

国外航天经济效益分析和值得 我国借鉴的经验

Economic Effect Analysis of Foreign Space
Technology and The Experience Our
Country Should Learn



航空航天工业部第七〇七研究所

国外航天经济效益分析和值得 我国借鉴的经验

Economic Effect Analysis of Foreign Space Technology and The Experience our Country Should Learn

陆 斌

提 要 本文是一篇论述航天技术性质和效益的论文。文章从技术进步对国民经济增长的作用入手,进一步探讨航天技术对国家技术进步,从而对国民经济增长所起的作用。文章借用西方经济学家熊彼特的“创新”理论,论证了航天与创新五个标准的关系;然后讨论了航天产业技术创新的机制与模式,分析了航天对社会经济的影响。文章在列举了航天效益的分类和实例之后,从社会传统产业,技术进步先导产业和现代传统产业的发展和关系方面论证了航天技术产业的作用及目前整体亏损的原因与扭转战略。

主题词 经济效益、航天技术

一、前 言

50年代,航天技术的兴起首先是为政治和军事目的服务的,经过30多年的发展,航天技术取得了长足的进步,超越了原来的动机和需求,扩大了人类对自然和宇宙的认识,帮助人类登上了月球,进行了地外科学探测,也广泛应用于科学技术,经济建设和社会生活各领域。航天技术对新技术的发明,新工艺的发现和使用,以及新材料的创造起着促进和推动作用。利用航天技术进行卫星通信,电视广播,信息传输,气象和海洋观测,国土及矿产资源普查等,为人类社会带来了巨大的社会、经济、和文化教育等方面的效益。航天技术的发展,支持了一系列高技术产业,并引起产业结构和经济结构的变化。航天技术对国家和社会有着全方位的影响,包括国家的政治、军事、经济和文化教育等领域,以至我们的生存,生活的未来发展和变化趋势等。

本文试图从技术进步的角度来论述航天在社会、经济技术发展进步中的作用和效益,阐

明航天技术在技术发展中的作用, 航天产业对经济的贡献, 以及航天效益的生成机制和生成途径。在文章后一部分对航天产业暂时经济亏损状态作出了定性的理论解释。

二、航天与经济技术发展的关系

(一) 技术进步在经济增长中的作用

在当今社会发展中, 技术进步对经济增长的影响和作用越来越明显, 在经济增长中所占的份量也越来越大。美国麻省理工学院的索洛 (Solow) 等人发现, 从战后到50年代中期的经济增长中, 技术创新与进步的贡献为90%。印度在过去的30多年中, 由于政府在每一个五年计划中都强调科学技术的作用, 使其经济和社会得到了很大的发展。据统计, 1950~198年印度人口平均寿命从32岁增加到56.3岁; 受教育率由16.7%上升到37%, 动力发电从2000 MW增加到4000 MW (使75%的农村都有了电), 印度科学经费的投资重点主要放在航天、医学和环境等学科领域。美国布鲁金斯研究所的丹尼森 (Dennison) 认为, 在大多数国家中, 技术进步与创新对国民经济增长的贡献都在50以上, 尤以日本最为突出。日本科技厅最近的一项研究表明, 技术创新对日本的经济增长贡献为60%^[11]。尽管这些测量所用的方法和所得的具体结论各异, 然而它们一致表明: 在微观水平上, 在技术创新与进步对企业的竞争能力起着决定性影响; 在宏观范围内, 技术进步与创新可以决定整个生产部门或整个国家的竞争地位, 从而决定国家的盛衰强弱, 人民生活水平的高低。

(二) 航天发展与技术进步的关系

航天活动是人类经过严密组织, 有目的有计划地探索、认识、开发宇宙和自然为人类造福的一种活动。航天科学技术产业具有很强的技术创新导向和技术拓展能力, 也就是说航天技术产业本身蕴含着技术创新的机制和动力。关于这一点, 可以以美国经济和社会学家熊彼特的技术创新理论来说明。

按照熊彼特的理论, “创新”就是建立一种新的生产函数, 即实现生产要素和生产条件的一种从未有过的“新组合”, 并引入生产体系。创新并不是单项技术或工艺的发明, 而是一种不息运转的机制。只有引入到生产实际中, 并对原有生产体系产生震荡效应才是创新。创新的概念一般包含五个内容: (1) 制造新的产品, 即制造出尚未为消费者所知晓的新产品, 或与过去有实质不同的新产品; (2) 采用新的生产方法, 即采用该产业部门实际上尚未知晓的方法, 这种方法可能是基于一种新学科的发展, 也可能是以获利为目的的经营方法; (3) 开辟新的市场, 即开辟国际或特定的产业部门先前尚未进入过的市场, 不论这个市场是否以前就存在; (4) 获得新的供应源, 即获得原材料或半成品的新来源, 同样不拘此来源是否已存在或新创造出来; (5) 形成新的组织形式, 即新的产业组织形态, 新的垄断地位或打破了原有的垄断地位或组织形态^[11]。

根据这种技术创新理论可以从五个方面来看出航天技术在技术创新中所起的作用。

1. 航天技术创造新产品

航天技术产业是近30年来兴起的新产业, 已经形成了军民品兼顾, 品种繁多的大规模产

业。在其发展过程中，民用航天逐渐从军事航天脱离开来，成为为国民经济发展直接创造效益的独立部门。它的产品如通信卫星、资源卫星、气象卫星等直接进行通信、天气预报、地球资源考察、导航、国土普查、森林防火、农作物估产和防治病虫害、鱼群探测等为国民经济服务的活动。另外，将来在空间站上，进行产品加工，将制出各种性能独特的，在地球重力环境下不能制造或达不到标准的产品。

