

“两弹一星”工程中的后发优势与劣势分析及启示

刘昱东

(中国人民解放军战略支援部队航天工程大学基础部, 北京 101416)

摘要: 以后发优势和后发劣势理论为基础, 分析了“两弹一星”工程中的后发优势与后发劣势及其对当代科技创新的启示。提出在利用后发优势方面, “两弹一星”工程主要通过通过对风险规避优势、跟进优势与机遇优势进行有效利用, 实现了国防科技的整体跨越式发展。在后发劣势方面, 主要采用科学-技术-工程同步推进和技术民主两种方式, 充分调动有限资源, 比较有效地规避了后发劣势带来的不利影响。最后, 分析了这些做法对我国当代科技创新与发展的启示。

关键词: “两弹一星”工程; 后发优势; 后发劣势; 风险规避优势; 跟进优势; 机遇优势

中图分类号: N09

文献标识码: A

文章编号: 1674-4969(2019)02-0164-08

引言

“后发优势”和“后发劣势”是经济学领域的两个概念。后发优势理论是20世纪60年代由美国经济史学家亚历山大·格申克龙(Alexander Gerschenkron)创立的, 利伯曼、汤姆森等学者都对此做过研究。格申克龙的理论对后发优势做了四个层次的概括: 第一, 替代性手段和工具的寻求使后发者有多种选择性, 使他们少走弯路; 第二, 后发者可以直接引进先发者的成果; 第三, 后发者可以借鉴先发者的经验教训, 实现赶超; 第四, 后发者落后的现实会促进其产生更强的发展动力^[1]。经过列维(Mickey Levy)和M. 阿伯拉莫维茨(Moses Abramovitz)等学者的发展, 该理论得到进一步深化、完善。“后发劣势”由经济学家马克·W·沃森(Mark W. Watson)首次提出。沃森认为, 后发劣势表现在两方面: 制度模仿的困难和长期效果难以维持^[2]。以上对这两个概念的诠释是一般性的, 并未具体到军事技

术, 尤其是大科学与工程领域。军事技术和大科学与工程往往由于其实施环境和过程的特殊性而有不同的优势和劣势表现。“两弹一星”工程就很明显地具有这些特点。美国的约翰·W·刘易斯(John W. Lewis)和薛理泰在《中国原子弹的制造》中将中国原子弹制造的准备和实施阶段作了较详细的梳理, 认为中国取得成功的主要原因之一就是在政治管理上注重人心的凝聚和士气的鼓舞^[3], 而凝聚人心和鼓舞士气的一个重要因素就是中国在这一领域的落后状态。刘戟锋、刘艳琼和谢海燕总结了“两弹一星”工程在管理层面和技术层面的成功经验, 并通过与“曼哈顿”工程的比较指出了其独特的管理特色和技术路径^[4]。总的来看, 中外学者在这方面的认识基本一致, 虽然他们很少直接论及“后发优势”或“后发劣势”, 但都在其观点中从不同程度和不同角度上承认了中国的相对落后状态和中国人为改变这种状态所付出的努力。

本文以“两弹一星”工程为研究对象,基于后发优势与后发劣势理论,分析该工程中的后发优势和后发劣势,并提出了规避后发劣势的两种方法,以期对当代中国科技创新有所启示。

1 “先发”与“后发”的优劣之分

“先发”与“后发”的优劣分类可能存在四种情况:先发优势,先发劣势,后发优势,后发劣势。先发优势不言自明,无论在科学技术上还是军事战略上,“先发制人”者总是咄咄逼人,它意味着比对手更强的实力和更多的机会。相较而言,先发劣势往往与先发者所承担的风险有关。风险之一在于,先发者有可能失败,譬如新技术、新项目的下马,或者新战略的失效;风险之二在于,处于探索阶段的技术或思想不可避免地要走许多弯路,先发者所付出的代价常常高于跟进者。正是与先发劣势的风险相对,才产生了“后发优势”:后发者可以借助先发者的经验教训,在很大程度上避免探索过程中的风险(风险规避优势);条件允许的情况下,后发者可以直接引进先发者的成果(跟进优势);此外,后发者更容易抓住多变的机遇,从而可能在竞争中占有优势(机遇优势)。后发劣势则集中体现在“后发者制于人”这一点上。就军事技术的独特性(保密和事关国家安全)而言,主要分为两种情况:其一是技术封锁和技术垄断,其二是过度依赖的可能。

