

技术创新管理

朱春奎
王 锋 著
宋国强

河南大学出版社

前 言

技术创新作为一种理论提出来,是由美籍奥地利经济学家约瑟夫·熊彼特完成的。熊彼特在关于经济发展、经济动态均衡的研究中,首先提出了“创新理论”。他在其成名作《经济发展理论》中初创,并相继在《商业周期》、《资本主义、社会主义和民主主义》两书中加以运用和发挥,形成了以创新理论为基础的独特理论体系。创新理论的一个重要特点是用生产技术和生产方法的变革来解释经济发展过程。熊彼特认为,创新的五种基本类型是开发新产品、采用新的生产方法或新工艺、开辟新市场、取得或控制原材料或半成品的一种新的供应来源、形成新的产业组织方式或企业重组。在经济领域,广义地说,创新是企业家向经济中引入的能给社会或消费者带来价值追加的东西,这种东西以前未曾从商业意义上引入经济之中。熊彼特的创新理论不仅对于经济增长和经济发展理论,对于罗斯托的经济成长阶段论和加尔布雷斯的新工业国理论有着重要的影响,而且他的追随者从不同的角度和层次对创新理论进行了分解研究,并将熊彼特的创新理论发展成为两个独立的分支:以技术创新和市场创新为主要研究对象的技术创新理论和以组织变革和组织形成为主要研究对象的组织创新理论。

创新是现代企业和经济活力之源,是经济发展、生产率增长和人民生活水平提高的基本驱动力。70年代末期以来,国际上不少有影响的经济学家和政策分析专家,都把技术创新活动是否活跃作为评价一个国家经济增长和参与国际市场竞争能力的主要标志。他们认为,振兴一国经济之道,在于活跃该国的技术创新。这一思路得到了各国朝野的普遍重视,尤其受到了企图保持领先地位、具有竞争优势的发达国家的重视。例如,美国前总统里根在1987年的国情咨文中,提出了一项新的竞争计划。它的核心思想,就是要全面活跃美国社会的创新活动,提高美国社会创新的能力。法国总统密特朗在1988年法国大选时,发表了《告全国人民书》,特别强调了法国必须以技术创新来迎接面临的国际市场的竞争“危机”。前联邦德国基督教社会联盟主席施特劳斯(1988年)认为,德国未来的成败,主要取决于德国能否持续地进行技术创新,不断推出“在国际市场上有竞争力的创新产品”。日本社会人士普遍认为,日本经济的发展,应该归功于“全国性的创新体制和实践”。

发达国家和新兴工业化国家及地区的发展经验表明:技术创新是实现科技进步,促进经济增长的根本源泉。依托技术创新,许多发达国家和新兴工业化国家及地区,取得了高质量的经济增长;依靠技术创新,许多国家走出了一条“少投入—低消耗—高效益”的经济发展道路。多年来,我国在科学技术的许多方面取得了重大进展,整体水平有很大提高。但是,大规模生产技术仍处于较低水平,生产技术落后于科学技术,与工业发达国家比较,差距更大;同时,我国的经济增长长期在“高投入—高消耗—低效益”的漩涡中徘徊。这说明,我国科技工作面向经济建设,经济建设依靠科学技术的问题,远没有很好的解决。为促

使我国科技发展与经济建设更好地结合起来,为使我国经济尽早改变粗放式发展的状态,实现经济的集约化发展,尽快进入高质量有效增长的良性循环,我们认为,有必要从技术创新的角度,探讨我国实现科教兴国和经济增长方式转变的有效途径。

国家的繁荣是创造出来的,不是继承来的。它既不来自于一个国家的自然资源禀赋,也不来自于其劳动力技能储备,更不来自于低利率,它来自于创新。只有通过不懈地开展技术创新,我们的国家才大有希望。江泽民主席的话最能表达创新的战略价值:“创新是一个民族进步的灵魂,是国家兴旺发达的不竭动力。”“一个没有创新能力的民族,难以屹立于世界先进民族之林。”“要把建立技术创新机制作为建立社会主义市场经济体制的一个重要目标,特别要把建立健全企业的技术创新体系作为建立现代企业制度的重要内容和搞好国有大中型企业的关键环节。”正因为如此,目前国家经贸委和国家科委都开展了这方面的工作,我们相信,技术创新将会大大推动我国经济增长方式转变和加快实现党中央提出的“九五”规划和2010年宏伟目标。我们希望《技术创新管理》一书的出版对此能起到应有的作用。

《技术创新管理》一书以科教兴国和经济增长方式转变为大背景,在吸收借鉴国内外技术创新管理研究领域的重要成果的基础上,系统地探讨了企业技术创新的动力机制、实现机制及其战略管理等内容,结合我国国情剖析了二次创新过程中的技术引进、设备更新、价值工程等关键性环节,引用并分析了世界著名创新企业的成功之道,构建了增强企业技术创新能力、促进经济增长方式转变的政策取向。

本书是集体研究的成果。在共同讨论的基础上,由朱春奎拟定大纲。写作分工如下:朱春奎(第一章、第二章、第四章、第九章、第十章),王锋(第五章、第七章、第八章),宋国强(第三章、第六章)。全书初稿完成后,王锋、宋国强进行了统稿,最后由朱春奎定稿。

