

人工智能政策提升企业智能创新能力的机制研究

丁子仪

(南京大学信息管理学院, 南京 210023)

摘要: 通过构建企业智能创新能力衡量指标,结合 2010—2022 年 A 股上市公司和人工智能政策数据,利用多期双重差分法探讨人工智能政策对企业智能创新能力的促进效应及机制。研究发现,人工智能政策通过降低企业融资约束、提高企业研发投入、推动企业人才集聚三种途径优化资源配置和传递积极信号,从而驱动企业智能创新能力提升,该作用在东部、专精特新、制造和信息企业中效果更明显。研究结论对产业和政策布局以及驱动企业智能创新具有重要启示。

关键词: 人工智能; 企业智能创新; 产业政策; 多期 DID; 机制检验

中图分类号: F273; F279.23; G31 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2025)08-0266-11

人工智能是以计算机科学为基础,系统综合数学、心理学、语言学等学科知识,研究利用机器模拟人类智能活动和功能的科学,可结合物联网、大数据和云计算等前沿技术产生溢出效应,已成为驱动新一轮科技革命和产业变革的重要动力和社会主义现代化建设的关键布局。中国政府高度重视人工智能,从中央到地方相继出台了大量政策助力人工智能的技术进步和产业发展。在中央层面,自 2015 年出台《中国制造 2025》等一系列政策,推动新一代信息技术与制造技术融合发展;2016 年首次将人工智能写入“十三五”规划纲要,开启了中国人工智能产业发展新纪元;2017 年制定人工智能发展三步走战略、三年行动计划,人工智能政策切实落地;此后,人工智能写入“十四五”规划,相关产业受到持续关注和激励。在地方层面,各地因地制宜出台了人工智能的发展规划和行动指南,北京、深圳、上海、广州等地抢抓人工智能发展机遇,加大财政资金投入力度,重点支持人工智能创新和应用。在政府的大力支持下,中国人工智能行业发展迅猛,截至 2023 年,中国人工智能核心产业规模突破 5 000 亿元,企业数量已超过 4 400 家,已建设近万个数字化车间和智能工厂,行业总计共有 10 110 起投资事件发生,总计融资金额约为 37 762 亿元。人工智能已形成规模,为赋能中国科技创新和经济高质量发展提供了技术和产业保障。

技术创新已成为现代社会和企业不可或缺的

生产要素。当前,人工智能掀起了新一轮科技革命和产业变革的高潮,对企业来说,抓住新技术革命的机遇,培育和发展智能创新能力至关重要。在此背景下,本文提出企业智能创新能力(enterprises' capacities for intelligent innovation)的概念,主要指企业基于自身科技成果,深度融合以人工智能为代表的新一代信息通信技术,在需求调研、产品设计、制造生产、流通销售以及售后服务等各环节,研发具备场景感知、深度学习、自主决策、自动执行和调优矫正等诸多功能的智慧产品的创新能力。企业提升智能创新能力将深度影响中国经济高质量发展水平,在实体行业中,企业开展智能制造创新活动能够推动产业技术变革^[1],赋能中国制造业向全球产业价值链中高端迈进。

中国各地相继出台大量政策,然而当前人工智能政策能否真正发挥作用推动企业智能创新依然有待检验。在理论上,产业和创新政策是否有效在学界还存在争议,甚至不乏相反的结论^[2],人工智能政策究竟能否在市场失灵情景下提供积极干预促进企业的智能创新^[3],还是政策加剧了资源诅咒效应和寻租问题从而抑制了企业智能创新^[4],人工智能政策究竟如何发挥创新促进作用的机制依然不明晰,有待进一步探索。

因此,本文基于人工智能政策、上市企业和专利数据,旨在探究人工智能政策对企业智能创新的影响,并进一步分析其作用机制和异质性,在此基

收稿日期: 2024-11-01

作者简介: 丁子仪(2000—),男,宁夏银川人,硕士研究生,研究方向为企业智能创新、政策分析。

础上,为构建更加完善的人工智能政策体系提供政策建议和方案。可能做出的边际贡献如下:首先,回答人工智能政策对企业智能创新是否存在促进作用,并检验作用机制,证明政策调控的显著有效性,为人工智能政策的布局提供实证依据。其次,关注代表新一代产业技术革命方向的关键性技术人工智能,构建了企业智能创新能力的衡量指标,有效避免了专利内容的混淆和“策略型”创新的问题,为企业创新绩效的领域研究提供了新的可操作的衡量指标。此外,采用专精特新入选企业作为调节变量检验创新作用的异质性,此前的研究鲜有涉及,其积极的调节作用可以为企业发展和政策制定带来启示。最后,将A股上市企业作为样本,相较于个别行业、领域的研究避免了智能创新能力衡量的偏差,能够更加全面准确地体现政策创新影响的全局效应。

1 理论分析与研究假设

产业政策对于企业创新的有效性问题在学界一直存在较大争议。其中,持“产业政策无效论”观点的学者认为产业政策不能激励企业创新,甚至对企业创新起到抑制作用,其主要理论依据是寻租理论^[5]和资源诅咒理论,即产业政策带来的信息不对称性和挤出效应^[6]。寻租理论认为政府对经济市场的宏观干预影响了市场竞争,从而为部分企业寻求政治关联利用信息不对称性获取超额收益打开了方便之门,企业花更多精力和成本寻求政府庇护,以获得政策的超额补贴,而降低其开展正常经营和创新活动的资源和意愿,政治关联和金融腐败蔓延,使得行业整体环境恶化^[7],不利于企业技术创新。资源诅咒理论认为资源的过分丰富对企业发展可能是诅咒而非祝福,过度的资源集中导致资源过剩严重,挤出其他生产要素,对企业长期和全面成长造成负面影响,因此不利于企业持续创新。

然而,持“产业政策有效论”观点的学者认为产业政策能够促进企业创新,其理论根基是市场失灵理论和技术创新理论,并从资源和信号等角度^[8]论述了其合理性。在资源层面,企业的创新活动需要耗费大量的资金、人力、时间等资源,且创新存在风险较大、成本回收周期长、收益不确定性强等诸多问题,如果只依靠市场的调节作用,企业创新或许因其较强正外部性而难以为继^[9]。政府实施产业政策通过税收减免、财政补贴^[10]以及信贷优惠^[11]等方式能够有效引导资源^[12]进入重点产业领域,并且通过管制手段保护企业免受不正当竞争^[13]。在信

