

美国构建先进制造创新网络 谋求引领制造业变革

墨宏山

(中国科学技术部基础研究管理中心, 北京 100862)

摘要: 为了重新振兴美国的制造业, 美国提出设立国家先进制造先导计划, 通过构建国家先进制造创新网络以确保美国在先进制造领域的领先地位。美国的制造业振兴计划能否引发新一轮制造技术研发竞争甚至技术革命, 是否会对我国制造业产生极大冲击, 需要认真思考。通过分析研究美国提出制造业振兴计划的背景和目的及其对我国制造业发展的启示, 提出了我国应积极而谨慎地应对并有选择地在关键核心技术方面率先取得突破的对策建议。

关键词: 美国; 先进制造; 国家制造创新网络; 制造业变革; 增材制造技术

中图分类号: F471.264 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2014.02.002

为了重新振兴美国的制造业, 美国提出设立国家先进制造先导计划, 通过构建国家先进制造创新网络以确保美国在先进制造领域的领先地位。美国的制造业振兴计划有可能引发新一轮制造技术研发竞争甚至技术革命, 并有可能对我国制造业产生极大的冲击, 我国必须积极而谨慎地应对。

1 构建先进制造创新网络以振兴美国制造业

美国认为其在制造业的领先地位出现下滑, 而且, 这种下滑不仅体现在低端制造业方面, 更关键的是表现在其高端制造业水平及研发能力上。为此, 美国总统科技咨询委员会 (PCAST) 于 2011 年 6 月发布了《确保美国在先进制造领域的领先地位》的报告^[1], 提出设立国家先进制造先导计划 (AMI) 来振兴美国制造业, 以持续保持美国在制造业的领先地位, 并使美国能够在能源、交通、医疗保健和教育等领域迎接新的挑战。

随后, 美国国家科学技术委员会 (NSTC) 于 2013 年 1 月发布《国家先进制造创新网络: 初步设计》的报告^[2], 提出构建“国家先进制造创新网络 (NNMI)”, 计划在制造工艺、先进材料及其加工工艺、使能技术及其平台以及具体应用领域等 4 个优先领域, 建设 15 个国家先进制造创新研发中心 (IMI)。作为美国国家先进制造网络的一个试点, 美国于 2012 年 8 月 16 日优先启动设立了国家增材制造创新研究所^[3]。该研究所由超过 80 家企业、9 个研究型大学、6 个社区学院和 19 个非营利性机构共同构建。美国希望通过国家先进制造网络的构建, 振兴美国的制造业, 并引发制造技术的变革。

2 提出振兴美国制造业的背景

美国的制造业振兴计划, 并不是传统制造业的回归, 而是基于制造技术创新对传统制造的变革。该计划的提出有其特殊背景以及对时机的选择。

(1) 金融危机对美国经济的冲击, 使美国认

作者简介: 墨宏山 (1970—), 男, 硕士, 副研究员, 主要从事科研管理工作。

基金项目: 科技部软课题项目 (2010GXS1B023); 国家软科学研究计划资助项目 (2011GXS4K074)

收稿日期: 2013-11-21

识到，巩固和持续经济繁荣以及保障国家安全必须依赖于坚实的实体经济，而制造业的巩固发展是实体经济的基础。

(2) 科学技术的进步以及新知识和技术的积累，使得传统制造产业面临新的变革，美国希望在变革中能够保持其领先地位。

(3) 由于制造产业的转移，产品经济已由知识经济和技术经济所代替。美国在面向产品的制造技术及其装备的研发与制造、技术集成和人才培养等方面出现停滞，大量人才流失；同时，新兴制造大国的兴起，在人才和技术研发等方面，已经对美国等制造强国产生了极大的冲击；美国在制造领域的领先地位在下降，这种下降不仅表现在低端产业和产品方面，而且更为关键的是表现在高端制造及其产品以及研发能力方面。所以，美国必须考虑如何巩固和继续其制造强国的地位。

(4) 美国此次提出的制造业振兴计划，将研发的目标定位于技术成熟度的4~7级。这表明，在制造领域，美国仍然拥有深厚的知识和技术储备，也为美国提出并进一步引领制造业变革提供了坚实的基础。美国相信，能够通过抢占先机和重点支持，形成和控制未来技术和产品市场以及发展趋势。

(5) 美国的传统制造业向其他国家的转移，大大降低了美国通过技术创新实现制造业变革的成本，以及对其现有制造产业的冲击。

3 对我国制造业发展的启示

我们应该清晰地认识到，美国大力倡导制造业变革和创新，绝不是为他人做嫁衣，而是在对制造业发展趋势和前沿，以及国家需求进行深入调研基础上，基于其雄厚的技术储备和优势，谋求在制造技术创新上取得领先突破，进而掌握制造业发展的主流技术，抢占先机，引领制造产业的变革；并通过引导其他国家的研发，控制创新制造技术的研发方向和市场。

