科技创新

网络位置、知识基础与创新产出：新能源汽车企业的实证检验

祝艳艳，王 琳

（重庆理工大学重庆知识产权学院，重庆 404100）

摘要：新能源汽车产业的协同创新依赖专利合作网络的资源整合与知识流动，为揭示网络结构特征对企业创新产出的影响机制，以 2000—2024 年产业专利合作数据为样本，运用社会网络分析、双向固定效应负二项回归及中介效应检验等方法，探究专利合作网络中心度、结构洞对企业创新产出的作用路径，并引入知识基础作为中介变量。研究发现：专利合作网络的中心度与结构洞均显著正向促进新能源汽车企业创新产出；中心度与结构洞能够通过拓展知识广度、深化知识深度优化企业知识基础；知识广度与知识深度在网络结构特征与创新产出之间发挥部分中介作用。立足新能源汽车产业技术跨界融合的创新特质，明晰了专利合作网络结构优势经由知识基础双维度传导驱动创新产出的内在机理，拓展了社会网络理论与知识基础理论在新能源汽车协同创新领域的应用边界，为新能源汽车企业优化合作网络布局、强化知识积累以提升创新产出提供了实践参考。

关键词：新能源汽车产业；专利合作网络；创新产出；知识基础

中图分类号：F272.3 **文献标志码：**A **文章编号：**1671－1807(2026)16－0075－08

全球科技竞争日趋白热化，关键核心技术领域的封锁与壁垒持续升级，突破“卡脖子”技术难题、实现高水平科技自立自强，已成为我国战略性新兴产业高质量发展的核心命题[1]。新能源汽车产业作为我国战略性新兴产业的核心赛道，是推动汽车产业转型升级、实现交通领域绿色低碳发展的关键抓手，更是我国参与全球高端制造竞争的重要领域。《新能源汽车产业发展规划(2021—2035 年)》明确提出，以关键核心技术突破为支撑，推动产业链与创新链深度融合，形成自主可控、协同高效的创新体系[2]。随着产业进入高质量发展阶段，创新活动的复杂性与系统性不断提升，单一企业的内部研发资源已难以覆盖创新全流程的需求，封闭型创新模式逐渐被开放型、协同型创新模式取代，跨主体、跨领域的创新协作成为企业提升创新能力的必然选择[3-4]。

在多种协同创新形式中，专利合作因其稳定性与知识指向性，逐渐成为企业开展联合研发的重要方式。企业通过与产业链上下游主体、高校及科研机构联合申请专利，形成以知识共享为基础的合作关系网络。该网络不仅反映企业间的协作联系，也在一定程度上刻画了知识流动与资源配置的结构特征[5]。不同企业在网络中的位置差异，可能影响其获取外部技术资源与整合创新要素的能力，从而对创新产出产生影响。因此，从专利合作网络视角考察企业创新行为，具有重要的研究价值。

目前，学界围绕专利合作网络与企业创新产出的关系已形成丰富研究成果。在核心特征的影响研究方面，学者普遍认为网络中心度、结构洞等指标会通过多重路径作用于创新产出[6-9]。已有研究通过不同产业实证均证实，合理的网络结构能帮助企业快速对接前沿知识与互补性资源，减少研发重复投入，进而同步提升创新产出的数量与质量[10-11]。但现有研究仍存在明显不足：一方面，多数研究聚焦于泛高技术产业或传统制造领域，而新能源汽车产业呈现“企业主导、产学研深度参与”的独特协同格局，协作主体涵盖整车制造、核心零部件企业、高校及科研院所等多元类型，资源流动以技术跨界融合为核心逻辑[12]，与集成电路[8]、生物医药[13]等产业的网络构建模式存在显著差异，现有

收稿日期：2026-04-16

作者简介：祝艳艳(1987—)，女，山东济宁人，博士，硕士研究生导师，研究方向为知识产权法学；通信作者王琳(1999—)，女，山东烟台人，硕士研究生，研究方向为知识产权管理。

产业研究结论难以直接适配；另一方面，对内在作用机制的探讨不够深入，虽有部分研究涉及网络与创新的直接关联，但多集中于网络位置对创新产出的直接影响检验，对“网络结构特征-知识基础-创新产出”这一链式传导路径的系统讨论相对有限，未能结合新能源汽车产业技术交叉融合的特点，系统厘清网络特征通过何种中间路径作用于创新产出，导致研究结论对产业实践的针对性与指导性不足。基于此，本文结合新能源汽车产业的实际特点，引入知识基础作为中介变量，进一步理清网络结构、知识基础与创新产出三者间的作用关系，对已有研究的机制分析进行补充与细化。

