

绿色科技成果转化效率评价与影响因素分析

——以安徽省工业为例

刘士栋¹, 王 娜²

(1. 安徽财经大学 中国合作社研究院, 安徽 蚌埠 233030; 2. 蚌埠医科大学第一附属医院 妇科, 安徽 蚌埠 233030)

摘要:绿色科技成果转化应用是企业实现绿色低碳发展的有效手段。基于 2013—2021 年安徽省地级市面板数据,利用三阶段数据包络分析模型对工业绿色科技成果转化效率、区域特征与制约因素进行研究。结果显示,安徽省工业绿色科技成果转化效率总体改善,但区域发展较不均衡,靠近省会城市、经济条件较好的地区,其效率值更高。因素分析表明,企业管理水平不足是效率损失的主要原因,外部环境整体促进了效率改善。前者主要是限制规模效应的发挥,后者通过提高企业规模、利润率水平、产学研协作程度和外商直接投资等途径增进效率。

关键词:绿色创新;成果转化效率;三阶段数据包络分析;环境促进;管理无效率

中图分类号:F427 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2023)17-0151-06

面对环境资源约束难题,国际社会普遍认为传统生产模式亟待实现绿色化转型,企业生产必须加大绿色科技成果应用^[1]。近年来中国工业创新投入持续增长,但其环境和资源效益却未明显改善^[2]。如何提高绿色科技成果转化效率,成为新时代工业企业化解资源环境约束困境,实现高质量发展的关键。与此同时,中国区域发展环境存在差异,不同地区绿色科技成果转化效率的改善途径不能一概而论。安徽省作为长三角科技创新的重要策源地,其绿色科技成果转化效率直接关系到长三角一体化高质量发展和生态文明建设。基于此,以安徽省为例,系统考察不同地市工业绿色科技成果转化效率、损失来源与提升路径,为安徽省及其他地区制定工业绿色低碳发展政策提供经验证据。

1 相关文献综述

绿色科技创新是传统技术创新的升级,更是企业谋求市场竞争优势和履行社会责任的有效手段。对其效率内涵,学术界存在多种表述,但基本思想均强调以更低的资源损耗和环境负荷来实现更高的经济产出,认为绿色创新结果应兼具经济价值、环境促进价值和资源节约价值^[3]。为便于理解,本

文将绿色科技创新效率定义为“经济、资源和环境价值总增量与创新投入总成本的比值”。

学术界关于创新效率评价与影响因素的研究十分丰富,从评价手段看,相关研究主要选用随机前沿模型(stochastic frontier analysis, SFA)和数据包络分析(data envelopment analysis, DEA)进行分析^[2],其原理均是通过计算企业实际生产曲线和最大生产前沿线之间的距离来衡量投入产出效率,但在实际使用中各有优势。SFA 方法在统计意义上考虑多种因素对效率评价结果的影响,但只适用于单产出的效率分析。DEA 方法可用于多产出过程的效率评价,但将评价结果全部归因于企业管理因素的影响。现实中,影响创新效率的因素十分复杂,生产过程也涉及多项产出,这使得综合 SFA 和 DEA 方法优点的三阶段 DEA 模型更具分析优势^[4-5]。

从研究对象看,部分学者以国家或区域绿色创新系统为对象,通过构建包含资源消耗和非期望产出的指标体系和 DEA 模型,分析不同地区绿色创新效率的表现差异^[5]、变化特征^[6]与影响因素^[7],研究表明中国区域绿色创新效率发展较不均衡。也有学者根据产业或企业特点,构建包含资源消耗、气候影响、污染排放等的指标体系,运用 DEA 非期

收稿日期:2023-05-24

基金项目:安徽省哲学社会科学规划重大项目(AHSKZD2018D04);安徽省教育厅人文社科重点项目(2022AH050579)。

作者简介:刘士栋(1992—),男,安徽阜阳人,安徽财经大学中国合作社研究院,实习研究员,硕士,研究方向为环境规划与产业成长;通信作者王娜(1995—),女,安徽亳州人,蚌埠医科大学第一附属医院妇科,住院医,硕士,研究方向为健康环境与公共治理。

望产出模型、超效率 DEA 模型、曼奎斯特指数模型等,分析具体行业或企业绿色创新效率的效率表现^[8-9]、行业差异^[10-11]与驱动因素^[12],研究表明绿色创新效率受到企业内外部因素的显著影响。

