

技术创新对经济增长及经济结构的影响*

李卉¹, 张国庆²

(1. 江苏科技大学经济管理学院, 江苏镇江 212003; 2. 南京大学商学院, 江苏南京 210036)

摘要: 该文采用2001年-2016年省级数据分析了技术创新对经济增长及经济结构的影响关系, 研究发现: (1) 技术创新有利于经济增长, 但对不同经济结构的影响有差异; (2) 总量技术创新对第二产业的有显著的促进作用, 但对第一和第三产业的促进作用不显著; (3) 细分创新类别后发现, 发明类技术创新对第三产业有显著促进作用, 实用新型类技术创新对三类产业的促进作用不显著, 外观设计对第二产业有显著促进作用, 对其他产业的影响不显著; (4) 当前技术创新对经济的促进作用主要通过外观设计类技术创新表现出来, 发明和实用新型对经济的促进作用非常有限。

关键词: 技术创新; 技术进步; 经济增长; 经济结构

中图分类号: F061.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-2404(2018)89-0038-11

引言

改革开放以来, 中国经济在相当长的时期内保持了高速增长, 除了经济体制等制度方面的有利作用外, 充分的引进国外先进技术也是高速增长的重要原因。在当前国际经济疲软、国内经济增速下滑的状态下, 为了提高经济发展速度和质量, 努力发挥技术进步对经济增长的有利作用, 有利于进一步优化经济发展结构和促进供给侧结构性改革。中国经济目前面临的风险和挑战逐渐增加, 经济发展进入“新常态”, 进一步鼓励创新和技术进步有利于中国经济进入良性发展轨道。经济增长理论认为, 技术进步是经济继续增长的内在动力, 增加研发和创新投入等会有利于技术进步, 技术进步提高经济增长活力和效率, 而且将会影响经济增长的速度以及持续的时间, 技术进步是刺激经济发展活力和提高经济增长能力的重要途径。如何提高技术进步对经济的有利影响, 提高生产效率, 是中国经济转型过程中

应引起更多的关注。

经济增长一直是经济学研究的重要课题, 新古典经济增长理论和新经济增长理论都认为技术进步是经济增长的重要因素, 虽然资本是中国经济增长的主要来源(邱晓华等, 2006)^[1], 但技术进步在经济增长中的作用是劳动或资本无法取代的。但也有研究者(董直庆等, 2017)^[2]认为, 虽然中国资本存量增长迅速, 资本深化程度的增长率也较高, 但是其并没有带来经济的快速增长, 中国经济增长的关键因素应该是技术进步。改革开放初期, 中国人力资本水平和技术水平都较低, 当时的技术进步主要是引进国外的技术, 即便从国外引进的技术不高或者非核心技术, 该类型技术进步依然促使中国经济在较长时期内保持高速增长。随着中国经济发展水平的提高, 人力资本逐渐增加, 以及价值链上游地位的追求, 中国不断提高技术研发投入和增加科研人才培养。随着中国自主研发水平和科技水平的提高, 中国对国外引进技术的依赖水平逐渐下降, 自主研发技术对国内经济增长的贡献逐年增加。

在当前经济结构性改革的关键时期, 进一步探究技术进步对经济增长以及经济内部结构的影响, 将为未来制定相关经济促进措施以及提高经济增长效率提供有益参考。本文即从技术进步角度, 深入分析其对经济及其结构的相关影响关系, 并根据研究结论提出了相关政策建议。后文结构安排如下: 第二部分为文献评述, 第三部分为实证模型构建和数据说明, 第四部分为实证结果分析, 第五部分为稳健性分析, 第六部分为结语。

收稿日期: 2018-10-20

作者简介: 李卉, 讲师, 主要从事财税政策、宏观经济管理等方面的研究; 张国庆, 博士研究生, 主要从事发展经济学、财税政策研究等方面的研究。E-mail: lihui30502@nju.edu.cn

* 基金项目: 国家社科基金重点项目“财税制度、要素流动与中国经济增长动力研究”(项目编号: 14AZD103); 国家自然科学基金面上项目“转移支付制度与地方财政行为: 激励效应与机制重构”(项目编号: 71373150); 教育部人文科学重点研究基地2017年度重大项目“长江三角洲全面建成小康社会中的绿色发展研究”(编号: 17JJD630002)。

1 文献评述

关于经济增长应主要归因于资本积累还是技术进步这一问题的争论由来已久。古典经济学家(斯密)认为资本和劳动是经济增长的两大主要动力,而随后的一些经济学家如李嘉图和穆勒等则更强调资本在经济增长中的作用,即认为资本是经济增长的主要动力。发展经济学家提出的相关理论也认为资本在经济增长中发挥了主要作用,如(P N Rosenstein-Rodan, 1943)^[3]提出的“大推进理论”和(R Nelson, 2006)^[4]提出的“低水平均衡陷阱理论”。20世纪80年代以来,随着内生增长理论的提出及发展(P M Romer, 1986)^[5]; (R E Lucas, 1988)^[6], 技术进步及人力资本积累在经济发展中的作用受到重视。各位学者对影响经济增长的主要因素的看法有所不同,在当时以及现代经济环境下,各影响因素对经济增长的影响应该是交织在一起的,他们之间的联系可能非常密切,以至于并不能通过分割的方法具体测算各自影响的大小。尤其是技术进步和资本两者之间的相关关系更密切,可以把它们看作是一个有机的整体,技术进步需要有资本支持才能进行,资本使用中有关技术才能发挥最大的作用。

