

四川省科技创新对区域经济增长的直接影响及其溢出效应

喻开志 吕笑月 黄楚衡

【摘要】利用 2003-2013 年四川省 21 个市（州）的省内区域面板数据，首先构建了科技创新水平评价指标体系，采用主成分得分的回归法计算了近 11 年来四川省各个市（州）的科技创新水平；然后使用地理-经济加权矩阵的空间杜宾模型，研究了科技创新对区域内经济增长的直接作用及其溢出效应。发现近年来，四川省内各市（州）的科技创新水平逐步提升，但科技创新水平发展不均衡；本市（州）的科技创新对区域内经济增长确实有显著促进效应，但对其他市（州）的溢出效应并不大。

【关键词】科技创新；经济增长；溢出效应；空间杜宾模型

一、引言

近年来，四川省的科技创新经历了高速增长。四川省 R&D 人员折合全时当量由 2003 年的 57868（人年）上升为 2013 年的 109708（人年），R&D 内部经常支出从 2003 年的 79.4 亿元增长到 2013 年的 399.9 亿元，申请专利数和发表论文数也在这 11 年间分别增长了 10 倍和 2 倍。虽然，四川省的科技创新工作取得了巨大的进步，但四川省的科技创新水平在全国仍然不高。就 R&D 投入而言，2013 年四川省 R&D 投入仅占到 GDP 总量的 1.52%，低于 2013 年全国平均水平 2.08%，更是远远低于发达国家的 R&D 投入水平。与此同时，四川省的科技创新呈现出不平衡的态势。成都、德阳、绵阳、攀枝花等市（州）由于其经济发展、地理、资源、特色产业等诸多优势，成为四川省科技创新投入较多、科技创新活动较活跃的城市；而甘孜、阿坝、巴中、凉山等市（州）由于其地处偏远、教育不发达等原因，科技创新一直处于四川省较低的水平；可见，注重提升科技创新能力与自主创新能力的市（州）对区域内经济增长具有重要拉动作用，地区间科技创新不平衡的状况也可能加剧了四川省区域经济增长的不平衡。

随着四川省整体经济的迅速增长，省内各经济区域不再是独立的经济单元，各市（州）经济增长不仅依赖于自身因素，各地区的科技创新与经济活动相互间的影响越来越显著。要实现四川省内经济的协调发展，不仅要重视科技创新对本市（州）内经济增长的作用，也要考虑科技创新在市（州）之间的溢出。因此，详尽分析四川省内各市（州）的科技创新发展水平，明确度量省内各市（州）的科技创新在经济增长过程中所起到的直接作用及其溢出效应，对于四川省克服经济发展中遇到的障碍、加快全省经济增长转型、促进现代化进程，具有重要的理论意义和现实意义。

二、相关文献综述

从国外相关文献看，主要使用空间计量模型研究国家间科技创新的溢出效应对经济增长的促进作用。例如，Keller(2004) 收集了 7 个欧洲国家的数据，通过研究国家直接地理距离和 R&D 溢出之间的关系后发现，溢出效应的大小与地理距离相关，但受到地理条件的限制。Booms 和 Domingo(2007) 发现区域内的自我创新和邻近区域内的创新都将对本区域的经济产生影响，为了促进经济增长，在制定 R&D 的政策时应纳入临近区域的政策。Nadeem(2010) 利用 30 个国家 1980-2004 年的数据，研究了外商直接投资通过科技溢出对发展中国家经济增长所产生的间接影响，发现 FDI 减小了发展中国家与发达国家的技术差距，即产生了科技溢出，从而增进了发展中国家的经济增长。Seck(2012) 通过利用 55 个国家 10 年面板数据，指出科技溢出对发展中国家的经济增长大有裨益，特别是那些 R&D 活动较少的发展中国家，而享受到科技溢出的国家往往趋向于投入更多的人力资本、对贸易以及国际活动采取更加开放的政策。Kamyab(2014) 认为，不同于经典的内生增长理论，知识并不会自发的溢出，发现创新不仅促

