

湖南省研发投入的空间格局与创新协调发展对策

罗建¹ 史敏¹ 廖婷²¹

(1. 湖南农业大学 商学院, 中国湖南 长沙 410128;

2. 湖南省科学技术信息研究所, 中国湖南 长沙 410001)

【摘要】:以湖南省 14 个市州为研究对象,运用首位度分析、ESDA 探索性空间数据分析方法,研究湖南省各市州的研发投入(R&D 经费、R&D 人员投入)空间差异变化趋势和空间分异特征。结果表明:①湖南省内各市州 R&D 经费投入差距在逐渐缩小,但 R&D 人员投入差距在逐渐增大;②湖南省的 R&D 经费及 R&D 人员投入在各个市州之间存在明显的空间依赖及空间集聚现象,并在西部、南部周边市州呈现出大面积的低水平连片聚集特征;③湖南省 R&D 投入的空间演变特征并不显著,长株潭作为省会中心城市圈缺乏辐射带动力。研究最后提出了湖南省科技创新协同发展的对策建议。

【关键词】:研发投入 ESDA 空间格局 创新型省份建设

【中图分类号】:F279.27 **【文献标志码】:**A **【文章编号】:**1000-8462(2020)02-0125-07

研究与开发(R&D)活动是一个国家或地区科技进步及经济发展的主要推动力,R&D 经费投入和 R&D 人员投入是反映一个国家或地区科技支撑能力的重要指标。近年来,湖南省研发投入总量持续增长,全省 R&D 经费投入总量从 2007 年的 73.55 亿元增长到 2017 年的 568.53 亿元;研发活动人员数量从 2007 年的 4.49 万人年增长到 2017 年的 13.08 万人年。已有研究表明湖南省 R&D 经费投入强度的增长能有效提高湖南省创新绩效水平^[1]。本文拟采用探索性空间数据分析技术(ESDA)对湖南省 14 个市州的研发投入要素进行分析,研发投入要素主要聚焦于 R&D 经费投入和 R&D 人员投入,通过分析识别 14 个市州差异的整体变化趋势和空间分异特征,为湖南创新型省份建设相关指标的达成提出对策建议。

1 文献综述

关于创新投入、研发投入的指标研究。赵建吉等总结了创新投入的指标,主要包括研发支出、研发人员^[2]。根据不同的研究,研发投入的具体指标略有区别,但总结来看可以概括为 R&D 经费和 R&D 人员投入两大指标^[3]。

有关探索性空间数据分析技术(ESDA)应用的研究。国内学者利用 ESDA 技术研究区域、省际经济差异及协调发展格局的成果居多。冉泽泽结合 ESDA 技术选取丝绸之路经济带我国西北段 18 个核心节点城市作为研究对象,对丝绸之路经济带我国西北段城市经济的总体和局部空间差异进行了实证分析,并提出经济协调发展的思路与对策^[4]。胡艳兴等结合 ESDA、重心转移、热点分析、GWR、等多种空间分析方法研究了全国 343 个地级市四化协调发展的总体趋势、时空分异格局及影响因素^[5]。陈利等结合运用 ESDA、空间变异函数、面板数据空间回归模型,对云南省县域经济空间格局演变及机理做了深度解析,并提出了云南省县

基金项目:湖南省自然科学基金项目(2019JJ50301);湖南省科技计划项目一重点研发项目(2015ZK2017)

作者简介:罗建(1977-),男,湖南长沙人,博士,副教授。主要研究方向为技术经济。E-mail:4658669@qq.com。史敏(1977-),女,湖南长沙人,博士,研究员。主要研究方向为科技创新、技术转移。E-mail:631725@qq.com。

