

| 刘亚威

2012年3月，美国政府启动“国家制造创新网络”(NNMI)计划，通过建设由政府、工业界、学术界、行业发展组织等参与的“制造创新机构”，致力于前沿、革命性制造技术的研发与商业化推广，以形成辐射全美的制造创新网络，提升美国制造业的创新能力和竞争力。制造创新机构的核心职责是支持创新“死亡谷”阶段的研发，解决制造技术转向工程应用过程中存在的困难，探索一条高效、可持续的发展途径，推动新技术的产业化发展。目前，美国已经建设了14家制造创新机构，美国国防部和能源部分别牵头组建了其中的8家和5家，因为相关技术领域具有广泛的军事应用前景。制造创新机构以产业链的发展为宗旨，夯实这些技术领域的工业基础，这对武器装备制造以及美国军工行业的发展将是强有力的推动，也是国防部积极参与该计划的重大动力。

国家制造创新网络的计划管理——军民一体顶层规划

美国国家制造创新网络的计划管理由先进制造国家项目办公室(AMNPO)实施。AMNPO是一个跨部门机构，成员包括了美国制造业涉及的所有联邦政府部门，挂靠在美国商务部国家标准与技术研究院(NIST)，向总统行政办公室报告，并且在国家科学技术委员会指导下运行。目前，其成员主要包括商务部、国防部、能源部、教育部、国家航空航天局(NASA)和国家自然科学基金(NSF)，其中国防部、能源部和商务部都牵头组建了制造创新机构。值得注意的是，美国国家国防技术与工业基础委员会(NTIB)也是由这三个部门组成的，因此可以说，该计划从顶层规划上就是军民一体的，同时兼顾了美国国防建设与经济发展的需求。

在日常管理中，AMNPO负责评估和确定国家制造创新网络中每个制造创新机构应关注的技术领域，负责管理每个制造创新机构的公开竞标，其成员参与评审并向评审组提供相关信息支持。国防部内部的对口部门是国防部长办公室(OSD)，具体执行机构是空军研究实验室(AFRL)、海军研究办公室(ONR)、陆军航空与导弹研发中心(AMRDEC)等。能源部内部的对口部门是高效与可再生能源实验室(EERE)，具体执行机构是办公室下的先进制造办公室(AMO)。已经组建的制造创新机构，其标书都是通过这

体的执行机构发布的，从这些标书可以发现，军事应用前景和商业转化潜力是同等重要的衡量指标。

制造创新机构的技术方向——聚焦军民通用基础技术

目前，美国已经建设了14家制造创新机构，其中美国国防部和能源部分别牵头组建了其中的8家和5家，每家制造创新机构均聚焦一个军民用前景广泛的前沿、革命性技术领域，包括增材制造、先进机器人制造、轻量化材料制造、先进复合材料制造、革命性纤维与织物制造、数字制造与设计、清洁能源智能制造、下一代电力电子制造、集成光子学制造、柔性混合电子学制造、先进生物组织制备等。这些技术领域同时符合“满足国家安全与经济发展需求”和“提高区域与国家先进制造能力”这两项遴选标准，对提升武器装备/工业产品性能与质量、缩短研制周期和降低寿命周期成本都十分重要。

值得注意的是，每家制造创新机构的技术方向设置均瞄准了基础材料、工艺、软件和元器件技术中一类或几类技术的成熟，以更好地降低新技术应用成本和风险，促进各技术领域端到端生态系统的建立，推动前沿技术的产业化发展。国家制造创新网络十分注重这些技术领域发展所需的军民通用基础技术，旨在借此帮助美国掌握高端制造业未来发展话语权，并且继续在武器装备研发生产方面占据技术制高点。

(1) 基础材料

重点关注面向先进制造工艺的材料知识体系，以及革命性新材料。如，增材制造领域重点关注材料知识体系构建，材料性能表征方法、计算材料工程方法以及辅助数据库开发等；革命性纤维与织物制造领域重点关注先进高强和功能性纤维、新型纱线、高技术和智能织物等。