进经济增长更是知识溢出的重要渠道。

从国内相关文献看,主要运用时间序列模型、面板数据模型和空间计量模型分析省际间科技创新的溢出效应对经济增长的促进作用。为了分析科技创新与经济增长的长期关系,大多使用时间序列模型。例如,唐德祥等(2009)使用向量误差修正模型分析科技投入影响经济增长的内在机制,发现经济增长和固定资产投资、劳动投入、科技创新投入之间存在着长期均衡的协整关系,科技创新投入增加会促进我国经济增长;薛爬和李篙然(2012)使用协整模型分析资本、劳动、技术要素投入对四川省经济增长的影响,实证结果表明四川省当前技术进步与创新要素对经济增长的拉动作用还十分微弱,资本投入仍是地区经济增长的核心动力;刘锋等(2014)运用因子分析、协整检验和VAR模型研究科技创新成果与经济增长之间的动态关系,研究结果表明GDP和科技创新成果之间存在长期均衡关系,而且GDP与科技创新成果之间存在双向因果关系:考虑到各个省市经济体之间可能存在相关性与异质性,也有学者使用面板数据模型分析二者的关系。例如,王家庭(2012)基于全国30个省市面板数据对科技创新的溢出效应对经济增长的作用进行了研究,结果表明四川省作为全国科技成果生产大户,邻省的科技投入溢出效应要大于本省科技投入的直接效应;何雄浪和张泽义(2014)运用面板数据中的SUR模型分析进口贸易技术对经济增长的影响,研究发现技术溢出效应在我国中、东、西部各不相同,研发投入对东部的技术溢出效应起积极作用,而中西部通过对外开放从技术溢出获得较快的经济增长。为了分析各省科技创新投入的溢出效应对经济增长的影响及各省经济的集聚性,近年来使用空间计量模型做实证研究的论文不断涌现。例如,李靖等(2010)运用空间计量分析技术,考察1998-2007年中国大陆30个省级区域创新的空间相关与集聚,研究表明创新投入与经济增长之间存在显著的正向空间相关,中国区域创新也存在显著的正向空间相关性,且在东部及沿海地区形成了创新活动的密集带;张志强(2012)基于内生增长理论,以空间误差修正模型和动态面板模型实证检验了中国金融发展的规模与效率的区域创新效应,研究结果表明加强区际及国际贸易联系、促进省份层面技术引进与研发创新、共享技术空间溢出效应是缩小区域发展差异,实现区域经济协调发展的有效途径;钟祖昌(2013)从理论和实证两个方面验证了研发投入及其溢出效应对省域经济增长的贡献,研究结果表明省域间R&D投入存在明显的溢出效应,1991-2009年R&D投入对经济增长的贡献率为16.7,同时东部地区溢出效应最高,西部最低。张林(2016)使用静态和动态空间面板模型,就金融发展与科技创新对实体经济增长的影响进行实证检验。研究发现,金融发展和科技创新在短期和长期内均对实体经济增长具有显著的促进作用,中国实体经济增长存在显著的正向空间集聚性和异质性。此外,还有作者运用灰色关联方法、数据包络分析法来研究科技创新对经济增长的促进作用。例如,李青(2010)采用灰色关联方法研究了四川省科技投入与经济增长的关系,结果表明项目数与GDP的关联度最大、科研基建经费次之,科技活动人员与GDP的关联并不明显;庞瑞芝等(2014)借助拓展的网络化数据包络分析法,考察2009-2012年我国省际科技创新对经济发展的支撑效率以及创新资源的优化配置问题,发现全国各省份科技创新对经济发展的支撑作用普遍偏低。

