

文章编号: 1003 - 2053 (2009) 12 - 1793 - 08

# 技术的演化和演化的技术政策

睦纪刚, 苏 竣

(清华大学公共管理学院, 北京 100084)

**摘 要:**指出主流的新古典理论和技术革命论在解释技术变迁中的不足, 认为技术变迁是一个在原有技术基础上逐步改进、类似生物进化的演化过程。因此技术政策应摒弃主流理论的均衡观点和革命观点, 从演化理论出发制定符合技术变迁规律的技术政策。这也为我国的技术政策提供了若干启示。

**关键词:**技术变迁; 技术政策; 演化

**中图分类号:** G304

**文献标识码:** A

技术不仅是发展战略的构成要素, 也是发展战略能否实现的重要条件。对发展中国家而言, 技术机会窗口出现时, 产生进步的可能性取决于前一阶段的成就、对下一阶段性质的识别, 以及对技术经济范式的理解<sup>[1]</sup>。为了判断发展机会产生的条件和性质, 需要科学地理解和分析技术进步的特征。Metcalfe 认为这也是理解技术政策的前提<sup>[2]</sup>。主流和传统的技术发展理论要么忽略技术进步的内生性, 要么错误理解技术进步的方式。本文旨在论述技术进步过程中的演化性质, 在此基础上提出用演化的技术政策指导技术进步。

## 1 主流理论的技术观及其不足

### 1.1 新古典理论的技术外生观

新古典经济学从完全信息、完全理性和完全竞争等基本假设出发, 研究稀缺资源的配置, 但是因其假设限制性太强、只沉醉于形式主义的模型而被称为“黑板经济学”。新制度经济学也曾批评新古典经济学忽视现实经济中的交易成本, 但其自身对现实的重视也不彻底。例如, Williamson 要么将技术因素排除在分析框架之外, 要么假定技术是外生给定的变量<sup>[3]</sup>。

尽管 20 世纪初以来, 科学技术对经济和社会的影响越来越显著, 但技术进步却始终不是正统经济

理论分析和关注的对象。Jewkes 等人把忽视技术变化的原因归结为: (1) 经济学者对科学和技术知识的无知; (2) 缺乏统计资料的指导; (3) 更多地关注经济周期波动以及引起的失业等问题而忽视了对技术变化的关注。这些原因可以部分的解释为什么对创新有相对的忽视, 但并不能用来证明忽视的合理性<sup>[4]</sup>。

新古典理论的技术被设定为一种连续的变量, 是给定的、在投入与产出之间进行转换的生产函数, 这是典型的技术“黑箱”处理方式。虽然新古典增长理论努力将技术变化的因素进一步纳入到自己的研究框架中去, 但主要是把技术解释为“索洛残值”(solow residue), 仍然没有打开技术黑箱, 不能解释新技术产生的机制, 对技术的内生变化揭示得还不够。

### 1.2 技术史上的技术革命观

技术史是专门研究发明、生产和使用技术的学科。近代科学史和自然哲学的研究偏向赞同技术不连续发展的观点。历史上确实存在给人类生活带来重大影响的技术, 通常被称为“伟大发明”或“技术上的转折点”。因此很多人认为技术的发展是不连贯的跳跃过程, 相信技术的发展是靠瓦特、爱迪生、福特和莱特兄弟等英雄人物的完全独立发明推动的, 并且用政治术语“革命”(如工业革命、技术革命等)来形容这一过程, 意指与过去分离、重建一种新秩序的激进行为<sup>[5]</sup>。这种英雄史观略去了技术上

收稿日期: 2009 - 04 - 16; 修回日期: 2009 - 06 - 19

基金项目: 国家自然科学基金项目 (70673053); 教育部哲学社科研究重大课题攻关项目 (06JZD0035); 科技部创新方法项目 (2008 M021000)

作者简介: 睦纪刚 (1978 - ), 男, 陕西大荔人, 博士后, 助理研究员, 研究方向为科技政策。

苏 竣 (1965 - ), 男, 陕西户县人, 教授、博士生导师, 研究方向为科技政策、公共政策。

的小改进,一味强调特定的个人对重大技术突破的贡献,或者把研发当成一种外来的、基本无法控制的、独立于任何政策的力量来看待,用“黑箱”和“魔棒”来对待科学和技术<sup>[6]</sup>。这种观点一度占据主导地位,甚至在当今仍有市场。

