

# AI 时代:城市数智化转型与企业创新

刘华珂<sup>1</sup>, 李旭超<sup>1,2</sup>, 聂 禾<sup>1</sup>, 宋 敏<sup>1,2</sup>

(1. 武汉大学经济与管理学院, 湖北 武汉 430072;

2. 武汉大学中国中部发展研究院, 湖北 武汉 430072)

**摘要:**人工智能(AI)加速了城市数智化转型的进程。作为数字经济发展的重要战略,城市数智化转型已成为带动中国经济转型、产业升级以及企业高质量发展的关键部署。基于上述事实,利用“国家新一代人工智能创新发展试验区”设计准自然试验,借助交错双重差分模型(DID),从理论逻辑和经验证据两个方面考察城市数智化转型对企业创新的影响。研究发现,试验区的设立显著促进了企业的创新投入和创新产出。具体表现为,与非试点城市相比,试点城市内企业的研发投入、专利数量、专利被引用量及专利原创性和一般性均得到了显著提升。机制检验发现,城市数智化转型主要通过“知识溢出”和“创新环境优化”两条路径为企业创新赋能。一方面,城市数智化转型提升了企业信息可得性、打破了创新合作的地理限制等,提高了企业的创新“能力”;另一方面,城市数智化转型为企业提供了更便捷、更高效、更安全的创新环境,增强了企业的创新“意愿”,这两种力量共同推动了企业创新水平的提升。进一步研究显示,城市数智化对企业创新的影响受到来自企业层面、行业层面以及市场层面等异质性因素干扰,城市数智化转型对企业创新的助推作用对中小民营企业、竞争激烈的行业以及市场化水平较低的地区更有效。研究结论对探索 AI 时代城市数智化转型和促进企业创新具有重要的参考价值。

**关键词:**人工智能;城市数智化转型;企业创新;知识溢出;创新环境

中图分类号:F410 文献标识码:A 文章编号:1005-0566(2024)02-0038-17

## AI era: Digital and intellectual transformation of cities and enterprise innovation

LIU Huake<sup>1</sup>, LI Xuchao<sup>1,2</sup>, NIE He<sup>1</sup>, SONG Min<sup>1,2</sup>

(1. School of Economics and Management, Wuhan University, Wuhan 430072, China;

2. Central China Development Institute, Wuhan University, Wuhan 430072, China)

**Abstract:** Artificial intelligence (AI) has accelerated the process of digital and intellectual transformation of cities. As an important strategy for the development of the digital economy, the digital and intellectual transformation of cities has become a key deployment to drive China's economic transformation, industrial upgrading and high-quality development of enterprises. Based on these facts, this paper uses the “National New Generation Artificial Intelligence Innovation and Development Pilot Zone” to design a quasi-natural experiment, and uses the staggered difference-in-differences model (DID) to examine the impact of the digital and intellectual transformation of cities on enterprise innovation from both theoretical logic and empirical evidence. The study finds that the establishment of the pilot zone significantly promotes the innovation input and output of enterprises. Specifically, compared with non-pilot cities, enterprises in pilot cities have significantly increased their R&D investment, patent quantity, patent citation, patent originality and generality.

收稿日期:2023-10-26 修回日期:2023-12-13

基金项目:国家社会科学基金重大项目“新形势下全球创新网络演化及风险治理研究”(20&ZD072)。

作者简介:刘华珂(1997—),男,河南郑州人,武汉大学经济与管理学院博士生,研究方向为企业创新、数字金融。通信作者:宋敏。

Mechanism tests find that the digital and intellectual transformation of cities mainly empowers enterprise innovation through two paths: “knowledge spillover” and “innovation environment optimization”. On the one hand, the digital and intellectual transformation of cities improves the information availability of enterprises, breaks the geographical constraints of innovation cooperation, etc., and enhances the innovation “ability” of enterprises. On the other hand, the digital and intellectual transformation of cities provides enterprises with a more convenient, efficient and secure innovation environment, which enhances the innovation “willingness” of enterprises. These two forces jointly promote the improvement of enterprise innovation level. Further research shows that the impact of digital and intellectual transformation on enterprise innovation is affected by heterogeneous factors from enterprise level, industry level and market level. The digital and intellectual transformation of cities is more effective for small and medium-sized private enterprises, highly competitive industries and regions with lower marketization level. The conclusion of this paper has important reference value for exploring the digital and intellectual transformation of cities and promoting enterprise innovation in the AI era.

**Key words:** artificial intelligence; digital and intellectual transformation of cities; enterprise innovation; knowledge spillover; innovation environment

党的十九大报告提出“创新是引领发展的第一动力”,党的二十大报告更是提出“坚持创新在中国现代化建设全局中的核心地位”,凸显出创新在经济高质量发展中的重要作用。近年来,随着新一代信息技术的兴起,人工智能(AI)正在从各领域、全方位深度融入经济社会发展潮流中,并发挥着愈发重要的作用<sup>[1-3]</sup>。《新一代人工智能发展规划》指出,AI将对人类社会生活产生深远影响,并成为世界各国提升国家竞争力、维护国家安全的重要战略和经济发展的新引擎,也是新一轮产业变革的核心驱动力。企业作为数字经济中最为活跃的微观个体和创新主体,如何在AI时代提升自主创新能力成为社会各界关注的重要议题。

作为数字经济发展的重要战略,城市数智化转型已逐渐成为带动中国经济转型、产业升级以及企业高质量发展的关键部署。理论上,AI赋能城市数智化转型,能够优化企业的信息生态、提升公共服务效率,从而为企业创新活动开展提供有利条件。已有研究主要从企业内部治理<sup>[4]</sup>、税收激励<sup>[5]</sup>、产业政策<sup>[6]</sup>等角度探究企业创新的影响因素,鲜有学者探讨城市数智化转型对企业创新的影响。随着信息技术的深入发展和应用,城市的经营管理、发展模式与数字化技术相结合已成为重要的战略选择。因此,探究AI时代下城市数智化转型能否促进企业创新及其内在逻辑,对推动中国经济高质量发展,加快创新型国家建设具有重要的理论和现实意义。

鉴于此,本文采用“国家新一代人工智能创新发展试验区”设计准自然实验,并结合上市公司研发投入和专利数据构建企业创新水平指标。在此基础上,借助双重差分模型(DID)探究了城市数智化转型对企业创新的影响及其作用机制。研究结果显示,在成为新一代人工智能创新发展试验区后,当地企业的研发投入增加了0.086个百分点,表明城市数智化转型提升了企业的创新投入。这个结论在经过平行趋势检验、异质性处理效应检验、安慰剂检验等多重稳健性检验后依旧成立。此外,本文探究了城市数智化转型影响企业创新的以下两个主要机制。<sup>①</sup>知识溢出。与非试点城市相比,试点城市内企业引用专利的所属城市数量增加了8.7%,引用专利的平均地理距离增加了20.7%,表明辖区内企业能够在地理范围上更广泛地学习和借鉴其他创新主体的技术知识,企业创新“能力”得以提升。<sup>②</sup>创新环境优化。城市数智化转型为企业提供了更加高效、便捷的行政服务,提升了企业对政府的信任度,从而营造出良好的创新环境,企业创新“意愿”得以增强。异质性分析表明,城市数智化转型对企业创新的助推作用在中小民营企业、竞争激烈的行业以及市场化水平较低的地区更有效。在此基础上,本文进一步研究发现城市数智化转型显著提升了企业的创新产出,具体表现为专利数量、被引用量、原创性及一般性指标分别提高了18.6%、19.2%、9.38%和24%。

本文的边际贡献如下。第一,首次基于 AI 赋能的视角,将城市数智化转型纳入企业创新的分析框架,并从“知识溢出”和“创新环境优化”双重视角解释了其潜在机制,不仅在学术上丰富了企业创新的相关文献,也为城市数智化转型的微观经济效应提供了直接的经验证据,对进一步利用 AI 赋能城市数智化转型具有重要的理论意义和现实价值。第二,首次评估了“国家新一代人工智能创新发展试验区”的政策效应。现有与城市转型相关的研究聚焦于“智慧城市”试点上<sup>[7-11]</sup>,AI 赋能下新一代城市数智化转型方面的文献相对缺失。然而,随着城市数智化转型的深入推进,AI 在赋能数智化城市建设中发挥着愈发重要的作用,相关政策作为带动产业转型升级、企业高质量发展的重要途径,其政策效应的微观反映有待进一步评估。本文从人工智能创新发展试点角度切入,探讨其与企业创新之间的关系,填补了这一学术空白。第三,本文从企业、行业以及市场 3 个层面考察城市数智化转型对企业创新影响的异质性,为如何更好地发挥城市数智化的微观创新效应、推动中国经济转型提供了有益的政策思考。

## 一、制度背景与理论机制

### (一) 制度背景

自 20 世纪 80 年代 IBM 提出“智慧城市”概念后,中国于 1995 年启动数字城市建设,并于 2006 年正式实施数字城市地理空间框架建设,实现了国家、省级地理信息公共平台的互联互通,中国进入城市数智化 1.0 时代。2012 年 12 月 5 日,中国住建部正式发布了《国家智慧城市试点暂行管理办法》和《国家智慧城市(区、镇)试点指标体系(试行)》,并据此在 2013—2015 年先后开展了 3 批共 290 个城市的智慧城市试点政策。在此阶段,政府通过与中国移动、中国联通等通信运营商合作,大力布局宽带、基站等通信基础设施建设,逐步形成了以物联网技术构筑的万物互联阶段,成为中国新型城镇化推进的强大动力,城市数智化转型由此进入 2.0 时代。自 2016 年以来,随着人工智能、5G 通信、云计算、大数据等新兴技术的出现,中国致力于打破数据孤岛,提升管理服务水平。

40

平。通过 AI 赋能“智慧政务”“智慧园区”“智慧教育”等应用场景,向产业、城市、人相融合的城市数智化 3.0+ 时代进军。2017 年,中国发布了《国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知》(以下简称《通知》),对国家新一代人工智能创新发展试验区的建设进行了部署,并于 2019 年由科技部发布了《国家新一代人工智能创新发展试验区建设工作指引》(以下简称《指引》),正式在地级市启动试验区的试点建设。科技部以《通知》和《指引》为纲领,2019—2021 年期间在 7 个时间点的 18 个城市建设了国家新一代人工智能创新发展试验区。通过与企业开展国家新一代人工智能开放创新平台建设等项目,实现在 AI 方面的深度合作,谋求 AI 与企业协同发展的新路径,探索 AI 时代政府治理的新模式,推动 AI 成为城市数智化转型发展的重要引擎。

