

# 制造业工艺创新动力模式研究评述

姚芊, 毕克新

(哈尔滨工程大学 经济管理学院, 哈尔滨 150001)

**摘要:**对制造业工艺创新产生影响的相关因素及基于相关因素建立的工艺创新动力模式的发展现状、不足和趋势进行分析。工艺创新的相关因素涉及技术、供给、需求、产业组织和宏观经济5个方面,基于不同相关因素建立了3种工艺创新动力模式,分别从系统性和方法论方面分析工艺创新动力模式研究过程中存在的不足。针对工艺创新动力模式研究工作现状,指出未来工艺创新动力模式研究工作的发展方向及领域。认为,动态性、系统性和前瞻性是工艺创新动力模式研究应该具备的重要特性。研究结果表明:工艺创新动力模式的研究工作还处于刚刚起步的阶段,研究方法仍然采用局部均衡和比较静态分析是基于经验的归纳总结。

**关键词:** 工艺创新; 相关因素; 动力模式

**中图分类号:** F204; C931

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1009-3370(2011)03-0060-08

## 一、引言

早期技术创新的研究主要是从定性方面展开的,随着技术创新在推动经济发展过程中的良好表现,学者们逐渐开始利用获得的企业和行业数据,运用相关分析、回归分析等多种方法进行技术创新的相关实证研究。实证研究成果的不断涌现促使一些学者尝试着将技术创新置于严格的经济学模型中,探索在不同限制性条件下,理论上可能对技术创新产生影响的各种因素。他们认为产品质量、企业规模、企业生产组织模式、市场竞争、消费者偏好等因素都将对企业的创新方式产生影响。比如,Reinganum(1983)建立了不确定工艺创新博弈分析模型,认为企业规模有助于创新专利的获得<sup>[1]</sup>。Petsas等(2005)建立了生产差异化产品的双寡头垄断模型,研究在古诺-纳什产量竞争下,企业规模对工艺创新和产品创新研发选择的影响。研究表明,在既定的产品研发体制下,随着企业将更多的努力投入到产品创新上,企业从产品创新转移到工艺创新的动机增强;如果企业处在工艺研发体制下,企业将无限期地进行工艺研发<sup>[2]</sup>。Boone(2000)研究了两阶段确定性博弈分析模型中市场竞争压力对技术创新的影响,指出竞争压力与工艺创新投资正向相关<sup>[3]</sup>。Haworth等(1998)在只有一个垄断者有创新机会的垂直产品差异化模型中的研究结果表明,在竞争不激烈的时候(古诺竞争),高质量(生产高质量产品)的公司倾向于选择工艺创新;在竞争激烈

的时候(伯德川竞争)低质量(生产低质量产品)的公司倾向于选择工艺创新。Filippini和Martini(2004)在Haworth模型中加入了垄断竞争者可以同时决定采取创新活动的限制条件,结果是,低质量和高质量的公司或者选择同种类型的创新(产品创新或工艺创新),或者高质量公司选择产品创新,低质量公司选择工艺创新<sup>[4]</sup>。Lin和Saggi(2002)创建了产品差异化双寡头垄断模型,指出,在伯德川竞争和古诺竞争同时存在条件下,企业之间进行半合作(只有产品创新合作)会促进产品创新和工艺创新的共同发展,而企业之间进行全面合作(产品创新合作和工艺创新合作)则相反<sup>[5]</sup>。Rosenkranz(2003)认为,在完全信息下双寡头垄断两阶段博弈模型中,当生产技术稳定、产品性能标准化、价格成为重要影响企业成功因素时,消费者偏好多样性将引导企业创新的重点转向工艺创新<sup>[6]</sup>。

工艺创新自创新作为一种新的生产要素进入经济研究领域以来,学者们的研究成果大都散见于技术创新的相关研究中,没有形成完整的理论体系,相关研究领域学者们的研究成果大都集中于将产品创新和工艺创新进行协同研究。这主要源于工艺技术属于企业核心生产技术的外围技术,工艺创新与产品创新具有高度的关联性,企业创新方式的选择决定了企业将以什么样的方式和途径参与到市场竞争中,同时也决定了企业利润的大小。本文分别从技术、供给、需求、组织及宏观经济5个方面研究了对工艺创新产生影响的相关因素,对基于相

收稿日期: 2010-08-25

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(70872024);黑龙江省自然科学基金资助项目(G2006-10)

作者简介: 姚芊(1973—),女,高级会计师,博士研究生;毕克新(1961—),男,博士,教授,博士生导师。E-mail: Yaoqian@hrbeu.edu.cn

关因素建立的工艺创新动力模式的国内外学者研究成果和动向进行了探索,并对工艺创新动力模式研究工作的方向进行了展望。

## 二、工艺创新模式研究现状

### (一) 工艺创新相关因素分析

部分国外学者从严格的经济学理论模型中考察了对工艺创新产生影响的各种因素,但是更多的文献和研究成果是在实证和经验数据的基础上完成的。这些研究成果从更多的侧面反映了工艺创新的发展轨迹和现状。

