

# 岗位创造还是替代？智能化对中国制造业就业市场的影响研究

冯成伟，蔡乙萍

成都信息工程大学统计学院，四川 成都

收稿日期：2025年4月28日；录用日期：2025年5月20日；发布日期：2025年5月29日

## 摘要

本文基于中国2012~2022年的省级面板数据，运用最小广义二乘法(FGLS)实证检验智能化对制造业劳动力就业的影响。研究结果表明：我国目前智能化水平与制造业就业总量呈稳定且显著的正相关关系，通过区域异质性分析发现我国东、中、西部地区智能化发展对制造业就业总量的影响主要是创造效应，其中中部地区智能化对就业的创造效应显著高于东部和西部。本研究为理解智能化与制造业就业的关系及区域差异提供了实证依据。

## 关键词

智能化，制造业，就业总量，最小广义二乘法

## Job Creation or Substitution? The Impact of Intelligentization on China's Manufacturing Employment Market

Chengwei Feng, Yiping Cai

School of Statistics, Chengdu University of Information Technology, Chengdu Sichuan

Received: Apr. 28<sup>th</sup>, 2025; accepted: May 20<sup>th</sup>, 2025; published: May 29<sup>th</sup>, 2025

## Abstract

Based on provincial panel data from China (2012~2022), this study employs the Feasible Generalized Least Squares (FGLS) method to empirically examine the impact of intelligentization on manufacturing employment. The results reveal a stable and significantly positive correlation between

**China's current level of intelligentization and total manufacturing employment. Regional heterogeneity analysis indicates that intelligentization development in the eastern, central, and western regions primarily exhibits a job-creating effect, with the central region demonstrating a significantly stronger employment-promoting effect compared to the eastern and western regions. This study provides empirical evidence for understanding the relationship between intelligentization and manufacturing employment, as well as regional disparities.**

## Keywords

**Intelligentization, Manufacturing, Total Employment, FGLS**

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

智能化正成为全球制造业转型升级的核心方向。我国在《中国制造 2025》规划中, 同样将智能制造确立为制造业高质量发展的关键路径。智能化通过融合人工智能、大数据、物联网等新兴技术, 正在重塑制造业的价值链。然而, 智能化转型对就业市场的影响引发了广泛讨论。一方面, 自动化设备的普及导致部分传统岗位的消失; 另一方面, 新技术的发展又催生了大量新型就业机会。这种结构性变化使得我们需要深入思考: 智能化究竟会带来“机器换人”的替代效应, 还是创造更多就业机会? 这种影响在不同区域间会呈现怎样的差异特征? 本文旨在系统分析智能化发展对我国制造业就业的影响, 通过实证研究探讨技术替代与就业创造之间的动态平衡, 为制定更加精准的就业政策提供理论依据。

## 2. 文献综述

制造业智能化对劳动力就业总量的影响具有“双面性”, 既包括“破坏”效应, 也包含“创造”效应。前者, 即“替代”效应, 指人工智能技术的应用和发展对劳动力就业产生的负向抑制作用; 后者则是指人工智能技术应用与推广对劳动力就业的正向促进作用。对于上述两种效应, 国内外学者秉持不同的观点和研究结论。“替代效应”是指人工智能技术的应用在一定程度上取代了部分劳动力, 导致相关工作岗位减少甚至消失。Graetz [1] (2018)指出, 在发达国家中, 智能化技术对中低端劳动力的就业稳定性造成强烈冲击。同时, Rodrik [2] (2016)提到这些技术也对发展中国家的制造业就业空间进行压缩, 加剧了就业不稳定性。从长期视角看, 尹彦辉[3] (2024)研究表明人工智能对就业的影响仍以替代效应为主, 劳动收入份额在人工智能广化过程中持续降低。相反的是, 人工智能技术的应用与发展在劳动力就业方面的积极影响主要体现为制造业智能化带来的“创造效应”。所谓“创造效应”, 邓洲[4] (2016)指出智能化技术的引入直接或间接催生新岗位, 同时增加对劳动力的需求, 扩大就业机会, 从而对劳动力就业产生正向作用。此外, Guido [5] (2011)的研究指出, 工业机器人能够通过建立与劳动力协作的工作模式实现优势互补, 从而进一步促进就业的增长。随后, 曹雅茹[6] (2023)基于中国 2010~2019 年的省级面板数据, 研究发现智能化与中国制造业就业总量之间存在“U”型关系, 当智能化水平较高后将显著促进就业增长。与此同时, 马瑞光[7] (2024)利用 2008~2020 年沪深 A 股制造业上市企业数据研究发现, 在制造业智能化转型中, 国家给予税收优惠越多, 越有利于产生就业创造效应。

