

能源企业异质性对绿色创新能力的影 响——基于空间溢出视角

郭莉 纪首群¹

(西安科技大学 管理学院, 陕西 西安 710054)

【摘要】: 基于 2010—2019 年我国 12 个省份能源企业与绿色创新数据, 从空间溢出的视角实证研究能源企业异质性对绿色创新能力的影响。结果发现: (1) 12 个省份能源企业异质性系数呈上升趋势, 绿色创新能力在空间上表现为显著正相关。(2) 能源企业异质性对绿色创新能力的影响方面, 能源企业国有性质具有抑制作用, 无形资产与科技人员具有促进作用, 非化石能源企业占比的作用不显著。(3) 考虑空间溢出效应, 能源企业国有性质表现为正向溢出, 无形资产与科技人员表现为负向溢出。

【关键词】: 能源企业 企业异质性 绿色创新 空间溢出

【中图分类号】: F270;F406. 3 **【文献标志码】:** A **【文章编号】:** 1005—8141 (2022) 07—0842—08

0 引言

随着高质量发展的不断推进, 绿色创新逐渐占据主导方向。绿色创新行为不仅能够直接创造经济价值, 还能够对生态环境产生影响, 获取环境绩效, 最终实现全社会经济高质量发展。能源作为经济发展的源动力, 是绿色发展的关键领域; 企业作为创新主体, 在创新过程中起到至关重要的作用。能源企业对绿色创新有着重要影响, 往往能源企业的减排减碳措施更有利于促进绿色创新。能源企业的异质性使其绿色创新能力有所差异, 不同地区、不同性质、不同规模的能源企业具备不同的绿色创新能力, 且绿色创新能力的获取和传播也深受能源企业异质性的影响。作为绿色创新主体, 能源企业异质性问题不可避免, 分析能源企业异质性对绿色创新的影响, 进而营造绿色创新利好政策环境, 建立绿色创新科学研究体系, 对推动高水平绿色创新和实现经济高质量增长具有重要意义。

能源产业是我国支柱产业, 能源企业作为能源产业的构成要素, 其相关研究日益丰富, 研究主要集中在传统能源企业与新能源企业。在传统能源企业研究方面, 绿色投资能够提升能源企业的绩效与效率^[1], 市场化程度能够显著正向促进能源企业价值^[2], 能源供应商规模对能源企业业绩没有显著影响^[3], 财务杠杆对能源企业利润具有负向作用^[4]。为促进企业转型, 传统能源企业应更加聚焦上下游核心资产, 不同能源企业应根据自身需求采取不同的清洁低碳战略, 紧跟能源转型趋势, 合理制定中短期的减排目标^[5], 积极采取能源企业新合作形式, 实现对传统能源企业可持续发展过渡^[6]。在新能源企业研究方面, 政府补助对新能源企业 R&D 投入存在促进作用^[7], 对新能源企业绩效具有抑制作用^[8], 风险投资对不同性质新能源企业的作用存在异质性, 主要对创新产出起到激励作用, 但在一定程度上受到融资约束的阻碍^[9]。政府将促进生产和补贴需求的两类政策纳入评价范畴, 采用传统补贴

¹作者简介: 郭莉(1975-), 女, 陕西省西安人, 博士, 副教授, 研究方向为科技创新与能源经济。纪首群(1997-), 男, 安徽省宿州人, 硕士研究生, 研究方向为科技创新与能源经济。

基金项目: 陕西省教育厅专项科学研究项目(编号: 15JK1457)

供给端扶持政策能够引导新能源企业自主创新和健康发展^[10]。

绿色创新能力,与一般创新能力既有联系又有区别,体现了创新性原则、能力原则和可持续发展原则,是“绿色+创新+能力”的集成。其中,能力是基础,创新是核心,绿色是条件^[11]。绿色创新能力的相关研究主要集中于3个方面:一是不同因素对绿色创新能力的影响。绿色化投资^[12]、环保支出^[13]和R&D投入^[14]能够显著促进绿色创新,政府补贴对工业企业绿色创新投入和产出能力总体上表现为“杠杆效应”^[15]。二是在不同视角下探讨区域或企业绿色创新能力。如,孙振清等^[16]基于空间面板数据,实证研究了我国绿色创新产出的空间集聚和溢出效应;刘章生等^[17]对我国省际绿色创新能力进行了测算,并对其时空演变规律和收敛性进行了分析。三是对绿色创新指标体系的相关研究。学者多基于熵权法构建绿色创新能力评价指标体系^[18],进而对区域绿色创新投入能力、绿色创新产出能力、绿色创新环境能力等维度进行测度^[19]。

