



科学学研究
Studies in Science of Science
ISSN 1003-2053, CN 11-1805/G3

《科学学研究》网络首发论文

题目: 人工智能促进人力资本流动与提升
作者: 谭泓, 张丽华
DOI: 10.16192/j.cnki.1003-2053.20201011.003
收稿日期: 2020-06-10
网络首发日期: 2020-10-12
引用格式: 谭泓, 张丽华. 人工智能促进人力资本流动与提升. 科学学研究.
<https://doi.org/10.16192/j.cnki.1003-2053.20201011.003>



网络首发: 在编辑部工作流程中, 稿件从录用到出版要经历录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿等阶段。录用定稿指内容已经确定, 且通过同行评议、主编终审同意刊用的稿件。排版定稿指录用定稿按照期刊特定版式(包括网络呈现版式)排版后的稿件, 可暂不确定出版年、卷、期和页码。整期汇编定稿指出版年、卷、期、页码均已确定的印刷或数字出版的整期汇编稿件。录用定稿网络首发稿件内容必须符合《出版管理条例》和《期刊出版管理规定》的有关规定; 学术研究成果具有创新性、科学性和先进性, 符合编辑部对刊文的录用要求, 不存在学术不端行为及其他侵权行为; 稿件内容应基本符合国家有关书刊编辑、出版的技术标准, 正确使用和统一规范语言文字、符号、数字、外文字母、法定计量单位及地图标注等。为确保录用定稿网络首发的严肃性, 录用定稿一经发布, 不得修改论文题目、作者、机构名称和学术内容, 只可基于编辑规范进行少量文字的修改。

出版确认: 纸质期刊编辑部通过与《中国学术期刊(光盘版)》电子杂志社有限公司签约, 在《中国学术期刊(网络版)》出版传播平台上创办与纸质期刊内容一致的网络版, 以单篇或整期出版形式, 在印刷出版之前刊发论文的录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿。因为《中国学术期刊(网络版)》是国家新闻出版广电总局批准的网络连续型出版物(ISSN 2096-4188, CN 11-6037/Z), 所以签约期刊的网络版上网络首发论文视为正式出版。

人工智能促进人力资本流动与提升

谭泓¹ 张丽华²

(1. 青岛大学劳动人事研究院, 山东青岛 266071; 2. 中国人民大学劳动人事学院, 北京 100872)

摘要: 人工智能产生的根源是对重复繁重型劳动的解放和劳动人口不足的“补位式”替代, 劳动人口越稀缺, 增加劳动力所带来的边际成本会越高, 人工智能替代创造的边际价值将越大, 对经济促进作用相应越明显。通过青岛市人工智能替代企业劳动力的实证研究, 发现: 人工智能替代促进制造业人力资本的流出、服务业人力资本的流入, 促进人力资本的学历和综合力提升、岗位和工资收入提升。本文建议: 提升“智能替代人工”的导向意识, 重视人工智能“低成本战略”的有效推动, 着力促进“人力资本提升”的精准实施。

关键词: 人工智能; 替代; 人力资本; 流动与提升

中图分类号: F241.21;F242;F273.1 **文献标识码:** A

十九大报告强调: “提高全要素生产率, 着力加快建设实体经济、科技创新、现代金融、人力资源协同发展的产业体系……推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合。” 2017-2020 年政府工作报告先后强调: “把发展智能制造作为主攻方向” “推进智能制造, 发展工业互联网平台” “深化大数据、人工智能等研发应用” “发展工业互联网, 推进智能制造”。2017 年 7 月国务院《新一代人工智能发展规划》提出: “必须加快人工智能深度应用, 培育壮大人工智能产业, 为我国经济发展注入新动能”^[1]。人工智能产生的根源是对重复繁重型劳动的解放和对劳动人口不足的“补位式”替代。伴随老龄化、少子化时代到来, 以及人们对美好生活向往所追求的更高质量就业, 人工智能通过“补位式”替代部分传统岗位, 可以减少经济体对劳动力数量的总需求, 从而弥补老龄化对经济增长造成的劳动力不足影响。尤其, 在“推动发展方式向依靠持续的知识积累、技术进步和劳

收稿日期: 2020-06-10; 修回日期: 2020-08-12

项目基金: 国家社科基金项目“劳动伦理嵌入劳动关系治理的文化社会学研究”(02BSH093)、山东省软科学重大项目“劳动伦理构建与企业发展环境优化研究”(2016RZB35009), 山东省社科规划重点项目“社会秩序视阈下中国特色劳动关系研究”(16BSHJ01); 青岛市多部委委托课题《青岛市 3000 户企业三期用工定点监测调研》的延伸研究。

