

# 美国持续强化先进制造创新生态重塑对我国的启示

王 丽<sup>1, 2</sup>, 于杰平<sup>1</sup>, 刘细文<sup>1, 2</sup>

(1. 中国科学院文献情报中心, 北京 100190;  
2. 中国科学院大学经济与管理学院, 北京 100049)

**摘 要:**近年来美国对其“制造创新生态”存在的问题和挑战进行了多方面的分析,采取了一些政策措施试图解决这些问题。2019 年 6 月美国行库组织 MForesight1 发布《重塑美国先进制造业的领导地位》报告,提出“美国国家制造业计划”的建议。本文以该报告为出发点,分析了美国创新周期的缺口、制造业创新生态的挑战以及采取的相关政策措施,并结合其相关经验教训对加强中国制造业创新提出了相关建议。

**关键词:**美国; 创新周期; 死亡谷; 制造业创新生态

**中图分类号:** G323/327 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2020.08.003

制造业对国家的国际地位与经济实力有重要影响。过去 20 多年,美国将其产业发展重点放在研发、软件和金融上,将大量制造业离岸外包。这种做法导致美国制造业逐渐“空心化”,工作岗位流失,失业率不断上升,工厂数量大幅减少,实体经济不断萎缩。由于研发创新与工艺技术越来越密切,制造业离岸外包使美国的技术研发也随之向国外转移,这对美国制造业创新生态系统产生了极为不利的影响。本文通过梳理美国创新周期及制造业生态的缺口及举措,为我国制造业创新提供参考和启示。

## 1 美国创新周期缺口及其主要应对措施

美国创新周期<sup>[1, 2]</sup>是指从最初的基础研究到创造新产品和新工艺的过程。在创新周期中(见图 1),科学和工程中的基础研究是发现和发明的源泉,其中一些发明和发现可以成为新产品或新技术;转化研究是对发现和发明进行概念验证的必要条件,使

产品或技术原型在实验室条件下得以证明;产品创新是在概念验证原型基础上根据可制造性、安全性、可靠性和成本效益等诸多因素进行改进,推动试生产;工艺创新是在试生产中设计、测试和完善生产工艺,如果成功,则可以进行规模化生产。规模制造过程中可能会涌现新工艺技术、质量和检验方法、控制技术以及新产品等,从而引发新的发现和发明,此外规模制造的产品利润可用于维持创新周期中的基础研究。

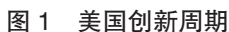
### 1.1 美国主流创新模式造成了创新周期缺口

二战后,美国大力投入基础研究,其创新模式是一种“技术供应”模式,与此同时美国国防部推动创新周期各环节畅通运作,促进了美国经济繁荣。在“技术供应”创新模式下,美国政府为初期研究提供支持,将开发和创新的后期都交给私营部门,技术研发后的商业化过程中政府只发挥有限的作用。这种模式将创新周期的参与者分离开来,为美国创新周期带来了初期研究和后

第一作者简介:王丽(1982—),女,副研究员,主要研究方向为情报研究、文本挖掘、数据分析及可视化等。

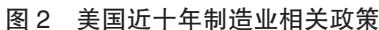
项目来源:国家科技图书文献中心专项任务“面向国家重点研发计划的专题情报服务”(2020XM41)。

