

人工智能与劳动收入份额

——来自中国城市数据的经验证据

惠 炜

【摘 要】构建人工智能影响劳动收入份额的理论模型,利用2005–2018年中国287个地级市及以上城市面板数据进行实证验证,探讨人工智能发展对劳动收入份额的影响。研究发现,通过提高工资水平,人工智能发展有利于提高劳动收入份额;短期内,由于存在“索洛悖论”,人工智能发展对整体劳动生产率无显著影响,提高工资水平是人工智能发展提升劳动收入份额的重要机制;长期内,人工智能发展推动劳动生产率提升,通过提高工资水平进而提高劳动收入份额的作用效果被逐渐提升的劳动生产率所抵消,导致长期内人工智能发展对劳动收入份额无显著影响。因此,为发展人工智能,克服索洛悖论,提高劳动收入份额,就要完善人工智能创新发展体制机制,推动人工智能产学研结合;建立完备的工资增长长效机制,提高劳动收入份额;健全人工智能相关专利技术应用保障体系,加快推动产业智能化发展,提高劳动生产率。

【关键词】人工智能;索洛悖论;劳动收入份额;工资水平;劳动生产率

【作者简介】惠炜(1989–),女,中国社会科学院工业经济研究所助理研究员(北京 100006)。

【原文出处】《北京工业大学学报》:社会科学版,2022.6.99~112

【基金项目】国家社会科学基金青年项目(18CJY010)。

近年来,互联网、大数据、云计算、人工智能、区块链等新一轮技术的飞速发展,已经对我国经济社会发展各领域的过程产生了深远影响,尤其是党的十八大以来,网络强国战略与国家大数据战略的实施,极大地推动了人工智能与实体经济的深度融合,促使我国人工智能发展取得显著的成就。当前,我国处于已完成第一个百年奋斗目标、迈向第二个百年奋斗目标的重要历史交汇期,中国共产党第十九届五中全会提出^[1],不仅要“坚持创新驱动发展,全面塑造发展新优势”,要“以创新驱动、高质量供给引领和创造新需求”,而且要以共同富裕为方向,“提高劳动报酬在初次分配中的比重”,不断实现人民对美好生活的向往。人工智能作为当代科技发展的引领者,广泛应用于工业机器人、语音识别、搜索引擎、计算机软件等领域,不仅有效推动了创新在各领域的应用,还对不同行业的劳动力就业产生了替代效应与创造效应,进而对劳动收入份额带来更为深刻的影响。

当前,我国各地区发展不平衡不充分问题突出,

收入分配差距较大,人工智能的长远发展势必会对我国收入分配格局产生深远影响。那么,人工智能将会对劳动收入份额产生何种影响,其内在作用机制是什么都成为亟待解决的问题。本文基于2005–2018年中国287个地级市及以上城市面板数据,深入研究人工智能对劳动收入份额的影响机制。

一、文献述评

基于人工智能可能通过替代劳动力进而引起就业极化和收入极化的担忧,大量学者针对人工智能影响劳动收入份额进行了研究,但已有结论存在争议。当前,学术界对人工智能影响劳动收入份额的研究主要集中在以下2个方面。

(一)人工智能的发展不利于提高劳动收入份额

一方面,人工智能将对就业产生负向影响,导致劳动收入份额下降。由于人工智能的相关机器设备将取代先前由人工执行的工作,实现自动化生产,在提高劳动生产率的同时,降低劳动力平均工资水平与就业率,造成劳动密集度下降,致使工人工资与其单位产出不相关,进而使劳动收入在国民收入中的

份额也随之下降^[24]。人工智能在短期内不利于劳动收入份额的提升,并且能够通过就业技能结构高级化、技能收入差距扩大化2个渠道来降低劳动收入份额,对西部地区、非技术密集区以及高劳动收入份额的抑制作用更大(钞小静等,2021)^[5]。另一方面,人工智能对劳动生产率的推动作用超过对工资的提升作用,导致劳动收入份额下降(惠炜等,2020)^[6]。人工智能的应用能够在一定程度上提升生产效率,这有利于提高资本收入,进而推进新一轮资本积累的实现,因此,布莱恩杰尔夫森(Brynjolfsson, 2014)^[7]认为,人工智能能提高资本收入份额,从而降低劳动收入份额。程虹等(2021)基于中国企业综合调查数据研究发现,使用机器人对企业劳动收入份额具有显著的负向影响,劳动报酬与劳动生产率未能实现同步提升是造成劳动收入份额下降的主要原因^[8]。而余玲铮等(2019)利用广东省企业调查数据发现,机器人的使用会同时推动工资率与劳动生产率的增长,但是前者增长幅度小于后者,导致劳动收入份额下降^[9]。由于资本通常掌握在少数人手中,更多的劳动力依旧依靠提供劳动获取收益,人工智能为资本带来的积极效应只有少数人受益,因此,人工智能对劳动和资本两种生产要素带来的异质性不利于要素间收入的公平分配(江永红等,2021)^[10]。

(二)人工智能的发展有利于提升劳动收入份额

一方面,人工智能等新一轮信息技术的就业创造效应有利于提高劳动收入份额,相较于不使用信

息技术的企业,积极利用信息技术的企业劳动收入份额更高。信息技术的使用不仅能够提高增加值,更能大幅提高平均劳动报酬,致使初次分配更加偏向劳动(申广军等,2018)^[11]。金陈飞等(2021)利用浙江省“机器换人”分行业试点企业名单的微观企业面板数据与中国中小企业动态数据库研究发现,人工智能显著提升企业的劳动收入份额,尤其对劳动密集型企业影响更为显著^[12]。另一方面,人工智能发展对劳动生产率的提升作用滞后于工资,使得劳动收入份额提升。布莱恩杰尔夫森(Brynjolfsson, 2017)等认为,人工智能在推动生产效率提升时具有较长的时滞,随着新就业岗位的不断涌现与劳动生产率的不断提升,劳动收入份额会逐渐稳定或提升^[13]。

