

环境约束、空间外溢效应与 中国企业技术创新效率提升研究

Environmental Constraint, Spatial Spillover Effect and
Technovation Efficiency of Chinese Enterprises

肖仁桥 钱 丽◎著



经济管理出版社
ECONOMY & MANAGEMENT PUBLISHING HOUSE

本书受国家社会科学基金项目（14CGL065）资助

环境约束、空间外溢效应与 中国企业技术创新效率提升研究

Environmental Constraint, Spatial Spillover Effect and
Technovation Efficiency of Chinese Enterprises

肖仁桥 钱 丽◎著



经济管理出版社
ECONOMY & MANAGEMENT PUBLISHING HOUSE

图书在版编目 (CIP) 数据

环境约束、空间外溢效应与中国企业技术创新效率提升研究/肖仁桥, 钱丽著. —北京: 经济管理出版社, 2019. 4

ISBN 978 - 7 - 5096 - 6445 - 2

I. ①环… II. ①肖… ②钱… III. ①企业管理—技术革命—研究—中国 IV. ①F279.23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 050577 号

组稿编辑: 田乃馨

责任编辑: 何 蒂 田乃馨 姜玉满

责任印制: 黄章平

责任校对: 赵天宇

出版发行: 经济管理出版社

(北京市海淀区北蜂窝 8 号中雅大厦 A 座 11 层 100038)

网 址: www.E-mp.com.cn

电 话: (010) 51915602

印 刷: 北京虎彩文化传播有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 720mm × 1000mm/16

印 张: 11.5

字 数: 200 千字

版 次: 2019 年 4 月第 1 版 2019 年 4 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978 - 7 - 5096 - 6445 - 2

定 价: 98.00 元

· 版权所有 翻印必究 ·

凡购本社图书, 如有印装错误, 由本社读者服务部负责调换。

联系地址: 北京阜外月坛北小街 2 号

电话: (010) 68022974 邮编: 100836

前 言

技术创新是促进产业结构优化升级的重要推动力，同时也是企业保持竞争优势的不竭源泉，企业需注重创新资源利用效率，从而促进经济社会健康发展。随着环境污染和资源消耗的加剧，有必要从环境约束角度分析中国各省份企业创新效率差异及成因。另外，我国区域经济发展不平衡，如何充分发挥不同地区企业间的技术溢出作用，具有重要的理论和现实意义。本书在梳理“环境约束下企业技术创新效率及其影响因素”“空间外溢效应”等文献的基础上，对环境约束下中国各省份企业创新效率及影响因素进行理论与实证分析，进而探索我国企业绿色创新效率的空间溢出效应，并从提升企业创新效率、缩小技术差距以及发挥空间溢出效应等角度给出了一些政策建议。本书的特色之处在于将环境约束和空间溢出效应纳入技术创新研究框架，通过理论与实证分析探讨企业绿色创新效率的区域和行业差异、空间溢出效应及其影响机制，具体如下：

第一章绪论部分。介绍本书研究的背景，从技术创新与经济增长、环境约束与企业技术创新效率、环境约束下企业技术创新效率的影响因素、空间外溢效应与企业技术创新效率等方面对中国企业技术创新效率相关研究现状进行回顾。

第二章在文献回顾的基础上，基于并联网视角探讨中国高技术制造企业创新效率及其影响机制，构建并联网 DEA 模型测算分析 2007 ~ 2015 年中国各省份企业整体及各行业效率，分析全国及三大地区整体及分行业效率差异，并将其与传统 DEA 效率值进行对比。最后从行业角度对无效率值进行分解，寻找全国及各省份制造企业技术创新效率损失的真实根源与具体环节。

第三章将环境效应纳入企业技术创新效率研究框架，构建超效率 DEA 模型和评价指标体系，测算近十年环境约束下中国各省份工业企业创新效率值，并将考虑和不考虑环境因素两种情形下进行比较。采用投影分析法对样本投入产出量进行改进，得出 DEA 无效决策单元的投入冗余和产出不足率。最后，从企业内部和外部驱动等因素出发，利用动态面板 GMM 模型检验效率的影响因素。



