

国内外载人航天技术及其发展前景

Manned Space Technology and Its Development

戚发轫

(中国空间技术研究院, 研究员 北京 100081)

载人航天技术是指有人(航天员)参与的、对空间(包括地球以外的天体)进行探索以及利用空间

特有环境进行科学研究、资源开发与应用的综合工程。

(TaC) 纳米丝外包覆绝缘体 SiO_2 和 TaC 纳米丝外包覆石墨的纳米电缆, 以及以 SiC 纳米丝为芯的纳米电缆, 当前在国际上仅少数研究小组能合成这种材料。(6) 用苯热法制备纳米氮化镓微晶, 并开发了溶剂热合成技术。首次在 300°C 左右制成粒度达 30nm 的氮化镓微晶。还用非水热合成法, 制备了金刚石纳米粉。美国《化学与工程新闻》杂志对此发表了题为“稻草变黄金——从四氯化碳(CCl_4) 制成金刚石”一文, 予以高度评价。

最近我国科学家又成功地合成了直径最小的碳纳米管, 还发现了纳米金属铜的超延展性。在“八五”研究工作的基础上, 我国初步形成了几个纳米材料研究基地。无论从研究对象的前瞻性、基础性还是成果的学术水平和适用性来分析, 这些研究基地都为我国纳米材料研究在国际上争得一席之地、促进我国纳米材料研究的发展、培养高水平的纳米材料研究人才方面作出了贡献; 在纳米材料基础研究和应用研究的衔接、加快成果转化中也发挥了重要的作用。在这些基地成功地制备出包括金属、合金、氧化物、氮化物、碳化物、离子晶体和半导体等多种纳米材料和纳米复合材料。近年来, 我国科学家根据国际纳米材料研究的发展趋势, 建立和发展了制备纳米结构(如纳米有序阵列体系、介孔组装体系、MCM-41 等) 组装体系的多种方法, 特别是自组装与分子自组装、模板合成、碳热还原、液滴外延生长、介孔内延生长等方面积累了丰富的经验, 已成功地制备出多种准一维纳米材料和纳米组装体系。这些方法为进一步研究纳米结构和准一维纳米材料的物性、推进它们在纳米结构器件的应用奠定了良好的基础。我国纳米材料和纳米结构的评价手段基本齐全, 达到了国际 20 世纪 90 年代末的先进水平。

到目前为止, 我国已建立 10 多条纳米材料和技术的生产线。纳米复合、塑料、橡胶和纤维的改性,

纳米功能涂层材料的设计和应用, 纳米材料在能源和环保等方面的应用开发已在我国兴起。在我国以纳米材料和纳米技术注册的公司有近百个。企业家对纳米材料和技术的关注和介入, 为纳米技术产业的形成注入了新的活力。在富有挑战的 21 世纪前 20 年, 一批新兴的纳米技术产业一定会崭露头角, 为我国国民经济的迅速发展做出新的贡献。

三、国际发展战略和我国的对策

在富有挑战性的 21 世纪, 世界各国都对极具战略意义的纳米科技领域予以足够的重视, 特别是发达国家都从战略的高度部署纳米材料和纳米科技的研究, 目的是提高在未来 10 年乃至 20 年在国际竞争中的地位。从各国对纳米材料和纳米科技的部署来看, 发展纳米材料和纳米技术的战略是: (1) 以未来的经济振兴和国家实际的需求为目标, 牵引纳米材料的基础研究、应用开发研究; (2) 组织多学科的科技人员共同创新, 做到基础研究、应用研究并举, 纳米科学、纳米技术并举, 重视基础研究和应用研究的衔接, 重视技术集成; (3) 重视利用纳米材料和技术改造传统产品, 提高高技术含量, 同时部署纳米材料和纳米技术在环境、能源和信息等重要领域的应用, 实现跨越式的发展。

为了使我国本世纪在纳米材料和技术研究方面在国际上占有一席之地, 从前瞻性、战略性、基础性来考虑, 应该成立中国科学院纳米材料和技术研究中心。建议北方成立一个以物质科学中心为基础的研究中心(包括金属研究所); 在南方建立一个以合肥地区中国科学院固体物理所和中国科技大学为基础的研究中心, 主要任务是以基础研究为主, 做好基础研究与应用研究的衔接和成果的转化。

(责任编辑 肖庆山)

一、载人航天技术的内容及意义

1. 载人航天技术的内容

载人航天的内容主要通过载人航天系统体现出来。目前的载人航天系统主要包括载人飞船航天系统、航天飞机航天系统和载人空间站航天系统，其中载人空间站航天系统是规模最大、天地一体化的载人航天系统。它包括三大部分。

