



## 高技术

# 载人空间活动的政策

## Policies on Manned Space Flight

胡文瑞

(中国科学院力学研究所, 研究员 北京 100080)

1957年第一颗人造地球卫星上天以后,第二年就实现了航天员加加林的外空飞行。接着,美国的宇航员也成功地遨游外空。由此开始,载人空间活动就成为美、苏两个超级大国激烈竞争的领域。80年代以后,欧洲和日本也提出发展自主的载人航天活动,并认为这是衡量空间大国地位的重要标志。载人空间活动不仅成为大国科技发展的前沿领域,而且是政治和军事竞争的重要方面。苏联解体以后,世界政治格局的巨变立即影响到载人空间活动的政策。美国国会四次要求缩小“自由”号空间站的规模,众议院投票仅以一票的多数保住了空间站计划未被取消。欧洲空间局成员国部长的1992年格林纳达会议削减了载人航天计划。各国对载人航天活动的政策进行了调整,对过去的经验和教训进行了总结。

### 一、高科技竞争

载人空间活动大体上可分为载人航天技术和有人操作的空间利用两个组成部分。载人航天技术是指将人送到外空的发射器、运输器,以及人在外空逗留时工作的空间站、平台及防护装备。有人操作的空间利用涉及空间科学、空间应用、空间技术实验以及军事应用实验等。显然,航天技术和空间利用是密切关联的两个方面,空间利用是人类进行空间活动的目的,航天技术是实现空间利用的手段。

苏美的载人航天技术都是以飞船起步。前苏联利用“联盟”号飞船首先突破载人航天技术,实现了宇航员的外空飞行。美国发展了“阿波罗”飞船,并于1969年7月20日实现了宇航员成功地登上月球的壮举。前苏联在70年代致力于发展“礼炮”号空间站,从1971年的“礼炮1号”到1982年4月19日的“礼炮7号”使空间站技术实用化,并进行了大量空间利用工作,实现了人在外空的长期逗留。进而,1986年2月,前苏联将新一代的“和平”号空间站送

入外空,实现了多舱段的逐步联结以及宇航员长达一年的外空工作和生活,积累了宝贵的经验。美国利用“阿波罗”飞船的技术于1993年发射了“天空实验室”,宇航员三次登舱分别进行了28天,59天和84天的工作。在前苏联大力发展空间站的70年代,美国则重点研制推动器与运输器合一的航天飞机。航天飞机实现了推动器的部分重复使用,提供了进行空间利用的条件,发展了空间实验室,是航天技术的重大突破。1981年4月12日“哥伦比亚”号航天飞机载两名宇航员实现了翱翔外空的处女飞行,揭开了航天技术发展的新篇章。前苏联为了响应航天飞机高技术的挑战,发展了“暴风雪”号航天飞机,并于1988年无人驾驶试航成功。美国于80年代倡导发展持久的“自由”号空间站,获得欧洲空间局,日本和加拿大的响应,实现了西方国家的载人空间合作。

80年代以来,欧洲空间局十三国集团以及日本作为后起的空间势力提出发展自主的载人空间活动。欧洲空间局首先研制了利用美国航天飞机的空间实验室,进行了“德1”和“德2”任务,以及其它的载人实验计划。欧洲空间局成员国部长会议决定执行“哥伦布”计划,它包括在“自由”号空间站上部署一个压力舱,同时建造有人照料的自由飞行平台,将长期无人自主飞行与短期有人照料相结合。欧洲空间局的计划还包括发展“使神号”小型航天飞机和相应的“阿里安”5型大推力火箭。原计划拟于下世纪初建成初步配套的自主载人空间系统。日本空间活动委员会的计划也立足于建立自主的载人空间体系,它包括先在“自由”号空间站上部署日本实验舱,利用H-II火箭发射“希望号”小型无人航天飞机,进而发展载人航天飞机,并在晚些时候建成自主的系统。80年代后期,一批航天技术的专家,积极倡导发展我国的自主载人航天体系。