号层面,由于信息不对称广泛存在于企业方与投资等利益相关方之间,利益相关方无法获知企业的创新活动的全部信息易于引发风险感知,从而抑制其对企业提供持续性的创新资源。产业政策至少可以向利益相关方传递两方面的积极信号,一是该产业具有比较优势和发展潜力,二是该企业值得信任,该信号凝聚政府对于经济形势和科技发展的战略性判断,紧密加强企业与政府之间的积极互动关系,从而提振市场的信心,增加对企业的创新投资,激励企业创新。

综上,在因果关系上,寻租是部分企业应对政策的不确定性行为,通过健全监管机制能够有效抑制寻租行为,当前寻租研究旨在肯定寻租作为调节变量对政策效果的弱化^[14],并未否定政策本身的积极作用。在范围上,抑制论研究存在将单一类型政策影响扩大到全部类型创新,这与政策初衷相悖。并且,人工智能产业政策提供的专项补贴、税收优惠等、技术培训等福利可以为企业提供资源补给,激发企业创新活力,提升企业创新能力^[15]。指导性、纲领性、规划性的人工智能产业政策往往能够向市场主体传递积极信号,加速人工智能行业的人力资本和研发资本的优化配置。因此,提出以下研究假设。

H1:人工智能政策对企业智能创新能力具有提升作用。

为探究人工智能产业政策影响企业智能创新的作用机制,具体考虑了对企业智能创新非常重要的三种途径,分别是降低企业融资约束、增加企业创新投入以及促进企业人才集聚。

降低融资约束,促进企业智能创新。融资困难是制约企业创新的重要因素,人工智能产业政策有助于企业嫁接政府资源 and 市场资源,降低企业融资约束,从而促进企业创新,原因有二。一是人工智能政策出台后,受政策激励的企业在银行信贷、利率优惠、审批流程等方面更容易获得支持,可向银行等机构申请优惠性信贷,用于增加和维持企业的创新资金,从而增强企业创新活力。二是人工智能政策向资本市场传递积极信号,引导社会资本向政策倾斜的产业和企业流动,解决企业融资困难问题,推动企业创新能力提升。现有研究表明,政府补贴和税收优惠等政策内容能够缓解企业融资约束,政策通过降低信息不对称和贷款交易成本等方式提升企业融资的可得性,能够有效促进企业创新^[16]。银行信贷持续供给能够积极推动企业创新,

而信贷匮乏则显著降低企业创新活动的可能性,企业研发投入强度与其获得融资额度呈现正相关^[17]。基于此,提出以下假设。

H2:人工智能政策通过降低企业融资约束促进企业智能创新。

增加创新投入,促进企业智能创新。由于知识溢出和价格溢出等问题,企业创新面临严重的正外部性问题,需要政府出台产业政策调整因市场失灵而导致的资源配置扭曲,解决企业创新热情不高、创新投入不足的困境。具体而言,企业技术创新具备公共物品特性,企业研发投入低于社会最优水平,创新活动高成本、高不确定性、高风险成为限制企业持续创新投入的主要原因。政府能够利用专项补贴和税收优惠等政策工具和资源配置的手段让渡一部分经济利益,通过补偿机制与企业共担创新风险,从而提升企业自身收益^[17],间接降低企业的创新成本和负担,由此增强企业创新意愿,增加企业创新投入,推动企业智能创新能力提升。基于此,提出以下假设。

H3:人工智能政策通过增加企业创新投入促进企业智能创新。

推动人才集聚,促进企业智能创新。创新驱动在本质上是人才驱动,人才密集的企业一般具备更高的智能创新能力,而稀疏凋零的人才结构则制约企业智能创新能力提升。人工智能政策能够通过促进人才集聚,提升企业智能创新能力,原因有二。一是出台人工智能政策和其他配套措施,能够充分吸引相关知识背景的科技人才,增加企业人才密度,为企业创新提供优质的人力资本环境。二是地方提供的人才培育政策可以促进人才集聚、提升人才质量,同时为企业降低人力培训成本,促进智能创新。当前研究表明,积极的产业政策可吸引人才向产业集聚,增加企业人才技术交流,促进企业创新发展^[18]。基于此,提出以下假设。

H4:人工智能政策通过推动企业人才集聚投入促进企业智能创新。

企业所属区域、所属行业、专精特新的认证等差异可能会给人工智能政策对企业智能创新的促进作用造成异质性。首先,中国地域辽阔,东部、中部、西部、东北地区经济和科技发展水平不均衡,不同区域在政策制定、实施、效果评估方面存在较大差异^[19],政府对科技创新的态度和倾向各异,企业对政策的依赖程度不同。其次,企业所属行业千差万别,不同行业面临的市场环境不同,对人工智能

技术的采纳程度不同、智能创新需求存在差异。最后,专精特新认证企业代表国家科技企业的发展前沿^[20],与其他企业在人才结构、效益评估、创新需求等方面可能存在差别。因此,从区域、行业、认证三个角度出发,深入探究政策创新效应的异质性发生机理,并提出以下假设。

H5:人工智能政策促进企业智能创新的作用存在企业所属区域、所属行业、专精特新认证上的差异。

综上,人工智能政策提升企业智能创新能力的作用机制如图1所示。基于市场失灵理论和产业政策有效论,从政策提供资源和信号的功能角度,提出人工智能政策有利于提升企业智能创新能力的基准假设。在此基础上,从企业融资、创新成本和人才环境三个角度展开论述,提出在人工智能政策推动企业智能创新能力提升的影响路径中,融资约束、创新投入、人才集聚三者起到重要的中介作用。此外,考虑到企业自身和环境差异,提出该提升作用可能受到企业所处区域、专精特新认证、企业所处行业三种因素的调节。

