

苏联航天研究

SOVIET SPACE RESEARCH

林来兴

引言

30年来苏联在航天技术方面创造了一系列的世界第一。例如：1957年首次发射人造地球卫星；1961年加加林首次驾“东方号”飞船上天，人类进入了空间时代；1962年发射了世界第一个火星探测器；1963年捷列什科乘“东方”6号飞船上天，成为世界上第一个进入空间的妇女；1965年利昂诺夫乘“上升”2号飞船进行了世界上第一次空间行走活动；从1971年起到1986年苏联发射了8个空间站（“礼炮”1~7号与“和平”号），第一个建立了永久性载人空间站；吉托夫和马纳罗夫在“和平”号空间站创造了空间连续飞行365天（从1987年12月21日到1988年12月21日）的世界纪录；1988年成功发射了世界上迄今最大的“能源”号巨型火箭（有效载荷100吨）；全世界载人飞行累计时间17万小时左右，苏联宇航员占75%以上，居第一位；苏联历年来发射航天器数量比世界其他所有国家发射的总和还多，全世界到1988年底总共发射航天器3812颗，其中苏联发射2461颗，占65%，苏联发射量和负载重量居世界第一位。总之，苏联航天技术在世界上占有举足轻重的地位。

载人飞行和永久性空间站

苏联从1961年首次发射“东方”-1号宇宙飞船至今共发射了各种型号的载人飞船68艘，其中“东方”号6艘，“上升”号2艘，“联盟”号（第一代载人飞

船）38艘，“联盟T”号（第二代载人飞船）15艘，“联盟TM”号（第三代载人飞船）7艘。此外，还有40艘“进步”号货运飞船，8艘空间站和6艘大型实验空间舱体（例如“宇宙”1686号和1987年发射的“量子”号天文物理实验飞船），总共122艘。至今苏联已经有200多人进入空间，是全世界进入空间人数最多的国家。因此苏联在载人飞船和空间站方面，无论是技术上还是数量上，目前在上世界上都处于优势。

苏联与美国空间发展的道路是不相同的。60年代，两国为了各自的政治目的，以载人登月为目标，展开了激烈的空间竞争，在这场竞争中美国领先。之后，美国以航天飞机为主发展多次重复使用的空间运输系统，而苏联则以建立载人空间站为优先发展目标。苏联之所以采取这个方针有两个主要原因：一是苏联卫星寿命短，二是苏联电子工业落后，而且这两者是互相联系的。由于电子工业的落后难于在短时间内解决，从而限制了苏联电子设备质量的提高。有鉴于此，苏联打消了延长航天器有关设备运转时间的作法，而采取首先建造载人空间站的方针，由宇航员在空间站照管设备，或者对附近轨道的卫星进行维修、保养、重复供应等，以达到永久性的要求。

1971年苏联成功地发射了第一个空间站“礼炮”-1号。苏联第一代空间站为“礼炮”1~5号，第二代空间站为“礼炮”6~7号。苏联以“礼炮”号为空间站核心，以“联盟”号和“联盟T”号为运送和接回宇航员的载人飞船，以“进步”号为运送货物的飞船，