综上所述,学者对人工智能影响劳动收入份额进行了较为细致的研究,除去人工智能通过就业影响劳动收入份额这一影响路径外,已有研究分歧主要集中于人工智能如何影响劳动生产率,基于此,本文着重探讨人工智能所导致的索洛悖论将对劳动收入份额产生何种影响。以人工智能为代表的新一轮工业革命正逐渐由导入期开始转入拓展期(谢伏瞻,2019)^[14],与此同时,我国的劳动生产率增长率却显著放缓,图1所显示的结果与20世纪80年代的“索洛悖论”相类似。索洛悖论指出,信息技术能够带来经济增长,但是对同期的劳动生产率的影响却非常有限。

戈登(Gordon, 2018)认为,新技术革命对经济增长、劳动生产率的推动作用存在一定的滞后期,第三

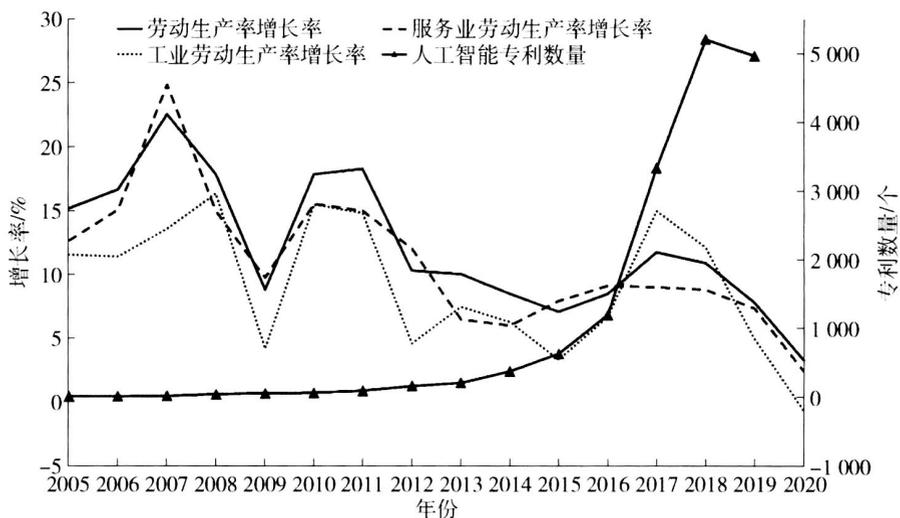


图1 中国劳动生产率增长率变动趋势

次科技革命所带来的生产率增长主要集中在1994—2004年,远滞后于此次科技革命的爆发时期。人工智能的不断发展,电子数据量已经增长了几十年,但是近年来生产率增长速度却有所放缓^[15]。在人工智能、5G、互联网等新一轮信息技术崛起的时代,如何克服“索洛悖论”,保就业、提效率,进而提升劳动收入份额,是当前亟待解决的现实问题。

基于此,本文通过固定效应模型,推演人工智能对不同部门劳动收入份额的影响,结合索洛悖论,定量评估人工智能如何通过工资、劳动生产率影响劳动收入份额。本文第二部分将讨论人工智能与劳动收入份额的理论分析,第三部分作计量模型、数据与实证分析,第四部分进一步分析人工智能影响劳动收入份额,第五部分为结论与启示。

二、人工智能影响劳动收入份额的理论分析

劳动收入份额可分解为工资与劳动生产率之比,因此,人工智能可通过平均工资与劳动生产率的相对变化影响劳动收入份额。如果人工智能对平均工资的提升作用超过对劳动生产率的提升作用,那么人工智能发展将有利于促进劳动收入份额提升;如果人工智能对平均工资的提升作用小于对劳动生产率的提升作用,那么人工智能发展不利于促进劳动收入份额的提升。基于此,本文将深入考察人工智能通过影响平均工资和劳动生产率对劳动收入份额的作用机制。

(一)人工智能通过平均工资影响劳动收入份额

人工智能的就业创造效应对工资存在以下3种影响机制,进而对劳动收入份额产生影响。

首先,人工智能在服务业部门与劳动力技能互补,产生就业创造效应,有利于提高服务业部门的工资水平。除了在推动生产自动化、替代劳动力就业外,在劳动力具有比较优势的非机器工作领域,人工智能将创造新的工作任务和工作岗位,产生就业创造效应^[16]。随着人们生活水平的提高,居民对个性化、多样化、定制化消费的需求日益增加,服务业领域催生的新业态、新岗位增加对劳动力的需求,并且为了给消费者提供更为精确的服务,这些工作岗位需要更多人工智能所不具备的、且仅有人才具备的特点,如灵活应变的沟通、明确需求的判断等。此外,人工智能这一新技术的研发需要不断招收更多

的科学研究人员。因此,人工智能在服务业部门产生了就业创造效应,提升了服务业部门的工资水平。

其次,人工智能有利于促进企业规模扩张,产生就业创造效应,提升工资水平。工业机器人的使用能够提升劳动生产率,增强企业竞争力,降低产品价格,导致产品需求上升,带动企业产出规模的扩张,进而增加企业对劳动要素投入的需求(李磊等,2021)^[17],产生就业创造效应,促进工资水平提升。

再次,人工智能通过技术扩散效应,有利于在其他企业产生就业创造效应,提升工资水平。中国人工智能技术创新扩散在2016、2017年出现了增长拐点,上市公司数量持续增长,成为扩散的爆发期(王佰川等,2020)^[18],随着人工智能的不断升级,以及“机器换人”进程的推进,新技术扩散对劳动力就业的影响日益显著。人工智能在替代劳动、减少部分就业岗位的同时,能通过创造效应增加部分就业岗位,从而对替代效应形成抑制作用(彭莹莹等,2020)^[19]。技术扩散是智能化升级促进低技术密度部门就业人数增加的重要途径,低技术密度部门受到高技术密度部门技术扩散的影响,产生正向的就业效应(陈宗胜等,2021)^[20],从而提升工资水平。

