[文章编号] 1003－4684(2025)01-0109-05

科学研究投入和高等教育发展对产业结构升级的影响研究

郑 列，黄 扬

（湖北工业大学理学院，湖北 武汉 430068）

[摘 要] 针对经济发展进入新常态背景下如何推进产业结构升级的重要命题，使用 30 个省份的面板数据分析检验科学研究投入和高等教育水平对产业结构升级的影响。研究结果表明：科学研究投入和高等教育水平对产业结构升级起促进作用。科学研究投入增加和高等教育水平的提高都能促进产业结构升级，这一促进作用在东中西部地区的程度有明显差异。为推动产业结构升级，促进产业高质量发展，在政策上应鼓励创新，推动高等教育高质量发展，并重视西部地区建设，缩小地区差异。

[关键词] 产业结构；科研投入；高等教育；面板数据

[中图分类号] F724.6 [文献标识码] A

中国经济发展新常态自 2014 年提出，标志我国经济发展进入新阶段，结构优化升级，由要素驱动、投资驱动逐渐向创新驱动转变。经济发展方式的转变与调整经济结构相辅相成且高度关联，而经济发展方式的转变则体现并依赖于产业结构升级。《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十三个五年规划的建议》提出以质量和效益为核心的产业结构升级方向，推动实现创新、高效、绿色发展。我国对于产业结构优化升级工作开展正稳步推进，2020 年我国的第三产业生产值已达 553 976.8 亿元，增长 3.5％，占国内生产总值的 54.4％，但与其他发达国家相比仍有所差距，研究产业结构升级的影响因素变得愈发重要。

产业结构指的是在国民经济中，第一、二、三产业之间的相互关联关系以及各产业所占比例关系。随着就业人口的转移，国民经济总产值中，第一、第二产业产值的比重也会随之下降，而第三产业比重则明显增加。这一过程即为产业结构升级。

科技进步是产业结构升级最直接的驱动力。一方面，科技进步将会为生产带来新工艺、技术等创新，开拓新产业与产业部门，也因此带动产业结构升级。另一方面，科技进步会使用新技术与新工艺提升原有产业技术水平，促进产品更新迭代，或是产出原本没有的全新产品，促使产业结构不断优化升级。要想加快产业结构升级，就必须增强科技创新能力，科技的进步必然需要国家地区对科学研究的投入，因此科研投入在产业结构升级的过程中扮演了重要作用。

我国发展战略从“科技兴国”到“科教兴国”，科学技术的发展同样能够通过现代教育来对社会生产产生作用。一方面，教育能有效传播科学技术，新的科学技术都是前人研究的延续。另一方面，在科学转化为生产技术的过程中，教育起到了中介的作用，将科学技术转化为生产力。教育也是科技再生产的最有效形式，科学技术的创新需要学者们的研究，而学者队伍的扩大则离不开教育的普及、发展与革新。教育水平的提升对促进产业结构升级有一定的推动作用。

围绕产业结构升级的诸多影响因素间的关系，有许多学者进行了研究和验证。LV Zuoliang 等(2021)[1]通过对海洋产业结构的研究认为技术创新对我国海洋经济转型具有重要作用。LI Lihui 等(2016)[2]认为中国技术投入更多地促进产业结构的优化而非合理化，且存在巨大地区差异。龚铁等(2013)[3]从技术创新角度出发构建了一个创新机制的产业进化模型，发现产业结构升级由技术创新提高的劳动生产力与企业物质资本节约创新共同作用下推动，后者的推动作用更为显著。林卓玲等

[收稿日期] 2023－06－13

[基金项目] 教育部人文社会科学研究规划基金项目(17YJA790098)

[第一作者] 郑 列(1963－)，男，湖北英山人，湖北工业大学教授，研究方向为应用数学，计算机应用技术。

[通信作者] 黄 扬(1997－)，男，湖北武汉人，湖北工业大学硕士研究生，研究方向为数据挖掘。

(2017)[4]比较研究了东部11省的科研机构基础研究与产业结构升级的复合系统协调度,认为产学研合作对协调调度呈负相关,科技基础设施则呈显著正相关。马宇等(2015)[5]进行动态面板实证分析得出科研投入对经济增长质量的印象显著的结论。陈文翔等(2017)[6]发现自主创新能促进产业结构升级与均衡发展,技术引进则对产业结构升级有负向影响,但是引进外国的先进技术能间接促进我国产业结构的合理化。王海兰等(2016)[7]研究发现高校科研经费投入对经济增长具有促进作用,在东部、中部西部各地区中,对产业结构升级的带动作用主要体现在第二产业上,而对第三产业的作用较小,这一现象在中部地区尤为明显。马力(2017)[8]发现高等教育结构对于第一产业结构比例的下降呈现促进作用,但与第二、第三产业结构比例呈现弱负相关,高等教育需要向普及化阶段过渡才能充分发挥高等教育结构对第三产业为主导的产业结构的作用。刘智勇等(2018)[9]研究发现人力资本结构高级化对推动经济增长起到了重要的促进作用,且能较好解释东中西部地区差距。