三者互相配合,开展了一系列载人空间活动。

“和平”号是苏联第三代空间站,是一个多功能,多用途,多对接口的永久性载人空间站。初期

轨道高度为 172~301 公里,倾角为 51.62 度,后来机动到实用轨道 (324~340 公里)。表 1 列出苏联“礼炮”号与“和平”号空间站的性能。

表 1 苏联空间站(“礼炮”号、“和平”号)的轨道寿命和对接性能

名 称	发射日期	在轨道天数	轨道平均高度 (公里)	在 轨 道 运 行 情 况
“礼炮”-1 号	1971.4.19	175	250~270	对接 2 次(“联盟”10~11),其中一次对接不成功
“礼炮”-2 号	1973.4.3	55		入轨后不久解体
“礼炮”-3 号	1974.6.25	214	260~270	对接成功一次(“联盟”14) 对接不成功一次,返回地面(“联盟”15)
“礼炮”-4 号	1974.12.26	770	340~350	对接成功 2 次(“联盟”17~18),对接不成功一次, 自动对接成功 1 次(“联盟”20 在 1975.11.19 与空间站对接)
“礼炮”-5 号	1976.6.22	412	260~270	对接成功 2 次(“联盟”21 和 24) 对接不成功一次,返回地面(“联盟”23)
“礼炮”-6 号	1977.9.29	1740	340~350	对接成功 18 次(14 个“联盟”号,4 个“联盟 T”) 对接成功 12 次(“进步”号货船),对接不成功 2 次
“礼炮”-7 号	1982.4.19	已 7 年 目前仍在工作	340~350	已经掌握对接技术(有宇航员操作) 自动对接也实验成功.总共已对接成功 30 次以上
“和平”号	1986.2.20	已 3 年 目前仍在运行	340~350	自动对接,和平号为目标,不作轨道机动. “联盟 TM”作为追踪的飞船,与“进步”号货船对接几十次以上

