

绿色技术溢出与 中国区域经济增长

陈艳春 韩伯棠 著



科学出版社

778
20141

绿色技术溢出与中国区域经济增长

陈艳春 韩伯棠 著



科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书将技术分为一般技术和绿色技术,以“绿色技术溢出—技术创新—经济转型”为主线,采用理论分析、实证分析、专利计量等方法分析绿色技术溢出与经济增长的关系,将 Griliches-Jaffe 的知识生产函数和 Smulders 等的技术扩散模型结合起来,构建中国技术转型模型,分析中国向绿色技术转型的条件和策略。基于以上理论框架,采用专利实施许可合同追踪绿色技术溢出,采用面板数据门槛计量,系统地对中国绿色技术创新与经济增长的关系进行实证检验,同时采用面板数据计量方法检验多样化的技术溢出对绿色技术创新的作用,尤其是对中国绿色技术先行者(低碳示范城市)的示范效应研究使得理论与实际结合得更紧密。

本书适合从事技术创新、区域经济规划和科技政策管理的科研人员,以及政府部门的工作人员和研究生等阅读。

图书在版编目(CIP)数据

绿色技术溢出与中国区域经济增长/陈艳春,韩伯棠著. —北京:科学出版社,2013

ISBN 978-7-03-038431-7

I. ①绿… II. ①陈…②韩… III. ①无污染技术-关系-区域经济-经济增长-研究-中国 IV. ①X38②F127

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 196890 号

责任编辑:李 莉/责任校对:郭瑞芝

责任印制:阎 磊/封面设计:蓝正设计

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京市安泰印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2013年10月第 一 版 开本:720×1000 B5

2013年10月第一次印刷 印张:8 1/2

字数:180 000

定价:49.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

随着经济和社会的不断发展,中国在世界上的影响力逐渐增大。目前全球气候变化行业价值超过 5 000 亿美元,中国迅速崛起成为气候收入排名前 10 位的国家之一。尽管如此,联合国《2010 年中国人类发展报告:迈向低碳经济和社会的可持续未来》指出,环境问题使中国损失 3.5%~8% 的经济增长,最高损失已等同于当年的 GDP 增长;但同时报告也指出,如果中国进一步使用绿色技术,发展绿色经济,实现绿色增长,中国便能够摆脱几十年来依赖高污染能源的传统发展模式。

中国是发展中国家,研发投入低于大多数经济合作与发展组织 (Organization for Economic Co-operation and Development, OECD) 国家,仅靠自身研发投入来提升创新能力不能满足经济发展的要求,技术溢出成为提高自主创新能力的重要途径。与发达国家不同的是,中国的绿色技术存量低,区域间绿色技术存量也存在较大差异。中国政府的环境政策和市场干预措施已经实施超过 10 年,应该检验一下绿色技术溢出的状态和对经济增长的贡献。该研究有两方面的意义:一方面,了解中国绿色技术存量和绿色技术溢出水平,做好科技创新管理;另一方面,绿色技术溢出与经济增长关系研究有利于我国主动创造机会和条件,更好地发展经济。

本书基于以扩散为研究对象的技术溢出理论与实践,运用内生增长理论与系统论分析方法,以绿色技术溢出和经济增长的关系为研究对象,深入研究绿色技术溢出与经济增长的内在联系。完成了以下工作,并得到一些有益的结论。

第一,基于中国 2002~2011 年专利实施许可数据,测度了中国的绿色技术溢出,刻画了中国绿色技术溢出的技术特征和空间特征,揭示了中国绿色技术溢出的规律:中国绿色技术溢出相对缓慢,主要分布在经济发展水平比较高的地区,溢出最多的是新能源技术,最少的是溢油处理技术。构建了中国绿色技术创新与经济增长关系的非线性模型,基于中国 1991~2010 年绿色技术创新与经济增长数据,找到了中国现阶段绿色技术溢出缺乏吸引力的原因。揭示了中国绿色技术创新与经济增长间存在的“U”型关系,求得了中国绿色技术创新对经济增长的负效应发生转换的转折点。

第二,应用系统论方法,厘清了中国绿色技术溢出影响因素间的层次关系,构建绿色技术溢出影响因素的指标体系,并对特有的影响因素进行检验。首先,比较绿色技术溢出与一般技术溢出的差别;其次,基于 DPSIR (driving forces-pressure-state-impact-response, 驱动力-压力-状态-影响-响应) 框架对 Lanjouw