### 3. 智能化对制造业就业影响的机理分析

#### 3.1. 智能化对就业的替代效应

传统制造业在人工智能与工业机器人技术驱动下正经历深刻变革。技术替代方向呈现差异化特征：资本密集型产业中人工智能更多替代资本要素，劳动密集型产业则更倾向替代劳动力。随着劳动力成本攀升，各大行业加速自动化转型，简单重复性岗位需求锐减，低技能劳动者面临职业风险。制造业管理效率提升伴随组织结构扁平化，冗余中低端劳动力和基层管理人员成为优化重点。当然，技术替代并非简单岗位消失，而是通过产业升级创造更高技能需求的新岗位，形成“就业破坏-重构”动态平衡。这种结构性变革对劳动力市场提出新挑战，劳动者需提升技能适应转型，教育体系应加强人工智能、工业互联网等领域职业培训。因此，智能化发展将替代部分劳动力，导致制造业就业人数减少。

#### 3.2. 智能化对就业的创造效应

传统制造业在淘汰落后产能过程中，其转型升级既催生新的劳动力需求，又通过技术溢出效应创造智能设备运维、工业数据分析等新兴岗位，形成就业质量提升与数量增长的双重效应。这种“创造性破坏”机制在消解低附加值岗位的同时，重塑了制造业的就业形态。这种需求结构的转变推动劳动力市场呈现技能分层特征，高技能岗位薪资溢价显著，低技能群体则面临职业转型压力。智能化与人才发展形成双向互动关系。技术进步需要高技能人才支撑，而人才供给水平的提升又加速技术扩散。这种相互促进关系推动制造业向技术密集型升级，同时创造更多高技能岗位，形成技术创新与人才集聚的良性循环。因此，智能化发展会创造一部分劳动力，为制造业提供更多的就业岗位。

本节从替代效应和创造效应两个角度分析了智能化对就业的影响效应。但随着机器人等智能化技术的快速发展和持续创新，围绕智能化相关配套服务正在不断催生新的就业机会。这些新兴业态不仅为制造业本身创造了大量就业岗位，还通过促进智能化技术进步间接增强了制造企业对劳动力的吸纳能力。因此，总体上本文认为智能化对制造业就业的创造效应大于替代效应。

据此提出假设：智能化对制造业就业的创造效应大于替代效应，总体上会增加制造业就业人数。

### 4. 智能化对制造业就业总量影响的实证检验

#### 4.1. 模型构建

参考宋旭光和左马华青[8]的做法，本文构建智能化对就业影响的计量模型。得到计量模型如下：

$$\ln L_{ct} = \beta_0 + \beta_1 \ln AI_{ct} + \beta_2 X'_{ct} + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it}$$

其中， $L$  为被解释变量，表示制造业就业总量； $AI$  为核心解释变量，表示智能化水平； $X'_{ct}$  为控制变量，其中包括： $urban$  为城镇化水平、 $invest$  为人力资本投资、 $iup$  为产业结构升级、 $wage$  为制造业工资水平、 $age$  为人口老龄化水平； $\mu_i$  表示个体固定效应， $\gamma_t$  表示时间固定效应； $\varepsilon_{it}$  为随机误差项。

