

开放式创新对节能环保企业创新绩效的影响

尚勇敏¹ 周冯琦¹ 林兰²¹

(1. 上海社会科学院 生态与可持续发展研究所;

2. 上海社会科学院 城市与人口发展研究所, 上海 200020)

【摘要】: 节能环保企业是节能环保技术创新的重要主体, 通过构建理论模型, 以上海 89 家企业数据为基础, 就开放式创新对节能环保企业创新绩效的影响进行实证分析。研究发现, 节能环保企业对开放式创新具有较强的依赖性, 但开放式创新对节能环保企业创新同时具有促进效应和替代效应, 外部知识互动提升了节能环保企业创新绩效, 也可能导致外部技术依赖; 开放式创新在技术开发和创新成果转化上的影响存在差异, 节能环保企业应结合不同创新阶段和企业自身特征有效开展外部创新合作; 开放式创新需建立在企业内部创新投入的基础之上, 节能环保企业应重视内部创新投入与外部技术消化吸收, 实现内外部创新要素叠加。

【关键词】: 开放式创新 节能环保企业 创新绩效

【中图分类号】: F273.1 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1001-7348(2021)10-0114-09

0 引言

近年来, 随着全球和区域性的环境危机升级, 低碳、环保、新能源等技术的开发与应用成为发达国家和中国等发展中国家竞相发展的关键领域^[1]。区域生态化转型通常表现为以企业为主体的竞争性创新行为^[2], 节能环保企业作为节能环保技术创新的重要主体, 也是国家绿色发展战略的微观基础^[3]。然而, 我国节能环保企业存在自主创新能力不足、创新资源分散、缺乏突破性技术创新变革等问题^[4], 如何提升节能环保企业创新绩效备受关注。

开放式创新是指企业将内部能力与外部资源实现整合的创新模式^[5], 表现为企业采取合作研发、外包、委托技术创新、战略联盟、收购、技术转移等方式寻求外部创新合作^[6]。学者们普遍认为开放式创新有助于企业创新绩效提升, 在投入上表现为促进企业研发投入水平提升^[7], 在产出上表现为增加企业利用外部资源的机会, 促进企业创新能力提升和创新成果转化^[8]。也有学者认识到开放式创新不总是促进企业技术创新, 开放式合作关系与企业创新绩效存在倒 U 型关系, 开放式创新过度加深可能导致路径依赖、知识泄露的机会主义风险等, 从而不利于创新绩效提升^[9]。开放式创新对企业创新绩效的影响还受企业属性、研发能力、吸收能力、创新环境等的影响。对于节能环保企业, 其创新内容以公共品属性较强的节能环保技术创新为主, 且具有创新知识正外部性和环境负外部性“双重外部性”等特征^[10], 使得节能环保企业依靠自身进行创新的效率相对偏低。进而, 节能环保

作者简介: 尚勇敏(1986-), 男, 四川江油人, 博士, 博士后, 上海社会科学院生态与可持续发展研究所副研究员, 研究方向为区域创新与区域可持续发展;

周冯琦(1966-), 女, 江苏东台人, 博士, 上海社会科学院生态与可持续发展研究所研究员、博士生导师, 研究方向为生态经济与可持续发展;

林兰(1975-), 女, 江苏南京人, 博士, 上海社会科学院城市与人口发展研究所研究员, 研究方向为技术扩散、产业创新和城市创新。

基金项目: 国家自然科学基金青年项目(41701140); 国家自然科学基金面上项目(41771143); 上海市科委软科学重点课题项目(196921020000)

企业对外部创新资源与自身创新要素的叠加、博弈和整合具有较强依赖性，以实现缄默知识传递和优势资源互补^[11]。也有学者指出，研发外包等开放式创新难以显著促进节能环保企业的绿色技术创新，对不同特征企业创新绩效的影响也存在差异，且在技术开发和技术成果转化不同创新阶段的影响也有所不同^[12]。同时，已有学者关注到自主研发、技术引进、合作研发等不同技术创新路径对企业技术创新的差异化影响^[13]，这在节能环保企业技术创新上呈现何种特征有待检验。可见，开放式创新对节能环保企业创新绩效影响具有复杂性，而开放式创新对节能环保企业创新绩效影响的研究相对不足。为此，探讨开放式创新对节能环保企业创新绩效的影响具有重要理论和现实意义。

开放式创新是否促进节能环保企业创新绩效提升？不同形式开放式创新对节能环保企业技术创新绩效的影响存在何种差异？开放式创新影响节能环保企业创新绩效在技术开发和创新成果转化上是否存在差异？这些问题的回答，有助于为开放式创新影响节能环保企业创新绩效相关研究提供理论与方法支持，为节能环保企业探寻最佳开放式创新路径以及提升我国节能环保产业创新水平提供参考。

