

第 1 章 人类的太空幽思——飞天之梦

仰望星空，繁星闪烁，苍穹幽邃。几千年前，我们的祖先就被浩渺的夜空所深深吸引，皎洁的月亮，深幽的太空，存在于世间上亿年的星辰……这种种奇景无不让人感叹造物的神奇、宇宙的宽广！人类对于太空的向往，早自远古时代就开始了。虽然，文明的落后决定了祖先们只能做“井底之蛙”，但人类想像的翅膀却没有被大地所束缚，我们的先辈在感叹之余，写下了无数赞美宇宙的诗篇。

中国浪漫主义诗人屈原就曾写下著名诗篇《天问》，他直指苍穹连连提出疑问：“遂古之初，谁传道之？上下未形，何由考之？天何所沓，十二焉分？日月安属？列星安陈？”从天地的起源到宇宙的尽头，《天问》总结了好奇的华夏祖先围绕宇宙提出的严肃命题。

人类抱着对太空的种种幻想，也不断尝试着各种努力。但在技术能力有限的条件下，他们能做的似乎也只有为后人留下种种假象罢了。虽然如此，有考古学家在考察了大量的古文明遗迹后，他们认为，一些没有在历史记载中留下多少痕迹的古文明似乎与航天文明有过接触，这也许是外星文明，但也不排除这些文明本身就来自外太空。也许，在远古时代，地球上确实存在过拥有太空技术的高科技文明，而那些美丽的传说就是那时的真实写照。

一、古文明太空奇迹

我们曾经自信地以为，文明的进展是“进阶式”的。在火药没有发明之前，世界上决不可能出现火箭、飞船；在玻璃和现代数学产生之前，人类决不可能掌握宇宙运转的规律……但是，近百年来的考古学新发现却颠覆了人类的历史常识。在这个存在了数百亿年的地球上，曾诞生过无数的史前古文明，在挖掘遗迹的过程中，人们发现了许多惊人的秘密。

（一）尼罗河畔的秘密

埃及是地球上最古老的国家之一。位居古埃及七大奇观之首的基沙金字塔群，则是硕果仅存的古文明宝藏。组成金字塔群的主角是狮身人面像以及三座最有名的金字塔，它们由北向南分别是：古夫王金字塔（即大金字塔）、卡夫拉王金字塔以及曼卡拉王金字塔。经历了 150 年的发掘研究，考古学家惊奇地发现，古金字塔不但蕴涵了非凡的天文学知识，还埋葬了一个古文明的太空之梦！

1. 金字塔——地球的缩小体？

苏格兰天文学家斯穆斯对埃及的两座金字塔作了为期四个月的勘测，得出了一些发人深思的数据：塔的四个面都是等边三角形，它们正好朝着东南西北四个方位；底边与塔高之比，恰好为圆周率与半径之比；塔的高度为地球周长的 $1/27$ 万，也是地球到太阳距离的 $1/1$ 万亿。

金字塔在数据上的某些表现上着实令人惊讶，尤其是和地球仿佛有一种密不可分的关系。大金字塔的周长为 924.20 米，高度为 146.5 米，根据人造卫星的测量，这二者的比例和地球赤道

周长与赤道到北极半径的比例较为接近。如果我们考虑地球在赤道的膨胀情形，那么两者之间的比例就近于 $1/43200$ 了。也就是说，大金字塔根本就是北半球的 $1/43200$ 的模型。

2. 基沙塔群与猎户星座

考古天文学家罗伯·波法尔发现基沙金字塔的排列位置，是依据猎户星座腰部呈一直线的三颗星设置的。猎户座三星的排列关系并不是在一直线上，恰巧基沙三金字塔也是如此。不可思议的是，居然对比之下位置比例丝毫不差，而且更以金字塔的大小来表示三颗星的亮度。

波法尔指出，在公元前 10450 年，三星的排列与金字塔的排列关系最为精确，而且银河的位置也刚好对应到尼罗河，于是构成一幅完美的对应关系。以大金字塔对应到的尼他克星为例，从南方天空的最高纬度到最低纬度需要 13000 年。上一次到达最低点的时间就正是公元前 10450 年！也就是说，尼他克星每 13000 年往上升到最高点，再用 13000 年降到最低点周而复始。难道说埃及人在亘古以前就已注意到尼他克的天体运动特性？埃及人的存在至少要超过 26000 年，才有可能正确记录下尼他克的周期；否则只有一个可能，就是埃及人从不知名的文明得到这项知识。这是否意味着一件很重要的事情——金字塔远在 26000 多年前就已经屹立在尼罗河畔了？当时的人为了某种特殊原因，或是纪念某种事件，甚或刻意留下未解之谜给后代的人，而建造了亘古的建筑物，天与地形成了完美的图案。

3. 人面狮身像与狮子星座

千百年来，人面狮身像面对着正东方俯视着大地。每年春分时太阳必定会从它的正面升起。埃及人为什么要建造那么大一座人面狮身像来标示春分时太阳的方位呢？

每年春分时太阳自地平线升起，背景必为十二宫之一。以现

在的年代来说，太阳升起的背景是双鱼座，而太阳从最初进入双鱼座到它离开双鱼座所需的时间需要 2200 年。所以我们称现在地球的时期正是“双鱼座时代”。下次太阳进驻的星座是宝瓶座，与黄道十二宫排列的顺序刚好相反。

难道人面狮身像与黄道十二宫有什么密切的关系吗？公元前 10450 年的春分，太阳刚好以狮子座为背景从正东方升起。这是巧合吗？埃及人建立的人面狮身像，面对正东方的狮子座，应属合理。同时配合基沙三金字塔纪录下公元前 10450 年的天文现象，有什么特别的含意吗？或许还有很多很多我们尚未知晓的秘密深藏在金字塔和人面狮身像之中，有待人们去探索。

（二）神奇的玛雅文化

公元前 2000 年左右，活动于南美洲的玛雅人曾经奇迹般地修建了 120 座城市，甚至有可与古埃及金字塔媲美的月亮金字塔；令人不可置信的是，他们似乎懂得许多的天文学知识，还制定了可维持 6400 万年的金星历。然而，到了公元 600 年，在没有任何外敌入侵的迹象下，玛雅人又突然抛弃了自己创造的辉煌文明，一下子消失得无影无踪。

近来，有考古学家和天文学家甚至大胆推测：玛雅人是金星人的后代。

1.3000 年前的天文台

坐落在墨西哥尤卡坦半岛上的奇森·伊特扎圆形天文台是玛雅文明的遗迹，该台高 22.5 米，复原后的建筑物也是一个壮观的天文台。这座巍峨耸立的圆形建筑物建在三个台基上，高耸于丛林之中。在它的内部有一座盘旋而上的石梯，直通最顶部的观测台。圆形的屋顶均有观星的天窗，每当夜幕降临，从天文台中就可以看到一副让人难忘的太空美景。天文台的外墙装饰着雨神

的石像，以及一个长有翅膀的图像。

2. 浮雕上的宇宙火箭

在巴伦杰神殿的碑铭神庙一所巨大石室的墙上，刻有九位盛装的神官及一位带有奇妙头饰的青年浮雕。浮雕像的穿着与当时的玛雅人决然不同，以现代人的眼光而论，这无异是一副标准的太空人打扮！

在内部往下 72 阶的房间中，考古学家还发现了一间封埋的密室。其中最受瞩目的是有个石制浮雕像。这就是被称为闻名的巴伦杰神殿的“玛雅火箭图”。

在这个令人百思不得其解的浮雕中，暗示着现代技术文明的各种元素：在一个前端尖形的流线形物体上，坐着有独特体形的人物，此人双眼前视弯着腰和膝盖，头戴盔甲，盔后飞扬着两条辫子似的管子；他双手操纵着一些操纵杆，左脚跟搁放在有好几道槽痕的踏板上。在该人物乘坐的容器内，还并排着许多复杂的仪器，操纵者后面有个类似内燃机的物体。更重要的一点，是在这流线型物体尾部还画有喷出的气焰，看似火箭上排泄出来的废气。这个类似火箭的浮雕还有细微的细节，如中央控制系统的氧气瓶、放在鼻子前面的生命供给系统、通讯系统，在舱内的中央系统前面，可以清楚看到大形磁铁。“航天员”的后面，可以看到一座核子融合炉，两颗可能是最后出现的氢和氦的原子图案呈现在那炉中。

墨西哥裔考古学家路利教授发现，在巴伦杰神殿所发现的浮雕与玛雅碑文有密切的关系。被解读出来的碑文中描述道：“白色的太阳之子，仿效雷神，从两手中喷出火……”有人说这段是古代玛雅人对太阳崇敬所想像出来的情景。但是联系到石雕及碑文中的记载，可以推测那很有可能是古代的航天飞行器。

二、世界古代的飞天神话

自古以来，浩渺的宇宙就激发着人类的好奇感，无数先人追求着这个梦想，延续着这个梦想，为后世留下了许多美丽的传说。

（一）愿君肋下生飞翼

在古今中外的神话和传说中，人类围绕着飞行发挥出天才的想像力。这些引人入胜、世代相传的传说不但蕴涵了人类对飞行的向往，更包含了对飞行最初的构思和设想。正是这些美好的梦想，激励和启迪着一代代后人为了为之奋斗终身。

最初，幻想飞行的人们最直接的希望就是能有一双类似的羽翼。古希腊神话有背长翅膀的安琪儿，印度佛教故事中有双翼天使，中国古代魏晋时期神话中也有关于羽人的描述。

西方神话中的天使们都有一双可爱的翅膀。在希腊神话中天使的代表形象便是那个赤裸着身子，蒙着眼睛，手执弓箭的小男孩丘比特，他身后的一对肉翅使他能成天飞来飞去，用金箭射穿世俗的心。中国神话名著《山海经》里也有类似的形象，称做“翼民”，他们身長五尺，头长也是五尺，一张鸟嘴，两个红眼，一头白发，背生双翼，浑身碧绿。可是他们飞得不高，顶多也就离地二丈而已。

在古希腊最著名的一个神话中，就记载有用蜜蜡粘成翅膀的传说：克里特国的王后帕西维与一头白毛公牛产下了人身牛头的怪物弥诺陶诺斯，荒淫凶恶的克里特王命令技艺高超的工匠代达洛斯建造了一座迷宫，将怪物囚禁其中。迷宫完工后为掩人耳目，克里特王将代达洛斯和他的儿子爱琴监禁在四面是海的克里

特岛监狱。为了逃脱，代达洛斯悄悄地用蜜蜡和羽毛制成了两双翅膀，和儿子一起飞出了监牢。然而，当他们飞越大海时，勇敢的爱琴产生了飞向宇宙的冲动。他不听父亲的劝告执意飞向太阳，最终蜡融翅断，爱琴坠海而亡。后人为了纪念他，把他葬身的大海取名为“爱琴海”。

斯堪的纳维亚神话中的能工巧匠韦兰铁匠就曾打造过一副金属翼衣，并穿上它飞行。古代英国国王布拉德也曾依样画葫芦给自己造过一件翼衣，并试图飞越伦敦，不幸的是他像爱琴一样也坠毙了。

（二）襟下生风吞“金丹”

在中国古代的传说中，最美丽动人的要算那家喻户晓的“嫦娥奔月”了。

相传远古的时候，天上有十个太阳，晒得大地一片焦土，海水枯干，人间苦不堪言。这时，一个叫后羿的英雄射下了九个太阳，留下了一个，拯救了天下百姓。一个仙人钦佩后羿的神力和人品，就以仙丹相赠，这颗仙丹吃了可以长生不死，还能成仙得道。后羿有一个美丽贤惠的妻子，唤作嫦娥。后羿就把仙丹交与妻子保存。这时，荒淫无度的君王打听到后羿有个貌若天仙的妻子，就三番五次威逼他俩分开。有天后羿不在，昏君又来相扰，情急之下嫦娥吞下神药，果然她觉得身轻如燕，直上九天。她虽逃离了昏君的纠缠，却再也无法返回人间。嫦娥一心想着丈夫后羿，就恳请玉帝让她在离凡间最近的月亮上安家。从此，寒冷的月宫里就多了一个美丽的广寒仙子和一只捣药的玉兔。每到中秋节月朗星稀的时候，人们似乎还看得见那白玉盘中沉歌低吟思念郎君的嫦娥仙子呢！

在中国佛教艺术中也有飞天的记载。举世闻名的敦煌莫高窟

的 492 个洞窟中几乎窟窟画有飞天，据敦煌学学者常书鸿先生统计共有 4500 余身。飞天的故乡在印度，而敦煌的仕女飞天却是中国艺术家的天才创作。在北梁北魏等早期石窟中，飞天还明显受到印度飞天的影响；但从西魏到隋代，敦煌飞天就多了中国道教羽人的形象，中原的审美取向也表现得比较突出；到了唐朝，敦煌飞天的艺术形象达到了最完美的境界，摆脱了印度西域飞天的影响。她们不长翅膀，不生羽毛，单单凭借飘逸的衣裙、飞舞的彩带便可凌空翱翔，那变化无穷的飞扬之美、自由舒展的轻盈之态已经是独具中原特色的艺术神话了。

（三）神话传说中的飞行器

创造神话的古代人不但设想出种种奇妙的神怪精灵，还从日常生活中得到启示。

最简单的是女巫那施有魔法的“飞天笤帚”。手指细长，鼻子尖直，发如枯草，头戴尖顶小帽，骑在扫帚上从一家屋顶飞到另一家屋顶是中世纪女巫的经典形象。至今，人们还是忘不了这些带给童年美妙遐想的笤帚。

在古阿拉伯神话《一千零一夜》中，曾不止一次提到一种编织精美、灵活机动的毛毯，神话中的主人公往往要靠着它，才能救出邪恶魔法师控制下的公主。中国神话小说《封神榜》里的哪吒三太子脚踏风火轮，也是一种上天的神物。

相比这些没有生命的飞行器，人和神驾驭飞禽或神兽实现飞行似乎更具有现实意义：

传说波斯国王卡考斯曾把几只雄鹰套在他的御座上，让雄鹰带着威风凛凛地飞行。波兰的黑衣魔术师瓦尔多夫斯基伯爵则没有他那么气派，只是骑在雄鸡背上飞上了月亮。天神比较偏好骏马和神龙。斯拉夫传说中的宇宙神便总是骑着带翼的骏马驰骋于

天空，希腊太阳神赫里俄斯的火焰战车也由体强力壮、背生双翼的骏马拉动；更高级的坐骑就是飞龙了，轩辕黄帝便是骑龙上天，《西游记》中唐僧的坐骑原也是一条东海龙宫中的小白龙，孙行者的筋斗云最厉害，一个筋斗十万八千里，如此速度就连当代飞行器也自愧弗如啊！

三、迈出地球摇篮——航天之路

在人类文明的发源地，流传着许多关于航天的畅想。

（一）火箭的故乡——古代中国

追根溯源，火箭真正的故乡是中国。我们祖先基于一定科学道理的大胆想像，曾给人类航天技术发展史增添了多姿多彩的一笔。

1. 原始火箭的发端

自三国起（公元 220~280 年），史书就有关于“火箭”的记载。当时的火箭用于战争，是一种在箭头上附着有油脂、松香、硫磺之类易燃物质，点燃后用弓或弩射出去杀伤敌人，故亦称“燃烧箭”。

秦汉时期发明了火药。唐朝《真元妙道要略》的炼丹书记载道：“有以硫磺、雄磺含硝石并密烧之，焰起，烧手面及烬屋舍者。”这表明，火药在唐代中期就已经被人们所掌握。这一进展使火箭迅速应用到军事中。唐末宋初（公元 10 世纪）已经有火药用于火箭的文字记载。唐末宋初至明朝初期，火箭还只是作为燃烧物，其结构多是在火药筒上捆一根细竹竿，这叫“起火”，如在“起火”前端加一个箭头，尾端装上箭羽，就是“火箭”了。

北宋年间，冯继升、岳义方、唐福等军官曾向朝廷献过火箭及火箭法，曾公亮等人在1040年编著的《武经总要》中，详细记述了诸如引火球、铁嘴火鹞、竹火鹞等各种火药武器的制造和使用。到了北宋末年，人们还创造了“霹雷炮”、“震天雷”等杀伤力更大的火药武器。然而，当时的武器还只是把火药装成易于发射的形状，点燃引线后，由原来的弓弩或抛石机发射出去。

2. 喷气火箭诞生

据史书记载，真正由火药喷射推进的喷气火箭，是南宋时期发明的。人们在节日夜晚常放诸如“地老鼠”、“起龙”等靠火药喷射推进的烟火玩物。从原理上讲，人们利用火药燃烧进行喷气推进的方式制作的爆竹和烟火，已接近火箭制造的原理。

明代是中国古代火箭技术运用的全盛时期。茅元仪编著的《武备志》中记载有火箭图，如飞刀箭、飞枪箭、燕尾箭，以及可以同时发射一百支箭的“百矢弧箭”和“百虎齐奔箭”等。还最早应用了串联（多级）和并联（捆绑）技术以提高火箭的运载能力。明代《武备志》中记载的“神火飞鸦”就是并联技术的体现。

而最神奇的当属“火龙出水”，这是一种用于水战中的二级火箭，在原理上它已经接近现代的二级火箭，并且具体综合运用了串、并联的技术。它先用四支大火箭筒燃烧喷射，由此产生的反作用力把龙形筒射出去，当这四支火箭里的火药燃料烧完后，再引燃龙腹中的神机火箭，把它们射向敌方。这种“火龙出水”火箭能射到1~1.5千米远的敌方船只。在这种火箭中火药有明确分工，首先是喷气飞行的推进剂，然后是摧毁敌人战斗部的爆炸物。这种原始火箭虽然没有现代火箭那样复杂，但已经具有战斗部（箭头）、推进系统（火药筒）、稳定系统（尾部羽毛）和箭体结构（箭杆），完全可以认为是现代火箭的雏形。

“飞空击贼震天雷炮”是一种雏形飞弹，在《武备志》中有关于它的详细记载。“飞空击贼震天雷炮”是一根装有火药的圆筒，利用火药做推进器（“送药”）。战斗时，点燃送药，飞弹便直飞向敌营，当“送药”燃烧完后，圆筒中的火药便在敌营中燃烧、爆炸。

3. 航天先驱者——万户

14世纪，中国明代的一位心灵手巧的工匠万户，进行了人类历史上第一次借助火箭的力量飞行的试验。

他设计了会飞的“飞龙”火箭。这种木质雕刻的火箭筒可以飞行1000米。一天，他让助手把自己捆在坐椅上，在椅后安装47支当时最大的火箭，然后双手各持一面大风筝。万户设想，火箭同时点燃后，火箭产生的推力和风筝提供的升力将使他飞上天空。当工匠们点燃构架四周绑着的火箭后，“飞龙”拔地而起，但最终箭毁人亡。

万户的勇敢尝试虽遭失败，却被六个世纪以后的国际航天史学家公认为人类试图利用火箭升空的首次壮举。现在看来，万户的确是进行了一次科学探索。他考虑到了升空需要推力和升力，利用了当时所能提供的最先进的技术手段，并勇敢地亲自实践直至献身。

为纪念这位先驱者，国际天文学会将月球背面“东方海”附近的一座环形山以“万户”命名。万户高踞“海”边的山脊之上，永久地凝视着深不可测的宇宙，总算弥补了当年飞天壮志未酬的遗憾！美国的火箭专家赫伯特·基姆也撰文记载他的事迹，在美国的航空和航天博物馆中也标示着：“最早的飞行器是中国的风筝和火箭。”

4. 火箭从丝绸之路传到西方

13世纪以后，中国的火箭技术与其它火药兵器一同传到阿

拉伯、印度，后又传入欧洲，为世界的科技发展做出了巨大的贡献。

直到 13 世纪末，欧洲的史书中才出现“火箭”的字样，14 世纪欧洲才把火箭应用于战争。至 18 世纪后期，印度军队在抗击英、法军队的多次战役中成功地使用了火药火箭（射程超过 1000 米）的战例推动了欧洲火箭技术的发展。曾与印军作战的英国军官 W. 康格里夫在 19 世纪初配制了多种黑火箭，并使火箭的射程提高到 2.5~3 千米。

火药和火箭作为中国古人的发明，在当时是最先进的科学技术。

（二）近代航天幻想

如果人类能长翅膀，我们的祖先中必定早有勇敢者扑扇着飞向太阳，即使无异于飞蛾扑火，也必将前仆后继。挑战太空这一响亮的号角，远在人类刚刚学会在大气层内飞行的时代就隐隐地吹响了。

1. 开普勒的《梦想》

德国天文学家开普勒是新天文学的创始人和充满神奇幻想的科幻作家。17 世纪初，开普勒创作的太空幻想作品《梦想》，描绘了人类借精灵之力实现登月旅行，这是人类对月球旅行这一主题的第一次深刻阐发。

法国作家贝尔热拉也是最重要的一位太空幻想作家。他写的《月球之旅》对航天飞行做出了可贵的预言：认识到火箭将是飞船适用的动力装置。1863 年，由法国的埃劳德出版《金星之旅》，这一轰动航天界的小说提出了使用反作用马达的推进装置，惊人地预言了现代航天技术的重要思想。

法国科幻小说大师儒勒·凡尔纳（1828~1905）1865 年出版

的《从地球到月球》对于后世的航天发展，产生了极为广泛和深远的影响。凡尔纳以其丰富的想像力和严密的科学态度，准确地预言了百年后人类航天活动的状况：航天发射场，飞船密封舱，失重，火箭变轨飞行，制动火箭，飞船海上溅落等等。

美国牧师、作家爱德华·黑尔在 1870~1871 年间发表的科幻小说《砖月亮》，天才般地提出了载人空间站的构想。

英国主教、历史学家哥德温于 1638 年出版了《月中人》一书，描绘了英雄风萨雷斯去月球旅行的故事。

凡尔纳科幻小说《从地球到月球》一书的封面上画着探险家们乘坐的巨型炮弹由“哥伦比亚”炮发射，而美国于 1981 年 4 月发射的航天飞机也被命名为“哥伦比亚”号；书中的发射地点为佛罗里达半岛西侧的坦帕城，而半岛东侧距坦帕城约 170 千米处即是今卡纳维拉尔角肯尼迪航天中心。如此惊人的巧合，实在令人赞叹！

2. 科学巨人送我上九天

16 世纪，玻璃打磨技术的革命无意中为人类观察星空提供了最为宝贵的工具——天文望远镜诞生了。当科学家第一次透过特制的光学仪器观察月亮时，他们惊呆了——那里没有花园，也没有水池，更没有传说中的月宫，那里是另一个完全陌生的世界：奇特的环形山，宽阔的月海，平坦的月陆……

18 世纪，欧洲文艺复兴的到来如春回大地，天文学也同时得到了突飞猛进的发展。伟大的科学家哥白尼首先提出了“日心地说”，向人们宣布：地球并不是宇宙的中心，它不过是绕着恒星太阳旋转的一颗行星！其后，伽利略发明了天文望远镜，看到了太空的远处，发现地球的“上边”并没有可供“神仙”居住的地方；他坚信哥白尼的论断没有错。然而，宗教和神权容不得这些“离经叛道”者的异端邪说。于是，宗教法庭烧死了哥白

尼，终身监禁了伽利略。随着科学技术的进步，更多的人接受了哥白尼、伽利略的宇宙观，并进行了坚苦卓绝的探索 and 实验。20世纪初，天才的科学家爱因斯坦提出了“相对论”，再次扭转了人们对宇宙的陈旧观念，同时为人类飞离地球进入宇宙空间提供了科学理论。

（三）航空先驱前赴后继——飞机的发明

1. 上天从这里起步——热气球

人类向往飞翔蓝天，于是模仿鸟类的扑翼式飞行就成为最早的飞行尝试。从中国的屈原、鲁班、墨翟、张衡……到意大利的达·芬奇、俄国的罗蒙诺索夫、美国的爱迪生……可是这些可敬的先行者都失败了。但是聪明的人却从天空悠然飘行的白云得到了启发，跨出了飞行的重大一步——热气球飞行。

1783年6月，法国的蒙特哥菲尔兄弟，用布和纸做成直径达11米的热气球，充满篝火产生的烟气，成功地飞升到1800米的高度。同年10月15日，蒙特哥菲尔兄弟又创造了载人飞行四分半钟，真正开创了人类升空的新时代。以后，氢气球和飞艇也都陆续升上了天空。“挪威号”飞艇于1925年5月成功开辟了北极航线。然而，随着人们研究的深入和不断发生的飞行事故，人们的注意力逐渐转向了重于空气的航空器（飞机和滑翔机）的研究上。

2. 航空之父——乔治·凯利

达·芬奇出生于1452年，他是第一个运用科学知识对飞行问题进行研究的人，并曾设计出了降落伞和直升机的雏形。而乔治·凯利男爵（1773~1857）则被公认为飞机的创始人，被誉为“航空之父”。他为重于空气的航空器创立了必要的飞行原理，而在这之前，航空是“一门在公众眼中接近于荒谬可笑的科学”。

在乔治·凯利 23 岁的时候，制造了一个直升机模型。大约在 1801 年，乔治·凯利研究了鸟的推动力，并于 1804 年在旋转臂上试验了一架滑翔机模型。随后曾多次制造了改进型的滑翔机原型机。在乔治·凯利的众多追随者中，最为著名的是英国工程师威廉·塞缪尔·亨森，他于 1843 年提出的飞机设计方案“空中蒸汽汽车”几乎具备了成功的载人动力飞行所需要的一切要素，他设计的飞机草图非常简单而且合理，令人觉得建造飞行器这一幻想离现实只有一步之遥。

德国的工程师奥托·李林塔尔（1848~1896）于 1889 年出版《作为航空基础的鸟类飞行》，仔细地分析了鸟翼的形状和结构，从中得出了许多重要的数据，并应用于人的飞行。在 1891~1896 年亲自进行了 2000 多次滑翔飞行试验，积累了大量的经验和飞行数据。1896 年 8 月 9 日，这位伟大的先驱所驾驶的滑翔机不幸从空中坠落下来，他的临终遗言是：“要想学会飞行，就要做出牺牲。”

3. 第一架飞机制造者——莱特兄弟

威尔伯·莱特（1867~1912）和奥维尔·莱特（1871~1948）兄弟俩从少年时代起就对飞行十分感兴趣。1895 年他们开了一间自行车修理和制造作坊，并开始研究和制造飞机。

从 1900~1902 年，莱特兄弟先后制造了三架滑翔机，进行了上千次的飞行试验，详细地记录了不同情况下的升力、阻力、速度等数据，并对操纵进行了反复的改进。1901 年 9 月，莱特兄弟自己设计了一个小型风洞，用来精确测量气流吹到薄板上所产生的升力，并自己设计制造出了测量升力和阻力的仪器。

1902 年他们设计出了第一架飞机——“飞鸟”1 号终于出现在人们的面前。1903 年 12 月 17 日，在北卡罗莱纳州的基蒂霍克海滩上，“飞鸟”1 号像一只白色的巨鸟昂然挺立，显得十分轻

盈。

莱特兄弟在第一架飞机成功以后，迎接他们的不是鲜花和掌声，而是怀疑与挑剔。保守的学究们不相信“自行车工人”能造出飞机，在很长时间里，“第一架飞机的制造者”的荣誉被不公平地安在斯密森学会的主席兰利的头上。然而莱特兄弟仍然不断地探索和进取，并多次到世界各地作飞行表演，散播航空的种子，他们将自己的一生都献给了航空事业，终生没有结婚，后来被人们誉为航空奠基者。

（四）现代火箭的奠基人

尽管欧洲人在中国发明火箭的几百年后才学会使用火箭，然而现代火箭技术还是首先在欧洲得到了迅速发展。

1. 英国火箭之父——康格里夫

18世纪后期，印度军队在抗击英、法军队的多次战役中成功地使用了火药火箭（射程超过1000米）的战例推动了欧洲火箭技术的发展。而火药火箭技术被推向一个新的高峰，英国军官W·康格里夫功不可没。

康格里夫是第一个试图用牛顿第三定律揭示火箭飞行动力学本质的人。他发现火箭的飞行距离太短，火箭发射最远时的倾角为55度，通过试验，很快他研制的火箭就达到了1640米的射程，采用3000克装药火箭达到了2100米的射程。

1805年11月，康格里夫火箭在法国波隆正式投入战场，用于袭击法军的舰队；1806年春，康格里夫火箭经过反复试验后，提高了稳定性和射程，重新投入使用，并在那不勒斯战场抗击法军的战争中取得良好效果。1806年，英国又两次用火箭攻击了波隆，使法国人见识了康格里夫火箭的真实威力。1807年，在丹麦哥本哈根的战斗中，康格里夫火箭再立奇功，为战斗胜利立

下汗马功劳。这次战斗促使英国政府下令建立了一支特种火箭部队，这支部队曾投入到反抗美国独立的战争中。康格里夫将火药火箭的性能发挥到极限，成为后世研究火箭技术的宝贵财富。

2 宇航之父——齐奥尔科夫斯基

19世纪末 20世纪初，由于出现了齐奥尔科夫斯基（1857 ~ 1935）等一大批科学家进行的顽强探索和执著的追求，使得火箭技术重新获得了生机。因此，齐奥尔科夫斯基这位俄国和前苏联著名的空气动力学、火箭动力学家被人们誉为现代“宇航之父”。

16岁的时候，受到凡尔纳科幻小说的影响，有关飞行和星际旅行的问题强烈地吸引着他，这为他以后的研究方向打下了基础。

1896年，虽然他已近而立之年，但他把自己下半生的心血和精力都投身到这项事业中去，因而取得了令世人瞩目的成就。

1898年8月，齐奥尔科夫斯基破天荒地对火箭发动机作了精确计算，他极正确地提出了气体喷出的最大速度可以用液体化学燃料获得的科学论断，从而解决了火箭发动机动力燃料的难题，把火箭发动机的研究水平向前推进了一大步。

1903年，他具有开拓性意义的航天学经典论文——《利用喷气装置探测宇宙空间》在莫斯科的《科学评论》杂志上发表。他提出了著名的火箭运动方程式，这个方程式的诞生使火箭理论更趋完善，因而被命名为“齐奥尔科夫斯基公式”。齐奥尔科夫斯基在火箭运动理论形成一个完整的框架后，1911年和1914年，他又以相同的标题在《航空报告》杂志上发表了三部曲的后两部分，从而构成了一个相当完整的航天学理论体系，在后两个部分中，齐奥尔科夫斯基以其广博的知识论述了星际航行的问题，他设计并画出了载人宇宙飞船的草图，研究了飞行中的种种问题。他还研究了太空飞行对人类社会的重大影响以及人类前景等问

题。

1919年，齐奥尔科夫斯基论证出单级火箭很难达到第一宇宙速度，为了解决这个问题，他又天才地提出了多级火箭原理——多级火箭理论也就是现代运载火箭的飞行原理。在科学论文《太空火箭列车》中，他指出：火箭列车可以达到很高的宇宙速度，同时也能把燃料的携带比率限制在可以实现的范围内。用通俗的话讲，多级火箭的原理就是串联或并联几个单级火箭，每一级工作完后立即抛掉，从而使火箭在以后的航程中可以甩掉不必要的包袱，逐步提高工作级的推重比，以达到更高的速度。

1929年，这位科学巨匠在晚年仍马不停蹄地工作着，在他去世后发表的论文《太空火箭工作：1903~1927年》中，对人类航天的未来做出了阶段性的预测：他预见火箭技术从试验火箭到使用远程火箭及载人飞行火箭的发展过程，人造卫星、载人飞船、空间基地的出现。还展望了行星基地、太空旅游、恒星际飞行等现在仍未实现的梦想。

1935年，齐奥尔科夫斯基——这位人类航天技术的先驱者，带着无限的遗憾离开了人世。但他建立的液体火箭运动理论和太空飞行基本理论，却给人类留下了一笔巨大的宝贵财富。他掀起了一场火箭技术上的一次真正的革命，使人类在他去世30年后就飞向了太空。由于他的无私奉献，现代火箭技术诞生了，飞出摇篮的宇航时代来临了。

3. 液体火箭之父——戈达德

在反复尝试了固体火箭之后，人们发现固体燃料的缺陷使它无法胜任星际旅行。美国著名的物理学家戈达德发明并制造了世界上第一枚液体火箭。在他的带动下，世界掀起了研究液体火箭的热潮。

1882年，戈达德出生在美国马萨诸塞州。戈达德少年时代

常常梦想能造出一架机器，带着他从脚下的草坪上起飞，带着他到火星上去。

高中期间，戈达德对火箭研制非常着迷，他常常思考太空飞行的方法，他设想了火箭和航天的各个方面，包括液体火箭、氢氧火箭、多级火箭等等，希望能实践自己的太空梦想。高中毕业后，戈达德进入伍斯特综合技术学校，并开始从事研究火药火箭。1908年，戈达德进入克拉克大学理学院攻读博士学位，这个阶段他逐渐认识到固体火箭的固有缺陷，他的设计思想开始向液体火箭过渡。

1914年，戈达德留校继续开展火箭研制工作。1919年发表《达到超高空的方法》的文章，论述了用火箭作高空大气研究和达到月球的可能性。

1925年，他制造了第一个5.5千克的小型液体火箭发动机，并成功地燃烧了27秒钟。戈达德对这次成功感到非常兴奋，下决心要让火箭飞上天。

1926年春，戈达德的第三台液体火箭发动机试制成功，并被组装在世界上第一枚液体火箭上。3月16日这天，在马萨诸塞州沃德农场的一片田野上耸立着的一座铁黑色圆锥形试验火箭，它长约3米，直径约15厘米。点着引信后“嘶”的一声啸叫，火箭腾空而起，然后落在了田野上。这枚火箭的液体燃料仅燃烧了2.5秒钟，飞行高度只有12米，飞行距离仅56米。虽然效果并不理想，但却打开了液体火箭技术的大门。戈达德激动地说：“这一下，我可创造了历史！”

正当戈达德在火箭研究理论和实验上取得重大进展时，他的工作却几乎被迫中断。这位火箭奇才的研究工作从未得到美国政府的关注和支持，没有必要的经费来源，警察署关闭了马萨诸塞州农场的火箭发射试验场。坎坷的遭遇，使戈达德身心交瘁，劳

累至极。

1945年8月10日，戈达德这位航天时代的开创者，因患喉疾离开人世。他是早期火箭先驱者中惟一将科学理论和实际工程相结合的人，他把自己的一生献给了“最迷人的应用物理学”——火箭和航天事业。1960年美国政府以隆重的仪式追赠戈达德100万美元的科研基金，奖励他在人类火箭发展史上杰出的贡献。

4. 现代火箭技术奠基人——布劳恩

布劳恩1912年3月23日出生于德国别尔捷茨的一个高级官员家庭。父亲是以善于解决农业和粮食问题而著称的专家，母亲是音乐、文学和天文学爱好者，有较高的文化素养，会讲六种语言。闲暇之余，她常给幼年的布莱恩讲述有关日月星辰的变化和人类征服月球的理想，使布劳恩从童年时代起就开始与浩瀚无垠的宇宙结下了不解之缘。1930年，布劳恩中学毕业后，进入柏林理工学院学习，并在这里先后结识了著名的火箭技术科普作家威利·莱和“德国火箭之父”奥伯特教授，并成为奥伯特的亲密助手，开始从事液体火箭发动机的研制工作。

此后，布劳恩对火箭技术领域的发展，提出了许多科学的预见，并做出了不少解决方案。一系列的成功，使年龄不到20岁的布劳恩一举成名，成为享誉海内外的火箭专家。为了使自己倾心的火箭早日升空，布劳恩来到了德国陆军火箭研究所，并成为这里的中心人物，担负了军用火箭的研究工作。

在布劳恩领导下，1933年德国很快研制出了专门用于实验的“A-1”型液体火箭。这种长1.4米、直径0.3米、重量达150千克的火箭，用酒精和液氧作推进剂，发动机推力达到了300千克，在当时是无与伦比的大型火箭。第二年12月初，成功地试射了两枚“A-1”型火箭的改进型“A-2”火箭，第三

年又完成了“ A - 3 ”型火箭的试制。

深居简出的纳粹头目希特勒，听说“ A - 3 ”型火箭试射成功的消息欣喜若狂，妄想用这种武器为其策划的战争服务，于是他迫不及待地责成德国陆军司令部给戈达的研究小组下达了研制射程 275 千米，弹头要装 1000 千克梯恩梯的“ A - 4 ”型导弹火箭。1942 年底，代号为“ 樱桃核 ”的飞航式导弹出世了。这种导弹重 2200 千克，弹长 7.6 米，战斗部装药近 1000 千克，射程可达 370 千米。由于纳粹党的宣传部长戈培尔觉得“ 樱桃核 ”这个代号不响亮，于是便将这种导弹命名为“ V - 1 ”导弹。因为“ V ”既具有英文胜利的含义，同时又是德文 Vergeltung 一词的第一个字母。

但“ V - 1 ”导弹在使用于对英国的空袭之后，布劳恩等发现了它的重大缺陷，导致了命中精度出现巨大误差。在布劳恩的指导下，很快研制出了一种新型的更为准确有效的武器——“ V - 2 ”，导弹。

“ V - 2 ”导弹重约 13 吨，弹长 14 米，直径 1.6 米，战斗部装药 800 千克，最大飞行速度 1700 米 / 秒，最大推力可达 27 吨，弹道高 100 千米，射程 320 千米。采用具有程序装置及测速仪器的自主式陀螺控制系统，导弹命中率大为提高。“ V - 2 ”导弹是世界上第一枚弹道导弹，体现了当时最先进的火箭制造技术。它的制造成功，是处于战争困境中的希特勒仿佛捞到了一根救命稻草，立即被用在 1944 年 9 月对英国伦敦的空袭中。但是，战争的胜负并不是靠一两件新式武器可以决定的，尽管布劳恩为德国的火箭制造立下了汗马功劳，但德国战败的命运却是不可逆转的了。

战败后，美国和前苏联把德国火箭试验场连同该领域最优秀的科学家瓜分了。前苏联抢夺的是设在佩内明的火箭试验场的全

部设备和图纸，美国则将柏林教堂里避难的布劳恩找到，连夜送往美国范登堡空军基地。前苏联和美国成为了世界火箭的新中心。

20世纪 50 年代之后，火箭制造技术更有了突飞猛进的发展。美国和前苏联两个超级大国相互竞争，火箭制造技术日趋完善。到 90 年代，能够制造火箭的国家有美、俄、法、日、中、印、以、巴等，火箭家族也在不断扩大。

第 2 章 叩开太空的大门——人造卫星

1957年 10月 4日，秋夜爽朗，前苏联拜科努尔航天中心的发射塔上，竖立着“卫星”号大型运载火箭。在火箭的头部，安装着一颗有四根折叠杆式天线的圆球型人造卫星“东方 1号”。随着火箭发动机的一声巨响，火箭拔地而起，不到两分钟就消失得无影无踪。当日午夜，莫斯科电台向全世界公布：首颗人造地球卫星成功进入轨道。不久，世界各地都能通过无线电波接收到这颗卫星从天空发射来的信号声，这标志着人类星际航行的道路已经被开辟出来。

自 1957年苏联发射第一颗人造卫星“东方 1号”以来，人类已经开创了一条通往太空的道路。40年中，地球的上空已经汇集了 5000多颗各式各样的人造卫星，这其中包括美国、前苏联、英国、法国、中国、日本、印度、巴西、以色列、加拿大、澳大利亚等 10多个国家发射的各种军用和民用卫星。其中中国卫星大概占 60颗左右。这些不同功用的卫星，每日在太空默默无闻地为人类服务，却很少有人知道它们的名字。

一、各司其职的天官——民用卫星

从 1962年美国发射的第一枚通信卫星算起，民用卫星已经

有 40 年的历史了。现在，民用卫星的家族已经增添了许多新丁，比如通讯卫星、气象卫星、对地观测卫星、导航定位卫星、科学探测卫星等等。卫星技术的发展，极大地改变了地球上的生活，激发了人们探索宇宙的渴望。

（一）资源卫星

资源卫星，顾名思义是勘测和研究地球自然资源的卫星。它不但能“看透”地层，还能普查农作物、森林、海洋、空气等资源，能预报和鉴别农作物的收成，考察和预报各种严重的自然灾害。回顾人类利用资源卫星的记载，关于它的佳话真是不少。

1. 勘探地球的行家

1987 年，中国在修建大同一秦皇岛的铁路时，遇到了拦路虎桑乾河。原以为这条河为不可通的地段，铁路须绕行 40 千米。而每千米的铁路建设费就高达 900 万元人民币，还要占用数千亩良田。科学家们研究了资源卫星提供的卫星图片，证明桑乾河的地质条件可以让铁路搭桥通过，这样一下子就减少了国家 4 亿元的投资。

世界上最长的河流亚马逊河，长期以来该流域的资源状况一直是个谜。然而 20 世纪 80 年代中期以后，人们并没有费太大的劲，就对世界第一大河流域的地形地貌、土壤植被、森林、矿藏等等资源了如指掌了，并且发现了这条大河还有一条几千千米长的大支流。是谁帮了这个大忙呢？还是资源卫星。

2. 资源卫星探秘

资源卫星利用星上装载的多光谱遥感设备，获取地物目标辐射和反射的多种波段的电磁波信息，把这些信息发送给地面站。地面站接收了卫星信号后，根据事先掌握的各类物质波谱特性，再对这些信息处理、判读，从而得到各类资源的特征、分布和状

态等资料。

资源卫星一般采用太阳同步轨道运行，这样既可以使卫星对地球的任何地点都能观测，又能使卫星在每天的同一时刻飞临某个地区，实现定时勘测。许多国家都发射和准备发射资源卫星。资源卫星分两类：一是陆地资源卫星，二是海洋资源卫星。

世界上第一颗陆地资源卫星是美国 1972 年 7 月 23 日发射的，名为“陆地”1号卫星。它采用近圆形太阳同步轨道，卫星距地球 920 千米高，每天绕地球 14 圈。星上的摄像设备不断地拍下地球的情况，它拍的每幅图像可覆盖地面近两万平方千米，是航空摄影的 140 倍。世界上的第一颗海洋资源卫星“海洋卫星”1号也是美国于 1978 年 6 月发射的。它装有各种遥测设备，可在各种天气里观察海水特征、测绘航线、寻找鱼群、测量海浪、海风等。美国用这颗卫星拍摄的图片，绘制了世界三大洋的海底地形图，为人类发展海运、开发海洋提供了资料。可惜的是，它只工作了 105 天，就因电源系统短路而失去了作用。

3. 各国资源卫星一览

目前，服务在地球轨道上的全球遥感卫星家族主要包括：美国资源卫星、法国遥感卫星、加拿大“雷达卫星”以及中国资源卫星。

从 20 世纪 70 年代到 80 年代，在气象卫星的基础上，美国又研制发射了四颗试验型“陆地”系列地球资源卫星。90 年代，美国推出了两颗第三代实用型资源卫星：1993 年发射的“陆地-6”卫星因未能进入轨道而失败，1999 年克林顿政府又发射了“陆地-7”卫星，以保持对地球图像、全球变化的长期连续监测。1999 年 9 月，美国发射了一颗高分辨率商用卫星——“依科诺斯”卫星，星上装有柯达公司制造的数字相机。由于其分辨率高、覆盖周期短，故在军事和民用方面均有重要用途。目前，

美国的资源卫星每 16 天即可覆盖全球一次。

1986 年以来，法国先后发射了四颗“斯波特”对地观测卫星。前三颗“斯波特”均采用 832 千米高度的太阳同步轨道，卫星上装有两台高分辨率可见光相机，可获取 10~20 米分辨率的遥感图像。这些相机有侧视观测能力，还能进行立体观测。“斯波特-4”卫星遥感器增强对植物的分类识别能力，并有助于冰雪探测。该卫星还装载了一个植被仪，可连续监测植被情况。“斯波特-5”是新一代遥感卫星，其分辨率更高，即将向全世界提供服务。

加拿大“雷达卫星-1”于 1995 年发射，它标志着卫星微波遥感技术的重大进展。“雷达卫星-1”除了有一个地面卫星数据接收站外，卫星上还载有磁带记录器，可覆盖全球。该星除陆地及海洋应用外，其重要任务是对南极大陆提供第一个完全的高分辨率卫星覆盖，并对全球产生多次卫星覆盖。

1999 年 10 月 14 日，由中国和巴西联合研制的“中巴资源 1 号”卫星发射成功。这颗卫星对于第三世界的空间技术发展起着带头的作用，意义十分重大。由于“中巴资源 1 号”卫星的工作寿命只有两年，为接替它的工作，2000 年 9 月 1 日中国又发射了“中国资源 2 号”卫星，这是中国发射的第 45 颗卫星。“资源 2 号”是中国继“资源 1 号”后又一颗传输型遥感卫星，它为中国的国民生活提供了分辨率更高的卫星地面影像，标志了中国卫星技术更上一层楼。

(二) 气象卫星

气象卫星是对地球及其大气层进行气象观测的人造地球卫星。它能大范围地、及时迅速地、连续完整地对气候进行研究，并把云图等气象信息发给地面用户。

1. 海拔最高的气象站

气象和人类的生存密切相关，一场暴雨或一次台风没有及时预报，就会摧毁一年的收成，甚至危及人们的生命。航行的船舰和飞机，没有气象预报的保证，后果更是不堪设想。可是无论用地面气象台、气球、无线电设备，还是用气象火箭进行气象观测，都有很大局限性，而且地球上 80% 的地区无法用上述工具去观测，于是气象卫星便大显身手。

1981年，中国长江流域发生特大洪水。要不要在荆江实行分洪，当时国家的决策机构举棋不定。气象部门根据接收国外气象卫星的资料，提出了荆江不分洪的建议，结果避免了 40 万人不必要的搬迁，并使 60 万亩农田免于被淹，减少经济损失 6 亿元。1986 年，“8607”号台风在广东汕头登陆，气象部门根据气象卫星提供的信息及时预报，使 3000 多条渔船及时返港，300 多万亩水稻提前收割，35 座大中型水库采取安全措施，减少约 10 亿元的损失。

2. 气象卫星如何察言观色？

近地气象卫星离地面的高度一般在 800 千米左右。气象卫星上装有电视摄像机，它能够拍摄全球的云图。以前，人类只能从下往上拍摄云图，由于上层云被下层云遮住，所以往往拍摄不到上层云。有了气象卫星，就可以从上往下拍摄云图。

气象卫星的高超本领还来自于它携带的气象遥感器。它能够接收和测量地球及其大气的可见光、红外与微波辐射，并将它们转换成电信号传送到地面。地面站接收以后，经过计算机处理，就可以得到云的形状、云顶高度、大气温度和湿度、海面温度和冰雹覆盖面积等，进一步处理后就可以发现天气变化的趋势。把气象卫星获得的气象资料跟其它探测方法获得的气象资料一起进行综合分析后，就可以准确地预报天气。

气象卫星的轨道大致有两种，一种是太阳同步轨道，一种是地球静止轨道。前者每天可对全球表面巡视两遍，优点是可以获得全球气象资料，缺点是对某一地区每天只能观测两次；后者可以对地球近 $1/5$ 的地区连续进行气象观测，实时将资料送回地面。用四颗卫星均匀地布置在赤道上空，就能对全球的中、低纬度地区天气系统的形成和发展进行连续监测。它的缺点是对纬度大于 55° 的地区的气象观测能力差。如果这两种卫星同时在天上工作，就可以优势互补。

3. 国际气象卫星家族

自 1960 年美发射第一颗气象卫星“泰罗斯-1”以来，世界上发射了许多类型的气象卫星，到目前为止，美国、前苏联、日本、欧洲空间局、中国、印度等共发射了 100 多颗气象卫星。

从 1960~1965 年，美国共发射了 10 颗“泰罗斯”系列试验型卫星，它为美国提供了大量的气象资料。1966~1969 年间，美国又研制并发射了第一代太阳同步轨道气象卫星——“艾萨”号，共发射了九颗。它的云图星下点分辨率为 4 千米，但仍不是十分理想。为了与“艾萨”号协同作战，美国还在 1975~1982 年间共发射了六颗地球静止轨道的“地球静止环境业务卫星”(GOES)。美国气象卫星中本领最强的数第三代太阳同步轨道卫星——“泰罗斯 N/诺阿”系列卫星。它与 GOES 等系列卫星配合组成了一个严密的全球天气监测网。它每天可输出全球范围内 16000 个点的大气探测资料，20000~40000 个点的海面温度测量值，100 多张云图。现在世界上 120 多个国家约有 1000 多个云图接收站，每天接收这类卫星云图。

前苏联的气象卫星叫“流星”号，分 I、II 号两个系列，从 1969~1982 年已经发射了 40 颗。“流星”号卫星为太阳同步轨道卫星，每天两次探测全球有关云层分布、雪和冰层覆盖、地面温

度、云顶高度等数据，将数据传给本国及其他国家的 60 个自动图像传输站，业务十分繁忙。

日本于 1977 年发射了一颗静止气象卫星，它能观测从东经 8°到西经 160°，南北纬各 5°的广大地区，包括太平洋、印度洋东部、东亚大陆和大洋洲。中国也在日本静止气象卫星的观测范围内。中国已经研制成接收装置，接收日本静止气象卫星的云图，用于中国的天气预报。日本发射第一颗静止气象卫星以后，又相继发射了三颗静止气象卫星，其中 1984 和 1989 年发射的两颗卫星目前仍在工作中。

中国于 1988 年 9 月 7 日发射了第一颗气象卫星——“风云 1 号”太阳同步轨道试验气象卫星，卫星云图的清晰度可以与美国“诺阿卫星”云图媲美。只可惜，由于星上元器件发生故障，它只工作了 39 天。中国科学家研制了性能更先进的“风云 2 号”地球静止轨道气象卫星，预计不久的将来便可应用。

（三）科学探测卫星

科学探测卫星，是用来进行空间物理环境探测的卫星。它的出现，改变了人类坐地观地、坐地观天的传统。它携带着各种仪器，穿过大气层，不受干扰地为人类记录着大气层、空间环境和太空天体的真实信息。而这些十分宝贵的资料又为人类登上太空、利用太空提供了攻略指南。

1. 探测空间的奥秘

美国发射的第一颗卫星“探险者 1 号”就是一颗科学探测卫星，以后“探险者”发展成了一个科学卫星系列，到 1975 年这个系列共发射了 55 颗，有 53 颗进入轨道。“探险者”卫星系列多为小型卫星，这些卫星使人类更多地了解了太阳质子事件对地球环境的影响，加深了对太阳—地球关系的认识。

“电子号”卫星是苏联的科学卫星系列，1964年1~7月共发射了四颗卫星，重400~544千克。星上装有高、低灵敏度的磁强计，低能粒子分析器，质子检测器，太阳X射线计数器以及研究宇宙辐射成分的仪器等。它们的主要任务是研究进入地球内、外辐射带的粒子与其相关的各种空间物理现象。

中国的“实践”系列卫星既是技术实验卫星，又是科学探测卫星。它1971年和1981年发射了两次共四颗。“实践1号”卫星装有红外地平仪、太阳角计等探测仪器，取得了许多环境数据。“实践2号”和2号甲、2号乙是用一枚火箭同时发射的三颗卫星。卫星获取了有关地球磁场、大气密度、太阳紫外线、太阳X射线、带电粒子辐射背景等数据，也圆满地完成了新技术的试验。

2. 观测宇宙的“天文卫星”

天文卫星也是一种科学卫星，它就像在地球轨道上建起的一座座太空天文台，可专门对宇宙天体和其它空间物质进行科学观测。

第一颗天文卫星是美国1960年发射的“太阳辐射监测卫星”，它测到了太阳的紫外线和X射线通量。从1962年开始，美国又发射了专门观测太阳的“轨道太阳观测台”卫星系列、专门用于紫外线天文观测的“轨道天文台”卫星和X射线观测卫星。这些卫星发现了宇宙天体的各种辐射源，为人类分析研究宇宙的演化过程，揭开地外文明的奥秘提供了珍贵的资料。

天文卫星在离地面几百千米或更高的轨道上运行，由于没有大气层的阻挡，星上的仪器可以接收到来自天体的从无线电波段到红外波段、可见光波段、紫外线波段直到X射线波段和 γ 射线波段的电磁波辐射。由于安装了复杂的科学观测仪器，除这些仪器本身必须保证制作精度外，天文卫星在结构上也须有很高的安装精度和结构稳定性，否则修理代价可就太大了。

(四) 通信卫星

通信卫星，像一个国际信使，把来自地面的各种“信件”带到天上，然后再“投递”到另一个地方的用户手里。由于这座“太空驿站”挂在 3.6 万千米高的高空，所以在理论上，只需在太平洋、印度洋、大西洋的赤道上空各配置一颗同步通信卫星，就可以实现全球卫星通信了。

1. 挂在天上的“驿站”

自古以来，人们就对快速通信有迫切的期望。20 世纪无线电通信的实现，使人类的通信手段大为改观。无线电通信是靠电波传送信号的，其中超短波和微波具有传输信息容量大、信号稳定可靠等优点。但二者的传输只能直线传播，人们只好每隔 50 千米为它们建造一个中继通信站，使它们像跑接力赛一样把电波传送到遥远的地方。然而，这种接力通信的方式在许多情况下是不可行的。例如在崇山峻岭和汪洋大海中，根本无法建立中继站，怎么办？

1944 年，一个名叫 A.C. 克拉克的英国人发表了一篇题为《地球外的中继》的论文。他提出了一个十分大胆的设想，即人类有可能通过发射人造地球卫星，为地面通信建立设在空间的“中继站”。这就相当于在天上挂起一个“驿站”，把信号发给天上的卫星，再由卫星接收后转发到地面的另一个地方。这就是卫星通信的最初原理。

通信卫星一般采用地球同步轨道，要保持卫星与地球的运行同步，就要“定点”在赤道上空 35786 千米处。因为与地球的运行同步，所以在地球上任何一点看到的通信卫星都是相对静止的。这为组织全球卫星通信网带来了很多方便，接收站的天线可以固定对准卫星，昼夜不间断地进行通信。

2. 现代社会与通信卫星

1965年4月6日，世界上第一颗商用卫星“晨鸟号”发射成功，一个崭新的卫星通信时代便由此开始。“晨鸟号”于1965年6月28日开始商业服务，它是通信卫星从试验阶段转为实用阶段的标志，开创了民用国际卫星通信的先河。

最先利用卫星来转播电视的国家是国土辽阔的加拿大，1976年它利用美国通信卫星建立了全世界首家电视转播网。1984年，日本又首先发射了专用于卫星电视转播的广播卫星“BS-2a”。卫星转播不仅能使世界各地新闻在瞬息之间传遍寰宇，还使得分散在世界各地的人足不出户而知天下事，通过电视屏幕同观一场球赛，或同时出席一个国际会议。

由于卫星通信的崛起，使得在海上救援活动中以“SOS”为呼救信号的莫尔斯电报，于1999年2月正式退出历史舞台，代之以由海事卫星担纲的“全球海上遇险及安全系统”（GMDSS），从而将人类的海上救援活动推向了一个新的水平。

中国的通信卫星发展起步较晚，第一颗自行研制的静止轨道通信卫星是1984年4月8日发射的，叫“东方红2号”，至今已成功发射了五颗。这些卫星先后承担了30路对外广播、中央电视台一、二套节目传输、两套电视教育节目的传输，开通了8000多路卫星电话以及国内广播节目的传输，创造直接经济效益20多亿元。

（五）技术试验卫星

技术试验卫星，是进行新技术试验或为应用卫星进行试验的卫星。人造卫星在发射上天前必须经过一系列的地面试验，以考验卫星的技术性能。但是地面环境毕竟不同于天上，在地面上试完了还必须上天试一试。无论哪个国家在发射每一种应用卫星之

初，都要发射一些技术试验卫星。美国的返回式卫星就是发射了12颗技术试验卫星后才掌握了卫星回收技术的。

从1966年12月到1974年5月，美国曾发射了六颗多用途技术试验卫星。它们叫“应用技术卫星”系列。卫星进行了很多试验：空地和船岸之间的话音通信、传输全球云层分布图、卫星导航、卫星天线作用、卫星姿态稳定及无线电传输等，为美国以后的通信卫星、气象卫星、导航卫星、资源卫星的研制与应用作了大量的准备。

“实践1号”卫星是中国第一颗科学探测和技术实验卫星。它1971年3月3日发射，重221千克，外形为近似球体的多面体，直径1米。它的主要任务是试验星上太阳能电池供电系统、主动无源温度控制系统、长寿命遥测设备及无线电线路性能及其它太空环境探测。“实践1号”的设计寿命为一年，可它实际在太空中工作了八年之久，直到1979年6月17日才陨落。

试验卫星中，最让普通人感兴趣的是生物卫星。在载人航天之前必须先进行动物试验，看看这些人类宇航员的“替身”能否适应太空生活，看看太空失重、强辐射的环境对动物有什么影响，采取什么防护措施，然后才能慎重地将人送上天。

1957年11月3日，苏联发射了世界上第一颗生物卫星——“人造地球卫星2号”，这人造卫星上载有一只名叫“莱伊卡”的小狗。5千克重的莱伊卡在不大的卫星舱里生活得很好，科学家为它设计了一套生命保障系统，使舱内的环境和地面一样，并带有食物。莱伊卡的身上缚上了各种监测血压、呼吸、心率等生理指标的探头，遥测信息传回来后供地面科学家研究。由于当时人类还未掌握卫星回收技术，可怜的莱伊卡孤独地在天上转了六天后死去了。

自1966年开始，前苏联执行专门研究空间生命科学的生物

卫星计划，基本上每隔 1~2 年发射一颗生物卫星。到 1987 年一共发射了 10 颗，这些卫星都编在“宇宙”号的系列卫星中。卫星上装了猴子、狗、白鼠、乌龟、苍蝇、细菌、藻类、植物种子等生物，对它们进行了重力生理学、放射生物学和发育生物学实验。苏联的生物卫星计划是一项国际合作项目，东欧诸国、美国、法国等都参加了实验。

美国 1963 年制订了生物卫星计划，原计划发射六颗卫星，实际只发射了三颗。1975 年以后，美国的空间生命科学研究依靠苏联的“宇宙”号生物卫星完成。

中国在 1990 年 10 月 5 日发射的返回式卫星上也进行了太空动物试验，两只雄性小白鼠率先光顾宇宙，览尽九天风光。它们在天上生活了 5 天零 8 个小时，由于种种不适应，在返回地面之前死去了。

二、各显神通的天将——军用卫星

1990 年 8 月 2 日，伊拉克突然袭击并占领了科威特的国土，由此拉开了一场持续半年之久的海湾战争。40 多万美国及盟国军队云集海湾，伊拉克的重要机场、武器库、战略设施受到了美国导弹和飞机的狂轰滥炸，损失惨重。美国何以能准确地掌握伊拉克的军事机密呢？其中军用卫星功不可没。

（一）侦察卫星——太空情报员

侦察卫星是军用卫星中数量最多、应用最广的卫星。它站得高看得远，既能监视又能窃听，是个名副其实的超级间谍。对于地、海、空目标它都可以进行观测和监视，获取目标的图像和位置资料，截获目标发射的无线电信号等。根据执行任务和侦察设

备的不同，侦察卫星分为：照相侦察卫星、电子侦察卫星、海洋监视卫星和预警卫星。

1. 照相侦察卫星

装有可见光照相机、电视摄像机，可对目标进行拍照。这种卫星一般运行在近地点高度 150~280 千米的近地轨道上，如果装备上红外相机和多光谱相机，还具有夜间侦察和识别伪装的能力。

美国从 1959 年 2 月开始发射照相侦察卫星，直到 1960 年 8 月首次发射回收成功，从“发现者号”至今已发展了五代侦察卫星。1960 年 10 月发射的“萨莫斯号”无线电传输型卫星是第一代；第二代是改进了摄影系统的传输型卫星；第三代返回型卫星装有更完美的遥感装置和更高级的相机，装有空地快速通信系统，可把信息以高传输率发回到地面；第四代叫“大鸟”，它兼有回收胶卷和无线电传输两种功能，拍的照片可以清晰地分辨出火车、汽车、建筑物及行人；第五代是“锁眼”卫星系列，海湾战争中，美国运用了最新型的数字成像卫星——“锁眼-11”侦察卫星，它用电荷耦合器件摄像机拍摄地物场景图像，图像直接可传送给地面，收看的效果犹如看电视片。还有一种更先进的“锁眼-12”侦察卫星，地面分辨率高达 0.1 米，足可以清点沙漠中伊军的坦克、帐篷和人员。这种侦察卫星还具有一种“斜视”功能，能通过改变其光学系统的指向来摄取旁边地域的图像，同时卫星上的红外设备还可以在夜间拍照。

2 雷达成像侦察卫星

海湾地区地表沙漠多，最适合雷达全天候监视。一种雷达成像型卫星——“长曲棍球”号侦察卫星在海湾战争中如鱼得水，表现出众。“长曲棍球”雷达成像卫星，主要用于进行打击前的情报侦察和空袭效果评估，每颗卫星重 15 吨，轨道高度为 680

公里。雷达图像的分辨率为 0.3~0.9 米，能在夜间和各种气候条件下进行基本的轰炸毁伤评估。

雷达成像卫星不受光照条件限制，可以昼夜工作，不间断地提供地面目标图像。这些卫星传回了大量数据，在美国图像照片判读中心里堆积如山，使处理人员每天工作长达 18 小时以上。经过处理的信息输入美国海、空军的导弹制导系统中，其结果是伊拉克一个个精心伪装的战略重地大多进了多国部队的轰炸清单。

3. 电子侦察卫星

装有电子侦察设备，用来侦察雷达和其它无线电设备的位置和特性，窃听遥测和通信等机密信息。这种卫星一般运行在高约 500 或 1000 多千米的近圆轨道上。电子侦察卫星是窃听能手，当它经过别国上空时，星上磁带迅速录下雷达信号、电台信号等，等转回到本国上空时又把这些信号输送到地面站。经地面分析研究，就能掌握别国地面雷达的位置、特性，破译电台的信号。美国 1988 年 8 月发射的一颗重型电子侦察卫星，可以同时监听中苏两国 11000 条电话和步话机无线电话。

4. 海洋监视卫星

装有雷达、无线电接收机、红外探测器等侦察设备，监视海上舰船和潜艇的活动。为了对广阔的海洋连续监视，卫星轨道一般比较高，为 1000 千米左右的近圆轨道，并需要由多颗卫星组成海洋监视网。海洋监视卫星的主要用途有三个：一是侦察、监视和掌握在海洋上游弋的敌方舰艇或海洋上空的敌方飞机活动情况，截获敌方的雷达和无线电通信信息，为舰艇提供服务。二是测定并掌握海面大幅度起伏情况，确定重力场强度的区域变化情况。这些数据对核潜艇的活动是十分重要的。三是测定海流、涡流、浪高、海面水温变化以及海岸地势，为探测潜艇的行踪和舰队的其它军事活动提供重要情报。

5. 预警卫星

侦察卫星与其它侦察手段比有巨大的优势。近地轨道上的侦察卫星速度约为 7.9 公里 / 秒，是 U-2 侦察机的 35 倍，每 1.5 小时就可绕地球一圈。单星可对预定地区进行定期侦察和监视，多星组成卫星星座后，可以使卫星一颗接一颗地通过该地区上空，实现连续侦察。

预警卫星运行在地球静止轨道，并由几颗卫星组成一个预警网。在平时，预警卫星用来监视各国弹道导弹和航天器的飞行实验情况。在战时，导弹预警卫星可利用星上的红外探测仪，探测导弹飞行时发动机后尾焰的红外辐射，配合电视摄像机及时准确地判断敌方导弹方向，并粗略地预报其弹道和落点，然后将预警信息传给拦截武器系统做好拦截准备迅速报警，使地面防空部队准备拦击导弹，城市居民紧急疏散隐蔽。

在敌方弹道导弹从水面或地下发射后几十秒钟，预警卫星就能探测到。预警卫星可对洲际弹道导弹提供约 25 ~ 30 分钟的预警时间，对潜射导弹能提供约 10 ~ 15 分钟的预警时间，对近程弹道导弹，能在其发射 0.5 ~ 2 分钟后发出预警信息。海湾战争中，美国的爱国者导弹拦击伊拉克的飞毛腿导弹，预警卫星起了极大的作用。

(二) 导航定位卫星

导航卫星，是为分布在全球各地的军队及其武器装备、低轨道上的卫星提供全天候精确实时的导航、定位和授时服务的一种卫星系统。

1. 太空中的瞄准镜

导航卫星的轨道高，一般反卫星武器打不到，系统生存能力强。它一般部署在中高轨道甚至更高的同步轨道，由于导航卫星

的接收机很小，因此可装在很多种武器上。这个系统可以用于飞机、舰船、坦克、步兵、导弹以及低轨卫星等，提供全天候、连续、实时、高精度的三维位置、时间和速度的精确定位信息。

卫星导航最早采用的是依据多普勒效应的测速定位法，现在大多数采用的是时间测距法。美国全球导航定位系统（GPS），依据的就是时间测距法，同时借用已知的地球模型和高度程图来为地面用户提供其位置坐标满足的两个方向，这样就可以只用两颗导航卫星来进行导航定位。如果所用的导航卫星是地球静止轨道卫星，那么就可以用这样两颗卫星来为它们所共同覆盖地区内的地面用户进行定位，这就是通常说的“双星定位”。双星定位法只能用于区域性的卫星导航。

2. 从“子午仪”到 GPS

1960年4月，美国建立了世界上最早的卫星导航定位系统——“子午仪”。经过20年的努力，美国于1992年建成了全球导航定位系统（GPS）。GPS在海陆空天四维空间，任何需要以动态和静态方式使用定位或位移信息的设备以及系统中都可找到用武之地，被誉为当代最伟大的科技成就之一。前苏联1973年发射了第一颗导航定位卫星。1995年，俄罗斯建立了由24颗导航卫星组成的全球导航定位系统。

1959年12月，美国首次发射子午仪导航卫星，而后再发射了两颗试验型“子午仪”卫星。1963年，第一颗实用型“子午仪”卫星发射入轨并开始使用。这种导航定位卫星是专为“北极星”潜艇量身定做的，每隔两分钟就会播发一次轨道参数和时间信号。从1960年到1980年，“子午仪”系列导航卫星共发射了30多颗，通常采用4~5颗卫星组成绕地球的空间导航网。遗憾的是，这个系统只有效工作了89个昼夜。

1973年12月，美国国防部制定了“导航卫星全球定位系统”

计划，以求弥补子午仪卫星的不足，建立一个由 24 颗导航卫星构筑的供各军种使用的全球军事导航卫星系统。

1994 年 3 月 9 日，美国空军将“导航星”的卫星发射到地球轨道上，从而完全构筑起了这个耗时 20 年、耗资 100 亿美元的全球导航定位系统。24 颗“导航星”每颗都和一辆大型汽车一般大小，重约 861.8 千克，一直在 17702.818 千米高的轨道上围绕地球旋转。全球导航定位系统是由洛克威尔公司制造并由美国空军操纵的，用户只要配有合适的接收器和数据处理设备，就能同时接收四颗卫星发送的导航信号，并根据信号传送时间精确计算出用户的位置。

3. 军民两用的 GPS

卫星导航定位已经实现了高精度、全天候、全天时、全球性、终端小等的导航定位，广泛用于国民经济和社会生活的众多领域，并产生了深远影响，使过去人们认为完全不可能的幻想变成了现实。

1983 年 10 月，前苏联 50 余艘船只被困在北极东部的冰层中，借助于导航定位卫星发回的照片，找到了出事地点冰层上的一些裂缝，为破冰船选定了合理路线，解救了遇难船只。海湾战争结束后，科威特在重建家园时遇到了一个很棘手的问题，不大的国土上，留下了数百万地雷、哑弹。为此，美国使用了导航定位卫星对这些危险物进行了定位，并进行了引爆销毁，创造了世界奇迹。

在中国，卫星导航也已经广泛应用于交通、航海、航空、野外作业等领域。石家庄市的“110”指挥中心已经将全球定位系统与移动通信技术和“110”报警系统结为一体，指挥调度警车。北京的部分出租车上也安装了全球定位系统，你只要打个电话，出租车公司就会将离你最近的汽车调到你的身边。如果私人汽车

安装了全球定位系统，无论你走到哪个角落，都能找到正确的方向。现在，喜爱外出野游的人越来越多，只要带上一个 1000 克重的全球定位系统，就可以确定自己所在的纬度、经度和海拔高度，而永远不会迷失。

2000 年 10 月 31 日和 12 月 21 日，中国先后将两颗“北斗”导航定位试验卫星送入太空，标志着中国成为了世界上继美国和俄罗斯之后第三个建立了卫星导航系统的国家。中国的北斗导航定位试验系统采用的是“双星定位”，由两颗北斗导航定位试验卫星组成。它是一个可以全天候、全天时提供导航定位的区域性导航定位系统。北斗导航定位系统建成以后，主要为公路交通、铁路运输、海上作业等提供导航定位服务，对中国的经济发展将起到积极的推动作用。

（三）军事通信卫星

军事通信卫星通常可分为战略通信卫星和战术通信卫星。前者提供远程乃至全球范围的战略通信，在赤道上空等距离地部署三颗静止轨道卫星，可以实现除两极外的全球通信；后者提供地区性战术通信及舰艇、飞机、车辆乃至单兵的移动通信。

卫星通信的频带很宽，目前一颗通信卫星的容量可高达五万路。卫星通信的信号质量不会因距离的增加而变坏，它不仅能作为地面站之间的远距离通信干线，而且可以为机载、舰载的小型机动终端及单兵手持机提供移动通信。1995 年波黑维和行动中，以美国为首的北约使用了大量的电子侦察卫星和通信卫星，通信卫星和其它设备一起形成了迅速可靠的数据传输系统。

这个系统首先通过无人侦察机获取波黑前线的地面目标信息，然后将数据直接通过中继卫星发送到设在匈牙利的无人机地面控制站，经地面控制站初步处理后再通过卫星传输到设在英国

的联合分析中心，经过分析处理后，再通过卫星传送到美国的五角大楼，形成攻击指令后，又通过卫星传送给正在前线空中待命的战斗机飞行员。整个信息处理与传输过程只需要 1 秒钟。

通信卫星仍然存在一些缺点，例如同步轨道卫星通信在高纬度地区通信效果不好，在两极地区是盲区，未采取加密措施的通信卫星容易受到干扰等。

（四）气象卫星与测地卫星

气象卫星从外空对地球及其大气层进行气象观测，为军事活动提供全球范围内战略地区和任何战场上空的实时气象资料。测地卫星是用来测定地球的形状和大小、地球重力场的分布、地面的城市村庄和军事目标地理位置的卫星。地球的重力场分布不均匀和飞机的惯性制导、地形匹配制导的精度，这就要求为全球大地联测提供全球统一的地心坐标系，精确测定地球引力场参数以及地球形状和地表地理信息。这正是测地卫星的任务。

三、21 世纪的卫星进展

（一）中国跨入世界前列

自从 1970 年 4 月 24 日成功发射第一颗人造卫星“东方红 1 号”后，中国就把研制发展应用卫星作为空间技术发展的主要方针。到 1997 年底，中国已发射的自行研制的卫星中，返回式侦察卫星 17 颗、气象卫星 8 颗、通信广播卫星 3 颗、科学技术试验卫星 12 颗。空间技术在国防、经济应用方面逐步扩大，对提高中国国际地位方面，正发挥越来越大的作用。

1. 四大卫星平台建成

30 年间中国发射了 48 颗不同类型的卫星，初步形成了品种

齐全的卫星系列。以遥感卫星、通信广播卫星、气象卫星等为主构成的四大卫星平台为国民经济的发展插上了腾飞的翅膀。

在 2001 年的“中国工业高科技论坛”上，中国空间技术研究院院长徐福祥在书面报告中详细介绍了中国主要人造卫星系列及其应用。他宣布，中国目前已经完成了四个卫星系列的建构，即返回式遥感卫星系列、“东方红”通信广播卫星系列、“风云”气象卫星系列和“实践”科学探测与技术试验卫星系列，而“资源”地球资源卫星系列和“北斗”导航定位卫星系列也即将形成。这四个卫星系列共同构成了中国坚固的卫星服务平台。

从 2002 年上半年开始，中国将发射首枚海洋卫星，这标志着中国海洋卫星体系将开始逐步建立。这个海洋资源遥测网包括了“海洋水色卫星”、“海洋动力环境卫星”和“海洋环境综合卫星”等三个系列，建成后中国将结束长期以来缺乏海洋卫星遥测技术的历史。

2. 中国拥有一流侦察卫星

目前，中国有 17 颗卫星监控全球军事动态，包括美军的动向和台海形势。在 1965 年制定卫星系列规划时，中国就把返回式侦察卫星确定为中国卫星发展规划的一个重点，并于 1975 年获得首次飞行试验和返回成功，成为继苏联和美国之后，第三个成功发射返回式卫星的国家。从此，中国拥有了自己的战略侦察手段，可以为中国的战略导弹确定目标，并能监视他国的军事部署和调动情况，还能检查中国自己军事目标的伪装情况，军事上的价值无法替代。在政治上，侦察卫星帮助中国确立了大国地位。

中国新型返回式侦察卫星，重 3000 多千克，其中可回收部分有效载荷的重量和容积，都有大幅度增加。从 1992 年到 1996 年，中国已连续成功地发射和回收了三颗。与第一代中国侦察卫

星相比，中国第二代卫星的轨道寿命、卫星照片的分辨率、胶片的装片量，以及胶片的有效利用率都有大幅度增加。综合考虑上述因素，该型号卫星一次飞行提供的情报数量要比第一代侦察卫星高出 13 倍以上，这是巨大的飞跃。中国侦察卫星上的恒星相机是用来精确测定卫星及地面目标的位置的。目前，中国的恒星相机摄星能力，从最初四等星可测提高到七等星可测，可测星的数量从 10 颗左右提高到近 200 颗，它从一个侧面证明中国航天照相机技术达到了一个高水平，显示中国已经能够极精确地测定地球上任何一点的位置，可以为战略武器指示目标。

中国是一个大国，拥有日本、德国和英国等发达国家都不具备的卫星侦察能力。假如美国企图军事干预中国台湾问题等内政，它会发现，全球的军事调动都在中国侦察卫星的掌握中。

由于侦察卫星在军事方面性能重要，近期美国出现了垄断航天侦察的企图。1997 年 10 月 17 日，美国进行了一次激光打卫星的试验，它发射的激光束可对光学侦察卫星的光学部件造成伤害。中国不会参与空间军备竞赛，但中国在高能激光方面已具水平，虽然不具备击毁卫星的能力，但破坏光学侦察卫星的能力还是有的，这将足以威慑别国对中国侦察卫星的干扰和非法激光攻击。

（二）世界各国军事卫星动态

1990 年，全球发射的军事卫星就已超过百颗。与美国相比，属于欧洲的军事卫星少之又少，在科索沃战争中使用的 50 多颗北约卫星中，属于欧洲的只有 1 颗。

1. 欧盟：建立欧洲的 GPS

欧洲准备建立“伽利略”系统。一方面可以打破美国垄断，保护自己的利益，另一方面，还可以为自己创造经济效益。 1999

年 2 月，欧洲委员会提出了“伽利略”计划的两种选择方案。一种是 21 颗中高轨道卫星和三颗地球同步轨道卫星；另一种 36 颗中高轨道卫星和 9 颗地球同步轨道卫星。1999 年 7 月，欧洲宇航局决定“伽利略”系统由 18~22 颗高位轨道和 2~3 颗地球同步卫星组成。“伽利略”系统主要由欧盟 15 国共同投资，总投资额约为 22 亿欧元。系统预计 2008 年投入使用。

另外，在欧洲值得注意的军用卫星计划还有英国的“天网 5 号”计划，该计划预算达 24 亿美元，准备替代第二代“天网 4 号”，执行 2000 年以前英军的通信任务。欧洲人已经意识到自己在军事卫星领域的滞后状况，正加快步伐，准备迎头赶上。

2. 法德“联合军事卫星系统”

2000 年 6 月初，法国总统希拉克和德国总理施罗德在德国会晤，决定开发一个独立的“联合军事卫星系统”。该系统将以德国的 SAR-LUPE 卫星系统和法国的“太阳神 2 号”红外光学卫星系统为基础。这一决定将加强欧洲在地球观察卫星市场的地位，使其在太空等高科技领域占有自己应有的一席之地。

