

我国所处的技术创新阶段与科技起飞

The Stage of China's Technical Innovation and Its S&T Takeoff

高 建

(清华大学经济管理学院 北京 100084)

一、技术创新发展的 3 个阶段

技术创新发展过程可划分为 3 个阶段:使用技术阶段、改进技术阶段和创造技术阶段。技术创新由使用技术阶段起步经改进技术阶段发展到创造技术阶段,是后发国家从技术依附(于外国)到技术自立的过程。这种划分以主导趋势,即技术来源主流为标准,但不排除各阶段中某些企业或行业具有其它阶段的特征。

1. 使用技术阶段

在使用技术阶段,技术创新以生产中引入别国的生产技术为技术创新的基本方式。引进技术包括硬技术和软技术。硬技术包括成套设备、关键设备、材料、零部件;软技术包括专利、专有技术等。对技术供给国来说,自己的技术被别国使用属于技术转移和扩散;但对技术需求国来说,由于在生产中引入了新的生产要素、新的生产方法和用引进技术生产出新产品,使用新技术仍属于技术创新。处于使用技术阶段的国家,企业普遍依赖国外技术,企业技术水平提高的基本做法是引进先进技术;自行研制活动也有,但仅局限于本国优势产业部门,量大面广的企业不是缺少研制部门就是研制水平低,而且缺乏资金、人才的矛盾很突出。

2. 改进技术阶段

在改进技术阶段,技术创新表现在吸收引进技术的同时具有改进技术的能力。引进技术仍是提高技术水平的主要方式,但是,由于通过使用引进技术已掌握了国外的技术和方法,故能根据当地市场需要和企业生产要求改进生产技术、产品性能和质量,增加品种、规模和型号等。具有改进技术能力说明企业已具有工艺设计和产品设计的能力,只是在工艺设计和产品设计水平上还低于国外先进水平。改进技术是技术创新的结果,这种技术创新从总体上说属于渐进性技术创新。当然,这样的渐进创新和处于技术前沿的发达国家的渐进创新有所不同。处于改进技术阶段的国家所具有的改进能力是在

消化吸收国外先进技术的基础上形成的。发达国家对前沿技术的改进属于技术的成熟化。日本技术自立的发展史经历了 5 个阶段:(1)掌握操作技术阶段;(2)对引进机器设备的维护保养阶段;(3)修理和一系列改进阶段;(4)自主设计及规划阶段;(5)国产化阶段。按照这种划分,改进技术阶段包括(2)、(3)、(4)3 个阶段,以(3)(4)为主。

3. 创造技术阶段

在创造技术阶段,国家拥有一流的产品和工艺设计能力,具有雄厚的研究与发展(R&D)实力。一国进入创造技术阶段,该国就逐步达到了技术自立。在创造技术阶段,国家的技术创新能力不仅表现在产品、工艺上,而且表现在产业上,即拥有具有世界竞争力的若干优势产业。同时也表现在服务创新上,即技术创新渗透到全部产业。在创造技术阶段,国家的技术贸易收支比将近或大于 1;引进技术已不是国家技术的主要来源;优势产业的技术依靠自己的研制力量,其技术水平处于世界前沿。处于该阶段的国家,其技术竞争力或技术优势能否保持或进一步提高,主要取决于 R&D 投入强度的高低及保持高强度的持续时间。美国比德国、法国较早达到 2% 的水平,其后美国一直保持着总体上高于德国和法国的水平。英国则相反,60 年代就低于美国水平,现在更落到德、法国和日本之后。

二、划分技术创新发展阶段的标志

美国、日本和韩国在其技术创新发展历程中,从使用技术到改进技术再到创造技术的阶段转变都有明显的经济性和技术性标志。

1. 经济标志

技术创新从使用技术向改进技术转变的时期发生在工业化第一阶段。这个时期的人均 GNP 在 300~2 000 美元之间。从改进技术向创新技术阶段转变的时期发生在工业化后期。

