

引用格式:刘庆玉,梁昊. 工业智能化会影响劳动者家庭教育支出吗? [J]. 技术经济, 2025, 44(3): 122-135.

Liu Qingyu, Liang Hao. How digital platform ecosystem can enable resource orchestration capabilities: The mediating role of structural holes [J]. Journal of Technology Economics, 2025, 44(3): 122-135.

工业智能化会影响劳动者家庭教育支出吗?

刘庆玉, 梁 昊

(江西师范大学政法学院, 南昌 330022)

摘 要:人力资本投资的变化反映劳动者面对工业智能化影响时的态度,并将从劳动力供给角度塑造未来劳动力市场格局。结合省级面板数据和家庭追踪调查(CFPS)数据,本文从教育支出视角实证检验了工业智能化对劳动者家庭人力资本投资的影响。研究发现:①工业智能化会显著地推动劳动者家庭增加教育支出,这在高受教育程度家庭表现得尤为明显;②技能溢价是工业智能化促使劳动者家庭增加教育支出的重要渠道;③劳动力供给结构对工业智能化与家庭教育支出的关系具有调节作用,技能劳动力供给充裕会降低技能溢价进而降低工业智能化对教育支出的提升效应;④工业智能化对劳动者家庭教育支出的影响存在门槛效应,当工业智能化水平跨越阈值后,其影响效应有所下降。因此,需以政府为主导,全社会共同推进智能化升级,持续提升社会成员的人力资本投资动力和能力,同时促进地区劳动力供给结构与工业智能化协调发展,关注工业智能化对劳动力市场的冲击,使社会人力资本水平得到长期有效地提升。

关键词:工业智能化;家庭教育支出;劳动者;人力资本投资

中图分类号: F124.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-980X(2025)03-0122-14

DOI: 10.12404/j.issn.1002-980X.J24041112

一、引言

以信息技术为代表的新一轮技术革命正以不可阻挡的态势席卷全球。其中,人工智能技术作为此轮技术革命的最大亮点给世界各国带来了全新的发展机遇,而 Chat GPT 技术更是掀起了人类对人工智能技术可能带来颠覆性变化的无比期待。人工智能的发展提高了生产与服务的工业智能化水平,而后者不仅直接促进生产率提升和经济发展^[1],还为人口老龄化条件下的经济增长创造新的条件^[2],成为中国在当前经济与人口形势下推动经济转型发展的重要抓手。党的二十大报告指出,要推动制造业高端化、智能化、绿色化发展,促进数字经济与实体经济深度融合。国务院发布的《中国制造 2025》和《“十四五”智能制造发展规划》等一系列文件则充分体现了中国对工业智能化的决心和信心。但与之相对应的现实是,在工业智能化所需的技能劳动力方面中国仍存在较大的缺口。根据人社部数据,截至 2021 年 3 月,中国技能人才的求人倍率已经突破 2,技能人才占就业总量的比例仅为 26%,技能人才供需匹配状况与发达国家相比有较大差距。科技要发展,人才需先行。一方面,工业智能化对人才培育提出了新要求。究竟是人为机器所役,还是机器为人所制?要回答好这个问题,人力资本投资的变化是关键。另一方面,工业智能化为人才培育创造了新机遇。工业智能化可以为适用智能化发展要求的人力资本投资提供有效激励。

在当前人力资本水平问题持续困扰并制约我国劳动力市场政策调整的背景下,劳动者能感知到工业智能化带来的冲击吗?这种冲击又是否会影响他们的人力资本投资决策呢?教育是人力资本投资的主要途径之一,教育支出则是家庭人力资本投资支出的核心、主要的部分。在当前劳动力市场上高等教育人口占比仍然较

收稿日期: 2024-04-11

基金项目: 国家社会科学基金“AI 算法下骑手工作压力、职业伤害与就业保护优化研究”(22BGL206);江西省社会科学规划项目“改革劳动合同法对江西民营经济发展的影响研究”(20WT40);江西省教育科学规划重点项目“二次专业选择对大学生学业发展的影响”(21ZD023)

作者简介: 刘庆玉(1977—),博士,江西师范大学政法学院副教授,社会保障与地方政府研究中心主任,管理决策评价研究中心研究员,研究方向:劳动经济,社会保障;梁昊(1999—),江西师范大学政法学院硕士研究生,研究方向:社会保障。

低的背景下,如果工业智能化可以促进劳动者增加家庭教育支出,必将促进未来中国劳动力市场人力资本水平的提升,对中国未来顺利实现产业结构转型和升级,以及经济社会高质量发展具有重要意义。

二、文献综述

自斯密提出教育和培训的价值后,人力资本投资问题就进入了学者们的研究视野,吸引了包括李嘉图、穆勒、马歇尔和马克思等众多学者的目光,但将教育置于人力资本投资的视角下进行系统研究则始于20世纪五六十年代,Schultz、Mincer和Becker是当时的佼佼者。早期研究中,Mincer^[3]指出,技术进步能够显著影响人力资本投资需求,并且两者之间拥有很强的互补性。Schultz^[4]在美国经济学联合会年会上发表“论人力资本投资”的演讲,阐述了教育投资对经济增长的重要性。Becker和Lewis^[5]从社会契约的视角切入,将父母对孩子的教育投入视为一种投资或消费行为,他们认为教育带来的经济收益是人们进行人力资本投资的主要动因,且家长对孩子的投资随着家庭收入的提高将会从数量向质量转变,由此逐渐开辟了教育在人力资本投资视角下研究的新视角。近年来,人工智能对经济社会发展的影响逐渐引起关注。人工智能推动了生产和生活的智能化,但这种智能化与教育支出的关系具有一定的不确定性。现有相关文献通常直接分析人工智能技术的应用及由此带来的变化,而采用工业智能化概念并围绕智能化与教育支出的关系开展研究的文献较少。已有的少量文献主要从以下几方面展开。

基于要素结构视角探索人工智能或相应的技术变化对教育支出的影响。相关研究主要认为人工智能会改变生产中的要素结构,最终对教育支出产生影响。例如,人工智能会使简单劳动被替代,并提升对复杂劳动的投入与需求,从而间接促进高端劳动力的培育和需求^[6]。谭泓和张丽华^[7]基于青岛市的实证研究也表明人工智能的使用可以促进当地教育投入和学历水平的提升。但是,智能设备的普及也可能导致企业资本深化,劳动力需求减少并降低工人收入,教育预算约束被强化,给教育支出带来不确定性^[8-9]。

基于技术进步的视角探索人工智能或相应的技术变化对教育支出的影响。有研究认为工业智能化会提高劳动者人力资本投资的最低要求,促使人们为了运用新技术而主动增加教育投资^[10-11]。根据陈维涛等^[12]的研究,生产智能化带来的技术复杂化不仅会促进劳动者自身人力资本投资的增加,而且还会推动劳动者增加子女教育投入和长期人力资本投资,这一结论在从事高技能职业的劳动者那里尤其成立。不过,Galor和Moav^[13]则基于“侵蚀效应”(erosion effect)而持有不同的观点,他们认为学习新技术花费的时间与技术进步率存在正向关系,与教育水平存在负向关系,即潜在劳动力的教育支出会由于从现有技术状态转移到更高技术水平而递减。这种“侵蚀效应”不仅在一国国内存在,也可能跨国发生。有研究表明发达国家的工业智能化会降低发展中国家的教育水平,不利于发展中国家人力资本投资水平的提升^[14]。