已有文献对能源企业和绿色创新进行了丰富的研究,但仍存在不足:①对能源企业的研究集中于影响因素与新能源发展,较少探讨能源企业异质性问题及其对其他方面产生的影响;②随着高质量发展的不断推进,绿色创新日益受到重视,能源企业作为绿色创新发展的关键领域,但对此相关方向的研究还有所欠缺,特别是在传统能源企业对绿色创新影响研究方面;③基于空间视角进行的绿色创新研究较多集中于长三角和粤港澳地区,对其他地区的研究较少。基于此,本文对我国12个省份企业异质性与绿色创新指标变量进行衡量,通过构建空间计量模型,从影响路径、空间特征等方面分析能源企业异质性对绿色创新能力的影响,为加快我国低碳环保步伐和实现高质量发展提供参考。

1 研究范围、指标体系与研究方法

1.1 研究范围

本文借鉴《能源统计年鉴》中衡量能源经济所使用的能源生产总量、能源消费总量、能源工业固定资产投资、传统能源采选业及开采业投资等指标,对我国34个省份的能源经济情况进行评估,并进一步根据各省份的能源储藏水平、能源企业发达程度和能源企业占比情况,选取前1/3(12个省份)作为研究范围,具体包括:甘肃、广西、河南、黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、山东、山西、陕西、四川和新疆。

能源产业是对煤炭、石油、太阳能、风能等能源进行采选、开采、加工利用、回收等活动的产业,能源企业是能源产业的组成部分。选择各省份传统能源企业为研究对象,即以煤炭、石油、天然气为对象进行经济活动的企业,涉及煤炭开采和洗选业、燃气生产和供应业、石油加工炼焦业等方面,典型企业如四川煤炭产业集团有限责任公司、陕西煤业化工集团有限责任公司、冀中能源集团有限责任公司等。

1.2 指标体系与数据来源

能源企业异质性指标:异质性理论指出,企业在性质、资产集中度、组织方式等方面的差异能够解释不同企业间的发展动态差异及其对行业和经济发展的影响^[20]。在衡量各省能源企业异质性的指标中,基于已有对能源企业指标的研究,选择企业性质^[5]指标;结合企业创新需求,选择企业无形资产^[21]与企业科技人员^[22]指标;根据各省份能源企业差异,选择非化石能源企业占比指标。

绿色创新能力指标:绿色创新主要指绿色技术创新,在具备创新一般性特征的同时,还具有资源节约和环境改善特征^[23]。绿色创新能力(GTI)可由绿色专利申请数、绿色创新授权数、环境治理成果等方面来衡量,结合绿色创新相关文献^[13,14,15],本文以各省份当年绿色发明专利授权数(GIP)、绿色实用新型专利授权数(GUMP)之和作为衡量绿色创新能力的指标。

数据来源:本文主要研究12个省份传统能源企业的异质性及其对绿色创新能力的影响。在各省份传统能源企业指标中,企

业性质指标来源于《中国统计年鉴 2011—2020》，股权集中度、企业无形资产、企业科技人员、非化石能源企业占比指标根据《中国企业年鉴 2011—2020》相关数据计算得出；在绿色创新能力指标中，绿色发明专利授权数与绿色实用新型专利授权数指标来源于《中国研究数据库 2011—2020》。