美国的“曼哈顿”工程和中国的“两弹一星”工程,分别是“先发”与“后发”项目的典型代表。作为人类历史上第一项大科学工程,曼哈顿工程堪称“典范”,其“成功经验可继续作为速度和效能的楷模,作为衡量其他计划的标准。”^[5]首先拥有原子弹的美国,一直试图保持对原子弹的垄断,并常常以此作为威胁对手的筹码(中国政府在很大程度上也是为了要应对这种威胁,才决心研制原子弹)。而美国在研制原子弹过程中所面临的风险和付出的代价,也为众所周知。中

国的“两弹一星”工程,首先避免了先发者的第一类风险——技术或项目“不可能性”的风险,因为美国和苏联的例子已经用铁的事实证明,只要理论和资源等条件满足,原子弹、导弹和人造卫星是可以研制成功的。其次,主要借助于苏联的援助,中国也避免了相当一部分成本风险。有关这一点最明显的对比,就是苏联撤销援助前后导弹和原子弹的研制进展过程:一方面,苏联撤销加剧了中国的第一类后发劣势,“跟踪学习”的路被阻断;另一方面,正是苏联的撤援,客观上促成了中国在国防尖端技术上的独立自主,从而避免了“过度依赖”的后发劣势。难怪毛泽东在中国第一枚导弹核武器试验成功之后要说:“谁说中国人搞不出导弹核武器?现在不是搞成了吗?赫鲁晓夫不给我们这些尖端技术,极好,逼得我们自己干出来,我看要给赫鲁晓夫一个一吨重的勋章。”^[6]

2 “两弹一星”工程中的后发优势利用

“两弹一星”工程中的后发优势,既有一般技术领域所具备的三种基本形式(风险规避优势、跟进优势、机遇优势),又因其军事技术的特殊属性,而有不同的表现。大体而言,相较于民用技术或一般技术的普遍性,在军事技术、尤其是尖端国防科学技术领域,以上三种优势的影响程度和重要性各不相同。

就风险规避优势而言,军事技术后发者可以从理论上完全避免先发者曾做出的错误决策,大大节省时间和资源。但军事技术涉及国家安全与利益,先发者向后发者的军事技术转移总是基于自身利益的考虑,最先进的技术理论、工艺手段和设备不会列入转移对象。对于技术落后较大的后发者来说,这一优势尚较为明显。如果只是相对落后,则优势很容易转变为劣势。

跟进优势与风险规避优势类似,且利用途径更加丰富多样。如果说风险规避优势还在很大程度上依赖于后发者自身的努力,跟进优势则往往

是后发者对先发者已有成果的直接引进和借鉴。正因如此, 格申克龙称其为“免费搭乘”效应。具有一定技术基础的后发者甚至可以通过购买先进装备进行分解研究, 而提升自身的技术水平。跟进优势的幅度同样很小。当后发者的技术差距与先发者缩短到一定程度时, 这种优势将不复存在。

机遇优势在军事技术领域的影响力明显超过上述两种优势。由于军事技术的竞争比一般技术竞争更为激烈, 后发者对技术进步的要求更为迫切, 更希望能尽快取代先发者的位置, 或至少在某些方面超过先发者。因而, 后发者往往比先发者思路更开阔, 也更容易接受改进和革新。在一些新的技术生长点, 还有可能抢占先机, “反客为主”, 成为该领域的先发者。这对应于格申克龙所讲的第四个层次的后发优势。

