DOI:10.16158/j.cnki.51-1312/f.2024.02.011

工业机器人与创业
——基于马克思劳动变换规律的检验

□李秋静 □刘 斌

劳动变换规律是马克思劳动发展理论的“硬核”，在工业机器人广泛应用的当下，劳动变换规律的现实意义值得关注。鉴于此，本文基于马克思主义政治经济学理论和蒂蒙斯创业理论搭建了逻辑框架，使用微观数据检验了工业机器人对创业的影响。研究发现：首先，工业机器人能促进创业，该结论在使用工具变量、进行敏感性检验后仍然成立。其次，机制分析表明，工业机器人可以通过“抛出工人–增加创业者、提高生产力–增加创业资源、产生新劳动–增加创业机会”的机制促进创业。最后，拓展分析显示，区分行业来看，工业机器人对服务业创业的促进作用更大；区分城市来看，在社会保障水平、公共教育支出较高的城市，工业机器人对创业的促进作用更大；区分创业类型来看，工业机器人对生存型创业的促进作用更大。本文结论说明，在推进工业智能化的同时，应做大创业这一就业“蓄水池”，帮助劳动者适应劳动变换规律。

关键词：工业机器人;创业;劳动变换规律

中图分类号：F425 **文献标识码**：A **文章编号**：1003—5656(2024)02—0071—10

一、引言与文献述评

党的二十大报告明确提出“推动制造业高端化、智能化、绿色化发展”，为中国制造业高质量发展提供了基本遵循。作为“制造业皇冠顶端的明珠”，工业机器人是推动制造业智能化转型升级的关键载体。根据国际机器人联合会(International Federation of Robotics，IFR)公布的最新数据，工业机器人正在中国蓬勃兴起，截至2021年，中国运行的工业机器人达到创纪录的94.3万台，占全球总量的35%左右，中国已连续9年成为全球最大的工业机器人消费市场。

以一些自动化程度较高的发达国家的经验来看，工业机器人有可能带来“二律背反”现象：一方面，工业机器人的高生产率增加了社会总产出，提升了社会总福利；另一方面，工业机器人对劳动力市场造成巨大冲击[1]，工人收获的增长可能表现为失业时间的增长。为应对就业问题，党的二十大报告明确指出“完善促进创业带动就业的保障制度，支持和规范发展新就业形态”。近年来，中国创业活跃度保持增长态势，2022年中国新增市场主体2887.2万户，同比增长15.4%，截至2022年底，中国各类市场主体达到1.69亿户。目前，创业已经成为重要的就业形式，对稳住中国就业基本盘起到了重要作用。

值得注意的是，技术进步对劳动力的影响并非新问题。早在《资本论》中，马克思就关注了机器在社会大生产中的重要作用，并提出“产业后备军”“机器抛弃工人”等理论，认为在追求超额剩余价值的内在冲动和资本家竞争的外在压力双重因素驱动下，机器替代工人是必然的，“劳动资料一作为机器出现，立刻就成了工人的竞争者”[2]471。虽然相比以往的技术进步，工业机器人表现出了更明显的“去人类

基金项目：国家自然科学基金面上项目“贸易开放、国内运输成本与南北经济差距”(72173020)；教育部哲学社会科学研究重大课题攻关项目“全球经贸规则重构背景下的WTO改革研究”(21JZD023)

作者简介：李秋静，山东财经大学国际经贸学院讲师；刘斌(通讯作者)，对外经济贸易大学中国世界贸易组织研究院研究员、博士生导师。

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

中心化”取向，但其本质上并未超越机器的资本属性和马克思“机器大生产理论”中的逻辑，因此工业机器人引起的当代难题或许可以从马克思的理论中找到答案。在《资本论》中，马克思提出了劳动变换规律，基本内容可以概括为：大工业的本性会导致工人劳动方式、形式、内容的变化，这是不可克服的自然规律[2]574。这是因为，一是新机器大大提高了劳动资料的使用效率和劳动生产率，降低了对工人的需要，势必有一部分工人要改变劳动方式，或表现为失业，或表现为劳动者的流动。面对机器大工业带来的必然的劳动变换，马克思提出了对工人阶级的深切期望，即成为全面发展的人，在经济的不同发展阶段以不同形式来参与劳动。在资本主义生产关系下，资本主义的基本矛盾带来资本与劳动的对立，机器换人引发的劳动变换更多地表现为失业，这一点符合国外学者的研究结论。而在社会主义生产关系下，剩余产品主要归劳动者所有，为人的全面发展提供了制度保障，受“机器换人”冲击的劳动者以新的形式参与劳动成为可能。