#### 1. 技术因素

Abernathy 和 Utterback(1975)提出了 A-U 技术创新动态模型,在这个模型中他们引入了技术生命周期变量,分析了产品创新和工艺创新随技术生命周期变化的规律。他们认为,企业的产品创新活动和工艺创新活动是相互关联的,在产品寿命周期的不同阶段,对两种创新类型的侧重是不同的,这两种类型的创新活动相对重要性在不同寿命周期阶段交替变化。根据产品寿命周期的变化,技术创新模式有重大产品创新与渐进工艺过程创新、重大工艺创新与渐进产品创新、重大产品创新与局部工艺过程创新相结合的 3 种技术创新模式。随后他们在 1978 年将技术生命周期进行了细分,分别研究了企业处于不同技术生命周期中技术创新率的变化强度:在技术发展初期即不稳定阶段,产品创新率高于工艺创新率,主要应采取重大的产品创新和渐进的工艺创新。在过渡阶段,产品创新率降低,工艺创新率上升并超过产品创新率,创新活动要转换到工艺过程的创新,以满足新产品对新工艺的要求,并通过工艺创新手段来扩大生产能力、降低成本。在稳定阶段,产品创新率和工艺创新率都降低,两者之间比率趋于平衡,创新活动的分布仍是工艺过程创新和渐进性的产品创新相结合。产品处于衰退期时,由于受到市场需求、技术进步等外界因素变化的冲击,企业要考虑下一轮重大产品的创新和局部的工艺过程创新。Abernathy(1983)等将技术因素与市场因素结合,提出了技术创新的 ACK 跳跃矩阵模型,研究在两种不同因素作用下技术创新强度的变化规律,工艺创新研究是以技术为楔入点,对工艺创新的研究就是对生产技术的变革和重大改进<sup>[7-8]</sup>。

随着对制造流程认识的不断深入和现代科学技术的发展,人们发现工艺的发展受到多种因素的影响,工艺创新不应局限于加工方法的突破,而是

应包含多种技术手段在内的制造技术,是企业生产方式的革命<sup>[9]</sup>。企业工艺创新过程实质上是一个技术问题的解决过程,技术问题的解决通常是通过搜寻和选择的反方向循环来进行<sup>[10]</sup>。

#### 2. 供给因素

学者们的研究成果还涉及到工艺创新与制造企业相关生产因素之间的因果变动关系。Hayes 和 Wheelwright(1979)建立了产品—工艺矩阵模型,将不同类型的生产企业置于生产工艺阶段和产品生命周期二维矩阵模型中,研究处于不同产品和工艺结构阶段企业的生产工艺的选择问题(图 1)。

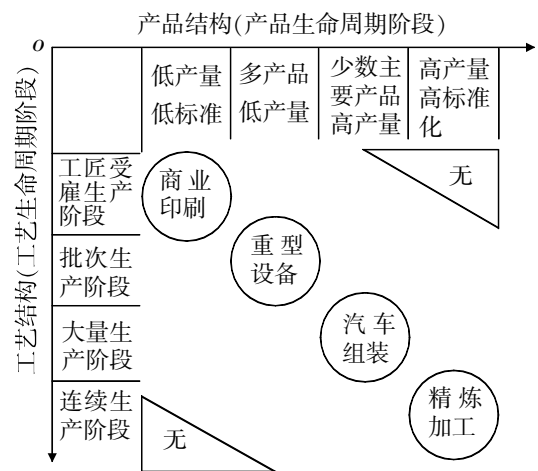


图 1 产品—工艺矩阵概念模型

学者们认为,位于矩阵对角线右边的企业,应减少产品改变,采取更稳定的产品策略;位于矩阵对角线上边的企业,应减少资本密集工艺,使其工艺过程更灵活;位于矩阵对角线下边的企业,应注重机械化、低成本效率和刚性的工艺过程。

大企业在规模经济和示范效应、技术力量和技术储备、投资能力、信息能力及风险承担能力、调动多种手段垄断技术、防止模仿等方面具备强大的优势,因而在形成了新产业的主导技术和组织规模之后,进入成熟阶段并进行新一轮的技术创新时,成为控制产业中工艺创新的主要力量。小企业则在企业内部机制运转方面具备大企业不能比拟的灵活性,但是由于资金和技术人才的短缺,因而小企业的技术创新模式应避免投资大、时间长的项目,重在强调技术开发中的高效率、高收益。美国中小企业厅的《中小企业白皮书》指出,从平均技术开发所需时间看,大企业为 3.05 年,中小企业只有 2.22 年。Gilbert(1982)在宽松的条件下利用博弈分析研究了公司规模与工艺创新之间的关系,得出结论:在小公司(进入者)拥有新产品专利之前,大公司(在位者)垄断利润高于行业的利润,因而倾向于工