Basalla为“技术革命说”归纳了三点理由:(1)发明家和公众常常遗忘、甚至故意贬低关键性的、先有的同类技术。早期的技术史是一部匿名的历史,18世纪以前,发明家不会因为他们的贡献就能获得特别承认。只是到了工业革命,传记作家开始对发明家歌功颂德,才使无数发明家的名字变得尽人皆知<sup>[5]</sup>。但是传记作家把重点放在著名发明家和创新者的个人特点以及趣闻上,主要强调发明与创新过程中的随机偶然因素:要么完全脱离现实,如认为瓦特发明了蒸汽机;要么夸大偶然事件的作用,如青霉素的发现<sup>[6]</sup>。(2)专利制度对传播技术革命论起到重要的助推作用。在专利执行过程中,一项发明与其发明者一一对应,模糊了与早已存在的技术的联系。因为专利法建立在这样的假设之上:一项发明是经法庭确认、由其法定创造者所发明的独立的、全新的事物。这样,专利制度就将技术截断为一系列独立实物,把一个明显具有延续性的技术说成革命性的结果<sup>[5]</sup>。(3)将技术与其结果混为一谈助长了技术革命论。最好的例子就是“工业革命”这个称谓。在19世纪早期,它是指一系列改变了工业生产方式的重大发明。这场革命被推想成是在技术领域最先产生,然后蔓延到工业领域。蒸汽机和其他机器因而被看作技术革命的象征。英国建立的第一个工业社会的变化之大令人忽视了它所依赖的技术延续性,促使人们认为技术进步是从一个伟大发明向另一个伟大发明跳跃式前进的过程<sup>[5]</sup>。在所谓的技术革命中,技术变迁仍然是微小的改进,只不过改进的后果影响了人们的生活和命运,对社会产生了重大变化,便被人们看作是“技术革命”,其实质是技术变迁引起的“社会革命”。

## 2 技术变迁的演化理论

### 2.1 技术变迁的演化特征

与当时(乃至现在)大多数人强调技术进步过

程中“大发明家”和“重大突破”的重要性相反,马克思将技术进步理解为一个累积和渐进的过程<sup>[7]</sup>。马克思十分推崇达尔文的《物种起源》,该书发表后不久,马克思呼吁学者写一部以进化论为参照的技术史评述。他认为新的技术史应该阐明工业革命从个别发明家的劳动中得益极少,强调发明是一种建立在许多微小改进基础上的技术积累过程,而不是少数天才个人英雄主义的杰作<sup>[5]</sup>。一些学者也开始接受马克思的观点,认为技术进步与生命史由简单到复杂、由单一性向多样性的发展规律类似,相互关联的技术也是从原始状态向高级形态进化,具有延续、循序渐进的特征。还有学者对人工制品序列进行分类整理,以证明技术发展的累积和渐进性,如皮特·里弗斯将收集的古代工具按形态的关联程度分成许多序列,对其发展轨迹重新整理后,坚信技术变化不是少数英雄式的发明家推进的不连贯的飞跃过程,而是从原先已存在的物品基础上改进而来的。技术与生物进化过程中的概念相对应(如图1所示),因此技术变迁的演化过程可以描述为:一个产品由许多技术构成;不同的技术组合产生不同的功能;如果某种技术的功能符合社会发展的方向,就会被创新地引用到其他产品,从而被遗传下去;如果许多新产品都引用了这种技术,那么含有这种关键技术相似产品群就会产生,这种技术组合就代表技术演化的主流方向<sup>[8]</sup>。

技术概念	生物概念
核心技术组合	基因
功能	性能
创新	变异
产品	个体
相似产品群	生物种类
社会环境	自然环境

图1 技术概念与生物概念的对比

任何进化系统都有连接现在与过去的动态特性,正如现在的特性大部分是从过去继承而来的一样,过去以某种方式约束着现在<sup>[10]</sup>。每一轮技术开发既得益于之前发明的技术和所创造的市场优势,也将惠及今后的技术开发。人们在发展技术的同

