

技术创新的特征与环境技术创新政策

——新古典和演化方法的比较

沈小波¹, 曹芳萍²

(1. 厦门大学 中国能源经济研究中心, 福建 厦门 361005 2 北京林业大学 经济管理学院, 北京 100083)

摘要: 新古典环境经济学识别出环境技术创新的两个特性, 即不确定性和双重外部性。其政策含义是政府应提供必要干预以克服市场失灵, 包括技术推动的政策和需求拉动的政策。演化经济学把创新看做一个演化过程, 以路径依赖和频率依赖等为特征; 其政策建议强调保持技术多样性与短期成本之间的平衡, 关注策略性利基管理对环境创新的作用。为了促进环境创新以有效应对环境问题, 决策者应该吸收两种理论有益的政策见解。

关键词: 技术创新; 环境技术创新; 新古典方法; 演化方法

中图分类号: F205 **文献标识码:** A **文章编号:** 0438 - 0460(2010)05 - 0029 - 08

一、引言

人们通常把创新等同于技术创新, 实际上它是一个内涵丰富的概念, 包括技术、组织、社会、制度等多个维度。狭义地说, 创新即技术创新, 包括产品创新、工艺创新和技能创新; 而广义的创新还包括组织创新、制度创新和社会创新。相应地, 狭义的环境创新, 是指资源利用过程中能减轻资源环境压力的产品及工艺创新。广义的环境创新, 又称为生态创新 (Eco-innovation), 是指企业或个人为了减轻资源环境负担而采取的所有措施, 包括新的思想、制度、行为、产品和工艺的发现与应用。因此, 广义的环境创新不仅仅指技术创新, 还涉及制度的和社会的维度。

技术上的环境创新, 是指在污染治理技术和预防技术上的创新。污染治理技术的目的在于修复已经发生的环境损害 (如被污染的土壤), 而预防技术则力图避免发生环境损害。对可持续发展来说, 技术创新固然重要, 但远非问题的全部。在许多场合下, 环境问题的产生主要还不是因为技术问题, 而是与缺乏恰当的制度有密切关系, 公地悲剧就是大家经常提及的例子。因此, 环境可持续性也需要制度方面的创新。环境创新还涉及消费观念、消费方式的变化。生活方式和消费者行为的变化通常被称为社会创新。就环境创新的社会维度而言, 可持续消费已经受到越来越多的关注。任何成功的创新, 不论在其性质上是技术的还是制度的, 都必须与人的价值观和生活方式相吻合。为了实

收稿日期: 2010 - 04 - 13

作者简介: 沈小波, 男, 甘肃天水人, 厦门大学中国能源经济研究中心副教授, 经济学博士; 曹芳萍, 男, 江西萍乡人, 北京林业大学经济管理学院副教授, 管理学博士。

现经济社会环境的协调发展,必须要求消费者偏好、消费观念、消费方式向更加环保的方向转变。这方面的创新也有助于更好更环保的技术、产品、服务和基础设施的发展。

随着全球性环境问题——气候变化、生物多样性损失等——日益突出,环境创新已经引起了学术界、政府、国际组织、企业等多方面的关注,包括技术进步在内的环境创新被看做是应对全球性环境问题的希望所在。限于篇幅,本文主要关注的是环境技术创新,从新古典环境经济学和演化经济学的角度,比较了技术创新的特点及其对环境技术创新政策的含义,以期能为我国的环境技术政策提供有益的启示。

二、技术创新特征与环境技术政策:新古典经济学的视角

企业之所以对 R&D 活动进行投资,其目的不仅仅在于追求新产品和工艺创新,更重要的是想获得相对于竞争对手的竞争优势,以获取更大的市场份额和企业利润。在新古典模型中,影响需求的其他因素,如消费者偏好、收入水平等,是企业无法控制的外生变量,企业能控制的只有自己产品的价格,企业想销售更多的产品,就必须降低价格。所以,在新古典模型中,企业之间的竞争是价格竞争,而不是创新竞争。新古典模型的代表性当事人假定就说明了这一点。该假定意味着所有企业都是相同的,它们使用相同的技术,生产相同的产品,并在由相同消费者构成的同一市场上销售这些产品。在完全竞争、完全理性、完备信息的新古典假设下,经济企业都不可能拥有不同于其他企业的技术。因为按照上述假设,一旦企业拥有先进的生产技术,其他企业都能够无成本地模仿并使用该技术。因此,在进行相互竞争时,企业能够控制的只有自己产品的价格,竞争也只能是价格竞争,而不存在创新竞争。

