

人工智能对产业结构优化效应分析

——基于技术创新视角

周健军

(华东政法大学 商学院, 上海 201620)

摘要:在全球价值链重塑背景下,人工智能将会为中国攀登高端产业链提供核心动力。构建静态面板和动态面板模型实证分析人工智能对产业结构的优化效应,进一步分区域研究。结果表明:当前人工智能对产业结构合理化有阻碍效应,对产业结构高度化有促进效应,且这种效应在东、中和西部省份依次递减。进一步通过技术创新视角发现人工智能结合技术创新将推动产业结构高度化。最后基于前述分析,为中国分区域规划人工智能发展提供政策建议。

关键词:人工智能;产业结构合理化;产业结构高度化;技术创新

中图分类号:F062.9 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2021)01-0017-08

随着中国外部环境不确定性和内部人口老龄化问题,中国产业结构升级将面临新困境。传统依赖基础设施投资和人口红利拉动经济增长难以为继,这种经济增长方式使得中国处于全球产业链的底端^[1],随着人工智能技术快速发展背景下工业智能技术将会为产业结构优化注入新活力,为促进中国向高端产业链迈进提供坚实基础。人工智能正在蓬勃发展^①,数据估算表明在 2015 至 2020 年,全球人工智能年均增长为 26.2%,而中国人工智能年均增长为 44.5%^②。研究人工智能对产业结构优化具体作用,将对经济高质量发展有重要意义。人工智能多集中于高新技术产业,是引领新一轮科技革命和产业变革的战略性技术^[2]。党的十九大明确提出:“要加快构建制造强国,重点发展先进制造业,推进新一代人工智能与实体经济融合发展”,人工智能和实体经济深度融合将会为经济高质量发展提供新动力,同时扩大对外开放并以此优化人工智能对产业结构优化作用^[3]。

当前中国人工智能是否能促进产业结构优化?对产业结构合理化和高度化有何影响?分区域来看有何异同?能否寻找优化机制为进一步落实人

工智能建设提供学术建议?基于此,本文以实证方法具体分析以上问题,为人工智能发展以及产业结构优化提供政策建议。

1 文献综述

1.1 产业结构升级研究现状

国内外关于产业结构优化的分析较为全面,在研究方法上主要体现以下几个方面:其一,利用第三产业和第二产业比值体现产业结构优化过程,该方法主要来自于配第一克拉克定理。其核心观点认为随着经济发展,市场劳动力呈现为首先从一产向二产转移而后向三产转移的趋势,实际上产业结构优化可认为是由低附加值向高附加值转变的过程^[4]。尽管该理论能衡量产业结构演进规律,但会受发展阶段与分工范围的影响^[5]。多数学者采用第三产业与第二产业增加值之比衡量产业结构优化水平。周肖肖等^[6]、周彬等^[7]、郭文伟等^[8]与杨胜利等^[9]均采用此方法表示产业结构优化水平。其二,也有少部分学者使用产业结构超前系数数量表示产业结构优化现状^[10],徐波等^[11]则采用摩尔结构变化值来代表产业结构变化状态,而该方法利用三次产业增加值每年度三维空间向量,从而以此更加直观地表示产业结构优化状态^[12],

收稿日期:2020-08-23

基金项目:华东政法大学研究生教育创新计划专项资金资助(2020-4-143)的阶段性成果。

作者简介:周健军(1996—),男,安徽寿县人,华东政法大学商学院,硕士研究生,研究方向:产业经济学。

注:①Economists 报道,2017 年全球与人工智能相关的并购交易额达到 220 亿美元,超过了 2015 年并购交易额的 26 倍。网址:<https://www.economist.com/leaders/2018/03/28/the-workplace-of-the-future>。

②数据来源:德勤,《中国人工智能产业白皮书》,2018 年。

但该方法对衡量其变化方向存在缺陷^[13]。梳理发现,学界对产业结构优化衡量指标并未达成一致观点,但大多数学者认同产业结构优化过程应重点考虑第三产业^[14],因此应采用三产与二产增加值比值来表示产业结构优化过程。在研究内容上,学者大多从三个方面分析:其一,基于产业创新与替代视角,分析制度引进和创新效应对产业结构优化升级作用^[15]。其二,从消费^[16]、投资^[17]等视角对国民经济产业部门优化升级进行分析。其三,部分学者从人力资本角度分析人力资本对产业结构优化的作用。张帆^[18]认为人力资本中的低级劳动密集型向高级劳动密集型转移将会是中国产业结构升级的重要路径。蔡昉^[19]着重强调随着人口红利消失,中国优化人力资本与制度环境从而为提高全要素生产率提供路径。概言之,已有文献从多方面研究产业结构优化,并在研究方法上有进一步创新。