基于心理因素考量人工智能或相应的技术变化对教育支出的影响。Ivanov等^[15]指出,当人们面对新技术的威胁时,他们可能偏好于主动增加教育支出以保持自身竞争力。Innocenti和Golin^[16]利用来自16个国家代表性样本的调查数据发现,人们的人力资本投资行为与他们对自动化的感知程度相关。具体而言,被机器或算法取代的风险会促使人们增加教育支出。不过,也存在相反意见,例如,Dengler和Gundert^[17]认为,对自动化的感知程度会增加劳动者的不安与恐惧,导致他们对自己的未来感到悲观,进而将教育支出转为储蓄以应对风险。

还有文献深入分析了工业智能化对家庭教育投资的影响路径。技术偏向性进步通常会提高技能劳动力的工资水平,使个体更乐于接受高等教育^[18]。胡晟明等^[19]结合宏观数据和微观数据实证检验了工业机器人的使用对家庭人力资本水平的影响,他们的分析表明,工业机器人的使用会通过岗位更替和产业结构转型提升家庭人力资本水平,具体幅度与要素密集度有关系。邓宏乾和张妍^[20]也发现产业技术升级和智能设备增加会引致就业技能结构偏向高技能劳动力,从而释放鼓励高技能教育投资的信号,促进家庭教育投资增加。也有学者持不同观点,例如,Sachs等^[21]基于跨期迭代(OLG)模型的研究发现,工业机器人的应用会通过减少工人的需求削弱其后代的教育投入。李光超和宁光杰^[22]认为,人工智能会通过降低劳动者的社会经济地位、风险偏好与未来信心减少其教育支出规模。部分基于宏观角度的研究则指出工业智能化抑制家庭教育支出也可能是因为它带来的就业结构改变和技能溢价加剧了收入不平等问题^[1,23]。

整体上,现有文献大多基于微观数据或宏观数据从工业智能化的具体表现,如工业机器人的使用开展研究,鲜有文献从微观与宏观相结合的角度探讨国家或地区的工业智能化水平对家庭教育支出的影响。本文通过结合省级层面的宏观数据和个体层面的微观数据研究工业智能化对劳动者家庭教育支出的影响,同时探讨工业智能化对劳动者家庭教育支出的影响机制,以及这种影响面对的来自劳动力市场的约束。本文的边际贡献包括:第一,从微观角度实证检验工业智能化对劳动者家庭教育支出的影响,分析了技能溢价和地区劳动力供给结构在工业智能化与劳动者家庭教育支出之间的作用机制,为相关部门制定工业智能化背景下的教育与人力资本投资政策提供微观证据支持;第二,有助于深化对科技进步影响社会结构和个体行为相关机制的认识,为现有的家庭教育理论提供新的证据,为全社会优化和提升家庭教育投资提供新的支撑;第三,有助于政府和相关机构制定相应的产业或科技政策促进教育资源均衡配置,促进劳动者家庭成员教育质量和水平的提升,为国家长期发展注入强劲动力。

三、理论分析与研究假设

教育多数时候是一种投资行为,对预期收益的追求则是教育投资的主要目的。因此,工业智能化对家庭教育支出的影响也将主要体现在教育投资预期收益的变化上:一方面,工业智能化会提高某些人力资本投资的预期收益。根据技术偏向性进步理论,技术进步在大多数情况下偏向于某些特定要素。工业智能化水平上升会提高技能人才的竞争力和预期收益,从而增加劳动者家庭进行教育投资的动力。另一方面,工业智能化对劳动力需求结构的分化影响可能导致教育投资的预期收益进一步提高。具体而言,工业智能化会导致劳动力就业结构呈现“两极化”特征^[24],引发就业不平等和不充分问题,改变不同技能水平劳动者的教育投资收益。中低技能劳动者可能被机器替代,就业总量减少,并被迫向更低端的服务业转移^[25]。而对高技能劳动者和具备较强学习能力的中等技能劳动者而言,工业智能化水平的提升具有就业创造效应^[26]。因此,可以预见,随着工业机器人、智能技术和智能设备等资本要素占比提高,常规性任务和低技能劳动力收入下降,工程师、数据师和编程师等高技能职业工资上升,而低技能劳动者的收入水平将进一步被降低。此外,收入的波动也必将影响劳动者家庭的教育支出能力和人力资本投资的积极性。

增强就业稳定性可能也是工业智能化水平上升时劳动者家庭教育支出增加的重要原因。根据劳动者技能匹配理论,工业智能化带来的新技术和新设备需要劳动者具备与之相匹配的相应技能^[27]。因而,工业智能化水平持续上升会逐步提高劳动者进入劳动力市场的门槛,而企业为了能够迅速将智能设备投入到生产环节中则会倾向于更多地雇佣高技能劳动者,使普通劳动者面临更高的失业风险。相比之下,高技能劳动者在入职后能够依靠其更强的人力资本和就业适应能力避免被替代,就业稳定性增强。因此,在未来不确定性风险上升的条件下,较高的技能和知识水平将成为劳动者求职的主要依仗,持续提高自身及子女的教育投资以增强在劳动力市场上的抗风险能力是劳动者的必然选择。

另外,工业智能化也可能通过改变劳动者经济约束影响其教育支出水平。根据数量与质量替代理论,经济约束是劳动者家庭人力资本投资决策面临的主要约束之一^[5]。工业智能化尽管可能因诱发结构性失业导致部分劳动者家庭收入下降,但它会增加技能劳动力需求并提高其边际产出,进而提升当地整体的劳动生产率和全要素生产率乃至社会收入水平^[28-29]。不仅如此,人工智能的知识溢出效应还会使工业智能化的生产率提升效应扩散到整个行业,使整体产业链的生产效率得到显著提升^[30]。工业智能化对生产率的提升效应可以帮助劳动者提高收入,使劳动者家庭教育投资决策面临的经济约束被打破,教育投资能力增强,从而带动教育支出水平提升。

尽管工业智能化整体上具备提升劳动者家庭教育投资的诸多有利因素^①,但教育支出决策归根结底属于个体决策。因此劳动者家庭情况对智能化与教育投资间关系的影响值得注意,现有理论早已证明家庭社会经济

① 工业智能化也可能存在不利于人力资本投资的影响,如工业智能化可能会给劳动者的人力资本投资收益带来不确定性,使投资变得更加谨慎。但本文认为,相比于潜在的负面影响,工业智能化对人力资本投资的正面影响更为直接,影响更大。同时,负面影响的存在,可能会导致工业智能化对人力资本投资的正面影响被低估,因为估计出来的结果将是正面影响和负面影响相抵后的结果。

条件对个体教育投资具有重要影响,如家庭经济条件会影响个体教育投资的资金约束和贴现率,家庭社会条件则可能影响个体教育投资的预期收益。家庭受教育程度是体现家庭社会经济条件的重要指标之一,不同劳动者家庭的社会经济条件通常因家庭受教育程度而存在差异。高受教育程度家庭的社会经济条件通常优于低受教育程度家庭,且智能化对高受教育程度劳动者的收入提升效应也更加明显^[31]。因此,在工业智能化冲击下:首先,高受教育程度家庭对家庭成员进行人力资本投资的能力更强,面临的约束更弱;其次,高受教育程度家庭对相同人力资本投资的预期收益要高于低受教育程度家庭,即人力资本投资的意愿更高;最后,高受教育程度家庭面临的生活压力小,人力资本投资贴现率低,从而更易作出增加教育投资的决策。

因此,基于上述分析,本文提出假设1:

工业智能化将带动劳动者家庭教育支出水平上升,但具体上升幅度将因家庭受教育情况的不同而呈现异质性特征(H1)。

工业智能化对劳动者家庭教育支出水平的提升作用不仅受劳动者家庭社会经济特征的影响,也可能受宏观劳动力市场环境改变的影响。根据劳动者人力资本水平的差异和所从事工作的复杂性,可以将劳动者简单地划分为技能劳动力和非技能劳动力,二者形成了两个互相分割但又相互联系的劳动力市场,各自市场的供求机制造就了不同的工资水平。“资本-技能互补假说”指出,物质资本与技能型劳动的互补性要强于物质资本与非技能型劳动的互补性^[32]。在工业智能化的发展过程中,机器设备的应用创造了大量技能就业岗位,在短期内导致技能劳动力市场的供需失衡,使技能劳动力因自身竞争力的提高和劳动力市场需求的增加而获得超额工资报酬,形成“技能溢价”^[33-34]。同时,智能技术还会通过替代部分非技能劳动力和诱发结构性失业等方式冲击非技能劳动力市场,降低非技能劳动者的工资收入,将“技能溢价”现象放大。而高度的技能溢价会通过以下途径促进家庭教育投资:第一,薪酬差距,技能溢价导致不同技能或教育水平的人在薪酬上存在差距。受到金钱激励,人们将通过提高技能或教育水平来获得更高的薪酬。第二,职业机会,技能溢价反映了市场对某些技能的需求,意味着拥有这些技能的劳动者获得了更多、更好的职业机会,人们会追求这些技能或教育水平,以提高他们的职业前景。第三,经济安全感,具备高价值的技能或教育水平可以提高个体的经济安全感,帮助他们应对失业风险和社会环境变化。第四,社会认可,技能溢价水平的差距在一定程度上代表了社会地位的高低,人们希望在社会中取得成功,而拥有有价值的技能或教育水平可以增加他们在社会中的地位 and 认可度。综上所述,高技能溢价水平能够对家庭教育投资回报产生提升效应,不仅激励高技能家庭对后代维持乃至加强人力资本投资,也刺激低技能家庭加强对后代的人力资本投资。

由此,本文提出假设2:

技能溢价是工业智能化影响劳动者家庭教育支出水平的重要渠道(H2)。

工业智能化不仅增加了对技能劳动力的需求,也通过促进劳动者家庭人力资本投资而对技能劳动力供给产生了长期影响,导致工业智能化通过技能溢价对人力资本投资的长期影响具有不确定性,受到技能劳动力市场供求结构变化的调节。如果技能劳动力供给不能迅速适用需求的增加,技能劳动力工资将会因为供求关系的变化快速上升,即技能溢价水平显著提高,引致家庭教育支出明显上升。如果技能劳动力供给本身就很充裕,则技能劳动力工资将上升缓慢或不会有明显上升,即技能溢价不变,教育支出上升幅度减小甚至不会发生。更极端的情况是,技能劳动供给变化快于智能化引起的劳动需求变化,导致技能劳动力工资下降,即技能溢价水平下降,教育支出也将减少。

综上所述,本文提出假设3:

工业智能化对劳动者家庭教育支出水平的提升效应受地区劳动力供给结构的调节(H3)。

如果上述分析和假设均得以成立,随之而来可能出现的结果是:在工业智能化的初始发展阶段,快速出现的技能劳动力缺口造成劳动者家庭人力资本投资收益增加,技能溢价扩大,教育支出随之增加。而在工业智能化达到一定发展水平后,技能劳动力供给增加,此时叠加因工作难度降低进而使非技能劳动力需求增加的因素,最终技能溢价扩大现象将发生逆转^[35],进而使增加教育支出的动机减弱。

为此,本文提出假设4:

工业智能化对劳动者家庭教育支出水平的提升效果具有非线性特征(H4)。

四、数据描述与模型设定

(一) 数据来源

数据是由微观数据部分和宏观数据部分配对组成的面板数据。

1. 微观数据部分

微观数据来源于中国家庭追踪调查(CFPS)。该调查由北京大学中国社会科学调查中心从2010年开始实施,每两年进行一次,主要调查结果基于分块问卷设计,分别纳入村居库、家庭成员库、家庭库、少儿库和成人库,数据具有较强的代表性。

本文利用2012年、2014年和2016年三次调查结果并根据个人信息表和家庭信息表进行配对构建了微观面板数据,并对数据进行了如下处理:①删除了所有家庭成员都不参与非农劳动的家庭,保留至少一名家庭成员参与非农劳动的家庭。这是因为工业智能化的直接影响范围是非农劳动,非农劳动参与者更易感受工业智能化的冲击,因此研究工业智能化对非农劳动参与者家庭教育支出的影响更易得到显著的结果。②删除了仅有超过65岁或低于16岁家庭成员参与非农劳动的家庭,因为此类家庭可能具有一定特殊性,本文更期望在一般劳动者家庭中探讨工业智能化对非农劳动参与者家庭教育支出的影响,避免特殊因素的干扰。③删除关键变量有缺失和存在异常值的样本^②。④个别变量在不同年份的测度存在差异,本文对此进行统一化处理^③。

2. 宏观数据部分

宏观数据来源于《中国统计年鉴》《中国劳动统计年鉴》《中国电子信息产业统计年鉴》《中国科技统计年鉴》《中国经济普查数据》和CSMAR(China Stock Market & Accounting Research Database)数据库,以及国家工业和信息化部官方网站(因数据缺失,未含西藏地区及港澳台地区)。涉及变量则主要是与社会经济发展密切相关的部分宏观经济指标。由于CFPS数据中家庭收入、支出等数据反映的是受访者在调查时点前12个月的行为,如2012年的微观数据反映2011年的家庭行为,应与2011年的宏观数据匹配,所以宏观数据分别选取的是2011年、2013年和2015年各省份的相应指标数据。

部分省份的微观样本量很少,如青海、新疆等,为降低偏误,选择剔除这些地区的样本。经处理后的微观数据有劳动者家庭样本17869个,宏观数据包括25个省^④。

(二) 变量描述

1. 被解释变量

本文的被解释变量是家庭教育支出,CFPS数据中询问了家庭在过去一年的各类支出情况,选择以家庭在过去一年的教育支出来衡量,实际取值则是利用2011年物价指数进行了平减,然后再取对数处理(对于数值为0的变量,则是加1后再取对数)。本文实证分析中使用的收入和支出数据均按此处理。

2. 解释变量

本文的解释变量是工业智能化水平,借鉴孙早和侯玉琳^[24]构建的指标体系进行测度。该指标体系主要涵盖基础建设、生产应用、竞争力与效益三方面内容,较好地反映了工业智能化进程。具体内容与相关定义如下:①软件普及和应用情况,采用的测度指标为基础软件、支撑软件和嵌入式应用软件等产品的收入占有工业企业主营业务收入的比重;②智能化设备投入情况,采用的测度指标为计算机、电子元器件和仪器设备等的进口额占有工业企业主营业务收入的比重;③信息资源采集能力,采用的测度指标为各省份的互联网发展水平,用互联网上网人数在15~64岁人口中的比重进行衡量;④数据处理和存储能力,采用的测度指标为数据加工处理和存储服务收入占有工业企业主营业务收入的比重;⑤智能制造企业情况,采用的

② 删除关键变量有缺失的样本指删除家庭教育支出数据有缺失的样本。另外,删除存在异常值的样本指删除家庭教育支出、家庭收入异常的样本(采取百分之五截尾处理的方式)。

③ 智能化设备投入情况、平台运营和维护能力等指标在部分年份的统计口径存在差异。为此,在构建指标时对它们按年份进行了统计方式的统一,以保证相关数据处于同一标准之下。

④ 宏观数据具体包括北京、上海、广东、江苏、浙江、天津、福建、重庆、四川、辽宁、山东、湖南、湖北、安徽、陕西、吉林、广西、黑龙江、江西、河南、河北、山西、贵州、云南、甘肃。