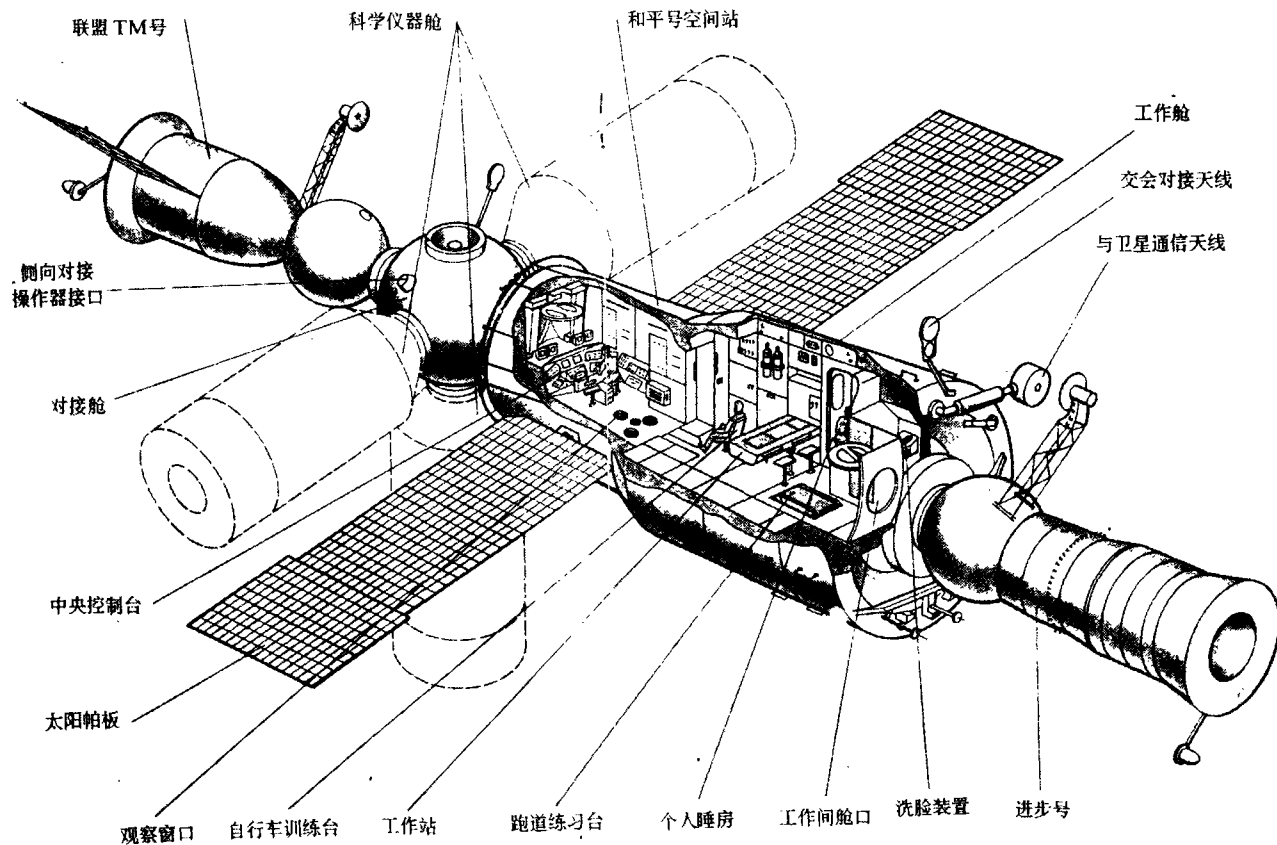


图 1 “和平”号空间站与各种飞行器联合体

“和平”号空间站结构见图 1。它由对接舱、工作舱、生活舱、服务舱四部分组成。对接舱位于空

间站前端,也作为过渡舱。空间站共有 6 个对接

口, 其中五个在对接舱上 (一个在前端, 四个在四周)。这是目前世界上对接口最多的空间站。工作舱前面与对接舱, 后面与生活舱相连, 它包括指令和控制室。工作舱内装有各种仪器。服务舱在最后, 舱内装有燃料箱和轨道与姿态发动机等装置。空间站的第六个对接口在服务舱的尾部。生活舱内设有乘员室, 每个宇航员有一个小睡房, 还有运动的跑步台, 脚踏车练习台等。舱内空气系常压, 温度保持在 28℃。“和平”号空间站为乘员提供了“礼炮”号无法相比的舒服的工作和生活环境, 从而使苏联宇航员创造了连续在空间飞行一年时间的世界纪录。

“和平”号空间站重 21 吨, 长 13.3 米, 最大直径 4.2 米。通常装两块折叠式太阳能帆板, 可扩展到三块。帆板总面积 80~120 平方米, 发电功率为 9~14 千瓦。空间站尾部装有两台机动发动机。每台推力 300 公斤, 还有 32 台姿态控制推力器, 每台推力 14 公斤。空间站装有 8 台计算机, 实现空间站姿态和轨道自动控制与管理工作。这些计算机也可与地面站大型计算机连成一体。空间站除了采用卫星通常所使用的姿态敏感器 (例如红外地平仪, 太阳敏感器, 星敏感器, 磁强计等) 以外, 还有测量轨道空间的六分仪, 加速度计, 陀螺, 无线电系统和交会对接敏感器。

“和平”号空间站迄今已运行了三年多时间, 两次实现四个飞行器在空间对接成一个组合体。这四个飞行器为“和平”号, “联盟 TM”号, “量子”号和“进步”号。今后苏联还打算将更多的飞行器对接组合成更大的复合体, 例如构成一个具有 8 个飞行器的大型空间站。这 8 个飞行器为“和平”号, “联盟 T”-15 号, “联盟 TM”号, “礼炮”-7 号, “宇宙”-1686 号, “量子”号, “进步”号等。

综上所述, 可看出苏联对永久性空间站采取的是目标明确, 稳步发展, 循序渐进的发展方针。

人造地球卫星和宇宙探测器

苏联迄今已发射了 2 000 多颗航天器, 其中 90% 都是各种类型的人造地球卫星。为了对用途和技术保密, 苏联发射航天器大都以“宇宙”号卫星来称呼。由于“宇宙”号卫星一般寿命都比较短, 苏联采用增加发射数量来弥补。苏联人造地球卫星分为军事卫星、应用卫星、科学卫星三种用途。

1. 军事卫星

苏联大约 65% 以上的人造地球卫星都是直接为军事目的服务的, 其中约 40% 属于可回收照相侦察

卫星, 25% 属军事通信卫星 (卫星重量 40 公斤, 一弹 8 星)。由于苏联军事卫星发射数量多, 某一类卫星同时在轨工作的也不少。例如侦察卫星同时在轨工作的不下 5~6 颗。苏联军用气象卫星是“流星”号气象卫星改进型, 预警卫星是“闪电”号通信卫星改进型, 海洋监视卫星既有核反应堆供电的主动型雷达卫星, 又有电子侦察式的被动型卫星。苏联军事卫星在世界上发展比较早, 技术也比较成熟, 还有拦截卫星, 或称反卫星, 发射数量约 40~50 颗。

