

长江经济带区域绿色持续创新能力的差异性研究¹

李 敏^{a, b}, 杜鹏程^a

(安徽大学 a. 商学院; b. 安徽生态与经济发展研究中心, 安徽 合肥 230601)

【摘 要】: 文章构建较为全面的区域绿色持续创新能力评价指标体系, 使用因子分析、多维尺度分析、聚类分析和方差分析技术, 测算 2005-2015 年各省市的区域绿色持续创新能力, 全面展示长江经济带各地区绿色持续创新能力的区域聚集情况与差异性水平。研究结果表明: 长江经济带可划分为高、中、低三个群组, 大部分地区的绿色持续创新能力低于全国平均水平; 长江上、中、下游的区域绿色持续创新能力存在显著差异; 区域绿色持续创新投入能力、成果转化能力、效益实现能力和环境支撑能力四个维度均能显著促进区域绿色持续创新能力, 而发展能力则显著负向影响区域绿色持续创新能力。

【关键词】: 长江经济带; 绿色持续创新能力; 因子分析

【中图分类号】: F127; F124.3

【文献标识码】: A

【文章编号】: 1007-5097 (2018) 02-0083-08

一、引 言

长江经济带跨越东、中、西三大区域, 覆盖上海、浙江、安徽等 11 个省市, 是我国经济增长的脊梁。2016 年 3 月 25 日, 中共中央政治局审议通过《长江经济带发展规划纲要》, 第一次将“生态优先、绿色发展”放到了发展战略的首位, 大力保护长江生态环境, 坚持走绿色可持续发展的道路。因此, “绿色发展”和“持续发展”在长江经济带发展的新时期具有重要意义。那么, 怎样才能实现“绿色持续发展”?

发展的新优势源于不断创新。随着全球和区域创新环境更具动态性、复杂性以及不确定性, 不仅要关注创新还要重视“持续创新”。党的十八届五中全会明确了新时期的“五大发展理念”: 创新、协调、绿色、开放、共享, 其中“绿色”发展理念占有重要位置。为什么强调“绿色发展理念”? 绿色发展是在传统发展基础上的一种创新, 本质是通过“绿色化”“生态化”的途径实现经济、社会和环境的可持续发展。因此, 要实现长江经济带的绿色持续发展, 必须坚持创新驱动的发展战略, 提升长江经济带的绿色持续创新能力。

当前有关“持续创新”和“绿色持续创新”的研究较少, 仅有的少量研究多集中在企业层面, 主要对企业持续创新能力的概念及特征、影响因素和评价等进行研究。关于企业绿色持续创新的概念, 李海萍等 (2005) 认为是企业在较长的、一段时期内, 能够持续推出和实施以改善环境质量、节能等为目的的绿色创新^[1]。关于绿色持续创新的特征, 苏越良等 (2009) 认为绿色、经济效益增长性、企业发展持续性、社会效益增长性等是其主要特征^[2]。关于企业绿色持续创新能力的影响因素, 李海萍等 (2004) 和向刚等 (2007) 认为企业制度结构和外部动力因素是企业持续创新动力的主要来源^[3-4]。苏越良等 (2009) 构建了包括投入能

¹[收稿日期]: 2017-06-23

[基金项目]: 国家自然科学基金面上项目 (71372183); 国家自然科学基金青年项目 (71602002); 安徽省哲学社会科学规划重点项目 (AHSKZ2017D02); 安徽省高等学校省级质量工程项目“名师工作室” (2014msgzsl29)

[作者简介]: 李敏 (1989-), 女, 安徽太和人, 讲师, 经济学博士, 研究方向: 技术创新管理, 人力资源管理; 杜鹏程 (1964-), 男, 安徽阜阳人, 教授, 博士生导师, 管理学博士, 研究方向: 人力资源管理, 技术创新管理。

力、实施能力、管理能力、营销能力、财务能力、产出能力、环境适应能力、企业家创新意识和环境保护能力在内的企业绿色持续创新能力的评价体系^[2]。

然而,目前关于区域层面绿色持续创新能力的研究几乎没有,仅在近似领域“区域绿色创新能力”和“区域持续创新能力”有少量相关研究。对区域层面持续创新能力的研究较少,多以区域创新能力的动态分析代替区域持续创新能力;区域持续创新能力量化指标体系研究较少,仅莫琦等(2014)对区域持续创新能力指标体系进行量化的构建^[5]。而在区域层面绿色创新能力的少量研究,多是对区域绿色创新能力概念界定^[6]、影响因素和指标体系进行构建。如华振(2012)、曹慧等(2016)认为区域绿色创新能力,是在某一区域内通过绿色发展形式进行技术创新等形成的综合发展能力^[7-8];此外,曹慧等(2016)通过共线性一变异系数指数筛选模型,建立了区域绿色创新能力评价指标体系^[8]。

