

国家社科基金重点课题《基于科学的产业走向自主创新的技术赶超路径及其战略研究》(12AZD061)成果之一

Science, technology
and industrial innovation

科学、技术与 产业创新

林苞 雷家骕◎著

國華清



清华大学出版社

*S*cience, technology
and industrial innovation

科学、技术与 产业创新

林苞 雷家骕◎著



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书采用演化经济学的观点来研究产业创新与发展的关系。科学和技术是有用知识的两种生产方式,基于科学的创新与基于技术的创新是产业创新的两种基本模式。这两种基本模式被用于考察发达国家与发展中国家的创新与经济差异。基于科学的创新与许多新行业的产生有关,长期来说,是维持产业创新动力的必要条件。同时,还存在一些行业,其创新主要采用基于科学的方式。发展中国家由于其科学与技术都需要发展,因此其产业创新主要采用基于技术的方式,导致其在基于科学的创新上的落后,并在经济发展上遇到障碍。

本书适合对创新产业、科技政策、经济发展问题感兴趣的读者阅读。对创新研究、科学学研究、演化经济学感兴趣的读者,也可以在其中接触到新的理论思考与研究思路。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

科学、技术与产业创新/林苞,雷家骕著. —北京:清华大学出版社,2016
ISBN 978-7-302-41656-2

I. ①科… II. ①林… ②雷… III. ①技术革新—研究 IV. ①F062.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第230670号

责任编辑:杨静华 郑维伟

封面设计:刘超

版式设计:牛瑞瑞

责任校对:王颖

责任印制:杨艳

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社总机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:三河市中晟雅豪印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:170mm×250mm

印 张:12

字 数:233千字

版 次:2016年1月第1版

印 次:2016年1月第1次印刷

印 数:1~1500

定 价:39.80元

产品编号:057521-01

前言

产业创新被认为是经济发展的重要因素。无论发达国家还是发展中国家，都将摆脱金融危机、重拾经济增长步伐的希望寄托于创新。中国也以前所未有的姿态提出“创新驱动发展”的战略。

但是，如何理解产业创新自身的规律，如何理解发展中国家与发达国家产业创新的差异，至今没有得到充分的解释。这就需要我们思考最为基本的问题开始：产业创新是如何发生的？

产业创新是如何发生的？这也是本书思考的起点。回顾 19 世纪下半叶以来的技术进步，第一个印象是科学的重要作用。从那时起，科学突破常常产生出新行业或是重要的技术创新。这说明现代科学已日益直接地参与产业界的技术创新之中了。第二个印象是现代技术的复杂性与新奇性。这说明基于创新的竞争以及相应的组织变化，使现代技术进步越来越快。所以，当考虑当代或未来的技术如何变化时，必须考虑到科学与技术两方面的发展。本书中定义了两种基本的创新情景：基于科学的创新与基于技术的创新。它们就像两个轮子驱动着产业创新与发展。

基于技术的创新意味着对现有的“理解”的“利用”。但如果没有“新的理解”的发生，这种“利用”终归会趋于放缓直至停滞。就像库兹涅兹在 20 世纪 50 年代指出的，如果没有新行业带来的创新的加速，经济很可能会陷于停滞^①。长期来说，新行业的出现往往依赖于新的可利用的自然现象的发现，这是科学的贡献。所以，科学与技术如何互动，决定着产业创新的潜力。

发展中国家与发达国家的技術能力差异是另一个重要问题。近代以来的经济发展出现了许多技术追赶的案例。但从长期来看，这类差距是不易缩小的。值得注意的是，日本曾经被视为技术追赶的典范，但他在创造新行业以及在基于科学的行业中未能取得成功。这或许是导致日本在 20 世纪 90 年代之后陷入经济停滞的重要原因之一。这也非常值得我国从中吸取经验和教训。

这使我们必须思考“追赶”的潜力与限制。值得注意的是，这不仅仅需要关注部分行业，还需要从整体上审视科学与技术的关系。不妨假设世界上仅有两类国家，即发达国家与发展中国家。在发达国家，科学与技术显示出相互促进的关系。但在发展中国家，科学与技术都在追赶发达国家，因此发展中国家

^① Kuznets. Six Lectures on Economic Growth. Illinois: The Free Press of Glencoe, 1959



