“双碳”目标下人才集聚驱动企业绿色技术创新的内在机理

耿　黎，黄诗华

（沈阳农业大学 经济管理学院，辽宁　沈阳　110866）

摘　要：人才集聚是驱动市场微观主体绿色转型、培育新质生产力的重要引擎。本文基于2013—2023年中国沪深A股上市公司数据，深入探究人才集聚赋能企业绿色技术创新的内在逻辑、传导路径和差异化实践图景。研究发现：人才集聚显著提升企业绿色技术创新水平，该结论在经过内生性检验、替换被解释变量与解释变量、剔除特殊时期样本后依然稳健；机制检验表明，人才集聚能够通过提升企业的资源利用能力和深化企业的数字化转型驱动企业绿色技术创新；上述驱动作用在国有企业、高环境规制强度地区企业和重污染行业企业中显著，而在非国有企业、低环境规制强度地区企业和非重污染行业企业中未显现甚至呈抑制效应。本文从人才空间配置视角拓展了企业绿色技术创新驱动因素的理论边界，为优化区域人才布局、强化政策精准施策和实现“双碳”目标提供了经验证据。

关键词：人才集聚；企业绿色技术创新；资源利用能力；数字化转型；环境规制

中图分类号：F279.23　　**文献标志码：**A　　**文章编号：**1000-176X(2026)07-0115-13

一、问题的提出

当前，全球气候治理格局加速演变，资源环境约束持续收紧，绿色低碳转型已成为重塑国际竞争格局的战略制高点。“双碳”目标的提出，标志着中国经济社会发展全面绿色转型进入全新阶段。企业作为市场微观主体和绿色转型的关键实施主体，其绿色技术创新水平不仅决定自身可持续发展能力，更关乎国家整体绿色竞争力。然而，绿色技术创新具有显著的正外部性、高风险性和环境依赖性，单纯依靠市场机制难以实现最优供给，需要人力资本的有效积累和优化配置予以支撑。人才作为知识创造和技术进步的核心载体，其空间集聚所形成的知识溢出效应和规模经济是驱动企业突破绿色技术瓶颈的关键变量。在加快培养国家战略人才、培育新质生产力的时代背景下，厘清人才集聚对企业绿色技术创新的影响、作用机制和异质性特征已成为深入实施新时代人才强国战略、服务“双碳”目标的重大理论和现实课题。

收稿日期：2025-08-27

基金项目：辽宁省社会科学规划基金青年项目“异质型环境规制对新质生产力的影响研究”（L24CGL037）

作者简介：耿　黎（1979–），女，宁夏石嘴山人，副教授，博士，主要从事公司财务研究。E-mail：2002500010@syau.edu.cn

黄诗华（通讯作者）（1994–），女，辽宁营口人，讲师，博士，主要从事公司治理研究。E-mail：huangshihua11@126.com

党的二十大报告明确提出，应以国家战略需求为导向，坚决打赢关键核心技术攻坚战；党的二十届三中全会进一步明确要求，应加快建设国家高水平人才高地和吸引集聚人才的平台。在中央顶层设计引领下，各地加速完善人才引进与激励体系，推动高端人才向重点区域和创新型企业流动[1]。截至2023年底，全国科技人力资源总量达1.25亿人，专业技术人才约8 000万人，为创新驱动发展提供了坚实的人才底座[2]。然而，宏观层面人才规模的持续扩张并未完全转化为微观层面企业绿色技术创新效能的同步提升，企业间绿色技术创新产出和效率仍存在显著分化。这一“总量增长与结构失衡并存”的现实悖论，凸显了从人才空间配置视角探究企业绿色技术创新驱动因素的紧迫性。人才集聚作为在特定因素驱动下，人才向某一区域或企业流动且实现空间集中的动态过程[3]，理论上可通过促进知识扩散、强化组织学习和优化资源配置等渠道赋能企业绿色技术创新，但其实际效果是否因企业产权性质、环境规制强度和行业污染程度而异，尚缺乏系统性经验证据。基于此，本文以2013—2023年中国沪深A股上市公司为样本，系统检验人才集聚驱动企业绿色技术创新的内在机理，旨在回答以下核心问题：人才集聚能否有效驱动企业绿色技术创新？其作用通过何种路径实现？在不同类型企业和制度环境中是否存在差异化表现，情境边界究竟如何界定与发挥作用？

相较于现有研究，本文的边际贡献主要体现在三个方面。第一，现有研究多从环境规制、产业政策和公司治理等外部制度环境或内部治理维度解释企业绿色技术创新差异，本文将分析视角拓展至人才空间配置维度，为理解企业绿色技术创新的微观驱动力提供了新的经验证据，丰富了人才发展理论与绿色技术创新理论的交叉研究。第二，现有人才集聚研究多聚焦于一般性创新产出或区域创新能力，较少深入研究企业绿色技术创新这一兼具环境与经济双重属性的特殊创新形态。本文识别出人才集聚提升企业的资源利用能力和深化企业的数字化转型两条传导路径，揭示了人才集聚转化为企业绿色技术创新绩效的“黑箱”机制，深化了对该议题的理论阐释。第三，现有研究对人才集聚效应的异质性探讨尚不充分，本文从产权性质、环境规制强度和行业污染程度三个维度展开系统检验，发现情境边界呈现显著的“制度依赖”与“压力驱动”双重特征，表明人才集聚驱动绿色技术创新并非普适性规律，而是高度嵌入特定的产权结构、规制环境和行业属性之中。这一发现不仅修正了“人才集聚必然促进创新”的认知，也为精准优化人才政策与绿色治理政策的协同机制、实现分类施策提供了决策参考。