测度指标为各省份智能制造企业的主营业务收入占全国智能制造企业的主营业务收入的比重；⑥新产品生产情况，采用的测度指标为新产品销售收入占工业企业主营业务收入的比重；⑦平台运营和维护情况，采用的测度指标为各省份地区平台运营和维护服务收入占有所有工业企业主营业务收入的比重；⑧创新能力，采用的测度指标为国家专利申请授权量与 R&D 人员全时当量的比值；⑨经济效益，采用的测度指标包括各省份的总资产贡献率和成本费用利用率；⑩社会效益，采用的测度指标为各省份的单位 GDP 能源消耗情况，包括电力和煤炭两种能源。综合上述指标，运用主成分分析法计算得出各省份工业智能化水平，计算过程中存在的少量缺失值采用插值法补齐。

3. 控制变量

控制变量主要分为三个层面。第一是个人层面，包括劳动者所在家庭户主的年龄、户籍、身体健康情况、受教育年限、婚姻情况、养老保险、政治身份^⑤；第二是家庭层面，包括过去一年家庭人均纯收入、过去一年家庭其他竞争性支出、家庭规模、家庭内上学人数；第三是地区层面，包括地区人力资本投资、生活成本和第三产业产值占 GDP 的比重。以地区生活成本和第三产业产值占 GDP 的比重代替文献常用的地区人均 GDP 指标来体现地区经济发展水平主要是考虑后者与解释变量存在多重共线性。对解释变量和控制变量的方差膨胀因子 (VIF) 检验结果表明各变量的 VIF 值均小于 10，说明解释变量与控制变量之间不存在严重的多重共线性。地区人力资本投资水平以各省份国家财政性教育经费占地方财政一般预算支出的比重衡量。生活成本以各省份城镇居民家庭人均消费支出(含居住支出)占可支配收入的比重衡量。变量指标及描述性统计如表 1 所示。

表 1 变量指标及描述性统计

变量	具体指标	样本量	平均数	标准差	最小值	最大值
被解释变量	家庭教育支出的对数	17869	4.614	4.169	0.000	13.025
核心解释变量	工业智能化水平	17869	19.180	9.716	7.447	57.739
控制变量	户主年龄	17869	45.373	11.666	16.000	88.000
	户主户籍	17850	0.356	0.479	0.000	1.000
	户主身体健康情况	17869	2.881	0.976	1.000	4.000
	户主受教育年限	17752	8.575	4.492	0.000	23.000
	户主婚姻情况	17868	0.882	0.322	0.000	1.000
	户主是否有养老保险	16097	0.587	0.533	0.000	1.000
	户主是否是党员	17869	0.111	0.314	0.000	1.000
	人均家庭纯收入的对数	17863	9.269	1.823	0.000	14.433
	家庭其他竞争性支出的对数	17869	10.678	0.860	6.554	15.405
	家庭规模	17869	4.041	1.799	1.000	16.000
	家庭内上学人数	17869	0.649	0.770	0.000	6.000
	地区人力资本投资水平	17869	18.564	2.490	13.348	23.022
	地区生活成本	17869	67.552	5.253	55.818	76.797
	第三产业产值占 GDP 的比重	17869	43.938	8.849	29.675	79.653
渠道变量	技能溢价水平	17869	1.597	0.385	0.693	2.361
调节变量	地区劳动力供给结构	17869	16.374	8.449	7.990	52.700

(三) 模型设定

本文利用面板数据双向固定效应模型评估工业智能化对劳动者家庭教育支出的影响。该模型的优点在于可以消除不可观测且不随时间变化因素的影响，同时它还可以在在一定程度上缓解内生性问题的干扰。基准模型设定如式(1)所示。

$$y_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln T_{it} + \alpha_2 X_{it} + \mu_i + \omega_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中： y_{it} 为第 i 个劳动者家庭第 t 年的教育支出； α_0 、 α_1 、 α_2 为模型的回归系数； $\ln T_{it}$ 为第 i 个劳动者家庭所在省份第 t 年的工业智能化水平； X_{it} 为反映第 i 个劳动者家庭第 t 年相关特征的控制变量； μ_i 为与第 i 个劳动者家庭相关

⑤ CFPS 的调查问卷没有统一的户主选择标准。根据 CFPS 官方公布的标准，2012 年根据问题“家庭重大事件决策者”确定户主，2014 年根据问题“储蓄投资保险由谁说了算”确定户主，2016 年根据问题“财务回答人”确定户主。

的虚拟变量; ω_t 为与第 t 年相关的时间(年份)虚拟变量; ε_{it} 为随机扰动项。

进一步,在基准模型基础上设定渠道检验模型如式(2)所示。

$$Premium_{it} = \lambda_0 + \lambda_1 InT_{it} + \lambda_2 X_{it} + \mu_i + \omega_t + \varepsilon_{it}$$

(2)

其中: $\lambda_0 \sim \lambda_2$ 为模型的回归系数; $Premium_{it}$ 为第 i 个省份第 t 年的技能溢价水平。

为明确地区劳动力供给结构在工业智能化与劳动者家庭教育支出关系上的调节效应,设定模型如式(3)所示。

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_1 InT_{it} + \beta_2 SHL_{it} + \beta_3 InT_{it} \times SHL_{it} + \beta_4 X_{it} + \mu_i + \omega_t + \varepsilon_{it}$$

(3)

其中: $\beta_0 \sim \beta_4$ 为模型的回归系数; SHL_{it} 为第 i 个劳动者家庭所在地区第 t 年的劳动力供给结构; $InT_{it} \times SHL_{it}$ 为第 i 个家庭第 t 年所在地区的工业智能化水平与劳动力供给结构的交互项。

五、实证结果与分析

(一) 基准回归

表 2 显示了基准模型的回归结果。其中,(1)列仅对解释变量作回归,估计结果在 1%的水平上显著为正,回归系数估计值为 0.064。(2)列加入户主个体特征变量,解释变量回归系数估计值仍然显著为正。控制变量中,户主年龄变量回归系数估计值显著为负,户主婚姻情况和受教育年限变量回归系数估计值显著为正。(3)列继续加入家庭特征变量,解释变量回归系数估计值基本维持不变,且仍在 1%的水平上显著为正。控制变量中,家庭总支出变量回归系数估计值显著为正,表明消费能力或观念越强的家庭在教育支出方面更加慷慨;家庭内上学人数变量回归系数估计值也显著为正,该结果与常识相符。(4)列加入省份层面控制变量,结果表明解释变量回归系数的符号不变,且仍在 1%的水平上显著为正,但系数的值有所上升。控制变量中,变量“第三产业产值占 GDP 的比重”回归系数估计值显著为正,说明经济发展水平与劳动者家庭教育支出呈正相关,即地区经济越发达,劳动者家庭教育支出水平越高。这可能是因为经济发达地区人们对家庭成员的教育投资更加重视,但也可能是经济发达地区的物价拉高了教育投资的成本。上述结果与假设 1 初步吻合,即工业智能化水平可能带动了劳动者家庭教育支出水平的提升。

表 2 工业智能化对劳动者家庭教育支出的影响

变量	家庭教育支出的对数			
	(1)	(2)	(3)	(4)
工业智能化水平	0.064 *** (0.025)	0.069 *** (0.026)	0.073 *** (0.024)	0.081 *** (0.025)
户主年龄		-0.023 *** (0.007)	-0.015 ** (0.006)	-0.015 ** (0.006)
户主户籍		0.165 (0.174)	0.244 (0.152)	0.252 * (0.152)
户主身体健康情况		0.008 (0.045)	0.010 (0.040)	0.010 (0.040)
户主受教育年限		0.024 (0.017)	0.024 * (0.014)	0.024 * (0.014)
户主婚姻情况		0.660 *** (0.212)	0.239 (0.190)	0.228 (0.191)
户主是否有养老保险		0.258 *** (0.082)	0.184 ** (0.074)	0.188 ** (0.074)
户主是否是党员		0.074 (0.197)	0.131 (0.179)	0.137 (0.179)
人均家庭纯收入的对数			0.020 (0.018)	0.020 (0.018)
家庭其他竞争性支出的对数			0.172 *** (0.054)	0.174 *** (0.054)
家庭规模			-0.028 (0.022)	-0.030 (0.022)
家庭内上学人数			2.845 *** (0.100)	2.848 *** (0.100)
地区人力资本投资水平				-0.045 (0.031)
地区生活成本				-0.042 (0.036)
第三产业产值占 GDP 的比重				0.033 * (0.017)
个体固定效应	控制	控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制	控制
常数项	3.497 *** (0.409)	4.116 *** (0.609)	0.365 (0.790)	5.297 * (2.815)
观察值数	17869	16000	15994	15994
R ²	0.002	0.009	0.206	0.208

