

四川省科技创新效率及其创新生产率变动分析

——基于 SBM-Malmquist 模型

苟晨阳, 李天宇

(西南科技大学 经济管理学院, 四川 绵阳 621010)

摘要:基于四川省 2011—2018 年 21 个市(州)的面板数据,采用 SBM-Malmquist 模型对科技创新效率及其创新生产率的变动进行测算和比较分析。研究表明:2011—2018 年四川省 21 个市(州)的科技创新效率水平较低,且总体呈现出先下降后上升的趋势;五大经济区之间的科技创新效率差异明显,由高到低依次是攀西经济区、成都平原经济区、川西北生态经济区、川东北经济区、川南经济区;总体创新生产率的变化呈上升趋势,且各市(州)创新生产率的变动有区域集中性特征,相邻城市有相同的变动趋势。

关键词:科技创新效率;科技创新生产率变动;SBM-Malmquist 模型

中图分类号:F061.5 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2022)06-0232-06

四川作为全国 8 个全面改革创新试验区之一,在全国科技创新大省中具有重要影响力。长期以来,四川省认真贯彻落实中央和省委的决策部署,高度重视科技创新和金融创新发展,着力打通科技与经济融合通道,不断推动科技成果转化成为现实生产力,为全面改革创新试验提供了有力支撑。虽然目前四川省以及各市(州)的科技创新能力取得了长足的进步,但是科技资源配置的扭曲也在一定程度上导致创新生产率的低下。2011—2019 年,四川省各地区研发经费投入和发明专利授权量呈现逐年递增的态势。其中,四川省研发经费投入均值从 2011 年的 9.67 亿元上升至 2019 年 41.46 亿元;四川省发明专利授权量均值由 2011 年的 145 件提高到 2019 年的 574 件。四川省地方政府对科技创新的支持力度增强,但是还存在创新成果转化及保护的力度不够等问题。那么,四川省区域科技创新资源配置效率如何?如何准确测算四川省 21 个市(州)的科技创新效率及创新生产率变动?这些便是研究的重点。因此,通过测算并分析四川省的创新效率及其创新生产率的变动,以期对四川省科技资源优化配置提供一定的参考依据。

1 文献综述

自 1942 年 Schumpeter 提出创新的概念以

来^[1],Romer^[2]、Lucas^[3]、Aghion 和 Howitt^[4] 在 20 世纪 80、90 年代提出了内生增长理论。随着学者们对创新过程的逐步深入,关于科技创新生产活动的影响因素及造成科技创新资源的配置效率低下的原因等相关研究也正在逐步展开。一些学者从金融市场的不完备性角度来进行分析。如 Aghion 等^[5]、罗天正和魏成龙^[6]认为,一个完善的金融体系可以缓解研发企业扩张的外部融资约束,从而提高研发企业的投入,最终促进经济的长期增长。杨源源等^[7]的研究发现,融资约束是导致民营企业进行研发效率低下的主要原因。杨宗翰等^[8]认为由于中国金融市场的不完备性、信息不对称,造成企业内部融资不足或者外部融资渠道不畅,使得科技创新资源的配置效率低下。李晓龙和冉光和^[9]发现金融压抑和所有制歧视会使金融资源更多地分配给创新效率较低的国有企业,进而影响地区的创新产出。还有一些学者是从政府研发补贴的角度来分析的,如戴小勇和成力为^[10]、王一帆和李星辰^[11]的研究发现,政府对研发创新补贴缺乏有效的监管,导致研发补贴无法得到最优配置,政府补贴的增加会对企业研发投入产生“挤出效应”。随即,大量学者通过测算并分析地区、产业、企业的科技创新效率来反映其创新生产活动的投入产出状况

收稿日期:2022-03-04

基金项目:绵阳市社科规划基金项目(MY2020ZC001);西南科技大学研究生创新基金一般项目(20ycx0033)。

作者简介:苟晨阳(1996—),女,四川成都人,西南科技大学经济管理学院,硕士研究生,研究方向为技术创新、绿色经济;李天宇(1997—),男,四川广汉人,西南科技大学经济管理学院,硕士研究生,研究方向为产业经济。