第四章考虑创新资源在两阶段的共享关联性,并将单位 GDP 的工业碳排放量和“三废”污染物纳入两阶段绿色创新研究框架,利用共享投入关联两阶段 DEA 模型测度 2008~2015 年中国工业企业绿色研发和成果转化效率;从企业特征和区域环境等角度,利用动态 GMM 模型分析和检验两阶段效率的影响因素。然后,从区域技术差距视角出发,利用共同前沿理论和 DEA 模型分析比较了 2003~2010 年中国工业企业绿色创新效率的区域差异及技术差距,并按“生产技术差距”和“企业管理”两维度对中国各省份企业绿色创新无效率值进行分解。

第五章考虑两阶段创新的空间溢出效应,基于地理邻近和社会经济邻近的空间距离权重矩阵,利用莫兰指数法检验了 2010~2016 年中国高技术企业两阶段创新效率的空间相关性,并通过构建空间杜宾模型实证分析中国高技术企业整体与分行业两阶段效率的溢出效应及其影响因素。

第六章综合考虑环境约束和空间外溢效应两因素,首先将环境效应纳入研究框架内,测算考察期内中国各省份工业企业绿色科技研发和成果转化效率值。进而从空间外溢视角出发,分别以中国各省份企业绿色创新两阶段效率为被解释变量,以开放度、知识产权保护、政府支持、产业结构及人力资本水平等为解释变量,建立多种空间面板模型分析中国企业技术创新的空间溢出效应,并检验解释变量的影响,将其分解为直接效应和间接效应,寻找效率差异的成因。

第七章根据实证分析结果,提出一些切实可行的政策建议,如需将提高绿色创新效率作为企业发展战略重点,不断缩小区域企业间的技术差距,并提升企业内部管理水平。消除区域间的技术壁垒,加强诚信体系建设,充分发挥地区企业间的技术溢出效应。加强知识产权保护、扩大对外开放、优化金融环境和加强环境管制等,从而完善以市场为主导的绿色创新管理制度等。

第八章总结与展望。回顾本书所做的工作及结论,包括环境约束下企业创新效率研究、考虑空间外溢效应的我国企业创新效率研究等,然后,指出本书的局限性和未来值得继续研究的方向。

感谢钱丽副教授、丁娟和宋莹等研究生为本书的出版所做出文献整理、数据处理等贡献,由于我的水平有限,编写时间仓促,所以书中错误和不足之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

肖仁桥

2018 年 12 月 31 日

目 录

第一章 绪论	1
第一节 研究背景	1
第二节 研究目的及意义	3
第三节 文献述评	5
第四节 研究内容	20
第五节 研究方法与技术路线	22
第六节 创新点	24
第二章 中国企业技术创新效率研究——基于并联网络理论	26
第一节 中国企业技术创新效率差异及并联网络理论分析	26
第二节 研究模型	29
第三节 样本、变量及数据说明	32
第四节 实证分析	34
本章小结	42
第三章 环境约束下企业技术创新效率及其影响因素研究	44
第一节 环境约束下企业技术创新效率理论及影响机制	44
第二节 环境约束下企业创新效率测度模型及指标体系	46
第三节 环境约束下中国企业创新效率实证分析	50
第四节 环境约束下企业创新效率影响因素回归分析	59
本章小结	63



第四章 环境约束下企业创新效率研究拓展——基于两阶段价值链视角	65
第一节 环境约束、两阶段共享投入与企业创新效率	65
第二节 技术差距视角下企业两阶段绿色创新效率	82
本章小结	95
第五章 考虑空间外溢效应的中国企业技术创新效率研究	97
第一节 创新效率的空间溢出理论及模型	97
第二节 样本变量及数据说明	101
第三节 中国高技术企业创新效率结果分析	105
第四节 企业技术创新效率的空间溢出效应实证分析	108
本章小结	114
第六章 环境约束下考虑空间外溢效应的中国区域企业技术创新效率研究	116
第一节 环境约束下工业企业创新效率及其空间溢出理论分析	116
第二节 环境约束下中国工业企业创新效率测度与评价	118
第三节 工业企业绿色创新的空间溢出模型与指标选取	125
第四节 中国企业绿色创新效率的空间溢出效应实证分析	129
本章小结	136
第七章 中国企业技术创新绩效提升的政策研究	138
第一节 从战略高度提升企业绿色技术创新效率	138
第二节 从技术溢出角度提升全国企业绿色创新水平	143
第三节 完善以市场为主导的绿色创新管理制度	146
第八章 总结与展望	154
第一节 简要结论	154
第二节 研究不足与展望	157
参考文献	159