从以上文献可以看出,有关科技创新溢出效应与经济增长的研究中,研究对象多为全国,以某个省市为分析对象还相对较少。仅有几篇有关四川省科技创新和经济增长的相关文献中,均未涉及四川省各市(州)之间的科技创新溢出效应。此外,更重要的是,以往国内外文献大多采用时间序列或普通面板数据方法,没有考虑空间的相关性。但显然科技创新水平和经济增长都是存在空间效应的,有以下几个原因:首先,在现实经济社会中,几乎所有的数据都或多或少的存在空间相关性或者空间依赖性,[17]当然这也包括了科技创新和经济增长方面数据;其次,四川省内部对科技创新方面的政策差别并不是很大,这也会使得四川省各市(州)的科技创新水平存在空间相关性;再次,诸多经验研究已经证明,科技创新和经济增长所产生的效果不会仅局限于一个地区,也就是说科技创新存在外部性即溢出效应;最后,近年来四川省经济增长迅速,省内经济一体化趋势加速显现,各市(州)不再是独立的经济单元,各个市(州)的经济增长不再单单依赖自身的内在因素,在经济一体化的趋势下,科技创新水平是否对经济增长有着明显的溢出效应是值得考虑的问题。在此基础上,本文考虑了科技创新水平和经济增长在四川省内各个市(州)的空间相关性,重点利用空间计量的方法来研究二者的关系。

三、变量选取与数据说明

科技创新综合水平可以反映为科技创新投入和科技创新成果两方面的内容,科技创新投入分为物力投入和人力投入两方面。本文选取R&D内部经费支出来代表科技创新物力投入,用R&D人员折合全时当量人员来衡量科技创新活动的人力投入,用申请专利数以及发表科技论文数来表示科技创新成果。因此,根据以上指标数据的可得性以及完整性,本文在衡量科技创新水平时,采用了R&D折合全时人员(人年)、R&D内部经费支出(万元)、申请专利数(件)

、发表科技论文数（篇）来代表四川省科技创新水平。

本文选取四川省各市（州）的科技创新水平因子得分作为关键解释变量。用科技创新水平因子得分（A）、全社会固定资产投资（K）、从业人员（L）作为技术水平、资本投入和劳动力投入建立产出（GDP）模型，其中，GDP、全社会固定资产投资、从业人员取对数，科技创新水平因子小于 0 的数据较多，故保持原样不取对数。基本模型都为如下形式：

$$\ln \text{GDP} = f(A, \ln K, \ln L)$$

本文所使用的数据为 2003-2013 年四川省 21 个市（州）的省内面板数据，所用数据主要来自《四川省科技统计年鉴（2004-2014）》和《四川省统计年鉴（2004-2014）》。

四、四川省各市（州）的科技创新水平综合得分

由于本文原始数据来源的统计口径不一致且可能存在不同的量纲，为使指标之间具有可比性，本节先利用 z - Score 法对原始数据进行标准化，即对原始数据进行无量纲化。此外，在进行因子分析之前应通过 KMO 测度和巴特利特（Bartlett）球体检验，对变量和数据的有效性进行检验由此判断数据是否适合因子分析。一般来说，当 KMO 值小于 0.6 时就被认为不适合做因子分析。根据检验结果，KMO 检验的统计量值为 0.7，大于 0.6，表明模型变量间的偏相关程度较高。本文通过 Bartlett 球形检验的结果可以拒绝原假设，即变量之间是相关的。通过以上两个检验均可以得出，变量间的相关程度适合做因子分析。

通过特征值、累计方差贡献率以及碎石图可以共同确定最优因子的数量。根据特征值和累计方差贡献率结果，第一个主成分的累计方差贡献率就达到 92%。在碎石图中，第一个因子的特征值较大，并形成了明显的拐点，之后的因子特征值连线变得平缓，可知用第一个因子就可以较好的代替 R&D 折合全时人员、R&D 内部经费支出、申请专利数和发表科技论文这 4 个指标来评价和判断四川省各州市的科技创新水平。

计算因子得分有多种方法，本文采用较常用的回归法（regression）进行计算。由于在因子分析前，对各指标数值都进行了 z - score 标准化处理，因此被比较对象的平均水平为零分，得分为正分表示该市（州）当年的科技创新水平高于这 11 年来四川省各市（州）科技创新的平均水平，而得分为负则表示低于平均水平。根据特征值和相应的特征向量，计算 21 个州市各年的科技创新水平主成分得分，如表 1 所示。