轨道基础设施 由在低轨道上运行的载人空间站、无人轨道平台及在高轨道上运行的数据中继卫星、定位卫星等组成。

地面基础设施 由指挥控制中心、跟踪通信网、发射中心、着陆场、航天员选拔训练中心及有效载荷中心等组成。

天地往返运输系统 依靠它向空间站接送换班的航天员，把货物由地面送到空间站，并把重要的试样及资料送回地面。已经使用的有两种天地往返运输系统：一次性使用的载人飞船和运货飞船；重复使用的航天飞机。

表 1 前苏联载人航天技术发展情况简表^[1]

载人航天器名称	发射年代	飞行次数	主要活动
单人飞船(东方号)	1961. 4~1963. 6	6	考验人在空间的适应能力, 编队飞行
三人飞船(上升号)	1964. 10~1965. 3	2	舱外活动
三人飞船(联盟号)	1967. 4~1970. 6	8	机动飞行, 交会, 对接
短期空间站(礼炮 1~5号)	1971. 4~1976. 6	15	军事应用
空间站(礼炮6、7号)	1977. 9~	33	微重力试验及应用, 空间科学, 对地观察, 军事用途
长期空间站(和平号)	1986. 2~		微重力试验及应用, 空间科学

表 2 美国载人航天技术发展情况简表^[2]

载人航天器名称	发射年代	飞行次数	主要活动
单人飞船(水星号)	1961. 5~1963. 5	6	考验人的适应能力
双人飞船(双子座)	1965. 3~1966. 11	10	轨道机动, 交会, 对接, 舱外活动
三人飞船(阿波罗)	1968. 10~1972. 12	11	其中6次登月、3次绕月飞行
短期空间站(天空实验室)	1973. 5~1979. 7	3	空间修理, 材料加工, 生物医学、地球资源、天文学等研究
航天飞机	1981. 4~	88	发射、回收与修理卫星, 空间实验室、空间站建设
长期空间站	1998~		

2. 发展载人航天的意义

早期载人航天技术的发展，主要受政治因素的影响。随着科技日新月异的发展以及人类对发展载人航天的进一步认识，发展载人航天技术越来越具有重大的意义。

1. 充分利用空间环境资源

太空是人类继陆地、海洋、大气层之后的第四活动领域，有着巨大的潜力和开发前景。在有人的

条件下，利用空间的高远位置，更能有效地进行对地观测，以获取更丰富的信息。

此外，利用空间环境的特殊条件进行物质生产具有较强的吸引力。科学家们希望在空间摸清一些可用以指导地面生产的规律。其中，空间微重力环境的开发和利用受到特别重视。开发的重点是空间加工和空间制药。

2. 促进科技进步和高技术产业的发展

载人航天技术博采现代科学技术众多领域的最新成就，是高技术密集的综合尖端科学技术。同时，它又对现代科学技术的各个领域提出了新的发展需求，从而推动了整个科学技术的进步和高技术产业的发展。载人航天的发展水平全面地反映一个国家的整体科技和高技术产业的水平，特别是系统工程、自动控制、计算机、推进、通信、遥感、测试、新能源、新材料、新工艺、激光、微电子、光学等技术以及近代力学、天文学、地球科学、航天医学、空间科学等的水平。

3. 增强综合国力

发展载人航天技术已经成为或者正在成为发达国家科技发展战略的重要组成部分。载人航天技术的发展预示着一个国家在科技和经济领域的实力，是一个国家综合国力的反映。发达国家均把增强综合国力作为发展载人航天技术的主要目的。各国在其发展战略和规划中，都认为发展载人航天具有增强民族自豪感和凝聚力的作用。

4. 具有开发军事应用的潜力

人和自动化设备或机器相互结合，取长补短，可使系统的性能更加灵活和可靠，从而提高军事应用的及时性、准确性和有效性。军用航天器的下一步发展可能是多用途的综合性空间平台，它能用于侦察以及监视、指挥、控制和通信等活动，从而起到支援和加强地面防御力量的作用。载人航天系统可承担军用航天器的管理和检测、维修和组装以及其它各种空间勤务，存在着军事应用的巨大潜力。

