

技术进步理论的一个述评

靳清, 贾金星

(中国社会科学院 研究生院, 北京 102488)

摘要:通过对技术进步理论的归类评述,整理出一个理论脉络。技术进步的机制至今还没有被人完全理解,技术进步的规律也还带有假说性质,如S型曲线、J曲线、范式等。不过,它们必定是技术变迁理论研究深化的基础。

关键词:技术进步;S型曲线;技术范式

中图分类号:F062.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2013)01-0075-06

“形而上者谓之道,形而下者谓之器。”这是中国先哲们的道器观。鸦片战争之后,便屡有道器之辩:“中学为体,西学为用”,“问题与主义”,“社会主义的草,资本主义的苗”。有人认为在中国传统里,道重于器;也有人认为中西方文化中科学技术的“种子基因”并不相同。即便是今天,科技隆盛却也面临挑战,似乎又要有新一轮的“道器之辨”了。因为技术虽为人类所倚重,但是它的去向和机理却依旧让人懵懂。

自工业革命后,人们惯于把现代社会视为一个科学技术可以无限应用并带来经济超增长的社会,它所造成的问题,基本上都可以归为科技运用迅速超出一开始使用时所预设的前提;因此就每一个具体问题而言,也许都可以随着科技的发展找到解决办法^[1]。但是,科学技术进步的路线和速度会是怎样的呢?

1 技术进步의 S型曲线

自法国社会学家 Gabriel Tarde 的《模仿律》之后,S型曲线就影响了当代研究传统。从社会学习理论、扩散理论,到人口、资源理论,以至 Daniel Kahneman 2002 年获得诺奖的“前景理论的 S 型价值函数”(也有人认为 Gabriel Tarde 事实上提出了经济增长的 S 曲线),S 曲线成了一条“规律线”。正如生物数学家 F. C. 霍彭施泰德说:“发现如此简单的模型竟能支配如此复杂的性能未免使人扫兴。其实,这种性能在许多系统里是十分典型的。”

Ashish Sood 和 Gerard J. Tellis 认为,到目前为止,有关技术进步的主题研究多是在“技术管理”的作品中。其前提是,一项新技术的表现总是从现有技术

的下方开始努力,一旦完成穿越,就停留在较高的平阶上面,如是描出一条 S 型曲线^[2]。如图 1 所示。

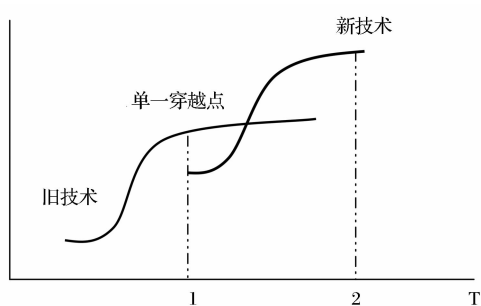


图1 多个S型曲线

对 S 型曲线, Richard Foster 和 Utterback 给予了(零散的)经验和理论上的支持^[3-4]。S 型曲线有一个十分简单的概念基础,那就是技术进步可看作 R&D 效应的函数曲线,如果 R&D 是一个不变常数,技术进步的“路线图”往往形似 S。Foster 引入 S 曲线意在帮助 R&D 管理者优化技术生产效率。因为 S 曲线容易让人识别“效率”的拐点。在拐点上, Foster 建议战略规划者要重新寻找新技术而投入研发,因为对旧技术的进一步投入只会导致收益递减。Praveen Asthana 认为如果一项新发明的技术具有一条很陡峭的 S 曲线,作为 R&D 的投资函数,它就能提供更持久的技术进步和价值,比如计算机处理器、喷气式飞机、化肥、白炽灯,这可用数学上的“明珠函数”来模拟^[5]。Irene J. Petrick 和 Ann E. Echols 则主张超越传统的以财务为基础的思维,结合技术路线

收稿日期:2012-11-12

作者简介:靳清(1965—),男,山东嘉祥人,中国社会科学院研究生院技术经济及管理专业博士,研究方向:技术进步与技术创新理论。

图 S 线、信息技术和供应链来制定更长久的新产品发展政策,并用 MOTOROLA 为例说明了他们的启发式方法^[6]。

在技术进步理论方面,最著名的观点当是 Schumpeter《经济发展理论》中的“创造性毁灭”。Schumpeter 指出:企业面对的真正威胁不是来自价格竞争,而是来自技术竞争^[7]。不幸的是,直到今天,那些“改变游戏”的技术是最难跟踪的。当一项“能力一破坏型”技术产生,激烈的变革把技术演化的周期推进到一个新的轨道。这些轨道常被绘制成 S 曲线。企业可根据 S 曲线上的不同特殊节点来创新技术。

