doi. 10. 3724/1005-0566. 20261009

专精特新企业 AI 技术创新的区域治理路径：基于 NCA 和多时段 QCA 的组态分析

王世权，霍嘉航，罗雅迪
（东北大学工商管理学院，辽宁　沈阳　110169）

摘　要：针对专精特新企业 AI 技术创新的区域治理路径尚不明晰的理论现实。基于制度逻辑理论，运用 NCA 和多时段 QCA 方法，以中国 31 个省份为案例，探究区域治理驱动省域专精特新企业 AI 技术创新的多元路径。研究发现，单一区域治理要素在各时段均不构成省域专精特新企业高水平 AI 技术创新的必要条件。时段 1 产生良序科创型市场驱动、强企牵引型市场驱动两组路径，时段 2 演化为协同赋能型政府驱动与科创本位型政府驱动组态，呈现区域治理的阶段性特征。高企业质量在各时段均发挥稳定促进作用，财政投入从辅助性治理跃升为核心驱动要素。良序科创型向协同赋能型演进是驱动区域内专精特新企业 AI 技术创新的主导轨迹。进一步分析表明，东部注重协同治理、中部侧重内生能力培育、西部依托政府补位、东北则以政法环境主导。多元共治是专精特新企业 AI 技术创新的理想环境，市场治理劣势区域可通过制度供给与社会环境优化弥补，社会治理薄弱则难以被其他治理要素替代。研究结论为优化区域创新环境、促进专精特新企业群体 AI 技术创新提供了理论依据与实践启示。

关键词：专精特新企业；AI 技术创新；区域治理；制度逻辑理论；多时段 QCA
中图分类号：F273. 1　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1005 - 0566(2026)10 - 0100 - 16

Regional governance pathways for AI technological innovation in SRDI enterprises: A configurational analysis based on NCA and multi-period QCA

WANG Shiquan, HUO Jiahang, LUO Yadi
(*School of Business Administration*, *Northeastern University*, *Shenyang* 110169, *China*)

Abstract: How regional governance shapes AI technological innovation in specialized, refined, distinctive, and innovative (SRDI) enterprises remains poorly understood. To answer this question, we draw on institutional logics theory and use Necessary Condition Analysis (NCA) and multi-period Qualitative Comparative Analysis (QCA) to examine 31 provincial-level regions in China and identify the governance pathways associated with high levels of AI technological innovation in SRDI enterprises. We find that no single governance condition is necessary in either period. In Period 1, two market-driven pathways emerge: an orderly-market, science-and-innovation-oriented pathway and a strong-enterprise-led pathway. By Period 2, the governance pattern shifts toward government-driven configurations characterized by collaborative empowerment and a stronger orientation toward science and innovation, indicating that the role of regional governance changes over time. High enterprise quality remains an important enabling condition across both periods, whereas fiscal investment becomes more central, moving from a supporting condition to a core one. The

基金项目：国家社会科学基金重点项目“人工智能赋能制造业单项冠军企业培育的机制、路径与政策优化研究”(25AGL040)。

作者简介：王世权(1977—)，男，吉林农安人，博士，东北大学工商管理学院教授，博士生导师，研究方向为公司治理与战略管理。通信作者：霍嘉航。

clearest transition is from the orderly-market, science-and-innovation-oriented pathway to the collaborative empowerment pathway. Regional patterns also differ noticeably. Eastern regions rely more on collaborative governance, central regions on endogenous capability building, western regions on compensatory government intervention, and northeastern regions on the political and legal environment. AI technological innovation in SRDI enterprises therefore appears to benefit when different governance actors work together. Weak market governance can be partly offset by stronger institutional support and a more favorable social environment, but weaknesses in social governance are much harder to compensate for through other governance mechanisms.

Key words:SRDI enterprises; AI technological innovation; regional governance; institutional logic theory;multi-period QCA

随着算法模型与智能体的持续演进,人工智能(AI)技术已从工具采纳转向技术创新范式变革,引发新一轮创新角逐。专精特新企业作为深耕产业链细分领域的中小企业,具有专业化优势和行业引领效应,是推动创新驱动发展战略和产业链高质量发展的重要力量[1-2],但其长期聚焦细分市场,面临创新搜寻范围受限与市场适应力不足等问题,在新技术、产品和服务不断涌现的情境下,仅依靠单点技术优势已难以满足新兴市场需求,亟须通过前沿技术创新突破成长约束[3-4]。

AI 技术创新作为能够重构组织生产方式与价值创造逻辑的技术创新范式[5],有助于提升专精特新企业前瞻性认识、重塑价值主张并构建可持续竞争优势。然而,AI 技术创新并非简单的技术应用,而是以算法模型、数据资源和应用场景协同支撑的复杂创新过程,要求前沿技术知识和资源的持续投入,需要良好的区域创新环境支撑[6-7]。当前,中国区域发展不均衡问题依然突出,不同地区在产业基础、创新资源集聚和公共服务供给等方面存在明显差异,不仅加剧了区域内专精特新企业获取 AI 技术创新资源的难度,也在一定程度上阻碍了其技术创新进程[8-9]。如何发挥区域治理效能、推动区域内专精特新企业实现高水平 AI 技术创新,成为理论与实践亟需解决的重要议题。

概观已有文献,理论上关注了区域高质量发展[8]、营商环境生态[9]、创新政策[10]等外部条件对专精特新企业技术创新的促进作用,并基于 QCA 方法验证了营造良好制度环境对推动企业 AI 技术创新的重要价值[11]。部分文献从政府治理与市场治理维度,指出良好的区域治理有助于构建稳定、公平的创新环境,保障企业创新进程[12-13]。法治改进、政府干预、财政支持以及要素市场化等区域治理要素亦能对企业创新发挥积极作用[14-15],为理解区域治理与企业技术创新的关系提供了有益积淀。但是,既有研究多聚焦于单一治理要因或宏观环境分析区域治理对企业创新的影响,忽略了不同治理因素间的组合效应,且常以市场化指数、政府干预与法制化水平等政府、市场维度指标表征区域治理环境[16-17],缺乏政府、市场与社会治理的统一分析框架。区域治理本质上是政府、市场与社会等多元制度逻辑在特定空间中共存、竞争与互动,并逐步达成相对稳定状态以实现区域善治的复杂过程[17-18]。在这一过程中,各治理因素并非孤立发挥作用,而是通过不同制度逻辑之间的制约与协调,形成多种驱动企业技术创新的等效治理路径[19]。虽有研究表明,制度环境中各要因存在复杂的横向与纵向关联机制,对企业技术创新的影响存在多维复杂性[9,20],但聚焦于传统变量净效应的线性分析方法,难以识别这类复杂组合效应。有必要从组态视角出发,探究区域治理对专精特新企业群体 AI 技术创新的多重驱动路径。

综上,本文依据中国 31 个省份的专精特新企业 AI 技术专利数据,按企业所属地区进行省域聚合,结合必要性条件分析(NCA)和多时段定性比较分析(QCA)方法,从政府、市场与社会治理三个维度构建区域治理指标体系,搭建区域治理与省域专精特新企业 AI 技术创新的研究框架,识别不同区域在不同时段形成高水平专精特新企业 AI 技术创新的多元路径。可能的贡献在于:①突破单一治理因素和宏观环境分析范式,探究不同时段推动专精特新企业 AI 技术创新的多重区域治理路径,拓展了专精特新企业技术创新发展的理论边界;②区分不同地理区位及治理劣势区域,识别出

在不同治理水平下形成高水平 AI 技术创新的等效路径,深化对区域治理差异及其创新效应的理解,为提升区域治理效能、推动专精特新企业技术创新提供有益启示。

一、理论述评与模型构建

制度环境中存在多重制度逻辑,其相互竞争与互补塑造出多元制度情境,共同影响组织战略选择与行为模式[21]。专精特新企业深耕细分领域,具备专业化优势,但在开展 AI 技术创新时面临跨领域融合要求高、投入大、不确定性强等挑战,既需突破路径依赖,也受制于资源约束与转型风险,需良好的区域环境引导和支持。区域治理是由政府、市场和社会共同参与,为达成区域公共利益最大化进行集体行动,以实现区域善治的过程[18]。不同治理要素组合决定了专精特新企业获取资源、稳定预期与实现技术转化的能力,可能形成高水平 AI 技术创新的多元路径。基于此,参考已有研究[18],从政府治理、市场治理和社会治理三大区域治理维度出发,探究区域治理对专精特新企业 AI 技术创新的驱动路径。

(一)政府治理与专精特新企业 AI 技术创新

AI 技术创新具有高不确定性和高投入特征,专精特新企业长期聚焦细分市场,AI 基础知识与跨领域资源不足,亟需外部制度引导与资源支持。政府治理作为政府满足区域发展要求,对社会资源进行统筹配置,并管理国家经济及社会事务的一系列活动[22]。在专精特新企业 AI 技术创新过程中,政府治理可通过政法环境和财政投入发挥作用。健全的法治体系可通过确立清晰的法律框架与契约执行机制,降低企业在信息搜寻、谈判协商与合约履行过程中的交易成本[23],增强企业持续投入 AI 技术创新的信心。政府财政投入亦能直接缓解企业研发负担,对具有高风险、高不确定性的创新项目起到风险缓冲作用[24]。通过财政补贴、科技专项等方式,能在一定程度上弥补专精特新企业开展 AI 技术创新的资源短板,降低其试错成本和转型风险。因此,营造良好法治环境、注入财政资源,有助于缓解专精特新企业 AI 技术创新资源压力、分担创新风险,增强其 AI 技术创新活力。

