

Research on the Measurement and Spatiotemporal Evolution of Innovation Efficiency in China's Science and Technology Incubation Industry

Wei Qin Hu¹ Weilin Hu²

1. Guizhou University of Finance and Economics, Guiyang, Guizhou, 550000, China

2. Anhui University of Science and Technology, Huainan, Anhui, 340400, China

Abstract

Based on partial theoretical knowledge of structural equation modeling, this paper studies the measurement of innovation efficiency in China's science and technology incubation industry. Three observation variables, namely the number of industrial patent applications, the number of effective industrial patents, and the number of high-quality industrial inventions, are used to describe the latent variable of industrial innovation. At the same time, spatiotemporal sequence data is collected to explore the research content. At the same time, using the number of industrial patent applications as a measure of industrial innovation, a spatiotemporal cube model was created and analyzed based on the ArcGIS Pro project for the research content. The research results indicate that the overall trend of industrial innovation efficiency in China is gradually increasing, but it has not been steadily improving. Instead, in recent years, there has been a turning point and a downward trend. The spatiotemporal evolution trend of industrial innovation in our country has not fluctuated significantly, and there has been no obvious regional transfer or time fluctuation.

Keywords

industrial innovation; efficiency measurement; spatiotemporal evolution; patents; Arcgis Pro

中国科技孵化产业创新效率测度及时空演化研究

胡卫琴¹ 胡卫琳²

1. 贵州财经大学, 中国·贵州 贵阳 550000

2. 安徽理工大学, 中国·安徽 淮南 340400

摘要

基于结构方程模型的部分理论知识, 对中国科技孵化产业创新效率测度进行研究, 利用产业专利申请数量、产业专利有效数量、产业高质量发明数量三个观察变量来描述产业创新这一潜变量, 同时收集时空序列数据, 对研究内容进行探析。同时, 利用产业专利申请数量作为产业创新衡量指标, 基于Arcgis Pro工程对所研究内容进行时空立方体模型的创建分析。研究表明: 中国产业创新效率的大趋势是逐步上升的, 但并不是一直稳步提升, 而是在近几年出现了转折, 有了下降趋势。中国产业创新的时空演化趋势波动不大, 没有发生明显的区域转移和时间波动。

关键词

产业创新; 效率测度; 时空演化; 专利; Arcgis Pro

1 引言

1.1 研究背景

1.1.1 社会背景

2020年9月, 习近平总书记在科学家座谈会上的讲话中指出: “保障产业链供应链安全稳定。”2020年10月党的十九届五中全会通过的《建议》指出: “提升产业链供应链现代化水平。”2020年12月, 中央经济工作会议要求, 增强产业链供应链自主可控能力。2022年10月, 习近平总

书记在党的二十大报告中指出, “着力提升产业链供应链韧性和安全水平”。近年来, 习近平总书记持续提出“产业链供应链”的相关话题, 可见其对中国的发展至关重要, 在中国式现代化的进程中扮演着重要角色。而对于提高产业链供应链韧性和安全, 构建产业链供应链现代化体系的关键因素之一就是产业创新能力。党的十八大以来, 中国把创新放置到了前所未有的战略高度, 强调创新是引领发展的第一动力, 同时强调了创新在中国现代化建设全局中的核心地位。产业创新能力的提升, 更加有效地融合了产业链与创新链, 在提高产业链韧性的同时也增强了市场活力, 增强了产业发展的驱动力, 对当前中国式的现代化发展进程有着深刻的作

【作者简介】胡卫琴(2002-), 女, 中国安徽六安人, 在读本科生, 从事工商管理研究。

用。它不仅可以推动经济的高质量发展、加快建设现代化经济体系而且对于维护国家产业安全具有重要指导意义。近年来,中国产业链核心竞争力不断增强,在全球产业链中的地位也在持续攀升,这都得益于中国产业创新力的不断加强,对科技这第一生产力的深刻把握。在推动产业链高质高效发展的过程中,以科技创新赋能产业链发展,促进产业链补链、延链、固链、强链,推动中国的产业链现代化转型。