1.2 人工智能对产业结构优化分析

工业机器人以新型信息技术为核心,如图1所示,一方面其本质特征为替代性和协同性^[20]和创造性,其中替代性主要是指对资本要素的替代所呈现出的实际价格不断下降的特点,同时人工智能的另一种替代性要素主要针对劳动力的直接替代。而协同性是指以通用信息技术为核心的智能化产业发展将提高要素配置契合度与效率,从而降低不必要的成本费用。而人工智能的创造性体现于知识创造,以自动生产有用知识推动技术进步。且渗透性体现于替代性、协同性和创造性的各个方面。智能化发展中三大特性是决定宏观经济增长重要机制,首先协同性体现在支配着智能化对宏观经济增长的全局性和广泛性,发挥带动提高全要素生产率和作用并实现智能化产业链高质量范式发展。尽管当前人工智能对当前宏观经济影响只体现在局部范围,但其借助协同性和渗透性将式经济高质量发展的前提和保障。其次随着智能化替代性作用不断深化,在发挥替代传统资本要素和劳动要素的基础上,将逐渐形成“人工智能资本”积累现象,而不断推动经济增长^①。最后人工智能的创造性主要表现为知识生产阶段,从而带动提高投入产出效率。另一方面,智能化技术以新型现代通信技术为核心,结合数据存储、软件生产与芯片制造等领域共同创造智能生态产业链,从而不断渗透现代服务业、制造业及传统产业,提高各产业生产商品关联

度并扩大相关产业生产规模。从而不断推动产业结构变迁实现经济长效增长机制。概言之,人工智能对经济增长的拉动机制主要体现为两个层面:其一是依据智能化的替代性、协同性和创造性作用分别提升要素占比、投入产出效率和知识生产量,从而作用于宏观经济增长,而这种途径提升全要素生产率从而实现经济高质量增长^②;其二是通过人工智能技术构筑智能化产业链生态体系,不断融合于国民经济各部门各体系。而该途径将提高高新技术产业比重并优化传统产业发展,从而实现产业结构优化进一步优化。总之,通过理论分析认为智能化发展将为经济高质量发展提供必要支撑。人工智能技术通过提高产业智能化及数字化水平,实现企业生产成本降低并提高企业劳动生产率,从而实现三次产业合理调配生产要素,进而促进产业结构优化升级。郭凯明^[21]认为人工智能发展会促进生产要素在各产业部门中流通,但人工智能对产业结构升级的作用方向并不明确。而随着人口老龄化问题日益严重,多数学者在人工智能大背景下分析老龄化对产业结构优化作用。王瑞瑜等^[22]通过FMM模型分析人工智能发展过程中老龄化对产业结构升级作用,认为老龄化会促进企业用智能机器人替代劳动力,从而会促进智能养老产业发展并推进产业结构优化。而王森等^[23]进一步认为人工智能会弥补老龄化所带来的劳动力不足缺陷,从而缓解企业劳动生产率下降并推动产业结构升级。

经文献梳理发现,已有研究多集中于分析人工智能对经济发展作用及产业结构优化本身,少有构建人工智能对产业结构优化的分析框架,进一步细化研究中国分区域问题。因此当前通过细化产业结构优化问题研究,从产业结构合理化与高度化两方面分析其受人工智能发展的作用效应仍属空白状态。为弥补上述不足,本文从实证角度构建静态面板与动态面板模型,具体分析人工智能对产业结构合理化和产业结构高度化作用,而后分区域进行分析,最后从技术创新视角进一步探寻人工智能对产业结构高度化的路径,以此为当前人工智能发展规划和产业价值链攀升提供相应建议。

2 实证分析

2.1 数据与模型

就产业结构优化而言,部分学者认为产业结构优化等同于区域产业结构升级^[24],部分学者认为产业

注:①马克珀迪等明确主张,人工智能不仅是生产率提升工具,更是一种新生产要素。

②习近平总书记于2016年1月指出推动供给侧结构性改革主要是缩减无效供给,提高有效供给,进而提高社会经济全要素生产率。

结构优化包括产业结构合理化和高度化^[25],而后者是当前大多数学者认可的观点,本文考虑前述分析并借鉴杨丽君等^[26]构建产业结构合理化和高度化两个指标用于分析。进而借鉴干春晖等^[27]采用泰尔指数表示产业结构合理化,借鉴赵新宇等^[28]采用第三产业增加值与第二产业增加值比值表明产业结构高度化。

$$HLH = = \sum_{(i=1)}^n \left| \frac{Y_i/L_i}{Y/L} - 1 \right| = \sum_{(i=1)}^n \left| \frac{Y_i/Y}{L_i/L} - 1 \right|$$