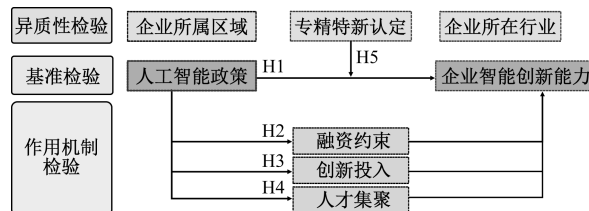


图1 研究假设及作用机制

2 研究设计

2.1 变量定义

被解释变量:企业智能创新能力(Ability)。已有研究主要使用专利申请量和授权量衡量企业的创新能力,为凸现企业智能创新要素,采用专利文本分析方法,借鉴企业数字技术创新能力^[21]、人工智能技术创新衡量指标^[22],基于上市公司专利申请,利用关键词识别企业的智能创新专利。根据人工智能产业和技术图谱,主要析出以下“智能”“智造”“大模型”“大数据”“AI”“自然语言处理”“机器人”“深度学习”“机器学习”“知识图谱”“算法”“神经网络”“ChatGPT”“生物识别”“身份验证”等35个关键词,构成智能创新关键词库,通过遍历专利内容,筛选出专利名称中至少出现1次关键词的专利,再通过手工筛选的方式筛除不符合条件的专利,将符合的专利分别加总到企业层面,从而得到上市公司智能创新专利申请数量,将该数量加1的自然

对数设置为企业智能创新能力变量。在稳健性检验中将企业智能创新质量(Quality)作为替代被解释变量进行敏感性分析,该变量采用上文方法对企业智能创新专利授权做识别。受专利申请和授权周期的影响,将企业智能创新能力滞后1期,智能创新质量滞后2期。

核心解释变量:人工智能政策(Policy)。Policy为处理虚拟变量与时间虚拟变量的交互项(Treat $\times$ Post),其中Treat衡量城市在试验期内是否发布人工智能产业政策,Post衡量样本是否位于政策处理发生时点之后。Policy取值1为处理组,取值0为对照组,每个城市仅按照其首次出台相关政策时点计算。

机制变量:企业融资约束(FC)、企业创新投入(Invest)、企业人才集聚(Talent)。其中,融资约束指数SA: $SA_{it} = -0.737Size_{it} + 0.043Size_{it}^2 - 0.040Age_{it}$ 。SA一般为负,为便于解释对SA取绝对值,经验证企业的Size指标大部分位于对称轴左侧,因此SA绝对值越大,企业融资约束程度越低。企业创新投入变量、企业人才集聚变量分别以企业研发投入、企业研究人员数量作为核心指标,对其做加1取自然对数处理。

其他控制变量:根据任英华等^[22]的做法,选取企业总资产(Size)、成立年限(Age)、资产报酬率(ROA)、资产负债率(Lev)、两职兼任(Dual)、董事会规模(Board)等变量作为控制变量。综上,变量设定如表1所示。

表1 变量设定

变量类型	变量名称	变量符号	变量设定
被解释变量	企业智能创新能力	Ability	企业智能创新专利申请数量取对数 ^[22]
	企业智能创新质量	Quality	企业智能创新专利授权数量取对数
核心解释变量	政策实施	Policy	人工智能政策实施虚拟变量
机制变量	融资约束	FC	SA绝对值
	研发投入	Invest	企业当年研发投入资金取对数
	人才集聚	Talent	企业当年研发人员数量取对数
其他控制变量	年限	Age	企业成立年限
	总产值	Size	企业总资产取对数
	资产负债率	Lev	企业资产负债率:企业总负债/(总资产+1)
	资产报酬率	ROA	企业资产报酬率:净利润/(总资产+1)
	董事会规模	Board	董事会人数总数
	两职兼任	Dual	董事长兼任总经理取1,不兼任取0

2.2 模型设定

由于人工智能产业政策出台与企业智能创新分属宏观政府和微观企业不同层面行为,因此可以将其研究背景视为准自然实验,人工智能政策为外部处理行为,企业智能创新根据其是否接受处理行为分为实验组和对照组样本。由于企业所在城市出台人工智能政策存在时间先后,采用多期双重差分法对人工智能政策对企业智能创新效应进行估计,并将基准回归模型设定如下:

$$Ability_{it} = \mu_1 + \beta_1 Policy_{it} + \rho_1 Control_{it} + Firm + Year + \epsilon_{it} \quad (1)$$

式中: i 为企业个体; t 为年份;Ability_{*it*}为 i 企业在 t 年的智能创新能力;核心解释变量Policy_{*it*}为企业在该年是否受政策出台影响;Control_{*it*}为其他控制变量;Firm和Year分别为企业、年份层面的固定效应; ϵ_{it} 为随机扰动项; β_1 为企业智能创新能力在接受当地人工智能政策处理前后的平均差异,其经济含义为政策对企业智能创新能力的影响效应; μ_1 为截距项; ρ_1 为相关系数。

为进一步识别人工智能政策对企业智能创新能力的作用机制,结合温忠麟等^[24]提出的逐步法检验中介效应,设定了模型。

$$Mediator_{it} = \mu_2 + a Policy_{it} + \rho_2 Control_{it} + Firm + Year + \epsilon_{it} \quad (2)$$

$$Ability_{it} = \mu_3 + c' Policy_{it} + b Mediator_{it} + \rho_3 Control_{it} + Firm + Year + \epsilon_{it} \quad (3)$$

模型(1)~模型(3)共同构成逐步法检验。其中,Mediator_{*it*}为中介变量,模型(1)的 β_1 衡量人工智能政策对企业智能创新的总效应, a 衡量政策对中介变量的影响, b 衡量中介变量对企业智能创新水平的影响, ab 衡量中介效应, c' 衡量直接效应。

为了探究人工智能政策促进企业智能创新能力效应的异质性,对企业地域、认证与行业分别和政策处理虚拟变量构成交互项,设定了下述模型:

$$Ability_{it} = \mu_4 + \beta_2 Policy_{it} + \gamma_1 Moderator_{it} + \gamma_2 Policy_{it} \times Moderator_{it} + \rho_4 Control_{it} + Firm + Year + \epsilon_{it} \quad (4)$$

式中:Moderator_{*it*}为调节变量;交互项系数 γ_2 显著为正数则表示该调节变量加强处理效应,反之则削弱处理效应。

2.3 数据来源和处理

研究样本为2010—2022年A股上市公司和地方人工智能政策。数据来源包含以下三个方面:①专利数据,来源于国家知识产权局自2010年1月1

日至 2022 年 12 月 31 日公示的专利信息,采用专利文本分析选取符合智能创新标准的发明专利、实用新型专利和外观设计三类专利申请和发明专利授权信息。②人工智能政策数据,来源于政府官方网站、北大法宝以及中国知网的法律法规数据库等相关网站。以“人工智能”“智能制造”“AI”“自然语言处理”“计算机视觉”“深度学习”“新一代信息技术”等 20 个关键词检索 2010—2022 年中国大陆各城市政策 5 069 条,人工筛选剔除函、批复、公示、报道等相关性较弱的政府工作过程性文件和无效样本,最终筛选出符合研究目的、价值较高的 348 篇人工智能政策文件。③上市企业数据,来源于国泰安(CS-MAR)数据库,金融行业上市公司的资产负债结构与其他行业的上市公司存在较大差异,因此剔除金融行业、ST、*ST 和数据缺失企业,得到 1 818 家上市公司 13 806 条数据构成的非平衡面板数据。为减少极端值误差,对核心变量进行 1%与 99%分位的 Winsorize 缩尾处理。

