

# 技术跨越:环境友好型技术发展中的 路径依赖与路径创造

相里六续<sup>1</sup>,李瑞丽<sup>2</sup>

(1.西安交通大学 管理学院,陕西 西安 710049;2.山西大学 工程学院,山西 太原 030013)

**摘 要:**路径依赖与路径创造在实现技术跨越的过程中是相伴生的。通过探讨环境友好型技术在实现技术跨越中存在的路径依赖现象,分析环境友好型技术的开发如何实现路径创造,指出了环境友好型技术在实现技术跨越中要注意的一些问题。

**关键词:**技术跨越;环境友好型技术;路径依赖;路径创造

中图分类号:F091.354

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2009)05-0001-04

## 0 引言

技术跨越已经成为发展中国家获取竞争优势的一项策略。路径依赖与路径创造在实现技术跨越的过程中是相伴生的,尤其是环境友好型技术。其发展一方面会受制于环境标准,另一方面,又会促进环境标准改善、技术提升和经济结构调整。建设资源节约型和环境友好型社会已经成为我国国民经济与社会发展中长期规划的一项战略任务。加强环境友好型技术的创新和跨越,不仅能有效地促进我国环境科技和环保产业整体素质和综合实力的提高,更是解决我国环境保护面临的深层问题、转变经济发展模式、实现跨越式发展的迫切需要,是促进我国经济社会发展全面走上可持续发展道路的战略抉择。通过探讨环境友好型技术在实现技术跨越中存在的路径依赖现象,分析环境友好型技术的开发如何实现路径创造,指出了环境友好型技术在实现技术跨越中要注意的一些问题。

## 1 环境友好型技术发展的技术跨越

### 1.1 技术跨越的内涵

技术跨越可以分为两种类型:一种是跨越技术发展的几个阶段,另一种是不仅跨越几个阶段,而且后来居上成为该技术领域的领头人。前者如我国手机的发展就是直接跨越了有线电话进入无线网络;后者如韩国钢铁企业从20世纪80年代后开始超越美国、日本,并成为世界钢铁强国。因此,技术跨越的实质是以技术为途径,以产业为落脚点,以提高竞争力为根本目标的一种技术学习和技术赶超过程,其最终标志是形成具有国际竞争力的优势产业,

在技术层面上则表现为某些重要产业的主导技术能力和水平进入国际技术领先者的行列<sup>[1]</sup>。徐冠华<sup>[2]</sup>从国家的层面指出“技术跨越发展是在借鉴发达国家发展经验的基础上,集成自主创新和国外先进技术,跨越技术发展的某些阶段,直接应用、开发新技术和新产品,进而形成优势产业,提高国家的综合国力和国家竞争力”。

中国经济的发展必须走可持续发展的道路才是唯一出路。通过在环境友好型技术领域实现技术跨越,可以避免资源密集的经济发展模式,而不是继续沿袭发达国家在实现工业化过程中所走的“高污染、高能耗、高消费”的道路,有效地推动经济结构调整和产业发展的方式,改善生态和环境质量,实现技术跨越和跨越式发展。中国经济的发展不可能借鉴西方发达国家走过的老路,探索属于自己的可持续发展之路是必然的选择。率先在对生产生活无污染或低污染的环境友好型技术方面进行技术跨越,对于实现经济、社会和环境的协调发展具有十分重要的意义。图1展示了环境友好型技术与制度、技术、经济和环境等各方面相互依赖、相互促进的关系。

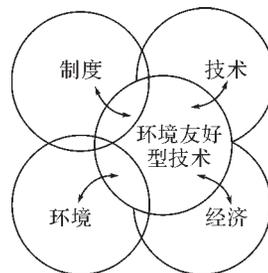


图1 环境友好型技术与制度、技术、经济和环境的关系

本文将技术跨越理解为:在正确(合适)的时间突破路径依赖,创造出新的路径,从而获得持续竞争优势的策略。

收稿日期:2007-09-26

作者简介:相里六续(1963-),男,陕西三原人,西安交通大学管理学院副教授,研究方向为组织战略、企业文化、群体绩效等;李瑞丽(1972-),女,山西祁县人,硕士,山西大学工程学院讲师,研究方向为企业管理。