1.1.2 学术背景

针对论文所研究的两方面内容,即效率测度和时空演化研究。结合目前国内外的文献在此方面的研究方法发现:

①大多数学者采用 DEA 模型、Malmquist 指数等方法来研究效率测度;②目前研究时空演化分析时,大多学者都将时间和空间割裂开来。而论文创新性地采用结构方程模型和时间序列分析相结合的方法来研究效率测度,并运用 Arcgis pro 技术构建时空立方体模型,将时间和空间放在一个维度里,把时间和空间联系在一起。

1.2 问题描述

论文着重于对中国科技孵化产业创新的效率进行测度以及对中国产业创新的时空演化进行研究,希望在对效率测度和时空演化的分析过程中,对中国产业创新能力进行评估以及对产业创新的时间空间的变化进行一体化研究,在研究过程中发现中国科技孵化产业创新的能力与分布的相应问题并提出相应解决办法。

1.3 创新点与特色处

①论文的模型设计具有创新性,在研究产业创新的效率测度时,我们创新性地运用结构方程模型的部分理论知识,再结合时间序列的数据研究来探析产业创新的效率测度,研究过程简单明了,没有太多复杂程序,容易操作。通过对抽象概念的具体描述后用数据随时间的变化趋势来测度产业创新的效率。在研究产业创新的时空演化时理论,我们创新性地运用了新兴工程 Arcgis pro 来对研究的主体进行时空立方体创建,通过导入 x、y 点数据,一建生成研究对象的 3D 立体图形。

②论文的研究对象产业创新能力目前研究数据较少,所以具有一定程度上的原创性,同时对产业创新能力的研究对推进中国式现代化具有重要的意义。

2 产业创新效率测度分析

2.1 模型的构建与变量的选取

在研究科技孵化产业创新的效率测度过程中,如图 1 所示,我们运用结构方程模型的部分理论知识,把产业创新作为研究的潜变量,把产业专利的申请量、产业专利的有效数量、产业高价值的发明量作为研究过程中的观察变量。通过对这三个观察变量进行时间序列的数据分析从侧面反映出中国科技孵化产业创新的效率变化。

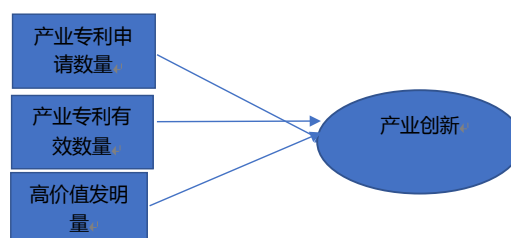


图 1 结构方程模型概要

为了进一步对科技孵化产业创新的效率测度进行研究我们构建如下函数:

$$T = \frac{\text{产业专利有效数量}}{\text{产业专利申请数量}} \quad (1)$$

在公式(1)的基础上,得到中国产业专利申请的有效率。通过所构建的函数来进一步提高效率测度的准确性。

2.2 模型选取依据与变量选取依据

2.2.1 模型选取依据

针对我们的研究对象产业创新的效率而言,由于产业创新是无法直接衡量的变量,它是一个抽象而无法直接测量的概念,所以我们借用统计模型中结构方程模型的部分理论知识,将无法直接观测的产业创新看作研究过程中的潜变量,并对潜变量用恰当的观察变量来描述,使我们的研究对象产业创新可以通过多个可观测的显变量来衡量,用对观察变量的时间序列数据的测量来反映产业创新的效率测度。传统的统计方法不能有效处理这些潜变量,而结构方程模型则能同时处理潜变量及其指标。结构方程模型建模比较灵活,可以建立不同类型的模型,包括交叉验证模型、时间序列模型和多组群体模型等。这使得我们可以更好地适应不同的研究问题和数据类型。

