
知识溢出对长江经济带电子信息 产业集聚的影响研究

陈跃刚 张弛¹

(上海大学, 上海 201899)

【摘要】: 电子信息产业是国民经济的基础性、战略性行业, 长江经济带规模以上电子信息企业数占我国的一半以上。利用区位熵和空间自相关系数深入分析长江经济带电子信息产业集聚态势及其空间分布格局, 运用空间杜宾模型检验知识溢出对长江经济带电子信息产业集聚的影响。结果显示:本地区知识产出、研发技术人员、经济基础可以通过溢出效应显著地促进周边地区电子信息产业集聚;本地区知识产出、劳动力池、政府作用、工业规模、外商直接投资能有效地提升本地电子信息产业集聚程度;长江经济带电子信息产业的集聚态势在逐步减弱, 电子信息产业的重心将从东部向西部转移, 存在中心向外围扩散趋势。

【关键词】: 知识溢出 电子信息产业集聚 长江经济带 空间自相关系数 空间杜宾模型

【中图分类号】: F429. 9 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1002—6924(2020)02—136—145

一、文献综述及研究假设提出

(一) 文献综述

电子信息产业是国民经济的基础性、战略性行业, 推动产业从中低端向中高端转型发展起到关键性的作用。不同于其它制造业, 电子信息产业具有知识技术含量高、产品更新速度快、成本投入风险高、标准化要求高等特点。从美国制裁中兴、华为事件, 就可以看出电子信息产业的战略意义。据国家统计局数据, 2019 年规模以上工业企业主营业务收入达到 105.7 万亿, 其中电子信息产业主营业务收入超过 15 万亿, 占比为 14.2%。据工信部介绍, 我国 5G 网络建设已初具规模并正式商用。5G 固定资产投资是 4G 的 2 倍, 对电子信息制造业固定资产年增速贡献高达 4.5%。

长江经济带在我国电子信息产业中发挥着至关重要的作用。2017 年规模以上电子信息企业 15222 家, 分布在长江经济带九省两市的企业数占我国的一半以上。电子信息产业不仅强有力地带动其它行业发展, 提高产业附加值, 而且对工业总产值贡献 10%以上, 并呈现快速增长趋势。电子信息产业在九省两市的分布态势如何呢?电子信息产业受什么因素影响集聚在长江经济带呢?

国内外学者研究表明, 企业空间集聚从过去寻求低价劳动力、土地资源等有形的资源禀赋, 逐步转向对知识禀赋、创新资源等无形资源的需求。传统的资源禀赋、地缘优势等因素对产业集群的作用正逐渐减弱, 知识创新能力已经成为推动区域内产

¹**基金项目:**上海市哲学社会科学规划办智库专项“消费型社会引领下支撑上海产业转型升级的城市空间优化研究”(2018TZB011)。
作者简介:陈跃刚, 博士, 上海大学悉尼工商学院副教授, 硕士生导师, 主要研究方向:城市经济、产业集群与供应链管理;张弛, 上海大学悉尼工商学院企业管理学术型硕士生, 主要研究方向:技术经济及管理。

业集群的关键因素。Marshall 提出集聚理论的同时,也提到了外部性,即溢出效应,后来学者们将集聚的动因归纳为劳动力蓄水池、中间品投入和知识溢出。^[1]Anselin 等运用空间计量模型,对知识溢出做了早期测度研究,从空间异质性和空间依赖性的角度描绘了空间外部性,即溢出效应的形成过程,也验证了集聚效应的存在。^[2]Glaeser 等指出知识溢出与产业集聚有着密切的关系,在某一区域范围内,相同或相近产业的从业人员集聚在一起,为知识的传播和分享创造了有利的环境,从而促进地区产业的创新和发展。^[3]Almeida 等发现人力资源在不同空间范围内的活动促进了不同群体间的交流和互动。^[4]Blomstrom 等对跨国企业的研究发现,跨国公司通过对东道国进行投资,对当地的本土企业起到了生产示范作用,通过同东道国企业交易、合作过程产生知识溢出。^[5]Padilla-Pérez 收集墨西哥两地区 FDI 主导的电子产业数据,检验发现由 FDI 方式向东道国进行了技术转移。^[6]Keller 研究发现区域外部知识溢出效应的强度随着空间距离的加大而降低,这造成了知识创造、知识创新的组织有空间集中化、产业专业化倾向,反过来也促进了产业集群内部的学习交流。^[7]Bode 对德国 90 年代区域间的知识溢出进行探究,发现区域间的溢出效应对地区的知识创造有着显著的促进作用。^[8]Falck 等评估了德国 1999 年实施以产业集聚为导向的政策,发现促进了区域内企业的合作,显著提升企业创新能力和竞争力。^[9]Ellison 等利用美国制造业数据验证马歇尔的集聚理论,研究表明降低原材料供应和成品供给的运输成本,促进劳动力蓄水池效应,同时强化知识溢出效应。^[10]Autant-Bernard 等研究法国地区研发投入资金的知识溢出效应,发现企业空间聚集会对企业生产力造成影响,也带来了技术和效率的改变。^[11]Caragliu 等对欧洲 264 个领土单位 1999-2005 年的专利数据进行研究,发现除了地理距离外,社会关系、认知、文化、技术等因素都会影响地区对溢出知识的吸收能力。^[12]国内学者对我国不同时间、地区也展开实证分析,同样得出类似的结论。王立平对高等院校研发活动的知识溢出效应进行了实证研究,结果表明区域内高等院校能显著促进高技术产业知识溢出的空间范围和强度,同时也提升邻近区域的知识存量。^[13]赵勇等认为知识溢出,既可以在较近的空间范围内发生,也可以在比较大的空间范围内发生。^[14]李婧等建立代表经济距离的空间矩阵来描述区域间的关系,发现相邻地区间经济发展水平的差异程度越小,在经济上的相互联系程度就越大,越有利于知识的溢出。^[15]韩峰等从专业劳动力可得性、中间产品可得性和知识溢出这三个维度,发现集聚对劳动力效率的促进作用在一定空间距离内显著和稳定。^[16]张云飞采用动态面板广义矩估计方法,发现城市群内产业集聚与经济增长之间存在倒“U”型曲线关系,产业集聚初期推动经济增长,达到一定程度后,过度集聚引起的负外部性会抑制经济增长。^[17]任英华等认为地区之间的活动也是经济系统之间的活动,知识溢出效应不仅受到地理邻近性的影响,而且受到经济邻近性的影响。^[18]陈跃刚等研究城市群内部空间格局和知识溢出关系,发现长三角存在显著的知识溢出效应,技术邻近和地理邻近的作用较强,信息邻近的作用较低,而经济邻近的影响不显著。^[19]侯爱军等研究发现,在我国的东部地区,通过在空间范围中与他人发生信息或知识的交流,人力资本会促进知识创造,显著提升区域知识产出。^[20]李健旋等根据 Marshall 外部性和 Jacob 外部性的理论,发现由于知识溢出对专业化溢出的吸收能力较低,对区域创新能力的提升有显著的负向影响,而对产业外溢出、国际贸易溢出等其它形式的知识溢出有不同程度的正向作用。^[21]刘雯认为专利反映了基于合作学习而形成的知识溢出,通过专利数据可以捕捉到知识溢出的痕迹,研究了知识溢出对区域创新的影响效应。^[22]