和 Mody 提出的绿色技术创新系统进行扩展,构建绿色技术溢出的影响因素指标体系;最后,对碳强度等特有的影响因素进行检验。

第三,绿色技术溢出与经济增长的理论研究。一方面,基于 Smulders 的绿色技术扩散与经济增长间倒“U”型关系的模型,构建了中国的技术扩散模型,加入技术存量变量,研究了中国绿色技术溢出的条件和对经济增长的影响。研究结果表明:排污费率与工资率的比值,以及绿色技术存量与一般技术存量的比值均影响绿色技术的采纳;经济增长的均衡水平受到绿色技术存量与一般技术存量比值的影响。另一方面,扩展了绿色技术的采纳过程,加入寻找绿色城市样本变量。研究结果表明:在当前绿色城市样本数量比较少的情况下,增加绿色城市样本数量有利于提高绿色技术溢出水平。

第四,绿色技术溢出与绿色技术创新及经济增长关系的实证研究。首先,基于 2002~2011 年专利实施许可数据,运用面板门槛回归方法,求出了中国绿色技术溢出的经济发展水平和产业结构门槛值。其次,检验了绿色技术溢出和一般技术溢出对绿色技术创新的作用。研究发现:除西部地区外,来自国外的绿色技术溢出显著促进了绿色技术创新;国内区域间的绿色技术溢出在东部地区对绿色技术创新有抑制作用;来自国外的一般技术溢出在全国和中部地区对绿色技术创新有抑制作用。

第五,提出以加快绿色溢出扩散和以溢出为手段的针对性举措。我国西部地区的主要制约因素是绿色城市样本数量少,技术存量低;我国东部地区绿色技术溢出的主要制约因素是绿色技术存量份额低,经济发展水平和产业结构未达到门槛。考虑绿色投入的买单问题,提出多途径发展绿色经济的建议。

本书由陈艳春在北京理工大学完成,韩伯棠教授从研究方法、研究思路和研究方案上给与指导,并参与第 7 章的修改和完善。本书的出版得到北京市教育委员会重点学科共建项目和国家自然科学基金项目(70973011)的资助,在此表示诚挚的谢意。

作 者

2013 年 6 月

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 绿色技术溢出的概念	1
1.2 绿色技术溢出研究的兴起	6
1.3 绿色技术溢出中存在的问题及解决思路	10
1.4 主要结论与不足	12
第 2 章 绿色技术溢出与经济增长研究的进展与动态	15
2.1 绿色技术溢出研究进展	15
2.2 绿色技术存量测度	17
2.3 绿色技术溢出的测度	21
2.4 绿色技术溢出与经济增长的关系	22
第 3 章 绿色技术溢出的典型事实	25
3.1 国外绿色技术溢出的典型事实与研究启示	25
3.2 中国绿色技术溢出的测度	30
3.3 中国绿色技术溢出的分布特征	32
3.4 中国绿色技术溢出的经济吸引力检验	37
3.5 中国绿色技术溢出事实	45
第 4 章 绿色技术溢出的影响因素分析	47
4.1 绿色技术溢出影响因素相关研究	47
4.2 基于系统论的研究框架	50
4.3 影响因素分析	54
4.4 绿色技术溢出影响因素指标体系	60
4.5 绿色技术溢出与能耗强度	62
4.6 政策因素	71
第 5 章 绿色技术溢出与经济增长理论研究	74
5.1 基础模型	74
5.2 中国技术扩散模型	85
5.3 技术存量对绿色技术溢出和经济增长影响	88
5.4 绿色城市样本对绿色技术溢出与经济增长的影响	93

第 6 章 绿色技术溢出与经济增长实证研究	96
6.1 绿色技术溢出的经济增长门槛效应研究	96
6.2 差异化技术溢出与绿色技术创新	102
第 7 章 政策建议	110
7.1 绿色技术溢出与经济增长的区域差异	110
7.2 国外绿色经济发展实践	113
7.3 政策建议	116
参考文献	120
附录	128

第 1 章 绪 论

1.1 绿色技术溢出的概念

1.1.1 绿色技术

绿色技术 (green technology) 也称为环境友好型技术 (environmental sound technology, EST) 或者环境技术 (environmental technology), 指的是与环境保护相关的技术。有关绿色技术的研究最早可以追溯到 20 世纪 60 年代, 当时发达国家发生了一系列严重的环境污染事件, 于是经济学家开始把环境问题纳入研究视野。1994 年 E. Brawn 和 D. Weid 首次提出环境友好型技术的概念, 用于代表与环境保护相关的技术, 也有学者称之为绿色技术。随后这一概念不断得到深化和发展, 被赋予了许多新的含义。但至今对这一概念仍存在争议, 未形成统一的最终的定义。