这种称谓在电子学引发的“第二次工业革命”和计算机引起的“第三次工业革命”中仍然保留。

此外,美国国家博物馆对各种物品不计种族、地域或时代差别,仅按照其发展水平加以排列。见 Basalla, 1988, P. 19 - 20。

时,也是在对机械生命做同等性质的处理。Nelson 和 Winter 用“局部搜寻”的概念描述企业是在与现有技术相邻近的技术空间中搜寻新技术<sup>[9]</sup>。Freeman 和 Soete 也认为,技术革新并非是从外界引入的结果,而是一个内部成长、持续地被社会的广泛需要所采纳与选择的过程<sup>[6]</sup>。因此没有一种技术变革足以彻底割断与过去物质文明的联系,重大的技术变革在被人们认识之前都经历了一段酝酿期,很多为技术变革做出贡献的创新很可能已经存在了相当长的时间。例如,在瓦特面对沸腾的茶壶之前,英国已有了用于生产的纽可门(Newcomen)蒸汽机<sup>[6]</sup>。瓦特是因为对一台需要修理的纽可门蒸汽机不满意才萌生改进它的念头。而纽可门蒸汽机遗传自真空泵、活塞泵、机械联动装置等,形成了“直系遗传的长链”,李约瑟认为古代中国的工匠、希腊的技工和欧洲的工具制造商和机械师对蒸汽机都有贡献。即使因科学革命而产生的早期电动机,也没有摆脱蒸汽机的影子,仍然使用后者重要的机械装置——活塞和摆动杆。这些例子表明,每个新技术系统都是从先前的系统中派生出来的。某些技术创新因为环境约束而被局限于现存经济结构的有限用途,最重要的作用没有发挥出来,如铁路最初被开发时,只被用来在矿井中运煤。在当时由运河和马车组成的运输系统中,人们还难以想象将铁路作为主要运输手段的重要意义;创新的实践者有时也可能低估自己的潜力,如 1950 年代,IBM 的老板认为数台计算机即可满足全世界的需求<sup>[11]</sup>。

虽然技术变迁总体特征是渐进的,但是不可否认也存在一些激进变革,就像生物进化过程中的突变一样。例如尼龙不可能通过改进毛纺生产工艺而制造出来,也不可能对火电站进行增量改进而建成核电站<sup>[12]</sup>。短时期内突然崛起的一批创新产业被贴上“技术革命”的标签,其实质是紧密交织在一起的一组技术创新集群,一般包括一种重要的、通用的低成本投入品,再加上重要的新产品、新工艺和新的基础设施。连续的技术演进之所以突然爆发,是因为重大创新的酝酿期可能很长,处于不同开发阶

段的许多重要技术可能已经出现,只是其用途还没有完全开发出来。这些技术只有汇合在一起共同爆发,其潜力才能完全显现<sup>[11]</sup>。然而,只有当这批技术能突破它们所源起的产业或部门的界限、扩散到广泛的领域时,才会给社会带来重大变化。而且 Perez 进一步指出,虽然每一项技术单独来看都是激进创新,但是技术体系将一系列相互联系的激进创新联结起来<sup>[13]</sup>。从整个技术体系来看,技术进步仍是渐进的变化过程。

## 2.2 技术变迁的演化理论

上述分析表明技术变迁具有演化特征,但是仅仅把技术演化和生物进化做简单类比是远远不够的,否则会与均衡理论照搬物理学的概念一样危险<sup>[14]</sup>。为了寻找一种能将技术变化纳入经济系统分析框架的研究方法和理论视野,更好地描述和认识技术进步与经济系统的运行规律,以 Nelson 和 Winter<sup>[9]</sup>、Freeman<sup>[4]</sup>、Dosi<sup>[15]</sup>和 Rosenberg<sup>[16]</sup>等为代表的学者遵循熊彼特的思路,对科学技术问题做了大量研究,并发展出一个新兴的理论分支——演化经济学或“新熊彼特”学派。

演化理论在生物进化论基础上提出了自然选择的经济思想,采用基因、变异、复制和选择等生物学概念的隐喻方法,把历时而变的变量或系统作为研究对象,把经济演化看成一种非线性的、远离均衡状态、拥有多种发展方向的学习过程,注重对选择环境的考察,探求引起这些变化的动态过程,解释变量或系统为何以及如何达到目前的状态。演化理论因其强大的理论整合力,越来越多地被应用到经济和管理领域,特别是对技术演化过程的研究最具代表性。

演化理论将技术变迁理解为技术随着时间变化、类似于生物进化的过程<sup>[17]</sup>。关于技术演化最狭义的概念是:技术性能随时间或投入沿着特定的技术轨道变化或改进,技术 S 曲线成为最基本的研究工具<sup>[18]</sup>。把技术理解为演化过程,首先应找到一个类似于生物基因的既相对稳定又允许变异的、兼有复制因子功能的技术单元,即所谓的技术演化的摩

例如,某些机器被新机器替代之后,其残存结构仍然可作为新机械装置的一部分。

Perez(2002)从演化理论出发,将技术革命定义为一批有强大影响的、崭新且动态的技术、产品和部门,它们在整个经济中能带来巨变,并能推动长期的发展高潮。

正因为如此,经济学界将“Evolutionary Economics”译为“演化经济学”而非“进化经济学”,因为“演化经济学”的提法淡化了与生物学之间过于机械的类比联系。见孟捷等校译的《演化与创新经济学译丛》。

