

科技创新、产业结构升级对经济发展的实证分析

李峰¹, 李明祥², 张宇敬¹

(1. 河北金融学院 信息工程与计算机学院, 河北 保定 071051; 2. 河北金融学院 金融研究所, 河北 保定 071051)

摘要: 基于2008—2018年我国30个省份(因数据缺失, 不包括西藏和港澳台地区)的面板数据探究了科技创新和产业结构升级对各地经济发展影响的路径, 将产业结构升级作为中介变量, 并细化为产业结构高级化和产业结构合理化, 探讨科技创新在促进经济发展中的传导作用, 以及将我国分为东部、中部和西部进行区域异质性的分析。实证分析结果表明: ①科技创新和产业结构升级均能显著促进地区经济发展, 且产业结构升级在科技创新促进经济发展的过程中起到了中介变量的作用; ②东部地区科技创新对经济发展的促进作用完全是通过产业结构升级来实现的, 而西部和中部地区科技创新对经济发展的促进作用部分是通过产业结构升级来实现的; ③东部地区的中介变量产业结构高级化和产业结构合理化在科技创新促进地区经济发展的过程中表现出完全的中介效应, 中部地区的产业结构高级化表现出部分的中介效应, 产业结构合理化表现出完全的中介效应, 而西部地区的产业结构高级化和产业结构合理化均表现出部分的中介效应; ④东部地区对外开放是影响地区经济发展的重要因素, 固定资本投入对中部地区经济发展影响较大, 应继续加大固定资本投入, 而西部地区的经济发展仍然处于追赶状态, 大力赶超中东部地区经济发展, 克服地域发展不平衡是重中之重。

关键词: 科技创新; 产业结构升级; 经济发展; 中介效应; 产业结构高级化; 产业结构合理化

中图分类号: F062 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002—980X(2021)07—0001—10

一、引言

党的十九大报告中指出, 积极寻求新常态下经济增长新动力, 继续提高经济发展速度, 注重经济内涵式发展是建设现代化经济体系的重要要求。当前我国经济发展进入新常态, 经济增长速度降低, 科技创新和产业结构升级作为经济发展的新动能, 是经济长期可持续发展的重要推手, 对于我国经济发展由要素驱动向创新驱动的实现有着重要的支撑作用。创新驱动的关键在于科技创新, 可持续发展核心在于产业升级。因此, 在现如今的形势下深入探析科技创新、产业结构升级与经济的作用机理是十分必要的。梳理已有文献的研究结果发现, 关于科技创新、产业结构升级和经济发展的研究多以两两之间展开, 鲜有学者将三者基于“科技创新-产业结构升级-经济发展”的路径对三者之间的关系进行研究, 本文将在已有成果的基础之上, 探析科技创新和产业结构升级影响经济发展的传导路径, 并且实证检验产业结构升级的中介作用, 以期待更好的认识科技创新和产业结构升级对我国经济发展的内在机理, 开辟经济发展的新路径。

本文研究内容如下: ①首先阐述科技创新、产业结构升级对地区经济增长的机理, 明晰其中的传导机制; ②构建产业结构升级的中介效应模型, 实证分析科技创新、产业结构升级对地区经济增长的作用, 并检验是否存在中介效应; ③进一步将产业结构升级划分为产业结构高级化和产业结构合理化, 细致探讨中介效应的区域异质性。

二、文献综述

(一) 科技创新、产业结构升级对地区经济增长的影响作用

经济增长理论认为, 经济增长得益于科技创新水平(Romer, 1986), 科技创新水平的不断进步是实现经

收稿日期: 2020—08—26

基金项目: 河北省高校智慧金融应用技术研发中心课题“大数据背景下科技创新对经济发展影响研究”(XGZJ2021014C); 河北省教育厅青年基金项目“基于机器学习算法的海量信用卡消费数据在线分析研究”(QN2019007); 河北省教育厅重点项目“区块链背景下商业银行智能投顾研究”(ZD2019136)

作者简介: 李峰, 硕士, 河北金融学院信息工程与计算机学院讲师, 研究方向: 数量经济学、机器学习及数据挖掘等; 李明祥, 博士, 河北金融学院金融研究所副教授, 研究方向: 公钥密码学和区块链技术、大数据技术等; 张宇敬, 硕士, 河北金融学院信息工程与计算机学院教授, 研究方向: 数据挖掘、数据分析等。

济高质量增长的动力源泉(Romer, 1990),科技创新能够提高资源配置效率和利用效应,有效的组合要素搭配(上官绪明和葛斌华,2020);科技创新还能够提高要素的合作效应,提升经济发展的质量和内涵(孙祁祥和周新发,2020);最主要的是科技创新所带来的新技术和新产品实现产业结构的升级变化,助推地区经济增长(Russu,2015)。孟卫东和王清(2013)基于数据包络分析法(DEA)两步法,分析了科技创新的区域配置效率及对经济发展的影响,认为人力资本和高技术产业发展等是科技创新的重要支撑要素。高阳和程启智(2014)以山东省为例,研究了科技投入与经济增长之间的关系,认为简单的科技投入并不能显著助推经济的增长,应该转变经济发展思路,促进创新要素驱动型经济增长。王慧艳等(2019)从系统论的角度对我国30个省份(因数据缺失,不包括西藏和港澳台地区)的科技创新驱动经济发展的水平进行了测算,结论认为全国整体上科技创新驱动经济发展的绩效较低,地域间的差异也较大,东部地区明显最优。孙祁祥和周新发(2020)从科技创新与经济高质量发展角度出发,基于微观、中观和宏观三个层面,总结了科技创新与经济高质量发展之间的关系,并分别从企业、高校、产业链、价值链和国家宏观调控方面给出了建议。

结构主义认为,经济不断发展的历程实质上也是产业结构不断升级的过程,产业结构的优化升级是经济结构优化升级的核心内容(林毅夫,2011)。从产业经济学的理论分析,产业结构的演化规律一般满足:产业结构单一化到多元化直至高级化和合理化(李翔和邓峰,2018)。熊彼特(2009)认为旧产业到新产业的升级过程是产业不断升级优化的过程,随着这个过程的发展,地区经济增长水平也不断上升。郭晨和张卫东(2018)在新型城镇化的视角下研究了产业结构升级对于区域经济发展质量的影响,得出产业结构升级是区域经济发展的关键要素。陈德余等(2018)采用目标规划模型研究了产业结构升级,金融科技与区域经济的综合效应,认为产业结构升级对中部和西部省份的区域经济增长有正向影响。周建军等(2020)利用空间动态面板模型剖析了产业结构升级对经济增长的效应,认为产业结构的调整能够适度促进经济增长,但也要注意过度的服务化导致的经济结构性减速。

