

## 第一章 人类对飞天的向往

在古代，人类对宇宙空间的认识，白昼能感知太阳的光热，夜晚能望见月球的身影，于是产生了许多访日探月的幻想故事。中国出现过夸父追日、嫦娥奔月的神话，其他国家也有不少类似的飞天传说。这些神话传说寄托着人类征服太空的愿望。

随着科学技术的发展，人们竭尽自己的智慧和才能，开始把幻想变为现实。从创立航天理论到制造登天工具，经过不知多少代人的探索和努力，终于在20世纪50年代跨出了摆脱地球的束缚的第一步，人类离开地球这个繁衍生存的摇篮，进入一个陌生而诱人的太空世界。在这条漫长的道路上，记录下了人类飞向太空的奋斗足迹。

### 1、从嫦娥奔月说起、

自古以来，人类就对浩渺无垠、神秘莫测的宇宙空间充满各种各样的幻想。飞出地球，遨游太空，到地外星球去观光探秘，成为千百年来人们的憧憬和追求。

我国一直流传着这样一个动人的故事：在远古时代，华夏大地上有一位聪颖美丽的女子，名叫嫦娥。她与射日勇士后羿结为夫妻，诚实劳动，和睦生活。有一天，由于后羿射日有功，昆仑山上的西王母娘娘奖给他一葫芦灵药丹丸，说是两人各吃一半可以长生不老，一个人全吃下就会升天漫游。嫦娥听了感到十分高兴和惊奇，要是真能到天上去游历一番该多有意思啊。于是她趁后羿睡着的时候，偷偷地把葫芦里的灵药丹丸全吞下去了。吃完，她走出门外，望着夜空挂着一轮明月，不觉药性发作，感到身不由己地飘飞起来。于是，嫦娥告别人间，直飞云霄。经过漫长的飞行，到达被称为广寒宫的月球，看到一幅恬淡幽静的景象。从此，嫦娥在月宫定居下来，成为一位长生不老、青春永驻的仙女。这个嫦娥奔月的神话家喻户晓，千古流传，寄托着人类对飞于的美好向往。

这类飞天神话，不独我们中国有，在外国也有。在像我国一样古老的希腊国土上，民间传诵代达罗斯父子飞向太阳的神话。这个神话故事说，古建筑师达罗斯和他的儿子伊卡洛斯，在地中海克里特岛上修建了一座迷宫，因为得罪了克里特国王而被囚禁起来。他们渴望逃离这个苦难的地方，返回自己的故乡雅典。但国王米诺斯却竭力阻止他们回国，因为得不到国王的许可，无法弄到船只渡过地中海。代达罗斯望见天上远飞的海鸟，启发了他的灵感。于是，他和儿子伊卡洛斯开始收集岛上飞鸟的羽毛，并用这些羽毛编织成两对翅膀，用蜂蜡将它们粘住。父子俩人各在自己背上装上一对翅膀，然后便乘风飞了起来。他们升空翱翔，穿过海洋，越飞越高，越飞越远。代达罗斯劝告儿子停下来，飞出苦海就行了，但年轻的伊卡洛斯好奇好胜，继续向前飞行，一直飞到太阳附近，尽览彩色斑斓的太阳风光。不料太阳的高温很快使粘住羽毛的蜂蜡融化了，羽毛做的翅膀也烧着了，勇敢的伊卡洛斯失去双翅，烧毁了羽毛，最后坠身于大海，父亲代达罗斯痛心不已。这个充满诗情画意的悲剧故事，反映了人类遨游太空、征服太阳的英雄壮志豪情，也暗示着飞向太空的严峻和艰险。

人们发现，从中国的“嫦娥奔月”到希腊的“伊卡洛斯飞日”，都是靠

的仙术或幻想。后来的神话传说中，出现了一些被神秘化的飞行工具。从神鸟、飞龙到魔毯、飞车，无不带有浪漫的色彩。在我国晋朝人写的一部著作中，记述了古人乘坐飞船横空遨游、浪迹星海的故事。说是在尧舜时代，人们制造了一座巨大的飞船，载入飞上太空，在星海之中飘浮，晚上还从飞船上发出耀眼光芒。这艘飞船在太空 12 年往返飞行一次，可以飞到月球降落，也可作星际航行。在另一部著作中，还描绘了一种飞船的具体形状和飞行的情况，说这种飞船长 50 余尺，结构坚固不朽，经常在天地之间往复飞行，后来飞向太空深处，再也不回。这些关于古代飞船的描写，只不过是古人的一些想象罢了。

## 2、万虎飞天的故事

16 世纪，我国明代有一位叫万虎的人，试图乘坐火箭飞天，勇敢地献出了自己的生命，成为人类历史上第一个向太空挑战的英雄。

据说万虎原来是一名木匠，喜好工艺技术，善制交通器具。后弃艺从戎，在军中参与改进刀、枪、车、船等各种作战用具。万虎手艺高强，盼望制造一种飞龙，能够日行万里，山河无阻，甚至腾空飞行。

这时军中已广泛使用火箭武器。早在 10 世纪的宋代，中国就发明了火药火箭，开始是用作节日庆典的娱乐活动，后来发展成了打仗用的武器。这种火箭是将一截前端封闭的火药筒，绑在箭杆上，利用火药点燃后产生向后喷射的燃气，推动箭杆向前飞行。10 世纪中叶，宋朝大将冯继升、岳义方发明了一种用作兵器的火箭，并试验成功；11 世纪的唐福、石普先后把自己制造的火箭献给朝廷，并组织了射击表演。宋军在与金兵、元兵的作战中，广泛使用了一种叫“霹雳炮”的火箭。到 16 世纪，明代名将戚继光在抗倭战争中，曾使用一种重 2 斤、射程 300 尺至 600 尺的火箭，显示了较强的威力，使倭寇闻箭丧胆。这种火箭武器的战绩辉煌。明朝制造的火箭，最著名的有“神火飞鸦”、“火龙出水”、“飞空砂筒”、“一窝蜂”等。“神火飞鸦”箭筒像一只大鸦，呈纺锤形，腹内装火药。每个翅膀下斜插两支火箭。鸦背上钻一小孔，安装火药线与翅下火箭相连。点燃火药线后，两支火箭同时燃烧，能把大鸦发射到百余丈远的地方。“火龙出水”是用一根长筒，装上木制龙头龙尾，龙身两侧前后各安装两支火箭，同一根火药线连在一起，龙腹内则装有一组火箭。先点燃筒外的火箭，推动筒身向前飞行；火药燃尽后引燃筒内火箭，并从龙口射出飞向目标。它是一种两级火箭的雏型。“飞空砂筒”是在箭杆上绑两支方向相反的火箭，发射时先点燃向前的火箭，当飞向目标后炸药砂筒落地爆炸，然后引燃向后的火箭返回原处。这是一种可回收的两级火箭。“一窝蜂”是一个箭筒内插上多至 32 支火箭，同时点火射出，众矢齐发可加大杀伤威力，还可增大射程。这是一种最早的集束式火箭。这些火箭工具有现代火箭的特征，在飞行原理、结构等方面几乎没有什么不同，只是构造原始简单一些罢了。

万虎和军营中的工匠们从这些火箭中，特别是吸取了“神火飞鸦”和“火龙出水”的技巧，设计制造成一种会飞的“飞龙”火箭。这种前后两端分别是木质雕刻的龙头龙尾，它们下面各装两个火箭筒，龙肚子里装有火药，用引信点燃后，可飞行 1 里的路。谁来乘龙试飞呢？万虎挺身而出，表示“不入虎穴，焉得虎子”，愿意亲自进行一次飞行实践。

这一天，在一座山坡上，聚集着观看飞行的人们。军中工匠们将一把椅子安放在一个木制构架上，构架四周绑上 47 支火箭，万虎坐在椅子内，两只手各握着一只大风筝。他打算等火箭升空后，就利用这两只大风筝带着自己在空中飞行。等一切都准备就绪后，他命令工匠点燃火箭，随着支支火箭发出的轰响声，喷出一股股火焰，“飞龙”拔地升起，冲入半空……。突然，火光消失，“飞龙”下坠，栽到山脚下，万虎不幸牺牲。人们无不感到惊讶，纷纷称赞万虎勇于探索和不畏艰险的精神。

从此，万虎作为世界上试图利用火箭进行飞行的第一人而名扬四海。中国人不仅是火箭的发明者，而且也是首先借助火箭载人到太空飞行的实践者。在将近 500 年后，1959 年在月球背面发现的一座环形山，就以万虎命名，纪念他勇于实践、探索太空的壮举。中国人的名字在那时就飞出地球，写到月球上去了。

### 3、登月飞行的科学幻想

19 世纪，由于科学技术的发展，建立在科学基础上的幻想小说风靡起来。

最为著名的是法国作家儒勒·凡尔纳的科幻小说。这位科学幻想小说的鼻祖一生写了大量的科幻作品，其中包括 1863 年的《从地球到月球》和 1869 年的《环绕月球》两部关于宇宙航行的小说。它们引人入胜地描写主人公从地球出发飞到月球而后又返回地球的探险历程。

作者以美国南北战争结束后的社会为背景，叙说巴尔的摩城一个由大炮发明家组建起来的俱乐部，制造出一种巨型大炮，用作送人攀登月球的工具。凡尔纳设想炮弹达到每秒 11 公里的速度飞出地球。为此，他在书中描述大炮俱乐部用铝制炮弹，直径 2.74 米，重 8.7 吨，把它放进一座长 270 米的大炮里，然后垂直发射出去，直飞月球。

这个大炮俱乐部在佛罗里达州的坦帕城郊，挖了一个深 270 米的坑道，在坑道中铸造一尊大炮，准备载人升空飞行。法国人米歇尔·陈当自荐让他乘坐炮弹执行这项任务，大炮俱乐部接受了这位勇敢者的申请，决定由大炮俱乐部主任英倍·巴比康和大炮制造家尼切尔陪伴飞行。他们把炮弹掏空，经过修改，设计成载人宇宙飞船，并在这艘炮弹飞船中装进温度计、气压表、月线图，以及防备月球上各种野兽用的枪支弹药。此外，还带上在地球上使用的锯子、铲子等工具和谷物种子。他们似乎打算在月球上安家落户。一切准备就绪后，米歇尔·阿当等 3 人随身带上两只狗、几只鸡，开始乘炮弹飞船从地球启程。

这艘炮弹飞船以预定每秒 11 公里的速度，向着月球飞驶。但在接近月球时，突然遇到流星的阻挠而偏离轨道，未能飞到月面着陆，仅路经月面的里侧折回地球，最后溅落在太平洋上，完成了一次奔月飞行。

经过将近一个世纪之后，令人惊奇地发现，儒勒·凡尔纳科幻小说中的主人公当年飞向月球的出发地坦帕城，竟然距今天佛罗里达州卡纳雅拉尔角的肯尼迪航天中心不远，这种巧合给这座最大的航天基地罩上了一层神秘的色彩。

1901 年，英国著名作家威尔斯发表科幻小说《月球上的第一批人》，又描述了两个英国人伯德福德和凯伏尔结伴登上月球的诱人故事。物理学家凯

伏尔发明了一种不受地球引力束缚的合金材料，用它制成一艘球型宇宙飞船。他邀约探险家伯德福德一起乘坐这艘飞船，关上百叶窗，摆脱地球引力，向月球进发。

他们到达月球世界，看到那里有空气，夜间凝固成白雪，覆盖着月球表面，太阳出来后又变成气体。月球表面上的植物生长很快，夜间还是种子，一夜之间到白天就发芽生长。月球人怪得像蚂蚁，身長却 1.5 米，在一切都用金子装饰的世界里生活。这些显然是作者臆造出来的情景。

威尔斯的《月球上的第一批人》比之于凡尔纳的《从地球到月球》，描写更为生动有趣，富于想象，但却多夸张猎奇。这些科幻小说虽然都是虚构的故事，但其中也融进了一些科学道理，因而具有很强的感染力和吸引力，激发了后来的人们探访月球的热情。

#### 4、牛顿炮弹的科学启示

伟大的英国科学家艾萨克·牛顿在 1678 年完成的《自然哲学的数学原理》一书中，首先从科学的角度阐述了物体摆脱地球引力束缚的原理。他明确指出：如果一个抛物体，不受地球引力的作用，就会像一个浪子一样，沿着一个方向在太空深处飘游，浪迹天涯，永远不会回到地球。为此，牛顿进一步设想，在一座高山上，架起一座大炮对着前方，以一定速度将炮弹平射出去，那么由于地球引力的作用，它会沿着一条抛物线，达到一定距离后落到地上。如果把炮弹的速度加大，则其射程也会随之增加。这样不断加大速度，射程就会继续延伸，而只要炮弹的速度增加到足够大的数值，它就会克服地球的引力而绕地球作圆周运动，甚至脱离地球轨道而进入宇宙空间漫游。这个摆脱地球引力束缚的力学经典原理，为人类飞出地球指出了正确方向。

按照牛顿万有引力定律，人要飞向茫茫太空，必须向地球引力挑战，设法挣脱地球引力。我们在童年时可曾做过这样的游戏：用一根绳子拴上一个球，拉住球不使其挣脱，从而使它周而复始地旋转。要知道，这个迫使球不断转圈并使之作圆周运动的力，必须时刻与球的运动方向垂直，即时刻指向圆心，这种力叫向心力。这同牛顿设想射出炮弹的情况一样，从理论上讲，炮弹随着速度的增加，其弹着点不断伸远，直到可围绕地球作匀速圆周运动，这里围绕地球运动的向心力正是因为有地球引力的缘故。因此，加快速度是克服地球引力的关键。

那么，究竟一个物体要得到多大的速度才能摆脱地球的束缚呢？根据牛顿提出的理论，人们很快找到了答案。经计算，如果一个物体达到每秒 7.9 公里的速度，就能使地球对它的吸引力，即物体的向心力，与它的离心力保持平衡，物体便可不再坠落地面，而是环绕地球运行，并与到地面的距离始终保持不变，这个物体就成为地球的一个卫星，环绕地球飞行。这个速度被叫做“第一宇宙速度”，或称环绕速度。

如果物体运行的速度再增大，那么它离地球中心的距离就会越来越大，同时飞行速度逐渐减小，飞行轨道变成一个椭圆形；并随着速度的增加，飞行曲线越来越平滑。当速度大到每秒 11.2 公里时，则椭圆形的曲线就会裂口，地球引力就再也不能对这个物体起作用了。于是，它就会飞离地球，成为太阳系中的一颗行星。这个速度被叫做“第二宇宙速度”，或称“逃逸速

度”或“脱离速度”。

当这个物体的速度再增加到每秒 16.7 公里时，太阳的引力就会显得无能为力，对它也管束不了，只好让其飞出太阳系，到更加广阔的宇宙空间任意遨游了。这个速度被称为“第三宇宙速度”。

这样就从科学上找到了一个正确的理论根据：

人类要实现航天的愿望，首先要突破第一宇宙速度，这是摆脱地球束缚的第一步。

## 5、飞出地球摇篮的预言

人怎样才能飞出地球？凡尔纳的大炮，牛顿的炮弹，都无法达到目的。必须寻觅一种能够超越每秒 7.9 公里速度的飞行工具。

伟大的俄国科学家齐奥尔科夫斯基首先指出：只有火箭才是实现宇宙航行的最理想的交通工具。这位被誉为“宇航之父”的先驱者，于 1857 年出生在一个贫寒之家，10 岁时因患猩红热而失去听力，无法继续上学，只念完三年小学就辍学了。但他靠自己的勤奋努力，顽强进取，通过自学读完了从中学到大学的课程，在崎岖、坎坷的道路上成长起来。

1880 年，齐奥尔科夫斯基考取了中学教师资格，并在教书之余研究宇宙航行。他对于宇航的痴心和入迷，使他不断提出一些异乎寻常的问题，他的思路有时异想天开，超出了他作为一个中学教师的学识范围。为了研究气流的阻力对飞行的影响，他竟像孩子一样，迎着大风身披被单猛跑，或者拽着风筝在泥泞路上奔跑，因此往往招致一些人的奚落和冷遇，甚至有人把这位耳聋的穷教师视为精神不正常的怪人。但齐奥尔科夫斯基冲破世人的偏见，克服重重困难，执著地追求。

1883 年他写出了一本叫《在地球之外》的科幻作品，其中所描述的宇宙航行比凡尔纳和威尔斯的故事具有不可辩驳的科学性。它设想在和平环境下，科学家们制造出一种长 100 米、直径 40 米的纺锤形“火箭航天船”，载 20 人，进入环绕地球的轨道。航天船处于完全无重力状态，乘员靠一种“宇宙枪”喷出气体在真空的宇宙空间飘游。他们在航天船内栽种蔬菜和水果，制造金属材料，储备足够的食品和用具，然后飞往月球，其中两人开动月球表面着陆车看到使人眼花缭乱的多姿多采景象。经过若干年之后，航天船平安返航，溅落在印度洋，胜利完成这次难忘的宇宙航行。这个构想与今天的真实情况有着惊人的相似之处。

两年之后，齐奥尔科夫斯基又发表了《关于地球和天空的幻想及万有引力效应》一书，进一步提出了发射人造地球卫星的设想。他把自己的愿望建立在严格的科学基础上，锲而不舍地致力于宇航理论的研究和实践。

齐奥尔科夫斯基的研究成果，集中地体现在他于 1898 年写成的《利用喷气装置探索宇宙空间》的著作中，首先提出了火箭在自由空间中运动的基本原理，推导出了描述火箭在重力场运动时所能达到的最大速度的数学公式，这就是著名的齐奥尔科夫斯基公式。这个公式表明，火箭要达到最大速度，第一需要采用高能推进剂来提高火箭的喷气速度，第二需要尽可能减轻火箭结构重量。确切地说，是要提高火箭起飞前的质量与火箭耗尽燃料后的质量之比值。这就为火箭的设计奠定了科学的理论基础。可以毫不夸张地说，没有这个公式，就没有今天的宇宙飞行。齐奥尔科夫斯基第一个把火箭原理和

航天概念建立在科学基础上，还研究了宇宙飞船的起飞方法和条件，设想了未来人在飞船中生活的情景。同时他还大胆提出采用液体推进剂的多级火箭建设地球之外航天站的方案。

齐奥尔科夫斯基第一次提出液体火箭的概念。当时他认为，用液氧和煤油作推进剂能产生较高的推力，并且可以解决太空中由于空气稀薄甚至缺乏空气而没有氧气助燃的困难。液体燃料可以用泵来调节燃料的流量，便于控制它的燃烧速度。而固体推进剂燃烧所产生的能量，一般来说要比液体推进剂的小，并且一旦点燃就很难控制，振动较大，影响精度。这个最先采用液体火箭实现航天飞行的设想，具有划时代的意义。

但是，航天科学技术的发展不是一帆风顺的。齐奥尔科夫斯基的这部奠基之作并未引起当时人们的注意，甚至被拒绝出版，经过他的奔波和呼喊，5年之后的1903年才在友人的帮助下得以正式发表出来。这部著作在航天理论发展史上树立起一座丰碑。

这部著作问世之后，人们对齐奥尔科夫斯基开始刮目相看，不再嘲笑他是与世隔绝的怪人了。

但在沙俄时代，齐奥尔科夫斯基饱经风霜，备受冷遇，曾一度产生悲观失望的情绪，不过他终究没有放弃对理想的追求。经过7年的艰苦努力，1911年1914年又发表了他的第二部科学著作《火箭与太空探索》，把关于利用火箭进行宇宙航行的思想向前推进了一步。特别是俄国十月革命给这位穷困潦倒的中学教师带来希望和光明，为他施展自己的才华和抱负创造了良好的条件。他在晚年仍不遗余力地向宇宙航行的目标攀登，取得了辉煌的研究成果。直到1935年逝世之前，齐奥尔科夫斯基一直在为实现人类奔向太空的理想不懈努力，用他的智慧和贡献搭起了一座通向太空的桥梁。

“地球是人类的摇篮，但是，人不会永远生活在摇篮里，他们不断地争取着生存世界和空间，起初将小心翼翼地穿出大气层，然后便是征服整个太阳系。”齐奥尔科夫斯基的这一预言启迪和激励人们对宇航事业的无限憧憬，成为人们征服太空的一种巨大精神力量。

## 6、戈达德火箭的挑战

齐奥尔科夫斯基在他那部开拓性的著作中，不仅提出了著名的火箭运动公式，而且还描绘了世界上第一个用液体火箭发动机作动力飞行器草图。但遗憾的是，他并未来得及把这个草图变成现实的航天飞行器。

谁料与此同时，在地球另一端的美国，被誉为“火箭之父”的罗伯特·戈达德却在世界上第一个实现了现代液体火箭的飞行。

戈达德于1882年诞生在美国马萨诸塞州的伍斯特城。从幼年起，就迷恋于科学发明，具有超群的想象力。1920年他就写了一篇题为《空间导航》的科学论文，虽未发表，但却显露了戈达德对于实现宇宙航行的理论素养。1904年他进入伍斯特理工学院后，曾在《1950年的旅游》一篇命题作文中，依靠他的知识积累，展开想象的翅膀，描述了制造一种磁悬浮列车，从波士顿到纽约只需10分钟，而当时的火车却要用8小时。后来，戈达德在克拉克大学攻读博士学位期间，开始把注意力转向利用火箭推力实现宇宙飞行，并指出只有用液体燃料才能提供宇宙航行所需的能量。这与齐奥尔科夫斯基的研究结果一样，可谓英雄所见略同。所以，根据当时的科学认识水平，大都集中

研究用液体燃料作动力的火箭来实现飞出地球的构想。

戈达德以挣脱地球引力为目标，于 1919 年发表《一种达到极端高度的方法》论文，从理论上阐明制造一种足以脱离地球引力并击中月球的火箭的可能性，描述这种火箭的有效载荷携带镁粉，那么地球上的人借助望远镜便可以看到火箭击中月面发出的闪光。1920 年华盛顿传出一条新闻，称戈达德成功地设计出一种火箭可能把探测仪器送到大气层之外，甚至飞到月球。戈达德的“月球火箭”曾名噪一时，有讥笑嘲弄的，有赞叹夸奖的，有半信半疑的，有寄予希望的，而戈达德对所有这些议论处之泰然，毫不理睬，照样走他自己的路。

为此，他在给一位朋友的信中表达出自己的心境和态度：“生命如此之短暂，而世上又有那么多的事需要我们去完成，这是令人着急的。我们应当冒点风险，去做那些我们力所能及的工作。”

在马萨诸塞州奥本郊外的沃德农场，建起了一座液体火箭静态试验和发射基地，这是戈达德艰苦努力的结果。他一面在克拉克大学从事理论研究，一面利用假日到沃德农场进行试验。试验中遇到过不少挫折和失败。他在对大型燃料贮箱进行试验时，第一次点火发生逆火现象，烧坏了液氧管路；第二次点火试验中，燃料溢出，发生爆炸；第三次试验烧毁了橡皮管道。经过多次失败，最后才成功地获得了供飞行试验用的液体火箭样机。

1926 年 3 月 16 日，这是“戈达德火箭”首次飞行试验日子。在沃德试验场，竖立在简陋发射架上的一枚液体火箭，顷刻由尾端喷射出一簇火焰，火箭冉冉升空，飞行 2.5 秒，上升高度 14 米，飞行距离 68 米。“戈达德火箭”一鸣惊人。尽管它的飞行时间很短，但却敲开了火箭技术的大门。

这是世界上第一枚飞行成功的液体火箭，看似平淡无奇，其貌不扬，然而却是戈达德花了 20 多年心血的结晶。这枚火箭高 3.04 米，由一台 0.6 米长的液体发动机和两个燃料贮箱组成。它的试飞成功，使戈达德信心倍增，焕发出不断进取的精神。他克服困难，奔波操劳，又研究新的液体火箭，选择新的试验场。1930 年 7 月 15 日，戈达德在第一次飞越大西洋的飞行员林白的帮助下，从著名慈善家古根海姆那里得到资金，把试验基地迁到新墨西哥州罗斯韦尔东北的梅斯卡勒罗农场。他和同事们在这里定居下来，一心一意从事他的火箭试验工作。同年 12 月 30 日，又一枚戈达德火箭从地平线上升起，发射高度 610 米，飞行距离 300 米，速度达到每小时 800 公里，火箭的性能大大提高了一步。

正当戈达德的火箭试验迅速进展的时候，1932 年 6 月由于受到经济萧条的影响，古根海姆基金会无力继续资助，他不得不中止试验，离开他苦心经营的车间和靶场。但他并不气馁，以顽强的毅力战胜困难，孜孜以求。后来又在好友林白的支持下，再次回到罗斯韦尔试验基地，重建他的火箭试验事业。从 1934 年到 1941 年，戈达德先后研制出 4 种系列的液体火箭，获得许多试验成果。第二次世界大战爆发后，为了不致因战争而中断对液体火箭的发展，戈达德发起“写信运动”，试图说服军方重视液体火箭的基础研究工作。但军方却把注意力放在那些短程研究工程上，希望发展有较大潜力的固体燃料火箭。戈达德当时在与世隔绝的荒漠中消息闭塞，无法适应军方的要求，这给他的研究试验工作又带来极大困难。尽管在战争环境下，戈达德的研究试验几乎无人问津，但他初衷不改，志向坚定，不断取得新的进展。

戈达德向地球引力挑战的初步成功，应验了今天在戈达德航天中心的一

块纪念碑上镌刻着他说过的一句话：“很难说有什么办不到的事情，因为昨天的梦想，可以是今天的希望，而且还可以成为明天的现实。”

它既是戈达德在实验不断遭到失败并不断受到嘲讽时对自己的勉励，也是表示他对于液体燃料火箭和进行其他发明时所具有的信心。

## 7、令人失望的成功

现代火箭的首先应用，完全有违它的初衷，不是开始用于宇宙飞行，而是挑起了涂炭生灵的战火。

当戈达德的第一枚液体火箭问世之时，德国的赫尔曼·奥伯特也在研究液体火箭的领域作着同样的努力。这位诞生于1894年的科学家，由于后来在火箭技术上的卓越贡献，被誉为“欧洲火箭之父”。他早在1923年就发表《飞往星际空间的火箭》论文，创立了火箭的数学理论，提出了关于火箭的构造和高空火箭的新概念。在这篇奠基性的论文里，他描述了未来液体火箭、人造卫星、宇宙飞船和空间站等各种航天器的发展。在奥伯特的影响下，火箭技术的研究在德国蓬勃开展起来。

1925年，德国的一个13岁孩子读了奥伯特的《飞往星际空间的火箭》一书，对宇宙航行发生了浓厚兴趣。这个孩子就是日后大名鼎鼎的火箭大师冯·布劳恩。这时，在德国兴起了一股“火箭热”。1927年，在一批业余火箭研究者的倡议下，德国成立了“宇宙旅行协会”，会员超过1000人。当时尚在罗马尼亚的奥伯特应邀回到德国，主持协会的工作，推动了火箭技术的发展。1930年，冯·布劳恩进入柏林理工学院学习，在这里加入协会，利用课余时间协助奥伯特从事液体火箭发动机的研究工作。在奥伯特和布劳恩的指导下，1931年3月14日，德国宇宙旅行协会研究的微型1号火箭进行发射试验，射程仅200米，但终究是实现了欧洲第一枚液体火箭的试验飞行。1934年12月，布劳恩领导研究的两枚液体火箭，发射到2.4公里的高空，获得了巨大成功。

当时的德国在第一次世界大战中战败，经过战后经济的恢复和工业的发展，又跃跃欲试，东山再起。在第二次世界大战爆发前，德国法西斯主义者就看中了火箭是一种有发展前途的武器。现代火箭具有速度快、射程远、威力大、精度高，能在大气层外飞行，便于隐蔽等特点。既是炮兵指挥官，又是工程学博士的沃尔特·多恩伯格被破格晋升为少将，受命负责秘密研制液体火箭武器。他清楚地认识到液体火箭有着不可忽视的军事潜力，并发现宇宙旅行协会拥有一批火箭技术人员，于是招兵买马，搜罗人才，把宇宙旅行协会解散后包括布劳恩在内的一批火箭专家争取到军方的研究工作中来，从而加快了火箭武器的研制步伐。

