

引用格式: 阳勇, 嵇晓宇. 美国“双D”运行模式分析及对军工科研院所科技创新启示[J]. 世界科技研究与发展, 2024(3): 334-349.

# 美国“双D”运行模式分析及对 军工科研院所科技创新启示

阳勇\* 嵇晓宇

(中国工程物理研究院总体工程研究所, 绵阳 621999)

**摘要:**随着我国经济的飞速发展,我国科技实力也取得了较大提升。军工科研院所作为国防科技创新发展的主要引擎,为我国装备性能提升和科技创新发展做出了巨大贡献,扮演着极其重要的作用。但是,在科技强国战略总体指引下,我国军工科研院所科技创新能力与美国相关组织机构科技创新能力相比在协同创新、前沿科技项目生成与管理、成果转移转化等方面存在一定不足。为此,本文以美国国防科技创新“先锋”——美国国防高级研究计划局(DARPA)和国防创新小组(DIU)为研究对象,对比分析其组织架构、运行模式、主要优势、相关举措等,得出了DARPA、DIU的独特之处与成功之道。结合我国军工科研院所的发展现状,从宏观层面提出了军工科研院所科技创新的相关建议,从完善科技协同创新体系、构建创新前沿科技项目的生成与管理机制、丰富战略研究专家委员会并完善相关机制、发挥专家委员会作用等角度提出了具体建议和措施,为军工科研院所科技创新发展提供参考。

**关键词:** DARPA; DIU; 科技创新; 创新体系; 军工科研院所

**DOI:** 10.16507/j.issn.1006-6055.2023.11.002

## Analysis of US “Double-D” Operation Mode and Its Enlightenment to Scientific and Technological Innovation of Military Research Institutes

YANG Yong\* JI Xiaoyu

(Institute of Systems Engineering, CAEP, Mianyang 621999, China)

**Abstract:** With the rapid development of China's economy, China's technological strength has also made significant improvements. As the main engine for the innovation and development of national defense technology, military research institutes have made tremendous contributions to improving equipment performance and technological innovation in China, and playing a vital role. However, under the overall guidance of the strategy of building a strong country through science and technology, there are certain deficiencies in the technological innovation capabilities of China's military research institutes compared to relevant organizations in the United States, such as collaborative innovation, generation and management of cutting-edge technology projects, and transformation of achievements. Therefore, this paper takes DARPA and DIU, the

\* E-mail: yangyong13142006@163.com; Tel: 0816-2484048

pioneers of defense technology innovation in the United States, as the research objects. The unique features and success oaths of DARPA and DIU are identified through analysis through comparative analysis of their organizational structures, operational mode, prominent advantages, and related measures. Based on the current development status of military research institutes, relevant suggestions for scientific and technological innovation in military research institutes are proposed from a macro level. Specific recommendations and measures are proposed from the perspectives of improving the scientific and technological collaborative innovation system, constructing the generation and management mechanism of innovative cutting-edge scientific and technological projects, enriching the strategic research expert committee and improving relevant mechanisms, and playing the role of the expert committee, providing a reference for the development of scientific and technological innovation in military research institutes.

**Keywords:** DARPA; DIU; Scientific and Technological Innovation; Innovation System; Military Research Institutes

当今世界,创新活动愈加活跃,创新环境正经历重大变化,技术推广速度加快、壁垒显著降低,信息获取和传播愈加广泛。为应对新军事变革,发展颠覆性技术,突破国防科技创新发展瓶颈,改善创新环境,提升创新效率,美国率先采取了系列措施,积极探索商用技术服务于军事领域,大力推动国防科技创新发展。例如,洛·马公司采用总部级研发与军方科研的战略协同机制,最大限度地保证第一时间进行需求调整、研发计划设定以及装备性能提升。美国通用电气公司(General Electric Company, GE)持市场导向,前瞻布局创新性研发,预测未来技术发展趋势,研判未来发展方向,并给出未来发展道路。

军工科研院所是指主要从事武器装备研发、生产、经营、具有明确国防背景的科研院所,是国防科技创新发展的主要引擎,在国防军事装备研发、保障国家战略安全、维护国家主权方面等发挥了重要的基石作用,为我国装备性能提升和科技创新发展做出了巨大贡献,取得了诸如“两弹一星”“载人航天”等举世瞩目的伟大成就。但是,在科技强国战略总体指引下,面对新时期国家创新发展新的更高要求,我国军工科研院所由于其固有的体制机制、传统管理模式等问题,其科技创新能力与美国相关创新机构的创新能力相比在协同创新、前沿科技项目生成与管理、成果转化

等方面存在一定不足<sup>[1-4]</sup>,总体而言,主要存在以下三方面的问题。

**军工科研院所人才创新性不足。**1) 军工科研院所尤其是国字号军工科研院所由于其特殊的行业地位,在人才招聘过程中,往往只瞄准部分高水平高校的硕士研究生与博士研究生,部分专业特色明显、专业能力强的普通高校优秀创新人才难以进入军工科研院所之列,过于强调新入职人员的学历,较少关注新入职人员的创新能力。2) 军工科研院所人才队伍结构的合理性不足。军工科研院所科研人员队伍具有高学历、高占比的特点,但缺乏优秀的尖端人才和创新领军人才,且人才队伍的结构比例不协调,团队式科研范式缺乏,难以形成具有领域影响力的创新团队。3) 军工科研院所人才引、育、用、留、评、励、退方面缺乏有效机制。军工科研院所由于其评价体系问题,在人才评价方面难以跳出破“四唯”的固有框架以及在奖励分配中存在不同程度的“平均主义”现象,使得军工科研院所科研人员的创新主动性缺乏<sup>[5,6]</sup>。

**军工科研院所管理层级复杂、管理效率不高。**军工科研院所由于其森严的行政管理体制(具有强计划、弱市场的特点),管理层级较为复杂<sup>[7]</sup>。军工科研院所由于其管理体系复杂、管理层级众多、项目研制过程的各级审核把关程序冗长等因素,在研制计划性国防装备方面具有其独特优势,但

面对那些需要快速响应国家和市场需求的产品,尤其是众多需要进入市场的装备往往因为研制周期长、研制成本高、产品力不足等因素导致产品竞争力不足而错失市场先机和发展良机。2)在外协、采购管理方面,军工科研院所为了确保采购、外协合法合规,在相关外协采购管理办法、采购流程、过程管理、结题验收等方面设置了诸多影响效率的程序,一定程度上挫伤供应方的合作积极性,同时也极大降低了采购、外协效率,进而影响科研效率<sup>[8]</sup>。

军工科研院所协同创新意识不足,协同创新能力欠缺。1)在军工科研院所内部,由于采用了越来越精细化的管理体系,其内部分布着若干具有极强专业属性的研究部门,各部门之间由于功能划分、部门利益等因素,存在明显的“部门墙”问题,导致各部门之间的主动协同创新意识不足;2)在军工科研院所外部,在与外界企业、高校进行协同攻关方面,由于其特殊的行业性质以及具有一支高层次的研究队伍,以及对合作单位“保密资质”以及相关行业准入标准的要求,使得很多具有创新能力和合作意愿的中小民营企业、高校难以进入军工科研院所合作对象之列,一定程度上影响了军工科研院所的产品创新能力;3)此外,由于军工科研院所相关项目需求背景涉密等问题,加之在进行需求凝练(尤其是科学问题凝练)方面的能力不足,在与外部优势创新力量沟通交流方面难以快速达成一致,一定程度上影响了优质创新力量协同攻关积极性。

本文以美国两个典型创新机构美国国防高级研究计划局(Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA)和国防创新小组(Defense Innovation Unit, DIU)(简称“双D”)为研究对象,通过深入分析“双D”的使命、定位、组织架构、运