(二)科技创新对产业结构升级的影响作用

科技创新为产业发展带来新的活力,是产业结构调整升级的关键要素(Iammarino,2004);科技创新还能够为生产条件和生产要素重新组合,从技术上为产业结构升级提供动力(Leibenstein,1968);此外科技创新通过吸引、内化为产业集聚提供便利,促进生产效率提升,促进产业结构的升级调整(陈堂和陈光,2020)。谢婷婷和赵莺(2017)基于贝叶斯分位数模型,运用时间序列数据为样本探究了科技创新对于产业结构升级的影响效应,认为科技创新对于产业结构升级的效应呈现非线性效应,但整体上呈现促进作用。赵晓男等(2019)运用两阶段最小二乘法(2SLS)研究了科技创新与中国各层面产业结构升级的相互关系,认为我国科技创新促进产业结构升级主要表现在产出供给端。周珂和王尹君(2019)以面板门槛模型分析科技创新对产业结构升级的影响效应,认为只有到科技创新水平达到一定发展水平以后,科技创新与环境规制对产业结构升级的正向作用才会体现。刘艺璇和贺建风(2020)分别从科技资本投入和人力资本投入两方面叹息科技要素投入对产业结构升级的影响,结果显示存在区域异质性,但科技要素投入仍然是我国产业结构升级的关键因素。也有学者从产业结构高级化和产业结构合理化的角度进行分析,贾仓仓和陈绍友(2018)基于经济发展新常态,运用省际面板数据回归分析发现,科技创新对产业结构高级化有显著的推动作用。

(三)产业结构升级在科技创新对地区经济增长中的中介效应

随着学者们的认识水平提升,科技创新、产业结构升级和经济增长三者之间互相交织逐步达成共识。科技创新能够显著促进产业结构的升级,同时产业结构升级也为科技创新在生产生活中提供平台展示,充当桥梁作用,起到中介效应(李翔和邓峰,2018)。经济增长本源依赖于科技创新所影响的生产方式的积累与扩散,当出现科技创新以后,经过系统化的传播关联到其他部门,从而表现为产业结构的变化。反过来当经济发展到一定水平后,供给环境发生变化,反向要求产业结构的进一步升级(Carlisle et al,2013)。李政和杨思莹(2017)通过构建3SLS模型,构造了联立方程,得出科技创新、产业结构升级与地区经济增长之间相互依赖,相互促进,但这种相互性存在区域异质性,处理好产业结构升级的中介作用至关重要。张建刚(2018)梳理了经济发展新常态的影响要素,提出加快产业结构升级和缩小技术差距来加速经济增长的建议,特别提出对传统制造产业的智能化升级来激发经济发展新潜力。杨春宇等(2020)分析了旅游业的科技创新、产业结构升级与地区经济增长之间的关系,通过建立PSR模型的空间响应概念,实证结果表明科技创新和产业结构

创新对地区经济增长的作用是积极的,其中旅游产业升级的影响效应最大。

上述研究成果丰富,为本文的研究提供了前期基础和有益的思路,但是少有文献研究产业结构升级的中介效应的文献,科技创新促进地区经济增长的水平是否会随着地区不同而发生变化,本文接下来通过实证模型来分析产业结构转型在科技创新促进经济增长过程中的中介效应,并探讨科技创新、产业结构升级与地区经济增长之间的区域异质性。

三、研究假设

内生经济理论认为,科技创新所带来的技术进步是一个经济体经济发展的关键要素,主要表现在以下几个方面,第一,科技创新能够引导出新的生产技术,开拓新的发展动能,催生新的产业链,进而实现经济增长结构的升级优化;第二,科技创新可以进行生产要素的重组,有效降低生产要素的消耗,提升资源利用率,通过促进全要素生产率的提高而促进经济增长;第三,科技创新所产生的成功,还能有助于形成科技创新的集聚效应,促进和带动周边地区的科技创新,这样的生产成本和创新成本也就逐步降低,逐步形成以点带面,全社会的科技创新发展。对于产业结构升级来说,其对经济发展的作用主要表现为以下三个方面,第一,产业结构升级有利于生产要素的充分利用,避免浪费,提升效率,优化资源配置,进而提升经济发展;第二,产业结构升级倒逼科技创新改造现有产业继续形成新兴产业,不断促使专业化分工和产业结构高级化,进而提升经济发展。

基于上述理论,本文提出以下假设。

假设1:科技创新和产业结构升级能够显著促进经济发展(H1)。产业结构升级为科技创新落地提供了广阔的平台,有力的承载和支持了科技创新,产业结构升级也促使科技创新水平不断提升,为新兴产业提供支持。因此必须重视产业结构升级的平台作用。

假设2:产业结构升级在科技创新影响经济增长的过程中发挥中介效应(H2)。应该看到,我国东部、中部和西部地区经济发展水平不一,各地的资源和人力要素配置不一,陈培阳和朱喜钢(2012)的研究发现,中国各地区的经济发展在不同的尺度上均存在着差异性,且此种差异性有扩大的趋势,各地区的科技创新、产业结构升级和地区经济发展的关联程度也稍有不同,例如,东部的发达城市,资金充足,人才优势明显,科技创新转化渠道多效率也高,促进效应就明显,而有些省份却不能有效满足科技创新的这种需求,进而影响到地区经济发展。此外,影响经济发展的因素众多,本文选取了4个代表性控制变量为①固定资本投入(K);②城镇化水平($CITY$);③人力资本水平(HUM);④地区开放水平($OPEN$)。但随着地理位置不同,各地的政策不一,在影响地区的经济发展上效应会稍有不同。

假设3:产业结构升级的中介效应具有地区异质性(H3)。固定资本投入、城镇化水平、人力资本水平与地区开发程度在不同区域对于经济发展的表现不同。

四、指标选取与模型设计

(一)指标选取

本文的被解释变量为经济发展水平(Y),经济发展水平是国家实力和人民生活水平的重要体现内容,是宏观经济指标中调控的主要目标,学者们常用GDP、人均GDP及GDP的增长率进行衡量,考虑到本文指标全部为分数型,因此选用GDP的增长率进行衡量。

