

# 一、航天科技

## 航空器和航天器

航空器泛指在大气层内飞行的飞行器，它们必须依靠空气产生上升和飞行的空气动力，其发动机利用大气中的氧气工作。目前世界上已经研制成功的航空器主要有飞机、飞艇、滑翔机、旋翼机、直升机、扑翼机和气球。

飞机按《中国大百科全书》航空航天卷所下的定义是：“由动力装置产生前进推力，由固定机翼产生升力，在大气层中飞行的重于空气的航空器。”因此，无动力装置的滑翔机、以旋翼作为主要升力面的直升机以及在大气层外的航天飞机都不属于飞机的范围。然而在日常生活中，许多人都习惯地将气球和飞艇以外的航空器泛称为飞机。

飞艇是一种有推进装置、可控制飞行的轻于空气的航空器。它是由一个巨大的流线型艇体、一个位于艇体下的吊舱、一个起稳定控制作用的尾翼和推进装置等组成的。艇体内的气囊内充以密度小于空气的氢气或氦气等浮升气体，借以产生浮力使飞艇升空。

滑翔机是一种没有动力装置，重于空气的固定翼航空器。它可由飞机拖曳辅助起飞，也可用绞盘车或汽车牵引起飞。滑翔机在上升气流中可像雄鹰展翅那样平飞或上升，专业人员管这种状态叫作翱翔。在无风情况下滑翔机主要依靠自身重力的

分量获得前进的动力，这种损失高度的无动力下滑飞行的专业术语叫作滑翔。

旋翼机的旋翼没有动力装置驱动。它是在动力装置提供的拉力作用下前进的，迎面气流吹动旋翼像风车似的旋转，从而产生升力。有的旋翼机还装有固定小翼面，由它提供一部分升力。

直升机是一种由发动机驱动旋翼旋转而产生升力和拉力的航空器。

扑翼机是一种机翼能像鸟和昆虫翅膀那样扑动的重于空气的航空器。扑动的机翼既产生升力又产生向前的推动力。由于设计扑翼机所遇到的控制技术、材料和结构方面有许多一直未能解决的难题，所以，尽管从 1930 年就曾试飞成功过扑翼机模型，但它至今仍停留在模型制作和设想阶段。

气球是一种无推进装置的轻于空气的航空器。它由巨大的气囊和吊舱组成。气囊内充以密度小于空气的浮升气体，通常以氢气和氦气居多，使气球升空。

航天器泛指在大气层外的太空中飞行的各类飞行器。目前世界上的主要航天器有人造地球卫星、宇宙飞船、空间站、航天飞机以及空间探测器等。其中航天飞机是第一种跨大气层飞行器，既能在大气中飞行（滑翔），也能在太空中飞行。由于它主要活动是在太空，因而归于航天器之列。航天器种类繁多，用途各异，形状千差万别。有的航天器不带主动力装置，有的则带有大型发动机。但大多数航天器为了保持轨道高度或特定姿态，往往带有许多个小型火箭发动机或高压氮气喷管。推力大者几吨力，小者几牛顿甚至几达因。航天飞机除三台主发动机外，还有多达 49 个各种小发动机，用于轨道保持、轨

道变换、返回制动、姿态控制等。

人造地球卫星是一种环绕地球在空间轨道上运行（至少一圈）的无人航天器。按照用途分成科学卫星、技术试验卫星和应用卫星等三类。科学卫星用于科学探测和研究，主要包括天文卫星和空间物理探测卫星。技术试验卫星用于新技术试验或为应用卫星进行试验。应用卫星用以直接为军事或国民经济服务。应用卫星按基本工作特点分类可分为数据中继卫星、导航定位卫星和遥感卫星；按具体用途可分为通信卫星、气象卫星、环境监测卫星、侦察卫星、导航卫星、测地卫星、地球资源卫星以及截击卫星和多用途卫星等。

空间站是可供多名航天员巡访、长期工作和居住的载人航天器。又称轨道站或航天站。在航天站运行期间，航天员的替换和设备物资的补充可由载人飞船或航天飞机运送，物资设备也可由无人航天器运送。

宇宙飞船是一种能保障宇航员在外层空间生活和工作，并能安全返回地面的航天器，又称载人飞船。它的容积较小，受到所载消耗性物资数量的限制，不具备再补给能力，运行时间有限，不能重复使用。

航天飞机是一种可重复使用的，往返于地球表面和近地轨道之间运送有效载荷的飞行器。通常由火箭推进，在轨道上运行时可在有效载荷和乘员配合下完成多种任务。返回地面时能像滑翔机或飞机那样下滑和着陆。

空间探测器是对地球以外的空间环境、月球、行星等天体以及宇宙进行探测的无人航天器。它包括月球探测器、太阳探测器、彗星探测器、行星探测器以及宇宙探测器（如美国的哈勃望远镜）。

航空器和航天器都属于飞行器，与二者并列的飞行器还包括火箭。火箭是一种靠火箭发动机喷射工质而产生反作用力推进飞行的飞行器。它自身携带全部推进剂，不依靠外部环境（如大气）产生推力或升力，所以既可以在大气层中飞行，也可以在大气层外的太空中飞行。根据推进剂和工质的不同，火箭可分为化学火箭，它采用化学推进剂，如液氢和液氧、液氧和煤油等；电火箭，用电能加热工质产生高速喷射流；核火箭，用核能加热工质产生高速喷射流。按用途火箭可分成三大类：玩具火箭、探空火箭和运载火箭。

玩具火箭在中国古代就已有之。像儿童们喜爱的“地老鼠”、“蹿天猴”属于玩具火箭。探空火箭是将专门仪器设备发射到高空进行高空物理学、气象学研究和新技术试验的小型火箭。它可采用固体推进剂或液体推进剂，可以是单级，也可以是多级。许多国家研制探空火箭已形成完整的系列，小的可发射几千米高，大的可发射到数千千米高。探空火箭是一次性使用。发射升空并达到最大高度后，装仪器设备的头锥部由降落伞回收。

运载火箭是将有效载荷发射到预定地点或轨道的大型火箭。有效载荷是爆炸物（弹头）的运载火箭称火箭弹（无制导）或导弹（有制导）。导弹的种类、型号极多。导弹可按多种特点分类。典型的一种分类方式是按发射点和目标点位置分类，包括地地导弹、潜地导弹、舰地导弹、岸舰导弹、舰舰导弹、地空导弹、舰空导弹、空空导弹。

如果火箭的有效载荷是人造卫星等航天器，则称航天运载火箭或简称运载火箭。目前，美国、俄罗斯、欧洲、中国等都已研制并形成了从低轨道到高轨道，从小载荷到大型载荷的航

天运载火箭系列。已经研制成功的运载火箭最大者能将 120 吨的航天器发射到近地轨道，能将 48.8 吨有效载荷送往月球。

## 航天飞机的诞生

20 世纪 80 年代初期投入使用的航天飞机，是现代卫星和载人飞船技术、运载火箭技术、航空技术综合发展的产物，这种飞行器的设想由来已久。早在 20 世纪初就有人提出过用火箭发动机做动力装置的飞机。第二次世界大战前夕，由于军事上的需要，法西斯德国曾将这一设想付诸实施，并于 1941 年研制成了 ME-163 型火箭飞机，时速可达 1000 千米。

第二次世界大战后，设计和研制可重复使用的火箭飞机的活动十分活跃，各国科学家和工程技术人员为了把火箭技术和航空技术结合起来，不仅进行了各种技术途径的探索和研究，而且还做了大量的设计和研制实验。

美国贝尔公司设计的 X-15 型火箭飞机曾进行过近 200 次的飞行试验，最大时速达到 7300 千米，最大高度为 106 千米，远远超出了大气层的范围。这些研究工作，对于探索可重复使用的空间运输系统的技术途径，都做出了有益的贡献，甚至可以说，X-15 型火箭飞机就是航天飞机的雏形。

20 世纪 60 年代美国研制的“阿波罗”宇宙飞船等航天器所进行的载人太空飞行，以及轨道对接、宇航员舱外活动等一系列载人轨道飞行基本技术的掌握，为发展大型的载人空间运输系统创造了条件，提供了雄厚的技术基础。

耗资巨大的“阿波罗”登月计划结束后，美国将大量的人力、物力、财力转移到新型空间运输系统的研制工作上来。

1972 年，美国总统尼克松批准了预计耗资 55 亿美元的航天飞机研制计划。



点火升空后的“哥伦比亚”  
航天飞机

美国的航天飞机制造历时 10 年，实际耗资 100 亿美元。1981 年 4 月 12 日上午 7 时，美国的第一架“哥伦比亚号”航天飞机在肯尼迪航天中心首次发射成功。航天飞机上载有两名宇航员。

航天飞机是一个庞大、沉重和复杂的系统，它有与以往航天飞行器不同的特征。首先，航天飞机能像火箭一样垂直发射；其次它能够像普通航天器那样在空中做机动和变更轨道的飞行；另外航天飞机能像普通飞机一样在机场滑跑着陆，经过维护修理后可再次使用，重复使用次数可达 100 次以上。

由于航天飞机的发射阶段和再次进入大气阶段速度低，过载较小，未经严格训练的人也能上天活动。所以航天飞机被认为是航天技术新阶段的标志。美国宇航局甚至宣称：运载火箭将逐步为航天飞机所取代。

航天飞机要比卫星大得多，复杂得多，要把这样一个航天系统发射到环绕地球的轨道，在轨道上完成预定的任务，然后再安全返回地面，这的确不是一件简单的事情，它需要解决一系列的关键性技术问题，如速度和推力，精确的控制导引系统，适当的空气动力外形和再入大气层的有效防热措施等。

航天飞机由助推级、轨道级、外接推进剂箱三部分组成。助推级是平行安装的两台固体火箭发动机。轨道级是航天飞机的心脏，它可以载运重达 30 吨的负荷。它很像一架大型的三角翼飞机，中部是一个很大的负荷舱。

轨道级的前端是宇航员的座舱，座舱是高度密封的，内有宇航员生活所需要的空气，舱内还有空气调节设备，使舱内的空气条件与地面上的大气基本一致，温度和湿度也保持适宜。座舱顶部是飞行甲板，这里是控制中心。

航天飞机的座舱与喷气式客机的座舱相似，有舒适的座位，并有两套控制系统，能够使两人中的任何一人，在必要时单独负责飞行的一切工作。座舱的底甲板是机务人员工作的地方。另外座舱内还有厨房、进餐间、储藏室、卫生设备，还有密封舱，用来供宇航员到附近的外部空间进行活动。

轨道级的外部是一层独特的隔热系统，可以防止在发射和重返时与大气摩擦积热使舱内温度升得过高。在它进入大气层时和大气摩擦产生的热量，可使表面温度达到几千度，而由于隔热层的存在，可保持舱内温度不发生剧烈变化。

航天飞机的推进级和轨道级都可以回收，只有盛推进剂的外接推进剂贮箱不可以回收。

航天飞机的主要用途是用来接送空间实验室工作人员和物资。除此之外还可以发放卫星，或把装配空间站的构件运上太空，还可以对其他航天器进行维修，也可以用来作为发射星际探测器的中继站。

年 月 日上午 7 时，美国宇航局在佛罗里达州的肯尼迪航天中心发射了第一架航天飞机——“哥伦比亚号”，揭开了人类宇宙航行的新篇章。

“哥伦比亚号”是在 1977 年研制成的“企业号”航天飞机的基础上改进而来。“企业号”属于航天飞机的试验阶段，它没有推进级，实验时利用波音 747 客机将它“背”上天空，达到一定高度和速度以后再将它放出，“企业号”脱离母机以后，在驾驶员的操纵下，自由飞行，并完成了一系列飞行动作，然后像普通飞机一样安全降落在机场跑道上。

“企业号”的飞行实验证明了航天飞机重返大气层在机场着陆是完全可靠的。但是由于财政困难及其他原因，发射“企业号”航天飞机的计划被迫中止。虽然“企业号”没能升上太空，却成了通向太空的铺路石，航天飞机首航天外的日子已经为期不远了。

“企业号”没有完成的任务是由“哥伦比亚号”来完成的。发射当天有百万观众赶到发射基地，去观看“哥伦比亚号”的首航。4 月 12 日 7 时整，“哥伦比亚号”像火箭一样竖直起飞，冲出大气层，进入了预定的环绕地球的圆形轨道，像飞船一样在轨道上进行无动力飞行。宇航员检查、试验，各项功能正常。

“哥伦比亚号”在飞行 36 圈，历时 54 小时 30 分后开始返航。宇航员开启动力装置，它开始脱离圆形轨道进入大气层，此时它的时速是 8200 千米，飞机头部因与大气高速摩擦，外表温度已经上升到 1600℃。

美国爱德华空军基地派出了 4 架歼击机，在 12000 米的高空排成方阵，给这位“天外来客”导航。“哥伦比亚号”平稳地降落在爱德华空军基地的跑道上。当两位宇航员神采奕奕地走下飞机时，几十万狂热的观众不停地向他们欢呼，欢庆“哥伦比亚号”首航成功。

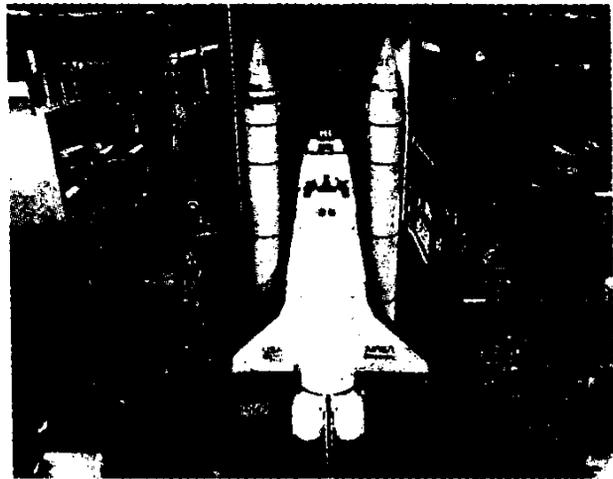
1981年11月至1982年6月，“哥伦比亚号”航天飞机又进行了三次试航，进行了多项科学研究活动，进一步完善其性能。1982年11月6日，“哥伦比亚号”进行了首次常规业务飞行，将两枚人造地球卫星送入轨道，从此开始了它的“商业生涯”。航天飞机开始登上了宇宙航行的历史舞台。

## 大显身手的航天飞机

航天飞机一登上宇宙航行的舞台便大显身手。在航天领域扮演着越来越重要的角色，它能执行各种各样的任务。

### (1) 施放卫星

航天飞机可以将载人的和不载人的有效载荷送入地球环形轨道。航天飞机轨道级的货舱可以放置一颗巨型卫星，或者5~8颗小卫星，如资源卫星、导航卫星、气象卫星、通讯卫星等。从航天飞机上发放卫星极其简单。飞机飞入预定轨道后，驾驶员将飞机调整到合适高度、姿态，按动按钮，卫星便被弹出货舱，进入轨道。



