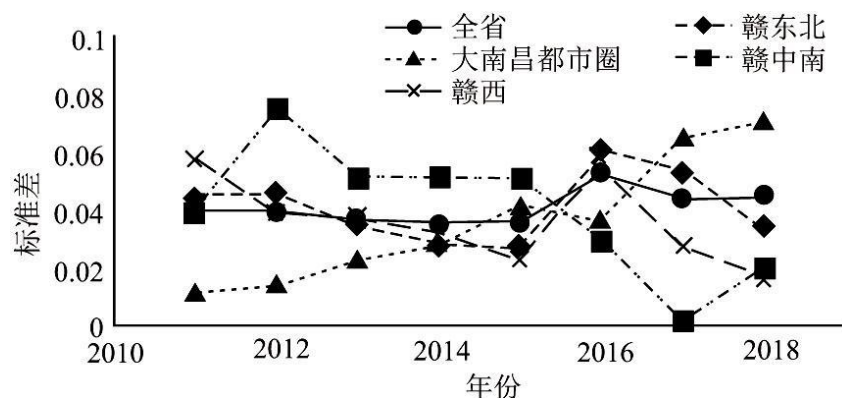


图 5 2011~2018 年江西各区域城市绿色发展水平标准差变化趋势

根据图 5 结果,江西省城市绿色发展水平差异呈阶段性特征,2011~2014 年呈差异递减的收敛趋势,2014~2016 年差异上升,2016 年之后差异呈波动下降。大南昌都市圈城市绿色发展水平总体呈差异扩大趋势,2011~2015 年标准差不断上升,2015~2016 年差异小幅下降,2016~2018 年呈差异显著扩大趋势。同时,2011~2013 年大南昌都市圈绿色发展水平的差异相比其他地区最小,近几年总体上差异超过其他地区成为差异最大地区。赣西和赣东北地区绿色发展水平标准差有一定波动性,2011~2015 年标准差总体呈递减趋势,2015~2016 差异有所上升,2016 年后存在收敛趋势。随着赣州市城市绿色发展水平快速提升,2011~2018 年间赣中南的差异总体呈现不断递减的收敛趋势。同时,2012~2015 年赣中南差异相比其他地区最大,近几年差异远低于全省水平,2016~2017 年差异相比其他地区最小。

2.2.2 城市绿色发展水平绝对 β 收敛分析

城市绿色发展水平绝对 β 收敛检验模型为:

$$\ln \frac{M_i}{M_0} = c + \beta \ln M_0 + \varepsilon_i \quad (12)$$

式中： M_{i0} 和 M_{it} 分别为城市 i 初期和 t 期的城市绿色发展水平。若系数 β 值显著地小于 0, 表明各城市绿色发展水平长期内存在绝对 β 收敛。作出绝对 β 收敛结果表(表 4)。

表 4 江西城市绿色发展水平绝对 β 收敛检验

	回归系数	T 统计值	P 值
常数项	-0.300	-1.543	0.157
$\ln M_{i0}$	-0.723	-3.395	0.008
A-R ² =0.513DW=1.396F=11.526			

模型显著通过了 F 检验，A-R² 较好，模型总体拟合较好。回归系数 β 值在 1% 水平下显著为负，这表明江西城市绿色发展水平长期内呈差异呈逐渐消失的显著绝对 β 收敛的趋势。

2.2.3 核密度分析

为了进一步分析绿色发展水平具体分布的演进情况，应用核密度估计 2011、2015 和 2018 年城市绿色发展水平分布情况(图 6)。江西城市绿色发展水平分布有以下 3 个特征：(1) 位置上，2011~2018 年江西城市绿色发展水平核密度图中心位置右移，波峰对应的水平不断提高，绿色发展水平呈全面提升的态势。(2) 形态上，2011~2018 年江西绿色发展水平核密度分布为单峰，呈收敛趋势。(3) 峰度上，2011~2018 年江西城市绿色发展水平核密度分布波峰高度不断上升，特别是 2018 年上升明显，说明差距正不断变小。