2. 航天技术采用新方法

事实上，不仅航天技术制造的以上产品为过去所没有，而且其制造方法也是全新的。它一改过去传统的社会生产模式，采用科研生产一体化的方法，运用系统工程手段，融合多学科，多种技术手段生产产品。它所制造的每一个系统产品，不管是军用的，还是民用的，无一不是多技术高技术的综合产物。在航天产品形成过程中，又必须发展多种技术、生产手段和管理手段。其中最突出的要算计算机技术、推进技术、制导技术、测控技术、自动化技术真空技术和低温技术。在阿波罗登月计划中创造的计划评审管理法，丰富并扩大了现代化工程技术管理的知识手段。至今还不失其生命力。

3. 航天技术产业开辟新的市场

航天技术产业开辟两种新市场：一种是航天新产品市场，例如卫星租用、销售和商业发射，导弹和销售，航天专利技术的直接销售等；另一种是航天产品或技术间接促成的或由于其作用和参与而形成的市场。例如资源、气象卫星图化的商业交易和地面接收站的销售市场等。

4. 航天活动使人类获得新的能源、物质、信息供应源

开发太空，为人类提供了一个新的生存空间。这是人类有史以来获得的最大资源宝地。在这里人类可以进行失重环境下的科学试验，材料加工，医药生产，生物工程等活动，也可以进行太阳能发电，星体资源开发等一系列活动。太空和外星是取之不尽，用之不竭的宝藏。

5. 航天技术产生新的产业组织形式

和以往任何一种社会组织形式不同，航天产业采用政府—工业合一的组织形式，这种组织形式以航天为目的，以科研创新为手段，形成规模庞大的综合体。他们之间的联系既紧密（严密计划与程序约束），又松散（合同制，横向联系），反映出现代社会的一般组织特征。

（三）航天技术产业的技术创新机制和创新模式

1. 航天产业技术创新的投资和组织特点

各国的航天技术产业都是在政府的投资和组织下建立起来的，其目的都是为了争夺军事和整体技术优势。这在两个航天大国身上表现得尤为明显。美国和苏联航天投资每年都逾百亿美元，而两国航天飞机研制费都在百亿美元以上，美国的“阿波罗”登月计划就耗资240亿美元。因此，可以说航天产业的技术创新投资主要来自于政府，其成功来自政府的直接行政干预。

2. 从航天活动本身看航天技术产业的技术创新机制

航天探索是向自然挑战的伟大活动，它几乎融会并使用了人类至今为止的所有技术领域。它要求人类以最大的把握和效率从事这项活动；既安全进入太空，又不断地降低成本消耗，实现其经济性。因此，它要求人类进行无止境的技术创新。技术创新是航天活动本身对航天技术的内在要求。

3. 国际竞争是航天产业技术创新的动力

从国际角度来看，航天优势被看作是国家技术优势和经济实力的象征，因此，各航天大国都努力提高自己的技术能力，寻求航天优势。美苏两国的航天发展历程，既是一部航天技术的发展史，又是一部争夺航天技术优势的斗争史。

4. 航天产业的技术创新模式

航天技术创新过程是一种线型序列过程，即所谓的科学发展推进型，它遵循基础研究—应用研究—试验开发—技术创新这一线型序列模式。原子弹、晶体管、计算机、激光等划时代的技术创新，也遵从这一创新模式。布什的著名报告《科学——无止境的前沿》揭示了这一模式的内涵：他写道：“新的产品和新的工艺是以新的概念为基础的，而这些新的原理和概念，是由基础科学的研究生成的。”

（四）航天技术产业在国家经济发展中的地位

航天技术产业的规模巨大，决定了它是一个巨大的技术创新源。本世纪以来很多尖端技术的发展都首先是在航天科技发展领域里取得突破，进而大规模发展，形成一种独立的技术产业。计算机和集成电路产业，遥感和遥测产业，以及现在在美国已形成规模的商业卫星产业等，它们要么是航天技术发展带动起来的产业，要么是以航天技术为支持后盾的技术产业。

航天技术融会了多学科的知识和技术，反过来又为这些学科和技术服务，促进它们的发展。航天科研活动所产生的技术几乎应用到了工业生产和人类生活的一切领域。它们在农业、林业、机械电子、材料化工、能源交通、邮电、通信、广播、电视、文教、卫生、海洋及空间开发，环境保护，生态平衡等方面获得了广泛的应用，极大地改变了我们的生存空间，生活环境和生活方式。在这些相应部门推动了技术创新，产生了可观的经济效益和社会效益。

美籍德国经济学家施乐施用现代统计法验证和补充了熊彼特的理论。他在研究技术创新机制时发现技术创新的周期与经济繁荣周期成“逆相位”。萧条是技术创新高潮的重要动力，它促进政府和企业寻找新技术以解决难题，而技术创新则成为经济发展新高潮的基础。美国一直十分重视本国的技术发展，注意保持国家经济和技术的持续优势，并把航天产业和高科技放在突出重要的地位。他们把与太空军事化和太空工业化有关的产业都称做“朝阳产业”。里根政府推出的“星球大战”计划，更使这一活动达到了自曼哈顿工程和阿波罗计划以来的又一高潮。美国国家安全委员会成员贝利明确指出：“克服世界经济衰退，只有通过星球大战才能办到。”里根多次呼吁科学家积极参加SDI计划，“为美国的繁荣和强大作出积极贡献”。SDI计划最大程度地集中美国的财力、物力和人力，对当前新技术革命中的一