表 1 中国城市数智化转型三阶段

序号	数智化 1.0 (1995—2011 年)	数智化 2.0 (2012—2015 年)	数智化 3.0+ (2016 年至今)
重要政策	数字城市地理空间框架建设	国家智慧城市试点	国家新一代人工智能创新发展试验区
驱动因素	行业应用驱动	新兴技术驱动	AI 驱动
重点技术	通信技术、宽带、GPS、GIS 等	2G、3G、4G、SOA 等	人工智能、大数据、云计算、区块链、5G 等
推进方式	概念引入,国外企业如 IBM 等主导	国家部门试点、运营商、设备商建设	国家统筹规划、市场主导、互联网和科技创新企业引领

截至 2023 年 8 月,全国已有 18 个城市获批建设国家新一代人工智能创新发展试验区,并且每个城市的定位和发展侧重点有所不同。如北京作为全国首个挂牌成立的人工智能创新发展试验区,拥有最多数量的 AI 企业,致力于建立 AI 原始创新的策源地;武汉对接国家“东数西算”工程,以智能算力平台为基础推动 AI 发展,开发出全球首个三模态大模型“紫东太初”,实现跨模态通用智能的重大突破;杭州专注于将 AI 赋能城市治理,诞生了“智慧交通”、“智慧商圈”等 AI 创新应用,成为“全国数字治理第一城”;广州则选定了“造车健城”为主要发展方向,通过整合“造”(AI + 先进制造)、“车”(AI + 车辆交通)、“健”(AI + 健康医疗)和“城”(AI + 城市治理)4 个主要赛道,推进 AI 创

新发展的政产学研用一体化。各城市获批建设国家新一代人工智能创新发展试验区的具体时间如表 2 所示。

**表 2 各城市国家新一代人工智能创新发展试验区获批成立时间表**

序号	试验区名称	获批时间	城市
1	北京国家新一代人工智能创新发展试验区	2019年2月20日	北京
2	上海国家新一代人工智能创新发展试验区	2019年5月22日	上海
3	天津国家新一代人工智能创新发展试验区	2019年10月17日	天津
4	深圳国家新一代人工智能创新发展试验区	2019年10月17日	深圳
5	杭州国家新一代人工智能创新发展试验区	2019年10月17日	杭州
6	合肥国家新一代人工智能创新发展试验区	2019年10月17日	合肥
7	德清县国家新一代人工智能创新发展试验区	2019年11月2日	湖州
8	重庆国家新一代人工智能创新发展试验区	2020年1月23日	重庆
9	成都国家新一代人工智能创新发展试验区	2020年1月23日	成都
10	西安国家新一代人工智能创新发展试验区	2020年1月23日	西安
11	济南国家新一代人工智能创新发展试验区	2020年1月23日	济南
12	广州国家新一代人工智能创新发展试验区	2020年9月3日	广州
13	武汉国家新一代人工智能创新发展试验区	2020年9月3日	武汉
14	苏州国家新一代人工智能创新发展试验区	2021年3月24日	苏州
15	长沙国家新一代人工智能创新发展试验区	2021年3月24日	长沙
16	郑州国家新一代人工智能创新发展试验区	2021年11月13日	郑州
17	沈阳国家新一代人工智能创新发展试验区	2021年11月13日	沈阳
18	哈尔滨国家新一代人工智能创新发展试验区	2021年11月13日	哈尔滨

## (二) 理论机制

### 1. 基于知识溢出的机制分析

知识溢出表现为区域研发投入的增长能提高区域内和区域外企业的创新产出水平<sup>[12]</sup>,这源于创新活动具有强外部性。这种外部性会使创新活动在企业间流动,并产生“干中学”效应<sup>[13-15]</sup>,使得其他企业共享创新成果。本文主要使用专利引用衡量知识溢出。Jaffe 等<sup>[16]</sup>认为专利引用能反映知识溢出的路径和方向。后续研究也广泛采用专利引用作为知识溢出和流动的指标<sup>[17-19]</sup>。由于创新是一种特殊的信息,而信息的搜索成本随着地理距离递增,因此不论从研发还是专利角度衡量,知识溢出都会受地理距离制约<sup>[20]</sup>。

城市数智化转型为企业提供了一系列新型数智基础设施,如 AI 算法、公有云计算平台、大数据中心和物联网。这些基础设施的引入和开放,为企业提供了更高效的信息生态,企业的信息可得性得以提升,从而缓解了地理距离所带来的障碍。此外,这一转型还帮助企业降低了技术平台搭建、信息搜索和对外合作的成本,使企业能更全面、更充分、更广泛地引用其他地区的专利知识,促进知识溢出效应,从而提高企业的创新能力<sup>[21-23]</sup>。

首先,城市数智化转型优化了企业的信息生态,提高了企业信息可得性<sup>[24]</sup>。通过数智基础设施的搭建,企业可以利用先进的 AI 装置和技术,快速、准确地获取所需的信息。这种高效的信息生态使得企业能够更好地了解市场动态、技术发展趋势以及竞争对手的行为,为其决策提供有力支持。此外,城市数智化转型还通过降低技术平台搭建的成本,为中小企业提供了更好的创新机会<sup>[25-27]</sup>。传统上,技术平台的建设对于中小企业来说是一项昂贵的投资,限制了它们的创新能力。然而,城市数智化转型所提供的数智基础设施,如 AI 算法中心,可以将这些技术平台以服务的形式提供给企业,大大降低了中小企业的技术门槛和成本。中小企业可以借助这些数字基础设施,快速搭建起自己的技术平台,进而开展创新活动,提升竞争力。

其次,城市数智化转型为企业创新活动提供了更广阔的合作机会。传统上,地理距离是企业合作的一大障碍,限制了合作伙伴的选择范围<sup>[20]</sup>。然而,城市数智化转型通过数智基础设施的开放和共享,打破了地理限制,为企业提供了更广泛的合作机会。企业可以利用 AI 赋能物联网技术实现设备和供应链的智能连接,实现更高效的生产和物流管理。同时,通过 AI 赋能的公有云计算平台,企业可以与其他地区的合作方实现远程协作,共同开展研发、创新和项目合作。这种跨地域的合作使得企业能够充分利用其他地区的专利知识和技术资源,提升自身的创新能力。

### 2. 基于创新环境的机制分析

通过优化创新环境、提高企业获取行政服务

的效率和水平来激发市场活力,是近年来政府行政体制改革的重要方向<sup>[28]</sup>。现有研究发现,创新环境的优化对企业创新和经营绩效都具有显著的促进作用<sup>[29]</sup>。一方面,创新环境的优化可以降低企业与政府机构之间的制度性交易成本,通过规范收费标准和降低行政审批时间,使得企业能够将更多的时间和资金进行生产及开展创新活动,缓解融资约束,提高自主创新能力<sup>[30]</sup>。另一方面,信息透明度的提高让企业更好地了解城市发展状况和最新的政府优惠措施,为企业释放积极的政策信号,提高企业对政府的信任度,激励企业开展创新活动<sup>[31]</sup>。

城市数智化转型已成为创新环境的重要驱动力,其对企业创新活动的影响可以从多个方面进行深入分析。首先,城市数智化转型通过建立统一的线上服务平台,将部分审核功能分配给 AI 等智能终端进行识别判定,再由人工复核,极大地提高了审批效率和准确性。传统的审批流程通常繁琐、耗时,而且容易受到人为因素的影响,导致企业创新活动受阻<sup>[32-33]</sup>。然而,借助城市数智化转型所提供的一站式审批服务,企业可以享受到高效率、高精度、低成本的审批过程。AI 等智能客服能够快速识别和审核企业提交的材料,减少了人力资源的需求,大大简化了审批流程。这使得企业能够更快地获得批准,并且降低了制度性交易成本,提升企业从事创新活动的“意愿”。

其次,城市数智化转型利用 AI 赋能互联网技术实时更新政府政策信息,为企业提供丰富和高效的信息服务。政府的政策法规、市场动态、行业标准和技术创新等方面的信息对于企业的创新活动至关重要。然而,传统的信息获取手段往往耗时且不准确<sup>[34-36]</sup>。城市数智化转型通过 AI 技术赋能互联网技术,能够实时收集、整理和更新政府政策信息,并将其提供给企业。这使得企业能够及时了解政策变化、市场需求和行业趋势,为其创新活动提供有力的支持和指导。同时,高效的信息服务也有助于企业发现新的商机和创新领域,提升了企业的竞争力和创新力。

此外,城市数智化转型通过应用 AI 和区块链

等新技术,提高行政服务的公开度和透明度,增强企业对政府之间的信任度,从而提高企业的创新积极性。在传统的行政服务中,信息不对称和信任问题常常成为企业与政府之间的障碍<sup>[31]</sup>。城市数智化转型通过引入 AI 和区块链技术,提高了行政服务的公开度和透明度。AI 技术可以实现行政决策和审批过程的自动化和可追溯性,确保了决策的公正性和透明度。区块链技术则提供了去中心化的信任机制,使得企业可以更加放心地与政府进行合作,减少了信任成本。这种增强的信任关系和降低的信任成本,激发了企业进行创新生产的积极性,推动了创新环境的进一步发展。

## 二、实证方法和数据说明

### (一) 数据来源和基本处理

AI 驱动是城市迈入数智化转型关键因素,国家新一代人工智能创新发展试验区政策试点更是城市迈入数智化 3.0+ 的重点举措。在考虑数据质量及可得性后,本文最终选取 2016—2022 年中国上市公司作为研究对象,以国家新一代人工智能创新发展试验区政策冲击为自然实验,构建多时点双重差分模型实证分析城市数智化转型对企业创新活动的影响及其具体机制。

在本文研究中,上市公司的基本信息和相关财务数据来源于 Wind、CSMAR 和 CEIC 数据库,城市层面的数据来源于各城市统计年鉴。专利数据来自中国国家知识产权局(SIPO),此数据源全面覆盖了国内企业在内申请的专利文件。这些数据包括专利申请号、申请日期、类型、IPC 分类号、授权日期、申请人名称、申请人地址、发明人列表、引用专利列表、被引用专利列表等详细信息。鉴于外观设计专利的创新要素相对较低,本文仅考虑具有较高创新价值的发明和实用新型专利的数量<sup>[37]</sup>。

