

分类施策:产业政策影响工业智能化的经验证据

孙 早 蒋旸阳

内容提要:如何借助产业政策的力量提升工业智能化水平,成为新科技革命时代众多发展中国家面临的紧迫课题。本文循着产业政策分类的思路,分别刻画了不同类型产业政策影响工业智能化发展的作用机制,并利用公开数据和爬虫数据进行经验研究。结果表明:(1)产业政策能够有效促进工业智能化。(2)资助智能化技术研发政策激励效果相对较弱,提振智能化产品需求政策及改善智能化创新环境政策激励效果相对较强;三类产业政策分别通过改善企业融资约束、增加市场智能化产品需求、保护企业创新成果的作用渠道促进工业智能化。(3)工业智能化产业政策具备一定程度的“扶弱”效应,企业微观特征会影响产业政策的激励效果,产业政策对竞争能力较弱的企业、地区和产业的激励效果更好。本文的政策含义在于:政府在制定及实施产业政策时需要建立政策量化评估体系,对产业政策的分类、实施效果进行科学研判;对于不同类型企业,政府要有针对性地调整政策实施力度,合理分配工业智能化生产要素。

关键词:产业政策 工业智能化 政策文本 分类施策 政策效果

中图分类号:F420

文献标识码:A

文章编号:1000-7636(2024)12-0026-21

一、问题提出

随着人口红利消失和新一轮科技革命与产业变革到来,中国工业的比较优势逐渐减弱,亟需实现从劳动密集型向技术密集型的转变。作为新型通用技术,人工智能是引领工业转型升级的关键。与过去数次科技革命与产业变革类似,人工智能技术的普及将使生产方式发生巨大改变,重塑全球工业发展格局。工业智能化是指人工智能技术在产品设计、生产决策、资源配置等实际工业生产场景中的应用。在中国经济转向高质量发展阶段的当下,工业智能化已成为经济增长的有力引擎。党的二十届三中全会明确指出,“加快推进新型工业化,培育壮大先进制造业集群,推动制造业高端化、智能化、绿色化发展”。能否抓住新一轮科技革命与产业变革的机遇、推动产业智能化升级、实现智能化革命,是决定中国能否在大国竞争中取得宝贵优势、赢得胜利的关键。

回顾中国工业智能化发展历程,进入21世纪,中国工业智能化水平呈加速上升态势。根据国际机器人联合会(IFR)数据,2022年中国工业机器人安装量已达到全球总量的52.48%,超过了世界其他国家安装量

收稿日期:2024-07-13; 修回日期:2024-11-08

作者简介:孙 早 西安交通大学经济与金融学院教授、博士生导师,西安,710061;

蒋旸阳 西安交通大学经济与金融学院博士研究生,通信作者。

作者感谢匿名审稿人的评审意见。

之和。值得注意的是,中国工业机器人安装密度与美、日、韩、德等发达工业国家相比尚存在一定差距,且传统工业仍有较大的智能化改造升级空间^①。图 1 简要地展示了这一情况。历次科技革命和产业变革的经验表明,合理运用产业政策能够有效促进关键战略性产业蓬勃发展^[1]。面对工业智能化的颠覆性冲击,中国政府密集出台了一系列产业政策^②,旨在抓住工业智能化升级的战略机遇,打造工业强国。

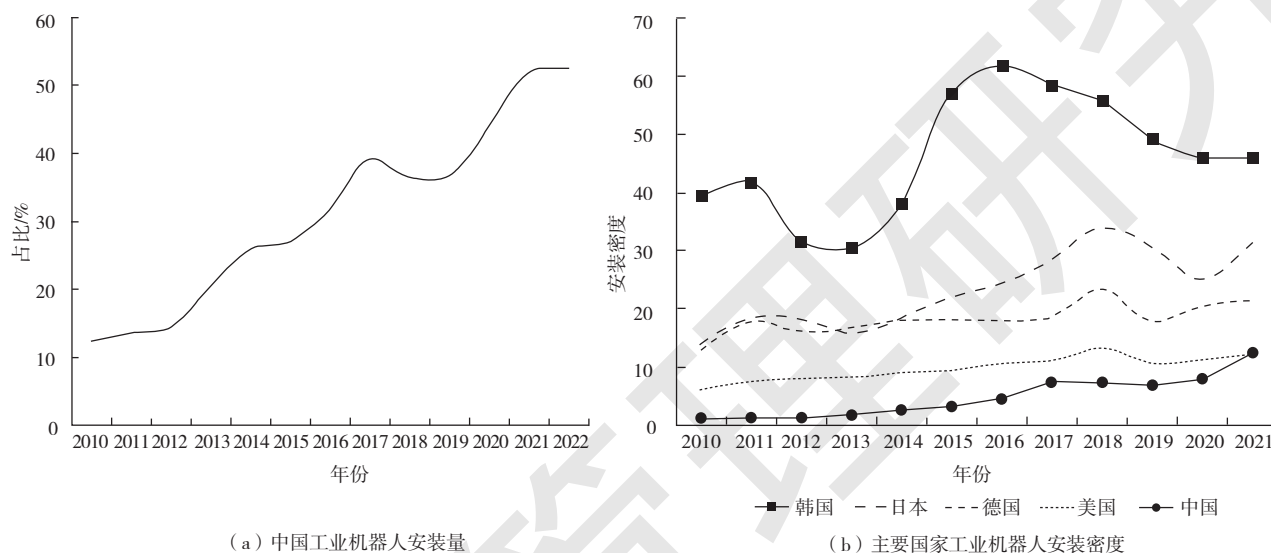


图 1 主要国家工业智能化水平的变化趋势

图 2 概括了中国实施产业政策的历史。20 世纪 80 年代末,中国初步尝试制定并实施产业政策。以《国务院关于当前产业政策要点的决定》(国发[1989]29 号)为代表,中央和地方出台了一系列产业政策,为中国经济体制改革、激发市场主体活力作出了有力的贡献^[2]。21 世纪以来,中国产业政策体系得到进一步强化,政策制定者逐渐开始关注产业政策对特定技术路线、特定产品乃至特定企业的激励效果^[3]。随着中国政府对经济增长质量愈发重视,产业政策开始强调市场在资源配置中的作用,构建良好的制度和外部环境、激发企业创新活力成为产业政策制定和实施过程中的重点^[3]。在新一轮科技革命和产业变革到来之际,中国在工业智能化领域必将制定并实施更多的产业政策。在此情形下,厘清产业政策通过哪些作用渠道影响工业智能化发展、不同类型的产业政策促进效果是否存在差异等问题,对中国政府采取合适的产业政策、推动工业智能化发展具有重要的理论和现实意义。

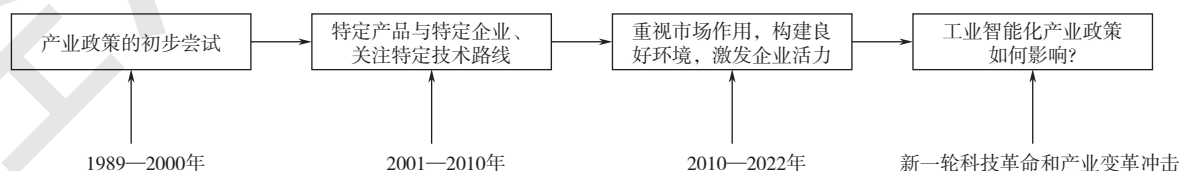


图 2 中国产业政策发展简史

① 根据 IFR 数据,中国的工业机器人多集中在电子、汽车等领域。与发达国家相比,其他工业行业的机器人渗透率较低。

② 如《推动工业互联网加快发展的通知》《“十四五”机器人产业发展规划》等。

本文可能的贡献在于:(1)有别于现有文献重点关注工业智能化应用的经济效应,本文着眼于工业智能化本身,更加全面且深入地分析了工业智能化在不同类型产业政策激励下的差异化发展情况,丰富了有关产业政策影响工业智能化发展的研究内容。(2)本文循着罗思韦尔和扎格韦德(Rothwell & Zegveld, 1985)^[4]的产业政策分类思路,将支持工业智能化发展的产业政策划分为资助智能化技术研发、提振智能化产品需求、改善智能化创新环境三大类,详细刻画了不同产业政策促进工业智能化的作用机制,进而探究了企业微观特征对政策激励效果的影响。(3)本文尝试发展一种深度量化评估产业政策实施效果的方法,通过爬虫技术获取了全国29个省份的工业智能化政策文本,使用共词技术提取各省份不同产业政策使用情况,进一步将产业政策计量细化到省级层面和政策工具层面,并结合2010—2020年沪深A股上市企业数据,对产业政策影响工业智能化的具体效果进行检验,为精确研究产业政策如何促进工业智能化提供了有力的经验证据。