从研究结论看,相关研究的基本共识是绿色创新效率存在区域和行业差异,创新资源在多个层面存在低效利用。然而,针对效率损失的薄弱环节、主要归因,以及改善路径等尚存在较大争议。技术层面上,有研究将创新效率损失归因于纯技术效率不足^[4],但也有研究认为规模效率较低才是主要制约因素^[13];创新环节分析中,有研究发现创新研发效率明显低于成果转化效率^[2],但也有研究得出相反结论^[10,14]。这种研究结果的分歧不可避免地带来了公共政策制定困境,既有研究强调要发挥政府调控的关键作用^[9],也有研究认为提高绿色创新效率关键是激活企业自力更生、提高自身管理水平^[15]。

以上研究仍有待完善之处。一是多数研究将创新活动视为黑箱,未探究创新系统内部的运行机制与薄弱环节。虽有学者考察了创新效率的价值链特征^[13,15],但未分析效率薄弱环节的制约因素;二是研究选取的物质资源投入指标较为单一,忽视了工业用水等方面的资源投入;三是研究主要聚焦省际或行业层面,缺乏省内层面经验证据。基于此,以长三角科技创新的重要策源地——安徽省为例,从创新价值实现入手,将多种资源消耗纳入效率评价指标体系,重点分析省内地市层面的绿色科技成果转化效率、区域特征与制约因素,为安徽省及其他地区制定绿色低碳发展政策提供经验证据。

2 三阶段 DEA 模型构建

三阶段 DEA 模型能够准确评价企业内部和外部因素对创新效率的影响。但模型忽视了企业生产对资源和环境的影响,需要进一步优化^[15]。本文将资源消耗和污染排放纳入企业生产过程,构建了改进后的三阶段 DEA 模型。

第 1 阶段:传统 DEA 非期望产出模型分析。该阶段利用 DEA 非期望产出模型进行投入产出效率分析,评价结果能够反映企业绿色科技成果转化效率的总体情况。

考虑 n 个决策单元 ($DUM_1, DUM_2, \dots, DUM_n$),生产涉及 m 种初始投入、 s_1 种好产出和 s_2 种坏产出,分别表示为 $\mathbf{X} = [x_1, x_2, \dots, x_n] \in \mathbf{R}^{m \times n}$ 、 $\mathbf{Y}^g = [y_1^g, y_2^g, \dots, y_n^g] \in \mathbf{R}^{s_1 \times n}$ 和 $\mathbf{Y}^b = [y_1^b, y_2^b, \dots, y_n^b] \in \mathbf{R}^{s_2 \times n}$ 。则某一决策单元 DUM_o 的投入产出效率值 (ρ) 可求解下述线性规划得到,即

$$\rho = \min \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_i^-}{x_{io}}}{1 + \frac{1}{s_1 + s_2} \left(\sum_{r=1}^{s_1} \frac{s_r^g}{y_{ro}^g} + \sum_{r=1}^{s_2} \frac{s_r^b}{y_{ro}^b} \right)}$$

$$\text{s. t. } \begin{cases} x_o = \mathbf{X}\boldsymbol{\lambda} + s^- \\ y_o^g = \mathbf{Y}^g\boldsymbol{\lambda} - s^g \\ y_o^b = \mathbf{Y}^b\boldsymbol{\lambda} + s^b \\ s^- \geq 0, s^g \geq 0, s^b \geq 0 \end{cases} \quad (1)$$

式中: s^- 、 s^g 、 s^b 分别为投入、好产出和坏产出冗余; $\boldsymbol{\lambda}$ 为强度矢量。仅当 $\rho^* = 1$ 、 $s^{g*} = 0$ 、 $s^{-*} = 0$ 和 $s^{b*} = 0$ 时,待决策单元实现了 DEA 相对有效;否则,表明存在效率损失。

第 2 阶段:类似 SFA 分析。首先构建 SFA 模型,分析环境变量和随机因素对投入产出效率的影响。模型表达式为

$$z_{ik} = f^i(K^i, \beta^i) + v_{ij} + u_{ij}, i, j \in [1, n] \quad (2)$$

式中: z_{ik} 为第 1 阶段第 i 个决策单元、第 k 个投入或产出的冗余值; K^i 为环境影响变量; β^i 为影响系数; v_{ij} 为随机干扰因素影响; u_{ij} 为管理因素影响。

