

区域创新效率的空间集聚及其地区差异 ——来自中国的实证

李婧^{1,2} 管莉花¹

(1. 南京师范大学商学院, 南京 210023;

2. 江苏省创新经济研究基地, 南京 210023)

摘要: 本文利用 1998 - 2011 年我国分地区研发创新数据, 在测算各地区创新效率的基础上, 通过建立地理邻接空间权重和经济距离空间权重的空间计量经济学模型, 考察区域创新效率的地区差异。研究发现, 我国区域创新效率整体处于较低的水平, 还有较大的提升空间; 区域创新效率有显著的空间相关性; 地理邻接权重和经济距离权重对区域创新效率均有显著的正向影响, 地区邻近及经济发展水平相似有利于区域创新效率的提升。

关键词: 区域创新; 效率; 空间集聚; 地区差异

引言

一个地区的创新活动依赖于相邻地区的创新发展, 即区域创新活动存在空间相关性, 已得到诸多研究的支持。如符森^[1]用专利与 GDP 的空间相关统计量分别考察技术和经济的集聚现象; 黄萍^[2]用专利数的空间统计量考察区域创新的空间相关关系; 吴玉鸣和何建坤^[3]同样用专利数据考察了研发溢出与区域创新集群现象。可以看出, 这些研究均是从专利这一产出角度来考察区域创新活动的空间相关性。本文则将从区域创新投入产出效率的角度来考察区域创新活动的空间相关特征。如果说创新的投入(人、财、物等)代表了一个地区创新发展的外部环境, 创新产出(比如专利等)反映出地区创新的发展水平, 那么创新的效率, 则更能够体现一个地区创新生产的能力水平。本文即将从区域创新生产的投入产出效率视角来考察创新活动的空间相关特性。

在目前有关中国创新生产效率的文献中, 以各个省区为考察视角, 应用各省区数据对其创新效率进行测度是目前研究中的一个主要议题。比如, 官建成和何颖^[4]、官建成和刘顺忠^[5]、Liu 和 Steven^[6]、Li^[7]、任胜刚和彭建华^[8]、白俊红等^[9]、Guan 和 Chen^[10]、Chen 和 Guan^[11]、Niu 等^[12]、陈凯华等^[13]等学者对我国区域创新系统创新效率及能力作了评价研究; 池仁勇等^[14]、虞晓芬等^[15]等学者针对我国区域发展的不平衡问题, 从区域技术创新效率差异角度分析区域发展不平衡的成因; 刘树和张玲^[16]从专利角度对我国各省专利发展的有效性作了实证分析; 吴和成^[17]对我国区域 R&D 的相对效率作了评价研究; Guan 和 Chen^[18]、陈凯华等^[19]、杨青峰^[20]则在比较我国高技术产业创新效率地区差异的基础上, 分析了影响其效率提升的因素; Guan 和

收稿日期: 2012 - 10 - 15

基金项目: 国家自然科学基金项目(71303122; 71203097; 71372181; 71172041); 江苏省社科基金项目(12DDB009); 江苏省教育科学“十二五”规划重点课题(B-b/2013/01/008); 中国制造业发展研究院开放课题(SK20130090 - 10); 江苏省高校哲学社会科学重点项目(2013ZDIXM026); 南京师范大学英才计划项目(201303)。

作者简介: 李婧, 南京师范大学商学院讲师, 博士; 管莉花, 南京师范大学商学院本科生。

Chen^[21] 则比较了国家创新系统间的创新效率差异。

这些成果对本研究的展开具有重要的借鉴意义,但也存在不足。以往研究可能是由于技术方法的限制,均回避了区域之间相互作用,即空间效应对创新效率的影响。虽然一些成果也承认区位因素会成为影响创新效率的重要原因,但在具体分析过程中并没有考察这种影响的定量分析。空间经济学认为,一个地区的某种经济地理行为与邻近地区的同一经济行为是相关的,因而会表现出一定程度的空间依赖或空间相关特征。因此,在考察区域创新效率时,如果忽略这种邻近地区空间相关性的影响,便可能会使估计结果产生偏差。基于此,本文希望在以下两个方面做出拓展,以弥补以往研究的不足:第一,在测算区域创新效率的基础上,考虑空间效应的作用与影响,通过建立创新生产效率的空间面板计量经济模型,探寻影响创新效率的主要因素;第二,通过建立不同的空间权重矩阵,讨论地理区位与社会经济特征对创新生产效率的影响。

