

中国技术创新 40 年：四阶爬坡轨迹述评

雷家骥¹, 刘影², 戚耀元¹, 张庆芝³

(1.清华大学 中国企业成长与经济安全研究中心, 北京 100062; 2.中国科学院科技战略咨询研究院, 北京 100102; 3.中国科学院大学 公共管理学院, 北京 100864)

摘要: 将改革开放 40 年间我国技术创新实践描述为“四阶爬坡”, 即学习引进补短期、引进模仿改进期、整合助推自创期、自主迭代提升期, 并对各个阶段的时代背景及其具体创新模式作出了解释。进而, 梳理并讨论了 40 年间我国技术创新实践的主要特点、基本经验与主要教训。随着创新驱动发展的深化, 特别是国家、业界越来越重视“创新引领发展”, 现阶段亟待关注如下几个方面: 国际治理结构重构背景下国际创新竞争与合作机制可能发生的变化; 大科技时代“引领性科技创新”的发生及实现机制, 国家创新生态系统应有的结构和体制机制, 未来科学创新主体和技术创新主体在国家创新生态系统中应处的“生态位”; “基于科学的产业”创新和发展机制以及中国情境下创新与发展研究的逻辑构建问题。

关键词: 技术创新; 中国情景; 四阶轨迹; 创新驱动

DOI: 10.6049/kjbydc.2018100674

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



中图分类号: F204

文献标识码: A

文章编号: 1001-7348(2019)01-0152-09

40 Years of Technological Innovation in China: A Review of the Four-order Climbing Track

Lei Jiasui¹, Liu Ying², Qi Yaoyuan¹, Zhang Qingzhi³

(1.Center for Enterprise Growth and National Economic Security Research, Tsinghua University, Beijing 100062, China;
2.Institute of Science and Development, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100102, China;
3.School of Public Policy and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100864, China)

Abstract: This paper combs the basic image of China's technological innovation practice during the 40 years of reform and opening up, and describe it as "four-order climbing", that is, the first stage of learning-introducing-supplying, the second stage of introducing-imitating-improving, the third stage of integrating-boosting-creating, and the fourth stage of innovating-iterating-promoting. It also explains the background of each stage and its specific innovation model. Furthermore, it combs and discusses the main features, basic experiences and main lessons of China's technological innovation practice in the past 40 years. This paper believes that with the deepening of innovation-driven development, especially in the field of "innovation leads development" which is valued by country and industry, at this stage, it is urgent to pay more close attention to the following issues: first of all, the possible changes in mechanisms of international innovation competition and cooperation under the background of potential reconstruct for international governance; secondly, the occurrence and realization mechanism of "leading scientific and technological innovation" in the era of large science and technology, as well as the structural and institutional mechanisms of the national innovation ecosystem, and also the "ecological niche" in which the future scientific innovation subject and technological innovation subject should be in the national innovation ecosystem; furthermore, the mechanism of innovation and development for "science-based industries"; last but not least, the logical construction of innovation and development research under the Chinese scenario.

Key Words: Technological Innovation; Chinese Situation; Four-Order Track; Innovation-Driven

收稿日期: 2018-11-17

基金项目: 国家自然科学基金项目(71673178, 71841018)

作者简介: 雷家骥(1955—), 男, 陕西西安人, 博士, 清华大学经济管理学院教授、博士生导师, 清华大学中国企业成长与经济安全研究中心主任, 研究方向为创新创业、企业成长、国家经济安全等; 刘影(1986—), 女, 黑龙江庆安人, 博士, 中国科学院科技战略咨询研究院助理研究员, 研究方向为知识产权与科技政策等; 戚耀元(1987—), 女, 山东青岛人, 博士, 清华大学中国企业成长与经济安全研究中心博士后研究员, 研究方向为创新创业、企业成长等; 张庆芝(1981—), 女, 安徽铜陵人, 博士, 中国科学院大学公共管理学院副教授, 研究方向为创新创业与政策等。

0 引言

改革开放 40 年来,我国科技、经济实现了跨越式发展,成为具有重要全球影响力的科技大国和经济大国,与技术创新相关的多项指标位居世界前列。同时,国家创新体系不断完善、企业创新主体地位和主导作用显著增强;基础研究重大成果不断涌现,战略性高新技术研究有不少突破,技术创新引领产业向中高端迈进,新动能产业蓬勃发展。

具体看,全社会 R&D 经费由 1988 年的 90 亿元,增加到 2017 年的 17 606 亿元,位居全球第二;国家创新能力全球排名 5 年间提升 3 位,即由 2012 年的全球第 20 位,提升到 2017 年的全球第 17 位。直接反映创新成果的科学引文索引(SCI)论文由 1988 年的 0.56 万篇,增加到 2016 年的 32.42 万篇,位居全球第二;尽管我国 20 世纪 80 年代中期才建立专利制度,但国内发明专利申请量已由 1988 年的 0.478 万件,增加到 2017 年的 138.16 万件,位居全球第一。综合反映创新效果的技术进步对于经济增长的贡献率一路爬坡,先由 1985 年约 27% 提升到 2012 年的 52.2%, 随后又提升到 2017 年的 57.5%。

这些成绩的取得,可从 40 年间中国技术创新走过

表 1 爬坡模式、对应时段及方式方法

| 爬坡模式 | 学习引进补短 | 引进模仿改进 | 整合助推自创 | 自创迭代提升 |
|--------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| 对应时间段 | 1978—1988 | 1988—1998 | 1998—2008 | 2008—2018 |
| 基本方式方法 | 学习国外商业理念思路 → 引进国外技术 → 在国内制造 | 持续引进 → 模仿改进 → 迭代提升所模仿产品 | 整合内外技术和利益 → 谋求集成创新;改进国外创新在中国场景的应用 | 广泛的自主研发 + 借鉴国外高水平创新 → 快速迭代提升自创 |

这一判断可以从图 1 中看到相应痕迹:

1978—1988 年国内 R&D 支出与技术引进合同(支出)额(折合为人民币)基本持平,由此可看到该阶段技术引进力度之大。而且当时不少国内 R&D 支出是为了“消化吸收”而引进技术,故可认定 1978—1988 年为中国技术创新实践的“学习引进补短期”。