(二)人工智能通过劳动生产率影响劳动收入份额

蓬勃发展的人工智能与趋于平缓的劳动生产率之间的关系,体现了人工智能的推广应用如同其他新技术一样,存在“索洛悖论”^[13]。

从短期看,一方面,人工智能的推广应用需要较长时间,因此,短期内人工智能对劳动生产率的影响较低。通常来说,一种通用目的技术(general purpose technology)的扩散过程可分为识别阶段、导入阶段、生产协同阶段与成熟阶段(程文,2021)^[21],也就是新技术的研发、试验、应用与推广阶段。人工智能作为一种新的通用目的技术,于20世纪50年代被提出,但由于计算机数据处理方面的局限,使其在识别阶段耗费了40余年,直至计算机在模式识别和预测方面改进后再次进入飞速发展阶段。人工智能的识别、导入阶段将会促使大量资源从生产部门转移出来进行互补性投资^[22],随后这一新技术会通过核心产业不断向外围产业扩散,直至推广至可被应用的各个产业,且这些都需要较长时间的调整磨合,人工

智能对劳动生产率的推动作用需要较长时间才能体现。另一方面,由于人工智能的引进,劳动力需要花费大量时间学习、研究如何操作,这一阶段的企业对人工智能技术与中间产品的研发部门均需要引进大量的研发人员,并且新技术的学习促使中低端劳动力向高端劳动力攀升,同时低技能劳动力在技术尚未扩散之时并未被大量挤出。因此,短期内,人工智能的发展对劳动生产率的带动作用有限,同时提高劳动收入份额。

从长期看,随着计算机算法的发展,人工智能这一技术推广应用的中间产品数量与日俱增,新技术与各产业之间的联系也愈发紧密,在“人工智能+制造”的条件下,工业智能制造将带动人机交互方式的升级,工业机器人与工人之间更高效、更灵活的协作将大幅度提升制造业生产率(张车伟等,2020)^[23]。新技术通过中间产品这一产业逐渐扩散到外围产业,因此,在人工智能的应用推广阶段将会提升劳动生产率,且具有长期作用。因此,长期内,随着人工智能发展逐渐提高劳动生产率,人工智能对劳动收入份额的影响逐渐不再显著。

本文基于上述分析,提出3个方面的研究假说。

假说1:人工智能的发展有利于提升平均工资水平,进而提高劳动收入份额。

假说2:短期内人工智能对劳动生产率无显著影响;人工智能能够通过提高工资水平提升劳动收入份额。

假说3:长期内人工智能有利于提升劳动生产率,对劳动收入份额无显著影响。

三、计量模型、数据与实证分析

(一)模型设定

根据理论分析,人工智能作为新兴经济要素,在创新能力、技术进步等方面具有至关重要的作用,故本文将人工智能发展作为重要的生产要素纳入创新生产函数。考虑到各区域社会发展不均与资源分配不均等因素所带来的异方差负面影响,本文将所有变量取自然对数来研究人工智能对劳动收入份额的影响,构建以下模型:

$$\text{Laborshare}_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \text{aip}_{it} + \beta X + \theta_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

本文对各市的人均GDP、就业人数、金融规模、财政支出—科学、财政支出—教育、外商直接投资进

行控制。在式(1)中, Laborshare_{it} 表示城市*i*在第*t*年的平均工资水平; aip_{it} 表示城市*i*在第*t*年的人工智能发展程度; α_1 为人工智能发展程度的参数估计值; X 和 β 分别表示控制变量及其参数估计值; θ_i 、 μ_t 分别表示市级固定效应与时间固定效应; ε_{it} 代表随机误差项。

(二)指标选取与变量定义

1. 解释变量

本文的解释变量为人工智能发展水平。由于早期的人工智能试图开发能够执行智力活动的机器智能,目标是创造出真正的智能机器,但是事与愿违,研究人员致力于人工一般智能的研究,但是大部分的研究和商业用途都被称为狭义的人工智能。人工智能的重大突破来自于硬件与算法的进步,这些技术能够处理和分析大量的非结构化数据。人工智能复兴的核心就是机器学习与深度学习的发展^[24]。

当前人工智能作为引领未来经济发展的战略性新兴产业新技术,是新一轮科技革命和产业变革的重要驱动力,人工智能可以理解为用机器不断感知、模拟人类的思维过程,使其达到甚至超越人类的智能^[25]。已有相关研究关于人工智能的数据,一部分来自中国专利数据库中“人工智能”相关词条的检索,一部分来自国际机器人联盟(International Federation of Robotics,简称IFR)或中国企业综合调查中关于机器人存量数据。对前者来说,由于人工智能的核心是机器学习与深度学习,仅用“人工智能”作为检索专利关键词,并不能涵盖人工智能发展的核心技术,故不适用;对后者来说,机器人作为行业技术进步的代表,不仅不能完全体现人工智能关于数据的深度挖掘与数据专业化处理的内核,更不能体现我国各市的人工智能发展状况,故亦不合适。

根据国家统计局公布的《战略性新兴产业分类(2018)》,从产业层面看,人工智能主要包含人工智能软件开发、智能消费相关设备制造与人工智能系统服务,对应的国民经济行业包括基础软件开发、应用软件开发、可穿戴智能设备制造、智能无人飞行器制造、其他智能消费设备制造、其他电子设备制造与信息系统集成服务。中国信息通信研究院公布的《人工智能核心技术产业白皮书》中,指出深度学习仍是人工智能技术发展的主导线条,同时,深度学习与机

器学习的结合成为学界探索的热点方向^[26]。机器学习是一种统计技术,能使计算机和算法无须通过编程就能从大量数据中学习、预测与执行任务,而深度学习则是使用多层程序的算法,包括用于改进机器学习、统计推断与优化的神经网络等^[24]。因此,本文将人工智能视为一种以深度学习为核心、以机器学习为技术手段的用于模拟人的思维过程与智能行为的战略性新兴产业,是一种中性技术进步^[27]。基于此,本文以机器学习与深度学习衡量人工智能的发展状况,利用中国专利数据库,以机器学习与深度学习为关键词搜索专利授权情况,找出21118条关于人工智能发展的专利,剔除从未有过相关专利的城市,将其整合为涵盖我国287个市级的2005-2018年的地级市及其以上城市面板数据。

2. 被解释变量与其他控制变量

本文的被解释变量为劳动收入份额、制造业劳动收入份额与服务业劳动收入份额,分别用劳动报酬占GDP的比例、第二产业工资总额占第二产业增加值的比例、第三产业工资总额占第三产业增加值的比例衡量^①。