1 理论分析与研究假设

1.1 内部创新投入与节能环保企业创新绩效

技术竞争理论认为，创新资源的数量和质量决定创新能力，创新资源优势可以转化为创新能力优势。企业作为创新投入、创新组织与创新成果转化的核心主体^[14]，其内部创新资源对于企业创新绩效提升至关重要^[15]。一般认为，企业自身研发能力是企业技术创新最重要的因素，即内部研发投入与企业创新产出之间存在正相关关系^[16]。节能环保企业创新作为知识技术密集型活动，对研发经费和科技活动人员也有着较高要求。研发经费投入能够保证企业工艺设施设备、软硬件购置、传统工艺设备与技术改造的需要^[17]。Lee 等^[18]认为，R&D 经费投入和人员投入等企业内部创新投入与企业绿色创新效率显著相关，增加研发经费占比是提升节能环保企业专利授权量的有效途径；肖仁桥等^[19]也指出，内部研发经费投入对节能环保企业专利产出具有明显促进作用。同时，节能环保企业技术创新也依赖人力资本投入，企业人员素质通常是节能环保企业取得竞争优势的关键，一定程度上决定了其在市场中的竞争地位^[20]，研发经费投入与人员投入具有相互支撑的作用，R&D 经费支出为增强人员创新能力提供了条件，而研发人员投入作为企业管理能力、吸收能力、创新能力的重要基础，影响研发经费投入效果。基于以上分析，提出如下假设：

H₁: 企业内部研发经费投入对节能环保企业创新绩效具有显著正向影响。

H₂: 企业研发人员投入对节能环保企业创新绩效具有显著正向影响。

1.2 外部创新合作与节能环保企业创新绩效

随着技术创新范式向开放式创新转变，企业与外部研发机构的创新合作成为知识创新的重要来源，并有效帮助企业应对投资风险和技术变革^[21]。节能环保企业技术创新具有“双重外部性”特征，仅靠市场规律，节能环保企业难以获得足够创新效益，节能环保企业技术创新大多来自外部资源与压力的诱导^[22]，并倾向于依赖外部创新主体的合作研发、技术外包、技术引进等。外部创新合作主要是与科研机构、企业的产学研合作，表现为节能环保企业与国内外创新主体通过委托外单位合作研发、技术获取与技术引进等进行合作。科研机构作为具有公益性、开放性、枢纽性、共享性的创新主体，是节能环保知识生产、知识溢出的重要来源，在创新网络中长期占据核心位置，发挥着创新合作的桥梁作用^[23]，与科研机构等公共部门合作和形成联动机制成为节能环保企业创新的重要范式^[24]。节能环保企业为科研机构提供资金支持，科研机构为节能环保企业提供技术成果，或通过共建产业技术创新联盟、设立产业研究院等方式推动科技成果转化^[25]。节能环保企业技术创新通常以应用技术为主，节能环保企业还需要频繁与外部企业进行知识互动^[26]，或通过技术改造、技术引进、消化吸收、购买国内技术等实现外部技术获取与技术改造^[27]。因此，提出如下假设：

H₃:与学研机构创新合作对节能环保企业创新绩效具有显著正向影响。

H₄:技术获取与技术改造经费投入对节能环保企业创新绩效具有显著正向影响。

不同企业的知识或技术具有异质性,节能环保企业需要承担较大的转化和适应成本,才能获取这些异质性知识或技术^[28]。这导致不同类型企业创新绩效受开放式创新的影响各不相同,从一般意义上讲,企业内部研发水平是影响节能环保企业外部创新合作绩效的关键因素。内部研发能力、知识吸收能力较强的企业更容易掌握和识别外部信息、吸收外部创新知识技术,从而转化为创新产出^[29],外部知识源只有通过吸收能力的“二次创造”才能转化为创新性的技术知识和创新产出^[30]。同时,外部创新合作对节能环保企业创新绩效的作用还受企业规模、所有制、激励性措施等因素的影响,国有企业在政府显性或隐性的支持下比民营企业更容易形成优势,因为政府资源倾斜和政策偏好将帮助节能环保企业掌控所需创新资源,并寻找更多技术领先的合作伙伴^[31]。也有学者注意到,行业类型、企业成立时间、企业技术人员比重等因素也具有影响作用^[32]。因此,提出如下假设:

H₅:外部创新合作与内部创新投入叠加更有利于节能环保企业创新绩效提升。

2 模型构建与数据说明

2.1 理论模型

为测度创新投入对创新产出的影响,Griliches 最早提出知识生产函数的概念,将创新产出作为 R&D 投入的函数,用 Cobb-Douglas 生产函数表示为:

$$R\&D_{output} = \alpha (R\&D_{input})^{\beta} \quad (1)$$

其中, α 为常数, β 为 R&D 产出相对于创新投入变化的弹性系数。

Jaffe 认为创新要素投入包括 R&D 经费投入和人员投入两方面,并对知识生产函数进行了改进。

$$Y = AK^{\alpha}L^{\beta}\epsilon \quad (2)$$

其中, Y 表示创新产出, K 表示 R&D 经费投入, L 表示研发人员投入, α 、 β 分别表示 R&D 经费投入和研发人员投入的产出弹性系数, ϵ 表示随机误差项。