通过对文献的梳理可以发现,科研投入和教育水平与产业结构升级具有密切联系。由于区域经济要向上发展,而一个国家或者地区主要通过产业结构升级的手段来实现经济向上发展的目标。

产业结构的调整升级需要生产要素的匹配,科学技术是第一生产力,科技进步在社会财富增长中发挥重要作用,加大科研投入,解放科技生产力,能够促进经济高质量发展,有效助力产业结构优化升级。国家与地区的科技水平很大程度取决于其科学研究投入,同时,仅有经济投入是不够的,高水平人才也是其重要组成部分,科技进步离不开教育发展带来的人才、劳动力素质的提高。教育、科技虽分属与不同的部门,但二者之间深度关联、相互依存又相互作用,共同推动产业结构升级。

综上所述,本研究提出以下假设并进行实证检验:

H1:我国科学研究投入和高等教育发展能促进产业结构高度化。

H2:我国科学研究投入和高等教育发展能促进产业结构合理化。

H3:我国科学研究投入与高等教育发展在不同区域对产业结构高度化和合理化的影响不同。

1 变量选取、数据说明与模型设计

1.1 变量选取

产业结构升级可由产业结构高度化与产业结构合理化两个维度来进行研究。产业结构合理化指的是在解决再生产过程中比例不平衡的问题后,产业结构从不合理到合理逐渐发展的过程。改变不合理的产业结构中有关变量,对各产业间与各产业内部的资源进行统筹调配,实现生产要素的合理配置与有效利用,促进经济协调且稳定发展。产业结构高度化往往在产业结构合理化的基础上发展,指的是随着科技创新与技术突破,产业结构水平从低到高的转变过程。

为探究科学研究投入高等教育发展与对产业结构升级的影响,本文选取了产业结构高度化系数(SU)、产业结构合理化系数(TL)作为被解释变量,科学研究投入水平(SR)和高等教育发展水平(DL)为解释变量。另外引入控制变量使模型更加合理和有说服力,引入的控制变量有经济发展水平(ED)、政府干预能力(GI)、交通条件(TC).各变量解释如下:

1)产业结构高度化系数(SU)。根据配第-克拉克定律,各产业间收入在经济发展过程中存在相对差异,人们总会由低收入产业向高收入产业移动。第一产业国民收入和劳动力的相对比重逐渐下降,第二、第三产业国民收入和劳动力的相对比重上升,使产业结构由较低水平逐渐向较高水平转变。因此从第一、第二、第三产业各自产值在所有产值中所占比例可用来衡量产业结构的高度化,计算方式如下:

$$SU_{i,t}=\sum_{n=1}^{3}y_{i,t,n}\times n,n=1,2,3 \tag{1}$$

其中,$y_{i,t,n}$ 表示在 i 地区 t 时期的第 n 产业在该地区生产总值的比重。$SU_{i,t}$ 的值在1~3之间,其值越低表明产业结构的层次越低,反之则越高。

2)产业结构合理化系数(TL)。在产业结构升级的过程中,产业间的协调和相互作用能使产业结构整体更高质量运行,合理的产业结构能更有效配置与利用资源。泰尔指数反应了产业间的协调程度,可用来度量要素投入结构和产出结构耦合程度。本文选取泰尔指数作为评价产业结构合理化系数的指标,计算方式如下:

$$TL_{i,t}=\sum_{n=1}^{3}y_{i,t,n}\times\ln\frac{y_{i,t,n}}{e_{i,t,n}},n=1,2,3 \tag{2}$$

其中,$y_{i,t,n}$ 同式(1),$e_{i,t,n}$ 表示在 i 地区 t 时期从事第 n 产业的就业人员数在该地区总就业人员数的比重。$TL_{i,t}$ 的值在0~1之间,泰尔指数为0时说明产业结构处于最合理的均衡状态,值越大则表示产业结构越不均衡且不合理。