和资源配置情况。如杨玉桢等^[12]利用改进的 SBM-DEA 四阶段模型测算了中国 30 个省区市 2019 年的科技创新效率。王芳和刘亚甫^[13]运用超效率 DEA 模型和 Malmquist 指数法对 2001—2019 年中国三大粮食功能区的农业科技创新效率及其变化进行测度和比较。肖仁桥等^[14]采用共同前沿理论测算了中国不同性质企业技术创新效率差异,研究发现不同性质企业效率损失根源存在显著差异。

综上可以发现,针对科技创新效率的研究大多从全国或者省域的视角进行,而不同城市在地理环境、经济发展水平等方面均存在较大差异,现有文献则较少从异质性角度研究城市创新活动的影响因素。此外,大多文献在测算科技创新效率时采用的是径向模型,由于科技创新过程的复杂性,其投入或产出的变化比例往往并不相同,而传统的径向模型对无效率程度的测量只包含了所有投入(或产出)等比例缩减的比例,因此容易导致效率测量有偏。基于此,将四川省 21 个市(州)作为研究对象,运用 SBM-Malmquist 模型测算 2011—2018 年四川省各市(州)的创新效率及其创新生产率变动值,深入探究四川省创新生产活动的开展状况和创新资源配置情况,进而为提升四川省各市(州)的科技创新效率提供针对性的对策建议。

2 测算方法与数据来源

2.1 SBM 模型

相比 DEA 传统 CCR 和 BBC 模型,SBM 模型用各项投入可缩减的平均比例来测算无效率,并将松弛变量直接放在目标函数中考虑,使测算出的效率值更接近实际。假设有 n 个决策单元,且均有 m 种投入和 r 种产出,那么 SBM 模型的规划式为

$$\min \delta^* = \left(1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_i^-}{x_{i0}}\right) / \left(1 + \frac{1}{r} \sum_{r=1}^r \frac{s_r^+}{y_{r0}}\right)$$

$$\text{s. t. } \begin{cases} x_{i0} = \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^-, i = 1, 2, \dots, m \\ y_{r0} = \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j + s_r^+, r = 1, 2, \dots, s \\ \lambda_j \geq 0, s_i^- \geq 0, s_r^+ \geq 0 \end{cases} \quad (1)$$

式中： x_{ij} 表示第 j 个决策单元的第 i 个投入变量； y_{rj} 表示第 j 个决策单元的第 r 个产出变量； λ_j 为权重向量； s_i^- 、 s_r^+ 分别表示投入、产出的松弛变量。若 $\delta^* = 1$ ，则该决策单元位于生产的前沿面上，否则该决策单元的效率评价无效。

2.2 Malmquist 指数

为了进一步对创新效率的特征进行深入分析，

使用时序的 Malmquist 生产率指数进行效率变动值的测算,取参照 t 期和 $t+1$ 期技术的 Malmquist 生产率指数的几何均值作为 Malmquist 生产率指数,则 Malmquist 指数可以表达为

$$M_t^c(x_t, y_t, x_{t+1}, y_{t+1}) = \left[\frac{D_c^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_c^t(x_t, y_t)} \times \frac{D_c^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_c^{t+1}(x_t, y_t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

若 Malmquist 指数 $MI < 1$,说明从第 t 期到第 $t+1$ 期的创新效率呈递减状态,若 $MI > 1$,则表示第 t 期到第 $t+1$ 期的创新效率呈递增状态,若 $MI = 1$ 表明当期的创新效率与上一期创新效率相同。

2.3 指标的选取与数据来源

测算创新效率及其创新生产率变动的指标主要分为投入指标与产出指标,科技投入方面选取各市(州)R&D 研发经费投入作为资本投入指标,R&D 人员折和全时人员作为劳动投入指标,科技活动成果方面选取发明专利授权量作为产出指标。数据来源于历年《四川科技统计年鉴》《四川科技年鉴》《四川统计年鉴》《中国城市统计年鉴》。