知识溢出是一个复杂的动态过程,包括知识的从传输方到接收方的整个扩散过程。已有的研究中对于知识溢出动态过程的研究较少。个体或组织创造的知识是如何传播扩散?个体之间的知识交互如何进行?溢出过程受到哪些因素影响?对产业集聚产生怎样的作用?这些微观层面问题还需要进行深入的探究。本研究结合电子信息产业对新技术、新知识含量高的特性,深入分析知识溢出对长江经济带电子信息产业集聚的影响。

(二)知识溢出对产业集聚的影响机理及研究假设的提出

知识溢出对产业集聚的作用主要体现在:一是降低生产成本,提高生产效率。知识溢出使企业可以有效地吸收外部知识,并根据自身的生产目标来创新知识和技术。新的技术和知识会提高生产效率和产品的使用性能,降低生产成本。知识的溢出也能为企业提供管理经验和技术指导,减低企业的运营风险。二是提升企业创新能力。知识溢出不同于简单的知识扩散过程。知识吸收后,并不是仅仅将知识直接投入生产,而是会持续的创新,形成新的知识。企业在吸收知识后,经过自身的消化和吸收,根据自身需求进行创新。产业集群内部新技术新知识产生之后,又会通过溢出的方式传播开来,并被其它企业获取,使得产业集群区内部的知识技术更新更快。三是提升企业知识存量。隐性知识具有抽象性、难以编码化的特点。为了获取隐性知识,企业在区位选择上更倾向于在地理上靠近从事相关或相似产品的生产企业,从而形成产业集聚。集聚区内部企业通过非正式合作、

人才交流等形式的知识溢出，激发企业的创新意识，提高企业生产技术和知识存量。



图 1 知识溢出对产业集聚的影响机理

本研究在研究知识溢出与产业集聚关系时，结合马歇尔的产业集聚理论与电子信息产业的特点，考虑了劳动力池、政府作用、经济基础和工业规模等控制变量，提出下列假设：

H1:知识溢出对长江经济带电子信息产业集聚程度有影响，知识溢出强度越大，电子信息产业集聚程度越高；

H2a:行业从业人员数量对长江经济带电子信息产业集聚程度有影响，从业人员数量越多，电子信息产业集聚程度越高；

H2b:研发人员数量对长江经济带电子信息产业集聚程度有影响，研发人员数量越多，电子信息产业集聚程度越高；

H3:政府作用对长江经济带电子信息产业集聚程度有影响，政府作用的强度越大，电子信息产业集聚程度越高；

H4:经济基础对长江经济带电子信息产业集聚程度有影响，经济发展水平越高，电子信息产业集聚程度越高；

H5:地区工业规模对长江经济带电子信息产业集聚程度有影响，地区工业规模越大，电子信息产业集聚程度越高。

H6:外商直接投资 (FDI) 对长江经济带电子信息产业集聚程度有影响，FDI 越大，电子信息产业集聚程度越高。

二、研究对象界定、变量选取与模型构建

(一)研究对象界定与数据来源

按照《电子信息产业行业分类注释》的划分，电子信息产业包括制造业和服务业两大行业，共 12 个细分行业。本研究选取的电子信息产业数据更侧重于制造工业，包括计算机制造、通讯设备制造、广播电视设备制造、雷达及配套设备制造、视听设备制造、电子器件制造、电子元件制造以及其他电子设备制造，对应《国民经济行业分类与代码》(GB/T4754-2017)中 C39 大类。

长江经济带的空间范围包括九省两市，具体划分为东部两省一市(上海、浙江、江苏)、中部四省(安徽、江西、湖北、湖南)、西部三省一市(重庆、四川、贵州、云南)。

基于各区域电子信息产业特征和数据可得性，本研究选取的时间范围为 2007 至 2016 年，相关数据均来源于各省市统计局的统计年鉴。

(二)变量选取及描述性统计

利用电子信息产业的区位熵作为因变量，衡量各地区产业集聚程度。知识溢出的测度则选取专利数据，来度量各地区的知识产出水平。采用空间计量模型测度地区间的溢出效应。

为了对产业集聚进行更为全面系统的分析，本研究选取了多个控制变量。一方面根据马歇尔集聚理论中产业集聚的动因，除了考虑知识溢出外，回归模型中还选取了劳动力相关指标，如行业从业人数、研发人员数量，对劳动力池的影响作用进行研究。另一方面结合电子信息产业的特征，选取了政府一般财政支出、地区生产总值和地区规模以上企业数量三个指标，来衡量产业集聚中政府因素、地区经济因素和工业基础的影响。另外，模型还选取外商直接投资(FDI)指标，衡量 FDI 对电子信息产业集聚的影响。除此以外，模型还包含了虚拟变量来区分各省市所处的地理位置。东部三省市、中部四省和西部四省市分别对应(1, 0)、(0, 0)和(0, 1)。