1.3 研究方法

本文通过对 12 个省份能源企业异质性系数及其绿色创新能力进行测度，分析能源企业异质性对绿色创新能力的影响。对于企业异质性的研究与测度，多数研究都是将企业异质性纳入研究模型^[24]，并且对企业异质性的测度方法也不统一^[25]。欧式距离法能够测度元素在 n 维空间的真实距离，可以使能源企业异质性得到量化。因此，本文借鉴此方法进行适当改进，以测算能源企业异质性的距离和平均值。计算公式为：

$$Co_H(n) = \frac{\sum_{i=1}^{12} \sqrt{\sum_{j=1}^5 [H_i(n) - H_i(j)]^2}}{12} \quad (n \neq j) \dots\dots\dots (1)$$

式中：Co-H(n) 表示第 n 个省份的能源企业异质性系数；H_i(n) 表示第 n 个省份的第 i 个异质性指标。

绿色创新能力不仅会随时间产生变化，也会在空间上存在差异，本文选择莫兰指数(Moran' sI)对绿色创新能力的空间自相关性进行衡量。相比于 Geary' sC、Getis' s-Ord 等其他空间自相关性指数，莫兰指数能够分析空间数据在整个时空系统中表现出的相关性情况，检验整个研究中邻近地域间是空间正相关、负相关，还是相互独立的。计算公式为：

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (x_i - \bar{x})^2} \dots\dots\dots (2)$$

式中：I 为莫兰指数；n 为研究省份数；x_i 为各省份绿色创新指数；W_{ij} 为空间权重矩阵。

为进一步研究各省能源企业异质性对绿色创新能力的影响，本文参考已有研究^[1,3]，在面板数据模型的基础上，选择空间杜宾模型进行研究。相比于其他模型，空间杜宾模型能够对空间滞后选项和空间误差选项设立相应的约束条件，进而更加清晰地表现出变量的空间效应。同时，空间杜宾模型考虑了空间滞后的解释变量和被解释变量对被解释变量的共同影响，能够得到无偏系数估计，进而更好地估计不同观测个体产生的溢出效应和基于面板数据测算空间溢出效应。计算公式为：

$$y = \rho Wy + X\beta_1 + WX\beta_2 + \varepsilon \dots\dots\dots (3)$$

式中：y 为被解释变量；ρ 为空间自相关回归系数；W 为空间权重矩阵；X 为解释变量；β₁、β₂ 为变量系数；ε 为误差项。

空间权重矩阵：在空间计量模型分析中，空间依赖是通过空间权重矩阵表现出来的。空间权重矩阵能够表示出空间内元素对空间单元溢出效应的方向和强度，进而表现出区域间的空间相关性。本文采用地理距离、地理距离与经济距离的乘积来分别构建空间权重矩阵。

地理距离矩阵能够反映出地区之间的影响与地区之间的距离成正比，取地区地理中心距离的倒数作为衡量权重，两地区距离越近，矩阵元素的权重越大。地理距离矩阵(W_1)的表达式为：

$$W_1 = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \cdots & w_{1n} \\ w_{21} & w_{22} & \cdots & w_{2n} \\ \vdots & \vdots & w_{ij} & \vdots \\ w_{n1} & w_{n2} & \cdots & w_{nn} \end{bmatrix} \dots\dots\dots (4)$$

式中：当 $i \neq j$ 时， $w_{ij}=1/d_{ij}$ ；当 $i=j$ 时， $w_{ij}=0$ ； d_{ij} 为两个地区地理中心之间的距离。

地理经济距离矩阵在考虑各地区地理关系的基础上，综合考虑经济关系，进而刻画空间效应。经济越发达的地区对其他地区的影响越大，经济越落后的地区对其他地区的影响越小。地理经济距离矩阵(W_2)的表达公式如下：

$$W_2 = W_1 \times \text{diag} \left[\frac{\bar{P}_1}{P}, \frac{\bar{P}_2}{P}, \dots, \frac{\bar{P}_n}{P} \right] \dots\dots\dots (5)$$

