

doi:10.16060/j.cnki.issn2095-8072.2017.03.005

构建先进制造业新型创新机制 ——一个美国政府的案例分析

张建华

(上海对外经贸大学国际经贸研究所, 上海 200336)

摘要: 制造业创新研究所是美国政府为应对新工业革命而创建的一种新型创新机制, 它把政府、产业界和学术界组织在一起, 以实现先进制造技术的跨越式创新。创新所要协同完成如下核心功能: 开发新兴技术、培训新型劳动力以及形成可持续的商业模式, 并通过创新网络把每个创新所的经验教训放大到全国。从创新所的创建到运作, 政府有为而不越位: 克服竞争前技术开发的市场失灵, 弥补企业的不足, 监督创新绩效, 确保实现预期目标。这对实现《中国制造 2025》中提出的“建立制造业创新中心”有借鉴意义。

关键词: 新工业革命; 先进制造业; 创新研究所; 创新机制; 中国制造 2025

中图分类号: F124.3

文献标识码: A

文章编号: 2095-8072(2017)03-0050-09

根据创新活动的来源, 通常把创新分为技术推动的创新和需求拉动的创新, 本文从技术角度分析一个具有前瞻性的、用于加速创新活动的新型机制案例, 据此我们采用弗里曼的创新定义, 即创新是新技术与市场的结合。这个定义解释了追求创新的企业将不断地用新产品、新工艺替代旧产品、旧工艺; 追求创新的国家经济中将不断涌现新产业部门, 替代或改善传统产业部门, 推动产业结构转型升级和经济增长。这个定义的关键点是“结合”即创新机制, 如果新技术和市场没有结合就不存在创新活动; 如果结合的不好创新成效就低, 人们常说的新技术成果多但转化率低就是一种创新机制低效的表现; 一个有效的创新机制能够快速地把新技术成果从学术领域转到产业领域, 建立起新兴产业部门, 保持产业或国家的竞争力, 因此创新机制决定着企业之间或国家之间创新竞争的成败。

2008年金融危机后, 新工业革命的大潮渐渐袭来, 为迎接新工业革命带来的发展机遇并应对随之而来的挑战, 世界主要经济体都先后发布了新的工业发展战略, 如美国大力发展先进制造业、德国提出“工业4.0”、法国提出“新工业法国”、中国提出“中国制造2025”、韩国提出“制造业创新3.0”以及日本提出“机器人新战略”等等, 以期抓住新工业革命中的新兴技术, 重构创新机制, 推进先进制造技术研发, 重振制造业, 强化国际竞争力, 维持或改善在国际经济秩序中的地位。其中, 在经过4年的实践探索后, 2016年2月, 美国商务部发布了第一个国家制造业创新网络项目年度报告, 详细阐述了一种新型创新机制——制造业创新研究所的创建以及对这个新机

制寄托的愿景。剖析这个创新机制对落实《中国制造2025》和各地区培育创新优势有借鉴意义。

一、制造业创新研究所创立的背景与历史

（一）传统创新机制的缺陷

2008年的金融危机使美国政府重新发现制造业的根本重要性，认为制造业能够为保障国家安全提供基本的产品和服务；制造业研发支出占私营部门的2/3以上、占全国研发人员的2/3，拥有绝大多数的授权专利以及占美国出口的大部分；先进制造业具有最高的就业乘数效应。然而，近几十年来美国制造业陷入困境：从劳动密集型制造业到先进制造业先后迁移海外，美国本土可被商品化的东西越来越少，创新能力随之减弱，进而导致更多的生产移向海外。美国政府认为，造成这种困境的症结在于基础研究和生产之间出现了障碍，美国政府把障碍总结为以下几方面：市场失灵阻碍了私营部门投资先进和前沿技术；创新时间因超出了投资者的回报预期而不愿意投资于技术开发；技术和产品变得更加复杂且生命周期缩短，使企业感到力不从心、难以应对；全球制造业和销售高附加值产品的竞争加剧，现有的分散创新能力和绩效不令人满意；研发与生产的跨国分离降低了创新效率和产业竞争力。这些障碍的实质是在新技术成果与市场的结合上出现了问题，于是构建一种能迎接新挑战、克服现有缺陷的新型创新机制成为必然。