在新古典的世界里也不需要创新政策,价格机制为企业最优的 R&D 活动提供正确的信号,消费者也会使其行为适应自己的偏好;个体通过最大化自身福利而自动使社会福利最优化。因此,在完全竞争、完全理性和完备信息的新古典模型中,很难获得任何关于创新的有价值见解。好在新古典经济学在市场失灵范式下探讨了企业的创新问题。当存在外部性、信息不充分等情况时,就会出现市场失灵。在这些情形下,价格机制可能会误导企业的创新决策。如果价格不能充分反映人们对某种物品或服务的偏好,企业对该物品或服务的投资就会太低。这时,就需要政府干预来纠正市场失灵。新古典环境经济学识别了创新的两个特性,它们会导致环境技术创新的市场失灵。一个是创新投资结果的不确定性,另一个是所谓的双重外部性(double externalities)。

1 一般技术创新的特点:结果的不确定性

企业在利润最大化动机的驱动下,为了生产有利可图的新产品或工艺,需要从事 R&D 的投资活动。企业有关 R&D 活动规模及类型的决策,受企业最大化其价值的努力的支配。当 R&D 活动被看做是投资时,它就有了一个重要的、不同于设备或其他有形资产投资的特性,即投资结果的不确定性。虽然任何投资的结果一定程度上都是不确定的,但是 R&D 投资的不确定性有其特点。不仅 R&D 投资预期回报的分布方差要比其他投资大得多,而且多数情形下都与低概率但高价值的结果相联系(B. Jaffe et al., 2002)。此外,由 R&D 投资过程产生的资产是专用性的、沉没的和无形的,因此,它不能被抵押或用来作为担保物。很大的不确定性,加上无形的投资结果,使通过资本市场为 R&D 活动融资变得相当困难,这可能导致企业对 R&D 活动的投资不足,特别是对那些内部不能产生足够现金或无法进入资本市场的小企业。

2 环境技术创新的特点:双重外部性

环境创新,与其他类型的创新一样,会产生溢出效应。R&D 活动会产生新知识,并不是所有新知识都由从事研发的企业所独享,某些知识会溢出到其他企业。这是技术创新的第一重外部性。第

一重外部性对任何技术创新都是存在的。第二重外部性只适用于环境技术创新,它与环境技术创新成果的实际使用相关。环境技术创新的成果,不论是企业开发的新产品或新工艺,还是一项处理污染的新技术,与市场上现有的产品、工艺或污染处理技术相比,要么会减少对环境的损害,并产生更少的外部成本,要么是改善了环境质量,产生更多的外部收益。这种环境外部成本的减少或环境外部收益的增加,就是环境技术创新的第二重外部性。双重外部性意味着创新者不能独占创新的全部社会收益,环境 R&D 活动的私人回报小于社会回报。这种“独占性问题”也导致企业的环境技术创新投资相对社会最优水平明显不足。

3 环境技术创新政策

由于环境创新的不确定性及双重外部性导致私人回报小于社会回报,由市场机制引导的环境创新必然小于社会最优水平。这就需要政府制定必要的政策以促进环境技术创新。新古典经济学把创新活动看做是利润最大化动机驱动的投资活动,因此,环境创新的速度与方向会随着相对价格的变化而变化。这就是所谓的诱致性创新。根据诱致性创新理论,在市场经济下,当一种资源的禀赋(比如劳动)相对于另一种资源(比如资本)变得更加稀缺时,资源相对价格的变化会诱导出使用更多资本而节约劳动的技术变迁。这种有偏向的技术创新源于企业在追求利润最大化时,会用相对丰富(因而更加便宜)的资源替代更加稀缺(因而更加昂贵)的资源的努力。