冯·布劳恩后来回忆说：“火箭就像古罗马的守门神那样具有两副截然不同的面孔，即火箭可以用于和平目的的空间探索，也可以用于毁灭人类的战争。”事实也正是这样。1932年，应多恩伯格的聘请，布劳恩参加到军用液体火箭研制的行列。德国在波罗的海附近的佩内明德村修建了一座大型火箭研制试验基地，布劳恩作为技术指导，从1933年到1936年先后研制成功A—1、A—2、A—3、A—4四种试验型火箭。随着德国纳粹分子称霸世界野心的膨胀，火箭作为杀人武器在战争的道路上越来越跨近了。

1944年6月13日凌晨，在英国伦敦上空突然响起了可怕的爆炸声。随

后，嗡嗡的呼啸声不断，一个个火球从空中落下，立刻爆炸燃起大火，人们惊恐万状，不知发生了什么事情。原来这是德国发射的 V—1 火箭。V—1 火箭是一种飞航式导弹，它的飞行距离约 240 公里，携带装有 700 公斤普通炸药的弹头，这在当时是一种令人闻声丧胆的可怖武器了。在 3 个月内，共有 2000 多枚 V—1 火箭落在英国领土，造成上万幢房屋焚毁，2 万多人伤亡。同年 9 月 8 日傍晚，伦敦突然遭到更猛烈的空袭，德国使用了威力更强的 V—2 火箭。这是有史以来世界上投入战争的第一枚弹道式导弹。这种采用液体火箭发动机的 V—2 导弹重 13 吨，长 14 米，最大直径 1.65 米，最大飞行速度每秒 1.7 公里，射程 320 公里。这种导弹载有重 1 吨普通炸药的弹头。在半年之内，德军在战争中发射 V—2 导弹共 4320 枚，其中对英国发射了 1402 枚，落到伦敦市区的有 517 枚，造成和平居民无辜死亡，财产巨大损失，带来难以估计的灾难。据说，当 V—2 导弹首次从荷兰海牙郊区隐蔽的丛林中发射，飞越英吉利海峡击中伦敦后，布劳恩不无感叹地自言自语说：这枚导弹性能良好，只是降落在了错误的星球上。所以，后来人们称 V—2 火箭是令人失望的成功。

但是，这种被称为“神奇武器”的 V—2 火箭，也未能挽救德国法西斯的覆灭命运。火箭不应该用作战争的工具，而应成为打开宇宙大门的钥匙。

## 8、开辟航天时代的新纪元

迄今为止，人类只有借助多级运载火箭，才能实现太空飞行。因为根据现有火箭推进剂性能和技术水平，用单级火箭尚达不到所需的第一宇宙速度，因而无法把人造天体送入空间轨道运行。

德国在战争中使用的 V—2 火箭，如果将火箭组合起来进行“接力赛跑”，使它变成多级火箭，飞行速度就有可能从每秒 1.7 公里增大到每秒 7.9 公里，就具备发射人造地球卫星的能力了。这就是说，V—2 火箭的出现，本来可以表明，人类距离飞出地球引力的门槛已经近在咫尺，遗憾的是航天史却走了一段战争的弯路。

第二次世界大战结束后，前苏联和美国作为两大获胜国家，都看中德国 V—2 火箭的技术的发展前景，相互争夺这一战利品。美国抢先下手，俘获佩内明德火箭基地的 130 多名主要研究人员，其中包括著名火箭专家冯·布劳恩等人，同时缴获 100 枚 V—2 火箭实物。前苏联却晚到一步，只得到剩下的一些 V—2 火箭资料、设施和普通工程技术人员。这两个国家的火箭技术原先都各自已有一定基础，现在有 V—2 火箭可资借鉴，如虎添翼，如鱼得水，它们在相互竞争中领先登上了太空舞台。

战后，美国和苏联相继提出了研制人造地球卫星计划。1945 年 9 月，美国陆军航空局发表《向着新的地平线》的报告，宣布“在近期发射人造地球卫星是可能的”。随后，美国海军航空局也提出了“应该优先推进人造地球卫星计划”的意见。由于火箭作为运载工具，是发射人造卫星的必不可少的前提，因此，1946 年美国空军制订边缘计划，提出首先发展运载火箭，然后到 1951 年发射人造卫星。尽管美国军方在继续研制导弹武器的同时，把发展人造地球卫星的空间探测提上日程，但没有政府的支持，进展缓慢。直到 1955 年 7 月 29 日，美国政府才正式批准了人造卫星研制计划。前苏联的卫星发展一直处于秘密状态。1946 年，前苏联成立有火箭科学研究所。1947 年至 1948

年，在运载火箭总设计师谢·科罗廖夫和人造卫星总设计师米·吉洪拉沃夫的主持下，解决了卫星运载工具的理论问题。1955年8月30日，苏联人造地球卫星委员会成立，1956年1月30日正式作出研制人造地球卫星的决定，开始全面展开研制工作。

1957年7月1日到1958年12月3日是国际地球物理年，世界各国的许多科学家呼吁发射一颗人造地球卫星，开展宇宙空间研究活动，进一步揭示地球及其周围空间的奥秘。1957年初，美国一家报纸透露，在国际地球物理年内将发射一颗小型科学卫星。这一消息传到苏联，立即引起科罗廖夫的极大重视，他权衡利弊之后，立即写报告要求赶在美国之前发射第一颗人造卫星，以便在空间探测领域取得领先地位。苏联政府很快批准了科罗廖夫的报告，下令不惜任何代价加紧研制运载火箭和卫星的工作。一切在秘密进行。

1957年10月4日，对研制人造卫星从未透露信息的苏联却通过塔斯社发表声明：“从苏联领土上成功地发射了世界上第一颗人造地球卫星。”消息不胫而走，世界为之震惊。接着，人们从广播中收听到这颗卫星在太空中发出的“噼啪”无线电信号声，真实地感到人类航天时代已经来临。这颗被称为“伴侣1号”的人造卫星重83.6公斤，近似球形，直径58厘米，由铝合金制成，以每秒8公里的平均速度在椭圆轨道上环绕地球运行。它的轨道远地点为950公里，近地点为230公里，绕地球一周的时间为96分钟。第一颗人造卫星在太空轨道上运行3个月，于1958年1月4日坠入大气层途中烧毁。它的寿命虽然短暂，但由于是第一次向地球引力挑战获得成功，成为第一个派往太空的地球的使者而名垂史册。从此揭开了人类航天活动的序幕，开创了宇宙航行的新纪元。

## 第二章 架设通向太空的天梯

登天，首先要有克服地球引力的交通工具。20世纪初，就有形形色色关于宇宙梯、空间桥、通天塔的设计。自从齐奥尔科夫斯基第一个提出应用火箭实现征服太空的方案之后，科学家们就开始集中力量进行架设通向太空的天梯的实践。经过半个世纪的研究和试验，人类首先突破了运载火箭这一大难关，开辟了通向太空的道路。

从50年代末以来，世界各国研制出了数十种运载火箭，其中无论是运载火箭的种类和数量，还是火箭的运载能力，前苏联和美国都各列前茅。但自70年代开始，中国、法国、日本等国的运载火箭相继研制成功，从而打破了苏、美在航天领域的独霸局面。今天，除了前苏联的天顶号、旋风号、质子号、能源号运载火箭，美国的宇宙神、德尔它、大力神、土星系列运载火箭著称于世外，中国的长征系列火箭、欧洲空间局的阿丽亚娜系列火箭、日本的N系列和H型火箭已崭露头角，从地球上崛起。

### 1、向太空进发的火箭列车

俄国科学家齐奥尔科夫斯基最早提出采用火箭飞行太空的思想。他在1903年发表的《利用喷气装置探索宇宙空间》论文中，科学地阐明了火箭原理和航天环境，建立了火箭推进的速度公式，畅想了利用火箭发射载人飞船的活动。1919年，美国“火箭之父”戈达德在《一种达到极端高度的方法》一书中，论证了利用火箭探索太空并飞往月球的途径。1923年德国火箭始祖奥伯特在《飞往星际空间的火箭》的小册子中，进一步论述了火箭脱离地球引力飞出地球到行星际空间的科学方法。这些宇航先驱者都认为火箭是通向太空的理想交通工具，因此现代火箭受到许许多多科学家的青睐，并作为一门新兴技术迅速发展起来。

迄今为止，火箭之所以被看作是航天的理想工具，是因为它的动力装置自带燃料和氧化剂，不仅因其自带燃料而能够逐渐加快飞行速度，而且还因其自带氧化剂而能够在没有空气的宇宙空间继续进行燃烧，这样才能使火箭发动机保持不断产生喷气反作用力，推动宇宙飞行器而进入太空飞行。

目前投入使用的航天运载火箭都采用化学燃料作为动力来源，这种化学燃料一般分为固体和液体两种。尽管古代中国的火箭早就使用称为火药的固体燃料，这种固体火箭结构简单，制作容易，但一旦燃烧起来，控制它就比较困难，往往形成剧烈的爆炸；而液体火箭利用阀门可以自由调节燃料的流量，便于控制它的燃烧和喷射速度。因此，齐奥尔科夫斯基指出：“液体燃料火箭比固体燃料火箭更适宜于宇宙飞行。”

实际上，最初液体火箭的发展确实占有明显的优势。人们发现，目前大多数运载火箭就使用液体燃料，只有一部分多级火箭中的第一级助推器或上面级发动机才使用固体燃料，也有个别小型运载火箭几级都用固体燃料。当然，由于火箭技术及其相关领域的不断完善和进步，固体火箭和液体火箭因各有其明显的特点而在竞相发展。

科学家们在寻求建造作为天梯的火箭的过程中，发现单级火箭无论采用固体或液体燃料的性能多么好，按照现在的先进技术所能达到的最大速度大约为每秒4.5公里至6公里，这就是说，根本达不到把卫星送上地球轨道所

需的每秒 7.9 公里的第一宇宙速度。那么，怎么解决这个难题呢？

在现有条件下，还是齐奥尔科夫斯基想出了一个绝妙的办法：建造被称为“火箭列车”的多级火箭。这种多级火箭由两节以上的火箭串联或并联组成。并联一般用于第一级火箭，以加大整个火箭的起飞推力。“火箭列车”从地面开出时，最先第一节火箭点火，达到一定速度后燃料耗尽自动脱落；这时第二节火箭点火，加大速度继续飞行，燃料用完后关机而自行脱离；然后第三节火箭接着点火飞行，直到速度提高到所需数值，把卫星或飞船等有效载荷送入预定轨道。当然，航天运载火箭不是级数越多越好，因为多加一级，不仅制造工艺和级间分离等技术多一层困难，而且所能增加的速度也有一定限制，最多只能比单级火箭的速度大 70%。现在一枚三级火箭能达到的速度比单级火箭已超过 45%。因此，限于各种因素，目前的多级火箭都选在二级至四级之间，一般用三级的最多，也最为适宜。

从最初的单级火箭问世，到后来多级火箭的使用，经历了漫长的半个世纪，人类终于借助齐奥尔科夫斯基设想的“火箭列车”驶进了太空的大门。

## 2、第一座通向天穹的天梯

第二次世界大战后，根据齐奥尔科夫斯基关于“火箭列车”的设想，前苏联在俘获一批德国火箭技术人员和缴获 V—2 火箭资料的基础上继续推进由齐奥尔科夫斯基开创的火箭技术研究计划，加紧架设第一座步入太空的天梯。

经过 10 年的发展，苏联在拥有强大的洲际导弹的同时，研制成了远程运载火箭。1957 年 8 月 27 日，苏联塔斯社突然发表公告称：世界上一枚多级远程弹道火箭发射成功。火箭试验进展顺利，完全证实计算和所定的结构是正确的。经过短时间的远距离飞行之后，火箭在预定区域降落，完成了一次前所未有的试验飞行。这一消息对于未来的宇宙飞行具有非凡的意义。但是当时人们并不知道架设这第一座天梯的总设计师是谁，若干年之后，在一些报刊中才逐渐披露出火箭大师科罗廖夫对于开辟航天之路作出的卓越贡献。

谢尔盖·巴甫洛维奇·科罗廖夫可以说是将人类的航天理想变为现实的第一个开拓者。他于 1907 年 1 月 12 日诞生在乌克兰瑞特米尔城的一个教师家庭，9 岁时随父母迁居敖德萨，在离他家不远的地方驻扎一支飞行中队，几乎天天都可以看到飞机表演，这在他幼小的心灵里播下了飞行的种子。在青年时代他信奉一句座右铭：既要造出飞行器，又要驾驶它上天飞行。科罗廖夫在著名的莫斯科包曼高等工业学院学习期间，就成为飞行设计大师图波列夫的学生，后来又在齐奥尔科夫斯基的指导下，参加组建苏联早期的火箭喷气推进研究小组的工作。

1932 年科罗廖夫担任火箭技术部门的领导职务，主持制订了宏伟的火箭发展规划，参加研究设计的液体火箭试验成功。在卫国战争时期，科罗廖夫把他主持设计的液体火箭发动机用作战斗机轰炸机的加速器，取得了辉煌的战绩。他当时就满怀信心地说：“我致力于研究航空用火箭发动机不是最终目标，而是作为通向宇宙飞行目标的工具，尽管困难很多，但只要作出很大努力，必能成功。”

战后的 1946 年 8 月 9 日，科罗廖夫被任命为苏联第一枚弹道式火箭的总设计师。在他的精心组织下，发挥火箭专家集体的智慧和创造精神，只经过

一年时间，1947年10月18日苏联第一枚弹道式火箭首飞成功。在50年代初期，他发起用火箭进行地球物理研究，为实现太空飞行准备条件。1957年5月，科罗廖夫设计局研制的一种地球物理火箭把2200公斤的有效载荷发射到了212公里的高度，但是这种单级火箭因其飞行速度低于第一宇宙速度，还不能达到实现宇宙飞行的目的。

科罗廖夫充分展示了自己的创造才能，大胆地提出了用单级火箭串联和并联的方式组成多级“火箭列车”来实现宇宙飞行的设计方案。

这个方案计划用一枚较长的地球物理火箭作芯级，芯级长28米，直径2.95米，装一台P—108液体火箭发动机，由于芯级一台液体发动机产生的推力有限，就在它的四周捆绑4台火箭发动机作助推级，这种助推级提供辅助推力。这样，把芯级和助推级串联起来，以便能够产生足够的推力和需要的速度把一定重量的卫星送上地球轨道。助推级长19米，直径3米，各装一台P—107液体火箭发动机，与芯级一起组成一枚两级火箭，人造地球卫星就安装在最上面一级的火箭的整流罩内。起飞时，5台发动机同时点火，产生398吨的起飞推力。火箭飞行120秒后，4个捆绑的助推器工作完成后抛掉，这时火箭飞行高度为50公里，飞行速度达每秒3.2公里。然后中心芯级的火箭发动机继续工作80秒，使火箭加速到每秒8公里的速度，这时卫星与火箭脱离，进入绕地球运行的预定轨道飞行。

1957年8月21日，第一枚名叫P—7的弹道式洲际火箭发射试验成功。在此基础上，科罗廖夫对P—7洲际火箭作了改进，把它用作发射卫星的运载工具。仅过了不到一个半月，1957年10月4日，这枚经过改装的卫星号运载火箭果然按预定方案成功地将第一颗人造地球卫星发射到环绕地球的轨道。科罗廖夫为此倾注了毕生精力，终于把齐奥尔科夫斯基的设想变成了现实，在人类航天史上写下了辉煌的一页。

这枚被称为“卫星”号的运载火箭，为苏联的航天事业开了先河。科罗廖夫利用这一基本型火箭，提出上面再加上一级，设计出了一种新型三级运载火箭。1961年3月9日和25日，这种新型运载火箭先后试验成功。一个月后，它载着“东方”号宇宙飞船把世界上第一位航天员加加林送上太空飞行，从而揭开了载人航天的序幕。这枚称为“东方”号的运载火箭，是科罗廖夫对人类新兴航天事业的杰出贡献。人类长期以来向往飞出地球的梦想，终于变成现实。这是航天史上具有划时代意义的事件。

科罗廖夫于1966年1月因心脏病辞世，但是人们永远不会忘记他为架设第一座天梯所建树的伟大功绩。

### 3、从红石导弹到土星号火箭

美国第一个飞越大西洋的飞行员林白在目睹美国第一颗人造卫星发射上天时，曾意味深长地回忆说：“1929年，戈达德在我面前展现了一幅多级火箭发射前景的美丽蓝图，30年后的今天，我在卡纳维拉尔角亲眼看到一枚巨大的多级火箭腾空而起的动人情景。我真不知道，是他那时在做梦，还是我现在在做梦。”美国火箭先驱戈达德早在1945年8月10日就被病魔夺去了生命，他所梦寐以求研制多级火箭到太空飞行的执著追求，后来由1955年加入美国籍的德国著名火箭专家布劳恩实现了。

冯·布劳恩就在戈达德逝世不久，被作为战俘从德国到了美国，把戈达

德留下的事业担负起来。开始，布劳恩仍然从事导弹研制，为美国制造战争武器效劳。1945年至1949年，他在白沙靶场继续研究试验V—2导弹，同时把它改装成高空地球物理火箭。1950年8月，布劳恩被调到亚拉巴马州亨茨维尔的红石兵工厂，在V—2导弹的基础上研制红石导弹。这种导弹长19.2米，直径1.78米，总重18吨。1955年研制成功丘比特型导弹，弹长17.7米，直径2.68米，总重48吨。这两种导弹都是单级火箭结构，还不足以达到运载卫星的能力。1957年10月4日苏联抢先把世界上第一颗卫星送上地球轨道之后，美国为了不落人后，赶上苏联，决定将丘比特导弹改装为丘比特C运载火箭。原来，美国于1955年开始实施发射卫星的计划，曾研制过一种运载火箭，结果不仅未赶在苏联之前捷足先登，而且在紧步苏联后尘于1957年12月6日第一次发射卫星遭致失败。因此，布劳恩感到责任重大，决心一试身手，挽回声誉。

1958年2月1日，布劳恩主持研制的丘比特C运载火箭把美国第一颗人造卫星“探险者1号”成功地送上地球轨道运行。丘比特C运载火箭有四级，第一级是红石导弹的改进型，第二、三、四级分别由11个、3个和1个固体火箭捆绑而成。由于丘比特C火箭的推力较小，它发射的“探险者1号”卫星重量只有8.22公斤，不及前苏联第一颗卫星重量的十分之一。尽管如此，它毕竟打开了美国通向太空之路。

此后，在布劳恩的主持和参与下，从1958年起，美国先后利用几种中程和洲际导弹，经过改进研制成功雷神系列、宇宙神系列，大力神系列运载火箭，其中每一个系列都包括了几种不同用途的型号。这些运载火箭在美国航天计划中争奇斗艳，各显其能，屡建奇功。而布劳恩的辉煌成就，莫过于为“阿波罗登月计划”而研制的土星5巨型运载火箭，这是火箭发展史上的一个重要里程碑。

美国在发射卫星和载人上天的激烈竞争中，都落在前苏联的后面。为了摆脱这种难堪的局面，在美国第一个航天员格伦上天飞行之后，就马上把赌注下在载人登月上，决心要抢在前苏联之前夺走这顶桂冠。1961年4月20日，美国总统在一份备忘录中提出：用火箭载人登月，再返地球。为此，总统召见国家宇航局的科学家，询问在60年代能否把人送上月球。布劳恩斩钉截铁地回答说：“行！”

于是，美国决定把规模浩大的“阿波罗登月计划”作为国家目标。而实现这一目标的关键是要有推力相当大的运载火箭。为了抢先登上月球，布劳恩担起重任，迅速制定了土星号登月火箭的研制计划。经过苦心经营，两年后首先研制出了“土星1”号两级液体火箭，它全长35米，直径6.5米，看起来已经是一具庞然大物了。1966年又研制成土星1号的改进型“土星1B”运载火箭，从1966年到1968年曾进行过5次不载人的亚轨道试验飞行，直到1968年10月11日用它完成了第一次载人轨道飞行。在此前一年，1967年“土星5”号巨型运载火箭问世，从而确立了它在火箭发展史上的重要地位。这是一种三级液体火箭，相当于36层大楼高，全长110.6米，直径10米，起飞重量2840吨。它是美国最大的运载火箭，能把100吨重的卫星送上地球轨道，或者把50吨重的飞船送上月球。1967年11月9日进行飞行试验，将不载人的“阿波罗4”号飞船送入地球轨道。此后不到两年时间，1969年7月20日美国用“土星5号”运载火箭破天荒地完成了人类第一次登月飞行，写下航天史上最壮丽的一页。

从红石导弹到“土星5号”运载火箭，记录下布劳思的艰辛而光荣的历程。“土星5号”的成功，标志着他一生事业的顶峰。当人们赞誉布劳恩为发展航天事业做出的巨大贡献时，他回答说：“我认为，要像一个从萌芽、成长、开花、结果的自然生命那样，经过理想、奋斗、成功来实现前人和他人未完成的事业，乃是人生的最大乐趣。”

#### 4、火箭腾飞的动力源泉

航天运载工具一般包括火箭结构、动力装置、控制系统三大部分。火箭飞行，首先离不开动力装置，因此作为火箭动力装置的火箭发动机的发展，对于运载火箭的兴衰成败有举足轻重的作用。前苏联著名的液体火箭发动机专家瓦连金·彼得罗维奇·格鲁什科就曾说过：“齐奥尔科夫斯基从理论上已经解决了宇宙航行问题，而我的任务就是把这些理论变为现实。所以搞火箭发动机就成为我一生奋斗的目标。”

格鲁什科生于1908年9月2日。1922年当他只有14岁时，从一本叫《星际航行》的书中知道了齐奥尔科夫斯基为之献身的事业，唤起了格鲁什科对宇宙航行的憧憬。他如饥似渴地阅读齐奥尔科夫斯基的著作，并渴望齐奥尔科夫斯基给他指点迷津。于是他大胆地写信给齐奥尔科夫斯基，表达自己立志闯入宇航大门的理想。不久，齐奥尔科夫斯基回信给以热情鼓励，还两次给他寄书，希望他树立信心，不懈努力。从此，他们结下了亲密的师生情谊，格鲁什科追随齐奥尔科夫斯基的足迹，走上了研制火箭发动机的道路。1929年，格鲁什科从列宁格勒大学毕业后，开始从事空气动力实验工作，同年倡议成立液体火箭发动机研究小组，并参加早期的OPM（试验火箭发动机）—52型发动机的设计工作。格鲁什科认为，宇宙航行的基础是动力工程，如果不很好地解决与他有关的问题，那么航天只能是幻想。因此他选择火箭发动机研制作为致力于火箭技术发展的起点。

1945年，由于格鲁什科在研制火箭发动机方面成绩卓著，他被任命为总设计师，先后主持了几个P系列的液体火箭发动机的设计工作。格鲁什科毕生致力于液体火箭发动机结构的完善程度，因为它决定火箭向太空发射的有效载荷重量，在航天技术领域具有更大的意义。他主持设计的液体火箭发动机最基本、最常用的是P—107和P—108两种，它们均采用液氧和煤油作推进剂，前者用在发射早期人造卫星和载人飞船的运载火箭上，后者多数用在发射行星探测器的运载火箭上。其次是P—200系列发动机，采用普通的硝酸和煤油作推进剂，或具有较高能量的四氧化二氮和偏二甲联作推进剂，其中P—211、P—213、P—214发动机用在发射宇宙号系列卫星的运载火箭上，P—219和P—253分别用在旋风号运载火箭和质子号运载火箭上。前苏联最大的运载火箭能源号采用先进的液氢液氧发动机。氢能自燃，氧能助燃，液氢和液氧都是在低温高压下被压缩的液体，因而液氢和液氧是一种高能低温推进剂，不仅能产生很高的能量，而且氢加氧燃烧后的产物是水，它无毒无污染，是目前性能最佳的一种火箭推进剂。格鲁什科主持的液氢液氧发动机，代表了他晚年最杰出的成就。这些发动机闻名于世，反映了苏联火箭发动机发展的光荣历程。

#### 5、在飞行中拨正火箭航向

如果把发动机比喻为运载火箭的心脏，那么控制系统就犹如运载火箭的大脑。控制系统保证运载火箭的稳定飞行和准确进入预定轨道。因此控制系统的发展，对于运载火箭的性能至关重要，决定着宇宙航行的命运。

在前苏联运载火箭发展史上，有一位与火箭发动机大师格鲁什科同时代齐名的控制专家，他就是尼古拉·阿列克谢耶维奇·比留金。这位火箭技术的开拓者，毕生致力于控制系统的研制和改进，做出了卓越贡献。

比留金生于 1908 年。早年丧母，生活艰难。1926 年随父自原列宁格勒迁居莫斯科，中学毕业后进入中央航空动力研究所当钳工，又被选派到颇负盛名的莫斯科包曼高等工业学院仪表系深造，毕业后回到航空动力研究所任工程师。1944 年领导一个飞行自动化小组，开始从事火箭控制系统的研究工作。第二次世界大战结束不久，他参加专家小组赴德国考察火箭技术发展情况，参与接收工作。比留金带着工具到处收集废墟中遗存的火箭仪器设备，特别注意寻觅作为火箭“感觉器官”的控制系统，以便探索新的研制途径。

1947 年起，比留金承担研制前苏联第一枚远程火箭自动控制系统的任务，一年后通过试验，取得很大进展。接着参与研制 P—2 火箭的控制系统获得成功。这种控制系统虽然复杂一些，但仍和自动驾驶仪类似，技术上没有特殊要求，后来在研制 P—5 火箭过程中，新的控制系统失去稳定，谁也搞不清可靠性差的原因在哪里。当时既没有任何模拟试验设备，也无电子计算机，一切都要靠自己的聪明才智，另辟蹊径，寻找症结。比留金知难而进，亲自试验，动手计算，功到事成。他终于发现这是一种火箭静态非稳定现象。这就是说，切不可把火箭看作是刚体，火箭具有弹性，又装有液体燃料，控制系统中的陀螺仪表必然引入附加误差。为了解决这个问题，必须研制一个控制火箭发动机参数的系统，即所谓视速度调节系统。这个系统能够控制火箭飞行保持在稳定状态。比留金攻克了这个难关，使火箭控制系统前进了一大步。

1957 年 8 月 21 日，前苏联发射世界上第一枚 P—7 洲际火箭。这种火箭更加复杂，有大量调节参数。比留金成功地解决了它的控制问题。这一新型洲际火箭成为前苏联研制从“卫星”号到“联盟”号运载火箭的基础，从而得以可靠地把一颗颗卫星、一艘艘飞船送入太空轨道飞行。

比留金在火箭控制系统领域不断探索和创新，矢志不渝地改进和完善火箭控制系统。当电子计算机刚刚问世不久，他就大胆地把它引入到航天器上来。除了在运载火箭上采用外，还曾把它装在“月球 9”号自动行星际站上，首次实现了探测器在月面软着陆。在他的领导下，苏联研制成功各种宇宙飞船和自行星际站的控制系统。比留金不幸于 1982 年病逝，但他作为同科罗廖夫一起担任苏联航天总设计师委员会的 6 名成员之一，为火箭控制系统的发展作出巨大建树，载入了苏联航天史册。

## 6、长征火箭踏上太空路

长征号是中国运载火箭系列的名称，它表示曾经发明火箭的中华民族，在今天以自立于世界之林的长征精神，开始向太空进军。1955 年从美国回到祖国的著名火箭专家钱学森博士，第二年就受命创建中国的航天事业。1964

年6月29日,中国自行设计制造的第一枚单级液体火箭从东方地平线上腾空升起,揭开了中国现代火箭发展的序幕。

1965年,中国为适应发射人造卫星的需要,开始研制多级运载火箭。经过5年时间,长征1号运载火箭于1971年4月24日将中国第一颗卫星送上地球轨道,随着太空传来的《东方红》乐曲声而名扬天下。这是一种三级运载火箭,第一、二级为液体燃料火箭,第三级是固体燃料火箭。长征1号火箭全长29.46米,最大直径2.25米,起飞重量81.5吨,起飞推力104吨,可把750公斤以下的有效载荷送入近地轨道。又经过5年时间,1975年11月26日长征2号运载火箭投入使用,用它发射成功中国第一颗返回式卫星。这种运载火箭能将1.8吨的有效载荷送入数百公里高的椭圆轨道。

