

2019年（第六届）全国大学生统计建模大赛

经济新动能对全要素生产率影响测度研究

参 赛 单 位：河南大学

参赛者姓名：白俊磊 刘君阳 魏艳艳

目录

摘要.....	3
一、研究背景.....	1
二、文献综述以及研究内容.....	3
(一) 全要素生产率含义与测算.....	3
(二) 经济新动能内涵.....	5
(三) 研究内容和意义.....	6
(四) 创新点和不足.....	9
三、模型建立与数据说明.....	10
(一) 新动能指数的构建.....	10
(二) 全要素生产率的测算.....	13
1. 增长核算法.....	13
2. DEA-Malmquist 指数法.....	14
(三) 新动能指数与全要素生产率的计量模型构建.....	16
(四) 数据说明.....	17
四、实证结果.....	19
(一) 新动能指数实证测算.....	19
(二) 全要素生产率实证测算与分解.....	23
(三) 新动能指数对全要素生产率及其分解指标的影响.....	26
1. 新动能指数对全要素生产率的影响.....	26
2. 新动能指数对全要素生产率分解指标的影响.....	28
五、结论与对策建议.....	30
(一) 结论.....	30
(二) 对策建议.....	31
参考文献.....	33
致谢.....	35

表格及插图清单

表 1	三大产业对 GDP 增长的贡献率.....	1
表 2	新动能指数构成指标.....	12
表 3	KMO 和巴特利特检验.....	19
表 4	总方差解释.....	19
表 5	旋转后的成分矩阵.....	20
表 6	计量回归结果.....	26
表 7	估计结果.....	28
图 1	文章思路导图.....	8
图 2	碎石图.....	20
图 3	旋转后空间的组件图.....	21
图 4	历年新动能综合指数雷达图.....	22
图 5	全要素生产率 (TFP).....	23
图 6	技术效率变化 (EFF).....	24
图 7	纯技术效率变化 (PECH).....	24
图 8	技术进步变化 (TECH).....	25
图 9	规模变化 (Sech).....	25

摘要

近年来,中国经济增速逐年下降——2018年中国经济名义增速为6.6%,与2010年10.6%相比下降4个百分点,预计2019年经济增速将维持在6%—6.5%的区间内,经济面临强大的下行压力。因此,中国经济发展进入新常态后,寻找新的经济增长动能以实现经济平稳转型和高质量发展是目前社会各界十分关注的问题。经济增长新动能主要来源于新的产业模式、新技术、新业态、新需求等,基于此本文采用因子模型构建了经济新动能指数;由于C-D生产函数主要是从技术和要素角度反映经济增长,因此本文基于C-D生产函数,通过对资本和高低技能劳动的分解,得出全要素生产率的影响因素由投入要素产出增长率、总需求、投入要素结构、产业结构变化和反映增长异质性五部分构成;本文选取2013—2017年全国31个省、市、自治区的相关数据,利用生产函数法与DEA-Malmquist指数法对全要素生产率(TFP)进行测算与分解,通过构建面板回归模型,分析了新动能指数对全要素生产率及其分解指标的影响。结果表明,在经济新常态下,经济新动能指数呈上升趋势,新动能对全要素生产率的提升具有明显的正向促进作用。进一步研究发现,新动能指数中的创新动能对技术进步和纯技术效率提升均具有正向作用,从而促进了全要素生产率的提升和经济的高质量发展。

关键词: 新动能指数;全要素生产率;高质量发展;因子模型;DEA-Malmquist;面板回归

Study on the Measurement of the Impact of New Economic Kinetic Energy on Total Factor Productivity

Abstract : In recent years, China's economic growth has been declining year by year – the nominal growth rate of China's economy in 2006 was 6.6%, down 4 percentage points from 10.6% in 2010. It is expected that the economic growth rate will remain in the range of 6%-6.5% in 2019. Within, the economy faces strong downward pressure. Therefore, after China's economic development enters a new normal, finding new economic growth momentum to achieve stable economic transformation and high-quality development is a matter of great concern to all sectors of society. The

new kinetic energy of economic growth mainly comes from new industrial models, new technologies, new formats, new demands, etc. Based on this, this paper uses the factor model to construct the economic new kinetic energy index; since the C-D production function mainly reflects economic growth from the perspective of technology and factors, Therefore, based on the C-D production function, through the decomposition of capital and high- and low-skilled labor, the factors affecting total factor productivity are derived from input factor output growth rate, total demand, input factor structure, industrial structure change and growth heterogeneity. Partial composition; this paper selects the relevant data of 31 provinces, municipalities and autonomous regions in China from 2013 to 2017, and uses the production function method and DEA-Malmquist index method to measure and decompose total factor productivity (TFP), and build a panel regression model to analyze The impact of the new kinetic energy index on total factor productivity and its decomposition indicators. The results show that under the new economic normal, the new economic kinetic energy index is on the rise, and the new kinetic energy has a positive effect on the improvement of total factor productivity. Progress Research found that the innovative kinetic energy in the new kinetic energy index has a positive effect on technological progress and pure technical efficiency, thus promoting the improvement of total factor productivity and the high quality of economy.

Key Words: new kinetic energy index , total factor productivity , high quality development ,factor model, panel regression

一、研究背景

改革开放以来，中国的经济发展取得了举世瞩目的成就，经济总量迅速增加，创造出了一个又一个的中国奇迹。但是，近年来中国经济增速放缓，经济增长速度由 10% 降至 6%-7%，三大产业对经济增长的贡献率也发生了很大变化，如表 1 所示：第一产业对经济增长的贡献率在整体上有所降低但趋于稳定；第二产业对经济增长的贡献率总体上呈现出下降趋势；第三产业对于经济增长的贡献率逐年上升，第三产业越来越成为经济增长的主要拉力。这种趋势表明，传统工业对经济发展的拉动作用大不如前，以高新技术产业为代表的服务业越来越成为经济发展的主要动力。特别是中国经济步入新常态以后，经济面临的下行压力变大，以往的发展模式越来越不能适应当前的发展环境，因此，寻找新的经济增长动能以实现国家和地方的高质量发展逐渐成为政府和学术界关注的焦点。

表 1 三大产业对 GDP 增长的贡献率

GDP 增长贡献率 年份	第一产业	第二产业	第三产业
2008	5.2	48.6	46.2
2009	4.0	52.3	43.7
2010	3.6	57.4	39.0
2011	4.2	52.0	43.8
2012	5.2	49.9	44.9
2013	4.3	48.5	47.2
2014	4.7	47.8	47.5
2015	4.6	41.6	53.7
2016	4.4	37.4	58.2

当前，我国的经济发展质量并不高，全要素生产率（TFP）处于

较低水平，因此，寻找新的经济增长动能既是解决当前发展问题的必由之路，也是提高全要素生产率实现经济高质量发展的有效途径。中国经济增长动能主要发生过两次大的转换，一次是 2001 年加入 WTO 以后，中国自发的改革开放与外向型经济相结合，促进了工业化、城镇化的迅速发展；第二次是 2008 年次贷危机以来，中国的“四万亿”的巨大投资和相对宽松的宏观经济政策再一次刺激了经济的高速增长。然而，由于技术创新的不足，产业结构并没有得到优化调整，依然采用高能耗、高投入、高排放、低产出和低效率的生产方式，导致这次的经济增长动能在几年后便消失殆尽了。在经济步入新常态的背景下，经济增长动能转换进入了一个新时期，研究新动能对全要素生产率的作用机制很有必要，对两者的分解研究更有助于我们找到提升全要素生产率的有效途径，对于提升中国经济发展质量有很强的政策借鉴意义。

二、文献综述以及研究内容

对于经济新动能与全要素生产率的研究，学术界已取得许多相关成果，但多停留在对新动能内涵的解读以及指标的构建，对于两者之间的关系研究比较少。本文从全要素生产率的含义与测算以及新动能的内涵出发，对现有研究进行了梳理。