（二）建设历史

认识到制造业的重要性和传统创新机制缺陷，2011年，根据美国总统科学技术咨询委员会的建议，美国总统奥巴马任命了“先进制造业合作指导委员会”（简称“委员会”）。该委员会在一年的调研和试验基础上，于2012年7月提交了一份《捕捉国内先进制造业竞争优势的总统报告》，其中的关键建议是建立“国家制造业创新研究所”（简称“创新所”）并由这些研究所构建覆盖全国的创新网络，以公私合作方式培育先进制造技术创新新机制。

2012年，美国政府在俄亥俄州的扬斯敦成立了第一个制造业创新研究所——美国制造，聚焦于累积制造技术。在试点基础上，美国政府发布了《国家制造业创新网络：一个初步设计》。2014年秋季，国家科技咨询委要求所有涉及先进制造业的联邦机构都要参与进来，在全政府努力中发挥创新所及其网络的关键作用。2014年底，美国国会通过了“复兴美国制造业和创新法案”，要求商务部和联邦政府设立国家制造业创新网络项目。截至2016年9月，已经建立了9个创新所，美国国防部和能源部累计投入了超过5亿美元的引导资金，吸纳了超过10亿美元的社会资金和约900个成员。美国政府还计划用10年时间建立45个创新所，构成一个覆盖全国的制造业创新网络。

二、制造业创新所的构成与实例

(一) 制造业创新所的构成和组织功能

如图1所示, 根据美国政府的要求, 创新所要把产业界(大、中、小企业和初创企业)、学术界(大学、社区学院、技术机构、国家实验室等)、政府部门(联邦、州和地方政府)等公私部门、盈利和非盈利创新力量集聚在一起, 建立起一个完整的创新链, 打造成一个协同创新体并使之成为区域创新网络的枢纽。创新所致力于同时完成四个核心功能: 一是每个创新所都要聚焦一个新兴前沿制造技术领域(这些领域对于经济竞争力和国家安全是重要的), 提供资源和设备以使三方合作解决与产业相关的问题, 在基础研究和生产之间架起桥梁, 应对先进制造业中高风险的挑战(即技术商业化和生产扩大的成本风险和不确定性), 帮助制造商保持和扩大在美国的生产。二是创新所要使用最新的制造方法和技术教育训练劳动力, 每个创新所都要成为先进制造、提供共享基础设施和设备的枢纽, 成员在这里能够学到新技能, 应对竞争前技术的挑战。三是创新所要发挥公私合作的功能, 汇集当地知识要素和创新力量, 在5~7年的联邦资助结束后, 要成为稳定和可持续的先进制造业创新生态系统。四是通过网络化把每个创新所联系起来实现“一对多”, 使每个创新所的成功经验和失败教训都外溢到其他创新所, 以提高整体创新效率。

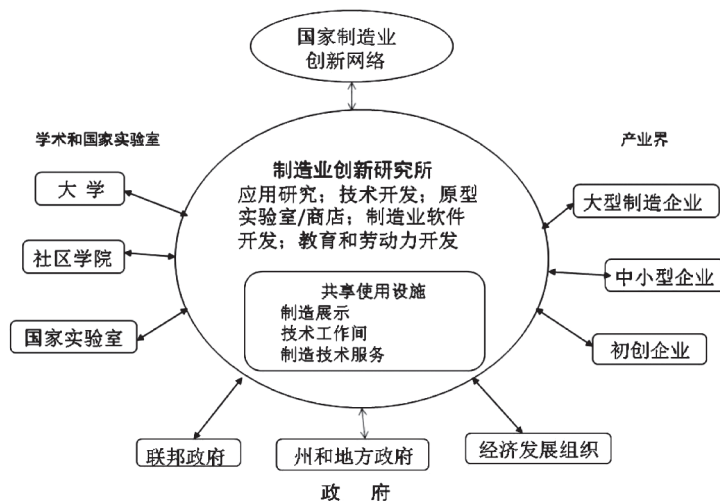


图1 制造业创新所的构成和功能

(二) 一个实例：美国制造创新所

美国制造创新所也称国家累积制造创新所, 是美国政府建立的第一个创新所, 该所于2012年8月得到批准创立, 12月投入运营。总部位于俄亥俄州的扬斯敦, 附属地是德克萨斯州的厄尔巴索市。该所的组织者是国家国防制造和加工中心, 美国国防部是其指导机构, 包括国防部在内的4个政府部门(另外3个是商务部、国家航空航天局