作者简介: 谭泓(1969-)女, 山东青州人, 教授、博士生导师, 博士, 研究方向为劳动经济、劳动关系;
张丽华(1957-)女, 山东荣成人, 教授、博士生导师, 博士, 研究方向为人力资源管理、组织行为学。通讯作者, E-mail: lihuaz@ruc.edu.cn

动力素质提升转变，促进经济向形态更高级、分工更精细、结构更合理的阶段演进”^[2]的过程中，人工智能替代发挥着重要的综合推动作用。

世界各国人工智能发展规划同步呈现对人力资本的关注度。2016 年美国《国家人工智能研究与发展战略计划》提出“更好地了解国家人工智能人力需求”；2019 年《美国人工智能倡议》中“开发人工智能资源”，突出“通过学徒培训、技能项目、计算机科学领域的教学，帮助美国工人获得人工智能相关技能”。《日本再兴战略 2016》将 2017 年确定为“人工智能元年”，并发布“政府工程表”：2017-2020 年，确立无人工厂和无人农场技术；2020-2030 年，达到人与物输送及配送的完全自动化；2030 年-（指之后时间，无内容），使护理机器人成为家族的一员。2018 年德国《联邦政府人工智能战略要点》中“劳动力市场结构性改革”，突出“定期全面评估当前发展以及人工智能对就业的潜在和后续影响”。Frey 等（2017）^[3]对美国 702 种职业被人工智能替代概率进行分析，未来 20 年 47% 的职业存在因自动化快速发展而消失的风险。2016 年《世界经济论坛》预见，未来 5 年中全球 15 个主要国家将有超过 710 万个工作岗位消失。

青岛市是我国重要的制造业基地，伴随 2018 年山东省新旧动能转换深入实施，产业结构升级调整，对人力资本流动与提升提出更为紧迫的需求。青岛市劳动人口较为稀缺，据 2019 年 9 月 3000 户企业劳动用工调研，全市平均招工缺口率为 15.2%，胶州市招工缺口达 23.08%。劳动人口越稀缺，增加劳动力所带来的边际成本会越高，人工智能替代所创造的边际价值将越大，对经济促进作用相应越明显。为此，本文尝试通过对青岛市 2017-2019 年 3000 户企业三期用工调研和实施智能替代企业劳动力的实证研究，探索“人工智能替代促进人力资本流动与提升”的实践状况及对策建议。

1 文献综述与研究假设

1.1 人工智能替代对人力资本流动的促进

Bessen（2017）对美国纺织、钢铁和汽车行业的研究发现，自动化与制造业的就业下降有关，但与其他行业无关，并将在非制造业创造相对可观的就业岗位^[4]。Dauth W，Findeisen S 和 Suedekum J 等（2017）对德国机器人的使用研究，认为减少了制造业的就业，但是增加了服务业的就业^[5]。Acemoglu 和 Restrepo（2018）通过对 Zeira 模型创新研究，认为自动化不仅会替代原有劳动力完成的工作，而且可以创造全新的工作岗位^[6]。陈秋霖等（2018）认为，智能化生产能够替代部分传统岗位，减少经济体对劳动力数量的总需求，通过“补位式替代”弱化甚至补偿人口老龄化对经济增长造成的负面影响；智能化生产同样可能带来“挤出式替代”的负面后果，因替代传统岗位造成失业和加剧收入两极分化，使一部分人更加无力应对老龄化^[7]。潘恩荣等（2019）认为，由于制造业面临着结构性的劳动力短缺和产品质量不稳定等问题，“机器换人”成为产业升级和经济可持续发展的有力保障，因此中国的“机器换人”进程正在加速^[8]。邓洲，黄娅娜（2019）提出人工智能除了直接淘汰某些岗位或者创造新的岗位，将促进无人驾驶、机器翻译、图像识别分析等行业的发展，影响和改变这些行业的就业需求总量和结构，并且进一步推动劳动就业从第二产业向第三产业转移^[9]。唐波、李志（2020）总结人工智能取代劳动任务所具有的经济、技术和安全特征：一是劳动成本较高的任务，运用人工智能替代人类能够获得更优的经济效益；二是劳动强度超出人类生理极限的任务，运用人工智能能够延展人的劳动能力；三是劳动风险较高的任务，运用人工智能替代人类能够保障人身安全^[10]。

由如上已有研究，分别从智能替代对制造业、服务业人力资本流动的不同促进角度，初步做出如下两方面假设：

假设 H1：人工智能替代促进制造业人力资本的流出

人类创造人工智能就是为了减轻劳动负担，提高劳动效率，在提高生产力的同时，节约时间和资源，获得劳动解放，向真正的自由劳动复归。同时，通过“补位式”替代，弥补劳动力不足带来的发展瓶颈制约。制造业是最容易受人工智能和自动化影响的产业，且制造业吸纳更大比重的普通劳动力，必然成为人工智能技术最主要的应用领域，成为“人工智能与实体经济深度融合”的关键点。由此，人工智能替代促进着制造业人力资本的流出。