域经济空间格局协调发展的对策建议^⑥。夏雪运用 ES-DA、AHP、模糊聚类等方法对鄂豫皖赣省际边缘区区域经济差异的时空格局进行了研究探讨^⑦。邹晨等综合利用 ESDA、GWR 等方法,阐释了长三角城市群创新产出的时空分异特征及成因^⑧。冯兴华基于 Mann-Kendall 方法,结合 ESDA 等方法对长江经济带县域经济空间格局演变进行多视角分析,得出了地理区位与交通条件、产业布局与全球化水平、城市等级体系状况、国家政策导向等因素是促进长江经济带县域经济格局演变的重要驱动因素的重要结论^⑨。亦有不少学者将 ESDA 技术应用于科技创新能力、区域创新能力方面的研究。刘刚等以长江经济带城市为例,结合专利授权量数据,利用变异系数、探索性空间数据分析方法以及面板门槛模型,探讨了创新活度的空间分异特征及其门槛效应,提出了相关政策建议^⑩。马双利用国家知识产权局专利数据,测度了长江经济带城市的知识复杂性,并对知识复杂性的空间分布和演化过程进行可视化表达,探索知识空间分布与其复杂性的关联^[11]。陈瑜等以长三角地区为对象,运用探索性空间数据分析(ESDA)方法,研究了长三角地区创新的空间相关性,研究结果显示创新表现出明显的空间分层性,且空间分布格局不易变化^[12]。邹琳等以长三角城市群为研究案例区,运用 ESDA 探索性空间数据分析法,通过 ArcGIS/GeoDa 软件对长三角城市群 R&D 投入相关数据进行分析,得出其空间分异及演化特征^⑪。符新伟运用探索性空间数据分析研究发现,我国各省(区、市)的高校研发投入存在显著的空间自相关性,近邻效应显著^[13]。

综上所述,已有研究表明研发投入主要以 R&D 经费和 R&D 人员投入两个指标表征。探索性空间数据分析技术(ESDA)已经应用于对区域创新能力的研究,但主要集中在长江经济带和长三角城市群,鲜有针对湖南的相关研究。针对创新型省份,采用探索性空间数据分析技术对城市间研发投入差异的整体变化趋势和空间分异进行分析并提出对策,具有较强的参考意义。

2 研究方法 with 数据来源

2.1 研究方法

2.1.1 首位度分析

首位度分析源于城市首位度。首位度一定程度上表示的是城镇体系中的某一发展要素在最大城市的集中程度,其核心是为了研究首位城市的相对重要性。M. Jefferson 提出用“两城市指数”计算城市首位度,即区域内首位城市与二位城市规模的比率。后有学者提出“四城市指数”和“十一城市指数”以弥补“两城市指数”的“以偏概全”。

本文将首位度和四城市指数引入湖南省市州研发投入分析中,分别以 R&D 经费和 R&D 人员全时当量作为研发投入指标,计算湖南省的研发投入要素的市州首位度和四城市指数,首位度=与促,四城市指数= $R1/(R2+R3+R4)$,其中 R1 为研发投入指标最大的城市对应的指标值,R2-R4 则为第 2、3、4 位的市州相应指标值。

2.1.2 探索性的空间数据分析

探索性的空间数据分析技术(ESDA)是近年来得到广泛应用的空间分析技术的核心内容之一,其以空间关联测度数据为依据,通过可视化描述事物或现象的空间分布格局,发现描述事物或现象的空间聚集与空间异常,解释观测对象之间的互相作用机制。本文通过 ESDA 方法对湖南省 14 个市州的研发投入的整体空间相关关系以及空间集聚性进行分析。

①全局空间自相关分析。全局空间自相关分析主要探索某要素在区域中总体的空间关联和差异「气一般采用 Moran 指数和 Geary 系数来度量空间自相关程度。本文采用全局 Moran' sI 进行分析,它是最早应用于检验空间关联性和集聚问题的探索性空间分析的指标,其反映的是空间临接或空间邻近的区域单元属性值的相似程度。其公式如下:

$$\begin{aligned}
 Moran's I &= \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \\
 &= \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{S^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij}}
 \end{aligned}$$

式中：n 是研究区域内地域单元总数； x_i (x_j) 是地域单元 i (j) 的 x 变量值； W_{ij} 是二进制邻接矩阵，按照公共边界法则，若区域 i 与区域 j 相邻接界则 $W_{ij}=1$ ，否则 $W_{ij}=0$ 。