二、世界载人航天技术发展概况

载人航天技术几乎是与卫星技术在 20 世纪 50 年代末同时起步的。在其发展的诸多因素中，最关键的是政治决策。

1. 载人航天技术的发展阶段

根据前苏联和美国的经验，从发射无人飞船开始到建立长期性空间站，历时 30 多年，经历了 5 个发展阶段。

(1) **无人飞船** 利用动物进行轨道飞行及回收试验，为载人上天作准备。

(2) **单人飞船** 试验人对轨道飞行的适应能力，全面验证飞船的各基本系统。

(3) **多人飞船** 一般载 2~3 人，试验人的舱外活动，飞船的轨道机动、交会与对接等。

(4) **短期性空间站** 一般是单舱式站（或一个生活舱加一个后勤舱），试验压力舱的基本系统，进行空间科学、微重力应用、对地观测等试验。

(5) **长期性(永久性)空间站** 是一种模块式组装的大型空间基地，是从科学实验向轨道生产过渡

的空间设施。

后起的空间国家如果借鉴他们的经验,可能会缩短这个过程。表1和表2分别列出了前苏联和美国载人航天的发展情况。

2. 载人航天器的发展

载人航天器是载人航天技术中的重要组成部分,目前发展的载人航天器主要有载人飞船、航天飞机和空间站。它们也是组成空间站系统的3个主要单元。

(1) 载人飞船 载人飞船是指小升阻比的载人舱,它必须用火箭发射,在轨运行后经过制动,沿弹道式或半弹道式(升阻比一般 <0.5)弹道穿过大气层,用降落伞或小推力火箭制动软着陆。载人飞船既可作为天地往返运输工具,也可作为空间站机组人员的应急救生航天器。

载人飞船由乘员返回舱、轨道舱、服务舱、对接舱和应急救生装置等部分组成。登月飞船还具有登月舱。返回舱是载人飞船的核心舱段,是飞船上升和返回过程中航天员的座舱,也是整个飞船的控制中心,它不仅和其他舱段一样要承受上升段和轨道运行阶段的各种应力和环境条件,而且还要经受再入大气层和返回地面阶段的减速过载和气动加热。轨道舱是航天员在轨道上的工作场所,里面装有各种实验仪器和设备。服务舱通常安装推进系统、电源和气源等设备,对飞船起服务保障作用。对接舱是用来与空间站或其他航天器对接的舱段。载人飞船最基本的舱段是返回舱及服务舱。在完成轨道任务之后,只有返回舱载人返回地面。

载人飞船有多种用途,主要有:进行近地轨道飞行,试验各种载人航天技术,如轨道交会、对接和航天员在轨道上出舱、进入太空活动等;考察轨道上失重和空间辐射等因素对人体的影响,发展航天医学;进行载人登月飞行;为航天站接送人员和运送物资;进行军事侦察和地球资源勘测;进行临时性的天文观测。它主要由结构、姿态控制、轨道控制、无线电测控、电源、返回着陆、生命保障、仪表照明、数据管理、热控制和应急救生11个分系统组成。

联盟-TM飞船总长7.13m、直径2.2m、总质量7070kg。其中返回舱质量3000kg,能乘坐3名航天员,上行同时运送100kg货物。至今一直用作和平号空间站的载人往返运输工具,还可作为国际空间站的救生飞船使用。

美国的阿波罗飞船由指令舱、服务舱和登月舱3个部分组成,总质量47900kg,其中指令舱质量5560kg,能乘坐3名航天员,同时回收450kg货物。“阿波罗”计划开始于1961年5月,至1972年12月第6次登月成功结束,历时约11年,耗资255亿美元。阿波罗11号飞船于1969年7月20~21日首次实现人类登上月球的理想。此后,美国又相继6次发射阿波罗飞船,其中5次成功。在这项计划中共有12名航天员登上月球。

(2) 航天飞机 航天飞机是以火箭发动机为动力的具有飞机外形的往返于地球表面和近地轨道之间可重复使用的载人及载货航天器。航天飞机可乘7名航天员,包括3名机组人员(机长、驾驶员和任务专家)、4名有效载荷专家。航天飞机在轨道上运行时可完成释放卫星、回收与维修卫星,以及进

行各种微重力科学实验等多种任务。航天飞机是建造轨道空间站的主要运输与服务工具。航天飞机集中了许多现代科学技术成果,是火箭、航天器和航空器技术的综合产物。

美国的哥伦比亚号航天飞机于1981年4月12日首次进行轨道试飞成功。先后已投入使用的航天飞机有哥伦比亚号、挑战者号、阿特兰蒂斯号、奋进号等(其中挑战者号已于1986年1月28日升空后炸毁)。前苏联在1991年对暴风雪号航天飞机进行了成功的无人飞行轨道试飞后,由于经费短缺等原因而使计划终止。所以目前只有美国成功地研制并使用了航天飞机。

