

工业机器人普及对制造业就业结构的冲击与转型路径研究

李津宇, 王靖凯

吉林工业职业技术学院, 吉林省吉林市

摘要: 本文聚焦工业机器人普及背景下制造业就业结构的演变, 基于国际机器人联合会 (IFR) 数据及国家统计局资料, 系统分析工业机器人密度增长对制造业就业总量、技能结构与岗位类型的冲击。研究发现, 短期内工业机器人普及导致就业总量收缩, 但长期伴随产业升级创造新岗位; 技能结构呈现低技能岗位减少、高技能岗位显著增加的特征; 传统流水线操作工等岗位被替代, 工业机器人运维工程师等新兴岗位涌现。针对上述变化, 从政府、企业、劳动者三个层面提出完善技能培训体系、优化人力资源管理、主动提升数字技能等就业结构转型路径, 旨在为政策制定与企业人力资源管理提供理论参考与实践指导。

关键词: 工业机器人; 制造业; 就业结构; 冲击; 转型路径

Research on the Impact and Transformation Path of Industrial Robot Popularization on the Employment Structure of Manufacturing Industry

Jinyu Li, Jingkai Wang

Jilin Industrial Vocational and Technical College, Jilin, Jilin

Abstract: This article focuses on the evolution of employment structure in the manufacturing industry under the background of the popularization of industrial robots. Based on data from the International Federation of Robotics (IFR) and the National Bureau of Statistics, the article systematically analyzes the impact of the increase in industrial robot density on the total employment volume, skill structure, and job types in the manufacturing industry. Research has found that the popularization of industrial robots leads to a contraction in total employment in the short term, but in the long run, it creates new jobs with industrial upgrading; The skill structure shows a decrease in low skilled positions and a significant increase in high skilled positions; Traditional positions such as assembly line operators have been replaced, while emerging positions such as industrial robot operation and maintenance engineers have emerged. In response to the above changes, a transformation path for employment structure is proposed from the perspectives of government, enterprises, and workers, including improving the skills training system, optimizing human resource management, and actively enhancing digital skills. The aim is to provide theoretical reference and practical guidance for policy formulation and enterprise human resource management.

Keywords: Industrial Robots; Manufacturing; Employment Structure; To Attack; Transformation Path

1 引言

在全球制造业智能化转型浪潮中,工业机器人作为智能制造的核心装备,其普及程度已成为衡量制造业竞争力的重要标志。世界工业机器人大发展国际联合会的《2024年的世界机器人》指出:随着全球制造业在全面实现“机器换人”的大趋势下工业机器人安装量正在逐年以12%的速度上升[1]。目前中国是世界最大的工业机器人市场,在“中国制造2025”的背景影响下,我国2015年工业机器人密度为49台/万人,至2023年工业机器人密度上升为445台/万人,而目前世界平均水平为工业机器人密度为141台/万人[2]。这是一大典型现象。对于这样的典型现象应当思索,思考、进而研究这样的现象对于“人类的幸福、富强、安定以及文明所产生的后果”。该典型现象对我国的政策制定、用人单位的人力资源管理、劳动者的就业安排均有十分重要意义。从某种理论视角上,该典型现象对于人类发展史研究和探讨工业机器人大范围应用对就业的影响也将有所裨益。首先,“机器换人”现象是对技术进步及就业关系这一理论学科的重要发展或延续。斯通顿·希克斯与约翰·哈罗德·多马(简称希克斯-哈罗德·多马)通过多哈模型总结出一般技术进步具有创造效应和替代效应。在“机器换人”的背景下,该现象产生的效应从时间上与一般技术进步产生的效应有所不同。但从原理上,该典型现象所产生的效应不同应源于何处,希克斯-哈罗德多马模型的假定是否足够严谨,也应需要进一步研究探讨。其次,从我国目前的状况分析,从我国产业结构来看,制造产业属于传统产业结构,我国在未来很长的一个时期内依然是一个传统结构与现代结构并存的国家。现阶段,制造产业依然是我国国民经济的重要支柱,在整个国民经济中占据支柱地位。因此在制造业就业结构改变的过程中,其与国民经济其他产业的影响相比也会更加突出。