的科学活动及知识体系似乎已成为发达国家科学的一部分，技术活动及知识体系也似乎成为发达国家技术的一部分，同时发展中国家的科学与技术之间也缺乏良好的互动^①。这就使得发展中国家的技术进步方式取决于技术的努力。就像前文所指出的，缺少了“基于科学的创新”这个轮子，其产业创新，甚至其经济发展，终归都会遇到刚性的局限性。

这就是本书拟探讨的两个主题。第一个是一般性问题，探讨基于科学与基于技术创新这两种生产“有用知识”的方式，及其在产业演变中的表现。第二个则是特殊性问题，探讨发展中国家中的科学与技术的关系，及其对其产业创新的影响。第一个问题较具理论性，而第二个问题则更具现实意义，因为我国正处于“追赶”的进程中。

本书研究的理论基础，主要得益于过去几十年创新研究与演化经济理论的发展，同时也从科学研究等相关领域得到了重要启示。在方法上，我们既借助于统计数据，也借助于历史比较与案例研究。希望这样的研究能够对理解创新与经济发展的关系作出贡献。

本书创作初期，意大利比萨圣安娜高等研究学校的多西（Dosi）教授提供了富有远见的建议。书稿修改过程中，清华大学中国企业成长与经济安全研究中心的路跃兵，清华大学经济管理学院程源、杨德林等老师，都提供了十分专业的见解。清华大学经济管理学院金占明教授、杨百寅教授、仝允恒教授就文章结构与研究方法提出了改进意见。北京航空航天大学陈向东教授、北京科技大学杨武教授、北京理工大学王兆华教授也给出了宝贵建议。相关研究过程中，同门博士生王艺霖、陈亮辉、李新锐、王心焕，博士后张庆芝，帮助收集了案例。还有其他对本书的完成做出了贡献的人，在此一并致谢。国家社会科学基金为本书相关研究工作提供了资助（项目编号：12AZD061）。

林苞 雷家骥

2015年8月

^① Bonfiglioli. Universal science, appropriate technology and underdevelopment—a reprise of the Latin American case. In: UNESCO. Methods for development planning: scenarios, models and micro-studies, 1981

目 录

第一章 导言	1
第一节 科学与技术：有用知识的两种生产方式	2
第二节 技术创新的产业差异：被忽略的维度	4
第三节 经济发展的国际差距：知识生产的差异	6
第四节 全书逻辑与结构	9
一、对所研究问题的界定	9
二、全书结构	11
第二章 创新研究的发展	12
第一节 熊彼特的理论	12
一、熊彼特的经济发展理论	13
二、熊彼特与当代经济思想	15
第二节 演化经济理论的兴起	16
第三节 对创新的产业差异的研究	20
第四节 对科学与产业创新的关系的研究	23
第五节 小结	26
第三章 科学与技术的关系	27
第一节 技术作为知识	28
一、科学与技术的知识内容差异	30
二、科学与技术的实践的不同	33
第二节 技术变化的“逻辑”	34
第三节 科学与技术的共同演化	36
一、科学与技术的汇合	37
二、科学与技术的分离	39
第四节 小结	41
第四章 基于科学的创新与基于技术的创新之理论框架	43
第一节 基本概念の界定	44
一、科学与技术	44



二、创新	45
三、基于科学的创新与基于技术的创新	46
第二节 创新的基本模式	47
一、划分基于科学的创新与基于技术的创新的依据	47
二、基于科学与基于技术的创新模式的差异	51
三、科学研究与产业创新的关系	55
第三节 基于科学的行业与基于技术的行业	57
第四节 小结	59
第五章 基于科学的创新的模式之案例研究	61
第一节 基于科学的创新的已有研究	62
第二节 本章研究的逻辑	64
第三节 青霉素与晶体管的案例	65
一、青霉素的案例	65
二、晶体管的案例	67
第四节 对青霉素与晶体管案例的分析	68
一、创新的模式	68
二、科学与技术的互动	69
三、研究动机与偶然性	69
四、与行业演化的关系	70
第五节 更多案例的讨论	71
一、基于科学的创新广泛存在	71
二、基于科学的创新与基于技术的创新的比较	77
第六节 小结	79
第六章 基于科学与基于技术的创新之行业间差异	80
第一节 创新的产业差异的已有研究	81
一、技术体制、技术范式与技术轨道	81
二、基于科学的技术体制	82
三、本书对创新的产业差异的理解	85
第二节 选择半导体业与制药业中的创新进行比较的理由	86
一、半导体业	87
二、制药业	88
三、总结	89
第三节 半导体业与制药业中的创新差异：来自专利的证据	89