第一章 绪论

第一节 研究背景

创新是国家经济社会发展的永恒动力，同时也是企业保持战略优势和核心竞争力的不竭源泉。当前世界各国都将技术创新作为国家发展的重要战略之一，旨在通过一系列财政税收、科技计划等政策，促进本国企业技术创新能力提升，从而保持或扩大在全球科技经济竞争中的优势。如美国自第二次世界大战结束以来，就陆续制订了一揽子科技计划，包括人类基因组计划、信息高速公路计划和国家纳米技术计划等。随着美国“9·11”袭击事件的爆发，为打击和预防恐怖袭击事件在本土发生，美国政府先后出台了生物监测、生物传感和生物盾牌等3个生物反恐计划。面对全球资源短缺和环境污染问题不断恶化，美国又提出氢能经济、未来发电、碳收存等计划。旨在通过科技计划项目，带动企业从事相关领域的研发和成果转化，迅速抢占高科技产业的制高点，赢得更大的行业话语权和控制权。在这些计划和政策的推动下，产生了一大批市值颇高的科技型企业，如IBM、“微软”“高通”“谷歌”“苹果”以及“亚马逊”等。

为了应对国际激烈的科技竞争和国内日益增长的物质文化需求，我国政府也陆续出台了一系列科技计划，如1995年5月，江泽民同志在全国科技大会上的讲话中提出了实施“科教兴国”的战略，标志着技术创新开始受到政府和产业界的关注与重视。2006年出台《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）》中，明确提出将技术创新作为国家重点发展战略，在制度层面上为国家创新型发展战略的实施提供了重要保障，同时也为企业创新能力的建设提供了优越环境。中国共产党第十九次全国代表大会明确提出：加快建设创新型国家。



创新是引领发展的第一动力，是建设现代化经济体系的战略支撑。要瞄准世界科技前沿，强化基础研究，实现前瞻性基础研究、引领性原创成果重大突破。进一步简政放权，激发创新创业活力，减少行政性干预，充分发挥市场机制在经济建设中的主导作用，为我国企业创新发展营造良好的社会氛围和制度环境。由此可见，技术创新已成为当前我国企业发展的必要条件。

近年来，我国企业创新投入持续增加，旨在通过研发投入的增加，提高企业技术创新能力。如在高技术制造业领域，中国科技统计年鉴数据显示，2000 ~ 2015 年，我国高技术制造业研发经费从 111.041 亿元人民币增至 2219.659 亿元人民币，年均增长 22.1%。然而，2017 年汤森路透公布了 2016 年全球创新企业百强名单，美国和日本分别以 39 席和 34 席遥遥领先于其他国家，中国内地仅华为 1 家公司上榜。资料查询发现，我国 99% 的企业未申请过发明专利，50% 以上的企业没有注册商标，国内代工型高科技产业基本采用国外成熟技术，自主知识产权匮乏，关键技术受制于人，明显缺乏国际竞争力。增加研发投入只是企业开展创新活动的必要条件，还需注重创新活动的产出与效率。另外，我国区域高技术制造业发展不平衡，2017 年 2 月工业和信息化部公布了中国第一批制造业单项冠军示范企业名单，共有 39 家东部地区企业入围，而中西部地区企业仅有 15 家。2017 年底公布的第二批制造业单项冠军，中西部与东部地区之间的差距进一步拉大，东部地区有 55 家企业入围，而中西部地区仅有 16 家。各地区高技术制造业因经济基础、经营环境不同，以及长期以来形成的区域间技术壁垒，使它们在创新生产技术方面存在差异。因而，探索中国企业技术创新效率的时空差异及影响因素，显得十分必要。