由于研究的角度不同, 各学者对绿色技术概念的分类也不一样。如表 1.1 所示, 加拿大国际可持续发展研究所认为, 与环境相关的绿色技术有四个层次^[1]: ①针对污染破坏的治理技术, 如治理污染的土地与河流等; ②终端污染减排技术, 如烟尘脱硫、废水处理、消声器等; ③生产过程中的污染防止技术, 如无氯纸、无铅汽油、无氟电镀、无污染的工业流程设计等; ④可持续性技术, 如生态工程可循环产品、DSM 技术等。Jaffe^[2]认为绿色技术专利至少涵盖九个环境领域: 工业气体污染、水质污染、车辆空气污染、危险和固体废物处理、垃圾焚烧、可替代能源、溢油清理、放射性废弃物和废弃物回收利用。2011 年年底, OECD 从绿色技术专利检索和识别角度认为绿色技术专利应该包括七个方面^[3]: ①一般环境管理; ②再生能源和非化石能源; ③燃烧技术, 如提高能耗效率的技术; ④减缓气候变化技术, 如碳封存技术; ⑤潜在减少能源排放技术, 如氢能源; ⑥交通运输减排技术; ⑦建筑节能。

中国学者对绿色技术概念的研究开始于 20 世纪 90 年代, 许多学者从不同角度提出自己的见解。吕燕和盛敏之^[4]提出绿色技术是指有利于改善环境质量的环境可靠性技术。席德立^[5]认为绿色技术等同于清洁生产技术, 是以保护人体健康和人类赖以生存的环境, 促进经济可持续发展为核心内容的所有生产技术活动的总称, 主要包括清洁能源技术、清洁工艺技术和清洁生产技术三个方面。国家知识产权局认为绿色技术是能减少污染、降低消耗和改善生态的技术体系。国家知识产权局专利信息网把绿色技术分为八类: ①生物燃料; ②其他热量制造或使

用；③轨道车辆；④能量供给线路；⑤一般的建筑隔热；⑥回收机械能；⑦风能；⑧燃料电池。

此外，一些学者认为绿色技术是遵循生态原理和生态经济规律，节约资源和能源，避免、消除或减轻生态环境污染和破坏，是生态负效应最小的“无公害化”或“少公害化”的技术、工艺和产品的总称。其内容主要包括：污染控制和预防技术、源头削减技术、废物最小化技术、循环再生技术、生态工艺、绿色产品、净化技术等^[6]。还有学者认为“绿色”代表了自然界生态系统所具有的节约（reduce）、回用（reuse）和循环（recycle）三种抽象性规定。因此，绿色技术的本质特征首先是节约特性，即要与生命、生态系统一样，具有充分利用物能、节约资源的功能；其次是回用特性，即对资源的再利用；最后是循环特性，即重复利用物质和能量使生产过程形成一个周而复始的开放的闭路循环系统^[7]。

目前，绿色技术已经走过四个发展阶段：20 世纪 60 年代的末端技术，70 年代的无废工艺，80 年代的零排放，90 年代的清洁技术和污染预防技术^[8]。绿色技术是一组技术，包括新能源技术、减少资源消费的节能技术、分离与处理温室气体和垃圾的技术、产业和空间的绿化技术。就减排来说，既包含节能技术又包含减排技术，与低碳技术无异^[1]。绿色技术如果按照技术生态负效应从大到小的顺序排成一列，则绿色技术是一个从“浅绿色”到“深绿色”、从“远绿色”到“近绿色”的一个谱带。换言之，技术的绿色化度是程度各异的，它在空间上具有相对性，在时间上具有动态性，在技术链或产业链上具有系统性。

表 1.1 国内外学者对绿色技术的分类

代表性单位或人物	主要观点	国内/国外
加拿大国际可持续发展研究所	绿色技术分为四个层次	国外
Jaffe A. B. 等	绿色技术至少涵盖九个环境领域	国外
OECD	在绿色技术专利检索和识别战略上，规定 绿色技术专利应该包括七个方面	国外
吕燕、盛敏之	认为绿色技术是有利于改善环境质量的环 境可靠性技术，没有具体的分类	国内
席德立	等同于清洁生产技术，包括清洁能源技术、 清洁工艺技术和清洁生产三个方面	国内
国家知识产权局	将绿色技术划分为八类	国内