些高、精、尖课题谋求大面积突破，这些高技术在经济各领域的推广，其战略意义和经济效益将难以估量。SDI 计划对经济的发展已产生了巨大的推动力^[10]。

当前国际航天技术产业正在进行着 6 种转变：(1) 从试验为主转向应用为主；(2) 从不计工本转为盈利；(3) 从军用为主向较多民用；(4) 航天技术转向非航天应用；(5) 从政府包办航天转向部分私有化；(6) 由国内转向国际市场。这些转变，一方面是由于东西方关系的解冻和国际局势的缓和，另一方面也是由于航天技术产业已经进入成熟阶段，并且开始注重和追求经济效益，使航天技术更多更快地进入社会，为社会创造更多的经济和社会效益^[4]。

四、航天的社会经济效益

(一) 航天的社会经济影响

航天对国民经济和社会生活的影响是全方位的。它的社会影响表现在国际和国内两个方面。从国际角度看，它关系到世界的政治格局，政治集团力量的分配，国际关系的变化和国家的外交政策与策略。从国内来看，它影响着一国的国防意识，人心士气，意识形态，文化教育，民族心理和社会生活等。

航天的经济影响表现为航天对经济结构形态和变化的影响，对生产力的提高和发展的推动作用。航天产品是经济产品，它可为社会服务，为经济发展作出贡献。典型的例子如通信卫星。航天作为一种产业，必然和其它产业群发生联系，相互作用，并影响着其它产业的结构，从而使社会的产业经济结构形态发生变化。在高新技术产业中，航天技术起调动和支持创新的作用；在传统技术产业中，航天技术的推广应用，将促使其改造和更新，向着高层次上升与发展。

(二) 航天效益的分类

从航天效益的形式机制来看，它可以划分为直接效益和间接效益。参照上面的划分，航天的经济效益当然又可细分为直接经济效益和间接经济效益。但是航天的社会效益却不再细分为直接社会效益和间接社会效益。这是因为社会效益本身是直接的，如果说间接社会效益是直接社会效益所带来的次生效益，或者说是直接社会效益转移而生的效益，那就会使问题复杂化和庸俗化。比如航天技术使文化教育条件得到改善，在更大范围内或更深层次上提高了人口的素质，而人口素质的提高又间接为人口出生率的合理化作出了贡献，那么，这当然也是直接社会效益，而不是间接社会效益。

就经济效益的划分而论，航天发达国家经过 30 多年的实践，在政府和学术团体中都取得了比较一致的意见，即把经济效益划分为直接和间接两大类。直接经济效益是指航天产品和技术本身提供社会应用或为社会服务所产生的经济效益。例如出售卫星，出租卫星；出售气象拼图，海洋信息图，矿产资源图，出售导航定位设备，进行有效载荷发射服务等。航天技术直接社会应用所产生的直接经济效益包括两种内容：一种是航天技术使过去在技术上不可行的事物变得可行，从而创造出可观的经济效益，例如航天遥感以及空间材料加工等；另一种是航天技术替代现有其它技术所产生的效益。例如美国利用卫星转播后，其公用电视节目

比过去用微波线路时多3倍，而费用仅为过去的一半。

航天技术的间接效益包括3方面的内容：

1. 航天技术对相关技术产业的需求与投资而产生的带动效益

航天发展计划的高度综合性使得一些重要航天项目能几乎对全部制造业和科技领域产生巨大的推动力，使得国家总体的技术水平更上一层楼。美国60年代的“阿波罗”登月计划，全面推动了美国总体科技水平的提高。因为它的大部分投资（60%）转移到了其它产业中，例如机械、电子、化工、冶金、能源等多种领域，使这些领域内的技术取得突破，以满足其需求。与此同时，也给这些领域带来发展和产生经济效益。

2. 航天技术的社会扩散与转化的经济效益

近几十年来技术的发展、突破和创新，很多是在航天技术产业中取得的。航天高技术转移到其它部门，产生了可观的经济效益。例如，美国把航天器上温控用的热管技术运用到远距离管道输油，避免了管道破裂造成的石油渗漏，仅此一项就为美国节约了几亿美元。美国航空航天局的通用计算机程序，经过标准化和通用化后，大量用于其它大型工程结构的设计，大大缩短了设计周期，提高了设计质量，估计从1971~1984年累计得到七亿美元的收益，为航天电子产品制定的可靠性计划和标准在工业界推广采用后，使废品率降低，生产率提高了20%。在美国可以说，没有一个领域或部门，没有从航天技术的推广和二次应用中得到好处。美国国家航空航天局每年都要出版一本航天技术应用成果集，反映航天技术的应用所带来的经济社会效益。

3. 航天技术引起的非航天新兴产业与市场的效益

航天技术产业作为独立的产业同国民经济中其它产业产生作用。一方面航天为其它产业的产品提供市场，另一方面航天又为其它产业提供服务，并刺激新兴的独立行业的形成和发展。例如由于通信卫星的社会应用，大大扩大了电视机等声像器材的生产和销售，并形成了卫星地面接收站生产这一新技术产业部门。导航定位卫星的使用刺激了导航定位接收设备市场，扩充了交通运输产业业务的内涵^[2]。