根据上述数据,本文参考 Tan 等<sup>[37]</sup>的研究,通过企业名称将专利与上市公司(及子公司)进行匹配:首先,将专利申请人名称和上市公司名称进行标准化处理。其次,基于标准化名称构建了专利“申请人—上市公司”匹配序列,并利用 SAS COMPGED 函数计算模糊匹配得分。最后,对于模糊匹配得分较

低的结果进行手动核查并通过查询企业网站等方式对错误信息进行修改。通过以上途径,成功实现了上市公司(及其子公司)与专利数据的对应关系。

在进行回归分析前,本文筛除被证券交易所标注为特殊处理的 ST 和 \*ST 公司样本,删除金融类上市公司年度样本,并删除主要变量数据缺失的样本。同时,对于连续变量,采用了上下 1% 的缩尾处理方法,以减轻极端值对实证结果的影响。最终,本文得到了可供回归分析的 24 657 个观察值。

## (二)模型设定与变量说明

由前文可知,中国已有 18 个地级市相继被批准建设成为国家新一代人工智能创新发展试验区。这些试验区的建设为城市 AI 产业发展和城市数智化转型提供了重要支持,并为 AI 在城市具体应用场景中发挥作用作出了重要贡献。考虑到国家新一代人工智能创新发展试验区的设立时间较晚且时间集中在一段时期内,我们构建了 2016—2022 年的半年度面板数据,以保证实证结果的有效性<sup>[38-40]</sup>。在样本中,2019—2021 年共有 18 个城市建设成为国家新一代人工智能创新发展试验区,本文将总部位于这些城市的上市公司设置为处理组,而总部位于其他城市的上市公司则作为对照组。

因此,参考 Li 等<sup>[41]</sup>的做法,本文采用如下的双重差分模型进行实证分析:

$$\gamma_{ijkct} = \beta AI\_post_{ct} + \gamma X_{ict} + \lambda Z_{ct} + \alpha_i + \mu_t + p_{jt} + q_{kt} + \varepsilon_{ijkct} \quad (1)$$

$$AI\_post_{ct} = treatment_c \cdot post_{ct} \quad (2)$$

式中,  $i$  表示企业,  $j$  表示所在省份,  $c$  表示所在城市,  $k$  表示所在行业,  $t$  表示时期。 $\gamma_{ijkct}$  是被解释变量,  $AI\_post_{ct}$  是核心解释变量。 $X_{ict}$  是一系列企业层面随时期变化的变量, 控制企业的财务特征;  $Z_{ct}$  是城市层面随时期变化的变量, 控制城市的经济特征;  $\alpha_i$  为企业固定效应, 控制企业层面不随时期变化的特征;  $\mu_t$  为时期固定效应, 控制宏观经济波动的影响;  $p_{jt}$  为省份  $\times$  时期固定效应;  $q_{kt}$  为行业  $\times$  时期固定效应;  $\varepsilon_{ijkct}$  为随机扰动项。

$\gamma_{ijkct}$  是本文的被解释变量, 包括三类指标:“研

发投入指标”“创新产出指标”和“机制指标”。其中,“研发投入指标”和“创新产出指标”是衡量企业创新活动的主要指标。具体而言,参考李春涛等<sup>[42]</sup>的方法,“研发投入指标”衡量企业的研发支出占比( $R&D$ ),用研发支出总额与营业额的比值来表示。“创新产出指标”包括创新产出数量( $Pat\_N$ )、创新产出质量( $Pat\_Q$ )、专利原创性( $Origin$ )和专利一般性( $Genrn$ )。本文使用企业的专利申请数量的对数值来计算  $Pat\_N$ , 即企业  $i$  在第  $t$  期申请并最终获得授权的专利数量加 1 的对数值; $Pat\_Q$  则使用企业的专利被引用量的对数值来衡量,即企业  $i$  在  $t$  期申请并最终获得授权的专利的被引用次数加 1 的对数值。此外,本文使用企业引用和被引用的专利所属类别的赫芬达尔—赫希曼指数(HHI)计算企业的  $Origin$  和  $Genrn$ 。一般而言,引用更广泛技术类别中的其他专利的专利通常被视为具有更多的原创性,原创性越高代表专利的创新性越高,被技术上更加分散的专利阵列所引用的专利被视为具有更大的一般性。

“机制指标”研究城市数智化转型影响企业创新活动的具体机制,包括知识溢出、创新环境两方面。知识溢出用上市公司引用专利的地域范围来衡量,包括引用专利所属城市数量的对数( $Citynum$ )及引用专利平均地理距离的对数( $Distance$ )。创新环境主要通过企业获取行政服务的效率( $Efficiency$ )、水平( $Level$ )以及企业对政府的信任度( $Transpar$ )来衡量。

$AI\_post_{ct}$  是一个虚拟变量,表示国家新一代人工智能创新发展试验区建设时期虚拟变量和处理组虚拟变量的交互项,即  $AI\_post_{ct} = treatment_c \cdot post_{ct}$ 。具体来说,  $treatment_c$  是处理组虚拟变量,表示上市公司总部所在的城市在样本期内是否获批建设国家新一代人工智能创新发展试验区,如果是则将这个变量设定为 1,否则为 0。 $post_{ct}$  为处理效应时期虚拟变量,  $t_{c0}$  是城市获批建设试验区的时期,如果  $t \geq t_{c0}$ ,  $post_{ct}$  取值为 1,否则为 0。本文重点关注核心解释变量  $AI\_post_{ct}$  的系数  $\beta$ ,这个系数捕捉了城市数智化转型对被解释变量  $\gamma_{ijkct}$  的影响。

$X_{ict}$  是企业层面的控制变量,包括董事长兼任总

经理职务(*DUAL*)、董事会独立性(*INDPer*)、固定资产比率(*Fixasset*)、杠杆率(*Lev*)、主营业务比率(*MainBUSSI*)、资产负债率(*Assetratio*)、产权比率(*Equityratio*)、上市年龄(*Age*)等<sup>[43]</sup>。 $Z_{ct}$  为城市层面

控制变量,包括财政支出(*lnGovexp*)、FDI(*lnFDI*)、产业结构(*lnInduStru*)、人均 GDP(*lnPergdp*)、收入水平(*lnIncome*)等。相关变量的具体含义如表 3 所示。

表 3 主要变量及说明

变量名	含义
<i>R&amp;D</i>	研发支出:企业 $i$ 在第 $t$ 期的创新研发总额与营业额的比值
<i>Pat_N</i>	专利数量:企业 $i$ 在第 $t$ 期申请并最终获得授权的发明和实用新型专利数量取自然对数
<i>Pat_Q</i>	专利质量:企业 $i$ 在第 $t$ 期申请并在之后年份获得授权的发明和实用新型专利的被引用次数取自然对数
<i>Origin</i>	专利原创性:选取企业引用专利所属类别的 HHI 为指标进行计算,引用更广泛技术类别中的其他专利的专利通常被视为具有更多的原创性,原创性越高代表专利的创新性越高。
<i>Gener</i>	专利一般性:选取企业专利被引用的专利所属类别的 HHI 计算,通常被技术上更加分散的专利阵列所引用的专利被视为具有更大的一般性。
<i>Citynum</i>	城市数量:被引专利所属城市的数量加总取自然对数
<i>Distance</i>	地理距离:根据专利申请人地址,通过网络爬虫方法和百度地图 API 得到申请人经纬度,计算上市公司到所引用专利申请人的地理距离并按企业—年度求平均值取自然对数
<i>Efficiency</i>	企业获取行政服务效率:对各城市政府工作报告中企业方面关键词进行词频法提取获得,指标越高,企业方面所需要的服务得到政府更多的关注与更及时的处理
<i>Level</i>	企业获取行政服务水平:城市财政支出占 GDP 的比重,指标越低,企业和市场分配资源比重越高,政府更偏向“服务型政府”
<i>Transpar</i>	企业信任度:由企业可以获得的政府财政透明度水平衡量,透明度越高,企业对政府的信任度越高
<i>AI_post</i>	城市数智化转型:主要由国家新一代人工智能创新发展试验区建设时期虚拟变量和处理组虚拟变量的交互项衡量
<i>DUAL</i>	董事长兼任总经理职务:如果企业 $i$ 的董事长在第 $t$ 期同时兼任总经理职务,取值为 1,否则取 0
<i>INDper</i>	董事会独立性:企业 $i$ 在第 $t$ 期独立董事在董事会中的比例
<i>Fixasset</i>	固定资产比率:企业 $i$ 在第 $t$ 期固定资产与总资产的比值
<i>Lev</i>	杠杆率:企业 $i$ 在第 $t$ 期的权益资本与总资产的比值
<i>MainBUSSI</i>	主营业务比率:企业 $i$ 在第 $t$ 期的主营业务利润与总利润的比值
<i>Assetratio</i>	资产负债率:企业 $i$ 在第 $t$ 期的总负债与总资产的比值
<i>Equityratio</i>	产权比率:企业 $i$ 在第 $t$ 期的总负债与所有者权益的比值
<i>Age</i>	上市年龄:企业 $i$ 在第 $t$ 期的上市年限的自然对数值
<i>lnGovexp</i>	财政支出:城市 $c$ 在第 $t$ 时期的政府财政支出金额的自然对数值
<i>lnFDI</i>	FDI:城市 $c$ 在第 $t$ 时期的外国直接投资金额的自然对数值
<i>lnInduStru</i>	产业结构:城市 $c$ 在第 $t$ 期第二产业与第三产业 GDP 的比值取自然对数值
<i>lnPergdp</i>	人均 GDP:城市 $c$ 在第 $t$ 期的 GDP 总量与人口数比值的自然对数值
<i>lnIncome</i>	收入水平:城市 $c$ 在第 $t$ 期的工资收入总额与人口数比值的自然对数值

为了处理潜在的序列相关性和异常值的影响,本文对城市层面的标准误差进行了聚类处理。在删除核心变量缺失的样本后,共计 24 657 个观察值可供进行基准回归分析,核心变量的描述性统计结果符合预期,见表 4。