(1)

$$GJH = \frac{Y_3}{Y_2}$$

(2)

其中, $i=1,2$ 和 3 ,依次代表第一产业、第二产业与第三产业; Y 与 L 依次代表产值与就业人员数量; HLH 与 GJH 分别表示产业结构合理化与高度化。同时考虑到人工智能作为新兴行业且数据难以获

取的问题,本文借鉴沈赏^[29]用信息传输、软件和信息技术服务业表示人工智能发展水平。而产业结构优化受多种因素共同作用,考虑到多种因素会影响产业转型升级,本文借鉴已有文献并将经济发展水平^[30]、外商投资^[31]、政府支出^[32]、基础设施水平^[33]、城镇化^[34]与技术创新^[35]变量纳入模型中作为控制变量。进而构建如下计量模型:

$$T_{jt} = C_j + \beta_1 \ln AI_{jt} + \beta_2 \ln GDP_{jt} + \beta_3 FDI_{jt} + \beta_4 \ln GOV_{jt} + \beta_5 \ln BASE_{jt} + \beta_6 \ln UR_{jt} + \beta_7 \ln ER_{jt} + \mu_{jt}$$

(3)

其中, T 表示分析被解释变量,具体指代产业合理化(HLH)和高级化(GJH); AI 为模型中核心解释变量; j 和 t 分别为指地区和时间; β 为所要估计的系数值; c 与 μ 分别表示个体效应和模型随机误差项。如表1所示,梳理得出如下变量结果。

表 1 分析变量

变量		衡量方法	符号
被解释变量	产业结构合理化	泰尔指数	$\ln HLH$
	产业结构高级化	第三产业增加值/第二产业增加值	$\ln GJH$
解释变量	人工智能发展	信息传输、软件和信息技术服务业(亿元)	$\ln AI$
控制变量	经济发展水平	实际 GDP(亿元)	$\ln GDP$
	外商直接投资	外商投资企业数(户)	$\ln FDI$
	政府支出	地方财政一般预算支出(亿元)	$\ln GOV$
	城镇化水平	城镇人口/年末常住人口	$\ln UR$
	技术创新	国内专利申请授权量(项)	$\ln ER$
	基础设施水平	公路里程(万公里)	$\ln BASE$

考虑到浙江省数据缺失问题,本文选取除香港、澳门、浙江省、台湾省的全国 30 个省份 2007—2017 共计 11 年的面板数据,以上数据均来源并整理于国家统计局,为防止异方差对实证分析的较大偏误,本文对所有变量进行取对数处理。

2.2 描述性分析

在分析人工智能对产业结构优化作用之前,对所研究变量进行描述性统计测算。如表 2 所示,被解释变量中产业结构合理化平均值为 -1.613 ,最小值为 -4.081 ,最大值为 -0.254 ,方差为 0.767 。体现为近 11 年中国产业结构合理化程度不高,且各地区之间区域发展差距较为明显,各产业发展尚未到达均衡化状态。而产业结构高度化平均值为 -0.239 ,最小值和最大值分别为 -0.736 与 1.172 ,方差为 0.383 。表明相较于产业结构合理化而言,产业结构高度化发展较好,且各地区产业高度化差距在逐渐缩小的趋势越来越明显。解释变量中,人工智能的均值是 4.319 ,

最小值与最大值分别为 -0.5108 及 6.497 ,方差为 1.051 。表明近些年我国人工智能发展水平较高且各地区发展相对差距在扩大。而在控制变量中,除城镇化方差较小之外,其余各变量方差相对较大,其中技术创新的方差高达 1.666 ,表明我国各地区技术科研创新能力差距明显且需要进行相应干预。

表 2 描述性统计

变量	样本量	最小值	最大值	平均值	方差
$\ln HLH$	330	-4.081	-0.254	-1.613	0.767
$\ln GJH$	330	-0.736	1.172	-0.239	0.383
$\ln GDP$	330	5.833	11.227	9.213	1.047
$\ln AI$	330	-0.5108	6.497	4.319	1.051
$\ln FDI$	330	4.860	11.819	8.636	1.416
$\ln GOV$	330	-3.133	-0.215	-2.138	0.502
$\ln BASE$	330	0.113	3.497	2.360	0.857
$\ln UR$	330	-1.539	-0.110	-0.674	0.272
$\ln ER$	330	4.220	12.715	9.191	1.666

