

DARPA 科技创新的管理实践与经验启示

王莉, 王鹏

中国电子科技集团公司电子科学研究院, 北京 100041

摘要 从美国国防高级研究计划局的组织管理运行机制入手, 分析了其组织管理模式、投资领域选择、促进成果转化等方面的经验和做法。针对中国重大科研项目管理的实践, 提出了加强政府引导、注重组织顶层设计、聘用顶尖项目管理人才、加强成果转化等建议。

关键词 DARPA; 组织管理; 管理理念; 项目投资; 成果转化

1957年10月, 苏联第1颗人造卫星升空, 美国意识到其技术的发展对美国国家安全造成了威胁, 在这一背景下, 美国国防高级研究计划局(Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA)于1958年应运而生, 目的在于, 一方面打造本国的技术领先优势, 另一方面防止世界其他国家的科技创新技术优势给美国国家安全带来威胁。在近60年的发展过程中, DARPA的贡献举世瞩目, DARPA卓越成就背后的组织管理运行机制值得探究。

1 DARPA 概述

DARPA, 原隶属于美国国防部国防研究与工程署(现隶属于负责研究与工程的助理部长办公厅), 负责研发用于军事用途的高新科技, 是美国军民一体化实践的重要载体, 开展的研究项目在一定程度上代表了世界前沿军事领域和基础技术领域的发展方向。DARPA被称为推动美国国防部转型的“技术引擎”, 其研究工作在远期基本原理探索和近期军事应用之间架起了一座桥梁, 推动了基础技术研究向军事应用的转化, 促进了美国国防科学技术的发展。经过60余年的发展, DARPA现已成为美国科技创新的引领者。互联网、全

球定位系统(Global Positioning System, GPS)、F117隐形飞机、“全球鹰”与“捕食者”无人机、未来作战指挥所、“联合星”、机动机器人、微波毫米波集成电路、微电子机械系统、X-37空天飞机等项目, 都凝结着DARPA的智慧^[1]。目前, DARPA约有300项在研项目。

DARPA主要关注高风险、高回报、对各军种联合作战有巨大促进作用的、对推动军事发展有重大影响的技术领域。其使命任务是保持美国科技研发的战略领先地位, 占领科技研发的制高点, 具体是指通过具有前瞻性的关键科技研发和创新来保持美国军队在军事技术方面的领先地位, 防止其他国家科技创新活动的技术优势对美国国家安全造成损害或带来威胁, 使美国免遭技术突袭, 同时谋求压制敌方的技术优势。DARPA通过对企业和院校研究机构的革命性、高风险、高回报的研发投资, 获得具有前瞻性的关键技术, 并主动桥接基础研究与军事需求, 达到美国科技研发先发制人、永远领先的战略意图。

2 DARPA 的组织管理模式

DARPA通过高效的组织架构、灵活的研究团队和高度自主的授权机制充分发挥科研人才的潜力, 营造

收稿日期: 2017-04-16; 修回日期: 2018-01-30

作者简介: 王莉, 高级工程师, 研究方向为电子信息系统总体技术, 电子信箱: iamail0808@126.com

引用格式: 王莉, 王鹏. DARPA 科技创新的管理实践与经验启示[J]. 科技导报, 2018, 36(4): 12-16; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2018.04.002

开放的、利于创新的科研环境。

2.1 高效的组织架构

DARPA 拥有一个扁平化的高度有效的管理机构,主要由6个技术项目办公室和5个职能办公室组成,其中项目办公室为业务部门,5个职能办公室负责后勤保障,局长是最高行政首长^[2],其组织架构如图1。

DARPA 组织架构有2个特点,一是高效的扁平化科研管理机制。这种管理模式可缩短决策流程。在内部行政架构上,除了必要的后勤保障与服务部门外,DARPA 组织架构的主体是由一系列项目办公室组成。DARPA 局长不干预项目办公室的日常工作,只负责战略性的规划和协调。项目办公室之间互相平行,项目官员有非常大的自主权去识别和资助本人所负责领域

内的相关技术项目,一旦出现决策失误,项目官员有不可推卸的责任。这种机制更有利于激发项目经理的责任意识和创新潜能,从而营造更加良好的工作环境。此外,DARPA 没有自己的实验室和设备,因此经营性开支非常低。这种模式有利于保持 DARPA 的灵活性和创新性,也有利于快速决定项目的启动、继续和终止。二是因时因需调整机构设置。每个技术办公室的确立完全由战略规划的需求决定,DARPA 的项目办公室根据战略方向的变化进行不断调整。例如,2014年4月为进行生物学、工程学和计算机科学的交叉研究,利用最新研究成果进一步保障国家安全,DARPA 成立了生物技术办公室^[3]。