二、文献综述

产业政策是一个国家或经济体直接或间接调控产业行为的政策总和,主要措施包括产业扶持、产业保护、产业限制及产业调整等^[5]。从现有文献看,有关产业政策的研究主要聚焦于有关产业政策实施效果的研究、有关产业政策作用机制的研究和产业政策对工业智能化影响的研究。

(一)有关产业政策实施效果的研究

关于产业政策的实施效果,现有文献主要持正面和负面两种观点。持正面观点的文献认为,产业政策能通过降低企业获取资源的难度、改善企业经营风险等手段,弥补由于外部性、信息不对称性等问题带来的市场机制不足^[6],创建有利于公平竞争的市场环境^[7]。阿吉翁等(Aghion et al., 2015)指出,适当的税收减免、研发补贴等激励政策能够有效地改善高新企业进行研发活动时面临的市场扭曲^[8]。持负面观点的文献则强调,产业政策的实施会降低投资效率、抑制企业研发创新行为,而政府失灵、权力寻租风险、监管关注短期利益等都会带来产业政策的失效^[9]。企业还可能通过难度较低、耗时较短的策略性创新迎合产业政策,获得超额的财税补贴,进而产生专利泡沫^[10]。

(二)有关产业政策作用机制的研究

由于产业政策所运用的政策工具及期望实现的政策目标较为多样,按影响路径和激励效果的差异,可将产业政策划分为供给型、需求型和环境型三类^[4]。供给型政策即政府通过税收优惠、资金补贴等手段,从供给端直接支持研发生产企业。供给型产业政策能够增加企业获得的资源支持,改善企业的研发和经营情况^[11],但供给型政策也会在一定程度上抑制企业的资源再分配^[12],并带来经营效率的损失和对于补贴的过度依赖^[13]。需求型政策主要通过政府采购、产品补贴、贸易管制及应用推广等政策工具间接扶持目标产业,通过刺激需求端,企业的生产积极性和创新活力得到提升^[14]。环境型政策则致力于塑造良好的创新环境,具体手段包括目标规划、知识产权、法规制定、有效监管等。其主要目的在于为产业的总体发展布局做出规范和引导,改善公平竞争环境,进而在一定程度上增强企业的创新能力^[12]。

(三)有关产业政策对工业智能化影响的研究

工业智能化是现代化经济体系的重要基石之一,其发展离不开政府扶持和产业政策引导。为了鼓励工业智能化发展,中央和地方相继出台了众多不同类型的产业政策^①。与其他产业相类似,产业政策对工

① 如《新一代人工智能发展规划》《“十四五”智能制造发展规划》等。

业智能化的影响主要由资源效应实现^[15]。工业智能化的特殊之处在于,作为工业智能化的基础,深度学习和机器学习极其依赖大规模数据的输入,因此构建开放的交流平台,打造适宜的创新环境显得尤为重要^[16]。

作为新兴行业,支持工业智能化的产业政策与传统行业相比较少^[17],相关文献主要围绕三个方面展开:其一,关注政策目标的差异性。不同地区、不同时期的政策制定者关注重点各不相同,中国的产业政策更加注重工业智能化的实际应用价值;欧盟的产业政策倾向于规制智能化对伦理规范、安全保障、社会舆论等领域潜在的衍生效应;美国的产业政策目标则是维持自身智能化领导地位,以应对竞争者的挑战^[15]。丘里亚克(Ciuriak,2018)在回顾了产业政策的实践历程后指出,在新一轮科技革命与产业变革的背景下,为促进智能化发展,需要重视大数据的应用,强化公共部门的支持^[18]。其二,分析政策内容的差异性。通过对智能化产业政策文本的解读,相关文献发现在智能化领域,政策制定者更倾向于出台供给型政策,需求型政策的数量相对较少^[17,19];在政策工具的使用上,政策制定者则更为侧重在企业的研发阶段提供扶持,而对于研发成果转化及后续的产业化阶段关注较少^[14]。其三,评估政策效果的差异性。总体上看,工业智能化的产业政策制定较为合理^[19],但针对智能化等高新技术的补贴政策仍存在重数量而轻质量的问题^[20]。数值模拟的结果进一步表明,补贴政策的长期效果并不理想^[21]。

通过对现有文献的分析可以发现,关于产业政策与工业智能化的文献存在以下三个局限性:第一,在评价政策效果时,由于需求型、环境型政策相对难以量化,现有文献较少涉及,更多地聚焦于探讨补贴政策的实施效果;第二,现有文献分析的政策文本还不够多,较难反映智能化产业政策总体情况;第三,缺乏对产业政策影响智能化作用机制的系统性分析。本文尝试从理论层面详细剖析产业政策影响智能化的机制,进而利用全国省级智能化产业政策文本数据,从经验层面揭示产业政策影响智能化的内在机理。

三、理论与假设

本部分尝试刻画产业政策影响工业智能化的理论机制,分析不同类型产业政策对工业智能化的差异化作用,进一步分析企业微观特征对产业政策激励效果的影响。

(一) 产业政策对工业智能化的一般性影响

产业政策包括供给型、需求型和环境型三类^[4],根据智能化产业的发展特点,本文将三类产业政策分别概括为资助智能化技术研发政策、提振智能化产品需求政策、改善智能化创新环境政策。图3描述了上述三类产业政策影响工业智能化的不同传导渠道。

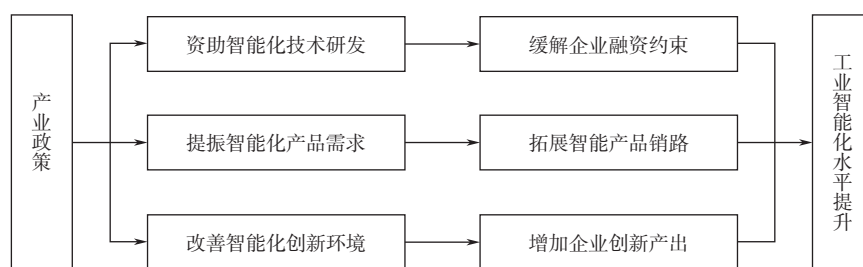


图3 产业政策影响工业智能化发展的作用渠道

1. 资助智能化技术研发政策

资助智能化技术研发指因企业开展智能化技术领域的研发活动,通过产业政策获得直接或间接的资金资助^①。图4表明,资助智能化技术研发政策可以从政府和金融机构两个方面影响企业的融资约束。一方面,中央政策文件反复强调工业智能化的重要性,政策制定者制定相关产业政策的决策成本较低。另一方面,工业智能化产业政策能够使金融机构对市场预期改善。相关企业能获得更多的政府及金融资源支持,改善外部融资约束^[22-23];企业内源资金能更多地用于研发等高风险活动,进而提升工业智能化^[24]。

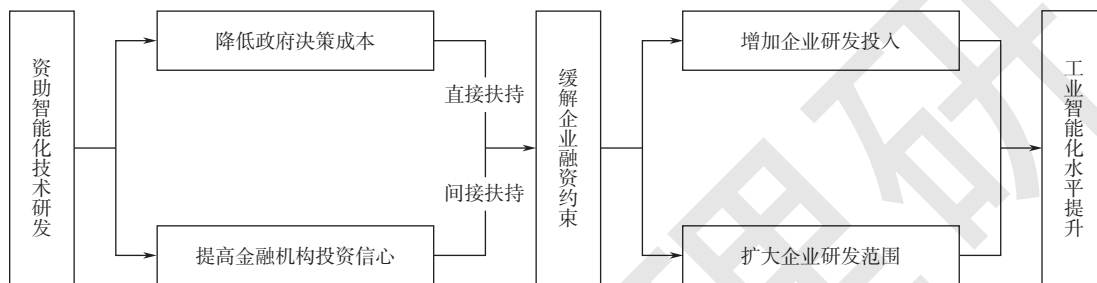


图4 资助智能化技术研发政策影响工业智能化的机制

2. 提振智能化产品需求政策

提振智能化产品需求指企业在进行工业智能化升级过程中,购买相关工业智能化设备可以获得补贴^②,进而提升智能化产品需求。如图5所示,提振智能化产品需求政策能够从两方面扩大智能化产品销路:其一,降低智能设备采购价格,扩大需求;其二,培育消费惯性,补贴能够帮助企业支付智能设备高昂的学习成本,培育工业智能化设备的消费惯性。增加的市场需求意味着研发不确定性减少,降低智能化产品研发风险^[12],同时还会反作用于供给端,刺激企业扩大生产规模,增加智能设备供应能力。