这里,路径依赖是指由于沿袭已有的技术(包括生产标准、操作规程等),使得效率更高的新技术不能得到接受和市场推广;路径创造是指通过创新活动,发掘新的技术和市场利基,不断满足顾客新的需求。

### 1.2 环境友好型技术发展中的路径依赖

#### 1.2.1 技术锁定

技术的发展在一定程度上是顺沿“技术轨道”而发展的,具有路径依赖的特点。长期的路径依赖会导致技术锁定,造成竞争力低下、缺乏创新,新的更有效的技术不能得到推广应用。这在很多技术领域已经得到了证实,如计算机键盘、录像机格式标准、照明设备等。环境友好型技术的发展同样存在着路径依赖的问题。除了技术发展本身存在一定的技术轨道,从而对技术发展本身产生路径依赖的影响外,环境标准是制约环境技术发展的一个重要因素。环境技术的开发都是在一定的环境标准框架下进行的,这个环境标准除了可以作为指导技术发展的参照系外,也有可能成为制约环境技术发展的因素。在环境标准较低和缺失的情况下,必然产生不出高质量的环境友好型技术,并进而对经济发展、环境改善都产生路径依赖的效果,即经济发展的模式习惯于沿袭已有的路径,缺乏进行技术创新的动力,不利于对经济绩效的提高和对环境质量的改善。如当前我国汽车工业发展中面临的一个严峻问题是相应的环境质量标准滞后于其它汽车工业大国,相关的环境友好型技术和工艺没有被引进或滞后于国际标准。这将在很大程度上成为日后制约中国汽车工业发展的一个因素。表1显示了我国汽油车污染排放标准与其它国家的对比情况。

表1 汽油车排气污染排放标准比较 单位:g/km

国家,年份	CO	HC	NO <sub>x</sub>	CO <sub>2</sub>
Euro I, 1992	4.05	0.66	0.49	None
China, 2000	4.05	0.66	0.49	None
Euro II, 1994	3.28	0.34	0.25	None
China, 2004	3.28	0.34	0.25	None
US Tier1,当前	2.6	0.16	0.37	None
Euro III, 2000	2.3	0.2	0.15	
Euro IV, 2005	1	0.1	0.08	
US Tier 2, 2007	1.3	0.01	0.04	None
Europe V 2009	1	0.075	0.06	
Europe VI 2014				

数据来源:Gallagher (2006)<sup>[3]</sup>

#### 1.2.2 制度锁定

现代技术系统是深深嵌入在制度结构中的。制度包括正式的约束如法律、经济规则,以及非正式的约束如社会习惯、行为规范等。诺斯认为造成技术报酬递增的条件也都同样适用于制度上的报酬递增。Pierson<sup>[4]</sup>也认为政治制度是很易于产生报酬递增的。导致制度锁定的因素也会与技术锁定相互作用并强化技术锁定,二者是互动关系的。

我国较高的排放标准(与美国相比),一方面是由于政府缺乏有效的排放控制,另一方面也由于在合资建厂的过

程中,没有要求外资汽车企业将清洁技术转让给中国合作伙伴。在2000年以前,我国还没有建立起汽车排放标准,含铅汽油仍在使用中,生产的汽车都没有催化转化器。从2000年起才开始禁止含铅汽油的使用,并要求所有汽车加装催化转化器和电喷发动机,开始采用欧洲标准控制汽车尾气排放。当时所采用的标准是欧I,是欧盟1992年时的标准,北京和上海实行欧II标准。从2004年开始,要求所有小轿车达到欧II标准,但在实际执行中还有不少问题。2006年开始在北京、上海、广州等城市实行欧III标准。由于汽车尾气排放标准制定的滞后,我国汽车工业环境友好型技术的开发和应用,也都落后于国际上主要汽车工业国家。技术上的落后反过来又牵制了环境质量的提升,从而对环境 and 经济都产生了负面的影响。这说明一旦陷入路径依赖,很难从中摆脱出来。而反观日本,其把发展节能环保汽车,看作整个经济和技术体系可持续发展的重要组成部分,把它上升到国家竞争战略高度来看待,而不仅仅是汽车产业可持续发展的问题。丰田汽车公司成功地开发出混合动力汽车就鲜明地说明了这一点。