一、关于专利数据的说明.....	89
二、美国制药业与半导体业的专利引用情况比较.....	91
三、美国与日本在半导体业与制药业中专利引用数据的比较.....	96
第四节 更多行业内技术发展的讨论.....	99
一、行业技术演变的复杂性.....	100
二、技术体制与竞争.....	101
第五节 小结.....	102
附录 NBER 专利引用数据库的技术分类.....	102
第七章 基于科学的创新与基于技术的创新之国际扩散的差异.....	104
第一节 国际技术扩散的已有研究.....	105
第二节 本章研究的逻辑.....	108
第三节 半导体业与制药业的国际竞争与技术扩散的模式.....	108
一、竞争优势的变化.....	109
二、创新的扩散.....	110
三、制造的扩散.....	113
第四节 发展中国家制药业与半导体业的技术学习.....	117
一、技术机会.....	119
二、知识来源.....	120
第五节 用创新的产业模式的差异来解释技术扩散的不同模式.....	121
一、半导体业与制药业的讨论.....	122
二、创新的产业模式与扩散的关系.....	123
三、将本章的结论加以推广的可能.....	124
第六节 小结.....	126
第八章 基于科学的行业的赶超模式.....	128
第一节 对赶超模式的已有研究.....	128
第二节 本章研究的逻辑.....	131
第三节 成功案例：德国的有机化工——制药业 在 19 世纪下半叶的赶超.....	132
第四节 成功案例：美国制药业在 20 世纪上半叶的赶超.....	134
第五节 基于科学的行业中赶超的模型.....	136
第六节 失败案例：日本制药业在 20 世纪下半叶的追赶.....	139
第七节 对中国制药业的讨论.....	141
一、技术进步与中国的经济增长.....	141



二、中国制药业的追赶.....	143
第八节 小结	146
第九章 理论与政策启示	148
第一节 理论启示	148
一、科学与技术的关系.....	148
二、创新的产业模式与经济理论.....	151
第二节 政策启示	155
一、重视基于科学的创新与基于科学的行业.....	156
二、平衡知识的“探索”与“利用”	157
第十章 结论：发现与局限.....	162
第一节 本书研究的主要发现	162
第二节 主要局限与展望	165
参考文献	167
后记	180

第一章 导 言

为什么世界上存在富国与穷国？为什么一个国家的发展有时非常迅速，有时又陷入停滞？历史学家与经济学家都试图回答这类问题。历史学家会比较同意技术进步在经济发展中的重要意义以及技术差异在解释各国的经济发展的差异中的重要性。代表人物有兰德斯^①与莫基尔^②。但经济学家在如何理解技术变化上却存在诸多争论。主流经济学，或被广泛地称为“新古典”的传统经济学，虽然也逐渐将技术进步纳入到增长模型之中，但其模型多数都很难解决技术变化的问题。因此，20世纪80年代以后，逐渐兴起了演化经济学理论，技术变化以及技术竞争是其模型中的主角。代表人物有纳尔逊（Nelson）^③与多西（Dosi）^④等。这一研究潮流吸引了多学科科学者的参与，形成了被广泛称为“创新研究”的学术领域。

演化经济学，特别是技术变化或演化的经济学^⑤，不但在其模型中抛弃了新古典经济学传统的诸多假设（如最大化行为等），且不再把经济发展看成“纯经济”问题。技术的演化与广泛的文化、制度、社会的变化有关，故也与历史背景相关。所以，无论在假设、方法，还是视野上，演化经济学都与主流经济学形成强烈的对照^⑥。

本书基本上是在演化经济学的传统中考察问题。几个主题或者理论上的考虑构成了本书的基本框架。第一个主题涉及产业创新的来源。科学与技术被看成两种基本的“知识生产的方式”，过去对它们的性质与关系存在较多简单化的看法，这是本书首先要加以辨析的。第二个主题涉及不同产业的演变或演化。在关于理论与政策的讨论中，产业之间在技术变化上的差异经常被忽略。因此，这种差异也是本书中要关注的。按照不同产业的技术变化模式，将产业分为基于科学的产业与基于技术的产业，并研究它们在技术变化、竞争、技术创新扩