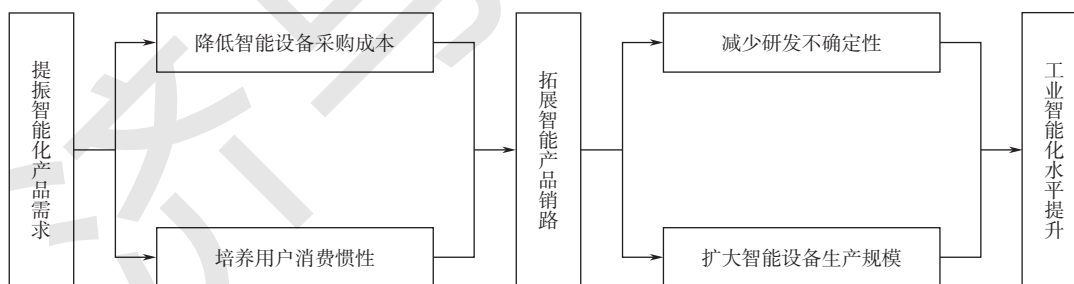


图5 提振智能化产品需求政策影响工业智能化的机制

3. 改善智能化创新环境政策

改善智能化创新环境指由政府主导,建立健全产权保护体系、打造技术交流平台等^③,进而保障企业良

① 如安徽省发展改革委发布的《支持人工智能产业创新发展若干政策实施细则》中提到,进行人工智能创新开发的企业可以获得最高500万元的研发费用补助。

② 如《温州市人民政府关于全面加快科技创新推动工业经济高质量发展的若干政策意见》中提到,在智能化改造过程中,采购生产设备可获得一次性15%~17%的补贴。

③ 如国务院印发的《新一代人工智能发展规划》中提到,要建立人工智能技术标准和知识产权体系。

好的创新环境。由于工业智能化的核心技术以计算机程序为载体,研发成本较高,但复制成本几乎为零,创新租金的获取难度较大,尤其需要重视保护创新成果。图 6 反映了如何确保企业获得创新租金:一方面,强化执法,确保创新租金顺利支付;另一方面,由于智能技术需要大数据进行快速迭代^[16],企业间信息交流需求更高,通过技术交流平台,企业能够将成果转让给更多对象,增加企业创新租金、促进新技术扩散,进而提高创新产出^[25]。

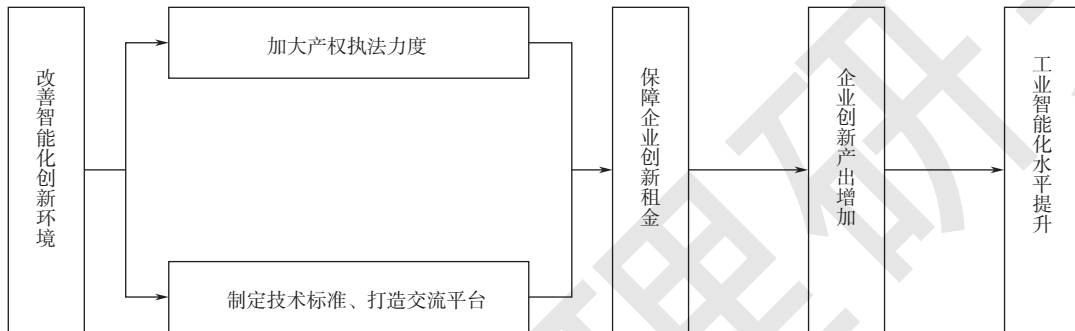


图 6 改善智能化创新环境政策影响工业智能化的机制

综合上文分析,中央和地方政府有充足的动机出台产业政策鼓励工业智能化的发展,产业政策会通过不同的政策工具实现激励的效果,据此,本文提出待检验的假设 1。

假设 1:产业政策会通过缓解融资约束、提振产品需求以及增加创新产出等三条渠道促进工业智能化。

(二) 不同类型产业政策对工业智能化的差异化影响

图 7 展示了三类产业政策激励效果的差异:资助智能化技术研发政策主要通过刺激供给端的方式影响工业智能化,在减轻研发成本的同时,也会带来企业骗补、权力寻租等问题^[13],造成市场的扭曲。相比之下,提振智能化产品需求政策通过提振需求,建立并扩张了工业智能化产品市场,更有利于打造健康的供需关系,促进工业智能化良性发展^[26],不容易造成市场扭曲。改善智能化创新环境政策则是通过确保市场公平竞争,增加企业创新产出的方式激励企业,并不强行扭曲市场竞争^[27-28]。由此,本文得出待检验的假设 2。

假设 2:在其他条件不变的情况下,不同的产业政策对工业智能化的激励效果存在差异,提振智能化产品需求政策及改善智能化创新环境政策的促进效果更好。

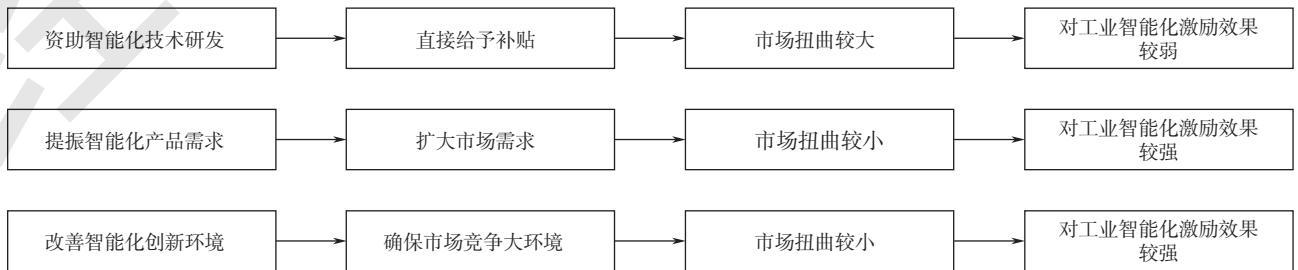


图 7 三类产业政策对工业智能化的激励效果差异

(三) 产业政策对不同类型企业的差异化影响

面对不同类型企业,产业政策的激励效果同样存在差异。根据假设1中三类政策传导路径的差别,将样本划分为6组,即高-低融资约束组、高-低产品销售组、高-低创新产出组(以下简称高-低机制变量组)。由于产业政策的主要目标是帮助企业克服创新活动带来的市场扭曲^[8],具备一定的“扶弱”属性^[12],可以认为产业政策对高-低机制变量组的影响存在差异。一方面,低机制变量组的企业资源相对较少,对于产业政策更加敏感,更有可能采取措施迎合产业政策;另一方面,低机制变量组企业的机制变量水平本身较低,在相同强度的产业政策刺激下可能带来更高的边际效应,使产业政策对工业智能化发挥激励效果。除机制变量水平外,企业的产权性质同样是影响企业的投资及创新水平的重要因素^[29]。国有企业更有可能依靠其优势获得产业政策扶持,相对缺乏改善工业智能化水平的动机。民营企业则面临激烈的市场竞争,更有动力将产业政策带来的资源投入工业智能化,提升自身竞争力,获得更多的市场份额^[10]。

基于上述分析,本文提出待检验的假设3。

假设3:在其他条件不变的情况下,企业异质性会影响产业政策对工业智能化的激励效果。当企业机制变量较低或为民营企业时,产业政策促进工业智能化的效果更好。

四、指标设计与变量说明

已有文献在度量产业政策实施情况和工业智能化程度时,缺乏较为可靠的数值型数据。本部分尝试构建相应的评价指标,并对数据来源和指标构建方式进行阐述。

(一) 数据来源

本文选取2010—2020年沪深A股上市工业企业数据作为研究样本。这一样本区间覆盖了“十二五”和“十三五”两轮五年计划的实施期,能够较好地观测到产业政策对工业智能化的推动效果。进一步地,本文对获得的样本进行了筛选,并剔除如下工业企业样本:①数据不满三年或连续缺失超过五年的企业;②ST类上市企业;③数据明显异常的企业。最终得到了包含1323家企业的9674个观测值,并对所有连续数据进行了双边1%缩尾处理。本文工业企业数据来源于深圳希施玛数据科技有限公司CSMAR中国经济金融研究数据库,智能技术应用数据来自沪深股市上市企业发布的年度报告文本,产业政策数据来源于爬虫爬取的各省份人民政府网站发布的相关政策文本^①。

(二) 实证模型

1. 产业政策与工业智能化

为深入研究产业政策对工业智能化发展的影响,本文设定模型(1)加以检验:

$$Int_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 Pol_{i,t} + \sum \beta_j Controls_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