学者们普遍认识到外部创新合作与内部研发投入对企业创新绩效具有重要作用^[33],为反映开放式创新下外部创新合作对节能环保企业创新绩效的影响,本文在式(2)的基础上加入外部创新合作支出,得到:

$$Y = AK^{\alpha}L^{\beta}(ERD)^{\gamma}\epsilon \quad (3)$$

其中, ERD 表示外部创新合作支出。外部创新合作涉及类型较多,依据知识来源,外部创新合作主要包括与其它企业、大学、科研机构等的合作,大量学者也从知识来源角度就外部合作对技术创新的影响进行了探讨。基于此,本文探讨的外部创新合作也主要针对企业与学研机构。一般来说,节能环保企业与学研机构的创新合作主要表现为企业向委托单位支出研发经费进行合

作创新，节能环保企业与外部企业的合作表现为外部技术获取和技术改造。借鉴陈恒等^[6]的观点，本文采用委托外单位研发经费支出、外部技术获取与技术改造支出作为衡量指标，检验外部创新合作对节能环保企业创新绩效的影响。将式(3)改写如下：

$$Y = AK^{\alpha_1} L^{\alpha_2} SIRD^{\alpha_3} HQ^{\alpha_4} \varepsilon \quad (4)$$

式中，SIRD表示委托外单位研发经费支出，HQ表示外部技术获取与技术改造经费支出，具体包括引进境外技术经费支出、引进技术的消化吸收经费支出、购买境内技术经费支出等。一般来说，技术创新包括技术开发和创新成果转化两个阶段，在式(4)的基础上进行分解得到式(5)、(6)两个计量模型。

$$Y_t = AK^{\alpha_1} L^{\alpha_2} SIRD^{\alpha_3} HQ^{\alpha_4} \varepsilon \quad (5)$$

其中， Y_t 为节能环保企业创新绩效。创新一般包含从研究到开发、从技术到生产等过程，具有明显的两阶段链式过程特征，即技术开发阶段和创新成果转化阶段。为此， Y_t 也可进一步分解， t 取值为1、2，分别表示技术开发绩效、创新成果转化绩效。式(5)两边取对数，加入控制变量得到如下计量模型，对应回归结果分析中模型1和模型8，用于验证假设 $H_1 \sim H_4$ 。

$$\ln Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln K + \alpha_2 \ln L + \alpha_3 \ln SIRD + \alpha_4 \ln HQ + \alpha_5 \ln CONTROL + \varepsilon \quad (6)$$

其中， ε 代表截距， $\alpha_i (i=1 \sim 5)$ 表示各变量的系数，CONTROL表示控制变量。

委托外单位研发经费支出、外部技术获取和技术改造支出需要与企业内部研发投入相互作用，才能更好地促进节能环保企业创新绩效提升。因此，在式(6)的基础上加入交互项，得到交互效应模型，对应实证分析中模型2~7和模型9~14，用于验证假设 H_5 。

$$\begin{aligned} \ln Y_t &= \alpha_0 + \alpha_1 \ln K + \alpha_2 \ln L + \alpha_3 \ln SIRD + \alpha_4 \ln HQ \\ &+ \alpha_5 \ln K \times \ln HQ + \alpha_6 \ln CONTROL + \varepsilon \\ \ln Y_t &= \alpha_0 + \alpha_1 \ln K + \alpha_2 \ln L + \alpha_3 \ln SIRD + \alpha_4 \ln HQ \\ &+ \alpha_5 \ln L \times \ln HQ + \alpha_6 \ln CONTROL + \varepsilon \\ \ln Y_t &= \alpha_0 + \alpha_1 \ln K + \alpha_2 \ln L + \alpha_3 \ln SIRD + \alpha_4 \ln HQ \\ &+ \alpha_5 \ln K \times \ln SIRD + \alpha_6 \ln CONTROL + \varepsilon \\ \ln Y_t &= \alpha_0 + \alpha_1 \ln K + \alpha_2 \ln L + \alpha_3 \ln SIRD + \alpha_4 \ln HQ \\ &+ \alpha_5 \ln L \times \ln SIRD + \alpha_6 \ln CONTROL + \varepsilon \\ \ln Y_t &= \alpha_0 + \alpha_1 \ln K + \alpha_2 \ln L + \alpha_3 \ln SIRD + \alpha_4 \ln HQ \\ &+ \alpha_5 \ln K \times \ln HQ \times \ln SIRD + \alpha_6 \ln CONTROL + \varepsilon \\ \ln Y_t &= \alpha_0 + \alpha_1 \ln K + \alpha_2 \ln L + \alpha_3 \ln SIRD + \alpha_4 \ln HQ \\ &+ \alpha_5 \ln L \times \ln HQ \times \ln SIRD + \alpha_6 \ln CONTROL + \varepsilon \end{aligned}$$

2.2 指标测量

2.2.1 被解释变量

大量学者采用专利产出、新产品销售收入作为技术开发绩效、创新成果转化绩效的衡量指标^[12]。本文分别使用专利授权量(Y_{t1})和新产品销售收入(Y_{t2})反映节能环保企业技术开发绩效和创新成果转化绩效,其中,专利授权量包含发明专利、实用新型专利和外观设计专利3种。