和国家科学基金会)计划5年内资助5500万美元,根据非联邦政府部门匹配资金不少于政府资助额的要求,该所计划5年内也自筹匹配5500万美元。截至2016年9月,这个创新所已吸纳成员160个,其中有空军研究实验室、国家科学基金会、洛克希德马丁公司、通用电气公司、扬斯敦州立大学和洛瑞恩县社区学院。这个创新所的使命是加速累积制造(3D打印)技术的使用以提高国内制造业竞争力。

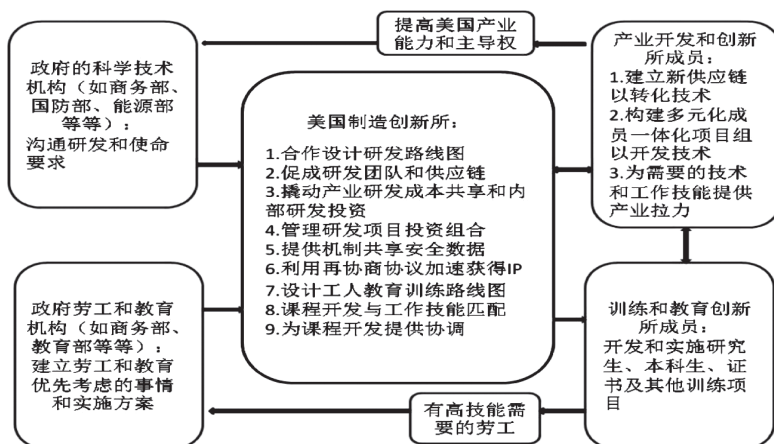


图2 美国制造创新所的生态流程

创立4年来,创新所不仅集聚了创新生态要素,而且建立起了使之可持续发展的流程(如图2)。这个流程揭示了不同成员担负的角色、成员间的关系以及成员的职责和潜在利益。

先进技术开发方面,创新所已经为累积制造技术建立起成员和产业驱动的战略路线图。该路线图阐明了对美国的技术领导力来说关键的能力缺口和机会,包括如下先进技术:制作设计工具、新型材料、下一代印刷多重材料的设备能力以及降低制造业可变性的流程控制。为了开发这些先进技术,包括技术创新者、材料和部件供应商、设备生产者以及大系统集成商在内的供应链成员常常被组织成一体化的项目组,项目的实施密接联系着真实世界的供应和市场驱动的机会,使新开发的技术能及时转化为产品。比如由Northrop Grumman领导的小组开发了一种高性能聚合物,成为应用于航空航天飞行器的一种可行的材料选择。他们还还为任何聚合累积材料开发了第一个具有广泛可得性的材料设计数据库,与产业界共享关键设计准则,并显示了再利用原材料的能力,因而能极大地降低整个制造业的成本。

劳动力开发方面,该创新所已经和几个成员一起成功地开发和实施了劳动力训练项目。比如德勤咨询公司开设了3个小时的在线累积制造商务基础课程,已经有1万多人学习了这门课程。密尔沃基工程学校和制造业工程师协会共同实施了前所未有的3D打印和累积制造证书项目,到2015年中期已有150多人获得了证书。私营企业成员发起的个人捐赠活动,向1000多所学校(K-12)的科学、技术、工程和数学教育项目提供了台式3D打印机。

创新生态可持续方面,成员数量不断增加、成员来源广泛和成员支持水平明显提高,证明了加入该创新所是能够获得收益的。自成立以来成员数量大约每年净增加 40%,成员来自大企业和小企业、大学、社区学院、经济开发组织、联邦实验室和政府机构,成员每年通过现金和(或)实物捐赠的方式为铂金成员提供 20 万美元、为金牌成员提供 5 万美元以及为银牌成员提供 1.5 万美元。各成员既能贡献其所长也都能来有所得,比如具有累积制造专门知识的雷神公司是发起成员之一,作为路线图咨询组和创新所执行委员会的主席,它为创新所贡献了一半的时间。德勤公司作为发起成员之一,帮助创新所开发了技术商业化流程和评估创新所的影响。而小企业从这个生态系统中得到的收益更明显,比如它能与大企业建立起创新沟通渠道,与成员合作还能使小企业获得服务高技术供应链必需的 AS9100C 证书。

美国制造创新所已经产生了广泛的社会影响,不仅成员数量还在增加,而且企业还吸引了大量投资进入累积制造领域,比如镁铝公司、通用电气都建立了专门的累积制造技术开发中心。