1988—1998 年间,其中 1988—1991 年国内 R&D 支出与技术引进合同(支出)额基本持平,而 1992—1998 年技术引进合同(支出)额竟然超过了国内 R&D 支出。再加上 1992 年后“以技术换市场”方针的实施和“模仿改进”的案例佐证(见后文),基本可以认定 1988—1998 年为“引进模仿改进期”。

1998—2008 年,国内 R&D 支出以较快的增速(于 2001 年)超过了技术引进合同(支出)额,此后一路走高,2007 年时前者已达到后者的 1.92 倍,且随着对“以市场换技术”战略的反思性讨论和 2005 后“自主创新战略”的提出,再加上此间诸多“基于技术整合的自主创新”案例佐证(见后文),基本可以认定 1998—2008 年为“整合助推自创期”。

而 2008 年后,国内 R&D 支出明显达到技术引进

的道路中看到不少成因。

1 中国技术创新 40 年基本图像: 四阶爬坡轨迹

1978 年 12 月 18—22 日,中共十一届三中全会在北京召开。在全会关于“把全党的工作重点转移到社会主义现代化建设上来”和“改革开放”的历史性方针指引下,中国开启了“改革开放的大时代”。随着此后“农村改革”和“工业改革”的“历史进行曲”,中国人民也开始了技术创新的伟大实践。

1978—2018 年的 40 年间,中国的技术创新实践大致经历了 4 个阶段,且基本是 10 年攀爬一个“台阶”。1978—1988 年是技术创新实践的“学习引进补短期”,即学习国外商业理念和思路,进而引进国外技术在国内制造。1988—1998 年是“引进模仿改进期”,即持续引进、模仿改进,进而迭代提升国外技术“中国化”后的新产品。1998—2008 年是“整合助推自创期”,即整合国内外技术和利益,谋求技术整合基础上的“自主集成创新”;同时,改进国外典型创新在中国场景下的放大应用。2008—2018 年是“自创迭代提升期”,即开展更加广泛的自主研发,同时借鉴国外高水平创新,进而快速迭代提升前一轮形成的自主创新成果。

合同(支出)额的 2.45 倍(2008 年)~7.68 倍(2016 年),同时,2008 年后 R&D 经费支出相当于国内生产总值的比例持续超过 1.5%。再加上此间诸多“自主创新基础上的迭代提升”案例佐证(见后文),基本可以认定 2008—2018 年为“自创迭代提升期”。

2 中国技术创新“四阶爬坡轨迹”解释

1978—2018 年,中国的技术创新实践经历 4 个阶段走到了今天。我国至少已在 20% 领域可以与发达国家争先,在 30% 领域与发达国家并进,在 50% 领域还需要继续赶超。可将这 4 个阶段整体上称为“四阶爬坡”,相应地将走过的路称为“四阶爬坡轨迹”。但如站在拟借鉴中国经验的其它新兴国家的角度,或许也可以将“四阶爬坡轨迹”称为“四阶爬坡模式”。因为与其说我们是一路走过来的,不如说我们是艰难地“爬上来”的。下面对 4 个阶段作出解释。

1978—1988 年是中国技术创新实践的“学习引进补短期”。一是补“短缺经济(供给)”之短;二是补“创新能力落后”之短。这一阶段的关键词是“学习、引进、学习”。

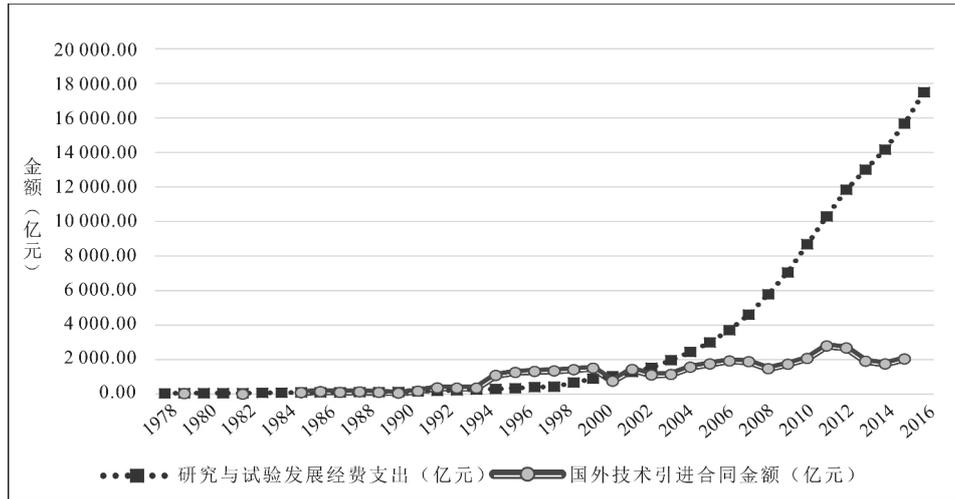


图1 1978—2017年中国R&D支出与技术引进合同(支出)走势

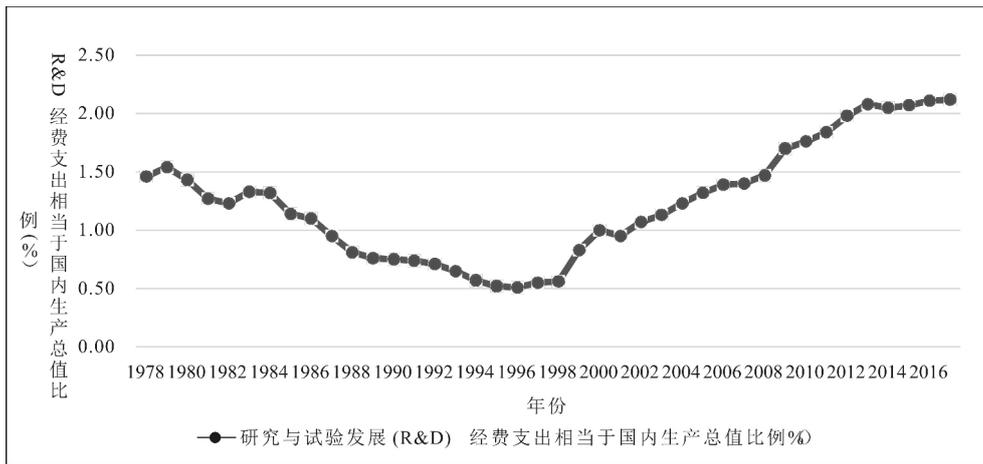


图2 1978—2017年R&D经费支出相当于国内生产总值的比例走势

表2 阶段之1:学习引进补短

| 阶段 | 时段 | 创新模式 |
|--------|-----------|------------------------|
| 学习引进补短 | 1978—1988 | 学习国外商业理念思路→引进国外技术并国内制造 |