如果一项技术的变迁可能“经历”一条感性的 S 曲线,技术的扩散也有可能与此相似。Lawrence A. Brown 和 Kevin R. Cox 认为,技术扩散在时间维度上,最有名的经验规律是这样的曲线图——“表示随后各时点上的仿效的累积量,近似于一个 S 型”^[8-9]。生成 S 型曲线的函数最常用的是“逻辑斯蒂”函数。显然,技术扩散过程被比喻为均匀空间中传染病类型,不过,不少作者使用或验证了它,如 Emilio Casetti, Zvi Griliches, Edwin Mansfield, Arnulf Grübler^[10-13]。相似的结论还有 Gerald Silverberg 等人的研究,他们尽管没有预设逻辑斯蒂函数,S 型曲线还是鲜明地脱颖而出^[14]。其模型基础是普利高津的耗散结构理论。自组织理论是解决复杂问题的新工具,值得借鉴。

2 技术进步的非 S 型曲线

Ashish Sood 和 Gerard J. Tellis 在论文“技术进化与变革”中,假设:①技术进步在主要向度上遵循单一 S 型增长曲线;②新技术最开始的表现逊于旧技术;③当新技术成熟后,其“性能”优胜旧技术;④一旦新技术超越旧技术,这对连续的曲线相交过一点;⑤一项新技术接连被应用的时间间隔持续减少^[15];⑥一项技术接连被改进的时间间隔也持续减少;⑦相对上一年计算出来的“性能”增加的百分比,随时间持续增长;⑧平台创新主要由小“新来者”完成。在此假设基础上,作者使用四个产业中的 14 项技术给予了验证,得出的结论是:①技术在“性能”改善方面并没有提供 S 曲线的证据,而表现为一个不太规则的“阶梯函数”;②新技术的进入起点可能在现有技术演进曲线的下方,也可能在上方。两条技术演进线的交点未必只是一个;③技术演进的路径似乎可以部分地预测它;④技术变迁的速度和新技术的数量随时间持续增加;⑤新技术的来源:新企业与大型现有企业似乎一

样多;⑥每一项新技术都带来一系列不确定性,作为新的竞争基础,它是不能预测的又一个新“向度”。

Stefano Breschi 等认为技术创新的具体模式是不同技术体制的产出(结果)。技术体制是技术机会、创新能力、技术优势的积累以及基础知识存量的特定组合^[16]。关于技术体制,可以追溯到 Nelson & Winter 的作品,他们构建了一个模型,用技术机会和那些对创新密度、产业集中度以及行业进入比率有重要影响的能力条件来反映技术环境^[17]。Nelson 在“美国支持技术进步的制度”中强调,技术进步过程基本采取渐进方式,反映出资本主义国家特有的制度结构。苏联型经济中技术进步的方式是十分不同的。某种观点来看,制度设计的任务,是在技术的私有和公有两方面,建立一种适当的平衡,既保持足够的私人刺激以鼓励创新,又保持足够的公有性促进技术的广泛应用。Stefano Breschi, Franco Malerba and Luigi Orsenigo 则是在他们设定的技术体制与熊彼特的创新模式之间建立起基本联系,即经验估计(回归分析)了熊彼特创新指数和技术体制指数之间的关系。结论是熊彼特第一模式(Schumpeter Mark I)和第二模式(Schumpeter Mark II)与不同的技术体制变量相关。

技术进步路线还有一些更具体的形式。比如,赵红州、唐敬年用统计和回归分析技术对现代技术、近代技术、古代技术进行计算,发现它们都遵从指数增长^[18]。第一位诺奖获得者丁伯根的测算也是指数增长(DOCTOR 技术增长理论与模型研究)。

至于新技术产生的规律性,相关研究还不够深入。不过,已经有了一些“天才的猜测”。如 Philippe Aghion 和 Peter Howitt 认为技术创新是“研究”的“产出”,服从随机的泊松分布^[19]。