从技术进步角度研究经济增长的文献众多,有些研究认为技术进步连同其他要素条件一样,在控制其他条件不变的情况下,提高任何生产要素都可能会导致经济增长,当然也包括技术进步(J R Tybout, 2000)^[7]。关于不同国家技术进步的对比研究中发现,不同国家在技术创新和应用方面的差异,以及经济中资本存量水平的差异,会造成不同的经济增长速度,这可能是全球经济两极分化的主要原因(S Kumar 和 R R Russell, 2002)^[8]。(A M Bassi 等, 2012)^[9]和(J Van Reenen, 2011)^[10]根据美国和欧洲制造业工业的研究表明,技术进步在中期和长期对经济增长具有促进作用。

国内对技术进步与经济增长关系也有较多的关注,相关研究文献也比较多。(陈宗胜和黎德福, 2004)^[11]在二元经济框架下,通过内生化农业技术进步对东亚及中国经济“奇迹”进行解释,认为经济增长是在工业部门反哺农业部门并推动农业部门技术进步的结果,农业部门的技术进步在东亚和中国经济增长其中扮演着重要的角色。(邱晓华等, 2006)^[1]认为资本是中国经济增长的最主要动力,

而内生技术进步如产业结构升级、人力资本水平提高和制度优化等对经济增长的贡献也非常大。关于东亚经济增长奇迹的研究中,有的学者(王兵和颜鹏飞, 2007)^[12]认为技术进步是经济发散的重要原因,经济初期拥有较高人力资本水平的国家或地区的技术进步效率更高,资本积累水平被认为仍是经济趋同的最主要原因。(赵志耘等, 2007)^[13]针对中国改革开放后的经济增长是否是技术进步率低以及是否是低效的问题进行分析,研究发现,中国经济增长在设备资本中的技术进步非常显著,并且地区间经济水平差距并不意味着技术进步差距,并认为中国高投入式的经济增长并不一定是低效的。(刘伟和张辉, 2008)^[14]从技术进步和产业结构变迁角度的分析表明,产业结构对经济增长的贡献能力有不断下降的趋势,而技术进步对经济增长的贡献逐步提高,即市场化改革的作用逐步让位于技术进步作用;鉴于市场化改革的不完善,充分发挥技术进步增长作用的同时,还有进一步完善市场机制。(傅元海等, 2010)^[15]发现引进外资将生产本土化有利于技术转移,其对经济增长具有显著的正向影响,外资参与度小于技术转移对经济的促进作用,技术进步的溢出效应与内资企业的模仿学习能力有关,模仿能力越强对经济的促进作用越大。

有的研究从贸易、人口增长等角度分析技术进步对经济增长的影响。(苏志庆和陈银娥, 2014)^[16]认为对外贸易是技术进步和经济增长的重要原因,但贸易只能在一定水平上提高贸易进口国的技术和经济增长水平,其并不能帮助进口国完成反超越,超越战略的必要条件是提高自身技术创新和进步水平,而国家间的贸易保护战略会阻碍技术进步,并影响进口国的经济福利水平。(唐未兵等, 2014)^[17]认为技术创新或者技术引进只是经济增长方式转变的必要条件,其通过省级面板数据的分析表明,技术创新会降低经济增长集约化水平,而外资企业的技术溢出和模仿效应会提高经济增长集约化水平。(豆建春等, 2015)^[18]从人口增长的角度分析技术进度的经济增长效应,效率性技术进步会导致人口生育率提高,而产品创新将降低人口生育率,并认为宋代和明代的技术进步是效率性技术进步,这种技术进步提高了人口生育率,但会降低技术进步的增长效应。(何小钢和张宁, 2015)^[19]从成本视角分析了中国经济增长转型的驱动力,除了规模效应对成本

变动的影 响外,技术进步对企业生产成本变动的影 响最大,高于要素价格调整和效率提升对生产成本的影响。(苏治和徐淑丹,2015)^[20]认为,技术效率在中国经济增长中的贡献不高,技术创新有利于提高中国技术进步有效性,资本积累是垄断程度较高的行业技术效率提高的重要来源,而市场化程度较高的行业则主要依靠提高管理效率等。(董直庆等,2017)^[21]的研究发现,中国的技术进步具有显著的资本偏向特点,技术来源的差异会影响偏向性的差异,R&D和引进国外技术等偏向于资本,而购买国内技术和技术改造则更偏向于劳动,有偏向性的技术进步(偏向资本或者劳动)对经济增长的促进作用明显,没有偏向的技术进步对经济增长的促进作用不大。

综合以上研究,技术进步对经济增长的促进作用已经达成了共识,但关于技术进步对经济结构的研究的不够详尽,尤其是关于中国自主创新和技术进步对中国经济和经济结构的研究较少。本文即从此角度进行分析,以加深对 中国技术创新对经济增长影响关系的理解。

2 模型设定与数据说明

2.1 模型设定

虽然过往研究对技术创新对经济增长具有有利影响,但技术创新对经济结构的影响有待进一步补充,而且技术创新的不同内涵对经济增长的影响有何异同也需要更加深入的分析。鉴于本文的研究目的和研究重点,我们将实证模型设定为如下形式:

$$GDP_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 TEC_{it} + \beta X_{it} + \varepsilon_{it} \quad \setminus * MERGEFORMAT(1.1)$$