2.4 描述性统计

表 2 报告了描述性统计的结果,其中企业智能创新能力均值为 0.615,最大值为 7.802,最小值为 0,标准差为 0.917;创新质量的均值为 0.128,最大值为 5.293,最小值为 0,标准差为 0.427,可以看出企业在智能创新水平上存在较大差异,且波动性较大,适合作为被解释变量。其余各变量分布均处于合理范围,可以作为解释变量。

表 2 描述性统计

变量符号	观测值	均值	标准差	最小值	中位数	最大值
Ability	13 806	0.615	0.917	0.000	0.000	7.802
Quality	13 806	0.128	0.427	0.000	0.000	5.293
Policy	13 806	0.644	0.479	0.000	1.000	1.000
FC	13 806	5.902	0.839	2.415	5.806	9.375
Invest	2 551	17.857	1.187	15.122	17.808	21.135
Talent	2 050	5.456	1.073	2.197	5.407	9.400
Age	13 806	17.029	5.927	2.000	17.000	64.000
Size	13 806	22.166	1.462	19.179	21.919	26.664
Lev	13 806	0.392	0.190	0.051	0.385	0.819
ROA	13 806	0.049	0.056	-0.177	0.047	0.218
Board	13 460	2.236	0.183	0.000	2.303	2.944
Dual	13 806	0.328	0.469	0.000	0.000	1.000

3 实证分析

3.1 基准回归

采用递进式回归策略对基准假设进行检验,表 3 报告了人工智能政策对企业智能创新能力的回归结果,列(1)~列(4)依次加入了核心解释变量、控制变量、固定个体效应及固定时间效应。在不同设

定下,人工智能政策系数均在 1%的水平上显著为正。从列(4)可以得到,企业规模在 1%的水平上对企业智能创新具有显著的正向影响,而企业的负债率在 5%的水平上对企业智能创新具有显著的负向影响。从经济显著性上看,城市人工智能政策出台后,控制其他变量影响,区域内企业智能创新能力平均提升 43.2%。因此,基准 H1 得到验证,即人工智能政策对企业智能创新能力具有促进作用。

表 3 基准回归结果

变量	Ability			
	(1)	(2)	(3)	(4)
Policy	0.492*** (0.016)	0.479*** (0.016)	0.483*** (0.023)	0.432*** (0.025)
Size		0.139*** (0.006)	0.185*** (0.022)	0.140*** (0.028)
Lev		-0.239*** (0.049)	-0.154* (0.081)	-0.159** (0.080)
ROA		0.371*** (0.141)	0.012 (0.169)	0.071 (0.173)
Board		-0.010** (0.005)	-0.014 (0.010)	-0.010 (0.011)
Dual		-0.105*** (0.016)	-0.025 (0.027)	-0.027 (0.027)
常数项	0.298*** (0.013)	-2.431*** (0.125)	-3.582*** (0.493)	-2.586*** (0.621)
观测值	13 806	13 806	13 682	13 682
R ²	0.066	0.102	0.629	0.631
固定时间	NO	NO	NO	YES
固定企业	NO	NO	YES	YES

注:*、**、***分别表示 10%、5%、1%的显著性水平;括号内为稳健标准误。

3.2 平行趋势检验

用政策实施前后年份的虚拟变量与政策处理变量的交互项作为核心解释变量,以政策出台前一年为基期分析政策创新效应。图 2 汇报了政策出台前 5 年以及政策出台后 6 年的政策创新效应,在政策实施前创新效应系数 95%的置信区间包括 0,说明实施政策城市与未实施政策的城市的企业的智能创新能力无显著差异,通过平行趋势检验。同时,政策实施的城市企业智能创新能力显著高于未实施政策的城市企业,即人工智能政策对企业智能创新能力的提升效应存在并持续,此外创新效应可能存在一定的滞后性和后劲不足的情况。综上,基准回归得到的结论是可信的。

3.3 稳健性检验

3.3.1 替换被解释变量

将企业智能创新质量作为被解释变量进行回归分析,结果如表 4 所示。其中列(3)仅加入核心

解释变量的模型结果,列(4)加入控制变量组,两个模型人工智能政策对企业智能创新质量均在1%的水平下显著为正。列(4)表明实施人工智能政策的城市其企业智能创新质量与对照组相比平均提升了5.1%,且政策的激励作用主要体现在创新能力而非质量上。其可能的原因在于,相对于专利授权来说,专利申请难度更低、见效更快,因此可能被企业作为一种策略式创新行为^[26]广泛使用。通过替换被解释变量,基础假设的可靠性得到进一步验证。

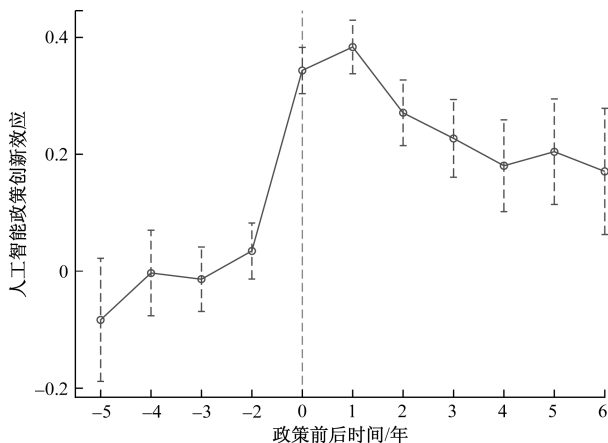


图2 平行趋势检验

表4 替换被解释变量:企业智能创新质量

变量	Ability	Ability	Quality	Quality
	(1)	(2)	(3)	(4)
Policy	0.440*** (0.025)	0.432*** (0.025)	0.053*** (0.012)	0.051*** (0.012)
Control	NO	YES	NO	YES
常数项	0.331*** (0.016)	-2.586*** (0.621)	0.095*** (0.008)	-0.692*** (0.243)
观测值	13 682	13 682	13 682	13 682
R ²	0.629	0.631	0.497	0.498
固定时间	Yes	Yes	Yes	Yes
固定企业	Yes	Yes	Yes	Yes