核心解释变量分别为科技创新(TI)和产业结构升级(CS)。科技创新整个过程包含了技术研发,成果应用和技术推广等几个阶段,参考揭红兰(2020)的做法,技术研发过程选择专利申请授权数与规模以上工业企业研发人员全时当量之比来表示,成果应用的过程选择新产品的销售收入与GDP之比来表示,技术推广的过程采用技术市场成交额与GDP之比进行表示,然后采用熵值法进行各个比重赋权,最后进行线性加和得到衡量科技创新的数据。产业结构升级是指一个国家经济增长的方式逐渐转变,从劳动密集型向资本和知识密集型的转变,进而提升生产效率,通常从产业结构高级化和产业结构合理化两个方面进行衡量。其中产业结构高级化(CSG)是指各要素的有效利用,反映出生产效率的提升,选取第二产业和第三产业产值之和占GDP的比例进行表示。产业结构合理化(CSH)反映各个生产要素之间的协调度,参考陈堂和陈光(2020)²²的

做法,选取改进的泰尔(*Theil*)系数进行表示,原始的泰尔系数此值介于0~1,而且值越大表明产业结构越不合理,反则反之,表示如下: $Theil = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 \frac{G_i}{G} \log[(L_i/L)] / [(G_i/G)]$,其中: G_i 表示第*i*个产业的产值, G 表示总产值, L_i 表示第*i*个产业的就业人数, L 表示总就业人数。为了表述上的方便,本文使用改进的泰尔系数来表示产业结构合理化,公式为: $CSH = 1 - Theil$,然后使用熵值法将产业结构合理化和产业结构高级化进行加权求出产业结构升级变量。

控制变量方面从以下4个角度进行选取,①固定资本投入(K),采用各省区的固定资产投资占GDP的比例进行表示;②城镇化水平($CITY$),采用年末地区城镇人口数占总人口数的比例进行表示;③人力资本水平(HUM),采用人均受教育的年时进行表示,即小学6年,初中9年,高中12年,大学专科15年,本科16年的比例进行加权然后与地区的总人数求比;④地区开放水平($OPEN$),外商的投资水平能在一定程度上反映出地区的开放程度。因此采用外商投资企业总额占地区GDP的比值进行衡量。

(二)模型建立

为了研究科技创新、产业结构升级与经济发展的关系,采用中介效应的检验方法,探析科技创新对地区经济发展的影响,以及科技创新在产业结构升级的过程中是否会出现中介效应,在有中介效应的前提下研究中介效应作用程度,此时产业结构升级就作为中介变量。综上,本文构建的实证面板数据回归模型如下:

$$Y_{i,t} = \alpha_1 Y_{i,t-1} + \alpha_2 TI_{i,t} + \alpha_3 K_{i,t} + \alpha_4 CITY_{i,t} + \alpha_5 HUM_{i,t} + \alpha_6 OPEN_{i,t} + C + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$$CS_{i,t} = \beta_1 TI_{i,t} + \beta_2 K_{i,t} + \beta_3 CITY_{i,t} + \beta_4 HUM_{i,t} + \beta_5 OPEN_{i,t} + C + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$Y_{i,t} = \gamma_1 Y_{i,t-1} + \gamma_2 TI_{i,t} + \gamma_3 CS_{i,t} + \gamma_4 K_{i,t} + \gamma_5 CITY_{i,t} + \gamma_6 HUM_{i,t} + \gamma_7 OPEN_{i,t} + C + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

其中: $\alpha_1 \sim \alpha_6$ 、 $\beta_1 \sim \beta_5$ 、 $\gamma_1 \sim \gamma_7$ 、 C 表示待解的回归系数; ε_{it} 表示随机误差; $i = 1, 2, \dots, 30$ 为地区指标,表示研究样本的我国30个省份; $t = 2008, 2009, \dots, 2018$ 为时间指标,表示研究样本取自2008—2018年的数据。

模型(1)是研究科技创新与地区经济发展之间的关系,如系数 α_2 显著且不为0,即说明科技创新与地区经济之间的关系是显著的,为后续的中介效应研究打下基础。模型(2)是研究科技创新与产业结构升级之间的关系,如系数 β_1 显著且不为0,则说明科技创新与产业结构升级之间的关系是显著的,可以进行模型(3)的实证分析。模型(3)主要是检验产业结构升级的中介效应,如系数 γ_3 显著且不为0,则说明产业结构升级在科技创新与地区经济发展之间存在中介效应,而且当系数 γ_2 不显著的时候,产业结构升级表现出完全中介效应,当系数 γ_2 显著的时候,产业结构升级表现出部分的中介效应。此外,模型(1)和模型(3)将地区经济发展的滞后一期加入解释变量中形成动态面板模型,是考虑到经济发展的连续性,能够更准确地阐释模型的机理。

由于学者们常常将产业结构升级划分为产业结构高级化和产业结构合理化,产业结构高级化指的是生产效率的提升,产业结构合理化指的是生产要素之间的协调。因此本文进一步将中介效应进行区分,分为产业结构高级化中介效应和产业结构合理化中介效应,以期得到更加准确的研究结果。此时模型(2)和模型(3)变为如下的模型:

$$CSG_{i,t} = \beta_1 TI_{i,t} + \beta_2 K_{i,t} + \beta_3 CITY_{i,t} + \beta_4 HUM_{i,t} + \beta_5 OPEN_{i,t} + C + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

$$CSH_{i,t} = \beta_1 TI_{i,t} + \beta_2 K_{i,t} + \beta_3 CITY_{i,t} + \beta_4 HUM_{i,t} + \beta_5 OPEN_{i,t} + C + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

$$Y_{i,t} = \gamma_1 Y_{i,t-1} + \gamma_2 TI_{i,t} + \gamma_3 CSG_{i,t} + \gamma_4 K_{i,t} + \gamma_5 CITY_{i,t} + \gamma_6 HUM_{i,t} + \gamma_7 OPEN_{i,t} + C + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

$$Y_{i,t} = \gamma_1 Y_{i,t-1} + \gamma_2 TI_{i,t} + \gamma_3 CSH_{i,t} + \gamma_4 K_{i,t} + \gamma_5 CITY_{i,t} + \gamma_6 HUM_{i,t} + \gamma_7 OPEN_{i,t} + C + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