1977年中国把研制地球静止轨道通信卫星的任务提上日程。为了把相当重的通信卫星发射到36000公里的地球同步静止轨道,必须要有更大推力的运载火箭。曾参加和主持过多次火箭研制和发射试验的火箭专家谢光选,担任了长征3号运载火箭的总设计师。这位在中国大地上土生土长的总设计师,在航天事业上走过了一条布满荆棘的道路。他在青少年时代目睹过中华民族任人宰割和欺凌的悲惨命运,抱着“兵工救国”的志向,在兵工大学毕业后投身于现代兵器的研制,幻想用先进的枪炮为祖国图强,但这个愿望在旧中国只能成为泡影。新中国诞生后,谢光选才有了用武之地,从研制反坦克火箭到涉足大型运载火箭领域,开始了他的航天生涯。1960年在中国西北的戈壁滩上的酒泉发射场,当谢光选亲眼看到自己和同伴们仿制的第一枚火箭飞向预定目标时,心中充满了无限兴奋和自豪的感情。但是航天之路并非一直平坦,其间有成功的欢欣,也有失败的苦恼。1962年3月21日,中国自行研制的第一枚运载火箭由于控制系统失稳和发动机起火遭到发射失败,当时作为主任设计师的谢光选和所有参与研制试验的人员一样,感到无比痛心和惋惜。他和研制人员一起,在挫折面前不灰心不气馁,积极分析原因,寻找症结,提出解决问题的对策。经过两年的攻关和努力,这枚自行设计和研制的液体火箭发射试验终获成功,从而为研制长征号运载火箭奠定了基础。

谢光选最初作为火箭总体设计部的技术负责人,在参与领导研制成功长征1号和2号运载火箭的基础上,又把全副精力倾注到新型的长征3号运载火箭上来,突破了许多技术关键,其中最主要的是解决了第三级采用低温高能的液氢液氧发动机和在高空失重条件下发动机二次启动技术的问题。

中国是继美国、欧洲空间局之后第三个拥有氢氧发动机的国家。液氢液氧推进剂具有高能、低温的特点,液氢的沸点低达摄氏零下253度,这给材料、工艺、计量、测试等都带来极大困难。仅为解决低温给材料工艺带来的影响,就进行了29项249次试验。发动机二次启动技术目前世界上只有美国和中国掌握。中国是在纬度较高的地区发射地球同步卫星,需要在运载火箭到达高真空失重状态下第二次启动第三级火箭发动机,才能把卫星推上36000公里赤道上空的空间轨道。这两项高难技术的突破,表明中国的运载火箭技术跨入了世界先进行列。

长征3号为三级液体燃料火箭,全长43.25米,最大直径3.35米,起飞重量202吨,起飞推力208吨。它竖起来有15层楼房那样高,能把1.4吨有效载荷送入地球同步转移轨道。

1984年4月8日,用它发射中国第一颗地球同步轨道试验通信卫星获得

成功，标志着中国运载火箭进入一个新的发展阶段。长征 3 号运载火箭功不可没，大显威风。美国宇航局局长为此写信赞扬说：“你们完全可以为中国航天计划中的这一重要的、里程碑式的技术成果感到自豪，为长征 3 号运载火箭的性能感到自豪，仅有少数几个国家达到了这次发射所显示的技术能力。”

## 7、阿丽亚娜冲出宇宙迷宫

这是古希腊的一个神话故事。在地中海克里特岛上，修建了一座地下迷宫，里面住着一个长着牛头人身的怪物，每年要从雅典向迷宫内敬献 15 对童男童女，供这个怪物享用。国王米诺斯的公主阿丽亚娜，是一位美丽善良的姑娘，为了保护她不受怪物的伤害，国王赏赐给她一把护身魔刀，修建迷宫的工匠也特意送给她一卷走出迷宫的线团。雅典王子塞休斯是位英俊勇敢的青年，他装扮成童男随进贡队伍来到克里特岛，决心除掉迷宫中的怪物，解救雅典人民的苦难。

阿丽亚娜公主见到塞休斯王子后，晚上悄悄来到塞休斯的住处，把魔刀和线团交给他，并向他表达自己坚贞的爱情。塞休斯进入迷宫，把线团的一头拴在迷宫的大门上，然后放开线团，一路打入迷宫，用魔刀杀死了怪物，又顺着线团走出迷宫，同正在等待他的阿丽亚娜一起，逃离苦海。阿丽亚娜作为战胜魔怪的象征，在经过几千年之后，今天已经成为征服宇宙迷宫的欧洲运载火箭之名。

1973 年 7 月，由法国倡议，联合西欧 11 个国家成立了欧洲空间局，并着手实施研制阿丽亚娜运载火箭的计划。阿丽亚娜火箭的总设计师是法国科学家弗雷德里克·达莱。他诞生在马赛，毕业于巴黎综合工科学院，1966 年进入法国空间研究中心工作。从此，他的生活与欧洲火箭的发展紧密结合在一起。1970 年后成为阿丽亚娜火箭计划的负责人，承担这种火箭的技术设计和研制任务。他曾指出：“这是一项艰巨的任务，它需要步调一致，要使 50 家工业企业为这样一项如此复杂的计划步调一致地工作。”在他的领导下，经过 6 年的努力，攻克了一系列技术难关，1979 年 12 月 24 日，第一枚阿丽亚娜 1 型火箭从南美洲圭亚那的库鲁航天中心发射上天，终于冲出宇宙迷宫，开辟了欧洲联合自强通向太空的道路。

阿丽亚娜 1 型火箭高 47.8 米，起飞重量 208 吨，能将 1.7 吨重的有效载荷发射到地球同步转移轨道。截至 1992 年 8 月，阿丽亚娜火箭已研制成功 4 种基本型号，共发射 52 次，其中 1 型有两次失败，其他三种型号各有 1 次失败。已累计将 75 颗不同用途的卫星送入太空轨道运行。

在阿丽亚娜运载火箭家族中，2 型的同步转移轨道运动能力为 2.2 吨；3 型为 2.6 吨；目前最大的是阿丽亚娜 4 型，共有 5 种型号。这种火箭高 58.4 米，最大直径 3.8 米，起飞重量 413 吨，起飞推力 570 吨，采用 4 台捆绑在第一级的液体火箭助推器，能将 4.2 吨重的有效载荷送上地球同步转移轨道。1988 年 6 月 15 日第一枚 4 型火箭一举将 3 颗通信卫星送入预定轨道。在迄今的 24 次发射中，只有 1990 年 2 月 22 日的那一次发射，因为一个助推器的燃料泄漏引起爆炸坠毁。1991 年 8 月 15 日，阿丽亚娜 44L 型火箭把世界上最大的一颗国际通信卫星 6 号射入 3.6 万公里高的地球同步轨道。这个型号的火箭每年都有至少七、八次的发射任务。

现在正在研制的阿丽亚娜 5 型运载火箭，高只有 50 米，重却达 750 吨，将是这个家族中最大的一个成员。它的地球同步轨道运载能力可达 6.8 吨，不仅可用作重型卫星的运载工具，还可用来发射欧洲空间局未来的“海耳梅斯”航天飞机和“哥伦布”空间平台。

阿丽亚娜运载火箭在当今美、俄称雄的航天领域中独树一帜，成为它们强有力的竞争对手。它已成为欧洲航天工业的骄傲，正在世界航天市场崛起。

## 8、日本运动火箭的历程

在运载火箭技术的发展史上，不能不提到“日本现代火箭之父”丝川，是他创立了日本宇宙科学研究所，领导了日本的航天计划，使日本成为世界上第四个发射人造卫星的国家。

丝川 1912 年生于东京，与著名火箭专家布劳恩同年，而且是布劳恩的好友。他原是一名飞机设计师，战后转向研究火箭工程，1954 年提出日本发展火箭的蓝图。1916 年开始设计用于发射卫星的火箭，为日本的航天事业打下了基础。1970 年 2 月 11 日，在丝川主持下研制的 L—4S 火箭，成功地把重 24 公斤的大隅号卫星发射入轨，揭开了日本航天史上新的一页。

日本早在 1954 年就开始准备参加 1957 年国际地球物理年的空间活动。1958 年后，相继研制成功“铅笔”、“卡帕”、“拉姆达”系列探空火箭。1964 年日本宇宙开发委员会制订了一个发射应用卫星的运载火箭发展计划。截至目前，日本已经研制成功三种系列的运载火箭，从而树立了它在空间领域的重要地位。

1963 年开始研制缪（M）系列运载火箭。1970 年，当 M 火箭模拟试验型号 L—4S 成功发射大隅号卫星之后，日本宇宙科学研究所便致力于一种全新的 M 火箭的改进研制工作。M 系列的第一代是 M—4S 火箭，它在继承 L—4S 火箭技术成果的基础上，为了提高火箭的运载能力，采取了新的结构形式，使火箭燃料的装填量得到提高，使之比 L—4S 火箭的运载能力提高了 3 倍。这是一种四级固体火箭，全长 23.6 米，直径 1.41 米，总重达 43.5 吨，可将 75 公斤的有效载荷送入近地点 250 公里、远地点 6560 公里的椭圆轨道。1971 年用于发射一颗技术试验卫星获得成功。此后，为适应不同使用目的，M—4S 改进为三级固体火箭，又先后研制成 M—3C、M—3H、M—3S 等运载火箭。M—3S 火箭的运载能力达到 185 公斤。1984 年 2 月 14 日成功地将一颗科学卫星送入轨道。10 年间，M 系列火箭共发射了 12 颗科学卫星。

1969 年 10 月，日本宇宙开发事业团成立后，提出研制一种能把重 100 公斤、直径 1 米的卫星送上地球同步轨道的运载火箭，并且决定采用部分引进美国雷神—德尔它运载火箭技术研制钮（N）系列火箭的方案。这个系列包括 N—1 和 N—2 两种型号。N—1 火箭全长 32.57 米，最大直径 2.44 米，重约 90 吨。共三级，第一、二级使用液氢液氧发动机，第三级采用固体火箭发动机。为提高运载能力，第一级火箭四周还捆绑了 3 台固体火箭助推器。N—1 火箭可把 145 公斤的有效载荷送入地球静止轨道。1975 年 9 月 9 日成功地发射了葵花 1 号技术试验卫星。N—2 火箭的主要改进，是加长了 N—1 火箭第一级推进剂贮箱，四周捆绑的固体助推器增至 9 台。此外还提高了第二级发动机性能，第三级采用大型固体火箭发动机，将无线电制导改为惯性制导，其地球静止轨道有效载荷提高到 350 公斤。经过 5 年研制，1980 年 2 月

11日首次发射卫星成功。特别是1984年1月23日将一颗重350公斤的电视直播卫星送入地球同步转移轨道，并成功定点在东经110度的赤道上空静止轨道上工作。

从1980年7月起，日本开始H系列大型运载火箭的研制工作。H系列火箭有两种型号：H—1是三级常规燃料火箭，全长40.3米，直径2.4米，总重达140吨，可把1吨重的有效载荷送入地球同步转移轨道；H—2是两级氢氧低温燃烧火箭，全长46米，直径4米，总重240吨，可把2至4吨的有效载荷送上地球同步转移轨道。1988年2月19日，首枚H—1火箭发射樱花3a通信卫星，定点在东经132度赤道上空工作。H—2是日本目前最大的运载火箭，第一枚试验型火箭已于1988年7月制造出来，但由于第一级LE—7型液氢液氧发动机遇到困难，原定1992年2月首次发射时间推迟，预计1993年下半年才能成行。H—2火箭投放使用后，将使日本在空间竞争中增添筹码。

## 9、质子号火箭的发射纪录

在前苏联的航天活动中，质子号运载火箭赫赫有名，并累建功绩。它在总设计师契洛勉的领导下，从1961年开始研制，1965年首次发射成功，现已成为世界上使用最频繁的一种运载工具。

契洛勉是与科罗廖夫同时代的航天科学家。他于1914年6月30日诞生在谢德列兹市的一个教师家庭。1937年毕业于基辅航空学院。1940年被苏联科学院授予博士学位，在青年时代就在航空科学领域崭露头角。他从1942年开始从事火箭设计事业。在1947年8月3日举行的空军节上，契洛勉设计的飞航火箭在检阅队伍中大放异彩。由于他在火箭技术上的卓越才能，1959年起被推上航天工程总设计师的职位。在他的一生中，参加领导了多种火箭型号的研制工作，其中最为人瞩目的要算1965年问世的质子号运载火箭了。

质子号是目前世界上运载能力最大的火箭之一。它先后有二级、三级、四级等三种型号。其中最大的四级质子号运载火箭，可将21吨的有效载荷送入200公里高的低地球轨道，可把5吨的有效载荷送入地球同步转移轨道。在20多年里，它成功地发射过礼炮号和和平号轨道站，金星站、火星号、维加号自动行星际站，荧光屏号、长虹号、地平线号通信卫星，在苏联航天技术发展史上有着举足轻重的作用。

这种运载火箭全长45.8米，四级加上装有效载荷的尖头部位长度可达58米，底部最大直径7.4米，起飞重量约800吨。第一级长20.2米，由6台助推器组成，中心是一个直径较大的氧化剂箱，四周捆绑6个燃料箱，起飞推力约1000吨。第二级高13.7米，装有4台发动机，总推力为240吨。第三级高6.4米，一台发动机，另有4个校正航向的可控微调发动机，约产生3吨推力。第四级高5.5米，有一台封闭式循环发动机，可二次点火。第一次点火在火箭到达200公里左右高的地球轨道上为宜，使第轱四级和有效载荷进入远地点为35800公里的大椭圆转移轨道；第二次点火把有效载荷推入准同步圆形轨道，第四级分离，有效载荷由专门的发动机控制，漂移在预定的地球同步轨道上定点运行。这就是质子号运载火箭发射地球同步卫星的整个过程。

1965年7月16日，质子号运载火箭首次发射，将重达12.2吨的卫星送入近地点190公里、远地点630公里的地球轨道，建立了通向航天站的第一

个里程碑。1971年4月19日，新型质子号运载火箭发射成功，将重17.5吨的礼炮1号轨道站送入轨道。从1971年至1978年，相继发射6个火星号探测器。1974年发射苏联第一颗对地静止轨道卫星“宇宙637”号。1975年至1983年连续发射了金星探测器。1984年发射两个探测哈雷彗星的“维加”号探测器。1986年把和平号轨道站送入轨道。这一系列发射纪录，表明质子号运载火箭在征服太空中的实力和功绩。尽管它的总设计师契洛勉已于1984年12月8日离开了人间，但他所架设的通天桥梁高耸在太空，永远为世人所景仰。

## 10、半途夭折的登月火箭

60年代初，当苏联东方号运载火箭将载人飞船送上太空之后，总设计师科罗廖夫开始酝酿一种新的大型运载火箭。这种运载火箭能将上百吨的有载荷送上天穹，而最主要的是可以实现载人登月飞行计划。

这种大型运载火箭与美国的土星5号登月火箭相仿。科罗廖夫提出的载人登月方案是：第一步由质子号运载火箭发射载人飞船作环绕月球的观察飞行；第二步研制H—1火箭将载人登月舱送上月球。H—1运载火箭的两对发动机和第二级火箭的一对发动机失灵，火箭也能飞到目标。这种火箭高100米，底部直径17.1米。它与土星5号运载火箭相比，H—1短10.6米，直径大7.1米，H—1第一级有30台发动机，而土星5号的第一级只有5台F—1发动机。土星5号的上面各级均用液氢液氧推进剂，而H—1的上面级用的是液氧和煤油作推进剂的发动机。在苏、美向月球进军的竞赛中，H—1运载火箭不如土星5号火箭顺利，累遭挫折，最终也未能如愿以偿。

前苏联有26个政府部门的500多个单位参与H—1火箭的研制生产，对此庞大复杂的系统工程，需要精心组织协调，统一步伐。不巧的是，H—1火箭尚未研制出来，总设计师科罗廖夫就于1966年去世了。这给H—1火箭蒙上一层阴影。原定1968年下半年实现登月计划，但直到1969年初H—1火箭研制才匆匆完成，而且接连4次试飞失败。

1969年2月21日，在拜科努尔发射场首次试验H—1运载火箭。由于火箭尾舱着火，发动机不得不在发射70秒钟关闭，火箭升到12公里的空中爆炸。首次试飞失败表明，无论如何也赶不上美国载人登月的步伐了。在美国土星5号运载火箭把阿波罗载人飞船送上月球的前夕，1969年7月3日H—1火箭进行第二次试飞，又发生偶然事故：火箭还未飞离发射台，主发动机的一台液氧涡轮泵爆炸，火箭燃烧后倒塌，连同全套发射设备一起炸毁。至今在拜科努尔发射场还能看到当年火箭爆炸后留下的痕迹。

尽管美国人捷足先登，但前苏联不甘落后，试图挽回已经失败的局面。1971年7月27日，H—1火箭进行第三次发射，意想不到的发动机仅工作7秒钟，火箭发生滚动失控，箭载计算机随即指令关机，试飞又一次严重受挫。一年之后，1972年11月23日进行了一次决定H—1火箭命运的试飞。火箭发射后正常，几乎持续到第一级工作完毕，当火箭开始级间分离，一级内侧6台发动机关机时，箭体突然居然振荡，造成一条推进剂输送管路破裂而爆炸起火。这时火箭起飞已107秒，上升到40公里的高空，地面指挥中心发出指令，火箭在高空自毁。原因主要是H—1第一级火箭发动机及箭体结构的飞行动力相互作用在控制上有缺陷，从而导致功亏一篑的结果。由于H—1火箭

的难产，苏联的载人登月飞行计划后来例销声匿迹了。

在通向太空的道路并不是一帆风顺的，有成功，也会有失败。前苏联继科罗廖夫之后的著名航天总设计师米申在谈到 H—1 火箭的天折时，沉痛地感慨说：“虽然我们离成功仅有一步之遥，但没有允许我们走完这一步。为它奉献了毕生年华的人们掉下了悲伤的眼泪。我们曾分析研究我们的差错，为的是纠正它们并向前进展。

## 11、长征火箭家族的新成员

世界上第一枚发射卫星的运载火箭，采用了捆绑式多级火箭，这是提高运载能力的一种可靠而有效的途径。后来的一些大型运载火箭，如苏联的质子号火箭、美国的大力神火箭和欧洲空间局的阿丽亚娜 4 型火箭，都采用这种捆绑技术，获得了成功。中国发展大推力运载火箭，也选择了这条必由之路。

1986 年，中国的火箭科学家提出了研制日程。新中国培养的一代火箭专家担负起了这一艰苦任务。它的第一任总指挥是王永志，50 年代曾在苏联著名的莫斯科包曼高等技术学院攻读火箭设计专业，担任过长征 3 号运载火箭的技术领导工作。它的总设计师王德臣，1957 年毕业于北京航空学院，曾作为著名火箭专家屠守锷的助手，参与组织长征 2 号运载火箭的研制工作。在他们两人的精心组织下，依靠全国各个行业和几百个单位的大协作，广大科技人员和工作人员顽强拼搏，踏上了“长征”的新征途。

长征 2 号 E 火箭，用经过改进的长征 2 号丙火箭作芯级，第一级箭体四周均匀捆绑 4 个长 15.3 米、直径 2.25 米的液体助推火箭。全箭长 51.2 米，起飞重量 460 吨，起飞推力 600 吨，可将重 8.8 吨的有效载荷送入 200 公里至 400 公里的近地轨道；如加上第三级火箭，则可将重 2.5 吨的有效式荷送上 3.6 万公里的地球同步转移轨道。这是一项具有世界先进水平的系统工程。一般需要 4 年的研制周期，而中国科技人员和工人却只用了 18 个月时间，创造了世界航天史上的一个奇迹。

这是一个突破，一次飞跃。设计有上千项，图纸有几万张，要攻克 20 多项技术关键，设计人员采用新的设计方法，100 天完成了在正常情况下需要一、两年才能实现的设计任务。在物资供销人员的努力下，2 千多吨原材料在 7 个月内齐套后提供给火箭制造装配部门。全箭共有七、八千项生产任务，需要八千万道工序，十几万个大小零部件，每一个都必须经过工艺审查、工艺装备设计和生产等 10 多个质量保证环节。在整个生产过程中，火箭总装厂特殊工艺设备赶制了 5000 多台，完成了 126 项特殊工艺攻关任务。火箭有 250 多个大型试验项目，也都提前完成，两个月超过了以往两年的工作总和。到 1990 年 3 月，一枚巨大的长征 2 号捆绑式火箭展现在人们面前。它是成千上万人创造性劳动和智慧的结晶，凝聚了众多设计师、工程师和技术工人的心血和汗水，有的人为此献出了毕生精力和宝贵生命。中国航天人在总指挥和总设计师的组织下，敢担风险，勇挑重担，周到细致，一丝不苟，攻克一个个难关，大大缩短了研制周期。他们夜以继日，连续战斗，发扬自力更生、艰苦奋斗、大力协同、无私奉献的精神，终于征服了火箭捆绑技术的所有难题。5 月 25 日，长二捆火箭运到西昌卫星发射中心，在技术阵地经过一个月的测试检查后，6 月 25 日转运到发射阵地，几天后，饰有“中国航天”四个

醒目大字的长二捆巨型火箭巍峨地竖立起来，在发射架上昂首挺立，直指苍穹。7月12日晚，在火箭发射前夕，突然助推器的一个传感器出现故障。尽管工作现场弥漫着有毒气体，但几十名技术人员和工人毫不畏惧，争先恐后参加排险，前边的中毒晕了过去，后边的立即抢着冲上去，经过十几个小时的奋力拼搏，到7月13日傍晚排除了故障。7月16日，长征二号捆绑式火箭终于发射升空，完成预定试验任务，标志着中国具备了发射重型卫星的能力。中国运载火箭技术迈上了一个新的台阶。

## 12、当今世界运载火箭之王

目前世界上最庞大的航天器，莫过于航天飞机。美国航天飞机的轨道器自重68吨，它和一个外挂液体燃料贮箱、两具固体燃料助推火箭一起作为一个完整的发射系统，没有专用的运载火箭。前苏联的航天飞机重约100吨，它由世界上威力最大的能源号运载火箭发射，这种运载火箭堪称世界运载火箭之王。

1987年5月15日，前苏联从拜科努尔航天中心发射成功一枚能源号超级运载火箭。它的运载能力比美国航天飞机还大4倍。1988年7月30日，能源号火箭的总设计师古巴诺夫披露了这枚巨型运载火箭的一些细节：火箭长约60米，总重2400吨，起飞推力3500吨，能把100吨的有效载荷送入近地轨道。如果加上第三级火箭，则可把18吨的有效载荷送入地球静止轨道。

能源号由两级火箭组成。第一级捆绑4个液体助推器，高39米，直径4米，每个助推器上装有一台发动机，在地面的推力为740吨。第二级为直径8米的芯级，由4台液氢液氧发动机组成，地面推力为148吨。发射时，第一、二级发动机同时点火，到达64公里高空时，火箭助推器工作完成后，可由地面控制成对地脱离芯级火箭回收，经修理能重复使用50次。芯级火箭继续把有效载荷送入200公里左右的低地球轨道，然后火箭落于太平洋的预定海域。古巴诺夫强调能源号具有很高的可靠性，因为曾利用计算机进行过500次各种故障试验，借助200种实验装置对火箭整件和组件进行过6500多次试验，对全尺寸实物模型进行了5次试验，即使第一级或第二级火箭的一台发动机发生意外故障停机时，也仍能继续有控制的飞行。

能源号运载火箭的研制成功，是几百个部门长期努力合作的结果。在设计、制造、试验和发射过程中，研制了能在超低温条件下工作的专门材料，掌握了大型构件的加工和焊接新工艺，使用了高性能的综合计算机系统。它是一种多用途运载工具，既用来发射航天飞机，也可为和平号轨道站发射组合舱，还可运送大型设备到轨道上建立太阳能发电站和完善太空基地，以及将来向月球或火星发射载人航天器。

1988年11月15日，能源号运载火箭将不载人的暴风雪号航天飞机送到太空轨道飞行，奠定了它的运载火箭之王的地位，为苏联航天技术的进一步发展建立了新的功绩。暴风雪号航天飞机系统总设计师格鲁什科在这次发射成功后指出：“从现在起，苏联的航天部门不但拥有把重型物体发射到太空的手段，而且还有把它们收回来的能力，这给太空考察开辟了新的广阔前景。”

### 第三章 凌空遨游的人造卫星

人造物体进入地球轨道飞行，是迈出地球门槛的第一步。科学家们把发射人造地球卫星作为宇宙航行的开端，并为此展开了空间竞赛。如今，在灿烂的星河中，已经增添了 4 千颗左右的人造星辰。它们是人类征服太空的见证，反映了航天技术的杰出成就。

第一颗人造卫星还是一个作实验用的金属小球，而现在却展现了广阔的应用领域，在太空各种轨道上遨游的人造卫星，担负起了科学实验、通信、导航、侦察、气象预报、地球资源勘测等使命。

#### 1、第一颗人造卫星的诞生

1957 年 10 月 4 日，前苏联政府向全世界宣布：苏联成功地发射了人类第一颗人造地球卫星——“伴侣 1 号”。

这一天，在哈萨克斯坦的拜科努尔航天中心，发射架上矗立着一枚高大的两级液体运载火箭，在它的顶端装有一球形物体，这就是将要实现人类多少世纪以来梦寐以求的愿望——首次发射上天的伴侣 1 号人造地球卫星。发射前的各项检测工作完毕，一切正常。指挥中心发出最后 10 秒的倒数计时发射指令：“10……4、3、2、1，发射！”随着一声轰隆巨响，火箭在一片浓烟烈焰的掩映下缓缓升起，尾部喷射出长长的火舌，不断加速，直冲云霄，逐渐在人们的视野中消失在茫茫天际中。不久，卫星从太空传来“噼啪、噼啪”的无线电波声，宣告人类航天时代开始了。

这颗第一颗人造卫星呈圆球形，直径为 58 厘米，重 83.6 公斤，用铝合金制成。卫星周围均匀分布 4 根弹簧鞭状天线，其中一对长 240 厘米，另一对长 290 厘米。卫星内装有 4 台功率为 1 千毫瓦的无线电发射机，以及化学电池、温度与压力传感器等科学仪器。它进入太空沿椭圆轨道绕地球运行，近地点 228.5 公里，远地点 946.1 公里，轨道平面与地球赤道平面的夹角为 65 度，绕地球一周的时间为 96.17 分钟。在太空进行了星内温度压力试验、地球大气密度测量和电离层研究，首次获得了大气层外发回的试验数据。

“伴侣 1 号”卫星的主要设计者是米·吉洪拉沃夫。1900 年生于弗拉基米尔城，少年时代就开始涉猎齐奥尔科夫斯基的著作，对宇航发生浓厚兴趣。1927 年他结识了科罗廖夫，后来一道加入火箭研究小组。他们在齐奥尔科夫斯基的影响下，不谋而合地走到宇航科学之路上来了，满怀信心的致力于探索宇宙这项新的冒险事业。后来两人倡议建立了喷气推进研究小组，占用莫斯科沙多沃-斯帕斯基街 19 号的一间地下室，集合一批志同道合者着手研制火箭及火箭发动机。这间小小的地下室，不仅是他们从事设计的场所，而且成了他们的试验室和试制厂。1933 年 8 月 17 日，当苏联第一枚试验液体火箭在莫斯科郊外的纳哈宾诺附近发射成功时，吉洪拉沃夫孕育了开发人造卫星的思想。他认真研究了齐奥尔科夫斯基的《宇宙火箭列车》、《火箭最高速度》等著作，论证了就当代火箭发展水平而言，能够获得第一宇宙速度发射卫星所必备的条件。同年 10 月，世界上第一个喷气科学研究所成立，这个所荟萃了吉洪拉沃夫和科罗廖夫等一批才华横溢的火箭专家。

1934 年 2 月 17 日，吉洪拉沃夫去卡卢城会见齐奥尔科夫斯基，受到这位宇航先驱的教诲。这次会见使吉洪拉沃夫最终选定了自己的目标：造出人

造地球卫星，实现人到太空遨游。这一年他根据齐奥尔科夫斯基的启示和自己的研究成果，发表了题为《应用火箭飞行装置研究同温层》的报告，阐述了借助火箭到宇宙空间考察的重要课题。