目前，欧盟拥有一个位于西班牙的卫星中心，1997 年开始使用。它可以为欧盟成员及相关成员国提供从航天图像中搜集到的信息、航空图像和其它数据。卫星中心主要从商业卫星和军事卫星中收集航天图像。

1999 年上半年，这个卫星中心 80% 的资源都用于监视科索沃局势。“太阳神 1 号”这颗惟一的欧洲军事卫星大展身手，发挥了巨大的作用。随着欧洲快速反应部队的建立，这个中心会相应增加新的工作。从远期来看，由欧盟各成员国议会组成的技术和太空委员会建议该中心通过提高遥感技术、气象技术、通信和电子监测工具及远期预警能力等，来与欧洲情报机构合作，从而形成相应的战场处理能力，这就需要在中心内部成立一个军方部

门。同时，科索沃地理信息系统的开发使欧洲人有了一个新想法：成立一个类似于美国图像地图局的欧洲数据采集、管理和再使用系统。

在联合军事卫星系统中，德国的 SAR - LUPE 卫星由六颗小卫星组成。“太阳神 - 2 号”系统将由法国独自研制。“太阳神 - 2 号”比“太阳神” 1A、1B 合在一起的功能还要强大。在 2002 年“太阳神 - 2 号”就可以提供“欧洲目前为止分辨率最高的卫星图像”，其成本估计在 1000 万法国法郎以内。至于“太阳神 - 2 号”的派生型，由于研制成本较高，法国目前正寻找一个欧洲国家的合作来共同开发以分担成本。整个联合军事卫星系统预计在 2004 年开始使用，使用寿命约为 10 年。

3. 中美俄：军事卫星监视全球

中国星测控网是一个庞大的地面太空指挥系统，1970 年 4 月 24 日发射第一颗人造星“东方红 1 号”的同时，测控设施也开始运作，主要靠微波雷达，后来增设超高频指令遥控系统，80 年代初又增加微波统一系统，1984 年 4 月成功发射第一颗地球静止轨道试验通讯星，太空测控能力亦告增强。该测控网由以下设施构成：西安航天测控中心、多艘测量船、连接测量船的通讯网、九个太空测控站和多个陆上测控站。

美国太空测控网分太空跟踪数据网和深空网，两者军事任务始于 70 年代初，前者由星跟踪网、数据采集网和载人航天网组合而成，总部设于戈达德太空中心，该中心成立于 1959 年，以星研究为主，此网于 1983 年增加多颗静止轨道星，与新墨西哥州的白沙地面站结合，加强监控星能力；深空网由五个探测站组成，控制中心设于加州帕萨迪那喷气推进实验室。

俄罗斯太空测控网分布在哈萨克斯坦共和国的拜科努尔和卡普斯丁亚尔太空发射场内，由于俄罗斯现在不能在东欧设立观测

站，为弥补不足，采用更多测量船，约 20 艘，其中包括由战舰改装而成的大型测量船。此外，莫斯科附近设有载人航天指挥和控制中心，俄罗斯星监控网的分布和设备，对卫星、载人太空船、无人驾驶太空船、导弹预警等，具备兼容性。

4. 日本：重点发展间谍卫星

日本为加强其军事大国地位，计划在 2007 年前发射八颗间谍卫星，以搜集海外各种情报。迄今为止，日本已制订了 2002 年度前发射四颗间谍卫星的计划。最近，日本政府系统情报机关之一“内阁情报调查室”又制订了新的计划，准备到 2007 年度前再发射四颗间谍卫星。这八颗卫星将由设在东京的卫星情报中心开发和使用。

2000 年 12 月 21 日，日本政府召开“情报收集卫星推进委员会”会议，为发展间谍卫星开列了 700 多亿日元的巨额经费预算。其中有 13 亿日元作为两颗新卫星的研究经费首次被列入这一预算。2001 年 8 月 27 日，日本宇宙开发事业团根据新的“科学技术基本计划”的精神，决定把间谍卫星等作为航天技术的发展重点。

按照新的计划，定于 2005 年度发射的两颗间谍卫星将分别安装合成孔径雷达和光学传感器，以提高其对地面拍摄照片的能力。2007 年度发射的两颗间谍卫星将具有更高解析能力，能够分辨地面更小的物体。据称，日本之所以增加间谍卫星的发射数量，是因为预定于 2002 年前发射的四颗卫星在性能上远不如美国现在使用的商业卫星。

2001 年 6 月 14 日，日本政府称，由于购买零部件工作造成的延误，日本计划将发射两颗自制侦察卫星的日期推迟至 2003 年 7 月。首批两颗间谍卫星将于 2003 年 2 月发射，另外两颗则将于 2003 年 7 月发射。日本政府原计划在 2002 年财政年度发射

全部四颗卫星：两颗雷达侦察卫星和两颗光学成像卫星。按照新的计划，政府将在 7 月发射一颗雷达和一颗光学成像侦察卫星，随后再发射另外两颗。

（三）军用卫星的现在和未来

军事专家们指出，最易触发危机的并不是间谍卫星，而是杀手卫星，它们专门用以摧毁敌方或对己方具有威胁的星体，并使之失效成为废物。此种太空武器由地面太空网测控、地面控制中心、太空地面监控系统和配备激光武器的卫星组成。杀手卫星自动战斗系统在时机成熟时即发出指令，卫星变轨道逼近目标，发射激光武器将之摧毁，最后由地面监控卫星的战斗结果。然而真正卫星交战过程只有 50 秒钟，即要花费少则 5 亿美元，是世界上最昂贵的战争，但绝不会有真正的胜利者。

1. 现代战争与军用卫星

早在 1982 年英、阿两国爆发马岛战争时，美苏两国就悄然拉开了卫星战的序幕。美国共有 24 颗侦察卫星“凝视”战区，向英军提供了大量的军事情报，同时前苏联也有 37 颗侦察卫星俯视战场。有资料称，阿根廷之所以能够用“飞鱼”空舰导弹击沉英国的“谢菲尔德”号驱逐舰，正是得益于由前苏联海洋监视卫星提供的舰艇位置的情报。

1991 年的海湾战争中，美国在战区上空共计安排了 56 颗卫星，其中 25 颗侦察卫星对伊拉克的军事目标和电磁信号进行全面和不间断地侦察、监视，为多国部队提供了 70% 以上的战略、战术情报。

据美国《航空与航天技术周刊》报道，1999 年北约在对南联盟的空袭中，使用了几个国家的军用民用卫星近 20 种，共计 50 多颗。使用的成像侦察卫星有：“长曲棍球”雷达成像卫星两

颗，主要用于进行打击前的情报侦察和空袭效果评估，能在夜间和各种气候条件下进行基本的轰炸毁伤评估；“KH-11”数字成像卫星三颗，它的可视光和红外图像的分辨率更高，能用于更加准确的轰炸毁伤评估，也能在天气良好时进行夜间侦察；另外还使用了美国国家侦察局的三颗高度保密的小型成像卫星。

2. 未来的军用卫星

军事科学家估计，根据未来一段时期内可能的技术支持和作战需要，军用卫星的未来发展态势可能将呈现出以下几种趋势。

- (1) 卫星的防御手段和抗摧毁能力将进一步增强；
- (2) 卫星完成特定任务的能力将得到加强；
- (3) 小卫星和微卫星将成为新宠。

第 3 章 太阳系中的探访者—— 深空探测器

星河灿烂，深空路遥。千百年来，无数人呕心沥血，企盼撩开其神秘面纱，终因大气层的茫茫阻隔而无法实现。20 世纪，航天技术的出现改变了一切，当第一颗人造卫星进入地球轨道之后不久，人类向地球外星球进军的计划就提上了日程。

一、捅抱宇宙的探索者

深空探测器的主要使命是：了解太阳系的起源、演变和现状；通过比较研究各主要行星进一步认识地球环境的形成和演变；探索生命的起源和演变。

从第一艘月球探测器进入太空至今的 30 多年里，这个家族已经增添了许多新的成员。除了探测过月球、金星、火星的近地行星探测器外，还有了远征木星、土星的深空行星探测器，探索宇宙空间奥秘的哈勃望远镜、宇宙探测器、太阳探测器、彗星探测器等新兴的成员。

（一）探测器的发展

探测器是在人造卫星的技术基础上发展起来的，所以其组成部分与后者极为类似。但是，与人造卫星相比，深空探测器在技

术上还有一些显著的特点，如需采用自主精确导航系统、利用太阳能电池供能、结构上还需能承受十分严酷的空间环境，有的甚至需要特殊的防护措施等等。研制和发射行星探测器当然也比一般的人造卫星更难，因为行星探测器必须获得 11.2 千米/秒的第二宇宙速度，才能克服或摆脱地球引力，实现深空飞行。

人类对深空的探索和研究，具有重要的科学价值和社会影响。首先是利用航天技术的优势，更加全面地了解 and 认识日地空间环境；其次，开发太阳系资源，在月球、火星上建立永久性空间基地，甚至为向这些地外星球移民创造条件；再次，通过对各大行星形成的研究，考察地球形成的历史，探索生命的起源，同时发现更多的新天体，揭开宇宙演化的奥秘，寻觅宇宙人的踪迹。

迄今，各种深空探测器已先后对金星、月球、火星、木星、土星、天王星、海王星、冥王星、哈雷彗星以及许多小行星、卫星进行了远距离或实地的考察，并获得了丰硕成果。“先驱者 11 号”和“旅行者 2 号”探测器经过 10 年的漫长旅途，在造访众多行星之后，正肩负着人类神圣的使命，向太阳系外更遥远的恒星世界奔去。这些探测器有的是走马观花，多星联游，有的则是登门专访。由于行星探测器能克服大气层的阻隔，并大大缩短探测距离，因而可深入研究行星和行星际，打开了 20 世纪天文学发展的新局面。

现在，新的太空探测器正源源不断地研制出来，派往太阳系中最神秘的角落。相信这些形形色色的太空机器人必将在探索太空、开发宇宙的伟大事业中建立新的功绩。

（二）探测器的神秘轨道

由于从地球飞往行星的路途遥远，火箭不能带更多的燃料，

所以探测器必须尽可能节约燃料，选择一条飞往行星的捷径。1925年奥地利科学家霍曼首先提出：飞向行星的最佳轨道只有一条，就是与地球轨道及目标星轨道同时相切的双切式椭圆轨道——“霍曼轨道”。

这条最佳轨道利用了地球和行星的公转运动，使探测器仅在初始阶段得到必要的速度，然后的大部分时间是惯性飞行，这样的优点是节省了燃料，只是飞行的时间较长。如从地球起飞的初速度每秒11.5千米，那么沿着这条轨道飞往金星，单程需要约146天；如果从地球起飞的初速度为每秒11.6千米，则单程飞往火星需要259天左右；飞往水星的初速每秒14.2千米时，单程大约需1000天；如果要飞往土星，需2200天；飞往天王星要5800天；飞往海王星要13000天。这只是以目前火箭技术达到的水平而言。将来如果研制成性能更好和推力更大的火箭，如采用原子火箭、光子火箭，则可中途加速，或接近直线飞行，就会缩短星际航行的时间。

目前，行星探测器大多是沿最小能量航线飞往其它行星，它的出发日期要隔几个月甚至几年才有一次。返航也是如此。另外，行星探测器的控制、导航、电源和通信等也十分复杂，尤其是派往太阳系边陲的深空探测器，由于飞行时间长，距离太遥远，所以必须使用空间核电源。

二、太阳系行星之旅

人类派出的这些深空探测器，最初只是小心翼翼地掠过地外天体，在其轨道上远远地窥视；随后，再派出新的探测器，大胆地采取硬着陆或软着陆的方式，降落到天体上实地考察。在月球、金星、火星、木星的表面上，都已留下过它们的足迹。

(一) 月球揭秘

月亮，是离地球最近的天体。用地球上的巨型望远镜就能分辨出月球上 50 米左右大小的目标，天文学家早已用望远镜详细地观察了月球，对月球地形几乎了如指掌。但科学家仍不满足，坐井观天毕竟没有实地考察那样清楚。

1. 初探“广寒宫”

由于地月相距只有 38.4 万千米，探测它比探测火星、金星更为容易。因此，人类最先探访的地外天体选择了月球。探测月亮有什么意义呢？一是出于人类对神秘月宫的好奇，二是发现它能使人类大大提高对宇宙的认识：包括认识太阳系的演化及其特性，了解空间现象和地球自然系统之间的关系，并由此了解人类在宇宙中的位置和作用。

1959 年 1 月 2 日，苏联发射世界第一个无人月球探测器“月球 1 号”。从此发轫，美国、前苏联等国家竞相发射了许多的月球探测器。它们主要以四种方式对月球进行探测：

一是在月球近旁飞过或在其表面硬着陆，利用这个过程的短暂时间探测月球周围环境和拍摄月球照片；二是以月球卫星的方式取得信息，该方式能有较长的探测时间并获取较全面的资料，美、苏、日都发射过不少人造月球卫星；三是在月球表面软着陆，可拍摄局部地区的高分辨率照片和进行月面土壤分析、月震测量等，美国“勘测者”系列探测器（共七个）曾陆续在月球表面软着陆，详细调查月球表面情况，为“阿波罗”载人登月选取理想的着陆点；四是不载人探测器软着陆后取得样品返回地球进行实验分析。

2. 前苏联：24 艘“月球号”

从 1958~1976 年，前苏联共计发射了 24 艘“月球号”探测

器，其中 18 艘完成探测月球的任务：

(1) 飞越无人区

1959 年 1 月 2 日，前苏联发射“月球 1 号”探测器。这个探测器重 361.3 千克，上面装有当时最先进的通信、探测设备。1 月 4 日，它从距月球表面 7500 千米的地方通过，遗憾的是未能命中月球。九个月后，它成为太阳系第一颗人造行星，飞往太空深处。

1959 年 9 月 12 日发射的“月球 2 号”，两天后飞抵月球，在月球表面的澄海硬着陆，成为到达月球的第一位使者。遗憾的是，它载的科学仪器舱内的无线电通信装置，在撞击月球后便停止了工作。但它毕竟首次实现了从地球到另一个天体的飞行。同年 10 月 4 日，前苏联的“月球 3 号”探测器飞往月球。三天后环绕到月球背面，拍摄了第一张月球背面像，发回了第一批月球表面的照片，让人们首次看全了月球的面貌。

(2) 亲密接触月球

世界上率先在月球实行软着陆的探测器，是 1966 年 1 月 31 日发射的“月球 9 号”。它经过 79 小时的长途飞行之后，在月球的风暴洋附近着陆，用摄像机拍摄了月面照片。这个探测器重 1583 千克，在到达距月面 75 千米时，重 100 千克的着陆舱与探测器本体分离，靠装在外面的自动充气气球缓慢着陆成功。1970 年 9 月发射的“月球 16 号”在月面丰富海软着陆，第一次使用钻头采集了 120 克月岩样品，装入回收舱的密封容器里并带回了地面。

1970 年 11 月 10 日，“月球 17 号”载着世界上第一辆自动月球车上天。17 日在月面雨海着陆后，月球车 1 号在月面进行了 10 个半月的科学考察。这辆月球车重 756 千克，长 2.2 米，宽 1.6 米，装有电视摄像机和核能源装置。它在月球上行程 1 万余

米，考察了 8000 平方米月面地域，拍摄了 200 幅月球全景照片和 20000 多张月面照片。直到 1971 年 10 月 4 日核能耗尽，月球车 1 号才停止了它的使命。

1973 年发射的“月球 21 号”将月球车 2 号送上月面考察，并取得了更多的成果。最后一个月球号探测器——“月球 24 号”于 1976 年 8 月 9 日发射，9 天后在月面危海软着陆，钻采并带回 170 克月岩样品。至此，前苏联对月球的无人探测宣告完成，人们对月球的认识更加丰富和完整了。

3 美国“徘徊者”和“勘测者”

美国最早于 1958 年 8 月 18 日发射月球探测器，但由于第一级火箭升空爆炸，半途夭折了。随后又相继发射三个“先锋号”探测器，均告失败。前苏联的“月球 1 号”发射两个月后，即 1959 年 3 月 3 日，美国发射“先锋 4 号”探测器。它从距月面 5.9 万千米的地方飞过，也未击中月球。

连续的失败没有使美国人放弃。继前苏联之后，美国又先后发射了九艘“徘徊者号”和七艘“勘测者号”月球探测器。“徘徊者”的探测仪器装在前部，电视摄像机放在尾部，样子像只大蜻蜓，长 3 米，两翼太阳能电池板展开 4.75 米；“勘测者”探测器有 3 只脚，总重达 1 吨，装有当时最先进的探测设备。

最初的五艘“徘徊者号”探测器均无建树，直到 1964 年 1 月 30 日发射的“徘徊者 6 号”才成功地在月面静海地区着陆。遗憾的是，电视摄像机出现故障，没有能够拍回照片。同年 7 月“徘徊者 7 号”发射成功并在月面云海着陆，拍摄到 4308 张月面特写照片。随后于 1965 年发射的“徘徊者 8 号”和“徘徊者 9 号”，都在月球上着陆成功，并拍回 12951 张月面近景照片。1966 年 5 月 30 日发射“勘测者 1 号”，经过 64 小时的飞行，在月面风暴洋软着陆，向地面发回 11150 张月面照片。到 1968 年 1

月 1 日发射的七个“勘测者”探测器中，有两个失败，五个成功。后来，美国又发射了五个月球轨道环行器，为阿波罗载人登月选择着陆地点提供探测数据。经过这一系列的无人探测之后，月球的庐山真面目显露出来了。

美国在 20 世纪六七十年代成功发射过六艘“阿波罗”载人登月飞船，他们在月球上一共停留了近 280 小时，足迹达 100 公里，带回月岩样品约 440 千克，是本世纪最伟大的壮举。通过美苏两国的较量，人类对月球的真面目有了前所未有的认识，这也为 20 世纪新一轮的月球探索打下了坚实的基础。

（二）掀开金星的面纱

清晨，金星是在东方地平线上最明亮的一颗星星。它位于太阳和地球之间，是九大行星中离地球最近的一颗。在中国，金星被称为“启明星”、“太白星”、“晨星”；在西方，人们被她的绰约风姿倾倒，封为“维纳斯女神”。

自 1790 年人们首次用望远镜探测金星以来，她就终年笼罩着一层神秘的“面纱”，这是一层浓厚的硫酸大气和云雾，所以用天文望远镜几乎看不清它的面貌。金星和地球很相似，但它有一些与地球迥然不同的奇特现象，科学家对此都很感兴趣。例如其自转周期比公转还长，且是反方向逆转等等。更为神秘的是，金星和地球上的“玛雅文明”也有着千丝万缕的联系。据考古学家研究，古代的玛雅人用的不是“太阳历”也不是“月亮历”，而是“金星历”。天文学家和考古学家都认为，金星是地球的过去，而火星是地球的未来；有人甚至认为，玛雅人就是金星来客。种种疑团，使得人类对这颗行星的探测最为频繁。

1. 前苏联：“金星号”

从 1961 年至今，从前苏联的“金星号”到美国的三艘“水

手号”，直到最近的“麦哲伦号”探测器，拜访过金星的飞船已超过了 20 艘。

(1) 第一阶段：与金星交会

1961 年 2 月 12 日，前苏联发射了第一个金星探测器——“金星 1 号”。经过一个半月的飞行，“金星 1 号”在距离地球 756 万千米时中断了无线电通信，又经过两个月的飞行，它从距金星 10 万千米的地方掠过，但人们却无法得到它的探测结果。1965 年 11 月 12 日和 15 日发射的“金星 2 号”和“金星 3 号”探测器，也同样因为通信故障而未传回观测数据。

1967 年 6 月 12 日，前苏联又发射了“金星 4 号”。10 月 24 日，经过大约 3.5 亿千米的长途飞行，“金星 4 号”与金星首次交会，并准确地向金星表面投放了一个着陆舱，在穿过比地球大气密度大近百倍的金星大气的 94 分钟里，着陆舱送回了首批金星大气的温度和压力的现场实测资料。随后，金星着陆舱与探测器分离，降落在金星表面白昼黑夜交界线 1500 千米的地方。“金星 4 号”的着陆舱直径 1 米，重 383 千克，虽然外表包着一层很厚的耐高温壳体，但由于金星大气的环境要比预想的恶劣得多，所以在降落到金星表面时着陆舱还是遭到了损坏。1967 年的秋天里，金星上的情况仍然是一个未解之谜。

(2) 第二阶段：着陆金星

1970 年 8 月 17 日发射成功的“金星 7 号”，首次实现了在金星表面软着陆，并向地面传回了金星的表面资料及金星大气内部情况。这标志着前苏联的金星探测从 70 年代起进入了第二阶段。

此后，前苏联又相继发射了九个“金星号”探测器。1975 年 6 月 8 日和 14 日发射的“金星 9 号”和“金星 10 号”，在金星表面各拍摄了一张金星全景照片，首次向人们展露“维纳斯女神”的美丽面容。

1981年发射的“金星13号”和“金星14号”，又拍得四张金星表面彩色照片。从这些照片上可以发现，金星表面覆盖着褐色的砂土，岩石结构像光滑层状板块。1983年6月2日和7日升空的“金星15号”和“金星16号”，均未携带着陆舱，它们历经130个昼夜，飞行3亿多千米，分别于同年10月10日和14日接近金星的轨道成为它的两个人造卫星。通过雷达对金星表面进行的连续综合考察，获得许多宝贵资料，人们对金星的了解更加丰富了。

2. 美国：从“水手号”到“麦哲伦号”

继前苏联1962年的“金星1号”发射成功之后，美国紧步后尘，发射了10艘“水手号”金星探测器。

(1) “水手号”开路

1962年7月22日发射的“水手1号”重202千克，带有两块太阳能电池板。由于火箭偏离轨道，第一次金星之行因发射失败而告终。一个月后，也就是8月27日，“水手2号”发射成功，12月14日，探测器从距金星34800千米处飞过，探测了金星的大气温度，从而揭开了人类探测金星的序幕。

1967的6月14日起飞的“水手5号”，飞到离金星的距离只有4000千米的地方。最后一个水手号——“水手10号”探测器，是于1973年11月3日发射的。它重503千克，携带有紫外线分光仪、磁力计、粒子计数器、电视摄像机等仪器。1974年2月5日飞经距金星5760千米的地方，拍摄了几千张金星云层照片。“水手10号”探测器是第一个同时探测金星和水星的双星探测器，它于金星附近结束探测任务后又借力飞往水星。

(2) “先锋号”

三艘“水手号”探测器仅仅飞越了金星，只能算做“走马观花”的考察。1978年5月20日和8月8日，美国又先后发射两

艘“先锋号”探测器。“先锋2号”进入金星轨道后，放出了四个子探测器在金星上着陆。其中仅有一个在撞击金星后未损坏，继续在灼热的金星表面上工作了68分钟，取得了实地考察数据。探测结果表明，金星表面犹如一个巨大的温室，几乎没有风，由于它周围有着厚厚的二氧化碳大气层，温度高达470℃。金星与地球的物理参数相似，有充足的二氧化碳，但却无水，上面不可能存在生命。

(3) 航海家“麦哲伦号”

在此之后的10年间，美国几乎停止了对金星的一切探测活动。直到1989年5月5日，美国“亚特兰蒂斯号”航天飞机上天，才将一艘崭新的探测器带上了太空，并在5月6日把它送上飞向金星的旅途。

新的金星探测器以16世纪葡萄牙航海家命名，这就是赫赫有名的“麦哲伦号”。它的飞行进一步揭开了金星的面纱。“麦哲伦号”重3365千克，装有一套先进的电视摄像雷达系统，能透过厚实的云层测绘出金星上一个足球场大小的物体图像。经过462天的太空飞行，“麦哲伦号”于1990年8月10日飞临离地球2.54亿千米之处，对金星进行远距考察，每隔40分钟向地球传回一次测得的数据和拍摄的照片。由于它的工作，人类首次获得一张完整的金星表面地形图，这对研究认识金星上的地质地貌进一步提供了形象的资料。

(三) 美国：拜访木星家族

木星，是太阳系中子孙最为繁茂的一颗行星。迄今为止，天文学家已经发现的就达16颗卫星，它们与木星共同组成了一个家族，因为这很像一个微型太阳系，科学家故而称之为“木星系”。科学家认为，了解木星有助于揭开行星系统的起源之谜，

找到太阳系形成和演化的模型。

迄今为止，共有四艘美国的深空探测飞船曾经掠过木星，21世纪还有一艘木星探测器专程拜访过木星大家族。

1. 飞越木星——“先驱者”

第一批访问木星的是美国“先驱者10号”和“先驱者11号”两个探测器，它们是人类最先派到木星附近考察的探险者，也是采用在行星际漫游方式进行探测的多面手，先后探测了木星、木星的卫星、土星和土星的卫星等。“先驱者号”探测器重约260千克，为六棱柱体，高2.4米，最大直径2.7米。它们携带10多种仪器，能执行多项观测任务。

“先驱者10号”于1972年3月2日发射，在一年九个月的艰难跋涉中，它穿过危险的小行星带，越过木星周围的强辐射区，终于在1973年12月3日与木星相会。当它在距木星13000千米处沿赤道平面绕过时，“先驱者10号”拍摄了世界上第一张木星照片。

1973年4月6日“先驱者11号”从地球启程，经过一年八个月的漫长路程，在1974年12月5日到达木星附近，从木星左侧4.2千米的地方飞过木星北极上空。在它掠过木星云层时，拍摄了300多张木星彩色照片，同时进行了各项科学考察。

在探测了木星、土星和冥王星后，“先驱者10号”在1986年飞离太阳系，成为第一个进入恒星际空间的人造航天器。“先驱者11号”在探测了木星、土星和海王星后，也飞出了太阳系。

2. 饱览木星大红斑——“旅行者”

1977年8月和9月分别升空的美国“旅行者”1号、2号是访问木星的第二批使者。“旅行者号”的主体是一个扁平的十面棱柱体，顶端装有向地球发射信息的直径为3.7米的大型抛物面天线，左右两侧各伸出一根悬臂，长的一根是磁强计支柱，短的

一根是科学仪器支架。

“旅行者号”比“先驱者号”更为先进，它们重 800 千克，携带有 105 千克的探测仪器，共计有 10 种，主要是行星及其卫星的摄像设备和各种空间环境探测设备。由于携带有更先进的观测仪器，它们首次观测到了木星背阳面的极光及木星的大红斑。

首先出征的是“旅行者 2 号”，于 1977 年 8 月 20 日发射。半个月后，即 9 月 5 日“旅行者 1 号”启程。这两艘探测器沿着两条不同的轨道飞向木星。100 天之后，“旅行者 1 号”超过了“旅行者 2 号”先期到达木星考察。1979 年 3 月 5 日“旅行者 1 号”在距木星 27.5 万千米处与木星会合，拍摄了木星及其五颗卫星的几千张彩照，并传回地球。通过这些照片人们才发现木星周围也有一个光环，另一个发现是在木星系统上探测到了一系列的火山爆发活动。“旅行者 2 号”于 1979 年 7 月 9 日到达木星附近，从木星及其卫星中穿过，在距木星 72 万千米外拍摄了几千张照片。

“旅行者 2 号”不但对木星和土星进行了探测，还首次对天王星和海王星进行了探测，完成了四星联游的壮举。两艘“旅行者号”探测器最后也分别飞出太阳系。

3. 圆梦木星——“伽利略号”

1989 年 10 月 18 日，在地球的蓝色背景下，美国“亚特兰蒂斯号”航天飞机缓缓打开了它的货运舱。紧接着，一艘巨大的飞船被释放到轨道上来，这便是世界上第一个木星专用探测器——“伽利略号”。它取名自 17 世纪意大利著名科学家、现代科学的前驱者伽利略。所以要用他的尊号，是因为他在 1610 年用自制的第一个天文望远镜发现了木星的四颗卫星，这四颗卫星直到现在还被称为“伽利略卫星”。

(1) 五年飞向木星

与“先驱者”和“旅行者”不同，此项计划是人类对木星大

气层进行的首次直接探测。“伽利略号”木星探测器由美国航天局喷气推进实验室设计制造，共有来自六个国家的科学家参与了此项计划。

“伽利略号”被航天飞机释放六小时后，探测器的火箭点火加速飞船，向着太阳的方向飞去。1990年2月9日，飞船经过金星并作了顺路探访，在遭遇了金星的巨大引力后，探测器被加速到30千米/秒，抛射入更大的环日轨道。1990年12月和1992年12月，两次途经地球的探测器在行星的引力牵动下，分两步加速到38.9千米/秒的宇宙速度，最后按计划被正式送入飞往木星的旅途。

这个专门探访木星的探测器“伽利略号”由轨道器和子探测器组成，共重2550千克，装有两台钷-238作燃料的发动机和最先进的科学观测仪器。它的主要考察目标是木星的大气层、磁场及木星的16颗卫星。为了方便进行研究木星大气层，“伽利略号”的任务还包括释放一个子探测装置，以进入木星大气直接考察。

在飞向木星的漫漫航程中，“伽利略号”木星探测器曾两次飞过小行星带。第一次在1991年10月，飞船和小行星Gaspra擦肩而过，并拍摄了世界上第一张小行星的近距离照片。1993年8月，“伽利略号”飞船又飞临小行星Ida，并发现了这颗小行星的卫星。1994年7月，在接近木星轨道前夕，“伽利略号”还成功地为人传回了苏梅克尔彗星与木星绝世之“吻”的精彩图像。

(2) 进入木星大气

1995年7月13日，“伽利略号”的子探测器与轨道器分离；同年12月7日，它只身创入神秘的木星大气层，开始对木星大气的成分和结构进行分析。虽然考察时间只有75分钟，但这毕竟是人类首次在木星大气层中进行的原位测量。1995年12月，

33

1997 12

2002

1

2

2

2

2002

20

20 ~ 100

21

—

环”，这是天文学上的一大奇观。长期以来，天文学家们都对这道光环给予了很高的热情。此外，土星上还有一个神秘之处，那就是在它上面保留的大量太阳系形成时的原始物质。这一切，都给土星蒙上了一层神秘的面纱。探测土星，研究土星及其卫星，不仅有助于人类了解太阳系形成、发展的历史，对于研究地球自身大气的进化也有重要的意义。

迄今，已经有了三艘探测器对土星进行了考察，而另一艘专程探访土星环的探测器已经在飞往土星的路上了。

1. 三位观光客——“先驱者”和“旅行者”

曾飞临过木星的美国“先驱者 11 号”，实际上是以探测土星为主的探测器。1973 年 4 月 6 日自地球出发，在飞过木星之后，于 1979 年 9 月 1 日从距土星 3400 千米的地方掠过，第一次拍摄到了土星的照片。它的探测确定了土星的轨道和总质量，测量了土星大气成分、温度、磁场，此外还发现了两个新的土星光环。

1977 年，美国又发射了“旅行者 2 号”和“旅行者 1 号”，以获取探测土星的新资料。它们的土星探测之行，初步揭示了土星家族的面貌。两个孪生“兄弟”于 1980 年 11 月 13 日和 1981 年 8 月 26 日分别飞近土星考察。“旅行者 1 号”掠过土星时，发现了成千上万的由无数大小不一的砾石微粒组成的光环群，形成一组交错在一起的环形彩带。“旅行者 1 号”还着重探测了原来认为是太阳系最大的一颗卫星——土卫 6。从拍回的照片上发现，土卫 6 的直径只有 4828 千米，而不是过去认为的 5760 千米，因此判定它小于木卫 3，从而退居为太阳系的第二大卫星。此外，“旅行者 1 号”还发现了土星的几颗新卫星。相比之下，“旅行者 2 号”的功劳也不小，它对新发现的土星环和几个卫星作了近距离探测，总共向地球发送回 1 万多张照片。

由于上述探测器都没有携带着陆舱，只是在飞越土星时远远

地从很远距离进行探测，所以图像清晰度差，数据不全面。无论是“先驱者 11 号”，还是“旅行者 2 号”、“旅行者 1 号”，都如同土星的“观光客”，飘然而来，匆匆而逝，很快就离开土星执行其他的太空探测任务了。土星的真面目，仍然是人类的一个谜团。

2. “卡悉尼号”好运！

为解开土星之谜，1997 年美国航天局发射了价值连城的大型土星探测器——“卡悉尼号”。发射“卡悉尼号”探测器，是一项多国合作的土星探测计划的主要部分，该计划的主要任务是对土星及其卫星、土星环和土星磁场进行深入研究。卡悉尼是一位天文学家，这次土星探测计划以他的名字命名是为了纪念他在土星观测方面所作出的贡献。

土星探测器“卡悉尼”的外形非常庞大，它与“伽利略”木星探测器相似，由轨道器和子探测器“惠更斯”组成。其中，轨道器上载有 12 台科学探测仪器，“惠更斯”携带六台科学仪器。“卡悉尼”的总质量超过 5700 千克，是往昔的“旅行者号”探测器的数倍。如此庞然大物，即使当前全球推力最大的商用火箭——“大力神 4B”，也无法使其加速至可以直飞土星的速度。“卡悉尼”要到达土星，中间需要多次借力飞行，即借助星际引力来完成这次太空长征。

1997 年 10 月 15 日，揭开土星之秘的千载良机终于到来了，由美国和欧洲合制的世界第一个土星专用探测器——“卡悉尼”点火升空。从此，一场费时七年、跨越 32 亿千米漫漫长路、轰轰烈烈的土星探测活动拉开了帷幕。此次探测计划耗资巨大，从 1990 年“卡悉尼”开始研制，至 2008 年使用期满，总开支将高达 32 亿美元。

1998 年 10 月，“卡悉尼”已经飞过了金星，现在它正在小行

星带中航行。预计飞船将于 2004 年 7 月 10 日左右到达土星上空，届时探测器上的发动机点火，使轨道器进入土星轨道，子探测器被释放到土星的最大卫星上进行探测。轨道器的设计使用寿命四年，将绕土星飞行约 60 圈。土卫 6 是探测的主要目标之一，它有一层主要由氮气构成的大气层，环境类似寒冷的原始地球。对于土卫 6 的探测，将主要由“卡悉尼”号上的“惠更斯”子探测器负责，这个探测器会降落到土卫 6 上，并对这颗卫星进行全面的勘察。

科学家们相信，对于土卫 6 环境的研究有助于我们了解地球生命的起源。让我们一起祝愿卡悉尼号好运！

（五）火星人之谜

火星，是在日地之间位于地球外侧的近邻。它围绕太阳旋转，每两年两个月接近一次地球。一直以来，人们都把解开火星生命之谜作为探测火星的一个重要任务。除此之外，探测火星还有助于科学家们弄清太阳系乃至生命的起源和发展，认识地球环境的形成过程。

20 世纪的火星探测已经历了派探测器掠过火星、发射人造火星卫星、让探测器在火星表面软着陆、用火星漫游车在火星表面移动考察四个阶段。21 世纪还将发射无人或载人火星探测器到火星上去取样，然后返回地球进行分析。

1. 前苏联：失败的火星计划

(1) “火星号”接连受挫

1962 年 11 月，前苏联发射了世界第一个火星探测器“火星 1 号”。但四个月 after，它在距地球 1 亿多千米的地方通信中断，从此了无音讯。

1971 年 5 月 19 日前苏联又发射了“火星 2 号”探测器，11

月 27 日进入环绕火星的轨道，着陆舱与探测器分离后在火星上着陆，但还是失去了联系。无论如何，它已成为第一个到达火星表面的人造物体。同年 5 月 28 日发射的“火星 3 号”探测器，虽然也到达了火星，但仍未完成预定的探测计划。

1973 年，前苏联又发射了四个“火星号”探测器。其中“火星 4 号”未能进入火星轨道；“火星 5 号”虽然入轨，但工作时间很短；“火星 6 号”着陆装置到达火星表面，仅工作一秒钟就中断了通信；“火星 7 号”在火星着陆失败，飘入苍茫天宇不知去向。“火星号”探测连连受挫，前苏联不得不半途停止这项计划。

(2) 惨败的“福波斯计划”

1988 年 7 月 7 日和 12 日，前苏联成功发射“福波斯 1 号”和“福波斯 2 号”两个火星探测器，开始新一轮探测火星及其卫星火卫 1 的活动。这种探测器重 4 吨，装有各种科学仪器、无线电太阳能电池板、姿态推力装置、电视摄像机等。它们能在太空飞行 200 天后，到达接近火星的轨道，在距火卫 1 几十米时，释放出一个永久性自动站，对火卫 1 进行 460 多天的科学考察，以便为将来载入登上火星探明道路。1988 年底，“福波斯 1 号”在宇宙空间已失去联系，不知去向。“福波斯 2 号”1989 年 1 月 29 日飞临火星，进入绕火星飞行的轨道，开始对火卫 1 进行考察活动。但到 3 月 27 日“福波斯 2 号”又出现故障而停止工作。这项探测火星的任务失败。

2. 美国：从“水手号”到“探路者号”

美国对火星考察，开始于 1964 年 11 月 5 日发射的“水手 3 号”。这个探测器为一直径 1.27 米的八角形箱体，高 2.7 米，重 261 千克，上面装有天线和 10 块太阳能电池板，展开后宽 6.8 米。但因火箭发生故障而未进入火星轨道，发射九小时后通信中断。

(1) 火星的第一批远客——“水手号”

1964年11月28日发射的“水手4号”探测器是第一个成功飞掠火星的探测器，它于1965年7月14日在距火星9200千米的地方飞过，发回22张火星表面的照片，从照片上可以分辨出30千米范围的地方，这些照片发现火星上存在大量环形山，火星大气密度只有地球的1/100，那里无辐射、磁场和水。

1969年2月24日发射“水手6号”，同年7月31日从距火星3400千米的地方通过，拍摄到42张火星赤道附近的照片。1969年3月发射的“水手7号”，从距火星3500千米的地方通过，首次拍摄了93张火星整体照片。从这些整体照片上可认出24千米的景观，分辨出270米大小的景物。1972年1月3日，美国“水手9号”探测器成为第一颗绕火星轨道运行的人造火星卫星。它成功拍摄了火星的全貌及火星卫星的照片。

(2) “海盗号”登陆火星

美国于1975年8月20日和9月9日发射了两个“海盗号”探测器，用于探索火星上是否有生物。这两个“海盗号”探测器由轨道飞行器和登陆舱组成，长5.08米，重3530千克，其中轨道飞行器重2330千克，登陆舱重1200千克，用三脚支撑，装有生物化学实验箱、测量挖掘设备、两台电视摄像机、机械手的电源。“海盗1号”、“海盗2号”着陆器分别于1976年7月20日和9月3日在火星表面软着陆，着陆40分钟后就将第一张火星彩照发回地球。它们分别在火星上工作了六年和三年，对火星进行了考察和拍照，共发回5万多幅火星照片，分辨率高达200米。特别是四次探测有无生命存在的实验，结果没有发现任何高级生命的痕迹。

(3) 90年代：火星探索路途艰险

1992年9月25日，美国用“大力神3型”火箭发射成功一

个“火星观察者号”探测器。它重 2.5 吨，携带七部仪器。预计 11 个月飞行 7.2 亿千米后，到达距火星表面 378 千米的近极轨道，对火星进行长达 687 天的观测考察，绘制整个火星表面图，预告火星天候，测量火星各种数据，进一步揭示火星上有无处于原始阶段的生命现象，为未来人类居火星奠定基础。不幸的是，“火星观察者号”探测器突然与地面失去联系，不再发回信息。这次探测令人失望地夭折了。

1997 年 7 月 4 日，美国“火星探路者”探测器在火星表面着陆。它首次使用所携带的六轮遥控火星车在火星上行驶，实现了对火星较大范围的移动考察，取得了重大成果。例如，发回了火星 360°彩色全景照片，找到了一些支持“火星生命之源”的证据。这次探测费用只是当年“海盗”探测器计划的 1/5，它表明，更快更好更便宜的新探测方针是可行的，为未来的行星探测开辟了美好前景。

1998 年 12 月和 1999 年 1 月，美国又先后发射了“火星气候轨道器”和“火星极地着陆器”，但因故障均中途夭折。2001 年 8 月 10 日，美国宣布，将在 2003 年 6 月发射两辆火星车，一辆到平坦安全区，另一辆在危险地区着陆。

30 多年来人类对火星的探测，科学家已基本肯定火星是一个没有高级生命的世界，流传甚广的“火星星人”是根本不存在的。但是火星上有没有与地球上不同的其它形式的生命，或者曾经存在过有智慧的高级生物，则还是一个深奥的难解之题。

三、太空中的幽会

为了调查地球以外的天体是否存在生物，20 世纪人类用探测器还进行了许多地外生物和地外文明的探测。例如“先驱者

10号”、“先驱者11号”和“旅行者1号”“旅行者2号”四个探测器，均携带了反映人类在宇宙中的地位和人类文明现状的信息，飞出太阳系去寻找知音。

（一）相约小行星

小行星，是比主要行星小得多的岩质天体。大多数的小行星在一个称之为“小行星带”的区域里绕太阳运行，这个小行星带位于火星和木星轨道之间。小行星带在历史上曾被一度认为是一颗行星破碎后的碎片。但现在的理论认为，小行星更可能是形成了行星后的太空碎石。

1. 太阳系的“活化石”

由于这些碎石中极可能有含有太阳系形成过程中残留下来的原始物质，因此研究小行星，对了解太阳系的形成和演化有着特殊意义。另外，长期以来，人们因对小行星缺乏了解曾引起许多不必要的恐慌，总担心小行星撞上地球。

科学家希望对它的探测能增加对小行星的了解，进而推断小行星内部结构。此外，深入了解小行星等近地天体的特征，可以更好地判断它们的轨道会在陨石撞击的影响下发生何种变化，以此找到对付可能威胁地球安全的小行星的方法。目前，人类对小行星的考察还刚刚起步。1995年8月28日，“伽利略号”探测器在离一颗称之为“艾达”的小行星仅2000千米的地方掠过；1995年12月，“伽利略号”在定于与木星交会的航行途中拍摄到了第一张“艾达”的照片。

这是人类第一次如此接近小行星，但随着空间技术的发展，对于小行星知识的迫切渴求使得人们探索小行星的步伐愈来愈大。20世纪末，美国接连派出两艘航天器探测了三颗最近的小行星，它们是“深空1号”和“近地小行星约会号”。

2. 第一次亲密接触——“深空 1 号”

1998 年 10 月 24 日发射的“深空 1 号”探测器，是美国航天局为新的千年庆典推出的一系列低价位探测器的第一个。该项目在 1995 年得到批准，三年后即发射升空。其实，“深空 1 号”按原计划应在 1998 年 7 月发射，当时的打算是先飞过火星和麦考利夫小行星，然后在 2000 年 6 月与一彗星交会，但由于研制工作延误，发射时间被推至 10 月，探测目标也因此改为“小行星 1992KD”。

“深空 1 号”带有一对太阳能电池板翼，主体呈鼓形，重 454 千克。它首次采用了新型的离子发动机，该发动机是由休斯电子公司制造的，采用 Xe 作推进剂，通过高速驱逐氙，提供几乎连续的推力，在 2.5 千瓦的最大电力输入下排气速度可达每秒 30 千米。这种气体的分子受到电子轰击后成为离子，再经过高压加速后，蓝色的氙离子束以每小时 10 万千米的速度喷向空间。这能够在数月甚至数年里为探测器提供持续不断的推力。

“深空 1 号”试验了 12 项可能用于未来科学计划的新型推进技术，除了新型的发动机外，另一项新技术是一个小的深空应答器。它的核心智能系统使探测器的自治能力比以前有了很大提高，能够使它的太阳能电池板对准太阳，从而保持给电池充电，并且能够自动控制温度、监测自身系统的工作情况，在必要时可以采取一些纠错行动。“深空 1 号”在 NASA 喷气推进实验室的控制下对一个小行星和一个彗星进行了拍照。1999 年 7 月 28 日至 29 日“深空 1 号”探测器在星际自动导航的指引下成功接近另一颗小行星 1992KD，距离为 5~10 千米。1999 年 11 月，“深空 1 号”在火星与地球间的轨道中，飞到距“布莱叶”小行星(9969 号)只有大约 15 千米之处。这两次邂逅，可以说是人类第一次与小行星的“亲密接触”。

3. 情人节的礼物——“近地小行星约会号”

为了掌握更多的资料，光是“亲密接触”还显不足。1996年，美国又发射了一艘名为“近地小行星约会”（NEAR）的探测器。它的使命是围绕“爱神”小行星（433号）运转，并登陆其上以探索小行星的秘密。

(1) 2月14日：拥抱“爱神”

小行星探测器“近地小行星约会号”，重约495千克，大小如同一辆小客车，主要由五个主要设备构成。其中功能强大的照相机测绘小行星表面，然后向地面发回照片，其它设备则用于测量小行星的密度、化学成分和磁场。飞船将用一年的时间，探索它的化学、物理结构，以及演化的历史。专家认为这是了解小行星一次史无前例的大好时机。

探测器于1996年发射升空，2000年2月14日成功进入小行星轨道，从而成为第一艘环绕小行星运行的航天器。在进入“爱神”轨道后10个月的时间里，探测器已经发回了数千张照片，对一些照片的分析证明“爱神”上确实有太阳系最古老的物质。

2001年的2月12日，美国航天局决定要在探测器耗尽燃料前，尝试将原先没有特意设计成“软着陆”的飞船安全着陆在小行星表面，这无疑将发挥小行星探测器的操控极限。经过减速火箭的两次点火，“近地小行星约会”探测器首先脱离距离地面24千米的轨道，以螺旋方式缓慢向小行星表面坠落，减速火箭依照飞船计算机的指令继续运作。最后，探测飞船在触及小行星表面后反弹至100米高处，最后以时速仅5.6公里——也就是相当于人类步行的速度，毫发无伤地降落在小行星崎岖的“鞍部”洼地。

(2) 揭开“爱神”的真面目

小行星探测器在降落过程中，还拍摄了80多张“爱神”的

特写照片，美国航天局的官员描述说，照片的清晰程度令人感到“震惊和屏息”。那是另外一个奇异的世界，一个人类从未目睹和想像过的世界：整个小行星表面，覆盖着一层质地极其细致的沙尘，斜射的阳光照射于高低起伏的表面，突显出如鬼魅般直径两米左右的坑洞，其总数至少在 10 万个以上。此外，“爱神”表面还布满至少 100 万个如房子一样大小的圆石突出地表。

“近地小行星约会号”探测器在“情人节”这一天应约赴会，实现了人类航天史上在近地小行星登陆的突破。这项任务前后耗时五年，探测器飞行的总距离长达 32 亿千米，远远超过了太阳到天王星的平均距离。目前，“近地小行星约会号”探测器已成功身退，斜躺在“爱神”小行星的表面。然而，它传回地球的 16 万张照片与大量珍贵的资料中，已为科学家们提供了许多将来探勘其它小行星与彗星的参考。尤其是在未来，如有一天发生撞击地球构成大灭绝的威胁时，“近地小行星约会号”探测器所搜集“爱神”小行星的资料将格外显得重要。

对于小行星的无人探索只是刚刚起了个头。美国航天局局长丹尼尔·戈尔丁表示，2030 年之前人类还将派出宇航员前往太空进行更为激动人心的小行星探索活动。

（二）彗星之吻

彗星，主要是由沙砾、冰块混合而成的形状不规则的较小天体，它们按椭圆轨道绕太阳运行。科学家们一直对研究彗星的构成情有独钟，这是因为，彗星是太阳系中最古老的物质，其中保存着太阳星云早期阶段的信息，可为我们提供了解太阳系早期历史的线索。为此，人类已发射了多个彗星探测器。

1985 年，人类第一次开展了对哈雷彗星的空间观测。20 世纪 90 年代，欧洲空间局与美国宇航局合作，拟订“星尘计划”、

“罗塞塔计划”、“深空1号”、“深空4号”等7个对短周期彗星的空间探测项目。相信不久，彗星之谜就会大白于天下。

1. 哈雷彗星计划

哈雷彗星是人类最早发现的一颗周期彗星。1682年英国天文学家哈雷观测到太阳系中最明亮最活跃的彗星，并推算哈雷彗星的近地点回归周期为76年。它的回归是人们十分关注的一种天文现象。

1986年2月9日是20世纪第二次也是最后一次回归地球，这是探测彗星的一个难得机会。因此，世界上一些国家纷纷研制发射探测器，准备在“家门口”等候彗星的到来。在哈雷彗星飞离地球最近的1985年11月27日和1986年4月11日前后，各式各样的探测器都争相窥探它的“芳容”。

(1) 前苏联：“维加号”彗星探测器

前苏联于1984年12月15日和21日先后发射“维加1号”和“维加2号”探测器。这种探测器重4吨，装有质谱仪、磁强计、电子分析器、电视摄像机及其它科学探测装置。1986年3月6日，“维加1号”到达距哈雷彗核8900千米处，首次拍摄到彗核照片，显示出彗核是由冰雪和尘埃粒子组成的。“维加2号”于3月9日从距彗核8200千米处飞过，拍摄到了更清晰的彗核照片。经过比较分析，科学家认为哈雷彗星的彗核形状如同花生壳，长约11千米，宽4千米。“维加号”探测器还首次发现彗核中存在二氧化碳，并找到了简单的有机分子。因此，科学家认为从彗核中可寻找到生命的起源。

(2) 欧空局：“乔托号”彗星探测器

1985年7月2日，欧洲空间局发射了一艘名叫“乔托号”的哈雷彗星探测器。它的外形是一直径1.8米，高3米的圆柱体，重950千克。飞行8个月后，于1986年3月14日从哈雷彗核中

心 607 千米处掠过，拍摄了 1480 张彗核照片。照片上显示，彗核形状凸凹不平、参差不齐，彗核长 15 千米，宽 8 千米，比“维加号”测得的数据大一些。“乔托号”对哈雷彗星的探测具有重要价值。

(3) 日本：“先驱者号”彗星探测器

日本也曾于 1985 年 1 月 8 日发射过一艘“先驱者号”彗星探测器。这个探测器呈圆筒形，直径 1.4 米，高 0.7 米，重 138 千克。1986 年 3 月 11 日，它从距离彗核 700 万千米的地方飞过。同年 8 月 19 日，日本还向哈雷彗星发射了一艘“彗星号”探测器，于 1986 年 3 月 8 日从距彗核 15 万千米的地方掠过，拍摄到了彗发周围的“氦冕”。

(4) 美国：“国际日地探测卫星 3 号”

美国也有其独特的哈雷彗星探测计划。美国宇航局启用一颗已完成探测任务的卫星“国际日地探测卫星 3 号”，来担负探测哈雷彗星的使命。它是 1978 年 8 月 12 日发射上天的。美国把它的轨道予以修正，利用星上的六台仪器观测彗星，并易名为“国际彗星探测者”。1986 年 3 月 28 日，它从哈雷彗星背日面的彗尾掠过时，探测了哈雷彗星周围的环境特性。

这次对哈雷彗星回归的探测，使人们得到了一幅比较完整的哈雷彗星图像，同时，也对人类以后的彗星探索计划准备了充分的经验和数据。

2. 星尘计划——带回宇宙星尘

1998 年 1 月 13 日，美国宇航局公布了一项名为“星尘”的空间探测计划。这个计划是将一艘彗星探测器送入环太阳飞行的轨道，接近并采集彗星“怀尔德 2”内部的尘埃和挥发性物质，然后将样品送回地球进行研究，以洞察太阳系内各星体的演化过程，探寻生命物质的最初来源。

称为“星尘”的彗星探测器已于 1999 年 2 月 7 日升空，飞向“怀尔德 2”彗星。它大约要飞行 3.9×10^8 千米，并将横穿“怀尔德 2”彗星的轨道，2004 年 1 月将在距彗核 145 公里处采集彗尾中的冰冻物质和有机化合物。“星尘”号彗星探测器，也是美国发射的首颗彗星探测器。预计 2006 年，科学家可回收该探测器及其首次带回的珍贵彗星样品。此行旨在进一步解析彗星构成生命的物质基础以及彗星按时回归的内在机制。

3. 深空 1 号计划——邂逅彗星波莱利

2001 年 9 月 21 日，离开小行星“1993KD”在太空继续漫游的美国探测器“深空 1 号”，成功地邂逅了它的又一个太空情人——波莱利彗星。9 月 2 日美国太平洋时间下午 3 点 30 分，它以每秒 16.5 千米的速度，忘情地冲入由波莱利彗星的彗核扩展出来的美丽彗发中。

(1) 会见“危险情人”

由于“深空 1 号”从未计划过追逐彗星，所以没有设计免受极超音速尘埃撞击的防护罩。它的精巧的系统，以及那一对 4.5 米宽的太阳能电池板，很容易成为时速 5.94 万千米的速度运行的彗星粒子撞击的目标。但令人惊奇的是，这次从距离彗星 2200 千米高处飞过的它不仅幸免于难，而且还成功地拍摄到了目前为止最清晰的数十张彗核照片，之后，它将长达 10 千米的彗核的黑白照片传送回了地球。这是人类迄今为止第二次领略到这种由星际尘埃和冰构成的神秘天体的内核部分。

帕萨迪纳喷气推进实验室的项目负责人马克·赖曼说：“深空 1 号摄下的图像比 1986 年欧洲焦托探测器所摄下的哈雷彗星图像更为清晰。”他说这颗彗星的形状就像一个由冰炭制成的巨大的环形别针。科学家希望这次近天体探测飞行获得的数据能有助于今后的彗星探测，他们说，彗星有可能成为将来在太阳系内部

开拓居住地时水和火箭燃料的来源。

(2) 圆满完成任务

这次任务中，“深空 1 号”还测量了彗星气体以及彗星红外辐射，并观察了彗星气体是如何与太阳风发生反应的。这些数据改变了科学家们对彗星的错误认识，科学家过去认为，太阳风对称地吹过彗星云气尘埃，而彗核应该处在云气尘埃中心。

根据“深空 1 号”的数据，科学家看出太阳风的确是对称地吹过云气尘埃，但彗核偏处在云气尘埃中的一侧，在那里彗核向外吐出大量在地球上就可存在的物质。此外，“深空 1 号”还探测到了离子、电子、一些气体以及彗星的磁场和电场。马克·赖曼说：“我们搜集了大量有关这种神秘天体的重要数据，但若想揭开这些数据后面隐藏的秘密，还要假以时日。”2001 年 9 月 23 日，执行这次太空任务的负责人罗伯特·纳尔逊兴奋地宣布：“已经获取的数据将为人类认识彗星的构成做出巨大贡献。”

2001 年 12 月 18 日，美国“深空 1 号”探测器的任务控制人员命令这个探测器关闭发动机，并切断与地球的无线电联系，从而结束了这艘飞船长达 3 年的使命。再过 3 到 12 个月，“深空 1 号”探测器上的燃料将会用完，这种燃料主要用来使它的太阳能电池板对准太阳。燃料耗完之后，“深空 1 号”将在太阳引力的作用下绕太阳旋转。

4. 深空 4 号计划——登陆彗星

为了让未来的空间科学飞船能放心大胆地使用新的技术装备，美国航天局专门设立了一项技术计划——“新千年计划”。即将被送入太空的“深空 4 号”探测器就是该计划下的一颗航天器。

(1) 飞向“坦普尔 1 号”彗星

新的探测器目标定为“坦普尔 1 号”彗星。该彗星在 1867

年首次被发现，它环绕太阳轨道飞行的周期为五年半。由于其对太阳系内部的频繁访问，因此是研究彗星进化的极好目标。从地球飞到“坦普尔 1”彗星；“深空 4 号”共将飞行约 23 亿千米。

预计“深空 4 号”探测器将于 2003 年 4 月发射，2005 年 12 月进入环绕“坦普尔 1”彗星的轨道。在对方案进行论证的过程中，项目人员对把样品从彗核送回地球的可能性进行了研究，最后做出了取消“样品回送”任务的决定。按计划，该探测器将于 2006 年 4 月将一个着陆器送上彗星表面，由采样器上的钻头深入彗星表层，再将彗星冰冻层的中核部分的样品取出，最后，将彗星表面下不同深度的物质分装在三个密封金属罐内，由位于着陆器上部的返回舱将样品送回轨道飞船。之所以取消这个任务，主要依据是人们对彗星近处的环境知之甚少，在离彗星很近的距离上飞行不定因素太多，技术风险太大，成功的概率很低，而作为一项低成本探测任务，项目的费用又受到限制。

(2) 从彗星上起飞

修改了探测技术目标之后，美国航天局把完成高难度的着陆动作，并在彗星表面上实施测量确定为本次任务的主要目标。变更后的“深空 4 号”探测任务，除“样品回送”任务被取消外，其它部分基本未变。

飞船将首先在轨道上对彗星进行几个月的研究，其中包括对彗核进行测绘和对其成分进行分析；在此之后，轨道飞船仍将释放一个 100 千克重的着陆器，后者将首次尝试在彗星表面上登陆。其后，着陆装置将摄取彗星表面地形的高分辨率图像，并钻探到彗核下 1 米，采集冰和尘埃样品，对此样本，着陆装置上的仪器可立即进行分析，分析结果将通过轨道飞船的通信转发回地球。当着陆装置在彗核上工作期间，使用太阳能电推进技术的轨道器将提供与地面的通信联络。

虽然着陆器不再执行返回地球的任务，但美国航天局仍将可能测试它从彗星表面上起飞，并飞到另一着陆地点的能力，有可能还将让它飞回轨道器处，借此以验证探测器交会技术和能力。

5. 罗塞塔计划——在彗星上抛“锚”

欧洲空间局在德国航空航天中心的参与下，正在实施一项登陆彗星的“罗塞塔计划”，拟利用彗星探测器搜集和分析彗星上的物质组成，借以研究太阳系的起源。在该计划中，一艘名为“罗塞塔”号的探测器将在 2012 年与一颗名叫沃塔宁的彗星交会，并将把一个着陆装置释放到该彗星的表面上。

这个探测计划取名于大英博物馆中珍藏的“罗塞塔石碑”，用这块古埃及解谜石碑的名称来象征揭开太阳系起源之谜。整个“罗塞塔”计划是欧空局空间研究项目的一个高科技结晶，共需花费 10.2 亿美元。最近，欧洲空间局公布了“罗塞塔”彗星探测任务最后的技术细节：2003 年 1 月，“罗塞塔”探测器将发射升空，对“沃塔宁彗星”及其环境进行长达近两年的仔细研究。首先，它将绕地球和火星进行引力借力飞行，2007 年将离开太阳方向朝“沃塔宁彗星”飞去。四年之后，飞船与快速运动的彗星相遇，届时它与太阳的距离为 6.75 亿千米，彗核处于冻结和不活跃状态。

2012 年 5 月 20 日，探测器将飞近彗核，八天后进入绕彗核运行的轨道。经过一个月的彗星表面测绘后，轨道器上将释放出一个重 100 千克的着陆器，其上的锚固叉将在着陆的一刹那射入彗核的固体表面。着陆后的探测器将用一个月左右的时间进行八项试验，数据通过上方的轨道器转发回地球。着陆装置还将从彗星的有机表层和冰体中取样，取样深度至少将达到 20 厘米。其它仪器将测定浅表强度、密度、构造和热特性，并测量彗星接近太阳时散发出的气体。这些仪器将采掘彗星表面和近表面样品进

行研究，并用声波法探测彗星内部结构，研究周围等离子体与太阳风相互作用等。

与此同时，探测器的轨道器部分将与以 46000 千米的时速飞向太阳的彗星保持同步飞行。轨道器将进行 12 项试验，研究彗星表面的变化以及其冰核蒸发时的活动。整个探测任务将持续到 2013 年 7 月。

6. 深空撞击使命——彗星大冲撞

2001 年 5 月 23 日，美国航天局正式批准“深空撞击使命”进入实施阶段，这项计划听起来就像是科幻场景。“深空撞击使命”将尝试发射出一个探测器引爆彗星，以期研究彗星表层下的物质。

科学家计划在 2004 年 1 月将这个独特的太空船发射升空。预计在 2005 年 7 月 14 日，飞船将抵达“坦普尔 1 号”彗星。之后，飞船将发射一个重达 350 千克的探测器，探测器将以每秒 10 千米的速度与彗星相撞。据称，大冲撞将在彗星表面造成一个约有足球场大小的、深度接近七层楼的弹坑。随着撞击的力量，彗星上的物质飞溅到空间。安装在太空船上的照相机、红外线分光计将和地面的天文台一起，研究弹坑内彗星的物质组成。整个彗星“深空大冲撞”的过程还将向地球观众直播。

“坦普尔 1 号”彗星是在 1867 年发现的，它每 5.5 年绕太阳运行一周。美国科学家希望通过彗星研究太阳系的演化，揭开太阳系形成的奥秘。研究人员相信，这个尝试将导致重要的科学突破。美国宇航局表示，这一计划的主要目的是研究彗星的构成、结构以及深层与表层的区别。科学家认为，彗星保存了 45 亿年前太阳系形成时物质的初始状态。

这项“深空撞击使命”的投资大约是 2.79 亿美元。马里兰大学帕克学院的 Michael A' Hearn 博士将担任该项目的负责人，

他领导一个由喷气推进实验室和鲍尔航空技术公司的人员将共同建造这艘太空船。目前，第一个撞击彗星的飞船已经完成了其两个部分的设计工作。2001年5月31日，美国宇航局的“深空撞击使命”计划进入实施阶段。除“深空撞击使命”外，美国宇航局在“发现计划”下出资实施的彗星探测任务还有两项：一是上述已发射的“星尘计划”，另一项称为“彗星核之旅”（Contour），又简称“轮廓”。后者将在2002年6月发射，并计划从三颗彗星的附近飞过。

（三）宇宙探测器

1. 追逐太阳的风——太阳探测器

20世纪60年代以来，一些国家陆续发射了许多有关太阳的空间探测器。它们可分为三类：一是近地轨道上的观测器，如科学空间站、轨道卫星等；二是月球观测台，如美国“阿波罗”载人飞船登月后曾在月球表面上安装了收集宇宙线和太阳风的仪器；最直接、最可靠的一类太阳探测器，是在靠近太阳的行星轨道上进行空间近距观测的动力航天器——太阳探测器。

从60年代以来，世界各国发射的许多科学观测卫星承担过观测太阳的任务。美国的“轨道太阳观测站”、“国际日地探险者”、“太阳峰年卫星”等，前苏联的“预报号”、“质子号”、“宇宙号”卫星等，都在近地轨道上观测、监视过太阳活动，对人们认识太阳做出了贡献。

美国研制的“先驱者6号”至“先驱者9号”探测器，美国和前联邦德国于70年代联合研制的“太阳神号”探测器，都曾在靠近太阳的行星轨道上，探测太阳风和日冕的变化。1974年10月20日和1975年12月8日先后发射的太阳神1号和2号，在接近太阳450万千米的地方，观测了太阳表面及其周围空间发生

的各种现象。美国的“先驱者 10 号”“先驱者 11 号”和“旅行者 1 号”“旅行者 2 号”，也都肩负有观测太阳的使命。

1990 年 10 月 6 日，美国的发现号航天飞机，在太空施放成功一个“尤利西斯号”太阳探测器，把对太阳的探测活动推向一个新的阶段。这个以希腊神话中的英雄尤利西斯命名的太阳探测器，重 385 千克，携带有 12 千克重的钷核反应堆提供工作能量，装有九台科学仪器，用于探测太阳两极及其巨大的磁场、宇宙射线、宇宙尘埃、 γ 射线、X 射线、太阳风。它绕太阳飞行的轨道呈椭圆形，离太阳最远时为 8 亿千米，最近时为 1.93 亿千米。

“尤利西斯”太阳探测器于 1994 年 9 月飞越了太阳南极，首次近距离考察了太阳磁极，1996 年 9 月它又飞越了太阳北极，进入外层空间。首次拍摄到的太阳系磁场的结构图片，大大丰富了人们对太阳的认识；当“尤利西斯号”从太阳南极上空横跨太阳赤道飞向太阳北极上空时，可以对太阳表面一览无余，能够全方位地观测太阳。迄今为止，人类对太阳的探测仅局限在太阳赤道附近区域，对太阳的其他区域特别是两极的情况了解少得可怜。因此，“尤利西斯号”的探测成果，将具有重大价值。科学家称“尤利西斯号”的飞行探测是 20 世纪末一次重要的宇航活动。

从 1996 年起，美、日、欧开始联合实施“国际日地计划”（ISTP），目的是研究日地空间从太阳表面经过日冕、行星际、磁场直至地球上层大气所产生的各种物理现象。该计划拟发射 20 个不同探测器，现已有“风”“极”“日光层观测台”等探测器升空，并取得显著成果。2001 年 7 月和 8 月，欧洲空间局又发射了四颗名叫“团星 2”的太阳观测卫星。

2. 太阳风中的飞船——“起源号”

2001 年 8 月 8 日，一艘名为“起源号”太阳探测器从美国卡

纳维拉尔角升空。此次太阳探测计划耗资 2.59 亿美元，是美国航天局自“阿波罗”登月计划以来第一次实现从地球大气层外带回样本的科研任务。

“起源号”探测器的目的不是认识太阳，而是为了寻找太阳系最早的痕迹。从理论上来说，在太阳系形成 46 亿年后的今天，形成我们这个星系的基本物质应该依然存在，并可以在行星际空间中找到。坠落到地球上的陨石，以及宇航员带回的月球样本，都已经为科学家们提供了一些启示。但是，由于人们不十分清楚这些样品和太阳系的基本物质有多大的相似之处，加之不能完全排除受到了地球大气层污染的可能性，所以科学家们期盼能取得非常纯净的样品。

当极度精细的网眼搜集到足够的粒子时，“起源号”将于 2004 年 9 月返回地球。重返大气层之后，它将抛出一个巨大的降落伞，徐徐下降。在近地高空，一架直升飞机将在空中截获探测器，再带着它轻缓地降落地面。美国航天局希望通过这一措施，防止这些珍贵的样品在最后一刻可能由于落地时的冲击过猛而被毁坏。

如今，“起源号”已经踏上了行程 3200 万千米的往返太空之旅。它的目的是用三个月的时间，在遥远的宇宙空间，收集 20 微克太阳风中微小的粒子。三年后，“起源号”将收集到的绝对纯净的带电粒子送返地球。届时，将有上百名科学家花费相当长的一段时间，来分析这些微小的、几个盐粒那么重的样品。也许，这将可以探索出太阳系生成的奥秘。

3. 描绘宇宙早期图像——“宇宙温度计”

2001 年 6 月 30 日，美国航天局肯尼迪航天中心发射了一个叫 MAP 的仪器升空。它的全名很长，叫“微波背景各向异性探测器”。这个仪器是为了尝试寻找关于宇宙问题的答案。其实，

它本质上就是一个宇宙“温度计”，只是它有 5 米宽，3.5 米长，一点也不像从医生白大褂里掏出来的那种小玩意。

MAP 有一对背靠背安装的望远镜，计划用两年时间扫描天空，MAP 每小时扫过空间区域的 30%，所以它每天反复传送宇宙背景温度数据给地面的科学家们。宇宙微波背景辐射中的高温点意味着早期宇宙中的物质集中区域，在这些地方气体聚集成团然后形成恒星和星系。因此微波背景模式图就像宇宙的建筑蓝图一样记录了宇宙结构的形成。科学家计划将 MAP 探测器发射到一个被称为“第二拉格朗日点”（L2）的位置环绕飞行。同 L1 一样，这也是空间里特殊的一个引力状态点，距离地球大约 150 万千米，在太阳和地球的引力作用下，一个较小的物体可围绕这个点作轨道运行。MAP 将是第一个围绕 L2 飞行的航天器。

科学家们希望通过微波背景图的建立，推算出早期的宇宙图像。这一结果的意义非凡，它可以帮助天文学家解决大量令人头痛的问题，如检验“大爆炸理论”（Big Bomb Theory）——这个被认为是宇宙在 130 亿年前诞生的模型的正确性。

第 4 章 个人一小步，人类一大步 ——月球探索

千百年来，皎洁的月亮一直是诗人纵情讴歌的对象。提起月亮，中国人最先想到的是广寒仙子，是捣药的玉兔，是月宫中的桂树和那回荡千年的伐木声。飞上月宫，这是多少人幼时的梦想。但谁也没有想到，随着空间技术的发展，这个梦想居然能够成为现实。

1959 年，自前苏联发射的“月球 1 号”飞到月球附近，进行绕月飞行开始，人类正式展开了对月球的考察。这以后，美国的月球计划也悄然展开，1969 年，二次世界大战结束 24 年后，人类终于在月球上留下了第一个脚印——举世瞩目的“阿波罗计划”开始于 1961 年 5 月，1969 年 7 月 20 日实现首次登月。此后，美国又相继六次发射“阿波罗”飞船，其中五次成功，总共有 12 名航天员登上月球。2001 年 3 月 5 日，月球探索器发回的报告确认了月球极地有冰层存在。假如可以从月球土壤或风化层中提取出水，建立人类在月球上的永久性基地的费用将大大降低。更好的消息是，据美国航天局估算，利用水为航天器提供能源把地月穿梭的费用降低了 10 倍，把由月球前往火星的预期费用降低了一半。

在这个消息的鼓舞下，新一轮月球探索已经拉开帷幕，这一次人类的目标是定居月球！

一、月球上的第一个脚印

一位科学家到新几内亚高地旅行，访问了一个还停留在石器时代的土著民族。他们对西方文明几乎一无所知，没有见过自行车、洗衣机、可口可乐和电视机。但是他们知道“阿波罗 11 号”，知道人类已经在月球上行走过，他们甚至知道阿姆斯特朗、奥尔德林和科林斯这三位登月者的名字。他们还想知道近来有谁拜访过月球……

在人类 40 年载人航天的史册中，最辉煌的一页是 1969 年 7 月美国的“阿波罗登月”行动。

（一）谁把“阿波罗”踢上了天？

“阿波罗”登月计划是 20 世纪 60 年代美苏太空争霸的产物。正如美国航天史家艾米尖锐地指出：“没有前苏联在 1961 年的首次载人太空飞行，就不会有整个 60 年代美国人在载人登月方面的奋发图强。”为了在人类挑战太空的戏剧性场景中抢得第一，美国与前苏联早在 50 年代就开始了激烈的太空竞赛。然而美国出师不利，从一开始就连连败给前苏联：

1957 年前苏联率先发射了第一颗人造地球卫星；1961 年加加林代表全人类第一个登上太空。而美国的“探险者 1 号”卫星 1958 年才姗姗上天，将宇航员送上太空的“水星计划”更是慢慢腾腾，让自尊心极强的美国民众再次伤透了心。

1. 20 世纪 60 年代的“登月大战”

20 世纪 50 年代末，开创了第一颗人造天体的前苏联，在“东方号”载人飞行计划进展顺利的情况下，顺理成章地把月球定为了下一个争霸目标。在两个超级大国的这场“登月大战”

中，前苏联一直遥遥领先，而美国却亦步亦趋，处境非常被动。

从 1958 年 9 月到 1965 年底，前苏联运用“东方号”运载火箭，向月球连续发射了 21 个无人航天器。在前苏联的带动下，美国也开始尝试将无人探测器发往月球。1958 年 8 月，美国抢先用“尤诺”号运载火箭发射了“开拓者”号月球轨道站，同年 10 月、12 月又连续进行了三次尝试。不走运的是，美苏的这些月球轨道站统统都以失败告终，它们不是凌空爆炸就是偏离航线，或是在着陆时被碰坏。

1959 年末，华盛顿和美国航天局决定退出这场太空争夺。而美国航天局中有官员提出，能不能改变竞争方略，先绕过无人探测计划，转而走直接载人登月的路子。同年 12 月，美国航天局太空飞行发展办公室向艾森豪威尔总统递交了一份《国家航空航天局远期计划》，报告中对载人飞行做出了 10 年的宏伟规划：1965~1967 年间发射载人月球轨道飞行器，1970 年后发射载人登月飞行器。

2. 最高决策：为了国家的荣誉

1960 年 7 月 25 日，美国航天局格伦南局长正式批准这项规划，并命名为“阿波罗计划”。然而，即将卸任的艾森豪威尔总统不准备在这个重大的敏感问题上表态，而决心把皮球踢给下任总统。

1961 年，年轻的肯尼迪总统继任了。与竞选时飞扬跋扈的肯尼迪判若两人，新总统在太空竞赛方面显得缩手缩脚。在回复太空计划的问题时，他曾声称：“我们不能为了提高声望而将太空人送上去冒险，即使在这方面我们输给苏联也没什么。”没有白宫的支持，阿波罗计划的前途仍然不明朗。

在白宫大多数议员的心中，这一态度是让人失望的。特别是当加加林首次太空飞行成功的消息传遍世界时，几乎所有的美国

人都愤怒了。《纽约时报》发出讥讽的评论：“我们的影响力正像赫鲁晓夫总理强烈希望的那样，将变得越来越弱了。”

4月14日，深受震撼的肯尼迪紧急召见美航天局局长商讨对策。德莱登和韦伯局长分析了美苏之间的航天发展差距，指出意图在载人绕月飞行上超过苏联人是不大可能的事。如果采取“跳阶式”发展，制定并通过一个庞大的载人登月计划，美国将保证有实力击败苏联。这个大胆的建议随即得到赞同。

1个月后，美国航天局、国防部、白宫以及各国家科学委员会联合拟订的“阿波罗计划”的详细时间及预算表出台。1961年5月25日，肯尼迪打破惯例，在国会山向参众两院联席会议发表了题为“国家的紧迫需要”的特别国情咨文，宣布了美国意图在未来10年内争夺空间技术领先地位，击败前苏联的雄心壮志。肯尼迪明确地提出了载人登月的计划：“10年内把一名美国人送上月球，并使其安然无恙地返回地球。”

这是一份充满信心的宣言，一份让国会议员们翘首以盼的宣言。光荣而漫长的人类又一征服太空的伟业从此拉开大幕。看起来，还得多谢前苏联的这一脚，是它把“阿波罗”飞船踢上了天。

3. 人类宏伟工程

“阿波罗”计划是一项耗资巨大、繁复庞杂的系统工程。“阿波罗”计划的任務包括为载人月球飞行做准备，并进行载人月球飞行。早在酝酿阶段，美国航天局的局长韦伯就预言：这将是一场类似于曼哈顿计划的伟大工程。

(1) 第一阶段的研究

早在1960年，美国航天局就开始进行第一阶段的研究。这一阶段主要是对阿波罗飞船的可行性问题展开研究，初步确定了飞船的大体设想和规划：整个阿波罗飞船由服务舱、指挥舱和登月舱构成。服务舱为圆筒形，装备有后勤和推进系统；登月舱为

圆锥形，包括登陆月球表面的“下降级”和返回指挥舱的“上升级”两部分，其中下降级带有起落架，登月成功后它会被宇航员留在月球表面上，而上升级则带着乘员组起飞离开月球，同轨道上等候的指挥舱对接。

为了配合进行载人登月，美国还提前实施了四个辅助计划：1961年至1965年，利用土星火箭发射了九个“徘徊者”月球轨道器，用以了解未来的“阿波罗”飞船在月面着陆的可能性；1965年至1966年，发射10艘“双子座”飞船，进行生物医学研究和飞船机动飞行、对接及舱外活动训练；1966年至1967年，又发射三个“月球轨道环形器”，对40多个预选着陆地点进行详细观测，从中选出10个登月点；1966年至1968年，再次发射了五个“勘探者”月球着陆器，了解了月球土壤的理化特性，对于登月舱着陆月面作好了充分准备。

(2) “阿波罗”飞船前期试验

阿波罗计划是无数人心血的结晶，也是举世瞩目的国际焦点，除了把飞船顺利送达预定的目标，还需保证宇航员的安全返回。为期10年的“阿波罗”计划前期试验无疑创下了记录，这个漫长的太空试验计划分为四个阶段：

第一个阶段从1961年10月到1965年7月，目的是考察新型的H-1火箭发动机性能、箭-船结合性能、飞船设计性能及地面辅助系统，试验均获得成功。

第二阶段从1964年5月进行到1966年1月。为了考察救生系统的性能，在“小约翰”单级火箭上携带了“阿波罗”飞船模拟舱和救生塔。虽然在第三次发射中，由于火箭爆炸试验失败，但三次的成功试验充分验证了救生系统的可靠。

第三阶段从1966年2月持续到1968年4月4日。这个阶段的试验极为关键，共发射了四艘无人阿波罗飞船，它们是“009

号”；“阿波罗”4号，“阿波罗”5号和“阿波罗”6号。在地球轨道上彩排了正式发射时的箭—船分离、飞船发动机点火、关机和再启动等程序，并模拟了未来月球轨道上的登月舱下降、上升的过程。这一阶段的意义在于，圆满地对整个预定登月任务作了综合考察。

