

文章编号: 1004-4353(2021)04-0340-05

# 福建省绿色创新驱动发展的综合评价研究

黄焕宗, 易晓明

(黎明职业大学 商学院, 福建 泉州 362000)

**摘要:** 以福建省 2015—2019 年绿色创新发展投入和产出指标数值为研究数据, 采用基于全局均值化处理的改进型主成分分析法和系统聚类分析法分别对福建省绿色创新驱动发展过程中的动态演进规律和集聚驱动特征进行了实证研究. 研究结果显示, 福建省绿色创新驱动发展水平总体上呈现不断上升的趋势, 同时也表现出了较为显著的集聚驱动效应, 但是不同地区发展水平的内部差异有所扩大. 该研究结果可为福建省绿色创新驱动发展提供良好参考.

**关键词:** 绿色创新驱动发展; 主成分分析; 系统聚类; 动态演进; 集聚驱动; 综合评价

**中图分类号:** O29

**文献标识码:** A

## Comprehensive evaluation of green innovation driven development in Fujian Province

HUANG Huanzong, YI Xiaoming

(Business School of Liming Vocational University, Quanzhou 362000, China)

**Abstract:** Taking the input and output indicators of green innovation development in Fujian Province from 2015 to 2019 as the research data, this paper makes an empirical study on the dynamic evolution law and agglomeration driving characteristics in the process of green innovation driven development in Fujian Province by using the improved principal component analysis method and system cluster analysis method based on global mean processing. The results show that the development level driven by green innovation in Fujian Province generally shows a rising trend, and also shows a significant agglomeration driving effect, but the internal differences of development levels in different regions have expanded. The research results can provide a good reference for the green innovation driven development of Fujian Province.

**Keywords:** green innovation drive development; principal component analysis; system clustering; dynamic evolution; cluster driven; comprehensive evaluation

## 0 引言

绿色创新驱动发展不仅是区域经济社会高质量发展的重要方向性指针和技术性保障,也是衡量区域综合竞争力强弱的重要指标<sup>[1]</sup>. 近年来,一些学者对于区域绿色创新驱动发展进行了研究. 例如:李微微<sup>[2]</sup>、石峰<sup>[3]</sup>和王松<sup>[4]</sup>分别从演化博弈行为对区域创新驱动发展的指导、自组织行为对区域创新演化的效应和国家创新体系对区域创新的推动等角度阐释了区域创新发展的演化机制. 田善武等<sup>[5]</sup>从创新型国家建设的角度分析了区域创新发展的演化路径,其研究结果显示区域创新体系的核心范畴具有动态演进和非对称的互惠共生特性. 余硕等<sup>[6]</sup>研究了省域绿色创新发展水平的实际驱动效应,其研究结果显

收稿日期: 2021-06-12

基金项目: 中华职业教育社总社基金(ZJS20200541); 泉州市创新驱动助力工程决策咨询项目(202008)

第一作者: 黄焕宗(1982—),男,硕士,副教授,研究方向为区域经济统计分析.

示集聚驱动具有显著的区域绿色创新驱动效果. 艾良友<sup>[7]</sup>从强化创新主体作用、建立资金投入机制、激发绿色创新活力和发展高新技术产业等角度提出了提升福建省科技创新驱动绿色发展的实现机制. 盛明科<sup>[8]</sup>、尹晓波<sup>[9]</sup>、黄小敬等<sup>[10]</sup>分别运用规模报酬函数、因子分析模型和数据包络分析模型等数理方法定量研究了长株潭区域、海峡西岸经济区以及我国各个省域的区域创新驱动发展水平和绩效等问题,研究表明区域绿色创新驱动发展具有区域异质性和动态演进性. 本文借鉴上述相关研究成果,运用主成分分析法和系统聚类分析法等多元统计分析模型对福建省绿色创新驱动发展的动态演进特征和集聚驱动现象进行定性和定量综合分析,以为福建省绿色创新驱动发展提供参考.

1 指标体系和研究方法

1.1 指标体系

本文综合文献[7-10]的研究成果,在考虑统计数据的可比性和可获得性的前提下,构建了福建省绿色创新驱动发展综合评价指标体系,如表 1 所示.