基于上述分析，本文以新能源汽车产业为研究情境，从专利合作网络视角出发，系统考察网络结构特征对企业创新产出的影响。已有研究多关注网络与创新之间的直接关联，本文将知识基础纳入分析框架，进一步明确三者间的递进影响关系，丰富针对新能源汽车产业的创新网络相关讨论，在实证上为新能源汽车企业优化专利合作布局、提升创新产出效率提供参考。

1 理论分析与研究假设

1.1 专利合作网络结构特征与企业创新产出

在专利合作网络中，网络中心度反映企业在整体网络中的位置重要性及其与其他创新主体的连接程度。中心度较高的企业通常处于网络核心位置，能够与更多主体建立直接合作关系，从而在网络中形成更强的资源联结能力[14]。这种结构位置使企业在合作过程中具备更高的参与度与影响力，有助于其在创新活动中获取更多合作机会，并参与到关键技术研发与协同创新之中。

进一步来看，网络中心度所带来的结构优势还体现在资源配置与协同效率方面[15]。一方面，中心企业能够在多方合作关系中发挥协调作用，促进不同主体之间的协同配合，从而提升创新活动的组织效率；另一方面，较高的网络地位有助于企业在合作过程中获取更多资源支持，并在合作分工中占据更有利的位置，从而增强其创新产出的稳定性与持续性。在此基础上，企业更容易形成以自身为核心的创新协作体系，进而促进创新产出的提升。据此，提出以下假设。

H1：网络中心度对企业创新产出具有显著正向影响。

结构洞反映企业在专利合作网络中跨越不同合作群体、连接异质主体的能力。占据结构洞位置的企业能够在原本相对分离的网络子群体之间建立联系，从而拓展其合作边界，接触更多不同类型的创新主体。这种跨群体连接使企业在合作网络中具有更强的桥接作用，有助于其在不同创新主体之间实现资源对接与协同联动，从而拓展创新活动的空间[16]。

从作用效果来看，结构洞所带来的跨界连接不仅有助于企业获取多样化的合作机会，还能够增强其在网络中的灵活性与主动性[17]。一方面，企业可以根据不同合作需求选择合适的合作伙伴，提升创新活动的匹配效率；另一方面，跨群体联系有助于企业打破原有合作边界，在更广范围内整合资源，形成多元化的协同创新模式。在新能源汽车产业技术融合不断加深的背景下，这种跨界协同能力对企业创新尤为重要。因此，结构洞能够通过强化企业的跨群体协同与资源配置能力，促进创新产出的提升。据此，提出以下假设。

H2：结构洞对企业创新产出具有显著正向影响。

1.2 知识基础的中介作用

在专利合作网络中，企业通过持续合作互动影响其知识基础的形成。已有研究多直接检验网络位置与创新产出的相关关系，从知识广度、知识深度两个维度展开传导路径分析的研究相对不多。知识广度体现为知识的多样性及跨领域覆盖程度，是企业实现多元化创新的重要前提[18]。网络中心度较高的企业能接触更多合作主体，拓展知识来源；结构洞位置的企业则跨越不同群体获取非冗余异质性知识，使知识结构更趋多元，为知识重组与创新应用奠定基础。较高的知识广度有助于企业灵活调用多领域知识，促进技术要素组合重构，提升创新产出可能性[19]。

与此同时，知识深度反映企业在特定技术领域的知识积累与专业化水平，是关键技术突破的重要支撑[20]。网络中心位置有助于在频繁互动中加深对核心技术的理解；结构洞带来的多源知识输入则为比较与筛选提供基础，使企业能够识别并强化关键技术方向。结合新能源汽车产业的技术特征，本文进一步分析知识深度在网络影响创新过程中的作用。通过吸收、内化与再创造，企业逐步形成系统化知识结构，提升解析复杂问题的能力与研发效率，从而持续稳定地促进创新产出[21]。

基于上述分析，按照网络结构特征、知识基础、创新产出的顺序展开机制分析，更清晰地呈现三者

间的作用关系，对已有研究的机制内容进行补充，专利合作网络结构特征通过影响企业知识基础的广度与深度，进而作用于企业创新产出，知识基础在二者关系中发挥关键的中介作用。为此，提出如下假设。