本文的结构安排为:第二部分介绍本文的研究方法;第三部分介绍本文所使用的数据并构造变量;第四部分是对实证结果的分析与讨论;最后是本文的结论。

研究方法

本文首先采用数据包络分析(Data Envelopment Analysis, DEA)方法测算1998-2011年各省区的创新效率值,然后采用空间面板计量模型,对区域创新效率进行空间计量分析。接下来,我们便对文中采用的DEA方法和空间计量模型做一一介绍。

1、DEA 方法

DEA方法由Charnes等^[22]提出,用来评价“多投入多产出”条件下决策单元间的相对有效性。

假设有 n 个受评估的决策单元,各使用 m 种投入要素 $x_{ij}(j=1, \dots, m)$,生产 s 种产出 $y_{ir}(r=1, \dots, s)$ ($x_{ij} \geq 0, y_{ir} \geq 0$)。则决策单元 o 的相对效率衡量指标 $h_o(u, v)$ 可表示为式(1):

$$\begin{aligned} \underset{u, v}{\text{Max}} h_o(u, v) &= \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{or}}{\sum_{j=1}^m v_j x_{oj}} \\ \text{s. t. } \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{ir}}{\sum_{j=1}^m v_j x_{ij}} &\leq 1 \\ u_r, v_j &\geq 0; i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m; r = 1, \dots, s \end{aligned} \quad (1)$$

出于计算上的方便,人们一般使用线性规划形式模型。CCR线性规划模型转化成对偶形式如式(2)所示:

$$\begin{aligned} \underset{\theta, \lambda}{\text{Min}} \theta & \\ \text{s. t. } \sum_{i=1}^n \lambda_i y_{ir} &\geq y_{or} \\ \theta x_{oj} - \sum_{i=1}^n \lambda_i x_{ij} &\geq 0 \\ \lambda_i &\geq 0; i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m; r = 1, \dots, s \end{aligned} \quad (2)$$

其中 θ 值即为被评估决策单元的相对效率衡量指标,介于0与1之间,当 $\theta=1$ 时表示决策单元DEA有效;而当 $\theta < 1$ 时则表示DEA无效。

2、Moran 指数

区域经济变量的空间相关性存在与否,空间统计学一般使用空间统计量——相关指数Moran^[23]对其进行检验。Moran指数定义为:

$$MoranI = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_{ij} (x_i - \bar{x})^2} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i}^n \omega_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{S^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i}^n \omega_{ij}} \quad (3)$$

其中, $S^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$, $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$, x_i 表示第 i 空间单元的观测值, n 为空间单元数, ω_{ij} 为空间权重矩阵

元素。Moran 指数 I 的取值一般在 $[-1, 1]$ 之间, 小于 0 表示负相关, 等于 0 表示不相关, 大于 0 表示正相关。

通过标准化的 Z 统计量可以检验 n 个区域的空间自相关关系。当 Z 值为正且显著时, 表明存在正向空间自相关, 相似的观测值(高值或低值)趋于空间集聚; 当 Z 值为负且显著时, 表明存在负向空间自相关, 相似的观测值趋于分散分布; 当 Z 值为零时, 观测值呈独立随机分布。

Moran 指数揭示出观测值的全局空间相关性, 而 MoranI 散点图则描绘出局域空间相关性, 从而说明创新活动的高观测值(或低观测值)的空间聚集。Moran 散点图以 (z, Wz) 为坐标点(其中 $z_i = x_i - \bar{x}$ 为空间滞后因子, W 为空间权重矩阵), 其中 Wz 表示对空间单元观测值的空间加权值。MoranI 散点图的四个象限分别对应于某空间单元与邻近单元之间的四种类型的局部空间联系形式: 第一象限表示高观测值单元被同是高值的单元所包围; 第二象限表示低观测值单元被高值单元所包围; 第三象限表示低观测值单元被低值单元所包围; 第四象限表示高观测值单元被低值单元所包围。因此, 通过 MoranI 散点图可识别出区域创新活动所属的局部空间聚集类型。