综上所述,《长江经济带发展规划纲要》确立了当前和未来很长一段时间,长江经济带要大力保护长江生态环境、坚持走绿色可持续发展的道路。而发展新优势源于持续创新,只有提升长江经济带的区域绿色持续创新能力,才能够实现长江经济带的绿色可持续发展。那么,如何评价长江经济带各省市的区域绿色持续创新能力?各维度对区域绿色创新能力的贡献度如何,是否存在地区差异?长江经济带各省市绿色持续创新能力发展是否均衡?内部是否存在显著差异?如何有效提升长江经济带的区域绿色持续创新能力?现有研究尚无法解答。本研究通过构建较为全面的区域绿色持续创新能力评价指标体系,对2005-2015年间长江经济带各省市的区域绿色持续创新能力进行评价,综合使用面板数据的多维尺度分析、聚类分析、方差分析和回归分析等技术,全面展示长江经济带各地区绿色持续创新能力的区域聚集情况与差异性水平,以及各维度对区域绿色持续创新能力贡献的地区差异性,进而提出有针对性的对策建议,从而为长江经济带各地区绿色持续创新能力的稳步提升提供一定的借鉴和决策参考。

二、研究设计

(一) 区域绿色持续创新能力指标体系构建

为科学地评价长江经济带各省市的区域绿色持续创新能力,必须构建合理的评价指标体系。一般来说,指标体系构建应该遵循全面性、客观性、可行性等原则,以数据的可测性为前提^[2,9]。此外,指标体系的构建还需要把握“区域绿色持续创新能力”的内涵和特征。因此,本研究遵循以下思路构建区域绿色持续创新能力的指标体系。

首先,通过广泛参考国内外区域“绿色持续创新”、“持续创新”相关或者近似领域的文献资料,海选指标,构建较为全面的指标体系。其次,由于直接相关的文献不多,因此考虑绿色持续创新能力中“绿色”和“持续”的内涵,在指标体系中有体现。本研究主要参考朱斌等(2004)^[10]、莫琦等(2014)^[5]近似研究的一级指标,结合区域绿色持续创新能力中“绿色”的含义,指标体系中增加了能源消耗、环境保护等二级指标和工业污染治理投资、绿色GDP等具体测量指标。再次,考虑绿色持续创新能力中“持续”的内涵,增加了“绿色持续创新发展能力”,以前一年为基期,主要包括一些关键指标的年增长率。最后,为保证初筛后的指标能够实际应用,根据可观测性原则,剔除数据无法测度的指标。如“万元地区生产总值能耗”仅到2011年,为负向且没有可替代的指标,因此删除。最终建立的指标体系见表1所列。

1. 区域绿色持续创新投入能力

以往学者多采用研发投入相关指标来衡量区域绿色持续创新的投入能力,如研究与试验发展全时人员当量、R&D人员、研发经费内部支出和研发经费投入强度。由于本文研究的是“绿色”持续创新能力,参考华振(2012)^[7]的做法,在投入指标中加入了能源消费和工业污染治理投资指标。

2. 区域绿色持续创新成果转化能力

区域绿色持续创新成果转化能力主要包括专利、科研论文和技术转移等指标。专利通过发明专利申请受理数和授权数两个指标来测量，科研论文通过国外主要检索工具收录我国科技论文数来测量。具体而言，科研论文采用《中国科技统计年鉴》中SCI、EI、TSTP 三种国外检索工具收录数加总所得；技术转移通过技术市场交易金额（按流向）来测量。

表 1 区域绿色持续创新能力评价指标体系

一级指标	二级指标	测量指标
区域绿色持续创新投入能力	研发投入	研究与试验发展全时人员当量/人年
		R&D 人员/人
		研发经费内部支出/元
		研发经费投入强度
	能源消耗和污染治理投资	能源消费总量/万吨标准煤
		电力消费量/亿千瓦时
		工业污染治理投资/万元
色新现绿创实力域持续益能区持效	经济效益实现	绿色 GDP/万元
		规模以上工业企业新产品销售收入/亿元
		第三产业增加值/亿元
		出口额/亿美元
	环境保护实现	（工业）废水排放总量/万吨
		废气中主要污染物排放量/万吨
		工业固体废物综合利用量/万吨
区域绿色持续创新发展能力	成果转化发展能力	发明专利申请受理数增长率/%
		发明专利授权数增长率/%
		技术市场交易金额的增长率/%
		国外论文数增长率/%
	绩效实现发展能力	出口额的增长率/%
		绿色 GDP 增长率/%
色新撑绿创支力域持续境能区持环	市场环境	经济私有化程度
		对外开放程度
		居民消费水平/元
	要素条件	教育事业经费支出/亿元
		电话用户数/万户
		国际互联网用户数/万人
区域绿色持续创新成果转化能力	专利申请受理数/件	
	专利授权数/件	
	国外主要检索工具收录我国科技论文数/篇	
	技术市场交易金额（按流向）/万元	