Moran's I 取值范围在-1-1 之间。通过在给定显著性水平下的 Moran's I 判断研究要素在空间上的集聚或极化分异属性特征。Moran's I 值接近 1，表明研发投入要素水平相似的区域聚集在一起，即在空间上显著集聚；Moran's I 值接近-1，表明研发投入要素水平相异的区域聚集在一起，即该区域的研发投入要素水平在整体上呈极化态势；Moran's I 值等于 0，表明该空间内的区域研发投入要素水平服从随机分布，即不存在空间自相关性。

②局部空间自相关分析。局部自相关分析主要用于探究要素的局部空间变化及演变。局部空间自相关分析可用空间联系的局部指标 (LISA)、G 统计量、Moran 散点图三种方法来表示。

2.2 数据来源

本文以湖南省 14 个市州为研究对象，各市州的样本数据主要来源于 2010-2017 年《湖南统计年鉴》和《湖南科技统计年鉴》，对于数据有出入的地方以《湖南统计年鉴》为准，对个别缺失数据采用前后年份取平均值的方法进行估计；全国的样本数据来自《中国科技统计年鉴》及国家统计局发布的统计公报；湖南省全省的研发投入数据来自于湖南省统计局官网公开的统计数据。

3 湖南省 14 个市州研发投入的空间格局

3.1 研发投入空间整体趋势

3.1.1 湖南省 R&D 经费投入与全国平均水平的差距

本文通过对比自 2000 年以来湖南省研发投入强度与全国 R&D 投入强度情况分析湖南省研发投入在全国的定位 (表 1)。对比历年 R&D 投入强度增长趋势可知，湖南省的 R&D 投入强度随着时间的推移在波动增长，但与全国平均水平相比还存在一定差距。2016 年，湖南省首次在其“十三五”科技创新规划中提出了“全社会研发投入占 GDP 比重达到 2.5%”的目标，并于 2017 年底出台了《湖南省加大全社会研发经费投入行动计划(2017-2020 年)》，逐步追赶全国 R&D 投入强度水平，差距在逐步缩小。

3.1.2 湖南省各市州研发投入首位度分析

本文应用首位度分析法对湖南省各市州间研发投入差异化的整体变化趋势进行分析，见表 2。从数据分析可知，长沙市作为湖南省的首位城市，其 R&D 经费投入与 R&D 人员投入首位度近七年来呈相反的变化趋势。其中 R&D 经费的首位度和四城市指数均呈下降趋势，表明各市州之间 R&D 经费投入差距在逐渐缩小；R&D 人员全时当量的首位度、四城市指数呈上升趋势，表明市州

之间 R&D 人员投入差距在不断增大。

表 2 长沙市研发投入要素首位度分析

年份	首位度		四城市指数	
	R&D 经费	R&D 人员 全时当量	R&D 经费	R&D 人员 全时当量
2009	5.34	4.77	1.92	1.95
2013	3.90	4.94	1.51	2.23
2016	3.85	6.76	1.48	2.41

3.2 研发投入的全局空间自相关分析

为了进一步研究分析湖南省各市州之间的研发投入空间差异特征，本文运用 GeoDa 软件对 2009、2013 和 2016 年湖南省 14 个市州的 R&D 经费及 R&D 人员全时当量计算全局 Moran's I，见表 3。

由表 3 数据分析可知，湖南省 14 个市州的 R&D 经费及 R&D 人员全时当量的 Moran's I 均为正，且对 Moran's I 检验结果显著，说明湖南省各市州研发投入要素（R&D 经费、R&D 人员全时当量）均存在显著的全局自相关特征，且各市州之间呈现出明显的空间依赖和空间集聚现象。

随着时间的推移，R&D 经费的 Moran's I 呈波动上升趋势，可见 R&D 经费的空间依赖和集聚特征日趋明显，R&D 经费水平高的市州趋向与 R&D 经费水平高的市州集聚靠拢，R&D 经费水平低的市州趋向与 R&D 经费水平低的市州集聚靠拢。R&D 人员全时当量的 Moran's I 则随着时间的推移呈下降趋势，表明 R&D 人员的全局空间相关性越来越弱，各市州 R&D 人员的空间依赖和集聚特征日趋减弱，逐渐呈现空间分布不均匀、区域分异现象。

