当代世界科技

“机缘巧合”在DARPA颠覆性创新中的作用

□ 黄四民

2015年11月3日公布的《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十三个五年规划的建议》指出，创新是引领发展的第一动力，要发挥科技创新在全面创新中的引领作用，重视颠覆性技术创新。在过去半个多世纪以来，世界上最著名的引领颠覆性技术创新的机构非美国国防部先进研究计划局（简称DARPA）莫属，它被认为是美国国防科技皇冠上的一颗明珠。自1958年创建以来，DARPA持续以其颠覆性的科技创新改变了现代战场的作战方式，改变了人们的生活方式，因而对现代社会产生了非常深刻的影响。其成就惊人，以至于被认为美国硅谷的每一轮高科技浪潮背后都可以看到DARPA的影子，美军几乎所有现代武器系统在很大程度上都离不开DARPA研发技术的支撑。因此，本世纪以来，世界上多个发达国家以及美国多个联邦机构都开始尝试建立自己的DARPA。在此同时，学术界和智库机构也开始探究DARPA模式。

但是，DARPA的局长们多数并不认为DARPA有固定的模式，而是在不同时期不同的问题有其独特的路径。在2008年（成立50周年之际）之前，DARPA对其15位曾任和时任局长分别进行了长时间的访谈，内容涉及DARPA历史进程中的很多方面。作为该机构的掌舵人和决策者，DARPA局长们的领导理念与管理方式构成了DARPA创新文化的重要内容，了解他们对颠覆性技术创新的观点无疑对我国当前的创新驱动发展战略具有借鉴意义。

在这些访谈记录中，多位局长都谈到“机缘巧合”在DARPA的颠覆性技术创新过程中所起的作用。例如，雷蒙德·科拉迪（1988-1989年DARPA局长）说：“机缘巧合起了很大的作用，可能超出大多数人愿意承认的作用。在DARPA这样的组织，关键是由你创造的环境有意或者无意促成了这些机缘巧合。”在DARPA历史上，没有人比克雷格·菲尔兹在DARPA呆的时间更长。在其前后持续16年（1974-1990）的服务时间里，他先后担任过DARPA的项目经理、首席科学家、副局长和局长。在谈到互联网的始祖——阿帕网（ArpaNet）时，他说：“有很多的偶然因素，这些偶然因素起了很大的作用。……有些项目是无心插柳柳成荫，这永远无法预测。”实际上，阿帕网（ArpaNet）的研究开始就不为DARPA所重点关注。而时任局长托尼·特瑟（2001—2009年DARPA局长）则更进一步说：“我坚信战略是事后诸葛亮。事后，我能拿出一个实现计划的伟大战略，但是很多时候纯属机缘巧合。不是计划好的，而是随时间演变而成。”那么，是什么促成了DARPA如此多的“机缘巧合”？他们的体会可以归纳为以下几个方面。

DARPA以解决与国家安全相关的重大问题为使命

DARPA研究的问题包括早期的总统钦定问题（Presidential Issues）、国防部认定的问题，以及根据军方需求和政府科技咨询顾问而选定的问题。这个定位对DARPA的成功有着重要影响，他们认为只有在国家安全问题的大格局观下，DARPA才能具备产生颠覆性技术的视野和远见。尽管已有多个美国联邦机构或其他国家尝试复制DARPA，但是至今鲜有如DARPA之成功者。究其原因，罗伯特·斯普罗尔（1963—1965年局长）认为缺乏这种大格局限制了其他机构效仿DARPA模式。查尔斯·赫兹菲尔德（1965—1967年局长）也指出：“（DARPA）所有的项目攻关都是集成技术、管理和概念挑战的大问题。……一些效仿者失败的原因是其目标太小或短视。”实际上，即使DARPA本身在不同的历史时期和在不同背景的局长领导下，也由于解决的问题的不同而使得其支持项目所产生的影响有异，如越战时期的一些项目以及冷战后的大多数项目。