3. 区域绿色持续创新效益实现能力

区域绿色持续创新效益实现能力，不仅要包括经济效益的实现能力，还必须要考虑环境保护的效益实现能力。经济绩效实

现是通过绿色 GDP、规模以上工业企业新产品销售收入、第三产业增加值、出口额四个指标来测量；环境保护是通过（工业）废水排放总量、废气中主要污染物排放量、（一般）工业固体废物综合利用量三个指标来测量。考虑到工业污染排放量是非期望产出和负向指标，因此取其倒数转化为期望指标。

4. 区域绿色持续创新发展能力

该维度包括成果转化发展能力和绩效实现发展能力，在测量上采用增长率指标，以上一年为基期计算发明专利申请受理数增长率、发明专利授权数增长率、技术市场交易金额的增长率（按流向）、国外论文数增长率、出口额的增长率、绿色 GDP 增长率。当计算结果与年鉴汇报的数据不一致时，为保证基期和计算方法的一致性，采用计算的结果。

5. 区域绿色持续创新环境支撑能力

区域绿色持续创新环境支撑能力是通过市场环境和要素条件两个子维度衡量。其中，市场环境以经济私有化程度、对外开放程度和居民消费水平三个指标测量，要素条件是通过教育事业经费支出、电话用户数、国际互联网络用户数三个指标测量。其中，经济私有化程度以非国有资产投资总额/固定资产投资总额来衡量；对外开放程度以出口额/地区生产总值来衡量。由于出口额的单位是万美元，而地区生产总值的单位是亿元，需要根据美元汇率折算成同一单位，而当年汇率不断变化，并不是简单以年底汇率衡量。因此，为保证计算结果的准确性和权威性，采用《中国贸易外经统计年鉴》和中华人民共和国国家统计局公布的以人民币为单位的各年度国内生产总值和出口额，来反推当年汇率，计算出各地区以人民币为单位的出口额，进而计算各地区的对外开放程度。

（二）数据来源与数据处理流程

1. 数据来源

本研究以长江经济带 11 省市为主要研究对象，在全国 30 个省市自治区中进行比较。西藏地区的缺失值较多，未纳入分析。指标体系中大部分指标均来自《中国科技统计年鉴》《中国统计年鉴》《世界经济年鉴》（2006-2016）和国家统计局公布的数据，由于统计年鉴存在滞后期，实际数据年度为 2005-2015；发展性指标（国外论文数增长率、技术市场交易金额的增长率等）以上一年为基期计算所得，经济私有化程度、对外开放程度通过相关公式计算所得。

此外，个别指标在个别年度找不到数据，如研发投入强度（2005 年）、绿色 GDP（2005，2013、2014 年）缺失。考虑到这些指标大多数年份均有，而且对绿色持续创新能力的测量十分重要，不再删除这些指标。一方面使用类似指标，如地区 GDP 代替；另一方面在研究方法上采用探索性因子分析技术，通过降维和因子得分计算，尽可能保留能够反映区域绿色持续创新能力足够的信息。

2. 数据处理过程

（1）数据搜集和预处理。首先根据建立的指标体系，搜集各年度各指标的数据，统一同一指标不同年度的单位；其次，进行缺失值替换，西藏地区缺失值较多，进行删除不再分析，新疆等其他地区的缺失值以序列均值替代；再次，负向指标取倒数，废水排放总量、废气中主要污染物排放量为负向指标，越小越好，取倒数替代；最后，对于各年度指标体系内指标单位不同的现象，如“发明专利申请受理数”单位是“件”、“技术市场交易金额”单位是“万元”、“出口额”单位是“亿美元”，采用标准化方法消除量纲的影响。

（2）分年度分维度评价。以 2015 年为例，对该下区域绿色持续创新投入能力维度的数据进行 KMO 检验和探索性因子分析，

测算 2015 年区域绿色持续创新投入能力维度的因子得分。类似的，分别测算 2015 年区域绿色持续创新能力其他四个维度的因子得分；最后对五大维度进行因子分析，测算 2015 年区域绿色持续创新能力的整体值。类似的，计算出 2005-2014 各年的评价得分。

（3）多维尺度分析和聚类分析。通过面板数据的多维尺度分析和聚类分析，探索长江经济带区域绿色持续创新能力是否呈现明显的区域集聚特征，以及如何对长江经济带进行分类。

（4）不同分类视角下的方差分析。分别采用聚类分组和上中下三游分类方法对长江经济带进行分组，探索长江经济带区域绿色持续创新能力在不同分类视角下，是否存在显著差异。

（5）不同地区各维度对区域绿色持续创新能力贡献率的差异性分析。首先，采用全国样本分析区域绿色持续创新能力的五大维度对区域绿色持续创新能力的贡献率，判断地区分类的影响是否显著；其次，进行分组回归，比较长江经济带和其他地区各维度对区域绿色持续创新能力的贡献率。

三、长江经济带区域绿色持续创新能力评价与差异性分析

（一）长江经济带区域绿色持续创新能力的评价

在进行数据预处理后，以 2015 年区域绿色持续创新能力测算为例。2015 年绿色持续创新能力包括五大维度，首先对每个维度进行因子分析。在绿色持续创新投入能力维度上， KMO 为 0.730，且显著。通过因子分析得出两个主成分，解释方差分别为 51.471% 和 40.803%。建立投入能力维度的评价模型： $Z = (51.471\%/92.274\%) \times F_1 + (40.803\%/92.274\%) \times F_2$ ，计算 2015 年投入能力维度的因子得分。