2 工业机器人普及对制造业就业结构的冲击分析

2.1 就业总量的冲击

机器人对制造业就业规模具有明显的阶段性特

征。就机器人带来的效应而言,短期机器人通过“高效”“精准”和“不间断”特点,直接替代传统制造业大多数低技能、有规律的劳动力工作,表现出显著的替代作用,短期内导致制造业就业规模的缩小。2015—2023年间,中国工业机器人密度不断增加,而制造业就业规模则从2015年的12426万人减少到2023年的10832万人(图1),从直观角度说明短期内工业机器人替代效应所带来的不利影响。短期内机器人替代效应作用于劳动密集型产业,例如珠三角地区某玩具加工企业使用机器人后,用工数量平均裁减30%~50%[3]。从宏观经济学原理上剖析,机器人的替代性产生关键在于生产过程中的投入产出核算。在工业机器人投入初期阶段由于生产设备需要大量的初始成本,使得企业更倾向于使用投入成本更低的人工生产过程,但随着工业机器人生产技术提高,价格逐步降低,机器人的全天候不间断生产且“零误差”的特性使其在长期内能够有效降低企业成本,这样就会使得企业更多地采用机器人生产。根据波士顿咨询公司估计,当机器人投资回收期缩短到3—5年时,越来越多的企业愿意大面积使用机器人设备。

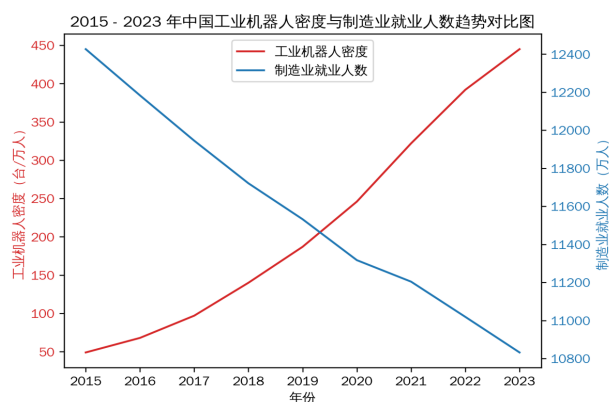


图1. 2015-2023年中国工业机器人密度(台/万人)与制造业就业人数(万人)趋势对比图
(数据来源: IFR、国家统计局)

但是,着眼长远,工业机器人的运用推动制造业升级,高端化、智能化改造制造业的发展催生新业态如机器人研制、系统集成、维修维护等,将会提供更多新的岗位,而产业升级带动的产业链的延伸和发展也将在短期内减少就业之后会有更多的就

业岗位来弥补，升级的发展也将带动着与它关系产业岗位数量的增加。特斯拉上海超级工厂自建厂以来，一直采用工业机器人来提高企业的产能，同时又创造了更多包括机器人工程师、自动化系统工程师等更高素质的工作岗位。特斯拉上海超级工厂每增加100台工业机器人约能增加20-30个工作岗位，汽车产业增加值属于制造业价值链的中间层面，增加值率较低[4]。工业机器人提高了制造业附加值，制造业附加值增加推动产业转型升级，使得附加值较高的生产环节向制造业价值链两端延伸，由此带来了更多的就业机会。同样，产业关系有链式递进效应，工业机器人普及带动上下游产业就业。

2.2 技能结构的冲击

工业机器人的广泛应用深刻改变了制造业技能结构，形成低技能岗位减少、高技能岗位增加的显著趋势（表1）。

2015年从事以身体力量为主的体力型岗位及简单的基础设备操作的岗位，如流水线上的装配、搬运人员，到2023年大部分岗位被机械手机器人取代，仅有极少量岗位如需对流水线设备的半自动化进行简单的设备按钮的控制、故障简单区分的半自动操作岗留存。岗位变更原因在于工业机器人自动化、标准化工作的特殊性，可以轻松实现一些低技能岗位工作的自动化，如富士康郑州工厂所采用的智能机器人——自动装机器人，原本流水线上需要

