

产业政策对光伏企业创新绩效的影响研究

——基于区域创新体系的调节作用

董鸿源, 袁潮清

(南京航空航天大学 经济与管理学院, 南京 211106)

摘要:我国宏观产业政策的持续投入与微观光伏企业难以突破自身核心技术创新瓶颈的矛盾迫切需要理论研究解答。本文选取沪深A股中的41家光伏上市企业作为研究对象,并在梳理了我国政府部门发布的285项光伏产业政策的基础上,以2009—2020年为时间跨度建立面板数据模型实证研究了我国光伏产业政策对企业创新绩效的作用机制,并引入区域创新体系这一异质性因素检验其在影响路径中的调节作用。实证研究表明:我国光伏产业政策对企业的创新绩效有显著的正向影响;同时区域创新体系中的企业创新指标和创新环境指标在上述传导过程中分别具有显著的正向和负向调节效应。

关键词:产业政策;光伏产业;企业创新绩效;区域创新体系

中图分类号: F426 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002—980X(2023)6—0036—11

一、引言

“3060”双碳目标,对中国清洁能源发展提出了更高的要求。在众多清洁能源中,太阳能具有绿色无害、储备充足且使用范围广泛等显著优势(姚玉璧等,2022)。推动太阳能光伏产业发展已成为中国综合应对环境、能源、经济等问题的长期战略选择。随中国光伏产业飞速发展,中国已成为全球最大的光伏发电市场。但中国光伏产业高速发展的过程却伴随着例如核心技术掌握不足(王捷等,2022)、产能过剩(王宏伟等,2022;于佳和王勇,2020)、资源浪费(朱艳丽,2018;罗来军等,2015)及产学研脱节(王青等,2022)等诸多问题。

产业发展经验表明,技术创新不仅可以帮助企业走出困境,还可以在实现可持续发展的同时,平衡企业的盈利能力和环境责任。自改革开放以来,中国也始终坚持创新驱动发展,并逐步建立以企业为主体(朱承亮和王珺,2022)、市场为导向、产学研相结合的技术创新体系(王海军和祝爱民,2019;王晓珍等,2019)。鉴于太阳能光伏产业在我国能源转型和脱碳进程中的重要战略地位,我国光伏企业便更需重视技术创新,进而推动产业可持续健康发展,提高国际市场竞争力。

光伏是新兴的高科技产业,技术成熟度低且迭代速度快、市场有潜力但是规模有限。这就需要光伏企业在高度不确定性的环境下承担巨大的研发风险进行持续创新。这种情况下,政府制定扶持政策,激发企业创新竞赛,刺激企业研发投入,提高企业人力资本,缓解企业融资压力,推动光伏市场发育,都能积极促进光伏产业的技术创新,助其实现跨越式发展。

中国的光伏政策总体上可以分为三个阶段:第一阶段(2009—2012年),以装机补贴推动光伏产业规模扩大。主要通过“金太阳示范工程”“太阳能光电建筑项目”等对光伏装机进行补贴。在政策推动下,光伏产业规模迅速扩大,光伏成本也得以快速降低,但由于采取的是事前补贴模式且后期监管不到位,也导致了骗补贴、拖工期、以次充好等乱象频发,产能过剩问题严重。第二阶段(2013—2014年),以电价补贴改革推动光伏产业去产能和结构升级。《国务院关于促进光伏产业健康发展的若干意见》明确了光伏发电的政策框架,政府补贴由装机补贴转变为电价补贴。第三阶段(2015年至今),以竞争机制推动光伏高效发展。2015年开始全面实施“领跑者”计划,2016年开始“领跑者”基地必须采取招标或竞争性比选等方式配置项目,并将电

收稿日期: 2023-03-07

基金项目:教育部人文社会科学研究规划基金项目“中国光伏产业减排贡献的情景分析与政策设计研究”(21YJA630110);中央高校基本科研业务费专项基金“光伏产业政策的信号引导作用研究”(XBG22006)

作者简介:董鸿源,南京航空航天大学经济与管理学院硕士研究生,研究方向:产业经济学与创新发展;袁潮清,博士,南京航空航天大学经济与管理学院教授,研究方向:产业经济学与创新发展。

价作为主要竞争条件。光伏政策越来越聚焦于技术和创新。

在政策的引导下,我国光伏产业有了跨越式发展。光伏电池产量、装机量和发电量稳居全球第一,光伏产品的光电转换效率全球领先,光伏装备已经实现国产化,光伏产业创新体系具备了国际竞争力。政策引导和市场机制相互耦合,光伏创新发展成为“有为政府”与“有效市场”相结合的成功典范。

考虑到我国区域经济、科技发展不平衡的现状和国情,区域创新体系发育程度和区域创新能力存在显著差异(袁潮清和刘思峰,2013)。企业的创新活动受到区域创新体系的显著影响(王余丁等,2022)。因此,对于同样的产业政策,不同区域的企业受到区域科技资源、创新能力、创新网络等影响,对光伏政策的反应不同,同样的研发活动所取得的成效也不同。因此,在研究产业政策对光伏企业创新的影响时,需要对企业所处的区域创新体系特征加以充分考虑。

故本文选取沪深A股中的41家光伏上市企业作为研究对象,并在梳理了我国政府部门发布的285项光伏产业政策的基础上,以2009—2020年为时间跨度建立面板数据模型实证研究了我国光伏产业政策对企业创新绩效的影响作用,并引入区域创新体系这一异质性因素检验其在影响路径中的调节作用。具体而言,本文的研究将突出以下两个方面:第一,现有的研究中,在选择样本企业时,大多都将光伏的生产企业和发电企业不做区分。光伏生产企业属于产业的上中游,而光伏发电企业属于产业的下游。本文研究问题的关注点是光伏企业的创新绩效,而光伏产业的研发活动多集中于中上游的生产企业,所以本文在选择样本时将重点聚焦于光伏的生产企业。第二,现有对产业政策作用效果的研究中,多只关注产业政策对创新绩效的直接关系,而忽视了企业自身作为行为主体的重要作用,也一定程度上忽视了区域创新体系差异化在这一影响路径上的调节作用。本文在研究产业政策对企业创新绩效影响作用效果的同时关注了区域创新环境的调节作用,以更全面地分析光伏产业政策的创新效应和作用机理。

二、文献回顾

企业进行科技创新是其提升核心竞争力的必经之路(岳宇君和张磊雷,2022;黄天蔚和刘海兵,2022)。学者们针对企业创新绩效的影响因素从企业内部和外部两个角度进行了诸多研究(李晨光和邱祯君,2022;冯根福等,2021;乌日汗等,2021;余明桂等,2016)。其中,针对政府产业政策这一影响因素的争议十分激烈,不同学者的态度存在明显差异。