行模式等,总结出“双D”在推动美国科技创新以及颠覆性技术创新方面的共性优势,为我国军工科研院所科技创新提供参考。

## 1 DIU 演变历程及运作模式

为维持美国的全球技术领先地位,美国国防部抓住新一轮科技革命机遇,打破传统固有创新模式,进一步健全包括政府、企业、社会在内的创新生态系统,快速实现创新。2014年,美国发布《四年一度防务评审》(Quadrennial Defense Review, QDR)报告,将创新确立为美国国防战略主线;同年,美国提出了“国防新倡议”(Defense Industry Initiative, DII),以期通过发展新的军事理论和技术达到主导未来战争、巩固其军事领域绝对优势地位的目的。为了打破固有模式(如军方繁琐的官僚程序和规章制度)、实现快速创新(现有模式不适应技术的快速发展需求,民用领域技术发展水平已大大超越国防领域),促进创新要素双向流动,推动军民科技深度融合,2015年4月,时任国防部长阿什·卡特在硅谷宣布成立国防创新试验小组(Defense Innovation Unit Experimental, DIUx),作为美国国防部在硅谷的常设试验组织机构,并在组织架构、职能任务和运作模式等方面进行了革命性创新与尝试,与DARPA等传统创新机构形成强有力的补充,发挥国防部与创新活力更强的商业领域互动平台作用,快速实现先进商业技术向国防军事领域转化<sup>[9]</sup>。

### 1.1 DIU 组织架构

DIUx成立之初,由于预算有限(仅数千万美元),主要针对国防部门的需求,帮助那些新兴公司的先进、成熟商业技术向军事领域转化。但在实际操作过程中,DIUx本身的组织架构问题、原有政府采购程序繁琐等问题日渐突出,严重制约

了DIUx的工作效率和新兴企业/创新公司参与国防事业的积极性,如何进行组织优化和采购程序简化成为了亟待解决的重大问题。

基于上述考虑,2016年5月,历时8个月的初步运行后,美国对DIUx的运行模式和组织管理等进行了优化升级和调整重组,包括采用合伙人制度、实行更加扁平化的组织结构等。两年后的8月,DIUx更名为DIU,成为美国国防部的正式常设机构。DIU的组织架构如图1所示,主要由两支团队组成,一支是负责把军事技术需求反馈给创新企业将创新企业快速引入到国防部的“商业联络团队”;另一支是负责将创新商业技术转移至国防部并负责在国防部进行推广应用的“国防联络团队”;主要人员包括政府雇员(文职人员)、兼职预备役人员以及联络官。

## 1.2 DIU的主要运作模式

### 1.2.1 DIU主要职能

从成立之初,DIU主要负责与创新企业建立联系并加强沟通,寻找和探索颠覆性技术和新兴前沿技术,建立国防部在硅谷的“前哨”,提高从高新技术企业获取新兴技术的能力,其主要职能有

以下5项。

1) **拓展渠道**。DIU通过与那些拥有先进技术和军事应用潜力的新兴公司建立直接联系,为那些在某一领域拥有技术优势的、未曾与国防部门打过交道的新兴企业/创新公司提供与国防部建立联系的机会和渠道,进一步拓宽美军方获得颠覆性、前沿性技术的渠道。

2) **搭建平台**。搭建军方与新兴企业/创新公司之间进行沟通交流的平台,为新兴企业/创新公司提供一个技术展示的机会。

3) **打破壁垒**。DIU凭借其掌握的国防军事需求和对硅谷创新企业技术先进性和军事应用潜力的战略研判,建立了美军方与硅谷众多的创新型企业之间的联系,为颠覆性、前沿性技术向军事领域转化提供了渠道。

4) **技术论证**。DIU另一个重要职能就是对那些拥有军事应用潜力的新兴技术进行原理论证,为后续的技术军事化应用和转化提供技术指导和转化指引。

5) **发掘人才**。DIU通过对创新型企业的了解,甄别创新企业中的创新人才,推荐并选派到美国

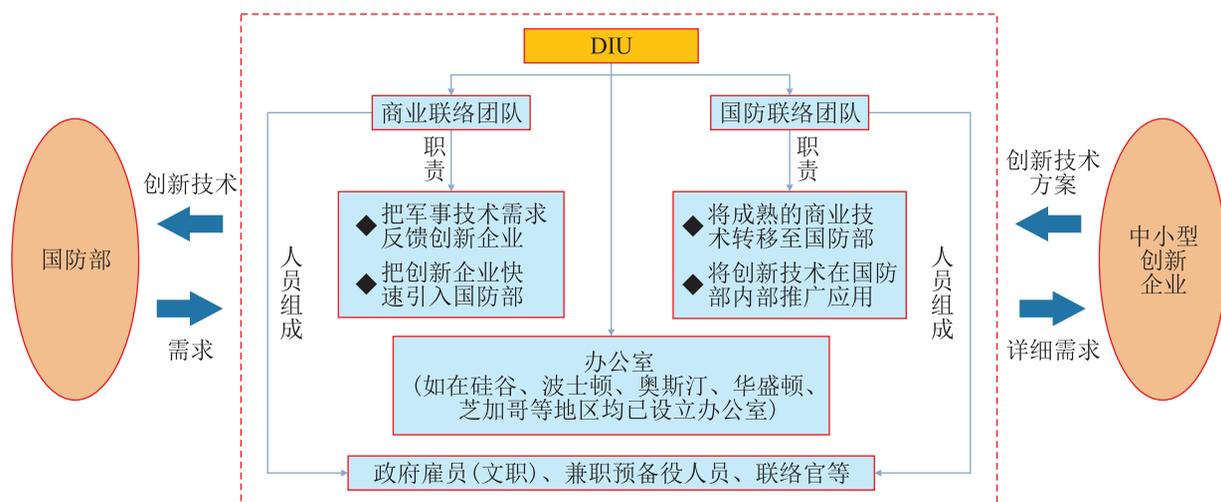


图1 DIU组织架构

Fig. 1 Organizational Structure of DIU

防部工作,既提升了国防部创新人才的质量,又能为创新企业人才成长提供更宽广的道路,进一步强化国防部与创新企业之间的联系。

### 1.2.2 DIU 运行模式

DIU 的运行模式如图 2 所示:1)DIU 根据国防部需求及战略研判,向商业公司广泛发布前沿需求信息;2)商业公司获得需求之后,评估自身优势和能力,提交相关材料;3)DIU 根据征集的信息,组织各种形式的技术展会;4)DIU 从参展的众多商业公司中遴选出符合技术要求的目标公司;5)DIU 与目标公司建立联系并与国防部/军兵种进行沟通;6)国防部/军兵种通过对目标公司的技术/产品进行检测合格并满足需求后,将相关信息反馈给 DIU;7)DIU 将目标公司及相应技术方案推荐给国防部/军兵种,国防部/军兵种对目标公司及相应技术方案审核通过之后,DIU 随即与目标公司签订意向合同;8)随后,国防部/军兵种通过注入资金,并逐渐将政府资金、风险投资引入目标公司扩大规模,实现多方共赢<sup>[9]</sup>。

### 1.3 DIU 主要创新举措

DIU 的创新举措主要有如下 3 方面。

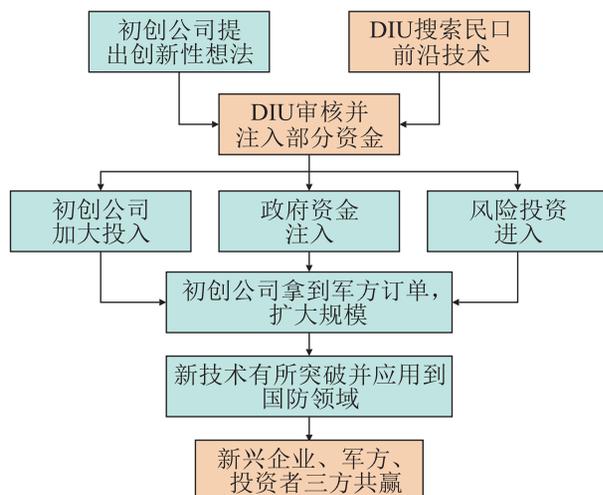


图 2 DIU 运行流程

Fig.2 Running Process of DIU

1) 成功搭建中小型创新企业与国防部之间的技术转化桥梁。DIU 成立之前,美国国内众多的中小型创新公司虽然拥有相关技术优势,但由于没有跟国防部建立合作关系的渠道,难以进入国防部的采办系列。为充分发挥这些中小型创新公司的创新能力,丰富国防部技术创新渠道,加速国防创新步伐,美国国防部成立了 DIU 以建立中小创新主体与国防部之间的联系。通过近七年的运行和调整,DIU 充分发挥中小型创新公司的独特优势,与之签订了数百项采购合同,为国防部推送了数百项优质创新方案/产品,极大地提升了美国的创新实力。