艺创新<sup>[11]</sup>。Scherer(1991)从美国制造业数据中提炼出相当的证据,来证实大企业比小企业更注重工艺创新。Vivero(2001)比较了西班牙生产企业工艺创新与产品差异和企业规模之间的关系,得出结论:产品差异与工艺创新动机之间存在着非线性关系,当企业产品存在一定程度的差异时,企业规模对工艺创新起着重要的作用<sup>[12]</sup>。随着企业规模的扩大,企业中的工艺创新所占比重会逐步增大,相对产品创新而言,工艺创新与企业规模相关性更大<sup>[13]</sup>。Cohen等(1996)发现,企业花在工艺R&D的精力和资金随着企业规模的扩大而增长。他们认为这是由于生产过程(相对于产品创新而言)较少通过市场转移,并且在刺激企业发展上作用并不明显造成的<sup>[14]</sup>。

企业选择不同的生产流程会产生不同的竞争优势,当技术创新与企业生产规模不相匹配时,将直接影响企业的绩效。在大规模定制类型的企业中,先开发新产品,后确定制造工艺,一个工艺过程只对应一种产品。产品退出市场,相应的工艺方法必然被淘汰。因此,工艺过程对产品变化具有较强的适应能力,个性化的新产品从灵活、敏捷而又长期稳定的过程中生产出来<sup>[15-16]</sup>。规模定制企业真正的技术创新体现在加工和装配的过程中,生产过程中的工艺创新是这类企业技术创新的主要类型<sup>[17-18]</sup>。

工艺创新活动的强度还受到企业获取创新资源成本的约束。当企业创新引入时的价格越高,企业越趋向于通过工艺创新(而非产品创新)获取创新收益,企业进行工艺创新的动力也越强<sup>[19]</sup>。任峰(2003)以我国国有企业为样本,以企业财力作为一个新的变量引入到企业不同产品生命周期技术创新策略选择影响的研究中,通过对问卷调查数据的相关分析得出结论:在产品成熟期进行创新的企业相对于在成长期的企业而言,其产品创新的力度明显降低;在产品衰退期进行创新的企业相对于在成熟期的企业而言,其工艺创新的力度明显降低。在一个完整的产品生命周期中,我国国有企业产品创新的程度始终大于工艺创新,企业的成长期是创新的重点阶段。在企业的成熟期,财力限制因素是企业创新活动低下的原因<sup>[20]</sup>。

Martiniz Ros(2000)采用1990—1993年间西班牙生产制造企业数据用随机效果概率模型,分析了外在变量对创新活动的影响和产品创新与工艺创新之间的相互影响关系。他们的研究表明,产品创新和工艺创新有着密切的关系,决策者的能力和经验对决定创新类型选择有重要影响<sup>[21]</sup>。

### 3.需求因素

当产品需求富有弹性时,因成本降低会给企业带来巨大的利润,将促使公司从事工艺创新;反之,因需求增加而带来巨大利润,将促使公司从事产品创新<sup>[21-23]</sup>。在离散消费者类型的垂直差异化垄断市场中,创新成本、不同的消费者类型分类对产品创新和工艺创新具有互补性的影响。当消费者需求多样性不重要时,在市场完全覆盖范围内更有可能进行单独的工艺创新,这个结论符合发展中国家的经验<sup>[24]</sup>。当产品同质时,企业更倾向于同时进行产品创新和工艺创新<sup>[25]</sup>。企业的创新活动与竞争状况有关:产品竞争不激烈时,产品创新和工艺创新明显较少;当产品竞争不太激烈时,产品创新和工艺创新活跃。产品创新频率明显加快,当企业产品竞争过于激烈时,工艺创新就摆在企业发展的最优先的位置。工艺创新对市场绩效的影响主要取决于产品创新水平,这是Kotabe(1990)运用回归分析得到的结论,企业产品创新水平相对较高时,将会在工艺创新方面给予更多的投入,从而获得更大的市场绩效。企业产品创新是必要的,但市场绩效并不完全取决于产品创新,还要注重工艺创新<sup>[26]</sup>。西班牙生产制造企业技术创新活动经验表明,不同的产品需求类型的企业创新活动是不同的,产品需求缺乏弹性的企业偏好工艺创新,而产品需求富有弹性的企业则偏好产品创新,产品创新和工艺创新在一定程度上是互补的。

### 4.产业组织因素

Pavitt(1984)的研究指出,纺织、制衣、皮革、印刷与出版、木制品、采掘业、电力、蒸汽热水等“供方支配”部门的技术创新主要集中在工艺创新,运输设备、部分耐用电子消费品、金属制造、食品、部分化学工业、水泥、玻璃、冶金、部分电气机械等“规模密集”部门工艺创新与产品创新并重<sup>[27]</sup>。侯铁珊等(2004)对中国制冷家电和纺织品服装行业的技术创新实践模式分析,建立了“需求拉动的产业链创新动态过程A-U模型”(简称D-A-U模型),分析绿色壁垒引致的需求拉动出口产业链技术创新效应<sup>[28]</sup>。Filson(2002)研究个人电脑行业企业研发费用和企业规模、利润的关系。运用曲线拟合分析,发现该行业20世纪70年代以产品创新为主,80年代中期产品创新比率下降,而90年代中期产品创新比率再次上升。大企业倾向于选择工艺创新,小企业则倾向于选择产品创新<sup>[29]</sup>。在微电子行业等规模集约化的产业中,由于市场的激烈竞争,主导设计是不断变化的,产品创新和工艺创新呈现同方向增长