2.1 “两弹一星”工程对风险规避优势与跟进优势的利用

风险规避优势与跟进优势可以归于同一类型。本质上, 获得这两种优势的过程, 都是后发者向先发者学习的过程。具体到“两弹一星”工程, 该过程伴随着苏联对中国的科学技术援助而展开: 设备和技术资料的援助使中国获得了跟进优势, 人才的培训和专家的援助使中国获得了风险规避优势。两项优势的积累, 在新中国科学技术发展的奠基阶段, 起到了巨大的推动作用。随着中苏技术交流的推进, 风险规避优势与跟进优势也有不同的表现程度和形式。

“两弹一星”工程实施初期, 正值中苏合作的“蜜月”阶段, 苏联主要向中国提供了两枚 P-2 型导弹教练弹、全套设备部件和技术资料, 铀同位素分离气体扩散实验室的设备, 帮助中国建设了小型回旋加速器和 7000 千瓦实验性重水原子反应堆。这几项援助直接为导弹和原子弹的研制奠定了硬件基础。而 M-3 计算机、БЭСМ-II 型计算机的全套技术资料及相关电子元器件设备和资料

的援助, 则为导弹、原子弹和人造卫星的研制提供了间接辅助作用。但中国接受这些援助的方式却并非“拿来主义”的, 而是一边接受、一边学习、一边改进。在这一过程中, 风险规避优势以较为特殊的形式表现出来。

以导弹研制为例, 从 1958 年接受苏联提供的 P-2 教练弹到 1964 年中国第一枚自行设计和研制的导弹发射成功, 中国的导弹探索过程大体上经历了拆解-组装、自行制造、仿制、自行研制四个阶段。拆解-组装阶段, 负责导弹研制的国防部五院首先将教学用 P-2 导弹进行了拆解, 全面系统地了解了导弹的弹体结构和元器件组成。在此基础上, 五院组织一批青年科技工作者对其重新进行组装。经过数次拆解和组装, 科研人员对导弹的基本结构已经了然于胸。拆解-组装阶段的最后一步, 是将苏联提供的 P-2 导弹全套器件组装成弹体, 并加注燃料进行试射。自行制造阶段, 是中国在本土采用苏联的技术标准和工艺手段, 生产出导弹的各个组成器件, 然后组装, 进行试射。仿制阶段比自行制造阶段更进一步, 在前两个阶段消化吸收的基础上, 要通过仿制积累自行设计和研制的经验。五院仿制的第一枚 P-2 导弹, 采用了中国自己生产的燃料。苏联专家认为中国的燃料不合格, 坚持要用苏联进口的燃料。中国科技人员并未因此放弃, 而是及早开展了相关研究、化验和检测工作, 在 1960 年 8 月苏联专家撤走后一个月, 即用国产燃料成功发射了仿制的 P-2 导弹。该型号导弹后来被命名为“1059”。

根据这一过程可见, “两弹一星”工程的组织领导者有效地将风险规避优势和跟进优势进行了结合, 并将跟进优势进一步转化为风险规避优势, 避免了因苏联的教条要求或误导而走弯路。

2.2 “两弹一星”工程对机遇优势的利用

中苏技术转移与交流的特殊历史, 造就了中国国防科学技术, 尤其是“两弹一星”工程的特殊机遇优势。而这一机遇优势, 也来自中国对跟

进优势与风险规避优势的利用和转化。

首先仍以导弹为例。1960年中国仿制导弹的发射成功,是中国自主研制导弹的第一步。之后,国防部五院开始在“1059”的基础上自行设计全新型号的导弹。经过近两年努力,1962年3月21日,我国自主设计的东风二号中程地地导弹在酒泉基地第一次进行发射,但遭遇了失败。这次失败给所有科研工作者都造成了巨大的打击,但同时也带来了一个新的契机。3月31日上午,以钱学森为代表的五院科研团队向聂荣臻汇报了东风二号导弹第一次发射失败原因的初步分析,聂荣臻提出了五点意见:第一,失败不可怕,要从失败中吸取教训;第二,针对这次失败,要展开广泛的讨论,继续进行研究和试验;第三,失败暴露了五院存在的问题,要针对这些问题进行整改;第四,钱学森主抓五院科研,王诤负责生产试制和设备与条件保证;第五,明确了党的领导是政策引导和保证,政治工作要讲究方法^{[7]820-821}。技术上,钱学森采取了一系列措施,这些措施后来成为中国导弹与航天领域、乃至所有科研工程部门共同遵循的科研管理模式:

首先,是系统工程理念、总体设计部和总设计师制度的建立;其次,是技术责任制及科研程序制度的建立;第三,是预先研究理念的建立。这三条经五院汇报给聂荣臻后,由聂荣臻进一步总结为“科研三步棋”思想。又经过两年,1964年6月29日,改进型东风二号中程导弹发射获得圆满成功,在随后的7月至10月间多次发射试验均获得成功。

今天看来,1962年的失败无疑是一次机遇,其正面意义远大于负面影响。其中对后世最具有决定意义的,就是系统工程方法与理论在中国的发展。钱学森师从空气动力学大师冯·卡门在加州理工学院完成学业,冯·卡门的众多学生都曾在世界系统工程理论的发源地——贝尔实验室从事理论研究或管理工作。“系统工程的策源地之一

是美国的电话与电报组织(AT&T)。贝尔电话实验室,或许是美国除去院校外最大的AT&T研究群体。”^[8]出于战争的需要,包括麻省理工学院和加州理工学院在内的很多高校都参与了军事研究活动。在美国工作期间,钱学森也广泛参与了科学理论和实践工作:“20世纪40年代,他曾经是美国著名的加州喷气推进实验室第一任主任,同时兼任哥达德航空中心的讲座教授,亲自参与了美国空军制定的著名的‘飞向新高度’规划的科学实践,直接起草了规划的重要部分,逐步形成了他独特的系统工程理论基础和实践经验。”^[9]但在此期间,钱学森主要从事理论分析与研究,并未实际参与和组织导弹研制;因此,系统工程在钱学森这里仍然停留在理论阶段。正是由于在“两弹一星”工程中钱学森亲自负责导弹研制的实践,并经历过1962年的失败,促成了系统工程由理论向方法和实践的转变。尽管当时中国与美国等西方发达国家处于相对隔绝的状态,中国的科学技术水平与美国也有数十年的差距,中国系统工程理论与方法的发展,却几乎与世界同步。

核弹研制的历程同样反映出中国对机遇优势的把握和利用。据美国对华解密档案透露,直到中国第一颗原子弹爆炸之前,美国情报部门一直认为中国的第一颗原子弹与美苏相同,都是钚弹。因为相比于提炼高浓度裂变材料铀235,钚239的制取更容易(但钚弹的设计比铀弹复杂)。而后来的事实却证明中国的原子弹是铀弹。正如第二炮兵司令部与军研部的胡文、宁凌所说:“我国第一颗原子弹的理论、结构设计、各个零部件、组件和引爆控制系统的设计和制造,以及各种测试方法和设备,都与美国和苏联的设计有很大不同。我国的氢弹也没有采用美国和苏联提出的分段式设计的思路,而是选择了跨越一个技术发展阶段,走更高级的热核武器研制道路。”^{[10]58}他们进一步指出:“‘两弹一星’的成功实践进一步证明,处于相对落后的国家,在发展国防科学技术上,一

定要注意发挥后发优势,充分借鉴和利用最新成果和技术,为我所用,保证发展的高起点。同时,对于后发国家来讲,如果按部就班地发展,亦步亦趋,只能是步步落后,永远也不可能超越前者。因此,在学习借鉴前者的同时,必须要敢于突破,从确定发展方向、发展思路到组织具体研制上,都应坚持跨越式发展的思想。”^{[10]58} 中国人造卫星的发展历程,亦是如此。