假设 H2：人工智能替代促进服务业人力资本的流入

人工智能“替代效应”带来失业压力的同时，资源驱动与创新驱动的“新旧动能转换”，加快新技术的产业融合型升级，能够创造新增就业机会，促使制造业人力资本向服务业流入。同步，大力发展文化、旅游、餐饮及健康养生等第三产业，提高文娱经济、创意经济、绿色经济在国家产业结构中的占比，差异化地促进服务类、创造类和情感类的需求扩充。由此，人工智能促进服务业人力资本的流入。

1.2 人工智能替代对人力资本提升的促进

人工智能是当前社会最具代表性的技术进步。Linden 和 Williamson（1983）^[11]、Feinstein（1998）^[12]分别提出，技术进步促使生产率提高，以一种更惠及大众的方式对社会产生贡献，资本家获取大量收益，消费者获得了更质优价廉的产品，而劳动者的实际工资增长，成了获益最大的群体。Frey and Osborne（2017）^[3]提出：技术进步对就业市场会产生两种相反的效应：一是破坏效应，技术替代劳动力，从而导致失业；二是资本化效应，技术促使生产力水平提高，从而促进行业扩张，对劳动力需求提高。王君等（2017）认为技术进步就业创造效应体现在：新技术的开发、扩散和应用本身就会产生就业岗位；新技术的出现会创造新产业、新部门和新职业，也将吸纳大量的劳动力；新技术应用到旧有

产业中减少就业岗位的同时也创造新的岗位；技术进步降低了生产成本、增加了收入，导致总需求扩大，总投资增加，创造大量就业机会^[13]。朱巧玲、李敏（2018）认为人工智能技术与生产过程深度结合，会促使劳动力结构逐渐从体力向脑力和智力、从低技能向高技能、从规则性向非规则性转型，社会对高级人才、复合型人才及跨界人才的需求增大^[14]，从而在促进人力资本流动的同时，直接高效地促进着人力资本的提升。高山行、刘嘉慧（2018）认为人工智能使得以往关注个体层面绩效结果的传统人力资本研究，演进到将人力资本提升到战略性资源的重要地位，即如何发挥个体价值促进战略成果的达成^[15]。金陈飞等（2020）利用因果中介分析（CMA）模型验证，人工智能应用提升企业劳动收入份额的作用机制以劳动增进效应为主，企业全要素生产率起到部分中介效应，中国制造业产业特征和劳动力结构非常适合人工智能的应用^[16]。杨飞、范从来（2020）关于产业智能化对低技能劳动相对工资的时间趋势拟合显示，随着产业智能化程度的提升，低技能劳动的相对工资也开始上升，结合中国人工智能发展趋势可知，产业智能化与益贫式发展的变化趋势相一致^[17]。

由如上已有研究，分别从人工智能对人力资本学历综合力提升和岗位工资收入提升的促进角度，初步做出如下两方面假设：

假设 H3：人工智能替代促进人力资本的岗位和工资收入提升

人工智能对人类现有劳动领域的影响主要体现在替代、增强、调整和重构四方面，而替代、调整和重构迫使劳动力进行就业迁移，增强则要求劳动者提升人力资本水平以匹配高需求^[18]。人工智能替代制造业中产生价值较低的工种，不仅是新旧动能转换的需要，也是释放人类体力、脑力与智力，摆脱繁重型、危险型、单调型和低水平重复型劳动，从事更高定位、更有价值工作的社会进步趋向。由此，人工智能促进着人力资本的岗位和工资收入提升。

假设 H4：人工智能替代促进人力资本的学历与综合力提升

人工智能推动高技术产业、新兴产业、服务行业等迎来更为广阔的发展空间，吸纳更多劳动者从事产品设计、文化创意、金融投资等更高层次和质量的就业，创新型、复合型、高技术人才等在劳动力结构中所占的比重必然会增加，劳动者软实力将成为人才竞争的关键，推动劳动者主动培养创新意识和创新能力。由此，人工智能促进着人力资本的学历与综合力提升。

2 样本选取与替代需求

2.1 样本选取

本研究以不等概率方式从国民经济 19 个行业抽取 3000 余户企业，分别于 2017 年、2018 年、2019 年三期予以劳动用工定点调研，重点抽取人工智能替代企业予以深入研究（见表 1）。