四、对航天技术及其效益的认识

（一）航天技术效益的时间特性

科学技术的发展与进步，以及技术产业的成长过程，都有其自其的规律性，并与当时的社会经济发展水平和已有的科学技术基础相关。

国内外研究者对技术发展作大跨度时间考察后，认清了技术创新的规律，即任何技术发展过程都可分成基础创新，发展创新，增量创新和创新萎缩四个阶段，其发展变化曲线如图1所示。

基础创新标志着技术发展的开始，实现和证明一种新的科学技术理论所预示的实用性，不在于这种实用在基础创新阶段所直接取得的经济效果和收益。在发展创新阶段，社会需求

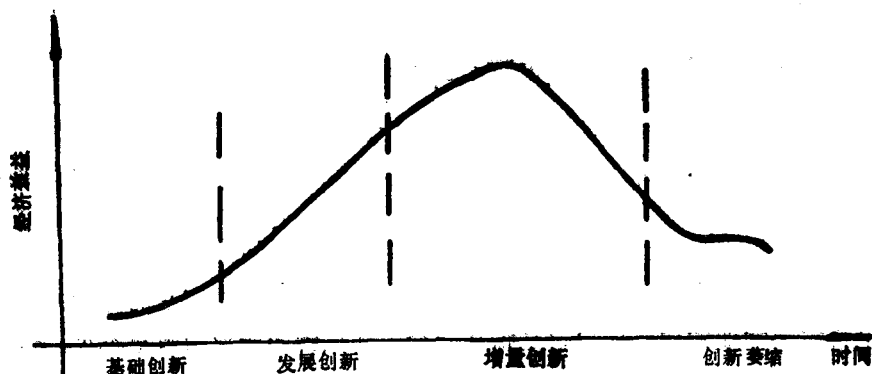


图1 技术发展曲线

形态还只表现为潜在的市场需求或小量的市场；而非市场需求的存在对这一阶段是十分重要和必要的；到了增量创新阶段，社会对技术的需求已变为现实的，直接而明显的市场需求，经济杠杆发挥着强大的刺激作用，使技术创新导致巨大的社会和经济效益。本世纪出现的基础创新技术如电子技术，航空技术，原子能技术，半导体技术，电子计算机技术等现在都进入了增量创新阶段，形成了规模很大的产业，并在经济生活中起着不可替代的作用，产生了巨大的社会效益和经济效益。

航天技术作为一个高技术群体中的一支，它同这些技术之间只有程度的差别，没有本质的不同。目前航天技术从总体上看，还处于发展创新阶段，但有些地方取得了显著经济效益，尤其是在发达国家如美国。美国的卫星产业目前已基本成熟，成为一个开始盈利的产业。据美国商业部估计，1990年美国卫星的销售收益将达到10.5亿美元，在90年代末收益将达20亿美元。1989年美国公司共销售出23亿美元的卫星通信设备，这些设备包括卫星，地面站和其它部件。1990年此种销售将增长10%^[16]。

在苏联，通用机械制造部的部务委员会扩大会上列举了如下一些数字：气象卫星和生态卫星取得收益1986~1990年为39亿卢布，1991~1995年预计为58亿卢布，1996~2000年预计为96卢布；研究地球自然资源的卫星在上述相应年份分别为22，48和58亿卢布；通信卫星分别为26，41和56亿卢布，导航卫星分别为2，8，38亿卢布。这说明航天产业是盈利的^[16]。

《人民日报》1990年9月6日第七版刊登了一则消息，报导了“和平号”空间站上第6个长期乘员组在苏联宇航史上首次创造出经济收益大于支出的成果。他们在1990年2月至8月初的179个昼夜飞行中，进行了50多项医学实验，拍摄了2000张照片。估计创造的经济总收入达9700万卢布，而这次宇宙飞行的费用为8400万卢布。

在航天产业内部，目前的投资从总体上看仍然表现为负收益，但航天技术的社会转化和在国民经济各部门中的应用却换来了巨大的经济和社会效益。根据美国西方研究所的统计，美国“阿波罗”计划对美国经济的促进作用可表现为1:7，即投入250亿美元资金获得1750亿美元的经济收益^[17]。美国国会议员福克在1982年对宇航投资盈利率的估算为，向航天计划投入1美元的资金，可获得14美元的利润^[16]。美国前总统卡特的科学顾问强调指出，不以长远观点看问题是无法确定航天经济效益的。他指出，据不完全统计，在近一、二十年内可指望美国的航天计划给国家带回几千亿美元的利益。苏联公布的数字说：自1966年航天技术用于

科研和国民经济需求以来,已盈利200亿卢布^[7]。

(二) 目前航天技术产业整体性亏损的原因

航天对社会技术发展进步的推动作用巨大的,也产生了很好的经济效益,但这中间有很多效益是在航天产业以外(即航天器最终用户)取得的。就航天产业本身来看,按成本收益计算,政府的航天投资尚处于一种整体性亏损状态。各国的民用航天产业都需要政府的大力投资扶植和支持。航天产业内部整体性投入大于产出的原因是多方面的,但有两个最主要的原因:一是目前社会经济产业结构落后;一是航天技术赖以存在的基础技术和相关技术处于低水平状态。产业结构落后主要是指在社会中现代传统产业的数量不足,这引起社会产业部门对航天产品和服务需求不足。而基础技术和相关技术的低水平一方面使航天产品成本过高,另一方面又使航天产品的功能少,性能低,效益差。