可是不久，第二次世界大战爆发了，前苏联全力投入伟大的卫国战争，于是这个设想只有到了卫国战争结束以后才提上了计划日程。吉洪拉沃夫组织了一个专家小组，进行了大量计算和研究，证明当时单级火箭最多只能达到每秒7公里的速度，而且仅考虑到使用最好的推进剂，而未计入空气阻力等因素的影响。因此认为，只有靠多级火箭的接力来加大推力，才有可能达到每秒7.9公里的第一宇宙速度。吉洪拉沃夫据此首先设计出了BP—190型高空火箭，奠定了卫星上天的基础。

吉洪拉沃夫研制人造卫星的设想，曾遭到一些人的冷嘲热讽，有人认为这是不现实的，把吉洪拉沃夫讥笑为“怪人”。但吉洪拉沃夫不以为然，不改初衷，还倡议成立一个特别小组，探讨制造人造卫星的理论问题。1948年6月，他申请在一个学术年会上报告自己的研究成果，甚至有些科学家把他的报告说成是“幻想文学”，在“浪费时间”。但科罗廖夫和格鲁什科支持他，并建议把他的研究成果列入研究所的计划。

后来，吉洪拉沃夫在另一个年会上作了题为《在技术条件下借助多级火箭到达第一宇宙速度和制造人造地球卫星的可能性》的报告，引起了人们的注意。当时科罗廖夫正在研究的单级火箭速度可达到每秒3公里。在此基础上，吉洪拉沃夫在报告中完成了对二级火箭的分析工作，提出完全可以把较重的卫星送上地球轨道。鉴于他的科学论证更加充分，似乎过去的议论和责难都烟消云散了。科罗廖夫保护了吉洪拉沃夫的“卫星”小组，并在1953年把这个小组吸收进入了设计局。

1954年，吉洪拉沃夫提出了论证人造地球卫星可行性和必要性的建议。他在建议中指出：“目前所进行的新产品研制情况，允许我们考虑在近几年内报告人造地球卫星的可能性，能否适时合理地组建科研机构，以便对卫星的研究工作进行初步探索。”科罗廖夫和科学院院长凯尔迪什都表示赞同，于1956年1月30日决定开展研制人造卫星的实际工作。年底，吉洪拉沃夫建议“卫星造得小一点，简单一点，最好为30公斤重”。这个建议又得到科罗廖夫的支持。

1957年6月，前苏联设计制造出了第一颗人造卫星，而同年7月开始的国际地球物理年又成为第一颗卫星上天的助产婆。8月21日，P—7运载火箭在经过多次试验后取得成功，科罗廖夫深信这种火箭一定能把卫星送上轨道。8月31日，科罗廖夫和吉洪拉沃夫一起决定进行卫星和运载火箭的联合试验。火箭和卫星于9月初相继运到发射场，紧张地进行着各项准备工作。10月2日，一切准备就绪，发射试验的命令下达了。

10月4日夜晩，探照灯将整个发射场照得通明，在一瞬寂静之后，突然发射场上闪过一道白光，大地震颤，火箭在轰隆声中喷出一团火焰，浓烟和气团弥漫，火箭徐徐升空，向天空飞去，火光照亮了夜幕下的草原。不一会儿从空中传来“噼啪、噼啪”的无线电信号声，发射场顿时沸腾起来。

人类第一颗人造卫星终于诞生了，它升上了太空！这个消息一传开，世界都为之震惊和振奋不已。人们在欢呼，宇宙空间新时代开始了。

## 2、姗姗来迟的探险者

前苏联的第一颗人造卫星上天，最为震动的是美国，因为第二次世界大战以后，美国一直在同前苏联进行激烈的太空竞争，企图率先夺取发射卫星的头功。美国早在战后不久就着手研究设计人造地球卫星的可能性。50年代初，冯·布劳恩带领一批火箭设计师制订了美国卫星发展的计划。1955年7月29日，美国政府批准了“先锋号”科学卫星研制计划。这颗卫星重1.5公斤，本来也是计划作为1957年国际地球物理年活动的一个组成部分，于1957年7月1日送入太空轨道运行。

1957年的国际地球物理年，促使美国加快了发展人造卫星的步伐。1956年9月20日，布劳恩主持研制的“红石”导弹进行发射试验。在“红石”导弹的顶端装了一枚仅重38公斤的小型假弹头，在“红石”导弹的推动下，假弹头持续飞行了250公里，创造升空到110公里的高度纪录。布劳恩在试验后曾说：“若是以第四级火箭取代这个38公斤重的导弹有效载荷，这枚导弹便能入轨运行。”可见，在前苏联卫星上天之前一年，美国只要对“红石”导弹稍加改进，就具备发射卫星的能力了。

但是，当时美国没有抓住这个机遇，而是把注意力集中在发展导弹武器上了。不巧的是，导弹试验又屡遭失败。美国研制的雷神中程导弹于1957年1月25日、4月19日、5月21日接连3次发射失利；宇宙神远程导弹进行3次试飞，第一次1957年6月11日发射后爆炸，第二次9月25日仅飞行4公里即坠落，第三次12月17日飞行800公里，只及全程的十分之一，未达目的；大力神远程导弹于1957年底首次发射，结果也未成功。因此这些导弹都不能改装成运载火箭，发射卫星的计划也就必然地落在前苏联的后面了。

前苏联第二颗卫星上天后，促使美国加紧火箭的研制，立即决定发射原订计划的“先锋号”卫星。当时，“先锋号”的运载火箭遇到一系列技术困难，又拖延了一段时间。1957年12月6日首次进行“先锋号”卫星的发射试验。但因火箭在发射台爆炸而失败。这时距苏联发射成功第一颗卫星已经过去两个月多的时间了。

在这种情况下，美国又决定启用布劳恩主持研制的“红石”弹道式导弹，将它改装成“丘比特C”运载火箭。它的第一级是“红石”导弹改型的液体火箭，第一级发动机推力为37.5吨，第二、三、四级采用固体火箭发动机，分别由11个、3个和1个“中士”火箭组合而成。由于“红石”导弹技术比较成熟，由它改进而成“丘比特C”运载火箭发射卫星把握性就更大些。1958年1月31日，美国第一颗人造卫星“探险者1”号终于发射成功。虽说“探险者1”号卫星有点姗姗来迟，毕竟挽回了美国的落后局面。

这颗卫星与末级火箭连在一起进入绕地球运行的长椭圆形轨道，轨道近地点360公里，远地点2531公里，轨道倾角33.34度，运行周期114.8分钟。卫星和末级火箭总重约14公斤，卫星本体只重8.22公斤。卫星呈锥顶圆柱形，高203厘米，直径15.2厘米，四根鞭状天线十字形配置在星体周围，各长57.2厘米。星上携带有几种测量宇宙线、微流星以及卫星内外温度的仪器，还有无线电发射机，可把测量结果发回地面。这次发射的重要成果，是在2000公里以上的高空测得辐射能量剧增，证实存在一个强大的辐射带，后来称为范·艾伦辐射带。

尽管美国第一颗卫星的重量远比前苏联的第一颗卫星轻，表明它的早期

运载火箭的运载能力相当低，只够发射小型卫星的水平，但是星上仪器设备却较前苏联的先进，前苏联的“伴侣 1”号卫星只能发送无线电信号，而美国的“探险者 1”号卫星却能从事简单的太空探测了。

美国第一颗卫星上天后，在航天活动方面与前苏联并驾齐驱，在激烈的竞争中把空间技术推向新的阶段。

### 3、东方升起第一颗卫星

在世界上第一颗人造卫星上天飞行 14 年之后，1971 年 4 月 24 日从东方地平线上升起第一颗卫星“东方红 1”号，标志着中国在太空占有了一席之地。

中国卫星飞翔太空，要从“国家杰出贡献科学家”钱学森说起。钱学森生于 1911 年。1935 年自上海交通大学机械工程系毕业后考取清华大学公费留学，远涉重洋到美国麻省理工学院航空系学习。1936 年 10 月转学到加州理工学院，开始在美国著名航空航天科学家冯·卡门的指导下从事火箭技术理论研究工作。他后来作为冯·卡门的得力助手，研究工作卓有成绩。1945 年 5 月，他随美国科学咨询团赴欧洲，考察德国火箭技术发展情况。这时，钱学森已经成为有相当名望的火箭专家，在火箭设计中创立了钱学森公式。因此冯·卡门高度评价和赞赏这位中国科学家的学识和才能：“他在许多数学问题上和我一起工作，我发现他非常富有想像力，他具有天赋的数学才智，能成功地把它与准确洞察自然现象中物理图象的非凡能力结合在一起。作为一个青年学生，他提炼了我的某些思想，使一些艰深的命题变得豁然开朗。”

1955 年，钱学森怀着对祖国的一片深情，冲破美国的重重阻挠，经过长达 6 年的不懈斗争，终于回到祖国的怀抱。钱学森回国不久，根据中国的现代工业基础和科学技术水平，提出了发展现代火箭技术的意见，并以奔放的热情投身到创建中国的航天事业中。他受命参与火箭研制的领导组织工作。当中国第一枚自行设计的火箭发射成功之后，在对星际航行理论研究取得一定进展的基础上，1965 年钱学森及时地提出研制人造卫星的构想。他在一份建议中提出：“自苏联 1957 年 10 月 4 日发射第一颗人造卫星以来，科学院和五院对这些新技术都有过一些考虑，但未作为一项研制任务。现在看来，弹道火箭已有一定基础，进一步发展即能发射仪器卫星，计划中的洲际火箭也有发射载人卫星的能力。工作是艰巨复杂的，必须及早开展有关研究，才能到时拿到东西。因此，建议早日主持制订研究计划，列入国家计划，促其发展。”他还具体提出在 1970 年或 1971 年发射 100 公斤重量的卫星的设想。当时在无任何外援和无外国技术资料的情况下，钱学森决心带领一批科技人员攻克空间科学堡垒。钱学森出类拔萃，为研制人造卫星计划中许多关键问题的解决贡献了智慧和才能。

1968 年 2 月，中国空间技术研究院宣告成立，钱学森担任院长，领导实施人造卫星研制计划。他在“文化大革命”中的极端困难情况下，主张把分散在各个部门的卫星技术研究机构集中起来，大力协同，群策群力，集智攻关，解决了许多技术难题。经过 4 年多时间的研制，1970 年初完成了卫星的总装测试和空间环境试验。为了使人们能在地球上用肉眼看见卫星，设计师采取在卫星与运载火箭分离入轨后，末级火箭也随着卫星在太空运行，并在末级火箭上加上“观测裙”，以提高卫星的亮度；为了让人们能用收音机收

到卫星传回的声音，设计师在卫星上装上有《东方红》乐音发生器的转播系统。

1970年4月1日，长征1号运载火箭和东方红1号卫星同时运到酒泉卫星发射中心，开始发射前的装配、测试工作。钱学森亲临发射基地，认真仔细、一丝不苟地指导测试检查，目的是达到“安全可靠、万无一失，准确入轨，及时预极”的要求。当测试检查无误后，人们翘首盼望的发射时刻终于来到了。

1970年4月24日，随着“发射”指令声下，竖在发射架上的运载火箭点火，发出震耳欲聋的隆隆声，在巨大火焰的簇拥下徐徐升空，载着东方红1号卫星直飞天穹。东方红1号卫星运行轨道的近地点493公里，远地点2384公里，轨道平面与地球赤道平面的夹角68.5度，绕地球一周时间114分钟。卫星重173公斤，用20.009兆周的频率播送《东方红》乐曲，世界上许多国家都能听到这激荡人心的乐音。中国第一颗卫星的重量超过了苏、美、法、日四个国家第一颗卫星重量的总和，而且在卫星的跟踪手段、信号传递方式、星体温度控制等方面，都达到了世界先进水平。

#### 4、卫星返回地球之路

根据卫星的不同用途，有的卫星在轨道上飞行一段时间后，需要返回地球，如照像侦察卫星、生物实验卫星等，它们在太空中观察到照片、数据、实验结果等，只有返回地球才能便于作进一步的研究分析。但是，要把送上太空的卫星再返回地球上来，又谈何容易！因此，返回技术是人类征服太空的一项重要本领，它在空间应用技术中占有相当重要的位置。迄今，只有美国、前苏联和中国掌握了这种技术，这些国家的航天科学家经过不懈努力，相继解决了太空飞行的这一难题。

50年代末，美、苏突破卫星发射技术后，就开始探索卫星返回技术。1960年8月美国“发现者”号卫星的返回舱从轨道上返回地面，首次回收成功。同年同月，前苏联发射载有两只小狗的“伴侣5”号生物卫星，在绕地球飞行18圈后返回地球。卫星返回技术逐步成熟。这些返回式卫星的种类虽然不多，但在空间活动中却占有较大比重和重要地位，而且对于后来载人飞船、航天飞机的发展具有特别重要的意义。

卫星返回过程，大体上经历四个阶段：第一、卫星脱离运行轨道，进行制动飞行，要求制动火箭准确点火，使返回舱保持规定状态；第二、卫星在大气层外自由下降，在100公里左右的高度开始进入大气层，精确控制下降起始点的位置、高度、速度和方向；第三、卫星返回舱进入大气层急剧减速，同空气剧烈摩擦产生极高的热量，返回舱表面的最高温度可升高到摄氏1千度以上，因此要避免由于产生高温而烧毁；第四、卫星返回舱下降到15公里以下高度，用降落伞减速，在海上或陆地安全降落。这个包含了四个阶段的全过程表明，卫星要安全返回地面，星上必须装有测控系统、姿态控制系统、制动发动机、回收系统和返回防热系统。

美国和前苏联首先解决了卫星返回地面的技术难题。美国从1959年2月发射“发现者”号系列实验型侦察卫星，经过12次连续试验回收失败之后，才于1960年8月首次回收到“发现者”卫星的返回舱。前苏联于1960年5月发射“伴侣4”号卫星，由于卫星姿态控制系统发生故障而回收失败，同

年8月发射载有两只小狗的“伴侣5”号卫星回收获得成功。

中国在卫星返回技术领域已经进入世界先进行列。1975年11月26日，中国成功发射了第一颗返回式卫星，卫星于29日按预定计划返回地面。至今17年，中国连续成功发射和回收13颗卫星，全部按照预定计划在中国腹地预定地区安全着陆，取得了百分之百的成功率，在世界航天史上创造了一个奇迹。

中国研制返回式卫星始于1966年，经过近10年奋战，1975年研制成功。第一颗返回式卫星在轨道上运行3天，取得了预定的遥感试验资料。由于设计上的原因，卫星在再入大气层的过程中，返回舱的裙部、部分电缆和仪器被烧坏，落点偏差较大，但它毕竟回到了大地的怀抱，回收成功。一年之后，1976年12月7日，中国第二颗返回式卫星升空，当绕地球飞行到第47圈时，地面遥控站发出姿态调整指令，返回舱和仪器舱顺利解锁分离，制动火箭点火，返回舱按预定轨道踏上返回地面的旅途。再入大气层后，控制器依次发出弹射引导罩、减速伞分离、打开主伞等信号，最后在四川境内预定落区回收。

那一天，一个卫星返回舱自天而降，落在山坡上一块菜地里。人们发现后惊奇不已，蜂拥而至，竞相围观这个天外来客。然后一架直升飞机紧跟而来，回收区工作人员赶到现场，将完好无损的返回舱安全运走。

中国返回式卫星的总设计师王希季说：“中国返回式卫星具有很高的准确性和可靠性。如果没有这个把握，谁也不敢采取陆上回收的办法，因为卫星在脱离轨道时的再入速度和再入角度失之毫厘，就会差之千里，稍有控制不当，卫星就可能掉进别国领土。”中国科技人员在设计时提出了严格的可靠性指标，要求元器件的失效率控制在万分之一、十万分之一甚至百万分之一的水平，因为一颗螺钉或一根导线的失效，都会使整颗卫星毁于一旦。星上设备必须保证高质量、高精度、高可靠性。

第一颗返回式卫星在综合测试时，发生控制卫星姿态的水平陀螺仪精度突然下降，但在短时间又立即复原。参试人员按照“严肃认真、周到细致、稳妥可靠、万无一失”的精神，不放过这个疑点，不留下任何隐患，细心检查，测出是一根导线松动，与陀螺外环上的一个配重块相撞，从而迅速采取措施，排除了这个可能导致严重后果的隐忧。此外，星上降落伞技术是卫星回收的关键之一，因为卫星降到离地面10至20公里的低空时，速度在每秒200米左右，相当于普通民航飞机的飞行速度，卫星若按这样的速度撞击地面，势必摔得粉身碎骨。科研人员花了4年时间，分别在不同环境下进行了50多次高空、中空、低空开伞降落实验，经过不断改进，掌握了降落伞规律，大大提高了卫星的安全可靠性，达到了返回舱落地完好无损的理想状态。

卫星回收，技术复杂，困难很多，而中国却成为世界上第三个掌握卫星回收技术的国家。这就充分表明，中国科技人员依靠自己的聪明才智和艰苦奋斗，完全能够攀登航天技术的高峰。

## 5、克拉克的同步卫星设想

1945年5月25日，英国著名科普作家阿瑟·克拉克向英国星际航行学会递交了一份报告，描述在地球上空的一条特殊轨道上等距部署3颗卫星可以组成全球通信网，并可利用卫星同时向几个地区转播节目。这个关于地球

同步轨道通信卫星的预言，在 20 年后由于航天技术的高度发展而实现了。

克拉克当时发现离地球 35860 公里的高空有一个可使人造物体保持静止不动的地方，也就是说找到了一条可使卫星相对于地球保持静止不动的特殊轨道，后来科学家把这条轨道称做“静止轨道”或“克拉克轨道”。严格地说，要使配置在这条轨道上的卫星保持相对静止状态，它绕地球自西向东旋转一周的时间必须与地球自西向东自转一圈的时间相同，即正好等于 23 小时 56 分零 4 秒，而且其轨道与地球赤道平面的夹角必须等于零度。凡是满足这两个条件的卫星在地面观察者看来，好像是挂在天空中静止不动一样，因此人们把这种卫星叫做“静止卫星”。克拉克关于利用静止卫星通信的新颖设想引起了英国星际航行学会的高度重视，并对它进行广泛宣传。尽管人们有不少怀疑，甚至责难，说这只不过是一种大胆的“幻想”，但它的科学根据充分，只不过是因为当时的技术还不到罢了。航天科学家为把通信中继站建到太空静止轨道而付出了整整 20 年的代价。

从 1958 年开始，美国研制各种轨道高度的有源和无源实验通信卫星，为克拉克的静止轨道通信卫星设想开辟了道路。1958 年 12 月 18 日，美国首先发射一颗斯科尔号卫星，这颗卫星携带了美国总统讲话的录音带，试验了卫星向地面发送语音的可行性。1961 年 7 月 10 日发射“电星 1”号通信卫星，成功地进行了横跨大西洋的美国与法国、英国的首次电视中继转播、照片传真和电话通信实验。

但是，这一时期发射的通信卫星都是近地轨道卫星，用它通信无论通信时间还是地理范围都受到很大限制。它们的轨道周期短，只有 90 多分钟到 100 多分钟，经过某地上空的时间最多只有十几分钟，两地要用同一卫星通信的机会很少。由于高度低，覆盖范围很小，据估算大约要有八九十颗星，甚至上百颗星才能连续地覆盖地球。

1963 年 2 月 14 日，美国宇航局发射第一颗试验同步通信卫星“辛康 1”号，但由于在远地点发动机点火 20 秒后，卫星上无线电设备失灵，地面失去联系，通信未获成功。接着，7 月 26 日又发射了“辛康 2”号通信卫星。这颗卫星成功地进入地球同步轨道，但它的轨道平面与地球赤道平面之间的夹角并不是零度，而是 28 度，它在地面上划出了一条呈“8”字形的轨道，所以它最终没有成为静止通信卫星。尽管如此，它在同年 9 月 13 日与一颗“中继 1”号近地轨道卫星相结合使用，为南美巴西的里约热内卢、非洲尼日利亚的拉各斯和美国新泽西州等三大洲的人们提供了短暂的通信服务。在相隔一年之后，1964 年 8 月 19 日，“辛康 3”号通信卫星发射上天，并成功地进入倾角为零度的地球静止轨道，定点在东经 180 度的赤道上空，为欧洲和北美转播了在日本东京举行奥运会开幕式的盛况。克拉克关于建立地球静止轨道卫星的理想终成现实，全世界开始领略到地球静止轨道卫星的恩惠和作用。

1968 年，国际通信卫星组织按照克拉克提出的基本原理着手建立真正的全球通信网。这时，克拉克在英国星际航行学会会议上又作了一个生动诱人的报告。报告中说，1945 年他曾认为通信卫星将是一种可在轨道上组装的大型载人空间站，但由于在电子设备微型化方面出现了惊人的进展，结果第一批通信卫星原来只是一种像啤酒桶大小的自动装置。然而，他仍然认为，最终的通信卫星将很可能是一种可载人的大型空间平台或轨道天线场，不仅可以对它进行定期检修，而且还可以随时补充必要的燃料，长期工作。从那时

到现在又过了 24 年,国际通信卫星组织利用静止轨道卫星的全球通信网早已建成,许多国家也已建立国内卫星通信系统。现在在静止轨道上的通信卫星已相当拥挤,发展多用途的大型轨道平台是解决静止轨道窄小和太空电波干扰问题的重要途径,因而克拉克的新设想具有重大意义,并会在航天技术的进步与发展中得到实现和证明。

## 6、晨鸟与国际通信卫星

1965 年 4 月 6 日,美国发射成功一颗“晨鸟”号通信卫星。同年 6 月即正式用于北美与欧洲间的国际商用通信,标志通信卫星从试验阶段转入实际应用阶段。这颗卫星后来改称“国际通信卫星 1 号”从此,通信卫星的发展方兴未艾,长足进步。

这种静止轨道的通信卫星具有通信距离远、区域广、容量大、质量高、灵活性好等优点,但用运载火箭把它发射到 35860 公里高的同步轨道上定点运行却十分困难。如果按照人造卫星通常的发射程序,一下就把通信卫星送到预定同步轨道,要有很大推力的运载火箭,消耗大量的燃料,这不仅很不经济,而且很难。航天科学家经过研究提出,采取逐步升级的办法把通信卫星送到目的地。一般分三步走:第一步,用运载火箭将卫星送到 200 公里左右的高空,此时轨道呈圆形,称初始轨道,又叫停泊轨道;第二步,当卫星飞临赤道上空时,运载火箭再次点火,使卫星速度增大,进入远地点为 35860 公里、近地点为 200 公里左右的又长又扁的大椭圆轨道,这个轨道称转移轨道;第三步,当卫星飞临远地点时,卫星上的远地点发动机启动,使卫星按预定方向加速,进入地球同步轨道,然后控制它慢慢漂移到预定位置。

“晨鸟”报晓,揭开了国际通信卫星发展的序幕。这个由一百多个国家 and 地区参加的国际通信卫星组织共同使用的国际通信卫星,至今已发展了 6 代,世界各地有 300 多个地面站 1000 多条通道与国际通信卫星联网工作。

第一代国际通信卫星 1 号高 0.6 米,直径 0.72 米,重 39 公斤,仅有 240 路电话通道。1966 年开始发射国际通信卫星 2 号,两年内发射 4 颗,仍提供 240 个话路。1968 年 9 月至 1970 年 7 月,发射 8 颗国际通信卫星 3 号,这第三代国际通信卫星高 1.04 米,直径 1.42 米,重 152 公斤,通信容量增加到 1200 条话路,工作寿命从 1.5 年延长到 5 年。1971 年研制成功国际通信卫星 4 号,70 年代前期发射 8 颗,后期发射 5 颗。这第四代国际通信卫星高 5.34 米,直径 2.38 米,重 700 公斤,设计寿命为 7 年。它的容量约 7000 到 9000 条话路,设有 12 个带宽为 36 兆赫的转发器,总工作带宽为 500 兆赫。星上通信天线有 6 个,包括 2 个宽波束接收天线、2 个宽波束发射天线、2 个窄波束发射天线。另外还有 2 个遥测遥控指令天线。共有 45000 块太阳能电池,总重 72 公斤。它除用来传递电话、电报外,还可以用作数据传输、广播、电视、照片传真等。1980 年 12 月 6 日,第五代的第一颗国际通信卫星 5 号发射入轨。卫星高 5.7 米,直径 2 米,重达 1 吨,通信容量增至 12000 条话路和两路彩色电视,比 4 号增大一倍。它在 80 年代提供全球通信中占有突出地位。

1989 年 10 月 27 日,第一颗国际通信卫星 6 号由美国的大力神 3 型运载火箭发射上天,并成功进入地球同步轨道工作,在国际通信卫星系列中又增添了新的一员。它高 5.3 米,直径 3.64 米,呈白柱形,在轨道上展开后的总

高度为 11.8 米，发射重量为 4240 公斤，是目前世界上重量最大、性能最佳的商用通信卫星。第一颗 6 号卫星定点在大西洋上空，接替在那里的 5 号卫星的工作。这颗卫星拥有 48 个转发器，其中 38 个 C 波段转发器和 10 个 KU 波段转发器，可同时传输 24000 条双向话路和 3 路彩色电视，其通信容量是 5 号卫星的一倍、1 号卫星的 100 倍。目前，世界上有 600 多座地球站的 800 多个天线通过 2000 多条通信线路同国际通信卫星联网工作。

今天，通信卫星已有广泛用途。借助通信卫星，人们能够和远隔重洋的亲人通话或打电报，从电视上观看世界各地新闻和体育竞赛，传输报纸版面和各种数据资料，医生给万里之遥的病人诊断治疗，将军指挥千里之外的战争，等等。总之，通信卫星给人类的社会活动和日常生活都带来了巨大变化。

## 7、天空明亮锐利的眼睛

自从人造卫星问世以来，由于它具有在太空轨道上居高临下，一览无余的特点，航天科学家把它作为侦察的手段，研制最早，发射最多，至今经久不衰，备受青睐。

1959 年 2 月 28 日，美国成功地发射了第一颗试验侦察卫星“发现者 1”号。它是用雷神—阿金纳运载火箭从范登堡空军基地发射升空的，是美国第一颗极地轨道卫星。到 1962 年 2 月，一共发射 38 颗“发现者”侦察卫星，其中成功进入轨道的 26 颗，成功回收的只有 12 颗。“发现者”卫星与“阿金纳”末级火箭连为一体进入轨道，长 5.94 米，直径 1.52 米，呈圆柱形，起飞重量 3850 公斤，轨道重量 770 公斤。最后一颗“发现者 38”号重 952 公斤。卫星的回收舱长 0.68 米，直径 0.84 米，重 135 公斤。“发现者”卫星轨道呈椭圆形，近地点介于 103 至 208 公里，远地点介于 208 至 1032 公里，入轨后运行 1 至 4 天，回收舱按地面指令与阿金纳末级火箭分离，而后反推火箭点火，减速返回大气层。在回收舱降到离海面约 15 公里时，防热罩脱落，降落伞自动打开，徐徐落入预定海域回收。发现者系列卫星是一种回收型照像侦察卫星，通过它拍摄的照片，曾侦察到前苏联研制新一代洲际导弹及其拜科努尔发射场的情况，令人信服地表明照像侦察卫星的价值。第一代侦察卫星携带有自动照相机，需要将胶片安全送回地面，因此要有很精确的回收技术，这就显示了返回式卫星的重要作用。

从 1961 年至 1972 年，美国研制和发射了第二代照像侦察卫星。第一颗“萨莫斯 2”号传输型照像侦察卫星于 1961 年 1 月 31 日发射成功，在轨道上工作一个月，用星载全景扫描相机拍摄了几百张照片，通过无线电传输给地面站。这颗卫星重 1850 公斤，包括 150 公斤的仪器。这是一种普查卫星，在卫星上冲洗已拍好的胶卷，用光束扫描为无线电信号传输给地面，经地面计算机处理还原成图象。这种卫星经改进后，装有红外遥感器，能拍摄夜间照片，还有一个直径 1.5 米的天线，能高速和地面传输图象信号。并且随着卫星重量的增加，可多带燃料和胶卷，以保持长时间飞行。10 年内，这一代卫星共发射成功 87 颗，其中包括 19 颗电子侦察卫星。

如果把照像侦察卫星比喻为“太空之眼”，那么电子侦察卫星就是“太空之耳”。后者已不是用回收或传输图象来侦察地面的活动，而是采用传送无线电信号来识别太空观测的情况，为开展太空侦察活动提供了更加先进更加优越的条件。