2. 技术标志

技术标志可用研究开发经费投入强度来反映。

技术创新从使用技术向改进技术阶段转变发生在研究开发经费投入强度为1%左右时。技术创新阶段从改进阶段向创造技术阶段转变时,研究开发投入强度约在2%。R&D经费投入强度小于1%与工业化前阶段相对应;R&D经费投入强度在1~2%时,与工业化第一阶段相对应;R&D经费投入强度大于2%时,与工业化第二阶段相对应。表1总结了经济标志、技术标志与工业化阶段和技术发展阶段之间的基本关系。

表1 技术创新发展阶段转变的标志

工业化阶段	工业化前	工业化	工业化后
经济标志: 人均 GNP	小于 200 美元	300~4 750 美元	大于 4 750 美元
技术标志: R&D/GNP	小于 1%	1~2%	大于 2%
技术创新阶段	使用技术为主	改进技术为主	创造技术为主

三、我国处于与发达国家不同的技术创新阶段

1. R&D 经费投入强度的差距

从时间序列数据看,美国、法国、德国等老牌发达国家 R&D 经费投入强度都经历了由低到高的发展过程。新兴工业化国家韩国则以很短的时间从低强度跨入高强度国家。

美国 R&D/GNP 指标的历史变化代表了工业化国家 R&D 活动的一般轨迹。美国 R&D/GNP 经过了一个由极小到大的过程,当 R&D/GNP 达到 2% 以上时,这个比例似乎相当稳定了。其他西方国家 R&D/GNP 指标的历史变化轨迹也如此。作为后起工业化国家的日本,当 R&D/GNP 达到 2% 时也呈现与美国相同的情况。美国的 R&D 经费投入强度首次达到 1% 和 2% 的年份分别为 1950 年和 1960 年。日本和韩国分别达到此数值的具体年份见表 2。

表2 5 国 R&D 经费投入首次达到 1% 和 2% 的年份

R&D 投入强度	美国 ⁽¹⁾	德国	法国	日本 ⁽²⁾	韩国 ⁽³⁾
1%	1950	1951	1958	1959	1983
2%	1960	1962	1967	1978	1988

资料来源:

- (1)Gray and Peterson:Economic Development of the United States,Richard D. Irwin, Inc. 1974
- (2)张利华,日本战后科技体制与科技政策研究,中国科学技术出版社,1992 年出版,第 96 页
- (3)周寄中,国际科技与经济合作,科学出版社,1993 年出版,第 89 页

尽管日本、韩国现在的 R&D 经费投入强度与美国属于同一水平,但日本在达到 1% 时比美国晚 9 年,达到 2% 时则比美国晚 18 年。韩国在达到这两个标志性指标时分别比美国晚 33 年和 28 年。这就是差距,或者说是科技实力上的差距。

我国的 R&D 经费投入强度近年来一直徘徊在 0.7% 左右,和美、日、韩国相比,显然处于技术创新的不同阶段。如果用技术性标志衡量,我国当前正处于以使用技术为特征的技术创新阶段。

2. R&D 的结构型式不同

R&D 的结构包括三种型式:经费来源结构、称为结构(I);经费分配结构,称为结构(Ⅱ);经费使用结构,称为结构(Ⅲ)。

在这 3 种结构上,发达国家与发展中国家之间没有相似性,但发达国家之间和发展中国家之间却存在相似性。表 3 是各国 R&D 的经费结构。

(1)结构(I)的比较:

工业化国家的 R&D 经费主要来源于企业。法国、英国略低点,但仍远远高于巴西、印度、中国。发展中国家的 R&D 经费主要来源于政府,而且所占比重相近。表中的 3 个发展中国家具有不同的经济体制,因此,其结构(I)的相似性恐怕不是体制造成的。

工业化国家间和发展中国家间在结构(I)上具有明显的相似性。但是,发达国家与和发展中国家之间具有差异性。

表3 各国 R&D 的经费结构(%)