^① 大卫·兰德斯. 解除束缚的普罗米修斯：1750年迄今西欧的技术变革和工业发展. 谢怀筑译. 北京：华夏出版社，2007

^② 乔尔·莫基尔. 雅典娜的礼物：知识经济的历史起源. 段异兵，唐乐译. 北京：科学出版社，2011

^③ Nelson R, Winter S. An evolutionary theory of economic change. Cambridge, Mass.: Belknap Press of Harvard University Press, 1982

^④ Dosi G. Technical change and industrial transformation. London: MacMillan, 1984

^⑤ 演化经济学，如主流经济学一样，包括许多不同的研究路线。而强调技术变化只是其中一种流派。

^⑥ 无论是“主流”（orthodox）还是“演化”的经济学，都是非常宽泛的概念，包含不同的观点。但在基本的倾向上仍可以将它们加以区别。

散等方面的差异。第三个主题涉及经济发展的国际差异。本书的一个基本信念是，“纯经济”的因素无法充分解释经济发展的国际差异。但在本书中，无法考虑非常广泛的非经济因素，主要是关注发达国家与发展中国家在知识与知识的生产上的差异。

第一节 科学与技术：有用知识的 两种生产方式

科学的兴起是社会发展与进步的标志之一。在过去几个世纪中，科学的巨大发展已经影响到社会的方方面面，科学的发展程度也成为现代文明的特征。

在现代社会中，科学被视为对真理的追求、可靠知识的最终来源，其追求的是对客观世界普遍规律的认识。也许就是因为对科学成就的深刻印象，使得人们经常认为技术“派生于科学”。技术在现代往往被看成是（或者被认为应该是）科学的应用。这种观点存在片面性，因为在现代科学出现之前人类就掌握了复杂、精致的技术，所以将技术视为科学的应用是错误的，但该观点却根深蒂固，且有着广泛的影响，典型代表就是二战后流行的所谓“线性模型”或“布什范式”^①。

将技术视为对科学的应用的观点，使得对科学（科学研究、科学成果等）与技术进步、产业创新的关系的认识存在诸多的混淆与误导。这也是本书中要加以澄清的。

上述观点的第一个缺点，是将科学事业看成是单纯对知识的追求。大多数科学史、科学哲学所关心的主要是科学理论的发展，而忽略了科学研究同时也是实践，包含许多技巧、个人判断与主观因素，用波兰尼（Polanyi）的话说，包含着许多“缄默知识”（tacit knowledge）^②。同时，该观点也忽略了现代科学研究对技术的依赖。实际上，从伽利略时代开始，许多科学发现都是技术进步（如实验仪器、实验技术等改进）的结果。另外，科学成果也并非单纯的知识，也可能是新技术。例如，巴斯德对微生物的研究，法拉第对电磁感应的研究，这些研究不但有了科学发现与新的理论，同时也产生了技术发明。在科学史上，这实际上是非常普遍的现象。例如，半导体的放大现象、激光等科学发现，只有通过技术才能被理解。所以，海德格尔说：“与其说现代技术的特征是其对科学的依赖，不如说现代科学的特征是其对技术的依赖”^③。现代科学不但

^① 司托克斯·D.E. 基础科学与技术创新：巴斯德象限。周春彦，谷春立译。北京：科学出版社，1999

^② Polanyi. Personal knowledge: towards a post-critical philosophy. University of Chicago Press, 1958

^③ 吴国盛。海德格尔与科学哲学。自然辩证法研究，1998（9）

在手段、工具上依赖于技术,而且在结果、产出上也往往体现为技术,甚至许多发现直接就是技术,许多理论认识只有通过技术才能被把握。

上述观点的第二个缺点,是在“纯科学”的理想形象中,排除了科学研究的应用动机,以及科学研究过程中科学与技术的互动。在这种视角下,科学仿佛只是按照其内在的逻辑而发展。因此,“有用知识”的产生被看成是两个相互分离的过程:科学只按其自身的规律发展,受好奇心与求知欲的推动,负责生成抽象、一般的知识,而技术则利用这些知识,来生成用于达到具体目的的知识。