1962年至1979年，美国又研制成功，第三代名叫“KH—9”的详查侦察卫星，共发射入轨95颗，其中8颗为电子侦察卫星。最初在轨道上只飞行14至17天，最后可达到90天。卫星长8米，直径1.5米，重2000公斤，呈圆柱形。机动性高，胶卷舱回收安全。后经改进，卫星长达17.7米，重3500公斤，星上装有多光谱照相机，能同时用几个波段拍摄照片。

1971年6月15日，美国发射成功第一颗“大鸟”号照像侦察卫星。到1983年6月20日，12年间共有19颗成功入轨运行，其中10颗为电子侦察卫星。这种卫星呈圆柱形，两侧装有太阳能电池帆板，重13.3吨，长约15米，直径3米。它像长着两只明察秋毫的眼睛，一只是具有高分辨率的详查相机，另一只是带有新型胶片扫描器的普查相机。这两种相机在160公里的高空能拍0.3至0.5米的地面目标，照片清晰，可辨别地面上的火车、汽车、飞机、建筑物以及大街上的行人。星上有6个可回收的胶卷舱，定期把拍摄的照片装在里面送回地球。“大鸟”号是美国第四代照像侦察卫星，工作寿命从52天延长到220天。

1976年12月19日，美国发射第一颗“KH—11”卫星，带有高分辨率的电视摄像机，并使用同步轨道上的数据中继卫星来传播图象。它能够在任何事件发生的瞬间即提供高清晰度的照片。这种卫星重约10吨，分辨率为1.5至3米，寿命2.5年。这是美国的第5代照像侦察卫星。1989年，一颗最新的“KH—12”照像侦察卫星发射成功，星上增加了最新研制出来的一种先进的电荷耦合器件摄像机，另外还采用了最新的自适应光子成像技术，能够识别地面12.5厘米×12.5厘米大小的物体。

这些KH系列卫星是美国一项统称“锁眼侦察卫星计划”的组成部分，至今仍在继续发展。这类卫星既能为进行例行侦察而拍摄大面积普查照片，又能在高空对重要目标进行详查，它们在过去20多年实施侦察中显示了巨大的作用。

## 8、耕云播雨的气象卫星

60年代初，气象卫星问世，打开了人们充分认识天候的大门。气象卫星从太空轨道上鸟瞰，首先观察到的是地球大气层，这正是气象观测的主要对象。这不但能够测得温度、气压、湿度、风速和风向等气象要素，而且还能够拍摄覆盖地球表面的云层、冰雪、地表和海洋的照片，通过云图可以预报地震和台风，探测污染，监视太阳活动。同时还能够转播气球、飞机船舶、海洋浮标以及各个气象观测站收集的气象资料。可以说，气象卫星是建在太空的理想气象站。

气象卫星一般有两种：一种是绕两极运行的极地轨道气象卫星，由于卫星是逆地球自转方向与太阳同步，沿着太阳早升晚落的方向运行，所以俗称太阳同步轨道气象卫星；另一种是与地球保持同步运行，相对地球是不动的静止轨道气象卫星，又称地球同步轨道气象卫星。卫星云图的拍播也有两种形式：一种是借助于地球上物体对太阳光的反射程度而拍摄的可见光云图，只限于白天工作；另一种是借助地球表面物体温度和大气层温度辐射的程度，形成红外云图，可以全天候工作。

美国是世界上最早发射气象卫星的国家。1960年4月1日，美国用“雷神—阿布尔”运载火箭发射世界上第一颗气象卫星“泰罗斯1”号，从而把

先进的航天技术引入气象科学领域，揭开了气象观测史上新的一页。这颗试验气象卫星呈 18 面柱体，高 48 厘米，直径 107 厘米。星上装有电视摄象机、遥控磁带记录器及照片资料传输装置。它在 700 公里高的近圆轨道上绕地球运转 1135 圈，共拍摄云图和地势照片 22952 张，有用率达 60%。从 1960 年至 1965 年间，共发射 10 颗“泰罗斯”气象卫星，其中只有最后两颗才是太阳同步轨道卫星。

1966 年 2 月 3 日，美国发射第一颗实用气象卫星“艾萨 1”号，它是美国第二代太阳同步轨道气象卫星。它的形状和大小与“泰罗斯”卫星相仿，轨道高度约 1400 公里，云图的星下点分辨率为 4 公里。从 1966 年至 1969 年间，共发射了 9 颗，获得了大量气象资料。

美国第三代太阳同步气象卫星是“诺阿”号系列卫星。第一颗于 1978 年 10 月 13 日发射，在太空轨道上工作 28 个月。这种气象卫星高 3.7 米，直径 1.9 米，重约 1400 公斤，轨道高度为 850 公里，轨道形状近似圆形，周期 102 分钟。现已发射 11 颗。它每天可传输全球范围内 1.6 万个点的大气探测资料，2 万至 4 万个点的海面温度测量值，100 多幅云图。目前世界上有 120 多个国家每天都在接收“诺阿”号卫星传回地面的云图。

自 1985 年以来，我国利用“诺阿”气象卫星资料成功地监测了全国范围内 10 次森林、草原和荒坡火灾。1987 年 5 月大兴安岭发生的特大森林火灾，就是气象卫星首先发现的，而且连续数日的卫星火情传真图为扑火指挥部的救火决策提供了可靠的依据。

1975 年 10 月 16 日，美国发射第一颗地球静止环境业务卫星“戈斯”号，它是美国第一代地球同步轨道气象卫星。这种卫星呈圆柱形，高 2.4 米，直径 1.9 米，重 194 公斤，工作寿命 3 年。星上装有可见光和红外扫描辐射计，星下点分辨率分别为 0.9 公里和 8 公里。卫星观测的原始云图数据可及时传送到地面，经数据处理后，再通过卫星每隔 3 小时向地面播送一次适用的云图信息。这种气象卫星至今已发射 10 颗，通常成对布置在轨道上，一颗在东经轨道，一颗在西经轨道，每颗可观测直径为 1 万公里的区域，几乎覆盖地球的三分之一，两星交覆区域为 5 千公里。它每半小时提供一张云图，每天处理 1200 多个风速和风向数据，播送 400 多种气象图，为世界各地的 1200 多个气象台站直接服务。

## 9、勘测地球资源的尖兵

地球资源卫星在国民经济发展中具有重要作用。这种卫星飞越地球上空，无论是冰封雪盖的南北两极，烟波浩渺的海洋，浓荫蔽日的原始森林，还是风尘迷漫的沙漠腹地，人迹罕至的崇山峻岭，远在大洋的孤岛，都能一览无余，尽收眼底。

1966 年 9 月，美国提出“地球资源观测计划”，试图利用空间遥感技术专门勘测地球资源。经过几年的研究，形成了地球资源卫星的设想。这种卫星采用 900 多公里高的近圆形太阳同步轨道，周期 103 分钟，每天绕地球 14 圈，第二天向西偏 170 公里，18 天后又回到原轨道运行，每帧图像可覆盖面积为 185 公里 × 185 公里的地方；它能宏观地揭示地球的表面特征和地质结构，可以发现用地面和航空测绘手段难以发现的地理特征。

1972 年 7 月 23 日，美国发射世界上第一颗地球资源卫星，后来改称“陆

地卫星 1”号。它是由“雷神—德尔它”运载火箭发射入轨的，重 892 公斤。卫星呈锥顶圆柱体，高 3.04 米，直径 1.52 米，容积 1 立方米，两块太阳能电池帆板长近 4 米。星体像一只张开双翅的蝴蝶。经过 5 年半的运行，1978 年 1 月 17 日停止工作。在此期间，向地面发回约 30 万张地球照片，提供了地质、海洋、农业、水文、城市规划等大量资料。

1975 年 1 月 22 日，美国发射“陆地卫星 2”号，主要用于农林资源的水利资源调查，如对尼日尔河三角洲的水文情况进行考察，测量巴基斯坦北部的冰雪覆盖情况，估算南美大陆资源及盐碱侵蚀土地、危害农作物的程度。

1978 年 3 月 5 日，美国发射“陆地卫星 3”号。这颗卫星重 960 公斤，运行两年后因星上的多光谱扫描仪发生故障而停止工作。这三颗卫星均系试验性的地球资源卫星。

1982 年 7 月 16 日，美国的“陆地卫星 4”号发射入轨。这颗卫星重达 1941 公斤，由于星上数据处理计算机以及直接向地面发射数据的天线失姿，仅在太空工作一年。

1984 年 3 月 1 日，美国的“陆地卫星 5”号发射成功，重 1941 公斤，携带有多光谱扫描仪和高分辨率的专题制图仪。卫星扫描宽度 185 公里，地面分辨率 30 米。

美国正在研制的“陆地卫星 6”号，将能提供立体图像，地面分辨率将达到 20 米，比以前发射的几颗资源卫星又提高了一步。

陆地卫星对地球资源的考察成果，超过人类历史上诸多地质、地理工作者在地面上和利用航空对地球进行考察所取得的成果，在实际应用中，它们已经发现几十个地图上没有的湖泊，找到了苏丹的油田、巴西的锡矿、澳大利亚的铀矿，带来了巨大的经济效益。

这种卫星具有地面勘测和航空勘测无法比拟的优点：首先是环球观测，所向无阻，不受地理位置和条件的限制；其次是卫星勘测，视野广阔，能提供大面积的照片；第三是卫星勘测，周而复始，能周期性地提供动态变化资料。陆地卫星每 18 天覆盖地球一次，若用 3 颗卫星组网，重复观测时间可以缩短为 6 天一次，能迅速及时提供全球范围的最新情况，这对于监视农作物、森林和牧草的生长，及时发现病虫害和观察防治效果，了解掌握河流水位的变化、冰雪形成、沙漠扩展、海洋流向及鱼群迁徙，预报火山爆发、洪水泛滥、地震和环境污染，都有极大的好处。

## 10、太空中的导航灯塔

1957 年苏联第一颗卫星上天，美国科学家在跟踪这颗卫星时，发现收到的无线电信号有多普勒频移效应，即卫星飞近地面接收机，收到的电信号频率逐渐升高，卫星飞离时，频率就逐渐降低。这就启发航天科学家们想到，利用地面站测出的卫星电信号多普勒频移曲线，就可以确定该卫星的运行轨道。反之，如果知道了卫星的精确轨道，就能够确定接收机的位置。这一发现，揭开了人类利用卫星进行导航定位的新纪元。

根据这个原理，1958 年底美国开始实施卫星导航计划。

1960 年 4 月 13 日，美国用“雷神—艾布尔”运载火箭把世界上第一颗实验导航卫星“子午仪 1B”号送入太空轨道。卫星上的主要设备是一台频率极为稳定的无线电发射机，可以连续发射频率为 150 兆赫和 400 兆赫的电波。

这颗卫星在任何天气条件下，试验对船舶进行导航的情况。

1963年12月5日美国发射第一颗实用型导航卫星“子午仪5B”号，由6颗卫星组成实用的导航系统，每颗卫星间隔布置，各自运行在高约1000公里的圆形极地轨道上，定位精度可达50至10米。同地面无线电导航相比，子午仪导航卫星集中了远程无线电导航台全球覆盖和近程无线电导航台高精度定位的优点，仅用几颗卫星组成的太空导航星座就能提供全天候的全球导航覆盖。因此自子午仪卫星上天以来，它的用户遍及全球，成功地地为各种军用舰艇和民用船只进行导航定位，还广泛用于海洋测量、石油勘探以及大地测量等领域。

子午仪卫星导航系统虽然可以完成定位的任务，但它还不能给出高度和速度信息，也不能进行连续而快速定位，精度也远不能满足要求，因此人们渴望这种卫星的功能有进一步改进。1973年底，美国制定了“导航星”全球定位系统计划，提出了研制第二代导航卫星工程。导航星全球定位系统由太空星座、地面台站和用户设备三大部分组成。太空星座包括18颗工作星和3颗备用星，均匀分布在6个轨道面内，采用圆形倾斜中高轨道，高20000公里左右，倾角63度，周期为12小时。如果用户装有与卫星同步的时钟，就能准确确定导航信号从卫星到用户的传播时间，乘上电波传播速度就得到卫星到用户的距离。要是同时接收3颗卫星发射的信号，就可确定用户的位置坐标；要是同时收到4颗卫星发射的信号，就能进行精确定位和测速，并能给出精确时间。这个系统使全球任何地点和近地空间的用户至少能同时看到4颗以上导航星，这就保证了连续的全球立体覆盖和三维定位能力。军用定位精度可达10米多，民用定位精度为100米左右；测量速度的精确度达每秒0.1米，授时的精确度小于1微秒，它能实现近于实时导航，一次定位时间仅要几秒到几十秒，这对高速飞行的飞机、导弹导航具有特殊的意义。

目前，导航星全球定位系统在轨道上运行的卫星已有16颗，其中5颗属试验型，11颗为工作型。全部部署完成共24颗导航星，其中21颗工作星、3颗备用星。这种导航星有两种型号：一种重约450公斤，另一种重约787公斤。它们以1575兆赫和1228兆赫频率向地球发送信号。

这种导航星全球定位系统比早先的子午仪导航卫星的用途又开拓许多。各种军用舰艇和商用船只装上导航星接收设备，就可在全球海域航行，随时进行高精度定位和测速，适用于舰队海上巡逻、海上军事演习和协同作战、海基导弹发射，以及海洋测量、石油勘探、海洋、捕鱼、浮标设立、管道铺设、暗礁定位、海上交通管制等。

各种军用和民用飞机装上导航星接收设备，就能在广阔空域翱翔，随时获得连续实时的高精度三维位置和速度数据，适用于飞机着陆、中途导航、空中加油、空中支援、空中侦察、航空绘图、空投物品、空中交通管制等。

部队通过导航星提供的精确位置和时间基准，在军队联合演习或战争期间，可帮助陆海空军协同作战。

对于从事测绘、地质和资源调查的野外工作人员，特别是进入人烟稀少的沙漠地区、原始森林和深山野林的探险者和考察者，只要带一台背负式导航接收设备，就不致迷路。

如果导弹武器装上导航星接收设备，可进行飞行修正，使之按预定弹道飞行，提高命中目标的精度。

还有，人造卫星、宇宙飞船等装上导航星设备进行导航定位的校时，能

大大降低对地面跟踪测轨和星上计算能力的要求，显著提高精度。

导航星还为实现高精度全球卫星授时，对经济发展、科学进步和国防建设也都有着重要的作用。

导航卫星犹如太空“灯塔”，照耀全球各个角落，在陆、海、空、天四大领域大显身手，履行它的精确导航定位责任。

## 11、遍布太空的宇宙号卫星

1962年3月16日，前苏联发射成功第一颗宇宙号卫星。截至1992年底，在30年的时间里，前苏联一共有2229颗宇宙号卫星上天遨游。这是世界上最多的一种系列卫星，执行的任务几乎无所不包，使用之广泛在世上首屈一指。这个系列卫星是扬格尔设计局研制的，它的总设计师是米哈伊尔·库兹米奇·扬格尔。

扬格尔于1911年10月25日出生在西伯利亚大森林地区的一个贫苦农民家庭。1937年毕业于莫斯科航空学院，很快成为研制许多新型飞机的专家，在航空技术领域颇负盛名。1950年在航空研究院进修深造后转到航天部门，被委派到科罗廖夫领导的设计局担任一个分部的主任职务，开始了他的航天科学生涯。

在50年代初，航天还是一个崭新的科学技术领域，它不仅集现代科学技术的大成，而且要求技术领导者具有大胆决策的魄力，扬格尔深信航天技术的前景，并渴望为之开辟成功的道路。1951年他担任副总设计师，翌年又被任命为研究所所长，扬格尔孜孜不倦地进行开创性的研究工作，进而提出建立火箭工业，发展航天事业，以适应国防建设需要和为国民经济服务的意见。

扬格尔的建议得到国家的支持，1954年他被委任主持试验设计局的工作。扬格尔设计局后来与科罗廖夫设计局齐名。他在领导设计局的工作中展现出作为总设计师的全面才能。扬格尔善于组织协调各个科研机构 and 生产厂家的力量，充分发挥总体设计局的作用。他还亲自解决研制生产和飞行试验中遇到的各种复杂技术问题。在研制火箭的过程中，首先面临火箭发动机和控制系统的许多难题，要对结构强度、空气动力学、材料等进行预先研究，等等。扬格尔能够充分利用各个专业化设计局的优势，联合科学院所属研究机构协同攻关，打开局面。在整个50年代，扬格尔领导他的设计局不断探索，日夜奋战，成功地研制出了第一台火箭发动机，证明他所选择的技术途径是正确的，这就为研制更加完善的新型火箭打下了良好基础。

扬格尔设计局的最大创造性成就，就是用它设计研制的两级运载火箭成功地发射了一系列宇宙号卫星。这个系列卫星最初为研究宇宙空间和高层大气的物理特性等方面起了重大作用。扬格尔的技术决策保证了这个系列卫星的安全和经济合理。宇宙号运载火箭及其卫星的技术原理和系统方案，都用模型进行过验证，在此基础上逐渐形成标准化系列。

标准化系列是一种很重要的，也是很科学的设计思想。这就是说，关于航天器的一切部件和零件，都加以标准化，可以互换通用，有了这种标准化系列的航天器，就解决了批量生产的工艺问题，使用统一的工艺模具和试验设备，从根本上减少了材料的浪费。而如果在安装或实用过程中，发现某个零部件有问题，立即可以另换一个重新投入使用，大大缩短检修、返修的时间。有了航天器的标准化系列生产，才使得前苏联有可能在短短的30年内向

太空发射了两千余颗宇宙号卫星。这个经济指标，构成了扬格尔的一个基本技术原则。前苏联后来广泛应用这一设计思想，推动了航天技术的迅速发展。

扬格尔设计局设计的宇宙号系列卫星，包括军事侦察、科学试验、气象观测、通信、导航和预警等用途。

## 12、东方红 2 号架起太空飞虹

1984 年 4 月 8 日，中国在西昌卫星发射中心成功发射一颗试验通信卫星。4 月 16 日又成功定点于东经 125 度赤道上空，星上仪器设备工作良好，通信、广播和电视传输等试验进行正常。它标志着中国航天技术的一个突破性进展。

早在 1975 年，中国就提出了研制同步通信卫星的计划。1977 年组织队伍，开展研制，铺设太空通信的道路。1982 年秋在第二次联合国探索及和平利用外层空间会议上，中国代表庄严宣布：中国将在 1983 到 1984 年用自行研制的运载火箭发射第一颗地球同步轨道试验通信卫星。这个计划如期实现了。

这颗名叫“东方红 2 号”的试验通信卫星，研制 7 年。东方红 2 号通信广播卫星工程的总设计师是新中国航天事业的创始人之一、著名火箭专家任新民博士；东方红 2 号试验通信卫星的总设计师是航天技术专家孙家栋教授。在他们的精心组织下，攻克了许多难关。特别是在发射前夕检测时还发现星上转发器连接处烧坏了 3 只管子，及时更换了电子元件，保证卫星处于良好状态。研制完成，还必须发射成功，而同步通信卫星的发射和定点，却是一个非常复杂的过程。4 月 8 日这一天，东方红 2 号卫星由挺拔在发射架上的长征 3 号运载火箭托起，19 时 20 分发射升空，直飞天际。20 分钟后，运载火箭三级准确入轨，星箭正常分离，卫星起旋在大椭圆转移轨道上飞行，这仅是走完了第一步。卫星在转移轨道上，最理想的情况也要飞行 37 小时，进行 3 次姿态控制、两次转移控制和一次变轨控制，才能把卫星推进到准静止轨道。4 月 10 日 8 时 47 分，当卫星第二次到达远地点前 3 小时，地面遥控指令远地点发动机点火，卫星进入准静止轨道，入轨精度很高。然后卫星按预定的漂移速度向定点经度位置漂移。4 月 16 日 18 时 27 分 57 秒，卫星成功定点飞行。4 月 17 日 18 时 30 分，中央电视台进行了近 1 小时的电视传输试验，画面稳定，图像清晰，色彩鲜艳，伴音清楚，效果很好。

这颗试验通信卫星高 3.1 米，直径 2.1 米，起飞重量 900 公斤，进入静止轨道后重 420 公斤。它可转发电视、广播、电话、电报、数传、传真等通信信息，开辟了中国卫星通信的广阔前景。

从此以后，到 1991 年底，中国又发射了 5 颗实用通信卫星。

1986 年 2 月 1 日，一颗实用通信广播卫星发射上天，并于 2 月 20 日准确定点于东经 103 度赤道上空，在通信、广播、电视、教育等方面具有更大的使用价值。它表明中国的通信卫星已进入实用阶段。1988 年 3 月 7 日和 12 月 22 日，又相继发射成功两颗东方红 2 号甲对地静止轨道国内实用通信广播卫星。它们分别定点于东经 87.5 度和东经 110.5 度赤道上空，星上各项仪器设备工作正常，传输的电话、电视效果优良。

1990 年 2 月 4 日又一颗实用通信卫星发射成功，9 天之后，2 月 13 日成功地定点于东经 98 度赤道上空。与前四颗通信卫星相比，卫星的工作寿命延

长，通信容量提高，对地面的辐射功率增加，通信卫星技术更加成熟了。但遗憾的是，1991年12月28日发射的一颗通信卫星，由于运载火箭第三级第二次点火后发动机提前熄火，卫星未能进入预定轨道。中国科技人员对遥测数据进入分析，已查明故障原因，因而采取措施可避免再次发生这类故障。中国的静止轨道通信卫星将会获得更大发展。

### 13、风云 1 号太空叱咤风云

1988年9月7日，中国一颗新型卫星从新启用的太原卫星发射中心升起，并在东经105.92度、北纬19.64度准确入轨。这就是观测风云变幻的“风云1号”气象卫星，它揭开了中国卫星气象事业的新篇章。

风云1号是太阳同步轨道卫星。它的轨道为圆形，高度为900公里，倾角为99度，卫星的轨道平面与太阳到地心连线的夹角保持不变。它在对地球观测时，对同一地区可以获得基本一样的光照条件，这有利于气象观测和拍摄云图。由于它的轨道为圆形，所以在任何时间里，卫星到地球的垂直距离大致相同，这对卫星观测和拍摄来说，其视场和比例均可保持一致，有利于进行比较和处理气象数据。同时，由于它绕地球南北两级飞行，所以能对全球的气象进行观测，约12小时就能观测一遍，每次观测在地面的扫描宽度达2800公里左右。但它不能像地卫那样追踪12小时以内的天气变化情况。

风云1号气象卫星是用新研制的长征4号运载火箭发射入轨的。卫星是一高1.2米、长宽各1.4米的立方体。两侧对称安装6块太阳电池帆板，展开后卫星总长8.6米。卫星重750公斤。一昼夜绕地球飞行14圈，可覆盖地球两次。

风云1号气象卫星的总设计师是孟执中。他介绍了这颗卫星在设计上和技術上有很多突破：它有大面积的伸展式太阳电池阵，由14000片硅光电池组成，能提供800瓦电力，充分保证气象卫星工作的能源需要；

它携带的磁带记录仪，容纳信息的密度高，而且使用的寿命长；

它具有三轴姿态稳定系统，全部由数字控制，保证了气象卫星在太空中运行的姿态稳定；

它携带两台扫描辐射仪，扫描分辨率极高，保证了传送回来的图像清晰；而且有5个探测通道，可以探测白昼和夜晚的云图、地表图象、海洋水色图案、海洋面温度、冰雪覆盖及植被生长等。

由于这颗卫星的主要任务是获取全球信息，因而它不仅可以向国内发送气象资料，而且可以向全世界各气象卫星地面站发送气象资料。

风云1号发射后一刻钟，广州气象卫星地面站就收到它发回的信息。不到4个小时，就完成第一圈环球飞行，并拍摄了一幅太阳刚刚从地平线升起的云图照片。照片纹理清楚，层次丰富，图象清晰，可与世界上先进气象卫星拍摄的图片媲美。

第一颗风云1号卫星在试验飞行中，其图象质量不低于美国的气象卫星，超过苏联、欧洲和日本同类卫星的图象质量。可惜由于星上红外通道受到污染，信号迅速衰减，加上控制系统后期失控，仅在轨道上运行39天就停止工作。

1990年9月3日，中国又发射成功第二颗“风云1号”气象卫星。它在900公里高的太阳同步轨道上追星逐月，纵览风云，不断传回大量气象资料。

它拍摄的云图照片纹理清楚，层次丰富，具有较高使用价值。这颗卫星一天绕地球飞行 14 圈，经过中国接收区上空 7 次。根据它传回图象上云的形状、厚度以及运动变化规律，可作出科学的天气分析和预报，同时传回地面的信息可加工处理为地表特征、植被生长等图象资料，广泛应用于城市规划、海洋捕捞、小麦估产、森林火情监测等领域。它给国民经济的发展带来巨大益处。

#### 14、亚星和澳星的闪光轨迹

卫星的应用范围日益扩大，通过它不断架设起了国际合作的桥梁。特别是通信卫星，使世界各国的距离越来越近了。1985 年 10 月，中国政府宣布，长征系列运载火箭投放国际市场，承揽对外发射卫星服务。中国对亚洲 1 号和澳星 B1 号通信卫星相继发射成功，标志中国航天技术在走向世界的道路上迈出了坚实的一步，成为对外合作的新起点。

1990 年 4 月 7 日 9 时 30 分，亚洲 1 号通信卫星用中国长征 3 号运载火箭发射升空，立即在全世界引起震动，掀起了中国发射外国卫星的新一页。

亚洲 1 号卫星是美国休斯公司制造的。原来名叫西联星 6 号，1984 年 2 月 3 日曾由挑战者号航天飞机载上太空发射。按原定程序，它将连同上面级火箭、有效载荷辅助舱一起被弹出航天飞机货舱后，首先通过上面级火箭推动进入同步转移轨道，最后通过星上远地点发动机的推动进入倾角为零度、高 35800 公里的圆形地球同步轨道，但由于载荷辅助舱的火箭发动机提前熄火而未能进入预定的同步转移轨道。同年 11 月 12 日由发现号航天飞机的航天员到轨道上将它回收，并带回地面送休斯公司检查。检查表明，卫星性能良好，完全可以承担原设计要求的通信任务。1988 年，总部设在香港的亚洲卫星通信公司购买了这颗卫星，并改名为亚洲 1 号卫星。1989 年 1 月中国承揽了重新将这颗卫星送入太空的任务。

亚洲 1 号卫星本体呈圆柱形，直径 2.2 米，高 6.5 米，重 1.25 吨，设计寿命为 10 年。它有 24 个 C 波段转发器，每个转发器可为一条电视线路或 1200 条单向话路通信转发服务。覆盖面积可达亚洲 30 多个国家，能为包括东南亚、朝鲜半岛和中国大部分地区的 25 亿人口提供通信服务。卫星定点于东经 105 度赤道上空，80% 的用途是电视转播，期用于公共通信网和专用通信网，包括长途电话、用户电报、图文传真和数据传输等。1990 年已成功地为北京举办的第 11 届亚运会电视实况转播服务。亚洲 1 号卫星的发射成功，改善了亚洲地区通信能力严重不足的局面，提高了这一地区的通信水平。

两年之后，1992 年 3 月 22 日中国最新研制的长征 2 号 E 大推力捆绑式运载火箭担负了发射澳星 B1 号的使命。结果由于控制点火线路中残存的铝质多余物造成助推器发动机故障，火箭实施自动紧急关机，发射失败，但澳星完好无损。一时受挫，是走向新的成功的起点。中国航天科技人员迅速查明了故障原因，日夜兼程制造出一枚新的长征 2 号 E 运载火箭，完成了重新发射的准备工作。同年 8 月 14 日早晨，澳星迎着朝霞顺利升空，发射圆满成功，标志中国航天技术从挫折中奋起，跨上一个新的台阶。

这颗名叫澳赛特 B1 的卫星是澳大利亚的第二代通信卫星，它是美国休斯公司研制的第一种三轴姿控稳定卫星平台，属 HS601 型。卫星是 2.3 米的方形箱体，两个太阳电池帆板各长 9 米，入轨后的重量为 1582 公斤，设计寿命

为 15 年。它装有 3 种不同频段的有效载荷，用于直播电视、移动通信和高清晰度电视等新业务，代表了当今通信卫星的先进水平。

## 第四章 载人航天的风雨历程

经过发射小狗和猩猩上天之后，人类终于跨出地球故土，到太空轨道上翱翔，甚至在月球上留下了自己的脚印。从第一位乘宇宙飞船上天访问的地球使者，到今天仍在空间站上飞行的太空英雄，在 31 年时间里已有 20 多个国家的 507 人次飞上太空，用他们奋力拼搏和不畏牺牲的行动，展示出人类攀登航天技术高峰的追求和成功。