同时我国幅员辽阔,各地经济发展水平存在着差异,为了验证这种差异化,本文将我国的30个省区市(因数据缺失,不包括西藏和港澳台地区)划分为东部、中部和西部地区进行区域差异性分析,其中西部地区为新疆、青海、广西、贵州、四川、内蒙古、重庆、云南、甘肃和宁夏,中部地区为黑龙江、安徽、山西、河南、湖南、海南、陕西、湖北、江西和吉林,东部地区为北京、河北、江苏、浙江、广东、辽宁、福建、上海、山东和天津。

(三)数据来源

由于西藏和港澳台地区的数据缺失,本文选取我国其他30个省级平衡面板数据为样本来源,时间截取2005—2018年,数据主要来源于《中国统计年鉴》《中国科技统计年鉴》《中国高科技产业统计年鉴》各省的统计局官网和统计年报等。各个变量的描述性统计见表1。

表1 各变量的描述性特征

变量	平均值	中位数	标准差	最小值	最大值	样本数
<i>Y</i>	0.110	0.100	0.079	-0.279	0.315	330
<i>TI</i>	0.328	0.292	0.192	0.066	1.330	330
<i>CSG</i>	0.898	0.902	0.053	0.710	0.997	330
<i>CSH</i>	0.965	0.969	0.023	0.870	1.000	330
<i>CS</i>	0.907	0.909	0.046	0.750	0.996	330
<i>K</i>	0.749	0.753	0.241	0.233	1.480	330
<i>CITY</i>	0.553	0.534	0.131	0.291	0.896	330
<i>HUM</i>	1.519	1.482	0.176	1.124	1.938	330
<i>OPEN</i>	0.373	0.198	0.454	0.048	4.694	330

五、实证检验

(一)数据的统计特征与平稳性检验

在进行模型实证分析之前,首先对数据进行平稳性检验,以免出现伪回归的现象。本文选取面板数据的LLC检验、ADF检验和PP检验三种单位根检验方式对各个变量的平稳性进行检验,结果见表2,通过表2可以看出,所有变量在滞后期为1的情形下均通过了1%的显著性检验,说明本文选取的数据是平稳可靠的,为后续的实证分析打下基础。

表2 数据的平稳性检验结果

变量	LLC 检验		ADF 检验		PP 检验		滞后期
	统计量	<i>P</i> 值	统计量	<i>P</i> 值	统计量	<i>P</i> 值	
<i>Y</i>	-16.6424	0.0000	247.917	0.0000	418.553	0.0000	1
<i>TI</i>	-4.8293	0.0000	80.4813	0.0400	148.830	0.0000	1
<i>CSG</i>	-6.9766	0.0000	124.155	0.0000	171.253	0.0000	1
<i>CSH</i>	-5.3201	0.0000	103.007	0.0005	160.348	0.0000	1
<i>CS</i>	-6.0467	0.0000	122.012	0.0000	178.716	0.0000	1
<i>K</i>	-8.8442	0.0000	115.510	0.0000	135.267	0.0000	1
<i>CITY</i>	-23.0508	0.0000	239.293	0.0000	174.223	0.0000	1
<i>HUM</i>	-14.0541	0.0000	83.7376	0.0232	130.581	0.0000	1
<i>OPEN</i>	-6.6408	0.0000	94.5389	0.0030	157.529	0.0000	1

(二)基于产业结构升级(CS)的实证分析

为了避免被解释变量滞后项的序列相关性,本文在回归的时候选择系统广义矩阵估计(sysGMM)进行模型参数估计,此法能在序列相关和随机误差项存在异方差的前提下依然得到有效的结果。此部分首先针对产业结构升级(CS)进行分析,表3~表5是依次按照东部、中部和西部进行实证后得到的结果。

表3 东部样本数据的回归结果

变量	模型(1)		模型(2)		模型(3)	
	系数	<i>Z</i> 值	系数	<i>Z</i> 值	系数	<i>Z</i> 值
<i>Y</i> (-1)	0.4703***	4.00			0.4157***	3.46
<i>TI</i>	0.0294**	3.73	0.0053*	1.66	0.0155	0.34
<i>CS</i>					0.1030*	1.73
<i>K</i>	-0.0270*	-1.52	0.1395***	5.02	-0.0010*	-1.98
<i>CITY</i>	0.0404**	3.61	0.1267***	12.23	0.2820*	1.67
<i>HUM</i>	0.0889***	4.78	0.0139**	2.37	0.1020*	1.72
<i>OPEN</i>	0.0182*	2.03	0.0028	1.41	0.0128**	2.86
<i>C</i>	0.2094	2.17	0.8320***	87.46	0.6626*	2.29

注:*Y*(-1)表示被解释变量滞后一期;*,**、***分别表示回归系数在10%、5%、1%的水平上通过显著性检验。

从表3的报告结果中可以看出,全部回归系数均通过了10%的显著性检验,说明本文数据和模型选择的正确性。在模型(1)中,科技创新的系数为正,且通过了5%的显著性检验,可以表明东部地区科技创新对于经济发展具有显著的促进作用,科技创新的系数值为0.0294,说明科技创新提高1%,东部地区的经济发展水平就会增加0.0294%。模型(2)中的科技创新系数估计值为0.0053,且通过了10%的显著性检验,即科技创新每提高1%,产业结构升级的水平就会增加0.0053%,可以得出科技创新对中介变量产业结构升级具有正向的影响作用。模型(3)中科技创新和产业结构升级的系数估计值均为正数,但是科技创新的系数没有通过

10%的显著性检验,产业结构升级的系数为0.1030,且通过了10%的显著性检验,据此可以得出判断,中介变量产业结构升级对科技创新起到了完全的中介效应。也就是解释变量科技创新对经济发展的促进作用完全是通过产业结构升级来实现的。控制变量中,固定资产投资对于经济发展起到了抑制作用,可能说明东部地区的固定资产投资设施已经日渐饱和,不再能催生出经济增长点。城镇化、人力资本水平和对外开放的回归系数均为正,说明三者仍然是经济发展中必不可少的重要因素,这其中对外开放的系数通过了5%的显著性检验,高于城镇化和人力资本水平的显著性,可以判断东部地区对外开放是影响地区经济发展的重要因素。