(二)市场治理与专精特新企业 AI 技术创新

AI 技术创新具有较强的应用导向和场景依赖特征,企业能否准确识别市场需求、及时获取关键创新要素,直接影响其 AI 技术创新水平[11]。专精特新企业优势通常体现在细分产品、关键零部件或专业化服务中,与市场需求和应用场景结合,有助于推动其 AI 技术创新进程,并将其转化为企业竞争优势。市场治理是致力于健全市场运行规则、构建完善的商品与要素流通体系,能够通过优化资源配置效率与维护市场秩序,提升区域科技创新效能[22]。良好的市场治理环境通过市场价格机制和运行体系,促进产业结构升级,提高科技要素配置效率和加速创新成果转化进程,为企业技术创新注入持续动力[25]。同时,企业作为市场的重要参与者,其质量越高,越容易带来同群效应,促进创新知识溢出与技术扩散,激发整体创新氛围[26]。良好的产业结构与高质量企业集聚,能够推动专精特新企业在竞争环境中实现价值创造,并为其 AI 技术创新提供持续动力。

(三)社会治理与专精特新企业 AI 技术创新

政府治理与市场调配都依托于社会这一基础环境。社会治理作为保障公民权益、维系社会良性运行的制度安排,对创新生态的可持续发展具有基础性支持作用[22]。相较大型企业,专精特新企业人才吸引和留用处于相对弱势地位,而 AI 技术创新又具有较强的知识密集特征,需要复合型人才支撑。区域人力资本的持续积累能扩大企业可获取的人才供给,为企业创新活动提供更匹配的人力资源,促进其创新产出与质量提升[27]。优质的宜居环境则是人才集聚和留用的重要条件,良好的生活环境能更好地满足人才生活需求、提升居住便利性与生活品质,有利于扩大人才之间的交流范围,为企业创造更多技术交流和知识获取的机会[28]。由此,社会治理可通过增强区域科创潜力、优化宜居环境,提高区域对高技能人才的吸引力和承载能力,为专精特新企业开展 AI 技术创新提供持续的人力与社会环境支撑。

(四)区域治理与专精特新企业 AI 技术创新

任何组织情境都会受到多重制度逻辑的影响,不同制度逻辑之间的冲突、矛盾和互动决定其行为差异[21]。政府治理、市场治理与社会治理分别遵循不同的运行机制,既保持相对独立性,又具有相互制约、相互补充的复杂互动关系[18]。政府作为制度设计者,可以借助公共服务职能和行政规制参与经济社会活动,并建立与市场主体和社会主体之间的制度联系,但其有效性还取决于市场效率反馈和社会主体的价值认同[29]。市场治理更直接作用于资源配置和经济活动,但当外部约束不足时,市场主体可能采取垄断、模仿等行为获取额外收益损害交易主体利益,容易诱发不当竞争和创新活动的外部性问题,政府治理和社会治理共同作用有助于降低无序竞争带来的损害,并维护企业创新持续性和社会价值[16,20]。相比之下,社会治理则更关注多元主体的价值诉求和公共利益,通过社会组织参与和公众监督对政府和市场行为予以制衡,但其作用空间仍会受到政府制度安排和市场资源配置效率的影响[29]。

专精特新企业 AI 技术创新正处于技术变革和时代转型的关键时期,面临更加复杂的多重制度逻辑效果冲突。政府虽能确保公共服务供给,但不能提供全部服务[30]。特别是场域内市场机制运行效率与社会发展水平存在差异的情况下,政府干预难以直接奏效,需要尊重市场规律、把握干预的时机和力度[31]。这意味着依靠单一治理条件难以满足不同时段下专精特新企业 AI 技术创新的复杂需求,有必要明确在多重制度逻辑下,形成高水平专精特新企业 AI 技术创新的多元路径,以优化区域治理效能、推动企业技术创新进程。综上,从政府治理层、市场治理层与社会治理层出发,构建区域治理对专精特新企业 AI 技术创新的理论模型(见图 1)。

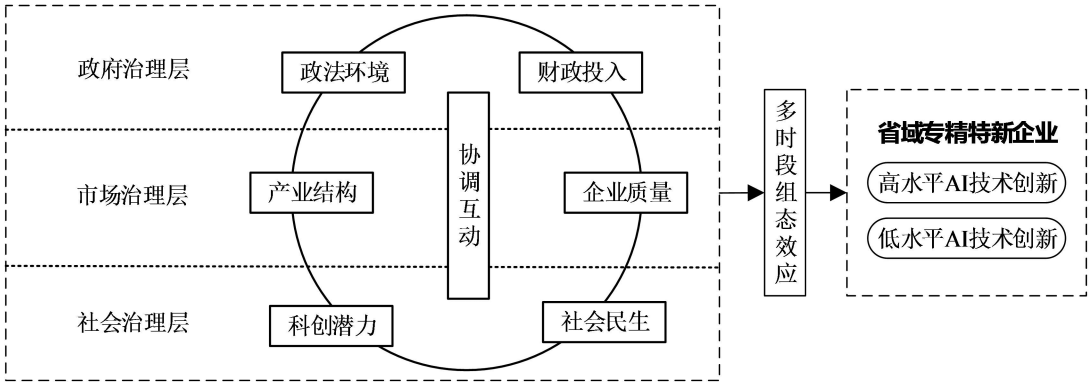

图 1　理论模型

二、研究设计

(一)研究方法:NCA 与 QCA 方法结合

采用 NCA 与多时段 QCA 方法探究区域治理要素组合如何驱动专精特新企业 AI 技术创新。主要原因为体现在以下方面。①不同区域治理要素间存在互补、替代或协同关系,专精特新企业 AI 技术创新正处于技术变革与产业转型期,不同时期区域治理要素的组合方式及作用强度存在差异。传统线性分析方法难以揭示多条件并发下的组合效应,多时段 QCA 方法作为典型的动态 QCA 技术,可将研究周期划分为多个时段,有助于挖掘条件和组态的动态演化关系[32],适用于解析不同时期区域治理要素组合产生高水平 AI 技术创新的多元路径。②QCA方法虽能够识别产生结果的条件组态,但对必要性条件识别主要依赖一致性指标(通常要求≥0.90),这一严格标准可能遗漏具有实际意义的必要性条件。NCA 方法通过定量评估,能够揭示在特定水平下各因素实现特定水平结果的必要性关系和瓶颈作用[33],为 QCA 分析提供更可靠的理论依据,以更全面地解释区域治理对专精特新企业 AI 技术创新的复杂作用机制。

(二)样本数据

本文以中国 31 个省份(不含港澳台)为案例样本,时间跨度为 2013—2024 年,共涉及 21 个基

础指标。前因条件数据来源于国泰安数据库、国家统计局、《中国城市统计年鉴》《中国高技术产业统计年鉴》与各省份统计年鉴。结果变量数据来自国家工业和信息化部 2013—2024 年专精特新企业认定名单及国家知识产权局专利数据库。鉴于 2017 年 7 月国务院印发《新一代人工智能发展规划》,将 AI 技术正式纳入国家战略规划体系,标志着我国 AI 技术发展进入深度推进与伦理规范的新阶段,以此关键政策节点为分界,将研究时期划分为 2013—2017 年和 2018—2024 年两个时段。为适配多时段 QCA 分析要求,对各时段内连续变量进行均值处理,以形成两个时段各 31 个案例的分析样本,探究区域治理对专精特新企业 AI 技术创新的驱动路径。

(三)变量测量

1. 结果变量

本文的结果变量为省域专精特新企业 AI 技术创新。鉴于专利数据能较为客观地反映企业技术知识进步轨迹[34]。借鉴已有研究[34],选用企业 AI 专利申请数量作为代理变量,并按照企业所属省份进行聚合,形成各年度省域专精特新企业 AI 技术创新数据。具体生成步骤为:①根据国家工业和信息化部 2013—2024 年的专精特新企业认定名单,以“企业全称”为检索字段,从国家知识产权局专利数据库获取各企业专利申请记录;②参照《关键数字技术专利分类体系(2023)》中“人工智能”类编码标准,对专利记录进行筛选与标记,识别出 AI 技术专利,再通过企业名称与专利申请人字段进行精确匹配,统计每家专精特新企业各年度的 AI 专利申请数量;③按照企业注册地所在省份,对同一省份内所有专精特新企业的 AI 专利申请数进行加总,最终形成“省份—年度—AI 专利申请数”的面板数据。因部分省份专精特新企业无 AI 专利,为防止零值与极端值干扰,对省域 AI 专利申请量加 1 后取自然对数处理。

2. 条件变量

参考已有研究[18],从政府治理、市场治理和社会治理维度构建区域治理评价体系,在各维度下分别设置政法环境、财政投入、产业结构、企业质量、科创潜力和社会民生六个二级指标。以政法环境为例,采用政府人员规模、行政成本比重和职务犯罪案件数形成政务环境指标,每万人律师工作者数量和技术合同成交额占比加权表征法律环境,逐级对指标进行加权后得到政法环境得分,其余前因变量及测度方法详见表 1。指标构建参考许宪春等[35]的方法进行如下处理。①根据指标属性(正向或逆向)采用效用值法进行无量纲化处理,将逆向指标转换为与正向指标一致的评价方向,以避免指标正负属性对后续综合评价产生影响。设 x_{pq} 为指标 p 在地区 q 的原始值,x_p^{min} 与 x_p^{max} 分别为指标 p 的最小值与最大值,y_{pq} 为标准化值,具体正向和逆向指标计算公式如式(1)、式(2)所示。②运用变异系数法逐级确定各指标权重。该方法依据指标相对离散程度进行客观赋权,地区间变异程度越大的指标具有更强的区分能力,能够减少主观赋权影响并保留省际差异信息,能较为客观地体现区域间的治理水平差异。计算公式见式(3)。其中,I_q 为目标层级指数在地区 q 的值,I_{qj} 为下级指标在地区 q 的值,V_j 为下级指标的变异系数。

$$y_{pq} = \frac{x_{pq} - x_p^{\min}}{x_p^{\max} - x_p^{\min}} \times 100 \quad (1)$$

$$y_{pq} = \frac{x_p^{\max} - x_{pq}}{x_p^{\max} - x_p^{\min}} \times 100 \quad (2)$$

$$I_q = \sum_{j=1}^{n} w_j \cdot I_{qj}, w_j = \frac{V_j}{\sum_{i=1}^{n} V_i}, V_j = \frac{S_j}{\overline{x_j}} \quad (3)$$