趋势<sup>[30]</sup>。材料企业往往在重大产品创新后,围绕核心技术不断实施渐近产品创新,依靠工艺创新不断提高材料的性能和降低成本,企业研究开发的投资重点也由产品创新为主,转向改善工艺流程和扩大企业的生产规模,以期不断扩大产品的市场份额<sup>[31]</sup>。

### 5. 宏观经济因素

Vernon(1966)从国家经济产业增长的角度研究了产业规模和生产成本与工艺创新和产品创新选择问题。他认为,在产业增长的早期,当市场上有许多同类的竞争性产品时,工艺创新能力就显得不是非常重要;当产品逐渐标准化之后,工艺创新与规模经济和成本竞争成为企业生产策略的重点。随着竞争条件的变化,技术从高收入水平的国家转移到市场规模大、生产成本低的国家。弗里曼(Freeman)和纳尔逊(Nelson)比较分析了美国和日本资助技术创新的国家制度系统,指出现代国家的创新系统既包括各种制度因素以及技术行为因素,也包括大学,政府机构等。通过分析技术创新与国家经济发展速度和质量之间的关系,将创新作为国家变革和发展的关键动力系统,强调国家专有因素对技术创新的影响。

刘洪涛等(1999)认为,在计划经济中,政府作为创新、投资的主体所固有的数量增长冲动导致新产品的产生,主要依赖于新建企业或生产线来实现,而不依赖于企业自觉的生产者——用户交互作用;由于创新最终实现者——企业的动力、能力乃至权力均不足,企业比较自愿的创新虽然可能是过程创新,但为数也不会多<sup>[32]</sup>。陈劲(2000)提出国家技术发展系统框架,研究在国家创新系统框架内如何从技术引进走向自主创新的国家支撑体系<sup>[33]</sup>。

发展中国家从发达国家引进技术后进行二次创新,在二次创新中,被引进的技术需要根据当地的条件进行改良与变革,所以工艺创新的频率高。这样可以解决原来的产品在新生产地生产的问题。在赶超型国家工业化的早期阶段,技术重点放在工程管理和有限的开发上,而不是放在研究上。通过消化吸收引进技术,本国的企业可以由模仿性分解研究来开发相关产品,而不需要外国技术的直接转让。沿着获得、消化吸收和改进的轨迹,赶超型国家中的企业走的是发达国家研究、开发和工程管理的反向道路<sup>[34]</sup>。

许庆瑞等(1998)结合后发国家的产业创新规律创建了3-I模型,即:模仿、提高,创新(imitation, improvement, innovation)模型,强调国家经济的可持续发展依赖于技术创新,特别是绿色技术的开发和

扩散。在绿色技术创新中,要特别重视适合我国国情的适用性污染预防技术的采用<sup>[35-36]</sup>。

综上所述,本文分别整理了研究工艺创新影响因素的相关文献,归纳了五类因素,涉及到微观因素三个:技术、供给和需求;宏观因素两个:产业组织和国家经济因素。由此可见,工艺创新是一个与国家的经济、产业的发展、个人生活都息息相关的事物,它深入到我们生活的各个角落,对我们的影响是广泛而深入的。这一过程是伴随着制造业的发展而得以进行的。但是也注意到,制造业大发展的同时也带来了极大的环境污染等问题,所以制造业内部的自我完善过程就显得尤为总要。工艺创新便肩负着这个使命。

## (二) 工艺创新动力模式

在工艺创新的严格理论和实践研究的基础上,中外学者们还试图对工艺创新的动力模式进行探索。他们将工艺创新的影响因素进行不同程度的结合,提出了工艺创新的多种动力模式,比如,单纯地以技术因素为推动力建立起来的技术推进模式;以市场需求和消费者偏好等需求因素为导向的利润动机模式,以及将技术因素和需求因素结合起来建立的技术——市场互动模式等。

