

新兴技术演化的整体性分析框架： “三要素多层次”共生演化机理研究

王 敏, 银 路

(电子科技大学 经济与管理学院, 成都 610054)

摘 要:新兴技术演化是在技术自身、市场需求、配套环境、企业能力等众多要素的共同作用下完成的。本文对企业能力、市场需求和配套环境与新兴技术之间的共生演化机理进行了探讨,提出了一个新兴技术“三要素多层次共生演化”模型,旨在通过研究本模型为揭示新兴技术演化过程的特征提供一个多视角的整体性分析框架,为进一步从不同层面、不同角度深入研究新兴技术演化提供理论指导。

关键词:新兴技术;共生演化;企业能力;市场需求;配套环境

中图分类号:F062.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-980X(2010)02-0028-06

随着新兴技术出现速度的加快以及对产业影响范围的扩大,如何有效管理新兴技术以获得持续竞争优势是企业面临的一大难题,也是创新管理领域的一个重要研究前沿,受到国内外学者的关注^[1-3]。但新兴技术以其高度不确定性和复杂性让现有的管理理论面临极大的挑战,让管理者面临两难的选择。要降低管理新兴技术的不确定性,一个根本性的问题是要认识新兴技术演化的机理,了解影响新兴技术发展演化的重要因素及其影响路径。因为新兴技术从产生到实现“创造性毁灭”的演化过程,不仅仅是技术沿着特定技术轨道的演进,更重要的是新兴技术与其他相关要素共生演化的过程。正是这些要素的交互作用,以新兴技术为核心的新的技术-经济系统才能成功改变或替代原有的技术-经济系统,表现为创造一个新的行业或改变已有的行业;也正是新兴技术演化的多层次性和多因素协同的特征,使得新兴技术的演化过程表现出高度的复杂性,使得管理新兴技术面临高度的不确定性。因此,系统、深入研究新兴技术的共生演化机理,是有效管理新兴技术的一个重要课题,不仅对促进新兴技术管理理论的发展具有重要意义,而且对企业有效管理新兴技术同样具有重要的指导作用。

目前研究新兴技术演化的文献非常缺乏,部分文献从技术层面基于S曲线对新兴技术沿着不连续技术轨道的演化过程进行了研究,探讨技术S曲线出现跳跃的原因及产生的后果。如Tushman和

Anderson认为技术的不连续性是新兴技术出现的原因,并对基于原来技术的能力产生破坏^[4];宋艳基于技术扩散的S曲线对新兴技术的演化进行了分析^[5];高建等提出了新兴技术演化的跃迁模型^[6]。也有部分研究从政策方面对新兴技术演化的过程进行了探讨,如Ron Adner和Levinthal应用“间断均衡”理论,借用生物演化的思想对新兴技术的演化进行研究,强调应用领域的改变是实现“创造性毁灭”的主要原因^[7]。已有研究为进一步的深入研究提供了较好的基础,但也存在一些不完善之处,主要表现在:第一,目前基于S曲线对新兴技术演化的研究,只是关注技术本身的演化特点和路径,不能解释有些新兴技术因补充性资产缺乏或相关配套环境不完善而沦为“早熟技术”的现象。第二,缺乏系统揭示新兴技术与企业内部和外部影响因素之间相互作用的研究。仅有的相关研究几乎全部集中在需求-技术或产业环境-技术等两要素的共生演化模型上,从企业、市场和配套环境3个方面探讨新兴技术共生演化问题的研究缺乏,从而使得研究结论缺乏对现实的指导性。第三,对新兴技术与企业能力之间的共生演化关系的研究完全空白,不能为新兴技术演化提供企业层面的理论解释,因此对企业的指导意义不大。第四,缺乏对不同层次共生演化关系之间交互作用的影响,因此不能很好解释新兴技术在产业层面和宏观经济层面产生的影响。

基于以上分析,本文试图对影响新兴技术共生

收稿日期:2009-12-24

基金项目:国家自然科学基金资助项目(70772069)

作者简介:王敏(1978—),女,甘肃兰州人,电子科技大学经济与管理学院讲师,博士研究生,研究方向:技术创新管理、新兴技术管理;银路(1957—),男,四川成都人,电子科技大学经济与管理学院教授,博士生导师,研究方向:技术创新管理。

演化的关键要素进行识别并对其作用机理进行探讨,将新兴技术演化的企业能力基础、市场需求、配套环境纳入一个整体性的研究框架,为进一步研究提供一个更具系统性的研究思路。