然后,根据模型回归结果,逆向调整原始数据,将全部评价对象置于同一环境和运气水平,从而剔除环境和随机因素的影响。调整公式为

$$A_{ik}^* = A_{ik} + \{ \max[f^i(K^i, \hat{\beta}^i)] - f^i(K^i, \hat{\beta}^i) \} + [\max(\hat{v}_{ij}) - \hat{v}_{ij}] \quad (3)$$

式中: A_{ik} 、 A_{ik}^* 分别为第 i 个决策单元、第 k 个投入或产出要素调整前和调整后的数据。

第 3 阶段:对调整后的数据重新进行 DEA 非期望产出模型分析,得到仅管理因素影响效率。

3 指标选取和数据说明

3.1 投入和产出指标

科技成果转化是本文关注的创新环节。借鉴前人研究,构建测度工业绿色科技成果转化效率的投入产出指标体系。投入要素包括物质、资金和专利投入。其中,物质投入选取规模以上工业企业单位产值的用电量、用水量和能源消耗量进行表征,并借助熵权法合成一个“物质资源消耗综合指数”;资金投入选取规模以上工业企业技术引进、购买、消化及改造支出 4 部分费用总和进行表征^[2];专利投入选取规模以上工业企业专利申请数量进行表征。

产出构成主要反映经济效益和污染影响。前者采用规模以上工业新产品销售收入进行表征;后者选取单位产值的二氧化硫(SO_2)、烟尘、化学需氧

量(COD)、氨氮、石油类污染物以及固废排放量进行表征,并借助熵权法合成一个“环境影响综合指数”。需要说明,由于 DEA 分析结果不受指标量纲影响,因此,相关指标无须进行标准化处理^[7]。

3.2 环境变量

科技成果转化受到多种环境因素影响。结合已有研究,选取企业规模、利润率水平、污染设施治理运行费用、产学研协作程度和外商直接投资等作为环境变量。其中,企业规模决定企业市场资源整合能力,并对科技成果转化产生重要影响,选择区域工业企业平均产值进行表征。利润是企业进行一切市场活动的基础,选取企业利润占主营业务收入的比重表征利润率水平,考察其对绿色科技成果转化效率的影响。污染设施治理运行费用是企业末端治理的必要支出,主要通过“创新补偿”和“成本遵循”两种途径影响企业效率,选取工业废水和废气污染设施治理运行费用总和进行表征。产学研协作会加速知识扩散和技术溢出,有助于企业跨越科技成果转化的隐形门槛,选用企业对境内机构的经费支出总和进行表征。另外,外商直接投资可通过技术溢出和污染产业转移等影响东道国创新效率,因此采用外商及港澳台工业产值占比进行表征。

3.3 数据来源

研究对象为安徽省各地市工业企业,数据跨度为 2013—2021 年,涉及科技、能源、环境和经济生产等数据,相关数据均源自《安徽省统计年鉴》和各地市年鉴资料。其中,涉及货币计量的指标均以

2008 年不变价格进行平减。

4 实证结果分析

4.1 第 1 阶段 DEA 分析结果

第 1 阶段 DEA 分析得到安徽省工业绿色科技成果转化效率的总体情况,结果见表 1。

根据表 1 可知,安徽省工业绿色科技成果转化效率的综合效率均值由 2013 年的 0.400 增至 2021 年的 0.676,效率状况总体改善,但各地市工业绿色科技成果转化效率差异明显。综合效率排名前 5 的城市分别是合肥(1.000)、铜陵(1.000)、芜湖(0.950)、滁州(0.941)和蚌埠(0.903),这些城市的效率处于或接近效率前沿面,且大多处于或临近省会城市,经济条件相对较好;效率排名后 5 的城市分别是淮南(0.086)、宿州(0.217)、马鞍山(0.221)、阜阳(0.253)和安庆(0.266),这些城市的效率严重偏离效率前沿面,且多位于安徽省外围,经济水平相对较差。该结果与吴振华和雷琳^[16]的研究一致,即创新效率与区位因素和经济发展水平密切相关,临近省会城市、经济条件较好的地区,创新效率相对更高。