伴随着我国工业经济的不断发展，资源消耗与环境污染等问题变得日益严峻，传统的粗放式增长方式难以为继。习近平总书记在谈新时代坚持和发展中国特色社会主义的基本方略中明确指出：“必须树立和践行绿水青山就是金山银山的理念，坚持节约资源和保护环境的基本国策。”在全球资源环境紧张和经济增长放缓的背景下，世界各国都将绿色创新作为促进产业升级、实现经济可持续发展的主要动力，试图通过增加研发投入以提升企业绿色创新能力。最新发布的《2016 年全球环境绩效指数报告》显示，中国在 180 个国家中列倒数第二，已成为世界 PM_{2.5} 超标重灾区且据统计，2008 ~ 2015 年中国单位工业 GDP 的工业二氧化碳排放量指标并未有较大幅度的改善。科技经济与生态环境之间的矛盾日益突出，人民生产、生活受到极大影响。需将环保理念引入传统技术创新活动中，



引导企业向绿色创新发展方式转变。我国各地区经济发展不平衡,在企业绿色技术创新的过程中,各地区企业绿色创新资源利用方式和效率可能存在差异,不能一概而论。

在开放性市场经济环境下,一个地区的企业绿色技术创新活动可能会通过人才流动、知识交流和技术模仿等方式扩散到临近地区,从而使企业绿色创新收益以外溢的形式流向周边其他地区,有利于区域工业经济的稳定可持续发展(余泳泽、刘大勇,2013)。由于我国地域辽阔,各区域经济基础、产业结构以及资源禀赋等要素存在明显差异,工业企业绿色技术创新水平也可能有所不同。在当前资源有限、环境承载压力大、地区科技经济发展不均衡的背景下,学术界和政府部门均试图寻找促进区域间绿色技术知识共享与扩散的途径,以期最大化发挥绿色技术创新的正向溢出效应,实现区域创新资源高效配置及科技经济一体化发展。目前,关于技术创新溢出的相关研究成果较多,为我们提供了有益的参考,然而大部分研究主要集中于分析技术创新整体效率的溢出效应,而忽视了技术创新过程的阶段异质性特征,对创新空间溢出的研究还有待深入。不同阶段效率的溢出程度及方向是否存在差异?各自对创新整体效率影响有多大?人力资本、市场开放度、政府支持等因素对不同阶段创新溢出的影响程度如何?对上述问题的解决,有助于我国企业优化绿色创新资源投入、提高我国企业绿色技术创新水平,同时也有利于我国针对不同地区、不同省份制定有所差别的绿色创新政策,从而实现我国区域科技、经济与环境的协调发展。

第二节 研究目的及意义

一、研究目的

随着全球科技竞争日趋激烈以及国内环境污染问题的积重难返,企业绿色技术创新能力的高低直接关乎我国创新型国家发展战略能否顺利实施,也是实现创新、协调、绿色、开放、共享五大发展理念的重要保障。为了寻找制约我国企业技术创新效率提升的关键因素,有效促进企业绿色技术创新能力提升,本书拟将环境约束和空间外溢效应纳入统一的研究框架,对环境约束下中国各



省份企业技术创新效率及其空间溢出机制进行系统分析,主要解决以下几个关键问题:

(1) 将工业碳排放量等环境污染指标作为非期望产出纳入我国工业企业技术创新效率研究框架内,基于绿色创新过程和投入产出原理,构建超效率 DEA 模型测算环境约束下中国各省份企业创新效率值,并根据是否考虑环境因素,将工业企业创新资源利用模式分为高科技经济低生态环境等四种类型,确定各省份资源利用模式,最后,利用投影分析法寻找效率提升的路径。

(2) 考虑创新资源在两阶段间的共享关联性,构建共享投入关联型两阶段 DEA 模型分析 2008 ~ 2015 年环境约束下中国各省份工业企业科技研发和成果转化效率,并从企业管理和区域创新环境等方面分析和检验绿色创新效率的影响因素。考虑我国东部、中部和西部地区之间的技术差距,利用共同前沿 DEA 模型对中国各省份企业绿色创新两阶段效率差异及其技术差距进行测算分析,并将创新无效率值分解为生产技术差距无效和管理无效,寻找效率损失的真实根源。

(3) 考虑区域企业创新效率的空间溢出效应,在测算 2010 ~ 2016 年中国高新技术企业两阶段效率值的基础上,利用莫兰指数分析我国区域企业创新效率的空间相关性,通过设置包括地理距离和社会经济距离在内的各种空间权重矩阵,利用空间计量模型(包括空间滞后模型、空间误差模型和空间杜宾模型等)分析整体与分行业效率的溢出效应及其影响因素。