1978年12月18—22日,中共十一届三中全会在北京召开。全会的中心议题是讨论“把全党的工作重点转移到社会主义现代化建设上来”,并做出了“改革开放”的历史性决策,同时启动了农村改革的新进程。随着改革开放的逐步推进,中国与发达国家开展了前所未有的人员交流、学术交流及商贸交流。这期间,特别是国外的科技信息和家电类消费品实物通过各种途径(较稀少的进口、出国人员带回)进入中国,长期封闭的中国人很快看到了与发达国家的巨大差距。再加上“十年文革”后整个经济的苍凉局面,人民群众所需的主要工业品(自行车、手表、缝纫机)和城市居民所需的粮、油、棉(含布)都要凭票供应。1986年匈牙利经济学家亚诺什·科尔奈所著《短缺经济学》在中国翻译出版。国人一下子意识到“原来我们陷入的经济状态叫短缺经济”,十一届三中全会提出的“把全党的工作重点转移到社会主义现代化建设上来”的伟大方针,迅速成为“改革开放大时代”中国技术创新实践的“源动

力”。

这期间,国内技术创新的主要做法:一是走出去、请进来。即各级政府领导人、企业负责人以及科技人员出国考察、学习。同时,国外政府、企业派人来中国寻找合作机会和市场;二是引进国外技术。此间国内政府和企业较多地接触了国外市场经济的商业理念、发展思路与技术,再加上改变“短缺经济”局面的强烈愿望,引发了国内企业学习、引进国外先进技术的“井喷式需求”。典型的是,1980年9—11月,当时的第一机械工业部分别与美国WH(西屋)和CE(燃烧工程公司)签订“汽轮发电机组和锅炉技术转让与购买部分零部件合同”,共购买了176项技术;三是先行的外资企业看到了中国快速成长的市场,积极谋求与中国企业在华合资或合作办厂,在华生产适用于中国的“东道国化新产品”。这在当时的情况下,迅速弥补了国内某些工业产品的供给短缺。典型的是,1985年德国大众公司决定与上海轿车厂合作生产桑塔纳轿车。大众公司发现原来上海轿车中能用到桑塔纳车中的零件只有4样,即轮胎、喇叭、天线和标牌,其仅占整车成本的2.7%。不久之后,这家中外合资企业即启动了桑塔纳轿车的国产化进程;四是围绕加快发展家电

制造业,国内掀起了引进国外先进家电生产线的热潮。仅冰箱生产线就引进了 9 条,且相当部分是搞军民结合、军转民的军工企业。

表 3 阶段之 2: 引进模仿改进

| 阶段 | 时段 | 创新模式 |
|--------|-----------|------------------|
| 引进模仿改进 | 1988—1998 | 持续引进→模仿改进→迭代提升产品 |

1988—1998 年是中国技术创新的“引进模仿改进期”,核心特征是“引进、学习、模仿、改进”。并非简单模仿,而是在模仿基础上改进所引入的国外技术,进而研制、生产更好的产品。特别是此间实施的“以市场换技术”方针,加快并扩大了技术引进,也深化了“模仿改进”。

为实现国内科研成果的转移转化和国外高新适用技术在中国的产业化,1988 年 5 月,国务院批准成立了中国第一个国家级高新技术产业开发区即北京市海淀区高新技术开发试验区(中关村科技园前身)。1992 年,面对西方对中国的经济制裁及国内改革开放的“短暂徘徊”,总设计师邓小平毅然“南巡”。此后,政府开始明确倡导实施“以市场换技术”的方针。1993 年中共中央发布《关于建立社会主义市场经济体制若干问题的决定》,明确了建设中国特色社会主义市场经济体制的目标和措施。1999 年中央召开首次全国技术创新大会,时任总书记江泽民同志明确提出,要依靠科技进步与创新提高经济增长的质量与效益,并在全社会真正形成推动技术创新的有效机制。所有这些努力,皆为企业引进技术、模仿改进,以及通过模仿改进培育自身技术创新能力等创造了良好的政策环境。

这一阶段的主要做法:一是外资公司东道国化的新产品在中国创造了新的需求。典型的是,以桑塔纳为代表的中外合资或合作公司“东道国化”的新产品,进一步激发了国内家用车、家电等市场的快速形成;二是在“以市场换技术”方针之下,国内更多企业加入到技术引进的大潮之中,同时,部分企业开始改进前一轮引进的技术,力求藉此形成具有自有知识产权的新技术,并对既有产品进行迭代升级。这以前文提到的九条冰箱生产线最为典型。其中,3 家冰箱生产企业引进国外生产线后注重“模仿改进”产品设计,从而产品在中“三支并秀”,另 3 家引进技术后,改进了若干工艺环节,从而勉强维持着“市场份额”,还有 3 家没有作任何改进,从而导致市场份额直线下降。这就引导更多企业开始重视“模仿基础上的改进”,同时力求在模仿改进过程中积累自身创新能力。

1998—2008 年是中国技术创新实践的“整合助推自创期”,核心特征是“整合内外技术和利益、谋求自主集成创新;同时,改进国外创新在中国场景下的放大应用”。

表 4 1989—1998 年中国技术引进情况

| 年份 | 技术引进合同金额(万美元) | 技术引进合同数(件) |
|------|---------------|------------|
| 1989 | 292 320 | 190 |
| 1990 | 127 399 | 103 |
| 1991 | 345 923 | 359 |
| 1992 | 658 988 | 504 |
| 1993 | 610 943 | 493 |
| 1994 | 410 576 | 444 |
| 1995 | 1 303 264 | 3629 |
| 1996 | 1 525 700 | 6074 |
| 1997 | 1 592 312 | 5984 |
| 1998 | 1 637 510 | 6254 |