DARPA的颠覆性技术创新之路就是疯狂追逐新思想之路

思想（Idea）是DARPA的灵魂，其所谓的思想就是要“看见”人所未见的研发问题和需求、方向和领域。如果最初之所想都在人们“预料之中”，则仅从技术上是无法产生颠覆性影响的。实际上，在DARPA局长们的访谈记录中提及最多的词并不是“创新”，而是“思想”，因为思想才是颠覆性创新的稀缺资源。史蒂夫·卢卡西克（1970—1975年局长）认为，DARPA职员像海绵一样吸收思想，不限于思想来自于谁，也不限于源头。托尼·特瑟（2001-2009年局长）则坚信，最好的项目经理必须从内心深处渴望成为科幻小说作家。为此，DARPA采用多种方式推倒各种束缚颠覆性技术创新思想汇聚的显性和隐性之墙，打破禁锢思想的藩篱。

DARPA常常聘用领域外专家为项目经理来打破学科之墙，因为他们往往会提出一些领域内专家看似“愚蠢”的问题，而这些问题可能帮助研发人员跳出圈外。DARPA还通过人员轮换（平均周期为4年）聘用“新人”来打破学派之墙，并在资助项目时避免“同样的一群人资助另一群同样的人做同样的事情”。乔治·海尔迈耶（1975—1977年局长）也提出“我们不关心这些好的思想从哪里来，它们可以来自于普通的学校或者来自于一流的研究型大学”。


美国DARPA新一代垂直起降飞机

惧怕失败是束缚创新思想的隐性之墙。根据托尼·特瑟局长估计，大约85%~90%的DARPA项目未能达到其全部的目标。罗伯特·弗萨姆（1976—1981年局长）回忆到他在美国国会听证会上被一位国会议员问过这样一个出乎意料而又极具洞察力的问题：“弗萨姆博士，请告诉我在技术开发过程中你们已经失败了多少次、失败于哪里以及为什么失败？我之所以问这个问题，是因为如果DARPA不是进行知识或技术前沿的研究，就不需要DARPA。……而衡量是否在前沿的方式就是多长时间你失败一次。”因此，DARPA在选择资助项目的时候以其是否包含新思想为其重要准则，倾向于高风险高回报的项目，因而不采用常见的规避风险的项目评估方式。例如，不采用学术界常用的同行评议方式，因为他们认为颠覆性创新与学术共识无关。他们也不像商业创新那样常常进行SWOT分析，因为那是规避风险的工具。DARPA打破成败之墙的理念与文化使得在科技前沿模糊地带的思想得以尝试，而不是因为惧怕失败而将这些思想拒之门外。

以创新思想为标准不拘一格选人才

DARPA的基本理念是新思想来自于新人，因此其多任局长认为其最重要的职责是招聘新人，补充新鲜血液，通常这项工作占其日常工作50%的时间。同时，他们认为人内在的思维惯性和惰性是创新的天敌，因而无人可以持续创新，通过人员的轮换才能不断带进新思想。同时，选择项目经理也是以创新思想为原则，不论年龄、学位学历、职称头衔和专业背景等。值得一提的是，项目经理是DARPA的核心。他们带着思想进入DARPA，全面负责为实现其思想所需的项目，平均每年研发经费大约为2000万~3000万美元。

一方面，从局长到项目经理均为临时岗位。在其不到60年的历史中，已任命20位局长，平均任期不到3年。同时，规定项目经理岗位的平均任期为4年左右，这样可以保证每年有25%左右的新人带进新思想。另一方面，敢于起用新人。基于样本数据统计，早期（1960和1970年代）DARPA的项目经理平均年龄大约在30岁左右，1990年代后大致为45岁。例如，在DARPA信息处理领域做出重要贡献的伊凡·苏泽兰于1964年被任命为DARPA信息处理技术办公室主任，管理每年近2000万美元（按2015年美元计大约1.5亿）的经费，当时年仅26岁。现任DARPA局长阿尔提·普拉巴卡尔在1986—1993年间也曾在DARPA工作，27岁成为项目经理，刚过30岁即成为DARPA国防科学办公室代理副主任，领导14位项目经理，负责包括微电子、光学、神经网络以及生化传感器等领域的研究项目。