3 研究结果与分析

3.1 四川省各市(州)科技创新效率比较差异分析

由表 1 可以看到,2011—2018 年四川省 21 个市(州)的创新效率均值为 0.222 6,科技创新效率水平较低,距离生产前沿面还存在着 77.74% 的改进潜力。2011—2018 年,四川省科技创新资金投入均值为 22.87 亿元,年均研发人员投入为 5 664 人,平均获得 323 件发明专利,四川省科技创新资源的投入较高,而科技创新成果适中,大量的投入并未获得有效且适当的产出,总体创新效率相对偏低。

从时间演进来看(表 1),2011—2018 年四川省的科技创新效率均未达到最佳前沿面,总体上呈现先下降后上升的趋势。具体而言,2011—2014 年四川省总体均值出现大幅下降,从 2011 年的 0.322 0 下降至 2014 年的 0.159 7,2015 年以后四川省创新效率均值则出现缓慢提升,效率值保持在 0.165 1~0.286 3。这可能与 2015 年起国务院推动的“大众创业、万众创新”政策有一定的关联,推动经济结构调整、打造发展新引擎、增强发展新动力,对 2015—2018 年四川省各地区科技创新效率的提高起关键性作用。

从全省各市(州)来看,图 1 展现了四川省 20 个市(州)在样本期间内创新效率均值差异对比,图中可以看出 2011—2018 年四川省 21 个市(州)科技创新效率均值皆低于 0.5,其中,科技创新效率均值最高的是资阳市,其次为雅安市、眉山市、成都市。首

先,四川省各市(州)科技创新资本投入、人力投入以及创新成果产出较低。其次,四川省在科技创新资源上的投入强度比产出成果强,大量的投入未能有效转化为科技创新成果,使得科技创新效率较低。最后,四川省科技创新效率低下也可能是由于

资源配置过程中各投入要素之间缺乏有效的协调和运作。因此,扩大创新产出,加强科技创新资源配置的宏观管理,引进新工艺、新设备等以改善硬件设施,加快科技创新环境改善和政策落实,进而提高创新产出效率。

表 1 2011—2018 年四川省各市(州)的创新效率

经济区	市(州)	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	均值
成都平原经济区	成都	0.263 7	0.293 8	0.278 7	0.288 1	0.162 5	0.398 0	0.369 9	0.343 4	0.299 8
	德阳	0.066 3	0.064 5	0.064 7	0.082 9	0.030 9	0.134 3	0.129 8	0.142 9	0.089 5
	绵阳	0.058 9	0.079 7	0.070 4	0.087 2	0.069 8	0.152 6	0.173 8	0.174 7	0.108 4
	乐山	0.280 2	0.158 0	0.239 9	0.162 1	0.017 7	0.241 4	0.206 6	0.192 4	0.187 3
	眉山	1.000 0	0.147 0	0.223 5	0.144 1	0.396 4	0.443 8	0.415 3	0.344 8	0.389 4
	遂宁	0.457 8	0.211 6	0.108 0	0.136 3	0.303 4	0.302 0	0.346 8	0.159 1	0.253 1
	雅安	0.870 6	0.308 2	0.337 2	0.301 3	0.934 3	0.317 1	0.309 4	0.193 4	0.446 4
	资阳	0.579 8	0.238 4	0.192 5	0.340 8	0.663 2	1.000 0	0.474 0	0.370 9	0.482 5
	均值	0.447 2	0.187 7	0.189 4	0.192 9	0.322 3	0.373 7	0.303 2	0.240 2	0.282 0
川南经济区	自贡	0.103 3	0.131 3	0.171 5	0.194 2	0.046 8	0.199 0	0.241 5	0.247 2	0.166 9
	泸州	0.063 9	0.187 1	0.222 0	0.146 7	0.012 6	0.217 7	0.123 1	0.177 6	0.143 9
	内江	0.028 0	0.064 4	0.081 6	0.122 9	0.012 0	0.175 3	0.170 0	0.168 8	0.102 9
	宜宾	0.058 0	0.039 2	0.083 2	0.063 8	0.014 0	0.111 3	0.099 2	0.072 4	0.067 6
	均值	0.063 3	0.105 5	0.139 6	0.131 9	0.021 3	0.175 8	0.158 5	0.166 5	0.120 3
川东北经济区	广元	0.169 5	0.262 6	1.000 0	0.141 2	0.007 7	0.202 5	0.195 2	0.137 4	0.264 5
	南充	0.261 7	0.095 9	0.102 1	0.115 3	0.028 7	0.106 6	0.085 6	0.076 9	0.109 1
	广安	0.029 5	0.040 3	0.200 7	0.120 9	0.012 3	0.215 1	0.169 9	0.288 2	0.134 6
	达州	0.107 4	0.184 8	0.169 8	0.165 0	0.014 4	0.177 1	0.128 6	0.072 5	0.127 4
	巴中	0.504 8	0.128 6	0.124 1	0.149 9	0.024 0	0.235 3	0.202 7	0.215 8	0.198 2
	均值	0.214 6	0.142 4	0.319 3	0.138 5	0.017 4	0.187 3	0.156 4	0.158 1	0.166 8
攀西经济区	攀枝花	0.263 3	0.274 4	0.178 1	0.169 7	0.039 2	0.592 5	0.391 0	0.404 4	0.289 1
	凉山	0.291 6	0.828 2	0.179 4	0.245 1	0.008 4	0.436 7	0.366 0	0.348 8	0.338 0
	均值	0.277 5	0.551 3	0.178 8	0.207 4	0.023 8	0.514 6	0.378 5	0.376 6	0.313 6
川西北生态经济区	阿坝	1.000 0	0.186 1	0.386 4	0.113 7	0.335 7	0.133 1	0.139 3	0.193 1	0.310 9
	甘孜	0.304 2	0.195 7	0.063 0	0.061 7	0.332 5	0.221 4	0.025 0	0.111 4	0.164 4
	均值	0.652 1	0.190 9	0.224 7	0.087 7	0.334 1	0.177 2	0.082 2	0.152 3	0.237 7
均值		0.322 0	0.196 2	0.213 2	0.159 7	0.165 1	0.286 3	0.226 8	0.211 2	0.222 6