### 1. 技术推进模式

熊彼特认为科学技术上的重大突破都会引起技术创新活动,并形成高潮,技术创新的动因在于科学技术发展的推动作用。技术创新的新熊彼特学派坚持熊彼特创新理论的传统,强调技术创新和技术进步在经济发展中的核心作用。以卡曼为代表的新熊彼特学派在20世纪60年代提出了技术创新扩散模型,开创了技术作为推动经济发展动力研究的先河。Abernathy和Utterback于1975年提出了技术创新的动态模型——A-U模型,研究创新类型和创新强度在不同技术生命周期变化的规律。在A-U模型中,他们研究在技术作为唯一动力的一维状态下,工艺创新和产品创新强度的动态变化水平。Utterback(1994)将A-U模型做了改进,引入装配产品和非装配产品分类,分别研究技术跨周期变化对技术创新模式的影响。Roy Rothwell(1983)提出的技术创新过程交互作用模型,Kelin和Rosenberg提出了技术创新过程的链式模型,郭斌(1999)通过对我国某企业进行案例分析后得出,产品创新与工艺创新之间存在明显的交互作用;工艺技术的演进轨道不仅由技术因素所决定,还受到新工艺技术的采纳成本等经济因素制约;并且产品平台与工艺平台的交互作用存在不同的关联模式<sup>[37]</sup>。

## 2. 利润动机模式

Kenneth Arrow(1962)从企业经营目的——利润最大化的角度研究了工艺创新动力模式问题。他认为,如果一个新进入者通过技术创新可以获得垄断地位,那么他会比已经获得垄断地位的企业有更大的动力进行技术创新。因为,对于已经是垄断者的企业来说,从创新中获得的收益增量比新进入者小得多。创新是一种激烈的竞争行为,如果创新成果被采用,企业平均生产可变成本下降带来的利润将远远高于使用老技术的生产者利润。在新进入者和已有的垄断者之间将发生替代效应,新进入者将替代已有的垄断者;如果已有的垄断者也采用的工艺创新技术,那么已有的垄断者只是替代了他自己,相比较而言,在新进入者和已有垄断者之间利润的重新分配使新进入者具有更大的创新动力。Jean Tirole(1988)证明了阿罗的替代效应,即撇开任何策略考虑,垄断者来自创新的所得要少于竞争性企业。她指出,由于竞争最终消除产业的利润,已进入的企业就会有更大的动力阻止新进入者<sup>[38]</sup>。在这种情况下,新进入者如果能够成为新工艺技术的唯一获得者,他就可以采取价格竞争的方式进入该行业。因为与社会的最优化相比,任何高于成本水平的垄断定价都会导致生产不足,所以通过垄断者的成本下降一个较小的单位量,垄断利润将扩大一个较大的范围。

## 3. 技术-市场互动模式

技术-市场互动模式综合了技术推进模式和需求拉动模式的动力因素,强调在技术创新过程中技术和市场需求二者的配合与协调。这种模式克服了技术引导和需求激发模式的弊端,较全面地反映了技术创新的发展过程,是一种市场、企业互动发展的模式,适用于绝大多数的企业。褚东宁和刘介明(2005)从工艺创新的含义和企业的实际运作出发,提出了工艺创新的两种驱动模型,讨论了模型的实用范围和产出效益,实现了对工艺创新驱动源的探索<sup>[39]</sup>。

刘国新等从产业组织角度研究了已进入市场的企业和新进入市场的企业在创新的动力上的区别,指出在不同情况下企业创新动力分别受到三个效应的支配,即沉没成本效应、替代效应、效率效应的支配,对不同类型的企业,这三个效应交替或同时产生作用,但作用的强度具有差异性;R&D溢出的存在是客观的,它对企业创新动力有重要影响。当溢出较低(或为0)时,竞争性的企业比合作性的企业在R&D上投资更多;反之,当溢出较高时(或完全溢

出时),合作性的企业则会在R&D上投入更多。

## 三、工艺创新动力模式研究不足

纵观工艺创新动力模式的相关研究成果,不难发现,有关这方面的研究还处于刚刚起步的阶段,研究范围过于狭窄,研究手段和方法略显单一。这些缺憾都使工艺创新动力模式的研究需要进一步系统性地完善和补充。

### (一)方法论上有待更深入的探讨

#### 1. 拓宽研究范围

新熊彼特学派的学者们在工艺创新方面的研究成果侧重于对技术作为新生生产要素内部作用机制的探究。他们以技术推进模式为代表的工艺创新动力模式研究过分强调技术在工艺创新发展中的能动作用,强调创造者的“新奇性”是推动工艺创新发展的唯一动力源,忽视了市场的需求、生产供给和外部经济社会环境对工艺创新发展的约束制约作用。由新古典学派的学者们首推的利润动机模式则将技术看作一个外生变量,是被动地适应和满足市场需求偏好的结果。利润作为生产者的生产动机是推动工艺创新发展的重要动力。工艺创新的发展只是生产者在追求利润过程中的一个手段或平台。

工艺创新的技术推进模式和利润动机模式体现了当今工艺创新研究领域的两个重要的学术流派各自的研究倾向。在研究方法上,技术推进模式利用A-U模型研究了技术对产品创新和工艺创新强度的影响,以及在不同产品生命周期中,两种创新强度的变化趋势。利润动机模式从替代效应和垄断利润再分配的角度研究了垄断者和新进入者之间进行工艺创新的动力问题。技术-市场互动模式从产业组织等角度研究了模型的产出效益和使用范围。研究方法的单一及抛开其他相关因素的影响,片面研究在某种因素作用下工艺创新的动力模式,使该领域的研究失去了相关因素间的横向联系,从而破坏了工艺创新动力模式的系统性研究。