主要控制变量包括:(1)人均GDP。利用人均地区生产总值的自然对数值来衡量。(2)就业人数。分别用从业人员年末人数占全市总人口比例、第二产业占全市总人口比例、第三产业占全市总人口比例衡量。(3)金融规模。用金融机构存款余额占地区生产总值的比例衡量。(4)财政支出—科学。各市一般公共预算支出中,科学技术支出占地区生产总值的比例衡量。(5)财政支出—教育。各市一般公共预算支出中,教育支出占地区生产总值的比例衡量。

表1 人工智能对劳动收入份额影响变量的描述性统计

变量	样本量	平均值	标准差	最小值	极大值
人工智能	593	1.725	1.608	0	7.768
地区生产总值	3951	16.05	1.037	12.76	19.60
劳动收入份额	3940	-2.152	0.540	-3.822	1.985
第二产业劳动收入份额	3924	-6.789	0.696	-9.870	-2.529
第三产业劳动收入份额	3923	-6.374	0.533	-9.338	-2.434
人均GDP	3943	10.34	0.786	4.595	15.68
就业人数	3952	3.432	0.822	0.307	6.649
第二产业就业人数	3959	2.644	1.024	-0.844	6.062
第三产业就业人数	3958	2.839	0.794	-0.0834	6.524
金融规模	3960	15.87	1.223	12.53	20.37
财政支出—科学	3960	9.538	1.731	-2.040	15.53
财政支出—教育	3960	12.55	1.026	-0.994	17.09
外商直接投资	3760	9.781	1.901	1.099	15.30

(6)外商直接投资。各市的外商直接投资金额与地区生产总值的比值衡量。

本文所使用的数据遵循可获得性、独立性和口径统一等原则,剔除具有部分数据缺失的城市、以及不易获取数据的中国香港、中国澳门、中国台湾地区,选取2005-2018年中国287个市的面板数据作为研究样本,数据来自《中国统计年鉴》《中国科技统计年鉴》和各省市统计年鉴以及国家知识产权局专利检索统计数据。各变量的样本描述性统计结果详见表1。

(三)实证结果及分析

首先,本文考察人工智能影响劳动生产率增长率与平均工资增长率的影响,实证结果详见表2。为消除异方差的影响,采用稳健标准差进行估计,模型采用时间与地区固定的固定效应模型。人工智能在10%的显著性水平上降低了制造业与服务业劳动生产率的增长率,在1%的显著性水平上提升了总体与服务业平均工资。按照上述分析,劳动生产率与平均工资的反向变动应导致劳动收入份额下降,但基准回归模型却得出人工智能提升劳动收入份额的结论,这表明在人工智能发展过程中,仍旧存在索洛悖论。

其次,本文研究人工智能影响总体、工业与服务业的劳动收入份额,回归结果详见表3。其中,第(1)~(2)列是人工智能发展影响劳动收入份额的回归结果,第(3)~(4)列和第(5)~(6)列分别是人工智能发展影响制造业劳动收入份额与服务业劳动收入份额的回归结果。从回归分析结果可以看出,人工智能的发展均能在1%的显著性水平上提升劳动收入份

表2 基准模型:人工智能影响劳动生产率与工资的分析

变量	劳动生产率			工资		
	劳动生产率	制造业劳动生产率	服务业劳动生产率	平均工资	制造业平均工资	服务业平均工资
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
人工智能	-0.0202(0.0174)	-0.0331*(0.0190)	-0.0266*(0.0152)	0.0334***(0.0067)	0.0143(0.0089)	0.0677***(0.0093)
人均GDP	-0.4528***(0.0894)	-0.6040***(0.0977)	-0.3425***(0.0781)	0.1758***(0.0346)	0.2583***(0.0457)	0.2818***(0.0477)
就业人数	-0.6281***(0.0823)	-0.9110***(0.0899)	-0.1834***(0.0719)	0.8942***(0.0318)	1.2080***(0.0420)	0.3505***(0.0439)
金融规模	0.2498***(0.0578)	0.2443***(0.0631)	0.1922***(0.0504)	0.1177***(0.0223)	0.1211***(0.0295)	0.1625***(0.0308)
财政支出—科学	0.1609***(0.0499)	0.1651***(0.0546)	0.1396***(0.0436)	0.0803***(0.0193)	0.0722***(0.0255)	0.0899***(0.0267)
财政支出—教育	0.2365***(0.0788)	0.3058***(0.0860)	0.1882***(0.0688)	0.1826***(0.0305)	0.1126***(0.0402)	0.2362***(0.0421)
外商直接投资	-0.0486*(0.0294)	0.0032(0.0321)	0.0076(0.0256)	0.0502***(0.0114)	-0.0024(0.0150)	-0.0046(0.0157)
常数项	11.6947***(0.8936)	17.5590***(0.9696)	14.3561***(0.7753)	3.3818***(0.3456)	2.0859***(0.4564)	2.8547***(0.4771)
个体效应	是	是	是	是	是	是
时间效应	是	是	是	是	是	是
拟合优度	0.2829	0.3353	0.2408	0.9372	0.9056	0.8924

注:1.括号内的数值为标准误;2.***、**、*分别代表通过1%、5%和10%显著性水平的检验。

表3 基准模型:人工智能影响劳动收入份额的分析

变量	总劳动收入份额		制造业劳动收入份额		服务业劳动收入份额	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
人工智能	0.1185***(0.0109)	0.0602***(0.0150)	0.0909***(0.0098)	0.0321***(0.0129)	0.1436***(0.0129)	0.0867***(0.0164)
人均GDP		0.6035***		0.7172***		0.4500***
	(0.0822)		(0.0888)		(0.0696)	
就业人数		0.4570***		0.5896***		0.7131***
	(0.0829)		(0.0586)		(0.0696)	
金融规模		-0.0827		-0.0703		-0.0837*
	(0.0518)		(0.0559)		(0.0442)	
财政支出—科学		-0.0643		-0.0514		-0.0765**
	(0.0414)		(0.0447)		(0.0349)	
财政支出—教育		-0.0893		-0.1471*		-0.0985
	(0.0777)		(0.0836)		(0.0660)	
外商直接投资		0.0090		-0.0381		-0.0179
	(0.0270)		(0.0292)		(0.0229)	
常数项	-1.9651***(0.0231)	-7.2986***(0.0290)	-6.4298***(0.0293)	-8.237***(0.8447)	-6.4381***(0.0209)	-10.1410***(0.6947)
个体效应	是	是	是	是	是	是
时间效应	是	是	是	是	是	是
拟合优度	0.2258	0.3865	0.2363	0.4951	0.1757	0.4261