2. 应用卫星

这类卫星的应用广度和深度以及卫星的寿命都不如美国, 但是近十年来也有较大发展, 主要包括下列三种:

通信广播卫星: 一类为大椭圆轨道型, 周期 12 小时, 例如“闪电”通信卫星。这种卫星在苏联获得较大发展, 主要原因是苏联为高纬度区, 大椭圆轨道卫星可以较好地覆盖苏联国土; 另一个原因是这种卫星比地球同步轨道卫星的发射技术难度小。另一类是地球同步轨道卫星, 如“虹”, “荧光屏”和“地平线”等广播卫星。苏联广播还有一个特点, 无线电发射频率较低, 便于用户接收。

气象卫星和地球资源卫星: 气象卫星既有太阳同步轨道的 (例如“流星”号), 也有地球同步轨道的。苏联 80 年代投入工作的大型地球资源卫星可以从 300 公里轨道高度, 大面积连续拍摄地面上 6 米大小的目标。

导航卫星: 是“宇宙”号科学卫星的改进型, 它们大部分是 1967 年以后发射的, 经常是一弹多星。1982 年苏联又发展全球导航系统, 它们都用“质子”号运载火箭发射, 轨道高度为 2 万公里, 系圆形轨道。

3. 科学卫星

苏联发展各种类型的科学卫星, 有重几百公斤的探测空间物理参数的标准卫星和重十几吨的研究空间宇宙射线的大型科学卫星。苏联对发展科学卫星比较重视, 而且是有计划有步骤进行的。苏联发射科学卫星大约占它的总发射量 10% 左右。

宇宙探测器是指离开地球轨道进入太阳系探测各个行星特性的探测器。全世界迄今总共发射的宇宙探测器有一百多颗, 苏联占一半以上, 在宇宙探测方面处于优势地位。

运载工具和“能源”号火箭

苏联具有强大的航天器发射能力, 已建成运载火箭生产线, 能够进行成批生产, 而且在同一个时

期能够提供 10 种不同类型的运载工具, 例如“东方”号、“闪电”号、“联盟”号、“宇宙”号和最近发射的“能源”号等运载火箭。苏联平均 3 天发射一次航天器, 有一个时期在 13 天内连续发射 9 次。这是任何一个国家都不能相比的。苏联火箭发射成本比美国低得多(批生产和负载能力大), 例如苏联“能源”号火箭每公斤负载(不回收)发射费约为 700 美元, 而美国航天飞机每公斤负载发射费为 8 000 美元, 两者相差一个数量级。

图 2 表示苏联各种类型的运载火箭。这 10 种运载火箭中, 有 6 种是直接由弹道导弹发展过来的。20 多年来一直用它们发射大量航天器。SL-4(“联盟”号)火箭自从 1964 年开始发射, 25 年来一直是苏联的主要运载工具, 迄今已经发射 900 多次, 也用它发射载人飞船。

“质子”号运载火箭包括 SL-12 和 SL-13 两

种, 从 1965 年开始第一次空间发射, 迄今已经发射 160 多次。“质子”号是苏联大型运载火箭, 可以把卫星发射到地球同步轨道, 以及把空间站发射到地球低轨道。“质子”号的发射可靠性也比较高, 成功率达 93%。最近, 苏联已开放“质子”号, 为国际商业卫星发射服务。SL-14 运载火箭自 1977 年以来总共发射 63 次, 成功 61 次, 成功率 96.3%。

苏联用 SL-4 和“质子”号两种火箭发射永久性载人空间站, 具体地说, 用 SL-4 发射“联盟”号飞船(运送和接回宇航员), 用“质子”号发射空间站各个组成舱段。60 年代研制出来的运载火箭已经成为苏联空间运输系统的骨干力量, 但是苏联运载火箭的研制工作一直没有停止。最近又研制成功两种运载火箭, 一种为 SL-16, 另一种为世界最大的运载火箭“能源”号(SL-17)。