从表4的报告结果中可以看出,全部回归系数均通过了10%的显著性检验,说明本文数据和模型选择的正确性。在模型(1)中,科技创新的系数为正,且通过了5%的显著性检验,可以表明中部地区科技创新对于经济发展具有显著的促进作用,科技创新的系数值为0.1152,说明科技创新提高1%,中部地区的经济发展水平就会增加0.1152%。模型(2)中的科技创新系数估计值为0.0048,且通过了10%的显著性检验,即科技创新每提高1%,产业结构升级的水平就会增加0.0048%,可以得出科技创新对中介变量产业结构升级具有正向的影响作用。模型(3)中科技创新和产业结构升级的系数估计值均为正数,且科技创新的系数为0.1155,产业结构升级的系数为0.0529,均通过了5%的显著性检验,据此可以得出判断,中介变量产业结构升级对科技创新起到了部分的中介效应。也就是解释变量科技创新对经济发展促进作用部分是通过产业结构升级来实现的。控制变量中,固定资产的投资水平和人力资本水平的回归系数均为正,且均通过了10%的显著性检验,可以得出二者均对经济发展有着显著的促进作用,其中固定资产投资水平的作用与东部地区的表现相反,说明中部大部分地区的基础设施水平还有待提高,加大固定资产投资是有利于经济发展的。另外,城镇化水平的回归系数为负,且通过了5%的显著性检验,说明中部地区的城镇化水平不利于地区经济的发展,对外开放的回归系数为负,且通过了10%的显著性检验,即对外开放水平同样也不利于中部地区的经济发展,这可能是由于中部地区的外商投资存在利用中部地区的人力、资源进行劳动密集型和污染严重型的投资,一定程度上抑制了中部地区经济发展。

从表5的报告结果中可以看出,全部回归系数均通过了10%的显著性检验,说明本文数据和模型选择的正确性。在模型(1)中,科技创新的系数为正,且通过了10%的显著性检验,可以表明西部地区科技创新对于经济发展具有显著的促进作用,科技创新的系数值为0.0365,说明科技创新提高1%,西部地区的经济发展水平就会增加0.0365%。模型(2)中的科技创新系数估计值为0.0059,且通过了5%的显著性检验,即科技创新每提高1%,产业结构升级的水平就会增加0.0059%,可以得出科技创新对中介变量产业结构升级具有正向的影响作用。模型(3)中科技创新和产业结构升级的系数估计值均为正数,且科技创新的系数为0.0217,产业结构升级的系数为0.5231,均通过了10%的显著性检验,据此可以得出判断,中介变量产业结构升级对科技创新起到了部分的中介效应。也就是解释变量科技创新对经济发展的促进作用部分是通过产业结构升级来实现的。控制变量中,与东部和中部不同的是,所有的变量全部为正且通过显著性检验,说明西部地区的固定资本投入、城镇化、人力资本与对外开放均对经济发展起到了促进作用,其中固定资产的投资水平对经济发展影响最显著,且回归系数为最大,按照影响程度大小排序,接下来依次是人力资本、城镇化和对外开放,可以得出固定资本投入是影响我国西部地区经济发展的重要因素,说明我国西部地区的经济发展仍然处于追赶状态,大力赶超中东部地区经济发展,克服地域发展不平衡是重中之重。

综合表3~表5的实证结果可以看出,我国东

表4 中部样本数据的回归结果

变量	模型(1)		模型(2)		模型(3)	
	系数	Z值	系数	Z值	系数	Z值
$Y(-1)$	0.2532**	1.99			0.2541**	1.98
TI	0.1152**	1.97	0.0048*	1.84	0.1155**	1.97
CS					0.0529*	1.81
K	0.0964*	1.81	0.0015*	1.76	0.0987*	1.92
$CITY$	0.4464**	2.46	0.3037***	6.20	-0.4507**	-2.45
HUM	0.0569*	1.82	0.1003***	5.60	0.0545*	1.85
$OPEN$	-0.0148*	-1.79	-0.0099**	-2.86	-0.0118*	1.79
C	0.2661*	1.83	0.5714***	14.41	0.2261*	1.88

注: $Y(-1)$ 表示被解释变量滞后一期;*,**、***分别表示回归系数在10%、5%、1%的水平上通过显著性检验。

表5 西部样本数据的回归结果

变量	模型(1)		模型(2)		模型(3)	
	系数	Z值	系数	Z值	系数	Z值
$Y(-1)$	0.2001**	2.00			0.1639*	2.11
TI	0.0365*	1.91	0.0059**	2.12	0.0217*	1.96
CS					0.5231*	1.89
K	0.0850**	2.24	0.0135**	2.18	0.3642***	3.51
$CITY$	0.2201**	2.07	0.1946***	6.36	0.0509**	2.40
HUM	0.0643*	1.84	0.0072*	1.92	0.0897**	2.67
$OPEN$	0.0736**	1.93	0.0396***	2.58	0.0496*	1.52
C	0.1718**	2.01	0.7998***	34.39	0.2017*	1.85

注: $Y(-1)$ 表示被解释变量滞后一期;*,**、***分别表示回归系数在10%、5%、1%的水平上通过显著性检验。

部、中部、西部地区的科技创新均能够显著促进地区经济发展,验证了前文的H1,而且科技创新的回归系数西部最大,东部次之,中部最小。主要原因在于我国西部地区的科技创新水平处于初级阶段,经济发展也不充分,使得西部地区的科技创新促进经济发展效应特别明显,而东部地区的经济发展水平较高,经济发展基数大,前期的积累也较大。因此科技创新对经济发展的促进作用表现的并不是特别强劲。从表3~表5的模型(3)可以看出,产业结构升级在科技创新影响经济增长的过程中发挥中介效应,只不过中介效应的形式不同,东部地区科技创新对经济发展的促进作用完全是通过产业结构升级来实现的,而西部和中部地区科技创新对经济发展的促进作用部分是通过产业结构升级来实现的,这可能是因为东部地区科技创新较成熟,经济发展充分,科技创新与产业结构升级的结合作用能够得到充分体现,但西部和中部地区的科技创新相对落后,政策的实施上也可能会略有偏差,导致二者的融合不太充分。因此出现部分中介效应,验证了H2和H3。从控制变量的报告情况可以看出,东部地区对外开放是影响地区经济发展的重要因素,固定资本投入对中部地区经济发展影响较大,应继续加大固定资本投入,而西部地区的经济发展仍然处于追赶状态,大力赶超中部地区经济发展,克服地域发展不平衡是重中之重。