表 1 人工智能替代企业及替代劳动力情况

调查时间	调查企业数	智能替代企业及占比	制造业智能替代企业及占比	替代人数
2017 年下半年	3053	182（5.96%）	156（85.71%）	4198
2018 年上半年	3060	286（9.35%）	227（79.37%）	8707
2019 年上半年	3008	298（9.91%）	238（79.87%）	7440

从表 1 数据分析，2017-2019 年进行过人工智能替代的企业分别为 182 家、286 家、298 家，分别占调查样本企业的 5.96%、9.35%、9.91%。制造业智能替代企业分别为 156 家、227 家、238 家，分别占智能替代企业的 85.76%、79.37%、79.87%。2017-2019 年，人工智能替代总人数从 4198 人上升为 7440 人，增加 77.23%；采取人工智能替代的企业数从 182 家上升为 298 家，增加 63.74%。2019 年上半年，112 家暂未采取人工智能替代的企业，未来半年有人工智能替代计划。

2.2 人工智能替代紧缺需求

2019 年调研数据显示，已进行人工智能替代的企业共报告 105 类紧缺工种，8592 人。

对应紧缺工种所属的职业大类和职业中类（见表 2）。

表 2 人工智能替代企业紧缺工种一览表

所属职业大类	具体工种	招聘总人数	频次
专业技术人员 (2330 人)	设备工程技术人员	557	5
	机械设计工程技术人员	238	11
	机械制造工程技术人员	236	12
	数据分析处理工程技术人员	90	1
	其他专业技术人员	615	3
	其他合计	594	50
办事人员和有关人员 (10 人)	行政办事员	8	2
	制图员	2	1
社会生产服务和生活 服务人员 (2035 人)	安全生产人员	886	16
	汽车维修工	430	3
	保洁员	157	2
	客户服务管理员	126	4
	营销员	99	7
	客户服务员	60	3
	中央空调系统运行操作员	50	1
	其他合计	227	32
农林牧渔业生产及辅 助人员 (35 人)	动物检疫检验员	20	1
	其他林业生产人员	15	1
生产制造及有关人员 (4182 人)	焊工	1255	11
	装配钳工	1087	2
	制鞋工	320	3
	缝纫工	221	9
	多工序数控机床操作调整工	192	16
	其他食品，饲料生产加工人员	135	3
	其他合计	972	59

注：按照《中华人民共和国职业分类大典（2015 年版）》目录的职业。

由表 2 可知，进行过人工智能替代的企业中，“生产制造及有关人员”的需求最高，紧缺 4182 人；其次是“专业技术人员”，紧缺 2330 人；再次是“社会生产服务和生活服务人员”，紧缺 2035 人。在“生产制造及有关人员”中，焊工、装配钳工分别达 1255 人、

2087 人；在“专业技术人员”中，设备工程技术人员为 557 人；在“社会生产服务和生活服务人员”中，安全生产、汽车维修工分别为 886 人、430 人。

3 模型设计与数据分析

3.1 模型设计

为考察不同行业企业的人工智能替代状况，将其研究内容细化为生产经营情况、实际招工情况和人力资本分布三个指标，借助回归分析来研究各行业的指标差异。由于被解释变量的性质不同，研究采用不同的计量模型进行分析。

针对“人力资本分布”，采取多元线性回归模型，模型设定如下：

$$Y = \alpha + \beta \text{Ind}_i + \gamma X_i + \varepsilon$$

其中，Y 为被解释变量，Ind_i 为主要解释变量，X_i 为控制变量， ε 为扰动项。

针对“企业生产经营”和“实际招工情况”这两个序数变量，采用有序 Probit 模型（Ordered Probit Model）。模型设定如下：

$$Y^* = X\beta + \varepsilon, \varepsilon | x \sim N(0,1)$$

其中， Y^* 为假想潜变量，X 为解释变量， β 为解释变量的估计系数， ε 服从零均值的独立同正态分布。设 Y_i 为真正的区间变量，则：

$$Y_i = 1, \text{ 若 } Y^* \leq \alpha_1;$$

$$Y_i = 2, \text{ 若 } \alpha_1 < Y^* \leq \alpha_2;$$

...

$$Y_i = N, \text{ 若 } Y^* > \alpha_{N-1}$$

其中, Y_i 为企业生产经营状况或企业实际招工情况, α_j 为各选择项的未知阈值。 $Y_i = j$ 的概率可写为 $P(Y_i = j | X_i) = F(\beta X_i - \alpha_j) - F(\beta X_i - \alpha_{j+1})$, 所有 $Y_i = j$ 的概率相乘得到似然函数, 对“对数似然函数”求导, 得到参数 α_j 和 β 的估计值。