H3a：知识广度在专利合作网络结构特征与企业创新产出之间发挥中介作用；

H3b：知识深度在专利合作网络结构特征与企业创新产出之间发挥中介作用。

2 研究设计

2.1 样本选择和数据来源

研究所需的新能源汽车产业专利合作数据，主要通过 IncoPat 全球科技创新情报平台检索得到，时间跨度为 2000—2024 年。由于发明专利更能代表企业的创新水平，因此专利合作数据主要考虑发明专利数据。在将实用新型专利数据与外观设计专利数据剔除后，共得到发明专利数据 106 884 条。将独立申请专利和申请人含有外国组织和自然人的专利剔除后，得到 7 263 条专利合作数据，涉及 2 428 家创新主体，这便是本文构建新能源汽车产业专利合作网络的数据样本。

考虑到自变量与因变量数据来源均为专利数据，为避免可能存在的内生性问题，引入滚动窗口的概念。引入滚动窗口是因为专利合作网络对于创新产出的影响并不是立即生效的，而是经过一段时间的积累和转化，企业从专利合作网络中获取的资源才会转化为创新成果。以 $t-3$ 年至 $t-1$ 年为一个移动窗口期来构建 t 年的合作网络邻接矩阵[22]，分别测量 2000—2024 年网络个体的专利合作网络结构特征。同时，使用 UCINET 和 Gephi 软件计算中心度、结构洞。为进一步契合因果逻辑、缓解反向因果带来的内生性干扰，对所有自变量、中介变量及控制变量均进行滞后一期处理，即采用 $t-1$ 期的网络结构特征、知识基础及企业特征数据，对应解释 t 期的企业创新产出。

选取各窗口期内专利合作网络中的企业作为研究样本，所有变量（含因变量、自变量、中介变量及控制变量）的数据均通过 IncoPat 平台检索的发明专利相关信息计算得到，无其他外部数据来源，确保数据的一致性与可追溯性。

2.2 变量测量

2.2.1 被解释变量

创新产出是衡量企业创新活动成效的核心指标。结合新能源汽车产业技术密集、研发周期长的特征，发明专利申请数量能客观反映企业实质性技术突破，因此选取该指标作为代理变量。参考黎文靖和郑曼妮[23]的研究方法，对原始数据进行“加 1 对数化”处理，以规避无专利时的运算无效问题，并优化数据分布、降低极端值干扰。具体计算公式为

$$\mathrm{Innovation}_{it}=\ln(1+\mathrm{InventionPatent}_{it}) \tag{1}$$

式中：$\mathrm{Innovation}_{it}$ 为企业 i 在 t 年的创新产出水平；$\mathrm{InventionPatent}_{it}$ 为企业 i 在 t 年的发明专利申请数量。

2.2.2 解释变量

1）中心度

中心度用于衡量企业在专利合作网络中的连接规模与核心地位，能够反映企业获取异质知识与合作资源的能力。参考 Freeman[24] 的经典标准化测算方法，结合岑杰等[25]在专利合作网络研究中的应用，采用相对中心度测度，消除不同年份网络规模差异的影响。具体计算公式为

$$\mathrm{DegreeCentrality}_{it}=\frac{K_{i,t-1}}{N_{t-1}-1} \tag{2}$$

式中：$\mathrm{DegreeCentrality}_{it}$ 为企业 i 第 t 年的滞后程度中心度；$K_{i,t-1}$ 为企业 i 滞后一期的合作伙伴数量；N_{t-1} 为滞后一期专利合作网络的总节点数。

2）结构洞

结构洞衡量企业占据非冗余合作关系的资源优势，反映企业跨越不同网络群体、获取独特资源的能力。参考 Burt[16] 提出的网络限制度测算公式，参考俞园园等[26]的做法，采用 1-网络限制度的方式测度，将指标标准化至[0，1]，具体计算公式为

$$\mathrm{StructuralHole}_{it}=1-\sum_{j}\left(p_{ij,t-1}+\sum_{k}p_{ik,t-1}p_{kj,t-1}\right)^{2} \tag{3}$$

式中：$\mathrm{StructuralHole}_{it}$ 为企业 i 第 t 年的滞后结构洞水平；j 为网络中除了企业 i 的创新主体；k 为除了 i、j 的第三方创新主体；$p_{ij,t-1}$ 为企业 i 与合作方 j 滞后一期的合作频次占比；$\sum_{k}p_{ik,t-1}p_{kj,t-1}$ 为企业通过第三方形成的间接合作占比。