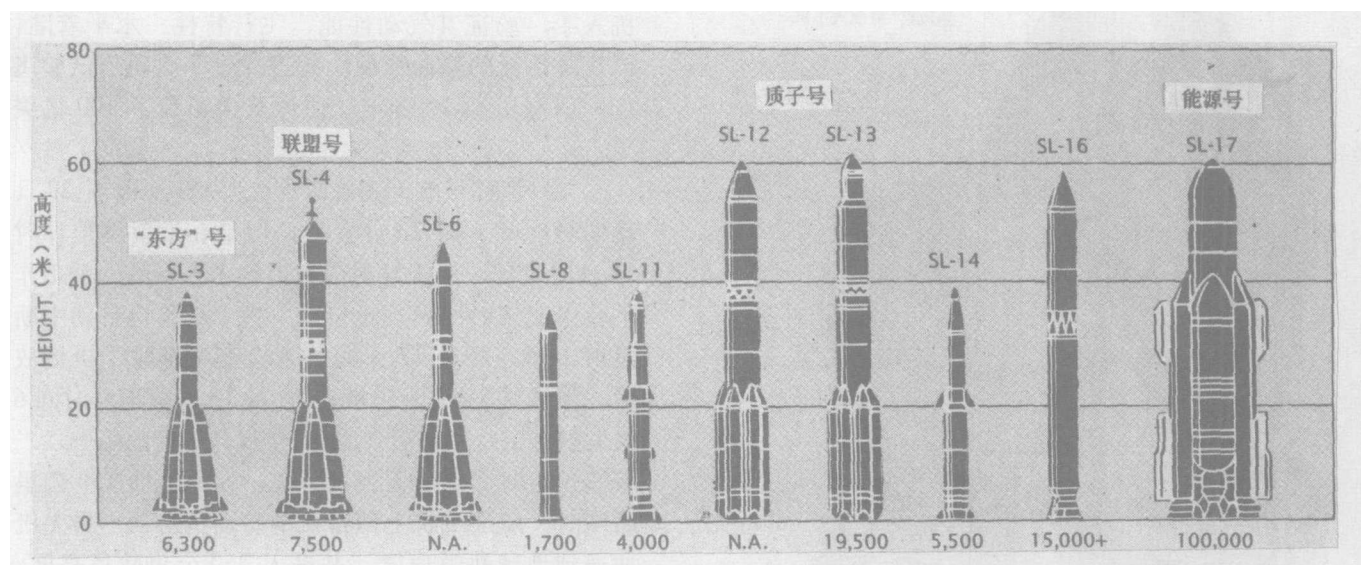


图 2 苏联各种类型的运载火箭的能力和外形尺寸

“能源”号运载火箭于 1988 年 5 月 15 日发射成功, 由两级火箭外加四个捆绑液体助推火箭组成, 采用液氢液氧燃料。这种火箭可以把 100 吨有效载荷送入地球低轨道, 18 吨送入地球同步轨道, 32 吨送入月球轨道, 28 吨送入火星轨道。最终目标有效载荷入轨能力还要再提高 50%, 达到 150 多吨。它的有效载荷可以是航天飞机, 也可以是货舱, 非常灵活和方便。“能源”号运载火箭的有效载荷为苏联大型“质子”号的 5 倍, 为美国航天飞机有效载荷的 3 倍。这是一种既经济又实惠的空间运输系统。

“暴风雪”号航天飞机

“暴风雪”号航天飞机于 1988 年 11 月 15 日由“能源”号运载火箭发射入轨, 并在轨道运转, 一般飞行 7 天, 最长可以到 30 天。然后, 依靠航天飞机自身动力离轨再入大气层, 最后水平着陆。航天飞机发射成功是苏联航天技术又一次关键性的突破。

“暴风雪”号航天飞机长 30 米, 高 16 米, 机身直径 5.6 米, 比美国航天飞机稍大, 重量 100 吨。它与“能源”号运载火箭一起总共发射重量为 2 400 吨, 其中包括 2 000 吨燃料。“暴风雪”号航天飞机与“能源”号运载火箭结构外形见图 3。

