从DARPA看美国军民深度融合

DARPA的经验表明，军民融合的深层基础在于人才培养和交流的融合。当前，我国把军民融合发展上升为国家战略，是一项长期的系统工程。在我国军民深度融合发展的体制与机制设计上，要把人才的培养和交流作为基础工程，这样才能从根本上把军民融合的理念和要求贯穿经济建设和国防建设全过程。

□ 黄四民

中共中央政治局于2016年3月25日召开会议审议通过了《关于经济建设和国防建设融合发展的意见》。会议要求，要坚持用改革的办法、创新的思路，突破制约融合的体制性障碍、结构性矛盾、政策性问题，加快理论、科技、管理、实践等方面创新。推动经济建设和国防建设融合发展，宗旨是发展、核心是创新、关键在科技、基础在人才。DARPA（美国国防部先进项目研究局）以其引领颠覆性技术创新而闻名，同时也是美国军民深度融合发展的典范，其深层的基础是建立在人才培养和交流的深度融合之上。

从DARPA的组织结构看其人才梯队

DARPA采用的是扁平组织结构，其内部主要由DARPA局长、项目办公室主任和项目经理构成。人员数量在不同历史时期有些波动，大致在100到200人左右。但是，DARPA的成功也不能忽视其直接领导——美国国防部国防研究与工程局主任（简称DDR&E，1958年8月6日设立），以及DARPA项目参与者的贡献。DDR&E是美国国防部国防科技总管，在过去近60年的大多数时期属国防部第三号人物，他主要通过任命DARPA局长和选择重大研究问题对DARPA产生影响。DARPA项目承包商是项目具体承担者，主要来自军工企业、高等院校、联邦资助研发机构以及私有企业等。他们一起构成了DARPA的人才梯队。自DARPA成立以来，共有16位DDR&E，20位DARPA局长，100多位项目办公室主任，千余项目经理，以及数万项目参与者。他们共同创造了DARPA的辉煌，书写了美国军民深度融合的重要篇章。那么，产生如此人才梯队的基础是什么，他们的背后有什么共同点，尤其是在DARPA早期共同形成了DARPA科技价值理念和创新文化的那一批人，无疑值得去挖掘。为了更好地理解其背景，我们需要简要回顾一下二战期间美国战时特训计划和战后的《退伍军人权利法》（简称GI Bill，1944年6月22日签署生效）对美国科技和教育的影响。

二战期间战时特训计划和战后GI Bill

1941年12月7日清晨日本偷袭珍珠港事件后，次日美国被迫直接卷入了第二次世界大战。对美国而言，这是一场既没有充分准备其开始，也没有预期其结束之快的战争。因此，除了短期内巨量战争物资的需求外，美国政府面临的巨大挑战之一是，在战争初期，大量军事人员的缺乏，尤其是具备工程技术、医疗、语言等技能的年轻军官，以及在战争结束后，退役军人的安置。据记载，1940—1945年间美国共投入军事人员达1600万，而战后有1500多万名陆军、海军和海军陆战队军人从大西洋和太平洋战场回国。为了满足战时军事人员，尤其是懂技术和管理的年轻军官的急迫需求，1942—1946年期间，美国军方（包括陆军、海军以及海军陆战队与陆军中的空军）提供联邦经费资助众多高校开展速成特别训练计划，如陆军特别训练计划，V-12海军高校训练计划以及陆军空军高校训练计划等。为了战后安置退伍军人，美国总统富兰克林·罗斯福于1944年6月22日签署生效GI Bill，其中主要条款之一是为退伍军人接受各类教育和培训提供资助。这两项措施对美国二战后成为世界科技与教育强国产生了极其深远的影响。

二战战时各类特训计划规模不一，如陆军特别训练计划规模为20万18岁左右的优秀年轻人，V-12海军高校训练计划规模为12.5万。前后有数百所高校受联邦资助参与特训计划，分别接收学员近千人至数千人不等。学员在校期间以知识学习为主（占2/3时间以上），体能训练为辅。战时特训计划对美国高等教育及未来科研的主要影响有二；一是改变了当时由于战前经济危机而导致大量高校濒临破产的境况，促进了高等教育大发展的局面；二是国防科研成为高校主流，一批高校借此及国防项目逐渐跃升为世界前列，如MIT、加州大学伯克利分校、斯坦福大学等。而在这批年轻人中有些成为了战后美国各界的领袖，如美国前国务卿亨利·基辛格、DARPA局长埃贝哈特·莱克廷（1967—1970）、JASON（为美国国防科技提供重要咨询的秘密精英组织）主席爱德华·弗里曼、1958年诺贝尔生理学或医学奖得主乔舒亚·莱德伯格、前加州大学伯克利分校工学院院长卡尔·皮斯特等。