3.2 企业所在行业人力资本分布

2019 年 3000 户企业劳动用工调研数据, 从学历和平均受教育年限角度, 对企业所在行业的人力资本分布情况予以分析 (表 3 所示)。

表 3 企业所在行业的人力资本分布情况

解释变量	本科比例	硕士及以上比例	平均受教育年限
交通运输、仓储和邮政业	0.007(0.022)	-0.002(0.003)	-0.233(0.144)
住宿和餐饮业	-0.117*** (0.016)	-0.012*** (0.003)	-1.173*** (0.148)
信息传输、软件和信息技术服务业	0.162*** (0.034)	0.027*** (0.010)	0.836*** (0.176)
公共管理、社会保障和社会组织	0.033(0.026)	0.122(0.084)	0.819(0.747)
农林牧渔业	-0.024(0.051)	0.013(0.008)	0.144(0.539)
制造业	0.001(0.012)	0.009*** (0.003)	-0.155(0.095)
卫生和社会工作	0.023(0.052)	0.014(0.014)	0.545* (0.302)
居民服务、修理和其他服务业	0.005(0.021)	0.004(0.005)	-0.304** (0.146)
建筑业	0.058** (0.017)	0.010** (0.004)	0.231* (0.122)
房地产业	0.065* (0.038)	0.022* (0.013)	0.288(0.266)
教育	0.221*** (0.059)	0.084*** (0.033)	1.342*** (0.408)
文化、体育和娱乐业	0.111** (0.046)	0.042* (0.024)	0.566(0.348)
水利、环境和公共设施管理业	0.009(0.036)	0.030(0.021)	-0.296(0.328)
电力、热力、燃气及水生产和供应业	0.082** (0.036)	0.006(0.011)	0.636*** (0.225)
科学研究和技术服务业	0.169*** (0.030)	0.076*** (0.016)	1.094*** (0.195)
租赁和商务服务业	0.117*** (0.022)	0.027*** (0.007)	0.539*** (0.132)
采矿业	0.051(0.038)	0.006** (0.003)	1.241* (0.650)
金融业	0.147*** (0.043)	0.060** (0.027)	0.953*** (0.252)
Constant	0.165*** (0.069)	-0.048** (0.024)	12.520*** (0.62)
企业规模	控制	控制	控制
企业所在区划	控制	控制	控制
企业经济体制	控制	控制	控制
观测值	3008	3008	3008
R-squared	0.277	0.141	0.288

注：（1）表中行业以“批发和零售业”作为基准项；（2）括号中标注稳健标准误；（3）***、**、*分别表示在 1%、5%、10%的水平下显著。

由表 3 可知，从本科学历、硕士及以上学历人才占比情况分析，制造业本科及以上学历占比与批发和零售业几乎无差异，但是硕士以上学历占比要显著高于批发和零售行业，说明制造业虽整体人力资本水平较低，但聚集了大量高端人才。

从高学历员工占比与平均受教育年限分析，服务业的人力资本水平呈现差异化特征。“住宿和餐饮业、居民服务、修理和其他”等低端服务业的人力资本水平较低，较批发和零售业显著低 1.17 年、0.35 年；“租赁和商务”等中端服务业，本科员工比例较批发和零售业高 11.7%，平均教育年限高 0.54 年，人力资本水平居于中等；“信息传输、软件和信息技术服务业，科学研究和技术服务业，金融业”等高端服务业，平均受教育年限较批发和零售业分别高 0.84 年、1.09 年、1.34 年。中低端服务业属于劳动密集型行业，高端服务业则属于典型的人力资本密集型行业，回归结果符合预期。

3.3 人工智能替代对人力资本流动的影响回归

为更准确地反映人工智能替代对企业劳动用工变化的影响，研究将企业经营状况（虚拟变量）、现有员工数量、所处行业（虚拟变量）作为控制变量带入回归方程，探究人工智能替代对企业员工新进率（“本期新增员工人数”除以“期初员工人数与期末员工人数之和的二分之一”）、员工离职率（“本期减少员工数”除以“期初员工人数与期末员工人数之和”）、未来招聘计划和减员计划等四个变量影响。前两个被解释变量为连续变量，使用多元 OLS 回归模型，后两个被解释变量为二元虚拟变量，使用二元 Probit 模型，回归结果（见表 4）。