1 新兴技术演化的关键要素识别及其作用机理

1.1 新兴技术的性能、功能

就象基因有缺陷的物种很难在生存竞争中留存下来一样,没有优越性能和发展潜力的技术也很难被市场选择留存下来。因此要判断一项技术是否能够成为创立新行业或改变老行业的新兴技术,首先要考虑的就是它是否符合科学技术发展的趋势,是否具有现实的或潜在的性能、功能优越性。换句话说,现实的和潜在的性能、功能优越性和发展潜力是新兴技术演化的基础和前提,以下对其他影响新兴技术演化的关键要素的讨论,都是在此基础和前提之下的。

1.2 市场需求

自从市场拉动(market-pull)创新的概念被提出后^[8],需求对技术创新的作用就成为一个研究热点。一方面,满足市场需求是技术创新的最终目的,需求的变化会对技术发展趋势具有重要的导向作用,例如,消费者对电脑便携性要求的不断提高,就是笔记本电脑技术改进的一个重要方向;而从另一方面来看,技术性能的改进和功能的变化,也会引导消费者的需求发生变化,例如录像机最初的目标消费者是电影制造商,但随着其体积、性价比的变化,最终走入“寻常百姓家”。市场需求和技术发展之间的这种相互影响,使得技术和市场的共生演化成为很多学者关注的问题。如 Clark、Von Hippel、Christensen 分析了需求环境对技术演化的影响^[9-11]; Geels 提出,技术和消费者偏好之间存在共生演化^[12]; Ron Adner 和 Levinthal 分析了需求异质性对技术创新类型和演化趋势的影响^[13]; Sarach Kaplan 通过模型分析提出生产者和用户是相互影响的,而系统内主体的共生演化引起技术的变革^[14]。

需求的不确定性是新兴技术高度不确定性的内涵之一,判断新兴技术是否成功实现商业化的最终标准是其能否建立强大的市场需求。因此对新兴技术来说,市场需求是决定其能否实现“创造性破坏”的最为关键的要素之一。市场需求与新兴技术的共生演化过程,本质是企业与消费者之间展开的技术供给与技术需求的双向试错过程。由于新兴技术还没有稳定的“频数依赖”效应^[15],因此其未来的发展面临巨大的不确定性。要保证新兴技术不被市

场选择淘汰,关键就是要打破消费者对原有技术的“锁定”,让新兴技术尽快被早期采用者采纳,从而建立新兴技术得以进一步扩散的基础。因为随着消费者对新兴技术采纳的增加,企业会把更多的资源和能力投入到新兴技术的性能改进中,而技术性能的不断完善,反之又会促进更多消费者采纳新兴技术。在此过程中,新兴技术-新兴市场的反馈学习系统逐渐建立,以新兴技术为主导的新兴产业逐渐形成。

与技术轨道已经稳定的成熟技术相比,新兴技术的科学基础还未稳定、技术轨道还在流动中,所面临的是尚不存在的市场,因此新兴技术与市场需求的共生演化和成熟技术与市场需求之间的共生演化模式、机理都是不同的。第一,成熟技术的技术轨道已经稳定,企业与消费者之间的技术-需求改进的反馈系统已经建立,因此不论是从技术环境还是消费环境来看,成熟技术所处的都是连续性环境,它的共生演化过程表现出的是缓慢的增量性变化。而新兴技术与市场需求之间的共生演化过程就完全不同了,由于技术和市场应用两方面环境的不连续性,因此其共生演化过程表现出跳跃式特征。第二,上述两类共生演化过程中的主体作用不同。在成熟技术的演化过程中,消费者在技术-市场的演化中发挥更大的主动性,企业技术变化方向更多关注的是如何满足消费者不断提高的需求;而在新兴技术的演化过程中,市场需求尚不存在,消费者甚至连新兴技术具有哪些功能、能满足什么样的需求都不清楚,因此新兴技术企业是促进技术-市场演化的主体。企业通过对不同技术轨道的不断摸索,寻找新兴技术可能的市场用途,并不断向消费者发出信号,通过对消费者的引导和消费者对技术的反馈,在不断地试错学习中确定新兴技术的市场爆发口。第三,两类共生演化过程中的信息传递渠道不同。如前所述,在成熟技术与市场需求的共生演化过程中,企业与消费者之间的技术-需求改进的反馈系统已经建立,消费者可以通过销售商、售后服务等业已建立的渠道向企业传递新的需求信息,反之,企业可以通过这些渠道向消费者公布技术的新进展。而新兴技术的市场尚未明确,目标消费者也难以确定,更谈不上技术-市场的学习反馈系统,因此要在企业与消费者之间传递信息,更多地是通过探索性调研、基于文献的市场趋势分析以及领先用户等方法实现的。