二、文献综述

（一）企业绿色技术创新的影响因素

近年来，学术界围绕企业绿色技术创新的驱动因素展开了广泛讨论。从宏观层面看，外部制度环境是驱动企业绿色技术创新的关键因素。在政策激励方面，政府补助和税收优惠能够降低企业绿色技术创新的边际成本，并提升预期收益，进而提高企业开展绿色技术创新的积极性[4]。低碳城市试点政策能够提升企业整体层面的绿色技术创新水平[5]，该政策还能显著促进企业绿色专利申请量的增长，尤其是绿色发明专利申请量的增长[6]。政府可通过设定标准、实施规制和组合运用政策工具等方式，引导创新活动向绿色转型方向演进[7]。在环境规制方面，环保目标责任制能够促进绿色专利数量的增长[8]。环境规制是倒逼企业开展绿色技术创新的关键因素[9]，环境规制对不同类型的绿色技术创新具有非线性影响[10]。在金融支持方面，相较于一般性技术创新，企业绿色技术创新对金融资源的依赖程度更高。金融科技能够通过提升研发投入强度驱动企业绿色技术创新[11]，数字金融能够纾解企业绿色技术创新面临的融资约束[12]，绿色信贷政策能够引导金融资源赋能企业绿色技术创新[13]。

从微观层面看，企业内部治理和组织特征会影响企业绿色技术创新。CEO受教育程度较高且具备理工科或工商管理专业背景的能源企业，其绿色技术创新表现更为突出[14]。高管环保意

识能够强化市场压力和创新资源对企业绿色技术创新的驱动作用[15]。企业ESG表现也是影响企业绿色技术创新的重要因素[16]。此外，公众对环境问题的关注能够驱动企业绿色技术创新[17]，媒体关注对企业绿色技术创新具有显著影响[18]，网络舆论也会影响企业绿色技术创新质量[19]。

（二）人才集聚与企业创新

人才是推动技术创新的核心力量，人才集聚是促进区域创新和提升企业竞争力的关键条件。现有研究主要从区域创新能力、企业核心技术突破和政策激励机制等维度探讨人才集聚对创新活动的影响。在区域创新能力方面，科技型人才集聚能够驱动区域技术创新[20]，资金支持在人才集聚影响区域创新能力的过程中发挥正向调节作用[21]，人才集聚能够促进区域协同创新能力的提升[22]。在企业核心技术突破方面，人才集聚能够通过知识共享、优势互补和创新资源整合提升技术创新效率[23]。工作满意度、工作成就感和人际关系等激励因素有助于高技能人才集聚[24]。在政策激励机制方面，人才政策能够显著驱动企业数字技术创新[25]，科技金融政策能够通过引导高技能人才流动提升区域创新能力[26]。

综上所述，现有研究初步证实人才集聚对区域创新和企业技术突破具有促进作用。然而，相关研究主要聚焦于一般性技术创新，对人才集聚影响企业绿色技术创新的作用机制探讨尚不充分。相较于一般性技术创新，企业绿色技术创新具有环境外部性强、政策敏感性高和跨学科融合度高等特征。外部制度支持与企业内部能力的协同，是企业实现绿色技术创新的关键前提，影响过程也更为复杂。尽管人才集聚在推动技术创新中的重要作用已得到现有研究的支持，但其能否驱动企业绿色技术创新，以及是否通过提升资源利用能力和深化数字化转型发挥作用，仍缺乏系统分析。在绿色低碳转型背景下，厘清上述问题，有助于深化人才集聚与企业绿色技术创新之间关系的理论认识，并为优化人才政策和绿色发展政策提供决策依据。

三、理论分析与研究假说

（一）人才集聚与企业绿色技术创新

绿色技术创新具有显著正外部性、高风险性和环境依赖性，企业在绿色技术创新过程中面临内部资源配置不足、外部信息与技术获取受限、环境压力应对能力不足等多重约束。人才集聚是指创新人才在特定区域内集中且产生知识溢出、资源共享和协同创新效应的动态过程，是驱动企业绿色技术创新的重要力量。

从能力观视角看，企业绿色技术创新能力源于资源的积累、整合和运用。企业绿色技术创新涉及多个学科和技术领域，需要构建复杂的技术网络，对企业跨领域资源整合能力要求较高。区域人才集聚能够扩大高素质人才供给，促进不同专业背景人才间的流动和交流，为企业吸纳多元化知识、开展技术协同和实现知识重组提供支撑[23]。人才集聚能够通过知识转移、联合研发，以及信息、知识、技术和人才等资源要素的有效整合，强化不同创新主体间的协同关联，提升企业对复杂绿色技术问题的理解和处理能力[22]。因此，人才集聚能够为企业绿色技术创新提供人才和知识支持，推动绿色产品和绿色工艺的持续优化。

从信息观视角看，绿色技术创新的有效性取决于企业能否及时捕捉并科学应对外部环境变化。人才集聚能够促进信息交换和知识传播，提升企业获取和吸收外部信息的能力[20]。来自不同专业背景的科技人才在空间上集聚，能够通过正式和非正式的沟通合作加速技术信息传播，帮助企业及时把握行业动态，并据此调整技术研发和产品开发方向[1]。在绿色技术快速迭代的背景下，人才集聚形成的交流网络能够帮助企业及时捕捉绿色技术发展趋势，提升企业绿色技术创新的前瞻性和科学性。基于上述分析，本文提出如下假说：