同理，对其他四个维度进行因子分析。最后，对各维度的得分进行主成分分析， KMO 为 0.688，且显著；通过因子分析得出一个主成分，解释方差达到 68.573%，该主成分可在一定程度上反映区域绿色持续创新能力。2015 年区域绿色持续创新能力和各维度因子得分，见表 2 所列。

表 2 2015 年长江经济带区域绿色持续创新能力及各维度评价得分

区域	投入能力	成果转化能力	效益实现能力	展力发能	环境支撑能力	区域绿色持续创新能力
上海	0.20	0.69	0.73	-0.50	0.60	0.78
江苏	1.86	2.99	1.56	-0.26	1.28	2.56
浙江	1.03	1.41	1.14	-0.34	0.97	1.56
安徽	-0.07	-0.01	-0.47	0.08	0.00	-0.20
江西	-0.49	-0.58	-0.39	1.15	-0.13	-0.64
湖北	0.02	0.28	-0.04	0.33	0.07	0.06
湖南	-0.08	-0.26	0.02	-0.24	-0.02	-0.08
重庆	-0.47	-0.24	-0.02	0.73	-0.26	-0.42
四川	0.01	0.21	-0.13	-0.19	0.23	0.12
贵州	-0.58	-0.66	-0.46	-0.02	-0.62	-0.79
云南	-0.43	-0.62	-0.53	0.36	-0.45	-0.71

同理，本文对 2005-2014 各年度区域绿色持续创新能力进行评价，得到长江经济带区域绿色持续创新能力全国排名变化（2005-2015 年），结果见表 3 所列。

表 3 长江经济带各地区区域绿色持续创新能力全国排名（2005-2015 年）

年份	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
上海	6	6	4	5	6	6	6	6	6	6	6
江苏	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2
浙江	4	3	5	4	4	4	4	5	3	3	3
安徽	16	17	18	22	16	18	13	16	14	14	15
江西	23	13	25	28	21	24	22	21	22	24	22
湖北	11	11	11	12	9	10	10	8	10	11	9
湖南	13	9	15	11	14	14	15	14	13	15	13
重庆	22	21	19	18	19	27	24	20	18	18	17
四川	10	7	9	10	7	9	12	11	9	9	8
贵州	26	26	26	23	26	26	29	29	29	28	26
云南	24	25	27	27	25	25	20	25	27	26	24

从表 3 可以看出长江经济带 11 省市区域绿色持续创新能力在全国的排名。2005-2015 年间，江苏排名最为靠前，在全国排名第二或者第三；其次是上海和浙江，在全国排名较为稳定，在 3~6 之间变化；湖北、四川在全国排名 10 左右；安徽、湖南在全国排名中等靠后；而江西、重庆、贵州、云南在全国排名则比较落后。

综上所述，长江经济带大部分地区的区域绿色持续创新能力水平低于全国平均水平，而且 11 省市发展存在明显的区域差异性，上海、江苏、浙江遥遥领先，江西、重庆、贵州、云南则远远落后。因此，有必要进一步对长江经济带各地区进行分析。

（二）长江经济带区域绿色持续创新能力的多维尺度、聚类与方差分析

1. 多维尺度分析

多维尺度分析法（Multidimensional Scaling, MDS）是以图形方式将数据呈现出来，其基本假设是在几何空间上各地区的区域绿色持续创新能力以点表示，而不同地区之间的关系则以空间中点与点之间的距离来描述，两个地区的区域绿色持续创新能力越相似，则这两点间的距离越靠近，距离越大则表示越不相似。

求解多维尺度模型一般采用 Shepard-Krusal 算法。将一个相似矩阵 $D=(d_{ij})$ 的非对角线元素按照递增的顺序排列起来（覃频频等，2006）^{[[11]]}：

$$d_{i_1j_1} \leq d_{i_1j_2} \leq \cdots \leq d_{i_Mj_M}, M = \frac{1}{2}n(n-1) \tag{1}$$

设 $\hat{X}(n \times k)$ 是 k 维拟合构造点，相应的距离矩阵为 $\hat{D}=(\hat{d}_{ij})$ ，令

$$S^2(\hat{X}) = \frac{\min \sum (d_{ij}^* - \hat{d}_{ij})^2}{\sum d_{ij}^2} \quad (2)$$

若 k 固定, 且能存在一个 $\hat{X}_0$, 使得

$$S^2(\hat{X}) = \frac{\min \sum (d_{ij}^* - \hat{d}_{ij})^2}{\sum d_{ij}^2} \quad (2)$$

