

文章编号:2095-6134(2016)05-0632-09

东北三省科技资源产出效率及经济贡献

——基于 34 个地级城市的面板数据^{*}

盛彦文^{1,2}, 马延吉^{1†}

(1 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 长春 130102; 2 中国科学院大学, 北京 100049)
(2016 年 1 月 14 日收稿; 2016 年 4 月 12 日收修改稿)

Sheng Y W, Ma Y J. Output efficiency and economic contribution of scientific and technological resources in the three provinces of Northeast China based on panel data of 34 prefectural cities[J]. Journal of University of Chinese Academy of Sciences, 2016, 33(5): 632-640.

摘 要 利用东北三省 34 个地级市 2004—2013 年科技资源的相关数据,应用随机前沿生产函数和柯布-道格拉斯生产函数,实证研究各地市科技资源投入产出效率和对经济发展的贡献.研究结果如下:1)东北三省科技资源产出效率从 2004 年的 0.274 增长到 2013 年的 0.341,其中辽宁省的平均产出效率最高,产出效率在 0.375 以上的地市占全省的 35%;吉林省有 3/4 的地市产出效率低于 0.250;黑龙江省各地市的产出效率在 0.250~0.375 之间.在空间分布上,高效率城市集中于辽中南和哈长城市群地区.2)科技资源的投入对沈阳、大连、长春和哈尔滨 4 个核心城市的经济发展有拉动作用,科技资源投入对本溪、阜新、葫芦岛等 8 个资源型城市的经济发展有较为显著的贡献.建议充分发挥市场机制,通过实施创新驱动和加强区域之间的合作,促进科技创新,提高科技资源的产出效率和对经济发展的贡献.

关键词 东北三省; 地级市; 科技资源; 产出效率; 经济贡献

中图分类号: F429.9 文献标志码: A doi: 10.7523/j.issn.2095-6134.2016.05.009

Output efficiency and economic contribution of scientific and technological resources in the three provinces of Northeast China based on panel data of 34 prefectural cities

SHENG Yanwen^{1,2}, MA Yanji¹

(1 Northeast Institute of Geography and Agroecology, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130102, China;
2 University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract Based on the stochastic frontier analysis and Cobb-Douglas production function, we use the panel data (2004–2013) of 34 prefectural cities of the three provinces to empirically investigate output efficiency and promoting effect on economy of scientific and technological resources (STR). The results are given as follows. 1) The STR output efficiency has been continuously improved from 0.274 in 2004 to 0.341 in 2013. Liaoning province has high output efficiencies. Output efficiencies

^{*} 国家自然科学基金(41371135)和吉林省科技发展计划项目(20140203027NY)资助
[†] 通信作者, E-mail: mayanji@iga.ac.cn

of three-quarters of the cities in Jilin province are lower than 0.250. Output efficiencies of most of the cities in Heilongjiang province are concentrated from 0.250 to 0.375. In spatial distribution, the cities with high-level output efficiencies are located in central-southern Liaoning and Harbin-Changchun urban agglomerations. 2) STRs have positive functions on economic development in core cities such as Shenyang, Dalian, and Changchun and in resource-oriented cities such as Benxi, Fuxin, and Huludao.

Key words three provinces of Northeast China; prefectural cities; scientific and technological resources; output efficiency; economic contribution

新一轮信息技术革命以来,美国、日本和西欧等发达国家和地区高度重视区域创新,实施创新型国家战略,在全球科技创新领域中保持领先地位^[1].党的十八大明确提出,科技创新是提高社会生产力和综合国力的战略支撑,强调要坚持走中国特色自主创新道路,实施创新驱动发展战略,把提高区域创新能力摆在国家发展的核心位置.

科技资源是进行一切科技活动的前提条件和物质基础,从根本上决定着国家和地区的创新水平^[2].但是科技资源的投入只是社会经济发展的必要条件而非充分条件,增加科技资源的投入并不意味着科学技术的创新和社会经济的快速发展.只有对科技资源进行有效利用,才能促进科技的进步与创新,才能发挥科技资源投入对经济发展的拉动作用.科技资源的配置效率在空间上存在明显的不均衡现象. Sharma 和 Thomas^[3]采用 DEA 分析法对 22 个国家研发效率的研究发现,国家之间的研发效率差异显著.范斐等^[4]对中国地级以上城市科技资源配置效率的研究显示中国城市的科技资源配置在空间分布上存在着高值或低值的集聚现象. Broekel^[5-6]通过对德国 270 个劳动力市场区域的研究,指出区域的创新绩效与区域之间的合作有密切关系,同时研发补助也是影响区域创新效率的重要因素.而 Almeida 等^[7]认为财政紧缩对企业创新效率的提高具有正面作用.刘和东^[8]利用随机前沿生产函数对中国区域研发效率进行实证研究,认为基础设施、人力资本对区域研发效率有正面的促进作用.李冬梅等^[9]通过构建评价指标体系,对中国区域科技资源配置效率的研究认为区域经济发展的不平衡是造成区域配置效率差异的重要原因.科技资源的配置效率不仅表现在自身的产出上,也表现在对区域经济发展的贡献上^[10],这也是科技资源投入的最

终目的.宋伟^[11]认为科技和经济的有效结合是解放和发展生产力的必由之路,是社会进步的基础.冷湘^[12]运用广义柯布-道格拉斯生产函数对各省区的科技投入与经济增长进行实证研究,认为合理的科技投入结构与方式能有效增强科技投入的经济效果.范柏乃等^[13]利用面板数据考察中国区域科技投入的经济发展效应,认为不同区域科技投入的经济效应有着较大差别.

