



重庆大学学报(社会科学版)
Journal of Chongqing University(Social Science Edition)
ISSN 1008-5831,CN 50-1023/C

《重庆大学学报(社会科学版)》网络首发论文

题目：国家人工智能创新应用先导区如何推动乡村产业振兴：基于技术赋能与创新空间扩散的视角
作者：黄庆华，王浩力
网络首发日期：2026-09-09
引用格式：黄庆华，王浩力. 国家人工智能创新应用先导区如何推动乡村产业振兴：基于技术赋能与创新空间扩散的视角[J/OL]. 重庆大学学报(社会科学版).
<https://link.cnki.net/urlid/50.1023.C.20260909.1344.002>



网络首发：在编辑部工作流程中，稿件从录用到出版要经历录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿等阶段。录用定稿指内容已经确定，且通过同行评议、主编终审同意刊用的稿件。排版定稿指录用定稿按照期刊特定版式（包括网络呈现版式）排版后的稿件，可暂不确定出版年、卷、期和页码。整期汇编定稿指出版年、卷、期、页码均已确定的印刷或数字出版的整期汇编稿件。录用定稿网络首发稿件内容必须符合《出版管理条例》和《期刊出版管理规定》的有关规定；学术研究成果具有创新性、科学性和先进性，符合编辑部对刊文的录用要求，不存在学术不端行为及其他侵权行为；稿件内容应基本符合国家有关书刊编辑、出版的技术标准，正确使用和统一规范语言文字、符号、数字、外文字母、法定计量单位及地图标注等。为确保录用定稿网络首发的严肃性，录用定稿一经发布，不得修改论文题目、作者、机构名称和学术内容，只可基于编辑规范进行少量文字的修改。

出版确认：纸质期刊编辑部通过与《中国学术期刊（光盘版）》电子杂志社有限公司签约，在《中国学术期刊（网络版）》出版传播平台上创办与纸质期刊内容一致的网络版，以单篇或整期出版形式，在印刷出版之前刊发论文的录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿。因为《中国学术期刊（网络版）》是国家新闻出版广电总局批准的网络连续型出版物（ISSN 2096-4188，CN 11-6037/Z），所以签约期刊的网络版上网络首发论文视为正式出版。

Doi: 10.11835/j.issn.1008-5831.jg.2026.08.006

国家人工智能创新应用先导区如何推动乡村产业振兴：基于技术赋能与创新空间扩散的视角

黄庆华，王浩力

（西南大学 经济管理学院，重庆 400715）

摘要：国家人工智能创新应用先导区（以下简称人工智能先导区或先导区）的设立是推动人工智能和实体经济深度融合的重要举措。文章将人工智能先导区的设立作为准自然实验，构建多期双重差分模型，实证评估了人工智能先导区推动乡村产业振兴的政策效应。文章的主要研究结论如下：一是人工智能先导区的建设显著促进了先导区内乡村产业振兴水平的提升，经过多种稳健性检验和内生性问题处理后，该结论依然成立。二是人工智能先导区能够通过促进农业技术进步、驱动乡村产业升级、优化供应链体系、推动农产品上行等途径提升乡村产业振兴水平。三是人工智能先导区对乡村产业振兴具有显著的空间溢出效应，人工智能技术与创新活动的扩散对周边地区乡村产业振兴水平的提升具有明显正向带动作用，形成了创新空间扩散格局。四是异质性分析表明，高等院校资源集聚和地方政府对人工智能的政策关注度能够显著强化人工智能先导区的政策效应，而百强中学资源及中国科学院分院的调节作用尚未获得显著支持。上述结论蕴含以下政策启示：加快人工智能基础设施建设，夯实乡村智能化发展基础；完善人工智能赋能的制度供给，强化政策协同与区域联动；强化高等院校与乡村产业的产学研合作，增强区域创新吸收能力；注重空间外溢效应制度设计，构建区域创新扩散网络。

关键词：国家人工智能创新应用先导区；技术赋能；创新空间扩散；双重差分

中图分类号：F299.2；F323；F124

文献标志码：A

引言

习近平总书记在庆祝中国共产党成立 105 周年大会上的重要讲话中指出，要“顺应发展潮流，始终走在时代前列”，完整准确全面贯彻新发展理念，扎实推动高质量发展^①。当前，新一轮科技革命和产业变革深入发展，人工智能加速向农业农村领域渗透。2025 年中央一号文件明确提出“支持发展智慧农业，拓展人工智能、数据、低空等技术应用场景”^②；国务院《关于深入实施“人工智能+”行动的意见》进一步要求发展智能农机、农业无人机

基金项目：重庆市教委人文社科研究项目哲学社会科学重大理论研究阐释专项课题（26SKCS）

作者简介：黄庆华，西南大学经济管理学院教授，博士生导师，Email: hqh@swu.edu.cn

①参见《习近平：在庆祝中国共产党成立 105 周年大会上的讲话》，https://www.gov.cn/yaowen/liebiao/202607/content_7073949.htm。

②参见《首提发展农业新质生产力，中央一号文件这样点题》，https://www.gov.cn/zhengce/202502/content_7005237.htm。

等装备^③。党的二十届四中全会审议通过的《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十五个五年规划的建议》也提出全面实施“人工智能+”行动，推动人工智能与产业发展深度融合^④。产业振兴是乡村全面振兴的基础，如何充分发挥人工智能的技术赋能作用，推动乡村产业生产方式、组织模式和价值链体系转型，已成为加快农业农村现代化的重要议题。

作为一种具有普遍适用性、动态演进性和创新互补性的通用目的技术，人工智能能够广泛渗透到各个领域，对经济社会发展产生显著影响^[1]。现有研究普遍认为，人工智能能够通过重塑生产要素配置与创新网络结构推动产业转型升级。在制造业领域，人工智能赋能促进了智能制造与数字工厂建设，显著提升了制造业各行业门类的生产效率^[2]。人工智能还通过加快知识创造、集聚创新人才、优化劳动力结构和改善创新信息供给等途径激发制造业创新活力，推动制造业绿色发展^[3-4]。在服务业领域，人工智能推动平台经济与服务业产业体系重构，这种重构集中体现为对生产性服务业的范式重构与产业空心化治理路径的创新，即先进制造业与生产性服务业在人工智能的赋能下进一步融合发展，在防范产业空心化风险的同时，推动服务业产业链延伸和价值链跃升^[5-6]。在农业与乡村经济领域，人工智能技术被视为推动农业产业转型升级的重要动力源泉。人工智能技术能够推动中国农业的创新性改造，在提升农业生产效率的同时促进农业与二三产业的融合，加快农业新质生产力的形成^[7]。

人工智能推动乡村产业振兴并非只是将人工智能技术作为单纯的工具投入，而是实现乡村产业发展能力的重构与绩效提升。一方面人工智能技术作为生产要素或工具，能够提升农业生产效率、降低成本、优化资源配置；另一方面人工智能技术的引入能够优化农业生产主体的决策行为和管理手段，从而使农业生产形成新的转型升级能力与市场竞争优势^[8]。此外，人工智能技术还能够拓展制度边界并重塑资源配置模式^[9]，通过制度渗透与协同创新机制实现宏观层面的乡村经济赋能效应^[10]。国家人工智能创新应用先导区的设立，是促进人工智能和实体经济深度融合的重要举措，其设立的目的在于推动人工智能产业技术攻关与应用落地的协同发展。创新空间扩散理论认为，示范区建设带来的制度创新与技术创新具有显著的空间溢出效应，通过地理邻近、产业关联与政策联动等途径实现扩散^[11]。大量的研究表明，国家级大数据综合试验区、自由贸易区、产业转型升级示范区等的设立能够通过制度先行、资源集聚与知识技术外溢带动周边地区创新水平提升^[12-15]。人工智能先导区的设立将进一步推动区域内人工智能创新活动的繁荣与技术应用示范，实现人工智能与乡村产业的深度融合发展，同时其政策溢出还能够通过人才流动、数据共享与技术转移等途径推动周边地区的农业智能化与乡村产业升级，从而形成从技术赋能到创新扩散再到乡村产业振兴的空间效应链条。

