

福建省高技术产业创新要素集聚时空演变研究

黄小博¹, 李晓青¹, 陈国富², 张亚洲¹

(1. 厦门理工学院 经济与管理学院, 福建 厦门 361024; 2. 厦门大学 管理学院, 福建 厦门 361005)

[摘要] 福建省高技术产业创新要素资源集聚趋势日益凸显, 对高技术产业创新发展的影响也日益增强, 掌握创新要素集聚分布的时空演变规律及特征对福建省高技术产业高质量发展至关重要。采用泰尔指数和区位熵测算了福建省高技术产业创新要素空间分布变化情况, 进一步采用 Moran's I 分析创新要素空间相关分布的变化情况。研究表明, 2008—2018 年福建省高技术产业创新要素资源集聚的不平衡程度逐渐减小; 福建省大多数城市间呈现空间负相关, 主要集聚特征为高—低集聚和低—高集聚。

[关键词] 高技术产业; 创新要素集聚; 区位熵; Moran's I; 时空演变

[中图分类号] F 121.3

[文献标识码] A

[文章编号] 1008-889X (2022) 04-0046-10

一、引言

创新要素集聚作为区域创新发展的基本特征, 对于高技术产业的发展和升级具有重要意义, 已成为影响一个国家或地区竞争力的重要因素, 影响着区域经济的可持续发展^[1]。由于经济发展水平、地理区位因素、人文社会环境、政策措施以及自身条件的差异, 不同地域间的创新要素分布存在较大差异, 地理邻近 (geographic proximity) 或者非地理邻近 (non geographic proximity) 因素也会产生区域间创新要素和创新活动的集聚效应^[2-3]。我国高技术产业分布呈现显著的集聚特征, 截至 2018 年, 东部高技术企业数量占全国高技术企业总量的 72.63%, 东部高技术企业从业人员占全国比重为 68.22%^①。东部地区由于独特的经济基础条件, 其在吸收外资和自我积累方面优势显著, 是我国高技术产业的主要区块。福建省在东部省份中高技术产业基础较弱, 表现欠佳, 高技术产业基础及创新能力相对较弱^[4], 创新要素分布极不均衡。2018 年, 福州和厦门两个核心城市高技术产业 (制造业) 研发人员占全省 9 个

地级市比重 65.45%, 专利申请量占比 56.81%, 发明专利占比 65.92%, 高技术产业 (制造业) 新产品收入占比 64.75%^②。

创新要素集聚是区域高技术产业发展中重要的经济现象, 它能够促进“激励创业、引进人才”制度的发展^[5], 为高技术产业提供良好的发展氛围。但过度的创新要素集聚导致资源浪费, 从而影响高技术产业的发展。因此, 通过对福建省高技术产业创新要素集聚水平进行分析, 明确福建省高技术产业创新要素集聚的时空演变及趋势, 为福建省高技术产业的创新发展提供科学依据和决策参考。

二、文献回顾

目前, 关于创新要素集聚的研究主要集中在创新要素集聚现象及其影响机制的研究。国外学者 Audretsch 等研究发现, 知识溢出使普遍的行业具有更大的创新要素集群, 对创新活动的集聚发挥重要作用; Gottfried 等通过研究欧洲 51 个地区的创新研发过程, 发现创新要素集聚与知识溢出效应具有空间高度自相关关系^[6-7]。国内相

[收稿日期] 2021-04-25

[基金项目] 福建省社会科学基金项目 (FJ2021B159); 福建省科技创新战略研究联合项目 (2021R0160)

[作者简介] 黄小博 (1995—), 女, 河南开封人, 硕士生, 主要从事创新与创业管理研究。

李晓青 (1976—), 女, 湖北京山人, 教授, 博士, 主要从事创新与创业管理研究。

① 国家统计局. 中国统计年鉴 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2019.

② 福建省统计局. 社会与科技统计年鉴 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2019.

关研究亦陆续展开, 王晓君等人研究了创新要素集聚对京津冀农业科技协同创新发展的影响; 周文杰等以全国 30 个省份及东、中、西部为对象, 研究了创新要素集聚对绿色经济效应的影响; 王淑英等运用空间杜宾模型研究地区创新要素集聚对经济高质量发展的影响; 吴卫红等研究高校的人力和财力两种创新要素集聚对区域创新效率的影响; 余泳泽运用空间面板计量方法研究创新要素、政府支持对科技创新效率的影响, 并发现创新要素集聚对科技创新效率具有正的外溢效应; 高宏霞等研究了创新要素集聚与空间关联对房价的影响, 并发现创新人才和创新资本的动态流动有助于促进房价的空间外溢和整体上涨^[8-13]。综上, 学者们发现创新要素集聚对区域创新效率及经济发展质量均存在显著影响, 但对于区域内创新要素集聚分布特征及空间相关性的研究并不充分。

周锐波等指出区域一体化发展促使创新要素在更大范围内流动, 区域创新要素集聚能力空间分布和动态变迁呈现出新特征^[14]; 迟景明等基于赫芬达尔-赫希曼对我国三大主要区域及各省区市的高校创新要素资源的空间集聚水平进行测算^[1]; 衣保中等关注产业集聚或企业集聚的时空演变研究; 刘帅等主要对工业企业、科研机构 and 高校 3 个创新主体的创新要素集聚时空格局和动态演化规律进行了讨论; 陈菲琼等认为产业集聚或企业集聚也可以看作是创新要素集聚的一种模式; 涂平等运用区位熵和脱钩理论对福建省高新技术产业集聚的扩散与转移进行相关研究^[15-18]。这些研究的创新要素集聚测量大多侧重单一指标或者某一种创新资源进行分析。创新要素不仅仅指代某一种创新资源, 而是指作为创新活动的投入资源直接产出科技成果或作为创新活动的支撑条件影响创新的多种要素, 包括人才、资金、技术、政策、管理、制度和环境等^[19]。