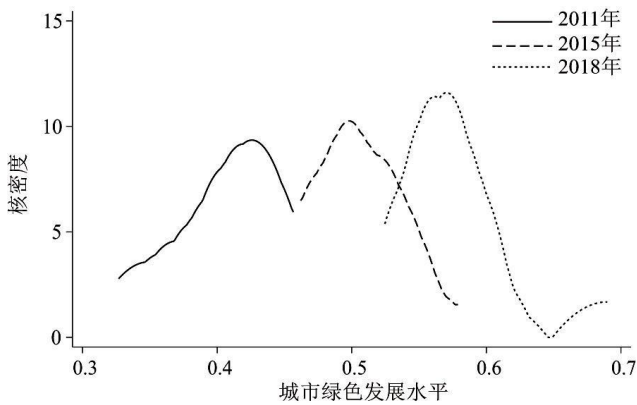


图 6 江西城市绿色发展综合水平核密度图

3 江西城市绿色发展水平的影响机制

3.1 研究假设

在综合测度和比较江西各城市绿色发展水平的基础上，进一步寻找制约江西城市绿色发展水平的关键影响因素，对于提出针对性的措施提高江西各城市绿色发展水平具有重要的指导价值。已有研究主要对绿色发展效率的影响因素进行分析，较少对

绿色发展水平影响因素及机理进行定量分析,大部分只针对某一方面,较少考虑环境规制强度、治理转型、产业集聚、人力资本,且环境规制强度主要采用单一指标衡量。当前环境规制的准确测量面临着挑战^[22],论文借鉴沈坤荣等^[23]基础上,加入工业废水和废固方面指标完善评价指标体系,采用熵值法测算环境规制强度。重点结合国家“绿色、创新、协调、开放、共享”五大发展理念和新时代改革主旋律以及江西省委十四届六次全会提出的“绿色崛起、创新引领、改革攻坚、开放提升、担当实干、兴赣富民”24字工作方针,综合考虑环境规制、治理转型、产业集聚、人力资本、对外开放、技术创新等因素对江西各城市绿色发展水平影响机理及贡献,并对“波特假说”进行检验,论文对绿色发展水平的影响机理的研究无疑更加全面完善,构建江西城市绿色发展水平影响因素及作用机理网络拓扑结构模型(图7)。