表 1 湖南省与全国 R&D 经费投入情况对比表

年份	湖南		全国	
	R&D 经费 /亿元	R&D 投入 强度/%	R&D 经费 /亿元	R&D 投入强 度/%
2000	19.20	0.54	895.66	0.89
2001	24.00	0.63	1042.49	0.94
2002	26.20	0.63	1287.64	1.06
2003	30.10	0.65	1539.63	1.12
2004	37.00	0.65	1966.33	1.21
2005	44.52	0.67	2449.97	1.31
2006	53.62	0.71	3003.10	1.37
2007	73.55	0.80	3710.24	1.37
2008	112.70	1.01	4616.02	1.44
2009	153.50	1.18	5802.11	1.66
2010	186.56	1.16	7062.58	1.71
2011	233.22	1.19	8687.01	1.78

2012	287.68	1.30	10298.41	1.91
2013	327.03	1.33	11846.60	1.99
2014	367.93	1.36	13015.63	2.02
2015	412.67	1.13	14169.88	2.07
2016	468.84	1.50	15676.70	2.11
2017	568.53	1.68	17606.10	2.13

3.3 研发投入的局部空间自相关分析

从研发投入的全局空间自相关分析可知，湖南省各市州的研发投入要素（R&D 经费、R&D 人员全时当量）呈正相关的市州区域空间特性。本文运用 GeoDa 软件进一步开展各市州间局部空间自相关分析和研究，揭示各市州间的空间关联特性。

3.3.1 Moran 散点图聚类统计分析

继续选取 2009、2013、2016 年为时间断面，通过 Ge. Da 软件计算得到湖南省各市州研发投入的 Moran 散点图并进行聚类统计（表 4、表 5），参考邹琳^①等人的研究按象限分布将各市州研发投入的空间模式分为 HH（高值集聚区）、HL（高低孤立区）、LH（低高空心区）、LL（低值萧索区）四种类型。湖南省各市州研发投入（R&D 经费、R&D 人员全时当量）在空间上呈现出较为明显的东高西低的格局特征，但随着时间的推移，空间格局演变特征并不明显。

从表 4 统计结果可知，湖南省各市州 R&D 经费的空间集聚演变特征表现为，仅湘潭从高值集聚区演进到低高空心区外，岳阳、株洲稳定在高值集聚区，长沙、常德波动稳定在高低孤立区，益阳、娄底稳定在低高空心区，而低值萧索区范围囊括了大湘西、大湘南地区的张家界、湘西州、邵阳、怀化、衡阳、永州、郴州等 7 个市州。

从表 5 统计结果可知，湖南省各市州 R&D 人员空间集聚演变特征表现为，仅湘潭从高值集聚区演进到低高空心区，株洲稳定在高值集聚区，长沙稳定在高低孤立区，岳阳、益阳、娄底稳定在低高空心区，而低值萧索区范围更大，囊括了张家界、常德、湘西州、邵阳、怀化、衡阳、永州、郴州等 8 个市州。

3.3.2 LISA 集聚图分析

Moran 散点图聚类统计分析定性地展示了湖南省各市州的局部自相关空间集聚特征和空间演变趋势，但不足以揭示同一象限内各市州局部空间自相关的程度，本文进一步应用局部自相关显著性水平指标定量地描述各市州研发投入的空间集聚程度。选取 2009、2013、2016 年为时间断面，绘制研发投入（R&D 经费、R&D 人员全时当量）LISA 集聚图（图 1-图 3）。

从各年度的 R&D 经费 LISA 集聚图的总体情况来看，R&D 经费有显著的区域空间集聚特征的只有长沙市、常德市、怀化市以及湘西州等 4 个城市，其余 10 个城市的区域空间集聚特征并不显著，并且只有怀化市和湘西州一直保持着显著的低一低集聚状态。从各年度的 R&D 人员全时当量 LISA 集聚图的总体情况来看，随着时间的推移，R&D 人员投入有显著的区域空间集聚特征的市州呈减少趋势，只有怀化市、湘西州以及株洲市等 3 个城市一直保持着显著区域空间集聚特征，其中，怀化市和湘西州一直保持着显著的低一低集聚状态，株洲市一直保持着显著的高一高集聚状态。