其中 GDP_{it} 是第 i 地区在时期 t 的国民生产总值; TEC_{it} 表示相应的技术进步指标,即 *accumulated*; X_{it} 是其他控制变量集合,包括固定资产投资(*infa0101*)、开放度(*ftec0101*)、财政支出(*gove0201*)、财政收入(*gove0223*)、城乡储蓄存款(*inco0101*)、居民消费价格指数(*pi0101*)、大专及以上学历人口数(*pop30*)、铁路里程数(*tpt0101*)、公里里程数(*tpt0103*)以及居民消费(*inco0902*)等,涵盖了影响经济增长的主要因素; ε_{it} 是随机误差项。

2.2 数据说明

本文实证分析使用了 2001 年至 2016 年 31 个省级层面的技术创新和 GDP 数据。相关数据来源

于 2001 年至 2016 年《中国统计年鉴》,为省级层面平衡面板数据,数据样本不包含台湾地区、香港地区和澳门地区的数据。本文研究将地区经济作为一个整体考虑,即利用地区 GDP 总量作为因变量,而不像其他研究中使用的人均 GDP 作为地区经济增长的代理变量。这是因为,考虑人力资本投入因素的地区经济总量与人均 GDP 具有很高的替代性,而且考虑到本文将地区技术创新作为主要解释变量,其对经济整体的影响是本文关注的重点,而且技术进步具有显著的外溢性和一定的公共性,将其变化为人均形式可能并不合适。相应的其他变量也均考虑的是地区总量形式。

本文被解释变量被设定为地区 GDP (*gdp0101*),在地区经济结构的分析中,相应的被解释变量变更为第一产业 GDP (*gdp0102*)、第二产业 GDP (*gdp0103*)和第三产业 GDP (*gdp0106*),出于估计结果汇报的考虑,我们对这些变量进行了数量转换,即扩大了变量的单位。其他解释变量和控制变量也有类似的处理。主要解释变量为地区技术创新(TEC),我们用地区专利数据(*accumulated*)作为其代理变量,专利数据主要可以分为申请、受理和授权三类,技术创新在得到相关部门认可的情况下才可作为有效的技术创新,因此,我们采用地区专利授权数表示技术创新。

在控制变量的选取上,考虑本文研究的重点和相关数据可得性,我们选取了基础设施类、经济环境类、居民需求类和人力资本投入类等四类变量。基础设施是地区经济增长的关键影响因素,基础设施类变量我们考虑了固定资产投资(*infa0101*)、铁路里程数(*tpt0101*)、公路里程数(*tpt0103*)等三个变量。经济环境类指的是地区经济发展的外部环境和政府支持力度等,包括开放度(*ftec0101*)、财政支出(*gove0201*)、财政收入(*gove0223*)。居民需求主要包括居民消费价格指数(*pi0101*)和居民消费(*inco0902*)这两类反映地区内部需求的变量。人力资本投入主要考虑的是高水平人力资本在经济中的投入,即大专及以上学历人口数(*pop30*)。除此之外,我们还控制了地区资本积累对经济的影响,并用城乡储蓄存款(*inco0101*)表示。

表 1 为相关变量的描述性统计,从数据的统计特征看,相关变量取值具有较大的变异性,这样的数据特征将有利于提高估计结果的有效性。

表 1 变量描述性统计

variable	mean	sd	min	max
gdp0101	1.271	1.349	0.015	8.085
gdp0102	1.2	1.064	0.037	4.979
gdp0103	0.606	0.656	0.003	3.511
gdp0106	0.539	0.633	0.007	4.205
accumulated	2.067	4.179	0.001	26.99
ifa0101	0.8	0.896	0.008	5.332
ftec0101	7.776	15.83	0.009	109.2
gove0201	12.61	14.99	0.061	103.9
gove0223	22.26	20.79	0.789	134.5
inco0101	0.77	0.802	0.005	5.241
pi0101	1.024	0.02	0.977	1.101
pop30	0.491	0.871	0.002	6.651
tpt0101	0.291	0.182	0.021	1.234
tpt0103	10.92	7.101	0.608	32.41
inco0902	4.443	4.768	0.051	31.13

3 模型结果分析

技术创新对经济增长的促进作用虽得到很多研究者认可,我们在下文中仍然首先验证该结论的有效性。随后分析技术创新对经济结构的影响,之后将进一步细化创新类别并分析其对经济的影响。

3.1 技术创新总计对经济增长的影响

技术创新是经济发展中不可或缺的动力源,经济直观感觉告诉我们,技术创新往往能够提高相关产品的附加值,增加产出总量,这一结论可能具有广泛的适用性,比如个体层面、区域层面甚或国家层面。实时数据以及其表达的信息能为这一直观感觉提供经验证据。表 2 汇报了技术创新对地区 GDP 影响的结果。该表中的技术创新(accumulated)变量是地区专利总授权数,包括发明、实用新型和外观设计等三类。模型 1 和模型 2 是采用 FE 固定效应模型估计的结果,其中模型 1 不包含公里里程变量和居民消费变量,模型 2 则包含所有控制变量;为和 FE 模型估计结果对比,模型 3 和模型 4 采用了最大似然估计方法(MLE)。

模型 1 至模型 4 的结果显示技术创新(accumulated)对经济增长具有显著的促进作用,随着技术创新水平的提高,经济增长水平逐渐提高。改革开放以来,中国在技术创新方面的投入逐年增加,科技进步需要的人力资本也愈加雄厚。作为经济微观元素