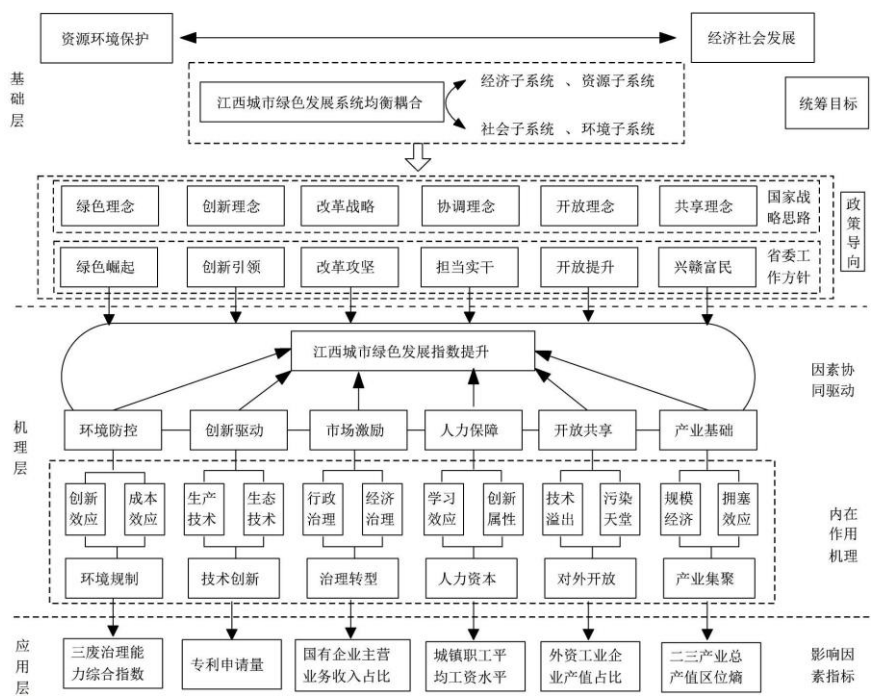


图7 江西城市绿色发展水平影响因素选取及作用机理网络拓扑结构图

(1) 环境规制强度 (ER)。

波特假说认为,环境规制强度与绿色发展水平呈U型关系。随着环境规制加强,初期存在“成本效应”,即环境规制的加强会带来生产成本增加,抑制城市绿色发展水平的提升。当环境规制达到临界点后,出现“创新效应”,环境规制可以激励绿色技术和管理创新,提升产品质量和规模,弥补环境规制带来的成本增加,促进城市绿色发展水平的提升,实现环境和经济双赢^[24]。江西经济和创新基础薄弱,前期以经济增长为导向,环境规制“成本效应”显著;随着江西“绿色崛起”方针的深入,环境规制强度进一步提升,环境规制“创新效应”逐步显现。基于此,提出假设如下:

H1:环境规制对江西城市绿色发展水平存在门槛效应,当环境规制低于临界点时,抑制城市绿色发展水平,当环境规制达到临界点时对城市绿色发展水平有良好的刺激作用。

(2) 技术创新 (TC)。

根据现代经济增长理论,技术创新是影响城市绿色发展水平的重要因素^[25]。一方面,技术创新可以改进生产技术,推广先进设备应用,提高投入产出效率,提高能源利用效率,降低污染排放,提升产品的附加值,改善节能减排效果。另一方面,技术创

新能够促进清洁能源和产品的开发利用,提升污染治理能力和循环利用效率,实现清洁技术改进,进而有效缓解发展过程中资源环境约束,推动城市绿色高质量发展。江西城市整体创新提升潜力较大,技术创新对城市绿色转型发展推动作用显著。基于此,提出假设如下:

H2:技术创新是城市绿色发展水平的重要影响力,可以有效促进江西城市绿色发展。

(3) 治理转型 (GT)。

市场治理类型分为行政治理和经济治理。其中行政治理中,国有企业比重较高;经济治理中,民营企业比重较高。国企政府支持较多、融资相对容易、竞争压力相对较低,受领导任期的影响,倾向于留住追求稳定型人才,实现短期渐进创新;民企政府补贴较少、融资相对困难、竞争压力较大,倾向于吸引敢于冒险型人才,激励突破性创新^[26]。近几年江西民企发展态势良好,民企成为推动江西发展的重要内生力,发展民营经济可以激活市场主体活力,优化资源配置和市场激励机制,从长期看,有助于效率提高及绿色发展水平提升。随着江西“改革攻坚”方针的不断深化,江西出台了营商环境优化和国企改革创新方案,市场经济治理转型得到稳步推进。基于此,提出假设如下:

H3:经济治理转型有助于优化市场激励机制,进而推动江西城市绿色发展水平提升。

(4) 对外开放度 (FP)。

在对外开放推动经济发展过程中,对外开放度对城市绿色发展水平的作用存在“技术溢出”和“污染天堂”两种理论^[27]。前者认为在严格环保生产标准和本地企业的有力竞争下,外资企业相比本地企业具有更先进的管理和技术经验,外资与本地企业在业务往来中形成“技术溢出”效应,促进城市绿色发展水平的提升。后者认为外资企业不会将最先进技术转移至本地,形成低端技术锁定,且不同地区外资准入政策的差异,使得高污染、高能耗的淘汰落后企业向环保技术准入标准低的地区转移,形成“污染天堂”的效应。江西对外开放水平不高,在江西“开放提升”的导向下,可能存在外资准入的环保标准不严格盲目引入外资。基于此,提出假设如下:

H4:对外开放可能使得落后外资企业转移,对江西城市绿色发展水平产生负面作用。

(5) 人力资本 (HC)。

根据相关理论,人力资本可以反映不同质劳动力的差异,高素质人力资本对于经济绿色发展水平尤为重要、是绿色发展水平的主要支撑和差异的重要来源^[28]。一方面,随着人力资本积累的提高,劳动者的绿色高新技术吸收模仿能力更强,学习效应显著;同时,高素质人力资本环境友好认识水平更高,绿色生产生活方式得到有效推广,对城市绿色发展水平具有直接促进作用。另一方面,人力资本水平提高,意味着劳动素质提高,创新属性更强,可以通过原创性自主创新建立稳定的创新体系,推动技术水平持续提升,为经济绿色高质量发展提供动力。江西高等教育和人力资本相对薄弱,完善人才培养引进机制提升人力资本水平,可以有效助力江西绿色高质量发展。基于此,提出假设如下:

H5:高素质人力资本学习效应和创新属性更强,是江西城市绿色发展水平重要发展力。

(6) 产业集聚度 (LE)。

根据新经济地理理论,产业集聚对城市绿色发展水平存在“规模经济”(正外部性)和“拥挤效应”(负外部性)两方面作用^[29]。一方面,产业集聚带来交通信息成本降低,设施设备、资源劳动、知识技能的充分交流协作和优化提升等正外部性,实现

“规模经济”,推动绿色发展水平提高。另一方面,过渡集聚使得交通信息资源拥堵、环境污染密集,会带来出行和生活拥挤的负外部性,如:通勤成本上升、居民效用降低、环境质量下降等现象,形成“拥塞效应”。江西产业集聚尚处于初级阶段、竞争力不强,近年来,江西发展壮大战略性新兴产业集聚区、智慧产业集群、有色金属等特色产业园区,实施工业强省和交通强省战略,大力实行大南昌都市圈、赣州都市区等发展规划等,产业和要素集聚态势明显。基于此,提出假设如下:

H6:产业集聚有利于企业间技术资本人力协作,对江西城市绿色发展水平有促进作用。

3.2 计量模型及数据说明

由于城市绿色发展水平在 0~1 之间,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^[29]。因此,采用 Tobit 回归模型对江西城市绿色发展水平的影响因素进行检验。为探讨环境规制强度、技术创新、治理转型、对外开放度、人力资本、产业集聚等因素对江西各城市绿色发展水平的影响作用并对“波特假说”(环境规制和绿色发展双赢)检验。构建基于拓展 Mohr 的面板数据多元回归模型如下:

$$Y_{it} = C + \beta_1 ER_{it} + \beta_2 ER_{it}^2 + \beta_3 TC_{it} + \beta_4 GT_{it} + \beta_5 FP_{it} + \beta_6 HC_{it} + \beta_7 LE_{it} + \varepsilon_{it} \quad (13)$$

式中: Y_{it} 表示被解释变量,即各城市历年的绿色发展水平。 ER_{it} 和 ER_{it}^2 分别代表各城市历年环境规制强度及其平方,借鉴沈坤荣等^[23]基础上,加入工业废水和废固方面指标,采用熵值法从工业废水、废气治理能力与工业废固综合利用率计算得到环境规制强度,取值越大代表环境规制强度越强。 TC_{it} 为技术创新,用专利申请量表示,取值越大代表技术创新水平越高。 GT_{it} 为治理转型,借鉴杜龙政等^[26]基础上,用国有控股工业企业主营业务收入占比表示,比值高代表以行政型治理为主,比值低代表以经济型治理为主。 FDI_{it} 为对外开放度,用外资工业企业总产值占比表示,比值越高代表对外开放度越高。 HC_{it} 为人力资本,用城镇单位职工平均工资表示,取值越大代表人力资本水平越高。 LE_{it} 为产业集聚度,用第二三产业总产值的区位熵表示,取值越大表示越集中。 C 是常数项; β_1 和 β_2 分别表示环境规制及其平方项的系数, $\beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6, \beta_7$ 为技术创新、治理转型、对外开放度、人力资本、产业集聚的系数; ε_{it} 为随机扰动项。