注:*,**、***分别表示10%、5%、1%的显著性水平;括号内为稳健标准误。

3.3.2 反事实检验

为消解实验组与控制组面临不同时间趋势的影响,将政策出台年份分别提前3年、提前2年、推迟2年、推迟3年,构建虚拟政策时间点并加入基准回归模型中进行反事实检验,结果如表5所示。提前3年与提前2年的交互项系数均不显著,表明处理组与控制组城市企业智能创新能力变动趋势不存在系统性差异。此外,政策推迟2年、推迟3年交互项系数显著,说明人工智能政策对企业智能创新能力促进效应存在延续,但可能随时间减弱,基准假设的稳健性得到进一步验证。

表5 反事实检验

变量	Ability			
	政策提前 3年	政策提前 2年	政策推迟 2年	政策推迟 3年
	(1)	(2)	(3)	(4)
政策虚拟时间	-0.009 (0.025)	0.019 (0.024)	0.095*** (0.023)	0.039* (0.023)
常数项	-2.386*** (0.484)	-2.278*** (0.485)	-2.570*** (0.412)	-2.855*** (0.431)
Control	YES	YES	YES	YES
观测值	9 540	9 557	12 754	11 889
R ²	0.650	0.650	0.623	0.633
固定时间	YES	YES	YES	YES
固定企业	YES	YES	YES	YES

注:*,**、***分别表示10%、5%、1%的显著性水平;括号内为稳健标准误。

3.3.3 倾向得分匹配

为避免选择性偏差,确保处理组和控制组在政策出台前具有相当的个体特征,使用倾向得分匹配防止估计偏差。具体而言,分别使用最近邻匹配(1:2)、半径匹配与核匹配,依据控制变量为处理组匹配较为相近的控制组,核匹配结果最佳。图3报告核匹配处理组与控制组在匹配前后的核密度分布,核匹配极大程度上修正了分布偏差,对匹配结果做平衡性检验,标准偏误在20%以内,组间差异 t 在10%的水平下不显著,匹配结果较为理想。使用匹配后的样本做进一步回归分析,政策虚拟变量系数均在1%的水平下显著为正,据此认为,基准结论具备稳健性。

3.3.4 安慰剂检验

为进一步论证企业智能创新能力的提升与人工智能政策之间的因果关系,规避其他不可观测因素影响,进行个体安慰剂检验。将样本打乱后随机选取1 638个个体构建伪处理组,利用伪处理组对基准模型进行估计,并将上述步骤重复500次,并将所有回归估计系数分布及对应 P 绘制如图4所示。估计系数基本分布在0附近,模型(1)的实际估计系数0.432落在模拟估计系数分布之外,大部分估计系数在10%的水平下不显著,基本估计结果绝非偶然,安慰剂检验通过,模型(1)的回归结果具有较强的稳健性。

4 进一步分析

4.1 作用机制

为探究人工智能政策对企业智能创新能力影响的作用机制,从企业融资约束、企业创新投入、企业人才集聚三个角度展开中介效应分析,使用逐步法中介检验流程,为回应学界对逐步法结果的质疑^[27],进一

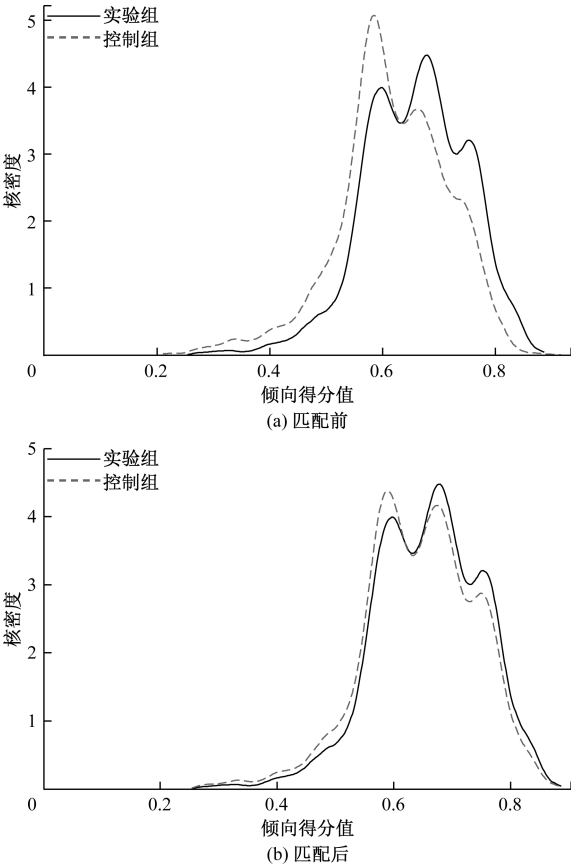


图 3 倾向得分匹配核密度分布

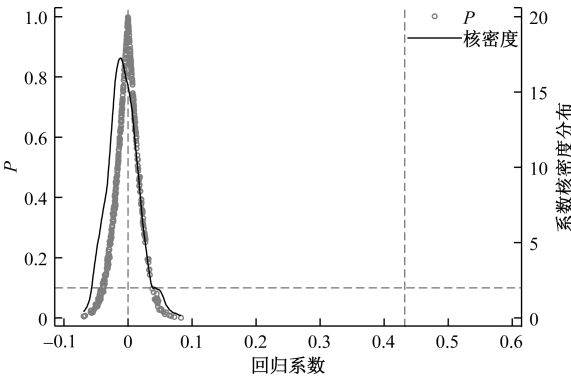


图 4 安慰剂检验

步利用 Sobel 法^[24]对中介效应显著性检验。

4.1.1 企业融资约束

融资约束的作用机制检验结果如表 6 所示,政策变量系数均在 1%的水平下显著为正,在引入融资约束变量后,政策变量系数有所下降,且政策对融资约束变量的影响系数在 1%的水平下显著为正,即人工智能政策显著降低企业的融资约束。而融资约束变量对企业智能创新的系数在 1%的水平下显著为正,则表明缓解企业融资约束能够显著提升企业智能创新能力。中介作用存在可能的原因