采用 2008—2018 年福建省高技术产业相关数据, 运用泰尔指数测算福建省创新要素分布水平, 结合区位熵和莫兰指数 (Moran's I) 从创新人才、创新资金、创新产出 3 个角度测算创新要素集聚程度, 分别针对 3 种创新要素分析福建省 9 个地级市高技术产业创新资源要素在时间和空间上的演变及趋势, 较为全面地掌握福建省高技

术产业创新要素集聚分布情况及时空演变规律。

三、研究方法和数据来源

(一) 泰尔指数 (Theil Index)

泰尔指数是衡量区域经济差异的常用方法, 其优势在于能够把区域整体差异分解为群组间差异和群组内差异, 从而较好地反映区域整体差异的来源^[20]。泰尔利用信息理论中的熵概念来计算收入不平等, 较好地反映了收入地区分布的不均衡程度, 其值越大说明观测值分布越不均衡^[21]。泰尔指数的表达式为:

$$Theil = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{X_{it}}{\bar{X}_t} \ln \left(\frac{X_{it}}{\bar{X}_t} \right) \quad (1)$$

式 (1) 中, X_{it} 为福建省高技术产业创新要素第 t 年的观测值, $\bar{X}_t = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{it}$; $Theil$ 值用来测量区域高技术产业创新要素分布的地区不平衡程度, 包括创新人力要素、创新资金要素和创新产出要素的地区间不均衡程度。

(二) 区位熵

目前关于产业集聚的测度方法较多, 主要有赫芬达尔指数 (Herfindahl - Hirschman Index, HHI)、区位熵 (Location Quotient, LQ)、空间基尼系数 (G) 和 Ellison - Glaeser 指数 (E - G 指数)。G 指数和 E - G 指数只能从产业层面反映整体创新集聚水平, 不能反映单个地区相对于全省的创新集聚程度, 会使得面板数据分析难以进行。本研究采用区位熵 (LQ) 来测量福建省高技术产业创新集聚水平, 区位熵越大, 说明该区域创新集聚程度越高。

$$LMQ_i = \frac{m_i / \sum_{i=1}^n m_i}{M_i / \sum_{i=1}^n M_i} \quad (2)$$

其中, LMQ_i 表示福建省第 i 个地级市的创新人力要素集聚水平, m_i 表示第 i 个地级市高技术产业 R&D 人员数, $\sum_{i=1}^n m_i$ 表示福建省全部地级市高技术产业 R&D 人员数; M_i 表示第 i 个地级市就业人员数, $\sum_{i=1}^n M_i$ 表示福建省全部地级市就业

人员数。同理,创新资金集聚和创新产出集聚程度的测算也采用上述公式。

(三) 全局 Moran's I

全局 Moran's I 用来测度目标区域在特定空间分布的相关性和差异性, Moran's I 的取值区间是 $(-1, 1)$, I 取值为正数, 表示空间正相关, $-I$ 取值为负数, 表示空间负相关, $|I|$ 越大表示空间相关性越显著, 0 值表示空间具有随机分布的特性, 其表达式如下:

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} \right) \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (3)$$

式 (3) 中, n 为栅格数; y_i 和 y_j 均是研究对象在第 i 点和第 j 点空间属性值, $\bar{y} = (y_i + y_j)/2$; w_{ij} 是空间权重矩阵, 表示第 i 点与第 j 点之间的空间连接关系, 一般由距离远近、可达性高低等来测度。

(四) 局部 Moran's I

局部 Moran's I 是学者 Anselin (1995) 提出用来衡量每个城市单元在局部的相关性质, 用以衡量不同区域的空间关联模式。其计算原理是:

$$I_i = \frac{(x_i - \bar{x})}{S^2} \sum C_{ij} (x_j - \bar{x}) \quad (4)$$

其中, x_i 和 x_j 均为区域 i 和区域 j 的要素值, C_{ij} 为空间权重矩阵, \bar{x} 为要素均值, S^2 为要素值方差。若局部 Moran's I 大于 0, 表明目标区域周围相似值的空间集聚可以是高值集聚, 也可以是低值集聚; 若局部 Moran's I 小于 0, 则表明目标区域周围具有非相似值的空间集聚。

(五) 数据来源

本研究数据来源于《福建省高新技术产业发展研究报告 (2007—2016)》《福建社会与科技统计年鉴 (2017—2019)》和各地级市政府网站。其中价格指数来源于《中国统计年鉴》和《福建省统计年鉴》。由于创新资金和创新产出存在资金的时间价值, 因此本研究以 2006 年为基期, 对资金指标进行价格消除; R&D 内部经费支出采用永续盘存法进行处理^[22]; 新产品销售收入采用各地各年份的 PPI (工业出厂价格指数) 进行折现。