1981年11月11日，美国“哥伦比亚号”航天飞机进行第一组组装完毕的航天飞机被运到了发射塔上  
次商业飞行任务，施放两颗通讯卫星：美国的 SBS-3 和加拿

大的安尼克 - C, 1983 年 4 月 20 日, 美国的“挑战者号”航天飞机一次施放了三颗卫星。这样简化了卫星的发射过程, 大大降低了发射成本, 提高了发射精度。

## (2) 回收、检修航天器

如果太空中的卫星上某个部件或某一系统发生故障, 将使整个卫星失效, 被白白遗弃, 造成很大浪费。航天飞机出现后, 这一问题便得到解决。

航天飞机可以调整自己的飞行轨道、速度、姿态, 与发生故障的卫星交会, 用机械手将卫星回收到舱内进行检修, 然后再将卫星重新送入轨道, 也可以将卫星带回地面修理。

由于航天飞机这一特殊功能, 使人造卫星的设计思想发生了变化。原来卫星都是按每次具体任务的要求, 对每个卫星进行单独设计, 研制费用极高。现在提出了“多重任务组件式”的设计思想, 这是一种积木式、多层复用的办法。在标准的机架上, 有标准化的姿态控制、数据处理、电源、通讯等每个卫星必备的共用系统, 另外有许多标准接口, 根据每次任务的需求接上不同的设备, 完成任务后航天飞机将其收回, 更换下一回任务所需要的设备, 再送入轨道, 成为一颗新的卫星。

1980 年 2 月 14 日, 美国发射的太阳能峰年测控器, 便是这种新式卫星, 这颗价值 7700 万美元的卫星上天 9 个月后姿态控制系统便失灵了, 飞行高度在慢慢下降, 美国便发射了航天飞机去营救这颗卫星, 航天飞机先飞近这颗卫星, 然后用机械手将它收回机舱, 更换损坏部件后, 重新将卫星放回轨道, 这颗卫星又复活了。

修复“哈勃太空望远镜”更显示了航天飞机的本领。

1997 年 2 月美国的“发现号”航天飞机的宇航员进行了 5 次

出舱修理工作。

航天飞机先飞行到“哈勃太空望远镜”的下部，然后伸出巨大的机械手抓住它并放在后部的平台上，宇航员走出机舱为它“医治”，给它换上了最先进的设备，为断裂、剥落的地方进行了修补。然后将其送回原来的轨道。这次维修工作用了3.5亿美元的费用，使价值20亿美元的“哈勃太空望远镜”返老还童，重新开始了太空观测。

### (3) 空间实验室

以前做一项太空实验必须发射一颗卫星，实验完成后卫星或被遗弃在太空，或坠毁，造成巨大浪费。因此在航天飞机设计时，就有人提议在航天飞机上设计一个空间实验室。这个实验室可以根据不同的太空实验任务携带不同的仪器，适应性、灵活性很强。它和航天飞机一起起飞，一起返回，可以重复使用，只要更换其中的仪器设备，便可以做不同的实验。

空间实验室是和航天飞机连成一个整体的，它不可以在空间单独存在，可以说是航天飞机的一个大配件。实验室工作人员可以在航天飞机的机舱内生活、休息，工作时由专门的通道进入实验室。实验室的电源、通讯等都与航天飞机共用。

空间实验室由实验舱和辅助舱组成，它是封闭的，可以根据不同的任务安装不同的设备，内部的工作环境舒适。另外空间实验室还有一个直接暴露在太空的U型工作台，用来进行一些太空空间实验。空间实验室能够满足天体观测、对地观测、医学实验、生物学实验、物理化学实验、空间工业技术等各项科学研究工作的需要。

### (4) 太空交通工具

航天飞机起飞时的超重仅为地面重力的3倍，返回时只有

1.5 倍，一般健康水平的人都可以乘坐，甚至妇女、儿童也没问题。因此，航天飞机不仅可以为空间运送货物，接送往返于太空的各种科技人员，而且可以向地球上的普通人开放，开展太空旅游业。生活在地球上的人都可以到太空去漫游，有机会到太空领略一下地球的全貌，去到太空城市度假。

航天飞机一登上历史舞台，便大显身手，美国制造了“哥伦比亚号”、“挑战者号”、“发现者号”、“亚特兰蒂斯号”航天飞机。计划平均每年发射 60 次。至今，“哥伦比亚号”仍活跃在太空，1996 年 12 月发射升空收回了一颗实验卫星。

现在世界许多国家都正在积极地研制航天飞机，在未来的航天事业中，航天飞机将发挥不可估量的作用。

## 新兴太空城——空间站

### (1) 空间站像个家

空间站，又称“航天站”、“轨道站”、“太空站”，是一种长期运行在轨道上、具备一定试验条件、可供多名宇航员生活和工作的载人航天器。空间站在轨道运行期间，用宇宙飞船或航天飞机接送宇航员、运送物资和设备。

空间站通常由对接舱、气闸舱、轨道舱、生活舱、后勤服务舱、专用设备舱和太阳能电池等几部分组成。对接舱有多个对接口，其中一部分对接口用于停靠接送宇航员和运送物资的航天器，另一部分对接口为对接新舱体以扩大空间站做准备。气闸舱是宇航员在轨道上出入空间站的通道。轨道舱是宇航员在轨道上的主要工作场所。生活舱是宇航员进餐、睡眠和休息的地方。后勤服务舱装有推进剂、水、气源和电源等设备，为

整个空间站服务。专用设备舱是根据飞行任务而设置的安装专用仪器的舱体，它也可以是不密封的构架，用以安装暴露于空间的雷达和天文望远镜等仪器设备。太阳能电池安装在空间站舱体的外侧或桁架上，为空间站提供电力。

空间站扩大了航天技术应用、空间资源开发的范围和规模，对国民经济、军事和科学研究均有重大意义。已经实现的用途有：医学和生物学研究，地球资源勘测和国土普查，军事侦察和大地测量，微重力环境条件下生产新材料的试验，微重力环境条件下高效、高纯药物生产试验，以及天文观测等。

## (2) 从“礼炮”到“和平”

前苏联于 1971 年 4 月 19 日发射的“礼炮 -1”号，是世界上第一个试验空间站。

1973 年 5 月 14 日，美国发射了“太空实验室”空间站，它利用“阿波罗登月计划”的剩余物资——“土星 -5”号火箭第三级改造而成，是第一个实际投入并长期使用的空间站。在完成使命后，于 1979 年 7 月 11 日坠入大气层烧毁。

前苏联的第一个实用型空间站是 1977 年 9 月 29 日发射的“礼炮 -6”号，它有两个对接口，可同时与两艘飞船对接，组成轨道联合体。1982 ~ 1991 年间在轨道上运行的“礼炮 -7”号空间站，接待过 11 批共 28 名宇航员。

在“礼炮”系列空间站的成功经验基础上，前苏联于 1986 年 2 月发射了“和平”号空间站核心舱，它有 6 个对接口，两个用于对接运输飞船，4 个用于对接其他专用舱体。其后，边使用，边扩展，直到 1996 年 4 月，“和平”号最后一个舱段完成组装。此时的“和平”号是一个总重 116 吨（包括一艘“联盟 TM”飞船）、总容积 470 立方米的庞然大物。

但由于资金缺乏、维护欠佳，“和平”号事故不断。世纪之交，俄罗斯一度准备让“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，进入地球大气层自毁。没有烧毁的空间站部件将安全地坠入太平洋。

### (3) 国际空间站：共同的家

国际空间站又名“阿尔法”空间站，它由美国牵头，包括俄罗斯、日本、加拿大、巴西和欧洲航天局的 11 个成员国共 16 个国家联手筹建，是世界航天史上第一次由多国合作建造的最大的空间工程。

国际空间站的结构复杂，站体庞大，预计投资总额将超过 630 亿美元，计划于 2004 年建成，完工后由 6 个实验舱、一个居住舱、两个连接舱、服务系统及运输系统等组成，是一个长 88 米，重约 430 吨的庞然大物，运行时间为 10 年。

国际空间站可为 21 世纪的太空提供了一个前所未有的研究场所，是一个长期运行的在轨实验室。空间站将建成载人航天基地、空间工厂或空间试验中心，用于修理人造卫星，发射高轨道卫星和作为月球及行星探测器的中转基地，空间电站建设的后勤基地，新材料、新药物等的试验和生产基地，空间武器的试验基地和空间作战的指挥中心。国际空间站将成为人类在太空的前沿阵地，成为人类开启太阳系之门的钥匙。

## 火箭的故乡 ——中国

火箭的历史大约有 800 多年了。火箭的故乡全世界公认是中国。在美国华盛顿航空与航天博物馆内，立着一尊中国古代

武士手持火箭发射筒的塑像。“火箭”这个名称在古代典籍中最早出现是在距今 1700 多年前的三国时期（220—265 年）。当时的兵家曾把箭杆前部绑上易燃物点燃后，用弓、弩射出去进行火攻战。

大约从南宋孝宗年间（1163—1189 年）开始，我国民间用火药制作了各种炮仗和花炮。这些炮中，有不少靠自身喷气推进的“火箭”，其基本原理与现代火箭一样。明代，已经有了“一窝蜂”、“神火飞鸦”、“飞空砂筒”、“火龙出水”等名气较大的火箭。

古代火箭的飞行原理比较简单，它是利用火药点燃后产生的迅速喷出的燃气，给物体一个反作用力，当这个力超过物体自身重量时，物体就会腾飞或前进。

我国古代的“火箭”主要应用在两个方面：一个是节日的庆贺焰火，另一个是战争中的杀伤武器。大约在公元 13 世纪，我国的“火箭”传入阿拉伯国家，又经阿拉伯人传入欧洲。虽然我国古代的“火箭”并没能打开天门之锁，但是全世界都承认，火箭的故乡是中国。中国的火箭是打开天门的钥匙。

## “火箭之父”——戈达德

戈达德 1882 年生于美国马萨诸塞州，他从小就是一个不安分的孩子。上小学时，他受电学吸引，自己拆卸了一个蓄电池，取出锌电极把它连在双脚上，试图贮存电能。有一次他还带领两个孩子试图花一周时间挖通一条到中国的隧道。不久他又试图制造一架永动机和铝制氢气球。尽管他的努力全是白费

工夫，但他却乐其所为。

1908年，他毕业于伍斯特理工学院，之后成为克拉克大学的研究人员，并开始了火箭的研究工作。1926年3月16日下午2点30分，在美国马萨诸塞州偏僻的沃德农场，戈达德和他的助手进行了一项划时代的试验。当戈达德小心翼翼地点



美国的戈达德

燃了世界上第一枚使用液氧和煤油的液体火箭时，立即被眼前的景象吸引了：火箭“噌”地飞上12米高，然后拐向水平方向又飞行了56米，掉在一片菜地里，整个飞行时间仅仅2.5秒。试验成功后，戈达德激动地说：“这一下，我可创造了历史！”

戈达德试验成功的液体火箭，其结构比较简单。

火箭全长3.04米，由一台0.6米长的液体发动机和两个燃料贮箱组成，发射架仅是一个简陋的铁架子。戈达德的成功来之不易。为了试验燃料贮箱，他经历了多次失败。第一次点火时发生逆火现象，烧坏了液氧管路；第二次点火，因燃料溢出发生爆炸；第三次试验时，又烧坏了橡皮管；直到第四次点火试验，燃料贮箱才算过了关。

戈达德不仅使液体火箭上了天，他还在火箭发动机的喷射口中央安装了一个舵。舵转动时，可以改变气流方向，从而达

到控制火箭飞行的目的。这项技术后来被用在了 V-2 火箭（也称 V-2 导弹）上。

## V-2 火箭

尽管戈达德的火箭试验在美国反响平平，但却在德国引起了轩然大波。1927 年德国一批业余爱好者组成了世界上第一个宇宙旅行协会，科学家赫尔曼·奥伯特担任了会长。30 年代的德国正准备打第二次世界大战，军方看到了火箭作为武器的重要作用。于是德国陆军迅速投资，准备把火箭用于战争，并且招聘了一批杰出的火箭专家。奥伯特和他的助手冯·布劳恩（1912 - 1977）都在德国陆军火箭研究所任过职。1937 年布劳恩到德国著名火箭研究机构佩纳明德国在二战中发射的 V-2 火箭德研究中心从事火箭研究，并任技术部主任。



1942 年 10 月布劳恩主持了先进的 A-4 火箭的研制并且试飞成功，此时液体火箭的飞行速度已超过音速 5 倍，接近每秒 2 千米，飞行距离已达到了 189.8 千米。这时，如果在此基础上马上研究多级火箭，人类也许能提前跨进太空时代。然而纳粹头子希特勒看中了 A-4 火箭的军用价值，为了战争的需要，他下令把火箭装上炸药进攻英国。当时，德国已经有了 V

-1 火箭，也就是无人驾驶的喷气式飞机，可是它的飞行速度不及音速，英国的战斗机毫不费劲地击落它。 A-4 火箭出现后，1944 年 6 月被装上炸药，改进后更名为 V-2 火箭。纳粹德国将它从设在荷兰的基地发射，火箭越过英吉利海峡，数千次地轰炸了英国和其他欧洲国家，使这些国家防不胜防，损失惨重。

V-2 火箭尽管在战争中扮演了不光彩的角色，但是它在技术上的成功却使人类拥有了第一种向地球引力挑战的工具，成为现代大型火箭的雏形，它是航天史上重要的里程碑。

## 人造卫星的分类

从人类发射第一颗人造卫星以来，迄今已有 170 多个国家和地区开拓了卫星应用，发展速度令人吃惊。 1957 年全世界只有 2 颗卫星上天，1958 年达到 8 颗，1959 年 14 颗，1960 年 35 颗，到 1960 年后，每年发射的卫星都在 100 颗以上。截止 1996 年，世界各国发射的卫星总数为 4000 颗左右，其中绝大多数已停止工作或坠入大气层而被烧毁，仍留在轨道上继续工作的卫星虽然为数不多，但名目繁多，按运行轨道分，有低轨道卫星、中高轨道卫星、地球同步轨道卫星、地球静止轨道卫星、太阳同步轨道卫星、大椭圆轨道卫星和极轨道卫星等。按用途分，可分为科学卫星类、技术试验卫星类和应用卫星类等三大类。其中每一类又可按具体的用途范围再进行分类，如用于科学探测研究的卫星有空间物理探测卫星和天文卫星等；大家比较熟悉的直接为国民经济、军事和文化教育服务的应用卫星有通信及广播卫星、气象卫星、测地卫星、地球资源卫星、

导航卫星、侦察卫星等。

上述各式各样的卫星，不仅用途不同，其外形也呈现出千姿百态，有球形、锥形、圆柱形，有的伸出长长的“触角”，有的则张着庞大的“翅膀”；有的像翩翩起舞的蝴蝶，有的又像戴在帝王头上的“皇冠”。卫星外形这样奇形怪状，这并非是科学家随心所欲之作，而主要是根据卫星肩负的使命，对卫星有效容积、姿态控制特征、能源要求和运载火箭大小等因素进行综合考虑后确定的。

