

# 从科学、技术、创新三大全球化趋势分析美国技术出口管制的影响

王罗汉

(中国科学技术发展战略研究院, 北京 100038)

**摘要:** 美国对外技术出口限制政策由来已久。目前,中美之间的贸易战已变为科技战。本文从科学规律、技术规律和创新规律的规律视角出发,对美国在人工智能等14个领域的新技术出口展开分析与判断。在目前的这种大背景下,我国应当进一步扩大国际科技合作的层次和内容,发展多边科技伙伴关系,尽快突破“卡脖子”领域,走出一条符合“中国特色”发展的科技创新道路。

**关键词:** 美国; 新兴技术; 出口管制; 科学规律

**中图分类号:** F752.01 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2019.03.012

近年来美国把“新兴技术”出口管制作为确保“美国优先”战略的重要抓手,并纳入到国家安全范畴予以特别强化。尤其对中国,更是出台了众多针对性政策,如2007年专门针对中国新增加航空发动机等47个出口管制项目,2009年颁布《国际关系授权法案》,此后又出台《出口便利化修改草案》,2011年发布《战略贸易许可例外规定》<sup>[1]</sup>,2013年修订《国防授权法案》。2018年,美国又对新兴技术出口管制开展讨论,再次点名中国为美国在生物技术、人工智能、先进计算等共计14个大项“新兴和基础技术”领域的竞争对手,给予严格限制。

针对上述新形势,我们立足全球化发展趋势,从科学研究规律、技术发展规律与产业创新规律3个方面展开分析与研究。我们认为,从国际合作与交流的角度看,美国在新兴技术上的出口限制既不符合时代发展的要求,也不利于本国新技术的创新与发展<sup>[2]</sup>,自然也不符合美国自身的长期与根本利益<sup>[3]</sup>。我国要坚定地走向世界舞台中央,努力将全球各类优秀战略资源、创新资源引进来,善用资源以提升

创新能力与产业竞争力。具体有以下几点认识。

## 1 科学、技术与创新的全球化规律

### 1.1 大科学时代全球合作的三大趋势

首先,解决科学的根本问题需要全球科研力量的合作。许多科学问题的范围、规模不断扩大,复杂性越来越高,已远远超出了单一国家的承受能力,国际大科学合作成为一种必然。例如,国际空间站计划、国际热核聚变实验堆计划、人类基因组计划、欧洲卡西尼卫星探测计划等一大批需要巨额资金支持的复杂大科学工程,无不跨学科、跨专业、跨领域的共同协作,无不来自全球各类资源的共同分工与配合。举多国之力共同破解科学难题成为科学发展的大趋势。

其次,应对跨学科交叉融合的科学发展的需要国际合作。多学科交叉融合对于催生原创性重大科学成果、培养拔尖创新人才有着重要意义。以诺贝尔奖为例,在荣获诺贝尔奖的百年评选历程中,有41.02%的获奖者的研究属于交叉学科。在近25年

**作者简介:** 王罗汉(1987—),男,博士,助理研究员,主要研究方向为产业科技创新政策研究及国际科技创新合作。

**项目来源:** 科技创新战略研究专项“构建支撑现代化经济体系建设的创新政策体系重大问题研究”(ZLY201817);科技创新战略研究专项“新兴产业发展与‘创新政策3.0’研究”(ZLY201709)。

**收稿日期:** 2019-01-23

的 95 项自然科学奖中,交叉学科领域就有 45 项,占获奖总数的 47.07%<sup>[4]</sup>。除了各国政府高度关注与支持学科交叉融合之外,各个微观的创新主体,如哈佛大学、斯坦福大学、剑桥大学等世界一流高校均非常重视国际学术交流与学科间的交叉融合,纷纷通过设立交叉学科奖励基金、发布跨学科研究计划、建立跨学科研究平台等多种途径来推动其发展。