截止 1992 年底，在太空轨道上曾留下过 104 艘载人飞船、9 座空间站和 52 架航天飞机的身影。这些载人飞行器是成千上万人心血和智慧的结晶，是科技的进步和文明的成果。载人飞上太空是航天技术发展的新的里程碑。

### 1、第一个航天员的太空之旅

1961 年 4 月 12 日，是人类航天史上继往开来的重大日子。这一天，前苏联航天员加加林乘坐东方 1 号宇宙飞船飞上太空，进行了一次划时代的航天飞行。但有谁知道，在加加林首航太空之前，经过了多少实验和失败，甚至付出了多么沉重的代价，才取得了最后辉煌的成功。尽管关于人类升天在中国有嫦娥奔月的神话，在西方有代达罗斯父子飞向太阳的神话，但毕竟都只停留在人们的想象之中，人类历史上并不曾出现过一次人真正升入太空的事实。因此，要将人送入太空就不是一件轻而易举的事。在人进入太空之前，科学已经告诉人们，那里是一个没有空气的，温度变化剧烈的，而且是失重的环境，所以，在真正把人送进太空之前，必须先弄清楚作这样的太空飞行，对人将会发生什么影响？而且要在技术上妥善解决，人将怎样从太空飞回地球？因为人回到地球和在地球上回收卫星舱还不一样，必须保证人身安全。

为了弄清楚太空飞行对人有什么影响，前苏联开展了一系列空间生物学实验，首先把动物送上高空作探索飞行。从 1949 年到 1958 年的 10 年间，前苏联用生物火箭和生物卫星一共将 42 只狗发射升空，研究失重对动物各个器官的影响，许多只狗在巨大加速度下或着陆冲击时死亡。1957 年 11 月 3 日，在“伴侣 2”号卫星上载有一只叫莱依卡的小狗，它是第一个达到轨道高度飞行的动物。在太空飞行的 7 昼夜间，经受住了入轨和失重的考验，无线电波不断传回它在长期失重下的举止和器官状态的数据，表明失重本身对动物机能引起危险变化。后来，又多次载狗上天扩大研究范围，对小狗的心脏生物电流、脉搏、呼吸频率、心声、颈动脉容积变化、体温等一一进行实验，证明动物太空飞行能够安全完成。

经过这些动物上天的实验飞行，科罗廖夫这才肯定地指出：“现在苏联研究人员完成太空飞行所必须的条件和设备均已具备，需要的是进一步积累发射宇宙飞船与返回地球的实践经验。”第一位被选中的航天员就是加加林。

在加加林上天飞行之前一年，1960 年 5 月 15 日，发射了第一艘东方号不载人飞船。这艘飞船不带防热罩，没有降落伞，更无弹射装置，只是为了验证姿控系统和着陆舱的分离系统，所以发射上天后没有返回地面。7 月 23 日再次试验发射一艘不载人飞船，此次因火箭发生故障而失败。8 月 19 日发射一艘载两只小狗的东方号飞船，运行良好，安全返回。12 月 1 日再次发射一艘载有动物的东方号飞船，结果因制动系统失灵，返回时失败。1960 年底又进行一次发射试验，飞船未进入轨道。这 5 次发射试验，有成功，有失败，

因此尚无绝对的把握。1961年3月9日和21日，再由东方号飞船两次载狗上天，进行载人飞行前的预演，结果均获成功，载人航天提上了日程。但遴选出的第一名担任首航太空任务的预备航天员，本是邦达连科·不料就在1961年3月23日，邦达连科在地面进行试验时，因偶然事故引起压力舱燃烧爆炸，邦达连科牺牲，未能实现自己的愿望。后来，被选派为人类第一位飞向太空的使者，就是幸运儿加加林。

东方号飞船是科罗廖夫的杰出贡献。在他的主持下，1958年通过设计审查，1959年初展开实际设计工作，仅两年时间就研制出了第一艘宇宙飞船。飞船总重约4.73吨，总长为4.4米，最大直径为2.4米。它由两部分组成：上部为球形返回舱，重2.46吨，直径2.3米，带有一张巨型降落伞和一个软着陆反推火箭系统，座舱只能乘1人；下部为对顶锥形的仪器设备舱，长2.25米，最大直径2.4米，重约2.27吨。经过多次不回收和载动物回收发射试验之后定型，为载人进入太空铺平了道路。东方1号发射的当天早晨，即1961年4月12日早晨，科罗廖夫领导的发射小组护送加加林来到拜科努尔航天发射场，加加林进入飞船座舱后，电子设备显示飞船舱盖没有关好。这时离发射还有1个小时。赶快关好舱盖，解除警报。9时7分，东方1号升空进入327公里高的轨道，绕地球飞行整1圈，10时55分，加加林借助降落伞在萨拉托夫地区的一座村庄田野上安全着陆，不声不响地完成了一次历史性的飞行。这总共108分钟的飞行，开创了人类通向太空的道路。加加林在总结这次破天荒的事件时写道：“宇宙飞行不是某个人或某一群人的事，这是人类在其发展中合乎规律的历史进程。”

美国一直在同前苏联进行太空竞赛，差不多同时开始实施载人飞行的“水星计划”。美国的水星号飞船外形像一口铜钟，高2.8米，底面直径1.8米，顶面直径0.5米，重1.35吨，同样只能容纳1名航天员。可美国还是比前苏联晚了一步。在加加林夺走桂冠之后，1961年5月5日匆忙发射了一艘水星3号载人飞船，航天员谢泼德未进入地球轨道，只是直上直下作了15分钟的亚轨道飞行。直到一年后的1962年3月20日，美国真正的第一位航天员格伦才乘水星6号飞船进入地球轨道，绕地球3圈，飞行115分钟，迈出了美国挺进太空的第一步。

此后，到1970年6月，前苏联发射成功6艘东方号飞船、2艘上升号飞船和8艘联盟号飞船，从载1人到载3人，共把25名航天员送上太空进行轨道飞行。而美国到1966年11月，相应地发射了4艘水星号飞船和10艘双子座号飞船，共载24名航天员到地球轨道上飞翔。特别引人注目的是，1975年7月15日，前苏联载两名航天员的联盟19号飞船和美国载3名航天员的阿波罗18号飞船在太空对接，实现一次举世瞩目的联合太空飞行，写下了国际合作开展航天活动的新篇章。

## 2、航天员惊险的太空行走。

人乘飞船到太空飞行不易，人要到飞船之外的茫茫太空行走更是如履薄冰，十分危险。因为人离开飞船座舱进入宇宙空间，不仅要克服失重、真空给人体活动带来的困难，而且还要战胜高温、高寒和辐射对人体的影响。同时，人步入敞开的空间，离开飞船活动，一旦与飞船失去联系，或出现其他意外故障，那么人就可能成为一颗“人体卫星”被抛入太空，再不能返回地

球。这是多么可怕的事情。因此，航天员到空间行走需要解决许多技术上的难题。

人进入太空飞行后，开始只在宇宙飞船、空间站或航天飞机的密封舱里生活。后来由于空间活动的需要，航天员穿着宇宙服试验到舱外活动。1965年3月18日，前苏联航天员列昂诺夫离开上升2号飞船密封舱，系着安全带第一次实现到茫茫太空行走。列昂诺夫穿着的一种新型宇宙服，其内衣是由通心粉状的管子盘成的，管子总长100米。管内流过的冷水能吸去航天员身上散发的热量，并排放到宇宙空间去。在这种内衣外再罩上一层一层外套，套上同样多层的手套，穿上金属网眼靴子，戴上增强树脂盔帽，就能保证到密封舱外安全活动。

同年6月5日，美国航天员怀特也走出双子座4号飞船的密封舱，在太空行走了20分钟。他们两人开创了人类太空行走的先河。

自从载人航天以来，航天员已实现了近百次太空行走。但在1984年以前的60多次太空行走中，航天员不仅必须穿上特制的宇宙服，而且还要使用安全带和供给氧、电的“脐带”，并在航天器上，以防在太空中飘走。后来经过长期试验，终于解决了人不系安全带到太空活动的问题。

1984年2月3日，美国挑战者号航天飞机上的两名航天员麦坎德利斯和斯图尔特，背上一种叫“喷气背包”的太空代步装置，飞离航天飞机97米远，进行了5个小时的舱外活动。这是世界上第一次不系安全带的太空行走。这种喷气背包又称太空摩托艇，高约1.25米，宽约0.83米，总重150公斤，内装12公斤液氮气，航天员通过扶手上的开关控制24个微型喷嘴，喷射出压缩氮气，形成各个方向大小不同的反推力，实现各个方向的移动。航天员带上这种喷气背包，能在茫茫太空中翻筋斗、旋转、左右摇摆、立定不动，以及上下前后自由移动。航天员做这些动作可以客不费力气，心不跳，气不喘，不感到一点劳累，因为太空中既没有风，也没有摩擦力。当然，由于这是一种新的宇航工具，使用还不很顺手，所以往往也会出现险情。太空是个黑暗的世界，只有在航天器位于太阳与地球之间时，才能看到太阳和有光亮的地球，而一旦背向太阳，面前则是漆黑一片，航天员从不在夜间走出密封舱去活动。太空也是个极冷的世界，航天员走出密封舱，就会感到刺骨透心的寒冷，禁不住浑身发抖。而美国的麦坎德利斯和斯图尔特，就在这样的太空环境里出色地完成了太空行走任务。

1989年9月6日，前苏联航天员维克多连科和谢列布罗夫乘联盟TM—8号飞船上天，进入和平号轨道站工作。他们穿上新型密封宇宙服，背上与美国太空背包类似的太空机动装置，走出轨道站座舱，先后5次进入敞开的太空行走。1990年1月8日，两名航天员第一次走出舱外，活动2小时56分钟，行走35米。他们在舱外安装了两个80公斤的方向传感器，卸下了长期暴露在宇宙空间的试验材料样品。1月11日，他们开始第二次太空行走，在站外拆除了作废的平台，并把对接器从量子2号专业舱搬到轨道站的另一侧，以备对接后来的专业舱。1月26日，他俩第三次到站外试验带有通信、遥控和动力装置的新型密封宇宙服，并在量子2号专业舱舱口安装航天员独立活动装置停靠器。2月1日，他们第4次走出座舱，离开舱门最远到33米，试验了一种在太空自由飞行的“宇宙小艇”的性能，这次太空行走用了4小时59分钟。2月5日，航天员又到舱外飞行了200多米，停留了3小时45分钟，乘“宇宙小艇”演练了各种运动状态的控制，并考察了轨道站周围的

辐射情况。

航天员太空行走是一项全新的技术，而且需要具有良好的心理素质。这种太空行走在航天活动中越来越显出它的重要作用。

### 3、科马罗夫太空遇难

前苏联航天科学巨子科罗廖夫逝世一年之后，1967年4月23日，他生前主持研制的联盟1号新型宇宙飞船，将航天员科马罗夫载上太空飞行。但在返回地面时，由于降落伞未及张开，使着陆舱附地爆炸，科马罗夫不幸罹难，造成一起灾难性事故。科马罗夫是前苏联航天史上第一位死于航天事故的航天员。

联盟1号飞船的飞行，原是前苏联载人登月计划试验的一部分。这次是准备发射两艘载人飞船在轨道上会合和对接，以联盟1号模拟载人登月飞行中绕月球飞行的指令舱，另外再接着发射联盟2号飞船作为登月舱，在模拟登月成功之后，验证登月舱中的航天员通过太空行走，进入指令舱而重返地球。但这次试验刚开始就失败了。

在联盟1号载人上天前，1966年底前苏联曾发射过3艘无人驾驶的联盟号试验性飞船。第一艘飞船进入运行轨道后，由于发动机工作不稳定，飞船无法改变方向，也不能脱离运行轨道，后经地面抢救，总算减慢了飞船速度，在返回地面的途中偏离预定轨道，只好用船载专用系统炸毁。第二艘无人飞船在发射时，先是由于运载火箭的自动系统在点火前数秒突然发生故障，停止工作，后虽然点火起飞，但突然热调节系统着火，第三级火箭爆炸而使试验失败。第三艘无人飞船发射和飞行正常，只是在降落过程中再入大气层时前部的隔热板烧穿一个小窟窿，幸运地返回地面。可见，飞船发射试验不是一帆风顺的。

1976年4月20日，确定23日为联盟1号载人飞船的发射日期，科马罗夫被选为这次飞行的航天员。同时确定第二天发射联盟2号飞船，运载贝科夫、叶利谢耶夫、赫鲁诺夫3名航天员。4月23日莫斯科时间凌晨3时35分，联盟1号飞船发射升空，入轨后就发现左翼太阳能电池帆板没有张开，科马罗夫多次试图排除这个故障，未获成功。这样，飞船没有足够的动力来校正航向，靠近并与另一艘飞船对接，地面指挥中心决定暂时取消联盟2号飞船的发射计划，并通知联盟1号飞行到17圈时立即返回。

由于联盟1号飞船没有足够电源，返回地面只能用手动控制姿态，这要求航天员从地平线获得方位，但在飞船进入地球阴影时，地平线不易看清，操作起来相当困难。科马罗夫利用飞船上的陀螺，控制飞船的平衡，当飞船飞出地球的阴影时，地平线出现，他便使用手动操作修正了飞船的位置。

第二天清晨，飞船开始降落，科马罗夫向地面报告，返回发动机已经点火，飞船正脱离飞行轨道，按预定程序踏上返回之路。在地面指挥中心派伊尔18飞机飞往预定着陆地点的途中，接到报告说，飞船回收舱的降落伞已经打开，科马罗夫已在哈萨克的奥尔斯克以东65公里处着陆，人们都认为科马罗夫用手动操纵飞船安全返回。但当伊尔18飞机飞抵飞船着陆地点，却传回了一个不幸的消息说：联盟1号飞船已在当地时间早晨6时24分着陆，飞船在燃烧，现场没有发现航天员。在出事现场，聚集了许多当地居民，他们目睹宇宙飞船猛烈地冲向地面，降落伞没有打开，着地时听到几声剧烈的爆炸

声，看到飞船在火中燃烧。后来在飞船残骸堆中，找到了科马罗夫的遗体。

最后清理现场的结论是：航天员科马罗夫已经殉难，联盟1号飞船已经烧毁。事故原因是：飞船回收舱的主降落伞没有打开，备用伞也出了故障，以至飞船着地的速度达到每小时150公里，这种迅猛的速度使飞船降落时撞到地面，造成返回制动发动机爆炸，引起大火。本来，科马罗夫已在太空度过难关，完成飞行，但却在返回地面的一瞬间发生惨祸，令人十分遗憾。当然，这次太空飞行的失事，也给人们留下了深刻的教训。

#### 4、阿波罗飞船的登月壮举

自1969年7月21日美国2名航天员首次登上月球，到1972年12月阿波罗号飞船完成6次登月飞行，这一伟大壮举在世界引起强烈反响。12名航天员在月面共停留302小时20分钟，在6个不同地点采集月球岩石和土壤，取得了光辉成就。

早在1961年5月25日，美国总统宣布：“要在10年内把美国人送上月球。”于是，举世瞩目的阿波罗登月计划诞生了，动员了2万家企业、200所大学和80多个科研机构的30多万人参加这项宏伟工程。

阿波罗计划的土星5号巨型运载火箭研制成功后，便集中建造阿波罗号飞船。设计的飞船由指令舱、服务舱和登月舱三部分组成。指令舱呈圆锥形，高3.23米，底部直径3.1米，发射重量5.9吨，可容纳3名航天员。指令舱具有绝对可靠的防热和密封性能。服务舱是个动力舱，呈圆筒形，除储备燃料电池和发动机燃料外，还有供航天员够15天用的氧气、食物和水等。登月舱高约7米，直径4米，分为上升段和下降段。上升段装有维持航天员生命的各种设备和电源；下降段装有动力系统，提供登月和离开月球的动力，还有登月车及一些月球探测设备。1966年2月26日，阿波罗1号飞船研制出来，开始不载人的飞行试验，预示着载人登月之日不会很远了。

当然，这样一个空前宏伟的工程，会遇到许多困难和挫折，甚至也有牺牲。1967年1月27日阿波罗4号飞船进行地面试验时，由于电路设计上的缺陷，导线产生电火花引起充氧座舱起火，航天员怀特、格里索姆和查菲正在座舱内训练，结果在舱内窒息而死。灾难发生后，集中1500多专家和技术人员对飞船设计全面检查，采取覆盖全部电路、禁用易燃材料、改进舱门启闭系统等措施，使飞船更加可靠和安全。

从1968年10月至1969年5月，美国连续发射了阿波罗7号到10号4艘飞船，进行载人飞行试验。1968年10月11日至22日，阿波罗7号飞船载着3名航天员环绕地球飞行，检查飞船的变轨能力。飞行期间出现了50多起故障。

1968年12月21日至27日，阿波罗8号飞船成功地进入月球轨道，3名航天员在距月球100公里的轨道上飞行10圈，饱览了月球风光。

1969年3月3日，阿波罗9号飞船载3名航天员飞抵月球轨道，试验登月舱的技术状况。

1969年5月18日，阿波罗10号飞船把3名航天员载到环绕月球的轨道，试验了指令舱和登月舱的分离、对接，并探测了月球上的静海登月点，进行载人登月前的一次预演。5月26日3名航天员平安返回地球。这样，一切准备就绪，登月的时机完全成熟了。

1969年7月16日，由阿姆斯特朗、奥尔德林和柯林斯组成的乘员组，乘坐阿波罗11号飞船从美国佛罗里达州肯尼迪航天中心启程，奔向月球的旅途，去实现人类多年的梦想。阿波罗11号飞船飞行3天后，顺利进入月球轨道。7月20日20时7分，阿姆斯特朗和奥尔德林登上登月舱，与柯林斯驾驶的指令舱分离，在月球静海西南角着陆。7月21日2时56分，阿姆斯特朗第一个走出登月舱踏上月球，19分钟后奥尔德林紧跟着在月面留下了他的第一步脚印。他们在月面着陆的地方立上带去的一块金属牌，上面写着：“公元1969年7月，来自行星地球上的人类首次登上月球，我们为和平而来。”然后在月面上安放了一些测量仪器，采集了20多公斤月球岩石和土壤标本，在月球上活动了2小时15分钟。7月21日下午1时54分，阿姆斯特朗和奥尔德林乘登月舱离开月球，6小时后与在月球轨道上接应的柯林斯会合，一起进入指令舱踏上归途。7月24日12时50分，这3名登月英雄乘坐回收舱顺利溅落在太平洋，回到地球。人类首次登月活动经历了8昼夜3小时18分钟，两名航天员在月面生活了21小时36分钟，取得了辉煌的成功。

第一个登上月球的阿姆斯特朗，在迈向月球第一步时不无感慨地说：“对于一个人来说，这是微小的一步；而对人类来说，这却是巨大的飞跃！”

## 5、响在轨道站上的礼炮声

随着航天活动的深入开展，人们迫切需要在太空建立适合载人长期工作和生活的基地，于是空间站开始应运而生了，前苏联从1971年发射礼炮1号轨道站，到1982年礼炮7号轨道站上天飞行，10年内发射了两代7座轨道站，显示了在空间站建造上的巨大进步，在载人航天活动中发挥了重要作用。

礼炮1号轨道站是1971年4月19日发射升空的，从此载人太空飞行进入一个新阶段。礼炮1号由轨道舱、服务舱和对接舱组成，呈不规则的圆柱形。总长约12.5米，最大直径4米，总重约18.5吨，只有一个对接口，运行轨道近地点200公里，远地点222公里。它入轨后，同年4月24日和6月7日相继有联盟10号和11号两艘飞船上天同它对接飞行，每艘飞船各载3名航天员，共在站上停留26天，开展了科学考察活动。礼炮1号轨道站仅在太空运行6个月，完成载人和不载人的太空考察任务之后，于同年10月11日在太平洋上空坠落殒毁。

1973年4月3日发射礼炮2号轨道站，但由于入轨后发生故障，4月28日失去控制在太空解体。

1974年6月25日礼炮3号轨道站上天，在轨道上运行7个月，先后接待联盟14号和15号两艘飞船。联盟14号飞船上的两名航天员进到站内工作16天，而联盟15号飞船对接失败，两名航天员不得不提前驾驶飞船返航。礼炮3号轨道站处于无人状态，直到1975年1月24日停止工作。

1974年12月26日，礼炮4号轨道站发射入轨，并接待了两批航天员到站上作访问考察。其中联盟18号飞船载运上天的克里穆克和谢瓦斯季扬诺夫到站上停留63天，创造了当时航天飞行时间最长的纪录。此外，有一艘不载人的联盟20号飞船给礼炮4号运去补给燃料，使它在太空运行的时间延长到15个月。

礼炮5号轨道站于1976年6月22日升空飞行。它在太空运行期间，先

后有 3 艘载人飞船同它对接，共有 6 名航天员进入站内开展了冶金材料、晶体生产和生物医学等实验工作。其中沃雷诺夫和卓洛波夫在站上工作的时间最长，达到 109 天。

这 4 座礼炮号是第一代空间站，与宇宙飞船相比，人能够在站上较长期停留，科学实验范围扩大，但由于轨道站只有一个对接口，只能与一艘飞船对接，站上的食品、氧气、燃料储备有限，补给问题无法解决，轨道站的寿命也不很长。所以经过改进，第二代的礼炮 6 号和 7 号两座轨道站相继研制成功。

第二代轨道站增加了一个对接口，可以同时与两艘飞船对接组成轨道复合体。除接待联盟号载人飞船外，进步号货运飞船定期飞往轨道站，为航天员运送工作和生活所需的物品，包括燃料和科学实验设备。这样就使航天员在站上的活动范围更广，停留时间延长。

1977 年 9 月 29 日发射上天的礼炮 6 号轨道站，在太空飞行了将近 5 年，共接待 18 艘联盟号和联盟 T 型载人飞船，有 16 批 33 名航天员到站上工作，累计载人飞行 676 天，完成 120 多项科学实验，拍摄了 1 万多张照片。其中 1980 年 4 月 9 日上天到礼炮 6 号轨道站上工作的航天员波波夫和柳明，创造了飞行 185 天的纪录。这座轨道站结束载人飞行后，又在自动状态下运行 8 个月，继续提供有价值的实验资料，直到 1982 年 7 月 29 日才坠入大气层烧毁。

1982 年 4 月 19 日，礼炮 7 号轨道站进入太空飞行。在它在太空接待了 11 批 28 名航天员，其中包括世界上第二位女航天员萨维茨卡娅。特别是 1982 年 5 月 13 日航天员列佐沃伊和列别杰夫在轨道上飞行 211 天，完成 300 多项实验任务；航天员基齐姆、索洛维约夫和阿季科夫在 1984 年 2 月 8 日至 10 月 2 日的一次飞行中，创造了在太空停留 237 天的纪录。礼炮 7 号轨道站载人飞行的累计时间达 800 多天，航天员可以在站上对任何部位进行维修，更换损坏失效的设备。1986 年 8 月礼炮 7 号轨道停止载人飞行，但它所建立的卓著功绩已载入航天史册。

## 6、名扬天外的天空实验室

1963 年，美国就制定了一个载人轨道实验室计划，设想载人上天长期工作。这个计划是建造和发射 5 个载人轨道实验站，每个站的主体是一个圆柱形实验室，航天员在上面工作 30 天。1966 年 11 月建成后进行过一次不载人试飞，1969 年由于加紧实施载人登月计划，这项空间站的工作停止发展。美国在完成阿波罗登月计划之后，利用阿波罗计划剩余的零部件，重新设计装配了“天空实验室”空间站。

1973 年 5 月 14 日，美国把天空实验室送上 435 公里高的近圆轨道上运行。天空实验室是美国至今唯一的一座空间站，全长 36 米，最大直径 6.7 米，总重 77.5 吨，能提供 360 立方米的工作场所。它由轨道舱、过渡舱、多用途对接舱组成。原来有 6 块太阳能电池帆板，展开后宽 28 米，其中 4 块呈狭长条形，打开后呈十字形，另两块像机翼那样张开，居于圆柱左右两侧。在发射过程中，由于火箭穿过大气层时摩擦受力，右翼的一块太阳能电池帆板脱落，左翼的一块太阳能电池帆板被卡住打不开来，同时实验室外表的防热层又被空气摩擦弄破了，进入轨道后由于太阳照射，舱内温度升高，整

个飞行计划面临失败的危险。于是不得不由地面上采取措施，派航天员上去把它修理好。

天空实验室发射 10 天后，1973 年 5 月 25 日，由阿波罗号飞船把第一批 3 名航天员送上太空，他们进入天空实验室，然后走到舱外，先对损坏的太阳能电池帆板进行修理，用 4 个小时完成了打开太阳能电池帆板的任务，这可以说是人类首次在舱外空间作业。保证了天空实验室必需的动力来源。然后，航天员对地面 182 个目标进行观测、照像以及开展医学生物学实验，取得圆满成功。这次天空实验室载人飞行共 28 天。

可是天空实验室隔热层的被损坏，仍然给天空实验室内的航天员带来不适。1973 年 7 月 28 日，第二批 3 名航天员乘阿波罗号飞船到达天空实验室工作。他们走出天空实验室，设法在圆柱体顶部张开一把 7 米长、6 米宽的遮阳伞，以挡住阳光的直接照射，这才使舱内温度完全恢复正常。这次飞行 59 天。

同年 11 月 16 日，第三批 3 名航天员由阿波罗号飞船载到天空实验室，开展了一系列科学实验和观测活动。他们在天空实验室内度过了圣诞节和新年，直到 1974 年 2 月 8 日才离开天空实验室返回地面，在太空停留了 84 天。

这三批 9 名航天员在天空实验室共停留 171 天，曾走出舱外共活动 40 多小时。在此期间，航天员用 58 种科学仪器，进行了 270 多项空间物理、天文观测、地球资源勘查、工艺技术试验和生物医学等研究活动，拍摄了 18 万张太阳活动照片和 4 万多张地球表面照片，录制了 10 万米磁带，观测到一次中等程度的太阳耀斑爆发全过程。

1974 年 2 月 8 日第三批航天员撤离天空实验室后，它被封闭起来不再使用，总共在太空运行 2249 天。

1979 年 7 月 12 日，由于轨道上空气阻力的影响，天空实验室逐渐降低高度和减慢速度，终于在南印度洋上空坠入大气层烧毁，完成了它的历史使命。

## 7、和平号的长期载人飞行

和平号轨道站是前苏联的第三代空间站。总长 13.13 米，最大直径 4.2 米，重 21 吨。它由工作舱，它的 6 个对接口可以对接 6 个载人或不载人的飞行器，实际上是对接 6 个专业组合舱，它们都各有动力装置和生命保障系统，可独立在太空机动飞行和完成不同的任务。截至目前，除已对接联盟 TM 号载人飞船和进步 M 号货运飞船以外，还对接过用于天体观测的量子 1 号舱、用于服务的量子 2 号舱和用于材料加工的晶体号工艺舱，计划还将对接用于光学观测的光子号舱和用于地球观测的自然号舱。它们组成一个庞大的轨道联合体在太空轨道上自由翱翔。

1986 年 2 月 20 日发射入轨以来，和平号轨道站已先后与各型联盟号载人飞船、进步号货运飞船以及量子号、晶体号专业舱对接组成轨道联合体，供航天员进行天体物理、生物医学、材料工艺实验和地球资源勘探等科学考察活动。这个轨道联合体总长度达 35 米，总重量达 70 吨，是目前在太空飞行最大最重的物体。

截至 1992 年 10 月，在 6 年半的时间内，和平号轨道站已接待了 1 艘联盟 T—15 号和 14 艘联盟 TM—2 至 15 号，共载航天员 40 人次到站上进行长期

或短期科学考察，取得了许多重要的科学实验成果，不断刷新的载人航天飞行纪录。

第一批乘员组由航天员基齐姆和索洛维约夫组成，1986年3月13日乘联盟 T—15 号飞船升空，在和平号轨道站上工作 125 天，当年 7 月 16 日返回地面。他们在太空飞行中，5 月 5 日曾飞离和平号，转移到礼炮 7 号轨道站上工作，6 月 27 日完成任务后又返回和平号轨道站，实现了人类航天史上的第一次太空转移飞行。

