

美国高端装备创新发展的经验与启示

满 颖

(机械工业信息研究院, 北京 100037)

摘要: 美国作为世界装备制造业大国, 在高端装备制造业的创新发展上有所专长。国际金融危机后, 美国经济战略由过分倚重服务业向“制造业回归”和“再工业化”转变。为促进本国装备制造业发展, 美国政府采取了以技术进步战略为主, 以资金、财税、贸易等相关支持政策为辅的策略。当前, 对于我国的高端装备制造业而言, 要采取有针对性的措施, 力争在较短时间内实现高端装备制造业创新发展。

关键词: 美国; 高端装备制造业; 国际竞争力; 创新发展

中图分类号: F407 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2019.03.009

美国非常重视高端装备制造业的发展, 从历史角度看, 美国高端装备制造业的发展经历了一定的起伏, 但在创新政策的引导下稳居世界装备制造业强国之列。同时, 美国提出了符合自身情况的面向新一轮技术革命的创新政策。国际金融危机后, 美国经济战略由过分倚重服务业向“制造业回归”和“再工业化”转变。为促进本国装备制造业发展, 美国政府采取了以技术进步战略为主, 以资金、财税、贸易等相关支持政策为辅的策略, 政府始终将技术作为支持的重点, 通过提高技术创新能力来达到提升产业竞争力的目的。美国高端装备制造业最大的特色是, 在芯片技术领域对全世界形成垄断, 且航空装备制造业、卫星及应用装备、轨道交通装备、海洋工程和智能装备制造业目前在全球都处于顶端地位。

1 高度重视并发布引领报告

1.1 加强美国高端装备制造业竞争力

美国政府高度重视制造业的发展, 并根据实际情况定期发布加强美国高端装备制造业的引领报告。2018年10月8日, 美国国家科学技术委员会(NSTC)下属的先进制造技术分委会发布《美国

先进制造领导力的战略报告》^[1], 重点是如何激活美国制造的创新力, 从而维持美国在全球先进制造业的竞争力。

该报告提出了主宰美国高端装备制造的八大因素: 一是快速发展的技术与经济因素要紧密挂钩, 制造业再也不能与任何价值链分离。二是需要大力发展技术性基础设施和保障, 这里既包括公共投资、早期应用研究转化以及公私合营模式(PPP)的大力推广, 也需要鼓励私营资本投资制造业。三是知识产权至关重要, 加强对知识产权, 特别是专利、商标和商业秘密的保护。四是新兴市场、出口和贸易都受到高端制造业的影响。五是需要贸易政策的保护。美国70%的出口货物都是工业制品, 公平和互换的贸易政策至关重要。六是稳固的国防工业基础是国家的优先事项, 这里包括具有创新和盈利能力的美国制造业部门以及弹性供应链。七是优先发展科学、技术、工程、数学(STEM)教育。八是减少政府的繁文缛节, 采用一切从简从新的手段。

报告对美国政府各个部门的角色也做了明确的说明, 像美国卫生系统(美国卫生及公共服务部HHS/国立卫生研究院NIH)和国家科学基金会(NSF)的研发支持主要集中于基础研究, 从中可

作者简介: 满颖(1978—), 女, 高级工程师, 主要研究方向为产业技术与经济。

收稿日期: 2019-01-25

以产生新的制造工艺和系统，而国防部（DOD）、能源部（DOE）、美国航空航天管理局、商务部（DOC）和农业部（USDA）则需要既支持基础研究，也支持先进制造的早期应用研究。报告强调，新兴市场将受到一系列技术进步的推动，许多技术带来了双重机会：一方面它可以通过提高生产力来提高其他产业的竞争力，另一方面这些新兴技术本身的市场每年也将达到数十亿美元。这种对赋能技术、被赋能产业和新技术本身的市场进行的区分，可以称之为“技术三明治”的三分法，对于中国当下推动智能制造、人工智能、工业互联网等发展很有启发。新旧动能的转换，中间需要有切换和粘合的技术运行机制，这不是脱钩，更不是替代。美国政府再次提及了“创新管道”的问题，即如何推动基础研究到科研成果的转化，也就是“共性技术”的建设。国家需要出手，让科研成果的转化顺利通过“死亡之谷”。