现有研究主要考察人工智能及相关试点政策对城市创新、产业结构升级和企业数字化转型的影响，对人工智能先导区推动乡村产业振兴的政策效应及其空间传导机制关注不足。基于此，本文将人工智能先导区设立视为一项准自然实验，利用 2013—2023 年地级市面板数据构建多期双重差分模型，考察其对乡村产业振兴的影响，并从农业技术进步、乡村产业升级、农产品供应链优化和农产品上行等方面分析作用渠道。在此基础上，本文进一步构建空间计量模型，识别政策效应的空间溢出范围和距离衰减特征，并考察地方政策关注度与科教资源的强化作用。本文的边际贡献主要体现在三个方面：一是将人工智能先导区政策与乡村产业振兴相结合，拓展了人工智能应用政策的研究对象，为认识人工智能赋能农业农村现代化提供经验证据。二是将技术赋能与创新空间扩散纳入统一分析框架，在识别先导区直接政策效应的基础上，进一步揭示其通过技术应用、产业升级和空间溢出推动乡村产业振兴的作

③参见《国务院关于深入实施“人工智能+”行动的意见（国发〔2025〕11号）》，https://www.gov.cn/gongbao/2025/issue_12266/202509/content_7039598.html。

④参见《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十五个五年规划的建议》，https://www.gov.cn/zhengce/202510/content_7046050.htm。

用机制。三是考察政策效应的空间边界及其区域吸收条件，为优化人工智能先导区布局、完善跨区域创新协同机制和提高人工智能赋能乡村产业的实际效果提供政策参考。

一、理论分析与研究假设

人工智能先导区对乡村产业振兴的影响具有本地赋能、空间扩散和条件强化三个层次。首先，先导区通过完善基础设施、集聚创新资源和拓展应用场景，直接改善乡村产业发展的技术与制度环境；其次，这一总体效应主要通过农业技术进步与产业升级、供应链优化与农产品上行两条渠道实现；再次，先导区形成的知识、技术和制度创新还可能突破行政区划边界，对周边地区产生空间溢出；此外，政策效应的实现程度受到地方政策关注度和科教资源的影响。基于此，本文从总体效应、作用渠道、空间扩散和强化条件四个方面展开理论分析。

（一）人工智能先导区推动乡村产业振兴的总体效应

人工智能是以数据、算法和算力为支撑的通用目的技术，具有普遍适用性、动态演进性和创新互补性，能够通过提高信息处理效率、优化生产决策和重组要素配置方式推动产业发展^[16]。农业生产则具有自然风险高、经营主体分散和信息不对称突出等特征，人工智能在数据识别、预测分析和智能决策等方面的优势，能够较好地适应农业生产经营的现实需要。一方面，人工智能与物联网、遥感和智能装备相结合，可以提高农业生产监测、资源配置和风险预警能力，降低农业经营对个体经验的依赖；另一方面，人工智能可以嵌入生产、加工、流通和销售等环节，促进不同产业主体之间的信息共享与业务协同，提升乡村产业链整体运行效率^[17-20]。然而，人工智能的潜在技术优势并不会自动转化为乡村产业发展成效，其实现还取决于应用场景、基础设施和制度供给。人工智能先导区正是连接技术创新与产业应用的重要政策载体。人工智能先导区是推动人工智能技术创新与实体经济应用相结合的重要政策载体。其建设通过集聚创新资源、完善数字基础设施、拓展技术应用场景和提供配套制度支持，能够降低人工智能技术在农业农村领域的应用成本和试错风险，加快技术成果由研发环节向乡村产业转化。由此，人工智能对乡村产业的影响不再局限于单项技术投入，而是进一步表现为生产方式、产业组织和资源配置模式的系统性转变，从而推动乡村产业振兴。据此，本文提出假设 H1。

假设 H1：人工智能先导区建设能够显著提升设立地区的乡村产业振兴水平。

（二）人工智能先导区加快农业技术进步与乡村产业升级

熊彼特创新理论认为，技术创新通过打破既有生产方式和产业结构推动经济发展。传统农业主要依靠土地、劳动力等要素投入，生产经营决策具有较强的经验依赖性。人工智能先导区通过集聚科研机构、数字平台和智能装备企业，能够促进人工智能技术与农业生产场景对接，推动农业生产由要素投入和经验判断驱动转向数据与技术驱动^[21-23]。首先，先导区能够降低农业人工智能技术研发与应用之间的信息壁垒，推动智能感知、精准作业和风险监测等技术创新，提高智慧农业专利产出及科技成果转化效率。其次，技术进步能够催生智慧农业企业、科技型农产品加工企业等新型经营主体，促进农业与制造业、信息服务业融合发展。最后，人工智能技术的应用还会推动传统农业企业进行设备更新、流程再造和组织调整，促进乡村产业链延伸和产品附加值提升。因此，人工智能先导区首先通过集聚创新资源促进农业技术研发和成果转化，进而培育智慧农业与科技型农产品加工企业，推动乡村产业由传统种养殖向智能生产、精深加工和技术服务等领域拓展，形成“技术进步到主体培育再到产业升级”的传导链条。据此，本文提出假设 H2a。

假设 H2a：人工智能先导区能够通过促进农业技术进步和乡村产业升级推动乡村产业振兴。

（三）人工智能先导区促进农产品上行与优化农产品供应链

农产品具有易腐易损、生产分散和季节性较强等特点，其价值实现不仅取决于生产效率，还受到仓储、物流、市场匹配和销售渠道的制约。传统农产品供应链环节较多，生产端与消费端之间存在明显的信息不对称，容易造成物流损耗、供需错配和交易成本上升。人工智能技术能够通过数据分析、智能调度与供需预测提高供应链的信息透明度和协同效率，推动乡村产业由生产环节向加工、流通和销售等高附加值环节延伸^[24-27]。一方面，人工智能与冷链物流、仓储管理和运输网络相结合，可以实现对温度、库存和运输路线的动态监测与优化，降低农产品流通损耗，提高供应链运行效率。另一方面，人工智能可以依托电商平台分析市场需求和消费者偏好，通过算法推荐、精准营销和产销匹配拓展农产品销售半径，缓解小规模农业经营主体面临的信息约束和市场进入障碍。其中，供应链优化主要改善农产品从生产端到流通端的运输与仓储效率，农产品上行则进一步改善生产端与消费端之间的市场连接，两者共同推动农产品价值实现。随着冷链物流、供应链服务和农村电商等主体加快集聚，数据与算法逐渐成为乡村产业竞争的新要素，推动农产品由初级生产向品牌化、网络化和高附加值经营转变^[28]。据此，本文提出假设 H2b。

假设 H2b: 人工智能先导区能够通过优化农产品供应链和促进农产品上行推动乡村产业振兴。

（四）人工智能先导区驱动知识技术流动与区域协同发展

前述分析主要关注人工智能先导区对设立地区的内部赋能效应，但新经济地理学派和创新空间扩散理论认为，创新活动具有明显的空间外部性，知识、技术和制度创新可以通过人才流动、技术转移、产业关联与示范模仿向周边地区扩散^[29-32]。人工智能先导区集中了技术研发、场景应用和政策创新等资源，其产生的政策效应因而可能突破行政区划边界，对邻近地区形成辐射带动作用。具体而言，先导区形成的人工智能技术和智慧农业应用方案可以通过企业跨区域经营、科研合作与技术服务向周边地区传播；先导区内智能装备企业、数字平台和供应链企业与周边地区农业经营主体建立产业联系，也有助于推动农业数据、技术和市场信息跨区域流动。同时，先导区的政策制度和应用模式具有示范作用，邻近地区可以通过学习模仿降低人工智能项目的制度创新成本。由此，先导区可能形成以政策设立地区为核心、周边地区为扩散区域的空间联动格局。但是，知识技术扩散仍然受到地理距离、信息成本和区域吸收能力的制约。随着空间距离增加，区域之间的人员往来、产业联系与政策协同逐渐减弱，人工智能先导区的正向溢出效应可能相应衰减；距离过远时，还可能因创新人才、资本和产业项目向先导区集中而产生要素竞争效应。因此，其空间影响可能呈现“近距离正向溢出、远距离逐渐衰减”的特征。据此，本文提出假设 H3。

假设 H3: 人工智能先导区建设具有显著的空间溢出效应，能够通过知识技术流动和创新空间扩散促进周边地区乡村产业振兴，但该效应会随地理距离增加而衰减。

（五）人工智能先导区政策效应的强化条件

人工智能先导区能否将技术与制度优势转化为乡村产业发展成效，不仅取决于技术和资源投入，还受到地方制度供给与创新吸收能力的影响。地方政府既是政策执行者，也是应用场景建设和创新资源配置的重要组织者^[33-36]。地方政府对人工智能的关注度越高，越可能通过财政投入、项目支持、数据治理和部门协调等方式推动技术应用，降低人工智能进入农业农村领域的制度障碍，提高先导区政策的落地效率。科教资源则构成地区吸收和转化人工智能技术的重要基础。吸收能力理论表明，地区既有的知识积累和人力资本水平会影响其识别、吸收与应用外部知识的能力^[37]。高等院校和科研机构能够提供人工智能人才、科研成果和技术服务，并通过产学研合作推动相关技术由实验室向农业生产、农产品加工和流通领域转化。科教资源越丰富，地区对先导区技术创新和知识溢出的承接能力越强，人工智能赋能乡村产