(三)基于产业结构高级化(CSG)和产业结构合理化(CSH)的实证分析

本小节将产业结构升级(CS)分类为产业结构高级化(CSG)和产业结构合理化(CSH),对东部、中部、西部地区的数据进行更加细致的回归实证分析,结果见表6~表8。

从表6基于东部地区的回归结果可以看出,模型(4)中科技创新的系数估计值为0.0044,且通过了10%的显著性检验,模型(5)中科技创新的系数估计值为0.0060,同样通过10%的显著性检验,说明科技创新能够显著促进产业结构高级化和产业结构合理化,这与表3的结果是一致的。模型(6)中产业结构高级化的系数为0.0904,说明产业结构高级化每增加1%,地区经济发展水平就会提高0.0904%,科技创新的系数为正但不显著,由此说明产业结构高级化在科技创新促进地区经济增长的过程中起到了完全的中介效应。模型(7)中产业结构合理化的系数为0.1214,说明产业结构合理化每增加1%,地区经济发展水平就会提高0.1214%。科技创新的系数为正但不显著,由此说明产业结构合理化在科技创新促进地区经济增长的过程中起到了完全的中介效应。这与表3的结果也是一致的。其中产业结构合理化系数估计值大于产业结构高级化系数估计值,说明产业结构合理化的促进作用要高于产业结构高级化,本文认为产业结构合理化是指生产要素的合理利用,而我国部分地区的生产要素存在不合理配置和浪费现象,处理好生产要素的合理配置对于促进经济发展有着重要意义,这与习近平总书记提出的“供给侧改革”要求是一致的。

从表7基于中部地区的回归结果可以看出,模型(4)中科技创新的系数估计值为0.0044,且通过了5%的显著性检验,模型(5)中科技创新的系数估计值为0.0067,通过1%的显著性检验,说明中部地区科技创新能够显著促进产业结构高级化和产业结构合理化,这与表4的结果是一致的。模型(6)中产业结构高级化的系数为0.0237,说明产业结构高级化每增加1%,地区经济发展水平就会提高0.0237%,科技创新的系数为正且通过了5%的显著性检验,由此说明产业结构高级化在科技创新促进地区经济增长的过程中起到了部分的中介效应。模型(7)中产业结构合理化的系数为0.0964,说明产业结构合理化每增加1%,地区经济发展水平就会提高0.0964%。科技创新的系数为正但不显著,由此

表6 东部样本数据的回归结果

变量	模型(4)		模型(5)		模型(6)		模型(7)	
	系数	Z值	系数	Z值	系数	Z值	系数	Z值
$Y(-1)$					0.4246***	3.54	0.4475***	3.74
TI	0.0044*	1.96	0.0060*	1.82	0.0153	1.37	0.3249	0.29
CSG					0.0904*	1.93		
CSH							0.1214**	2.82
K	0.0109***	3.16	0.0282***	6.30	0.0049*	2.02	-0.0179***	-4.86
$CITY$	0.1493***	11.65	0.0173*	1.85	0.2600**	2.50	0.0661**	2.52
HUM	0.0205***	2.82	0.0301***	3.26	0.0989**	2.58	0.0978**	3.01
$OPEN$	0.0043*	1.73	0.0039*	1.86	0.0125**	2.41	0.0205*	1.76
C	0.8040***	69.20	0.9910***	72.88	0.4751***	56.38	0.2718**	2.45

注:Y(-1)表示被解释变量滞后一期;*,**、***分别表示回归系数在10%、5%、1%的水平上通过显著性检验。

表7 中部样本数据的回归结果

变量	模型(4)		模型(5)		模型(6)		模型(7)	
	系数	Z值	系数	Z值	系数	Z值	系数	Z值
$Y(-1)$					0.2540**	1.98	0.2252*	1.72
TI	0.0044**	2.56	0.0067***	3.92	0.1154**	1.97	0.1150**	1.94
CSG					0.0237*	1.69		
CSH							0.0964	1.59
K	-0.0003	-0.03	0.0112**	2.64	-0.0974*	-1.70	-0.1061*	-1.85
$CITY$	0.3925***	6.77	-0.2252***	-7.47	0.4490**	2.44	0.4188**	2.27
HUM	0.1303***	6.13	-0.0777***	-6.97	0.0553*	1.65	0.0808*	1.82
$OPEN$	-0.0112***	-3.57	-0.0007*	2.02	0.0131*	1.58	0.0219**	2.08
C	0.4679***	9.90	1.1914***	47.03	0.2494*	1.73	0.0580*	1.79

注:Y(-1)表示被解释变量滞后一期;*,**、***分别表示回归系数在10%、5%、1%的水平上通过显著性检验。

说明产业结构合理化在科技创新促进地区经济增长的过程中起到了完全的中介效应。这与表 4 的结果不一致。其中产业结构合理化系数估计值大于产业结构高级化系数估计值,说明产业结构合理化促进地区经济发展的作用高于产业结构高级化,同样也是生产要素的合理配置原因所致。

从表 8 基于西部地区的回归结果可以看出,模型(4)中科技创新的系数估计值为 0.0102,且通过了 10% 的显著性检验,模型(5)中科技创新的系数估计值为 0.0170,通过 5% 的显著性检验,说明科技创新能够显著促进产业结构高级化和

产业结构合理化,这与表 5 的结果是一致的。模型(6)中产业结构高级化的系数为 0.0745,说明产业结构高级化每增加 1%,地区经济发展水平就会提高 0.0745%,科技创新的系数为正且通过了 10% 的显著性检验,由此说明产业结构高级化在科技创新促进地区经济增长的过程中起到了部分的中介效应。模型(7)中产业结构合理化的系数为 0.0549,说明产业结构合理化每增加 1%,地区经济发展水平就会提高 0.0549%。科技创新的系数为正且通过了 10% 的显著性检验,由此说明产业结构合理化在科技创新促进地区经济增长的过程中起到了部分的中介效应。这与表 5 的结果也是一致的。其中产业结构高级化系数估计值大于产业结构合理化系数估计值,说明产业结构高级化促进地区经济发展作用要高于产业结构合理化。

从表 6~表 8 的分析可以看出,我国东部、中部和西部地区的产业结构高级化和产业结构合理化均能够显著促进地区经济发展。但东部地区的中介变量产业结构高级化和产业结构合理化在科技创新促进地区经济发展的过程中表现出完全的中介效应,中部地区的产业结构高级化表现出部分的中介效应,产业结构合理化表现出完全的中介效应,而西部地区的产业结构高级化和产业结构合理化均表现出部分的中介效应。由此可以看出我国区域经济发展和产业结构的区域异质性,随着地区不同所表现的性质也不尽相同。对比东部、中部、西部产业结构高级化和产业结构合理化对于区域经济发展的促进作用,可以得出,东部地区产业结构高级化的影响系数最大,其次是西部,中部地区的最小;东部地区的产业结构合理化的影响系数最大,其次是中部,西部地区的最小。