最后阶段进行的是载人试验。在地面载人实验过程中，一次意外突如其来，1967年1月27日，在一次例行的地面训练中，指令舱着火，三名宇航员被活活闷死。由于这场悲剧，“阿波罗”计划的正式实施整整拖后了1年。

1968年10月11日，太空中的载人实验开始。土星运载火箭把“阿波罗”7号飞船送入轨道，飞行历时260小时。三名宇航员在飞船中的一切生理反映、生活和工作表现都被如实汇报给地面人员，同时还检验了指令服务舱的性能。这为登月宇航员的适应性训练提供了最直接的依据。

1968年12月21日，1969年3月3日，1969年5月18日，“阿波罗”8号、9号、10号载人飞船相继发往月球轨道，人类比以往任何时候都更接近了这颗地球的近邻。这三次任务极其艰巨，除了进行环月飞行的初步尝试之外，还对登月舱的分离、对接进行了大胆的试验。在最后一次关键性的大彩排中，“阿波罗”10号从头到尾模拟了登月的全过程。他们驾驶登月舱向月球表面下降，在距离月表15.24千米时，他们抛下下降级，开动上升发动机离开了充满诱惑的月球。

1969年6月，美国航天局在“阿波罗”10号的实验飞行结束后，郑重宣布：“阿波罗”11号将代表人类正式问候月球！

（二）惊心动魄的195小时——首次登月

1969年7月16日，土星V运载火箭耸立在肯尼迪航天中心。

连同“阿波罗”11号飞船，整个火箭高约110.6米，五台液氧和煤油推进的发动机将产生3400吨的总推力，堪称地球上最大的摆脱万有引力的运载工具。重达15吨的“飞鹰”号登月舱被折叠起来，巧妙地放置在这座巨塔的顶端，静静地等待着最后时刻的到来。

1. “阿波罗11号”踏上奔月之旅

当地时间9时32分，火箭点火发射。7分43秒后，第二级火箭点火启动。9分12秒后，第三级火箭点火，强劲的烈焰把飞船直推入190千米的地球轨道。11分39秒后，第三级火箭停车，阿波罗飞船—第三级火箭复合体凭借惯性以每小时40000千米的速度在地球轨道上继续飞行，2小时44分后，第三级再次点火，飞船进入飞向月球的“转移轨道”，3小时17分后，第三级耗尽燃料，与指令服务舱分离。

4小时17分后，指令舱对准接合部，4小时40分“飞鹰”登月舱弹出与指令服务舱对接成功。26小时44分58秒，阿波罗飞船系统开动主发动机，校正航向开始接近月球轨道。75小时49分50秒，阿波罗飞船到达月球上空4900千米后，接到休斯敦飞行指挥中心命令，减速飞行，飞船服务舱发动机逆向喷射，进入了远月点313千米、近月点113千米的椭圆轨道，此时飞船绕月球一圈只需两小时。

当飞船开始进入环月轨道，航天员们紧张地进行登月前的准备工作，指令长阿姆斯特朗、登月舱驾驶员奥尔德林进入登月舱，登月舱的发动机被点燃与指令舱分离。指令舱驾驶员科林斯驾驶“哥伦比亚”指令舱继续绕月球轨道飞行。100小时39分52分，“飞鹰”登月舱向月面减速下降，紧接着是漫长的等待。

2. 休斯敦，警报！警报！

登月舱距离月球表面越来越近，在下降发动机的反推作用力

下，飞船的下落速度继续减小。3.3 万米，3 万米，2.5 万米……2 万米，正当宇航员们信心十足，准备最后登陆时，一个危险信号出现了。当时，登月舱正向月球做最后“冲刺”。

舱内计算机显示屏上的黄色警示灯忽然开始闪烁。“程序警报。”休斯顿地面控制中心突然接到阿姆斯特朗的口头报告。几乎是同时，奥尔德林立即检查出飞船计算机的错误代码，镇定自若地报告：“1202。”宇航员们不清楚这个代码的含义，1202 这是一个严重的错误吗？是继续着陆还是放弃？两人焦急地等待地面控制中心的指示。在休斯顿地面控制中心，26 岁的史蒂夫·贝尔斯成为了大家的焦点。

对身为监控登月舱计算机和导航系统工程师的贝尔斯来说，这无疑是一次挑战——当计算机发出 1202 警报时，距离所谓的“死亡区间”只有 20 秒，这是登月舱离降落前 3 分钟内的一段短短的危险区间。在这 10 秒里，登月舱以很快的速度呼啸而下，倘若此时采取紧急措施放弃登月，整个燃料箱将会因下降冲力的作用而报废，升级将无法与 100 千米上空轨道上的主飞船会合，换句话说，它将会坠毁在月球上。

如果贝尔斯要建议放弃登月，他必须当机立断。根据规则，1202 警报代码是指登月舱的计算机随时可能死机。但贝尔斯做出了一生中最大胆，也许也是最草率的决定，他通过头上戴的话筒对控制人员说：“这个警报不碍事，一切正常。”这意味着降落任务继续执行，消息鼓舞了心里打着小鼓的宇航员们。

过了一会儿，奥尔德林又报告说计算机报警了：“又出现一个 12 打头的警报，1201！”“这是同一类型的警报，你们继续实施降落。”贝尔斯沉着地应付这些不明原因的计算机捣蛋鬼。虽然在严格的操作规程上，这无疑是个大胆而冒失的决定。然而，尽管计算机不停地闪烁着警报灯，它仍正常地向宇航员们输送着

飞船的各项飞行参数和高度信息，飞船似乎没有一点真正的威胁存在。那么，这是怎么回事呢？也许是计算机系统的随机噪音，也许是软件中的一个小小的错误……无论如何，我们得承认，是年轻果敢的工程师贝尔斯拯救了人类登月的历史。

3. “这里是静海——”

登月舱顺利地渡过了“死亡区间”，下降引擎仍在正常工作。全体控制人员都如释重负。可就在大家以为可以松一口气时，地面指令员查里·杜克却向“阿波罗”11号发出了一个简短的提醒——“60秒。”阿姆斯特朗和奥尔德林明白，这是一个不妙的暗示：下降引擎的燃料只剩下60秒了。每次地面模拟时都绰绰有余的燃料怎么回在节骨眼上出了问题？“30秒。”杜克又发出了一声警告，站在身后的首席宇航员德凯·斯莱顿轻声阻止道：“闭嘴，让他们着陆。”

接下来，安装在登陆舱上的太空摄像机传送回了一幕惊心动魄的画面：在离月面不到30米时，登月舱明显向前倾斜，并以每小时55公里的速度在月表飞速掠过。休斯顿大惊失色，莫不是飞船已失去了控制。实际上，休斯顿应该对航天局两位最好的宇航员有足够的信心。指令长阿姆斯特朗没有在预定的地点降落，他突然发现窗外要降落的地方有乱七八糟的石头，便决定继续飞行，寻找平坦的地方。

大约10秒钟后，也就是1969年7月20日下午3点17分，在休斯敦控制中心，人们终于听到了尼尔·阿姆斯特朗那两句让整个 世界等得有点不耐烦的话：“这里是静海。飞鹰号已经着陆。”地面控制中心爆发出热烈的掌声，喜悦的喊叫声几乎湮没了杜克的答话。“明白，静海。我们地面上的人和你们一样紧张。你们让这里的一帮人大惊失色。现在我们终于松了一口气。多谢。”几秒钟之后，世界各地的数十亿人在得知这一消息后都欢呼起来。

4. “多么美丽 壮观的荒凉！”

进行了几个小时的准备后，阿姆斯特朗穿着肥大的宇宙服于美国东部夏令时间 7 月 20 日 22 时 56 分踏足月球表面。此时这位宇航员说出了一句注定将千古流传的话：“对我个人来讲这是一小步，但对全人类而言这又是何等巨大的一次飞跃。” 19 分钟后，奥尔德林紧随其后走出来，当他走到月面上时，第一句话就赞叹说：“多么美丽，多么壮观的荒凉！”

月球上的“地球光”要比地球上的月光明亮八倍多，到达月球的宇航员在漆黑的月空中第一次看到如此大而发光的地球。两人很快学会了地球人不习惯的移动方法——跳跃。他俩时而用单脚蹦，时而又用双脚跳，酷似袋鼠。

他们首先在月球上放置了一块金属纪念牌，上面镶刻着：“1969 年 7 月。这是地球人在月球首次着陆的地方。我们代表全人类平安地到达这里”。他们带着电视摄像机，身穿带有背包的宇宙服，背包内装有通信和救生系统。由于月球表面的温差很大，阳面温度达 120°C ，而阴面温度为 -170°C ，所以救生系统中装有消除温差的空调装置。

两位宇航员在月球上共停留了 21 小时 36 分，对月球进行了 2 小时 31 分的科学探险。除了竖起一面美国星条旗之外，阿姆斯特朗和奥尔德林还在月面上放置了一台激光反射器、一台月震仪和一个捕获太阳风粒子的铝箔帆。他们还摄制了月球表面、天空和地球的照片，采集了 22 千克的月球土壤和岩石标本。

7 月 22 日下午 1 时 56 分，阿姆斯特朗奉命指挥“阿波罗”11 号飞船指令舱离开月球轨道，踏上返回地球的旅途。7 月 25 日清晨 1 时 50 分，“阿波罗”11 号飞船指令舱载着三名航天英雄平安溅落在太平洋中部海面，美国总统尼克松亲自在航空母舰上欢迎他们凯旋，人类首次登月宣告圆满结束。

（三）阿波罗”带回了什么？

整个“阿波罗”计划从 1961 年开始，到 1972 年 12 月结束，历时约 11 年，耗资 255 亿美元，最高的一年耗资近 30 亿美元。在工程高峰时期，参加工程的有 2 万家企业、200 多所大学和 80 多个科研机构，总人数超过 30 万。迄今为止，还没有哪一个计划能在规模和资金上超过它。“阿波罗计划”堪称 20 世纪人类最宏伟的工程之一！

壮观的“阿波罗”计划激动了无数人的心，使载人登月的千年梦想变成了现实。登月计划的成功和其所取得的成就是非凡的，它不但使美国在航天技术的许多方面超过了前苏联，更重要的是，它足以使美国在许多方面确立领先地位。

登月成功使美苏的太空竞赛发生了戏剧性的转变。美国作为航天技术超级大国的形象通过强大的宣传攻势得到了加强和巩固，在世界上为美国赢得了最为理想的国际声誉。并且，阿波罗计划的结束也终结了美苏旷日持久的太空竞赛。20 世纪 70 年代，美苏正式进入太空合作阶段。

尽管阿波罗计划的政治意义远远盖过了它的科学意义，但这毕竟是人类第一次对月球展开的科学探索。在阿波罗探月计划正式执行的三年里，美国又陆续发射了六艘飞船，除“阿波罗”13 号因故没有登月，另五艘飞船均登月成功。

六艘阿波罗号飞船的月球考察也收获颇丰。通过小当量的爆炸和借助测震仪记录下陨星引起的振动，人们终于了解了月球的内部结构。阿波罗计划还发现了月球的磁场，测量了月球内部发出的热流（只及地球平均值的一半），研究了月球残余的火山活动，推定了月球的年龄大概为 44 亿年。阿波罗计划三年间对月球探测所取得的成就，远远超过了多少世纪以来的地面观测。

其中“阿波罗”15号、16号从环月轨道上各发射了一颗环月运行的科学卫星；“阿波罗”15号、16号、17号的登月舱中还各带一辆月球车，用于扩大宇航员的活动范围和减少航天员的体力消耗。这六艘登月飞船的宇航员在月球上一共停留280小时，足迹达100千米，带回岩石样品约440千克，这些均大大充实了人们对月球的认识。

阿波罗计划还使美国取得了许多技术上的重大突破，带动了液体燃料火箭、微波雷达、无线电制导、合成材料、计算机等一大批高科技工业群。从阿波罗计划派生出了大约3000种应用技术成果，在登月后的短短几年内，这些应用技术就取得了巨大的效益——在登月计划中每投入1美元就可获得4~5美元的产出。数年后，该计划中取得的技术进步成果又被广泛移植到国民经济领域，带动了整个美国科技的发展与工业繁荣。

该计划在管理科学上也做出了突出的贡献。特别是美国航天局受益颇多，在组织和规划这个庞大项目的过程中，他们学到了宝贵的大型工程规划和项目管理经验。除此之外，生物医学科学、制造加工技术、空间科学技术等等高尖科技也在这个时期跃上了一个新的台阶。

阿波罗计划的经济意义也为经济学家所瞩目，它使美国的经济增长率提高了2%，物价指数下降2%共创造了80万个就业机会。1958年美国的国民生产总值为4062亿美元，1968年随升到8640亿美元，1970年又增至9046亿美元，10年间猛翻了一番。这其中不能忽略了阿波罗计划的积极刺激作用。

总的说来，阿波罗计划给美国带来的间接效益，远远超过其本身所带来的直接经济与社会效益。它极大地巩固了70年代美国的超级大国地位。20世纪50年代以来，“阿波罗”登月成功，是人类科学的结晶，开创了人类认识月球的新纪元。

二、21 世纪，人类重返月球

美国航天局的决策者们没有忘记，月球这颗距离地球最近的天体具有可供人类开发利用的独特资源，也是人类向外层空间发展的良好基地和前哨站。因此，美国在 1986 年提出重返月球，建立月球基地的设想，并于 1994 年和 1998 年分别发射了两艘探测器，奏响了人类重返月球、建立月球基地的序曲。新一轮的月球探索计划被激活了！

（一）月球水冰，激起千层浪

1995 年起，美国“克莱门蒂娜”号月球探测器开始不断发回月球上可能有冰的消息，这无疑给沉默已久的月球探索注入了一针兴奋剂。

1. 月球上的“冰矿”

1996 年 11 月刊的《科学》封面上印着一个醒目的标题：“月球上发现水冰！”这一重大发现，是在科学家对“克莱门蒂娜”发回的数据进行严格分析之后得出的。1998 年 1 月 6 日，美国又发射了“月球勘探者”号，没隔多久“月球勘探者”号就证实了水冰的存在。

“月球勘探者”是在月球轨道上利用它的中子分光仪对月球表面进行扫描分析后，发现月球上存在水的证据的。新的发现显示，在月球的北极和南极都有水冰的存在，北极的冰储量比南极地区多大约 50%。这些冰都分布在太阳永远照射不到的月海里，上面覆盖着 45.72 厘米厚的风化层。乐观估计，月球上的水冰可能达到 100 亿吨。这些冰在月球的南北极与月球的外壳混为一体，这些水冰的体积相当于一个深 10 米、面积 1000 平方千米的

湖泊，可供一个大型月球城市循环使用。

对于由碳基化合物组成，以三羧酸循环为代谢基础的人类生命体而言，水是不可缺少的元素。没有了水，人类在月球上将无法生存。如果人类能在月球上就近找到水源，或是以廉价的方法以月球上的原料制造大量的水，那么建立月球基地或移居月球就有了可靠的保障。否则，仅此一个缺陷就可以将整个计划全盘否决。

如果月球上真的存在这么多的水，那将是所有人的一个喜讯。致力于宇宙探索的人尤其相信：“只要有足够的水，人类可以到达任何地方。”水的价值不只是在于它本身是生命之源，还在于它可以被分解为氢气和氧气，这些氧和氢可以作为人类探索宇宙的资源，它可提供人类呼吸用的空气或被重新聚合提供热能与电力，也能作为飞船主发动机提供燃料的主要成分。

美国航天局的科学家估计，利用水为航天器提供能源将把地月穿梭的费用降低 10 倍，把由月球前往火星的预期费用降低一半。可以预见，人类在朝着实现移居月球，并将月球用作火星探测发射基地的设想跃进了一大步。水冰的发现终将使月球成为对火星及太阳系中其它星球进行探测的下一个太空基地！

2. 水冰哪里找？

如果月球上的确有水，那么这些水存在于何处，它们是那么容易提取到的吗？月球上没有大气层，月面上的任何物质都直接暴露在真空之下。在一个月球日里（相当于 29 个地球日）月球的所有区域都暴露在阳光下，月球表面温度将达到 250℃，所以任何暴露在阳光下的冰即使在很短时间里也会迅疾升华并逃逸到太空中。因此，科学家推断：惟一可以幸存的水冰只可能存在于月球上的永久性阴影区里。

实际上的情况又是如何呢？在科学家假设的指引下，“克萊

门蒂娜”与“月球勘探者”带着各自的仪器和检测系统出发了：

1994年远征月球的“克莱门蒂娜”号月球探测器运用了当时最先进的水冰研究“武器”——Bistatic 雷达。探测的结果表明：在月球南极的永久性阴影区果然存在水冰的痕迹，这一发现初步印证了月球研究者的猜想。这些水冰存在于月球南极一个永久性阴影区的底部，这个沉积区估计有6万~12万立方米体积，相当于一个小型湖泊。如果折算成四个足球场的表面积，这些冰可堆积到4.88米高。

1998年，“月球勘探者”号飞船携带了更为精密的探测仪器——“中子分光仪”，它可以检测到月面以下半米的水的痕迹。飞船着重考察了月球的两极区域，最终科学家探明：月球两极均含有大量的水冰。据“月球勘探者”最新的探测结果表明，在南极附近有大约6000~15000平方千米的永久性阴影区，而在北极覆盖着水冰的区域与四年前绘制的地图相比，更有了大大的拓展。

在南极区，大部分永久性阴影区都位于南极的艾特肯盆地，它是一个直径2500千米，深12千米的巨大的由彗星撞击形成的火山口。在这个盆地的底部还有许多小的火山口，因为它们位于该盆地的下方，大多数的小火山口的底部从未见过阳光。火山口中的温度也十分严寒，从未到达过-280℃以上。科学家大胆的估计，在这些火山口底部的水冰能够保存数十亿年。

3. 石落水出不容易

如果月球上的水冰和地球北极的冰块一样，那取水可是再方便不过了。只要能制造出适合在-230℃下工作的机器和器皿，剩下的就是把冰从冻土中挖掘出来，然后加热提取。

然而，月球上的水冰并非以冰块的形式存在，人们难以轻而易举地取之。从月球上水冰的来源推测，水冰极有可能是混在冻

土之中的成分。它分散的特性将增大人们提取的难度。

在月球探测器没有登陆在这些永久性阴影区对这些传说中的水冰进行实地考察之前，人类所能做的准备工作很有限。在未来的月球探索计划中，将对月球进行更为频繁的勘探，宇航员将实地探测，了解月球上到底存在着多少水，能否用现有技术经济地获取。只有到了这一步，才算打开了未来月球开发的第一扇大门。

如果说“阿波罗”计划为人类勾勒出一个贫瘠荒凉的月球，月球探测器的发现则把月球的冻土层变成了太阳系中最有价值的不动产。

（二）月球上的太空基地

人类在月球建立基地是为了什么？当然，首先会用于科学目的。在月球基地建成后，将架设高倍天文望远镜，利用月球上大气与云层稀薄的有利条件对宇宙进行更精细的观测；除此以外，月球基地还能为未来将宇航员送上火星的计划提供理想的技术实验场地；最终，人类将可能把月球作为出发到遥远行星的一个落脚点。

1. 理想的天文观测站

（1）拨云见日——月球真空

天文学家们首先看中的是月球极度的真空状态。在地球上，由于存在大气分子的折射和反射作用，许多波长的宇宙辐射会被拒之门外，大大影响了天文学家的观测，地球上的科学家只能在极低频率的狭小范围内作一些无线电天文学观测。

月球上的重力仅相当于地球重力的 $1/6$ ，它抓不住喜欢游荡的气态分子，因而形成了可以和实验室人造的真空状态媲美的极度真空。月球上由于没有大气层，作全波段范围内的天文观测完

全没有问题。运用于月球上的天文望远镜在制作时也可以发挥到他们的最高分辨率，无线电波、红外线、可见光干涉仪在设定基线时，可将上限提高到数十上百千米。没有了大气层的干扰还同时意味着，暴露的视平面可以长期保持最大的功效。

由于没有大气层的光学散射，在月球上的夜晚可以进行最深入的太空观测。因此，暗黑的月空也是受天文学家们青睐的环境之一。哪怕月空中挂着一轮明亮的“满月”（地球），也不会受到任何的影响。甚至在白天，当月球定居地附近位于月球山脉的向阳侧时，进行天文观测也没有多大的障碍，你只需把天文望远镜放置在一座小山丘或一个简单的遮蔽物后面就可以完全不受光线干扰了。

除却原料上的供应不提，要在月球上建造庞大的天文观测台，其方便程度远远超过了在地球上。月球没有了空气这一传热媒介，因此需要隔绝的热量主要来自直接或反射的射线，而不是来自暗黑的天空。任何一台受到良好隔热装置保护的月球望远镜都应该是冰冷的，它的温度可以保持在极端低的范围里。由于这个原因，我们可以节省昂贵的冷却剂，同时也可以把望远镜做得更加庞大。

(2) 天时地利——月球气候、地理

月球上没有大气流动，因此是一个无风的世界。为此，在建造基地时，月球建筑师们没有必要考虑诸如台风之类的天气影响，只需考虑它们在静态及热力考验下的承受能力就足够。

对建造巨大的抛物线无线电望远镜，月球的地形也十分有利。月球上大大小小的环形山就是个有利的天然条件，它们的开口十分对称，有的类似正圆形，直径 300 米的“槟榔盘”就可以很方便地建立在小型环形山口上。由于月球上的低重力环境，以及缺乏气候影响的良好条件，这一点都不比在地球上建造更显得

麻烦。

月球上仅为地球重力 $1/6$ 的低重力环境使得月球上的装备可以变得很轻巧，不论它的体积有多么庞大。这带来的直接好处是，不需要在建造或装配它们时使用昂贵的起重设备。但月球上的重力又不像太空中那么微乎其微，相反从某种意义上看它十分适度。日常产出的太空垃圾或污染物品会自个儿掉回到月面，我们不必担心它们会像在远离月球引力场的太空中那样四处漂浮。

(3) 一览无余的天窗——月球轨道

月球的自转周期大约是一个月，与它的公转周期几乎不谋而合。这成为它方便天文观测的另一个有利因素。因为这保证了月球上在任何纬度的天文观测台都可以看到整个太空，巨大的天文望远镜可以自由地扫描宇宙的深处。

月球缓慢的自转速度还可以允许天文学家们对存在的可能性极小的天体（如类星体）进行长时间的观测和技术整合。除此之外，月球的自转还允许了低纬度地点的多达 14 天的连续暴露，不像狮子座的运行轨道，它常被频繁的地球蚀困扰。对于极点地区而言，它的暴露时间并不确定，这要它取决于观测者位于哪一个半球。

对地球观测将成为月球天文台的一个特殊职责。对地球的天文学观测十分重要，而在月球上你几乎可以看到整个地球包括两极地区。当然在近地轨道上的卫星也可以办到这一点，但月球将提供的是一个有着坚实天体基础的月基观测平台。那些在地面上的造价不高的陆基天文观测设备都可以直接搬上月球，而不需要那些空间站上必须配备的昂贵的轨道控制系统。

干涉法测距是天文学上常用来测量远方天体距离的方法。它需要一条测量基线作辅助，基线越长，测量越精确。以往，人们

通过在地球的两个相距遥远的观测地点建立基线。如果把测距观测台建立到了月球上，这一条 400000 千米长的干涉基线将使测距结果达到极高的分辨率和敏感度。

2. 开采月球核矿

早在人们发现月球上的水冰之前，“阿波罗”计划的研究人员就发现了月球上另一种重要的富有元素，它将有可能改变我们的生活，它就是氦-3 (^3He)。

(1) 人类的绿色能源

自从人类发现了原子核的秘密，地球上的科学家便研究出了一种崭新的能源——热核发电。某些位于元素周期表尾部的较大原子核，在高能中子的打击下会裂变成两三个较小的原子核，在此过程中，部分微小的质量它们依循爱因斯坦的质能转换公式 ($E=MC^2$)，转化为物质的另一种存在方式——能量。这是一种在现代技术下掌握得比较成熟的热核发电方式——核裂变反应堆。

另一种热核反应方式——核聚变反应堆也被广泛应用于世界的各个角落。核聚变的第一代核燃料是氘和氚，它们的发电效率无法与氦-3 相比，同时，由于要释放大量的放射性中子，加重了安全隐患。然而，运用氦-3 和氘发电，就方便得多。它们产生的放射性物质微乎其微，即使把核电站建在闹市区也十分安全。新燃料还使核能真正成为宇宙飞船的理想能源，去掉了防辐射层的舱体重量减轻，将大大增加飞船的有效负荷。为此，科学家把氦-3 设想为未来的空间燃料。

氦-3 在地球上极其稀有，自 1939 年科学家首次发现氦-3，迄今也只收集到几百磅。但可喜的是，科学家发现月球上的氦-3 十分丰富，据估计储量大约在 100 万吨左右，可为地球上的人类提供能源达数千年之久。若用航天飞机仅运 25 吨氦-3 回地

球，就可以满足美国一年的能源需求。按石油的燃烧效率计算，1吨氦-3价值40亿美元。

(2) 开采新的太空石油

几十亿年前，氦-3在月球表面几米深的土层已经无处不在。月球上的氦-3来自何方？其实这还得感谢我们的太阳。太阳本来就是一个巨大的热核反应炉，氦-3是它的反应废料。在强劲的太阳风吹拂下，氦-3微粒流吹袭到月球表面，并在粉末状的土层中沉积下来。流星击中月球时，土层溅起使它们再次均匀地洒落。

如何提炼这宝贵的燃料为我们服务呢？似乎很简单，只要对月球土壤加热，氦-3元素就会乖乖地从土壤缝隙中释放出来。相比之下，地球上的这种矿藏只有20吨，而且位于地壳深处，不易开采。但可惜的是，到目前为止，我们还缺乏这方面的经验，以目前的方法提炼70吨氦-3，要把100万吨月球土壤加热至800℃。很显然这种方法缺乏起码的可行性。

虽然暂时还没有找到有效的开采方案，但美国的科学家们还是已经早早地规划他们的开采蓝图。1998年12月31日，在“月球勘探者”号探测器的帮助下，美国科学家发现了月球上储量丰富的氦-3矿藏，并绘制出了这一矿藏的分布图。最近，美国地质调查局以杰弗里·约翰森为首的一个地质学家小组，已经在最新出版的《地质研究通讯》上发表了他们绘制的月球上氦-3分布图。这些专家认为，月球最容易找到氦-3的地方是静海，以及位于月球另一面的风暴洋、奇奥尔科夫斯基陨石坑和东海。

这至少表明，人类在月球上进行商业性开采氦-3元素的可能性又前进了一步。但也有不少科学家反对掠夺性开采月球，他们提出以月球作为跳板，到土星和天王星的大气层中采集氦-3，从而建立太空加油站，实现人类星际旅行的梦想。

3. 寻找外星文明

如果你听说过“塞提”（SETI）计划的话，我们还可以谈谈月球环境对它的影响。“塞提”计划即“寻找外太空星球智慧生命计划”。这个计划依据于这样一个假设：宇宙中存在着其他的智慧生命体，他们其中的一部分已经建立了高度的技术文明，并通过向外界发送电波来寻找宇宙中的知音。就像我们的“旅行者”号所做的那样。

SETI 通过对太空中无线电信号的大范围长时段监听，筛选出其中可疑的信号，从而推断外星智慧生命的可能。月球远离地球，可以大大削弱来自地球人、伽马射线以及雷达噪音的干扰。另一方面，由于月球自转的关系，月球有一面几乎永远也不会面向地球。

这正是“塞提”所需要的圣地，因为由于“塞提”观测的敏感性限制，它必须选择一个永远看不到地球的观测站点。这一切都使得“塞提”研究员们能够在无线电静默的背景下进行全频段无线电信号接收。毋庸置疑，月球是执行“塞提”计划的天堂。

（三）空间巨头抢占月球

20世纪接近尾声之际，亚德里安贝·里出版了他的新作《未来 500 年》。书中有这样的一段话：“人人都想上月球。当然，还有很多别的理由让我们去月球、火星和各种小行星。”在世纪之交的今天，人类重返月球的行动将与早期的月球探索有所不同。1995年开始，一系列月球探索新计划出台，这些计划最终指向的目标就是在月球上建立永久基地。

1. 美国：21世纪开发月球

2001年4月，美国皮斯顿月球与行星学院的保尔·斯普迪斯在剑桥国家天文学会议上郑重宣布：人类将在 2007年重返月球，

并在月球建立可容纳四名专职宇航员的永久基地。斯普迪斯还表示，美国航天局将与欧洲航天局在该项目中起主导作用。

(1) 航天局静观其变

1972年最后一名“阿波罗”计划的宇航员从月球回来后，这是一段漫长而沮丧的等待时期。气势恢弘的月球探险计划仅持续了两年，几乎刚刚起步，就被打入了冷宫。热心于建立月球基地的人们期盼着美国航天局重新启动新的月球计划，但谁知这一等就是 22 年。

美国 60 年代的月球计划是美苏政治斗争的产物，科学上的吸引力却并不是主要原因。所以在规划“阿波罗” 11 号的任务时，美国的目标定得并不高：完成载人登月并安全返回；完成月球考察和取样任务。虽然六艘飞船后期的探测为未来的月球计划奠定了一定基础，取得了宝贵的资料数据，但从政治家的角度上讲，“阿波罗”计划的目标在 1969 年 7 月的那个晚上就已经达到。

从另一方面来看，登月的难关虽然已经被攻破，但在月球上建立基地却不是六七十年代美国的经济力量能够支撑下来的。最重要的一点是，技术力量的不成熟也扼杀了月球探索的进一步深入。虽然美国政府高层深知占领月球在军事和政治上的双重战略意义，但他们同时也相信，除了美苏，暂时还没有哪个国家能染指月球，而前苏联的登月步伐也已经越走越慢。所以暂时放手月球，跳阶式的进入到太阳系行星探测领域中，才真正合乎战略家的需要。

22 年后，考虑到日本、俄罗斯以及欧洲空间局的竞争实力日益增强，美国才重新激活了月球探索计划。1994 年，带着先进仪器的“克莱门蒂娜”号探测器发射升空，代表美国再次登临月球；1998 年“月球探测者”再次证实了水冰的存在，并测绘

了更详尽的月球地图。全世界月球爱好者的胃口都被吊了起来，但美国航天局还是不慌不忙，心心念念地做登陆火星的功课。就在 1999 年，美国航天局还公开宣布，未来 10 年里将不会制订载人登月计划。

尽管美国宇航局在月球计划上保持了审慎的态度，但美国从来没有真正想过放弃月球。在致力于国际空间站的过程中，航天局的官员仍在寻找将月球探索和空间站相结合的途径。在美国 20 世纪最后两年的技术发展总纲要中，就明确提出了“空间机器人”和“空间工业加工技术”的研究计划，特别是在月球真空和辐射条件下的钻矿设备的研制工作。1998 年，美国航天局已经开始征集下一轮月球探测任务建议书。

这些迹象都明确地表明：美国不可能放弃月球，21 世纪在开发月球群队中，最繁忙的一支舰队还将是美国。

（2）私人企业越俎代庖

一些迫不及待的美国非政府组织和企业决心凭自己的雄厚实力开拓月球的探测之路。

2001 年 6 月 15 日，美国电子零售商无线电广播室（Radio Shack）宣布，将联合 4~5 家大公司发起一次登月行动。在宣布这一决定时该公司称，作为第一次商业登月行动，他们此次的目的是通过机器人探测，寻找月球表面古老的冰层。如果这些冰层最终能被找到，将有助于揭示太阳系的一些秘密，并可以为人类未来更远距离的太空飞行提供燃料，同时也将使人类在月球定居的梦想成为可能。这次登月计划由位于阿灵顿的 LunaCorp 公司最先发起。所使用的破冰月球车也由该公司研制。

LunaCorp 公司计划通过寻找合作伙伴、出售独家电视转播权、网络收费以及与政府签订合同等途径来为此次登月计划筹集资金。第一个响应 LunaCorp 公司计划的就是无线电广播室（Ra-

dioShack)，该公司是全美最大的电子消费零售商，在全国各地拥有 7100 家零售商店。无线电广播室（RadioShack）2001 年将为这一计划投入 100 万美元的资金。预计在 2003 年底，这一项登月计划将正式开始实施。

加利福尼亚一家名为 Poway 的太空开发公司已宣布将于 2001 年底发射一颗月球人造卫星。

在不久的将来，将有更多的公司参与到登月行动中，开发太空已不再必须借助于政府的力量。原因是多方面的，最为关键的是：随着功能更为强大的计算机和数字技术的出现和逐渐推广，作为限制商业太空飞行的最后一道障碍，高额的发射费用正在逐渐下降，这使得更多的太空飞行成为可能。

2. 欧空局：启动“欧洲月球 2000”

2001 年，由欧洲 14 个成员国组成的欧洲空间局正式对外界宣布：“阿里亚娜”5 号将在 2002 年 10 月发射一枚微型月球探测器——“敏捷者 1 号”。这个探测器的发射将奏响整个欧洲月球计划的第一乐章。这个计划是经过深思熟虑的欧空局于 1994 年提出分阶段实现月球开发目标的一部分，很早以来欧空局就决心打破美国人对月球开发的垄断地位。欧洲月球计划共分四个乐章：第一乐章称为“欧洲月球 2000”，此项计划旨在研制月球探测器，主要围绕建造和发射无人的月球轨道器、着陆器和月球漫游车，以获取月球表面知识细节。

(1) “敏捷者”奏响第一乐章

欧洲月球 2000 是目前人类惟一在考虑的对月球进行近距离测量的计划项目。欧洲空间局的科学家格特博士指出，以前的月球探测任务主要是找寻月球上的水和其它元素，并没有对月球的组成进行全面的探索。

这次欧空局的探测工作，是通过检测月球反射回来的 X 射

线，寻找出组成月球的物质。科学家解释说，当太阳光照耀月球时，日光的 X 射线会刺激月球表面岩石内的元素，例如矽、钙、镁、铝和铁等，这些元素会反射太阳光的 X 射线，从反射回来的 X 射线，科学家可以分析月球岩石的构成元素。承担这次任务的探测器——“敏捷者 1 号”是欧空局的力作，这艘重达 305 千克的太空舱将在月球上展开各项科学试验，包括探测组成月球的物质，绘制月球极地阴影区地图。它采用最新的电喷发动机推进系统，这一系统将利用太阳光产生电力，推动电喷发动机，将氙气喷射出来，产生推动力，将探测器推进至月球。

“敏捷者 1 号”将为预计于 2003 年在月球着陆的欧洲月球登陆飞船提供具体的着陆区域图。飞行器的着陆任务的确对欧空局是一个挑战，因为它是在一个高出月平面 5 米，低 6 米这样一个高度有变化的 100 平方米未探明区范围内着陆，如果自动着陆达到这样高的精度，这对将来发展月球基础设施是一个好兆头。理想的着陆点是在南极 20 千米直径，3 千米深，名为“永恒之光山峰”的沙克勒顿火山口的边沿。在这里着陆飞行器不仅终年可获得光照能源，而且处于遥感范围即常年保护水冰沉积的阴影区。

(2) 欧空局目光长远

欧空局于 1994 年制定的月球计划的长期目标是创建月球基础设施并进行开发和利用。在第一阶段的任务顺利完成之后，月球计划的后三个乐章将陆续奏响。

第二阶段将在第一阶段的基础上，加快地面操作系统和月球工作系统之间的协调，研制长期工作在月球基地的机器人，完成月球地理考察。距南极 120 千米是高度为 6 千米的马拉普特山，从地球上能够看到，是建立通信站的一个理想的地方。由于从马拉普特山顶上可以看到永恒之光山峰顶部，那么，通过山顶进行

从沙克勒顿火山口底部的通信中继，再到地球也是可行的。同样，马拉普特山顶上的通信站的电源可以通过永恒之光山顶的集电器提供，这样建造未来的月球前哨基地就有可能了。如果建好了设施，也可以成为由地球上操作者应用遥感科学进行的遥控的机器人村。

第三阶段进入月球资源第一阶段的利用，调研并利用月球当地材料进行现场制作，如氧的生产和科学应用。第四阶段人类返回月球，建立月球人类前哨基地。

虽然，欧空局的月球计划尚未明朗，但是最近成立的国际月球探索工作组将是实现这一计划的形式。1996年，国际月球探索工作组达成一致，所有参与者共同分享现在的和未来的月球探测数据，包括现在美国的月球勘探者和欧洲月球2000计划的探测数据。根据欧空局国际合作的原则，实现这一艰巨任务只能建立在利用各国的各种资源上。欧空局的官员们相信，通过对月球的不断探索，人类可能最终实现向月球移民甚至在月球上再来一次工业化革命。欧洲绝不会放过这样一次机遇。

3. 日本“月神计划”鹤舞寒宫

日本是第三个开展星际航天探索的国家，它凭借其强大的经济后盾，在20世纪90年代末就开始了对其初步探索计划。早在1992年，日本宇航界就出版了一本《月球建筑》的书，书中列举了日本开发月球的四个阶段。1990年1月24日，日本发射了第一枚月球卫星；1998年9月25日，日本发射的第一艘星际探测器在完成一项技术测试以后进入稳定的月球轨道。最近几年，日本也在积极准备月球探测计划。目前至少有两项任务，其目的是最大限度地了解月球，发展技术以备将来月球考察应用。

(1) “月神”号蓄势待发

日本空间活动委员会的空间开发计划声称，其属下的两个机

构——日本宇宙开发事业团和宇宙科学研究所将与其它研究机构系统地一项不载人的月球探测计划——“月神计划”。该计划包括研制月球轨道器、月球着陆车；一旦时间、条件成熟，还将准备在月球建立天文站。

为了支持这项计划，日本打算使用大型国产火箭“H2A”，发射环月卫星“月神号”（称为 SELENE，即月球学和工程探测器）。该卫星重约 2.9 吨，将在距月球 100 千米轨道上绕月球飞行 1 年，研究月球的演化过程，考察月球表面地形、地质及矿物构成等，为月球开发收集数据，并练习和掌握在月球表面进行软着陆的技术。

该飞行器还将携带三个 40 千克重、90 厘米长的穿透器探测器。穿透器将在距离月球 300 千米轨道从月球轨道平台上点火，直接进入月球的风化层以测量月球的热通量和地震特性。除着陆装置外，轨道器将携带 15 件仪器，包括雷达探测器、激光测高仪，X 射线和 γ 射线分光仪。借助穿透器和地震仪，人类可以了解月球内部结构，从而了解月球的“身世”。如果探测结果表明，月球内核质量小于月球质量的 5%，则可以证实人们长久以来的猜想，即月球是由宇宙天体撞击地球后产生的碎片形成的；否则地月系统就是分别独立生成。

(2) “月神计划”一波三折

原计划于 1997 发射的“月神号”月球飞行器，一度由于穿透器的设计问题，不得不推迟至 2002 年 9 月 1 日。2001 年 1 月富士重工制造完成了高 2.1 米、长宽各 3.5 米、重 400 千克、装有可垂直升降的喷气式发动机的“月神号”实验机。但 H2、M5 火箭发射卫星的相继失败，给这项计划再度带来冲击。

主管环月卫星发射计划的日本科技厅和文部省于 2001 年 6 月决定，为分散风险，将原计划分两次进行：原定发射的一颗大

型卫星改为两颗较小的卫星，让它们执行不同任务。新的日程表计划：第一步在 2004 年先发射“月神号 - A”号卫星，执行科学考察任务；在事前充分试验的基础上，再于 2006 年发射“月神号 - B”号卫星，施行软着陆，练习和掌握月球软着陆技术。分两步实施后总费用达 300 亿日元，比原计划增加 100 亿日元以上，但着陆失败率可由此大大降低。

日本宇宙开发事业团和文部省宇宙科学研究所已于 6 月 18 日正式下达通知，修改“月神计划”。对日本来说，探月航天是与国际空间站一样重要的航天工程。此次修改虽然是为了减少风险，但考虑到预算等问题将会产生的影响，日本环月卫星发射计划有可能还会被推迟。

4. 中国：探月机器人蓄势待发

2000 年 11 月，中国发表白皮书《中国的航天》，庄严提出“要在今后 10 年或稍后一个时期内，开展以月球探测为主的深空探测的预先研究”。这表明中国航天将加快步伐，赶上人类 21 世纪开发月球、火星的前沿班车。

早在 1999 年的北海会议上，中国的空间科学家们就为 21 世纪的中国制定了“先登陆月球，后登陆火星”的宏伟蓝图。一直以来，中国科学家都在着手探月的技术准备工作，并已经取得了相应的成果。目前，中国的探月技术与二三十年前的发达国家的技术相比毫不逊色，不久的将来肯定会启动探月进程，而最终目标是建立“月球村”。

(1) 首次探月成本 10 亿元

2001 年 12 月 15 日，在中国科学院、中国科协等单位举办的“科学与公众”科普论坛上，月球探测首席科学家欧阳自远院士透露：中国已启动了自己的月球计划，顺利的话可在 5~10 年内完成。欧阳院士指出，技术上讲，中国第一次探月计划已经成

熟，将发射空间传感器至围绕月球运行的轨道，对月球的资源、能源等进行初步探测。

展望人类月球探测的进展与前景，随着航天技术的日臻成熟，探月成本已经大大降低。欧阳院士认为，中国完全有能力采用经济适用的空间技术，把首次探月成本控制在 10 亿元之内，他估计这仅仅是修建两三公里地铁的成本。但他同时表示，现在谈论登月还为时尚早。

欧阳院士认为，人类探月在经历了 18 年的沉寂之后，美、日、俄、欧洲空间局，甚至印度，又都将目光转向了月球。最近 10 年，重点并不在载人登月，而是对其进行更全面、更准确的探测，掌握更多的科学数据。对中国来说，除了科学价值之外，探月的成功还将增强民族自信心和凝聚力，推动经济与高新技术的发展，以及空间科学的进步，其意义不是金钱所能衡量的。

(2) 加紧研制登月机器人

2001 年，国防科工委副主任栾恩杰在北京表示，中国已经展开了月球探测先期工作，初步确定了月球探测的科学目标。工程学家称，中国的月球计划将把无人探测放在第一步，而首先登上月球的将是模样怪异的太空机器人。

北京在 1993 年就成立了中国第一个空间机器人的专门研究机构——国家高技术航天领域空间机器人工程研究中心。1998 年，中国有关方面又通过了由清华大学牵头的“月球探测机器人”立项研究，并将登月机器人立为中国“863 计划”的一项子课题。目前，中国太空机器人研究在许多关键技术方面已取得突破性进展，一旦需要太空机器人上天，会很快实施。

中国空间机器人专家组组长孙增圻介绍，中国的登月机器人将是高度智能化的，轻小灵巧，能自由移动、爬坡和躲避障碍，并能接受地面遥控指挥的先进技术月球车。与地面上的机器人相

比，它具备更强的自主能力，对月球上及太空中诸如宇宙辐射、昼夜大温差等物理特性也有相当的适应能力。

他还指出，用于月球表面探测的机器人将考察中国宇航员未来的登陆地点、科学家感兴趣的区域，完成放置仪器、收集样本和传送视频图像等任务。目前，科学家们正在研究通过虚拟技术，使地面控制人员与机器人之间做到“心有灵犀一点通”。

经过近八年的研究，中国一个太空机器人专家研究小组已在北京清华大学实验室建成了模拟“机器人遥操作系统”，系统模拟了科学家在地面操作太空上的机器人行动。当科学家在房间内转动操作把手，屏幕上模拟的太空机器人会照着操作人员的指挥运动，隔几秒钟后，另一个房间两只真正的机器人手臂会发生同样的操作。

清华大学智能控制机器人研究组的专家透露，目前中国还仅停留在对月球车关键技术原理研究的层面上。虽然已有了一架小型移动车，但仅仅是简单的仿制品，远远谈不上启动。眼下还存在材料、润滑、密封、热控、导航等面临月球上不可预测的环境挑战的诸多难题，需要进一步攻关。

(3) 中国人何时登月？

中国将于 2005 年前，将载人飞船送上太空。而在此之前，中国还将进行多次无人飞船实验，确保宇航员百分之百的安全。这将使中国成为继美国和前苏联之后第三个载人进入太空的国家。

经过 40 多年白手起家的不懈发展，中国的航天技术已经达到了世界先进水平，形成了品种齐全的运载火箭、应用卫星体系；建立了设备齐全、能发射各类卫星的航天发射中心和卫星测控网。迄今为止，中国依靠自己的力量已成功发射了 15 种类型的卫星共计 46 颗，其中返回式卫星的返回技术达到了世界领先

水平。中国还自行成功研制了 12 种不同类型的长征系列运载火箭，进行了 62 次发射，成功地将 30 颗国外卫星发射升空。2000 年中国成功地发射了第一艘无人实验飞船“神舟 1 号”并顺利回收。

中国在 2002 年 3 月进行了“神舟 3 号”无人飞船试验，“神舟 3 号”的技术与状态与载人飞船完全一致，试验重点是保证宇航员的安全，对宇航员升空、返回和在太空工作生活进行全面的检验。2002 年，预计将进行“神舟 4 号”无人飞船实验。四名中国宇航员目前正在中国航天员训练基地紧张进行训练，以备在不远的将来从酒泉卫星发射中心乘“神舟 4 号”升空。据介绍，这四名宇航员是从上千名现役歼击机飞行员中经过层层选拔挑选出来的。作为中国第一代宇航员，他们经过充分训练后体格将会优于美国和俄罗斯的宇航员，确保上天万无一失。

事实证明，中国已经领到了进入深空探测领域的许可证，中国完全有实力在未来加入到月球基地建设的国际大合作中来。

5. 印度：计划五年后探月

2001 年 5 月 29 日，印度空间研究组织（ISRO）主席卡斯图里兰甘在印度西部城市艾哈迈达巴德宣称，印度现在有能力作无人登月飞行，如果印度政府做出决定的话，五年内即可进行。

印度最为雄心勃勃的登月计划将分两个阶段进行，第一阶段有关科学和技术的可行性研究将在三年内完成。由来自“印度空间研究组织”下属不同部门的代表组成的一个 12 个人的委员会正在调查研究印度的登月飞行计划，卡斯图里兰甘是这个委员会的成员。一个特别工作组已经被指定负责这个价值大约 35 亿卢比的第一阶段计划，希望三年后可行性研究计划的报告能够出来，然后对它进行评估和彻底的复查，以便进行第二阶段的计划。评估一旦结束，可能需要五年时间实行这一计划。月球飞船

大约价值 50 亿卢比。

有 100 名来自不同学科科学家们已经开始为此而工作。他说，印度政府可能要等到他们向政府递交了报告之后，才能重视此事。领导该委员会的乔治·约瑟夫博士认为，这份内部报告四个月后才能准备好。他说：“此后，将进行一次对能力和可能性增强的内部评价。六个月后，报告才能提供给政府讨论。”

第 5 章 太空中的城市——轨道空间站

从“礼炮”系列到“和平号”空间站，前后 30 年的空间站探索为全人类的航天事业积累了丰富的经验。特别值得一提的是，自 1971 年后的 20 几年间，前苏联再没有发生一起宇航员死亡事故，无论遇到何种险情，宇航员都能安全脱险，这样伟大的航天记录是美国人自叹不如的。应该说，前苏联在发展空间站方面作出的伟大贡献，其意义不下于美国的“阿波罗”登月。

一、建造太空科学“第一站”

20 世纪 60 年代，前苏联坚持了实用主义的太空探索路线，他们认为，必须要建立永久性航天基地——空间站，保证宇航员和科学实验观察仪器在轨道上的长期停留。

（一）前苏联“礼炮号”空间站

从 60 年代中期完成“东方”号和“上升”号计划后，前苏联的第二步空间发展计划就安排了两个重点：一个是载人登月，一个是发展载人轨道空间站。到 1969 年，苏联认为建立空间站的基本技术已经解决，1970 年起开始了“礼炮”号的建造工作。与此同时，他们对“联盟”号飞船进行了改装，以便使之成为空

间站的辅助运输工具。

1. 第一代空间站：初建太空宫殿

1971年4月19日，恰好是尤里·加加林进入太空10周年后，一枚巨大的“质子号”运载火箭将“礼炮1号”空间站发射上天。接着，前苏联正式向全世界公布了这一消息，宣称他们已拥有了全世界第一座空间站。勃列日涅夫在20日发表讲话：“礼炮1号”的飞行是征服太空的重要一步。今天，当我们客观地回顾人类太空探索的历史，可以看到勃列日涅夫的话并非自夸之言；“礼炮1号”的发射的确是人类进入太空的一个新阶段的里程碑。

“礼炮1号”空间站在发射时并没有载人。6月6日，前苏联宇航员杜勃洛夫斯基、伏尔科夫和帕察耶夫搭乘“联盟11号”飞船，利用改进设计的对接装置与“礼炮1号”顺利对接，并成功进入到空间站内。三人按计划进行了一系列的开创性实验，6月份，他们利用猎户座望远镜进行了恒星观测，并对地球和地球天气现象进行了观测。到6月23日，他们打破了人类的太空飞行记录——由“联盟9号”创下的18天。

6月29日下午7点28分，“联盟11号”与空间站分离。一小时之后，就在飞船降低轨道准备再入大气层时，灾难降临了。由于指令舱的一个压力阀出现问题，空气在短短几秒内泄出，措手不及的宇航员全部窒息而亡。悲剧发生后，前苏联立即宣布三艘类似的联盟号飞船全部停飞，接受重大修改。留在轨道上的“礼炮1号”也于10月11日结束了它短暂的使命飞行，坠入地球大气层。

紧接着，前苏联的第一代空间站军用型“礼炮2号”及民用型“礼炮3号”在1972年改型成功。1973年4月3日，“礼炮2号”在丘拉坦发射场发射升空，可11天后，发动机点火时发生

爆炸；55天后“礼炮2号”像喝醉了的俄罗斯酒鬼一样摇摇晃晃坠入了大气层。1974年它的姊妹号“礼炮3号”空间站为前苏联一洗晦气，终于顺利发射升空，并与改进后的联盟号飞船成功对接。

2. 第二代空间站：第一次进阶

前苏联第二代空间站是在“礼炮”3、4、5基础上做重大改进后建造的“礼炮”6、7号空间站，也就是第一代实用型空间站。它们在至少六个方面做出了改进：采用了较高的轨道；对主发动机作了重大改变，安装了双侧喷管；安装了先进的综合自动化控制系统；安装了新的舱门和小型气闸舱；改进了生命保障系统、废物处理及水再生系统；增加了一个对接口，使得空间站可以同时与两艘宇宙飞船对接。

1977年9月29日，又一枚“质子”号运载火箭将“礼炮6号”空间站送入轨道。“礼炮6号”在轨道上运行共达58个月，完成了大量的科学测量、地球资源测量、人体生物医学研究和技术实验。另外，“礼炮6号”还为前苏联带来了极大的国际影响和政治收益，在前后搭载的33名宇航员中，捷克斯洛伐克、波兰、东德、匈牙利、越南和古巴各有一名在内。

1982年4月19日，“礼炮7号”空间站入轨。1982至1991年间“礼炮7号”空间站一直服务在轨道上，共接待过11批共计27名宇航员。“礼炮7号”在轨道上创造了新的空间记录：“联盟10号”的宇航员基齐姆、索洛维耶夫和阿特科夫创造了在轨时间的新记录237天。宇航员共进行了各方面的实验120多项，拍摄地球和天空照片一万张，极大地丰富了空间科学宝库。

（二）美国：天空实验室

美国的第一个空间站计划可以追溯到60年代航天局成立之

初。在拟订未来 10 年的发展任务时，航天局曾提出过许多项目，其中占主导地位的有空间站和载人登月两个计划。由于赞同阿波罗登月计划的人占了上风，建造空间站的方案被挤到了后边，谁知这一等就是 10 年。1972 年，在阿波罗计划结束后不久，尼克松总统宣布将优先发展可重复使用的航天飞机，同时批准了一项花钱不多的空间站计划——“天空实验室”计划，这个被搁置了整整 10 年的计划终于正式启动了。

1. 多快好省：建造空间站

为了节省资金，早在 1967 年，航天局马歇尔中心就提出了将空间站计划作为“阿波罗”子计划的思想，并建议尽可能使用“阿波罗”计划的部件和技术，这样既避免了重复设计和高资金投入，又可加快进度。

本着现实性、试验性的设计思想，天空实验室利用了大量的阿波罗技术以及硬件设备，就连它的主体结构也是直接从“土星 V”运载火箭嫁接过来的，设计师们只巧妙的改装了第三级发动机的巨大液氢贮箱——在这个总长 8.9 米，直径 6.6 米的大圆桶中间，加了一层隔板以分隔成上下两个部分。

“天空实验室”以其简约化的设计著称，但应该为宇航员提供的生活和科学研究场所，它却一点没缺斤短两。在由贮箱改制的轨道舱里，井然有序的分为上下两间“大房子”，上层是实验间，下层是生活间。其中生活间又安排成四个室：起居室、用餐室、淋浴室和实验室。上层实验间十分宽敞，可以装备各种大型实验仪器。在整个轨道舱，除了容纳各种设备外，还能为三名宇航员提供 292 立方米的活动空间。

空间站轨道舱与外界空间隔着两层大门，内层是专为宇航员进出准备的，称为过渡舱，它同时也是天空实验室的控制中枢。外层即对接舱，位于过渡舱的另一侧，它有两个对接口，可同时

和两艘飞船对接。除了对接和接纳宇航员之外，对接舱还有其他用途，如太阳观测研究、对地观测、材料学实验等。

在天空实验室搭载的仪器中，由马歇尔航天中心研制的“阿波罗”天文望远镜最为重要。它的外形为棱柱形，以构架形式固定在对接舱上，发射时与天空实验室轴线一致，进入轨道后构架折转 90 度，与轴线垂直。在望远镜的四周还安装了四个较小的太阳能电池板，它们最大可供应 11 千瓦的电能。

说来有趣，天空实验室最醒目的标志是它那不平衡的太阳能电池板。原本设计中有两个主太阳能电池板，分别安装在轨道舱末端的两侧，总面积 730 平方米，可产生约 20 千瓦的电力。在 1973 年 5 月 14 日发射后，两个主太阳能电池板由于卡塞物问题无法伸出。5 月 25 日，三名宇航员乘坐阿波罗飞船升空排除故障，经过紧张的检修，其中一个电池板终于得见天日，但另一个太阳能电池板却永远地失去了。

天空实验室组合在一起总长为 36 米，重 90.6 千克，内部有效容积 247 立方米，包括太阳能电池在内最大宽度为 27 米。规模超过了前苏联的“礼炮号”和“和平号”。

2. 短暂的太空生涯

1973 年 5 月 14 日，天空实验室在一枚两级的土星 V 运载火箭护送下点火升空，从此开始了它短暂的太空生涯。

第一批三名宇航员在 1973 年 5 月 25 日进驻空间站，他们成功地修理了天空实验室的一个太阳能电池板。此外，他们还卓有成效地开展了原定科学活动：用阿波罗望远镜进行了 82 小时的太阳观测，拍摄了 1000 多万平方千米的地球照片，进行了大量的生物医学实验，考察了空间站上的生活系统和生命保障系统。1973 年 7 月 28 日，第二批宇航员乘坐阿波罗飞船出发，为空间实验室带去了补给品和大量生物实验品。除了继续有关生物学、

太空医学、太阳物理学、天体物理学的研究活动外，三人还完成了地球资源观测计划，并进行了几项重要的修理工作。同年 11 月 16 日，最后一个小组进驻空间站，他们作出的最杰出的两项研究成果都是天文学方面的，一是在太空中拍摄到一颗新彗星——豪特克彗星，另一项是拍摄了一次太阳耀斑爆发的全过程，后者被认为是整个飞行期间最具天文学价值的。

与鼎鼎有名的“阿波罗”计划相比，天空实验室的筹划和实施确实显得小气。但如果说，“阿波罗”计划是美国 20 世纪 60 年代航天政策的集中表现，即带有明显的政治冒险性，相反科学研究不占主要地位，那么可以看出的是，70 年代初的美国航天政策的天平已经开始向科学倾斜。在政治需要渐渐退居次席的同时，严肃的科学主题凸现出来。尼克松在 1972 年的一篇全国讲话也许更能说明此空间站的科学价值：“天空实验室不是促进外太空探测的深入，而是为了获得关于太空的新知识以改善地球上的生活。”

由于天空实验室的成功，也由于 80 年代美国航天飞机的诞生，美国在 80 年代初制定了一项野心勃勃的自由号永久空间站计划，这将是一个集科学研究、技术开发、生产加工和天文观测为一体的综合性天基基地。后来由于耗资巨大，这个计划演变为迄今为止最大的航天项目——“国际空间站计划”。

二、俄罗斯：“和平号”空间站

1976 年，前苏联正式制定出“和平”号空间站计划。“和平”号是由前苏联“能源”科学联合公司决定研制的新型空间站。计划中的空间站由几个舱组成，同时还可与一艘宇宙飞船对接联合飞行，形状如同儿童的拼插玩具。同前任“礼炮”号系列

空间站相比，“和平”号是一座全新的宇宙宫殿，它由三个舱组成，其中包括由 27 个国家生产的 14 吨重的科研仪器，最大的轨道联合体总长达 35 米，总重 70 吨，俨然像一座太空列车，绕地球轨道不停地飞驰。

（一）抹不去的辉煌

1986 年 2 月 20 日，空间站的主舱在拜科努尔发射场发射升空，并被成功地送入近地轨道。其后，“和平号”采取边使用、边扩展的策略，直到 1996 年 4 月，“和平”号最后一个舱段“量子 5 号”（生态学舱）完成组装。此时的“和平”号是一个总重 116 吨、总容积 470 立方米的庞然大物。

“和平”号备有六个对接口，用来与载人飞船（联盟号）、运货飞船（进步号）以及其它四个独立的工艺专用舱体模块对接，组成一个大型轨道联合体，从而扩大了它的科学实验范围。四个专业舱都有生命保障系统和动力装置，可独立完成在太空机动飞行。它们分别是工艺生产实验舱、天体物理实验舱、生物学科研究舱和医药试制舱。这几个实验舱可根据任务需要更换设备，成为另一种新的实验舱。在研制“和平”号空间站的过程中，共发明了 600 多项有价值的新工艺。这些新工艺后来被广泛应用于各个经济领域。

1986 年 3 月 13 日，“和平”号空间站迎来了第一批客人——苏联人列昂尼德·基济姆上校和弗拉基米尔·索洛维约夫。这两人组成的第一个考察组率先登上“和平”号，并在那里工作了四个月。据统计，自“和平号”开始运行以来，共有 31 艘联盟号载人飞船、62 艘进步号货运飞船与其实现了对接。在 15 年间，“和平”号仍是人类到太空访问最多的地方，前前后后共有来自 10 多个国家的 104 名宇航员，到访空间站，在上面共进行了

1.65 万次科学实验。他们共同进行了科学实验，其中完成了 23 项国际科学考察计划，获得大量知识、数据及其有重大实用价值的成果，为人类进一步认识宇宙和远征火星提供了重要的信息和数据。宇航员在空间站工作期间，共进行 78 次太空行走，在舱外空间逗留的总时数达 395 小时 2 分钟。这些太空经验为进行长期星际飞行提供了医学保障。

没有宇航员认为在“和平”号上生活很舒服，它的设计也不是特别先进，但无论如何，“和平”号确实是一个航天奇迹。“和平号”是世界上迄今为止在太空运行时间最长的载人航天器。它的寿命是美国太空实验室的两倍，是“和平”号设计者预想寿命的三倍！从 1986 年 2 月 20 日发射升空到 2001 年 3 月 6 日，共服役了 15 年。“和平号”是接待外国宇航员最多的空间站，其中接待的美国人最多（44 名），法国、德国、叙利亚、保加利亚、阿富汗、日本、英国、奥地利、加拿大和斯洛伐克先后派有宇航员到空间站工作。

如今，这艘人类建造的宇宙宫殿正静静地躺在太平洋的海底，当它陨落时，无数人曾为它的丰功伟绩发出由衷的赞叹。

（二）“和平号”与地球同在

2001 年 1 月 18 号深夜，俄罗斯“进步”号货运飞船将点火升空，为“和平”号送去“自焚”的燃料。在万众瞩目之下，“和平”号坠毁开始进入倒计时。

前苏联在把“和平”号送入太空时，做梦也不会想到自己会先于空间站“坠毁”。前苏联人同样未曾料到的是，“和平”号在创下 15 年生命奇迹的同时，还创造了一系列的科技奇迹。一个月后，当“和平”号划破天空坠入大海的时候，它带走的仅仅是疲惫不堪的躯体，而留下的却是无限的辉煌和永恒的记忆。

2000年11月16日，俄罗斯政府正式决定报废“和平”号空间站，在2001年2月底将其坠毁到太平洋指定海域。根据俄罗斯专家确定的坠毁方案，18日升空的“进步”号货运飞船，将携带比平常多1.5倍的燃料，这些燃料产生的冲力，足以使130多吨重的空间站脱离现有轨道，从太空200千米高度缓缓下坠。

为确保坠毁计划万无一失，俄罗斯做好了两手准备。在发射“进步”号货运飞船的同时，一艘载人的“联盟”号宇宙飞船也在拜科努尔航天发射场待命，随时准备升空。按照计划，如果“进步”号货运飞船在太空不能与“和平”号实现自动对接，“联盟”号飞船将立即升空援助，由宇航员动手完成货运飞船与空间站的对接。

80年代中期，正值“和平”号空间站在太空大展手脚之时，踌躇满志的前苏联领导人戈尔巴乔夫又雄心勃勃地批准了大型的“和平-2”号空间站计划。这是一种全新的永久性空间站，主体结构更为宏大，可以停靠更多的专业舱和航天飞机，计划中的空间站能够进行更大型的空间科研或工业活动。

1989年，风云突变，前苏联土崩瓦解，刚刚接过前苏联航天财产的俄罗斯无心顾及天上的“琐事”，几乎把“和平”号上的宇航员阿弗迪耶夫凉在一边。1993年，国际航天阵营发生了新的变化，美国提出了将“自由号”空间站计划转变为“阿尔法”国际空间站计划的想法，欧洲、日本等国表示支持。俄罗斯考虑再三，也加入了国际阵营。“和平2号”空间站计划的宏图大业从此被束之高阁。

“和平”号的继承人迟迟未见踪影，故而“退休期”一拖再拖。超期服役的“和平”号可谓多灾多难。近些年来，空间站事故不断，险象环生：密封舱漏过气、管道发生过破裂、舱内着过大火、舱体遭受过货运飞船的撞击、与地面失去过联系……据俄

罗斯航天局估计，在“和平”号运行的 15 年间，共发生大小故障近 2000 起。尽管它每次都大难不死，但每一次的死里逃生都留下了新的隐患。“和平”号已经“年迈体弱”，难以支撑下去了。俄罗斯准备让“和平”号空间站的轨道逐步降低，一直降到 402 千米的高度，然后由地面控制中心向它发送最后的指令。2001 年 3 月中旬，“和平”号空间站坠落在澳大利亚以东约 5000 千米的南太平洋，终于结束了它光辉灿烂的太空生涯。

三、太空中的联合国——国际空间站

《圣经》中，曾记载着建造通天塔的故事：我们的祖先仗恃自己的智慧和力量，梦想修建一座通天的巨塔。今天，这一场千年之梦已不再是可望不可及的幻想。此刻，亚诺的子孙们正在 400 千米的地球轨道上，为修建一座威风凛凛的宇宙通天之塔——国际空间站而努力。

（一）通天塔”的故事

耗资达 500 亿美元的国际空间站，舰身长 108 米，重量达 423 吨，是人类建造的最庞大的载人空间站。始建于 1998 年 8 月，计划于 2006 年全部安装完毕。预计将分 44 次通过运载器送入轨道组装，就像搭积木一般把整个空间站嵌出来。

国际空间站将是一座国际太空城，包括六个实验舱和一个居住舱，三个接点舱以及机动、能源、服务、运输、平衡系统等各个部件。科学家们可以安排宇航员进行各种地面上无法完成的科学研究，如太空生物学、宇宙研究、气象研究、臭氧研究、材料学研究、失重条件下的医学研究等。空间站的内部十分宽敞，有 10 多个相互连接的舱室，整个封闭容积相当于两架波音 747 大

型宽体客机的全部空间，其中一半的空间将作为七名宇航员的生活区。

这项跨世纪的工程是由美国、俄罗斯、欧空局、日本、巴西和加拿大等共计 16 个国家参加的国际大型空间合作项目，也是人类有史以来规模最大的一次航天合作计划，堪称人类历史上的第二座“金字塔”。

1. 源于“自由号”空间站

国际空间站的前身是美国的“自由”号空间站，后者是东西方冷战的产物。1984 年 1 月 25 日，美国总统里根发表国情咨文，批准了美国宇航局在 10 年内建立一个永久性载人空间站的计划。他说：“空间站将是开展多种科学、商业和工业活动的基地，是实现进一步目标的基石。”宇航局长贝格斯则说：“空间站可作为实验室、永久观测台、运输中心、卫星维修设施、建造大型轨道结构的装配设施、制造中心和储存仓库，最终可成为建设月球基地和去太阳系其它星球考察的载人飞行的中转站。”

而实际上，带着和平的面具粉墨登场的“自由”号其实是星球大战计划的重要配套设施；美国建立空间站也是为了使美国在太空占据绝对优势，打赢美苏太空战争而设立的军事侦察哨所和太空战指挥中心。

原计划于 1992 年将空间站送入太空，费用预计 80 亿美元。美国深知如此庞大的计划不可能独自完成，同时也邀请了加拿大、日本和欧洲一些国家共同研制和使用该空间站。该计划后来演变成多国共同参加的国际合作计划，并正式取名为“自由”号。“自由”号空间站采用装配式结构。该空间站的大部分部件分批用美国航天飞机送入太空轨道，然后由航天飞机和宇航员在太空轨道上组装成空间站。组装后的“自由”号空间站将从装配轨道上升到 480 千米高的地球工作轨道上，每次由 6~8 名男女

宇航员轮换。空间站包括生活舱、工作和装配舱、后勤舱、资源舱、试验舱、轨道机动飞行器以及辅助系统。这些组件将放在航天飞机的货舱中运送到轨道上装配。

1990年布什执政期间，东欧国家纷纷解体，前苏联一败涂地，冷战宣告结束。“星球大战”计划因之搁浅，“自由”号空间站计划也难以为继。1993年克林顿上台，正式宣布停止“自由”号空间站的建设工作，命令美国航天局重新设计空间站。

2. 俄鼎力加盟促成大业

八年过去了，耗资 100 亿美元的美国空间站仍未见踪影。前美国参院航天科学分委会委员詹姆斯·曼西坦率地承认：“美国航空航天局缺乏建造一个‘大家伙’的能力。”在资金不足、技术力量薄弱的情况下，要想把空间站送上太空，美国宇航局不得不求助俄罗斯。

从技术上讲，前苏联是空间站的鼻祖，前三代空间站均是前苏联制造的。俄罗斯积累了空间站建设和运行方面大量的人才和丰富经验。直接运用俄罗斯载人航天方面取得的成就，可以让美国节省大量研究成本，少花钱，少走弯路。俄罗斯的参加会使国际空间站建设速度更快，质量更完善。美国于是全力游说俄罗斯，以美元换取俄罗斯的硬件和空间运输服务；而美国可以利用俄方从 1971 年以来积累的空间站经验。

克林顿上台以后，正式邀请俄罗斯参与国际空间站的建设和管理。由于俄罗斯“和平”号空间站运行资金不足，站上设备又日趋老化，无力研制新一代空间站的俄罗斯打算借此机会甩掉这个包袱。1993年3月，俄罗斯总统叶利钦提出一个新的方案，表示愿意把经过改进的“和平”号与美国等研制的“自由”号结合起来，研制一个新的国际空间站。这个方案遭到了美国的婉言拒绝。终于，在副总统戈尔的全力劝说下，俄罗斯考虑抛弃“和

平”号，参加国际空间站计划。

1993年9月2日，美国和俄罗斯正式签订了一份包括太空活动在内的协议。协议中双方同意在各自现有的太空计划的基础上，联合建造一座包括欧洲空间局、日本和加拿大的航天部件在内的国际空间站，该空间站后被美国单方面定名为“阿尔法”号。

3. “空间接力”三部曲

国际空间站是人类航天史上首次多国合作建造的最大空间站，预计总投资1000多亿美元。它的建造过程将分三个阶段实施，这与其说是一场空间合作，不如把它比做一场部署周密的“空间接力”三部曲。

第一个阶段在1994~1997年完成。这一期间美俄进行了多次载人航天活动，美国航天飞机与俄罗斯“和平”号空间站进行多次对接，将美、日、德、加等国的宇航员送到“和平”号空间站上，利用“和平”号获取在空间站生活和工作的经验，掌握航天器在太空交会和对接技术，训练他们在空间站生活和工作的能力。与此同时，宇航员在“和平”号开展大量空间科学实验，获得微重力、生命科学、地球资源探测和轨道交汇与对接方面的知识和经验。

第二阶段正式开始于1998年6月，已于2000年7月26日全部完成。首先是空间站的初期装配。头一个冲出起跑线的是俄罗斯的“曙光”号功能货物舱（主体舱），它作为空间站基础首先登临装配轨道；其后，迫不及待的美国“团结”号节点舱发射升空，搭载它的“奋进”号航天飞机同时在这一阶段把国际空间站的主体舱“曙光”号和节点舱在太空中进行了组装；紧接着，空间站的核心部分俄罗斯制造的“星辰”号服务舱发射升空并自动同“曙光”号和“团结”号对接，构成一个过渡性空间站。这期

间空间站将初具规模，并可运载三名宇航员上岗轮流值勤。

经过美俄的三次轮番接力，国际空间站的组装已于 2000 年 10 月顺利进入了第三阶段。2000 年美国首先发射和安装了主骨架和太阳能电池阵模块，在空间站能源系统能供电后，接着发射了美国的“命运”号实验舱，于 2001 年 2 月 7 日与空间站对接；加拿大的移动服务系统，于 2001 年 4 月 19 号送上空间站。余下的重要组件包括日本的“希望”号实验舱，计划于 2004 年发射；欧洲空间局的“哥伦布”号实验舱、美国的居住舱等设施也将陆续发射升空，并最终完成国际空间站的在轨组装。

最后一个阶段，国际空间站将从高度 350 千米的组装轨道转移到工作轨道上，届时，国际空间站将可容纳七名宇航员同时在太空工作，成为最繁忙的天上都市。

4. 第一批拓荒者

2000 年 11 月 1 日，连接在国际空间站上的俄罗斯货运飞船“进步 M1-3”号八个与空间站牢牢相扣的对接口同时松脱，而后“进步”号飞船发动机启动，向空间站缓缓告别。几乎同时，另一艘俄罗斯飞船“联盟 TM-31”正向着国际空间站飞去。与前者不同的是，它所搭乘的不仅仅是物资和燃料，还将为国际空间站带来第一批长驻的居民。

(1)“联盟”号升空

10 月 31 日 7 时 53 分，一枚“联盟-Y”，型火箭从哈萨克斯坦拜科努尔航天发射场腾空而起，将载有国际空间站首批常驻宇航员的“联盟 TM-31”号飞船送入太空。第一批空间站的居民包括一名美国宇航员和二名俄罗斯宇航员，他们是：考察组长威廉·谢泼德（美国）、飞船指令长尤里·吉德津科（俄罗斯）、随船工程师谢尔盖·克里卡廖夫（俄罗斯）。这三名宇航员将飞向国际空间站，成为国际空间站的首批常驻居民。

由谢泼德等三位宇航员组成的“第一远征队”进入美俄等 16 个国家联合建设的国际空间站，标志着一个国际合作、和平利用空间的新时代的开始。三人乘坐的飞船预定于 11 月 2 日与国际空间站初期组件对接。之后，进入空间站的“星辰”号服务舱中居住，这标志着建设中的国际空间站由无人状态转为有人状态。按计划，对接后三名宇航员在国际空间站中逗留到 2001 年 2 月，常驻宇航员小组替换他们。

包括俄罗斯、美国在内的国际空间站项目所有 16 个成员国都非常重视这次发射，认为这具有历史意义。这次发射不仅使国际空间站迎来首批常驻居民，同时也揭开了人类利用这一跨世纪伟大航天工程进行太空研究与探测的序幕。

在太空运行的国际空间站初期组件包括“曙光”号功能货物舱、“团结”号节点舱、“星辰”号服务舱以及与其短期相接的俄“进步 M1-3”号货运飞船。总投资达 600 亿美元的国际空间站预计将于 2005 正式建成。建成后的空间站届时可容纳七名宇航员在上面长期居住，它最多可同时容纳 15 人在上面从事考察活动。

(2) 历史性的对接

俄美宇航员乘坐的“联盟 TM-31”号飞船，经过两天飞行后，于格林尼治时间 2 日上午 7 时接近国际空间站。25 分钟后，飞船指令长吉德津科开始为对接进行最后的调整。8 时 57 分，飞船开始绕空间站来回飞行，9 分钟后与空间站相距 150 米。最后的追逐从 9 时 15 分开始。此时，两个航天器正运行到中国 and 蒙古的上空。

在这之后，两个航天器的距离逐渐缩小。100 米，43 米，25 米，10 米……9 时 21 分，“联盟 TM-31”号飞船终于与国际空间站实现了历史性的会师。经过一个多小时的密封性和空气检测

工作后，格林尼治时间 11 时，国际空间站第一任站长、美国人谢泼德打开“星辰”号服务舱背后的对接舱门，首先飘进了这个太空中的“城市”，克里卡廖夫、吉德津科两人也鱼贯而入。身着白衬衣和蓝色连裤马甲的 3 名宇航员进入太空新家后，兴奋地将右手搭在一起，庆贺自己成为空间站的首批常驻居民。

“联盟 TM-31”号载人飞船最终连接在“星辰”号服务舱的一个对接口上。飞船与服务舱都装有名为“Direction”的自动对接呼应器，它们在地面飞行中心指令下的相互接近以及最后的对接都是自动完成的。这次对接比预定时间提前了三分钟。

为了这次飞行，谢泼德、吉德津科和克里卡廖夫这三名来自两个冷战期间敌对国家的宇航员在一起训练了将近五年。语言上早无障碍的他们已可以默契地处理各种情况。正如美国宇航局局长戈尔丁所言，国际空间站的建设，证明了昔日的竞争对手能够为和平的事业联手。

(3) 首批拓荒者

与其说三人是国际空间站历史上的首批住客，不如说他们是“拓荒者”。

由于空间站还处于初步建设阶段，所以站内连一张桌子也没有。按照美俄的运输清单，桌子最快要到 2000 年 11 月才能运抵，操控碟形天线的电脑要明年才到。太阳能发电机也要等到 12 月，因此空间站的能量也十分有限。为了节省能源，站内三间房中只有两间可用，每晚的能量只能维持三个宇航员中的两件太空服发热，而另一人就只能靠自己发热取暖了。三名太空人面对的另一问题是噪音。由于先前运去的物资大多仍堆放在其它舱内的走廊，因此物件相撞的声音会在站内响个不停。空间的狭小是宇航员最大的尴尬，走廊狭窄就不说了，连睡觉估计也不能舒坦，两个宇航员将挤在一间壁橱大小的卧室里睡觉，而另一个宇

航天员只能哪里有空就睡哪里了。

在居住太空期间，征空第一队的队员们虽然也要进行一系列医学、生物学和工艺技术方面的科学实验，但主要任务其实是“技工”。除了维修在“星辰”号服务舱的失效电池，还要接收和安装美俄太空船陆续送上去的装备和组件，特别是美国的“命运”号实验舱。

当然宇航员也不是没日没夜地工作。在空间站同样有工作制度：每周工作六天，每天工作 12 小时，周日休息。结束一天任务之前，他们和地面控制中心举行每天的例会，讨论第二天的活动。休息日，宇航员可以通过个人的 E-mail 或可视电话同地球上的家人联系，这恐怕是让宇航员感受地球家园温暖的最好方法了。体育锻炼也是宇航员的必修课，他们每天要通过两个小时的锻炼来抵抗因为失重对身体造成的伤害。

不过，拓荒者并非完全孤立无援，如果发生严重事故或意外，三名宇航员可以跳上“联盟 MT-31”号飞船返回他们的家园——地球。

（二）共建太空巴贝塔

1. 俄罗斯：核心舱“星辰号”