若 k 固定, 且能存在一个 $\hat{X}_0$, 使得

$$S^2(\hat{X}) = \min S(\hat{X}) = S_k \quad (3)$$

$\hat{X}_0$ 为 k 维最佳拟合构造点, S_k 为应力系数, 随着 k 的单调递增而单调下降, 越小则模型拟合越好。

根据上述方法, 对长江经济带连续 11 年的数据进行多维尺度分析。首先将长江经济带各地区每年的数据作为不同的测量值, 进行相关分析; 然后将相关矩阵转化为相异矩阵; 最后进行多维尺度分析。多维尺度分析结果见图 1 所示。

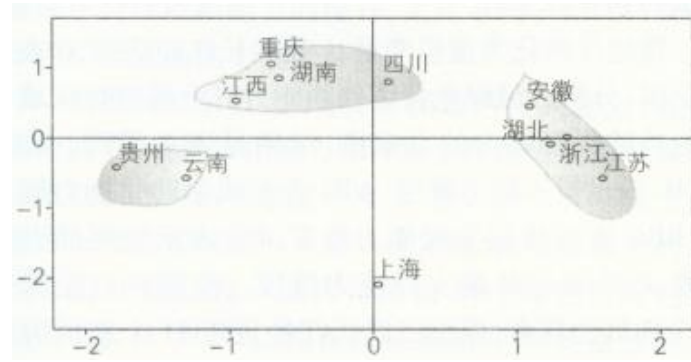


图 1 长江经济带区域绿色持续创新能力多维尺度

其中 Stress 系数为 0.08, RSQ 为 0.97, 模型拟合较为合适。根据图 1 可以看出, 长江经济带有四个相对集中的组群, 表明长江经济带各省市的区域绿色持续创新能力呈现出空间集聚特征。然而, 这些组群之间是否存在统计学意义上的显著差异? 尚不清楚, 还需要进一步分析。

2. 面板数据的聚类与方差分析

在对截面数据的聚类分析中, Ward 法应用比较广泛, 分类效果较好。李因果、何晓群 (2010) 基于 Ward 法的核心思想提出了面板数据的系统聚类方法^[12]。对于包含个时期, m 个指标的 n 样品的面板数据, 给出了面板数据分类中样品离差平方和以及总离差平方和的核心计算公式:

$$W_t = \sum_{i=1}^{N_t} [\alpha (X_{it} - \bar{X}_t)' (X_{it} - \bar{X}_t) + \beta (Y_{it} - \bar{Y}_t)' (Y_{it} - \bar{Y}_t) + \gamma (Z_{it} - \bar{Z}_t)' (Z_{it} - \bar{Z}_t)] \quad (4)$$

假定已将 N 个样品分成 k 类, 则 k 个类的总离差平方和为:

$$W = \sum_{t=1}^T \sum_{k=1}^k W_{tk} \quad (5)$$

以李因果、何晓群提供的算法为思路,根据“持续创新”的内涵,是创新主体在长效期内,持续性的在管理制度等方面进行创新性的革新,以实现经济效益和社会效益兼顾的双赢局面。因而,区域绿色持续创新能力是一个长期能力的体现,现有学者多采用3年前后(曾海鹰等,2006)^[13]、5~20年(杨栩等,2015)^[14]作为“持续创新”的时间段。因此,本文对2005-2015年的数据进行主成分分析。由于2005年与2009年数据相关系数高达0.995,因此删除2005年数据,再进行主成份分析。结果显示,KMO为0.760,且显著,表明适合做主成分分析;提取了一个主成分,方差贡献率达到97.916%。以方差最小为原则,选择欧式距离作为度量标准,进行系统聚类分析。聚类结果如图2所示。

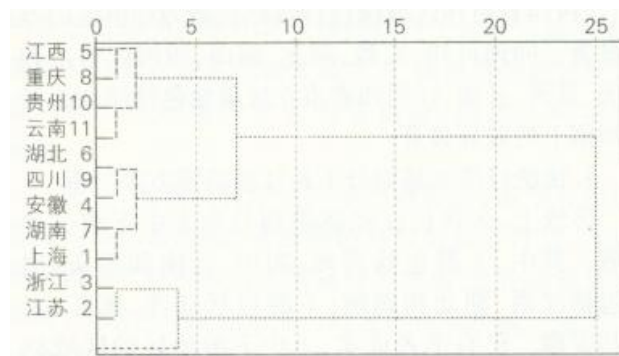


图2 长江经济带区域绿色持续创新能力系统聚类分析

考虑长江经济带的实际情况,结合图1和图2的结果,发现长江经济带各地区的区域绿色持续创新能力可以明显分为三类。第一类:江苏、上海、浙江。该类地区属于区域绿色持续创新能力较强的地区,在长江经济带乃至全国都遥遥领先。第二类:安徽、湖北、湖南和四川。该类地区的区域绿色持续创新能力处于中等水平。第三类:重庆、贵州、云南和江西。该类地区属于区域绿色持续创新能力较低的地区。