航天飞机设有 10 个座位。载人时, 宇航员 2~4 名, 修理卫星工程师 2 名, 货舱机械手操作人员 1 名, 科研人员 3 名。航天飞机机尾大型垂直稳定翼

为后掠式三角形，机身呈箭型。整个飞机表面由可耐 2 000℃ 高温的吸热陶瓷片所覆盖，总计 38 000 块，而美国航天飞机使用了 30 000 块。在机身尾部装有两台轨道机动发动机。机上电源由燃料电池供应。对苏联来说，这是一种新型空间电池，也是苏联第一次在空间使用。此外，航天飞机还准备使用太阳帆板电池，但是必须在航天飞机入轨后才能提供使用。美国航天飞机的电源也是采用燃料电池。

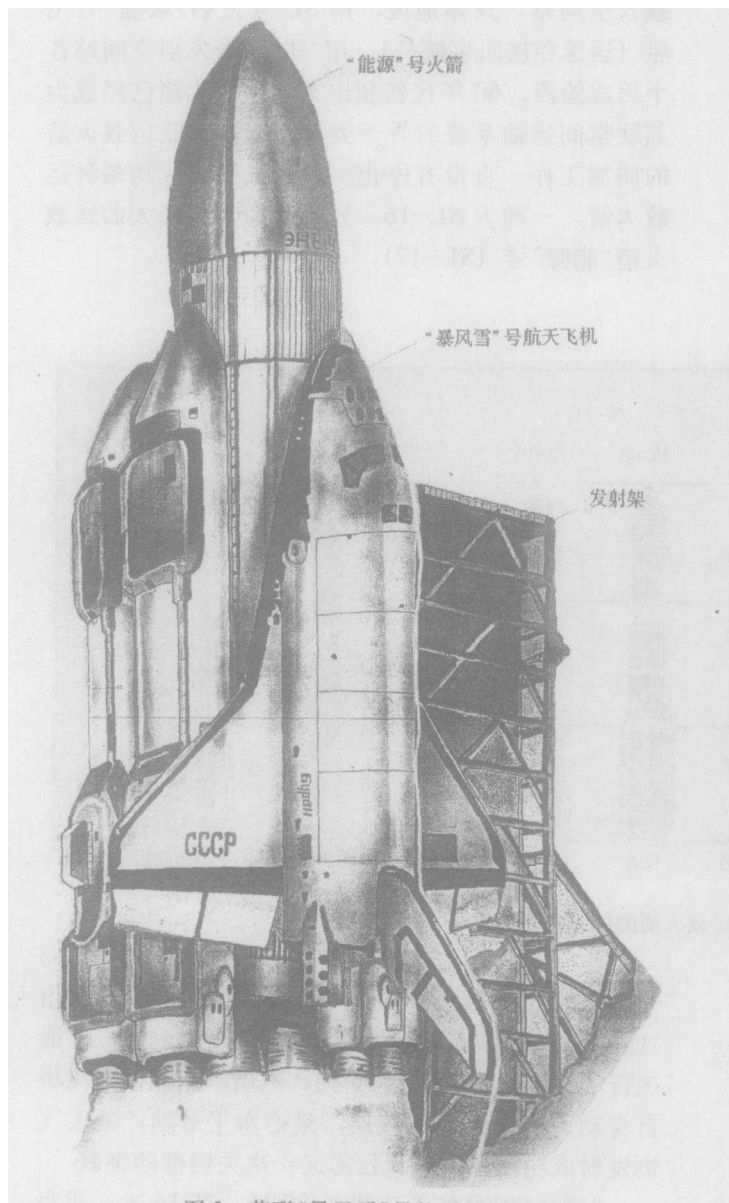


图3 苏联“暴风雪”号航大飞机
与“能源”号运载火箭

“暴风雪”号航天飞机与美国航天飞机非常相似。美国人说苏联航天飞机从美国航天飞机那里学到很多东西，而苏联说这种机型是由于空气动力学规律所确定的。笔者认为这两种因素都有。因为，苏联航天飞机的确作了很多改进和提高。例如在航