事实上，美国已经确定和将要确定的优先支持领域和方向，是出于其对制造业发展趋势，以及信息、能源等领域对制造业需求的判断，以及美国拥有的技术储备和优势。而美国引导其他国家针对美国优势领域开展竞争的目的：一是将优势领域转变为发展主流；二是利用其他国家智力资源为其做嫁

衣；三是不仅想在未来占据其他国家的市场，而且基于自身研发实力向其他国家拓展其研发市场；四是通过吸引其他国家的研发资源（智力和经费），左右其他国家的研发方向和目标。

在制造业从制造强国向发展中国家转移的大背景下，中国通过引进技术并进行消化吸收，发展成为一个新兴的传统制造大国，制造技术的竞争和变革必将对中国产生极大冲击。中国必须积极应对新一轮制造技术竞争和革命。

3.1 把握制造业发展趋势和时机

新一轮制造技术竞争成败的关键在于对制造业发展趋势和时机的把握。美国制定的发展框架我们可以借鉴，但不能盲目照搬和桎梏于该发展框架。中国的科技界和产业界应系统分析各种制造技术创新的可行性、发展前景和趋势，明确其与我国现行制造产业的冲突以及兼容和互补性，基于中国已有的技术储备和优势，制定出我国优先发展的重点和优先领域。希望我国通过集中优势力量和资源，能够在关键领域和技术上取得领先突破，在竞争中赢得主动，打破新一轮的技术垄断和封锁。

3.2 值得借鉴的美国做法

(1) 在国家层面上构建先进制造创新网络和中心，其益处在于：将有助于协调统一主管部门和资助机构，避免部门间的分割和壁垒以及资助的分散和重复；有助于创新网络设计和研发目标的整体规划和顶层设计，以及制定发展路线图；能够充分积聚整合高校、科研院所以及企业的优势力量和科技资源，针对明确的研发目标协同攻关。目前，我国制造业企业研发能力相对薄弱，依托高校或科研院所构建国家产学研结合协同创新中心可能是一个合适的选择。

(2) 资助创建政产学研结合的研发中心而非项目，有助于研究的稳定和可持续性，以及研究成果的完整性及其及时转化，也有助于在竞争中抢占先机。

(3) 促进科技和教育的有效结合，这将有利于优势团队和对年轻科技人员的培养。

(4) 通过优惠税收和其他商业政策的保障，促进研发成果的转化、新型科技创新企业孵化以及研发中心的可持续发展，创造有利于创新的良好环境。

(5) 企业的配套投资应该成为企业作为中心合作伙伴或承担国家研发项目的前提。

3.3 加强知识产权的管理

(1) 加强知识产权的保护，掌握并拥有核心技术是此次制造技术创新竞争成败的关键，而申请专利特别是国际专利对知识产权进行保护又是掌握并拥有核心技术的关键。

(2) 推进技术的转移和价值实现，一方面是鼓励利用拥有的专利技术孵化新兴企业或由参与的企业伙伴进行转化；另一方面是建立国家创新新技术促进中心，对国家计划产生的知识产权进行管理，并促进其转化。

(3) 明确国家计划产生的知识产权收益的分配原则，这样既能保护研发者的利益，也能保护国家的利益，同时，能够促进知识产权的保护和转化。

(4) 建立国家科技计划形成的知识产权报告制度，对于承担国家科技计划所产生的知识产权，承担单位应向计划主管部门提供知识产权年度报告，汇报有关知识产权的管理情况，包括知识产权申请和维持、知识产权转化和收益等。

(5) 将知识产权的转化和收益，作为国家科技计划项目后评估的指标。

3.4 有选择地发展增材制造技术

美国将 3D 打印技术作为其振兴制造业计划的先导技术，优先设立国家增材制造创新研究所，作为其构建“国家先进制造创新网络 (NNMI)”试点，这引发了世界范围内关于 3D 打印技术的热潮。

3D 打印技术是一个新的概念，但不是一项新技术，而且美国在关键核心技术上也并未体现出重大突破，因此，美国一反常态将其作为战略高技术而优先发展的做法值得深思。作为一个对照，美国是在掌握页岩气开采技术的基础上，才宣布将页岩气作为战略资源。

3D 打印技术是增材制造技术之一，源于激光快速成形技术，其优点是可以实现特殊复杂结构的成形加工，是实现复杂结构形性一体化制造技术的一个重要可选技术途径和方案。其发展受制于极端温变载荷下材料和结构性能难于保持和控制，因此，其应用局限于模具制造以及聚合物材料加工。3D 打印技术能否成为主流的制造技术，关键在于如何保证材料和结构的性能，其核心科学问题就是