（一）全要素生产率含义与测算

生产率是指在单位要素投入的情况下所达到的产出量，即投入与产出的比值（产出/投入）。根据投入要素和产出的数量不同，可以分为单投入、单产出或者多投入、多产出；根据投入要素种类的不同可以分为劳动生产率、资本生产率等度量指标。而现实中显然不止一种要素或者几种要素简单的投入，为了能更加精确地测度生产效率，（Hulten, 2000; Coelli et al., 2005; Syverson, 2011）用“全要素生产率”来刻画所有要素投入组合的产出效率，这标志着“全要素生产率”概念的正式提出。Kendrick（1961）和 Denison（1962）系统地剖析了影响全要素生产率变动的各种因素，包括研发支出、技术进步与技术创新、人力资源质量的提高、规模经济、政策因素等。新古典经济增长理论则开创性地实现了对全要素生产率的量化测度，特别是其对于国民经济增长的贡献程度。代表人物索洛（1957）基于希克斯中性和规模报酬不变的假设，提出了一个经济增长动力源泉的测度模型，将总产出表述为资本、劳动与“索洛余值”（索洛将其描

述为“技术进步”，即广义的要素生产率）共同作用的结果，并建立了关于产出增长率、要素投入增长率与技术进步增长率的核算方程，从而清晰地刻画出全要素生产率对于经济增长的推动作用。一般意义上，全要素生产率对经济增长贡献程度越高，则说明经济增长由资本和劳动以外的因素驱动越大，经济发展质量越好。因此，全要素生产率不仅成为了分析经济增长动力源泉的重要工具，也是政府制定长期可持续增长政策的重要依据（郭庆旺和贾俊雪，2005）。

值得注意的是，新古典经济增长模型的假设前提是市场均衡，即经济制度有足够的灵活性以维持均衡价格，这表明生产要素在国民经济各部门要达到有效配置，即达到了“帕累托最优”状态，也就意味着要素收益率等于要素的边际生产率。由此可以推断，在任意时点上，资本、劳动要素的转移不会对总产出产生任何影响，资源的重新配置仅仅发生在经济扩张时期，这显然是与现实相悖的。针对这个问题，Sheppard(1970)基于数据包络分析法提出的 Malmquist 指数法则绕开了生产函数，不需要明确生产函数的形式，不进行计量回归，直接从投入和产出的角度来考虑全要素生产率的变化率。它采用多投入多产出的模型，从不同的角度来分析生产的效率状况。非参数型模型法首先根据样本中所有个体的投入和产出构造一个能够包容所有个体生产方式的最小的生产可能性集合，即所有要素和产出的有效组合。该方法的优点是无须估计企业的生产函数，从而避免了因错误的函数形式带来的问题；缺点是需要大量的个体数据，且对算法的要求很高，同时对生产过程没有任何描述，该方法并不能对全要素生产率的绝对

量进行测量,这也是非参数法的缺陷之一。与传统的增长会计法相比,利用 Malmquist 指数度量全要素生产率增长还具有两方面的优势:一是无需要素价格信息和经济均衡假设,从而避免了较强的理论假设约束;二是可以将全要素生产率增长分解为效率变化与技术进步率两部分,从而提供更全面的全要素生产率增长信息。既然全要素生产率提升与新动能都是促进经济增长的重要动力,那么有必要设计一套能将二者纳入其中的研究方法,通过量化的手段分别测算出各个发展阶段中全要素生产率与新动能对经济增长的贡献程度变化,从而对各经济部门发展状况进行充分评估与判断。

(二) 经济新动能内涵

李克强于 2018 年夏季达沃斯论坛开幕式时指出新动能正在撑起经济发展的新天地,经济新动能与经济常规动能相比在于“新”,那么就必然和旧的经济增长动能之间有区别。随着经济社会的不断进步,新一轮的技术革命正在不断深入,互联网与数据结合形成的大数据、人工智能等迅速发展,新技术创新更加多样化,驱动经济发展的动能也变得多样化,新动能的内涵也在不断变化。(肖雯雯, 2016; 赵柄新, 2017) 形成新动能需要产业、组织、市场、政府、区域等多个主体协同发展,形成新的模式和关系网络。赵柄新(2018)再次对新动能的特征概括为五个:多主体价值共创共享性、多层次性、相对性、新动能形成需要驱动力、新动能是以知识为核心的重新架构。

为了探讨经济新动能构成要素,国内学者对其展开了相关研究。

刘瑞祥（2018）认为由于产业结构和消费结构的转换，消费有望成为中国经济增长的新动能。郑江淮（2018）基于熊皮特创新动能，人力资本偏向性进步技术，恩格尔内需动能，全球价值链攀升构建新动能等构建新动能指数。刘岐涛（2018）在知识能力、经济活力、创新驱动、数字经济、转型升级与发展成效六个方面构建综合新动能指数来反映青岛市新动能发展情况。（2017；李平，付一夫）发现生产性服务业有助于提升全要素生产率，完全可以作为中国经济增长的新动能。

总体来看，对于新动能的研究主要还是集中在新动能的内涵、新旧动能结构转换、某一指标能否成为经济增长的新动能以及某一地方的新动能指数构建，并没有一个综合的指标来衡量全国各个地区的经济新动能。同时关于新动能对全要素生产率作用的机理以及二者之间的关系，学术界对此的相关研究相对比较少。

（三）研究内容和意义

结合已有研究成果，本文将新动能概括为：包括有形的和无形的新产业、新业态，以及新模式和新网络等多种因素。基于新动能的概念，本文通过因子分析法构建能够综合反映各个地区新动能发展状况的新动能指数，并从经济增长的动力机制出发，利用生产函数法对全要素生产率绝对量进行测算，研究了两者之间的关系；利用DEA—Malmquist 指数法对全要素生产率指数的分解和测算，探索新动能指数对技术进步、技术效率、规模效率与全要素生产率影响，以此探究新动能对提升全要素生产率的作用机制。

本文的主要意义在于分解了新动能指数和全要素生产率，研究了两者分解指标之间的关系，理清了新动能对全要素生产率的影响机制，对于制定更加合理的提升经济新动能政策具有很大的借鉴意义。

本文共五章：第一章为研究背景，介绍了选题背景；第二章为文献综述以及研究内容，概述了本文选题的相关研究以及本文写作思路；第三章为模型构建与数据说明，从理论层面对本文的研究方法进行了描述；第四章为实证结果；第五章为结论与对策建议。本文的思路框架图 1 所示：