特别是 Nelson 和 Winter 的著作《经济变迁的演化理论》,已成为演化理论作为新范式确立的标志。

母 (meme), 这是发展技术演化观的基础和前提, 否则技术演化分析无从谈起。虽然学者们对技术演化的基因还没有达成共识, 但是都接受了技术演化具有生物性, 认为技术变迁和生物进化的原因都来自生存环境的压力, 只不过前者是主动适应, 后者是被动适应。技术变迁的压力既包括市场、制度、组织、文化和历史等外部因素, 也包括技术可能性、新技术特征要与整个技术系统和谐一致等技术本身的内部因素。随着技术在生产中的作用日益重要, 当代技术变革的动力更多地来源于竞争优势带来的超额利润, 企业会在利益驱动下进行各类研究与开发活动。正是这种对竞争优势的持续追求导致技术创新成为经济活动中普遍的行为, 同时也完成了对可利用的技术创新的选择<sup>[19]</sup>。

此外, 演化经济学家还发现: 技术创新活动的突出特征是不确定性; 新的技术进步越来越依赖于科学知识的发展; 创新活动日益复杂, 正式组织 (企业研究开发实验室、政府实验室、大学等) 比个体创新者更能推动技术创新; 但是仍有相当数目的创新和改进产生于“边干边学”和“边用边学”, 即通过各种实践过程学习使用和改进技术; 技术变迁过程具有累积性特征, 企业或国家实现技术进步的可能性由它们已经达到的技术水平所决定<sup>[20]</sup>。

### 3 演化的技术政策: 超越均衡

根据 Oltra 的定义, 技术政策是“政府为了激励技术变化的过程以及支持技术和科学知识的创造、利用和扩散而采取的一系列公共政策的总称”<sup>[21]</sup>。主流的均衡分析框架由于种种局限而不利于分析技术变迁的本质和政策的发展, 因此需要新的范式指导技术政策。

#### 3.1 均衡视角的技术政策

从 19 世纪下半叶的边际革命后, 经济学开始借用经典力学中的均衡概念描述市场秩序, 成为最早应用数学的社会科学。但是自从马歇尔的《经济学原理》出版后, “经济学作为一门学科已呈现出急剧

的狭窄化和形式化, .....放弃对现实世界的研究而专注于构建形式主义的模型, 使经济学家丧失了判断与理解实践问题和复杂情况的直觉能力。这种模型始终是一个封闭的系统, 而现实经济却是永不停息地受外部力量冲击的开放系统”<sup>[22]</sup>。

在技术创新活动中, 市场失灵导致用于促进技术进步的资源配置无法在纯市场条件下达到最优。均衡理论的分析导向是经济活动如何走向均衡, 技术进步如何促进经济增长, 以及如何实现技术进步所需资源的最优配置等, 因此纠正市场失灵、谋求科技资源的最优配置成为均衡框架下技术政策的基本策略<sup>[2]</sup>。相应地出现了多种政策工具, 包括通过专利制度提高发明人的私人收益、以直接补贴和减免税的形式为 R&D 提供财政支持、通过风险投资机制分担技术风险、创新产品的公共采购、建设公共科技基础设施、通过社会科技服务促进技术知识交流与转化等<sup>[23]</sup>。这些政策通过改变边际收益来发展技术, 但是政策会受到短期收益递减的制约。因为均衡的政策框架主要关心资源和激励, 将技术可能性和企业能力视作给定不变, 技术进步的自身过程并没有得到明晰地阐释, 对技术创新和动态变化的忽视成为均衡分析方法最为严重的问题<sup>[24]</sup>。

从本质上来说, 均衡框架下的技术政策是一种静态的、外部干预型的政策, 它将技术变迁视为必然的过程, 认为可以通过消除外部性和风险, 降低成本或提高技术进步的收益, 就能等价地促进技术进步<sup>[23]</sup>。克服市场失灵是政府政策干预的传统理由, 但是政府在干预时也会出现失灵。市场失灵条件下的技术政策要想取得令人满意的成果, 还有许多东西需要考虑, 例如政策工具的设计方式、正确的实施方式或者在进行创新时, 哪些领域是最需要支持的, 政策关注的核心是创新的产生还是创新的扩散等<sup>[2]</sup>。

#### 3.2 演化视角的技术政策

由于均衡理论无法揭示技术的生成、发展和演化规律, 加上现实中的市场失灵随处可见, 而且影响

Meme 原本是由生物学家道金斯 (Dawkins) 提出的与基因相对应的、用来表示文化传播基本单位的概念, 技术演化论者也借用此概念来表示技术进化的基本单位。

例如: Nelson 和 Winter 将企业惯例作为技术选择和进化的基因, Boulding 和 Basalla 则倾向于把人工制品作为技术进化的基因, 而 Hodgeson 则主张技术系统或技术—经济系统本身就是技术进化的基因。Ziman (2000) 倾向于将某种形式的创意或思想作为技术摩尔, Fleck (2000) 则按照标准达尔文模型的要求, 主张将人工制品—活动的耦合作为技术进化的基本单元, 而 Mokyr (2000) 则坚持知识乃是技术进化的基本因子。见 Ziman 主编 *Technological Innovation as an Evolutionary Process* Cambridge University Press, 2000。