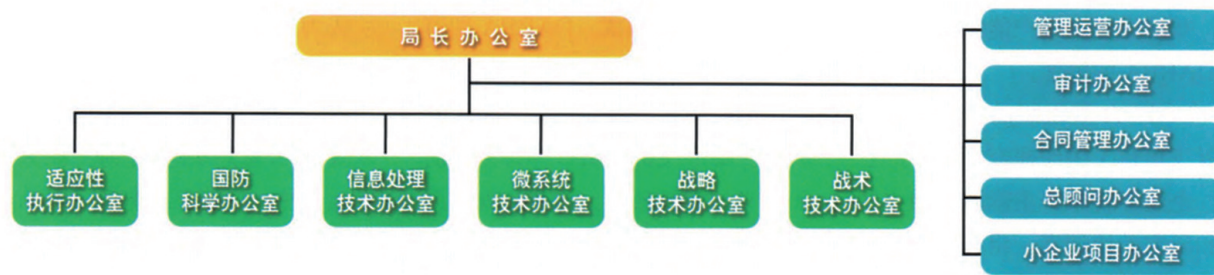


图1 DARPA 组织架构^[2]

Fig. 1 The organization of DARPA

2.2 灵活的项目团队

与传统项目团队相比,DARPA 团队成员的灵活性更强。正是这一特征使其能够从更广的范围以更快的速度招募到更有才干的科研人员。此外,随着技术瓶颈不断被解决和新技术难点的出现,项目团队的组成可以随时快速调整。这种机制使 DARPA 能够为一个项目招募到来自5个国家30个机构(包括大学、系统集成商以及零配件供应商)的40余名世界顶级的科研人员,从而在6个月内解决大部分的重要技术瓶颈^[4]。相对于长期雇佣来说,DARPA 的灵活项目组成方式无疑更加高效。特别值得一提的是,DARPA 本身没有任何实验室,鼓励团队成员在各自所属的机构工作,每年至少聚集2次来汇报并讨论项目进展情况。以 MEMS 项目为例,团队成员分布在多个大学、公司以及政府实验室等各类机构中分别开展工作。

临时团队并非一盘散沙。DARPA 会给项目设定一个较为合理的工作周期(一般不超过5年),从而激发科研热情,形成“紧张”的工作氛围。如果在有限的时间

内项目的既定目标没有实现,就会有其他的团队和方案进入。

DARPA 每年有20%的资金用于新项目研发,因此一些进展较小的项目就会被淘汰,建立了良好的竞争机制。此外,有限的任期意味着官僚主义的绝缘,管理者不会耗费精力在机构里培养自身势力,这是 DARPA 能蓬勃发展的关键。

2.3 高度的授权机制

DARPA 认为项目经理是保持其健壮与活力的关键因素之一。项目经理是 DARPA 开展科研工作的核心主体,全权负责团队成员的招募、技术细节的管理,拥有做出主要决定的权利。项目经理有权削减没有取得进展的团队的研究经费,并将其重新分配。同时他们也要对自己的决策负责,虽然可能面临较大的风险,但这是加快研发进程、避免重复研发的有效保证^[5]。

项目经理均以短期合约方式聘用,一般为3~5年,每年的更换率约为25%。鉴于前沿科技研究项目涉及领域广,随时代变化快,这种短期聘任制有利于最大限

度的保持创新思想。DARPA 聘任项目经理时非常谨慎。项目经理一般为相关领域的博士,学识丰富;或者担任过军工研究所等部门的管理和研发工作等,对军队需求较为熟悉;还要有实际项目的管理经验;当然还要具备超前的创新思维和开拓精神。项目经理在研究经费使用和研发团队招聘方面拥有自主支配权,能进行周密考虑和安排,更灵活地控制项目的研发时间和成本。正是前沿科技研发风险大、变化快,需要更大程度上依赖有经验和背景的专业人士的分析和判断,研发的责任主体从团体转向个人,更多依靠个人能力和明确的责任感,能灵活应对探索过程中的各种挑战。事实证明,DARPA 的项目经理负责制体现了个人责任主体在基础、前沿研发活动管理中的优势。