出于对环境创新不确定性及双重外部性的考虑,加上诱致性创新理论,新古典环境经济学提出了两类创新政策:技术推进政策和需求拉动政策。需求拉动,指的是市场需求的扩大为企业创新提供了激励。商品或服务需求的提高,通过改变价格或经济条件,从而导致企业预期利润的增加。作为反应,企业会投资于创新活动以满足这种市场需求。就环境创新而言,需求拉动的政策包括排放交易系统(ETS)或排放税、对新技术的使用者实行税收优惠、实行政府采购、可再生能源技术命令、管制标准,以及对高排放技术征收高额税收,等等。技术推进是指增加作为企业创新驱动力的知识积累。一般来说,在基础研究阶段,通过提高知识存量,会加快创新的速度,扩大创新方向的范围。影响新知识积累或降低创新私人成本的技术推进政策,其例子主要有政府对 R&D 活动的资助、对 R&D 投资的税收优惠、开发知识交流的公共网络、支持人力资源的教育和培训,以及为示范项目提供资金,等等。

在诱致性创新理论的基础上,新古典环境经济学还比较了不同环境政策工具的创新激励问题。由于环境政策或明或暗地使环境投入更加昂贵,“诱致创新”假说表明了环境政策影响技术创新的重要途径,新古典主义的文献表明,为了促进企业的技术创新,基于市场激励的环境政策工具比命令控制型政策工具更加有效。

三、技术创新特征与环境技术政策:演化经济学的视角

演化经济学不是把竞争看做一个均衡状态,而是看做一个演化过程,一个取决于企业行为差异性的过程。导致企业行为差异的最重要原因,是为了满足消费者的不同需求而采取的不同产品及工艺组合。因此,竞争实际上是一个寻求并传播不同发现的过程。在这个过程中,技术和组织创新是事情的关键所在,创新驱动着竞争,竞争也驱动着创新。有效的竞争取决于企业行为的多样性,只有不断引入新的更好的产品和技术,有效竞争才能得以维持(梅特卡夫,2002)。

从演化经济学的角度看,技术发展也是一个演化过程,是企业对市场选择压力的一种反应,正如生物进化是有机体对自然选择压力的反应一样。技术演化的选择力量主要有两种:市场效率和社会因素(Giorgos Kallis, 2007)。能更好地解决特定问题的技巧会得以繁殖(multiply),而无效率的技术将被淘汰。特别是,能够使企业获得竞争优势,并提高企业的赢利能力的技巧会得以保留和扩

散。社会群体的力量也会决定哪种技巧被开发和采用,以及什么技巧被丢弃。社会因素中最明显的是消费者偏好、消费观念。当然,在某些时期市场效率的作用更强,而在另一些时期社会因素的力量更大。技术演化的方式有两种,一种是渐进变化,表现为对现有技术的改进或改良;另一种是激进变化,表现为技术的突破性进展。技术处于渐进变化的时期称为保留时期 (retention periods),这个时期会被后来技术的激进变化所打断,这种情形被称为“间断均衡”(punctuated equilibrium)。如果把环境创新过程看做是一个演化过程,它就表现出不同于新古典经济学所认知的特性来,其政策含义也就大不相同。

1. 创新过程的特性

第一,企业的创新行为具有多样性。如果把技术创新看做一个演化过程,则这个过程在微观层次上以有限理性为特征。在面临相同外部环境时,由于掌握的信息不同,不同个体可能以不同的方式做出反应,表现出不同的行为模式。这与新古典经济学的代表性当事人假设完全不同,代表性当事人假设意味所有个体在同一环境下会表现出相同行为模式。纳尔逊和温特利用西蒙有限理性的思想,构建了一个 R&D 过程的演化模型。在该模型中,企业利用经验法则 (rules of thumb) 和惯例 (routines) 来决定对 R&D 投资多少,以及如何寻找新技术 (纳尔逊、温特, 1997)。这样,创新性活动可看做是一个搜寻过程,企业在该过程中试图通过试错法改进其产品质量和市场适应度。由于不同企业在过去的选择竞争中形成了不同的惯例,同时对客观市场环境有不同的主观认知和感受,从而表现出了不同的创新行为。