(2) 基础工艺

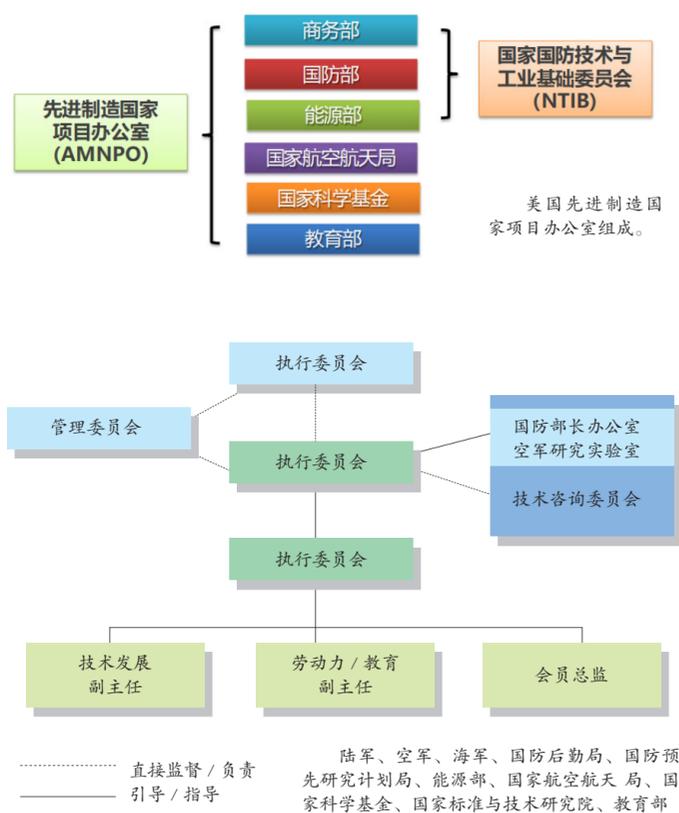
重点关注高效、高质量、低成本工艺开发与验证，以及“材料-工艺”组合。如，轻质材料制造领域重点关注熔化加工，粉末加工，热-机械加工，敏捷加工，涂层技术，连接与装配；先进复合材料制造领域重点关注提升生产速度的工艺，降低生产能耗的工艺，促进回收利用的工艺。

(3) 基础软件

重点关注设计工具，先进算法，以及全系统、全过程建模仿真手段。如，数字制造与设计领域重点关注基于模型的先进制造企业，面向智能机床的即插即用工具，先进分析方法；清洁能源智能制造领域重点关注控制和性能优化算法，高效制造工艺的高逼真度建模与仿真等。

(4) 基础元器件

重点关注元器件成套技术，以及先进、耐用传感器。如，下一代电力电子



制造领域、集成光子制造领域、柔性混合电子制造领域均围绕元器件生态系统发展，重点关注芯片生产、电路设计、建模仿真、电气互联、封装测试、可靠性等一整套解决方案的开发。

制造创新机构的管理结构——确保同时满足军民需求

制造创新机构由竞标胜出的非营利组织负责管理，组织相关领导人一般兼任机构主任等要职，负责日常运营等重要事务。机构内部采用联合管理模式，有独立于各成员的自主权，具有由工业界代表组成的独立董事会/委员会。机构都设有技术咨询委员会，来自AMNPO成员部门的政府技术官员在其中占据重要位置，在技术路线、战略愿景、项目选择和评审、教育与人才开发等方面提供建议。制造创新机构的长期目标是实现独立运营，政府届时不再直接出资，但是仍将在机构的管理中长期发挥监督和技术指导作用，确保其技术方向和项目规划同时满足军民需求。

以美国国防部牵头组建的“国家增材制造创新机构”为例，其现任主任由国家国防制造加工中心(NCDMM)副总裁担任，技术咨询委员会由国防部陆海

空军、国防后勤局(DLA)、国防预先研究计划局(DARPA)等政府专家代表等组成。国防部长办公室(OSD)负责制造与工业基础政策(MIBP)的相关官员以及AFRL的政府联合项目经理直接监督机构主任的工作。对于国防部牵头组建的另一家“数字制造与设计创新机构”来说，政府专家代表会深度参与路线图与战略投资计划制定、项目招标与评估，来自国防部的政府项目经理还会对政府参与出资的项目进行最终审批。

制造创新机构的运行模式——军民共享创新资源和成果

国家制造创新网络针对新兴先进制造技术，协调政府与私人以及国防与民用投资，提供高效且可持续的“研究-制造”基础设施，集合工业界、学术界和政府、军队科研力量，共同促进制造创新并且加速前沿技术产业化，确保美国在先进制造领域的全球领导地位。国家制造创新网络建有在线数据总库系统，共享14家机构的庞大数据，可在机构间协调和平衡已有资源，促进机构之间的协作，共享资源、最佳实践与研发成果，并允许机构共享人力调配等服务。

比如，共享创新资源是国防部牵头

组建的先进机器人制造创新机构的重要特征，该机构与区域机器人创新协作网络(RRIC)深度合作，接入现有的区域共享的物理基础设施，构建横跨30个州的开放协作网络，机构还拥有8个区域性的机器人原型制造和试验中心以及27个共享的制造设施。值得注意的是，还有6家制造创新机构也加入了该机构成为会员，这些机构目前有大量项目都是国防制造商牵头或参与的，这将进一步把当前美国本土碎片化的机器人制造技术能力组织起来，在全球竞争中取得更好的位置，并且极大促进武器装备制造的自动化和智能化。