与本文最相关的一支文献研究了工业机器人的就业效应。一些学者从马克思主义政治经济学的视角展开了研究，唐永和张衔[3]、韩民春和周静[4]分别基于马克思扩大再生产理论、剩余价值概念，研究了工业机器人对中国就业的影响，但以上研究均为理论框架分析，并未引入微观数据进行检验。相关的量化研究大多从西方经济学的视角展开。首先，Frey 和 Osborne[5]、Acemoglu 和 Restrepo[6]、王永钦和董雯[7]等文献提出、验证了工业机器人的替代效应，即工业机器人会取代劳动者的工作。其次，Graetz 和 Micheals[8]、Acemoglu 和 Restrepo[9]、Agrawal 等[10]、李磊等[11]认为工业机器人还具有就业创造效应和生产率效应，能够创造新的工作机会。此外，也有学者认为工业机器人的就业效应比较复杂，基于劳动力异质性和工作任务异质性展开研究[12]。

与本文相关的另一支文献探讨了创业的影响因素。从微观层面来看，个体的能力和特质会影响其创业决策，例如，Parker[13]、Lazear[14]、马光荣和杨恩艳[15]、周广肃[16]分别发现人力资本水平、社会网络关系、工作经历、风险偏好程度对个体创业决策具有显著影响；从宏观层面来看，赵向阳等[17]、杜运周等[18]、万海远[19]分别证实了基础设施、营商环境、地区文化等因素对地区创业活跃度具有显著影响。当然，劳动力市场的变化也是影响创业的重要因素。Sorgner 和 Fritsch[20]、Fossen 和 Sorgner[21]的研究支持失业推动创业论，其认为，当个体失去满意的工作机会时可能会转向创业以实现就业。然而也有学者持不同观点，即失业会抑制创业，Hurst 和 Lusardi[22]认为这主要是因为失业的个体可能更难获取创业资本，创业风险更大而成功几率更小。

在马克思主义的历史唯物主义观点中，生产力的发展决定生产关系的变革，为了适应新的生产关系要求，劳动者和企业家必须在生产和经营中不断创新和创业。作为技术进步最重要的方向之一，工业机器人深刻改变了生产方式，也对劳动力市场造成了巨大冲击，但是其会对创业活动产生何种影响尚不得知。鉴于此，本文从马克思的劳动变换规律出发，使用 IFR 工业机器人数据和中国微观企业注册数据，评估工业机器人对创业的影响。

与现有研究相比，本文边际贡献主要有以下三个方面：第一，在研究对象方面，本文以劳动变换规律逻辑主线，将马克思主义政治经济学理论与创业理论结合，搭建了工业机器人影响创业的逻辑框架，并首次使用微观数据进行了检验；第二，在研究视角方面，以往文献大多关注雇佣就业、工资，而本文关注了工业机器人是否会促进创业，并创新性地引入百度搜索指数等中介变量，检验了作用机制；第三，在拓展分析方面，本文探究了工业机器人对制造业创业和服务业创业、生存型创业和机会型创业的差异影响，并检验了社会保障水平、公共教育支出的调节作用。本文发现，工业机器人可以促进创业，为工业机器人促进广义的就业提供了新证据。这与科技发展史相符，每一项重大发明替代一些工作的同时也会催生新的机会，正如马克思揭示的方法论基本原理：“问题与解决问题的手段同时产生”[2]106。

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

二、理论分析与研究假说

蒂蒙斯创业要素理论指出创业是创业者、创业资源和创业机会三种要素共同作用的结果[23]。本节以劳动变换规律为逻辑主线，将马克思主义政治经济学理论与创业理论结合，搭建“抛出工人–增加创业者、提高生产力–增加创业资源、产生新劳动–增加创业机会”的逻辑框架，分析工业机器人影响创业的作用机制，以及其中的产业偏向性，并提出相应假说。

（一）工业机器人促进创业的作用机制

根据马克思劳动价值论，劳动力的价值是维持劳动力占有者必要的生活资料的价值[2]199，其大小取决于生产这些资料的社会必要劳动时间。工业机器人的巨大生产力显著缩短了生产商品的社会必要劳动时间，但同时也造成了劳动力贬值。正如马克思所说，“他们的劳动能力提高了，工资却下降了”[24]326。同时，社会必要劳动时间的缩短导致剩余劳动时间增加，使得剩余价值积累更加容易，降低了资本雇佣劳动力的激励，对劳动力产生挤压替代作用。总之，工业机器人具有显著的抛出工人的效应，正如马克思形象的比喻——机器愈益成为取代劳动者的“机械怪物”。那么抛出工人如何增加创业者呢？从收益角度来看，根据 Knight[25]的相对收入理论，劳动者总是在失业、受雇就业和自雇创业之间进行选择，其决策主要由以上三种状态的相对价格决定。当劳动者受到工业机器人的替代效应影响时，创业不仅可以帮助劳动者规避失业风险，还可能提供比受雇就业更高的“工资”，此时可能有更多的劳动者选择创业。从成本角度来看，工业机器人导致受雇就业的预期下降，从而降低了劳动者创业机会成本，增加了劳动者创业的概率。基于此，提出研究假设 1：