东北地区优越的资源环境支撑其成为中国最大的重工业基地,获得了经济的快速增长^[14],但是由于对自然资源的高强度开发利用,资源优势逐步丧失,区域竞争力日趋下降^[15].尤其在当前投资快速增长不可持续、出口受外部制约日益增大、消费动力持续不足^[16]的情况下,东北地区的经济发展面临着严重的危机.这就迫切要求东北地区转变发展观念,摆脱对自然资源的过度依赖,科学合理、高效地配置和利用科技资源,形成科技创新驱动的经济 development 方式.本文对东北三省各地市科技资源的产出效率及经济贡献进行客观评价,为促进区域经济快速、健康发展,实现区域经济的转型发展提供参考.

1 研究方法 with 数据来源

1.1 研究方法

1.1.1 科技资源产出效率

科技资源的产出效率是区域在创新过程中对科技资源进行配置利用的效果,体现一个区域对科技资源的运用与整合能力^[17].本文采用随机前沿法(stochastic frontier analysis, SFA)测度东北三省 34 个地级市 2004—2013 年的科技资源产出效率, SFA 的基本模型^[8, 18-19]为:

$$\begin{aligned} y_{it} &= \beta x_{it} + (v_{it} - u_{it}), \\ u_{it} &= u_i \exp[-\eta(t - T)], \\ v_{it} &\sim N(0, \sigma_v^2), u_{it} \sim N^+(\mu, \sigma_u^2), \end{aligned}$$

$$TE_{it} = \exp(-u_{it}). \tag{1}$$

式中, y_{it} 表示观测单元 i 在第 t 期的产出; x_{it} 表示观测单元 i 在第 t 期的要素投入; v_{it} 表示随机误差, 包括观测误差和其他随机误差; u_{it} 是非负随机变量, 表示观测单元 i 在 t 期的无效率项, v_{it} 独立于 u_{it} ; η 表示时间因素对无效率项 u_{it} 的影响. TE 为观测产出与生产前沿产出之比, 即技术效率. 方差参数 $\gamma = \sigma_u^2 / (\sigma_u^2 + \sigma_v^2)$ [20-21] 用来检验随机误差项中无效率项所占比例.

在科技资源投入方面, 一般认为, 广义上的科技资源包括科技人力资源、物力资源、财力资源和信息资源. 科技人才是科技创新活动的主体, 是一切科技资源的实际利用者; 科技财力资源是区域进行科技创新活动的前提条件和经济基础; 科技物力资源是区域开展科技创新活动的物质基础; 科技信息资源为科技创新活动的开展提供保障与支撑^[7,22]. 在创新产出方面, 专利是对发明人的发明创造经依法审查合格后向专利申请人授予的对该项发明创造享有的专有权利, 是科技创新产出成果的主要表现形式和衡量指标^[23]. 结合研究区域的具体情况以及统计指标口径的一致性, 本文选用科学研究、技术服务业从业人员数(万人)表示科技人力资源的投入; 以财政科技支出(万元)表征区域对科技活动的财力投入; 以全社会固定资产投资(万元)表示区域对科技活动的物力资源投入; 以国际互联网用户数(户)反映区域科技信息资源的投入情况; 选用 3 大专利授权数(件)代表区域科技资源投入的产出. 本文建立以下随机前沿模型

$$\begin{aligned} \ln Y_{it} = & c + \beta_1 \ln L_{it} + \beta_2 \ln F_{it} + \\ & \beta_3 \ln K_{it} + \beta_4 \ln M_{it} + v_{it} - u_{it}, \end{aligned} \tag{2}$$

式中, Y_{it} 为 i 区域在第 t 期的专利产出; L_{it} 、 F_{it} 、 K_{it} 、 M_{it} 分别为 i 区域 t 期的科技从业人员、财政科技支出、全社会固定资产投资和国际互联网用户数; c 为截距项; β 为回归系数.