在这种模型中,科学知识被看成“共用品”,能够被所有“技术改进者”加以利用^①。但是,科学知识并非完全是“可编码的”。对知识的理解需要许多背景知识,例如如何判断知识的价值、如何加以发展,往往都难以在特定文献中充分表达,特别是在科学的前沿更是如此。在科学前沿,或者称为“不发达的科学领域”,科学家往往也需要“试错”,许多做法包含着相当个性化的经验、判断,因而,除非通过接触、观察,否则就难以获得这些知识。这意味着获得科学知识的机会并不是均等的,而是依赖于人员的流动、接触、合作等交流机制。所以,科学知识并非真正的“共用品”。也就是说,利用科学知识也是有成本的。因此,一个国家如果忽略了科学研究,而专注于技术应用,就无法充分利用科学发展的成果。

典型的案例是,日本在二战后的经济进步,特别是在电子领域对美国的影响,曾经使不少人认为人类对技术的利用更加重要,似乎投资于科学研究而“生产的知识”只是让别人“搭了顺风便车”。但是,长期的发展证明并非如此。20世纪80年代后,在计算机、生物技术等行业兴起的过程中,日本无法再显示出其技术进步的优势。而美国在20世纪90年代以后,依赖其与科学研究相关的创新与创业,重新在竞争中占据领先地位。这似乎说明,尽管“布什范式”在理论上并不正确,但它强调“国家对基础研究的支持将从产业创新中得到回报”的观点却是正确的。

另外,技术也远不只是“对科学的简单应用”。技术的发展并非完全依赖于对自然的理解,技术同时也是由社会、文化、市场塑造的。技术的发展非常复杂,通过改进、组合能够演变出复杂的结构,而且演变的结果也难以预测。因此,科学研究的发达并不必然带来技术的发达。半导体业从20世纪50年代~80年代的发展颇能说明这一问题。尽管该行业是从晶体管的科学发现开始的,但此后的重要发展,如集成电路、大规模集成电路却主要是在技术发明与改进中实现的。而在相关领域的科学研究的发达(如美国)并不能保证技术创新上的优势。尤其是尽管半导体行业起源于美国,其在相关领域的科学研究也最为发达,但消费电子的兴起却使日本获得优势,计算机业与通信业的发展也使亚

^① “技术改进者”的概念由 Multhauf 1959 年最先使用,其在技术中的作用就如科学中的科学家。

洲其他国家与地区获得了发展的机会。处于发展过程的国家，不依赖科学研究的发达，却能够在产业创新上获得进步。这类事实足以说明，技术知识的发展不一定依赖于科学研究的发达，因为技术知识有其自身的演化机制。这些机制在过去几十年间在产业创新的研究中，已经得到很多佐证。根据这些研究，我们已经可以相当清楚地看到科学只是技术变化的来源之一，并且技术对科学的影响也似乎类似于科学对技术的影响^①。

所以，“布什范式”以及与其相联系的“技术是应用科学”的观点，不但对技术知识的形成与发展存在误解，而且对科学研究活动也存在误解。换言之，布什范式并不利于恰当地解释科学与技术的关系。本书中，我们的出发点则与这种观点有很大区别。首先，并不把科学看成单纯的知识追求，而相信科学（特别是科学活动）并不排斥直接的应用动机，并且科学发现往往也表现为技术。其次，将技术看成一种知识生产的方法，科学知识只是它的来源之一，并且技术知识有着不同于科学的演化机制。

技术知识的产生与演化，在 20 世纪 80 年代后对产业创新的大量研究中已经得到很多分析。这正是本书的思想来源之一。除此之外，本书特别强调科学在现代技术进步中的作用，即科学前沿中科学与技术的融合，说明科学对产业创新的影响（尽管存在产业差异）比过去想象的更为直接和复杂。由于科学知识并非可完全编码的知识，因此科学知识的传播依赖于大学与产业的关系渠道。通过这些观点与已有的对产业创新的研究结合起来，在本书中，我们试图形成描述产业创新的更为完整的框架。