3 “两弹一星”工程中的后发劣势应对

“后发者制于人”表现在两方面。一方面,后发者确实可以通过跟进学习提升自身的科学技术水平,但这只是相对于后发者本身而言。在绝对意义上,后发者相对于先发者的差距永远存在。当涉及有关国家利益的关键技术时,跟进优势将直接转变为劣势,危及后发者的安全。尤其当先发者与后发者处于敌对状态之下,更是如此。另一方面,先发者可能通过对技术的封锁和垄断,使后发者直接受其控制或依赖先发者,成为其附庸。

中国以获取“两弹一星”为代表的国防尖端技术的根本目的,并非要在绝对技术水平上赶超苏联或美国,而是为了自身安全。苏联政府对中国的援助,虽有自身政治利益上的考虑,也因为它有绝对把握保持对中国较大的技术优势。这是一种巧妙的政治-技术平衡。二者当中有一者发生变化时,平衡就可能被打破。苏联撤销对中国援助的深层原因,正来自于此,引发苏联撤援的导火索,也或多或少与之有关。

首先,1957年7月,赫鲁晓夫试图在中国建立长波电台的计划受阻。两年后的1959年,中国不经与苏联商议,开始炮击金门,给赫鲁晓夫缓和东西方敌对局面的努力增加了阻碍。此前包括苏联政府对中国“大跃进”的冷淡态度,意味着苏联已开始对中国抛开“老大哥”而自行其是有所不满。

其次,由于中国自20世纪50年代中期以来在科学技术领域突飞猛进,中苏技术交流中苏联

向中国索取的已不仅仅是中国传统的工艺和中草药等技术,还延伸至现代尖端技术领域。就在1959年台海危机的对战中,国民党发射了一枚红外制导导弹,但没有爆炸。苏联希望获取这枚导弹进行研究,中国拖延不给,最后交予苏联的是已经缺少了红外线弹头的传感器,这加剧了苏联对中国的负面评价。

最后,从自身的立场出发,苏联政府认为,中国向苏联索取的技术援助越来越多,要求也越来越高,超过了苏联能够提供给中国的上限。关于人才培养、技术资料和设备援助、派遣专家等问题,中苏一直处于讨价还价的状态,其间多有摩擦。而根据中苏之间签订的技术转移协定,中国对这些技术资料的获取都属理所当然。

中国对后发劣势的应对原则,其一是坚持走独立自主、自力更生的道路;其二是通过各种渠道打破封锁和垄断,尽一切可能获取自己所需的先进科学技术资料。这两条原则与大科学工程的特点,共同促成了“两弹一星”工程应对后发劣势的两大措施:科学-技术-工程同步推进和技术民主。

3.1 科学-技术-工程同步推进

如前所述,工程实践建立于相应的科学理论和技术原理之上,这是其不同于科学发现与技术发明的特点之一:科学探索的道路有无穷多条,成功的寥寥无几;技术发明的道路也有无穷多条,最终应用于人类社会的也是凤毛麟角;工程项目的规划却只有有限的几种,且要求较高的可靠性。简而言之,科学研究和技术发明都属于开放性过程,允许失败,工程制造原则上不允许失败。科学理论不坚实、技术工艺不成熟的情况下,工程制造是无法实施的。也正是针对工程活动的这个特点,周恩来提出了“严肃认真、周到细致、稳妥可靠、万无一失”的“十六字方针”^[11]。大科学工程又与一般的工程项目有诸多不同,尤其是“两弹一星”这样产生于特殊背景下的大科学工程。虽然从整体上看,大科学工程的理论探索和技术积

累走在工程实践之前。但大科学工程在决策规划之际,理论和技术的准备往往并不充分(对中国而言,技术垄断和技术封锁是造成这种状况的主要原因),而是理论、技术、工程共同推进,向最终目标聚合。这也是大科学工程中的“大科学”意义之所在,否则它只能是“大工程”而非“大科学工程”。