#### 4.2. 变量说明

被解释变量，为制造业就业总量  $L$ 。选取各省级地区的制造业人员年平均数来衡量制造业就业总量。

解释变量，本研究选取制造业智能化水平( $AI$ )作为核心解释变量，用以衡量各省级行政区的智能制造发展程度。在指标体系的构建上，借鉴了季良玉[9]、孙早[10]等学者的研究思路，从基础建设、实际应用和产出效益三个维度构建了综合评价框架。考虑到统计数据的可获得性，研究团队在现有数据条件下，选取了最具代表性的评价指标来反映地区智能化水平，具体指标体系详见表 1。

**Table 1.** Indicator system for the intelligentization level of manufacturing industry  
**表 1.** 制造业智能化水平指标体系

一级指标	二级指标	测度指标
智能基础	设备投入	电信固定资产投资额
	人员投入	人员 信息传输、软件和信息技术服务业人员数
	研发投入	高技术制造业 R&D 经费
		高技术制造业技术改造经费支出
互联网基础设施投入	光缆线路长度/区域面积	
	互联网宽带端口数	
	产品流通能力	拥有等级公路里程/区域面积
智能应用	软件生产	软件产品收入
	新产品生产	新产品销售收入
	企业发展	高技术制造业企业数
	项目研发	高技术制造业新产品开发项目数
	能力创新	高技术制造业有效发明专利
智能效益	经济效益	高技术制造业利润总额
	社会效益	能源消耗/GDP
	环境效益	工业固体废物产生量/GDP

控制变量，城镇化水平：反映地区人口向城镇聚集的进程，因此选取城镇人口占总人口的比重来衡量城镇化水平。人力资本投资：反映政府对教育领域的资源投入，本文选取各省教育经费支出占政府预算总支出的比重来衡量人力资本投资。产业结构升级：反映经济从传统工业向现代服务业转型的程度，选取第三产业增加值占 GDP 的比重来衡量产业结构升级。制造业工资水平：反映制造业从业人员的收入水平，同时反映企业成本压力与技术溢价，因此选取制造业就业人员平均工资来衡量制造业工资水平。人口老龄化水平：反映老年人口对劳动力人口的负担程度，本文选取老年抚养比来衡量人口老龄化水平。

### 4.3. 数据来源与处理

本文采用 2012~2022 年我国 30 个省级区域的面板数据(香港、澳门、台湾除外，由于西藏自治区数据缺失严重故也未统计在内)，数据主要来源于《中国高新技术产业年鉴》《中国统计年鉴》《中国劳动统计年鉴》《中国工业统计年鉴》《中国科技统计年鉴》以及 wind 数据库。

主要变量的描述性统计结果见表 2。由表 2 可知，制造业就业总量的均值为 4.518，标准差为 1.131，表明在进行对数处理后，各省份之间制造业就业总量的差距变小。

**Table 2.** Main variables and descriptive statistics  
**表 2.** 主要变量与描述性统计

变量	样本量	均值	标准差	最小值	最大值
lnL	330	4.518	1.131	2.008	6.704
lnAI	330	-2.742	0.798	-0.163	-4.917

续表

(lnAI) <sup>2</sup>	330	7.43	1.556	2.773	11.147
lnurban	330	4.089	0.188	3.592	4.495
lnwage	330	11.069	0.335	10.414	12.114
lninvest	330	-1.526	0.179	-2.057	-1.097
lniup	330	-0.7	0.158	-1.065	-0.177
lnage	330	2.731	0.269	2.169	3.36

#### 4.4. 实证分析

##### 4.4.1. 智能化对制造业就业总量影响的总体回归

本节采用计量经济学方法, 实证检验制造业智能化水平对就业规模的影响。为降低潜在的数据偏差问题, 本研究选用可行广义最小二乘法(FGLS)作为基准回归方法。同时, 为避免遗漏变量导致的估计偏差并增强结果的稳健性, 回归分析采用分步引入变量的策略: 首先仅纳入核心解释变量, 随后逐步加入控制变量进行估计, 以考察不同模型设定下回归系数的稳定性。所有回归模型均控制了时间固定效应和地区固定效应。表 3 报告了基准回归的估计结果。