GI Bill在美国历史上有着极其重要的地位。在美国国务院国际信息局于2008年出版的《历史学家谈美国：创造改变的历史性决策》一书中，11位重量级历史学家被邀请分别举出一个影响美国成为今日大国的想法或制度，GI Bill即是其中之一。至1956年7月25日终止，该法案资助了780万退役军人参加各类教育或培训项目，其中220万接受了高等教育。例如，二战后80%的陆军特别训练计划的幸存者回到了大学课堂，而在1947年退役军人曾占美国大学入学人数的49%。该法案实施的11年期间，为美国增添了45万名训练有素的工程师、24万名会计师、23.8万名教师、9.1万名科学家、6.7万名医生、2.2万名牙医，以及其他领域的100多万名受过大学教育的人员。他们被誉为美国成熟一代，是一个极为成熟和努力的群体，具有团队和奉献精神。这一批经历战火洗礼的退伍军人成为了其后美国数十年各界的中坚力量，其中包括14位诺贝尔奖获得者，也包括美国国防部DDR&E马尔科姆·柯里（1973—1977）等一大批国防科技界的科研与管理精英。

因此，在二战建立起来的军民间在国防科技领域的相互信任与依赖使得其军民融合自然形成，并通过战时特训计划和战后GI Bill得以延续和发展。在战后，大批为二战胜利做出卓越贡献的国家实验室科学家（如曼哈顿计划主要成员）逐渐参与到高校教育或国家科研管理机构。据MIT航空航天领域退休教授里昂·特里林回忆，1950年前后MIT大多数新教职人员为战时国家实验室成员，而新入学研究生多数为受GI Bill资助的退伍军人。同时，更多的高校和联邦资助科研机构的科研人员参与国防相关的科研项目。例如，成立于1946年的美国海军研究局在其70年的历史中有60位获其资助的科学家后来成为诺贝尔奖得主，始于1952年，几乎平均每年一位。

DARPA的军民深度融合

通过上述的背景分析，我们不难看出，美国二战后的科技与教育发展培养了一大批对国防实际需求和问题有深入接触和理解的高素质科研人员，为1958年成立的DARPA提供了深厚的人才基础。实际上，在16位美国国防部DDR&E中，早期多为具有加州大学伯克利分校或其劳伦斯利物莫尔国家实验室背景的人员主导，其后则以DARPA背景的人员居多，其中有6位在任职DDR&E前或后在高校从事教学、科研或管理工作。而其20位DARPA局长中的40%在任职DARPA前或后在高校任职。DARPA的项目办公室主任、项目经理以及项目参与者更是融合了来自军队和政府机构、高校和联邦资助研发机构、军工企业和其他私有企业等的科研人员。实际上，DARPA有超过三分之一的人员来自军方，大约三分之一的人员来自高等院校。更为重要的是，DARPA人员平均4年左右轮换的流动机制将DARPA务实的科研价值理念和创新文化带回到军队和高等院校的人才培养过程中，通过这种传承进一步促进了军民融合。纵观其历史，DARPA的高层管理人员多数具有在与国防科技相关的国家实验室的科研经历，而这些实验室均设立于二战时期或冷战早期，本身就是军民融合的产物。DARPA不同时期不同层次的人才网络则从上至下主要经相关国家实验室、高等院校、军工企业、军队科研机构以及国防需求单位等途径，通过推荐方式构成。例如，贝哈特·莱克廷即由其在加州理工大学喷气推进实验室前同事推荐给时任DDR&E的约翰·福斯特而担任DARPA局长（1967—1970年），而罗伯特·弗萨姆（1977—1981年DARPA局长）则是时任DDR&E威廉·佩里在斯坦福大学时的学生。因此，如此基础上构成的人才网络就使得DARPA的军民融合不是简单的社会资源整合，而是根植于人才培养和交流的深度融合。这种深度融合形成了共同的科技价值观和创新理念。