表 1 四川省各市（州）的科技创新水平主成分得分

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
成都市	1.74	2.25	2.37	2.64	3.07	3.24	4.23	4.66	4.87	6.53	7.27
自贡市	-0.28	-0.29	-0.25	-0.22	-0.21	-0.2	-0.18	-0.12	-0.11	-0.11	-0.09
攀枝花	-0.27	-0.27	-0.29	-0.26	-0.23	-0.23	-0.12	-0.08	-0.05	-0.03	0.14
泸州市	-0.24	-0.26	-0.24	-0.24	-0.22	-0.22	-0.21	-0.22	-0.2	-0.14	-0.14
德阳市	-0.28	-0.18	-0.11	-0.12	-0.04	0.07	0.17	0.23	0.31	0.5	0.59
绵阳市	0.49	0.43	0.46	0.52	0.9	1.04	0.95	1.29	1.05	1.59	1.98
广元市	-0.35	-0.36	-0.35	-0.35	-0.36	-0.36	-0.34	-0.33	-0.34	-0.35	-0.34
遂宁市	-0.35	-0.34	-0.31	-0.3	-0.31	-0.31	-0.31	-0.34	-0.32	-0.24	-0.15
内江市	-0.33	-0.31	-0.3	-0.29	-0.26	-0.28	-0.26	-0.19	-0.31	-0.21	-0.18
乐山市	-0.31	-0.3	-0.3	-0.28	-0.29	-0.25	-0.26	-0.27	-0.21	-0.16	-0.16
南充市	-0.25	-0.24	-0.19	-0.17	-0.16	-0.15	-0.26	-0.25	-0.22	-0.13	-0.12
眉山市	-0.35	-0.35	-0.34	-0.32	-0.36	-0.34	-0.33	-0.34	-0.3	-0.2	-0.24
宜宾市	-0.29	-0.29	-0.21	-0.21	-0.13	-0.1	-0.02	-0.05	-0.07	0.18	0.05
广安市	-0.33	-0.33	-0.33	-0.33	-0.33	-0.32	-0.36	-0.33	-0.34	-0.35	-0.34
达州市	-0.33	-0.35	-0.34	-0.34	-0.34	-0.33	-0.31	-0.31	-0.31	-0.3	-0.29
雅安市	-0.31	-0.31	-0.29	-0.28	-0.28	-0.26	-0.3	-0.29	-0.27	-0.23	-0.18
巴中市	-0.36	-0.37	-0.36	-0.36	-0.36	-0.35	-0.36	-0.35	-0.36	-0.36	-0.35
资阳市	-0.35	-0.34	-0.34	-0.31	-0.34	-0.3	-0.29	-0.32	-0.31	-0.3	-0.29
阿坝	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.34	-0.33
甘孜	-0.36	-0.36	-0.36	-0.35	-0.36	-0.35	-0.36	-0.36	-0.36	-0.35	-0.35
凉山	-0.31	-0.34	-0.34	-0.32	-0.33	-0.34	-0.34	-0.34	-0.33	-0.34	-0.28

根据表 1，从科技创新主成分综合得分上来看，综合得分值越高，科技创新水平相应也越

高。近年来，各市州的科技创新水平均呈现上升趋势；成都市在四川省内科技创新水平综合得分最高，绵阳市次之，省内科技创新水平呈现比较明显的两极分化局面。

五、科技创新对经济增长直接作用和溢出效应的实证分析

（一）构建空间权重矩阵

以往文献仅仅局限于经济增长与相邻地区科技创新水平之间的空间相关性，但从这一个角度来说明科技创新的溢出效应是不够的。考虑到实际情况，不同地区间的科技创新溢出效应的发挥必然不完全或者不仅仅取决于地理相邻或者空间距离。随着信息化的推进，技术的转移和知识的传播并不会因为距离遥远而形成阻碍。在这种条件下，科技创新水平应将当地经济水平发展相近程度纳入考虑。在这种思想的指导下，本文设定一个同时考虑地理空间距离和经济距离两种因素的空间加权矩阵：