3、空间面板计量经济模型

面板数据的空间计量模型可表示为

$$SAR-PANAL \quad \theta_i = \rho W\theta_i + X_i\beta + \psi_i \quad (4)$$

$$\theta_i = X_i\beta + \psi_i,$$

$$SEM-PANAL$$

$$\psi_i = \delta W\psi_i + \varepsilon_i, \quad (5)$$

其中, 式(4)为空间自相关模型, 式(5)为空间误差模型; θ_i 为被解释变量, W 表示空间权重矩阵, ρ 、 δ 分别表示空间自相关系数和空间误差系数, 而 X_i 代表其它一系列控制变量。

数据与变量

本文的研究样本包括中国大陆 30 个省级区域(西藏除外), 数据来源于 1999 - 2012 年《中国科技统计年鉴》及《中国统计年鉴》。在用 DEA 方法测算创新效率时, 投入变量为 R&D 人员全时当量与 R&D 经费支出, 而产出变量为发明专利授权量。

在利用空间面板计量经济模型时, 其被解释变量即为 DEA 效率值, 而空间权重矩阵采用地理邻接权重和经济距离权重矩阵两种类型, 分别代表空间相关的地理区位特征和经济特征。地理邻接权重如式(6)所示, 而经济距离权重如式(7)所示。

$$w_{ij} = \begin{cases} 1, & i \text{ 和 } j \text{ 相邻} \\ 0, & i \text{ 和 } j \text{ 不相邻} \end{cases} \quad (6)$$

$$w_{ij} = \begin{cases} \frac{1}{|z_i - z_j|}, & z_i \neq z_j \\ 0, & z_i = z_j \end{cases} \quad (7)$$

式(6)中 i 和 j 分别代表第 i 和第 j 个地区, w_{ij} 即为权重矩阵中的一个元素, 如果两个地区相邻, 则该权重为 1, 如果不相邻, 则为 0, 矩阵中对角线上的元素, 即当 $i=j$ 时, 权重亦取 0。式(7)中 z 为地区的 GDP, 其它变量定义与式(6)相同。

在建立式(4)和(5)的空间计量模型时, 我们还对可能影响区域创新效率的因素进行了控制。这些因素包括: 地区的人力资本水平(Hum), 用地区平均受教育年限的对数值来衡量; 地区的对外开放水平(Ope), 用