科技战略

量子通信——面向未来的通信之路

□ 朱孝开

1月8日，中国科学技术大学潘建伟团队完成的“多光子纠缠及干涉度量”获得2015年度国家自然科学一等奖。经“两会”决议，量子通信与量子计算机被纳入“十三五”规划纲要，成为未来五年我国计划实施的十大重点战略工程及项目之一，量子通信由此成为2016年科技领域最热门的话题之一。那么，量子通信是什么？又如何应用呢？

量子通信的概念与发展历程

1982年，法国物理学家Alain.Aspect和他的小组通过实验证实了微观粒子“量子纠缠”现象确实存在，从而证实了超距作用（爱因斯坦的幽灵）的存在，即任何两种物质之间，不管距离多远，都有可能相互影响，不受四维时空的约束。

1993年，在量子纠缠理论的基础上，美国科学家C.H.Bennett提出了量子通信的概念。量子通信是由量子态携带信息的通信方式，其利用光子等基本粒子的量子纠缠效应实现保密通信过程。随后，一个由6位来自不同国家的科学家组成的物理学国际小组基于量子纠缠理论，提出了利用经典与量子相结合的方式实现量子隐形传输的方案。即将某个粒子的未知量子态传送到另一个地方，把另一个粒子制备到该量子态上，而原来的粒子仍留在原处，这是量子通信最初的方案。

1997年，在奥地利留学的中国青年学者潘建伟与荷兰学者波密斯特等人合作，首次实现了未知量子态的远程传输。这是国际上首次在实验上成功地将一个量子态从甲地的光子传送到乙地的光子上。实验中传输的只是表达量子信息的“状态”，作为信息载体的光子本身并不被传输。

2008年，一支意大利和奥地利科学家小组宣布，他们首次识别出从地球上空1500公里处的人造卫星上反射回地球的单批光子。2012年，中国科学家潘建伟等人在国际上首次成功实现百公里量级的自由空间量子隐形传态和纠缠分发，国际权威学术期刊《自然》杂志称这一成果基本上解决了量子通信卫星的远距离信息传输问题，是“远距离量子通信的里程碑”。

我国是世界上量子通信应用最早的国家。2009年5月，中科大在安徽省芜湖市试运行世界上首个量子政务网。2012年3月，合肥城域量子通信试验示范网投入使用，该网覆盖合肥市主城区，通过6个接入交换和集控站，连接40组量子电话用户和16组量子视频用户，用户主要包括政府机关、金融机构、医疗机构、军工企业及科研院所等。2014年，世界第一条量子通信保密干线启动建设，该干线全长2000多千米，连接北京与上海，贯穿山东济南、安徽合肥等地，是千公里级高可信、可扩展的广域光纤量子通信网络，预计2016年下半年建成。

量子通信的研究方向与应用

量子通信技术主要研究量子隐形传态和量子秘钥分发。量子隐形传态利用量子纠缠将量子态传送至任意位置，具有“不可探测、无空间约束”的特点，在原理上绝对安全。但是基于隐形传态的量子通信目前只存在概念中，尚无实际应用的例子。国内权威专业团队也表示，若无革命性的突破，该技术在近几十年内都没有实用化的可能。所以，目前的量子通信通常特指基于量子秘钥分发技术的安全保密通信。其通信过程与经典的加密通信基本相同，都是由信息加密、信息传输、信息解密三个步骤组成，不同之处在于，加解密的过程中将普通密钥换成量子密钥，而信息的传输一般是通过经典方式（如光纤、卫星等）来进行。在目前以及不远的将来，量子通信的应用方式主要有以下三种。

基于量子光纤。现今已建成的光纤量子城域网和正在建设的2000公里“京沪干线”均采用的是该方式。即专门铺设光纤作为量子密钥分发的主要途径。由于光纤传输过程中，光量子的能量有衰减，所以每隔一段距离就需要加入专用中继设备，让光量子能够传输得更远。

基于量子卫星。当需要进行量子密钥分发的距离过大或不具备建设专用光纤线路条件的时候，可以通过专用卫星作为中继进行传输。预计在2016年7月发射的量子卫星就将对该方式进行试验。500公斤重的量子卫星，由量子密钥通信器、量子纠缠发射器、纠缠源、处理单元和激光通信器构成，卫星将在中国和欧洲的两个地面站之间中继传输量子密钥。项目的首席科学家潘建伟院士表示，如果该试验成功，中国将发射多颗卫星，于2020年建成连接亚洲和欧洲的量子密钥分配网络，2030年建成全球化的广域量子通信网络。