三、制造业创新所的目标和措施

美国政府设立创新所是基于这样一种认识:投资于早期阶段的基础研究尽管很重要,但不足以确保新技术顺畅地从发明转向开发,也不足以确保最终在美国规模化生产。设立创新所就是为了克服这两个不确定性,促进强劲的新制造技术开发和转化,促进新产品的快速规模化生产和市场渗透,维持美国的国际竞争力。

(一) 目标:提升美国制造业竞争力

通过培育先进制造领域的研究、新技术开发和部署的领导能力,增加在国内的产品生产,提升国内制造业竞争力并强化在全球市场销售产品的能力。

为此,美国政府要求创新所必须动员公共部门、私人部门和学术界共同努力,加速促进新技术、生产原料、流程、信息、产品以及劳动力教育资格开发等方面的协同进步。每个创新所都要建成区域制造生态系统、提供共享基础设施,构建贯通机制解决商业化可行技术中遇到的技术和资金困难,以加快开发步伐并从早期阶段研究中获利。同时,放大创新所以对先进制造的影响,使整个国家获益并增强吸引制造业投资的能力;促进创新所之间的知识转移,使每个创新所都运作更有效。如此,创新所及其构成的网络将有助于增强供应商网络、人才驱动创新、物质基础设施、政府投资于制造业和创新、能源成本和政策及当地市场吸引力等方面的竞争力。

(二) 措施一:促进创新技术向国内制造能力转化

美国政府要求创新所必须致力于帮助工业界克服因先进制造技术的复杂性而产生的障碍,促进新技术向可规模化、成本效益型、高绩效的国内制造能力转化。第一,使美国制造商能够使用可靠的制造能力和资本密集型基础设施。创新所的一个关键任

务是向美国不同规模的制造商、尤其是中小企业提供由创新所领导开发的新技术、设备和技术专家，以此极大地降低企业新技术开发、扩大和采用的技术和融资风险。创新所要做到：制造技术示范，提供技术咨询服务、设备和训练，提供与其他创新所成员、与拥有许可证技术的公司、与供应链中间人合作和互动的机会，培育负担得起的最先进快速成型能力，为应对挑战实现设备共享和保存最好的实践经验。第二，努力开发标准和服务以支持国内先进制造业。开发源于创新所的产品和服务是向国内制造商及其供应链有效地转化技术和专门知识的本质因素。其中首要的是，在标准机构中开发国内和国际标准的合作和领导能力，开发和普及可能被国内制造商使用的技术工具的合作和领导能力，以及直接支持可靠创新技术向国内制造能力转化的一系列技术产品和服务的合作和领导能力。

（三）措施二：加速先进制造业劳动力开发

开发劳动力、改善工作机会及增加经济机会，从而提高美国工人工资是创新的职责。第一，培育年轻学生在科学、技术、工程和数学等学科方面的兴趣，以准备未来与这些学科有关的工人；改善制造业的职业形象和纠正错误消极的有关制造业职业的陈词滥调。第二，培训各层次的劳动力，指导成员开发有效的劳动力训练项目。这些项目不仅包括注册的学徒制和联合（雇主-教育者）教育项目以让学生无缝地在不同学习水平之间转换，还支持有内在联系的第二阶段和第二阶段后课程衔接。第三，支持州和地方含有先进制造技能组合要求的课程之间的教育训练合作。创新所要与国内有关组织一起支持开发所需要的工人资质和测试，支持学术课程和教育资料的开发和分配，还要与工业界和学术界成员一起向实习生和注册学徒提供机会。第四，创新所多样化的私营部门和学术伙伴使之建立实习和训练机会非常理想，把新兴技术领域主要的创业者聚在一起，为那些拥有科学和工程知识、寻找手把手经验的学生提供机会，这些学生有望成为下一代的高级工程师和研究科学家。第五，鉴别下一代工人需要的能力，这些新能力需要与K-12、社区和技术学院、大学的教育路径一致，以准备下一代的工人。

（四）措施三：支持创新所成为稳定持续的商业模式

美国政府要求每个创新在政府资助期结束后都要成为一个可持续的商业模式，这些商业模式至少要包含以下关键贡献：第一，鉴别关键的利益相关者。创新所商业模式应当鉴别出关键的利益相关者作为潜在的成员和合伙人，它们可能包括大中小工业企业、学术机构、各级政府、国家实验室、专业协会以及经济开发组织。第二，界定价值主题和价值环。创新所商业模式必须界定每一个利益相关者需要得到什么的范围，明确利益相关者如何为创新所的使命做出贡献。创新所与利益相关者之间的利益交换界定了价值环，由此创新所可创建稳定和可持续的生态系统。第三，界定创新所商业模式的核心职能和成员的贡献。商业模式要阐述创新所如何传送合作者需要的服务以及需要什么样的资源来支持这些服务传送；要求成员有不同的贡献以支持其核心