创新可能存在外部性,按照市场失灵理论,企业的创新投入要想达到社会的预期水平,仅依靠市场经济的体系来配置资源是无法达成的,此时,产业政策的助力显得十分重要。大部分学者也肯定了产业政策在推动企业创新发展中的积极效用,并从研发创新外部性等视角进行了有益积极的探索研究(王宛秋等,2023;邓峰等,2021;陈雄辉等,2020;张学文等,2019;Wei et al,2015)。聚焦光伏产业,Lin和Luan(2020)通过两阶段DEA-Tobit模型对产业政策是否促进中国光伏企业创新绩效进行实证分析,结果显示在优惠政策和政府补助的支持下,中国光伏产业的技术创新水平显著提升。范斌(2017)构建了财政补贴和企业研发投入关系的动态博弈模型,认为光伏产业的补贴政策有利于促进企业扩大研发投入。Nagamatsu等(2006)结合多因素学习函数模拟了日本光伏产业的创新扩散轨道,认为光伏技术属性和政府干预这两种因素推动了日本光伏产业快速发展。

然而有一部分学者则认为,产业政策是无效的甚至还具有一定的破坏性(曹平和张伟伟,2021;彭红星和王国顺,2018),在政府支持企业进行创新时,产业政策并不能带来比市场机制更有效的积极作用,产业政策的不稳定性会削弱企业创新的激励效果,且我国大部分产业政策的目标导向是短期的,但实质性的创新是离不开长期有效投入的,这就可能导致企业产生寻租行为,只为了获取补贴而创造出科技含量极低的策略性创新(黎文靖和郑曼妮,2016)。聚焦光伏产业,郁建兴和王茵(2017)通过分析财政补贴政策对光伏企业技术创新的影响及其作用机制,发现政府对光伏企业的过度鼓励并未做到精确“瞄准”,过度干预光伏企业的生产投资不仅不利于公平竞争市场环境的创造,还会导致企业自身创新能力不足进而制约我国光伏产业健康可持续发展。

随着研究的不断深入,学者们也渐渐认识到评价产业政策对企业创新的影响并不是简单绝对的是与否的问题,产业政策对企业的创新绩效是否可以产生积极影响受诸多因素影响,其有效性是需要具备一定条件的(何钰子等,2022;袁军等,2022;叶红雨和徐雪莲,2018)。高新伟和张晓艺(2020)研究发现产业政策对企

业创新的影响受其企业性质、市场化程度及法制环境的影响,相比于国有企业,产业政策对民营的新能源企业的创新数量的促进作用更强,且完善的区域环境有利于发挥产业政策的创新激励作用。Wang等(2019)考虑到了边界条件,支出产业政策的贯彻实施效果会受到企业区位影响而出现偏差,企业区位对企业创新过程的影响与产业政策工具的有效性。李凤梅等(2017)运用在不同研究阶段分别进行定量分析的方法,论证了光伏产业政策在不同政策导向下影响作用的动态变化:2007—2012年,我国光伏产业迅速扩张且产业政策处于试探调整时期,政府补贴对企业创新绩效无显著影响;2013—2015年,国内市场环境及政策环境均趋于稳定时,政府补贴显著促进光伏企业创新绩效。

中国各个省份的经济、科技、社会发展还存在一定的不平衡问题。而且对外开放也是由东向西、由沿海向内地逐渐深化,东西部在市场化程度上也有一定差异(陈景华等,2020;毛中根和武优勤,2019)。这就造成了各个省份的区域创新体系存在着差异性的特征,不同区域的企业竞争力、政府支持力度、创新环境氛围、地区教育水平及人才密集程度都有所差异(肖仁桥等,2017),这种差异性将对光伏政策的创新效应产生显著影响。陈艳等(2021)认为区域创新环境在产业政策作用于企业创新绩效过程中起抑制作用。

三、研究设计

(一)研究假设

1. 产业政策对光伏企业创新绩效的影响假设

技术创新是驱动光伏产业发展的核心要素。由于光伏自身的产业特性,其创新活动需要大量创新资源的投入与支持,且其创新过程具有高度的不确定性和风险性,再加之企业创新活动存在技术外溢的外部性问题,这些都会导致光伏企业创新活力不足。此时,需要政府通过产业扶持政策,降低企业创新活动的不确定性并纠正技术外溢的外部性问题,从而刺激微观企业的创新意愿,增加研发投入,提高技术创新水平。

以往学者多将产业政策分成“供给面-需求面-环境面”三个维度来研究产业政策对企业创新的作用机制(李良成,2016;付红娟,2020)。在供给层面,光伏产业政策主要通过研发补贴、税收优惠、人才培养及信息服务等支持措施为微观企业研发提供支持。产业政策工具在技术研发和产业化间建立起联系机制,促进企业进行知识要素向物质要素的转化,加速光伏企业的创新进程。例如,“金太阳示范工程”通过给予光伏发电关键技术产业化适当的补助或贴息,以支持光伏发电技术在各领域的示范应用。在需求层面,产业政策主要通过税收减免、上网电价补贴、政府采购、并网补贴等方式为光伏产业创造应用市场,以降低市场不确定性和产品的市场准入成本,通过扩大市场需求间接影响企业创新活动。例如,上网电价补贴政策为光伏产业的投资塑造了较为稳定的光伏发电应用市场,为投资者提供了较大的市场信心,从而产生更大的创新投资意愿。在环境层面,产业政策利用金融支持、税收优惠、法规管制及目标规划等方式为光伏产业的技术发展、产品化及市场化指明方向,为企业提供良好的政策环境。

但也有学者认为,光伏产业政策对企业创新绩效具有抑制作用。他们认为光伏产业政策存在涉及的财政补贴政策过多、政策内容单一、项目维持监管力度薄弱、研发政策不足等问题。政府的财政补贴对微观光伏企业的研发投入具有“挤出效应”,这将增加研发要素的边际价格,导致研发投资的路径依赖,甚至有可能引发企业产生为了迎合政府监管的寻租行为,这将严重损害企业的创新能力及创新绩效。例如,2009年的“太阳能屋顶计划”和“金太阳示范计划”两个补贴计划均采用事前补贴的方式,既缺乏了对光伏企业创新的激励,又缺乏对项目建成后电站质量的验收和监督,导致企业骗补贴、拖工期、以次充好等乱象频发,造成企业间的无序竞争和产能过剩。产能过剩进一步抑制企业创新投资的意愿,不利于光伏产业创新可持续发展。

概而言之,如图1所示,产业政策对光伏企业创新绩效的作用效果可能为正,也可能为负。因此,研究产业政策对微观光伏企业的创新绩效的实施效果是否真正有效是有意义的,需要认真思考并验证。所以本文提出以下研究假设:

产业政策对我国光伏企业的创新绩效无显著性的影响(H1a);

产业政策对我国光伏企业的创新绩效有显著性的正向影响(H1b);