**Table 3.** Regression results on the impact of intelligentization on total manufacturing employment

**表 3.** 智能化对制造业就业总量影响的回归结果

	FGLS					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
lnAI	0.455*** (7.486)	0.386*** (6.816)	0.386*** (6.815)	0.394*** (6.949)	0.398*** (7.047)	0.391*** (6.888)
lnurban		1.307*** (7.677)	1.310*** (7.656)	1.404*** (7.744)	1.426*** (7.890)	1.381*** (7.455)
lnwage			0.024 (0.166)	0.052 (0.357)	0.029 (0.198)	0.017 (0.115)
lninvest				-0.153 (-1.527)	-0.145 (-1.455)	-0.169* (1.658)
lniup					-0.234* (-1.887)	-0.223* (-1.793)
lnage						-0.091 (-1.077)
_cons		-0.627 (-0.812)	-0.893 (-0.503)	-1.816 (-0.971)	-1.724 (-0.926)	-1.231 (-0.644)
时间效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
地区效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
N	330	330	330	330	330	330

注: 括号中为 t 检验值; \*\*\*, \*\*, \* 分别表示变量系数通过了 1%、5%、10% 的显著性检验。下同。

回归结果的(1)至(6)列展示了智能化水平(AI)对制造业劳动力就业数量(L)的影响估计。从表3可以观察到,地区智能化发展与制造业整体就业之间呈现出持续且高度显著的正相关关系。第(1)列在控制了地区和时间固定效应的基础上,未引入其他控制变量,直接考察智能化对就业的影响。结果表明,智能化水平的回归系数在1%的显著性水平下显著为正,数值为0.455,意味着智能化发展有助于提升制造业的就业规模,亦即制造业的智能化进程在一定程度上能够带动就业增长。然而,由于该模型仅包含智能化一个解释变量,可能存在遗漏变量问题,进而对结果的准确性产生一定影响。为此,第(2)至(6)列依次引入了多项控制变量以增强模型的稳健性。从结果来看,尽管控制变量的加入使智能化变量的回归系数发生了一定变化,但其对制造业就业的正向作用依然保持,并在统计上仍显著。第(6)列作为包含全部控制变量的基准模型,显示智能化对制造业就业人数的影响系数为0.391,较第(1)列略有下降,说明控制变量在一定程度上解释了部分影响,但智能化仍表现出较强的就业创造效应。这表明智能化通过创造新职业、提升生产效率、扩大产业规模等路径,产生了明显的就业拉动作用。综合来看,智能化水平的提升显著推动了制造业就业总量的增长,这一发现与邓洲、吴翌琳[4]等学者的研究结论保持一致,本文所提出假设得到验证。

控制变量方面,城镇化水平对就业的回归系数显著为正,城镇化水平越高,说明地区具有较好的发展前景,更能吸引就业人员;产业结构升级对就业的影响系数显著为负,随着产业结构的升级,意味着第三产业占总产值比例的增加,第一、二产业占总产值比例下降,从而导致第二产业的就业岗位有所减少,从而减少制造业就业人数;虽然在模型中制造业工资水平、人力资本投入、老年抚养比对就业的影响系数不显著,但由于这些变量也会影响回归结果。

#### 4.4.2. 异质性分析

为探究智能化对就业的影响是否存在区域异质性,本文根据东部、中部和西部的划分方式,分别对东部、中部和西部的面板数据进行线性回归。回归结果如表4。

**Table 4.** Regression results of heterogeneity analysis

**表 4.** 异质性分析回归结果

	(1)	(2)	(3)
	东部	中部	西部
lnAI	0.383*** (5.118)	0.712*** (7.462)	0.255** (2.512)
lnurban	2.338*** (7.884)	2.238*** (3.815)	1.329*** (3.802)
lnwage	0.300 (1.404)	-0.899*** (-3.525)	0.339* (1.704)
lninvest	-0.182 (-1.470)	-0.219 (-0.774)	-0.491*** (-2.973)
lniup	0.750** (2.213)	-0.675*** (-3.305)	0.245 (1.170)
lnage	0.065 (0.723)	0.028 (0.135)	-0.560*** (-3.723)