(4) 将环境约束和空间溢出效应纳入统一的研究框架,首先利用超效率 DEA 模型测度分析中国各省份工业企业绿色创新整体及分阶段效率。进而从空间外溢视角出发,以绿色创新效率为被解释变量,以开放度、产业结构、政府支持、人力资本以及知识产权保护等为解释变量,建立多种空间面板模型分析中国企业创新的空间相关性,检验解释变量的影响,并将其分解为直接效应和间接效应,从而确定绿色创新效率空间溢出的成因。

(5) 系统分析中国企业技术创新效率的提升政策,结合上述研究结论,从下面几个要点出发,提出一些针对性的建议:将提升绿色技术创新效率作为企业发展战略重点;从技术溢出角度提升全国企业绿色创新水平;完善以市场为主导的绿色创新管理制度等。

二、理论意义

传统的研究主要从科技经济角度对我国企业技术创新效率进行测度分析,忽



略了技术创新的环境影响,本书将环境效应纳入技术创新效率框架内,从创新资源利用的投入产出视角出发,利用非参数统计两阶段 DEA 模型建立我国企业绿色创新效率评估模型和指标体系,丰富了我国企业绿色创新效率相关理论研究。本书在绿色创新效率研究框架下,分别考虑区域间技术差距和创新资源在两阶段创新过程中的投入共享特征,系统分析我国企业绿色创新效率的区域差异、损失来源以及影响因素,有利于深刻认识中国工业企业绿色创新效率的真实水平和制约环节。另外,以往研究假设区域间相互独立,忽视了空间外溢效应,在开放型经济背景下,溢出是创新活动的重要特征。本书拟构建基于地理距离、经济社会距离等权重矩阵,利用莫兰指数检验绿色创新效率的空间相关性,并采用空间 SEM、空间 SAR 以及空间 SDM 等多种空间面板模型系统分析我国企业创新效率的溢出效应及成因,探讨知识产权保护、开放度以及政府支持等变量对绿色创新两阶段效率的直接和间接(溢出)效应,从空间溢出效应视角丰富了我国企业绿色创新效率理论及实证研究,具有一定的理论意义。

三、实践意义

通过环境约束下我国企业技术创新效率差异的实证分析,可剖析我国企业技术创新和环境保护中存在的问题,有利于寻找企业技术创新活动改善和效率改进的途径,并引导企业向绿色发展方式转变。根据我国企业创新效率的空间溢出效应及其影响因素分析结果,可指导我国各区域企业根据自身要素优势,发挥技术创新的空间溢出效应,通过知识产权保护、扩大对外开放、加强人力资本水平的积累以及政府支持精准等方式,带动本地区以及邻近地区企业绿色创新效率提升,实现我国企业技术创新资源区域间流动共享和高效利用,从而促进经济社会的平稳和可持续发展。

第三节 文献述评

一、技术创新与经济增长

早期学者们较多关注技术创新对经济增长的推动作用。如创新主要有四种来



源：干中学（Romer, 1986）、人力资本（Lucas, 1988）、R&D（Aghion 等, 1992）和公共创新平台（Barro, 1990）。Iyigun（2006）认为干中学与 R&D 活动会产生发明和创新，推动经济增长；李垣、汪应洛（1994）认为技术创新不足是我国经济波动的重要诱因；陈英（2004）提出，技术创新包括生产过程创新和产品创新，对于经济增长而言，生产过程创新是一种供给效应，而产品创新则是市场效应和需求效应。白俊红、王林东（2016）研究了创新驱动对中国经济增长质量的影响，发现创新驱动对全国以及东部地区经济增长质量具有显著的影响，但对中西部地区的影响并不明显。唐未兵等（2014）从技术创新、技术引进的比较角度出发，利用 1996~2011 年中国省级面板数据分析了两者对地区经济增长集约化水平的影响，发现技术创新对地区经济增长影响为负，而技术引进消化吸收和外资技术溢出对地区经济增长具有显著的促进作用。万建香、汪寿阳（2016）则分析了社会资本、技术创新对经济增长的作用机理，当社会资本、技术创新水平跨越门槛值后，地区资源对经济增长的诅咒效应减弱，甚至转化为福音。苏治、徐淑丹（2015）将技术进步分解为技术创新和技术效率，发现技术创新是近 20 年中国技术进步和经济增长的主要动力，而技术效率的作用不高，不过技术效率对技术创新起互为补充的作用。类似的研究还包括刘婷婷（2017）和张江雪等（2015）。