1.1.2 科技资源的经济贡献

在柯布 - 道格拉斯生产函数的基础上, 把科技投入作为一个生产要素, 建立如下面板数据模型^[13]考察东北 34 个地级市科技资源投入对经济的贡献:

$$\begin{aligned} \ln \text{GDP}_{it} = & c_i + \alpha_i \ln K_{it} + \beta_i \ln L_{it} + \\ & \gamma_i \ln \text{TEF}_{it} + \delta_i \ln \text{TEL}_{it}, \end{aligned} \tag{3}$$

式中, i 为观测单元; t 为时间; c 为常数项; 以各地

市的 GDP 表征其经济的发展水平, 即总产出; 在科技资源方面, 在广义科技资源定义的基础上, 为了更全面、准确地解释各个投入要素与经济发展的关系, 同时考虑到数据的可获得性, 将财政科技支出(TEF)和科学研究、技术服务业从业人员数(TEL)作为科技资源投入; 选用固定资产投资(K)来衡量资本投入; 在劳动力投入上, 选用扣除科学研究、技术服务业从业人员后的各地区年末就业总人数(L)来衡量; α 、 β 、 γ 、 δ 为资本、劳动力、财政科技支出及科学研究从业人员的产出弹性.

1.2 研究区域与数据来源

本文选择 2004—2013 年东北三省 34 个地级市(不包括延边朝鲜族自治州和大兴安岭地区)作为研究区域(图 1), 其中 GDP、财政科技支出(万元)、科学研究/技术服务业从业人员数(人)、全社会固定资产投资(万元)、国际互联网用户数(户)和年末全部从业人员(人)等数据来源于《中国城市统计年鉴》(2005—2014 年). 各地级市历年的专利授权量通过检索《中国专利全文数据库(知网版)》获得.

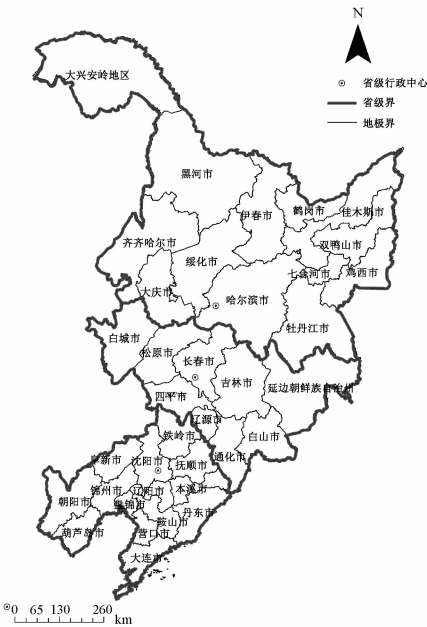


图 1 东北三省行政区划图
Fig.1 Administrative divisions of the three provinces of Northeast China

2 科技资源产出效率实证结果

利用 Frontier4.1 软件对东北三省 34 个地级

市的随机前沿生产函数进行估计,得到结果如表 1 所示。 γ 为 0.624,说明采用随机前沿生产函数模型更能有效估计产出函数。单边似然比检验值为 164.825,在 1% 水平下显著,表明无效率项对各地市的科技资源产出具有显著影响,模型设定合理。 $\eta=0.025$,表明观测单元的无效率项 u_{it} 将随着时间的推移而下降。回归系数的结果表明,科技人力、物力、信息资源的投入对各地市的创新产出有显著的促进作用。其中,科技信息资源与科技

物力资源投入对各地市创新产出的提升作用较大,但是科技财力资源产出弹性较低且不显著。尽管 2003 年国家提出振兴东北老工业基地的战略措施,加大了对东北地区的政策倾斜和投入力度,但仍然集中于基础设施等领域,对科技研发的投入仍然不高。据统计,2013 年,东北三省的财政科技支出只占全部财政支出的 1.6%,研发经费投入强度只有 1.24%,均低于全国 1.98% 和 1.54% 的平均水平。

表 1 2004—2013 年东北三省随机前沿生产函数方程估计结果

Table 1 Estimates of stochastic frontier production functions of the three provinces of Northeast China from 2004 to 2013									
C	β_1	β_2	β_3	β_4	σ^2	γ	μ	η	LR
-4.673 ***	0.267 ***	0.054	0.306 ***	0.356 ***	0.544 ***	0.624 ***	1.165 ***	0.025 ***	164.825
(-2.679)	(3.299)	(1.236)	(3.203)	(4.772)	(5.745)	(12.945)	(3.006)	(1.862)	

注:非括号内值为参数估计值,括号内为 t 检验值;“、”、**、***分别表示在 10%、5%、1% 水平下显著; $\sigma^2 = \sigma_u^2 + \sigma_v^2$ 。

从整体上来看,东北三省 34 个地级市的科技资源产出效率均值从 2004 年的 0.274 增长到 2013 年的 0.343,各地市的科技资源投入产出效率仍有较大提升空间。其中,辽宁省的平均产出效率最高,10 年间增长了 0.070;其次是黑龙江省,从 2004 年的 0.267 增长到 2013 年的 0.341,增长幅度为 0.074;吉林省的产出效率在 3 个省中处于末位,增长幅度也较慢,与辽宁、黑龙江的差距较大(图 2)。