1.3 配套环境

大量新兴技术发展的案例表明:新兴技术的演化是一个需要资源持续增加的过程,这些资源不仅是由新兴技术企业提供,其相关的补充性资产或配套设施还需要由大量的企业和公共部门提供。这

些资源的提供者及其之间的关系构成了新兴技术的配套环境(主要包括支持新兴技术发展的辅助设施、补充性及技术以及相关制度)。已有的文献研究证明,配套环境对技术的发展演化具有重要的作用,如 James F. Moore 认为新技术的演化无法在真空中进行,它必须吸收各种各样的资源,需要资金、合作伙伴、供应商和顾客创建合作的网络,只有如此才能成功地演化^[16]。Clayton Christensen 以计算机软驱为案例,指出一项新技术只有在适时的环境中才可能成长为新技术^[17]。Ron Adner 分析指出,新技术的快速发展得益于丰富的外部环境^[18]。蔡敦浩、蓝紫堂以台湾的 E-Learning 产业为例,借用生态系统对新物种发展作用的思想,分析了新兴技术如何向新兴产业动态演化^[19]。也有部分文献通过实证研究论证了技术与其配套环境之间的共生演化关系:Kalpana 以印度的制药行业为例,分析了政策与技术之间的共生演化^[20];Constant 基于“实践网络”分析了技术演化过程中创新主体之间复杂的因果关系,试图对技术共生演化的动力进行解释^[21];Kenney 和 Patton 以硅谷高技术集群为对象分析了技术与制度的共生演化^[22]。

新兴技术从最初的“技术物种”出现到对产业结构和经济结构产生重要影响,其演化过程也是新兴技术配套环境不断形成和完善的过程。随着配套环境的不断完善,新兴技术与其配套环境之间形成了新的技术体系结构^[23],与原有的技术体系结构竞争,并最终取代旧的技术体系结构。通过对 MP3、数码相机等新兴技术发展的案例分析^[24-25],我们发现:对技术轨道已经稳定的成熟技术来说,技术的改进或创新,总是囿于已有的技术体系结构,单项技术对配套环境的影响力很小。由于体系结构的相对稳定性,成熟技术的改进总是沿着特定方向的连续性改进,因此当面临“不连续性”时,拥有成熟技术的企业就很难克服这种结构稳定所带来的刚性。正如 Christensen 所说,持续的技术改进就像重新安排泰坦尼克号上的座位,无法改变船的下沉^[26]。而对新兴技术来说,其配套环境还未出现、或者还极不完善,因此技术的发展与其潜在的配套环境提供者之间也会展开双向的试错过程,通过不断地学习和反馈,新兴技术和其配套环境得到了协同发展,在此过程中,以新兴技术为核心的新的技术体系结构逐渐形成,并与旧技术的体系结构展开竞争。

1.4 企业能力

在生物学的共生演化系统中,初期的共生关系带有极大的随机性。新物种的发展进化完全是被动受“自然选择机制”的作用^[27]。而新兴技术的演化

过程中包含着各种主动的判断和选择行为,比如企业可以通过为将来投资而获得更多的选择的权利,从而获取更多的利润^[28];企业不仅可以调整行为适应环境,也可以通过战略行动改变其所处的竞争环境^[29]。很多战略管理的文献研究表明:企业的能力是其获得竞争优势的基础^[30],而环境的快速变化也会导致企业核心能力的不断退化^[31],因此很多学者提出动态能力(dynamic capability)是企业通过战略行动对环境快速变化的关键^[32],但是 Iansiti 和 Clark 认为动态能力不应该是一个新概念,因为企业能力本身就是动态的,是企业能力与市场、技术环境共生演化的结果^[33]。由于新兴技术的知识基础不断扩展、技术轨道的流动性和市场需求的高度不确定性的存在,因此相对于传统产业的企业,新兴技术企业面临的是更为复杂多变的环境,对企业能力的“动态性”要求更高。但如前所述,由于新兴技术的体系结构还未形成,企业面临的结构刚性相对于传统产业的企业要小,因此企业能力对改变新兴技术的市场和技术环境具有很大的作用空间。所以说,相对于传统产业企业来讲,研究新兴技术企业能力与新兴技术的共生演化是一个更有意义的问题。这个问题的分析逻辑如图 1 所示。