2) 持续优化外部创新技术向国防领域转化应用的流程。传统国防采办过程程序复杂、流程冗长、响应极慢,使得很多目标公司在进行技术/产品向国防领域转化过程中出现“主动放弃”等现象,造成了项目夭折,这被称为研发转向原型生产的“死亡之谷”。DIU 为了克服“死亡之谷”,一方面通过引入“其他交易权限”(Other Transaction Authority, OTA) 合同,使得目标公司不必经过五角大楼复杂的法规流程,可以直接进入原型阶段<sup>[10,11]</sup>;另一方面,创新采办流程,提出“商业领域开放方案”(Commercial Solutions Opening, CSO) 征集流程(图 3)。2016 年,DIUx 从最大程度简化签约流程角度出发,对原有政府采办流程进行大幅简化,提出了 CSO 流程,通过持续性、开放性、竞争性招标,吸引那些拥有技术优势的初创企业、新型创新公司等创新主体将先进技术积极向国防军事领域转化。CSO 流程主要包括方案概要初评、方案内容详评、提案评估、签订合同等四个流程,以实现前沿性、颠覆性技术向军事应用领域转化。CSO 流程的实施极大简化了国防采办流程,吸引了大量非传统防务承包商参与国防部业务。自

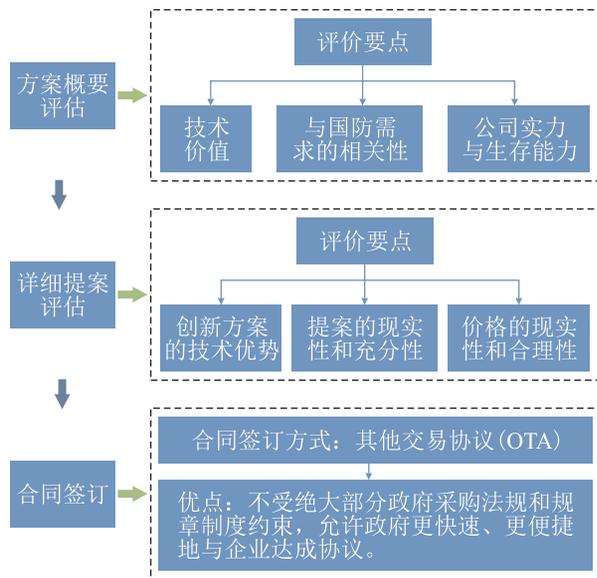


图3 CSO 流程

Fig. 3 The Procedure of CSO

2016年启动CSO以来,合同从征集到最后授出,平均时间不到两个月(约59天),避免了创新项目在转化过程中提前夭折。

3) 投资高新技术、颠覆性技术领域。DIU 主要关注和投资具有颠覆性、前沿性的科技项目,包括人工智能、自主系统、先进网络、先进能源与材料、人因系统、太空等技术领域(各领域重点关注方向如图4所示)。通过这样的做法,一方面避免与美国传统军工企业(如波音、洛克马丁等)在传统领域的竞争,与大型军工企业构成互补优势;另一方面,充分发挥中小型创新公司在独特创新领域的技术优势,快速响应技术变化趋势和国防创新需求;第三,中小型创新公司由于其固有的资金规模小、研发团队小等现实问题,实现投资小、研制周期短、风险低的目的。

1.4 DIU 的主要成就

DIU 自成立以来,在推动国防科技创新和军事能力提升等方面发挥了较大作用。据统计,截至2022年9月,DIU 共征集到5000余份创新提案,成功促使其中50余份提案进入后续采办阶

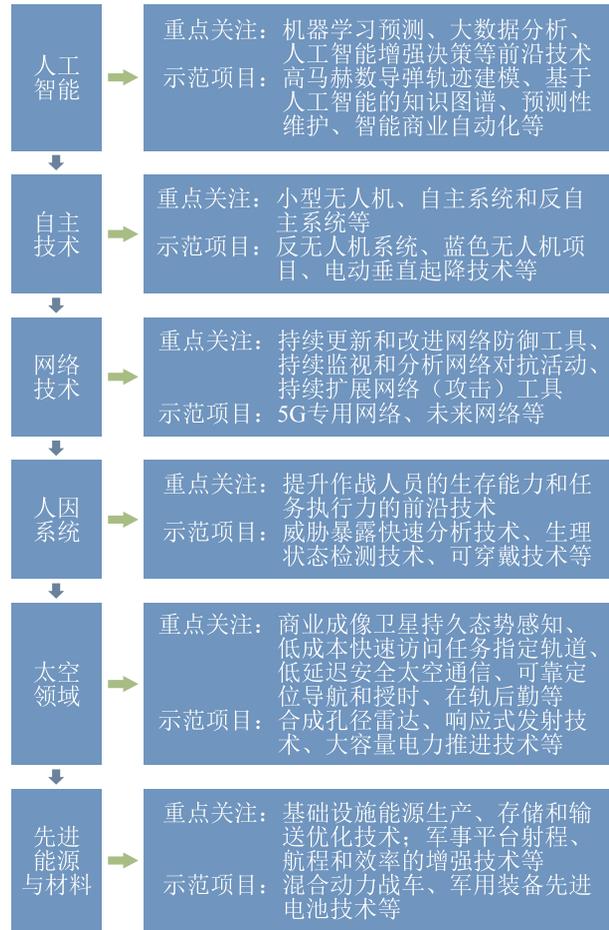
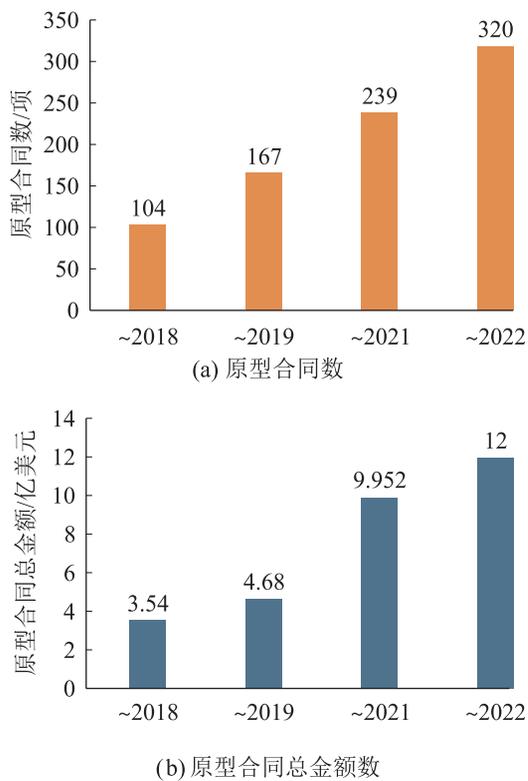


图4 DIU 重点关注和投资的技术领域

Fig. 4 Technical Areas that DIU Focuses on and Invests in

段,300余家创新型企业授出320余份交易原型合同,涉及合同总金额达12亿美元(各年度累计数据如图5所示)<sup>[12]</sup>。同时还向其他创新企业授出近50亿美元的OTA合同。由图5可知,2016至2018年,DIU 共授出总计3.54亿美元的104项原型合同,撬动风险投资资金高达40多亿美元;2019年授出63份原型合同,合同总金额达1.142亿美元;2022年,DIU 授出原型合同81份,合同总金额达2.048亿美元。

DIU 在创新项目征集和转化方面不断取得突破,在采办方式上不断创新和优化。首先,OTA 合同的签订能够让目标公司省去绝大部分政府采购中的繁杂的规章制度,尤其是当DIU 遇到与现行