2.2.2 变量选取依据

产业专利的申请数量和有效数量是反映创新能力和水平的重要指标^[1],专利申请量指专利机构受理技术发明申请专利的数量,是发明专利申请量、实用新型专利申请量和外观设计专利申请量之和,反映技术发展活动是否活跃。产业专利的申请数量一定程度上表现了产业的创新能力以及技术活力。同时有效数量反映了专利发明的技术含量,反映了产业多年技术研发和专利申请积累成果的有效情况,是对创新活力的一种呈现。产业专利的有效数量也是对产业技术创新的成果的检验与反映,是对产业创新能力的一种变相反映。高价值发明量也是创新能力的指标之一,能够客观反映出中国创新发展水平以及引导专利向追求质量转变的情况^[2]。高质量发明数量反映出产业创新的效率追求和质量体现。这三个指标对于审视产业的创新能力、创新投入和创新成果都具有比较重要的参考意义,也是科技孵化的一种变相体现。

2.3 数据分析

我们从企知道数据库中收集了 2002 到 2022 年间全国

全部产业专利申请量、产业专利有效数量、高价值发明量的数据，如表1所示，用时间序列法对研究内容展开分析。

表1 中国全部产业的专利申请量、产业专利有效数量、高价值发明量数据

年份	专利申请总数量	专利申请有效数量	高价值发明量	产业专利申请的有效率(T)
2002	94531	1068	0	0.011297881
2003	132292	8235	8060	0.062248662
2004	143386	13845	13832	0.096557544
2005	161791	19304	19286	0.119314424
2006	182056	25091	25045	0.137820231
2007	202734	29999	29946	0.14797222
2008	237893	37098	37019	0.155944059
2009	271022	45881	45798	0.16928884
2010	305166	57454	57402	0.188271302
2011	385269	79255	79252	0.205713411
2012	470967	104016	104011	0.220856238
2013	533906	170012	131422	0.318430585
2014	600642	217684	150220	0.362418878
2015	749768	270524	168683	0.360810277
2016	926077	351079	202135	0.379103465
2017	1124300	445262	210283	0.396034866
2018	1257903	556072	225228	0.442062703
2019	1416972	730580	221318	0.515592404
2020	1793438	1049034	209953	0.584929058
2021	1671630	986462	161160	0.590119823
2022	1306795	659725	57000	0.504841999