1.2 供应链安全及工业基础调查

美国军方多年来一直在对美国工业基础进行评估，定期出版“供应链安全”的报告。2018年10月5日为美国制造日，美国国防部发布了《评估和强化制造与国防工业基础及供应链弹性》非密版报告^[2]，这是应2017年7月特朗普第13806号行政令要求，由国防部制造业与工业基础政策办公室（MIBP）领导，商务部、劳工部、能源部和国土安全部等多个政府部门参与，历时一年多完成的报告。

该报告强调，美国的工业基础面临前所未有的挑战，侵蚀了美国制造和国防工业基础。美国军方怕的不是高技术断供，而是非高技术产品的供给不足。美国政府在封杀中国无人机一年之后，美国空军公布了采购清单，将采购35架中国大疆商用无人机Mavic Pro铂金版，理由是还没有找到另一种符合成本效益要求的可获得设备。从这个案例可以看出美国国防部对其国内制造供应链脆弱性的复杂心理。美国从国防的视角强调供应链的安全，希望能够推动中小企业进入本国供应链体系，从而减少对国外某些产品的依赖。美国人在供应链的“可控”上，面向未来国防能力的种子基金投入巨额经费。

自1997年起，美国国防部每年向国会提交《年度工业能力评估报告》^[3]。2018年3月发布的

《2017年工业能力评估报告》对国防工业基础重点和活动进行总结，完成了对航空航天、电子、雷达及电子武器、地面车辆、指挥控制、造船、导弹及弹药等工业部门及材料供应链的评估，还对国防供应商的并购行为进行审议。制造业与工业基础政策办公室的工业基础调查涉及政策、投资、交易、通信等方面，旨在为决策者提供评估和风险分析，从而支持安全、创新、有活力、可负担和技术领先的国防工业能力。

2 制定支持创新的多种政策

2.1 支持创新的税收和补贴政策

美国总统科技顾问委员会（PCAST）在2011年发布的《确保美国在先进制造业的领导地位》报告中非常详细地描述了创新政策的重要性。强调了产业政策与创新政策的区别^[4]，并明确指出，美国高端制造业需要创新政策而不是产业政策，美国政府认为不应该直接做风险投资人的角色，而是要创造一种支持高端制造业创新的外部环境条件。创新政策的目的是确保美国制造业的全球领导地位，让美国提供开展业务的最好外部环境，让强有力的新技术在本国开发完成，让以技术为本的企业能够得到蓬勃发展所要求的基础设施环境。

为了推动中小企业在美国创新体系中的作用，美国政府把对研发税收抵免政策的调整着力点集中于中小企业、企业创新、高技术人才就业等方面，提升研发税收抵免政策在美国创新及竞争力中的作用。在美国的研发激励政策中，研发税收抵免政策推动企业研发投入增加的作用不断凸显。美国国税局的数据显示，美国大企业获得的研发税收抵免返还额占主导地位，中小企业获得的研发税收抵免返还额较少。从研发税收抵免返还额来看，制造业占多数，占全部研发税收抵免返还额的60%左右。从企业获得联邦政府和各州的全部补贴的全视角来看，企业研发税收抵免项目在企业获得全部补贴项目中显得非常突出，有的企业甚至来自联邦政府和各州的全部补贴仅有研发税收抵免一个项目。

2.2 支持创新的研发激励政策

纵观美国近40年的经济发展历程，美国历届政府均对科技创新和企业研发予以高度的重视，对高新技术产业表现出明显的政策倾斜，通过各项法

案激励企业进行创新，激励措施主要包括重点项目资助、政府引导基金、鼓励联合研究等。

第一，政府引导基金方面，美国的政府引导基金发展较早且运行成功。美国在 20 世纪 60 年代提出小企业投资公司（SBIC）计划，通过政府的有限资金吸引更多长期股权资本和债权资本，现在成为美国政府最大的扶持中小企业创新创业的风投资项目，有效缓解了中小企业创新发展的融资压力。以美国小企业投资公司计划为例，政府机构—小企业管理局（SBA）为小企业投资公司提供一定额度的股权或债权融资担保或者购买小企业投资公司计划发行的参与型证券，以帮助小企业投资公司发行证券并获得融资资金。小企业投资公司的基金管理人负责基金的运作和管理，而小企业管理局需要对小企业投资公司计划的投资行为进行监督，通过这种方式确保小企业投资公司计划的成功运行。