80年代中期,美国提出了“空间战略防御”计划,军方开始探讨空间站的军事应用,更助长了各国对长时间工作和有维修功能的空间站产生兴趣。

发展自主的空间站系统不仅成为各国空间局的兴奋点,而且成了各国首脑关注的大事。这种兴趣到80年代后期达到了高潮,以美苏竞争为主线,西欧、日本和我国相继表现出浓厚的兴趣。

苏联解体以后,西方认为进入了“冷战后世界”。载人空间计划的竞争内涵显著降低,而相互合作的趋势明显增强。西欧的空间政策明显地鼓励与俄国合作,俄国与美国及其伙伴也在讨论联合建立空间站的可能性。在载人空间计划的竞争与合作两大趋势中,合作的势头已然超过了竞争,而各国大规模削减自主载人空间系统的要求和行动此起彼伏。载人空间计划被要求讲清楚有什么用,有什么效益,而不是仅仅由政治决策就能获准执行。

## 二、载人空间活动的作用

当人们从载人空间计划的政治漩涡中解脱出来以后,大家都在提问:载人空间计划到底有什么用?可以取得什么效益?因为载人空间计划耗资实在巨大,动辄上百万美元的投资,稍有不慎就造成重大损失。当国家财政状况不佳的时候,如此巨额投资与国家其它需求联系起来,就会引起更大的非议。

载人航天技术涉及在空间工作和生活的近地空间站或平台,往返于近地空间站与地球空间港之间的运输器,以后还有从近地空间站向月球或深空飞行的装置,以及与此相关的配套技术系统。先进的载人航天技术要求近地空间站有良好和经济的工作和生活条件,要求运输费用低廉的完全重复使用的运输器,要求能形成独立维持的地外生态系统,等等。载人航天技术的发展是为了更有效地实施空间利用。空间利用是载人空间计划的目的,没有空间利用价值的载人航天技术发展是盲目的和不可取的。载人航天计划的发展必须为空间利用服务和满足空间利用的要求。

俄国的“和平”-1号空间站是包括天体物理舱、对地观测舱、材料加工舱、资源舱和生活舱等多功能舱段的组合。俄国的“和平”号空间站提供了宇航员能够长时间生活和工作的条件,为载人空间实验积累了大量的经验和教训。美国在1973年的“天空实验室”、1975年的“阿波罗-联盟”对接任务,以及80年代以来的航天飞机任务中也安排了许多空间实验的任务,但都是为期1~2周的短期计划。人的主动性、判断能力、维修和操作能力都是自动化所不能完全替代的。人在空间站上的工作无疑将极大地提高空间利用的水平。另一方面,人在空间站工作的费用十分昂贵,根据目前市场价格,空间站上宇航员每小时工作的收费是6万美元,而且每公斤的物品运到近地空间还需要1万美元的运费。事

实上,有些空间利用的工作用自动化的方法可以比人完成得更好,特别是那些可按程序控制的动作。根据多年经验,目前一般认为,载人空间活动的主要任务是进行微重力科学研究和生命科学实验,此外还有人-机之间最佳工作模式的探讨。美国国会辩论“自由”号空间站计划的立项时,美国国家航空和航天局(NASA)答辩的论点是,“自由”号空间站上可进行微重力科学研究,特别是可以生长出比地面上更好的蛋白质单晶。