R&D 经费结构	美国	日本	德国	英国	法国	韩国	巴西	印度	中国
经费来源结构									
企业	50	67	61	42	41	75	16	12	18
政府	47	22	38	48	54	25	84	88	79
其他	3	11	1	10	5	0	0	0	3
经费分配结构									
企业	73	65	72	63	57	67	30	26	30
政府	12	9	12	21	29	22	53	74	54
大学	12	22	15	13	14	11	17	0	16
经费使用结构						(1987)		(1984)	(1990)
基础研究	12	13	20	12	21	17		9.2	7.0
应用研究	21	25	80	25	34	64		70.8	58.6
实验发展	67	62		63	45	19		21	34.4

数据来源:

- (1)周寄中,国际科技与经济合作,科学出版社,1993 年出版,第 295 页,第 299 页
- (2)中国科技统计年鉴(1994),中国统计出版社

(2)结构(Ⅱ)的比较:

工业化国家的 R&D 经费主要分配给企业,而发展中国家主要分配给政府(科研部门)。同样,工

业化国家间在结构(Ⅱ)上具有明显的相似性。发展中国家间在结构(Ⅱ)也具有相似性,但是工业化国家和发展中国家之间却存在差异性。

(3)结构(Ⅲ)的比较:

工业化国家的 R&D 经费主要用于试验发展,其次是应用研究,第三是基础研究。发展中国家则主要用于应用研究,其次是试验发展,第三是基础研究。发达国家比发展中国家更重视试验发展。结构(Ⅲ)同样存在着结构(Ⅰ)和(Ⅱ)反映出来的相似性和相异性。

我国的 R&D 结构属于发展中国家类型。经费主要来源于政府,主要分配给科研机构,主要使用在应用研究上。企业既不是 R&D 的投资主体,也不是 R&D 的主体。

3. R&D 的强度相似性与结构相似性的关系

从统计数据可以直观看到具有强度相似性的国家同时也具有结构相似性。那么,它们之间是相互依存关系还是单向决定关系呢?从日本的结构(Ⅲ)的演变看,它们之间是一种单向决定关系,即强度决定结构。称为后起工业化国家的日本和美国相比较,日本在结构(Ⅲ)的演变上经历了从与美国相异到与美国相似的过程。

比较美国和日本 1965~1985 年 R&D 结构(Ⅲ)的历史数据,可以看出,在这 20 年中,美国的结构(Ⅲ)很稳定,而日本的结构(Ⅲ)则在不断变化。1965 年,日本与美国的结构(Ⅲ)差别很大,但到 1985 年已极为相似。

根据这一认识,改变 R&D 结构是以提高 R&D 强度为依据的。发展中国家提高 R&D 强度和规划 R&D 结构时,必须遵从强度与结构之间存在的内在统一性。我国的一项研究曾设想在 R&D/GNP 达到 1.5%时,R&D 结构(Ⅲ)具有与美、日两国 1985 年相同的结构。根据笔者的分析,实现这种构想是有困难的。因为我国目前 R&D 投入强度只有 0.7%,与这种强度相对的 R&D 结构不可能支撑起像美国、日本、韩国那样的大规模、高水平的科研活动,也不能按他们目前的技术创新水平要求我们自己。

比较分析的结果表明,我国所处的技术创新阶段与美国、日本和韩国都不同,还不具备依靠创造技术进行技术创新的 R&D 支撑能力,必须慎重地选择自己的技术创新道路。

四、我国将面临科技起飞

研究美国、德国、法国等西方发达国家和韩国这样的新兴工业化国家的 R&D 经费投入强度的时间序列数据后发现,处于使用技术阶段时 R&D 投入经费强度始终在低于 1%的水平徘徊,一旦达到