式中： \bar{P}_i 为各省份 2010—2019 年人均 GDP 的平均值； W_1 为地理距离矩阵。

2 指标测度与空间自相关性

2.1 能源企业异质性测度

基于对各省能源企业的分析，使用欧氏距离方法对 2010—2019 年 12 个省份能源企业异质性进行测算，并对其时空演变过程进行刻画可知，12 个省份能源企业异质性系数介于 0.614—6.219 之间，异质性系数值越大，说明该省份能源企业与其他省份能源企业的差异越大，即该省份能源企业异质性越强。总体上，2010—2019 年 12 个省份能源企业异质性系数呈上升趋势。随着我国对能源产业愈加重视，12 个省份能源企业得到了快速发展。相比于其他省份，山东省经济发展水平处于领先地位，区位优势也使其能源企业能够根据发展需求快速转型升级，故能源企业异质性系数一直保持高值领先；河南省、山西省、陕西省能源企业异质性系数在 2010—2019 年间逐渐与其他省份拉开差距，自国家出台《商品煤质量管理暂行办法》相关煤炭能源政策，以上 3 个以煤炭能源为主的能源省份提升水平远远大于其他省份。

在 ArcGIS10.2.1 软件支持下，本文采用自然间断点法对 2010 年、2013 年、2016 年、2019 年 12 个省份能源企业异质性系数空间格局进行了渲染(图 1)。从图 1 可见，能源企业异质性系数较高的省份位于东部与中部地区，总体上呈现出东部地区向周围地区递减的态势；山东、山西、四川的能源企业异质性系数与同期其他省份相比一直处于前列；甘肃、内蒙、辽宁、黑龙江等受经济发展水平和地理位置影响，能源企业异质性系数始终属于低异质性区域。研究期内，高异质性系数省份不断增长，偏远省份能源企业异质性系数的相对变化量较为显著。

山东省历来注重能源企业发展，2020 年是山东省能源企业“十三五”规划收官之年。“十三五”期间，山东省能源企业规模当量大幅跃升，新旧动能集聚发展优势，能源产品附加值不断增长。四川省以《四川省“十三五”能源发展规划》为中心，围绕能源供给革命、能源消费革命、能源技术革命、能源体制改革和能源合作大力发展能源企业。山西省能源企业一直努力探寻能源转型道路，故能源企业发展处于上游水平。西北、东北地区省份因经济水平较低、能源企业转型困难、科技实力薄弱等因素，

能源企业发展相对落后。

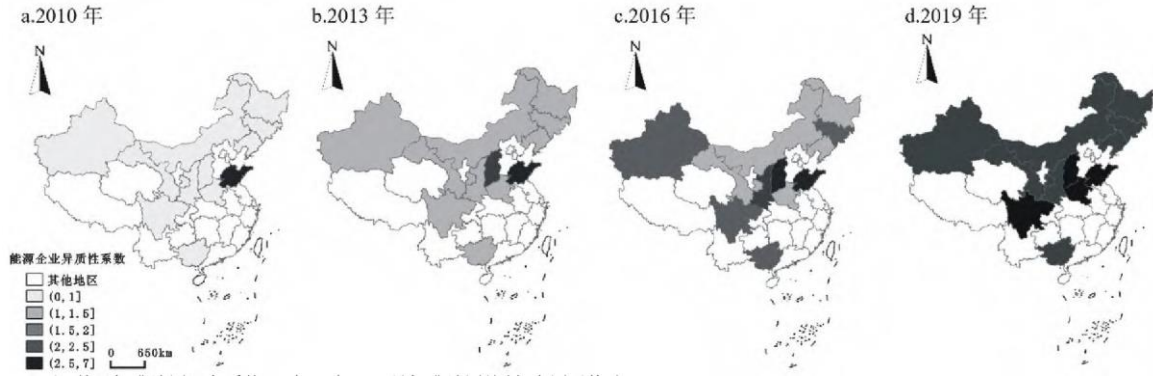


图1 2010—2019年能源企业异质性空间分布

注:基于标准地图服务系统GS(2019)1822号标准地图绘制,底图无修改。

2.2 绿色创新能力测度

基于12个省份绿色专利数据,对12个省份绿色创新能力测度,结果如图2所示。从图2可见,2010—2019年12个省份获得绿色专利授权数呈现递增趋势,表明随着经济发展,各省份绿色创新能力在不断上升。山东省在经济实力雄厚的基础上,大力发展绿色金融,赋能绿色科技产业发展,故绿色创新水平远高于其他省份;四川省利用自身水、风、光资源,绿色产业集聚发展态势日益形成,河南省构建市场导向的绿色技术创新体系方案日益落实,两省绿色技术创新能力也处于较高水平。山东、河南为高绿色创新水平密集区,吉林、黑龙江、新疆、甘肃、内蒙古为低绿色创新水平密集区。总体来看,绿色创新能力在省域之间存在差异,且具有“空间聚集”现象。