美国的航天飞机又称空间运输系统,它由轨道器、两枚固体助推火箭和外储箱组成。航天飞机的总起飞质量为2040t,总长度为56.14m,水平安放时的总高度为23.35m。航天飞机的海平面总推力为34622kN。轨道器的外形像一架飞机,共装有3台液氢液氧火箭发动机,每台推力为1754kN。轨道器的翼展为23.79m,机身长度37.24m,着陆状态高度17.27m,干质量74.844t^[2]。美国航天飞机的低轨道运载能力为25t(轨道倾角28.5°),研制费约为100亿美元(1980年币值),每架轨道器的造价约为29亿美元(1990年币值),每次发射的运行费约为4亿美元(1990年币值)。到1998年底为止,美国的航天飞机共进行了88次轨道飞行。航天飞机在20世纪末和21世纪初的主要任务是承担建造国际空间站的运输任务。

(3) 空间站 空间站是在近地轨道上运行的有人居住的航天器,它可以是小型的空间实验室,也可以是具有加工生产、对天对地观测及星际飞行转运等综合功能的大型空间轨道基地^[3]。空间站从总体方案方面可分为3个主要类型,即单模块空间站、多模块组合空间站和一体化综合轨道基地^[4]。

单模块空间站 单模块空间站是指由火箭一次发射入轨即可运行的空间站。如前苏联的礼炮号空间站、美国的天空实验室和欧洲曾计划的哥伦布自由飞舱等。单模块空间站是间断的短期有人照料的空间基础设施。它除了有保证航天员生活的带有生命支持系统的增压舱以外,还必须带有推进系统、制导与控制系统、交会对接系统、电源系统、对地通信与指令系统等全部维持在轨独立运行所需的基本系统。

多模块组合空间站 俄罗斯的和平方空间站是多模块组合空间站的典型例子。和平方空间站由1个核心舱和5个有效载荷舱组成,5个有效载荷舱是量子舱、量子2号舱、晶体舱、自然舱和光谱舱。核心舱的前端共有5个对接口,其侧面可以对接4个模块,轴向可对接载人或运货飞船。和平方空间站由联盟-TM飞船承担天地往返运人任务,由进步号飞船承担运货任务。和平方空间站的特点是各舱段为积木式组合,每个舱段都有独立的电源及控制系统,比较灵活。其目的是为了在其被发射入轨后进行变轨、导引及交会对接。多模块组合空间站的缺点是增加了每个舱段的复杂性,优点是在空间站组合连接以后,这些系统可以起到冗余作用,增加了空间站运行的可靠性。

一体化综合轨道基地 一体化组合空间站是

在一个基础框架结构(或称龙骨结构)上安装试验舱、生活舱、太阳帆板、移动式机械臂搬运系统、暴露设施乃至转运发射设施的大型空间站。这种空间站有统一的服务设施,集中供电、供气、散热,统一的姿控系统和交会系统,使每个组成模块的功能单一化,提高了全站的效率。其轨道基地规模大、管理复杂,是适用于多国合作的全球性空间站。它的建设要依赖于带有轨道操作功能的航天飞机。在使用上的缺点是总的微重力水平不如自由飞行的单模块空间站好,而且在不同位置的实验舱的微重力水平也有优劣之分。

未来空间站将向大型化方向发展。大型空间站以大尺寸的空间桁架做基础构架,并在基础构架上安装生活舱、实验舱、起吊设施、太阳能电站及其它辅助设施。大型空间站不仅是近地轨道的空间加工厂和实验室,也是飞向太阳系的一个人造空间港。从这里可以组装大型火箭,可向月球和太阳系发射载人飞船。

三、未来载人航天技术的发展

21世纪初,载人航天主要向两个方向发展:一是建成国际空间站并投入运行;二是开展有人探测其它行星。

1. 国际空间站的建成与运行

国际空间站是以美国为首,联合俄罗斯、欧洲航天局、日本、加拿大和巴西共同建造的大型轨道设施,包括基础桁架、居住舱及服务舱、功能舱、实验舱、节点舱等基础设施。空间站重量为470t、长88m,太阳能电池板幅长110m、供电能力超过50kw,运行轨道高397km,寿命为30年,乘员6人,计划于2005年建成投入运行。

国际空间站的组装工作从1998年就已开始,至2000年7月底为止已进行了4次发射。1998年11月,俄罗斯用“质子”号火箭将“曙光”号多功能舱送入轨道。1998年12月,由美国“奋进”号航天飞机将“团结”号节点舱送入轨道,并与“曙光”号对接。1999年5月美国又用“发现”号航天飞机为对接完毕的舱段运送了舱内用品。2000年7月12日,俄罗斯用“质子”号火箭将“星辰”号服务舱送入轨道,并完成与空间站对接。服务舱对接成功,具备了接待航天员的条件,预计今年内将有3名航天员进站工作。按预定计划将进行45次发射,才能将20个舱段和近百个部件送入轨道。预计航天员需出舱行走工作近2000个人时才能对接组装完毕。投入运行之后,要不断地接送航天员、补给生活用品、更换实验设备、送取实验样品、维修空间站自身。例如,要保证“和平”号空间站的正常运行和在空间站上做实验,每年至少要发射10多次“联盟”号载人飞船和“进步”号货运飞船。