表 1 绿色创新驱动发展综合评价指标体系表

指标维度	指标名称	指标单位	指标代码	指标说明
绿色创新驱动投入指标	R&D 投入经费	亿元	X <sub>1</sub>	创新资金投入
	R&D 人员折合全时当量	万人/a	X <sub>2</sub>	创新人力投入
	R&D 经费投入强度	%	X <sub>3</sub>	资金投入强度
	高新技术企业数	家	X <sub>4</sub>	科技创新环境
	环境规制综合指数	—	X <sub>5</sub>	绿色转型环境
绿色创新驱动产出指标	专利授权数	件	X <sub>6</sub>	创新技术产出
	技术合同成交额	亿元	X <sub>7</sub>	创新经济效益
	第三产业增加值	亿元	X <sub>8</sub>	产业化情况
	进出口总额	亿元	X <sub>9</sub>	创新外扩情况

1.2 数据来源

本文中区域产业发展指标的研究数据来源于 2015—2019 年度福建省统计年鉴,区域创新投入的数据来源于福建省科技厅网站公布的数据,环境规制的数据通过整合《中国城市统计年鉴》中的数据获得,部分缺失数据(比如部分城市部分年份的技术合同成交数据)通过回归分析等统计方法填充获得.

1.3 研究方法

- 1)主成分分析法. 在国民经济运行中,区域绿色创新驱动发展指标间的关系相互影响,存在“信息重合”的现象,因此对指标进行量化时会出现重复计算的问题. 由于主成分分析法通过代数变换过程能够对存在高度相关关系的若干变量进行“降维”,把多个重合的信息投射到有限个(一般是 2 个或 3 个)互不重合的综合性指标上,且能较好地保存原始信息<sup>[11]</sup>,因此本文利用主成分分析法对区域绿色创新驱动面板数据进行降维,并对区域内城市绿色创新效果进行年度差异量化比较,以此分析对区域绿色创新驱动发展的动态演进趋势.
- 2)系统聚类分析法. 系统聚类分析法是一种不预先设定分类结构,而是根据给定的区域信息数据对研究对象按照一定统计分析规则进行自然和客观分类的分析方法<sup>[12]</sup>. 由于区域内不同城市之间的产业禀赋和绿色发展基础往往存在较为显著的差异,因此采用系统聚类分析法研究区域绿色创新驱动发展的集聚驱动效应具有良好的适用性.

2 实证分析

2.1 福建省绿色创新驱动发展的动态演进趋势分析

将表1中的指标数据进行标准化处理后导入统计分析软件IBMSPPSS20.0,对数据进行主成分分

析后得到如表 2 所示的累计方差统计表.

由表 2 可知,在 2015—2019 年间福建省绿色创新驱动发展评价指标的信息出现较为明显的重合.对绿色创新驱动投入和产出等评价指标进行主成分分析结果显示,前 2 个主成分的方差累计贡献率分别为 89.332%、91.319%、88.705%、83.779% 和 84.346%,这表明前 2 个成分的信息涵盖了绝大部分的评价指标信息,因此本文将这 2 个成分确定为主成分.图 1 是部分年份的各项评价指标的载荷图.由图 1 可以看出,成分 1 主要涵盖的是创新驱动要素信息,本文将其命名为创新成分;成分 2 主要涵盖的是绿色发展要素信息,本文将其命名为绿色成分.

表 2 绿色创新驱动发展的主成分累计方差

年份	成分编号	特征根	方差贡献率/%	方差累计贡献率/%
2015	1	6.537	72.633	72.633
	2	1.503	16.699	89.332
2016	1	6.683	74.250	74.250
	2	1.536	17.069	91.319
2017	1	6.842	76.019	76.019
	2	1.142	12.686	88.705
2018	1	6.307	70.079	70.079
	2	1.233	13.701	83.779
2019	1	6.556	72.844	72.844
	2	1.035	11.503	84.346