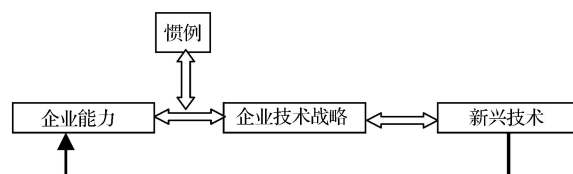


图 1 企业能力与新兴技术共生演化的分析逻辑图

对企业能力与新兴技术共生演化关系的探讨可以从以下问题切入:

1) 企业能力如何影响新兴技术演化。

现有研究对企业能力如何影响新兴技术的发展给出了不同的结论:一种观点认为企业能力的累积性特征为大企业发展新兴技术带来优势^[29];另一种观点认为能力的累积性特征会产生刚性,不利于大企业新兴技术发展^[34]。本文认为,要回答这个问题,必须从能力的知识基础出发,对企业能力进行分类,并引入企业惯例作为中介因素,判断什么样的能力有利于新兴技术的发展演化,什么样的能力会阻碍新兴技术的演化,并进一步研究企业能力是通过什么路径对新兴技术的发展加以影响的。例如,根据 Winter 和 Helfat 的观点,企业能力可以分为动态能力和运作能力(operational capability)^[35-36]。根据企业能力的层级观点,运作能力由低层次、操作层次的组织知识和技能组成,而动态能力是“企业在

快速变化的环境中整合、建立和重构内外竞争力来获取持续竞争优势的能力^[32],属于协调企业操作层次知识和技能的高层次机制^[37]。根据能力的知识基础,运作能力往往依赖于企业现有的知识基础,而动态能力更多地是依赖于及时的、反映环境变化的新知识^[38]。按照这种分类方式,我们认为运作能力层次的积累性特征会产生阻碍新兴技术发展的刚性;而动态能力层次的积累性特征会增加企业在面临新问题时的搜寻范围,从而会增加企业战略的灵活性,有利于新兴技术的发展。

2) 新兴技术的发展如何影响企业能力的演化。

已有的研究认为企业有效管理新兴技术的途径之一就是“发展新能力”,尤其发展与新兴技术相关的核心能力。但由于新兴技术本身发展的动态性,因此其对“新能力”的需要也是动态的,从而增加了管理新兴技术的难度。组织理论和战略理论的一个重要观点是:外部的环境会对企业的战略产生影响,而战略目标的变化必然导致企业内部资源配置方式的变化。由于企业的能力是以资源为基础的,因此可以推论:外部环境的变化会影响企业能力的发展。在科学技术变革越来越快的知识经济社会,技术环境是企业外部环境的重要构成方面,而技术的发展方向、发展状况是影响企业战略的非常重要的力量,会对企业能力的发展方向产生重要的导向型作用。对新兴技术企业来说,技术的发展对企业能力的影响作用更是显著。因为不同于传统产业,新兴技术的体系结构正在形成中,对新兴技术企业能力的要求也是模糊、动态变化的。企业要想从新兴技术的发展获得先动优势,就必须密切关注技术及其配套环境的发展动向,并随时对企业内部和外部资源进行整合,从而获得管理新兴技术的动态能力。我们认为企业要适时发展应对新兴技术挑战所需要的新能力,关键是必须对新兴技术的演化路径(包括技术演化和市场演化)有清晰深入的理解,只有这样,企业才可能知道:在新兴技术发展的不同阶段,什么样的能力对保持企业的生存和赢利是最重要的;不同阶段管理新兴技术的关键能力所需要的主要知识是什么。只有打开新兴技术发展如何影响企业能力演化的“黑箱”,企业才有可能在管理新兴技术的竞赛中避免“参与过晚”或“为他人做嫁衣裳”的尴尬境地。

1.5 其他要素

新兴技术的共生演化系统是一个随着技术本身性能和功能演化而动态改变的复杂调适系统(complexity adaptive system)^[19],系统中除上述提及的关键要素以外,其他一些要素也会对新兴技术的演