收稿日期:2020-07-11



### 1.2 金融危机后美国高度关注制造业体系重构

2008 年金融危机重挫美国经济, 之后美国通过一系列计划或法案试图重振美国制造业的领导地位, 如图 2 所示。



2011 年美国启动先进制造业伙伴计划（AMP），试图修复初创企业早期技术发展和规模化生产的两大创新缺口，并构想制造创新研究所模式。2012 年先进制造业伙伴计划提出国家制造创新网络（NNMI，现称“美国制造”），通过制造创新研究所来弥合基础研究与产业化之间的缺口。国家制造创新网络模式是美国效仿德国费劳恩霍夫研究所的一种尝试，核心理念是甄别和开发新的生产技术和工艺流程以提高美国制造竞争力，通过制造创新研究所及其构成的关联共享网络，使国内制造业生态得以重建，确保基础研究和发现的成果可以转化为美国本土大规模生产的产品。制造创新研究所，由联邦、州两级政府和产业界共同投资，总体目标是围绕每家研究所的重点创新领域，为美国产业界和学术界创建一个有效的制造研究基础设施，采用的创新与合作方法有制定技术路线图、共享设施及试验台、建立共享数字平台、建设开放工厂、扩大创新示范项目、提供规模化生产机会、疏通供应链部署渠道以及进行劳动力培训等。新研究所须在 5 年内实现自我生存。

美国国家制造创新研究所由美国各联邦政府部门分别领导，缺乏中央授权的中心来协调和固定资金投入，联邦政府的研究管理体系无法推动研究所在非研究性工作上所需要的合作，无法帮助研究所实现自我生存。相对于制造业的大盘子，各研究所的投入经费十分有限。美国联邦机构选择投资的研究领域往往与各自的使命相关，使制造创新研究所倾向于技术开发导向而非生产导向。尽管一些研究所对制造业创新的通用技术做出安排，如智能制造创新研究所、数字制造研究所等，但部分研究所仍然倾向技术的早期阶段，使得 NNMI 在解决“死亡谷”初衷问题上如隔靴搔痒，在推动技术商业化方面仍然存在很大缺口。

来自美国各方的建议和调查，无一不揭露其创新周期的多处缺口和制造业生态的不完善<sup>[3]</sup>。近两年美国制造业相关提案也试图促进其制造生态重塑及其本土化，如 2020 年 6 月两党两院提案《为美国半导体制造创造有益激励法案》<sup>[4]</sup>旨在促进美国先进芯片制造、保护微电子生态，使美国半导体制

造业重回美国本土。

## 2 美国国家制造业生态面临严峻的挑战

美国现行的“技术供应”式创新体系依赖政府资助大学研究的模式，联邦资金很大程度上用于提升技术成熟度水平（TRLs）而不是提升制造成熟度水平（MRLs），导致其错失了制造业技术和工艺主导的创新，造成了制造业基础的衰落。

### 2.1 美国创新周期在基础研究阶段之后整体呈现技术外流趋势

美国创新周期缺口对美国国家制造业生态产生了负面影响，在基础研究阶段之后整体呈现技术外流趋势，如图 1 所示。在基础研究阶段，外国毕业生和合作实验室可从参与的研究中获得美国资助的研究成果，为外国竞争对手获得新发现和发明创造了机会；在转化研究阶段，许多有前景的新发现和发明由于缺乏继续资助而被搁置，没有进一步验证概念原型，导致许多研发成果无法通过许可实现商业化。转化研究阶段，受制于美国国内制造能力的缺失，美国私营企业无法在国内进行转化研究，从而导致技术离岸。在产品创新阶段，美国缺乏对技术原型转化的投入，而外国公司却通过直接获得技术许可或投资美国初创企业等方式获得新技术。在工艺创新阶段，由于新产品扩大到商业规模生产的成本很高，尤其硬件产品，且美国逐步丧失全面的供应基础，导致新技术外流，新产品最终在海外实现商业化。

### 2.2 美国产业公地丧失影响制造业创新生态系统能力

产业公地（Industrial Commons）<sup>[5]</sup>是支持创新的集体能力，包括研发知识、工艺开发技能以及制造能力，这些能力依附于企业和大学。随着产品创新和工艺创新的相互交织，一个地区制造业的衰退会引发连锁反应：一旦制造业外包，依赖制造业的工艺流程专业知识将无法维持；如果失去工艺能力，企业就难以对下一代工艺技术进行优化研究；如果没有开发这种新工艺的能力，就不能再开发新产品。从长远来看，一个缺乏先进工艺基础的经济体最终将失去创新能力。