注:横坐标表示从 2016 至该年份

图 5 DIU 2016—2022 年期间授出的原型合同总数与总金额情况

Fig. 5 The Total Number and Amount of Prototype Contracts Awarded by DIU from 2016 to 2022

政策冲突的问题, DIU 可直接向国防部相关领导申请免于执行相关规定,从而确保 DIU 能够以最便捷的方式促成创新公司与国防采办部门之间合作协议;其次,通过持续发挥国家安全创新基金作用,为众多生产军民两用硬件产品的初创公司解决了企业资金短缺问题,激活了若干拥有技术优势的小型企业的同时,也为军方拓宽了先进技术供应渠道;第三,通过持续构建国防安全创新网络,通过广泛吸纳创新人才、充分挖掘创新技术、撬动风险投资等方式,强化了美军方解决问题、加快创新的能力。

## 2 DARPA 组织架构及运作模式

### 2.1 DARPA 组织架构

DARPA 是美国国防重大科技创新项目组织、协调和管理专门机构,主要致力于军事领域相关高新科技,推动基础科研向军事应用的转化。作为美国军民一体化实践的重要载体, DARPA 一直致力于为解决美国中长期国家安全问题提供高技术储备,对具有潜在军事价值的高新技术在军事上应用的可能性进行分析研究,并按下达的科研计划要求,对跨军种的重大预研项目进行技术管理和指导,促进美国国防科技发展。

DARPA 组织架构如图 6 所示,在技术领域设置了若干项目办公室,也称业务部门,并根据战略方向的变化不断调整。在组织方面, DARPA 采用扁平化组织体系,构建了一套高效的科研管理机制。此外,由于 DARPA 没有自己的实验室和设备,在一定程度上决定了其具有较大的灵活性和创新性,并能够快速决定项目的启动、继续和终止<sup>[13]</sup>。

### 2.2 DARPA 的主要运作模式

1) 采用项目经理制。在项目管理方面, DARPA 采用项目经理全权负责制,项目经理作为科研工作的核心主体,所有工作都是围绕和依靠项目经理开展。因此,项目经理必须具备突出的技术敏感度和技术必需知识、熟悉军方需求、拥有项目管理经验和卓越的组织才能、具有创新思维和开拓精神、具有企业家才能和个人品质等特点。项目经理一般采用短期合约方式进行聘任(3~5 年),每年更换率约 25%,最大限度保证了创新力度<sup>[14]</sup>。DARPA 项目管理流程总结起来可用图 7 所示的流程表示,该过程是一个从想法提出→想法论证→技术方案生成→方案 PK→方案获得支持→项目执行的全过程。可以看出, DARPA 支

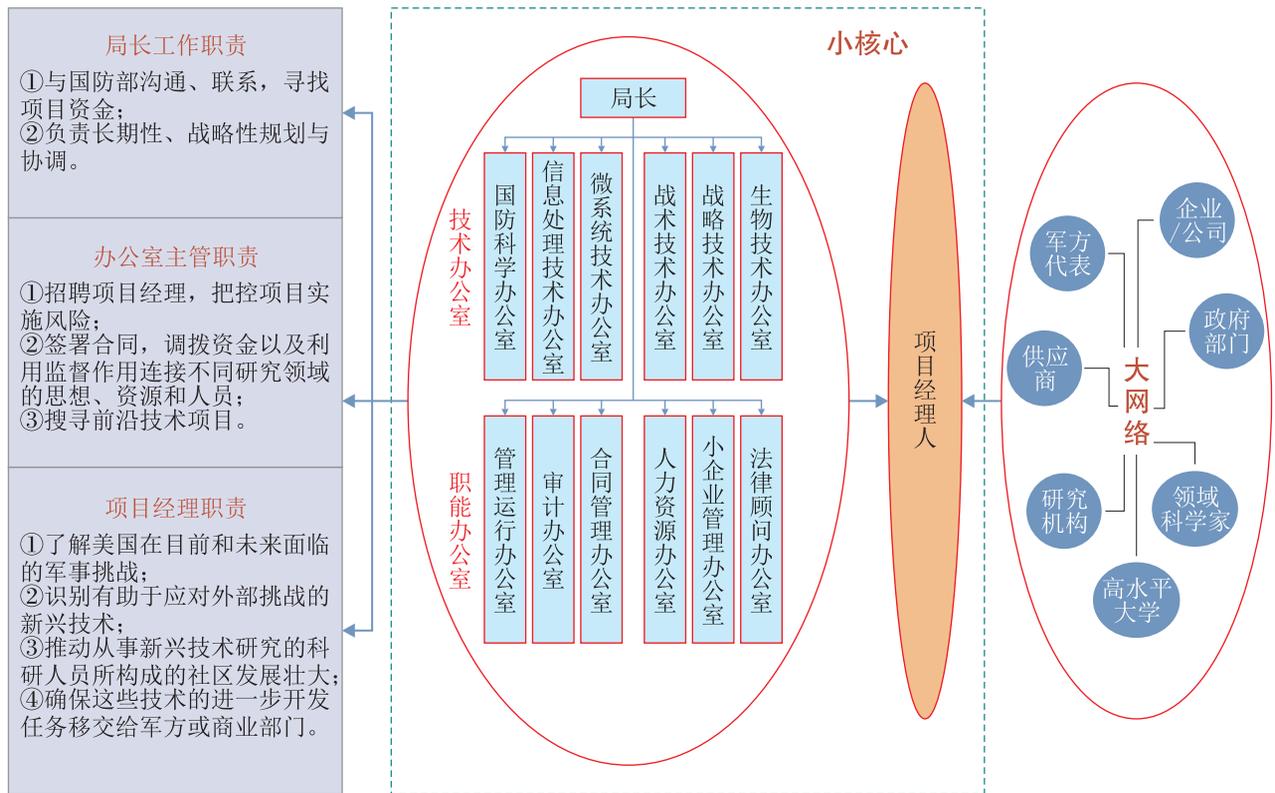


图6 DARPA 组织架构

Fig.6 Organizational Structure of DARPA

持的很多项目要么是国防部有明确的需求,要么是 DARPA 通过社会征集颠覆性技术设想,这些项目尚难以解决国防部需求或形成技术能力,需要通过遴选技术方案和技术攻关方能形成产品或能力。

2) 采用“开放灵活”的运行机制。DARPA 的“开放灵活”体现在以下 3 个方面。(1)DARPA 的创新想法来源是开放的。这些想法既可以是联邦政府计划性的需求;也可以是某人的天马行空的想法,想法不一定要给出技术实现路径,只要 DARPA 认为这个想法具有颠覆性、前沿性和创新性,就可能获得 DARPA 的支持。(2)DARPA 技术方案的征集和遴选是开放的。对于那些获得 DARPA 认可的、有价值的创意, DARPA 就会想方设法调动全世界力量进行攻关,只要具备攻关实力,都可能成为 DARPA 的资助对象。(3)DARPA 的过

程管理是开放的。在项目执行过程,不是某个单位获得了项目支持,就能确保该项目后续还能获得 DARPA 的支持;如果项目团队在技术攻关过程中进展缓慢,或者攻关过程出现了另一支方案更优的技术团队,该项目极有可能变成另一个技术团队的项目(原项目承接团队就只能被动退出项目攻关环节);这就需要项目承接单位在技术方案创新性、项目攻关速度、项目攻关成本等方面具有持续优势。开放的项目过程管理,使得 DARPA 对项目的创新性、项目攻关效率、项目质量方面具有绝对的掌控力度。

3) 实行高效灵活的技术决策机制。DARPA 主要进行两方面决策:一是未来军事技术发展方向的战略决策, DARPA 会持续跟踪最前沿的技术发展态势,每几年发布一版战略规划,确立若干战略方向,确保方向的持续领先;二是具体项目筛