产业政策对我国光伏企业的创新绩效有显著性的负向影响(H1c)。

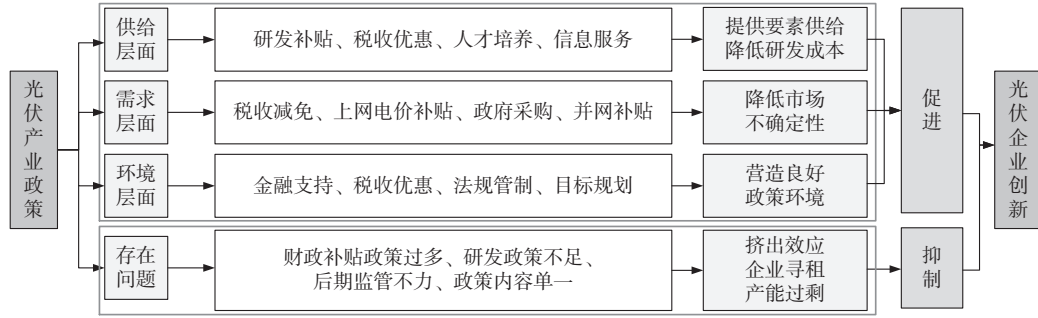


图1 光伏产业政策对企业创新绩效的作用机理

2. 区域创新体系的调节作用假设

光伏企业的创新活动依赖于其内部与外部环境之间的良性互动,光伏产业政策对企业创新绩效的作用效果除受微观企业不同的内在属性影响外,也可能受企业所在的不同区域创新体系环境的影响。同样的产业政策在不同区域环境体系的地区产生的作用效果可能截然不同。江苏、浙江及广东为我国的光伏产业强省,在相同的国家产业政策的引领下,为何它们可以做到出类拔萃,这离不开其自身良好的区域创新环境。创新体系优质的地区,其区域内企业多倾向于高研发投入,设计能力、技术提升能力及新产品的综合销售能力都较强,光伏企业高效利用产业政策的支持、引领作用,逐步形成区域高创新能力和产业政策高利用效率的良性循环,从而进一步推动省内光伏企业的创新绩效提升,光伏产业创新高质量发展。而反观部分地区,在发展光伏产业时未能充分考虑自身区域的具体条件,为完成政策指标而争上光伏发电项目,盲目扩大投资规模,导致重复建设,产能过剩现象严重。区域创新体系无法有效支撑产业政策真正落地。

所以,光伏企业所在的区域创新体系不同是否会影响到产业政策对其创新绩效的作用路径需进一步研究。故本文提出如下研究假设:

区域创新体系在产业政策对企业的创新绩效的作用路径中没有显著性的调节效应(H2a);

区域创新体系在产业政策对企业的创新绩效的作用路径中具有显著性的正向调节效应(H2b);

区域创新体系在产业政策对企业的创新绩效的作用路径中具有显著性的负向调节效应(H2c)。

3. 模型构建

本分分析我国光伏产业政策对光伏企业的创新绩效有何作用效果,以及区域创新体系的差异性是否会影影响产业政策对光伏企业创新绩效的传导效果。本文在实证模型中引入时间序列,并采取多个企业作为样本分析,所以运用的实证模型需具备描述每个企业发展情况因时间变化而形成规律的能力。基于以上需求,选择构建面板数据模型进行分析。

为了验证 H1a~H1c,即产业政策对光伏企业的创新绩效的作用效果,借鉴王晓珍和邹鸿辉(2018)、陈艳等(2021)的检验方法,首先构建面板数据模型(1)。

$$Patent_{it} = \beta_0 + \beta_1 IP_{t-1} + \sum \gamma_i CV_{it} + \varepsilon \quad (1)$$

其中:被解释变量 $Patent_{it}$ 企业创新绩效;解释变量 IP 为产业政策; CV 为控制变量; β_0 为截距项; β_1 、 γ_i 为各变量的估计系数; ε 为随机误差项。为了体现政策实施的滞后性影响,对 IP 进行滞后一期处理(韩超等,2017)。当 β_1 不显著时,H1a 成立;当 β_1 显著为正时,H1b 成立;当 β_1 显著为负时,H1c 成立。

为了验证 H2a~H2c,即区域创新体系这一因素在产业政策对光伏企业的创新绩效的传导过程中的调节效应,本文构建模型(2)。

$$Patent_{it} = \beta_0 + \beta_1 IP_{t-1} + \beta_2 EI_{it} + \beta_3 IM_{it} + \beta_4 IP_{t-1} \times EI_{it} + \beta_5 IP_{t-1} \times IM_{it} + \sum \gamma_i CV_{it} + \varepsilon \quad (2)$$

其中: EI 和 IM 为区域创新体系的测度变量; β_2 和 β_3 分别为它们的估计系数。调节效应的检验逻辑为:检验区域创新体系对产业政策与企业的创新绩效间的关系是否具有调节作用,就是检验式(2)中产业政策和区域创新体系的交互项的系数 β_4 和 β_5 ,如果预期式(2)中交互项的系数 β_4 和 β_5 存在显著性,则表明区域创新体系在研究路径上存在调节效应。

4. 光伏产业政策梳理和企业样本选取

中国光伏产业自 20 世纪 90 年代初见端倪,政府部门为支持产业发展开始制定出台相关政策。但初期国内的光伏市场发展未完善,政策仍处于试探调整阶段,多以鼓励扶持光伏发电产业化为主要目的。2009

年,政府部门开始实施“金太阳示范工程”,出台了众多政策以推动光伏产业应用市场。后随国内光伏市场的快速发展,我国政策也随产业链的完善而逐渐稳定,政策开始以鼓励应用端发展及提高产业整体创新绩效为主要目的(李凤梅等,2017)。本文选择的时间跨度为2009—2020年,共收集整理了285份国家层面的与光伏产业有关的产业政策(图2),基本上覆盖了这一时间段的所有光伏产业政策,文本来源于北大法宝数据库及国家能源局、发改委、财政部、商务部投资促进事务局等部门及行业网站。

本文选取沪深交易所A股上市的光伏企业作为研究对象。在选取过程中,本文共选取了主营业务涉及光伏产业生产制造环节的上市企业,共计74家,后剔除了样本期间内被特别处理、连续三年亏损被退市警告及上市时间不满三年时间的企业样本数据。经过筛选,还剩余41家光伏企业作为研究样本。研究样本中专利数据从国家知识产权局中的专利检索系统获取,企业其他特征变量数据来源于国泰安数据库及各上市企业的年度报告,省域层面的数据来源于《中国区域创新能力报告》。