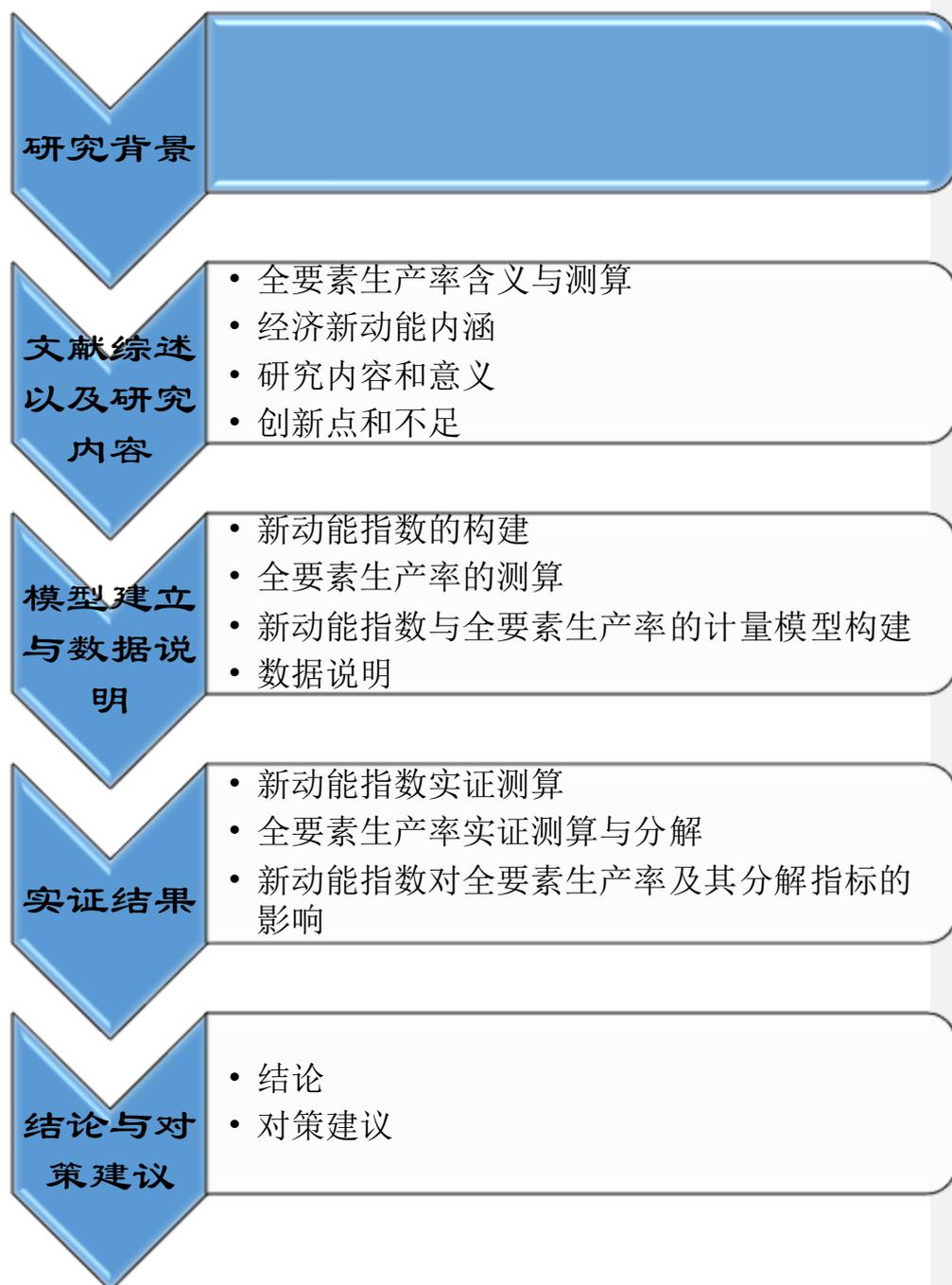


图 1 文章思路导图

（四）创新点和不足

以往对于新动能的研究多是停留在新动能指标的构建，并没有研究该指数的提升对于全要素生产率的影响，故本文的创新点在于利用面板数据验证两者之间的关系，并将两者细分，研究其组成部分之间的关系，这对于如何打造新的经济增长极，提升经济竞争力有重要的指导意义。此外，由于数据的可得性，本文所选取的指标可能不太完善，故研究也存在局限性。

三、模型建立与数据说明

(一) 新动能指数的构建

本文借鉴 C-D 生产函数和郑江淮 (2018) 的方法作为新动能指数构建的理论基础。首先定义由资本 (K), 高技能劳动 (H), 地技能劳动 (L) 三种要素投入的生产函数:

$$Y = AK^\alpha L^\beta H^\gamma$$

对其变换来刻画影响 TFP 的构成项, 由此来寻找构成经济增长新动能的来源。进一步可以将上式变换为:

$$\ln A_t = \frac{1}{3} \left(\ln \frac{Y_t}{K_t} + \ln \frac{Y_t}{L_t} + \ln \frac{Y_t}{H_t} \right) + \ln \frac{K_t^{1/3} L_t^{1/3} H_t^{1/3}}{K_t^\alpha L_t^\beta H_t^\gamma} \quad (1)$$

上式中将 TFP 分解成右边等式各项, 也就是说右边等式各项可以作为经济增长动能来源, 第一组是各类要素投入生产率, 第二项是反映各个要素弹性相对于一个要素弹性均为 1/3 标准生产技术方式的差异, 反映经济增长方式的异质性, 进一步分解可以得到各个要素生产率:

$$\ln \frac{Y_t}{L_t} = \ln A_t + \alpha \ln \frac{K_t}{L_t} + \gamma \ln \frac{H_t}{L_t} + \ln \frac{L_t^{\alpha+\beta+\gamma}}{L_t} \quad (2)$$

$$\ln \frac{Y_t}{H_t} = \ln A_t + \alpha \ln \frac{K_t}{H_t} + \beta \ln \frac{L_t}{H_t} + \ln \frac{H_t^{\alpha+\beta+\gamma}}{H_t} \quad (3)$$

$$\ln \frac{Y_t}{K_t} = \ln A_t + \beta \ln \frac{L_t}{K_t} + \gamma \ln \frac{H_t}{K_t} + \ln \frac{K_t^{\alpha+\beta+\gamma}}{K_t} \quad (4)$$

通过 (2)、(3)、(4) 将各个要素增长率分解成要素密集度和要素异质性的变化。将 (2)、(3) 带入 (1) 式并化简：

$$\begin{aligned} \ln A_t = & \frac{1}{2} \ln \frac{Y_t}{K_t} + \frac{1}{2} \ln Y_t - \frac{1}{2} \ln K_t + 2\alpha \ln \frac{K_t}{L_t + H_t} + (\gamma - \beta) \ln \frac{H_t}{L_t} \\ & + (\beta + \gamma - 1)(\ln S_L + \ln S_H) + 2(\alpha + \beta + \gamma - 1) \ln(L_t + H_t) \quad (5) \\ & + 3 \ln \frac{K_t^{1/3} L_t^{1/3} H_t^{1/3}}{K_t^\alpha L_t^\beta H_t^\gamma} \end{aligned}$$

再将 (3)、(4) 式带入 (1) 式并再次化简：

$$\begin{aligned} \ln A_t = & \frac{1}{2} \ln \frac{Y_t}{L_t} + \frac{1}{2} \ln Y_t - \frac{1}{2} \ln L_t + (2\alpha - 1) \ln \frac{K_t}{L_t + H_t} - \beta \ln \frac{H_t}{L_t} \\ & + (\beta + 2\gamma - 1) \ln S_H + \beta \ln S_L + 2(\alpha + \beta + \gamma - 1) [\ln(L_t + H_t)] \\ & + 3 \ln \frac{K_t^{1/3} L_t^{1/3} H_t^{1/3}}{K_t^\alpha L_t^\beta H_t^\gamma} \quad (6) \end{aligned}$$

其中， S_L 、 S_H 分别表示低技能劳动和高技能劳动占总劳动的比例。合并 (5)、(6) 两式得出：

$$\begin{aligned} \ln A_t = & \frac{1}{4} \left(\ln \frac{Y_t}{L_t} + \ln \frac{Y_t}{K_t} \right) + \frac{1}{2} \ln Y_t + \\ & \mu \ln \frac{K_t}{L_t + H_t} + \lambda \ln \frac{H_t}{L_t} + \phi \ln S_L + \varphi \ln S_H + \Delta_t \quad (7) \end{aligned}$$

式中：

$$\mu = 2\alpha - 1/2, \lambda = \gamma/2 - \beta, \phi = \beta + \gamma/2 - 1/2, \varphi = \beta + 3\gamma/2 - 1$$

$$\Delta_t = \ln \frac{K_t^{5/4} L_t^{5/4} H_t^{5/4}}{(K_t^\alpha L_t^\beta H_t^\gamma)^3 H_t^{1/4}} + 2(\alpha + \beta + \gamma - 1) \ln(L_t + H_t)$$

综合 (7) 式可以看出全要素生产率的影响因素有投入要素产出增长率 $(\ln \frac{Y_t}{L_t} + \ln \frac{Y_t}{K_t})$ 、需求变化 $(\ln Y_t)$ ，投入要素结构 $(\frac{K_t}{L_t + H_t})$ ，产业结构变化 $(\phi \ln S_L + \varphi \ln S_H)$ 和反映增长异质性 (Δ_t) 五部分构成。

因此，本文基于这五个部分选取构建新动能指数的相关指标。

本文在已有的研究基础之上构建省际新动能指数（New Growth Engines Index），新动能目前主要指的熊皮特新动能，主要包含研发支出、新产品销售收入、研发人员数量，因此选取这三个指标来衡量各个省份的创新能力的强弱；要素投入包含资本和劳动，由于资本的创新表现在研发投入的支出，所以要素投入只考虑人力资本，人力资本动能选取了高技能劳动人员（拥有大专以上学历人员），该指标主要衡量各个省份的人才拥有情况；需求动能用居民人均可支配收入和人均消费支出来反映；产业结构变化用第三产业增加值占 GDP 比重来衡量，历年来第三产业对经济的贡献率逐年增加，在第三产业中更容易形成新动能，由于互联网行业是新模式、新业态更能反映产业结构变化，选取快递业务收入、电子商务销售额、互联网网页数、互联网域名数来反映互联网行业发展状况；投入要素结构只要是资本投入和劳动投入前面已经考虑了资本和劳动投入，此处不在考虑更容易形成新动能经济增长新动能指标构成见表 2。