注:1.括号内的数值为标准误;2.***、**、*分别代表通过1%、5%和10%显著性水平的检验。

额;人工智能相关专利申请数量每增加1%,总体劳动收入份额提升0.060%,制造业劳动收入份额提升0.032%,服务业劳动收入份额提升近0.087%。综合表2~3的实证结果发现,人工智能的发展有利于提升平均工资,进而提高劳动收入份额,假说1得到验证。

在控制变量方面,人均GDP更高的城市的劳动收入份额更高;就业人数与劳动收入份额呈显著正相关关系,劳动密集型行业的劳动生产率相对较低,工资报酬相对较高,进而体现为更高的劳动收入份

额;金融规模与科学研究的财政支出显著降低服务业的劳动收入份额;教育的财政支出显著降低工业的劳动收入份额。

四、人工智能影响劳动收入份额的进一步分析

(一)机制分析

本文经过上述分析初步得到结论,人工智能对劳动收入份额具有较为显著的推动作用,且结果具有一定的稳健性。由于理论上可将劳动收入份额表示为平均工资与劳动生产率之比,那么人工智能可通过平均工资与劳动生产率的变化率影响劳动收入

份额。

进一步看,人工智能如何通过劳动生产率与平均工资影响劳动收入份额,实证结果详见表4。无论是总体劳动收入份额,还是制造业劳动收入份额与服务业劳动收入份额,人工智能与平均工资在1%的显著性水平下提升劳动收入份额。即从短期看,人工智能对劳动生产率无显著作用,因此,人工智能仅通过提高工资水平提升劳动收入份额。假说2得到验证。

根据程文(2021)^[21]的分析,人工智能作为新一轮科技革命的代表,依旧会产生索洛悖论。一般来说,我国的一项专利的研发周期主要在2年以内,其中,实用新型专利和外观设计专利的研发周期为“不超过半年”与“半年到一年”,明显高于发明专利^②;专利从申请到批准,平均要经过18.5个月的时间,发明专利申请时间为2~3年,加急也需要1年左右,从专利公布到成果转化,再到实际投产所需要的时间周期

更长。故人工智能这一技术的发明对当前劳动生产率的影响可能并不显著,甚至为负,但是如果存在索洛悖论,从中长期来看,人工智能对劳动生产率的影响可能会由负转正。此外,如果专利无法在短期内实际应用,则无法体现人工智能发展的实际价值,因此,本文逐一考察人工智能的滞后期对劳动生产率的影响,实证结果如表5的(1)~(15)列所示,人工智能滞后1期对劳动生产率无显著影响、直至滞后5期,人工智能的发展在5%、1%和10%的显著性水平下分别影响总体劳动生产率、制造业生产率与服务业生产率。进一步考察发现,如表5的(16)~(18)列所示。

随着人工智能的发展,尽管在长期内显著提升了劳动生产率,但其本质是提高了资本收入份额,同时不再提升劳动收入份额。本文假说3得到验证。因此,在不断发展新技术的过程中,更要坚持劳动报

酬与劳动生产率提升基本同步,优化收入分配结构,

表4 机制分析:人工智能影响劳动收入份额的分析

变量	劳动收入	制造业劳动	服务业劳动	劳动	制造业劳动	服务业劳动	劳动	制造业劳动	服务业劳动
	份额	收入份额	收入份额	收入份额	收入份额	收入份额	收入份额	收入份额	收入份额
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
人工智能	0.0388*** (0.0050)	0.0385*** (0.0050)	0.0394*** (0.0050)	0.0261 (0.0174)	0.0577*** (0.0180)	0.0213 (0.0156)	0.0206*** (0.0034)	0.0360*** (0.0045)	0.0152*** (0.0039)
劳动生产率	-0.9905*** (0.0164)	-1.0035*** (0.0150)	-0.9700*** (0.0187)				-0.9539*** (0.0109)	-0.9623*** (0.0142)	-0.9291*** (0.0138)
工资				0.9787*** (0.1429)	0.9444*** (0.1158)	1.1301*** (0.2394)	0.5662*** (0.0282)	0.2693*** (0.0304)	0.3738*** (0.0226)
人均GDP	0.2369*** (0.0266)	0.2304*** (0.0271)	0.2428*** (0.0262)	0.5133*** (0.0894)	0.5930*** (0.0966)	0.3928*** (0.0781)	0.1539*** (0.0179)	0.1858*** (0.0247)	0.1515*** (0.0198)
就业人数	-0.1199*** (0.0257)	-0.1291*** (0.0272)	-0.1204*** (0.0237)	-0.3730** (0.1502)	-0.3560** (0.1635)	-0.1693** (0.0749)	-0.6032*** (0.0293)	-0.4169*** (0.0405)	-0.2439*** (0.0187)
金融规模	0.1224*** (0.0170)	0.1257*** (0.0169)	0.1191*** (0.0168)	-0.2402*** (0.0580)	-0.2326*** (0.0610)	-0.1723*** (0.0499)	0.0466*** (0.0117)	0.0830*** (0.0158)	0.0505*** (0.0129)
财政支出—科学	0.0690*** (0.0145)	0.0711*** (0.0145)	0.0664*** (0.0144)	-0.1690*** (0.0493)	-0.1625** (0.0520)	-0.1272*** (0.0421)	0.0177* (0.0098)	0.0449*** (0.0132)	0.0270** (0.0107)
财政支出—教育	0.1724*** (0.0228)	0.1757*** (0.0230)	0.1690*** (0.0227)	-0.2406*** (0.0800)	-0.2357*** (0.0820)	-0.1660** (0.0685)	0.0604*** (0.0159)	0.1329*** (0.0210)	0.0731*** (0.0174)
外商直接投资	-0.0066 (0.0084)	-0.0070 (0.0084)	-0.0073 (0.0084)	-0.0076 (0.0291)	-0.0072 (0.0302)	-0.0116 (0.0243)	-0.0332*** (0.0057)	-0.0065 (0.0075)	-0.0059 (0.0061)
常数项	3.4731*** (0.3194)	3.6461*** (0.3679)	3.1519*** (0.3700)	-11.4205*** (0.9849)	-16.0065*** (0.9500)	-12.6324*** (0.7816)	1.1301*** (0.2394)	2.3585*** (0.3587)	1.4967*** (0.2859)
个体效应	是	是	是	是	是	是	是	是	是
时间效应	是	是	是	是	是	是	是	是	是
拟合优度	0.9558	0.9692	0.9379	0.4973	0.5966	0.4724	0.9811	0.9746	0.9674