假设 1：工业机器人通过抛出工人增加了创业者，从而促进创业。

恩格斯在《马克思<资本论>第一卷提纲》中指出“大工业有巨大的弹性，它能跳跃式地扩展到高度发展阶段”[26]323，这不仅指出了大工业的特点，也前瞻性的预见了工业机器人的巨大生产力。作为引领新一轮工业革命最重要的技术创新，工业机器人可重构生产、分配、消费等各个经济环节，实现社会生产力的整体跃升。通过提高生产力，工业机器人带来了两个关键影响，一是扩大生产规模，二是细化分工。首先，资本积累量的大小直接决定着扩大再生产的规模，工业机器人的应用提升了生产力，增加了剩余价值规模，有助于资本积累，扩大生产规模，从而形成大量的中间品产出。其次，马克思曾提出“机器产生的原料、半成品不断增加，与此相适应，对这些产品的加工分成无数的部门，因此社会生产部门的多样性也就增加”[27]512。同理，工业机器人也通过巨大的生产力促进了多样化的生产部门，催生出多样化中间品。中间品资源是限制创业的重要因素[28]。大量、多样化的中间品市场，可以使初创企业利用较少的资本经营主营业务，从而降低了创业的进入门槛。基于此，提出研究假设 2：

假设 2：工业机器人通过提高生产力增加了创业资源，从而促进创业。

虽然马克思批判了穆勒、托伦斯等资产阶级经济学家提出的“游离资本”以及后续形成的“补偿理论”，但马克思也认识到“虽然机器人在应用它的部门势必排挤工人，但是它能增加其他劳动部门的劳动力需求”[2]484，其思想体现了机器能创造新劳动。从劳动过程看，劳动是劳动者与生产资料结合方式的表现，工业机器人作为新的生产资料，与劳动者结合必然产生新劳动。而这与创业机会有何联系呢？在部门内，工业机器人作为新的生产技术，其本身在不断迭代升级的过程中产生了大量新劳动，这些新劳动可能会表现为创业机会。例如，AI 软件设计、新型机械臂制造等相关的细分领域涌现出前沿的创业机会。在部门外，工业机器人的应用推动了社会生产方式的变革，从而在传统产业中创造了新劳动，表现为新的创业机会。例如，工业机器人引发了大量将传统生产技术与工业机器人技术融合的创业机会。创业机会学派认为区域内创业机会的多寡是决定个体展开创业行动的关键[29]，创业机会的增加有助于促

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

进创业活动。基于此，提出研究假设3：

假设3：工业机器人通过产生新劳动增加了创业机会，从而促进创业。

（二）工业机器人对创业的异质性影响

马克思曾指出，“大工业领域内生产力的极度提高……会使工人阶级中越来越大的部分从事非生产劳动”[2]488。那么，工业机器人对创业活动的促进作用是否存在产业偏向性？更多地表现在服务业？这一问题可从两个角度考虑。第一，在《1844年经济学哲学手稿》中，马克思认为人的劳动能力之所以更优，是因为人能够将工作中的“概念”和“执行”结合在一起。这指出了人类在劳动中对于机器的比较优势。相对制造业来说，服务业中的任务大多是基于高级认知和社会互动的非常规型任务，而不是仅需“执行”的常规任务，因此劳动者，尤其是预见工业机器人替代效应风险的劳动者，创业时会倾向于选择服务业领域，发挥人本身具有的禀赋，从而获取比较优势收益。第二，工业机器人具有溢出带动性很强的头雁效应，可在服务业创造更多需求，从而带动更多的创业机会。伴随着制造业服务化程度加深，工业机器人的应用产生了大量如程序设计等知识密集型任务，在生产性服务业创造了有效需求。基于此，提出研究假设4：

假设4：工业机器人对创业活动的促进作用存在产业偏向性，更多地体现在服务业。

三、指标设计与模型设定

（一）工业机器人指标设计

囿于数据可获性，目前难以直接度量各城市工业机器人的使用情况。鉴于此，借鉴Acemoglu和Restrepo[8]使用的Bartik变量构造思路，本文基于IFR提供的中国年度-分行业的工业机器人使用量，在地级市层面加权（依据城市分行业的劳动力就业份额），测算了各城市分年度的机器人渗透度，作为核心解释变量，具体如下：

$$Robot_{ct}=\sum_{i=1}^{m} l_{ict_0}\frac{Robot_{it}}{L_{it_0}} \tag{1}$$

其中，$Robot_{ct}$为c市在t年的机器人渗透度（台/万名从业人员）。为缓解由于工业机器人的使用影响劳动力市场从而导致的内生性问题，就业数据均使用基期2005年的数据，即t_0表示2005年，L_{it_0}代表全国层面i行业在基期2005年的总从业人数（万人）。$Robot_{it}$代表全国层面i行业在t年的工业机器人存量①，为了和就业数据匹配，根据IFR数据，本文按19个行业分类计算得到②。l_{ict_0}为L_{ict_0}/L_{ct_0}表示2005年c市i行业的就业人数占c市总从业人数的比例，在计算这一比例时本文首先从中国城市统计年鉴、Wind数据库中获取了各城市制造业、服务业等大类行业的从业人数，但其并未提供制造业细分行业的从业人数。因此本文使用中国工业企业数据库中2005年的微观数据计算了各城市制造业细分行业的从业人员比例，并依据该比例将各城市制造业从业人数拆分得到制造业细分行业从业人数。