#### 2. 丰富研究方法和手段

新工艺创新动力模式的推出,是学者对适合新工艺创新动力模式的环境长期观察、归纳、总结经验的结果,是对工艺创新动力发展的某个侧面的真实反映。这些成果沿着工艺创新影响因素的分类轨迹,将工艺创新某一种或几种影响因素作为动力源,在收集大量真实数据的基础上,通过对工艺创新的运行环境进行深入的观察和考证,对数据所反映出来的工艺创新发展趋势进行归纳,在不断剔除

个别因素的干扰之后,总结经验分析的结果。无论是技术推进模式和利润动机模式,还是技术-市场互动模式都是学者在对真实的工艺创新运行环境进行认真、细致观察的基础上得出的结论,是经验的总结。

但是,工艺创新动力模式研究工作的开展仍然停留在经验归纳总结的层面上,缺少严格的逻辑演绎和推理,更缺乏严谨的数学推理和表达,这使工艺创新动力模式的研究缺少严谨的数理内核。

## (二)系统论上有待完善

工艺创新动力的技术推进模式是将工艺创新的技术因素作为唯一动力源,利润动机模式则将工艺创新供应因素的生产者追逐利润最大化动机作为推动工艺创新发展的动力源。后来有学者将影响工艺创新发展的因素进行了某种结合,推出了技术-市场互动模式,克服了单一动力源模式的缺陷。与单一动力源模式相比,技术-市场互动模式能够更好地描述工艺创新过程,但是这一研究成果仍然是将工艺创新影响因素进行简单结合,在研究深度上,是零散的、不系统的。工艺创新动力模式研究缺乏系统、规范性的约束。同时,无论是技术推进模式、利润动机模式,还是技术-市场互动模式,都是沿着以工艺创新沿着线性模式发展为假设前提的,事实上,在工艺创新发展是沿着线性模式还是非线性模式进行这一问题上,理论界至今并没有定论。

## (三)策略选择研究的空白

国内外学者关于工艺创新策略选择的研究成果主要集中在产品创新和工艺创新的协同研究方面。他们通过引入博弈模型,研究在技术、市场需求、企业规模、生产成本等因素作用下,企业选择创新策略和创新强度等问题。与工艺创新动力模式相联系的工艺创新策略选择研究是一个空白的研究领域。如果失去了工艺创新策略选择这一与实践联系相当紧密的研究方向,那么对工艺创新动力模式的研究也就失去了实践意义,毕竟工艺创新是一个与实践联系紧密的研究领域。

## 四、工艺创新动力模式研究发展趋势

如果说不断发展的技术创新理论并没有为技术创新政策的设计与工具选择提供充分的理论依据,只在一定程度上为政府提供了如何促进技术创新着眼点的话,那么工艺创新发展研究则处于一个更低的水平。这主要是由于工艺创新研究的发展时间不长,学术界、产业界以及政府部门之间在完善技术创新动力机制时,针对是由市场选择还是由政

府选择技术创新发展速度和方向等问题上存在着极大的争议,并且技术创新政策赖以制定的理论基础还相当不完善。

在工艺创新动力研究方面,这种情形表现的更加突出。从工艺创新动力理论中,只能获得在工艺创新过程中对工艺创新产生影响的因素有哪些,但并不知道哪个因素更为重要;在复杂的经济社会,哪种因素可以成为政府政策制定的着眼点等等。具体来说,该领域的研究发展趋势应在以下几方面得以体现。

### (一)工艺创新相关因素的系统研究

国内外学者对工艺创新相关因素的研究成果主要集中在技术、市场需求、企业生产、国家宏观经济等方面。目前工艺创新相关影响因素的研究仍然较为分散,对工艺创新影响因素进行综合、全面分析的研究较少。事实上,将工艺创新的相关影响因素的研究与某种相对完整的系统结合,比如,工艺生产技术标准化系统、工艺创新溢出效应或区域经济增长等,探讨在这些系统或效应的约束下,工艺创新相关因素的此消彼长,进行系统、全面、综合的研究才能使工艺创新的相关因素研究工作更具实践意义。

### (二)工艺创新动力模式研究

虽然有关技术创新的动力模式的研究已经有了很大的进展,工艺创新作为技术创新的一个不可或缺的组成部分,其动力模式的作用机理在某种程度上必然遵循技术创新的特征形式。但是也应该注意到,工艺创新的动力模式的发展仍然有其自身的技术特征和发展模式。在工艺创新动力模式研究过程中,分别研究工艺创新在不同的效应影响下有效的动力模式及动力源就显得更具现实意义。在工艺创新动力模式的研究中,尤其是在有效需求不足和科技投入不足的情况下,对其动力模式的研究必将成为今后工艺创新研究发展的一个重要方向。