注:***、**、* 分别表示在 1%、5%、10%的水平上显著;括号中的数值为聚类稳健标准误。

(二) 内生性检验

基准回归分析中的双向固定效应模型并没有解决所有的内生性问题。工业智能化水平会影响劳动者家庭的教育支出,家庭教育支出的增加也可能反过来有助于工业智能化水平的提升,由此可能带来逆向因果问题。对此,接下来将采用工具变量法(2SLS)进行估计,选取各地区的历史人均移动电话交换机容量作为工具变量,依据如下:①历史人均移动电话交换机容量是当时地区通信基础设施水平的重要体现,可以满足数据传输、通信和网络需求等要素增长的需求,是当前工业智能化水平的历史基础,满足工具变量相关性要求。②历史人均移动电话交换机容量不受当前工业智能化水平和教育支出影响,因此满足工具变量外生性要求。③历史人均移动电话交换机容量不会直接影响当前教育支出,也没有证据表明它会通过工业智能化水平之外的其他因素影响当前教育支出。2005—2006年发布的《产业结构调整暂行规定》和《2006—2020年国家信息化发展战略》等一系列关于产业升级的文件推动了我国通信能力的大幅提升,所以工具变量历史人均移动电话交换机容量的取值年份分别选择了2007年、2009年和2011年3个年份。

表3 工具变量估计

变量	第一阶段回归	第二阶段回归
	(1)	(2)
历史人均移动电话交换机容量	2.837*** (0.291)	
工业智能化水平		0.141* (0.077)
控制变量	控制	控制
个体固定效应	控制	控制
年份固定效应	控制	控制
观察值数	10951	10951
第一阶段F值	95.18	
KP rk LM 统计量		77.087***
KP rk Wald F 统计量		95.177 (16.38)

注:***、**、* 分别表示在1%、5%、10%的水平上显著;KP rk Wald F 统计量的括号内的数值是临界值,其他括号内的数值为聚类稳健标准误。

表3的(1)列报告了工具变量法的第一阶段估计结果。结果显示工具变量回归系数估计值显著为正,系数大小为2.837,说明人均移动电话交换机容量越大,该地区的工业智能化水平越高。KP rk Wald F 统计量为95.177, KP rk LM 统计量(77.087)远大于临界值(16.38),说明不存在弱工具变量和过度识别问题。(2)列的第二阶段估计结果显示,工业智能水平变量显著为正,系数为0.141,说明在采用工具变量降低了因反向因果可能带来的问题后,工业智能化有助于提升劳动者家庭教育支出水平的结论依然成立。

(三) 稳健性检验

1. 替换被解释变量

鉴于上述模型中被解释变量家庭教育支出水平可能受到包括家庭收入与消费增长、教育成本上涨等多重因素的影响,考虑用家庭教育支出在家庭总支出的占比代替家庭教育支出水平作为被解释变量新的衡量指标,探讨它受工业智能化影响的状况。表4的(1)列结果显示,当替换被解释变量的衡量指标时,解释变量回归系数估计值显著为正,表明随着工业智能化水平的提高,不仅家庭教育支出的实际发生额在增加,而且教育支出在家庭总支出中的占比也在上升,即工业智能化水平提升了劳动者家庭对家庭成员的教育投资的重视程度。

2. 泊松极大似然模型(PPML)估计

为了降低数据中部分家庭教育支出为零可能带来的估计偏误,采用泊松极大似然模型(PPML)进行稳健性检验。泊松极大似然模型相比于对数线性模型可以更好地控制异方差和零值变量对回归结果造成的偏误^[36]。表4的(2)列结果显示,尽管解释变量回归系数估计值大小有所下降,但泊松极大似然模型并没有改变上述估计的基本结论,即工业智能化水平确实可能有助于提升劳动者家庭的教育支出水平。

3. 区分家庭教育投资对象

家庭教育支出旨在提供必要的学习资源、教育机会和培训活动。孩子是父母的主要照顾对象,也是受家庭资源倾斜比重较高的对象。在有孩子的家庭中,特别是有孩子在上学的家庭中,孩子的教育支出可能占据了家庭教育支出的主要部分。为了考虑可能因孩子原因造成的偏误,接下来在基准回归的基础上,依据家庭内是否有正在上学的孩子将样本分为两组,再次进行检验。结果如表4的(3)列和(4)列所示,不管家庭内是否有正在上学的孩子,工业智能化均能显著增加劳动者家庭教育支出,说明工业智能化对家庭教育投资的影响不单体现在孩子的教育支出上,在自身和其他成年家庭成员的教育支出上也有所

反映。

4. 以个体变异的宏观变量替换解释变量

本文的核心指标工业智能化水平是省际变量,将省际变量与微观变量进行了匹配,由此得到的结论可以很好地解释省际层面上工业智能化水平的差异对省级层面上的平均家庭教育支出的影响,但该结论未必能直接推广到同一省份内,如不同县区工业智能化水平与个体家庭教育支出的关系上。因此存在宏观结论的微观适用性问题。为此,本文设立一个能反映个体差异的微观变量以尝试解决该问题。在同一区域,不同劳动者对工业智能化的感知能力存在差异,而影响其家庭内部的教育投入决策的是基于工业智能化的工业智能化感知。因此,反映个体差异的微观变量即为工业智能化感知能力,该指标由工业智能化水平、户主受教育程度和人均家庭纯收入3个变量交乘后取对数构建而成。设计该指标的依据如下:户主的受教育程度和人均家庭纯收入可以反映该家庭的经济与社会地位,在相同的区域工业智能化水平之下,受教育程度和家庭收入越高的家庭对智能化的感知能力越强,感知程度越高。表4的(5)列为以该变量替换原指标得到的结果,可以看出,工业智能化感知能力的回归系数估计值显著为正,亦即工业智能化的感知能力越强的家庭,教育投入越大,该结果与前文得出的结论一致。

上述检验整体上验证了假设 H1 前半部分的结论。

表4 工业智能化对劳动者家庭教育支出的稳健性检验结果

变量	替换被解释变量	泊松极大似然模型估计	无孩子正在上学的家庭	有孩子正在上学的家庭	替换解释变量
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
工业智能化水平	0.002*** (0.001)	0.018*** (0.006)	0.045* (0.035)	0.104*** (0.039)	
工业智能化的感知能力					0.033** (0.015)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制
个体固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
常数项	0.658*** (0.085)	1.722*** (0.652)	3.897 (4.397)	1.021 (1.810)	2.599 (2.707)
观察值数	15994	15994	8033	7961	15994
R^2	0.149	0.170	0.081	0.031	0.221