2.2.2 解释变量

节能环保企业内部创新投入来源于R&D经费投入(K)和研发人员投入(L),本文借鉴李培楠等^[25]的研究,选取内部科技活动经费支出(IRD)、本科以上从业人员数量(SQ)作为衡量指标,并选择节能环保企业的技术获取与技术改造经费支出(HQ)、委托外单位开展科技活动的经费支出(SIRD)作为外部创新合作的衡量指标。其中,技术获取与技术改造经费支出主要包含技术改造经费支出和技术引进经费支出,委托外单位开展科技活动经费支出包含对境内研究机构支出和对境内高等学校支出。创新要素对节能环保企业创新的影响具有滞后性,Lanjouw等^[34]认为滞后期一般为1~2年,本文选择滞后期1年。

2.2.3 控制变量

在小区域尺度上企业面临的宏观环境较为相似,本文主要考虑将节能环保企业内部因素作为控制变量,参照付敬等(2014)研究,选择如下控制变量:①政府支持强度(GIP),借鉴王晓君^[35]的观点,使用来自政府部门的科技活动资金占企业营业收入比例作为衡量指标;②企业控股情况(EH),包括国有控股、私人控股和外商控股等3种形式,分别赋值1、2、3;③企业规模(ES),参照国家统计局《统计上大中小微型企业划分办法(2017)》中“制造业”和“其他未列明行业”标准,大型、中型、小型企业分别赋值3、2、1;④企业发展阶段(EA),种子期(0~5年)、成长期(6~8年)、成熟期(8年以上)分别赋值1、2、3;⑤行业类型(EIT),制造业、服务业分别赋值1、2。

2.3 数据来源

本文数据来源于上海市高技术企业数据库。由于学术界未对节能环保企业的概念进行明确解释,而国家发改委发布的《绿色产业指导目录(2019年版)》对节能环保产业作了界定,包含高效节能装备制造、先进环保装备制造、资源循环利用装备制造、新能源汽车和绿色船舶制造、节能改造、污染治理、资源循环利用等领域。为此,可以将节能环保企业认定为隶属于节能环保产业领域的企业。结合《国民经济行业分类与代码(GB/4754-2011)》的四位数小类代码提取出节能环保产业的行业代码,并在2017年数据库中筛选得到上海市节能环保企业名单,包含上海太阳能科技有限公司等416家。同时,与2016年企业名单进行匹配得到两个年份中同时存在的企业,并剔除指标数据为0的企业,共获得89家节能环保企业数据。其中,被解释变量及控制变量为2017年数据,解释变量数据为2016年数据,样本变量描述统计见表1。

表1 变量描述统计

变量	单位	最小值	最大值	均值	标准差
Y_{t1}	项	1	489	26.58	60.98
Y_{t2}	千元	2	27220320	1410524.10	3996395.56
IRD	千元	52	5931169	169871.12	654329.95
SQ	人	7	7896	531.40	1152.08

SIRD	千元	10	536148	20581.13	78997.02
HQ	千元	1	496609	20469.12	67058.26
GIP	%	0	20.60	2.70	4.28
EH	—	国有控股：10.80%;私人控股：50.00%;外商控股：39.20%			
ES	—	大型企业：22.47%;中型企业：25.84%;小型企业：51.69%			
EA	—	初创期：13.48%;成长期：16.85%;成熟期：69.67%			
EIT	—	制造业：75.30%;服务业：24.70%			

3 实证分析

3.1 模型多重共线性检验

为保证回归分析的可靠性,本文对各变量数据进行相关性分析及多重共线性检验。由表2可知,各自变量的VIF检验值均在7.01以下,均小于10,说明回归分析不存在明显的多重共线性问题,可进行回归分析。

3.2 技术开发绩效回归结果

从技术开发绩效回归结果来看,模型1显示节能环保企业内部科技活动支出以及本科以上从业人员数量对专利产出的影响显著为正(系数分别为0.234***、0.313**),说明内部创新经费支出和科技活动人员投入对于节能环保企业技术开发绩效具有积极影响。节能环保企业人力资本与其内部创新源的厚度和存量密切相关,高素质人才越多,实用知识储备越多,越有利于识别和吸收最具前沿和价值的节能环保技术,也更容易寻求并吸引潜在合作者,推动内外部知识整合,因此假设H₁和H₂在技术开发绩效上得到验证。而委托学研机构科技活动经费支出、技术获取与技术改造经费支出对节能环保企业专利数量的影响并不显著,反映委托外单位开展科技活动经费支出和企业技术获取与技术改造经费支出并不总是带来专利授权量增长,这可能降低节能环保企业进行技术开发的内在动力和积极性,强化技术开发“惰性”,外部创新合作形成了对节能环保企业技术开发的替代效应,在技术开发上,假设H₃、H₄得到部分验证。外部创新合作与节能环保企业内部创新投入的交互项总体上对专利产出具有显著正向影响,仅模型3中内部创新投入与外部技术获取和改造经费支出的交互项影响不显著,这说明外部创新合作对节能环保企业知识生产具有积极影响,但需要与内部创新投入叠加才有利于发挥更好的作用。上述模型调整后R²为0.737~0.781,说明模型拟合优度较好,可信性强,假设H₅在技术开发上得到验证。可见,节能环保企业技术开发的关键在于坚持自主创新,增加内部创新要素投入,形成核心知识技术体系,并避免过度依赖外部创新合作。委托外单位创新和外部技术获取与技术改造需要建立在内部研发的基础上,实现内外部创新要素叠加,才有利于节能环保企业创新绩效提升。