基于移动量子存储器。国外研究机构已经研制出手持式量子存储及加解密设备，用来存储制备好的量子密钥。采用这种方式，需要进行保密安全通信的场合，仅需在发送端和接收端配发相互纠缠配对的量子密钥存储设备，接入通信链路，对信息进行加解密处理。加密后的密文可以通过电台、卫星、甚至民用移动通信网络（移动、联通、电信等）进行通信。这种方式对于军队与国防安全领域具有更重要的意义。

对量子通信研究运用的思考

量子保密通信在国外均处于实验室技术研究阶段，包括美国在内，没有进入实际工程应用，这其中的原因值得深思。除中国外，世界上其他研究量子通信的机构和国家都没有进行大规模工程应用，包括美国。在美国，早在2003年，DARPA和NIST（美国国家标准局）制造出世界上第一台QKD（量子密钥分发）实验床，此后，公开的信息中再也没有出现过量子通信方面的进展。这就产生了几种猜测：一是美国政府将量子通信技术的进展作为核心机密，外界无法获得与之有关的任何线索；二是美国政府暂未将量子通信技术作为重点发展对象。关于第一点，我们只能凭借猜测。关于第二点倒是有几个佐证。众所周知，美国如果要发展某项新技术，会在其各类“规划”中有所体现，如大数据技术、激光武器技术等。而且，如果要将某项新技术大规模工程应用，其所做的第一件事情必然是定标准或协议。如当年，DARPA在互联网领域就是通过定下各种互联网通用协议，从而确立了美国在信息领域的霸主地位。时至今日，美国依然没有为量子保密通信定标准的打算，反而投入力量进行后量子加密技术研究。

量子保密通信技术从原理上来说是“绝对安全”的，但是“有人参与的量子通信”却存在各种问题。量子保密通信并非无懈可击，例如通信链路上的身份认证问题。目前我国应用的量子通信主要依靠光纤网络传输密钥，当距离足够远时，需要进行信号中继。澳大利亚一研究团队已经研发出通过信号中继加入自己信息的技术，可以向目标发送任何信息，而由于量子通信过程中没有相应的身份认证过程，目标端无法分辨真伪。随着研究的深入，目前的量子保密通信技术肯定会有更多的问题被发现。

量子保密通信在达到核心理论、核心技术、核心元器件三方面完全自主化之前，投入需谨慎。有专家指出，到目前为止，我国量子通信领域的元器件70%~80%依赖进口，做科学试验没有问题，但这样是无法保证其产业健康发展的，安全性也有问题。

量子保密通信技术只是实现安全通信的一种手段，并非不可替代。现有的量子通信严格意义上只是一种密钥分发技术，就整个通信系统来说，其架构还是经典的，并非无懈可击。量子通信技术只能对整个通信系统中的部分环节起作用，要实现安全通信，完全可以从其他环节入手，或直接在整体架构上进行革新。例如，美国没有大力发展量子通信，可能就是认为经典密码体系现阶段足以满足其通信安全的需求。

科技与社会

论战争后效应

□ 岳贵云

战争后效应是指战争结束后，战争对政治、军事、经济、文化、外交、科技等领域影响和作用，所引起的反映和效果。战争终结，与战争相关的国家或地区接连所发生重大事件和活动无不受到战争的影响，这是一种典型的“后效应”现象，是战争后时代的客观反映。

对战争后效应本质认识

战争后效应是典型的“后战争”现象。“后战争”现象可分为三类。一是战争打破原来社会生产力发展桎梏，促进社会繁荣发展，战争造成的天下大乱到战争结束实现天下大治，社会从动荡走向和平，战争结束成为新生活的里程碑，社会经济发展走向快车道。二是战争解决了旧的社会矛盾，但又引发新的社会矛盾，甚至出现激烈矛盾冲突。“后战争”时代，因领土、民族、宗教以及殖民统治等遗留问题所引起的局部冲突或恐怖袭击，造成社会动荡不安、政局乱象丛生，遭受破坏的生产力难以短期恢复。这是典型的战争后遗症，战争遗留问题延续、发展甚至发酵，可能引发新一轮军事冲突甚至局部战争。三是战争解决了部分社会矛盾，新旧矛盾在交织中并行，战争之后社会经济生活按照自身发展规律，沿着战争影响的轨迹，缓慢前行，激烈矛盾冲突趋于平稳。战争之后人们所期盼繁荣虽然没有立即出现，但也没有兵荒马乱的恐慌和深陷战争的煎熬。纷繁复杂的“后战争”现象，是战争影响的惯性力作用结果，会波及社会各个层面，或多或少、或强或弱、或长或短地影响人们生活和时代变迁，助推社会变革发展。