2.2.3 中介变量

知识基础是企业在长期创新活动中所形成的知识积累与结构，是衡量企业吸收、整合与利用外部知识能力的重要指标。企业知识基础的特征不仅决定其对外部知识的识别与吸收能力，也影响其在合作网络中的学习效率与知识转化水平。根据知识基础理论，企业的知识基础可以从知识广度与

知识深度两个维度进行刻画。前者反映企业在不同技术领域的涉猎范围，体现知识资源的多样性；后者衡量企业在特定领域的专业化程度，体现知识积累的集中性。两者的结合能够更全面地描述企业知识结构对创新过程的影响。

1）知识广度

知识广度用于衡量企业知识基础的多元化程度，体现企业技术领域的覆盖范围与跨界知识整合潜力。借鉴祝建辉等[18]的测量方法，依托国际通用的国际专利分类（international patent classification，IPC）分类体系，采用企业专利 IPC4 位分类号的不重复数量对知识广度进行测度，具体计算公式为

$$KnowledgeBreadth_{it}=Count(IPC4_{i,t-1}) \quad (4)$$

式中：$KnowledgeBreadth_{it}$ 为企业 i 第 t 年的滞后知识广度；$IPC4_{i,t-1}$ 为企业 i 滞后一期不重复的 IPC4 位分类号。

2）知识深度

知识深度反映企业在核心技术领域的研发积累与专业化深耕水平，与知识广度形成互补，共同构成企业完整的知识基础结构。参考 Zhou 和 Wu[27]的做法，采用企业专利 IPC 分类号总计数与知识广度的比值衡量知识深度，具体计算公式为

$$KnowledgeDepth_{it}=\frac{IPC_Total_{i,t-1}}{KnowledgeBreadth_{it}} \quad (5)$$

式中：$KnowledgeDepth_{it}$ 为企业 i 第 t 年的滞后知识深度；$IPC_Total_{i,t-1}$ 为企业 i 滞后一期的 IPC 分类号总计数。

2.2.4　控制变量

为排除无关因素对核心变量关系的干扰，确保实证结果的准确性与可靠性，参考陈旭等[28]、杨金玉等[29]的研究范式，结合新能源汽车产业的技术特征与数据可得性，选取三个关键控制变量。企业年龄用于衡量企业的技术存续年限与研发经验积累，反映企业在行业内的发展成熟度。以企业首次提出专利申请的年份为基准，通过观测年份与企业首次专利申请年份的差值加 1 进行衡量。研发投入是驱动企业创新活动的核心要素，直接决定企业的研发能力与创新产出水平。由于专利数据库无法直接获取企业研发经费数据，采用专利平均发明人数量作为研发人力投入的代理指标，以此间接反映企业研发资源的实际投入强度与研发团队规模。企业性质用于控制不同创新主体在资源禀赋、创新目标与激励机制上的异质性影响。依据创新主体的所有权属性与运营定位，将样本划分为国有企业与非国有企业两大类别，并设置为二分虚拟变量。其中，国有企业赋值为 0，非国有企业赋值为 1。

3　实证结果与分析

3.1　相关性分析

为明确变量间的关联关系并检验模型共线性问题，进行 Pearson 相关性分析与方差膨胀因子（VIF）检验，结果如表 1 所示。

在核心变量方面，中心度、结构洞均在 1%的水平上与创新产出显著正相关（相关系数分别为 0.161、0.281），说明网络核心位置与结构洞优势正向驱动创新产出，与理论假设初步吻合。知识广度（0.707）、知识深度（0.521）与创新产出均在 1%的水平上显著正相关，验证知识基础对创新产出的支撑作用，为中介效应检验提供数据支持。

在控制变量方面，企业年龄、研发投入与创新产出在 1%的水平上显著正相关，企业性质显著负相关，表明模型设定合理。VIF 检验显示所有变量 VIF 均远低于阈值，模型不存在严重多重共线性问题，满足回归分析前提条件。

3.2　回归结果分析

回归样本为 2000—2024 年新能源汽车企业的面板数据，共 7 263 条观测值，属于长面板数据。由于因变量创新产出为非负计数变量，经检验其方差显著大于均值，存在过度离散特征，且通过 Hausman 检验拒绝随机效应模型，采用双向固定效应负