（二）创业指标设计

考虑到目前尚未有包含工业机器人使用以及个体创业信息的更为微观的数据，因此本文使用城市层面的数据研究工业机器人对创业的影响，以各城市的创业活跃度（$Entrep_{ct}$）作为被解释变量。本文计算创业活跃度（$Entrep_{ct}$）时基于劳动力市场法进行了细微调整，具体如下：

$$Entrep_{ct}=\frac{Entrep_Num_{ct}}{WL_{ct}} \tag{2}$$

①IFR提供了工业机器人安装量和工业机器人存量，考虑到工业机器人使用周期较长，本文选择使用工业机器人存量数据。
②限于篇幅，正文未展示行业分类情况，留存备索。

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

其中，$Entrep_Num_{ct}$代表各城市每年的新注册企业数量，数据来自于以国家企业信用信息公示系统为数据源的启信宝数据库，WL_{ct}代表各城市总从业人数（万人）。

（三）计量模型设定

为检验工业机器人使用对创业的影响，本文在理论分析的基础上设定计量模型如下：

$$Entrep_{ct}=\beta_0+\beta_1 Robot_{ct}+\delta Controls+\mu_c+\lambda_t+\varepsilon_{ct} \quad (3)$$

其中，c、t分别代表城市、年份，$Entrep_{ct}$为各城市的创业活跃度，$Robot_{ct}$是本文核心解释变量，代表各城市的机器人渗透度，μ_c和λ_t分别表示城市固定效应、时间固定效应。此外，为降低异方差，计量模型中除虚拟变量、比值外其余指标均取对数形式。Controls为一系列控制变量，包括人均GDP、城市产业结构、实际利用外资、市场环境、交通基础设施水平、信息化水平、金融发展指数。

四、实证分析

（一）基准回归结果

表1报告了机器人渗透度与创业活跃度的基准估计结果。第（1）—（3）列中，核心解释变量的估计系数均在1%的水平上显著为正，与预期结果相符，表明工业机器人的应用显著促进了创业。这说明在工业机器人时代，马克思的劳动变换规律仍然适用。若将创业纳入广义的就业概念中，这一结论可为工业机器人“促进就业论”提供新证据。

影响本文结论的一个关键质疑在于本文捕捉到的效应是否为时间趋势导致的必然结果。为缓解此问题，在第（4）列引入了线性时间趋势，可以看出，机器人渗透度系数和显著性无明显变化，说明本文基准模型设定是合理的，因此后文回归不再加入时间趋势项。

表1 基准回归结果

变量	（1）	（2）	（3）	（4）
	创业活跃度	创业活跃度	创业活跃度	创业活跃度
机器人渗透度	0.057*** (0.017)	0.040** (0.016)	0.062*** (0.016)	0.062*** (0.016)
人均GDP		0.376*** (0.053)	0.541*** (0.076)	0.541*** (0.077)
城市产业结构		0.426** (0.176)	0.521*** (0.163)	0.516*** (0.164)
实际利用外资		0.005* (0.003)	0.003 (0.002)	0.003 (0.002)
市场环境			−0.056*** (0.005)	−0.056*** (0.005)
交通基础设施水平			0.030** (0.012)	0.031*** (0.012)
信息化水平			0.056 (0.075)	0.053 (0.074)
金融发展指数			0.375*** (0.074)	0.373*** (0.074)
常数项	3.760*** (0.222)	−0.039 (0.470)	−1.820** (0.748)	−1.861** (0.740)
年份固定效应	是	是	是	是
城市固定效应	是	是	是	是
线性时间趋势	否	否	否	是
观测值	3994	3994	3989	3971
R^2值	0.882	0.898	0.909	0.910

注：括号内数值为稳健标准误；***、**、*分别表示估计系数在1%、5%和10%的水平上显著。下同。

（二）稳健性检验

1.使用工具变量

本文使用工具变量法克服反向因果、遗漏变量等内生性问题。首先，使用美国工业机器人数据来构造中国机器人渗透度的第一个工具变量（$Robot_IV_{ct}$）。一方面，美国的工业机器人应用水平较高，能够代表这一领域的发展方向，同时其应用水平的变化趋势与中国较为相近，满足工具变量的相关性条件；另一方面，美国工业机器人的应用水平很难直接影响中国创业活跃度，满足工具变量的外生性条件。$Robot_IV_{ct}$具体构建形式如下：

$$Robot_IV_{ct}=\sum_{i=1}^{m} l_{ict_0}\frac{US_Robot_{it}}{US_L_{it_0}} \quad (4)$$