数十年的制造业离岸外包以及随之而来的研发海外转移，导致美国制造业在供应链、工程人才



和生产技能、机械和基础设施、技能可用性以及工艺经验等方面存在缺口。在价值链上游，新的尖端高技术产品往往在某种关键方式上依赖于一个成熟产业公地，而上述缺口使得支撑多种产品创新的复杂工程和制造能力正在迅速消失。美国产业公地丧失在硬件创新方面体现尤为明显。从事硬件行业的初创企业不仅缺乏制造相关的专业知识和能力，它们还无法在美国本土获得硬件产品创新所需的零部件、组件和测试设备等。它们往往选择将生产转移到海外，而美国也因此流失了硬件创新技术。

### 2.3 美国市场调控失衡政府宏观调控乏力

从曾经的离岸外包到现在的软硬件投资失衡，美国难以完全依靠市场力量确保其强大的国家制造业领先地位。美国以市场为导向，大多数大型制造商主要以降低成本和获取收益为投资决策依据，一直以来让生产向海外转移。在资本市场，私人资本倾向于投资风险较小的软件市场；美国州政府、大学和非营利组织等组建的小天使和风险投资基金，在进行投资时考虑更多的是政治权衡而非严格的技术和市场评估。投资不均衡使硬件初创企业得到的投资远低于其他类型的企业，硬件初创企业尤其缺乏规模化生产的资金。初创公司一旦上市又受制于股东决策，往往受企业利

润和股票价格制衡，注重短期利益，导致公司长期竞争力疲软。

在政府层面，美国国防部在美国制造业发展中起着关键作用，设立各种相关的项目和计划。但是，关键领域的国防制造能力可以很好地解决国防特定生产问题，并不能确保强大的国家工业生产能力，而薄弱的工业生产环节反过来又会制衡国防生产。单纯依靠国防制造缺乏对国家制造业健康发展的长远考虑。此外，尽管美国在州和联邦两级政府设有许多制造业相关的政府投资项目，但这些项目过于零碎，既没有良好的协调，也没有充足的资金来促进基础研究成果向制造能力转化。同时，这些项目缺乏有效的评估标准，多数项目倾向于解决短期问题，而不是面向制造业的长期发展。

## 3 美国重塑国家制造业生态的关键措施

### 3.1 制订“国家制造业计划”，重建美国制造业生态系统

美国制造业前瞻联盟（Alliance for Manufacturing Foresight, MForesight）是由美国国家科学基金会（NSF）和国家标准与技术研究院（NIST）资助的美国先进制造行业联盟。美国制造业前瞻联盟在2019年6月发布了《重塑美国先进制造业的领导地