大量操作简单机械手工劳动的组装线，需操作机器人的工人减少了至少六成。中技能岗位，2015年从事手工机械安装、调试、检验等技术型辅助岗位，到2023年需转换岗位为智能设备维护岗位，需要使用者掌握PLC基本编程、数据收集等数字型相关技术性工作，培训时间从原来3-6个月增加至6-12个月，原因在于制造业企业智能化升级背景下对技工人才的要求，需具备较强的能力实现智能化设备维护的技术型人才，需要实现对设备的操作、问题的发现、数据分析、故障研判等多项工作[5]。例如，在数控机床维护方面，技术人员基本只要了解机械维修便可胜任工作，而现在的智能设备维护人才，不仅需掌握机床保养等知识外，还需掌握机床数字控制系统编程、传感器技术和工业网络通信等知识。高级别的工种变化更明显，由原来的侧重于工业机器人编程、机器人系统集成的技术研发工升级为人机协作技术工，对机器人算法优化、人工智能应用等新技术需要懂、能实现的应用，岗位的学历要求也从大专/本科升级为本科/硕士，培训工时则延长为2-3年。人机协作技术工产生是为了满足复杂的生产制造环境中人与机器配合进行工作的需求，例如航空航天零部件生产需要机器人的高精度加工与人工工程师的知识共同完成对复杂表面形状零件打磨及装配的完成，这就要求工作人员既有深厚的理论知识和创新能力，将人工智能、机器人技术与人的工效学结合起来，开发出先进的人机协

表1. 2015年与2023年制造业不同技能等级岗位要求对比表

技能等级	年份	岗位类型	核心技能要求	典型工种	学历要求	培训周期
低技能	2015	简单操作岗	体力劳动、基础设备操作	流水线装配工、搬运工	初中及以下	1-2周
	2023	半自动操作岗	基础设备操作、简单故障识别	半自动设备操作员	初中/高中	2-4周
中技能	2015	技术辅助岗	设备调试、质量检验、基础维修	设备调试员、质检员、普通维修工	高中/中专	3-6个月
	2023	智能设备运维岗	智能设备监控、数据采集、基础故障排查	智能设备监控员、工业数据采集员	中专/大专	6-12个月
高技能	2015	技术研发岗	工业机器人编程、系统集成	工业机器人程序员、系统集成工程师	大专/本科	1-2年
	2023	人机协作技术岗	机器人算法优化、人机协作系统开发、AI应用	人机协作工程师、工业AI应用工程师	本科/硕士	2-3年

分类依据：参考《制造业人才发展规划指南》《国家职业分类大典》技能等级划分

作方案。

2.3 岗位类型的冲击

工业机器人普及引发制造业岗位类型的剧烈变革，传统岗位被替代与新兴岗位涌现并存（表2）。
家电制造、汽车零部件生产等传统制造业流水线上的操作工，因其上岗需要，工业机器人在作业准确度（精度为0.01±mm）、成本等方面远远领先于人，因而此类需要反复进行装配作业的岗位将被机器人取代；仓储物流、金属加工等领域的普通搬运工，因为人工搬运费时耗力，而AGV自动导引车能迅速且精准地将物料搬运到指定位置，此两类工人也将面临失业风险。如美的集团在佛山的冰箱生产线引进工业机器人后，其生产效率提高了40%，人工流水线工人减少了80%[6]。反观新兴的就业岗位如雨后春笋般涌现。工业机器人保有量大于100万台时，工业机器人运营工程师将成为通用制造业的热门人才岗位；在高端装备制造业，满足制造业中人机协同生产复杂制造场景而衍生的人机协作系统管理员岗位；而从事设备运行数据分析并提升设备作业水平及生产效率的工业数据分析师，在智能制造行业担当着生产决策数字化的重要作用。例如在新能源汽车制造企业宁德时代，工业数据分析