关于技术政策和技术创新政策的区别见王春法。

巨大,所以均衡理论的市场失灵概念不能使政策研究非常深入,以纠正市场失灵为参照而拟定的政策无法为促进技术发展、国家科技和产业政策制订等问题提供合理依据<sup>[25][26]</sup>。Nelson和 Soete<sup>[27]</sup>提出应把讨论的重心适当集中到解决问题和调整应变上,即抛弃均衡理论的目标规范,不再试图规定一种“最优状态”以及达到这种状态的制度结构,而应该以能反映变迁过程的演化理论为依据来制定技术政策。

与均衡框架的静态技术政策不同,演化视角的技术政策寻求对经济动态发展过程的解释,是一种动态的、内部干预型的政策,技术及其变迁过程由此得到了更为贴近地剖析。基于演化理论的技术政策也更为直接地介入技术创新过程,其思维导向不再是消除市场失灵以谋求资源的最优配置,而是如何改变创新机会边界,提高企业接触和使用更大范围知识的能力,改善管理能力来改变和提高企业的创新机会<sup>[23]</sup>。其核心特征在于将注意力放在对技术的支持系统上,即支持企业的技术开发活动的制度和关系,通过完善创新系统来提升创新能力,促进创新的发生和进行。Metcalf指出,过去 15 年里实施频率逐步提高的政策都注重改进适合企业的技术支持系统之间的联系<sup>[26]</sup>。

由 Nelson 和 Winter<sup>[5]</sup>、Metcalf<sup>[28]</sup>、以及 Metcalf 和 Gibbons<sup>[29]</sup>等人发展起来的演化增长模型强调,当广泛使用的技术在生产率方面发生大量变异时,将对生产力的增长产生更强大的推动力。创新机会的本质是对技术进步做出贡献的知识种类以及产生相关知识的制度范围的多元化,但演化过程的自然趋势却是倾向于垄断,破坏驱动竞争的多样性。因为企业开展技术创新的动力是为了获得垄断地位,而不是为了以帕累托效率来分配资源。打破垄断的力量主要来自于竞争,只有通过不断引入新技术和新的生产方式才能维持有效的竞争<sup>[5]</sup>。因此,鼓励竞争和多样性是技术政策的必要组成部分,政策制定者不用考虑在技术开发过程中哪个企业更有可能成功,而是应该关心哪个技术机会是最有前途的创新源泉<sup>[26]</sup>。

目前的演化分析尚不完善,而且技术政策领域应用演化理论的方法才刚刚起步。一方面与均衡理

论的统治地位有关,另外还因为演化经济学未能形成体系完整的理论。除了对技术演化的基因存在分歧外,技术演化论者对生物隐喻方法使用的范围、达尔文主义渗透的程度也存在不同看法<sup>[22]</sup>。但演化理论打开了技术黑箱,并开始突破单纯的经济因素,将技术、制度、文化等因素纳入创新系统的框架中加以分析,表现出较强的解释力与可操作性,不仅契合了自然科学的进展,也顺应了社会科学的潮流。

### 3.3 演化技术政策的宏观应用:国家创新体系理论

国家创新体系(National Innovation System,以下简称NIS)理论是演化视角的技术政策在宏观领域的应用,它的提出是对科学技术与社会经济发展关系的认识不断深化的结果。NIS的概念渊源可以追溯到19世纪德国经济学家李斯特的观点,他曾主张采取广泛的措施,促进技术的学习、创新以及经济增长,使当时欠发达的德国能在经济上赶上英国。Freeman在李斯特观点的基础上,明确提出国家创新体系的概念<sup>[4]</sup>。他发现日本在二战废墟的基础上,以技术创新为主导,以组织创新和制度创新为动力,呈现出强劲的发展势头,只用了几十年的时间,便跃居工业大国行列,说明国家在推动技术创新中的重要作用。Freeman认为政策形成和实施本质上是一个国家过程,强调国家对科学技术基础设施和一系列互相联系的制度的支持,以及知识和技能创造、储存和转移的重要性,这正是NIS思想的核心。Lundvall<sup>[30]</sup>和 Nelson<sup>[31]</sup>的著作出版之后,NIS作为一种分析方法和研究框架正式流行起来。演化框架下的NIS理论将创新看作一种交互作用的社会过程,其分析方法是系统论的,所以国家作用的理论根据就是解决系统失灵问题。系统失灵主要表现在系统的行为者之间缺乏相互作用、公共部门的基础研究和工业应用性研究不匹配、技术转移机构失常以及企业的信息不足与吸收能力低下等<sup>[32]</sup>。系统失灵的存在表明政府在国家发展中的关键作用,即在技术更迭环境下提供技术经济机会。