表 1 变量选取及描述性统计

变量类别		变量符号	变量描述及单位	最大值	最小值	平均值	标准差
因变量	产业集聚	LQ	地区区位熵系数	2.5094	0.0288	0.7302	0.6510
自变量	知识产出	Patent	年专利授权数量(件)	40952	176	5251	7001
控制变量	劳动力池	Labor	电子信息行业从业人数(万人)	1005	22	231	281
		Rdlabor	大中型工业企业 R&D 人员全时当量(人)	451885	5018	79767	97949
	政府作用	GOV	政府一般性财政支出(亿元)	9982	768	3900	1944
	经济基础	GDP	地区生产总值(亿元)	77388	2741	19939	14125
	工业规模	CorpNum	地区规模以上企业数量(个)	2983	8	526	712
	外商直接投资	FDI	外资协议金额(万美元)	5955372	37397	1214568	1534246
	地理位置	Zone1、Zone2	虚拟变量，区分各省地理位置	1	0	-	-

(三)模型构建

1. 空间计量模型

为了减少样本的异方差性，对自变量取对数，利用空间计量模型进行建模，如公式(1)所示。

$$LQ_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln(Patent_{it}) + \beta_2 \ln(Labor_{it}) + \beta_3 \ln(RDLabor_{it}) + \beta_4 \ln(FDI_{it}) + \beta_5 \ln(GOV_{it}) + \beta_6 \ln(GRP_{it}) + \beta_7 \ln(CORPNUM_{it}) + \beta_8 Zone1 + \beta_9 Zone2 + \mu \tag{1}$$

2. 区位熵

区位熵的计算方法为，某区域某产业占该区域所有产业的比重，与该区域所有产业占整个区域所有产业的比重之比，如公式(2)所示。

$$LQ = \frac{e_{ij}/e_i}{E_j/E} \quad (2)$$

其中， e_{ij} 为 i 地区 j 产业的产值， e_i 为 i 地区的工业总产值； E_j 为长江经济带 j 产业的工业总产值， E 为全国工业总产值。当 $LQ > 1$ 时，说明 i 地区 j 产业占比高于全国水平，存在集聚态势；反之，则不存在集聚态势。

3. Moran' sI

Moran' sI 是反映空间集聚程度的指标，计算过程如公式 (3) 所示。

$$Moran'sI = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x}) (x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (3)$$

其中， x_i 、 x_j 分别为 i 地区和 j 地区电子信息产业的工业总产值， w_{ij} 为标准化的空间权重矩阵。本研究利用经纬度计算欧式距离，距离的倒数即为 w_{ij} 的值。两地相距越近，赋予的权重越高；反之，距离越远，赋予的权重越低。

三、长江经济带电子信息产业集聚态势及其空间分布格局

(一) 长江经济带电子信息产业集聚态势

长江经济带电子信息产业正处于蓬勃发展阶段，电子信息产业的工业总产值从 2007 年的 1.6 万亿，增加到 2016 年的 4.5 万亿，增长了 1.6 倍。从东中西三大板块看，东部从 2007 年的 1.5 万亿，增加到 2016 年的 2.7 万亿，增长了 83.9%；中部从 2007 年的 1250.6 亿，增加到 2016 年的 9208.1 亿，增长了 6.3 倍；西部从 2007 年的 669.7 亿，增加到 2016 年的 8128.6 亿，增长了 10.6 倍。从各个省市看，增长最快的省市有重庆、湖南、贵州、安徽，分别增长了 73.2、27.9、22.0、17.1 倍，都超过了 10 倍，江西、四川、云南、湖北、江苏尾随其后，分别增长了 7.7、4.8、2.7、1.8、1.3 倍，都翻了一番甚至几番，而浙江、上海只增长了 81.4%、2.1%。

从电子信息产业的内部结构看，东部所占比重有所下降，从 2007 年的 88.5%，下降至 2016 年的 61.4%，但是仍然占绝大多数份额，中部、西部比重均获得较大提升，中部从 2007 年的 7.3%，上升至 2016 年的 20.5%，西部从 2007 年的 4.1%，上升至 2016 年的 18.1%。从各个省市看，东部两省一市均步入下降通道，上海、江苏、浙江分别从 2007 年的 29.3%、48.3%、10.7%，下降至 2016 年的 11.3%、42.7%、7.3%；重庆、湖南、贵州、安徽均步入快速上升通道，分别从 2007 年的 0.3%、0.5%、0.1%、0.7%，上升至 2016 年的 8.9%、5.7%、1.1%、5.3%；江西、四川、云南、湖北也表现不俗，分别从 2007 年的 1.2%、3.5%、0.1%、4.7%，上升至 2016 年的 4.2%、7.7%、0.2%、5.1%。

国家区域发展战略和产业政策促进电子信息产业发展发挥着重要作用。2008 年全球金融危机爆发后，经济发展由出口导向型战略转向扩大内需战略；2010 年发布《国务院关于加强培育和发展战略性新兴产业的决定》，新一代信息技术被确立为重点培育与发展的七大战略性新兴产业之一；2015 年国务院印发《中国制造 2025》推动信息化与工业化深度融合，出台《国务院关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》把互联网的创新成果与经济社会各领域深度融合；2014 年国务院印发《关于依托黄金水

道推动长江经济带发展的指导意见》，到 2016 年中共中央国务院印发《长江经济带发展规划纲要》，长江经济带发展上升为国家级发展战略，等等。长江经济带电子信息产业迎来了大发展的机遇，一方面，电子信息产业转型升级促使产业链重新布局，如阿里巴巴抓住移动互联网的机遇，为浙江确立消费大数据的主导地位，成为订单分配者；另一方面，电子信息产业由东部沿海地区加快向中西部特大城市、大城市迁移，如合肥的中科系、武汉的光谷系，以及成都、贵阳的电子、光电产业等。特别值得一提的是，2013 年贵州提出“数字贵州”，到当下的“云上贵州”，“换道超车”战略带动电子信息产业出现急剧增长，2013 至 2016 年，仅仅四年就增长了 7.3 倍。

东部是长江经济带电子信息产业发展的核心区域，尤其是上海和江苏两地，区位熵是最高的，表现出高度的集聚态势，如表 2 所示。重庆、四川的区位熵上升得非常明显，2007 年还是 0.1448、0.6289，并未出现集聚态势，到了 2012、2013 年，分别为 1.3234、1.2015，都超过 1，意味着出现集聚态势。