师可实时分析电池生产线上设备运行数据，并且提前预判设备故障，使电池生产设备停机时长压缩了30%，大大提高了生产效率。新兴岗位的出现不仅改变制造业的岗位种类，而且也拓宽了职业内涵。工业机器人维护工程师要求掌握机械、电气、软件等多方面知识，对工业机器人实施全生命周期管理；人机协作系统管理员要了解人机工程学知识、安全标准知识和多系统协同技术知识等，设计高效安全的人机协作工序。上述新型职业要求从业人员具备高综合素质，有助于劳动者获得更多职业发展空间。

3 制造业就业结构转型的路径分析

3.1 政府：完善技能培训体系，建立就业缓冲机制

一是争取在改革“新工种”职业资格的过程中，尽快明晰“新工种”的职业要求及考核标准，并为之颁发相应的证书，有效地引导劳动者科学、正确的进行职业技能再教育和再培训。例如，可以在借鉴德国“双元制”职业教育和培训模式的基础上，强化政府、企业、职业培训机构三方合作，确定由政府制定新工种的职业资格证书标准，并进一步参照实际的工作标准对劳动力进行考核。二是

表2. 被替代的典型岗位与新增的典型岗位对比表

类别	岗位名称	所属行业	岗位核心职能	替代/新增原因	技能要求变化 (2015→2023)
被替代 岗位	传统流水线操作工	家电制造、汽车零部件	重复执行装配动作	工业机器人可24小时连续作业，精度（±0.01mm）远超人工（±0.1mm），成本低于长期雇佣工人	从“体力重复+简单培训”转向“无需求”
	普通搬运工	仓储物流、金属加工	使用手动叉车或人力搬运物料	AGV可自动规划路径、载重500kg以上，避免人工搬运效率低、易出错问题	从“体力+方向判断”转向“无需求”
新增岗 位	工业机器人运维工程师	通用制造业	机器人日常调试、故障排查、程序优化	工业机器人保有量激增，需专业人员保障设备运行	从“无对应岗位”转向“需掌握机器人结构、PLC编程、故障诊断技术”
	人机协作系统管理员	高端装备制造	设计人机协作流程、开发安全交互规则	复杂制造场景需结合机器人精度与人工灵活性，催生“人机协作”模式需求	从“无对应岗位”转向“需掌握人机工程学、安全标准、多系统协同技术”
	工业数据分析师	智能制造	采集并分析设备运行数据、预测故障、优化生产节拍	工业互联网普及，需数据驱动生产决策	从“无对应岗位”转向“需掌握Python数据分析、工业机理模型、生产流程知识”

分类依据：基于《中国机器人产业发展报告》《制造业岗位变迁白皮书》中“机器换人”与“新职业”统计

落实对失业人员再培训政策，鼓励政府或者用人单位对因机器人替代等原因引起的失业劳动者给予经济补贴及再培训政策，在短期内稳定失业人员的生活。可以建立专项“再培训计划基金”，根据失业群体的技能需求以及再培训成本制定对应金额的职业培训补偿或奖励政策。三是放宽企业用工政策，对“人机协作”的企业通过税收优惠或财政补贴的方式进行鼓励。对用人企业采用“人机协作”技术的，通过税收优惠的方式，降低对这类企业实行“人机”比例的要求，减少企业在教育和人员用工方面的投入，促进机器人与人的和谐融洽工作；对进行“人机协作”技术研究的企业，可以通过财政补贴的方式进行鼓励和支持，提高这类企业研发人机协作技术的积极性，拉动企业资本投放，并加大人力资源投入，在缩短我国制造业人机协作技术与工业机器人时代技术的差距。