赋予高技术研发团队高度的自主权对于保护创新思想、孕育创新成果非常重要。20 世纪 70 年代,在 DARPA 进行隐身技术的研发期间,美国空军最初表示对该项技术没有需求并一再阻拦,如果 DARPA 的团队没有自主权坚持相关研究计划的话,可能至今美国都不会拥有隐身战机。

3 DARPA 的管理理念

DARPA 型组织要求“高风险、高回报”的文化管理。DARPA 自由、包容、开放的精神以及秉承灵活、快速、不拘泥形式的“思考—建议—讨论—决策—修改”的管理理念,实行开放式学习,形成一种风险承担的文化。它更多强调的是如何管理风险,而不是尽力躲避风险。DARPA 非常强调创新驱动,项目经理作为“创意”最直接的提出者和“创新”最重要的驱动者,常被喻为“秘密金矿”。DARPA 项目都是重大攻关项目,一般分几个阶段进行,并且全程实行开放式的执行文化;典型表现就是只要新方案超过原有的方案,而且更能促进项目的实施,原来的方案就会立刻被取消^[6]。

美国国会为了支持 DARPA 的管理理念,赋予其 3 项特权:项目经理高度的自主决策权;采用更加灵活的合同管理办法;可以使用现金奖励。这些特权,营造了良好的工作氛围,激励了员工的科研热情,使 DARPA 始终保持新鲜的创造力。DARPA 的项目全部外包给其他研发机构或企业团队,并在需要时放任合约研发机构或团队自由发展。同时,项目经理轮换制度成就了一批 DARPA 走出的“毕业生”。那些曾经在 DARPA 工作过的项目经理或科研人员在离开后,凭借在任期内

积累的经验、技术、人脉等各方面的资源,往往能够成为一些部门和企业的高管,并将 DARPA 独特的理念带到新的工作岗位中,从而使更多人吸收 DARPA 的理念,有利于 DARPA 成果的转化与推广。

此外,DARPA 构建了一种公开透明的竞争模式,建立完全的信息沟通渠道,始终坚持向参与者提供完全透明的信息,以期形成永续的创新竞争态势。项目实施中,DARPA 每时每刻都可以从外部吸纳更好的解决方案和更有效的信息,这正是其强大的生命源泉之一。

项目管理中非正式制度的运用,即 DARPA 型组织中柔性管理、非理性管理等方式深刻地改变了项目运作的 all 情景,包括价值信念、文化传承、意识形态等^[7]。在一定意义上,非正式制度是 DARPA 内在的心理契约,包括非正式交流制度、沟通会议和凭着思想火花闪光的项目筛选方式等,这些对 DARPA 管理效能的影响不容忽视,也成为 DARPA 项目管理的重要特征之一。

4 决策机制

DARPA 需要完成的决策工作主要包括投资领域的选择,未来军事技术发展方向战略选择,以及当前具体项目的评估与选取。其中未来军事技术发展方向战略选择由其每 2 年发布一次战略文件提出。

4.1 投资领域选择

DARPA 瞄准未来需求,将应用驱动和需求牵引视作为选择技术投资领域的重要标准,将高风险、高回报作为项目投资理念^[8]。DARPA 尤其注重对面临转折点的技术领域和当前技术无法满足新的用户需求的技术领域的研究。

DARPA 在 2013 版战略框架文件中指出^[10],其主要使命是为具有战略影响作用的研发项目(常伴有高风险)提供资金,通过保证美国在关键技术领域的领先优势维护国家安全利益;其 4 大投资主线分别为颠覆性的新系统技术,多层次多技术融合的作战概念,适应性强的系统和解决方案,打破敌我双方成本平衡的创新^[5]。

DARPA 在 2015 年发布《保障国家安全的突破性技术》战略文件指出 4 项优先的战略投资领域分别为:重新考量复杂军事系统、主宰信息爆炸、利用生物技术和扩展技术前沿^[11]。

4.2 项目的评估与选取

以高风险、高投入产出比作为 DARPA 的项目投资理念,DARPA 注重创新,同时能够承担风险,容忍失败,

正是这种优越的研发环境形成了 DARPA 极其活跃的科研氛围。在创立的 60 年间,实现了一些极具代表性的高投入产出比的技术研发项目(表 1)。

表 1 高投入产出比典型代表
Table 1 Typical example of high input-output ratio

技术领域	DARPA 投资额/ 百万美元	工业产出值/ 百万美元	投入产出比
互联网	4	3500000	875000
GPS	6	70000	11667
Siri	5	14000	2800