其中, i 、 t 分别代表企业和年份, Int 代表工业智能化水平, Pol 代表不同类型的产业政策, $Controls$ 为控制变量, ε 为残差项。

2. 机制检验

为了检验产业政策影响工业智能化的渠道,本文采用两阶段中介效应模型进行检验,通过选取多个意

^① 由于本文的研究对象限定在工业智能化行业,在进行企业-政策匹配时,中央级别政策无法有效区分不同企业间差距。本文仅选取省级行政区政策文本进行研究。

义相似的变量,避免三阶段中介效应模型可能出现的内生性问题^[30-31]。式(2)展示了本文采用的回归模型,其中 M 代表机制变量。

$$M_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 Pol_{i,t} + \sum \beta_j Controls_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

(三) 变量定义

1. 产业政策(Pol)

如何搜集不同地区、不同主体发布的政策,并对其中的关键信息进行提取及量化是产业政策研究领域的一大难点。本文以政策指数化为基础^[12,32],结合共词分析技术,构造产业政策变量,并将其与工业智能化程度变量相匹配,从而进行相关回归分析。

图 8 简要地描述了本文对产业政策的处理流程。首先,以与工业智能化紧密相关的词汇^①作为关键词,爬取各省级人民政府网站发布的政策文本。使用 Python 软件的 jieba 库对政策文本进行共词处理,得到重点词汇表,将重点词汇划分后分别加总为资助智能化研发资助(Supply)、提振智能化产品需求(Demand)和保护智能化创新环境(Environment)等三类^②,对上述三类产业政策加总后得到总产业政策(Sum)。本文将上述变量取自然对数,并作为核心解释变量,为确保计量分析得以进行,在回归前本文还将产业政策数据与企业数据进行了匹配,即根据企业所在省份与产业政策发布省份相对应,用以构造满足经验研究要求的数据集。

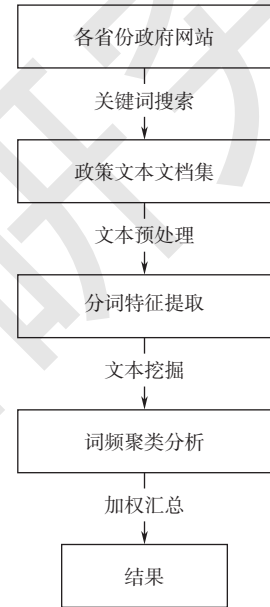


图 8 产业政策文本处理流程

2. 工业智能化程度(Int)

为描述微观企业层面的工业智能化发展情况,本文通过熵权法构建工业智能化程度的综合指标^[33-34]。表 1 简要介绍了工业智能化程度度量表的指标与测度方法,其中智能化投资数据来自上市企业财务报表,智能技术应用指标则来自企业年报文本^[35],通过共词处理得到工业智能化关键词,并分别定义为智能技术水平指标和智能技术应用深度指标。为将行业区别纳入考虑,本文还选取国际机器人联合会(IFR)提供的分行业工业机器人使用情况作为宏观智能背景。

表 1 工业智能化程度测度

一级指标	二级指标	测度方法
智能化投资	软件投资	管理系统、信息平台等无形资产项目占总资产比重
	硬件投资	电子设备、计算机等固定资产项目占总资产比重
智能技术应用	智能技术水平	企业年报文本中工业智能化技术关键词数量
	智能技术应用深度	企业年报文本中工业智能化应用关键词数量
宏观智能背景	智能技术平均利用水平	企业所在行业内机器人使用数量

以上述度量表为基础构建的指标权重为软件投资占 8.62%,硬件投资占 20.22%,智能化应用水平占

① 具体词汇备案。

② 深圳希施玛数据科技有限公司 CSMAR 中国经济金融研究数据库、万得数据库等同样收录了企业收到的补贴数据,但这些补贴并不是针对工业智能化发放的,因此本文通过分析政策文本的方式获得这一变量数据,详细的产业政策词汇分类备案。

38.72%,智能化技术应用深度占30.31%,行业平均智能化水平占2.13%。为检验指标的可靠性,抽取工业智能化指标排名前5^①和倒数前5^②的企业,通过查询企业主营业务、企业年报、官网介绍等内容,发现指标能够反映工业智能化程度^③,具备一定的合理性和客观性。需要说明的是,虽然本文的被解释变量和核心解释变量均为自行构建的变量,但解释变量为各地产业政策文本分词处理后的智能化词汇,即每个地区在该年度所使用的工业智能化产业政策工具之和的自然对数,在进行计量分析时的含义较为明确,具有一定的现实指导意义。

3. 控制变量(Controls)

由于本文实证同时涉及微观企业及宏观政策,本文由此选取了微观控制变量及宏观控制变量。在微观层面,选取的控制变量包括企业规模(Size)、企业雇佣劳动力数量(Emp)、留存收益(RE)、研发投入(RD)、杠杆率(Lev)、流动比率(Liq)、净资产收益率(ROE)、固定资产比率(Tangibility)^[10]。在宏观层面,选取的控制变量包括贸易开放程度(Tra)、城镇化水平(Urb)、金融发展水平(DF)、智能化基础(IF)^[36]。

主要的变量定义参见表2。

表2 主要变量定义

变量	定义	变量	定义	变量	定义
Int	工业智能化评分	Emp	员工总数的自然对数	Tangibility	固定资产与总资产之比
Sum	所有产业政策的总和	RE	留存收益的自然对数	Tra	进出口总额的自然对数
Supply	资助智能化技术研发政策	RD	研发人员投入的自然对数	Urb	城镇人口占总人口之比
Demand	提振智能化产品需求政策	Lev	总资产与总负债之比	DF	贷款总额与GDP之比
Environment	改善智能化创新环境政策	Liq	流动资产与流动负债之比	IF	移动电话用户的自然对数
Size	总资产的自然对数	ROE	净资产收益率		

五、典型事实与描述性统计

(一) 典型事实

本文共爬取了全国29个省份政府网站^④,共获得与工业智能化相关的6460项产业政策,筛选出了与工业智能化相关的53478件政策工具。如图9所示,全部政策工具中资助智能化技术研发的政策工具15626件,占比29%;提振智能化产品需求的政策工具12277件,占比23%;改善智能化创新环境的政策工具25575件,占比48%。这一结果表明,各省份的政策制定者更加倾向于创造良好的工业智能化环境,并鼓励企业进行智能化技术研发,对产品需求侧鼓励的不足反映了目前工业智能化的发展仍处于早期的规划研发阶段,市场化的智能化产品供应有待增加。

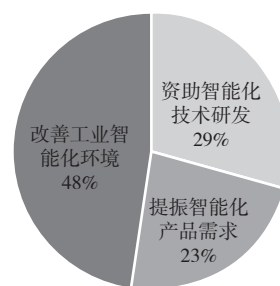


图9 工业智能化领域产业政策类型分布

① 分别为工业富联、大华股份、科大智能、长园集团、科华数据。
 ② 分别为岳阳林纸、梅雁吉祥、钱江生化、京能电力、嘉化能源。
 ③ 智能化指标前5名企业的主营业务为大数据、物联网、人工智能等典型智能化业务板块,倒数前5名的企业主营业务则为能源、制造等传统板块。企业年报和网站简介显示,前5名企业对智能化的关注远高于倒数前5名企业。
 ④ 港澳台地区无数据;受限于网站数据格式问题,山西及新疆的数据暂缺。

依据图 10 中工业智能化产业政策及政策工具的增长趋势可以看出,与工业智能化相关的产业政策在 2015 年前后开始迅速上升,并在 2017 年达到顶峰,随后保持大致稳定;而政策工具数量则依旧保持较大的上升势头。这一趋势说明,在新一轮科技革命与产业变革浪潮的冲击下,政策制定者对工业智能化的兴趣大增,产业政策文本也从早期的泛泛而谈逐步细化,不断推出各类具体的政策工具。图 11 显示,在产业政策及政策工具不断增加的同时,工业智能化水平也不断上升,存在较为明显的正相关态势。