人们常常简单的、狭义的从研发角度来定义“国家创新体系”,Freeman和 Soete认为NIS还应包括社会机构和制度等宽泛的范围<sup>[6]</sup>。因为技术的发展并不仅仅取决于研发活动,还要依赖于其他相

比如博尔丁、坎贝尔、弗莱克更倾向于采用严谨的生物学概念类来构建一种较为标准的达尔文技术进化模型;Nelson和 Winter、Ziman、Mokyr等人则主张一种较为宽松的技术进化模型,强调标准达尔文模型仅仅是通常以其名义命名的所谓达尔文学说的一整套更为宽泛的动态理论中的一个特例,认为技术进化不需要和生物进化完全拟合,见 Ziman。

关的活动,如教育、培训、生产工艺、设计和质量控制等。Freeman和Perez用“技术经济范式”的概念说明最优的创新模式需要相互联系的技术和组织创新结合在一起<sup>[12]</sup>。例如,人们通常只注意到工业革命时期英国在纺织业和钢铁工业中取得了重大发展,但英国的成就绝不局限于这两个工业领域,其他更重大的变化包括:生产方式从作坊式转变为工厂式;出现了新的管理模式和信贷公司;新兴的企业之间、各工业领域之间在新材料、新资源、新机器的使用上相互影响相互学习;建设了新的运输基础设施;形成了能够产生新的科学理论和技术发明的良好文化环境等。整个系统的创新使英国在产业革命时代超越了世界各国。但是新技术在发达国家的扩散会被各种不利因素所阻碍,以至于新技术在未受旧

范式束缚的国家中扩散反而更快,这为后进国家追赶先进国家提供了新的机遇,即所谓的后发优势。例如,德国在19世纪后半叶形成了世界上最优秀的技术教育和技术培训体系,这不但是德国超越英国的主要原因,而且为德国在20世纪保持领先而需要的技术熟练、高生产效率的劳动大军奠定了基础。后来美国超越德国、以及日本在二战后的高速经济增长,都表明技术发展速度不仅依赖于能否取得首创的重大创新成果,还取决于能否有效的推广与普及这些重大创新。技术后进国家的赶过程不仅是技术创新的结果,而且还有许多制度和组织的创新,因而是一种创新体系演变的结果,相应的制度创新是提高创新体系效率的关键(如图2所示)。

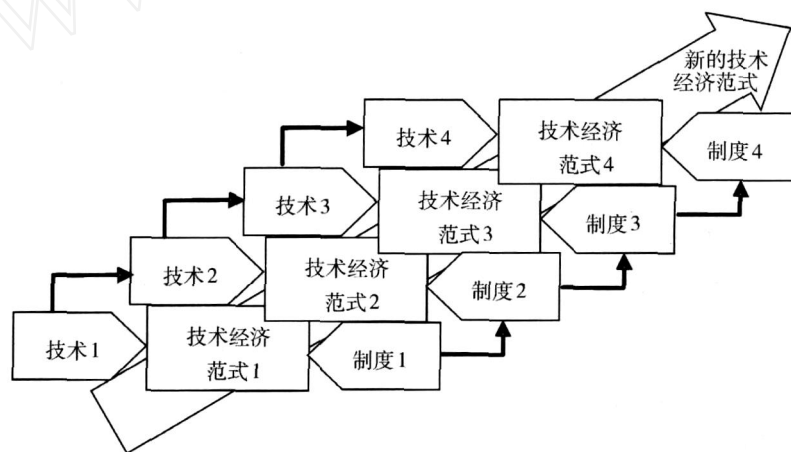


图2 技术、制度和技术经济范式的协同演化

#### 4 对我国技术政策的启示

通过上述比较可知,均衡理论偏爱市场的理想化状态,不欢迎在均衡状态时出现市场失灵的不完善问题。而演化理论则认为,正是市场的不完善——知识不对称、外溢性等不均衡状态——刺激了创新的发展。Bryant认为技术政策的定位应当是过程导向的,并聚焦于系统设计和社会、法律制度的改进,其目标是通过鼓励联系和互动以降低交易成本,通过构建知识和技能基础以促进知识传播<sup>[33]</sup>。

这种指导思想的转变为我国的技术政策提供了如下启示:

(1)在创新过程中鼓励竞争、保持技术进步方向的多样性、在知识传递上保持合作。

由于技术进步是一个连续过程,具有内在的不可分割性:它必须建立在总结与学习知识存量的基础上,也需要不断吸收新知识以保证选择集的扩大。为此技术政策应该考虑:

鼓励持续的竞争。竞争优势带来的利润是技术创新的根本动力,也是选择合理技术的天然淘汰机制。只有保持充分竞争才会迫使企业永不间断地进

Perez(1983)认为每一次技术突变都是新产品、新行业和新基础设施的发展契机,它逐渐产生出新的技术—经济范式。

包括已有技术的投资、管理当局的承诺、老技术的熟练劳动力、将老技术调整到更高水平的研发费用等。

这一优势在近代更加明显,如20世纪60~70年代的日本和80年代的韩国,通过快速的工业化进程,在很短时期内在钢铁、汽车和电子消费产品取得了令世界瞩目的生产能力。

行技术创新,竞争和创新之间的这种联系被证明是经济增长的主要原因。因此,竞争是技术政策的必要组成部分,其目的是保持开放的环境<sup>[28]</sup>。

保证技术的多样性。有效的竞争取决于行为的多样性,因为技术进步不只是个别技术的成功,而是要在演化过程中建立起相关的技术系统,由此实现持续发展的能力。技术多样性范围越广,意味着参与到竞争中的企业数量就越多,从而竞争也就越充分。

重视技术系统内知识传递的合作。创新过程中的知识学习、储存和转移事关企业的创新能力。知识有两类来源:一类是来自企业内部、通过“干中学”、“用中学”和企业 R&D 积累和创造的知识;另一类是来自企业外部、包括大学、研究机构或其他企业 and 国家创造的知识。Freeman 指出,这两类知识对技术创新同样重要,仅仅依靠内源的知识 and 技能不足以支撑技术的发展<sup>[34]</sup>。正是技术间的相互联系产生并传播了通用性的知识和技能,使同一技术体系中不同产品所要求的知识、技术和经验互相联系、互相支持<sup>[6]</sup>。

(2)构建适应技术进步的制度体系以满足技术经济范式的要求,才能充分利用后发优势实现赶超。

虽然大多数技术变革是渐进的,但并不意味着发展中国家的技术要随发达国家亦步亦趋,技术进步过程中的一些重大创新可以成为后来者跨越式发展的机会窗口<sup>[13]</sup>。英国、德国、美国、日本的发展就说明,技术领导地位能从一个国家和地区转移到别处去<sup>[6]</sup>。但是国家创新体系的概念表明了非技术因素对创新的影响,通过引进技术实现赶超需要一系列条件,后进国家的吸收能力将是其中的关键问题。如果不能提高对先进技术的吸收能力,同时实施相关体制的变革,从而有计划的增强国家自主创新能力,那么从技术引进中获得的成功将十分有限。因为新技术的大规模扩散和应用都伴随技术经济范式的重构,打破了原有技术、经济、管理和社会制度中的组织习惯。所以熊彼特用“创造性毁灭”描述技术进步的矛盾性质:“工业突变的过程……从内部不断的革新经济结构,不断的毁灭旧事物,创造新事物”<sup>[35]</sup>。每种新技术起先都被看作新机遇,但很快就成为企业、制度和社会原有行事方式的威胁,因为旧制度只适应前一范式的要求,不能顺应、甚至会

阻碍新技术的发展。最深刻的教训莫过于鸦片战争后清政府的洋务运动,虽然引进了国外先进的技术,但是政治和企业制度却没有随近代化的工业生产而转变,加上缺乏相关技术基础设施和培训,最后仍以失败告终。因此,技术政策的着眼点还要“超越技术”,把制度创新与技术进步结合起来。

#### 参考文献:

- [1] Perez C. 技术变迁与作为移动目标的发展机会 [A]. 莱纳特,贾根良. 穷国的国富论 [C]. 北京:高等教育出版社,2007.
- [2] Metcalfe J S. Technology systems and technology policy in an evolutionary framework [J]. Cambridge Journal of Economics, 1995, 19(1): 25 - 46
- [3] Williamson O. The Economic Institutions of Capitalism [M]. Free Press, 1985
- [4] Freeman C. Technology Policy and Economic Performance [M]. Pinter Publishers, 1987.
- [5] Basalla G. 技术发展简史 [M]. 上海:复旦大学出版社,2000
- [6] Freeman C, Soete L. The Economics of Industrial Innovation (3<sup>rd</sup> edition) [M]. Routledge, 1997.
- [7] 杨勇华. 马克思关于技术变迁的演化经济思想 [J]. 经济学家, 2007, (4): 65 - 70.
- [8] 陶海青,金雪军. 技术创新的演化趋势 [J]. 管理世界, 2002, (2): 146 - 150.
- [9] Nelson R, Winter S. An Evolutionary Theory of Economic Change [M]. Cambridge, Mass, London: The Belknap Press of Harvard University Press, 1982
- [10] Mokyr 技术变化中的进化现象 [A]. Ziman 技术创新进化论 [C]. 上海科技教育出版社, 2002
- [11] Perez C. Technological Revolutions and Financial Capital [M]. Edward Elgar Publishing, 2002
- [12] Freeman C, Perez C. Structural crises of adjustment: Business cycles and investment behavior [A]. Dosi G. Technical Change and Economics Theory [C]. London and New York: Pinter Publishers, 1988
- [13] Perez C. 技术演化、范式转换与社会—制度变迁 [A]. 莱纳特,贾根良. 穷国的国富论 [C]. 北京:高等教育出版社,2007.
- [14] Freeman C. Introduction [A]. Dosi G. Technical Change and Economics theory [C]. London and New York: Pinter Publishers, 1988
- [15] Dosi G. Technical Change and Economics theory [C].