影响因素数据通过江西和各城市统计年鉴、区域发展统计数据库、统计局、生态环境局、国民经济和社会发展统计公报等整理补充得到。选取 2011~2018 年江西 11 城市面板数据。

3.3 结果分析

通过 Stata16.0 对模型进行 Tobit 回归,模型估计结果如表 5 所示。

表 5 Tobit 回归结果

变量	系数	标准差	T 检验	p 值
ER	-0.080	0.025	-3.140	0.002
ER ²	0.022	0.014	1.570	0.116
TC	0.061	0.009	6.470	0.000
GT	-0.149	0.053	-2.780	0.005

FP	-0.003	0.001	-2.980	0.003
HC	0.037	0.003	12.170	0.000
LE	0.189	0.112	1.680	0.093
常数项	0.235	0.118	1.990	0.046

由 Tobit 回归结果知,环境规制强度对江西城市绿色发展水平影响验证了“波特假说”,技术创新、人力资本、产业集聚度对江西城市绿色发展水平有显著正向促进作用,对外开放度对江西城市绿色发展水平影响存在“污染天堂”效应,行政治理为主不利于江西城市绿色发展水平提升,应加强经济型治理转型。具体如下:

(1)环境规制强度对江西城市绿色发展水平的影响呈 U 型,验证了“波特假说”。回归结果显示,环境规制一次项和二次项影响系数分别为-0.080 和 0.022,一次项系数在 1%的水平上显著通过 T 检验,二次项系数的显著水平为 11.6%。表明随着环境规制强度提升,未达到临界点时,环境规制会抑制江西城市绿色发展水平,达到临界点后将推动江西城市绿色发展水平的提升,临界点为 1.818,验证了假设 1。目前,江西环境规制强度正逐步提高,但大部分城市环境规制强度未达到临界点。江西各城市需进一步加强对污染的规制,一方面降低税负、提高环境补贴和环保支出等,创新污染协同治理和补偿机制,激励污染减排和治理;另一方面,加大排污监管力度,通过加强排污限额、环境标准、排污权交易、产品禁令、生态保护红线、绿色生态绩效考核等,严格限制污染排放。在加强江西环境规制强度、保护好环境的同时,注意激励创新效应、引导效率改进和绿色产业结构优化,形成江西提升城市绿色发展水平、实现绿色崛起的外部推力。

(2)技术创新对江西城市绿色发展水平的影响显著为正。回归结果显示,技术创新对江西城市绿色发展水平的影响系数为 0.061,且在 1%的水平上显著通过 T 检验。表明技术创新显著促进了城市绿色发展水平的提高,技术创新是江西城市绿色发展水平提升的不竭动力,验证了假设 2。江西需进一步加强技术创新,一方面,对企业技术创新实行税收、信贷、融资等方面优惠政策,完善技术创新环境,引导企业扩大创新投入,注重创新成果的转化,提高投入产出效率,实现节能减排。另一方面,加强清洁能源、污染治理和资源循环等绿色技术开发使用,引导“2+6+N”重点产业绿色技术创新,实现技术创新引领江西环境质量提升和经济高质量发展的协调。