3 技术范式

技术进步的一个预设是,两条曲线之间有断点。如何解释这个断点,需要一个概念装置。现在流行的是 Giovanni Dosi 的“技术范式”^[20]。曲线连续部分称之为“技术轨道”;不连续部分则视作“范式”从一个变换到了另一个。如是,一条技术轨道线就是一个范式的“生灭过程”。当旧范式被新范式取代后,旧范式就成了技术进步的旧脚印。Dosi 认为,一项技术在“轨道”上运动的力量主要来自市场,是单向的;而新范式的出现需要一系列因素——科学进展、经济因素、制度变量以及原有范式所不能解决的困难——之间的相互作用。新范式的出现常常与新“熊彼特式”企业或“新寡头”联系在一起,因此,技术

发展史与工业结构史拥有一个共同的文本。

Dosi 的技术范式是 T. Kuhn“科学范式”^[21]的转义。这至少可以说明两点:①很多过程具有某种相似性;②范式概念过于宽泛,容易被借用。再一方面,T. Kuhn 对范式的释义带有两重性,所以,范式又很像是科学史上的“事件坐标”。因此,Sahal 的文章标题就是“技术路标与创新大道”^[22]。

虽然“范式”这个概念装置很像一个机械装置“万向节”,但它的进步性首先在于对技术变革“单源论”的修正^[23-24]。它强调:科学尤其是市场都不能作为技术变革的唯一源泉。在理解进化问题上,《物种起源》几乎成了一种意识形态,所以,技术演进吸收达尔文进化思想就是必然的。一些研究结果是:动物进化的渐进主义并不排斥“跃进”和“重新定向”^[25]。Usher 指明,积累综合可能导致质量的跃进^[26]。David & Dosi 在发展有关扩散的 PROBIT 模型时则使用了“阈值”概念^[27],阈值概念也是从生物学那里借用来的。新技术到达阈值时可能触发新的机会以把创新技术传播到新的部门^[28]。速度上,技术进化显然比生物进化快得多。Stephen Jay Gould, Nelson & Winter 认为,文化进化是拉马克式的(Lamarckian)——特性的传承是意志性的,它不必等待遗传特质的自然选择^[29-30]。也就是说,技术进化是带有明确的方向性;而动物进化则是随机的。类似的研究还有 Chris De Bresson^[31]。总之,上述研究无疑延续着达尔文的文脉。

Christopher Freeman 说,演化经济学所以复兴,生物学理论功莫大焉。而理论的“移植”不仅要寻找它们的共同点,更要突出它们的不同点。进化的个体性以及群体性质、系统水平、社会制度,都反映在“技术—经济范式”的特征之中^[32]。

人们使用“范式”概念时,尤其是“大范式”概念,“排他性”(exclusion effect)是明显的。比如 Nelson 和 Freeman 在讨论技术体制和创新体系时,是以国家为分界线的(美国、苏联、日本等)。在这之前,Veblen 的“拿来主义”、Joel Mokyr 的《富裕的杠杆》、Eric J. Hobsbawm 的《极端的年代》也都有明显的国界线。Bagaram Tulpule 更把技术看作“意识形态”^[33],但也不算过分。今天已不再有技术的“出家人”,所有人都生活在技术文化(或传统)当中;另一方面,技术也并不坚持“自由价值”与“立场中立”,比如战争。这种思想的源头是霍尔海默、马尔库塞和哈贝马斯。

Fulvio Castellacci 等人就把创新活动进行“分水

平”讨论(微观、中观和宏观),并指出创新研究所面临的挑战:①技术与制度之间的“共演化”问题;②需求问题,Schumpeter, Dosi, Nelson & Winter 以来,需求似乎被搁置了;③福利与发展问题,技术进步的结果未必是共赢的局面。与此同时,方法论上也受到挑战:①非还原论,研究路线是从“微观”→“宏观”,还是从“宏观”→“微观”,还是应该形成“对开”? ②多学科性;③或有解释与一般结论。^[34]

范式概念十分流行,流行是因为通俗。但通俗并不代表人们真正了解它。“技术范式”在有关技术发展和技术扩散中被指派给一个关键性的作用,但它的性质却还有点暧昧不清。Richard A. Jenner 借用了“混沌理论”、信息理论、“耗散结构”的概念^[35],描述了技术范式形成和演化的过程:(内外活动的)变量矩阵是“耗散结构”的“参数库”,当混沌系统(或非线性系统)的参数到达一个关键点——分叉点那里,系统接受一个随机转换而进入到一个新形式^[36]。