四、福建省高技术产业创新集聚空间差异演变分析

(一) 创新集聚空间差异的时序演变

表 1 显示, 自 2008 年到 2018 年, 福建省高技术产业创新要素分布 Theil 熵总体上呈现减小趋势, 这表明福建省高技术产业创新要素的区域空间分布不平衡程度逐渐减轻, 领先区域与落后区域之间的创新资源要素分布差距逐渐缩小。其中, 2008—2010 年创新人力逐年增加, 这 3 年中高技术创新人力投入 (R&D 全时当量) 区域差异加大, 但 2011 年后逐渐递减; 类似地, 2008—2009 年创新资金 Theil 熵逐年增加, 2010 年后经过小幅波动开始逐渐减小。大致说来, “十一五”时期福建省高技术产业创新资源区域差异有逐渐加剧的趋势, 此后时期差距均有所缩小。在投入要素层面, 创新人力要素的分布不平衡程度要高于创新资金要素。此外, 从总体上看, 创新产出 Theil 熵一直高于创新人力 Theil 熵, 创新人力 Theil 熵高于创新资金 Theil 熵。这说明, 福建省高技术产业创新的创新产出地区差异要大于创新投入要素地区差异。

表 1 2008—2018 年福建省高技术产业创新要素分布 Theil 熵值

年份	创新人力 (R&D 全时)	创新资金 (R&D 内部经费)	创新产出 (新产品收入)
2008	1.063 9	1.003 8	1.188 3
2009	1.117 3	1.087 8	1.214 2
2010	1.126 2	0.984 9	1.158 7
2011	1.031 1	1.016 7	1.073 5
2012	0.996 5	0.924 9	1.155 6
2013	1.007 0	0.898 1	1.094 4
2014	1.004 1	0.835 1	1.068 6
2015	0.904 5	0.797 8	1.007 5
2016	0.924 9	0.746 8	0.826 9
2017	0.718 0	0.619 9	0.749 7
2018	0.666 7	0.490 6	0.745 9

(二) 空间演变分析

1. 空间分布演变。进一步运用区位熵对

2008—2018 年福建省 9 个地级市高技术产业创新要素的集聚程度进行测算, 结果见表 2 至表 4。

表 2 2008—2018 年福建省高技术产业创新人才集聚区位熵

年份	福州	厦门	莆田	三明	泉州	漳州	南平	龙岩	宁德
2008	3.434 0	3.247 4	0.226 9	0.112 8	0.266 3	0.326 7	0.098 2	0.047 1	0.015 3
2009	3.456 6	3.203 6	0.135 1	0.097 0	0.193 2	0.450 3	0.073 9	0.067 4	0.032 0
2010	3.094 2	3.650 4	0.147 6	0.117 7	0.157 7	0.355 8	0.078 1	0.084 7	0.043 8
2011	2.863 0	3.442 4	0.129 9	0.080 0	0.225 5	0.376 6	0.121 8	0.120 5	0.100 1
2012	2.674 0	3.269 5	0.246 7	0.077 7	0.241 2	0.508 1	0.130 3	0.141 3	0.064 5
2013	2.818 1	3.059 2	0.234 6	0.082 5	0.167 9	0.407 7	0.126 3	0.111 7	0.452 0
2014	2.709 4	3.228 3	0.217 5	0.086 0	0.157 6	0.375 8	0.162 3	0.096 9	0.442 0
2015	2.314 9	6.519 7	0.263 5	0.107 1	0.184 4	0.348 5	0.211 8	0.177 6	0.635 0
2016	1.363 7	6.992 6	0.240 2	0.378 9	0.503 2	0.743 1	0.247 8	0.678 0	0.459 4
2017	1.418 3	7.105 7	0.202 0	0.096 5	0.217 2	0.939 3	0.172 0	0.232 0	1.459 1
2018	1.251 8	6.774 3	0.232 0	0.129 8	0.300 3	0.785 1	0.179 2	0.285 2	1.567 1
总体趋势	下降	上升	上升	下降	上升	上升	上升	上升	上升

表 2 显示, 2008—2018 年福建省高技术产业创新人才集聚水平区域差距较大, 福建两大中心城市福州和厦门一直保持较高的创新人才集聚水平, 除宁德近年来变化显著外, 其他城市的高技术产业创新人才吸纳能力有限, 区位熵长期处于较低水平。从地理分布上看, 东部沿海地区高技术产业创新人才集聚程度普遍高于非沿海地区。大部分城市的创新人才集聚水平呈增长态势。2008 年, 福建省 9 地市高技术产业创新人才集聚由高到低分别是福州、厦门、漳州、泉州、莆田、三明、南平、龙岩和宁德。这 9 个城市中, 只有福州和厦门的创新人才区位熵超过 1, 分别为 3.434 0 和 3.247 4, 其他 7 个城市的区位熵均在 0.5 以下, 宁德最低, 区位熵仅为 0.015 3。到 2018 年, 福建省 9 地市高技术产业创新人才集聚由高到低分别是厦门、宁德、福州、漳州、泉州、龙岩、莆田、南平和三明。

值得注意的是, 近年来宁德市高技术创新人才集聚水平提升较快, 这可能跟宁德近年的高技术产业投入加大有关。2017 年宁德加大锂电新能源、不锈钢新材料产业投入, 形成了两大千亿高新技术产业集群, 大量引进人才, 建设了涵盖产品研发、工程设计、测试验证、制造等领域的强大研发团队。2017 年以来, 宁德高技术产业创新人才区位熵超过

1。此外, 2010 年以来, 福州高技术产业创新人才集聚下降显著, 这可能跟福州城市发展过程中高技术制造业地理转移趋势有关, 2005—2015 年福建省东部沿海地区产业转出现象明显^[18]。随着产业地理转移, 研发创新人才随之移动, 福州高技术产业创新人才逐渐向周边地市转移。