在经济社会中可以把技术产业粗略地分为传统产业,现代传统产业和技术进步先导产业。传统产业在社会经济发展过程中引进先进的社会生产方式和技术手段,进行结构调整,对人力物力资源的比例进行再分配,以至成为和社会经济水平相适应的产业,但它们仍然是传统产业。传统产业随着经济,技术水平的发展进行不断调整。技术进步先导产业是从现有的某一个产业或几个产业中分离出来后大规模发展所形成的独立产业。它的出现直接起因于社会或市场的需求。技术进步先导产业的出现往往是科学技术的重大革新或突破的结果,它基于一种新的概念、原理、技术新发现、或新的技术服务手段。例如在蒸汽机的发明和随后形成的传统机械产业中,由于电的发现,电磁理论的创造和掌握而引起电力革命,这就是技术进步先导产业最突出的例子。技术进步先导产业的突出特点是它的革命性和进步性,它在一个社会中总是处于技术变革的最前沿,代表技术未来的变化趋势和发展方向。现代传统产业是由技术进步先导产业发展变化而来,当技术进步先导产业成长为一个成熟的技术产业,即由初期的发展阶段过渡到增量创新阶段,成为一种定型的技术产业后,便变成为现代传统产业。例如上面所说的机械产业,电力和以电力为基础的产业,以及本世纪以来发展起来的微电子产业,计算机产业和集成电路产业都由过去的技术进步先导产业变成了现代传统产业。

技术进步先导产业是最前沿的产业,它代表技术社会产业的发展趋势和方向,它的发展成为推动社会经济结构和产业结构变化与进步的动力。技术进步先导产业从发展趋势来看,日益向着技术集成度高,技术跨度大和新颖方向发展,并产生很高的成本,面临很大的风险性。从需求来看,技术进步先导产业的发展需要传统产业和现代传统产业的需求支持,特别依赖现代传统产业的需求支持。这种需求支持成为技术进步先导产业发展的动力。同时,传统产业和现代传统产业的进步也需要技术进步先导产业的帮助和调整。技术产业的发展史恰恰证明了这样一个事实。蒸汽机发明后所形成的机械产业,经过一百多年来的发展和调整,出现相对停滞的趋势,而电力革命时代的到来,以电力为基础的技术进步先导产业,成为推动社会经济结构进步的动力,从而使机电结合的产业在19世纪70年代后诞生。同样,本世纪出现的微电子,集成电路产业又给传统的机电产业赋予了新的内容。在这一过程中,传统产业的需求始终是新技术产业发展进步的强大动力。而这一过程的循环往复,使得整个社会的技术产业不断地调整技术结构和产业结构,不断向前发展。

社会经济技术产业结构的先进性取决于现代传统产业在经济结构中的数量、质量和比例。现代传统产业的缺乏和不足,导致对技术进步先导产业的支持不足和需求不足,这种需

求主要是指对产品和服务的需求。而这种需求不足直接导致技术进步先导产业的高成本,引起整体性亏损。这样就使技术进步先导产业的发展严重依赖非市场需求,政府的购买变得十分重要。

航天技术为人类社会提供了一种新的技术和新的技术服务途径和手段,作为一种技术进步先导产业,它的技术是从很多产业中分离出来,专门发展,并为人类提供了一种特殊的服务途径和手段——利用太空作为服务媒介。航天技术产业的整体性亏损在很大程度上是由于现代传统产业支持不力造成的。举例而言,苏联的能源号运载火箭推力可达100多吨,但没有足够的有效载荷可以运载;美国的航天飞机飞行了近10年,但空间加工生产技术至今未能成熟,也缺乏对空间技术产品需求的相应传统产业,使航天飞机显得英雄无用武之地。与此同时,我们目前对卫星的需求和利用仍然没有达到迫切与充分程度,有些产品还没有找到市场。

航天所依赖的基础技术和相关技术的落后是航天技术产业整体性亏损的另一重大原因。由于航天所依赖的基础技术、相关技术同现有技术的梯度和反差过大,导致航天技术发展研制的成本很高,为航天技术的发展和推广应用带来了困难。认真想一想,这并不奇怪,因为航天技术本身是为军用而急于“超前”发展出来的技术。正如苏联研究院前院长萨格捷耶夫所说的:“航天飞机是21世纪的技术”,这话颇有道理。

解决整体性亏损需从扭转经济技术产业结构、基础技术和相关技术落后入手。而问题的解决最终仍然依赖于技术进步,即依赖于技术进步先导产业的发展和进步。航天技术产业作为技术进步先导产业,要解决自身的亏损,主要靠自身的努力,以自身的进步,带动其它产业和技术进步,促使技术产业结构调整和经济结构调整,使它们反过来扩大对航天产品和服务的需求。航天技术的突破引起基础技术和相关技术的进步,缩短它们和航天技术的差距,减少技术梯度,这样才能最终降低航天技术的成本消耗,扭转航天技术产业的整体性亏损。