再次,应对人类共同挑战,离不开国际合作。人口老龄化、全球气候变暖、能源危机、核技术扩散、科技与伦理道德冲突等一系列全球问题,也都需要国际众多领域的共同参与来解决<sup>[5]</sup>。没有任何一个国家或国家集团可以独自解决全球化带来的问题<sup>[6]</sup>。如何科学合理地解决全球化过程中存在的人类共有问题,日益成为影响国家间经济发展速度和国际竞争力的重要因素。换句话说,对人类共同面临的重大问题,不作为甚至不合作就有可能危及国家自身的安全。

## 1.2 新兴技术体系日趋复杂,社会认知缺失需要全球协作

当前新兴技术,特别是以人工智能、生物技术等为代表的重大颠覆性技术的出现,已经成为世界各国竞争的焦点。此类技术本身具有复杂性和市场高风险性等特点,不仅研发资金投入巨大、技术突破周期更漫长,而且市场风险变大等外部干扰因素也逐步增多<sup>[7]</sup>。2G 时代,几万个基站就可以覆盖全国的网络;但到了 4G 时代中国的网络需要超过 500 万个基站;而 5G 时代需要做到每平方公里架设 100 万个基站。由于网络过于密集,还需要大量的小基站作为支撑,即使在同一个网络内,由于终端不同,需要的速率、功耗和频率也不一样,故而还需要对服务质量(QoS)的要求进行量身设计;而这时网络极易相互干扰,为了抗干扰,5G 网络还需要根据不同节点来设计不同的协调方案、网络的选择方案和节能配置方案等。在这种情况下,一个国家不可能包揽所有最先进技术,特别是在技术体系高度复杂化的今天,更加需要全球各国企业的通力协作。

新兴技术的应用给社会伦理道德与法治化带来的认知上的缺失,同样需要国际社会的共同参与与探讨<sup>[8]</sup>。例如在各国纷纷出台政策支持人工智能技术的同时,人工智能技术也对国家安全、社会安

全、网络安全带来了巨大风险。利用智能技术可实现以“换脸”“换声”等手段制造欺骗性犯罪,令传统破案难以甄别;新型智能机器人可通过自我学习来制造木马病毒进行传播,令人难以防范;无人驾驶引发车祸时,目前各国法律对如何追溯赔偿主体也没有定论。

## 1.3 产业创新系统早已超越国界

### 1.3.1 国家创新系统有边界,产业创新系统重新划定边界

国家创新系统聚焦于国家层面,由不同的产业组成,其中一些起支配作用,代表该国经济发展的方向。比如日本在 20 世纪七八十年代的经济增长主要归功于日本重点扶持的汽车制造、机械制造、重化工业的崛起,这不同于美国在 20 世纪 90 年代新经济“复苏”时期的新一代信息技术产业的复兴。而产业创新系统则集区域、国家甚至全球为一体。

“学习”和“知识”日益成为该系统中的关键要素资源,其核心在于多样化的创造(技术、产品、企业和组织)、复制(带来该产业系统中惯性与持续性)和选择过程(减少经济系统中的多样性、降低对资源的无效利用)<sup>[9]</sup>。其难点在于产业价值链的垂直分离,“知识”在企业层面是高度异质的,每个环节都存在大量独立企业,而由于中间产品市场结构的不同,每个环节的竞争状态也大不相同。“知识”既不会自动扩散,也不会在企业间自由流动,相关企业只有通过自身的长期积累,在具备了一定研发能力之后,才能吸收更先进的知识成果。因此“知识”经济的出现重新划定了现有产业的边界,“知识”也成为产业价值链各环节中利润分布的关键。

### 1.3.2 下一轮产业革命的复杂性与风险性早已超越国界

历次产业革命的发展趋势表明,技术革新的根本特征是创新系统的结构性变化,它会对已有知识和创新的发展产生关键影响。第一次工业革命的“产业创新系统”基于工程师个人的工艺(手艺)导向与试错成本的结合,这对诸如钢铁、煤炭、金属加工、纺织机械制造等基础性行业带来了划时代影响;第二次产业革命的“产业创新系统”则上升为垄断企业的规模化生产与组织创新,真正把科学研究纳入进来,诞生了一大批整合了专业化实验室和研发中心的新产业,如电气设备、化工、制药;第