卫星的外形虽然复杂，执行的任务也各不相同，但不论什么卫星，其基本组成通常都是由专用系统和通用系统两大部分构成。专用系统的组成将视卫星担负的任务而定，如通信卫星有无线电接收和转发设备等通信专用系统，侦察卫星必须有高空照相机、可见光和红外扫描辐射仪等遥感设备，科学探测卫星必须装有相应的探测仪器等。照明发电类卫星则必须有太阳光反射与接收等聚能转换系统等。而通用系统则是各类卫星都不可缺少的组成部分。通常包括结构、温度控制、姿态控制、无线电遥测、遥控、跟踪和能源等分系统。

## 民用火箭的种类

民用火箭的种类很多，这里让我们给主要民用火箭画个像。

**气象火箭** 它把科学仪器送到低于 120 千米的高空，探测那里大气的温度、压力、密度和流动速度，以预测气象变化。这是很重要的气象探测，因为那里是气象卫星和一般探测气球都到不了的盲区。1960 年 2 月 19 日，我国发射成功 T-TM 气

象火箭。

**地球物理火箭** 它把科学仪器送到 120 千米以上的高空，探测那里的各种地球物理状况的数据资料。

**生物火箭** 它将生物和科学仪器送到高空，观测生物的生理等变化，研究高空环境对生物的影响。这是为载人航天活动服务的，在人类进入太空以前，科学家们发射了大量的生物火箭，而且至今仍在发射。在 20 世纪 60 年代，我国就用生物火箭把果蝇、小白鼠等生物送到高空进行实验，最有名的是 1966 年 7 月 15 日和 28 日，分别将小狗“小豹”和“姍姍”送进几十千米的高空，并安全返回，后来它们还婚配产仔。

**科学实验火箭** 它把科学仪器和实验材料送到高空，进行各种科学实验。如日本在 1980 年和 1981 年，用火箭将小型炼钢炉送到高空，利用短暂的失重状态进行炼钢实验。1988 年，日本还两次用德国火箭将微重力实验装置，送到 240 ~ 270 千米高空，利用 6 分钟的微重环境，进行半导体材料实验。

**防雷、除雹、降雨火箭** 大气中的雷电，常常会击毁电力设施、电子仪器、引起火灾，击毁竖立在发射台上和飞行中的航天运载火箭等，可用火箭将特定装置送到可能有雷电产生的空间，预先引发雷电，以达到防雷、避雷和减轻雷电损失的目的。用火箭将炸药送到有冰雹的云层中爆炸，可以消除冰雹或减轻雹灾。同样还可以用火箭把催化剂送到降雨云中，进行人工降雨。

**加速和减速动力火箭** 火箭可作为飞机和船舶的加速动力。火箭也可作为各种飞行器的减速动力，叫制动火箭。如航天器返回地球或在其他星球上着陆前，可用制动火箭降低速度。

**邮政火箭** 为交通不便的边远地区运送信件和物资，特别是运送紧急需要的药品、救灾物资和工程抢险材料等。1992年，俄罗斯曾用火箭将哥伦布航行到美洲500周年的纪念品发送到美国。

**观察和摄影火箭** 用火箭把电视摄像机送到空中，然后用降落伞吊挂着对地面摄影，这比卫星对地面拍照更清晰、灵活和及时得多，可用于观察火山爆发、森林火灾、地震和洪水等灾情，观测地球南北两极、百慕大“黑三角”等不易到达和有危险的地区，海滩、空难现场的观察和指挥营救、野生动物跟踪，对体育比赛进行现场摄影和报道等。

#### 体育运动火箭

即模型火箭，它是一种重要的体育器材，深受青少年的喜爱，模型火箭竞赛已成为一项国际性的体育竞赛活动。模型火箭运动参加者，可以动手制作模型火箭，可以



从1957年至1988年的各种航天火箭

用模型火箭进行科学探测、实验和研究，把体育与教学、科研、科学普及活动结合起来，对小学、中学、大学和自学计划中的数学、空气动力学、物理学、工艺学、甚至文学的形象教学都有很大帮助。

这里顺便说一下模型火箭与火箭模型的区别。火箭模型是真实火箭的缩小比例的模型，如“长征二号E”火箭模型、“长征三号”火箭模型等等，它们一般用作陈设和观赏。模型

火箭的外形既可以是真实火箭的缩比模型，也可以根据需要来设计，它们可以像真实火箭一样地点火发射。

## 军用火箭的种类

军用火箭和导弹是一个庞大的队伍，只有让它们列队来点卯。

火箭武器 有火箭炮。前苏联在第二次世界大战中使用的“喀秋莎”，就是一种火箭炮，它曾经使德国法西斯军队丧胆。中国制造的 70 式火箭炮，射程达 10000 多米。还有火箭筒。中国制造的 70 式火箭筒，可穿透 300 毫米厚的装甲。还有火箭弹，是由发射装置发射，由火箭发动机推动的爆破、燃烧和杀伤武器。还有火箭增程弹，它像普通炮弹那样发射出去，然后由火箭发动机的推力来增加射程。如我国的 130 毫米的加农炮，就配备了火箭增程弹。还有航空火箭弹，即从飞机上发射的火箭武器。在越南战争中，美国曾大量使用航空火箭弹。此外，还有布雷火箭、照明火箭、干扰火箭、侦察摄影火箭和战场上运送紧急军政邮件的火箭等等。

导弹 导弹的种类很多，有打击战略目标的战略导弹；有战役中战场上使用的战术导弹；有像飞机一样带巨大翅膀，可在大气层中巡航飞行的巡航导弹；有反弹道导弹，即截击弹道导弹的导弹等等。

在战略导弹中，有从陆地上发射，打击遥远陆地目标的地地战略导弹，它们沿弹道轨迹飞行，所以叫地地战略弹道导弹，一般是洲际（射程 8000 千米以上）导弹。如美国的“民兵”、MX，前苏联——俄罗斯的 SS - 18、SS - 19 等，我国在

1980年5月，也从内陆基地向南太平洋海域进行了洲际导弹发射飞行试验。

还有从水下潜艇上发射，打击陆地上战略目标的潜地战略弹道导弹。如美国的“北极星”、“海神”、“三叉戟”，前苏联——俄罗斯的“SS-N-20”、“SS-N-23”，法国的M-4、M-20等。它们有中程（1000千米以上）的，也有远程（4000千米以上）的。1982年10月，我国也从潜艇水下发射导弹成功。潜射导弹是一种重要的战略武器，因为潜艇在水下航行，可驶向有利位置发射导弹，然后遁去，隐蔽性好，机动性强，有很强的生存能力。

战术导弹的种类繁多，有从地面发射，打击地面目标的地地战术弹道导弹；有从地面和海面发射，打击空中目标的面空导弹（也叫防空导弹）；有从空中发射打击空中目标的空空导弹；有从空中发射，打击地面目标的空地导弹；有专门对付舰艇的反舰导弹；还有专门对付坦克的反坦克导弹；专门袭击雷达的反雷达导弹（又叫反辐射导弹）等等。

巡航导弹有战略的，也有战术的。如海湾战争前后，美国从海面舰艇上发射后，飞行2000多千米，攻击伊拉克的“战斧”巡航导弹，就是战略巡航导弹；一些从陆地和空中发射的反舰巡航导弹，则是战术巡航导弹。

反弹道导弹的导弹，是防御战略导弹进攻的导弹。20世纪60年代前苏联开始在莫斯科周围部署“橡皮套鞋”反导弹系统。接着，美国也搞了“奈基——宙斯”反导弹系统。到80年代实施“星球大战计划”时，美国的反弹道导弹导弹研制达到了高潮。

## 肯尼迪航天中心

美国佛罗里达州卡纳维拉尔角肯尼迪航天中心，被人们称为人类通向太空的大门。它濒临大西洋，由于地理条件优越，1947年被辟为火箭试验发射场。这里是在美国本土最接近赤道的地区，又在美国的边缘，面临浩瀚的海洋，其东南方向有巴哈马群岛和西印度群岛，适宜于建立一系列监控站，是各种航天器理想的发射场所。从美国第一颗人造卫星到举世瞩目的航天飞机，都是从这里启程飞上太空的。

肯尼迪航天中心南北长 56 千米，东西宽 20 千米。中心包括技术阵地和发射阵地两大部分。在技术阵地建有火箭及卫星、飞船组装检测厂房。特别引人注目的是装配大楼，其容积 360 万立方米，高 160 米，楼内备有各种先进的测试仪器和显示、记录设备。发射阵地建在 5 千米外，拥有发射控制中心和发射台。整个航天中心有 23 个发射阵地，其中著名的 39 号发射阵地有 A、B 两座发射台，许多大型航天器都从这里飞出地球。

## 欧洲航天港——库鲁

欧洲空间局把阿丽亚娜火箭发射基地建在南美洲东北海岸的法属圭亚那，它的优越之处是靠近赤道，从这里易于把卫星送入极地轨道和赤道轨道。从地理位置上看，库鲁是全球最佳的卫星发射地点，它可以把卫星向东射入大西洋上空，又能得

到地球自转的助推，而且向北和向东的海面上有一个很宽的发射弧度。由于这个地方位于赤道之上，所以用同一种火箭把卫星送入赤道上空轨道时，可比在美国卡纳维拉尔角发射多载15%的重量。

1968年库鲁航天中心的第一个发射台和控制中心建成，同年4月9日发射第一枚火箭。1985年又建成第二发射台，用于发射阿丽亚娜3型和4型火箭。截至目前，这里已有400多次的发射纪录。每年大约有9次商业卫星的发射任务。

## 鹿儿岛和种子岛航天中心

日本有两座火箭发射基地，第一座是鹿儿岛发射场，又称内之浦发射场。位于日本九州的鹿儿岛县境，始建于1967年，有两套发射设施，分别用于发射L和M系列火箭。这座发射基地所处的位置，能把卫星送上倾角为30度的地球轨道。

第二座是种子岛发射场，位于九州南端的种子岛，与鹿儿岛发射场毗邻。这座发射场有供N系列和H系列运载火箭发射的设施。它的光学、无线电测位跟踪站和遥测数据接收站设在竹畦岛，距种子岛22千米。

## 拜科努尔航天中心

在前苏联的领土上有三座航天城：拜科努尔、卡普斯丁亚尔和普列谢茨克。其中拜科努尔航天中心最负盛誉。拜科努尔航天中心位于莫斯科东南2100千米处的丘拉坦沙漠地带（今

哈萨克斯坦共和国境内)始建于 1955 年,占地广阔,装备齐全。在这里,火箭飞行路线可跨过朝东和东北方向的一片杳无人烟的宽阔地带,空间轨道在前苏联境内就有几千千米,一直延伸到太平洋上的赤道上空为止。由于它在前苏联境内属低纬度地区,有利于将各种航天器发射入轨。世界上第一颗人造卫星和第一艘载人飞船都从这里飞上太空,后来的联盟号系列载人飞船、礼炮号和和平号轨道站,还有部分人造卫星和月球号、金星号、火星号空间探测器也都从这里发射进入太空。

## 我国的卫星发射中心

酒泉卫星发射中心位于甘肃酒泉,是我国运载火箭、科学试验卫星的发射试验基地。通常向东南方向发射,将科学试验卫星送入轨道。该发射场也可进行中、远程运载火箭的发射试验。酒泉卫星发射场包括测试区、发射区以及各种测试设备和保障设施,还有运载火箭和航天器的装配测试厂房、发射台、勤务塔、脐带塔、发射指挥控制中心、推进剂贮存和加注设施、计算中心、测定站等。为发射服务的一系列生活设施也是应有尽有。北京时间 1999 年 11 月 20 日 6 时 30 分,我国一枚新型运载火箭自酒泉卫星发射中心起飞,成功地将中国第一艘载人航天试验飞船送入太空。为实施载人航天工程,酒泉卫星发射中心专门建设了垂直总装发射工位。

西昌卫星发射中心位于四川西南部的西昌市,主要发射方向也是东南。西昌发射中心是我国低纬度航天器发射点,1984 年起主要发射试验通信卫星。运载火箭主要是由我国研制的长征号,有“长征”1 号、“长征”2 号和“长征”3 号。1970

年4月24日“长征”1号火箭把我国第一颗人造卫星“东方红”1号送入轨道。从此，我国也成了世界上为数不多的能发射人造卫星的国家。1984年4月8日“长征”3号火箭又成功地发射了我国第一颗地球静止卫星的试验通信卫星。

太原卫星发射中心位于山西太原以北的岢岚县，1968年建成投入使用，当年12月8日，我国第一代中程火箭的全程飞行试验在这里成功进行。为适应国内外发射任务的需要，1979年建成了7号发射塔，主要执行“长征”4号和“长征”2号丙改进型运载火箭的发射任务。1988年和1990年，“长征”4号火箭两次成功地发射了“风云”1号气象卫星。1999年5月10日“长征”4号乙运载火箭在这里成功地将第二批“风云”1号气象卫星和“实践”5号小卫星送入轨道。“长征”2号丙改进型在这里已发射了7次。

## 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“实地”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6颗多用途技术试验卫星，它们叫“应用技术卫星”系列。这些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、应用作了大量的准备。

随着试验项目的完成，人们逐渐掌握了某类卫星的技术和应用技术，于是在新种类卫星诞生前，试验卫星的发射便大大减少了。

“实践”1号卫星是中国第一颗科学探测和技术实验卫星。它于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卫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线路性能及其他太空环境探测。“实践”1号的设计寿命为1年，可它实际在太空中工作了8年之久，直到1979年6月17日才陨落。技术试验卫星中最让普通人感觉兴趣的是生物卫星。我们知道，在载人航天之前必须先进行动物试验，看看动物能否适应太空生活，看看太空失重、强辐射的环境对动物生长、发育、遗传、生育有什么影响，采取什么防护措施，然后才能慎重地将人送入太空。

1957年11月3日，前苏联发射了一颗载有一只名叫“莱伊卡”小狗的人造卫星——“人造地球卫星”2号，这是世界上第一颗生物卫星。

## “超级间谍”——侦察卫星

侦察卫星，就是窃取军事情报的卫星，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”。

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？其中侦察卫星功不可没。

侦察卫星利用光电遥感器或无线电接收机，搜集到地面的目标辐射、反射或发射出的电磁波信息，用胶卷或磁带记录下来后存贮在卫星返回舱里，待卫星返回时地面回收。或者通过无线电传输的方法，随时或在某个适当的时候传输给地面接收站，经光学、电子计算机处理后使用。

侦察卫星根据执行任务和侦察设备不同，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。在预警卫星出现前，人们用巨型雷达探测，由于地球曲面的阻挡，只有当导弹爬高到 250 千米高空时，雷达才能“看”到目标，预警时间只有 15 分钟，常常由于来不及准备而被动挨打。预警卫星可以把预警时间提到 30 分钟。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。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。

海湾战争中，为多国部队服务的军事卫星至少有 32 颗，其中不少是侦察卫星。“锁眼 11”侦察卫星是美国最新型的数字成像无线电传输卫星，它不用胶卷而是用电荷耦合器件摄像机拍摄地面场景图象，然后把图象传送给地面。地面收看的效果犹如看电视片。它的地面分辨率为 1.5 ~ 3 米，它最早发现伊拉克军队向科威特推进的行动。