假说1：人才集聚能够驱动企业绿色技术创新。

（二）资源利用能力

资源利用能力反映企业在动态环境中整合、配置和运用内外部资源的效能和灵活性。动态能力理论认为，企业通过整合和重构内外部资源，能够更好地适应快速变化的外部环境[27]。资源利用能力的提升能够优化企业资源配置结构，为创新活动提供资源基础，进而驱动企业绿色技术创新[28]。在此基础上，本文进一步分析人才集聚如何提升企业资源利用能力。人才集聚能够扩大区域高素质人才供给，并通过知识流动和经验共享为企业提升资源利用能力提供支撑[21]。一方面，高素质人才能够引入先进的资源配置理念和方法，推动企业优化生产、管理和研发环节的资源配置。另一方面，人才集聚形成的知识交流与共享环境有助于企业探索更加高效的绿色资源利用方式。提升资源利用能力不仅有助于保障企业日常运营，还能为绿色技术创新的持续投入奠定资源基础，进而降低创新过程中的资源错配与协调成本。基于上述分析，本文提出如下假说：

假说2a：人才集聚能够通过提升企业的资源利用能力驱动企业绿色技术创新。

（三）数字化转型

企业绿色技术创新不仅需要资源禀赋与制度激励的外部支撑，更取决于企业对外部信息、政策导向和技术趋势的敏锐洞察与有效转化能力。数字化转型能够提升企业的信息处理与流通效率，促进内外部资源与知识整合，提升企业对外部环境变化的响应能力，进而驱动企业绿色技术创新[29]。

在此基础上，本文进一步分析人才集聚如何促进企业数字化转型。自然资源基础观认为，企业需要具备支撑环境可持续性的资源和能力，从而推进绿色技术创新，并巩固竞争优势[30]。人才集聚不仅扩充了高素质人才储备，还借助知识溢出和技术交互效应，为企业数字化转型提供了关键支撑。一方面，高素质人才具备较强的数字技术应用与创新能力，能够推动数字技术在企业研发、生产、管理和外部合作环节的部署和融合。另一方面，人才集聚形成的交流网络有助于企业获取数字技术信息和专业知识，提升企业吸收与应用数字技术的能力。企业实现数字化转型后，分散在研发、生产、管理和外部合作环节的信息能够更快进入决策和资源调度环节，绿色技术创新的沟通与协调成本也会相应降低。由此，人才集聚带来的知识与技术供给，更容易转化为企业层面的绿色技术创新成果。基于上述分析，本文提出如下假说：

假说2b：人才集聚能够通过深化企业的数字化转型驱动企业绿色技术创新。

四、研究设计

（一）变量定义

1.被解释变量

本文的被解释变量为企业绿色技术创新（*GI*）。借鉴徐佳和崔静波的方法[5]，本文采用企业绿色专利申请总量衡量企业绿色技术创新，具体以绿色发明专利申请数与绿色实用新型专利申请数之和加1后的自然对数值进行衡量。绿色发明专利体现企业较高的创新性，绿色实用新型专利则表征企业绿色技术改进水平，二者结合可多维度刻画企业绿色技术创新水平。对专利申请数加1后取自然对数，既避免零值导致的计算缺失，又有效缓解数据右偏问题。

2.解释变量

本文的解释变量为人才集聚（*TA*）。借鉴申伟宁等使用区位熵测度科技人才集聚的方法[31]，本文采用省域科技人才密度与全国科技人才平均密度的比值衡量人才集聚。具体计算公式为：人才集聚＝（省域科技人才数量/省域年末人口总数）/（全国科技人才数量/全国年末人口总数）。该指标数值越大，表明人才集聚度越高。选用省域层面测度指标可有效捕捉企业所在区域的人才供给状况和知识溢出效应。

3.机制变量

本文的机制变量为资源利用能力（*RUC*）和数字化转型（*DT*）。关于资源利用能力，借鉴吴文武等、Shao等的方法[1, 28]，本文采用企业销售收入与总资产的比值衡量。该指标反映企业对现有资源的运用成效，数值越大，表明企业资源利用能力越高。关于数字化转型，借鉴吴非等的方法[32]，本文采用文本分析法对上市公司年度报告进行分析，统计“人工智能”“区块链”“云计算”“大数据”“数字技术应用”五类关键词的词频，并将总词频加1后取自然对数。该指标能够反映企业在数字技术应用和数字化发展方面的投入和进展。

4.控制变量

本文选取如下企业层面的控制变量：企业规模（*Size*），采用企业总资产的自然对数衡量；资产负债率（*Lev*），采用总负债与总资产的比值衡量；总资产净利润率（*ROA*），采用净利润与平均总资产的比值衡量；总资产周转率（*ATO*），采用营业收入与平均总资产的比值衡量；现金流比率（*Cashflow*），采用经营活动产生的现金流量净额与总资产的比值衡量；固定资产占比（*FIXED*），采用固定资产与总资产的比值衡量；前五大股东持股比例（*Top*5），采用前五大股东持股数量与总股数的比值衡量；董事会规模（*Board*），采用董事会人数的自然对数衡量；企业年龄（*FirmAge*），采用企业上市年限加1后的自然对数值衡量。

（二）模型设定

为检验人才集聚对企业绿色技术创新的影响，本文构建如下基准回归模型：

$$GI_{it} = \beta_0 + \beta_1 TA_{it} + \lambda Controls_{it} + v_i + \tau_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中，GI_{it}表示企业i在年份t的绿色技术创新，TA_{it}表示人才集聚，$Controls_{it}$表示控制变量，v_i表示企业固定效应，τ_t表示年份固定效应，ε_{it}表示随机误差项。