金属的非平衡凝固和结晶。在这一点上，美国目前并没有展现出取得创新突破，反而是我国科学家（北京航空航天大学王华明研究团队等）后来居上，在钛合金材料 3D 打印技术方面率先取得了重要突破，他们通过 3D 打印技术制造的复杂大型钛合金构件已经得到航空应用。

3D 打印技术另一个优势是设计和制造一体化，具有个性化、工序简单等特点，这适用于模型设计和非规模化产品的制造，但并不适用于规模化产品的制造，而且其加工时间长也是其难于保证材料和结构性能稳定的原因之一，这使得其应用局限于难于用其它加工技术整体加工的特殊复杂结构构件的制造，而可能仅是传统制造业的辅助加工技术。

增材制造技术还包括复杂微纳结构的可控自组织生长。自组织生长技术已经在晶体生长、纳米颗粒或分子自组装领域有广泛的实践和应用。其难点是复杂结构的可控生长成形，因此，目前仅局限于一些特定的微纳规则结构。外场引导和调控可能是其能否成为主流微纳制造技术的关键。

另外，3D 打印技术中之 3D 的概念并不很科学。3D 打印技术是一种逐层制造技术，它实际上是一种通过对三维结构进行降维制造，从而降低复杂结构成形制造复杂性的技术，它不仅不是真正意义上的 3D 制造，而且过分强调 3D 反而掩盖了其技术的真正内涵和意义。目前，网上又有关于 4D 打印技术的概念^[4-5]，这种技术实际上是利用“3D 打印技术”来实现智能材料和结构，在理念上有其创新之处，但谈不上是在“3D”基础上增加了一个维度。而且其所谓的第四维度并不仅限于甚至并不主要是时间维度，可以是各种外场调控，其功能实现关键在于材料及其结构的预先设计，还不是自适应、自学习和自进化来形成，也就是还没有到智能化阶段。因此，站在科学的角度，我们应该追求概念的科学性，而不应过分基于商业和市场的需求或基于新奇性而进行概念上的炒作。

总之，我们既不能人云亦云，也不能基于阴谋论而视之不理，而要积极谨慎地应对，一定要在充分战略调研基础上，厘清增材制造技术（特别是 3D 打印技术）的适用性和技术难点，有选择地发展，争取在关键核心技术上取得重点突破。■

参考文献:

- [1] Executive Office of the President, President's Council of Advisors on Science and Technology. Report to the President on Ensuring American Leadership in Advanced Manufacturing [R/OL]. (2011-06)[2013-09-08]. <http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/pcast-advanced-manufacturing-june2011.pdf>.
- [2] Executive Office of the President, National Science and Technology Council, Advanced Manufacturing National Program Office. National Network For Manufacturing Innovation: a Preliminary Design [R/OL]. (2013-01)[2013-09-08]. http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/nstc_nnmi_prelim_design_final.pdf.
- [3] Molnar M, Singerman P. Designing a National Network for Manufacturing Innovation: NNMI and The Additive Manufacturing Pilot [R/OL]. (2012-05-24)[2013-09-15]. http://www.nist.gov/director/ocla/upload/NNMI-Update-May-24-2012_fin.pdf.
- [4] 胡珉琦. 4D 打印: 自我组装之梦 [EB/OL]. (2013-05-17)[2013-10-05]. <http://news.sciencenet.cn/sbhtmlnews/2013/5/273087.shtml?id=273087>.
- [5] 华凌. 4D 打印呼之欲出. 自变形材料可实现自动组装 [EB/OL]. (2013-10-23)[2013-10-05]. <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2013/10/284188.shtml?id=284188>.

USA Devotes to Construct the National Network for Manufacturing Innovation to Lead the Reform of Manufacturing Industry

MO Hong-shan

(Administrative Center for Basic Research, the Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China, Beijing 100862)

Abstract: The United States attempts to create an Advanced Manufacturing Initiative (AMI) to revitalize its manufacturing industry. By constructing the National Network for Manufacturing Innovation (NNMI) it aims to ensure American leadership in advanced manufacturing. It is necessary to ponder if the USA's plan will initiate another round of manufacturing technology competition, even technology revolution, and if the plan will have great impact on Chinese manufacturing industry. The paper analyzed the background and intents of the USA's revitalizing plan on manufacturing, and gave some suggestions on the development of Chinese manufacturing industry.

Key words: USA; advanced manufacturing; National Network for Manufacturing Innovation; reform of manufacturing industry; additive manufacturing technology