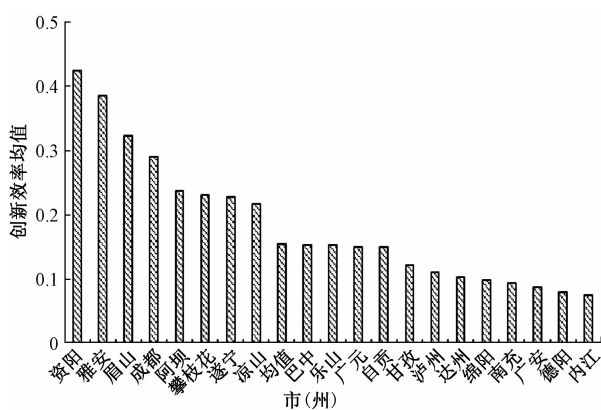


图 1 四川省各市(州)创新效率

从五大经济区来看,四川省可划分为成都平原经济区、川南经济区、川东北经济区、攀西经济区以及川西北经济区。成都平原经济区主要包括成都、

德阳、绵阳、乐山、眉山、资阳、遂宁、雅安 8 个市, 65 个县(市、区),是建设全面改革创新改革试验的先导区;川南经济区主要包括自贡、泸州、内江、宜宾,建成多中心城市群一体化的创新发展试验区;川东北经济区包括广元、南充、广安、达州和巴中,打造成川渝陕甘结合部的区域经济中心;攀西经济区包括攀枝花和凉山彝族自治州,建设以战略资源创新开发为特色的新兴增长极;川西北生态经济区包括甘孜藏族自治州和阿坝藏族羌族自治州,是国家生态文明建设先行示范区。图 2 描绘了 2011—2018 年四川省五大经济区科技创新效率均值,从图中可以看到成都平原经济区、川西北生态经济区、川东北经济区在此期间呈现先下降后上升再下降的态势,而攀西经济区和川南经济区则呈现先上升后下降再上升的趋势,且总体效率均值排名前 3 的依次是

攀西经济区、成都平原经济区、川西北生态经济区,分别为 0.313 6、0.282 0、0.237 7,川东北和川南效率均值垫底,皆低于 0.2。此外,从最高点和最低点来看,2011 年,川西北达到五大经济区效率均值最高水平,即 0.652 1,2015 年,川东北经济区则达到五大经济区效率均值最低水平,仅有 0.017 4。总体而言,五大经济区科技创新成果相对较少,科技创新效率有待提高。