第二批到和平号轨道站的航天员是罗曼年科和拉维金，他们于 1987 年 2 月 6 日乘联盟 TM—2 号飞船上天活动，7 月 22 日接待了第三批到和平号进行短期考察的 3 名航天员，7 月 29 日拉维金因患病随这批乘员组中的 2 名航天员返回地面，而罗曼年科和接替拉维金的亚历山德罗夫直到 12 月 29 日才回到地球的怀抱。罗曼年科在太空度过了 326 个昼夜，创造了一次长期太空飞行纪录。

1987 年 12 月 21 日，当航天员罗曼年科还在和平号轨道站上工作时，航天员季托夫、马纳罗夫和列夫钦科乘联盟 TM—4 号飞船来到和平号轨道站上考察，他们送走罗曼年科后，接待了第三批到轨道站从事短期科学研究工作的 9 名航天员，除列夫钦科早在 1987 年 12 月 29 日随罗曼年科返回地球外，季托夫和马纳罗夫在太空整整生活了一年，最后在 1988 年的 12 月 21 日回到地球。他们两人是迄今在太空连续飞行时间最长的航天员。

从 1989 年到 1992 年，还有 8 次载航天员到和平号轨道站作长期飞行，但都只有半年左右的时间。其中引人注意的是，日本一名记者秋山丰宽，英国女航天员海伦·沙曼，奥地利航天员弗朗茨·菲贝格，德国航天员克劳斯—迪特里希·弗拉德和法国航天员米歇尔·托格尼尼，先后参加了乘联盟 TM—11 号至 15 号飞船到和平号轨道站的短期访问考察。1992 年 7 月 27 日，乘联盟 TM—15 号飞船登上和平号轨道站的航天员索洛维约夫和阿夫杰耶夫，在太空停留 189 天，于 1993 年 2 月 1 日返回地面。1993 年 1 月 24 日乘联盟 TM—16 号飞船上天进入和平号的两名航天员马纳科夫和波列修克，目前正在太空轨道上飞行。

和平号轨道站的工人长期飞行，是当今航天技术的一项杰出成就，人类航天史将记下它创造的一个又一个新的纪录。

## 8、航天飞机的 52 次飞行

1969 年美国第一次把人送上月球的“土星 5”号运载火箭和“阿波罗”号宇宙飞船，起飞重量达 2800 多吨，但除了约 5 吨的指令舱返回地球外，其他全部设备和器件，只使用一次就丢弃在宇宙空间了。这样每发射一次运载火箭，耗资巨大，“浪费”惊人。因此，为了开展大规模的航天活动，就必需研制一种能够重复使用的经济的航天运输系统。实际上，早在 1969 年 4 月，美国宇航局就已正式成立了“航天飞机工作组”，开始论证一种可以多次重复使用的航天运输工具。7 月，这个工作组确定了航天飞机能够完成的 6 项主要使命，包括空间站的勤务支援，施放和回收卫星，向空间运送有效载荷，运输燃料和补给物品，维修卫星，短期轨道飞行任务。9 月即转入选择最优设计方案。

1972 年 1 月 5 日，美国总统宣布支持发展航天飞机空间运输系统，并把

航天飞机正式列入研制计划。同年3月，美国宇航局确定最后设计方案，即航天飞机由可回收重复使用的固体火箭助推器、不回收的外挂燃料贮箱和可多次使用的轨道器三大部分组成。轨道器装在大外挂燃料贮箱上，两台固体火箭助推器分别装在外挂燃料贮箱两侧，这样垂直竖立在发射台上的航天飞机，就像一只巨大的银白色飞蛾，爬在一根大树干上一样，甚是雄伟壮观。

1972年航天飞机研制工作正式开展起来。

经过5年的时间，1976年底，一架名叫企业号的航天飞机轨道器首先研制成功。它的机身长37米，高17米，翼展24米，外形像一架大型民航飞机。从1977年1月31日，企业号航天飞机开始背在波音747飞机上进行试验，先后完成3次机载滑行试验、4次无人机载试飞。1977年6月18日进行首次载人挂机飞行，两名乘员是已经参加过航天飞行的指令长海斯和预备航天员富勒顿，他们乘“企业号—波音747”组合体飞上天空，试验航天飞机在大气层飞行和返回着陆性能。后来又对企业号航天飞机进行有人驾驶的单独放飞滑翔试验，取得令人满意的结果。企业号最终未能进入太空飞行，但它的试验却为第一架真正实现载人飞向太空的航天飞机开辟了成功之路。

1981年4月12日，正是前苏联航天员加加林20年前开创载人航天时代的日子。这一天，在美国佛罗里达州肯尼迪航天中心聚集约有1百万人，竞相争睹第一架航天飞机哥伦比亚号发射的壮观景象。航天员约翰·杨和克里平驾驶哥伦比亚号进入地球轨道飞行36圈，经过54个多小时的太空飞行，于4月14日载誉凯旋，在加利福尼亚州爱德华兹空军基地的跑道外面，受到20万参观者的热烈欢迎。美国航天飞机首航成功，标志着载人航天活动耸立起一座新的里程碑。

美国的航天飞机集火箭、卫星和飞机的技术特点于一身，它既能像火箭那样垂直发射进入空间轨道，又宛如卫星那样在太空轨道上绕地球运行，还能好似飞机一样再入大气层后滑翔着陆。整个航天飞机长约56米，翼展约24米，起飞重量2040吨，起飞推力2800吨，最大有效载荷29.5吨，每次最多载8名航天员，工作3至20天。它的固体火箭助推器在发射工作完成后即在大西洋上溅落，可回收再用20次；轨道器在完成飞行使命后返回地面，经过检修后，可重复使用100次。航天飞机是一种多功能的航天飞行器。

从1981年4月12日到1992年底，美国一共有5架航天飞机上天飞行52次，其中哥伦比亚号13次，挑战者号10次、发现号15次、亚特兰蒂斯号12次、奋进号2次。286人次参加了航天飞机的飞行活动，其中包括17名女航天员。他们在太空失重和真空环境下进行了各种科学实验，取得了丰硕的成果。施放和回收了62颗左右不同用途的卫星；开展了与“星球大战”计划有关的实验；向深空发射了麦哲伦号金星探测器、伽利略号木星探测器、尤利塞斯号太阳探测器哈勃天文望远镜和天文1号观测器等；还多次执行了秘密军事使命。

## 9、挑战者号的太空惨祸

1986年1月28日，美国挑战者号航天飞机载7名航天员进行它的第11次航天飞行。

挑战者号在这次发射前没有出现异常现象。11时38分，发射升空，直冲云霄。发射后16秒，按照预定程序飞行。35秒后，主发动机推力减到65

%，使航天飞机安全穿过高空湍流区。飞行控制中心宣布3台主发动机工作正常，外挂燃料贮箱和助推器状况良好。52秒后，地面控制中心通知指令长将发动机恢复到全推力。但起飞60秒时，从航天飞机右侧固体助推器上先喷出一小股火焰，射向外挂燃料贮箱。约10秒钟后，在外挂贮箱底部一侧突然冒出一个橙色小火球，接着又从另一侧出现一个稍大的橙色火球。当飞行到74秒钟，空中突然传来一声闷响，只见挑战者号顷刻间爆裂成一团桔红色火球，碎片拖着火焰和白烟四散飘飞，坠落到大西洋。这个情景表明，挑战者号航天飞机爆炸了。成千上万在现场观看挑战者号航天飞机升空的观众，亲眼目睹这场太空悲剧的突然爆发，不禁惊愕不已。

挑战者号是美国第二架上天飞行的航天飞机。第一名美国女航天员莎丽·赖德，第一名黑人航天员布卢福德，第一名华裔航天员王赣骏，都是乘这架航天飞机遨游太空的。它和其他航天飞机一样，也是由轨道飞行器、外挂燃料贮箱和固体火箭助推器三部分组成。轨道飞行器形状酷似普通飞机，机身长37米，翼展24米，头部是密封的乘员座舱，机身就是货舱，一次可向太空载送20吨货物，运回10吨物品。货舱里装有机械臂，可将货物送入太空，或把空间的飞行物体抓住收回货舱。在这次飞行中，货舱内装有一颗跟踪与数据中继卫星，准备将它施放到太空轨道运行。尾部是3台主发动机。外挂燃料贮箱重35吨，长47米，最大直径8.4米。它在航天飞机脱离地球引力进入轨道后，燃料用完即同轨道飞行器分离，在印度洋上空坠入大气层中烧毁。两枚固体燃料贮箱的两侧，每枚长45.5米，直径3.6米；火箭分4节，由177颗钢钉铆合在一起。挑战者号过去已顺利完成了10次飞行。

这次参加挑战者号航天飞机飞行的7名航天员中，有2名女航天员。最引人注目的是一名中学女教师麦考利夫，她是从1万多名报考应征的教师中严格挑选的，原计划在飞行中向美国几百万中学生讲授两节太空课，并在航天飞机上参加几项科学实验。另一名女航天员是第二次上天的雷斯尼克，她于1984年8月30日第一次乘发现号飞行取得成功。另外5人是：指令长斯科比，驾驶员史密斯，载荷专家贾维斯，黑人航天专家麦克耐尔，日裔航天专家鬼冢。他们为航天事业献身，为世人景仰，举国哀悼，参加在休斯敦航天中心为这次空难举行的追悼会，有1万5千人。

挑战者号失事后，美国组织了大规模的调查，同时暂时停止了航天飞机飞行。第二天，美国就出动飞机和舰只封锁海面，打捞残骸碎片。2月4日前从海面打捞到12块碎片，3月8日从离卡纳维拉尔角东面30公里的海底打捞起驾驶舱，舱内有航天员的遗体，爆炸时驾驶舱是完整的，只是落到水面撞击时才解体。4月13日打捞出固体助推器连接部位的碎片，对查清连接部件断裂故障提供了线索。到5月底，一共找捞和寻找到4千多块残骸碎片，占挑战者号整个机体的30%。经过调查的最后结论是，挑战者号爆炸原因是右侧固体火箭助推器连接处因设计上的缺陷和气温过低，密封垫圈失效。

实际上，航天飞机固体助推器上的密封圈曾出现过隐患，潜伏着灾难。尽管为了防止燃料泄漏，在U型接头处装有两个O型橡胶密封圈，以便在主密封圈受到燃气侵蚀时，辅助密封圈能发挥作用。1985年7月17日，根据挑战者号航天飞机历次飞行中出现的问题，固体火箭助推器工程师埃尔文·大卫指出：“如果在点火时主密封圈失去密封作用，在气温很低时辅助密封圈将达不到冗余密封的设计要求。”但这个意见并未引起足够重视。恰巧这次发射时的气温很低，排气孔的最低工作温度限度是摄氏7度，可发射那天气

温降到了摄氏零下1度，大大超过了规定的低温极限，使机体上结了一层冰，这是历次发射航天飞机遇到的最低温度。在这种情况下，有两位工程师曾建议推迟发射日期，其中一位工程师并且郑重地说：“如果这次发射出事，我决不会在公众面前证明，我们的固体火箭助推器毫无问题的，也决不会违心地吹嘘我们的航天飞机，我要说的只有真相。”但美国宇航局的官员坚持发射，其结果是侥幸心理酿成一场惨剧。

这次事故对美国航天飞机继续飞行产生了极为不利的影 响，许多试验项目推迟进行，整个航天计划罩上浓重的阴影。但民意调查表明，美国有79%的人仍然支持航天飞机计划，希望吸收教训，东山再起，建造一架新航天飞机代替挑战者号继续参加航天飞机。

## 10、航天20女杰的风采

世界载人航天30天来，已有20名航天女杰到太空飞行。她们成为当今人间的真正“嫦娥”，在航天史上写下了自己灿烂的一页。

这20名女航天员中，前苏联2人、美国16人、英国1人、加拿大1人。

第一个敲开太空大门的女航天员是前苏联的捷列什科娃。她于1963年6月16日独自乘东方6号飞船上天，在轨道上绕地球48圈，飞行70小时50分钟，证明妇女同样可以参与征服太空的活动。20年后，1982年8月19日，前苏联又一名女航天员萨维茨卡娅和两名男航天员一起，乘联盟T—7号飞船到达礼炮7号轨道站，在站上进行了近8天的空间科学考察飞行，完成了在站外从事切割、焊接、喷涂等作业活动，成为世界上第一名在茫茫太空行走的妇女。10年之后，1991年5月18日，英国女航天员海伦·沙曼搭乘联盟TM—12号飞船，随两名前苏联航天员一起飞上太空，并进入和平号轨道站飞行。她在为期6天的太空遨游中，研究了太空植物的生长发育情况，考察了自然资源和生态环境状况。

美国从发射航天飞机后才开始组织女航天员参加航天活动。1983年6月18日，挑战者号航天飞机首次把女航天员莎丽·赖德载入太空，她在航天飞机上操纵机械臂，进行了人类首次在太空施放和回收卫星的试验，出色地完成了6次太空飞行使命。1984年10月5日，她又乘挑战者号重上九霄飞行，实现了她两度遨游苍穹的理想。美国第二个女航天员雷斯尼于1984年8月30日乘发现号航天飞机上天飞行，完成了在太空试验室安装太阳能电池帆板的任务。1986年1月28日，她乘挑战者号航天飞行执行第二次航天任务，不幸因航天飞机升空爆炸遇难。

在这次航天惨祸中牺牲的，还有一名首次参加航天飞行的中学女教师麦考莉夫，壮志未酬即献出自己宝贵的生命。

1984年11月8日，美国第3名女航天员安娜·费希尔参加发现号航天飞机的太空之行，她操纵机械臂成功地捕获了一颗在太空“迷途”轨道上的通信卫星，创造了航天史上一项奇迹。安娜·费希尔在上天之前已有一个1岁多的女儿，所以人们戏称她为“妈妈航天员”，美国第4个上天的女航天员莎丽文，至今已参加3次航天活动。第一次是1984年10月5日乘挑战者号航天飞机进入太空，成为美国第一个实现太空行走的女航天员；第二次在1990年4月24日，她乘发现号航天飞机升空飞行，和其他4名航天员一起，在太空施放成功最大的哈勃天文望远镜；第三次于1992年3月24日参加亚

特兰蒂斯号航天飞机的太空飞行，进行考察臭氧层和大气环境研究的活动。

此外，美国参加航天飞机科学考察活动的女航天员，连续3次的还有邦尼·邓芭、香农·芦西德，2次的有克利夫·雷亚·塞登、埃伦·贝克、卡瑟琳·桑顿、塔玛拉·杰尼根；1次的有艾文丝、琳达·戈德温、米丽·休斯—富尔福德、罗伯塔·邦达尔（加拿大）、梅·杰米森。其中1991年6月5日哥伦比亚号航天飞机的一次飞行中，在7名航天员中有3个女航天员，她们参加了空间生命科学实验活动。1992年1月22日发现号航天飞机载有一名加拿大女航天员罗伯塔·邦达尔参加航天活动。1992年9月12日至20日奋进号第二次升空飞行中，第一个黑人女航天员梅·杰米林担负了观察蝌蚪在失重条件下发育情况及其他实验任务。

当今征服太空的20位女英豪，以及她们展现的勇敢探索精神，在人类航天史上闪耀着熠熠光辉。

## 11、炎黄子孙飞翔太空

迄今，世界上有3位华裔科学家参加过航天飞机的科学实验活动。他们作为航天员飞上太空，展现了炎黄子孙的聪明才智和开拓精神，在人类航天史上写下了光彩照人的一页。

1985年4月29日，美国挑战者号航天飞机发射升空，美籍华裔科学家王赣骏（泰勒·王）和6名美国航天员一起参加了这次为期的7天的太空飞行。王赣骏是一名物理学家，1982年他作为一名科学家被选为航天员，经过两年的严格训练后，被派往太空从事一项航天科学实验工作。这项实验称做“零重力液体状态实验”，即用他自制的一种“液滴动力测定仪”，在太空无地心引力和无容器的条件下，对液体的各种状态进行研究。开始仪器发生了故障，眼看花费10年心血准备的实验将功亏一篑，王赣骏凭借顽强的意志和熟练的技能，沉着镇定，认真检查，最后找到是一条细小的电路短路，赶快抢修，排除了故障。他用“液滴动力测定仪”产生高频声波，驱动悬浮在太空的水滴和砂滴，使它变形、翻滚、震动、合并，观察液滴在无重力情况下的物理现象，实验取得了成功。这项实验的结果，可用于在太空制取地球上无法获得的高纯度精密合金和非金属材料，对于液体动力学的研究和无容器冶炼先进技术的开发，具有重要的价值。王赣骏博士在挑战者号7天的太空飞行中，对空间科学实验帮出了卓越成绩和贡献。他是第一位华裔航天员。

1986年1月12日，第二位华裔航天员张福林（富兰克林·张—迪亚兹）和6名美国航天员一道，乘哥伦比亚号航天飞机上天飞行。这次飞行开始并不顺利，曾7度推迟发射日期。在7天的太空飞行中，他们成功地施放了一颗通信卫星，进行了20多项材料工艺、天体物理、生命科学等实验，但未能全部完成。张福林为此感到遗憾，表示要再上太空飞行。这个愿望在将近4年后实现了。1989年10月18日，张福林乘亚特兰蒂斯号航天飞机参加第二次太空飞行。他认为，宇宙航行十分有意义，那是人类探索太空奥秘的美好任务，能承担这项任务很荣幸。在这次飞行中，他同4名美国航天员（其中有2名女航天员）合作，施放成功重2.5吨的伽利略号木星探测器，还收取了对地球起保护作用的臭氧层的数据，开展了聚合物的加工、培植玉米和晶体生长等实验，研究了失重对人体的影响。当年10月23日航天飞机返回地面时，张福林表示这次太空实验取得十分满意的结果。1992年7月31日至8

月8日，张福林第三次参加航天飞机的太空飞行。他和另外6名航天员执行一项航天史上最复杂也最冒险的任务，除了施放一颗欧洲“尤里卡1号”卫星外，还要释放一颗意大利的系留卫星，进行30多个小时的发电实验。但这两项任务进展均不顺利。8月2日先施放“尤里卡1号”科学实验卫星，由于推进火箭发生故障而未能进入预定轨道。8月3日第二次施放才获得成功。而8月4日进行释放系留卫星的实验时，由于控制系统绕线盘的电动机发生故障而失败。8月4日把卫星收回货舱，放弃了这项实验。尽管如此，张福林也感到不虚此行，深信这项实验终会成功。

陈翔(尤金·陈)博士是第三位飞上太空的华裔航天员。1992年6月25日，他乘哥伦比亚号航天飞机进入轨道，参加“微重力实验室1号”的50余项科学实验活动。陈翔担负的“流体液滴物理实验”和“流体表面张力引起的对流实验”两项主要任务，均获成功。这次太空飞行14天，陈翔参与完成31项实验任务。

## 12、六次搏击太空的航天员

美国参加航天飞机首航的航天员约翰·扬，是目前到太空遨游次数最多的一名航天员。他6次飞上太空，经历了从宇宙飞船的近地轨道飞行、登月考察到航天飞机的科学实验活动三个阶段，时间跨度从1962年至1983年，在长达21年的航天生涯中留下了闪光的脚印。

1965年3月23日，约翰·扬和格里索姆乘双子座3号飞船开始执行首次航天飞行任务。这是美国第二代载人飞船的首次飞行。双子座号飞船比第一代的水星号飞船稍大，外形像一口钟，高约3.5米，底部直径2.3米，可载两人。飞船周围有16枚小火箭，用以作机动或变轨飞行。他们驾驶双子座3号飞船绕地球飞行3圈，进行了上升、下降、前进、后退和左右转动等操纵试验，取得成功。这次太空之行仅有4小时53分钟。

1966年7月18日，约翰·扬和柯林斯结伴，乘双子座10号飞船第二次飞上太空遨游。这次绕地球飞行43圈，在太空与阿金纳末级火箭会合，对接，并取回一个收集微流星的箱子。这次飞行为两艘飞船在太空对接飞行打下了基础。他们在太空停留了2昼夜22小时47分钟。

约翰·扬第三次上天在1969年5月18日，他担任指令舱驾驶员，与航天员斯塔福德和塞尔南一起，乘阿波罗10号飞船，进行载人登月前的最后一次演习飞行。他们进入月球轨道后，约翰·扬驾驶指令舱飞行，与登月舱逐步拉开一段距离，保证斯塔福德和塞尔南驾驶登月舱飞到离月面14公里的地方考察登月着陆点，然后与返回月球轨道的登月舱会合一起。演习完成后，离开月球轨道返航，5月26日安全溅落在南太平洋上，共飞行8昼夜零3分钟。

1972年4月16日，约翰·扬担任指令长，同航天员马丁利和杜克一起，乘阿波罗16号飞船第四次进入太空，完成一次登月飞行。4月20日，他和杜克驾驶登月舱在月面的笛卡尔高地附近着陆，在月面停留71小时零2分钟。其中在舱外活动20小时14分钟，三次使用月球车对月面高地进行科学考察，采集了90公斤月球岩石和土壤样品。最后于4月27日返回地球，共飞行11昼夜1小时51分钟。

1981年4月12日，约翰·扬和克里平遴选参加第一架航天飞机哥伦比

亚号的第一次飞行。这时约翰·扬已年届 50 岁，但他对航天飞行充满激情。在这次航天飞机首航中，约翰·扬和克里平试验了航天飞机各个系统的性能。飞行总共 2 昼夜 6 小时 13 分钟。这次飞行是航天史上又一新的里程碑。

约翰·扬最后一次参加航天飞行，是 1983 年 11 月 28 日。他又一次担任哥伦比亚号航天飞机指令长，和另外 5 名航天员一道进入太空，经历了 10 天零 7 小时的远航，在第一次运载上天的欧洲空间实验室内进行了 73 项科学实验，取得了丰硕的实验成果。12 月 8 日结束了这次飞行。

在这 6 次太空飞行中，约翰·扬共度过了 835 个小时，为探索太空奥秘作出了卓越贡献。

### 13、征服太空的 366 个昼夜

人在太空究竟能停留多长时间？这是科学家在航天技术发展中着力探索和试验的一个问题。从 1961 年加加林环绕地球一周的 108 分钟飞行到 1988 年季托夫和马纳罗夫完成 366 个昼夜的航天壮举，时间过去只不过 27 年，而航天员却攀登了一座座太空长期飞行的高峰。

自空间站问世以来，人在太空有了长期栖身之地。在 20 年里，前苏联已把 136 人次送上轨道站，不断进行长期太空飞行实验活动，研究失重环境下长期飞行对人体的影响。其中航天员柳明三上太空，两创长时间飞行纪录，累积时间 363 天；航天员基齐姆三登天宇，有一次创 236 天的飞行纪录，三次累计遨游时间 373 天，超过一年；航天员罗年科也是三次飞上太空，一次创 326 天的飞行纪录，三次累计飞行时间达到 492 天。迄今刷新一次最长时间飞行的是季托夫和马纳罗夫两位同行的航天员，他们在太空整整连续居留了一年，也就是 366 个昼夜。

1987 年 12 月 21 日，由季托夫、马纳罗夫和列夫钦科组成的三人乘员组，乘坐联盟 TM—4 号飞船升空，两天后飞船与和平号轨道站对接，他们与早在站上工作的航天员罗曼年科、亚历山德罗夫会合，共同进行了为期 7 天的联合研究工作。12 月 29 日，列夫钦科随罗曼年科、亚历山德夫返回地面，和平号轨道站上留下季托夫和马纳罗夫继续在太空飞行。

季托夫和马纳罗夫在一年的太空飞行中，先后有进步 34 号至 39 号 6 艘货运飞船飞抵和平号轨道站对接，给他们运去了食品、饮水、仪器、设备、燃料和邮件。同时，他们还接待了 3 艘飞船 9 名航天员到站上进行短期科学考察，开展联合科学实验活动。1988 年 2 月 26 日，季托夫和马纳罗夫进行了一次太空行走，在轨道站外借助一个专用机械工具卸下太阳能电池帆板上的两个旧光电转换器，更换了连接部件，重新展开了太阳能电池帆板，共用了 4 小时 25 分钟。1988 年 6 月 7 日，联盟 TM—5 号飞船载 3 名航天员到和平号轨道站，季托夫和马纳罗夫在太空生活半年之后见到地球来的使者，扫除了举目无亲的寂寞感，同他们一起进行了一次 10 天愉快的太空合作考察活动，取得许多成果。

两个半月后，他们又接待了第二批到轨道站上访问的 3 名航天员。8 月 29 日，联盟 TM—6 号飞船发射上天，两天后与和平号轨道站对接。5 名航天员联合进行了 20 多项实验，包括观察棉花、亚麻种子在太空的生长情况，观测太空中植物和土壤细菌的相互作用，研究航天员在失重状态的生理心理反应等。这次 7 天的访问考察结束后，作为医生的航天员波利亚科夫继续留在

轨道站上参加季托夫和马纳罗夫的科学实验工作。经过三个月后的 11 月 26 日，他们又在轨道站上欢迎乘联盟 TM—7 号飞船上天的 3 名航天员来访，共同进行了 26 天的联合科学研究工作。12 月 4 日，这 6 名航天员在太空举行了一次别开生面的记者招待会。通过电视屏幕回答了地面记者提出的问题。当中国记者向季托夫提问他在太空飞行将近一年的感想时，他高兴地回答说：“苏联航天员已经积累了长期飞行的经验，证明人是可以长期在太空生活的。我们身体状况很好，如果需要，还可以在太空比原定计划多工作一段时间。但按计划，这两名航天员于 1988 年 12 月 21 日返回人间，结束了这次长达 366 天的太空飞行，翻开了人类航天史上崭新的一页。

## 第五章 展望空间开发的前景

航天的未来，令人神往。航天技术的开拓，既有无数实用的价值，又有诱人的发展前景。宇宙空间中尚有无数奥秘等待人们去揭示和探寻，在这个广阔天地里航天技术将大有作为，并会发展到一个新的阶段。

今后一个时期的航天目标，大致有三大步：第一步建造新一代的航天飞机和空间站，加强载人航天科学实验活动；第二步建立可供人类居留的月球基地；第三步派遣人类使者登上火星。人类摆脱地球的束缚，到其他星球开辟新的生活，已经为期不远了。

### 1、方兴未艾的航天活动

齐奥尔科夫斯基曾预言：我们乘坐宇宙飞船起飞，停留在离地球 2000 到 3000 多公里的太空中，随后从地球上运来工具、机器和材料，在空间站建造起移民地。再后来，就能在空间独立制造产品了。现在人们看到，这个理想正在变成现实，载人空间站和航天飞机的进一步发展，将为建造太空移民地铺平道路。

今后 10 年内，在太空除了有日益增多的各种应用卫星竞相角逐、载人空间站和航天飞机频繁飞行外，将会出现更先进的空天飞机和永久空间站，载人航天活动方兴未艾，迅速发展。

目前，除美国继续执行航天飞机载人计划以外，俄罗斯和欧洲空间局都在研制自己的航天飞机。前苏联第一架暴风雪号航天飞机已于 1988 年 11 月 15 日发射升空，完成首次无人驾驶的试验飞行。虽然仅在太空逗留 3 小时，但却标志前苏联的航天飞机技术取得了突破性进展。暴风雪号航天飞机上天，集中了 1000 多个科研机构和工厂的数万名科技人员创造的成果。它的主要任务就是将来为在轨道上的空间站运送航天员和给养，运送和维修太空设备，回收轨道站上生产的产品，进一步增强开发空间的实力。为此，下一个目标是在机上所有系统的安全可靠性得到充分保证以后，即投入载人飞行。它将与正在研制中的和平 2 号轨道站结合起来，开展载人航天活动，为下一世纪载人飞上火星探索经验。

欧空局联合 11 个国家正在执行一项研制海尔梅斯号航天飞机和哥伦布号空间站的计划。海尔梅斯号航天飞机是一种多用途的运输工具。初步设计的机长 17.9 米，宽 10.2 米，有效载荷舱 35 平方米，座舱 18 平方米，可把 6 名航天员和 4.5 吨的货物送到近地轨道。它能重复使用 30 次，有效寿命 15 年。这种小型航天飞机实际上是哥伦布号空间站系统的一个组成部分。哥伦布号空间站由增压舱、极轨平台、服务舱和尤里卡平台组成。增压舱是空间站主体，为航天员工作和生活的场所；极轨平台用于对地观测；服务舱载有动力、温控、通信和其他保障系统；尤里卡平台是航天员从事空间科学实验的地方。此外，英国在研制霍托尔号航天飞机，德国在实施桑格尔号航天飞机计划。预计这些航天器将在本世纪末或下世纪初相继投入使用，会在太空舞台一展它们的风采。