2.3 静态面板模型

2.3.1 回归分析

本文首先采用静态面板模型进行分析,在分析之前借鉴王跃堂等^[36]采用豪斯曼检验法对模型进行适当性选择。同时借鉴唐松^[37]将样本分成东、中、西三个区域。如表 3 所示,通过最优选取构建各自回归模型,包括 OLS 混合回归、固定效应回归和随机效应回归模型。就全国而言,从解释变量角度人工智能对产业结构合理化无明显作用,而对产业结构高度化有 0.032 正向影响。而分区域考虑可知,东中西三个区域人工智能对产业结构均有明显影响,其中产业结构合理化受人工智能发展影响呈现负向变动且东、中、西三个地区分别以-0.173、-0.090 和-0.077 的数值递减。则表明当前人工智能不利于产业结构合理化发展,且这种效应在东部省份最为明显,而西部省份最为微弱。可能的原因是产业结构合理化通常被解释为资源配置说,即重点用于协调要素资源在各产业间配置、协调以及利用的效率问题^[38]。而人工智能大多尚在起步阶段且并未形成规模化发展,不仅不能协调各要素资源配置,反而会吸收并集中要素用于工业智能化建设所需。因此经济越发达的地区对人工智能建设的基础越好,从而会集聚更多要素资源,并在短期

过程中对产业结构合理化形成阻碍作用。其中产业结构高度化受人工智能影响呈现正向变动且东、中、西三个地区分别以 0.123、0.058 与 0.055 的系数递减。则表明当前人工智能对有利于产业结构高度化发展,且这种效应在东部省份最为显著,而在西部省份最微弱。而产业结构高度化主要表现为各产业比例变化与劳动生产率^[39],具体而言产业结构由劳动密集型向资本密集型转变,进而向知识密集型转变,从而带动产业劳动生产率的提升^[40]。而人工智能大多集中于知识密集型产业,因此对产业结构高度化要求较高,其自身发展对产业结构高度化的促进作用较为明显,因此越发达的地区工业智能化水平越高,从而在带动知识密集型产业发展的同时进一步推动劳动生产率的提高,最终实现对产业结构高度化较为明显的促进作用。在控制变量中,就全国而言,产业结构合理化回归模型下外商直接投资和经济发展分别以 0.097 和-0.767 的影响系数显著作用于产业结构合理化,而产业结构高度化回归模型下主要有政府支出具备 0.876 的影响系数。分区域来看,首先,东、西省份中产业结构合理化回归模型下,基础设施建设、政府支出与外商直接投资对产业结构合理化有明显影响,而中部省份其被解释变量主要受政府支出和经济发展影

表 3 回归分析

变量	全国		东部		中部		西部	
	lnHLH	lnGJH	lnHLH	lnGJH	lnHLH	lnGJH	lnHLH	lnGJH
lnAI	-0.025	0.032*	-0.173***	0.123**	-0.090**	0.058***	-0.077*	0.055**
	(0.116)	(0.060)	(0.002)	(0.040)	(0.026)	(0.001)	(0.058)	(0.018)
lnBASE	0.788	-0.240	0.949***	-0.023	0.042	-0.034	-0.369*	0.312***
	(0.000)	(0.214)	(0.000)	(0.775)	(0.947)	(0.701)	(0.051)	(0.000)
lnGOV	-0.199	0.876*	-0.432***	1.129***	-5.099***	0.903***	1.694***	-1.877***
	(0.399)	(0.071)	(0.000)	(0.000)	(0.001)	(0.000)	(0.003)	(0.000)
lnFDI	0.097**	-0.009	0.079*	-0.241***	0.169	-0.004	-0.224***	0.184***
	(0.045)	(0.635)	(0.095)	(0.000)	(0.190)	(0.850)	(0.000)	(0.000)
lnGDP	-0.767***	0.612	-0.097	-0.320*	-4.399**	0.429***	0.982***	-1.119***
	(0.000)	(0.120)	(0.450)	(0.076)	(0.012)	(0.007)	(0.001)	(0.000)
lnUR	0.055	-0.168	1.875***	0.300	0.166	0.834***	0.309	-2.222***
	(0.893)	(0.545)	(0.000)	(0.408)	(0.889)	(0.000)	(0.358)	0.000
lnER	0.003	-0.011	-0.455***	0.449***	0.119	-0.094***	0.123	-0.015
	(0.961)	(0.744)	(0.000)	(0.002)	(0.422)	(0.000)	(0.105)	(0.672)
cons	2.449**	-3.517	1.248	3.140***	26.617**	-1.141	-4.235***	1.760***
	(0.049)	(0.201)	(0.139)	(0.007)	(0.013)	(0.197)	(0.000)	(0.000)
N	30	30	9	9	9	9	12	12
obs	330	330	99	99	99	99	132	132
R ²	0.577	0.367	0.922	0.741	0.458	0.713	0.368	0.805
mdoel	RE	FE	OLS	OLS	FE	RE	OLS	OLS