地区外商直接投资来衡量;地区产业结构(Idu) ,用地区高技术产业增加值占工业企业比重来衡量。

实证结果

1、区域创新的 DEA 效率

表 1 1998 - 2011 年区域技术效率值

地区	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	均值
北京	0.766	0.848	0.692	0.507	0.802	0.735	0.788	0.678	0.700	0.655	0.895	1.000	0.891	0.383	0.739
天津	0.480	0.623	0.451	0.205	0.338	0.299	0.554	0.761	0.794	0.661	0.819	0.766	0.645	0.508	0.565
河北	0.561	0.538	0.485	0.357	0.502	0.312	0.427	0.297	0.287	0.262	0.351	0.301	0.338	0.276	0.378
山西	0.578	0.799	0.847	0.435	0.813	0.753	0.663	0.471	0.465	0.318	0.444	0.429	0.487	0.316	0.558
内蒙古	0.796	0.487	0.882	0.666	0.633	0.541	0.671	0.370	0.353	0.253	0.273	0.202	0.238	0.154	0.466
辽宁	0.600	0.652	0.595	0.335	0.517	0.411	0.577	0.475	0.473	0.403	0.568	0.563	0.622	0.614	0.529
吉林	0.498	0.647	0.557	0.394	0.696	0.427	0.783	0.509	0.591	0.455	0.718	0.508	0.490	0.327	0.543
黑龙江	0.448	0.498	0.677	0.256	0.351	0.303	0.447	0.368	0.533	0.516	0.564	0.602	0.481	0.360	0.457
上海	0.515	0.600	0.322	0.238	0.541	0.559	1.000	0.994	1.000	0.922	1.000	0.986	1.000	0.697	0.741
江苏	0.372	0.379	0.306	0.158	0.320	0.228	0.369	0.323	0.359	0.353	0.464	0.466	0.976	1.000	0.434
浙江	0.629	0.912	0.468	0.248	0.408	0.329	0.471	0.462	0.424	0.436	0.635	0.695	0.557	0.912	0.542
安徽	0.242	0.346	0.265	0.149	0.363	0.198	0.241	0.279	0.279	0.225	0.329	0.336	0.634	0.992	0.348
福建	0.440	0.315	0.269	0.169	0.244	0.184	0.198	0.226	0.248	0.208	0.344	0.350	0.458	0.449	0.293
江西	0.395	0.322	0.396	0.351	0.358	0.247	0.238	0.220	0.224	0.184	0.235	0.292	0.364	0.294	0.294
山东	0.404	0.474	0.481	0.364	0.385	0.265	0.409	0.330	0.346	0.314	0.314	0.382	0.471	0.514	0.390
河南	0.265	0.440	0.409	0.242	0.312	0.324	0.350	0.283	0.303	0.284	0.361	0.372	0.450	0.430	0.345
湖北	0.454	0.409	0.221	0.215	0.301	0.331	0.642	0.432	0.488	0.406	0.511	0.402	0.466	0.438	0.408
湖南	0.786	0.503	0.497	0.296	0.470	0.497	0.594	0.529	0.583	0.509	0.722	0.674	0.562	0.434	0.547
广东	0.438	0.349	0.234	0.194	0.352	0.363	0.764	0.524	0.508	0.475	1.000	1.000	0.792	0.661	0.547
广西	1.000	1.000	0.571	0.291	0.330	0.319	0.519	0.424	0.540	0.436	0.411	0.397	0.351	0.285	0.491
海南	0.497	1.000	0.955	0.909	0.652	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.928	0.836	1.000	0.444	0.873
重庆	0.278	0.241	0.269	0.146	0.252	0.310	0.307	0.246	0.359	0.384	0.585	0.604	0.854	0.815	0.404
四川	0.233	0.359	0.268	0.274	0.327	0.211	0.399	0.308	0.338	0.302	0.448	0.450	0.556	0.709	0.370
贵州	0.522	0.433	0.750	0.282	0.454	0.433	1.000	0.649	0.698	0.865	0.943	0.701	0.641	0.549	0.637
云南	1.000	1.000	0.998	0.522	0.519	0.679	0.911	0.689	0.914	0.725	0.817	0.735	0.762	0.455	0.766
陕西	0.283	0.250	0.187	0.118	0.213	0.111	0.358	0.276	0.320	0.316	0.454	0.457	0.645	0.454	0.317
甘肃	0.246	0.451	0.545	0.237	0.420	0.281	0.428	0.261	0.326	0.357	0.439	0.350	0.483	0.331	0.368
青海	0.180	0.439	0.597	0.444	0.608	0.305	0.346	0.358	0.484	0.375	0.389	0.265	0.286	0.216	0.378
宁夏	0.616	0.842	0.636	0.356	0.651	0.980	0.731	0.557	0.693	0.218	0.420	0.286	0.323	0.218	0.538
新疆	0.635	0.741	1.000	1.000	1.000	0.853	0.605	0.606	0.679	0.458	0.338	0.316	0.481	0.487	0.657
东部	0.518	0.608	0.478	0.335	0.460	0.426	0.596	0.552	0.558	0.517	0.665	0.668	0.705	0.587	0.656
中部	0.496	0.495	0.528	0.334	0.477	0.402	0.514	0.385	0.424	0.350	0.462	0.424	0.464	0.416	0.441
西部	0.499	0.576	0.582	0.367	0.477	0.448	0.560	0.437	0.535	0.444	0.524	0.456	0.538	0.452	0.493
全国	0.505	0.563	0.528	0.345	0.471	0.426	0.560	0.464	0.510	0.443	0.557	0.524	0.577	0.491	0.537

创新效率基本处于相对较低的水平,十四年间技术效率值在 0.35 到 0.58 之间波动,即使在创新效率值最高的 2011 年,也仅达到 0.577,仍有接近 42% 的提升空间。因此,应进一步合理的利用创新资源,减少盲目的投入与浪费。十四年间,创新效率存在一定程度的波动,那么造成这种不稳定的原因是什么? 本文还有待于进一步深入地考察。但一般来说,科技创新活动容易受到国家宏观环境及政府科技政策的影响,当国家宏观经济形势较好,政府重视科技创新活动从而提供政策支持,加大投入力度时,科技创新就会表现出良好、稳定的发展态势,反之,就会出现波动与衰退的迹象。