表 4 人工智能替代对人力资本流动的影响回归

因变量	OLS 模型		Probit 模型	
	员工新进率	员工离职率	未来雇佣计划	未来减员计划
智能替代人工情况	-0.001(0.009)	0.014*** (0.005)	0.362*** (0.088)	0.202(0.169)
经营状况：向好	0.057*** (0.009)	-0.014*** (0.005)	0.467*** (0.076)	-0.465*** (0.160)
经营状况：持平	0.018*** (0.007)	-0.020*** (0.005)	0.017(0.063)	-0.575*** (0.130)
企业规模	0.015*** (0.003)	0.004** (0.002)	0.290*** (0.024)	0.040(0.050)
控制变量	控制	控制	控制	控制
观测值	3008	3008	3005	2796
R-squared	0.071	0.057	Z	Z

注：（1）括号中标注稳健标准误；（2）企业经营状态有向好、持平、下滑三类，表中以“下滑”作为基准项；（3）***、**、*分别表示在 1%、5%、10%的水平下显著。

从表 4 回归结果可以看出：（1）企业经营状况对员工新进率及未来雇佣员工概率有显著正向影响，同时显著降低企业现期与未来减员的可能性。（2）企业经营状况与上期持平时，对现期减员与未来减员都有显著负向影响，对现其员工新进率有显著正向影响，虽然对未来雇佣员工概率影响为正，但并不显著。（3）研究最为关注的是“人工智能替代”变量的解释力，在 Probit 回归中，企业进行过人工智能替代时取值为 1，未进行过人工智能替代的企业取值为 0，为控制企业当期离职率的影响，在回归中将离职率作为控制变量。

OLS 回归结果显示，两类企业在员工离职率上有显著差异，进行过人工智能替代的企业离职率相对较高。Probit 回归结果显示，两类企业在未来雇佣计划上有显著差异，但在减员计划上没有显著差异。从边际效应上来看，进行过人工智能替代的企业未来招聘员工的概率比未进行过智能替代人工的企业高 12.3%。回归分析结果与统计分析保持一致。

3.4 人工智能替代对人力资本提升的影响回归

人力资本提升最突出体现在学历层次与工资收入，为深入分析人工智能替代对企业减员的岗位类别和学历层次的影响分布，分别计算出“不同岗位和学历层次的减员人数”除以“本期减员人数”来定义相应的减员占比。在控制变量中，加入行业、经营情况、企业规模以

及相应的岗位平均工资和学历平均工资，OLS 回归结果如表 5 所示。

表 5 人工智能替代对企业人力资本提升的影响回归

		岗位类别减员占比			
因变量	总减员率	管理人员	专业技术人员	技工	普通员工
智能替代	0.020**(0.008)	-0.009 (0.011)	-0.036*** (0.01)	0.021(0.013)	0.053**(0.025)
R-squared	0.033	0.021	0.169	0.088	0.140
		学历层次减员占比			
因变量	博士学历	硕士学历	本科学历	专科学历	高中及以下学历
智能替代	-0.000(0.000)	-0.004**(0.002)	-0.035*** (0.01)	-0.030*** (0.01)	0.051**(0.025)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制
R-squared	0.017	0.071	0.096	0.089	0.048

表 5 的回归结果分析：（1）从岗位类别看，人工智能替代主要减少企业普通员工，其次是技工，对管理人员、技工类岗位减员影响不显著，相反使企业更加重视专业技术人员的使用，在降低对低层次劳动用工需求的同时，提升高层次技术人才需求。（2）从学历层次看，除了博士学历之外，人工智能替代对其他学历层次员工减少占比都有显著影响，其中，人工智能替代减少专科以上学历人员的员工减少占比，但显著提升高中及以下学历人员在员工减少占比中的比重。

4 T 检验与分析讨论

通过如上研究，“人工智能替代促进人力资本岗位与学历提升”的假设较为明显地呈现出来，但对制造业与服务业人力资本流动的促进还存在较大差异。为此，进一步通过“员工新进率、员工离职率、净人力资源流动率（‘本期新增和减少员工人数之和’除以“期初员工人数与期末员工人数之和的二分之一”）”三个指标，分别对进行过人工智能替代和未进行人工智能替代的企业予以对比分析，同时进行 T 检验（见表 6）。

表 6 人工智能替代与企业人力资本流动的 T 检验

样本	人力资源流动	进行过智能替代	未进行智能替代	T 检验
全样本	员工净流动率	-0.32%	0.82%	1.1896
	员工新进率	10.47%	10.74%	-0.2852
	员工离职率	9.16%	7.96%	-2.0762
制造业	员工净流动率	0.66%	0.44%	0.2834
	员工新进率	9.5%	11.26%	-1.3976
	员工离职率	8.03%	6.64%	-2.3431
非制造业	员工净流动率	-0.33%	0.89%	1.9526
	员工新进率	9.5%	11.26%	0.8469
	员工离职率	9.9%	7.72%	-1.7374