#### 1.2.3 时间选择

历史分析显示,重大的进步总在一项政策采取后有时滞,甚至达到几十年。这一方面是因为政策总是渐进的,受到当时技术、制度等方面的限制;另一方面,技术本身的进步也需要时间,如气体脱硫就花了25年的时间。另外,技术本身的基础设施,如交通系统、燃料供应等,需要花费数十年的时间去形成规模和气候。环境技术的引进时机很关键,甚至可以直接决定环境友好型技术的成败。时机不合适,要么是葬送一个很有前途的技术,要么是花了大价钱,经济上不合算。而在合适的时机下,一个微小的行动则有可能促成环境友好型技术的跨越和创新。

因此,环境技术与环境标准以及相关技术产业的发展应该是互相促进的,而不是相互对立矛盾的关系。环境友好型技术的发展会推动和促进环境标准的更新和提高,从而改善环境质量、促进环境保护的跨越式发展。同时,环境友好型技术的跨越式发展,又能带动其它相关产业技术的发展。

## 2 案例——环境友好型技术(燃料电池)发展的技术跨越

### 2.1 中国燃料电池发展的背景

燃料电池作为一种电化学反应装置,能够贮存在燃料(氢)中的能量与氧化剂(空气)不通过燃料直接转化成电能,其能量转换效率高达50%以上,且工作温度低、噪音低,唯一排放的是纯净水,真正实现零排放。燃料电池将解决“能源”与“环保”这两大世界难题,对于人类社会可持续发展有重要意义。作为一项突破性的创新,燃料电池将在汽车、移动式电站、家用热能、发电等领域有广阔的应用前景。

我国在20世纪50年代就开始进行燃料电池研究,20

世纪60~70年代与先进国家的差距并不大,但其后由于缺乏统一的规划和足够的资金投入,燃料电池技术逐渐落后。从“九五”开始,我国加快了燃料电池的研发进程,但目前离商业化阶段还有相当距离。

直到20世纪90年代后期,全球环境投资基金(GEF)在5个发展中国家支持燃料电池公共汽车示范项目,我国才开始对燃料电池的研究产生了浓厚兴趣。从那时起,我国在此方面有了很大进步。2002年12月17日,由上海神力科技有限公司生产的第一代轿车用燃料电池发动机通过专家组验收。2003年7月同济大学的燃料电池轿车——“超越1号”研制成功。第二代燃料电池轿车——“超越2号”系列于2004年5月研制成功;2005年又研制成功第三代燃料电池轿车——“超越3号”。客车、两轮车和公共汽车正在试车,有望在2008年奥运会(绿色奥运)和2010年上海世界博览会上真正投入运营。

## 2.2 燃料电池发展中的路径依赖与路径创造

Unruh<sup>[5]</sup>指出,在技术—制度综合体(Technology-Institution-Complex)下技术系统与规章制度间的相互作用所导致的“锁定”存在于很多大的技术系统中,如交通、电力等都是嵌入在复杂的制度和经济体系中的,燃料电池也不例外。其在汽车、发电等产业领域的应用仍需要克服很多技术、制度和经济方面的约束。