化过程产生影响,如文化、伦理、宏观经济环境等。已经有文献探讨了科学和技术的共生演化^[39]、技术和文化的共生演化等问题^[40],这些都对新兴技术的共生演化研究有一定的借鉴意义。但为了降低研究的复杂性,我们可以对新兴技术的共生演化要素进行一些技术处理,比如在新兴技术与市场的共生演化中,可以加入文化因素作为研究背景变量,而在研究新兴技术与配套环境的共生演化中,可以将宏观经济作为环境变量。通过这些技术处理,合理地减少新兴技术共生演化系统中的要素,从而有效降低研究的复杂性。

基于以上考虑,我们选择市场需求、配套环境和企业能力作为影响新兴技术演化的3个关键要素,提出新兴技术共生演化的“三要素”模型。

2 新兴技术共生演化跨越的层次

根据技术变革所影响范围的不同,Freeman和Perez提出了4种创新类型:渐进创新(incremental innovation)、突破性创新(radical innovation)、技术系统(technology system)的变革和技术-经济范式(techno-economic paradigm)变革^[41]。根据他们的观点,渐进创新发生在任何产业内部,是一种连续性改进价格和性能的创新。突破性创新是不连续事件,在不同部门和时间段内不均匀分布。突破性创新是新市场增长的潜在源泉,也是与经济繁荣相关的新投资的增长领域。突破性创新往往还伴随着产品、工艺和组织的创新,例如,相对软磁盘技术,光盘技术就是一种突破性创新。技术系统的变革是影响更为深远的技术变化,不仅影响经济中的若干部门,也可能产生全新的部门,例如,数字音乐播放器及其配套软件技术的创新,不仅开创了数字音乐产业这个新行业,对传统音乐产业的运作模式也产生了巨大的冲击。这种变革是渐进创新和突破性创新的组合,会影响一类企业或几类企业的组织和管理创新。更高层次的变革是技术-经济范式的变革,会影响整个经济形态。这个层次的变革包括特殊产品和工艺技术的技术通道(technology trajectory)的变革,影响经济系统中各个部门的投入成本结构和生产、流通条件。例如,互联网带来的变革就属于此层次的变革。

按照这种分类方式,以上4种变革所涉及的参与者数量依次增加,变革的影响范围也依次扩大。例如,渐进创新往往是由同一个部门的一家或几家企业完成,影响范围只局限在特定的产品或工艺;而技术系统的变革,一般涉及不同部门的多家企业,而影响范围不仅是产品、工艺的变化,更重要的是对一

个或多个部门的生产流程、商业模式产生深远影响。基于以上认识,我们认为新兴技术所带来的变革属于技术系统层次和技术 - 经济范式层次的变革。根据新兴技术演化过程中的不同“里程碑”事件^[1],可以将其演化过程划分为以下几个阶段:

第一阶段,在现有成熟的技术体系结构内,新兴技术在特定的小生境(niche)中萌芽^[42]。没有主导设计,不同的技术形式互相竞争,最早的新兴技术研发企业致力于开发最好的设计,并努力使新兴技术演化的不同元素之间在不断地试错性反馈学习过程中逐步协同构建新兴技术体系结构。最初的技术狂热者和早期采用者是推动新兴技术在小生境中演化的支撑,他们(尤其是新兴技术提供者)希望新兴技术能够被主流的技术体系结构认可甚至替代现有的体系结构。但这是很不容易的,主流消费者的消费惯例、配套企业的“路径依赖”以及对“连续性”经营的偏好^[43-44],使得主流的技术体系结构相对稳定,难以被新兴技术渗入。

第二阶段,新兴技术在小的缝隙市场或团簇性市场^[1]得到应用,随着技术 - 市场的学习反馈,企业从市场中获得进一步改进新技术的资源。随着技术的扩散,新兴技术企业工程师和相关配套资产生产商之间慢慢形成了知识的“实践网络”^[45],与新兴技术相关的知识在这个网络内传递、扩散,反过来促进新兴技术的进一步改进。当这个实践网络中的参与者逐渐就新兴技术的性能发展趋势达成共识,新兴技术就有了自己的技术通道。与此同时,用户和新技术的相互试错过程还在继续,企业不断把用户的使用经验融入技术发展,逐步发现技术的新功能,为新兴技术向主流市场渗透奠定基础。