2000 年 7 月 12 日莫斯科时间上午 8 时 56 分，“星辰号”服务舱在哈萨克斯坦的拜克努尔航天发射中心顺利发射升空。

这是在国际空间站建设中俄罗斯承担的又一重要工作，国际空间站第一个组件“曙光”号功能货物舱就是由俄罗斯建造的。

“星辰号”服务舱由“质子-K”，重型运载火箭携带，在发射 10 分钟后按计划进入预定轨道，7 月 26 日，“星辰号”与在太空苦苦等待了它两年的“曙光号”功能货物舱及“团结号”连结舱成功实现对接。随着俄罗斯“星辰号”服务舱与阿尔法国际空间站

的对接成功，国际空间站首次具备了载人运行的能力。

“星辰”号服务舱是空间站的核心组件，它配有控制空间站运行的中心电脑、生命保障系统和推进器装置。设置的三个密封舱为宇航员提供了生活和工作场所。它与空间站联合体的对接是国际空间站建设过程中极为重要的一环，将是国际空间站主要的生活区，其中包括一个实验室、三个睡眠区域、一个浴室和一个娱乐健身中心。服务舱的洗手间是高技术的产物，为了防止宇航员在方便的时候因失重脱离“座位”，洗手间特别配备了几个固定装置，宇航员可以将脚和腿伸进这些固定物中间，这样就不至于在方便的时候，一不留神飘了起来，造成不必要的尴尬。太空舱的 13 个窗户将为宇航员提供前所未有的良好视野，其基本的生活设施相当于一个四星级酒店的标准。

2. 美国：“命运”号实验舱

美国“亚特兰蒂斯”号航天飞机于 2001 年 2 月 9 日与国际空间站对接成功，为空间站带去了价值 14 亿美元的“天意”号实验舱。“天意”（Destiny）是国际太空站的重要组成部分。“天意”号实验舱不仅是个实验室，它也是整个国际太空站的神经中枢，起着导航、控制、能源分配以及生命支持的功能作用。航天飞机今后几次飞行将为它运送、安装一系列仪器设备，之后，它将成为太空实验的焦点。“天意”号实验舱长 8.5 米，直径 4.3 米，重 16 吨。完全装配好这个实验舱需要几年的时间。它将为宇航员进行复杂的实验提供微重环境。在这种条件下，流体不再因为一部分比另一部分轻或者重而对流循环或者流动。这样，可以对物质的一些最基本特征进行研究，而在地球上是不太容易得到的。

“亚特兰蒂斯”号的女宇航员艾文斯操作航天飞机上的机械手臂，将“天意”号实验舱从“亚特兰蒂斯”号的货舱中抬起。

其间只有两英寸的空隙。艾文斯在操作的时候无法直接目视到实验舱的动作，她靠着另外两名宇航员琼斯和库尔比斯在航天飞机外面的协助，前后共花了两个小时，才把实验舱装上去。随后，两名宇航员琼斯和库尔比斯作了三次太空行走，在实验舱和空间站之间，连接上了电力、电脑和冷却线路。

完成安装的任务代表整个国际空间站计划的一个关键性阶段，今后实验舱将是国际太空站进行研究的焦点。美国宇航局希望每年在“天意”号实验舱里进行多达 30 项实验，并预计这些实验研究可以在医药、工程、生物技术、物理、材料科学以及地球科学等领域获得连带的成果。3 月份进入空间站的第二批常驻居民将开始在“天意”号实验舱内进行科学研究工作。

3. 加拿大：“加拿大臂”二代

加拿大负责研制的空间站移动服务系统——“加拿大臂”（Canadarm）第二代，又被称为“大臂”，它将在国际空间站的装配和维护工作中起到关键性作用。与多次随太空穿梭机升空执行任务的小机械臂相比，“大臂”不仅更长，也更结实、更灵活、更多才多艺。“大臂”用高强度的金属铝、不锈钢和环氧石墨制成，重达 1.63 吨。

2001 年 4 月 20 日，美国航天飞机“奋进”号从佛罗里达的肯尼迪航天中心准时升空，将这台巨大的机械自控臂送上太空。这是送上太空的机械设备中最先进的一个，同时也是人类送往太空最复杂的机器人装置。22 日美国航天飞机“奋进号”和国际太空站对接，这次对接设计精密。当重达 100 吨的飞船和价值 950 亿美元的国际太空站对接时只产生了轻微碰撞。4 月 22 日，宇航员进行了两次太空作业，把机械臂安装和连接到了空间站上。2001 年 6 月，太空人又为“大臂”安装了一个压力室，并计划在 2002 和 2003 年各为它安装一个太阳能翅膀。“大臂”最

终还将有一个轨道车，到时它将成为一台真正可以自由移动的太空装卸机器人。

安装在国际空间站后，这个巨大的机械臂将作为一个建筑起重架，供空间站平台的修建工程使用。它将成为建设中的国际太空站的新组件，使人类在太空中的触角得以延伸。

4. 欧洲：“哥伦布号”实验平台

为实现从参加美国“自由号”空间站起步、进而建立自主的载人航天系统的目标，1987年11月，欧空局成员正式批准了总投资高达220亿美元的“阿里安5”、“使神号”航天飞机和“哥伦布”空间站三大计划。除形成欧洲天地往返运输系统外，哥伦布计划还包括对接在“自由号”空间站上的实验舱、自由飞行实验室和极轨平台。

1993年10月，美国同意俄罗斯加入国际“阿尔法空间站”计划。该计划开始实施后，欧空局一反低调态度，提出了载人航天计划的新战略，即增强欧洲载人航天计划的自主性和灵活性，将26吨重的“哥伦布”实验室重新设计并改名为“哥伦布轨道设施”（COF）（重11.7吨）；研制搭载在“阿里安5”上向国际空间站拖运飞行器的称为自动转移飞行器（ATV）的小型拖船；研制将成为21世纪初载人航天运输系统的机组转移飞行器（CTV）。1996~2002年总投资为46亿美元，其中哥伦布轨道设施占2亿美元，自动转移飞行器8.4亿美元，机组转移飞行器17亿美元。1995年10月，欧空局成员国部长会议召开，一致同意增加对载人航天的投资，把发展国际空间站称为“由发展航天事业的国家承担的最伟大的合作”。会议决定1996~2013年向国际空间站计划投资69亿美元，其中德国占41%、法国27.6%、意大利17%。

2001年10月16日，为国际空间站配套的第一座欧洲制造的

实验平台——“哥伦布号”，已由德国宇航设备企业阿斯特利乌姆公司研制成功，并转交给美国航天局。这座多功能的研究平台计划于 2002 年春被送往太空中的国际空间站，并在那里工作 10 年。

据阿斯特利乌姆公司介绍，这座太空实验平台的主要任务是进行材料科学的研究，其实验包括探索制造轻型材料的方法、优化原油开采手段，以及化妆品或润滑材料生产程序的优化分析等。此外，这座实验平台还能够用来进行新型抗癌药物等专项科学研究和实验。

5. 日本“希望号”实验舱

日本是 1985 年发起国际空间站成员国之一，它承担的任务是建造“希望号”多用途实验舱，这已成为日本 21 世纪初的主要载人航天计划之一。

日本实验舱总研制费 27.2 亿美元，整个实验舱由舱内实验室、舱外实验平台和舱内保管室等部分组成，成功后将是日本的首架载人航天器。作为国际空间站上的多用途实验室，它可用于材料加工、生命科学、对地观测和新技术试验等。按照原计划，该舱段会于 1998 年完成地面总装和测试，2000 年左右用美国航天飞机送上国际空间站。但直到 2000 年 9 月，“希望号”的舱内实验室才宣布完工，并被立即运往筑波宇宙中心以进行整体实验。这个由三菱重工业公司完成的舱内实验室使用铝合金制作而成，呈圆桶形，全长 11.2 米，外径 4.4 米，内径 4.2 米，重 152 吨，耗资 380 亿日元。

在这座实验室里，将安装实验设备和空调器等控制装置以及通信器材、电力供应装置等，可供四名宇航员进行新材料和生物技术等各种科学技术实验研究活动，舱外安装有机械臂，能够通过遥控实施舱外作业。按现在最新的时间表，整座“希望”号试

验舱将于 2004 年由美国的航天飞机发射。

6. 中国：加盟太空“联合国”

2001 年 4 月 28 日，俄罗斯航天局局长约利·科普特夫说，中国可能会加入国际太空站的建设工程。科普特夫说：“目前，大家正处于初期阶段的商讨，但不排除中国参与这项计划的可能性。”他还表示，在未来 8~10 年内，太空探索最重要的任务就是实现国际太空站工程，致力于太空探索的主要国家正联合起来，共同实现这一目标。

进入 21 世纪，中国成功发射了数颗大型的人造卫星，并连续发射了三艘“神舟号”飞船，航天工业正处于上升趋势。2000 年底，中国科技部长朱丽兰表示，中国将在第十个五年计划中增加国际科技合作项目，这一扩大中国与国际科学技术合作的提议涉及的目标之一就是参加国际空间站计划。

据报道，中国将与欧洲合作，争取在短期内进入国际空间站。在 2001 年 11 月举行的欧洲部长级会议上，双方正式确定中国进入国际空间站的时间表，2001 年 7 月签署了一项历史性的协议证实，欧洲空间局从技术上帮助中国“双星”飞船研究地球磁场的飞行活动。

（三）超级太空实验室

国际空间站被科学家们誉为“超级飞行实验室”，这是因为它开创了人类历史上前所未有的太空研究条件。在空间站上配备了最先进的研究设备，包括一座生物医学综合实验室、一架新型合金高效冶炼炉，还有最新材料学研究设备。最重要的飞跃还在于，国际空间站将首次建立起宇宙实验室与地面的直接数据连接，保证研究机构在地面上可以指挥太空中的一切科学研究。如失重对脑、神经和骨骼的影响，如何制造太空食物，开采太空能

源和建立永久居所——太空城等。国际空间站将成为不同肤色种族和国籍的科学家组成的“太空联合国”。

1. 生命科学尖端实验

对于科学研究来说，国际空间站提供了进行失重环境下进行长期科学研究的可能，科学家们将在国际空间站进行材料科学、地球环境科学、宇宙科学的研究。医学家希望，能够在太空条件下，寻找到攻克糖尿病、癌症、艾滋病等顽症的良方。

对于空间探索来说，国际空间站将成为人类进一步征服宇宙的基地，研究长期失重条件对人体健康的影响，在将人类送上火星前，担当过渡性的测试任务。从经济角度来看，耗资巨大的国际空间站项目将带动需求，创造就业机会，促进高科技技术的发展，为全球经济注入新的活力。研究人员还将关注于人类在长期处于微重力环境下产生的反映。

目前，一个由瑞士、意大利和德国科学家组成的研究小组准备在国际空间站上进行人造软骨研制实验。如果实验成功，这将为全世界成千上万的膝盖骨损伤患者的康复提供新的治疗手段，并将成为人类在太空生物实验领域迈出的重要一步。

在药理学方面，由于太空中的微重力减少了地球上的重力对实验的影响，新型药物的开发将在太空中取得长足的发展，国际空间站利用地面无法提供的空间零重力状态的有利条件，可以使科学家们长期进行一系列科学试验。例如，可从事许多优质高效药物的研制，其中包括生长蛋白晶体。人类能够在太空中更彻底地了解生命的组成机制。美国宇航局计划在站上进行蛋白质生长、细胞和组织培养（生物反应器）、医学和重力生物学（离心机）实验，欧洲空间局拟进行 95 项实验，其中生命科学实验 14 项。

2. 太空医学实验

为维持人体各器官组织在太空中的正常“运转”，国际空间

站的宇航员们必须每天进行两小时体育锻炼，如骑自行车或蹬“移动地毯”。由于没有地球引力的束缚，宇航员在太空的运动也不像在地球上那样自如。他们需要用绳子将自己固定在空间站的设备上，再穿上特制的裤子，使体内的血液从头往脚循环，以求取得同在地球上锻炼一样的生理效果。这些运动可以基本维持心脏、动脉等器官的正常“运转”，但却不能防止骨头的萎缩。据统计，宇航员在一次太空旅行中将损失 1%至 10%的骨架，这部分骨头在地球上再生的周期通常比在太空中的时间长许多。

1997年6月，“和平号”空间站同太空物体相撞，俄太空专家认为，事故原因是当时驾驶空间站的宇航员患上了“运动失调综合征”，即宇航员对距离和物体运动速度的估测发生偏差。欧洲航天局的资料显示，这种“太空综合征”在宇航员身上有不同程度的反应，最明显的是宇航员难以抓住一个起伏跳动的皮球，但最可怕的是它将加速人体器官组织的老化过程。

为研究失重是如何使人衰老的，科学家将一些特制的仪器带上了国际空间站。比如，为了解骨质疏松的过程，科学家专门研制了一种带 X射线的便携式密度探测器，以便于在太空测量人体骨头密度的变化。在医学领域被广泛使用的超声波技术如今也被用于在天空实验室中，它将测量人体在失重环境下的血液循环。科学家发现，人体在太空的血压可通过自身机体来调节，无需借助任何辅助设备。这一结论的得出有助于预防和减轻宇航员返回地球后对气压和重力的不适，以及可能由此出现的晕厥等症状。

科学实验显示，宇宙射线和高能粒子能够对生物的生长和遗传特性产生影响。到目前为止，进入过太空的宇航员还都没有被发现因宇宙辐射而患有疾病。但是，考虑到载人航天的未来发展还面临着很多未知领域，为了防患于未然，专家们希望借助“弗

雷德”来提前发现和解决问题。

弗雷德身长 90 厘米，体重 43 千克，没有手臂和腿，但皮肤、内脏等其它部分却酷似人类。从外表上看，弗雷德好似一尊人体雕像，但体内装有由特制塑料制成的器官，它们的密度和韧度均与真正的人体组织器官完全相同。这是由俄罗斯航空航天局和美国宇航局共同研制成功的人体组织模拟器，专门用来测量太空中的宇宙辐射。

在弗雷德体内的各器官中安装着数百个宇宙辐射传感器。这些装置可以测量、记录弗雷德所受到的不同波长的宇宙射线辐射和高能粒子的作用。当弗雷德与考察组一同返回地面后，专家们将根据传感器中的记录来研究宇航员曾受到了哪些宇宙辐射，辐射剂量有多少，这些辐射剂量在人体内是如何分布的。

国际空间站的意义在于，它是建立人类太空永久定居点的前哨，虽然与真正的“太空家园”相比路途还很遥远，但人类已经向前迈出了重要的一步。

3. 追踪宇宙反物质

阿尔法磁谱仪（AMS）是人类送入宇宙空间的第一个大型磁谱仪，于 1998 年 6 月 2 日至 12 日由美国“发现号”航天飞机搭载，成功地进行了首次飞行，并将于 2003 年送到阿尔法国际空间站运行 3~5 年。阿尔法磁谱仪是丁肇中教授领导下的一个大型的国际合作科学实验项目。

这项雄心勃勃的研究计划的主要目标是寻找太空中的反物质和暗物质，探索天体物理、粒子物理和宇宙论的重大疑难问题。包括美国、中国、俄国、意大利、瑞士、德国、芬兰等 10 多个国家和地区的 37 个研究机构的物理学家和工程师参加了这个计划。中国科学院电工研究所、高能物理研究所和中国运载火箭技术研究院等单位参加了这项重大的国际科技研究的合作项目，并

在其中发挥了关键的作用。

阿尔法磁谱仪由永磁体和一组精密探测器两部分组成。实现 AMS 科学目标的关键是一个能在宇宙空间条件下运行的强磁体。过去数十年来，由于无法造出满意上述条件的磁铁，磁谱仪迟迟无法上天。中国科学院电工研究所、高能物理研究所、中国运载火箭技术研究院设计和研制了 AMS 永磁体系统，并成功地进行了各项空间环境模拟试验，成功地研制出了人类送入宇宙空间的第一个大型磁体系统，完全符合美国航天局的各项要求。

阿尔法磁谱仪搭乘美国发现号航天飞机升空，经过 10 多天的成功飞行，于 1998 年 6 月 12 日下午安全返回肯尼迪空间中心。中国研制的永磁体和机械结构，经受了起飞和着陆的考验，工作正常，受到各国科学家的高度赞扬。

AMS 的全部数据已同四台大型计算机一起运回日内瓦的欧洲核子中心进行深入的分析。中国科学院高能所也早已建立了分析 AMS 数据的环境，并通过计算机网络获得数据进行分析。目前，初步的数据分析结果已经引起物理学家的极大兴趣。

（四）国际空间站困难重重

国际空间站气势恢弘，15 个经济强国联手，俄美牵头，可是自 2001 年 4 月以来，举世瞩目的“空中之都”尚未最后完工，就病情不断。

由于它的故障，在空间站上工作的第二批常驻宇航员们不得不在那里多呆一个月，与此同时，美“阿特兰蒂斯”号航天飞机的升空计划也被迫延期。这些故障直到 7 月 12 日才得以基本解决，12 日清晨，美国“阿特兰蒂斯”号航天飞机从佛罗里达州卡纳维拉尔角的肯尼迪航天中心发射升空，13 日深夜与国际空间站对接成功。

空中花园频频出岔，真有些让人百思不得其解。国际空间站何以多病，病在何处？今日的强强联手的国际空间站反不如昨天俄罗斯“和平”号的单枪匹马，问题出在哪里？

1. 俄美面临信任危机

2001年5月份机械臂失控后，美方曾请求空间站上的俄宇航员进入太空，检测并修理机械臂。但美方后来又改了主意，决定自己来搞清机械臂失灵原因。俄方负责国际空间站飞行事务的官员说，美方拒绝俄罗斯宇航员去完成机械臂的检测和可能需要的修理工作。至于原因，俄方官员没有明说。

国际空间站在4月下旬发生的那场“计算机风波”也耐人寻味。俄方要搞太空旅游，美方坚决反对，空间站核心计算机偏偏在首位太空游客蒂托升空前夕失灵。当时，美“奋进号”航天飞机正呆在空间站上，美方随即通告俄方：由于电脑失灵，“奋进号”将推迟返回地面时间。“奋进号”不能如期返回就意味着蒂托无法如期上路。俄方对空间站上的计算机故障似乎并不在意，在美方宣布延迟“奋进号”返回日期和电脑仍旧处于失灵状态的情况下依然明确表示：蒂托升空日期不会改变。俄方的强硬态度让人觉得，仿佛电脑根本就没毛病，美方是在以此逼迫俄方放弃让蒂托上天的计划。

事情也真蹊跷，在俄方准备发射前仅几小时，失灵的电脑竟然恢复到正常工作状态。有人刨根问底：核心电脑出了问题，公务舱的生命保障系统何以一直处于正常状态？如此发问，显然是怀疑电脑压根儿就没毛病。

目前，国际空间站上共有四个公务舱，两个是俄罗斯的，两个是美国的。双方财产分得很清，各自的设备和工作方式也不尽相同。例如，俄美密闭飞行服就有很大差别。俄宇航员是“钻入”式飞行服，而美制密闭宇航服分上下两件，分着穿。美国人

说：“我们的飞行服方便。”俄罗斯人说：“我们穿得快。”飞行服内部气压也不一样，俄式是 0.4 个大气压，美制为 0.28 个大气压。美国人说：“我们的气压小，方便灵活。”俄罗斯人说：“美国人增压减压所占时间要比我们多。”另外，密闭服的外部也不同，美式外部配备一台微型发动机，可帮助宇航员在太空移动。俄式没有此类附加设备，但却轻得多。

2001 年 7 月 14 日，美国的“亚特兰大”航天飞机将波音公司制造的闸门式隔离舱送上了国际空间站。国际空间站装上这一设备之后，就意味着各参加国的宇航员将不再生活在共同的大家庭里了。现在，俄美各自的工作舱已经独立存在。美国宇航员已经脱下俄制宇航服，穿上了自制的太空服装，从自己的工作舱出口到太空行走。以前，美国人都得通过俄“星辰”服务舱，实现太空行走。这意味着，美国的闸门式隔离舱已经成为政治筹码。因为美国的工作舱自装上该设备之后，就完全独立于俄罗斯了。有人因此断言，俄美之间的“太空铁幕”业已形成。

莫斯科也迅速做出反击，不久就宣布将建立自己的太空出口舱。现已十分清楚，由于俄美双方均缩减预算，原准备在国际空间站上再建造新工作舱的计划极可能泡汤。

2. “巴贝塔”会倒下吗？

2001 年 7 月，美国总统布什入主白宫后，立即做出了削减对国际空间站拨款的决定。美国航天局现在就已计划取消在空间站建设三个舱室、可运载七人的下降救生装置、用于国际空间站大角度运转的动力舱和按美国标准设计的四人生活舱。

在国际空间站合作伙伴各国航天部门负责人会议前夕，俄航空航天局负责人科普捷夫威胁说：“如果美国人不回心转意，俄也将采取同样步骤，减少对国际空间站的参与份额。”11 月 4 日，中央机器制造科研所所长尼古拉·安菲莫夫向外界表示，俄

打算向其他国际空间站计划参加国建议，修改空间站俄属太空舱的建造计划。

主管波音公司科研开发工作的科学家查尔斯·沃克忧心忡忡地指出：国际空间站是参照七名宇航员长期工作生活需要来设计的。如美俄都不愿意建造足够的居住舱，空间站将无法发挥其设计工作能力。

原本，国际空间站将按计划太空停留 15~20 年。但由于俄美作为空间站主要住户闹不团结，两国又在不断削减对空间站的投资，空间站辅助部件的生产不是被拖延，就是被取消。等待着国际空间站的命运不容乐观，很可能提前结束历史使命：或被强制分开住，或是彻底地废弃。俄罗斯业内人士甚至不排除，如情况按悲观方式发展，俄美太空工作舱或最终解体，国际空间站将可能遭遇“和平”号轨道站的相同命运——坠毁在世界公海。

这让人又想起《圣经》中记载的通天塔的故事：上帝很不乐意人类这样做，于是想方设法扰乱这件事。一天早上，人们围在塔周正准备工作，突然发现大家的语言不通了，每个人都在乱嚷，到处产生纠纷。工作无法进展下去，通天塔终于被抛弃了，人们也重新分散到了世界的各处。这座没人要的塔经过风吹雨打，慢慢倒塌，埋进了沙土里。这就是人们为什么把它称为“巴贝塔”的原因，巴贝是“变乱”的意思。

国际空间站——这座新的通天之塔命运究竟如何，我们不得而知。但如果它倒塌，那将是全人类 21 世纪里的一场悲剧。

第 6 章 飞向火星不是梦——火星计划

“我们已被锁在地球轨道之内太久，总有一天我们会走出这里的。让我们在自己的脑海中留下自强的信念，我们可以冲出这个星球的，人类的脚步将走向其它星球，其它星系。”
——美国航天局局长，戈尔丁

6500 万年前一场浩大的宇宙天体撞击，几乎毁灭了地球上 75% 的物种。下一次，地球会躲过另一场灾难吗？于是，人类开始寻找地球以外的殖民地。火星，是太阳系中最可能成为人类殖民地的星球。在登月成功后，科学家便开始计划造访火星。目前，人类已经拥有了把人送上火星的技术。

一、火星上的先驱者

从 1962 年 11 月前苏联发射第一个星际站起，人类已向火星发射了近 30 个太空探测器。最近计划再向火星发射 10 个自动太空探测器。

（一）探测外星生命——“海盗号”

美国航天局于 1975 年发射过两艘“海盗号”探测器。经过

历时一年的长途跋涉，探测器进入火星大气层，并分别在火星成功着陆。这两个着陆器携带了许多精密仪器，对火星的土壤进行了分析，还测量了火星上的风速、气压、温度等指标，并确定了火星的大气成分，其中的一些实验是为了探测火星上是否存在生命。

“海盜号”最为成功的试验是对火星微生物的探测。这也是它着陆火星的一项重要使命。“海盜号”着陆在最有可能存在生命的冲积平原，按照设计它将对火星土壤进行探测，寻找可能的生物种族中的一个小分支，实验方法侧重于我们所了解的生命形式。这些仪器极为灵敏，可以在地球上最没有指望的和干旱的沙漠与不毛之地找到微生物。

那么，科学家们对于火星土壤上发生的气体交换循环又是怎么解释的呢？当时的科学家们把这场“误会”归咎于火星土壤氧化形成的化学物质，这些物质会由于太阳光的紫外光氧化作用自然形成。但仍然有科学家提出疑问，是否在火星上有适应力与生命力极强的微生物稀疏地分布在火星土壤中，因而没有发现它们的有机成分，但却可以察觉它们的新陈代谢过程呢？这个疑问恐怕要等到未来的火星登陆任务才得以解开。

（二）迷路的孩子——“火星观测者号”

1993年8月下旬，美国喷气推进实验室运行设备大楼的外面挂起了一面旗帜：“火星观测者，请打电话回家。”不知情的人会问，这是哪家的小孩走丢了？

其实，这个迷路的“孩子”就是花费了无数科学家和工程师10年心血的火星飞船——“火星观测者号”。1993年8月21日，这艘火星飞船在距离火星627000千米处突然与地面失去联系，这时，它正准备进入绕火星轨道。美国航天局休斯顿指挥中心的

科学家们想尽一切办法试图恢复联络，但最后的希望终于破灭，这次代号“火星观测者”的任务以失败告终。

“火星观测者”号是自1976年“海盗号”的两个绕火星的探测器和两个着陆器发射之后的17年间，美国的第一次火星探测。它也是冷战结束后第一艘真正的太空船，俄罗斯科学家也参加了该计划的几个研究组。俄罗斯原计划1994年发射的火星探测着陆器以及雄心勃勃的1996年火星自动巡游车和气球探测，都准备把“火星探测号”用作主要的电信中继站。

原本计划“火星观测者”号将测绘出火星的地质化学状态，为后来的探测做准备，并决定登陆地点。它还将以优于2米的分辨率拍摄火星表面一些区域的照片。

（三）好风陪我伴丽人——“环球勘探者号”

尽管一度沉寂，但火星探测从挫折中再度升温，只是时间的问题。这颗红色星球对人类的诱惑实在太大了。而已经进行的火星探测，成果之丰，也不断激起科学家们的好奇，让他们欲罢不能。

目前，虽然只有1997年9月抵达火星的“火星环球勘探者”在火星轨道上运行，形单影只地对火星进行不倦的考察，但该探测器所传回的海量数据，却不断刷新科学家们对火星过去与现在的认识，成为火星探测具有巨大科学价值的活生生的证明。

三年多来，“火星环球勘探者”共围绕火星运行了一万多个轨道周期，发回的考察数据，已超过了此前历次火星考察成果的总和。仅美国宇航局在网上向公众公布的“火星环球勘探者”所拍摄的照片，就已超过了6.7万张。“火星环球勘探者”告诉我们的火星究竟有何新鲜之处呢？根据朱伯教授等的归纳，大致有以下一些：火星上可能存在地下水，而且这些水存在的年代距今

较近；火星的北半球可能比原先所认为的要平整；火星的地壳可能比想像的要薄，意味着火星上也许在相当长时间内存在活跃的地质活动，在某些地区甚至有可能喷发过火山；早期火星上可能湖泊遍布，也许出现过海啸……

（四）万里传佳音——“探路者号”

1997年7月4日，美国“独立日”，在距离美国本土5600万千米远的红色行星上，一场特殊的庆贺仪式正悄然揭幕。仪式的主角是1996年12月4日离开地球的美国火星飞船“火星探路者号”，经过遥遥4.97亿千米的征途，“火星探路者”号终于准确降落在火星北半球的预定地点阿瑞斯平原。

美国航天局局长戈尔金发表庆祝讲话说：“耗资两亿多美元的这次壮举，足以跟美国‘独立运动’媲美。”

1. 盛开的“宇宙之花”

“火星探路者号”进入火星的方式相当直接，降落却十分壮观。在降落时，运用先进技术的“火星探路者”号以13.9度斜角进入火星大气层，运用“气煞”减速。当飞船从每小时27360千米的速度降至1600千米，“火星探路者号”使用降落伞系统，首先释放出一个巨大的减速降落伞，然后甩掉绝热外壳，进一步减速到每小时135哩。在登陆前不到10秒钟，减速火箭点火进行制动，虫茧似的数十个气囊在飞船周围张开，将90厘米高、300千克重的着陆器严密的包裹起来。

此刻，戏剧性的着陆开始了。登陆船整个机身像海滩球似的弹过地面，它在平坦的零星分布着巨大火星岩石的表面跳跃，每一次都像司机踩下了一次刹车，能量流失了，速度也跟着降低。当最后的冲力被吸收殆尽，巨大的“沙滩球”终于停了下来，静静地安顿在辽阔的阿瑞斯平原上。自动检测仪反复验证飞船的动

力状态，确认飞船已平稳着陆之后，起保护作用的气囊袋慢慢地扁了，这时一朵含苞欲放的“宇宙花蕾”终于显现在红色的火星土地上。

这朵美丽动人的“花蕾”是经过折叠的火星登陆船，“花瓣”是折叠在一起的三块近似三角形的面板，当着陆器徐徐绽放时，三块面板沿着着陆器基底部的边缘打开，并展露出内侧的三块太阳能电池板。随即露出的是安装在面板一翼的火星车“旅居者”和位于登陆器中部的天线和观测摄影设备。登陆器等待着火星上太阳的升起，它将通过三块电池板充电自蓄电能。

随着火星上的第一道阳光，电力开始在这个怪异的机器人电路之间运作——充满能量的“宇宙之花”终于活了，这时离降落大约有六个小时。飞行器开始自动检查内部系统，并把内部状态数据传回飞行控制中心。尽管它的无线电信号以光速前进，还是花了约 10 分钟才到达地球，火星探路者此时离地球 2 亿千米远。下一步，飞行器开始部署它的感应器以及电视摄像机，其中包括太空天线、一台 360 度彩色立体照相机和三架位于不同角度的摄影机。着陆六小时后，“火星探路者”很快发回了它的第一批着陆点彩色照片，这标志着登陆器已经正常工作。

2. 火星上的旅居者

美国航天局喷射推进实验室的科学家们依据从火星发回的自测数据，仔细评估了登陆器和十分重要的火星车的状况。每个细节都检查完毕时，“旅居者”接到发动和探索的命令，从登陆器上延展开的金属坡道上小心翼翼地驶下，踏上粉红色的土地开始了它的探险之旅。

(1) 怪样子的火星机器人

这场举世瞩目的火星登陆，最引人注目的就是火星机器人“旅居者”。实际上，“旅居者”是一辆大小近于微波炉的火星漫

游车，能自动在火星表面行驶、搜寻目标和采获火星样本。

“旅居者”长 0.66 米，宽 0.48 米，展开后高 0.3 米，重 10 千克多，有六个轮子。它的行驶速度慢如蜗牛，每秒行驶不到一厘米。它携带的探险工具是高科技的产物——一台彩色立体相机以及一台阿尔法质子 X 射线光谱仪（APXS）。“旅居者”看起来像一个宽大的特制滑板，车顶平整的银色“踏板”实际上是为其提供能源的太阳能电池板。为了保持“体温”，还有三台钷 238 放射性同位素加热装置为它的电子设备保驾护航。

“旅居者”的机动性能有了很大改进，六个铝制轮子分为四组，前组左右各两个，联系在一个曲动关节上，后组各一个，它们均可独立驱动，因此就地转弯、攀越较小的岩石、行驶在崎岖的地面等对它来说都完全不成问题。

(2) 在火星上学驾车

漫游车和着陆器间通过一个特高频指令与遥测系统保持联系，因而科学家们可以指挥它的行动。控制“旅居者”的科学家被称为“火星驾驶员”，富有讽刺意味的是，他们的驾驶舱在远离火星 1.2 亿千米的地球。

火星驾驶员们坐在一台由美国硅图公司提供的 24 英寸工作站显示屏前，头戴三维立体虚拟现实眼镜，通过移动鼠标引导“旅居者”在火星表面移动。这可不像电子游戏那么简单，因为两者之间的距离非常遥远，信号传递单程即需 11 分钟，无法采取实时遥控，所以火星驾驶员们必须适应“时间老人”搞出的这场恶作剧。

可喜的是，他们掌握着先进的科技：第一，科学家们运用“旅居者”自带的三维摄像机传回的图像，可以精确的测量岩石的高度，计算出“旅居者”能否越过岩石障碍。第二，火星车行进的速度最快不到每小时 1.6 千米，每前进 6.35 厘米就会停下

来通过激光器侦察前方的地形。如果发觉有构成威胁的岩石或洞穴，聪明的它将转动 45 度继续侦察，直至找到一条坦途。

3. “探路者”功勋卓著

火星车“旅居者”的任务主要是对火星地貌进行研究，并对火星岩石和土壤进行化学分析。除了立体相机和分光仪，该车最重要的仪器是车底盘的能鉴定土壤成分的仪器。

“火星探路者号”的最初设计寿命是一个月，而火星车仅一个星期。但实际的使用却大大超过了这一时间，它们总共传回有关火星地貌、日出日落、云层等照片 1.6 万幅，众多科学数据及岩石、土壤完整化学分析结果 15 次。处理这些数据需要几年，大大超过科学家的设想，这次探测大为成功。这次探测任务更新了人类对火星的认识。新的照片显示，数十亿年前，火星这片被称为阿瑞斯的平原曾发生过特大洪水，从而证实了“海盜号”于 21 年前的科学判断，火星上卵石、砂粒相似于地球，这给火星生命的寻觅又带来了新的希望。

(五) 气候勘探者号、“极地登陆者号”双人行

1999 年 9 月，美国航天局的“火星气候探测器”在进入火星大气层时被烧毁；同年 12 月，由于软件问题，“火星极地着陆者”在即将着陆火星时与地球失去联系。费了半天劲儿，好不容易接近了目的地，探测器却窝窝囊囊地“出师未捷身先死”，这两次行动各耗资约 1.5 亿美元，它们的失败严重影响到航天局的火星考察计划，使其一度终止。

六) “奥德赛号”找到火星之水

美国东部时间 2001 年 4 月 7 日上午 11 点 2 分，美国“奥德赛”火星探测器在佛罗里达州卡纳维拉尔角的空军航空站搭载

“德尔塔-2”火箭升空。当人们抬头仰望湛蓝的天空，目光追随火箭而去时，除了企盼一切顺利外，心头自有一番别样的感情，毕竟这次任务对人类探索宇宙意义深远，因为通过这次发射，人们很可能发现地球之外是否也有生命存在。这次发射也是美国航天局在 1999 年两艘火星飞船失败后，首次向火星发射飞船。

1. 太空冒险家“奥德赛”

“奥德赛”花了三年时间才研制成功，这艘飞船的名字来自 1968 年的电影《2001 年：太空奥德赛》。奥德赛是古希腊神话中一位历经艰险，最终回到故里的英雄，后转义指“长期的冒险”。凑巧的是 1970 年美国的阿波罗 13 在飞往月球时由于一个部件爆炸，差点导致三名宇航员丧生；而这艘阿波罗指挥舱的名字就叫“奥德赛”。按常人的观点，这个名字是不吉利的。

美国航天局为飞船取这个名称，一是因电影名和 2001 年不谋而合，并体现了 20 世纪 60 年代的人们对 21 世纪闯荡太空的向往；二是希望在经历了 1999 年两次失败的耻辱后，这次对火星的探索能够成功。为了避免失败，美国航天局花了许多额外的钱，使这次发射总价值高达 2.97 亿美元，超出预算 1500 万美元，差不多是 1998 年 10 月发射“火星气候”飞船的两倍。飞船本身价值为 1.51 亿美元。

2. 肩负四大任务

“奥德赛”的火星任务从 2002 年 1 月开始，至少将持续到 2004 年 6 月。它携带了最先进的科学仪器：热辐射成像系统、伽马射线光谱仪、火星辐射环境试验装置。热辐射成像系统将用高分辨率照相机和热红外成像光谱仪绘制火星的矿物图和表面的几何图形。此外它还肩负了美国宇航局赋予的四大任务。

寻找火星上的水冰。在“奥德赛”火星探测计划中，负责找水的高能中子探测器是俄罗斯独立出资研制的。通过测量整个火

星土壤的氢含量，“奥德赛”将帮助我们弄清在未来的火星探险中有多少水可以利用，科学家们还希望能够找到间歇式喷泉。此外，“奥德赛”还将借助“伽马射线光谱仪”发出的射线能深入到地下一米寻找冻土层。

收集火星上的辐射资料，帮助确定火星的辐射环境对未来的载人火星飞行的潜在危险；为预计在 2003 年发射的火星漫游器和随后的登陆器选择登陆地点，并成为未来的火星登陆器的通讯工具和行星际互联网的一个节点。

应用“伽马射线光谱仪”确定火星表面的元素成分，探测火星上的水和薄冰层，提供追溯火星气候历史的线索。除了水以外火星上似乎没有其它含氢的化合物。伽马射线光谱仪使科学家能仔细研究火星的地球化学状况。假如火星过去有过海洋，该仪器就能找到相应的指针。

找到火星上的热区——比如仍在沸腾的火山或散热风口。最近发现火星过去有过较大规模的火山爆发，增加了在火星找到生命的可能性。科学家认为火星生命可能会由于火山的存在而存在。

3.2001 年：顺利抵达火星

“奥德赛”火星飞船于 2001 年 10 月 23 日深夜悄然潜入火星轨道。此刻，一场几十年不见的大规模季节性沙尘暴正在火星肆虐，这场风暴已经在火星上肆虐了好几个月，有时包围了整个火星。

这种超级尘埃温暖着火星北极的大气，使其膨胀，它影响着“奥德赛”的下降速度。同时可能毁坏太阳能电池板，而这颗无畏的火星探测器却正准备拍摄它的处女作——第一张火星表面图像。沙尘暴的出现也提供了难得的监测机会，这种几十年一遇的突发事件，有助于我们人类更精确全面地认识火星。当日，“奥

德赛”火星探测器按预计准确地向地面传回了第一张火星的热红外照片。拍摄这个图像的目的不是用于科学发现，而是测试摄像机的工作状态。照片表明飞船的摄像机能按计划进行工作。

2001年10月，负责俄罗斯部分探测工作的专家米特罗法诺夫在对媒体发表谈话时说，俄参与实施“奥德赛”计划已取得了重要成果。高能中子探测器在每次靠近火星时均发现，火星地表所释放的中子流强度多变，特别是在火星北部极冠地区中子流的变化尤为明显。如果火星上有生命存在的话，那么它必须适应火星地表的高放射性环境，未来在计划人类登陆火星时也必须研究如何消除高放射性环境对人体的危害。高能中子探测器将在今后3年内反复探测火星的近地表层，以确定其含水几率。

4. 火星可能有水冰！

2001年12月12日，美国航天局的科学家们向媒体透露了一条重要的消息，当“奥德赛”火星探测器缩小环绕火星飞行的轨道半径以完成一项测绘任务时，它发现火星上存在有大量的氢，这表明火星上可能存在大量的水冰。他们说，在“奥德赛”探测器首次掠过火星时，中子谱仪就发现火星南极以北区域的土壤中含有大量氢的证据。

洛斯阿拉莫斯国家实验所的比尔·费尔德曼说，由俄罗斯研制的中子谱仪首次发现的氢量十分巨大。科学家们知道火星上存在着水，但迄今为止认为大部分的水都被冰冻在基地冰盖中或随着云层在大气中漂流。火星表面有相当数量的水冰，这将有利于将来执行任何火星探测任务的宇航员，也使得关于火星上曾经出现过生命的说法更加可信。

美国航天局的科学家们说，他们因首次发现火星上存在氢的证据而大受鼓舞。参与“奥德赛”探测计划的科学家斯蒂芬·桑德斯说：“我们预计探测器需要多次绕过火星飞行才能确定氢的

存在，但我们在首次绕火星飞行的过程中就发现氢的存在。”

“奥德赛”将更快、更准确地更新我们对火星的认知，并为登陆火星进行铺垫性工作。虽然，奥德赛无法对火星上是否有水给出一锤定音的答案，但它能确定哪些区域存在有水的可能，从而为以后的探测打下基础。

二、何时圆梦火星？

在美国举行的一次研讨会上，专家们指出，前往火星必要的各项技术和工艺试验已经完成或基本完成。在太空获取氧气和保证宇宙飞船长途航行的动力是人类远征火星必须解决的两大问题，而这两个问题目前已基本解决，圆梦火星的日子离我们越来越近了。

（一）挑战火星之旅

最近几年，人类飞往火星的构想已经有了技术计划的轮廓。科学家们在空间站的飞行过程中进行了数十次的航天器成功对接，大大改进了自动化对接系统；作为太阳能电池板核心部位构件的放置方法也经过了试验；新的灵巧的太空电喷发动机已研制成功，并且在太空顺利工作；太空生活和工作保障系统经过试验，并已研制出生产水和氧气的闭合系统工艺；现代医学也可保证人在失重状态下停留两年之久……这一切都为人类登临火星进行了有益的探索，积累了宝贵的经验。

1. 星际航行与太空医学

火星之旅最大的挑战是来自人的问题。要知道，漫长的火星之旅意味着什么？它意味着宇航员要在完全失重的情况下生活并紧张地工作，同时，还要长期暴露在有害的太空放射线下超过两

年。除此以外，在长期与世隔绝的情况下宇航员还必须保持心理稳定。幸运的是，这种种难题已经在某种程度上得到了解决。

一直以来，美国得克萨斯州约翰逊太空中心的太空飞行医学小组都在研究低重力对人类骨骼的影响。他们发现，长时间的低重力不会对人类产生严重的影响，短期的太空旅行不会难倒人类。在前苏联“和平号”空间站上，俄罗斯宇航员瓦·波利亚科夫曾在“和平”号空间站上连续飞行过 438 个昼夜，经历了一年以上低重力考验，这对他的身体并没有太大的伤害。俄罗斯科学院医学生物学研究所所长阿·格里戈里耶夫也说：“现在没有发现人体内发生了阻碍进一步有计划地增加太空飞行的时间和完成火星考察的重大变化。”

低重力环境对味觉也有影响。许多宇航员说，他们的味觉在轨道上会有所不同，总是喜欢味道重一些的食物。科学家发现，这是因为在无重力状态下，全身的流体成倒置状态，引起脑部充血，就像感冒一样，味觉因此会受到影响。这一发现将促使未来的太空食品更加合乎宇航员们的口味。

除却低重力的影响，如何使宇航员不受到银河系和太阳系宇宙辐射的伤害也是非常重要的，因为这些射线会在地球辐射带之外大幅度增加。火星考察所需要的两年时间，受辐射的总量会超过允许值的一倍。为保障安全，科学家提出，可以在飞船上设辐射防护舱，并且研究积极防御的办法，以及借助药物预防。俄罗斯的一种自动卫星上已经试验了保护生物不受电离辐射射线伤害的办法，结果相当喜人。

2. 宇航员心理耐受力

制造出飞往火星的复杂飞行器只是千里之行的第一步，宇航员们面临的巨大挑战将来自他们自己的心魔。一位在“和平”号空间站驻守过的俄罗斯宇航员曾经说过：“如果把两个人关在同

一个舱内两个月，就能满足所有谋杀的必要条件。”两个月尚且让人难以忍受，谁能试想长达 18 个月的孤独行程呢？除了火星之旅骇人的时间，更让人担忧的还是宇航员们承受的巨大心理压力。

(1) 难以排遣的孤独

不久的将来，火星之旅可能由 7~8 位 40~50 岁的科学家和飞船驾驶员组成。与身在国际空间站的居民相比，他们面临的将是完全不同的境遇。对于火星之旅的成员来说，他们无法得到在空间站上可以享受的消遣——观赏地球变化无穷的美丽面孔，太空在他们眼中是漆黑一片，地球只不过是遥远天际的小小亮点。此外，他们还必须忍受与家人朋友长期失去联系的痛苦，由于距离造成的 10 分钟通信延误，他们将无法与地球上的任何人通电话，只能通过电子邮件和声音邮件与家人联系。火星之旅的另一大心理压力是对死亡的恐惧。当你想到你和真空的外界仅有一层薄壁之隔，当你担心陨石撞击飞船、氧气罐爆炸、太阳能板突然失灵、一位做太空行走的宇航员需要营救，还有突发性心脏病等等，这些都会使宇航员产生可怕的恐惧心理。

(2) 精心挑选探险成员

未来挑选执行火星登陆任务的宇航员方法，会比以往挑选宇航员的方法更为严苛。候选人将被严密观察，专家们会考察他们如何对付远离地球带来的压力，以及如何与其他宇航员长期紧密生活在一起。

熬过火星之旅的一个关键因素还可能是，在旅行团成员间保持一定的文化差异。专家们还发现，男女宇航员的搭配并不重要。比如 1985 年在南极考察站，一组全部由德国女性组成的研究队伍就相处得非常融洽。

至于乘员的人数，当然是越少越好。飞行的关键阶段之一是

宇航员在火星着陆。乘员应一分为二，一部分降落，另一部分留在轨道上，从心理学的角度看，也是便于相互帮助，每组的人数不应少于两人，也就是说，总共需要四人。火星飞船的乘员在整个飞行期间，不能依靠外来帮助，只能靠自己。所以乘员中不仅应当有医生和懂各方面专业的工程师，还应当有了解各学科的科学家的。否则，只会是为飞行而飞行。培养万能的专家是不可能的，即使兼职，也需要不少人。

但对四个南极考察站进行的一项问卷调查却建议：完美的火星之旅应为七人一组，其中应有且只有一名擅长处理危机和控制局势的人，还应有一名天生具备优良素质的人，他将兼任心理顾问一角，负责照料其他人的精神需求。此外，七人组中的每个人都应有幽默感，因为整个旅途将充满惊险。

(3) 硅片心理医生

美国航天局认为，要解决宇航员的心理问题，即使请一位专业医师登上火星飞船也恐怕无济于事，因为他本人也将面临同样可怕的一切。因此，完成一次“心理健康”的火星之旅的最终解决办法也许必须得靠一种新的太空高科技——“硅片心理医生”。

美国航天局目前正在请人设计一个能监测宇航员心理健康、提出治疗建议并进行心理治疗的计算机软件原型。这种软件必须能做出灵敏反应，因为在太空旅行中，哪怕一点不起眼的心理问题都可能造成灾难性的后果。难以想像，如果火星飞船着陆时队长情绪低落，那会造成什么后果——很可能九个月的艰苦旅行将前功尽弃，甚至于船毁人亡。

类似的软件已经在国际空间站上应用，它是由美国航天局的精神病学家弗莱因开发的，它将通过不停地向宇航员提出问题测试他们的工作能力。如果反应不够快，电脑就会警告他，并建议他去休息一下。未来的硅片医生将可以反映心理状况的细微变

化，它将被赋予“感情”，这将使得它可以对宇航员进行谈话治疗。

3. 生命维持系统

为了满足宇航员的需要，火星飞船需要带足所需的食品。但过多的物资又会使飞船变得臃肿不堪。如何解决这个问题？人类在空间站和地面对封闭生命保障系统的研究表明，在星际飞行中创造双赢的生态环境是有前途的。

(1) NASA的“先进维生系统”

先进维生系统的其中一个目标即是尝试在未来火星飞船或月球、火星基地上，让大量栽培的太空植物利用宇航员呼出的二氧化碳，来制造我们需要的氧气。我们周围的自然界就是一个双赢的生态系统。植物提供我们呼吸的氧气，人类和各种动物将它转化为二氧化碳，世间万物就这样生生不息。在未来的火星载人飞船上，这样的双赢生态系统将被科学家们运用，以解决人类在火星飞船上的生存问题。如今，闭合的生命保障系统经过了多次验证，而闭合的水循环系统已完全研究成功，人体排出的水分经处理后，达到了饮用水的标准，可以再次饮用。

在美国航天局某次生命维持系统的实验中，科学家奈吉尔博士被关在一个模拟长期飞行环境的室内。实验室与外界的所有空气通道都被封闭，内部的气体交换反应完全独立，这里种植有成排的将应用于太空的植物，实验的目的在于找出将太空人呼出的空气加以循环利用的方法。此外，科学家们还希望植物生产足够的氧气，从而最大限度地将对飞船携带的巨大氧气筒的依赖降至最低。

实验取得了圆满的成功，先进维生系统将可以允许太空人在太空飞行器上、在月球或火星表面生存，它将可能提供良好的空气、水分，许多时候则保持太空人不至于过热或过冷。一句话，

长时间的太空任务中可以再造空气。

(2) 太空生态循环系统

在肯尼迪航天中心，美国航天局的生态学家正试着将“先进维生系统”和对营养食品的需求结合起来。

科学家比较了马铃薯和小麦，试验哪一种较适于长期的太空生活。在太空中，太空麦子不一定非得靠太阳光产生能量，故而科学家尝试使用不同层次和种类的光线，寻求种植太空谷物的有效方法。这一实验已经取得了优异的成果。仅有一种食品显然不能使宇航员垂涎，科学家们还尝试种些花生和黄豆。美国航天局生物计划首席科学家 M. 洛德说：“如果人类计划在太空中居住很长一段时间，谈到使用这类型的维生系统时，我们想到的第一种植物是马铃薯之类的东西。马铃薯容易处理，食用起来也非常简便，而且它可供食用的部分很多，不必把一大堆茎叶处理掉。”

生态学家的梦想是：利用人类排泄物来灌溉植物，实现生态圈的物质循环。先进维生系统的一项挑战是系统生物的废物循环再生，不管是植物或人体排泄物，我们必须将其回收并转化为植物能够吸收的营养。

(3) 火星制氧技术

能够制造氧气的电解水系统在“礼炮”号与“和平”号空间站上已使用多年，人类呼出的碳酸气，经处理并加入氧气后也可再次利用。地面上早就有类似的装置，飞船上的类似装置目前正在试验中，今后将送到国际空间站的俄罗斯分部使用。

人类在火星上进行考察或长期生活，也同样无须为呼吸而发愁。目前，美国航天局已经掌握了从火星大气中分离氧气的方法，我们不必从地球送去大量的氧气。火星的大气非常稀薄，其主要成分是二氧化碳，约占 95%，其余是氮、氩。生物所需的氧极少，与氧化碳合起来不过占 0.1%。但这些微量的游离态和

化合态氧只要善加利用，在短期内满足探险队员的需要是绰绰有余的。

4. 火星飞船与星际引擎

在考察火星时，专家必须协调好三大因素：总的飞行时间、宇航员在火星上停留的时间以及携带的燃料量。关键是选择什么样的发动机来完成地球至火星以及从火星返回地球的飞行。

(1) 化学能、原子能发动机

液态氢发动机已经十分完善，但是它的效率不高。它的气流流速每秒不超过 5000 米，飞行所需的燃料因此不得少于 1000 吨。原子能发动机的气流流速为 1 万米 / 秒，但是必须为它加上厚实的辐射防护，而且还要解决在地面上研制发动机时的生态污染问题。而在电喷发动机中，电磁场中带电粒子的流速可以达到 7 万米 / 秒，这是最经济最可靠的发动机。当然，它也有缺点，那就是其牵引力相对小，因此在近火星轨道上的飞行时间就会拉长。

(2) 电喷离子发动机

电喷发动机的能源既可用太阳能电池，也可用核反应堆。前苏联“宇宙之父”谢·科罗廖夫曾建议使用电喷发动机，用核反应堆做燃料。可是，过去的 40 年中，火星载人考察方案不断进化，发生了各种变化。1987 年曾建议采用两组独立的发动机，每组有独立的反应堆，从而大大提高飞行的可靠性。1998 年的变化最大，巨大的太阳能电池板代替了核反应堆，这是为了使飞船变得生态清洁，而且便于在地面上研制发动机装置。

据估计，更强大的电喷火箭还要 10 多年以后才能应用于载人火星计划，但现在它的原型已经在飞往月球的飞船上得以实际使用。计划于 2002 年末升空的欧洲月球探测飞船“敏捷者一号”，就是以太阳能为动力的等离子推进系统。它以氙气为推进

燃料，由电浆机器把氦气离子化并加速，从飞船尾部喷出电浆以达到极高的航行速度。电子也将被同时释放到电浆流中以保持飞船的电荷中性。这个推进系统将产生 70 毫牛顿的驱动力，并可持续 1600 秒。

这项技术仍在验证阶段，预计在 10 年后可以成为替代化学火箭的星际航行技术。它的优点在于不需要负载大量的化学燃料，航行速度极快，可大大缩短火星旅行的时间。

（二）勾画火星航线

1. 登陆火星四步走

20 世纪末，世界航天专家们经过认真研讨，初步确定了登陆火星的规划性方案，准备分四步施行：

第一步，2005 年前后，人类向火星发射几艘自动探测飞船，投石问路，提供图像数据资料，进一步摸清火星情况；

第二步，2012 年由无人驾驶宇宙飞船在火星表面着陆，验证可行性，探索路线并选择好着陆地点，使载人飞行登临火星心中有数；

第三步，2014 年底之前，建成一个重 400 ~ 800 吨的火星轨道站，环绕火星运行。这个轨道站由生活舱、服务舱、对接舱、着陆舱和动力装置组成，站上除具备能供多名宇航员长期居住和工作的设施外，还装备有各类发动机、导航、通信、仪器仪表等设备以及迎送载人飞船的对接装置，它将发挥重要的中转作用；

第四步，2015 年载人宇宙飞船从地球空间站出发，经数月飞行，抵达火星轨道站。然后，宇航员乘坐着陆舱在火星上登陆，完成首次登临任务。整个过程将采取阶段性飞行的方法予以实现。

（1）起飞阶段：从地面发射中心站发射载人航天器，抵达运

行在近地轨道上的空间站，宇航员走出航天器进入空间站内。空间站对接着飞往火星的载人宇宙飞船，宇航员在这里做好换乘的一切准备工作。

(2) 主飞阶段：载有宇航员的火星飞船在轨道上脱离空间站，由自身携带的火箭发动机推动加速，以每秒 11.2 千米的速度沿着与地球、火星同时相切的大椭圆轨道飞行。历时九个月后，进入环绕火星运行的轨道，随即与火星轨道站对接。然后，宇航员进入站内休整，并准备改乘着陆舱。

(3) 着陆阶段：宇航员驾驶着陆舱脱离火星轨道站，启动制动火箭发动机，逐步减速，奔向预先选好的降落地点。在接近火星表面时，宇航员要借助舱上携带的测距装置和减震缓冲设施，以确保安全着陆。

2. 进军火星的方式

考察火星方式的选择是个非常重要的问题。长期以来，世界上的宇航学家们为这个问题绞尽脑汁，提出了形形色色火星登陆方案：

(1) 从火星的卫星出发

这一方案是用火星的两个卫星作为火星空间站。宇航员先飞往这两个卫星，在上面建立飞往火星的基地，然后再飞往火星。

火星有两个其貌不扬的侍卫——“德莫斯”和“福布斯”。它们的直径很小，表面积仅相当于两个直径分别为 21 千米和 12 千米的球面。由于它们离火星近，重量小，引力也小，在它们上面发射飞船所需的动力也小。这就免去了留一艘大飞船在火星轨道上的麻烦。在两颗火星月亮中，火卫一显得更为特殊。看起来，这里的土壤像蕴藏着大量的水，光谱分析还表明里面的成分含有以碳为主的物质，这些碳物质可以制成火箭返航时的燃料

(2) 近火轨道装配飞船

从一个星球飞到另一个星球，必须有恰当的相对位置；而且，从地球飞往火星和从火星返回地球的相对位置是不同的。所以，抵达火星后，必须经过 1~1.5 年的时间，才能等到返回地球的最佳相对位置。飞行方式还取决于飞船的装配地点。譬如，可以不在近地轨道而是在近火星轨道上最终完成装配工作。如果采取后一种方式，火星起降装置就可以自动飞向火星，乘员可以坐在载人舱中抵达火星。在近火星轨道上，部分乘员进入起降装置，并降落在火星表面。完成作业后，再乘坐降落装置中的火箭返回载人舱。

(3) 借用“阿波罗”方案

俄罗斯“能源”火箭航天公司的专家在分析了各种方案以及各种可能出现的危险后，采取了已经在月球考察中使用过的最简单的飞向火星的方案。飞船在近地轨道完成全部组装工作，通过“最短轨道”飞向火星。目前，已开发出可把飞船部件送上近地轨道的运载工具，只需要发射经过实验的六枚“能源”号火箭就行了。降落装置在近火星轨道上与飞船相分离，部分乘员将乘坐这一装置抵达火星表面。宇航员在火星上停留 10~30 个火星日后，再乘上升级火箭回到轨道站，飞回地球。

专家认为，装置本身已经做好了首次飞向火星的准备工作。俄罗斯火星飞行计划制定者列·戈尔什科夫说，这一计划的主要优点之一，就是彻底保障宇航员的安全。因此，在宇航学发展的现阶段，人类飞向火星的难度并不比当年飞向月球时高。

(4) 火星直通车

美国火星协会会长朱柏林主张“火星直通车”计划。首先，用无人飞船送一座能生产水、氧和作为燃料的甲烷的小型化工厂到火星上，减轻携带生活原料的负担；然后再用另一艘载人飞船

把宇航员送到火星上，利用小型化工厂提供的水和氧生活，在火星上建立基地，用生产出的甲烷作燃料乘飞船返回。这种方案的起飞价只要 200 亿美元，前后共十年，每年增加 2 亿美元。他们的这一方案已部分被美国航天局采用。

朱柏林等所提出的在火星表面生产大量燃料以便返回地球的方案增加了飞行的危险性和复杂性，于是，一些科学家提出了一个折中方案——在使用化学火箭时利用行星重力场的重力辅助增加飞船的推进力，即依靠地球和火星的重力场给飞船增加推力。为此要在绕太阳运行的轨道上建几个周期性接近地球和火星的长期性太空基地——“空间旅馆”。

(5) “空间旅馆”和“空间出租车”

2002 年 2 月 11 日在美国航天局的听证会上，一位 79 岁的老人呼吁航天局支持他们提出的关于在地球和火星之间空间飞行的新方案。他就是 1969 年乘阿波罗 11 号宇宙飞船，在机长阿姆斯特朗之后登上了月球的美国前宇航员阿尔德林。

这个独特的设想是阿尔德林与美国 Purdue 大学的科学家一起提出的，该方案主要由“空间旅馆”和“空间出租车”两种航天器组成：所谓“空间旅馆”，是一个借助于太阳和行星的吸引力作为动力来往穿梭于火星和地球之间的空间飞行器，可使用离子推进技术，因此一旦它运动起来，只需要少量燃料来修正其位置。“空间旅馆”就像公共汽车一样往来火星和地球之间，在“空间旅馆”和行星接近期间，来往于行星间的宇航员可使用“空间出租车”在行星和旅馆之间往来。“空间出租车”是一种小型宇宙飞船，它们分别从地球或火星出发，将旅客运到“空间旅馆”的“站台”上（“空间旅馆”的站台距离火星和地球均为 4.7 万千米），再从那里接回旅客，返回地球或火星。

阿尔德林和参加研制的科学家认为，实现这个方案至少需要

15年的时间，不过他们已经提出了第一次飞行的时间表。2018年3月25日，空间游客将乘“空间出租车”离开地球，一天后到达“空间旅馆”的“地球站台”，在此乘客登上“空间旅馆”，在2018年10月12日到达“空间旅馆”的“地球站台”，再换乘“空间出租车”飞往火星，一天后到达火星。2020年8月8日，空间游客离开火星，2021年2月16日返回地球。

根据阿尔德林的方案，“空间旅馆”将利用在发射美国航天飞机时所废弃在空间的助推器的外壳，长度为52米，直径为7米多，可以接纳50名空间游客。机组人员可在那里居住两年乃至更长的时间。阿尔德林宣称，他们的方案有两大优点，一是省钱，因为“空间旅馆”不仅是废物利用，而且一旦飞行起来就基本不消耗燃料，可以说是一次投入永远受益；另一个是缩短从地球到火星的时间。目前都认为，从地球到火星需要近一年的时间，而在他们的方案中，“空间旅馆”的飞行速度高达每小时2.1万千米，从地球到火星只需6~8个月时间。

（三）设想中的火星探测

在飞往火星的路线研究透彻之后，人类的第一次的火星任务就如箭在弦了。一批精明强干的科学家精英将组成工作组进入火星。由于这个计划耗资太大，它将极有必要成为如同国际空间站一样的由美国、俄罗斯和欧洲空间局乃至中国等国家、组织组成的合作联盟所共同完成的空间合作项目。科学家按照美国航天局20世纪末期的计划设想未来的火星探测程序：

1. 货运飞船押运“粮草”

火星之行将使用两艘以上大的宇宙飞船，一艘是无人驾驶的货船，一艘是载人的客船。货船上搭载的是回航用的燃料和一辆登陆飞船。

登陆飞船内设有生活住所、勘探用的装置设备和一架小型升级火箭。俗话说，“兵马未动，粮草先行”。货船将作为先行官首先从地球近地轨道上射出，开始长达八个月的火星之旅。在两艘飞往火星的宇宙飞船之间需要一个对接转换装置。它相当于国际空间站上的对接舱接口，主要作用是联结货船和载人飞船，传输物资，必要的时候在长途飞行时还可为它们添加燃料。

2 “太空农夫”飞往火星

在货船安全抵达火星轨道之后，载人飞船才将被获许发射。八名工作组成员从地球轨道出发，经过七个月的飞行便可到达火星轨道。

在漫长的七个月时间里，宇航员们将利用美国航天局最新研制的高级生命维持系统维持飞船内的大气循环、氧气供给及能量代谢需求。载人火星飞船被设计成一座小小的能量封闭循环的生态圈，绿色藻类植物、可食用的太空土豆、太空小麦将利用飞船自带土壤中的养分和宇航员呼出的二氧化碳、排泄出身体的废物以及由太阳能提供的人造光源生长繁殖，提供足够的氧气和可食用淀粉、蛋白质、维生素等人体必须的养分，并且还能提供一定的观赏价值。这将足够八名宇航员们熬过漫长的旅途，只是他们将不得不放下科学家的架子，作一回自给自足“太空农夫”。

3. 在火星胜利会师

最后的时刻到来了，八名宇航员通过货船终于看到了那颗火红的星球，这将是人类第一次踏上火星土地。货船发出的寻呼讯号被载人飞船自动接收，两艘飞船在自动太空导航系统的引导下开始对接程序。飞船转换系统打开，物资和燃料通道一并接通，货船与载人飞船将在火星轨道上共同度过约一个月的时间。

对火星研究将分为天上、地下两个小组，首先四名宇航员乘坐火星登陆飞船在火星表面着陆。另外的四名宇航员则呆在大型

飞船内，进行拍照、实验和监测，并同时居高临下协助火星上四名同伴的工作。他们可以通过太空电子眼监视每位宇航员的一举一动，保障他们的安全，还可将每位宇航员的具体位置、火星表面的天气状况、大气变化传送到登陆舱，并协助他们的火星定位系统工作。

4. 火星上的勘探

火星上的宇航员将利用约一个月的时间尽可能多地了解这颗行星，因而食宿问题非常重要。由于远离太阳，火星受到的辐射只有地球上的 40%，因而表面温度要低 30 以上，昼夜温差超过 100℃ 另外，火星天气变化无常，极不稳定，气压、气温变化很快，往往在几秒钟温度变化可达 17~22℃。夜间，在火星荒原上漫步的宇航员们必须住在有良好保温设施的临时活动建筑物里。这种建筑物的主要部件都在地球上事先制作好，宇航员可以在火星上快速搭好这个避风港。

探测完着陆地点周围的环境后，他们将驾着火星车或步行在火星表面，到较远的地方进行探测。宇航员们的一项重要任务是把自动化火星地基观测设备安放好，这些设备将在他们离开后自动工作好几年，并能发回反映火星变化情况的数据和照片、甚至录像。在阿波罗计划中，类似的设备已经得到了很好的试用效果。宇航员们在探测火星表面的同时，将通过个人携带的通信设备，及时把照片和火星地理、气象、生物、资源等各种数据及时传回在火星轨道上的飞船。

5. 返航空间站

在对火星进行了一个月的探测研究后，四名宇航员将回到登陆飞船的升级火箭，返回在火星轨道内的宇宙飞船中。他们留下的火星长期观测设备、火星车、临时建筑等等则留在火星上，以供下一批勘探队员使用。

冲出火星轨道后，宇航员们就开始他们长达六个月的返程。回到近地轨道后，火星飞船将停靠在国际空间站上，或是转换设备中。在那里，空间站的人员将协助他们卸下装备，包括相片、录像带、火星标本等。在空间站稍事休息几天后，工作组全体人员将乘坐一架航天飞机返回地球。

三、踏足火星，指日可待！

人类到底能不能登陆火星，谁将最先登陆火星？美国《科学探索》杂志曾预测，未来第一个踏上火星的地球人最可能是一个美国人，但把他送上火星的人则是一群来自美国、俄罗斯、欧洲、日本甚至中国的科学家。

年 月 日，“国际火星登陆”计划负责人公布：参加火星登陆计划的各方已同意在 年后，派遣宇航员向火星进发。参加火星登陆计划的机构分别为俄罗斯航天局、克尔德什研究中心、“能源”火箭航天公司、美国航天局、波音公司、欧洲空间局和欧洲阿斯特利乌姆航天公司。按计划，由各方选派的六名宇航员将在 年至 年间乘飞船飞赴火星。目前各方正在讨论上述计划中的某些具体问题。国际火星登陆计划将耗资约由各亿美选按航的资金。

火星旅程”；9年后，也就是2001年5月8日，美国航天局局长戈尔丁则在华盛顿大学信心十足地宣布：人类将于20年或是更短的时间内登上火星访问。各方面的迹象也表明，美国航天局正雄心勃勃地从多方面积极筹划自己的火星登陆任务。

1. 北极圈内的“火星基地”

在加拿大北极圈内距离北极大约1500千米的德文岛，耸立着一个直径8.5米的白色圆柱形建筑物，它位于一个直径24米、因2300万年前陨石坠落而形成的陨石坑边上。这个建筑就是为人类探索火星这颗红色星球建造的模拟环境基地——“火星闪耀”。该火星基地是美国火星协会建议修建的。

(1) 地球上的火星地貌

德文岛之所以被科学家挑选为火星考察基地，是因为这里与1997年“火星探测器”号飞船拍到的火星有着奇异的相似之处。

无论是德文岛还是火星，都极为荒凉、寒冷、干燥，尘土飞扬而且多石，这里有丘陵、峡谷以及各式各样的沟渠。夏季气温也在零下20左右，这里的重力和气压与火星上不一样，但感觉十分相似。这里没有树，也没有其它的植物，由于陨石的撞击，留下了大量的碎石并造成山体升高，使这里的地貌与外星球极其相似。北极火星研究站工程师科特·米切尔斯说：“我们要做的一切都要和将来可能在火星上遇到的情况一样。”居住屋将尽量减少对电能的依赖，以后这里还会成为将来可能在火星上利用的科技实验室。

(2) 建造模拟火星基地

朱柏林会长表示，北极圈模拟火星基地的研究可能会对研究火星的演化进程有帮助，也可能对将来人类登陆火星所必须的准备有帮助。设计这样一座模拟火星基地，火星协会在两年的时间里花费了几百万美元的资金。

这个基地是一个可以分解的活动房屋，约 8 米多长、6 米宽、形状类似一个大金枪鱼罐头的模拟太空舱。太空舱里模拟了地球人可能在火星环境下的生存状况，舱外是约 13 厘米厚的防护罩，用以隔绝太阳辐射。六名科学家将在这难辨东西的黑暗环境中建立他们临时的家，他们将睡在像火车卧铺那样的三层床上，房间将根据不同的功能进行分区，有起居室、饭厅、厨房等。食物是那些容易保存的食品，如炖牛肉、热狗、意大利面条、冻奶酪和罐头水果、罐头蔬菜等。

他们还可以使用单独的抽水马桶和浴室，可以洗淋浴。当然，水是循环利用的。水的保存将是此次试验的一个重要目的。六名探险队员在那里的训练科目相当繁复，除了对当地的地理和微生物以及将来地球与火星之间的无线电通讯进行研究外，还模拟了人类登陆火星时走出太空船的情况。早餐后，两名科学家将穿上模拟太空服，穿过模拟气密舱，骑上四轮驱动的火星车进行八小时的旅程，进入德文岛上的“火星”腹地，那是一块有爱尔兰的面积那么大的苔原地带。

（3）模拟火星上的生存和工作

2000 年 7 月 9 日，一支由 6 名英美科学家组成的试验小组，飞赴德文岛霍顿低地安营扎寨；7 月 28 日，探索工作正式开始运行。几天后，第一项模拟行动开始，考察小组是由七名科学家组成的，九天一轮班，至此，到 2001 年，先后有六支考察队在北极“火星闪耀”考察基地工作过，参加试验的科学家都是经过严格挑选的志愿者，他们当中包括工程师、物理学家、地质学家、气象学家、信息学家和机器人方面的专家。

在最初的六周，基地成员们像宇航员那样工作和生活，仿佛真的在火星上一样。在基地生活期间，不能用无线电与外界联系，也不能不穿太空服外出。此外，在进入和离开基地之前都要

先通过一个模拟的减压舱，而且，像在太空中一样，基地用水有配额限制。训练中使用的一些设备模型重达 7 千克，它们与将来在火星上使用的设备完全一样。考察队员们使用这些设备来检查它们是否安全，并且看看身上携带的工具是否适用。

AVT 是一辆能够在 40 度陡坡上行驶的日本产四轮汽车，它虽然操作简单，却很危险。因为在这种陡坡上，翻车的危险无处不在，而且有些陡坡看起来无法逾越。一位考察者自愿充当实验品 驾驶 AVT，以便研究其性能。录制下来的图像通过因特网发往考察中心进行分析，并与卫星发送的资料和以往一些探索行动的资料相比较，借此了解火星地表是否安全。

基地考察小组由加利福尼亚考察中心领导，在假想的火星条件下，通过火星机器人对该地区进行勘察并采集标本。为使考察活动更加逼真，基地与领导中心的联系也模拟延迟六分钟，这是无线电穿过太空从火星到达地球的时间。通过对这次考察活动参与者的心理研究，了解和分析人对孤独及火星环境的感受也是十分重要的。这些工作对实践十分有用。

2 沙漠中的火星探测站

2002 年 2 月 8 日，三名美国宇航员在犹他州的沙漠中进行了太空人舱外活动演练，为此后的火星登陆做准备。尽管天气状况并不理想，但此次演练进行得非常成功，他们遭遇到了一场暴风，据保守估计风速至少为每小时 111 千米，这样的天气显然不利于宇航员的活动，但却模拟了火星风暴的情景。大风似乎要把基地的帐篷吹翻，屋顶的卫星天线也差不多被毁掉了，这使得他们失去了互联网通信能力，直到晚上才得以恢复。

火星上也经常发生大风天气，但由于那里的大气密度只有地球上的 1%，上面 161 千米时速的大风只相当于地球上 10 英里大风的强度，所以宇航员们并不总是要护着自己的帐篷不被吹走。

但是大风总是造成很大的噪音，所以荒漠中的试验很有意义。

3. 新一轮的探索计划

2001 年，美国航天局开始征集新一代卫星探测器的方案，希望 2002 年选定一项方案，于 2007 年前把“斯科茨”号登陆飞船送上太空，在火星表面搜集各种样本并返回地球。

这是进行载人火星飞行前美国航天局即将发射的一系列无人火星探测飞船中的一个。预计 15 年内美国航天局将进行六次大型火星探测行动，今后五年美国每年将向火星探测计划投资 4~5 亿美元。这段时间的探测行动主要将使用轨道探测器、登陆太空船以及可以进行长距离漫步的机器人。探测行动的目标仍是从火星上采集各类标本，以研究这颗行星上是否存在过生命。

在以往火星探索经验教训的基础上，美国航天局希望新一代火星探测器在形式、技术和探索方式上都有质的提高。据此思路，美国各地的大学和研究机构提交了 43 项方案，科学家对未来几年的火星探索提出各种大胆设想，其中 10 项被初步选中。美国航天局为这 10 项方案的研究组提供了资金并给予它们六个月修改时间。2002 年将从完善后的 10 项方案中选定一项，作为未来几年探索火星的正式计划。

美国航天局官员透露，10 项方案对火星探索提出了各种见解，包括发射探测器采集火星大气和地表尘土、在地球上建立专门太空气象探测站、跟踪研究火星表面的气候变化以及着陆火星表面、探测火星极地等等。

（二）俄罗斯：2020 年登陆火星

2001 年 4 月，俄罗斯太空科学研究所负责人格里戈里耶夫教授宣布，俄罗斯科学家已经克服了星际载人飞行的大部分难关，并且准备在 2020 年左右派宇航员等登陆火星。

1. 100 亿美元打造火星飞船

俄罗斯真的能够在 20 年后做出这项举世瞩目的创举吗？俄要登陆火星的说法引起了西方一些国家的怀疑，尽管他们承认，俄罗斯在长时间太空载人飞行方面的技术和经验处于当今世界上的领先地位，但他们认为，俄罗斯经济能力不足制约着这一计划的实施。

据美国航天局估计，俄罗斯要实施这一计划最起码得花费 4000 亿美元，而俄罗斯目前的国内生产总值一年才约为 3310 亿美元，因此俄罗斯的火星登陆计划几乎等于是痴人说梦。但俄罗斯方面的航空专家对此予以了驳斥，他们认为，俄罗斯要实施这一计划根本不需要 4000 亿美元之巨的经费，100 亿美元就足已实现了。

虽然对于俄罗斯的经济实力众人难免猜疑，但就俄罗斯航天局掌握的太空载人飞行技术和经验而言，却没有人可以怀疑。

人类登陆火星最大的困难是宇航员如何长时间在太空中生存的问题，目前，俄罗斯已经具备了解决这一问题的能力。可以毫不夸张地说，在一年以上的太空载人飞行方面，俄罗斯目前的技术和经验都是世界一流的，俄罗斯方面掌握的技术能够保证宇航员在上亿千米的航程中保持清醒头脑。也正是因为这样，他乐观地估计，俄罗斯将在 2005 年制定出一个详细的火星登陆计划。

2. 欲建“国际火星空间站”

2001 年 1 月俄《独立报》报道，为长期研究开发火星，俄罗斯“能源”火箭航天公司专家计划在火星轨道上建造一座便于人类长期研究开发火星的空间站，并打算在条件成熟时吸引多国参与该计划的实施。

“能源”公司主设计师戈尔什科夫等专家已设计出了火星空间站的原型。这座未来的空间站重约 400 吨，由多个舱体对接而

成，可容纳 10 名宇航员长期工作。空间站舱体由空间站前端向后依次为：气密过渡舱、气压舱、科研舱、两个居住舱、两个过渡舱、健身医疗舱和联动机件舱。

预计空间站建设工期长达 10 年，所需资金约为 100 亿美元。目前，俄罗斯正在用自己的卫星搭载实验型火星空间站设备进行研究。齐奥尔科夫斯基航天研究院专家卡拉什指出，待条件成熟时，俄将凭借其丰硕的研究成果，再次以“科技投资”的形式参加由多国共同实施的火星空间站计划，并成为实施该计划的重要组织者。卡拉什说，火星是地球的近邻，其独特的空间位置、气候、地质使它有可能成为深空天文观测、科研和人类移民的绝佳场所。

（三）欧洲空间局：探索火星在行动

欧洲航天局计划派出太空探测船到火星进行勘察，希望从火星岩层下找出火星是否有生命存在的答案。如果一切顺利，欧洲人甚至有可能比美国人更早登上火星。

1. 英国“小猎犬”钻入火星勘察

英国太空科学家皮林格教授于 2001 年 3 月在伦敦皇家协会与数 10 名英国科学家讨论这项建议。若建议获得欧洲空间局支持，他们有望比美国航天局更早将火星的石头和土壤运抵地球。

（1）皮林格的计划

皮林格有一个绝无仅有的计划：广泛召集一批科学家和工程技术人员，凭借有限的资金，在很短的时间内，建成英国的第一艘宇宙飞船，并让这个飞行器登上火星！然后，他们将通过对这个登陆飞行器收集的火星地表土壤样品进行研究，最终回答困扰人类几百年的问题——火星上到底有没有生命。