微重力研究是随着载人空间活动而发展起来的新兴领域。极端的物理条件往往孕育着新的学科生长点和开辟新的应用前景,微重力环境也是这样。当空间飞行器在近地外空运行时,飞行器中物体受地球的引力与所受的离心力大体抵消,等效於一种非常小的重力状态,通俗地常被称为“失重”状态。微重力科学涉及到当代物理学的前沿,诸如广义相对论论的验证,临界点现象和重整化群理论的验证,燃烧基本规律的研究,新的耗散系统和输运过程研究,以及材料科学和生物科学的许多机理性课题。微重力的应用前景也是非常吸引人的。微重力环境中极大地减少了地面上不可避免的浮力对流和重力造成的沉淀等现象,可以发展无容器过程,这些特征对生物材料制备和高质量的电子材料、合金及玻璃材料的加工都极为有利,可望具有应用价值甚至商业前景。经过近20年的努力探索,微重力环境中的特征远比人们设想的要复杂得多。重力的作用消失后,其它在地面被掩盖了的次级效应变得重要了。只有研究清楚并且理解这些特征的规律,才谈得上应用和商业开发。所以,近年来各国微重力研究计划都是以基本规律的探索为主线,首先在科学研究上取得突破,为今后的应用奠定基础。空间蛋白质单晶生长是具有应用前景的研究成果。美国阿拉巴马大学进行了大量实验,其中25%的蛋白质单晶的质量比地面样品好,可以提供更精致的单晶结构数据,有可能对地面的生物工程起重要作用。据报道,俄国利用“和平”号空间站的长时间工作条件,生长出了50.8毫米直径低缺陷密度的均匀半导体砷化镓单晶棒,这也是一个重大突破。可以预计,由於今后十年内安排了大量空间实验的机会以及人们对迫切需要进行基本规律研究的认识,微重力科学将会有重大的突破性发展。

空间生命科学是载人空间计划的另一个主要研究项目。空间医学及其工程与宇航员的活动密切相关,它研究人在地外空间生存时的生理和心理变化,以及宇航员的生命保障系统,并为此进行了大量的生物学实验。在目前的载人空间活动中,除去微重力环境的影响外,还有空间辐射以及节律的变化。前苏联已经实现了宇航员在外空生活一年的记录,为人类长期在外空工作积累了经验。在今后建

立月球站和载人火星探测过程中,还将遇到一些微重力环境和低重力环境,以及其它星体环境所提出的新问题。应该说,与宇航员活动相关联的空间生命科学已取得重大进展,并为今后一段时间内的载人空间探索奠定了基础。特别是与一两周外空飞行任务相关联的问题已基本解决。当然,空间生命科学的研究还不仅于此,它还包括生命起源、地外智能生物探索等许多科学前沿的课题。

载人空间计划还执行了一些天体物理观测、空间物理实验、地球科学探测、军事实验以及某些技术实验的任务。从学科任务、技术能力和经济效率看,这些任务中的大部分都不是迫切需要宇航员进行干涉的;从研究人在外空的工作能力和人一机最佳工作模式的角度看,这些任务中的许多项目是有价值的,而且还会继续进行这些任务。

### 三、载人空间政策的合作趋势

载人空间活动不仅与国家的政治密切相关,而且涉及当代高科技的前沿,是一个敏感的问题。各国载人空间活动的政策都是在竞争与合作之间寻求平衡点,而且随着形势的变化不断进行调整。在苏联解体以前,美、苏两大势力的竞争占主导地位,逐渐形成美、欧、日联合执行的国际“自由”号空间站的计划和苏、东欧、蒙、越、古联合的国际宇宙联盟计划。我国在这两个计划之外独立发展。在内部合作和外部竞争的大背景下,两大势力之间也进行着某些合作。例如1975年美苏联合执行“阿波罗”飞船与“联盟”号飞船的对接实验;苏联与法国执行着长期的空间合作计划,其中包括法国宇航员在苏联培训后并被送到“和平”号空间站上短期工作。苏联解体以后,两大集团的社会制度差异消失,竞争就更侧重于航天工业市场方面,合作的趋势变为主导。

苏联解体以后,俄国经济遇到严重的困难。有关方面试图利用其航天技术的优势,开辟国际商业市场。俄国提供载人实验机会,对外国人进行培训,乘“联盟”号飞船往返,携带100公斤有效载荷在“和平”号空间站进行一周实验,总的商业价格为1000万美元。俄国还提供各种空间微重力实验机会为用户服务。这些机会对西欧国家有极大的吸引力,已经建立了许多官方的和民间的渠道。对俄合作已经成为欧洲空间局和西欧国家空间政策的重要内容。他们希望利用俄国的航天技术,更经济和有效地发展包括载人空间活动在内的空间事业。西欧国家与俄国进行载人航天技术合作的政策在今后相当一段时间内会持续下去。