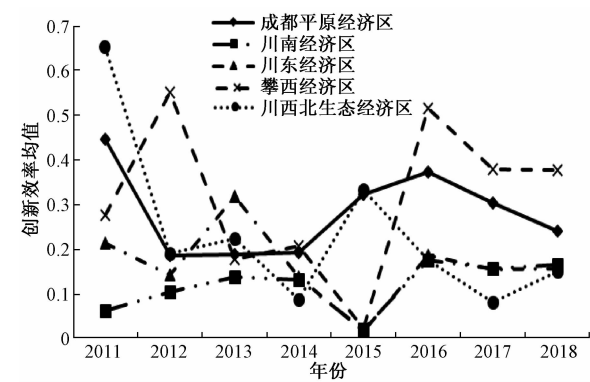


图 2 四川省五大经济区创新效率

3.2 四川省各市(州)科技创新生产率变动分析
采用 Malmquist 指数方法对四川省 2011—

2018 年创新生产率的变化进行分析,并分别计算四川省各市(州)样本期间的均值和四川省每个时间阶段的总效率均值,结果见表 2。四川省 2011—2018 年总体创新生产率的变化呈上升趋势,年均变动幅度为 1.12%,四川省在样本期间内创新生产率逐步提升,有上升空间与小幅度的增长趋势。从时间演化特征来看,而四川省总体均值在样本期大多呈现下降趋势,仅在 2012—2013 年和 2015—2016 年存在上升趋势。从区域差异变化特征来看,全省 21 个市(州)2011—2018 年创新生产率的变动幅度较大,总体变动区间为-20.88%~40.26%,一半的城市效率呈现上升趋势,其中总体上升幅度最大的为广安市、内江市和绵阳市,年均变动幅度分别为 40.26%、32.63%、19.85%,而阿坝、雅安和南充的下降幅度最大,年均变动幅度分别为-20.88%、-17.26%、-15.7%,四川省各市(州)创新生产率的变动有区域集中性特征,相邻城市有相同的变动趋势,这可能是由于相邻市(州)的地区经济发展水平相近,拥有的科技创新资源和地方政务创新政策执行力度具有一定的相似性,且相邻地区存在外溢效应。

表 2 2011—2018 年四川省各市(州)创新生产率的变动

市(州)	2011—2012	2012—2013	2013—2014	2014—2015	2015—2016	2016—2017	2017—2018	均值
成都	1.114 3	0.957 3	1.033 5	0.563 9	2.908 3	0.929 4	0.928 5	1.065 6
自贡	1.271 0	1.306 7	1.132 3	0.240 9	4.770 1	1.213 3	1.023 5	1.151 5
攀枝花	1.042 1	0.648 9	0.953 2	0.230 8	16.442 5	0.659 9	1.034 3	1.076 0
泸州	2.929 8	1.186 5	0.660 9	0.086 1	18.783 3	0.565 5	1.442 5	1.171 7
德阳	0.972 6	1.012 7	1.282 4	0.372 8	5.158 1	0.966 1	1.101 1	1.145 3
绵阳	1.353 0	0.891 0	1.239 4	0.800 2	2.594 3	1.139 2	1.005 1	1.198 5
广元	1.549 1	3.826 1	0.141 2	0.054 5	26.524 5	0.963 8	0.703 8	0.972 1
遂宁	0.462 1	0.510 8	1.262 2	2.225 5	1.136 7	1.148 1	0.458 8	0.876 4
内江	2.297 6	1.278 7	1.506 8	0.097 3	17.393 3	0.969 9	0.993 0	1.326 3
乐山	0.563 7	1.526 1	0.675 5	0.109 5	16.157 3	0.855 6	0.931 7	0.971 9
南充	0.366 4	1.065 3	1.128 5	0.249 0	3.825 2	0.803 5	0.897 5	0.843 0
眉山	0.147 0	1.521 3	0.644 6	2.751 5	1.224 2	0.935 8	0.830 3	0.870 0
宜宾	0.676 7	2.124 2	0.767 1	0.219 5	9.434 1	0.890 9	0.729 7	1.058 1
广安	1.365 1	4.998 5	0.602 7	0.101 6	19.074 9	0.790 1	1.696 2	1.402 6
达州	1.719 8	0.919 1	0.971 7	0.087 0	14.645 4	0.726 2	0.563 5	0.968 7
雅安	0.354 0	1.101 8	0.893 7	3.100 5	0.402 9	0.975 9	0.624 9	0.827 4
巴中	0.254 8	0.964 7	1.208 3	0.159 8	11.662 6	0.861 4	1.064 4	0.907 6
资阳	0.411 3	0.808 3	1.770 0	1.946 0	1.643 8	0.474 0	0.782 5	0.950 0
阿坝	0.186 1	2.086 4	0.294 4	2.951 1	0.396 5	1.046 9	1.386 1	0.791 2
甘孜	0.643 3	0.322 0	0.978 6	5.391 5	0.665 9	0.113 0	4.452 9	0.866 3
凉山	2.840 7	0.217 5	1.366 0	0.034 3	61.605 5	0.838 1	0.953 0	1.052 0
均值	0.781 8	1.093 9	0.868 9	0.367 2	5.110 0	0.786 5	0.986 1	1.011 2