的企业,为了能够在市场化经济竞争中获得有利的地位,对技术创新的重视程度也逐渐提高。企业增加 R&D 投入和科技研发人员的配备,充分调动了微观经济单位创新的积极性,创新成功的企业赢得了丰厚的利润和广阔的市场资源。随着中国关于专利保护等知识产权法律制度的完善,个人或者组织可以从相关技术创新中获得相应的汇报,这进一步提高了个体或者组织参与技术创新的积极性,技术创新总量的提高最终将表现为经济总量的提高。

表 2 技术创新对 GDP 的影响

	FE 固定效应估计		MLE 估计	
	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4
accumulated	0.017** (0.01)	0.015** (0.01)	0.017*** (0.00)	0.014*** (0.00)
ifa0101	0.809*** (0.10)	0.623*** (0.07)	0.818*** (0.03)	0.643*** (0.03)
ftec0101	0.026*** (0.00)	0.014*** (0.00)	0.025*** (0.00)	0.015*** (0.00)
gove0201	0.004 (0.01)	0.014*** (0.00)	0.003 (0.00)	0.013*** (0.00)
gove0223	-0.001 (0.00)	-0.009** (0.00)	-0.002 (0.00)	-0.010*** (0.00)
inco0101	0.180** (0.09)	-0.067 (0.06)	0.222*** (0.05)	-0.043 (0.04)
pi0101	1.022*** (0.25)	0.650*** (0.16)	1.066*** (0.25)	0.644*** (0.20)
pop30	-0.003 (0.00)	0.006 (0.00)	-0.002 (0.01)	0.007 (0.00)
tpt0101	-0.046 (0.28)	0.131 (0.22)	0.128 (0.13)	0.141 (0.09)
tpt0103		0.016*** (0.00)		0.016*** (0.00)
inco0902		0.108*** (0.02)		0.109*** (0.01)
cons	-0.839*** (0.26)	-0.641*** (0.18)	-0.931*** (0.26)	-0.642*** (0.20)
sigma_u cons			0.181*** (0.03)	0.124*** (0.02)
sigma_e cons			0.097*** (0.00)	0.075*** (0.00)
N	368	368	368	368
R2_a	0.985	0.991		
F/Chi2	1738	2782	1530	1728

注:***、**和*分别表示在 1%、5%和 10%的水平下显著;括号中为稳健标准误。

其他控制变量方面,基础设施类变量总体上会促进经济增长,地区固定资产投资(infa0101)和公路里程(tpt0103)会显著促进经济增长,而铁路里程(tpt0101)对经济的促进作用不显著,这或许以为这在地区经济发展中,公路比铁路更有利于地区经济增长。固定资产投资在经济增长中具有重要作用,其为经济发展提供了必要的硬件条件,而且固定资产投资是总需求的一部分,总需求扩大会刺激经济产出的增加。经济环境类变量中,地区开放度(ftec0101)对经济的促进作用显著。政府能力变量对经济的影响在模型1和模型3中不显著,在模型2和模型4中显著性较高,但两者对经济的影响方向一致,政府财政支出(gove0201)对经济增长的影响为正,而政府财政收入(gove0223)对经济增长的影响为负。这符合一般经济学直观判断,政府财政支出是总需求的一部分,增加政府购买可以刺激经济提高产出,而政府财政收入会降低经济中其他个体的购买力,从而对经济有一定的抑制作用,因此增加财政支出以及适度的财政赤字会扩大经济产出,提高经济增长速度。

居民需求(inco0902)对经济的促进作用非常显著,而居民消费导致价格水平上涨会进一步刺激产出增加,居民消费价格指数(pi0101)的估计结果也显示了这一点。理论上来说,人力资本水平对经济增长有促进作用,但估计结果(pop30)却非常不显著,这可能意味着大专以上人口数并不能很好的反映人力资本水平,或许人口的资本存量水平才能反映。限于数据的可得性,该结论需要谨慎解读。

3.2 技术创新对经济结构的影响

技术创新对GDP的促进作用显著,但其对具体经济结构的影响有何异同,这个问题还需要进一步研究予以确认。按照传统,我们将经济产出划分为第一产业产出(即第一产业GDP)、第二产业产出(即第二产业GDP)和第三产业产出(即第三产业GDP),技术创新和技术进步对一二三产业GDP的影响是我们分析的重点。

通过式对相关数据进行估计,即得到表3的结果。我们发现,技术创新对经济结构的影响具有显著的差异,其中技术创新对第一产业GDP和第三产业GDP的影响不显著,而对第二产业GDP的影响非常显著。第二产业属于技术密集型产业,相关企业的竞争压力较大,为了能够在市场竞争中获得有

利地位,各企业只有努力进行技术创新才可能获得竞争优势,才能在激烈的市场竞争中生存下来,该结果也表明第二产业对技术进步的依赖程度更高。第二产业发展对技术进步的需求鼓励了技术创新,技术创新提升了第二产业的生产效率,提高了总产出水平。