3.2 企业：优化人力资源管理，构建“人机协作”工作流程

我国企业是制造业的最大就业群体，应承担更多就业责任，转变人力资源管理的工作策略。一是努力实施内部转岗培训，针对失去工作岗位的机器人替代者，可以考虑把自身的专长与企业需求结合起来，使其能够接受智能设备相关维护员、数据信息采集等新型岗位的技能培训，对企业人力资源进行合理配置。例如海尔集团“人单合一”的核心在于将传统的流水线岗位员工转变为智能制造服务工程师，员工不仅可以为自身争取更多的就业岗位，而且能够为企业建立大量的人才资源。二是设立一种通畅的人机合作的工作流程，能够更加明了地将机器人的工作领域与人工作业岗位区分开，要求机器人负责重复性的、高强度的工作，人类应参与其中负责质检、工艺等较有创造性的工作。应用数字化的管理系统对生产制造领域中的人机合作流程进行分析、统计，充分发挥数字化技术的优势，提高人机配合工作流程，使得人机合作效率更高，产品质量更优。例如，在汽车制造中的焊接线，应用机器人完成工作程序的焊接，而人类则负责进行焊接产品的检查、调试处理等，可以最大程度地实现人

机搭配的效率最大化。三是校企联合，包括采取订单式的模式、签订合作协议、建立实训基地等，提前对企业的智能发展做好相关职业人才的储备。企业可参与学院专业课程的设计环节，把企业实际的生产需求应用到实际的课堂中去，才能够使企业形成更多的人才。另外，可以让学生到企业中进行实习，能够让学生的知识技能能够在实际操作当中体现出来，对学生能力的展示进行磨炼，他们毕业时也会更加适应工作。

3.3 劳动者：主动提升数字技能，向“复合技能型”转型

一方面，劳动群众应转变就业观念，在工业机器人日益普及化的背景下，转变自身职业发展规划，树立终身学习意识，自觉适应就业结构转型升级带来的要求，加强对数字技术，如机器人操作软件使用、数据处理技能的掌握，提高自身应对就业结构调整和产业结构转型带来的新岗位职业能力。同时，借助网上课堂、培训学校等途径自主学习培训，如很多劳动者通过学习Python编程、工业数据处理等技能成为工业大数据分析人员。另一方面，积极改变自己，往“复合技能型”人才转型，除了将自身所学专业知识更加深刻地进行学习之外，还应当培养自己机器人编程技术、人机工程学等相关技能，以满足制造业急需复合型人才的职业岗位需求，也可以积极参加行业领域的技术交流、学术研讨会、项目工作会以及相关的学术会议，拓宽自己眼界，掌握自身工作行业内最前沿的技术信息。另外，积极通过努力学习努力取得相应职业证书，拓展自身获得社会承认的程度，使自己提高职业自信，从而实现劳动群众进行就业结构的转型升级。

4 结束语

工业机器人普及对制造业就业结构产生了全方位、深层次的冲击，就业总量、技能结构与岗位类型均发生显著变化。然而，这种冲击并非单纯的消极影响，而是蕴含着制造业转型升级与劳动者职业发展的新机遇。通过政府、企业、劳动者三方协同发力，实施完善技能培训体系、优化人力资源管

理、主动提升数字技能等转型路径，有望实现制造业就业结构的优化升级，推动中国制造业向高端化、智能化、绿色化方向高质量发展。未来研究可进一步聚焦不同行业、不同区域工业机器人普及对就业结构影响的差异，为政策制定与企业决策提供更具针对性的建议。

参考文献

- [1] 范冬梅, 李莹. 工业机器人应用对出口企业加成率的影响研究[J]. 当代财经, 2024, (05): 128-141.
- [2] 苑文华, 路玮孝, 孟夏. 工业机器人应用如何影响中国企业
- 对发展中国家OFDI--基于中国上市公司的分析[J]. 世界经济文汇, 2022, (06): 55-76.
- [3] 张俊杰. 工业机器人在船厂焊接中的电控技术应用[J]. 制造业自动化, 2019, 41(06): 146-149.
- [4] 陈明生, 郑玉璐, 姚笛. 工业机器人应用对地区经济差距的影响研究[J]. 财经研究, 2024, 50(01): 139-153.
- [5] 陈东, 姚笛, 郑玉璐. 工业机器人应用、超级明星企业与劳动收入份额变动: “利好”与“隐忧”并存[J]. 中国工业经济, 2024, (05): 97-115.
- [6] 陈洪章, 黎绍凯, 汤晓军. 工业机器人应用与企业服务化转型[J]. 当代财经, 2024, (07): 116-131.