表 2 新动能指数构成指标

熊皮特新动能	规上企业研发支出（万元）X1
	新产品销售收入（万元）X2
	规上企业研发人员数量（人）X3
人力资本动能	拥有大专以上学历人数（万人）X4
需求动能	人均可支配收入（元）X5
	人均消费支出（元）X6
	快递业务收入（亿元）X7
	电子商务销售额（亿元）X8
	互联网网页数（万个）X9
	互联网域名数（万个）X10

为了能够综合反映新动能的变化,需要构建综合指数。本文采用由 Charles Spearman(1994)提出的因子分析方法提取出了新动能指标的共同因子作为新动能指数,因子分析法构建综合指数相比较其他方法具有客观性,适合多指标提取因子,不含有主观因素而且还能够克服变量之间的多重共线性问题,能够客观地反映新动能的变化情况。因子分析主要理论模型如下:

$$X_t = A_t f_t + u_t$$

其中, $X_t = (X_{1,t}, \dots, X_{n,t})$ 中为反映新动能的 n 指标, A_t 为系数矩阵, f_t 为公共因素, u_t 为随机扰动。利用表 1 的指标体系采用因子分析方法,可以构造如下经济新动能指数:

$$NGEI_{i,t} = \sum_{i=1}^n (w_{1i} f_{1i,t} + w_{2i} f_{2i,t} + \dots + w_{ni} f_{ni,t})$$

其中, $NGEI_{i,t}$ 表示第 i 个省份第 t 年的新动能指数, $f_{ni,t}$ 为表示第 i 个省份第 t 年的第 n 个公共因子, w_{ni} 为权重。

(二) 全要素生产率的测算

全要素生产率 (TFP) 是指在一个时间内产出与所有生产要素投入的比值。对于全要素生产率的测算,目前学术界经常应用的主要是增长核算法与非参数 DEA—Malmquistzhi 指数法。

1. 增长核算法

增长核算法最典型的的就是索洛余值法。假设产出为 Y , 资本存量为 K , 劳动为 L , 在规模报酬不变 ($\alpha + \beta = 1$) 的假设下对应的生产函数模型为:

$$Y_t = TFP_t \cdot K_t^\alpha L_t^{1-\alpha} \varepsilon_t$$

为了方便对全要素生产率进行测算，对生产函数两端同时取对数处理，结果如下：

$$\ln(Y_t / L_t) = \ln(TFP_t) + \alpha \ln(K_t / L_t) + \mu_t$$

在估计出系数 α 之后带入模型（1），反推出来全要素生产率。

$$TFP = \exp[\ln(Y_t / L_t) - \alpha \ln(K_t / L_t)]$$

如果规模报酬发生变化（ $\alpha + \beta \neq 1$ ）则全要素生产率的估计方程变为：

$$\ln Y_t = \ln(TFP_t) + \alpha \ln(K_t) + \beta \ln(L_t) + \mu_t$$

此算法要求技术进步是希克斯中性、规模报酬不变的假设，同时还不能剔除误差的影响，但是该方法在对全要素生产率绝对量的测算时依然有广泛的应用。

2. DEA-Malmquist 指数法

Malmquist 指数法最早由 Malmquist（1953）提出，这一理论虽然产生了重大影响，但是对其应用并没有取得更好的发展，直到 Fare（1994）把 malmquist 与 DEA 模型结合起来，即 DEA-Malmquist 指数模型，来测算全要素生产率能够更好地反映去全要素生产率的动态变化情况，为效率的动态研究作出了重大贡献。

首先定义距离函数：

$$D_0(x, y) = \min\{\delta : (y / \delta) \in P(x)\}$$

x 和 y 代表投入与产出， $P(x)$ 是生产前沿面。考虑时间变化的距离函数为：

$$D_0^t(x_t, y_t) = \min\{\delta : (y_t / \delta) \in P(x)\}$$

$$D_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1}) = \min\{\delta : (y_{t+1} / \delta) \in P(x)\}$$

$D_0^t(x_t, y_t)$ 代表 t 期的产出距离函数。

$D_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})$ 代表在 t 期的生产条件下, $t+1$ 期的投入达到的最大产出与实际产出的比值。 t 期条件下 Malmquist 生产率指数:

$$M_0^t = D_0^t(x_{t+1}, y_{t+1}) / D_0^t(x_t, y_t)$$

$t+1$ 期的 malmquist 生产率指数为:

$$M_0^{t+1} = D_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1}) / D_0^{t+1}(x_t, y_t)$$

全要素生产率为两个时期的 Malmquist 指数几何平均:

$$M_0(x_t, y_t, x_{t+1}, y_{t+1}) = (M_0^t M_0^{t+1})^{1/2} = \left[\frac{D_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_0^t(x_t, y_t)} \frac{D_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_0^{t+1}(x_t, y_t)} \right]^{1/2}$$

进一步对 Malmquist 指数分解可以将其分解为技术效率变动与技术进步变动的乘积:

$$\begin{aligned} M_0(x_t, y_t, x_{t+1}, y_{t+1}) &= \frac{D_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_0^t(x_t, y_t)} \times \sqrt{\frac{D_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})} \times \frac{D_0^t(x_t, y_t)}{D_0^{t+1}(x_t, y_t)}} \\ &= Effch \times Tech \end{aligned}$$

技术效率来解释在规模不变的情况下生产效率与生产潜力所能达到的最大程度, 技术进步主要来解释生产领域的技术改进与革新, 以及对技术新技术的推广程度。等式右边第一项为技术效率变动, 第二项为技术进步效率变动。当 $Tech > 1$ 与 $Effch > 1$ 时, 表明技术与技术效率处于不断提升过程, $Tech < 1$ 与 $Effch < 1$ 分别表示技术衰退与技术效率下降, $Tech = 1$ 与 $Effch = 1$ 分别表示技术维持不变与技术效率不变。

在规模报酬与规模报酬变化的情况下技术效率可以分解为:

$$Effch = \underbrace{\frac{D_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_0^t(x_t, y_t)}}_{Sech} \times \underbrace{\frac{D_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_0^{t+1}(x_t, y_t)}}_{Pech} = \underbrace{\frac{D_v^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_v^t(x_t, y_t)}}_{Sech} \times \underbrace{\frac{D_v^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_v^{t+1}(x_t, y_t)}}_{Pech}$$

第一个等号右边表示在规模报酬不变的情况下技术效率变化分解，第二个等号右边表示在规模报酬变化情况下技术效率变化分解，Sech代表规模效率变化，Pech代表纯技术效率变化。通过上述式子 TFP 指数最终可以分解为：

$$TFPch = Tech \times Pech \times Sech$$

通过对全要素生产率指数的分解，我们可以看出，技术进步变化、技术效率变化、纯技术效率变化，规模效率变化都会对全要素生产率产生影响。因此，本文采用生产函数法、非参数 DEA-Malmquist 指数法与《OECD 生产率测算手册》相结合来测算 TFP。主要利用生产函数法对 TFP 的绝对值进行测量，DEA-Malmquist 指数法对全要素生产率进行分解来探讨新动能对全要素生产率的影响路径。接下来构建新动能指数为探究二者之间的路径传导做准备

（三）新动能指数与全要素生产率的计量模型构建

基于新动能指数的构建和全要素生产率含义及测算分解，从全要素生产率（TFP）、技术效率（EFF），技术进步效率、纯技术效率、规模效率方面构建如下面板回归模型来分析新动能对全要素生产率及其分解指标的影响。

$$TFP_{i,t} = \beta NGEI_{i,t} + \lambda Z_{i,t} + \mu_i + \eta_i + \varepsilon_{i,t}$$

$$eff_{i,t} = \beta NGEI_{i,t} + \lambda Z_{i,t} + \mu_i + \eta_i + \varepsilon_{i,t}$$

$$Tech_{i,t} = \beta NGEI_{i,t} + \lambda Z_{i,t} + \mu_i + \eta_i + \varepsilon_{i,t}$$

$$Pech_{i,t} = \beta NGEI_{i,t} + \lambda Z_{i,t} + \mu_i + \eta_i + \varepsilon_{i,t}$$

$$Sech_{i,t} = \beta NGEI_{i,t} + \lambda Z_{i,t} + \mu_i + \eta_i + \varepsilon_{i,t}$$