从表 3 看出, 类似于高技术产业创新人才集聚状况, 2008—2018 年间福建省高技术产业创新资金集聚水平差距也较大。从地理分布上看, 东部沿海地区高技术产业创新资金集聚程度普遍高于非沿海地区。福州和厦门一直具有较高的创新资金集聚水平, 宁德后来居上, 2018 年区位熵高达 4.199 1, 位居全省第一, 和厦门、福州位列前三, 区位熵水平超过 1, 其余城市高技术产业创新资金集聚水平均低于 1。从历年位次变化来看, 三明、泉州和漳州在创新资金投入上相对有所退步, 龙岩、宁德相对位次提升, 尤其是宁德近年来创新资金集聚水平显著提升, 独树一帜。

从各地区历年高技术产业创新产出集聚来看(见表 4), 创新产出区位熵表现基本与创新人才区位熵和创新资金区位熵一致。在地理分布上, 除泉州创新产出集聚较低外, 东部沿海地区高技术产业创新产出集聚程度仍是普遍高于非沿海地区。2008—2018 年, 除福州外, 其余城市的区位

熵呈现平稳或者上升的态势。福州和厦门两城市的创新成果集聚水平较高,但从 2013 年起,宁德市高技术产业新产品收入大幅提升,高技术产业

走上迅速发展的道路,2018 年创新产出区位熵甚至超过厦门,创新产出集聚水平位居全省首位。

表 3 2008—2018 年福建省高技术产业创新资金集聚区位熵

年份	福州	厦门	莆田	三明	泉州	漳州	南平	龙岩	宁德
2008	2.736 4	1.619 9	0.707 0	0.046 9	0.193 7	0.729 2	0.184 6	0.031 0	0.020 4
2009	2.601 6	2.235 5	0.161 0	0.112 3	0.112 9	0.653 6	0.143 1	0.053 1	0.019 0
2010	2.315 2	2.529 4	0.558 8	0.080 1	0.114 2	0.475 7	0.186 0	0.105 4	0.134 5
2011	2.033 5	3.019 7	0.224 7	0.057 9	0.198 7	0.394 4	0.161 3	0.170 8	0.037 3
2012	1.943 9	2.977 3	0.343 2	0.089 6	0.242 8	0.344 9	0.287 4	0.206 0	0.102 6
2013	1.895 2	3.130 4	0.425 1	0.092 1	0.141 7	0.398 6	0.342 3	0.127 8	0.413 8
2014	1.784 4	3.150 5	0.412 1	0.103 3	0.139 1	0.357 8	0.298 3	0.164 8	0.928 4
2015	1.758 1	3.100 0	0.418 1	0.092 8	0.125 6	0.333 9	0.284 7	0.254 5	1.225 9
2016	1.242 2	2.421 0	0.409 2	0.637 9	0.483 5	0.727 1	0.381 1	1.007 6	0.972 6
2017	1.275 4	2.936 1	0.351 0	0.079 1	0.166 6	0.628 0	0.298 0	0.330 1	2.740 2
2018	1.115 5	2.375 5	0.812 3	0.167 5	0.202 3	0.594 2	0.208 5	0.349 2	4.199 1
总体趋势	下降	平稳	平稳	平稳	平稳	下降	上升	上升	上升

表 4 2008—2018 年福建省高技术产业创新产出集聚区位熵

年份	福州	厦门	莆田	三明	泉州	漳州	南平	龙岩	宁德
2008	2.481 5	2.546 2	0.143 7	0.038 6	0.047 5	0.672 8	0.039 9	0.019 6	0.015 8
2009	2.983 7	1.888 9	0.118 5	0.089 8	0.119 8	0.362 6	0.148 9	0.043 4	0.000 6
2010	2.432 9	2.690 5	0.142 7	0.086 3	0.020 3	0.548 8	0.116 2	0.063 0	0.090 4
2011	1.665 8	3.640 7	0.103 9	0.074 3	0.162 8	0.399 7	0.229 0	0.147 0	0.023 1
2012	1.203 7	4.399 2	0.241 6	0.081 6	0.141 7	0.307 7	0.309 4	0.042 9	0.030 1
2013	1.093 7	4.559 2	0.276 2	0.101 1	0.150 6	0.306 6	0.110 0	0.030 3	0.515 3
2014	1.150 2	4.503 6	0.270 0	0.100 9	0.083 6	0.348 5	0.140 1	0.074 9	0.682 4
2015	1.194 9	4.378 7	0.294 4	0.110 5	0.097 4	0.317 5	0.200 5	0.061 8	0.877 7
2016	1.106 2	2.925 6	0.235 7	0.528 3	0.364 4	0.630 6	0.192 2	0.943 8	1.539 9
2017	1.010 6	3.266 8	0.126 1	0.086 9	0.125 7	0.566 9	0.071 6	0.201 4	3.904 3
2018	1.023 4	3.158 6	0.161 5	0.097 4	0.094 2	0.528 2	0.052 0	0.238 6	4.362 5
总体趋势	下降	上升	上升	上升	平稳	平稳	上升	上升	上升

2. 空间相关性分析。结合上述分析,本研究运用空间统计指标分析法分析福建省高技术产业创新要素空间集聚相关状况及其变化趋势,以更清晰地把握福建省高技术产业创新集聚情况。Moran's I 法是目前计算空间自相关系数的常用方法, Moran's I 包括全局指标和局部指标 2 种形式。