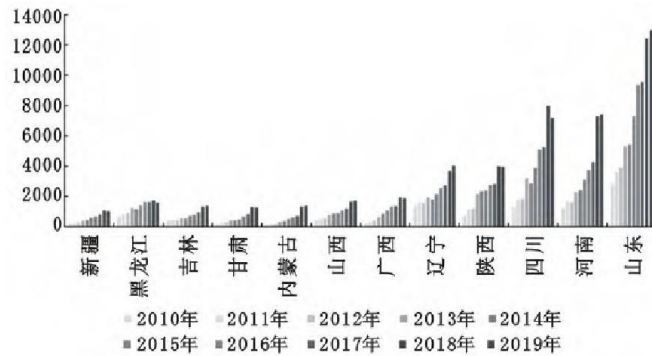


图2 2010—2019年12个省份绿色创新能力强度

2.3 绿色创新能力空间自相关性

选取莫兰指数分析绿色创新能力数据在时空中表现出的相关性情况,对绿色创新能力数据进行取对数处理来缓解异方差带来的影响后,运用STATA软件对绿色创新能力进行全局空间自相关检验。

绿色创新能力在空间上表现出显著的正相关，尤其是在地理经济距离矩阵(W_2)下，12 个省份绿色创新能力莫兰指数基本上都能够在 1%水平上显著，表明绿色创新能力在空间上呈现出高绿色创新能力省份与高绿色创新能力省份相邻，低绿色创新能力省份与低绿色创新能力省份相邻。绿色创新能力莫兰指数在 2010—2019 年基本表现为上升的态势，随着国家经济水平的不断提高，环保意识、绿色意识不断增强，绿色创新能力也得到了长足发展。绿色创新能力莫兰指数在 2016 年之后出现小幅度下降，2015 年十八届五中全会将“绿色”列为五大发展理念之一，山东省、四川省等省份作为绿色创新发展先驱，绿色创新能力得到显著提升，并逐渐与周围地区拉开差距，使得绿色创新能力莫兰指数整体上有所下降。

3 模型构建与实证分析

3.1 模型变量的选择

基于对能源企业异质性和绿色创新能力的分析，能源企业异质性可由企业性质、企业无形资产、企业科技人员、非化石能源企业占比衡量，绿色创新能力可由绿色专利授权数衡量。空间计量的被解释变量为绿色创新能力(GTI)；解释变量为企业性质(EN)、企业无形资产(IA)、企业科技人员(IITP)、非化石能源企业占比(NFEC)；控制变量为劳动力受教育水平(HC)、政府规模(GOV)，劳动力受教育水平以劳动力人均受教育年限衡量，政府规模为政府财政支出占 GDP 比重。

3.2 空间计量模型的构建

鉴于绿色创新能力存在空间自相关性，在模型设定时充分考虑空间因素，建立空间计量模型来研究能源企业异质性对绿色创新能力的影响。根据文献和相关检验，本文选择建立空间杜宾模型研究能源企业异质性对绿色创新能力的空间溢出效应。为消除异方差产生的影响，对变量取双对数处理，具体模型如下：

$$\begin{aligned} \ln GTI = & \rho W \ln TI + \ln EN \beta_1 + \ln IA \beta_2 + \ln IITP \beta_3 \\ & + \ln NFEC \beta_4 + W \ln EN \beta_5 + W \ln IA \beta_6 + W \ln IITP \beta_7 \\ & + W \ln NFEC \beta_8 + \ln HC \beta_9 + W \ln HC \beta_{10} + \ln GOV \beta_{11} \\ & + W \ln GOV \beta_{12} + \varepsilon \dots\dots\dots (6) \end{aligned}$$