注:1.括号内的数值为标准误;2.***、**、*分别代表通过1%、5%和10%显著性水平的检验。

表5 长期人工智能影响劳动生产率与劳动收入份额的分析

变量	滞后1期			滞后2期		
	劳动生产率	制造业劳动生产率	服务业劳动生产率	劳动生产率	制造业劳动生产率	服务业劳动生产率
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
人工智能	-0.0014(0.0267)	0.0076(0.0348)	-0.0232(0.0344)	0.0067(0.0330)	0.0305(0.0430)	-0.0073(0.0378)
控制变量	是	是	是	是	是	是
个体效应	是	是	是	是	是	是
时间效应	是	是	是	是	是	是
拟合优度	0.3137	0.2639	0.2631	0.4155	0.3331	0.3780
变量	滞后3期			滞后4期		
	劳动生产率	制造业劳动生产率	服务业劳动生产率	劳动生产率	制造业劳动生产率	服务业劳动生产率
	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
人工智能	0.0230(0.0260)	0.0658**(0.0294)	0.0339(0.0286)	0.0150(0.0246)	0.0555**(0.0276)	0.0069(0.0249)
控制变量	是	是	是	是	是	是
个体效应	是	是	是	是	是	是
时间效应	是	是	是	是	是	是
拟合优度	0.2533	0.1968	0.2473	0.3425	0.3630	0.2528
变量	滞后5期					
	劳动生产率	制造业劳动生产率	服务业劳动生产率	劳动收入份额	制造业劳动收入份额	服务业劳动收入份额
	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
人工智能	0.0458**(0.0198)	0.0607*** (0.0211)	0.0364*(0.0196)	-0.0032(0.0320)	-0.0269(0.0425)	0.0109(0.0369)
控制变量	是	是	是	是	是	是
个体效应	是	是	是	是	是	是
时间效应	是	是	是	是	是	是
拟合优度	0.4378	0.4879	0.3220	0.5329	0.4453	0.4013

注:1.括号内的数值为标准误;2.***、**、*分别代表通过1%、5%和10%显著性水平的检验。

积极有为地促进共同富裕。

(二)稳健性检验

由于专利申请需要一定的周期,进而导致利用人工智能专利申请数量衡量人工智能发展程度存在偏差,基于此,本文用人工智能数据专利公开数据替代专利申请数据衡量人工智能发展水平,实证结果如表6的第(1)~(3)列所示。与前文结果一致,人工智能显著提升总体劳动收入份额、制造业劳动收入份额与服务业劳动收入份额。

考虑到直辖市作为与省、自治区同级别的行政区划单位,与其他地级市相比,在高校、科研机构与企业数量等方面存在集聚效应,专利申请方面具有显著的优势,人工智能申请与公开数量明显高于其余城市,因此,本文将直辖市相关数据剔除后进行稳健性检验,实证结果如表6的第(4)~(6)列所示,与前

文结果一致,实证结果具有稳健性。

(三)内生性检验

本文利用人工智能专利申请与公开数据,分析人工智能对劳动收入份额的影响,可能存在以下内生性问题:(1)遗漏变量问题。如果误差项中存在没有被完全控制的影响人工智能专利申请数量的因素,那么衡量人工智能发展水平的估计结果将有偏。(2)人工智能发展水平与劳动收入份额之间存在互为因果的关系,即劳动收入份额会对人工智能发展水平产生影响。人工智能专利申请主要来自于学术研究、信息技术、软件开发等部门,导致这类部门劳动收入份额更高的可能原因是,一方面,由于较高的劳动收入份额是由较高的平均工资造成的,更高的收入会对研发人员产生正向的激励作用,促使研发人员申请更多的人工智能相关专利;另一方面,由

表6 人工智能影响劳动收入份额的稳健性分析

变量	变量替换			剔除直辖市		
	劳动收入	制造业劳动	服务业劳动	劳动收入	制造业劳动	服务业劳动
	份额	收入份额	收入份额	份额	收入份额	收入份额
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
人工智能	0.0488***(0.0159)	0.0751***(0.0171)	0.0373***(0.0136)	0.0588***(0.0180)	0.0865***(0.0189)	0.0516***(0.0151)
人均GDP	0.6418***(0.0845)	0.7608***(0.0898)	0.5078***(0.0714)	0.6853***(0.0921)	0.8204***(0.0967)	0.5479***(0.0767)
就业人数	0.5143***(0.0787)	0.6558***(0.0552)	0.6200***(0.0775)	0.5022***(0.0848)	0.6197***(0.0597)	0.5047***(0.0937)
金融规模	-0.1117**(0.0551)	-0.1078*(0.0582)	-0.1051**(0.0465)	-0.1250**(0.0596)	-0.1202*(0.0623)	-0.1050**(0.0496)
财政支出—科学	-0.0717(0.0453)	-0.0721(0.0480)	-0.0793**(0.0381)	-0.0904*(0.0515)	-0.0972*(0.0540)	-0.0872**(0.0428)
财政支出—教育	-0.0546(0.0762)	-0.0859(0.0805)	-0.0690(0.0645)	-0.0618(0.0812)	-0.0955(0.0848)	-0.0646(0.0678)
外商直接投资	0.0397(0.0283)	-0.0128(0.0300)	-0.0150(0.0238)	0.0416(0.0303)	-0.0121(0.0318)	-0.0147(0.0251)
常数项	-8.2374*** (0.8447)	-13.2535*** (0.8993)	-10.5285*** (0.7134)	-8.1106*** (0.9211)	-13.1255*** (0.9677)	-10.4947*** (0.7657)
个体效应	是	是	是	是	是	是
时间效应	是	是	是	是	是	是
拟合优度	0.4337	0.5567	0.4471	0.4189	0.5517	0.4333