第二,创新具有路径依赖性。由于企业在进行创新时根据惯例和经验法则行事,这意味着企业创新性探索的方向并不是随机决定的,而是依赖于企业过去积累的技术知识和经验。企业过去所做的创新决策,比如生产什么产品,以及如何用当时已知的方法生产该产品的选择,就决定了后来创新所需要的经验积累的类型和数量,并最终决定了企业后来创新活动的类型和规模。正如 Dosi 所言:“技术变迁模式不能看做是对市场条件简单的、灵活的反应,技术创新的方向通常是由已经在使用的技术的状态和技巧决定的。”(Giovanni Dosi, 1988) 因此,技术变迁并不是一个偶然的过
程,而是沿着特定方向前进的。

技术规则 (technological regime)、技术范式 (technological paradigm) 概念就很好地说明了创新的路径依赖性。技术规则界定了技术进步的特定边界,表明了进步在哪个方向是可能的和值得做的。“技术规则”是“一组体现原理的设计参数,这些参数将会生成产品的物质形状以及构造该产品的工艺和材料。基本设计参数是技术规则的核心,它们构成了一个产业中所有企业共享的知识。”(Luke Georghiou et al, 1986) 而技术范式则被定义为“根据所选择的自然科学原理和材料技术,来解决所选择的技术问题的‘模式’和样式”(Giovanni Dosi 1982)。一个技术范式既是一种被开发和改进的人工制品,又是一套探索启发式,例如,我们从这里开始向何处去?应该在哪里寻找?应该鼓励什么样的知识?等等。技术范式和技术规则概念意味着,存在着一种核心的技术框架,该框架由全部的技术经济主体所共享,作为寻求改善工艺效率和产品性能的基础。从而,“一个技术范式具有强大的排斥效应:工程师和他们所在组织的努力及技术想象力被集中于相当精确的方向,尽管他们对其他的技术可能性是‘盲目的’”(Giovanni Dosi 1982)。这样,一种技术规则和技术范式一旦形成,就对以后的 R&D 的方向产生影响,导致技术创新沿着特定方向发展。

第三,新技术的采纳和扩散具有频率依赖性。演化过程有一个特殊现象,即选择具有频率依赖效应:个体的某种行为选择依赖于该行为在个体群中出现的频率 (Faber and Frenken, 2009)。一般来说,某种行为在个体群中的频率越大,选择该行为的个体也就越多。就技术演化而言,频率依赖性意味着,一种特定技术的适应性会随着其在个体群中被复制数目的增长而增长。这导致技术采纳和扩散过程中存在动态规模效应和学习效应。动态规模效应是指一种技术被使用的越多,其对使用者

的价值也就越大。众所周知的例子有电话、传真和电子邮件,其效用和价值随着采用该技术的人数而增长。一种技术或产品的使用者越多,可能会产生规模经济现象,导致生产成本和价格的下降。更多的使用者可能产生更多关于某项技术的信息,从而降低了采用该技术的风险;更多的使用者还为辅助产品和服务提供了相关市场。学习曲线效应是随着生产量的提高,单位成本趋向下降。单位产出成本的这种下降与生产中的规模经济、产品的标准化、工艺改进、干中学有密切关系。正是由这种动态规模效应和学习曲线效应导致了技术采纳的频率依赖效应。

2 对环境创新政策的意义

根据创新的上述特性,演化经济学提出了几个对环境技术创新政策具有重要含义的见解。一是创新政策应关注技术多样性与短期成本之间的平衡;二是强调利基市场对创新的重要作用;三是应关注社会因素变化对技术创新的影响。

第一,环境技术创新政策应关注技术多样性与短期成本之间的平衡。资源环境问题的一个重要特点,是常伴随着多样性的损失,不仅仅是生物多样性,而且也包括文化和经济的多样性。文化和经济多样性的损失通过占支配地位的生活方式、技术、制度及生产方法的扩散而出现。在此过程中,某种技术、生产方法、制度或生活方式因人们的重复选择而导致“锁定”(lock-in)(Van den Bergh 2007)。与环境问题相关的“锁定”,最明显的是现代经济对化石能源的严重依赖。就与资源环境相关的技术创新而言,我们面临的问题是如何不被过早地锁入某种新技术。由于能源环境问题有着巨大的不确定性,有效应对这种不确定性要求我们必须保持一定的灵活性,包括技术、组织和制度的灵活性。防止过早锁入特定技术并保持技术的灵活性要求合适的投资组合,也就是说,需要同时投资于能应对特定环境问题的多种技术,而不是把所有鸡蛋放进一个篮子。