2、地区创新效率的空间相关性检验

从表 1 中 1998 - 2011 年间区域创新效率值可以看出,区域创新效率存在地区间的差异与不平衡。为了

进一步考察区域创新效率的空间相关性,我们根据上文测算出的区域创新效率值,对1998-2011年间区域创新效率进行全局 Moran 指数检验,结果如表2。

表2 1998-2011年区域创新效率全局 Moran 指数及其检验

时间	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
效率	0.720	0.625	0.676	0.556	0.723	0.628	0.703	0.688	0.677	0.653	0.681	0.705	0.710	0.664
Z 值	6.155	5.380	5.796	4.816	6.180	5.404	6.016	5.894	5.804	5.608	5.923	6.082	5.780	5.217
P 值	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

表2的结果显示1998-2011年考察期内所有年份的 Moran 指数均通过了1%的显著性检验,其指数范围在0.62-0.72之间。由于 Moran 指数在 $[-1, 1]$ 范围内取值,其中在 $[-1, 0)$ 范围内取值时表示观测值之间具有负向空间自相关性,在 $(0, 1]$ 范围内取值时表示观测值之间具有正向空间自相关性,而 Moran 指数等于0时则表示观测值之间不存在空间自相关性,而表2的结果中所有年份的 Moran 指数都在 $(0, 1]$ 范围内,且通过了1%的显著性检验,这表明区域创新效率呈现出显著较高的正向空间自相关性,地区创新生产效率地区结构分布并不呈随机状态,而是依赖于邻近地区创新生产活动。这也在一定程度上说明,技术与经济相对发达地区的技术扩散与外溢,以及知识与人力资源的地区间共享,在一定程度上促进了邻近地区的技术创新活动。

Moran 指数揭示出区域创新活动的全局空间相关特征,而用 Moran 指数散点图的形式则可反映出区域创新活动的局域空间相关特征。图1、图2分别显示了1998年与2011年各地区创新效率的 Moran 指数散点图,其中数字1-30分别表示北京、天津、河北、山西、内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江、上海、江苏、浙江、安徽、福建、江西、山东、河南、湖北、湖南、广东、广西、海南、重庆、四川、贵州、云南、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆。

从图中可以看出,我国省级区域创新效率存在正向的空间相关性,1998年效率散点图中处在第一象限和第三象限的省份均占到总数的2/3以上(有21省份处于第一、三象限),这说明我国的区域知识创新效率存在高-高聚集、低-低聚集的现象。值得注意的是处于第一象限的省区仅有7个地区,多数省区处于低-低聚集的第三象限,说明我国整体区域创新效率相对较低,且除北京、辽宁外,大多是中西部经济欠发达省区(湖南、云南、贵州等),其原因可能在于,效率作为相对值,主要反映一个地区的创新投入产出能力,中西部地区由于创新投入基数较小,因而在一定时期内能够保证较高的创新能力,而一些东部沿海经济较发达地区由于创新规模已经达到较高水平,在一定程度上已经存在规模不经济的问题。图2显示出2011年处于第一三象限的省区缩减为16个,区域创新效率的聚集程度有所降低,但第三象限省区缩减为9个,说明十四年间区域创新能力得到了普遍提高。

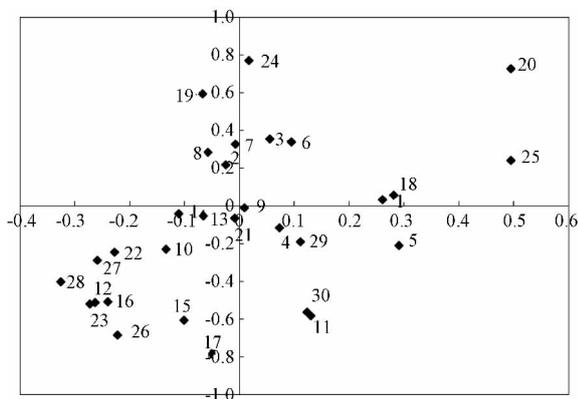


图1 1998年区域创新效率 Moran 指数散点图

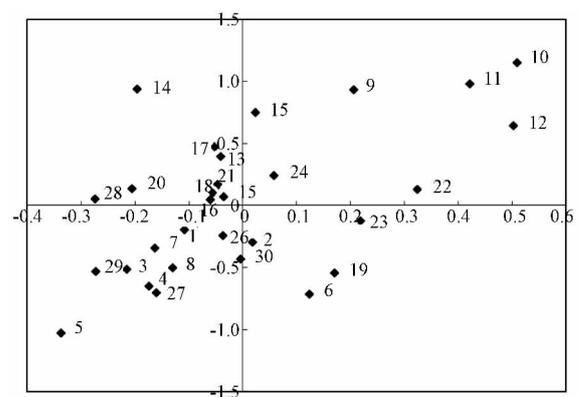


图2 2011年区域创新效率 Moran 指数散点图

3、区域创新能力的空间计量模型

考虑区域创新效率的空间相关特征,采用空间面板计量模型,同时,按照地理区位特征与社会经济特征建立两类不同的空间权重矩阵,以衡量地理区位因素与社会经济特征对区域创新效率的影响。