(3)治理转型对江西城市绿色发展水平的影响显著为负。回归结果显示,市场治理转型对江西城市绿色发展水平的影响系数为-0.149,在 1%的水平上显著通过 T 检验,且影响程度较大,是相对主要的影响因素。表明治理转型取值越小,经济型治理程度越强(行政治理程度越弱),江西城市绿色发展水平越高,即行政型治理不利于江西城市绿色发展水平的提升,验证了假设 3。江西应加强市场经济治理转型,一方面,推进国企改革,扩大对内(民企)开放,鼓励民企主动顺应政策和时代变迁,把握与大湾区融合等商机,形成现代化管理理念,树立民企品牌,推动“国退民进”;另一方面,完善民营企业权益的法律保障机制,推行“财园信贷通”等拓宽民企融资渠道,打破“国有企业偏好”,推进民企信息信用平台建设,构建“四最”营商环境,强化市场的激励机制,形成江西城市绿色发展水平提升的攻坚力量。

(4)对外开放度对江西城市绿色发展水平的影响显著为负,形成了“污染天堂”效应。回归结果显示,对外开放度对江西城市绿色发展水平的影响系数为-0.003,且在 1%的水平上显著通过 T 检验。表明开放提升导向使得江西对外资准入标准不够严格,高能耗、高污染等落后外资企业向江西转移,一定程度上不利于江西城市绿色发展水平的提高,验证了假设 4。这并不说明对外开放一定阻碍绿色发展水平的提升,对外开放度对城市绿色发展水平的作用是双面的,应做到合理开放。具体来说,一方面,江西应抓住“一带一路”等战略机遇,注意避免盲目对外开放,完善外资准入的环保技术标准,防止高污染、高能耗外资企业向省内转移;另一方面,应发挥特色产业优势,多引进绿色清洁外资企业,借鉴学习国外先进科学技术和制度管理经验,促进国外先进技术和经验的推广应用。

(5)人力资本水平对江西城市绿色发展水平的影响显著为正。回归结果显示,人力资本水平对江西城市绿色发展水平的影响系数为 0.037,且在 1%的水平上显著通过 T 检验。表明江西人力资本水平提高能够显著促进城市绿色发展水平提升,是江西城市绿色发展的重要发展力,验证了假设 5。江西需稳步推进人力资本水平提升,一方面,加强人力资本教育培训,促进绿色高新技术的扩散,提升劳动效率;积极宣传和倡导绿色生态意识,提升绿色生产生活认识水平,培育良好生态习惯。另一方面,充分发展和利用好教研资源,推进国际化和信息化人才培养工程,加强产学研合作,完善人才支持政策,积极引进和留住人才,提升劳动者的创新能力,形成持续稳定的创新体系,推动江西城市绿色高质量发展。

(6)产业集聚度对江西城市绿色发展水平的影响显著为正。回归结果显示,江西产业集聚度对江西城市绿色发展水平的影响系数为 0.189,在 10%的水平上显著通过 T 检验,且影响程度较大,是相对主要的影响因素。表明产业发展中的集聚加快了江西绿色发展的进程,是江西绿色发展的重要推动力,验证了假设 6。产业对江西城市绿色发展有着举足轻重作用,产业集聚化发展,有利于江西区域间的知识技术、人力物力以及节能环保的交流合作,促进了江西区域间的要素最大化合理配置和节能减排,推动江西各城市绿色协同发展。一方面,江西应推动有色金属等特色产业链的高端延伸,培育航空等新兴产业链,积极培育和引进一批“专精特新”龙头企业,加强稀土、铜、光伏等领域龙头企业品牌开发和培养力度,提升产业集聚层次和竞争力。另一方面,推进“满园扩园”行动,完善配套服务体系,着力构建良好的产业协调发展网络机制;积极推进园区污染控制、循环利用、重点传统产业绿色转型等,建设创新生态型新兴产业的工业园区,发挥产业集聚正外部性。