本书认为绿色技术等环境友好技术，其定义采用 Jaffe 和 OECD 对专利的统计分类策略。绿色技术是一组技术，其中的每一类技术的经济效益是不

一样的。按照其是否能够直接给企业带来经济利益来分,绿色技术可以分为两类:一是既符合环境友好、清洁、绿色的定义,又能够促进生产率的提高,降低生产成本,能为企业直接创造经济效益,这类技术以节能技术、新能源技术为典型代表,如变频空调、太阳能、风能、潮汐能、地热能利用等;二是虽然符合环境友好、清洁、绿色的定义,但不会必然地促进生产率的提高,不能为企业直接带来经济效益,这类技术以清洁生产技术为典型代表,如废水中去除化学需氧量(chemical oxygen demand, COD)技术,大气污染治理、噪声污染治理技术等。由于企业不会自发地采用第二类技术,必须通过外部环境管制政策的约束作用,才能促进其推广应用。所以,本书对于这类的绿色技术给予更多的关注。

目前,经常用到的技术有低碳技术和绿色技术。它们之间的区别是什么?绿色技术是对减少环境污染,减少原材料、自然资源和能源使用的技术、工艺或产品的总称。这是一种较为概括、抽出了共性的说法,它更侧重技术体系。

低碳技术是指涉及电力、交通、建筑、冶金、化工、石化等部门,以及在可再生能源及新能源、煤的清洁高效利用、油气资源和煤层气的勘探开发、二氧化碳捕获与埋存(carbon capture and storage, CCS)等领域开发的有效控制温室气体排放的新技术^[9]。低碳技术可分为三个类型:第一类是减碳技术,是指高能耗、高排放领域的节能减排技术,包括煤的清洁高效利用、油气资源和煤层气的勘探开发技术等。第二类是无碳技术,如核能、太阳能、风能、生物质能等可再生能源技术。在过去10年里,世界太阳能电池产量年均增长38%,超过IT产业。2008年全球风电装机容量在金融危机中逆势增长28.8%。第三类就是去碳技术,典型的是二氧化碳捕获与埋存。从实际使用来看,低碳更侧重能源技术,但是,发电是世界上最大的碳排放源,2006年在世界范围内占总排放量的41%,从这个角度来说,低碳技术和绿色技术没有区别。

1.1.2 绿色技术扩散与溢出

1.1.2.1 技术扩散

技术扩散指一项技术创新通过市场或非市场传播渠道,由扩散源向潜在采用者传播,被后者采纳的过程。技术扩散主要包括R&D(research and development,研究和开发)技术扩散和技术创新实施技术扩散两部分。它由若干个基本扩散过程构成,所谓基本技术扩散指从扩散源出发,通过某种渠道把新技术转移到采用企业的过程。根据技术传播渠道的不同,技术扩散可以分为直接扩散和间接扩散两种模式:直接扩散不涉及中介机构,由初始扩散源将技术传播给潜在采用企业,采用企业充当新的扩散源继续传播技术;间接扩散指由中介机构充当

扩散的媒介或桥梁,促进技术由供给方向需求方转移。直接扩散不意味着经由真空环境完成技术转移,因此不妨将中介方的定义扩大,任何促进并承担技术供需双方交流的机构、部门、个人、大众传媒、机制等都可称为中介方。这样技术扩散过程涉及三个要素:扩散源、中介方和需求方,首先扩散源做出供给决策,需求方做出采用决策,经中介方牵线、协商、谈判之后双方完成技术转移。

技术扩散过程是经济与技术结合的运动过程。以英国经济学家斯通曼为代表,把技术扩散看成是一种学习活动,而学习的动力与采纳者期望的成本与利润相关^[10]。以美国经济学家 J. C. 梅特卡夫为代表,认为技术扩散是一种选择过程,这种选择与采纳者已有的知识存量相关,采纳者倾向于选择效率更高、成本更低的技术。熊彼特把对创新拥有者的“模仿”视为技术创新扩散。傅家骥^[11]把技术创新扩散看成是技术创新通过一定的渠道在潜在使用者之间传播、采用的过程,它包括扩散源、中介方和需求方三个基本要素。根据扩散发生的范围可以对扩散进行多种分类:企业内部扩散指新技术在企业内部扩大应用,直至饱和的过程;企业间扩散指新技术在不同企业之间推广应用的过程;产业间扩散指某产业内使用的技术创新被其他产业引用、改进和发展;国际间扩散是使该项技术在社会范围内达到最广泛应用的途径。

1.1.2.2 技术溢出

知识溢出与技术溢出一直混用,有的学者偏好使用“技术溢出”,而有的学者则偏好使用“知识溢出”。但严格来说,技术溢出与知识溢出也存在着差异,技术溢出是指通过技术的非自愿扩散,促进了其他企业技术和生产力水平的提高,是技术外部性的表现^[12]。技术溢出一般以技术设备为载体,技术知识溢出的主要渠道有贸易、研发、干中学和专利等。知识溢出的范围更广,知识溢出包括技术知识的溢出和 R&D 溢出。本书研究的技术溢出是指技术知识溢出。