第三个阶段的标志是新兴技术的突破,广泛被扩散,新兴技术的体系结构逐渐形成并与已有的技术结构体系竞争。新兴技术的突破是由两个相互补充的动力驱动的。一方面,新兴技术在小生境内部的不断发展形成的技术驱动力,如性价比的改进、采纳的回报递增、有效的技术 - 市场的共生演化关系、新兴技术的配套环境提供者对新技术扩散的大力推动等;另一方面,新兴技术能否从小生境突破进入主流的经济领域,还依赖于新兴技术共生演化系统的外部环境,如“机会窗口”的出现^[46]。机会窗口的出现是因为现有的技术体系结构内,一些关键的问题不能被已有技术解决,如技术瓶颈、现有技术的回报递减等,而且企业间的竞争和战略游戏也可能为新技术创造机会。一个典型的案例是:中国联通和中国移动之间的竞争和博弈结果,为中国电信推出小灵通技术创造了机会。而从更高的技术 - 经济范

式的层次来看,变革对现有技术体系结构和选择环境产生压力,也可能为新技术创造机会。例如,我国大力推动经济增长方式的转型,就对现有一些高能耗、高污染的技术体系结构产生了压力,同时也为能源友好型的新技术提供了“机会窗口”。

在第四阶段,伴随着新兴的技术体系结构替代旧的技术体系结构,新兴技术产业蓬勃发展,实现了对旧产业的“创造性毁灭”。由于不同产业之间的产业创新系统效应^[47],因此新兴技术产业的演化进而会引起技术 - 经济范式发生变化,最终实现整个经济结构的演化。

3 新兴技术“三要素多层次”共生演化概念模型

根据前面的分析,结合技术变革 4 个层次之间的向下包含关系,我们认为:新兴技术的共生演化过程,其本质是不同层次的技术共生演化的动力学之间相互作用的结果,如图 2 所示。

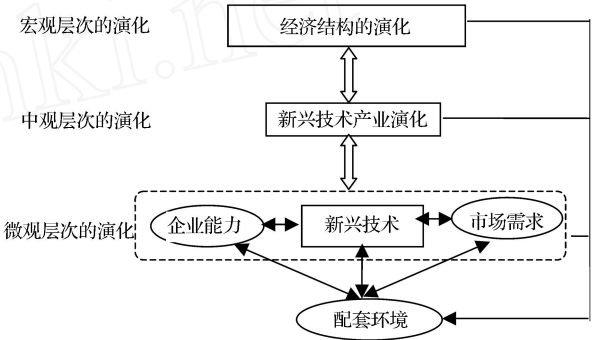


图 2 新兴技术共生演化的系统层次图

微观层次的新兴技术演化,主要是指企业能力、市场需求与新兴技术性能和功能之间的共生演化;中观层次的新兴技术演化,是指随着配套环境与新兴技术的共生演化,新兴技术的体系结构逐渐建立并发展,其具体的表现就是新兴产业进入快速成长期;宏观层次的新兴技术演化,主要是指由于产业之间波及效应的存在,因此随着新兴技术体系结构的不断完善、新兴技术产业的蓬勃发展,带动(或推动)了经济结构发生变迁。我们的观点是,新兴技术的“共生演化”不仅是指各个层次上不同要素之间的相互作用、协同发展,也包括不同层次间演化之间的相互作用。例如,微观层次的新兴技术共生演化会受到现有产业形态和经济结构的影响,这种影响在一定意义上是通过配套环境产生影响的;反之,微观层次共生演化过程的推进,对配套环境也会产生影响,从而新兴技术对产业层面和经济结构层面开始产生影响。

4 小结

本文提出了新兴技术“三要素多层次共生演化”的概念模型,在对技术创新管理领域的技术系统观和技术社会学的观点进行整合的基础上,引入战略管理领域关于企业能力的理论,将企业能力、市场需求、配套环境纳入一个整体性的研究框架,也在研究的微观-中观-宏观视角之间架起了桥梁,从而为新兴技术演化的进一步研究提供一个系统性的研究思路。