表 4 描述性统计表

变量	<i>Obs</i>	<i>Mean</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Median</i>	<i>Max</i>
<i>R&amp;D</i>	24 657	17. 689	2. 067	0. 000	17. 734	24. 410
<i>DUAL</i>	24 657	0. 057	0. 231	0. 000	0. 000	1. 000
<i>INDper</i>	24 657	0. 074	0. 144	0. 000	0. 000	0. 429
<i>Fixasset</i>	24 657	0. 193	0. 144	0. 003	0. 164	0. 646
<i>Lev</i>	24 657	0. 598	0. 196	0. 095	0. 611	0. 939
<i>MainBUSSI</i>	24 657	3. 263	4. 591	-8. 470	2. 308	30. 079
<i>Assetratio</i>	24 657	0. 402	0. 196	0. 061	0. 389	0. 905
<i>Equityratio</i>	24 657	0. 948	1. 042	0. 054	0. 632	6. 712
<i>Age</i>	24 657	1. 461	1. 194	0. 000	1. 609	3. 434
<i>lnGovexp</i>	24 657	16. 482	1. 086	14. 274	16. 372	18. 241
<i>lnFDI</i>	24 657	9. 901	5. 092	0. 000	12. 196	14. 705
<i>lnInduStru</i>	24 657	0. 556	0. 403	0. 000	0. 576	1. 594
<i>lnPergdp</i>	24 657	9. 478	5. 276	0. 000	11. 521	21. 035
<i>lnIncome</i>	24 657	4. 970	5. 553	0. 000	0. 000	12. 062

### 三、实证结果分析

#### (一) 基准回归

城市数智化转型对企业创新投入影响的基准结果如表 5 所示,其中被解释变量为上市公司的研发投入占比(*R&D*)。在第(1)列中,仅控制了企业固定效应和时期固定效应,回归结果正向显著,说明城市数智化转型显著提高了当地上市公司的创新投入水平。第(2)列~第(4)列逐步加入了公司财务指标变量如固定资产比率(*Fixasset*)、杠杆率(*Lev*)、主营业务比率(*MainBUSSI*)、资产负债率(*Assetratio*)、产权比率(*Equityratio*),公司治理指标变量如董事长兼任总经理职务(*DUAL*)、董事会独立性(*INDPer*)、上市年龄(*Age*),以及城市层面控制变量如财政支出(*lnGovexp*)、FDI(*lnFDI*)、产业结构(*lnInduStru*)、人均 GDP(*lnPergdp*)、收入水平

( $\ln Income$ ) ,  $AI\_post_{ct}$  系数仍然显著为正。第(5)和(6)列在第(4)列基础上分别加入省份  $\times$  时期固定效应 ( $Prv \times Year\ FE$ ) 和行业  $\times$  时期固定效应 ( $Ind \times Year\ FE$ ) , 并在第(7)列对两者同时进行控制,  $AI\_post_{ct}$  系数  $\beta$  依然显著为正, 表明城市数智化转型对企业创新具有显著的正向影响。

表 5 基准回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	R&D	R&D	R&D	R&D	R&D	R&D	R&D
$AI\_post$	0.095 *** (0.037)	0.089 ** (0.036)	0.088 ** (0.036)	0.107 *** (0.033)	0.076 ** (0.033)	0.116 *** (0.038)	0.086 ** (0.039)
$DUAL$	-	0.057 (0.088)	0.059 (0.088)	0.061 (0.088)	0.109 (0.071)	0.066 (0.085)	0.111 (0.071)
$INDper$	-	2.330 *** (0.814)	2.367 *** (0.819)	2.385 *** (0.811)	2.386 *** (0.870)	2.512 *** (0.808)	2.416 *** (0.871)
$Fixasset$	-	-0.166 (0.155)	-0.172 (0.152)	-0.164 (0.153)	-0.142 (0.149)	-0.167 (0.155)	-0.132 (0.149)
$Lev$	-	0.243 * (0.125)	-0.905 *** (0.243)	-0.924 *** (0.200)	-0.901 *** (0.176)	-1.085 *** (0.302)	-0.943 *** (0.260)
$MainBUSSI$	-	-	0.001 (0.001)	0.001 (0.001)	0.002 * (0.001)	0.001 (0.001)	0.002 * (0.001)
$Asseratio$	-	-	-1.164 *** (0.258)	-1.183 *** (0.219)	-1.238 *** (0.219)	-1.349 *** (0.324)	-1.278 *** (0.298)
$Equityratio$	-	-	0.002 (0.021)	0.003 (0.022)	0.018 (0.022)	0.004 (0.021)	0.016 (0.022)
$Age$	-	-	0.015 (0.050)	0.017 (0.050)	0.051 (0.055)	0.025 (0.054)	0.054 (0.057)
$\ln Govexp$	-	-	-	-0.010 (0.155)	0.025 (0.158)	0.314 * (0.183)	0.305 * (0.184)
$\ln FDI$	-	-	-	0.007 *** (0.002)	0.005 * (0.003)	-0.033 (0.021)	-0.028 (0.025)
$\ln InduStru$	-	-	-	0.099 * (0.052)	0.083 * (0.050)	0.037 (0.084)	0.068 (0.083)
$\ln perGDP$	-	-	-	-0.002 (0.003)	0.001 (0.003)	0.007 (0.008)	0.003 (0.008)
$\ln Income$	-	-	-	-0.003 (0.002)	-0.003 (0.003)	-0.033 * (0.019)	-0.018 (0.020)
$Firm\ FE$	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
$Period\ FE$	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
$Ind \times Period\ FE$	No	No	No	No	Yes	No	Yes
$Prv \times Period\ FE$	No	No	No	No	No	Yes	Yes
$N$	24 587	24 587	24 587	24 587	24 463	24 555	24 430
$adj.\ R^2$	0.708	0.708	0.708	0.708	0.726	0.710	0.726

注:括号内为聚类到城市层面的稳健标准误, \*\*\*、\*\*、\* 分别表示在  $p < 0.01$ 、 $p < 0.05$ 、 $p < 0.1$  时有统计学意义。下同。

## (二) 平行趋势检验与敏感性分析

本文采用了事件研究(Event study)方法, 参考 Fama 等<sup>[44]</sup>的研究, 用以观察国家新一代人工智能创新发展试验区这一政策冲击前后年份企业研发投入的变化。具体模型设定如式(3)所示。

$$\begin{aligned} y_{ijkct} = & \beta_l \sum_{l \geq -4}^{+4} AI\_post_{(t=tc0+l)} + \gamma X_{ict} \times \mu t + \lambda Z_{ct} + \\ & \alpha_i + \mu_t + p_{jt} + q_{kt} + \varepsilon_{ijkct} \end{aligned} \quad (3)$$

式(3)中, 虚拟变量  $AI\_post_{(t=tc0+l)}$  代表伴随国家新一代人工智能创新发展试验区建设产生的不同时期的虚拟变量。其中,  $tc0$  代表城市  $c$  建设国家新一代人工智能创新发展试验区的起始时

期,  $l$  取值范围是 -4 到 4 的所有整数。因此, 本文主要关注在国家新一代人工智能创新发展试验区建设前 4 个时期及之后  $l$  个时期中, 城市数智化转型对企业的影晌。为了评估这一影响, 我们进行了平行趋势检验, 并绘制了图 1 所示的结果。

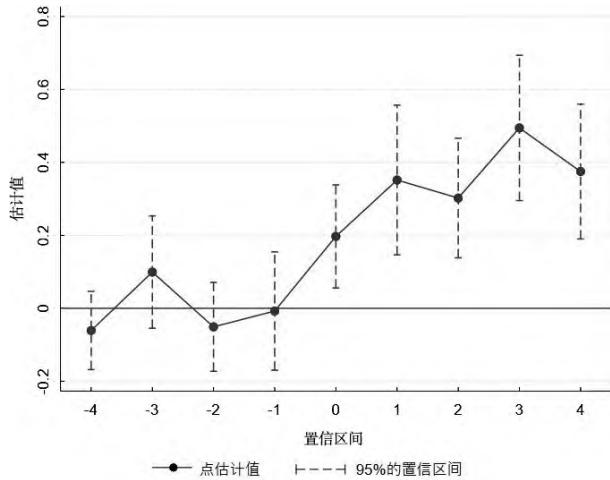


图 1 平行趋势检验

根据图 1 的结果显示, 在国家新一代人工智能创新发展试验区建设之前和之后回归系数  $\beta_l$  有明显的差异, 表明城市数智化转型对企业的创新投入产生了显著影响。在城市数智化转型前四年的处理组指标回归结果中, 未显示出统计上的显著性差异, 这表明受城市数智化影响和未受影响的企业在影响产生的前四年都遵循了相似的时间趋势, 回归的估计系数没有受到城市数智化转型之外的其他因素的影响, 本文研究的政策冲击是导致处理组和对照组之间差异的唯一因素。同时, 在建设国家新一代人工智能创新发展试验区后, 回归结果在统计上也表现出显著性特征。综上所述, 随着城市数智化转型的深入推进, 处理组和对照组公司在创新研发活动投入方面的差异逐渐增大。

然而, 最新的研究认为, 针对处理前的平行趋势检验对于多时点的双重差分法来说并不有效, 反而可能存在严重问题<sup>[45-47]</sup>。Roth 等<sup>[45]</sup>提出一种平行趋势敏感度分析的方法, 通过相对偏离程度限制和平滑限制检验平行趋势假设的违反程度对事件研究点估计量和置信区间的影响。本文参照 Rambachan 等<sup>[46]</sup>的研究, 构造平行趋势的最大偏离程度及对应点估计量的置信区间, 对企业创

新效应进行平行趋势敏感性检验,结果如图 2 所示。图 2 展示了在相对偏离程度限制和平滑限制下政策实施时处理效应的平行趋势敏感性检验结果,可以看到偏离程度限制下的置信区间不包含 0 值,表明企业创新效应对平行趋势的偏离程度具

有较好的稳健性。同时,平滑限制下的结果表明,当存在一定偏差时,平行趋势仍然成立,通过平行趋势敏感性检验。综上所述,即使平行趋势存在一定程度的偏离,城市数智化转型仍然对企业创新具有显著的推动作用。