本研究利用 2008—2018 年福建省 9 个城市的高技术产业统计数据,通过 Moran's I 全局指标和局部指标,以测度福建省高技术产业的集聚状况。

(1) 全局指标。表 5 显示,研究期间福建省高技术产业创新人才、创新资金和创新产出集聚的 Moran's I 均为负值,呈现空间负相关关系。

这表明创新人才要素、创新资金要素和创新产出要素分布出现空间排斥现象, 区域创新人才呈现“高-低”差异分布, 主要分布在第二和第四象限。福建省创新要素集聚 Moran's I 的值均为负值, 这与林宏杰^[23]的研究结果相一致。全局 Moran's I 为负, 说明福建省高技术产业创新要素投入具有负的空间自相关性, 即在分布上呈离散空间模式 (“高-低”和“低-高”分布), 同时福建省的创新要素集聚全局 Moran's I 一直处于下降的状态, 表明福建省高技术产业创新资金集聚差异化程度逐渐减轻。从 2008 年到 2018 年, 人才集聚的空间负相关程度逐年降低, Moran's I 从 -0.474 6 降至 -0.278 3, 表明福建省人才集聚高低差异程度在逐渐减小。

表 5 2008—2018 年福建省高技术产业创新要素集聚全局 Moran's I

年份	高技术产业创新要素集聚指标		
	创新人才 Moran's I	创新资金 Moran's I	创新产出 Moran's I
2008	-0.474 6	-0.376 9	-0.471 5
2009	-0.484 6	-0.483 6	-0.460 6
2010	-0.471 5	-0.408 3	-0.470 9
2011	-0.472 5	-0.428 3	-0.384 5
2012	-0.456 1	-0.414 3	-0.310 6
2013	-0.460 1	-0.401 4	-0.303 0
2014	-0.458 4	-0.389 1	-0.315 5
2015	-0.357 7	-0.372 9	-0.330 3
2016	-0.247 4	-0.328 4	-0.289 2
2017	-0.282 5	-0.236 5	-0.188 8
2018	-0.278 3	-0.086 6	-0.158 3

(2) 局部指标。由于全局 Moran's I 只是对所有空间单元相关性的总体判断, 不能刻画局部相关性, 即在一个存在全局空间自相关的样本中, 有可能存在局部不相关, 而在不存在全局自相关的样本中, 有可能存在局部相关^[24]。因此, 为了深入地描述福建省高技术产业空间局部自相关性, 分析局部对象间可能存在的空间差异性, 笔者测算了福建省 9 个城市的局部 Moran's I。

创新人才集聚分析。从各城市情况看 (见

表 6), 研究期间福州的创新人才局部 Moran's I 逐渐由负转正, 说明随着周边城市高技术产业的发展以及福州高技术产业转移战略的实施, 周边城市的创新人才吸引力增强, 同时福州市创新人才逐渐向周边城市流动, 人才吸附效应减轻, 福州与周边城市的创新人才集聚分布更趋均衡。厦门创新人才集聚局部 Moran's I 从 2008 年的 -1.165 9 到 2018 年的 -1.603 5, 空间负相关程度加剧, 空间离散程度加重, 与周边城市的创新人才集聚差异程度有所增大。厦门是福建省经济核心城市, 经济发展快, 创新活跃, 人才吸附力较大。除了三明和南平, 其他城市的创新人才集聚均呈现空间负相关关系, 创新人才集聚的局部 Moran's I 值均为负值, 不过集聚程度低于福州和厦门。

由表 7 可知, 2008—2013 年, 福建省高技术产业创新人才集聚类型分布没有发生变化, 主要是以“低-高”水平集聚为主。2013—2018 年, 福州由 HL 转移至 LL, 宁德由 LH 转移至 HL, 三明和南平由 LH 转移至 LL, 表明大部分地区与周边区域的空间差异逐渐减小, 但依旧是以“低-高”水平集聚为主。福建省 9 个城市间的创新人才集聚始终没有到达“高-高”集聚水平, 中心城市对周边中小城市呈现较强的创新人才吸附作用, 集聚程度差异显著。

创新资金集聚分析。由表 8 所示, 类似创新人才集聚情况, 福建省创新资金集聚局部 Moran's I 指数大多负值, 福建省高技术产业创新资金投入具有负的空间自相关性, 即在分布上呈离散空间模式 (“高-低”和“低-高”分布)。同时福建省的创新资金集聚 Moran's I 一直处于下降状态, 表明福建省高技术产业创新资金集聚差异化程度逐渐减轻。福州的创新资金“高-低”集聚状态逐渐减轻, 最终呈现“低-低”集聚, 同创新人才集聚分布情况类似。厦门的创新资金集聚局部 Moran's I 为负值, 说明厦门市与周边城市的创新资金分布呈现“高-低”状态, 相关系数值大小先增后减, 随着周边城市高技术产业的迅速发展和投入的不断加大, 厦门与周边城市的创新资金集聚分布差异程度减轻。