参考文献

- [1] 乔治·戴,保罗·休梅克.沃顿论新兴技术管理[M].石莹,等,译.北京:华夏出版社,2002.
- [2] 银路,王敏,萧延高.管理新兴技术的若干新思维[J].管理学报,2005(3):277-280.
- [3] 李仕明,李平.新兴技术变革及其战略资源观[J].管理学报,2005(3):304-306.
- [4] TUSHMAN M, ANDERSON P. Technological discontinuities and organizational environment[J]. Administrative Science Quarterly, 1986, 31(3): 439-465.
- [5] 宋艳,银路.基于不连续创新的新兴技术形成路径研究[J].研究与发展管理,2007(4):31-35.
- [6] 魏平,高建.跃迁模型:制定新兴技术战略的一种理论方法[J].科学学研究,2006(5):684-687.
- [7] ADNER R, LEVINTHAL D. The Emergence of Emerging Technologies[Z]. Working paper of INSEAD, 2002.
- [8] SCHMOOKLER J. Invention and economic growth[M]. Cambridge: Harvard university press, 1966.
- [9] CLARK K B. The interaction of design hierarchies and market concept in technological evolution[J]. Research Policy, 1985, 14: 235-251.
- [10] VON HIPPLE E. 技术创新源泉[M]. 柳卸林,译.北京:科学技术文献出版社,1997.
- [11] CHRISTENSEN C M, SUAREZ F F, UTTERBACK J M. Strategies for survival in fast-changing industries[J]. Management Science, 1998, 44(12): 207-220.
- [12] GEELS F W. Technologies transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case study[J]. Research Policy, 2002, 31: 1257-1274.
- [13] ADNER R, LEVINTHAL D. Demand heterogeneity and technology evolution, implications for product and process innovation[J]. Management Science, 2001, 47(5): 611-628.
- [14] KAPLAN S. Thinking about technology: understanding the role of cognition and technical change[R]. Working paper, MIT Sloan School of Management, 2003.
- [15] WITT U. "Lock-in" vs. "critical masses"-industrial change under network externalities[J]. International Journal of Industrial Organization, 1997, 15: 753-773.
- [16] 罗伯特·A·伯格曼,莫德斯托·A·麦迪奎,史蒂文·C·惠尔赖特.技术于创新的战略管理[M].陈劲,王毅,译.北京:机械工业出版社,2004.
- [17] CHRISTENSEN C M, ROSENBLUM R. Explaining the attacker's advantage: technological paradigms, organizational dynamics, and the value network[J]. Research Policy, 1995, 24: 233-257.
- [18] ADNER R. When are technologies disruptive: a demand-based view of the emergence of competition[J]. Strategic Management Journal, 2002, 23(8): 667-668.
- [19] 蔡敦浩,蓝紫堂.新兴产业发展的复杂调试系统观点——以台湾 E-Learning 产业为例[J].管理学报,2004(6): 715-732.
- [20] CHATURVEDI K. Policy and technology co-evolution in the Indian pharmaceutical industry[Z]. Development Policy and Practice Working Paper, The Open University, 2005.
- [21] CONSTANT E W. Why evolution is a theory about stability: constraint, causation, and ecology in technological change[J]. Research Policy, 2002, 31: 1241-1256.
- [22] PATTON D, KENNEY M. Innovation and Social Capital in Silicon Valley[Z]. BRIE Working Paper, 2003, 6.
- [23] 查尔斯·R·莫里斯,查尔斯·H·福格森.体系结构如何赢得技术战争[M]//吴雯芳,李旭,译.高新技术产业管理.北京:人民大学出版社,2004.
- [24] 扬志刚.技术的系统观[J].科研管理,2003(3):109-116.
- [25] 芮明杰,巫景飞,何大军. MP3 技术与美国音乐产业演化[J].中国工业经济,2005(2):110-117.
- [26] CHRISTENSEN C M. The Innovator's Dilemma[M]. Boston: Harvard Business School Press, 1997.
- [27] 杰克·J·弗罗门.经济演化——探究新制度经济学的理论基础[M].李振明,刘社建,齐柳明,译.北京:经济科学出版社,2003.
- [28] AMRAM M. Uncertainty: the new rules for strategy[J]. The Journal of Business Strategy, 1999(3): 25-29.
- [29] 薛红志,张玉利.主导企业在突破性变革时期的技术投资与技术能力[J].中国软科学,2007(5):43-52.
- [30] CONSTANCE H E, RUTH R S. Product sequencing: co-evolution of knowledge, capabilities and products[J]. Strategic Management Journal, 2000, 21: 961-979.
- [31] COATES T T, MCDERMOTT C M. An exploratory analysis of new competencies: a resource based view perspective[J]. Journal of Operations Management, 2002, 20: 435-450.
- [32] TEECE D J, PISANO G, SHUEN A. Dynamic capabilities and strategic management[J]. Strategic Management Journal, 1997, 18: 509-533.
- [33] 王核成,吴雪敏.动态能力形成过程分析[J].商业研究,2005(14):37-40.
- [34] BARTON D L. Core capabilities and core rigidities a paradox in managing new product development[J]. Strategic Management Journal, 1992, 13: 111-125.
- [35] WINTER S. Understanding dynamic capabilities[J]. Strategic Management Journal, 2003, 24: 991-995.