其中, $TFP_{i,t}$ 表示第 i 个省份第 t 年的全要素生产率; $eff_{i,t}$ 表示第 i 个省份第 t 年的技术效率波动; $Tech_{i,t}$ 表示第 i 个省份第 t 年的技术进步波动; $Pech_{i,t}$ 表示第 i 个省份第 t 年的纯技术效率波动; $Sech_{i,t}$ 表示第 i 个省份第 t 年的规模效率波动; $NGEI_{i,t}$ 表示第 i 个省份第 t 年的新动能指数; $Z_{i,t}$ 表示第 i 个省份第 t 年相关的控制变量; $\mu_i, \eta_i, \varepsilon_{i,t}$ 分别代表固定效应、随机效应、扰动项。本文主要研究的是新动能指数对全要素生产率的影响,能够在保证其他非新动能指标体系中的因素不变的情况下,选取资本存量与劳动作为控制变量来分析新动能指数是如何驱动全要素生产率的。

(四) 数据说明

为了能够准确测度 2013 年到 2017 年的全国各个省份的 TFP 指数并进行分解,首先需要获得一个省份不同生产投入要素的时间序列数据。在产出方面,本文采用的指标和大多数已有的研究一致,以每个省份的实际 GDP 作为每个省份的产出情况,以实际 GDP 来衡量产出,能够剔除价格因素的影响,使得历年的数据具有可比性。在要素投入方面,本文主要选取了劳动投入量 L 和资本存量 K 。根据《OECD 手册》可知只是以就业人数来衡量劳动是不科学的,这样并不能体现出劳动

力的质量，劳动力的质量还与受教育年限和总工时数有关，本文采用《OECD 手册》中介绍总工时数进行对劳动的测度，具体是就业人数乘以平均劳动时间；同时，由于受教育程度的不同，本文也将平均受教育年限考虑进来，最终的劳动力测度为就业人员数量乘以平均受教育年限乘以每天平均工作时间。其中每天平均工作时间按照周平均工作时间除以五天计算得到¹。对于资本存量的测算，主要采用学术界常用的“永续盘存法”进行测算，基年资本存量的确定采用 Alwyn Young (2003) 的方法即以基年的资本形成总额除以 10% 得到。其他年份的资本存量序列按照如下公式测算：

$$K_t = (1 - \delta)K_{t-1} + I_t / \rho_t$$

其中， K_t 为当期资本存量， K_{t-1} 为上一期资本存量， I_t 为当期资本形成总额， δ 为折旧率，由于固定资本形成总额没有价格指数，故 ρ_t 选择当期固定资产投资价格指数来代替。

新动能指数中所需要的数据均来自于国家统计局数据网站和历年各省统计年鉴并进行计算得到。为了克服数据量纲的影响，本文利用“最大-最小化法²”方法对数据进行处理，使数据具有可比性。

¹ 周平均工作时间来自于中国人口和就业统计年鉴、中国劳动统计年鉴。2008 年《关于职工全年平均工作时间和工资这算问题通知》中每年平均有 250 个工作日。

² $x_{it} = \frac{X_{it} - \min(X_{it})}{\max(X_{it}) - \min(X_{it})}$

四、实证结果

（一）新动能指数实证测算

本文采用因子分析的方法构造了新动能指数。首先，对新动能指标进行了信度检验，检验结果见表 3 所示：

表 3 KMO 和 Bartlett 检验

KMO 取样适切性量数。		0.751
Bartlett 的球形度检验	上次读取的卡方	2334.150
	自由度	45
	显著性	0.000

通过表 3 可知 KMO 值为 $0.751 > 0.7$ ，Bartlett 的球形度检验对应的卡方值为 2334.150，显著性值为 0.000，说明信度良好，可以进行因子分析。

接下来按照最大方差法对进行公共因子的提取，并给出了旋转载荷平方和结果与碎石图如表 4、图 2 所示：

表 4 总方差解释

组件	初始特征值			旋转载荷平方和		
	总计	方差百分比	累积 %	总计	方差百分比	累积 %
1	6.370	63.698	63.698	4.328	43.285	43.285
2	1.910	19.103	82.801	3.952	39.517	82.801
3	.601	6.007	88.808			

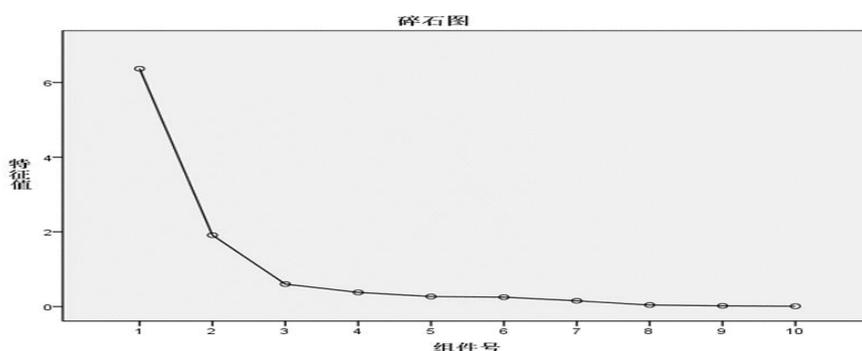


图 2 碎石图

从表4知，按照特征值大于1的提取方法共提取了2个公共因子，且这两个公共因子解释总变异的比达到了82.801%，说明这两个公共因子可以很好的反映原始数据的大部分信息。且由图1可以看出，在第二个公共因子以后特征值曲线变化迅速变慢，同样说明我们所提取的两个公共因子可以很好的解释经济新动能的变化情况。同时我们也得到旋转后的成分组件如表5³与空间组件图3：

表 5 旋转后的成分矩阵

变量	组件	
	1	2
X1	0.297	0.920
X2	0.401	0.839
X3	0.276	0.923
X4	-0.034	0.867
X5	0.942	0.133
X6	0.939	0.103
X7	0.677	0.579
X8	0.773	0.511
X9	0.839	0.125
X10	0.689	0.395

批注 [1]: 仅供参考

批注 [A2]:

批注 [A3]:

³ 在产业结构方面我们分别加入了第三产业增加值占 GDP 比重和第三产业增加值，通过因子分析发现对新动能指数的贡献率很小，故把该指标剔除。

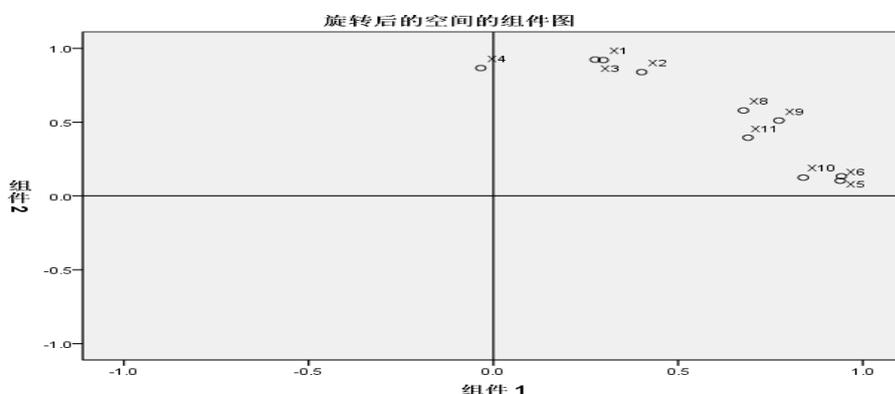


图 3 旋转后空间的组件图

结合旋转后的成分矩阵和旋转后的空间组件图可以看出，第一个公共因子主要反映了 X5、X6、X7、X8、X9、X10 的信息，而第二个公共因子主要反映了 X1、X2、X3、X4 的信息，因此可以将最终提取出来两个公因子分别命名为：消费新需求动能因子，创新动能因子。其次，根据各个因子的贡献率构建了综合指标来反映新动能的变化⁴。最后，我们根据构建的新动能指数作出了各个省份历年的新动能指数雷达图。