还有一种更先进的“锁眼 12”（KH-12）侦察卫星，它的地面分辨率高达 0.1 米，足可以清点沙漠中伊军的坦克、帐篷和人员。这种卫星具有一种“斜视”功能，即当卫星不能直接飞越海湾地区上空时，也能通过改变其光学系统的指向来

摄取旁边地域的图像。

侦察卫星上的红外设备还可以在夜间拍照。“长曲棍球”号侦察卫星是一种雷达成像型卫星。海湾地区地表沙漠多，最适合雷达全天候监视。雷达成像卫星与可见光照相侦察卫星不同，它不受光照条件限制，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，在处理、分析这些情报的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。

2001 年 10 月，为了打击阿富汗塔利班，美国又发射了一颗“锁眼 - 11”侦察卫星，监视塔利班的行动。

## 能看透地层的资源卫星

资源卫星，是勘测和研究地球自然资源的卫星。它能“看透”地层，发现人们肉眼看不到的地下宝藏、历史古迹、地层结构，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。

资源卫星分两类：一是陆地资源卫星，二是海洋资源卫星。资源卫星一般采用太阳同步轨道运行，这能使卫星的轨道面每天顺地球自转的方向转动 1 度，与地球绕太阳公转每天约 1 度的距离基本相等。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。

世界上第一颗陆地资源卫星是美国在 1972 年 7 月 23 日发

射的，名为“陆地卫星”1号。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。卫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 20000 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是美国于 1978 年 6 月发射的，名叫“海洋卫星”1 号。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。

## 神奇的资源卫星

中国在修建大同——秦皇岛的铁路时，原先认为桑乾河为不可通的地段，铁路须绕行 40 千米。而每千米的铁路建设费高达 900 万元人民币，还要占用数千亩良田。后来设计人员研究了资源卫星提供的卫星图片，认为桑乾河的地质条件可以让铁路通过，这样一下子就减少了国家 4 亿元的投资。

美国夏威夷群岛上的居民一直找不到充足的淡水，人们祈求资源卫星来帮忙。通过研究资源卫星提供的图片，专家们发现某些岛屿沿海处的温度辐射比周围要低 10℃。根据图片坐标去实地勘探，结果发现那里竟是地下淡水的入海处。就这样，资源卫星一下子为夏威夷的人找到了 200 多处地下淡水源。

世界上最长的河流叫亚马孙河，长期以来该河流域的资源状况一直是个谜。因为那里是一个原始森林密布、野兽出没、

人迹罕至的地方，它的面积有 500 万平方千米，大约占南美洲巴西国土的 60%。如果要进行人工勘测，可能需几千人工作 100 年以上，耗资 70 亿美元。这么大的投资，使得人们无力去解开亚马孙之谜。然而 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。

## “ 天上的驿站 ” ——通信卫星

通信卫星，是作为无线电通信中继站的卫星。它像一个国际信使，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。由于它“站”在 36000 千米高的高空，所以它的“投递”覆盖面特别大，一颗卫星就可以负责 1/3 地球表面的通信。

“烽火连三月，家书抵万金。”中国古代劳动人民就有过对快速通信的殷切期望，但是那时人们只能靠驿马、驿车。20 世纪实现了无线电通信，使人类的通信手段大为改观。我们知道无线电通信是靠电波传送信号的，电波分长波（波长 20000 ~ 3000 米）、中波（波长 3000 ~ 200 米）、短波（波长 200 ~ 10 米）、超短波（波长 10 ~ 1 米）和微波（波长 1 米以下）等波段，而后两者具有传输信息容量大、信号稳定可靠等优点。但超短波和微波传输只能直线传播，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一棒一棒地跑下去，把电波传送到遥远的地方。这种接力通信的方式在许多情况下是不可行的，如果把北京的电视节目传到美国纽

约，不知要建造多少个中继通信站（每站必设收信机、发信机和天线铁塔），而且在崇山峻岭和汪洋大海中，根本无法建立中继站。怎么办呢？于是人们想到了在天上挂一个“驿站”，利用超短波、微波直线传输的特性，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。

通信卫星一般采用地球静止轨道，这条轨道位于地球赤道上空 35786 千米处。卫星在这条轨道上以每秒 3075 千米的速度自西向东绕地球转，绕地球一周的时间为 23 小时 56 分 4 秒，恰与地球自转一周的时间相等。因此从地面上看卫星像挂在天上不动，这就使地面接收站的工作方便多了。接收站的天线可以固定对准卫星，昼夜不间断地进行通信，不必像跟踪那些移动不定的卫星一样而四处“晃动”了。如果在地球静止轨道上均匀地放置三颗通信卫星，便可以实现除南北极之外的全球通信。现在，通信卫星已承担了全部洲际通信业务和电视传输。当你和远隔重洋的亲人通电话、通电报时，当你从电视上观看世界新闻、体育比赛时，当你收听广播时，你也许没有意识到通信卫星正在为你效劳。

通信卫星是世界上应用最早、应用最广的卫星之一，许多国家都发射了通信卫星。美国是最先发射成功通信卫星的国家，1965 年 4 月 6 日美国发射了第一颗实用静止轨道通信卫星：国际通信卫星 1 号。到目前为止，这种卫星已发展到第八代，一代比一代体积大、重量重、技术先进、通信能力强、卫星寿命长。其中第五代国际通信卫星 5 号是当今容量大、技术先进的比较常用的国际通信卫星。

前苏联的通信卫星系列叫“闪电号”，包括闪电 1、2、3 号三种型号。由于前苏联国土广阔的需要，闪电号卫星大多数

不在静止轨道上，而在一条偏心率很大的椭圆轨道上。

## 气象卫星——人类平步青云的观象台

天有不测风云。在大自然中，天气变化无常，有时晴空万里，有时电闪雷鸣，有时风急雨骤。人类为了掌握天气变化的规律，探知大自然的奥秘，建立了成千上万个气象观测站；但由于地理条件的限制，气象观测并不能满足天气预报的要求。气象卫星的出现，带给人类的不仅仅是观测手段的变化，更是天气预报技术的革命。

气象卫星鸟瞰大地，能从太空观测到地球大气和地面上的事物，如大海、大陆、高原、沙漠、盆地、湖泊、植被、冰雪覆盖区域等，还有各种不同气团的云系能都反映在观测仪器上，形成图像。另外，还能获得一些定量探测资料，如大气温度、湿度、气压、臭氧含量、大气辐射和高空风向风速等。卫星把这些资料传到地面站。地面接收系统得到这些资料后，必须用容量大、速度快、功能全的计算机进行处理。图像资料的处理是一个很复杂的过程。处理后得到的黑白灰度不同的云图，才能供分析使用。

气象卫星可分为太阳同步轨道气象卫星和地球静止轨道气象卫星。太阳同步轨道气象卫星每天对全球表面巡查两遍，可以获得全球气象资料。地球静止轨道气象卫星可以对全球  $1/3$  的地区连续进行气象观测，及时将气象资料传回地面。气象卫星具有一些明显的优势：观测范围广、次数多、时效快、完整、连续和系统；不受自然条件和国界的限制，也不受时间和空间的限制；可以准确地预报台风、暴风雪、暴雨等灾难性天

气，而且可以监视森林火灾。

## 世界上第一个太空探险者——加加林

世界上第一个太空探险者，是前苏联的宇航员加加林。他是人类第一个进入太空的使者，实现了人类飞向宇宙的愿望。

1961年4月21日清晨，在前苏联中部的拜科努尔宇航中心，加加林怀着激动的心情，登上了“东方”1号飞船。上午9点零7分，飞船起飞了。在飞船达到最高速度时，加加林已经适应了失重的环境。他在飞船里吃着食物，并观察舱内的仪表，认真地做着记录，并拍照。在飞船的生活舱内，温度比较适宜，只有20左右，气压和地面上一样。在轨道上飞行了一圈，准备返回地面。在返航的时候，加加林启动了装在机械舱内的制动火箭，使飞船减速，然后控制火箭喷射气体的方向，使飞船脱离轨道，飞回地球。上午10点25分，飞船在北非上空进入大气层的时候，加加林把机械舱甩掉，使它坠入大海，剩下生活舱用高速降落。

在距离地面7700米时，加加林和他的座椅一起被弹射出来，3顶彩色降落伞慢慢张开。当下降到4400米的时候，加加林脱离座椅，慢慢地飘落到地面上。

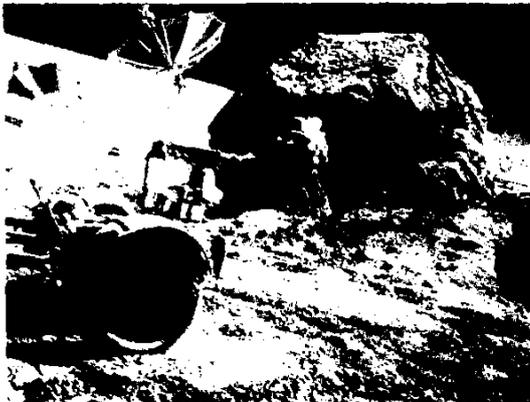


这是“东方1号”舱内的尤里·加加林

随着加加林的升空，揭开了人类征服月球、征服宇宙的新纪元。太空探险已成为令全世界瞩目的头等大事。十分不幸的是，1968年3月27日，年仅34岁的加加林在一次飞行中不幸遇难身亡。他的名字将永远记载在人类征服宇宙的史册上。

## 美国的“阿波罗”登月工程

“阿波罗”工程是指美国于20世纪60年代至70年代初组织实施的载人登月工程。实施这一工程的目的，是实现载人登月飞行和人对月球的实地考察。“阿波罗”工程在世界航天史上具有划时代的意义。工程始于1961年5月，至1972年12月第6次登月成功结束，历时11年，共耗资255亿美元。整个工程组织了2万家企业、200多所大学和80多个研究单位，共有30多万人参加。



“阿波罗”17号飞船降落月球表面

为了登月，方案论证了飞船登月飞行轨道和确定载人飞船的总体布局。从“阿波罗”号飞船的3种飞行方案中选定月球轨道交会方案，确定由指挥舱、服务舱和登月舱组成的飞船总体设计方案。“阿波罗”号飞船使用大推力的“土星”5号

巨型3级运载火箭作为飞船登月的运载工具。1969年7月20~21日，美国首次实现人类登月的理想。此后，美国又相继6

次发射“阿波罗”号飞船，其中5次成功，总共有12名宇航员登上月球。

世界上第一个登上月球的人是美国的阿姆斯特朗。阿姆斯特朗，1930年8月5日生于俄亥俄州瓦帕科内塔。他原是海军飞行员，毕业于珀杜大学的航空技术专业，因此有很高的专业知识。1962年他被选为宇航员，经过专门训练之后，于1966年3月16日与另一位宇航员斯科特合乘“双子座”号飞船进入太空。他们在围绕地球飞行4圈之后与“阿金纳”目标飞行器会合，完成了飞船在太空的对接任务。

1969年7月，阿姆斯特朗被任命为“阿波罗”11号飞船的指令长，与登月舱驾驶员E·E·奥尔德林和指令舱驾驶员M·柯林斯完成了人类历史上首次登月飞行。7月20日格林威治时间20时17分，他与奥尔德林在月球静海西南角着陆。7月21日格林威治时间2时56分，他在月球表面迈出人类的第一步。他说：“对一个人来说，这是一小步，对人类来说这是巨大的一步”。19分钟后，奥尔德林也踏上月球表面。他们在月球上采集了22千克岩石和土壤样品，在月球表面共停留21小时36分，然后自月面起飞，返回地球。

## 空间站——建在宇宙空间的实验室

空间站是一个大型的、载人的、在太空能长期运行的人造卫星，是环绕地球运动的半永久性空间基地。空间站是整个航天体系中的重要组成部分。它可以接送来往的人员和物资，并担负通信任务；可以对其他航天器进行后勤保障、维修与保养；可以作为发射平台，把新的人造天体送入太空；也可以利

用太空的特殊环境从事科学研究，进行材料加工，完成对地监测、资源勘查、天气预报以及天文观测等任务；还可以与其他航天器在太空对接，组合成更大的轨道联合体，为宇航员在太空长期工作和生活创造良好的条件。

空间站用途很广，鉴于太空中的高真空、高纯净、微重力和高位置，它在科学研究、国民经济和军事上都有重大价值。

1971年，苏联首先将世界上第一个空间站——“礼炮”1号送上了轨道。不甘落后的美国也在1973年发射了天空实验室空间站。截至2000年底，已经有9个空间站先后在太空遨游，先后已有190多位宇航员在空间站上生活和工作，成为名副其实的航天人。

## 第一位实现太空行走的宇航员

1965年3月18日，前苏联宇航员别里亚耶夫和列昂诺夫乘“上升”2号宇宙飞船进入轨道飞行。在这次仅有1昼夜2小时的航天飞行中，宇航员列昂诺夫创造了离开飞船到敞开的太空行走的新纪录。

当“上升”2号飞船进入轨道飞到第三圈时，列昂诺夫穿着宇航服，系上拴在飞船上的安全带，打开密封舱舱盖，慢慢地飘浮到舱外空间，离开飞船5米，在太空深渊飘翔24分钟，试验了太空安装作业。第一次太空行走的成功，预示着人类进行空间活动的广阔前景。

## 太空握手—— 交会和对接

交会是指一个航天器与另一个航天器在同一时间以相同速度到达同一空间位置，即两个航天器会合在一起。航天器在轨道上交会的过程分为三个阶段：远程导引阶段、近程导引阶段和停靠阶段。

对接是指受控航天器通过对接装置与对接航天器相互接触，并通过对接机构将二者连接为一个整体的过程。

人们掌握了这项技术，就可以把巨大而沉重的物体分批送入太空，再组装起来，像搭积木一样把一个个的舱体组合成一个大的整体。

1975年7月18日，美国“阿波罗”号飞船与前苏联的“联盟”号飞船在大西洋上空对接成功，进行第一次联合飞行。两国的宇航员互相访问对方的飞船，互致问候。这次对接成功表明国际合作开发太空时代的来临。

### 美国“天空实验室”

1979年盛夏，时值国门刚刚打开，神州大地一时盛传这样的紧急通知：有一个离轨的外国航天器将于几日内坠毁，并有可能坠落在我国境内，要求大家密切注意情况，并协助保护好现场云云。好奇与担忧的心情一时遍于国中。没过几日，这位不速之客终于在南印度洋和澳大利亚西部地区人烟稀少的地带坠落，时间是7月12日。它就是名噪一时的“天空实验

室”。“天空实验室”是美国建造的大型载人轨道空间站，它于1973年5月14日发射，曾先后接待了3批9名宇航员，考察了长时间的空间飞行对人体心理和生理的影响，探测了太阳、彗星的种种奥秘，拍摄了2000多张地球资源照片，在取得累累硕果后，于1974年2月关闭停用。由于它位于空气十分稀薄的435千米的高空，预计可运行到1983年，而结果却提前4年坠毁了。这是为什么呢？原来是太阳黑子作的怪。设计者也许疏忽了一点：1983年前要遇到一次太阳黑子高峰年。此时，由于太阳黑子活动的加剧，导致整个地球大气层上涨，这样，“天空实验室”的轨道就陷入较稠密的大气之中，它很快就因精力衰竭而“夭折”。