数据来源:《中国科技统计年鉴》1991—2017 年所有实体书

表 5 阶段之 3: 整合助推自创

| 阶段 | 时段 | 创新模式 |
|--------|-----------|---|
| 整合助推自创 | 1998—2008 | 整合内外技术和利益→谋求自主集成创新;同时,改进国外创新在中国场景下的放大应用 |

经过 1992 年后“以市场换技术”的数年实践,我国从国外获得了不少技术,或是购买技术使用授权,或是利用组建中外合作、合资企业,或是利用 FDI 的技术外溢效应。但这也使不少企业对国外技术形成了依赖,一些企业合资后甚至取消了自己的研发机构。同时,由于部分企业迷信国外技术,在技术(设备)采购竞争中,偏重于选择国外技术,这就减少了国内企业、院所参与技术供给竞争进而在竞争中提升技术的机会。同时,受到地理条件、经济水平、文化观念、开放程度等限制,东部率先改革开放地区引进国外技术的数量和额度等都明显多于中西部地区,东中西部地区的技术水平势差因为“以市场换技术”而进一步扩大,进而影响了东中西部地区协调发展。

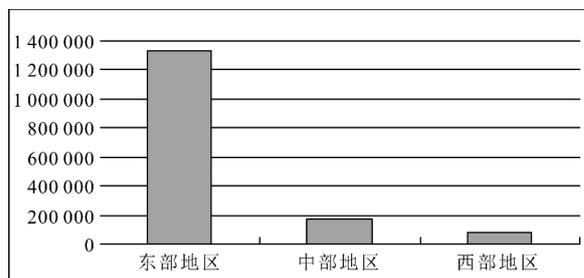


图 3 2005 年中国技术引进(合同)金额的地区差异

数据来源:中国科技统计年鉴 2006

2000 年前后国内开始热议“以市场换技术”的利弊得失,此间,以不同文字表达的基本共识是:“以市场换技术”的确使我们获得了一些技术,使我们在二三十年间迅速形成了强大的现代技术体系。不过,也使我们形成了对欧美发达国家技术的“双重依赖”,一是因为我们自身技术落后而依赖于国外;二是国外企业将核心技术搞成了专利和标准,锁定了中国产业发展的技术范式和路径。由此,亟待调整“以市场换技术”的方针,即在继续努力获取急需的国外技术的同时,也应通过自主创新缓解我国自有知识产权技术供给短缺的局

面,故在 1995 年的“九五计划”中首次提出“自主创新”,1998 年“十五大”提出了“提高自主创新能力”。特别是 1999 年美国军机悍然轰炸我驻南联盟使馆事件的发生,以及 2000 年后中国正式成为 WTO 成员国,国内企业直接使用所获得的国外技术与发达国家企业展开竞争,这进一步加重了国内的“忧虑感”。紧接着,2003 年中央制定《中长期科技发展规划》时将“自主创新”作为指导方针。

此时实施自主创新的主要做法是:①积极推动 3 种形式的自主创新,即原始创新、集成创新、消化吸收再创新;②鉴于我国基础研究相对落后,将基于技术整合的自主集成创新作为主要方式,或者说以“技术整合”助推相关领域更多方面的自主创新。诸如手机、计算机、程控交换机、汽车、大功率发电机、高铁等,以及相关机电类大系统创新。

其中,一个典型案例是高铁“基于技术整合的自主集成创新”开始起步。2004 年,引进国外高铁技术,2007 年高铁即投入运营,3 年间国内就此开展的基本是“基于技术整合的自主集成创新”。在此基础上,2007 年国家“973”计划资助了 3 个与高铁有关的科研项目,即高铁安全服役、高性能滚动轴承和高铁基础力学研究,这对高铁科技发展无疑起到了重要作用。另一个典型案例是汽车工业也开始走上“自主集成创新”道路,基于此,2005 年我国汽车出口首次超过进口。2006 年我国汽车产量已达到 727.9 万辆,同比增长 27.6%,其中,轿车产量 386.9 万辆,同比增长 39.7%。2006 年底,华晨集团与欧洲大型知名物流公司 HSO 汽车贸易公司一次签署为期 5 年共 15.8 万辆中华轿车的出口协议,这标志着中国本土汽车开始登陆发达国家市场。2007 年华晨又与俄罗斯帝国贸易公司签订了 8 万辆华晨金杯出口俄罗斯协议,合同金额达 13 亿美元;③随着互联网创新创业的兴起,商业模

式创新受到了前所未有的重视。

表 6 阶段之 4:自主迭代提升

| 阶段 | 时段 | 创新模式 |
|--------|-----------|----------------------------|
| 自创迭代提升 | 2008—2018 | 广泛的自主研发+借鉴国外高水平创新→快速迭代提升自创 |

2008—2018 年是中国技术创新实践的“自创迭代提升期”,核心特征是“强调实施广泛的自主研发和借鉴国外高水平创新,快速迭代提升已有的自主创新成果与能力”。

这期间的背景,一是 2008 年国内 R&D 投入相当于 GDP 的比重首次超过了 1.5%;二是国际上新一轮产业革命进程加快,学界估计约在 2025—2030 年间欧美发达国家将基本完成这轮产业革命,我国也出现了新产业革命的端倪。中央高层审时度势,2011 年 3 月在“十二五”规划中提出“大力培育发展战略性新兴产业”;三是 2012 年 7 月中央召开全国科技创新大会,当年年底又召开了“十八大”,时任总书记胡锦涛同志提出“建设创新型国家及中国特色创新体系,依靠创新驱动发展”。2014 年李克强总理代表国务院作出“双创”部署,在 2014 年 6 月召开的两院院士大会上,习近平总书记明确提出“实施创新驱动发展战略”;四是 2015 年 11 月中共中央发布了《关于制定国民经济和社会发展的第十三个五年规划的建议》。所有这些,皆引导中国的技术创新实践由上一阶段“整合助推自创”迈入“自创迭代提升”的门槛。

这一阶段的主要做法是:①基于广泛的自主研发,同时借鉴国外高水平创新,企业和行业加快对此前自主创新(特别是自主集成创新)的迭代提升;②基于互联网+和人工智能、绿色技术、新材料新能源的创新日渐活跃;③金融科技创新尤为凸显。此间,国内发明专利申请授权量急剧增加,年度发明专利授权量也有较多增加。