接下来,按照上述聚类对2005-2015年长江经济带的区域绿色持续创新能力进行方差分析。首先,进行方差齐性检验,显著性为0.000,小于0.05,说明整体方差不具有齐性;且分组数据的组间方差平方和94.638>组内方差平方和12.694,显著性<0.05,表明各组间均值存在显著差异。由于方差不具有齐性,需要采取未假定方差齐性的Games-Howell(A)方法对分类结果进行两两比较,结果见表4所列。

表4 长江经济带区域绿色持续创新能力在聚类分组上的多重比较

分类(G)	分类(H)	均值差(G-H)	标准误	显著性	95%置信区间	
					下限	上限
1	2	1.616*	0.100	0.000	1.373	1.859
	3	2.197*	0.100	0.000	1.954	2.440
2	1	-1.616*	0.100	0.000	-1.859	-1.373
	3	0.581*	0.040	0.000	0.484	0.677
3	1	-2.197*	0.100	0.000	-2.440	-1.954
	2	-0.581*	0.040	0.000	-0.677	-0.484

注: *均值差的显著性水平为0.05。

从表 4 可以看出，第一组和第二组均值差为 1.616，且显著，说明江苏、上海、浙江三省市与安徽、湖北、湖南、四川四省在区域绿色持续创新能力均值上的差异显著；第一组和第三组均值差为 2.197，且显著，说明江苏、上海、浙江三省市与重庆、贵州、云南、江西四省市在区域绿色持续创新能力均值上的差异显著。同理可知，安徽、湖北、湖南、四川四省市和重庆、贵州、云南、江西四省市在区域绿色持续创新能力均值上的差异显著。

3. 传统经济区域划分下长江经济带方差分析

传统上，多将长江经济带划分为上中下游三个区域。其中，上游包括贵州、四川、云南和重庆；中游包括江西、湖北和湖南；下游包括江苏、浙江、上海和安徽。已有学者证实，上中下游地区的区域创新效率存在明显差异（毛良虎、姜莹，2016）^[15]。那么对于区域绿色持续创新能力，上中下游地区间的差异是否显著？长江经济带上游地区和中游地区位于我国的中西部，区域绿色持续创新能力的均值分别为-0.495 和-0.243，低于全国平均水平；而下游地区的均值则为 1.066。接下来，采用方差分析方法检验长江上中下游三个地区绿色持续创新能力的差异性。

首先，进行方差齐性检验，显著性 0.000 小于 0.05，说明整体方差不具有齐性，且分组数据的组间方差平方和 54.811>组内方差平方和 41.585，显著性<0.05，表明各组间均值存在显著差异。其次，由于方差不具有齐性，需要采取未假定方差齐性的 Games-Howell（A）方法对分类结果进行两两比较，具体结果见表 5 所列。

表 5 区域绿色持续创新能力在长江经济带上、中、下游划分上的多重比较

分类（G）	分类（H）	均值差（G-H）	标准误	显著性	95%置信区间	
					下限	上限
1	2	-0.251*	0.081	0.008	-0.445	-0.058
	3	-1.561*	0.159	0.000	-1.943	-1.178
2	1	0.251*	0.081	0.008	0.058	0.445
	3	-1.309*	0.155	0.000	-1.685	-0.934
3	1	1.561*	0.159	0.000	1.178	1.943
	2	1.309*	0.155	0.000	0.934	1.685

注：1 表示上游地区，2 表示中游地区，3 表示下游地区。

从表 5 可以看出，上游与中游绿色持续创新能力的均值差为-0.251，且显著；与下游绿色持续创新能力的均值差为-1.561，且显著；说明长江经济带的上游与中、下游地区在区域绿色持续创新能力均值上的差异显著。同理可知，长江经济带的中游与下游地区的均值差为-1.309，且显著，说明长江经济带的中游与下游地区的绿色持续创新能力存在显著差异。综上，长江经济带上中下游区域绿色持续创新能力的发展并不均衡，存在显著差异。

（三）不同地区各维度对区域绿色持续创新能力贡献的差异性分析

将地区转化为虚拟变量，1 表示长江经济带，0 表示全国，分析区域绿色持续创新能力五个维度对区域绿色持续创新能力的贡献率，结果见表 6 所列。其中，1C 表示投入能力维度，ATC 表示成果转化能力维度，BRC 表示效益实现能力维度，DC 表示发展能力维度，ESC 表示环境支撑能力维度。模型一以全国 30 个地区为样本，模型二以长江经济带 11 个地区为样本，模型三以其他 19 个地区为样本。

从表 6 可以看出，各模型的 F 值均在 1%水平上显著，通过了整体显著性检验，表明结论可信；此外，各模型的最大的 VIF 值远小于 10，说明回归中不存在显著的共线性问题。地区分类变量的回归系数为 0.018，但不显著，说明长江经济带和其他地