表 6 2008—2018 年福建省高新技术产业创新人才集聚局部 Moran's I

年份	福州	厦门	莆田	三明	泉州	漳州	南平	龙岩	宁德
2008	-1.458 1	-1.165 9	-0.524 3	-0.140 2	-0.136 6	-0.098 4	-0.263 2	-0.192 8	-0.291 7
2009	-1.516 3	-1.143 6	-0.583 6	-0.147 5	-0.152 7	-0.068 6	-0.272 0	-0.190 4	-0.286 6
2010	-1.241 8	-1.368 2	-0.560 7	-0.091 9	-0.201 5	-0.120 7	-0.212 6	-0.223 9	-0.221 9
2011	-1.246 3	-1.367 8	-0.600 7	-0.098 4	-0.187 5	-0.125 1	-0.193 1	-0.234 5	-0.199 0
2012	-1.249 4	-1.279 1	-0.521 2	-0.089 5	-0.221 7	-0.090 8	-0.187 9	-0.259 3	-0.205 9
2013	-1.244 4	-1.380 0	-0.546 6	-0.109 9	-0.207 6	-0.092 8	-0.225 7	-0.212 9	-0.121 1
2014	-1.133 7	-1.482 8	-0.552 1	-0.088 7	-0.223 6	-0.112 6	-0.189 4	-0.232 8	-0.110 1
2015	-0.335 2	-1.703 7	-0.425 4	0.080 8	-0.301 1	-0.234 5	-0.002 5	-0.296 4	-0.001 4
2016	-0.022 7	-1.365 1	-0.418 7	0.115 0	-0.258 2	-0.188 1	0.069 7	-0.213 7	0.055 5
2017	-0.025 6	-1.590 3	-0.399 3	0.193 8	-0.353 3	-0.101 6	0.095 5	-0.349 7	-0.012 0
2018	0.006 6	-1.603 5	-0.390 5	0.202 2	-0.321 6	-0.144 5	0.107 3	-0.332 2	-0.028 2

表 7 福建省高新技术产业创新人才集聚 Moran's I 散点分布情况

年份	高 - 高集聚 (HH)	低 - 高集聚 (LH)	低 - 低集聚 (LL)	高 - 低集聚 (HL)
2008	-	莆田、三明、泉州、漳州、南平、龙岩、宁德	-	福州、厦门
2013	-	莆田、三明、泉州、漳州、南平、龙岩、宁德	-	福州、厦门
2018	-	泉州、莆田、漳州、龙岩	福州、三明、南平	厦门、宁德

表 8 2008—2018 年福建省高新技术产业创新资金集聚局部 Moran's I

年份	福州	厦门	莆田	三明	泉州	漳州	南平	龙岩	宁德
2008	-1.632 1	-0.454 9	0.011 2	-0.245 3	-0.212 8	-0.003 5	-0.311 6	-0.132 0	-0.411 5
2009	-1.610 9	-0.991 5	-0.554 8	-0.159 5	-0.211 8	-0.003 2	-0.267 4	-0.223 2	-0.329 6
2010	-1.199 6	-1.152 9	-0.178 1	-0.110 3	-0.331 6	-0.056 0	-0.199 0	-0.229 4	-0.218 1
2011	-1.013 5	-1.377 0	-0.491 0	-0.056 0	-0.252 9	-0.129 1	-0.122 1	-0.262 4	-0.150 3
2012	-0.912 9	-1.433 2	-0.411 8	-0.059 2	-0.258 7	-0.171 2	-0.091 8	-0.259 6	-0.130 4
2013	-0.707 2	-1.633 1	-0.343 6	-0.010 1	-0.357 0	-0.140 0	-0.065 6	-0.301 5	-0.054 7
2014	-0.523 9	-1.817 8	-0.377 1	0.050 4	-0.354 8	-0.164 1	-0.047 3	-0.278 1	0.010 3
2015	-0.449 8	-1.839 4	-0.379 4	0.063 9	-0.344 8	-0.175 8	-0.033 2	-0.220 2	0.022 7
2016	-0.383 3	-1.470 5	-0.658 7	0.034 1	-0.323 5	-0.206 8	-0.019 9	0.070 7	0.001 9
2017	-0.040 1	-1.447 2	-0.274 6	0.281 3	-0.241 3	-0.052 9	0.124 2	-0.156 5	-0.321 7
2018	0.000 3	-0.647 3	-0.021 8	0.324 3	-0.082 5	0.044 2	0.175 7	0.026 6	-0.598 7

由表 9 可知, 2008—2013 年, 莆田创新资金集聚由 HH 转移至 LH, 漳州由 HL 转移至 LH, 其余城市的类型均保持不变, 但以“低 - 高”集聚水平为主。2013—2018 年, 福州由 HL

转移至 HH, 宁德由 LH 转移至 HL, 三明、漳州、南平和龙岩由 LH 转移至 LL, 其主要是以“低 - 低”集聚水平为主, 表明福建省高新技术产业创新资金集聚空间差异在逐渐缩小。

表9 2008—2018年福建省高技术产业创新资金集聚 Moran's I 散点分布情况

年份	高-高集聚(HH)	低-高集聚(LH)	低-低集聚(LL)	高-低集聚(HL)
2008	莆田	三明、泉州、南平、龙岩、宁德	-	福州、厦门、漳州
2013	-	莆田、三明、泉州、漳州、南平、龙岩、宁德	-	福州、厦门
2018	福州	莆田、泉州	三明、漳州、南平、 龙岩	厦门、宁德

创新产出集聚分析。从表10可以看到,福建省高技术产业创新产出集聚局部 Moran's I 为负,说明创新产出集聚在空间上具有负的空间自相关。福建省创新产出集聚指数在 $-0.5 \sim -0.1$ 之间波动,整体有略微下降趋势。福建省2008—2018年创新产出集聚趋势较为稳定,说明福建省高技术产业创新产出在这期间没有发生明显的变化,处于较为稳定的状态。同时,从表11中可以看出,9个城市大多分布在“高-低”集聚和“低-高”集聚区域,表明福建省高技术产业的发展具有显著的空间离散现象,高技术产业创新产出较高的相邻城市集中性较低。