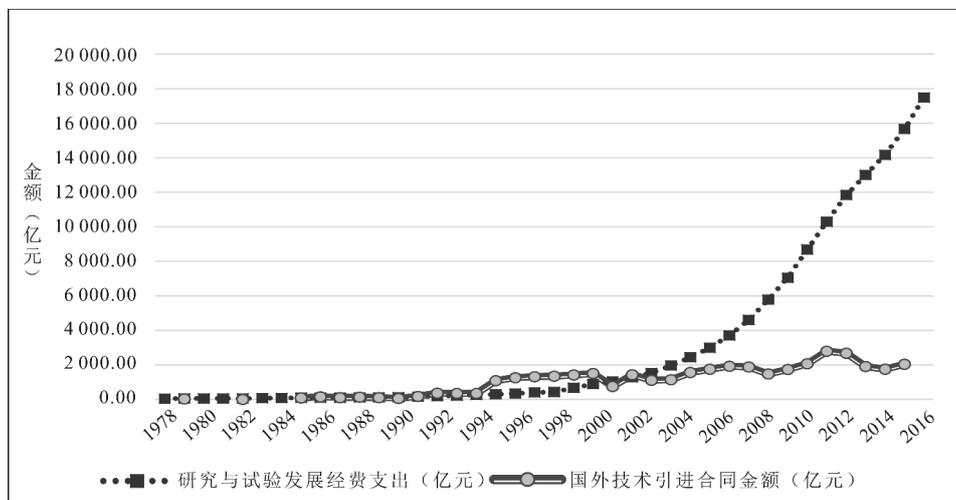


图 4 2008 年后国内发明专利申请量、授权量的增加

对于自主集成创新的迭代提升,高铁也是典型案例。2004—2007 年间国内就高铁开展的基本是“基于技

术整合的自主集成创新”,在 2007 年国家 973 计划资助高铁有关科研项目的基础上,2008 年国家自然科学基

金开始大幅度资助高铁领域的相关研究,目的是致力于克服高铁领域的产业发展技术瓶颈。2010年,国家自然科学基金资助的高铁领域相关研究高达26项,这对高铁部门“加快对此前自主集成创新的迭代提升”发挥了重要作用。基于互联网+和人工智能、绿色技术、新材料新能源的创新,几乎是“漫山遍野”,且不少典型实践发生在“双创”之中,尤以BAT(百度、阿里巴巴、腾讯)和京东电商为代表。而金融科技创新,主要发生在电商、商业银行、证券、保险等诸多行业的具体业务之中,甚至交通部门的票务系统、大机构(如大学)的证件系统(如工作证、饭卡、学籍卡等)也加入到“金融科技创新”的队列之中,其中甚至不乏人工智能技术的初步应用。

总体上,通过前述4个阶段(期),中国的技术创新实践开始呈现这样的图景:企业创新主体地位明显形成;全社会“双创”日益活跃,甚至成为人们日益自觉的意识和行动;技术创新、制度创新、商业模式创新、组织创新四者互动深化;技术性创业日益成为技术创新的重要实现方式;若干产业的创新能力持续提升。中国日益成为真正的创新型国家。

3 40年间中国技术创新的主要特点、经验与教训

3.1 主要特点

综观中国技术创新40年实践,不难看到3个鲜明的特点。

(1)中国已形成很有特点的创新方法与体系。学习借鉴、模仿、改进、整合、迭代、将国外典型创新在中国场景中放大应用等,都是有效的创新方法。精英和草根都可能成为创新的推动者,任正非、柳传志、李彦宏、马化腾等是有深厚专业知识的精英类创新推动者,马云是英语专业毕业生,创业前是大学英语老师,基本是草根类创新者,但他创建了有全球影响力的“阿里江山”。国企(特别是央企)和民企(特别是山寨民企),皆可能成为创新主体。上个时段还在“山寨”仿制他人产品的民营小企业,经过一定时段“学习、借鉴、仿制、改进”过程中的技术积累和进一步研发,下个时段也可能成为优秀的自主创新主体。在沿海一带不难看到这类创新主体的鲜活案例。同时,科研院所和不少大学日益成为创新的知识源和创新创业的孵化器。政府则日益成为业界创新的重要推手和助力者,其中“推手和助力者”作用的发挥,既靠规划引领、资金支持,更靠制度、政策变革为创新者创造更加适宜的创新环境。

(2)民营高新企业和央企皆成为创新的劲旅。经过40年的奋发图强,民营企业贡献了中国50%以上的税收,60%以上的GDP,70%以上的技术创新,80%以上的城镇劳动就业岗位,90%以上的新增就业和企业数量。与之同时,央企也成为创新的劲旅。以国家电

网公司为例,2011年以来专利拥有量连续7年排名央企首位;截至2017年底累计拥有专利73350项;累计获得国家科技奖69项,其中,科技进步特等奖2项、一等奖7项、二等奖60项;累计获中国专利奖91项,其中金奖7项;中国标准创新贡献奖20项。

央企已成为创新的主体和劲旅。大致可分为3种情况:①民口央企,诸如成立上百年的招商局等,改革开放激活了他们本有的创新基因;②军工央企,诸如航天科技、中国电科、兵器工业,改革开放后先在军转民中寻找创新突破口,然后在20世纪90年代后期回归军工产业创新;③改革开放后新组建的央企,诸如国家电网、国家投资、中国海油、中国移动等企业,它们起步即站在创新的高位。

特别需要提及的是,一些央企在复杂系统产品领域的创新已国际领先。诸如航天科技集团研制的“风云系列气象卫星”,广泛应用于生态观测、防灾减灾、应对气候变化等重要领域;研制的“第一代北斗导航定位系统北斗一号”,使我国成为继美、俄之后第3个拥有自主卫星导航系统的国家。国家电网公司研制并大面积使用的特高压输电系统,成为世界上最高电压等级的输电技术,代表了国际高压输电技术研究、设备制造和工程应用的最高水平;研制、建设的“风光储输电示范工程”,成为世界上第一个集风电、光伏发电、储能系统、智能输电于一体的大型新能源综合性开发工程。中移动集团的第四代移动通信系统(TD-LTE)关键技术与应用,将TD-LTE在核心技术上与LTEFDD相融合,促成了全球统一的4G标准,同时击败美国主导的WiMAX标准,首次成为全球主流国际标准。