皮林格指出，这项计划比美国航天局建议中的 10 亿美元探

索火星计划便宜得多，只会花费 4000 万美元，如果将“火星特快号”算上，花费也不会超过 1.3 亿美元。皮林格的方案是：将载有探测器的“轨道飞行器”探测船发射到火星，当接近火星时，“轨道飞行器”便会将重约 59 千克的探测器送进火星大气层。探测器在降落伞和充气气球的保护下，可望在火星安全着陆，之后探测器会利用钻臂钻入地面 1.5 米之下收集石头和土壤样本，然后将样本放入样本收集器内。当收集器集到足够的土壤样本后，便会启动小型火箭飞上火星的低轨道，然后由“轨道飞行器”将之回收。

(2) 运往太空站再送返地球

欧洲空间局表示：如果一切依计划进行得顺利的话，到 2003 年圣诞节，“火星快车”号抵达火星轨道时，便会释放“小猎犬 2 号”探测船，以便探测船登陆火星进行探索任务。

这次任务与 1979 年“维京”号探测船的火星勘察任务不同。当年“维京”号只在火星表面进行勘察，而今次“小猎犬 2 号”则会钻探火星地下的岩石层。降落火星后，它所携带的挖掘机护盾将打开，并将“小猎犬 2 号”所带的各种探测用仪器展露出来。“小猎犬 2 号”会利用小型摄影机以 360 度拍下四周环境，研究那里的地形曾否有水源退却的迹象，并会量度火星上的气候，包括风速、气温和辐射量等资料。在两部摄影机引导下，探测船将利用机械臂向适合的岩石地形进行勘察，并先用仪器磨去被风化的岩石表层，然后检视岩石物质中有没有生命和细菌化石的迹象。

为了将火星土壤送回地球，“轨道飞行器”会在火星待上两年，静待适合返回地球的时机，而土壤样本会送抵国际太空站，再由美国航天飞机带返地球进行研究。皮林格强调欧洲空间局的方案是经过精密计算，并倚重火星探索机械车，而其方案则是找

到适合钻探的地点，并寻找在水中形成的沉积岩。

2 欧洲国家的火星计划

2007年，法国和意大利的太空探测器也将加入研究工作。美国航天局将在2016年前，每隔26个月，至少发射一个轨道器和一个降落装置。对火星进行载人考察，是欧洲研究协调机构长期考察太阳系星体计划的最终目标。2002年，该计划首先从这个机构获得了拨款，本应拨出4000万欧元，结果只拨了1410万。

2003年6月，以欧洲航空局和意大利航天局为主、美国航天局参与的“火星快车”飞船将发射升空，它将携带一个“甲虫2号”登陆器和1996年因搭载俄罗斯“火星96”而坠毁的火星地震仪；2003年5月至6月美国将发射“火星探测漫游器”，它的活动范围将超过1998年的“火星旅居者”，每一个火星日走100米；2005年发射“火星再认识轨道飞行器”；2007年发射“灵巧登陆器”和“长期漫游器”，完成在火星表面取样的飞行任务，第一次大约在2014年，第二次大约在2016年。

第 7 章 茫茫宇宙觅知音—— 宇宙生命探索

蒙昧时代，人类仰望苍穹幻想看到的神灵；科技时代，人类通过高速的电波向宇宙深处送去文明的信号；未来的时代里，人类究竟能否找到梦寐以求的外星生物呢？研究和探索宇宙中生命的可能，这是建立在航天技术、生命科学等多种现代科学基础上的新兴前沿课题——宇宙生命学。它与人类生活息息相关，研究宇宙生命就是反观人类自己的命运，而对于外星智慧生物的搜寻更是人类共同的心愿。

一、生命，宇宙的宠儿

茫茫宇宙，生命是如何诞生的，它又诞生在何处？生命需要什么样的生存条件……许多个世纪以来，科学家们对于这些问题的探索从来都没有停止过。

地球上有数百万的物种，然而 30 多亿年前，它们的祖先却都生活在这个蓝色的原始海洋之中。那时生命以微小的单细胞形式出现，而这些单细胞生物仅由普通的原子——碳、氢、氧、氮和硫组成。这个神秘的过程是如何开始的，至今无人知晓。我们仅仅猜测到这些原子形成了非常简单的组合，而这些充满化学势能的小家伙并不安定，来自太阳的强烈射线将能量注入到它们体

内，迫使这些原子重新组合排布，逐步形成更为复杂的化合物。

你一定会惊叹：难道这就是生命从简单到复杂的演变历史，真是难以置信！是的，科学家们相信，只要有适当的生命环境和原始的“黏土”——有机化合物，生命之火就会熊熊燃烧起来。

（一）地球生命来自太空？

如果说，这些微小的化合物果真就是捏造出生命的“黏土”，那么无可置疑的是，寻觅这些“生命黏土”的踪迹就是寻求地球生命源头的一条重要线索。

1. 火种源自彗星？

这些科学家认为，在地球演化过程中，曾受到无数彗星和小行星的碰撞。游荡于太空的这些彗星和小行星都存在着无生命的有机物，这些有机物可能后来演化成蛋白质，再逐渐演化出生命。

但迄今为止，科学家还不能完全断定这些有机物能否承受住在碰撞原始大气层及地球表面时所产生的高温和高压条件。只有证明它们在碰撞时没有破坏，地球生命来自外星的理论才能具有坚实的基础。

美国加利福尼亚大学伯克利分校的科学家企图用模拟实验证实这一点，他们在实验室以彗星和小行星碰撞地球的高速，将一个大小如普通盒装饮料罐的“弹头”射向一个模拟彗星或小行星的金属目标，该金属目标上有一个水滴，水滴内含有各种氨基酸。而氨基酸是构成蛋白质的基础材料，科学家在彗星和小行星上早已发现了这些物质。

实验发现，在“弹头”撞击金属目标之后，水滴中的大部分氨基酸都没有破坏；更加令人鼓舞的是，有的氨基酸还戏剧性地化成了肽，而肽是形成蛋白质的前期产物。这些实验还发现，

如果让金属目标如同彗星和小行星上表面那样结上冰，这些氨基酸的浓度还会更高。综合这些结果，我们至少在实验室中证明了，当彗星和小行星碰撞地球时，它们上面的氨基酸完全可能转化成蛋白质，从而出现第一个生命体。

2. “生命原汤”=原始海洋

设想你就是造物主，当宇宙诞生后产生的生命原料按照“秘方”配制好之后，你下一步该做什么？如果你曾经想像过这一过程，你应该提出：就像古代巫师们熬制秘方一样找一口“锅”；是的，“造物主”同样需要一个天然的容器把原料集中在一起。

在物质稀薄的宇宙虚空中是办不到的，那里的物质密度太低，组成生命的分子随机游荡根本无法相互靠近，更别说发生化学反应。正如同最普通的反应规律一样，只有频繁的撞击才可能产生生命，而这种高频撞击只有在生命原料的浓缩液中才能找到。这浓缩液，我们称之为“生命原汤”。科学家相信，哪里存在生命原汤，哪里就可能存在生命。

早在 50 年前，美国科学家坦里·米勒就曾以其突破性的实验证明：简单的化合物在接受能源输入之后，便可以互相结合，生成复杂的、有生物意义的分子。他的这一实验结果也证实了俄国科学家亚利山大·欧帕林在 80 年前就提出的理论，即“生命原汤”就存在于几十、上百亿年前的地球原始海洋，生命是由溶化在地球远古海洋中的化学物质随机组成的。

最近的研究也证实了这种传统的看法，即地球上的第一批有生命意义的复杂化合物极有可能就出生在这块富饶的地方。这里既保留有原始地球的简单化合物，也包容了从太空降临的彗星和小行星携带着的宇宙复杂化合物。可是在海洋里，有机小分子一样是被高度稀释的。究竟是什么机制产生了浓缩的生命基床呢？

美国学者詹姆斯·劳勒斯曾在 70 年代末期提出一个理论，以

解决这个问题。他认为，在远古海洋较平缓的海岸地带有着大量富含锌和镍的黏土，它们既是促进反应的催化剂，同时又起到了保护作用，推测它们就是第一批生命的“生产车间”。

加利福尼亚大学化学系教授、生物物理学家大卫·丁默毕生从事生命起源的研究，他同样认为生命可能首先出现在海洋的边缘地带。丁默教授注意到海滩附近某个潮汐水塘，他认为这些水塘非常符合浓缩原汤的机制：每当潮水涌来，无数的简单有机分子随之进入到凹槽里，当潮水退下，烈日会像晒盐一样蒸发水洼中的海水，只在水塘的壁上留下一层薄薄的有机分子层；潮水再一次回来了，带来了更多的有机分子，并将水塘中的一切重新搅和在一起……天长日久，潮汐水塘中蓄积了足够发生“类生命反应”的原料。随后，在紫外线及热能的照射下，复杂的有机组合体便诞生了。

尽管米勒和丁默的实验多少证明了“海洋原汤学说”的合理性，但关于地球生命起源的问题仍存在争议。有科学家甚至提出，地球上的简单生物体是来自太空的“舶来品”。

3 诞生于星际尘埃？

最近，美国航天局埃默斯研究中心和与其相邻的圣克鲁兹大学的科学家们一道，在寻求生命起源之谜的不懈努力中，又找到了一个新的线索。

(1) 彗星上的“生产车间”

大约 10 年前，两名德国学者，即约亨·基瑟尔和弗兰茨·克律格，共同提出了一种“宇宙原汤学说”。1986 年在欧洲的宇宙探测器“乔托号”飞过哈雷彗星后，欧洲的科学家分析了彗星尘埃的成分，猜测这种孔隙度异常大的颗粒，可能为生命的形成提供了另一种“生产车间”。这些只有几个微米大小的颗粒表面覆盖着一层反应活性很高的碳化合物，既可以防止大的活性分子向

外遗失扩散，同时又可以让原汤里的小原子部件进入颗粒内部，是理想的生命巢穴。

不过，基瑟尔和克律格也不得不承认，“乔托号”探测器上的尘埃分析仪所分析的，只是撞到探测器上的颗粒碎块的成分。至于这些颗粒，尤其是它们上面的那层活性化合物，究竟来自何方，又是如何形成的，对此他们一时还无法解释。

现在，美国旧金山海湾南部的科研成果可能为德国学者的“生命宇宙论”提供了重要依据。埃默斯研究中心和圣克鲁兹加州大学的科学家们最近发表论文介绍道：他们在模型实验中，成功地模拟了这类化合物在星际间尘埃团里的颗粒上的生成。他们将由水、少量氨气、一氧化碳和二氧化碳以及甲醇组成的混合物，冷却到 -263 左右的超低温，置入高度真空状态，随后用紫外线短波予以辐射——在真正的宇宙中，尘埃团周围新生成并已成型的恒星，就可能是这种高能紫外射线的来源。

实验结果令科学家们大吃一惊。他们发现了上百个新的、一部分构造相当复杂的分子混合物，其中不少可能对形成生命有一定的意义。多年前，科学家们在取自所谓 Murchison 陨石的样品中也发现了类似的物质。1969年，这颗陨石坠落在澳大利亚，并很快被挖掘出来。

在其它新生成的化合物中，科学家们也有惊人的发现：这些化合物分子在紫外线辐射下还会发光。也就是说，它们可以将短波射线转化成可见光，从而可能充当“能量转换器”，为地球上生命的形成提供了一臂之力。

(2) 星际空间的有机分子

2001年12月11日，中国科学院紫金山天文台青海观测站首席科学家裴传春教授向外界透露，科学家通过在青藏高原上六个月的观测，已经搜寻到星际空间的一些有机分子的谱线信号。这

说明在恒星诞生和形成的过程中，星际间的确有存在生命痕迹的可能。他说：“如果在星际空间探测到诸如氨基酸等有机分子的谱线，就可以理解为恒星在形成过程中已经携带了大的有机分子，在各种条件都适当的情况下，这样的有机分子就可以直接进化成生命。”

基于这些证据推测：宇宙中处处都隐藏着生命的踪迹，生命的原胚就像从大爆炸后撒向四方的蒲公英种子，而数不清的彗星和小行星就是它们的降落伞，只要有类似地球一样适宜的“土壤”，它就会在这个星球上着床、生长、繁殖、进化。生命在宇宙中也许并不是什么稀奇的，真正稀奇的是使得生命力得以焕发的土地。

4. 来自大气层外的“细菌”

2001年8月初，在美国加州举行的一个国际光电工程科学会议上，由多国科学家组成的研究小组宣布，他们已经找到了地球以外有生命存在的第一个有力证据——地外“细菌生物”。

威尔士卡迪佛大学的太空专家查卓尔·威克玛辛教授和来自印度的科学家在漂浮的气球上安装了印度太空研究组织的低温样本采集机，在印度南部的海得拉巴附近上空收集到了以上的太空样本。通过使用一种荧光染色剂，科学家们在空气样品中发现了活细胞。

虽然这些来自太空的微生物与地球上的细菌很相似，但科学家们认为，这些从地球大气边缘提取的空气样本中发现的活细胞不可能来自地球，因为它们与地面的距离太远。威克玛辛教授说，从距离地球表面41千米的高空提取的空气样本中，确有活细胞凝块存在。这一高度大大高于当地的大气对流层，而同一垂直高度上的对流层离地面高度在16千米以上，由于对流层的阻隔，在这一高度上，低处的空气通常都不会向上运动。

根据它们的分布随高度而变化的事实，研究小组估计这些细菌是从外太空落下来的，相当于 1/3 吨的这种生物物质每天从某个星球上像下雨一样地落下来。

卡迪佛大学的微生物学家戴维·列奥教授在对收集到的太空气体样本进行检测后，参与了报告的撰写。他说它们看起来像地球上的普通细菌，但无法解释它们为什么会跑到这么高的高空。

“如果是这样，那一定是发生了什么不寻常的事件，才会让它们到达距地面 40 千米的地方。”列奥尝试对这些细菌进行培植，但到目前为止都没能成功，因为找不到合适的环境。他补充说：“这是人类第一次得到暗示，我们也许可以找到证据证明其他行星上有生命存在。”

这些新奇的发现为“宇宙胚胎论”提供了有力的证据。这种理论假设生命有可能来自外太空，以微生物或孢子的形式存在，可能地球的生命是由彗星从别的有生命的星球——如火星上——带到地球上来的。彗星物质里包含着微生物，它们可能仍在大量地向我们飞过来。

（二）生命禁区大搜索

环视我们居住的这个星球，似乎没有比它更适合孕育生命的地方了。但是似乎并非所有的地方都是如此。生物学家们在地球自然条件极端残酷的地方寻觅着最顽强的生命。

1. 冰岩中的隐居者

微生物学家弗里德曼夫妇十余年来一直在地球上最荒凉的地方探索生命。他们在世界各地的“生命禁区”里成功发现了地球上最坚韧的微生物。这一发现刷新了人类对生物界的认识。

1976 年 7 月，就在“海盗号”飞船在火星上着陆不久，弗里德曼夫妇共同署名发表了一篇论文《生存于南极洲、罗斯沙漠

和山脉中的微生物》。美国航天局曾经对这里的土壤进行过勘察，没有发现生命。但弗里德曼研究的不是土样，而是非常完美的根砂岩石样品。这些岩石中的细菌在南极寒冷的极夜 - 50 的残酷环境中，勉强维持着生存。其维持生存的条件非常残酷；只有到了夏季，这些细菌才得以解冻，重新与水化合并进行光合作用。弗里德曼夫妇称这些生命为“石中隐藏者”。

眼下，弗里德曼正在实验室里对新近从西伯利亚采回的细菌进行研究。按照标准方法检测，根本无法证明它们还是活着的。然而事实上，这些细菌在没有阳光、没有空气、没有食物的 - 15 的西伯利亚冻土层中沉睡了 300 多万年仍可侥幸得存，在这样残酷的条件下，它们能够活下来真是奇迹。更令人惊讶的是，在永久冻土层流连了几世几劫，它们居然还完全可以承受得了佛罗里达明灿灿的阳光。

2. 海洋深处的悸动

继弗里德曼在南极冰原发现细菌之后，类似的惊人发现比比皆是：10年前科学家发现了生活在活火山附近的细菌，在黄石公园的热泉以及南北两极的荒漠地带也都发现了能够忍耐极端温度的细菌踪迹，更有甚者，在核反应堆通风口处也有生命在繁茂的生长……

在这样恶劣的条件下，这些细菌是没有生存的理由的，但是它们竟然都能存活在会使人类受不了的环境中：喜湿生物能在异常寒冷的环境中生活；喜干生物可以在人类难以存活的环境中繁殖。总之，这些结构简单的生物可以在一切极端的环境中生存，所以有人称之为“极端生物”。

但是，生命毕竟是有极限的。在生命的限制点上，有些微生物勉强维持生命，几乎没有繁殖过程。弗里德曼说：“在勉强生存与真正死亡之间的灰色过渡带永远有生物活着，只是它们永远

处于饥饿寒冷状态。但是，这些生物能够世代挣扎着存活下去。它们的生存条件已非任何极端生物所能承受，几乎到了存活的极点。”

3. 唤醒地底的沉睡者

既然细菌生命可以在如此恶劣的环境中安身立命，我们为什么要怀疑细菌不能在宇宙间的一颗彗星或流星体的核心部分静静地休眠呢？

尽管 1976 年“海盗者号”飞船在火星土壤中进行的生命实验没有什么乐观的发现，但人类依然没有放弃。如果说生命可以顽强到生活在地球表层最极端的环境之下，那么看似荒凉的火星上为什么不可能存在神秘的地下“隐居者”呢？

目前，人类已计划在 21 世纪将钻头感应器打入火星地下以探寻地底生命。在此之前，科学家已经开始在地球上进行一系列的实验。英国北部的佛比盐矿正好为生物学家们提供了这样一个演练的场所，2 亿 6 千万年前，这里曾是一座巨大的盐湖，类似于死海或大盐湖，但却远比它们的面积大。它曾经是各种水生生物的天堂，但现在，它成为了地球古微生物的墓地。这些微生物产生出盐分，盐矿再把它们包裹起来形成灵柩，最后沉积在湖底。

英国微生物学家葛兰特教授，曾对这里的盐矿标本作过深入的调查。为了杜绝样本污染，葛兰特教授进行了严密的消毒程序，可最终他仍然发现，在某些标本中可以培养出特殊的微生物——它们可能生存在两亿六千万年前，但现在它们又在实验室里再次复苏。

现在，科学家们几乎可以肯定，几百万年前在火星上一样有河流和海洋，同样也可能存在盐湖。微生物学家建议，如果太空署要在火星上寻找生命，古老的火星盐湖遗迹可能是最好的选

择。也许再过十年，我们的生物学家们就可以把实验室搬到火星上，用先进的生物技术唤醒沉睡数百万年的火星生物。

二、围绕太阳系的狩猎

人类的星际探索器已经遍游了太阳系中的每一颗行星，有的甚至着陆在距离地球 6.28 亿千米的行星表面。这些行星上是否存在生命，也许它们是最有发言权的了。

（一）神秘的死亡星球——火星

2001 年 4 月 7 日，美国发射了“奥德赛”火星飞船，根据该飞船发回的最新光谱分析数据显示，火星上有叶绿素的存在，这一发现使火星上存在生命的可能性大大加强。

1. 从人造运河之谜说起

早在 20 世纪初，美国天文学家帕西佛·罗威就开始怀疑火星人的存在，他提出的论据是通过自己潜心观察绘制的“火星运河地图”。罗威并不是第一个发现火星运河的人，早期的意大利天文学家曾将它写为“Canali”（意大利文“天然运河”的意思）。但是罗威认为这些运河决非天然形成，理由是其平行线太过于规律。罗威断言，火星上一定存在某种智慧生物，为了善加利用火星上珍贵的水资源，“他们”在整个行星上建立这种灌溉系统，通过运河网络将水从两极运送到赤道地区。

1965 年，美国“水手 4 号”探测器从距离火星表面 10000 千米的地方掠过，发回了 22 张近距离的照片，这才第一次澄清了“运河”的真面目。原来，这些言之凿凿的火星“运河”不过是自然形成的河床罢了。1971 年，“水手 9 号”意外地发现，火星上有许多蜿蜒曲折、酷似干涸河床的地貌特征。有的蜿蜒几千千

米，有的宽几十千米。它们纵横交错，具有类似地球上河流的分支和汇流现象，但惟一的区别是其中没有水，同时火星上还发现了许多水流侵蚀过的迹象。

关于河床的成因，人们争论过很久。但随着 1997 年“探路者号”的登陆，已经没有人再怀疑，火星上的确发生过巨大的洪水。生命的信号再一次向人类闪耀，地球掀起一股新的火星生命热潮。

2. 发现大洪水遗迹

1997 年 7 月 4 日，“探路者号”飞船着落在火星的阿瑞斯平原，这里被认为是干涸的火星河流的河口——“战神谷”科学家相信这里是洪水最重要的遗迹之一。谷内几乎所有的大小岩石都很光滑，重心偏向一边，明显是汹涌无比的巨大水流冲击而成的。美科学家形容，这场洪水的规模相当于“北美洲中部五大湖区的水在两周内全部涌入了墨西哥湾，或者说相当于整个地中海的水量（每秒 100 万平方米）”。事实上，据“探路者号”勘察，“战神谷”内被冲出的沟壑深达 96 千米，宽也有 2.4 千米，可以想像当时的场面有多么的惊心动魄。

除了位于阿瑞斯平原的峡口，许多地区的地貌分析都表明，它们是大洪水雕刻出的杰作。在这些河谷开始的区域，地面似乎已经塌陷，形成了一种低于周围地表 1~2 千米的地貌，这里到处堆满了相互碰撞挤压的岩石，宛如流速在河谷中减慢后从上游冲击而下的岩石沉积而成。在鼎鼎有名的“极乐高原”，河谷从所谓的“混乱地带”开始出现，沿着该地区的斜坡，向北延伸数百千米。几条较大的沟壑向水手谷的东北方向延伸，在克雷斯盆地汇合，然后继续向北延伸并最终汇集在低凹的北部平原上。这些河谷的全程都十分明显，很少出现间断。它们具有流线型的谷壁，还有冲刷形成的谷底，且通常都包含着一些

泪滴状的岛屿。

目前，证明火星表面曾经有大洪水及河流、海洋存在的科学证据比比皆是，随着火星探测器发回的信息不断累加，人们对火星上生命可能性的估计已远远超出了 30 年前的悲观预计。

3. 火星上的“文明”印记

1979年“海盗 1号”飞船第一次近距离飞抵火星表面，在距离火星大约 1500 千米的高空无意中拍摄了一组有趣的地貌照片。这些并不十分清晰的照片与罗威火星运河图一样具有戏剧性的效果——人们竟依稀辨认出了地球上的狮身人面像、金字塔、罗马广场……

(1)“火星人脸像”之谜

在这些富于戏剧性的图像中，最精彩的无疑是在火星西阿拉伯平原西部拍摄到的照片，那是一张巨大无比的人面狮身一般的脸。众多的火星爱好者相信，这些明显带有人为雕琢迹象的火星建筑代表了某个神秘古老的火星文明，一些人甚至认为这就是火星人的雕塑。

为揭开这个谜团，“火星全球勘探者号”飞船在升空并抵达火星之后，承担了对它再次拍照的任务。这是美国航天局特意制定的一个任务，任务的目的是为了揭开由“海盗号”飞船在 1976 年夏带来的火星奇特地貌之谜。

2001 年 1 月，“火星全球勘探者号”飞船完成了主要工作后，抽出空闲再次去拍摄火星上的有趣地貌特征。4 月 8 日，“火星全球勘探者号”飞船再次飞抵“人脸像”的上空，25 年前“海盗号”的拍摄在 1500 千米以外，这次的俯拍高度是海盗号的 1/3。令人失望的是，解析度高达两米的照片清晰地显示，所谓“狮身人面像”不过只是一个普通的自然地貌，毫无文明的迹象可言。

科学家分析，前一幅照片的产生类似“人像”效果事出有因。一是由于该地形正好被某方向的侧光照射产生了阴影，二是当时的照相精度不够理想，使其真伪难辨。随着“火星人脸像”之谜揭开，那些坚信存在火星文明的人大失所望。“火星人脸像”之谜终于揭开，但富有戏剧性的事又再次发生，所有相信有火星文明的人不但没有大失所望，反而变得更为狂热，这是怎么回事？

(2) 捅破了马蜂窝

原来，就在这艘飞船拍摄的 65000 张火星照片传回地球之后，科学家发现，越来越多的奇特地形不断涌现出来。

2001 年 5 月，美国纽约的一些科学家公布了“火星全球勘探者号”拍摄到的部分火星照片，其中一幅照片显示出一张生动的人脸，而且头上还戴着一个皇冠。这些取自火星的其它照片还显示出玻璃管、田径跑道甚至各种植物的样子和形状。如果说“海盗号”拍摄的照片解析度太低，无法辨清真伪，美国航天局尚且可以搪塞过去，那面对这 65000 张经过计算机处理清晰度非常高的照片，他们又将作何解释呢？

以严谨态度著称的美国航天局最终也不得不承认，上述照片的确显示出火星与地球有着某种关联，但航天局也同时强调，美国前宇航员布莱恩·奥利莱以及天文学家汤姆·范·弗兰德恩所谓的这些照片说明火星一度有人居住的说法并不成立。

布莱恩·奥利莱曾是美国“阿波罗号”飞船的宇航员，他在看过这些照片后表示：“我们认为这些照片有力地证明火星上一度曾出现过某种进化程度较高的文明，在那里居住的人智商很高。这些照片具有里程碑的意义，它们是人类文明史上最重要的发现之一。”很难想像，一旦这些照片向公众发布，又会在全球范围内引起怎样的一场轰动。

然而，不论这些图片的解析度有多么高，都无法证明这是火星上智慧生物所为，况且在火星风暴的席卷下这些“作品”仍然保存得较好，说明它所建造的年代并没有我们所估计的火星上可能存在生命的年代久远。况且我们现在最多只能怀疑火星上有生命存在的可能，但智慧生物与生命是两个不同的概念。也许，它们只是别的外星文明在这块荒芜的大地上留下的巨大雕塑，就像我们的祖先在石壁上作画一样。谁能保证不是呢？

4. 陨石中的生命证据

1979年，一块代号“EETA79001”的神秘火星陨石在南极被发现，并被送到伦敦自然博物馆。一个精干的三人研究小组对这块火星陨石进行了研究，结果显示：在60万年到1.8亿年前，火星上可能就存在液态水和原始生命。

这个三人小组包括伦敦自然博物馆的赖特博士和格雷迪博士、英国开放大学的柯林·皮林格教授。经过样品分析，三人惊喜地发现：这块陨石的有机物质浓度非常高，其中包括一些碳酸盐沉积物；陨石中还发现了在其它火星陨石中从未发现过的大有机分子——“多环芳香烃”。

在认真分析总结了这些数据之后，研究小组在具有相当影响力的科学期刊《自然》上公布了这个发现。但该文章仅仅低调地声称，这一发现“具有显而易见的内涵”。其实，他们真正想宣布的是——EETA79001可能是人类发现的第一块火星生物化石。他们无意中放弃了一次提出20世纪最伟大发现的机会，而这个机会很快就在五年后被美国人重新抓住了。

(1) 艾伦山冰原奇遇

1984年的一个夏日，一个由美国国家科学基金会“南极陨石”计划资助的探险活动在艾伦山基地展开，这项计划的主旨就是探索外层空间的生命迹象，在这片白茫茫的冰原上陨石很少被

地球生物污染。斯科尔博士开着雪地摩托车在工作基地附近闲逛。她此次的工作是搜寻散落在南极的陨石。

突然之间，一块半掩在冰雪中的黑色岩石吸引了她的目光。由于难以辨认它的来历，斯科尔博士把它带到了美国约翰逊航天中心的陨石处理实验室，它被放在一间充满氮气的实验室中。1993年，研究人员终于开始对其进行化学鉴定，检测表明它来自火星，因为在石头中所含的气体与火星大气中的气体成分吻合得很好。这一发现引起了火星生命研究者的强烈兴趣，1994年美国航天局的一支研究小组开始正式搜寻其中的生命迹象。

(2) 克林顿：伟大的发现！

两年后，这次调查再一次掀起了探讨火星生命的轩然大波。1996年8月，美国航天局召开记者招待会，正式公布了一条重大发现——在艾伦山陨石中发现了火星生命化石！这条惊人的消息不胫而走，如燎原之势很快散播开来。

这一发现惊动了美国白宫，总统克林顿也莅临参加。克林顿称这一发现为“伟大的发现”，并宣布在11月召开一个高层会议来讨论和评价美国的太空计划。美国航天局局长戈尔丁也发表了激情澎湃的讲话，他说：“我们正站在通往天界的大门口，这是一个多么令人振奋的时刻啊……我们也许将发现在我们这颗小小的行星——太阳附近的第三块巨石之外存在生命的第一项证据。”

(3) 陨石上的外星“纳细菌”

美国航天局发现，在艾伦山陨石表面有一些同地球上的微生物化石非常相似的单细胞生物化石，它们保存于碳酸盐沉积物中，有的呈卵形、有的呈管状。惟一不同的是，它们都是非常微小、几乎难以察觉的原始细菌，个头中最大的也要比地球上最小的普通细菌小几百倍。即使用当今最先进的显微镜来观察也看不清它们的细胞壁，因此它们被戏称为“纳细菌”。

最新的研究表明，地球上也可以找到大小基本相仿的细菌，这个颇为不利的反面证据之一是研究人员福克在意大利的热泉中发现的。这些据信有 20 亿年历史的细菌化石与最大的火星“细菌”化石大小相同。另一组标本大小约两倍于火星“细菌”中的最大个体，它取自华盛顿州哥伦比亚河河底深处的岩缝里。这些古怪的生物没有有机食物来源，也没有阳光照射。它们靠水和岩石间的某种化学反应产生能量——制造氢气，随后利用氢气将二氧化碳转化为甲烷。

令人受到启发的是，这些原材料在 40 亿年前，也就是这类微生物形成的时期，火星上全都存在。这是否多少说明，40 亿年前火星上的环境同样有可能供养特殊形式的生命存在呢？

(4) 悬而未决的秘密

如果说仅从生物体的尺度还不能完全证实细菌化石来自火星，那么支持这一理论的科学家还会向你举出更具说服力的证据。

首先，同 1979 年发现的 EETA79001 火星陨石一样，从该陨石中捕获的气体成分最主要的是二氧化碳，这与火星大气的特点十分接近。其次，也是最有力的支持点，科学家发现了有机大分子 PAH，它在地球上可由细菌的尸体转化而成，但奇怪的是，陨石内部的 PAH 浓度要比表面高，报告还表明陨石中的 PAH 浓度不及地球化石中的 1/1000，这说明它似乎不可能是自外界污染的。

然而批评者并不承认这种推断，他们认为 PAH 完全有可能是融化后的积雪渗入岩石造成 PAH 沉积，而接近表面的 PAH 被强烈的紫外光分解。有研究者甚至说，他们的研究表明大量的陨石内的有机碳源自地球，它“已经被严重污染了”。随着时间的推移，越来越多的问题摆在了乐观主义者的面前，虔诚的信徒们

相信只有进一步的研究这些样本，才能举出更加无可挑剔的证据。双方都承认：在确定生物化石来自哪一个世界之前，我们还有大量的研究工作要做。

虽然关于“艾伦山 84001”的争论至今没有停息，但可以肯定的是，疑团会随着更多火星陨石的发现得以揭开。

（二）炼狱中的生机——金星

金星是离太阳最近的行星之一，有人把金星称为地球的孪生姐妹，其实除了体积和质量相近之外，金星的环境与地球相差甚远。它的表面具有高达 400 以上的高温，加上极高的大气压力和严重缺氧，生命似乎根本没有立锥之地。

1970 年 12 月“金星 7 号”成为第一艘成功穿过金星云层并且登陆的探测器，它对金星表面进行了一个小时的考察，因为不一会儿这里的高热和高压就把它精密仪器摧毁了。金星表面温度接近 470℃，所以在它表面上的岩石远比地球上的岩石更接近熔点。在金星上远比地球更浅的表层中，岩石就变得像沸腾的黄油一样松软，并变成了岩浆。

金星之所以有这样暴烈的脾气，全是因为那层美丽的“面纱”作祟。这层面纱就是一直阻挡人们肉眼观察的金星大气，在金星上空的大气层里，最重要的成分是二氧化碳，占 97% 以上，同时还有一层厚达 20~30 千米的浓硫酸组成的浓云。大气层只允许太阳光射入，却不能使金星上的热量散出，这使得金星表面的温度越来越高，形成我们常说的温室效应。这种效应同时也造成了金星高气压现象，据测定金星上的大气压约为地球表面的 90 倍。

科学家分析，金星上的温室效应由来已久，最重要的原因是早期的二氧化碳气体不知什么原因没有像在地球那样被吸收进人

石灰岩中。而地球上的迅速演化的生物恰好帮了这样一个忙，它们将二氧化碳与水结合转化为碳酸盐，从而避免了又一个“炼狱”的诞生。

但自 1977 年以来，科学家在调查地球洋底地壳裂缝时，却发现了在一些摄氏二三百度，甚至更高温度的海底喷泉旁，生活着许多可耐受高温的生物。更令人深受启发的是，仅仅在海底 900 米处的压力就几乎和金星上一样大小了，看来生命对环境的适应能力大大超出我们的预料，金星上存在生命的几率不再微乎其微。

（三）冰封的地球——泰坦

“泰坦”在英文中指希腊神话中的巨人。土卫 6 (Titan) 就像它的名字一样，是太阳系中最大的一颗卫星。根据光谱分析的结果，科学家们早已断言泰坦星上有水存在，这一点在由“伽利略号”探测器发回的资料中也已证实。现在的泰坦星就像早期冰封的地球，它有许多地球生命出现前所拥有的物质。

1. 神秘的原始大气

泰坦星是太阳系里已知惟一具有真正的大气层的卫星，这个星体上大气的有机成分十分有趣，类似于地球上生命诞生前的化学本质。科学家推测，泰坦星很可能也制造过生命。

1979 年 9 月，“先驱者 11 号”探测器在距离泰坦星 35.6 万千米处拍摄到了它的照片。这颗卫星散发出神秘的桃红色，这表明它的外层大气中的确含有甲烷、乙烷、乙炔等有机化合物，还可能有氮的一些成分。氮是组成蛋白质的重要成分，这一消息激起了科学家的强烈兴趣。

乙烷、乙炔在这颗卫星上的存在让人们想起米勒和尤里等人对地球生命起源问题所做的著名研究：用模拟闪电照射水、甲

烷、氨和氢混合组成的气体，一周后就能形成许多的有机化合物，如乙烷、乙烯、乙炔、多种有机酸和尿素等，其中还包括一些生命必需的分子。科学家因此相信，泰坦星表面很有可能存在更为复杂的有机物，甚至还可能存在一层由较复杂的有机物构成的海洋或湖泊。其情形也许十分酷似原始地球发展出生命前夕的所谓“有机原汤海”。如果这一推测成立，那么泰坦星上很有可能已经有生命的原始形态在水中游荡。

1980年，“旅行者号”飞船飞临土星上空时，再一次详细地探测了泰坦星的大气状况。遗憾的是，结果表明甲烷的含量并不像原先认为的那么丰富，仅占不到1%。而氮是大气中最重要的成分，约占98%，此外成分还有乙烷、乙烯、乙炔和氢。

但另一个意外的发现却让失望的人们精神为之一震，在红外线探测资料中发现云层顶端含有与生命有关的分子，可能是属于生命前的氰化氢。1961年，在休斯顿大学工作的生物化学家奥罗曾尝试过用简单的化学方法合成氨基酸，他只采用了米勒实验中的两种气体——氰化氢和氨，结果产物中除了大量不同的氨基酸外，还有许多的腺嘌呤（DNA和RNA的基本组分之一）究竟泰坦星上有没有生命，还要待到新的行星探测器——“卡悉尼号”去进一步证实。

2. 实地考察者——“卡悉尼号”

卡悉尼计划是一项多国合作的土星探测计划。它的主要任务是对土星及其卫星、土星环和土星磁场进行深入研究。卡悉尼是一位天文学家，这次土星探测计划以他的名字命名是为了纪念他在土星观测方面所作出的贡献。

1997年10月“卡悉尼号”开始了它前往土星的漫漫航程。在1998年10月飞船已经飞过了金星，预计飞船将于2004年到达土星。“卡悉尼号”上总共携带了27台各种科学探测仪器，总重

量达 5300 千克。这次探测将为关于太阳系起源和地球生命产生方面的研究提供许多珍贵的资料，泰坦星是探测的主要目标之一。

2004 年 11 月，一艘名为“惠更斯号”的小型行星探测器将与卡悉尼号主体分离，并进入泰坦星云层，一个大的降落伞将打开，仪器缓缓坠入低层大气。“惠更斯号”在降落过程中将考察有机化合物，如果着陆成功，它可能会降落在冰冷的海水、充满碳氢化合物的湖水或坚实的地面。届时，它将考察这个星体的表面，包括分析海洋中的有机成分和探测泰坦星是否有存在生命的可能。

康奈尔大学的史奎雷斯教授曾信心十足地说过：要研究生命诞生前的生物化学吗？土卫 6 绝对是个好地方，这意味着泰坦星可能向我们揭示出原始生命活动的先决条件，它象征着诞生我们的原始地球。

科学家大胆地预计，当我们的太阳扩展到现在的 50 倍，也就是 50 亿年后，泰坦星将接受到如今地球所能接受到的太阳能，在短时间内泰坦星将变成充满生命的蓝色海洋星球。

（四）地下海洋世界——木系卫星

木星是太阳系中子孙最为繁茂的一颗行星，迄今为止天文学家已经发现的就达 16 个卫星。它们与木星共同组成了一个家族，称为木星系。其中最大的四个是伽利略在 1610 年用他的小望远镜进行一次观测时同时发现的，因此它们都被称为“伽利略卫星”。

1. “欧罗巴”木卫 2

在这其中，科学家对木星的第二大卫星——欧罗巴星——怀有特别浓厚的兴趣。木卫 2 直径为 3138 千米，比我们的月球还

小，密度 2.97 克每立方厘米，接近水密度的三倍。

科学家认为这是一个由岩质内核和厚冰层外壳组成的星体。从太空中凝视欧罗巴星，就像在看一颗童话中的奶油巧克力星球。它的表面极其光滑，显然是覆盖着厚厚的冰层，冰层上广泛分布着弯曲的褐色条纹，这显示欧罗巴星可能存在生命。

(1) “伽利略号”探访“欧罗巴”

1989 年，科学家们了解欧罗巴星的机会来了，“伽利略号”木星探测器即将飞赴遥远的木星系，展开对太阳系第一大家族的拜访。这是人类首次对于木星大气层进行直接探测，它的主要任务是对木星的大气层、卫星和磁场进行研究。

1995 年 12 月，“伽利略号”成功进入了木星轨道，变成了木星的一颗卫星。两年后，“伽利略号”开始了对欧罗巴星的勘察。探测器在 1996 年拍摄的一组高解析度照片，无疑增强了科学家的信心——这些最令人兴奋的证据，显示了一幅幅奇妙的影像。我们可以看到冰块已破裂分开的区域，就像拼图一样，裂缝显示冰块正在表面移动。

科学家们原本就十分怀疑，那里的地表下可能有海洋，而有水及恰当有机物组合的地方就可能有生命。现在，他们的确相信，在欧罗巴星的表面下可能隐藏着一片维系生命的海洋。某些理论工作者假定，木卫 2 的冰壳将一片深达 200 千米的液态水海洋掩盖在它的下面。这一观点进而助长了下述推测：木卫 2 可能是适合某些形态的生命——大概类似于地球上海洋底热泉处富含矿物质的水中繁衍生息的那些有机体的生存。

这些照片还揭示出木卫 2 表面上由山脊和断层组成的一个网状系统，其中一些很像地球上板块构造形成的形态。自“旅行者号”飞越木星以来，就有人猜测木卫 2 经历过火山活动，“伽利略号”拍下的近景照片看来证实了这一猜测。

(2) 穿破地下冰层

木卫 2 距离太阳是地球的五倍，如此遥远的地方何以还会有液态水的存在？看起来似乎大多数人的想法是，越远离恒星的地方，存在生命的几率就越小。实际上，星球的内部就是一个巨大的能量工厂，这其中的奥妙蕴藏在深奥的地球物理学中。

最近，两个研究小组提出了更大胆的航天计划。其一是“欧罗巴冰橇号 (Europa Ice Clipper)”计划，该控制器将把一个垒球大小的铜球射进木卫 2 表层，然后回收因撞击而进到空间的冰粒，再带回地球分析。其二是让一艘探测器降落在木卫 2 上，以每天一米的速度融化出一条穿透冰壳的通道，以探测冰壳下面到底有没有海洋以及令人兴奋的外星生命世界。

在未来的某天，当我们的太空船最终穿破欧罗巴星的冰原时，可能会发现那里没有阳光也没有氧气，就像地球的深海热液孔一样——但那里却充满了令我们惊奇的生命。

2. 木卫 4：美少女“卡利斯托”

在古希腊神话中，卡利斯托是一位身手矫健而又美丽善良的狩猎女神，她和宙斯生下了一子后便隐居山林。木卫 4 (Callisto) 就像它的名字一样，正是伽利略卫星中最黯淡最外缘的一颗。

木卫 4 的直径为 4800 千米，密度不到水的两倍。根据“伽利略号”探测器发回的数据，科学家提出，木卫 4 的地表下可能存在液态水构成的海洋。木卫 4 的磁场随着木星的转动而波动不定，对这种情况的最可能解释是木卫 4 地表下有一个含盐的大海。这是因为含盐的水能导电，而波动的地下海洋会引起木卫 4 和木星之间磁场的相互作用。

最近，西班牙科学家在《自然》杂志上发表文章，为木卫 4 内部的海洋提供了一个新的解释。西班牙科学家指出，这些水之所以保持液态不结冰，是因为木卫 4 的表层像一张毯子，起到了

良好的保暖作用。

计算表明，木卫 4 的温度和压力条件使得其表面的冰层传热性较差，阻止了内部热能散失，保温效果比人们以前认为的更好。根据计算，木卫 4 地表以下 150 千米深处可能存在一个深 20 千米的巨大海洋。木星的另两颗大卫星木卫 2 和木卫 3 也可能因为类似原因而拥有地下海洋。

有水的地方就有可能存在生命，那么发现了木卫 4 地壳下的海洋就可以推断生命的存在了吗？遗憾的是，科学家已经否认了这种说法。木卫 4 内部的海洋深处充满了密集的冰块和岩石，这些冰块和岩石阻止了热能的流动，因此木卫 4 上存在生命的可能性非常渺茫。

（五）飞向太阳系深处的文明使者

如何才能和地球以外的智慧生命联系呢？20 世纪 70 年代，人类派出了“先驱者号”和“旅行者号”两对孪生特使，到茫茫宇宙去寻觅知音。这两对探测器已经在太阳系内漫游了 15~20 年，现在差不多都飞到了太阳系的边。在太阳系周游之后并没有发现有生命存在的迹象，它们又将飞出太阳系，担负起到太阳系外寻访地外文明和传递人类信息的使命。

1. 携带介绍信的“先驱者”

美国 1972 年和 1973 年先后发射的先驱者 10 号和先驱者 11 号探测器，带有一封访问地外文明的“介绍信”。它是设计新颖别致的一块镀金铝质金属牌，上面镌刻着表示人的形象的一男一女，以及标明太阳系及其地球位置的图像。

图的上部为氢原子符号；右部为一对男女裸体人像，人像背后是按比例绘制的航天器外形，表明人体的大小；下部是太阳及其九大行星组成的太阳系，箭头表示航天器从地球出发及其航行

的途径；左部的一个星状符号绘出了地球相对于 14 个脉冲星的位置关系。这是一张通往太空的名片，能在宇宙中保留几万年之久。

2 宇宙外交家“旅行者”号

1977 年夏天，两艘“旅行者”号飞船从美国佛罗里达州卡纳维拉尔角的肯尼迪航天中心发射升空，开始了他们的漫长旅行，这标志着美国航天局的“旅行者计划”正式启动。这项计划的主要任务是探索太阳系的外层天体、太阳引力磁场和星际空间。

两艘“旅行者号”飞船上都携带着一张“地球之声”唱片，作为人类送给外星人的第一份礼物。这套唱片由镀金的铜板制成，直径 30 厘米，可放音 120 分钟。唱片中收录了代表地球生命和人类文明的大量图片和声音、各个国家不同风格的音乐，还有人类用 55 种语言向外星文明发出的问候。这张唱片经过了特殊处理，可以保存几亿年。

它首先向太空宣告：“这是来自一个遥远的小小星球的礼物，它代表了我们的声音、科学、形象、音乐、思想和感情。我们正在努力，相信将来有朝一日将会解决面临的问题！希望遥远的世界能够了解我们的希望和决心，以及对你们良好的祝愿！”

这套唱片的主要内容分为四个部分：第一部分是用图像编码录制的 115 幅照片和图表，介绍了太阳系的概况及其在银河系中的位置、地球的面貌、人类的科学技术发展及社会状况等，其中包括中国长城的照片和中国人家宴画面；第二部分是用世界上 55 种语言说的问候语，其中包括中国的普通话、粤语、厦门话和江浙语；第三部分是用声音介绍地球上的各种自然现象及发历史，有风声、雨声、雷声、各种昆虫鸟兽鸣叫吼啸的声音，以及婴儿落地的呱呱啼哭声和火箭发射的巨大隆隆声；第四部分是

音乐节目，有贝多芬、巴赫的名曲，有各国的民族乐曲，包括中国古乐“流水”等。

这套唱片装在一个密封的铝盒里，把人类的信息带出太阳系，进入茫茫太空去寻找自己的知音。人们期待它们能如愿以偿。现在这两艘飞船都已经离开太阳系，以每年五亿千米的速度飞向了宇宙深处。希望千万年后，当“旅行者号”飞近其它行星系的时候，它能向居住在那里的智慧生命传达我们地球人类的问候。

三、塞提计划——倾听天外之音

许多科学家认为，只要地外文明曾经掌握并广泛使用过无线电技术，他们就会在宇宙空间留下他们的踪迹。地球的无线电波已经无意中向整个宇宙广播了 50 多年，在地球周围 50 光年为半径的空间里，充满了来自这个星球的智慧信息。如果在这个空间范围内存在高科技文明，也许此刻正有“人”架设起一座规模宏大的射电望远镜，免费收看地球人几十年前录制的电视节目呢！

这一看似荒谬的想法已经被科学家所接纳，从 20 世纪 60 年代起，美国就开始资助一些科学家们以不同的规模监听着天外之音，这就是被称之为“塞提”（SETI）的地外文明搜寻计划。

（一）神秘的星际广播

1959 年春天，美国康乃尔大学的两位物理学家菲利普·莫里森和朱塞佩·科尼在他们发表在《自然》杂志上的一篇文章里，首次阐述了有关无线电信号可以在两个星球之间传播的问题，这直接引发了用射电望远镜探测宇宙间是否有其它文明存在的提议。

1. “魔频”——1420 兆赫

多年来，塞提计划研究所的科学家们主要集中于分析来自宇宙的无线电和微波信号。考虑到时刻准备接收文明信息的外星文明可能面临同样的困扰，科学家们想到人类有必要采用电磁波谱中的“暗语”——氢的频率。氢是宇宙间含量第一的元素，它分布在星云和弥漫在星际空间的气体里。当它受到能量的激发，会在一个极为精确的频率即 1420 兆赫释放出一部分能量。宇宙中任何用射电技术研究天文学的文明都会想到用这一频段，这就是氢的魔频。

对于以碳为基础的智慧生物，一种被称之为“羟基”（OH）的不稳定分子是十分重要的。全宇宙的碳基生物化学家都知道，当它与一个氢原子（H）发生神奇的结合，就会诞生我们每个人不可缺少的生命物质——水（ H_2O ）。

在射电频谱中，羟基的天然信号恰恰也在 1420 兆赫的附近（大约 1670 兆赫处），这为星际文明之间的无线电交流提供了又一条光明的通路。因为这两个频段的锁定将代表一种来自科技文明的宣言：“我们的文明具有最基本的宇宙和生命的科学知识，我们愿意和邻居们联络！”

2. 眺望星际灯塔——搜寻激光信号

2001 年 9 月 24 日，美国“塞提计划”研究所宣称将与加利福尼亚大学伯克利分校、圣克鲁斯分校以及里克天文台合作，开始搜索外星人发出的激光信号。

科学家们认为，可见光的波长比无线电波短，能量更高，而且沿直线传输。因此，就像大海中航船用信号灯进行交流一样，外星智慧生命更有可能用强大而短暂的可见光脉冲信号来传达问候。科学家估计，脉冲侦察系统完全有能力发现几光年外的地外文明。

为了此次搜索，科研人员在原有的射电望远镜上增加使用三个光电倍增器。研究人员先列出一个需要调查星球的名单，再用望远镜依次观察每一个星球约 10 分钟，接着研究人员分离望远镜收集到的光线，分送到每一个探测器中，以确定是否发现外星人发出的激光信号。目前，研究人员已经检查了约 300 颗星球，仍没有发现外星人。他们计划把这项调查至少延续到第二年，以搜索 1000 个星球。

（二）让我们巡天吧！

20 世纪 60 年代，搜寻地外文明计划就已经开始了。

1. 德雷克做开山第一人——奥兹玛计划

早在 1960 年，当年轻的德雷克用第一笔 2000 美元的预算经费建立起第一个“寻找地外智慧生物计划”（SETI）的时候，他并没有料到这会成为他一生为之奋斗的事业，现在他已成为美国塞提研究中心主管。

最初的研究是从西弗吉尼亚州格林班克国家射电天文台开始的，德雷克命名为“奥兹玛（Ozma）计划”。他花了两周的时间，在 1420 及 1670 兆赫的频率范围内监听了两颗类太阳的近邻恒星，其中最近的一颗也有 12 光年。虽然第一次尝试没有任何重大发现，但德雷克的方法却被证实完全可以用于寻找地球人的“知音”。

自那以后，世界上越来越多的业余爱好者投入到这项计划之中，短短 40 年间，全世界涌现出 60 多家有关的机构。不少研究人员也开始对它产生了极大的兴趣，呼吁美国政府拨款建立一个协调一致的大型 SETI 项目。

2. 消失的神秘信号——META 计划

1983 年，一个继“奥兹玛”后的大型搜寻计划——“META

计划”展开了，META 计划是“百万频道地外测试（Megachannel Extra Terrestrial Assay）”的缩写。

(1) 三个好汉一台戏

支撑这一计划的三个人是著名天文学家、科普作家卡尔·萨根，时任喷气推进实验室主任默里，资助人则是享誉好莱坞影坛的科幻片导演兼制片人斯皮尔伯格。这也许是历史上第一次科幻片制作人和科学家之间在学术专题上的严肃的合作。

META 计划一下把搜索频道提升到 840 万个，每一个频道的频率范围都十分狭窄，已知的任何天然辐射都不可能产生如此精细的“谱线”，如果在这样的频道内接收到电波，不可否认它将是外星文明的一大象征。这个计划前后共进行了五年，研究者们几乎寻遍了全部的可见天空，在各个频率一共进行了 60 万亿次的观测之后，只有几十个信号被筛选出来。但进一步的核实表明，他们要么是微机犯的小错误，要么是某个星体的特殊射电信号。

(2) 如何解释？

无法想像，如果在 META 计划中发现的 11 个信号真是有心与我们联系的文明，怎么会竟在我们开始准备认真聆听的几分钟后就恶作剧般地关掉了“电台”，并且从此就了无音讯？有两件事却不能不引起我们的兴趣。首先，按照星际气体云的物理性质推算，这种透镜效应的长短一般应为几分钟以内，这和我们的观察不谋而合；其次，这 11 个备选信号中有八个都出现在银河系平面附近，如果这些没有办法重新找到的信号来自地球上的无线电噪声干扰或由仪器造成的小错误，那么为什么它偏偏出现在我们对着银河系观测的时候？

有人提出了一种符合科学的解释——“气体云透镜效应”。因为宇宙星际空间稀薄的带电离子云会形成天然的宇宙透镜，当

它偶然挡在射电望远镜的视线上时，一束本来信号微弱的来自遥远的文明星球的电波就会暂时被聚焦并得到增强，于是被我们的望远镜偶然观测到。有科学家认为，如果我们检测文明的标准是无误的，那么这 11 个还未确定的文明信号应该是潜在的目标，因为按照概率没有理由认为我们会倒霉到被 5‰ 的小概率事件击中。还有意见认为，由于射电信号的传递依然会在空间中衰减，所以可能潜在的文明信号没有达到我们的星球就销声匿迹。

不管怎样，META 计划鼓舞了全世界的研究爱好者们。这是一次研究也是一次演习，我们像一个年轻的猎手刚刚步入暗藏生机的灌木林，虽然付出努力最终一无所获，但最终学到的是宝贵的经验。

3. 千星计划——凤凰计划

1992 年 10 月 12 日，美国航天局终于启动了它新的 SETI 计划——“凤凰（Phonex）计划”。资金由美国政府提供，其程序是通过允许研究人员在全世界建立监测站，或利用世界各个天文台使用现成的射电望远镜，全方位监测天空中的恒星世界。

由于资金的限制，“凤凰计划”与 META 计划一样只能选择一部分的目标进行搜索。但比起德雷克的 Ozma 工程而言，已经有了令人叹为观止的发展。他们在一年中运用了现今世界上最大的射电望远镜进行了为期 40 天的连续观察。“凤凰计划”的搜索共涉及 1000 颗恒星，实际包含了按不同标准筛选出的三张目标清单。

首先是“最近的 100 颗星样本”，它包括了 100 颗离我们的太阳最近的恒星，它们位于地球周围 25 光年的空间内；第二张清单是“最好最亮的样本”，涉及 140 颗恒星，它们要么已被证实有自己的行星系统，要么是年龄恰好在最有希望具备有智慧生命存在的行星系统的范围内；第三张清单是最为庞大的一份名

单，共有约 760 颗恒星，称为“G 型矮星样本”，这是一批在年龄和大小上都和我们的太阳相似的恒星。

研究人员带着接收系统四处奔波，这些观测系统可以与各地用于 SETI 计划的射电望远镜连接。首次观测在位于澳大利亚的新南威尔士进行，科学家们用 64 米的帕克斯射电望远镜在六个月内进行了长达 2600 小时的观测，共观测了 650 颗 G 型矮星。

1996 年，这套设备又被运回西弗吉利亚国家射电天文台，用 40 米碟形天线进行了第二轮巡天；紧接着在 1998 年，这个计划又搬迁到世界最大的射电望远镜所在地——位于波多黎各的 305 米阿雷西博射电望远镜那里，在这里美国航天局运用了更为灵敏的仪器，专门检测最近的 100 颗星样本，它能比 META 计划接收到微弱得多的信号。

然而，就在这个计划批准一年之后，美国国会撤消了对塞提计划的资助，理由是它成功的机会过于渺茫。尽管面临这样的挫折，一批有着献身精神的科学家和工程师决心继续这项神圣的事业。他们利用已有的采购设备、电子工业巨头们给予的资助和自己的精神支持，继续展开这个人类历史上最宏伟的太空搜索计划。现今，一具最新的射电望远镜——艾伦（Array）天文望远镜即将诞生，它能使“凤凰计划”对恒星的搜索扩展到附近的 10 万颗甚至是 100 万颗星星。

4. 中国的小塞提——FAST 计划

目前，中国也在发展自己的小塞提计划。这项计划发轫于一座新的射电天线的研制，这就是正在贵州省筹建的世界最大的射电天线。它可以用来监听外太空的宇宙射电波，其中包括可能来自其它智能生命的“人工电波”。

这个貌似卫星接收器的大家伙将利用贵州当地自然的喀斯特地貌，其建造原理和目前世界上最大的波多黎各阿雷西博射电天

线一样，而后者的直径达到 304 米。因为直径太大，凭空打造的难度和成本都无法想像，因此只有充分利用喀斯特地貌容易成形的特点，在山地抛面涂上能反射电波的特殊金属层，形成自然的“大锅盖”。这项工程被称为“FAST”，由国家天文台全面负责，这也将是中国科学家首次正式寻找外星生命的计划。

这个射电天线平时用来研究在特定波段内的宇宙射电波，监听来自宇宙的自然信息，但同时也可能接收到“人工电波”，也就是来自外太空的智能信息。此外，只要电力达到足够高的程度，“接收器”就能变成“发射器”，主动向地外发送电波，向几亿光年远的外星人问候一声。在电力充足的条件下，这个直径达到 500 米的“大锅盖”还能发送电波信号，几亿光年远的“外星朋友”将有可能收到来自古老文明发源地——中国的问候。

四、太阳系外行星计划——寻找生命的摇篮

人类巡视过太阳系中所有的行星，除地球之外，其余的八块巨石上都暂时没有发现生命的存在。这也许叫人有些失望，然而一旦迈出太阳系的篱笆你就会豁然开朗起来——这个篱笆外面的世界就是人类所在的银河系，一个存在有 4000 亿颗恒星的螺旋状的星系。

（一）太阳系外的遥远行星

大家都清楚，生命不可能在恒星上存在，因此在太阳系外行星是否存在生命是研究地外生命课题中的一个重要问题。

1. 寻找系外行星

所谓“太阳系外行星”，是指在我们的太阳系外，且围绕一颗恒星转动的行星。由于行星本身不发光，只是反射恒星的光，

加之相对说来体积和质量都小，因此不容易被发现。为了寻找太阳系外的行星，科学家们正在研究大量空间探索技术。

天文学家普遍采用的探测方法是通过精确测量由行星引力牵动产生的恒星晃动效应，来推测该行星系统的情况。天体测量学的原理是我们熟悉的“多普勒效应”：一个高速运动的光源，其光线到达观察者时，波长和频率会发生变化。

对于离我们数十光年的恒星来说，它相对于地球观测者的速度是微小的，因此只有依靠精良的光谱观测仪器，才能察觉光谱线的微小移动。相应的，依据这种光谱线的“红移”或“紫移”，科学家就能够推算出恒星趋近或远离我们的速度。当恒星带有自己的行星系统时，其光谱线移动会有微小的波动，再小的行星也会影响它的运行轨道，虽然这种影响极小，但现代的灵敏仪器已经足以让天文学家观测到一部分个子较大的系外行星了。

2. 人丁兴旺的行星家族

20世纪末，人类所知道的行星还仅限于太阳系内的九大行星。1995年，两名瑞士天文学家梅厄和奎洛兹的发现彻底更新了人类的认识，这就是在“飞马座 51”恒星附近发现的第一颗太阳系外的行星；1996年，美国两名天文学家又宣布他们在大熊星座发现其 47 号恒星轨道上有行星踪迹……利用现有的天文观测技术，天文学家已经在短短七年里陆续发现了约 80 颗太阳系外的行星。但这对于整个银河系而言不过是沧海一粟。

(1) 银河系外的太阳系

近两年，天文学家陆续发现了银河系外与太阳系有着相似之处的行星系统，这一发现使系外生命的研究进入了一个新的领域。

2000年8月，美国加州大学费舍尔宣布，他们首次发现了一个与太阳系类似的行星系统，这是由一颗恒星和围绕其转动的

两颗行星组成的系统。该行星系统中的恒星“大熊座 47”距离地球 45 光年，其化学构成与太阳相似。在这一系统中，两颗行星几乎以圆形轨道绕恒星运转，这两颗行星一颗的体积比木星大一倍半，另一颗则大 $\frac{3}{4}$ ，两颗行星公转的半径距离就如木星与太阳之间的距离。

2001 年 10 月 22 日，一个由美国、英国、澳大利亚和比利时的天文学家联合组成的小组透露，他们新近发现三颗行星具有和地球类似的圆形轨道。这些新发现的行星都是巨大的气体星球——质量是木星的 0.8~10 倍。天文学家还不具有发现像地球这样的小型岩石星球的技术，但是他们认为，有三颗行星位于远离中心的圆形轨道这一事实非常重要，这样一个星系能准确地反映我们所在的太阳系。这项发现增大了在银河系别处存在像地球一样能够支持生命的行星的可能性。

(2) 存在大气的行星

2001 年秋季，科学家首次公布了对系外行星大气的抽样观测结果，并宣布：人类已经第一次发现另一个星系的行星大气。这一行星是哈勃太空望远镜发现的，此前该太空望远镜并没有设置这一功能。

发现该行星的是由加利福尼亚理工学院的戴维·沙博率领的一个科研小组，他们是在观测一颗离地球 153 光年的恒星 HD209458 时发现它的。这是一个与木星同样大小的由气体构成的行星，它与恒星的距离比水星到太阳的距离还近，它的一年只有地球的四天。这次成功的观测向着寻找另一个有可能存在生命的行星迈进了一步。但是这颗行星上可怕的高温——大约 11000℃，使它的大气中不可能含有氧气，因此决定了它上面不可能有生命。

尽管如此，美国航天局的坎博纽教授并没有气馁，他说：

“这一发现证明了像地球一样的行星并没有人们想像的那样遥远。人类有望在 2010 年找到另一个有生命存在的行星。”

(3) 存在生命的行星

2000 年 11 月，天文学家们找到了强有力的证据，终于证明在两个十分遥远的行星上很可能有生命存在。这两个行星位于距地球 57 光年的天龙星座 CM 星系，在天龙星座 CM 星系的中心，有两个小的、昏暗的、略红的恒星互相环绕。

据介绍，天龙星座 CM 星系包含有两颗带有所谓可居住区域的行星，这些行星的运行轨道贴近恒星，因此可能有液态水的存在，这意味着它们能够进化生命。而行星则绕着它们两个运行，一个像这样的“双星”系统将会经历恒定的白天长短的变化和复杂的气候模式。这两颗行星的确切大小目前还不确定，但是它们的直径可能达到 16900 千米。相比来说，地球直径是约 13000 千米。

3. 新的探测计划

为了擦亮人类的眼睛，找到体积更小的类地行星，人类将尝试着利用更强大的望远镜和探测器去探索太阳系外的行星世界。美国天文学会在 2002 年 1 月举行的会议上讨论了如下问题：

完善天体测量法。天文学家希望到 2004 年，能完善原来的天体测量法以探测振速不足 7 英里 / 小时的恒星。这种测量法的精确程度令人难以置信，科学家能够借此发现小到海王星、天王星一样的冰态星星，也能发现比地球大 16 倍的大家伙。如果幸运的话，科学家会在 2006 年前后探测到这种行星。一艘新的空间干涉探测仪计划于 2009 年发射，它将用这种技术来寻找距地球 33 光年、体积为地球七倍、但远比迄今已探测到的体积与木星差不多的系外行星小得多的行星。

改进中天仪探测法。探究恒星发出的光，找出哪些行星的光

线被其他星星挡住。2001年12月，美国航天局宣布了2006年发射“开普勒”号的计划，这一中天探测仪将在四年中观察近空的10万颗恒星。美国航天局说，此次观测将在类地球轨道中找到“数以百计”的与地球等大的行星。美国航天局的“开普勒计划”定于2004年执行，该计划旨在探测宇宙中“可居住区域”中的行星。届时，航天局将发射一艘带有光度测定器的飞船并将其送入绕地的日心轨道，飞船预计在太空停留四年，以便有充分时间观测宇宙中因行星而造成光线变化，获得有关行星的资料。一旦“开普勒计划”能够找到别的行星，又能够找到在它们的大气中的臭氧，我们将会知道我们不是孤独的。

直接探测法。综合望远镜观察到的遥远恒星图像，天文学家能除去照片中的星光，这种只滤去行星光线的技术称为干涉测量法。配备四台望远镜的“2011地球行星发现者”号宇宙飞船能够确定距离地球不超过50光年的大约125颗恒星周围是否有类似地球的行星存在。

（二）寻找类地系外行星

10年来，科学家们发现了近80颗环绕恒星运行的太阳系外的行星，人类探索生命的历史开创了一个新的纪元。

1. 行星上可能有生命？

迄今为止，科学家还是认为，只有在大小如地球般的行星上才能存在高级生命。这种行星应当由固体物质组成，四季温差不太大，与恒星的距离合适，表面温度最好在 $0^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$ 之间，便于孕育生命。天文学家还认为，在与木星轨道一样稳定的轨道中找到气态巨行星也将有助于寻找外星生命。他们推测，这样的行星能保护恒星附近的小天体避开彗星的撞击，而彗星通常能毁灭天体上的一切生物。

目前，已经在我们的星系外发现的行星多按不规则轨道运转，但是它们几乎全都因轨道半径太小而不能与地球相提并论。与此同时，目前发现的这些行星体积普遍较大，而且基本上是由高热气体组成的，并不适合生命的生存。以当前的技术，可能很难找到与地球相似的行星，这需要新的观测方法和更先进的观测设备。

无论如何，天文学家对找到具备生命基本要素的类地球行星还是充满了信心。已有的观测资料显示，一些行星的大气中可能含有二氧化碳、水和甲烷，而人们认为这些是构成地球生命有机化学成分的基本物质。

2. 满怀信心的生命探索

2001年9月13日，在德国慕尼黑召开了由欧洲南观象台组织的“太阳系外行星”学术讨论会，会议为期两天，主要议题是发现和分析太阳系外行星。会议中出现了个引人注目的事件，当听众提出在太阳系外行星是否存在生命的问题时，有四个科学家对此表态，他们的回答非常一致：“有！”这样斩钉截铁的回答是史无前例的。

最近，在美国科学促进协会举行的波士顿会议上，科罗拉多-博尔德大学的生物学家诺曼·佩斯与其他科学家讨论相关问题时表示：目前，美国航天局的太空探索重点是在火星上寻找水的蛛丝马迹，并计划有朝一日探索木星卫星欧罗巴的冰冻地壳层以下的部分。他指出，这两个星球都不适合生命存在，而且自然条件尚无任何改善的迹象，这类探索似乎不大可能找到生命。佩斯坚持认为：“太阳系外存在生命的可能性要比火星大。”

要研究系外行星的生命，首先要观测到它们的存在。德国耶拿大学观象台的托马斯·亨宁认为：最迟五年后就能拍摄出清晰的系外行星照片，并且能根据它们发射的光谱分析出它们的组成

成分。日内瓦观象台的米切尔·麦耶更认为：在今后 20 年内，人类能够发现地球大小的太阳系外行星。米切尔·麦耶在研究太阳系外行星上是个重要的人物，他在 1995 年第一次发现了太阳系外行星，被称为“太阳系外行星之父”。如果米切尔的断言被证实，在 20 年后人类就可以研究有可能存在高级生命的行星了。

3 架设行星望远镜

人类现在还掌握了更好的系外行星观测工具。如美国航天局的“开普勒”太空望远镜、欧洲航天局的“爱丁顿”太空望远镜，一旦这些高分辨率的“太空测光仪”能如期发射上天，人类将可望在 10 年内看见地球般大小的行星的移动。

在地面上架设新型的地球望远镜要比太空望远镜更大更便宜。亚利桑那——图森大学的罗杰·安杰尔说，将地面上单个望远镜的反光镜聚焦到一台干涉仪里，形成面积达 1.1 万平方英尺的聚光镜。他们可以用这种办法探测到环绕恒星运行的类地球行星。

在喷气推进实验室工作的戴维·沙博诺另有主意，他准备用价值约 6000 美元的 300 毫米莱卡照相机镜头寻找围绕附近恒星运行的气态巨行星。由于照相机镜头很宽，这套仪器能同时测量发自多颗恒星的光线，而精确度较高的普通望远镜只能探测到少量恒星的光线。沙博诺设计的这套装置耗资达 10 万美元，将与其它类似的望远镜协同观测。他说：“我们希望在 2~3 年后能发现约 20 颗行星。”

不论是以何种方式找到类地球行星，天文学家都将立即着手研究其化学成分以寻找生命迹象。目前，太空生命探测还处于寻找种种生命迹象的阶段，这包括水、氧气、生物排放的大量臭氧和一氧化二氮。

2001 年 12 月，科学家利用哈勃望远镜观察到太阳系外行星

的大气是一个极好的兆头，利用这项研究中使用的技术，科学家可以发现揭示地外生命的化合物。今后，天文学家们可以不用登陆在那些看不见的行星表面，仅通过探测生物活动所产生的特有化合物来确定生命的存在。哈佛大学史密森氏天体物理学中心的韦斯利·特劳什说，行星大气中用于植物光合作用的叶绿素，完全可用太空干涉仪测出。此外，天体生物学家一直认为：找到万物之源液态水，就可以证实生命的存在。他说：“海水自身产生的一种特有的蓝色反射信号，也很有可能测出。”

第 8 章 拉开“星球大战”的帷幕 —— 未来太空战

当今美国是世界惟一超级大国，其“太空防御计划”，已经部分得到了验证，并可能在近期内完全得以部署在太空。从现在起，继陆地、海洋、天空之后，外太空已即将成为人类为生存拼杀的“第四战场”！

一、“星球大战”序曲

将外太空一笔挥入战争指挥者的军事版图之中，这也许只有作为万物灵长的人类才能够办得到。太空对于一场战争的胜负到底有何帮助，抢占太空的制天权真的那么重要吗？为什么人类会想到在太空中架设武器平台？要解决这一大堆问题，必须首先了解发生在 20 世纪美苏冷战时期的历史恩怨。

（一）里根：太空防御构想

1983年3月23日，美国总统里根宣布，为了确保美国及其盟国在可能发生的美苏核大战中立于不败之地，美国已经制订了《总统战略防御倡议》，即建立以定向能武器为主的“反弹道导弹多层综合防御系统”，用以在可能发生的核大战中拦截并击毁对方发射过来的弹道导弹。

1. 背景：美苏军备竞赛

美国为何会提出这样的防御计划，其实这是美苏核军备竞赛加剧的必然结果。20世纪60年代末70年代初，美苏战略核力量在数量上大体相当，从导弹命中的精度和多弹头技术方面，美国还仍然处于领先地位。但进入70年代，苏联又先后发展了五种威力巨大的洲际导弹，在总体上超过了美国的核力量，战略平衡再一次被打破，美国的国家安全岌岌可危。

这刺痛了美国人的敏感神经，忧心忡忡的美国感到有必要建立更为有效的反导弹系统，需要研制一系列天基武器系统用于击退前苏联的全面核进攻，以保存其战略核力量及有效的核威慑能力。同时，美国也试图借其强大的经济实力，通过旷日持久、耗资巨大的太空军备竞争，拖垮前苏联的经济。这样，“弹道导弹防御系统”计划诞生了。

想要在太空编织一张严密的“天网”，没有发达的航天技术是不可能实现的。进入80年代，美国已逐步拥有了这样的先进技术，在太空中部署军事卫星、研制军用天基武器……这一系列梦想已经逐步实现，建立太空防御的条件成熟了。

2.1983年：星球大战计划出炉

1983年3月23日，当时的美国总统罗纳德·里根在他对全美关于国家安全的电视讲话中，宣布了美国将实施战略防御计划，以便使核武器变成“不起作用的和过时的”。1984年4月，美国国防部建立了“战略防御计划局”，负责“星球大战”计划项目的研究开发工作。1987年9月开始了第一阶段的构造设计。美国政府于1985年1月3日正式公布了这一计划。

计划透露，美国将在太空或地面部署以定向能（激光、粒子束、微波等）武器为主，包括攻击卫星、反弹道导弹的多层综合防御系统，拦截并摧毁袭击美国的战略导弹，形成一个多层次的

“天衣无缝”的防御盾牌。由于此项计划扩展到宇宙空间并涉及太空武器，当时的美国著名批评家哈里根将其戏称为“星球大战”，计划。“星球大战”计划即 SDI 计划，所谓 SDI 是 Starstic defence initiative 的缩写，initiative 是指领先、倡议、首创、主动的意思，SDI 的原意就是指“在太空中夺取战略防御优势”。

事实上，高精尖的“星球大战”计划并不是空中楼阁，它需要的是现有的大量高新科技支持。例如，那些巡弋在 10000 千米高空的早期预警卫星，从距地面数万千米的轨道上传达指令的通信卫星，能及时精确告知陆海空三军地理位置的导航卫星，能监视敌方核潜艇及海上一切舰只的海洋警戒卫星，以及能接收、分析全世界所有电波的电子警戒卫星，能辨认地面 5 厘米大小物体的间谍卫星，还有其它太空卫星系统以及地上、海上电磁、光学、音响监视、计算机系统……“星球大战”计划正是以这些技术为背景，将这些系统有机结合起来，构想出的杰作。

3. 核心计划：“太空鹅卵石”

“星球大战”计划的最终蓝图十分宏大，美国企图抢在苏联人前面，在外太空发展一个能在四秒内击毁 2000 枚洲际导弹的“天基激光系统”。这个神奇的激光系统被称之为“智能鹅卵石”计划，它是整个“星球大战”计划的核心内容。为了更好地了解这一概念，还是先看看“星球大战”防御系统的构成。

按里根政府提出的“星球大战”计划，该防御系统将在弹道导弹的助推、进入外层空间和再入大气层三个阶段分别予以摧毁。具体而言，整个导弹防御体系分为三层：第一层，用卫星携带的常规弹头对刚发射出的来袭导弹进行拦截，并击毁其中一部分；第二层，用卫星或地面上配备的定向能武器对穿过第一层防线的来袭导弹进行拦截，并再击毁其中的一部分；第三层，用地面发射的导弹拦截并全部摧毁在前两层防线中漏网的导弹。

里根抛出所谓“聪明鹅卵石”计划就是以上提到的“进入外层空间”阶段的第二层防御墙。为构筑这一太空工事，美军将至少向太空发射 4000 颗激光卫星，构建出一道坚不可摧的激光栅栏，以抵御假想敌的导弹袭击。

这项计划出笼后，几年内美国国会先后拨出数百亿美元用于研制各种高新技术武器，总共动用了一万多名科学家来参与这项计划的研究、设计和武器制造工作。美国的许多盟国，包括英国、意大利、联邦德国、以色列、日本等，也在美国的要求下不同程度地参与了这项计划。根据里根宣布的时间表，美国原打算从 1994 年开始部署防御计划所要求的部分装置，到 20 世纪末建成整个防御系统。全部耗费预计为 1 万亿美元。

对于美国的这些太空系统，前苏联则将其视为心腹之患，进行了一系列反卫星武器的开发与试验。美国也决不示弱，立即采取对抗措施，以 F-15 飞机进行反卫星试验。因此，严格地说，星球大战早就在暗地里较量了。

4. 老布什紧急刹车

里根所提出的由一系列卫星所组成的战略防御体系，基本上停留在概念研讨阶段。

冷战结束后，老布什政府于 1991 年 1 月 29 日宣布对“星球大战”计划进行修改，提出了针对有限打击的全球防御系统，其发展目标是提供能对付 200 枚弹头以下的防御能力。具体的反导系统包括 1000 件天基“智能卵石”火箭、750 枚陆基火箭和美军及其盟国部队部署的战术导弹防御系统。

虽然老布什政府新版本的“星球大战”计划比原版计划有所缩小，但在美国政府财政赤字居高不下的情况下也难以实现。1992 年克林顿政府上台，1993 年对 SDI 计划进行全面审查，并对国际战略重新加以考察，认为应调整部署，重点防御有限的导

弹袭击，而不再是来自俄罗斯的大规模攻击。1993年5月13日，克林顿政府宣布终止“星球大战”计划，并将发展天基反导弹防御系统转为发展陆基反导弹防御系统，改“战略防御计划局”为“弹道导弹防御局”。里根的“星球大战”时代宣告结束，取而代之的是将是 NMD 和 TMD。

（二）克林顿：弹道导弹防御计划

1999年7月23日，美国前总统比尔·克林顿签署了《国家导弹防御系统法案》，从此把一个迷你版的“星球大战”计划推上了历史舞台。这就是新的“弹道导弹防御计划”，它包括国家导弹防御（NMD）系统和战区导弹防御（TMD）两个子计划。

从发展进程来看，NMD 计划与“星球大战”计划有着千丝万缕的联系，因此有人把它戏称为“星球大战之子”。但实际上，两者却有着很大的不同：“星球大战”计划所依赖的是空中防御系统，而 NMD 是以陆空结合、陆地防御系统为主。“星球大战”计划是一个多层次防御、大规模太空部署的系统，设计用来抵御大约 3500 颗发自前苏联的导弹，覆盖范围广；NMD 则是为拦截洲际弹道导弹和潜射弹道导弹，保卫美国本土的战略弹道导弹防御系统，相对而言是一个抵御有限袭击的防御体系。

1. “天眼”部署六大战区

按照美国人自己的说法，TMD 是一种用于保护美国本土以外的战区免受近程、中程和近中程弹道导弹攻击的武器系统。它以射程 100~1000 千米的弹道导弹为目标，以不同的手段从不同的位置对来袭导弹进行多层次拦截。