注:1.括号内的数值为标准误;2.***、**、*分别代表通过1%、5%和10%显著性水平的检验。

于较高的劳动收入份额是由更多的就业岗位导致的,更多的就业人员显然会研发出更多的人工智能专利。基于上述分析,本文利用工具变量解决内生性问题,故选取人工智能专利授权数与劳均申请数作为工具变量,实证结果详见表7。这两个工具变量均通过过度识别、弱工具变量检验,且均与人工智能发展程度高度相关,与误差项无关。实证结果依旧稳健,即人工智能能够提升劳动收入份额。

五、结论及政策建议

(一)结论

本文以2005-2018年中国287个地级市及以上城市面板数据为样本,以人工智能相关专利数作为衡量人工智能的发展指标,从理论与实证两方面考察人工智能对劳动收入份额的影响,深入分析人工智能如何通过工资与劳动生产率影响劳动收入份额,并探讨在长短期情况下人工智能对劳动生产率影响的异质性。本文的具体结论如下:(1)整体而言,通过提高工资水平,人工智能发展有利于提高劳动收入份额。(2)短期内,由于存在“索洛悖论”,人工智能发展对整体劳动生产率无显著影响;提高工资水平是人工智能发展提升劳动收入份额的重要机制。(3)伴随着人工智能发展推动劳动生产率提升,通过

提高工资水平进而提高劳动收入份额的作用效果被逐渐提升的劳动生产率所抵消,导致长期内人工智能发展对劳动收入份额无显著影响。

(二)政策建议

1. 完善人工智能创新发展体制机制,推动人工智能产学研结合

人工智能发展并未降低劳动收入份额,通过提升工资水平反而有利于提高不同行业的劳动收入份额,实现“创新”和“共享”双赢,因此,需要继续推动我国人工智能快速发展,使之成为推动我国经济高质量发展的重要动力。任何一项新技术从设计、研发、到最终的量产推广,都需要经历一个漫长的过程,并且这一新技术能否顺应时代的发展,在量产之前都是一个谜。因此,在人工智能高速发展的当下,需更加注重推进基础研究,应对创新活动给予更多的财政扶持与融资优惠政策,鼓励科学家勇于探索人工智能核心技术,充分发挥我国超大市场优势,利用市场倒逼技术发展,开发人工智能新产品、新技术,同时保障知识产权不被侵犯,促进发明专利产业化,以完备的创新激励制度全面推动产学研结合发展。

2. 建立完备的工资增长长效机制,提高劳动收

表 7

工具变量:人工智能影响劳动收入份额的分析

变量	劳动收入份额		制造业劳动收入份额		服务业劳动收入份额	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
人工智能专利授权率	0.0602*** (0.0150)		0.0629*** (0.0171)		0.0446*** (0.0144)	
劳均申请率		0.0488*** (0.0159)		0.0517*** (0.0182)		0.0524*** (0.0146)
人均GDP	0.6035*** (0.0822)	0.6418*** (0.0845)	0.7253*** (0.0931)	0.7911*** (0.0864)	0.4841*** (0.0782)	0.5403*** (0.0775)
就业人数	0.4570*** (0.0829)	0.5143*** (0.0787)	0.7093*** (0.0940)	0.7881*** (0.0897)	0.07885 (0.0790)	0.0909 (0.0721)
金融规模	-0.0827 (0.0518)	-0.1117** (0.0551)	-0.0630 (0.0587)	-0.1103* (0.0628)	-0.0098 (0.0493)	-0.0519 (0.0505)
财政支出—科学	-0.0643 (0.0414)	-0.0717 (0.0453)	-0.0436 (0.0469)	-0.0740 (0.0516)	-0.0695* (0.0394)	-0.0722* (0.0415)
财政支出—教育	-0.0893 (0.0777)	-0.0546 (0.0762)	-0.1808** (0.0882)	-0.1187 (0.0871)	-0.0142 (0.0741)	-0.0025 (0.0669)
外商直接投资	0.0090 (0.0270)	0.0397 (0.0283)	-0.0324 (0.0306)	-0.0136 (0.0323)	-0.0166 (0.0257)	-0.0143 (0.0259)
常数项	-7.2986*** (0.8182)	-8.2374*** (0.8447)	-13.0549*** (0.9290)	-14.0522*** (0.9639)	-10.7559*** (0.7808)	-10.8838*** (0.7745)
个体效应	是	是	是	是	是	是
时间效应	是	是	是	是	是	是
拟合优度	0.3865	0.4337	0.4450	0.4886	0.2732	0.3460

注:1.括号内的数值为标准误;2.***、**、*分别代表通过1%、5%和10%显著性水平的检验。

入份额

工资与劳动收入份额呈正相关关系,而提升工资水平是人工智能发展提高劳动收入份额的重要机制,因此,一方面,要保障劳动者的合法收入,健全工资决定、合理增长和支付保障机制,落实最低工资制度等劳动保护相关制度,保障劳动者同工同酬,通过提升工资水平,提高收入分配中劳动报酬所占比例;另一方面,实现保就业、稳就业,建立包含中高等院校和在职劳动力职业培训相配套的人才培养体系,使劳动力具有先进的技能水平与新技术岗位相契合,健全农民工、灵活就业人员、新业态就业人员参加社会保险制度,发展线上就业创业、居家办公等灵活多样的就业形式,带动更多就业岗位。