战争后效应是战争功能的客观反映。后效应是在医学领域运用较广泛的一个名词。如抗生素后效应是指细菌与抗生素短暂接触后，当药物浓度下降到抑菌浓度或消除后，细菌生长仍然受到持续抑制的效应。后效应对社会诸多领域具有普遍指导意义。战争对国防安全、经济发展、社会文化有着重大影响，这是战争的政治功能、经济功能、军事功能和文化功能的客观反映，也是战争后效应持续发挥作用的结果。

克劳塞维茨认为：“战争无非是政治通过另一种暴力的、军事的手段的继续。”战争与国家生存和发展利益攸关，战争具有维护、巩固或夺取政治权力的功能。之所以发生战争就是因为战争发动者认识到战争的特殊政治作用，认识到战争是巩固或夺取权力、确立政治地位的重要手段。几乎每一场胜利的战争都具有维护或实现国家和民族政治理想和信念的功能，具有增强国家人民凝聚力和向心力的作用；一场失败的战争会使国家遭受重大损失，甚至造成政坛权力变更，国家和地区政治格局发生变化。战争后社会政治效应是战后诸多矛盾的根源，对国家政治环境具有最直接、最重要的影响，甚至决定着国家发展走向。

战争需要经济和科技实力作支撑，经济和科技实力是战争的物质基础。虽然，经济利益不一定是战争的唯一目的，但战争的特殊功能往往对经济具有推动作用。正如恩格斯所说，“暴力仅仅是手段，相反地，经济利益是目的”。一方面，战争往往是经济实力较量，“暴力的胜利是以武器的产生为基础的”，武器生产与国家经济实力和科学技术发展密不可分。战争对科学技术最敏感，战争需要把最先进科学技术运用于武器制造和作战领域，有些科学技术成果常常是在战争需要的刺激下产生。战后这些成果又转为民用，通过刺激科技发展进而实现推动经济发展的目的。另一方面，战争意味着大量人员伤亡和物质财富损失，战后直接参战国经济发展往往会推迟几年甚至几十年。战争所造成的深重政治灾难，巨大经济损失，能够强化人们经济意识，唤起人们对物质经济需求，促使战争后快速恢复经济生产。战争后经济效应和科技效应，是生产力发展重要因素，是生产关系变革的强有力杠杆之一，具有自觉的带动和刺激经济发展作用。

研究战争后效应的现实意义

有效控制战争后效应的副作用。列宁指出，“一切战争都不可避免地带来种种惨祸、暴行、灾难和痛苦”。战争不仅会造成社会财富损失和人员巨大伤亡，而且可能带来大量战争遗留问题，这是战争后效应的副作用结果。抑制和阻止战争后效应所诱发的矛盾，有效地控制战争后负面效应，是战争指导者不得不考虑的重要问题。要充分预测不利于战后社会稳定因素，深入分析引发社会动荡根源，合理评估后效应的发展和结果；要及时恢复战后社会秩序，大力发展生产力，解决国计民生问题，化解社会矛盾和危机；要对影响社会稳定的多元化威胁，采取多种控制手段和强制性措施予以制止，避免潜在负效应发酵和升级，保证社会稳定和经济快速发展。

积极利用战争后效应的正作用。积极利用战争后效应的正作用，主要是利用战争对国家经济发展、国防实力、社会稳定、国际地位、人们生活等领域带来的正效应，并尽可能减少战争带来的负效应，创造有益于人类和平发展条件。战争指导者要从全局出发，充分利用正效应引发的爱国情怀，凝聚民心国力，挖掘战争资源，争取更多的有利条件，提高未来战争综合效益；要善于利用正义性战争的外溢效应和影响，号召爱好和平的世界人民团结起来，共同构筑维护世界和平发展的国际环境；要积极利用战后和平安全环境，制定国家和军事发展战略，确定建设发展路径，消除阻力障碍，化解规避风险，争取更长的发展机遇期。

军事理论