表 1　前因条件测度与权重

一级	二级	三级	基础指标	属性	参考文献
政府治理	政法环境	政务环境(0.16)	政府人员规模(万人)(0.42)	逆	李凯等[36]
			行政成本比重(%)(0.26)	逆	
			职务犯罪案件数(件)(0.33)	逆	
		法律环境(0.84)	每万人律师工作者数量(人)(0.36)	正	
			技术合同成交额占比(%)(0.64)	正	
	财政投入	公共服务(0.20)	地方财政一般公共服务支出(亿元)(1)	正	王世权等[18]
		医疗卫生(0.21)	地方财政医疗卫生支出(亿元)(1)	正	
		教育事业(0.21)	地方财政教育支出(亿元)(1)	正	古恒宇等[37]
		科学技术(0.38)	地方财政科学技术支出(亿元)(1)	正	
市场治理	产业结构	结构合理化(0.14)	泰尔系数(%)(1)	逆	王世权等[18]
		结构高级化(0.86)	第三产业产值与第二产业产值之比(%)(1)	正	
	企业质量	企业规模(0.61)	百万人上市公司数量(家)(1)	正	
		税收贡献(0.18)	企业所得税比重(%)(1)	正	
		创新效率(0.20)	企业创新利润率(%)(1)	正	
社会治理	科创潜力	人才基础(0.40)	普通高等学校在校生数(万人)(1)	正	Datta 等[38]
		研发基础(0.60)	科学研究服务业就业人数(万人)(1)	正	潘珊等[39]
	社会民生	生态环境(0.49)	人均公园绿地面积(平方米)(0.37)	正	李凯等[36]
			森林覆盖率(%)(0.63)	正	
		居民生活(0.51)	人均可支配收入(元)(0.37)	正	
			人均社会消费品零售额(元)(0.38)	正	
			居民消费价格指数(%)(0.25)	正	

(四)数据校准

由于数据均为连续变量,为降低主观偏见和结果导向带来的人为偏差,使用客观分位数值来确定定性锚点[40]。参考已有研究[13,41],采用 fsQCA4.1 软件,将两个时段条件和结果的 3 个校准点分别设定为相应时段样本数据的上四分数(75%)、中位数(50%)与下分四位数(25%)。为避免前因条件的案例隶属度恰好为 0.50 的组态归属问题,将 0.50 隶属度减去 0.001 常数处理[20]。两个时段前因条件和结果的描述性统计和校准见表 2。

表 2　各时段条件和结果变量的描述性统计和校准

时段	变量	描述性统计				校准		
		均值	标准差	最小值	最大值	完全隶属	交叉点	完全不隶属
时段 1	AI 技术创新	3.310	2.096	0.000	7.753	4.817	3.434	1.825
	政法环境	15.411	7.048	7.281	47.990	15.527	13.926	12.294
	财政投入	15.632	10.378	1.216	49.822	20.886	13.951	9.468
	产业结构	21.353	12.613	8.241	79.665	21.006	18.221	15.830
	企业质量	24.709	16.116	10.235	76.241	25.423	20.383	14.656
	科创潜力	21.112	14.165	0.281	60.520	28.258	16.576	11.808
	社会民生	35.054	10.961	15.833	56.108	41.528	35.030	28.062
时段 2	AI 技术创新	4.185	2.104	0.000	8.135	5.592	4.213	3.071
	政法环境	23.168	12.661	12.780	77.633	27.944	18.843	16.210
	财政投入	24.869	18.541	1.510	87.415	33.351	20.075	11.989
	产业结构	27.169	14.654	16.776	92.164	25.284	23.609	20.877
	企业质量	22.009	10.483	10.908	56.206	23.452	18.873	15.797
	科创潜力	25.508	17.458	0.341	71.170	35.243	21.984	14.583
	社会民生	42.156	12.626	20.327	69.698	47.404	41.592	33.891

三、结果分析

(一)必要条件分析

借助 R Studio 软件,调用 Dul[33] 的 NCA 包对区域治理各要素驱动专精特新企业 AI 技术创新的必要性进行定量检验,结果见表 3。当效应量(d)大于 0.1 且 p 值检验显示效应量显著(<0.5)时,认为该条件是结果的一个必要条件[33]。从 NCA 结果来看,两个时段财政投入与科技潜力要素的必要性效应显著($d>0.1, p<0.05$),企业质量虽在 CR 方法中表现出必要性,但在更稳健的 CE 方法中未达到必要条件标准,其必要性程度相对较低。

表 4 报告了 NCA 瓶颈效应分析结果,其主要体现单个前因条件为达成结果,在观测值范围内需要满足的最低水平值(%)。以时段一 60% 水平的专精特新企业 AI 技术创新为例,要达成 60% 的 AI 技术创新,需要 5% 的财政投入、27% 的科创潜力以及 1% 的社会民生,其余条件不存在瓶颈水平。

表 3　NCA 单个条件对 AI 技术创新的必要性分析

条件	时段一						时段二					
	方法	精确度/%	上限区域	范围	效应量(d)	P 值	方法	精确度/%	上限区域	范围	效应量(d)	P 值
政法环境	CR	96.8	0.009	1	0.009	0.170	CR	93.5	0.053	1	0.053	0.010
	CE	100	0.009	1	0.009	0.210	CE	100	0.082	1	0.082	0.000
财政投入	CR	87.1	0.240	1	0.240	0.000	CR	87.1	0.297	1	0.297	0.000
	CE	100	0.150	1	0.150	0.000	CE	100	0.313	1	0.313	0.000
产业结构	CR	83.9	0.033	1	0.033	0.068	CR	96.8	0.007	1	0.007	0.126
	CE	100	0.013	1	0.013	0.121	CE	100	0.010	1	0.010	0.101
企业质量	CR	96.8	0.111	1	0.111	0.021	CR	90.3	0.133	1	0.133	0.001
	CE	100	0.047	1	0.047	0.014	CE	100	0.027	1	0.027	0.028
科创潜力	CR	90.3	0.291	1	0.291	0.000	CR	90.3	0.232	1	0.232	0.000
	CE	100	0.260	1	0.260	0.000	CE	100	0.196	1	0.196	0.000
社会民生	CR	83.9	0.078	1	0.078	0.008	CR	83.9	0.135	1	0.135	0.000
	CE	100	0.039	1	0.039	0.018	CE	100	0.070	1	0.070	0.005

注:采用校准后模糊集隶属度数据;使用置换检验(permutation test),重复采样次数 = 10 000。

表 4　NCA 瓶颈效应分析结果

AI 技术创新	政法环境	财政投入	产业结构	企业质量	科创潜力	社会民生
0	NN/NN	NN/NN	NN/NN	NN/NN	NN/NN	NN/NN
10	NN/NN	3.0/1.0	NN/1.0	NN/NN	14.0/NN	1.0/1.0
20	NN/NN	3.0/2.0	NN/1.0	NN/NN	14.0/7.0	1.0/1.0
30	NN/NN	5.0/2.0	NN/1.0	NN/NN	23.0/7.0	1.0/1.0
40	NN/NN	5.0/2.0	NN/1.0	NN/1.0	23.0/7.0	1.0/1.0
50	NN/NN	5.0/14.0	NN/1.0	NN/1.0	27.0/22.0	1.0/5.0
60	NN/NN	5.0/54.0	NN/1.0	NN/1.0	27.0/22.0	1.0/5.0
70	NN/NN	5.0/54.0	1.0/1.0	7.0/1.0	27.0/22.0	1.0/5.0
80	NN/NN	35.0/54.0	1.0/1.0	7.0/1.0	36.0/22.0	1.0/5.0
90	NN/69.0	35.0/93.0	1.0/2.0	7.0/2.0	36.0/75.0	13.0/29.0
100	32.0/95.0	93.0/93.0	39.0/2.0	100.0/100.0	89.0/92.0	41.0/69.0

注:"/"左侧为时段 1 的瓶颈水平,"/"右侧为时段 2 的瓶颈水平;NN = 不必要。CE 结果。

(二)组态分析

进一步采用 fsQCA 软件分析导致专精特新企业高水平 AI 技术创新和低水平 AI 技术创新的单个条件必要性。如表 5 所示,财政投入与科创潜力必要性的一致性水平大于 0.8,其余条件均低于 0.9。根据必要性水平门槛,当一致性大于 0.9 时,属于必要条件,一致性介于 0.8 - 0.9 时为近乎必要条件[11],揭示了财政投入和科创潜力在特定程