4 技术进步与经济增长

技术变迁(或者还有作为技术基础体的不断增长的科学知识)是按照自然内部过程或自身规律运动的,任何时候,它都是一个独立的经济力量。比如,熊彼特就视资本主义发展的“马达”内置于技术创新过程之中。在熊彼特模型中,外源性技术变迁鼓励了投资,反过来,投资的变动又导致周期性不稳定。

1966 年, Jacob Schmookler 的著作《发明与经济增长》出版,它是对经济学家在经济学专业内处理技术问题自信心的加冕。其引人入胜的地方在于它主张发明活动是必要的经济现象,而且可以用经济学家所熟悉的分析工具理解它^[37]。如他的开卷语说:“是什么规律统治着人对自然掌握的进程?”为能系统地回答这个大问题,他试图用小问题破题。①如何解释任一特定行业里发明活动在时间上的变化;②如何解释给定时间点上行业之间发明活动的差别。

Nathan Rosenberg 认为,发明更多地取决于相关“增长着的知识存量”(或说知识库)(可称之“供给派”),不同于 Jacob Schmookler 的“需求派”^[38]。其实,中外学者在揭解“李约瑟之谜”时也有相似的分歧。林毅夫倾向于把“李约瑟之谜”看作一个技术进步问题,因此对“李约瑟之谜”的解释就大体可归结为技术需求不足论和技术供给不足论^[39]。而在技术与经济的关系问题上,他们的分歧明显小了很多。那就是经济力量和动机虽然在给科学定向方面发挥重要作用,但经济不是运行在真空中,而是被限制在科学技术的变速进步中。

Ola Olsson 和 Bruno S. Frey 提出一个创业企业家模型,主张创业企业家是“观念新组合”的经营者,而技术被看作是“公制技术空间”里的一套观念组合^[40]。所谓“公制技术空间”是可按照 Schumpeter, Weitzman 和 Olsson 的精神利用组合现有观念而得到新知识的“物料场”。这一模型的基础是 Weitzman 的“重组增长”^[41],也是它的一种“应用”。在这之前,Weitzman 用农作物的杂交授粉模型解释了“重组增长”。Olsson 则坚持了熊彼特和 Weitzman 的思想,并被 Jaffe, Griliches, Jaffe et al., Audretsch & Feldman 的专利实证作品所鼓舞,构建了一个多变量模型^[42]。

Mark Sanders 设计了一个知识→机会→创新→周期增长的模型,把科学发展的两个阶段(常规科学阶段、危机科学阶段)以及科学革命的结构都数学化了^[43]。这样的努力值得期待。

在经济增长的研究领域,熊彼特的影响是巨大的,也有大众的追随者。“熊彼特的工作得到了一群杰出的喜欢数学理论家的肯定。他们包括伦敦大学的菲利普·阿吉翁。在这一自称为内生增长理论的领域进行研究的经济学家常常不把马克思当作他们的精神前辈(这样做会遭到嗤笑),但他们的模型本质上是马克思主义的,因为其主要目的是说明技术进步怎样从竞争过程中产生,而不是像新古典模式那样凭空而来”^[44]。Philippe Aghion 和 Peter Howitt 发展了一个内生增长模型,模型中垂直创新成为增长的基础资源,而创新来自于竞争性的研究部门(外源性技术研究的部分内置化,相关研究还可见 Pietro F. Peretto, 这个模型模拟了这样一个过程:“创新”是“研究”的随机“产出”,服从泊松分布;每一项创新的结果都是系列更高效中间资本品(这继承了 Romer 1990 年模型精神);创新的动机来自对技术创新所能带来的垄断租金的期望,但是垄断租金又要被下一个创新所摧毁^[45]。

一些研究“萧条”的经济学家们对于“技术—经济”关系,自然会有一点“小伤感”。无论是“深化”资本的技术,还是“扩展”资本的技术,最终都有可能被市场的刚性条件与社会心理消耗掉^[46]。十八世纪以来的工业技术在改变着生产方式,也在塑造着人们的心理。“青山遮不住,毕竟东流去。”20 世纪末年,知识经济来临了。

Walter W. Powell & Kaisa Snellman 对知识经济的定义是:能够助力科学技术发展加速的、以知识密集型活动为基础的生产与服务。其关键组件是智