这样,促进环境技术创新面临的一个重要选择,是如何保持多样性与短期成本的平衡。保持技术多样性和灵活性,是应对能源环境问题不确定性的的重要手段,能够有效降低与不确定性相关的风险损失。但从短期效率的角度看,同时发展解决环境问题的多种技术,对多种技术路线进行投资,以培育技术的多样性和灵活性,有可能是一种低效率的重复投资。这样,在长远效率与短期效率之间存在着权衡取舍。传统的环境政策过于关注技术多样性的短期效率,而忽视了其长期效率。从演化的角度看,保持多样性代表着潜在的演化进步,提供了未来技术发展的多种可能性,使人们在一个充满不确定性的世界里拥有多种选择。这种灵活选择的权利能产生巨大的经济收益。为了避免被“锁定”在特定的结构或技术上,传统的“把价格搞对”的环境政策远远不够,而必须考虑需求和供给方的递增报酬、学习曲线效应等。

第二,应关注利基市场对环境技术创新的重要作用。对技术来说,利基(niche)是一种或多种相互关联的新技术的应用领域。利基在技术变迁中是相当重要的,因为它们为学习过程提供了便利。利基有利于创新良性循环,因为它有助于克服新技术在发展初期面临诸多障碍,如成本高、无法获得互补技术、与外部环境不适应等。从而,一个利基有利于赢得使用者的接受,改变已经确立的看法和预期,并从使用者关于其需求及技术性能的反馈中获益,这反过来有助于决定企业的研究、生产及营销决策。同样地,它有利于在生产和技术使用中节约成本,并促进互补技术的开发。这样,利基就为学习、投资和调整过程提供了动力。因此,利基是技术转变的演化过程中的一个重要部分。

根据利基在创新中的作用,经济学家提出了策略性利基管理(strategic niche management)的政策方法。策略性利基管理旨在通过为新技术的使用创造空间(利基),来协调社会—技术变革的动力机制。在这些空间中,新技术部分地、暂时地受到保护,使其免于正常的市场选择的压力。环境问题,不管是区域性的,还是全球性的,在很大程度上与化石能源的巨大消费有密切关系。替代能源技术——太阳能、风能、生物质能等——并不存在技术上的问题,但迄今还没有得到广泛应用,是由于这些新技术的商业化还面临诸多障碍。最重要的障碍是,替代能源技术因生产规模小和生产成

本高而无法与常规能源技术竞争。而生产规模之所以小,是由于可再生能源的成本高导致的市场需求小。这样,可再生能源在生产规模小、成本高和市场需求小三者之间存在着一个封闭的循环。打破这个封闭循环是促进替代能源技术发展的关键。策略性利基管理能在打破这个封闭循环,促进可再生能源技术的研发、应用和推广中起到特殊作用。

创造利基市场有四类政策手段。(1) 政府采购。这是最直接的选择。例如,在美国,军事支出一直对半导体、计算机、飞机、燃气轮机、核能的开发具有决定性意义。政府采购也非常适合成本较高、但能效更高的节能产品或技术的推广和应用。(2) 绿色标签。绿色标签是指贴在或印刷在产品或产品包装上的图形,以表明该产品的生产、使用及处理过程符合环境保护的要求,不危害人体健康。它是一种支持特定消费者团体对环境质量需求的方式。(3) 有保证的市场份额。该政策是对特定技术或具有某种特性的技术,如零排放的汽车,保留一定的市场份额。发达国家的一种做法,是实行具有绿色电力证书的交易制度,在该制度下,电力销售商和消费者有义务购买特定数量的来自可再生源的电力。(4) 有保证的价格或补贴。一种方式是对特定技术提供直接补贴、税收减免、低息贷款等支持。或者对风力发电、太阳能发电实行成本覆盖电价模式,由供电商对风电和光伏发电支付固定的保护性电价。

第三,环境创新政策应该关注社会因素对技术创新的促进作用。诱致性创新理论只考虑了资源相对价格变化对技术创新的影响,而把消费者偏好、消费观念等看做是外生的因素。但是,从协同进化的角度看,技术创新和环境创新除了受资源稀缺性的影响外,还受各种社会经济文化因素如消费者偏好、消费观念等的影响。协同进化是指两个具有内部多样性的系统,以它们相互影响各自的选择环境这样一种方式相互作用,以致它们的演化机制被耦合起来。