技术溢出源于技术的稀缺性、流动性和扩散性。Kaz^[13]认为知识溢出是知识自身的本质特征之一。马歇尔认为技术溢出源于技术的外部性,但是,技术溢出不等同于技术的外部性。这是因为外部性是不通过货币或市场交易反映出来的影响,技术溢出可以通过知识产权交易的方式实现。Grossman 和 Helpman^[14]认为技术溢出产生的根本原因在于技术本身是公共产品。从技术的扩散性考虑,技术的扩散效应和技术的溢出效应并不存在区别。符森^[15]认为技术溢出为正的技术外部性以及通过技术市场实现的技术转移。他的理解与 Nelson^[16]对“外溢”的理解是一致的,而不是像许多经济学家认为的:溢出只有在溢出源没有得到补偿/吸收方没有投资时才存在。

1.1.2.3 绿色技术扩散与溢出

本书研究的绿色技术溢出是指绿色技术（知识）的溢出。为了更好地研究技术溢出，研究者从不同角度对技术知识进行分类。首先，Robertson 把技术分为显性知识溢出和隐性知识溢出，隐性知识往往具有黏性，这种知识在传播、理解和吸收上较为困难，需要一定成本^[17]。其次，Poldahl 根据技术外部性特征，把技术溢出分为垂直溢出与水平溢出，垂直溢出的发生与经济交易相关，水平溢出的产生与经济交易无关。Branstett 依据其他标准把技术（知识）溢出划分为租金溢出和市场媒介溢出^[18]。Popp^[19]认为绿色技术具有不同于一般技术的环境绩效，应该根据技术性质的区别分析技术溢出，对技术性质的区分有助于设计适当的政策，有利于分析政策响应。Popp 等^[20]在对美国节能技术分析中根据技术性质对技术（知识）进行区分时指出，人们需要更多的经验对技术知识的流动引起的溢出效应进行理解和表达，因此技术溢出研究应该区分技术性质。

本书研究的绿色技术溢出是以绿色技术扩散为研究对象的溢出。技术扩散与技术溢出是不同的概念，技术扩散的含义更广，它涵盖了技术跨越时间与空间的各种方式，而技术溢出则只是其中的一种，是作为技术扩散的后果出现的，是扩散之后产生的溢出效应。与技术扩散相关的概念还有技术转让，技术转让是指通过许可证贸易的方式转让技术使用权，是技术扩散的方式之一。技术转让产生的外部效应就是技术溢出，即把技术主体不能直接收益的技术扩散称为技术溢出。溢出作为扩散的结果，是知识经济条件下重要的经济现象，早就引起了经济学家的重视^[21]。Grossman 和 Helpman^[14]是从扩散认识溢出的创始人，研究了基于贸易渠道的溢出。在他们的历史性的开拓研究中，阐述了物理资本通过贸易扩散带来的溢出。Popp^[19]提出一个模型，他认为对于一种创新来说，它的未来接受者的性质是不相同的。根据 Popp 的理论，只有当厂家超过一定的规模，接受一种创新时才是有利可图的。Westphal^[21]认为技术的成功扩散在很大程度上依赖国家在人力和制度上的投资。

目前，国内外对一般技术溢出的研究主要有三方面：①以外商直接投资（foreign direct investment, FDI）为研究对象对区域间的技术溢出进行研究；②以 R&D 为研究对象对区域间技术溢出、知识产权保护与经济增长的关系进行研究；③以追踪技术扩散（技术转移）对技术溢出进行研究。考虑到国内缺乏绿色技术研发投资等相关数据，在扩展一般技术溢出理论来解决绿色技术溢出问题时，本书仅研究以扩散对研究对象的溢出。

本书的“溢出”采用 Nelson^[16]关于“溢出”的宽泛定义，理由如下：首先，技术溢出源于技术的公共物品性质，但是考虑知识产权保护等因素，技术具有半公共用品的性质，而不是所有的外部知识都是完全可用的，这也是本书研究的技

术溢出与传统经济学家对技术溢出的定义不同的地方。其次,技术溢出已经成为一种工具和一种手段,有了明确的目的,而不是早期的经济学定义的无意识下的行为,而是有意识、有目的,甚至是要花费一定的代价的行为。对技术溢出的认识已经达成共识,如李平在2011年出版的《R&D资源约束下中国自主创新能力提升的路径选择》中明确指出,在研发资源约束下,发展中国家应该充分利用技术溢出手段提升技术创新能力。王宗赐^[22]在研究技术寻求型反向技术溢出时也指出,反向技术溢出在获取技术的同时也会付出利润的代价。最后,罗默(Romer)的关于技术具有完全的非竞争性的理论在发展中国家具有较小的健壮性。因此,本书认为技术具有不完全的竞争性,模仿和采纳过程中需要投入人力资本,是有成本的。