度上对 AI 技术创新的必要性约束。需要指出的是，NCA 识别的必要条件反映的是“程度上的必要性”，即条件在特定较低水平上对结果实现的约束程度，而 QCA 检验的必要条件体现的是“集合意义上的必要性”，要求前因条件在结果案例中普遍存在的程度达到一致性阈值（≥0.9）[42]。尽管财政投入和科创潜力在 NCA 方法中表现出一定程度上的必要性约束，但在 QCA 框架下仅达近乎必要条件水平，表明高水平财政投入和科创潜力并非产生高/非高水平专精特新企业 AI 技术创新的集合必要条件。

表 5　QCA 必要条件分析

条件	时段一				时段二			
	高 AI 技术创新水平		低 AI 技术创新水平		高 AI 技术创新水平		低 AI 技术创新水平	
	一致性	覆盖率	一致性	覆盖率	一致性	覆盖率	一致性	覆盖率
政法环境	0.591	0.567	0.534	0.529	0.759	0.766	0.324	0.353
~政法环境	0.509	0.515	0.563	0.587	0.359	0.330	0.785	0.778
财政投入	0.805	0.813	0.283	0.294	0.867	0.828	0.252	0.260
~财政投入	0.301	0.289	0.821	0.813	0.225	0.218	0.834	0.871
产业结构	0.478	0.472	0.615	0.627	0.540	0.518	0.562	0.582
~产业结构	0.622	0.610	0.482	0.487	0.564	0.544	0.534	0.556
企业质量	0.811	0.780	0.337	0.335	0.754	0.718	0.383	0.393
~企业质量	0.309	0.312	0.779	0.809	0.363	0.353	0.725	0.761
科创潜力	0.864	0.803	0.345	0.331	0.852	0.857	0.250	0.272
~科创潜力	0.280	0.293	0.795	0.857	0.276	0.255	0.868	0.863
社会民生	0.639	0.640	0.461	0.476	0.720	0.665	0.433	0.432
~社会民生	0.477	0.462	0.652	0.651	0.385	0.386	0.664	0.719

注：~表示非集，条件不存在。

为探讨区域治理对专精特新企业 AI 技术创新的复杂因果关系，采用多时段 QCA 方法分析产生高水平 AI 技术创新和非高水平 AI 技术创新的区域治理组态，并对发现的组态路径进行定性分析和命名，深化组态理论[20]。考虑到区域案例重要性，进行充分性组态分析时，借鉴张明和杜运周[43]的研究，将两个时段的原始一致性设定为 0.8，PRI 一致性阈值设为 0.75，案例频数阈值为 1。由于特定区域治理条件对结果影响方向尚无定论，在进行反事实分析时，采取较为谨慎的选择，假设单个区域治理条件出现与否均可能贡献高水平 AI 技术创新，通过中间解与简约解的嵌套关系对比，区分每个解的核心和边缘条件，并根据时段发展差异分别进行两个时段的组态分析。

1. 时段一组态分析

表 6 展示了时段 1 区域治理驱动专精特新企业 AI 技术创新的组态结果，共识别出 3 条产生高水平专精特新企业 AI 技术创新的组态（S1a、S1b、S2）和 6 条非高水平 AI 技术创新的组态（NS1a、NS1b、NS2a、NS2b、NS3a、NS3b）。单一解和总体解的一致性均超过 0.8 标准值，总体覆盖度大于 0.6，说明组态分析结果有效。根据高水平 AI 技术创新组态结果，企业质量均为 3 个组态的核心条件。鉴于企业质量作为市场治理的关键载体，能够通过示范效应与知识溢出，对区域创新环境具有引导作用[26]。依据共性条件为锚、差异组合定型的命名范式[44]，以企业质量所表征的市场治理效能作为整体“锚点”，将 3 个组态命名为实现高水平 AI 技术创新的市场驱动型模式。

表 6　实现高/非高专精特新企业 AI 技术创新的组态（时段一）

维度	条件	高水平 AI 技术创新			非高水平 AI 技术创新					
		S1a	S1b	S2	NS1a	NS1b	NS2a	NS2b	NS3a	NS3b
政府治理	政法环境	●	●	•		⊗		•	⊗	⊗
	财政投入	⊗	●	⊗	⊗	•	⊗	⊗	⊗	⊗
市场治理	产业结构			⊗			●	⊗	•	•
	企业质量	●	●	●	⊗	⊗	•	⊗		•
社会治理	科创潜力	●	●	⊗	⊗	⊗	⊗	•	⊗	⊗
	社会民生			•	⊗	•	●	●	⊗	
一致性		0.989	0.992	0.956	0.993	0.945	0.975	1.000	1.000	1.000
原始覆盖度		0.404	0.388	0.103	0.435	0.142	0.170	0.091	0.238	0.143
唯一覆盖度		0.209	0.193	0.050	0.250	0.053	0.081	0.051	0.013	0.000
典型案例		湖南、山东、安徽、湖北、江苏	北京、江苏、上海、浙江、湖北	福建、重庆	青海、甘肃、新疆、宁夏、山西、内蒙古、贵州	云南、广西、江西	吉林、海南	陕西	西藏、新疆、贵州	西藏、吉林
总体一致性		0.990			0.978					
总体覆盖度		0.647			0.719					

注：● = 核心条件存在；⊗ = 核心条件缺失；• = 边缘条件存在；⊗ = 边缘条件缺失；表中数据由 fsQCA 软件分析所得。下同。

依据各区域治理要素的介入方式与强度,将三条高水平组态分别命名为良序科创型市场驱动(S1a 和 S1b)、自主突破型市场驱动(S2)。

(1)良序科创型市场驱动。组态 S1a 和 S1b 在高企业质量作为核心条件存在的基础上,政法环境和科创潜力亦作为核心条件存在,构成二阶等价组态,体现了良好制度环境与优质市场主体协同推动专精特新企业 AI 技术创新的路径等价性,故将两条组态归为一类,命名为良序科创型市场驱动。组态 S1a 高政法环境、高企业质量和高科创潜力为核心条件,非高财政投入为边缘条件的区域治理环境可以促进专精特新企业实现 AI 技术创新,呈现出市场主导、制度保障的治理特征。表明在创新要素充沛的条件下,政府主要提供自由公平的创新秩序,发挥辅助性支持作用。比较 S1a 和 S1b 可发现,两者的政法环境、企业质量和科创潜力的核心条件相同,不同在于财政投入强度。说明在维持良好制度环境的基础上,政府能够通过加强财政投入,强化专精特新企业 AI 技术创新动力,呈现出有效市场和有为政府的协同治理模式。

(2)强企牵引型市场驱动。S2 组态中,企业质量为唯一核心条件,政法环境、社会民生为边缘条件,产业结构核心缺失,财政投入与科创潜力边缘缺失,表明在缺乏产业支撑与外部要素注入的情境下,区域内高质量企业凭借其技术实力与市场影响力,仍能通过技术示范、供应链合作或人才外溢等渠道,带动区域内专精特新企业实现高水平 AI 技术创新,呈现出政法与民生基础为秩序保障,市场主体内生动力为驱动引擎的特征。据此,将该组态命名为强企牵引型市场驱动,旨在凸显高质量企业在相对薄弱制度环境中的市场牵引能力。

从非高水平 AI 技术创新的组态结果来看,在政法环境、企业质量和科创潜力核心条件缺失,产业结构薄弱的情况下(NS1 组态),即使注入财政资源和建立良好社会环境,缺乏制度保障和创新氛围支撑,专精特新企业 AI 技术创新仍难以落地。组态 NS2(NS2a、NS2b)表明,当产业结构或社会民生等单一核心条件存在,但科创潜力缺失、企业质量不高,专精特新企业 AI 技术创新能力难以提升。组态 NS3(NS3a、NS3b)显示,在政法环境与科创潜力缺失的情境下,企业质量或产业结构的市场治理优化亦无法提升专精特新企业 AI 技术创新能力。

2. 时段二组态分析

表 7 为时段二实现专精特新企业高/非高 AI 技术创新的组态结果,共识别出 5 个高水平 AI 技术创新组态(S1a、S1b、S1c、S2a、S2b),以及 6 个产生非高水平 AI 技术创新组态(NS1a、NS1b、NS1c、NS2a、NS2b、NS3)。单一解和总体解的一致性均超过 0.8 标准值,总体覆盖度大于 0.7,说明组态结果有效。根据高水平 AI 技术创新组态结果,5 个高水平组态均以财政投入为核心条件。由于财政投入是政府治理的重要体现,将产生高水平的 5 个组态路径都命名为高 AI 技术创新的政府驱动型模式。兼顾各组态结果的差异性,将 5 条组态结果分别命名为协同赋能型政府驱动(S1a、S1b、S1c)、科创本位型政府驱动(S2a、S2b)。

(1)协同赋能型政府驱动。S1a、S1b、S1c 组态均以高财政投入和高企业质量为核心条件,构成二阶等价组态,差异主要体现在政法环境、科创潜力等治理要素的嵌入方式,呈现多元治理协同驱动特征,将其命名为协同赋能型政府驱动。S1a 以高财政投入、高企业质量为核心条件,高社会民生为边缘条件,非高政法环境和非高产业结构边缘存在,表明即使法治环境和产业结构相对薄弱,财政资源、民生基础与企业质量协同,仍可有效驱动专精特新企业 AI 技术创新。S1b 在此基础上进一步嵌入高政法环境和高科创潜力边缘条件,非高产业结构边缘存在,强调制度保障与创新资源的支撑作用,适用于法治环境较完善、创新资源较丰富但产业结构仍待优化的区域。S1c 则更具综合性,以高财政投入、高企业质量为核心条件,高政法环境、高科创潜力和高社会民生为边缘条件,形成法治保障、创新引领与社会民生协同的多元共治生态。