2008—2013年,三明、南平和宁德创新产

出集聚水平由 LH 转移至 LL,其余城市的类型均没有发生变化。2013—2018年,宁德由 LL 转移至 HL,福州由 HL 转移至 LH,表明福建省创新产出集聚水平差异有缩小的趋势,但变化较慢,主要还是以“低-高”集聚水平为主。

总的来看,福建省9个地级市的高技术产业创新要素分布主要以“高-低”“低-高”集聚模式为主,形成了以厦门、福州为中心的集聚发展态势,城市间高技术产业的发展存在显著的竞争关系,中心城市吸收周边城市各种资源,表现出明显的极化现象。这固然是由城市规模和产业基础所决定,在一定时期内也利于中心城市高技术产业集聚发展,但从长远看,并不利于区域均衡发展。

表10 2008—2018年福建省高技术产业创新产出集聚局部 Moran's I

年份	福州	厦门	莆田	三明	泉州	漳州	南平	龙岩	宁德
2008	-1.452 0	-1.104 5	-0.529 7	-0.111 6	-0.277 7	0.001 1	-0.244 9	-0.269 6	-0.254 3
2009	-1.723 1	-0.798 8	-0.535 0	-0.230 9	-0.078 4	-0.012 3	-0.294 1	-0.090 1	-0.383 0
2010	-1.310 2	-1.283 4	-0.544 4	-0.107 0	-0.285 3	-0.032 0	-0.211 9	-0.242 3	-0.221 5
2011	-0.593 3	-1.539 8	-0.521 8	0.017 6	-0.283 4	-0.146 4	-0.038 5	-0.300 2	-0.054 7
2012	-0.198 7	-1.552 0	-0.333 3	0.087 4	-0.307 8	-0.193 6	0.017 9	-0.344 5	0.029 2
2013	-0.116 4	-1.621 7	-0.316 4	0.141 9	-0.317 1	-0.205 3	0.047 9	-0.359 3	0.019 5
2014	-0.127 2	-1.690 7	-0.330 9	0.143 2	-0.360 6	-0.190 7	0.047 7	-0.339 4	0.009 5
2015	-0.130 7	-1.787 5	-0.335 8	0.150 0	-0.359 2	-0.206 2	0.046 0	-0.346 5	-0.002 9
2016	-0.105 1	-1.581 2	-0.556 5	0.120 0	-0.280 3	-0.219 6	0.092 7	0.001 7	-0.074 2
2017	-0.000 1	-1.191 3	-0.199 8	0.298 2	-0.130 8	-0.038 2	0.162 1	-0.119 9	-0.479 5
2018	-0.003 0	-1.030 5	-0.143 2	0.284 3	-0.090 3	-0.020 9	0.160 5	-0.068 6	-0.512 6

表11 2008—2018年福建省高技术产业创新产出集聚 Moran's I 散点分布情况

年份	高-高集聚(HH)	低-高集聚(LH)	低-低集聚(LL)	高-低集聚(HL)
2008	-	三明、南平、宁德、莆田、泉州、漳州、龙岩	-	福州、厦门
2013	-	莆田、泉州、漳州、龙岩	三明、南平、宁德	福州、厦门
2018	-	福州、莆田、泉州、漳州、龙岩	三明、南平	厦门、宁德

五、结论与建议

精准把握福建省高技术产业创新要素集聚的时空演变特征及趋势是科学制定福建省高技术产业区域战略发展政策的前提。本研究基于福建省 9 个地级市 2008—2018 年高技术产业创新要素的面板数据,以静态分析与动态分析相结合,分析了近十几年来福建省高技术产业创新要素的空间分布特征及变化。根据分析结果,提出如下政策建议:

1. 进一步加强地区间合作,促进区域优势互补。研究结论显示:福建省高技术产业创新要素的区域空间分布不平衡程度逐渐减轻。虽然创新要素分布差距在逐渐缩小,但根据空间集聚和 Moran's I 测算的结果显示,福建省高技术产业创新资源主要以“高-低”和“低-高”集聚模式为主,创新要素的区域发展不平衡程度较大,仍然处于以厦门和福州为主要集聚中心的极化分布状态。因此,建议进一步加强福建省区域间合作,适宜均衡创新资源投入,促进区域优势互补,建立高技术产业区域间产学研协作创新平台,优化地区产业格局,逐渐缩短各地区间在高技术产业发展方面的差距。

2. 优化创新要素分配,促进地区高技术产业协同发展。研究结论表明:福建省高技术产业创新资源主要以“高-低”和“低-高”集聚模式为主,这说明福建省各城市的创新要素集聚水平与周边集聚水平存在较大的差距,中心城市对周边地区的创新要素更具有吸附力,使得处于低集聚的城市想要通过自身吸引创新资源的投入存在一定困难,因而福建省想要形成“高-高”集聚的创新要素集聚模式更加困难。为了促进福建省高技术产业协同发展,应在空间范围内优化高技术产业创新要素的分配与管理,将城市过剩的创新资源转移至创新资源缺乏的城市,带动整个福建省高技术产业的创新发展。一方面,福建省高技术产业集聚低的城市应积极吸收周边高水平创新集聚城市的创新知识和技术,促进自身创新能力的提升;另一方面,对于创新要素集聚水平高的城市,应当制定政策及税收优惠鼓励对创新水平较低的区域进行技术创新帮扶,加强各城

市之间的信息交流,推动人力、财力、技术等创新要素跨城市自由流通,促进福建省高技术产业创新的协同发展。

[参考文献]