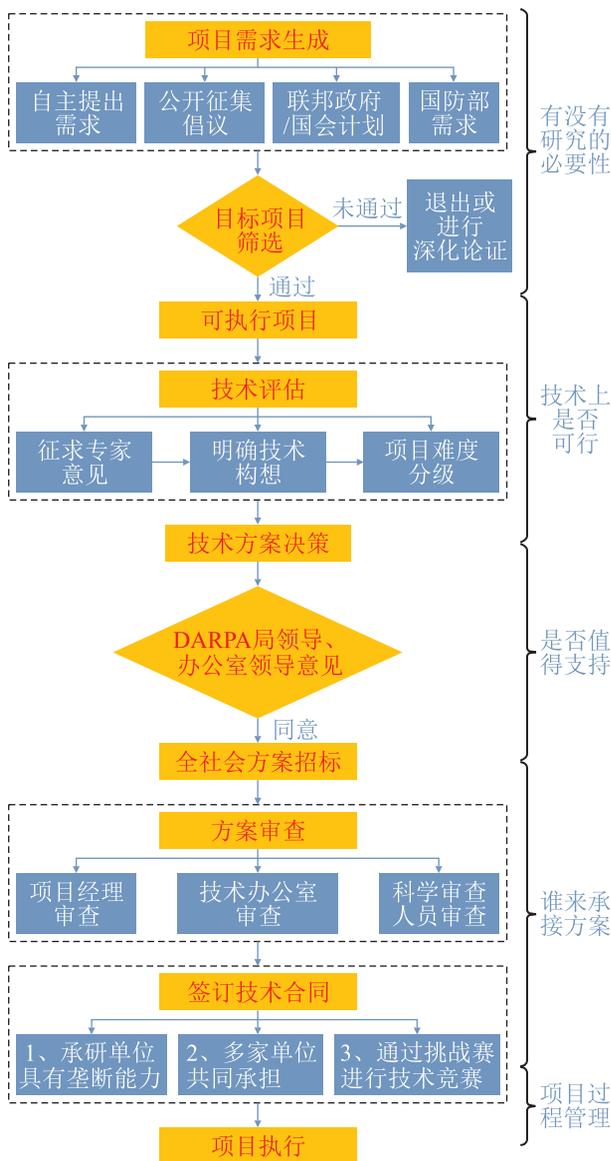


图7 DARPA项目管理流程

Fig.7 Project Management Process of DARPA

选和评估决策,采用全程式竞争机制随时吸纳更新的技术方案。如果新的技术方案优于现有方案, DARPA 会及时选用新技术方案,使得承研机构必须不断追求技术进步,这种决策机制也成为 DARPA 的重要创新驱动力。此外,在技术转移转化方面, DARPA 在项目审查与评估整个过程中始终贯彻“技术转移转化”理念,并设立专门的机构负责新技术的转移转化,通过构建双边“联络员”机制以加强与客户的沟通交流,积极参与美国防

部组织的技术转移转化项目,确保先进技术能够快速形成战斗力<sup>[15,16]</sup>。

4) DARPA 采用扁平化的项目管理机制。DARPA 整个组织机构均采用扁平化的管理体系,对上而言, DARPA 局长能够直接对接国防部部长等高级官员,一方面便于以最快的速度、最便捷的方式获得国防部的需求,另一方面也能够摒弃逐级汇报的繁琐过程,让项目实施更加高效;对下而言, DARPA 局长直接对接相关技术办公室,没有中间环节。这样的组织结构直接决定了其高效的管理过程,也是 DARPA 能够不断取得成功的关键之一。

### 2.3 DARPA 的主要创新举措

DARPA 能够成功引领世界科技发展,源于其如下优势<sup>[17]</sup>。

1) 充裕的、可自主支配的资金。DARPA 规模较小,项目经理仅 100 余人,其余的支撑保障人员约 100 人,却掌握着约 30 亿美元/年的财务预算,每个项目经理每年负责 1000 万 ~ 5000 万美元不等的经费,平均每年运营 200 余个科研项目。图 8 给出了 DARPA 近五年的预算变化情况,除 2021 年前后因为疫情导致美国经济受挫而出现经费预算短暂下降之外,基本保持着平稳增长的态势。

2) 拥有全国性的、独特的资源。DARPA 从

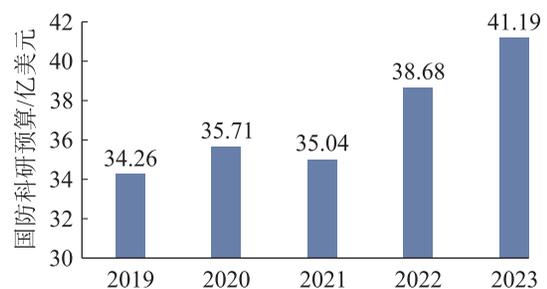


图8 DARPA 近五经费预算变化情况

Fig.8 Changes in Funding Budget in Past Five Years of DARPA

事着其他军种/部门不愿意从事的难度高、投入时间长、关系国家安全与利益的“急难险重”技术研发,这在一定程度上决定了 DARPA 在美政府心中不可或缺的地位。由于 DARPA 直接接受国防部的指令,直接响应国防部的第一手需求,这就决定了它在推进相关技术向国防领域转化过程中能够绕开联邦政府繁杂的程序流程,敏捷实现创新技术的快速研发与应用转化。此外, DARPA 背后有强大的智囊团,一是国防科学研究委员会(Defense Science Research Council, DSRC),由全美最顶尖的数十位科学家、工程师、项目官员共同组成。另一是国防咨询小组(JASON, JASON 一词由其创始人之一密尔德雷德·古德伯格(Mildred Goldberger)的妻子提出),是一个独立且相对保密的、由全美相关领域顶级科学家组成的委员会, DARPA 一般会把极度复杂的、棘手的技术问题交由 JASON,借助 JASON 的力量提供解决方案。

3) 实行灵活的岗位轮换制度。为了保持人力资本的前沿性和灵活性, DARPA 实行岗位轮换制(一般任期 3 ~ 5 年),这种轮换制度可能会影响项目的连续性,但是一个好的项目,如果得到局长认可,就有可能获得 10 年左右的持续资助。这种轮换制度也避免了部分官员因为年龄、思维惯性、个人偏好等因素导致对颠覆性技术的误判,使得 DARPA 持续保持技术领先。

除了上述独特优势, DARPA 还拥有如下创新举措。

**第一,决策机制。** DARPA 的决策主要包括两个层面。1) 战略层面, DARPA 会借助全国领域知名专家的智慧优势,深入分析技术发展趋势,研判技术走势,提出并定期/不定期发布战略规划,确立若干战略发展方向,为未来几年项目支持提供战略指引。2) 项目层面, DARPA 创新性地提出了

全程竞争的项目管理机制,这种管理机制不同于常规的管理机制(常规项目只要获得了立项支持,项目团队就可能觉得高枕无忧,只要不影响项目结题就行),在项目执行过程中,如果有更好的项目方案、更优的技术路线, DARPA 会将已立项的项目与新的项目方案进行比较,如果已立项的项目从技术的先进性、关键技术攻关进度等方面没有绝对优势, DARPA 就可中止已立项的项目,转而支持更佳的项目方案。这就促使项目团队必须时刻保持竞争状态,在项目的先进性和推进速度等多方面保持绝对领先地位。

**第二,项目经理。** DARPA 采用项目经理负责制,所有的项目都是依靠项目经理进行开展。因此, DARPA 的项目经理需要拥有如下技能:1) 极强的专业知识能力以及对颠覆性技术的敏感能力,这样方能确保项目经理能够准确识别那些有价值、有潜力的技术;2) 熟悉美国军方需求,这就需要项目经理要么拥有丰富的学识,要么在美国军方相关机构有工作经历,或者在相关军工研发部门从事过研发或管理工作;3) 超前的创新精神和开拓意识,只有这样才能在需求征集、项目遴选的过程中打破常规束缚,遴选出那些“高价值、高风险、高回报”的项目开展探索研究。