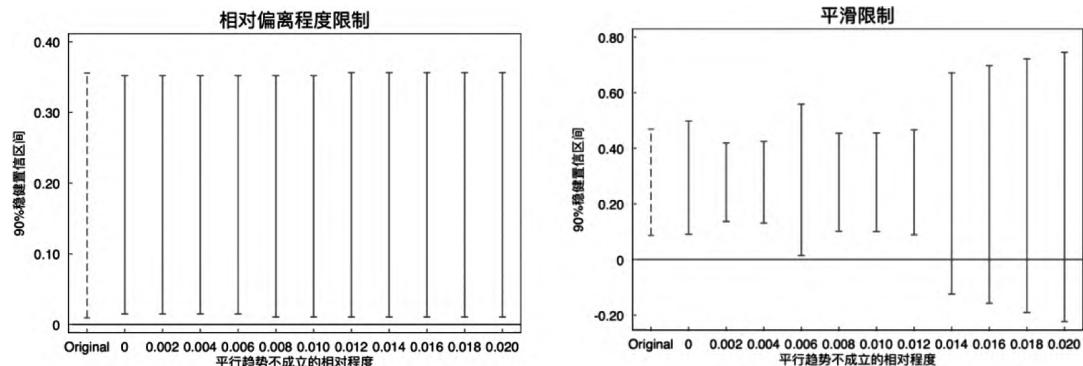


图 2 平行趋势假设敏感性检验

### (三) 异质性处理效应检验

多时点双重差分法的使用会导致组别和时间维度的处理效应异质性,这会使传统双向固定效应模型的回归结果产生偏误<sup>[47-50]</sup>。Goodman-Bacon<sup>[49]</sup>指出,即使双重差分法满足“平行性趋势”检验,双向固定效应模型也会存在“坏的控制组”问题,即由于处理时点的差异,较早接受处理的样本会成为较晚处理样本的控制组,从而可能带来估计偏误。此外,每一期的估计系数还会受到跨期交叉污染而变得难以解释,甚至还会面临平行性趋势检验失效的风险<sup>[51-52]</sup>。

因此,本文参考 Callaway 等<sup>[50]</sup>提出的 CSDID 方法比较处理组个体实际接受处理后的结果与其反事实结果并求出处理效应的无偏估计,结果发现组别一时期平均处理效应估计量为 0.088,并在 5% 的水平上显著。进一步地,通过逆概率加权法 (IPW) 计算多时点双重差分的动态平均处理效应 (Dynamic ATT) 事件研究表(见表 6),以实现对异质性处理效应的检验。表 6 显示,城市数智化转型之前,政策效应并不显著存在,而在国家新一代人工智能创新发展试验区建设后,政策效应逐渐显现。上述结果与基准回归中处理效应的符号、大小和趋势基本一致,这表明基准回归通过异质性处理效应检验,主要结论保持不变。

表 6 异质性处理效应检验

变量	(1)
	R&D
AI_post (-4)	1.566 (1.160)
AI_post (-3)	-1.728 (2.656)
AI_post (-2)	-0.212 (0.554)
AI_post (-1)	-1.556 (1.835)
AI_post (0)	1.319 *** (0.372)
AI_post (1)	1.203 *** (0.354)
AI_post (2)	1.151 ** (0.593)
AI_post (3+)	1.488 *** (0.557)
Firm FE	Yes
Period FE	Yes
Ind × Period FE	Yes
Prv × Period FE	Yes
Controls	Yes
N	5 019

### (四) 稳健性检验

#### 1. 随机分配处理组和对照组的安慰剂检验

本文的分析可能存在不可观察的冲击或被忽略的变量,它们与建设国家新一代人工智能创新发展试验区所产生的影响相吻合,从而导致企业的研发投入增加。为了解决这个问题,本文进

行了安慰剂测试,以检验当国家新一代人工智能创新发展试验区布局在实际建设地以外的城市时,结果是否会消失(即人为地假设发生错误)。这种方法不仅打乱了基准回归中城市数智化转型年份的分布,还破坏了对每个城市受影响企业数量的正确分配。因此,如果不可观察的冲击与城市数智化转型的影响几乎同时发生,那么它应该仍然存在于测试框架中,并仍有可能对结果产生推动作用。

本文参照 Li 等<sup>[41]</sup>的研究,采用了随机分配城市数智化转型对各个上市公司影响进行安慰剂试验。正如前文所提到的,截至 2022 年底,共有 18 个城市获批建设国家新一代人工智能创新发展试验区,依次分布于 2019—2021 年的 6 个时期(具体为 2、5、4、2、2、3 个)。本文以每个城市获批建设国家新一代人工智能创新发展试验区为标准,在这 6 个时期的 18 个城市建立该专业,从而使不同年份和不同数量的企业受到影响。

据上述客观事实,本文将上市公司总部所在地与每年获批建设国家新一代人工智能创新发展试验区的城市进行匹配。通过匹配,得到了 6 个时期受到城市数智化转型影响的企业数量,并构建了以下数量矩阵:(4 377, 4 100, 1 310, 1 152, 1 213, 491)。在每个样本期内随机选择企业作为处理组,并且不进行替换。具体而言,在 2016—2022 年的 14 个半年度样本期中,随机选择 6 个时期。然后,按照时期顺序,在第一个选定的时期随机选择 4 377 家企业作为处理组,再从剩余未受城市数智化转型影响的时期中随机选择 4 100 家企业作为第二个时期的处理组,以此类推。通过使用这种随机构建的虚拟处理组,并基于表 5 第(7)列的基准回归,我们进行了安慰剂双重差分估计。为了增加安慰剂测试的识别能力,本文进行了 500 次重复的回归过程。图 3 展示了 500 次随机生成处理组的估计值和对应的概率密度分布。由图 3 可知,随机分配的估计系数分布明显集中在零附近,这表明随机构建的处理组没有产生显著的影响。此外,图 3 中的竖线显示了表 5 第(7)列的估计系数 0.086,其位于主要分布之外。因此,城市数智化

转型对企业创新的影响不是由未观察到的遗漏变量等其他因素驱动的,不存在严重偏误问题。

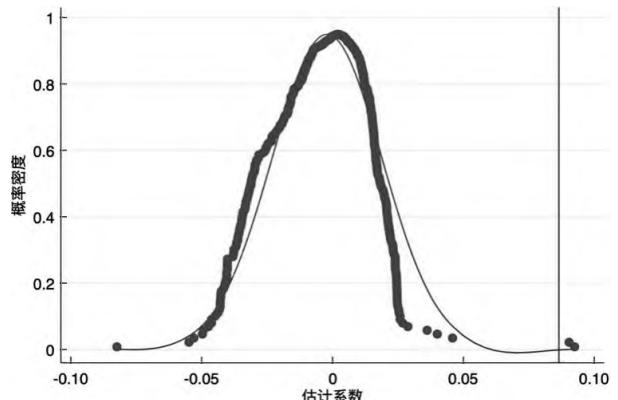


图 3 随机生成处理组和对照组

注: x 轴表示来自 500 次随机分配的估计系数,曲线是估计的概率密度分布,垂直线为表 5 第(7)列的真实估计值。

## 2. 控制时间趋势和前定变量

双重差分法的一个关键假设是,在政策产生作用前,处理组将遵循与对照组相同的时间趋势。然而,考虑到国家新一代人工智能创新发展试验区的设立并不是随机的,可能受到所在城市经济条件、数字化发展水平、数字基础设施和政策等其他因素的影响,导致处理组和对照组在回归结果中呈现出差异。

为了解决上述问题并提高研究的识别能力,参考吕越等<sup>[53]</sup>的方法,本文引入控制时间趋势和城市前定变量的双重差分模型:

$$y_{ijkct} = \beta AI\_post_{ct} + \theta Treatment \times T + \kappa City \times T + \gamma X_{ict} + \lambda (Z_{ct0} \times \mu_t) + \alpha_i + \mu_t + p_{jt} + q_{kt} + \varepsilon_{ijkct} \quad (3)$$

式(3)中,  $Treatment \times T$  是处理组与时间趋势的交互项,以控制处理组和对照组在城市数智化转型前后的发展趋势差异。 $City \times T$  是城市固定效应与时间趋势的交互项,用于控制不同城市间发展趋势差异。 $Z_{ct0} \times \mu_t$  是代表城市层面前定变量与时期固定效应的交互项,用于控制城市初始经济特征对城市数智化转型的影响。本文选取样本初期为前定变量,包括样本初期的财政支出( $\ln Govexp$ )、FDI( $\ln FDI$ )、产业结构( $\ln InduStru$ )、人均 GDP( $\ln Pergdp$ )、收入水平( $\ln Income$ )等。回归结果如表 7 所示。

表 7 第(1)列控制  $Treatment \times T$ , 第(2)列控制  $City \times T$ , 第(3)列控制  $\ln Govexp_0 \times \mu_t$ 、 $\ln FDI_0 \times \mu_t$ 、 $\ln InduStru_0 \times \mu_t$ 、 $\ln perGDP_0 \times \mu_t$ 、 $\ln Income_0 \times \mu_t$ 。在模型中加入控制时间趋势和前定变量的交互项后, 我们发现城市数智化转型对企业研发投入仍然具有显著正向影响, 这与基准回归结果一致, 进一步巩固了前文的结论。

表 7 稳健性检验: 控制时间趋势和前定变量

变量	(1)	(2)	(3)
	R&D	R&D	R&D
$AI\_post$	0.078 * (0.041)	0.073 ** (0.037)	0.102 ** (0.045)
<i>Firm FE</i>	Yes	Yes	Yes
<i>Period FE</i>	Yes	Yes	Yes
<i>Ind × Period FE</i>	Yes	Yes	Yes
<i>Prv × Period FE</i>	Yes	Yes	Yes
<i>Controls</i>	Yes	Yes	Yes
<i>Treatment × T</i>	Yes	No	No
<i>City × T</i>	No	Yes	No
$\ln Govexp_0 \times \mu_t$	No	No	Yes
$\ln FDI_0 \times \mu_t$	No	No	Yes
$\ln InduStru_0 \times \mu_t$	No	No	Yes
$\ln perGDP_0 \times \mu_t$	No	No	Yes
$\ln Income_0 \times \mu_t$	No	No	Yes
<i>N</i>	24 430	24 430	24 430
<i>adj. R</i> <sup>2</sup>	0.726	0.729	0.727