表 6 结果显示：（1）“进行过智能替代”或“未进行过智能替代”的两类企业，在净人力资源流动率和员工新进率方面没有显著差异，但在员工离职率方面表现出显著差异，进行过人工智能替代的企业离职率较高。（2）从均值分析，进行过人工智能替代的企业净人力资源流动率均小于未进行的企业；员工新进率方面，两类企业相差不大；员工离职率方面，进行过人工智能替代的企业员工离职率为 9.16%，高于未进行的企业员工离职率的 7.96%。（3）从行业分析，人工智能替代最多的行业是制造业，约占人工智能代替企业总样本量的 80%，两类企业的员工离职率的差异主要体现在制造业，进行过人工智能替代的制造业员工离职率更高，非制造业中两类企业几乎没有差异。

由此可以推断：

（1）伴随人工智能替代的扩大趋势，对劳动力市场将产生较为重要的影响。一方面，人工智能替代程度的加深可能导致企业对低技能劳动力的需求降低，导致低技能员工离职率上升；另一方面，人工智能替代也可能促使企业提高生产率、扩大生产规模、提高企业活力，对高新技术人才需求增加，同时人员流转加快，未来人员招聘和减员数量均增加。

(2) 人工智能替代更有可能发生在人力资本水平较低的制造业，进行过人工智能替代的企业员工净流动率要高于未进行过人工智能的企业，并且在未来招聘或减员的可能性要更大，这在一定程度上也说明人工智能替代会加速人力资本流动。同时，人工智能替代更多的发生在经营状况较好的企业，也将带动企业良性发展、扩大生产经营规模，提高未来企业员工招聘的概率。

(3) 进行人工智能替代后，替代人员的流向主要有补充原招工不足、培训转岗、转入其他行业等。从岗位类别看，人工智能替代主要是减少企业普通员工的雇员，对管理人员、技工类岗位的员工减少影响不显著，且更加重视专业技术人员的使用，专业技术人员的工作流动性减弱。人工智能替代过程中，企业人力资本的培养与提升，将成为留住员工并实现高质量发展的关键。

5 研究结论与政策建议

如上研究基本验证了前期假设，得出如下结论：

(1) 人工智能替代促进制造业人力资本的流出；(2) 人工智能替代促进服务业人力资本的流入；(3) 人工智能替代促进人力资本岗位和工资收入的提升；(4) 人工智能替代促进人力资本的学历和综合力的提升。

基于研究结论和人工智能替代发展现状，提出如下政策建议：

(1) 提升“人工智能替代”的导向意识。人工智能产生的目的就是替代人类完成某些人类自己无法完成的事情，减轻人的劳动负担、提高劳动的效率，让人们有更多的时间和机会去自由而全面地发展自己（何云峰，2017）^[19]。“人工智能替代”会加速企业内部人力资本结构变化，降低企业低层次劳动力需求，解决“用工短缺”瓶颈。应进一步提升“人工智能替代”导向意识，强化技术进步的劳动增进效应。

人工智能在“补位式”替代劳动人口不足的同时，所产生的人机交互、设备维修等直接替代性岗位，促进劳动者更高技能提升；人工智能、大数据、云计算、智能制造等工程技术人员及人工智能训练师等新兴职业，促进人力资本提升的同时创造新产业，推动产业结构升级转换和企业生产效率提升。同时，要准确把握人工智能技术的发展趋势与推动速度，积极应对可能产生的负面影响。

（2）人工智能“低成本战略”的有效推动。人工智能替代的工种大都工资较低，而人工智能成本高、回收周期长，除一次性投入外还需后期维护、维修、升级等费用，资金压力成为人工智能替代的根本制约因素，应确立“低成本战略”有效推动的理念。在人工智能产业发展中，“通过联合重组、合资合作及跨界融合，加快培育管理水平先进、创新能力强、效率高、效益好、市场竞争力强的龙头企业……带动中小企业向‘专、精、特、新’方向发展，形成全产业链协同发展的局面”^[20]。通过全产业链协同发展的规模效应，扩大产量、提升价值链，形成累积递进效应，保障“低成本战略”实施。同时，重视“成本企划管理”，加强内部成本控制，开发、生产、营销、服务等环节将成本降至最低限度；强化“价值工程思想”，重视分析产品功能、产品潜力与成本的关系，推动人工智能跟进企业需求的技术提升更迭。

（3）着力促进“人力资本提升”的精准实施。在人工智能替代过程中，大量低端就业岗位释放出受教育程度较低的劳动者；人工智能创造出来的新岗位，需要更高人力资本劳动者承担；人工智能推动的新兴产业，出现“难以满足岗位需求”的人才短缺。劳动力市场结构性供需失衡同步加大，促进“人力资本提升”精准实施尤显紧迫。制造业岗位被替代的劳动者虽然学历水平不高，但往往具有较为丰厚的岗位能力经验，应重视其能力经验的“精准性”迁移转化，通过职业技能提升，拥有工业机器人系统“操作员、运维员”等新职业。在产业结构升级过程中，针对“难