**第三,技术转化。** DARPA 支持的项目一般都是超前的、具有革命性和颠覆性的新技术/产品, DARPA 会根据不同技术的特点设置不同的技术转化路径,总结起来主要有三种技术转化路径:1) 难以直接转化的技术, DARPA 会以项目的方式支持高校、企业等民间机构开展探索研究,降低技术不确定性带来的风险,再由民间机构向军方机构进行推荐;2) 能够直接转化的技术, DARPA 通过代理的方式借助军方实验室实现技术转化;3) 不能立刻转化的新技术, DARPA 会在军方接受新技

术前的空白期与军方签订采办谅解备忘录,加快技术转化<sup>[18]</sup>。

### 3 DARPA 与 DIU 的异同

#### 3.1 不同之处

虽然 DARPA 与 DIU 均为引领科技创新、孕育科技创新成果、确保国防领域乃至国家层面技术领先的创新组织机构,同样专注于预研创新,保持美国的技术领先地位,但两者也有着本质的不同,主要体现在如下三方面。

1) **创新动力来源不同**。DARPA 的创新是由内而外,而 DIU 是由外向内。DARPA 更关注内部的军事科技创新,经过研发投资,对具有潜在军事价值、风险较大的高新技术进行验证和演示,争取获得国防部、国会及各军兵种的支持,随后转入军种采办和列装;而 DIU 更注重借助外部创新,跳出美国政府的固有框架,结合国防部的需求,广泛发掘并识别中小型创新企业的创新技术,并大胆地对创新型中小企业的前沿新兴技术进行资助和积极转化,利用商业技术的创新发展来推动国防创新,进一步丰富了国防部创新来源和渠道<sup>[19]</sup>。

2) **目标对象不同**。DARPA 的对象主要为诸如波音、洛克马丁等具有国防背景的大型企业,而且跟美国国防部建立了良好的合作关系, DARPA 有新的想法时,不用大海捞针般地寻求可能的目标公司,只需要在这些中大型创新中发布消息,择优支持而已; DIU 的对象主要是与国防部没有打过任何交道的小型创新公司,他们虽然没有跟国防部打过交道、规模小,但这小型创新公司可能拥有很多创新技术,而这些创新技术可能正是国防部需要的,且具有技术独特、响应快速等特点,与大型创新企业形成良好互补。

3) **创新想法实现过程不同**。DARPA 的想法

提出来之后需要论证想法的合理性,然后寻求创新型企业将想法变成“现实”,该过程需要经过长时间的论证和技术攻关;而 DIU 获得国防部创新需求之后,更多需要的是 DIU 的成员凭借敏锐的直觉和在各地的办公室通过对本地区创新企业的了解来寻求可能拥有该技术的创新公司,然后再将该创新公司的技术经过适当处理即可推荐给国防部,无需经过数年甚至十余年的攻关,响应快、成本低。

#### 3.2 相同之处

本文研究认为, DIU 和 DARPA 都有如下共同优点,促成二者在科技创新方面取得成功<sup>[20-23]</sup>。

1) **扁平的组织结构,这决定了机构的运行效率**。DARPA 和 DIU 都深知更少的管理层级对机构运行效率提升的极端重要性,因此, DARPA 和 DIU 均采取了极为扁平的组织结构,并且不需要经过中间繁琐的管理环节,可以直接对接国防部,这种扁平的组织结构和高效决策能力直接决定其独特之处。因此,任何组织如果要想有效提升效率,就必须在组织架构上实现扁平化,同时提升各组织层级之间沟通和运作效率。

2) **雄厚的物质资本,这决定了项目的推进速度**。物质资本是项目实施的基本前提,只有具有了雄厚的物质资本,才能够第一时间组织优势资源进行技术攻关和项目推进,确保项目推进过程中不会因为资本短缺等因素导致项目延期或中止。

3) **非凡的智力资源,这决定了方案的技术水平**。智力资源的水平决定了每个项目的技术水平、技术路线。无论是 DARPA 还是 DIU,均能够将国内最顶尖的科学家、各领域的顶尖人才汇集起来为他们所用,同时,这些顶尖智囊团人员又与 DARPA、DIU 保持相对独立,他们不会受到组织的

各种因素左右而动摇自己的立场和观点,很大程度上保证了关键技术、关键领域、关键项目、关键节点、技术路线的决策质量。

4) 强大的组织关系,这决定了产品的推广效率。“双D”之所以能够具有超强的灵活性和执行力,强大的组织关系必不可少,只要项目具有一定的应用条件,就能够直接向国防部汇报并推动实施。实际上,很多高校、企业、科研机构有好的技术、产品,但是没有与上级部门有效沟通的渠道而往往只能被“无情地埋没”。

5) 灵活的人力配置,这决定了组织的生存能力。人是任何组织取得发展的最根本要素,由于“双D”均采用灵活的聘任制,这决定了DARPA和DIU的官员和雇员在推进项目实施过程中能够最大程度地发挥主观能动性,不会出现“在其位不谋其政”的不作为现象以及“消极怠工”的散漫现象;此外,由于DARPA和DIU的项目经理学识渊博、经验丰富、敢于创新,这样就保障了项目在遴选过程中的质量。

### 4 对我国军工科研院所创新的启示

本文通过对DARPA、DIU的对比研究,针对我国军工科研院所的发展实际过程中存在的突出问题,提出如下建议。

1) 加强与国内外创新型企业的沟通交流,及时掌握国内外创新企业在颠覆性、前沿性技术方

面的最新成果。当前,科学技术发展迅猛,军工科研院所作为国防科技创新的重要引擎,在前沿技术跟踪和布局方面理应主动作为、走在创新前列。具体而言,军工科研院所可以通过成立前沿技术跟踪研究小组、前沿科技战略咨询委员会等灵活的组织(咨询委员会成员应该包括高校的知名学者、军方采购部门专家、企业家代表、科研院所技术专家等来自不同领域、不同行业的专业人员),与具有相关颠覆性、前沿性技术创新的公司开展持续有效的科技交流,通过相关新兴技术进行持续跟踪研究,对相关技术的军事应用潜力和可行性进行分析评价,形成定期/不定期研究报告,并根据技术的成熟度和当前军事应用的迫切程度,形成不同应用转化阶段的技术发展路线图,为加快国防领域技术创新步伐提供具有权威性、科学性、前沿性、专业性的技术参考和强力支撑。军工科研院所开展前沿技术研究的一种范式如图9所示。

2) 创新体制机制,借助外部优势力量加快科技创新步伐。随着军民融合程度不断加深,军民结合产业覆盖的范围不断扩大,军工科研院所所在装备高质量发展过程中应进一步加强军民科研任务顶层统筹、规范管理,做有组织的科研,避免资源重复投入和资源浪费;另一方面,军工科研院所与民营企业、高等院校等创新主体之间应该在需求、资源等方面构建共通、共享机制,军工科研院

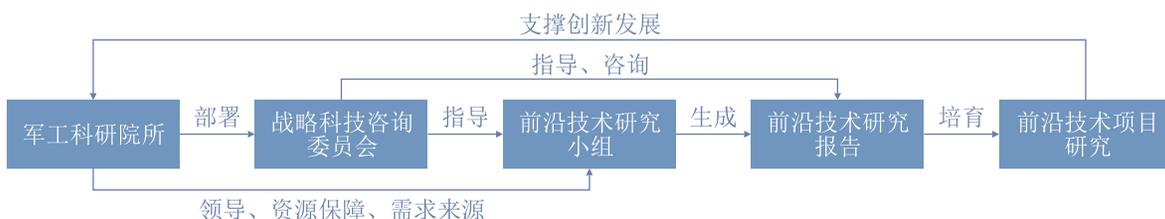


图9 军工科研院所开展前沿技术研究的一种范式

Fig.9 One of Cutting-edge Technologies Research Paradigms of Military Research Institutes

所可将急迫需要借助外部优势力量实现关键技术攻关的问题清单通过相关渠道及时发布给有解决能力的创新主体,加快技术攻关步伐<sup>[24-26]</sup>。在评价机制方面,构建以“创新”为根本的项目-科技-人才评价体系(图10),让引领技术进步的创新项目、围绕国家战略需求的前沿科技、解决关键技术问题的创新人才能够脱颖而出<sup>[27]</sup>,为装备性能提升和引领式发展提供强大支撑。