制造创新机构的一大特点，就是充分利用分级会员制促进机构与会员之间以及各级会员之间的协作，联合攻克工程化难题、探索商业化途径，最大限度地面向有需求的会员分享先进成果，鼓励工业界在生产中应用新技术，使技术规模化、产业化发展，同时保障知识产权拥有者的合法权益，从而形成良好的制造创新生态系统。目前，国防制造商在大部分机构的高级会员中几乎都占据了一半的位置，拥有广泛的知识产权权利以及技术研发和成果转化方面的优先权和专享特权，这对于知识产权的军民双向转移将是极大的促进。

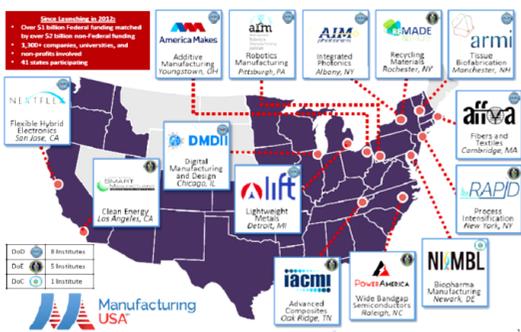
比如，“数字制造与设计创新机构”在一个可靠、中立和知识产权安全的环境下，为会员建立了一个作为市场使用的在线社区——数字制造社区(DMC)，DMC由该机构与通用电气公司联合开发，基于通用电气之前与DARPA和麻省理工学院一起验证的平台进行构建。DMC像一个“应用商店”那样运行，制造商使用工具或APP来解决问题或工作得更高效：他们可以给机床编程、设计装配线或发现一个刀具或材料的性能；当一个制造商解决了一个技术挑战后，他还可以进行协作并共享这个解决方案给其他用户。国防部、波音、洛克希德·马丁、诺斯罗普·格鲁曼、通用电气、罗尔斯·罗伊斯都是该机构的高级会员，由国防项目成果转化形成的DMC最终仍将继续让武器装备制造受益匪浅。

结束语

国家制造创新网络计划从启动伊始，就带有浓厚的国防背景和军工色彩，公私合作、军民一体加强制造创新是其重要特点。纵观新时期的美国制造业振兴战略，公私合作、军民一体、资源共享、劳动力发展都是绝对的关键词，这些原则和方式将继续作为国防制造创新政策的基石，在很大程度上实现对既有政策和措施的有力补充。将国防制造创新体系更紧密地融入国家制造创新生态系统，将在很大程度上实现双赢：一方面利用国防领域的前沿技术实现制造业竞争力提升和经济增长，一方面夯实前沿技术的工业基础以反哺玩家较少的国防制造。

表1 制造创新机构主要技术方向分类

机构名称	基础材料	基础工艺	软件	元器件
国家增材制造创新机构	增材制造材料，增材制造基因组	增材制造工艺	增材制造设计，增材制造数字孪生	
下一代电力电子制造创新机构	宽能带隙半导体	封装，模块制造，晶圆测试	建模与仿真	电路设计，寿命周期可靠性
美国轻质材料制造创新机构	集成计算材料工程	加工，涂层，连接与装配	成本建模，寿命周期分析	
数字制造与设计创新机构	先进材料设计	智能机器，先进工艺设计	先进制造企业，先进分析	
先进复合材料制造创新机构	纤维，复合材料	复合材料工艺，缺陷检测	设计、建模与仿真	
集成光子学制造创新机构	光学芯片	自动化封装、装配与测试	集成设计工具	光子集成传感器
柔性混合电子学制造创新机构	柔性混合电子材料	器件集成与封装，印刷工艺	建模与设计	标准、测试和可靠性
清洁能源智能制造创新机构		工艺优化技术	高逼真度建模与仿真，算法	耐用传感器
革命性纤维与织物制造创新机构	纤维，纱线	技术织物，系统继承与测试	集成织物CAD	
先进生物组织制备	细胞，材料	生物制备平台，组织精整	工艺设计和自动化	
先进机器人制造创新机构	协作机器人材料	控制，机动，测试，验证与确认		灵巧操作，洞察与感知



美国国家制造创新网络14家制造创新机构。

第12届中国航展
AIRSHOW CHINA 2018
2018.11.6-11 中国·广东·珠海 ZHUHAI GUANGDONG CHINA

AIRSHOW CHINA

引领亚洲航空市场
LEADING TO THE LARGEST AEROSPACE
MARKET IN ASIA
www.airshow.com.cn