注:***、**、* 分别表示在 1%、5%、10%的水平上显著;括号中的数值为聚类稳健标准误。

(四) 异质性分析

如前文所述,工业智能化增加劳动者家庭教育支出的效果可能会受到劳动者社会经济特征的影响,相同工业智能化水平对不同社会经济特征劳动者家庭教育支出水平的提升效应可能存在差异。受教育水平的差异是劳动者社会经济特征差异的重要体现。因此,工业智能化水平对家庭教育支出水平的提升效应也可能因劳动者家庭受教育水平不同而存在差异。高受教育程度家庭对工业智能化的感知能力进而对加强人力资本投资以应对工业智能化的认知水平和投资能力强于低受教育程度家庭,最终导致二者在加大教育投资应对工业智能化上所作出的决策也有所差异,工业智能化对高受教育程度家庭对家庭教育支出水平的提升效应大于低受教育程度家庭。

由于户主通常是家庭收入的主要创造者,在家庭消费和投资也常常发挥主导作用,本文视户主受教育程度为家庭受教育程度,将家庭样本分为高受教育程度家庭和低受教育程度家庭。户主受教育年限小于15年的样本(受教育程度为大专以下学历样本)被划分为低受教育程度家庭,户主受教育年限大于等于15年的样本(受教育程度为大专及以上学历样本)被划分为高受教育程度家庭。划分的结果是,数据中85%以上的样本为低受教育程度家庭,高受教育程度家庭所占的比重不足15%。

表5的(1)列和(2)列为分组回归结果,(3)列为全样本回归结果。结果显示,无论是针对低受教育程度家庭样本的估计,还是针对高受教育程度家庭样本的估计,解释变量回归系数估计值均在5%的水平上显著为正,这说明不同受教育程度的家庭都会通过增加教育支出来应对工业智能化。(1)列和(2)列解释变量回归系数估计值的差异和(3)列显著为正的交互项系数均验证了假设 H1 后半部分的结论,说明工业智能化过程中高受教育程度家庭在教育支出方面作出了更强烈的反应。低受教育程度家庭则未能作出同等的反应,

这也意味着后者未来在劳动力市场上可能处于更加不利的地位,工业智能化将扩大教育鸿沟和收入差距。工业智能化短期内对不同受教育程度家庭造成差异化影响的原因可能是多方面的。一方面是经济效应。对于高受教育程度的家庭,因为家庭成员具备较高的学历和技能,更容易适应新技术和工作方式,工业智能化可以为他们创造更多的高薪职位和就业机会,有助于进一步提高家庭的收入和经济地位。而对于低受教育程度家庭,家庭成员缺乏必要的技能和知识,不容易在智能化的工作环境中找到合适就业机会,因此面临更大的失业、工资增长停滞及职业不稳定等风险。另一方面是心理效应。高受教育家庭享受了知识红利,出于对家庭成员的“利他”心理和维持家庭经济与社会地位的目的,他们有较强的增加家庭教育投资的心理动机。而低受教育程度虽然也具备教育投资动机,但工业智能化带来的经济风险可能会导致他们产生防范风险的心理动机,进而引导他们做出预防储备决策,将部分消费转移至储蓄,减少教育支出。至此,假设 H1 得到充分验证。

表 5 工业智能化对不同受教育程度家庭的异质性影响检验结果

变量	家庭教育支出的对数		
	低受教育程度家庭	高受教育程度家庭	全样本家庭
	(1)	(2)	(3)
工业智能化水平	0.058 ** (0.028)	0.137 ** (0.056)	0.053 ** (0.026)
工业智能化水平与受教育年限的交互项			0.003 * (0.001)
户主受教育年限			0.080 *** (0.028)
控制变量	控制	控制	控制
个体固定效应	控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制
常数项	3.456 (3.115)	20.427 ** (8.447)	1.113 (2.770)
P	0.075 *		
观察值数	13740	2254	15994
R^2	0.208	0.204	0.221

注：***、**、* 分别表示在 1%、5%、10% 的水平上显著；括号中的数值为聚类稳健标准误；经验 P 值用于检验组间系数差异的显著性。

六、进一步讨论

(一) 渠道检验

本文中多种方法均验证了工业智能化会增加劳动者家庭的教育支出。但其机制似未明确。前文理论分析认为,工业智能化将通过提高技能溢价水平,进而引导劳动者家庭增加教育支出。有研究表明,机器人的出现确实增加了高技能职业劳动者的收入,尤其是处于科学和管理岗位的劳动者,而中低技能劳动者尤其是制造业劳动者则受到了显著的负向影响^[37]。本部分尝试对上述潜在的影响渠道进行检验。

在渠道变量的选择上,参照王丽媛^[38]的做法,本文利用信息软件服务业城镇就业人员平均工资与制造业城镇就业人员平均工资之比表示高技能劳动力相对于低技能劳动力的技能溢价水平,并将其代入模型进行分析。变量选取的依据如下:尽管有少量文献将科学研究行业与农林牧渔业从业者的平均工资之比作为技能溢价的衡量指标,但就此处的分析而言,该指标可能会导致可比性问题,如科学研究行业(高教育水平)多为体制内单位,其工资收入受市场影响相对较小,不能及时反馈市场波动。相比之下,信息软件服务业同样需要较高的技术能力(高教育水平),且工资的市场化程度较高,因此,以信息软件服务业劳动者工资收入代表高技能劳动者收入具有合理性。同时,农林牧渔业劳动者确实通常属于低技能劳动者群体,但与本文的研究对象非农劳动者存在差异。相比之下,多数制造业属于劳动密集型产业,其中的多数劳动者又属于低技能劳动者,因此满足本文需求。在没有找到更合适的替代指标的前提下,选取信息软件服务业就业人员平均工资与制造业就业人员平均工资之比作为技能溢价的衡量指标具有一定的合理性。渠道检验如表 6 所示,(1)列的控制变量包括贸易开放水平、地区人均 GDP、政府干预能力、城镇化水平、产业结构、固定资产投资、人力资本存量;(2)列的控制变量与基准回归相同。

表 6 的(1)列结果显示,工业智能化显著提高了技能溢价水平。(2)列中的技能溢价水平变量显著为正,工业智能化水平的系数也相对基准回归结果有所下降,说明工业智能化会通过提高技能溢价水平,进而促进劳动者家庭人力资本投资水平的提升。技能溢价水平是一个有效渠道,假设 H2 得到验证。

(二) 地区劳动力供给结构的调节效应检验

根据前文的分析,工业智能化对劳动者家庭教育支出水平的提升效应不仅受劳动者自身社会经济条件如家庭受教育程度的影响,还可能受到劳动力市场宏观环境的约束。此部分探讨以劳动力供给结构体现的地区劳动力市场宏观环境对工业智能化提升劳动者家庭教育支出水平效果的调节效应。此处把大专及以上学历劳动者视为技能劳动者,用各地区技能劳动者在全部劳动者中所占比例表示地区劳动力供给结构。

表 7 给出了调节效应检验的结果。结果显示,即便在考虑了地区劳动力供给结构的调节效应后,解释变量工业智能化水平对劳动者家庭教育支出的影响仍显著为正。同时,地区劳动力供给结构回归系数估计值也显著为正,这说明技能劳动力占比高的地区的家庭教育支出也相对较多。

值得关注的是交互项回归系数符号。交互项回归系数符号显著为负,说明地区劳动力供给结构向技能型劳动力倾斜会减弱工业智能化对劳动者家庭教育支出水平的提升效应,即在面临相同工业智能化水平的冲击时,地区劳动力供给中技能型劳动力越充裕,则工业智能化对劳动者家庭教育支出水平的提升作用越小,反之亦然。这意味着地区劳动力供给结构中高技能劳动力的充裕状况会对工业智能化增加劳动者家庭教育支出的效果产生冲抵效应,这与假设 H3 的说法吻合。不过,鉴于劳动力供给结构的外生性较弱,尤其是在人口自由流动背景下劳动力供给结构反过来也易受到工业智能化水平的影响,因此调节效应检验结果也可能是有偏的。