(2)科创本位型政府驱动。S2 以高财政投入、

表 7　实现高/非高专精特新企业 AI 技术创新的组态(时段二)

维度	条件	高水平 AI 技术创新					非高水平 AI 技术创新					
		S1a	S1b	S1c	S2a	S2b	NS1a	NS1b	NS2a	NS2b	NS2c	NS2d
政府治理	政法环境	⊗	•	•	⊗	•	⊗		•	⊗		⊗
	财政投入	●	●	●	●	●	⊗	⊗	⊗		⊗	⊗
市场治理	产业结构	⊗	⊗		⊗	•		⊗	⊗	●	●	•
	企业质量	●	●	●	⊗	⊗		⊗	⊗	⊗	•	⊗
社会治理	科创潜力		•	•	●	●	⊗	⊗	•	⊗	⊗	
	社会民生	•		•	⊗	⊗	⊗	⊗	●	●	●	●
一致性		0.935	0.996	0.994	0.938	0.992	0.992	0.988	0.974	0.972	0.969	0.988
原始覆盖度		0.135	0.313	0.469	0.153	0.079	0.510	0.311	0.094	0.216	0.156	0.198
唯一覆盖度		0.050	0.079	0.240	0.100	0.027	0.193	0.034	0.019	0.022	0.034	0.003
典型案例		江西、福建	江苏、山东、安徽、湖北	北京、广东、上海、浙江	河南、河北	四川	新疆、西藏、甘肃、山西、青海、内蒙古、吉林、黑龙江	新疆、宁夏、内蒙古、青海、辽宁	陕西	云南、贵州	海南、重庆	贵州、广西
总体一致性		0.975					0.984					
总体覆盖度		0.745					0.748					

高科创潜力和非高社会民生为核心条件,表明在社会生态基础薄弱时,政府资源投入与创新基础支撑仍能有效驱动专精特新企业 AI 技术创新,呈现科创资源为根基、政府资源为保障的特征,将其命名为科创本位型政府驱动。其中,S2a 以高财政投入、高科创潜力、非高社会民生为核心条件,非高政法环境、产业结构和企业质量为边缘条件,凸显了在区域市场治理较为薄弱的条件下,通过发挥政府治理与区域创新基础的驱动作用,适用于创新资源相对集中但其他治理要素较为薄弱的区域。S2a 与 S2b 具有核心条件一致、边缘条件递进的特征,S2b 在保持财政投入和科创潜力核心地位的基础上,进一步嵌入高政法环境和高产业结构,形成制度与产业基础强化的优化路径。

基于非高水平 AI 技术创新组态结果,NS1 组态(NS1a、NS1b)表现为多治理条件缺失,表明区域治理体系不足难以支撑专精特新企业 AI 技术创新。NS2 组态(NS2a、NS2b、NS2c、NS2d)显示,即使具备一定社会和市场基础,缺乏有效政府治理仍会制约创新发展。财政投入不足削弱了对企业的资源保障,政法环境薄弱又影响创新活动规范性,使区域创新体系难以持续。相较于时段一,时段二的组态结果凸显了 AI 技术深化发展阶段对制度保障和治理能力的更高要求。

(三)多时段区域治理组态演化分析

比较专精特新企业高水平 AI 技术创新的多元路径,可厘清区域治理要因如何协同影响专精特新企业 AI 技术创新,深化对区域治理效应的理解。以下从单个前因条件与组态类别的演化趋势进行比较分析。

1. 单个前因条件的演化分析

观察组态核心条件的演化趋势可发现,财政投入是治理要素中波动性最强的条件,其核心条件出现次数由时段一的 1 次骤增至时段二的 5 次。此变化与不同阶段 AI 技术发展定位差异及国家战略的动态调整相关。时段一处于 AI 技术探索期,AI 技术创新的投入规模小、侧重轻量化研发,主要通过市场竞争机制实现创新资源配置。时段二,AI 技术进入规模化应用与产业化攻坚阶段,创新风险与资金需求提升,区域治理由市场主导向政府与市场协同发力转型。高企业质量在两个时段稳定出现 3 次,构成专精特新企业 AI 技术创新的稳定治理锚点,说明专精特新企业 AI 技术创新活动高度嵌入区域产业链,高质量企业(如龙头企业、科技领先企业等)通过市场协同机制传递创新信号、共享创新资源,有效驱动专精特新企业 AI 技术创新。相比之下,高产业结构和高社会民生在演化过程中仅发挥辅助性作用,未作为核心条件存在。原因在于,良好的产业结构和民生环境需

经市场传导与企业决策逐步释放,作用周期较长、效应较分散,对聚焦细分领域的专精特新企业更多体现为创新环境营造与基础要素供给,具有间接性与普惠性。

比较各条件关系可发现,政府治理维度内部呈现结构性替代特征,在时段一中,政法环境依托产权保护与营商规则完善,为企业创新提供基础性制度保障,时段二则通过专项资金、算力补贴等工具实施资源赋能,逐步形成财政为主、法治为辅的治理组合。企业质量与科创潜力在两个时段均稳定存在且演化趋势相同,二者具有互补关系,共同驱动专精特新企业 AI 技术创新,表明区域内高质量企业能够联合科研人才与技术储备形成创新溢出效应,科创潜力为区域创新环境提供知识与人才供给,两者互补关系的持续强化,印证了专精特新企业 AI 技术创新对高端人才与技术知识的刚性需求。

2. 组态类别的演化分析

整体比较各阶段组态发现,两个时段专精特新企业 AI 技术创新的驱动路径呈现内核延续、措施升级与逻辑分化的特征。时段一以市场驱动为核心,形成良序科创型、强企牵引型两类组态,共同依托高企业质量为核心条件,政府干预程度较低。进入时段二后,高财政投入成为驱动专精特新企业 AI 技术创新的共同核心条件,形成协同赋能型与科创本位型两条路径。

当某一组态在不同时段始终较为稳定出现,可视为研究周期内的主导演化轨迹[32]。从时段一良序科创型向时段二协同赋能型的演进脉络,以高质量企业为稳定核心载体,保留高政法环境、高科创潜力,未发生核心要素的颠覆性替换,仅在原有市场基础上,叠加高强度财政扶持、产业生态共建等多元制度建设,通过政府资源实现治理模式升级,符合研究周期内的核心主导轨迹。以上海、北京、浙江等区域为代表,其长期具备较为成熟地法治化营商环境与科创氛围优势,在时段二通过财政杠杆激活存量创新资源,推动科创研发与政策支持的深度融合,实现了区域治理效能的连续性。

与之相对,强企牵引型与科创本位型均属于资源禀赋约束下的阶段性替代路径。时段一 AI 技术门槛偏低,依托法治化市场环境与龙头企业引领,可弥补区域科创基础薄弱的短板,满足 AI 创新探索需求。时段二,AI 技术攻坚趋势凸显、研发投入成本大幅提升,加上国家创新发展战略引导,单纯依靠企业自发驱动发展模式难以为继,需要财政资源倾斜,以政策培育科创体系、补充龙头企业的市场牵引作用。两类路径演化过程体现了以企业质量弥补科创短板,到财政投入弥补产业发展短板的内在逻辑转换,是后发区域顺应技术迭代与政策导向,实现创新追赶的典型演化形态。以四川、河南、河北等中西部地区为代表,受制于优质龙头企业数量不足、产业基础薄弱等现实约束,可通过财政专项投入、科技型中小企业梯度培育等举措,聚焦科创能力建设实现创新追赶,形成适配自身发展阶段的差异化路径。具体路径比较如表 8 所示。

表 8　实现高水平专精特新企业 AI 技术创新区域治理组态的定性比较

时段	时段一		时段二	
组态名称	良序科创型 市场驱动	强企牵引型 市场驱动	协同赋能型 政府驱动	科创本位型 政府驱动
驱动机制	**高政法环境** * 非高财政投入 * **高企业质量** * **高科创潜力**(S1a); **高政法环境** * **高财政投入** * **高企业质量** * **高科创潜力**(S1b)	高政法环境 * 非高财政投入 * **非高产业结构** * **高企业质量** * 非高科创潜力 * 高社会民生(S2)	非高政法环境 * **高财政投入** * 非高产业结构 * **高企业质量** * 高社会民生(S1a); 高政法环境 * **高财政投入** * 非高产业结构 * **高企业质量** * 高科创潜力(S1b); 高政法环境 * **高财政投入** * 高企业质量 * **高科创潜力** * 高社会民生(S1c)	非高政法环境 * **高财政投入** * 非高产业结构 * 非高企业质量 * **高科创潜力** * 高社会民生(S2a); 高政法环境 * **高财政投入** * 高产业结构 * 非高企业质量 * **高科创潜力** * **非高社会民生**(S2b)
代表区域	北京、上海、浙江 湖南、山东、安徽、 湖北、江苏	福建、重庆	江西、福建、江苏、山东、安徽、湖北、广东、上海、浙江	河南、河北、四川
定性证据	2015 年上海科创中心建设部署“构建市场化法治化营商环境,强化企业创新主体地位,搭建 AI 创新平台,依托社会资本推动技术转化”。	重庆实施大数据行动计划(2014—2016),提出“支持骨干企业牵头,推动大数据在民生领域深度应用”。	广东省围绕 AI 发展出台多层级配套政策体系,加大财政资源定向投放力度、支持联合攻关、共建开源中心等。截止 2024 年,其政策响应能力居首位,资本环境和企业能力排名第二①,AI 领域专精特新“小巨人”数量全国第一②。	四川省以科技创新、模型培育、智能机器人开发为核心任务,截止 2024 年,政策响应能力位居全国第 8,企业能力排名第 10,新认定专精特新中小企业 1 478 家③。