注:表中“*”、“**”与“***”分别表示相关变量在 10%、5%与 1%水平上显著。

响。其次,在产业结构高度化回归模型下,东部政府支出、外商直接投资、经济发展与技术创新影响系数分别为 1.129、-0.241、-0.320 与 0.449。而中部省份政府支出、经济发展、城镇化与技术创新分别以 0.903、0.429、0.834 与 -0.094 作用于产业结构高度化。而西部省份中除技术创新之外产业结构高度化均受其余控制变量影响。

2.3.2 内生性检验

考虑到当期人工智能对产业结构合理化和高

度化的作用,但地区产业结构发展状况反过来也会影响人工智能发展水平,因此为避免解释变量于被解释变量内部相互作用,本文采用人工智能滞后一期作为控制变量来检验前述分析的内生性问题。结果如表 4 所示,依次通过豪斯曼检验选取最优分析模型,进而得出的回归结果基本与前述结论一致,以此进一步验证了回归结果的可靠性。

表 4 内生性检验

变量	全国		东部		中部		西部	
	lnHLH	lnGJH	lnHLH	lnGJH	lnHLH	lnGJH	lnHLH	lnGJH
lnAI ₁	-0.023	0.040**	-0.244**	0.153*	-0.044	0.070*	-0.054	0.046*
	(0.282)	(0.021)	(0.000)	(0.012)	(0.236)	(0.000)	(0.206)	(0.076)
lnBASE	0.411	-0.265	1.032**	-0.056	-0.121	-0.155	-0.543**	0.379***
	(0.351)	(0.213)	(0.000)	(0.524)	(0.835)	(0.226)	(0.003)	(0.000)
lnGOV	0.772	0.881	-0.447***	1.192***	-2.726	0.749**	2.225**	-2.120*
	(0.360)	(0.072)	(0.000)	(0.000)	(0.077)	(0.001)	(0.000)	(0.000)
lnFDI	0.330	0.048	0.073	-0.248**	0.402	0.037	-0.248**	0.186**
	(0.067)	(0.460)	(0.092)	(0.000)	(0.369)	(0.415)	(0.000)	(0.000)
lnGDP	-0.135	0.630	-0.073	-0.344	-2.993**	0.363**	1.255***	-1.218**
	(0.816)	(0.114)	(0.575)	(0.052)	(0.010)	(0.043)	(0.000)	(0.000)
lnUR	0.498	-0.120	2.412**	0.058	0.493	0.799***	0.509	-2.331***
	(0.343)	(0.618)	(0.000)	(0.885)	(0.712)	(0.001)	(0.154)	(0.000)
lnER	0.034	-0.0161	-0.471**	0.468***	0.216	-0.088***	0.140*	-0.028
	(0.676)	(0.584)	(0.000)	(0.001)	(0.347)	(0.000)	(0.093)	(0.449)
cons	-2.436	-4.059	1.568*	3.244**	16.227	-1.003	-5.041**	2.023***
	(0.535)	(0.194)	(0.067)	(0.008)	(0.063)	(0.352)	(0.000)	(0.000)
N	30	30	9	9	9	9	12	12
obs	300	300	90	90	90	90	120	120
R ²	0.380	0.350	0.933	0.759	0.470	0.693	0.378	0.806
mdoel	FE	FE	OLS	OLS	FE	RE	OLS	OLS

注:表中“*”、“**”与“***”分别表示相关变量在 10%、5%与 1%水平上显著。

2.3.3 动态面板模型

基于前述分析认为人工智能对产业结构高度化有明显拉动作用,为探寻这种影响机制且考虑到静态面板模型无法分析变量之间动态关系,借鉴吴鹏等^[41]进一步采用动态面板模型进行实证分析,同时纳入技术创新与人工智能交互项,从技术创新视角分析人工智能对产业结构高度化影响,而系统 GMM 的估计效率高于差分 GMM 方法^[42],因此本文均采用系统 GMM 方法进行分析。具体采用两步系统 GMM 方式对 2007—2017 共 11 年的 30 个省份数据进行研究,研究结果如下。