在式（2）中，记地理空间距离加权矩阵为 W_geo ，其中，第 i 行第 j 列的元素 $w_{ij} = 1/S_{ij}$ ， S_{ij} 表示市（州） i 和市（州） j 根据经纬度坐标计算出来的曲面距离。记经济距离加权矩阵为 W_eco ，其中，第 i 行第 j 列的元素为 w_{2ij} 。如果简单地把 w_{2ij} 理解为两个地区的经济总产出（通常是 GDP），则生成的 W_eco 与被解释变量 $\ln GDP$ 有很大程度上的相关性，对估计精度有很大影响。因此，这里用市（州）之间的人均 GDP 之差来表示经济距离，人均 GDP 不仅能够说明地区之间的经济发展差距，而且与 $\ln GDP$ 的直接相关性也较小。因此， $w_{2ij} = 1/|perGDP_i - perGDP_j|$ ，其中， $perGDP_i$ 和 $perGDP_j$ 分别表示市（州） i 和市（州） j 2003—2013 年人均 GDP。 W_geo 和 W_eco 均为斜对角元素为零的对称矩阵。分别正规化后，得到了本节中的所用的空间加权矩阵：

$$W = \alpha \times W_geo + (1 - \alpha) \times W_eco \tag{2}$$

式（2）中，参数 $0 \leq \alpha \leq 1$ ，决定了在空间加权矩阵中，地理空间距离因素和经济距离因素的比重大小。 α 越接近于 0，说明地理因素对科技创新投入的影响效应越大； α 越接近于 1，说明经济因素对科技创新投入的影响效应越大。

α 的取值需要通过 Moran-I 指数来确定。空间加权矩阵的参数 α 变化范围为 $[0, 1]$ ，变化步长取 0.1。表 2 是 α 取不同值的情况下 2003—2013 年各年份的 Moran-I 指数及 P 值。

表 2 不同 α 下各年份的 Moran-I 指数

年 份	α									
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
2003	0.070	0.060	0.051	0.042	0.032	0.023	0.013	0.004	-0.005	-0.015
2004	0.059	0.050	0.042	0.033	0.025	0.016	0.008	-0.001	-0.009	-0.018
2005	0.060	0.051	0.043	0.034	0.025	0.016	0.007	-0.001	-0.010	-0.019
2006	0.069	0.060	0.050	0.041	0.031	0.022	0.012	0.003	-0.007	-0.016
2007	0.063	0.056	0.048	0.041	0.033	0.026	0.018 *	0.011 *	0.003 *	-0.004
2008	0.075	0.067	0.058	0.050	0.041	0.033 *	0.025 *	0.016 *	0.008 *	-0.001
2009	0.056	0.052	0.048	0.044	0.040	0.035 *	0.031 * *	0.027 * *	0.023 * *	0.019 * *
2010	0.050	0.045	0.041	0.037	0.032	0.028	0.024 *	0.019 * *	0.005 *	0.011 *
2011	0.060	0.056	0.051	0.047	0.042	0.038 *	0.034 * *	0.029 * *	0.025 * *	0.021 * *
2012	0.049	0.045	0.042	0.038	0.034	0.030 *	0.027 *	0.023 * *	0.019 * *	0.015 * *
2013	0.087	0.080	0.073	0.066 *	0.059 *	0.052 * *	0.046 * *	0.039 * *	0.032 * *	0.025 * *

注：*、* * 和 * * * 分别表示 Moran I 指数通过了在 10%、5% 和 1% 的显著性水平检验。

不同 α 下的 Moran-I 指数的分布也不同, 简单通过 Moran-I 指数的大小来判断 α 取值是不合适的。因此, 这里通过 Moran-I 指数的 P 值显著性来判断 α 的取值, 选取使得空间效应最突出的 α 作为地理-空间加权矩阵的权重。从 P 值的显著性可以看出, 当 $\alpha=0.8$ 和 $\alpha=0.9$ 时, 11 年的 Moran-I 指数中均有 7 个通过了 10% 的显著性检验; $\alpha=0.8$ 时, 有 5 年的 Moran-I 指数通过了 5% 的显著性检验, 而 $\alpha=0.9$ 时有 4 年的 Moran-I 指数通过 5% 的显著性检验。通过上述比较得到结论, 当 $\alpha=0.8$ 时, 即地理空间因素占 80%, 经济距离因素占 20% 时, 得到相对最优的空间加权矩阵 (在步长为 0.1 时):