1%后,从 1~2%均是在不长的时间内达到的。

科技起飞是指科技发展中出现的迅速发展时期(或现象)。从以上事例可以看到,在技术创新从使用技术转变为改进技术阶段后,该国的科学技术会出现一个迅速发展的时期。这个时期的鲜明特征是 R&D 经费投入强度在短时期内迅速提高,国家异常重视科学技术在经济发展中的作用,工业企业把技术竞争纳入竞争战略的考虑范围之内,开始发展自己的研究开发力量。

尽管我国还处于以使用技术为特征的技术创新阶段,但已处在工业化的第一阶段,工业发展为技术创新提供了巨大的市场需求。全国的 R&D 投入一度曾达到 0.7%,1996 年为 0.5%(1997 年中国统计年鉴)。在举国上下认真执行“科教兴国”战略,企业依靠技术进步发展壮大的有利环境中,R&D 投入将会逐年向 1%水平逼近。

企业越来越重视 R&D,并且将逐渐成为 R&D 的主体,这一发展方向是十分明确的。如果企业需要科学技术、需要利用科研成果,就应该向研究与开发投资。就政府而言,其支持的研究领域会越来越集中,支持的效率将会提高。企业则对研究开发中的应用研究和实验发展倾注更多的精力和财力。于是,在这种投资格局中,政府和企业都有投资的积极性,R&D 经费投入的增长将是有保障的。这意味着我国将面临科技起飞的历史机遇。

科技起飞是我国经济社会发展的新契机。它标志着我国科学技术与经济建设相结合将进入一个新时期。企业会像认清市场、竞争对企业生存发展的决定意义一样,认识到技术在决定企业发展壮大的关键作用。这将不仅仅是一个认识上的转变,更为深刻的意义在于企业将成为推动科学技术进步的主导力量。如果说多年来我国科研是成果多、商业化的少,那么,这种现象会在科技起飞中逐渐减少。改进技术有着广阔的内涵,从对引进技术的改进到现有技术轨道上开发新技术都属于改进技术。而且,改进技术还有一个频度和幅度问题。频度是指企业的技术创新能力普遍增强后,能不断地改进所使用的技术或为用户提供更新换代的技术。幅度是指能使现有技术经改进发生较大的变化,比如使产品性能、质量、品种发生显著变化。在科技起飞时期,改进技术的频度变大、幅度提高。而且,以创造技术为特征的技术创新开始进入少量主要大企业。

五、选择正确的技术创新道路

科技起飞需要 R&D 投入达到 1%的水平、技术基础设施相配套和人力资本的积累。对发展中国家来说,人力资本积累尤其重要。人力资本积累是经

(下转第 32 页)

题。符合文字规范、实现不切换混用的组合式汉字编码可与语文基础教育同步并保持一致,做到学汉字与学编码并行不悖,相辅相成:小学生在入学之初,从开始学拼音、学写字起,就能同时用拼音码和笔画码打字;随着学生的语文知识水平的提高,掌握字的部首和部件后,即可改用效率更高的编码(主导码),而且这种改用属于“无级变速”,即已经知道读音和部首的字或词语,用主导码输入,还不能确定部首或不认识的字,仍用辅助码输入;学生识字量越大,对字的部首越熟悉,掌握的词语越多,汉字输入速度也就越快。同时,经常使用这样的编码系统,又能促进汉字基础知识(指拼音、笔画、笔顺、部首、词语等)的学习,对所学知识起到检查、复习和巩固的作用。编码系统中的形码应以大字符集/全汉字集为编码对象,要既方便输入不认识的字,又可用于电脑辅助识字,还适用于汉字排检。

2. 在组合式编码系统中,各编码子空间应互不相交,还要合理分配,以解决常用字与非常用字以及字与词两对矛盾。如此,可根据需要任意扩大词库而不会对字编码造成干扰;任意扩大字库(直至全部汉字)而不会对常用字的快速输入产生影响。各编码子空间的分割要以“自然”为前提,在字、词方式及不同种类编码之间转换时不会产生思维障碍。组合式编码系统将编码的基本问题都将解决于编码层次,从而为软件层次发挥水平奠定基础。例如,主导码和辅助码可采用不同的显示模式:前者在编码中途不显示,无重码直接上屏,有利于快速盲打;后者可作全程显示,以方便搜寻难字。还可利用笔画码在线查询字的部首或拼音,或者反过来用拼音码查字的写法或部首,等等。