当然，DARPA的成功还取决于很多其他因素，但正是其以国家安全大问题为使命、以创新思想为灵魂，以及以人才为核心的创新文化是后期的追随者难以复制的。DARPA首任首席科学家赫伯特·约克曾说，在一个有上百万人从事国防问题和研发的国家，很难想象缺少任何个人或某个团队那些思想就不会在其他地方出现。DARPA的独特之处在于其识别好思想的能力，这点比他们具备想出好思想的能力更重要。在DARPA的颠覆性创新历程中，它以其独特的创新文化激发出原有科技研发体系中的巨大潜能，从而成为全世界近60年来最耀眼的宝石。

智能化无人武器如何改变未来作战样式

□ 李大光　褚振江

美国五角大楼曾发表一份犹如科学幻想影片那样描绘未来战争的报告书，认为未来战争唱“主角”的将是具有人头磁脑的机器人部队。

随着智能化无人作战系统的大量使用，在不久的将来，战场上将活跃着数不清的智能化无人兵器，并将使未来信息化战争作战样式发生重要改变。

未来无人空中作战样式

在阿富汗和伊拉克战争中，美军的无人机执行了许多任务，发挥了十分重要的作用。目前，世界上已经有32个国家研制出了50多种无人机，有55个国家装备了无人机。随着无人机的大量使用，将改变未来空中作战样式，未来的天空很可能会是无人作战飞机主宰的天下。

未来无人作战飞机将改变未来空中作战理论。由于未来的无人作战飞机是一种集侦察、监视和攻击等能力于一身的作战平台，而且还具备滞空时间长的特点，它不仅能充当侦察机和假目标，而且在敌方雷达开机之后，即可以将其自行锁定，发动攻击；也可通过机载数据链系统接收来自友机的目标参数，在友机的引导下发动攻击，大大提高了执行作战任务的反应能力，令对手防不胜防。

未来无人作战飞机将担任越来越重要的作战任务。同时，随着无人作战飞机隐身性能的显著改善，敌方雷达很难发现它，即使是来回穿梭于敌防空阵地群中，它仍显得游刃有余，大大提高了无人作战飞机的生存能力。因此，未来无人作战飞机将担任越来越多的作战任务。一是摧毁大规模杀伤性武器。二是进行导弹防御。三是电子战与防空压制。四是攻击敌方地面目标。

战术攻击无人机主要用于发现、识别和摧毁地面固定和移动目标，不但可以代替有人驾驶机突击对方防空阵地、炮兵阵地、导弹阵地和指挥所等固定目标，还可以实施空中战场遮断，将敌军摧毁于机动途中。未来更先进的无人机还可以在空中与对方空中兵器进行格斗作战，因此，使用无人机打击战役或战略纵深高价值目标也必然成为其主要作战任务。

未来陆地无人作战样式

在不久的将来，地面战场上将会充斥着数不清的无人化兵器，形成真正意义上的“无人军团”，地面无人化兵器将会改变未来陆地战争的模式，从肉体杀伤过渡到机器技术博弈。随着智能化无人武器装备的研发和大量使用，未来陆地战场将充斥无人战车、钢铁士兵、机器骡、无人化智能坦克……无人化兵器将使陆地作战样式发生深刻变化。

陆上无人化武器装备的研发起步虽然较晚，但力度很大，进展也较快。美国五角大楼曾发表一份犹如科学幻想影片那样描绘未来战争的报告书，认为未来战争唱“主角”的将是具有人头磁脑的机器人部队。目前，西方正在研制的一种机器人武装侦察车，它可以到大型侦察车无法到达或对人员有危险的地区，并能将图像信号实时传给有人车辆或指挥中心。军用无人战车的智能化和高新技术手段的应用，将对未来军队和战争产生深远影响，可能在编制体制和作战方法等方面引起重大变革。

军用机器人的发展尤为迅速，这种“钢铁士兵”在未来战场上将成为一支不可小视的力量。它可以做到许多常人无法做到的事情，不但能够在恶劣地形和气象条件下布设障碍或排除障碍，还可以作为陆地、空中、海上的军用机械或武器平台使用，而且还能够代替士兵出生入死，浴血奋战。