职能；向创新所提供免费或打折扣的设备、服务和原材料，向创新所里的个人提供奖学金以支持其核心职能。第四，保存和分享经验教训。由于每个创新所都开发独特的技术领域，且运作程序也不同，创新所要记录最佳实践经验和失败教训，以便贡献有价值的信息。

四、项目协调和评估

为了确保创新所及其网络这个国家项目得以有效实施，根据2014年创新法案，美国商务部成立了先进制造业全国项目办公室（简称“项目办”），商务部长是该项目的召集人。

创新网络项目管理。创新网络项目的管理分联邦政府和创新所两个层面，在创新所层面，每个创新所由牵头单位负责管理，项目办管理创新网络。项目办执行以下职责：评审候选创新所的申请、评估创新所的绩效和扩大创新成果的影响；监督创新所的计划、管理和协调；建立合作的程序、流程和标准；建立一个公共信息交流场所；调整战略计划（通常不少于每3年一次）以引导创新网络项目；确保创新所吸收中小企业。项目办向总统行政办公室提交报告并接受国家科学技术委员会的指导，也向商务部提交报告。

项目评估。创新所绩效评估将根据不同技术领域和行业，采取相应领域公认的评估方法，并且贯穿短期、中期和长期等不同影响时期。专门的项目测量和评估方法将因时而变化，例如对跨创新所的评估将依据所要解决的技术挑战、被服务的工业以及在其绩效生命周期内创新所的成熟度等。此外，项目测量是互补的而不是替代专门的机构或专门的创新所绩效指导或评论。

五、结论与启示

（一）结论

美国政府着力构建的新型创新机制——制造业创新研究所致力于以大规模协同创新克服现有创新要素之间缺乏连接、协同的缺陷，减少市场失灵、降低不确定性、缩短创新周期，使之成为功能协同的培育新兴技术产业的发动机。这个新型创新机制有如下特征：集各级政府、研究机构、各类高校和社区学院、大中小和初创企业等盈利和非营利组织于一体，集先进制造技术的研发、设计、制造及工人培训等创新链各环节于一体，构建高度地方化的综合性创新公共基础设施，解决创新过程中最薄弱的技术和投资高风险环节，为新技术的产业化扫除障碍；其成功经验和失败教训通过创新所网络扩散到其他创新所以提高全国创新效率；创新所各成员职能清晰、权责明确，从设立协调机构、过程监督到定期评估对创新所有一个完整的监管框架，确保创新所朝着政府预期目标前进。

（二）对实施《中国制造2025》的启示

根据国家知识产权局的调查，88.1%的被调查企业是自行提出创意进行研发立项、融资投资、产品开发和销售，企业倾向于自己完成创新过程，缺乏与外部研发合作意愿。积极与企业接洽或根据企业委托从事研发的科研院所和高校分别占被调查者的34.4%和60.9%。由于彼此倾向于封闭式的技术开发和创新，使得创新效率低下、创新质量难以提高。比如，有效发明专利的实施率高校是13.5%、科研院所是28.2%、企业是67.5%，高校和科研院所仍然有不少的有效发明专利被束之高阁。根据《人民日报》（2016）的调查，由于历史原因，中国不少创新资源（如高端仪器设备、重点实验室等）都集中在高校和科研院所内，尽管国家反复要求这些资源开放共享，但是企业到这些机构做检测，对方配合的积极性不高，时间长、费用贵，难以满足企业的时效要求。

以上两个调查说明中国的各种创新力量之间同样缺乏连接和协同。也说明要抓住新工业革命带来的经济发展机遇，国家迫切需要设计新的创新机制以保证存放于不同部门（特别是高校和科研机构）的创新资源实现实质性的对企业开放及合作利用，以提高创新效率和降低创新成本。《中国制造2025》提出的第一个战略任务就是提高国家制造业创新能力，要求采取政府与社会合作、政产学研用产业创新战略联盟等新机制，形成一批制造业创新中心，开展关键共性重大技术研究和产业化应用示范。目前这些制造业创新中心的建设还处于起步阶段，无法看到一个完整创新中心的构成和运行形态，为此借鉴美国政府构建新型创新机制的一些做法，对于构建或者完善中国的新型制造业创新机制有积极意义。