DARPA 的项目决策机制采取全程竞争模式,在某个项目确定之后依旧能够用新的技术方案进行更新。在项目进行的任一环节,如果出现新的方案更有利于项目的实现,DARPA 就会即时更新技术方案,每年有 20%左右的技术方案会通过竞争进行方案更替。竞争的工作环境使得 DARPA 的研发机构能够不断的追求技术突破,也成为其主要的创新动力,同时能够防止研发机构在取得项目经费之后就消极怠工^[12]。

在项目管理上,DARPA 将投资重点放在高难度、需要长期稳定投入的项目上。这些技术项目一旦突破,将为美国国家安全带来巨大利益,但同时,这些技术项目失败的风险也很高。此外,DARPA 还考虑到其他因素:一是将决策重点放在那些由于风险高而各军种不大可能支持的研究上,或放在对现有系统或作战概念提出挑战的研究上;二是强调军事指挥员未来可能需要的能力,而不是他们当前所了解与需求的能力;三是坚持所有项目始于好的思路及履行这些思路的人。

5 对中国重大科研项目的启示

为加强国防科技建设,加快推进国防和军队现代化,中国更要加强国防科技战略管理,推动国防科技自主创新,协调推进科技领域军民融合发展。显然 DARPA 在这些方面都为美国做出了重大贡献,其体制机制与管理模式都是中国重大科研项目需要学习借鉴的。DARPA 体现出可供中国重大科研项目学习的主要优势包括政府积极引导、注重组织顶层设计、聘用顶尖项目管理人才和成果转化能力突出^[13]。

5.1 政府引导

政府应当发挥统筹协调作用,将人力、财力、物力等科技资源集中起来。在项目研究团队或研究人员选择上,由政府牵头,在全国范围内寻找适合的顶尖创新

团队或科研人员参与项目研究;在项目实施方式上,依靠政府科研机构、工业界、高等院校及国家非营利机构的共同合作,保证项目团队的整体实力。同时在产品向军队或地方企业技术转化的过程中,政府应当给予政策扶持,给予一定的财政补贴、贷款及税收优惠,对于形成新的市场和新的经济部门至关重要。

5.2 注重组织顶层设计

混合组织的扁平化设计,普遍认为是一种极富效率和创新活力的未来组织形式。借鉴 DARPA 型组织管理的经验,越是涉及国家大型的任务目标、进行大范围的资源整合、高效率的成果导向,就越需要在顶层设计方面采取灵活的、具有竞争力的管理方式。在进行组织顶层设计时应注重突破繁琐体制的障碍,采用扁平化的项目经理负责模式^[14]。

5.3 培育顶尖项目管理人才

科研项目管理者素质决定了项目高度和实施水平。重大科研项目一般具有前瞻性和超前性,高度依赖个人素质,往往只有极少数有天赋的人才能理解和洞察。顶尖项目管理人才不仅对高端的科研项目有所突破,还应当对市场对科技需求上具有敏锐的嗅觉,能够将技术成果瞄准市场需求。应赋予项目管理者更充分的自主权,这相较于原来通过行政手段安排项目及研究团队的方式,更能充分激发科学家的探索精神,发挥创新人才的预见性和聪明才智。

5.4 加强成果转化

重大科研项目的最终目的不应是停留在形成科研成果上,而是要转化为可产生经济价值的创新产品。当前,“科学—技术—市场”的演进周期大为缩短,基础研究、应用研究、技术开发等边界日趋模糊,成果转化更加迅捷。中国的重大科研项目的技术成果应当更普遍地向基础前沿、重大共性关键技术推广。

6 结论

DARPA 扁平化的组织结构极大地提高了项目管理的效率,灵活的项目团队保证了其强大的创造和创新能力,高度的授权机制以及聘用顶尖的项目管理人才保证其科研工作顺利开展,公开透明的良性竞争模式使其创新能力不断提高。包括加强政府的引导作用、注重组织的顶层设计、培养顶尖项目管理人才和提高成果转化能力,都是 DARPA 对中国军民融合科技创新极其重要的借鉴。

参考文献(References)