续表

_cons	-8.569*** (-2.838)	6.849 (1.584)	-3.568 (-1.267)
时间效应	控制	控制	控制
地区效应	控制	控制	控制
N	121	88	121

回归分析结果表明,在东部地区的面板数据中,智能化发展对制造业就业的影响系数为 0.383,且通过了显著性检验,说明智能化在该地区能够显著推动制造业就业增长。与此同时,中部和西部地区的回归系数分别为 0.712 和 0.255,均达到显著性水平,表明在这两个地区,智能化发展同样对制造业就业具有积极作用,其主要表现为就业创造效应的释放。中部地区智能化对就业的创造效应显著高于东部和西部,反映出我国制造业智能化转型存在明显的“中部崛起”特征。这源于中部地区兼具产业基础优势和后发技术优势,在承接东部产业转移的同时,能够更高效地实现技术-产业融合。从东部到西部的影响系数递减,呈现典型的技术扩散衰减规律。这表明智能化技术的就业创造效应与区域产业成熟度正相关,西部地区的产业基础和技术吸收能力仍需加强。东部地区较低的弹性系数暗示其智能化已进入深化阶段,技术应用更倾向于效率提升而非规模扩张;而中部较高的系数则表明其仍处于规模扩张期。

#### 4.4.3. 稳定性检验

为避免极端值和异常值对回归结果的影响,对样本数据进行 1%缩尾处理,重新进行回归,对上述结果进行稳定性检验。表 5 汇报了回归结果,显示回归在 1%显著性水平下显著为正,系数为 0.410,表明制造业智能化发展会显著增加就业总量。并且,城镇化水平 *urban* 在 0.1%显著性水平下显著为正,产业结构升级 *iup* 在 10%显著性水平下显著为负,与制造业就业总量呈现负向关系,这与前文基准回归结果一致。综上所述,检验结果表明模型具有一定的稳健性,支持了前文的研究结果。

**Table 5.** Stability test results with winsorization

**表 5.** 缩尾处理稳定性检验结果

	(1)
	lnL
lnAI	0.410*** (6.588)
lnurban	1.409*** (6.860)
lnwage	0.069 (0.439)
lninvest	-0.115 (-1.038)
lniup	-0.259* (-1.913)
lnage	-0.100 (-1.118)

续表

_cons	-0.689 (-0.331)
时间效应	控制
地区效应	控制
N	330

#### 4.4.4. 内生性检验

考虑到省级制造业智能化水平与制造业就业总量之间可能存在双向因果关系,从而引发内生性问题,本文采用智能化水平的一阶滞后项作为工具变量,对模型进行内生性检验。表 6 呈现了相关回归结果,显示智能化水平在 1%显著性水平下对就业总量具有显著正向影响,回归系数为 0.502,进一步印证了智能化发展有助于促进制造业就业。同时,城镇化水平 urban 依然表现出显著的正向关系,而产业结构升级变量 iup 在 10%的显著性水平下呈现负向影响,这与基准回归结果相一致。综上所述,该组回归结果验证了模型的稳健性,支持了前文的研究结果。

**Table 6.** Endogeneity test results

**表 6.** 内生性检验结果

	(1)
	lnL
lnAI	0.502*** (6.397)
lnurban	1.440*** (6.977)
lnwage	0.107 (0.638)
lninvest	-0.090 (-0.866)
lniup	-0.284* (-1.834)
lnage	-0.055 (-0.527)
_cons	-2.894 (-1.095)
时间效应	控制
地区效应	控制
N	330

## 5. 结论与建议

本文在探究智能化对制造业就业的影响时,基于 2012~2022 年我国省级地区面板数据,在总体影响

分析中, 采用最小广义二乘法(FGLS)进行基准回归。为确保结果稳健、减弱遗漏变量影响, 先引入主要变量回归, 再逐步加入控制变量。此外, 为考察区域异质性, 依据东部、中部、西部的划分, 对面板数据进行线性回归分析。从总体回归结果来看, 地区智能化水平与制造业就业总量呈现稳定且显著的正相关关系。即便加入控制变量, 智能化对就业的正向影响方向未变, 仅系数有所调整, 表明智能化通过催生新职业岗位、提升生产效率扩大产业规模等途径创造就业。在异质性分析中, 东部、中部、西部智能化发展对就业均有显著正相关关系, 其中中部地区智能化对就业的创造效应显著高于东部和西部, 且影响系数从东部到西部逐渐递减, 这与区域智能化技术扩散效率的差异有关。这些方法与分析全面且深入地揭示了智能化对制造业就业的影响机制及其区域差异, 为相关政策制定与产业发展提供了有力的实证支撑。