作为突破性的创新技术,燃料电池与现在占主导地位的技术(Dominant Technology)是完全不同的。尽管从技术角度来展望,它代表了技术发展的趋势,也展现了其对经济和环境绩效的贡献,但其发展的历程依然是受到路径依赖的阻力,并不是那么一帆风顺的。一方面是由于现有技术会害怕并抵制新技术的发展;另一方面是由于新技术在真正投入商业运营产生利润之前还有很长的周期,对新技术的投资有时会遇到问题。例如,即便像德国这样的汽车工业强国,对传统的汽车工业的惯性和依赖性仍然非常大,很多汽车生产商仍固守着柴油发动机的技术路径,这其中就体现了汽车产业在对待新技术上的路径依赖。而与此相对的,是很多日本汽车生产商早已积极投身于汽车燃料电池的开发和应用,并且已经初步取得了市场化的成果。跨越路径依赖,实现向新的路径方向的“有意的偏移”,将有可能成为日本汽车产业保持持续竞争优势的重要保障。Christensen<sup>[6]</sup>等认为,新技术,尤其是突破式创新的成果需要创造出一个新的市场(利基)才能获得发展。创新技术,尤其是像燃料电池这样的环境友好型技术,在其发展初期往往是环境(社会)效益大于经济效益,其未来的发展和应用只有得到政府的强力支持才有可能顺利进行,以启动和开辟出新的市场空间。

Smith<sup>[7]</sup>等指出,对技术制度(Technology Regime)的选择在很大程度上受到选择压力(Selection Pressure)的影响。另外,不同利益团体间对资源分配的协调都会对制度以及相关的政策制定产生影响,从而左右技术发展的轨迹。选择压力来自于不同的方面,包括:经济压力(竞争、税收、费用、规制等)、广泛意义下的政治和社会经济“景观”(Land-

scape)变化(如人口的变迁、消费导向的变迁、全球化下的新自由主义思潮等)。因此,技术跨越和新的路径的创造会受到这些不同团体利益的影响,路径的创造总是在一定的路径依赖的基础上进行的。

图2描述了在特定时刻、特定的社会经济“景观”压力下,在利基的作用下,突破原有的路径依赖,实现新的路径创造。

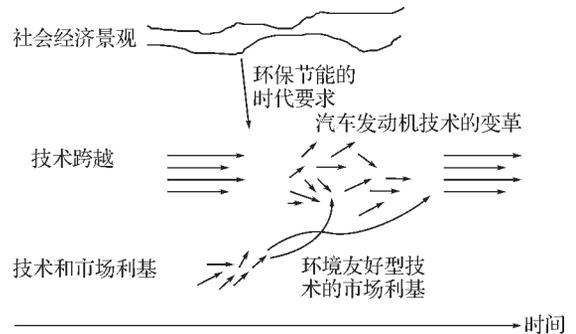


图2 技术跨越中的路径依赖与路径创造(参考:Geels<sup>[8]</sup>,2007)

我国已经成为世界汽车生产第四大国,还将继续推进。作为战略性“蛙跳技术”,燃料电池为我国汽车工业的发展提供了可能是唯一的机遇。如果我们做出正确的判断和战略选择,采取恰当的发展模式和政策,中国的汽车产业有可能迎头赶上世界水平,并取得相应的未来世界市场份额,同时也将大大改善石油供需紧张状况和城市大气质量;否则,由于缺乏前瞻性的判断和必要的技术开发储备,即使我国的汽车产业发展到一定规模,也会因大规模采用将要被淘汰的技术,而很快被激烈竞争所淘汰。当前,我国在燃料电池自主研发方面已经取得了不小的进步,政府有关部门也大力扶持,现在正是发力突破技术路径依赖,实现技术和产业跨越的最佳时机。作为环境友好型的技术,燃料电池的发展要经过技术示范、商业化示范运营(如奥运会期间行驶“绿色大巴”)和最终的社会认可和接受三个阶段才能突破原有的技术、制度锁定,形成全新的汽车产业。

## 3 结论及建议

从管理的一般性来说,技术跨越需要有在正确的时间、以正确的方式、做正确的事的理念。尤其是环境友好型技术,其引进的时间策略以及受到技术、制度等方面路径依赖的约束更较一般的技术敏感。环境友好型技术在实现技术跨越的过程中,需要同时平衡路径依赖与路径创造二者间的张力。过分路径依赖不利于技术跨越的实现,而在没有路径依赖的基础上过分强调路径创造,则又可能陷入“竞争力陷阱”。

消除制度锁定,创造战略利基空间(Strategy Niche)。环境友好型技术的发展在很大程度上是嵌入在制度、经济体制内的。因此,通过制度创新积极创造出一定的技术、市场利基,是发展环境友好型技术的一个行之有效的办法。这方面,德国、丹麦等国家发展风能发电的经历比较好地证明了这一点。突破制度锁定,创造出战略利基,是提升产