技术进步对第一和第三产业的影响不显著,不过相关估计系数为正,可能意味着有比较弱的促进作用。第一产业主要包括农业、林业、畜牧业等,这些产业生产具有较强的自然生产性质,对技术进步的需求不高,或者技术进步所能带来的边际收益有限,无法弥补相关技术进步的成本,所以这些产业对技术进步的依赖程度较低。第三产业包括有服务业、通讯业、咨询业等,这些行业对技术进步有一定的需求,可能高于第一产业对技术进步或技术创新的需求,但其产业对资本和人力的依赖程度更突出,技术创新对产业发展的影响的重要程度较低。第一产业和第三产业一方面对技术进步的依赖度较低,第二产业技术进步的溢出效应可能已经能够满足其发展,追加技术创新投入对第一和第三产业可能并不符合效益最大化的要求。

其他控制变量方面,虽然对不同经济结构的影响有以下差异,但总体上与对经济总量GDP的影响类似。值得注意的是,政府财政支出(gove0201)和财政收入(gove0223)对经济结构的影响发生了显著变化,其中政府财政支出对第一产业和第二产业的影响显著为负,而对第三产业的影响显著为正。这说明政府财政支出对第三产业发展具有显著的促进作用,而对第一和第二产业发展又一定的抑制作用,这可能与政府经济结构调整目标有关,因为长期以来政府都在鼓励发展第三产业,以第三产业发展程度作为地区经济发展程度的衡量标准之一。政府财政支出主要花费在城市部门,也即第二产业和第三产业上,最终导致了估计结果的负向影响关系。第二产业涉及到产业结构升级的问题,节能减排和限制高投入高污染类企业发展等政策也导致政府财政支出会一定程度上阻碍第二产业发展。

表3 技术创新对经济结构的影响

因变量	第一产业 GDP		第二产业 GDP		第三产业 GDP	
	FE 估计	MLE 估计	FE 估计	MLE 估计	FE 估计	MLE 估计
accumulated	0.004 (0.02)	0.004 (0.01)	0.009** (0.00)	0.008*** (0.00)	0.003 (0.00)	0.003* (0.00)
ifa0101	0.667*** (0.09)	0.647*** (0.05)	0.429*** (0.04)	0.450*** (0.03)	0.079 (0.05)	0.081*** (0.02)
ftec0101	0.006 (0.01)	0.004 (0.00)	0.011*** (0.00)	0.012*** (0.00)	0.004 (0.00)	0.003*** (0.00)
gove0201	-0.061*** (0.01)	-0.061*** (0.01)	-0.003 (0.01)	-0.004 (0.00)	0.023*** (0.00)	0.024*** (0.00)
gove0223	0.030*** (0.01)	0.028*** (0.00)	-0.004 (0.00)	-0.005*** (0.00)	-0.007*** (0.00)	-0.007*** (0.00)
inco0101	-0.126 (0.19)	-0.107 (0.08)	-0.11 (0.09)	-0.093** (0.04)	0.0690 (0.08)	0.063** (0.02)
pi0101	1.456*** (0.41)	1.457*** (0.36)	0.561*** (0.15)	0.562*** (0.17)	-0.210*** (0.07)	-0.175 (0.12)
pop30	0.01 (0.01)	0.012 (0.01)	0.005 (0.00)	0.005 (0.00)	0.002 (0.00)	0.001 (0.00)
tpt0101	-0.239 (0.31)	0.006 (0.20)	0.158 (0.19)	0.137* (0.08)	0.079 (0.12)	0.051 (0.05)
tpt0103	0.012** (0.01)	0.014*** (0.00)	0.012*** (0.00)	0.011*** (0.00)	0.003* (0.00)	0.002* (0.00)
inco0902	0.104** (0.04)	0.119*** (0.02)	0.055* (0.03)	0.056*** (0.01)	0.049** (0.02)	0.048*** (0.01)
cons	-1.160** (0.47)	-1.249*** (0.38)	-0.597*** (0.16)	-0.595*** (0.17)	0.191*** (0.06)	0.169 (0.12)
sigma_u cons		0.330*** (0.05)		0.099*** (0.01)		0.048*** (0.01)
sigma_e cons		0.138*** (0.01)		0.065*** (0.00)		0.045*** (0.00)
N	368	368	368	368	368	368
R2_a	0.948		0.972		0.986	
F/Chi	175.2	1055	1471	1311	692.6	1567

注:***、**和*分别表示在1%、5%和10%的水平下显著;括号中为稳健标准误。

3.3 创新类别对经济增长的影响

以上对技术创新的定义为发明、实用新型和外观设计的总授权数,该变量对经济增长具有显著的影响,对经济结构的影响存在一定差异,比如对第一产业和第三产业的促进作用不显著,而对第二产业的促进作用较显著。下面我们将分别考虑发明、实用新型和外观设计对经济增长的影响。

表4汇报了发明授权数对经济及其结构的影响,我们发现发明(accumulated)对GDP的影响系数为正,但不显著。在对经济结构的影响中,对第一产业和第二产业GDP的影响不显著,而且第二产业的

分析中采用MLE方法估计的结果为负并且非常显著。对第三产业具有显著的促进作用。对于该结果,原因可能在于第一产业发展中对发明的依赖非常弱,当前的生产工具及方法已经足够,无需增加发明投入即可维持当前第一产业产出的增长,发明主要由个人完成,而且个人能力及精力有限,其发明创造的动力来自于较自由的工作环境和有创意的项目,第三产业的特点符合这些要求。而第二产业的发明需要的资本投入和人力投入非常高,而且除非是突破性的技术发明,否则无法覆盖更换机器设备或生产线的成本。