1.2 绿色技术溢出研究的兴起

1.2.1 绿色技术溢出的研究背景

随着经济发展的全球化,技术溢出(作为技术转移的特殊方式)已经成为促进区域经济增长的有效手段。新经济增长理论认为,生产率增长的平衡路径可能由于技术溢出程度的不同而不同。20世纪,人们认识到技术溢出与经济增长是相互作用的。技术溢出促进经济增长,经济增长又造成环境恶化,应对气候变化会带来更高的产品成本和新的低碳产业,技术溢出有助于应对气候变化。但是,技术的性质不同,溢出作用和影响因素也有所不同。绿色技术具有区别于一般技术的环境绩效,在分析技术溢出时应区分技术的性质。Popp等^[19]首先在对美国节能技术分析中对技术进行区分,他认为区分技术性质不仅有助于设计适当的政策,还有助于分析政策响应。Popp^[20]指出,我们需要更好的经验对技术(知识)流动引起的溢出效应进行理解和表达,而且技术溢出研究应该区分技术性质。本书研究绿色技术溢出与经济增长的关系,基于以下几点认识。

第一,发展绿色技术是中国承担“共同而有区别”的国际责任的必由之路。近年来,在各个国际社会重要场合,气候变化都成为必谈之题。尽管全球气候变化及其带来的影响还有大量的科学技术问题需要进一步研究,但是在人类需要共同努力以减缓气候变化方面已经达成共识。据陈诗一^[23]、袁富华^[24]等测算,中国经济增长的大约2个百分点是以破坏环境为代价的,现有生产模式难以承受减排目标所施加的力度。中国政府也已就发展绿色经济明确表态,在2009年9月召开的联合国气候变化峰会上,胡锦涛指出中国要“大力发展绿色经济,积极发展低碳经济和循环经济,研发和推广气候友好技术”。2009年7月,联合国秘书长潘基文在北京的一次讲话中称:“中国是长期保持经济高速增长的主要经济体,

也是温室气体排放大国,同时又是气候变化影响下最脆弱的国家之一。所以中国在促进经济和能源可持续性方面的努力和成就不仅对于中国人民至关重要,同样也对全人类来说非常重要。”

第二,中国政府面临巨大的环境、资源和社会压力。根据达沃斯世界经济论坛 2005 年公布的环境可持续指数,中国在全球 144 个国家和地区中位居 133 位。中国的环境健康损失占 GDP 的 0.3%~7.7%,世界银行估计中国的环境污染成本约占 GDP 的 5.8%^[25]。在环境约束下,中国政府在 2007 年颁布《中国应对气候变化国家方案》,并在“十一五”规划中确定了到 2010 年的减排目标和政策。采取了如“千家企业行动计划”等措施,2006~2009 年能耗强度显著降低。但是,2010 年上半年能耗强度不降反升,说明我国单位 GDP 减排空间受到改革开放 30 多年的挤压,现有生产模式难以承受减排目标所施加的压力。2010 年年底在哥本哈根会议前夕,中国进一步提出未来十年应对气候变化的承诺,承诺到 2020 年碳强度比 2005 年下降 40%~45%,非化石能源占一次能源消费的比重达到 15%左右。“十一五”末期,中国经济反映出能耗强度与经济增长间无法调和的对立关系。绿色技术的创新和扩散成为解决全球气候变化和能源危机双重挑战的唯一途径,发展绿色经济是建设资源节约型社会、环境友好型社会的重要手段,是加速经济转型的突破口。中华人民共和国国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要提出,“提高经济增长的科技含量,靠科技手段降低能耗,改善生态环境”。

第三,中国技术经济发展中“二元范式”“三元范式”甚至“多元范式”并存,使得政策制定的难度加大。国内外的专家、学者(如李克国,张兰生和 R. Kemp)认为环境问题在某种意义上是一个技术、经济问题^[6]。依据卡罗塔·佩雷斯提出的技术经济范式理论,世界经济正在从以信息技术为代表的第五范式向以绿色技术为代表的第六范式转变^[26]。与发达国家不同的是,中国技术经济发展中“二元范式”“三元范式”甚至“多元范式”并存,向绿色技术转型中还有一些难以预料的问题,但这都是中国跨越式发展不可逾越的问题。我国自 20 世纪 90 年代以来,经济增长方式转变问题就受到了党中央、国务院的高度重视,并被提到了议事日程上。随后的历次中国共产党全国代表大会和国民经济与社会发展的五年规划,都将经济发展方式转变放到了非常重要的地位,并在这个过程中,尝试性地提出了循环经济发展模式、绿色经济发展模式。