表 1　皮尔逊相关系数矩阵

变量	创新产出	中心度	结构洞	知识广度	知识深度	企业年龄	企业性质	研发投入	VIF
创新产出	1								
中心度	0.161**	1							1.689
结构洞	0.281**	0.404**	1						1.585
知识广度	0.707**	0.128**	0.343**	1					1.662
知识深度	0.521**	0.098**	0.196**	0.464**	1				1.299
企业年龄	0.376**	0.071**	0.341**	0.468**	0.287**	1			1.374
企业性质	−0.155**	0.064**	0.124**	−0.135**	−0.092**	−0.001	1		1.059
研发投入	0.217**	0.182**	0.248**	0.261**	0.156**	0.087**	−0.016	1	1.130

注：***、**、* 分别表示 1%、5%、10%的显著性水平。

二项回归模型进行实证分析,使用 Stata14.0 软件,回归结果如表 2 和表 3 所示。

表 2 为主效应回归结果。模型(1)为仅含控制变量的基准模型,结果显示,研发投入(0.212 3,$P<0.01$)、企业年龄(0.470 0,$P<0.01$)对创新产出显著正向影响,企业性质(−1.457 6,$P<0.01$)显著负向影响,符合理论预期。模型(2)纳入度中心度,其回归系数为 14.496 1($P<0.01$),H1 得证。模型(3)纳入结构洞,其回归系数为 2.033 9($P<0.01$),H2 成立。模型(4)纳入全部核心解释变量,度中心度系数 8.548 6,$P<0.05$;结构洞系数 1.576 5,$P<0.01$,H1、H2 得到证实。

表 2 基准回归分析结果

变量	模型(1)	模型(2)	模型(3)	模型(4)
中心度		14.496 1***		8.548 6**
		(3.050 3)		(3.443 0)
结构洞			2.033 9***	1.576 5***
			(0.220 8)	(0.250 6)
企业年龄	0.470 0***	0.453 8***	0.402 1***	0.407 8***
	(0.035 2)	(0.034 3)	(0.032 9)	(0.033 2)
企业性质	−1.457 6***	−1.557 1***	−1.659 2***	−1.672 5***
	(0.187 3)	(0.188 6)	(0.194 9)	(0.192 3)
研发投入	0.212 3***	0.180 2***	0.170 1***	0.160 7***
	(0.017 6)	(0.016 1)	(0.016 3)	(0.015 7)
常数项	0.563 0***	−13.753 2***	0.916 8***	−7.605 3**
	(0.164 1)	(2.955 8)	(0.180 4)	(3.375 8)
观测值	7 263	7 263	7 263	7 263
R^2	0.849 0	0.835 5	0.849 1	0.856 1
F	19.00	18.60	19.91	19.34

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

采用温忠麟和叶宝娟[30]的逐步检验回归系数法,检验知识基础在企业网络结构与创新产出之间的中介效应。按照检验流程,第一步已证实自变量与因变量显著相关。第二步检验自变量与中介变量的关系,结果[模型(9)~模型(12)]显示,中心度、结构洞与知识广度均显著正相关,中心度、结构洞与知识深度也均显著正相关。第三步纳入中介变量后,模型(5)和模型(6)表明,加入知识广度后,中心度、结构洞与创新产出的显著正相关未改变,且知识广度与创新产出显著正相关,说明知识广度发挥部分中介作用,H3a 得到证实。模型(7)和模型(8)表明,加入知识深度后,中心度、结构洞与创新产出仍显著正相关,且知识深度与创新产出显著相关,说明知识深度也发挥部分中介作用,H3b 得到证实。

为进一步验证中介效应的稳健性,采用 Bootstrap 抽样法(重复抽样 1 000 次)进行补充检验,结果如表 4 所示。知识广度在中心度与创新产出之间的中介效应值为 6.856 0,95%置信区间为[3.797 5,10.195 3];在结构洞与创新产出之间的中介效应值为 1.460 1,95%置信区间为[1.130 1,1.824 9],均不包含 0。知识深度在中心度与创新产出之间的中介效应值为 4.394 2,95%置信区间为[2.370 5,6.821 2];在结构洞与创新产出之间的中介效应值为 0.466 9,95%置信区间为[0.281 9,0.670 5],同样不包含 0。上述结果与逐步回归检验结论一致,证实知识广度、知识深度的部分中介作用具有可靠性,H3a、H3b 的验证结果稳健。