(三) 工业智能化影响的门槛效应检验

根据上述分析及结论可以推测,工业智能化对劳动者家庭教育支出的影响可能是非线性的。因为在工业智能化初始阶段,技能劳动力缺口促使家庭教育投资增加,工业智能化对教育支出的提升效应大。而工业智能化中期以后,随着技能劳动力供给的增加(叠加劳动者工作难度降低的因素),工业智能化对劳动者家庭教育支出水平的提升效应将减弱。接下来,将通过面板门槛模型探讨工业智能化对劳动者家庭教育支出影响的非线性特征。运用 Bootstrap 抽样法反复抽样 2000 次后得到的结果表明,工业智能化水平门槛变量显著通过了单一门槛检验,但未通过双重门槛检验。在此基础上,设定单一门槛回归模型如式(4)所示。

$$y_{it} = \theta_0 + \theta_1 Int_{it} \times I(Int_{it} \leq \gamma) + \theta_2 Int_{it} I(Int_{it} > \gamma) + \theta_3 X_{it} + \mu_i + \omega_t + \varepsilon_{it} \tag{4}$$

其中: $\theta_0 \sim \theta_3$ 为模型的回归系数;解释变量 Int 为工业智能化水平; $I(\cdot)$ 为指示函数,指示函数取值依赖于工业智能化水平和门槛值的条件关系,满足括号内条件即为 1,否则 0。

表 8 是依据单一门槛回归模型得到的估计结果。两个区间分别得到的工业智能化水平回归系数估计值都显著为正,当工业智能化水平小于等于门槛值 36.251 时,回归系数估计值为 0.112,当工业智能化水平大

表 6 渠道检验

变量	技能溢价水平	家庭教育支出的对数
	(1)	(2)
工业智能化水平	0.009 *** (0.002)	0.078 *** (0.025)
技能溢价水平		0.507 * (0.303)
控制变量	控制	是
个体固定效应	控制	是
年份固定效应	控制	是
常数项	1.258 (1.301)	-0.024 (2.832)
观察值数	75	15994
R ²	0.449	0.223

注:***、**、* 分别表示在 1%、5%、10% 的水平上显著;括号中的数值为聚类稳健标准误。

表 8 工业智能化水平影响劳动者家庭教育支出的门槛回归结果

变量	家庭教育支出的对数	变量	家庭教育支出的对数
门槛值	36.251	时间固定效应	控制
工业智能化水平×I(Adj≤Th)	0.112 *** (0.035)	常数项	2.699 (3.554)
工业智能化水平×I(Adj>Th)	0.053 ** (0.026)	观测值	15042
控制变量	控制	F	51.670
个体固定效应	控制	R ²	0.243

注:***、**、* 分别表示在 1%、5%、10% 的水平上显著;括号中的数值为聚类稳健标准误。

于门槛值 36.251 时,回归系数估计值为 0.053。工业智能化对劳动者家庭教育支出的提升作用确实表现出非线性特征。这验证了假设 H4 的说法。

七、结论和政策建议

(一) 研究结论

人工智能技术正在成为蓬勃发展的新趋势,并逐渐融入人们生产与生活的各个方面,它与生产的结合带来了工业智能化。但是,这种智能化会对人类产生怎样的影响?究竟是把人类社会带入普遍进步与发展的美好世界,还是会把人类拖入两极分化和普遍对立的悲惨境地?究竟是人为机器所役,还是机器为人所制?在这当中,人力资本投资的变化是关键。如果社会人力资本的变化速度能跟上人工智能技术的发展和工业智能化的步伐,工业智能化的前景可能是乐观的。为此,本文将宏观数据与微观数据相结合,从家庭教育支出的视角实证检验了工业智能化对劳动者家庭人力资本投资的直接和间接影响,可以得到以下结论:

(1)工业智能化的前景是乐观的,因为它会显著增加劳动者家庭的教育投资。该结论经过一系列内生性检验和稳健性检验后依然成立,尽管在不同受教育程度劳动者家庭中存在差异,如工业智能化对高受教育程度劳动者家庭教育支出水平的促进作用更强。

(2)技能溢价是工业智能化促进劳动者家庭教育投资增加的重要渠道。工业智能化会对不同技能劳动者的收入产生差异化影响,这种差异化影响提高了技能劳动力的工资溢价,进而使更高技能的人力资本投资变得更有吸引力。由于工资受劳动力市场供求关系变化影响,地区劳动力供给结构在工业智能化与劳动者家庭教育支出的关系中具有调节作用,技能劳动力供给越充裕,工业智能化带来的技能溢价越小,因此对劳动者家庭教育支出的促进作用也越小,反之亦然。

(3)工业智能化对劳动者家庭教育投资的影响存在非线性特征。工业智能化对教育投资的影响机制即工资溢价受劳动力市场供求关系的影响,工业智能化提升导致的教育投资增加会改变劳动力供给结构进而使工资溢价缩小,导致工业智能化的人力资本投资提升效应减弱,可喜的是,当前教育投资尚未出现拐点。然而,结论受到当前工业智能化水平以及相关数据的限制。随着工业智能化水平不断提升,未来需要密切跟踪和关注教育投资可能出现的新情况。

(二) 政策建议

有鉴于此,本文提出以下几点针对性建议:

(1)政府、市场和社会应该共同努力推进工业智能化升级。至少就当前阶段而言,工业智能化带来的结果是乐观的,由于劳动力市场能够对工业智能化做出正确应对,人们担心的工业智能化可能带来大规模失业和导致贫富两极分化的现象并没有出现。相反,它提高技能劳动力的工资溢价有助于全社会人力资本水平的上升,为产业升级和社会发展提供了有益条件。因此,政府、市场和社会应共同努力,基于人工智能技术的广泛应用稳步推动生产向智能化转型。

(2)政府应以工业智能化升级为契机采取措施提高社会成员人力资本投资的能力和动力。地方政府应通过政策补贴鼓励劳动者家庭为应对工业智能化而在人力资本投资上作出的积极反应,分类施策,提高他们进行投资的能力和动力。针对低受教育程度和低收入家庭,相关部门要加大宣传报道,强化他们对工业智能化的感知,帮助他们了解人力资本投资的重大战略意义。要加大助学贷款和奖助学金等各式教育补贴,完善教育基础设施,拓宽受教育途径。同时还应充分发挥社会保障体系的兜底作用,增强社会成员的抗风险能力,防止“因教致贫”和“因贫难教”等现象出现,从而最大程度地给予他们进行人力资本投资的信心。

(3)政府应促进地区劳动力供给结构与工业智能化协调发展。地区劳动力供给结构可以调节技能溢价,并将技能溢价维持在合理和有益的水平。因为技能溢价过高会造成工资不平等和贫富差距扩大,而技能溢价过低又会导致家庭缺乏人力资本投资的动力。政府部门须因地制宜,减少人才流动壁垒,促进地域间的劳动力流动,使技能人才得到有效配置,使技能溢价正确反映全社会劳动力供给结构。同时,采取措施对工业智能化速度进行动态宏观调控,使之与人力资本投资增速相适应,促进工业智能化和劳动力供给结构协调发展。

(4)政府应密切关注高度工业智能化对劳动力市场的冲击。工业智能化对劳动力市场的冲击具有阶段性特点,需要根据工业智能化阶段和劳动力市场供需特征制定阶段性政策,以保障工业智能化顺利进行和劳动力市场健康发展。政府在工业智能化早期可以加强对非技能劳动者和潜在劳动力的培训与教育投入,以弥补技能劳动者数量缺口。后期则可以适应工业智能化实际需要引导劳动者在人力资本投资上更趋理性,并加强职业指导和咨询服务,帮助个人理性规划职业发展。