五、结 束 语

自人类从事航天事业以来,航天已为人类带来了巨大的收益,并和我们的生活紧紧联在了一起,以卫星为例,卫星事业每年的直接和间接收益可达4000亿美元,占全世界国民生产总值(GNP)的2%。卫星系统工程公司(SSE)和未来系统股份有限公司(FSI)的研究报告指出,国际通信卫星系统的业务收入与其为远程电信部门创造的收益之比为1:16,这些卫星系统使电信用户真正得到了好处,如市场销售部门,金融部门以及各大航空公司等,它们所获得的收益是电信费用的3~4倍,甚至10倍。国际通信卫星通过卫星通信创造出的直接商业收益对于终端用户来讲为每年400亿美元,大约为国际通信卫星总收入的80倍。即国际通信卫星系统每收入一美元,全球经济收益就为80美元。对于欧洲通信卫星和国际海事卫星这类卫星来讲,其创造收益的增殖也近似为80比1。其它卫星系统,如军用侦察卫星、军用通信卫星、导航卫星、气象卫星等的增殖比则可大致定为20:1到10:1,因此,总的空间应用的平均商业价值可定为40:1。鉴于全世界卫星每年的应得收益为100亿美元,乘以增殖比40,则每年全世界卫星直接和间接地创造的收益为4000亿美元,占全世界GNP的2%。

由上面可知,卫星的经济效益更多地来自为社会经济部门所创造的收益,就整个航天产

业来说也是这样，它在更大程度上为整个社会带来财富，而不是仅仅限于航天产品自身的成本收入差额。

航天技术产业是一个颇有争议的产业，有人认为航天产业赔钱，不该向航天投资。历史和事实证明，这种论调是错误的。从国家和社会的发展，以及战略角度来看，航天产业发挥着一种其它产业不可替代的作用，航天所带来的巨大效益也是不容忽略的。航天事业的发展，使社会进入了一个比飞机时代更高更远，更具有立体感的时代，给社会的发展和进步带来了强烈的震撼力量。航天产业自身的亏损随着技术社会向着更深层次发展，必然会得到改变。

航天产业所面临的任务从现阶段来看，一是进行航天技术的突破，降低本身的成本消耗，为社会提供更多的产品和服务。另一方面，进行航天技术向社会其它产业部门的技术转移和技术扩散，带动其它产业的技术进步与发展，使航天技术在其它产业部门产生更多的经济效益和社会效益。人类30多年来的航天实践表明，这种技术转移是十分必要的，同时效益也是巨大的。

参 考 文 献

- [1] 叶梦尘，“国外技术创新的八种理论”，《国外科技政策与管理》，1990年第2期
- [2] 欧阳奕儒等，“航天技术产业效益生成机制的研究”
- [3] 王常先，“航天科技的性质及其效益分析”
- [4] 王常先，“从国际对比看我国航天效益”
- [5] 欧阳奕儒等，“航天技术宏观经济效益的定量研究”
- [6] 隆忱，“苏联航天事业的2005年规划”，《苏联科学与技术》，1990年第1期
- [7] “美苏航天计划经济效益剖析”，《国外科技动态》1990年第7期
- [8] “卫星通信的经济效益与社会效益”，《世界导弹与航天》
- [9] 《美国、苏联、英国、法国、联邦德国航空航天工业的组织体制和发展政策》
- [10] 姜振蹇、李北光，“美国SDI计划的提出其对国际社会的影响”，《国外科技政策与管理》1988年第3期
- [11] 欣荣，“印度的科技政策”，《国外科技政策与管理》，1988年第6期
- [12] 娄雪清、王秀强，“航天技术与基础工业发展的问题探讨”

附 技术转移机制与美国航天技术转移

陆 斌

提 要 本文是一篇有关技术转移的文章，全文可以分为两大部分。第一部分介绍技术转移的一般模式及其有关因素条件，列举了美国学者Bar和Zarkay的技术转移模型。这是一个包括技术供应方和接受方的合成模型，归纳了技术转移的一般过程和双方所应做的一些基本工作。此外，文章总结了成功技术转移事例所具备的一些带有普遍性的特征和成功技术转移所应具备的条件。第二部分主要介绍美国航天技术的转移情况。从工业结构和转移方式来看，可把美国的技术转移分为横向转移和纵向转移。横向转移指的是技术的跨部门行业流动，纵向转移在这里指美国军工体制下国家航天技术向私营部门企业的转移，和企业内部军工技术向民品生产的转移。文章从航天管理体制角度讨论了这种转移所依赖的机制优势，以及政府、NASA对技术转移所做的努力。

主题词 技术转移、航天技术

一、技术转移机制和制约因素

(一) 技术转移模型

技术转移是指这样两种情况：现有的技术适用于一个新的用途，或者技术持有方把技术提供给一个新的用户。它可以是技术的直接应用，也可能是对技术经过一番改造，使其适应新的用途或新的用户。

技术转移又分为横向转移和纵向转移。横向转移指的是技术的跨部门流动，即一个部门或单位研制出来的技术为另一个部门或单位所采用。纵向转移是指本部门单位内的技术流动。这种部门之内的技术流动仍具有跨机构性质，例如军品技术应用于民品。

技术转移涉及三个方面：技术本身，持有技术的技术供应方，和技术接受方。另外还涉及各种有形资源 and 无形资源，如设备、资金、联系媒介，人际关系等。国外有人为此建立了技术转移模型。这些模型有的以技术走向为依据，有的以技术供应或技术接受方为依据，大都是单因素模型。美国的 Bar-Zarkay 为此提出了一个合成模型，把技术供应方和接受方都包括在内。其模型如下表所示：