4 结论与对策建议

4.1 结论

运用 SBM-Malmquist 模型对四川省 2011—

2018 年 21 个市(州)的创新效率及其创新生产率变动值进行了测算,并对各地区之间的差异进行了比较分析。得出以下主要结论:

1)四川省21个市(州)的科技创新效率水平较低,仍有77.74%的改进潜力。从时间趋势来看,2011—2018年四川省科技创新效率总体上呈现先下降后上升的趋势;从单个地级市(州)来看,2011—2018年四川省21个市(州)科技创新效率均值皆低于0.5,其中,科技创新效率均值最高的是资阳市,其次为雅安市、眉山市、成都市;从五大经济区来看,成都平原经济区、川西北生态经济区、川东北经济区样本期间呈现先下降后上升再下降的态势,而攀西经济区和川南经济区则呈现先上升后下降再上升的趋势,且总体效率均值排名前3的依次是攀西经济区、成都平原经济区、川西北生态经济区。

2)四川省2011—2018年总体创新生产率的变化呈上升趋势,年均变动幅度为1.12%。从时间演变特征来看,四川省总体均值在样本期内大部分年份呈现下降趋势,仅在2012—2013年和2015—2016年存在上升趋势。从区域差异变化特征来看,全省仅有10个市(州)科技创新生产率在样本期内有所提升,且四川省各市(州)创新生产率的变动有区域集中性特征,相邻城市有相同的变动趋势。

4.2 对策建议

基于以上结论,为进一步优化四川省科技创新要素配置,提高地区科技创新效率,进一步推进地区经济高质量发展,从政府财政支持、培养科技型人才、加大知识产权保护力度3个方面提出以下对策建议:

1)加大政府财政支持力度,促进省内市(州)经济协调发展。首先,政府按照深化预算管理制度改革的要求,改进和完善财政资金分配方式,减少行政审批,通过建立创新投资引导基金的形式,鼓励社会资本投资创新活动。其次,加大对科技创新活动的减税降费力度,拓宽优惠政策的适用范围,推行科技投资税收抵免、技术开发费用扣减等优惠政策,加快推进营改增工作,强化税收优惠政策落实督察,方便纳税人办理税务事宜。

2)针对性培养科技创新型人才,建立四川省科技人才储备库。针对科技领域人才需要,制订专门的人才计划,从高校自身发展出发,服务区域经济社会,深化创新创业教育改革。具体地,第一,要加大与高校科研机构进行深入开展科技创新研究;第二,要大力培育学术型、应用型、经营型的技术创新人才,加快在西部地区建立人才培训基地。