- [1] 贾珍珍, 曾华锋, 刘戟锋. 美国颠覆性军事技术的预研模式、管理与文化——以美国国防高级研究计划局(DARPA)为例[J]. 自然辩证法研究, 2016(1): 41-45.
Jia Zhenzhen, Zeng Huafeng, Liu Jifeng. Advanced research model, management and culture of disruptive military technology in the United States: A case study of the Defense Advanced Research Projects Agency(DARPA)[J]. Natural Dialectics, 2016 (1): 41-45.
- [2] 林仁红. DARPA型组织的人力资源战略管理实践[J]. 企业管理, 2015(1): 115-117.
Lin Renhong. Human resource strategic management of DARPA type organization[J]. Enterprise Management, 2015(1): 115-117.
- [3] 吴曙霞, 蒋丽勇, 刘伟, 等. DARPA生物技术研究进展与启示[J]. 军事医学, 2016, 40(6): 451-455.
Wu Shuxia, Jiang Liyong, Liu Wei, et al. DARPA biotechnology research progress and inspiration[J]. Military Medicine, 2016, 40(6): 451-455.
- [4] 朱启超, 黄仲文, 匡兴华. DARPA及其项目管理方略与启示[J]. 世界科技研究与发展, 2002, 24(6): 92-99.
Zhu Qichao, Huang Zhongwen, Kuang Xinghua. DARPA and its project management strategy and inspiration[J]. World Science and Technology Research and Development, 2002, 24 (6): 92-99.
- [5] 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. A brief analysis of the management system of the United States Defense Advanced Research Program [J]. International Space, 2015(4): 27-30.
- [6] Lindblom C E, Cohen D K. Usable knowledge: Social science, & social problem solving[J]. American Political Science Association, 1979, 74(3): 281.
- [7] 李丹丹, 苏鑫鑫. 美国国防预先研究计划局组织管理运行机制分析[J]. 飞航导弹, 2015(3): 84-86.
Li Dandan, Su Xinxin. Analysis of the organization and management mechanism of the National Defense pre Research Bureau [J]. Winged Missiles Journal, 2015(3): 84-86.
- [8] Bonvillian W B, Atta R V. ARPA-E and DARPA: Applying the DARPA model to energy innovation[J]. The Journal of Technology Transfer, 2011, 36(5): 469.
- [9] 刘娟, 孙兴村. DARPA发布《保障国家安全的突破性技术》战略文件[J]. 防务视点, 2015(6): 54-56.
Liu Juan, Sun Xingcun. DARPA released "breakthrough" national security strategy document[J]. Defense Viewpoint, 2015 (6): 54-56.
- [10] Fuchs E R H. Rethinking the role of the state in technology development: DARPA and the case for embedded network governance[J]. Research Policy, 2010, 39(9): 1133-1147.
- [11] 王烨, 张福勇, 安家康. DARPA科技创新的管理实践与经验启示研究[J]. 军民两用技术与产品, 2014(3): 14-17.
Wang Ye, Zhang Fuyong, An Jiakang. Research on the management practice and experience enlightenment of DARPA technology innovation[J]. Dual Use Technology and Products, 2014 (3): 14-17.
- [12] DARPA Office Website. History[EB/OL]. (2012-05-15) [2017-04-11]. <http://www.darpa.mil/About/History/History>.
- [13] 郝君超, 王海燕, 李哲. DARPA科研项目组织模式及其对中国的启示[J]. 科技进步与对策, 2015(9): 6-9.
Hao Junchao, Wang Haiyan, Li Zhe. DARPA research project organization model and Its Enlightenment to China[J]. Science and Technology Progress and Countermeasures, 2015(9): 6-9.
- [14] 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, 36 (1): 65-67.
Xu Xiaoqi, Qian Zhenqin. An analysis of the United States DARPA military and civilian integrated technology innovation and development path[J]. The National Defense Science and Technology, 2015, 36(1): 65-67.

The management and the experience of the DARPA technology innovation

WANG Li, WANG Peng

Academy of Electronics and Information Technology, China Electronics Technology Group Corporation, Beijing 100041, China

Abstract This paper analyzes the organizational management mechanism of the Defense Advanced Research Projects Agency, including the management mode and the investment field. It is suggested to strengthen the government guidance, to pay attention to the top level design of the organization, to employ top project management talents, and promote the transformation of research achievements.

Keywords DARPA; organization management; management concept; project investment; achievement transformation ●



(责任编辑 傅雪)