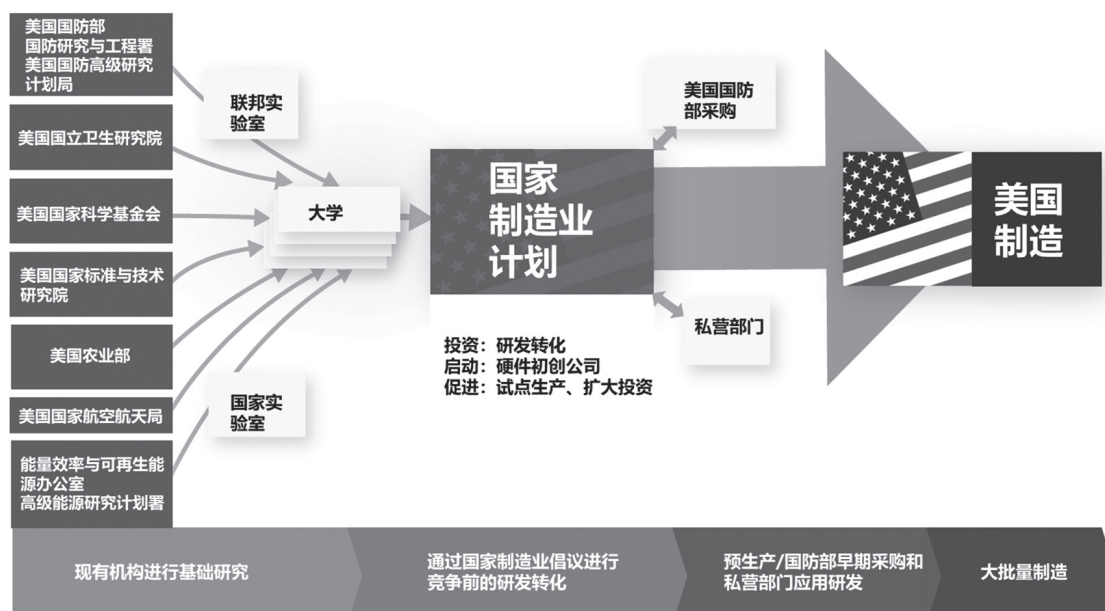


图3 美国国家制造业计划<sup>[6]</sup>

位》报告，建议通过制订“美国国家制造业计划”（NMI）来重建美国制造业，具体内容包括：（1）确保研究成果在美国商业化；（2）资助应用研究和技术培训；（3）创建制造业投资基金；（4）加强对中小型制造企业的支持。

NMI 重点资助转化型研究和优先领域，对制造业进行战略性持续投资，助力美国未来的硬件产业。NMI 将作为重建美国先进制造业的公私联合行动的“召集点”，弥合研究与制造之间的缺口（见图 3）。NMI 的实施措施包括：（1）加强政府、私营企业和大学之间的合作；（2）加强现有政府机构和项目之间的协调；（3）确立明确的衡量标准，以保证有效使用资金、借鉴成功经验以及修正实施过程；（4）加强领导力，恢复和维护国家关切的重点。

### 3.2 恢复产业公地，让美国制造业重获硬件创新能力

美国创新周期在软件领域运转良好，但在硬件领域却存在许多障碍。通过加强和重建劳动力培训、制造商网络、工艺生产能力以及土供应链等恢复美国产业公地，使美国重获硬件制造方面的创新能力。美国考虑立法设立“制造业大学”<sup>[7]</sup>，将重点放在制造问题上，专注于培养更多工程毕业生，并通过此类大学的合作网络加强美国工业共享资源。美国需要创建新型转化研究中心，区别于关注特定技术的现有制造研究所，新研究中心主要关注基础制造专有技术，持续改进广泛使用的制造工艺，提高面向多行业应用的平台制造技术能力，并与国内设备制造商密切合作，加快具有发展前景的技术的商业化进程。

### 3.3 发展智能制造技术以及新兴和颠覆性行业

美国重塑制造业竞争力的重点是先进制造业，包括新兴行业和颠覆性行业。为了确保未来的经济实力和国防优势，美国必须在诸如自动驾驶汽车、机器人、增材制造、生物制造、能源储存、先进材料和量子计算等新兴行业中占据领先地位，将智能制造视为国家的优先事项。通过对新兴行业的持续战略投资，美国可以重新获得基本制造能力，在新兴行业占据领导地位，并恢复强大的供应商网络。在一些传统行业，如制药业和半导体封装行业，其产品和工艺技术的升级转型将颠

覆现有的标准做法，为美国制造业跳跃式转型创造了机会。

## 4 对我国制造业创新发展的启示

（1）发挥制造业引导创新的优势，加强技术驱动创新的投入。

从创新周期来看，美国是技术驱动的创新模式，通过基础研发孕育发明和创造。我国是制造业引导创新模式，即基于制造业经验的专业知识带来的生产技术、过程和产品进行创新，是应用研究和开发与生产过程相结合的方式。随着产品创新和工艺创新的相互交织，制造业引导的创新模式逐步显现优势。但从长远来看，创新周期只有平衡发展才能形成良性循环。相比制造业引导的渐进式创新，基础研究驱动的创新往往是颠覆性或突破性的。加大基础研究投入<sup>[8]</sup>、高端人才培养和引进是缩短我国创新周期的基本选择。