本书得以出版与许多人的帮助与支持是分不开的。在本书的整体构思和写作过程中,华东师范大学科学与社会发展研究所的朱新轩教授,大连理工大学科学技术与社会发展研究所的刘则渊教授,浙江大学管理科学所的吴晓波博士,郑州大学现代管理学院的贺永方教授,河南大学区域与城市科学系的陈云增先生提出了许多有益的建议。河南大学出版社的史锡平先生对该书的出版给予了热情的支持。在写作过程中参考了国内外大量资料和文献,因篇幅有限未能全部注出,在此,谨向编著者深致谢忱。

由于作者水平有限,书于难免有不足之处,恳请专家、读者批评指正。

作者

1997年4月

目 录

第一章 技术创新概论.....	(1)
一、技术创新的含义.....	(1)
二、技术创新的主要类型.....	(2)
三、二次创新的基本特征.....	(4)
四、技术创新的风险分析.....	(6)
五、技术创新的方法论原理.....	(8)
六、技术创新与科教兴国.....	(13)
第二章 企业技术创新的动力机制.....	(15)
一、企业技术创新资源.....	(15)
二、企业技术创新环境.....	(19)
三、技术创新的模式与选择.....	(23)
第三章 企业技术创新的实现机制.....	(27)
一、技术创新项目的来源.....	(27)
二、企业技术创新的工作程序.....	(29)
三、常用的创造技法.....	(33)
四、技术创新的经济评价.....	(39)
第四章 技术创新的战略管理.....	(42)
一、企业 R&D 行为的影响因素.....	(42)
二、创新过程的关键角色.....	(44)
三、创新成功的关键性因素.....	(46)
四、产品生命周期中的创新管理.....	(48)
五、企业技术创新的技术策略.....	(56)
六、企业技术创新的行为原则.....	(58)
第五章 技术转移与技术引进.....	(61)
一、技术转移与技术引进的科学含义.....	(61)
二、技术转移的基本规律.....	(63)
三、技术引进的战略与方式.....	(65)
四、我国技术引进的法规.....	(69)
五、技术引进的程序.....	(71)
六、技术引进合同.....	(73)

七、技术引进与反向工程·····	(78)
第六章 设备更新和技术创新 ·····	(80)
一、设备更新的含义·····	(80)
二、设备更新的理论依据·····	(81)
三、设备更新的客观必然性·····	(83)
四、设备最佳更新期的确定·····	(84)
五、大修、改造、更新的经济界限·····	(88)
六、折旧与技术创新·····	(90)
第七章 价值工程和技术创新 ·····	(95)
一、价值工程的基本概念·····	(95)
二、价值工程对技术创新的意义·····	(96)
三、价值工程的程序和对象选择·····	(97)
四、功能分析与评价·····	(100)
五、创造性思考与价值工程·····	(108)
第八章 技术决策及其方法 ·····	(112)
一、技术决策的意义·····	(112)
二、技术决策的科学程序·····	(113)
三、风险型决策法·····	(117)
四、非肯定型决策法·····	(122)
第九章 技术创新与经济增长方式转变 ·····	(126)
一、技术创新:经济增长方式转变的有效途径·····	(126)
二、我国工业技术创新的现状·····	(128)
三、我国工业技术创新存在的问题·····	(130)
四、促进经济增长方式转变的技术创新途径·····	(134)
第十章 世界著名创新企业的成功之道 ·····	(140)
一、奉行技术领先战略的西门子公司·····	(140)
二、重视科学技术产品不断创新的 IBM 公司·····	(141)
三、重视尊重信任每个人的惠普公司·····	(142)
四、“大家出主意”的通用电气公司·····	(143)
五、抓住机遇创名牌的索尼公司·····	(144)
六、瞄准和致力于尖端技术的东芝公司·····	(144)
七、重视开发自主技术的日立公司·····	(145)
八、以“超前技术”领先一步的 NEC 公司·····	(146)
九、追求“人和技术和谐”的夏普公司·····	(147)
十、技术开发之树常青的爱立信公司·····	(147)
十一、以生产改组创新的飞利浦公司·····	(148)
十二、走在绿色技术开发前列的三洋公司·····	(149)

十三、在高技术领域阔步前进的富士通公司.....	(150)
十四、由经营型转为技术型的松下公司.....	(151)
十五、创新发展永不懈怠的英特尔公司.....	(152)
十六、不惜血本“质”在必得的奔驰汽车公司.....	(152)
十七、抢先研制新产品以快致胜的波音公司.....	(154)
十八、创新有绝招招招都很妙的 3M 公司.....	(156)
主要参考文献	(158)

第一章 技术创新概论

创新是现代企业和经济活力之源,技术创新和制度创新一直是经济发展和生产率增长的基本驱动力。在竞争日趋激烈的当今世界,技术创新日益成为经济增长的源泉,其所发挥的重要作用已经引起世界各国的高度重视。特别对正处于深化改革进程中的中国来说,大力推动和深化技术创新,更是实现从长期以来的单纯外延型向内涵型、由粗放型向集约型经济发展模式转变和依靠科技进步提高劳动生产率的关键。

一、技术创新的含义

技术是人类为满足自己的物质生产、社会生活和精神生产的需要,运用自然规律所创造出来的,并能动地改造客观世界的一切物质手段及其方法的总和。技术的存在方式多种多样,若按在生产中的地位 and 作用不同,可以将其分为:原理技术、方法技术、使用技术和管理技术四个层次。其中原理技术是指通过研究所获得的基础性原理的技术资料和经验,它是方法技术的基础和依据。原理技术的主要载体是设计和试验方面的原理、专有计算公式和方法、设计准则和数据等。方法技术是指产品的设计方法、生产工艺、检验试验方法等等,方法技术的主要载体是设计图纸、资料、工艺规程等。使用技术是指如何使用某一种产品、工艺、设备等所需要的技术知识,它的主要载体是使用说明书、维修程序图以及机器设备本身。管理技术主要是指如何组织用好原理技术、方法技术、使用技术等方面的管理方法和手段,它的主要载体是管理手册、经验总结资料等。