(二)变量定义与测度

1. 被解释变量

企业创新绩效。本文用来测度被解释变量企业创新绩效的数据为光伏企业样本的历年发明专利申请量。专利数据是度量企业创新能力的有效方法,虽然部分学者认为专利数量在经济影响效力方面具有较大的差别,并不是所有的专利都具备有效的经济价值。但专利数量是测度企业的创新绩效的最直接客观体现,且专利数据可以通过数据库获取,不存在定义不准确和企业间因研发数据未披露而缺乏可比性的问题,且专利是由国家专利局审查授予的,根据国际专利分配(IPC)计划进行统一分类,其中包含大量创新信息。而且,专利计数方法被多次用于以往许多估计技术变化的研究中,是研究学者普遍认可的测度指标。

2. 解释变量

产业政策。本文选取中国历年国家各级政府及政府部门出台的有关光伏产业的政策文本数量测度解释变量产业政策。已有研究测度产业政策的方法主要有以下几种:一是使用政府补贴和税收减免等数据(程跃和段钰,2022;张杰等,2015),这些数据因为缺乏准确的统计数据,相应的估算结果会存在一定的误差。二是借鉴彭纪生(2008)的研究思路,对产业政策分维度制定赋值标准进行量化打分(王晓珍等,2019;陈艳等,2021)。但这种方法或多或少涉及主观性,不同的赋值标准或不同的打分主体都会使测度结果产生差异,进而可能导致研究结果具有一定的不确定性。三是使用政策文本数量测度产业政策(何钰子等,2022;韩永辉等,2017)。考虑到国家政府密集出台光伏产业政策这一现实情况,可见产业政策数量一定程度上可以反映政府对光伏产业的重视情况,故本文选择用政策文本数量来测度解释变量产业政策。本文在稳健性检验部分,还借鉴了陈红雪(2022)的光伏产业政策情感量化数据替代政策文本数量测度解释变量产业政策,以验证本文使用政策文本数量测度解释变量产业政策的合理性。

区域创新体系。本文认为区域创新体系会影响产业政策对光伏企业创新绩效的传导效果,选取《中国区域创新能力报告》中区域创新能力中的企业创新和 innovation 环境指标得分测度解释变量区域创新体系。在以往的研究中,《中国区域创新能力评价报告》的指标被广泛运用于研究区域创新体系,具有很好的学术参考价值。根据报告中五个指标的评价原则及我们研究的具体问题,最终选择与微观企业及区域创新体系联系最紧密的“企业创新”和“创新环境”两个二级指标来度量我国各省域的区域创新体系。“企业创新”下包括企业研究开发投入、设计能力、技术提升能力及新产品销售收入4个综合指标,用来衡量一个地区内企业应用新知识、开发新技术、利用新工艺,以及制造新产品的能力;“创新环境”下包括创新基础设施、市场环境、劳动者素质、金融环境及创业水平5个综合指标,用来衡量一个地区为技术的产生、流动与应用提供相应环境的能力。

3. 控制变量

企业规模。本文选择用员工总数的自然对数和企业资产总额的自然对数来控制对企业规模的影响。通

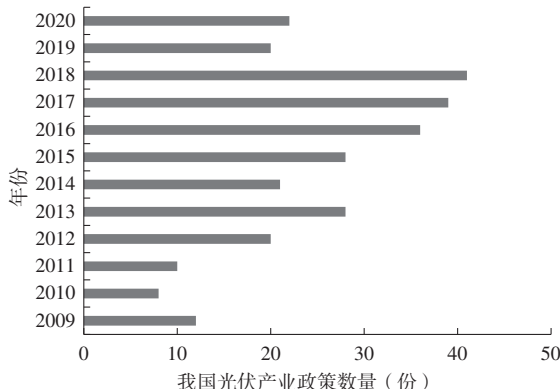


图2 2009—2020年我国光伏产业政策数量

常认为,大规模的企业比中小型企业更能承受创新风险,因为他们在业务运营和科研创新获取资源方面更具规模效应,所以他们会具有更强意愿开展研发创新活动以保持自己在市场上的竞争优势,扩大自己的市场占有率,故产业政策对规模大的企业的创新绩效效果更明显。但也有研究认为小规模的企业可以从行为特征上取得自己的专属优势,可更有效地使用外部知识资源,运用利基战略思想维持自身高技术的创新(朱平芳和朱先智,2007)。

研发投入。本文选取企业研发投入占营业收入的比例作为度量研发投入对企业创新绩效影响的指标(颜晓畅和黄桂田,2020)。从一个企业历年的研发投入中可看出该企业研发活动的活跃程度。通常认为,企业增加研发投入有利于其自身科技知识的累加,企业运用创新知识展开研发活动,进而提高其自身的创新绩效。

企业年龄。本文采用企业上市注册成立年限作为测度企业年龄对创新绩效影响的指标。依据生命周期理论,在企业发展这一动态演化过程中,企业年龄是影响企业成长性的重要因素之一(杨卫和王陈陈,2019)。通常认为,新上市的企业存在持续创新激励,创新活力更强,具有较优的企业创新绩效,在一定年限内,企业的创新激励随年龄的增长呈“U”型分布趋势,但超过一定年限,企业的持续创新激励会逐渐减弱。

高管股权激励。本文采用高管持股份的总数占企业总股本的比例来测度高管股权激励。高管股权激励可以有效减少高管和股东之间的委托代理问题,还可增强管理层的风险共同承受能力,激发管理层为获取更高收益而从事长期的企业研发创新的主动性,做出创新发展绩效最大化的科研投资决策(韦琳等,2021)。

企业经营。本文采用产权比率来测度企业经营。已有研究表明,良好的企业经营能力有利于企业创新能力和创新质量的提升,同时企业研发投入预期会受经营业绩的影响(孙佳等,2020),当企业经营欠佳时,管理层会相应减少企业创新投入以降低财务风险,这不利于企业创新质量的提升。

综上所述,各研究变量定义与测度见表1。

表1 研究变量定义与测度

变量类型	变量名称	变量符号	变量测度
因变量	企业创新绩效	<i>Patent</i>	专利申请量
自变量	产业政策	<i>IP</i>	产业政策总数
	区域创新体系	<i>EI</i>	企业创新指标
		<i>IM</i>	创新环境指标
控制变量	企业资产总额	<i>Assets</i>	ln(企业资产总额)
	员工人数	<i>NOE</i>	ln(企业的员工总人数)
	研发投入	<i>R&D</i>	研发投入/营业收入
	企业年龄	<i>Age</i>	<i>t</i> 期年份-上市公司注册成立年限
	产权比率	<i>EQR</i>	负债总额/所有者权益总额
	高管股权激励	<i>MEL</i>	高管持股总数/企业总股本

四、实证结果分析

(一)产业政策对企业创新绩效的回归分析

由于面板回归模型通常涉及三个模型,分别是混合普通最小二乘法(OLS)模型、随机效应估算模型和固定效应估算模型,因此本文针对研究假设H1a~H1c、面板数据模型1依次进行*F*检验、*BP*检验及Hausman检验,检验结果见表2。