美国在海外有六个战区，目前只在远东战区部署 TMD，企图拉拢亚洲国家加入。日本既出技术又出钱，是其重要成员。据报道，日本政府计划在 5~6 年的研究过程中投资 2.6 亿美元。

韩国担心恶化同朝鲜的关系，同时也不愿与日本捆在一起，因而拒绝参加。值得警惕的是，美国还想把中国台湾省也纳入 TMD。

TMD 系统包括三个部分：侦察及跟踪系统，反导弹武器系统和指挥、控制、通讯情报中心。

侦察及跟踪系统是整个系统的“千里眼”，它由空中预警机、大型地面预警雷达、X 波段地基跟踪雷达和游弋在太空中的间谍卫星等构成，其中间谍卫星就包括了现役的早期预警卫星（即国防保障计划卫星群）和在研的“天基红外系统”卫星。

反导系统是 TMD 的“左膀右臂”，由陆基、海基和空基反导武器组成，按层次又可分为三部分组成：“低层防御系统”主要用于对高度在 40 千米以下的弹道导弹在飞行终端进行拦截，以保护战术战役目标；“高层防御系统”主要用于对高度在 40 千米到 160 千米的弹道导弹在飞行末段进行拦截，以保护较大的、具有战略意义的地区和目标；“助推 / 上升段拦截系统”也被称作“外空防御系统”，主要用于拦截发射不久仍处于助推飞行和上升飞行中的战区弹道导弹。

指挥、控制、通讯情报中心则是“神经传导束”及“大脑中枢”，它将侦察与跟踪系统和反导系统连接起来，进行数据搜集、分析、处理、传输，把整个系统有机地联结为了一把“防御伞”。

2. 漏雨的“巨伞”NMD

如果说战区导弹防御（TMD）是一把抵御暴雨的小雨伞，那么国家导弹防御系统（NMD）就是一把抵挡冰雹的大伞了。因为它将首当其冲地攻击任何胆敢进入美国全境的战略性核 / 生化导弹。

根据美国国防部提供的材料，NMD 包含六大部分：地基拦截导弹、地基雷达、天基传感器、改进型早期预警雷达，以及作战管理、指挥、控制系统和通信系统。目前，这项计划正在“边

设计，边施工”。波音公司被国防部选中作为这一计划的总承包商，美国 11 家大公司参与研制。如果把外来的导弹比做雨点，NMD 系统就像一把伞，把美国罩得严严实实。但也有人对此提出质疑，一位议员在国会辩论时，就曾当场撑起一把只有伞架的漏雨伞，以此形容 NMD 的防御能力。

自 1999 年 10 月 2 日起，国家导弹防御系统拦截技术开始了它的第一次试验，首次试验取得成功。但后面的试验却总是出小纰漏，2000 年 1 月 18 日，国家导弹防御系统再次面临第二次考验，结果因拦截导弹的传感系统出现问题而以失败告终。2000 年 7 月 7 日，美军又进行了第三次国家导弹防御系统的试验，但由于拦截导弹的弹头未能接收到所需的电子信号，所以没能及时与推进火箭分离，导致试验再次失败。

3. 全世界一致反对

NMD 试验的连续失败，打击了克林顿政府建立国家导弹防御系统的决心。但更重要的阻力是来自于世界许多国家的强烈反对，其中还包括美国的欧洲盟友们。这是为何？其实，美国开发 NMD 和 TMD，口头上说是把自己比做一只温柔的绵羊，免受流氓国家弹道导弹的攻击，但实际上，它的危害却远远超出了美国本身的国家利益，而将波及到整个全球的和平与地区稳定。NMD 与 TMD 一旦研制成功，将使其他核大国核武库中的武器变得过时，成为废铁。这种战略上的心理失衡必将引起新一轮军备竞赛，加剧地区间的紧张局势。

由于中国及俄罗斯等国家的大力反对，加上之前三次测试中有两次失败，压力重重的克林顿政府一直不愿就是否兴建 NMD 表态，希望留待下任总统决定。2000 年 9 月 1 日，即将卸任的克林顿宣布——暂缓部署国家导弹防御系统，但战区导弹防御系统的研制和发展却并没有停止。

（三）小布什：新星球大战计划

2000年下半年，美国总统竞选进入高潮。时任共和党总统候选人的小布什于5月23日在一群重要官员的簇拥下举行记者会，提出了对今后美国国际战略的新思考：一方面，大量削减核武器库存；另一方面，大力发展全球（甚至从人造卫星上发射）反导弹防御武器的研制。这是即将上任的小布什对克林顿时代遗留问题的答复，也同时昭示了美国21世纪的太空野心。

1. 美国退出《反导条约》

小布什说到做到，继任后不久就频频动作。他在新任国防部长和新任国务卿宣誓就职仪式上声称，要“把导弹对美国的威胁列在美国所面对的各种威胁的第一位”，语气坚定而不容怀疑。布什的意思明白不过，就是坚决发展被克林顿政府搁置的国家导弹防御系统。这一主张既是他的竞选诺言之一，也是他战略观念的重要体现。

然而，要部署国家导弹防御系统，还有一道门槛。那就是1972年美苏签订的《反弹道导弹条约》。《反弹道导弹条约》全称《限制反弹道导弹系统条约》，是苏联和美国于1972年签署的一项双边条约。

（1）《反弹道导弹条约》

1972年5月26日，苏联领导人勃列日涅夫同来访的美国总统尼克松在莫斯科签署《限制反弹道导弹系统条约》。条约共16款，其中重要的规定有：反弹道导弹系统是指“用以拦截在飞行轨道上的战略性弹道导弹或其组成部分的系统”，包括反弹道导弹截击导弹、反弹道导弹发射器和反弹道导弹雷达；只允许双方按规定在各自的首都周围和一个洲际弹道导弹地下发射井周围建立有限度的反弹道导弹系统。

条约还规定，“双方保证不研制、试验或部署以海洋、空中、空间为基地的以及陆基机动反弹道导弹系统及其组成部分”；“本条约的期限不应是有限的”，但“每方都有权退出本条约，如果它认定同本条约的主题有关的非常事件已经危及本国的最高利益的话”。

(2) 美国强行退出

美国如果部署国家导弹防御系统，将是违约行为。对此，新任国防部长拉姆斯菲尔德反驳说，今天的世界已经很不一样了，今天的技术也不一样了，当年与美国签约的苏联也已不复存在。

副总统切尼也表达了几乎相同的立场，他在 2000 年 12 月 28 日接受福斯电视台访问时表示，中国和“其他许多人”都反对美国建构 NMD，但“我认为美国要如何保护自己安全，不应由其他国家来决定。”“全球的弹道导弹威胁越来越大，将大规模毁灭武器安装在这类导弹上的能力也是日益精进，因此我们认为不该让美国成为不设防的国度。”

很明显，美国退出《反导条约》已经在所难免。2001 年 5 月 1 日，美国总统布什正式宣布将放弃《反导条约》，部署国家导弹防御系统。他在华盛顿国防大学发表演讲声称：“我们需要一个新的框架允许我们部署导弹防御，以应付当今世界各种不同的威胁。”此言一出，舆论哗然，欧洲盟国、俄罗斯及中国表示强烈反对。

美国东部时间 12 月 12 日上午 10 点，小布什在阳光灿烂的白宫玫瑰花园发表讲话，正式宣布美国退出美苏 1972 年达成的《反弹道导弹条约》，全世界关注世界和平的人都心情沉重地注视着这一幕。

2. “太空防御”借尸还魂

2001 年 3 月 30 日，由国防部长拉姆斯菲尔德领导的一个顾

问委员会向布什政府提交了一份报告，建议美国应将克林顿执政时期建立的以地面为基地的国家导弹防御体系升级为防御范围囊括海、陆、空、太空四个方面的大规模多层导弹防御系统。该报告被世界传媒誉为“新星球大战计划”的蓝图。

美国想搞“星球大战”计划由来已久。小布什上任前后，一直扬言要不顾他国的反对，研制和部署 NMD。此番的“新星球大战计划”规模不仅超过克林顿时期有限的国家导弹防御计划，就是与里根设想的“星球大战”相比也有过之而无不及。

“新星球大战计划”要求该防御体系能够在导弹刚发射、飞行过程中和弹道终点三个阶段摧毁敌军的导弹。因而，除采用克林顿时代的“陆基拦截导弹”构想外，还需建立在军舰上发射拦截导弹的海基导弹防御系统，使敌方导弹还处在“起飞阶段”就将之摧毁。

“新星球大战计划”最重要的一环当然还是要放在“太空防御”上。顾问委员会建议国防部重拾 80 年代初前总统里根提倡的太空激光武器计划。这些武器都是里根“星球大战”反导弹计划的主要部分。报告提出，美国需要在 2012 年首次进行有关测试，发展崭新太空激光技术。

实际上，这一构想已将战区 / 国家导弹防御系统（TMD/NMD）合二为一。如果说克林顿搞的星球大战“简本”不过是“星球大战之子”，那么小布什提出的“新国家导弹防御系统”则无疑将使业已沉沙折戟的“星球大战”计划借尸还魂，重获新生。后者的野心和胃口大大超过了前者，太空战争的威胁再一次笼罩在了整个地球的上空。

3. 太空挡导弹——“鹅卵石计划”复活

2001 年 7 月 17 日，美国五角大楼官员透露，在此次五角大楼绘制的大规模导弹防御系统研发计划中包括了前所未有的新内

容，美国将在 2006 年以前进行以太空为基点的导弹拦截试验。这次试验的目的旨在演示利用天基拦截导弹的防御概念，并验证其可行性。

在太空导弹拦截试验中，天基拦截导弹将不是由卫星上发射，而是搭载一枚火箭进入太空，调整其方向，模仿从太空中发射的状态，并跟踪拦截目标。虽然在未来的试验中，美国还不准备从卫星上发射拦截物，而只是想证明一些基本概念。但得知这一消息，各国仍无不联想到了“星球大战”计划高潮期提出的而后被老布什政府放弃的“智能鹅卵石”计划，该计划从未被实际验证过。旧的“智能鹅卵石”计划可以部署多达 3600~4000 个细小的杀手卫星，而本次小布什所搞的太空防御盾除了要在太空设立天基导弹拦截武器之外，还将继续进行以太空为基地的激光试验。这无疑是小布什翻云覆雨，把“星球大战”计划全盘救活了。

虽然布什政府从未公开强调天基武器的重要性，并一直将导弹防御的重点放在陆基、海基和空基武器系统上，但仍无法不使人们回忆起批评家给“战略防御倡议”所贴的标签——“星球大战”。

二、重返太空角斗场

当小布什政府把众人的目光引向“新星球大战计划”时，人们才恍然发现，美国对太空的兴趣已远远超出了科学探索和商业利用的范畴，在太空中，一支用高精尖航天技术和现代化精确制导武器装备的标有星条旗的部队——“天军”早已经初具规模。为了制衡来自美国的太空威胁，俄罗斯也早早开始筹备自己的天军计划，一场太空中的军备竞赛已经悄然拉开序幕。

（一）天军的神兵利器

早在 1982 年，美国空军就建立了世界上第一个空军航天司令部。1985 年，美国建立了三军统一的联合航天司令部，该司令部兼任北美航天防御司令部，专门负责统一指挥与控制弹道导弹预警系统、太空监视系统、军事航天系统以及各种侦察卫星、测地卫星的活动，并统一协调各军种对航天系统的使用及研发工作。1993 年 12 月美国空军航天系统成立，它支援各种作战任务，开发供部队使用的操作简便的航天装备。

俄罗斯的天军可追溯到 1961 年前苏联时代成立的“空间防御司令部”，1992 年 8 月俄罗斯在前苏联国防部航天器部的基础上，把军事航天器组建成一个独立兵种，负责各种军用卫星的发射，军用航天系统的管理、使用和作战指挥以及空间反卫星防御系统的指挥与控制。1993 年 1 月，俄总统命令其国防部筹建联邦宇宙空间作战、预警和侦察系统。1997 年 10 月 30 日俄罗斯火箭部队、军事航天部队和导弹防御部队完成合并工作，各兵种组织指挥系统实现一体化。

1. “天军之眼”——军事保障卫星

在天军指挥机构不断完善的同时，天军的各种武器装备也不断更新。美俄现阶段研制中的天军作战武器主要有以下几种：

（1）导航卫星

这种卫星负责实时准确定位，保障超远程精确打击的实施。导航卫星的任务主要是为部队或单兵确立站立点，为飞机、舰艇及航天器等精确导航，为弹道导弹、巡航导弹等精确制导武器进行制导。

（2）通信卫星

这种卫星负责保障野战条件下战场信息共享。现代战争条件

下，卫星通信已成为信息传输的主要渠道。美国就是通过 16 颗通信卫星组成的卫星通信系统，来保障其遍布全球驻军的实时指挥控制和管理的。

(3) 气象卫星

这种卫星为陆海空军提供远、中、近三期气象预报。其保障特点是实时性、预测性和可操作性强。它可使己方部队选择有利的气象条件和配备适时的战时武器。美军计划将来要在现有卫星系统的基础上部署一个更加严密的卫星监视网，使战场信息每 10~15 分钟更新一次，以提高“全球感知”能力，夺取制信息权。

(4) 预警侦察卫星

这种卫星负责对战争的全纵深进行全时段侦察和全天候预警。现代先进预警侦察卫星，具有“侦察范围大、侦测信息准、获得信息快”的特点。如在赤道轨道飞行的卫星，可以同时侦察地球表面 1.53 亿平方千米的面积，相当于先进高空侦察机侦察面积的 5600 倍；其定位精确度可控制在 10 米范围内，能发现 70 毫米大小的物体，并分辨出单兵携带的武器，具有识别伪装和隐蔽于地下、水下目标的能力；一般 1.5 小时左右就可以绕地球一圈，可及时、快速地获得所需要的情报。

2. 反卫星武器库

目前，美国航天飞机也已经具备用遥控机械臂或由宇航员直接破坏、“俘虏”敌方卫星的能力。预计 2005~2008 年，美军的“天基激光武器系统”和“天基动能武器系统”将发射升空，届时美军将初步具备利用天基武器系统实施反卫星和反击其它目标的能力。

(1) 反卫星卫星

也称拦截卫星，俗称“太空雷”，它和空间观测站、地面发射监控系统组成反卫星武器系统。它能在地球轨道上飞行，具有

攻击性，可根据地面指令自动接近、识别敌方卫星或其它航天器。通过自身爆炸产生的大量碎片，可将敌方的太空目标破坏或使其失效。

(2) 动能武器

包括天基、陆基和机载动能武器。以卫星为空间武器平台的载有电磁炮或小型动能拦截的天基动能武器，由星载计算机和红外探测装置进行控制和制导，通过发射小型火箭截击弹或电磁炮的高速弹丸，来撞毁敌方的卫星或飞行中的弹道导弹。美国陆军最近与波音洛克达因分公司签订了 4400 万美元（后又追加 3500 万美元）的合同，用于加速研制动能反卫星武器系统。

反卫星导弹是一种专门用于摧毁敌方在空间运行的军用人造地球卫星的导弹。它和导弹的发射系统、空间观测网、地面监控站共同组成反卫星武器系统。1985 年 9 月美国进行了首次小型反卫星导弹的实弹空中发射试验，成功地击毁了在距地面 555 千米的近地轨道空间运行的试验卫星。

3. 太空定向能武器

定向能武器包括天基、机载定向能武器。以卫星为空间武器平台的载有强激光或粒子加速器的定向能武器系统，可从数千千米以外捕捉目标，发出接近光速的激光或中性粒子的高能射束，以摧毁中高轨道的卫星或飞行中的弹道导弹。

研制中的太空定向能武器包括调射线激光卫星、化学激光卫星、中性粒子束能武器等。激光武器在太空中的用途非常广泛，它既可用于反卫星，也可用于防御弹道导弹，更大功率的激光武器甚至可以直接对付敌方的航天平台，如太空站、作战单位。

太空激光武器系统是一种以太空为发射基地的尖端激光武器，较之以前的陆基激光武器，它的覆盖面更广，更易于捕捉目标。它通常是以卫星作为承载平台，一起称为天基激光集成飞行

器。

太空战中的天基激光器也可作为一种反卫星武器。这种武器可通过干扰、破坏星载光电仪器设备或摧毁卫星平台，使天基指挥、控制、通信与情报系统失灵或完全瘫痪；或者用于毁伤战略防御系统中的天基武器站或激光作战镜等，为己方的战略导弹打开攻击通道。最近，美国国防部发言人在美国陆军太空及导弹防御司令部举行的会议上表示，天基激光系统可能要到 2020 年才能进行实战部署。

4. 太空轰炸机

2001 年 7 月，美国《洛杉矶时报》报道：美国国防部正在考虑发展——“太空轰炸攻击机”。据称，这种飞机可以在 30 分钟内摧毁地球另一边的目标，可以在 90 分钟内打击地球上的任何目标并返回美国的基地，同时能够保护美国卫星而打击敌方卫星。

(1) 应运而生的太空杀手

在现代军事科技突飞猛进的情况下，美国已经意识到，任何先进的武器都只能称霸一时。在这种形势下，2001 年 6 月美国国防部长拉姆斯菲尔德指示国防部研究“对实施快速全球打击有价值的次轨道太空飞行器”。就这样，“太空轰炸机”计划应运而生。“太空轰炸攻击机”是一种用于未来战争的极其先进的撒手铜武器，它远远超出了其他国家防空武器射程之外的飞行速度和高度，并能同时实施对地对天攻击。

按照美国的新军事战略，美国将较大幅度地削减海外驻军，而留出的空档将由远程战略武器来填补，太空轰炸机就是这类计划中的武器之一。太空轰炸机的飞行速度和高度将远远超出其他国家防空系统的侦测及攻击范围，毋须担心被袭。此外，由于炸弹是在接近外太空之处掷下，单其坠地的破坏力大得惊人，甚至

无须配备可爆弹头，足以成为“地下掩体的克星”，穿透敌方地下指挥中心的强化防护设施。由此可见，“太空轰炸机”的出现，可以协助美军克服“在海外军事基地逐步减少的情况下仍能有力快速摧毁远程目标”的头痛问题。

(2) 性能匪夷所思

鼓吹发展“太空轰炸机”的人士声称，该型飞机出动攻击地球上任何目标并平安返回美国境内基地，耗时不会超过 90 分钟。而目前美国最先进的 B-2 轰炸机 1999 年自美国密苏里州出发，飞往巴尔干半岛轰炸南斯拉夫联邦塞尔维亚共和国科索沃省，至返回基地共要耗费近 24 小时。

据称，由于太空轰炸机飞行速度快和高度高，目前的常规防空武器无法打到它。此外，这种太空飞行器能被改造用于与卫星对抗，却不直接摧毁敌方卫星。美国专家认为：对敌方卫星直接实施攻击，将被视为战争行为，而且摧毁敌方卫星所产生的碎片也可能损坏自己的卫星。而采用特殊方式攻击，只是使敌方卫星暂时瘫痪，美国就可以为自己的进攻行动争取主动。

(3) 10年内装备美“天军”

虽然“太空轰炸攻击机”计划目前尚处于概念阶段，但美军也正期望通过修改美国宇航局过去五年研制的实验型可重复使用太空飞机，以加速这一军事计划。美国太空总署投入近 10 亿美元，由洛克希德·马丁公司研制的“X-33(冒险星)”太空飞机，由于遇到技术和成本等问题而于 2001 年 3 月下马。但随后美国太空指挥部司令艾伯哈特立马表明，美空军欲接手这项中途下马的计划。看来，太空轰炸机成为现实已不再是遥遥无期的事了。

研制未来太空轰炸机是旨在保护美国的卫星的防御武器，而不会采取绕行地球上空轨道的方式部署。但无法否认的是，与

NMD不同的太空轰炸机是一种地地道道的侵略工具。这种能攻击地球任何一处的太空轰炸机既然有能力保卫美国的卫星，也就有能力攻击其他国家的卫星。因而，它的诞生必将和“星球大战”计划一样引起新的军备竞赛。

（二 美国天军傲视苍穹

1982年9月，美国就率先成立了空军航天司令部，其下辖第14航空队和第20航空队；1983年10月，美国海军也紧接着成立了海军航天司令部，由海军作战部部长直接领导；到了1985年9月，为统一指挥未来的太空作战，“保证美国在太空领域的主导权”，美国成立全美航天司令部，全权统辖空军和海军航天司令部，这标志着美国“天军”已经正式成立。

1. 脱胎于美国空军

说起美国的太空作战思想，历史远比天军的组建久远。最早可以追溯到1959年，那时美国的载人飞船还未登上太空。在当年美国空军颁发的第AFM1-1号条令中，就首次提出了“航空航天力量”的概念；1982年10月，美空军正式颁发了第一部太空作战条令；1998年4月，美军航天司令部发布的《2020年展望》中提出了空间控制、全球作战、力量集成和全球合作等作战思想，这些崭新的天战思想为21世纪美军的太空作战理论正式出台作好了铺垫。

为了适应未来太空作战的需要，从20世纪90年代初开始，美军开始了对其太空作战指挥机构的进一步调整。

1993年12月，美军在范登堡空军基地组建了由空军航天司令部领导的太空作战指挥中心。2000年，美空军总部成立了“太空作战指挥部”，属空军航天司令部管辖。航天司令部并列为美军九大联合司令部之一，成为参谋长联席会议直接领导下的、

惟一负责全球军事航天行动和弹道导弹防御的职能机构。此外，美空军还组建了一个航天师。该航天师拥有 100 多名宇航员和 7000 多名军职或文职航天技术人员，这些人负责美军航天飞行器的发射和控制工作。

在美国空军参谋长和空军部长联合签发的《航空航天：保卫 21 世纪美国》白皮书中，强调美空军将由现在的以空战为主的部队，转变为既可实施空战又可进行太空作战的“航空航天一体化”空军，以确保未来的空军成为“全球警戒、全球到达”的“全球力量”。

不难看出，美军的调整目标是在原有的空军基础上培育一支新的独立兵种——天军。美国空军自 1947 年正式成立以来，经过 50 多年的建设，已发展成一支能“全球到达、全球作战”的空中力量。随着空间技术的迅速发展，美国空军决定在未来战争中将更多地依靠空间力量，由“航空”向“空天”转变，建立起一支快速、机动、高效的“天军”。为了加快太空作战部队的建设，2000 年美军又成立了太空作战学院，专门为美军培训太空作战人才。

到 2000 年为止，美大部分军事空间行动都由空军负责监督。2001 年 5 月 7 日，美国防部部长拉姆斯菲尔德宣布，其余的空间军事行动也将由空军掌管。也就是说，美国空军将全权负责、统一管理美国在空间进行的一切侦察、通信和军事行动。

2. 座右铭：“作太空的主人”

2001 年 5 月 8 日，美国国防部部长拉姆斯菲尔德向国会提出美国必须尽快加强在太空的“防御”。拉姆斯菲尔德警告说：“美国必须仔细地保卫和扩展在太空的利益。”拉姆斯菲尔德建议成立一个由四星级将军指挥的新的“太空司令部”，全面协调指挥太空军力运作和情报活动，并声称这种重组将“确保美国 21 世

纪的国家太空安全”。

拉姆斯菲尔德的建议要比布什极力主张的导弹防御体系内容更广泛，提议建立独立的“太空军”。

近年来，美国在军事和经济上越来越依赖卫星系统。卫星担负着侦察、指挥和通信等军事、经济重任。据估计，目前美国有 600 多颗卫星环绕地球运行，到 2010 年将达到 2000 多颗。美太空专家奥伯格说，到 2010 年，美国在太空项目上的投资将高达 6000 亿美元，相当于美国目前在欧洲的总投资。

拉姆斯菲尔德领导的太空安全委员会报告说：任何对美国卫星的偷袭行动都可能给美国带来严重损失，而“目前美国具有保卫太空设施的武装力量”。因此，美国应该重视太空军力的发展。美国舆论指出，拉姆斯菲尔德是要强化美军的太空力量，为美国的导弹防御系统提供可靠保障。因为导弹防御系统要靠卫星来搜集敌方的导弹数据。如果军事侦察和监控卫星被敌方事先破坏，美军的“眼睛就被挖掉了”。

拉姆斯菲尔德表示，美国比世界上任何国家都更依赖太空，除了军事外，天气预报、移动电话等日常生活环节无不和太空安全有关。他指出，陆地、海洋、空中、外层空间也不例外，美国必须面对这个现实，先下手为强。

3. 积极培训天兵天将

专家预测，2015 年前后美军将建成真正意义上的太空作战部队，未来的天军将由防御作战部队、进攻作战部队和作战保障部队组成：

(1) 防御作战部队

主要实施截击敌方洲际导弹和军事航天器的防御作战行动，美空军 2000 年成立的第 76 太空管制中队就属于试验型太空防御作战部队。第 76 中队在美国空军的科罗拉多州彼特森基地成立，

隶属于第 76 太空联队，组建该中队的目的是通过太空对抗系统的一系列试验开发太空控制技术，推动进攻性和防御性的太空对抗武器系统在不久的将来走出实验室并进入实际试验。第 76 中队在今后的演习中将担负反空间的任務，包括攻击和破坏对美国卫星和军队有威胁的敌方卫星，并保护美国的空间设施。

(2) 作战保障部队

主要是进行对天、对空、对海、对地的观测、监视、识别等，并从事太空作战的运输、燃料加注、航天器的建造和维修等。作战保障部队又可分为两个小的系统：

a. 军事航天员部队

在“天军”编制中虽通常只占很小一部分，但在改进战役管理、监视、提供战役情节、获取军事战略情报等方面却是别的部队所不可代替的。他们的日常任务通常为对天、地情况进行观测、观察和识别，并从事天战的运输、加注燃料、对航天器进行维修和建造军用航天器等。他们一般不直接参加天战。

b. 监测战斗部队

由航天器及洲际导弹的监视人员、负责截击敌方导弹和军事航天器的作战部队组成。他们的职责是监视空中、水下和地面发射的洲际导弹，跟踪外层空间的敌方飞行器，发现情况，及时预警，由反卫星卫星、反卫星导弹、束能和动能武器等作战部队实施拦截作战。

(3) 进攻作战部队

主要实施依靠天基武器对空中、海上和地面目标进行打击的进攻作战行动，美空军去年成立的第 527 太空侵略者中队就属于试验型太空进攻作战部队。美国空军的各实验室负责研制反空间系统，这些系统的价值通过各种作战演习和模拟得到检验，而第 76 中队将考察与实际应用有关的实用问题。有可能在演习中被

第 76 中队检验的反空间系统包括用于干扰通信卫星的无线电发射机和能使成像卫星的光学设备溢出或致盲的激光器。演习所获得的经验教训将反馈给反空间系统的研制单位。

4. 美太空部队的武器装备

美国正在制定的 2025 年武器装备在总体上构架勾画出了美天军的未来面貌。发展这些装备的现实目的，正如美军上将哈马尔所说，是为了保护美国的卫星系统和其它空间运行器，确保美国武装力量能够在 120 分钟部署到地球上任何一个地方。

目前，美国现有的太空军事技术仍处于“辅助地位”，美国的军用卫星主要还是用来侦察和定位，为海陆空作战提供决策依据。下一步美国将逐步加强主动性，这也是建立国家导弹防御系统的主要目标，通过卫星武器系统来截击敌方的核导弹。

(1) 重点研制反导武器系统

1999 年 3 月，美参众两院相继通过了《建立国家导弹防御系统法案》，首次以法律形式确认了反导系统的地位。近期，布什政府又一再坚持要发展和部署 NMD，这些都清楚表明，美军已确定将反导武器系统的研制作作为今后太空作战准备工作的重点。

美军早在 20 世纪 60 年代中期就开始研制激光武器。目前，相关研制工作正在加紧进行，预计在 10 年内美军将拥有携带激光武器的飞机。用激光武器拦截敌方导弹的试验始于美国前总统里根提出“星球大战”计划之时。目前，美军加大了试验力度，资金投入从过去的每年大约 40 亿美元增至每年 66 亿美元，并将一直延续到 2005 年。预计携带激光武器的空间运载器或卫星可以在 2012 年进入空间轨道。如果增加投资，这个日期还可能会提前。

美军正在研制的太空反导武器主要有三种：化学激光武器、

粒子束武器和军用航天飞机。激光武器在速度上存在缺陷，很难确保击中目标导弹。因此，美军近年来加大了粒子束武器的研制力度。这种武器发射出的粒子束速度接近光速，摧毁力远比激光强，目标导弹会在粒子束的冲击下迅速解体。

(2) 航空航天远征部队

空天飞机和轨道轰炸机。空天飞机和轨道轰炸机是美军 21 世纪实现全球作战的重要保证。此外，美国空军还将研制航天作战飞机、激光系统攻击飞机、超音速运输轰炸机等新一代战机。

目前，美军已研制出来一种试验型空天飞机，代号为“X-31”。此外，与未来空天飞机有关的研制项目还包括 X-33、X-34、X-43 未来 X 飞行器和“冒险星”等。它们不仅能够像普通飞机一样在大气层中飞行，而且可以根据需要直接进入地球轨道而成为“航天飞机”。而美军目前研制的轨道轰炸机，平时可以在近地轨道上运行，当它接到作战命令后，就能借助反推火箭迅速脱离轨道再入大气层攻击地面指定目标。这种武器反应速度快、命中精度高、隐蔽性强、攻击突然性大，可以令敌方防不胜防。

美国军用太空航天飞机的研制从 20 世纪 90 年代开始，主要项目是 X-33 无人驾驶太空飞机。虽然美国航宇局今年 3 月宣布取消该计划，但 X-33 的研制单位已提出将 X-33 改造为能携带武器的军用航天飞机，使它能够从太空轨道向地球上任何地方发射导弹，并迅速返回地面。美国空军还在 X-40 计划下研制小型军用航天飞机。

(三) 俄罗斯天军针锋相对

为了迎战美国的太空威胁，俄罗斯决心采取措施，打破美国的太空垄断！事实上，普京对美国进行太空战略调整早有思想准

备。在小布什举行就职典礼的当天，普京就做出决定推迟俄罗斯拆除核弹头的行动。

2001年5月9日，普京在检阅部队时发表讲话说，美国的种种措施都是“为了对付俄罗斯的核武库”，对此，俄罗斯无论如何不可以坐视不管。5月10日晚，俄罗斯武装力量第一副总参谋长马尼洛夫对美国发出强硬的警告：“如果美国执意要部署国家防御系统强化太空战略，俄罗斯将采取措施确保国家安全和盟国的安全。”其中包括组建新的国家航天部队。

1. 山雨欲来：调整太空战略

按照2000年制定的俄罗斯军事改革方案，俄军计划用2~3年的时间把原属战略火箭军的军事航天部队和太空导弹防御部队单列出夹，组建一个独立的兵种——导弹航天兵，即所谓“天军”，直属总参谋部指挥，成为与俄罗斯海、陆、空军、战略火箭军并驾齐驱的一个军种。

新一届美国政府宣布继续部署NMD之后，俄罗斯立即加快了原来的组建计划。2001年1月25日，俄总统普京主持召开联邦航天工作会议。这是一次例会，并未引起俄罗斯众多新闻媒体的特别关注。然而，会后由总统助理沙波什尼科夫披露的一条新闻却成了媒体报道的焦点——俄将把“天军”的组建时间缩短到一年。

新组建的“天军”将被赋予发射各种军用航天器和打击敌太空武器系统的双重任务。在隶属关系上，新组建的“天军”将成为由总参谋部直接指挥的、与陆海空军并驾齐驱的一个独立兵种。根据俄最新军事建设计划，2005年前俄武装力量将变为由陆、海、空三个军种加战略火箭兵、空降兵、航天兵三个独立兵种构成。其所处的地位由原来的战役、战术层次一下子提高到了国家战略层次。

美国和西方国家的战略专家认为，俄罗斯加紧组建的航天部队将是俄应对 21 世纪“太空战争”，确保国家战略安全，特别是反击美国 NMD 的坚兵利器。

2. 俄天军“石破天惊”

2001 年 5 月 8 日，美国国防部长拉姆斯菲尔德做出了惊人的决定，将任命一名四星级上将担任新建立的美太空部队指挥部司令。针对美这一挑衅动作，俄罗斯立即宣布：俄罗斯天军也要提前问世！

俄新“天军”的成立时间原定在 7 月 1 日，但新的时间表把这历史性的一刻整整提前了一个月。2001 年 6 月 1 日，由普京亲自任命的俄太空部队掌门人——俄航天兵总司令佩尔米诺夫上将宣布，从即日起俄武装力量航天兵正式成立并开始全面执行所担负的任务。这标志着俄罗斯新的、独立的“天军”正式宣告成立。

俄罗斯将其军事航天部队主要任务规定为两项：一是负责军事卫星发射，二是负责对敌方太空武器系统进行打击。部队最重要的装备将是反卫星卫星和反卫星导弹，在对己方卫星系统采取各种主、被动防御及保护措施外，利用前苏联研制并试验成功的反卫星武器，摧毁敌方各种卫星系统，包括敌国的反导预警、跟踪卫星系统。

由此可见，俄新组建的航天兵已由原来的航天发射、防空和卫星测控等发展到了信息战、导弹防御、反卫星、太空攻击和支援国家信息化等“高边疆”领域。可以看出，俄罗斯政府和军方已把这支“天军”视为重振军事大国雄风，抢占未来太空制高点的重要支柱，新航天兵可谓重任在肩。

3. 揭开俄天军之谜

俄罗斯天军不只是一支能随时出击、力克 NMD 的长矛，还

是一把能够担任起防“天”使命的钢铁之盾。它的建设思想恰好印证了“攻防兼备”的国防战略。俄天军编制人数大约为九万左右，主要由军事航天部队和太空导弹防御部队的两个集团军组成：

(1) 军事航天部队

俄军事航天部队是“天军”两个集团军中最擅长进攻的一支太空部队，它的主要任务有二：平时负责军用卫星的发射工作，战时则负责对敌方的太空武器系统进行打击。

该部队最重要的装备将是“反卫星卫星”和“天基反卫星导弹”。从1964年起，前苏联就开始研制“太空雷”，并成为现今世界上惟一拥有实战型反卫星武器的国家。俄航天兵将装备的新型“太空雷”重约2~3吨、长4~6米，带有轨道发动机、雷达或红外制导装备以及高能炸药破片杀伤战斗部，其作战高度为5000千米，可攻击敌方部署在地球低轨道上的侦察、导航、气象卫星和航天飞机。

天基反卫星导弹是俄罗斯“天军”对付美国的另一重要“杀手锏”。前苏联早在1981年，就利用与“礼炮-7”号航天站对接的“宇宙-1276”号舱体式飞船，试验了红外制导的反卫星导弹。这种小型的动能武器既可以部署在航天站或专用航天平台上，又可以搭乘于小巧的“太空雷”，对敌方的天基武器系统发起攻击。

(2) 航天反导弹防御部队

天军的另一支部队——航天反导弹防御部队是一支擅长防御的军队。它监视着8500个太空目标，并能对美国全境内的所有洲际弹道导弹发射场进行全天候监视，除此之外，它还担任着对美国的NMD实施打击的任务。整个导弹太空防御系统由三部分组成：

a. 导弹袭击预警系统

俄罗斯导弹袭击预警系统包括太空梯队和地面梯队两部分：太空梯队由 22 颗卫星组成，其中包括可探测洲际弹道导弹和潜射导弹发射的卫星、照相侦察卫星和电子情报卫星；地面梯队由地面雷达系统组成。目前，俄拥有三部可监视来自美国本土的弹道导弹袭击的超地平线散射探测雷达，以及八部超地平线远程早期预期雷达。该系统可对美国所有洲际弹道导弹的发射情况进行全天候监视。

b. 太空监视与防御系统

太空监视与防御系统由三个电光学雷达站组成，主要任务是监视外国太空目标并及时掌握太空的变化情况，是对付美国“星球大战”的主要手段之一。航天反导弹防御部队全面负责现有的空间导弹预警卫星网，它将负责俄罗斯军事卫星集群的管理与发射，以便对美国境内的 500 多处导弹发射装置进行全面的监视。

c. 弹道导弹防御系统

弹道导弹防御系统部署在莫斯科市近郊，装备有 100 枚“橡皮套鞋”和 SH—08 反弹道导弹，主要保卫莫斯科免遭导弹袭击。目前，针对美国执意搞国家导弹防御系统，俄战略火箭军已经部署了 26 枚“白杨—M’”导弹。“白杨—M’”是俄罗斯于 90 年代采用最先进技术研制成功的最新型战略导弹，俄国防部长谢尔盖耶夫就夸下海口，这种导弹的飞行性能是世界上独一无二的，在目前和今后相当长的一段时间内，没有一种反导系统能拦住它。

4. 进一步改组天军

从 2002 至 2010 年间，俄罗斯还将对目前组建的天军进一步改组，其中包括缩减航天兵数量，装备精良的航天及指挥器材，优化空间和地面航天技术设施结构，从而提高部队的指挥效率。

为加强航天部队的作战能力，俄还在改进和研制更先进的军用卫星和雷达。除了打算对现有的 100 余颗军用和民用卫星进行技术改造外，俄还准备同时研制和发射新的军用侦察卫星、空间侦察系统和预警雷达。俄还计划部署三部超视距雷达、五部相控阵雷达分系统和 11 个远程预警雷达系统。这些措施将使俄罗斯航天兵的作战能力大大提高，使其真正成为未来战场的骨干力量。

尽管目前俄罗斯经济实力大不如前，但俄罗斯政府和军方把筹组天军当做一项十分重要的工作，并准备加强对天军的资金投入。普京表示：“如果没有航天部队或者航天军事力量的话，那么根本谈不上加强全球的战略稳定。”他保证，在美国一意孤行地搞 NMD 的情况下，“俄罗斯再穷也不能穷航天兵”，今后国防经费一定要向航天事业上倾斜。

三、未来天战怎样打？

未来天战一旦爆发，会出现怎样的情景？现有的太空部队可否完成政治家们预想的任务？

为摸清未来太空战争的规律，2001 年 1 月 22 日至 26 日，美国空军迫不及待地进行了一次秘密的太空战演习。这次耗资 150 万美元的电脑模拟演习意义非凡，它将作为人类进行的第一次模拟太空战演练而永垂史册。

（一）“天战”这样揭幕

这场秘密演习代号为“斯科里埃弗 2001”，地点设在美国科罗拉多州的斯普林斯空军基地。这里已经成为美国的太空战指挥中心。

1. 代号“斯科里埃弗2001”

“太空战”的背景时间设定在 2017 年前后，假想敌为“红方”，美国航天司令部为“蓝方”。首先是拥有与“蓝方”相同航天军事实力的“红方”向对手挑衅。“红方”突然在“蓝方”的盟国，相对弱小的“褐方” H 国边境集结了大量进攻部队，惊惶失措的“褐方”迅速向美国求援。

美国动用包括航天军事力量在内的部队对 H 国进行增援。在增援行动中，美国动用了卫星武器，用以干扰敌方的航天飞机的通讯指挥。为检验太空部队的装备与未来战争的关系，美国太空战中心准备了两套设想的作战方案：一套称之为“普通部队方案”，设想由于美国防部经费有限，美国在战争爆发时只有相当有限的太空战资源；另一套则被称之为“强势部队方案”，设想美军拥有更多更好的太空武器系统。当然，假想敌也拥有和美国旗鼓相当的军事航天力量。

两套航天力量不同的演习方案所得的结果自然也不同：“强势部队方案”拥有更大的太空威慑能力，作战方式也更加灵活多样，特别是当美军的卫星数目众多时，即一旦美军卫星被摧毁后能迅速补充的情况下，敌方就很少能把美国的军用卫星继续当成攻击目标。并且，在第二套作战方案中，美军的卫星也更能得到良好的保护，更不容易遭敌方的干扰、辐射或者激光攻击。该方案还使美国国防部在全面的敌对行动开始之前有更多的时间实施部队机动。

2. 美国：建立隐性太空威慑

2001 年 12 月，美国新近提出了“空间控制战略”构想。到 21 世纪二三十年代，美国将具备空间作战能力——包括进攻性空间战和防御性空间战。其目的是通过在空间、空中、陆地、海洋采取有效行动，确保太空环境安定，阻止敌方利用空间进行威

胁，并使其天基武器具有击毁敌在轨反卫星系统的能力。

“斯科里埃弗 2001”围绕的主题正是美国国防部提出的“空间控制战略”。演习的直接目的是检验美空军航天司令部的作战指挥系统、航天系统的运行状况以及航天系统与地面系统的配合能力；但更深层次的目的则是加强美军的太空战威慑能力，让美国的潜在敌人在试图对美国卫星下手之前好好掂量掂量。参加了太空战演习的美国空军前副参谋长摩尔曼上将说，在这次太空战演习中，威慑手段“出奇地有效”。

它较全面地探索了太空战的有关问题，检验了新型航天系统的军事应用情况，探讨了对抗先进的敌对航天力量的方法，评估了敌对力量阻挠美国及其盟国利用太空资源的种种可能性。美国空军航天司令部计划，如果太空战演习得到各方的认可，今后每 18 个月就将举行一次类似的太空战演习。

美国空军航天司令部司令兰斯·史密斯少将表示：“用太空武器的最大好处就是不会引起公众的过度注意。按照现在的作战方式，如果我们出动轰炸机或者导弹攻击了敌方的一个目标，特别是经济目标的时候，常常会引起国际社会的极大争议，以至于公众会产生对我军作战不利的影 响，但如果启用太空武器系统的话，那么我们就可以把自己的手隐藏起来，可以警告敌方说，我们可以从另一个空间向其发起攻击，从而使负面影响控制在最低层范围内。”

（二）未来天战三部曲

从目前空间技术的发展来看，天战——这种崭新的战争形态，将登上世界军事舞台。未来天战大致可分为三个阶段：

1. 空间信息战

目前已或明或暗的开始。其主要表现为不断发展各种卫星，

并进一步完善空间系统与地面系统的配合，最大限度地提高指挥和作战效能。陆军可以依靠空间系统使情报、预警、通信、导航和数据处理等更加准确而高效，不断调整地面部署并先于敌人采取行动；导航和定位卫星使地面部队能够准确确定敌方目标，通信卫星可以向部队及时提供通信联络，保障地面指挥官能够迅速下定决心，及时调整火力，有效地保护部队和打击敌人，控制整个战争。

2. 争夺制天权

随着空间技术的发展与成熟，空间系统与其它各种武器系统的配合愈来愈紧密，这使得空间系统的战术作用日益提高。据分析，未来几年全球将有 50 个国家拥有自己的空间系统，高性能的空间武器系统和抗摧毁能力强的空间系统将是 21 世纪空间系统发展的重要方向。

3. 空间对地攻击

空天武器主要是指空天飞机，它是一种将航空和航天技术有机结合在一起的新型飞行器。空天飞机可以自由方便地往返大气层，将实现完全重复使用和大幅度降低航天运输费用。在未来空间作战中，空天飞机将有可能发展成为一种全新的航空航天轰炸机、战斗机和运输机，其作战区域是整个地球及附近空间，它能在几小时内突破任何地面防御目标，从空间对陆、海、空目标实施精确打击。可以预见，21 世纪空地攻击将呈现出一幅全新的画面。

第 9 章 无限商机尽在太空—— 太空商业化

如果说，20 世纪中期人类是在国家荣誉的激励和感召下努力挣脱地球大气层的束缚而征服了月球，那么，21 世纪人类探索遥远世界的渴望则很大程度上是商业利益驱使的结果。

目前，人们正致力于太空商业的开发，包括像开采月球和小行星矿藏为人类提供原材料以及收集太阳能为地球所用之类的构想。据美国空间政策中心预测，到 2010 年，不含商业卫星，美空间商业化收益可达 6 千亿至 1 万亿美元，仅药品加工就将收入 270 亿美元。专家指出，太空将是引起新一代技术革命的摇篮，新工业革命将发生在空中。

一、太空生物工程

自 1987 年首次利用卫星搭载生物进入太空后，中国已成功将上千种地球生物送上太空，并产生了巨大的经济和科学回报。

（一）九天摘得仙桃归——太空农业

利用太空技术，人类能孕育出神话传说里巨硕的仙桃来吗？从某种程度上讲，这是可能的。在太空中存在着特殊的育种环境，卫星上的重力仅为地面上的百分之一到十万分之一，在这种

环境下，液体可以变成圆圆的水珠悬浮在空间，此外卫星中还存在着地面没有的高能粒子辐射。正是这些特殊的环境，孕育了崭新的太空农业。

1. 太空食品时代来临

从 1975 年开始，俄罗斯开始了在太空的作物研究，他们在每一次航天飞行时都带有一个育苗床，这些太空作物研究在太空栽培方面取得了某些有限的成果。80 年代，俄罗斯在“和平”号轨道站建立了一个一平方米的实验温室，粮食作物的生产正式开始。温室计划的负责人塔尼亚·伊万诺娃说：“我们在历史上树立了一个里程碑，第一次证实了一种有机物在失重情况下可按正常生命周期发育生长。”

在 90 年代初，宇航员在 40 厘米高的温室铝板顶之下成功地种出了莴苣和萝卜。1995 年美国和俄罗斯开始试验种植小麦，四年后取得了成功。美国航天局和俄罗斯太空计划负责人希望，在太空按照一个完整的生命周期种植作物对执行长期的火星计划有所帮助。第一批太空小麦种子于 1999 年初收获于“和平号”轨道站，这些麦种再次播种后在当年收获了第二茬，产量是第一茬的两倍。1999 年培育的这种作物是太空食品时代的发端。科学家认为，要解决地球上的某些最大的问题，太空可能是一个关键。美国航天局认为，这种太空农业能够帮助增加农作物的产量，增强对病虫害的抵抗力，使人类克隆其它星球的梦想变成现实。巴西农业部的一个研究机构和巴西卫星公司总裁兼首席执行官若昂·瓦斯在一则电子邮件中说：“随着国际太空站的建设最终变为现实，在微重力环境中进行农作物研究的新时代已经现出曙光。”

2. 在太空爆发新工业革命

空间中植物、微生物的变异引出了一个重要的课题——航天诱变育种，航天育种是利用卫星、飞船等返回式航天器将作物的

种子、组织、器官或生命个体搭载到宇宙空间。由于太空环境有许多地面难以获得的诱变因素，某些作物的品种有可能出现一些特异性状的有用变异，这为遗传育种提供了新的种质资源，从而创造出更优良的作物新品种。

中国在这一点上的研究上先于美俄，可谓捷足先登。1986年12月的西山会议上，王大珩提出应用航天搭载进行生物科学研究。那时，中国空间生命科学的研究还是一片空白，1987年首次利用两颗卫星进行搭载试验时，中科院植物所、微生物所、遗传所等单位匆忙上马，紧急调来20多种微生物材料和植物种子，总重量不足5千克，将其密封在玻璃管中送入太空转了五天和七天。就是这不足5千克的生物样品，短短几天的航天旅游，揭开了中国航天诱变育种的序幕。

在此后的10多年里，中国先后在九颗卫星和两艘宇宙飞船上共进行了500多个植物、微生物品种的搭载试验，经地面选育已获得了大量的新品种、品系和新的种子资源，航天诱变育种已成为中国在空间生命科学研究方面的一个特色。它不仅开创了中国育种的新途径，而且吸引了美国、俄罗斯、保加利亚、菲律宾等国家合作。

迄今为止，中国已经成功地将18颗返回式卫星和3艘宇宙飞船送入太空，为航天诱变育种研究奠定了坚实的基础。例如，在“神舟2号”宇宙飞船上携带的空间通用生物培养箱内，装载着19类25种植物、动物、水生生物、微生物、细胞和细胞组织，再加上15种蛋白质和其它生物大分子，是世界航天领域首次进行的多物种、综合性生物学研究实验。

2002年3月，“神舟3号”又将一盒乌鸡蛋首次送入太空，这一盒乌鸡蛋在产后两天就被封得严严实实装入返回舱内。这些蛋属于江西省泰和县的武山凤，这种品种优质环保，未受工业污

染。负责此事的一位专家介绍，乌骨鸡是中国的传统品种，纯合度高，经济价值高。这项实验目的是研究空间环境对胚胎生长发育、遗传变异之影响及优选新品种。

3 中国：太空农业成绩斐然

10多年来，从航天搭载的60多种、500多个品种的植物种子中筛选培育出多个新品种，成绩斐然，已在中国的农业生产中发挥出积极的作用。据统计，空间诱变育成的高产优质新品种在中国的种植面积已达百万亩以上。经1987~1994年八年的地面选育试种，农作物产量提高8%~20%，水稻蛋白质含量提高8%~12%，青椒的维生素C含量提高15%~20%，抗旱、抗涝、抗病能力明显增强，有的作物已开始大面积推广。

1996年10月，袁隆平院士组织精选处理过的杂交水稻种子，由中国返回式卫星搭载进入太空，在太空运行15天后返回地面。同年12月到次年4月，在国家杂交水稻工程技术研究中心三亚基地完成第一代种植，1997年5月在长沙国家杂交水稻工程技术研究中心农场进行了第二代育种种植，第二代出现了广泛的高频率的变异。弹指间六年过去了，目前袁隆平院士培育的水稻，已经进入到第五代、第六代，并且形成了新的品种。最近，袁隆平院士最新培育的水稻新品，单季亩产可以达到800千克左右。

另外，中国科学家选育出的甜椒亩产已高达5000千克，目前正在黑龙江、吉林、山东等省市推广；中科院遗传所经五年之功培育的“太空黄瓜”，获得产量高、口味好、果型大的新品系，亩产达6000千克左右，如今已在北京、四川、江苏等地扩大种植；浙江省农科院作物所选育出的糯稻“航育一号”、江西抚州农科所选育的籼稻品种“赣早籼47号”、黑龙江省农科院园艺所选育的番茄“宇番一号”等也均已经过验证，通过了所在省份的品种审定。

（二）老君炉”中炼神丹——太空制药

微生物是目前药品的主要来源，但因为有些药物的生产能力非常有限，因而价格昂贵，例如抗癌药物紫杉醇，每千克成品价格大约 500 万美元左右。科学家发现一些地球上稀有微生物经过太空之旅也能提高产量，指甲大小的变异菌株就可能带来上亿元的产值，经过太空旅游的微生物成了新药重要来源……

1. 借助天力的微生物

每一次发射飞船时，科学家们都会搭载一些盛放微生物的小试管。当这些试管在太空中遨游数天之后，里面的微生物就成了科学家们寻找新药物的珍贵来源。这种奇怪的变化是怎么发生的呢？

实际上，外部空间有许多在地面所不具备的看不见、摸不到、甚至也感觉不到的特性，如微重力、宇宙辐射、真空、低温等，这些均是诱变育种的理想条件。把微生物样本送上太空后，高能粒子引起生物遗传物质 DNA 的损伤，带来了可遗传的各种变异，变异导致了微生物产药能力的变化。

在太空中经过航天诱变的微生物，有可能发生三种方向的突变：更好的方向、更坏的方向、不变或夭亡。科学家在大量变异了的微生物中反复筛选，发现那些极少量的朝更好的方向变异的菌株，然后对其进行培养。其中有些变异使微生物具有对某些病症的治疗功能，对其培养后就有可能制成新的药物，这些药物有的价格在每千克 500 万美元左右。研究表明，太空环境中引起诱变的几率是地面上的上万甚至几十万倍。

美国、前苏联很早就发现空间中植物、微生物的变异。但他们重视基础理论和空间医学研究，更多研究细菌变异对宇航员健康的影响，忽视了这种变异在诱变育种中的应用。而在空间生命

科学研究方面，中国较早开始了航天诱变育种的研究，因此在这方面走在世界前列。俄罗斯、保加利亚、菲律宾、香港、台湾等国家和地区都要求与我们合作。目前，中国的科学家计划在不远的将来，发射一颗生物卫星，专门用于利用宝贵的太空空间资源进行空间生物技术的研究。

2. 中国：太空药厂问世

2001年9月28日，中国第一个具有世界领先水平的“太空药厂”——东方红航天生物产业化基地在北京怀柔落成。

这个“太空药厂”的目的所在，就是利用发射太空飞船的机会研制新的药物，把航天生物成果产业化。目前，中国航天诱变育种事业已经发展起来，一批航天新品种已经出现。2001年，该基地研制的中国第一批航天生物制品——“天曲”系列产品投放市场。这是一种名为“他汀”类的防治心脑血管疾病药物。国际医学界公认该类药物是迄今为止研究最为深入、机理最为明确、功效最为肯定的降脂药物。有专家甚至宣称，“他汀”作用可与20世纪初出现的“青霉素”相提并论。中国的“他汀”产品是采用航天生物搭载，筛选出的世界第一个“他汀-硒”复合体，与同类产品相比没有副作用，并且适合中国人的血脂情况。“天曲”的研制成功使中国他汀技术研究和产品一举跻身于世界领先水平。

除此之外，抗癌药物“紫杉醇”和口服胰岛素等一批具有国际竞争力的新药，也将陆续在“太空药厂”生产。紫杉醇是近20年来发现的世界公认的抗癌新药。1992年12月被美国食品和药物管理局批准作为治疗卵巢癌的新药。目前生产紫杉醇的原料主要是濒于灭绝的珍稀树种红豆杉的树皮，其成品价格每千克高达500万美元以上。1994年，科学家首次发现微生物也能产生紫杉醇，这极大鼓舞了中国的生物专家们，他们再一次把希望寄托

于浩瀚无垠的宇宙。中国已经分离出多株产生紫杉醇的微生物，并已在“神舟 2 号”宇宙飞船上搭载。不久的将来又一种新药将在太空药厂问世。

3. 飞船上的“太空产床”

在“神舟 3 号”上展开了一系列的太空“制药”初步试验，其中引人瞩目的是其搭载了一个能产生诸多治病抗体的“太空产床”。

这张“产床”就是中国科研人员自行研制的“空间细胞生物反应器”。这次试验选择了具有制药前景的四种细胞，研究微重力对细胞的生长、增殖、合成和分泌活性因子等方面的影响，以图从细胞中揭示空间环境对人类的影响，并为空间制药奠定基础。在“神舟 3 号”上所孕育的是能够治疗艾滋病以及其它性病的抗体，因此具有重大的现实意义。在这个产床上能够产生抗天花蛋白抗体，而该蛋白不但对艾滋病有一定疗效，还可以作为人工流产的药物。“神舟 3 号”上所做的空间生命科学实验，有的还能有助治疗性病。自 20 世纪 70 年代以来，衣原体类性病已逐年上升成发病率很高的性病，通过这次进行的空间生命科学实验，能够产生抗衣原体类性病的抗体，这些抗体已成为临床上特异性诊断试剂，是很好的试验品。

除此之外，这次在“神舟 3 号”上所进行空间生命科学实验还涉及空间蛋白质晶体生长。蛋白质晶体生长实验应用中国第二代空间蛋白质结晶装置，对 16 种蛋白质样品进行了实验，其中一些蛋白质的精确结构知识还可用于高效率的药物设计。目前它们正在太空完成结晶。太空结晶有诸多地面无可比拟的好处，专家说，这主要是空间微重力条件下没有重力影响时，可培养出质量优于地面的、能用 X 射线衍射方法进行大分子三维结构测定的单晶体，从而为开发新的高效药物开拓新的路径。

4. 太空生产干扰素

在美国，杰拉尔德·史密斯是佛罗里达州 Viragen 生物技术公司的首席执行官，他认为在微重力研究上的投资花得值。这家公司主要制造干扰素，它被广泛用于治疗某些类型的肝炎以及癌症。为了制造这种药物，他们使用一种貌似搅拌器的生物反应器，其底部装有一个推进器，通过旋转搅拌将白血球和病毒融为一体。

在地球上，通过混合白血球的方式来制造干扰素效率极低，因为脆弱的细胞受重力作用撞击在推进器上会造成大量死亡。史密斯解释道：“在太空中，这些细胞则处于一种悬浮的活跃状态下，它们不会撞击到反应器的四壁，从而能够较长时间地存活下来。”初步实验结果显示，在微重力条件下，白血球所生产的干扰素是在地球条件下的 2~30 倍。这对于动辄耗资数 10 亿美元的干扰素行业来说的确意义重大。

二、太空能源市场

在外层空间捕获太阳能并把它输送到地球，可能是解决人类 21 世纪面临的能源问题的办法。现在，科学家正在设计并着手建造太空发电站。人们初步的设想是：利用太阳能发电技术在宇宙空间把太阳能转换为电能，然后把它转换为微波传输到地球上，再把它转换为电能，这将永久性地解决人类的能源短缺问题。

（一）太空中的发电站

1968 年，美国人彼得·格拉泽就提出了在太空建立太阳能发电厂的宏伟设想：他的方法是发射同步地球卫星，把用光电材料

建成的太阳能发电装置送到离地球 36000 千米的同步轨道上，卫星在外层空间可以始终“跟踪”太阳，进行全天候发电，然后用微波把电力输送到地面。

1. 格拉泽的惊人之“梦”

格拉泽设计的这座电站重量达 5 万吨，太阳能电池板的面积达 50 多平方千米，向地球发送电力的微波发射天线的直径就有 1000 米。要把电站的设备全部送上天，即使用美国最先进的航天飞机也要发射 1000 多次。而在 70 年代时，美国的航天飞机还没有正式投入使用。因此当时的科学家认为，格拉泽的计划至少在 20 世纪是不可能实现的。

20 世纪 70 年代中期，西方能源危机爆发，格拉泽的计划终于受到政府重视。美国科学院估计：建成这个太空发电站大概要用 50 年的时间，耗费 3000 亿美元资金。进入 20 世纪 90 年代以后，由于航天飞机往返太空已经成为现实，格拉泽的计划又重新燃起了科学家们建立太空电站的热情。

1991 年 8 月，来自世界各国的几十名太阳能专家聚集在法国巴黎，专门讨论了太空太阳能电站问题。不久后，美国航天局和能源部宣布，1995 年将在距地球 36000 千米的同步轨道上建立首座太空电站。然后在纽约州北部建立一个有几个足球场大的地面微波接收站，接收从太空电站用微波发回的太阳能。后来，美国航天局一直没有实质性的举措。

2. 价廉物美的“光”电站

一个标准的太阳能接收站，主要由收集太阳能的光电板、微波发射器和接收器、太阳能卫星及其发射装置等构成。

卫星上的光电板先收集足够的太阳能，获得的带电粒子或离子，会变成高速微波，发射到地面接收站；地面接收站通过特制的金属板，把接受到的微波转变成电流，就可以利用了。由于太

阳能的特性，利用卫星进行太阳能发电有着无可比拟的优越性。

首先，宇宙空间辐射能量十分稳定，太空电站由于可以日夜不停地发电，不受地面云层气候的影响，也不需要储能设备，一旦建成，就是一种取之不尽的理想高效而洁净的能源，而且在无重量、高真空的宇宙环境中，对设备构件的强度要求也不太高；其次，太阳能和石油、煤炭等矿物燃料不同，不会导致“温室效应”和全球性气候变化，也不会造成环境污染。这正是科学家构想太空太阳能发电的重要原因之一，许多国家相信这有助解决地球变暖问题；最后，太阳能太空发电具有可观的经济效益，据测算，一个标准接收站的发电功率可达 50 亿瓦，相当于五个大型核电厂的发电量。

3. 好梦难圆——三大难点亟待攻破

太空发电的原理一目了然，但要真正实现太空发电，现在还存在三大技术难点：

首先，如何把庞大的卫星系统发射到太空去？如果要用太阳能电池来获得 50 亿瓦的电力，必须并排装上两块长 5 千米、宽 6 千米的巨大电池翼片，加上卫星自重，总重量将有 4000 多吨。现在发射的卫星，最大重量也仅 10 余吨，即使用美国的航天飞机，也只能把 20 多吨载荷送入地球低轨道。4000 多吨的卫星，无论如何是无法一次送上太空的，只能分开发射，然后在空间组装。

第二，如何把微波能量传回地面？2001 年 5 月 16 日，太空工程师居伊·皮尼奥莱在非洲留尼汪岛西南部的格朗巴桑大峡谷进行了一场利用微波进行长距离无线输电的特殊实验，走出了无线输电的第一步。对于太空电站生产的电能，日本和加拿大打算将电能通过微波由一架小飞机运回地面；而法国则打算在同步轨道上安置一面直径为 1 千米的镜子，将呈微波状态的电能反射传

输到墨西哥与巴黎、撒哈拉与北京、澳大利亚与纽约之间，即将电能传输到需要它的地方。

第三，怎样保证地面安全及地球环境？许多环保人士提出疑问，万一强大的微波失控怎么办？高能量的微波会不会干扰地球上的通信系统，地面站的高能量会不会对人类健康造成长期影响？面对这些疑问，科学家们自有解决之道：一是通过地面信号控制卫星上的微波发射装置，使之始终对准地面接收站；同时，控制微波泄漏量在国际安全标准之内，不让它影响人类的健康和自然界的生态平衡；美国科学家还设计了一种失效保险装置——万一卫星失控，可使微波束在太空中立即自行扩散。

（二）何时实现梦想

最近，日本和美国都纷纷提出了自己的太空电站蓝图，或许40年内，人们就有机会享受到来自宇宙的电能。

1. 日本：40年内上天发电

2001年4月，日本科学家已经在地面上进行了太阳能微波发送的基础性实验并获得成功，证实这一梦想有可能变成现实。日本通产省已设立一个专家委员会，计划把这一技术发展 to 实用化水平。

最近，日本通产省宣布，计划在2040年之前发射一个巨型太阳能发电站上太空。根据这个雄心勃勃的计划，日本将制造一颗重达近两万吨的卫星，然后分阶段将其送上地球同步轨道。

卫星有两块太阳能电池板，每块长3千米，宽1千米。卫星将放置在距地面约36000千米的地球轨道上，预计2040年可以开始运作。这个卫星每秒钟可发电100万千瓦，这个发电量相当于一座核电厂。卫星将把太阳能转化为微波，并通过一根长1千米的天线将其反射到地球上。该计划存在一个经济效益的障碍。

经济产业省估计，总建造成本以现时造价计算估计约 170 亿美元，太空太阳能发电的成本每千瓦小时是 23 日元，而热能发电或核能发电的成本每千瓦小时只需 9 日元。

但科学家预计，通过材料的不断改进，用太阳能电池生产的电，将比热电站生产的电还要便宜。例如，使用一种聚酰亚胺薄膜制造的膜镜集能器，能够只把太阳光线的有效部分聚集到太阳能电池上，从而可以进一步降低卫星的体积、重量和成本。

另有人提出，如果将来能从月球上采掘所需的硅和铝，制造占太阳能卫星总质量 90% 的光电板和架子，那将意味着可大大减轻必须从地球上送入轨道的重量，从而进一步降低太阳能发电的成本，方便它的推广和普及。

2. 美国“太阳塔”和“太阳碟”

最近，美国航天局在向国会提交的报告中指出：“人类已到了认真考虑把来自太空的太阳能作为 21 世纪可行的全球能源选择的时候了。”

NASA 最新的构想是：在太空建造两种大型发电站，即“太阳塔”和“太阳碟”：“太阳塔”由一组人造卫星构成，每颗卫星能提供 200~400 兆瓦的电功率。它们在赤道上空 12000 千米的低轨道运行，可以同时向几个不同的地面位置提供能量，供应整个地球所需的电量。组成“太阳碟”的卫星外形与太阳塔相似，但成本较高，而每个太阳碟的发电量高达 2000 兆瓦。最大的差异是，“太阳碟”计划是把太阳能卫星发射到距离地球 3.6 万千米的地球同步轨道上，它可以把太阳能 24 小时不间断地输送到地面上的一个指定地点。

这两种太空发电站将由可大量生产的、统一的组件构成，可以在太空中自动装配，毋需太空人的任何帮助。美国航天局预计能在 20 年内投入操作。

（三）开启月球的能源宝库

在中国工业高科技论坛上，中国科学院空间科学与应用研究中心的姜景山研究员说：“在众多的应用项目中，有望形成产业的至少有两方面，一是月球能源的利用，二是月球矿产资源的利用。”

科学家认为，月球极有可能成为人类最终的电力供应来源。科学家说，如果能将月球表面由太阳风吹来的氦-3收集起来，作为核电站的核燃料发电，那将为21世纪人类找到又一种宝贵的绿色能源。为此，美国的LunaCorp月球探索公司已经作好了实地探察氦-3的准备，他们打算在2003年将其研制的月球漫游车发射升空，它能够环绕月球搜寻氦-3。这是一架吉普车大小的半智能化机器人月球漫游车。

美国休斯顿大学负责空间系统管理的戴维·克里斯韦尔声称，月球还可以为地球提供充足的太阳能，使所有的国家都能像美国一样能源充足。尽管早在70年代，科学家就已证实，太阳能可以通过微波射束方式传送到地球，但他们同时也发现将设备运送到月球的费用足以抵消廉价能源所节省的资金。如今，克里斯韦尔又有什么解决办法呢？他说：“我们可以在月球表面各地建立工厂，利用月球本身的原料制造太阳能电池组。”

三、太空资讯市场

（一）太空数字化时代——全球定位系统业

2000年全球定位系统（GPS）的收入达到了70亿美元，在该领域内出现了一些新的需求，主要包括GPS日益应用于消费电子设备、GPA芯片越来越多的集成入多功能产品等。

1. 从战场到商场

GPS系统最早由美国开发，由 24 颗卫星组成，可用于确定时间地点和速度信息。有了 GPS 系统，我们就能几乎立即回答“我身处何方”这个简单问题了，其准确性令人瞠目结舌。在 1991 年海湾战争中，首次运用该系统，并取得了良好的效果。从那时起，GPS 技术便开始进入民用领域。

由于 GPS 系统有可能用于帮助走私分子、恐怖分子以及敌对武装，五角大楼对于 GPS 系统的公开性一直有所保留。但考虑到潜在的庞大市场，五角大楼最后仍同意将 GPS 系统用于商业领域。作为妥协，五角大楼制定了一个被称为选择性使用原则，即 GPS 系统中最精确的信号将严格保留。1996 年 3 月，迫于制造商的压力，美国政府做出承诺：每个人都将可以使用更高精度水平的 GPS 系统，降低民用 GPS 信号的做法将在 10 年内逐步取消。白宫还重申了联邦政府对于为和平的民用、商业和科学事业提供全球范围免费的 GPS 系统服务所做出的承诺。与此同时，美国也计划在未来五年中花费数十亿美元对现有的 GPS 系统进行现代化改造。

现在，GPS 系统不但被用于实施营救工作，还涵盖了包括航空、海洋勘查、娱乐和车内导航等在内的各个商业市场。GPS 为社会带来无穷的帮助，并且创造着数十万个工作机会，带来数以十亿美元的利润。由于 GPS 产品日益集成入移动电话、车内导航和航空管理等系统中，这导致 GPS 制造商和通信、汽车等行业的制造商结盟较多。

2. GPS 的未来前景广阔

集成电路技术的进步将会使 GPS 系统的接收传送装置变得和信用卡一般大小。由于体积小、价格便宜，每一辆汽车都可安装、每个人都能携带一套这样的装置。几年之后，GPS 系统应用

领域将无可限量：

急救车辆使用 GPS 系统确定目的地及行进路线；GPS 系统可用于确定海上失事船只的位置；货运及运输行业利用 GPS 系统跟踪舰队方向，加快运输速度；海运公司为其油轮和货轮安装 GPS 导航系统就能记录并控制船只的活动；娱乐用游艇和小型商业车辆的业主也靠 GPS 系统导航；民用飞机的飞行员使用 GPS 系统进行飞行、作物喷粉、空中照相以及测量，使用 GPS 系统的飞机在飞行训练中节省了上百万资金；GPS 系统还可帮助飞行员在小型或者大型飞机场着陆，并且使建立新的空中躲避系统成为可能；GPS 系统广泛应用于绘制地图、度量和测量方面，GPS 系统还用于绘制道路图、跟踪森林火灾、指挥推土机工作、确保土地平整的误差在几英寸范围内；地球科学家使用 GPS 系统监控地震以及地壳板块的移动；通信公司通过直接将其参照时间与 GPS 时间两相对照，越来越多地依赖 GPS 系统调协陆地数字通信网络；卫星制造商使用 GPS 接收装置跟踪卫星的位置；装置在汽车里的 GPS 系统不仅可以使驾驶员找到自己的位置，同时还能指明方向。在日本，大约 50 万辆汽车已经装上了 GPS 的导航系统。

随着 GPS 系统服务为我们提供的位置连同我们的电话号码存入计算机的“黄页”之中，不论我们身处哪个城市、城镇或是郊区，我们都能在转瞬之间找到一家餐馆或是最近的一家加油站。GPS 系统为这个世界提供了一种没有无止境的技术。这一切仅仅只是开始，目前 GPS 接收装置和技术的全球市场额预计达到 20 亿美元，10 年后将增长到 300 多亿美元。

（二）出售“千里眼”——卫星遥感业

商业化的遥感应用可分为卫星系统、航空图像和地理信息系

统等三个部分。其发展趋势主要有：对高分辨率的全色、雷达、多谱段图像等的需求将看涨；商业化遥感图像提供商和民用平台遥感图像销售商之间的竞争性的市场开始形成。

1. 太空成像公司开张

1999年9月30日，设在美国科罗拉多桑顿的一家私营公司——“太空成像公司”，开创了一个太空商业的新时代。他们专为地面顾客提供太空拍摄业务。太空成像公司专门建造了一艘太空飞船从事这项目前世界上独一无二的业务，卫星上的太空摄影和望远镜系统由军事间谍卫星的主要承包商柯达公司承建，主镜头口径宽60厘米。

美国政府1994年批准军用间谍卫星商业化，太空成像公司随即成立，并着手开发建造民用间谍卫星。1999年4月试发射时失败，9月24日成功地发射了第一艘民用间谍太空飞船。9月30日正式拍摄了世界第一幅商业太空照片。太空成像公司隶属于曾制造过许多军用间谍卫星的美国洛克希德·马丁公司和美国雷声公司下属的电子系统公司，国际投资者包括日本三菱公司和韩国的现代公司，其它三家公司也声称计划在2000年年底发射类似卫星。据有关专家估计，在今后10年内，太空轨道上可能将会有12个以上的民用间谍卫星运行。

太空成像公司已开始接到定单，五角大楼可能是它的主要客户之一。价格可能为每平方英里30~600美元，定单最小份额暂时限定为1000美元。但同时又会对国家安全、个人隐私等造成隐患。

今后，地理学家、都市规划者和其它行业都可得到便利有用的服务。在其它用途方面，该工业可有助于探测查明计划进行地下秘密核爆炸的国家，以及通过探测冲击波来监测地震和火山爆发。现有的这种商业化太空摄影技术可分辨不到1米的物体，如

汽车、房屋、小艇、树木、建筑、管道、桥梁、油轮、喷气式飞机和导弹等，但还分辨不出单个人体。美国科学家联盟的太空政策首脑约翰·派克说，这是人类太空史上最重要的开发之一，将太空技术商业化，用于和平用途将具有革命性的意义。

2. 展望：未来行情看涨

随着能高效处理图像的价格更低的计算机以及能将数据快速传至全球任何角落的设备的出现，专家预计卫星遥感市场的增长更为强劲。而家庭和办公场所的个人电脑的存储量更大、速度更快，也将对遥感业产生重要影响，使地理信息系统在价格上更容易为市场所接受。

目前，美国航天局已经开始发行迄今为止最精确的全球地图。这是一种由山脉、山谷和平原等多种地形的3D画面组成的全球地图。这一地图是美国的一个太空船机组人员去年经过对地球表面的近万亿次测量取得的数据。数字化的地形图是从太空船经过11天的雷达探测地形任务收集的8000GB数据中整理而成的，这次太空任务于2000年2月结束。这些数据相当于1.6亿页文本的数据量，包括了对地球80%的大陆块的精确测量。

一些国家正在加大对自己的遥感卫星的投资：俄罗斯、中国、日本、印度、加拿大和欧洲航天局继续发射地球资源、气象和情报卫星；一些拥有中等航天力量的国家也积极发展遥感卫星研究，或积极与其他国家在该领域开展合作，这些国家包括巴西、阿根廷、以色列、土耳其和一些欧洲国家。此外，一些航天预算较少或无航天工业的国家也表示了从商业机构购买图像的强烈兴趣。

(三) 太空媒体业

太空媒体或许是提升整个太空工业进入赢利阶段的最后一个

环节。从理论上说，随着越来越多的人受到太空旅行的刺激影响，他们将把更多的钱花在包括拍电视记录片和去月球度假在内的与太空有关的商业活动上。

1. 太空进入媒体时代

“梦时代”是一家总部位于硅谷的多媒体公司。他们刚刚与美国航天局达成协议，准备支付航空航天局 1 亿美元资金。公司创办人比尔·福斯特和卡尔顿·鲁司林计划利用这笔投资率先实现高清晰度电视的空间传送以及太空摄影文档、教育和纪实节目的数字化，他们相信这次投资一定能给公司带来可观的利润。

福斯特对太空即将带来的利润确信不疑，他打了个比方说：“太空就好像是把奥运会和棒球总联盟合在一起一样。”目前梦时代公司已经得到了包括 Exite@Home、洛克希德·马丁公司、Sumitomo 银行以及 Omnicom 集团在内的许多大公司的全力赞助支持。

利润丰厚的因特网行业也吸引了一些急需资金的空间投资商。SpaceHab 公司最近就设立了一家名为 SpaceMedia 的附属公司，与俄罗斯能源公司合作，共同经营一间设在国际太空站上的新闻、教育和娱乐节目广播室。

2. 牛皮吹上了天——太空广告业

在一些发达国家，太空广告早已搞起来了。在“和平号”空间站，俄罗斯航天局曾为以色列的牛奶产品拍过广告，收入十分可观。近年来，俄罗斯通过太空广告从西方各公司获利 100 多万美元。随着人类逐步迈向宇宙空间，广告“上天”已是发展的必然趋势。

(1) 拍摄首部太空广告

2002 年 1 月 1 日，日本各大电视台播出了世界上第一个在太空中拍摄的广告。这是由全球第四大广告公司日本电通广告和大家制药合作，在国际空间站拍摄的广告。

由大冢制药和日本电通广告公司合作拍摄的这支太空广告共花了 1 亿日元制作费。这是在世界 16 国所共同参与建造的国际空间站中，利用高精密度摄影机花了三个小时所拍摄完成的一支片长约 30 秒的太空广告。

在此之前，制作人员曾到莫斯科的太空中心，与太空人讨论脚本，并透过从太空站传送回来的画面来和太空人交谈，所有的掌镜动作都由地球控制中心遥控。虽然广告内没有大牌，也没有美少女烘托，但外太空的浩瀚奇景加上太空人的广告处女秀，还是让厂商心甘情愿砸钱拍摄这个“天价”广告。

(2) 美国：“必胜客”驰名太空

2001 年初，俄罗斯将为国际太空站制造的起居舱送入了太空。人们发现“必胜客”公司的徽标赫然出现在运载火箭的两侧，随着火箭被发射进入了太空。“必胜客”公司为此支付了 125 万美元的广告费，而这笔资金的注入对俄罗斯太空计划而言无异于雪中送炭。

2001 年 5 月 23 日，美国连锁式快餐集团“必胜客”再次送出外卖薄饼，不过今次的目的地不是地球，而是用俄罗斯“联盟号”飞船将特制的“太空薄饼”送上国际空间站给太空人享用。这一创举使该公司成为有史以来首家将外卖薄饼送上太空的快餐集团。然而，与一般的外卖不同，该公司这次是向俄宇航部门“倒贴”了 100 万美元，才完成这次太空薄饼外卖的宣传创举。“必胜客”的市场部主管吉尔说：“从这天起，必胜客的名字写进了历史，其薄饼获送上太空及在太空进食，是世界首次。”

(3) 商业巨头想上月球作广告

早在 20 世纪 90 年代初期，“必胜客”的战略专家们就曾提出一项计划，建议用强力激光把公司的徽标投射到月亮表面。但公司的执行官们面对数百万美元的投资畏缩了，最终放弃了这一

计划，但人们在月球上做广告的梦想却从未泯灭。

无独有偶，总部设在弗吉尼亚州的 LunaCorp 公司打算在 2003 年将其研制的月球漫游车发射升空。届时，漫游车上将醒目地显示出无线电广播室（Radio Shack）的徽标。而且作为这次耗资数百万美元与无线电广播室长期合作项目的一部分，其客户将可以遥控漫游车在月球表面行走。该公司还计划在 2003 年底时发射“月球探勘者号”。LunaCorp 公司目前正通过与数家电视公司的合作，通过因特网入口网站费用和与政府合作等方式，筹集资金。