### 3. 改变样本范围

在考虑同时使用受城市数智化转型政策冲击影响的企业和未受影响的企业作为样本时, 回归结果将包含更为充分的信息。因此, 本文的基准回归是将样本期内城市建设国家新一代人工智能创新发展试验区的企业与整个样本期城市未建设过试验区的企业进行比较。为了减少样本间的异质性, 本部分主要通过减少样本规模来实现, 即仅比较受城市数智化转型政策冲击影响的企业, 并考察它们成为处理组的时间差异, 以使样本更加同质化。表 8 的第(1)列报告了仅使用受城市数智化转型政策冲击影响的企业作为样本的估算结果。结果显示, 城市数智化转型对企业创新的影响仍然显著为正。

此外, 考虑到国家新一代人工智能创新发展试验区建设会受到地理位置和城市其他特征的影响, 所以特大城市和省会城市等相比其他城市更具有区位优势。因此, 为了进一步明确城市数智

化转型对一定规模城市企业创新活动的影响, 尤其是排除经济发展等内生因素对城市间的固有影响, 本文进行了分样本的稳健性检验。具体来说, 因为北京、上海、广州、深圳是 4 个中国创新改革的前沿阵地, 也是经济最发达的地区, 容易成为城市数智化转型先行先试区。因此, 表 8 第(2)列在样本中剔除北京、上海、广州、深圳 4 个特大城市。除了上述 4 个城市外, 省会城市是经济发展的“排头兵”, 更具区位优势, 因此表 8 第(3)列进一步剔除省会城市, 以提高研究结论的稳健性。由表 8 可知, 城市数智化转型对创新的影响依然显著为正, 说明本文回归结果充分稳健。

表 8 稳健性检验: 改变样本范围

变量	(1)	(3)	(2)
	R&D	R&D	R&D
$AI\_post$	0.085 *** (0.037)	0.124 ** (0.101)	0.082 ** (0.111)
<i>Firm FE</i>	Yes	Yes	Yes
<i>Period FE</i>	Yes	Yes	Yes
<i>Ind × Period FE</i>	Yes	Yes	Yes
<i>Prv × Period FE</i>	Yes	Yes	Yes
<i>Controls</i>	Yes	Yes	Yes
<i>N</i>	12 457	13 609	7 151
<i>adj. R</i> <sup>2</sup>	0.721	0.731	0.737

## 四、进一步分析

### (一) 机制分析

#### 1. 城市数智化转型、知识溢出与企业创新

基于前文的机制分析, 本文使用专利引用衡量知识溢出。具体来说, 本文以上市公司专利引用专利的地域范围为知识溢出水平指标, 包括引用专利所属城市数量的对数 (*Citynum*) 及引用专利平均地理距离的对数 (*Distance*) 为被解释变量, 结果如表 9 所示。

首先, 通过匹配上市公司专利、所引用专利及所引用专利所属城市, 计算所引用专利所属的城市数量 (*Citynum*)。*Citynum* 越多, 则企业所引用专利的地理分布越广, 越能克服知识溢出的地理障碍。表 9 第(1)列显示, 国家新一代人工智能创新发展试验区建设后, 上市公司所引用专利的所属城市数量增加了 8.7%, 说明城市数智化转型促进了知识溢出。

其次,根据专利申请人地址,通过网络爬虫方法和百度地图 API 得到申请人经纬度,计算上市公司到所引用专利申请人的地理距离(*Distance*),并按企业一年度求平均值。*Distance* 越大,则企业越能缓解地理距离的障碍、引用距离自己较远的专利。表 9 第(2)列显示,城市数智化转型使得企业所引用专利的平均地理距离增加了 20.7%,说明企业能够在地理范围上更广泛地学习和借鉴其他创新主体的技术知识,促进知识溢出,企业创新的“能力”得以提升。

表 9 城市数智化转型与知识溢出

变量	(1)	(2)
	<i>Citynum</i>	<i>Distance</i>
<i>AI_post</i>	0.087 ** (0.043)	0.207 ** (0.080)
<i>Controls</i>	Yes	Yes
<i>Firm FE</i>	Yes	Yes
<i>Year FE</i>	Yes	Yes
<i>Ind × Year FE</i>	Yes	Yes
<i>Prv × Year FE</i>	Yes	Yes
<i>N</i>	8 687	8 260
<i>adj. R<sup>2</sup></i>	0.526	0.347

## 2. 城市数智化转型、创新环境与企业创新

根据前文的机制分析,本文创新环境主要从企业获取行政服务效率(*Efficiency*)、行政服务水平(*Level*)以及企业对政府信任度(*Transpar*)三个方面来衡量,回归的结果如表 11 所示。首先,借鉴文宏等<sup>[54]</sup>的研究,用词频法对各城市政府工作报告中企业方面的关键词进行提取,以此衡量企业获取行政服务的效率(*Efficiency*)。*Efficiency* 增加,说明企业方面所需要的服务得到政府更多的关注与更及时的处理,有利于缩短企业获得行政服务的时间,提高获取行政服务的效率。考虑到词频法衡量行政服务效率可能有词语选取的偏误从而影响结果的稳健,根据樊纲等<sup>[55]</sup>的研究,本文进一步选取城市财政支出占 GDP 的比重来捕捉企业获取行政服务水平(*Level*),这个指标可以反向衡量市场配置资源的比重。*Level* 下降,说明企业和市场分配资源的比重越高,政府部门更偏向于由“管理型政府”向“服务型政府”的身份转换,企业获取行政服务的水平将提高。表 10 第(1)列、第(2)列显

示,国家新一代人工智能创新发展试验区的设立后,企业获取行政服务效率显著提高,对企业相关问题的处理速度和关注度明显提高。同时,城市财政支出占 GDP 的比重显著下降约 0.74 个百分点,约占样本均值的 4.57%,说明城市数智化转型有利于政府向“服务型政府”身份转变,激发市场和企业自身活力。

表 10 城市数智化转型与创新环境

变量	(1)	(2)	(3)
	<i>Efficiency</i>	<i>Level</i>	<i>Transpar</i>
<i>AI_post</i>	0.306 ** (0.123)	-0.739 *** (0.206)	0.155 *** (0.059)
<i>Controls</i>	Yes	Yes	Yes
<i>Firm FE</i>	Yes	Yes	Yes
<i>Year FE</i>	Yes	Yes	Yes
<i>Ind × Year FE</i>	Yes	Yes	Yes
<i>Prv × Year FE</i>	Yes	Yes	Yes
<i>N</i>	23 813	20 333	24 374
<i>adj. R<sup>2</sup></i>	0.466	0.973	0.697

此外,参考马文涛等<sup>[56]</sup>的研究,本文的企业信任度(*Transpar*)由企业可以获得的政府财政透明度水平衡量。*Transpar* 越大,企业可以知晓的政府行政环节中的公开度和透明度越高,越有利于赢得企业的信任。表 10 第(3)列显示,国家新一代人工智能创新发展试验区的设立后,企业信任度显著提高 15.5%,说明城市数智化转型通过 AI 赋能政府行政工作等方式,提高了企业获得的行政活动公开度和透明度,增强了政企之间的信任水平,有利于打造政企合作、开放共赢的创新环境,增强企业创新“意愿”。

## (二)异质性分析

### 1. 企业规模和产权性质异质性

企业规模和产权性质是影响企业创新能力和行为的重要因素<sup>[57-59]</sup>。一方面,大规模企业通常拥有更多的资金和信息优势,享受规模经济和信息效益,形成更强的技术积累和创新优势,更容易拥有 AI 等数智化技术和设备获取知识溢出,而小规模企业更容易遭受“规模歧视”,获取信息和引用其他专利进行创新活动的成本相对更高,挤占小规模企业开展创新活动的资金<sup>[60]</sup>。另一方面,国有企业的重要地位使其更容易获得政策倾斜和

更高效的行政服务,而非国有企业可能遭受“所有制歧视”,面对更低的行政服务效率、更高的制度性交易成本等不利的创新环境<sup>[61]</sup>。因此,城市数智化转型对不同规模和不同产权性质企业的创新活动影响可能存在差异。

表 11 的结果表明,城市数智化转型的系数仅在 *Small* 和 *NSOE* 组才显著为正,而在 *Large* 和 *SOE* 组,其系数不显著。这表明,相对于大规模企业和国有企业,城市数智化转型为小规模和非国有企业提供了更多的市场空间和创新需求,激发了小规模企业的创新动机和意愿。这是因为小规模和非国有企业更多地借助国家新一代人工智能创新试验区设立所带来的技术和设备从其他企业或机构中获取和利用知识,实现知识溢出的效果,从而提高自身的创新水平和竞争力。而大规模和国有企业由于自身的资源和技术优势,更多地依靠内部的研发投入和技术积累,对城市数智化转型带来的技术依赖程度较低。此外,城市数智化转型通过统一的线上平台、更透明高效的服务模式使小规模非国有企业更能够享受到政府和社会为其提供的各种优惠政策、财政扶持、技术服务、人才培养等资源和机会,从而降低创新成本和风险,增强创新信心和动力。而大规模和国有企业由于自身的规模和地位优势,已经拥有了较好的创新环境,因此城市数智化转型对其创新环境优化的影响不明显。

表 11 企业规模和产权性质的异质性分析

变量	Size		Property	
	(1)	(2)	(3)	(4)
	<i>Large</i>	<i>Small</i>	<i>SOE</i>	<i>NSOE</i>
<i>AI_post</i>	0.077 (0.073)	0.090 ** (0.043)	0.133 (0.128)	0.088 ** (0.044)
<i>Controls</i>	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>Firm FE</i>	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>Year FE</i>	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>Ind × Year FE</i>	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>Prv × Year FE</i>	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>N</i>	12 149	12 108	5 680	18 609
<i>adj. R</i> <sup>2</sup>	0.735	0.638	0.767	0.699

## 2. 行业竞争程度异质性

行业竞争程度是指一个行业中企业之间的竞争强度和激烈程度。一般来说,竞争程度高的行

业具有更多的市场参与者、更低的市场集中度、更小的利润空间,同时这些行业的市场变化快、客户需求多、技术更新快等特征,要求企业不断获取和处理大量的新信息,以保持自身的竞争优势。因此,行业竞争程度高的企业在获取、处理、传递和使用信息过程中所需要付出的信息成本更高,获取知识溢出愈发困难<sup>[62]</sup>。而竞争程度低的行业往往通过垄断利润和资源优势,以较低的信息成本得到知识溢出福祉。行业竞争程度可以通过市场集中度、赫芬达尔指数、利润率等指标来衡量<sup>[63]</sup>,本文借鉴彭俞超等<sup>[64]</sup>的研究,基于公司销售额和总资产规模分别计算了赫芬达尔指数(*HHI*),将 *HHI* 低于中位数的行业划分为竞争激烈的行业,高于中位数的行业划分为竞争程度较低的行业(见表 12)。