为了正确选择合适的空间计量模型,首先对空间自回归模型与空间误差模型进行拉格朗日乘数及其稳健

形式空间相关性检验 表 3 显示了两种模型的空间相关性检验结果。

表 3 模型的空间相关性检验比较

无固定效应	LMLAG	LMERR	R-LMLAG	R-LMERR
检验值	4. 2749	12. 7746	37. 5940	46. 0936
P 值	0. 039	0. 000	0. 000	0. 000
地区固定				
检验值	21. 7060	22. 7868	4. 2369	3. 3178
P 值	0. 000	0. 000	0. 240	0. 069
地区固定、时间固定				
检验值	6. 0459	6. 2749	0. 0221	0. 0511
P 值	0. 012	0. 012	0. 827	0. 821

从模型的拉格朗日乘数及其稳健形式的检验结果来看,无固定效应模型、地区固定效应模型和地区时间均固定模型中两个拉格朗日检验都通过了 5% 的显著性概率,无固定效应模型通过了两个稳健形式的检验,地区固定效应模型通过了 R-LMERR 检验,而地区时间均固定效应模型未通过稳健形式检验。按照 Anselin^[24] 的检验规则,可以认为在地区固定效应中,SEM 是合适的模型,而在无固定效应和地区时间均固定效应中,无法判断其合适的模型。事实上,SAR 模型通常用来表现变量在地区间是否具有空间溢出(扩散)现象,而 SEM 模型则主要用于表现变量样本观察值的空间依赖性^[25]。对于区域创新系统分析而言,SEM 是更为合适的模型。

表 4、表 5 分别为根据地理特征和社会经济特征设置的空间权重矩阵建立区域创新效率 SAR 模型与 SEM 模型的估计结果。表中的(1)、(2)、(3)和(4)分别表示无固定效应、地区固定时间不固定效应、时间固定地区不固定效应和地区与时间均固定效应的估计结果。

表 4 地理邻近权重 SEM 模型估计结果

变量	(1)	T 值	(2)	T 值	(3)	T 值	(4)	T 值
C	-0. 982	0. 000	/	/	/	/	/	/
Ind	0. 507	0. 009	0. 408	0. 046	0. 068	0. 868	0. 215	0. 628
Hum	0. 911	0. 000	0. 828	0. 000	0. 123	0. 529	-0. 063	0. 660
Ope	0. 057	0. 000	0. 604	0. 000	-0. 010	0. 513	0. 015	0. 304
δ	0. 088	0. 097	0. 182	0. 023	0. 147	0. 028	0. 089	0. 088
R^2 adj	0. 280	/	0. 824	/	0. 605	/	0. 482	/
Sigma^2	0. 036	/	0. 046	/	0. 018	/	0. 022	/
lnL	61. 646	/	242. 064	/	171. 635	/	139. 194	/

表 5 经济距离权重 SEM 模型估计结果

变量	(1)	T 值	(2)	T 值	(3)	T 值	(4)	T 值
C	-0. 554	0. 007	/	/	/	/	/	/
Ind	0. 097	0. 626	0. 204	0. 033	0. 041	0. 924	-0. 334	0. 460
Hum	0. 638	0. 000	0. 640	0. 000	0. 071	0. 684	0. 143	0. 315
Ope	0. 047	0. 000	0. 058	0. 000	-0. 009	0. 566	-0. 011	0. 438
δ	0. 088	0. 097	0. 182	0. 023	0. 147	0. 028	0. 089	0. 088
R^2 adj	0. 130	/	0. 716	/	0. 550	/	0. 447	/
Sigma^2	0. 487	0. 000	0. 391	0. 000	0. 419	0. 000	0. 310	0. 000
lnL	43. 906	/	230. 005	/	157. 598	/	131. 029	/