技术转移活动在复杂的社会经济系统中受多种因素制约，包括经济的，政策性的，技术本身的，人的，以及其它别的因素影响。国外在进行技术转移实践中总结了一些技术转移过程中的共同特点，制约因素以及其方面，下面作一些介绍。

表 1 Bar-Zarkay技术转移模型

阶 段	技 术 供 应 方	双 方	技 术 接 受 方
研究探索阶段	确定评价能力 建立政策和优惠措施 寻求刺激, 鼓励用户 提供交流渠道	潜在技术转移机会 建立可行的接触渠道 决策: 继续/停止	确定评价需求 建立政策和优惠措施 寻求刺激, 鼓励技术源 提供交流渠道
采纳阶段	研究技术接受方的环境 评价技术采纳要求 评价成本 评价可行性	建立技术转移项目 成本效益分析 决策: 继续/停止	评价社会经济因素 评价有效性 评价其它备选方案 评价期望值
实施阶段	考虑资金和硬件设施 克服偏见 提供技术培训 克服变化的阻力	资 源 调 配 进行样板实验 决策: 继续/停止	考虑人和心理动机 建立协调组织 提供辅助服务 领导支持保证
	授 权 帮助解决问题 确定变通可行性 评价净收益	全部实施 评价成功性 决策: 继续/停止	保证新技术和辅助因素相容性 评价副作用 进行现阶段研究与发展 评价净收益

(二) 成功技术转移活动的共同特征

这里所列的是在技术转移过程中带有普遍性的共同特征:

1. 技术接受者早已准备获取有关必要的信息。这取决于技术接受单位管理决策阶层的见识。
2. 存在一个技术的应用的市场。技术提供者的技术具有良好的市场应用开发潜力。
3. 技术转移活动没有直接打乱现存的社会系统。现存的社会系统中各种政治、经济因素, 法令条规、民俗等不会给技术转移活动制造障碍, 技术转移的结果不会和它们发生冲突。
4. 支持条件, 技术接受者的现有技术能力、设施资源等适当。
5. 技术转移的社会宣传真实可靠。
6. 需要有适当的人数赞同采用这项技术。
7. 技术采用后不会改变现有的标准部件。这种改变的成本往往非常高, 除非效益远远地超出改变成本。
8. 技术采用是渐进增加的过程, 而不是全盘的变化。
9. 技术采用后不能激烈地改变技术提供方和技术接受方之间的关系。

10. 政府的政策支持措施, 如技术辅助, 贷款等。

11. 政府对技术转移市场提供优惠照顾, 如提供津贴等。当政府自己本身是用户时, 尤其应该如此。

(三) 成功技术转移的条件

技术转移的成功与否取决于围绕其开展的各项工作的努力程度和支持措施, 下面是成功技术转移应具备的条件:

1. 需要一个有关技术转移概念的正确解释和政策规定, 对于航天技术部门来说, 技术转移至少应该这样理解: (1) 技术转移不仅仅限对现有的航天技术项目利用, 应连同已被证明的概念、事实介绍传给用户, 如气象卫星、通信卫星等; (2) 技术转移不是航天部门向部外的单向转移, 它应是双向的; (3) 技术转移对航天部不仅仅只有一点小利益。

2. 技术转移项目只有在高级管理部门的参与、监督和投入资源的情况下才能成功。

3. 提高技术转移部门如航天产业部门的知名度和威望, 同时在部门内加强对外部转移环境、工业化特点的了解和认识。

4. 技术转移只有建立在技术转移部门如航天部的技术优势基础上才会最有成效。

5. 加强基层的技术实力和技术转移参与机会。上级部门集中精力实施政策和进行引导, 而不是采取严密细致的管理和监督。

6. 建立一套结构体系, 包括完成任务的目标、战略、手段、以及奖赏措施。

二、美国的航天技术转移

(一) 美国航天技术的纵向转移

美国的航天活动是在高度的公私一体化管理下进行的。国防部、NASA负责科研及概念创新, 私营工业界负责研制生产。美国的航天工业体系基本可分为3个部分: 第1部分为政府所有并经营的研究机构和企业; 第2部分为政府所有, 委托私人经营的国有私营企业; 第3部分为主承包商和转包商。NASA和国防部所属机构和企业主要从事概念论证, 技术探索和开发工作, 或进行少量的关键部件生产, 而大量的技术开发到生产活动则由具有高技术开发和生产能力的企业集团即主承包商和转包商来完成, 他们通过竞争投标赢得科研生产合同。

这些主承包商往往是军民品兼顾的大型生产科研联合体。这些企业出于竞争的需要, 也开展独立的预研工作以跟上NASA和国防部技术探索的思路, 并从NASA和国防部得到航天科研经费, 发展投标所需要的高技术和科研生产能力, 这大大提高了企业的技术水平。一般来说, 这些发展出来的技术并不仅仅限于军品生产。航天产品订货具有不确定性, 当订货减少时, 企业会自然转向民品的开发生产, 利用航天技术生产民品在企业内部便成为一种自然过程。