业的效果也越明显。据此，本文提出假设 H4。

假设 H4：地方政府的人工智能政策关注度和科教资源积累能够强化人工智能先导区推动乡村产业振兴的政策效应。

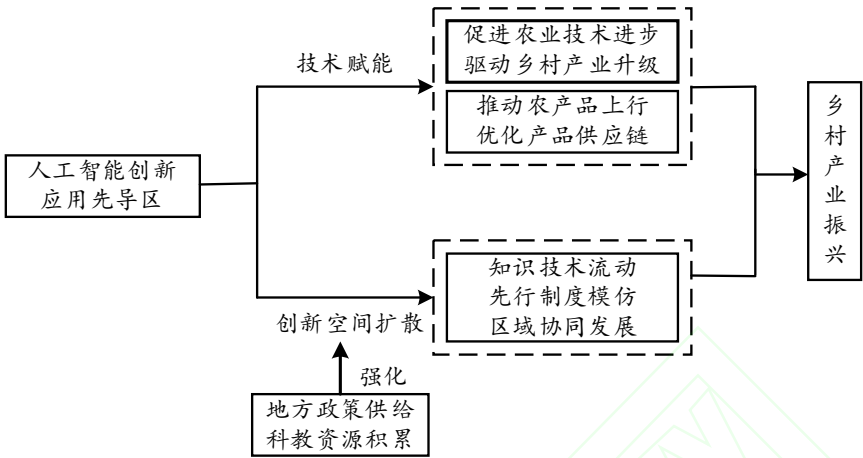


图 1 人工智能先导区推动乡村产业振兴的理论逻辑

二、研究设计

（一）变量选取与数据来源

1.核心被解释变量

本文的核心被解释变量为地区乡村产业振兴水平指数（*RIR*）。借鉴祝清等、李明和肖海峰、王轶等^[38-40]的研究，从产业发展水平、产业融合能力、科技与要素支撑、可持续发展与富农效益四个维度选取 14 项指标，并采用熵值法测算综合指数。为消除指标量纲和数量级差异，测算前对各项指标进行标准化处理，具体指标及其权重见表 1。表 1 显示，各指标权重总体较为均衡，除农产品电子商务商铺数量和农林牧渔从业人员权重相对较高外，其他指标不存在权重过度集中的情况，能够较为全面地反映地区乡村产业振兴水平。

表 1 乡村产业振兴指标体系构成

一级指标	二级维度	指标名称	指标权重	指标属性
产业发展水平	农业综合产出	农林牧渔业总产值（亿元）	0.051 4	正向
	粮食产出	粮食产量（万吨）	0.068 3	正向
	经济作物产出	油料产量和棉花产量之和（吨）	0.103 1	正向
	果蔬产出	蔬菜产量和水果产量之和（吨）	0.076 7	正向
	肉蛋奶及水产品产出	肉蛋奶及水产品产量（吨）	0.054 1	正向
产业融合能力	融合销售渠道	农产品电子商务商铺数量（家）	0.177 3	正向
	现代化发展	设施农业占地面积（公顷）	0.040 6	正向
	组织化发展	农业专业合作社数量（家）	0.051 3	正向
科技与要素支撑	机械装备投入	农业机械总动力（千瓦特）	0.046 9	正向
	土地资源投入	农业播种面积（千公顷）	0.044 1	正向
	劳动力投入	农林牧渔从业人员（万人）	0.220 4	正向
	农业生产效率	采用随机前沿计算的技术效率	0.024 7	正向
可持续发展与富农效益	农民收益	农村居民人均可支配收入（元）	0.023 3	正向

一级指标	二级维度	指标名称	指标权重	指标属性
	生态基础	净初级生产力 (NPP)	0.017 2	正向

2.核心解释变量

本文的核心解释变量为人工智能先导区政策变量。2019 年首批设立上海、深圳和济南—青岛先导区，2021 年新增北京、天津、杭州、广州和成都，2022 年新增南京、武汉和长沙。由于济南—青岛分别对应两个地级市，11 个先导区共包含 12 个处理组城市。若城市*i*在年份*t*已获批设立先导区，则人工智能先导区政策变量(*AIAP*)取 1，否则取 0，其余城市为对照组。

3.控制变量和机制变量

参考杨秋月和阳镇^[41]的研究，本文控制可能同时影响先导区设立和乡村产业振兴的城市特征，包括经济发展水平、消费品市场发展水平、政府支持水平、科技创新水平、教育发展水平和人口分布状况，分别以地区生产总值、社会消费品零售总额、地方财政一般预算内支出、发明专利数量、普通高等学校在校学生人数和人口密度衡量，部分变量在回归中进行对数化处理。为检验人工智能先导区的作用渠道，本文还选取智慧农业专利数量、智慧农业企业数量和科技型农产品加工企业数量衡量农业技术进步与乡村产业升级；选取农产品冷链物流企业数量、农产品供应链物流企业数量、淘宝村数量和农产品电子商铺数量衡量农产品供应链优化与农产品上行情况^[42-43]。

4.数据来源

本文使用 2013—2023 年的地级市面板数据进行实证分析。其中人工智能先导区名单及获批时间根据工业和信息化部公布的批复文件整理得到，乡村产业振兴指标中的农业生产、要素投入及其他城市经济社会数据，主要来自各省份统计年鉴、《中国统计年鉴》《中国城市统计年鉴》及中国知网经济社会大数据研究平台。对于不同统计资料之间单位或统计口径不一致的数据，统一单位后按照城市名称和行政区划代码进行匹配。净初级生产力数据来自地球资源数据云。原始数据为全国尺度的栅格数据，本文利用 ArcGIS 10.7 按照地级市行政边界进行分区提取和汇总，得到市级年度 NPP 数据。农产品电子商铺数量由作者利用爬虫技术从京东、淘宝和天猫等主要电商平台采集，并依据商铺经营范围、产品类别及注册所在地识别农产品电子商铺，汇总至地级市层面。机制变量中的智慧农业企业、科技型农产品加工企业、农产品冷链物流企业和农产品供应链物流企业数据来自企查查产业链数据库。本文根据企业所属产业链类别和注册地信息进行筛选、去重，并按城市和年份汇总。智慧农业专利数据来自企查查专利数据库，通过专利申请主体与智慧农业企业名单匹配获得，再按照专利申请年份和企业注册地整理为市级面板数据。淘宝村数据来自阿里研究院公布的历年淘宝村名单，依据所属县区和城市归并至地级市层面。在数据处理过程中，各类数据经单位统一、城市名称校正和行政区划代码匹配后，形成 2013—2023 年地级市面板数据。受部分指标缺失影响，不同模型的有效观测值略有差异。主要变量的定义和描述性统计见表 2。

表 2 双重差分模型主要变量的描述性统计

变量属性	变量名称	变量说明	观测值	平均值	标准差	最小值	最大值
被解释变量	乡村产业振兴	熵值法计算	3 168	0.077 0	0.050 0	0.066 0	0.497 0
解释变量	人工智能先导区	是否为人工智能先导区且在 2019、2021 和 2022 年及以上；是=1，	3 168	0.011 0	0.106 0	0.000 0	1

变量属性	变量名称	变量说明	观测值	平均值	标准差	最小值	最大值
		否=0					
控制变量	经济发展水平	地区生产总值 (万亿元)	3 168	2.985 7	4.280 7	0.071 6	47
	消费品市场发展水平	社会消费品零售总额(万元)	3 168	1 187.218 0	1 737.713 0	19.253 8	19 000
	科技创新水平	地区发明专利数量(项)	3 168	1 384.720 0	4 870.908 0	0.000 0	107 875
	教育发展水平	普通高等学校在校学生数(万人)	3 168	10.583 5	18.756 9	0.005 4	150
	政府支持水平	地方财政一般预算内支出(亿元)	3 168	490.586 1	715.419 7	38.640 0	9 600
	人口分布状况	人口密度(人/平方千米)	3 168	426.336 0	332.502 0	6.000 0	2 648