## 航天飞机如何升空

我们知道，普通的飞机都是依靠空气动力学的原理在地球的大气层中飞行的。而航天飞机能够飞出地球的大气层到宇宙空间去遨游，同时又能像普通飞机一样降落在机场。

航天飞机其实是火箭和飞机的结合体。航天飞机的下部是助推火箭和燃料箱，它的上部是一个形状像架大型喷气式客机的轨道器。轨道器分为前、中、后三段。前段的乘员舱是宇航员起居活动的地方；中段是装载航天飞机携带物品的运载舱；后段的装置为轨道器提供动力。

航天飞机的上天并不只是简单的起飞或发射，而是要分三个步骤。刚开始，它像火箭一样竖在发射台上，随着一声指令，助推火箭和轨道器发动机同时点火，飞机直刺苍穹，到五六十公里的高空时，助推火箭燃烧完毕，自行脱落。接着航天

飞机依靠主发动机继续冲向高空。当航天飞机到达预定轨道附近时，燃料箱用尽燃料，坠入大气层，主发动机停机，轨道器正式进入太空轨道飞行。进入太空轨道的航天飞机可以开始由宇航员执行各种任务。航天飞机的运载舱可以携带多颗人造卫星，直接将它们放入各自的轨道；它的机械臂还能抓住那些已失控的或出故障的卫星，让宇航员修理好放回空中，或将有的卫星带回地球；宇航员可以在机体内从事各种太空实验，也可以走出航天飞机进行太空行走；航天飞机还能与正在轨道上的空间站实现对接，为它们提供给养和替换宇航员……

## 航天飞机垂直升空、水平降落

航天飞机每次上太空执行任务，总给人“虎头蛇尾”的印象。它挟着浓烟和烈焰，在震耳欲聋的轰鸣声中升空。返回地面时，却像滑翔机一样无声无息地降落，还不如一架大型客机降落时热闹呢！根据前面的介绍，我们可以注意一下发射时的航天飞机：它身上绑着比自己还要大的外燃料箱，还有两枚助推火箭。在这些“贤外助”的帮助下，航天飞机先上升到几十千米高空，扔下两枚耗尽燃料的助推火箭（它们用降落伞回收后重复使用）。再上升到 100 多千米高度时，又抛弃庞大的外燃料箱，这时航天飞机本身的发动机才足以把它送上几百千米高的轨道。航天飞机挂了那么多“外挂”，当然无法像飞机那样水平滑跑起飞，而且它受到的空气阻力也远远超过大型飞机。再说火箭发动机又是急性子，只能短时间工作。因此，航天飞机必须在最初一二分钟里垂直上升，尽快冲出稠密的低层大气。当它返航时，早已摆脱了累赘的外挂物，就能像

滑翔机一样飘然降落。

用能够重复使用的航天飞机发射卫星，比用一次就报废的传统运载火箭便宜。但航天飞机只能在造价昂贵的发射台上升空，每次飞行后要重新装配，不能在短期内重复使用。所以在 21 世纪，它将被更先进的空天飞机所取代。

## 哈勃空间望远镜

哈勃空间望远镜是最先进的天文望远镜，重 12 吨，运行在高 587 千米的地球轨道上。在 1990 年被送入太空后，发现由于制造失误，导致望远镜的成像模糊，太阳能电池板也有故障，使得哈勃空间望远镜不能充分发挥作用。

1993 年 12 月 2 日至 13 日，美国“奋进”号航天飞机上的 7 名宇航员进行了艰难的太空操作，成功地修复了哈勃空间望远镜。宇航员操纵航天飞机上的机械臂，将“哈勃”拉进货舱，并固定住。修复“哈勃”是在敞开的货舱中进行的，需要宇航员以太空行走来完成。宇航员分成两组轮流到平台上工作，为“哈勃”更换了 11 个部件，共在太空中行走了 5 次，在开放的空间共逗留 35 小时 28 分钟，创造了航天史上的新纪录。

这次行动开创了人类在太空修复大型航天器的先例，对于远征火星或其他航天活动来说，在太空中修复和组装航天器具有特殊的作用，在航天技术上具有重要意义。

## 国际空间站——航天史上的杰作

已经开始动工建造的、迄今为止最大的航天器——国际空间站，是航天史上最伟大的杰作，代表了当今人类航天技术的实力和水平。

国际空间站采用桁架式结构，其结构之复杂和规模之大令人咋舌。它在长达 108.5 米的桁架上安装有太阳能电池帆板和散热器，其中心部分是居住舱、实验舱，它们是由美国制造的。此外，还有俄罗斯制造的服务舱、研究舱和太阳能电池帆板，日本的实验舱、欧空局的哥伦布轨道设施和加拿大的移动服务系统。空间站宽度达 88.4 米，几乎有足球场那么大，相比之下，与其对接的航天飞机犹如一个足球。国际空间站重 472 吨，太阳能电池帆板面积为 4000 平方米，覆盖的面积超过两个足球场，当它划过夜空时，将像钻石般晶莹剔透，可以用肉眼直接看到。

国际空间站的部件有 100 多个，需要多次发射升空，并在太空将它们组装起来。预计美国航天飞机和俄罗斯运载火箭共需发射 45 次，宇航员要进行舱外活动 1100 小时，其技术难度和风险是巨大的。建成后，空间站上可居住 6~7 名宇航员，可以在太空运行 10 年。它的轨道平均高度为 350 千米，运行时速为 2.8 万千米，绕地球一圈只用 90 分钟，运行期间可看到地球总表面积的 85%。

国际空间站的建站计划长达 10 年，分为三个阶段。1994 年到 1998 年 6 月为第一阶段，主要是完成技术攻关和建站的一系列准备工作。1998 年 6 月至 1999 年 6 月为第二阶段，进

行主要装置的发射，建成核心部分，可具备 3 名宇航员在轨工作、开展科学研究的能力。此阶段共需进行 15 次发射。从 1999 年 7 月到 2003 年 12 月为第三阶段（现在已推迟到 2006 年），这阶段将全面完成所有装配任务，将美、俄、加、欧空局、日制造的各种舱段和桁架结构按顺序发射并组装起来，还能具备 6~7 名宇航员在轨工作的能力。此阶段共需发射 30 次。建成后，它将成为真正的太空研究试验机构。

## 第一个空间站

载人飞船进入太空，无疑是人类在载人方面取得的一项辉煌成就。但是，由于载人飞船内部空间相当有限，只能乘坐 1



苏联在宇宙建立第一个太空站

~3 名航天员，狭窄的舱里没有多余的活动余地，很难从事更多的观察科研和生产等活动。因此，科学家们设想在太空建造一个内部空间较大的能在轨道上长时间飞行的工作站，这样，航天员就可以像地面的实验室那样从事科学研究，像地面的车间那样从事加

工生产，可居高临下，充分地发挥人的因素，从事军事活动。基于上述原因，20 世纪 70 年代初，前苏联载人航天的重点转向了空间站。

1971 年 4 月，前苏联发射了世界上第一个空间站，取名

“礼炮1号”。它重约18吨，长约14米，最大直径4.2米，飞行轨道近地点219公里，远地点275公里，倾角51.6°。“礼炮号”由轨道舱、对接舱和服务舱三大部分组成。轨道舱类似于由直径分别为3米和4米的两个圆筒拼在一起，它是航天员工作、用餐、休息和睡眠的场所。舱内保持着与地面相同的小气候环境，舱内的地板、天花板以及周围的墙壁漆成了不同的颜色，这是为了有利于航天员区别方向时作参考。“礼炮号”在太空长期运行时，航天员的更换和所需消耗物资的补充分别由“联盟号”和“进步号”天地往返运输器承担，因此，“礼炮号”的对接舱是供“礼炮号”与“联盟号”和“进步号”在太空对接时用的，也是航天员进出空间站的出入口。如“礼炮6号”的对接舱设有两个对接口，既可同时与两艘“联盟号”飞船对接，也可用一个接口同“联盟号”对接；另一个供停靠“进步号”飞船用。“进步号”无人运货飞船是专为空间站运转货物而研制的，实为“联盟号”飞船的改型，长8米，直径2.2米，由运货舱、燃料舱和工作舱三部分组成，一次能运货2.3吨，包括燃料、食品、水和氧气等必需品。当“进步号”升空与空间站对接后，自动将货物卸下，并装上空间站不再需要的物品然后自动脱离空间站，其中运货舱与燃料舱在进入大气层后烧毁，只保留工作站继续留在空间。

“礼炮号”空间站分科学研究型和军用型两种。前者的主要任务是完成天体物理学、航天医学、生物学等方面的广泛研究，考察地球自然资源和进行长期失重条件下的科学实验。后者主要进行高空照相侦察以及高能武器的可行性实验研究等。

自1971年4月至1982年4月，前苏联共发射了7艘“礼炮

号”空间站，其中 1973 年 4 月 3 日发射的“礼炮 2 号”（即“钻石 -1 号”）1974 年 6 月 25 日发射的“礼炮 3 号”（即“钻石 -2 号”）和 1976 年 6 月 22 日发射的“礼炮 5 号”（即“钻石 -3 号”）为军用型空间站，其余为科学研究型空间站或军民结合型。

军用型空间站是由前苏联切洛米伊设计局负责研制的，它属于绝密的“钻石计划”。在空间站的工作舱里装有口径达 1 米的专用侦察照相机，所拍照片装在特制的密封盒里由运输飞船带回地面。工作站内还装有当时最先进的计算机等操纵设备，研究新式武器的一些秘密装置和探测太空环境的望远镜等。此外，还装备了当时最完备的防御开武系统。在空间站内工作的也全是清一色的军事专家，每个空间站的有效使用期为 1~2 年。

科学研究型空间站则是由科罗廖夫设计局负责研制的，在发展初期并不顺利。1971 年 4 月 19 日，由卡拉廖夫设计局负责研制的“礼炮 1 号”虽然成功地进入轨道，3 名航天员在太空逗留 24 天，创造了新的世界纪录。不幸的是，他们于 6 月 30 日在返回途中，当他们发动下降的制动火箭时，因返回舱的一个阀门密封件失灵，舱内空气在极短的时间内大部分漏走，导致航天员全部窒息而亡。但 1977 年 9 月发射的“礼炮 6 号”和 1982 年 4 月发射的“礼炮 7 号”，在技术上有较大改进，安全性和可靠性也有了更大的保障。从“礼炮 1 号”至“礼炮 5 号”，每个都只有一个接口，而“礼炮 6 号”、“礼炮 7 号”各有两个接口，即它们的前后轴向各有一个对接口。这两个空间站都多次与“联盟号”、“联盟 T 号”及“进步号”飞船顺利对接。“礼炮 6 号”接待了 16 批乘员，“礼炮 7 号”

接待了 21 批乘员，他们各自肩负使命，在太空多次进行载人对地观测、天文观测和与天气预报有关的高层大气和红外辐射观测，开展了微重力条件下的空间新型合金等材料生产、金属熔化过程的研究和空间焊接，还进行了小球藻的培育、乘员心血管系统的观测等研究。1984 年 7 月 17 日，前苏联女航天员萨维茨卡娅乘坐“联盟 T-7 号”飞船进入“礼炮 7 号”工作了 8 天。她同另外几位男航天员共同开展科学实验活动。7 月 25 日，她随指令长扎尼别科夫步出舱外，顺利完成了切割、焊接、喷涂等复杂操作任务，共在舱外进行了 3 小时 35 分钟的作业。她不仅创造了妇女在太空行走的纪录，而且她在这次飞行后不久完婚，1986 年 10 月喜生贵子，这表明太空生活对妇女生育并无根本性的影响。“礼炮号”的一系列活动，还雄辩地表明人类在太空中具有有效生活和工作的能力，人在环绕地球的轨道上，能从事探测、研究、生产和维修等各种有意义的活动。前苏联不仅是最早发射空间站的国家，开创了航天史上载人空间站的新时代，还曾相继创下航天员在太空持续生活 75 天，96 天，140 天等一系列世界纪录。

## “发现号”航天飞机回收卫星

摘天上的星星，曾是多少童话中的幻想。但是，在科学技术高度发展的今天却成了活生生的事实。

1984 年 11 月 12 日和 14 日，美国航天飞机“发现”号，真的从地球轨道上“摘下”两颗“星星”——两颗人造地球通信卫星，并把它们运回地面。

这两颗“星星”，一颗是印尼的“帕拉帕 B—2”，另一

颗是美国西方航空公司的“西联-16”通讯卫星。它们从航天飞机上发射后，由于自身的定位火箭提前熄火，没有进入轨道。

九重天外摘星星的过程分两个阶段进行：首先是“追赶”，然后是“捕捉”和“搬运”。

这两颗卫星由于火箭发动机失灵，进入了一条“无用”的椭圆形轨道。而航天飞机的圆形运行轨道一般离地面 300 公里左右。为了“捕捉”卫星，从 1984 年 5 月到 10 月，美国地面站的工程师们利用遥控讯号，把卫星的椭圆形轨道变成了圆形并且把它们的高轨道的高度降低到接近航天飞机的运行轨道。“发现”号 11 月 8 日发射进入的运行轨道，比卫星的轨道低约 48 公里，比卫星落后约 10000 公里。“发现”号用了 4 天时间“追赶”上了这两颗卫星，把航天飞机和卫星之间的距离缩短不到 11 米。

这时，宇航员穿上“航天喷气包”，手持 6 米长的权杆“飘”上去，插入卫星尾部的火箭“喷气管”，权杆前部像雨伞一样，自动张开固定在卫星尾部；然后航天飞机上的机械手臂伸出去，由另一个宇航员将卫星顶部的天线夹住，接着把被揪住头尾的卫星拖进货舱指定位置，拿下权杆，截去天线，用一个 A 型框架盖锁住。

这次摘的第一颗“星星”是印尼的“帕拉帕”，最先出马的那个宇航员叫艾伦。由于准备用来夹住卫星圆形天线的框架窄了 0.5 厘米，而不能使机械手臂发挥作用，结果艾伦像抱着一个哭闹踢打的孩子，与另一个守候在货舱里的宇航员加德纳一起费了九牛二虎之力，才把卫星拖进货舱里锁定。整个“捕捉”和搬运过程花了 6 小时又 10 分，比原定时间延长了

10 分钟。

11月14日，摘第二颗“星星”先由加德纳出征，这次接受了前次的教训，艾伦骑在机械手臂的顶端工作台上，抓住顶端不放，按照同伴吩咐翻动它的位置。加德纳将卫星尾部锁住，女宇航员还是像头一次一样在舱内操纵机械手臂，这样把第二颗失控卫星终于连拖带拽地拉进货舱里固定。

这次航天飞机“摘星星”成功，被认为是“航天史上最雄心勃勃和最重要的活动之一”。从经济上讲，收回卫星每颗花500万美元，修理后，可以6000万美元再度出售；从商业竞赛上，可以消除航天飞机发射卫星连连失败的“沮丧情绪”；从航天发展上，这次行动表明可以利用航天机队在地球轨道上构筑永久性太空站，在军事上还告诉人们：既然可以在轨道上抓回自己的卫星，难道不能在太空捕捉或破坏敌方的通讯卫星吗？