消费者偏好和消费观念的变化会明显影响技术创新的方向和速度。消费者对环境友好产品的偏好能刺激企业开发污染更少、资源效率更高的技术,也能推动政府建立更加有效的资源环境管理制度,反过来,更加严格的资源环境监管制度,以及更加清洁环保的产品及其生产技术也能促使消费者转变消费观念和消费模式。以协同进化的观点来衡量,仅仅关注技术创新及相关政策,如技术推动和需求拉动的政策,则政策视野显得较为狭隘。除了需要制定直接的技术创新政策外,还应该从改变消费者偏好和消费观念等着手,通过生态标签、能效标识等制度,披露产品在环境友好性方面的信息,促使消费者偏好和消费观念的变化,促进广义的环境创新的实现。

四、结束语

在可持续性争论中,技术创新能否打破资源环境对经济增长的束缚是争论的焦点。乐观主义者认为,虽然资源环境变得日益稀缺,但价格机制引导下的技术创新过去和现在都对稀缺性作出了必要反应。因此,技术创新、有效率的市场制度,以及人造资本对自然资源的替代,终将打破资源环境对经济增长的约束。而悲观主义者则强调,技术进步对稀缺性的适应过程依赖于对自然环境和可耗竭资源日益增长的消耗,从历史经验看,工业革命期间的许多技术创新,都是以非再生资源的利用为基础的;随着能源和物质资源可获得性的下降,这些技术进步将失去其效力,经济终究会遇到资源环境设定的增长极限。虽然这个争论还在持续,但越来越清楚的是,可持续发展要求在技术、基础设施、生活方式等方面进行深远的变革。

新古典环境经济学所关注的创新,是用投入产出关系定义的技术的创新。在市场失灵范式下,新古典环境经济学识别出了环境技术创新的两个特性,即结果的不确定性和双重外部性。其政策含义是:政府应提供必要的干预以克服市场失灵,干预方法包括技术推动的政策和需求拉动的政策。新古典环境经济学的创新政策主张有其合理性,但也有其内在的缺陷。一是新古典环境经济学关心

的是技术创新,多少忽略了制度的、组织的、社会的环境创新。二是新古典方法追随简单的、机械论的刺激—反应模式,无视影响企业创新决策决定因素的复杂性。新古典方法把技术创新看做是对资源稀缺性及相对价格变化的反应,而忽视了制度、社会、文化因素的变迁对技术创新,更进一步讲,对可持续发展的影响。由此导致新古典主义的创新政策工具总是局限于能改变相对价格的税收和补贴,政策手段比较单一。

演化经济学把创新看做是一个演化过程,在该过程中,经济、技术、环境、制度,乃至文化是相互影响相互作用的。创新过程以有限理性、路径依赖等为特征。演化经济学的环境创新是多维度的,包括技术、制度、组织和社会的创新,强调改变消费观念、消费方式和生活方式对环境创新的重要性。就创新政策而言,演化方法强调如下几点。第一,技术变迁的方向不是对市场条件的简单反应,具有路径依赖的特性。这意味着仅仅改变相对价格还不足以实现技术范式向环境可持续的方向转变。第二,为了摆脱路径依赖所导致的可能锁定,以及应对能源环境问题固有的不确定性,需要在技术多样性与短期效率之间保持平衡。第三,利用策略性利基管理促进企业的环境创新。在环境技术创新中,一个突出的问题是“鸡—蛋问题”(chicken-egg problem):环境技术及其产品的市场需求取决于产品成本和价格,同时,产品成本和价格又因网络效应和规模经济而依赖于市场需求规模。策略性利基管理的思想,是在新环境技术及其相关产品在进入大众市场之前,先在一个利基市场或小众市场中发展,利用该市场提供的空间,通过干中学和用中学,来降低新环境技术及其相关产品的成本,为新技术和产品的普通应用创造条件。第四,注重制度创新和社会创新对技术创新的促进作用。特别是社会创新,比如促使消费观念、消费方式和生活方式向更加可持续的方向转变,应该在创新政策制定中占有更重要的地位。