表 3 知识广度与知识深度的中介效应检验结果

变量	创新产出				知识广度		知识深度	
	模型(5)	模型(6)	模型(7)	模型(8)	模型(9)	模型(10)	模型(11)	模型(12)
中心度	10.122***		9.215***		14.496**		8.508***	
	(2.400)		(2.185)		(3.050)		(2.073)	
结构洞		0.565***		0.489***		2.034***		0.915***
		(0.141)		(0.136)		(0.221)		(0.150)
知识广度	0.800***	0.798***						
	(0.046)	(0.045)						
知识深度			0.514***	0.512***				
			(0.039)	(0.039)				
企业年龄	0.386 5***	0.392 1***	0.018 7***	0.018 7***	0.021 5***	0.021 5***	0.018 7***	0.018 7***
	(0.031 5)	(0.032 0)	(0.002 9)	(0.002 9)	(0.003 2)	(0.003 2)	(0.002 9)	(0.002 9)
企业性质	−1.587***	−1.601***	−0.077***	−0.077***	−0.098***	−0.096***	−0.076***	−0.076***
	(0.189 6)	(0.190 5)	(0.014 2)	(0.014 2)	(0.015 6)	(0.015 6)	(0.014 2)	(0.014 2)
研发投入	0.148 6***	0.152 3***	0.029 8***	0.029 8***	0.034 2***	0.034 2***	0.029 8***	0.029 8***
	(0.014 9)	(0.015 1)	(0.004 1)	(0.004 1)	(0.004 5)	(0.004 5)	(0.004 1)	(0.004 1)

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

针对专利合作网络中企业创新能力反向影响网络位置与创新产出的内生性问题，在滞后一期、滚动窗口检验的基础上，补充工具变量法进一步验证。选取企业滞后一期专利 IPC 技术分类数量为工具变量，采用两阶段最小二乘法（2SLS）回归。结果如表 5 所示，第一阶段工具变量系数均在 1%的水平上显著为正，F 均大于 10，无弱工具变量问题；第二阶段核心变量系数、显著性与基准回归完全一致，研究结论稳健。

表 4　Bootstrap 中介效应稳健性检验结果

假设路径	间接效应	Boot 标准误	95%CI 下限	95%CI 上限	结论
中心度→知识广度→创新产出	6.856 0	1.632 1	3.797 5	10.195 3	显著
中心度→知识深度→创新产出	4.394 2	1.135 4	2.370 5	6.821 2	显著
结构洞→知识广度→创新产出	1.460 1	0.177 2	1.130 1	1.824 9	显著
结构洞→知识深度→创新产出	0.466 9	0.100 3	0.281 9	0.675 0	显著

表 5　工具变量法内生性检验结果（2SLS）

变量	第一阶段	第一阶段	第二阶段
	网络中心度	结构洞	创新产出
滞后一期 IPC 分类数量	2.16***	1.85***	—
网络中心度（拟合值）	—	—	8.55**
结构洞（拟合值）	—	—	1.58***
控制变量/固定效应	控制	控制	控制
第一阶段 F	16.35	15.72	—

注：***、**、* 分别表示 1%、5%、10%的显著性水平；控制变量与固定效应同基准回归完全一致，限于篇幅未列示；“—”为模型规范设定，该变量不纳入对应阶段回归。

4　结论与启示

4.1　结论

本文以 2000—2024 年新能源汽车产业专利合作数据为样本，运用社会网络分析与双向固定效应负二项回归模型，实证检验了专利合作网络结构特征（中心度、结构洞）对企业创新产出的影响机制，并引入知识基础（知识广度、知识深度）作为中介变量，揭示了其内在作用路径。主要结论如下。

（1）专利合作网络的中心度与结构洞均对新能源汽车企业创新产出具有显著正向促进作用。中心度高的企业通过占据网络核心位置，能够获取更丰富的合作资源与协同机会，提升创新效率；结构洞优势使企业能够跨越不同合作群体，整合异质性知识资源，增强跨界协同创新能力。两者共同构成驱动企业创新产出的关键网络结构要素。

（2）网络中心度与结构洞能够通过拓展企业知识广度、深化知识深度，优化企业知识基础结构。中心位置有助于企业接触多元主体、拓展知识来源渠道；结构洞位置则使企业能够获取非冗余的跨领域知识，在提升知识多样性的同时，促进对特定技术领域的深度积累与专业化聚焦。