六、结论

本文基于 2008—2018 年我国 30 个省份(因数据缺失,不包括西藏和港澳台地区)的面板数据探究了科技创新和产业结构升级对各地经济发展影响的路径,将产业结构升级作为中介变量并细化为产业结构高级化和产业结构合理化探讨科技创新在促进经济发展中的传导作用,以及将我国分为东部、中部和西部进行区域异质性的分析。实证分析结果表明:①科技创新和产业结构升级均能显著促进地区经济发展,且产业结构升级在科技创新促进经济发展的过程中起到了中介变量的作用;②东部地区科技创新对经济发展的促进作用完全是通过产业结构升级来实现的,而西部和中部地区科技创新对经济发展的促进作用部分是通过产业结构升级来实现的;③东部地区的中介变量产业结构高级化和产业结构合理化在科技创新促进地区经济发展的过程中表现出完全的中介效应,中部地区的产业结构高级化表现出部分的中介效应,产业结构合理化表现出完全的中介效应,而西部地区的产业结构高级化和产业结构合理化均表现出部分的中介效应;④东部地区对外开放是影响地区经济发展的重要因素,固定资本投入对中部地区经济发展影响较大,应继续加大固定资本投入,而西部地区的经济发展仍然处于追赶状态,大力赶超中部地区经济发展,克服地域发展不平衡是重中之重。

综合以上实证分析,本文认为:

(1)我国东部地区的科技创新和经济发展都相对成熟,而中西部地区的科技创新和经济发展水平还处于追赶阶段,应继续加大力度加速科技创新水平,加强中西部地区的高技术创新人才引进,建立科研院所吸引创新资源的聚集。随着近三十年科技创新水平的不断提高,各地应聚焦于以下科技创新产业,首先大力发展以 5G、物联网和人工智能为代表的信息技术产业,继续提高信息和技术流通的社会效率。其次,逐步推进新

表 8 西部样本数据的回归结果

变量	模型(4)		模型(5)		模型(6)		模型(7)	
	系数	Z 值	系数	Z 值	系数	Z 值	系数	Z 值
$Y(-1)$					0.1712*	1.66	0.1990**	1.97
TI	0.0102*	1.82	0.0170**	2.36	0.0230*	1.61	0.0375*	1.71
CSG					0.0745**	2.16		
CSH							0.0549*	1.94
K	-0.0169**	-2.22	0.0072*	1.83	-0.0964**	-2.47	-0.0844**	-2.20
$CITY$	0.2266***	5.97	0.0154*	1.74	0.3408**	2.33	0.2194**	2.05
HUM	0.0097*	1.66	0.0156*	1.86	0.0558***	5.39	0.0685*	1.69
$OPEN$	0.0485**	2.56	0.0112**	2.23	0.0516*	1.82	0.07549*	1.78
C	0.7725***	26.79	0.9851***	38.66	0.0730*	1.87	0.1122*	1.84

注: $Y(-1)$ 表示被解释变量滞后一期; *, **, *** 分别表示回归系数在 10%、5%、1% 的水平上通过显著性检验。

能源产业的发展和使用,降低社会整体的运营成本,也为子孙后代留下有限的资源。再次,加大对生命科学的支持,不断提高推动创新药发展,对生命的微观层面研究不断深入,使得各种疾病的机理和成因逐步明朗。最后,无论是高速信息传输、清洁低成本能源的获取还是对生命科学的洞察,都离不开新型材料的使用,特别是那些具有特殊微观结构的稀有金属。因此,新材料产业的科技创新也是刻不容缓。

(2)积极发挥产业结构升级的中介作用,将科技创新促进经济发展的效应最大化,进一步促进产业结构合理化和产业结构高级化协调发展,将二者的关联性进一步加强。为了实现产业结构的合理化和高级化,各地首先从政府层面统一布局,发挥引领作用,加大创新劳动力投入和创新资本投入。具体来说,第一,政府以环境营造,制度建设及资金投入引导社会资本和劳动力资源积极向高新技术新能源产业转变,促进产业结构的升级。第二,积极打通“产学研”连接渠道,加强合作,提供金融支持,为产业结构升级提供强大的技术支撑。第三,各地落实人才互通化,消除阻碍优秀人才的落户政策,加大科研人才的培养,解决后顾之忧,为产业结构升级提供强大的人才支撑。第四,制定适宜本地的环境制度政策,在兼顾效率和生存的前提下,有序迫使落后产业的退出,引导生产要素向绿色高效能产业的流动,发挥产业结构升级的倒逼作用。

(3)加大供给侧改革。东部地区的固定资产投资投入要适当收缩,防止重复和浪费,避免过度虚拟化。中西部地区的固定资产投资投入要精准施策,加大交通基础设施的投入,为经济发展提供便利。

(4)加大东部地区的对外开放,发挥“一带一路”的优势,积极融入世界发展格局。中部地区的经济发展仍不充分,在国家大力扶持的前提下,积极借鉴东部沿海地区的先进经验,摒弃失败的案例,结合自身优势大力发展。西部地区的发展水平仍有巨大空间,加强基础设施建设,大力赶超中部地区的经济发展,克服地域发展不平衡,缩小差距。对于广大的中西部地区,第一,继续推进基础设施建设,尤其是交通运输和城乡电网建设改造,为实现产业结构的升级改造打好基础。第二,在搞活经济建设的同时,也要加强生态环境建设和保护,不能重复先污染后治理的路线,积极推行天然林资源保护工程,退耕还林还草工程等。第三,加大人才建设和培养力度,提高劳动者素质,积极推出优惠的引人政策,依靠人才优势,科技进步,才有可能实现跨越式的发展。