未来海上无人作战样式

与机器战士和无人攻击机一样，无人战场已经延伸到水上水下。人们知道，“制海权”在军事斗争领域始终是具有决定性作用的重要杠杆。近年来，一些军事强国为夺取现代信息化海战优势，纷纷投入巨资推进水下无人攻击计划。其中，军用无人潜水器因具有隐蔽、机动、灵活和造价低等特点而备受宠爱。随着水上水下无人系统的大量使用，必将改变未来海上作战样式。

海军无人作战平台普遍具有搜索、测量和绘图能力，数据与信息收集、处理、传输能力，辅助通信和导航能力，定位、跟踪与循迹能力等，并可以携带各类攻击性武器、实现搜索与攻击一体化，因此具有广泛的作战使用用途。一是侦察和监视。二是通信中继。三是潜艇战和反潜战。四是反水雷战和反地雷战。五是对敌干扰和破坏。

在现代信息化条件下无人潜水器的军事应用还极为有限，然而不久的将来，无人潜水器必将成为“耳聪目明”的水下侦察兵、悄无声息的隐形杀手。

可以预见，随着智能技术、自动化技术等的发展，未来信息化战场上，由无人坦克、无人飞机、无人舰艇等组成的机器人部队展开多种多样的作战行动，将不再是天方夜谭，而它们一旦投入实战，未来的信息化战场将发生重大变化。无人化兵器登上战争舞台，必将对传统的军事战略思想、战争形态、作战样式、作战方法乃至军事组织结构和武器装备发展等带来一系列新的变革和挑战。

当代世界军事

科技与社会

科技成果转化路在何方

□ 罗　莹

党的十八届五中全会强调，必须把发展基点放在创新上，形成促进创新的体制架构，塑造更多依靠创新驱动，更多发挥先发优势的引领型发展。为实现“引领型发展”，关键任务是解放和激发科技潜能，加快科技成果转化和提高科技成果转化率。

科技成果转化率低的原因

从成果转化的供方，即科研院所和高校来看。一是相当多的课题申报时就存在不可能转化的症结。一些科研人员在进行课题设计时就没有进行转化的主观意图，只要怎么容易拿到课题就怎么设计。二是相当多的科研人员申报项目并不是为了解决某个生产技术问题，而是瞄准评职称和获得科技奖项，有的是为了完成科研量和解决带研究生的经费。三是课题申报中有转化的内容，研究的成果也可以转化，但在课题结项或鉴定后，也没有精力去考虑转化，而是去忙评奖的准备或完成别的项目。四是科技人员对转化的路径不熟，觉得风险太大，课题完成验收后科研人员和管理部门也就不去理会了，外界也不知道有这些成果。五是尽管一些课题鉴定意见都是“国内领先水平”“行业领先水平”，实际上都是重复研究或是技术含量不高的研究，不是真正有市场潜力、有推广价值、有成熟度、适宜转化的科技成果。在这些因素决定下，相当多的科技成果只能是束之高阁，或是项目完成即开始消亡。

从成果转化的需方即科研成果落地的载体企业来看。90%以上的企业研发、转化科技成果的动力能力不足。我国企业的主体是中小企业，最需要技术支持，但总体来看又最缺乏技术创新和转化的条件。中西部地区的一些省份，90%以上的企业没有研发活动，生产基本上是仿制和粗加工，企业规模小，流动资金紧张，购买专利和改造生产线的能力弱，难以依靠科技进步经营企业。国企技术人才多，研发条件好，因考虑科技投入风险大，见效慢，一般也只对现有的生产要求开展科研，一些科技含量高、市场潜力大但要过一定时间见成效的科技成果也难以在企业转化和推广应用。