显然,新古典经济学和演化经济学在各自的理论框架内,对环境技术创新问题进行了有益的研究,二者各有所长。比较而言,新古典理论的环境技术创新政策较为具体,针对性和可操作性强,但考虑问题的视野较狭窄,演化经济学的视野则更为开阔,理论含义深刻,为政策制定者考虑长期的能源环境问题,以及相关的创新问题提供了更多的视角,所蕴含的政策见解也更为丰富。为了应对日益严峻的环境问题,决策者应该寻求两种方法的有机结合,制定更为恰当的环境技术创新政策,使经济能更容易地向可持续发展的方向转变。对我国而言,我们更应该注重从演化的角度来思考环境技术创新问题。

在发展低碳经济成为一种国际潮流的背景下,我国应该特别注意低碳技术的自主研究和开发。在国际气候谈判中我们坚持发达国家对发展中国家的技术转让和资金援助,这当然是应该的,也是一种合适的谈判策略。但是,从技术演化的角度看,这种技术转让也会造成发展中国家在未来数十年内对发达国家的技术依赖。发达国家之所以愿意进行技术转让,其主要动机是,在短期把发展中国家作为自己的“利基市场”,以获得干中学和用中学的机会,而在长期则谋求造成发展中国家在技术上对自己的依赖性,以持久占有发展中国家低碳经济市场,从而获得巨大的政治经济利益。这是我国在利用国外技术和资金发展低碳经济过程需要警觉的问题,在引进国外技术时应该做到以我为主,为我所用,为我国低碳技术的自主创新提供帮助,同时要利用政府采购等手段多为自主低碳技术研发提供利基市场,为国内研发机构及企业提供干中学和用中学的机会,为我国低碳经济的发展创造坚实的技术基础。

参考文献:

梅特卡夫, 2007《演化经济学与创造性毁灭》,冯健译,北京:中国人民大学出版社。

纳尔逊、温特, 1997《经济变迁的演化理论》,胡世凯译,北京:商务印书馆。

Adam B. Jaffe Richard C. Newell and Robert N. Stavins 2007, “Environmental Policy and Technological Change”,

- Albert Faber and Koen Frenken, 2009, "Models in Evolutionary Economics and Environmental Policy: Towards an Evolutionary Environmental Economics", *Technological Forecasting & Social Change*, 76
- Jeroen C. J.M. van den Bergh, 2007, "Evolutionary Thinking in Environmental Economics", *Journal of Evolutionary Economics* 17.
- Giorgos Kallis, 2007, "Socio-environmental Corevolution: Some Ideas for an Analytical Approach", *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, Feb 14.
- Giorgio Nicosi, 1988, "The Nature of the Innovation Process", in Dosi G., Freeman C., Nelson R. R., Silverberg G. and Soete L. L. G. (eds), *Technical Change and Economic Theory*, Pinter Publishers, London, New York
- Giorgio Nicosi, 1982, "Technological Paradigms and Technological Trajectories: A Suggested Interpretation of the Determinants and Directions of Technical Change", *Research Policy*, 6
- Luke Georghiu, J Stanley Metcalfe, Michael Gibbons, Tim Ray, and Janet Evans, 1986, *Post-Innovation Performance: Technological Development and Competition*, London: MacMillan

[责任编辑:叶颖玫]

Characteristics of Technological Innovation and Policies of Environmental Technological Innovation: A Comparative Study of Neo-classical and Evolutionary Approaches

SHEN Xiaobo¹, CAO Fangping²

(1 Center for Research in China's Energy Economics, Xiamen University, Xiamen 361005, Fujian

2 School of Economics and Management, Beijing Forestry University, Beijing 10008, China)

Abstract According to Neo-classical environmental economics, environmental technological innovations have two characteristics, namely, uncertainty and double externality. Their implication for policy-making is that governments should provide necessary intervention to overcome market failures, including technology-push and demand-pull policies. Evolutionary economics regards innovation as an evolutionary process featured in path dependence and frequency dependence. It emphasizes that innovation policy should keep the trade-off between technological diversity and short-term costs and highlights the role of strategic niche management in technological innovation. It is suggested that policymakers should draw on the insights of these two theories in order to promote environmental innovation so as to effectively address environmental issues.

Key words technological innovation, environmental technological innovation, neo-classical approach, evolutionary approach