表 4 技术创新(发明)对经济极其结构的影响

因变量	GDP		第一产业		第二产业		第三产业	
	FE 估计	MLE 估计	FE 估计	MLE 估计	FE 估计	MLE 估计	FE 估计	MLE 估计
accumulated	0.063 (0.10)	0.023 (0.05)	0.009 (0.13)	-0.0002 (0.08)	-0.153 (0.09)	-0.184*** (0.04)	0.214*** (0.05)	0.218*** (0.02)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
cons	-0.576** (0.21)	-0.584*** (0.21)	-1.141** (0.46)	-1.231*** (0.37)	-0.515*** (0.17)	-0.546*** (0.17)	0.160* (0.08)	0.164 (0.11)
sigma_u cons		0.118*** (0.02)		0.329*** (0.05)		0.083*** (0.01)		0.036*** (0.01)
sigma_u cons		0.078*** (0.00)		0.138*** (0.01)		0.065*** (0.00)		0.041*** (0.00)
N	368	368	368	368	368	368	368	368
R2_a	0.991		0.948		0.973		0.988	
F/Chi2	2542	1708	156.9	1055	4414	1324	846.4	1646

注:***、**和*分别表示在1%、5%和10%的水平下显著;括号中为稳健标准误。

表5是实用新型对经济及经济结构影响的结果,我们发现实用新型无论是对经济GDP,还是对一二三产业的影响的显著程度都不高,其中第一产业采用MLE方法估计的模型中在5%的水平上显著为负,第三产业采用MLE方法估计的模型中在5%的显著水平上为正,而对第二产业的影响不显著。这说明实用新型主要通过影响第三产业来影响经

济,实用新型是在原有发明创造的基础上进行的改进,其需要一定的技术储备但又无需投入过多的研发成本,其对生产效率的改进比较有限。这种特征不适合农业等第一产业的生产,对第二产业生产的帮助不足以产生覆盖设备变更所产生的成本,所以只能通过影响第三产业而影响经济。而这种影响可能也非常有限。

表 5 技术创新(实用新型)对经济极其结构的影响

因变量	GDP		第一产业		第二产业		第三产业	
	FE 估计	MLE 估计	FE 估计	MLE 估计	FE 估计	MLE 估计	FE 估计	MLE 估计
accumulated	0.016 (0.01)	0.011 (0.01)	-0.032 (0.03)	-0.035** (0.01)	-0.0003 (0.01)	-0.004 (0.01)	0.01 (0.01)	0.011** (0.00)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
cons	-0.573*** (0.20)	-0.586*** (0.21)	-1.117** (0.44)	-1.213*** (0.37)	-0.549*** (0.18)	-0.559*** (0.18)	0.201** (0.07)	0.179 (0.12)
sigma_u cons		0.120*** (0.02)		0.321*** (0.05)		0.095*** (0.01)		0.047*** (0.01)
sigma_e cons		0.077*** (0.00)		0.137*** (0.01)		0.067*** (0.00)		0.044*** (0.00)
N	368	368	368	368	368	368	368	368
R2_a	0.991		0.948		0.971		0.986	
F/Chi2	2644	1710	289.0	1061	4335	1302	616.1	1570

注:***、**和*分别表示在1%、5%和10%的水平下显著;括号中为稳健标准误。

表6显示了外观设计对经济及其结构的影响,我们发现外观设计总授权数对GDP的影响非常显著。在具体经济结构中,其对第二产业的影响也非

常显著,对第一产业的影响显著程度不高,而对第三产业的影响则完全不显著。外观设计类的创新通过增加产品外观的美感以使市场更容易接受它,而且

这类创新一般不会发生在第三产业中,比如咨询以及服务等非标准化行业。随着社会对食品安全关注的提高,农产品等第一产业产品也对产品外观有一定的需求,能够最大程度体现出健康安全卫生等产品特征的外观设计有助于产品销售。而第二产业产

品的标准化程度较高,消费者对产品的认识首先从外观开始,拥有优秀外观设计的产品更容易进入消费者的购物车。综合来说,外观设计通过影响第二产业影响经济产出。

表 6 技术创新(外观设计)对经济结构的影响

因变量	GDP		第一产业		第二产业		第三产业	
	FE 估计	MLE 估计	FE 估计	MLE 估计	FE 估计	MLE 估计	FE 估计	MLE 估计
accumulated	0.024*** (0.01)	0.024*** (0.00)	0.018 (0.02)	0.019** (0.01)	0.019*** (0.00)	0.019*** (0.00)	0.002 (0.01)	0.001 (0.00)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
cons	-0.668*** (0.16)	-0.673*** (0.20)	-1.216** (0.47)	-1.307*** (0.37)	-0.633*** (0.16)	-0.633*** (0.17)	0.201*** (0.07)	0.179 (0.12)
sigma_u cons		0.121*** (0.02)		0.327*** (0.05)		0.097*** (0.01)		0.048*** (0.01)
sigma_e cons		0.074*** (0.00)		0.137*** (0.01)		0.064*** (0.00)		0.045*** (0.00)
N	368	368	368	368	368	368	368	368
R2_a	0.992		0.948		0.974		0.986	
F/Chi2	7314	1739	137.0	1060	1897	1329	966.5	1563