近年来,美、俄也在探讨合作的途径。双边签署了空间合作协定,包括交换宇航员等内容。去年夏

天,俄国总理和空间局长访美,与美国副总统和国家航空和航天局局长签署了空间合作协议,包括联合建立空间站的意向。利用俄国的火箭发射技术可以极大地降低组装空间站的造价,这对被削减“自由”号空间站经费困扰的美国无疑具有吸引力。最近,美国向“自由”号空间站的合作伙伴征求意见,大家也支持与俄国合作。欧洲空间局局长理事会前不久决定,欧洲空间局将对参加国际“自由”号空间站和发展能载四人的飞船系统进行抉择。这一方面反映出西欧国家对美国国内空间站计划受挫的担心,另一方面也反映出西欧谋求与俄国合作的意向。

充分利用俄国的航天技术,发展合作的载人空间活动计划,这可能是今后一段时间的发展趋势。合作计划得以执行的原因,一方面是苏联解体后西方国家与俄国在社会制度上的同一化,另一方面是双方经济利益的一致。当然,在合作的趋势下竞争仍然存在。

### 四、载人空间活动的经验教训

载人空间活动是在美、苏两个空间大国激烈竞争的背景下发展起来的。除去浓厚的政治决策因素外,潜在的军事利用的阴影一直笼罩着有关大国。当美国航天飞机实验成功以后,前苏联的决策人员极为担忧地注视着这种新式航天器可能带来的军事战略影响,并立即大量投资研制苏联的“暴风雪”号航天飞机。事实表明,航天飞机主要是进行科学实验,提供发射和回收服务,以及作为空间维修的工具,主要不是军事利用。在“空间战略防御”计划的背景下,美国国防部于80年代中、后期曾有利用“自由”号空间站进行军事任务的设想,但引起合作国家的反对。现在,国际“自由”号空间站的任务主要是进行科学实验,完全是民用性质。几十年的载人空间活动实践也表明,到目前为止,各国的载人空间活动还是围绕民用目标进行的,尚未与军事战略发展相联系。在今后相当一段时间内,这种形势仍会继续。所以,载人空间活动计划不能像发展原子弹、氢弹、导弹等军事战略武器那样,否则将劳而无功,造成极大的浪费。前苏联研制“暴风雪”号航天飞机的教训就是前车之鉴。

载人空间活动基本上是与无人空间活动同时发展起来的,人类实现载人航天已有35年的历史。载人空间活动可以分为几个阶段。第一阶段是实现载人航天,把人送入近地外层空间,美苏在50年代末和60年代初完成了这个阶段。第二阶段是人在外层空间执行任务,完成短期工作。美、苏从70年代开始进入载人空间探索,包括“阿波罗”飞船登月考查、天空实验室、“礼炮”号空间站实验等。美国航

天飞机作为先进的运输工具有重大突破,按其功能和任务也可纳入这个阶段。第三个阶段是建立具有长期工作能力的载人空间活动体系,前苏联的“和平”号空间站系统和国际“自由”号空间站系统应属于这个阶段。人们估计,接下去的阶段将是建立月球站和载人火星探测。当代的载人空间活动正处于第三阶段,有的人称之为“空间站时代”。后起的空间国家也是把目标瞄准第三个阶段,而不是以第一阶段的突破载人航天技术为主要目标。载人空间活动各个阶段的发展,反映了空间利用水平的提高。在90年代的今天,载人空间计划必须围绕着空间利用开展。仅以突破载人航天技术为主要目标,但不能有效地进行空间利用,这样的载人空间计划是落后的和不可取的。欧洲空间局和日本都在探索发展载人空间计划的道路,这是一项艰巨而慎重的任务,略有偏差就会造成严重浪费。