### (三)工艺创新动力系统动态发展机制研究

目前,国内外学者对技术创新动力模式的研究相对较多,涉及到技术创新动力系统的相关研究成果较少,涉及到工艺创新动力系统的研究工作就更为罕见。随着世界经济的工业化特征日趋明显,受到资源供给和环境污染的制约,工艺创新成为制造业可持续发展的重要推动力。将工艺创新动力作为一个整体,研究工艺创新动力要素构成;要素之间的相互联系和相互影响;工艺创新动力系统发展过程中,动力要素间的动态联系;这几方面是目前工艺创新动力研究工作的重点。同时,将工艺创新动力模式与某种系统结合进行相关研究,尤其与国家

产业系统结合时,由工艺创新动力模式引发的国家产业系统差异所导致的国家制造业发展绩效差异应该成为该领域研究的宏观发展方向。另外,分析研究工艺创新动力系统在提升企业和行业,乃至国家竞争力方面的推动作用;工艺创新在完成产业升级、产业结构调整等方面所起到的促进作用和功能等成为该领域研究的微观发展方向。

#### (四) 工艺创新动力模式与策略选择研究

传统意义上的技术创新政策工具主要有6种:以税收优惠、减免或研究开发财政拨款、补贴等形式提供财政支持的扶持政策;创造或者扩大创新产品市场需求的政府购买政策;风险投资政策;中小企业政策;专利制度和规制政策等。随着国家创新系统的提出,世界各国对技术创新组织政策的重视空前高涨,各种高技术园区、研究开发组合以及官、产、学联结等方面的制度安排不断推出。但是,工艺创新的国家支持政策相对来说,都从属于技术创新的国家支持政策,基于动力模式的国家对工艺创新发展的支持策略成为工艺创新研究领域的空白。在

世界各国的产业结构都发生了重大变化的今天,对工艺创新动力模式及其策略选择的研究是我们今后工作的方向。

## 五、结语

制造业工艺创新动力模式研究工作的展开是以工艺创新相关影响因素研究成果为前提的。工艺创新的发展受到技术、市场需求、生产供给、组织及国家宏观经济等多种因素的影响,将这些因素进行单一或者几种结合,作为动力源进行工艺创新动力模式的研究是工艺创新发展的必然结果。从研究成果、范围、深度三个角度来看,工艺创新动力模式的研究工作还处于刚刚起步的阶段,研究方法仍然采用局部均衡和比较静态分析,是基于经验的归纳总结。在世界经济高速发展,各国产业结构发生重大转变的当今社会,工艺创新动力模式的研究更应具备动态性、系统性和前瞻性的特性,这不仅是工艺发展的客观要求,也是制造业发展的必然要求。

#### 参考文献:

- [1] Jennifer F Reinganum. Uncertain innovation and the persistence of monopoly[J]. *American Economic Review*, 1983, 73(4): 741-748.
- [2] Iordanis Pestas, Christos Giannakos. Process versus product innovation in multiproduct firms [J]. *International Journal of Business and Economics*. 2005, 4(3): 231-248.
- [3] Jan Boone. Competitive pressure: the effects on investments in product and process innovation [J]. *RAND Journal of Economics*, 2000, 31(3): 549-569.
- [4] Luigi Filippini, Gianmarla Martini. Vertical differentiation and innovation adoption[Z]. Mimeo, 2004: 5-25.
- [5] Ping Lin, Kamal Saggi. Product differentiation, process R&D, and the nature of market competition[J]. *European Economic Review*, 2002, 46: 201-211.
- [6] Stephanie Rosenkranz. Simultaneous choice of process and product innovation when consumers have a preference for product variety[J]. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 2003, 50(2): 183-201.
- [7] 经济合作与发展组织, 欧盟统计局. 技术创新调查手册[M]. 北京: 新华出版社, 1997: 44-45.
- [8] 傅家骥. 技术创新学[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003: 96-288.
- [9] 李晓鹏. 高技术企业应重视工艺创新[J]. *科学管理研究*. 1997, 15(5): 43-45.
- [10] Nelson, S Winter. An evolutionary theory of economic change[M]. The Belknap Press of Harvard University Press, 1982: 35-48.
- [11] Richard J Penlesky, Mark D Trelevem. The product-process matrix brought to life [J]. *Decision Sciences Journal of Innovative Education*, 2005, 3(2): 347-355.
- [12] Rafael Llorca Vivero. Product differentiation and process R&D: the trade-off between quality and productivity in the Spanish firm[J]. *Journal of Industry, Competition and Trade*, 2001, 1(2): 181-202.
- [13] Michael Fritsch, Monika Meschede. Product innovation, process innovation, and size[J]. *Review of Industrial Organization*, 2001, 19: 335-350.
- [14] Edgar B Gutoff, Wward D Cohen. R&D needs in the drying of coatings [J]. *Drying Technology*, 1996, (8): 23-32.
- [15] 约瑟夫·派恩. 大规模定制: 企业竞争的新前沿[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2000.
- [16] 大卫·M·安德森, 约瑟夫·派恩. 21世纪企业竞争前沿: 大规模定制模式下的敏捷产品开发[M]. 北京: 机械工业出版社, 1999.
- [17] M Hossein Safizadeh, Larry P Ritzman, Deven Sharma, Craig Wood. An empirical analysis of the product-process matrix [J]. *Management Science*, 1996, 42(11): 1576-1591.
- [18] 方爱华, 王洪清. 大规模定制模式下的产品创新与工艺创新的轻重关系[J]. *科技进步与对策*, 2002(4): 11-13.