随着太空商业探险的新时代来临，Radio Shack 想出新招，希望借助月球，以打响知名度和提高业绩。2000 年 6 月 21 日，Radio Shack 称将资助这次以商业为目的的月球登陆行动，该行动希望通过探索月球的古老冰层解开太阳系的秘密，为太空任务提供所需的火箭燃料，并帮助人类移民月球。

四、太空运输市场

一些企业家也纷纷投资在充满风险的太空运输业上，他们相信抢滩太空商业将带来丰厚的回报。

（一）美国太空商业公司

近来，美国航天局表示乐意放弃对其属下的太空船队的控制，并已经采取措施使航天飞机私有化，这也许是商业太空时代来临最明显的一个征兆。由于预算严重紧张，美国航天局不想再从每年 120 亿美元的预算中拿出一个子儿来经营庞大的航天飞机系统。

1996 年 6 月，丹尼尔·戈尔丁对一群投资者说：“我们的目

标是逐步放弃低轨道业务。”现在，大多数航天飞机业务已归作“太空联盟”（United Space Alliance）私营，波音公司和洛克希德·马丁公司共同参与这次商业冒险。

除了波音和洛克希德·马丁这两个航天巨无霸，美国一些投资者也纷纷成立新兴的太空商业公司，他们主要将获利的热点放在商业卫星和发射服务业上。

1. 太空邮递公司

由吉姆·本森创办的“太空邮递公司”是美国形形色色的太空公司中的一个。本森自称是一名讲究实际梦想家，20世纪90年代早期他在当时新兴火暴的软件产业上大赚了一笔，之后他卖掉了自己的公司，1995年他依照硅谷公司的模式建立了太空邮递公司，他说：“我们这个公司就如同一个在太空中递送包裹的系统。”

在太空邮递公司所要递送的首批货物中，包括一颗载有宇宙热星际等离子光谱仪的卫星。这颗卫星预计于2002年发射升空，卫星上搭载的宇宙热星际等离子光谱仪将被用于加州大学伯克利分校观察太阳系周围炽热气体的实验。一旦卫星进入预定轨道，设在加州波韦的飞行控制中心将通过太空邮递公司设计的无线电系统操控卫星，并收集从宇宙热星际等离子光谱仪上源源不断传送来的实验数据。

尽管这颗卫星是美国航空航天局“大学探索者”计划中为伯克利分校的实验而专门研制的，但太空邮递公司现在正向其他研究者推销这颗卫星，毕竟与重新制造新卫星相比，买这颗卫星能够节省大量成本。

2. 发射加生产：太空商业一条龙

美国私营企业史倍斯·哈伯公司已经走在了前面，它能提供将包裹货物直接递送到太空站舱门口的到位服务。由谢利·哈里

森和戴维·罗西领导的史倍斯·哈伯公司每年拥有近 1 亿美元的收入，据称是新兴的空间公司中最成功的一个。

早在 20 世纪 90 年代初期，史倍斯·哈伯公司推测，它为航天飞机制造增压舱能比政府雇用专家所费便宜得多。于是，在没有得到美国航天局订购合同的情况下，史倍斯·哈伯公司就将其资金果敢得投入在这项工作上——现在，它已是航天飞机上这种增压舱的首要供应商，聚敛了其他公司失之交臂的巨额利润。如今，它已经设计制造并发射了 15 个筒形增压舱，用在航天飞机的货舱里。

史倍斯·哈伯公司的太空舱主要用作微重力研究实验舱，1998 年，包括约翰·格伦在内的航天员就是在这些太空舱中进行实验的。此外，该公司还为美国航天局建造了飞行工作舱。航天飞机中总是存在空间不足的问题，而该公司提供的太空舱则能够为航天员提供相当于现有太空舱三倍甚至四倍的工作空间，所以深受航天飞机机组成员的欢迎。

到目前为止，史倍斯·哈伯公司生产的太空舱还已经为国际太空站进行了三次再补给飞行；除此以外，他们还先后执行了七次飞行任务，为处于困境中的“和平号”太空站运送了食物、水、氧气以及其它基本硬件设备等。

美国桑伯尔纳蒂诺·凯利空间技术公司的协办人迈克·加洛所说的，我们坚信，“就像 70 年代的电脑产业所作的那样，商业太空运输业也即将起飞”。

（二）俄航天局：看中商业发射市场

俄罗斯《消息报》认为，虽然俄罗斯是世界上第一个征服太空的国家，但目前俄利用太空挣钱的手段只有两个：卫星的商业发射和太空旅游，但这两方面俄罗斯做得都很不够。该报称：

“征服太空的梦幻时代已经结束，接下来应当做的是开发太空并以此赚钱”。

于是，俄罗斯决定发挥自己的航空航天技术优势，发射更多的外国卫星。为此，俄罗斯在不久前与澳大利亚签署了一项协议：到 2004 年或 2005 年，两国将在澳大利亚的圣诞岛上建一个超现代化的航天发射场，利用俄罗斯的运载火箭实行商业发射。发射场由若干商业发射太空飞行器系统组成，主要是发射通信卫星和广播电视卫星。整个发射场的技术方面工作由俄罗斯专家完成，澳大利亚方面负责修建发射场所需的必要设施。这样，澳大利亚将成为独联体以外第一个利用俄罗斯宇航技术修建航天发射场的国家。

俄罗斯航天局和澳航天部门的高层人士认为，圣诞岛航天发射场将可望获得很好的商业效益，因为它有下列几方面的优势：俄罗斯的运载火箭比较便宜；俄罗斯运载火箭和助推器的质量比较可靠；圣诞岛商业发射场的各种审批程序比美国等西方国家简单；圣诞岛位于赤道附近，在这里发射卫星是最容易的。

五、太空旅游市场

当然，太空不仅仅是个工作场所，它同时也为人类休闲娱乐提供了新的去处。1968 年，著名科幻作家阿瑟·克拉克的小说《2001: 太空奥德赛》被拍成电影，影片描述了幻想中的人类去木星的漫长旅行，展现了人类在月球上建立的新家园。

这部影片极大地激发了普通大众去太空旅行和定居的热情。尽管我们人类还没有实现片中所言，但这几十年来，人类也并非毫无作为：1990 年，日本的一名电视台记者秋山丰熙进入“和平号”空间站，TBS 电视台为此向俄罗斯支付了 1200 万美元；

约翰·格林在 77 岁高龄时还能进入太空；2001 年 4 月，时年 61 岁的美国亿万富翁丹尼斯·蒂托幸运地成为人类历史上第一个以旅游者的身份进入太空的地球居民，这再次表明，作为一名乘客飞往太空，并不需要特别强壮的体魄。

（一）蒂托的太空之旅

2001 年 5 月 7 日，首位自费旅游太空的蒂托安全从“天堂”回到地球，终于圆了他的太空梦。蒂托首开先河的遨游却在地球上激起一股太空旅行的狂想。虽然美国方面口口声声说，俄罗斯将蒂托送上空间站是惟利是图的“不务正业”，但美国航天局却已经默许将在不久的将来，向平民游客开放空间站。

1. 谱写“老人与太空”

蒂托原是美国航天局的一位工程师，他把遨游太空作为自己终生追求的梦想。虽然年已 60，但童心未泯的他仍然想上国际空间站。

蒂托向美国宇航局提出申请后，得到的是毫不含糊的拒绝。理由很清楚：空间站是载满昂贵仪器的太空科研场所，并且还正在建设之中，在这种关键时候送上去一个没受过良好训练的普通人，无异于在高校实验室里放进了一只猴子。蒂托碰了一鼻子灰，只好把希望寄托在俄罗斯航天局。其实，俄航天局也很想开发太空旅游这一块处女地，一方面可以赚得资金纾解经济窘境，另一方面还可在世界航天史上留下一段佳话。双方很快达成协议，蒂托向俄方支付 2000 万美元，搭“联盟”号顺风船飞抵国际空间站。

得知俄罗斯擅自出售国际空间站“旅行门票”，美国航天局大为光火。美国反对蒂托太空之游的理由是：蒂托的进入会给空间站成员增添不安，使他们不得不停下工作，“照顾”蒂托。不

管美国如何危言耸听，俄罗斯决意要执行与蒂托的协议。此后，美俄方面龃龉纠纷不断，矛盾首先从蒂托的训练引发。

2. 太空中的商业交锋

2001年3月19日，四名俄罗斯宇航员陪同蒂托前往美国休斯敦的约翰逊宇航员训练中心，准备开始为期一周的专项训练。在训练中心入口处，蒂托和俄罗斯宇航员被美国管理人员挡驾，愤怒的俄宇航员以集体罢练表示抗议。此后，俄美双方进行了紧急磋商，美方妥协，蒂托终于开始了训练。

基于蒂托在宇航员技能水平测试中的优秀表现，4月24日，美方不得不承认蒂托的综合技能水平符合了短期太空旅行的要求，“破例”允许蒂托参加太空任务。美国航天局还要求蒂托签署一份协议，承诺自负安全责任，一旦发生任何事故不会追究刑责；如有损毁空间站任何设备，必须全数赔偿；同时，在空间站上他必须与俄罗斯宇航员同住一个太空舱。

但就在火箭发射前两天，美国方面又突然散布消息：称国际空间站上的电脑出现严重故障，要求俄罗斯推迟发射飞船。俄罗斯方面对此予以拒绝。俄航天专家轻描淡写地说，空间站上的电脑故障只是“周边问题”，俄航天局官员直接告诉美国官员，俄罗斯不打算推迟飞船的发射时间。

这时，国际空间站的“指挥大权”牢牢握在俄罗斯宇航员乌萨乔夫手中，另外在空间站上工作的还有另外两名美国的太空工程师。俄罗斯航天局表示蒂托虽非专业太空人，但他是航天工程师出身，且事前已经接受过充分升空训练，不会对国际太空站构成任何安全危险。不管怎样，蒂托上天已经是铁板钉钉的事了。

3. 凯旋归航

4月28日，在飞船发射前的最后时刻，美宇航局终于再次向俄方妥协，确认他们可以提前完成电脑的修复工作，并撤走

“奋进”号航天飞机。最后一道阻挡“平民英雄”蒂托的闸门终于打开。

当日零点，“联盟 - Y’，火箭在哈萨克斯坦拜科努尔发射场准时点火升空。蒂托的太空之梦在顷刻间化作了现实，他仿佛觉得自己化作了一只蝴蝶，飞上了九霄云外；从此，人类前往太空旅游的梦想也写下了辉煌的第一篇。蒂托把大部分的太空飞行时间用来拍摄照片、凝视地球以及聆听歌剧；他还帮助机组人员从事了准备食物等辅助性工作。4月29日，“联盟”号飞船与国际空间站对接成功。在大部分的时间里，蒂托都处于空间站上距离美国工作区域100多米远的一个区域，没有影响机组人员的工作。5月5日，他再次乘坐俄“联盟 TM - 31”号飞船返回地球；5月7日，蒂托和俄罗斯两名宇航员降落在哈萨克斯坦的沙漠。虽然蒂托仍然兴致勃勃，但看起来有一点疲倦和苍白。两名俄罗斯宇航员在降落后称赞蒂托身心状态俱佳。

蒂托成为了继格兰之后进入太空的第二年长的人。八天的太空假期实现了他终生的梦想。他形容这次旅行是“天堂之旅”，这是一段“让人难以置信的经历”。美航天局太空站主管霍斯说，蒂托是第一个但不会是最后一个自费上太空漫游的人，人们到太空观光已是无可避免的趋势。

4. 现在有谁能上太空？

太空游将越来越平民化，而各国的太空总署也都明白这笔旅游费的吸引力。按专家估计，即使按每人5万美元算，太空旅游市场也会每年增长600亿美元。

目前，仅在美国就有100多名太空旅游爱好者已申请参加培训，其中包括体能和航天知识的培训。但美国能源航天火箭公司说，太空旅游的市场在短期内并不是人们所期望的那么庞大。首先，你得有钱！高额的培训费至少需要100万美元；其次，并非

申请的人就可以参加培训，且超常的体能训练不是一般人所能承受；同时，申请人还应具有工程类学科背景。

如果你具备这三个条件，年轻又有足够的耐心等待，你就可以在形形色色的“太空旅游团”预定一席之地。你需要的只是四天左右的基本训练，要付的只是蒂托的尾数，但你可能需要等待长达 5~10 年的时间，参加历时 3~4 分钟的短距离太空旅行。

觉得不过瘾？那么你可以选择蒂托的路线，美国著名导演詹姆斯·卡梅隆，就是选择这一条路的人士之一。最近他已经公开表示，希望获准亲赴国际空间站拍电影。卡梅隆表示，他想只身一人去空间站，为计划中的一部反映太空工作和生活的电影拍摄“外景”。如可能的话，他还想在太空环境下摄制立体电影。为此，卡梅隆愿意在俄罗斯和美国的宇航员训练中心训练一年半，以便能够成为第一位进行太空行走的非专业人士。目前，卡梅隆正在与俄罗斯航天局协商乘“联盟”飞船赴国际空间站拍电影的相关事宜。

也许在若干年后的某一天，你终于只需要一张登机牌就可以舒舒服服游太空，其它一切也自有人为你打理。不过，据航天界和商界的权威人士指出，现在要说“太空平民化”还为时尚早。太空游终究还是一句话：有钱又不怕麻烦的人请上。

（二）太空旅游崭露头角

最近，一项对 4000 多名英国人、日本人、美国人和德国人的调查表明，大多数人都对到“世外桃源”逍遥一番表现出极大的兴趣。其中 80% 年龄在 30 岁以下的被调查者希望到太空轨道上观光。大多数人愿意付出三个月的工资，而 10% 的人情愿花费两年的血汗钱到太空一睹地球的芳容。调查还表明，有 20% 的美国人愿意花费四年的收入作一次为期六天的去月球往返

太空旅行。

该报告显示，公众对于前往太空旅游的兴趣正持续升温，越来越普遍，而且有望得以实现。这份报告同时预言，到 21 世纪中叶，太空旅游将成为一项获益颇丰的大型产业。

1. 俄罗斯：抢占市场先机

据俄航空航天局提供的资料显示，2001 年俄政府的航天预算约为 1.65 亿美元，而美国高达 143 亿美元。俄罗斯的航天预算和实际所需经费之间存在较大缺口，弥补这一缺口的主要举措就是航天商业开发。在“和平”号空间站未坠毁之前，俄曾在“和平”号上成功地进行了商业开发活动，创造了年收入 2000 万美元的良好业绩。

目前，俄正打算利用国际空间站俄属太空舱和先进的航天技术继续进行商业活动，并计划在俄所支付的国际空间站建设资金中，力求使预算外资金的比例达到 30% ~ 35%。另据俄航空航天局管理处主任古谢耶夫介绍，2001 年，俄有望在国际航天市场上创收约 10 亿美元。今后，俄将努力使这一开发的年收入达到约 20 亿美元。

俄罗斯在建设国际空间站上占有重要地位，空间站建成后，1/3 的空间属于俄罗斯。俄罗斯还会继续与建设国际空间站的其他国家一道，推动太空旅行的商业化。

2. 美国：旅游公司“太空圈地”

面对商机，美国航空航天局并不反对在将来搞太空旅游。局长戈尔丁表示，美国航天局并不反对非职业宇航员拜访国际空间站，但需要在空间站建成以后才行；届时，研究人员、教师、艺术家等都可以上太空。而且美国航天局已表示将在 2001 年 6 月和俄航天局以及其它空间站的合作伙伴在对“非职业”的游客们进行培训方面制定一项协议。

但美国民间对太空旅游期待要急切得多。美太空运输协会副主席鲍勃－哈尔特曼说，如果允许游客付 2000 万美元乘坐美国航天飞机，每年往返六次，一年可得 1.2 亿美元，10 年就是 10 多亿美元，如此可有助于抵消纳税人付给美国航空航天局用于飞行试验的数十亿美元。该协会首席科学家托马斯·罗杰斯说：“俄罗斯人发射了第一颗人造卫星，他们第一个将人送上了太空轨道，现在到了另一种美国必须迎头赶上的形势了。”

帮助蒂托与俄罗斯达成太空旅行协议的“太空冒险”公司说，现在有数位顾客愿意支付上千万美元到太空旅游，另有 100 人预约进行亚轨道太空飞行。该公司称，计划建造的“太空商业飞机”进行亚轨道太空飞行，每人将为此支付 9.8 万美元。公司总裁兼首席执行官埃里克·安德森说：“蒂托的表率作用超乎寻常。现在，几乎所有的人都有理由相信，他们也能够飞上太空。”

3. 日本：2008 年推出太空旅游

一些雄心勃勃的日本人正在努力实现这个梦，让普通人也能够到太空旅行。

日本金城旅行社近日成立了“太空旅游俱乐部”，专门开发太空旅游市场。该公司“太空旅游筹备室”负责人白石孝和介绍，蒂托遨游太空预示着太空旅游时代的到来，“太空旅游俱乐部”的设立就是着眼于这一新的旅游市场的出现。

金城公司估计，到 2030 年，全球太空旅游者将达到每年 500 万人次，太空旅游产业收入将高达 700 亿英镑。未来的太空旅游可望向旅游者提供灵活的服务项目，包括从 10 分钟的低轨道飞行到为期一周的随所居住的太空旅馆在近地轨道上遨游等。据估计，通过高效率的组团活动，可以在将来将每个人的太空旅行费用降低到不超过 2000 英镑。金城太空旅游分社的经理白石先生说，安全、可靠和合理的价格是太空旅游业务取得成功的关键。

他说：“太空是一个全新的世界，大多数人都想从太空中看一看孕育了他们以及他们的祖先的星球——地球。这是大多数人的愿望，而我们的任务就是助他们美梦成真。”

日本政府计划在 2008 年推出太空旅游项目，而其门票的价格也是一个天文数字，高达 7 亿日元（约合 530 万美元），该机构的官员还称，太空旅行的费用不久可能会降至几千万日元。

4. 中国：会加入市场争夺吗？

1999 年 11 月 20 日，中国载人航天工程第一艘试验飞船“神舟”号在熊熊烈焰中发射升空。2002 年 3 月 25 日“神舟”3 号飞船又开始了新的太空之旅，这意味着中国不久将实现载人航天的目标，成为世界上第三个独立自主把宇航员送上太空的国家。

美国太空网的编辑在批评美国航天局的保守时，更是担心中国很快会成为继俄罗斯之后另一个富翁们寻求到太空一游的选择。他说：“中国很快就会发射她的第一艘载人飞船，中国也许会像俄罗斯一样，在价格合理的情况下出售飞船的座位。”

中国的空间专家说，中国在实现载人航天后普通百姓能否上天一游，取决于多种因素：一取决于国家允不允许，二是普通百姓能不能拿出所需要的钱。另外宇宙飞船的载客量小，如果用于旅游扩大载客量，肯定要对飞船进行重新设计，而这是耗资巨大的。目前来看还没有这样的打算，在短期内也没有这样的目标。当然从长期来看，普通人上太空游玩，肯定是航天事业发展的一个趋势，中国人乘坐自己的飞船到天上游玩的时间也会到来。

（三）未来的太空旅游业

蒂托游太空标志着人类太空旅游的开始。随着太空科技的进一步发展，未来的太空旅馆和太空飞船会是怎样呢？它将能为旅客提供怎样的服务呢？最近，21 名来自美国罗切斯特科技研究

所致力于太空商业旅游研究的学生，为人们描述了一幅真正的太空商业旅游场景：

在开始太空飞行之前，太空旅游者将被运送到一个名为“太空希尔顿”的旅馆，在那里，负责太空旅游安全的工程师会迎上来向你问好，这是一名年轻漂亮的女工程师，她就像我们经常遇到的空姐一样，细心地帮你装好氧气瓶，检查你的太空服，确保你能够抵御太空中存在的各种辐射，然后才开始引导你进入太空飞行…

1. 天外“桃源居”

“太空希尔顿”是由在地球上拥有许多著名大饭店的希尔顿国际公司正在酝酿的一个“空间岛”计划。该公司计划在六年內建成一座太空旅馆，旅馆由航天飞机的燃料罐串联起来，每个燃料罐的直径与波音 747 机身相当。目前，这些罐子只使用一次，并且将落回地球，在地球大气中焚毁。但是这些燃料罐可以很容易地保留在太空中，并且改造成人们的住处。迄今为止，希尔顿国际公司已对这项工程花了 10 多万英镑。

目前正在负责积极开发太空希尔顿的“太空岛”集团公司表示，进驻他们的太空旅馆的每一位游客，不仅可以享受他们在地球上的饭店里的很多服务，而且还可以得到一些意想不到的惊喜。

这个“天外桃源居”将配备有餐厅、医疗中心、教堂和学校，有高速电梯运送客人在各层之间。太空旅馆的室内将增压，围绕地球公转所产生的向心力将允许旅客们在“地板”上行动如常。饭店可提供水和医疗设施，还建有一座再循环工厂。此外，旅客们可以随时走出旅馆在太空漫步。还将有广泛的保障生命系统，大饭店将有自己的起落场地，航天飞机能停在这个场地上。

太空岛公司的主席负责人吉恩·迈耶斯说：“我们需要 60 亿

到 120 亿美元。这没法与由美国、俄罗斯和其他国家合建的价值 400 亿美元的国际空间站相比。”依据资金情况和人们的决心，最乐观的估计是 6 年建成。

2. 空间旅游站——迷你 1 号

2001 年 9 月 12 日，俄罗斯“和平”公司提出了一个太空观光的新方案，计划为未来的太空旅客提供为期一周的太空服务，但由于该飞船上仅安装三张座椅，所以有兴趣进行太空之旅的人需要耐心等待。另外，“和平”公司还计划建造世界上第一个私人空间站——“迷你 1 号站”，以接待太空旅游者。

未来的太空游客将首先乘坐俄“联盟”型飞船进入太空轨道，绕地观光。在飞船内，游客既能体验失重的感觉，又能透过舷窗博览群星，遥看大地。与赴空间站旅行相比，此类观光活动的技术要求相对简单一些，限乘三人的“联盟”飞船可一次搭载两名游客。游客的花费也会比赴空间站旅游便宜得多。

未来的太空旅客将不登陆国际空间站，而是在太空轨道上度过难忘的几天时光。由于宇宙飞船不与国际空间站对接，包括美国航天局在内的与俄罗斯共建国际空间站的合作伙伴就不会提出反对意见。“和平”公司的总经理曼博尔向俄方建议，由“和平”公司招揽游客，前往国际空间站执行常规任务的俄罗斯“联盟”号宇宙飞船将携带上载有太空旅游者的太空舱，升空后，飞船先在“迷你 1 号站”停留，令太空舱与“迷你 1 号站”对接，然后飞船再前往国际空间站执行任务。

“和平”公司总裁杰弗里·曼博尔称，“迷你 1 号站”将在 2004 年发射进入轨道，设计寿命为 15 年。曼博尔介绍说，新的迷你空间站个头只比俄罗斯的“联盟”号宇宙飞船稍大一些，可以供三名旅游者同时逗留 20 天。迷你站只是一个供人们工作生活两三个星期的地方，它是个并不昂贵的平台。俄罗斯“能源”

火箭航天公司将负责建造工作，预计建造费用将达 1 亿美元。“能源”公司是由俄政府支持的大型企业，负责俄航天商业开发工作，它曾设计并建造了“和平”号空间站。

3. “太空电梯”带你直上云霄

你有没有想过，在 21 世纪的某一天里，人类可以坐电梯到太空旅游？如果真能这样，将来人类就不需要再依靠火箭将飞船送上天，而只要搭乘一架连接太空与地球的“天梯”即可直上九天云霄，到太空去参观太空科学实验中心，也可以转乘飞船到太空做星际旅行……也许这是一个离我们很远的梦想，但科学家要把这个梦想变成现实。

(1) 灵感：源自“天堂的流泉”

太空电梯的设想是俄罗斯专家在 20 世纪 60 年代首先提出来的，后来，美国航天科学家进一步对此进行了论证。著名太空科幻小说作家阿瑟·克拉克根据他们的设想写出了《天堂的流泉》一书。在这部科幻小说中，工程师利用最先进的材料建成了一个太空电梯，电梯站设在位于地球赤道上的一个小岛上。

美国航天局的“天梯”计划和科幻小说中的“天堂流泉”相比，其设计原理几乎毫无二致：用一根 47000 千米（相当于地球到月球 1/6 的距离）长的绳索将电梯的上下两端连接起来，电梯的下端是一个建在地球赤道上的高度大约为 30 千米的巨塔；电梯的上端到达地球同步轨道的高度，为了使这根电缆不至于掉落地面，必须在电缆远离高塔的上端安置一个巨大的“反平衡站”。科学家建议，如果将该电缆上端固定在小行星上，地球引力把电缆往下拉，而小行星则力图挣脱束缚飞向太空，从而使该电缆始终处于拉紧的状态。这样，安装在电缆里的升降机就可以上下移动了。

根据专家的设想，未来的太空电梯由电磁能驱动，时速可达

几千千米。电磁能驱动技术目前已在日本和欧洲的高速列车上得到应用。将来，人类可乘坐太空电梯直上云霄，到太空去参与与地球同步运行的科学实验中心，也可以乘坐飞船到太空作星际旅行。

对于科学家和企业家来说，这种“太空天梯”也像会下金蛋的鹅一般诱人。因为，“太空天梯”一旦建起来，它就像一条高速公路一样每天 24 小时运转，将卫星和旅游者带到太空去。这样太空天体便成了大规模太空商业和工业开发的最经济的途径。

(2) 50 年后：启动太空电梯

奥梯斯公司已经在考虑建造“太空电梯”的很多细节问题。比如，电梯的动力、结构、控制系统、维修系统、救生系统等等。电梯从地面上升到地球同步轨道可能需要 24 小时。电梯舱分为多层，包括生活舱、货舱、卫生设施等等。奥梯斯公司已为很多摩天大楼设计制造了电梯。现有的技术已经可以制造高度达 8 千米的电梯。当然，要制造太空电梯还有许多问题要解决，比如考虑到太空中的真空和微重力环境，电梯间的设计和制造比普通电梯要复杂得多。但奥梯斯公司的技术人员认为，按照现在的发展速度，10 年之后，他们的设计和制造技术可以实现美国航天局现在提出的“太空电梯”的设想。

科学家估计，随着纳米纤维制造技术的发展和成熟，大约 20 年后大量生产纳米材料有望成为可能，纳米碳纤维的价格也将会逐渐变得比较便宜。所以，在未来 50 年内，人类乘坐电梯登上太空的梦想将成为现实！

4.21 世纪的太空旅游船

太空旅行的市场潜力是巨大的，然而要使一般人也能享受太空之旅，先要降低太空旅游的门票，而这最重要的就是大大降低飞船发射的费用，因为太空旅行的成本主要就集中在发射这一环

节。

如何做到这一点？最根本的解决之道还是制造可重复使用的火箭，使人们更经济地进入太空。1998年，美国航天局和太空交通联合会发表的一份报告说，10年后技术的进步将会使一次太空之旅的费用降低到5万美元，甚至有可能降到2万或1万美元，到那时每年太空游客的人数将达到50万人。科学家估计，在2020年就可以提供廉价太空旅游，人们只需到就近的机场便可启程作环球轨道飞行。

(1) 美国：第一艘旅游飞船诞生

美国加利福尼亚州XCOR太空旅游公司正在研制一种新的专为太空旅游设计的太空飞船，飞行系统将与时用来发射美国航天飞机的系统相似。乘客将乘坐一艘小型轨道飞船，由一架常规喷气式飞机背上天空。

这种火箭飞机是由EZ型飞机改装的，可以乘坐三人，装配了两个重达180千克的火箭助推器。XCOR太空旅游公司的首席工程师丹·德龙说：“EZ火箭飞机计划已经使我们掌握了如何设计和建造一个完整的火箭动力系统，并将它跟飞机组合在一起。下一步我们将调试飞机和助推器，进行载客日常飞行。”XCOR太空旅游公司的总裁杰夫·加里森称，乘坐这种飞机做亚轨道的绕地飞行，太空旅游费用将大大降低。

(2) 日本：推出大型旅游飞船

目前，日本火箭协会正在筹集资金，计划耗资716亿日元（合6.28亿美元）设计建造一艘可重复使用的火箭飞船“旅行者号”。这样，在2016年，普通游客就能够以便宜得多的价钱前往太空游览了。最近火箭协会已经得到包括三菱重工业公司、富士通公司、夏普公司、日产汽车公司等日本大公司的支持，计划于2004年建造第一艘原型飞船。乘客乘坐这种50座的飞船，无须

经过任何训练，就像乘飞机一样方便，而且价钱和蒂托支付的相比要少得多，大约每人 2.6 万美元。游客将有三小时的时间在地球轨道上遨游，通过巨大的旋转座舱，欣赏地球和太空的美丽风光。

2001 年 12 月 30 日《日本经济新闻》报道，根据日本宇宙开发事业团的提议，日本的 H-2A 火箭将发射一个载有五名乘客的太空船。该太空船将在距地球 500 千米高处的轨道内绕行一天。日本宇宙开发事业团计划制造一个更大的太空船，使人们可以在太空停留一个月，建造这样的一个太空船至少耗资 8 亿日元。日本宇宙开发事业团还将邀请私有公司加入这一项目，包括旅游机构，并计划把这一项目写进日本 2002 年制定的 10 年宇宙开发计划。

第 10 章 太空蜂巢的居民—— 未来星际移民

人类在蓝色的地球上已经生活了二三百万年，地球是我们最舒适的家园。然而，这并不是一个平静的世外桃源，经济危机、环境恶化、军备竞赛、核恐怖、太空杀手（小行星、彗星），如同无数把利刃时刻都悬在人类的头顶。如果有一天，地球的环境被高科技文明毁灭，那么人类将逃亡何方？有远见的科学家们依照万物的生存之道，在宇宙中找到一个新的人类家园，将一部分地球人迁往那里建立新的地外文明。惟有如此，普罗米修斯的火炬才会生生不息。

然而，要实现星际移民还有很长的路需要走，许多的问题需要解决。首先是人类在太空中生存的问题，其次是在太空中的繁殖问题，同时我们还必须找到合适的依据地点，如果新的殖民星球离我们过于遥远，我们还必须寻求新的星际航具。

一、移民太空城

早在 20 世纪初，航天先驱齐奥尔科夫斯基和戈达德就提出过太空移民的设想。20 世纪 30 年代，西方社会普遍出现经济大萧条。这使一些人从离开地球的角度考虑人类的前途和命运。英国科学家设想，为了摆脱危机，人类可以乘坐巨大的太空“诺亚

方舟”离开地球，到宇宙空间去找出路。此后，又出现了许多建成太空城和进行星际移民的设想。1969年，美国普林斯顿大学教授杰拉德奥尼尔认为，地球已经到了承受人类发展的极限。要永久性地解决生态、资源、人口等问题，最好的办法是在太空中建造一个个太空城，逐步把人类都移居到地球周围的太空城中，让地球长时间按自然力的作用进行重新改造，恢复过去。几百年甚至上千年后，地球会在没有人干预的情况下，轻装上阵，变得更加生机勃勃、动物成群、绿树成阴、风调雨顺、风和日丽、万象更新。如果有必要人类还可以重返地球。

奥尼尔设想的太空城由一对圆筒组成。太空城内壁上建有适于植物生长的自然环境，上面种植百草花木，有给水装置、河流和湖泊。除了这些人工自然环境外，太空城内还有道路、居住区、娱乐区、商业区、工作区等。太空城外有太阳光反射板，用计算机控制进入太空城内的光量，人工创造白天、黑夜以及四季交替。太空城一端有大型太阳能发电站，另一端是航天飞机或宇宙飞船停泊的舱口。奥尼尔制定了四种未来太空城设计模型。最小的长1000米，直径200米，可供10000人居住；最大的长32千米，直径6.4千米，可供2000万人居住。这种“天上的街市”能实现吗？许多专家认为，困难的是如何筹集巨额资金和改变人的观念。只要经济情况允许，发达国家愿意作出努力，建造太空城、进行太空移民并不存在很大的技术问题。地球面临的问题总要解决，逃离地球、移民太空的设想听起来有些悲观，但仍不失为解决人类困境的途径之一。

二、月球——人类的第二个家园？

月球是离地球最近的一个星球，自从1977年美国的最后一

艘“阿波罗”飞船登陆过月球之后，人类就再也没有回到过那里。1989年7月，美国总统布什在纪念“阿波罗”登月20周年时发表演讲说：“美国应当重返月球和载人登上火星。”这在全世界产生了很大的影响，于是美国航天局形成了一些在外层空间建立基地以及改造火星的设想。这些计划也包括在月球上建立永久性殖民基地。尽管月球的环境永远不可能改造成地球的模样，但它却是人类向更远的目标迈进的第一个落脚点，它可以为飞向更远的行星的飞船提供建造材料甚至核能推进剂。可以说：建立月球基地是人类征服太阳系其他星球的第一步。

（一）打造月球基地

建立月球基地是一个庞杂的项目，即便是一个无人基地也需要历经数年才能完成。基地地址选定后，部分机器人与原材料必须首先被送往月球。为建造一个适合人类居住的月球基地，必须由航天飞机在地月之间至少往返30次、H-IIA火箭至少升空90次才能把足够的材料运到月球。

1. 就地取材

我们是否能在月球建立基地，这个计划在经济上是否可行？如果不得不用太空船来回穿梭运载建筑材料，恐怕这样的浩大的工程500年也完不成。值得庆幸的是，美国马歇尔航天中心的科学家们从月球土壤标本上找到了福音。本次公布的月球基地的建造计划是到达基地选址的第一组四名宇航员将在月球停留45天，建造一个埋在月球表面以下，可以防止太阳辐射的居住舱。居住舱是月球基地的基础，在后继的项目中再建造其他舱室与实验设备，逐步扩大月球基地的规模。

1998年5月，美国航天局向报界披露了利用月球当地原料，在月球建造基地的宏伟蓝图。这项未来移民计划的关键在于，建

设者怎样在当地获得原料，这是移民月球和其它行星的最大难题。

由于月球土壤中铝矿和铁矿比较丰富，而且容易用采矿机械开采，因此未来移民区的主要建材很可能是铝或铁制成的。月球的风化层不但为宇航员和月球仪器提供了躲避宇宙射线的良好掩体，同时还是很不错的隔热材料，随着太空加工制造技术的逐步投入实施，不同的黏结材料和建筑材料将堆积起来建成加工厂，接着陶瓷、玻璃、纤维、合金都将从中陆续地生产出来。

研究月球移民计划的劳伦特·西比莱说，届时开采出的金属矿需送进冶金炉内提炼。他说：“你需要用冶金炉才能把开采的原料制成建材。目前我们的想法是，最好把原料送到月球南极的一个环形山附近提炼，因为炼矿需要使用太阳能，而在那里你可以获得源源不断的太阳光。”太阳能电池板是较为可取的动力装置，可为机械装置和供暖提供动力，部分原因是月球上有 1/5 土壤由硅构成，而硅是制造太阳能电池板所必需的原材料。

月球大气层非常稀薄，这意味着必须保护宇航员住所不受太阳的辐射。为解决这一问题，马歇尔航天中心的科学家正在研制一种神奇的新材料——气凝胶。西比莱说：“它是一种完美的材料，就像是插在两片金属中的夹层板一样。它可以像隔热体那样，保护房屋内居住的所有人不受外界寒冷的影响。我们的试验已经表明，一英寸厚气凝胶的隔热效果不亚于一英尺厚的普通隔热材料。”

这项研究指出，从月球土壤中提取氧、利用水或许可以达到目的，在月球两极地区或者月球表面岩石中存在水的可能性越来越大。利用由阿波罗计划带回的月岩样品，对这方面的情况已有了清楚的了解。研究人员曾把一小块月岩样品在存在氢的环境下加热到大约 1050 的高温。在常温下呈灰黑色的月岩

和月尘先是变成浅色，后来开始冒气，这时氢与月岩中的氧结合，形成水蒸气。一部分蒸气通过冷却变成水，从另一部分蒸气中可提取氧，并再次获得处理其它岩石所必需的氢。这项技术的主要目标是为未来的登月者寻找一种“自我”生存的方法，使他们能够直接在月球上获得一部分重返地球所必需的推进剂——氢和氧。

2. 最佳位置已经选定

科学家已为人类未来的月球基地找到了最适宜的位置，这是对月球神秘的两极区域进行的迄今最详细的分析的结果。这个位于沙克尔顿环形山边缘的位置符合建立月球活动基地的两个基本要求：其一，那里有生产太阳能所需的充足阳光；其二，那里的位置非常靠近一个很可能储存着深冻冰的永久性阴影区。

“月球勘探者”飞船一年多以前发现月球的南北两极有冰。这是一项重要的发现，科学家们根据这一发现制定了向月球移民的计划。目前，“月球勘探者”飞船还无法确定冰的确切位置。生产电力的太阳能阵列可以放置在阳光充足的区域，并通过微波或电缆与之相连。这样，位于沙克尔顿环形山边缘的区域就可以得到近乎源源不断的太阳能供应，而且能够很容易获取月球储存的冰资源。月球的北极比南极较为平坦，但是初步估计结果显示，那里有面积达 1.3 万平方千米的永久性阴影区。

3. 月球基地的设计

人类的再次登月将不满足于月球岩石的采样，这次将实行更深层次的月球探索，包括在月球上找水；另一种可能是在月球上放置天文望远镜，建立月球天文台。月球天文台将使人类的视野大大地向宇宙深处扩展，这是天文学家们梦寐以求的理想；还有一种可能是在月球上建立有特殊功能的工作站，例如飞向其它行星的转运站。这种工作站的建立要求人类首先能在月球上构筑适

合居住的封闭生态系统。

未来月球实验室的内部结构可能由以下部分组成：望远镜、氧气瓶、生理学实验室、居住区、卫生间、医务室、技术实验室、生物学实验室、人口、仓库、健身房、监视月面的瞭望塔、居住区、密封的部分一切尽在室内。这个永久性基地可供几十个人居住，实验室、宿舍和起居室这些设施均被连在一起，必须用月球上的岩石和其它材料把它们覆盖起来，起到屏蔽作用，以防止辐射。

太阳系外的宇宙射线包括高能量的成分，宇航员对它们防不胜防，它对长期暴露在其中的飞船乘员有辐射性的损害，在太阳黑子活动强烈的短短几分钟内，高能量的微粒可对月球表面作业生活的太空人产生致命的危害，月球物质本身就可以提供安全简单的防护，例如在活动地附近修建简单的防护工事，或在月表下几米深处修建地下掩体。

月球上是一片荒漠，人们可以随心所欲地排布仪器设备装置，而且任何时候你都可以往上面加上新的设备，或者为了补给的方便你可以把它们排布在一个或多个公共基地上，以便于统一地提供部件、能源、计算机支持及与地球的联络通讯等后勤服务。

（二）建立月球基地时间表

根据美俄日等国公布的计划，对月球的新一轮开发大致可分为五个阶段：从 20 世纪末到 21 世纪初为第一个阶段，亦为无人阶段。主要是利用探测器调查月球的地形，为月球基地选址，并画出月球资源分布图等。

从 2005 年开始为第二阶段，亦称短期滞留阶段。少量人员将在月球工作几天到几周，开始测量月球岩石铁、铝和氦的含

量，试用各种加工装置。

从 2010 年开始进入第三阶段，亦称经常居住阶段。基地将扩大，人员将增多。由于能防止太阳辐射的设施和封闭型生态系统的建立，数十名人员有可能在月球连续工作几个月。他们将制造氧气、提炼水、冶炼金属，并研究如何把月球的资源运回地球。

从 2020 年起进入第四阶段，也称永久居住阶段。这时工作人员将增到上百人，他们将建设月面农场和工厂，研究用微波照射等方法提炼氦-3 的技术。以解决能源供应问题，并把多余的能源送回地球。

从 2030 年开始的第五阶段为移民阶段。这时月球到地球之间将建成定期往返的航线，居民将完全能做到自给自足。人们将铺设道路，整顿交通，建设起一座座有数百人的月球城镇。直到 22 世纪，大概才会出现多达数百万人居住的月球城市。

根据重返月球的计划，人类将于 2005 年在月球建立月面前哨站，2010 年建立设备齐全的永久性居住地，2020 年兴建实验工厂、农场等。与首次登月不同，人类这次将要在月球上长期呆下去。

三、伟大的行星工程——向火星进军

现在的火星没有氧气，没有海洋，人类如何生存在这个荒凉而冰冷的星球上呢？2001 年 10 月下旬，在美国加利福尼亚州举行的一次研讨会上，科学家们对“适合人类居住的火星”这一议题提出了激动人心的设想。专家认为，如果火星上的大气能够充满超温室气体，那么在未来 100 年之内它将成为适合人类居住的星球。

Ε΄ ΟΥΚΕΑΙ » » ΔΕΘΥΑ΄ΩΙ

Αε ΟΑ ΕΩ-Α΄xO- OONΣ; ΑΓΑΝΘΑ ΕΕΟ-ΟΥΑΑ Οί°1/2/4O
I» ΟΥΑΘΥΑ-ΑΥΕ΄ΝΘΑ,ΟΘΑ΄ΟΙ ΑΕΑ ΑΕΑ΄ΝΙ ΜΑΝΘΟ » ΔΕ-Ο-Α ΙΑ
I° 1/2°Oι» ΔΕΘΕΙΑ ΑΕΥ μΑΥΙ ΑΙΝΣΟΕΥΙ ΝΣ±Ε-» ΔΟΦΑ-Α ΕΕΕ΄ΕΑ
Ε΄ Αό-ΟΑΝΕ ΄Ε΄ΑΙ ΙΑ΄ΟΝΘΑ,Ε

Ε΄Ο΄, ΑΟι» ΔΕΘΕ

Αό-ΟΑΙ Ε΄Α-Ο΄Α΄, ΑΟι» ΔΕΘΥΑΘΕΥ Γ΄Ε-Ο΄, ΑΙΕ Ιε ΄Ε ΟΥ ΔΕΘ
ΕΙΝ°Ο΄ΕΥΙ ΜΑ΄Α x-Ε-Ε΄ΕΜΕ° I° Ο΄Ο΄Α΄Α΄Θ ΙΟΕΙΟ΄ » ΔΕΘΕΥΙ Ε-Α΄Ο΄:
, Α, ΑΕΑ ΔΕΘΥΑ » . ΄Α΄-Α΄ ΙΑ, Β Ο΄Α΄ΕΥΙ ΜΑ΄Α » I» ΔΕ-Α΄ » Ε΄Ο΄Ν » ΔΕΘ
±Α΄Ε΄Ε΄Ι ΜΥ΄Α΄ΕΥΙ Ε΄ΥΑ΄Α » . ΄Α΄Ε I± Ε΄Ε΄Ι΄Α Ε-Α΄Ο΄ 2 I . Ο΄Ε΄Α ΄ΕΜΕ, Α
±Α΄ » ΔΕΘΥΑ΄Α ΄ΕΟ΄Ε΄ΕΘ° Α΄Ε΄Ε΄Υ I 1/2 O΄΄μΥ΄Α΄Α΄ » Ε-Ε΄Α » Ε΄Ο΄ Α΄ΕΟ΄
Ο΄Α΄Α΄ΙΕ Ε-±Α΄Ε΄Ο΄Α΄ Α΄ ΜΑ΄Α΄Α΄ Ο΄΄Ε Μ΄Ε΄Ο΄ 3° Ε-΄Ο΄ μ΄Α΄ΝΘΑ, Ο΄
I O΄Ε΄Α-Ο΄Ο΄, Ε΄Ο΄ μ΄Α΄ Α΄ 1/4 ΄Ε΄Ε-Ε΄Α΄ » ΔΕΘΕΙΑ Ε΄Ε΄Ι Ε΄ΥΙ ΄Α΄ μ΄Α΄Ο΄ 1/2
Ε΄Ο΄ Ε΄Α΄΄Α΄

Ο΄Α΄ ΝΘΟ » ΔΕ΄Ε-Υ Α΄Σ΄Α΄Α΄Ε° 3- 1/4 Α΄ Ε΄Ο΄Ε΄Α I± ΜΑ΄Ο΄Ε΄Α-
Ο΄ΟΥ ΔΕΘΕ΄Ι Ο΄΄Ο΄Α΄Α΄Α΄ ΄Ε-΄Ε 1/2 ΔΕ΄ΕΥΙ » I O΄Α΄Ο΄I± ΄Α΄ Ε-Ε΄Α΄ ΔΕ΄ΕΥΙ
, I Ε΄Ε΄Ο΄ » ΔΕΘΥΑ΄ » . ΄Α΄-Ε΄Ο΄ Ο΄Ε΄Θ΄Α΄ I°- Α΄ μ΄Α΄Α΄ Α΄Ε΄Ε΄Ε΄ ΙΑ I Ε΄Α΄Α΄ 1/2 I 1/2
I I ΄Α΄Α΄ Ε΄Α΄Ι΄Ε΄ Α΄Ο΄-±Ι Ε΄Α΄-» ΔΕΘΕ΄Ι Α΄Α΄Α΄Α΄ ΄ΕΟ΄ Δ΄Α΄, Β 1/4, ΄Ε΄Α΄Ι΄ Ε΄Ο΄
Α΄Α΄ μ΄Α΄Α΄ ΄Ε΄Ι x I O΄-Ε΄ μ΄Α΄ Ε΄ΥΙ ΜΑ΄Ε΄Υ ΔΕΘΕ΄Α΄ Α΄Ο΄-Ο΄ μ΄Α΄ ΔΕΘΕ΄Ι Α΄Α΄ Ο΄
I΄ Α΄ Α΄ε΄Ο΄Α΄Α΄Α΄ Ε-Ο΄΄ » ΔΕΘΕ΄Α΄ 1/2 Α΄ ΜΑ΄Ε΄±΄Α΄ Ε΄Α΄Ε΄Ο΄Α΄ Ο΄
Α΄Ε΄

Αό-ΟΑ΄Ε΄Ε΄ Ε΄Α΄Ε΄ 1/2 ΔΕΘΥΑ΄ΝΘΑ, I O΄Ε΄Α-Ε΄Ε΄Α΄Ο΄ Ε΄Α΄ I O΄Ε΄Ε΄
I μ΄Α΄Α΄ Α΄Α΄ ΄Ε΄Ε΄-Ο΄, Α΄ Ε΄Ο΄ ΄Ε΄Ο΄ ΔΕΘΥΑ΄Ε΄Υ » » . ΄Α΄ Ε΄ΥΙ Ε΄ΥΙ ΜΑ΄Ο΄ I
Ο΄Ε΄Α΄Ε΄Ε΄-Ο΄Α΄Ε΄Ε΄ Ε΄Ο΄Ε΄Α΄ ΔΕΘΥ΄ ΄Ο΄ μ΄Α΄Α΄ Α΄Α΄Ε΄Ε΄-Ε΄Α΄Ε΄ I ΄Υ Ε΄Α΄ »
Ν΄Ε΄-Ο΄Ε΄ Ε΄Ε΄Ι Ε΄ΥΙ ΄Α΄ μ΄Α΄ » . ΄Α΄ Ε΄Ο΄ Ε΄Ε΄Ε΄ I΄ Ε-΄Ε΄ μ΄Α΄Ο΄-Ο΄Α΄ Ε΄Ε΄Α΄ Δ
ΔΕ΄ Ο΄Ε΄Ε΄ Ο΄Α΄ μ΄Α΄ 1/2 Ε΄1/2 ΔΕΘΥ΄Α΄Ε΄-μ΄Α΄Ο΄-Ο΄Α΄ I΄ Ε° I° ΄Α΄Α΄ Ο΄΄Ο΄Α΄

言，这种引进生命的做法应该是火星生态学上的一大进步，而不是放任它自生自灭。”

2. 在火星上种植物

学会在火星上种植物是人类生存的重要条件。未来的探险者将需要氧气、食物和纯净水——这些东西从地球运来太昂贵。但植物能够方便地提供这些物质，并成为生物再生生命保障系统的一部分。要在火星上建这样的保障系统，首先要尝试在火星上建一个特殊暖房，用火星土壤栽种植物。作为一项长期计划，科学家打算用植物减少火星上的二氧化碳，增加氧气，以适合人类居住。

美国航天局打算在 2007 年发射“侦察员”飞船，把带有水母发光基因的拟南芥送到火星上去。美国航天局的科学家为此打算送一个特殊的登陆器到火星上去。登陆器上的机器人铲起一部分火星土壤，科学家用机器人和摄像机分析土壤的成分，然后加上肥料、缓冲液和营养素，使种子在小型暖房里发芽生长。

为了了解植物在火星上的生长情况，科学家对用作试验的植物设计了两部分基因：探测环境的传感基因和能发光的指示基因。他们把传感基因和指示基因的碎片连接在一起，用一种细菌把新生成的基因送进这种植物里。这些指示基因能反应环境的干燥度、温度和植物是否生病。比如，假如火星土壤里有过量的某种重金属，它就会发出白炽的绿光；反之在过氧环境中，它就会发出蓝光。登陆器上的摄像机会记录下这些辉光，然后把信号转送回地球。

传感基因来自拟南芥本身，指示基因来自维多利亚发光水母，它能沿着钟形边缘发出柔和的绿光。登陆器上的暖房能容纳 20~30 棵植物，科学家打算把它们安置在细小的玻璃容器里，在 1~2 克的火星土壤里种植一棵植物。试验可能会让火星上的

1.

1991

(3) 巩固期 (2080~2115年)

大约到 2080 年，火星的平均气温将达到 -15°C ，这时，二氧化碳、氮气和从火星地壳中抽出的水的数量都开始大规模地增加。火星上的大气层继续变厚，天空将会出现云层；在低纬度地区移植的冰原植物也开始放出氧气；两极地区的冰和干冰开始融化，液态水开始汇集在深深的“运河”里。渐渐地，大气层变得更加浓厚，河流和湖泊开始形成，植物生长更加茂盛，氧气量更加充沛，火星环境将逐渐地向地球式的方向转换。

火星上的人们可以脱掉厚重的太空服，换上由呼吸面罩和氧气瓶组成的呼吸器。呼吸器上附带的扬声器取代了双向的无线电通话器，因为火星上的大气密度已经足以传送声波了。

(4) 复苏期 (2115~2150年)

这个过程不断地向良性方向发展：低等动物和植物越来越多，氧气量越来越丰富，温度越来越高，涓涓细流汇成大海。当火星上的大气层终于稳定下来，平均气温上升到零摄氏度的时候，上面的生活条件就有了很大的改善。很多小型、自给自足的生物圈型的城市如同雨后春笋般在火星上发展起来。

2130 年，火星温度将升至 10°C ；大量的地球移民开始前往火星寻找发展机会，2150 年的火星就跟 19 世纪 70 年代的美国西部一样；大约到 2170 年，巨大的植物系统将足以使大气富含氧气。到那个时候，在火星上所能看到的景象是：蓝蓝的天空、碧绿的原野、清清的原野、茂密的森林，一切都是那么生机勃勃。人类终于把比撒哈拉大沙漠还恶劣百倍的火星改造成了第二个地球。

(5) 最后的阶段

在太空安装了巨大的太阳能反射镜，把太阳能聚集到火星特定的表面上，那么火星上的氧化物就成了巨大的矿石，加热到一

定程度后就会自然分离成铁和氧。靠这种办法每年可以制造出成千上万吨的氧气。此后，湖泊、河流和原始的海洋出现了。火星上开始经常性地降雨。数百万棵树被种到了火星地表上，这个红色干燥的星球终于成了又一个绿色的星球，成为人类另一个快乐的家园。

2. 在火星上盖房

目前，美国科学家正研制能在火星上建造楼房的建筑材料，研究人员利用明尼苏达州的特殊沙子和普通聚合塑料制成经久耐用的砖块。这项研究工作由美国威廉和玛丽协会化学分会的理查德·凯费博士主持，此外，美国国家航空和航天局专家也参与了这项研究。

新型建筑材料用沙子和粉状聚乙烯混合而成。将混合物浇注成形，并在 115℃ 中焙烧 30 分钟，最后用冷压机在每 5 平方厘米 50 千克压力下保持形状。凯费博士指出：“借助于这项工艺过程，聚合物被熔化，促使生成物更密实、更坚固。”谈到连接固定砖块的材料，凯费博士表示，很可能会利用某种像环氧树脂的东西，或者根据镶嵌结构工艺浇注，使砖块彼此连接在一起。凯费博士指出，美国国家航空和航天局提出的要求是研制重量轻和最质密的建筑材料。因为这对于宇宙飞船的装载量来说是十分重要的。科学家利用明尼苏达州沙子的设想是在比较了化学成分之后作出的。分析结果表明，该州沙子的化学成分与月球上的物质结构非常接近，而月球的结构同样也与火星岩石的结构非常相像。

3. 火星上种菜胜地球

新西兰林肯大学土壤科学部科学家毛特纳博士，利用在南极洲及撒哈拉沙漠发现的火星陨石土壤进行测试，种植芦笋及马铃薯，结果发现两种土壤不但都适合植物生长，而且撒哈拉沙漠发

现的火星土壤由于含大量磷酸盐，种植成效竟比新西兰最常见的农用土壤更佳。

毛特纳在美国太空总署一个研讨会上指出，如果地球人口不断膨胀，人类始终需要到地球以外的地方开拓新资源，而火星的土壤能够种植芦笋和马铃薯，正是我们可以用于耕种的新资源。不过他亦表示，耕种需要水源，况且火星表面十分寒冷，气温变化难以预测，这些问题有待解决。但毛特纳亦指出，如果计算小行星和彗星的水源和有机物质在内，人类可以在太空建造相当于最少 1000 个地球大小的殖民地，养活 10 万亿人口。但毛特纳预测这项伟大工程一二百年内看来是无法实现的，不过这次实验对于人类探索太空以至移居太空，总算是一个鼓励。

四、在太空怎样繁衍后代

移民太空，在太空永久生活是人类的伟大梦想。然而，要实现这一梦想，就不能避开一个最为敏感的问题——太空性生活。在失重的情况下，人类如何做爱，做爱的效果如何，太空做爱对人类移居地球外星球的影响又如何？从近几年来国际上透露出来的这方面报道，人们可以窥见人类太空性爱进展的一斑。

（一）一个热点话题——太空性爱

人类在很久以前就幻想着在天空自由自在地飞翔，但长久以来却从来没有想到过在太空中过性生活。得克萨斯大学妇产专家理查德·詹宁斯原是美国航天局约翰逊太空中心的首席飞行医学专家，现在担任宇航员联合会的顾问。他说：“人类在太空中过性生活将会一点问题都没有。最为重要的是在那种环境下的生育和发育能力，那里不仅没有重力，还有来自月亮和金星的吸引

力。”

1. 航天飞机上的研究

实际上，撩开太空性爱神秘面纱的第一人当属法国前任受训太空人科勒。这位法国科学记者在 2000 年 2 月所著的一本《最后的任务》书中首次披露，美国航天局的太空人曾练习太空做爱的方式，以期找出在失重状态下，可行的做爱姿势。据称，美国航天局曾于 1996 年进行了四次航天飞机升空任务，其中一次便是针对这类失重问题作研究，在这次升空任务中，航天飞机上有女太空人。

据介绍，太空性爱首先由计算机选出模拟姿势。然后在升空期间所进行的试验，是希望找出在只有轻微地心引力的情况下，在天空翻云覆雨的最好姿势。在选定的 10 种姿势中，六种需要借用皮带和一条充气管道，让男女双方可靠在一起，其余四种做爱姿势则是悬在空中处在失重状态下。科勒引述美国航天局的 12157-3570 号文件说，宇航局是经由电脑模拟测试后，选出或许可行的姿势的。

该书出版后不久，美国航天局就断然否认了科勒的说法，并指出这种传闻毫无根据，因为那次飞行只有七名男宇航员而没有女宇航员。美国航天局还否定这位法国作家曾为该局工作过，美国航天局的发言人布莱恩·威尔兹称：“我们从未进行过这样一份文档，我们也否认科勒曾以训练员的身份为美国宇航局工作过。”

2. 国际空间站上的研究

设计国际空间站是人类走向太阳系的跳板，可是人类能在太空生活多长时间，或者向其它星球移民在很大程度上依赖在那个环境下的再生产和繁殖能力，包括在太空中能否生出健康的孩子、种植植物和喂养动物。人类目前在太空的活动从某种意义上说，其实是为了在太空过性生活和生育孩子做准备。

就在人们对太空性爱表示出浓厚的兴趣时，美国宇航局也要求宇航员在未来升空时带上怀孕自测棒，以备他们在住进国际空间站后的不时之需。一些专家指出，测试棒首次装入空间站医用工具箱不可小视，因为此举无异于默认宇航员可能的太空性行为。

此前，美国航天局也曾进行怀孕测试，但这种测试只是为了防患于未然：女宇航员在升空前都会接受全面体验，如果怀孕测试结果呈阳性，她们一般不会被批准执行太空飞行任务。此外，科学家对太空飞行尤其是失重状态对人体胚胎的影响知之甚少，因此，国际空间站上一旦有宇航员被确认怀孕，她们将会被尽快送回地球。

如今，有关怀孕测试的细节和指引，已被堂而皇之地写进了在美国航天局一系列内部应急及医疗程序文档中，这些医学文档专门用于在国际空间站上工作的宇航员应付各种突发情况之需。最近，这些资料已解密，其副本被“太空参考”网站获得。该网站编辑凯思·康文认为，向宇航员提供早孕测试棒发出了明确的信号：“身在太空的宇航员可能会出现‘某种特定身体状况’。”

（二）众说纷纭的太空爱恋

2000年4月中旬，俄罗斯太空中心发表了毕达列撰写的一篇题为“太空人如何在宇宙中做爱”的文章，立即引起了轰动。据悉，毕达列曾在俄罗斯太空中心工作14年，他的专业是研究太空人在太空失重状态的性心理、性欲以及如何在太空中做爱等。

据悉，这十几年来俄罗斯上过太空的宇航员的性资料全在他的档案里，这些资料事关人类将来如何在太空中传宗接代，一向

被列为绝密档案。在太空失重条件下，男太空人即使想表示对女太空人的亲昵，比如摸女太空人一下，女太空人也会被撞得远远的。至于亲吻、拥抱都是很大的问题。做爱时男太空人产生的精液呈点滴状，如何让它呈喷洒状与女性的卵子结合，这都是很大的学问。

最重要的是，宇航员进入太空后身体会发生意想不到的变化。在毕达列的研究中，男宇航员在太空时间太久，性能力会减低，女太空人有可能丧失受孕能力。在俄罗斯的若干女宇航员中，只有在早期太空时代，第一位女太空人瓦伦蒂娜·捷列什科娃回到地球后已经怀孕生子，其他几位都没能怀上孕。科学家注意到在太空飞行过的男女宇航员所生育的孩子在生理上是健康的。捷列什科娃原是一个纺织厂的女工，1963年，她勇敢地进入太空，回来后和一名宇航员结婚，生下了一个健康的婴孩。

由于男女宇航员一起进入太空变得越来越普遍，而且呆在一起的时间也越来越长，于是就有传闻或猜想，说他们在太空中曾有人类最亲密的行为发生。美国航天局说，他们从来没有批准过任何人在太空中进行性生活的试验，也暂时没有这方面的考虑。宇航员们也反驳说，在失重的状态下做爱是不可能的。

不过没有人知道的是，长期脱离地球会对人类的生育和发育产生什么样的影响？这正是飞行医学专家和生物学家目前最为关注的地方。相关的威胁是来自宇宙的辐射，目前还没有发明能有效保护胎儿的手段，比如说在空间站中暴露在辐射线中怀孕的话，辐射量超过允许的最大量的60~80倍，这足以引起胎儿的智力发育迟缓。在地面上的研究表明，辐射不会对性欲产生影响，但研究人员需要更多的数据研究这个问题，在失去重力的情况下有效地采取各种各样的方法避孕以及冷冻精子和卵子，以便在未来进行太空研究。

（三）飞船中的生殖研究

美国航天局首席生命科学家琼·沃尼科斯说：“我们已经对许多小动物进行了试验，但不过是些皮毛而已，研究几乎才刚刚开始，我们任重道远。”

1. 动物研究

1994年夏天，在一架航天飞机里发生了一幕恩爱的场景。两具身躯紧紧地纠缠在一起，接着全身像被电击一样颤抖，这对情侣完全进入了爱的境地，就这样“黏”在一起足有半分钟才分开。这对情侣不是人类，而是一对来自日本的淡水鱼，这件事的意义不凡，两条鱼是有史以来脊椎动物第一次成功在失重的太空性交。刚开始，这对情侣还在水里互相攻击，但到了第三天，它们终于平静了下来，不但交配成功，整个过程还被拍摄了下来。而且，最终有八条小鱼在太空中降生！据最新的消息，那两条鱼现在已经升格为祖父祖母了。

1998年，在俄罗斯和平号太空站上进行了小麦试验，在两代之间进行了“从种子到种子的生产”，美国航天局负责生物计划的科学家大卫·利斯科维斯基说：“这是我们第一次可以显示任何有机体都是可以通过正常的生命圈再生和发展的。”

利斯科维斯基说，关于在太空中养儿育女的一个关键问题是，是否存在着这么一个“关键阶段”——如果在没有重力的情况下一些对重力特别敏感的器官可能会受到永久性的损伤。在一次太空试验中，已经怀孕的老鼠在太空中比在地面上产仔要少，在另一只怀孕老鼠的试验中没有这种情况，但在失重状态下母鼠要用更大更强的收缩才能产下幼鼠。在低引力状态下，幼鼠负责高级思考的脑细胞增长得更多。用单细胞有机体和海胆进行的试验证明，在零重力下可以提高精子的游动能力。

正当人们热烈谈论人类在太空的性爱时，美国的一个私人研究机构“火星学会”日前提出一项计划，打算为老鼠建一个特制的太空舱，让它们在天上“男欢女爱”，借此研究低重力条件下老鼠生殖和发育情况，从而为人类探索火星提供参考数据。

目前该学会的研究人员正在为老鼠设计一种迷你太空舱，它在高速离心运动时可以模拟火星上的重力条件。科学家的初步设想是把它发射到地球同步轨道，让老鼠们在那里呆上两个月——这已经足够让它们生儿育女，并且让儿女们长到成年了；然后，科学家再回收这个太空舱，研究低重力条件对小老鼠的发育造成了什么影响，研究结果可以使人类获得像火星探索这样的长期宇宙使命对人体可能产生的影响等数据。如果一切顺利，这项代号为“跨越生命”的试验可望在 2003 年进行；“火星学会”估计它的费用不会超过 40 万美元。

2. 太空筑爱巢

太空岛公司还提出了帮助地球上的夫妻到太空失重条件下做爱的创意，并为此投入了数百万英镑的资金。

该公司表示，这一计划有望在六年之内变成现实。届时，该公司将在太空专门搭建一组供情侣们享受的“浪漫爱情屋”，建好的太空旅馆外形将为圆形，造价将为 10 亿英镑，可以一次接待 500 位旅客。“浪漫爱情屋”没有任何家具，住进来的夫妻可以无所顾忌地享受在太空失重条件下“巫山云雨”的感觉。

吉纳·梅耶斯表示：“现在有百万对的夫妻想像蒂托一样登临距离地球 600 万千米远的太空，他们都想成为太空俱乐部的一员。”太空岛公司的计划最初就是建造一座太空旅馆，但后来进行的调查发现，很多人之所以希望能够在太空住上一个星期，就是在那里体验新的做爱感觉，于是该公司对原先的计划进行了调整，专门增加了供夫妻专享的爱情屋，并为此投入了数百万英镑

的资金。

该公司表示，想前往太空度蜜月的夫妻，只要缴纳每周 70 万英镑的住宿费即可成行。而且，到了 2012 年之后，太空旅馆的住宿费还会显著下降，大约为每周 17000 英镑。

五、太空无边界——恒星际航行

从目前的进展看来，航天科技的发展和火箭技术、时空观念的成熟，已经为未来的恒星际航行作好了铺垫。基于目前的技术，人类可以期待着对一个临近我们的恒星系进行一次探测。

（一）核动力推进

利用核动力推进，这是最早提出的用于恒星际航行的方案，也是目前被认为最有希望的方案。在进行恒星际宇宙航行的情况下，需要的能量与目前一般的飞行相比简直是天壤之比。如果要让载人宇宙飞船以 $1/3$ 的光速飞行，就需要相当于让全世界发电厂工作几年的能量；但如果采用原子反应堆，单位质量燃料的推进力将增大 1000 万倍。

1. 早期的研究

20 世纪 50 年代，美国已经开始研究核能推进问题。虽然有关计划强调其在军事上的应用，但随着和平利用原子能的呼声日益高涨，很快就有人把它放在恒星际航行的背景之上，就这样“原子火箭发动机”应运而生了。法国人也设计了以水为推进剂的原子火箭。

由于条件的限制，早期的核动力火箭设计主要是外部核脉冲推进，最先提出该理论的是美国核科学家乌拉姆和埃弗雷特。外部核脉冲推进即在飞船的外部制造连续的原子弹爆炸，从而将飞

船推进到每秒 12 千米的宇宙速度。由于当时的核能利用方式只有不可控的原子弹和氢弹爆炸，所以核脉冲推进的设计方式也只能如此。这种方式的缺点之一，在于对飞船的抗辐射、抗冲击要求太高，以当时的技术无法实现；另一方面，每秒 12 千米的速度也不适合星际旅行，而这项早期研究的目的也不在于此。

随着人类对原子能的利用逐渐成熟，1959~1961 年间，美国马丁公司的工程师科尔提出了一种内部核脉冲推进的新设计，他设计的飞船和动力装置酷似化学火箭。它有常规的燃烧室和喷管，核爆炸被限制在燃烧室中进行，在每次爆炸的同时，向燃烧室中注入水，产生的能量使水气化、离解、加温、膨胀，然后由喷管喷出产生推力。

由于这两项研究工作，间接导致了一项真正的恒星际航行研究——“猎户座计划”的展开。该计划是美国通用动力公司、国防部高级研究计划局和美国航天局在 1957~1965 年间联合制定的，该计划导致了世界上第一次恒星际航行研究的热潮。1968 年，曾参加过“猎户座计划”的科学家戴森，又首次提出利用核聚变推进，从而将核动力推进研究推上了一个新的高度。聚变比裂变放出更大的能量，在一个核聚变推进系统中，理论上每千克燃料能够产生 100 万亿焦耳能量。携带这些能量的大量高能粒子被电磁场所约束，向着指定方向喷射就可以推动飞船高速前进了。

2. 未来星际引擎

目前，美国布鲁克黑文实验所的科学家詹姆斯·鲍威尔和乔治·梅兹宣称，在 10 年内将开发出未来星际探险飞船的太空引擎，他们称这种迷你型的核能发动机为“微型反应堆”。

1997 年，鲍威尔和梅兹两人看到了核动力火箭的发展潜力，策划开始这项研究，两人成立了超高技术公司，并设计了“微型

核反应堆”。“微型反应堆”发动机不会直接把火箭从地球送入太空，首先，由它驱动的火箭将被传统火箭发射到预定轨道，进入轨道后，核反应堆开关打开，开始执行任务。现在，这款核动力火箭引擎还未与世人见面，它长约 1 米，重 50~200 千克。尽管其最大推动力不及它的前身——“火箭运载核引擎”的 1/10，但是重量轻却使它成为星际探索的理想工具。

鉴于核引擎的许多研究工作已经完成，梅兹认为他们能在六年以内用 8 亿美元发射核动力飞行器。一旦研究工作完成，“火箭运载核引擎”可以应用于所有类型的原有化学火箭无法胜任的任务。

目前，超高技术公司的物理学家已经设计了一个运用“微型反应堆”发动机技术的木星探测器。这种设计使得探测器的外形看起来像迷你型的喷气式战斗机，它长度只有 1.9 米，而翼展为 1.7 米，总重量 220 千克。这种飞行器将装有制导系统和通信设备，操纵起来非常灵活，足以潜入并穿透木星上由氨和水结成的冰组成的云层。它可以弄清木星外太空的化学成分，甚至还能突然下潜飞入风速高达每小时数千千米的红斑区，并绘出这个巨型风暴的图形。

3. 安全性

为安全起见，科学家提出核飞船至少应在近地轨道组装。为利用月球上丰富的氦资源，月球也是理想的组装发射地。此外也可以在“拉格朗日点”（此点处的物体在绕地球运转的同时保持与月球相对距离不变）处完成组装，而原材料将从月球上用电磁推进系统发送。

1999 年，美国的太空探测器“卡悉尼”号因携带了核能推进器，遭到美国民众的强烈抗议，这或多或少打击了航天局的热情。美国航天局表示，未来数年内不会发射核动力飞行器，只愿

资助理论研究和无核辐射的试验。但是一些美国航天局的科学家仍然坚信，核动力火箭是未来飞行器的发展方向。马歇尔航天中心太空运输研究室负责人约翰·科尔说：“美国航天局有许多人对此感兴趣。某些太空飞行任务所需的能量密度远远超过了我们可以从化学推进剂中得到的。”

（二）反物质火箭

目前，除了核能发动机，科学家们还正在潜心研制以“反物质”为动力的未来星际飞船。

这个设想中的“反物质发动机”可让我们远离太阳系，并且只需要花掉使用液氢动力的飞船的一小部分时间就接近比邻星，而液氢是我们现在用于太空飞行最多的推进燃料。

1. 反物质与物质

早在 1953 年，德国科学家欧金·桑格尔就曾发表著作《光子火箭力学原理》，提出了利用湮灭制造“光子火箭”的念头，并称利用光子火箭可以完成银河系最遥远地区的飞行。其原理是把宇宙中存在的丰富的氢收集起来，让它和其“反物质”在火箭发动机内湮灭，以光子流的形式喷出，从而推动火箭。利用这种燃料，可生产出 0.002 倍光速，乃至接近光速的“光子飞船”。

既然反物质发动机如此神奇，为什么还不赶紧制造出来呢？要知道，实现反物质推进的梦想，首先要掌握生产、贮存、输送和控制反物质的方法。对此，科学家们仍然面对着极大的困难。

对于反物质的贮存和输送，科学家们已经想到了方法，可以保证它不和任何物质接触。物质带有正电荷或负电荷，所以它们被保存在一个叫做“陷阱”的地方，陷阱里有适当的电磁场结构，可以将反物质限制在一个比较小的地方。反原子是电中性的，但是它们有磁属性，所以被保存在“磁瓶”中。有科学家最

近还预言，将温度仅有绝对温度 2 度的反氢冰贮存在普通物质的容器里是不会发生反应的。

其实，实现反物质推进最大的关键是，到哪里去找那么多反物质燃料，以足够我们进行星际旅行呢？目前为止，这还是全世界科学家面临的难题。

2. 寻找燃料

为何不容易找到反物质？这还要得从“反物质”的发现说起。20 世纪初期，英国原子科学家狄拉克从狭义相对论和量子力学的原理出发，推导出了一个能描述单个原子状态的“狄拉克方程”。这个方程给出的定量解表明，自然界应该存在物质的对立面，即“反物质”。

为了研究反物质，目前科学家采取了两种途径，一是在自然界中寻找反物质，研究反物质的自然状态。1997 年 4 月，美国的天文学家宣布，他们利用先进的伽马射线探测卫星，发现在银河系上方约 3500 光年处有一个不断喷射反物质的反物质源，它在宇宙中形成了一个巨大的反物质“喷泉”。这是宇宙反物质研究领域的一个重大突破。除此之外，科学家们还在实验室中制造反物质，从更多的角度研究反物质。

3. 自力更生

科学家相信，只要解决反物质的制造，或者只要在宇宙中能够发现反物质的源泉，那么星际航行将不再是梦想。那么，人类现在能得到多少反物质，飞船需要多少反物质？

理论上，一艘宇宙飞船的升空，只需携带 0.1 克反物质就足够了。而要把一般质量为 1000 千克的宇宙飞船加速到 0.1 倍光速，经计算也只需 9 千克的反物质燃料。听起来，似乎说多也不多，但问题是，怎样才能把稀少的反物质蓄集起来。现在，从宇宙中开采反物质是不可能的，要蓄积反物质燃料，还得自力更生

从工厂里制造。

1996年，德国核物理研究所的科学家耗15年之功“制造”出九颗反氢原子，成为当时的报章头条。三年过去了，反物质的制造已经有了飞速的进展，在位于瑞士日内瓦的欧洲核子研究中心，已建立了世界上第一座反物质工厂。欧洲核子研究所宣称，1997年该厂每小时仅能产生九颗反氢原子，而今已提高到每小时2000颗。

欧洲物理学家杰拉德·史密斯是一位非常热衷于星际航行、反物质火箭的学者。他提出了一套制造反氢原子的设施，10年内或许能问世。如果他成功了，10分钟里就能蓄集到100万个左右的反质子，每年能生产出1微克反物质。

史密斯还指出，即使不能生产足够的反物质，也可把有限的反物质利用于核裂变和核聚变反应。因为利用反物质能实现装置的小型化，让火箭便于搭载，利用反物质连续几天引发每秒钟一次相当150千克TNT当量的小爆炸，三年时间就可以把载人宇宙飞船送上冥王星。

（三）太阳帆的星际之行

未来的星际航行靠的是太阳帆，一张悬挂在飞船上的超薄铝箔制成的巨帆（它的厚度大约只有 10^{-6} 米），太阳帆借助太阳和其它恒星的光压飞行，无须消耗任何燃料。它可以在较短时间内达到可观的速度，如与激光器配合使用，可成倍加快飞行速度，实现恒星际间的航行。

1. 太阳帆的原理

早在20世纪初，俄国物理学家彼得·莱贝德夫就在真空实验室里进行了实验，他将一束强烈的光线照射在真空室的金属盘上，结果光子推动金属盘，莱贝德夫还计算出了它们产生的推

力。

单个光子所产生的推力极其微小，在地球到太阳的距离上，光在一个平方米的帆面上产生的推力只有 0.9 达因，还不到一只蚂蚁的重量。因此，为了最大限度地从阳光中获得加速度，太阳帆必须建得很轻很大，而且表面要十分光滑平整。根据理论计算，如果太阳帆的直径增至 300 米，其面积则为 70686 平方米，由光压获得的推力为 0.034 吨；若太阳帆的直径增至 2000 米，它获得的 1.5 吨推力就能把重约 5 吨的航天器送到太阳系外。

2. 太阳帆的历史

1960 年，美国休斯顿研究室的波普·佛沃德博士提出了撑开巨大的铝箔制成的帆，利用太阳风推进飞行的设想（所谓太阳风就是从太阳表面不断喷发出的带电粒子流）。其实，太阳帆的概念并不是佛沃德第一个提出的，早在 400 年前，著名天文学家开普勒就曾设想出不携带任何能源，仅靠太阳光就能驰骋太空的宇宙帆船。但直到 20 世纪 20 年代，太阳帆的概念才渐渐明晰起来。

1924 年，俄国航天事业的先驱康斯坦丁·齐奥尔科夫斯基与同事弗里德里希·灿德尔，明确提出了“用照到很薄的巨大反射镜上的阳光所产生的推力获得宇宙速度”。正是灿德尔首先提出了太阳帆——一种包在硬质塑料上的超薄金属帆的设想，成为今天太阳帆的基础。

1967 年，理查德·麦克尼尔向美国航天局提交了一份正式的太空帆计划，帆船看似像直升飞机的水平旋翼，狭长的“桨叶”是用高反射材料制成的。美国航天局由于经费原因，没有实施这项太空帆计划，这份建议书从此束之高阁。直到 20 世纪 70 年代，航天局才重新开始考虑运用太空帆的计划。

1987 年，前苏联提出了应用太阳帆技术实现星际航行的规

划。第一步是要制造一艘地球轨道上实验的太空帆船，俄航天部门分步骤完成这一设计，首先在太空设置一面太阳反光镜，它将为前苏联的主要城市提供照明，并促进农作物生长；第二步在太空建造太阳能发电站，最终实现派出太空帆远航。

1993年2月4日，俄罗斯把一面能照亮大地的“巨型太空伞”送到了地球轨道上。这虽非真正的太阳帆船，但却为未来的太空帆飞行奠定了基础，取得了极其重要的经验。

目前，美国也在进行太阳帆飞船的研究，并为选择太阳帆的制造材料进行了大量测试工作，还探讨了如何发射以及太阳帆在太空怎样展开等问题。而俄罗斯、美国、日本和法国的一些科学家，正致力于将“太阳帆”发展为一种普通的星际航天器。