三次产业革命的“产业创新系统”则以政府和社会大规模投资大科学装置为先导，以建立大量国家实验室、科学研发中心为依托，更加聚焦于以新知识和新技术为要素禀赋的新兴技术行业，如信息通信技术（ICT）、生物医药、新能源、新材料等全新产业门类。

因此，下一次产业革命的“创新系统”必然更加复杂，其风险性也更大，特别是以人工智能、生物技术、量子信息为代表的前沿技术。其特点主要有：（1）技术研发复杂化。不仅基础研究的攻关时间更长，产业核心技术的突破更难，而且其相关配套领域的科研和技术的研发也需要同步实现重大突破。（2）产业融合多样化。产业边界变得越发模糊，比如IT技术与咨询融合形成IT服务业，贸易与互联网融合形成电子商务、大数据与汽车融合无人驾驶，许多新兴产业本身就是一个综合产业体，产业生态环境更加多样。（3）市场需求高风险化。市场的不确定风险增大，导致研发出的新技术不能准确定位市场用途，比如液晶显示技术从新技术研发到推向市场历时将近50年，其前期先进的美国公司并未占有最后的市场，中期开展大量研发并一度垄断先进技术的日本企业也因为旧式CRT显像技术的思维惯性而被迫出局。新兴技术的发展除了需要本身技术先进外，还受到技术路径的可持续研发潜力、用户转换偏好成本走向、市场需求突变等外在干扰因素的制约。新兴技术产业普遍具有高资金投入、高智力与技术富集、高风险不可控常态化特点，因此，单一国家已很难独自承担全产业链技术路径发生根本颠覆所导致的系统风险。

## 2 美国的做法违背全球化三大发展规律

### 2.1 违背了大科学时代的国际合作精神

当今国际大科学合作项目都是基础科学与应用科学的全面应用，大量新兴前沿科学的研究与探索需要的学科领域早已超越了以往单一学科的范畴。而美国任性而为地开展对基础与应用科学界限和范围的讨论是明知不利于科学发展的逆势而为，既不利于人类重大科学的探索和重大问题的解决，也不利于本国引领世界科学的探讨和发展。对技术出口设限本身是个老问题，但对当前新兴技术背后发挥基础和支撑作用的科学研究也开展“连坐”式

的封锁和审查，则将严重挫伤世界大科学时代国际合作的时代精神，造成科学研究新成果不能及时开展共享与交流，国际大科学工程项目不能获得世界优秀人才与资金的支持，这无疑给探索世界前沿科学的愿景和解决人类共同难题的渴望“泼了一盆冷水”。

### 2.2 对新兴技术出口设卡是冷战思维

当前在人们所讨论的新兴技术（如人工智能、量子科学等）领域，美国与其他国家基本都处于“无人区”的探索阶段，虽然美国在整体上暂时领先，但完全有别于二战后“南—北”阵营间技术的代际差异。这是因为，在冷战时期，对发达国家而言已经成熟的技术对广大发展中国家而言还属新生事物，因而两大阵营在技术上存在较大的代际差，对发展中国家有巨大的威慑力，但对目前基本处于“同一起跑线”上的新兴技术施加相似政策，则必将对美国自身发展造成重大伤害。因此，过早将本国暂时领先的技术加以人为管控，并打压外来优质创新要素（风投资本、科创公司、科研人才、技术专利）的流入与扩散，必将造成世界市场对美国新兴技术发展预期的调整，延迟该国在该领域创新能力的提升。同时，在新兴技术出口上进行封锁，违背市场经济的客观规律，造成资本在该国的配置“G—W—G”（即资本—商品—资本）过长地停留在前半段“G—W”，而不能实现“W—G”的质的飞跃，阻碍了本国先进新兴技术资源占有全球份额，抑制了自身先进技术的创新价值，延迟了技术创新成果进入全球消费市场的进程，必然对在美国开展新兴技术企业的资金链带来空前压力，不利于美国科技企业可持续发展，这也是造成美国出口结构长期扭曲和贸易收支进一步失衡的重要原因。