3. 传统部首在识字教学及汉字排检中具有积

极作用,在汉字编码中也应受到重视。盼望语文界能尽快统一部首,不但统一部首的个数(种类),而且每个汉字的部首都应具有唯一性。此外,以传统部首作为汉字部件,在少数情况下可能会与《信息处理用 GB13000.1 字符集汉字部件规范》发生冲突,希望有关专家研究这一问题。

4. 在组合式编码实例中,笔画键元在编码空间的自然区分中起到了关键性的作用。此外,笔画还另有“妙用”:音形码字码的第三码只取字身首笔,大大降低了汉字拆分的难度(实际上音形码字码并不需要对汉字作严格拆分);形码在首部件之前先取首笔,使得按码序排列的汉字排序效果大为改观,除作键盘输入外,还可用于汉字排检,字典检索与电脑输入一致;采用“笔画替代法”可较好地解决无音部件的键位安排问题,使形码达到易学易记的理想境界。

5. 符合文字规范又适合汉字教学的汉字编码是电脑辅助识字的有效工具。从实现汉字教学的现代化角度看,研究这样一种编码也是必要的。呼吁语文教育界、电脑界及编码界紧密合作,也希望有关主管部门给予必要的重视。

参考文献

- [1]刘春华,试论汉字编码的宏观要求及理想模式,科技导报,1997(7)
- [2]陈一凡、胡宣华,汉字键盘输入技术与理论基础,清华大学出版社、广西科学技术出版社,1994年6月第一版,P185
- [3]中国中文信息学会汉字编码专委会、中国计算机学会中文信息技术专委会评论员,汉字键盘输入技术现状及发展趋势,中文信息,1996(4)
- [4]李公宜等,汉字信息字典,科学出版社,1988年12月第一版,P1027~1058 (责任编辑 蔡德诚)

(上接第50页)

济起飞的前提性条件,也是科技起飞的前提。如果没有人力资本积累,不仅引进技术的技术效果甚低,而且会严重阻碍自主创新能力的发展。我国在这些方面的努力将直接决定科技起飞的时间,应努力提高R&D投入强度和人力资本的积累。

在实现科技起飞过程中,我国应选择什么样的技术创新道路呢?已有的典型道路有两种:日本的稳健型道路和韩国的激进型道路。日本在人均GNP只有385美元时,就把R&D投入强度提高到1%,然后,在近20年的时间里以大量使用外国先进技术并消化吸收它们为基本的技术创新方式,缓慢但扎实地积累技术实力,实现科技起飞。韩国在人均GNP接近2000美元时,研究开发投入才达到1%,然后,用5年的时间把该指标提高到2%,在改进技术阶段只稍事停留,给人以急于求成的印象。事实也证明,韩国的基础研究水平较低,甚至不及我国

和印度;技术开发存在急功近利倾向,特别喜好盲目仿效日本的新技术、新产品;对发达国家有依赖性,等等。

我国的区域技术、经济都有较大差距。技术创新能力最强的地区比最弱地区的技术创新能力指数平均高出近9倍。沿海省份和内地相比,沿海省份该指数比内地省份平均高出近3倍。因此,我国不可能选择韩国的激进型道路。日本的稳健型道路值得仿效。但基于地域差异大的原因,我国不能提倡企业以唯改进技术为最优选择。应选择总体上以改进技术为特征,局部上具有创造技术优势的技术创新道路。在重要产业、前景产业和重要省份,应大力推进技术创新能力的升级,即依靠国内外科技力量发展具有国际一流水平的产品技术、产业技术,从而带动全国技术创新水平的提高。

(责任编辑 肖庆山)