总之,建造国际空间站和保证空间站的正常运行并利用它进行实验是一个特大系统工程,工作量大,投入大,风险大,任务艰巨。这一工程的建造,运行都集中了各参加国的先进技术力量和技术设备,同时各参加国都以此为契机,发展更加先进、可靠而又经济的航天运载器技术、交会对接技术、航天

员舱外活动技术,以保证国际空间站按计划建成和正常运行并有效地应用。

国际空间站为科学实验提供了独特的空间环境和巨大的试验场所,将使各相关学科的研究得到空前发展,包括生命科学、生物科学、航天医学、流体物理、燃烧科学、对地观测和天文观测等。这些研究不仅推动相关学科本身的发展,也将会为载人行星探测奠定基础。

2. 载人行星探测计划

1969年7月20日~21日,美国两名航天员首次登上月球,开创了人类征服其它天体的历史。目前世界上许多国家都制定了行星探测计划,包括俄罗斯、美国、日本和欧洲,以及最近宣布登月计划的印度。行星探测目前的重点目标是月球和火星。

(1) 登月计划

美国阿波罗登月计划结束之后,月球探测停留在小型的研究计划上。从90年代开始,各国又重新制定了21世纪勘测月球和开发月球的计划。从已发射的众多的月球探测器对月球地表、地貌、地质构成以及内部活动情况的探测结果表明:月球的矿产资源丰富,而且还有水。美国早在1989年就提出在21世纪前10年要重返月球,日本在1996年提出在未来30年内建设小型永久型月球基地的计划,印度也在1999年10月宣布发射月球探测器的决定。

进行月球探测必将涉及许多关键技术,如无大气情况下软着陆、高级自主机器人、永久性封闭式受控生态系统、生命保障系统和能源供应系统等技术。其中永久性封闭式受控生态系统、生命保障系统是航天员能否在月球长期生存的关键。

为了配合这两个系统的研究实验,美国考虑对国际空间站的居住舱和节点舱进行调整,预计国际空间站建成后,该技术可达到实用水平,从而为月球基地建设和载人行星探测奠定技术基础。

(2) 火星探测计划

火星与地球较为接近,而且其特征也与地球较为相似。90年代初,探测火星的呼声越来越高,美国、俄罗斯等国已决定开展国际合作。第一步先向火星发射一系列无人火星探测器及火星表面行走车,从火星取样返回,然后开展载人火星飞船研制,最终把航天员送到火星。

美、俄两国已经发射了大量的探测器,对火星进行了考察,特别是1997年美国“火星探路者”在火星表面着陆,并成功地向地球发回了大量的图片,使人类对火星有了更直观的认识,为将来的载人火星探测打下了基础。

载人火星探测需要发展众多的关键技术,如大型运载火箭、超远距离的测控系统、火星表面运动系统和电源供应系统等。从地球飞往火星,单程需1年多的时间,往返需3年。如何克服如此长时间失重飞行对人体的影响,也是一个待研究的课题。

四、中国的载人航天技术

1957年10月4日,当前苏联成功发射世界上第一颗人造卫星以后,有着悠久历史和“嫦娥奔月”美丽神话传说的中华民族,就立下了“我们也要

加入 WTO 对我国科技计划的挑战及其政策含义

Influence on China's National Scientific and Technical Plan of WTO Entry and China's Policies

俞文华

(清华大学 21 世纪发展研究院 北京 100084)

随着经济全球化的推进,技术创新在国家竞争力和经济增长中扮演着越来越重要的角色。技术创新的根本性源泉是产业 R&D。不过,受其正溢出效

应的影响,产业 R&D 经常会出现投资不足,结果限制了技术的持续创新。为此,世界各国都将补贴或资助产业 R&D 作为最重要的技术创新政策。但政府

搞人造卫星”的壮丽誓言。经过几年的自力更生与艰苦奋斗,终于在 1970 年 4 月成功发射了中国自行研制的第一颗人造卫星。

20 多年来,中国的空间事业一直坚持着“不搞太空竞赛”、“不与美苏争月球”、“积极发展急用实用的卫星”的方针,发扬“自力更生、艰苦奋斗、大力协同、无私奉献、严谨务实和勇于攀登”的航天精神,集中有限的国力,用于解决国家建设急需的应用卫星系统。载人航天虽然在政治上和科技上都具有重大意义,但由于其经济效益在当时是不明显的,而且载人航天的发展道路也可能是相当曲折的,并要耗费巨额资金,所以过去 20 多年,中国未开展载人航天系统的研制是正确的。