注:“ * ”表示且,字体加粗表示为核心条件。

① 参见《中国新一代人工智能科技产业区域竞争力评价指数(2024)》,中国式现代化发展研究院。

② 参见《2024 年广东人工智能核心产业规模超 2 200 亿元》,中国新闻网。

③ 参见《关于四川省 2024 年预算执行情况和 2025 年预算草案的报告》,四川省人民政府。

(四)进一步分析

1. 劣势治理区域的差异化驱动路径

鉴于各区域治理侧重点不同,借鉴已有研究区域经济象限划分思路[18],测算各区域不同维度治理指数及全国治理指数均值,区分单一或多维度治理劣势区域,以探究不同治理水平区域的差异化路径。以各维度全国平均治理水平为基准临界值,若某省份在特定维度的治理指数低于全国均值,则将其界定为该治理维度的劣势区域。随后依托三维指标高低组合特征,将全国 31 个省份划分为八种治理类型:Ⅰ-无劣势型、Ⅱ-政府劣势型、Ⅲ-政府—市场劣势型、Ⅳ-市场劣势型、Ⅴ-社会劣势型、Ⅵ-政府—社会劣势型、Ⅶ-全劣势型以及Ⅷ-市场—社会劣势型④。其中各时段均无省份属于Ⅱ-政府劣势型和Ⅴ-社会劣势型,时段二也未出现Ⅷ型—市场—社会劣势型样本。表 9 为各时段各象限产生高水平 AI 技术创新的组态结果,其中时段一的 I、IV 和 VIII 象限因均为正面案例没有产生简约解,无核心条件存在,但各治理要素基本存在边缘条件。时段一的第 VII 和时段二的第 VI、VII 象限因属负面案例均无解。组态结果的单一解和总体解的一致性均超过 0.8 标准值,总体覆盖度大于 0.5,组态结果较为可靠。

表 9　各时段各象限高水平专精特新企业 AI 技术创新的条件组态

时段		时段一									时段二				
象限		I		III		IV		VI		VIII	I	III	IV		
条件组态		A1a	A1b	A2a	A2b	A3a	A3b	A4a	A4b	A5	B1	B2	B3a	B3b	B3c
政府治理	政法环境	●		⊗	●	⊗		●	●	⊗	●	⊗	●	⊗	●
	财政投入	●	●	●	⊗	●	●	⊗	⊗	●	●	●	●	●	●
市场治理	产业结构		●	⊗	⊗	⊗	⊗	●	⊗	⊗		⊗	⊗	⊗	●
	企业质量	●	●	⊗	●		●	●	●	●	●	●	●	⊗	⊗
社会治理	科创潜力	●	●	⊗	⊗	●	●	⊗	⊗	●	●		●	●	●
	社会民生	⊗	●	●	●	⊗	●	⊗	●	⊗	●	●		⊗	⊗
一致性		1.000	1.000	1.000	1.000	0.947	1.000	0.961	0.996	1.000	1.000	0.960	1.000	1.000	1.000
原始覆盖度		0.219	0.677	0.285	0.343	0.604	0.396	0.579	0.390	0.747	0.888	0.567	0.469	0.234	0.134
唯一覆盖度		0.040	0.499	0.210	0.268	0.443	0.235	0.555	0.367	0.747	0.888	0.567	0.419	0.157	0.056
总体一致性		1.000		1.000		0.961		0.974		1.000	1.000	0.960	1.000		
总体覆盖度		0.718		0.553		0.839		0.945		0.747	0.888	0.567	0.712		

从单一治理劣势区域(II、IV、V 象限)结果来看,政府劣势型(II)与社会劣势型(V)均未形成适配路径,仅市场劣势型(IV)在两个时段形成支撑专精特新企业 AI 技术创新的稳定组态,主要依靠财政资源补给与市场环境优化。时段一依托存量财政投入与既有科创基础支撑,时段二区域治理要素重组,B3a 路径以提升本土企业主体质量为核心,辅以定向财政投入弥补产业结构短板,侧重企业主体培育对专精特新企业 AI 技术创新的驱动作用,山东、安徽、湖北为典型区域。B3b、B3c 路径则以政府补位为主导,通过完善政法运行规则、规整市场交易秩序和财政投入缓释市场治理约束,推动专精特新企业 AI 技术创新。

双重治理劣势区域(III、VI、VIII 象限)中,仅政府与市场治理双劣势(III)区域可跨时段存续,依托良好的社会民生基础吸引优质企业和人才集聚,弥补政府治理与市场产业结构短板。企业质量从时段一边缘存在转变为时段二核心条件,形成社会民生托举人才留存、本土企业承载 AI 研发的驱动路径。政府与社会双治理劣势(VI)区域社会民生或科创潜力薄弱,部分区域虽在时段一依托优质企业主体与政法环境维系创新活动(A4a),但进入时段二后,仅依靠社会民生薄弱未能产生高水平 AI 技术创新的结果,表明社会民生作为科

④ 时段一,Ⅰ-无劣势型包括北京、广东、江苏、上海、浙江;Ⅲ-政府—市场劣势型包括福建、河北、江西、辽宁、陕西;Ⅳ-市场劣势型包括河南、湖北、湖南、山东、四川;Ⅵ-政府—社会劣势型包括海南、天津、重庆;Ⅶ-全劣势型包括甘肃、广西、贵州、黑龙江、吉林、内蒙古、宁夏、青海、西藏、新疆、云南等;Ⅷ-市场—社会劣势型为安徽。时段二,Ⅰ-无劣势型包括北京、广东、江苏、上海、浙江;Ⅲ-政府—市场劣势型包括福建、河北、江西;Ⅳ-市场劣势型包括安徽、河南、湖北、湖南、山东、陕西、四川;Ⅵ-政府—社会劣势型包括海南、天津;Ⅶ-全劣势型包括甘肃、广西、贵州、黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、宁夏、青海、西藏、山西、新疆、云南、重庆。

创人才定居扎根的重要条件,难以通过企业实力、政法环境等要素替代,其典型案例为天津市。另有部分区域虽具有高财政投入、高企业质量和高科创潜力,但产业结构核心缺失导致进入时段二后未能持续推动企业 AI 技术创新,其典型案例为重庆市。

市场与社会治理双劣势(VIII)区域在时段一仅包含安徽省,主要依靠高财政投入、优质企业存量与科创潜力(A5)驱动企业 AI 技术创新。进入时段二,安徽省通过改善社会民生环境、培育优质科创主体,消除社会治理劣势,转变为单一市场治理劣势区域。该省通过国家重大科技基础设施、实施全域生态环境提质工程和推进“青年发展型城市”建设等多重举措,持续完善人居配套与创新发展环境。全省研发人员数量从 2017 年 22 万人增至 2024 年 39 万人,提升幅度达 77.3%,创新人才储备大幅扩容⑤。2024 年高新技术企业总量位列全国第 8 名、科技型中小企业数量居全国第 5 位⑥,说明市场与社会双劣势区域可通过改善民生环境、培育科创主体突破治理约束,走出差异化的创新赋能路径。

无治理劣势和全治理劣势区域(I、VII 象限)路径态势明显分化,无劣势型区域(I)是多元共治的标杆形态,展现了政府、市场和社会治理协同发展的跨时段稳定性。北京、广东、江苏、上海、浙江作为无劣势区域的典型案例,其治理结构随时段逐步强化,无明显短板制约,构建了支撑专精特新企业 AI 技术创新的理想创新生态。相比之下,全治理劣势型区域(VII)未形成有效驱动路径,主要受制于创新生态不完善、制度保障不足以及区域内专精特新企业规模较小、传统制造领域占比较高等因素,导致企业 AI 技术研发和智能化升级缺乏基础支撑。

2. 不同地理区位的差异化驱动路径

我国各地区总体 AI 技术创新产出和专精特新企业存量具有空间梯度差异。东部地区总体 AI 技术创新产出最高,专精特新企业数量也占据绝对优势,中部地区创新增速突出,展现出强劲追赶态势,西部地区则受资源禀赋约束,AI 创新发展长期处于滞后状态[8,45],可能导致区域治理产生不同的驱动路径与适配边界。根据国家统计局的划分规则⑦,将 31 个案例省份按照地理区位划分为东部、中部、西部和东北四大区域,以揭示不同区域产生高水平专精特新企业 AI 技术创新的差异化路径。结果所示,总体解的一致性均超过 0.8,总体覆盖度在 0.7 左右,组态结果较为可靠。其中时段一东北地区因无正面案例,未产生简约解和中间解。

表 10　不同地理区位高水平专精特新企业 AI 技术创新的条件组态

时段		时段一										
象限		东部						中部			西部	
条件组态		A1a	A1b	A2a	A2b	A2c	A2d	A3a	A3b	A3c	A4a	A4b
政府治理	政法环境		●		●	●	●	⊗		⊗	⊗	●
	财政投入	●	●	●	⊗	⊗	●	●	●	●	●	⊗
市场治理	产业结构	●	●	⊗	●	⊗		⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
	企业质量	●	●	●	●	●	●		●	⊗	⊗	●
社会治理	科创潜力	●	●	●	⊗	⊗	●	●	●	⊗	●	⊗
	社会民生	●		⊗	⊗	●	⊗	⊗	●	●	⊗	●
一致性		1.000	1.000	1.000	0.963	1.000	1.000	0.930	1.000	1.000	0.845	0.884
原始覆盖度		0.464	0.413	0.190	0.098	0.082	0.144	0.456	0.472	0.161	0.472	0.316
唯一覆盖度		0.069	0.049	0.084	0.083	0.079	0.000	0.337	0.239	0.000	0.443	0.287
总体一致性		0.995						0.959			0.879	
总体覆盖度		0.785						0.810			0.758	