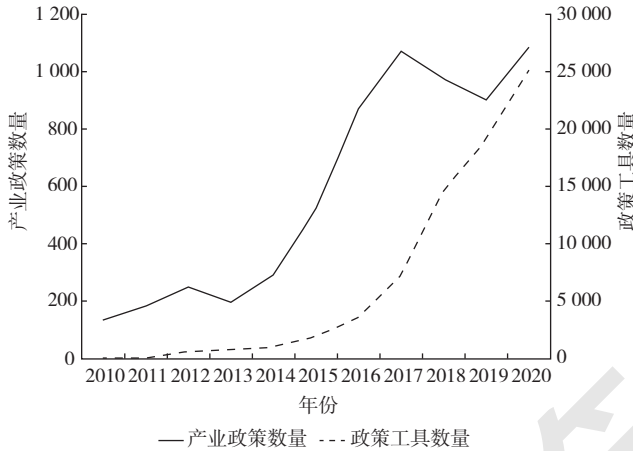


图 10 工业智能化产业政策及政策工具增长趋势

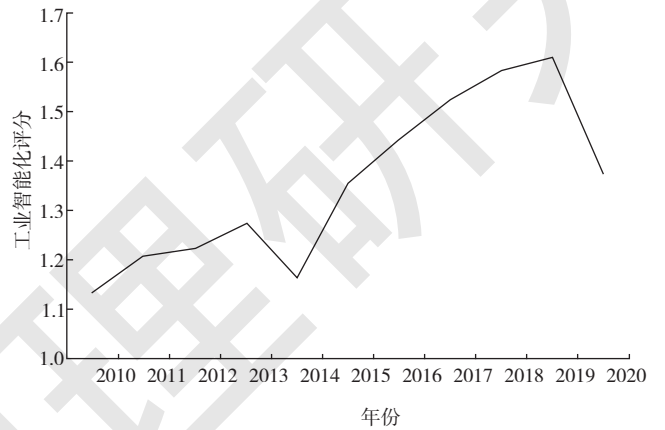


图 11 工业智能化评分增长趋势

(二) 描述性统计

表 3 是对主要变量的描述性统计。工业智能化评分的均值为 0.803 3,最大值为 1.413 5,最小值为 0,这一分布体现了不同企业对工业智能化的重视程度存在较大的差别。几类产业政策的分布较为相似,中位数、均值及最大值均存在较大的差距,表明不同地区对工业智能化产业政策的侧重亦有不同。

表 3 主要变量描述性统计结果

变量	样本量	均值	中位数	方差	最小值	最大值
<i>Int</i>	9 674	0.803 3	0.866 6	0.374 6	0	1.413 5
<i>Sum</i>	9 674	3.885 4	4.499 8	2.897 4	0	8.701 5
<i>Supply</i>	9 674	2.630 4	2.833 2	2.370 6	0	7.277 9
<i>Demand</i>	9 674	2.847 8	3.091 0	2.323 0	0	7.148 3
<i>Environment</i>	9 674	3.466 1	4.060 4	2.705 2	0	8.099 9

注:为进行回归分析,本文将产业政策文本与企业数据进行了匹配,故微观企业数据量与宏观政策数据量相同。

六、实证分析

为探讨产业政策对工业智能化的影响,本文将各类产业政策分别加总,并与企业数据匹配,实现政策指数化。为使结果具备可比性,对政策变量进行标准化处理。鉴于通过爬虫搜集到的产业政策以省份为分类标准,而 IFR 提供的工业机器人使用数据以行业为分类标准,本文控制了年度、行业和省份虚拟变量,并将标

准误差聚类到企业层面。

(一) 基准回归

首先对产业政策影响工业智能化水平的效果进行检验,将不同产业政策依次加入模型,被解释变量为工业智能化水平。为度量三类产业政策间的差异,本文还采用了似无相关检验(Suest)对回归系数的差异进行了验证^①,上述回归结果列示于表4中。从列(1)可以看出,产业政策总体与工业智能化水平存在正相关关系。进一步考察列(2)—列(4),可以发现三类产业政策的回归系数均为正,表明三类产业政策均存在对工业智能化的正向激励效果,且提振智能化产品需求政策和改善智能化创新环境两类产业政策的激励效应分别在1%和5%显著性水平下成立;而资助智能化技术研发政策的回归结果为正但不显著。Suest检验进一步反映了三类政策之间的差异,列(2)中Suest检验的系数在1%水平下显著,表明资助智能化技术研发政策与其他两类政策的系数存在显著差异;列(3)中Suest检验的系数不显著,意味着提振智能化产品需求政策与改善工业智能化创新环境政策的激励效果大致相同。

表4 基准回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Sum</i>	0.044 9** (2.368 5)			
<i>Supply</i>		0.034 8 (1.639 4)		
<i>Demand</i>			0.058 6*** (2.671 1)	
<i>Environment</i>				0.045 0** (2.352 5)
常数项	10.137 0 (1.444 5)	10.059 4 (1.434 3)	10.155 4 (1.447 4)	10.148 4 (1.446 1)
省份效应	控制	控制	控制	控制
行业效应	控制	控制	控制	控制
时间效应	控制	控制	控制	控制
Suest 检验		[0.009 4]***	[0.127 2]	
观测值	9 674	9 674	9 674	9 674
$\overline{R^2}$	0.161 0	0.160 8	0.161 1	0.161 0

注:小括号内为t值,中括号内为P值,***、**、*分别代表在1%、5%及10%水平下显著,控制变量均已控制,如无特别说明,后表同。

总体而言,表4的回归分析结果验证了本文假设1、假设2,即产业政策总体能够促进工业智能化,将产业政策进一步细分为三类后,每类产业政策均能对工业智能化产生正向激励。Suest检验的结果支持了假设2,资助智能化技术研发政策的激励效果较弱且不够明显,提振智能化产品需求政策的激励效果相对较强,且与

^① 列(2)中Suest检验的原假设为资助智能化技术研发政策与另两类政策的回归系数相等,即 $Supply-Demand=0, Supply-Environment=0$, 检验结果P值为0则拒绝原假设。列(3)中Suest检验的原假设为提振智能化产品需求政策和改善智能化创新环境的回归系数相同,即 $Demand-Environment=0$, 检验结果P值为0则拒绝原假设,如无特别说明,下同。

改善智能化创新环境政策的激励效果相似。一种可能的解释是,直接给予企业补贴可能会诱发道德风险,带来骗补、寻租等问题,进而使得产业政策的激励效果下降^[37]。因此,政策制定者想促进工业智能化发展,应当通过刺激需求或改善创新大环境等方式进行,增强工业智能化发展的内生动力。

(二) 稳健性检验

1. 滞后一期回归

考虑到政策的落地及实施需要一定的时间,本文在基准回归的基础上,对所有产业政策变量取滞后一期,结果汇报在表5中。可以看出,产业政策的系数、显著性及Suest检验的结果均与基准回归类似。也就是说,将政策实施时间纳入考虑后,产业政策的激励效果及差异与基准回归一致。

表5 稳健性检验结果:滞后一期解释变量

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>L. Sum</i>	0.0645** (2.1679)			
<i>L. Supply</i>		0.0301 (0.9769)		
<i>L. Demand</i>			0.0673** (1.9894)	
<i>L. Environment</i>				0.0615** (2.0302)
常数项	5.4984 (0.7146)	5.4223 (0.7051)	5.4491 (0.7089)	5.5777 (0.7248)
省份效应	控制	控制	控制	控制
行业效应	控制	控制	控制	控制
时间效应	控制	控制	控制	控制
Suest 检验		[0.0216]**	[0.6993]	
观测值	8042	8042	8042	8042
\bar{R}^2	0.1635	0.1632	0.1635	0.1635

2. 固定个体效应

在基准回归模型中,本文固定了行业和省份效应,目的在于消除由于行业和地域差异所带来的潜在干扰,为强化研究结果的稳健性,本文进一步固定了企业的个体效应。表6列(1)—列(4)报告了回归的结果。其中,在固定了企业的个体效应后,假设1依然得以验证,即产业政策总体能促进工业智能化。假设2也依然得以验证,即资助智能化技术研发政策的激励效果相对弱于其他两类产业政策。

3. 改变聚类层级

本文在基准回归模型中将标准误聚类在个体层面。考虑到聚类标准误目的在于控制组内自相关,本文进一步将聚类层级扩展到行业及省级层面,考察不同层级聚类对估计结果的影响,以提高估计的精度和可靠性,表6列(5)—列(8)列示了更改聚类层级后的系数估计情况。结果显示,在将聚类层级扩展到行业及省级层面后,结果仍与基准回归一致。

表6 稳健性检验结果:改变回归选项

变量	固定个体效应				改变聚类层级			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
<i>Sum</i>	0.0268** (1.9956)				0.0449** (2.2247)			
<i>Supply</i>		0.0253 (1.6002)				0.0348 (1.5868)		
<i>Demand</i>			0.0353*** (2.6407)				0.0586*** (2.6394)	
<i>Environment</i>				0.0261* (1.9220)				0.0450** (2.1395)
常数项	4.5465 (1.4497)	4.4851 (1.4130)	4.6323 (1.4632)	4.5517 (1.4503)	10.1370 (1.5583)	10.0594 (1.5494)	10.1554 (1.5631)	10.1484 (1.5605)
个体效应	控制	控制	控制	控制	未控制	未控制	未控制	未控制
省份效应	未控制	未控制	未控制	未控制	控制	控制	控制	控制
行业效应	未控制	未控制	未控制	未控制	控制	控制	控制	控制
时间效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
Suest 检验						[0.0138**]	[0.1121]	
观测值	9674	9674	9674	9674	9674	9674	9674	9674
$\overline{R^2}$	0.7372	0.7371	0.7372	0.7372	0.1610	0.1608	0.1611	0.1610