注：回归模型中的部分变量进行了取对数处理

（二）双重差分模型设定

本文采用双重差分模型（DID）来验证人工智能先导区对乡村产业振兴的影响，这是目前较为常用的一种政策评估方法，具体而言本文构造如下形式的模型：

$$RIR_{it} = \gamma AIAP_{it} + \beta X_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中： RIR_{it} 为第*i*个地区第*t*年的乡村产业振兴水平，由熵值法计算所得； $AIAP_{it}$ 是由 $treat_i$ 变量和 $post_t$ 变量相乘所得的交互项； γ 为人工智能先导区交互项的回归系数，表示人工智能先导区对处理组与对照组影响的差异； X_{it} 为控制变量， β 为控制变量的回归系数。 μ_i 和 λ_t 分别表示地区固定效应和时间固定效应； ε_{it} 为残差项。

三、实证检验与结果分析

（一）基准回归

本文的基准回归结果如表 3 所示，其中第（1）、（2）列分别表示不加入控制变量、加入控制变量的回归结果。基准回归结果表明，在加入了控制变量和控制了时间、地区固定效应以后，人工智能先导区的回归系数为 0.034 9，且回归系数在 1%的水平下是显著的，相较于非设立地区，人工智能先导区设立后，所在地区乡村产业振兴指数平均提高 0.034 9。意味着以先导区设立前乡村产业振兴指数均值 0.099 0 为参照，人工智能先导区建设带来的提升幅度约为 35.25%，表明其对乡村产业振兴具有较为明显的促进作用。列（3）为控制了时间和省份交互固定效应的双重差分估计结果，可以看出在控制交互固定效应以后，人工智能先导区的回归系数依然在 1%的水平下显著为正，这表明人工智能先导区推动了乡村产业振兴，上述结果为假设 H1 提供了支持性证据。

表 3 基准回归

变量	(1)	(2)	(3)
	未加控制变量	添加控制变量	联合效应
人工智能先导区	0.036 3*** (0.005 0)	0.034 9*** (0.004 9)	0.023 7*** (0.008 3)
经济发展水平		0.0083 9** (0.0036)	0.016 2*** (0.005 7)
消费品市场发展水平		0.003 2 (0.002 4)	-0.000 5 (0.003 8)
科技创新水平		0.001 1 (0.000 7)	0.000 6 (0.000 7)
政府支持水平		-0.005 3 (0.003 8)	-0.006 6 (0.004 9)
人口分布状况		0.026 4 (0.017 6)	0.024 9 (0.018 2)
教育发展水平		-0.001 3 (0.001 4)	-0.001 5 (0.001 4)
常数项	0.076 6*** (0.000 1)	-0.179 0* (0.093 5)	-0.218 0 (0.149 0)
控制变量	未控制	控制	控制
时间固定效应	控制	控制	控制
地区固定效应	控制	控制	控制
时间-省份联合效应	未控制	未控制	控制
观测值	316 8	316 8	310 0
调整后的R ²	0.903 0	0.904 0	0.908 0

注：1.每一列括号内为以地级市为聚类变量的稳健标准误；2.*、**、***分别表示显著性水平为10%、5%、1%

(二) 稳健性检验

1. 平行趋势假设评估与安慰剂检验

为检验双重差分模型的平行趋势假设，本文将政策实施前第6期及更早时期合并，并以政策实施前一期为基期进行事件研究。图2(a)显示，政策实施前各期估计系数均不显著，置信区间与零线相交，表明处理组与对照组在政策实施前不存在显著的趋势差异；政策实施后，估计系数总体显著为正，说明人工智能先导区的促进作用逐步显现。图2(b)的随机安慰剂检验进一步表明，基准回归的真实估计值位于随机政策效应分布的右侧尾部，明显偏离随机估计结果，说明基准结论并非由不可观测的随机因素驱动。

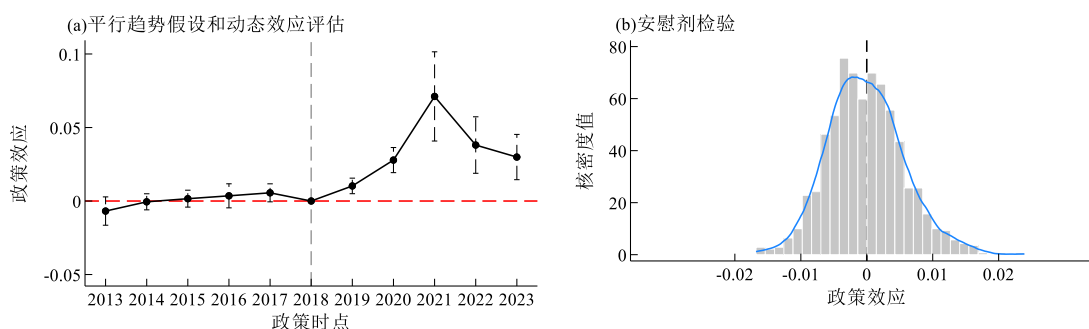


图2 平行趋势假设、动态效应评估与安慰剂检验

2. 替换被解释变量和排除区域政策因素的影响

考虑到熵值法赋权结果可能受到指标离散程度影响，本文分别采用熵权-TOPSIS、CRITIC 赋权和 CRITIC-TOPSIS 方法重新测算乡村产业振兴指数。表 4 列（1）—（3）显示，更换被解释变量测度方法后，人工智能先导区的估计系数仍在 1%水平上显著为正，表明基准结果不依赖于特定赋权方法。列（4）进一步控制国家新一代人工智能创新发展试验区政策，人工智能先导区的回归系数依然显著为正，说明基准结果并非其他人工智能试点政策叠加所致。与创新发展试验区更加侧重制度探索和创新环境建设不同，人工智能先导区强调技术应用与场景落地，其对乡村产业的影响因而更加直接。列（5）剔除经济规模和行政层级较为特殊的直辖市后，核心解释变量仍显著为正，进一步验证了研究结论的稳健性。

表 4 替换被解释变量和排除区域政策因素的影响

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	熵权-TOPSIS	CRITIC赋权	CRITIC-TOPSIS	控制其他政策	剔除直辖市
人工智能先导区	0.050 0*** (0.008 8)	0.021 2*** (0.003 9)	0.088 1*** (0.013 7)	0.029 9*** (0.006 0)	0.029 4*** (0.005 3)
人工智能创新发展试验区				0.007 7* (0.004 5)	
常数项	-0.139 0 (0.101 0)	-0.100 0 (0.095 1)	-0.545 0** (0.230 0)	-0.174 0** (0.080 7)	-0.204 0 (0.127 0)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制
时间固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
地区固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
观测值	315 6	315 6	310 7	315 6	283 1
调整后的R ²	0.850 0	0.950 0	0.862 0	0.904 0	0.897 0

注：1.每一列括号内为以地级市为聚类变量的稳健标准误；2.*、**、***分别表示显著性水平为 10%、5%、1%

3. 排除异质性处理效应的影响

鉴于分期实施政策下的双向固定效应估计可能受到组群和时点异质性影响，本文采用Bacon 分解进行检验。表 5 显示，处理组与从未处理组之间的比较权重达到 0.9913，在总估计中占据绝对主导地位。虽然 2022 年晚处理组与早处理组的部分比较结果为负，但相应权重仅为 0.0004，不足以对总体结果产生实质影响。因此，基准回归结论并非主要由不当组间比较或异质性处理效应造成。

表 5 Bacon 分解结果

政策实施批次	两组两期比较类型	平均政策处理效应估计量	权重
2019年设立人工智能先导区	早处理组vs.晚控制组	0.014 1	0.002 4
	晚处理组vs.早控制组	0.028 4	0.001 2
2021年设立人工智能先导区	早处理组vs.晚控制组	0.020 7	0.002 2
	晚处理组vs.早控制组	0.017 6	0.000 7
2022年设立人工智能先导区	早处理组vs.晚控制组	0.007 3	0.001 6
	晚处理组vs.早控制组	-0.022 3	0.000 4
总效应	处理组vs.未处理控制组	0.036 5	0.991 3

（三）内生性问题处理

人工智能先导区并非随机设立，数字经济基础、科研能力和政策环境较好的地区更可能

入选，而这些初始条件也可能影响乡村产业振兴，进而形成选择性偏差。为此，本文首先采用倾向得分匹配双重差分和熵平衡双重差分进行处理。前者通过匹配具有相近特征的处理组与对照组缩小样本差异，后者通过重新赋权改善两组样本在协变量分布上的平衡性。表 6 列（1）和列（2）显示，匹配和熵平衡后的估计系数分别为 0.034 1 和 0.022 0，均显著为正且与基准结果方向一致，表明可观测特征差异并未改变基本结论。