在原子弹和氢弹的研制中,这一点尤为明显。除钱三强、朱光亚、程开甲等少数科学家曾涉足核物理外,其他科学技术工作者所从事的专业都与核物理相去甚远,对原子弹和氢弹理论近乎一无所知。加之苏联只帮助中国建起了反应堆和回旋加速器,派遣专家讲解了一部分原子弹原理,而并未提供原子弹样品和技术资料,一切都要从头开始。因此,原料的制备、理论的探索、技术工艺的积累和试验基地的建设是同时展开的。这种一边摸索一边实践的方式,并不能保证如一般工程项目那样的高可靠性。在认识到“两弹一星”工程的这种特殊性之后,中央领导层对指导方针及时做出了调整:“科学试验不能提‘稳妥可靠’。因为,既是试验,就可能有失败……过去试验失败,我从来没有泼过冷水……主席和总理把‘稳妥可靠’改为‘大胆谨慎’,我认为这比较好。”^{[7]1099}

3.2 技术民主

“两弹一星”工程中的技术决策机制包括两个方面:技术民主和技术责任制。技术责任制是指科研和工程项目实施过程中由技术专家负责的制度。技术民主则是在当时的特殊环境下、在科研团体内部形成的学术和技术讨论与决策机制,具体表现为民主集中制。

集中的实现依赖于一个强有力的领导“核心”。对科学技术团队来说,该核心要具备的素质包括坚实的专业基础、广阔的战略视野和杰出的领导能力,核心的权威性正是由这些能力素质作保证的。通常情况下,当团队其他成员与核心人物专业水平差距较大时,团队倾向于向“核心”集中,团队成员更多地是担当“执行者”的角色,

各司其职。而“两弹一星”工程中的科研团队、尤其是承担理论探索工作的团队,情况却与此不尽相同。典型如二机部核武器研究所(九所)理论设计部,由邓稼先担任主任,周光召任副主任。包括主任和副主任在内,该所成员都是从未接触过原子弹理论的年青人。为突破理论瓶颈,邓稼先、周光召与其他科技工作者共同学习、共同攻关,讨论时各抒己见,排除了“核心”或“权威”的束缚。这种民主、平等的精神氛围,既有中国共产党一贯以来民主集中制度的影响,又是由当时的现实条件造成的。这也是参与“两弹一星”研制的科学家在提及成功经验时一致强调“集体”作用的主要原因之一。部门壁垒的打破以及对保密制度的一系列改革,都是技术民主的具体表现。技术民主制的施行,最大限度地发挥出了不同年龄、不同层次人才的智慧和能力,使中国有限的人力、物力和财力得到了最充分的利用。

4 启示

“两弹一星”工程是新中国集全国之力组织实施的第一项大科学工程。它不仅为新中国国防科技体系的建立乃至科学技术的整体全面发展奠定了基础、提供了巨大的动力,也为新中国的科学研究和科技创新树立了可供学习、借鉴和传承的模式与典范。早在20世纪60年代,中国科学院党委书记张劲夫就提出,“尖端科学现在主要是为了军用,同时也是为民用作储备。”^[12]随着历史的发展,其启示意义已远远超出当时的预想。如何充分利用后发优势、有效应对后发劣势,即是其中一个重要方面。

今天的中国已经取得了长足进步,在越来越多的科技领域取得了国际领先地位,处于与发达国家“并跑”的状态,甚至处于“领跑”状态。但必须承认,我国是发展中国家,在基础科学、核心技术、核心元器件和高精尖设备等诸多领域相比发达国家都有不小的差距,仍属于“后发者”。2018年的“中兴事件”、日本“18年18个诺贝尔

奖得主”等都从不同侧面给了我们启示和警醒。美国政府前科学顾问 V·布什认为,“一个在新基础科学知识上依赖于其他国家的国家,它的工业进步将是缓慢的,它在世界贸易中的竞争地位将是虚弱的,不管它的机械技艺多么高明。”^[13]我们应当充分学习和借鉴“两弹一星”工程处理后发优势与后发劣势的成功经验,破解这些难题。