对表1中四个指标的变化量进行数据分析得到如下结果，即图2~图5。

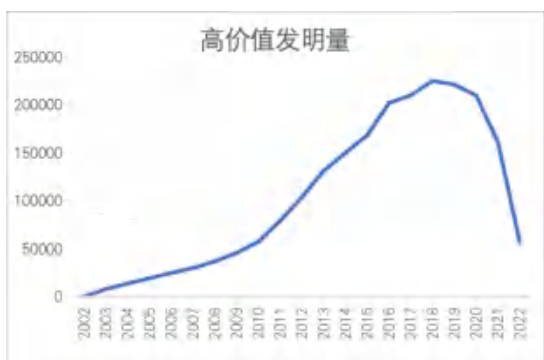


图2 不同年份下中国全部产业的高价值发明量

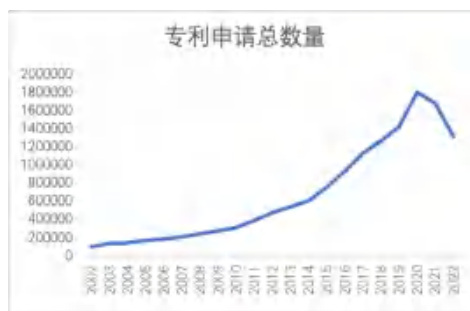


图3 不同年份全部产业专利申请总数量

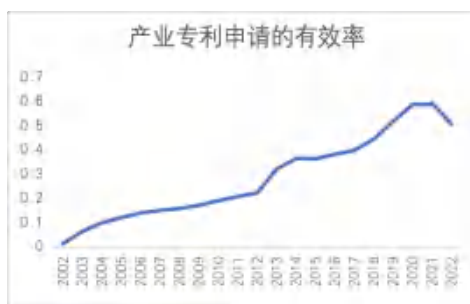


图4 不同年份全部产业专利申请有效率

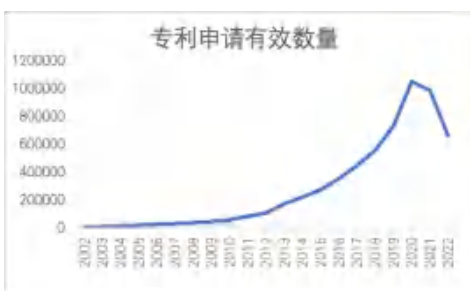


图5 不同年份全部产业专利有效数量

通过观察这四张数据分析的可视化图像，可以看出一个统一的趋势，即上升到一定的最高点后开始下降。最高点普遍集中在19、20年，但在近两年都略有下降，其中产业高科技发明的数量在近两年下降得最为明显，2022年的数量和2010年相近。从而可以得出相关结论：从2002年开始中国的科技孵化产业创新效率是逐年增长的，但增长的态势并没有一直保持，在近几年开始下降。

2.4 原因分析

随着科学技术的不断进步，中国一步一步迈进了大数据时代，在科技的孵化下中国的产业创新能力并不是呈现稳定的持续向上增长趋势，而是在近几年出现了下滑的态势，下面重点对近几年的突然转折做出如下原因分析：

近几年由于疫情的暴发，许多产业都受到了一定的冲击，其中以旅游业、餐饮业、体育业等最为显著，给大部分产业造成了一定的经济危机，导致产业创新投入降低，产业创新的产出降低，产业创新的科技转化率降低，由于这样“三低”状况的出现，产业的创新能力遭到削弱。同时疫情对于产业的主要影响，在于疫情过程中的劳动供给不足，以及由

此带来的产业体系、分工体系的扰乱和对现代产业链可能带来的暂时性断裂，产业链的断裂造成产业发展停滞，产业完整性降低由此导致产业的技术创新能力下降。

近几年，中国进入后疫情时代，在疫情的影响下，我们的创新资源配置更加分散、重复、低效，产业关键核心技术，关键体系存在着结构性的缺陷，使产业链与创新链分离没有有效融合从而导致产业创新能力下滑。

中国近几年外资的流入数量加剧，外资企业为了在竞争中取得优势地位，往往对核心技术实行“技术锁定”，对中国转让的绝大多数都是处于标准化的二流技术^[3]，同时外资对中国的技术溢出效应并不明显，相反还对中国的自主创新在一定程度上起到了阻碍作用^[4]。

3 产业创新的时空演化研究

3.1 研究模型与方法

对于产业创新的时空演化研究，我们利用新兴的工程建模软件 Arcgis Pro 对研究内容进行时间和空间上的分析。我们在企知道数据库中录入了中国各省、自治区主要地级市和中国直辖市从 2004 年到 2022 年近二十年的产业专利申请数量，用产业专利的申请数量指标来大致衡量产业创新能力，用经纬度来大致描述各省地级市的地理位置，借助 Arcgis Pro 中的局部区域建模工程，添加 XY 点数据来对研究对象通过聚合点进行时空立方体建模。

3.2 时空演化分析

通过对研究对象利用 Arcgis pro 构建时空立方体模型（颜色越深权重越大），得到如下结果，如图 6、图 7 所示。



图 6 中国产业专利数量时空立方体俯视图



图 7 中国产业专利数量时空立方体侧视图

从对建模结果的研究中我们发现：从空间的区域变化来看，根据颜色的深浅分布，从 2004 年到 2022 年间，沿海地区省份以及中部地区省份的产业创新能力较强，西部地区

的产业创新能力较弱，东北地区产业创新能力也相对落后，有待加强。其中沿海地区的省份中广东、江苏、浙江、山东等省份的所占权重较大，产业创新能力显著，中部地区、安徽、河南等地产业创新能力较强。从时间变化角度来看，从簇状的 3D 的条形图可以看出，每一个长方体的颜色从下往上颜色基本一致，没有太跳跃性的变化，即在 2004 年到 2022 年间中国的创新集中地区并没有随着时间发生较大转移，且各省份及自治区地级市的产业创新能力在时间序列的变化下也没有发生较大的阶段性变化。