随着中国经济改革的进一步深入,并结合中国 20 多年来所取得的空间技术成就,今天的中国已经具备了发展载人航天技术的基本条件。载人航天虽然处于花大钱、做试验和做准备的阶段,新的往前推进的任何项目都要冒很大的风险,但对其科学技术的价值越来越达成共识,经济效益和发展潜力更是难以估计。中国现在可以借鉴别人的发展经验,经过冷静观察与思考,探索一条既适合中国国情又少走弯路的载人航天发展道路。

1986 年国家“八六三”计划开始实施,其中的航天技术领域的专家组结合中国的实际情况,进行了实事求是的论证,认为中国具备了实施载人航天工程所需要的各方面条件,建议以载人飞船为突破口发展中国的载人航天工程。随后在全国各有关单位开展了预先研究工作。1992 年 1 月,中央批准中国载人航天工程立项,并定名为“921”工程,以中国空间技术研究院为主承担中国载人飞船的研制和北京空间技术研制试验中心的建设。经过 7 年的努力,1999 年 11 月 20 日 6 时 30 分在酒泉卫星发射中心新建成的载人飞船发射场,中国第一艘试验飞船“神舟”号由新研制的长征二号 F 运载火箭发射升空,并准确地进入轨道。经过 21 小时的轨道飞行,飞船返回舱在第 15 圈时进入返回轨道,并于 21 日凌晨 3 时 41 分准确地着陆于预定的回收场,圆满地完成了试验任务。这次试验任务的成功标志着中国载

人航天技术取得了新的突破,为继续执行中国载人航天计划奠定了基础。

中国载人航天的最终目的是开发和利用空间资源,载人飞船的建造只是第一步,最终要建造长期有人照料的空间站,使航天员和科学家能直接对行星进行考察和开发。

中国建立空间站将分 3 步实施。首先,以飞船起步,发射无人飞船和有人飞船,建成初期的天地往返运输器,将航天员送入近地轨道,进行适量的对地观测和科学与技术实验,并使航天员安全返回地面;其后,重点解决航天员出舱活动、交会对接试验,把长期运行、短期有人照料的空间实验室送入近地轨道,建立完整配套的空间工程大系统,解决一定规模的空间应用问题;最终建造更大的长期有人照料的空间站。中国已具备了向月球表面或绕月飞行轨道发射月球探测器的能力,探测月球方案的可靠性有些专家已在论证。

载人航天是一个特大系统工程,是国家行为。为能“好、快、省”地执行中国载人航天计划,必须做到宏观控制、集中领导、减少层次、疏通渠道、择优定点,结合中国的实际情况,按有所为、有所不为的方针,制定长远规划,投入必要的资金,尽早开展关键技术的攻关,同时制定相关政策,稳定现有的经过实践锻炼的中青年队伍,吸引更多年轻、有才华、有奉献精神的人才,壮大中国的载人航天事业。