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

其中，US_Robot_{it}为美国i行业在t年的工业机器人存量，US_L_{it0}代表美国i行业在基期2005年的就业总人数（万人），l_{ict_0}与核心解释变量构建时相同。Goldsmith Pinkham等[30]指出对于Bartik工具变量，就业份额和外部冲击任意一个满足外生性即可。虽然本文使用美国的工业机器人数据，相当于实现了外部冲击的外生性，但是考虑到l_{ict_0}是中国各城市2005年的就业结构，其可能通过其他路径影响创业活跃度，参考Borusyak等[31]的研究，本文在城市层面进行了平衡性检验①，结果显示$Robot_IV_{ct}$与城市层面的经济水平等因素无关，说明工具变量不会通过其他因素来影响创业活跃度。其次，本文以各城市申请的专利中工业机器人相关专利的比重作为第二个工具变量（$Patent_IV_{ct}$）。该变量难以直接与城市创业活跃度产生关系，满足工具变量的外生性条件。表2第（1）、（2）列分别展示了引入$Robot_IV_{ct}$、$Patent_IV_{ct}$作为工具变量的回归结果，可以看出，在考虑内生性问题后，工业机器人对创业活跃度的促进作用依然稳健。

表2　使用工具变量的回归结果

变量	（1）	（2）
	$Robot_IV_{ct}$	$Patent_IV_{ct}$
机器人渗透度	0.069*** (0.021)	0.066*** (0.021)
Durbin-Wu-Hausman检验	90.81 [0.000]	127.06 [0.000]
Kleibergen-Paap rk LM统计量	78.637 [0.001]	35.426 [0.000]
Kleibergen-Paap rk Wald F统计量	106.066 {16.38}	133.925 {16.38}
第一阶段F统计量	106.07 [0.000]	133.93 [0.000]
控制变量	是	是
年份固定效应	是	是
城市固定效应	是	是
观测值	3989	3989
R^2值	0.812	0.820

注：[]内为相应统计量的P值；{}内为Stock-Yogo检验10%水平的临界值。

2.其他稳健性检验②

（1）更换度量指标。第一，使用各地级市工业机器人的进口额再次度量机器人应用水平。第二，使用流量数据重新构建核心解释变量——机器人渗透度（流量）。

（2）控制混淆事件影响。第一，控制“大众创业，万众创新”的混淆影响。本文在模型中加入政府创业驱动变量。具体地，对2006—2019年各省级政府报告进行文本分析，确定创业、市场主体、小微企业、个体工商户等词汇占比，以此衡量政府对创业的关注程度，作为政府创业驱动变量。第二，控制商事制度改革的混淆影响。本文在模型中加入是否启动工商登记制度改革变量③。

（三）机制检验

传统的中介效应检验大多采用“三步法”检验，这种方法在被广泛使用的同时也受到了部分学者质疑，因此本文使用Sobel检验和Bootstrap检验来验证工业机器人影响创业的作用机制。

1.基于“抛出工人-增加创业者”视角

本文使用“创业”词条百度指数（EI_{ct}）构建了潜在创业者的代理变量，作为中介变量进行检验。百度指数是百度公司根据用户搜索数据汇集而成的加权值。个体对“创业”的搜索一定程度上代表了其对创业的关注度和创业意愿，可以反映一个城市潜在创业者的数量。

2.基于“提高生产力-增加创业资源”视角

碍于本文无法直接获得创业资源的代理变量，同时考虑到中间品资源是创业资源的重要组成部分，本节引入中间品丰富度作为中介变量进行机制检验。由于目前尚未有数据库提供各城市生产的中间品种类，本文借鉴Kee和Tang[32]的做法，使用非加工贸易企业出口的中间品种类来度量城市中间品丰富度（$Input_{ct}$）④。由于2016年之后的数据难以识别加工贸易企业，因此本节样本期为2006—2016年。

3.基于“产生新劳动-增加创业机会”视角

①限于篇幅，正文未展示平衡性检验结果，留存备索。
②限于篇幅，正文未展示其它稳健性检验结果，留存备索。
③限于篇幅，该变量的具体度量方式不予展示，留存备索。
④这样忽略了某些仅在国内销售但不出口的中间品，因此这是在难以获取更有效数据的情况下退而求其次的做法。

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

“机会”的概念比较抽象，无法直接测度。招聘网站上提供了寻找创业合伙人的信息，这些信息是尚未实现的创业机会，因此本文检索了前程无忧网站上的招聘信息，将包含“创业团队”“创业伙伴”等词条的信息定义为创业合伙人招募信息，以各城市创业合伙人招募信息条数/城市每万名劳动力人口来度量创业合伙人招募信息密度（EP_c），将其作为创业机会的代理变量，进行中介效应检验。由于前程无忧网站仅显示近期的招聘信息，因此创业合伙人招募信息密度（EP_c）为2022年截面数据。