尤其是2005年后国家实施自主创新方针,不少央企在部分领域的创新能力已处于国际同行先进甚至领先水平。民口央企由使用国外技术走向与国际同行并行甚至领先,诸如国家电网公司的特高压远距离输电技术;军工央企的创新提升了国防安全保障能力,为我军应对发达国家军队“超视距、精确打击”的现代作战样式提供了根本保障。

(3)大学、院所成为创新的知识源、孵化器。40年间,随着211、985以及“双一流大学”的建设,20世纪240多家产业部属院所转制为高新企业,以及中科院实施“国家知识创新工程”,科研院所和不少大学日益成为创新的知识源和创新创业的孵化器。在知识源上,以科学引文索引(SCI)论文为例,1988年中国仅有0.56万篇,2016年即达到32.42万篇,居全球第二位。同时,在2008年后逐年增加的发明专利申请量、授权量中,大学和科研院所也占有相当高的比例,这皆为企业自主创新提供了最为基础和基本的知识源。就创新创业孵化而言,全国公立高校3000多所,985高校和211工科高校普遍建立了技术转移办公室、科技产业园、辅导和服务师生创新创业的专门机构,甚至直接孵化出不少高新企业。

3.2 基本经验

(1)关于创新实现。40年的技术创新实践证明,小的创新要靠“迭代”,即首先做出功能最为简化的“最小化产品”,然后通过多轮迭代,将其做成现有科技进展背景下最为优良的产品。例如腾信公司早期的“微信”与现在的“微信”、小米早期的“手机”与现在的手机。大的创新要靠整合加迭代,即早期首先要整合最为基本的相关技术,先做成成型的“最小化产品”,然后通过多轮“整合式迭代”,将产品做成现有科技进展背景下最为优良的产品。大系统创新则有赖于国家战略引领,诸如北大(王选)激光照排系统、清华同位素集装箱检测仪、中科院曙光大型并行计算机、铁路部门的高铁以及中国电科集团的预警机等,都有国家相关战略引领、规划列入和资金支持。同时,中国的自主创新必须融入国际,学习借鉴领先国家的经验和技能,才可能走得更快更远。在创新活动类型上,实践证明,创业是创新的可行途径,内部创业是企业创新、转型升级的有效途径。

(2)关于创新主体与生态。由国企(特别是央企)和民企(特别是山寨民企)的技术创新实践看,大企业、小企业在创新中各有优势。诸如,大企业的多领域、系统性创新能力较强,具有较强的资源动员、筹集、整合能力;甚至在同一集团企业内部,处于产业链下游的分、子公司可以为处于产业链上游的分、子公司充当创新产品的“首批客户”,通过“内部市场检验”,促进上游分、子公司迭代提升、完善产品,进而促进上游分、子公司的创新产品最终走出集团企业的“内部虚拟市场”,进入“真正的市场”实现其商业价值。小企业只要如哈佛商学院西蒙教授所揭示的“行业隐形冠军”那样高度聚焦,培育独特的核心能力,在少数领域聚焦创新,守住核心技术,抓紧关键客户,善于放大“新产品用途视野”,据此进一步开发“跨行业客户”,也可能实现很好的商业收益。将两类企业联系起来思考,即可以终结创新经济学多年来纠缠不清的“到底是大企业更有利于创新、还是小企业更有利于创新”的“熊彼特、德鲁克、曼斯菲尔德之问”。与之同时,高新区、科技园作为创新企业的聚集区,其真正激发并促进企业创新的力量,是其独特的文化氛围,而不是政府的“偏爱性政策”。这在诸多国家级高新区、科技园已得到实践检验。

(3)关于创新绩效和效应。一是在一定投资规模范围内,迭代创新、整合创新的投资收益是递增的。迭代创新是“精益创新”的本质,它所带来的创新投资收益递增现象已为不少人所认同。“整合创新的投资收益递增”是哈佛商学院教授20世纪90年代首先发现的,并得到我国技术创新40年实践的进一步佐证。20世纪90年代,不少业界和学界人士感叹于美国、日本、韩国一些高技术行业出现了“投资的边际效益递减的

临界点后移”现象,哈佛商学院的马可·伊恩斯蒂、乔纳森·韦斯特等就此展开的研究发现,关键就在于这些行业的企业实施了“高效率的技术整合”。由此他们认为,技术整合是提高企业研发效率、生产效率进而推出市场欢迎的新产品的关键。特别是,马可·伊恩斯蒂、乔纳森·韦斯特等对全球计算机行业的研究发现,20世纪90年代以来,市场优势常常属于那些擅长选择技术、整合技术的企业,而并非属于首先开发这些技术的企业。特别是随着可供企业挑选的技术愈来愈多,产品设计和制造的“技术宽度”大大拓展,产品生命周期大大缩短,这就迫使企业将技术整合放在十分重要的地位,借助技术整合以更快的速度实现新技术商品化。在我国40年的技术创新实践中,清华同位素集装箱检测仪、铁路部门的高铁以及中国电科预警机等,之所以能取得较为理想的收益,整合创新(基于技术整合的创新)也是重要的收益源;二是创新植入增长是高质量经济增长的重要源泉,这主要是通过“率先创新的引擎作用,模仿创新的扩张作用,创新迭代的提升作用,创新继起熨平增长波动”等实现的。进而,创新驱动发展要靠“科技长入经济、创新植入增长、创业促进发展”来实现。