表 2 2007-2016 年长江经济带电子信息产业区位熵

区域		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
东部	上海	2.5094	2.3631	2.2682	2.2624	2.0956	2.0172	1.8713	1.8190	1.8676	1.7900
	江苏	1.7912	1.7060	1.6645	1.6368	1.6082	1.5691	1.5054	1.4264	1.4694	1.4191
	浙江	0.5861	0.4867	0.4249	0.4455	0.4454	0.4459	0.4666	0.4702	0.5051	0.5563
中部	安徽	0.1930	0.1691	0.1703	0.1849	0.2645	0.3198	0.3709	0.5104	0.5954	0.6401
	江西	0.2367	0.2649	0.2966	0.3320	0.3717	0.4204	0.4015	0.5059	0.5549	0.6650
	湖北	0.9836	0.7889	0.7664	0.6201	0.5369	0.5064	0.4856	0.4931	0.4877	0.5575
	湖南	0.1220	0.1558	0.2033	0.1942	0.3178	0.4284	0.5455	0.5624	0.5843	0.7595
西部	重庆	0.1448	0.1536	0.1831	0.2869	0.8020	1.3234	1.5710	1.7913	1.8097	1.9612
	四川	0.6289	0.5706	0.6260	0.6452	0.7812	0.9949	1.2015	1.2521	1.1883	0.9802
	贵州	0.0979	0.1130	0.1307	0.1191	0.1005	0.1138	0.0882	0.1598	0.3342	0.5008
	云南	0.0615	0.0615	0.0615	0.0615	0.0615	0.0615	0.0615	0.0615	0.0288	0.0926
东部		1.3569	1.2788	1.2298	1.2213	1.1889	1.1595	1.1152	1.0653	1.1053	1.0815
中部		0.3458	0.3168	0.3271	0.3002	0.3288	0.3687	0.3974	0.4517	0.4828	0.5675
西部		0.3074	0.2980	0.3391	0.3653	0.5244	0.6967	0.8352	0.9236	0.9356	0.9187

东部区位熵明显高于中部、西部，虽然出现下降趋势，但是始终大于 1，说明东部产业集聚程度高于中部、西部，一直保持集聚态势，但集聚程度趋于下降；中部区位熵虽然稳步提升，但是仍然小于 1，说明中部产业集聚程度有小幅度的上升，但并未呈现出集聚态势；西部区位熵的变化幅度是最大的，2007 年 0.3074，到了 2015 年，增长到 0.9356，之后数值趋于稳定。西部区位熵增长主要来自于重庆、贵州、四川电子信息产业的快速发展，由于云南电子信息产业基础差，导致西部区位熵没有超过 1，还未达到产业集聚态势。虽然东部仍是长江经济带电子信息产业的发展重心，但是影响力在逐渐降低。

(二)长江经济带电子信息产业空间分布格局

2007 至 2016 年长江经济带电子信息产业全局自相关系数均大于 0，表明区域内电子信息产业存在显著的正相关，具有一定的集聚态势；全局自相关系数从 2007 年的 0.305 降到 2016 年的 0.087，出现下降趋势，说明区域内电子信息产业的空间相关性在降低，产业集聚态势在不断减弱，如图 2 所示。

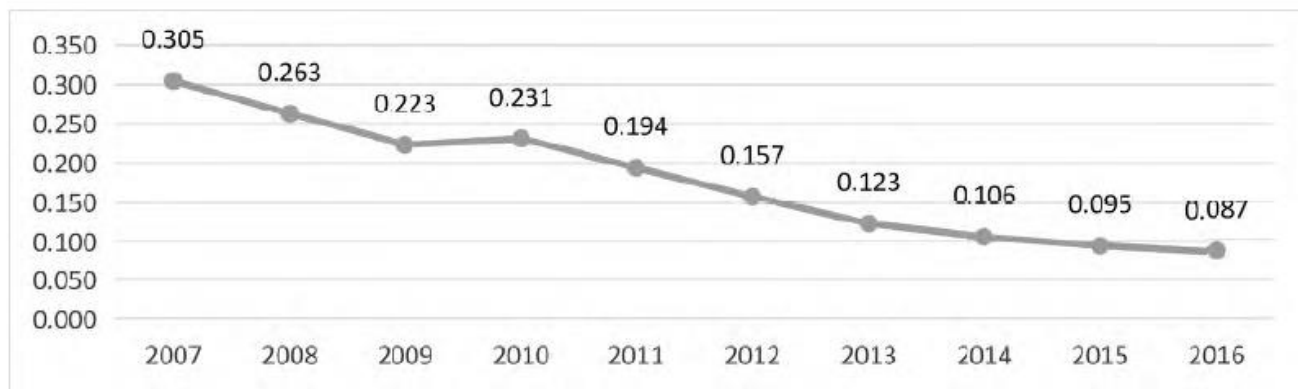


图 2 2007-2016 年长江经济带电子信息产业全局 Moran' sI 指数的变化

由图 3、4、5、6，可以比较 2007、2010、2013、2016 年四个年份局部自相关系数的横截面数据变化，厘清长江经济带电子信息产业分布格局的演化过程。

一是东部江苏、上海一直位于高一高象限(第一象限)，表明电子信息产业的规模一直超过长江经济带的平均水平，属于最强的两个省市，同时被产业发展水平高的省市所包围，溢出水平高，带动了周边省市电子信息产业发展，在空间上呈现集聚态势。但是，由于上海电子信息产业转型升级，发展速度放缓，出现不断向低一高象限(第二象限)靠近的趋势。

二是东部浙江从高一高象限(第一象限)，在 2010 年就移动到低一高象限(第二象限)，说明浙江电子信息产业增长速度缓慢，被发展水平高的省市所包围，产业规模已经落后于长江经济带的平均水平。这可能与浙江电子信息产业转型升级有关，发展重心由原来的电子信息制造业转变为以互联网为代表的电子信息服务业。本研究选取的数据不能反映浙江在电子信息产业转型升级变化。

三是中部安徽、江西从低一高象限(第二象限)移动到低一低象限(第三象限)。2007 年位于低一高象限(第二象限)，说明自身产业基础差，但周边省市产业发展水平高，如东部两省一市，但并未与周边省市产生协同效应。在 2013 年移动到低一低象限(第三象限)，表明两省的电子信息产业产值虽然在稳步增长，但没有达到长江经济带的平均水平，周边相邻省市电子信息产业增速放缓，如浙江，并没有受益于区域间的协同创新发展。