4.2 第 2 阶段 SFA 回归结果分析

SFA 模型回归得到环境和随机因素对第 1 阶段的冗余变量影响,结果见表 2。

由表 2 可知,LR 检验全部显著,表明本阶段选择的 SFA 模型较为适用。企业规模、利润率水平、污染设施治理运行费用、产学研协作程度和外商直接投资对各冗余变量的回归系数大多通过了 5%或

表 1 2013 年、2021 年安徽省工业绿色科技成果转化效率总体情况

地区	总体均值				2013 年			2021 年		
	综合效率	纯技术效率	规模效率	规模报酬	综合效率	纯技术效率	规模效率	综合效率	纯技术效率	规模效率
合肥	1.000	1.000	1.000	—	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
铜陵	1.000	1.000	1.000	—	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
芜湖	0.950	0.954	0.995	irs	0.653	0.677	0.966	1.000	1.000	1.000
滁州	0.941	1.000	0.941	irs	1.000	1.000	1.000	0.777	1.000	0.777
蚌埠	0.903	1.000	0.903	irs	0.506	1.000	0.506	1.000	1.000	1.000
池州	0.752	1.000	0.752	irs	0.102	1.000	0.102	1.000	1.000	1.000
淮北	0.670	1.000	0.670	—	0.194	1.000	0.194	1.000	1.000	1.000
亳州	0.450	1.000	0.450	—	0.165	1.000	0.165	1.000	1.000	1.000
黄山	0.352	1.000	0.352	irs	0.162	1.000	0.162	1.000	1.000	1.000
宣城	0.312	0.567	0.671	irs	0.272	1.000	0.272	0.404	0.432	0.936
六安	0.272	0.512	0.579	irs	0.334	1.000	0.334	0.347	0.505	0.687
安庆	0.266	0.365	0.731	irs	0.207	0.369	0.561	0.307	0.442	0.694
阜阳	0.253	0.451	0.667	irs	0.253	1.000	0.253	0.319	0.428	0.746
马鞍山	0.221	0.268	0.832	irs	0.317	0.396	0.799	0.231	0.294	0.784
宿州	0.217	0.83	0.306	irs	0.157	1.000	0.157	0.294	0.568	0.518
淮南	0.086	0.254	0.360	irs	0.079	0.311	0.254	0.141	0.412	0.342
均值	0.540	0.762	0.701		0.400	0.859	0.483	0.676	0.755	0.843

注:irs、—分别表示规模报酬递增和不变。

表 2 环境和随机因素影响的 SFA 估计结果

变量	专利申请 冗余	技改投入 冗余	资源投入 冗余	污染产出 冗余
常数项	750.500** (268.2)	-0.739 (1.858)	807.876** (268.012)	8.662 (25.323)
企业规模	-109.335* (74.191)	-0.008 (0.574)	-110.074* (73.586)	-16.493** (7.455)
利润率水平	-19.021* (12.598)	-0.021 (0.161)	-12.557* (8.58)	-2.995* (2.062)
治理设施运费	50.586*** (11.709)	0.232** (0.109)	51.919*** (7.434)	1.203 (1.394)
产学研程度	-3.593* (2.202)	-0.005 (0.040)	-5.317** (1.835)	0.175* (0.109)
外商直接投资	-29.058** (14.502)	-0.164* (0.105)	-38.022** (12.898)	-1.978* (1.312)
σ^2	2.4×10^5 *** (1.265)	24.719* (13.800)	1.3×10^5 *** (4.738)	2.3×10^3 *** (747.400)
γ	0.562*** (0.075)	0.883*** (0.112)	0.617*** (567.314)	0.697*** (0.118)
似然值	-584.780	-191.058	-567.314	-393.047
LR 检验	14.564***	25.891***	12.141**	51.163***

注：*、**、*** 分别表示 $P<0.1$ 、 $P<0.05$ 、 $P<0.01$ ；括号内为标准差。

10%的显著性检验,且 γ 不等于 1,说明企业科技成果转化确实受到外界环境的影响,效率损失来源分析必须同时关注企业内部因素和外部因素影响,因此进行三阶段 DEA 模型分析是必要的。特别的, γ 分布区间(0.5,1)上,表明企业外部环境中,环境变量的影响高于随机干扰因素。