3)科学研究投入水平(SR)。本文选取规模以上工业企业R&D经费与R&D人员之比计算得到的人均R&D经费衡量科学研究投入水平。研究与

试验发展(R&D)活动是指为增加知识存量与设计已有知识的新应用而进行的创造性、系统性工作，包括基础研究、应用研究和试验发展，R&D 经费可以看出一个地区政府和地方企业对科学研究的重视程度。

4)高等教育发展水平(DL)。本文选取每十万人口高等学校平均在校生数作为衡量当地高等教育发展水平的指标。高等教育发展水平是国家发展水平和潜力的重要标志，能够为社会生产培养优秀人才。地区的高等教育发展水平反映了当地培养高质量人才的能力与潜力。

5)政府干预能力(GI)。本文选取政府财政支出衡量政府干预能力。政府在产业结构升级过程中扮演了重要的角色，通过政府干预可以完善规范市场，支持新产业的发展。

6)交通条件(TC)。本文选取各省公路里程与全国公路总里程的比值衡量交通条件。产业发展要注重因地制宜，否则会无端消大量耗财力物力。我国不同地区的交通条件区别较大，部分产业发展受当地交通条件影响。

对主要变量进行对数处理，主要变量的描述性统计如表 1 所示。

表 1　描述性统计

变量	样本量	最小值	最大值	平均值	标准差	中位数
ln SU	300	0.773	1.042	0.863	0.053	0.859
ln TL	300	−4.841	−0.253	−1.972	0 .889	−1.796
ln SR	300	3.051	4.543	3.704	0.273	3.707
ln DL	300	6.9867	8.633	7.837	0 .285	7.799

1.2　数据说明

考虑数据可得性，本文以中国 30 个省份(不包括西藏自治区、香港、澳门和台湾)2011－2020 年的相关面板数据为样本，所有数据均来源于 2012－2021 年《中国统计年鉴》和各省(自治区、直辖市)统计年鉴或通过此计算所得。

1.3　模型设计

为探究科学研究投入与高等教育发展对产业结构升级高度化的影响，构建以下模型 1：

$$\ln SU_{i,t} = \alpha_0 + \beta_1 \ln SR_{i,t} + \beta_2 \ln DL_{i,t} + \beta_3 \ln controls_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

其中，i 表示地区，t 表示年份，controls 表示控制变量，α_0 表示特定截面效应，ε 表示随机误差项。

为探究科学研究投入与高等教育发展对产业结构升级合理化的影响，构建以下模型 2：

$$\ln TL_{i,t} = \alpha_0 + \beta_1 \ln SR_{i,t} + \beta_2 \ln DL_{i,t} + \beta_3 \ln controls_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (4)$$

变量同模型 1。

2　实证结果分析

2.1　产业结构高度化与合理化

对于该面板数据，根据豪斯曼检验结果，选择固定效应模型进行面板回归分析，表 2 展示了科学研究投入与高等教育发展及其交互作用对产业结构高度化系数 SU 与产业结构合理化系数 TL 的回归结果。

表 2　科学研究投入与高等教育发展对产业结构高度化与合理化系数的回归结果

	模型 1	模型 2
截距	0.366***(3.75)	13.498***(10.45)
ln SR	0.052***(8.12)	−0.2445***(−2.87)
ln DL	0.032***(2.40)	−1.813***(−10.32)
GI	0.000***(6.72)	−0.000***(1.447)
TC	0.552*(1.90)	−4.937(−0.628)
R^2	0.6780	0.6392
F	24.35	60.09

*、**、*** 分别表示在 10%、5%和 1%的水平上显著，下同。

由模型 1 可以看出，科学研究投入(SR)和高等教育发展水平(DL)对产业结构高度化系数(SU)的回归结果呈现出 0.01 水平的显著性，且回归系数大于 0，说明科学研究投入和高等教育水平的提升有利于推进产业结构高度化，假设 1 得到验证。

模型 2 中科学研究投入(SR)和高等教育发展水平(DL)对产业结构合理化系数(TL)的回归结果呈现出 0.01 水平的显著性，且科学研究投入(SR)与高等教育发展水平(DL)的回归系数均小于 0，说明随着科学研究投入和高等教育水平的增加，泰尔指数会逐渐降低，而泰尔指数反应了产业间的协调程度，是一个 0～1 的数，lnTL 越小泰尔指数越靠近 0，表明产业间越协调，产业结构越合理。因此科学研究投入和高等教育水平能促进产业结构合理化，假设 2 得到验证。