“创新”(Innovation)在一般意义上早已被人们所广泛使用,尤其是在艺术领域。而最早把它引入经济学领域,作为一个经济学名词而使用的是美籍奥地利人熊彼特(J. A. Schumpeter)。早在 1911 年熊彼特就注意到创新在经济发展中的重要作用,在其所著的《经济发展理论》一书中首先使用了这一名词。但是,技术创新概念的真正形成则是以 1939 年熊彼特所著《商业周期》一书的问世为标志的。作为“技术创新”一词的首使用者,熊彼特是给技术创新概念下定义的第一人。与他的经济问题研究相适应,他的定义侧重于强调这一术语的经济含义。在抽象意义上,他把技术创新定义为由于新技术的应用而导致的生产函数的移动,或者是生产要素的一种新组合。在具体意义上,他的定义可理解为一项发明的商业化应用,即所谓技术创新就是一项技术发明的价值实现。他强调了技术创新的突破性、跃进性和革命性。

以后的研究者对技术创新概念的定义基本上是在熊彼特的定义基础上发展而来的。然而,由于人们对问题研究的角度不同,因此对技术创新概念的理解和定义也略有不同。直到本世纪 80 年代,人们对于“技术创新”概念的表述,依然是莫衷一是。我们认为,对技

术创新概念的理解可从如下六个方面来把握：

1. 宏观上，技术创新是一种使科技与经济一体化，加速技术应用速度，提高技术应用效率与效益的发展模式。其核心是科研活动与经济建设的一体两面，本质是科学技术通向第一生产力的“桥梁”与“中介”。

2. 微观上，技术创新是一个从新产品或新工艺设想的产生到市场应用的完整过程。它包括从某种新设想的产生，经过研究开发或技术引进、中间试验、产品试制和商业化生产到市场销售这样一系列的活动。

3. 技术创新的成果通常是以实体形态的技术装置和工具表现的物质产品，同时也包括工艺、方法的软件技术及设计图纸、技术文件等知识形态的产品。

4. 技术创新是一种以技术为基础与导向的创新活动，但它并不强调任何一项创新都以研究和开发为起点。这就是说，从科学发现的原理找到依据，构思出可行的技术模型，设计和制造出新的产品，是技术创新；不直接依靠发现和发明，而利用现有的大量技术储备，改进与组合已发明的技术，也是技术创新；将成熟的技术转移到新的领域或地区，同样也是技术创新。

5. 企业家是技术创新主体的灵魂。技术创新是企业家抓住市场潜在的盈利机会，重新组合生产条件、要素和组织，从而建立效能更强、效率更高和生产费用更低的生产经营系统的活动过程。一般说来，它主要包括：新产品、新工艺的制造和改进；新生产方式、新组织体制的管理系统的建立和运行；新资源的开发和利用；新需求、新市场的开拓与占领。

6. 由于技术创新以产生商业化的产品和工艺为目标，并以商业价值的实现为其成功的标志，所以，再复杂的高级技术，如果其成果不能为社会所接纳，不能在市场上实现其价值，技术创新就不能实现。不管某个设想或技术多么简单，只要其成果能被人们承认和接纳，实现其商业价值，那么技术创新便是成功的。

二、技术创新的主要类型

人类进入工业社会以来，技术已演化为一个广义的范畴。谈及技术创新的分类，可以用不同的标准，勾勒出多种类型。重复的分类，只不过是渐次的深化研究寻找多头、有益的线索。技术创新的主要分类如下：

1. 按创新的对象，技术创新可以分为产品创新和工艺创新。产品创新，即创新的目的是得到新的或有某种改进、改善的产品，包括工业设备。工艺创新，即设计并采用某种新的加工方法，包括改进和革新原有工艺条件。

2. 按创新的规模分，有企业创新和产业创新。企业创新，主要是指以企业的产品开发、工艺革新、市场开拓，组织及管理变革为内容的创新活动。产业创新，则是指某一类技术创新的产业化。这有两种情况，第一种是由高新技术创新的组合化、群体化、规模化，进而形成高新技术产业。如计算机生产，原来只是个别企业的事，现在已发展成为计算机产业。当然，产业创新是以群体化的企业创新为基础的，但又不是多个企业创新的简单叠加，而是从事同一门类技术创新的企业创新活动的有机组合。产业创新的第二种情况，是以高新技术改造传统产业，使传统产业整体上高效化。如用微电子技术改造传统的机电行业，通过

机电一体化过程,为机械工业注入新机,最终提高机械工业的产出效益与效率。这两类产业创新,前一类可称为高新技术产业化,后一类则可称之为传统产业高效化。当然,这两种产业创新往往交织在一起不易分割。

3. 按创新的技术变化的性质来分,有原理独创型、结构综合型、功能移植型和局部革新型四种类型。其中,原理独创型的技术创新是指根据基础科学研究所发现的科学原理,经过应用科学研究的探索得到的技术原理,创造出全新的技术实体(装置和工艺)。譬如,本生和基尔霍夫根据牛顿的色散原理和夫琅和费的光谱线发现所发明的光谱分析技术;马可尼和波波夫按照麦克斯韦的电磁波原理和赫兹的电磁波发现,各自独立创造的无线电通讯技术;汤斯和梅曼等人根据爱因斯坦的光受激辐射原理所开创的激光技术等,都是基于科学原理之上技术原理的重大突破。这类开拓型技术一般都会引出该领域乃至许多相邻领域的巨大革命,为人类的实践活动提供崭新的技术手段和方法。