中高效率城市与产出效率在 0.25~0.375 区间的中低效率城市分别占到辽宁省的 35% 和 50%,特别是大连、沈阳 2 个城市的产出效率达到 0.879、0.698,是 3 省中产出效率最高的 2 个地市,因此内部差异最大,但是这种内部差异随着各地市产出效率的提高表现出缩小的趋势。而黑龙江省和吉林省的省内差异则呈现出扩大的趋势。吉林省各地市科技资源产出效率表现出低效率、差异化的特征,有 3/4 的地市产出效率低于 0.250,以 2013 年为例,产出效率最高的长春市与最低的白城市之间相差 0.445。黑龙江省各地市产出效率相对集中,主要处于 0.250~0.375 之间,高产出率和低产出率的地市都较少。

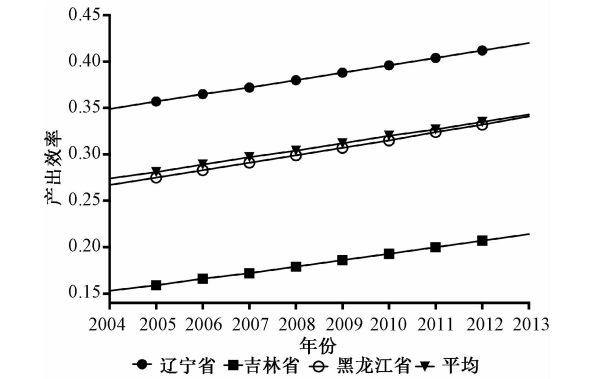


图 2 东北三省 2004—2013 年科技资源产出效率

Fig. 2 Mean values of STR output efficiencies in the three provinces of Northeast China from 2004 to 2013

东北三省科技资源产出效率不仅具有省际差异,也存在明显的省内差异。虽然辽宁省的平均产出效率较高,然而由于产出效率在 0.375 以上的

2004 年与 2013 年东北三省 34 个地级市科技资源产出效率如图 3 所示。从图 3 可以看出,研究期内 34 个地市科技资源产出效率的变化在时间上呈现出“高低平减”的特征,即高产出率的地级市数量变化不大,低产出率的地市数量显著减少。产出效率在 0.5 以上的地市在研究期内增加较少,从 2004 年的 5 个增加到 2013 年的 6 个,此范围内的地市也主要集中在辽宁和黑龙江两省的核心城市,吉林省只有长春市的产出效率在 0.5 以上;产出率在 0.375 以上的地市从 2004 年的 7 个增加到 2013 年的 10 个,其中辽宁省 5 个,吉林省 1 个,黑龙江省 4 个;产出效率在 0.250~0.375 的地市从 6 个增加到 14 个;相应地,产出效率在 0.125~0.249 的城市则从 13 个减少到 7 个,产

出率低于 0.125 的地市则从 8 个减少到 3 个. 从这一过程可以看出, 经过 10 年的发展, 东北三省各地市的科技资源产出效率从低效率城市多、高

效率城市少的金字塔形结构转变为高效率 and 低效率城市少、中效率城市多的两头小、中间大的橄榄形结构.

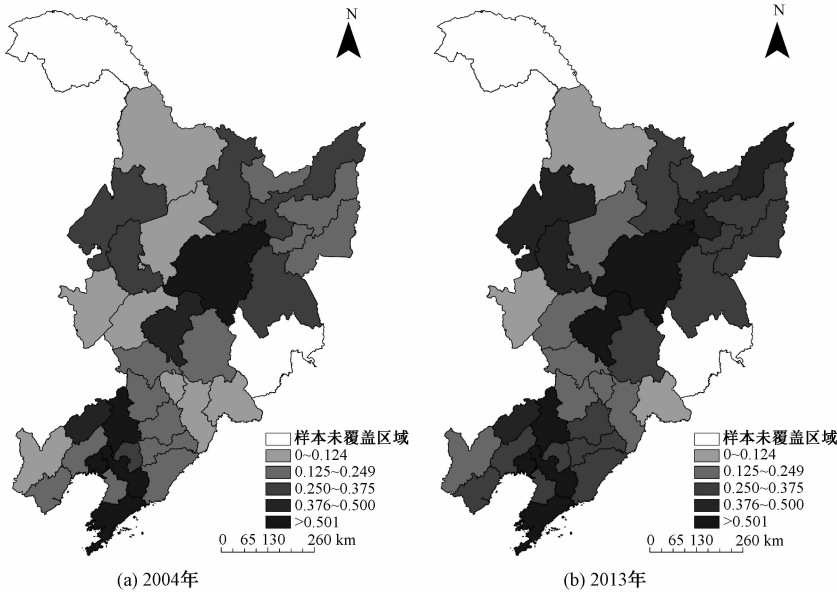


图 3 2004 和 2013 年东北三省 34 个地级市科技资源产出效率

Fig. 3 STR output efficiencies of 34 prefectural cities in the three provinces of Northeast China in 2004 and 2013

同时, 各地级市的科技资源产出效率的空间分布并不平衡, 区域差异显著, 表现出“高效率地市形成两大集群, 中低效率地市连片分布, 低效率地市零散分布”的空间格局. 产出效率在 0.5 以上的城市呈现出明显的集聚分布状态, 即辽宁的沈阳—盘锦—鞍山—大连及吉林与黑龙江的哈尔滨—长春集聚带, 与东北地区的辽中南、哈长等城市群分布基本吻合. 阜新、大庆、齐齐哈尔等中效率城市则分布在高效率地市周围. 中低效率地市也表现出了连片分布的空间特征, 主要集中在辽宁省的东北、吉林省的西南以及黑龙江省的西部等地区.