没有绿色技术创新与进步就不可能有真正意义上的可持续发展^[27]。我国一些地区走上了追求高投入和高产出的粗放、不可持续的发展道路的主要原因之一,就是以往评价一个地区经济绩效的主要指标是地区生产总值和经济增长数量,而不是经济增长质量。作为经济增长的一个重要引擎,生产率增长使得整个世界的生活水平在 20 世纪迅速提高,为了将投入约束纳入考核经济绩效

的框架中,经济学家提出了以全要素生产率来衡量一个地区的经济绩效。但是传统的全要素生产率仅考虑劳动、资本等生产要素的投入约束,并没有考虑资源环境的约束,扭曲了对社会福利变化和经济绩效的评价,从而误导了政策建议。

如何决策才能达到环境和经济的最优发展是制定政策的难点。一方面,中国经济增长的巨大环境代价和国际压力促使中国发展绿色经济;另一方面,中国绿色技术存量相对于发达国家非常低(即使是占世界产品市场近三分之一的光伏行业,2008年中国大陆专利申请数仅是韩国的2.5%,是中国台湾的4%^[28]),向绿色经济转型的成本非常高。英国科学家在现有价格水平上计算了欧洲实现绿色产业升级对价格的影响。结果表明:欧洲实现绿色技术升级对食品、饮料等商品的价格影响难以察觉,用绿色技术生产的一个面包涨价大约5便士,洗衣机之类的家电涨价几英镑。但是,对于我国来说,成本是明显的。并且更严格的环保政策和管制将增加生产的成本,降低资本投资回报率,可能最终反过来影响经济增长。

第四,自主研发不能满足中国绿色经济增长对知识能力提升的需求。中国是发展中国家,研发投入低于大多数OECD国家,仅靠研发投入来提升自身绿色技术创新能力不能满足要求,技术溢出成为提高自主创新能力的重要途径^[12]。Abdoulaye等^[29]的实证研究表明:发展中国家能在很大程度上得益于发达国家知识存量水平,即使在仅考虑进口设备一个溢出渠道时,发达国家的研发资本存量增加10%,发展中国家全要素生产率(total factor productivity, TFP)将增长0.6%。事实上,技术溢出在中国的经济增长中发挥着重要作用。人们期望绿色技术与一般技术一样,成为下一轮经济增长的源泉。但是,绿色技术溢出涉及知识外部性和环境外部性,绿色技术的社会收益大于私人收益。加上绿色技术的可持续性^[30]、不确定性^[31]和外部经济性^[32]特点,绿色技术溢出不同于传统的技术溢出。

1.2.2 绿色技术溢出的研究意义

中国政府“十二五”规划提出,要提高经济增长的科技含量,靠科技手段降低能耗,改善生态环境。许多著名的经济学家,如Popp^[19]、Krugman^[33]、Arrow等^[34]和Nordhaus^[35]呼吁,政策应该激励公共机构和私人在绿色技术上面投资,以缓解环境压力。就像Nordhaus^[35]指出的,缓解气候变化和减少温室气体的排放是公益事业,于是政府制定一系列政策,如研发补贴、碳税、碳交易、知识产权保护等,以减少投资的社会收益和私人收益的差距。在国外,索尼、IBM、诺基亚响应政府号召参加了“生态专利共享”计划,旨在加大绿色技术专利的扩散,希望绿色技术溢出不仅对经济增长而且对环境改善做出贡献。

国外的技术存量和发展经验对中国来说不仅是挑战也是机遇,中国应采取措施,用好“溢出”这个手段,使我国经济向低碳和可持续发展方向转型。当然,要想用好这个工具,就必须弄清如下三个问题:一是我国绿色技术溢出现状如何;二是我国绿色技术溢出与绿色技术创新的关系如何;三是绿色技术创新与经济增长关系如何。如果绿色技术创新和溢出对经济增长产生了推动作用,那么在现有的政策框架下,它将继续起作用,而且将逐渐替代那些非绿色技术;如果绿色技术创新还没有起作用或者起副作用,需要知道它的副作用在什么时间可以发生转变,有哪些因素制约着绿色技术溢出的发生,怎样创造条件才能加速这些条件的满足。