注:由于软件 Stata 中 Suest 检验语句存在一定局限,固定个体效应回归时没有进行 Suest 检验。

(三) 内生性检验

为解决模型中遗漏变量、测量误差或反向因果关系带来的内生性偏误问题,本文进一步使用两阶段广义矩估计进行工具变量(IV)检验,以提高研究结论的准确性和稳健性。本文构建了份额-移动工具变量^[38]:首先计算历年解释变量的平均值,得出解释变量的总体增长率(*Shift*);其次计算每家企业的所处行业内,除自身外的解释变量均值,作为企业的份额(*Share*);最后通过 *Shift* 与 *Share* 的乘积模拟解释变量。表7汇报了内生性检验的系数,在第一阶段的检验中,所有工具变量的回归系数均在1%水平下显著,表明产业政策变量的估计系数偏误已在一定程度上被控制。在第二阶段的检验中,不可识别检验及弱工具变量检验均保持在合理水平^①。

表7 内生性检验结果

变量	第一阶段回归				第二阶段回归			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
<i>Sum_IV</i>	-0.1143*** (-639.6869)							

① 限于篇幅,数据未列示,备索。

表7(续)

变量	第一阶段回归				第二阶段回归			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
<i>Supply_IV</i>		-0.135 3*** (-375.390 2)						
<i>Demand_IV</i>			-0.137 7*** (-268.484 0)					
<i>Environment_IV</i>				-0.122 3*** (-479.751 2)				
<i>Sum</i>					0.044 6** (2.356 7)			
<i>Supply</i>						0.034 9 (1.636 1)		
<i>Demand</i>							0.059 7*** (2.712 4)	
<i>Environment</i>								0.045 8** (2.382 3)
常数项	4.546 5 (1.450)	10.126 2 (1.449)	4.485 1 (1.413)	10.041 8 (1.438)	4.632 3 (1.463)	10.158 6 (1.454)	4.551 7 (1.450)	10.132 5 (1.450)
省份效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
行业效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
时间效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
观测值	9 674	9 674	9 674	9 674	9 674	9 674	9 674	9 674

进一步观察第二阶段的估计系数,将其与基准回归相对比可以发现,产业政策总体及三类政策的系数符号及显著性与基准回归相同,验证了假设 1 的稳健性。进一步观察表 7 可以发现,资助智能化技术研发政策的回归系数不显著,且明显小于提振智能化需求政策及改善智能化创新环境政策,而提振智能化需求政策与改善智能化创新环境政策间的回归系数及显著性差异则较小,在一定程度上验证了假设 2。

七、进一步分析

(一) 机制分析

本部分旨在通过机制检验验证假设 1 的作用渠道,即三类产业政策分别通过改善企业融资约束、提升工业智能化产品销量、增加企业创新成果产出进而提升工业智能化。在度量企业融资约束时,本文使用 KZ 指数(KZ)作为代理变量^[39],并采用企业现金流比例(CF)作为对照。表 8 汇报了相关结果,可以看出,KZ 指数的回归系数在 10%水平下显著,表明资助智能化技术研发政策改善了企业的融资约束情况,企业现金流的回归结果呈现出相似的趋势,即政策刺激增加了企业的现金流。随着企业融资约束的减轻,企业得以将

更多的内源资金投入到研发等高风险活动中,那些原本预期收益周期较长、风险较高的研发项目也因此得以实施,从而促进了工业智能化的发展。

表 8 机制分析结果

变量	KZ	CF	Growth	Product	Patent	Contract
Supply	-0.197 4*	0.010 0***				
	(-1.812 0)	(2.656 4)				
L. Demand			0.075 0***	0.244 6***		
			(3.080 0)	(6.289 0)		
Enviroment						0.126 5***
						(11.185 8)
LA. Environment					0.294 2***	
					(2.588 9)	
常数项	0.821 4	-2.112 1***	30.111 9***	-0.146 3	15.153 3	6.760 4***
	(0.034 3)	(-2.823 3)	(8.826 3)	(-0.049 2)	(0.714 4)	(3.034 9)
省份效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
行业效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
时间效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
观测值	9 482	9 674	8 042	5 944	4 456	9 674
\bar{R}^2	0.512 3	0.275 3	0.195 2	0.980 5	0.444 6	0.961 1

提振智能化产品需求政策通过增加工业智能化产品的销量,发挥了双重作用:一方面,产业政策使得更多的企业能够承担起采购智能化产品的前期成本;另一方面,产业政策降低了智能化产品生产商在生产和研发过程中的不确定性,这些效应共同促进了工业智能化的发展。鉴于需求增加通常会带来收入上升,本文采用企业营业收入增长率(*Growth*)作为智能化产品销量的代理变量;考虑到工业智能化的核心技术之一是系统、程序等软件,本文还引入了企业所在地区软件产品销售收入(*Product*)作为对照变量;鉴于产品的销售及回款需要时间,选取滞后一期的提振智能化需求政策变量作为解释变量。由表 8 可以发现,提振智能化需求政策对智能化产品销量代理变量的回归系数均为正且显著,说明产业政策有效增加了工业智能化产品的需求,在一定程度上提升了工业智能化。

一个好的创新环境为工业智能化企业提供了充分的创新激励,使企业更有积极性地投身进一步的创新研发活动。这种环境通常会促进企业创新产出的增长,激发技术交易市场的活力。考虑到专利审查的周期通常在三年左右,具备较强的滞后性,本文采用企业发明专利授予量(*Patent*)与滞后四期的改善智能化创新环境政策进行回归,并用企业所在地区技术合同交易量(*Contract*)与当期改善智能化创新环境政策回归作为对照^[40],用以度量企业的创新产出及企业所在地区的创新环境状况。表 8 的结果显示,企业发明专利授予量与滞后四期的改善智能化创新环境政策变量的回归结果显著,该结果验证了产业政策能够促进企业创新成果的产出。同时,改善智能化创新环境政策强化了技术市场的交易活跃程度,从侧面反映了企业创新产出的增加和整体创新环境的改善。综上所述,改善智能化创新环境政策能够通过改善创新环境,增加

企业的创新产出,从而提升工业智能化水平。对作用机制结果的分析证实了假设 1 及假设 2,并为基准回归提供了一定程度上的稳健性支持。

(二) 异质性分析

1. 企业异质性

为了检验假设 3,分析不同激励对象面对产业政策时的区别,本文将样本企业分别按照三个代表性机制变量^①的大小进行分组,将大于 50%分位的定义为高机制变量分组、低于 50%分位的定义为低机制变量分组,回归结果报告在表 9 中。回归结果显示,较低机制变量组中产业政策的激励效果均强于较高机制变量组,表明产业政策具备一定的“扶弱”特性^[41-42]。表 10 的结果则显示,民营企业组的回归系数均显著为正,国有企业组的回归系数则均为负。这表明国有企业凭借产业政策提升自身工业智能化水平的能力弱于民营企业,进一步验证了假设 3。由于民营企业所能获取的资源通常少于国有企业,上述结果同样可以在一定程度上证实工业智能化产业政策的“扶弱”特性。

表 9 企业异质性分析回归结果:按机制变量大小分组

变量	高融资约束	低融资约束	低产品销售	高产品销售	低创新产出	高创新产出
<i>Supply</i>	0.099 8*** (2.827 0)	-0.042 1 (-1.125 4)				
<i>Demand</i>			0.077 8** (2.317 7)	0.054 3 (1.546 2)		
<i>Environment</i>					0.060 0* (1.950 3)	0.031 2 (1.091 3)
常数项	19.973 4 (1.249 2)	5.550 9 (0.696 1)	5.216 0 (0.655 6)	11.777 1 (1.486 1)	12.322 7 (1.077 5)	6.643 4 (0.867 6)
省份效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
行业效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
时间效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
观测值	4 127	4 127	4 535	4 534	4 823	4 851
$\overline{R^2}$	0.165 2	0.166 3	0.155 4	0.169 5	0.149 6	0.142 0