### 2.3 不利于正在构建的产业创新系统的形成与发展

事实上，美国之所以能在科学与技术关联度不高的传统产业（如金属加工、食品制造和消费品包装等）领域取得成功，是因为当时全球只有美国拥有庞大而雄厚的国内消费市场；而其在科学和技术要求关联度高的信息技术、生物技术、化学制药产业也能取得成功，则源于两次世界大战中世界优秀科学家、工程师、资本家的大量流入，进而孕育了发达的风投资本市场和完善的金融市场，这些都

是创新要素的关键。目前,新兴技术市场依然需要这些关键的创新要素。以华为 5G 先进技术为例,2018 年华为已在全球 170 个国家开展 5G 相关业务,签署了超过 30 个 5G 商用合同,仅 5G 基站全球发货就超过 2.5 万个。华为吸纳了来自全球各地的 700 多名数学家、800 多名物理学家、120 多名化学家、6 000~7 000 名基础研究专家,以及 6 万多名各类高级工程师。2017 年,华为在中东、非洲和欧洲的营业收入就已占到总收入的 27%,德国 45% 的 4G 基站由华为建造,其背后还有世界最大的中国市场。因此华为 5G 所构建的是一套覆盖全球的全新产业创新系统。而美国限制华为进入美国市场、拉拢盟国共同抵制,甚至扣留孟晚舟等一系列做法,既无益于自身 5G 市场的开放,也无助于自身通信产业系统的发展。

### 3 我国应对的战略建议

首先,美国一些机构和组织所发出的悲观信号,只代表该组织及其背后利益集团的利益诉求,既不代表美国官方意见,也不反映美国新兴技术发展的根本方向;其次,技术出口管制是一个自二战以来夹杂了国家安全、外交政策、武器防扩散与平衡贸易逆差等各种利益诉求的惯用手段,其管控体制早已十分成熟,美国官方自有巨大的修改空间。再次,特朗普政府的政策制定虽然有别于美国历届政府,政策朝令夕改、难以预料,但通过其制定政策的轨迹可以发现,有利于美国的根本利益是他的根本原则,“美国优先”也不等于美国与世界隔离。“杀敌一千,自损八百”必然是下策,即便采用也必不持久。基于以上分析,提出以下几点建议。

一是积极做好自己的事,加快自主创新步伐。我国遭受发达国家技术出口管制由来已久。而历史经验表明,美国技术出口管制与我国在该技术创新之间存在一定的“双倒逼”机制:一方面外国对华实施严格出口管制,会激发我国在该领域对先进技术研发的热情,倒逼我国加快开展自主创新的步伐,比如两弹一星、载人航天、核反应堆制造等;另一方面,我国在该技术上的革新又倒逼外国调整对华出口管制政策。比如,由于我国计算机运行速度的不断提升,美国既有的对华电脑出口管制标准已经过时,故而 2001 年开始美

国便逐步放宽了对华电脑的出口限制<sup>[10]</sup>。因此,美国对华技术出口管制改变不了中国创新驱动的大方向。

此次美国对新兴技术可能再次出台出口管制,从不久前美国早已点名中国为人工智能等新兴技术领域的主要竞争对手,封杀中兴、围堵华为也可看出,技术封锁中国必将常态化。只有夯实基础,增强自主创新能力,充分利用好国际国内两个市场的优质资源,才能突破封锁,实现超越。

二是提高对新兴技术领域政策实施的风险意识,不搞“大水漫灌”。新兴技术既是当前科技创新制高点,也是国家干预的主战场。德国《国家工业战略 2030》明确提出世上没有一个国家的成功是完全依赖市场力量完成的,国家干预工业发展关乎国家与民族的命运。日本政府多次对创新活动给予支持;美国国防先进研究计划局(DARPA)、能源部(DOE)、国立卫生研究院(NIH)等更是参与国家竞争的重要机构。主要发达国家对创新资源的争夺进入“白热化”。