（三）数据来源

本文以2013—2023年中国沪深A股上市公司为初始样本。企业绿色技术创新数据来源于中国研究数据服务平台，企业财务状况、资源利用能力和数字化转型等变量测算所需数据来源于国泰安数据库，人才集聚等区域指标来源于国家统计局和各省（自治区、直辖市）统计年鉴。本文对初始样本进行如下处理：剔除ST或*ST公司、金融类企业和主要变量缺失样本，并对所有连续变量在1%和99%分位进行缩尾处理。最终获得24 678个企业—年份观测值。本文主要变量的描述性统计结果如表1所示。

表1　主要变量的描述性统计结果

变　量	符　号	样本量	均　值	标准差	最小值	中位数	最大值
企业绿色技术创新	*GI*	24 678	0. 3463	0. 7412	0. 0000	0. 0000	3. 4340
人才集聚	*TA*	24 678	1. 0368	1. 0356	0. 1300	0. 6155	4. 3813
资源利用能力	*RUC*	24 678	0. 6041	0. 3971	0. 0768	0. 5194	2. 3380
数字化转型	*DT*	24 678	1. 5619	1. 3967	0. 0000	1. 3863	5. 2149
企业规模	*Size*	24 678	22. 4736	1. 3174	20. 0641	22. 2934	26. 2496
资产负债率	*Lev*	24 678	0. 4294	0. 1987	0. 0610	0. 4240	0. 8776
总资产净利润率	*ROA*	24 678	0. 0381	0. 0589	−0. 1829	0. 0353	0. 2062
总资产周转率	*ATO*	24 678	0. 6313	0. 4207	0. 0850	0. 5386	2. 3881
现金流比率	*Cashflow*	24 678	0. 0497	0. 0643	−0. 1341	0. 0478	0. 2260
固定资产占比	*FIXED*	24 678	0. 2114	0. 1564	0. 0023	0. 1800	0. 6663
前五大股东持股比例	*Top*5	24 678	0. 5154	0. 1522	0. 2024	0. 5116	0. 8784
董事会规模	*Board*	24 678	2. 1256	0. 1927	1. 6094	2. 1972	2. 6391
企业年龄	*FirmAge*	24 678	2. 9969	0. 2990	2. 0794	3. 0445	3. 5264

五、实证结果与分析

（一）基准回归结果与分析

在进行基准回归之前，本文对主要变量进行了相关性分析和多重共线性检验。[①]结果显示，人才集聚与企业绿色技术创新正相关，初步支持假说1。各变量的方差膨胀因子（VIF）均小于10，说明模型不存在严重的多重共线性问题。

在此基础上，本文采用双向固定效应模型检验人才集聚对企业绿色技术创新的影响。基准回归结果如表2所示。其中，列（1）未纳入控制变量，人才集聚的估计系数为0.0185，且在5%水平上显著；列（2）纳入企业层面的控制变量，人才集聚的估计系数为0.0183，且在5%水平上显著。上述结果表明，企业所在区域的人才集聚度越高，企业绿色技术创新水平越高，即人才集聚能够驱动企业绿色技术创新，假说1得到验证。上述结果表明，人才集聚能够为企业绿色技术研发和低碳转型提供人才与知识支持，这一结果为区域优化人才配置和企业有效利用区域人才资源提供了经验依据。

表2　基准回归结果

变　量	（1）	（2）
TA	0.0185**	0.0183**
	（2.2563）	（2.2311）
Size		0.0521***
		（3.8282）
Lev		−0.1125**
		（−2.4963）
ROA		0.2133***
		（2.7760）
ATO		0.0143
		（0.7810）
Cashflow		−0.0945
		（−1.5363）
FIXED		−0.1529**
		（−2.1100）
Top5		−0.1447**
		（−2.1496）
Board		−0.0436
		（−1.1230）
FirmAge		0.1372
		（1.1115）
企业/年份FE	控制	控制
常数项	0.2491***	−1.0236**
	（21.7347）	（−2.3050）
样本量	24 678	24 678
$\bar{R}^2$	0.0173	0.0210

注：***和**表示在1%和5%水平上显著，括号内为t值，下同。

（二）内生性检验

为缓解人才集聚与企业绿色技术创新之间可能存在的内生性问题，本文进一步采用工具变量法进行检验。具体而言，本文选取按行业和年份计算的人才集聚平均值作为工具变量（*IV*）。该变量与企业所在区域的人才集聚具有较强相关性，且在理论上不直接影响单个企业的绿色技术创新，因而在相关性和外生性方面具有一定合理性。

① 相关性分析和多重共线性检验结果未在正文中列出，留存备索。

本文采用两阶段最小二乘法（2SLS）进行回归分析，工具变量法检验结果如表3所示。列（1）为以人才集聚（*TA*）为被解释变量的第一阶段回归结果，工具变量的估计系数为0.5008，且在1%水平上显著，说明工具变量与解释变量之间具有较强相关性。Kleibergen-Paap rk LM统计量为94.3257，P<0.0001，拒绝模型识别不足的原假设，说明模型能够得到有效识别；Kleibergen-Paap rk Wald F统计量为96.5385，高于Stock-Yogo 10%水平的临界值16.3800，表明不存在明显的弱工具变量问题。列（2）为以企业绿色技术创新（*GI*）为被解释变量的第二阶段回归结果，人才集聚的估计系数为0.3184，且在1%水平上显著，与基准回归结果一致。上述结果表明，在缓解潜在内生性问题后，本文的研究结论仍然成立，假说1得到进一步验证。