美国的下一步载人航天目标，是建造“东方快车”空天飞机和“自由号”永久空间站。“太空快车”空天飞机能像普通飞机那样从地面水平起飞，以高超音速在大气层内飞行，并直接加速进入地球轨道飞行，完成任务后返回

大气层，又像飞机那样水平着陆，完全达到能重复使用的目的。目前正在研制一种叫 X—30 的试验型样机差不多像今天的 DC—9 客机大小，是“东方快车”的三分之一。最关键的技术是要解决制造大型组合式推进装置、轻型高强度耐高温材料、高超音速气动结构外形和先进的控制系统。预计下一世纪初才能进入轨道飞行。

美国的自由号永久空间站，既是一个永久性的轨道研究设施和工作设施，也是一个轨道试验、组装和修理中心。它有双龙骨结构和单横梁结构两种设计方案。前一方案总长 153 米，高 110 米，两根骨架各长 91.5 米，二者间距 38.4 米。乘员舱和实验舱装在中心处，修理舱、贮存库和燃料加注站设在上部箱形区域，轨道转移飞行器、服务舱位于下部箱形区域。上横梁上安置太阳能发电装置。空间站的组件由航天飞机分批送上轨道，需要往返运送 31 次才能装配成功。后一方案采用 122 米长的单横梁，包括 4 间工作居住舱、2 间后勤保障舱、4 个自由飞行平台和 1 个可移动的维修舱。这种永久性空间站预计重 36 吨，可乘 6 至 8 名航天员。除进行对地观测、天文观测、微重力材料加工和生命科学研究外，还可为未来建立月球基地和载人火星飞行架起一座空间桥梁。

## 2、从太空伞到太空帆

早在本世纪 20 年代，前苏联第一位宇航工程师桑德尔就提出了利用太阳帆进行星际航行的设想。这种太阳帆又称太空帆，是在太空悬挂一架巨大的薄膜反射镜，利用太阳光压作动力实现宇宙飞行。此后，许多科学家作了长期探索，直到 70 年代后期，美国和前苏联才开始提出太空帆设计方案。中国航天科学家于 1989 年 4 月也开展了方案设计，组织参加 1992 年“哥伦布 500 周年太空帆船杯赛”。世界各国参与这次竞赛还仅是一种航天科普设计活动，要实际应用还有不少问题。

在这一方面，前苏联领先进入了实验阶段。1987 年提出计划：第一步在太空设置一面太阳反光镜，为城市照明和促进农作物生长，然后第二步在太空建造太阳能发电站及至实现太空帆远航。经过 6 年研制，1993 年 2 月 4 日，俄罗斯把一面照亮地面的“太空伞”送到地球轨道上试验，为未来的太空帆飞行奠定了基础。

这是航天史上的一项新成就。俄罗斯“能源”科研生产联合公司研制的这种太空伞，用聚脂纤维涤纶薄膜制成，厚仅 5 微米，表面喷涂上一层银色金属，主帆直径 22 米，总重 40 公斤。它由“进步 M”号自动货运飞船载到 350 公里高的轨道上，在离开“和平”号轨道站 12 分钟后，距轨道站 150 米时，飞船上裹着太空伞的滚筒转动展开，在太空形成一面巨大的伞状反射镜，并绕地球运行。这面被称为“旗帜”号的太空伞，反射阳光扫过地面 30 平方公里的区域，依次照亮了里昂、日内瓦、伯尔尼、慕尼黑和白俄罗斯等地方。它就像夜幕中的一盏明灯，反射光照亮地球背阳面的时间为 6 分钟。这次实验表明，如果将来有一天地球利用太空帆反射镜照明，可把几乎长年黑暗的极地变成白昼，城乡公共照明的灯具、电线都可拆除，夜间的操作都可变为白日进行。预计到 1995 年，俄罗斯将必射 4 至 6 个这样的太空伞，在离地面 3000 至 5000 公里调换轨道上展开，以不同的对日倾角把阳光反射到地面预定地点，可把一个直径几十公里宽的地域照得通明。俄罗斯制订了一项把 100

面太空伞送到轨道上的计划，除用以照明地球外，还能用来扫除“空间垃圾”和为宇宙飞船提供动力。

美国也在实施这种太空伞计划，在 90 年代末将 12 面直径 1 公里的巨型反射镜送到距地面 36000 公里的同步轨道上，可使地球上在直径 360 公里的区域内大放光明。

人们称这种太空伞为“人造月亮”，目前仍处在实验阶段。它设计的初衷并不仅是为了照明，更重要的是用它为航天飞行提供动力，成为太空帆，或称阳光飞船，以缩短人到地外星球的距离。俄罗斯科学家提出了一项利用太空帆在 5 年内飞经月球到达火星的计划。太空帆作为飞船有其独特的优点，它不带任何推进器，只靠阳光压力来推动，而且它无需自带燃料，就能把仪器再送回地球，回程仍然用太阳光的的压力。因此它适合于遥远航程的宇宙飞行。实现太空帆的星际飞行，最重要的是要研制出巨大的反光帆面，而且展开、支撑技术要可靠易行。因为将来星际飞行用的太空帆至少有一座足球场那样大，要建造这样大的太空帆并把它发射到太空轨道上运行或飞到更远的星球，那该有多大困难。不过，既然今天 22 米直径大小的太空伞已经在太空张开飞行，那么再大的太空帆也会在不远的将来挂上天穹，扬帆征服深空世界。

### 3、空间太阳能电站掠影

1968 年，美国科学家彼得·格拉赛首先提出建造太阳能发电卫星的设想。人们知道，地球上的各种能源是有限的，总有一天煤会烧光，石油会耗尽，其他矿物燃料也日益短缺和稀少，而太阳能则是宇宙中取之不尽、用之不竭的巨大能源。随着航天技术的发展，科学家们认为将来有可能把大型太阳能收集器设置在太空，高效地收集太阳能，利用太阳能电池板把太阳的光能转变为电能，再把电能转换成微波能，借助相控阵发射天线把微波能定向发回地面接收站，地面接收站又把接收到的微波能转换为电能，供人类享用。于是建造空间太阳能电站就逐步酝酿起来了。

空间太阳能电站设在距地面 35800 公里高的赤道上空同步轨道上，站上装有巨型太阳能收集器，由太阳能电池使太阳能转换成为直流电能，然后再转换为微波能，卫星微波发射天线传输到地面接收站，最后转换成电能。它与地面上的太阳能电站比较，具有两大优点：一是可以实现连续获取太阳能，二是不受大气和云层的影响，太阳能的利用效率比在地球上要高 6 至 15 倍。

由于空间太阳能电站的结构尺寸和重量都是十分巨大的，不可能先在地面装配好后，再用火箭发射或航天飞机载运到地球轨道上去，而必须采用空间建造技术，即先在 500 公里高的近地轨道上设立空间基地，用来中转物资和人员，并进行各种设备和轨道间运载飞行器的生产，然后在 35800 公里高的同步轨道上建立一个同步轨道空间基地，在那里完成太阳能电站的建造和总装任务。由于采用高度自动化的技术，参加空间建造的人员不会太多，但也不能过少。据估计，建造一座 50 万千瓦的空间太阳能电站，需要 500 多人在太空工作半年时间，其中 100 人在近地轨道空间基地工作，400 人在同步轨道空间基地上服务。

为了实现空间太阳能电站的建造任务，空间运输是关键。首先要有由地面到近地轨道的载物飞行器。科学家设想中的运载工具，比现在的航天飞机

要大得多，用两个类似航天飞机的有翼飞行器串联组成，总长度有 154 米，翼展 80 米，有效载荷为 400 吨。建造一个 500 万千瓦的空间太阳能电站，需要这种大型运载飞行器往返 200 次，才能把所需各种物资和材料送到 500 公里高的近地轨道。其次要有从地面到近地轨道的载人飞行器，可由现在的航天飞机为基础加以改进，总长 94 米，可载 75 人。第三是要有轨道间载物飞行器，有效载荷能力达 4000 吨。第四是要有轨道间载人飞行器，总长 56 米，直径 9.5 米，每次可载 160 人。第五要有同步轨道内载人飞行器，用于运送太阳能电站的空间维修人员。

目前，美国对这种空间太阳能电站已经提出了若干基本设计方案，它的关键技术正在开展单项研究和实验。可以预料，借助当代航天技术的成果，到下个世纪初，太空就有可能悬挂起这种太阳能电站，把太阳能源源不断地输送到地球。

#### 4、在太空建工厂

美国航天科学家舒尔曼提出：“我们对宇宙空间还很不了解，它有可能为工业开创一个全新的世界。在此环境中，我们可能生产出至今没有任何听说过的东西。”太空拥有微重力、高真空、超洁净、丰富的太阳能等宝贵资源。航天员已经用实验证明，这些环境资源有着非常广阔的用途，可生产出地球上难以制造或成本昂贵的高质量产品，如电子工业用的高纯度大晶硅材料和砷化镓材料、地面上无法生产的疑难病症特殊药物。在太空建立工厂，成为航天技术发展一个前景灿烂的目标。

从 70 年代以来，前苏联和美国利用空间站和航天飞机作了许多空间工业生产的有益探索，并已取得初步成效。前苏联发射的“礼炮”号和“和平”号轨道站，对各种空间生产进行了长期实验。礼炮 6 号轨道站在 4 年又 10 个月的太空飞行期间，航天员成功地制取了铝镁等多种合金、碲镉汞等半导体材料，提取了抗流感疫苗所需的超纯蛋白等；礼炮 7 号轨道站又进行了各种合金、半导体、陶瓷、药物加工等 300 多项研究实验，为建立空间生产做了准备。1986 年 2 月 20 日上天的和平号轨道站上，专门建立了一个工艺实验和生产车间、一个医药试制车间，这已是空间工厂的雏型。美国 70 年代发射的天空实验室和 80 年代开始飞行的航天飞机，也都开展了各种太空资源开发的实验和生产，如制造出一种 2 微米的乳胶球和各种半导体材料，大大提高了产品的纯度和质量。在这些实验的基础上，科学家们提出了太空建设工厂的方案。

目前的宇宙飞船、人造卫星和航天飞机，都不适宜在太空从事现代化的大规模生产。宇宙飞船由于受到运载能力限制，体积和重量都太小，不能安装大型设备；人造卫星不能在轨道上定期补给燃料、维修作业，也无法在太空回收空间产品；航天飞机在轨道上飞行的时间太短，其结构也不适于建立空间工厂。从目前情况看，空间站和空间平台是建立空间工厂的理想场地。这两种航天器可在轨道上组装、调试大型设备，进行批量生产，同时也能在轨道上接受来自地面或其他航天运载工具提供的维修设备、回收产品等服务。如果把空间站和空间平台组合一起，用空间站配备高级生命保障系统和各项服务设施，载人到上面工作，用部署在周围的多个专用空间平台从事自动化工业生产，就能在太空长期高产、稳产，收到巨大的经济效益。

美国科学家提出了一种名叫“空间工业设施”典型方案。这种空间工厂由工作舱和供应舱组成，工作舱用于安装生产设备，进行独立生产；供应舱用于补给原料、供应设备和贮存产品。工作舱长 10.6 米，直径 4.4 米，可装载体积 70 立方米、重 5400 公斤的设备，供应舱可装载体积 50 立方米、重 9080 公斤的货物。这一设施由航天飞机一次运送到预定轨道上，经过组装后就能具备生产能力。平时无人看守，完全自动化生产。航天员定期乘航天飞机上去维修、保养、更换设备、安装仪器和回收产品。最初的空间工厂主要集中于材料加工、药物试制和太阳能发电方面将来会扩展到生产其他产品，预料下一世纪就会进入实用阶段。

## 5、把太空变成绿洲

齐奥尔科夫斯基曾经指出：必须利用高级植物来充当人在长期宇宙飞行中维持生命的手段。从人造卫星问世以后，航天科学家就开展了在太空栽培植物的实验。1960 年前苏联发射的一颗卫星上就栽培有小球藻、紫鸭跨草和葱头、豌豆、小麦的种子，在太空中研究各种因素对这些植物生长的影响。后来，科罗廖夫总设计师在乾地载人飞行的同时，制定了一套宇宙植物栽培和农艺学研究的完整计划。

前苏联在载人飞船和轨道站上，几乎都开辟了一块“绿洲”进行植物栽培实验，促使一门新的宇宙植物栽培学科的诞生，为建立空间农场创造了条件。

最初在宇宙飞船上多对小球藻进行地栽培实验，因为小球藻体内含有叶绿素，能进行光合作用，而且繁殖能力极强，一周前后就能收获，它能起到维持生态平衡的作用。

1971 年“联盟 10”号飞船开始对栽种郁金香进行的太空实验，发现返回地球后开了花。以后在载人飞船和轨道站上建立了“花圃”、“菜园”，实验不断有所进展。

1974 年，前苏联又在礼炮 4 号轨道站上，对小麦、豌豆在太空的生长进行了实验，获得了它们在 23 个昼夜飞行中的发育情况。经地面分析表明，在太空长期失重环境中，对小麦、豌豆等植物的生长确有影响。它们在太空栽培中不仅未能结出果实，而且连花也未开就枯萎凋败了。

1978 年航天员在礼炮 6 号轨道站上，用学院式栽培法和农民栽培法分别对葱头进行实验，结果用后一方法葱头长得快一些，而且航天员在太空吃到了生长起来的葱头。

1979 年又在礼炮 6 号轨道站上种植郁金香，用人工催育种子，后来竟在太空开了花。

1980 年，又在轨道站上栽培兰花，在将近 6 个月的生长期中，不仅长出了新叶，而且生出了活根，轨道站上一片郁郁葱葱的景象。科学家们在太空栽培中，设法帮助植物克服失重的影响。

1982 年，航天员在礼炮 7 号轨道站上栽培一种阿拉伯草，用一种自带光源的光栅装置精心栽种，经过 56 天的培育生长，这种阿拉伯草绽出了许多花蕾，开出了首株花朵。第 69 天后结籽，共收获了 200 多粒种子。这次实验证明，在无重力下植物完全能适应从播种到收获发育生长的全过程。因此，科学家们认为，在太空栽培植物的主要困难不再是如何克服失重的问题，而是

如何保障植物在太空生长所需要的条件。美国利用载人飞船和航天飞机也进行了类似的植物栽培实验。1984年4月6日挑战者号航天飞机升空后，在太空释放了一个“空间长期暴露实验装置”，上面携带了1400万粒植物种子，其中有900万粒西红柿种子，研究宇宙射线等太空因素对种子的影响。经过6年的太空露晒之后，将这些种子加以回收，进行栽培实验，观察对种子从发芽、生长到结果的全过程有什么影响。目前由于航天飞机在太空飞行的时间不长，不能在太空观察植物生长全过程的实验情况，所以美国寻找另一种途径，即在地面建立“第二生物圈”，即地面闭合式生态环境系统，包括模拟太空栽培植物的情况。

这一切都为建立空间农场打下了基础。科学家们提出的未来空间农场的建设方案是：第一阶段在太空进行藻类植物养殖实验，以取得在失重环境下植物生长所必需的温度、湿度、光强度和营养等方面的数据；第二阶段进行种植西红柿、胡萝卜、窝苣等蔬菜和饲养鱼类、小猪等动物的实验，掌握在失重条件下栽种蔬菜和饲养动物的规律；第三阶段开辟植物种植区、动物饲养区，以及人员住房等，建立起农作物的太空实验场。

空间农场将为人在太空长期生活提供可靠的物质条件。不久的将来，人类便会实现齐奥尔科夫斯基的预言：在选择收获量最大的农作物及其生长的最佳条件下，空间农场的每寸地方都可能用来充裕地养活宇宙的移民。

## 6、宇宙岛巡礼

由于航天技术的发展，世界上许多科学家提出在宇宙空间建造一个个人工天地的设想。这种太空中的琼楼玉宇、天外仙境，为人类世世代代所向往。

美国宇航局最初设计的宇宙城，是一个像地球一样悬在太空的圆球，能够具备和在地球上一样的特殊优越条件，使人和成千上万的生物在上面安居乐业，繁衍生存，这是地球人长期以来梦寐以求的愿望。

1977年，美国普林斯顿大学奥尼尔博士发表《宇宙移民岛》一书，描绘了向宇宙空间移民的宇宙城的建设方案。他指出，可以在宇宙空间中的地球和月球引力所及的范围内，建设巨大的宇宙移民岛，那里将成为人类移居的第二故乡。这种宇宙岛在太空中以一定速度旋转，产生向心力以模拟地球的重力。岛内培植土壤，加上入射的阳光，形成人造生态系统。宇宙岛上的活动依赖太阳能，充分利用失重状态和阳光，建立宇宙工业，成为宇宙城的基础。

奥尼尔设计了以地球为蓝本的三种宇宙岛模型：一是岛直径为512米的中空球体，岛上的赤道内侧是居民区，高纬度区域装有大面积玻璃窗，在球体外由反射镜收集阳光，粮食由岛外侧的农业区域生产，工业原料由月球上的矿产供应。岛的屏蔽层厚2米。岛上的土壤、建筑物总重10万吨，防护层重3万吨。二是岛直径为3600米的球体。三是岛直径为6.4公里、长32公里的半球形封闭圆筒，陆地面积270平方公里，相当于一个大城市。这些宇宙岛一个比一个复杂先进，可接纳越来越多的移民，最后变成一座太空城市。

建造宇宙岛必须解决物资运送问题，也就是说要有特殊的交通工具，即宇宙联络飞船。它像一种能重复使用的普通飞机，太空飞行结束后可以展翅滑翔返回地球，休整两周后再进行太空飞行。宇宙联络飞船把圆筒形的太空

舱一个个运到宇宙空间，并在太空组装成宇宙站，然后以此为基础建成宇宙岛。

1975年，美国斯坦福大学的宇宙移民岛研究会也设计了一座斯坦福宇宙城。它是一个直径为1890米的球体，中央有一直径为130米的圆筒区供人居住，此外设置有水田、鱼池、麦地、菜园、畜牧场、谷物仓、肉类加工场、各种工业设施和垃圾处理站。这种宇宙岛的规模，已远不是飞机和船舶可以相比，用合金铝和钢铁制造已不适宜。就像建设一座城市那样，完全要有钢筋混凝土的建筑，但其外形同金属制的相似，原料则利用月球上的岩石的矿物。月球岩石富含铝、锰、钛、铁、硅和氧，其中金属可用来建造岛体，硅用来制造玻璃，氧供人呼吸用。而构成生态系统的水、氮、碳等物质，则可从陨石中提取。不过，实现这些设想，要经过相当长时间的努力才行。

## 7、重返月球

美国阿波罗飞船载人登月距今已过去23年了。现在科学家再次把目光投向月球。1986年，美宇航局提出一份研究报告，建议在下一个世纪的第一个10年重返月球，在月球建立人类生活的基地，希望利用月球资源进行各种生产活动。

美国科学家设想的月球基地计划，大致分类四个阶段：第一阶段，在2001年前建造一个载人月球轨道站。1990年至1995年，发射绕月球极地轨道的卫星，加速探测月球环境和资源；1996年至1998年，发射月球车和可长期工作的月球站；1999年至2000年，发射载人月球轨道站，航天员登上月球选择月球基地位置。第二阶段，在2010年前建立月球研究实验室，其中在2005年6名航天员首批登月，每半年轮换一次，从事月球基地的扩建和科研工作，如安装和调试小型核发电装置、电动月球车、熔炼加工设备等；2006至2010年，基地人员增至30人，负责建造大型太阳能发电装置、月球产品加工实验设备等。第三阶段，2015年建成从月面岩石和土壤内提炼氧气的工厂以及各种科学实验设施，基地人员增至200人左右。第四阶段，2025年建成各种无人操作的月球工厂，每年可把10万吨规模的月球产品运往同步轨道平台和空间站，逐步扩大利用月球资源。

科学家们认为，这只是开发月球的第一步。要在月球上创造类似地球那样的生活环境，还必须不断努力100年。到那时，人类移居月球的愿望就可实现了。

人类重返月球的魅力在哪里？科学家解释说，月球保持着原始状态，对月球的研究有助于了解地球的历史；月面是真空世界，没有大气散射，也没有尘埃污染，更没有人造发光物和无线电波干扰，在月面建立天文台可大大提高天文观测能力；月面上的真空度比在空间站内还高1000倍，它直接承受太阳的辐射，而且没有磁场、振动和有机物，是个天然的物理化学实验和生命科学实验的理想场所；同时月球上有丰富的开发资源。科学家已经研究出用月球岩石和土壤制造氧以及铁、玻璃等材料，可以利用月球上的原料和物质制造出在未来月球基地上所需的生活必需品。

开发月球起初规模较小，只需制造一些月球基地用的器材和消耗品即可，几十年后可逐渐发展成促进月面都市开发的联合企业中心。在月球上生产的产品并不只是用在月球上，它也可用来建造运行在地球轨道上的空间站

和同步太空平台，还可给航天运输系统提供燃料和设备，甚至地球上的也可能使用月球上的资源和产品。

月球到地球的平均距离为 38.6 万公里，现有飞船几天就可往返，因此开发月球的设想并非遥远的事。重返月球，在月球建立基地，为人类造福，已成为宇宙开发的下一个目标。

## 8、远征火星

1991 年 6 月 26 日，美国斯坦福大学的 4 名教授和俄罗斯的 5 名航天专家，共同提出了一项在 2012 年远征火星的计划。科学家们认为，美国的航天飞机技术和前苏联的轨道站长期载人技术加在一起，已经具备将人送上火星的技术条件。

美国对此计划的具体设想是：第一步，在 90 年代中期以后陆续发射几个火星漫游机器人取样返回飞行器，机器人从火星带回探测结果，为考虑载人飞船在火星在降落地点和方式提供依据；第二步，2000 年左右，将带有火星车的载人飞船送上绕火星飞行的轨道，并将各种实验设备和摄影设备送上火星；第三步，2012 年由载人飞船把 6 名航天员送上火星，用 9 个月时间飞抵火星并在火星上工作 1 年，然后再用 9 个月时间返回地球。前苏联同样提出了一个未来探测火星的方案：第一步，在 1994 年向火星发射两个轨道器，每个重 5200 公斤，进入火星轨道后释放 900 公斤重的火星着陆装置，把火星漫游车部署在火星上进行探测活动；第二步，在 2000 年至 2005 年之间，向火星发射取样飞行器，取回火星的土壤和大气样品；第三步，在 2005 年至 2012 年，开展载人登上火星的活动。

第一次远征火星计划进行两次载人飞行，第一批航天员出征 3 个月后，第二批启程，然后在火星上会合进行考察。设想到 2020 年建立火星基地，逐步达到生活自给，迎接第一批移民，建起火星城。

航天员远征火星将经过漫长的太空飞行。在一帆风顺的情况下，返回地球共需 2 年左右的时间。目前有关运载工具的技术问题基本上可得到解决，关键是航天员能否适应长达两年脱离地球后的生活。在失重状态下长期飞行，会使骨骼脱钙，肌肉变得松弛，需要航天医学生理学来攻克这一难题。科学家准备在载人飞船座舱中安置一个 5 吨重的人造重力装置，它使飞船在飞行过程中每分钟旋转 4 圈，产生相当于三分之一地球重力的人造重力，这样可减轻太空失重环境对航天员身体的有害影响。

在实现远征火星的计划中，像前苏联最新使用的“能源”号运载火箭可以发挥作用。它可将 28 吨重的飞船推向火星轨道，采取二次发射的方法，即先将飞船发射到过渡性的近地轨道，然后借助轨道速度的离心力将其推到飞往火星的遥远征途。科学家选择的最佳着陆地点，是跨越火星赤道长约 6400 公里盆地的康多尔卡斯玛 2 号地区，在这里建立起永久性基地，并逐步扩大为人到火星考察的大本营。

世界上许多科学家在研究向火星进军的同时，还提出了把这个星球变为适宜于人类居住的各种设想。火星的平均温度为摄氏零下 60 度左右，如果在火星的轨道上放置一些太阳反射镜，并在火星上建立一些制造产生温室效应的气体和臭氧工厂，使火星表面的温度增高，它的周围就会罩上一层厚厚的、温暖的二氧化碳气体。在这种条件下，简单的生命形式就可培植起来，它们

又释放出氧气，从而再创造出使较为复杂的生命形式也能够生存的环境。而且，变暖的大气层开始使火星的极地冰帽融化，也许还可能使火星表面冻结的水库解冻。于是，这个火红色的星球上便有了氧和水，渐渐变成和地球一样适于人类居住的绿色星球。总之，载人火星飞行是非常诱人的，它将是 21 世纪人类最伟大的壮举。

## 9、向深空进军

当科学家经过探索了解到太阳系除地球之外不会再有智慧生物的时候，就把寻找地外文明的希望寄托在其他恒星上了。恒星间的距离十分遥远，离太阳最近的半人马座比邻星也有 4.22 光年。美国的旅行者号探测器经过 15 年的飞行，才刚到太阳系的边缘，而这个距离只有到比邻星的 6300 分之一。这就是说，以旅行者号探测器的速度，需要 6 万多年的时间才能飞到比邻星。那么恒星际航行是否可能？人类怎样才能对地外文明进行直接探索呢？英国科学家提出的代达罗斯计划，展现了恒星际航行的前景。

1973 年 1 月 10 日，英国星际航行协会由科学家阿兰·邦德领导一个研究小组，制订了一项研究恒星际航行可能性的计划，根据在 50 年内预计可以达到的技术水平，研制一种以距离 6 光年的巴纳德星为目标的恒星际自动探测器。这个被称为代达罗斯的宇航计划于 1978 年完成论证后提上研究日程。

代达罗斯飞船分为两级，总长 200 米，初始重量 54000 吨。两级都采用独立的核聚变推进系统。第一级有 6 个直径为 60.8 米的球形核燃料贮箱，可装 46000 吨燃料。第二级有 4 个直径为 30.8 米的贮箱，可装 4000 吨燃料。前面装有 45 吨重的设备和自动探测器，有效载荷包括 18 个子探测器，每个探测器都有独立的小型推进系统。整个飞船的控制装置是一台大型计算机和各种智能化的机械装置，按预定程序自动协调每个活动。

代达罗斯飞船飞向太阳系外巴纳德星的设想是：第一级发动机工作 2.05 年后，与第二级分离，然后第二级点火工作 1.76 年。预计两级持续工作 3.8 年后，可将飞船有效载荷加速到 0.12 倍光速，即每秒 36000 公里。这时，第二级开始漫长的无动力飞行。在接近这个巴纳德目标星前几年，子探测器开始向目标星、目标行星及其卫星释放，并将它们探测到的信息发回飞船，经计算机处理后再发回到地面。预计从飞船发射到地面接收到关于巴纳德星的有用探测信息要花 60 年时间。虽然这个时间很长，但人的一生有可能经历这样一次壮丽恢宏的恒星际航行事业。

按照代达罗斯计划，飞船应在木卫四轨道上组装和加注燃料，而目前人类只能实现在地球轨道上建立有限的空间基地，显然还需要建立月球基地、火星基地作为过渡，使人类达到在行星际间往返自如的程度。代达罗斯飞船完成一次恒星际航行任务需要长达半个世纪的时间，因此要解决飞船上各个系统的长寿命和高可靠性问题。而且要有代代接力奉献的精神，才能达到目的。飞船在飞出太阳系后，地球上的探测系统已很难作出快速反应，因此飞船上的各个系统要达到全部分任务的自动化和智能化，才有可能继续同他地面取得联系。总之，真正实现代达罗斯计划会遇到许多难以解决的技术问题，除此之外，耗资巨大，无法估计，因此这个计划现在还只停留在设想阶段。

英国星际航行协会发生的总结报告指出，代达罗斯飞船的全部技术问题

可望在半个世纪中得到解决。代达罗斯计划小组研究得出的基本结论是：恒星际航行是极其困难的，但在可预见的未来是能实现的。目前理论上和技术上的探讨，为将来实际建造恒星际飞船指明了激动人心的前景。人类的后代终会看到这一天的到来。