（2）创建转化研究中心，推动建立“研发+制造”产业集群。

我国在研发成果商业化阶段也存在类似的转化问题，可以考虑建立隶属于科研机构的独立非营利性转化研究中心和协调机构，并吸引强大的工业界参与，推动资金与产品开发、工程、生产、营销以及其他商业知识相结合，确定和培育有商业前景的研究成果，创造一条从基础研究到新产品生产的有效渠道，让研发能力不足的中小企业可以获得先进的技术。

转化研究中心靠近制造一线，有利于形成产业公地。产业公地可以吸引企业进驻，进而推动产业集群。新工艺技术、质量和检验方法、控制技术需要从制造经验中产生。因此，把一些与制造业直接相关的研究活动设在制造工厂附近有利于获取知识和解决问题。大规模制造是研发成果商业化面临的最大挑战，接近制造一线有利于规模化生产试验，有助于将研究和创新过程整合到实际生产环境中。接近制造一线有助于及时发掘实践中产生的知识和问题，从而激发与制造接轨的应用研究。

（3）加强共性关键技术研发，平衡软硬件创新。

我国国立科研机构需要以解决国家关键需求

为导向, 重视开展前瞻性和基础性的共性技术持续研发, 重视与企业合作开发和应用新技术, 以促进国家经济可持续增长。企业受市场机制影响倾向短平快项目的研发, 对于周期长、风险大的共性技术、关键技术研发缺乏足够的动力。这些风险过大、技术难度过高、长远性的“种子研究”需要国家组织科技力量进行连续性和稳定性的研究开发以实现长期回报。

我国资本市场对于硬件(包括制造业及其供应链)的投资疲弱需要引起重视。硬件初创公司可能代表了国家下一代技术和制造业群体, 在资本市场倾向软件市场的同时, 国家应合理调控给硬件创新予以资助, 重视硬件和软件的集成创新。新兴产业(如自动驾驶汽车、机器人、金属增材制造、生物制造、能源储存、先进材料和量子计算等)的软硬件整合创新尤为重要。没有“芯”何来“算”。

(4) 建立产业共享网络, 进行有效的合作和协调。

制造业是一个复杂物理网络, 涉及基础设施、供应链、专业技能、产品研发等各个环节, 目前我国制造商的信息技术基础设施是各自为营, 互不相连, 有的甚至没有信息化, 导致企业面临机遇或者响应问题时无法快速做出反应。在国家相关政策激励下, 还会引发系列深层次问题, 如产品同质化严重, 价格战扰乱市场秩序, 注资影响企业经营方向等。

政策应引导相关部门或成立专门的研究所, 打造相对稳定的、畅通的、多层次的、可持续的产业共享网络, 加强行业的各种物理关系的连接, 互通有无, 促进制造业各环节的协同运作, 为产业共享提供基础。产业共享网络可以共享服务和解决共同问题, 促使企业间形成良性合作关系而非恶性竞争关系。国家在此基础上可进行有效的国有整合, 以取长补短、分割产品和技术, 避免行业内耗。

(5) 保持开放的市场, 深度融入全球制造业生态。

中国制造已经是全球制造不可或缺的关键组成。基于广泛的制造业基础, 中国企业具有强大的原型制造能力和规模化生产能力, 可以重新进

行产品设计和流程再造, 降低产品成本。中国开放的市场, 积极接受国外转移的生产能力, 吸引优秀制造业人才, 推动我国制造沿着创新价值链向上端移动。

在国际贸易争端频发引发的不确定大环境下, 我国继续保持开放的市场以吸引制造生产能力和人才, 依然是首选的策略。此外, 我国需要继续加强国际合作, 深度融入新兴制造业的国际生态环境, 从标准制定、供应链合作、工艺技术开发等各环节深入, 成为制造业生态密不可分的组成部分, 才能使我国在先进制造领域或外交谈判中保持领先地位、掌握话语权。■