事实上, 不只是技术可以在企业内部毫不费力地转移, 航天投资所建立起来的生产能力也很容易向民用生产转移。按照NASA和国防部现行的军事采购制度, 对承包商在航天订货中得到的新技术, NASA和国防部规定除政府使用时可免费外, 一般允许承包商保持专利权。这样使企业在国内外市场竞争中取得了有利地位, 也开辟了航天技术在企业之间转移的

途径，使航天技术以专利转让方式为社会所利用，实现航天技术产业的间接经济效益。

(二) 美国NASA航天技术的横向转移

NASA对航天技术横向转移比较重视，1963年NASA设立了技术应用项目，归政策分析办公室负责，1966年由新设立的中心副主任办公室专职负责技术利用项目。1977年这项工作又移交给航天和地面应用办公室。该办公室还负责别的工作，这样使得技术利用项目规格有所降低，但它第一次把技术转移工作纳入到NASA的主要工作领域，以前这只不过被认为是NASA的一个附带职能。1980年这项工作又由对外联络办公室负责，直接和工业界进行交往，并再一次正式成为一项附带工作。

NASA专门设立了技术应用项目基金，每年约几百万美元，1980年曾达到最高值1198万美元。

NASA的技术转移活动依靠4种方式。出版物，技术扩散中心，技术应用支队和技术应用工程。

NASA最出名的出版物是“NASA技术摘要”(NASA Tech Briefs)，它作为一本小册子，对每种技术革新作1~2页的报道，与它相配套的还有“技术支援包”(Technical Support Package)，作为一种补充，提供“技术摘要”中所列技术的详细内容。目前NASA每年要收到几十万个有关出版物的问询。1979年NASA报道，其“NASA技术摘要”发行量以每月1300份的速度增加。

NASA技术应用办公室认识到出版物有局限性，成立了技术扩散中心，以帮助潜在的用户寻找所需的技术。工业应用中心(IAC)(以前叫区域扩散中心(RDC))，为顾客提供计算机查询NASA数据库服务，到1987年，这种工业应用中心通过建立或和其它研究中心联合的方式，已在美国26个州建立起了网络，同时和17州签订了意向书。有29个州参加NASA的技术应用项目。应用中心现已成为世界上最大的技术数据库拥有者。它不仅包括NASA本身的技术数据，还包括国防部的资料和各种学术杂志上的文章。除工业应用中心外，NASA还在乔治亚大学开放一个计算机软件管理和信息中心(COSMIC)，进行同样的工作。

为了吸引客户，这里的工作人员充当“推销员的角色为顾客服务，解答各种询问，作广告，以及和政府机构合作，打印成会议文件等方式来扩大联系渠道。另外，他们强调人与人之间的接触，建立亲密的合作关系，充当用户和NASA之间的联系人。

NASA充分认识到了人与人之间交流的有效性，成立了技术应用支队，参加到跨学科研究队伍中去。发现问题后，支队成员把它们做成“问题提要”，并用计算机查询NASA数据库中相关信息，把问题提要提供给NASA实验室，看科学家和工程师们能否解决这个问题。实践结果表明，用这种方式的技术转移成功率较别种方式高出许多，当然这也相应增大了转移成本。

NASA的技术转移大部分工作都限于处理和扩散技术，使用户能够获取技术就算达到目的。NASA的技术应用工程就是要弥补这种不足，通过更加积极的手段实施技术应用工程，更有效地推进技术转移，把技术信息变成实用的实在的技术能力，应用到其它部门。这种应用工程可由政府、NASA技术专家、以及技术应用支队提议发起。

NASA在技术转移实践中得出这样的经验：(1) 技术转移工作必须作为全部工作的一部分，而不是分离的次要方面；(2) 技术转移工作必须配有良好的服务，不能只限于提要、索

引和文献；(3)所有的活动必须建立效益评价标准。在这里，市场是一个最有效的杠杆和手段。NASA的技术转移虽然取得了很多成绩，但还有很多不足，在观念上技术转移工作在很大程度上被认为是零散的次要工作，同时技术转移工作受到经费不足的限制，工业应用中心还没有能够达到自给。

三、结 束 语

技术转移工作对航天技术产业部门至关重要，抛开航天技术对国家社会和经济方面的贡献不谈，航天对社会技术发展的促进作用在很大程度上取决于航天技术成果被社会其它部门所利用的数量多少。另一方面，技术转移是一个双向过程，航天技术产业部门也会从技术转移过程中得到好处。

航天技术的转移从两个方面入手：一是重视航天技术的纵向转移。在这方面，注意优化和调整航天技术产业的产业结构，使之变成一个开放式的工业结构体系，更有效地与民用工业部门和相关技术部门结合，带动其发展和进步。二是拓宽航天技术的横向转移渠道，加强航天产业部门和其它部门的横向交流，使先进的航天技术向其它部门渗透，促进它们得到技术进步和技术革新改造。

参 考 文 献

- [1] AD-A174, 541, An Exploratory Study of Domestic Technology Transfer Concepts, Federal Infrastructure, and Process Models
- [2] N88-20225, Development of A Nationwide Network for Technology Transfer
- [3] N87-19144, NASA Partnership with Industry, Enhancing Technology Transfer
- [4] 同上, Industry Perspectives on Technology Transfer
- [5] 同上, Lessons from the Technology Transfer Experiences of Non-NASA Federal Departments and Agencies
- [6] 同上, The Development of NASA's Technology Transfer Program
- [7] 《Space News》, Jan. 1990
- [8] 《人民日报》, 1990年9月6日第七版