从表检验结果可知:*F*检验中 $p = 0.000 < 0.05$,呈现出5%水平的显著性,可见相对于混合OLS模型而言,应选择固定效应估计模型。*BP*检验中 $p = 0.000 < 0.05$,呈现出5%水平的显著性,意味着相对于混合OLS模型,选择随机效应估计模型更优。Hausman检验中 $p = 0.005 < 0.05$,呈现出5%水平的显著性,所以相对于随机效应估计模型,应选择固定效应估计模型。根据检验结果,本文最终选择固定效应估计模型进行回归分析,这也恰好在一定程度上缓解了因遗漏变量而产生的内生性问题。

产业政策对光伏企业创新绩效的回归结果见表3。

结果显示,产业政策对光伏企业创新绩效具有显著的正面影响($\beta_1 = 0.349, p = 0.017 < 0.05$),表明假设H1b成立,政府制定出台的一系列与光伏产业有关的产业政策有助于一定程度上减弱企业研发活动的

表2 模型1的*F*检验、*BP*检验及Hausman检验结果

检验类型	检验值	检验结论
<i>F</i> 检验	$F(40, 399) = 9.899, p = 0.000$	FE模型
<i>BP</i> 检验	$\chi^2(1) = 353.438, p = 0.000$	RE模型
Hausman检验	$\chi^2(6) = 18.448, p = 0.005$	FE模型

表3 产业政策对光伏企业创新绩效的回归结果

变量	系数	标准误差	<i>t</i>	<i>p</i>
<i>IP</i>	0.349	0.146	2.40	0.017**
<i>Assets</i>	0.386	0.110	3.51	0.000***
<i>NOE</i>	-0.031	0.130	-0.24	0.815
<i>R&D</i>	0.166	0.149	1.12	0.266
<i>Age</i>	-0.906	0.335	-2.71	0.007***
<i>EQR</i>	0.028	0.03	0.94	0.348
<i>MEL</i>	-0.014	0.007	-1.93	0.055*
$R^2(\text{组内}) = 0.078$				

注:*, **, ***分别表示在10%、5%、1%的水平下显著。

负外部性,激发光伏企业的创新活力,进而有效地提高其企业创新绩效。

观察控制变量的结果,发现企业资产总额的自然对数对企业创新绩效具有显著的正向影响,可见相对于资产总额较小的光伏企业,资产总额较大的企业在业务运营和科技创新获取方面更易形成规模效应,更愿意主动开展科研创新活动以提升自身的竞争优势,占据市场份额,故产业政策对资产规模较大的企业的创新绩效影响效果更明显。员工总数的自然对数对企业创新绩效具有不显著的负向影响。研发投入与企业创新绩效之间呈现不显著的正向影响。光伏企业增加研发投入力度以加强企业创新活力,积累科研知识,提高自身创新绩效。产权比例与企业创新绩效之间呈现不显著的正向关系。企业年龄和高管股权激励对企业的创新绩效呈现显著的负向影响。通常情况,新上市的企业存在创新激励,具有较强创新活力,而随着年龄增长,企业的持续创新激励逐渐减弱,不利于企业创新绩效的提升。过高的高管股权激励可能激化个人腐败问题,甚至造成创新资源浪费,此时便不利于企业创新发展。

(二)区域创新体系的调节效应回归分析

我们针对研究假设 H2a~H2c、面板数据模型(2)依次进行 F 检验、 BP 检验及 Hausman 检验,检验结果见表 4。

结果显示: F 检验中 $p = 0.000 < 0.05$,呈现出 5% 水平的显著性,可见相对于混合 OLS 模型而言,应选择固定效应估计模型。 BP 检验中 $p = 0.000 < 0.05$,呈现出 5% 水平的显著性,意味着相对于混合 OLS 模型,选择随机效应估计模型更优。Hausman 检验中 $p = 0.000 < 0.05$,呈现出 5% 水平的显著性,所以相对于随机效应估计模型,应选择固定效应估计模型。根据检验结果,选择固定效应估计模型为最终结果。

区域创新体系在产业政策对光伏企业创新绩效的作用过程中的调节效应检验的回归结果见表 5。

从回归结果可看出,交互项 $IP \times EI$ 的回归系数显著为正($\beta_4 = 0.943, p = 0.006 < 0.01$),说明区域创新体系中的企业创新能力对产业政策与光伏企业创新绩效具有显著的正向调节效应,这一指标符合假设 H2a。这表明,企业创新能力较强地区,其区域内企业多倾向于高研发投入,且设计能力、技术提升能力及新产品的综合销售能力都较强。光伏企业为满足自身较高的研发创新习惯与要求,更愿意更加积极主动地去了解、配合并利用产业政策以增加自身研发投入、提高其创新水平,这时便有利于提高该省域的政策利用效率。而且相比于企业创新能力弱的地区的企业,强地区的企业可能在申请国家更大额度的财政补贴上更具优势,此时就形成了区域高创新能力和产业政策高利用效率的良性循环,从而推动光伏企业的创新绩效提升。

而交互项 $IP \times IM$ 的回归系数显著为负($\beta_5 = -0.947, p = 0.009 < 0.01$),表明区域创新体系中的创新环境指标,在产业政策对光伏企业创新绩效的作用路径中具有负向的调节效应,在创新环境相对优秀的省域,产业政策对光伏企业创新绩效的作用效果会被显著性地削弱,这一指标符合假设 H2c。在创新环境较好的区域内,其创新基础设施、市场环境及金融环境都较为成熟完善,该区域的光伏企业已经拥有一套稳定且适合自己的研发创新规划以保证利润最大化,此时光伏产业政策的实施就可能会扭曲市场行为。光伏企业为了迎合国家政策要求,通常选择进一步加大研发投入力度,资金的过度投入不仅无法形成规模经济效应,还会引起资源的浪费,导致重复研发,降低资源配置效率。此时产业政策对光伏企业的创新绩效的作用效果会被明显的削弱。

(三)稳健性检验

1. 替代被解释变量

为检验本文研究结果是否具有稳健性,本文选择用专利授权量替代专利申请量度量被解释变量企业创新绩效,同样采用面板回归模型考察产业政策对企业创新绩效的关系及区域创新体系的调节作用。由检验

表 4 模型 2 的 F 检验、 BP 检验及 Hausman 检验结果

检验类型	检验值	检验结论
F 检验	$F(40, 432)=10.075, p=0.000$	FE 模型
BP 检验	$\chi^2(1)=357.387, p=0.000$	RE 模型
Hausman 检验	$\chi^2(10)=31.804, p=0.000$	FE 模型