4 结论及政策

本文首先构建城市绿色发展水平测度指标体系,运用基于“纵横向”拉差法的动态综合评价模型与云隶属度聚类法,将江西分为大南昌都市圈、赣东北、赣西、赣中南,对 2011~2018 年江西城市绿色发展水平动态测度。其次,通过空间探索性因子分析(ESDA)、收敛和核密度分析相结合的方法,分析了江西城市绿色发展水平的时空演变。最后,基于涵盖环境规制综合指数、技术创新、治理转型、对外开放度、人力资本、产业集聚六个维度的网络拓扑结构模型对江西城市绿色发展水平 Tobit 影响机制系统分析。得到了较为丰富有意义的结论:(1)2011~2018 年江西各城市绿色发展水平总体平稳上升,资源环境和经济发展领域分别是江西各城市绿色发展提升的关键保障和重要短板,南昌领先优势正不断扩大,赣州近几年有快速的追赶趋势,大南昌都市圈、赣东北、赣西城市绿色发展水平呈依次递减的梯度分布。(2)江西城市绿色发展水平存在极化效应改善、低速发展集聚的趋势,南昌正显著成为热点区域,热点区还有较大的改进潜力。江西城市绿色发展水平 σ 收敛具有时序阶段性和区域异质性,大南昌都市圈总体上不存在 σ 收敛;江西城市绿色发展水平存在长期显著绝对 β 收敛趋势和峰度显著提高的单峰核密度收敛分布。第三,环境规制强度与江西城市绿色发展水平呈 U 型关系,验证了“波特假说”,但大部分城市未达到拐点,经济型治理转型有利于江西城市绿色发展水平提升,对外开放度对江西城市绿色发展水平存在“污染天堂”效应,技术创新、人力资本、产业集聚度投入对城市绿色高质量发展水平呈显著正向影响作用。

本文的政策含义在于:(1)江西应进一步保护和发展好资源环境优势,着力打造绿色高附加值产业补短板。南昌和赣州继续保持良好发展势头,赣西需进一步加强区域合作和先进经验的学习和吸收,探索一条社会、生态、经济协调的绿色可持续发展之路。(2)低绿色发展水平城市需积极承接和吸引相对先进地区的产业转移,并注意避免“逐底竞争”和“污染避难所”效应。进一步提升南昌、九江等重点城市绿色发展水平,加强中心城市示范引领作用仍是江西绿色崛起的紧迫性重任。大南昌都市圈应进一步加强各城市的跟进,实现协调发展。(3)江西加强环境规制的同时需注意激励创新效应,积极推动技术创新、人力资本、产业集聚水平的提升,注意避免盲目对外(外企)开放,积极推动行政型治理向经济型治理转型,扩大对内(民企)开放,改善营商环境,促进江西城市绿色发展水平的提升。

参考文献:

[1]BOULDING K E,JARRETT H.Environmental quality in a growing economy:Essays from the Sixth RFF Forum[M]. Baltimore:The Johns Hopkins Press,1966.