力资源,其证明是“专利”数据。既能描述知识生产的高涨,又能展示新兴产业的扩展^[47]。计量学的研究证实了知识与经济的关系,但是知识本身的生产过程并不为人们了解多少。正如 Drucker 说:“知识作为一种经济资源是如何表现的?对此我们并非完全了解,我们还没有足够的经验来形成一种理论并且验证它”^[48]。

所以,迈克尔·吉本斯等人的《知识生产的新模式》也只是用“剩余法”提出了“模式 2”。他们把传统知识生产模式称为“模式 1”,余下的称之为“模式 2”。模式 1 中,知识生产主要在一种学科的、主要是认知的语境中进行;模式 2 中,则在一个更广阔的、跨学科的社会和经济情境中被创造出来^[49]。虽颇有创见,但是还没能形成理论。

5 技术—经济史中的发现

宇宙学家向物质世界发问“宇宙来自哪里?”Joel Mokyr 则向经济世界发问类似的问题^[50]。“以经济增长和技术进步为基础的西方经济的兴起是现代历史的中心事件,其它都不能与此相提并论。但是,这该如何解释呢?”^[51]。对此,Mokyr 充满困惑,就像宇宙学家困惑于宇宙的起源是时空中葡萄柚大小的毛刺一样。

Mokyr 试图揭示激发技术创造活动的“有用知识”的作用。“简言之,技术是知识,即便不是所有的知识都是技术的……这个时代的现象是,作为一个整体,我们知道了更多。”Mokyr 重构了“科学—技术”之间的“双向”关系^[52],并把知识加上标签——“命题性知识 Ω ”和“规定性知识 λ ”。“如果 Ω 是方法论, λ 就是技艺”(Mokyr)。Hal R. Varian 则把它称谓“科学”和“工程学”。科学的进步是发现,工程学的进步是发明^[53]。以 1800 年为界,之前,技术过程主要是技艺的积累;之后,主要是科学的发展。在此,数学提供了最直接的例证,当然还有化学。第二次工业革命可以被看作两种“知识”在长达一个世纪的共同进化的结果。Lee Fleming and Olav Sorenson 的论文题目就是“作为技术搜寻地图的科学”^[54]。

Mokyr 的两种知识与中国先哲们的“道器观”大体一致。《淮南子·汜论训》曰:“民迫其难则求其便,困其患则造其备,人各以其所知,去其所害,就其所利。”“衣服器械,各便其用”,这是工程学的范畴。而中国的“道学”主玄、贵无、求仙、逍遥、隐逸、养生、知足,始终未能落拓出科学的气质;儒学对于科学更加迟钝;释家,青灯下面读黄卷,离科学更遥远。所以,西方国家能一次接着一一次地上演工业革命的原因是

“技术”有一位称职的“导师”——科学。

Nathan Rosenberg 将“期望理论”引入到技术扩散的研究当中^[55]。十九世纪,在美国,对技术进步更高的期望值缩短了美国机械的最佳寿命,即,在某种意义上加快了新技术的使用^[56]。与理论不相符的是,英国发展“彗星 1 号”商用喷气飞机,要早美国两年,但最终却是美国胜出。回头去看这段历史,美国的“后手”是获益的,而不是高成本;波音和道格拉斯的时机选择好于哈维兰(Havilland)。“他们‘后手’提供的飞机载客量达 180 人,而‘彗星 IV’是 100 人,巡航速度也达到 550m. p. h 而不是‘彗星 IV’的 480m. p. h——巨大的商业优势来自他们更新的设计和更强大的航发。他们延后 4 年也使‘彗星’在一些金属疲劳事故之后更加安全”^[57]。还有研究证明,军火采购领域对“技术期望”更为明显。

Harold Passer 研究了 19 世纪最后 25 年的电气制造业^[58], R. S. Sayers 研究了 1919—1939 年英国的技术进步, Walter Adams and Joel Dirlam 研究了美国钢铁业中的氧气炼钢技术。这些研究的一个看似矛盾的推论是,技术进步的速率与技术创新、扩散的速率之间绝非是一种简单的关系,而很有可能与感性的期望相反。技术进步的步速越快,技术被采用和扩散的步速越慢,或者最“先进”的机器未必得到推广,只要潜在的购买者形成了惯性思维,设想着技术的完善一定会持续和加速。这种心理下的行为也就是“一动不如一静”。这方面的例子还有失败的摩托罗拉“铱星计划”、英法的“协和式飞机”,也许还有微软的 Mira、谷歌的 google wave、惠普的 WebOS。