表2 相关性及多重共线性检验结果

变量	VIF	Y _{t1}	Y _{t2}	IRD	SQ	SIRD	HQ	GIP	EH	ES	EA	EIT
Y _{t1}		1.00										
Y _{t2}		0.58**	1.00									

IRD	6.98	0.77**	0.75**	1.00								
SQ	7.01	0.78**	0.67**	0.86**	1.00							
SIRD	2.32	0.45**	0.55**	0.59**	0.60**	1.00						
HQ	1.64	0.41	0.81**	0.53**	0.44**	0.39**	1.00					
GIP	1.22	0.31**	0.09	-0.21*	-0.09	0.10	-0.21*	1.00				
EH	1.38	-0.28**	-0.50**	-0.40**	-0.41**	-0.31**	-0.39**	0.04	1.00			
ES	3.10	0.76**	0.61**	0.72**	0.80**	0.45**	0.44**	-0.09	-0.37**	1.00		
EA	1.24	0.28**	0.45**	0.39**	0.35**	0.29**	0.29**	-0.05	-0.25*	0.32**	1.00	
EIT	1.28	0.05	-0.034**	-0.16	-0.02	-0.24*	-0.28**	-0.02	0.02	0.07	-0.14	1.00

从控制变量来看，由于节能环保企业的知识生产与技术开发具有一定程度的公共品性质，以及长周期、高投入、高风险、低投入等特点，政府支持能够较好地弥补节能环保企业研发动力不足的问题，国有控股节能环保企业技术开发绩效也强于民营和外资控股企业。从企业规模和企业发展阶段来看，大型和处于成熟阶段的节能环保企业创新绩效更为突出，而小型和初创期企业创新绩效相对一般。从行业类型看，各模型显著性相对较弱，总体上制造业企业技术开发绩效优于服务业企业。

3.3 创新成果转化绩效回归结果

从创新成果转化绩效回归分析结果来看，模型 8 显示企业内部科技活动支出以及本科以上从业人员数量对节能环保企业新产品销售收入具有显著正向影响，说明内部创新投入和科技活动人员投入对节能环保企业创新成果转化具有正向显著影响，在创新成果转化阶段假设 H_1 、 H_2 得到验证。委托外单位科技活动经费支出对新产品销售收入的影响不显著，其原因在于节能环保企业更依赖隐性知识，而学研机构作为知识、技术生产者，以生产可编码的显性知识为主，且创新成果转化能力相对较弱，在创新成果转化上假设 H_3 不成立。技术获取与技术改造经费支出对节能环保企业新产品销售收入的影响显著为正，节能环保企业通过寻求外部新技术、新工艺、新设备等实现技术获取与改造，推动企业技术升级与生产技术条件优化，促进生产效率提升和产品升级换代，在创新成果转化阶段假设 H_4 得到验证。在模型 10、模型 12~14 中，外部创新合作与内部创新投入的交互项对节能环保企业新产品销售收入呈现显著正向影响，仅模型 9 和模型 11 中内部创新投入与委托外单位创新支出的交互项不显著，其原因可能在于学研机构在新产品转化方面不具有优势，难以与企业内部创新投入产生叠加效应。这说明开放式创新直接推动节能环保企业新产品销售收入提升，也通过与内部创新投入和人员投入叠加产生间接效果，开放式创新对节能环保企业创新具有积极意义，在创新成果转化上假设 H_5 得到验证。

从控制变量来看，政府支持强度的系数不显著，节能环保企业创新成果转化依赖于生产、使用、互动学习的“干中学”创新模式，倾向于与产业链伙伴进行知识活动并解决生产、使用中的技术问题，以快速生产出适应市场需求的产品^[24]，政府资金支持难以直接推进节能环保企业创新成果转化。在控股情况上，私人、外商控股企业对技术、市场敏感性较强，其创新成果转化绩效相对较优。企业发展阶段上，节能环保企业越成熟，其技术积累、合作伙伴网络越好，越有利于创新成果转化。在行业类型上，节能环保企业技术创新多以工程技术知识为主，创新成果转化强调解决具体工程问题和工艺问题，制造业领域的节能环保企业具有天然优势。企业规模的系数不显著，规模大小对节能环保企业创新成果转化的影响不明显。