由表 5 可知,在基准回归模型中模型以

0.024 2 的显著性水平拒绝具备一阶自相关的原始猜想,而进一步以 0.144 9 的显著性水平接受具备一阶自相关的原始猜想。而后通过了 Hansen 的过度识别检验,表明所选取的工具变量均是合适的。基准回归模型中人工智能对产业结构高度化的影响系数为 0.041 0,且在 1% 的显著性水平上显著,从而进一步验证了人工智能对产业结构高度化有显著促进作用。进一步在动态面板模型中纳入控制变量,实证结果如上表所示。一阶和二阶自相关系数分别为 0.020 0 和 0.193 7,表明该模型在一阶不存在自相关现象,而存在二阶自相关现象,而且通过了 Hansen 的过度识别检验,表明所选取的控制变量均合理有效。结果表明人

工智能对产业结构高度化的正向作用系数为 0.038 4,且在控制变量方面,产业结构高度化一阶滞后项在 1%水平上显著有 1.083 4 的正向影响效果,而外商直接投资在 5%水平上有一0.077 6的影响效应,经济发展水平在 10%水平上有 0.198 3 的作用效果最后在动态面板模型中纳入技术创新与人工智能的交互项变量,得到如上表所示分析结果。其中一阶自相关和二阶自相关检验系数分别为 0.018 0 和 0.343 0,表示该模型不存在一阶自相关,但存在二阶自相关现象,且通过了 Hansen 的过度识别检验,表明所选取的控制变量均合理有效。分析可知技术创新与人工智能交互项在 1%的显著性水平上有0.003 8的正向作用效应,表明技术创新能够有效推动人工智能对产业结构高度化的促进效应。因此通过加大技术创新力度能有效促进人工智能发展,从而对产业结构高度化的优化作用能进一步现显。从控制变量来看,产业结构高度化一阶滞后项、外商直接投资与经济发展水平分别在 1%、5%和 10%显著性水平上对产业结构高度化有影响作用。

表 5 系统 GMM 分析

变量	(1)基准回归	(2)控制变量	(3)交互项
L. GJH	1.018 4***	1.083 4***	1.071 1***
	(0.000)	(0.000)	(0.000)
lnGov		02 726	0 262
		(0.229)	(0.190)
lnER * lnAI			0.003 8***
			(0.001)
lnAI	0.041 0***	0.038 4***	
	(0.000)	(0.003)	
lnUR		0.134 0	0.133 5
		(0.330)	(0.313)
lnBASE		-0.050 2	-0.001 2
		(0.767)	(0.990)
lnFDI		-0.077 6**	-0.053 9**
		(0.013)	(0.040)
lnGDP		0.198 3*	0.199 8*
		(0.095)	(0.098)
lnER		-0.001 5	-0.019 8
		(0.955)	(0.509)
cons	-0.180 2***	-0.502 7	-0.631 6
	(0.000)	(0.375)	(0.334)
ar1(p-value)	0.024 2	0.020 0	0.018 0
ar2(p-value)	0.144 9	0.193 7	0.343 0
Hansen	0.627 1	1.000 0	1.000 0

注:表中“*”、“**”与“***”分别表示相关变量在 10%、5%与 1%水平上显著。

3 结论与建议

3.1 结论

本文分别通过静态面板模型和动态面板模型分析人工智能对产业结构优化作用,同时从技术创新视角分析人工智能对产业结构高度化的优化路径,结果表明:其一,通过静态面板数据模型分析认为,就全国而言,人工智能对产业结构合理化作用效果不明显,而对产业结构高度化有显著推动作用。分区域研究认为,东部、中部和西部省份人工智能对产业结构合理化的抑制效应依次递减,而对产业结构高度化的促进效应依次递减。其二,基于静态面板模型认为,产业结构合理化与高度化与基础设施建设、政府支出、外商投资水平、经济发展水平、城镇化与技术创新高度相关。其三,基于动态面板模型得出结论,人工智能对产业结构高度化正向影响效果显著,且通过技术创新路径作用于产业结构高度化。

3.2 建议

基于研究结论,本文提出以下政策建议:首先,要重视当前人工智能发展对产业结构合理化的阻碍作用,优化各部门产业之间要素资源配置,针对不同地区因地制宜建立对策缓解当前这种人工智能发展的不利影响。其次,进一步推动人工智能对产业结构高度化的促进作用,实证表明人工智能发展对产业结构高度化有较强拉动作用,且这种效应在东部地区最为明显,而中部和西部省份依次落后。最后,各地区要重视技术创新,实证结果表明人工智能能够通过技术创新推动产业结构高度化发展。因此政府要不断加大对教育和科研的投资力度,进一步提高中国人力资本水平,优化营商环境以及专利保护制度。为企业和科研部门研究创新提供保障。

参考文献

[1] 刘广,刘艺萍. 风险投资对产业转型升级的影响研究[J]. 产经评论,2019,10(3):45-55.