$$W = 0.8 \times W_{\text{geo}} + 0.2 \times W_{\text{eco}} \tag{3}$$

同时, 从式 (3) 也可以看出目前四川省科技创新的溢出效应依然为地理空间距离为主导, 经济距离的响应相对较弱。为了后文中的叙述方面, 将上述空间权重矩阵命名为地理-经济加权矩阵。

(二) 基于地理-经济加权矩阵的空间杜宾模型形式检验

SAR/SEM 选择性检验和固定效应 / 随机效应的检验结果, 如表 3 所示。

表 3 空间杜宾模型形式检验结果

SAR/SEM 选择性检验	模型	LM	Robust LM
	空间自相关 (SAR) 空间误差 (SEM)	37.67*** 15.05***	29.41*** 6.79***
固定效应/随机效应选择检验	原假设	检验统计量	P 值
	H ₀ : 建立空间混合效应模型	LR = 497.77	0.0000
	H ₀ : 建立空间随机效应模型	Hausman = -31.50	0.0000

注: *, ** 和 *** 分别表示 Moran I 指数通过了在 10%、5% 和 1% 的显著性水平检验。

在 SAR/SEM 的选择性检验中, SEM 模型的 LM 统计量和 Robust-LM 统计量均低于 SAR 模型, 因此, 选取 SAR 模型作为研究科技创新推动经济增长的空间计量模型。LR 检验拒绝了原假设, 也就是拒绝建立混合 (Pool) 效应模型; 而 Hausman 检验则表明在固定效应模型和随机效应模型这两者之间, 固定效应模型更优。因此, 基于地理-经济空间权重矩阵时, 应建立 SAR 的固定效应模型。

(三) 建立地理-经济加权矩阵的空间杜宾模型

基于以上对空间杜宾模型形式的检验, 建立如下的模型:

$$\ln GDP_{it} = \alpha_t + \rho W \ln GDP_{it} + \beta_1 \times A_{it} + \beta_2 \times \ln K_{it} + \beta_3 \times \ln L_{it} + \theta_1 W A_{it} + \theta_2 W \times \ln K_{it} + \theta_3 W \times \ln L_{it} \tag{4}$$

模型 (4) 的参数具体估计结果, 如表 4 所示。

表 4 基于地理-经济加权矩阵的空间杜宾模型的回归与检验结果

变量	空间固定效应	时间固定效应	双 (时空) 固定效应
W × dep. var	0.8559*** (28.91)	0.4869*** (6.04)	0.3607*** (2.85)
A	0.0005 (0.04)	0.0540** (2.14)	-0.0177* (-1.64)
lnK	0.0647** (2.54)	0.5783*** (12.05)	0.0511* (1.89)
lnL	0.0307 (0.51)	0.7489*** (20.35)	0.0815 (1.31)
W × A	-0.1377** (-2.22)	0.1830 (0.97)	-0.5553*** (-6.02)
W × lnK	0.0385 (1.16)	0.8368** (2.04)	-0.2570 (-1.10)
W × lnL	0.5805** (2.15)	1.4482*** (4.06)	1.5761*** (3.68)
σ^2	0.0035	0.0496	0.0031

R ²	0.9961	0.9435	0.9968
$\bar{R}^2$	0.9488	0.9048	0.1925

注：*、**和***分别表示 Moran I 指数通过了在 10%、5%和 1%的显著水平性检验。

在空间杜宾模型的三个固定效应模型中，拟合优度从大到小是空间固定效应模型、时间固定效应模型、双（时空）固定效应模型；解释变量显著性方面，时间固定效应明显好于其他两个模型，其次是空间固定效应模型和双（时空）固定效应模型；结合经济理论方面，时间固定效应模型更加符合经济理论。所以，综合拟合优度、解释变量的显著性和经济理论，相对而言，时间固定效应模型较好。