参考文献

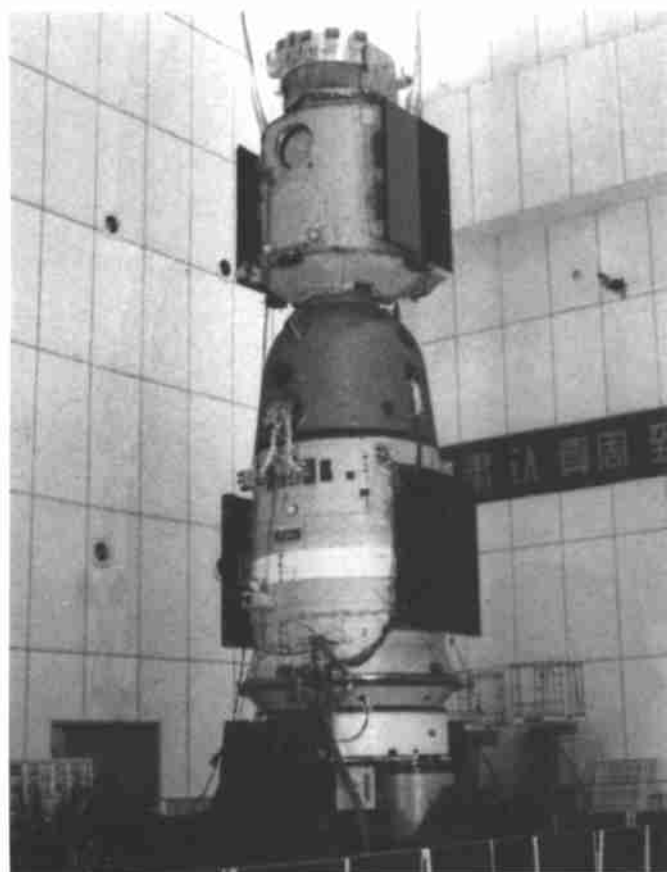
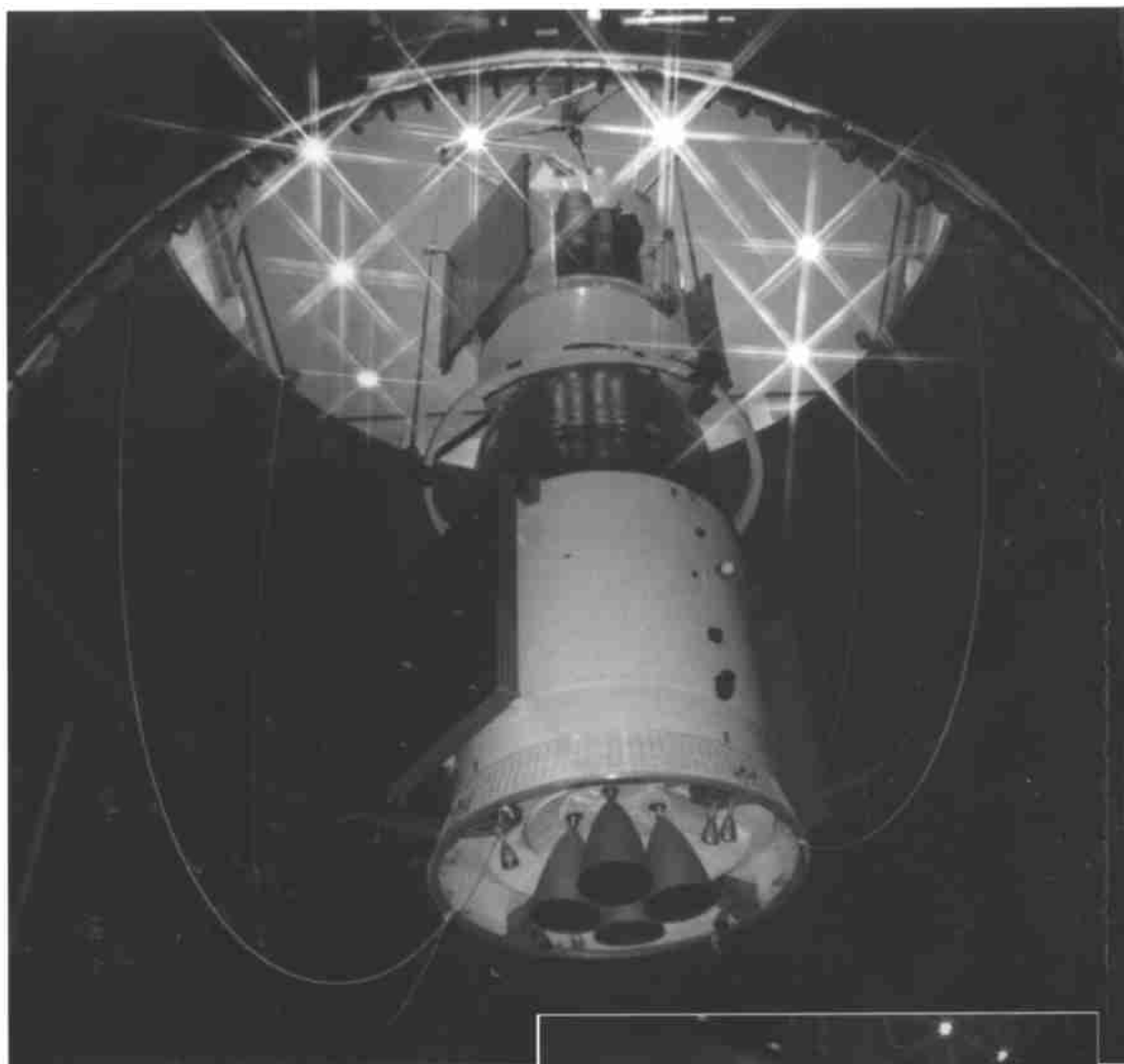
- [1] Johnson N L. Handbook of Soviet Manned space flight science and technology series [M]. Vol. 48 AAS, 1980
- [2] 中国大百科全书·航空航天卷编写组,中国大百科全书·航空航天卷 [M]. 北京·上海:中国大百科全书出版社,1985
- [3] Robertson D F. Survival space station [J]. Space, 1994 (5~6): 7~11
- [4] 范剑峰. 空间站工程概论 [M]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,1990
- [5] 武向荣. 国外载人航天技术发展展望 [J]. 载人航天, 2000 (3)