表3　工具变量法检验结果

变　量	（1）	（2）
	TA	*GI*
IV	0.5008*** （9.8252）	
TA		0.3184*** （5.1118）
控制变量	控制	控制
企业/年份FE	控制	控制
常数项	0.7153** （2.4671）	
样本量	24 678	24 678
$\bar{R}^2$	0.038	0.006
Kleibergen-Paap rk LM统计量（P值）	94.3257 （P<0.0001）	
Kleibergen-Paap rk Wald F统计量	96.5385	
Stock-Yogo 10%临界值	16.3800	

注：列（2）采用吸收固定效应的2SLS估计，常数项经残差化处理后不再单独报告。

（三）稳健性检验

为检验基准回归结果是否具有稳健性，本文进行了一系列稳健性检验，包括替换被解释变量与解释变量、剔除特殊时期样本等。稳健性检验结果如表4所示。

1.替换被解释变量

鉴于专利申请实践中普遍存在联合申请现象，为更加准确地衡量企业独立的绿色技术创新水平，本文将基准回归中采用的“绿色发明专利申请数与绿色实用新型专利申请数之和加1后的自然对数值”替换为“企业当年独立申请的绿色发明专利数量加1后的自然对数值”，并重新进行回归。表4列（1）的回归结果显示，人才集聚的估计系数为0.0176，且在5%水平上显著，表明替换企业绿色技术创新的衡量方式后，基准回归结论保持不变，研究结论具有稳健性。

考虑到企业绿色技术创新具有一定的累积性和产出时滞，为缓解当期解释变量与被解释变量之间可能存在的反向因果关系，本文将企业绿色技术创新变量滞后一期后重新进行回归。表4列（2）的回归结果显示，人才集聚的估计系数为0.0142，且在10%水平上显著，表明在考虑企业绿色技术创新的时滞特征后，基准回归结论保持不变，研究结论具有稳健性。

2.替换解释变量

为进一步检验人才集聚衡量方式的合理性和研究结论的稳健性，借鉴陈曦等的方法[33]，本文构建了替代变量：城市层面人才集聚（*UTA*）。具体而言，本文从政府工作报告中提取人才政策关键词和强调性词汇，以加权关键词数量与政府工作报告总词数之比衡量城市层面人才集聚水平，并以该指标替换*TA*后重新进行回归。表4列（3）的回归结果显示，城市层面人才集聚的估

计系数为12.7988，且在10%水平上显著，表明替换人才集聚的衡量方式后，基准回归结论保持不变，研究结论具有稳健性。

3.剔除特殊时期样本

考虑到突发公共卫生事件可能对企业经营环境和政策环境产生冲击，本文剔除2020年及以后样本，采用2013—2019年的样本重新进行回归，以排除突发公共卫生事件对回归结果的干扰。表4列（4）的回归结果显示，人才集聚的估计系数为0.0659，且在1%水平上显著，表明剔除特殊时期样本后，基准回归结论保持不变，研究结论具有稳健性。

表4 稳健性检验结果

变 量	（1）	（2）	（3）	（4）
	替换被解释变量	被解释变量滞后一期	替换解释变量	剔除特殊时期样本
TA	0.0176**	0.0142*		0.0659***
	（2.0137）	（1.6589）		（3.9270）
UTA			12.7988*	
			（1.6877）	
控制变量	控制	控制	控制	控制
企业/年份FE	控制	控制	控制	控制
常数项	−0.8457**	−1.3786***	−1.1593**	−0.7774
	（−2.2525）	（−2.6548）	（−2.4068）	（−1.4936）
样本量	24 678	21 675	22 054	15 762
$\bar{R}^2$	0.0137	0.0220	0.0216	0.0154

注：*表示在10%水平上显著，下同。

六、机制检验与异质性分析

（一）机制检验

根据前文理论分析，人才集聚可能通过提升资源利用能力和深化数字化转型驱动企业绿色技术创新。为检验上述传导路径，本文构建如下机制检验模型：

$$Mech_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 TA_{it} + \lambda Controls_{it} + v_i + \tau_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

其中，$Mech_{it}$表示机制变量，包括资源利用能力（*RUC*）和数字化转型（*DT*）。其他变量含义与式（1）相同。若γ_1显著，表明人才集聚能够显著影响相应机制变量，为上述传导路径提供经验证据。机制检验结果如表5所示。

1.资源利用能力

人才集聚能够通过扩大高素质人才供给、促进知识与经验流动，为企业提升资源利用能力创造有利条件。表5列（1）报告了人才集聚对资源利用能力的回归结果。人才集聚的估计系数为0.0104，且在1%水平上显著，表明企业所在地区的人才集聚度越高，企业资源利用能力越强。区域人才集聚有助于企业吸纳多元化知识和专业技能，优化资源整合与运用，并为企业绿色技术创新提供资源保障。结合前文基准回归结果，人才集聚能够通过提升企业的资源利用能力驱动企业绿色技术创新，假说2a得到验证。

2.数字化转型

人才集聚能够通过扩大数字化人才供给、促进数字技术知识传播，为企业推进数字化转型提供人才与知识支持。表5列（2）报告了人才集聚对数字化转型的回归结果。人才集聚的估计系数为0.0970，且在1%水平上显著，表明企业所在地区的人才集聚度越高，越有助于推进企业数字化转型。区域人才集聚有助于企业获取专业人才和数字技术知识，推动数字技术在生产、管理和研发环节的应用与融合，进而提升企业的信息处理与技术整合能力。结合前文基准回归结果，