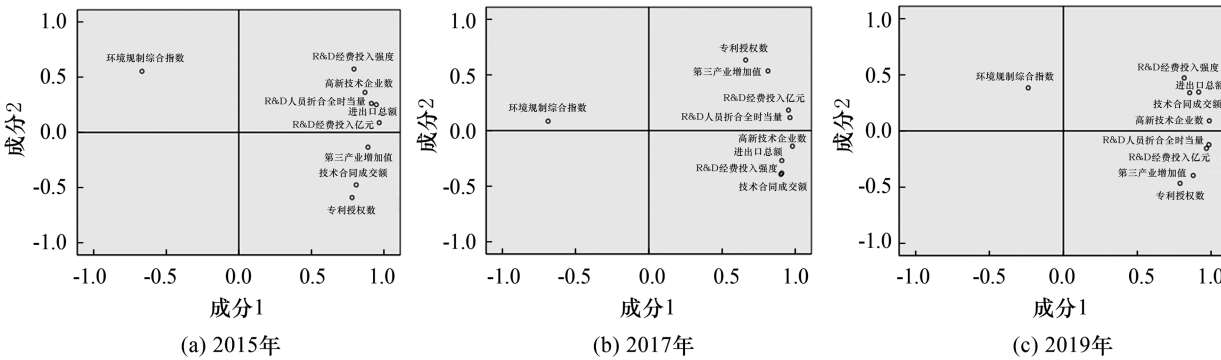


图 1 部分年份的各项评价指标的载荷图

为消除评价指标间的量纲差异对加权求和值的影响和能够动态展示区域绿色创新驱动发展成效,本文参考叶双峰<sup>[13]</sup>的指标数值均值化改进方法对原始数据进行全局均值化处理,然后再对各个地区各年份的绿色创新驱动发展水平进行综合评分.综合评分的计算过程如下:

- 1) 计算各年份的全局均值化矩阵.假设原始数据矩阵为  $\mathbf{X} = (x_{ij})_{9 \times 9}$ , 则全局均值化矩阵为:
- $$\mathbf{Y} = (y_{ij})_{9 \times 9} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{\bar{x}_j}, \quad i = 1, 2, 3, \dots, 9, \quad j = 1, 2, 3, \dots, 9. \tag{1}$$

式(1)中  $\bar{x}_j$  是全局均值,即所有年份变量均值  $\bar{x}_j$  的平均值.

- 2) 计算各年份的成分得分.假设  $\mathbf{Z} = (z_{ij})_{9 \times 2}$  是成分得分系数矩阵,则成分得分矩阵为:
- $$\mathbf{F} = (f_{ij})_{9 \times 2} = \mathbf{Y} \times \mathbf{Z}, \quad i = 1, 2, 3, \dots, 9, \quad j = 1, 2. \tag{2}$$

- 3) 计算各年份的综合评分.假设  $\lambda_1$  和  $\lambda_2$  分别为第 1 主成分和第 2 主成分的特征根,则各年份的综合评分为:

$$T = F_1 \times \frac{\lambda_1}{\lambda_1 + \lambda_2} + F_2 \times \frac{\lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2}. \tag{3}$$

根据公式(1)—(3)计算所得的福建省绿色创新驱动发展的动态综合得分见表 3.由表 3 可以看出,福州、厦门、泉州的绿色创新驱动发展综合评价分数均显著高于其他城市,莆田和龙岩的综合评分出现了下降趋势,而宁德的综合评分则呈现了较快的上升趋势.为了更好地对表 3 中的综合评分数据进行分布差异分析,根据表 3 绘制了箱线图(图 2).由图 2 可以看出,福建省绿色创新驱动发展的总体水平呈持续上升趋势,同时内部差异出现了扩大趋势.

表 3 基于全局均值化改进主成分分析模型的福建省绿色创新驱动发展动态评分表

地区	2015 年		2016 年		2017 年		2018 年		2019 年	
	综合评分	排行	综合评分	排行	综合评分	排行	综合评分	排行	综合评分	排行
福州	1.285	2	1.486	2	1.828	2	2.125	2	2.726	2
厦门	2.118	1	2.379	1	2.404	1	2.473	1	3.971	1
莆田	0.287	6	0.315	6	0.225	7	0.472	7	0.415	7
三明	0.227	8	0.260	8	0.211	8	0.446	8	0.340	8
泉州	0.989	3	1.173	3	1.308	3	1.435	3	1.374	3
漳州	0.444	4	0.507	4	0.517	4	0.691	4	0.740	4
南平	0.211	9	0.243	9	0.151	9	0.416	9	0.311	9
龙岩	0.357	5	0.403	5	0.349	5	0.544	6	0.551	6
宁德	0.256	7	0.280	7	0.311	6	0.625	5	0.701	5
均值	0.686	—	0.783	—	0.812	—	1.025	—	1.237	—