三是中部湖南、湖北两省与西部四省市一直位于低一低象限(第三象限)，说明中部、西部省市原来的产业基础就比较薄弱，自身产业规模还达不到长江经济带的平均水平，自身没有产业优势，周边省市的产业基础也比较薄弱。

四是西部重庆、四川虽然位于低一低象限(第三象限)，但是位置有明显变化，不断地朝低一低象限(第三象限)与高一低象限(第四象限)交界处靠近，表明重庆、四川电子信息产业获得快速发展，横坐标小幅移动，说明两省市电子信息产业已经在不断接近并超越周围省市，自身产业规模也将达到长江经济带的平均水平。四川在 2013 年，重庆在 2016 年纷纷移动到了低一低象限(第三象限)与高一低象限(第四象限)交界处附近。

综上，东部省市产业基础雄厚，是长江经济带电子信息产业的发展重心，但增长速度缓慢，西部的重庆、四川、贵州增长势头迅猛，中部四省的产业规模也在稳步提升，从发展趋势看，长江经济带的集聚态势在逐步减弱，电子信息产业的重心由东部向西部重庆、四川、贵州转移。

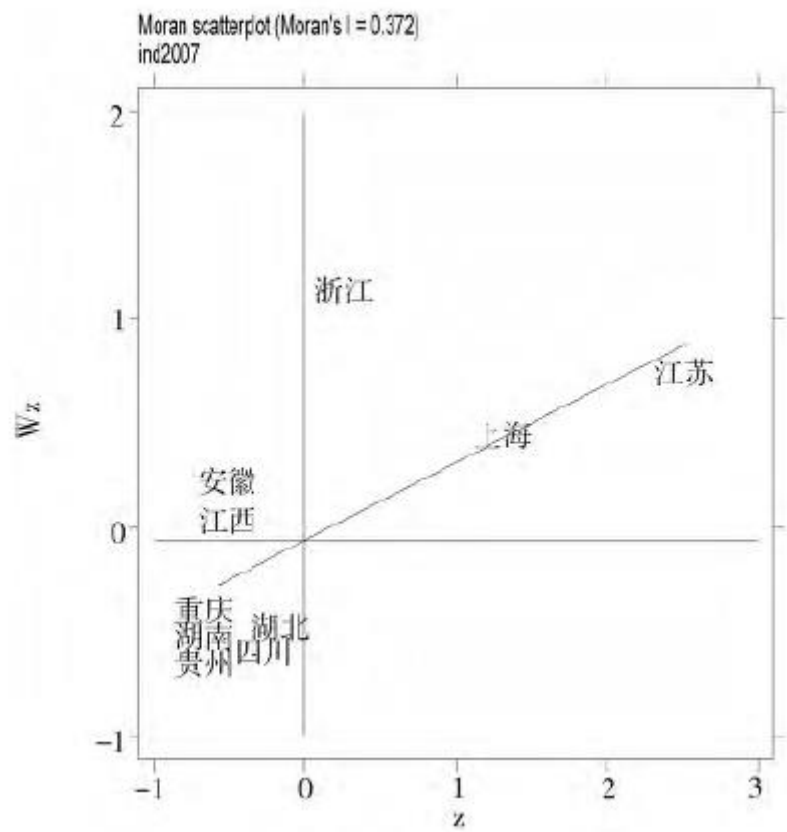


图 3 2007 年局部 Moran' sI 散点图

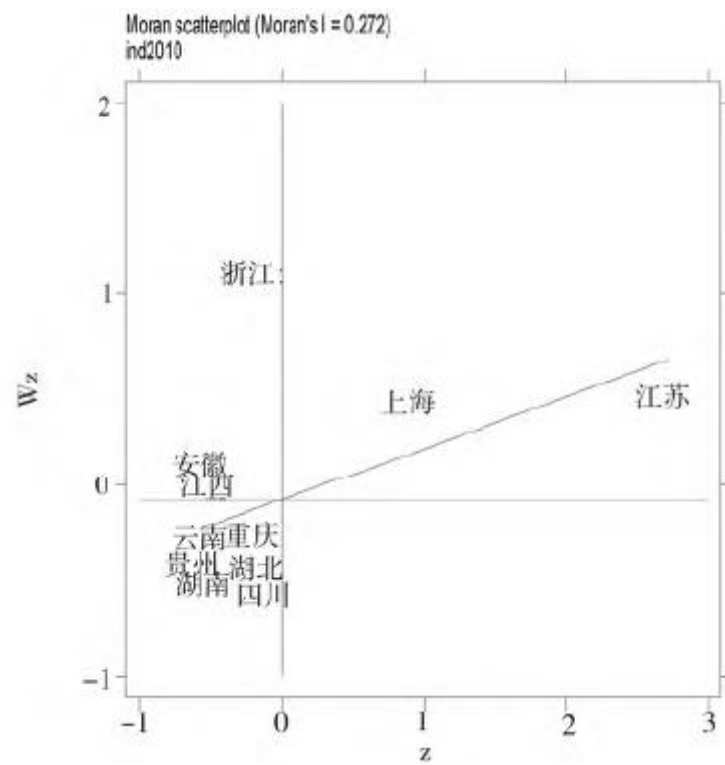


图 4 2010 年局部 Moran' sI 散点图

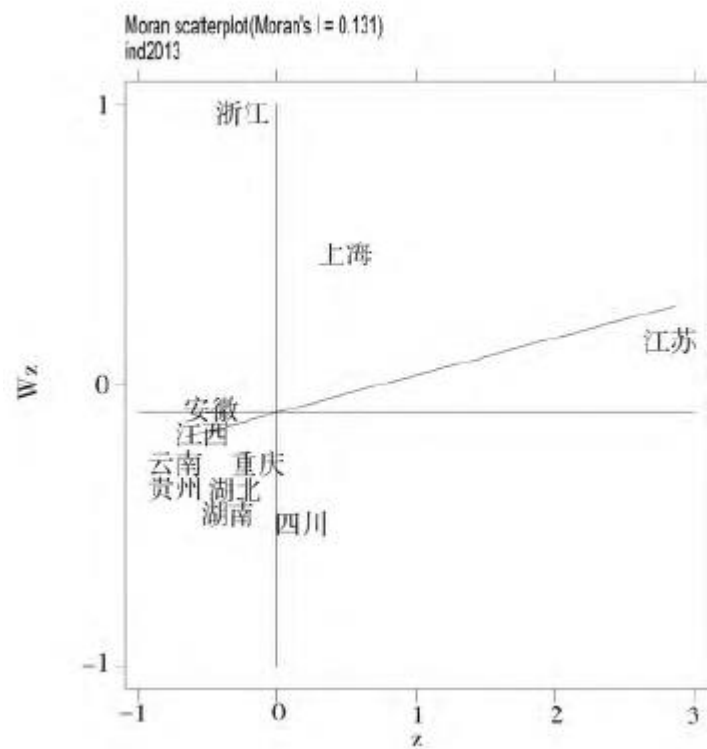


图 5 2013 年局部 Moran' sI 散点图

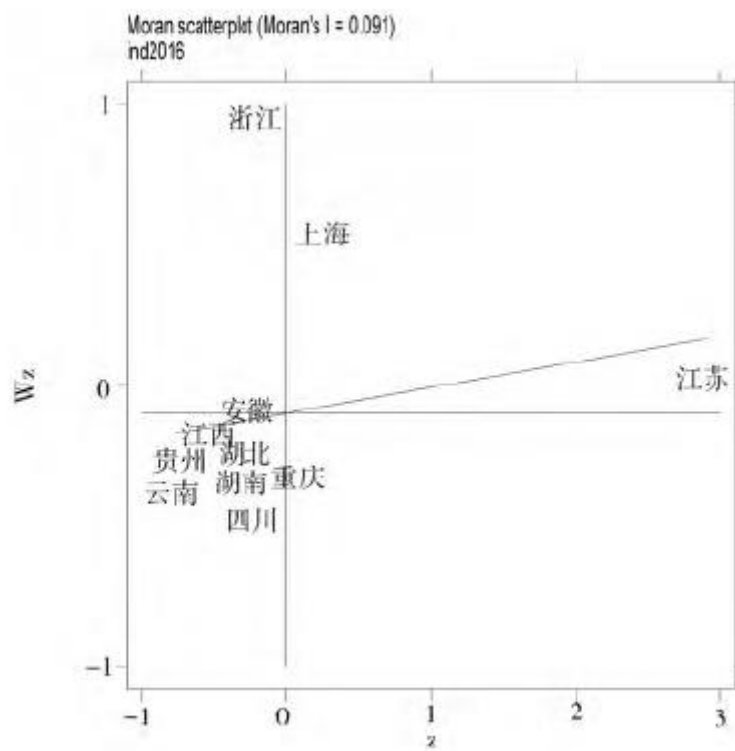


图 6 2016 年局部 Moran' sI 散点图

四、知识溢出对长江经济带电子信息产业集聚的影响

(一)模型选择

在模型的选择上，通过拉格朗日乘数(LM)检验和瓦尔德(Wald)检验来判断是采用 SAR 模型、SEM 模型还是 SDM 模型，再利用 霍斯曼(Hausman)检验判别面板数据模型采用随机效应还是固定效应。由表 3 可知，检验的统计量都非常显著，说明该模型的扰动项和被解释变量都存在空间效应，使用 SEM 模型和 SAR 模型都是合理的。先构建同时支持 SEM 模型和 SAR 模型的更稳健的广义空间模型，即 SDM 模型，然后通过对空间内不同地区经纬度欧式距离进行测算，构建空间权重矩阵，再对数据分别采用随机效应和固定效应进行回归，利用 Hausman 检验判别面板数据模型采用随机效应还是固定效应。^[23]检验结果显示 P 值为 0，代表该结果在 99.9%的水平上拒绝随机效应模型的原假设，故选择固定效应模型进行回归分析。

表 3 LM 检验、Wald 检验及 Hausman 检验结果汇总

模型检验	统计量	p 值
LM test	32.48	0.0000
Wald test	27.15	0.0001
Hausman test	60.55	0.0000

(二)回归分析