注:***、**和*分别表示在1%、5%和10%的水平下显著;括号中为稳健标准误。

综合表4、表5和表6的结果,发明和实用新型类的技术创新对第三产业的影响较显著,而外观设计类的技术创新对第二产业的影响显著。综合来说,只有外观设计对总经济产出(GDP)的影响显著,这或许说明中国技术创新目前主要指外观设计类的创新,而发明和实用新型等对总经济产出(GDP)的促进作用较小。未来应进一步鼓励发明和实用新型类的技术创新。

4 稳健性分析

前文我们采用了专利总授权数作为技术创新的代理变量对经济增长及结构的影响作用进行了分析。总授权数是有关部门根据一定标准认可的技术创新,作为稳健性分析,我们将扩展技术创新的定义,将技术创新分别表示为专利的总申请数和总受理数。下面我们分别采用专利申请数和专利受理数替换专利授权数,表7和表8汇报了相关估计结果。

从估计结果看,专利申请数(表7中accumulated)和专利受理数的估计系数有一些变化,但都对经济增长都有显著的促进作用,这与前文采用授权数估计的结果一致。在对经济结构的影响中,表7

的结果显示,专利申请数对第二产业的影响非常显著,这也与前文分析类似。虽然专利受理数对经济结构的影响不显著,但可以发现估计系数符号都为正,也与前文一致。相关控制变量的结果也显示了较高的稳健性。

专利申请数和专利受理数与专利授权数具有较高的相关性,这是采用他们作为稳健性分析的一个原因,更主要的原因是,专利申请人申请专利是否成功都将有利于其生产效率的提高,而且由于知识或者技术的外溢性,这个生产效率提高很容易在其工作环境中扩散。而且专利受理数是经过了第一轮筛选后的专利申请数,留下的专利可能代表了更高水平的技术创新,与成为专利的标准更为接近。基于以上理由,采用专利申请数和专利受理数替换专利授权数作为技术创新的代理变量是合适的。以上估计结果显示,本文模型设定是正确的,相关估计结果具有较高的稳健性。

表 7 专利申请数对经济增长及结构的影响

因变量	GDP		第一产业		第二产业		第三产业	
	FE 估计	MLE 估计	FE 估计	MLE 估计	FE 估计	MLE 估计	FE 估计	MLE 估计
accumulated	0.009*** (0.00)	0.010*** (0.00)	0.007 (0.01)	0.01 (0.01)	0.006*** (0.00)	0.007*** (0.00)	-0.001 (0.00)	0.0004 (0.00)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
cons	-0.236 (0.50)	-0.705 (0.45)	1.388 (1.71)	0.727 (1.01)	-0.249 (0.46)	-0.689* (0.40)	0.038 (0.32)	0.119 (0.33)
sigma_u cons		0.345*** (0.05)		0.499*** (0.07)		0.302*** (0.05)		0.094*** (0.01)
sigma_e cons		0.035*** (0.00)		0.082*** (0.01)		0.031*** (0.00)		0.028*** (0.00)
N	124	124	124	124	124	124	124	124
R2_a	0.985		0.812		0.916		0.971	
F/Chi2	1264	479.7	76.65	215.0	275.7	283.7	275.1	456.2

注:***、**和*分别表示在1%、5%和10%的水平下显著;括号中为稳健标准误。

表 8 专利受理数对经济增长及结构的影响

因变量	GDP		第一产业		第二产业		第三产业	
	FE 估计	MLE 估计	FE 估计	MLE 估计	FE 估计	MLE 估计	FE 估计	MLE 估计
accumulated	0.007** (0.00)	0.007*** (0.00)	0.002 (0.01)	0.003 (0.00)	0.003 (0.00)	0.003* (0.00)	0.003 (0.00)	0.003** (0.00)
控制变量	(0.03)	(0.01)	(0.04)	(0.02)	(0.03)	(0.01)	(0.02)	(0.01)
cons	-0.641*** (0.18)	-0.644*** (0.20)	-1.163** (0.46)	-1.256*** (0.38)	-0.583*** (0.17)	-0.584*** (0.18)	0.180*** (0.06)	0.161 (0.12)
sigma_u cons		0.121*** (0.02)		0.328*** (0.05)		0.097*** (0.01)		0.048*** (0.01)
sigma_e cons		0.076*** (0.00)		0.138*** (0.01)		0.066*** (0.00)		0.044*** (0.00)
N	368	368	368	368	368	368	368	368
R2_a	0.991		0.948		0.972		0.986	
F/Chi2	5262	1721	157.8	1055	4374	1304	831.7	1569

注:***、**和*分别表示在1%、5%和10%的水平下显著;括号中为稳健标准误。

5 结语

技术创新和技术进步是经济持续增长的重要驱动力,在当前经济增速减缓的背景下研究技术创新及其细分类型对经济产出及经济结构的影响具有重要的意义。本文采用2001年-2016年省级数据分析了技术创新对经济增长及经济结构的影响关系,研究发现:(1)技术创新有利于经济增长,但对不同经济结构的影响有差异;(2)总量技术创新对第二产业的有显著的促进作用,但对第一和第三产业的促进作用不显著;(3)细分创新类别后发现,发明类

技术创新对第三产业有显著促进作用,实用新型类技术创新对三类产业的促进作用不显著,外观设计对第二产业有显著促进作用,对其他产业的影响不显著;(4)当前技术创新对经济的促进作用主要通过外观设计类技术创新表现出来,发明和实用新型对经济的促进作用非常有限。稳健性分析表明以上结论具有较高的稳健性。