表 5 区域创新体系在产业政策对光伏企业创新绩效的作用过程中的调节效应检验的回归结果

变量	系数	标准误差	t	p
IP	0.511	0.164	3.10	0.002***
EI	-1.078	0.586	-1.84	0.067*
IM	0.935	0.624	1.50	0.135
$IP \times EI$	0.943	0.344	2.74	0.006***
$IP \times IM$	-0.947	0.361	-2.63	0.009***
$Assets$	0.426	0.1	4.27	0.000***
NOE	0.002	0.123	0.02	0.985
$R\&D$	0.084	0.136	0.62	0.537
Age	-1.069	0.296	-3.61	0.000***
EQR	0.024	0.029	0.82	0.413
MEL	-0.007	0.006	-1.05	0.296

$R^2(\text{组内})=0.145$

注:*, **, *** 分别表示在 10%、5%、1% 的水平下显著。

结果表6和表7可知,除面板数据回归模型中个别变量的回归系数的正负号及显著性水平有所变化外(是由于专利从申请到授权存在时间差,产业政策对光伏企业专利授权量的影响存在滞后效应),主要研究变量显著性和回归系数符号并未改变,说明原有的研究结论不存在因测量误差导致的内生性问题,基本结论是一致的,因此该模型估计的结果具有稳健性。

表6 模型1的稳健性检验结果

变量	系数	标准误差	<i>t</i>	<i>p</i>	变量	系数	标准误差	<i>t</i>	<i>p</i>
<i>IP</i>	0.366	0.122	3.01	0.003***	<i>Age</i>	0.561	0.245	2.29	0.023**
<i>Assets</i>	0.408	0.091	4.49	0.000***	<i>EQR</i>	-0.017	0.026	-0.66	0.507
<i>NOE</i>	-0.113	0.112	-1.01	0.311	<i>MEL</i>	-0.011	0.006	-1.88	0.061*
<i>R&D</i>	0.134	0.122	1.09	0.275	$R^2(\text{组内})=0.298$				

注: *、**、***分别表示在10%、5%、1%的水平下显著。

表7 模型2的稳健性检验结果

变量	系数	标准误差	<i>t</i>	<i>p</i>	变量	系数	标准误差	<i>t</i>	<i>p</i>
<i>IP</i>	0.693	0.042	16.58	0.000***	<i>NOE</i>	0.042	0.098	0.43	0.665
<i>EI</i>	-0.027	0.014	-1.97	0.049**	<i>R&D</i>	0.029	0.107	0.27	0.785
<i>IM</i>	0.008	0.007	1.04	0.301	<i>Age</i>	-1.172	0.234	-5.01	0.000***
<i>IP×EI</i>	0.556	0.262	2.12	0.034**	<i>EQR</i>	0.036	0.023	1.58	0.114
<i>IP×IM</i>	-0.503	0.252	-2.00	0.046**	<i>MEL</i>	0	0.005	0.06	0.951
<i>Assets</i>	0.201	0.081	2.47	0.014**	$R^2(\text{组内})=0.145$				

注: *、**、***分别表示在10%、5%、1%的水平下显著。

2. 替代解释变量

为检验本文研究结果是否具有稳健性,本文借用陈红雪(2022)对光伏产业政策文本的情感量化数据(图3)替代产业政策文本数量测度解释变量产业政策,同样采用面板回归模型考察产业政策对企业创新绩效的关系及区域创新体系的调节作用。由检验结果表8和表9可知,除面板数据回归模型中个别变量的回归系数的正负号及显著性水平有所变化外,主要研究变量显著性和回归系数符号并未改变,基本结论是一致的,因此该模型估计的结果具有稳健性。

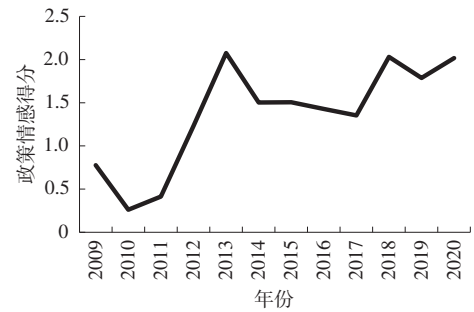


图3 2009—2020年产业政策情感量化数据

表8 模型1的稳健性检验结果

变量	系数	标准误差	<i>t</i>	<i>p</i>	变量	系数	标准误差	<i>t</i>	<i>p</i>
<i>IP</i>	0.341	0.105	3.25	0.001***	<i>Age</i>	-0.900	0.282	-3.19	0.002***
<i>Assets</i>	0.467	0.1	4.68	0.000***	<i>EQR</i>	0.020	0.029	0.70	0.488
<i>NOE</i>	-0.030	0.124	-0.24	0.810	<i>MEL</i>	-0.008	0.006	-1.18	0.239
<i>R&D</i>	0.100	0.137	0.73	0.466	$R^2(\text{组内})=0.115$				

注: *、**、***分别表示在10%、5%、1%的水平下显著。

表9 模型2的稳健性检验结果

变量	系数	标准误差	<i>t</i>	<i>p</i>	变量	系数	标准误差	<i>t</i>	<i>p</i>
<i>IP</i>	0.395	0.3	1.317	0.189	<i>NOE</i>	-0.016	0.124	-0.128	0.898
<i>EI</i>	-1.077	0.602	-1.789	0.074*	<i>R&D</i>	0.104	0.137	0.758	0.449
<i>IM</i>	1.043	0.728	1.432	0.153	<i>Age</i>	-0.934	0.295	-3.162	0.002***
<i>IP×EI</i>	0.879	0.351	2.505	0.013**	<i>EQR</i>	0.026	0.029	0.887	0.376
<i>IP×IM</i>	-0.923	0.392	-2.355	0.019**	<i>MEL</i>	-0.006	0.006	-0.994	0.321
<i>Assets</i>	0.468	0.1	4.688	0.000***	$R^2(\text{组内})=0.129$				

注: *、**、***分别表示在10%、5%、1%的水平下显著。

五、研究结论与启示

(一) 研究结论

本文选取沪深A股中41家光伏产业上市公司作为研究样本,采用专利申请量测度企业创新绩效,并在整理了2009—2020年我国285份光伏产业政策基础上,选取历年光伏产业政策数量测度产业政策,实证研究

了光伏产业政策对企业创新绩效的影响和作用机制,又引入区域创新体系这一重要因素作为调节变量,研究其对产业政策和光伏企业创新绩效的调节作用。主要得出以下研究结论:

(1)产业政策对光伏企业创新绩效具有显著的促进作用。中央政府制定出台的系列光伏产业创新政策极大地激活了市场活力,进而扩大了市场及需求,减少了光伏产业市场中的不确定性和研发活动的负外部性,增加了企业的创新活力,从而对企业创新绩效有显著的积极影响。

(2)区域创新体系在一定程度上会对产业政策与企业创新绩效之间的关系形成显著的调节效应。区域创新体系中的两个指标中光伏企业所在省域的企业创新能力和创新环境指标分别对产业政策与光伏企业创新绩效具有显著的正向调节效应和显著的负向调节作用。此结果在一定程度上也证明了之前学者们关于产业政策对企业创新绩效的影响效应问题产生分歧的原因,可见评价产业政策的效应问题不可简单绝对地归结为是与否的问题,需充分考虑各方因素在其中的调节作用。