(下转第 38 页)

- and replicator dynamics[J]. Journal of Economic Theory, 1997(77): 1-14.
- [9] TAYLOR P D, JONKER L B. Evolutionarily stable strategy and game dynamics[J]. Math Biosci, 1978(40): 145-156.
- [10] 张良桥. 进化博弈基本动态理论[J]. 中国经济评论, 2003(5): 58-66.
- [11] 单汨源, 江黎明, 吴炜炜. 供应商与零售商的动态非对称演化博弈商业研究[J]. 2008(7): 9-12.
- [12] 王岚. 运营商对新技术采用延迟现象的研究[J]. 北京邮电大学学报: 社会科学版, 2008(5): 48-51.
- [13] 姜晨, 刘汉民, 谢富纪. 技术变迁路径依赖的演化博弈分析[J]. 上海交通大学学报, 2007(12): 2012-2016.

Evolutionary Game Analysis on Technology Transition in Telecommunication Industry

Tian Yu^{1,2}, Ma Qin Hai¹

(1. School of Business Administration, Northeastern University, Shenyang 110004, China;
2. China United Network Corporation Limited, Shenyang Branch, Shenyang 110004, China)

Abstract: This paper sets up a replicator dynamics game model to explore the technology transition in telecommunication industry. The result shows that: there are two possible results in the process of technology change, and the first one is that the inefficient technology which causes lock-in is adopted by market, and the other one is that more efficient technology replaces the inefficient technology; technology locked-in can be broken under some circumstances. The government could make the technology change for the better through providing the R & D subsidy or reducing the trade cost for more efficient technologies.

Key words: telecommunication industry; technology transition; evolutionary game; technology locked-in

(上接第 33 页)

- [36] HELFAT C E, Peteraf M A. The dynamic resource-based view: capability lifecycle[J]. Strategic Management Journal. 2003, 24: 997-1010.
- [37] COLLIS D J. Research note: how valuable are organizational capabilities? [J]. Strategic Management Journal. 1994, 15: 143-152.
- [38] 周玉泉, 李垣. 组织学习、能力与创新方式选择关系研究[J]. 科学学研究, 2005(4): 525-530.
- [39] CALLON M, LARED P, RABEHARISOA V. The management and evaluation of technological programs and the dynamics of techno-economic networks: the case of the AFME[J]. Research Policy, 1992, 21: 215-236.
- [40] DU G P, HALL S J, ANES L, et al. Doing Cultural Studies: The Story of The Sony Walkman [M]. London: Sage Publications, 1997.
- [41] FREEMAN C, PEREZ C. Structural crisis of adjustment, business cycles and investment behaviour [M]// DOSI G, FREEMAN C, NELSON R, et al. Technical Change and Economic Theory, London: Pinter, 1988: 38-66.
- [42] LYNN G, MORONE J, PAULSON A. Marketing discontinuities innovation: the probe and learn process[J]. California Management Review, 1996, 38: 8-37.
- [43] LUNDVALL B A. Innovation As An Interactive Process: From User-producer Interaction to The National System of Innovation[M]. London: Pinter, 1988.
- [44] FOSTER R N. Innovation: the Attacker's Advantage [M]. New York: Summit Books, 1986.
- [45] 约翰·布朗, 保罗·杜吉德. 地区之谜: 硅谷的知识能动性[M]// 李钟文, 威廉·米勒, 等. 硅谷优势——创新与创业精神的栖息地. 北京: 人民出版社, 2002.
- [46] 赵明剑, 司春林. 基于突破性技术创新的技术跨越机会窗口研究[J]. 科学学与科学技术管理, 2004(5): 54-59.
- [47] 赵树宽, 李艳华, 姜红. 产业创新系统效应测度模型研究[J]. 吉林大学社会科学学报, 2006(5): 131-136.

Holistic Analysis Framework on Co-evolution of Emerging Technology : Study on Co-evolution Mechanism with Multi-element and Multi-level

Wang Min, Yin Lu

(School of Management and Economics, University of Electronics Science and Technology, Chengdu 610054, China)

Abstract: This paper studies the co-evolution mechanism between technology, firm's capability, market demand and supporting environment and emerging technology, and builds a co-evolution conceptual model with multi-level and multi-element. Based on this model, it tries to provide a holistic analysis framework to disclose the characteristics of the evolution process of emerging technologies from multi-perspective.

Key words: emerging technology; co-evolution; capability of firm; market demand; supporting environment