第二节 技术创新的产业差异：被忽略的维度

技术变化在各行业之间显示出非常大的差异。有些行业技术变化非常快，如半导体行业以及与之相关的行业（从最初的消费电子到计算机、互联网到通信及移动通信业），从其诞生至今都处在快速的技术变化之中，成为高科技行业的典型代表。有些行业技术变化则比较慢，如纺织业，长期以来，其生产技术并没有大的变化，而是随着其他行业的技术进步而进步。有些行业输出创新，过去几十年中与半导体相关的行业，如计算机行业，就是如此，其对整个经济的影响使许多人用“信息革命”来加以描述。有些行业则主要是由于其他行业的变化而变化，如农业，其机械化、自动化程度的提高主要取决于其他部门的技术创新。有些行业的技术进步主要靠经验的积累，如机械工业。有些行业则与科学前沿相联系，如生物技术。不同行业的技术变化模式的差异就像物种之

^① Dosi, Llerena, Labini. The relationships between science, technologies and their industrial exploitation: An illustration through the myths and realities of the so-called “European Paradox”. Research Policy, 2006(10)

间的差异一样复杂而引人入胜。

但是,无论是理论解释,还是政策设计,都往往倾向于忽略这些差异,而对技术变化只给出一般的、均齐的认识。例如,经济增长理论忽视了技术变化的行业差异以及行业之间的相互影响^{①②},而国际贸易、技术扩散理论往往也仅对技术变化进行非常简单与划一的处理。即使在创新研究中,技术变化的行业差异也常常被忽略,因此经常出现一些不一致的结果和没有结论的争论。例如,技术创新是“需求拉动”还是“技术推动”,对此曾有过长期的争论,但如果考虑行业的差异,则可以说,这一类普遍的模式并不存在,“技术推动”与“需求拉动”实际上是只适合于某些特定行业的模式^③。又比如说,科学与技术的关系究竟如何,也存在许多相互矛盾的观点,有时候是科学的发展推动了技术的发展,有时候则是技术的发展诱发了科学的发展,但如果考虑到多种模式的存在,那么,这些相互矛盾的观点就可以得到解释^④。而在政策设计中,更容易出现不考虑背景、技术变化的行业差异的倾向。例如,在讨论产业创新时,多数情况下容易笼统地强调研究与开发的投入^⑤。又比如说,将某一领域(如生物技术行业中)中出现的特殊的大学——产业关系作为一种普遍的模式来强调,因而忽略了大学—产业关系的其他方面的重要职能(如大学的培训、解决问题的作用)在大多数行业中的重要作用^⑥,这也是忽略了创新的产业差异所引起的。

由此可见,技术变化的行业差异多么容易被忽略。人们谈论技术转移,往往不自觉地认为从农业技术到计算机技术都会遵循同样的规律。人们谈论经济发展,似乎从美国到非洲国家都可以用某些函数加以解释,而不考虑各国所使用的技术的差异。人们谈论赶超、国际竞争,也似乎从钢铁业到生物技术都具有相似的模式。但如果仔细考察历史案例,便会发现,这些普遍的概括存在许多例外,甚至是谬误。所以,在相关理论研究与政策讨论中引入技术变化的行业差异这一维度,是非常有必要的。

技术变化在行业之间的差异存在许多维度。尽管像前面所说的,在许多研究中,技术变化经常被用一些普遍的模式加以描述,但也有少数研究者试图探索技术变化的行业差异,试图建立相关理论并加以分析。因此,可以说,近些年来,行业间技术变化的差异已得到较多关注。

^① Bell, Pavitt. Technological Accumulation and Industrial Growth: Contrasts between Developed and Developing Countries. *Industrial and Corporate Change*, 1993(2)

^② Fagerberg, Godinho. Innovation and Catching-up, in Fagerberg, Mowery, Nelson. *The Oxford Handbook of Innovation*. London: Oxford University Press, 2005

^③ Pavitt. Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, 1984(6)

^④ Klevorick, Levin, Nelson, et al. On the sources and significance of interindustry differences in technological opportunities, *Research Policy*, 1995: 185-205

^⑤ Christensen. Asset profiles for technological innovation. *Research Policy*, 1995: 727-745

^⑥ Lundvall. National Innovation Systems: Analytical Concept and Development Tool. *Industry and Innovation*, 2007(1)

截至目前,许多对技术变化的产业差异的研究已将技术的行业特征与产业层次的问题联系起来。特别是技术变化的行业差异已被用于解释不同行业间产业结构的差异,甚至被与“熊彼特式”的竞争联系起来^①。但是,至今还缺乏将技术变化的行业差异或创新的“产业模式”(Sectoral patterns)^②,与更广泛的理论、政策问题(如国际竞争、技术扩散、赶超)等联系起来的系统理论。故本书的工作之一就是拟将国际技术扩散、赶超上的产业差异与技术变化的产业差异联系起来。