工业基础和经济发 展、科技资源投入等要素的区域差异是造成东北各地市产出效率不平衡的重要原因. 新技术的发明创造离不开过去所积累的技术条件和经验, 本身就是一个不断循环积累的过程, 也需要大量的人力、物力和财力资源投入. 产出效率相对较高的大连、沈阳、鞍山、盘锦和长春、哈尔滨等城市处于东北地区发展较成熟的城市群地区. 作为老工业基地, 这些地区的工业基础相对雄厚, 技术经验丰富, 也能够投入更多的科技财力和物力资源. 同时, 这些地市也是东北地区高校、科研院所相对集中的地方, 除了拥有丰富且

高素质的科技人才外, 还可以更多地得到政府研发经费等科技资源的投入. 2013 年产出效率在 0.5 以上的地市只占东北三省的 18%, 但其科技人力、财力和物力资源的投入占到整个东北三省的一半以上. 而产出效率较低的黑河、白城两市, 财政科技支出只占全市财政支出的 0.87% 和 0.46%, 远远低于全区的平均水平. 已有研究指出, 区域可以通过对外的交流合作吸收引进国外先进的研究成果、管理经验, 接触较为前沿的课题, 促使自身研发效率的提高^[24]. 2013 年产出效率最高的大连市和产出效率最低的白城市实际利用外资金额占当年 GDP 的比重分别为 11% 和 1.1%, 相差 10 倍. 这表明, 各地市的对外开放程度与其科技产出效率有着密切的联系, 高产出效率的地市对外开放程度也较高, 而产出效率较低地市的对外交流也较少. 因此, 今后应该加强对外交流与技术合作, 通过知识的溢出效应不断提高自身的创新能力和研发效率.

3 科技资源经济贡献实证结果

3.1 数据检验与模型估计

利用 Eviews6.0 对面板数据进行单位根检验, 结果显示原始序列有存在单位根的情况, 而序

列的一阶差分平稳. 采用 Kao 检验法对面板数据进行协整性检验, 结果显示 ADF 统计量为 -5.359, 在 1% 的显著水平下拒绝原假设, 可以认为变量之间存在长期稳定关系. 利用 Housman

检验确定面板数据的回归模型应当选择固定效应模型^[13,25]. 最后对辽宁、吉林、黑龙江三省 34 个地市的固定效应变系数模型进行回归, 结果如表 2 所示.

表 2 东北三省 34 个地级市固定效应变系数模型回归结果
Table 2 Estimate results of the varying coefficient models with the fixed effects of 34 prefectural cities in the three provinces of Northeast China