3)加大知识产权的保护力度,推动科技的高质量发展。创新支撑体系中最重要的是法律制度,法律制度中最重要的是产权。全面地贯彻落实好专利法,才能够更好地鼓励发明创造,才能更好地保护知识产权。首先,要建立完善的知识产权保护机制,提供高新技术企业发展的法律保障。其次,在优势产业集聚区布局建设一批知识产权保护中心,加快重点技术领域专利审查授权、确权和维权程序。最后,加强知识产权保护的数字平台建设,建立知识产权信息共享机制,加大信息集成力度,提升便民利民服务水平。

参考文献

- [1] SCHUMPETER J. Creative destruction[J]. Capitalism, Socialism and Democracy, 1942, 825: 82-85.
- [2] ROMER P M. Increasing returns and long-run growth [J]. Journal of Political Economy, 1986, 94(5): 1002-1037.
- [3] LUCAS JR R E. On the mechanics of economic development[J]. Journal of Monetary Economics, 1988, 22(1): 3-42.
- [4] AGHION P, HOWITT P. A model of growth through creative destruction[J]. Econometrica, 1992, 60(2): 323-351.
- [5] AGHION P, HOWITT P, MAYERFOULKES D. The effect of financial development on convergence: Theory and evidence[J]. Quarterly Journal of Economics, 2005, 120(1): 173-222.
- [6] 罗天正, 魏成龙. 金融发展对科技创新效率影响的区域收敛性研究[J]. 中国科技论坛, 2021(4): 34-43.
- [7] 杨源源, 于津平, 杨栋旭. 融资约束阻碍战略性新兴产业高端化了吗? [J]. 经济评论, 2018(5): 60-74.
- [8] 杨宗翰, 雷良海, 张一纯. 研发操纵、融资约束与上市公司创新效率[J]. 科技管理研究, 2020, 40(8): 17-26.
- [9] 李晓龙, 冉光和. 中国金融抑制、资本扭曲与技术创新效率[J]. 经济科学, 2018(2): 60-74.
- [10] 戴小勇, 成力为. 财政补贴政策对企业研发投入的门槛效应[J]. 科研管理, 2014, 35(6): 68-76.
- [11] 王一帆, 李星辰. 行业税收筹划与企业研发投入关系研究[J]. 财经问题研究, 2021(5): 85-92.
- [12] 杨玉楨, 王锐, 郭金龙. 中国省域科技创新发展效率分析: 基于SBM-DEA四阶段模型[J]. 科技和产业, 2021, 21(11): 10-15.
- [13] 王芳, 刘亚甫. 中国农业科技创新效率及区域差异比较: 基于粮食功能区视角[J]. 科技和产业, 2022, 22(1): 153-161.
- [14] 肖仁桥, 王宗军, 钱丽. 我国不同性质企业技术创新效率及其影响因素研究: 基于两阶段价值链的视角[J]. 管理工程学报, 2015, 29(2): 190-201.

**Analysis on the Efficiency and Productivity of Scientific and Technological
Innovation in Sichuan Province:**
Based on SBM-Malmquist model

GOU Chenyang, LI Tianyu

(School of Economics and Management, Southwest University of Science and Technology, Mianyang Sichuan 621010, China)

Abstract: Based on the panel data of 21 cities (prefecture-level cities) in Sichuan Province from 2011 to 2018, the SBM-Malmquist model is used to measure and compare the change of S&T innovation efficiency and innovation productivity. The research results show that the technological innovation efficiency of 21 cities (prefectures) in Sichuan Province is relatively low from 2011 to 2018, and generally shows a trend of first decreasing and then increasing. The scientific and technological innovation efficiency of five economic zones in Sichuan Province is obviously different from panxi economic zone, Chengdu Plain economic zone, northwest Sichuan ecological economic zone, northeast Sichuan economic zone and south Sichuan economic zone in descending order. The change of overall innovation productivity showed an upward trend, and the change of innovation productivity in all cities and states showed regional concentration, and so on the change trend of neighboring cities. According to the above research results, countermeasures and suggestions are put forward from three perspectives: government fiscal and tax subsidies, introduction of skilled talents, and strengthening of intellectual property protection, in order to provide beneficial enlightenment for regional optimization of scientific and technological resources allocation.

Keywords: efficiency of scientific and technological innovation; change of productivity of scientific and technological innovation; SBM-Malmquist model