3.4 湖南省研发投入的问题分析

综合上述分析可知湖南省研发投入在地理空间分布上存在以下问题：

表 3 湖南省 14 个市州 2009、2013、2016 年研发投入的 Moran' sI 及其检验

年份	R&D 经费			R&D 人员全时当量		
	Moran' sI	Z-value	P-value	Moran' sI	Z-value	P-value
2009	0.0680	2.0445	0.025**	0.0453	1.8569	0.034**
2013	0.1386	2.5333	0.009***	0.0311	1.8049	0.046**
2016	0.1095	2.1039	0.027**	0.0124	1.7293	0.041**

注:***、**分别表示在 1%、5%显著性水平下显著。

表 4 湖南省 14 个市州 2009、2013、2016 年 R&D 经费的 Moran 聚类统计结果

象限	2009	2013	2016
1: HH	岳阳、湘潭、株洲	岳阳、湘潭、株洲、长沙	岳阳、株洲
2: LH	益阳、娄底	益阳、娄底	湘潭、益阳、娄底
3: LL	张家界、湘西州、邵阳、怀化、衡阳、永州、郴州	张家界、常德、湘西州、邵阳、怀化、衡阳、永州、郴州	张家界、湘西州、邵阳、怀化、衡阳、永州、郴州
4: HL	长沙、常德	—	长沙、常德

表 5 湖南省 14 个市州 2009、2013、2016 年 R&D 人员全时当量的 Moran 聚类统计结果

象限	2009	2013	2016
1: HH	湘潭、株洲	湘潭、株洲	株洲
2: LH	岳阳、益阳、娄底	岳阳、益阳、娄底	岳阳、益阳、娄底、湘潭
3: LL	张家界、常德、湘西州、邵阳、怀化、衡阳、永州、郴州	张家界、常德、湘西州、邵阳、怀化、衡阳、永州、郴州	张家界、常德、湘西州、邵阳、怀化、衡阳、永州、郴州
4: HL	长沙	长沙	长沙

①研发投入出现大面积的低水平聚集。局部自相关 Moran 聚类统计结果显示有 50% 以上的市州研发投入长期处于低值萧索区，并且在空间上呈连片分布在湖南省的西部和南部外围。一方面是由于湖南省西、南部境内偏远地区环境相对较差，科技发展落后，产业发展基础条件较薄弱；另一方面与这些地区科技创新意识不足、政府科技管理工作薄弱有关。据调研，低值萧索区的部分县级科技工作出现了“机构不稳定、人员不稳定、投入不稳定”的现象，在县级政府财政预算偏紧的情况下，科技部门与其他职能部门合并或被撤销，县级财政科技投入普遍不足。

②长株潭科技创新投入的辐射带动作用不突出。长株潭一体化进程已有 20 余年，但从分析结果看，长株潭三市在科技创新方面并没有形成显著的互相促进协同发展格局，也未对周边市州产生显著的辐射带动作用。说明长株潭在科技资源协同共享、科技人才交流互动、政产学研合作等方面还有待加强。

4 研究结论

本文通过对湖南省各市州研发投入的首位度分析,以及对湖南省各市州研发投入要素进行全局及局部空间格局、演变分析,得出以下主要结论:

①从整体趋势看,湖南省研发投入与全国平均水平存在一定差距,但“十三五”以来差距在逐步缩小;湖南省内各市州 R&D 经费投入差距在逐渐缩小,但 R&D 人员投入差距在逐渐增大。在一定程度上表明,湖南省近年来通过加大财政科技投入力度引导加大全社会研发经费投入有一定成效,各地区通过产业园区建设、产学研合作等方式加强科技创新取得了一定的成果,但在研发人才方面,长株潭仍是湖南省科研人才的集聚地,并仍处于吸收聚集人才的阶段,还未能培养释放人才产生溢出效应辐射周边地区。