以区位熵为因变量，运用 SDM 模型对面板数据进行回归估计，结果如表 4 所示，其中经典模型为 OLS 估计结果，模型 1 和模型 2 为 SDM 估计结果。

首先，从拟合程度来看，OLS 回归模型拟合系数为 0.6078，略低于回归模型 2，说明 SDM 模型的拟合程度略优于 OLS 回归模型。其次，模型 1 和模型 2 的空间相关系数都在 5%的水平上显著，说明存在空间相关性。最后，模型 1 与模型 2 中知识溢出(Patent)对产业集聚有着显著的正向作用，说明本地知识存量可以通过溢出的方式提高电子信息产业集聚程度。

虽然 OLS 回归模型中大部分变量都对产业的集聚度起到了显著的正向作用，但是无论行业从业人员(Labor)还是研发人员(RDLabor)都没有表现出显著影响，这与实际经验存在差异。虚拟变量是否为西部省市(zone2)显著，说明除了模型中影响因素外，西部省市电子信息产业的区位熵仍然比平均水平低 0.2749 单位。还有其它因素对不同省市产业集聚程度造成影响。在两个 SDM 模型中，虚拟变量 zone1、zone2 在计算中被识别为冗余变量被系统剔除，表明该模型可以更好地解释长江经济带电子信息产业集聚程度的差异。

表 4 OLS、SDM 模型回归结果汇总

变量	经典模型	模型 1	模型 2
In(Patent)	0.3793*** (3.60)	0.5122*** (4.61)	0.5011** (2.38)
ln(Labor)	-0.1128 (-0.98)		0.5593*** (3.38)

ln(RDLabor)	0.0810 (0.55)		0.2905*** (3.81)
ln(GOV)	0.4199** (2.20)		0.5618* (2.25)
ln(CorpNum)	0.4608*** (6.55)		0.3077*** (3.88)
ln(GDP)	1.0533*** (3.36)		-0.3211* (-1.11)
ln(FDI)	0.4434*** (6.52)		0.2981* (2.23)
Zone1	0.3587 (1.64)		-
Zone2	-0.2749*** (-2.68)		-
Wxln(Patent)		0.1974** (2.42)	0.1982* (1.73)
Wxln(Labor)			0.4071 (1.22)
Wxln(RDLabor)			0.2036* (1.69)
Wxln(GOV)			0.2423* (1.88)
Wxln(CorpNum)			0.2970* (1.85)
Wxln(GDP)			1.1527*** (2.79)
Wxln(FDI)			-0.0938 (-1.03)
SpatialRho		0.2585** (2.39)	0.2670** (1.98)
R-sq Within	0.6078	03089	0.6826
N	110	110	110