考虑到匹配方法难以完全排除不可观测因素的影响，本文进一步采用工具变量法进行检验，以地区服务业营业收入增速和国际互联网用户数作为人工智能先导区的工具变量。前者反映地区现代服务业发展及人工智能应用基础，后者反映数字技术连接与应用条件，二者均与人工智能先导区的设立具有较强相关性。在控制地区经济发展等因素后，假定其主要通过影响人工智能先导区设立及技术应用间接作用于乡村产业振兴。第一阶段结果表明，两项工具变量均显著影响人工智能先导区变量。Kleibergen-Paap rk LM 统计量为 25.495 0，拒绝工具变量不可识别的原假设；Kleibergen-Paap rk Wald F 统计量为 37.554 2，表明不存在明显的弱工具变量问题；Hansen J 统计量为 2.3333， p 值为 0.126 6，大于 10% 的显著性水平，未拒绝工具变量整体外生的原假设，表明过度识别约束在统计上可以接受。尽管相关检验支持工具变量的相关性与整体外生性，但排他性限制仍主要依赖理论判断，因此工具变量结果仅作为本文缓解潜在内生性的补充证据。从列（3）可以看出，第二阶段估计系数为 0.078 5，并在 1% 水平上显著为正。总体而言，经过样本匹配、熵平衡和工具变量处理后，人工智能先导区促进乡村产业振兴的结论依然成立，表明基准结果受选择性偏差和潜在内生性问题的影响相对有限。

表 6 倾向得分匹配、熵平衡匹配、工具变量法回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	
	倾向得分匹配双重差分	熵平衡双重差分	工具变量双重差分	
			第一阶段估计	第二阶段估计
人工智能先导区	0.034 1*** (0.005 8)	0.022 0** (0.009 0)		0.079 5*** (0.018 3)
服务业营业收入增速			-7.591 0*** (0.146 7)	
国际互联网用户数			-0.033 9*** (0.012 8)	
常数项	-0.183 0* (0.093 9)	-1.074 0 (1.00 8)		
控制变量	控制	控制	控制	控制
时间固定效应	控制	控制	控制	控制
地区固定效应	控制	控制	控制	控制
观测值	315 0	315 6	315 6	315 6
Kleibergen-Paap rk LM	7.854 0**			
Cragg-Donald Wald F	53.123 0			
Hansen J statistic	1.711 0			

注：1.每一列括号内为以地级市为聚类变量的稳健标准误；2.*、**、***分别表示显著性水平为 10%、5%、1%

四、机制分析

理论分析表明，人工智能先导区可能通过促进农业技术进步与乡村产业升级、优化农产品供应链与促进农产品上行推动乡村产业振兴，并通过知识技术扩散对周边地区产生带动作用。考虑到中介效应三步法可能引入额外的内生性问题，本文借鉴江艇^[44]的研究思路，不直接估计机制变量对乡村产业振兴的因果效应，而是检验人工智能先导区能否显著影响相应机制变量，据此提供机制成立的支持性证据。

（一）加速农业技术进步与乡村产业升级

为检验假设 H2a，本文分别以智慧农业专利数量、智慧农业企业数量和科技型农产品加工企业数量为被解释变量进行估计。表 7 显示，人工智能先导区的估计系数分别为 16.490 0、4.012 0 和 15.490 8，均在 1%水平上显著为正；图 3 的事件研究结果显示，三项机制变量在政策实施前均不存在显著的趋势差异。上述结果表明，人工智能先导区设立后，处理地区的智慧农业专利平均增加约 16 项，智慧农业企业和科技型农产品加工企业分别增加约 4 家和 15 家。先导区通过集聚科研机构、数字平台和智能装备企业，为人工智能技术研发、场景测试与成果转化提供了有利条件，促进了智慧农业领域的知识生产和技术创新。同时，技术进步带动智慧农业企业成长，并推动人工智能技术向农产品加工等环节延伸，使乡村产业由传统种养殖向智能生产、精深加工和技术服务等领域拓展。因此，人工智能先导区不仅提高了农业技术创新能力，也通过培育新型经营主体和延伸产业链推动乡村产业结构升级，上述结果为假设 H2a 提供了支持性证据。

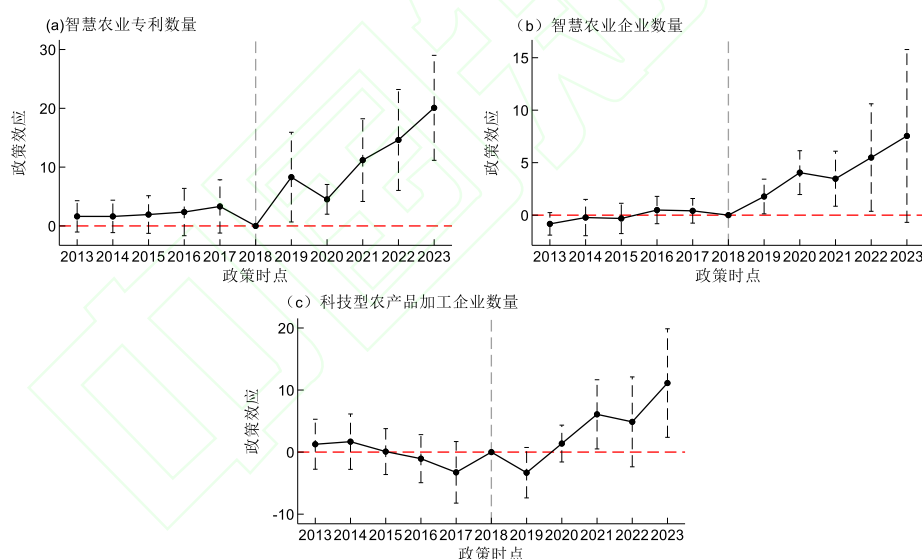


图 3 智慧农业专利、智慧农业企业和科技型农产品加工企业的平行趋势与动态效应

表 7 人工智能先导区对智慧农业专利、智慧农业企业与科技型农产品加工企业的影响

变量	(1)	(2)	(3)
	智慧农业专利	智慧农业企业	科技型农产品加工企业
人工智能先导区	16.490 0*** (4.577 0)	4.012 0*** (1.401 0)	15.490 8*** (5.749 0)
常数项	-38.630 0 (41.350 0)	-30.560 0*** (10.480 0)	-216.975 0** (108.589 2)
控制变量	控制	控制	控制
时间固定效应	控制	控制	控制

变量	(1)	(2)	(3)
	智慧农业专利	智慧农业企业	科技型农产品加工企业
地区固定效应	控制	控制	控制
观测值	315 6	315 6	315 6
调整后的R ²	0.403 0	0.600 0	0.949 0

注：1.每一列括号内为以地级市为聚类变量的稳健标准误；2.*、**、***
分别表示显著性水平为 10%、5%、1%

（二）优化农产品供应链与促进农产品上行

为检验假设 H2b，本文分别将农产品冷链物流企业数量、农产品供应链物流企业数量、淘宝村数量和农产品电子商铺数量作为被解释变量。表 8 显示，人工智能先导区的估计系数依次为 47.2700、32.3600、27.5700 和 131.7000，且均在 1%水平上显著为正；图 4 中各变量的政策前系数整体不显著，基本满足平行趋势假设。具体来看，人工智能先导区设立后，处理地区的农产品冷链物流企业和供应链物流企业分别增加约 47 家和 32 家。这表明人工智能在仓储管理、物流调度、需求预测和信息追踪等方面的应用，有助于降低农产品流通损耗和交易成本，推动农产品供应链由分散运行向数字化协同转变。同时，淘宝村和农产品电子商铺分别增加约 27 个和 132 家，说明人工智能先导区通过数字平台、算法推荐和供需匹配拓展了农产品线上销售渠道，扩大了农产品市场半径。这说明，人工智能先导区能够同时改善农产品流通基础和市场连接能力，促进乡村产业价值链由生产环节向仓储、物流和销售环节延伸，上述结果为假设 H2b 提供了支持性证据。