②从整体格局看,湖南省的研发投入在各市州之间存在空间依赖和集聚特征,研发投入“东高西低”的格局特征显著,并在西部、南部周边市州呈现出大面积的低水平连片聚集现象。

③从空间演变看,湖南省研发投入空间演变特征并不显著。从局部 Moran 散点图分析仅湘潭从高值集聚区演进到低高空心区,从局部 LISA 集聚图分析仅长沙从高低孤立区消失,主要是长株潭自主创新示范区建设推进的结果,但空间演变格局尚未显示出长株潭作为科技创新核心增长极的显著协同互促进作用和引领辐射带动作用。这可能是由于数据分析仅至 2016 年,而《中共湖南省委湖南省人民政府关于建设长株潭国家自主创新示范区的若干意见》(湘发〔2015〕19 号)是于 2015 年 11 月发布,从政策发布到最终发挥效果有一定时滞,2016 年的数据尚未全面展现政策效果所致。

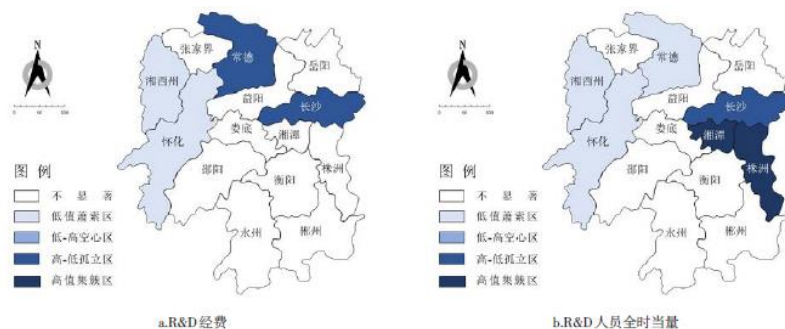


图 1 2009 年 R&D 经费及 R&D 人员全时当量的 LISA 集聚图

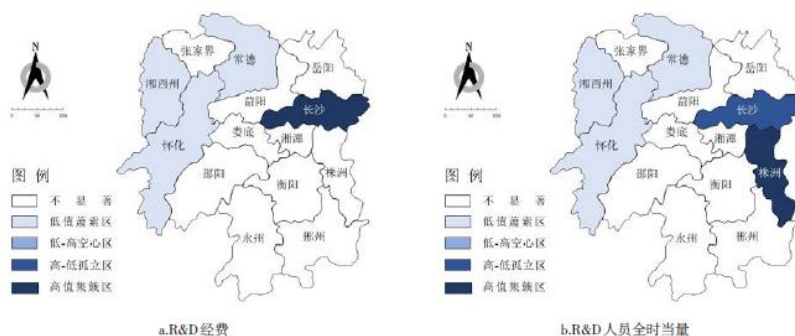


图 2 2013 年 R&D 经费及 R&D 人员全时当量的 LISA 集聚图

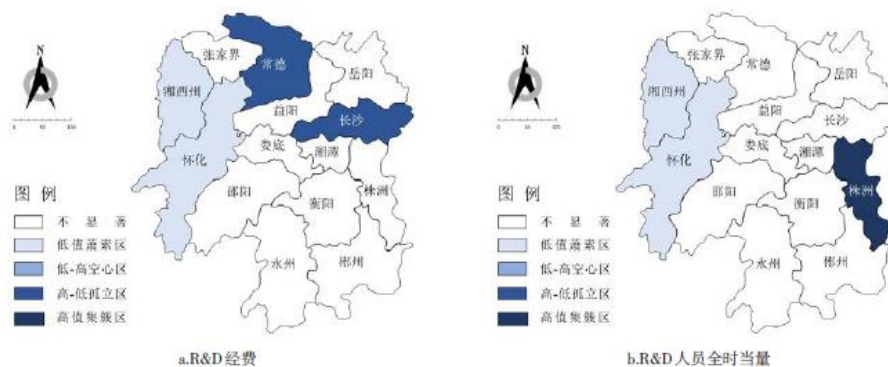


图3 2016年R&D经费及R&D人员全时当量的LISA集聚图

5 湖南省科技创新协同发展的对策建议

第一，加大引导全社会研发投入增长机制。一是充分发挥政府财政投入的统筹和杠杆作用，推动省、市州、园区等有关部门加大财政支出中科技投入的比重，提高财政科技投入转化为科研活动的比率，确保各地区 R&D 经费投入稳步增长；二是充分发挥项目奖励和财税政策的激励作用，推动企业加大研发投入，鼓励企业建立研发准备金制度，与高校、科研院所开展产学研合作，鼓励企业建设创新平台与研发机构，大力培育科技型中小企业和高新技术企业，鼓励引导银行金融机构积极开展知识产权，为提高科技创新成果产出提供保障。