进一步比较环境变量的影响差异,回归系数为负,意味着增大环境变量能够降低要素投入冗余或污染影响,有利于增进科技成果转化效率。

企业规模变量的回归系数为负,且大多通过 5%或 10%的置信度检验,表明扩大企业规模有助于提高绿色科技成果转化效率。从企业组织特征的角度看,大企业通常具备更强的资金筹措、风险承受和市场洞察能力,其创新意愿和经济利益诉求更大,从而加大对相关资源使用效率的关注。这种企业集中优势资源谋求创新经济价值的内在行为,有助于发挥科技成果商业化过程的规模效应,提高企业科技成果转化效率^[17]。

利润率变量的回归系数显著为负,表明提高企业利润率水平总体有助于改善绿色科技创新成果转化效率。原因主要是较高的利润率水平为企业加大环境治理投资、塑造绿色竞争优势、留余要素结构调整空间等提供了基本保障,在进一步稳固企业的生产经营环境的同时,提高创新风险应对能力,从而推动企业改善科技成果转化效率。

治理设施运费变量与冗余变量正相关,表明治理设施运费阻碍了效率提升。作为末端环境治理的必要支出,污染设施治理运行费用主要通过“创新补偿”和“成本遵循”两种途径影响创新效率。在当前企业盈利能力整体下滑的背景下,追加末端治理支出将进一步挤占科技成果转化的资源投入;同时,长三角区域作为中国重点打造的生态保护示范区,区域环保标准和企业环保责任较严^[7],这在无形中放大了企业环境治理的“成本遵循”效应,制约了科技成果转化的效率。

产学研协作变量与专利、技改和能源投入冗余负相关,与污染产出冗余负相关,说明产学研协作主要是通过提高专利利用水平、技改资金与能源使用效率进而改善绿色科技成果转化效率,但对污染减排的贡献有限。原因可能是受思维惯性或创新路径依赖的影响,企业较多关注合作创新的经济效益,对环境效益缺乏足够的关注,导致生产环境责任落实过程中,企业倾向于选择购置净污设备,而非加大洁净技术的使用。

外商直接投资变量的回归系数显著为负,该结果支持了外商直接投资有助于改善东道国绿色创新效率的观点。原因可能是外商直接投资将通过环境管理或技术知识溢出、增大国内市场竞争等途径促使本土企业增强生产绿色属性、转变竞争观念、更加关注自主创新能力建设,这有利于提升企业绿色科技成果转化效率^[8]。

4.3 第 3 阶段调整后效率分析

借助 SFA 分析结果,剥离外部环境因素影响后,得到企业管理因素影响的效率结果(表 3)。

由表 3 可知,调整后,绿色科技成果转化的各项效率值均较 2013 年有所增加,但整体偏低,2021 年综合效率为 0.380,企业管理水平尚有超过 60%改善空间。调整后,各地市的综合效率排名基本不变,合肥、铜陵、滁州、芜湖 4 市的效率表现依旧较优(综合效率值接近或等于 1),池州、淮南和宿州等市的效率表现相对较差(综合效率值低于 0.100)。可见,省内不同地市的创新管理水平差别较大,样本期间,各市工业企业创新管理水平的提高虽然助推了科技成果转化效率的改善,但管理低效的制约作用仍旧十分明显。结合效率分解结果,该现象主要归因于规模效率过低,期间,全省规模效率均值为 0.395,远低于纯技术效率的 0.943,这要求企业应结合规模报酬递增现状,努力提高科技成果产业化发展的管理水平。

表 3 2013 年、2021 年仅企业内部因素作用下的 DEA 模型评价结果

地区	总体均值				2013 年			2021 年		
	综合效率	纯技术效率	规模效率	规模报酬	综合效率	纯技术效率	规模效率	综合效率	纯技术效率	规模效率
合肥	1.000	1.000	1.000	—	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
铜陵	1.000	1.000	1.000	irs	1.000	1.000	1.000	0.555	1.000	0.936
芜湖	1.000	1.000	1.000	—	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
滁州	0.932	0.981	0.949	irs	0.658	0.907	0.725	0.666	1.000	0.913
蚌埠	0.330	1.000	0.330	irs	0.262	1.000	0.262	0.324	1.000	0.334
池州	0.098	0.994	0.098	irs	0.055	0.999	0.055	0.144	1.000	0.110
淮北	0.172	1.000	0.172	irs	0.083	1.000	0.083	0.287	1.000	0.224
亳州	0.211	0.834	0.252	irs	0.159	0.999	0.159	0.319	0.871	0.298
黄山	0.165	0.726	0.227	irs	0.204	0.839	0.243	0.228	1.000	0.231
宣城	0.220	0.885	0.249	irs	0.211	0.692	0.305	0.329	1.000	0.301
六安	0.091	1.000	0.091	irs	0.073	1.000	0.073	0.153	1.000	0.106
安庆	0.179	0.843	0.213	irs	0.135	1.000	0.135	0.336	0.917	0.273
阜阳	0.077	1.000	0.077	irs	0.065	1.000	0.065	0.171	1.000	0.098
马鞍山	0.345	0.883	0.390	irs	0.482	1.000	0.482	0.279	0.639	0.414
宿州	0.087	0.960	0.090	irs	0.067	1.000	0.067	0.183	1.000	0.110
淮南	0.056	0.975	0.058	irs	0.067	0.875	0.077	0.113	1.000	0.078
均值	0.373	0.943	0.395		0.345	0.953	0.360	0.380	0.964	0.402