4.1 理性对待风险规避优势与跟进优势

在世界经济全球化和中国改革开放的大背景下,除去涉及国家安全、涉及核心领域的科学技术,其他绝大多数基础科学理论、通用技术都是可以在全世界范围内自由传播和扩散的,中国想要获得这些科技成果并不困难。如果说在起步和初创阶段,这些成果能够使我们获得足够的风险规避优势与跟进优势的话,在现阶段,它们能够带来的危机与隐患往往多于优势,而且很多时候优势与劣势都是相对应存在的。“两弹一星”时代,出于国家战略安全和成本考虑,我们将主要力量集中于导弹的研发上,暂缓了大飞机的研制,其结果就是我国的导弹和火箭技术领先世界,但大飞机技术长期落后于世界先进水平,直到近些年才有所改观。即便如此,对于世界顶级的航空发动机,我国仍处于“拆开了,我们就装不回去”,……“攻不下来死不瞑目”^[14]的状态。信息技术领域,我国长期依赖进口芯片和操作系统,致使我们在核心软硬件技术上频频被发达国家“卡脖子”。今后,随着我国科技水平的提高、科技实力的增强和世界范围内科技交流的增多,我们相对于发达国家的风险规避优势和跟进优势将越来越小、甚至不复存在。而与此同时,少数关键核心领域中的后发优势则会由于盲目“拿来主义”的习惯直接演变为“过度依赖”的后发劣势。

因此,我们一定要理性、全面地分析和对待“后发优势”,尤其是后发优势中的风险规避优势与跟进优势,避免其演变成后发劣势。

4.2 主动变后发劣势为机遇优势

综观我国科学技术发展的历程,可以看到这样一种现象:凡是发达国家对我们实行封锁、迫使我们不得不自主创新的技术,我国都走在了世界前列;而凡是比较容易“拿来”直接用、甚至“盗版”猖獗(例如计算机操作系统)的技术,我国都明显落后于世界发达水平。前文也提到,正是苏联的撤援逼我们走上了自力更生的道路,使我们避免了后发劣势。今天发生的许多事件,从一个角度看是对我们的挑战和打击;但从另一个角度看,则蕴藏着机遇。“中兴事件”就是典型,另一个典型就是我国的超级计算机。

在超算领域,我国过去一直处于“后发”状态。20世纪70年代末到80年代初,我国开始在超算领域逐年发力,到21世纪初已颇见成效。随着2010年“天河一号”超级计算机名列世界超算500强榜首^[15],到2014年,“天河”(先是“天河一号”,后是“天河二号”)系列计算机多次蝉联这一殊荣。但“天河二号”存在一个隐患:它使用的是英特尔“至强”系列芯片。2015年4月,在世界超算排名公布前,美国商务部做出决定,对中国四家国家超级计算机中心禁售英特尔“至强”芯片,理由是这些机构被认为“对美国的国防安全或外交利益不利。”^[16]其中受到较大影响的就包括“天河二号”。虽然在2015年的排名中“天河二号”继续高居榜首,但由于美国的限制,无法得到相应芯片,维护和升级都遇到了巨大困难。不过,仅仅一年之后的2016年,我国就研制出了“神威·太湖之光”超级计算机,采用中国自主知识产权的“申威26010”众核处理器,以峰值速度12.5亿亿次每秒、持续性能9.3亿亿次每秒的速度夺取了世界超算的魁首^[17]。2017年,神威·太湖之光再次荣登世界超算榜首,直到2018年才被美国的“顶点”超越。即便如此,我国进入“500强”排名的超算总数依然超过美国,而

且牢牢占据着第三和第四的位置，是世上当之无愧的“超算”领跑者^[18]。

面对发达国家在核心科技领域“卡脖子”的挑战，只有丢掉幻想、下定决心搞自主创新，才能使我们化挑战为机遇，变“后发劣势”为“机遇优势”。同时，对目前仍然存在“风险规避优势”与“跟进优势”的科技领域，我们也须提高警惕、早做准备，既要避免其演变为后发劣势，又要及早争取将其转化为机遇优势。