城市	常数项	lnTEL	lnTEF	lnK	lnL	城市	常数项	lnTEL	lnTEF	lnK	lnL
沈阳	1.576	0.651 *** (4.149)	0.059 ** (2.321)	0.452 *** (6.245)	-0.174 (-0.878)	辽源	-12.299	1.603 (1.363)	0.158 (0.864)	0.396 (1.555)	0.5 (0.974)
大连	-0.513	0.416 *** (3.839)	0.043 (2.502)	0.4 *** (6.697)	0.272 (1.49)	通化	5.319	1.144 (0.94)	0.364 *** (7.177)	-0.082 (-1.293)	-0.347 (-0.567)
鞍山	1.992	-0.107 (-0.431)	0.04 (1.08)	0.402 *** (4.053)	0.46 (0.931)	白山	-10.072	0.316 ** (2.350)	0.054 (0.49)	0.603 *** (4.715)	0.872 ** (2.093)
抚顺	-3.351	-0.452 (-0.296)	0.097 (0.926)	0.476 *** (2.473)	0.951 (1.91)	松原	-11.596	0.946 ** (2.038)	-0.222 * (-1.695)	0.997 *** (6.371)	0.262 (0.45)
本溪	5	-0.122 (-0.551)	0.162 *** (3.457)	0.456 *** (4.493)	0.037 (0.054)	白城	-24.128	-0.043 (-0.287)	-0.002 (-0.005)	0.64 ** (2.540)	2.244 ** (2.526)
丹东	0.3	-0.068 (0.361)	0.138 (1.058)	0.368 *** (3.285)	0.503 (1.316)	哈尔滨	7.57	0.023 (0.166)	0.04 ** (2.090)	0.426 *** (11.972)	-0.073 (-0.519)
锦州	-3.121	0.677 *** (3.134)	0.03 (0.872)	0.408 *** (9.761)	0.286 *** (2.922)	齐齐哈尔	11.482	-0.107 (-0.147)	0.012 (0.197)	0.455 *** (5.083)	-0.352 (-0.911)
营口	-3.789	-0.03 (-0.096)	0.006 (0.136)	0.562 *** (6.741)	0.666 *** (6.855)	鸡西	6.458	0.031 (0.312)	0.055 (0.739)	0.43 *** (3.557)	-0.077 (-0.271)
阜新	3.123	-0.074 (-0.3)	0.129 *** (5.01)	0.51 *** (14.608)	0.081 (0.513)	鹤岗	9.127	-1.106 ** (-2.134)	-0.004 (-0.063)	0.624 *** (4.476)	0.101 (0.243)
辽阳	-3.986	0.19 (0.886)	0.044 (0.767)	0.527 *** (5.402)	0.575 (1.137)	双鸭山	7.78	-0.253 (-0.985)	0.13 ** (2.252)	0.429 *** (5.046)	-0.091 (-1.648)
盘锦	14.672	-0.594 *** (-3.431)	-0.113 * (-1.858)	1.027 *** (7.609)	-0.891 ** (-2.037)	大庆	0.835	-0.398 (-0.793)	-0.007 (-0.126)	0.761 *** (6.466)	0.425 (0.507)
铁岭	-1.025	0.704 (1.16)	0.309 *** (4.331)	0.153 (1.571)	0.195 (0.417)	伊春	3.385	-0.365 (-0.335)	0.083 (1.142)	0.38 *** (2.956)	0.4 (1.074)
朝阳	-5.505	0.255 (0.469)	0.001 (-0.005)	0.607 *** (4.074)	0.546 (0.642)	佳木斯	11.589	-0.122 (-0.312)	0.071 (1.217)	0.35 *** (3.804)	-0.306 (-1.293)
葫芦岛	5.038	0.48 ** (2.257)	0.136 * (1.925)	0.14 (0.942)	0.023 (0.084)	七台河	35.179	-2.276 * (-1.798)	0.211 * (1.687)	0.397 * (1.949)	-1.199 (-0.968)
长春	-6.551	1.502 ** (1.985)	0.118 (1.092)	0.16 (0.632)	0.077 (0.293)	牡丹江	-2.624	0.169 (0.669)	-0.031 (-0.483)	0.608 *** (6.951)	0.415 (0.757)
吉林	-18.229	-0.999 * (-1.750)	0.244 ** (2.143)	0.415 (1.635)	2.438 *** (3.277)	黑河	-7.5	0.377 (1.23)	0.113 * (1.858)	0.364 *** (3.583)	0.822 (1.407)
四平	-1.376	-0.432 (-0.861)	0.272 (1.359)	0.274 (1.454)	0.953 (1.015)	绥化	-14.759	-0.01 (-0.033)	0.161 *** (3.803)	0.184 *** (2.846)	1.893 *** (4.245)

注:非括号内值为参数估计值,括号内为 t 检验值;*、**、***分别表示在 10%、5%、1% 水平下显著.

3.2 实证结果

从结果可知,对于科技人力资源投入,沈阳、

大连、长春、吉林、鹤岗、七台河等 11 个地市的弹性系数通过了 t 值检验,表明科技人力资源的投

人对这些地市的经济发展有显著作用. 其中沈阳、大连、锦州、葫芦岛、长春、白山、松原 7 个地市的弹性系数为正, 说明科技人力资源的投入对这些地市的经济发展起到正面拉动作用. 从财政科技支出的弹性系数来看, 财政科技投入对沈阳、大连、吉林、通化、哈尔滨、双鸭山等 13 个地市的经济发展具有较为显著的贡献. 而盘锦、吉林、鹤岗、七台河的科技人力资源投入的弹性系数以及盘锦、松原两市的财政科技支出弹性系数为负, 这显示出科技人力或财力资源投入在这些地市没有发挥出应有的作用. 从对东北三省 34 个地级市面板数据的回归结果可以看出, 不同地市的科技资源投入对其经济发展的贡献存在一定的差别: 在沈阳、大连、长春、哈尔滨 4 个核心城市中, 科技财力或科技人力资源的投入对其地区的经济发展起到拉动作用, 特别是沈阳和哈尔滨两市, 科技人力和科技财力资源投入对经济发展都有显著的贡献作用. 在资源型城市中, 本溪、阜新、葫芦岛、吉林、通化、松原、双鸭山、黑河 8 个地市的科技资源投入对其经济发展具有较为显著的贡献, 而其他资源型城市都表现出明显的资本驱动型的经济发展方式.

通过科技资源的投入, 能够促进科学技术的创新与进步, 提高生产活动及其他投入要素的使用效率和质量, 从而实现地区经济的增长. 李兰兰等^[26]采用索洛余值模型对各省市科技进步贡献率的研究显示, 辽宁、吉林和黑龙江三省的科技进步对区域经济发展的贡献在全国处于中上水平, 科技进步对三省的经济增长起到促进作用, 这也从另一角度说明东北三省大部分地市的科技资源投入发挥了相应的作用, 促进了地区技术的进步和经济发展.