2. 发展异质性

为进一步探究工业智能化产业政策“扶弱”倾向是否成立,本文按照地理区位^②和产业类别将样本分别划分为东部-非东部组以及高科技产业-非高科技产业组,回归结果报告在表 11、表 12 中。产业政策“扶弱”的特性可能来自两个方面:其一,为了推动非东部组及非高科技产业组企业的发展,政府可能会出台更积极的工业智能化产业政策,组内企业也更容易接受产业政策激励进行工业智能化升级;其二,非东部组及非高科技产业组企业特征更加偏重传统制造业及资源型产业,具备更大的智能化改造潜力,使得产业政策产生激励效果。回归结果显示,非东部组及非高科技产业组的回归系数及显著程度分别优于东部组和高科技产

① 分别为 KZ 指数、企业营业利润增长率、企业发明专利授权数,由于融资约束对企业的影响为负向,因此高融资约束被划分为低机制变量组。

② 本文对上市工业企业进行了地理区位划分,以确保与产业政策的地理区位相匹配。

业组,表明工业智能化产业政策存在较为明显的“扶弱”效应。

由异质性分析和进一步讨论的回归结果可以发现,产业政策的激励效果会因企业差异而存在明显的不同,弱势企业^①、民营企业、非东部省份企业、非高科技产业行业能够相对更有效地利用产业政策发展工业智能化,证实了假设3的正确性,也在一定程度上说明产业政策具备“扶弱”特性。

表 10 企业异质性分析回归结果:按产权性质分组

变量	民营企业				国有企业			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Sum	0.0584*** (2.7267)				-0.0662 (-1.6094)			
Supply		0.0514** (2.1612)				-0.1085** (-2.2851)		
Demand			0.0758*** (3.0427)				-0.0625 (-1.2890)	
Environment				0.0595*** (2.7662)				-0.0802* (-1.8940)
常数项	5.5635 (0.5777)	5.4841 (0.5704)	5.7047 (0.5928)	5.5652 (0.5780)	23.4470** (2.4350)	23.6846** (2.4649)	23.5396** (2.4462)	23.3904** (2.4295)
省份效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
行业效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
时间效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
观测值	7183	7183	7183	7183	2491	2491	2491	2491
\bar{R}^2	0.1657	0.1655	0.1659	0.1657	0.2624	0.2629	0.2623	0.2626

表 11 发展异质性分析回归结果:按地理区位分组

变量	非东部省份				东部省份			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Sum	0.1374** (2.1194)				0.0360* (1.6713)			
Supply		0.0953 (1.1197)				0.0285 (1.2437)		
Demand			0.1786** (2.3378)				0.0460* (1.8630)	
Environment				0.1421** (2.1462)				0.0354* (1.6559)
常数项	14.6056 (1.1341)	14.3111 (1.1086)	14.4283 (1.1207)	14.6693 (1.1373)	9.8562 (1.1606)	10.1308 (1.1918)	10.0796 (1.1862)	9.9274 (1.1684)

① 即高融资约束、低产品销售、低创新产出企业等低机制变量企业。

表11(续)

变量	非东部省份				东部省份			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
省份效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
行业效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
时间效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
观测值	2 466	2 466	2 466	2 466	7 208	7 208	7 208	7 208
$\overline{R^2}$	0.235 7	0.235 1	0.236 1	0.235 7	0.142 8	0.142 7	0.142 9	0.142 8

表 12 发展异质性分析回归结果:按产业类别分组

变量	非高科技产业				高科技产业			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
<i>Sum</i>	0.098 5** (2.177 9)				0.035 9* (1.729 9)			
<i>Supply</i>		0.083 4* (1.693 1)				0.028 4 (1.208 6)		
<i>Demand</i>			0.104 9* (1.952 5)				0.051 2** (2.136 4)	
<i>Environment</i>				0.110 5** (2.426 7)				0.033 8 (1.607 7)
常数项	15.510 2 (1.120 0)	15.315 7 (1.106 3)	15.430 3 (1.115 3)	15.547 4 (1.122 6)	9.253 9 (1.137 5)	9.194 9 (1.131 1)	9.285 8 (1.141 2)	9.262 2 (1.138 6)
省份效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
行业效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
时间效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
观测值	1 811	1 811	1 811	1 811	7 863	7 863	7 863	7 863
$\overline{R^2}$	0.202 3	0.201 7	0.202 2	0.202 6	0.154 1	0.154 0	0.154 3	0.154 1

八、结论与政策建议

(一) 研究结论

工业智能化深刻地改变了传统的生产生活方式,推动智能化技术与实体经济深度融合,是建设新型工业强国的关键。作为政府调控产业发展的重要手段,产业政策对工业智能化进程的影响至关重要。厘清产业政策影响工业智能化的机理,方能为促进工业智能化发展提供科学精准依据。本文以2010—2020年中国沪深股市上市工业企业为研究样本,结合对应省份的产业政策文本数据,实证检验了产业政策影响工业智能化发展的作用机制,同时考察了企业融资约束、智能化产品需求及总体创新环境在其中扮演的角色。本文揭示了产业政策促进工业智能化的内在逻辑,并为此提供了来自微观企业层面的证据。

本文研究发现:(1)整体而言,产业政策促进了工业智能化发展。(2)机制分析的结果表明,不同类型的产业政策对工业智能化的作用机制和激励效果不尽相同。其中,资助智能化技术研发政策对工业智能化的促进效果相对较弱;提振智能化产品需求政策对工业智能化的激励效果相对较强,且与改善智能化创新环境政策的激励效果相似。(3)异质性分析结果发现,高融资约束企业、低智能化产品销售、低创新产出企业、民营企业等较弱势企业能够更加充分地利用产业政策提升工业智能化水平,表明产业政策具备一定的“扶弱”效应。进一步研究表明,产业政策的“扶弱”效应在通过地理区位及产业类别分组后仍然存在。

(二) 启示与建议

第一,加快建立产业政策评价体系。通过量化分析产业政策,本文发现三类不同的产业政策均能在一定程度上推动工业智能化进程,但资助智能化技术研发产业政策的激励效果不够显著。因此,应着手构建合理的产业政策评价体系,并细化相关流程。在产业政策制定阶段,利用评价体系提前区分政策类型,避免同类产业政策的过度集中出台;在产业政策实施阶段,通过评价体系跟踪产业政策落实成效,及时调整政策类型及政策工具比例,从而打造科学高效的施政体系,有力促进工业智能化发展。

第二,针对性优化产业政策实施结构。本文研究发现,相较于资助智能化技术研发政策,提振智能化产品需求和改善智能化创新环境政策的激励效果较强。在制定产业政策时,应适当减少激励效果不佳的资助智能化技术研发政策,加大对违规行为的惩罚力度,并对创新技术含量较高、工业智能化应用较广的企业给予更多奖励;同时适当增加提振智能化产品需求政策和改善智能化创新环境政策的比例,创造并扩大智能化产品的需求,倒逼企业提升创新效率,防止政府干预失效;进一步改善创新大环境,引导企业建立技术平台和创新联盟,主导制定工业智能化技术标准,抢占工业智能化发展制高点。

第三,适当倾斜产业政策资源配置。异质性分析结果表明,工业智能化产业政策在高融资约束、低智能化产品需求、低创新产出、民营企业、非东部企业、非高科技行业企业等相对弱势的企业中激励效果更好。政策制定者应当充分考虑这一特点,合理分配政策资源,向弱势企业、地区和产业倾斜,以提升政策资源的使用效率。同时,经由政府主导,加强弱势企业与科研机构、高校等创新主体的合作,推动工业智能领域先进技术向弱势企业、弱势地区、弱势产业转移和转化,加快其工业智能化改造步伐。

第四,保障工业智能化市场公平竞争。本文研究发现,在民营企业中,产业政策促进工业智能化的效果更好。这一发现带来的启示是,在推动工业智能化过程中,应避免行政干预对市场秩序的影响,激发国有企业的创新活力,保障不同所有制企业在市场中公平竞争。通过市场化手段,优化生产要素配置,提高产业政策对工业智能化的促进作用。

参考文献:

- [1] 谢伏瞻. 论新工业革命加速拓展与全球治理变革方向[J]. 经济研究, 2019, 54(7): 4-13.
- [2] 蔡昉. 中国改革成功经验的逻辑[J]. 中国社会科学, 2018(1): 29-44.
- [3] 江飞涛, 李晓萍. 改革开放四十年中国产业政策演进与发展——兼论中国产业政策体系的转型[J]. 管理世界, 2018, 34(10): 73-85.
- [4] ROTHWELL R, ZEGVELD W. Reindustrialization and technology[M]. London: Longman, 1985.
- [5] 王先林. 产业政策法初论[J]. 中国法学, 2003(3): 110-116.
- [6] LIN J, ROSENBLATT D. Shifting patterns of economic growth and rethinking development[J]. Journal of Economic Policy Reform, 2012, 15(3): 171-194.