表3展示了以上三个中介变量的回归结果。Bootstrap检验结果的置信区间不包括零，Sobel检验Z值显著，说明中介效应存在，本文研究假设1、2、3得到验证。

表3 机制检验回归结果

中介变量	Bootstrap检验						Sobel检验
	估计	Z值	95%置信区间（上/下）		偏差矫正95%置信区间（上/下）		Z值
“创业”词条百度指数	0.032	3.902	0.020	0.043	0.020	0.043	8.441***
中间品丰富度	0.019	2.876	0.012	0.026	0.012	0.028	3.596***
创业合伙人招募信息密度	0.005	3.24	0.020	0.081	0.020	0.080	5.441***

注：本文基于Sobel检验和Bootstrap检验的改进方法，将时间、个体固定效应加入模型，同时加入了控制变量，实现了较为稳健的中介检验，Stata软件操作代码留存备索。

（四）拓展分析

1.基于行业层面的拓展分析

马克思曾提出“大工业促使人们从事非生产劳动”，那么工业机器人促进创业的效应是否也存在产业偏向性？为检验这一点，本文根据企业注册的行业数据识别出制造业企业和服务业企业创业活跃度，表4展示了相应的计量结果。可以看出，机器人渗透度在第（2）列的回归系数大于第（1）列，证明工业机器人促进创业的效应在服务业表现得更明显，即本文研究假设4得到验证，工业机器人会促进更多劳动力从事非生产活动。

表4 行业层面拓展分析回归结果

变量	（1）	（2）
	制造业创业活跃度	服务业创业活跃度
机器人渗透度	0.054*** (0.014)	0.085*** (0.016)
控制变量	是	是
年份固定效应	是	是
城市固定效应	是	是
观测值	3989	3989
R^2值	0.404	0.872

2.基于城市层面的拓展分析

只有成为全面发展的人，才在经济的不同发展阶段以不同形式来参与劳动，这是马克思劳动变换规律中的关键前提。鉴于此，本文进行了两个视角的分析。第一，基于社会保障水平视角。对个体而言，普惠制的社会保障具有“收入安全网”作用，能为人的全面发展提供物质基础；第二，基于公共教育支出的视角，马克思曾指出“教育不仅是提高社会生产的一种方法，而且是造就全面发展的人的唯一方法”[33]224。相应地，本文引入了两个调节变量，一是社会保障水平，使用地级市人均社会保障和就业财政支出来度量，二是公共教育支出，使用生均教育经费来度量，根据两个调节变量，本文将所有城市分为由低（Q1）到高（Q4）4个组并生成虚拟变量，将组别虚拟变量与工业机器人的交互项放入引入回归，图1展示了交互项回归系数。

可以看出，随着公共教育支出提高，工业机器人对创业的促进效应逐渐增加，而随着社会保障水平提高，工业机器人对创业的促进效应呈“倒U型”。一个合理的解释是，过高的社会保障水平会产生“福利陷阱”，不利于创业。总体上看，社会保障水平、公共教育支出起到了正向调节作用。