东北三省的科技资源投入虽然对区域经济发展起到了拉动作用, 但与京津、长三角、珠三角等沿海地区相比仍有一定距离, 其主要原因在于科技资源的投入结构和优化配置上. 2013 年, 东北三省基础研究、应用研究、试验发展在研发经费中的分配结构为 1:2.7:13, 而大部分发达国家和地区的分配结构为 1:1.6~1.7:4.8~5^[27]. 基础研究是新知识、新技术产生的源泉和先导, 东北三省研发经费的投入中用于基础研究和应用研究的比重过低, 忽视了对基础研究和核心技术的投入和关注, 导致产业缺乏竞争优势, 影响了地区经济发

展的质量. 并且东北三省作为高校和人才资源较为丰富的地区, 一方面由于经济发展情况及制度等原因, 造成不仅是高端人才甚至是普通劳动力的流失, 导致人力资源的相对匮乏; 另一方面, 东北三省的科技人力资源的配置结构也存在许多问题. 例如在产业分布上, 主要集中于传统产业, 难以对产业升级起到带动作用^[28], 进而也无法对区域的经济发展发挥更大的作用. 这些都限制了科技人力资源作用的发挥. 同时, 东北三省的技术市场成交额远远低于全国的平均水平, 这说明东北三省高校、科研院所和企业之间没有形成产学研协同发展的体系, 其科学研究没有满足产业发展的技术需求, 导致其科技成果未能有效支撑地区的经济发展. 东北老工业基地经过数十年的快速发展之后, 经济增长面临着后劲不足的问题, 其主要原因就是创新动力不足导致经济发展缺乏内生动力与活力, 因此必须转变传统的要素驱动发展, 实施创新驱动发展战略, 加大科技资源的投入, 充分发挥地区的科技人才与技术经验优势, 实现老工业基地的转型升级.

4 结论与建议

4.1 结论

1) 通过随机前沿生产函数对东北三省 34 个地级市科技资源产出效率的测度表明, 东北三省的科技资源产出效率在 10 年间有较大提升, 科技人力、物力、信息资源的投入对各地市的创新产出有显著的促进作用. 其中辽宁省的平均产出效率最高, 但内部差异最大; 吉林省呈现出低效率、差异化的特征; 黑龙江省各地市的产出效率集中于 0.250~0.375 之间, 高、低产出效率的地市都较少. 在空间分布上, 表现出“高效率地市形成两大集群, 中低效率地市连片分布, 低效率地市零散分布”的空间格局. 工业基础和经济发展、科技资源投入等要素的区域差异是造成各地市产出效率不平衡的重要原因.

2) 从对东北三省 34 个地级市面板数据的回归结果可知, 不同地市的科技资源投入对其经济发展的贡献存在一定的差别: 科技财力或科技人力资源的投入对沈阳、大连、长春、哈尔滨等东北三省核心城市的经济发展起到了拉动作用, 特别是沈阳和哈尔滨两市, 科技人力和科技财力资源投入对经济发展都有显著的贡献作用. 并且, 本溪

等 8 个资源型城市的科技资源投入对其经济发展也具有较为显著的贡献,其他资源型城市则表现出明显的资本驱动型的增长方式.科技资源的投入结构,没有形成产学研协同发展的合作体系是导致科技资源投入未能有效支撑地区经济整体发展的主要原因.

4.2 建议

1) 发挥市场机制,促进科技创新.发挥市场对各类创新要素配置的导向作用,使科技资源、创新要素在产业内或者产业间合理流动,让科技资源得到最优配置.其次要构建以企业为主体,市场为导向,产学研相结合的技术创新体系^[29],使科技与经济、研发与产业紧密结合,提高科技成果的市场转换率,让科技资源的投入更好更快地促进东北经济的振兴与发展.

2) 实施创新驱动,提高科技资源对区域经济的贡献.一是要重点扶持装备制造、新能源新材料、生物医药、光电信息等具有优势的高新技术产业,对于资源型城市也要培育新型产业,促使区域通过产业技术升级、结构优化使经济发展转向“创新驱动”,实现东北制造业的转型升级和区域经济振兴;二是要建立良好的人才培养制度和优化激励机制,在充分利用东北地区高校资源的基础上,提高区域劳动力资源的整体素质^[30],吸收和引进科技人才,优化科技人才在产业上的配置,满足地区产业发展与升级的需要.

3) 加强区域之间合作,构建区域创新系统.一方面东北三省应该充分利用核心城市与其他城市之间的集聚与扩散功能,突破区域行政壁垒,构建区域创新系统与资源共享信息化网络平台,充分发挥知识的“溢出效应”与核心城市的“涓滴效应”.同时,促进东北三省形成优势互补、协调发展的区域创新战略格局^[31],不断提升区域的创新水平与绩效.另一方面,还应当扩大对外交流与开放,吸收和引进国外先进技术,学习国外先进的管理制度、技术经验,提高自身的创新能力.