## 修复卫星故障

1984年4月8日，美国航天飞机“挑战者”号开始试图在太空中修理一颗发生故障的太阳活动峰期探测卫星，结果开始几次都失败了。

4月8日，航天飞机追上了太阳探测卫星，并和它保持60米左右的距离。宇航员纳尔逊使用以氮射流为推进剂的喷气背包，飞出了航天飞机，逐步靠近了离地球480公里，虽已出故障，可还在运行的太阳探测卫星。

宇航员携带着一种特殊的装置，准备更换卫星上的老抓钩，然后将卫星拖回航天飞机舱内，可是没有成功。纳尔逊用

戴着手套的手抓住了卫星的一片太阳能板，正要将卫星拖回机舱，指令长克里平却命令他立即返回，原因是他背包上的氮气已经消耗殆尽。纳尔逊返回航天飞机后，克里平使航天飞机更靠近卫星，然后宇航员试图用机械臂抓住这颗缓缓旋转的卫星，又没成功。

第一天就这样过去了。4月9日，地面控制中心的工程师们成功地用无线电信号减慢了卫星的运转速度，并遥控这颗卫星运行的姿态。

4月10日，在最后一次尝试中，指令长克里平和驾驶员斯科比谨慎地发动了几枚火箭，然后小心翼翼地操纵航天飞机靠近那颗卫星。



这是修理人造卫星的高智能宇宙机器人

宇航员哈特操纵航天飞机上的机械手，抓住了卫星，并将它从轨道上拖进航天飞机货舱内。

这颗太阳活动峰期考察卫星，是1980年2月发射进入运行轨道的。原来由于保险丝出了故障，10个月之后，也就是1980年12月就基本停止了工作。

这颗卫星可以称之为美国观测太阳的一只眼睛。在短短的10个月之内，它便获得了大量有关太阳耀斑的重要数据。这颗卫星又是美国宇航局设计的第一颗能用航天飞机回收和修理的卫星。探测卫星的主要系统都安置在外部的盒子里，卫星上还特别安置了一种抓钩装置，专供航天飞机上的遥控机械臂捕捉卫星时使用。

太阳活动峰期考察卫星需做两项修理，一项是更换烧坏保险丝的姿控舱；另一项是置换日冕仪——偏振计试验中的一个电子设备盒，以及日冕仪中的微处理机。

首先置换姿控舱，这件工作比较简单，使用电板钳活扳子之类的工具就可以解决了。太阳探测卫星有 7 个主要的试验，为了获取试验结果，其中有 4 个传感器必须非常准确地指向太阳。可是由于保险丝失灵，卫星的指向长期处在一个很不精确的状态下，这 4 个传感器就无能为力了。更换了姿态控制舱之后，恢复到精确的指向，探测试验就可进行了。

更换日冕仪器的电子设备盒，是一件比较复杂的工作。首先提取下绝缘体，拆下螺钉固定的入口板。接下来拆掉 12 根电线，最后换上一个电子设备盒和一个盖子。当卫星修理好以后，宇航员用机械臂把它高举到航天飞机顶上，由地面控制中心的工程师进行检验。

接着，卫星就像医治好创伤的小鸟一样，又飞回到太空轨道上去了。

## 宇航员在太空中的工作

宇航员穿上宇航服后，可以进入太空，从事复杂的太空作业。虽然利用机器人也可以代替人进行科学考察和科学实验，而且它们比人更能适应恶劣的太空环境。但是，机器人无法从根本上代替人的作用。人具有创造力、应变能力和适应能力，有预见性，能够处理各种意外事件。

步入太空，要干和想干的事太多太多——从事科学研究，组装空间站，建设太空城，施放、回收、修理及捕捉航天器、

开发宇宙资源等等。进入太空作业，只是人类了解宇宙，探知宇宙奥秘的第一步。经过不断的探索，人类可以扩大视野，增长知识，跨入整个宇宙空间。

## 宇航员的太空生活

据太空人介绍，“天宫”的生活同人间很不一样。

**吃喝** 太空厨房内有 100 多种食品，全装在软管、软袋的金属盒内，嵌在舱壁上。吃饭时把脱水食品加上水，与其他食品一起放进舱壁上的小电炉里加热到 80℃。舱壁上有两块板放平，上面有橡皮带把食品勒住，以免飘飞。食品直接从软管内啜取。太空人劳动量颇大，每天食品的热量为 3800 大卡。淡水久存会变味，太空人为喝不上凉水而抱憾，只好对付着以咖啡、茶和果汁解渴。

**睡眠** 睡的是带垫单的睡袋，四周有通气口，热了可打开。睡觉时只穿内衣。失重影响血循环，脚部失血怕冷，要穿软底毛靴保暖。睡袋扣在舱架上，以免飘动。

**梳洗** 太空人早上用附有吸尘器的电动刮脸刀刮脸。洗脸则用一种特别的水枪冲湿一块海绵。这海绵的吸附力很强，一擦脸部即能吸走表皮的污垢。刷牙使用特别的牙膏和牙刷。这种牙膏既用来刷牙，也可当作食物吃。牙刷完后把口内的泡沫全吞下肚内，这样就避免让它们在舱中到处“流浪”。10天淋浴一次。空间站顶棚上有个大圆盘，上面有好几个水箱，每箱 5 升水。开动电热器，圆盘上就降下塑料罩，形成一个圆柱形的浴室。打开拉锁，进入浴室，穿上固定在地上的拖鞋，人就不会乱飘。把通浴室外的呼吸管套在嘴上，鼻子用夹子夹

住，以免呛水。打开水龙头，清水从顶上徐徐淋下。室内是真空的，水由地面的孔眼收到废物箱内。15分钟后把身体和浴室壁擦干。塑料罩用后像手风琴一样叠上。



太空人沐浴时得使用一个真空系统 好让水在无重力下正常地流动

**厕所** 工作舱到对接口的过道上卫生间，用拉锁橡皮帘隔开。内有真空小便池和抽水便桶。便桶内有带过滤底的塑料盒，粪便落入，橡皮阀迅速关上此盒，外包几层橡皮袋，投入废物箱，弹到太空，进入大气层后就被烧掉了。

**休息** 太空人闲时看录像，戴耳机听立体声音乐，通过电视电话同亲友“见面”，透过 20 个舷窗观赏太空美景……

有一次，当宇航员诺姆·沙加德坐在飞船遨游太空时，他不注意地瞧了瞧镜子。镜中的形象使他大吃一惊，他的脸又肿又红，像个大红萝卜。如果在地面上的话，任何人脸肿到那种程度都会感到不舒服，可他当时的感觉却和平常一样。在进入太空的头几天里，人体的血液和体内其他液体由于失去地心引力的影响，纷纷涌向头部。宇航员们都成了大圆脸，眼睛鼓出，变成了另外一个人。幸运的是这种情况慢慢会消失。

宇航员们大部分时间是在舱里度过，即使在舱外也被裹在隔绝的太空服内，所以他们往往会染上一种常见的户内病，这就是皮肤龟裂。除这种病外，他们还可能患皮肤过敏症，因为他们的日常工作是做各种各样的实验，与各种化学物质打交道。这些化学物质用后，遗留在空中，久不散去，致使皮肤过

敏。

尽管失重给宇航员带来诸多不便，但有一点使他们受益不浅，那就是失重延缓了他们的衰老过程。原因是地球上存在着重力加速度。而在无重力加速度的太空环境中，人们就不需要那么多热量了，可以大大减少食物的摄入量。食物摄入量减少，意味着新陈代谢速度减慢，任何生物体，新陈代谢速度越慢，它的生长期就越长。在失重条件下，人体肌肉质量会减少，心率也会减慢，从而减轻心脏的负担。不言而喻，在太空生活可延年益寿。

随着航天医学的发展，有大量的资料说明航天对肌体的生理功能和代谢有深刻的影响，如宇航员体重的减轻、前庭功能障碍、心血管系统功能降低、水盐代谢和氮代谢紊乱、肌肉萎缩和骨盐丧失等等。多数人认为在无舱外活动的情况下，宇航员的能量消耗低于地面，而应激反应初期进食量减少，人体蛋白分解增加，特别是由于体液分配的改变，回心血量增加，反射性地引起脑垂体抗利尿激素分泌减少，尿量（水盐丧失）增加是宇航员体重减轻的主要原因。宇航员骨质变化的机理和防治措施迄今仍是航天医学研究中的一个重要课题。在卧床实验中，肌体每月钙的失量约相当体内总钙量的  $0.3\% \sim 0.5\%$ ，其中承受重量的骨骼（如跟骨）骨钙的丧失要大得多。一些学者认为航天时在肌肉与骨骼的变化以及失重与运动减退状态下，组织的能量代谢、物质代谢均有变化，即使有充分的营养，肌体也不能利用，而运动锻炼迄今仍是最有希望的防护措施。

美国和前苏联宇航员的营养供给标准，在无出舱活动的情况下，食物热量为每天  $2500 \sim 2800$  大卡。宇航员每天食物热

量为 7100 大卡，宇航员在舱外活动时的能量消耗为每分钟 8 大卡，每小时 480 大卡，宇航员在月面活动时的能量消耗每小时约为 300 大卡。航天食品的蛋白质供给量略高于地面膳食，约占总热量的 15% ~ 20%。对于航天中是否应增加维生素的供给量曾有不同看法，前苏联认为补充供给多种维生素有助于提高宇航员的耐力和对航天环境的适应能力。从“东方”号开始，宇航员在飞行中每天都服用多种维生素制剂，而美国直到“天空实验室”进行较长时间飞行后才使用了复合维生素。

## 宇航员在太空的生理变化

每个宇航员上天初期，都有明显的不适反应，主要是心跳速度在飞行加速时明显提高。据统计，宇航员起飞前，平均心跳每分钟 62 次，而飞行加速时达到每分钟 109 次，以后又下降稳定在每分钟 70 次。此时血液向头部集中，引起头胀鼻塞、面部浮肿、颜面潮红，伴有恶心感，严重的甚至呕吐。这种情况称为“航天病”。但在每个宇航员身上表现程度不同，就像有人要晕船有人不会晕船一样，经过一段时间可以逐渐适应。

据测定，宇航员飞行一天失钙 1% ~ 2%，以骨骼中的钙缺乏最为严重。所以飞行回来的宇航员骨头会变得较疏松、较脆，容易骨折。宇航员尿中的钙含量为地面时的 3 倍，可见钙主要通过排尿而损失。

飞行一次，宇航员体重会下降 4 ~ 6 公斤。但返回地面一天之后，便能增加 2 公斤，这和太空中人体容易脱水有关。太空飞行中，由于体液的失常和血液的再分配，因此人体脱水不可避免。美国“阿波罗”飞船登月舱驾驶员身体体积比在地

面时减少 2.5 升，而指令舱的驾驶员身体甚至减少 6.9 升。

宇宙飞船绕地球轨道作圆周运动时，飞船运动的离心力和地球对飞船的引力相等。由于这两种作用力方向相反，使飞船上的人和物体，处于失重状态。在失重条件下，会出现一些难以想象的奇妙而有趣的现象，这对人的生活、健康有着重要的影响。

人类在进化过程中，长期生活在恒定的地心引力条件下，形成了内环境的平衡。人体的主要成分是由软组织、骨骼、体液构成的，重力对这些成分的作用不同，在进化中形成了这些基本成分之间的一定比例。骨骼结构的坚固性和它的功能、肌肉的主要活动、体液的分布特点，保证了对重力的对抗，使人体得以生存成长。

人类进入宇宙空间前，曾有人预言，失重可能破坏人体的内环境平衡，使人的生理功能发生不可恢复的变化，甚至断言，谁要摆脱重力，谁就将因发生心力衰竭而死亡。人在宇宙空间生活的实践证明，人在失重时，生理功能要发生变化，但不像那位悲观者预言的那么严重。失重时人体生理功能改变，主要是血液和体液重新分布，大量的血液和体液向头部及上半身集中。大约有 2 公斤血液和体液瘀积到头、胸部，引起头、胸部脉管扩张，面部及上肢浮肿，下脚皱缩；胸部充血增多，心脏增大；血液中红细胞下降约 10%，心血输出量减少 30%，全身循环血量减少 20%；体内大量失水而造成血浆加浓，血液容量下降。宇航员刚从飞船走下地面，甚至一时不能直立行走，要别人扶着走一段才能行动，这也表明体力消耗是颇大的。

习惯于地球重力生活的人，一旦进入失重环境，将会感到

新奇。人体的重量消失了，行动起来真正是身轻如燕，掌上可舞。在舱内可以自由地飞来飞去；也可以停留在空中。在空中失重条件下，站着、坐着或躺着睡眠都一样舒坦，只是必须用带子把自己固定在座椅上，或束缚在固定的睡袋内，以防飘走或到处乱撞。由于飞船内没有我们习惯的白天黑夜之分，只能按钟点执行起居。

在失重情况下，宇航员会觉得头部知觉和身体知觉不协调，闭上双眼时，判断不清周围物体和自己身体的相对位置，有时感到眼前冒金星并有幻觉。

失重条件下人的姿势反射失灵，摇摇晃晃坐立不稳，因而走路要十分小心，要穿上鞋底带爪子的特制鞋，想站住时就把爪子插进有网格的舱壁上稳住身体。如到舱外活动，就要操纵戴在身上的一组喷气嘴，控制来去行动。

宇航员不仅空间生活奇特，在飞船从地面发射时还要承受强大“过载”的考验。早期飞船在发射加速阶段，宇航员要承受5~5G的“过载”，使人感到体重增加五六倍，若取坐的姿势就会使人体血液涌向下肢，造成脑细胞贫血缺氧而死亡，因而必须让宇航员采用躺卧的姿势。近代飞船，像航天飞机在发射时的“过载”只有3G，一般的人都能承受，这为更普遍的空间旅行开创了条件。

现在，对太空人体生理学的研究正逐步开展，要实验的内容很多，包括人体在太空中的无机盐平衡、体液生化反应变化、体内微量元素变化，人体的免疫能力、心血管的浓缩应变性能、红细胞寿命变化、人体新陈代谢率的改变，前庭功能变化等项目。可以预见，这些研究将会更多地揭示人在太空中如何变化之谜。

## 宇航员在太空中锻炼

茫茫太空中进行宇宙航行的宇航员，是不是需要进行体育锻炼呢？在进行宇宙航行的初期，每次宇宙航行的时间只有几天，宇航员着陆后并没有发现有什么异常情况。然而，随着宇航时间的不断增长，问题也就随之出现了。

首先发现的问题是，当宇航员在太空中航行一个星期后返回地球的时候，宇航员出现了“起立性低血压症”，而且身体都比较虚弱。甚至连飞船的舱口也出不了，需要人扶着他们出舱。造成上述现象的主要原因，是由于宇航员长期停留在太空失重的环境中，身体产生脱钙，从而使骨骼变得疏松，肌肉也软弱无力。