第二，研发资金支持方面，美国战略部署科研计划，并通过财政支出提供大量的资金支持。

第三，鼓励产学研合作方面，美国政府通过税收抵免以及完善的法律体系来鼓励产学研合作并保障各参与方的权益。美国早在 2013 年就正式调整了 GDP 的统计方式，新核算体系将“无形固定资产”改称为“知识产权产品”并进行了扩展，其中最突出的变化就是研发的资本化，研发由原来的中间消耗转变为固定资产下的知识产权产品。在这样的政策鼓励下，各地方政府将会加大对创新企业的研发支持力度，有利于提高整体的研发支出水平。

3 打造国家制造业创新网络

为了巩固美国制造业竞争优势并确保其在全球制造强国中的领先地位，2011 年 6 月，美国总统科技顾问委员会向时任美国总统奥巴马呈交了题为《确保美国在先进制造业的领先地位》的专题报告。根据该项议案和建议，时任总统奥巴马提出并启动了美国先进制造伙伴（AMP）计划；2012 年，先进制造业伙伴关系指导委员会发布的报告——《保障美国在先进制造业的竞争优势》（也称 AMP1.0）提出建立国家制造业创新研究中心网络的具体建议。在 2013 和 2014 年的国情咨文中，美国总统奥巴马提出建立国家制造业创新网络（NNMI），提高美国先进制造技术和工艺。以增材制造（3D 打印）为试点，聚焦制造业前沿领域，借鉴德国弗朗霍夫应用研究中心经验，投资 10 亿美元建设 15 个区域性制造业创新研究中心，形成全国性网络。

自 2012 年 8 月第一家试点国家制造业创新网络研究中心建立以来，截至 2017 年 1 月，美国已成立的国家制造业创新网络研究中心有 14 个，如表 1 所示。2016 年 9 月 12 日，时任美国商务部长普利茨克在芝加哥 2016 年国际制造业技术展（IMTS）上宣布，国家制造业创新网络更名为美国制造（Manufacturing USA）。

根据美国国防联合制造技术委员会的制造技术成熟度（MRL）理论系统，制造技术成熟

表 1 美国国家制造业创新网络研究中心

国家制造业创新网络研究中心	关注重点	主管机构	地点	建成时间
美国制造（AM）	增材制造	国防部	俄亥俄州扬斯顿	2012 年 8 月
数字制造与设计（DMDII）	数字设计与制造	国防部	伊利诺伊州芝加哥	2014 年 2 月
明日轻质创新（LIFT）	轻质金属制造技术	国防部	密歇根州底特律	2014 年 2 月
电力美国（PA）	基于宽禁带半导体的电力电子器件	能源部	北卡罗来纳州罗利	2014 年 12 月
先进复合材料制造（IACMI）	先进纤维增强聚合物复合材料	能源部	田纳西州诺克斯维尔	2015 年 6 月
集成光子（AIM Photonics）	集成光子电路制造	国防部	纽约州罗彻斯特	2015 年 7 月
下一代柔性（NextFlex）	半导体与柔性电子器件	国防部	加利福尼亚州圣何塞	2015 年 8 月
革命性纤维与纺织品（AFFOA）	纤维与纺织品	国防部	马萨诸塞州剑桥	2016 年 4 月

续表

国家制造业创新网络研究中心	关注重点	主管机构	地点	建成时间
基于智能制造的清洁能源 (CESMII)	先进的传感器、控制装置、平台和建模等	能源部	加利福尼亚州洛杉矶	2016年6月
先进再生制造 (ARMI)	综合性的生物制造系统	国防部	新罕布什尔州曼彻斯特	2016年12月
过程强化部署快速推进 (RAPID)	利用模块化化工过程强化提升能源生产率和效率	能源部	纽约	2016年12月
生物制药 (NIIMBL)	使用活体细胞生成复杂生物疗法	商务部	特拉华州纽瓦克	2016年12月
材料循环与再利用 (REMADE)	可回收、重用和再制造的绿色制造技术	能源部	纽约州罗彻斯特	2017年1月
先进机器人制造 (ARM)	机器人制造相关技术	国防部	宾夕法尼亚州匹兹堡	2017年1月