随着经济的发展，我国经济进入高质量发展阶段，经济增长方式由要素驱动转变为创新驱动，人民的物质文化需求逐渐多样化，产业不断进一步细分和出新，产业之间有更多关联，促进产业结构合理化。新产业体系建设离不开创新与技术突破，高校作为培养人才、科研创新的重地，在产业结构升级的过程中扮演了重要的作用，是创新驱动发展的重要基础。

2.2　东部、中部、西部影响差异

我国大陆区域整体可划分为东部、中部、西部三大经济地区，由于地理位置与经济发展的不同有着各自的发展特点。假设 3 对不同区域间的影响差异

提出了假设，表3和表4展示了三大经济地区中科学研究投入与高等教育发展对产业结构高度化与合理化的回归结果。

表3 分东部、中部、西部科学研究投入与高等教育发展对产业结构高度化系数的回归结果

变量	lnSU		
	东部	中部	西部
截距	0.208***	0.740***	0.743***
	(0.98)	(2.55)	(5.00)
lnSR	0.052***	0.020*	0.057***
	(4.62)	(1.70)	(4.70)
lnDL	0.059***	−0.015	−0.024
	(2.15)	(−0.44)	(−1.17)
GI	0.006***	0.000***	0.001***
	(2.86)	(5.98)	(4.38)
TC	0.164	1.343	0.614
	(0.44)	(1.49)	(1.26)
R^2	0.6471	0.7687	0.7456
F	28.66	15.17	22.34

表4 分东部、中部、西部科学研究投入与高等教育发展对产业结构合理化系数的回归结果

变量	lnSU		
	东部	中部	西部
截距	10.596***	9.215***	19.819***
	(3.00)	(2.82)	(10.53)
lnSR	0.165*	−0.367***	−0.594***
	(0.88)	(−2.72)	(−3.88)
lnDL	−1.684***	−1.104***	−2.480***
	(−3.73)	(−2.84)	(−9.43)
GI	−0.001***	−0.000*	0.000***
	(−3.26)	(−1.86)	(2.70)
TC	−5.684	−14.756	−6.955
	(−0.91)	(−1.45)	(−1.13)
R^2	0.4975	0.676	0.7988
F	26.98	47.13	36.21

在表3、表4中，从产业结构高度化维度看，科学研究投入(SR)在东部与西部对产业结构高度化系数在0.01水平下显著，且回归系数大于0，呈现正相关关系，在中部地区不显著，高等教育发展水平(DL)对产业结构高度化系数在东部呈显著正相关，在中部与西部地区不显著。从产业结构合理化维度看，科学研究投入(SR)对产业结构合理化系数显著，但在东部地区与产业结构合理化系数呈正相关，即科学研究投入的增加会提高产业合理化，在中部与西部则相反，这一与预期不符的现象可能是由科技效益的滞后性导致的。科研投资需要通过多个环节才能产业化，而技术知识也需要一个积累的过程。高等教育发展水平(DL)在三个地区都与产业结构合理化系数显著相关，且均为显著负相关，在三个地区高等教育发展水平的提高并不能促进产业结构合理化。由此可见东、中、西部地区科学研究投入与高等教育发展对产业结构高度化和合理化的影响效果不同，假设3得到验证。

3 结论与建议

3.1 结论

本文使用了30个省份的面板数据对科学研究投入和高等教育水平对产业结构升级的影响进行了理论探讨并建立模型，从产业结构高度化和产业结构合理化两个维度对产业结构升级进行分析。主要研究结论如下：

第一，科学研究投入和高等教育水平对推动产业结构升级有重要作用。具体来说，科学研究投入的增加和高等教育水平的提高都能促进产业结构高度化和产业结构合理化。加大科研投入，解放科技生产力，能够促进经济高质量发展，有效助力产业结构优化升级。在科研过程中，“人”的作用愈发重要，高等教育能够培养人才，为社会高效服务，并且承担着科学研究的职能。通过教育不仅可以对以往的科学技术成果进行继承、传递，还可以发展新的科学技术，开创新的科学领域，以此影响产业结构升级。