参考文献

- [1] 曹静,周亚林. 人工智能对经济的影响研究进展[J]. 经济学动态, 2018(1): 103-115.
- [2] 陈彦斌,林晨,陈小亮. 人工智能、老龄化与经济增长[J]. 经济研究, 2019, 54(7): 47-63.
- [3] MINCER J. Investment in human capital and personal income distribution [J]. Journal of Political Economy, 1958(4): 281-302.
- [4] SCHULTZ T W. Investment in human capital[J]. The American Economic Review, 1961(1): 1-17.
- [5] BECKER G S, LEWIS H G. On the interaction between the quantity and quality of children[J]. Journal of Political Economy, 1973(2): S279-S288.
- [6] 师博. 人工智能助推经济高质量发展的机理诠释[J]. 改革, 2020(1): 30-38.
- [7] 谭泓,张丽华. 人工智能促进人力资本流动与提升[J]. 科学学研究, 2021, 39(5): 833-841.
- [8] HUBMER J, RESTREPO P. Not a typical firm: The joint dynamics of firms, labor shares, and capital-labor substitution[J]. NBER Working Paper No. 28579, 2021. DOI 10.3386/w28579.
- [9] ACEMOGLU D, RESTREPO P. Tasks, automation, and the rise in us wage inequality[J]. Econometrica, 2022(5): 1973-2016.
- [10] 严伟涛,盛丹. 贸易开放、技术进步与我国的人力资本投资[J]. 国际贸易问题, 2014(6): 51-60.
- [11] KIM Y J, LEE J W. Technological change, investment in human capital, and economic growth [R]. Massachusetts: CID Working Paper Series, 1999.
- [12] 陈维涛,王永进,毛劲松. 出口技术复杂度、劳动力市场分割与中国的人力资本投资[J]. 管理世界, 2014, 30(2): 6-20.
- [13] GALOR O, MOAV O. Natural selection and the origin of economic growth[J]. The Quarterly Journal of Economics, 2002(4): 1133-1191.
- [14] 郝楠,李静. 技术进步、人力资本“侵蚀效应”与国际技术差距——基于2001—2015年跨国面板数据的经验分析[J]. 经济学家, 2018(7): 55-62.
- [15] IVANOV S, KUYUMDZHEV M, WEBSTER C. Automation fears: Drivers and solutions[J]. Technology in Society, 2020(63): 101431.
- [16] INNOCENTI S, GOLIN M. Human capital investment and perceived automation risks: Evidence from 16 countries[J]. Journal of Economic Behavior & Organization, 2022(195): 27-41.
- [17] DENGLER K, GUNDERT S. Digital transformation and subjective job insecurity in Germany[J]. European Sociological Review, 2021(5): 799-817.
- [18] 董直庆,蔡啸,王林辉. 技能溢价: 基于技术进步方向的解释[J]. 中国社会科学, 2014(10): 22-40.
- [19] 胡晨明,王林辉,朱利莹. 工业机器人应用存在人力资本提升效应吗?[J]. 财经研究, 2021, 47(6): 61-75.
- [20] 邓宏乾,张妍. 产业技术升级对城镇居民教育投资决策的影响[J]. 华中师范大学学报(人文社会科学版), 2023, 62(2): 94-106.
- [21] SACHS J D, BENZELL S G, LAGARDA G. Robots: Curse or blessing? A basic framework[J]. NBER Working Paper, No. 21091, 2015. DOI 10.3386/w21091.
- [22] 李超,宁光杰. 人工智能应用如何影响人力资本投资偏好?[J]. 广东社会科学, 2023(4): 28-37.
- [23] 后小仙,傅佳亮. 收入不确定性会影响家庭教育支出吗?[J]. 经济与管理评论, 2023, 39(3): 88-101.
- [24] 孙早,侯玉琳. 工业智能化如何重塑劳动力就业结构[J]. 中国工业经济, 2019(5): 61-79.
- [25] 史丹,叶云岭. 人工智能、就业结构与高质量发展[J]. 当代财经, 2023(5): 3-14.
- [26] 陈晓,郑玉璐,姚笛. 工业智能化、劳动力就业结构与经济增长质量——基于中介效应模型的实证检验[J]. 华东经济管理, 2020, 34(10): 56-64.
- [27] ACEMOGLU D, RESTREPO P. Robots and jobs: Evidence from US labor markets[J]. Journal of Political Economy, 2020(6): 2188-2244.
- [28] GREGORY T, SALOMONS A, ZIERAHN U. Racing with or against the machine? Evidence on the role of trade in Europe[J]. Journal of the European Economic Association, 2022, 20(2): 869-906.
- [29] GRAETZ G, MICHAELS G. 2018, Robots at Work[J], Review of Economics and Statistics, 2018(5): 753-768.
- [30] 尹庆双,林艾澄,盛伟. 工业智能化对劳动生产率的影响[J]. 财经科学, 2023(6): 106-119.
- [31] 刘洋,韩永辉,王贤彬. 工业智能化能兼顾促增长和保民生吗?[J]. 数量经济技术经济研究, 2023, 40(6): 69-90.
- [32] GRILICHES Z. Capital-skill complementarity[J]. The Review of Economics and Statistics, 1969, 51(4): 465-468.
- [33] 魏巍. 人工智能技术对制造业资本溢价与技能溢价影响的区域异质性研究[J]. 技术经济, 2022, 41(11): 12-23.
- [34] 林常青,洪磊琪. 机器人应用对企业内部薪酬差距的影响——基于多时点 DID 的实证[J]. 技术经济, 2024, 43(3): 94-108.
- [35] 陆雪琴,文雁兵. 偏向型技术进步、技能结构与溢价逆转——基于中国省级面板数据的经验研究[J]. 中国工业经济, 2013(10): 18-30.

- [36] SILVA J M C S, TENREYRO S. The log of gravity[J]. The Review of Economics and Statistics, 2006, 88(4): 641-658.
- [37] 程虹, 袁璐雯. 机器人使用、工艺创新与质量改进——来自中国企业综合调查(CEGS)的经验证据[J]. 南方经济, 2020(1): 46-59.
- [38] 王丽媛. 智能化发展、劳动力供给技能结构与技能溢价[J]. 山西财经大学学报, 2021, 43(5): 45-60.

Did Industrial Intelligence Affect the Education Expenditure of Labors' Family?

Liu Qingyu, Liang Hao

(School of Political Science and Law, Jiangxi Normal University, Nanchang 330022, China)

Abstract: The change of human capital investment reflects the attitude of workers in the face of the impact of industrial intelligence, and will shape the future labor market pattern from the perspective of labor supply. Based on the provincial panel data and China Family Panel Studies (CFPS) data, the impact of industrial intelligence on the human capital investment of workers' families from the perspective of education expenditure was empirically tested. The results show that industrial intelligence will significantly promote the increase of education expenditure of workers' families, which is particularly obvious in families with high education level. The skill premium is an important channel for industrial intelligence to increase the educational expenditure of workers' families. The labor supply structure has a moderating effect on the relationship between industrial intelligence and family education expenditure. The abundance of skilled labor supply will reduce the skill premium and thus reduce the promotion effect of industrial intelligence on education expenditure. There is a threshold effect on the impact of industrial intelligence on workers' family education expenditure. When the level of industrial intelligence crosses the threshold, the effect decreases. Therefore, it is necessary to take the government as the leading factor, promote the intelligent upgrading of the whole society, continuously improve the human capital investment motivation and ability of social members, promote the coordinated development of regional labor supply structure and industrial intelligence, and pay attention to the impact of industrial intelligence on the labor market, so that the level of social human capital can be effectively improved in the long run.

Keywords: industrial intelligence; family education expenditure; labor; human capital investment