技术创新效率是技术创新产出与创新投入之比，对企业技术创新效率值进行测度与比较分析，有利于企业充分利用资源、向集约化发展方式转变，对企业竞争优势的形成具有深远影响（官建成、陈凯华，2009）。在技术创新效率的实证研究方面，Fernando 等（2011）和 Bos 等（2010）对西班牙食品企业和欧盟制造企业研发效率的研究发现，这些国家或地区企业存在不同程度的效率低下情形；Lu 等（2010）基于微观企业数据，利用 DEA-Tobit 模型对中国台湾地区高技术企业创新效率及其影响因素进行分析。Guan 和 Chen（2010）利用 DEA 模型测度中国各省份研发效率，从而提供多维度的指标信息。Thomas 等（2011）采用专利与研发经费比值、出版物与研发经费比值等指标测算了美国 50 个州的创新效率。池仁勇（2003）利用数据包络分析法（简称 DEA），以新产品研发经费、开发人员为投入，新产品销售份额、增长率等为产出变量，对浙江省 230 家企业技术创新效率进行分析，发现外资和民营企业效率相对较高。肖文、林高榜（2014）分别以新产品销售收入和专利申请数为产出指标，以研发经费内部支出和科技活动人员数为投入变量，并考虑企业规模等控制变量，利用随机前沿模型



(简称 SFA) 的研究发现, 中国 36 个工业行业创新效率均值在 0.5 ~ 0.6, 非市场化导向创新效率明显高于市场化导向创新效率。张秀峰等 (2016) 利用 DEA 方法对广东省省部产学研合作项目研发效率分析发现, 由港澳台企业主导的产学研合作研发效率最高, 而国有企业主导的效率最低。谢子远、吴丽娟 (2017) 首先利用超效率 DEA 模型测算了中国工业企业创新效率值, 然后分析了产业集聚水平对创新效率的非线性作用机理。

随着研究的不断深入, 学者们开始从创新价值链视角, 对企业技术创新活动的内在结构和运行机制进行深入分析。如 Hansen 和 Birkinshaw (2007) 和 Roper 等 (2008) 认为企业技术创新活动是由多个相关联的子过程组成, 包括: 研究设计、“干中学”、测试、生产制造等, 彼此相互联系, 缺一不可。还有一些学者认为创新过程不仅是线性模式, 还可能是市场需求拉动和创新技术推动相结合或者并行工程创新模式等 (Salerno 等, 2015)。在此基础上, Guan 和 Chen (2012) 基于创新价值链视角出发, 将国家创新系统效率分解为知识创新和成果商业化两个子阶段, 知识创新阶段主要以高校和科研院所为载体, 将研发经费、人力投入转化为专利、论文等科学技术的过程, 成果商业化阶段则以企业为主体, 是将已有科技成果转化为经济效益的过程。

两阶段价值链视角下的创新效率研究方面, 余泳泽 (2009) 将技术创新活动分解为技术开发和经济转化两个子阶段, 以专利申请数和授权数为中间产出, 新产品产值和出口额作为最终产出, 重复利用 DEA - CCR 模型测算 1995 ~ 2007 年中国各省份高技术产业创新效率, 发现两阶段效率值都较低。冯锋等 (2011) 利用两阶段 DEA 模型测度分析了中国各省份科技投入产出效率差异。不过, 他们将两阶段看作相互独立的子单元, Guan 和 Chen (2010) 考虑两阶段间的关联性, 利用两阶段关联型网络 DEA 模型测算中国各省份高技术产业创新效率。肖仁桥等 (2012) 利用链式关联型网络 DEA 模型对 2005 ~ 2009 年中国区域高技术产业创新效率进行测算与比较分析, 并利用 Tobit 模型检验了创新效率的影响因素。叶锐等 (2012) 考虑初始投入资源在两阶段的共享性, 构建共享投入关联型两阶段 DEA 模型测算 1999 ~ 2010 年中国各省份高技术产业效率, 不仅可以测算效率值, 还可以得出初始投入的分配结构和中间产出的转化信息。冯志军、陈伟 (2014) 考虑两阶段关联性和初始投入在两阶段的共享分配, 构建资源约束型两阶段 DEA 模型测算中国高技术产业 17 个细分行业创新效率, 发现大部分行业创新资源利用方式属于双低型或在某一环节效率低下。刘俊等 (2017) 基于创新两