注:*p<0.1, **p<0.05、***p<0.01

(三)结果讨论

为了进一步了解模型中各个影响因素对产业集聚的影响作用,把回归结果分解为直接效应与间接效应,如表5所示。直接效应表示本地区某一自变量变化一单位对该地区区位熵(即产业集聚程度)的平均作用;间接效应(空间溢出效应)表示该地区周边区域某一自变量变化一单位对本地区区位熵(即产业集聚程度)的平均作用。总效用则是区域某一自变量整体变化一单位,直接效应与间接效应对本地区区位熵(即产业集聚程度)的综合作用。

表 5 回归结果的分解

	直接效应	间接效应	总效应
ln(Patent)	0.4826**	0.1937*	0.6763**
	(2.30)	(1.79)	(2.52)
ln(Labor)	0.5524***	0.3843	0.9368***
	(3.43)	(1.24)	(2.62)
ln(RDLabor)	0.2920***	0.1935*	0.4855***
	(3.73)	(1.70)	(3.63)
ln(GOV)	0.4331**	0.2100	0.6432**
	(2.17)	(1.62)	(2.53)
ln(CorpNum)	0.3114***	0.1814	0.4928***
	(3.72)	(1.49)	(4.34)
ln(GDP)	-0.3470	1.1610***	0.8139*
	(-1.20)	(-2.72)	(1.82)
ln(FDI)	0.2835**	-0.1149	0.1686*
	(2.11)	(0.70)	(1.77)

注:*p<0.1, **p<0.05、***p<0.01

首先,分析知识溢出对电子信息产业集聚的作用。长江经济带电子信息产业集聚程度不仅受本地区知识产出的正向影响,也受到了周边地区知识溢出的显著作用,H1得到验证。本地区知识产出每提高1%,本地区电子信息产业的区位熵就会提高0.4826单位;另一方面,周边地区知识产出每提高1%,本地区电子信息产业的区位熵就会提高0.1937单位。这一结果验证了Marshall集聚理论中知识溢出对产业集聚的促进作用。长江经济带各省市之间通过知识创新和知识交流的扩散,促进了电子信息产业的空间集聚。

其次,分析劳动力池对电子信息产业集聚的作用。回归模型分别选取了电子信息产业从业人数和研发人员数量两个变量进行了研究,发现从业人员的数量主要通过直接效应影响本地区电子信息产业集聚程度,溢出效应并不显著。但整体上对电子信息产业区位熵的影响还是正向显著的,从而接受H2a。研发人员数量对电子信息产业集聚也起到了重要作用,直接效应和间接效应的系数分别为0.2920和0.1935。研发技术人员不仅能提高本地区电子信息产业的发展水平,也能通过溢出效应提高周边地区的产业集聚程度,H2b得到验证。这一结果验证了Marshall集聚理论中劳动力池对产业集聚的促进作用。劳动力对电子信息产业集聚的作用相对复杂,一方面由于人员的流动受到地理因素的限制较大,本身具有地域归属感,产业的基础劳动力对产业集聚的溢出作用不明显;另一方面随着电子信息产业的转型与发展,企业从过去简单追求低技能劳动力逐步升级为对高素质技术人才的需求。

再次,分析政府作用、经济基础、工业规模对电子信息产业集聚的作用。政府财政投入的提高和地区经济基础的发展能显著提升本地区电子信息产业集聚程度。政府财政支出每提高1%,本地区电子信息产业的区位熵提高0.4331单位,H3得到验证。本地区的经济基础对产业集聚的直接效应并不显著,这说明经济基础对本地区产业集聚程度的影响已经趋于饱和,但其对于周边地区的产业集聚仍然能起到显著的溢出作用,表现出显著的总效应,H4得到验证。工业规模对产业集聚的作用主要通过直接效应体现出来,企业数量每提高1%,本地区电子信息产业的区位熵就提高0.3114单位。虽然没有表现出显著的溢出效应,但总效应是显著的,接受H5。电子信息产业是国民经济的基础性、战略性产业,在人才引进、资金投入方面离不开政府的作用。产业的发展也离不开上下游相关企业的支持和配合。可能由于地方保护主义政策或其它因素的影响,不同地区之间的政府和行业

的协同作用有限，政府作用受到了行政边界的限制。

最后，分析 FDI 对电子信息产业集聚的作用。FDI 对本地区的产业集聚表现出正向的推动作用，这与我国电子信息产业发展情况相符，H6 得到验证。但是 FDI 的作用并未表现出显著的溢出效应，同时作用系数小于其他变量，说明该变量对产业集聚整体的影响强度相对较低。这可能是由于近年来外资制造企业在我国的发展遇到了瓶颈，同时本土电子信息企业的崛起进一步压缩了外资企业在本地的市场份额。多种因素综合导致了 FDI 只提高了本地电子信息产业的空间集聚程度。

五、研究结论与相关建议

本研究选取 2007 至 2016 年长江经济带九省两市的面板数据，利用区位熵和空间自相关系数深入分析长江经济带电子信息产业集聚态势及其空间分布格局，运用空间杜宾模型检验知识溢出对长江经济带电子信息产业集聚的影响，并得出以下结论：

(1) 本研究验证了 Marshall 集聚理论中知识溢出和劳动力池是产业集聚动因的观点。一方面，知识溢出对电子信息知识产业集聚有着显著的促进作用。本地区知识产出不仅可以通过直接效应促进本地区电子信息产业集聚，而且本地区知识产出也可以通过溢出效应促进周边地区电子信息产业集聚。另一方面，电子信息产业对人力资源的需求不仅限于基础从业人员，对高素质技术人才也有一定的需求。研发技术人员对电子信息产业集聚起到了非常重要作用。研发技术人员数量不仅能提高本地区电子信息产业的发展水平，而且能通过溢出效应提高周边地区的产业集聚程度。