- London and New Yorks: Pinter Publishers, 1988
- [16] Rosenberg 探索黑箱:技术、经济学和历史 [M]. 北京:商务印书馆, 2004.
- [17] Nelson R. Understanding Technical Change as an Evolutionary Process[M]. 1987.
- [18] 王敏,银路. 技术演化的集成研究及新兴技术演化 [J]. 科学学研究, 2008, (3): 466 - 471.
- [19] 郭箭. 技术创新的演化特征与有效技术创新政策的制定及实施 [J]. 上海经济研究, 2000, 11: 59 - 62
- [20] 王晓蓉,贾根良. “新熊彼特”技术变迁理论评述 [J]. 南开经济研究, 2001, (1): 49 - 58
- [21] Oltra V. An Evolutionary Analysis of Technology Policy [C]. Institutions and the Evolution of Capitalism, Cheltenham, UK: Northampton, MA, USA, 1999.
- [22] Hodgson G 演化与制度 [M]. 中国人民银行出版社, 2007.
- [23] 邢怀滨,苏竣. 均衡与演化框架下的技术政策比较 [J]. 科学学研究, 2004, (5): 488 - 492
- [24] Hodgson G Economics and Institutions [M]. Cambridge and Philadelphia: Polity Press and University of Pennsylvania Press, 1988
- [25] 柳卸林. 技术经济学的重建 [J]. 数量经济技术经济研究, 1993, 9: 30 - 34.
- [26] Metcalfe J S 演化经济学与创造性毁灭 [M]. 中国人民大学出版社, 2007.
- [27] Nelson R, Soete Policy conclusions[A]. Dosi G Technical Change and Economics Theory [C]. London and New Yorks: Pinter Publishers, 1988
- [28] Metcalfe J S The diffusion of innovations: an interpretive study [A]. Dosi G Technical Change and Economics theory [C]. London and New Yorks: Pinter Publishers, 1988
- [29] Metcalfe J S, Gibbons M. Technology, variety and organization [A]. Research on Technological Innovations, Management and Policy [C]. JAI Press, 1989.
- [30] Lundvall B - A. National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning [M]. London: Pinter Publishers, 1992
- [31] Nelson R. National Innovation Systems: A Comparative Analysis [M]. Oxford University Press, 1993.
- [32] 王春法. 国家创新体系与东亚经济增长前景 [M]. 北京:中国社会科学出版社, 2002
- [33] Bryant K 促进创新:就演化经济学和系统研究方法应用于政策问题的一种总的看法 [A]. Foster, Metcalfe 演化经济学前沿 [C]. 高等教育出版社, 2005.
- [34] Freeman C. Economics of technology change [J]. Cambridge Journal of Economics, 1994, 18: 463 - 514.
- [35] Schumpeter J. 经济发展理论 [M]. 商务印书馆, 1991.
- [36] Perez C. Structural change and the assimilation of new technologies in the economic and social systems [J]. Future, 1983, 15 (5): 357 - 375.
- [37] Ziman J. 技术创新进化论 [M]. 上海科技教育出版社, 2002
- [38] 王春法. 技术创新政策:理论基础与工具选择 [M]. 北京:经济科学出版社, 1998
- [39] 张晨曦. 洋务运动期间中国社会对西方近代科技态度的转变 [J]. 自然科学史研究, 1990, 1: 9 - 21.

## The evolution of technology and the evolutionary technology policy

SU IJi-gang, SU Jun

(School of Public Policy and Management, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

**Abstract:** This paper points out the defects of neo - classic economics and technical - revolution theory in explaining technical change; it holds the view that technical change is an evolutionary process which is improving on the base of original technology. Therefore, technology policy fitting for technical change should start from evolutionary theory rather than the equilibrium theory and revolutionary theory. This gives some new thinking for China 's technology policy.

**Key words:** technical change; technology policy; evolution