区对区域绿色持续创新能力的影 响不显著。

表 6 各维度对区域绿色持续创新能力的贡献率

变量	模型 1	模型 2	模型 3
C	-0.007 (-0.346)	0.049 (1.311)	-0.024 (-0.668)
IC	0.391*** (10.84)	0.443*** (7.96)	0.364*** (7.879)
ATC	0.266*** (13.777)	0.199*** (5.17)	0.275*** (11.257)
BRC	0.323*** (18.646)	0.311*** (7.733)	0.315*** (15.375)
DC	-0.044*** (-3.304)	-0.082*** (-3.476)	-0.037** (-2.216)
ESC	0.382*** (12.354)	0.469*** (7.159)	0.392*** (10.311)
Year	Control	Control	Control
Region	0.018 (0.985)	—	—
R2	0.989	0.985	0.975
AdjustR2	0.977	0.983	0.973
F	895.391***	471.597***	495.142***
N	330	121	209

注：Year 表示年度转化为虚拟变量，数据来自 2005-2015 期间的 11 年，设置 10 个虚拟变量，回归结果均不显著；C 表示常数项；括号中为 T 值；*、**和***分别表示在 0.1、0.05 和 0.01 的显著性水平下显著。

从各维度回归系数的显著性来看，区域绿色持续创新的五个维度对区域绿色持续创新均有不同程度的显著影响；从各维度回归系数的方向来看，除区域绿色持续创新发展能力显著负向影响区域绿色持续创新能力外，其他四个维度均显著促进区域绿色持续创新能力。一种可能的解释为，区域绿色持续创新发展能力指标体系中主要是专利申请、技术市场成交额和经济效益等的年增长率，而未包括环境保护能力的增长，现实中一些地区经济效益的增长仍然以损害环境为基础。本研究也从侧面表明，当前经济效益的增长仍然以牺牲环境为代价，片面的重视经济效益和成果转化能力的增长，而不重视环境保护，并不利于区域绿色持续创新能力的提升，尤其不利于长江经济带绿色持续创新能力的提升。

依据回归系数大小，在全国地区投入能力、效益实现能力、成果转化能力和环境支撑能力对区域绿色持续创新能力的贡献度排序为：投入能力>环境支撑能力>效益实现能力>成果转化能力，贡献最大的为投入能力维度，投入能力每增长 1%，绿色持续创新能力增长 0.391%。而在长江经济带和其他分地区样本中，各维度的贡献率排序为环境支撑能力>投入能力>效益实现能力>成果转化能力，贡献最大的为环境支撑能力维度，在长江经济带中环境支撑能力每提高 1%，绿色持续创新能力提高 0.469%，在其他地区，绿色持续创新能力提高 0.392%。

比较长江经济带和其他地区各维度系数的绝对值大小可以看出：在长江经济带地区，投入能力和环境支撑能力的系数相对较大，即投入能力和环境支撑能力两个维度对长江经济带绿色持续创新能力的影响较大，未来可更加重视区域绿色持续创新的投入和环境支撑建设；而在其他地区，成果转化和效益实现能力维度的回归系数相对较大，未来可更加重视区域绿色持续创新的成果转化和效益实现能力的建设和提升。

四、研究结论与对策建议

通过数据处理和实证分析可知：

（1）2005-2015 年，长江经济带 11 个省市的区域绿色持续创新能力存在一定的差异，可分为三个群组，江苏和上海、浙江

属于区域绿色持续创新能力较高的第 1 群组，安徽、湖北、湖南和四川属于中等水平的第 2 群组，重庆、贵州、云南和江西则属于区域绿色持续创新能力较低的第 3 群组。

（2）在传统上中下游划分和聚类分组下，长江经济带各分组在区域绿色持续创新能力的均值上均存在显著差异，说明长江经济带区域绿色持续创新能力的发展并不同步。

（3）区域绿色持续创新投入能力、成果转化、效益实现和环境支撑能力四个维度均显著促进区域绿色持续创新能力，而发展能力维度则对区域绿色持续创新能力有消极阻碍作用，长江经济带和非长江经济带各维度对区域绿色持续创新能力的影响存在差异。

（4）2005-2015 年，长江经济带大部分地区绿色持续创新能力水平低于全国平均水平，其中湖北、四川在全国平均水平附近浮动，而安徽、湖南、江西、重庆、贵州、云南远远落后。

那么，如何进一步提升长江经济带各地区的绿色持续创新能力？缩小各区域间的巨大差异？接下来，从提升各省市绿色创新发展能力、绿色持续创新转化能力和绿色环境保护能力等角度，提出一些对策建议。

第一，发展区域绿色持续创新能力，需要政府重新定位自己的职能，营造绿色高效的政务环境，发挥政府调节杠杆和监督经济运行的功能，优化创新发展环境，为绿色持续创新能力的发展保驾护航。完善区域创新设施建设，关注各省市重点实验室的申报和建设情况，重点支持具有较好基础的企业实验室，促进科技与经济紧密结合。长江经济带各地区绿色持续创新的发展需要有效引导外资，重点吸引高技术和更为“清洁”的外商投资，同时引进技术密集型的外商投资，通过其先进技术的推广来促进地区绿色产业的发展和绿色创新能力的提升。