3) 充分借鉴先进商业理念,帮助外部创新企业创新成果快速转化为国防领域生产力。在最新的高科技经济发展大背景下,技术迭代不断加快,新

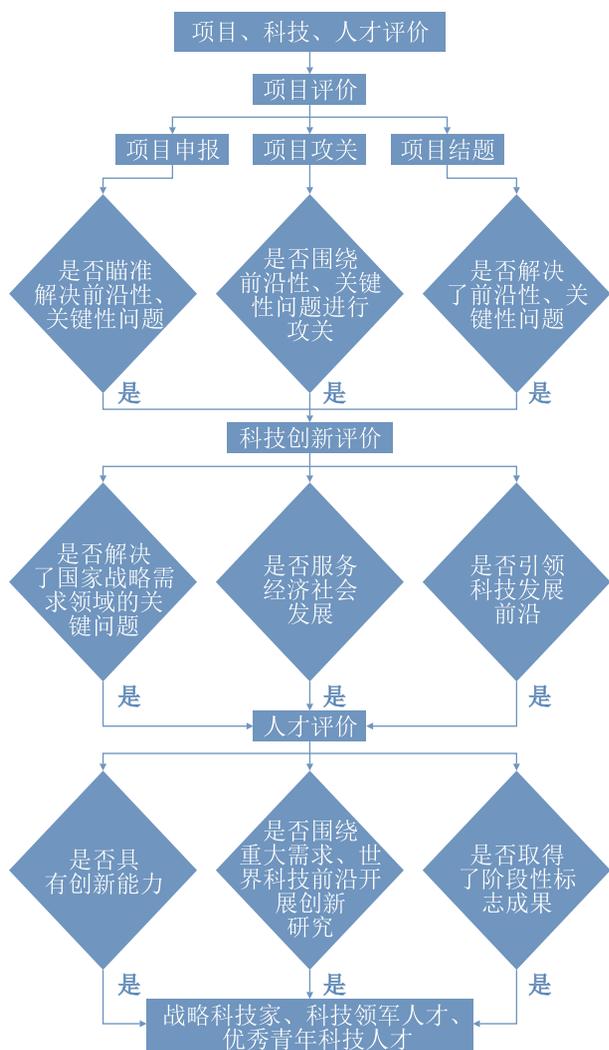


图10 以创新为标准的评价要点

Fig. 10 Evaluation Points Based on Innovation

兴技术不断催生作战模式的演进和作战装备的更新换代。军工科研院所作为武器装备研制的主要力量,应该在武器装备研制上大胆创新,充分借鉴先进的商业模式,快速实现外部创新主体的颠覆性、前沿性技术向国防装备领域转化应用,一种新型成果转移转化模式如图11所示。比如,军工科研院所结合军事应用需求,积极与外部创新主体共通成立新兴前沿技术创新联盟(如组建创新联合体<sup>[28]</sup>等新型研发机构),共同构建新兴前沿技术与先进装备之间的应用转化桥梁,实现先进技术的快速转化;在先进技术转移转化“最后一公里”,创造性地引入民间资本,为先进技术的快速转移转化提供充足的资金保障<sup>[29,30]</sup>。

4) 依托专家委员会构建强大的智力支撑团队。DARPA和DIU能够取得如此大的成功,背后强大的智力支撑是关键。军工科研院所应该高度重视专家委员会的作用,通过军工科研院所所在行业内的影响力来组织全国优势专家力量组成专家委员会,并给予战略研究专家更大的行动自由度和技术决策权。通过密切跟踪相关前沿领域,组织专门小组开展专题论证,形成战略研究建议,提前谋划和超前布局,并快速组织力量进行技术攻

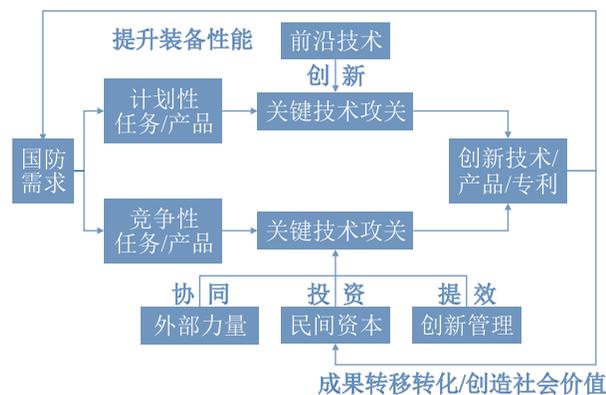


图11 一种新型成果转移转化模式

Fig. 11 One of New Modes of Achievement Transfer and Transformation

关和预先研究。此外,通过定期举行专家委员会联席会议、专题研讨会等活动,对全球科技发展形势进行分析,对重点关注的前沿领域进行战略研判与憧憬。

## 5 结论

本文针对我国军工科研院所人才创新性不足、管理层级复杂、管理效率不高、协同创新意识不足等典型问题,结合美国两个典型创新机构 DARPA 和 DIU 在科技创新、组织管理、与创新企业沟通交流等方面的先进做法,深入分析“双 D”在组织架构、运行模式、主要创新举措等方面的异同,总结出了“双 D”在推动美国科技创新以及颠覆性技术创新方面的共性优势。

军工科研院所作为我国军事装备研发的关键部门和中坚力量,其科技创新能力对装备性能的提升至关重要,对创新人才的成长也影响较大。军工科研院所应该充分吸纳 DARPA、DIU 等典型创新研发机构的先进模式和成功经验,结合自身发展定位,在快捷响应装备高质量发展需求、与外部创新主体的协同创新、提升新技术转化应用效率等方面实现自身创新能力的快速提升,进而为国防科技创新体系效能提升积极贡献力量,为国家科技创新能力提升发挥不可替代的作用。

## 参考文献

- [1] 海正银. 军工科研院所科技创新的思考[J]. 中国核工业, 2017(8): 43-45. (HAI Zhengyin. Reflections on Technological Innovation in Military Research Institutes [J]. China Nuclear Industry, 2017(8): 43-45.)
- [2] 严剑峰, 唐波. 我国军工科研院所的功能定位及分类改革[J]. 西北工业大学学报(社会科学版), 2018(2): 88-95. (YAN Jianfeng, TANG Bo. Functional Positioning and Classification Reform of Chinese Military Research Institutes [J]. Journal of Northwestern Polytechnical University (Social Sciences Edition), 2018(2): 88-95.)
- [3] 陈姻, 刘梦媛. 我国现有军民科技协同创新体系的问题及对策探究[J]. 中国军转民, 2017(10): 64-66. (CHEN Yin, LIU Mengyuan. Exploring the Problems and Countermeasures of the Existing Military Civilian Science and Technology Collaborative Innovation System in China [J]. Chinese Military to Civilian Conversion, 2017(10): 64-66.)
- [4] 张远军. 利益相容理论下国防科技军民协同创新的主要问题及对策[J]. 国防科技, 2018, 39(2): 19-25. (ZHANG Yuanjun. The Main Problems and Countermeasures of Military Civilian Collaborative Innovation in National Defense Technology Under the Theory of Interest Compatibility [J]. Defense Technology, 2018, 39(2): 19-25.)
- [5] 高洁. 新形势下军工科研院所人才选拔机制探究[J]. 人才资源开发, 2018(4): 30-31. (GAO Jie. Exploration of Talent Selection Mechanism in Military Research Institutes under the New Situation [J]. Talent resource development, 2018(4): 30-31.)
- [6] 谭梦圆. 军工科研院所的人才特征及其科技创新的影响分析[J]. 管理观察, 2015, 594(31): 83-85. (TAN Mengyuan. Analysis of Talent Characteristics and the Impact of Scientific and Technological Innovation in Military Research Institutes [J]. Management Observation, 2015, 594(31).)
- [7] 李洋, 王华友, 曹宝红. 军工科研院所计划管理体系建设研究[J]. 财经界, 2017(10): 94-95. (LI Yang, WANG Huayou, CAO Baohong. Research on the Construction of Planning and Management System in Military Research Institutes [J]. Financial Industry, 2017(10): 94-95.)
- [8] 刘慧, 潘建群, 张江涛. 军工科研院所企业化管理模式探索[J]. 国防科技工业, 2018(9): 32-34. (LIU Hui, PAN Jianqun, ZHANG Jiangtao. Exploration of Enterprise Management Model in