解决关键问题。解决关键问题是建立新型创新机制或改善现有创新机制的前提。美国政府全力以赴建立的新型创新机制——制造业创新所要解决的关键问题是，美国现有创新机制中存在的基础研究与生产之间缺乏桥梁，或者说各创新系统之间缺乏联系（即创新链断裂）以及本土研发和生产的跨国分离，使先进技术不能及时地转化为新产品、导致本土创新效率降低和制造业竞争力下降。因此，中国在推动战略性新兴产业发展时，首先要清晰地知道开发这些新兴产业技术及其创新所遇到的关键的或共性的问题是什么，或者说中国现有创新机制在哪些方面不能满足创新要求，针对这些问题构建相应的创新机制或完善现有创新机制，而不是泛泛而谈地强调产学研合作。

创新要素全参与。构建创新力量全参加的创新机制使之成为快速培育战略新兴产业的强大发动机和加速器。“创新的旅程确实是一个集体成就，需要来自公共和私营部门的众多‘企业家’发挥各自的重要作用”，越是复杂的创新、特别是期望实现跨越式进步的创新越需要协同的集体力量，全部互补性创新力量的加入更有利于建立起一个完整的创新链，实现优势资源共享、有利于对创新成果的理解和推广应用。美国的制造业创新所集国家层面、区域层面和整个供应链上所有可能的创新力量于一

体, 每个成员都职责明确、贡献自己的资源特长并获得相应的收益; 集创新链各环节于一体, 提供研发、工程、新型劳动力培育、新标准制定的能力; 还通过创新网络把每个创新所的成功经验和失败教训传递给其他创新所, 有利于提高整体创新效率。

有为而不越位的政府角色。在着手发展先进制造业之初, 美国政府就提出, 政府的创新政策着眼于三个目标: 提供总体上最好的经商环境、实现新技术在本国开发、拥有使科技型企业得以快速发展的基础设施。这三点归结起来就是, 在创新活动中政府的职能是克服市场失灵, 弥补私人企业的不足, 而不是替代市场主体去创新。从上述创建创新所的过程中看得出, 政府担负了这样的角色: 新兴前沿技术创新的发动者、催化剂、监督者和传播者, 比如提出创建新型创新机制和工作任务, 提供启动资金, 动员全部可能的政府力量给予支持, 以市场规则吸纳社会创新要素, 建立创新所网络传播创新经验, 建立监督和评估规则保证实现预期目标。

参考文献

- [1] 法格博格. 牛津创新手册[M]. 北京: 知识产权出版社, 2009.
- [2] 弗里曼. 工业创新经济学[M]. 北京: 北京大学出版社, 2004.
- [3] 国家知识产权局. 2015年中国专利调查数据报告[R]. 2016.
- [4] 国务院. 中国制造2025[R]. 2015.
- [5] 陆娅楠. 创新过程中仍有不合理成本[N]. 人民日报, 2016-06-06(13).
- [6] Department of Commerce, National Network for Manufacturing Innovation Program Annual Report, 2016:11.
- [7] Executive Office of the President, Report to the President on Ensuring American Leadership in Advanced Manufacturing, 2011:9.

【作者简介】 张建华: 上海对外经贸大学国际经贸研究所副教授、硕士生导师。研究方向: 创新经济学。

A Case Study on U.S. Building New Advanced Manufacturing Innovation Mechanism

ZHANG Jian-hua

(Institute of International Business and Economics of SUIBE, Shanghai 200336, China)

Abstract: The manufacturing innovation institute which is found by American government is a new innovation mechanism for addressing the new industrial revolution, it put governments, industries and academia together for achieving Leapfrog innovation in advanced manufacturing technology. Its core functions are developing new technologies, educating and training new workforce, and forming a sustainable business model, and connecting the institutes into a network amplifies their impact on advanced manufacturing and benefitting the entire nation. Among this, the government endeavor but not offside: overcoming market failure on pre-competitive development of technology, remedying the shortage of enterprise, supervising innovative performance and ensuring to come true the expected goals. All of this is reference for “establish manufacturing innovation centre” which is presented in made in China 2025.

Keywords: new industrial revolution; advanced manufacturing; innovation institutes; innovation mechanism; China Manufacturing 2025

(责任编辑: 山草)