[2] 郭凯明. 人工智能发展、产业结构转型升级与劳动收入份额变动[J]. 管理世界,2019,35(7):60-77.

[3] 任保平,宋文月. 新一代人工智能和实体经济深度融合促进高质量发展的效应与路径[J]. 西北大学学报:哲学社会科学版,2019,49(5):6-13.

[4] 杨胜利,王伟荣. 产业结构升级、教育与流动人口收入——基于 2016 年全国流动人口动态监测数据的分析[J]. 云南财经大学学报,2019,35(12):49-62.

[5] 桑瑜. 论产业结构演进与产业结构调整——从理论探究到

- 政策引申[J]. 四川大学学报:哲学社会科学版, 2015(5): 130—135.
- [6] 周肖肖, 丰超, 魏晓平. 能源效率、产业结构与经济增长——基于匹配视角的实证研究[J]. 经济与管理研究, 2015, 36(5): 13—21.
- [7] 周彬, 周彩. 土地财政、产业结构与经济增长——基于284个地级以上城市数据的研究[J]. 经济学家, 2018(5): 39—49.
- [8] 郭文伟, 李嘉琪. 房价对产业转型升级的影响——以珠三角地区为例[J]. 城市问题, 2019(10): 4—14.
- [9] 杨胜利, 王伟荣. 产业结构升级、教育与流动人口收入——基于2016年全国流动人口动态监测数据的分析[J]. 云南财经大学学报, 2019, 35(12): 49—62.
- [10] 邱成, 冯俊文. 转型升级与我国开发区绩效关系研究[J]. 技术经济与管理研究, 2016(11): 35—39.
- [11] 徐波, 汪波, 朱琳. 我国产业结构与就业结构演进及动态测度[J]. 统计与决策, 2019, 35(18): 121—125.
- [12] 郭跃芳. 生态文明进步与产业结构高级化——基于河南省的实证研究[J]. 生态经济, 2017, 33(1): 180—184.
- [13] 张明, 胡壮程, 薛泽帅. 产业高级化对经济增长的作用研究——基于我国产业结构演进的实证分析[J]. 贵州财经大学学报, 2019(2): 24—30.
- [14] 徐德云. 产业结构升级形态决定、测度的一个理论解释及验证[J]. 财政研究, 2008(1): 46—49.
- [15] 姚德文. 基于制度分析的产业结构升级机理与对策[J]. 社会科学, 2011(3): 44—52.
- [16] 马克林. 基于消费视角的产业转型升级路径研究[J]. 商业经济研究, 2018(7): 166—168.
- [17] 郑新立. 产业升级与投资结构调整[J]. 中国工业经济, 1999(4): 3—5.
- [18] 张帆. 中国的物质资本和人力资本估算[J]. 经济研究, 2000(8): 65—71.
- [19] 蔡昉. 中国经济增长如何转向全要素生产率驱动型[J]. 中国社会科学, 2013(1): 56—71.
- [20] 蔡跃洲, 付一夫. 全要素生产率增长中的技术效应与结构效应——基于中国宏观和产业数据的测算及分解[J]. 经济研究, 2017, 52(1): 72—88.
- [21] 郭凯明. 人工智能发展、产业结构转型升级与劳动收入份额变动[J]. 管理世界, 2019, 35(7): 60—77.
- [22] 王瑞瑜, 王森. 老龄化、人工智能与产业结构调整[J]. 财经科学, 2020(1): 80—92.
- [23] 王森, 王瑞瑜, 孙晓芳. 智能化背景下人口老龄化的产业结构升级效应[J]. 软科学, 2020, 34(1): 90—96.
- [24] 李遂, 江可申. 高技术产业科技能力与产业结构优化升级[J]. 科研管理, 2011, 32(2): 44—51.
- [25] 钟章奇, 王铮. 创新扩散与全球产业结构优化——基于Agent模拟的研究[J]. 科学学研究, 2017, 35(4): 611—624.
- [26] 杨丽君, 邵军. 中国区域产业结构优化的再估算[J]. 数量经济技术经济研究, 2018, 35(10): 59—77.
- [27] 于春晖, 郑若谷, 余典范. 中国产业结构变迁对经济增长和波动的影响[J]. 经济研究, 2011, 46(5): 4—16.
- [28] 赵新宇, 万宇佳. 产业结构变迁与区域经济增长——基于东北地区1994—2015年城市数据的实证研究[J]. 求是学刊, 2018, 45(6): 61—69.
- [29] 沈赏. 基于系统GMM的我国人工智能对产业转型升级影响效应分析[J]. 工业技术经济, 2020, 39(4): 155—160.
- [30] 纪玉俊, 李超. 创新驱动与产业升级——基于我国省际面板数据的空间计量检验[J]. 科学学研究, 2015, 33(11): 1651—1659.
- [31] 李佳. FDI技术溢出促进产业升级的理论微观机制探讨[J]. 现代管理科学, 2014(1): 87—89.
- [32] 周小亮, 宋立. 生产性服务业与制造业协同集聚对产业结构优化升级的影响[J]. 首都经济贸易大学学报, 2019, 21(4): 53—64.
- [33] 王瑞瑜, 王森. 老龄化、人工智能与产业结构调整[J]. 财经科学, 2020(1): 80—92.
- [34] 靖学青. 城镇化、环境规制与产业结构优化——基于长江经济带面板数据的实证研究[J]. 湖南师范大学社会科学学报, 2020, 49(3): 119—128.
- [35] 龚轶, 王铮, 顾高翔. 技术创新与产业结构优化——一个基于自主体的模拟[J]. 科研管理, 2015, 36(8): 44—51.
- [36] 王跃堂, 倪婷婷. 增值税转型、产权特征与企业劳动力需求[J]. 管理科学学报, 2015, 18(4): 18—37.
- [37] 唐松. 中国金融资源配置与区域经济增长差异——基于东、中、西部空间溢出效应的实证研究[J]. 中国软科学, 2014(8): 100—110.
- [38] 韩永辉, 黄亮雄, 王贤彬. 产业结构优化升级改进生态效率了吗? [J]. 数量经济技术经济研究, 2016, 33(4): 40—59.
- [39] 袁航, 朱承亮. 国家高新区推动了中国产业结构转型升级吗[J]. 中国工业经济, 2018(8): 60—77.
- [40] 林春艳, 孔凡超. 中国产业结构高度化的空间关联效应分析——基于社会网络分析方法[J]. 经济学家, 2016(11): 45—53.
- [41] 吴鹏, 常远, 穆怀中. 中国如何扩大中等收入群体——基于技术进步偏向性视角的考察[J]. 财贸研究, 2018, 29(12): 14—27.
- [42] 白俊红, 刘宇英. 对外直接投资能否改善中国的资源错配[J]. 中国工业经济, 2018(1): 60—78.