3.健全人工智能相关专利技术应用保障体系,加快推动产业智能化发展,提高劳动生产率

短期内人工智能发展未有效提升劳动生产率,说明人工智能作为颠覆性、突破性创新技术,在实现技术应用过程中存在一系列机制障碍。因此,一方面,需要缩短技术创新相关专利的申请周期,在保证知识产权、数据安全的基础上,精简申请流程,同时为可落地的人工智能技术提供产业化资金,政府补贴或直接融资;另一方面,人工智能相关企业在创建之初都会面临被大型企业“扼杀式并购”的风险,因此,为建立公平的市场竞争环境,要健全人工智能相关专利技术的应用保障体系,推动产业智能化发展。

注释:

①根据国家统计局指标解释,第一产业是指农、林、牧、渔业(不含农、林、牧、渔服务业);第二产业是指采矿业(不含开采辅助活动),制造业(不含金属制品、机械和设备修理业),电力、热力、燃气及水生产和供应业,建筑业;第三产业即服务业,是指除第一产业、第二产业以外的其他行业。

②资料来源:2020年中国专利调查报告。https://www.cnipa.gov.cn/module/download/down.jsp?i_ID=158969&colID=88。

参考文献:

- [1]中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议[EB/OL].(2020-11-03)[2022-04-22].http://www.gov.cn/zhengce/2020-11/03/content_5556991.htm.
- [2]ACEMOGLU D, RESTREPO P. Modeling automation[EB/OL].(2018-02-06)[2022-01-15]. <https://www.nber.org/papers/w24321.pdf>.
- [3]ACEMOGLU D, RESTREPO P. Artificial intelligence, automation and work[EB/OL].(2018-01-06)[2022-01-15].<https://www.nber.org/papers/w24196.pdf>.
- [4]黄先海,徐圣.中国劳动收入比重下降成因分析——基于劳动节约型技术进步的视角[J].经济研究,2009,44(7):34-44.
- [5]钞小静,周文慧.人工智能对劳动收入份额的影响研

究——基于技能偏向性视角的理论阐释与实证检验[J]. 经济与管理研究, 2021, 42(2): 82-94.

[6]惠炜, 姜伟. 人工智能、劳动力就业与收入分配: 回顾与展望[J]. 北京工业大学学报(社会科学版), 2020, 107(5): 77-86.

[7]BRYNJOLFSSON E, MCAFEE A, SPANCE M. New world order: labor, capital, and ideas in the power law economy[J]. Foreign Affairs, 2014, 93(4): 44-53.

[8]程虹, 王华星, 石大千. 使用机器人会导致企业劳动收入份额下降吗[J]. 中国科技论坛, 2021(2): 152-160, 168.

[9]余玲铮, 魏下海, 吴春秀. 机器人对劳动收入份额的影响研究——来自企业调查的微观证据[J]. 中国人口科学, 2019(4): 114-125, 128.

[10]江永红, 张本秀. 人工智能影响收入分配的机制与对策研究[J]. 人文杂志, 2021(7): 58-68.

[11]申广军, 刘超. 信息技术的分配效应——论“互联网+”对劳动收入份额的影响[J]. 经济理论与经济管理, 2018(1): 3345.

[12]金陈飞, 吴杨, 池仁勇, 等. 人工智能提升企业劳动收入份额了吗[J]. 科学学研究, 2020, 38(1): 54-62.

[13]BRYNJOLFSSON E, ROCK D, SYVERSON C. Artificial intelligence and the modern productivity paradox: a clash of expectations and statistics[EB/OL]. (2017-11-06) [2021-01-15]. https://www.nber.org/system/files/working_papers/w24001/w24001.pdf.

[14]谢伏瞻. 论新工业革命加速拓展与全球治理变革方向[J]. 经济研究, 2019, 54(7): 4-13.

[15]罗伯特·戈登. 美国增长的起落[M]. 北京: 中信出版社, 2018: 78.

[16]ACEMOGLU D, RESTREPO P. The race between man and machine: implications of technology for growth, factor shares, and employment[J]. American Economic Review, 2018, 108(6): 1488-1542.

[17]李磊, 王小霞, 包群. 机器人的就业效应: 机制与中国

经验[J]. 管理世界, 2021, 37(9): 104-119.

[18]王佰川, 杜创. 人工智能技术创新扩散的特征、影响因素及政府作用研究——基于A股上市公司数据[J]. 北京工业大学学报(社会科学版), 2022, 22(3): 142-158.

[19]彭莹莹, 汪昕宇. 人工智能技术对制造业就业的影响效应分析——基于中国广东省制造企业用工总量与结构的调查[J]. 北京工业大学学报(社会科学版), 2020, 107(5): 68-76.

[20]陈宗胜, 赵源. 不同技术密度部门工业智能化的就业效应——来自中国制造业的证据[J]. 经济学家, 2021(12): 98-106.

[21]程文. 人工智能、索洛悖论与高质量发展: 通用目的的技术扩散的视角[J]. 经济研究, 2021, 56(10): 22-38.

[22]HELPMAN E, TRAJTENBERG M. A time to sow and a time to reap: growth based on general purpose technologies[EB/OL]. (1994-09-01) [2022-01-15]. https://www.nber.org/system/files/working_papers/w4854/w4854.pdf.

[23]张车伟, 赵文, 王博雅. 数字经济带来就业市场新变化[EB/OL]. (2020-05-17) [2022-01-15]. http://iple.cssn.cn/xzzl/zcw/gd/202007/t20200717_5156949.shtml.

[24]ACEMOGLU D, RESTREPO P. The wrong kind of AI? artificial intelligence and the future of labor demand[EB/OL]. (2019-03-25) [2022-01-15]. https://www.nber.org/system/files/working_papers/w25682/w25682.pdf.

[25]中国信息通信研究院, 中国人工智能产业发展联盟. 人工智能发展白皮书产业应用篇[Z]. 北京: 中国信息通信研究院, 中国人工智能产业发展联盟, 2018.

[26]中国信息通信研究院, 中国人工智能产业发展联盟. 人工智能核心技术产业白皮书——深度学习技术驱动下的人工智能时代[Z]. 北京: 中国信息通信研究院, 中国人工智能产业发展联盟, 2021.

[27]傅晓霞, 吴利学. 技术差距、创新路径与经济赶超——基于后发国家的内生技术进步模型[J]. 经济研究, 2013, 48(6): 19-32.