度共 10 级^[5]，从 1 级到 10 级成熟度逐级增高。MRL1~MRL3 属于物料方案分析前期工作，而国家制造业创新研究中心的重点是将有希望的制造能力转化为经验证的制造方式，引导转让、孵化和早期制造能力的扩大，即 MRL4(前原型阶段)~MRL7(生产准备阶段)，降低早期研究成果向制造能力转化的金融风险，促进创新成果向美国制造商的转让。此外，还帮助中小企业获得金融服务及各类资源，促进应对先进制造业挑战经验的共享，加快先进制造业标准和服务的发展。美国将技术成熟度标识为 TRL1~TRL9，国家制造业创新网络在技术成熟度方面的目标为 TRL4~TRL7，即实现可操控环境下的系统样机演示。

每个制造业创新研究中心都必须通过美国国防部、能源部和商务部的开放竞争程序招投标，经过跨部门技术专家审查后公布中标团队的程序才能建立。项目招标周期大致为 6~9 个月，项目评选主要依据评分标准和分值区间对项目申报书进行打分，评分标准更加关注关键技术开发、应用和示范，同时强调项目对美国制造业竞争力提升的作用以及中小型制造业企业能否从中受益。项目评审组针对问题阐述、研究方法、创新性、项目管理计划、团队资质、成本费用等方面对申报书进行打分。

项目经费来源分为两部分，每个制造业创新研究中心在最初的 5~7 年内都会分别获得 0.7 亿

~1.2 亿美元的联邦国家制造业创新研究资金，另外研究机构、制造业企业等非联邦成员按照 1:1 比例的配比投资，总资本一共为 1.4 亿~2.4 亿美元。在设立的前 3 年，联邦政府资金按照设备、基础项目资助和启动资金的类别投入；第 4 年以后联邦政府会取消启动资金投入，并开始增加竞争项目资助；第 5 年及以后取消设备投入，并以基础资助和竞争项目资助方式投入。随着运转成熟，制造业创新研究中心可通过收取会员费、收费服务活动、知识产权使用许可、合同研究或产品试制等多种灵活的方式实现财务独立，并逐步实现自负盈亏。

4 美国高端装备创新发展对我国的启示

根据美国高端装备制造业创新发展的经验，针对我国现阶段实际情况，以及面临的国际国内形势，现阶段我国高端装备制造业创新发展的重点在以下几个方面。

4.1 加强“卡脖子”领域创新突破

高端装备制造业只有通过技术进步、实现产品升级和制造高级化，才能真正跳出“反倾销”的陷阱，避开“授柄于人”的难题。不同行业之间的技术进步要有顺序、有层次，尤其是要率先在制约我国产业发展的关键环节和瓶颈领域实现突破，从而加快替代进口的步伐。要系统分析“卡脖子”领域的关键节点，针对重点技术，组织需求侧和供给侧

各领域专家，对创新链从基础研究到技术创新再到工程应用进行系统性分析，寻找关键理论和核心技术瓶颈，归并到相应的前沿尖端领域，凝练成目标明确的科学和技术问题。

4.2 构建需求驱动的协同创新链

针对阻碍我国高端装备制造业发展的关键点，优化技术供给侧和需求侧的协同创新。在基础研究领域，以国家重大需求为导向，制定国家基础研究指导战略，集中突破关键基础理论；在技术创新领域，以国家重大工程项目需求为导向，发挥政、产、学、研协同创新优势，借鉴军工和高铁研发经验，瞄准重点领域协同创新；在工程应用领域，以市场需求为导向，组织、引导技术需求侧企业制定并参与目标导向的基础研究和核心技术创新，从而实现基础研究、技术研发、工程应用及产业化整体创新链的无缝衔接。充分研究创新案例，总结规律，针对不同主体需求对人、财、物等资源进行优化配置，激发单位和人员创新积极性。按照各领域及产业链上下游均衡发展要求，建立分级评估体系，探索以代表性成果、标志性成就和原创性贡献为主要内容的科研评价机制，营造良好创新环境。