是,一方面政策利用其信贷优惠条文优化资源配置,使银行信贷^[11]优惠向人工智能领域倾斜,从而缓解企业融资约束;抑或人工智能政策出台向市场传递的积极信号,引导社会资本向人工智能领域聚集,进而减小企业的融资约束。另一方面,企业降低融资约束减轻解决智能创新活动所需的高成本压力,从而对企业智能创新起到促进作用^[26]。Sobel 检验显示企业融资约束中介效应估计值为 0.048,其在总效应中占比为 9.6%,以上结果均在 1%的水平下显著,因此 H2 得到验证,即人工智能政策通过降低企业融资约束促进企业智能创新。

表 6 企业融资约束的中介机制

变量	Ability	FC	Ability
	(1)	(2)	(3)
FC			0.256*** (0.033)
Policy	0.440*** (0.019)	0.029*** (0.006)	0.432*** (0.019)
常数项	0.418*** (0.070)	5.517*** (0.022)	-0.993*** (0.196)
Control	YES	YES	YES
观测值	13 682	13 682	13 682
R ²	0.629	0.965	0.631
固定时间	YES	YES	YES
固定企业	YES	YES	YES
Sobel Tests	中介效应 $ab = 0.048$, $z = 12.112$, $P < 0.001$, Proportion = 0.096		

注:*,**、***分别表示 10%、5%、1%的显著性水平;括号内为稳健标准误。

4.1.2 企业研发投入

创新投入的作用机制检验结果如表 7 所示,人工智能政策对企业创新投入的影响系数在 1%的水平下显著为正,即人工智能政策显著提升企业创新投入。而企业创新投入对企业智能创新能力的影响系数在 1%的水平下显著为正,则表明企业提升创新投入能够显著增强企业智能创新能力。已有研究表明,在人工智能领域,国家人工智能先导区政策可增加制造业企业的研发投入^[28]。其他领域中,财政补贴政策有助于提高学术型创业企业的 R&D 投入,产业政策的实施有利于减轻企业创新对内部现金的依赖,促使企业加大对 R&D 的投入力度,最终促进企业创新能力提升。其内在逻辑是政策补贴、信贷、税收优惠等机制为企业增加创新投入提供了资金基础^[28],产业发展指南、战略规划为企业增加创新投入提供了方向和信心,在政策扶持下,企业能够增加创新投入,加快培育智能创新能

表 7 企业创新投入的中介机制

变量	Ability	Invest	Ability
	(1)	(2)	(3)
Invest			0.116*** (0.041)
Policy	0.432*** (0.019)	0.079** (0.034)	0.401*** (0.052)
常数项	-2.586*** (0.388)	3.952*** (0.665)	-2.724** (1.099)
Control	YES	YES	YES
观测值	13 682	2 444	2 444
R ²	0.631	0.939	0.662
固定时间	YES	YES	YES
固定企业	YES	YES	YES
Sobel Tests	中介效应 a * b = 0.087, z = 7.237, P<0.001, Proportion=0.189		

注：*、**、***分别表示 10%、5%、1%的显著性水平；括号内为稳健标准误。

力。中介效应估计值为 0.087,其在总效应中占比为 18.9%,因此 H3 得到验证,即人工智能政策通过增加企业创新投入促进企业智能创新。

4.1.3 企业人才集聚

企业人才集聚的作用机制检验结果如表 8 所示,人工智能政策对企业人才集聚的影响系数在 1%的水平下显著为正,即人工智能政策显著促进人才集聚。而企业人才集聚对企业智能创新能力的影响系数在 5%的水平下显著为正,则表明其能够显著提升企业智能创新能力。其中介的主要原因是,工智能政策鼓励人力资源协同发展,能够利用其供给型和环境型政策工具发挥比较优势^[29],为吸引和培育领域人才创造条件,促进企业人才集聚,从而提升企业领域知识密度,增强智能创新能力。Sobel 检验显示企业融资约束中介效应估计值为 0.033,其在总效应中占比为 10.6%,因此 H4 得到验证,人工智能政策通过促进企业人才集聚提升企业智能创新能力。

4.2 异质性

鉴于人工智能政策的实施效果可能存在不平衡性,从可能导致政策对企业智能创新能力影响差异的企业地域、企业认证和所属行业三个角度探究其异质性。

4.2.1 企业区域异质性

由于不同地区在智能创新上存在先天禀赋和后天政策环境差异,因此,按照企业所属区域划分为西部、东北、中部、东部 4 个地区,进一步评估该政策实施对不同地区企业样本的异质性,结果如表 9 所示。政策与西部地区的交互项系数在 1%的水平

表 8 企业人才集聚的中介机制

变量	Ability	Talent	Ability
	(1)	(2)	(3)
Talent			0.165** (0.071)
Policy	0.432*** (0.019)	0.087*** (0.031)	0.463*** (0.071)
常数项	-2.586*** (0.388)	-6.252*** (0.798)	0.637 (1.330)
Control	YES	YES	YES
观测值	13 682	1 928	1 928
R ²	0.631	0.961	0.710
固定时间	YES	YES	YES
固定企业	YES	YES	YES
Sobel Tests	中介效应 a * b = 0.033, z = 2.620, P<0.009, Proportion=0.106		

注：*、**、***分别表示 10%、5%、1%的显著性水平；括号内为稳健标准误。

表 9 企业区域的异质性

变量	Ability			
	西部地区	东北地区	中部地区	东部地区
	(1)	(2)	(3)	(4)
Policy	0.447*** (0.020)	0.434*** (0.019)	0.443*** (0.020)	0.334*** (0.031)
地区	0.226 (0.234)	-0.153 (0.335)	0.625** (0.294)	-0.590** (0.249)
Policy×地区	-0.194*** (0.049)	-0.066 (0.098)	-0.065 (0.040)	0.129*** (0.033)
Control	YES	YES	YES	YES
常数项	-2.542*** (0.388)	-2.581*** (0.388)	-2.687*** (0.393)	-2.081*** (0.428)
观测值	13 682	13 682	13 682	13 682
R ²	0.632	0.631	0.632	0.632
固定时间	YES	YES	YES	YES
固定个体	YES	YES	YES	YES