从表 4 和表 5 来看,各个表的 4 种模型中,其估计结果(2),即地区固定效应模型的估计中,调整后 R^2 、 Sigma^2 、lnL 等统计量具有较好的拟合度,因此,后续的研究中选择地区固定效应模型的估计结果(3)进行讨论。从表 4 和表 5 中 4 种效应估计结果来看,模型的空间自相关系数 δ 大多为正且通过了 10% 的显著性概率检验,充分验证了区域创新效率与创新的人力与资金投入之间存在显著的正向空间自相关效应,也即一个地

区创新效率的高低依赖于其它与之具有相似空间特征的地区创新投入和产出。

在地区固定效应的估计结果中,空间邻接模型和经济距离权重模型的空间自相关系数分别为 0.182 和 0.391。明显的,经济特征对于区域创新效率及其空间相关性产生的影响大于地理特征对其的影响。在空间邻接权重模型中,由于地区间相邻的区位,便于创新水平较高地区经验知识与隐性知识的溢出,加速了新技术的扩散与落后地区的承接与吸收,进而也提高了邻近相对落后地区的创新效率。另外,由于区位邻近,还可能产生地区间政策制度或财政支出等的相互“模仿”,相似的政策制度对邻近区域间创新效率的空间依赖性也有一定影响。在社会经济特征权重的模型中,一个地区的经济水平决定了其创新活动的外部环境,在经济发展水平相近的地区之间,由于相似的外部环境,用创新效率表示的区域创新能力的相互影响与依赖程度也相对较高。另外,经济特征模型中空间相关系数高于地理特征模型,说明就区域创新效率而言,其受地理区位的影响要小于地区经济特征的影响。

表 4 和表 5 还显示,无论是对于地理邻接权重模型,还是经济距离权重模型,其地区固定效应的估计结果均显示地区产业结构、地区人力资本水平及地区开放程度对区域创新效率均有显著的正向影响,表明地区高技术产业越发展,地区人力资本水平越高,地区开放水平越高,越有利于区域创新效率的提升,这与我们的预期是一致的。

结 论

本文以我国大陆 30 个省区(除西藏)作为研究对象,基于空间视角研究创新能力的地区性差异。首先测算了 1998-2011 年各省区区域创新技术效率,然后通过创新效率的 Moran 指数计算证实了区域创新活动的空间相关性,接着分别从地理特征与社会经济特征两方面分别建立创新效率的空间面板计量模型,考察影响区域创新能力的相关因素。

地区创新效率的 Moran 值计算表明,区域创新效率呈现较高的正向空间自相关性。一个地区创新活动由于技术扩散与外溢,以及知识与人力资源的地区间共享,在一定程度上影响邻近地区技术创新活动。

空间计量模型的结果表明,区域创新效率与地理位置及经济发展水平之间存在显著的正向空间相关性,地区创新效率依赖于其它与之具有相似空间特征的地区创新活动。对比地理距离与经济距离标准建立的空间计量模型研究发现,地理邻接模型的空间回归系数要小于经济距离模型的空间回归系数,这在一定程度上表明区域创新效率受地理区位要弱于地区经济特征的影响。这些结论的启示在于,中央和地方政府在制定区域创新发展战略时,必须考虑各地区经济与创新水平的异质性,将区域创新效率的空间联系与相互作用纳入政策制定过程中,合理安排相应的政策,以促进区域创新生产的协调发展。

参考文献:

- [1] 符淼. 地理距离和技术外溢效应——对技术和经济集聚现象的空间计量学解释[J]. 经济学(季刊), 2009, (7): 1549-1566
- [2] 黄苹. 中国省域 R&D 溢出与地区经济增长空间面板数据模型分析[J]. 科学学研究, 2008, (8): 749-753
- [3] 吴玉鸣, 何建坤. 研发溢出、区域创新集群的空间计量经济分析[J]. 管理科学学报, 2008, (8): 59-66
- [4] 官建成, 何颖. 基于 DEA 方法的区域创新系统的评价[J]. 科学学研究, 2005, (2): 265-272
- [5] 官建成, 刘顺忠. 区域创新机构对创新绩效影响的研究[J]. 科学学研究, 2003, (2): 210-214
- [6] Liu X. L., Steven W. An Exploration into Regional Variation in Innovation Activity in China[J]. International Journal of Technology Management, 2001, 21(1-2): 114-129
- [7] Li X. China's Regional Innovation Capacity in Transition: An Empirical Approach[J]. Research Policy, 2009, 38(2): 338-357
- [8] 任胜刚, 彭建华. 基于因子分析法的中国区域创新能力的评价及比较[J]. 系统工程, 2007, (2): 87-92
- [9] 白俊红, 江可申, 李婧. 中国区域创新系统创新效率综合评价及分析[J]. 管理评论, 2009, 21(3): 3-9
- [10] Guan J. C., Chen K. H. Modeling Macro-R&D Production Frontier Performance: An Application to Chinese Province-Level R&D[J]. Scientometrics, 2010, 83(1): 165-173
- [11] Chen K. H., Guan J. C. Measuring the Efficiency of China's Regional Innovation Systems: An Application of Network DEA[J]. Regional Studies, 2012, 46(3): 355-377