天飞机上不装主发动机，可与“能源”号运载火箭完全独立分开。为此“能源”号火箭既可运送航天飞机，也可运送无人航天器，这就克服了美国航天飞机无论是载人还是运送卫星都需要有4名宇航员的缺点。另外，苏联没有重犯美国放弃一次性使用运载工具的错误。苏联的航天飞机还可以作到无人驾驶，全自动飞行和再入着陆。航天飞机实现完全的自动着陆比普通飞机难度大得多，自动控制系统要求非常可靠和非常精确。据报道，苏联已经进一步研制在另一架航天飞机上采用空气发动机。这种发动机专为航天飞机着陆使用。有了这种发动机，航天飞机在着陆前可以在较大范围进行横向机动，而且第一次着陆不成功，还可以进行第二次着陆，从而减轻着陆阶段技术上的难度，提高着陆可靠性。

苏联研制航天飞机的计划始于 70 年代，其途径与美国不同。苏联先从研制缩小比例的小型航天飞机入手，验证其气动性能、飞行特性、水平着陆，以及防热瓦的烧蚀情况，并进行过 7 次轨道试验飞行。研制历经 10 多年，估计至少花费了 100 亿美元。

“暴风雪”号航天飞机原定在1988年10月29日莫斯科时间6时23分发射，但是在发射倒数计时51秒时发现，用于发射前撤退技术人员的一个工作平台未能按时回到规定位置，机上计算机自动中断发射工作。经过12天的紧张检查，排除了机械故障。“暴风雪”号航天飞机在11月15日莫斯科时间6时发射升空。发射后，“能源”号运载火箭的第一、二级按预定时间与航天飞机分离。在距地面150公里高度时，航天飞机上两台机动发动机启动，将飞机加速到地球轨道速度，并进入250公里轨道高度，在此轨道高度绕地球两圈后，于莫斯科时间9时25分自动降落在距发射架12公里的跑道上。

苏联目前至少已研制三架航天飞机，计划总共研制 5 架，其中有两架是相同的。第一架为“暴风雪”号，第二架将命名为“哨音”号。苏联也有一架类似美国“企业”号的航天飞机，这架航天飞机是由飞机运送上天，然后从飞机上释放下来，进行着陆和有关其他飞行性能实验。

苏联航天飞机载人飞行估计在 1992 年以前进行, 计划每架每年飞行 2~4 次。苏联还计划研制比“暴风雪”号更大的航天飞机和大型货运航天飞机。

回忆过去，展望未来

综上所述，可以把苏联 30 多年来的航天技术发展概括为如下四个阶段：

第一阶段以 1957 年首次发射人造地球卫星为标志,是苏联航天技术与实验阶段;

第二阶段以 1961 年加加林首次驾驶“东方”号飞船上天为标志,进入航天技术全面发展阶段;

第三阶段为 1971 年发射“礼炮”-1 号到 1986 年发射“和平”号空间站,载人飞行进入实用阶段;

第四阶段以 1988 年发射“暴风雪”号航天飞机(包括“能源”号巨型运载火箭)为标志,航天技术进入广泛应用和提高阶段。

今后 50 年苏联航天技术主要发展规划可以大致分为以下两个阶段:

第一阶段(2000 年以前)

1. 90 年代中期把火星车的机器人送到火星表面;把火星土壤取回地球供实验分析。

2. 发射更大的空间站“和平”2 号,该空间站可

以外接 12 个空间飞行器或空间平台。

3. 完成载人航天飞机绕地球轨道飞行,作好有关火星载人飞行的准备工作。

第二阶段(2000 年以后)

1. 发射能源卫星反射系统,运用红外激光技术把苏联东部的天然气、石油和煤矿资源送到苏联西部密集的工业区。

2. 计划在 21 世纪初期完成载人火星飞行。

3. 在空间兴建太阳能电站卫星,把太阳能传送到地面上。

本文作者林来兴(Lin LaiXing)系中国空间技术研究院北京控制工程研究所研究员,国防科技大学教授。

科技动态

苏联讨论航天计划的得失

苏联在航天计划的费用和管理问题上的激烈争论今天公开爆发了。这又一次表现出苏联更加开放的新政策和人们对国家的经济状况深为关切的心情。

在最近的竞选运动中,人们对航天计划经费提出了批评。这反映出人民日益要求削减航天计划,把资源进行再分配,以满足消费者的需要。过去报纸上发表文章,认为发展航天技术是“神圣不可侵犯的”,现在则对它进行尖锐抨击,并极力要求改变航天计划方针,面向国民经济需要。