- Military Research Institutes [J]. National Defense Technology Industry, 2018(9): 32-34.)
- [9] 蔡闻一, 杨雪娇, 饶成龙, 等. 美国DIUx运行模式分析及对我国国防科技协同创新的启示[J]. 国际观察, 2018(13): 46-50. (CAI Wenyi, YANG Xuejiao, RAO Chenglong, et al. Analysis of the Operation Mode of DIUx in the United States and Its Inspiration for Collaborative Innovation of Defense Technology in China [J]. International Observation, 2018(13): 46-50.)
- [10] 蔡笑天, 李哲. 美国建立DIUx加快“民参军”步伐的经验与启示[J]. 科技中国, 2019(4): 15-17. (CAI Xiaotian, LI Zhe. Experience and Inspiration from the Establishment of DIUx in the United States to Accelerate the Pace of “Civilian Military Participation” [J]. Technology China, 2019(4): 15-17.)
- [11] 陈柏强, 柏利, 徐艺函, 等. 美国国防创新小组对中国军民科技协同创新发展的启示[J]. 科技导报, 2020, 38(15): 67-73. (CHEN Baiqiang, BAI Li, XU Yihan, et al. The Inspiration of the US Defense Innovation Group on the Collaborative Innovation Development of Chinese Military Civilian Science and Technology [J]. Technology Guide, 2020, 38(15): 67-73.)
- [12] Defense Innovation Unit Las Vegas NV. DIU Annual Report 2020: AD1123706 [R]. [S.1]: DTIC, 2020.
- [13] 易比一, 黄世亮, 雷二庆. DARPA在国防科技创新链中的定位[J]. 科研管理, 2017(4): 297-300. (YI Biyi, HUANG Shiliang, LEI Eiqing. The Positioning of DARPA in the Defense Technology Innovation Chain [J]. Technology Management, 2017(4): 297-300.)
- [14] 任志宽, 张百尚, 李栋梁. 美国国防部高级研究计划局开展颠覆性技术研究的经验与启示[J]. 国际·视野, 2019(64): 76-78. (REN Zhikuan, ZHANG Baishang, LI Dongliang. The Experience and Inspiration of the Advanced Research Projects Agency of the US Department of Defense in Conducting Disruptive Technology Research [J]. International Perspective, 2019(64): 76-78.)
- [15] 李辉, 孙棕檀. 美国国防高级研究计划局管理体制简析[J]. 国际太空, 2015(4): 27-30. (LI Hui, SUN Zongtan. Analysis of the Management System of the US Defense Advanced Research Projects Agency [J]. International Space, 2015(4): 27-30.)
- [16] 徐小奇, 钱振勤. 美国DARPA军民融合式科技创新发展路径探析[J]. 国防科技, 2015(2): 65-66. (XU Xiaoqi, QIAN Zhenqin. Analysis of the Development Path of DARPA's Military Civilian Integration Technology Innovation in the United States [J]. Defense Technology, 2015(2): 65-66.)
- [17] 蔡军霞, 王静远, 马子健, 等. 从美国DARPA看我国军民融合科技创新体系建设[J]. 中国经贸导刊, 2017(24): 60-62. (CAI Junxia, WANG Jingyuan, MA Zijian, et al. From the Perspective of DARPA in the United States, the Construction of China's Military Civilian Integration Technology Innovation System [J]. Chinese Economic and Trade Guide, 2017(24): 60-62.)
- [18] WILLIAM B. DARPA and its ARPA-E and IARPA Clones: a Unique Innovation Organization Model [J]. Industrial and Corporate Change, 2018, 27(5): 897-914.
- [19] CHRISTOPHER A. Organized for Innovation: An Empirical Observation of Innovation Adoption Within Defense Organizations [D]. Monterey: Naval Postgraduate School, 2018.
- [20] LIU Shaoshan. DARPA: A Global Innovation Differentiator [J]. IEEE Engineering Management Review, 2020, 48(2): 65-71.
- [21] 田华, 田中. 美国国防高级研究计划局如何跨越“死亡之谷”[J]. 科学学研究, 2012, 30(11): 1627-1633. (TIAN Hua, TIAN Zhong. How the US Defense Advanced Research Projects Agency Crosses the Valley of Death [J]. Scientific Research, 2012,

- 30(11): 1627-1633.)
- [22] 燕莉, 扈啸. DARPA: 美国创新型机构成功案例[J]. 管理纵横, 2022(3): 44-48. (YAN Li, HU Xiao. DARPA: Successful Examples of Innovative Institutions in the United States [J]. Manage Vertical and Horizontal, 2022(3): 44-48.)
- [23] 王璐, 王友利, 郑义. 美国国防高级研究计划局新兴技术发展分析[J]. 国际太空, 2017(12): 42-48. (WANG Lu, WANG Youli, ZHENG Yi. Analysis of Emerging Technologies Development by the US Defense Advanced Research Projects Agency [J]. International Space, 2017(12): 42-48.)
- [24] 李海海, 孔莉霞. 国外军民科技协同创新的典型模式及借鉴[J]. 经济纵横, 2017(10): 122-128. (LI Haihai, KONG Lixia. Typical Models and References of Military Civilian Technology Collaborative Innovation Abroad [J]. Economic Review, 2017(10): 122-128.)
- [25] 张纪海, 李冰. 国防科技协同创新体系的系统分析[J]. 北京理工大学学报(社会科学版), 2017, 19(5): 113-120. (ZHANG Jihai, LI Bing. Systematic Analysis of the Collaborative Innovation System of National Defense Technology [J]. Journal of Beijing Institute of Technology (Social Sciences Edition), 2017, 19(5): 113-120.)
- [26] 王文涛, 陈磊, 王彩凤. 构建创投和科技成果转化融合平台初探[J]. 科技经济导刊, 2019, 27(23): 199-200. (WANG Wentao, CHEN Lei, WANG Caifeng. Exploring the Construction of an Integrated Platform for Venture Capital and Technology Achievement Transformation [J]. Science and Technology Economic Guide, 2019, 27(23): 199-200.)
- [27] 何颖波, 王建, 李洛军, 等. 国防科研院所科技创新能力评价研究[J]. 科研管理, 2016, 37(3): 68-72. (HE Yingbo, WANG Jian, LI Luoju, et al. Research on the Evaluation of Scientific and Technological Innovation Capability of National Defense Research Institutes [J]. Research Management, 2016, 37(3): 68-72.)
- [28] 吕永敏. 军工科研院所与高校共建协同创新中心模式研究[J]. 现代商贸工业, 2020(31): 23-25. (LV Yongmin. Research on the Collaborative Innovation Center Model between Military Research Institutes and Universities [J]. Modern Commercial Industry, 2020(31): 23-25.)
- [29] 晋煜. 军民融合背景下的军工核心能力建设[J]. 国防科技, 2017(2): 89-93. (JIN Yu. Building Core Military Industry Capabilities under the Background of Military Civilian Integration [J]. Defense Technology, 2017(2): 89-93.)
- [30] 郭永辉, 冯媛. 美国军民科技资源共享模式研究——基于DARPA和DIUx的社会网络分析[J]. 郑州航空工业管理学院学报, 2021, 39(3): 43-56. (GUO Yonghui, FENG Yuan. Research on the Sharing Model of Military and Civilian Science and Technology Resources in the United States: Social Network Analysis Based on DARPA and DIUx [J]. Journal of Zhengzhou Institute of Aviation Industry Management, 2021, 39(3): 43-56.)

#### 作者贡献说明

阳 勇: 撰写和完善论文;

嵇晓宇: 修改论文, 提供具体论文修改意见, 总结凝练军工科研院所在科技创新方面的问题。