阶段视角,将我国区域创新分为技术开发和技术转化两个阶段,然后重复使用SFA模型测算2004~2015年中国各省份两阶段创新效率值,并分析城市化对效率值的影响,发现技术开发效率与城市化之间呈“U”型曲线关系。

二、环境约束与中国区域企业技术创新绩效

1. 环境约束下企业技术创新的概念及内涵

随着环境问题的日益突出,人类开始关注绿色生态化经济增长模式。在绿色经济发展的大背景下,传统技术创新面临新的挑战。World Watch Institute (1999)指出,世界各国都必须将规划本国城市放在长期发展战略的地位,实行生态化技术创新,走生态化可持续发展道路。James等(1978)指出,如果没有绿色技术创新,就不可能实现真正的社会经济可持续发展。Dangelico和Pujari(2010)和陈劲等(2002)均提出,应当重视绿色技术创新对可持续发展的作用。Mirata和Emtairah(2005)认为绿色创新就是为了应对环境变化而对原有新技术调整改进,使得技术成果促进环境友好。Fronzel等(2008)基于德国企业的面板数据分析了该国绿色技术创新的影响因素,发现技术能力的提高有助于该国企业经济和环境效益的提升,而技术能力的提高主要归因于企业研发投入的增加和环境规制工具的合理使用。Chen等(2006)基于中国台湾地区企业数据,从绿色创新视角分析了企业创新绩效与企业合作之间的关系,发现绿色创新绩效越高的企业更倾向于企业之间合作,通过有效的合作开发,可以共同解决绿色技术发展中的问题。Horbach(2008)基于德国企业数据,也得到类似的研究结论,即从事绿色创新活动的企业更乐意与其他企业开展合作创新,并进行成果共享。Tariq等(2017)指出,为了实现工业经济的绿色增长,需关注技术创新对环境的影响,并提出了绿色产品和流程创新的概念框架。环境约束下企业技术创新(或称绿色技术创新)是指在生产经营活动中依靠现代科学技术的力量研究开发绿色产品或进行绿色工艺改造,以节约资源和原材料、减少废弃物排放、改善生态环境,实现经济与环境协调发展的工艺或产品绿色化的活动过程(朱建峰等,2015;杨东、柴慧敏,2015)。其目的是同时获得经济效益、环境效益和社会效益。与传统的创新相比,环境约束下企业技术创新更加强调生态性,提出了企业在生产过程中对环境管理的新要求(田虹、潘楚林,2015)。可见绿色创新的理念要求企业不能一味追求经济绩效的最大化,还应该自觉履行企业的社会责任,降低经济发展的外部负效应。



从过程维度来看,绿色创新活动贯穿于整个创新系统的每一个环节,从绿色技术新概念的产生、绿色技术开发到绿色产品的商业化等,绿色创新是采用现代科技进行企业产品和工艺绿色化的一系列创新子过程的总称(Shu等,2016)。产品的市场化是整个生产系统活动的目标,为实现产品市场化、获取更多的市场份额,企业绿色创新不仅要体现产品和工艺绿色化,还需要在组织构架、管理方式、商业模式以及营销手段等方面实现非技术绿色创新(Aguilera and Ortiz, 2013; 谢靖、廖涵,2017)。因此,综合现有文献来看,绿色创新是指在产品开发、制造、组织管理以及营销的全过程中,研究开发新技术、新思想、新政策,以便减少资源和能源消耗、降低环境污染,为社会带来环境效益,并且帮助企业提高投入产出效率以增加经济效益的创新活动总称。绿色创新也可称为生态创新、可持续创新和环境创新等(Bernauer等,2006; 张刚、张小军,2011),彼此虽有些许差异,但都是基于环境改善而一脉相承的。