从成果转化的桥梁中介服务机构来看。存在桥梁不宽的问题。科技成果的转化是一项系统工程，十分需要技术市场中介服务机构全过程的服务，助力打通科技成果转化不顺畅流通的环节。我国中介市场对企业和院校服务的能力不强，与国外发达国家差距大。如：直接参与服务创新主体科技成果转化的生产力促进中心、创业服务中心功能单一，难以提供差异化服务，工程（技术）研究中心一般只能为依托企业服务，主动为区域内行业服务的主动性小能力弱；以知识咨询、智力服务的科技评估中心、科技情报所、专利事务所服务规模小，素质参差不齐，知识案例积累少，远不能满足企业的需要；进行科技要素配置的科技大市场、产权交易中心、科技条件市场和技术经纪人市场少，跨区域服务或综合服务能力强的更少，且掌握的信息不完整，从业人员能力良莠不齐，其“线上线下”的活动，大都热衷于举办技术市场交易会，科技成果推广对接会等，场面热闹，收效一般，往往仅起单一沟通作用，只有过程没有结果。

从成果转化的监督管理者政府部门来看。引导动力不足，管理手段长期不变，管理制度和方式总是滞后于科技发展的需要。科技成果的转化是政府科技主管部门职能的“后端”，产业主管部门的“前端”，从理论上来说都有密切关系，在这些部门文件中报告中都不断强调加快科技成果转化。但从其每年发展报告、每年有关数据公布和部门机构职责来看都没有把科技成果转化作为管理工作的出发点和工作重心。项目由科技由主管部门负责立项和组织评审，财政部门拨款，创新主体开展研究，在科研项目完成验收或结项后，科技财政部门的管理工作也就完成了，成果的转化也就没有哪个部门管了。政府部门制定的科技考核制度，职称评定制度也是以论文论著和奖项作为科技人员科研水平能力的主要评价标准，这就导致科技成果的应用、推广和市场价值不会被放在首位去考虑。

如何提高科技成果转化率

科技成果转化率低的问题破解，必定会在市场经济体制完善过程中逐渐得到完成。因为随着市场化程度的提高，科技成果转化率提高的障碍和难度会越来越小，市场机制推动科技成果转化的动力会愈来愈大。但市场化是个渐进成熟的过程，而提高科技转化率又是急迫的问题，作为政府部门有所作为的现实选择还是只有从制度层面来突破。

政府政策层面。坚持问题导向，将破除科技成果转移转化的体制机制障碍作为着力点，注重政策的部门协调。加快建立“政府财政科技投入+担保贴息+产权质押+股权融资+风险投资+保险”的科技金融体系，引导更多的社会资本对科技创新和科技成果转化的支持。加快深化科技人才评价机制改革。根据行业、产业特色形成多层次或更精细化的职称评聘标准，由科研人员选择参评，改变片面追求论文论著数量的单一职称评定办法，营造大众创业万众创新的社会氛围。

科技主管部门工作层面。在科研机构和高校职务科技成果等无形资产的处置和收益权、股权和分红激励、技术转移机构和技术转移服务、产权交易市场制度等方面制定操作性强和具体的激励政策；要将技术市场，技术转移机构和科技服务机构建设、鼓励科技人员兴办领办科技型中小微企业和科技成果入股，促进科技成果的资本化、产业化作为科技体制改革的主要任务来设计和推进。在转变管理职能，深化科技计划、项目和经费改革进程中，对科研项目的立项和顶层设计，应以企业需求为主导，以推进科技成果转移转化为核心。

科研院所和高校主管部门工作层面。通过建立考核机制，引导科研院所和高校的应用科研瞄准国内外市场需要，主动走向市场，科研项目从选题的立项到成果转化必须紧密围绕产业发展，尤其是与新兴产业的发展紧密结合。通过建立分类考核机制，引导科研院所和高校人员在教学、科研、转化方面有所侧重，鼓励交叉，允许将企业委托项目作为科研业绩列入考评指标范围。

企业主管部门工作层面。策应创新驱动战略，关键在于推动企业成为创新体系的主体。加大国有企业科技投入与转化考核指标权重，对班子特别是主要负责人的考核由过去单一利润考核向利润和科技投入与转化效益的考核并重。加快科技型中小微企业创新环境的建设，增加有影响力的科技型中小微企业科技人员、管理人员在财政科技投入项目的立项、评审、评优的比例。鼓励建立科技型中小微企业投入为主、财政投入为辅的科技成果转化风险基金。