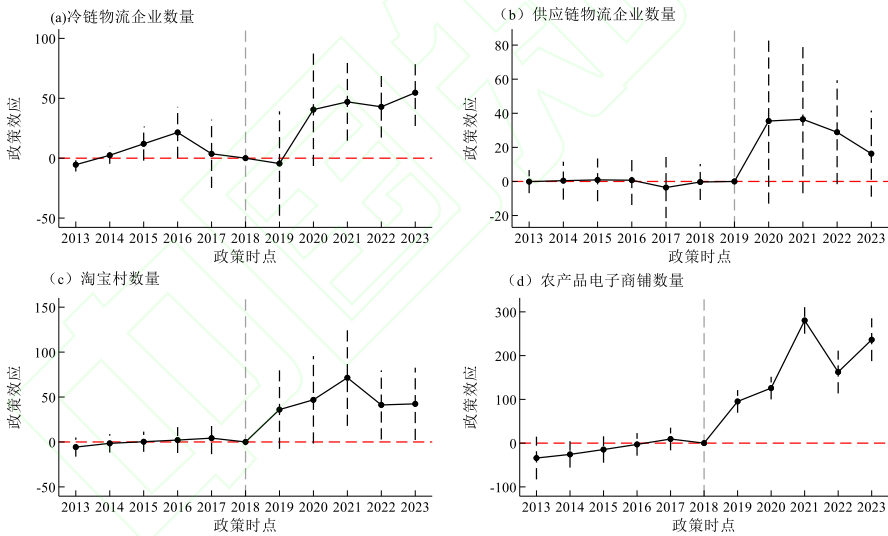


图 4 冷链物流企业、供应链物流服务企业、淘宝村和农产品电子商铺的平行趋势与动态效应

表 8 人工智能先导区对冷链物流企业、供应链物流服务企业、淘宝村、农产品电子商铺的回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	冷链物流企业	供应链物流服务企业	淘宝村	农产品电子商铺
人工智能先导区	47.270 0*** (17.110 0)	32.360 0*** (10.190 0)	27.570 0*** (10.530 0)	131.700 0*** (22.210 0)
常数项	-216.000 0** (108.100 0)	-104.300 0 (71.570 0)	-801.800 0*** (255.200 0)	-262.000 0 (212.600 0)
控制变量	控制	控制	控制	控制
时间固定效应	控制	控制	控制	控制

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	冷链物流企业	供应链物流服务企业	淘宝村	农产品电子商铺
地区固定效应	控制	控制	控制	控制
观测值	315 6	315 6	287 1	315 6
调整后的 R^2	0.769 0	0.795 0	0.465 0	0.678 0

注：1.每一列括号内为以地级市为聚类变量的稳健标准误；2.*、**、***分别表示显著性水平为10%、5%、1%。

(三) 驱动知识技术流动与创新空间扩散

为检验假设 H3，本文进一步考察人工智能先导区的空间溢出效应。2013—2023 年乡村产业振兴指数的 Moran's I 均显著为正，表明不同地区的乡村产业振兴水平存在明显的空间相关性。Moran's I、LM 误差、稳健 LM 误差、LM 滞后和稳健 LM 滞后检验也均达到统计显著水平，说明模型同时存在空间滞后和空间误差相关，因而采用空间杜宾模型具有合理性。本文基于城市间地理距离，构建反距离空间权重矩阵，并以 100 千米为步长改变距离阈值，识别人工智能先导区政策效应的空间边界^⑤。图 5 (a) 显示，乡村产业振兴水平在 100~300 千米范围内具有显著的正向空间相关性，说明邻近地区之间存在产业联系与协同发展；超过 400 千米后，空间相关系数逐渐下降并转为负值，反映出区域联系随距离增加而减弱。

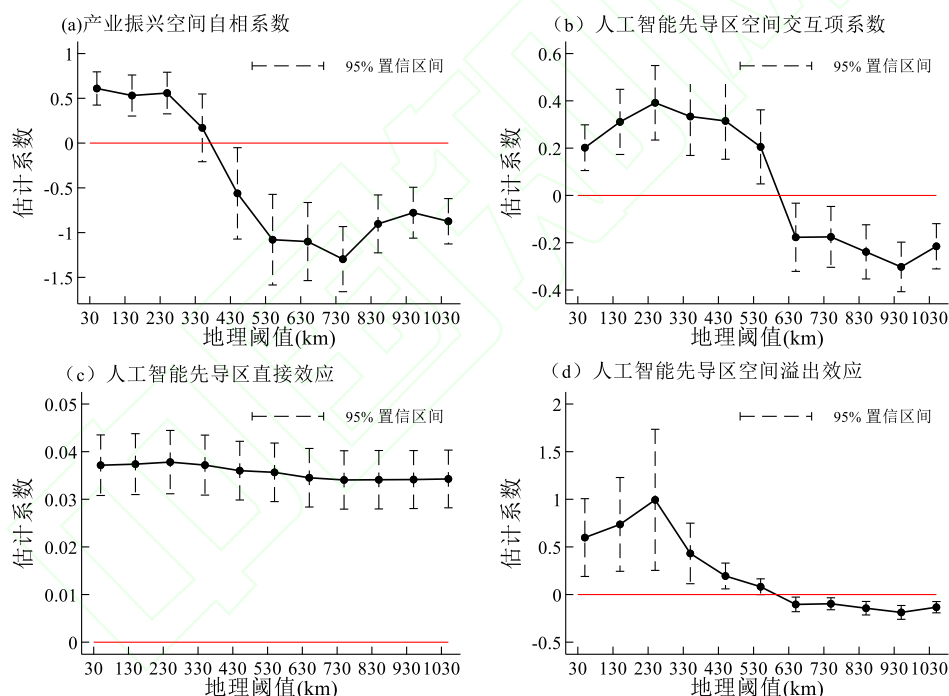


图5 乡村产业振兴、人工智能先导区直接效应与溢出效应的边界分析

图 5 (b) — (d) 进一步显示，人工智能先导区的空间交互项在 100~300 千米范围内显著为正，表明先导区形成的知识、技术与创新活动能够通过人才流动、产业协作和示范模仿带动邻近地区乡村产业发展。直接效应在不同距离阈值下均显著为正，系数总体稳定在 0.0300~0.0400 之间，说明政策对设立地区的促进作用较为稳定。与之相比，空间溢出效应具有明显的距离衰减特征，500 千米以后转为负值，表明远距离地区获得的知识技术外溢逐渐减弱，并可能因人才、资本和产业项目向先导区集聚而面临一定的要素竞争。这说明人工智能先导区不仅能够赋能本地乡村产业，还可以通过知识技术流动和创新网络扩散带动周边

^⑤Moran's I 检验、LM 检验、反距离空间权重矩阵构造方式等信息未在文中展示，如有需要可联系作者获取。

地区，但这种作用受到地理距离和区域联系强度的制约，上述结果为假设 H3 提供了支持性证据。

五、异质性分析

不同地区在经济基础、产业结构、科教资源和政策执行能力等方面存在差异，人工智能先导区的政策效果可能因此呈现异质性。由于分组回归的系数大小不能直接用于判断组间差异，本文在基准模型中加入地区特征与人工智能先导区变量的交乘项，并依据交乘项及其联合检验结果判断异质性。

本文分别按照南北方、东中西及东北地区、胡焕庸线和粮食产销区对样本进行分类。表 9 列（1）显示，南方与人工智能先导区的交乘项不显著，联合检验 p 值为 0.1509，表明政策效应不存在明显的南北差异。这可能是因为人工智能主要依托数据、信息和数字平台传播，对传统自然地理边界的依赖相对较弱。列（2）显示，以东部地区为参照组，中部地区交乘项为-0.012 6，西部地区交乘项为 0.024 7，分别在 10%和 1%水平上显著，联合检验也拒绝组间系数相等的原假设。相较于东部地区，人工智能先导区在西部地区的促进作用更强，而中部地区相对较弱。西部地区乡村产业数字化基础相对薄弱，人工智能基础设施、技术资源和应用场景的导入能够形成更明显的边际改善；东部地区原有数字化水平较高，政策带来的增量效应相对有限。列（3）显示，胡焕庸线附近地区的交乘项为 0.026 6，并在 1%水平上显著，说明其政策效应显著高于胡焕庸线以东地区。胡焕庸线附近地区既具有较大的乡村产业转型空间，又具备一定的人口、市场和基础设施条件，因而更容易承接先导区的技术扩散。列（4）显示，粮食主销区的交乘项为 0.015 5，并在 5%水平上显著，说明政策效应高于粮食主产区。主销区在农产品加工、仓储物流、数字营销等方面具有较好配套条件，人工智能技术更容易嵌入产业链中后端，通过提高流通效率和产品附加值推动乡村产业振兴。

表 9 人工智能先导区影响乡村产业振兴的地理分区异质性

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	南北方异质性	区域异质性	胡焕庸线异质性	粮食产销区异质性
人工智能先导区	0.027 8*** (0.006 7)	0.034 6*** (0.005 3)	0.032 7*** (0.004 8)	0.027 6*** (0.007 0)
南方×人工智能先导区	0.012 3 (0.008 6)			
中部×人工智能先导区		-0.012 6* (0.007 1)		
西部×人工智能先导区		0.0247*** (0.0052)		
胡焕庸线附近×人工智能先导区			0.026 6*** (0.0047)	
粮食主销区×人工智能先导区				0.015 5** (0.0077)
常数项	-0.176 1* (0.092 1)	-0.174 7* (0.090 9)	-0.174 2* (0.090 8)	-0.191 9** (0.092 0)
控制变量	控制	控制	控制	控制
时间固定效应	控制	控制	控制	控制
地区固定效应	控制	控制	控制	控制
异质性联合检验 p 值	0.150 9	0.000 0	0.000 0	0.045 2