3.3 新兴时空热点分析

对研究对象进行时空立方体建模后为对研究对象进一步分析，我们在时空模式分析中选择对研究对象进行新兴时空热点分析，研究结果如图 8~ 图 10 所示。



图 8 中国产业专利新兴时空热点初步分析图



图 9 中国产业专利新兴时空热点进一步分析俯视图



图 10 中国产业专利新兴时空热点进一步分析侧视图

从新兴时空热点分析的结果可以看出：主要的热点集中在沿海省份的广东和江苏以及中部地区的省份安徽，小部分热点分散在重庆和浙江，且它们都表现持续热点，说明这些省份的产业创新发展势头较强。主要的冷点集中在西部地

区省份宁夏以及东北地区的省份辽宁,且都表现为持续冷点,说明这些地方的产业创新能力持续落后。

4 结论与建议

4.1 结论

通过分析中国科技孵化产业创新效率测度和时空演化,发现中国的产业创新存在如下问题:

第一,中国的产业创新链韧性不足,抵抗外部风险能力不足。在近几年疫情等一系列的外部因素影响下,产业创新效率出现转折,打破了一直上升趋势,说明中国的产业创新链在面对外部的风险时,不能保持稳定、持续,容易受外部风险的影响。

第二,中国的创新资源分配分散、重复、封闭、低效。创新资源主要集中在沿海和中部地区,西部地区 and 东北地区创新相对落后。创新资源的分配是不均衡的,这也导致中国的产业创新发展不均衡,甚至各地区之间存在着较大的差异,部分地区产业创新能力的不断增强,并不能对全国产业的发展起到完全促进的作用。

第三,中国产业创新在时间的演化下虽然相对稳定,但没有较大的突破性飞跃。说明中国产业创新的发展一直处于较为平缓的持续增长,没有较大的技术性突破,也就是说没有显著的增长时期。

4.2 建议

对此提出以下建议:

第一,深化科技体制的改革,科学配置创新科技资源,围绕产业链部署创新链,围绕创新链布局产业链。推动产业链、创新链、人才链的深度融合,强化产业各部门协同发展,提升产业链韧性与安全水平,在面对外部风险时,确保产业

链可以不断链,持续高效且稳定的进行。

第二,发挥产业创新优势省份的带头作用,起到创新优势区域的引领示范作用,起到先创带后创的作用,达到全国各地产业共同创新作用。让全国各区域在产业创新方面协调发展,共同进步。协同发展中国各区域的产业创新能力,促进中国产业的现代化转型。

第三,就东北地区而言,其产业创新能力是相对落后的。曾经的东北经济十分强大,特别是东北工业在全国举足轻重,其工业产值占据全国的大部分,是全国最重要的工业基地。但随着改革开放,其他省市的崛起,东北经济明显落后下来,甚至是衰落,其根本原因正是科技创新能力落后。东北地区应采取相应措施,设立建设创新型省份的目标和任务。

第四,西部地区长期处于经济落后和产业创新能力弱的位置,政府应支持西部地区在特色优势领域优先布局建设国家级创新平台和大科学装置。加快在西部具备条件的地区创建国家自主创新示范区、科技成果转移转化示范区等创新载体。进一步深化东西部科技创新合作,打造协同创新共同体。

参考文献

- [1] 统计局发展回顾报告之十一:科学技术迈出新步伐[EB/OL].统计局网站,2007.9.30.
- [2] “数”看2021年知识产权“含金量”[EB/OL].中华全国工商业联合会,2022.1.13.
- [3] 段进朋,梁静中国技术创新能力下降的原因分析与对策[J].经济师,2007(11).
- [4] 重磅!中央支持新时代西部大开发36条措施发布(全文) [EB/OL].新华社2020.5.19.