-
- [2]KUNANUNTAKIJ K, VARABUNTOONVIT V, VORAYOS N, et al. Thailand Green GDP assessment based on environmentally extended input-output model[J]. Journal of Cleaner Production, 2017, (167):970-977.
- [3]TSENG M L, ISLAM M S, KARIA N, et al. A literature review on green supply chain management:trends and future challenges[J]. Resources, Conservation and Recycling, 2019, (141):145-162.
- [4]DWAIKAT L N, ALI K N. The economic benefits of a green building-Evidence from Malaysia[J]. Journal of Building Engineering, 2018, (18):448-453.
- [5]BERGIUS M, BENJAMINSEN T A, MAGANGA F, et al. Green economy, degradation narratives, and land-use conflicts in Tanzania[J]. World Development, 2020, (129):1-13.
- [6]黄茂兴, 叶琪. 马克思主义绿色发展观与当代中国的绿色发展——兼评环境与发展不相容论[J]. 经济研究参考, 2017, 52(6):17-30.
- [7]黄磊, 吴传清. 环境规制对长江经济带城市工业绿色发展效率的影响研究[J]. 长江流域资源与环境, 2020, 29(5):1075-1085.
- [8]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.
- [9]CHENG C Y, GE C Z. Green development assessment for countries along the belt and road[J]. Journal of Environmental Management, 2020, (263):110344
- [10]王勇, 李海英, 俞海. 中国省域绿色发展的空间格局及其演变特征[J]. 中国人口·资源与环境, 2018, 28(10):96-104.
- [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):1309-1322.
- [12]李少林, 冯亚飞. 区块链如何推动制造业绿色发展?——基于环保重点城市的准自然实验[J]. 中国环境科学, 2021, (3):1455-1466.
- [13]霍伟东, 李杰锋, 陈若愚. 绿色发展与 FDI 环境效应——从“污染天堂”到“污染光环”的数据实证[J]. 财经科学, 2019, (4):106-119.
- [14]滕堂伟, 孙蓉, 胡森林. 长江经济带科技创新与绿色发展的耦合协调及其空间关联[J]. 长江流域资源与环境, 2019, 28(11):2574-2585.
- [15]郭艳花, 佟连军, 梅林. 吉林省限制开发生态区绿色发展水平评价与障碍因素[J]. 生态学报, 2020, 40(7):2463-2472.
- [16]郭亚军. 动态综合评价的二次加权法[J]. 东北大学学报(自然科学版), 1995, 16(5):547-550.
- [17]郭亚军. 一种新的动态综合评价方法[J]. 管理科学学报, 2002, 5(2):49-54.
- [18]张峰, 宋晓娜, 董会忠. 粤港澳大湾区制造业绿色竞争力指数测度与时空格局演化特征分析[J]. 中国软科学, 2019, (10):70-89.

-
- [19]陆琳忆, 胡森林, 何金廖, 等. 长三角城市群绿色发展与经济增长的关系——基于脱钩指数的分析[J]. 经济地理, 2020, 40(7):40-48.
- [20]季永月, 张丽君, 秦耀辰, 等. 中国地级及以上城市“四化”水平对绿色发展影响的空间计量分析[J]. 经济地理, 2020, 40(4):184-194.
- [21]袁华锡, 刘耀彬. 金融集聚与绿色发展——基于水平与效率的双维视角[J]. 科研管理, 2019, 40(12):126-143.
- [22]程都, 李钢. 环境规制强度测算的现状与趋势[J]. 经济与管理研究, 2017, 38(8):75-85.
- [23]沈坤荣, 金刚, 方娴. 环境规制引起了污染就近转移吗?[J]. 经济研究, 2017, 52(5):44-59.
- [24]陶锋, 王余妃. 环境规制、研发偏向与工业绿色生产率——“波特假说”再检验[J]. 暨南学报(哲学社会科学版), 2018, 40(5):45-60.
- [25]岳鸿飞, 徐颖, 吴璘. 技术创新方式选择与中国工业绿色转型的实证分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2017, 27(12):196-206.
- [26]杜龙政, 赵云辉, 陶克涛, 等. 环境规制、治理转型对绿色竞争力提升的复合效应——基于中国工业的经验证据[J]. 经济研究, 2019, 54(10):106-120.
- [27]黄磊, 吴传清. 长江经济带城市工业绿色发展效率及其空间驱动机制研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2019, 29(8):40-49.
- [28]王鹏, 郭淑芬. 正式环境规制、人力资本与绿色全要素生产率[J]. 宏观经济研究, 2021(5):155-169.
- [29]田时中, 丁雨洁. 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[J]. 经济地理, 2019, 39(9):94-103.

注释:

1 逐底竞争是指地方政府为了保持本地区经济相对于邻近地较快增长, 并在财政乃至政治竞争中脱颖而出, 存在利用竞争性的财税政策、产业政策调整来主动降低地区环境规制吸引更多的外来流动性要素的行为.