- [19] 郭斌. 基于核心能力的企业组合创新理论与实证研究[D]. 杭州:浙江大学博士学位论文,1998:81-88.
- [20] 任峰,李垣,赵更申. 产品生命周期对技术创新影响的实证研究[J]. 科研管理,2003,24(3):13-18.
- [21] Ester Martiniz-Ros.Explaining the decision to carry out product and process innovations:the Spanish case [J]. The Journal of High Technology Management Research,2000,10(2): 223-242.
- [22] Wesley M,Cohen,Richard C Levin,David C Mowery. Firm size and R&D intensity:are examination [J]. The Journal of Industrial Economies,1987,36(4):543-565.
- [23] 陈英. 技术创新的二重经济效应与企业的技术选择[J]. 南开经济研究,2003(3):41-44.
- [24] Swapnendu Bandyopadhyay,Rajat Acharyya. Process and product innovation,complementarily in a vertically differentiated monopoly with discrete consumer type [J]. The Japanese Economic Review,2004,55(2):175-200.
- [25] Andrea Mantovani. Complementarily between product and process innovation in a monopoly setting [D]. CORE,University Catholique de Louvain,2005:4-18.
- [26] Masaaki Kotabe,Janet Y Murray.Linking product and process innovations and modes of international sourcing in global competition:a case of foreign multinational firms[J]. Journal of International Business Studies,1990,29(3):383-408.
- [27] Pavitt K. Patterns of technical change:towards a taxonomy and a theory [J]. Research Policy,1984,13: 343-373.
- [28] 侯铁珊,苏振东. 绿色壁垒引致出口产业链技术创新效应研究[J]. 科学性研究,2004,22(4):376-381.
- [29] Darren Filson. Product and process innovations in the life cycle of an industry[J]. Journal of Economic Behavior&Organization,2002,49(2):97-112.
- [30] 程潦,杨湘玉. 微电子产业演化创新模式的分布规律——改进的A-U模型[J]. 科研管理,2003,24(3):19-24.
- [31] 刘顺忠,官建成. 信息和市场对企业工艺创新过程作用的研究[J]. 科研管理,2003(4):26-29.
- [32] 刘洪涛,汪应洛. 中国创新模式及其演进的实证研究[J]. 科学与科学技术管理,1999(6):6-9.
- [33] 陈劲. 完善面向可持续发展的国家创新系统[J]. 中国科技论坛,2000(3):23-25.
- [34] 姚志坚,吴翰,程军. 技术创新A&U模型研究进展及展望[J]. 科研管理,1999,20(4):8-14.
- [35] Qingrui Xu, Jin chen, Bin Guo. Perspective of technological innovation and technology management in china [J].IEEE Transactions of Engineering Management,1998,45(4): 381-387.
- [36] 许庆瑞,王毅,黄岳元,吕燕. 中小企业可持续发展的技术战略研究[J]. 科学管理研究,1998,16(1):5-9.
- [37] 郭斌. 企业产品创新与工艺创新的交互过程及模式研究[J]. 科技管理研究,1999,6(6):51-55.
- [38] Jean Tirole. The theory of industrial organization[M]. Massachusetts Institute of Technology,1988:89-156.
- [39] 褚东宁,刘介明. 工艺创新的两种驱动模型及其实证分析[J]. 科技进步与对策,2005,11:102-104.

## Research on the Dynamic Model of Manufacturing Process Innovation

YAO Qian, BI Kexin

(College of Economics and Management, Harbin Engineering University, Harbin 150001)

**Abstract:** This paper focuses on the relevant factors that influence the process innovation of manufacturing and the current situation, weakness and prospect of the dynamic model that is established based on relevant factors. The relevant factors of process innovation include five aspects: technology, supply, demand, industrial organization and macroeconomics. There are three dynamic models of the process innovation based related factors. The weaknesses during the dynamic model research of the process innovation are demonstrated. Based on the analysis of the current research situation dynamical modes of process innovation, the author delivers a review and prospect on the development and fields of researches of dynamical modes of process innovation, pointing out that dynamic, systematic, and foresight should be the three most important characters for dynamical modes of process innovation in the future.

**Key words:** process innovation; relevant factor; dynamical model

[责任编辑:孟青]