- [7]刘慧,綦建红.“竞争友好型”产业政策更有利于企业投资效率提升吗——基于公平竞争审查制度的准自然实验[J]. 财贸经济,2022,43(9):101-116.
- [8]AGHION P, CAI J, DEWATRIPONT M, et al. Industrial policy and competition[J]. American Economic Journal: Macroeconomics, 2015, 7(4): 1-32.
- [9]KRUGMAN P R. Targeted industrial policies: theory and evidence [C]//Federal Reserve Bank of Kansas City. Economic Policy Symposium proceedings. Jackson Hole, WY: Federal Reserve Bank of Kansas City, 1983: 123-176.
- [10]黎文靖,郑曼妮.实质性创新还是策略性创新?——宏观产业政策对微观企业创新的影响[J]. 经济研究,2016,51(4):60-73.
- [11]余长林,杨国歌,杜明月.产业政策与中国数字经济行业技术创新[J]. 统计研究,2021,38(1):51-64.
- [12]韩超,肖兴志,李姝.产业政策如何影响企业绩效:不同政策与作用路径是否存在影响差异? [J]. 财经研究,2017,43(1):122-133.
- [13]王宏伟,朱雪婷,殷晨曦.中国光伏产业发展及电价补贴政策影响研究[J]. 数量经济技术经济研究,2022,39(7):90-112.
- [14]汤志伟,雷鸿竹,郭雨晖.政策工具-创新价值链视角下的我国地方政府人工智能产业政策研究[J]. 情报杂志,2019,38(5):49-56.
- [15]曾坚朋,张双志,张龙鹏.中美人工智能政策体系的比较研究——基于政策主体、工具与目标的分析框架[J]. 电子政务,2019(6):13-22.
- [16]贾开,郭雨晖,雷鸿竹.人工智能公共政策的国际比较研究:历史、特征与启示[J]. 电子政务,2018(9):78-86.
- [17]ROBERTS H, COWLS J, MORLEY J, et al. The Chinese approach to artificial intelligence: an analysis of policy, ethics, and regulation [J]. AI & Society, 2021, 36(1): 59-77.
- [18]CIURIK D. Rethinking industrial policy for the data-driven economy [Z]. CIGI Papers No. 192, 2018.
- [19]毛子骏,梅宏.政策工具视角下的国内外人工智能政策比较分析[J]. 情报杂志,2020,39(4):74-81.
- [20]陈强远,张醒,汪德华.中国技术创新激励政策设计:高质量发展视角[J]. 经济研究,2022,57(10):52-68.
- [21]黄旭.“机器换人”背景及政府补贴政策的影响[J]. 产业经济评论,2022(4):81-101.
- [22]杨兴全,尹兴强,孟庆玺.谁更趋多元化经营:产业政策扶持企业抑或非扶持企业? [J]. 经济研究,2018,53(9):133-150.
- [23]华岳,金敏,张勋.数字基础设施与企业融资约束[J]. 中国经济学,2022(1):227-254.
- [24]ACEMOGLU D, ZILIBOTTI F. Was Prometheus unbound by chance? Risk, diversification, and growth [J]. Journal of Political Economy, 1997, 105(4): 709-751.
- [25]吴超鹏,唐荭.知识产权保护执法力度、技术创新与企业绩效——来自中国上市公司的证据[J]. 经济研究,2016,51(11):125-139.
- [26]张同斌,高铁梅.财税政策激励、高新技术产业发展与产业结构调整[J]. 经济研究,2012,47(5):58-70.
- [27]何玉润,林慧婷,王茂林.产品市场竞争、高管激励与企业创新——基于中国上市公司的经验证据[J]. 财贸经济,2015(2):125-135.
- [28]黎文靖,彭远怀,谭有超.知识产权司法保护与企业创新——兼论中国企业创新结构的变迁[J]. 经济研究,2021,56(5):144-161.
- [29]方先明,胡丁.企业ESG表现与创新——来自A股上市公司的证据[J]. 经济研究,2023,58(2):91-106.
- [30]江艇.因果推断经验研究中的中介效应与调节效应[J]. 中国工业经济,2022(5):100-120.
- [31]牛志伟,许晨曦,武瑛.营商环境优化、人力资本效应与企业劳动生产率[J]. 管理世界,2023,39(2):83-100.
- [32]王海,闫卓毓,郭冠宇,等.数字基础设施政策与企业数字化转型:“赋能”还是“负能”? [J]. 数量经济技术经济研究,2023,40(5):5-23.
- [33]吴非,胡慧芷,林慧妍,等.企业数字化转型与资本市场表现——来自股票流动性的经验证据[J]. 管理世界,2021,37(7):130-144.
- [34]张吉昌,龙静,王泽民.智能化转型如何赋能制造企业高质量发展? [J]. 经济与管理研究,2023,44(4):3-20.
- [35]姚加权,张银澎,郭李鹏,等.人工智能如何提升企业生产效率?——基于劳动力技能结构调整的视角[J]. 管理世界,2024,40(2):101-116.
- [36]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.
- [37]柳光强.税收优惠、财政补贴政策的激励效应分析——基于信息不对称理论视角的实证研究[J]. 管理世界,2016(10):62-71.
- [38]李雪松,党琳,赵宸宇.数字化转型、融入全球创新网络与创新绩效[J]. 中国工业经济,2022(10):43-61.
- [39]谢红军,吕雪.负责任的国际投资:ESG与中国OFDI[J]. 经济研究,2022,57(3):83-99.
- [40]詹新宇,于明哲.组合式财税政策何以有效推动中小企业科技成果转化? [J]. 管理世界,2024,40(8):191-208.
- [41]邵敏,包群.地方政府补贴企业行为分析:扶持强者还是保护弱者? [J]. 世界经济文汇,2011(1):56-72.
- [42]赵天宇,郭树龙.政府引导基金、政府补贴与企业创新:效应差异与互补影响[J]. 经济与管理研究,2024,45(7):57-76.

Categorized Polices: Empirical Evidence of the Effects of Industrial Policies on Industrial Intelligence

SUN Zao, JIANG Yangyang

(Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710061)

Abstract: Leveraging industrial policies to enhance industrial intelligence levels is crucial for the transformation and upgrading of the national economy and the enhancement of competitiveness, serving as a key path to achieving high-quality development and enhancing new quality productive forces. Therefore, this paper delves into the precise implementation of industrial policies to effectively increase the overall industrial intelligence level.

Based on categorized industrial policies, this paper analyzes the distinct mechanisms through which the three types of industrial policies—those supporting the R&D of intelligent technology, stimulating the demand for intelligent products, and improving the environment for intelligent innovation—impact the advancement of industrial intelligence. Furthermore, it conducts empirical research by taking industrial firms listed on the Shanghai and Shenzhen stock exchanges from 2010 to 2020 as research samples and using text data on industrial policies collected from corresponding provincial-level regions through web crawling technology. It reveals the intrinsic logic of using industrial policies to promote industrial intelligence and provides evidence from the micro-level perspective of enterprises.

The findings are as follows. (1) Overall, industrial policies can drive industrial intelligence, although the incentive effects vary among different types of policies. (2) Policies supporting the R&D of intelligent technology exhibit a weaker incentive effect than the other two types of policies. All types of policies promote industrial intelligence through channels such as mitigating corporate financing constraints, increasing market demand for intelligent products, and protecting corporate innovation outcomes. (3) Industrial intelligence policies exhibit a “supporting the weak” effect. Meanwhile, the micro-characteristics of enterprises affect the incentive effects of industrial policies, with better effects observed in weak enterprises, underdeveloped regions, and weak industries characterized by limited resource endowments. This phenomenon may arise from the greater potential for intelligent transformation within these weaker entities, which allows industrial policies to drive their processes of industrial intelligence more effectively.

This paper offers profound policy implications. When formulating and implementing industrial policies, the government needs to establish a quantitative policy evaluation system, make precise judgments on the classification and implementation of different types of industrial policies, and ensure the effectiveness and pertinence of the policies. In response to enterprise heterogeneity, the government should flexibly adjust the intensity of policy implementation, adopt differentiated policy instruments, and rationally allocate the production factors required for industrial intelligence to promote overall industrial upgrading. The government also needs to ensure a fair competitive and innovative environment to enhance the driving role of industrial policies in advancing industrial intelligence.

Keywords: industrial policy; industrial intelligence; policy text; categorized polices; policy effect

责任编辑:姜 菜