#### 参考文献:

- [1] MFOresight. Manufacturing Prosperity: A Bold Strategy for National Wealth and Security[R/OL]. [2020-07-01]. <http://mforesight.org/download-reports/>.
- [2] NIST. Unleash the innovation power of America into our economy[R/OL]. [2020-07-01]. <https://www.nist.gov/unleashing-american-innovation>.
- [3] Bonvillian M B, Peter L. Singer. Advanced manufacturing: The new American innovation policies[M]. Massachusetts: The MIT Press, 2018: 101-130.
- [4] Cornyn J, Warner M. Creating Helpful Incentives to Produce Semiconductors (CHIPS) for America act[EB/OL]. [2020-06-10]. <https://www.cornyn.senate.gov/node/5599>.
- [5] Pisano G P, Shih W C. Restoring American Competitiveness[J]. Harvard Business Review, 2009: 35(7): 114-125.
- [6] MFOresight. Reclaiming America's Leadership in Advanced Manufacturing[R/OL]. [2020-07-01]. <http://mforesight.org/download-reports/>.
- [7] ITIF. Comments Responding to Administration Request for Information Regarding Federal Technology Transfer Authorities and Processes[R/OL]. [2020-07-01]. <http://www2.itif.org/2018-nist-rfi-tech-transfer.pdf>.
- [8] OECD. Gross domestic spending on R&D[DB/OL]. [2020-07-01]. <https://data.oecd.org/rd/gross-domestic-spending-on-r-d.htm#indicator-chart>.

(下转第30页)

92(1): 1-16.  
[10] Markusen J R, Venables A J. Foreign direct investment as a

catalyst for industrial development[J]. European Economic Review, 1999, 43(2): 335-356.

## Study on the Influence of Trade and FDI on the Industrial Structure of Xinjiang: Based on VAR Model

LI Hong-mei, NIE Jing-yi  
(Minzu University of China, Beijing 100081)

**Abstract:** Economic development of Xinjiang is becoming more and more important under the background of B&R. Now, Xinjiang is in a critical period of industrial transformation and upgrading. This paper analyzes the influence of trade and FDI on industrial structure of Xinjiang and argues that the role of resource allocation and technology assignment of trade and capital accumulation effect, industry demonstration effect and industry association effect of FDI are conducive to the optimization of Xinjiang's industrial structure. It is confirmed that trade has a significant role in promoting industrial structure of Xinjiang in the short term, which is gradually weakened in the long term; FDI is also beneficial to industrial structure of Xinjiang in short-term, but the effect is instable and weakening; the influence of FDI is more obvious than trade on industrial structure of Xinjiang.

**Key words:** resource allocation; technology assignment; FDI; industrial structure

---

(上接第18页)

## Inspiration of the Continuous Reclaiming America's Advanced Manufacturing Innovation Ecosystem

WANG Li<sup>1,2</sup>, YU Jie-ping<sup>1</sup>, LIU Xi-wen<sup>1,2</sup>

(1. National Science Library, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190;

2. School of Economics and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049)

**Abstract:** Problems and challenges of America's manufacturing innovation ecosystem has been analyzed in recent years. The US has taken some policies to solve these problems and face these challenges. In June 2019, MForeSight, US DoTank, issued a report "Reclaiming America's Leadership in Advanced Manufacturing", putting forward suggestions with the "National manufacturing Initiative". Based on the report, this paper analyzes the gap of American innovation cycle, the challenges of America's manufacturing innovation ecology, and the relevant policies taken. Combined with the experiences and lessons, this paper puts forward some suggestions on strengthening China's manufacturing innovation.

**Key words:** American manufacturing; cycle of innovation; R&D death valley; manufacturing innovation ecosystem