⑤ 参见安徽省 2024 年国民经济和社会发展统计公报。

⑥ 参见安徽省 2017 年国民经济和社会发展统计公报。

⑦ 参见国家统计局 2011 年发布的《东西中部和东北地区划分方法》。东部包括:北京、天津、河北、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东和海南;中部包括:山西、安徽、江西、河南、湖北和湖南;西部包括:内蒙古、广西、重庆、四川、贵州、云南、西藏、陕西、甘肃、青海、宁夏和新疆;东北包括:辽宁、吉林和黑龙江。

表 10 结果显示,时段一东部地区均以企业质量作为核心条件,并呈现财政保障、优质企业引领、科创环境要素协同驱动格局,但部分区域产业结构与社会民生要素核心条件仍较薄弱。相较而言,中部地区市场化创新机制发育不足,内生创新驱动力相对薄弱,专精特新企业 AI 技术创新主要依靠财政资金支持,整体呈现政策主导的驱动特征。西部地区受资源禀赋、产业基础等多重条件限制,驱动路径分化明显。其中,A4a 组态区域以高财政投入、高科创潜力为核心,四川为该路径的典型代表;A4b 组态则以高政法环境、高企业质量与高社会民生支撑,重庆是该路径的典型案例,与前文时段一重庆作为政府—社会劣势型区域的驱动路径一致(见表 9 中 A4b 组态路径)。

表 11　不同地理区位高水平专精特新企业 AI 技术创新的条件组态

时段		时段二								
象限		东部			中部				西部	东北
条件组态		B1a	B1b	B1c	B2a	B2b	B2c	B2d	B3	B4
政府治理	政法环境	●	●	⊗	●	●		⊗	●	●
	财政投入	●	●	●	●	●	●	●	●	⊗
市场治理	产业结构	⊗		⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	●	⊗
	企业质量	●	●	●	•		•	⊗	⊗	⊗
社会治理	科创潜力	•	•	⊗	●	●	●	●	●	⊗
	社会民生		•	•		•	•	⊗	⊗	⊗
一致性		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.974	0.983	1.000
原始覆盖度		0.274	0.598	0.075	0.491	0.472	0.453	0.265	0.380	0.603
唯一覆盖度		0.114	0.437	0.061	0.077	0.063	0.042	0.214	0.380	0.603
总体一致性		1.000			0.991				0.983	1.000
总体覆盖度		0.772			0.812				0.380	0.603

表 11 时段二组态结果显示,东部地区创新驱动路径呈现明显优化趋势,从优质企业主体与持续性财政保障,转向多维度治理深度融合。中部地区突破时段一外部资源单向补给的发展局限,将发展重心转向科研基础培育与内生研发能力建设,迈入创新扩散与技术迭代的新阶段,但部分区域产业结构和企业质量边缘缺失,头部企业的技术带动能力较为不足,区域创新势能仍需提升。相比之下,西部地区通过制度建设和产业结构优化实现了突破性进展,为区域内专精特新企业 AI 技术创新提供了基础保障,但企业质量的核心缺失也暴露出西部地区优质企业储备不足,缺乏创新带动能力的问题,难以依靠市场主体自发完成技术迭代,区域创新生态建设仍有待提高。

东北地区组态演化则呈现出独特的政法环境主导特征,表明良好的政法环境有助于促进专精特新企业 AI 技术创新。专精特新企业虽具有核心技术竞争优势,但抗风险能力较弱,相较大型企业,对知识产权保护和制度稳定性的依赖程度更高[46],完善的法制化环境不仅能够明晰产权界定、强化司法维权,还能够降低技术侵权风险、稳定创新收益预期,为长周期、高风险的技术研发提供耐心宽容的制度空间[47]。辽宁省作为该路径的典型案例,将知识产权高质量发展纳入全面振兴的核心方案,持续加强 AI 等新兴领域知识产权保护,为专精特新企业开展 AI 技术研发与成果转化提供了稳定的制度支撑。

(五)稳健性检验

为保证组态结果的可靠性,本文从 QCA 参数和校准设定两个方面进行稳健性检验。当结果之间存在子集合关系,且不改变研究实质性解释时,可认为组态结果具有稳健性[43]。第一,参考杜运周等[20]的做法,调整 PRI 一致性阈值由 0.75 降至 0.7,并将案例频数阈值由 1 提高至 2,得到的组态与原组态结果基本一致,核心条件未发生实质性变化。第二,对校准方案进行调整。考虑到基准分析在两个时段均采用相同校准规则,在一定程度上影响研究纵向可比性。将两个时段 31 个省份观测样本合并,统一以 25%、50% 和 75% 分位数确定校准锚点,再分时段进行充分性分析,得到的组态路径与原组态存在明显的集合包含关系,且支撑两个阶段主要解释的共同核心条件未发生实质

性改变。同时,为避免校准区间窄化产生研究结论偏误,在保持分时段校准方式及其他 QCA 分析参数不变的基础上,参考赵富强等[48]的做法,将完全隶属、交叉点和完全不隶属锚点为 90%、50% 和 10% 分位数,重新对两个时段校准并展开充分性分析,结果与基准结果保持较强的结构对应关系。上述结果表明研究结论具有稳健性。

四、结论与启示

(一)研究结论

通过分析不同阶段产生高水平专精特新企业 AI 技术创新的多元区域治理路径发现,财政投入与科创潜力对专精特新企业达成一定水平的 AI 技术创新水平具有必要性约束,但并非形成必要条件。以 2017 年为界,两个时段共形成 4 种驱动有效区域治理组态,即时段一的良序科创型市场驱动与强企牵引型市场驱动,以及时段二的协同赋能型政府驱动与科创本位型政府驱动,体现了不同区域基于自身禀赋和时代发展需求。多时段演化分析发现,高企业质量是贯穿不同阶段和不同组态的稳定核心条件,财政投入则是时段间变化幅度最大的前因条件,体现了 AI 技术进入攻坚阶段,企业创新活动对财政支持、制度保障的强烈需求。同时,良序科创型市场驱动向协同赋能型政府驱动演化,构成研究期内的主导演化路径,强企牵引型市场驱动向科创本位型政府驱动转变,体现了相对劣势区域通过财政补位和科创潜力建设实现追赶的阶段性特征。

进一步分析表明,多元共治构成省域专精特新企业 AI 技术创新的理想环境,但单一市场治理劣势区域仍可依靠财政投入和社会环境优化形成稳定驱动路径,说明政府支持与社会治理能够在一定程度上弥补市场缺陷。对于双治理劣势区域,社会民生基础成为突破治理劣势的关键条件,其本质在于专精特新企业 AI 技术创新需要高端人才,而人才留存又依赖于收入水平、公共服务和生态环境等社会治理因素。相比之下,全治理劣势区域由于缺乏可替代的治理要素支撑,难以形成持续有效的创新路径。从地理区位看,不同区位专精特新企业 AI 技术创新虽存在梯度差异,但可依托差异化治理形成适配驱动路径。东部地区依托政府、市场和社会治理协同共治,中部地区侧重本土企业培育和能力积累,西部地区依靠制度建设和产业结构优化弥补市场主体发育缺陷,东北地区则依附于政法环境支撑专精特新企业 AI 技术创新。基于上述研究结论,提出以下政策建议。

第一,地方政府应围绕制约专精特新企业 AI 技术创新的关键约束实施精准补位,避免治理同质化。对于市场治理薄弱地区,应优先强化制度供给与社会治理能力;政府与市场双劣势区域,则应充分发挥社会治理在人才吸附与创新生态培育中的基础作用。同时,区域治理路径应遵循阶梯式演进规律,后发区域优先借鉴与自身发展阶段相近地区的优良治理经验,避免简单对标发达地区。具体而言,东北地区可在巩固政法环境优势的基础上,向中部地区学习内生能力培育策略;西部地区可借鉴东北地区的政法环境建设经验,同时吸收中部地区的内生能力培育策略;中部地区则可进一步吸纳东部地区多元协同治理经验,推动治理模式向更高层次升级。

第二,劣势区域应注重区域内组织能力建设,避免盲目扩张产业规模。治理劣势区域应避免陷入“重规模、轻能力”建设,应优先识别区域内企业在技术研发、产业协同与创新组织等方面的薄弱环节,实施靶向培育。对于存量企业,应重点强化技术积累、研发能力与管理规范化水平,提升其在产业链中的技术引领能力。就增量企业,则应建立以研发能力、技术含量和成长潜力为导向的质量型准入机制,优先引进具备持续创新能力和产业带动能力的高质量企业主体,确保区域创新生态的技术承载力与创新扩散能力,以有效带动区域内专精特新企业开展前沿技术创新。

第三,区域治理应重视创新生态培育,强化社会民生与政法环境对专精特新企业 AI 技术创新的支撑作用。在部分治理劣势区域中,社会民生与政法环境并非附属性治理条件,而是维系专精特新企业 AI 技术创新的重要支撑。地方政府应注重公共服务质量、知识产权保护效率、司法响应能力与城市生活承载能力建设,降低企业长期技术研

发中的制度与人才流失风险。尤其对于劣势地区而言,相较于短期产业补贴,稳定可预期的制度环境与可持续的人才生态,更能构筑长期创新积累的制度优势,有效增强区域可持续发展能力。

(二)研究不足与展望

本文仍存在以下研究局限。①由于主要聚焦专精特新企业 AI 技术创新,研究对象具有较强的政策导向性与企业属性,尚难全面反映不同企业在区域治理环境下的 AI 技术创新差异。未来可拓宽企业样本,比较不同类型企业 AI 技术创新的区域治理驱动路径,增强研究结论的普适性与解释力。②受数据来源限制,部分区域治理要因难以量化,现有评价体系主要围绕政府、市场与社会治理三个维度展开,可能存在治理要素覆盖不足的问题,且区域治理评价体系主要采用变异系数法进行客观赋权,虽能较为客观地反映省域治理差异,但无法解决指标相关性带来的信息重叠问题。未来可结合数字治理、区域创新网络等治理因素,丰富区域治理评价体系,并采用 CRITIC 法等兼顾指标相关性与变异程度的客观赋权方法进行分析,以提升区域治理评价体系的稳健性与现实适配性。③虽通过 QCA 方法识别出多重治理要素协同驱动专精特新企业 AI 技术创新的多元路径,但不同治理要素间的动态耦合过程缺乏深入解释。未来可结合典型区域案例研究或混合研究方法,剖析区域治理要因间的深层互动机制,提升区域治理驱动企业 AI 技术创新的理论解释深度。

参考文献:

[1]邬爱其,吴轶珂. 数字技术应用对中小企业成长的赋能机制:专精特新战略导向的中介效应[J]. 科学学研究,2026,44(2):410-420.