人才集聚能够通过深化企业的数字化转型驱动企业绿色技术创新，假说2b得到验证。

表5　机制检验结果

变　量	（1）	（2）
	RUC	*DT*
TA	0.0104***	0.0970***
	（2.8907）	（6.8968）
控制变量	控制	控制
企业/年份FE	控制	控制
常数项	0.1804**	−4.3961***
	（2.1395）	（−5.8915）
样本量	24 678	24 678
$\bar{R}^2$	0.7298	0.2493

（二）异质性分析

1.产权性质

国有企业与非国有企业在资源禀赋、治理模式和创新动机等方面存在差异，人才集聚对企业绿色技术创新的影响可能因产权性质不同而有所差异。国有企业通常具有较强的政策资源获取能力，在人才引进和绿色技术创新方面更容易获得支持；非国有企业虽然具有较为灵活的经营机制和人才激励方式，但其绿色技术创新进程可能受到融资约束和成本压力的影响。为检验不同产权性质下人才集聚对企业绿色技术创新的影响差异，借鉴陶锋等的方法[34]，本文将样本划分为国有企业和非国有企业，并分别进行回归分析。表6列（1）和列（2）分别报告了国有企业与非国有企业的异质性分析结果。在国有企业中，人才集聚的估计系数为0.0254，且在5%水平上显著；在非国有企业中，估计系数不显著。这意味着，人才集聚带来的企业绿色技术创新促进效应发生在国有企业中。可能的原因在于，国有企业在获取政策支持、吸纳高层次人才和承担绿色发展任务等方面具有一定优势，能够为企业绿色技术创新提供较为稳定的资源保障；相比之下，非国有企业面临的融资约束和成本压力相对较大，人才集聚优势可能难以稳定转化为企业的绿色技术创新成果。

表6　国有企业与非国有企业的异质性分析结果

变　量	（1）	（2）
	国有企业	非国有企业
TA	0.0254**	0.0127
	（2.4020）	（0.9979）
控制变量	控制	控制
企业/年份FE	控制	控制
常数项	−0.3029	−1.8674***
	（−0.3776）	（−3.5596）
样本量	10 490	14 188
$\bar{R}^2$	0.0305	0.0197

2.环境规制强度

环境规制是引导企业内化环境外部成本、驱动企业绿色技术创新的重要政策工具[35]。在高环境规制强度地区，企业面临更大的合规压力，更有动力借助绿色技术创新将合规成本转化为创新补偿收益；在低环境规制强度地区，企业绿色技术创新动力相对不足，人才集聚形成的知识和技术优势可能难以转化为企业绿色技术创新成果。为检验不同环境规制强度下人才集聚对企业绿色技术创新的影响差异，本文依据各省环境规制强度的中位数，将样本划分为高环境规制强度地

区企业和低环境规制强度地区企业，并分别进行回归分析。表7列（1）和列（2）分别报告了高环境规制强度地区企业与低环境规制强度地区企业的异质性分析结果。在高环境规制强度地区企业中，人才集聚的估计系数为0.0214，且在5%水平上显著；在低环境规制强度地区企业中，估计系数为-0.0126，且在5%水平上显著。这一结果表明，在高环境规制强度地区企业中，人才集聚能够驱动企业绿色技术创新，而在低环境规制强度地区企业中表现出抑制作用。可能的原因在于，较强的环境规制会加大企业绿色转型压力，推动企业将人才集聚形成的知识和技术优势用于绿色技术创新；在低环境规制强度地区企业中，人才资源可能更多投入到其他创新活动中。

表7 高环境规制强度地区企业与低环境规制强度地区企业的异质性分析结果

变 量	（1）	（2）
	高环境规制强度地区企业	低环境规制强度地区企业
TA	0.0214** （2.4983）	-0.0126** （-2.0865）
控制变量	控制	控制
企业/年份FE	控制	控制
常数项	-1.2008*** （-8.1205）	-1.5354*** （-10.0004）
样本量	12 634	12 044
$\bar{R}^2$	0.0488	0.0570

3.行业污染程度

不同行业面临的环境监管压力和绿色转型动力存在差异，人才集聚对企业绿色技术创新的影响可能因行业污染程度不同而有所差异。重污染行业处于环境规制的“强约束”区间，倒逼机制促使企业将人才集聚所蕴含的知识溢出和技术势能高效转化为绿色工艺革新和末端治理研发的实质性投入；相比之下，非重污染行业因环境合规压力较弱，缺乏足够的转型驱动力，可能导致人才资源向绿色技术创新转化的边际效能递减，甚至出现配置扭曲。借鉴高磊和杨晓丽的方法[36]，本文将样本划分为重污染行业企业和非重污染行业企业，并分别进行回归分析。表8列（1）和列（2）分别报告了重污染行业企业与非重污染行业企业的异质性分析结果。在重污染行业企业中，人才集聚的估计系数为0.0185，且在5%水平上显著；在非重污染行业企业中，估计系数为-0.0155，且在1%水平上显著。由此可见，行业面临的绿色转型压力会影响人才集聚优势的转化方向，在重污染行业企业中表现为促进作用，而在非重污染行业企业中则呈现一定的抑制效应。可能的原因在于，重污染行业企业面临较强的环境规制和绿色转型压力，企业更有动力将人才集聚形成的知识与技术优势用于绿色技术创新；非重污染行业企业的外部绿色技术创新激励相对较弱，人才资源可能更多投入到其他创新活动中。

表8 重污染行业企业与非重污染行业企业的异质性分析结果

变 量	（1）	（2）
	重污染行业企业	非重污染行业企业
TA	0.0185** （2.2042）	-0.0155*** （-2.7819）
控制变量	控制	控制
企业/年份FE	控制	控制
常数项	-2.7258*** （-16.4336）	-0.7682*** （-5.5665）
样本量	7 168	17 510
$\bar{R}^2$	0.1141	0.0491