表 12 行业竞争程度的异质性分析

变量	<i>HHI_Sale</i>		<i>HHI_Asset</i>	
	(1)	(2)	(3)	(4)
	<i>High</i>	<i>Low</i>	<i>High</i>	<i>Low</i>
<i>AI_post</i>	0.020 (0.060)	0.113 *** (0.043)	-0.036 (0.062)	0.141 *** (0.049)
<i>Controls</i>	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>Firm FE</i>	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>Year FE</i>	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>Ind × Year FE</i>	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>Prv × Year FE</i>	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>N</i>	12 100	11 954	12 271	11 557
<i>adj. R</i> <sup>2</sup>	0.712	0.771	0.708	0.784

表 12 的结果表明,城市数智化转型的系数仅在低 *HHI* 组才显著为正,而在高 *HHI* 组,其系数不显著。这表明,相对于竞争较弱的行业,城市数智化转型为处在竞争激烈行业中的企业提供了更多的数据资源和技术支持,使这些行业的企业能够利用 AI 等先进技术,提高获取、处理、传递和使用信息的效率和质量,从而降低创新活动中所需的信息成本,促进知识溢出。同时,数智化转型带来的创新环境优化有利于高竞争行业加强和所在市政企合作,促进高竞争企业与政府和其他企业进行知识共享、技术交流、资源整合等形式的创新协同,推动企业创新。而低竞争程度的企业由于存在垄断利润和较少的市场参与者,其对利用数智化技术获取知识溢出的需求相对较低,创新环

境优化对竞争程度较低尤其是垄断行业甚至会带来新的竞争对手,产生负面影响。

### 3. 地区市场化程度的异质性

市场化程度是指一个地区在经济活动中市场机制的作用和效率的程度。一般来说,市场化程度越高,意味着该地区的经济更自由、更开放,所在地往往更容易形成“服务型政府”,拥有优质的创新环境<sup>[65-67]</sup>。同时,市场化程度越高的地区往往信息的流动性越高,信息不对称程度越低,知识溢出越顺畅,而市场化程度低的行业会更闭塞<sup>[68]</sup>。本文通过樊纲指数衡量市场化程度,综合政府与市场的关系、产权制度与法治、非公有制经济发展、市场开放程度、金融与税收等在内的多个方面的数据,反映中国各地区市场化改革的进程和水平<sup>[55]</sup>。

表13的结果表明,城市数智化转型的系数仅在市场化程度低的地区才显著为正。这说明,相对于市场化程度高的地区,城市数智化转型为市场化程度低的地区提供了更多的知识溢出和知识获取路径,使当地企业能够从其他地区或行业中获得更多的知识和技术,从而提高自身的创新水平和竞争力。此外,城市数智化转型通过AI等技术为市场化程度低的地区提供了更便捷高效的政策支持和资源保障渠道,推动地区政府从“管理型”向“服务型”模式转变,从而优化创新环境,激发企业创新热情。而市场化程度高的地区已经拥有较为完善的知识溢出渠道和创新环境,所以受数智化转型影响有限。

表13 地区市场化程度的异质性分析

变量	<i>FG_Index</i>	
	(1)	(2)
	<i>High</i>	<i>Low</i>
<i>AI_post</i>	0.030 (0.033)	0.187 ** (0.078)
<i>Controls</i>	Yes	Yes
<i>Firm FE</i>	Yes	Yes
<i>Year FE</i>	Yes	Yes
<i>Ind × Year FE</i>	Yes	Yes
<i>Prv × Year FE</i>	Yes	Yes
<i>N</i>	12 393	11 935
<i>adj. R<sup>2</sup></i>	0.717	0.728

### (三) 城市数智化转型对企业创新产出的影响

本文在基准回归中使用研发支出作为“创新

投入指标”,来衡量企业创新活动。然而,研发支出可能受到市场和企业战略变动的干扰,并且不一定能反映创新产出的水平。因此,本文进一步采用企业的“创新产出指标”作为被解释变量,来分析城市数智化转型对所在城市企业创新产出活动的影响<sup>[42]</sup>。

表14展示了本文使用不同指标衡量企业创新产出,并回归城市数智化转型变量后得到的结果。第(1)列和第(2)列分别使用 *Pat\_N* 和 *Pat\_Q* 作为被解释变量,分别代表了企业 *i* 在第 *t* 年申请并最终获得授权的专利数量和该批专利在之后年份被引用次数。两者均取对数形式,并加 1 以避免零值。回归结果表明,在控制其他变量不变的情况下,当企业所在城市进行数智化转型后,企业的专利数量和被引用量分别增加 18.6% 和 19.2%。

第(3)列和第(4)列分别使用 *Origin* 和 *Genrn* 作为被解释变量,分别代表了企业专利的原创性和一般性。原创性指标使用企业引用专利所属类别的 HHI 计算,反映了专利引用的技术范围。一般性指标使用企业专利被引用的专利所属类别的 HHI 计算,反映了专利被引用的技术范围。结果显示,城市数智化转型使得专利原创性指标显著提高 0.018,约占样本均值的 9.38%;专利一般性指标提高 0.012,约占样本均值的 24%。

上述结果说明,城市数智化转型不仅提高了企业创新产出的数量和质量,还提高了企业创新产出的原创性和一般性,激发了企业创新活动的热情,有利于企业获得持续且高质量的专利产出。

表14 城市数智化转型与创新产出

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	<i>Pat_N</i>	<i>Pat_Q</i>	<i>Origin</i>	<i>Genrn</i>
<i>AI_post</i>	0.186 *** (0.051)	0.192 *** (0.073)	0.018 ** (0.009)	0.012 *** (0.004)
<i>Controls</i>	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>Firm FE</i>	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>Year FE</i>	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>Ind × Period FE</i>	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>Prv × Period FE</i>	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>N</i>	8 865	8 830	8 395	8 227
<i>adj. R<sup>2</sup></i>	0.689	0.791	0.515	0.538

### 五、结论和政策启示

打造 AI 赋能的数智化城市,已成为城市未来

发展的必然趋势。尽管中国在 AI 领域的论文和专利数量位居世界前列,但与发达国家相比,中国在与 AI 发展相关的基础设施、政策规范以及创新生态等方面仍存在较大差距。新一代科学技术融合度不足、缺乏核心技术的自主创新引领力以及与企业协同合作不够紧密等问题仍然存在<sup>[69]</sup>。因此,如何抓住 AI 发展的机遇,推动城市高质量发展,使企业共建共享城市数智化转型成果,成为提升中国城市综合竞争力的重要课题。

本文以国家新一代人工智能创新发展试验区为研究对象,结合经匹配得出的 2016—2022 年间中国上市公司的 24 657 个样本,以不同城市试验区建设的时序作为政策冲击,构建了双重差分模型,实证研究城市数智化转型对企业创新活动的影响及其具体机制。本文主要结论如下。城市数智化转型显著促进了企业的创新投入和创新产出。具体表现为所在城市数智化转型的企业相比于未转型企业,在研发投入、专利数量、专利被引用量、专利原创性和专利一般性等方面均表现出显著优势。机制分析发现,城市数智化转型可以通过增加知识溢出和优化创新环境两个机制增强企业投资的“能力”和“意愿”。异质性分析表明,城市数智化转型对企业创新的助推作用在中小民营企业、竞争激烈的行业以及市场化水平较低的地区更有效。

基于以上结论,本文可能具有以下政策启示。第一,进一步推动城市数智化转型。城市数智化转型对企业创新活动具有积极的影响,但有许多具备 AI 基础设施和良好产业环境的城市尚未纳入试验区布局。因此,建议加大对数智化基础设施建设的投入,包括提供充足的信息技术基础设施和数字化平台,为企业提供数据共享和应用的便利条件;推动数字技术和人工智能的应用,鼓励企业采用先进的数字技术和人工智能技术,提高生产效率和创新能力;建立创新支持体系,为企业提供创新咨询、技术转移和知识产权保护等服务,为企业提供更好的创新环境和支持。第二,加强中小民营企业的创新支持。异质性分析发现,城市

数智化转型对中小民营企业的创新助推作用更为有效。因此,政府应该通过 AI 等技术赋能减税、补贴和创新基金等方式,为中小民营企业提供更智能、更高效的财务支持,鼓励其投入创新活动。第三,加大创新支持力度的差异化。研究结果表明,城市数智化转型对竞争激烈的行业和市场化水平较低地区的企业创新影响更为显著。因此,针对竞争激烈的行业,应加强技术研发和知识产权保护力度,帮助企业提升技术水平和创新能力。针对市场化水平较低的地区,加大创新资源的引导和配置力度,提供更多的创新合作机会和技术转移支持。

#### 参考文献:

- [1] 夏昊翔,王众托. 从系统视角对智慧城市的若干思考 [J]. 中国软科学, 2017(7): 66-80.
- [2] YIGITCANLAR T, DESOUZA K, BUTLER L, et al. Contributions and risks of artificial intelligence (AI) in building smarter cities: insights from a systematic review of the literature [J]. Energies, 2020, 13(6): 1473.
- [3] 苏玺鉴,胡安俊. 人工智能的产业与区域渗透:态势、动力、模式与挑战[J]. 经济学家, 2023(2): 79-89.
- [4] 李姝,翟士运,古朴. 非控股股东参与决策的积极性与企业技术创新[J]. 中国工业经济, 2018(7): 155-173.
- [5] 曾萍,邬绮虹. 女性高管参与对企业技术创新的影响:基于创业板企业的实证研究[J]. 科学学研究, 2012, 30(5): 773-781.
- [6] 肖利平. 公司治理如何影响企业研发投入:来自中国战略性新兴产业的经验考察[J]. 产业经济研究, 2016(1): 60-70.
- [7] 石大千,丁海,卫平,等. 智慧城市建设能否降低环境污染[J]. 中国工业经济, 2018(6): 117-135.
- [8] 袁航,朱承亮. 智慧城市是否加速了城市创新? [J]. 中国软科学, 2020(12): 75-83.
- [9] 湛泳,李珊. 智慧城市建设、创业活力与经济高质量发展:基于绿色全要素生产率视角的分析[J]. 财经研究, 2022, 48(1): 4-18.
- [10] 郭庆宾,汪涌. 城市发展因智慧而绿色吗? [J]. 中国软科学, 2022(9): 172-183.
- [11] CHEN J. Mitigating nitrogen dioxide air pollution: the roles and effect of national smart city pilots in China [J]. Energy, 2023(263): 125652.