结构综合型的技术创新是指把几种科学原理所规定的现有技术重新组合起来,创造出结构形式全新的技术装置、手段和工艺。这种结构综合型技术,是直接根据人的目的和社会需要而人为地进行的技术综合组接,实际上是由各种自然规律相互作用和转换的客观基础所规定的。例如,科罗廖夫和布劳恩各自设计的火箭、卫星、飞船等航天技术装置,组成其结构的各个技术系统几乎都是将早已成熟的材料技术、燃料技术、动力技术、通讯技术、控制技术 etc 巧妙地综合而成的,而其运用的各种技术原理不仅以相应的特殊科学规律为基础,而且还必须符合和达到牛顿引力理论对航天装置的根本规定。

功能移植型的技术创新是指根据自然规律在各种不同情况下的各种特殊表现,按现有的成熟技术在不同条件下的不同功能作用,把它移植推广应用到其他领域中去,扩大技术的功能范围。例如,伦琴发现 X 射线之后,人们最早依据其穿透物体的性质,发明了 X 射线人体透视技术、X 射线物件探伤技术等。后来劳厄发现射线对晶体的衍射现象,人们又据此发明了 X 射线晶体结构分析技术,进而又将它移植到矿物、材料、生物大分子的结构测定中,从而扩展了 X 射线技术的应用范围。又如激光技术移植到工业、农业、医疗等许多部门后,产生了激光测量、激光钻孔、激光熔炼、激光育种、激光手术刀等新技术。一种新技术一旦在某个领域获得成功,往往会暗示出它的巨大潜在功能,触发相邻部门,引起新技术的连锁反应,满足人们的多方面需要。这种移植型的技术创新在当代和前一类综合型的技术创新几乎是并驾齐驱,并且相互渗透,彼此结合。

局部革新型的技术创新是指在原有技术主体部分基本原理不变的情况下,对其缺陷不足的部分加以改进,使之不断完善和成熟起来,更加适应人的需要。这类技术创新,人们通常也叫做技术革新,乍一看属于小改小革,但没有这种小改小革,新技术就不会完善成熟,甚至会中途流产夭折。而且这种局部革新逐渐积累有时会造成技术上的重大突破和革命。瓦特发明的往复蒸汽机,对纽可门等前人发明的蒸汽机做了几项改革,加上分离的冷凝器和离心调节器等装置,引起了一场动力革命,把第一次技术革命推向高潮。

4. 按创新的效益来分,创新可带来生产要素的节约,这有三种情况,相应有三种创新。一是资本节约型技术创新,即在创新完成之后,可使商品价值构成中活劳动凝结的价值比重增大,物化劳动转移价值的比重减小。在这种情况下,商品生产向劳动密集型靠拢。二是劳动节约型技术创新,即在创新完成之后,可使商品价值构成中物化劳动转移价值比重

增大,活劳动凝结的价值比重减小。在这种情况下,商品生产向资本密集型靠拢。三是中性技术创新,即在创新完成之后,生产效率提高,商品内含的价值减少,但在商品价值构成中,活劳动凝结的价值和物化劳动转移价值所占比重不变。

5. 按创新的重要性来分,有渐进性创新、根本性创新、技术系统的变革、技术经济范式的变更等四种类型。其中,渐进性创新是一种渐进的、连续的小创新。这些创新常出自直接从事生产的工程师、工人、用户之手。中国的技术革新便落入这一范畴。渐进性创新虽是小创新,但它的重要性不可低估。这一方面是因为许多大创新需要许多小创新的辅助才能充分发挥作用,这些大小创新是融于一体的。如电是一项重大创新,但若离开变压器、高压输电原理这些小创新,电就不可能进入千家万户。另一方面,一些创新虽然从规模、科学突破上不起眼,但却可能具有很大的商业价值,集装箱的推广使用便是一个著名例子。集装箱,原理上很简单,但却引起了一场运输革命。

根本性创新,这种创新的特点是在观念上有根本的突破。它一般是研究开发部门精心研究的结果,常伴有产品创新、过程创新和组织创新的连锁反应,可在一段时间内引致产业结构的变化。尼龙的发明便属此例。但这种创新在总量意义上的经济影响不大。

技术系统的变革,这种创新将产生具有深远意义的变革,影响经济的几个部门,伴随新尖产业的出现。这时,不但有根本性的、渐进的创新,还会有技术上有关联的创新群的出现。著名的例子有石化创新群、化纤材料创新群等。

技术经济范式的变更,这种变更既伴随着许多根本性的创新群,又包含有许多技术系统的变更。它几乎影响到经济的每一个部门,并改变人们的常识。它们的兴衰将表现为经济周期。与微电子技术相关的创新就是一例。

三、二次创新的基本特征

作为一项重要的经济活动,技术创新活动必然受到经济发展水平的影响,受到其所处经济环境的制约。一般说来,发达国家(地区)的技术创新与发展中国家(地区)的技术创新活动是有所区别的。研究表明,发达国家(地区)由于其强大的科技实力与经济实力,研究开发活动大部分是在企业中进行的,往往一项技术创新覆盖了从基础研究、应用研究、开发研究到生产、销售的全过程(如图1-1)。因此,发达国家的技术创新往往具有高效益、高风险的特点。而在发展中国家(地区),因其科技实力和经济发展水平的限制而主要进行从开发研究开始的技术创新,往往是在已有科技成果基础上,在国外技术创新成果的基础上,在引进和模仿的基础上进行渐进型创新,即进行“二次创新”(如图1-2)。在这种方式下所形成的优势相对较弱,但是投资少,风险小,见效快。这也是技术创新之所以成为发展中国家(地区)追赶发达国家(地区)、缩小差距的一条捷径的重要原因之一。