6 结束语

中国古代技术大致可以归并入三类:一是维护大一统王朝的“大一统型”技术,如历法、军事、造纸(帝国通信)、印刷术;二是帝国基础农业的灌溉(如水排)、测量、耕作、水利;再就是帝王玩物的“奇技淫巧”,如汉代发明家丁缓的“被中香炉、常满灯、旋转风扇”之类。如《尚书·泰誓下》曰:“作奇技淫巧以悦妇人”;《礼记·王制》曰:“作淫声、异服、奇技以疑众”;《礼记·月令》曰:“作为淫巧以荡上心”。

虽然在先秦两汉的“道学”中,技术是“道”的呈现,“道”需要在技术中体悟,即说,技术是进道之阶,但问题在于中国的“道”与西方的科学很不相同。Mokyr 在他的“现代经济增长的智力起源”中论证说,工业革命的智力起源可以追溯到十七世纪的培根计划(现代实验科学)^[59]。虽然他因重视归纳而否定演绎法,但“知识就是力量”却是西方科技兴起的冲锋

号。

参考文献

- [1] 刘青峰. 让科学的光芒照亮自己[M]. 北京:新星出版社, 2006.
- [2] ASHISH SOOD, GERARD J TELLIS. Technological Evolution and Radical Innovation[J]. Journal of Marketing, 2005, 69(3): 152—168.
- [3] RICHARD FOSTER. Innovation: The Attacker's Advantage[M]. New York: Summit Books, 1986.
- [4] UTTERBACK. Mastering the Dynamics of Innovation[M]. Boston: Harvard Business School Press, 1994.
- [5] PRAVEEN ASTHANA. Jumping the Technology S-CURVE[J]. IEEE SPECTRUM, 1995, JUNE: 49—54.
- [6] IRENE J PETRICK, ANN E ECHOLS. Technology road-mapping in review: A tool for making sustainable new product development decisions[J]. Technological Forecasting & Social Change, 2004, 71: 81—100.
- [7] J A SCHUMPETER. Capitalism, Socialism and Democracy[M]. New York: Harper & Row, 1942: 83.
- [8] LAWRENCE A BROWN, KEVIN R COX. Empirical Regularities in the Diffusion of Innovation[J]. Annals of the Association of American Geographers, 1971, 61(3): 551—559.
- [9] GWYN E JONES. The Adoption and Diffusion of Agricultural Practices[J]. World Agricultural Economics and Rural Sociology Abstracts, 1966, 9: 11.
- [10] EMILIO CASETTI. Why Do Diffusion Processes Conform to Logistic Trends? [J]. Geographical Analysis, 1969, 1: 101—05.
- [11] ZVI GRILICHES. Hybrid Corn: An Exploration in the Economics of Technological Change [J]. Econometrica, 1957, 25: 501—22.
- [12] EDWIN MANSFIELD. Technical Change and the Rate of Imitation. Econometrica[J]. 1961, 2: 741—66.
- [13] ARNULF GRÜBLER. Time for a Change: On the Patterns of Diffusion of Innovation[J]. Daedalus, 1996, 125(3): 19—42.
- [14] GERALD SILVERBERG, GIOVANNI DOSI, LUIGI ORSENIGO. Innovation, Diversity and Diffusion: A Self-Organization Model [J]. The Economic Journal, 1988, 98(393): 1032—1054.
- [15] QUALLS OLSHAYSKY, MICHAEL. Shortening of the PLC: An Empirical Test[J]. Journal of Marketing, 1981, 45 (October): 76—80.
- [16] STEFANO BRESCHI, FRANCO MALERBA, LUIGI ORSENIGO. Technological Regime and Schumpeterian Patterns of Innovation [J]. The Economic Journal, 2000, 110(463): 388—410.
- [17] NELSON R R, WINTER S G. An Evolutionary Theory of Economic Change[M]. Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1982.
- [18] 赵红州, 唐敬年. 技术增长的指数规律[J]. 科学学研究,