《消息报》发表文章说,主要航天项目的费用仍然是“国家机密”。美国专家估计,苏联花在军用和民用航天计划方面的经费一年至少 300 亿美元,比美国航天经费稍多一些。

航天研究是火车头

《消息报》的文章说:“对于在记者招待会上听到的‘我们的经费与美国差不多’的含糊回答,我们不能满意。如果真是差不多,为什么秘而不宣,为什么不直接说明经费总额?不明说,人们不可避免地会想到是天文数字拨款。当看到商店柜台里空空如也时,你就禁不住想要削减航天经费。”

在黄油与火箭的辩论中,航天科学家大胆地谈到航天研究对国民经济的贡献。他们争辩说,去年在航天研究方面花了 21 亿美元,但是去年向国民经济转让的航天技术价值为 32 亿美元,这两者应当是平衡的。

塔斯社援引通讯院士鲍里斯·切尔托克在苏联科学院的讲话说:“航天研究起了火车头的作用。它带动其他部门前进。要不是由于航天业的发展,我们在诸如计算机之类的领域还要比现在落后得多。”

与此同时,科学家们自己也批评航天计划的执行情况。他们抱怨苏联的许多航天器设计低劣(那些航天器均未完成使命),还抱怨把资源转用于建造他们认为不需要的新的火箭和航天飞机。

苏联官员否认这些激动的言论与上周宣布暂停“和平”号空间站载人活动的决定有任何关系。他们坚持说,这个决定

并不意味着载人航天计划的停止,只是暂停而已。

对决定的推测

据美国《航空和空间技术周刊》报道,在“和平”号空间站上的三名字航员返回地球以后,“和平”号将闲置 2~3 个月,以便培训一个从事修理的机组。

美国专家推测,让“和平”号在一段时间不载人的决定也是受了要求削减费用的影响。第一次对航天计划的研究部分实行了严格的财政限制,预料这些限制明年将扩大到工程和生产活动方面。而且,苏联航天飞机“暴风雪”号的飞行也许将不定期推迟。宇航设备总局局长杜纳耶夫说,官员们正在讨论下次飞行的目标是什么。美国研究苏联航天计划的专家詹姆斯·奥伯格说:“他们正面临严重的预算危机。”

美国科学家联合会负责航天政策的主任约翰·派克说:“显然,他们的航天计划耗费的款额大得吓人。苏联也和美国一样,不知道他们应当怎样说明这方面的成绩。”公众对苏联航天计划的批评在美国人听起来是很熟悉的。因为美国也一直在进行政治辩论。辩论的中心问题是,把大量的钱都花到航天方面,损害了其他各项计划。

使苏联的问题加剧的是,去年大吹大擂向火星发射的两个航天器失败了。这对他们的自尊心和雄心勃勃的火星探索计划是一个严重打击。但是,对航天计划的批评,在火星航天器失败之前就已公开了,而且很尖锐。前莫斯科航天研究所所长萨格杰耶夫现在担任戈尔巴乔夫的顾问。他去年公开抨击了新的苏联航天飞机的费用和需要,似乎向其他人示意,对航天政策提出质疑,现在在政治上是接受的。

鲍里斯·叶利钦对选民们说:“我并不是说我们应当放弃航天研究,只是把航天研究计划时限放宽。”

航天研究所的一位科学家康斯坦丁·格林高兹最近在《真理报》上发表文章,对这个国家是否需要新的“能源”号火箭(世界上推力最强大的火箭)和“暴风雪”号航天飞机提出了疑问。这是对航天计划管理最猛烈的抨击之一。

(转载自新华社《世界经济科技》)