- [1] 迟景明,任祺. 基于赫芬达尔-赫希曼指数的我国高校创新要素集聚度研究 [J]. 大连理工大学学报 (社会科学版), 2016, 37 (4): 5-9.
- [2] 李婧. 基于动态空间面板模型的中国区域创新集聚研究 [J]. 中国经济问题, 2013 (6): 56-66.
- [3] GERTLER MS. Tacit knowledge and the economic geography of context, or the unde finable tacitness of being (there) [J]. Journal of Economic Geography, 2003 (3): 75-99.
- [4] 魏国江. 福建省高新技术产业创新效率及提升对策研究 [J]. 发展研究, 2017 (9): 94-98.
- [5] 张晟,莫爱敏. 创新要素集聚与制造业结构调整的路径探究:以天津市为例 [J]. 知识经济, 2020 (13): 63-64.
- [6] AUDRETSCH D B, FELDMAN M P. R&D spillovers and the geography of innovation and production [J]. The American Economic Review, 1996, 3 (86): 630-640.
- [7] TAPPEINER G, HAUSER C, WALDE J. Regional knowledge spillovers: Fact or artifact? [J]. Research Policy, 2007, 37 (5): 861-874.
- [8] 王晓君,孙立新,吴敬学,等. 创新要素集聚对京津冀农业科技协同发展的影响 [J]. 地域研究与开发, 2021, 40 (3): 140-144.
- [9] 周杰文,张云,蒋正云. 创新要素集聚对绿色经济效率的影响:基于空间计量模型的实证分析 [J]. 生态经济, 2018, 34 (6): 57-62.
- [10] 王淑英,寇晶晶,卫朝蓉. 创新要素集聚对经济高质量发展的影响研究:空间视角下金融发展的调节作用 [J]. 科技管理研究, 2021, 41 (7): 23-30.
- [11] 吴卫红,杨婷,张爱美. 高校创新要素集聚对区域创新效率的溢出效应 [J]. 科技进步与对策, 2018, 35 (11): 46-51.
- [12] 余泳泽. 创新要素集聚、政府支持与科技创新效率:基于省域数据的空间面板计量分析 [J]. 经济评论, 2011 (2): 93-101.
- [13] 高宏霞,王成. 创新要素集聚、空间关联与房地产价格调控 [J]. 江汉论坛, 2021 (6): 20-29.
- [14] 周锐波,刘叶子,杨卓文. 中国城市创新能力的

- 时空演化及溢出效应 [J]. 经济地理, 2019, 39 (4): 85-92.
- [15] 衣保中, 张彩云. 中国高技术产业集聚的时空格局演变研究 [J]. 学习与探索, 2020 (4): 115-121.
- [16] 刘帅, 李琪, 徐晓瑜, 等. 中国创新要素集聚能力的时空格局与动态演化 [J]. 科技进步与对策, 2021, 38 (16): 11-20.
- [17] 陈菲琼, 韩莹. 创新资源集聚的自组织机制研究 [J]. 科学学研究, 2009, 27 (8): 1246-1254.
- [18] 涂平, 赵唯为, 梁娟珠. 集聚扩散视角下福建省高新技术产业时空转移及其影响因子分析 [J]. 华侨大学学报 (自然科学版), 2019, 40 (2): 257-263.
- [19] 冯南平, 周元元, 司家兰, 等. 我国区域创新要素集聚水平及发展重点分析 [J]. 华东经济管理, 2016, 30 (9): 80-87.
- [20] 阎晓, 涂建军. 黄河流域资源型城市生态效率时空演变及驱动因素 [J]. 自然资源学报, 2021, 36 (1): 223-239.
- [21] THEIL H. Economics and information theory [M]. Amsterdam: North Holl and Publishing Company, 1967.
- [22] 吴延兵. 中国地区工业知识生产效率测算 [J]. 财经研究, 2008 (10): 4-14.
- [23] 林宏杰. 市场效应、政府行为与科技服务业集聚发展的空间视角分析: 以福建省为例 [J]. 重庆大学学报 (社会科学版), 2018, 24 (5): 1-17.
- [24] 张向荣. 粤港澳大湾区制造业要素集聚与创新效率联动研究 [J]. 工业技术经济, 2020, 39 (4): 11-18.

A Study of Spatio-temporal Evolution of Fujian's High-tech Industry Innovation Elements Agglomeration

HUANG Xiao-bo¹, LI Xiao-qing¹, CHEN Guo-fu², ZHANG Ya-zhou¹

(1. School of Economics and Management, Xiamen University of Technology, Xiamen 361024, China;

2. School of Management, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: The trend of Fujian's high-tech industry innovation factors agglomeration is becoming increasingly prominent, and the influence of high-tech industry innovation development is also increasing. Mastering the spatial-temporal evolution laws and characteristics of the agglomeration and distribution of innovative elements is essential for the high-quality development of high-tech industries. The study uses Theil index and location quotient to measure the changes in the spatial distribution of Fujian's high-tech industries innovation factors, and further uses the Moran's I to analyze the changes in the spatial distribution of innovation factors. The study found: during the study period, the imbalance of the accumulation of Fujian's high-tech industries innovation factors agglomeration gradually decreased; although a few cities showed a positive spatial correlation during the research process, the majority of cities showed a negative spatial correlation, and the main agglomeration characteristics were high-low agglomeration and low-high agglomeration.

Key words: high-tech industry; innovation elements agglomeration; location quotient; Moran's I; spatial-temporal evolution

(责任编辑 陈蒙腰)