七、研究结论与政策建议

本文基于2013—2023年中国沪深A股上市公司数据，深入探究人才集聚赋能企业绿色技术创新的内在逻辑、传导路径和差异化实践图景。研究发现：人才集聚显著提升企业绿色技术创新水平，该结论在经过内生性检验、替换被解释变量与解释变量、剔除特殊时期样本后依然稳健；机制检验表明，人才集聚能够通过提升企业的资源利用能力和深化企业的数字化转型驱动企业绿色技术创新；上述驱动作用在国有企业、高环境规制强度地区企业和重污染行业企业中显著，而在非国有企业、低环境规制强度地区企业和非重污染行业企业中未显现甚至呈抑制效应。本文从人才空间配置视角拓展了企业绿色技术创新驱动因素的理论边界，为优化人才布局、精准施策提供了实证支撑，也为协同推进“双碳”目标奠定了现实基础。基于上述发现，本文提出如下政策建议。

首先，健全人才集聚与绿色发展的协同机制。政府应围绕节能环保、新能源等绿色转型重点领域，完善高层次人才引进、培养与服务体系，引导人才向绿色产业和关键技术研发环节有序流动。同时，加强人才政策与绿色产业政策、科技创新政策的统筹衔接，依据区域产业基础和企业创新需求优化人才配置，提升人才供给与绿色技术创新需求之间的匹配精度。

其次，夯实资源利用与数字化转型的支撑基础。企业应结合自身发展阶段，健全人才激励与资源配置机制，推动人才优势转化为绿色技术创新能力，提高资金、技术、知识等要素的使用效率。在此基础上，加快数字基础设施建设，促进数字技术向绿色技术创新、生产管理等环节深度延伸，提升企业对绿色技术创新信息的获取、处理与整合能力。政府可通过数字化改造补贴、公共技术平台建设等方式降低企业转型成本，为绿色技术创新提供必要的技术与平台支撑。

最后，完善分类施策的企业绿色技术创新支持体系。针对不同产权性质的企业实施差异化策略：对非国有企业，拓宽融资渠道和政策资源获取途径，缓解企业绿色技术创新融资约束；对国有企业，强化企业绿色技术创新绩效考核，提升人才与创新资源配置效率。在低环境规制强度地区，适度加大企业绿色技术创新激励力度，引导人才资源投向绿色技术创新领域。对重污染行业，持续强化绿色转型约束，并配套技术支持；对非重污染行业，更多依托市场激励和政策引导，激发企业开展绿色技术创新的内生动力。

参考文献：

[1] 吴文武，王羽，巴文浩．顺轨与重构：科技人才聚集与企业关键核心技术突破[J]．科技进步与对策，2025(21)：141-150.

[2] 孙锐．“十五五”时期人才发展规划：背景形势与方向主题[J]．人民论坛·学术前沿，2025(12)：56-67.

[3] 朱杏珍．人才集聚过程中的羊群行为分析[J]．数量经济技术经济研究，2002(7)：53-56.

[4] 吕桁宇，马春爱，汤桐，等．财税激励政策、绿色技术创新与工业企业碳强度[J]．统计与信息论坛，2024(5)：59-72.

[5] 徐佳，崔静波．低碳城市和企业绿色技术创新[J]．中国工业经济，2020(12)：178-196.

[6] Ma Jintao, Hu Qiuguang, Shen Weiteng, et al. Does the low-carbon city pilot policy promote green technology innovation? Based on green patent data of Chinese A-share listed companies [J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2021, 18(7): 3695.

[7] Droste N, Hansjürgens B, Kuikman P, et al. Steering innovations towards a green economy: understanding government intervention[J]. Journal of Cleaner Production, 2016, 135: 426-434.

[8] 陶锋，赵锦瑜，周浩．环境规制实现了绿色技术创新的“增量提质”吗——来自环保目标责任制的证据[J]．中国工业经济，2021(2)：136-154.

[9] Borsatto J M L S, Bazani C L. Green innovation and environmental regulations: a systematic review of international