注:irs、—分别表示规模报酬递增和不变。

对比调整前和调整后的各项效率值变化(表 4)。由表 4 可知,调整后,工业绿色成果转化综合效率明显下降,各年份下降均值为 0.159,说明政府努力营造的科技成果转化环境总体促进了效率改善,然而,由于企业自身管理水平的不足,绿色科技成果仍旧无法摆脱转化效率不高的困境,加强企业自身管理能力成为化解科技成果转化应用难题的关键。从效率分解结果看,调整后各年份的规模效率值出现下降,纯技术效率明显提升,说明规模效率不佳造成了企业管理低效,进而损害绿色科技成果转化整体效率。鉴于规模效率主要反映企业依据要素市场价格、最优化组合要素投入和产出规模的能力。因此,企业应提高要素价格敏感度和生产管理水平,并结合规模报酬递增现状,扩大绿色科技成果转化规模。

表 4 2013—2021 年调整前后绿色科技成果转化效率变化情况

年份	综合效率	纯技术效率	规模效率
2013	—0.055	0.098	—0.125
2015	—0.146	0.144	—0.256
2017	—0.168	0.172	—0.315
2019	—0.188	0.224	—0.387
2021	—0.296	0.209	—0.447
均值	—0.159	0.171	—0.299

注:效率变化为“调整后”减去“调整前”的效率值”。

5 结论

1)安徽省工业绿色科技成果转化效率在研究

期内总体上不断改善,但省内效率发展不均衡。全省工业绿色科技成果转化效率由 2013 年的 0.400 增至 2021 年的 0.676,效率总体改善,但仍有 1/3 的提升空间。省内区域特征显示,临近省会城市、经济条件较好的地区,其绿色科技成果转化效率更高。因此,各市要积极借助地理位置与经济发展优势,积极开展绿色技术创新。同时,政府也要推动省会及其周边城市的优势资源积极向周边扩散,促进各区域均衡发展。

2)绿色科技成果转化效率受非经营性因素的显著影响。相较于不可控制的随机因素影响,外部环境因素的影响程度更大。其中,扩大企业规模、提升利润率水平、加速产学研协作程度和加大外商直接投资等环境变量均有助于提高绿色科技成果转化效率,而治理设施运费不利于效率改善。因此,发挥好政策引导对效率改善的积极作用,进一步降低企业制度成本,激励企业扩大规模,以凸显企业利润率、企业规模等对绿色科技成果转化效率的促进作用。

3)企业自身管理水平不足是导致绿色科技成果转化效率偏低的核心因素。剔除非生产经营性因素的影响后,安徽省各地市工业绿色成果转化效率均出现不同程度的下降,说明政府努力营造的科技成果转化环境总体促进了效率改善,企业内部管理低效是导致效率损失的核心因素。管理效率分解结果显示,规模效率不高是制约管理效率提升的关键。因此,要聚焦企业内部管理水平,提高相关

要素市场价格的敏感性,及时结合成果转化规模所处的规模报酬递增阶段,适度扩大绿色科技成果转化规模。

本文研究结果表明,绿色科技创新成果转化难问题的症结在于企业自身管理能力不足,但该因素的具体作用机制和影响途径等仍有待进一步探讨。与此同时,受数据可得性的制约,本文未能使用最能体现评价指标“绿色”特征的绿色专利变量,未来需结合行业数据披露,完善研究的不足。

参考文献

[1] 解学梅,朱琪玮.企业绿色创新实践如何破解“和谐共生”难题?[J].管理世界,2021,37(1):128-149.