第二，科学研究投入与高等教育发展在不同区域上对产业结构高度化和合理化的影响不同，着重体现在东部与西部地区的差异性上。科学研究投入与高等教育发展水平对产业结构在不同地区间的差异性在东部和西部之间尤为明显，这是因为东部与西部的地理条件与人文条件差异较大。科研投入方面，东部地区有大量企业R&D投入，企业R&D转化率要高于高校和科研机构R&D转化率，而西部地区的R&D投入主要由政府主导的高校和科研机构投入，企业R&D投入力度不足。教育方面，西部地区的人才安置能力远低于东部地区，西部地区生源的大学毕业生回到本地的比例较低，西部地区的高等学校培养的人才往往会流失进入东部地区。

3.2 建议

1)我国的制造业规模和技术水平在经过了长期的积累后都得到了显著的提高，在继续发展的道路上应当继续强化研发设计能力，进一步提高制造业的技术水平，鼓励新工艺、新技术的应用，为创新型中小企业提供便利。加大科学研究投入力度，鼓励产品研发和技术革新，突破技术封锁，强化核心竞争能力，抓住新兴产业发展的主动权。

2)继续推动高等教育高质量发展，注重挖掘内在潜力、激发内部活力，提升教育内部要素的效率，注重资源配置模式的改革优化，强调特色与优势发展。鼓励高等教育人才创新实践，加强高校与创新

型企业的对接联系,将现实生产需求、市场需求转化为高校实验室的攻关课题。

3)重视西部地区城市化建设,发展地区经济,缩小东西部地区差距,由政府给予一定财政支持,完善公路铁路等交通条件为东部产业投资向西部转移创造良好环境;开放投资领域,通过市场手段吸引投资,充分利用西部生态资源优势推动经济绿色高质量发展。

[参 考 文 献]

[1] LV Z L, ZHOU J X. The coupling evaluation model of marine industrial structure and scientific and technological innovation in shandong province[J]. E3S Web of Conferences,2021,235:02018.

[2] LI L H, WEN T, WANG X H, et al. The transformation of the Chinese economic development mode promoted by science and technological input[J]. International Journal of Economic Theory and Application, 2016,3(02):26-39.

[3] 龚轶,顾高翔,刘昌新,等.技术创新推动下的中国产业结构进化[J].科学学研究,2013,31(08):1252-1259.

[4] 林卓玲,梁剑莹,林可全.科研机构基础研究与产业结构升级协调度研究:以东部 11 省(市)为例[J].科技管理研究,2017,37(08):112-118.

[5] 马宇,程道金,张卉.科研投入对经济增长质量影响的实证分析[J].云南财经大学学报,2015,31(02):45-52.

[6] 陈文翔,周明生.自主创新、技术引进与产业结构升级:基于外部性视角的省级面板数据的实证分析[J].云南财经大学学报,2017,33(04):34-44.

[7] 王海兰,李燕飞,梁燕,等.高校科研经费投入与区域经济增长:基于产学研视角的分析[J].科技管理研究,2016,36(04):107-112.

[8] 马力. 高等教育结构与就业结构、产业结构关联性研究[D].北京:首都经济贸易大学,2016.

[9] 刘智勇,李海峥,胡永远,等.人力资本结构高级化与经济增长:兼论东中西部地区差距的形成和缩小[J].经济研究,2018,53(03):50-63.

[10] 甘劲燕.人力资本对产业结构升级的影响:基于省际面板数据的研究[J].价值工程,2019,38(20):59-61.

[11] 李国超. 区域高等教育与经济质量关系研究[D].广州:华南理工大学,2015.

Research on the Impact of Scientific Research Investment and Higher Education Development on Industrial Structure Upgrading

ZHENG Lie, HUANG Yang

(*School of Science, Hubei Univ. of Tech., Wuhan* 430068, *China*)

Abstract: In the context of China's economic development entering the New normal, how to promote the upgrading of industrial structure has become an important topic of China's modernization. This paper uses Panel data from 30 provinces to analyze and test the impact of scientific research investment and higher education level on industrial structure upgrading. The research results indicate that scientific research investment and higher education level play a promoting role in the upgrading of industrial structure. The increase in scientific research investment and the improvement of higher education level can both promote the upgrading of industrial structure, and the degree of this promotion varies significantly in the eastern, central, and western regions. In order to promote the upgrading of industrial structure and high-quality development of industries, innovation should be encouraged in policies, high-quality development of higher education should be promoted, and attention should be paid to the construction of the western region to narrow regional differences.

Keywords: industrial structure; scientific research investment; higher education; paneldata

[责任编校:闫　品]