- 1991(2):24—28.
- [19] PHILIPPE AGHION, PETER HOWITT. A Model of Growth Through Creative Destruction[J]. *Econometrica*, 1992,60(2):323—351.
- [20] GIOVANNI DOSI. Technological paradigms and technological trajectories[J]. *Research Policy* 1982,11:147—162.
- [21] T KUHN. *The Structure of Scientific Revolutions* [M]. Chicago:Chicago University Press,1962.
- [22] SAHAL D. Technological Guidepost and Innovation Avenues [J]. *Research Policy*,14(2):61—82.
- [23] N ROSENBERG, AND D MOWERY. The Influence of Market Demand upon Innovation: A Critical Review of some Recent Empirical Studies[J]. *Research Policy*, 1979, 8 (2):102—153.
- [24] N ROSENBERG. *Perspectives on Technology*[M]. Cambridge University Press, Cambridge, 1976.
- [25] GOULD,STEPHEN JAY. *Ever Since Darwin* [M]. New York: Norton,1977.
- [26] USHER,ABBOT PAYTON. *History of Mechanical Inventions* [M]. Cambridge Harvard University Press,1954.
- [27] DAVID PAUL F ARCANGELI, GIOVANI DOSI, eds. *Conference on Innovation Diffusion* [J]. Venice, 1986 (March):19—24.
- [28] DE BRESSON CHRIS, JOSEPH LAMPEL. Beyond the Life Cycle: Organizational & Technological Design[J]. *Journal of Product Innovation Management*,1985,3 (September): 147—62.
- [29] GOULD STEPHEN JAY. *Ever Since Darwin* [M]. New York: Norton,1977.
- [30] NELSON RICHARD R,SIDNEY G WINTER. *An Evolutionary Theory of Economic Change*[M]. Cambridge: Harvard University Press,1982.
- [31] CHRIS DE BRESSON. The Evolutionary Paradigm and the Economics of Technological Change [J]. *Journal of Economic Issues*,1987,21(2):751—762.
- [32] CHRISTOPHER FREEMAN. Innovation, Changes of Techno-Economic Paradigm and Biological Analogies in Economics[J]. *Revue économique*,1991,42(2):211—231.
- [33] BAGARAM TULPULE. Redefining Development: An Alternative Paradigm [J]. *Economic and Political Weekly*, 1996,31(45/46):2991—2993+2995—2996.
- [34] FULVIO CASTELLACCI, STINE GRODAL, SANDRO MENDONCA,MONA WIBE. Advances and Challenges in Innovation Studies [J]. *Journal of Economic Issues*,2005, 39(1):91—121.
- [35] RICHARD A JENNER. Technological Paradigms, Innovative Behavior and the Formation of Dissipative Enterprises [J]. *Small Business Economics*,1991,3(4):297—305.
- [36] PRIGOGINE ILYA,STENGERS ISABELLE. *Order out of Chaos: Man's New Dialogue with Nature*[M]. New York: Bantam,1984.
- [37] JACOB SCHMOOKLER. *Invention and Economic Growth* [M]. Cambridge: Harvard University Press,1966.
- [38] NATHAN ROSENBERG. Science, Invention and Economic Growth[J]. *The Economic Journal*, 1974,84(333):90—108.
- [39] JUSTIN YIFU LIN. The Needham Puzzle: Why the Industrial Revolution Did Not Originate in China [J]. *Economic Development and Cultural Change*,1995,43(2):269—292.
- [40] OLA OLSSON,BRUNO S FREY. Entrepreneurship as Recombinant Growth[J]. *Small Business Economics*,2002,19 (2): 69—80.
- [41] WEITZMAN MARTIN L. Recombinant Growth[J]. *Quarterly Journal of Economics*,1998,113 :331—360.
- [42] OLSSON OLA. Knowledge as a Set in Idea Space: An Epistemological View on Growth [J]. *Journal of Economic Growth*,2000,5(3):253—27.
- [43] MARK SANDERS. Scientific Paradigms, Entrepreneurial Opportunities and Cycles in Economic Growth[J]. *Small Business Economics*,2007,28(4):339—354.
- [44] 杨春学. 重建马克思主义经济学的某些核心命题[J]. *云南大学学报*,2006(1):48—59.
- [45] PIETRO F PERETTO. Technological Change, Market Rivalry, and the Evolution of the Capitalist Engine of Growth [J]. *Journal of Economic Growth*,1998,3(1):53—80.
- [46] WILLIAM FELLNER. The Technological Argument of the Stagnation Thesis[J]. *The Quarterly Journal of Economics*,1941,55(4):638—651.
- [47] WALTER W POWELL, KAISA SNELLMAN. The Knowledge Economy [J]. *Annual Review of Sociology*, 2004,30:199—220.
- [48] DRUCKER PF. *Post-Capitalist Society* [M]. New York: Harper Bus,1993.
- [49] 吉本斯,等. 知识生产的新模式[M]. 陈洪捷,沈文钦,等,译. 北京:北京大学出版社,2011.
- [50] ROSALIND WILLIAMS. Does Progress Have a Future? Joel Mokyr's "Gifts of Athena"[J]. *Technology and Culture*, 2003,44(2):371—375.
- [51] MOKYR JOEL. *The Gifts of Athena: Historical Origins of the Knowledge Economy* [M]. Princeton and Oxford: Princeton U. Press,2002.
- [52] RICHARD R NELSON,JOEL MOKYR. The Gifts of Athena [J]. *Economic Development and Cultural Change*, 2004, 52(2):497—498.
- [53] HAL R VARIAN. Review of Mokyr's "Gifts of Athena" [J]. *Journal of Economic Literature*, 2004 ,42(3):805—810.
- [54] LEE FLEMING,OLAV SORENSON. Science as a Map in Technological Search[J]. *Strategic Management Journal*, 2004,25(8/9):909—928.
- [55] NATHAN ROSENBERG. On Technological Expectations [J]. *The Economic Journal*,1976,86(343):523—535.
- [56] H J HABAKKUK. *American and British Technology in the Nineteenth Century*[M]. Cambridge University Press,1962.