⁴ 综合指数： $NGEI = \frac{\lambda_1}{\lambda_1 + \lambda_2} Factor1 + \frac{\lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2} Factor2$ ， λ_1, λ_2 为旋转之后的特征根； $Factor1, Factor2$ 为公共因子。

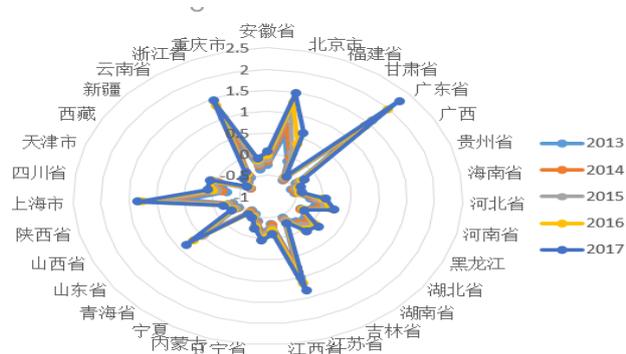


图 4 历年新动能综合指数雷达图

从图 4 可知，全国各个省份在经济运行进入新常态以来，在培育经济增长新动能领域取得了不错的成就，尤其是北京，上海，江苏，广东等这几个比较发达的地区，凭借其良好的发展环境与很强的经济实力 and 城市吸引力，新动能综合指数在全国名列前茅，在培育经济增长新动能方面也是做得最好的，在 2013 年到 2015 年间新动能指数都在 0.5-1 之间，2016, 2017 年平均在 1.3 以上，说明在经济进入新常态以来，这些地区对于新动能的培育，形成新的增长极效果显著。中部地区的河南、河北、湖南、湖北与东北地区的辽宁，西部地区的四川在新动能培育方面做的也比较不错，新动能指数均值均在 0.5 以上，但这些地区在培育新动能方面仍有很大的进步空间，在以后的发展中应结合自身实际情况，制定相关的人才引进政策，加大创新力度。而西部地区的大多数城市，如内蒙古、宁夏、西藏、新疆等在在培育新动能方面表现较差，这与其经济发展水平以及地理位置有很大的关系，在以后的发展中，应克服自身不足，充分发挥后发优势，以加快培育新动能，为经济发展增添新动力。

（二）全要素生产率实证测算与分解

本文首先采用生产函数法指数法对全国各地 2013 到 2017 年的全要素生产率绝对值进行测量，然后用 Malmquist 指数法对全要素生产率进行分解⁵，全国各地全要素生产率图 5 所示。

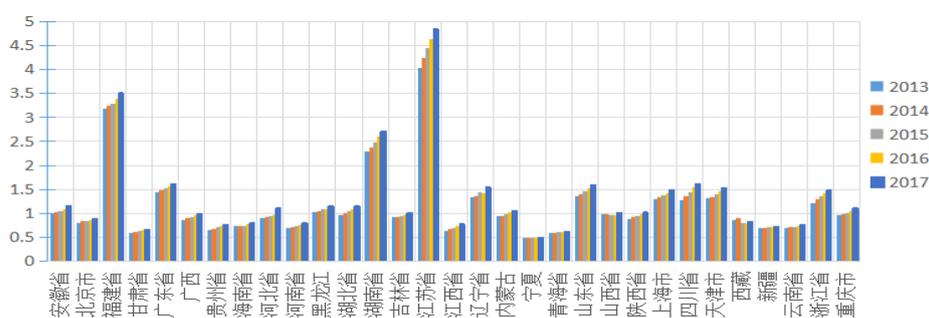


图 5 全要素生产率 (TFP)

图 5 显示，2013 到 2017 年各地区的全要素生产率呈缓慢上升趋势，全要素生产率对经济增长的贡献维持在 30% 左右，年均大约增长 0.3 个百分点。此外，不同地区的全要素生产率存在明显差别，其中江苏省的全要素生产率增幅较大，年均增长率达到了 6%，而宁夏地区的全要素生产率不仅低，还处于停滞状态，几乎没有增长。最后，通过与图 4 相比较，发现新动能指数高的地区全要素生产率也相对较高，二者之间可能存在相关关系。为了进一步分析各地区全要素生产率变化的影响因素，接下来，对全要素生产率分解指标进行分析。

⁵ 全要素生产率的测量利用 STATA14，全要素生产率的分解利用 DEAP2.0

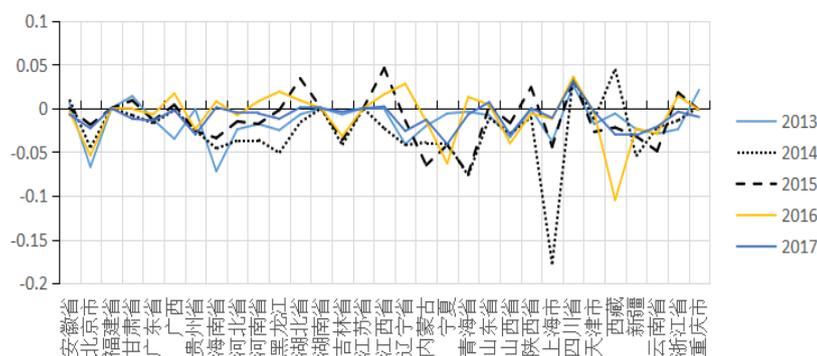


图 6 技术效率变化 (EFF)

图 6 显示的是技术效率变化情况，可以看出各个省份的技术效率整体上呈现出波动下降的趋势，其中上海市的波动幅度比较大，在 2015 年下降幅度超过 15%，东部地区和西部地区整体在一个合理的区间范围内波动变化，除了上海、西藏、新疆之外波动幅度相对较小，在-3%—4%的范围之内，中部地区和东北地区波动幅度相对大一些，在-6%—5%的范围之内。

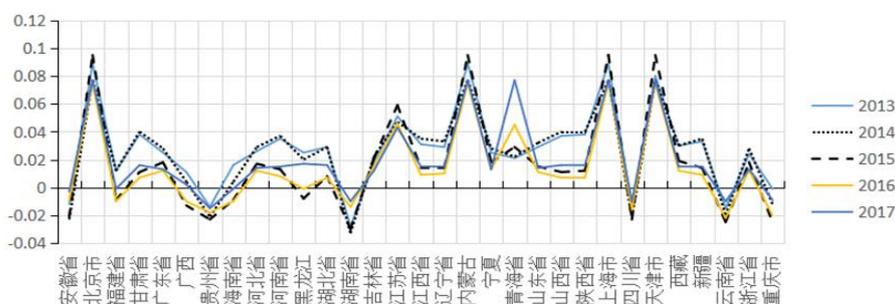


图 7 纯技术效率变化 (PECH)

图 7 显示，除安徽、贵州、湖南、云南、重庆等省份之外，其余省份的纯技术效率在 2013 到 2017 年间整体上呈现出上升趋势。但是增长速度上存在明显的差异，相对较发达的省份，纯技术效率增长速度相对较高，例如，北京、上海、天津、江苏等地区，西部地区由于政策上的支持纯技术效率增速也相对较高，如内蒙、青海等地区。中

部地区和东北地区的平均增速在 2%左右。

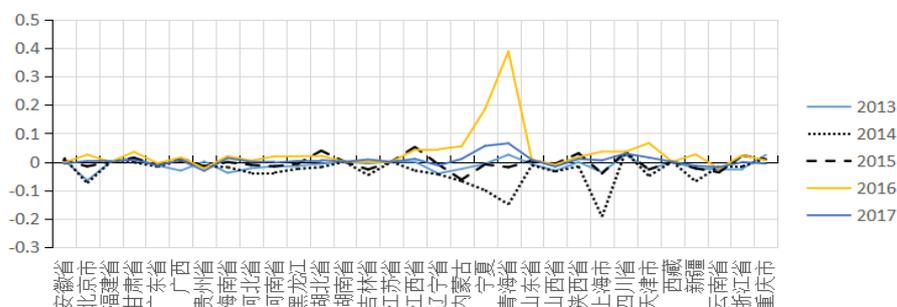


图 8 技术进步变化 (TECH)