为此，一种高速航行的“太空帆船”正在设计之中，这种体重仅150千克的“太空帆船”，拟采用约2000平方米的太阳帆所聚集的太阳能作为动力。和通常的宇宙飞船相比，正在实施的“太空帆船”造价低廉，很适于普通乘客使用，但航行速度比飞船要慢得多，由地球乘坐“太空帆船”去月球，需在茫茫太空中航行半年以上。预计到21世纪初，把到月球的航期缩短至一个月以内的高性能“太空帆船”有可能投入运行。

3. 星际旅行

科学家预计，距离在太阳系里驾驶光帆的时间不会太长了，但要制造出可以纵横于银河系，真正进行星际旅行的太阳帆还不知要等待多久。

佛沃德曾提出过“星际太阳帆”计划，但美国航天局在审核后很快就发现，利用太阳帆在恒星间飞行存在重大的缺陷——离开太阳系后，带电粒子流便变得稀薄，宇宙飞船在“无风”的状态下会停驶，利用太阳帆前往其它恒星显然是不可能的。稍后，佛沃德了解到利用红宝石产生的激光比太阳光更明亮，且几

乎不会发散。于是他又产生了一个新念头：用激光束鼓起宇宙飞船的光帆！

(1) 激光帆船

1984年，佛沃德设计了一个可载人的太空帆星际航行方案，这艘载人宇宙飞船将会十分雄伟，它足以容纳一队宇航员去太阳系外的半人马座 γ 星进行探险。

整艘太阳帆船重 381900 千克，考虑到要返回地球，太空帆船作了重大改进。整个飞船将有三个环形帆，它们像靶环般嵌套在一起，最里层的也是最小的一环约有 100 千米宽，它将作为“回归飞行器”中间的一环有 300 千米宽，作为与行星会合的太空帆船，最外层的一环在到达目的地前将用作“减速器”，它伸展后有 1000 千米宽。

为了把宇宙飞船送至半人马座 γ 星，首先要用功率为 7.2×10^{12} 瓦的激光束加速约一年，使宇宙飞船的速度达到光速的 $1/3$ 左右，此后切断激光束，宇宙飞船转入惯性飞行。在接近半人马座 γ 星时，光帆的外圈逐次断开，形成同心圆状的三部分，把光帆的最外侧移至宇宙飞船的前部；同时再次发射强大的激光束，于是宇宙飞船后部的光帆便被罩在强光之中，宇宙飞船便获得了制动力。

当然，来自宇宙飞船身后的激光束仍照射在光帆上构成推进力。但是宇宙飞船外侧的光帆面积是内侧两个光帆面积的九倍，制动力比推进力起到更大的作用。对半人马座 γ 星的探测结束准备踏上归途时，处在中间的环状光帆被取下，此时光帆仍在反射激光束，并使宇宙飞船获得与来路相反的推进力得以飞返地球。

佛沃德认为，在水星轨道上利用太阳能设置约 1000 台激光发射装置，如果把这些激光束用巨型装置合为一股，那么不开发巨型激光发射装置也行。不过要获得必要的推进力，理想的激光

发射装置要比现在利用太阳能的激光发射装置强大 1000 亿倍！而且还得在土星附近设置巨大的透镜，以纠正激光束的发散。光帆的直径必须达到 1000 千米之巨，真是一个想入非非的计划。但是佛沃德说，若不从大处着眼就会一事无成。

(2) 粒子束帆船

对于佛沃德的雄心壮志，美国明尼苏达大学的数学家埃得·贝尔布鲁诺说了这么一番话：“即使让质量为 1000 千克的无人探测器飞行，就需要直径 1000 千米的光帆和巨大的透镜，这不过是异想天开。”贝尔布鲁诺强调，利用激光束的设想存在难以解决的难题，他更关心粒子束。重粒子，比如质子，它没有光的速度却有质量，对于推进力而言，有质量的质子比没有质量的光子更有效。

提出“粒子束设想”的是霍普·萨普林和达纳·安得留，他们说，宇宙飞船的光帆采用超导体制成的巨环更有效。超导体环可形成面包圈状的磁场，粒子束射向磁场就会产生推进力。可用在小行星上设置的核聚变反应堆，超高温加热而等离子体化的气体，向一定方向喷射获得粒子束。

粒子束的缺点是很容易扩散——由于粒子之间彼此碰撞使粒子束扩散，距离增大效率就会降低，但是仍比激光束更具推进力。根据安得留的计算，他的“粒子束设想”只需使用佛沃德构想所需能量的 1/6，就能把载人宇宙飞船加速到 1/3 的光速。不过，他也遇到了难题——宇宙飞船的乘员必须耐受高达 1000g 的加速度。

要看到太空帆船实现恒星际旅行，我们还须待以时日，但科学家相信总有一天，也许就在 21 世纪的初期，一艘崭新的太阳帆就将载着新世纪的哥伦布们扬帆起航。据悉，美国航天局已经做出了规划，将在 2010 年发射一艘真正的太阳帆飞船，它将历

经 15 年以上的航程，飞行 37 亿千米直至太阳系边缘。最初的几次航行主要运载机器人，然后才会考虑载人到太空远行。更深邃的宇宙秘密将在这些勇士们的不懈追求下展开。

（四）美俄联手星际首航

20 世纪 70 年代，时任美国航天局首席科学家的路易斯·弗雷德曼是领导太阳系航行科研项目的第一人。然而，这一研究进展缓慢，因为当时的政客们把他们的注意力更多地放在了与俄罗斯的军事技术竞争上，根本没有把太阳系和星际航行技术研究当一回事。

2000 年春天，已经是“美国行星协会”主席的路易斯·弗雷德曼心中那不灭的星际航行梦又浮上了心头，他和志同道合的科学家们开始对太阳系飞行计划进行了可行性研究。研究的结果证实，以现有的技术进行星际航行的实验是可行的。接下来，弗雷德曼开始四处寻求合作伙伴，拥有强大航天科学实力的美国航天局和俄罗斯宇航局当然是首选，但两者都不打算在近期内把星际航行实验提上实践的日程。尽管如此，太阳系中的星际处女航计划还是正式启动。最终，实现人类终极梦想的重任落在了“美国行星协会”、“宇宙网络公司”和俄罗斯的“巴巴金航天中心”的身上。

2001 年 2 月 27 日，世界各大媒体通讯社向全世界宣布：人类首次跨星际处女航实验即将开始了！

1. 俄罗斯“宇宙 1 号”的处女航行

2001 年 7 月 20 日 4 时 31 分，俄罗斯北方舰队成功地发射了一颗特殊的低轨道卫星“宇宙 1 号”航天器。该航天器不但是世界上第一艘使用太阳帆作为太空飞行动力装置的航天器，而且它代表人类迈出了跨星际航行的第一步——太阳系飞船的近地轨道

飞行实验，故而引起了世人的兴趣和关注。

这次飞行实验的主角是一个可重返大气层的折叠式航天飞行舱。这种由俄罗斯巴巴金航天中心研制的飞行舱已经被证明相当成熟可靠，2000年的两次发射飞行实验均获成功。此次发射的目的是测试形如花瓣的两个太阳帆能否在太空中顺利地打开并产生动力，检验现行方案的合理程度并为更远距离的航行提供借鉴，探索将来无需大量燃料而进行星际旅行的可能性。为此，安装在“宇宙1号”航天器表面的摄像装置对实验进行了拍摄。

发射“宇宙1号”时，这艘太阳帆船作为有效荷载盛装在“波浪型”运载火箭顶端位置的保护罩内，太阳帆在升空过程中处于折叠状态。当航天器在运载火箭的推动下，进入远地点约1200千米的太空预定轨道后，箭舱分离，按预设程序抛弃保护罩，并缓缓地绽开两个花瓣状、总直径约26米的表面覆盖着铝薄膜的太阳帆。这个太阳系飞船航天模拟实验飞行舱重约40千克，携带用于摄录图像的一台太空照相机、两套成像系统、三台用于搜集各种数据的测量仪及四套S波段和甚高频跟踪遥测系统。航天器在近地轨道飞行约25分钟后，按预定计划返回了地球，并准确降落在俄东北部的堪察加半岛，飞行距离8000多千米。这次成功的试验飞行证明，利用太阳光压提供的推力，可以使飞船在太空中航行。

科学家们说：它就像让一艘新船到大海航行前一样，我们先得在近海边对新船进行完整的实验，然后才能放心地让它到大海中航行。俄罗斯、美国、德国和法国的专家在距离发射水域约5.6千米的考察船上，仔细观察了“宇宙1号”的此次出航。专家们认为，作为世界上第一艘实验型太阳帆船，“宇宙1号”的成功展开乃是人类航天技术发展史上的首创。这次实验飞行的总费用是400万美元。

2. 美国“星空 1 号”太阳系飞船

2001 年 9 月底到 10 月初，又一艘太阳系飞船“星空 1 号”发射升空，在距离地球 40000 千米处挣脱地球引力的太阳系飞船将向遥远的太阳系边缘飞去：从地球到水星再到木星的这段路程，太阳系靠的是太阳光的光线压力。

这种鲜为人知的太阳光压力足以让太阳系飞船完成这段航程，飞离木星后，太阳系飞船就得借力于地球上的科学家向宇宙中发射的激光了。在整个过程中，太阳系飞船会不断地将各种各样的数据和照片发回地球，让地球上的人们一睹太阳系的面孔，为将来有一天飞向遥远的星空做准备。

此次实验飞行的发起人路易斯·弗雷德曼在谈及这次实验的意义时说，人类从未进行过太阳系航行实验，所以首次太阳系处女航必将开创一个人类从地球向其它星际飞行的新时代，同时必将为宇宙探索揭开一个新的篇章。他充满信心地说：“星际航行离人类并非像许多科学家估计的那样遥不可及，甚至无须几百年后。我们要通过这次实验证明，在 100 年内人类就能实现这一梦想！”

弗雷德曼表示，这是一次非常严肃的宇宙探索实验，不准进行任何的商业和宣传炒作，而所有有关这次实验的图像和结果都将公布在“美国行星协会”和“宇宙网络公司”的网站上，让全人类共享探索宇宙的成果。这次实验所获得的具体科研数据和技术成果还将无偿地送给美国航空航天局，以感谢其在整个过程中提供的大力帮助。

无独有偶，就在弗雷德曼公布这一惊人的星际航行计划的当天，美国航空航天局的科学家们宣布，他们发现了火星上曾有过初级生命的非常可信的证据。一个由国际知名学者组成的科研小组在一块火星石上发现了只有生命物质才可能留下的结晶体。如

果火星生命的痕迹能得到进一步证实的话，那么人类星际航行探索的意义就更大了。

如果这次实验成功，那么人类未来跨星际飞行将不再是永远的梦；如果这次实验成功，那么人类的航天和宇宙探索将跨入一个全新的时代；如果这次实验成功，那么人类将有可能真正成为宇宙的主人。

第 11 章 向太空跃进——载人航天器

载人航天器指的是能搭载宇航员围绕地球轨道运行或脱离地球引力飞向月球或其它行星的航天器。早在 17 世纪初，法国作家贝尔热拉就在他的著名科幻小说《月球之旅》中提出载人航天器的设想。

太空中的神舟——载人飞船

载人飞船，即用多级火箭做运载工具，从地球发射的可在宇宙空间飞行的载人航天器。前苏联宇航员加加林乘坐的“东方号”、美国登月任务中的“阿波罗号”、还有协助修建国际空间站的俄罗斯“联盟号”，以及中国即将送上太空的“神舟号”载人飞船，都属于这一类航天器。

载人飞船是载人航天器中最小的一种，它可使宇航员座舱沿弹道式或升力弹道式路径返回地面垂直着落。一般来说，载人飞船由三部分组成，第一段为推进舱，也称服务舱，为飞船提供电源、动力支持；第二段为返回舱，为密闭结构，它为宇航员升空和返回时提供安全可靠的环境支持；第三段是轨道舱，是宇航员在轨道飞行期间的的生活舱、试验舱和货舱。载人飞船又可分为卫星式载人飞船和登月式载人飞船等。

（一）美俄：载人航天的巨头

无论是“东方号”还是“联盟号”，早期的载人宇宙飞船实际上就是一颗载人的大型人造卫星。比如最早期的“东方号”宇宙飞船，它由上下两个部分组成，上端是球形的乘员舱，直径只有 2.3 米，重仅 2.5 吨，宇航员按设计一直躺在弹射座椅上；“东方号”宇宙飞船的下端是仪器舱，它里面除了反推发动机外，还有维持舱内大气压强的气瓶。

人类载人航天的历史是由前苏联的宇航员加加林开创的，这次载人飞行在全世界引起了轰动，它标志着人类飞天的幻想终于实现了。

在载人航天的 30 多年的历程中，前苏联和俄罗斯先后发射了“东方号”、“上升号”、“联盟号”三个系列的载人飞船 90 多艘，共有 100 余名宇航员飞上了太空。美国则先后发射了“水星号”、“双子座号”和“阿波罗号”三个系列的载人飞船 50 余艘，先后有几十人次进入太空。其中，载人飞船历史上最辉煌的一页，是美国利用其研制的“阿波罗”大型载人飞船，先后将 12 名宇航员送上了月球。阿波罗登月的成功揭开了载人航天的新纪元！

（二）中国：“神舟”挑战太空

中国进行载人航天研究的历史可以追溯到 20 世纪 70 年代初，在第一颗人造卫星“东方红 1 号”上天之后，就开展了有关载人航天的研究，但鉴于各方面条件尚不成熟，这个计划被迫搁浅。

进入 80 年代，中国具备了各种应用卫星的研制和发射能力，又成为世界上第三个掌握卫星回收技术的国家，这为发展载人航

天技术的预先研究打下了基础。1992年9月，中国政府决定正式实施载人飞船航天工程，并逐步研制了载人飞船系统和推力强大的大型运载火箭系统，开展了航天医学和空间生命科学的工程研究，选拔了预备航天员，研制了一批空间遥感和空间科学试验装置。

1. 神舟三部曲

(1) “神舟1号”

1999年11月20日，中国自主研制的第一艘航天试验飞船“神舟1号”在酒泉卫星发射中心由新型长征运载火箭发射升空，经过21小时11分的太空飞行，“神舟1号”在内蒙古自治区中部成功着陆，顺利返回地球。中国载人航天工程首次飞行试验取得圆满成功。

这次发射首次采用了在技术厂房对飞船、火箭联合体垂直总装与测试，整体垂直运输至发射场，进行远距离测试发射控制的新模式。我国在原有的航天测控网基础上新建的符合国际标准体制的陆海基航天测控网，也在这次发射试验中首次投入使用。飞船在轨运行期间，地面测控系统和分布于公海的四艘“远望号”测量船对其进行了跟踪与测控，成功进行了一系列科学试验。

作为中国航天史上的又一里程碑，“神舟1号”飞船的成功发射和回收，标志着中国载人航天技术获得了新的重大突破。

(2) “神舟2号”

2001年1月10日，“神舟2号”发射升空，10分钟后成功进入预定轨道。飞船返回舱在轨道上飞行七天后成功返回地面，共环绕地球108圈。“神舟2号”是中国第一艘正样无人飞船，飞船技术状态与载人飞船基本一致，它由轨道舱、返回舱和推进舱三个舱段组成，与“神舟1号”试验飞船相比，飞船的系统结构有了新的扩展，技术性能有了新的提高。飞船技术状态与载人飞

船基本一致。

此次发射“神舟 2 号”还首次在飞船上进行了微重力环境下的空间生命科学、空间材料、空间天文和物理等领域的实验，其中包括：进行半导体光电子材料、氧化物晶体、金属合金等多种材料的晶体生长；进行蛋白质和其它生物大分子的空间晶体生长；开展植物、动物、水生生物、微生物及离体细胞和细胞组织的空间环境效应实验等。

这是新世纪全世界第一次航天发射，也是中国载人航天工程第二次飞行试验，标志着中国载人航天事业取得了新进展，向实现载人航天飞行迈出了可喜的一步。飞船在轨运行期间，各种试验仪器设备性能稳定，工作正常，取得了大量宝贵的飞行试验数据。

(3) “神舟 3 号”

2002 年 3 月 25 日“神舟 3 号”无人飞船在酒泉卫星发射中心由“长征二号 F”大推力运载火箭发射升空，准确进入预定轨道。虽然没有载人，但飞船的技术状态已经与载人状态完全一致。与前两艘飞船相比，“神舟 3 号”飞船从外形和结构上并没有太大的区别，所不同的是在内部作的一些改进。具体地讲，“神舟 3 号”由轨道舱、返回舱和推进舱三部分组成：

轨道舱位于飞船的前端，其外形为两端带有锥角的圆柱形，在其两侧装有可收放的大型太阳能电池阵、太阳传感器和各种天线以及各种对接机构。返回舱是航天员的座舱，是飞船惟一可再入大气层返回着陆的舱段，舱内设置了可供三个宇航员斜躺的座椅，座椅下方设有仪表盘和控制手柄、光学瞄准镜等装置。“神舟 3 号”的返回舱容器是世界上已有的近地轨道飞船中最大的一个。推进舱位于飞船的后部，形状像一个圆筒，主要用于飞船的姿态控制、变轨和制动。推进舱安装有四台大推力的主发动机和

平移发动机，推进舱的两侧还装有 20 多平方米的主太阳能电池阵。

在飞船的轨道舱和返回舱里，装有一套拟人载荷系统。这套系统包括人体代谢模拟装置、拟人生理信号设备以及形体假人，能够定量模拟航天员在太空中的重要生理活动参数：脉搏、心跳、呼吸、饮食、排泄等，飞船舱内的实况图像可以传回地面指挥中心。

在这次发射中，“神舟 3 号”还首次进行了逃逸系统试验。逃逸系统可在火箭发射和升空阶段出现意外故障的紧急情况下，将飞船带离危险区域，确保航天员的生命安全。在发射上天后，“神舟 3 号”执行了一些具体的空间探测和空间试验的任务。

4 月 1 日“神舟 3 号”返回舱成功降落在地面，而与生命保障系统、安全返回系统相对独立的轨道舱将在发射完后留在轨道上继续工作约半年时间。继成功发射“神舟”1 号、2 号之后，“神舟 3 号”飞船的成功发射，为中国在不久的将来把中国的宇航员送入太空奠定了坚实的基础。

2. 中国人飞天三步走

在三艘飞船成功上天之后，中国载人航天的计划已经进入到关键的时刻，未来的中国宇航员也正按计划进行培训。然而究竟还要等多久，中国人才能实现飞天的梦想呢？

据中国载人航天工程总设计师王永志院士介绍，中国虽然已经初步具备了载人飞行的条件，但还必须进一步验证火箭和飞船系统的可靠性和安全性，因此下一步还要进行若干次无人飞行试验，在此基础上，实施载人航天飞行，把中国的宇航员送上太空。据王永志院士估计，这个等待的时间不会太久，大概在两年以内。

在 2000 年 11 月由中国国务院新闻办公室发布的《中国的航

天》白皮书中，就确定了中国载人航天工程发展的近远期目标：今后 10 年或稍后的一个时期将以实现载人航天飞行为主要发展目标，建立初步配套的载人航天工程研制试验体系。在今后 20 年或稍后的一个时期内的发展目标：建立中国的载人航天体系，开展一定规模的载人空间科学研究和技术试验。

中国的载人航天将分三步走：第一步是在 21 世纪初，在无人飞船飞行试验的基础上，将中国的宇航员送上太空；第二步是解决空间交会技术，向太空发射短期有人照料的空间实验室；而后，根据载人航天继续发展和应用的需求，将建造长期有人照料的空间站，解决大规模的空间实验室和应用技术问题。

二、天地往返穿梭器——航天飞机

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，又能像卫星那样在太空轨道飞行，还能像飞机那样再入大气层滑翔着陆，是一种新型的多功能航天飞行器。

航天飞机由一个固体火箭助推器、两个外挂燃料贮箱和一个外形类似飞机的轨道器三部分组成。由于固体火箭助推器和轨道器可回收，航天飞机实现了部分构件的重复使用，节约了制造资金。从长远来看，载人航天器实现可重复使用是降低运输成本、提高运载能力的必由之路。此外航天飞机还具有容量大、机动灵活、发射周期短等优点。

（一）开创新纪元的航天器

1969 年 4 月，美国航天局就提出建造一种可重复使用的航天运载工具的计划；1972 年 1 月，美国正式确定了航天飞机的

设计方案。

经过五年时间，美国终于在 1977 年 2 月研制出第一架航天飞机轨道器“企业号”，由波音 747 飞机驮着进行了机载试验。同年 6 月 18 日，首次载人用航天飞机试飞开始，宇航员海斯和富勒顿参加了这次试飞。8 月 12 日，载人空域飞行试验圆满完成。又经过四年，第一架载人航天飞机终于出现在太空舞台，这是航天技术发展史上的又一个里程碑。1981 年 4 月 12 日，在卡纳维拉尔角肯尼迪航天中心上百万人的注视下，世界上第一架航天飞机——“哥伦比亚号”发射升空，宇航员翰·杨和克里平揭开了航天史上新的一页。

1982 年 7 月 4 日，里根总统借美国独立日对航天飞机大加赞扬，他说：“航天飞机运输系统的重要性就在于它将会为人类在通向太空的大道上提供完全实用的和有价值的服务。”里根总统的赞扬并无十分的夸大，从 1981~1993 年底，美国的五架航天飞机共进行飞行 59 次，其中“哥伦比亚号”15 次，“挑战者号”10 次，“发现号”，17 次，“亚特兰蒂斯号”，12 次，“奋进号”，5 次。

在这 12 年中，已有 301 人次参加航天飞机飞行，其中包括 18 名女宇航员。航天飞机的 59 次飞行中，在太空施放卫星 50 多颗，载两座空间站到太空轨道，发射了三个宇宙探测器，一个空间望远镜和一个 γ 射线探测器，进行了卫星空间回收和空间修理，开展了一系列科学实验活动，取得了丰硕的探测实验成果。在短短的 20 年中，美国的航天飞机创造了许多人类历史上的航天新纪录：

航天飞机首航指令长约翰·杨六次飞上太空，成为世界上参加航天次数最多的宇航员。1983 年 6 月 18 日，女宇航员莎丽文·赖德乘“挑战者号”上天飞行，成为第一个登上太空的美国妇女。1983 年 8 月 30 日，“挑战者号”把美国第一个黑人宇航员布

鲁福德送上太空飞行。1984年2月3日，乘“挑战者号”上天的麦坎德利斯，借助“太空摩托”成为世界上第一位不系安全带到太空行走的宇航员。

1984年4月6日挑战者号上天后，宇航员首次抓获和修理轨道上的卫星成功。1984年10月5日参加“挑战者号”飞行的莎丽文成为美国第一位到太空行走的女宇航员。1985年1月24日“发现号”升空，首次执行秘密的军事任务。1985年4月29日，第一位华裔宇航员王赣骏乘“挑战者号”上天参加科学实验活动。1985年11月26日，“亚特兰蒂斯号”载宇航员上天第一次进行搭载空间站试验。

1992年5月7日，“奋进号”首次飞行，宇航员在太空第一次用手工操作抢救回收卫星成功。7月31日“亚特兰蒂斯号”上天，首次进行绳系卫星发电试验。9月12日“奋进号”将第一位黑人女宇航员，第一位日本记者和第一对宇航员夫妇载入太空飞行。1992年5月7日，美国航天飞机“奋进号”载着七名宇航员首次升空。在九天的太空之旅中，宇航员援救了滞留太空两年的“国际通信卫星6/F3”并进行了空间站的安装练习，创下了四次太空行走的纪录。

(二)美国“挑战者”爆炸

1986年1月28日，美国“挑战者号”航天飞机载七名宇航员，进行航天飞机的第25次飞行。这一天早晨，成千上万名参观者聚集到肯尼迪航天中心，等待一睹挑战者号腾飞的壮观景象。

上午11时38分，在人们目送之下，竖立在发射架上的“挑战者号”点火升空，直飞天穹，看台上一片欢腾。但航天飞机飞到73秒时，空中突然传来一声闷响，只见“挑战者号”顷刻之间爆裂成一团橘红色火球，碎片拖着火焰和白烟四散飘飞，坠落

外的混凝土跑道上，完成了一次无人驾驶的试验飞行。

“暴风雪号”航天飞机大小与普通大型客机相差无几，外形同美国航天飞机极其相仿，机翼呈三角形。机长 36 米，高 16 米，翼展 24 米，机身直径 5.6 米，起飞重量 105 吨，返回后着陆重量为 82 吨。它有一个长 18.3 米，直径 4.7 米的大型货舱，能将 30 吨货物送上近地轨道，将 20 吨货物运回地面。飞机头部有一容积 70 立方米的乘员座舱，可乘 10 人。科学家们认为，这次完全靠地面控制中心遥控机上的电脑系统，在无人驾驶的条件下自动返航并准确降落在狭长跑道上，难度比 1981 年美国航天飞机有人驾驶试飞大得多。其显示出的极高的计算机和控制技术水平，令美国人感到震惊。

“暴风雪号”的设计是在借鉴美国技术的基础上研制成功的，不过，通过参考美国的设计和深刻吸取挑战者号的教训，前苏联的航天飞机也有许多的创新之处，在某些方面比美国航天飞机更为合理。

按照原计划，前苏联将建造五架轨道器，并将在一年后进行载人飞行。但由于机上系统的安全可靠性尚未得到充分保证，加之 1989 年以后，俄罗斯政治和经济等方面的原因，航天飞机载入计划一推再推，终于在 1993 年俄罗斯政府正式决定停止发展航天飞机。

三、神奇的空间站

何谓空间站，它有什么样的作用？简单地说，空间站是人类可以较长时间进驻和工作的太空建筑。它由一些单个普通房间大小的密封舱组成，有一套安全的“生命保障系统”，还有一套保障空间站正常运行的设备，以及供宇航员进行科学研究的设备。

（一）载人空间站

空间站的建造非常复杂。首先，由运载器把未住人的空舱发射进入轨道，然后用宇宙飞船或航天飞机将宇航员工程师送上去建造空间站；每隔一定时间轮换一批工作人员，并补充燃料、氧气、食品和水等。等到空间站被带入到正式运行轨道，完成调姿定位等操作以后，地面航天中心将在适当的时间里用载人宇宙飞船把实验小组的成员带到与之比邻的轨道上，与空间站对接，宇航员转入空间站可以立即展开工作。

1971年4月，前苏联发射了第一个空间站“礼炮1号”，接着又连续发射了多艘礼炮号空间站，其中“礼炮6号”先后接纳了16批共33名宇航员，累计居住时间达676天。“礼炮号”和美国发射的“天空实验室”同属第一代空间站，其特点是规模较小的单舱体。

1986年2月20日，前苏联发射了当时最大、最先进的“和平号”空间站。这是第二代空间站，其特点是采用模块式结构，即由几个独立、单独发射的舱体模块发射入轨，然后根据需要再发射不同功能的舱体模块与之对接，从而组合成庞大的群体，以适应太空开发的需要。现今，由15个国家参加建造设计的国际空间站已经初具规模，它属于第三代空间站。建成之后，它将取代一切原有空间站的工作。

（二）建造人类的太空基地

空间站结构体积庞大，在轨时间长，功能多，研究规模和范围广，它的最大优点还在于：可以长期载人。由于这一特点，空间站成为人类进行科学研究的实验室，可进行太空工业生产、农业种植、微重力实验、材料特殊加工、生物制品生产，人的心

理、生理等各种实验研究。

进行太空工业生产试验将是空间站的一项重要任务。这将成为实现太空工业化开辟道路。

空间站又是观察地球和宇宙的有力工具，是人类最好的天文台。空间站位于太空，从那里可以对地球的陆地、海洋、大气层进行深入、全面的研究，发现和认识一些新的现象。特别是空间站能发挥人的判断作用，从而可以选择最佳观测时机和角度以取得最佳的观测结果，并能实时向地面报告。另外，空间站超脱了稠密大气层的屏蔽，在它上面可以观测到宇宙天体的全部波长的辐射，从而能促进天文学的发展，使人类对宇宙的认识大为改观。

空间站还是人类利用太空、探测宇宙的“器材仓库”、“维修车间”和“中转加油站”。利用空间站及其所属的运输器，可以进行对卫星的维护和服务、大型结构组装、航天新技术试验、太空救难、向高轨道发射航天器等工作。当然，用更为深远的眼光来看，空间站的意义还不至于此。利用空间站上宇航员的长期生活经验，我们可以学到许多人类在太空微重力条件下的人体生物学知识。

已故的美国著名天文学家、科普作家卡尔·萨根曾说过：“空间站惟一的实质性功能是为长期的太空飞行服务。”他甚至指出，“如果我们最终不打算把人送上诸如火星这样遥远的世界，那么我们就失去了建立空间站的主要理由。”

四、太空列车——空天飞机

美国不仅拥有世界上惟一的航天飞机，还在努力开发 21 世纪的未来可复用飞行器。这就是所谓的空天飞机，如今它已成为

航天设计师们共同的梦想。

（一）20世纪60年代：梦想由来已久

对于空天飞机，航天工程师们有着精确的描述：“一种既能在大气层内飞行，又能在大气层外航行、水平起飞、水平降落，并可重复使用的新技术飞行器。”早在40多年前，人们就对空天飞机做过一些探索性的试验，当时它有个古怪的名字“跨大气层飞行器”。但由于种种原因，研制空天飞机的首次尝试以夭折告终。

1. “国家航天飞机计划”一波三折

进入70年代，美国的太空计划逐步升级。美国总统尼克松终于认识到，航天发展必须降低预算。1981年，第一代可复用运载器航天飞机诞生了。

但仅三年后，美国航天局就发现自己打错了如意算盘。美国航天飞机系统发射、管理费用相当高昂，原计划可以大大降低单位载荷发射成本的愿望化为泡影，加之到2015年美国现役的航天飞机将超期服役，探索下一代低成本空间运载系统的问题更显得迫在眉睫。为此，美国在1985年孤注一掷，提出了庞大的“国家航天飞机计划”。

“国家航天飞机计划”是一个大投资、高风险的长远规划。在计划的头几年，投资力度还较大，后来，面对一系列技术难题及无限制的进度拖期，决策层的信心发生了动摇，急功近利的国会议员们也趁机发难，白宫的预算不断削减。1995年，X-30空天飞机研制计划下马，轰轰烈烈达10年之久、耗资数百亿美元的国家航天飞机计划在无奈中停止了。

在同一时期，除了美国在研制空天飞机“X-30”外，日本和一些西欧发展国家也不甘示弱，很快提出了自己的空天飞机计

划：英国拿出了一种名叫“霍托尔”单级水平起降空天飞机，其特点是采用一种全新的空气液化循环发动机；德国则提出两级水平起降空天飞机“桑格尔”，第一级实际上相当于一架超音速运输机，第二级是以火箭发动机为动力的有翼飞行器，两级都能分别水平着陆；法国和日本也提出过自己的空天飞机设想。迄今为止，这四国的空天飞机计划都没有取得突破性的进展。

2. “X 系列计划”再次冲关

1995年后，美国总结了“国家航天飞机计划”正反双方面的经验，决定采取稳妥的循序渐进策略，从多个方面同时下手，彻底攻破空天飞机的制造难关。

首要的技术问题是“超音速燃烧冲压发动机技术”，运用了该技术发动机的高超音速飞行器比常规火箭推进的发射系统质量更轻，携带的载荷更多，是为空天飞机“减负”的核心技术。

空天飞机另一方面的难关是可复用运载器的结构设计及新的可复用航天材料的问题。具体而言，前者指的就是“发动机及机身一体化设计”，当空天飞机以六倍于音速以上的速度在大气层中飞行时，空气阻力将急剧上升，所以其外形必须高度流线化。亚音速飞机常采用的翼吊式发动机已不能使用，需要将发动机与机身合并，以构成高度流线化的整体外形。

新型的可复用航天材料研究也不是一块好啃的骨头。空天飞机需要多次出入大气层，每次都会与空气剧烈摩擦，会使其表面达到 $760^{\circ}\text{C} \sim 1800^{\circ}\text{C}$ 。目前的航天飞机表面覆盖的氧化硅隔热瓦对空天飞机远远不够，并且单靠增加防热层厚度来解决问题，则将使重量大大增加。另一方面，在起飞上升阶段和返回再入阶段要经受发动机的冲击力、振动、空气动力等的作用。在这种情况下，防热系统既要保持良好的气动外形，又要能长期重复使用，重量轻巧，其技术难度是相当大的。

（二）90年代：搁浅的“X-计划”

面对如此之多的难题，美国航天局决定调动私人航空航天制造商的积极性，使之参与到政府的可复用运载器技术开发工作中来。1996年6月，美国航天局举行了一次声势浩大的太空项目招标会，鼓励国内各大航天航空制造商拿出自己的空天飞机方案竞标。

1. “冒险星”：X-33

1996年7月，洛克希德·马丁公司以9200万美元生产样机的竞标底中标X-33。对于洛·马公司而言，研制X-33的目的非常简单，是为未来公司研制的一种实用型空天飞机“冒险星”开辟道路，后者被媒体誉为美国的第二代可复用运载器计划。

“冒险星”是三角形、无翼的升力体式飞行器，机身好似一个压扁的蛋卷冰激凌，它长40.8米，宽41.4米，有效载荷舱尺寸为3.06米×6.10米。它准备采用垂直发射和水平着陆方式，能把25吨的有效载荷送入低地轨道。与现在的航天飞机相当，它的发射费用将减为原来的1/10，一旦研制成功，将会使航天运输技术产生极大的飞跃。

2000年初，洛·马公司采用了外部货舱配置，即“背驮式”运输方式，推出了最新的“冒险星”设计方案。未来的“冒险星”被期望可以做到每七天起飞一次，可以在任何地面状况下着陆，地面操作人员不超过50个。如果能达到预期设计要求，用3~4架“冒险星”就可以满足美国航天局、美国国防部和国际商业发射市场的需求了。

美国航天局对X-33试验机的设计给予了鼎力支持，并灌输了航天制造业的高尖端技术，希望通过X-33尽快得以验证。

洛·马公司也显示出了超强的研制实力，1998年11月，对前景充满了乐观态度的洛·马公司向美国航天局报告，X-33亚轨道样机的研制接近尾声，第一架X-33将于1999年在爱德华兹空军基地新建的发射台起飞，一旦X-33的15次试验获得成功，研制后续实用型号“冒险星”的计划将全面展开。

好景不长，负责X-33两台发动机研制的洛克达因公司不久出现了问题，原计划应于1998年11月交付的两台发动机，直拖到1999年4月才交付。1998年底，洛·马公司的科研人员又发现一个重大安全隐患，空天飞机的“航天减震引擎”及其空天飞机中最关键的部件——“氢燃料箱”有严重的设计问题。洛·马公司只好硬着头皮向美国航天局发出申请，希望把首次试验的日期再次推迟。美国航天局头痛不已，勉强同意推迟到2000年7月。

1999年4月底，第一个完工的液氢贮箱终于“如期”被交付给美国航天局的马歇尔航天中心，开始进行数星期的测试。事情刚刚理顺了一点，谁知好景不长。11月，在进行燃料填装试验时，氢燃料箱遭到意外的破坏。围绕这起事故原因的调查竟然持续了一个月之久。无可奈何的美国航天局只好和洛·马公司达成新的协议，首次发射被推迟到了2003年。

虽然一波三折，但外界还是普遍认为“X-33计划”不会有问题。然而，2001年3月3日，美国航天局做出了一个“艰难但是正确”的决定——宣布“X-33计划”流产！然而就在不久前，美国航天局还大胆地准备在2005年用洛·马公司单级入轨的“冒险星”取代现役航天飞机。负责这一项目的美国航天局马绍尔航天飞行中心主任斯蒂芬森解释说：“尽管X-33的建设任务已经完成90%，但今后五年中美国航天局将为它的测试提供45亿美元资助，这对于经费拮据的美国航天局来说是个

沉重负担。”

洛克希德·马丁公司不甘心就此放弃，铤而走险转求助于正在寻求新一代武器的美国空军。为迎合空军需要，该公司提出将 X-33 改造为能携带武器的军用太空飞机，使它能够从地球轨道上向地球任何地方发射导弹。美国空军对此建议十分感兴趣，并表示将尽力在争取经费开始该研制项目。

2. “太空的士”抛锚：X-34

“X-34 计划”的诞生可追溯到 1995 年，当时美国航天局打算研制一种大小仅为航天飞机的 2/3 的商业性运载器。这种运载器可以把 1134 千克的有效载荷送入低地球轨道，由可重复使用的“第一级”和不可复用的“上面级”组成。1996 年夏，美国航天局决定压缩计划的规模，于是与轨道科学公司签署一份合同，由美国航天局投资 7000 万美元，轨道科学公司负责设计建造一种小型可复用运载器技术验证机——X-34，美国航天局的马歇尔航天中心负责设计和研制 X-34 飞行器的新式发动机。

1999 年 4 月，轨道科学公司建造的首架“X-34”试验机完成。它被从位于 Dulles 的生产中心运到了位于加州的德累顿飞行研究中心，在那里美国航天局举行了隆重的接收仪式。这次交付标志着“X-34 计划”从研制阶段进入了试验阶段。1999 年 6 月，X-34 的一架试验样机携带在载机腹下进行了首次挂带飞行。2000 年 7 月起，这种试验机在爱德华兹的干湖床上进行了多次牵引滑翔试验。这样的飞行共进行了 7~8 次，但飞行中 A1 并没有从载机上投放。1999 年 7 月，X-34 首架真正的试验机 A2 组装完成，并交付给美国航天局。

然而不幸的是，技术上的延误使一切计划都变成了泡影，A2 试验机仅仅在 1999 年底进行了几次系挂飞行试验就被迫停止

了。2000年，美国航天局和轨道科学公司对该计划进行了评审，认为“X-34计划”应进一步提高安全性和可靠性。这意味着该项目需要明显增加经费，以制造部件和开展试验。2001年3月1日，美国航天局认定不值得再花钱继续实施这一计划，于是宣布取消了该计划。

3. 未来的宇宙救生船：X-38

为应付国际空间站上的突发事件，保护宇航员的安全，空间站上为紧急撤离准备了“联盟”号飞船。随着空间站的建成正式投入使用后，将有6~8名太空人在站上工作。如若出现事故，单凭一艘小小的“联盟”号飞船逃生是不够的。为此，目前，美国航天局正在与欧洲航天局联合研制新型宇宙飞船——X-38救生艇。

X-38由美国负责设计，全长8.7米，宽4.4米，可乘坐七人，平时对接在国际空间站上，一旦空间站发生紧急情况，宇航员可乘它返回地球。其开发费大约为10亿美元，开发工作计划在2006年国际空间站建成时一并完成。这种类似于微型航天飞机的宇宙飞船将在未来20年之内成为人类往返于地球与太空之间的主要交通工具。特别是由于国际空间站已成为人类永久性的太空居住点，将来X-38还会担当起宇航员来往于地球和国际空间站的运输职责。

在此之前，俄罗斯的“联盟TM-1”宇宙飞船将与国际空间站进行实时对接，作为宇航员返航的必备工具。但随着今后每批宇航员人数的增加，像X-38这样一次可搭载七名宇航员的宇宙飞船将派上用场。

可以预计，空天飞机的梦想一定能够到来。地球的上空将随处可见它们繁忙的身影，没有它们，我们的太空基地也许就会迟到许多年。

（三）21 世纪：美国将再次冲击

“X - 计划”连连受挫，马歇尔航天飞行中心主任斯蒂芬森承认：“以目前的技术还没有达到能研制出可使安全性、可靠性和经济性得到实质性改善的可复用运载器的水平。要研制出真正意义上的可重复使用运载器还需要数十年的时间。”在经历了第三次失败后，美国航天局拿出了壮士断臂的勇气，取消了 X - 33、X - 34 项目的投资。随后，美国航天局又将全部精力集中在 2001 年新制定的“航天发射计划”上，准备接纳可行性更强、耗费更低的第二代可复用运载器计划。

美国航天局在 2001 年 3 月 1 日发表的声明中称：“美国航天局认定，‘航天发射计划’的项目资金应该用来满足更重要的需求。”该计划旨在推进可以进行商业航天发射、军事航天发射，以及向国际空间站运送航天员的航天方案的技术研究，包括开展大规模、长时间的地面和飞行试验，以降低技术、设计及其它方面的项目风险。

2005 年前后美航天局拟选定至少两项方案，全面开展第二代可复用运载器的研制，并计划在 2010 年之后投入使用，且这些运载器至少在初期将只作为现役航天飞机的辅助手段，而不是要取而代之。波音和洛·马等公司已向美国宇航局提交了它们的第二代可复用运载器方案。这些候选方案可能包括现役航天飞机的派生型号和一种新型两级入轨运载器。其中的新型两级入轨运载器可能会使用美国空军的“渐进一次性运载器”作为第一级，使用“机组 / 乘员转移飞行器”作为上面级，与欧洲用“阿里安 - 5”火箭发射“使神号”航天飞机的方案有相似之处。

按目前的设想，美国的第二代可复用运载器发射成本要降低到目前的 1%，安全性提高到现役航天飞机的 100 倍。第三代

可复用运载器预计将在 2025 年以后投入使用，发射成本要降低 100 倍，安全性是航天飞机的 10000 倍，与商用飞机的水平相当。美国航宇局还提出了第四代可复用运载器的设想，目标是把发射成本降低到目前的 1% 和把安全性提高 20000 倍，这种运载器将在 2040 年前后诞生，到那时，商业运载器将像商业航班一样便捷。

第 12 章 人类未来航天畅想

一、并非遥远的梦

“驾龙舟兮安雷，载云旗兮委蛇。”仅仅在 40 年前，人类登上太空在每一个普通人看来还只是遥远的梦想，但时至今日，我们却已经把地球的文明信息带向了太阳系的几乎每一个角落；40 年前，没有多少人知道航天的秘密，然而今天，40 年弹指一挥间，人类的航天事业已经得到了突飞猛进的发展：

1961 年 4 月 12 日莫斯科时间 9 时 07 分，一枚“东方”号运载火箭将加加林乘坐的“东方 1 号”飞船发射升空，9 时 21 分“东方 1 号”进入预定地球轨道，宣告人类首次载人轨道飞行的成功。

1969 年 7 月 16 日格林威治时间 13:32，巨大的土星 V 号运载火箭在肯尼迪航天中心点火发射，将三名人类宇航员送往月球。寂静的 109 个小时之后，飞鹰号登月舱降落在月球表面，两名登月者将人类的足迹第一次留在了月球的土地上。

1971 年 4 月 19 日，新一轮航天计划全面展开。前苏联质子号运载火箭将人类的第一座空间站——礼炮 1 号空间站送入地球预定轨道，这标志着人类开始了长期进驻太空的新阶段。

1977 年 8 月 20 日和 9 月 5 日，第二代深空探测器“旅行者”

2号、1号先后搭乘“大力神-3E”运载火箭离开地球，开始了对远地太阳系行星的详细考察。数年后，它们相继发回的土星、木星、天王星、海王星大气照片，以及其它的天文数据使人类更为清晰地了解这些充满神话色彩的近邻。1988年11月和1989年10月，两颗探测器又相继离开太阳系，飞往银河系中心，去探索更为神奇的宇宙奥妙。这是人类自发射第一代先驱者号探测器以来，最为圆满的一次深空探索计划。

1981年4月12日，时值加加林首次进入太空20周年纪念日，人类第一艘可复载航天运载飞船——美国的“哥伦比亚”号航天飞机发射升空。100万人赶到卡纳维拉尔角观看了发射，全球共有五亿人通过电视转播观看了当时发射的盛况。美国总统里根评价：“航天运输系统的重要性就在于它将会为人类在通往太空的大道上提供完全实用和有价值的服务。”

1997年7月4日，历时7个月，经历4.94亿千米的飞行，美国的火星探路者飞船终于抵达火星，火星车“旅居者”在世人的注目下缓缓开向火星大地。这是人类创造的机器人第一次代表人类踏上火星。为期90天的科考漫游为人类发回了1.6万张珍贵的地质照片，以及15份对火星土壤进行的化学分析报告。这次探测的意义丝毫不亚于阿波罗登月计划，它是人类航天史上的又一次壮举。

1998年11月，俄罗斯用运载火箭发射了一个与“和平”号空间站核心舱相类似的大型多功能舱——“曙光”号功能货物舱，从此正式拉开了将持续六年的一项国际太空合作计划的序幕，这就是国际空间站计划（ISS—International Space Station）。国际空间站将被建为有史以来最完备的太空城。在“和平”号空间站完成它最后的使命，陨落于印度洋中后，人类亟须用数十年的航天经验建立一个与21世纪人类航天活动相匹配的新一代空间

站。它将为人类空间工业化和商业化的实现，以及更好地认识地球和宇宙、更大规模地开展航天活动创造积极条件，国际空间站的建立同时也象征着人类和平利用太空资源的良好愿望，它必将把人类开发利用太空的事业推到一个新的阶段。

二、挑战太空——划时代的革命

如果说 20 世纪初叶，人类挑战太空更多的原委只是满足膨胀的人类中心主义，那么在人们的视野愈加开阔的今日，挑战太空的意义却已经远远超出了航天先驱们的预想。

对现代人而言，进入太空又意味着什么呢？从历史的进程来看，人类航天技术的影响力已经全面渗入到文化、政治、军事、经济领域中。太空探索的意义也已愈来愈错综复杂，它不但涉及天文学、宇宙学的最新领域，还关系到 60 亿地球居民未来的命运。

现代航天技术的定义是什么？航天技术就是人类向太空挑战，开发月球资源和扩大太空生产能力，寻找外星生命的一门综合性的前沿科学技术。

21 世纪航天技术将给人类带来的革命性影响，至少包含五个方面的意义：

（一）航天技术——知识经济的新动力

21 世纪是知识经济时代，知识经济将引发世界经济的新革命，以高新技术研究开发为特征的科学技术革新，标志着生产力发生质变的浪潮已经涌来。航天技术代表着人类高新技术的结晶，它的产生和发展不但已经形成前所未有的航天产业，并且搭乘这一技术进入无重力空间的新兴科技产业（如基因工程、太空

农作物实验、新材料研究、药品研制等等)必将如虎添翼,为人类的经济发展和未来生活增添辉煌的一页。

另一方面,人类进入太空旅行本身就带来了无限的商机,随着可复载、低投入、低风险的航天器产生,人类去太空旅游将不再是开普勒的“梦想”。新的星际航线的开通后,将使得太阳系变得如同太平洋上的度假胜地夏威夷群岛一样繁忙。

(二) 航天技术——引发国际间新的竞争与合作

航天技术是一个国家综合实力的体现,是未来知识经济的增长点。在攀登这一制高点的路途上,光靠一两个超级大国的力量是远远不够的,它需要全球范围内的通力合作。因此,竞争与合作在这一场没有硝烟的战斗中自始至终都扮演着双面人的角色。

然而,只要人类间的敌视与不信任依然存在于这个星球,竞争与压制就会存在。虽然我们渴盼人类能够消除误解,以无私的精神投入到开发宇宙的伟大事业中,为新能源和新殖民地的攫取,为消除人类的贫困与灾难贡献每一个民族的力量与才智。但我们也不能不提高警惕,防止某些超级大国企图独霸宇宙野心。

(三) 航天技术——重新认识人类的生存环境

直到40年前加加林登上太空的那一刹,人类才第一次完整地看到了自己居住的蓝色星球。71%的地表充满着海洋,40万种生物与人类共同生活在这个充满生命大气的摇篮中,人类的数万年的文明痕迹对于广阔无垠的地球而言只是不足10千米的薄薄一层。狂妄自大的人类中心主义遭到了最沉重的打击。盖亚生态圈的意识正是在这戏剧化的一幕下深入到人类的心中。

在距离地球数万千米的高度俯视地球,人类的文明对地球最大的“贡献”不是人工造林,不是精美的人造花园,也不是蜿蜒

的人造运河。我们可以看到：南极上空出现了数十平方千米的臭氧层大洞；南美洲大陆中部的热带雨林每天都有几千处的大火在燃烧，在白天，你甚至可以看到这个地区云遮雾绕；地球上的森林越来越少，而长着稀疏低矮灌木的沙漠却越来越多；在大海岛马达加斯加周围的大海中，你可以清晰地看到褐色的大片污垢，这是正在以极快的速度冲刷人大海的地表土层；并且几乎每一个河口都在发生着同样的事情。

这才是地球最真实的生命状态。航天技术把人类的守望者带上天空，使人类真正懂得了生命摇篮的珍贵。

（四）航天技术——为人类第三次大迁徙准备

人类从旧世界向新世界的第一次大规模迁徙借助于脚力，大约出现在 11500 年前的最后一次冰期。由于极区冰盖扩大，导致海洋变浅，远古的人们于是从西伯利亚穿越刚刚显露出的白令海峡，走到了今天的阿拉斯加角，并缓慢扩散到美洲的温暖土地上。

人类的第二次大迁徙远起于哥伦布时代之前，印度尼西亚的英勇移民驾着有桨的独木舟探测了西太平洋，婆罗洲人移居马达加斯加，埃及人和利比亚人环绕非洲航行，而中国明代的一支庞大远洋帆船队在印度洋往返航行，并进入了大西洋。15~17 世纪，欧洲人发现了新大陆，开始环地球航行，并建立了新的殖民地国家。18~19 世纪，美国与俄罗斯人分别向西向东跨越两个大洲，争先奔往太平洋。

如果说人类的前两次大迁徙是受制于气候的变迁以及经济政治方面的诸多因素，毋宁说更深刻的原因在于：人类的内心深处就有着强烈的探险与开发新世界的天赋。

随着人类生殖能力增强，以及寿命的不断延长，地球已渐渐不能容纳如此众多的人口了。第三次大迁徙在所难免，我们的新

大陆会在何处呢？渴望和平的人们把希望寄托在航天器的探索中。今天，随着月球和火星上激动人心的消息传来，我们的巡天者们已经整好行装，准备着新的生命探索之旅。

（五）航天技术——探索地外生物和宇宙的起源

航天技术带着人类飞出太空，去零距离接触那些可能存在生命环境的星球，这样的探索已经在 20 世纪展开，并将在 21 世纪初继续人类的火星、月球之旅。相信在不远的将来，我们的先行者们一定能带回让全人类振奋的好消息。

天文学发展到 20 世纪 20 年代，分支出一门新兴的边缘学科，并迅速成长为最受人类尊重的科学，这就是让大多数人感到无比玄妙的宇宙学。

宇宙的起源是宇宙学家和普通人最为好奇的问题，在相对论的引导下，科学家们已经能够找到答案了，但更多的论据需要天文学观测和星际探索的寻觅来填补。为了寻找到“大爆炸”理论中推测的暗物质存在，人们将发射更多的深空探测器，搜索宇宙最初三分钟留下的蛛丝马迹。

挑战太空，这是人类自远古以来深埋在心底的梦。挑战太空，这是全人类之梦！人类短短 40 年的航天尝试在漫长的宇宙长河中也许算不得沧海一粟，但先行者们的探索是人类智慧与宇宙的第一次碰撞，虽然这并不值得我们多么骄傲，但这碰撞的火花却足以照亮人类未来探索宇宙奥秘的道路！

三、21 世纪人类的新大陆

（一）对人类伟力的崇拜

什么是太空，太空就是大气层外的虚无的空间。远古的时

候，人类向往飞行，对星空充满好奇，但人类最多能想像到的也就是在蓝天下翱翔，因为那时的人们不知道有太空。在中国古代，人们以为大地是方的，天空是一个圆形的盖子，太阳和星斗不过是盖子上的点缀。在古印度，人们以为大地被呈托在一只巨大的神龟上。在古希腊，亚里士多德认为天有九重，太阳和月亮、星星归属在不同的地方。再后来，经历了大航海时代的人们认识到地球是圆的，那么这个球体的外边是什么？在地球和太阳、月亮、群星之间的又是什么？人们认识到了，那就是我们未曾进入过的“太空”。

美丽的星空神话把神秘的太空映照得金碧辉煌，仿佛那里是霞光四射的天堂。但当我们到达它的时候，它的真面目还是那么迷人吗？它会是水晶和玛瑙筑成的吗？

当神秘的面纱渐渐褪去，人们意识到那些星星只是因为遥远才显得小巧，他们和太阳一样无法接近，更别谈去上面生活。那么月亮呢，在这些和地球差不多的卫星上，有与人类一样的文明吗？然而，看清真面目的天文学家无比歉意地告诉我们，那里什么也没有，只有一片荒芜。那么为什么还有如此热切的期盼，是什么在鼓舞着阿波罗计划的支持者？

也许感召人类进军太空的除了好奇心和激情，还有一种更深沉的动力，我们暂且称之为“对人类伟力的崇拜”。当雄伟的土星 5 号火箭耸立在休斯顿发射中心时，为何有那么多的人从四面八方赶来，是好奇心的驱使？不，远远不是。吸引全球几亿双眼球的，是人类将自身的潜能发挥到极限时的快感。

今天人类从狭隘的大陆中飞起，从地球的大气层中走出，我们还将走出地球和月亮的小圈子，走出太阳系，走出广阔的银河……每一步都是艰难的，但我们的确做到了，而且每走出一大步，人类也就向着文明更进了一步。

（二）天堂与地狱仅一步之遥

有人把人类比做蝗虫。虽然，历史已经证实了人类对地球资源的肆意掠夺，地球千疮百孔，人类应该知道如何和自己生存的环境和睦相处。任何环境都有一个生物生存的极限，有人估算过人类在地球上最合适的人口是 10 亿左右，因此，这似乎并不是人类故意造成的环境恶化。

如果说欧洲人来到美洲建立的新兴国家，是受到欧洲君主的指派，为宗主国提供香料和金矿，那么未来地球上的资源危机会促使发起火星殖民计划的国家向火星派遣工程师和工人，为人类的母星寻找更多的能源。如果设想得更远一点，由于火星与地球距离的缘故，建立起越来越庞大的社会群体的火星殖民者们，可能会建立起自己独特的社会模式、政治体系和文化。

向外星球的迁徙也许还会向着更多的星球拓展，但现在科学的预计并不乐观。除了火星和月球之外，其它行星以及所属卫星的环境和地球差得太远，这需要更长的时间留给人类，或是寻找改造其它行星的方法，或是造出大型的飞船向着太阳系外进军。也许有一天，太阳系内的小行星里也会成为人类寄居的巢穴。人类会放弃自己的母星——地球吗？明智的做法当然是保留这个人类文明发源的蓝色星球，尽早地停止对地球环境的破坏，将过多的人口迁徙到外太空。

控制人口自身的繁殖力，使之与迁徙的能力相协调。这种观念在理论上是应该易于接受的，实际上发达地区的生育率已经下降并有负增长的趋势。但落后地区的过剩人口呢？这才是最大的问题，他们没有先进的技术去进行环境的保护，也不太可能进行太空移民，真正可以移民的发达国家却没有过剩的人口，这个矛盾的发展将是离奇的：在未来，随着火星或其它外星球定居点的

建立，先进国家将把自己的精英国国民源源不断地输往那里，以巩固自己在地球的地位。也许地球的环境恶化是无法遏止的，先进国家和民族为了逃避惩罚，制定出大规模移民的计划，而把地球的烂摊子交给无法逃走的第三世界国家和灾难深重的民族。搞不好，地球将成为人类的难民营！这样的猜测并非危言耸听，除却政治上的波动，航天技术也是其中的一个变数！

那么，人类什么时候才有可能进行大规模的迁徙呢？从远洋航海技术的发展到 19 世纪美洲大迁徙，人类用了 200 年；又过了 200 年，美洲的人口增长到三亿。科技的发展是有着一定的加速度的，航天技术的建立到火星飞船的发射，前后不会超过 100 年，关键在于人类是否会把航天技术的发展列为生死攸关的国策。

四、终结目标——争夺制太空权

到底航天技术发展最主要的动力在于什么？追根溯源，二次世界大战中第一支现代火箭的发明是为了战争的需要，战争结束后，美国和前苏联发展火箭技术时，最主要还是为了抢占军事科技的最高点。只有齐奥科夫斯基等真正有志于太空航行的人才认识到：火箭是航天的重要工具。这说明，航天技术的发展是得益于战争，而战争也源于生存的压力。当前苏联和美国都认识到进入太空的重要性时，他们更在意的是政治上的影响力。美国的阿波罗计划为的是赶超前苏联。历数人类航天技术的巨大飞跃，无不是政治和军事的双重诱导下发生的。

20 世纪，美国与前苏联在军事上的你争我赶把加加林送上了太空，把阿波罗 11 号送上了月球，把航天飞机推向了历史的舞台，把空间站建上了天，把火星计划一步步推向深入。然而，

前苏联解体，美国失去了强大的对手，来自太空对手的生存压力减弱了。于是乎，太空计划从你追我赶变成了闲庭漫步。月球计划慢下来了，火星计划变得慎之又慎，国际太空站迟迟不能收尾，还不断削减预算……人类进行太空探索的动力慢慢进入了低谷。

进入 21 世纪以来，航天兵作为一支独立的兵种，将担负太空作战，支援空中、地面、海上作战，开发宇宙空间等重要任务。尽管以太空为主战场、以天基兵器为主要力量、以太空格斗为主要作战形式的“天战”还没有发生，但随着各种反卫星武器、天基激光武器、军用空天飞机等空间武器的研制和部署，“天战”出现的可能性将进一步增大。

军事专家预测，未来 10 年内，精确制导的动能拦截武器、高能激光武器、粒子束武器等新概念武器将陆续问世，航天兵将由目前的以侦察监视和信息支援为主的“保障军种”，发展成为真正的具有强大攻击力的“作战军种”。此外，目前的航天兵还基本上是以地面为基地和作战平台，攻防使用受到地面部署地域的限制很大，随着新型的航天飞机、空天飞机的出现和普及，以及空间站技术的发展，未来的航天兵将实现作战平台和基地空间化，那时的“天战”，将与电影“星球大战”描绘的情景相似。

航天专家指出，太空战争活动不受地球、国界、气候等因素的影响，可以在轨道允许的范围内全方位行动，使作战行动达到真正的灵活和协调，从这个意义上讲，掌握“制天权”也就在很大程度上掌握了作战的主动权。但是，“天军”的建立一方面需要技术，一方面需要巨大的资金投入，这无疑将是一场更高层次上的军备竞赛。而从技术角度上讲，“太空战”攻易于防，要想真正取得“制天权”决非易事，一旦发生战事，最终结果将更可能是两败俱伤。

五、探寻人类的伴侣——外星生命

（一）天堂”有“上帝”吗？

外星生命的探寻是航天计划的另一个目的，为什么要寻找外星人？几千年来，人类一直都在怀疑在这个熟悉的世界之外还有一个天堂的存在，而不管它存在于哪个时空。蒙昧时代，人类崇拜看不见的神灵；科技时代，人类追寻抓不着的不明飞行物；而未来时代，人类是否能够通过电波和飞船找到自己梦寐以求的“偶像”——外星人呢？

人类为什么要探索外星生命？是受到孤独感的驱使还是好奇心的引诱，是对适合生命居住的太空新大陆的渴求，亦或是地球文明的失落感作祟，使得我们把寻求答案的目光投向那期望中的拥有高度科技文明和精妙宇宙智慧的“上帝”——外星人？这些答案也许都没有错，错综复杂的原因恰恰正说明了为什么有那么多人关心这个问题的答案。

到底外星生命存在于何处？也许，它们就生活在我们的眼皮底下。就像微小的细菌，可以在人类毫不知觉的情况下与我们共存几百万年，生命的神秘在于它总能出人意料，这也是它的魅力所在。我们曾经扫视过许多宇宙中的邻居，太多的地方已经被我们人为地贴上了“生命禁区”的标签，但那只是走马观花，我们从来没有认真考虑过我们的结论是否下得太早。

我们想像不出宇宙是如何分布生命的，为什么苦苦的寻求都没有得到一丝音讯，为什么我们不是诞生在一个热闹非凡的宇宙都市里，或者像蜜蜂一样和兄弟姐妹们一起居住在狭窄的“宇宙蜂房”？我们与其它生命体、其它外星文明之间的“距离”，也许不仅仅在于空间的阻隔，茫茫的时间也同样割断了我们联系的纽

带。也许只有“偶然性”这个词最能开脱人类目前的窘境——出于偶然，我们的周围是一片生命的荒漠，而我们只是沙漠中的一片小小绿洲；出于偶然，人类文明的诞生正好与近邻外星文明的毁灭擦肩而过（也许先于我们之前的史前文明曾还与他们联系甚密，于是诞生了地球上的神秘古文明遗迹）；出于偶然，我们没有发现另一个无法观测到的世界，而那里才是生命的天堂……

宇宙本是漆黑一片，我们先走出第一步，然后依照经验摸索着前进。生命同样是一个黑箱子，我们只是其中的一小部分，为了猜测别的东西，我们首先想到的是触摸自己，然后去推想别人。我们偶然漂浮在有水的地方，于是我们带着水的信号去寻找生命；我们偶然带有一套用氧气驱动的手机器，于是我们又带着氧的光谱信号去识别新的生命殿堂。

（二）反思“塞提计划”

为什么我们如此努力，还是没有找到文明的线索？科学家对于目前这种窘境并没有灰心丧气，显然，太阳系中的一系列关于生命迹象的发现让他们比以往任何时候都更为乐观。1961年，创建塞提（SETI）的先驱者德雷克教授创立了著名的“德雷克方程”，这个方程将银河系中的文明数量做出了粗略的估计。认真地思考这个问题，或者说至少定量地估算一下这个数字的范围是德雷克及其许多塞提专家都曾经考虑过的。根据我们对生命、人类文明与太空生命环境的了解——当然这些了解来源于我们并不渊源的现代科技文明——对遥远的恒星系的粗略估算不再是天方夜谭。

现在，天文学家们可以依靠“德雷克方程”寻得一个较为满意的答案。 $N = R \times f_p \times n_e \times f_l \times f_i \times f_e \times L$ 。N 表示在我们的银河系中有多少文明试图与人类进行接触。而等式的右边则要回答这

个难题，它们包括了七个独立的变量，这些变量不是直接来源于我们对整个宇宙基本规律的掌握，而是凭借经验与天文学知识逐渐得出的近似数字。这并不像在拉斯维加斯赌城里计算一副牌局，至少你还知道这里有多少张牌、它们的花色，以及对手的出牌规律。可是在银河系，我们没法做出那么精确的估计，我们也不太清楚上帝按照什么样的生命规则出牌。但科学家们懂得，要猜测上帝的牌局就要去窥视上帝的造物。由于天文学家的不懈努力，各个变量的取值范围已经逐渐得以缩小，这几乎全要靠最新的天文学发现。

如果 L 取 100000，那么我们可以估计银河系中有 10000 个文明共同生活在一起。这是个充满魔法的方程式，它将我们心目中浩瀚无边的银河系变成了一个充满生机的家园。也正是由于这个方程式的激励，才有那么多人愿意为探索太空知音而孜孜不倦地劳碌奔波。

（三）文明与高科技的灾难

可是为什么身处这么热闹的地方，我们的塞提计划却一点也没有发觉呢？为什么没有“邻居”来访问地球？是我们的估计有误吗，还是所有辉煌的文明都像绚丽的肥皂泡一样，无法在时间的长河里久久徜徉，因而早早破灭在那个可以毁灭自我的技术巅峰时代。想像一下这个故事在宇宙中上演的几率：当一个文明刚刚具有用强大的电磁波与外界沟通的技术时，便同时破析了原子的秘密，掌握了不可思议的破坏力量和杀戮工具，在一次以眼还眼的世界大战中，整个文明还没有来得及向宇宙邻居发出呼唤，便被自己的力量完全摧毁。

这也许更像个现代版的寓言故事，但这个寓言并不只是寓意着人类的现况。有科学家认为，这个故事可能随时都在宇宙某个

存在文明的角落里发生。任何一个科技文明的发展也许和地球文明的情况没有两样，战争的力量与科技的发展成正比地膨胀，科技在任何时空里都可能成为一把双刃剑，如果一个文明没有及时地强健自己的理性，那么脆弱的和平随时都可能葬送在华丽的科技外衣下。这代价可以是好几代“人”的幸福，也可能是整个星球的智慧精灵苦心经营了数千、数万年的文明基业。

不论如何，如若按照人类智慧的成熟度来衡量这个几率，大多数人也许都会相信，从蒙昧到文明、从科技巅峰到毁灭的谷地，继而新一代生命萌芽、进化、主宰星球……这恐怕是一条放之宇宙而皆准的死循环。也许，逃不出自生自灭的命运，才是这个宇宙如此冷寂的原因。

六、在星际间自由遨游

尽管目前的航天技术已经可以打造出高性能的宇宙飞行器，但目前的科技力量，以人的生命极限为周期，人类的星际之旅还是受到了距离的限制。

（一）穿越“星际之门”的虫洞

有的科学家开始幻想，是否存在一条可以瞬间到达另一个恒星世界的“星际之门”呢？如果真有这样的好事，人类就可以实现自由穿梭宇宙的梦想了。现在，物理学家和天文学家终于找到了一点线索，太空中的异常现象——虫洞，就很有可能打通这条通往星际大门。

什么是虫洞呢？也许人们很少听说虫洞，其实虫洞和黑洞一样，都是广义相对论的产物。不过长期以来，它一直处在纸上谈兵和科幻小说的领域，即使在理论上，也进展甚微。虫洞这个课

题，早在 20 世纪 50 年代已有科学家做过广泛的研究，而当今有关这方面的研究更是愈来愈多。

早在 60 多年前，广义相对论发表后不久，著名的物理学家爱因斯坦就已经在理论上发现虫洞的存在。但理论家一直未搞清，虫洞仅允许光线通过吗，飞船是否也能穿行呢？直到 1988 年，美国加州工学院的桑恩和摩立斯应一位科幻作家之请，为其小说提供星际航行的素材，他们才较深入地研究了虫洞，并搞清了过去的一些模糊看法。

现在，科学家们认定虫洞的两端皆可出入，并非像黑洞那样是一种单向通道，只进不出；再者，旅行者在虫洞内仅受到一般的拉力，不像在黑洞中，若你的脚指向中心，那强烈的黑洞引力场，将在头与足之间造成极大的拉力差，足可把你的身首撕开。

虫洞，是通过时空结构的假想通道。你可以想像它为通过时空的捷径，即连接两个黑洞或一个黑洞与一个白洞的宇宙地道。简单地说就是宇宙里的隧道，它能扭曲我们所熟知的空间，可以令原本相隔亿万千米的两地变成近在咫尺的近邻。一个虫洞的“另一端”可以在空间的任何地方，也可以是时间的任何一刻，使得经过虫洞的任何物体转瞬之间出现在宇宙的其他部分——这不仅仅是另一个地点，也可以是另一个时刻。这样一个虫洞嘴巴的表面允许双向交通，如果我们朝一个开口在织女星附近的虫洞里张望，我们将看到织女星的光从通道里出来——而织女星附近的观察者从另一端朝着同一个虫洞里面张望时，也将可以看到我们这个世界的太阳的光。

（二）负物质打开虫洞

虫洞是指时空连续体里的一个超微小的量子虫洞，宇宙间不同的时间和空间通过此洞口可以互相连通。负能量是一种怪异飘

渺的能量，可以抗拒地心引力，理论上可以用来打开虫洞，稳定时光隧道。

洛斯阿拉莫斯的科学家已在如何利用虫洞方面进行开拓，他们对“负质量”物质有了更深的研究。他们说，虫洞的超强（引）力场，可以通过“负质量”来中和。在这里，“正物质”（即我们日常所碰到的物质）和“负物质”有一很有意思的差别，前者拥有“正质量”，能产生能量，后者具有“负质量”，却可以吸去周围的能量。但一直以来，这种奇怪的负物质只存在于理论之中，而今他们已成功地证明，“负物质”也存在于我们的现实世界之中。在天上寻找到虫洞，或理论上彻底搞清虫洞，进而实际应用虫洞，都还需一段时日。但在最近的 30 年中，虫洞终于从纸面跃出，进入到实际的探测，直到最近的应用性研究（理论上），这确实是一个科研上的大进展！

虫洞和黑洞一样，都是把四周的空间扭曲，形成漏斗状。不过，与黑洞不同的是，黑洞是个盲端，一旦进入黑洞便永远被困在里面，而虫洞则是变通的，你可以从宇宙的一端进入，然后从宇宙的另一端钻出来，而中间可能相隔好几十光年。这个道理很简单，你可以试想在一张纸的两端画上两点，然后把纸扭曲，使两点可以连在一起。这样，这两点既是连在一起的，同时在纸上仍然相隔一段距离。

据科学家推测，宇宙中充斥着数以百万计的虫洞，但很少会有直径超过 10 万千米的，而这个宽度正是太空船安全航行的最低要求。但“负质量”的发现为利用虫洞创造了新的契机，可以使用它去扩大和稳定细小的虫洞。这就需要生产大量的负物质，然后把负物质传达到虫洞中，把虫洞打开，并强化它的结构，使其相对稳定，就可以通过太空船。

不少科幻影片中都有这样的镜头：随着船长一声令下，结构

复杂的引擎开始工作，接着飞船便消失于群星中，几乎同时，它又出现在遥远的目的地……现代物理学证明，这看似荒诞的场景是可以发生的。

“虫洞”是连接空间两点的时空短程线。科学家认为，通过虫洞可以实现物质的瞬间转移。用这种方法进行的星际航行可以完全不考虑相对论效应。遗憾的是这种理论上应该存在的“空间桥梁”至今还没有发现。虽然虫洞的研究工作才刚刚开始，可能需要耗费数十年时间，但是许多科学家都表示潜在的科学回报实在太大，不能忽视。这些研究会带给人类航天史上的又一次伟大革命，令我们最终可以进行星际旅行。

如果研究成功，人类可能需要重新估计自己在宇宙中扮演的角色和位置。现在，我们还“困”在地球上要航行到最近的另一个星座，动辄也需要数千年。但是，我们的子孙，未来的太空旅行者们，却有可能通过 20 世纪传说中的“星际之门”——虫洞，在一瞬间到达非常遥远的地方，那将是多么美妙的事啊。

人们完全可以相信，“虫洞”研究一定会取得成功。可以设想，人类最终迈出太阳系摇篮，飞向星际的日子不会太远了。

七、航天技术发展进程

1926 年 第一枚液体火箭诞生。

1942 年，第一枚液体弹道导弹 V-2 发射试验成功。

1957 年 第一枚洲际导弹 P-7 研制成功。

1957 年 10 月 4 日，前苏联成功发射了第一颗人造地球卫星“斯普特尼克”1 号。

1957 年，第一个太空动物“莱卡”进入轨道。

1958 年，美国第一颗人造卫星发射成功。

1958年，成立美国航天局以统管美国一切民用空间计划。

1959年，前苏联的“月球”2号成为首次飞到月球表面的航天器。

1959年，前苏联“月球”3号探测器首次获得月球背面的照片。

1960年，第一颗气象卫星美国“泰罗斯”1号发射成功。

1961年，前苏联宇航员尤里·加加林实现了人类第一次载人太空飞行。

1962年，美国“水手”2号探测器抵达金星。

1963年，第一颗同步通信卫星“辛康”2号发射成功。

1965年，美国的“水手”4号探测器首次从火星附近飞过。

1965年，第一颗通讯卫星升空。

1966年，前苏联“月球”4号探测器完成首次月面软着陆。

1966年，美国“双子星”10号飞船实现了在轨道上与航天器对接。

1967年，美国“水手”9号空间探测器发回火星照片。

1969年，前苏联两艘“联盟”号飞船实现载人轨道对接。

1969年，美国“阿波罗”11号首次实现载人在月球上着陆，人类首次登上月球。

1971年，前苏联发射成功第一座空间站。

1972年，前苏联“金星”8号探测器在金星着陆。

1973年，美国第一座空间站——“天空实验室”发射成功。

1974年，美国“水手”10号空间探测器从水星发回照片。

1975年，美国与前苏联实现第一次联合空间计划——阿波罗-联盟号飞船对接试验。

1976年，美国“海盗”1号探测器是先在火星上软着陆。

1977年，美国发射两枚“旅行者”号深空探测器，用于获

取太阳系的外行星和其他资料。

1979年，美国“旅行者”1号空间探测器考察木星及其卫星，美国“旅行者”2号空间探测器考察木星系统。

1981年，航天飞机首次轨道试飞成功。

1981年，美国“旅行者”1号考察土星，然后飞出太阳系；美国“旅行者”2号探测器考察土星和它的光环。

1984年，前苏联发射维佳空间探测器，任务是飞过金星（将两个试探器扔到金星大气中）后，继续飞行以与哈雷彗星会合。

1984年，美国总统里根宣布了建立“阿尔法”空间站的计划。

1985年，欧洲空间局发射另一枚考察哈雷彗星的探测器——乔托。

1986年，美国“旅行者”2号探测器考察天王星。

1986年，美国的“先驱者”10号探测器飞出了太阳系。

1986年，前苏联第三代空间站“和平”号发射成功。

1987年，运载能力最大的前苏联“能源”号运载火箭发射成功。

1988年，前苏联航天飞机“暴风雪”号首次不载人轨道飞行成功。

1989年，“伽利略”号探测器发射升空。这是美国航天局的一枚空间探测器，也是打算进入木星轨道的首枚空间探测器。

1989年，美国“旅行者”2号探测器考察海王星。

1990年，美国航天局为欧洲空间局发射“尤利西斯”探测器。尤利西斯将飞出黄道面以观测从地球上看不到的太阳两个极区。

1990年，美国先进的“哈勃”太空望远镜发射成功。

1993 年，“哈勃”望远镜成功地进行了在轨修理工作。

1993 年，美国空间探测器“火星探测器”号在距离火星 627000 千米处突然与地面失去联系。

1994 年，美国 GPS “导航星全球定位系统”全部建成。

1994 年，美国“克莱门蒂娜”号月球探测器发现在月球南极的永久性阴影区存在水冰的痕迹。

1995 年，美国航天飞机与俄罗斯“和平”号空间站实现对接。

1996 年，美国火星探测器“火星探路者”号发射升空。

1997 年，经过遥遥 4.97 亿千米的征途，“火星探路者”号终于准确降落在火星北半球的预定地点阿瑞斯平原。

1998 年，国际空间站第一个组件——“曙光”号由俄罗斯“质子-K”，号火箭发射升空。

1998 年，国际空间站第二个组件——“团结”号节点舱和“曙光”号舱对接成功。

1998 年，“奋进”号航天飞机上六名美国和俄罗斯的宇航员成为造访国际空间站的首批客人。

1998 年，美国“月球勘探者”号空间探测器探明月球两极均含有大量的水冰。

1999 年，美国航天局的“火星气候探测器”在进入火星大气层时被烧毁；同年 12 月，“火星极地着陆者”在即将着陆火星时与地球失去联系。

2000 年，国际空间站的核心组件“星辰”号服务舱与国际空间站联合体对接。

2000 年，美俄三名宇航员搭乘“联盟”号飞船与国际空间站成功对接，成为国际空间站的首批长期住户。

2001 年，国际空间站的重要组成部分“命运”号实验舱与

空间站。

2001年，俄罗斯“联盟”号顺利升空，把第一个平民旅游者美国富翁蒂托送上太空参观国际太空站。

2001年，国际空间站的“码头”号停泊舱发射升空。

2001年，美国“奥德赛”号火星探测器“奥德赛”火星飞船进入火星轨道。

2002年4月25日，28岁的南非富翁马克·舒特勒沃斯乘坐“联盟”号飞船升空，成为世界上第二位前往国际空间站的平民宇航员。

主要参考文献

1. 《探索新世纪》，孙光成等编著，天地出版社，1999年5月版
2. 《探索地外文明》，卞毓麟著，广西教育出版社，1999年12月版
3. 《暗淡蓝点——展望人类的太空家园》，卡尔·萨根著，上海科技教育出版社，2000年10月版
4. 《地外文明探秘——寻觅人类的太空之友》，迈克尔·怀特著，上海科技教育出版社，1999年12月版
5. 《大宇宙百科全书》约翰·格里宾著，海南出版社，2001年8月版
6. 《通向宇宙之路——跨世纪的航天技术》，李成智著，湖北教育出版社，1998年1月版
7. 《外星生命摄影档案》，徐学初著，内蒙古人民出版社，1998年10月版
8. 《神秘的火星》，建川著，中国民族摄影艺术出版社，2001年8月版