4.3 深入践行军民融合创新政策

一是加强顶层规划，全面系统推进。军工集团应按照国家政策做好顶层设计，明确推进军民融合的总体思路和具体路径。二是推动产权融合，解决缺位问题。产权融合是破解国有军工企业体制机制僵化、法人主体缺位等难题的重要手段，能使国有军工企业集中力量办大事的“天然”优势和民营企业管理机制机动灵活的优势有机结合起来，通过混合所有制改革，用资本结构升级推动军民融合式发展。三是加快产品融合，构建配套能力。军工企业应面向全社会开放非核心零部件级配套产品，通过将有限的资金向产业链高端聚集、把产业链低端彻底放开的倒逼机制，使军民融合的价值链不断提升。四是促进产业融合，创造经济增长效益。充分发挥军工技术溢出效应，向非国有资本开放重点项目投资和加大社会化配套力度，提升经济增长效率和效益。

4.4 转变高端装备人才储备路径

高端装备制造业一边产生劳动力需要，一边产

生劳动力供给，这种产业力量“双向设计”机制，是未来占领制造业制高点的重要发展思路。在发展高端装备制造的时候，不能忽视这些高端装备制造业产生的人才问题，需要系统化地围绕着制造业本身的培养机制而展开，需要政府部门引导各界人士认同高技术工人的社会地位，这不仅有助于高端装备制造领域的人才培养，也是提升我国产业链上竞争能力的重要举措。此外，以“国际化”为方向的中国企业，应构建全球化的人力资源管理模式。具体来说，一是“推出去”，即把国内人才推向国际市场，学习国际市场先进理念；二是“请进来”，即根据需要，引入一些外籍技术人才和管理人员到国内工作。■

参考文献：

- [1] AMNPO. Strategy for American Leadership in Advanced Manufacturing[EB/OL]. [2019-01-03]. <https://www.manufacturing.gov/news/announcements/2018/10/strategy-american-leadership-advanced-manufacturing>.
- [2] Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition and Sustainment, Office of the Deputy Assistant Secretary of Defense for Industrial Policy. Assessing, strengthening the manufacturing and defense industrial base and supply chain resiliency of United States[EB/OL]. [2019-01-05]. <https://media.defense.gov/2018/Oct/05/2002048904/-1/-1/1/ASSESSING-AND-STRENGTHENING-THE-MANUFACTURING-AND-DEFENSE-INDUSTRIAL-BASE-AND-SUPPLY-CHAIN-RESILIENCY.PDF>.
- [3] Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition and Sustainment, Office of the Deputy Assistant Secretary of Defense for Industrial Policy. Fiscal Year 2017 Annual Industrial Capabilities[EB/OL]. [2019-01-05]. <https://www.businessdefense.gov/Portals/51/Documents/Resources/2017%20AIC%20RTC%2005-17-2018%20-%20Public%20Release.pdf?ver=2018-05-17-224631-340>.
- [4] 林雪萍. 美国制造创新研究院解读 [M]. 北京：电子工业出版社，2018：42.
- [5] Nextflex. Manufacturing readiness level definitions [EB/OL]. [2019-01-03]. https://www.nextflex.us/wp-content/uploads/NextFlex_OPC_MRL_TRL_Definitions.pdf. (下转第66页)

A Comparative Study of Chinese and International Science and Technology Awards: An Empirical Analysis Based on Chinese and International Science and Technology Awards

XIA Ting

(National Academy of Innovation Strategy, China Association for Science and Technology, Beijing 100038)

Abstract: Foreign research on science and technology awards began in the early 20th century, while China's research on science and technology awards began in the 1980s. This paper analyzes the characteristics of foreign science and technology awards and problems in China's science and technology awards through comparison, then proposes the policy recommendations for improving China's science and technology reward system.

Key words: science and technology awards; peer review; award review; supervision mechanism

(上接第53页)

Experience and Enlightenment of American High-end Equipment Innovation Development

MAN Ying

(China Machinery Industry Information Institute, Beijing 100037)

Abstract: As a major equipment manufacturing industry in the world, the United States have their own strengths in the innovation and development of high-end equipment manufacturing. After the international financial crisis, the US economic strategy has shifted too much from the service industry to the “return of manufacturing” and “re-industrialization”. In order to promote the development of the domestic equipment manufacturing industry, the US government has adopted a strategy of technological progress, supplemented by relevant support policies such as capital, finance, taxation and trade. At present, for China's high-end equipment manufacturing industry, it is necessary to take targeted measures and strive to achieve innovative development of high-end equipment manufacturing industry in a relatively short period of time.

Key words: United States; high-end equipment manufacturing industry; international competitiveness; innovation development