(下转第 60 页)

Research on Concerns of Patients’ Reviews in Online Medical
Community Based on Text Mining

——Taking Good Doctor Online as an example

WU Guang-yu

(School of Management and Economics, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China)

Abstract: To explore the patients’ focus under different emotional comments, this paper uses the ROST CM text mining software to build semantic network of high-frequency word co-occurrence to mining patients’ online comments in Good Doctor Online community from two dimensions of positive and negative reviews. Finally, this paper sums up the main factors influencing patients’ satisfaction, including service attitude, technology level, hospital diagnosis and treatment process and patient expectations, and gives suggestions to doctors, hospitals and medical service according to the results of the analysis.

Key words: online health; online reviews; satisfaction; semantic network analysis

(上接第 23 页)

Analysis of the Effect of Artificial Intelligence on Industrial Structure Optimization

——Based on the perspective of technological innovation

ZHOU Jian-jun

(Business School, East China University of Political Science and Law, Shanghai 201620, China)

Abstract: In the context of global value chain reshaping, artificial intelligence will provide the core power for China to climb the high-end industrial chain. Construct static panel and dynamic panel models to empirically analyze the optimization effect of artificial intelligence on the industrial structure, and further sub-regional research. The results show that: the current artificial intelligence has a hindering effect on the rationalization of industrial structure, and has a promoting effect on the heightening of the industrial structure, and this effect is decreasing in the eastern, central and western provinces. Further through the perspective of technological innovation, it is found that the combination of artificial intelligence and technological innovation will promote the heightening of the industrial structure. Finally, based on the aforementioned analysis, provide policy recommendations for China’s sub-regional planning of artificial intelligence development.

Key words: artificial intelligence; rationalization of industrial structure; advanced industrial structure; technological innovation