参考文献

- [1] 方忠. 国外后发优势理论研究回顾及述评[J]. 内蒙古社会科学(汉文版), 2009, 30(5): 91.
- [2] 陈家琪. 当代科学与技术发展的工程化特点与发展中国家的后发劣势[J]. 工程研究——跨学科视野中的工程, 2005, 2(00): 207-212.
- [3] [美]约翰·W·刘易斯, 薛理泰. 中国原子弹的制造[M]. 李丁, 陈旭舟, 傅家祯, 等译. 北京: 原子能出版社, 1991.
- [4] 刘戟锋, 刘艳琼, 谢海燕. “两弹一星”工程与大科学[M]. 济南: 山东教育出版社, 2004.
- [5] [美]弗雷蒙·E·卡斯特, 詹姆士·E·罗森茨维格. 科学、技术与管理[M]. 柴本良, 华棣, 等译. 北京: 国防工业出版社, 1979: 11.
- [6] 涂元季. 人民科学家钱学森[M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2002: 64.
- [7] 周均伦. 聂荣臻年谱[M]. 北京: 人民出版社, 1999.
- [8] Johnson S B. The secret of Apollo: Systems Management in American and European Space Programs[M]. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2002: 49.
- [9] 中国系统工程学会, 上海交通大学. 钱学森系统科学思想研究[M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2007: 243.
- [10] 中华人民共和国国史学会两弹一星历史研究分会. 首届中国两弹一星历史研究高层论坛论文集[C]. 北京: 中华人民共和国国史学会, 2009.
- [11] 总装备部政治部. 两弹一星——共和国丰碑[M]. 北京: 九州出版社, 2001: 59-60.
- [12] 葛能全. 钱三强年谱[M]. 济南: 山东友谊出版社, 2002: 152.
- [13] [美]V·布什. 科学——没有止境的前沿[M]. 范岱年, 译. 北京: 商务印书馆, 2004: 64.
- [14] 本报评论员. 核心技术靠化缘是要不来的[N]. 科技日报, 2018-04-19(1).
- [15] TOP500 Supercomputer Sites. NOVEMBER 2010[DB/OL]. 2010-11[2019-04-02]. <https://www.top500.org/lists/2010/11/>.
- [16] maomaobear. 美国禁售芯片, 中国超级计算机还有戏吗?[EB/OL]. 2015-04-20[2019-04-02]. http://tech.sina.com.cn/zl/post/detail/it/2015-04-20/pid_8476998.htm.
- [17] 新浪网. 中国神威超级计算机成全球最强 核心部件全为国产[EB/OL]. 2016-06-21[2019-04-02]. <http://mil.news.sina.com.cn/china/2016-06-21/doc-iftfrrf0748298.shtml>.
- [18] TOP500 Supercomputer Sites. NOVEMBER 2018[DB/OL]. 2018-11[2019-04-02]. <https://www.top500.org/lists/2018/11/>.

Analysis and Inspiration of the Late-mover Advantages and Disadvantages of the “Two Bombs, One Satellite” Project

Liu Yudong

(Basic department of Space Engineering University of Strategic Support Force, PLA, Beijing 101416, China)

Abstract: Based on the theory of Late-mover Advantages and Disadvantages, the late-mover advantages and disadvantages of the “Two Bombs, One Satellite” project and its inspiration to current scientific and technological innovation are analyzed in this paper. The “Two Bombs, One Satellite” project mainly uses risk aversion advantage, follow-up advantage, and opportunity advantage to promote the overall leap-forward development of national defense technology effectively. However, In terms of late-mover disadvantages, it adopts science-technology-engineering simultaneous advancement and technical democracy to fully mobilize limited resources and relatively avoid the adverse effects due to the disadvantages. Finally, it analyzes the inspiration of these practices on current scientific and technological innovation and development in China.

Key Words: “Two Bombs, One Satellite” project; late-mover advantage; late-mover disadvantage; risk aversion advantage; follow-up advantage; opportunity advantage