注：*、**、***分别表示 10%、5%、1%的显著性水平；括号内为稳健标准误。

下显著为负,而东部地区的交互项显著为正,这说明西部地区能够削弱人工智能政策对企业智能创新的促进作用,反之,东部地区则加强了该促进作用。这可能由于,西部地区市场化程度较低、资源相对匮乏,政策对企业的激励传导途径较长,加之西部地区企业竞争相对不充分,缺乏利用政策红利的强烈动机,因此政策对西部企业智能创新的激励作用较弱。相反,东部地区要素流动更加通畅^[30],人力和教育资源相对丰富,产业集聚水平^[31]、基础设施状况更优。同时,东部地区的企业竞争相对激烈,企业对产业政策的理解更加充分,利用政策的能动性较强,因此东部地区能够强化政策对智能创新的激励效应。

4.2.2 企业认证异质性

专精特新认证企业是国家对科技企业发展方向的认可和背书,其专注于细分市场、聚焦主业、创新能力强、成长性好,因此与其他类型企业在智能创新能力上可能存在差别,区分专精特新认证企业进一步评估异质性,结果如表 10 列(1)所示。政策与专精特新企业的交互项系数在 1%的水平下显著为正,这说明专精特新认证企业能够加强人工智能政策对企业智能创新能力的促进作用。可能存在内外部原因,在外部环境上,中央财政支持、地方重点扶持能够增强资金、人才和技术等资源集聚效应^[23],为企业提高智能创新能力创造了良好环境;内部因素在于,认证企业在科技成果转化、产业链高效协同、数字化改造等方面存在任务^[32]指标,形成迫切完成创新任务的内驱动力。因此,企业的专精特新认证能够加强其创新效应的提升作用。

表 10 企业认证和行业的异质性

变量	Ability		
	专精特新认证	制造业	信息行业
	(1)	(2)	(3)
Policy	0.408*** (0.021)	0.350*** (0.027)	0.423*** (0.020)
认证 行业	0.028 (0.039)	-0.054 (0.060)	0.074 (0.084)
Policy×认证 Policy×行业	0.108*** (0.033)	0.109*** (0.030)	0.103** (0.044)
常数项	-2.663*** (0.391)	-2.553*** (0.393)	-2.524*** (0.388)
Control	YES	YES	YES
观测值	13 682	13 682	13 682
R ²	0.632	0.632	0.632
固定时间	YES	YES	YES
固定个体	YES	YES	YES

注:*, **, *** 分别表示 10%、5%、1% 的显著性水平;括号内为稳健标准误。

4.2.3 行业异质性

不同行业对于智能创新的需求可能存在差别,与其他行业相比,制造业、信息传输、软件和信息技术服务业(以下简称信息行业)其知识密度较大,对于高质量、高智能创新需求可能更强烈,因此选取制造业和信息行业探究政策创新效应的异质性分析,结果如表 10 列(2)~列(3)所示,与其他行业相比,制造业和信息行业能够显著增强人工智能政策对企业智能创新能力的激励作用。这一方面由于制造业和信息行业在信息渠道、人力资源渠道以及融资渠道方面可获得更强的扶持^[33],同时其自身属于技术密集型,具有更强的外部技术源泉识别能

力,在获取外部先进技术的过程中占优势地位,并能够将其有效内化为自身技术和创新成果,该行业竞争激烈,强调自主创新和成果转化落地以提升竞争优势。因此,人工智能政策对企业智能创新能力的提升作用在行业间存在异质性,信息和制造行业的优势显著。

综上, H5 通过检验,即人工智能政策对企业智能创新能力的促进作用存在企业地区、认证和行业差异。与其他企业相比,东部地区、获得专精特新认证、制造业和信息行业能够增强政策对企业智能创新的激励作用,而西部地区能够削弱该创新促进效应。

5 结论与建议

基于 2010—2022 年 A 股上市公司的专利数据和政策数据,运用多期双重差分法研究人工智能政策对企业智能创新的影响。结论如下:从整体上看,人工智能政策能够促进企业智能创新能力提升,并且在平行趋势检验、替换被解释变量、反事实检验、倾向匹配得分、安慰剂检验等稳健性分析后,以上结论依旧成立。通过进一步分析作用机制,人工智能政策通过降低企业融资约束、提高企业创新投入以及推动企业人才集聚三条路径来提升企业的智能创新能力。与其他地区相比,企业处于东部地区加强该创新效应,而西部地区则对创新效应有一定削弱作用。相对其他企业,人工智能政策更能诱发对专精特新认证企业的智能创新。对比其他行业,制造业和信息行业内的企业能够强化该创新促进效应。

基于上述结论,提出以下政策建议。

(1)加大力度出台针对人工智能发展的产业政策,加强配套措施建设。研究证明,人工智能政策能够显著提升企业的智能创新水平,有力地回击了产业政策无效论和抑制论中政策抑制企业创新的论点,为政府积极干预提供了实证支撑。地方政府应通过资金技术供给补贴、政府采购外包需求、科技创新环境优化等方面的具体配套措施,向企业提供创新援助,推动企业智能创新持续发展。

(2)将企业融资、创新投入、人才环境作为政策优化路径和有效抓手,布局政策,精准发力。研究和当前企业创新情况都表明破除约束、降低成本、提高人才质量对于开展智能创新活动的重要意义。建立激励创新专项机制,加强跨部门协调机制,切实有效为有能力、有活力的创新型企业降低融资约束,鼓励企业提升创新投入,多措并举为人才集聚

提供更加友好的环境,引导企业规范选才、育才和用才全流程,共同促进企业智能创新能力提升。

(3)因地制宜,针对区域内企业特性开展有特色的企业智能创新升级行动。研究表明,地域、行业、认证等都会对政策的促进作用有调节效应,因此,在地域上强化西部地区政策的通达性和政策实效,确保政策落地,真正惠及企业,提升企业创新能力;东部地区重点加强布局,加强重点企业的科研支持力度。此外,加强对信息行业、制造业以及专精特新认证的监管和支持,防止恶性竞争和策略式创新,分类精准投放政策,最大化利用人工智能政策导向,提高政策对企业智能创新能力的促进效应。