权质押贷款、科技担保、科技保险、科技信贷等业第二，进一步推动长株潭科技创新一体化建设，强化长株潭的创新投入辐射效应。一是以长株潭自主创新示范区建设为依托，加大长株潭三市的科技创新协同交流，推动长株潭科技创新一体化建设；二是整合依托长株潭地区的强势科技创新资源，加强科技创新前沿领域的基础研究和应用研究，加速长株潭地区的产业提质升级，建设国家技术创新中心，将长株潭打造为科技创新人才的培养和培育中心，进而释放长株潭的产业溢出和人才溢出效应，逐步扩大辐射带动范围。

第三，探索实施东西联动的科技创新“扶贫”机制。在长株潭与大湘西地区探索试点推进科技创新投入“扶贫”机制，通过资源协同、产业协同、园区协同的模式以弥补大湘西地区基础创新要素不足的问题。鼓励长株潭地区的高校、科研院所、优质高新技术企业对接低创新投入地区的企业，共同开展产学研合作、人才培养、科技成果转移转化等活动；鼓励长株潭地区的优质企业转移扩大产能至低创新投入地区，并与当地政企合作搭建研发平台；鼓励长株潭地区的园区与低创新投入地区的园区开展协同对接活动“借“引”其资源平台，导入创新服务机构和团队，切实帮扶低创新投入地区提升创新服务能力，逐步实现创新投入“脱贫”。

参考文献：

- [1]文晓芬，李维思，张越. 湖南省 R&D 经费投入现状与对策研究[J]. 企业技术开发, 2017, 36(10): 1-4.
- [2]赵建吉，曾刚. 创新的空间测度：数据与指标[J]. 经济地理, 2009, 29(8): 1250-1255.
- [3]邹琳，曾刚，曹贤忠. 基于 ESDA 的长三角城市群研发投入空间分异特征及时空演化[J]. 经济地理, 2015, 35(3): 73-79.
- [4]冉泽泽. 基于 ESDA 的经济空间差异实证研究——以丝绸之路经济带中国西北段核心节点城市为例[J]. 经济地理, 2017, 37(5): 28-34, 73.

[5] 胡艳兴, 潘竞虎, 陈蜓, 等. 基于 ESDA 和 GWR 的中国地级及以上城市四化协调发展时空分异格局[J]. 经济地理, 2015, 35(5): 45-54.

[6] 陈利, 朱喜钢, 杨阳, 等. 基于空间计量的云南省县域经济空间格局演变[J]. 经济地理, 2017, 37(1): 40-49.

[7] 夏雪, 韩增林, 赵林, 等. 省际边缘区区域经济差异的时空格局与形成机理——以鄂豫皖赣为例[J]. 经济地理, 2014, 34(5): 21-27.

[8] 邹晨, 欧向军, 孙丹. 长江三角洲城市群经济联系的空间结构演化分析[J]. 资源开发与市场, 2018, 34(1): 47-53.

[9] 冯兴华, 钟业喜, 陈琳, 等. 长江经济带县域经济空间格局演变分析[J]. 经济地理, 2016, 36(6): 18-25.

[10] 刘刚, 杨蕾, 刘程军. 创新活度的空间分异特征及其门槛效应——以长江经济带为例[J]. 华东经济管理, 2017, 31(1): 51-59.

[11] 马双. 城市知识复杂性空间分异与演化分析: 以长江经济带为例[J]. 科技进步与对策, 2018, 35(19): 140-146.

[12] 陈瑜, 谢富纪. 基于 ESDA 的中国长三角地区创新空间分异及演进研究[J]. 技术经济, 2017, 36(3): 8-13.

[13] 符新伟, 周玲, 段捷. 基于 ESDA 的中国高校研发投入时空分异格局研究[J]. 科技管理研究, 2017(15): 104-110.

[14] 张虹鸥, 叶玉瑶, 陈绍愿. 珠江三角洲城市群城市规模分布变化及其空间特征[J]. 经济地理, 2006, 26(5): 806-809.