(二)研究启示

继续增强政府扶持光伏企业的产业创新政策力度,制定出台一系列更合理有效、可操作性更强的产业政策。加大财政、金融及并网支持力度,并保持一定的稳定性与连续性,以使得光伏产业政策更好地作用于微观创新企业。除此之外,还要建立健全政府补助事前审批力度和事后审评评价制度,严厉打击企业构造虚假信息进行骗补的不良行为,并充分发挥政府补助的信号属性,对于具有巨大发展潜力但缺乏资金的企业重点补助,进而带动其他利益相关者协作支持;对有规定用途的专项补助资金政府要建立监督机制,由企业定期汇报情况,政府实时核实,严厉处罚光伏企业吃政策的不良行为,提升产业政策以创新产出为导向的命中率及靶向精准性。

重视区域创新体系的调节作用,实施有针对性的创新驱动型产业政策。目前,我国出台的光伏产业政策大多是普适性的,缺乏了对区域创新体系和企业异质性的考量。而实际上我国各区域的创新体系具有较大差异,因此我国普适性的产业政策不能达到最优效果,在制定光伏产业政策时应协调区域创新体系。各地方政府部门要积极做好区域产业调研工作,根据各自地方的具体情况,有针对性地布局新兴产业政策,避免盲目上项目、搞低水平的重复研发。应利用好创新环境的调节作用,加大对创新环境较薄弱的地区的光伏产业政策倾斜,优化资源配置,进而使得产业政策更好地推动光伏企业创新绩效的提升。而且光伏产业政策在制定过程中,还需关注到光伏企业自身真实的创新水平到底如何,应设定一定的行业准入硬性门槛,避免引起企业因政策诱导而跟风投入,进而拉低资源的配置效率。

光伏企业要加大自身创新投入力度,提升企业创新能力以增加产业政策对企业创新绩效的促进作用。研发投入是创新活动的起点,企业提升自身创新能力可以有效带动区域创新能力水平提高,此时由于区域创新体系的调节作用使得产业政策可以更好地提升企业的创新绩效。而企业创新绩效的提高同时也能够为企业创新活动提供更强大的资金支持与保障,此时就形成了良性循环,有利于光伏企业和产业的整体提升,进而提高我国光伏技术创新水平。

参考文献

- [1] 曹平,张伟伟,2021.“去杠杆”政策抑制国有企业创新了吗?——兼议后疫情时期“去杠杆”[J].技术经济,40(12): 25-36.
- [2] 陈红雪,2022.政策信号影响下银行对光伏企业的放贷行为研究[D].南京:南京航空航天大学.
- [3] 陈景华,陈姚,陈敏敏,2020.中国经济高质量发展水平、区域差异及分布动态演进[J].数量经济技术经济研究,37(12): 108-126.
- [4] 陈雄辉,楚鹏飞,罗晓晴,等,2020.科技政策对企业创新的作用机制研究——以广东省为例的实证分析[J].技术经济,39(12): 61-68.
- [5] 陈艳,周园媛,纪雅星,2021.产业政策对企业绩效的影响及作用机制研究——来自中国光伏产业的经验数据[J].科技进步与对策,38(22): 68-75.
- [6] 程跃,段钰,2022.财政补贴政策对企业创新绩效的影响研究——基于资源获取能力的实证思考[J].工业技术经济,41(7): 104-112.
- [7] 邓峰,杨国歌,任转转,2021.R&D补贴与数字企业技术创新——基于数字经济产业的检验证据[J].产业经济研究,(4): 27-41.
- [8] 范斌,2017.财政补贴是否有利于引导光伏企业扩大研发投入?——基于上市公司数据的动态博弈分析[J].南京航空航天大学学报(社会科学版),19(2): 18-22, 45.
- [9] 冯根福,郑明波,温军,等,2021.究竟哪些因素决定了中国企业的技术创新——基于九大中文经济学权威期刊和A