[2] 钱丽,王文平,肖仁桥.技术异质下中国企业绿色创新效率及损失来源分析[J].科研管理,2022,43(9):127-138.

[3] JIAKUI C,ABBAS J,NAJAM H,et al. Green technological innovation, green finance, and financial development and their role in green total factor productivity: empirical insights from China[J].Journal of Cleaner Production, 2023,382:135-151.

[4] YANG H,ZHU X. Research on green innovation performance of manufacturing industry and its improvement path in China[J]. Sustainability,2022,14(13):800-823.

[5] 彭文斌,曹笑天,苏昌贵,等.长江中游城市群碳效率时空演化特征:基于三阶段 SBM-DEA 模型[J].生态学报,2023,43(9):3532-3545.

[6] 左弈,周衍平.“一带一路”沿线省份专利密集型产业绿色创新时空演化及空间效应[J].经济与管理研究,2023,44(1):73-92.

[7] 孙燕铭,谌思邈.长三角区域绿色技术创新效率的时空演化格局及驱动因素[J].地理研究,2021,40(10):2743-2759.

[8] LU C W,CHEN M,TIAN G X. Spatial-temporal evolution and influencing factors of urban green innovation efficiency in China[J]. Journal of Environmental and Public Health,2022,2022:104-116.

[9] 马大来,赵娜,李青松.长江经济带工业绿色创新效率的时空演化及其影响因素研究[J].生态经济,2022,38(2):43-50,58.

[10] 李杰,赵燕.“双碳”目标下高技术制造业的区域绿色创新溢出效应[J].科技管理研究,2023,43(3):223-233.

[11] 肖沁霖,肖黎明.绿色创新效率与生态治理绩效耦合协调的时空分异及响应:以长江经济带 108 个城市为例[J].世界地理研究,2022,31(1):96-106.

[12] 曲延芬,于楚琪.产业集聚多样化、专业化与企业绿色技术创新效率[J].生态经济,2021,37(2):61-67.

[13] 潘文富,李逸璇.“双碳”背景下重污染企业环境绩效评价:以 20 家火力发电企业测试分析[J].工业技术经济,2023,42(6):115-123.

[14] 胡求光,马劲韬.低碳城市试点政策对绿色技术创新效率的影响研究:基于创新价值链视角的实证检验[J].社会科学,2022(1):62-72.

[15] ZHAO W,QIU Y,LU W,et al. Input-output efficiency of Chinese power generation enterprises and its improvement direction based on three-stage DEA model[J]. Sustainability,2022,14(6):137-155.

[16] 吴振华,雷琳.基于三阶段 DEA 模型的农业土地生态效率研究:以河南省为例[J].生态经济,2018,34(10):76-80.

[17] 徐艺,李健,刘亦文.高技术产业创新效率、企业规模质量与政府补贴:基于门槛模型的实证分析[J].科技管理研究,2023,43(3):132-138.

Evaluation of the Efficiency of Green Science and Technology Achievements Transformation and Analysis of Its Influencing Factors:

Taking Anhui Province’s industry as an example

LIU Shidong¹, WANG Na²

(1. China Cooperative Research Institute, Anhui University of Finance and Economics, Bengbu 233030, Anhui, China;
2. Gynecology, The First Affiliated Hospital, Bengbu Medical University, Bengbu 233030, Anhui, China)

Abstract: The transformation and application of green technological achievements is an effective means for enterprises to achieve green and low-carbon development. Based on the panel data of prefecture level cities in Anhui Province from 2013 to 2021, a three-stage data envelopment analysis model is used to study the conversion efficiency, regional characteristics, and constraints of industrial green technology achievements. The results show that the overall efficiency of transforming industrial green technology achievements in Anhui Province has improved, but regional development is relatively uneven. The better the economic conditions and the closer it is to the provincial capital city, the higher its efficiency value. Factor analysis shows that insufficient management level of enterprises is the main reason for efficiency loss, and the overall external environment promotes efficiency improvement. The former mainly limits the exertion of scale effect, while the latter enhances efficiency by increasing enterprise scale, profit margin level, degree of collaboration between industry, academia, and research, and foreign direct investment.

Keywords: green innovation; efficiency of achievement transformation; three stage data envelopment analysis; environmental promotion; management inefficiency