但对于我国而言,既要充分发挥国家干预的制度优势,积极化解美国的技术封锁,又要对新兴技术可能存在的风险提高警惕,不能盲目跟风,一拥而上。过去我国处于技术落后的“跟跑”阶段,采用举国体制有其合理性。在有“前车之鉴”的前提下,不存在太大风险,可以集中优质资源快速追赶。而目前大量处于“无人区”阶段的新兴技术,未来技术路径并未明晰。对还处于“摸索阶段”的新兴技术和领域,不宜投入过量资源,可稳妥地采用负面清单的做法,将国外优质创新资源更快更好地吸收进来,不断培育产业生态系统,发挥我国庞大而雄厚的市场作用;对于争夺已进入“白热化”的颠覆性技术,如人工智能、新一代信息技术等,则可采取“少说多做”甚至“只做不说”的方式,借鉴华为等本土优秀企业吸收全球优质资源为我所用的成功经验,构建覆盖全球的全新体系,加快产业转型升级的力度,转危为机。

三是对“做世界创新型国家”要拥有前瞻性布局 and 全球视野。坚定不移地走向世界舞台的中央,就是要更快、更好、更多地吸收全球最优秀的各类资源为我所用,补我所短,闭关锁国没有出路。

在金融创新领域，要充分利用上海国际金融中心资源的突出优势，加快国内金融市场和风险投资市场与国际接轨步伐，吸纳全球优秀的科创企业、风投企业和金融人才为我所用；深度参与国际大科学项目，提升合作质量、增长合作经验、改革对外科技交往与合作中的不合理因素；提高国际科学精英队伍、优秀的工程技术团队来华参与大科学工程项目的比例，使其逐步成为引领国际大科学合作的中坚力量；利用“一带一路”倡议、“金砖国家”等国际多边合作平台，加快中国技术标准国际化、人民币国际化进程。■

#### 参考文献：

- [1] 姜辉. 美国出口管制政策与我国技术引进路径演变 [J]. 经济地理, 2018 (1): 112-119.
- [2] 童书兴. 出口管制与高技术估计转让 [J]. 国际技术经济研究, 2003 (4): 36-40.
- [3] Fitzgerald D R. Leaving the back door open: How export control reform's deregulation may harm America's security[J]. North Carolina Journal of Law and Technology, 2014(15): 65-100.
- [4] 门伟莉, 张志强. 诺贝尔科学奖跨学科师承效应定量研究 [J]. 科学学研究, 2015 (4): 498-506.
- [5] Claudia Goldin. How Japan and the US can reduce the stress of aging[J]. NBER Working Paper No.22445, 2016(7):1-27.
- [6] 孔田平. 中欧合作应对全球挑战 [J]. 当代世界, 2013 (7): 11-13.
- [7] Nakamura M, Nelson H, Vertinsky I. Cooperative R&D and the Canadian Forest products industry[J]. Managerial and Decision Economics, 2003(24): 147-169.
- [8] 郑戈. 人工智能与法律的未来 [J]. 探索与争鸣, 2017 (10): 78-84.
- [9] 吴健. 我国电子及通讯设备制造产业创新系统运行绩效评价分析 [D]. 东南大学, 2013.
- [10] 姜辉. 美国出口管制效应与我国技术创新战略 [J]. 国际商务研究, 2018 (4): 28-35.

## Analysis of the Impact of US Technology Export Control from the Three Global Trends of Science, Technology and Innovation

WANG Luo-han

(Chinese Academy of Science and Technology for Development, Beijing 100038)

**Abstract:** The US foreign technology export restriction policy has a long history. At present, the trade war between China and the United States has become a science and technology war. Based on the law of science, technology and innovation, this paper analyzes and judges the export of new technologies in 14 fields of the USA such as artificial intelligence. In the current context, China should further expand the depth and breadth of international scientific and technological cooperation, develop multilateral science and technology partnerships, break through the “bottleneck” field as soon as possible, and embark on a new road of scientific and technological innovation in line with Chinese characteristics.

**Key words:** United States; emerging technologies; export controls; laws of science