式中：W 表示空间权重矩阵；WlnGTI 表示绿色创新能力的空间滞后项；lnEN、lnIA、lnIITP、lnNFEC 表示能源企业异质性变量；WlnEN、WlnIA、WlnIITP、WlnNFEC 表示能源企业异质性变量的空间滞后项；WlnHC、WlnGOV 表示控制变量的空间滞后项； β_i 表示各变量系数； ρ 表示空间自相关回归系数； ε 表示误差项。

3.3 模型估计结果

在确定使用空间杜宾模型(SDM)研究能源企业异质性对绿色创新能力的影响后，为进一步确定选择固定效应还是随机效应，对模型进行 Hausman 检验。结果表明，在两个空间权重下都显著拒绝原假设，因此选择固定效应(地域固定、时间固定、地域时间双固定)用于实证分析。基于两个空间权重矩阵，模型的参数估计值、直接效应、间接效应和总效应的符号基本相同且显著，说明模型估计结果是稳定的。

空间自相关系数均在 1%水平上显著，地域固定时系数最大，即空间溢出效应明显，表明绿色创新能力对能源企业异质性存在空间依赖性，即能源企业异质性能够影响其他省份绿色创新能力，也再次验证了本文采用空间计量模型的合理性；能源企业性质、能源企业无形资产、能源企业科技人员变量及其空间滞后项总体上具有较好的显著性； σ^2 与 Log-L 值也较为理想，表明模型整体解释性较强。根据空间杜宾模型结果可得：①能源企业性质变量在 1%水平上显著为负，能源企业的国有性质会抑制绿色

创新能力。能源国企多为垄断企业，本身依靠垄断势力取得高额利润使其绿色创新需求不显著。以煤炭为主营业务的晋煤集团、陕煤集团等企业的转型方法依旧是煤炭行业资源整合与企业兼并重组，较少关注绿色低碳转型。正因为于此，国家在“十四五”能源规划中明确提出要促进能源分布式发展和传统能源清洁化利用，力求逐步实现能源国有企业绿色转型升级。②能源企业无形资产与科技人员变量在地域固定下 1%水平上显著为正，即能源企业无形资产与科技人员对绿色创新起正向作用。无形资产与科技人员投入必然能够使能源企业绿色创新能力得到提升，山东能源发展规划中强调发展能源科研平台、注重能源科技人员投入，以提升能源创新驱动能力和节约绿色生产为主要任务，使其能源企业发展及绿色转型阶段始终处于领先地位。③非化石能源企业占比系数在两个矩阵下基本都不显著。根据以往观点^[3,5,6]，煤炭、石油等传统能源企业对环境消耗巨大，大多为“环境不友好”型企业，化石能源企业占比较大不利于绿色创新。本文以此为出发点，考虑一个省份非化石能源企业占比较大是否对绿色创新具有积极作用，结果发现非化石能源企业占比对绿色创新影响不显著，从一定程度上可以说明对于促进绿色创新，传统化石能源企业与新能源企业具有同等重要地位。《2030年前碳达峰行动方案》中也明确表示煤炭企业、新能源企业都是节能减排实现碳达峰的重要推动手。

为进一步解释空间杜宾模型达到均衡时能源企业异质性对绿色创新的影响，通过偏微分方法将能源企业异质性对绿色创新能力的总效应分解为直接效应(本地效应)和间接效应(空间溢出效应)。