- [12] Niu D. D. ,Wang R. W. ,Zhang X. Y. ,Song W. Comparative Studies on Efficiency of China's Regional Innovation System on the Basis of Cooperation Measurement Model [J]. Journal of Emerging Trends in Economics and Management Sciences ,2013 4 (2) : 147-157
- [13] 陈凯华,宫建成,寇明婷,康小明. 网络 DEA 模型在科技创新投资效率测度中的应用研究 [J]. 管理评论, 2013 25(12) : 3-14
- [14] 池仁勇,虞晓芬,李正卫. 我国东西部地区技术创新效率差异及其原因分析 [J]. 中国软科学, 2004(8) : 128-131
- [15] 虞晓芬,李正卫,池仁勇,施鸣炜. 我国区域技术创新效率: 现状与原因 [J]. 科学学研究, 2005 (2) : 258-264
- [16] 刘树,张玲. 我国各省市专利发展有效性的 DEA 模型分析 [J]. 统计研究, 2006 (8) : 45-48
- [17] 吴和成,刘思峰. 基于改进 DEA 的地域 R&D 相对效率评价 [J]. 研究与发展管理, 2007 (2) : 108-112
- [18] Guan J. C. ,Chen K. H. Measuring the Innovation Production Process: A Cross-region Empirical Study of China's High-tech Innovations [J]. Technovation ,2010 30(5-6) : 348-358
- [19] 陈凯华,宫建成,寇明婷. 中国高技术产业“高产出、低效益”的症结与对策研究——基于技术创新效率角度的探索 [J]. 管理评论, 2014 24(2) : 53-66
- [20] 杨青峰. 高技术产业地区研发创新效率的决定因素——基于随机前沿模型的实证分析 [J]. 管理评论, 2013 25(6) : 47-57
- [21] Guan J. C. ,Chen K. H. Modeling the Relative Efficiency of National Innovation Systems [J]. Research Policy ,2012 41(1) : 102-115
- [22] Chames A. ,Coope W. W. and Rhodes E. Measuring the Efficiency of Decision Making Units [J]. European Journal of Operational Research ,1978 2(6) : 429-444
- [23] Anselin L. Spatial Econometrics: Methods and Models [M]. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers ,1988
- [24] Anselin L. ,Raymond F. ,Sergio J. R. Advances in Spatial Econometrics: Methodology ,Tools and Applications [M]. Berlin: Springer Verlag ,2004
- [25] 吴玉鸣. 大学、企业研发与首都区域创新的局域空间计量分析 [J]. 科学学研究, 2006 24(3) : 398-404

*The Spatial Agglomeration of Regional Innovation Efficiency and its Disparities:
Evidence from China*

Li Jing^{1 2} and Guan Lihua¹

(1. Nanjing Normal University , Nanjing 210023;

2. Jiangsu Provincial Research Base for Innovation Economics , Nanjing 210023)

Abstract: Using China's sub-regional research and innovation data during 1998 – 2011 , this paper firstly measures the innovation efficiency of each region , and then establishes the spatial econometric model of geographic adjacency and economic distance spatial weights , to study the regional differences of regional innovation efficiency. The results show that the overall regional innovation efficiency is low , and there is a large room for improvement; regional innovation efficiency has a significant spatial correlation; geographic adjacency weight and economic distance weight have a significant positive effect on regional innovation efficiency , and neighboring regions and similar levels of economic development are conducive to enhance the regional innovation efficiency.

Key words: regional innovation , efficiency , spatial agglomeration , regional differences