3.基于创业类型的拓展分析

由于难以从微观层面直接识别机会型创业和生存型创业，因此本文从两个角度间接识别。从技术

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

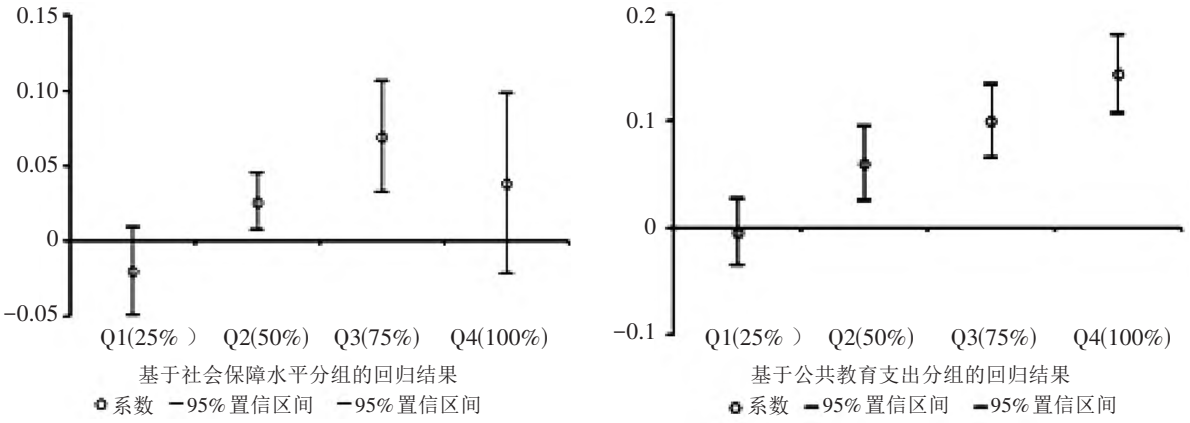

图 1　城市层面拓展分析回归结果

水平上看，科技型企业更有可能属于机会型创业，因此本文计算了科技型企业创业活跃度和其他企业创业活跃度[①]；从注册资本看，高注册资本企业更有可能属于机会型创业。表 5 展示了计量结果。对比来看，工业机器人对科技型企业、高注册资本企业创业的影响更小，表明工业机器人对生存型创业的促进作用更大，这可能是由于当工业机器人冲击就业市场时，低技能劳动力更难以实现正规就业，从而转向生存型创业，侧面验证了创业的就业蓄水池作用。

表 5　创业类型拓展分析回归结果

变量	（1）	（2）	（3）	（4）
	科技型企业创业活跃度	其他企业创业活跃度	高注册资本企业创业活跃度	低注册资本企业创业活跃度
机器人渗透度	0.034*** (0.010)	0.069*** (0.016)	0.053*** (0.012)	0.065*** (0.021)
控制变量	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是
城市固定效应	是	是	是	是
观测值	3989	3989	3989	3989
R^2值	0.819	0.887	0.906	0.837

五、结论与政策建议

劳动变换规律作为“社会生产的普遍规律”，是马克思奉献给工人阶级的思想武器，具有超越时代的意义。本文从马克思的劳动变换规律出发，使用 IFR 工业机器人数据和中国微观企业注册数据，探究了工业机器人是否会促进劳动者以“创业”的形式参与劳动。本文发现：首先，工业机器人能促进创业，在进行一系列稳健性检验后该结论仍成立；其次，机制分析表明，工业机器人通过“抛出工人–增加创业者、提高生产力–增加创业资源、产生新劳动–增加创业机会”进而促进创业的作用机制成立；最后，拓展分析表明，工业机器人对服务业创业、生存型创业的促进作用更大，社会保障水平、公共教育支出可以正向调节工业机器人对创业的促进作用。

目前 Chat GPT 已经引发了生成式人工智能热潮，新一轮的劳动变换是劳动者即将面临的重要问题。根据本文的研究结论，提出四点政策建议。第一，提高创业服务水平。各级政府应主动了解农村劳动力、高校毕业生、城乡登记失业人员等重点群体的培训需求，结合培训意愿针对性地组织开展 SYB、GYB 等创业培训，对有创业意愿的个体，提供“投、贷、融、保、担”等一揽子支持人才创业举措。第二，做好社会保障工作。各级政府应根据人社部“十四五”规划的政策指示，畅通失业人员求助渠道，健全失业登记、职业介绍、职业培训、职业指导、生活保障联动机制。第三，完善职业教育体系。各级政府应做好教

①根据启信宝网站提供的企业分类，将高新技术企业、科技型中小企业等认定为科技型企业。

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

育经费支出统筹工作，在教育经费中划拨用于职业教育、创业支持、提升职工技能的专用资金，落实全民职业教育经费；做好“职普融通”协调，建立“文化素质+职业技能”职教高考制度，开展职业院校和普通本科高校对口贯通培养，构建面向全民的职业教育体系。第四，探索“大国工匠”培养模式。汇聚行业企业、高等院校及相关专业机构，建立区域性“工匠培训与创业中心”，遴选高级专业技术人员担任导师，紧贴行业需求，参与工匠课程开发、培训；通过校企合作、顶岗实习等模式，在实践中培养学员的工匠素养和工匠精神；建立“工匠培养+创业服务”的一条龙服务，培养具备工匠精神的优秀创新创业人才。

囿于数据可获性等原因，本文的研究仍存在改进空间。虽然目前中国劳动力动态调查（CLDS）数据库提供了劳动力的工作状态，但是其无法与工业机器人数据直接匹配，难以在个体层面精确分析工业机器人对创业的影响。当然，笔者会持续关注这个研究方向。

参考文献：

[1]王林辉,胡晟明,董直庆.人工智能技术会诱致劳动收入不平等吗——模型推演与分类评估[J].中国工业经济,2020(4):97-115.

[2]马克思.资本论:第1卷[M].北京:人民出版社,1975.

[3]唐　永,张　衔.人工智能会加剧资本主义失业风险吗——基于政治经济学视角的分析[J].财经科学,2020(6):51-65.

[4]韩民春,周　静.工业机器人应用对稳就业目标实现的影响研究——基于马克思主义政治经济学的视角[J].经济学家,2023(2):111-119.

[5]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.

[6]ACEMOGLU D,RESTREPO P.Robots and jobs: evidence from US labor markets[J].Journal of political economy, 2020, 128(6):2188-2244.

[7]王永钦,董　雯.机器人的兴起如何影响中国劳动力市场?——来自制造业上市公司的证据[J].经济研究,2020,55(10):159-175.