3.4 开放式创新对节能环保企业创新绩效的影响机理

开放式创新对节能环保企业创新绩效总体具有积极影响，但作用机理与效果具有异质性和复杂性(见图1)。首先，委托外单位开展科技活动经费支出在技术开发和创新成果转化上的创新绩效表现出异质性。在技术开发上，委托外单位开展科技活动的经费支出对节能环保企业专利产出影响不显著，与企业内部研发经费支出、本科以上从业人员数量的交互项总体具有显著正向作用。为此，节能环保企业应积极寻求与学研机构的合作，但需建立在企业具有一定自主创新能力的基础上，仅依靠委托学研机构开展创新难以有效提升节能环保企业技术创新绩效。在创新成果转化上，委托经费支出以及与企业内部研发经费支出、本科以上从业人员数量的乘积项对新产品销售收入的影响不显著，节能环保企业创新成果转化依赖产业链合作伙伴的交互式学习和知识交流，学研机构对新产品开发与销售、产品市场了解相对不足，委托学研机构创新合作对节能环保企业创新成果转化的作用不明显。

其次，技术获取与技术改造经费在技术开发和创新成果转化上的作用存在差异。一方面，技术获取与技术改造对专利产出影响不显著，但与研发人员数量的交互项具有显著正向影响。节能环保企业技术创新依赖外部创新合作，其技术获取与技术改造经费平均支出占企业内部研发经费比重为12.05%，上海市高新技术企业平均仅为5.75%。节能环保企业引进外部技术可能导致不断引进、跟踪、再引进的路径依赖，如果节能环保企业自主创新能力不足，则可能难以打破这种技术锁定状态。技术获取改造经费与内部研发人员投入的交互项对节能环保企业专利产出具有显著正向影响，说明对引进技术进行消化吸收才有利于获得技术溢出并提高节能环保企业创新绩效水平。另一方面，技术获取与技术改造经费单项指标以及与企业内部创新投入的乘积项对节能环保企业新产品销售收入均具有显著正向影响。节能环保企业技术创新以工程技术知识和应用型技术知识为主，这种隐性的具体知识，需要与其他创新主体，尤其是客户、供应商进行知识互动。技术获取与技术改造通常是为了解决生产、使用产品中的技术问题，以及提高产品质量、促进产品换代等，节能环保企业也倾向于增加技术获取与改造费用投入，推动创新成果转化，提升新产品销售收入。

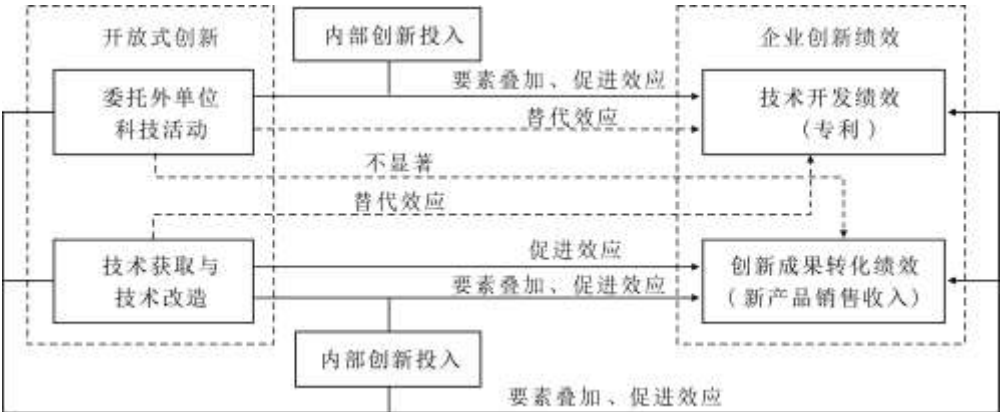


图1 开放式创新影响节能环保企业创新绩效的作用机理

最后，开放式创新对节能环保企业创新绩效提升兼具促进效应和替代效应，其作用效果差异在于是否实现外部创新合作与内部创新投入的要素叠加，单纯依靠委托外单位科技活动、技术获取与技术改造，节能环保企业技术创新绩效提升相对有限。同时，开放式创新影响节能环保企业创新绩效提升还受政府支持强度、企业控股情况、企业规模、企业发展阶段、行业类型等因素的影响，节能环保企业不能忽略企业实际情况盲目实施开放式创新，否则容易适得其反，需要在综合考虑自身创新能力、企业自身特征的基础上选择合适的开放创新路径。

4 结论与建议

4.1 结论与贡献

本文构建开放式创新影响节能环保企业创新绩效的计量模型，以上海市 89 家节能环保企业数据为基础进行实证检验，并对开放式创新影响节能环保企业创新机理进行理论阐释。重要贡献在于：一是揭示了开放式创新下节能环保企业技术创新的特征，以及不同开放式创新在技术开发、创新成果转化阶段的影响；二是阐释了开放式创新对节能环保企业技术创新的促进效应与替代效应；三是构建了开放式创新影响节能环保企业技术创新的理论模型与作用机理。