本文研究结论具有较强的现实意义。在中国近40年的经济高速发展过程中,虽然技术进步总体上有助于经济增长,但中国技术进步对经济增长的贡献仍然有限。与成熟经济体相比,产业结构发展不

够平衡,技术创新和技术进步的替代和互补作用没有充分发挥。据此,我们提出以下政策建议:(1)政府发挥主观引导作用,优化产业结构,改进落后生产技术,鼓励发明创造等技术创新,比如鼓励企业在制造技术中增加技术研发投入,通过政府补贴的形式控制企业综合成本,加速研究成果的产品化过程。(2)进一步加深市场化改革,加强知识产权保护力度和对侵权行为的处罚力度,改善市场环境,加强对垄断程度较高行业的监管,防止其通过市场垄断地位阻止技术进步。(3)改善技术创新的制度环境,实现技术进步从国外引进者到自主创新主体的角色转变。引进技术不能是我们领先于世界,只有不断加强自主创新才能提高中国产品的竞争力,才能使中国在国际价值链中占据上游位置。

参考文献

- [1] 邱晓华,郑京平,万东华,等. 中国经济增长动力及前景分析[J]. 经济研究,2006(5):4-12.
- [2] 董直庆,赵景,康红叶. 有偏技术进步、技术来源及其经济增长效应[J]. 东南大学学报(哲学社会科学版),2017,19(1):65-74+144.
- [3] Rosenstein-Rodan P N. Problems of Industrialisation of Eastern and South-Eastern Europe [J]. The Economic Journal,1943,53(210/211):202-211.
- [4] Nelson R. A Theory of the Low-Level Equilibrium Trap in Underdeveloped Economies [J]. American Economic Review,2006,46(5):894-908.
- [5] Romer P M. Increasing Returns and Long-Run Growth [J]. Journal of Political Economy,1986,94(5):1002-1037.
- [6] Lucas R E. On the mechanics of economic development [J]. Journal of Monetary Economics,1988,22(1):3-42.
- [7] Tybout J R. Manufacturing Firms in Developing Countries:How Well Do They Do, and Why? [J]. Journal of Economic Literature,2000,38(1):11-44.
- [8] Kumar S, Russell R R. Technological Change, Technological Catch-up, and Capital Deepening:Relative Contributions to Growth and Convergence[J]. The American Economic Review,2002,92(3):527-548.
- [9] Bassi A M, Tan Z, Mbi A. Estimating the impact of investing in a resource efficient, resilient global energy-intensive manufacturing industry[J]. Technological Forecasting and Social Change,2012,79(1):69-84.
- [10] Van Reenen J. Does competition raise productivity through improving management quality? [J]. International Journal of Industrial Organization,2011,29(3):306-316.
- [11] 陈宗胜,黎德福. 内生农业技术进步的二元经济增长模型——对“东亚奇迹”和中国经济的再解释[J]. 经济研究,2004(11):16-27.
- [12] 王兵,颜鹏飞. 技术效率、技术进步与东亚经济增长——基于 APEC 视角的实证分析[J]. 经济研究,2007(5):91-103.
- [13] 赵志耘,吕冰洋,郭庆旺,等. 资本积累与技术进步的动态融合:中国经济增长的一个典型事实[J]. 经济研究,2007(11):18-31.
- [14] 刘伟,张辉. 中国经济增长中的产业结构变迁和技术进步[J]. 经济研究,2008,43(11):4-15.
- [15] 傅元海,唐未兵,王展祥. FDI 溢出机制、技术进步路径与经济增长绩效[J]. 经济研究,2010,45(6):92-104.
- [16] 苏志庆,陈银娥. 知识贸易、技术进步与经济增长[J]. 经济研究,2014,49(8):133-145+157.
- [17] 唐未兵,傅元海,王展祥. 技术创新、技术引进与经济增长方式转变[J]. 经济研究,2014,49(7):31-43.
- [18] 豆建春,冯涛,杨建飞. 技术创新、人口增长和中国历史上的经济增长[J]. 世界经济,2015,38(7):143-164.
- [19] 何小钢,张宁. 中国经济增长转型动力之谜:技术、效率还是要素成本[J]. 世界经济,2015,38(1):25-52.
- [20] 苏治,徐淑丹. 中国技术进步与经济增长收敛性测度——基于创新与效率的视角[J]. 中国社会科学,2015(7):4-25+205.

The Influence of Technological Innovation on Economic Growth and Economic Structure

LI Hui¹, ZHANG Guoqing²

(1. School of Economics and Management, Jiangsu University of Science and Technology, Zhenjiang Jiangsu Province 212003, China;

2. School of Business, Nanjing University, Nanjing Jiangsu Province 210036, China)

Abstract: This paper analyzes the influence of technological innovation on economic growth and economic structure by using provincial data from 2001 to 2016. The results show that: (1) Technological innovation is beneficial to economic growth, but has different effects on different economic structures; (2) Total technological innovation has a significant promoting effect on the secondary industry, but not on the first and third industries. (3) After subdividing the category of innovation, it is found that the invention type of technological innovation has a significant role in promoting the tertiary industry. The technical innovation of the utility is not significant in promoting the three industries, the appearance design has a significant role in promoting the secondary industry, and the impact on other industries is not significant. (4) At present, the promotion effect of technological innovation to economy is mainly manifested through the technological innovation of appearance design, and the invention and implementation of new type of technology can be very limited in promoting the economy.

Key words: technological innovation; technological progress; economic growth; economic structure