如果要进行这样的工作,则首先应考虑究竟哪些差异的维度在这类问题中是最为重要的。技术变化在行业之间的差异有一个非常重要的维度,即知识的来源或行业的知识基础。这一维度在技术扩散与国际竞争中尤其重要。在一些行业,创新主要受到科学知识前沿的变化的直接影响;而在另一些行业,则主要表现为企业所拥有的技能的积累性变化^③。这两类行业在本书中被称为“基于科学的行业”与“基于技术的行业”,它们在各个层次,尤其是在技术扩散与国际竞争上,都显示出明显不同。因此,产业创新的知识来源或知识基础就是本书分析创新的产业差异的主要维度。

到目前为止,对于基于科学的行业与基于技术的行业的技术变化的差异的研究还不多,主要障碍在于对创新的基本模式的差别的认识不够深入。而关键是对科学与技术创新的关系没有进行深入的分析,对受到科学进步直接影响的这一类技术变化的理解仍受到一些传统观念的束缚,因而对它们与其他类型的创新的区别还缺乏足够的理论分析。许多研究仍然受到将科学视为知识追求,而将技术视为科学知识的应用的传统观念的影响,因此忽略了在前沿领域科学与技术融合的现象,以及这一现象对技术扩散与国际竞争的影响^④。所以,深入探讨该类创新即基于科学的创新现象,是本书研究的关键问题并希望取得突破的地方。

第三节 经济发展的国际差距: 知识生产的差异

一旦将不同行业间技术变化的差异放入国际比较的视野中,这类差异的重要性就非常明显了。因此,在理论上,本书特别想以技术变化的行业差异来解

^① Malerba. Sectoral Systems: How and Why Innovation differs across sectors. In: Fagerberg, Mowery, Nelson. The Oxford Handbook of Innovation. Oxford University Press, 2005

^② “创新的产业模式”的概念,由 Pavitt 1984 年最早使用。

^③ Nelson, Winter. An evolutionary theory of economic change. Cambridge, Mass.: Belknap Press of Harvard University Press, 1982

^④ 司托克斯·D.E. 基础科学与技术创新:巴斯德象限。周春彦,谷春立译。北京:科学出版社,1999

释的一类现象是,在技术扩散、国际竞争与国家间赶超中存在的行业间差异问题。这些差异已经被许多研究者注意到了,如钱德勒的研究就观察到日本在半导体业中能够赶超欧美,但在制药业中却无法实现赶超^①。他的两卷本《现代工业史》,主要对这两个行业进行了比较研究。钱德勒对这两个行业的比较是非常有启发性与代表性的,故在本书中也会对它们进行比较分析。

半导体业在过去几十年为亚洲的快速发展提供了难得的机会,似乎在这个行业的国际竞争中,领先者被赶超是一种普遍的模式,就像产品生命周期理论所描述的那样^②。但在制药业中,我们却看到一幅完全不同的画面,一百多年前世界制药业的领先地区与企业,至今仍然处在创新的最前沿,并且主宰着国际市场^③。在我们看来,这两个行业在国际竞争上的种种差异,正是由于这两个行业中不同的技术变化特征引起的。半导体业尽管与科学一直保持着联系,但它的许多技术变化却是(用本书的术语说)“基于技术”的,而制药业长期却是典型的“基于科学”的行业。

解释发展中国家不同行业技术发展不平衡的现象,对于经济发展,特别是发展中国的经济发展来说,是非常重要的。这是因为长期来说,只有能够不断出现新的快速创新、快速成长的行业,才能够维持经济的持续增长。这是熊彼特、库兹涅兹等关注现代经济增长历史的学者的基本观点之一。他们的这一观点,也反映了现代经济的性质。

熊彼特、库兹涅兹的观点实际上也影响着当代中国的经济发展战略选择,中国1994年提出转变经济增长方式,2008年提出转变经济发展方式,2009年提出发展战略性新兴产业。与日本十分相似的是,对于大多数发展中国家来说,在一些行业能够赶超先进国家,但在另一些行业中却难以赶超。长期来看,如果现有行业中创新脚步放慢,即必然出现经济的停滞。如果不理解发展中国家在不同行业中技术追赶的根源,就难以有效地推进经济的转型。