为比较全局均值化改进主成分分析模型与传统主成分分析模型在区域绿色创新驱动发展动态演进综合评价过程中的差异,本文采用传统主成分分析法对福建省绿色创新驱动发展综合评分进行了计算,结果如表 4 所示.比较表 3 和表 4 中的数据可以发现,经过全局均值化改进处理后得到的综合得分具有显著的层次递进性,而通过传统主成分分析法得到的综合得分只展示了各个年份各个地区之间的发展差异,未能展现出明显的动态变动规律.该结果表明,全局均值化改进主成分分析模型更加适合用于展示区域绿色创新驱动发展的动态演进方向和程度.

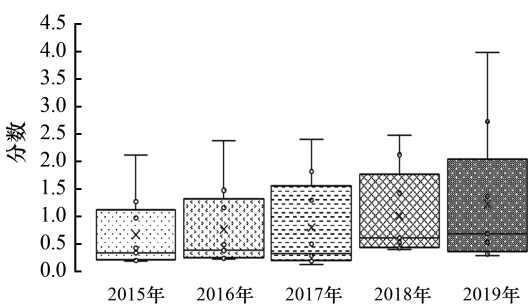


图 2 福建省绿色创新驱动发展水平的动态演进箱线图

表 4 基于传统主成分分析模型的福建省绿色创新驱动发展动态评分表

地区	2015 年		2016 年		2017 年		2018 年		2019 年	
	综合评分	排行	综合评分	排行	综合评分	排行	综合评分	排行	综合评分	排行
福州	1.672	2	1.740	2	1.899	2	1.923	2	2.104	2
厦门	2.857	1	2.806	1	2.505	1	2.274	1	3.076	1
莆田	0.357	6	0.358	6	0.233	7	0.434	7	0.350	7
三明	0.293	8	0.296	8	0.222	8	0.412	8	0.283	8
泉州	1.278	3	1.368	3	1.397	3	1.256	3	1.083	3
漳州	0.574	4	0.584	4	0.539	4	0.617	4	0.603	4
南平	0.264	9	0.272	9	0.157	9	0.386	9	0.264	9
龙岩	0.447	5	0.458	5	0.365	5	0.498	6	0.458	6
宁德	0.311	7	0.316	7	0.318	6	0.571	5	0.592	5
均值	0.895	—	0.911	—	0.848	—	0.930	—	0.979	—

2.2 福建省绿色创新驱动发展的集聚驱动特征分析

为了量化分析福建省绿色创新驱动发展中存在的内部分化现象,本文将表 1 的指标数值导入 IBM SPSS 20.0 中进行了系统聚类分析.图 3 为分析所得的聚类谱系(限于篇幅,这里只给出 2015、2017 年和 2019 年的聚类谱系图).由图 3 可以看出:从 2015 年到 2019 年,绿色创新驱动发展领先区域有所扩充,即从原来只有福州和厦门扩充到福州、厦门和泉州三市;与此同时,绿色创新驱动发展潜力区域不断增加,如漳州和宁德等城市与领先区域的差距不断缩小.综合而言,近年来福建省绿色创新驱动发展表现出较为显著的集聚驱动现象.

为了更全面地对福建省绿色创新驱动发展的集聚特征进行分类,本文借鉴张军涛等<sup>[14]</sup>的区域创新

能力分类方法,构建了如表 5 所示的集聚驱动趋势表.由表 5 可以看出,福建省绿色创新驱动发展的集聚带动效应显著,绿色创新领先区域和潜力区域的数量稳步增长,同时后进区域的数量逐渐减少.