深化制度改革，为绿色经济发展清除制度障碍。适用于传统发展方式的制度需要革新，一是不断深化环保体制改革，建立科学系统的污染治理体系，建立并量化环境污染指标体系，确保环保体制有效可行，确保环境质量持续稳中趋好。二是深化改革责任制考核制度，改变以往把经济增长作为绩效考核的唯一考核指标，落实“一岗多责”制，把环保任务完成情况作为政府考核的重点，将考核结果与领导班子和领导干部的个人绩效挂钩，将环保工作与干部队伍建设相结合。

第二，完善区域绿色持续创新平台建设，提升各地区绿色持续创新的成果转化能力。绿色持续创新是一个系统而漫长的过程，需要汇聚社会各界的力量和智慧，因此需要完善和加强研发联盟、众创空间等平台建设。加强区域创新平台建设，有效配置资源和促进创新成果转化。加强绿色创新型企业融资体系建设，实现风险资本增值与绿色生态项目快速成长的双赢局面。

第三，完善政府投入和管理机制，提升区域绿色持续创新环境保护能力。加强绿色创新的科技投入和成果转化，建立政府投资、购买服务和协议价格的协同机制，完善政府投入及管理机制。一方面，建立以绿色技术创新为主的激励政策，优先资助对绿色技术创新的研究或者项目。可借鉴发达国家的做法，如欧盟绿色创新（Eco-Innovation）行动计划，设计本省市的绿色创新研发行动计划。另一方面，注意将现行的财政运营补助政策转变为政府购买服务，按照物有所值的评估方法，综合考虑公共服务需要、责任风险分担、产出标准、融资方案和所需要的政府投入等要素，平衡项目经济效益和社会效益。同时还需加强科技成果转化，加大产、学、研、用的结合，加快科技成果的转化，发挥长江经济带现有的一流高校和科研机构的支撑作用。

第四，做好绿色创新人才的培养与引进。在加大科技投入力度的同时，更要重视人才尤其是绿色人才的作用，大力加强绿色科技人才的引进和培养。一方面，要依托一流高校以及重点科研机构，培养一批绿色科技创新的局端人才；另一方面，利用现有的人才引进政策和完善的基础设施，吸引和凝聚高水平先进绿色创新人才。此外，积极引导企业进行产业转型。政府要引导重污染企业攻克关键技术，极力引导促进传统制造业、交通业的结构转型。政府还应制定更多符合长江经济带省市情的鼓励与奖励政策，落实区域绿色持续创新。如目前长江经济带中的安徽省通过的《战略性新兴产业集聚发展工程实施方案》；合肥

市高新区结合其实际情况推出的包括资金扶持、扶持政策和鼓励企业提质增效等一系列政策。

[参考文献]:

- [1]李海萍, 向刚, 高忠仕, 等. 中国制造业绿色创新的环境效益向企业经济效益转换的制度条件初探[J]. 科研管理, 2005, 26 (2): 46-49.
- [2]苏越良, 何海燕, 尹金龙. 企业绿色持续创新能力评价体系研究[J]. 科技进步与对策, 2009, 26 (20): 139-142.
- [3]李海萍, 向刚, 高忠仕, 等. 从“囚徒困境”的博弈分析中探讨企业绿色持续创新的动力[J]. 科技进步与对策, 2004, 21 (1): 50-51.
- [4]向刚, 段云龙. 基于制度结构的绿色持续创新动力机制研究[J]. 科技进步与对策, 2007, 24 (12): 118-120.
- [5]莫琦, 汪敏. 基于模糊物元的区域持续创新能力评价研究以江苏省为例[J]. 常州大学学报: 社会科学版, 2014, 15 (3): 33-36.
- [6]BRAUN E, WIELD D. Regulation as A Means for the Social Control of Technology[J]. Technology Analysis & Strategic Management, 1994, 6 (3): 259-272.
- [7]华振. 东北地区建设区域绿色创新体系的研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨商业大学, 2012.
- [8]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.
- [9]郭玲玲, 卢小丽, 武春友. 中国绿色增长评价指标体系构建研究[J]. 科研管理, 2016, 37 (6): 141-150.
- [10]朱斌, 王渝. 我国高新区产业集群持续创新能力研究[J]. 科学学研究, 2004, 22 (5): 529-537.
- [11]覃频频, 牙韩高, 何迪. 多维尺度法在服务质量评价中的应用[J]. 统计与决策, 2006 (20): 142-143.
- [12]李因果, 何晓群. 面板数据聚类方法及应用[J]. 统计研究, 2010, 27 (9): 73-77.
- [13]曾海鹰, 丘林英, 阎勇. 基于主成分分析法的企业可持续创新能力的调研及分析[J]. 软科学, 2006, 20 (6): 102-105.
- [14]杨栩, 肖衡, 廖姗. 基于 MC-ZF-HD-DS 的高端装备制造企业持续创新能力评价研究[J]. 运筹与管理, 2015, 24 (1): 270-279.
- [15]毛良虎, 姜莹. 长江经济带区域创新效率及空间差异研究[J]. 华东经济管理, 2016, 30 (8): 73-78.