参考文献

[1] 方远平,谢蔓.创新要素的空间分布及其对区域创新的影响:基于中国省域的 ESDA-GWR 分析[J].经济地理,2012,32(9):8-14.

[2] 周寄中.科技资源论[M].西安:陕西人民教育出版社,1999.

[3] Sharma S, Thomas V. Inter-country R&D efficiency analysis:

an application of data envelopment analysis [J]. *Scientometrics*, 2008, 76(03): 483-501.

[4] 范斐,杜德斌,李恒,等.中国地级以上城市科技资源配置效率的时空格局[J].地理学报,2013,68(10):1331-1343.

[5] Broekel T. Collaboration Intensity and regional innovation efficiency in germany: a conditional efficiency approach[J]. *Industry and Innovation*, 2012, 19(2):157-179.

[6] Broekel T. Do cooperative research and development (R&D) subsidies stimulate regional innovation efficiency? Evidence from Germany[J]. *Regional Studies*, 2015, 49(7):1087-1110.

[7] Almeida H, Hsu P H, Li D. Less is more: financial constraints and innovative efficiency[R]. Illinois: University of Illinois, 2013.

[8] 刘和东.中国区域研发效率及其影响因素研究:基于随机前沿函数的分析[J].科学学研究,2011,29(4):548-556.

[9] 李冬梅,李石柱,唐五湘.我国区域科技资源配置效率情况评价[J].北京机械工业学院学报,2003,18(1):50-55.

[10] Guan J C, Zuo K R. A cross-country comparison of innovation efficiency[J]. *Scientometrics*, 2014, 100(2): 541-575.

[11] 宋伟.论科技经济结合对社会进步的作用[J].科学学研究,1995,13(4):24-25.

[12] 冷湘.科技投入、地区差异与经济增长[J].重庆邮电大学学报:社会科学版,2009,21(3):112-118.

[13] 范柏乃,段忠贤,江蕾.中国科技投入的经济发展效应区域差异分析[J].经济地理,2013,33(12):10-15.

[14] 张平宇.东北区域发展报告[M].北京:科学出版社,2008.

[15] 张平宇,赵艳霞,马延吉.东北地区智力资源开发与区域竞争力[J].地理科学,2003,23(5):513-518.

[16] 张来武.科技创新驱动经济发展方式转变[J].中国软科学,2011(12):1-5.

[17] 魏守华,吴贵生.区域科技资源配置效率研究[J].科学学研究,2005,23(4):467-473.

[18] Battese G E, Coelli T J. Frontier production functions, technical efficiency and panel data: with application to paddy farmers in India[J]. *The Journal of Productivity Analysis*, 1992, 3(1): 153-169.

[19] Coelli T J. A guide to frontier version4.1: a computer program for stochastic frontier production and cost estimation, centre for efficiency and productivity analysis[EB/OL]. [2015-10-31]. <http://www.uq.edu.au/economics/cepa/frontier.php>.

[20] Battese G E, Coelli T J. A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data[J]. *Empirical Economics*, 1995, 20(2): 325-332.

[21] Battese G E, Corra G S. Estimation of a frontier production model: with application to the pastoral zone of Eastern

Australia [J]. Australian Journal of Agricultural Economics, 1977,21 (3): 169-179.

[22] 徐建国. 我国区域科技资源配置能力分析[J]. 中国软科学,2002(9):99-101.

[23] 赵玉林,贺丹. 智力密集型城市科技创新资源利用效率实证分析[J]. 中国软科学, 2009(10):109-117.

[24] 刘玲利,李建华. 基于随机前沿分析的我国区域研发资源配置效率实证研究[J]. 科学学与科学技术管理,2007(12):39-44.

[25] 高铁梅. 计量经济分析方法与建模:EViews 应用及实例[M]. 2 版. 北京:清华大学出版社,2009.

[26] 李兰兰,诸克军,郭海湘. 中国各省市科技进步贡献率测算的实证研究[J]. 中国人口·资源与环境,2011,21(4): 55-51.

[27] 莫燕,刘朝马. 科技投入结构分析及比较研究[J]. 科学学与科学技术管理,2003(4):39-41.

[28] 姜玲,梁涵. 东北地区科技人力资源对区域经济支撑作用的研究[J]. 管理评论,2010, 22(7):61-66.

[29] 陈修颖,陈颖. 浙江省科技资源的区域差异及其空间配置效率研究[J]. 地理科学,2012,32(4):418-426.

[30] 林莉,谢富纪. 东北老工业基地区域科技资源配置的现状、问题及对策[J]. 科技进步与对策,2010, 27(17):59-61.

[31] 李海超,范诗婕. 东北地区学习型区域创新系统发展状况及构建策略研究 [J]. 科技进步与对策,2013,30(7):43-47.