参考文献

- [1] 陈德余, 汤勇刚, 张绍合, 2018. 产业结构转型升级、金融科技创新与区域经济发展实证分析[J]. 科技管理研究, 38(15): 105-110.
- [2] 陈培阳, 朱喜钢, 2012. 基于不同尺度的中国区域经济差异[J]. 地理学报, 67(8): 1085-1097.
- [3] 陈堂, 陈光, 2020. 科技创新对产业结构升级的空间外溢效应研究——基于省域空间面板模型的分析[J]. 云南财经大学学报, 36(1): 21-31.
- [4] 高阳, 程启智, 2014. 科技投入与经济增长关系分析——基于山东的实验[J]. 科技进步与对策, 31(21): 47-51.
- [5] 郭晨, 张卫东, 2018. 产业结构升级背景下新型城镇化建设对区域经济发展质量的影响——基于PSM-DID经验证据[J]. 产业经济研究(5): 78-88.
- [6] 贾仓仓, 陈绍友, 2018. 新常态下技术创新对产业结构转型升级的影响——基于2011—2015年省际面板数据的实证检验[J]. 科技管理研究, 38(15): 26-31.
- [7] 揭红兰, 2020. 科技金融、科技创新对区域经济发展的传导路径与实证检验[J]. 统计与决策, 36(1): 66-71.
- [8] 李翔, 邓峰, 2018. 科技创新与产业结构优化的经济增长效应研究——基于动态空间面板模型的实证分析[J]. 经济问题探索(6): 144-154.
- [9] 李政, 杨思莹, 2017. 科技创新、产业升级与经济增长: 互动机理与实证检验[J]. 吉林大学社会科学学报, 57(3): 41-52, 204-205.
- [10] 林毅夫, 2011. 新结构经济学——重构发展经济学的框架[J]. 经济学(季刊), 10(1): 1-32.
- [11] 刘艺璇, 贺建风, 2020. 科技要素投入对产业结构升级的影响——基于2005—2016年中国省际面板数据的实证研究[J]. 科技管理研究, 40(4): 173-178.
- [12] 孟卫东, 王清, 2013. 区域创新体系科技资源配置效率影响因素实证分析[J]. 统计与决策(4): 96-99.
- [13] 上官绪明, 葛斌华, 2020. 科技创新、环境规制与经济高质量发展——来自中国278个地级及以上城市的经验证据[J]. 中国人口·资源与环境, 30(6): 95-104.
- [14] 孙祁祥, 周新发, 2020. 科技创新与经济高质量发展[J]. 北京大学学报(哲学社会科学版), 57(3): 140-149.
- [15] 王慧艳, 李新运, 徐银良, 2019. 科技创新驱动我国经济高质量发展绩效评价及影响因素研究[J]. 经济学家(11): 64-74.
- [16] 谢婷婷, 赵莺, 2017. 科技创新、金融发展与产业结构升级——基于贝叶斯分位数回归的分析[J]. 科技管理研究, 37(5): 1-8.

- [17] 熊彼特, 2009. 经济发展理论[M]. 北京: 中国社会科学出版社: 74-120.
- [18] 杨春宇, 陈梅, 徐兴花, 等, 2020. 旅游科技创新、产业升级与经济增长——基于面板数据联立方程模型的研究[J]. 华侨大学学报(哲学社会科学版)(1): 45-57.
- [19] 张建刚, 2018. 论经济新常态下的增长动力之源[J]. 河北经贸大学学报, 39(3): 21-29.
- [20] 赵晓男, 代茂兵, 郭正权, 2019. 科技创新与中国产业结构升级[J]. 经济与管理研究, 40(7): 61-74.
- [21] 周建军, 孙倩倩, 鞠方, 2020. 产业结构变迁、房价波动及其经济增长效应[J]. 中国软科学: 157-168.
- [22] 周柯, 王尹君, 2019. 环境规制、科技创新与产业结构升级[J]. 工业技术经济, 38(2): 137-144.
- [23] CARLISLE S, KUNC M, JONESE, et al, 2013. Supporting innovation for tourism development through multi-stakeholder approaches: Experiences from Africa[J]. Tourism Management, 35(2): 59-69.
- [24] IAMMARINO S, 2004. The economics of innovation, new technologies and structural change[J]. Research Policy, 33(5): 841-842.
- [25] LEIBENSTEIN H, 1968. The theory of economic development: An inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle[J]. American Economic Review, 58(2): 72-83.
- [26] ROMER P M, 1986. Increasing returns and long-run growth[J]. Journal of Political Economy, 94(5): 1002-1037.
- [27] ROMER P M, 1990. Endogenous technological change[J]. Journal of Political Economy, 98(52): 71-102
- [28] RUSSU C, 2015. Structural changes produced in the romanian manufacturing industry in the last two decades[J]. Procedia Economics & Finance, 22: 323-332.

The Empirical Analysis of Technological Innovation and Industrial Structure Upgrading to Economic Development

Li Feng¹, Li Mingxiang², Zhang Yujing¹

(1. School of Information Engineering and Computer, Hebei Finance University, Baoding 071051, Hebei, China;

2. Institute of Financial Research, Hebei Finance University, Baoding 071051, Hebei, China)

Abstract: Based on 2008-2018 panel data of 30 provinces in China, the technological innovation and upgrade of industrial structure to affect the path of economic development were explored. Regarding the upgrading of industrial structure as a mediating variable and refines it into the upgrading of industrial structure and the rationalization of industrial structure, the transmission role of technological innovation in promoting economic development was discussed, and the regional heterogeneity analyzed by dividing China into the east, the middle and the west. The results show as follows. Technological innovation and industrial structure upgrading can significantly promote regional economic development, and industrial structure upgrading plays a mediating variable role in the process of technological innovation to promote economic development. The promotion effect of technological innovation on economic development in the eastern region is completely achieved through the upgrading of industrial structure, while the promotion effect of scientific and technological innovation on economic development in the western and central regions is partly achieved through the upgrading of industrial structure. For mediation variables, the optimization of the industrial structure and the rationalization of industrial structure in the eastern region show a complete intermediate-effect in the process of technological innovation to promote regional economic development. The optimization of the industrial structure in the central region shows partial mediating effect, while the rationalization of industrial structure shows complete mediating effect, while the optimization of the industrial structure and rationalization of industrial structure in the western region both show partial mediating effect. The opening up of the eastern region is an important factor affecting the economic development of the region. Fixed capital investment has a great influence on the economic development of central region. Fixed capital should continue to be increased investment. However, the economic development of the western region is still in a state of catch-up, and it is of paramount importance to catch up with the economic development of the central and eastern regions and overcome the regional development imbalance.

Keywords: technological innovation; industrial structure upgrading; economic development; the mediation effect; the optimization of industrial structure; the rationalization of industrial structure