那么，怎样才能克服这种现象呢？科学家们找到了解决的办法。那就是在宇航员食物中增加钙、磷、钾和维生素 D，以及在太空中进行必要的体育锻炼。

但是，宇宙航行的环境与地面大不相同，不仅飞船的舱内空间很有限，载重量也不可能过大，一些体育的设施无法装置。同时，人体在太空中出现失重现象而飘浮在空间，双脚都很难落在舱底。在这种情况下，又怎么能进行体育锻炼呢？

体育科学家们经过反复研究和实践，已经找到了在太空中进行身体锻炼的项目及方法。这些项目和方法，大致可分为以下类型：

利用弹簧进行身体锻炼。比如让宇航员坐在椅子上，将身体固定好以后，用手和脚反复推、拉一种特制的弹簧器材；也可以用双手、双脚或者一手、一脚分别拉弹簧器材的两头；还

可以用具有较好弹性的橡皮带将四肢固定后，两臂分别或同时向下、向左、向右拉橡皮带；或者用双脚、单脚往上拉橡皮带等。以此种种方法来锻炼宇航员的四肢骨骼和肌肉的力量。同时，医学家们还为宇航员设计了一种具有弹性的服装。宇航员穿上这种特制的服装后，全身都可以受到弹力的作用。只要一活动身体，就能够达到锻炼身体的效果。

还可以利用人体肌肉的颞抗作用来进行身体锻炼。如用双手五指交叉，进行对拉、拉推或者互拉；还可以双手拉脚而脚用力往前伸等。有人还为宇航员们编了一套由这些动作组成的体操。这种不需任何器材和不受空间限制的锻炼方法，也同样起到锻炼四肢和身体的作用。

利用双手推、拉或者打击悬挂在舱内的重物，以达到锻炼身体目的。

由于宇航员在太空中采取并坚持以上几种锻炼身体的运动项目和方法，从而使他们的体质和骨骼及肌肉的力量不断增强。即使在太空中航行二三百天，甚至更长的时间，身体也不会变得虚弱，返回地球后再不会出现“起立性低血压症”和其他症状了。

## 航天服——宇航员的护命服

载人航天中，为了充分保证宇航员的生命安全和在极端恶劣环境条件下进行工作，除了有装备齐全的生活座舱外，还必须为宇航员提供一个方便灵活和独立密闭的生活小环境。为此，航天专家们就为宇航员设计了一种特殊服装，即通常说的“航天服”。

航天服通常分为两种：一种是宇航员在航天器座舱里应急穿用的服装，称为“舱内活动航天服”；另一种是供宇航员到座舱外面工作的“舱外活动航天服”。舱内活动航天服，实际上是个备用的保险系统。因为航天器生活座舱本身具有完善的生命保障系统，宇航员一般只是在航天器发射和再入大气层过程中穿着这种航天服。在这期间，由于加速度、冲击、振动和噪声的作用，有可能引起航天器结构的破坏，或仪器设备发生故障，危及人的安全。例如，前苏联“联盟 11 号”载人飞船在 1971 年完成任务返回时，由于一个阀门脱开，造成爆炸减压，即座舱里的空气一下子全泄漏到高真空的空间里，3 名宇航员由于没穿航天服，全部遇难。

航天服的结构十分复杂。舱内活动航天服虽然稍微简单些，但至少有五层构成：最里边的即贴近衬衣的为液冷服，在尼龙布上粘着聚氯乙烯细管，管内有冷却水回流，以排除人体代谢产生的热量；第二层为气密层，由涂氯丁胶的尼龙织物构成，并通过管路与座舱氧源相接，有供氧、通风、加压的作用；第三层是限制层，是由尼龙丝或特氟纶丝编织成的网状结构，防止第二层加压后向外隆起膨胀；第四层是隔热层，是由多层的镀铝的聚脂无纺布构成，起防热辐射作用；第五层为外套，由抗磨损耐高温的尼龙等织物构成。

舱外活动航天服，除了应具备舱内活动航天服的基本结构和功能外，至少还要增添一个保护层，以防止微流尘的侵袭。该层多是采用涂有特氟纶的玻璃纤维织物。此外，为了方便航天员的出舱活动，现在已经摆脱了过去那种与航天器连接的“脐带”（包括供氧、冷却等管路，并起着固定宇航员的作用），而在航天服上装备了一种背包式生命保证系统，可独自

提供压力为 183 ~ 210 毫米汞柱的纯氧，有滤出二氧化碳等有害气体的净化装置及循环冷却等设备。还有通讯、姿控、推进等附属设施，从而成为一个完全独立的系统。

## 海洋——安全的太空船降落地

美国载人太空船，现在已经借用降落伞和火箭降落地面，代替了过去落入海洋的旧方式。这对于研究载人太空飞行的安全性与适应性都很有帮助。因为太空计划的目标在不断增高，如果仍把海洋限为降落地区，有时就要增加工作上的困难；如果能将陆地亦列为降落地点的话，那对太空船从两极的上空轨道回返地球，或对太空船以超轨道速度自月球回航时，都极为方便。

太空船降落陆地，当然不是什么新鲜事，前苏联所有的太空船都降落在陆地上。而刚好相反，美国太空船却从开始到现在，一直降落于海洋中，然后再由船舰将其捞出，这属于技术问题吗？当然不是。

既然如此，为什么美苏两国太空船降落计划如此不同呢？我们打开世界地图，便可立即发现：前苏联本土的陆地极广，在它周围的海洋多属严寒或在条件上对太空船员潜藏着极大的危险，除非降落后能在极短的时间内将太空船打捞出水，否则太空船员就难免冻死。在前苏联附近，惟一暖和一点的水域是黑海和里海；波罗的海仅在夏季能够使用。

尽管美国本土也有广大的陆地，但是，要找一处适合太空船着陆而又人口稀少的理想陆地，就不简单了，这些地点不是山就是炎热而高温的沙漠，或是冰雪严寒的草原，本不利于人

类居住，当然更不利于太空船员的降落了。无论如何，在巴哈马群岛以北的广阔海洋区，飓风甚少，其中气候及海洋情况，可说终年都处于良好状态。因此美国太空计划的第一阶段，就选择了水面降落。

在美国肯尼迪角的东方海面降落，对美国太空航天员来说，还有另一个好处：无论是“信使神”或“双子星”太空船，在返回地球时，万一与地面援助站联络信号失灵，太空船员仍可立刻采取紧急措施，将太空船降落到预定地点数百公里外的海面上，同样可获得安全。同时，各援救舰艇亦会立即从待命地点出发，抢捞落海的太空船员。

而前苏联载人太空船降落，需经东北部的太空中心到西伯利亚东部一带的路程。如果遇到紧急事件，就会迫降落到极寒地区，可能直升机在此恶劣天气里都无法达到救援地点，以致使太空船员陷入绝境，这也说明前苏联载人太空船为什么不能在冬季发射的原因了。

美国自早期的“信使神”飞行以来，由于太空船长的降落非常精确，每次都能在救援船舰视线内落入海中，这简直成为“双子星”惯常的演习一样了；虽然是这样，可是只要降落伞一展开，“双子星”的俯冲降落，仍难以再予控制。

依此状况如打算在陆地降落，就将造成严重的危险，太空船极可能随风盲目飘落。太空船员将无法看到降落的地点；就算他们能看到降落地点，可是也无法躲避地面上的障碍，除非他们刚好降落在浓密的树丛中或沼泽里。否则在“双子星”中的太空船员所感觉到的撞击震动，将极为强烈。假如这太空船恰巧落在一个陡峭的山坡地带，它就很可能沿着山坡一直往下滚，那实在是危险而荒唐的事。

## 发射航天器要用多级火箭

在太空中运行的各类航天器，都是用火箭把它们送到太空中去的。

飞行在太空中的航天器（卫星、飞船、空间站及航天飞机等）只有速度达到 7.9 千米/秒（第一宇宙速度）才不会掉到地面上来；飞到月球上去的宇宙飞船，速度是 11.2 千米/秒（第二宇宙速度）；如果要飞到其他行星上去，速度还要更大一些。

怎样才能使这些航天器达到这样大的飞行速度呢？只有火箭才能胜任这一任务。火箭是靠往后喷出高速气体产生的反作用力前进的，是当今惟一可在真空中使用的飞行运输工具。

俄国科学家齐奥尔科夫斯基早在 20 世纪初就指出，要提高火箭的飞行速度，出路有两条，一是提高火箭发动机的喷气速度，二是提高火箭的质量比（火箭起飞时的质量与火箭发动机熄火时质量的比值）。要达到很高的飞行速度，除了要求有很高的喷气速度外，还要求火箭的质量比越大越好，即壳体做得又轻又大，能装贮更多的燃料。

虽经过科学家们几十年的努力，采用当今最好的燃料和最轻型的材料，以及最先进优化的设计，但目前用一台或几台发动机组成的单级火箭，其最大速度也只能达到 5~6 千米/秒，远远达不到第一宇宙速度的目标。

出路在哪里？好在齐奥尔科夫斯基早就提出了“火箭列车”的思路，即把火箭串联或并联起来飞行，质量一级一级地减少，速度一级一级地增大，最后达到和超过第一宇宙速

度，这就是多级火箭。它把两个以上的火箭，头接尾、尾接头地衔接在一起。当第一级火箭燃料用完以后，它就会自动地掉下来，接着第二级火箭立即发动；第二级火箭燃料用完后也自动地掉下来，接着第三级火箭发动起来……这样就会使装在最前一级火箭上的卫星或飞船达到 7.9 千米 / 秒以上的速度，成为遨游太空的“新客人”了。

科学正在不断地发展和进步，待更新型的燃料和更先进的又轻又坚固的材料出现后，只用一级火箭去发射航天器的时代就会到来。据科学家预测，这种先进的单级运载火箭，十年之后就会变成现实。

## 捆绑式火箭

为了战胜地球引力进入太空，我们必须利用火箭。然而单级火箭是达不到这个目的的。俄国科学家齐奥尔科夫斯基首先提出了“火箭列车”的概念，就是把两节以上的火箭串联或并联起来，组成一系列多级火箭来提高火箭的速度，最终使末级火箭达到第一宇宙速度。

多级火箭利用了一种质量抛扔原理，即火箭发射后，把已经完成任务的无用的结构抛掉，使火箭发动机的能量最大限度地用于提高火箭的动能，从而间接地减轻火箭的结构质量，实现“轻装前进”。这样，在使用同样性能的火箭发动机和相同技术水平的箭体结构的条件下，用单级火箭无法达到的第一宇宙速度，而用多级火箭就能实现。

世界各国现有运载火箭数十种，其大小不等，形状各异，但其结构形式基本上分为两类：一类是各级首尾相连的串联式

火箭；另一类是下面两级并联、上面一级串联的火箭，也称捆绑式火箭。运载火箭的大小，由其飞行任务的有效载荷和飞行轨道而定。若飞行轨道相同，有效载荷越重，则火箭起飞质量也越大；若有效载荷不变，飞行轨道越高，火箭的起飞质量也越大。在通常情况下，发射一颗质量为 1 吨的卫星，运载火箭质量为 50 ~ 100 吨。如美国发射阿波罗载人登月飞船的“土星 5 号”运载火箭，全长 110.7 米，直径 10 米，起飞质量为 2840 吨；而阿波罗飞船的质量只有 41.5 吨。“土星 5 号”是目前世界上最长的“火箭列车”，它由三级火箭串联而成。

大多数“火箭列车”都属于串联式多级火箭，因为这种火箭的级间分离容易实现，成为运载火箭首选的结构。而捆绑式火箭是把若干助推火箭均匀地成双捆绑在芯级火箭的四周，火箭发射后助推火箭首先工作，完毕后再与芯级火箭分离。捆绑式火箭的最大优点是可以明显缩短整个火箭的长度，因为助推火箭不单独占有火箭的长度，从而避免了因火箭细长比太大而给结构制造和飞行所带来的种种困难。由于捆绑上去的火箭不增加火箭的总长，我们也把这部分的火箭称为半级火箭，如两级火箭加上捆绑，就称作两级半火箭。

但是，捆绑式火箭在技术上难度更大。因为火箭在飞行中级间分离，一要绝对安全可靠，二要不因分离而影响芯级火箭的工作和姿态。捆绑式火箭采用侧向分离，相对串联式火箭的纵向分离，技术复杂性要高得多了。我国的“长征二号 E”和“长征三号 B”运载火箭，就是在原有的二级和三级火箭基础上，分别在芯级增加了四个捆绑上去的助推火箭。相对未捆绑的火箭，它们的运载能力都提高了 3 倍多。

首次把捆绑技术应用在火箭上的，是前苏联著名的航天总

设计师科罗廖夫。1957年，他用一枚洲际导弹作芯级，在其周围捆绑4台助推火箭，成功地发射了世界上第一颗人造地球卫星。

捆绑技术除在运载火箭上广泛使用外，某些导弹武器也有采用。

## 发射火箭要沿着地球自转方向

大家都知道，跳远运动员在起跳前，先要助跑一段距离；而掷铁饼运动员，则是先转上几圈，再将铁饼投掷出去。这都是利用惯性，使人在起跳前、铁饼在出手时，就有了一定的初速度，可以比静立着跳得更远、投得更远。

发射火箭之所以要顺着地球自转的方向，道理正跟跳远和投掷铁饼一样，因为地球上的物体都随着地球的自转一起转动。根据惯性原理，如果顺着地球自转方向发射火箭，火箭在离开地球时就已经有了一个初速度，这个初速度的大小就是地球自转的速度。

地球由西向东自转，地球自转的线速度并不是全球各点都一样的，越近南北极，线速度越慢；越近赤道，线速度越快。在南北极的中心点上，线速度几乎等于0，可是在赤道上，线速度可达465米/秒。要使火箭绕着地球飞行不落到地球上，那就需要使火箭达到7.9千米/秒的第一宇宙速度；要使它飞向月球，就需要达到11.2千米/秒的第二宇宙速度。要达到这样的速度，当然首先要依靠火箭本身的推力，可是如果火箭在赤道上发射，那么因为有465米/秒的初速度可借，火箭的推力略为小一点点，问题也还不大。

当然，如果发射火箭的推力大到足够的程度时，就不一定要借用地球自转的速度了。不过无论从科学上、经济上来考虑，沿着地球自转方向发射火箭，借用地球自转的速度总是有利而无弊。

## 一枚火箭可以发射多颗卫星

发射卫星的传统方式是用一枚火箭发射一颗卫星。而用一枚火箭同时发射多颗卫星进入轨道，则是一种先进的航天发射技术。因为准备一次火箭发射，需要耗资数千万元和历时数年，工作量相当大，涉及范围也十分广，而且每次发射难免要承担一定的风险。一箭多星就能以较少的代价取得较多的效益，所以它从一个方面代表了一个国家航天技术的水平。

一箭多星技术一般采用两种发射方式，其一是将多颗卫星一次投放，进入一条近似相同的运行轨道，卫星之间相距一定的距离；其二是利用多次起动运载火箭的末级发动机，分次分批地投放卫星，使各颗卫星分别进入不同的运行轨道。显然，后者的技术就更为高超。