从中可见：①能源企业性质对绿色创新能力的间接效应为正，表明能源企业国有性质对绿色创新能力具有显著的正向空间溢出效应，即本省能源国有企业能有效促进区域内其他省份绿色创新能力。能源国有企业对绿色创新能力的间接效应为正，可能与其“示范效应”有关，即一个省份能源国企良好的绿色转型规划、强大的绿色创新能力能够给周围省份能源国企提供经验，周围省份能源国企纷纷模仿，进而提高绿色创新能力。以河南省为例，河南与山东相邻，山东省能源国企规模庞大、绿色创新意识浓厚、创新能力强，具有较好的示范效应，河南省能源企业能够快速学习山东省能源国企经验进行绿色创新，2019年绿色创新能力相比于2010年提升了5.98倍，位于前两位水平。②无形资产与科技人员对绿色创新能力的间接效应为负，且至少在5%水平上显著。一省无形资产与科技人员的提升会对区域内周围省份绿色创新能力产生抑制作用。无形资产、科技人员、研发资金等资源往往都在向发达地区聚集，使得其他省份能源企业与绿色创新能力发展十分受限。山东省和辽宁省两省地理位置相邻，2019年山东省能源企业无形资产是辽宁省的5.37倍，绿色专利授权数是其3.21倍，能源企业和绿色创新能力发展水平差距十分巨大。国家“十四五”能源规划中强调要增加资本投入、提高能源产业科技水平，目的就是减少无形资产与科技人员的间接抑制作用。③能源企业异质性不仅会影响本省绿色创新能力，也会通过“示范效应”与“竞争效应”对周围省份绿色创新能力产生一系列调整和变化，进而通过“反馈效应”影响自身。“东北振兴”“中部崛起”和“西部开发”区域发展格局不断推行，经济发展水平、企业文化背景接近的省份能源企业制定同一发展目标，可使示范效应与空间溢出效应最大化，进而促进能源企业实现绿色创新突破。

4 结论与建议

4.1 结论

企业是市场经济的重要组成部分，是国家创新体系的中坚力量，故能源企业的发展对绿色创新有着重要影响。绿色创新能够减少环境污染、节约能源，实现环境保护与企业竞争力相协调的绿色可持续发展。本文通过欧式距离法对我国12个省份2010—2019年能源企业异质性系数进行了测度，通过绿色专利授权数衡量12个省份绿色创新能力强度，在充分考虑二者空间效应后，构建空间杜宾模型分析能源企业异质性对绿色创新能力的影响。主要结论为：①12个省份能源企业异质性系数呈上升趋势，随着我国对能源产业愈加重视，各省份能源企业也得到了快速发展，经济、区位、发展水平等优势使得山东省异质性系数最高；绿色创新能力在空间上表现出显著正相关，山东、河南等高绿色创新能力省份相邻，吉林、黑龙江、内蒙古等低绿色创新能力省份相邻。②企业的国有性质会抑制绿色创新能力，考虑空间效应后表现为促进效应；能源企业无形资产与科技人员对绿色创新能力起正向作用，考虑空间效应后对周围省份绿色创新起负向作用；非化石能源企业占比对绿色创新能力的影响不明显。③示范效应和反馈效应能够实现空间溢出效应最大化，能源企业性质的间接效应为正，通过空间溢出效应对绿色创新能力产生促进作用；企

业无形资产、企业科技人员的间接效应为负，通过空间溢出效应对绿色创新能力产生抑制作用。

4.2 建议

结合上述结论，本文提出以下建议：①深化能源企业交流合作，促进区域绿色创新要素的有效流动。能源企业进行绿色创新应充分考虑绿色创新能力的显著空间关联特征，重视各省份间能源企业的经济活动联系。绿色创新能力低的能源企业应合理制定企业绿色转型规划，积极利用绿色创新的示范效应，紧跟高绿色创新能源企业步伐，共同实现低碳发展。②能源国企作为能源供给的主力军，关乎国计民生，是推动高质量发展的强力支持，对提升国家竞争力肩负重任。国家应加快能源国企改革，持续提升能源科技创新能力，推动内部产业结构调整 and 能源产品结构升级，促进科技和产业深度融合，以绿色创新链引领能源产业链优化升级，以能源产业链促进绿色创新链重点突破。③政府在制定促进绿色创新能力的相关政策时，首先应制定适宜的绿色创新策略，建立现实有效的激励机制，形成积极良好的绿色创新氛围，以能源企业异质性为导向，提升各省份绿色创新能力。能源企业则应积极响应“双碳目标”号召，抓住绿色发展机遇，积极作为。