[2]刘强,彭瑶,韩洪灵,等."小巨人大灯塔":专精特新认定的创新溢出效应研究[J]. 会计研究,2025(3):163-178.

[3]冯永春,曹鑫锐,邬爱其,等. 专精特新企业如何打破成长锁定:基于明飞科技的案例研究[J]. 管理世界,2025,41(10):190-210.

[4]许晖,李阳,刘田田,等."专精特新"企业如何突破专业化"锁定"困境:创新搜寻视角下的多案例研究[J]. 外国经济与管理,2023,45(10):3-19.

[5]施锦诚,刘洋,朱凌. 人工智能驱动创新管理:理论演进、研究框架及未来展望[J]. 管理世界,2025,41(12):198-224.

[6]IGNA I, VENTURINI F. The determinants of AI innovation across European firms[J]. Research policy, 2023, 52(2): 104661.

[7]SHI J, WANG Y. Prerequisites for the innovation performance of artificial intelligence laboratory: a fuzzy-set qualitative comparative analysis[J]. IEEE transactions on engineering management, 2024, 71:5341-5356.

[8]王伟楠,王凯,严子淳. 区域高质量发展对"专精特新"中小企业创新绩效的影响机制研究[J]. 科研管理,2023,44(2):32-44.

[9]章俨,邬爱其,王露,等. 营商环境生态促进区域专精特新企业扩量提质的组态研究[J]. 科研管理,2025,46(7):49-59.

[10]曹虹剑,张帅,欧阳峣,等. 创新政策与"专精特新"中小企业创新质量[J]. 中国工业经济,2022(11):135-154.

[11]马海燕,黎玉杰,池毛毛. 企业人工智能创新前因组态及其高质量发展效应研究[J]. 管理评论,2025,37(10):76-87.

[12]PAES L O. The Amazon rainforest and the global-regional politics of ecosystem governance[J]. International affairs, 2022, 98(6):2077-2097.

[13]梁肖梅,汪秀琼,吴小节. 制度复杂性与企业绿色创新驱动路径:基于汽车制造业的动态 QCA 研究[J]. 管理评论,2026,38(1):90-103.

[14]AGHION P, VAN REENEN J, ZINGALES L. Innovation and institutional ownership[J]. American economic review, 2013, 103(1):277-304.

[15]陈西婵,陈艳,罗正英,等. 营商环境、研发补贴与国有企业实质性创新[J]. 科研管理,2024,45(2):155-164.

[16]WAN W, ZHOU F, LIU L, et al. Ownership structure and R&D: the role of regional governance environment[J]. International review of economics & finance, 2021, 72:45-58.

[17]LI Y, WANG Z, LIN Z, et al. Revisiting regional governance and regional development: Measurements, linkages and coupling effect[J]. World development, 2025, 185:106816.

[18]王世权,王向淑. 科技人才集聚的区域治理归因:基于多时段 QCA 的组态分析[J]. 科学学研究,2024,42(3):492-502,540.

[19]THABIT S, SANCINO A, MORA L. Strategic public value (s) governance: a systematic literature review and framework for analysis[J]. Public administration review, 2025, 85(3):885-906.

[20]杜运周,刘秋辰,陈凯薇,等. 营商环境生态、全要素

生产率与城市高质量发展的多元模式:基于复杂系统观的组态分析[J]. 管理世界,2022,38(9):127-145.
[21]杜运周,尤树洋. 制度逻辑与制度多元性研究前沿探析与未来研究展望[J]. 外国经济与管理,2013,35(12):2-10,30.
[22]陈瑞莲, 刘亚平. 区域治理研究:国际比较的视角[M]. 北京:中央编译出版社,2013:3.
[23]杨国栋,张锐昕. 改革开放以来的行政改革:逻辑、表现和取向:基于制度分析视角[J]. 中国行政管理,2020(7):15-21.
[24]解维敏. 混合所有制与国有企业研发投入研究[J]. 系统工程理论与实践,2019,39(4):1067-1078.
[25]赵云辉,梁宇奇,冯泰文,等. 营商环境生态如何驱动城市经济韧性提升:基于复杂系统观的组态分析[J]. 管理评论,2025,37(2):57-71.
[26] LIU H, CUI C, CHEN X, et al. How can regional integration promote corporate innovation? a peer effect study of R&D expenditure[J]. Journal of innovation & knowledge, 2023,8(4):100444.
[27]张亮,邱斌,吴腊梅,等. 人力资本积累、贸易开放与中国制造业企业创新[J]. 经济学(季刊),2024,24(2):379-394.
[28]孙大明,胡苏敏,黄菁菁. 数字协同创新的区域数字治理归因[J]. 科学学研究,2024,42(11):2421-2433.
[29]燕继荣,林永兴,刘舒杨. 制度创新的条件及实现路径:基于政府、市场、社会的协商共治经验[J]. 政治学研究,2023(3):35-45,168-169.
[30] TOMLINSON R. International best practice, enabling frameworks and the policy process: a South African case study[J]. International journal of urban and regional research,2002,26(2):377-388.
[31]刘志彪,凌永辉. 结构转换、全要素生产率与高质量发展[J]. 管理世界,2020,36(7):15-29.
[32]杜运周,李佳馨,刘秋辰,等. 复杂动态视角下的组态理论与 QCA 方法:研究进展与未来方向[J]. 管理世界,2021,37(3):180-197.
[33] DUL J. Necessary condition analysis (NCA) logic and methodology of "necessary but not sufficient" causality[J]. Organizational research methods, 2016, 19(1): 10-52.
[34] ZHAI S, LIU Z. Artificial intelligence technology innovation and firm productivity: evidence from China[J]. Finance research letters, 2023, 58: 104437.
[35]许宪春,郑正喜,张钟文. 中国平衡发展状况及对策研究:基于"清华大学中国平衡发展指数"的综合分析[J]. 管理世界,2019,35(5):15-28.
[36]李凯,易平涛,王世权. 东北老工业基地全面振兴进程评价报告[M]. 北京:经济管理出版社,2021:271.
[37]古恒宇,沈体雁. 中国省际高技能人才迁移的时空演化机制[J]. 地理学报,2022,77(10):2457-2473.
[38]DATTA S, SAAD M, SARPONG D. National systems of innovation, innovation niches, and diversity in university systems[J]. Technological forecasting and social change, 2019, 143: 27-36.
[39]潘珊,盖庆恩,胡涟漪. 人工智能、职业技能结构与产业结构转型[J]. 管理世界,2026,42(2):107-128.
[40]张明,蓝海林,陈伟宏,等. 殊途同归不同效:战略变革前因组态及其绩效研究[J]. 管理世界,2020,36(9):168-186.
[41] FISS P C. Building better causal theories: a fuzzy set approach to typologies in organization research[J]. Academy of management journal, 2011, 54(2):393-420.
[42] VIS B, DUL J. Analyzing relationships of necessity not just in kind but also in degree: complementing fsQCA with NCA[J]. Sociological methods & research, 2018, 47(4): 872-899.
[43]张明,杜运周. 组织与管理研究中 QCA 方法的应用:定位、策略和方向[J]. 管理学报,2019,16(9):1312-1323.
[44]FURNARI S, CRILLY D, MISANGYI V F, et al. Capturing causal complexity: heuristics for configurational theorizing[J]. Academy of management review, 2021, 46(4): 778-799.
[45]SUN Y, WU Z, LAN J, et al. Spatiotemporal distribution and dynamics evolution of artificial intelligence development in China[J]. Heliyon, 2024, 10(1).
[46]段云龙,田悦,彭丽娟,等. 人工智能应用驱动"专精特新"企业创新韧性提升研究[J/OL]. 系统工程理论与实践,1-20[2026-09-30]. https://link.cnki.net/urlid/11.2267.N.20251023.1526.034.
[47]杨道州,汪颖栋,王石宇. 法治化营商环境促进半导体企业创新质量提升的机理研究[J]. 科研管理,2025,46(6):125-135.
[48]赵富强,高晗,陈耘,等. 创业团队认知整合对创业绩效影响的组态效应研究[J/OL]. 南开管理评论,1-24[2026-09-30]. https://link.cnki.net/urlid/12.1288.F.20260530.0951.002.