(2) 政府作用、经济基础、工业规模和对外直接投资对电子信息产业集聚的作用不容小觑。政府财政支出、地区工业规模和对外直接投资会直接影响本地区电子信息产业集聚。经济基础能对周边地区电子信息产业集聚起到显著的溢出作用。

(3) 长江经济带的集聚态势在逐步减弱，随着产业的转型升级，电子信息产业的重心将由东部向西部转移，存在中心向外围扩散趋势。东部省市电子产业基础雄厚，是长江经济带电子信息产业的发展重心，但增长速度缓慢，西部的重庆、四川、贵州增长势头迅猛，中部四省的产业规模也在稳步提升。从发展趋势看，长江经济带的集聚态势在逐步减弱，电子信息产业的重心由东部江苏、上海、浙江逐步向西部重庆、四川、贵州转移。

根据知识溢出与电子信息产业集聚之间实证分析结果，本研究提出未来长江经济带电子信息产业发展的相关建议：

第一，加大创新扶持力度。一方面，运用财政、税收等政策手段，在完善市场体系的同时鼓励企业或其它组织增加研发投入，增强知识创新能力。另一方面，完善各项激励机制，积极引进和培养专业技术人员和高科技人才，做好人才保障机制，引导具有高知识存量的区域向低知识存量的邻近地区进行溢出。

第二，促进高素质人才的交流互动。重视和加强人员的交流互动，推动集群内高素质人才的联系。不仅要加强各个产业在创新活动中的相互合作，也要打破行政区划的壁垒，推动区域间人才交流互动，提高不发达地区在知识流动方面的融入程度，改变区域间发展不平衡的状态。

第三，建立健全的知识产权保护制度。完善知识产权保护的相关法律法规，使技术创新者，也就是知识产权拥有者的利益在法律上得到保护。加强执法力度，落实对侵权行为的惩治措施，有效地保护知识生产者利益。

参考文献：

[1]Marshall A. Principles of economics (8th edition) [M].London: Macmillan,1948: 7-11.

-
- [2]Anselin L, Varga A, Acs Z J. Geographic and sectoral characteristics of academic knowledge externalities [J]. *Papers in Regional Science*, 2000, 79 (4) :435-443.
- [3]Glaeser E L, Kallal H D, Scheinkman J A, Shleife A. Growth in cities [J]. *Journal of Political Economy*, 1992, 100 (6) : 1126-1152.
- [4]Almeida P, Kogut B. Localization of knowledge and the mobility of engineers in regional networks [J]. *Management Science*, 1999, 45 (7) :905-917.
- [5]Blomstr m M, Kokko A. Multinational corporations and spillovers [J]. *Journal of Economic Surveys*, 2010, 12 (3) : 247-277.
- [6]Padilla-Pérez R. A regional approach to study technology transfer through foreign direct investment: The electronics industry in two Mexican regions [J]. *Research Policy*, 2008, 37 (5) :849-860.
- [7]Keller W. Geographic localization of international technology diffusion [J]. *American Economic Review*, 2002, 92 (1) :120-142.
- [8] Bode E. The spatial pattern of localized R&D spillovers: An empirical investigation for Germany [J]. *Journal of Economic Geography*, 2003, 4 (1) :43-64.
- [9]Falck O, Heblich S, Kipar S. Industrial innovation: Direct evidence from a cluster - oriented policy [J]. *Regional Science & Urban Economics*, 2010, 40 (6) :574-582.
- [10]Ellison G, Glaeser E L, Kerr W R. What causes industry agglomeration? Evidence from coagglomeration patterns [J]. *American Economic Review*, 2010, 100 (3) :1195-1213.
- [11]Autant-bernard C, Guironnet J P, Massard N. Agglomeration and social return to R&D: Evidence from French plant productivity changes [J]. *International Journal of Production Economics*, 2011, 132 (1) :34-42.
- [12]Caragliu A, Nijkamp P. Space and knowledge spillovers in European regions: The impact of different forms of proximity on spatial knowledge diffusion [J]. *Journal of Economic Geography*, 2016, 16 (3) :749-774.
- [13]王立平. 我国高校 R&D 知识溢出的实证研究——以高技术产业为例[J]. *中国软科学*, 2005 (12) :54-59.
- [14]赵勇, 白永秀. 知识溢出:一个文献综述[J]. *经济研究*, 2009 (1) :144-156.
- [15]李婧, 谭清美, 白俊红. 中国区域创新生产的空间计量分析——基于静态与动态空间面板模型的实证研究[J]. *管理世界*, 2010 (7) :43-55.
- [16]韩峰, 郑腾飞. 空间供给外部性、经济集聚与城市劳动生产率——对中国城市面板数据的实证分析[J]. *上海经济研究*, 2013 (4) :59-73.

-
- [17]张云飞. 城市群内产业集聚与经济增长关系的实证研究——基于面板数据的分析[J]. 经济地理, 2014(1):108-113.
- [18]任英华, 沈凯娇, 游万海. 不同空间权重矩阵下文化产业集聚机制和溢出效应——基于 2004-2011 年省际面板数据的实证[J]. 统计与信息论坛, 2015(2):82-87.
- [19]陈跃刚, 张弛, 吴艳. 长江三角洲城市群多维邻近性与知识溢出效应[J]. 城市发展研究, 2018(12):34-44.
- [20]侯爱军, 夏恩君, 李森. 区域人才流动知识溢出效应的实证研究[J]. 技术经济, 2015(9):7-13.
- [21]李健旋, 程中华. 知识溢出对区域创新影响的空间计量分析[J]. 中国科技论坛, 2017(2):121-126.
- [22]刘雯. 区域间知识溢出的创新效应研究——基于中国 1985-2011 年专利引用数据[J]. 科技管理研究, 2018(8):1-7.
- [23]朱玉杰, 倪晓然. 金融规模如何影响产业升级:促进还是抑制?——基于空间面板 Durbin 模型(SDM)的研究:直接影响与空间溢出[J]. 中国软科学, 2014(4):180-192.