以满足岗位需求”的人才短缺，“精准性”强化新兴产业的职业技能培训。尤其，着力强化高素质人才需求与高等教育供给的有效衔接，使高校毕业生在“精准性”产业发展对接实践中，促进高校毕业生人力资本红利得到最充分释放。



参考文献:

- [1] 国务院关于印发《新一代人工智能发展规划》的通知[N]. 中国政府网,2017年7月8日.
- [2] 中共中央国务院关于印发《国家创新驱动发展战略纲要》的通知[N]. 新华网,2016年5月19日.
- [3] Frey C B , Osborne M A.The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation? [J] . Technological Forecasting And Social Change , 2017 , 114: 254-280.
- [4] Bessen J E. Automation and jobs: when technology boosts employment [R]. BU Law Paper , 2017 , No.17-09.
- [5] Dauth W , Findeisen S , Suedekum J , et al. German robots——the impact of industrial robots on workers [R]. Cepr Discussion Papers , 2017 , No. DP12306.
- [6] 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.
- [7] 陈秋霖,许多,周羿.人口老龄化背景下人工智能的劳动力替代效应[J]. 中国人口科学,2018 (6) :30-42.
- [8] 潘恩荣,阮凡,郭晓.人工智能“机器换人”问题重构——一种马克思主义哲学的解释与介入路径[J]. 浙江社会科学,2019 (5) :93-99.
- [9] 邓洲,黄娅娜.人工智能发展的就业影响研究[J]. 学习与探索,2019 (7) :99-106.
- [10] 唐波,李志.人工智能对人力资源的替代影响研究[J]. 重庆大学学报 (社会科学版) ,2020 (5) .
- [11] Linden, P.H Williamson, J.G., Reinterpreting britain's social tables 1688-1913 explorations[J]. The Economic History, 1983 , 20(1):94-109.
- [12] Feinstein, C. H., Pessimism perpetuated:real wages and the standard of living in britain during and after the industrial revolution[J]. The Journal of Economic History, 1998,58(3) :625-658.
- [13] 王君,张于结,张义博,洪群联.人工智能等新技术进步影响就业的机理与对策[J]. 宏观经济研究,2017 (10) :169-181.
- [14] 朱巧玲,李 敏.人工智能、技术进步与劳动力结构优化对策研究[J]. 科技进步与对策,2018 (3) :36-41 .
- [15] 高山行,刘嘉慧.人工智能对企业管理理论的冲击及应对[J]. 科学学研究,2018,36(11) : 2004-2010.
- [16] 金陈飞,吴杨,池仁勇,吴宝.人工智能提升企业劳动收入份额了吗? [J]. 科学学研究,2020 (1) :54-62.
- [17] 杨飞,范从来.产业智能化是否有利于中国益贫式发展?[J]. 经济研究,2020 (5) :150-165.
- [18] 张学英.人工智能下的劳动就业迭代及人力资本投资[J]. 河北师范大学学报,2019 (5) :75-83.
- [19] 何云峰.挑战与机遇: 人工智能对劳动的影响[J]. 探索与争鸣,2017 (10) :107-111.
- [20] 工业和信息化部、国家发展改革委、财政部关于印发《机器人产业发展规划(2016-2020年)》的通知[N],人民网,2016年4月27日.

Artificial intelligence promote human capital flow and promotion

Tan Hong ¹ Zhang Lihua ²

(1. Institute of Labor and Personnel, Qingdao University, Shandong 266071;
2. School of Labor and Personnel, Renmin University of China, Beijing 100872)

Abstract: The root of artificial intelligence is the liberation of repeated heavy labor and the replacement of labor population shortage. The more scarce the labor population, the higher the marginal cost of increasing labor force. The greater the marginal value of artificial intelligence substitution creation, the more obvious the effect on economic promotion. Through the empirical research of artificial intelligence substitution enterprise labor force in Qingdao, it is found that intelligent substitution promotes the outflow of human capital in manufacturing industry, the inflow of human capital in service industry, Promote the promotion of human capital education and integration, post and wage income.

The article suggest that we should enhance the guiding consciousness of " intelligent substitution for artificial ", attach importance to the effective promotion of " low cost strategy " of artificial intelligence, and strive to promote the accurate implementation of " human capital promotion ".

Key Words: Artificial Intelligence; Replacement; Human Capital; Flow and Promotion