载人空间计划是与无人空间计划相互协调,相互补充而发展起来的。由于载人任务的费用比无人任务的费用高得多,凡是可以不要人介入的任务都不安排在载人空间计划中。以微重力研究为例,在执行一项载人空间实验前,需要进行几年的地面研究和短时间微重力实验研究,还要争取有关的无人空间实验研究;然后,对于目标非常明确的少数项目安排载人的空间实验。载人空间实验以大量地面实验和无人空间实验成果为基础;另一方面,载人空间实验得到的规律有助于更好地安排无人实验的项目。没有大量地面研究和无人空间实验作基础,单纯的载人空间实验是没有意义的。特别是,“空间站时代”的载人空间利用是空间活动的高级阶段,它是在整个空间活动高水平的发展、空间实验频次相当高的水平上进行的,它要求空间科学的积累有相当高的水平。利用高级阶段的形式去从事低级阶段的活动将得不偿失。一般而言,载人空间利用应该是更高层次和更高水平的空间探索,它代表着人类空间利用的更高阶段。

我国的空间活动是在特定的历史条件下发展起来的。30多年来,在独立自主和自力更生方针的指导下,建成了我国的“长征”号运载火箭系列和多种实用型卫星系列,建成了配套的发射和测控设施,成为国际航天工业界有影响的大国。近年来,我国又部署了气象卫星等空间应用项目。我国的空间活动主要在航天技术方面已经取得丰硕成果。如果总结教训的话,最大的问题是空间科学未能得到重视。空间活动大体上分为空间科学、空间应用和空间技术三个方面,这三个方面相互关联,同时相对独立。空间科学是空间活动的基础,也是空间利用的重要内容。它是当代载人空间利用的主要项目。可以毫不夸张地说,没有空间科学的坚实基础是不能开展载人空间利用的。十分遗憾的是,由于长期

来我国空间科学、空间应用和空间技术发展之间比例失调,使得我国空间科学的总体水平不高。空间科学的落后状况不仅会影响我国空间活动及空间利用的水平,而且也是执行我国载人航天计划最薄弱的环节。在我国空间政策传统地和长期地偏重空间技术的背景下,这个薄弱环节就更为严重。

美国和俄国(前苏联)在载人空间活动中走过了漫长的道路,有大量的经验和教训可以借鉴。西欧和日本正在探索他们载人空间计划的政策和道路,其中的奥妙值得分析。我国的载人空间计划应该怎么安排是一个公众关注的问题。我国与这些实施载人空间计划的国家不同。首先,我国是发展中国家,经济承受能力还较低,而那些国家都是发达国家,经济水平较高。其次,我国是社会主义国家,而那些国家都是资本主义国家。这两点是在决定政策时必须考虑的因素。无论如何,我国的载人空间计划一定要把利用放在突出的地位,航天技术必须保证利用的需要,提供经济的和必需的载人空间实验条件。同时,要大力发展我国的空间科学,切实解决落后的空间科学水平和先进的载人实验要求之间的突出矛盾。促进空间科学、空间应用和空间技术按比例地协调发展不仅是我国载人空间计划、而且是我国空间政策急待解决的课题。

对任何国家载人空间计划都是整个空间计划的一个重要组成部分,其地位和重要性由各国的空间政策决定。由于载人航天技术耗资巨大而利用效益的风险也大,发展中国家对载人空间计划望而生畏,皆裹足不前。发达国家对载人空间计划也褒贬不一。在发展自主载人空间计划呼声最高的80年代中期,英国对此独树一帜,并建议以空间无人的对地观测为主,不参加欧洲空间局的载人计划。这种政策似乎正在对现在欧洲空间局的决策产生影响,促使庞大的载人空间计划大幅度地缩小。即使在载人空间计划最领先的美国,许多著名科学家呼吁削减载人航天计划而发展无人的空间科学探索;苏联解体后,美国国会也加入了削减载人空间计划的行列,使“自由”号空间站计划一再受阻。在冷战结束后的今天,各国都在反思载人空间计划的政策,从狂热的载人空间活动退回到正常的理性的思考。由于载人空间计划政治上敏感,投资强度高,技术风险大,获效周期长,任何政策上的偏差都会产生严重的后果,因而必然将受到今人及后人的评述。载人空间政策是当今各国政府和学者都在探讨的难题,争论和探讨还会持续下去。在“空间站时代”的今天,载人空间计划如果不能很好地满足利用的要求,仅仅着眼于突破载人航天技术或者由“竞争”政策导致政治决策,都可能是劳民伤财和不明智的。

(责任编辑 蔡德诚)