研究→开发→生产→销售

图1-1 一次创新过程

引进→设备工艺组合→生产→销售→国产化→形成研究
与开发能力→改进型研究与开发→生产→销售

图 1-2 二次创新的过程

“一次创新”与“二次创新”在过程的性质上存在如下差异：

1. 一次创新始于有组织的研究与开发，以发达的技术能力及良好的技术经济环境为背景。而二次创新则始于对引进技术的利用，其创新主体的技术能力是在对引进技术的消化和吸收的过程中逐渐形成的，并且其技术、经济环境条件相对较差。

2. 一次创新以发展为主要特点，二次创新则以学习为主要特征。

3. 一次创新的过程链较二次创新短，二次创新过程需要更多的动态协调。

4. 虽然二次创新的过程环节较一次创新多，但由于大大减少了研究开发阶段的风险和不确定性，以及销售的市场风险，创新的难度大大下降，因而实际上所需的创新时间却往往短于一次创新。

5. 与一次创新的阶段序列相比，二次创新事实上具有反向工程的特点，即通过生产掌握生产技术→形成研究与开发能力→开发改进产品。反向工程是二次创新成功的关键。

6. 在投入结构上，一次创新需较大的研究与开发投入，二次创新需较大的生产（包括国产化）工艺设备的投资（技术改造投资）。

二次创新的基本特征可分类列表（表 1-1）。

表 1-1 二次创新的基本特征

阶段特征	引进→设备、工艺重组→生产→国产化→掌握设计技术→改进→生产……→一次创新				
	引进	模仿	消化、吸收	改进型创新	全新型创新
目标	获取系统的生产技术	掌握运行技术	国产化、掌握设计技术	扩展市场	开拓新市场、参与国际竞争
主要活动	可行性论证、洽谈	安装、调试、工人培训	与原技术体系的协调	新技术体系的形成	实现重大创新
关键事件	成交	投产	国产化	开发出改进型产品/工艺	技术出口、新产品进入国际市场
关键人物	官员、企业家、总工程师	工程师、熟练工人	工程师、R & D 人员	R & D 人员	R & D 人员、企业家
工作的焦点	对潜在机会的识别、评估	使引进技术见效	形成稳定的生产体系	扩张应用领域	R & D、开拓新市场
技术转换媒体	人、图纸资料、设备	运行规划、关键设备	成套设备与工艺	改进型产品/工艺	新技术

特 征	阶段 引进→设备、工艺重组→生产→国产化→掌握设计技术→改进→生产……→一次创新				
	引进	模仿	消化、吸收	改进型创新	全新型创新
技术积累	掌握有关信息	“干中学”	“用中学”、结构性“理解”	功能性“理解”	发展新技术
R & D 能力	无	几乎无	初具(以开发为主)	较高水平	国际水平
创新活动	基本无	模仿创新	工艺创新、组织创新	渐进型创新	重大创新
主要障碍	信息不足	不熟悉原理	与原技术体系的矛盾	技术体系不平衡、配套难	技术不平衡、信息不灵
政府影响	较大	弱	大	中	弱
投资	中	大	中	小	大

显然,发达国家同样大量地进行“二次创新”,发展中国家亦并非没有“一次创新”,一次创新与二次创新之间并不存在截然的断层。一般来讲,二次创新是后进国家(地区)赶超先进水平,形成一次创新的能力,进而实现从以二次创新为主向以一次创新为主的质的飞跃的必经之途。日本的实践就是最好的例证。

四、技术创新的风险分析

技术创新是一个具有很大不确定性的随机过程,存在着许多事先难以估计、不可控制因素的作用等问题,这使创新活动的实际收益小于预期收益,甚至使技术创新中途失败,导致企业亏损或破产。技术创新的这种风险是由多方面的因素引起的,有技术的因素、市场的因素、试制和生产的因素以及社会和自然的因素等。这些因素对于旨在推动技术创新的科技政策有很显著的影响。

(一) 技术风险

在技术创新的早期,从理论和技术原理的探索到创新应用的实施,成败的不确定性较强。研究开发所需的时间、经费、器材、设备或人力都很难准确预计,中途发生任务拖期,经费、设备或人力不足而难以为继的困难局面的可能甚大,这就产生了技术风险。技术风险是指技术创新过程中在技术的研究与开发及技术的应用中所发生的风险。由于某些不确定因素的存在,技术创新所期望出现的新工艺、新产品还没有完成技术创新的过程,或还没有投入商品化、收回投资之前,有更新更好的技术出现,取代此项技术;另外,在技术创新的应用中,可能会带来意想不到的社会后果,特别是对环境产生不良的影响。对于那些追求技术领先的创新项目来讲,技术创新的风险较大;而对于那些旨在适用技术,或只在技术工艺上做较小改进的创新项目来讲,技术风险较小。根据美国著名的技术创新管理专家曼斯菲尔德(E. Mansfield)的调查,在美国,除了军事及其他政府所资助的范围以外,工

业技术创新的技术风险是很小的。大多数企业或研究所都瞄准那些获取适宜技术的创新项目,这些项目占总数的70%以上。据统计,有50%以上的技术创新项目在技术上达到了目标。