[8]GRAETZ G, MICHAELS G.Robots at work[J].Review of economics and statistics,2018,100(5):753-768.

[9]ACEMOGLU D,RESTREPO P.Automation and new tasks: how technology displaces and reinstates labor[J].Journal of economic perspectives,2019,33(2):3-30.

[10]AGRAWAL A,GANS J S,GOLDFARB A.Exploring the impact of artificial intelligence: prediction versus judgment[J].Information economics and policy,2019(47):1-6.

[11]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.

[12]余玲铮,魏下海,孙中伟,等.工业机器人、工作任务与非常规能力溢价——来自制造业“企业—工人”匹配调查的证据[J].管理世界,2021,37(1):47-59+4.

[13]PARKER S C.A time series model of self-employment under uncertainty[J].Economica,1996:459-475.

[14]LAZEAR E P.Balanced skills and entrepreneurship[J].American economic review,2004, 94(2):208-211.

[15]马光荣,杨恩艳.社会网络、非正规金融与创业[J].经济研究,2011,46(3):83-94.

[16]周广肃,谭华清,李力行.外出务工经历有益于返乡农民工创业吗?[J].经济学(季刊),2017,16(2):793-814.

[17]赵向阳,李　海,ANDREAS RAUCH.创业活动的国家(地区)差异:文化与国家(地区)经济发展水平的交互作用[J].管理世界,2012(8):78-90+188.

[18]杜运周,刘秋辰,程建青.什么样的营商环境生态产生城市高创业活跃度?——基于制度组态的分析[J].管理世界,2020,36(9):141-155.

[19]万海远.城市社区基础设施投资的创业带动作用[J].经济研究,2021,56(9):39-55.

[20]SORGNER A, FRITSCH M. Entrepreneurial career paths: occupational context and the propensity to become self-

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

employed[J].Small business economics,2018(51):129-152.

[21]FOSSEN F,SORGNER A.Mapping the future of occupations: transformative and destructive effects of new digital technologies on jobs[J]. Форсайт, 2019,13(2):10-18.

[22]HURST E,LUSARDI A.Liquidity constraints,household wealth, and entrepreneurship[J].Journal of political economy, 2004,112(2):319-347.

[23]TIMMONS J A.Guided entrepreneurship[J].Business horizons,1975,18(6):49-52.

[24]马克思.资本论:第3卷[M].北京:人民出版社,1975.

[25]KNIGHT F H.Cost of production and price over long and short periods[J].Journal of political economy,1921, 29(4):304-335.

[26]马克思恩格斯全集:第16卷[M].北京:人民出版社,1964.

[27]马克思.资本论:第1卷[M].北京:人民出版社,2004.

[28]RODRIGUEZ-CLARE A.Multinationals, linkages, and economic development[J].The american economic review,1996: 852-873.

[29]ECKHARDT J T,SHANE S A.Opportunities and entrepreneurship[J]. Journal of management,2003,29(3):333-349.

[30]GOLDSMITH-PINKHAM P,SORKIN I,SWIFT H.Bartik instruments: What, when, why, and how[J].American economic review,2020,110(8):2586-2624.

[31]BORUSYAK K,HULL P,JARAVEL X.Quasi-experimental shift-share research designs[J].Review of economic studies, 2022, 89(1):181-213.

[32]KEE H L,TANG H.Domestic value added in exports:theory and firm evidence from China[J].American economic review, 2016,106(6):1402-1436.

[33]马克思恩格斯全集:第1卷[M].北京:人民出版社,1995.

(收稿日期:2023—12—04　责任编辑:吕　刚)

Robots and Entrepreneurship
--A Test Based on Marx's Law of Labor Transformation

Li Qiu-jing, Liu Bin

Abstract: The law of labor transformation is the key of Marx's theory of labor development. At present, robots are widely used, and the significance of law of labor transformation proposed by Marx is worth paying attention to. In view of this, this paper constructs a logical framework based on Marxist political economy theory and Timmons model, uses microscopic data to test how robots promote entrepreneurship. This paper finds that: firstly, robots can promote entrepreneurship, and this conclusion still holds after using instrumental variables and conducting sensitivity tests. Secondly, mechanism analysis shows that robots can promote entrepreneurship through "throwing out workers-increase entrepreneurs, increasing productivity-increase entrepreneurial resources and generating new labor-increase entrepreneurial opportunities". Finally, the extended analyses show that, distinguishing between industries, industrial robots promote more entrepreneurship in the service sector; distinguishing between cities, industrial robots promote more entrepreneurship in cities with higher levels of social security and public education spending; and distinguishing between types of entrepreneurship, industrial robots promote more survival-oriented entrepreneurship. The conclusion of this paper reminds that while promoting intelligence, we should promote entrepreneurship which is "reservoir" of employment and help workers adapt to the laws of labor transformation.

Key Words: Industrial Robots; Entrepreneurship; Labor Transformation Laws

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net