2. 绿色技术创新绩效的内涵及测度水平相关研究

绿色创新绩效分为结果绩效和效率绩效,在绿色创新结果绩效方面,Arfi等(2018)讨论内部和外部知识共享如何介入绿色创新,并分析它如何影响组织绩效。发现所有类型的外部知识都不能得出相同的绿色创新产出,在绿色创新过程中,对外部知识的吸收能力及其向内部技能的转化至关重要,知识转移风险会减弱绿色创新对企业绩效的积极影响。Lambertini等(2017)研究发现,在一个生产导致污染且通过研发降低排放的行业中,当企业排污税是由承诺的监管机构内生设定时,绿色创新与竞争之间呈倒“U”型关系,且主要是由研发溢出效应驱动。Anthony和Rene(2009)等将环境创新绩效分为间接绩效、直接绩效和知识产出水平。间接绩效指的是资源利用率和生产率的提高,直接绩效主要由绿色创新产品销售收入、创新项目数等来反映,而知识产出则包括绿色专利数、专著数等。Pedro等(2006)基于葡萄牙1429家制造业企业的数据,将能源消耗、材料消耗和生产成本等环境指标纳入企业创新绩效框架内,发现企业规模越大、对外出口额越多的企业,其技术创新绩效水平越高。Shu等(2016)研究表明,绿色管理有利于中国企业突破性创新绩效的提升。毕克新等(2013)从经济绩效、生态绩效和社会绩效三个维度出发,构建包含20个二级指标的中国各省份绿色工艺创新评价指标体系,并利用投影寻踪法对2004~2010年各省份创新水平进行测度与区域差异分析,最后检验了技术推动、市场拉动等因素对绿色工艺创新绩效的影响。



传统粗放式的经济增长或技术创新只考虑产出大小,忽略了资源、经费、人员等投入对创新产出的影响,效率绩效的测算则包含了企业创新投入和产出等多重信息,在衡量企业技术创新能力以及资源高效利用方面具有明显优势,因而越来越受到学者们的青睐(韩晶,2012;官建成、陈凯华,2009)。结合效率绩效和绿色创新的概念,绿色创新效率是指在考虑环境污染的前提下,计算组织进行创新活动的产出与投入之比,反映了单位创新投入对创新产出的贡献程度。从投入产出角度构建绿色创新效率的评价指标体系,有助于组织减少投入冗余、提高创新资源分配效率,加快国家产业结构升级步伐,最终实现经济发展方式由粗放式向集约型转变。张江雪、朱磊(2012)从产值、资源和环境等方面衡量创新产出,并考虑剔除环境变量的影响,利用四阶段 DEA 模型测度绿色增长视角下的我国工业企业创新效率,发现政府对科技、环保投入力度等因素有利于创新效率提升。刘顺忠、官建成(2002)将万元 GDP 能耗纳入效率框架,以分析我国区域创新效率。冯志军(2013)将工业“三废”等非期望产出指标纳入创新效率研究框架,利用考虑要素“松弛”的 DEA-SBM 模型测度中国各省份及八大经济区工业企业绿色创新效率。韩晶(2012)运用 DEA 方法,对中国大陆 30 个省份的绿色创新效率进行了测算,结果发现东部地区的绿色创新效率明显高于中部、西部以及东北地区;姚西龙等(2015)也运用 DEA-RAM 模型测算了中国大陆 30 个省份的绿色创新效率,得出了中东部绿色创新转型效率高于西部的结论;钱丽等(2015)考虑我国东中西部地区企业之间的技术差距,利用共同前沿 DEA 模型测度分析我国各省份工业企业绿色研发和成果转化效率,并对绿色两阶段创新无效率值进行分解。王惠等(2016)以 2006~2012 年中国各省份高技术产业面板数据为研究样本,选取 DEA-SBM 模型测度绿色创新效率值,并利用门槛模型分析研发投入强度对效率的影响,发现研发投入强度对效率值具有双门槛效应。

3. 绿色技术创新效率评价指标体系研究

企业技术创新和生产活动不仅带来新产品销售收入等期望产出,还会产生污染排放等非期望产出,非期望产出的数量越少,越有利于创新效率的提高。因其与创新效率呈负向关系,所以处理方式较期望产出有所不同,研究中大多将其作为投入或取其倒数作为产出处理(冯志军,2013),指标体系如表 1-1 所示。