受限于数据可得性问题,研究在识别策略、机制检验检验中存在一定局限性。首先,在政策内容上,可能存在其他产业政策的溢出而同时影响企业智能创新能力,导致估计结果有偏。其次,区域迁移、行业调整都可能对调节效应的估计结果形成偏误。最后,采用专利衡量企业创新能力存在一定的局限,在人工智能领域,期刊论文、顶会论文、产品版本更新等也是创新的重要体现。因此,在后续研究中,可以更加全面地从多种维度着手衡量企业智能创新能力。

参考文献

- [1] 尹洪英,李闯.智能制造赋能企业创新了吗?——基于中国智能制造试点项目的准自然试验[J].金融研究,2022(10):98-116.
- [2] 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.
- [3] 王象路,罗瑾琰,耿新.企业数字化能否促进创新“提质增量”?——基于动态能力视角[J].科学学与科学技术管理,2024,45(11):104-117.
- [4] 邢会,王飞,高素英.战略性新兴产业政策促进企业实质性创新了吗?——基于“寻租”调节效应的视角[J].产经评论,2019,10(1):86-99.
- [5] 黄鑫,周小梅.产业创新政策与企业寻租——基于中央与地方政策的比较分析[J].工业技术经济,2023,42(4):66-76.
- [6] 同小歌,冉茂盛,李万利.金融错配与企业创新——基于政策扭曲与金融摩擦研究[J].科研管理,2022,43(7):69-76.
- [7] 张燕,邓峰.产业政策与微观企业行为研究综述[J].财会月刊,2021(15):107-116.
- [8] 郑烨,吴昊.信息型政策工具如何促进中小企业持续创新——资源拼凑的中介效应与创新动力的调节效应[J].科技进步与对策,2024,41(17):106-116.
- [9] 宋灿,孙浦阳,岳中刚.产业扶持、市场壁垒与企业创新——基于微观视角的理论与经验分析[J].产业经济研究,2022(1):71-84.
- [10] 娄琬婷,龚丽敏,张一弛.政府补贴对创业企业的创新绩效影响研究[J].科学学研究,2024,42(8):1760-1770.
- [11] 冉渝,盛建.信贷政策“前期帮扶”能否促进企业创新?[J].南方金融,2023(7):29-41.
- [12] 赵凯,李磊.政府多工具组合优惠对企业创新行为的影响研究[J].中国管理科学,2024,32(2):221-230.
- [13] 高国珍,胡金森.自由贸易试验区促进了制造业企业创新吗?——基于多期双重差分法的实证研究[J].软科学,2023,37(4):19-26.
- [14] 王桂军,张辉.促进企业创新的产业政策选择:政策工具组合视角[J].经济学动态,2020(10):12-27.
- [15] 陈艳霞,张鹏.人工智能产业政策的创新促进效应——来自企业专利数据的证据[J].现代经济探讨,2024(3):69-79.
- [16] 王亚男,王帅,孔东民.国家产融合作试点城市建设能否促进企业创新?[J].财经研究,2024,50(1):79-93.
- [17] 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.
- [18] 刘善仕,孙博,葛淳棉,等.人力资本社会网络与企业创新——基于在线简历数据的实证研究[J].管理世界,2017(7):88-98.
- [19] 张燕,邓峰,卓乘风.产业政策对创新数量与质量的影响效应[J].宏观质量研究,2022,10(3):63-78.
- [20] 陈金勇,汪小池,长昊东,等.“专精特新”认定政策与中小企业技术创新[J].科研管理,2024,45(3):20-30.
- [21] ZAPADKA P, HANELT A, FIRK S. Digital at the edge-antecedents and performance effects of boundary resource deployment[J]. The Journal of Strategic Information Systems, 2022, 31(1): 101708.
- [22] 任英华,刘宇钊,李海彤.人工智能技术创新与企业全要素生产率[J].经济管理,2023,45(9):50-67.
- [23] 佟爱琴,陈蔚.政府补贴对企业研发投入影响的实证研究——基于中小板民营上市公司政治联系的新视角[J].科学学研究,2016,34(7):1044-1053.
- [24] 温忠麟,侯杰泰,张雷.调节效应与中介效应的比较和应用[J].心理学报,2005(2):268-274.
- [25] 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.
- [26] 魏向杰,程琦.产业政策、信号效应与企业创新——基于《中国制造2025》准自然实验[J].管理评论,2023,35(8):117-130.
- [27] 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.
- [28] 冯婉昕.人工智能与企业金融资产配置——来自国家人工智能创新应用先导区的经验证据[J].当代财经,2024(4):141-152.
- [29] 刘春林,田玲.人才政策“背书”能否促进企业创新[J].

- 中国工业经济, 2021(3): 156-173.
- [30] 崔维军, 孙成, 吴杰, 等. 标准“背书”如何影响企业创新? ——基于组织优化视角的实证分析[J]. 中国软科学, 2022(7): 105-117.
- [31] 陈慧敏, 谢翼泽, 陈海汉. 高校科技创新、政策工具与经济高质量发展[J]. 科技和产业, 2024, 24(17): 196-203.
- [32] 张司飞, 陈勇岐. “专精特新”中小企业创新绩效提升路径研究[J]. 科学学研究, 2024, 42(4): 873-884.
- [33] 陈旭升, 杨云慧, 张晋硕. 数字化融合赋能制造业技术创新——基于电子信息制造业的实证分析[J]. 科技和产业, 2024, 24(1): 231-238.

Research on the Mechanism Underlying Artificial Intelligence Policy Aimed at
Bolstering Enterprises’ Capacities for Intelligent Innovation

DING Ziyi

(School of Information Management, Nanjing University, Nanjing 210023, China)

Abstract: A comprehensive evaluation index system was developed for assessing the intelligent innovation capabilities of enterprises, integrating data from A-share listed companies and artificial intelligence policies spanning 2010 to 2022. Employing a multi-period difference-in-differences(DID) approach, the effects and mechanisms were investigated through which artificial intelligence policies enhanced enterprise intelligent innovation capabilities. The findings indicate that these policies facilitate improvements in such capabilities by optimizing resource allocation and signaling positively via three primary channels, which are alleviating financing constraints, augmenting research and development investments, and fostering talent aggregation. Notably, the impact is more pronounced among firms located in eastern regions as well as those classified as SRDI, manufacturing, or information technology enterprises. The conclusions drawn from this research offer significant insights for industrial policy formulation and strategies aimed at bolstering enterprise-level intelligent innovation.

Keywords: artificial intelligence; enterprise intelligent innovation; industrial policy; staggered DID; mechanism test