(责任编辑 王宏章)

检测中的“神舟”号

试验飞船

(见戚发轫文)



KM6空间环境模拟容器高22米，直径12米，是世界上5个最大的空间环境模拟器之一，飞船在容器中经受模拟空间环境的考验。

飞船在40吨双推力震动台上经受震动试验的考验。

载人航天技术 及其发展

(见戚发轫文)



美国“水星号”单人舱回收



美国“阿波罗”飞船登月舱



美国“双子星”双人飞船



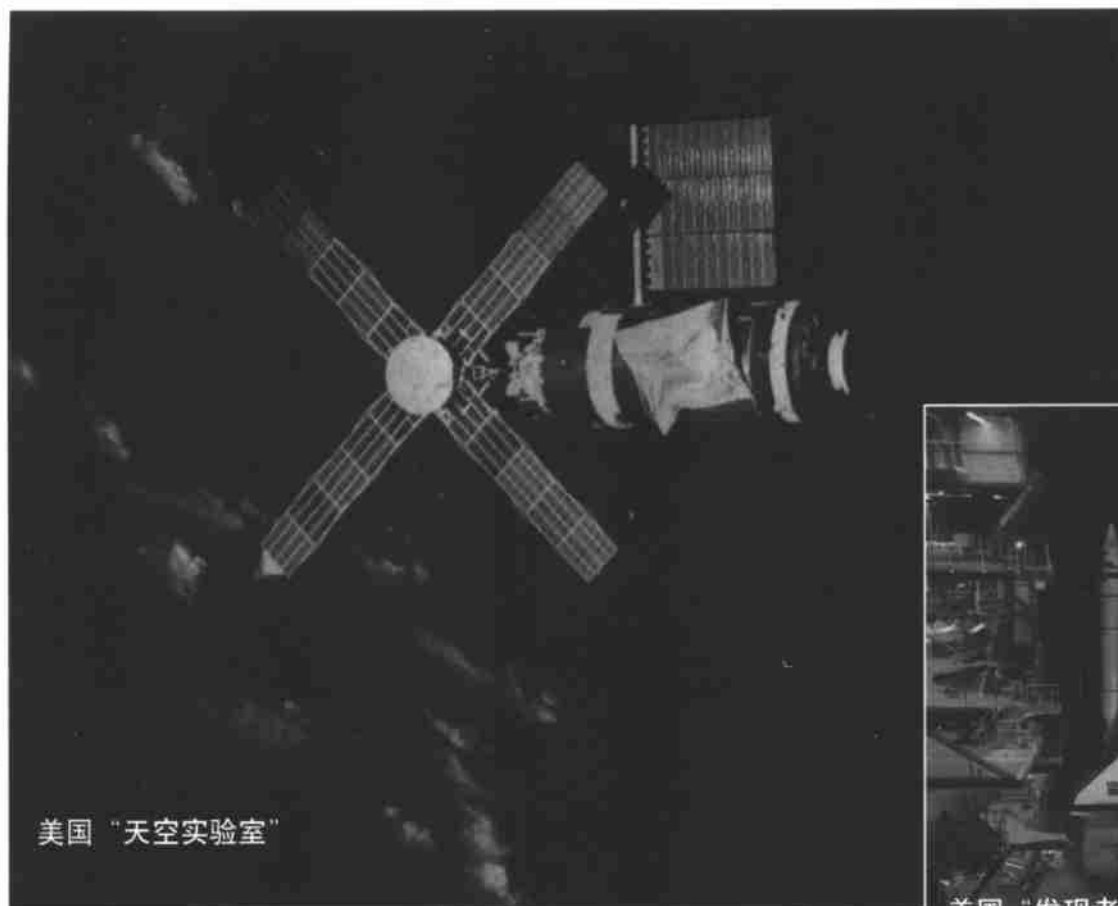
前苏联“礼炮号”空间站



前苏联“联盟号”飞船

载人航天技术及其发展

(见戚发轫文)



美国“天空实验室”



美国“发现者号”航天飞机



俄罗斯“和平号”空间站，有“联盟号”载人飞船和“进步号”货运飞船与其对接



正在建造的“国际空间站”示意图