(二)市场风险

技术创新的商业化阶段是关键阶段,创新的最终目的将在这一阶段得以实现。许多技术创新的产品或工艺都具有较短的产品生命周期,随着产量的增大,价格就急剧下降,有些产品很快就达到需求饱和,被更高级功能的新产品所替代,因而,很难发挥大批量生产技术降低成本的优势,也很难预测市场的需求,制订经济批量的生产计划。

技术创新的市场风险是指由于各种不测因素,创新项目在商业化阶段所遇到的风险。美国著名的管理学家德鲁克(P. F. Druecker)认为,企业技术创新最大的风险就在于自以为是的认为只要在技术上没问题就能打开市场,并觉得自己比顾客更了解产品或服务是什么样的或应该是什么样的、应该怎样去购置和有什么用途。一项技术创新的成功与失败很大程度上取决于该项技术创新是否与市场需求相匹配。据国外文献介绍,R&D与市场结合有严重问题的技术创新失败率为63.8%;有小问题的失败率为16.1%,一半是部分成功的,而1/3左右是成功的;R&D与市场结合没问题的,有2/3是成功的,只有13.8%是失败的。技术上成功的创新不一定能商品化,并取得预期的利润。实际上,曼斯费尔德的调查表明,技术上取得成功的产品,有45%左右不能商品化。

(三)试制和生产风险

技术创新经过研究与开发后,就要进入试制和生产阶段。在试制阶段,由于试制条件、材料供应等都在变化之中,所以面临能否批量生产达到规模经济等问题。生产风险是技术创新前阶段的成果在生产过程中,特别是在新产品的批量生产中,由于技术条件、管理水平、人事关系以及社会环境经常处在变化之中,所以,在将要素投入生产过程后,技术创新仍然存在着不确定性,主要表现在成本指标、质量水平、产值指标等不能达到预期的水平。对于生产周期较长的企业来说,这类风险较为突出。

(四)社会风险

从技术创新的角度来讲,社会性的风险是指由于意想不到的社会原因,而迫使技术创新失败或中止的可能性。例如,由于国家法律的变化、气候的变化、自然灾害、政治动乱等社会和自然的因素。这些因素完全是技术创新的外部因素,因而,也可称之为技术创新的外来风险或环境风险。

在技术创新过程中,技术风险和市场风险是创新主体所面临的主要风险。在这两者之间存在着特定的平衡作用。对于那些技术风险大的项目,所瞄准的技术水平很高,技术的难度大,但是一旦获得成功,其商业化的可能性很大,市场的开发较容易,换句话说,市场风险较小。反之,对于那些技术风险较小的创新项目,所要达到的技术水平不是很高,可能只是较小的改进,因而较易达到技术要求的水平。但是,技术上成功后,会面临着很大的商业化困难,市场的竞争激烈,被模仿的可能性大,开发市场不容易,所以要承担较大的市场风险。

对于一个企业来讲,究竟应该承担哪种风险的技术创新,应在多方面的比较、分析之后而定。国外的经验是:在高技术、新兴工业部门的小企业较多从事技术风险大的创新,这

些企业称之为风险企业。在传统工业部门的中小企业,较多从事市场风险大的创新,靠市场营销的各种手段去赢得顾客,保住一定的市场占有率。对于大企业来讲,普遍采用均衡的办法,也就是说,有一部分技术创新是技术风险大的,另一部分是市场风险大的。这样,一个企业可以既在技术上保持领先地位,又在市场上保持一定的市场占有率,不至于大起大落。

五、技术创新的方法论原理

技术创新作为一种技术研究和实践活动,有它自身的客观规律性。有关研究表明,科学规定性原理、技术自律性原理、经济合理性原理、社会依存性原理、地理制约性原理、生态协同性原理、“人一技”合谐性原理从整体的各个不同侧面为技术创新活动提供了必须遵循的方法论原理和准则。在技术创新中对它们深刻领会和把握,就会减少盲目性,从宏观指导上提高技术创新的成功概率。

(一)科学规定性原理

技术创新的科学规定性原理规定了技术创新必须以自然科学所揭示的科学规律为基础,在技术创新活动中必须着眼于科学与技术之间相互转化的内在机制,把整个技术创新过程看作是科学的应用和规律的物化过程。具体地说,技术创新的科学规定性原理给从事技术创新的主体提出了以下要求:

1. 要把技术创新的长期目标选择在新技术革命与现代科学发展的交叉点上,着眼于技术的原理型创新。从技术创新的过程来看,由于原理型技术创新必须以基础科学研究为基础,以应用研究为桥梁和媒介,才能实现由科学原理向技术原理的过渡和转换,取得有价值的技术开发成果,所以,不但要有较长的技术开发周期,而且需要有雄厚的研究开发实力和经济实力。因而,选择这类技术创新的部门往往是国家或地区的高等院校、科研单位以及技术、经济实力比较雄厚的大型公司和企业,而不太适合于中小企业选择。这就要求创新管理部门,在制定技术创新战略、技术创新规划以及确定技术创新项目时,必须根据本地区、本部门、本行业的技术创新能力,统筹规划长远技术创新目标和近期技术创新目标,以获得最佳经济效益和社会效益,确定原理型技术创新与其他各类技术创新的最佳比例。