3.3 主要教训

(1)制度环境决定着创新的发生和实现。40年间的实践表明,特定经济体(诸如某个城市)的经济制度环境能让创新者(制度的承受者)“满意且不谋变”,至少应满足3个条件:一是制度的决定者和承受者都难以通过“寻租”获得额外的好处;二是财富创造者特别是创新者的收益率高于社会平均收益率;三是人们无须为了做事而过多“扯皮”,无需承担过多的交易费用。如将前述制度环境称为“满意均衡”制度状态,则在这种环境下,创新者从事创新活动的交易费用较低,创新的净收益较大,从而整个社会的创新较为活跃。改革开放后的深圳,其经济制度环境即处于这种制度状态,故当地技术创新比其它省市更活跃。如果特定经济体的制度环境“不被满意且人们无法改进它”,则可以称其为“非满意均衡”制度状态,在这种环境下,创新者不想干、无法干,甚至选择“逃跑”,进而创新者群体日渐萎缩,创新活动难以活跃。改革开放后,一些内地想创新者舍家离祖去深圳,即是因为老家城市的制度环境处于“非满意均衡”状态。如果特定经济体的制度环境“不被满意但人们有可能改进它”,则可以称其为“非满意非均衡”状态,在这种制度环境下,一些创新者会等待,也有一些创新者会借助“寻租”或“伪创新”谋求超常利益。40年间,一些内地创新者借助“寻租”或“伪创新”谋求利益,即是因为当地的经济制度环境处于“非满意非均衡”状态。基于以上,为深化创新驱动发展,未来地方政府必须着力于通过深化改革培育“满意均衡”的制度生态。

(2)“基于科学的产业”的创新和发展仍是短板。从产业创新和发展的“知识来源”角度,可将诸多产业分为“基于科学的产业”和“基于技术的产业”,“前者”的创新和发展频繁地依赖于科学上新的发现,“后者”的创新与发展更多依赖于技术进步。目前,“基于科学的产业”已在不少发达国家迅速崛起,并成为新的国际优势产业,成为独有的国际竞争力。同时,改革开放 40 年来,我国在追赶发达国家“基于技术的产业”领域已取得了国内外共识的成就,与发达国家该类产业的差距越来越小甚至趋之日近。但在生物工程、化学基础材料、化学制药、微电子器件等“基于科学的产业”领域,我国追赶发达国家同类产业的成效并不显著。究其成因,一是限于国力,国家对基础科学研究的投入不足,仅占 R&D 经费支出的 5% 左右,而欧美发达国家这一比例为 18%~20%。基础科学投入少,必然科研进展小,进而“基于科学的产业”的创新缺少国内知识供给。这从根本上拖累了我国赶超发达国家,影响了我国产业结构的根本转型。基于此,未来我国亟待加大基础科学投入、改革基础科学研究体制,认真重点“补课”,积极推进基于科学的产业创新和发展,以期促进我国产业结构的根本转型和产业整体赶超发达国家。

(3)“引领性创新”的发生及其引领发展的实现机制亟待关注。依据特定创新对于经济社会发展的内在作用,可将创新分为“引领性创新”和“非引领性创新”,前者内在地具有引发新的创新和他人模仿、引领经济社会发展方向及进程的作用,后者则不尽然。诸如 20 世纪 90 年代几乎同期出现的北大王选激光照排技术与四通公司的电子打字机,前者(激光照排技术)改变了传统的排版和印刷,改变了计算机输入和输出的文字,改变了新闻出版业,也改变了文字处理习惯,这就是“引领性创新”。而后者(四通电子打字机)只培养出大街小巷一个个“打字门店”,而且随着个人计算机的出现,很快就被淘汰了,这就是“非引领性创新”。引领性创新本身会引领经济社会发展和今后的创新,故为深化创新驱动发展,政府应主要鼓励、扶持引领性创新,且应任“非引领性创新”被市场筛选甚至淘汰。现在政府笼统地鼓励创新,其中鼓励了不少“没有引领发展之作用”的创新,这就浪费了稀缺的政府资源。现在提“创新引领发展”,更要靠“引领性创新”去引领,而不能妄想依靠所有的创新。

(4)为创新产品培育国内市场需求是十分重要的。创新关系到产业发展,但创新产品形成之后,如果缺少国内市场需求,很快就会夭折。前些年我国光伏设备制造业就有类似深刻教训。先是政府大力鼓励,企业努力创新,产业加快发展,产品大量出口。但到了 2014 年左右国外限制我国光伏设备出口,早先急剧成长的无锡尚德、江西赛维等行业龙头企业纷纷衰落,原因在于此间没有积极尽早培育国内市场需求。今后引导企

业创新、促进新产业发展,除企业的自主创新产品尽可能由政府首购、采购之外,还必须有相应的市场培育政策,以期创新企业的新产品培育下游市场。可供思考的是,2018 年上半年中国 GDP 总量约 6.576 万亿美元,欧盟诸国共实现 GDP 约为 9.428 万亿美元,美国 GDP 总量为 10.1 万亿美元;此间中国 GDP 相当于欧盟 GDP 的 69.75%,美国 GDP 的 65.11%。应围绕自己的创新产品培育国内市场,缓解欧盟、美国等对我国创新产品出口的狙击(如反倾销、反补贴,或技术性贸易措施限制)。

(5)持续鼓励某些产业发展会导致“产业灾难”。“鼓励政策”是促进和扶持亟待发展的弱势新兴产业的政策工具,但在产业发展初期如果“鼓励过度”,必然造成产业低水平产能过剩和过度竞争,进而导致该产业“少年夭折”。如果国家整体上该产业已经产能过剩,中央政府的鼓励政策不及时作出调整,地方政府仍继续鼓励该产业发展,则势必造成进一步的产能过剩、恶性竞争、企业都不挣钱的“产业灾难”。2000 年后,国家发改委多次发出信息,警示某些新兴产业已经产能过剩,诸如光伏设备制造业和氧化铝产业。但是,一些地方政府仍在鼓励当地围绕这些产业“大干快上”。现阶段“去产能”,也不得不对这些产业狠下猛药。故今后,一方面中央政府部门应对鼓励新产业发展的相关政策及时作出调整,同时要及时向业界发出预警;另一方面,地方政府尤其应关注中央政府发出的产业预警信号,随时调整当地产业发展政策和规划。

4 结语:现阶段亟待关注的问题

前文将改革开放 40 年间我国技术创新实践的基本图像梳理、描述为“四阶爬坡”,即学习引进补短板、引进模仿改进期、整合助推自创期、自主迭代提升期,并对各个阶段的时代背景及其具体创新模式作出了解释。进而,梳理并讨论了 40 年间我国技术创新实践的主要特点、基本经验与主要教训。基此,本文进一步认为,随着创新驱动发展战略的深化,特别是国家、业界越来越重视“科技创新引领发展”,现阶段政府和学界亟待关注以下问题:

(1)在国际层面,随着美国进一步扩大与诸多国家特别是与我国的贸易摩擦,尤其是特朗普有着借机重构全球科技、经济治理结构的“企图心”,我国亟待关注全球治理结构有可能调整甚至重构背景之下,国际创新竞争与合作机制可能发生的变化,以便为我国进一步推进自主创新探明近若干年可能形成的新的国际环境,进而提前准备相关应对预案。

(2)在国家层面,随着国内高层和业界对于“创新引领发展”的日益偏好和重视,同时,客观上仅有“引领性科技创新”能对经济社会发展及新的创新的发生形成引领机制,而且科技发展也进入了大科技时代。现

阶段,一是亟待关注大科技时代引领性科技创新的发生及实现机制;二是亟待关注大科技时代国家创新生态系统应有的结构和体制机制;三是如果搞清前两者,积极推动相关体制改革和机制塑造,创新引领发展即可能成为自然而然地“后续动作”,即凭借引领性创新的内在属性,创新可能主动、有效地引领发展,故未来国家科学政策与技术政策的分工协调问题,以及科学创新主体和技术创新主体在国家创新生态系统内应处的生态位,应是政府、业界、学界关注的重点问题之一。

(3)在产业层面,由于“基于科学的产业”创新和发展是当前的“短板”,而基础科学成果走向商业和社会应用有其独特规律,故现阶段尤应加强“基于科学的产业”创新和发展的机制研究。同时,鉴于美国等早期工业化发达国家的实践表明“基于科学的企业”在“基于科学的产业”的创新与发展中有着独特作用,现阶段也应加强对于“基于科学的企业”的关注。鉴于“基于科学的产业”的创新与发展有其独特规律,且发达国家的“军民融合快速响应机制”在“基于科学的产业”的创新和发展中发挥了独特作用,故亟待关注中国背景下“军民融合快速响应机制”如何助推“基于科学的产业”的创新与发展问题。

(4)在技术创新研究方法层面,尽管国内20世纪90年代初即开始研究技术创新问题,但至今在方法论上仍沿袭熊彼特创新经济学、伦德维尔国家创新体系、曼斯菲尔德描述性统计分析、波特逻辑结构模型、德鲁克畅想式逻辑推演的方法,还缺少能深入揭示中国技术创新制度环境和创新实践规律的有效方法,因而需要关注中国情境下创新与发展研究的逻辑构建问题。

参考文献:

[1] [美]J·熊彼特.经济发展理论(中译本)[M].北京:商务印书馆,1990:25-36.
 [2] [匈]亚诺什·科尔内.短缺经济学(中译本)[M].北京:经济科学出版社,1986:45-54.
 [3] 程鹏,柳卸林,陈傲,等.基础研究与中国产业技术追赶——以高铁产业为案例[J].管理评论,2011(12):46-55.
 [4] 厉以宁.技术创新经济学:它的由来和当前研究的问题[J].科技导报,1990(2):3-8.
 [5] [日]影山禧一.技术进步的经济(中译本)[M].北京:文真堂出版,1982:39-46.
 [6] [美]M·肯尼,熊彼特.创新理论与资本主义社会中的创业

家[J].Research Policy, 1986(15):59-66.
 [7] [日]林雄二郎.科学技术·经济·社会(中译本)[M].北京:科技文献出版社,1986:45-56.
 [8] 雷家骥,等.西部工业:创新改造与内生增长[M].西安:西北工业大学出版社,1993:45-66.
 [9] [美]小威廉·贝拉尼克.科学技术与经济发展:12国的历史与比较研究(中译本)[M].北京:科技文献出版社,1988:35-46.
 [10] [英]R·库姆斯,等.经济学与技术进步(中译本)[M].北京:商务印书馆,1990:28-46.
 [11] 傅家骥,等.技术创新:中国企业发展之路[M].北京:企业管理出版社,1992:26-36.
 [12] 傅家骥,雷家骥.靠什么提高中国经济增长的质量:增加经济中的创新流量[J].数量经济技术经济研究,1996(3):7-13.
 [13] [美]德维斯,诺斯.制度变革与美国经济增长(英文)[M].伦敦:剑桥大学出版社,1971:118-125.
 [14] 郭淡泊,雷家骥,张俊芳,等.基于DEA-Tobit两步法的国家创新体系效率评价研究[J].清华大学学报:社会科学版,2012(2):142-150.
 [15] 彭勃,雷家骥.基于产业创新系统理论的我国大飞机产业发展分析[J].中国软科学,2011(8):41-47.
 [16] 吴海燕,杨武,雷家骥.深圳市区域创新体系建设中的问题及对策分析[J].未来与发展,2011(1):103-107.
 [17] 雷家骥,林苞.中国追赶发达国家应特别关注基于科学的创新及其产业[J].理论探索,2014(2):76-79.
 [18] 张鹏,雷家骥.基于科学的创新与产业:相关概念探究与典型产业识别[J].科学学研究,2015(9):1313-1356.
 [19] 雷家骥,等.技术整合:同方威视集装箱检测系统的创新实践[J].科技创新案例与研究,2015(7):36-41.
 [20] 杨建昆,雷家骥.基于科学的行业的国家间追赶模式研究:以制药业为例[J].科学学研究,2016(10):1479-1486.
 [21] 杨建昆,王心焕,雷家骥.高新企业成长相关政策设计与执行对政策效果的作用分析[J].中国软科学,2016(11):184-192.
 [22] 雷家骥,彭勃,张博.基于数据包络分析的中国汽车产业创新系统效率研究[J].南京工业大学学报:社会科学版,2016(1):103-108.
 [23] 林苞,雷家骥.科学、技术与产业创新[M].北京:清华大学出版社,2016:98-107.
 [24] 张庆芝,雷家骥.基于科学的创新:从诺奖成果到商业产品的过程研究[M].北京:清华大学出版社,2017:104-115.
 [25] ZHONG HUIBO, LEI JIASU. Independent innovation in China: theory and cases[M]. Singapore: World Scientific, 2017:101-110.

(责任编辑:万贤贤)