因此，最终建立如下的空间杜宾固定时间效应模型：

$$\ln GDP_{it} = -8.158296 + \alpha_i + W \times 0.487 \ln GDP_{it} + 0.0541 \times A_{it} + 0.57 \times \ln K_{it} + 0.749 \times \ln L_{it} + W \times 0.183 A_{it} + W \times 0.837 \ln K_{it} + W \times 1.448 \ln L_{it} \quad (5)$$

各年份 α_i 的具体值详见表 5。

表 5 空间杜宾时间固定效应模型各年份的值

年份	α_i	年份	α_i
2003	1.44	2009	-0.64
2004	1.14	2010	-0.82
2005	0.98	2011	-0.87
2006	0.71	2012	-1.06
2007	0.38	2013	-1.35
2008	0.08		

（四）直接效应与溢出效应比较

基于空间杜宾模型计算出的直接效应和溢出效应（间接效应），如表 6 所示。

表 6 空间杜宾时间固定效应模型直接效应和溢出效应

变量	直接效应	溢出效应
A	0.0646** (2.16)	0.4107 (1.07)
lnK	0.6428*** (11.27)	2.2040** (2.44)
lnL	0.8514*** (16.48)	3.5397*** (3.75)

注：*、**和***分别表示 Moran I 指数通过了在 10%、5%和 1%的显著水平性检验。

根据表 6，科技创新水平因子的直接效应为 0.0646，在 5%的水平下通过显著性检验；溢出（间接）效应为 0.4107，t 值仅为 1.074。也就是说，本地的科技创新水平对本地 GDP 有显著的正向促进作用，但对其他地区 GDP 的促进效应并不是明显。

首先，从全社会固定资产投资角度看，投资的直接效应为 0.6428，间接效应为 2.2040，它们在 5%的水平下都显著。这表明本地的 GDP 不但受到本地固定资产投资的影响，也较为显著的受到他市（州）的固定资产投资的促进。其次，就从业人员的投入量来看，劳动力投入量的直接效应为 0.8514，间接效应为 3.5397，两者均在 1%的水平下显著。也就是说，本地的 GDP 增长不仅受到当地劳动力投入的显著推动，还受到其他市（州）的劳动力投入量的影响，这说明了四省 GDP 增长有明显的劳动密集特征。

综合分析来看，劳动力投入指标（从业人员）对四川省经济增长的贡献最大，全社会固定资产投资次之，科技创新水平对经济增长的贡献很小，这与我们基于二元邻权矩阵的分析结果较为一致。从四川省内的实际情况来看，目前四川省内科技创新对本地经济增长的直接效应已毋庸置疑，但溢出效应尚不显著。在四川省科技创新总体水平不高且省内科技创新水平两极分化严重的现状下，科技创新水平对经济增长尚未形成正外部性，虽然某个市（州）的经济增长能享受到本地科技创新的促进作用，但对其他市（州）的科技创新对其却没有显著的促进作用。

六、结论与政策建议

从科技创新水平综合得分来看,2003-2013年四川省内各市(州)的科技创新水平均呈逐步上升趋势;但四川省21个市(州)科技创新水平发展极其不均衡,尤其表现出成都市、绵阳市的科技创新水平明显高于其他市(州)的两极分化状态。

四川省内各市(州)的科技创新对经济增长的溢出效应并不明显。从统计学角度来看,虽然本地的科技创新投入对本地的GDP有显著的正向促进作用,但对其他市(州)的GDP的促进作用却不显著。

本市(州)的固定资产投资能显著促进本地的GDP,同时,固定资产投资在四川省内的溢出效应也对经济增长有一定的促进作用。当地从业人员数的增加对当地GDP有显著的推动作用,从业人员的溢出效应也十分显著。也就是说,本市(州)的GDP增长不仅受到当地劳动力投入的显著推动,还受到其他市(州)劳动力投入的推动,这说明了四川省GDP增长有明显的劳动密集特征。综合来看,劳动力投入指标(从业人员)对四川省经济增长的贡献最大,全社会固定资产投资次之。