(下转第129页)

构,加快建设国家碳纤维高新技术产业化基地,使吉林省在不远的将来成为中国的“碳谷”。

参考文献

[1] 周嵩林. 国内碳纤维材料的生产现状[J]. 泸天化科技, 2011 (3): 222—225.
[2] 方曙, 张炯, 肖国华. 专利情报分析方法及应用研究[J]. 图书情报知识, 2007(4): 64—69.

[3] 王根, 黎军, 周斌. 我国 LED 产业专利情报分析与评价研究[J]. 情报杂志, 2012, 31(3): 70—76.
[4] 韩彩云, 龚勋. 专利情报分析技术及其分析指标体系建构[J]. 情报杂志, 2007, 26(10): 78—79, 77.
[5] 尹小勇, 孙宝文. 对我国碳纤维产业发展的几点建议[J]. 石油规划设计, 2011, 22(4): 14—16, 56.
[6] 徐爱武, 黄萍, 胡伟伟. 浅谈我国碳纤维产业的现状及发展对策[J]. 山东纺织经济, 2010(11): 26—27.

Patent Information Study on Carbon Industry of Jilin Province Based on Patent Map

GAO Xia, DAI Lei, SUN Lin, SHAN Mei-yu

(Institute of Scientific and Technical Information of Jilin, Changchun 130021, China)

Abstract: This paper based on Chinese patent databases, used the patent information analysis methods, related patent literature of carbon fibers industry in Jilin province analysis from the development trend, technology domain, patentee. With patent point, analysis and evaluation of present situation and the technical level of carbon fiber industry in Jilin province, hope provide valuable information reference to the development of carbon fiber industry in Jilin province.

Key words: carbon fiber; carbon fiber industry; patent map; patent information analysis

(上接第 80 页)

[57] RONALD MILLER, DAVID SAWERS. The Technical Development of Modern Aviation[M]. New York: Praeger Publishers, 1970.
[58] HAROLD PASSER. The Electrical Manufacturers, 1875—

1900[M]. Cambridge, Harvard University Press, 1953.
[59] JOEL MOKYR. The Intellectual Origins of Modern Economic Growth[J]. The Journal of Economic History, 2005, 65 (2): 285—351.

A Review of the Theory of Technological Progress

JIN Qing, JIA Quan-xing

(Graduate School of Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 102488, China)

Abstract: On the basis of the classification and comment on the theory of technological progress, this paper tries to sort out a theoretical context. The mechanism of technological progress so far has not been fully understood, and the law of technological progress also has hypothesis properties, such as S-curve, J-curve, paradigm and so on. However, They must be the basis of deepening of study.

Key words: technological progress; S-curve; technical paradigm