观测值	316 8	316 8	316 8	316 8
调整后的R ²	0.904 3	0.904 4	0.904 3	0.904 3

注：1.每一列括号内为以地级市为聚类变量的稳健标准误；2.*、**、***分别表示在 10%、5%和 1%的水平上显著；3.北方、东部、胡焕庸线以东和粮食主产区分别为各列的参照组。东北地区、“胡焕庸线”以西地区和粮食产销平衡区因缺乏有效的政策处理变动，其交乘项被模型自动省略

为考察地区创新吸收能力和制度供给的影响，本文分别构建高等院校资源、百强中学资源、中国科学院分院和人工智能政策关注度指标，并将其与人工智能先导区变量构造交乘项。其中，高等院校资源指数按照“3×985 高校数量+2×非 985 的 211 高校数量+非 211 的‘双一流’高校数量”构建，为避免地区科教资源受到政策实施的反向影响，本文采用 2018 年的高等院校、百强中学和中国科学院分院分布情况构建相关指标；人工智能政策关注度则根据市级政府工作报告中人工智能相关关键词的词频进行分级^[45-46]，同样为避免受到政策实施的反向影响，统一采用 2013—2018 年的词频。

表 10 列（1）显示，高等院校资源交乘项为 0.001 7，并在 10%水平上显著，表明高等院校资源每提高 1 个标准差，人工智能先导区的政策效应平均提高 0.0017。高校集聚能够通过人才培养、技术研发和产学研合作增强地区对人工智能技术的吸收与转化能力，从而提高人工智能赋能乡村产业的实际效果^[47]。列（4）显示，人工智能政策关注度交乘项为 0.010 2，并在 5%水平上显著，说明政策关注度每提高一个等级，人工智能先导区的政策效应平均提高 0.010 2。地方政府对人工智能的重视有助于强化资金投入、应用场景建设和部门协同，提高相关政策与技术项目的落地效率。百强中学资源和中国科学院分院的交乘项均未达到统计显著水平。前者主要影响长期人才积累，难以在较短时期内转化为乡村产业发展成效；后者的科研成果能否服务乡村产业，仍取决于成果转化渠道、产业承接能力及其与农业经营主体的联系。总体而言，高等院校资源积累和地方政府的人工智能政策关注度能够显著强化先导区的政策效果，假设 H4 获得部分支持。

表 10 人工智能先导区影响乡村产业振兴的政策与科教资源异质性

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	高等教育异质性	中学教育异质性	科研资源异质性	政策关注度异质性
人工智能先导区	0.029 3*** (0.0059)	0.032 5*** (0.007 9)	0.030 4*** (0.004 9)	0.023 7** (0.010 3)
高等院校资源×人工智能先导区	0.0017* (0.000 9)			
中国科学院分院×人工智能先导区			0.012 7 (0.009 2)	
百强中学资源×人工智能先导区		0.000 8 (0.001 6)		
人工智能政策关注度×人工智能先导区				0.010 2** (0.005 1)
常数项	-0.193 8** (0.0928)	-0.186 3** (0.092 6)	-0.182 7** (0.092 0)	-0.182 0* (0.093 6)
控制变量	控制	控制	控制	控制
时间固定效应	控制	控制	控制	控制
地区固定效应	控制	控制	控制	控制
异质性联合检验p值	0.060 5	0.605 4	0.1686	0.038 5

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	高等教育异质性	中学教育异质性	科研资源异质性	政策关注度异质性
观测值	316 8	316 8	316 8	315 6
调整后的 R^2	0.904 3	0.904 1	0.904 3	0.904 0

注：1.每一列括号内为以地级市为聚类变量的稳健标准误；2.高等院校资源指数按照“3×985 高校数量+2×非 985 的 211 高校数量+非 211 的‘双一流’高校数量”构建,该指数与百强中学数量均经过标准化处理；3.中国科学院分院为 0—1 虚拟变量；4.*、**、***分别表示在 10%、5%和 1%的水平上显著

六、研究结论与政策启示

（一）研究结论

产业振兴是乡村全面振兴的基础，人工智能作为发展新质生产力的核心引擎，对破解农业现代化发展瓶颈、重塑乡村产业链价值链意义重大。本文将国家人工智能创新应用先导区的设立视为准自然实验，利用 2013—2023 年地级市面板数据，构建多期双重差分和空间计量模型，考察人工智能先导区对乡村产业振兴的影响。主要研究结论如下：一是人工智能先导区显著提升了设立地区的乡村产业振兴水平，经过平行趋势、安慰剂、替换测度方法、排除同期政策、匹配和工具变量等检验后，结论仍然成立。二是人工智能先导区能够促进智慧农业技术创新，培育智慧农业和科技型农产品加工企业，同时推动冷链物流、供应链服务和农村电商发展，说明其主要通过农业技术进步、乡村产业升级、供应链优化和农产品上行推动乡村产业振兴。三是先导区的政策效应具有空间溢出性，能够通过知识技术流动和创新扩散带动邻近地区发展，但该效应随地理距离增加而衰减，远距离地区可能出现一定的要素竞争。四是政策效应在西部地区、胡焕庸线附近地区和粮食主销区相对较强，高等院校资源和地方政府的人工智能政策关注度能够进一步强化政策效果。

（二）政策启示

上述结论蕴含了以下政策启示：一是加快人工智能基础设施建设，夯实乡村智能化发展基础。应继续加大对农村道路、水利、通信、交通等基础设施的投入，提升农村地区的整体基础设施水平，为人工智能技术的推广和应用创造良好条件。优先解决偏远地区的网络覆盖不全、电力供应不稳定等问题，确保人工智能技术能够在这些地区得到有效应用。二是完善人工智能赋能的制度供给，强化政策协同与区域联动。各级政府应在政策导向、财政支持、数据治理与公共服务等方面形成系统性制度安排，推动人工智能先导区与周边地区协同发展，缩小地区间的技术扩散鸿沟。三是强化高等院校与乡村产业的产学研合作，增强区域创新吸收能力。推动高校围绕智慧农业、农产品加工、冷链物流和农村电商等领域开展技术研发与成果转化，完善高校、企业与农业经营主体之间的协同创新机制，促进人工智能技术由科研成果转化为乡村产业发展的现实生产力。四是推动人工智能赋能农产品供应链与电商体系建设，完善促进空间溢出的制度设计。应重点部署第五代移动通信技术、智能连接终端等在仓储物流基地、现代农业产业园、批发市场的应用，鼓励建立产地冷链仓储设施与冷链物流配送网点，打造区域农产品冷链物流枢纽，加快制定农产品供应链数字化技术标准，构建覆盖农产品供应链各环节的数字化转型标准体系。通过跨区域合作机制、创新走廊和科技共建平台，构建区域创新扩散网络，促进人工智能技术、人才与数据在更大范围内流动与共享，实现乡村产业振兴的协同增效。

参考文献：

[1] 吴飞.“人工智能+”：通用目的技术更好赋能生产力[J]. 人民论坛, 2025(2): 31-34.