图 8 显示，除了青海、宁夏、上海这三个省份，其余省份的技术进步呈现出围绕 0 波动的趋势，相对必较稳定，说明这些地区的技术变化比较随机，但总体上呈现缓慢上升的趋势，其中上海在 2016 年技术进步出现大幅增长，而青海、宁夏则在 2014 年出现技术进步大幅下降的结果，因此，可以总结一下这三个地区的经验教训，为全要素生产率更好、更快的提升提供事实依据。同时，这也说明技术进步具有明显的滞后性，技术的变化并不能在短时间内体现出来。

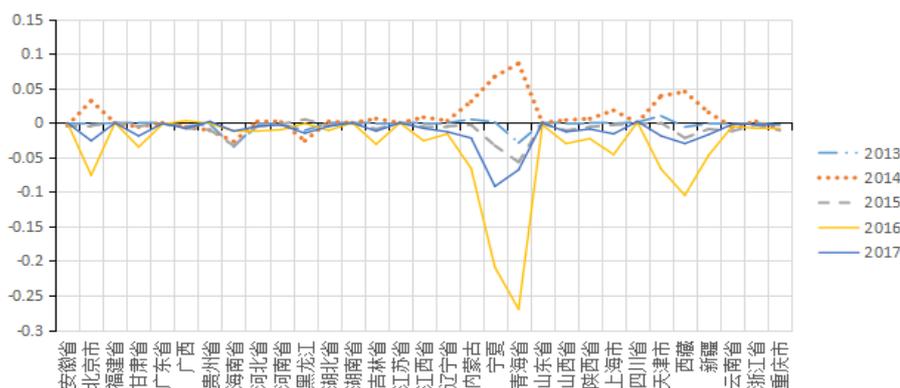


图 9 规模变化 (Sech)

图 9 显示，除北京、宁夏、青海、西藏等地区，其余省份的规模效率呈现出围绕 0 波动的趋势，且波动幅度相对比较稳定。但几乎所

有地区的规模变化总体上呈现出逐年下降趋势，其中青海、宁夏和西藏除在 2014 年呈现上升趋势之外，在其余年份均呈现下降趋势，其中 2016 年的下降幅度最大。说明这些地区应扩大规模投入，以提高前要素生产率。

（三）新动能指数对全要素生产率及其分解指标的影响

1. 新动能指数对全要素生产率的影响

培育新动能，形成新的经济增长极，是实现经济持续健康发展的有效途径。因此自中国经济发展进入新常态以来，各地区大力培养新动能以促进全要素生产率的提升，带动经济增长。本文利用构建的新动能指数 NGEI 与全要素生产率及其分解指标建立模型，由模型的识别检验可知，采用固定效应模型比随机效应模型估计效果好，因此本文在进行分析时以固定效应回归的结果为主。

为了对新动能和全要素生产率二者之间关系的稳健性进行检验，本文在回归中给出了最小二乘（OLS）、随机效应（RE）与极大似然法（MLE）回归的结果，由四种回归结果可知新动能指数对全要素生产率的影响比较稳定，结果如表 6 所示：

表 6 计量回归结果

<i>Dependent</i> <i>Variables</i>	TFP			
	OLS	FE	RE	MLE
<i>NGEI</i>	0.641*** (0.162)	0.246** (0.091)	0.251*** (0.095)	0.283*** (0.099)
<i>LnI</i>	0.281*** (0.102)	-0.503*** (0.102)	-0.306*** (0.0766)	-0.00191 (0.149)
<i>Lnk</i>	-0.169 (0.137)	0.197*** (0.057)	0.185*** (0.056)	0.145 (0.102)
<i>Constant</i>	0.0460	4.314***	2.496***	-0.104

经济新动能对全要素生产率影响测度研究

	(0.595)	(0.812)	(0.446)	(1.306)
<i>Observations</i>	155	155	155	155
<i>R-squared</i>	0.267	0.607		
<i>Number of ID</i>		31	31	31

注：*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$.

由表 6 可知,新动能指数对全要素生产率具有明显的正向促进作用,且所选的四种回归方法都支持了这个结论。在固定效应模型中,新动能指数增加 1 个单位,能够促进全要素生产率提升 0.246 个单位,这从侧面说明中国经济正由粗放式发展向高技术含量、高效率、更加节能的发展方式转变。进一步分析发现新动能指数中的 R&D 和 R&D 人员对新动能指数具有很大的影响,这说明在创新动能指数的增长更能促进全要素生产率的提升。另一方面我们也发现,劳动数量在近几年并不能促进全要素生产率的提升,甚至还具有反向作用。根据固定效应模型回归结果,劳动数量每增加一个百分点,全要素增长率就下降 0.00503,这也比较符合我国的实际国情——我国是人口大国,各个地区在保证经济发展的同时也要考虑就业问题,导致了劳动对全要素生产率产生了负向的阻碍作用。资本存量对全要素生产率依然具有正向的促进作用,因为新动能的培育离不开资金的支持,资金流入新产业领域促进了产业发展,从而促进全要素的提升。

总体来说,自中国经济进入新常态以来,经过五年的发展,国家和各个地区在培育新动能取得了显著成效。新动能的培育能够调整产业结构,促进全要素生产率的提升,促进新旧动能的转换,形成新的经济增长极。

2. 新动能指数对全要素生产率分解指标的影响

为了更进一步的研究,本文对新动能指数增长率和全要素生产率分解指标进行了回归。主要解释变量为新动能指数,为了进一步探索新动能对全要素生产率的影响,将新动能指数分为两个指标:NGEI1——代表消费动能指数,NGEI2——代表创新动能指数;控制变量依然用资本存量和劳动数量。分别对全要素生产率的四个分解指标——技术效率(Eff)、技术进步(Tech)、纯技术效率(Pech)与规模效率(Sech)进行回归,结果如下表7所示。因新动能指数对全要素生产率分解指标的回归结果不显著,本文在这里并没有显示,但并不说明新动能指数对全要素生产率的分解指标之间不存在联系。

表7 估计结果

<i>VARIABLES</i>	技术效率 Eff	技术进步 Tech	纯技术效率 Pech	规模效率 Sech
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>GNEI2</i>	-0.0329*** (0.0102)	0.0481* (0.0253)	-0.0340** (0.0170)	-0.00436 (0.0332)
<i>GNEI1</i>	0.0417*** (0.0108)	-0.0443** (0.0216)	0.0401* (0.0206)	0.000226 (0.0301)
<i>LnI</i>	0.00690 (0.00542)	-0.0388* (0.0197)	-0.0307** (0.0155)	-0.0146 (0.0244)
<i>Lnk</i>	-0.0102** (0.00518)	0.0366* (0.0180)	0.0102 (0.00758)	0.0159 (0.0197)
<i>Constant</i>	0.0132 (0.0282)	0.0534 (0.116)	0.215 (0.143)	-0.0228 (0.320)
<i>Observations</i>	155	124	124	124
<i>R-squared</i>	0.206	0.188	0.107	0.007
<i>Number of ID</i>	31	31	31	31

注:*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$.