- [12] BOTTAZZI L, PERI G. Innovation and spillovers in regions: evidence from European patent data [J]. European economic review, 2003, 47(4): 687-710.
- [13] ARROW K J. The economic implications of learning by doing [M]//Readings in the theory of growth. Springer, 1971: 131-149.
- [14] ROMER P M. Endogenous technological change [J]. Journal of political economy, 1990, 98(5, Part 2): S71-S102.
- [15] 曹勇, 蒋振宇, 孙合林, 等. 知识溢出效应、创新意愿与创新能力:来自战略性新兴产业企业的实证研究 [J]. 科学学研究, 2016, 34(1): 89-98.
- [16] JAFFE A B, TRAJTENBERG M, HENDERSON R. Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations [J]. Quarterly journal of economics, 1993, 108(3): 577-598.
- [17] ACS Z J, AUDRETSCH D B, FELDMAN M P. R&D spillovers and recipient firm size [J]. Review of economics and statistics, 1994, 76(2): 336.
- [18] AUDRETSCH D B, FELDMAN M P. R&D spillovers and the geography of innovation and production [J]. American economic review, 1996, 86(3): 630-640.
- [19] AUDRETSCH D B, LEHMANN E E, WARNING S. University spillovers and new firm location [J]. Research policy, 2005, 34(7): 1113-1122.
- [20] ALMEIDA P, KOGUT B. Localization of knowledge and the mobility of engineers in regional networks [J]. Management science, 1999, 45(7): 905-917.
- [21] PERERA C, ZASLAVSKY A, CHRISTEN P, et al. Sensing as a service model for smart cities supported by internet of things [J]. Transactions on emerging telecommunications technologies, 2014, 25(1): 81-93.
- [22] 石大千, 李格, 刘建江. 信息化冲击、交易成本与企业TFP:基于国家智慧城市建设的自然实验 [J]. 财贸经济, 2020, 41(3): 117-130.
- [23] 赵星. 新型数字基础设施的技术创新效应研究 [J]. 统计研究, 2022, 39(4): 80-92.
- [24] 沈坤荣, 林剑威, 傅元海. 网络基础设施建设、信息可得性与企业创新边界 [J]. 中国工业经济, 2023(1): 57-75.
- [25] 中国人民银行征信中心与金融研究所联合课题组. 互联网信贷、信用风险管理与征信 [J]. 金融研究, 2014(10): 133-147.
- [26] PAUNOV C, ROLLO V. Has the internet fostered inclusive innovation in the developing world? [J]. World development, 2016(78): 587-609.
- [27] 薛成, 孟庆玺, 何贤杰. 网络基础设施建设与企业技术知识扩散:来自“宽带中国”战略的准自然实验 [J]. 财经研究, 2020, 46(4): 48-62.
- [28] 王克稳. 我国行政审批制度的改革及其法律规制 [J]. 法学研究, 2014, 36(2): 3-19.
- [29] 聂爱云, 何杨, 梁权熙. 行政审批效率对企业创新活动的影响 [J]. 产业组织评论, 2021, 15(3): 122-143.
- [30] 王永进, 冯笑. 行政审批制度改革与企业创新 [J]. 中国工业经济, 2018(2): 24-42.
- [31] 邵传林. 行政审批制度改革对企业成长的影响:基于民企与国企的比较 [J]. 经济与管理, 2022, 36(5): 73-84.
- [32] 朱旭峰, 张友浪. 创新与扩散:新型行政审批制度在中国城市的兴起 [J]. 管理世界, 2015(10): 91-105.
- [33] 黄群慧, 余泳泽, 张松林. 互联网发展与制造业生产率提升:内在机制与中国经验 [J]. 中国工业经济, 2019(8): 5-23.
- [34] 刘凤朝, 孙玉涛. 我国科技政策向创新政策演变的过程、趋势与建议:基于我国 289 项创新政策的实证分析 [J]. 中国软科学, 2007(5): 34-42.
- [35] OLIVER C, HOLZINGER I. The effectiveness of strategic political management: a dynamic capabilities framework [J]. Academy of management review, 2008, 33(2): 496-520.
- [36] 余明桂, 范蕊, 钟慧洁. 中国产业政策与企业技术创新 [J]. 中国工业经济, 2016(12): 5-22.
- [37] TAN Y, TIAN X, ZHANG X, et al. The real effect of partial privatization on corporate innovation: evidence from China's split share structure reform [J]. Journal of corporate finance, 2020(64): 101661.
- [38] 刘京军, 徐浩萍. 机构投资者:长期投资者还是短期机会主义者? [J]. 金融研究, 2012(9): 141-154.
- [39] 张成思, 张步晨. 中国实业投资率下降之谜:经济金融化视角 [J]. 经济研究, 2016, 51(12): 32-46.
- [40] 李青原, 陈世来, 陈昊. 金融强监管的实体经济效应:来自资管新规的经验证据 [J]. 经济研究, 2022, 57(1): 137-154.
- [41] LI P, LU Y, WANG J. Does flattening government improve economic performance? evidence from China [J]. Journal of development economics, 2016(123): 18-37.
- [42] 李春涛, 宋敏. 中国制造业企业的创新活动:所有制

- 和 CEO 激励的作用 [J]. 经济研究, 2010, 45(5): 55-67.
- [43] FANG J, HE H, LI N. China's rising IQ (Innovation Quotient) and growth: firm-level evidence [J]. Journal of development economics, 2020(147): 102561.
- [44] FAMA E F, FISHER L, JENSEN M C, et al. The adjustment of stock prices to new information [J]. International economic review, 1969, 10(1): 1.
- [45] ROTH J, SANT ANNA P H, BILINSKI A, et al. What's trending in difference-in-differences? a synthesis of the recent econometrics literature [J]. Journal of econometrics, 2023, 235(2): 2218-2244.
- [46] RAMBACHAN A, ROTH J. A more credible approach to parallel trends [J]. Review of economic studies, 2023, 90(5): 2555-2591.
- [47] 许文立, 孙磊. 市场激励型环境规制与能源消费结构转型: 来自中国碳排放权交易试点的经验证据 [J]. 数量经济技术经济研究, 2023, 40(7): 133-155.
- [48] DE CHAISEMARTIN C, D HAULTFOUILLE X. Two-way fixed effects estimators with heterogeneous treatment effects [J]. American economic review, 2020, 110(9): 2964-2996.
- [49] GOODMAN-BACON A. Difference-in-differences with variation in treatment timing [J]. Journal of econometrics, 2021, 225(2): 254-277.
- [50] CALLAWAY B, SANT ANNA P H C. Difference-in-differences with multiple time periods [J]. Journal of econometrics, 2021, 225(2): 200-230.
- [51] SUN L, ABRAHAM S. Estimating dynamic treatment effects in event studies with heterogeneous treatment effects [J]. Journal of econometrics, 2021, 225(2): 175-199.
- [52] 刘冲, 沙学康, 张妍. 交错双重差分: 处理效应异质性与估计方法选择 [J]. 数量经济技术经济研究, 2022, 39(9): 177-204.
- [53] 吕越, 陆毅, 吴嵩博, 等. “一带一路”倡议的对外投资促进效应: 基于 2005—2016 年中国企业绿地投资的双重差分检验 [J]. 经济研究, 2019, 54(9): 187-202.
- [54] 文宏, 赵晓伟. 政府公共服务注意力配置与公共财政资源的投入方向选择: 基于中部六省政府工作报告(2007—2012 年)的文本分析 [J]. 软科学, 2015, 29(6): 5-9.
- [55] 樊纲, 王小鲁, 张立文, 等. 中国各地区市场化相对进程报告 [J]. 经济研究, 2003(3): 9-18.
- [56] 马文涛, 张朋. 财政透明度、逆周期调控与政府债务规模 [J]. 世界经济, 2020, 43(5): 23-48.
- [57] TONG H, WEI S. Does trade globalization induce or inhibit corporate transparency? unbundling the growth potential and product market competition channels [J]. Journal of international economics, 2014, 94(2): 358-370.
- [58] 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.
- [59] 宋敏, 司海涛, 周鹏, 等. 金融科技发展能否促进银行创新: 信息赋能与产业竞争的视角 [J/OL]. 南开管理评论: 1-29 [2023-10-17]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/12.1288.f.20230403.1113.003.html>.
- [60] 李旭超, 罗德明, 金祥荣. 资源错置与中国企业规模分布特征 [J]. 中国社会科学, 2017(2): 25-43.
- [61] 黎文靖, 李耀淘. 产业政策激励了公司投资吗 [J]. 中国工业经济, 2014(5): 122-134.
- [62] 李青原, 李昱, 章尹赛楠, 等. 企业数字化转型的信息溢出效应: 基于供应链视角的经验证据 [J]. 中国工业经济, 2023(7): 142-159.
- [63] 陈志斌, 王诗雨. 产品市场竞争程度、融资约束与企业现金流风险 [J]. 财务研究, 2015(4): 14-23.
- [64] 彭俞超, 黄娴静, 沈吉. 房地产投资与金融效率: 金融资源“脱实向虚”的地区差异 [J]. 金融研究, 2018(8): 51-68.
- [65] 刘凤朝, 潘雄锋, 施定国. 基于集对分析法的区域自主创新能力评价研究 [J]. 中国软科学, 2005(11): 83-91, 106.
- [66] 冯宗宪, 王青, 侯晓辉. 政府投入、市场化程度与中国工业企业的技术创新效率 [J]. 数量经济技术经济研究, 2011, 28(4): 3-17.
- [67] SUN B, RUAN A, PENG B, et al. Pay disparities within top management teams, marketization and firms' innovation: evidence from China [J]. Journal of the asia pacific economy, 2022, 27(4): 715-735.
- [68] 宋敏, 周鹏, 司海涛. 金融科技与企业全要素生产率: “赋能”和信贷配给的视角 [J]. 中国工业经济, 2021(4): 138-155.
- [69] 辜胜阻, 杨建武, 刘江日. 当前我国智慧城市建设中的问题与对策 [J]. 中国软科学, 2013(1): 6-12.

(本文责编:润 泽)