参考文献：

- [1]陈宇峰, 马延柏. 绿色投资会改善企业的环境绩效吗——来自中国能源上市公司的经验证据[J]. 经济理论与经济管理, 2021, 41(5): 68-84.
- [2]张彦明, 陆冠延, 付会霞, 等. 环境信息披露质量、市场化程度与企业价值——基于能源行业上市公司经验数据[J]. 资源开发与市场, 2021, 37(4): 435-444.
- [3]Filimonova I V, Komarova A V, Provornaya I V, et al. Efficiency of Oil Companies in Russia in the Context of Energy and Sustainable Development[J]. Energy Reports, 2020, 6(S6): 498-504.
- [4]Felicetta Iovino, Guido Migliaccio. Energy Companies and Sizes: An Opportunity? Some Empirical Evidences[J]. Energy Policy, 2019, 128: 431-439.
- [5]查蒙琪, 温晓慧, 李文臣. 我国国有能源矿产资源类企业“走出去”问题探讨[J]. 对外经贸实务, 2017, (2): 26-29.
- [6]Eva Heiskanen, Eeva-Lotta Apajalahti, Kaisa Matschoss, et al. Incumbent Energy Companies Navigating the Energy Transitions: Strategic Action or Bricolage?[J]. Environmental Innovation and Societal Transitions, 2018, 28: 57-69.
- [7]苏屹, 林雨依. 政府补贴对新能源企业 R&D 投入影响研究[J]. 科学管理研究, 2021, 39(1): 102-110.
- [8]俞金红, 于明超. 财政补贴、寻租成本与新能源企业经营绩效[J]. 软科学, 2019, 33(11): 59-63.
- [9]邹璇, 张梦雨. 风险投资、融资约束与新能源企业创新——基于异质性双边随机前沿模型[J]. 工业技术经济, 2020, 39(1): 3-12.
- [10]周亚虹, 蒲余路, 陈诗一, 等. 政府扶持与新型产业发展——以新能源为例[J]. 经济研究, 2015, 50(6): 147-161.
- [11]曹慧, 石宝峰, 赵凯. 我国省级绿色创新能力评价及实证[J]. 管理学报, 2016, 13(8): 1215-1222.

-
- [12]W Zhang, YG Jin, JP Wang. Greenization of Venture Capital and Green Innovation of Chinese Entity Industry[J]. Ecological Indicators, 2015, 51 : 31-41.
- [13]范莉莉, 褚媛媛. 企业环保支出、政府环保补助与绿色技术创新[J]. 资源开发与市场, 2019, 35(1) : 20-25, 37.
- [14]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) : 61-73.
- [15]田红娜, 刘思琦. 政府补贴对绿色技术创新能力的影响[J]. 系统工程, 2021, 39(2) : 34-43.
- [16]孙振清, 边敏杰, 陈文倩. 我国区域绿色创新能力溢出效应研究[J]. 生态经济, 2019, 35(5) : 71-76, 93.
- [17]刘章生, 宋德勇, 弓媛媛. 中国绿色创新能力的时空分异与收敛性研究[J]. 管理学报, 2017, 14(10) : 1475-1483.
- [18]徐建中, 孙颖, 孙晓光. 基于熵权 TOPSIS-PSO-ELM 的制造企业绿色创新能力评价模型及实证研究[J]. 运筹与管理, 2020, 29(1) : 131-140.
- [19]孙振清, 陈文倩, 兰梓睿. 基于熵权 TOPSIS 法的区域绿色创新能力研究[J]. 企业经济, 2019, 38(2) : 20-26.
- [20]赵旭梅. 知识产权、无形资产与企业创新力的新解构[J]. 社会科学战线, 2017, (9) : 71-76.
- [21]鞠伟. 企业研发投入能够提升能源利用效率吗——来自中国上市公司能源消耗强度的微观经验证据[J]. 会计之友, 2021, (17) : 123-130.
- [22]Marc J Melitz. The Impact of Trade on Intra-industry Reallocations and Aggregate Industry Productivity[J]. Econometrica, 2003, 71(6) : 17-25.
- [23]方先明, 那晋领. 创业板上市公司绿色创新溢酬研究[J]. 经济研究, 2020, 55(10) : 106-123.
- [24]许长新, 黄心怡. 技术采用视角下知识资本对企业创新绩效影响的异质性——以长三角城市群为例[J]. 河北大学学报(哲学社会科学版), 2021, 46(6) : 97-108.
- [25]汤二子. 异质性企业研发行为的研究脉络与演进逻辑[J]. 华东经济管理, 2021, 35(11) : 120-128.