业发展水平,积累持续发展优势的重要途径。

转变经济增长方式、实现跨越式发展,环境友好型技术是一个很好的突破口。在发展环境友好型技术的过程中需要注意避免路径依赖和陷入技术锁定,但是在追求环境友好型技术跨越发展的时候,也应当注意一些可能带来的问题。

注意防范技术跨越中的风险。由于任何技术都存在一定的风险,在该技术没有完全成熟前,总会有各种潜在的风险制约着对它的应用。技术跨越的时机也很重要,需要在选择能够实现跨越发展的技术时,进行全面衡量和评价。

掌握好环境标准的执行和环境技术的开发。先动者优势(First-mover Advantage)有时候并不总是正确的选择,对于发展中国家来说,如何把后发优势转变为竞争优势也是需要考虑的。在目前的经济水平下,我国不可能执行最严格的环境标准。但是,可以通过将新的技术列入重大科技攻关项目,着眼谋划在未来具有重大应用前景的技术领域进行突破和跨越,从而奠定产业的竞争优势地位。

技术跨越中要注意自主创新,不能单纯引进和依赖技术转让。在引进工业工程设备和技术时,要强调对相关的技术引进。如果政府缺乏对国外技术引进的强制要求,外资企业也不会主动把先进的环境技术同时转让给我们。随着我国工业技术创新能力的逐步提高,跨国公司也在对我国的企业实行技术封锁,控制技术转移。跨国公司所标榜的“企业公民”、“企业社会责任”等口号,在真正涉及到经济利益时,是不会把他们的核心技术和前沿成果主动转移给我们的。近年来我国汽车工业的发展已经证明了这一点。在引进吸收的同时,加强自主创新,才能加快技术

跨越的实现。

政府政策要强化规定和引导。对一些具有技术跨越前景的环境技术,政府应该加强引导和激励。如巴西在促进乙醇燃料汽车的推广上,政府就实行了很多引导和鼓励措施。在新兴技术范式的推广应用上,政府可以通过政策和税收杠杆等手段加以调控。

参考文献:

- [1] 张鹏,朱常俊.论国家(地区)技术整体跨越与政策重点[J].科学管理研究,2006,24(4):35-38.
- [2] 中国科技发展战略研究小组.中国科技发展研究报告(2001)[M].北京:中共中央党校出版社,2002.
- [3] Gallagher, Kelly Sims. Limits to leapfrogging in energy technologies? Evidence from the Chinese automobile industry[J]. Energy Policy,2006,34: 383-394.
- [4] Pierson, Paul. Increasing returns, path dependence, and the study of politics[J].American Political Science Review,2000, 2: 251-267.
- [5] Unruh, G.C. Escaping carbon lock-in [J]. Energy Policy, 2002, 30: 317-325.
- [6] Christensen, C.M., Raynor, M.E. & Anthony, S.D. Six key ways to creating new-growth businesses[J]. Harvard Management Update, 2003(1): 3-6.
- [7] Smith, A. Green niches in sustainable development: the case of organic food in the United Kingdom [J]. Environment and Planning C: Government and Policy, 2006, 24: 439-458.
- [8] Geels, F.W., Schot, J. Typology of sociotechnical transition pathways[J]. Research Policy, 2007, 36: 399-417.

(责任编辑:王尚勇)

## Technological Leapfrogging: Path Dependence and Creation in the Development of Environment Friendly Technology

Xiang Li Liuxu, Li Ruili

(1.School of Management, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China;

2.College of Engineering, Shanxi University, Taiyuan 03013, China)

**Abstract:** In achieving technological leapfrogging, path dependence and creation are in fact co-existed. Through illustrating the path dependence of environmental friendly technology in achieving technological leapfrogging, this paper analyses the ways to make path creation in developing environment friendly technology. And also some problems in achieving technology leap are discussed.

**Key Words:** Technological Leapfrogging; Environmental Friendly Technology; Path Dependence; Path Creation