本书研究有以下三点意义。

第一,有利于提高国内经济理论研究水平,缩小国内外研究差距。国外对绿色技术扩散和溢出的研究有很长的历史,多集中于溢出渠道和影响因素方面。国外的专家多以发达国家为研究对象,一般基于专利引用测度绿色技术溢出,如 Jaffe 和 Palmer^[36]、Popp^[37]。在绿色技术溢出影响因素方面,以 Ahmad^[38] 为代表,认为绿色技术扩散和溢出是环境政策导致的结果;以 Popp^[20] 为代表,认为绿色技术扩散和溢出是政策推动和市场拉动的结果。在溢出渠道方面, Lanjouw 和 Mody^[39] 认为进口是主要途径, Wang^[40] 发现清洁发展机制 (clean development mechanism, CDM) 项目的技术溢出更多依赖本国政策和 CDM 顾问。近年来,以发展中国家为研究对象的文献逐渐增加,但是,由于发展中国家数据缺乏,在实证方面存在很多困难。国内对绿色技术溢出的研究起步晚,在理论与实证方面均落后于发达国家。中国政府的环境政策和市场干预措施已经实施超过 10 年,也应该检验一下绿色技术溢出的状态和对经济增长的贡献,该问题的研究可以缩小国内外的研究差距。

第二,有利于我国抓住绿色技术创新的机会,为促进我国科技进步和经济发展提供政策依据。靠科技手段降低能耗、改善生态环境,是下一轮经济增长的突破口。增加技术(知识)存量可以采取自主创新和国外技术溢出两种途径。国外的绿色技术存量对我国来说不仅意味着压力,还意味着机遇。事实上,2008 年以后,我国的绿色产业得到迅速发展,也初步证明中国已经抓住机会。蔡昉等^[41]指出,我们不能被动地等待库兹涅茨曲线转折点的到来,需要采取措施,用好绿色技术溢出的手段,为我国绿色经济发展创造条件。为了更好地制定我国的经济和科技政策,需要分析绿色技术,尤其是绿色技术与经济发展之间的关系。

第三,有利于环境改善、资源保护和区域经济的跨越式发展。大部分技术溢出文献侧重研究国家间的技术溢出,对于地域广阔的中国来说,相对落后地区获得的技术溢出并不是直接来自发达国家,而是国内地区间的技术溢出。对中国多

层面的技术溢出研究,有利于中国区域经济的协调发展,也有利于资源和环境保护。

1.3 绿色技术溢出中存在的问题及解决思路

1.3.1 研究中存在的问题

近20年来,研究绿色技术的文献越来越多,相对来说研究绿色技术溢出的文章乏善可陈,少数的实证研究集中在发达国家,对中国绿色技术扩散和溢出的研究多是基于一个行业、一类技术或者一个企业的分析。这是因为,一直以来,绿色技术定义不明确,哪些技术属于绿色技术缺乏明确的指导。2011年年底,OECD出版的绿色技术专利搜索战略从专利的角度为研究绿色技术奠定了基础。在国外,专利引文分析在绿色技术溢出研究中占据重要地位。Jaffe和Palmer^[36]运用专利引用数据来测度绿色技术溢出,这种研究方法在学术界引起了广泛争议。Griliches认为不是所有的创新都申请专利,因此专利的经济影响差别很大^[42]。Kemp和Oltra^[43]研究发现:专利适合于研究环境技术,专利分析可以用于测量生态技术创新的属性。尽管仅通过专利统计这一个途径会低估了技术溢出的实际范围,但Jaffe和Palmer^[36]的研究也表明,基于专利统计的估计值反映了技术溢出的经济价值的下限。

与发达国家不同的是,中国技术经济发展中“二元范式”“三元范式”甚至“多元范式”并存,区域绿色技术存量也存在较大差异。现有理论模型不能直接用来解决中国的绿色技术溢出和经济增长问题,而且,中国缺乏专利引文数据库,在理论与实证分析中在以下方面存在着困难。

第一,在绿色技术存量测度方面。技术存量测度是准确衡量技术外溢的基础,绿色技术存量测度要解决两个主要问题:①绿色技术是一个不断发展的概念,如何获取绿色技术数据是个难题。Jaffe用专利数据来研究绿色技术,把绿色技术专利划分为九类。OECD同样使用专利数据研究绿色技术,将绿色技术专利分为七类,国家知识产权局将绿色技术专利分为八类。如果基于专利研究绿色技术,如何获取数据?②技术存量的测度可以通过建立指标体系测度,还可以通过专利申请或授权数测度,该如何提取数据?

第二,在绿色技术溢出的影响因素方面。分析绿色技术溢出的影响因素需要解决溢出双方的主体特征、技术特征、溢出渠道和溢出阶段间的互动问题。如何构建包括多种主体互动的模型?如何对绿色技术的性质、政府管制、环境金融政策、技术距离、市场或产业结构、R&D投入(自主创新)等不同的溢出影响因素进行合理的分析?如何剖析这些因素在不同溢出阶段的作用?