academic works[J]. Environmental Science and Pollution Research,2021,28(45):63751-63768.
[10] 郑兵云,徐曼琳,李邃.环境规制对异质型绿色技术创新的非线性影响[J].科研管理,2024(4):157-165.
[11] 叶显,潘妍,吴非.金融科技与企业绿色技术创新——结构特征、作用识别与补短板效应[J].南方金融,2024(4):3-18.
[12] 舒欢,黄婷婷.数字金融对企业绿色技术创新的作用机制与影响效应[J].南京社会科学,2024(4):47-58.
[13] 王馨,王营.绿色信贷政策增进绿色创新研究[J].管理世界,2021,37(6):173-188.
[14] 郭道燕,蔡杨,宋丙辛,等.学非所用还是学以致用？——CEO教育经历对能源企业绿色技术创新的影响研究[J].华东经济管理,2024(4):104-115.
[15] 曹洪军,陈泽文.内外环境对企业绿色创新战略的驱动效应——高管环保意识的调节作用[J].南开管理评论,2017(6):95-103.
[16] 李井林,阳镇,陈劲.ESG表现如何赋能企业绿色技术创新？——来自中国上市公司的微观证据[J].管理工程学报,2024(5):1-17.
[17] 伊志宏,陈欣,田柳.公众环境关注对企业绿色创新的影响[J].经济理论与经济管理,2022(7):32-48.
[18] 阳镇,陈劲,凌鸿程.媒体关注、环境政策不确定性与企业绿色技术创新——来自中国A股上市公司的经验证据[J].管理工程学报,2023(4):1-15.
[19] 姚树洁,孙振亚.网络舆论如何影响企业绿色技术创新质量?[J].社会科学辑刊,2024(2):152-161.
[20] 牛冲槐,张帆,封海燕.科技型人才聚集、高新技术产业聚集与区域技术创新[J].科技进步与对策,2012(15):46-48+50-51.
[21] 王福世,陈劲.科技人才集聚对区域创新能力的影响研究——兼论资金支持的调节效应[J].软科学,2025(9):22-30.
[22] 王聪,周立群,朱先奇,等.基于人才聚集效应的区域协同创新网络研究[J].科研管理,2017(11):27-37.
[23] 查成伟,陈万明,唐朝永,等.高技术产业科技人才聚集效应与技术创新协同研究[J].科技进步与对策,2015(1):147-152.
[24] Shi Jialu, Lai Wenhsiang. Incentive factors of talent agglomeration: a case of high-tech innovation in China[J]. International Journal of Innovation Science,2019,11(4):561-582.
[25] 黄依婷.人才政策能否驱动企业数字技术创新——来自企业数字专利的证据[J].经济学报,2025(2):247-264.
[26] 杨文华,卢露,臧敦刚.科技金融政策何以提升区域创新能力——基于技术互补和人才流动的双重视角[J].财经科学,2025(6):35-47.
[27] Teece D J, Pisano G, Shuen A. Dynamic capabilities and strategic management[J]. Strategic Management Journal, 1997,18(7):509-533.
[28] Shao Yanmin, Xu Kunliang, Shan Yuan. Leveraging corporate digitalization for green technology innovation: the mediating role of resource endowments[J]. Technovation,2024,133:102999.
[29] 靳毓,文雯,何茵.数字化转型对企业绿色创新的影响——基于中国制造业上市公司的经验证据[J].财贸研究,2022(7):69-83.
[30] 杨东,柴慧敏.企业绿色技术创新的驱动因素及其绩效影响研究综述[J].中国人口·资源与环境,2015(S2):132-136.
[31] 申伟宁,郭金龙,谷雨琪.河北省科技人才集聚特征及影响因素研究[J].河北科技大学学报(社会科学版),2024(2):49-55.
[32] 吴非,胡慧芷,林慧妍,等.企业数字化转型与资本市场表现——来自股票流动性的经验证据[J].管理世界,2021,37(7):130-144.
[33] 陈曦,吴英巨,朱建华.新质生产力视角下地方人才引进与全要素生产率[J].经济管理,2024(12):104-120.
[34] 陶锋,王欣然,徐扬,等.数字化转型、产业链供应链韧性与企业生产率[J].中国工业经济,2023(5):118-136.
[35] Porter M E, Van der Linde C. Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship[J]. Journal of Economic Perspectives,1995,9(4):97-118.
[36] 高磊,杨晓丽.绿色研发补贴与绿色技术创新——迎合视角的异质效应检验[J].技术经济,2024(3):23-35.

Internal Mechanisms of Talent Agglomeration-Driven Corporate Green Technological Innovation under the “Dual-Carbon” Goals

GENG Li, HUANG Shihua

(College of Economics and Management, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110866, China)

Summary: This paper uses data on Chinese A-share listed companies from 2013 to 2023. The data are obtained from the Chinese Research Data Services Platform, the China Stock Market and Accounting Research database, the National Bureau of Statistics of China, and provincial statistical yearbooks. A two-way fixed-effects model is employed to examine the effect of talent agglomeration on corporate green technological innovation and its underlying mechanisms. Resource utilization capability and digital transformation are further examined as two possible channels. The analysis considers differences in ownership type, environmental regulation intensity, and industry pollution level. The results show that talent agglomeration has a significantly positive effect on corporate green technological innovation. This conclusion remains valid when alternative measures of the key variables are used, the dependent variable is lagged, observations during major public emergencies are excluded, and an instrumental-variable approach is applied. Further analysis reveals that talent agglomeration promotes corporate green technological innovation by improving firms’ resource utilization capability and advancing digital transformation. These findings identify resource utilization capability and digital transformation as two important pathways through which talent agglomeration promotes corporate green technological innovation. The effect of talent agglomeration varies across different settings. Its positive influence is mainly observed among state-owned enterprises, enterprises located in regions with stronger environmental regulation, and enterprises operating in heavily polluting industries.

This paper contributes to existing literature in three respects. First, previous research on the determinants of corporate green technological innovation has mainly emphasized external institutional conditions, policy constraints, and corporate governance. This paper further examines the role of regional talent agglomeration and supplements existing explanations of differences in corporate green technological innovation from the perspective of talent resources. Second, existing studies of talent agglomeration have generally concentrated on regional innovation capacity or general innovation output. This paper extends the research focus to corporate green technological innovation and examines how resource utilization capability and digital transformation help translate regional talent advantages into firm-level green technological innovation outcomes. Third, this paper identifies the contextual boundaries of talent agglomeration in driving corporate green technological innovation from the perspectives of ownership type, environmental regulation intensity, and industrial pollution level. By identifying these differences across firms, regions, and industries, this paper provides empirical evidence for improving coordination between talent policies and green governance policies.

Key words: talent agglomeration; corporate green technological innovation; resource utilization capability; digital transformation; environmental regulation

（责任编辑：邓　菁）（校对：刘欣琦）

[DOI]10.19654/j.cnki.cjwtyj.2026.07.009

[引用格式]耿黎，黄诗华．“双碳”目标下人才集聚驱动企业绿色技术创新的内在机理[J]．财经问题研究，2026(7)：115-127.