本文得出以下结论：节能环保企业从事的技术创新具有较强的公共品属性，且具有创新知识正外部性和环境负外部性等特征，对开放式创新具有较强依赖性，但节能环保企业与外部创新主体的知识互动、技术引进在提升节能环保企业创新绩效，形成促进效应的同时，也可能替代节能环保企业自主创新的努力，增强企业对外部创新合作的依赖，形成替代效应；不同开放式创新对节能环保企业技术创新的影响呈现较大差异，委托外单位科技活动总体有利于节能环保企业技术开发，技术获取与改造对节能环保企业创新成果转化具有积极作用，这与节能环保企业技术创新以工程技术知识和应用技术知识为主，依赖与产业链伙伴间知识互动有关，节能环保企业应结合不同创新阶段和自身特征有效开展外部创新合作；企业内部研发投入依然是节能环保企业创新的主要源泉，开放式创新需要建立在企业内部创新投入的基础之上，节能环保企业应重视内部创新投入，加强关键技术创新与集成，重视外部技术消化吸收和再创新，实现内外部创新要素叠加，但外部创新要素对节能环保企业创新绩效的提升效果相对有限。

4.2 对策建议

本文提出以下对策建议：一是节能环保企业应加大与各类创新主体间创新合作，积极从国际国内创新网络中寻求技术和创新资源，通过与其他创新主体合作研发、合作设立研究机构、并购企业等方式开展创新合作，地方政府设立科技合作专项资金，并积极搭建企业与其他创新主体交流合作的平台，降低创新合作成本，完善创新合作机制；二是节能环保企业必须意识到增加内部研发经费与人员投入的重要作用，尤其是要提升吸收与转化能力，重视对引进技术的学习、模仿和再创新，注重企业内部创新要素与外部创新资源的整合和优势互补，避免过度依赖外部创新忽视核心技术开发；三是地方政府牵头，联合节能环保企业、金融机构、创新功能型平台积极设立节能环保产业创新发展基金，负责节能环保产业基础研究、创新成果孵化、成果转化应用等，解决节能环保企业创新的资金难题，激发企业研发积极性；四是考虑到节能环保技术创新的公共品属性，需要联合各类创新主体共建一批节能环保技术创新功能型平台，发挥功能型平台的公益性、开放性、枢纽性、共享性优势，强化其在研发、转化等全过程、全系统、全方位、全链条服务水平，通过有效的组织方式将节能环保产业相关主体串联起来，充分发挥不同创新主体在技术开发、创新成果转化上的优势，打通技术开发、成果转化障碍，为节能环保企业技术创新提供更好的开放式创新环境。

4.3 研究不足与展望

受研究条件限制，本文还存在一些不足和需要进一步研究的方面：一是本文主要从企业与企业、学研机构间的委托创新和技术获取与改造进行探讨，对于其它开放式创新模式以及技术创新的非正式联系等未能详尽考虑，未来有待进一步理清开放式创新的内涵，分析不同类型开放式创新的影响效果与作用机制；二是受限于节能环保企业数据的可获得性，本文主要从静态层面做了探讨，未来需要通过面板数据研究开放式创新对企业创新绩效的时间效应、门槛效应等；三是开放式创新对节能环保企业创新绩效影响具有复杂性，除分析企业吸收能力、互补性资产等因素外，还需要在中国情境下探讨开放式创新对节能环保企业创新绩效的影响，如政府政策制定、产业创新联盟等政府行为因素，以及中国企业社会关系、企业间低信任度等因素的影响。为了提升开放式创新影响节能环保企业创新绩效相关研究的广度和深度，还需要加强异质性分析，如不同区域、不同类型企业、不同创新合作空间尺度的比较，以及不同技术生命周期和创新阶段的分析，并结合区域一体化、国内大循环与国内国际双循环等国际国内新形势，分析开放式创新影响节能环保企业创新绩效的作用效果与作用方式变化，使开放式创新对节能环保企业创新绩效的影响研究保持与时俱进。