- 股上市公司数据的再实证[J]. 中国工业经济, (1): 17-35.
- [10] 付红娟, 2020. 我国光伏产业政策对企业创新绩效的影响研究[D]. 北京: 华北电力大学(北京).
- [11] 高新伟, 张晓艺, 2020. 税收优惠对新能源企业创新绩效的影响研究[J]. 中国石油大学学报(社会科学版), 36(6): 1-10.
- [12] 韩超, 肖兴志, 李姝, 2017. 产业政策如何影响企业绩效: 不同政策与作用路径是否存在影响差异?[J]. 财经研究, 43(1): 122-133, 144.
- [13] 韩永辉, 黄亮雄, 王贤彬, 2017. 产业政策推动地方产业结构升级了吗? ——基于发展型地方政府的理论解释与实证检验[J]. 经济研究, 52(8): 33-48.
- [14] 何钰子, 汤子隆, 常曦, 等, 2022. 地方产业政策如何影响企业技术创新? ——结构特征、影响机制与政府激励结构破解[J]. 中国软科学, (4): 45-54.
- [15] 黄天蔚, 刘海兵, 2022. “意义导向”的世界一流企业科技创新体系研究[J]. 科学学与科学技术管理, 43(7): 21-34.
- [16] 黎文靖, 郑曼妮, 2016. 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, 51(4): 60-73.
- [17] 李晨光, 邱祯君, 2022. 技术融合对现代制造企业创新绩效的影响: 知识基的中介效用[J]. 技术经济, 41(12): 50-61.
- [18] 李凤梅, 柳卸林, 高雨辰, 等, 2017. 产业政策对我国光伏企业创新与经济绩效的影响[J]. 科学学与科学技术管理, 38(11): 47-60.
- [19] 李良成, 2016. 政策工具维度的创新驱动发展战略政策分析框架研究[J]. 科技进步与对策, 33(11): 95-102.
- [20] 罗来军, 朱善利, 邹宗宪, 2015. 我国新能源战略的重大技术挑战及化解对策[J]. 数量经济技术经济研究, 32(2): 113-128, 143.
- [21] 毛中根, 武优劭, 2019. 我国西部地区制造业分布格局、形成动因及发展路径[J]. 数量经济技术经济研究, 36(3): 3-19.
- [22] 彭红星, 王国顺, 2018. 中国政府创新补贴的效应测度与分析[J]. 数量经济技术经济研究, 35(1): 77-93.
- [23] 彭纪生, 孙文祥, 仲为国, 2008. 中国技术创新政策演变与绩效实证研究(1978—2006)[J]. 科研管理, (4): 134-150.
- [24] 孙佳, 吕嘉琪, 于长宏, 2020. 异质性企业与基础研究决策[J]. 中国科技论坛, (4): 121-129.
- [25] 王海军, 祝爱民, 2019. 产学研协同创新理论模式: 研究动态与展望[J]. 技术经济, 38(2): 62-71.
- [26] 王宏伟, 朱雪婷, 殷晨曦, 2022. 中国光伏产业发展及电价补贴政策影响研究[J]. 数量经济技术经济研究, 39(7): 90-112.
- [27] 王捷, 林余杰, 吴成坚, 等, 2022. 碳中和背景下太阳能光伏产业现状及发展[J]. 储能科学与技术, 11(2): 731-732.
- [28] 王青, 江华, 张天宇, 等, 2022. 2022年上半年中国光伏产业发展现状及面临的问题分析[J]. 太阳能, (10): 5-12.
- [29] 王宛秋, 姚雨菲, 郝海拓, 等, 2023. 产业政策促进了半导体企业的创新发展吗?[J]. 科学学研究, 41(1): 58-69.
- [30] 王晓珍, 蒋子浩, 郑颖, 2019. 风电产业创新政策有效性研究[J]. 科学学研究, 37(7): 1249-1257.
- [31] 王晓珍, 邹鸿辉, 2018. 产业政策对风电企业创新绩效的作用机制分析——基于时滞和区域创新环境的考量[J]. 研究与发展管理, 30(2): 33-45.
- [32] 王余丁, 王蓓, 席增雷, 2022. 高新技术产业集聚对区域创新能力的影响研究[J]. 河北经贸大学学报, 43(2): 90-99.
- [33] 韦琳, 姚泳西, 顾群, 2021. 需求不确定性、股权激励与企业成本弹性[J]. 北京工商大学学报(社会科学版), 36(1): 68-80.
- [34] 乌日汗, 陈东, 李东红, 2021. 竞合伙伴的知识多样性如何影响创新绩效——知识管理的调节作用[J]. 技术经济, 40(10): 45-63.
- [35] 肖仁桥, 陈忠卫, 钱丽, 2017. 异质性技术视角下中国高技术制造业创新效率研究[J]. 管理科学, 31(1): 48-68.
- [36] 颜晓畅, 黄桂田, 2020. 政府财政补贴、企业经济及创新绩效与产能过剩——基于战略性新兴产业的实证研究[J]. 南开经济研究, (1): 176-198.
- [37] 杨卫, 王陈陈, 2019. 政府补贴对战略新兴产业发展的影响——以光伏上市企业为例[J]. 生态经济, 35(7): 76-81.
- [38] 姚玉璧, 郑绍忠, 杨扬, 等, 2022. 中国太阳能资源评估及其利用效率研究进展与展望[J]. 太阳能学报, 43(10): 524-535.
- [39] 叶红雨, 徐雪莲, 2018. 政府补贴对高新技术上市公司创新绩效的门槛效应实证研究[J]. 技术与创新管理, 39(1): 92-96.
- [40] 于佳, 王勇, 2020. 中国光伏产业发展与“一带一路”新机遇——基于新结构经济学视角的解析[J]. 西安交通大学学报(社会科学版), 40(5): 87-98.
- [41] 余明桂, 范蕊, 钟慧洁, 2016. 中国产业政策与企业技术创新[J]. 中国工业经济, (12): 5-22.
- [42] 郁建兴, 王茵, 2017. 光伏产业财政补贴政策的作用机制——基于两家光伏企业的案例研究[J]. 经济社会体制比较, (4): 127-138.
- [43] 袁潮清, 刘思峰, 2013. 区域创新体系成熟度及其对创新投入产出效率的影响——基于我国31个省份的研究[J]. 中

- 国软科学, (3): 101-108.
- [44] 袁军, 邵燕敏, 王珏, 2022. 研发补贴集中度、高管技术背景与企业创新——以战略性新兴产业上市公司为例[J]. 系统工程理论与实践, 42(5): 1185-1196.
- [45] 岳宇君, 张磊雷, 2022. 企业信息化、技术创新与创业板公司高质量发展[J]. 技术经济, 41(3): 25-34.
- [46] 张杰, 陈志远, 杨连星, 等, 2015. 中国创新补贴政策的绩效评估: 理论与证据[J]. 经济研究, 50(10): 4-17, 33.
- [47] 张学文, 田华, 陈劲, 2019. 激发企业内生动力的创新政策: 基于使命驱动型创新的视角[J]. 技术经济, 38(7): 10-14, 108.
- [48] 朱承亮, 王珏, 2022. 中国企业研发经费投入现状及国际比较[J]. 技术经济, 41(1): 24-32.
- [49] 朱平芳, 朱先智, 2007. 企业创新人力投入强度规模效应的分位点回归研究[J]. 数量经济技术经济研究, (3): 69-80.
- [50] 朱艳丽, 2018. “能源三难选择”视角下弃风弃光问题法律研究[J]. 青海社会科学, (4): 68-72, 104.
- [51] LIN B Q, LUAN R R, 2020. Do government subsidies promote efficiency in technological innovation of China's photovoltaic enterprises?[J]. Journal of Cleaner Production, 254: 120108.
- [52] NAGAMATSU A, WATANABE C, SHUM K L, 2006. Diffusion trajectory of self-propagating innovations interacting with institutions-incorporation of multi-factors learning function to model PV diffusion in Japan [J]. Energy Policy, 34(4): 411-421.
- [53] WANG X Z, ZOU H H, ZHENG Y, et al, 2019. How will different types of industry policies and their mixes affect the innovation performance of wind power enterprises? Based on dual perspectives of regional innovation environment and enterprise ownership[J]. Journal of Environmental Management, 251: 109586.
- [54] WEI J C, LIU Y, 2015. Government support and firm innovation performance [J]. Chinese Management Studies, 9(1): 38-55.

Research on the Impact of Industrial Policy on the Innovation Performance of Photovoltaic Enterprises: Based on the Moderating Role of the Regional Innovation System

Dong Hongyuan, Yuan Chaoqing

(College of Economics and Management, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 211106, China)

Abstract: The contradiction between the continuous investment of China's industrial policy and the difficulty of photovoltaic companies to break through the bottleneck of their own core technological innovation urgently requires theoretical research. 41 photovoltaic companies in Shanghai and Shenzhen A-shares were selected as research objects. Based on the analysis of 285 photovoltaic industry policies issued by Chinese government departments, the panel data model was established for the time span of from 2009 to 2020. Empirical research the mechanism of China's photovoltaic industry policy on corporate innovation performance, and the introduction of a heterogeneous factor of regional innovation system to test its regulatory role in the path of influence. Empirical research shows that China's photovoltaic industry policy has a significant positive impact on the innovation performance of enterprises. Meanwhile, corporate innovation indicators and innovation environment indicators in the regional innovation system have significant positive and negative adjustment effects in the above transmission process.

Keywords: industrial policy; photovoltaic industry; enterprise innovation performance; regional innovation system