- [2] 孙早, 侯玉琳. 人工智能发展对产业全要素生产率的影响: 一个基于中国制造业的经验研究[J]. 经济学家, 2021(1): 32-42.
- [3] 何筠, 熊孜贤. 人工智能技术应用对制造业企业创新绩效的影响[J]. 科研管理, 2025(5): 13-22.
- [4] 钞小静, 沈路. 创新价值链视角下人工智能技术对制造业企业绿色创新效率的影响[J]. 经济学动态, 2025(4): 50-67.
- [5] 王宁, 何自力. 人工智能应用、生产性服务业与防范产业空心化研究[J]. 经济学家, 2025(7): 33-43.
- [6] 杜传忠, 张榕. 人工智能促进先进制造业与生产性服务业深度融合的机制与路径探析[J]. 经济学家, 2025(9): 47-56.
- [7] 黄先海, 黄雨晗, 虞柳明. 人工智能赋能农业新质生产力: 实现逻辑、运行机制与跃升路径[J]. 中国农村经济, 2025(7): 3-22.
- [8] Teece D J. Explicating dynamic capabilities: the nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance[J]. Strategic Management Journal, 2007, 28(13): 1319-1350.
- [9] Nelson R R, Winter S G. The Schumpeterian tradeoff revisited[J]. The American Economic Review, 1982, 72(1): 114-132.
- [10] 罗必良, 利维坦. 从农业到人工智能: 技术政治经济学及其对人类文明存续的思考[J]. 学术月刊, 2025(7): 52-66.
- [11] Audretsch D B, Feldman M P. Knowledge spillovers and the geography of innovation[M]//Handbook of Regional and Urban Economics. Elsevier, 2004: 2713-2739.
- [12] 王家庭. 国家综合配套改革试验区制度创新的空间扩散机理分析[J]. 南京社会科学, 2007(7): 39-44.
- [13] 韩彩霞, 岳华. 国家级金融综合改革试验区设立与企业实质性创新[J]. 产业经济研究, 2024(2): 45-58.
- [14] 曾华盛, 徐金海. 自由贸易区战略实施对中国出口农产品质量的影响: 协定条款异质性视角[J]. 中国农村经济, 2022(5): 127-144.
- [15] 李慧, 佟孟华, 张国建, 等. 产业转型升级示范区的绿色转型效应: 基于“数产融合”视角[J]. 财经研究, 2025(1): 4-18.
- [16] Bresnahan T F, Trajtenberg M. General purpose technologies ‘Engines of growth’?[J]. Journal of Econometrics, 1995, 65(1): 83-108.
- [17] Spanaki K, Sivarajah U, Fakhimi M, et al. Disruptive technologies in agricultural operations: A systematic review of AI-driven AgriTech research[J]. Annals of Operations Research, 2022, 308(1): 491-524.
- [18] Xu J, Gu B, Tian G. Review of agricultural IoT technology[J]. Artificial Intelligence in Agriculture, 2022, 6: 10-22.
- [19] Usigbe M J, Asem-Hiablie S, Uyeh D D, et al. Enhancing resilience in agricultural production systems with AI-based technologies[J]. Environment, Development and Sustainability, 2024, 26(9): 21955-21983.
- [20] Islam M, Bijjahalli S, Fahey T, et al. Destructive and non-destructive measurement approaches and the application of AI models in precision agriculture: a review[J]. Precision Agriculture, 2024, 25(3): 1127-1180.
- [21] Aghion P, Jones B F, Jones C I. Artificial intelligence and economic growth[R]. National Bureau of Economic Research, 2017.
- [22] 汝刚, 刘慧, 沈桂龙. 用人工智能改造中国农业: 理论阐释与制度创新[J]. 经济学家, 2020(4): 110-118.
- [23] Frankelius P, Norrman C, Johansen K. Agricultural innovation and the role of institutions: lessons from the game of drones[J]. Journal of Agricultural and Environmental Ethics, 2019, 32(5): 681-707.
- [24] 郭凯明. 从生产网络变迁看中国产业结构转型[J]. 中国社会科学, 2025(4): 97-118, 206.
- [25] 黄庆华, 王浩力. 数字技术促进农产品供应链安全稳定: 理论逻辑、实践路径与政策建议[J]. 治理现代化研究, 2023(6): 38-49.
- [26] 牟进进, 李静, 王淑云. 农产品冷链物流发展研究: 客观要求、增值机理及发展对策[J]. 东岳论丛, 2024(7): 51-58.

- [27] 罗千峰, 张利库. 农产品冷链物流高质量发展的理论阐释与实现路径[J]. 中国流通经济, 2021(11): 3-11.
- [28] Porter M E. Towards a dynamic theory of strategy[J]. Strategic Management Journal, 1991, 12(S2): 95-117.
- [29] Krugman P. Geography and trade[M]. MIT press, 1992.
- [30] Hornbeck R, Moretti E. Estimating who benefits from productivity growth: local and distant effects of city productivity growth on wages, rents, and inequality[J]. Review of Economics and Statistics, 2024, 106(3): 587-607.
- [31] Greenstone M, Hornbeck R, Moretti E. Identifying agglomeration spillovers: Evidence from winners and losers of large plant openings[J]. Journal of Political Economy, 2010, 118(3): 536-598.
- [32] Giroud X, Lenzu S, Maingi Q, et al. Propagation and amplification of local productivity spillovers[J]. Econometrica, 2024, 92(5): 1589-1619.
- [33] 赖晓敏, 张俊飏, 张艳, 等. 中国农业科技创新的空间经济效应: 基于种植业专利的实证研究[J]. 研究与发展管理, 2022(2): 68-78.
- [34] Acemoglu D. Technical change, inequality, and the labor market[J]. Journal of Economic Literature, 2002, 40(1): 7-72.
- [35] North D C. Institutions and economic growth: An historical introduction[J]. World Development, 1989, 17(9): 1319-1332.
- [36] 蒋余浩, 张心漪, 戴明洁. 开放治理与创新方向规制: 推进通用人工智能发展的制度机制研究[J]. 中国科学院院刊, 2025(4): 652-662.
- [37] Cohen W M, Levinthal D A. Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation[J]. Administrative Science Quarterly, 1990, 35(1): 128-152.
- [38] 祝清, 马利邦, 吴姗姗, 等. 涉农企业对乡村产业振兴的促进作用研究: 基于黄河流域面板数据的实证检验[J]. 地理科学, 2025(10): 2188-2201.
- [39] 李明, 肖海峰. 农业生产性服务业发展对乡村产业振兴的影响效应与作用机制[J]. 经济体制改革, 2025(2): 146-154.
- [40] 王轶, 苏梦, 陆晨云. 农民数字技术普及能否赋能乡村产业振兴[J]. 财经科学, 2026(7): 47-61.
- [41] 杨秋月, 阳镇. 国家重点生态功能区转移支付政策的实施能否提升县域乡村振兴水平[J]. 中国农村经济, 2025, (9): 87-107.
- [42] 张喜才. 新冠肺炎疫情下贫困地区农产品供应链的关键环节及优化升级研究[J]. 农业经济问题, 2021(5): 99-106.
- [43] 许秀川, 王浩力, 吴彦德, 等. 中国农产品电商产业时空演化及驱动机制: 位置数据实证[J]. 地理科学进展, 2025(4): 699-715.
- [44] 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.
- [45] 陈余磊, 同小歌, 冉茂盛, 等. 人工智能对新质生产力发展的影响研究: 来自中国微观企业层面的证据[J]. 重庆大学学报(社会科学版), 2025(3): 75-89.
- [46] 姚加权, 张鲲鹏, 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(2): 101-116, 133, 117-122.
- [47] 黄庆华, 王若瑾. 科技人才集聚赋能产业高质量发展: 理论机理与影响效应[J]. 创新科技, 2025(7): 78-92.

How do national artificial intelligence innovation application pilot zones promote rural industrial revitalization? Evidence from technological empowerment and spatial innovation diffusion

Huang Qinghua, Wang Haoli

(School of Economics and Management, Southwest University, Chongqing 400715, P. R. China)

Abstract: The establishment of the national artificial intelligence innovation application pilot

zone is an important measure to promote the deep integration of artificial intelligence and the real economy. This paper takes the establishment of the national artificial intelligence innovation application pilot zone as a quasi-natural experiment, constructs a multi-period difference-in-differences model, and empirically evaluates the policy effect of the artificial intelligence pilot zone in promoting the revitalization of rural industries. The main research conclusions of this paper are as follows: First, the construction of the national artificial intelligence innovation application pilot zone has significantly promoted the improvement of the level of rural industrial revitalization. This conclusion remains robust after a series of robustness checks and treatments for potential endogeneity. Second, the pilot zones promote rural industrial revitalization by advancing agricultural technology, facilitating rural industrial upgrading, optimizing agricultural supply chains, and expanding agricultural product sales. Third, the artificial intelligence pilot zone has a significant spatial spillover effect in promoting the revitalization of rural industries. The diffusion of artificial intelligence technology and innovation activities has a significant positive driving effect on the development of rural industries in the surrounding areas, forming a pattern of spatial diffusion of innovation. Fourth, the heterogeneity analysis shows that the concentration of higher education resources and stronger local policy attention significantly enhance the policy effect of the AI pilot zones, whereas the moderating effects associated with top-100 secondary schools and branches of the Chinese Academy of Sciences are not statistically significant. Based on these findings, the paper proposes accelerating the construction of artificial intelligence infrastructure, improving institutional support for AI empowerment, strengthening university–industry collaboration in rural areas, enhancing regional absorptive capacity, and promoting regional innovation diffusion.

Key words: artificial intelligence innovation application pilot zone; technological empowerment; spatial innovation diffusion; difference-in-differences