2. 要把技术创新的突破口选择在现代科技成果与生产技术的交叉点上,在现代科技成果的装备下,集中力量进行革新型技术创新。革新型技术创新包括两方面的含义:其一,是指在基本技术原理不变的情况下,使原有技术发明向更加实用化方向发展,形成一些补充型发明和应用型发明,并通过这些发明的移植,形成一些移植综合型技术成果。其二,是指利用现代最新科技成果,在基本技术原理和系统的基本结构形式不变的情况下,用现代科技成果改造,革新现有技术系统中单元技术特别是生产技术的技术构成。这后一个方面是极其重要的,借助于它,一些资金密集型、劳动密集型的传统技术和中间技术就可以逐步转变成知识密集型的适用技术。

3. 要以科学为根据评价社会需要给技术创新提出的要求。这就要求技术创新的主体,在纷繁复杂、多层次的社会需要面前,要以现有的科学发展水平为依据,评价社会需要给

技术创新所提出的要求,以科学上的可行性为标准,确定为满足这些社会需要所必须进行的技术创新研究程序和时间序列。

(二)技术自律性原理

就技术发展的内在逻辑看,技术进步是以其内在构成要素和结构形式为基础,在单元技术的个体发育和群体技术(技术系统)的系统发育的矛盾运动和交替演进中进行的自组织过程。因此,技术创新必须以技术自身发展的这种内在逻辑和因素为依据。一方面,要注意到技术创新的科学基础,即科学规定性;另一方面,又要注意到由技术要素、技术结构和技术体系演化所规定的技术自律性的要求。

从技术的个体结构来看,技术是一个包含有材料、信息、能量三大要素的综合体。从技术的宏观形态上,即从技术的群体结构(在这里我们专指技术体系、技术活动系统和技术水平结构)来看,一方面各单元技术之间,不同技术水平之间彼此密切相关,其中任何一个单元技术或结构要素的变化,都会引起其他的单元技术或其他结构要素产生适应性调节,以维持技术对象自身的内在平衡。另一方面,各种单元技术在技术群体中的地位和作用也是不同的,其中总有一些单元技术在这个时期的技术群体中处于主导地位或先进水平,代表这个时期技术发展的主流和趋势,决定着这个时期技术系统以及整个社会实践和社会生活的技术基础的性质。单元技术、技术群体以及技术水平之间的这种结构相关性,为从事技术创新活动的科技工作者和管理工作者提供极为有用的信息。

1. 根据技术的群体结构中各种不同层次、不同类型技术之间的相关性,要把长期的着眼点放在基础技术、先进技术和主导技术的创新上。具体地说,也就是把技术开发的战略重点放在信息控制技术、能源动力技术、材料技术以及与其他密切相关的各种传输技术(主要是作为信息传输的通讯技术、作为动力传输的输电技术和作为物料传输的运输技术)上。

2. 根据主导技术和非主导技术之间所具有的内在构成关系,要把技术创新的立足点始终放在用主导技术带动、促进和改造基础技术、辅助技术等非主导技术上。在技术创新中必须处理好不同技术群体中主导技术和非主导技术的关系,在两者的接合处往往可能是技术发展的突破口。在进行技术创新的选择中还要根据产业结构、经济结构以及科学背景等客观条件,进行协调和综合平衡,达到技术系统整体的最优化。

3. 根据技术群体中,主导技术之间、主导技术和非主导技术之间以及各非主导技术之间的相关性和发展的不平衡性(技术水平上的差异)所形成的具有层次等级和传递通道的结构梯度,要大力开展以技术的移植和综合为内容的移植复合型技术创新,通过对现有技术的移植和综合,使原有技术功能得以扩展或创新为新的技术系统。

4. 根据单元技术和群体技术的成长周期和发展阶段,分析初级技术、中间技术、先进技术的水平结构,估量新旧群体技术的发展趋势与更替时机,合理调整和确定开发初级技术、中级技术与先进技术的最佳比例。

(三)经济合理性原理

技术创新的经济合理性原理是指技术创新要以技术和经济之间互为基础、协同作用的发展规律为依据,以经济效益为尺度,分析和权衡技术创新活动的经济支持基础和可能的宏观经济效果及微观经济效果,最大限度地追求技术创新的经济合理化。具体而言,经

济合理性原理对技术创新活动提出以下几个方面的要求：

1. 在选择技术创新项目、确定技术创新方案和进行技术系统设计时，必须考虑到它的经济支撑基础或开发部门的现时经济能力、资金来源等经济因素。从长远的观点来说，它也要求技术创新部门和企业，在生产和经营型盈利中，要有计划地逐步积累和增加用于技术创新的资金储备，以保证部门和企业扩大技术创新能力，增强技术创新的竞争力，提高技术创新水平。

2. 在技术创新的项目选择和方案确定阶段，必须按照经济价值要求进行综合经济评价。综合经济评价的内容包括成本、盈利、投资回收期、生命周期等几个指标。综合经济评价的目的是要寻找以最小的投入获得最大产出的途径，取得理想的经济效益。

3. 在技术创新的设计和试制(或实施)阶段，要运用价值工程的原理和方法进行功能或成本分析和评价。满足功能要求是设计和试制(或实施)中的第一位因素。这要求在运用价值工程原理和方法进行设计和试制(或实施)时，要从分析技术系统的基本功能和辅助功能、必要功能和不必要功能入手，从技术补充最本质的功能方面来考虑经济因素，在保证基本功能的前提下，尽可能降低成本，着眼于最大限度地提高基本功能，通过成本的小幅度上升带来基本功能的大幅度提高。