综合来看,四川省的科技创新对各市(州)自身的经济增长确实是很好的推动作用,但是科技创新对其他市(州)的经济增长的促进作用不明显。我们提供以下政策建议,为政府的政策制定选择提供一些借鉴。

人才不仅是科技创新的动力来源,也代表了科技创新的产出,决定着科技创新的水平与效率,需要建立科技创新人才相应的激励政策。

在制定经济发展政策时,是依靠本市(州)科技创新驱动还是吸收周边市(州)的科技创新,应因地制宜地进行考虑。对于科技创新不发达的地区来说,要充分提高地区人力基本素质,加强创新知识吸收能力,充分利用周边地区的科技创新溢出。

R&D经费也是科技创新的动力来源之一,是科技创新的前提。因此,为了促进四川省各市(州)的经济增长,不仅要增加R&D经费的投入,更要尽力提高R&D经费的使用效率。

参考文献:

- [1] Keller W. International Technology Diffusion[J]. American Economic Association, 2004(42):752—782.
- [2] Cabrer — Borrs B., Serran. — Domingo G. Innovation and R&D Spillover Effects in Spanish Regions: A Spatial Approach[J]. General Information, 2007(36):1357—1371.
- [3] Nadeem M., Long Run Effect of Technology Spillover through FDI on Economic Growth: A Panel Co — integration Approach, SSRN Working Paper, <http://papers.ssrn.com/sol3/results.cfm>, 2010:1—28.
- [4] Seck A. International Technology Diffusion and Economic Growth: Explaining the Spillover Benefits to Developing Countries[J]. Structural Change and Economic Dynamics, 2012(23):437—451.
- [5] Kamyab S. H. The Entrepreneurship, Knowledge Spillover and Economic Growth[J]. International Journal of Sustainable Development & World Policy, 2014:45—54.
- [6] 唐德祥, 孟卫东, 许雄奇. 科技创新投入影响经济增长的内在机制——基于中国实际经济运行的经验证据(1978-2005) [J]. 数理统计与管理, 2009(4):579—587.

- [7] 薛 爬, 李篙然. 技术进步与经济发展的实证检验—以四川省为例 [ii]. 统计与决策, 2012 (19): 150-153.
- [8] 刘 锋, 逮宇铎, 于娇. 中国科技创新产出与经济增长的协整分析 [J]. 科技管理研究, 2014 (17): 5-12.
- [9] 王家庭. 科技创新、空间溢出与区域经济增长: 基于 30 省区数据的实证研究 [J]. 当代经济管理, 2012 (11): 49 — 54.
- [10] 何雄浪, 张泽义. 国际进口贸易技术溢出效应、本国吸收能力与经济增长互动—理论及来自中国的证据 [J]. 世界经济研究, 2014 (11): 36 — 41.
- [11] 李 靖, 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 — 65.
- [12] 张志强. 金融发展、研发创新与区域技术深化 [ii]. 经济评论, 2012 (3): 82 — 92.
- [13] 钟祖昌. 研发投入及其溢出效应对省区经济增长的影响 [J]. 科研管理, 2013 (5): 64 — 72.
- [14] 张 林. 金融发展、科技创新与实体经济增长—基于空间计量的实证研究 [J]. 金融经济研究, 2016 (1): 14 — 25.
- [15] [is] 李 青. 四川省科技投入与经济增长的灰色关联分析 [J]. 重庆工商大学学报: 自然科学版, 2010 (3): 240-243.
- [16] 庞瑞芝, 范 玉, 李 扬. 中国科技创新支撑经济发展了吗? [J]. 数量经济技术经济研究, 2014 (10) : 37-52.
- [17] Anselin L., Rey S. Introduction to the Special Issue on Spatial Econometrics [J]. International Regional Science Review, 1997 (20): 1 — 7.