基于上述结论, 本文提出以下政策建议:

(1) 加快培育智能化新兴产业发展。政府应增加对人工智能、工业互联网、机器人等智能化核心技术的研发支持, 通过税收优惠、专项补贴等方式鼓励企业技术创新, 推动智能化产业升级。与此同时依托东部地区技术优势, 打造国家级智能制造示范区, 促进产学研协同, 形成技术溢出效应, 带动中西部智能化发展。并且优化新业态就业环境, 针对智能化催生的新职业, 完善职业认证体系, 提供灵活就业保障, 确保就业市场平稳过渡。

(2) 优化区域协同发展策略。一方面, 应充分发挥东部和中部地区智能化示范企业的引领作用, 利用东部沿海地区的区位优势和技术积累, 在创新资源富集的区域重点布局人工智能和智能制造产业园区, 促进高技术制造业集群发展, 增强产业间的智能化协同效应。另一方面, 需加大对西部地区的政策倾斜力度, 通过基础设施建设、财政补贴和税收优惠等扶持措施, 提升当地制造企业的智能化转型意愿, 并推动智能化试点项目向中西部延伸, 实现区域均衡发展。最后通过建立东中西部技术合作平台, 鼓励东部企业向中西部投资设厂, 促进智能化技术梯度转移, 缩小区域发展差距。

(3) 加强职业技能培训力度。通过联合高校、职业院校和企业, 开发智能制造相关课程, 重点培养数据分析、自动化控制、AI 应用等技能, 提升劳动力适应能力。强化传统制造业工人的再次培训, 政府可提供补贴式职业培训, 帮助其向高附加值岗位转型, 减少技术替代带来的结构性失业。建立智能化技能认证和持续教育体系, 鼓励劳动者动态更新技能, 适应产业升级需求, 实现“终身学习”制度。

## 参考文献

- [1] Graetz, G. and Michaels, G. (2018) Robots at Work. *The Review of Economics and Statistics*, **100**, 753-768. [https://doi.org/10.1162/rest\\_a\\_00754](https://doi.org/10.1162/rest_a_00754)
- [2] Rodrik, D. (2016) Premature Deindustrialization. *Journal of Economic Growth*, **21**, 1-33. <https://doi.org/10.1007/s10887-015-9122-3>
- [3] 尹彦辉, 缪言, 孙祥栋. 智能技术渗透、劳动力市场变革与技术红利释放[J]. 西南民族大学学报(人文社会科学版), 2024, 45(7): 102-115.
- [4] 邓洲. 工业机器人发展及其对就业影响[J]. 地方财政研究, 2016(6): 25-31.
- [5] Bugmann, G., Siegel, M. and Burcin, R. (2011) A Role for Robotics in Sustainable Development? *IEEE Africon '11*, Victoria Falls, 13-15 September 2011, 1-4. <https://doi.org/10.1109/africon.2011.6072154>
- [6] 曹雅茹, 刘军, 邵军. 替代还是创造: 智能化如何影响中国制造业就业? [J]. 管理评论, 2023, 35(9): 37-49.
- [7] 马瑞光, 秦一博, 殷江滨. 制造业智能化带动了劳动力就业吗——来自中国智能制造推广的证据[J]. 山西财经大学学报, 2024, 46(3): 57-68.
- [8] 宋旭光, 左马华青. 工业机器人投入、劳动力供给与劳动生产率[J]. 改革, 2019(9): 45-54.
- [9] 季良玉. 中国制造业智能化水平的测度及区域差异分析[J]. 统计与决策, 2021, 37(13): 92-95.
- [10] 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.