① 新动能指数与技术效率(Eff)的关系

从表7可知,创新动能指数对技术效率有着负向作用。出现这种现象的原因可能是技术创新需要不断地实验,并且还要不断的纠错,

从而导致了技术效率的下降,消费动能指数对技术效率具有正向的促进作用,劳动对技术效率也具有正向作用但是不显著,资本对技术效率具有抑制作用。

② 新动能指数与技术进步的关系

新动能指数中的消费动能指数对技术进步存在负向作用,影响力度为-0.443%,表明消费带来的利润并不是转化为对技术的革新,可能是用来扩大规模以谋求更大的利润,通过方程(4)可以看出,消费动能指数对规模效率也有正向的促进作用,但是显著性不好。另一方面,创新动能指数对技术进步具有显著的正向促进作用,创新动能指数增加1%,能促进技术进步增加0.048%,而创新动能指数主要由R&D研发经费投入,R&D研发人员,高校毕业人数等指标构成,说明全要素生产率的提高需要有高质量的人才和资金支持。

③ 新动能指数与纯技术效率、规模效率的关系

新动能指数中的创新动能对纯技术效率具有反向抑制作用,消费动能对纯技术效率具有正向促进作用,劳动数量的增加并不能促进纯技术效率的提升,资本对纯技术效率具有正向的促进作用,但是这种作用不显著。通过方程(4)可以看出创新动能指数对规模效率的影响为负向作用,消费动能对规模效率具有正向作用,但不显著。这说明新动能对全要素生产率的影响机制并不依赖于规模效率的扩大。

五、结论与对策建议

（一）结论

（1）大部分地区的全要素生产率发展水平还是偏低，且发展不平衡问题比较突出，东部地区的全要素生产率明显高于中部地区和西部地区。东部地区的地理位置和经济发展状况以及人才引进机制确实能吸引很多优秀人才在此聚集，而这些是全要素生产率提升的必要条件。因此，中部地区和西部地区应克服自身不足，充分发挥自身优势，为全要素生产率的提升创造条件。

（2）近年来我国各个地区的新动能培育发展态势良好，但是地区发展不平衡现象依然存在。就新动能指数能言，东部地区和中部地区相对较高，西部地区和东北地区相比较低。这可能是东部地区和中部地区相对比较发达，科研投入与人才储备相对比较好，基础设施比较完善，给培育新动能提供了好的环境。

（3）新动能指数对全要素生产率具有正向的促进作用。通过新动能指数与全要素分解指标的回归发现，新动能指数中的创新动能对技术进步具有十分显著的正向促进作用，消费动能主要促进技术效率和纯技术效率的提升来促进全要素生产率的提升，资本对于全要素生产率的提升也具有显著的正向促进作用，此外，新动能指数对效率的影响不显著。

（二）对策建议

新动能对促进产业结构调整升级，提高全要素生产率，发掘经济新增长点具有显著的促进作用。因此，现阶段，采取有效的措施提升新动能指数，是国家和地方政府提升经济实力的重要途径。

（1）积极发展“互联网+”新业态

基于互联网对新动能指数的显著性提升作用，推广“互联网+”这种新业态、新模式对于建设创新型国家很有必要。因此要加快建立互联网市场负面清单制度，推进互联网立法工作，加快电子商务信用体系建设，积极营造良好的营商环境，为互联网产业的发展扫除障碍，促进数字经济的发展，进而形成新的增长极。

（2）扶持高新技术产业，改造传统产业

高新技术产业，特别是服务类高新技术产业，对于提升经济总体的创新性作用明显，有利于提升要素的配置效率，优化经济结构，提高经济体的全要素生产效率。制定战略性新兴产业发展规划，大力发展生物制药、人工智能、新能源等新兴行业，用新模式改造传统产业，提升传统产业活力，从而提高经济的创新力。

（3）提升劳动力素质

尽管劳动数量与全要素生产率之间存在负向关系，但劳动力素质对于提升新动能指数有着不可替代的作用，因此，要继续提升教育资源的投入以及对科研机构的支持力度，加快培育一批高新科技领域领军人才，扩大员工培训范围和规模。除此之外，也要做好劳动力市场

的改革工作，从供需两侧发力，提升劳动力市场的匹配度，改善劳动力市场供需结构。

（4）推进产学研深度融合，加快成果转化

新动能指数对于提升全要素生产率作用的强弱，很大一部分来自于创新成果的转化效率。因此，推进产学研深度融合，加强企业与高校、科研机构的深度合作，从而加快成果的转化，对于提升经济的全要素生产效率就很有必要。

参考文献

- [1] 郑江淮等. 中国经济增长新旧动能转换的进展评估[J]. 中国工业经济, 2018 (06): 24-42.
- [2] 李平, 付一夫等. 生产性服务业能成为中国经济高质量增长新动能吗[J]. 中国工业经济, 2017 (12): 5-21.
- [3] 赵炳新, 肖雯雯, 殷瑞瑞. 关于新动能的内涵及其启示[J]. 经济研究参考, 2018 (02): 72-76.
- [4] 肖雯雯, 赵炳新, 于振磊. “丝绸之路经济带”中国段区域协同网络核结构效应研究[J]. 经济管理, 2016(08): 29-38.
- [5] 赵炳新, 相雪梅, 张梦婕. 区域间总产出波动相互影响的网络模型[J]. 系统工程理论与实践, 2017(10): 2611-2620.
- [6] Hall, B., and J.Lerner. The Financing of R&D and Innovation[A]. Hall, B.H., and R.Nathan. Handbook of The Economics of Innovation[C]. Elsevier, 2010.
- [7] 刘岐涛, 王磊. 新旧动能转换指数测度研究[J]. 中国国情力, 2018(9): 52-54.
- [8] 张海洋, 金则杨. 中国工业 TFP 新产品动能变化研究[J]. 经济研究, 2017(09): 72-85.
- [9] 林毅夫, 任若恩. 东亚经济增长模式相关争论的再讨论[J]. 经济研究, 2007(08)
- [10] Crespi, F., and M.Pianta. Demand and Innovation in European Industries, *Economia Politica*[J]. *Journal of Analytical and Institutional Economics*, 2007, 24(1): 79-111.
- [11] 尹宽. 我国区域经济增长中全要素生产率的实证分析——基于 DEA-Malmquist 指数法[J]. 唐山学院学报, 2019, 32(01): 99-108.
- [12] 张车伟, 赵文, 王博雅. 经济转型背景下中国经济增长的新动能分析[J]. 北京工商大学学报(社会科学版), 2019, 34(03): 117-126.

- [13]周麟月. 新动能培育加速推动经济发展[J]. 现代经济信息, 2019(09):13.
- [14]陈静, 岳海鸥, 叶权慧. 发挥科技创新驱动 助力新旧动能转换[J]. 科技和产业, 2018, 18(11):58-62.
- [15]赵韵雯, 梁靓. 培育新动能与制造业高质量发展[J]. 浙江经济, 2019(09):22-23.
- [16]何玉芹, 陶良虎. 以乡村游新业态推进农业供给侧结构性改革的路径研究[J]. 武汉理工大学学报(社会科学版), 2019, 32(03):138-143.
- [17]李传江. 脱贫攻坚不确定性因素分析与新动能研究[J]. 合作经济与科技, 2019(08):180-182.
- [18]侯君邦. 以农业供给侧结构性改革培育农业农村发展新动能——基于山东省农业农村脱贫致富发展模式调查[J]. 时代经贸, 2019(08):57-59.
- [19]秦昌才. 新旧动能转换中金融体系支撑的内涵及其作用[J]. 甘肃社会科学, 2019(01):159-165.
- [20]何东, 丁灿, 徐武明, 宋宝莉. 加快提升科技创新驱动力 为成都新经济快速发展注入新动能[J]. 西部经济管理论坛, 2019, 30(01):12-25.
- [21]李佳. 新常态下我国制造业转型升级所面临的矛盾与调整方向[J]. 现代管理科学, 2018(12):57-59.
- [22]吴俊熠. 基于熵权法的云南省工业新旧动能发展评估[J]. 华北水利水电大学学报(社会科学版), 2018, 34(04):23-27.
- [23]袁航. 大数据聚集高质量发展新动能[J]. 当代贵州, 2019(19):48-49.
- [24]王海芸. 区域高质量发展视角下的新动能培育研究[J]. 科技中国, 2019(04):85-90.
- [25]. 壮大数字经济 激发城市高质量发展新动能[J]. 宁波通讯, 2019(07):22-23.
- [26]汪莉莉. 数字科技催生转型升级新动能[J]. 中国建设信息化, 2019(06):26-27.
- [27]苏京春, 许静. 论经济增长中的非竞争性要素[J]. 财政科学, 2019(03):9-18.

致谢

感谢本次统计建模过程中杨凤娟老师的悉心指导！杨老师为本文的创作提供了思路，并带领本组成员推导模型公式，在文章撰写过程中为我们提供修改意见并帮助我们修改文章不合理部分，为我们的最终成果尽心尽力。最后，也十分感谢本组成员之间密切地分工协作，共同完成了本次建模文章创作！