但是,对于为何在某些行业中追赶者能够赶超,而在另一些行业中领先者却优势巩固,理论上一直缺乏有效的解释。其原因是许多理论(如产品生命周期理论、增长理论等)都忽略了不同行业中技术变化的差异特征。例如,钱德勒用以解释半导体业与制药业的基本概念是“学习基础”,它仅与企业进入一个行业时该行业所处的阶段有关:先进入者得到了机会来形成学习基础,因而能够具有优势。这样的概念实际上与行业技术变化上的差异无关,因此难以有效解释不同行业间相异的竞争结果^④。故为解释这类问题,即需要对行业间创新

^① 小艾尔弗雷德·钱德勒. 塑造工业时代: 现代化学工业和制药工业的非凡历程. 罗仲伟译. 北京: 华夏出版社, 2006

^② Hobday. Innovation in East Asia: the challenge to Japan. Cheltenham, UK: Edward Elgar, 1997

^③ Achilladelis, Antonakis. The dynamics of technological innovation: the case of the pharmaceutical industry. Research Policy, 2001(4)

^④ Mowery, Nelson. Introduction, in: Mowery, Nelson. Sources of industrial leadership: Studies of seven industries. Cambridge: Cambridge University Press, 1999



或技术变化的差异进行研究，并分析这些差异与技术扩散、国际竞争上的不同模式的关系。这恰恰是本书的一项主要任务。

客观上存在两类行业，即基于科学的行业与基于技术的行业，它们一般都起源于发达国家。在这两类行业中，技术扩散与赶超存在不同的规律，即在基于技术的行业中，生产技术逐步扩散，创新能力也随之扩散；而在基于科学的行业中，尽管生产技术也在逐步扩散，但创新能力却保持相对集中。尽管在某些时期，基于技术的行业中国际差距会缩小，但长期来看，基于科学的行业的优势成为发达国家强于发展中国家的显著现象。

与之对应，尽管发展中国家能够在基于技术的行业中得到发展，但会因为难以创造新行业、难以进入增长更快的基于科学的行业而碰到经济发展的瓶颈。从这个角度来看，在发展中国家中，造成经济持续发展障碍的，可能不是所谓“中等收入陷阱”，而是“基于技术的陷阱”。换言之，与其说是“中等收入陷阱”，不如说是“中等知识陷阱”。长期来看，知识的鸿沟就是经济发展的鸿沟。

如此看来，造成发达国家与发展中国家创新动态不同的原因，主要在于其科学—技术关系，或大学—产业关系的不同。尽管国家间的差异很大，但为了进一步解释这一问题，不妨假设世界上仅有两类国家，即发达国家（以 20 世纪下半叶至今的美国为代表）与发展中国家（以 20 世纪下半叶的亚洲新兴国家为代表）。在这一理想化模型中，发达国家的科学与技术之间存在良好的相互促进的关系；而发展中国家的科学与技术都需要追赶，尽管其在科学上的努力成为发达国家的科学的跟随者，在技术上的努力也成为发达国家的技术的跟随者，但其自身的科学与技术之间却缺乏良好的互动^①。

进一步研究就不难发现，就大学的研究导向以及大学与产业的关系而言，发达国家与发展中国家也存在显著差异。一般来说，发展中国家的大学更加重视应用研究，但其大学与产业却缺乏良好的互动。这些差异与不同的历史条件有关。首先，在发展中国家，政府在大学与产业关系中往往发挥更大的主导作用，由此大学更加重视应用导向的研究，从而造成其缺乏前沿的新科学发现。其次，由于发展中国家大学的发展主要依赖政府的支持，使大学与产业缺乏良好的互动。当然，大学及产业之间的关系还与文化等因素有关。且在亚洲、拉丁美洲多数发展中国家中，都可以发现类似的现象。结果是，尽管这些国家能够在某些基于技术的产业中进行追赶，却在新产业的产生与基于科学的行业中遇到障碍。

各国在知识与技术上的差异，在主流经济学的模型中经常被忽略。近些年来，正是在这些方面，创新研究突破了主流经济学的局限，提供了关于经济发

^① Bonfiglioli. Universal science, appropriate technology and underdevelopment—a reprise of the Latin American case, in: UNESCO, Methods for development planning: scenarios, models and micro-studies, 1981