参考文献：

-
- [1]韩洁平,文爱玲,闫晶.基于工业生态创新内涵及外延的发展趋势研究[J].生态经济(中文版),2016,32(2):57-62.
- [2]孟科学,雷鹏飞.企业生态创新的组织场域、组织退耦与环境政策启示[J].经济学家,2017,28(2):43-49.
- [3]李广培,李艳歌,全佳敏.环境规制、R&D投入与企业绿色技术创新能力[J].科学学与科学技术管理,2018,39(11):63-75.
- [4]王玉梅,姬璇,吴海西.基于三阶段 DEA 模型的创新效率评价研究——以节能环保上市公司为例[J].技术经济与管理研究,2019,39(3):27-32.
- [5]CHESBROUGH, H. Open innovation: the new imperative for creating and profiting from technology[M]. Boston: Harvard Business School Press, 2003.
- [6]陈恒,侯建,陈伟.内外部知识源化、非研发对创新绩效影响的空间计量研究——以高技术产业为例[J].科技进步与对策,2018,35(8):60-69.
- [7]蒋樟生.开放式创新对制造业企业研发投入的影响——政府补助与市场竞争的调节作用[J].科技进步与对策,2020,37(14):1-9.
- [8]王涛,黄兰兰,周正.外部创新源对企业创新绩效影响的实证研究——以吸收能力为中介变量[J].软科学,2016,30(5):50-53.
- [9]杨震宁.中国企业的开放式创新:制度环境,“竞合”关系与创新绩效[J].管理世界,2020,36(2):139-160.
- [10]徐建中,王曼曼.绿色技术创新、环境规制与能源强度——基于中国制造业的实证分析[J].科学学研究,2018,36(4):744-753.
- [11]MARRA A, ANTONELLI P, POZZI C, et al. Emerging green-tech specializations and clusters—a network analysis on technological innovation at the metropolitan level[J]. Renewable & Sustainable Energy Reviews, 2017, 67(1):1037-1046.
- [12]罗良文,梁圣蓉.中国区域工业企业绿色技术创新效率及因素分解[J].中国人口·资源与环境,2016,26(9):149-157.
- [13]董景荣,樊坚强,张文卿,等.不同技术来源对中国装备制造业技术创新的影响——基于企业所有制类型视角[J].科技进步与对策,2020,37(3):72-80.
- [14]王明海,李小静.政府干预、外部投资与企业自主创新——基于信号传递视角的研究[J].上海经济研究,2017,35(2):11-18.
- [15]PAULA F D O, SILVA J F D, KALANTARIDIS C, et al. Innovation performance of Italian manufacturing firms: the effect of internal and external knowledge sources[J]. European Journal of Innovation Management, 2017, 38(2):395-414.
- [16]HALL B H, LOTTI F, MAIRESSE J. Evidence on the impact of R&D and ICT investments on innovation and productivity in Italian firms[J]. Economics of Innovation and New Technology, 2013, 22(3):300-328.

-
- [17]李苗苗, 肖洪钧, 傅吉新. 财政政策、企业 R&D 投入与技术创新能力——基于战略性新兴产业上市公司的实证研究[J]. 管理评论, 2014, 26(8):135-144.
- [18]LEE K H, MIN B. Green R&D for eco-innovation and its impact on carbon emissions and firm performance[J]. Journal of Cleaner Production, 2015, 108(12):534-542.
- [19]肖仁桥, 宋莹, 钱丽. 企业绿色创新产出及其空间溢出效应研究——基于两阶段价值链视角[J]. 财贸研究, 2019, 30(4):71-83.
- [20]廖中举, 黄超. 生态创新的最新研究进展与述评[J]. 应用生态学报, 2017, 28(12):339-345.
- [21]WU J. Technological collaboration in product innovation: the role of market competition and sectoral technological intensity[J]. Research Policy, 2012, 41(2):489-496.
- [22]罗良文, 梁圣蓉. 国际研发资本技术溢出对中国绿色创新效率的空间效应[J]. 经济管理, 2017, 39(3):23-35.
- [23]尚勇敏, 王秋玉, 周灿. 创新功能型平台推动上海生态创新的机制及策略[J]. 上海经济, 2019, 35(3):53-63.
- [24]崔金栋, 杜文强, 王欣, 等. 基于网络分析的高校节能减排科技成果转化分析与对策研究[J]. 科技管理研究, 2017, 36(4):116-123.
- [25]黄志斌, 张涛. 企业绿色技术创新及其阻碍因素析解[J]. 自然辩证法研究, 2018, 34(8):131-135.
- [26]叶琴, 曾刚. 解析型与合成型产业创新网络特征比较——以中国生物医药、节能环保产业为例[J]. 经济地理, 2018, 38(10):142-154.
- [27]谢子远, 黄文军. 非研发创新支出对高技术产业创新绩效的影响研究[J]. 科研管理, 2015, 36(10):1-10.
- [28]蒋秀兰, 沈志渔. 基于波特假说的企业生态创新驱动机制与创新绩效研究[J]. 经济管理, 2015, 37(5):190-199.
- [29]解学梅, 左蕾蕾. 企业协同创新网络特征与创新绩效——基于知识吸收能力的中介效应研究[J]. 南开管理评论, 2013, 16(3):47-57.
- [30]COHEN W, LEVINTHAL D. A new perspective on learning and innovation [J]. Administrative Science Quarterly, 2000, 35(1):39-67.
- [31]郑茜, 王倩. 美国制造业创新中心的建设经验及启示[J]. 科技创新发展战略研究, 2018, 1(1):42-46.
- [32]王周伟, 李园. 开放式创新如何影响企业创新绩效——基于企业财务报表数据的审视[J]. 金融管理研究, 2020, 2(1):1-16.
- [33]LIN B W, WU C H. How does knowledge depth moderate the performance of internal and external knowledge sourcing strategies[J]. Technovation, 2010, 30(11):582-589.

[34]LANJOUW J O,MODY A. Innovation and the international diffusion of environmentally responsive technology[J]. Research Policy, 1996, 25 (4) :549-571.

[35]王晓君. 政府补贴对制造业企业创新可持续性的影响研究——基于行业景气度的视角[J]. 经济纵横, 2019, 34 (11) :91-102.