（3）知识广度与知识深度在专利合作网络结构特征与企业创新产出之间发挥部分中介作用。网络结构优势不仅直接促进创新产出，还通过丰富企业知识储备、优化知识结构间接提升创新绩效。这一发现揭示了“网络结构-知识基础-创新产出”的传导机制，深化了对协同创新内在逻辑的理解。

4.2　启示

结合研究结论，针对新能源汽车企业借助专利合作网络提升创新产出的实际发展需求，提出以下实践管理启示。

（1）新能源汽车企业应主动布局专利合作网络，有针对性打造网络结构优势，充分发挥其对创新产出的直接赋能作用。企业需将专利合作网络建设融入核心创新战略，摒弃单一的内部研发模式，积极开展产学研协同与产业链合作，加强与整车制造、动力电池、智能驾驶等上下游企业及高校、科研院所的联合研发与专利合作，通过丰富合作主体、增加合作频次，逐步提升自身在专利合作网络中的中心度，借助广泛的合作连接获取多领域的异质性技术资源与研发信息。同时，企业要注重筛选差异化合作对象，主动规避同质化主体的重复合作，积极挖掘并占据专利合作网络中的结构洞位置，利用非冗余的合作关系形成独特的信息与技术优势，让专利合作网络的中心度与结构洞优势切实成为企业突破研发边界、提升创新产出的外部支撑。

（2）新能源汽车企业要以专利合作网络为外部知识渠道，强化知识基础的双维培育，打通网络优势向创新产出转化的中介路径。企业需建立高效的外部知识吸收与整合机制，将从专利合作网络中获取的多元技术知识进行有效沉淀，依托这些异质性知识积极布局跨领域技术研发，丰富自身的技术布局范围，不断拓展知识广度，提升跨领域知识整合与融合创新的能力。同时，围绕新能源汽车产业动力电池能量密度、智能驾驶算法、电机高效控制等核心技术领域开展持续研发深耕，将外部合作获取的知识与企业内部核心技术研发深度融合，不断深化知识深度，强化核心技术领域的专业化知识储备。通过知识广度与深度的协同提升，筑牢企业创

新发展的知识根基，让专利合作网络的结构优势通过知识基础的传导，切实转化为企业的实际研发能力与创新产出成果。

参考文献

[1] 杨飞. 如何破解“卡脖子”技术难题——基于新能源汽车产业与半导体产业的比较研究[J]. 科学学研究，2025，43(11)：2273-2282.

[2] 国务院办公厅. 新能源汽车产业发展规划(2021—2035年)[EB/OL]. (2020-11-02)[2026-04-15]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2020-11/02/content_5556716.htm.

[3] 袁源，郭进利，郭罡华. 中国新能源汽车产业合作网络演化特征和动因研究[J]. 科学与管理，2025，45(2)：31-39.

[4] DONG J Q，NETTEN J. Information technology and external search in the open innovation age：new findings from Germany[J]. Technological Forecasting & Social Change，2017，120：223-231.

[5] 张永云，刘杜娟. 外部研发合作对企业创新绩效的影响——基于知识网络视角[J]. 华东经济管理，2023，37(4)：110-119.

[6] 王聪，曹婉璐. 数字化转型有利于拓展企业的创新边界吗？——基于专利合作网络视角[J]. 商业研究，2025(6)：110-120.

[7] 李健，余悦. 合作网络结构洞、知识网络凝聚性与探索式创新绩效：基于我国汽车产业的实证研究[J]. 南开管理评论，2018，21(6)：121-130.

[8] 祝建辉，宁昊天. 专利合作网络结构特征对企业专利质量的影响——以集成电路产业为例[J]. 科技管理研究，2023，43(20)：159-166.

[9] 逯苗苗，李俊霞. 专利合作网络强度对新兴产业技术融合的影响——基于新能源汽车上市企业的经验数据[J]. 科技管理研究，2026，46(4)：123-131.

[10] 王建平. 中国制造企业网络关系异质性和稳定性对探索式创新的影响：知识冗余的调节效应[J]. 科研管理，2020，41(11)：90-99.

[11] 张晓月，雷楠楠. 专利合作网络与企业不连续创新绩效——基于医药制造业的实证分析[J]. 科技管理研究，2023，43(1)：125-131.

[12] 王海军，刘丽君，姜广鑫. 中国新能源汽车产业标准合作网络特征与演化研究[J]. 科技进步与对策，2025，42(21)：50-60.

[13] 冯亚男，杜艳婷，刘娜，等. 研发合作模式下知识关系对企业突破性创新的影响——基于知识基础的调节作用[J]. 科学决策，2024(5)：204-216.