(四)社会依存性原理

技术创新的社会依存性原理是指技术创新活动要以广义的社会学原理为依据，一方面要以基本的社会需要为出发点和立足点，另一方面又要有必要的社会支持结构为依托。前者为技术创新的具体存在方式提供了明确的社会目标，后者为技术创新提供了必需的社会条件。具体地说，技术创新的社会依存性原理给技术创新活动提出了以下要求：

1. 技术创新必须着眼于经济的增长和最大限度地满足社会需要，要在科学技术与社会生产和社会需要的交叉点上，来制订技术创新的战略、规划、计划和确定技术创新项目的选择，布置技术创新的人力、物力和财力。

2. 技术创新必须考虑它赖以进行的社会支持结构，切不可像以往那样盲目地，一窝蜂式地追求高、精、尖一类的“赶超”项目的创新，或者一提技术创新，首先想到的仅仅是引进外资，引进先进的技术设备，而把自己本来有能力解决的，与经济发展关系最密切的生产技术和生产中亟待解决的技术创新课题，“以不属于世界先进水平”为由，排斥在技术创新范围之外。

总之，按照技术创新的社会依存性原理，在技术创新中，从宏观上要处理好技术与经济、技术与社会的关系；在微观上，要处理好尖端技术与普通技术、现代技术与传统技术、先进技术与中间技术的构成关系，把各种技术水平按照一定的比例组成我国自己的最优技术结构。如果不能以战略眼光认清这种技术创新的构成关系，只是片面地追求“新”、“高”和“先进程度”，而不考虑经济结构和社会需要结构的多层次性，不综合分析技术创新的社会支持结构，只能事倍功半，欲速则不达。

(五)地理制约性原理

技术创新是在包括经济结构、产业结构、资源结构、交通运输结构以及地域性民族文化和民族特点等地理因素制约下的一种特殊的研究和实践活动。因此，技术创新除了要考虑科学因素、社会因素以及技术自身的结构学因素外，还必须考虑这些经济地理因素和地

域民族性因素的制约性。所谓技术创新的地理制约性原理正是以这两种地理因素为根据提出来的。从经济地理学方面来看,地理制约性原理要求在技术创新中要运用经济地理学的一些基本思想和研究成果,通过对某一地域经济地理条件的分析,研究现代科技成果和技术革命中所包含的一般规律及趋向,找出它们与本国、本地区、本行业的特有条件的关系;研究在现代科技发展中本国、本地区、本行业技术创新的地域性特点,并由此从总体上规划出各类技术创新的区域性地理分布,确定与区域经济地理条件相适应的地域性技术结构、技术类型和技术水平。从地域民族性方面来看,地理制约性原理要求在技术创新中必须研究技术的地域民族性特点,即技术的民族化问题。具体地说,地理制约性原理要求我们在技术创新中应该采取的对策思想大致有三点:

1. 要大力开发那些既能体现现代科技发展特别是新技术革命的时代要求,又符合本国、本地区实际情况,能充分发挥国家、地区或企业优势的“优势技术”。所谓“优势技术”是指从本国、本地区的优势资源、优势经济和优势地理环境出发,利用新技术革命的成果,选择有可能成为优势的技术进行创新,从而形成独具特色的优势产业和能打入国际市场的优势产品。优势技术的着眼点在于先进性和实用性的统一,也就是它不仅要求技术发展要适合本国、本地区的科学技术能力和经济水平,而且还要充分利用自己的资源优势和其他经济地理优势,在吸收现代科技成果的基础上,通过基础研究、应用研究和发展的“一条龙”的研究结构,在满足社会需要并能带来较大经济效益的方向上取得先进的技术水平。

2. 要按照技术发展的“梯度”规律,根据本国、本地区和本行业的特点,充分利用技术创新在地域上所存在的不平衡性,进行技术的“梯度开发”和“梯度转移”。所谓“梯度开发”和“梯度转移”是根据技术创新所存在的“地理梯度”分布(即不同国家、不同地区之间技术发展的不平衡性),在那些经济条件较好、技术水平和智力水平较高的发达地区,优先开发新技术革命中的先进技术,然后,按照技术发展的地理梯度,逐步向“中间技术”地带、“传统技术”地带转移,而进行转移的成果当然首先是那些既先进又适用的技术。因此,在技术创新中,我们不但要根据国内外之间所存在的技术梯度,引进国外的先进技术并将其加以消化、创新,作为技术创新的一条重要途径,而且更重要的是,还要根据国内各地区之间所存在的技术梯度,组织好国内先进技术的转移和扩散。

3. 在技术创新中必须着眼于与地域民族性相适应的适用技术的创新。“适用技术”虽然和“优势技术”一样,都是以技术发展的地域性为基础,但它主要不是强调技术的“先进性”,而是着眼于技术的“适用性”。衡量“适用”的标准,一是要看它与技术的地域民族性相适合的程度,二是要看它在特定的时空条件下能否带来最大的经济效益和社会效益。这样,从本国、本地区乃至本行业的实际情况出发,以经济效益和社会效益的尺度来衡量,传统技术、中间技术、先进技术等整个技术体系中的各种技术水平皆可进入适用技术的行列。所以,在进行技术创新时,我们虽然应该首先考虑新技术革命中那些既适用又先进的技术,但决不能局限在这个技术圈子里,而应该把目光集中在那些虽不算太先进,但却更“适用”的技术上。这样做,从技术水平上看,虽然暂时落后一点,但其经济效益和社会效益更理想。按照技术和经济之间互为基础、迭次高涨的规律,从长远看,由此所造成的经济发展,终究会给更高水平的技术创新提供强大的经济基础。