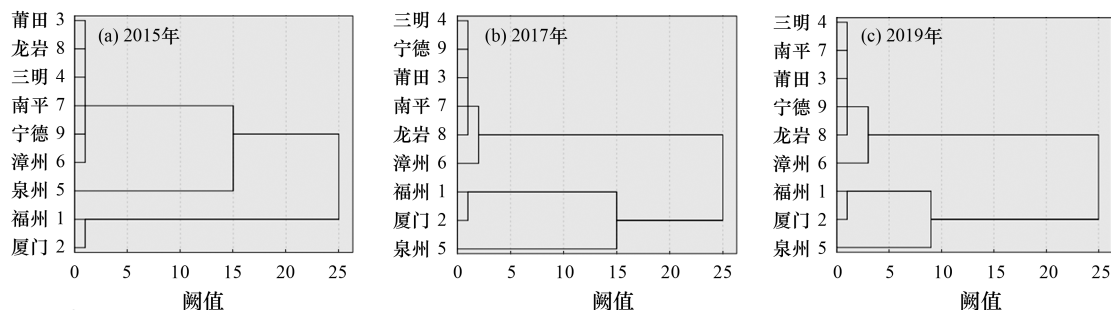


图 3 部分年份的福建省绿色创新驱动发展的聚类谱系图

表 5 福建省绿色创新驱动发展的集聚驱动趋势变动表

年份	领先区域	潜力区域	后进区域
2015 年	厦门、福州	泉州	漳州、宁德、南平、三明、龙岩、莆田
2016 年	厦门、福州、泉州	漳州	宁德、南平、三明、龙岩、莆田
2017 年	厦门、福州、泉州	漳州	宁德、南平、三明、龙岩、莆田
2018 年	厦门、福州、泉州	漳州	宁德、南平、三明、龙岩、莆田
2019 年	厦门、福州、泉州	漳州、宁德	南平、三明、龙岩、莆田

### 3 结论

本文将定性分析与定量分析相结合,构建了福建省区域绿色创新驱动发展的综合评价指标体系,并在此基础上采用基于全局均值化处理的改进型主成分分析模型和系统聚类分析模型对福建省内不同城市的绿色创新驱动发展的规律和特征进行了多元统计分析.分析结果表明,福建省绿色创新驱动发展水平总体上呈不断上升的趋势,同时也表现出了较为显著的集聚驱动效应,但是不同地区发展水平的内部差异有所扩大.该研究结果可为福建省绿色创新驱动发展提供良好参考,同时也可与其他区域的绿色创新驱动发展水平的测度和差异的分析提供参考.

### 参考文献:

- [1] 王谢勇,陈晓娟.国家级新区区域创新能力的综合评价[J].大连大学学报,2019,40(6):72.
- [2] 李微微.基于演化理论的区域创新系统研究[D].天津:天津大学,2007.
- [3] 石峰.基于自组织理论的区域创新系统的演化研究[D].武汉:武汉大学,2012.
- [4] 王松.我国区域创新主体协同研究[D].武汉:武汉理工大学,2013.
- [5] 田善武,许秀瑞.基于共生演化理论的区域创新系统演化路径分析[J].未来与发展,2019,43(10):36-37.
- [6] 余硕,王巧,姚志.国家高新区设立对属地省域绿色创新水平的驱动效应评估[J].科技进步与对策,2019,36(21):43-52.
- [7] 艾良友.福建省科技创新驱动绿色发展的实现机制探究[J].海峡科学,2020(12):78-81.
- [8] 盛明科.长株潭区域自主创新绩效综合测评实证研究:与三个国家级自主创新示范区的比较[J].湘潭大学学报(哲学社会科学版),2017,41(1):61-66.
- [9] 尹晓波.海峡西岸经济区科技创新能效评价研究[J].生产力研究,2012(8):29-31.
- [10] 黄小敬,李尧,廖文龙,等.我国各省份创新质量与绿色增长效率分析:基于超效率 SBM-DDF 模型的省级专利面板数据[J].改革与战略,2021,37(4):117-120.
- [11] 陈胜可.SPSS 统计分析从入门到精通[M].北京:清华大学出版社,2010.
- [12] 巴克豪斯.多元统计分析[M].上海:上海格致出版社,2009.
- [13] 叶双峰.关于主成分分析做综合评价的改进[J].数理统计与管理,2001(2):52-55.
- [14] 张军涛,陈蕾.基于因子分析和聚类分析的中国区域自主创新能力评价:创新系统视角[J].工业技术经济,2011(4):42-43.