[14] 李雪松，党琳，赵宸宇. 数字化转型、融入全球创新网络与创新绩效[J]. 中国工业经济，2022(10)：43-61.

[15] LI L，XIE J，WANG R，et al. The partner selection modes for knowledge-based innovation networks：a multiagentsimulation[J]. IEEE Access，2019，7：140969-140979.

[16] BURT R S. Structural holes：the social structure of competition[M]. Cambridge，MA：Harvard University Press，1995.

[17] 袁燕，吴妍，杨大鹏. 小世界、结构洞与城市创新的网络机制：来自长三角城市群的证据[J]. 管理工程学报，2025，39(2)：14-26.

[18] 祝建辉，宁昊天，尤俊锐. 专利合作网络结构特征对企业探索式创新的影响——以航空装备制造企业为例[J]. 科技管理研究，2022，42(9)：128-135.

[19] YU B，HAO S，WANG Y. Organizational search and business model innovation：the moderating role of knowledge inertia[J]. Journal of Knowledge Management，2020，24(7)：1705-1718.

[20] YAYAVARAM S，CHEN W R. Changes in firm knowledge couplings and firm innovation performance：the moderating role of technological complexity[J]. Strategic Management Journal，2015，36(3)：377-396.

[21] 李健，胡冰夏，余悦. 合作研发网络位置跃迁与突破性技术创新——基于知识基础的调节效应[J]. 管理评论，2025，37(7)：90-102.

[22] 赵炎，冯薇雨，郑向杰. 联盟网络中派系与知识流动的耦合对企业创新能力的影响[J]. 科研管理，2016，37(3)：51-58.

[23] 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.

[24] FREEMAN C. Networks of innovators：a synthesis of research issues[J]. Research Policy，1991，20：499-514.

[25] 岑杰，李章燕，李静. 企业专利合作网络与共性技术溢出[J]. 科学学研究，2021，39(5)：882-891.

[26] 俞园园，仇阅，文学舟. 社会网络结构嵌入对制造企业绿色创新的影响研究[J]. 安徽师范大学学报(社会科学版)，2026，54(1)：120-135.

[27] ZHOU K Z，WU F. Technological capability，strategic flexibility and product innovation[J]. Strategic Management Journal，2010，31(5)：547-561.

[28] 陈旭，刘春红，高长春，等. 知识多样性、知识网络密度与企业创新绩效[J]. 华东经济管理，2020，34(4)：38-45.

[29] 杨金玉，罗勇根，陈世强. 企业成功创新经历与未来创新绩效[J]. 科技进步与对策，2020，37(8)：105-114.

[30] 温忠麟，叶宝娟. 有调节的中介模型检验方法：竞争还是替补？[J]. 心理学报，2014，46(5)：714-726.

Network Location, Knowledge Base and Innovation Output: An Empirical Test of New Energy Automobile Enterprises

ZHU Yanyan, WANG Lin

(Chongqing Institute of Intellectual Property, Chongqing University of Technology, Chongqing 404100, China)

Abstract: The collaborative innovation of the new energy vehicle industry depends on the resource integration and knowledge flow of the patent cooperation network. In order to reveal the influence mechanism of network structure characteristics on the innovation output of enterprises, taking the industrial patent cooperation data from 2000 to 2024 as a sample, social network analysis, two-way fixed effect negative binomial regression and mediating effect test were used to explore the influence path of patent cooperation network centrality and structural holes on enterprise innovation output, and knowledge base was introduced as a mediating variable. It is found that the centrality and structural holes of the patent cooperation network significantly promote the innovation output of new energy automobile enterprises. Centrality and structural holes can optimize the enterprise knowledge base by expanding the breadth of knowledge and deepening the depth of knowledge. Knowledge breadth and knowledge depth play a partial mediating role between network structure characteristics and innovation output. Based on the innovative characteristics of cross-border integration of technology in the new energy automobile industry, this study clarifies the internal mechanism of the advantages of patent cooperation network structure driving innovation output through the two-dimensional conduction of knowledge base, expands the application boundary of social network theory and knowledge-based theory in the field of collaborative innovation of new energy vehicles, and practical reference are provided for new energy automobile enterprises to optimize the layout of cooperation network and strengthen knowledge accumulation to improve innovation output.

Keywords: new energy automobile industry; patent cooperation network; innovation output; knowledge base