为了实现一箭多星，需要解决许多技术关键。首先是要提高火箭的运载能力，以便把质量更大的数颗卫星送入轨道。其次是需要掌握稳定可靠的“星一箭分离”技术，做到万无一失。运载火箭在最后的飞行过程中，卫星按预先设计的程序从卫星舱里分离出来，既不能相互碰撞，又不允许相互污染。还需选择最佳的飞行路线和确定最佳分离时刻，使多颗卫星在各自的轨道上“就位”。另外，还必须考虑运载火箭装载多颗卫星以后，火箭结构刚度和重心分布发生变化，会使火箭在飞行

中难以稳定，多颗卫星和火箭在飞行中，所载的电子设备可能会发生无线电干扰等特殊问题。

最早实现一箭多星技术的国家是美国。1960年，美国率先用一枚火箭成功发射了两颗卫星。1961年，又实现了一箭三星。前苏联也多次用一枚火箭发射了八颗卫星。我国于1981年9月20日开始，用“风暴1号”火箭发射了三颗科学试验卫星，成为世界上第四个掌握一箭多星技术的国家。从1981年至今，已进行了12次一箭多星的发射，次次成功，分别一次把三颗卫星或两颗卫星送入预定轨道，包括许多国外的卫星在内。这表明我国的一箭多星技术已达到相当高超的水平。

## 载人航天器要有生命保障系统

载人航天器与人造卫星虽有很多相似之处，但有一个最大的不同点，就是前者装有生命保障系统。这是因为载人航天器担负着把人送上太空的重任。

载人航天器中的生命保障系统，用来保障人在航天活动中的安全，并提供合适的生活环境和工作环境。在载人航天器的密封舱内，温度大约 $20^{\circ}\text{C}$ ，气压接近一个标准大气压，即101千帕左右；舱内的空气成分氧气为21%左右、氮气为78%左右，也与地球大气接近。生命保障系统同时具有随时对二氧化碳的清除功能，并保证人和设备所需水的供应，这些水可以从地面携带上来的或是在航天器内再生的。当然，生命保障系统也包括对产生的废物（人体排泄物和生活废弃物）进行收集和处理。

航天医学是生命保障技术的医学基础。它主要研究航天对人体的影响，并寻找有效的防护措施，以保证航天员的健康与安全，以及航天员在太空中的工作效率。

同样，当航天员离开载人航天器进行舱外活动时，他们身上穿的航天服，也具有部分简易生命保障的功能。

用作动物和生物试验的生物卫星和生物火箭，也要有生命保障系统，其功能与载人航天器的生命保障系统相同，但系统的组成比较简单些。

## 载人航天器要有应急救生装置

1983年9月27日，前苏联的拜克努尔航天发射场上，“联盟T-10A”宇宙飞船即将升空，就在起飞前瞬间，运载火箭的一级发动机发生了爆炸。眼看船毁人亡之际，火箭顶端的救生塔突然打开，把两名航天员弹射到1千米外的安全区，航天员死里逃生，这就是应急救生装置的功劳。

载人航天是项高风险的事业，从起飞、运行到返回地面，随

时都可能发生意想不到的险情。从1961年第一名航天员进入太空以来，前苏联和美国已有14名航天员在航天活动中不幸遇难。因此，人们设计制造了一整套的应急救生装置，把拯救航天员的生命作为最重要的大事。这些装置包括弹射座椅、救生塔、分离座舱和载人机动装置等。本文前面所提到的发射场情景，就是使用了救生塔内的弹射逃逸装置。

载人航天器在上升飞行阶段，一般使用弹射座椅或救生塔；在返回阶段，一般采用弹射座椅或分离座舱。在轨道上，

则由一艘载人航天器去靠近出故障的航天器，并与之对接，最后把航天员营救出来；或者是故障航天器内的航天员乘坐载人机动装置离开，飞到另一艘载人航天器上去。

有了应急救生装置后，航天员的生命安全得到了很大保障。据称，目前载人航天器的可靠性已经提高到 95% 以上。

## 像陀螺一样旋转的航天器

在无依无靠的太空中，一个航天器始终要保持一种特定的“姿势”，在某个轨道上运行，或是“固定”在太空的某个位置上，是十分困难的。

太空中没有“风”吹，没有“人”去推，航天器为什么还会自己“开小差”呢？其实，由于太空中的不均匀的引力、残留的大气和空间微小颗粒的碰撞，都会使航天器处于不稳定状态。

为了使航天器保持稳定的状态，科学家们干脆使航天器像陀螺那样旋转起来。我们知道，凡是高速转动的物体，都有一种保持转动轴方向不变的特性，这叫做自旋稳定或定轴性。

玩过陀螺的人都知道，陀螺可以围绕它的转轴旋转很长时间，如果没有空气的阻力和转轴与桌面的摩擦力，理论上，陀螺可以非常稳定地围绕转轴永远旋转。人们模仿陀螺制成了陀螺仪，它就是利用陀螺高度稳定的定轴性，可以测出微小的位置变化。

在太空中，航天器受到的空气阻力很小，又没有摩擦力，所以，让航天器像陀螺那样旋转，可以十分经济有效地使航天器保持稳定的定向，这种自旋稳定还具有较强的抗干扰能力。

许多航天器都采用自旋稳定，而且它们的形状接近矮圆柱形，呈轴心对称，这样就可以避免出现自转轴的周期性微小变化。自旋稳定的优点是操作简单，不消耗能源。当然，一些形状不规则或不呈轴心对称的航天器，就不能采用自旋稳定来保持稳定状态。

## 航天器在太空中的姿态

我们在读书写字时要保持正确的姿势，航天器在太空中也要保持正确的姿势吗？是的，这可是航天器在执行任务时，要满足的最起码的条件。

进入太空的航天器，如人造卫星，都是为了执行一些特定的任务。有的要对宇宙中的某一个天体进行观测；有的要监视地球的某个地域；有的要在空中对地球进行多地点的无线电转发；等等。许多航天器还装有大面积的太阳能电池板。如果把航天器上的各种探测仪器的传感器比作眼睛，把航天器上向地面传送信息的天线和接受太阳能的电池板比作耳朵，那么，航天器的“眼睛”和“耳朵”带有明显的方向性，只有同时对准各自特定的目标，航天器才能做到“耳聪目明”。

如果本来应该对准地球的传感器却面朝太阳，本来要对准太阳的太阳能电池板却背着太阳，处在阴暗面，那么，辛辛苦苦发射到太空的航天器就不能正常工作，成为一堆废物。举个例子，如果某颗负责电视转播的通信卫星的姿态发生了较大的误差，地面上成千上万的定向卫星电视接收天线将收不到电视信号。

所以，航天器要时刻进行姿态控制，使自己的“眼睛”

和“耳朵”始终对准目标。一些执行复杂任务的航天器，还要随时从一种姿态转变成另一种姿态。

## 太空中航天器的修理

如同飞机、汽车等会发生故障一样，航天器同样也会出现各种各样的毛病。然而，远在地球上空 400 ~ 500 千米处飞行的“患病”航天器能不能修理呢？回答是肯定的，派航天飞机去修。

航天飞机本身就是绕地飞行的航天器，它所处的高度和速度跟那些出了问题在轨道上游荡的航天器几乎相同，加上它又具有能改变自己绕地轨道的轨道机动辅助发动机、控制飞行姿势的反作用控制发动机、抓取卫星的遥控机械手等精良设备，所以它就有可能飞到那些发生故障的航天器身旁去进行修理。

1984 年 4 月，美国“挑战者号”航天飞机首次在空间绕地轨道上，捕获并修复了一颗名叫“太阳峰年”的观测卫星。

“太阳峰年”卫星是美国在 1980 年 2 月发射的，用来监测 1980 年太阳活动峰年中太阳表面耀斑的活动情况。同年 11 月，这颗卫星上的姿态控制装置和 3 台电子观测仪器突然失灵，接着又从 540 千米高的轨道上逐渐下降到 480 千米高的轨道上，并有可能坠落于地球大气层焚毁。

“出诊”的航天飞机，花了约 4 小时的时间，飞到距卫星约 60 米的地方。随机“出诊”的航天员穿好舱外航天服，背上一具装有喷气推进器的背包式生命维持装置，离开机舱。他借助于喷气推进器喷出的气流在太空“行走”，缓慢地“走”向 5.4 米高的六角形卫星主体。但因卫星每 6 分钟转一周的自

转速度太快，使处于失重状态下的航天员无法用手里的 1.2 米长、雨伞状的捕捉杆插入卫星体上的火箭发动机喷口。于是请地面卫星控制中心对“太阳峰年”卫星上的电脑发出减慢自转速度和保持稳定的两个指令，再用航天飞机的机械手的“手指”插进卫星体上的火箭发动机喷口，才把卫星牢牢地拴连在机械手上，拉回来放到航天飞机敞开的货舱内特设的修理台上，用新的零部件换下了卫星上损坏了的姿态控制装置和一台日冕观测仪的电源部分，修理了硬 X 射线成像分光计以及软 X 射线多色仪。全部工作花了将近 200 分钟才完成。修复的卫星最后由航天飞机调整自己的飞行高度，升高到“太阳峰年”的原来绕地运行轨道上，通过机械手把卫星推向太空。

1992 年 5 月 14 日，美国“奋进号”航天飞机将一颗两年前发射的因火箭发动机故障未进入预定轨道的“国际通信卫星 6 号 F3”救了回来。给它安装了一个新火箭发动机，直接弹射入太空，使卫星进入预定轨道。这颗价值 1.57 亿美元的卫星终于得以重新“就业”。

1993 年 12 月，美国“奋进号”航天飞机对哈勃望远镜进行了修理。哈勃望远镜升空以后，科学家发现它发回的图像模糊，没有达到预期的效果。原来它的主镜磨坏了一点。以后又发现它的太阳能电池板出了问题，计算机的数据存储器也相继失灵。

于是，“奋进号”的机械臂把“哈勃”抓进了航天飞机，航天员为它更换了零件，并安装了一个新型的行星照相机等。这些修理工作进行了 7 天，修复后的哈勃望远镜比修复前分辨率大大提高，可见到暗 10~15 倍的天体。

这些都得归功于“太空修理工”。

## 能“飞回来”的航天器

航天飞机是运载火箭、宇宙飞船和飞机巧妙的“混血儿”。它在发射时，垂直起飞，像火箭一样；入轨道后绕地球飞行，像一艘宇宙飞船，并有与其他航天器机动对接的能力；返回地球时，又像一架滑翔机，在传统的飞机跑道上降落。对于使用一次就“报销”的运载火箭和宇宙飞船来说，航天飞机可以重复使用上百次，是航天技术一个重大的飞跃，被公认为 20 世纪科学技术最杰出的成就之一。

作为天地往返的运输系统，航天飞机最为高明之处就是它能像飞机那样平安、完整地返回地面，从而实现了航天器的反复利用，这就大大降低了航天活动的成本。

然而要使航天飞机飞回来并不是件容易的事，主要的难关就是防热。

虽然航天飞机具有三角形机翼和垂直尾翼，使它在大气中飞行时能够具有良好的稳定性和操纵性，犹如一架飞机一样飞行自如，但当它从地球轨道返回地球时，会以极高的速度（接近 30 倍音速）冲入大气层，机身表面将跟空气发生剧烈摩擦，使表面温度急剧升高，这就是所谓的气动加热。加热的后果是使用铝合金制成的飞机结构立即熔化，因为铝合金的熔点只有  $660^{\circ}\text{C}$ 。因此，科学家不得不给飞机穿上一件特殊的“防热衣”。

在机头和机翼前缘，那里的温度最高，可以达到  $1600^{\circ}\text{C}$  左右，就给它“穿”上一层耐高温的石墨纤维复合材料，以保护铝合金不被烧熔。在机身和机翼的上表面，温度大约是

650 ~ 1260℃，这些地方就“穿”上一层由 2 万块左右耐高温的陶瓷瓦拼成的阻热层。陶瓷瓦每块 15 厘米见方，2 ~ 6 厘米厚。在机身的侧面和垂直尾翼的表面，温度比较低，只有 400 ~ 650℃。这些地方只需稍加保护，就“穿”上 7000 块另一种规格的陶瓷瓦。这种陶瓷瓦每块 20 厘米见方，0.5 ~ 2.5 厘米厚。其他的部位最高温度不会超过 400℃，“穿”上一层涂有白色硅橡胶的纤维毡就可，而不需去使用前面那种分量较重、价格昂贵的陶瓷瓦了。

要把这 2.7 万多块陶瓷瓦贴上飞机表面，也非一件轻松的事。虽然陶瓷瓦的尺寸大部分是相同的，但也有少部分是根据飞机机身的特定部位而“量体裁衣”定制的。每块瓦上都预先标好号码，对照工艺图纸，一一“对号入座”，用黏胶贴上去。由于陶瓷瓦非常容易碎裂，因此工人们粘贴时务必小心翼翼，轻手轻脚，“慢工出细活”。美国第一架航天飞机，为粘贴防热瓦足足花了一年的时间。后来采用了粘贴机器人，进度才加快了许多。

从电视上我们还能看到，航天飞机在机场上着陆时，尾部会打开一顶大大的降落伞，这是为了使航天飞机更快地停下来，以缩短机场跑道的长度。

## 宇宙飞船和航天飞机的区别

宇宙飞船和航天飞机都同属于载人航天器，也就是说，它们都能保障航天员在太空中生活和工作，并最终平安返回地面。但是，它俩之间有什么区别呢？

先说宇宙飞船吧。宇宙飞船实质上就是载人的卫星。既是

卫星，它就有许多与卫星相同的系统，除结构、能源、姿控、温控外，还有遥控、遥测、通信、跟踪等无线电系统。但因它又是载人的，因而就有与卫星不同的系统，包括应急营救、返回、生活保障等系统，以及交会雷达、计算机和变轨发动机等设备。

宇宙飞船通常由三大部分组成。一是返回舱，除供航天员乘坐外，也是整个飞船的控制中心；二是轨道舱，这里装备有各种实验仪器和设备，是航天员在太空的工作场所；三是服务舱，装备有推进系统、电源和气源等设备，对飞船起服务保障作用。由于宇宙飞船源于卫星，其体积和重量都不能很大，船上携带的燃料和生活用品都是有限的，因此飞船每次只能乘载 2~3 名航天员，在太空中的停留时间也只能是短短的几天。

在 20 世纪 60 年代至 80 年代，前苏联和美国都研制了好几种宇宙飞船，把航天员送上了地球上空甚至到达月球。现在，俄罗斯的“联盟号”宇宙飞船仍在服役使用。

再说说航天飞机。航天飞机的外形类似普通大型飞机，由机头、机身、机尾及两个三角机翼、垂直尾翼构成。机头是航天飞机的驾驶舱，航天员在这里控制飞机的飞行。机身是飞机的大货舱，有一节火车厢那样大，可装 20~30 吨的货物，机械手可伸到 15 米远的地方，把十几吨的卫星抛入太空，或把在太空有故障的卫星捉住，送入货舱。机尾是航天飞机的主发动机。它们两侧有两个对称细长的固体燃料助推器，下方还有一个巨大的楔形推进剂外储箱。航天飞机垂直发射起飞，上升到一定高度以后，将使用过的助推器和外储箱卸掉，靠主发动机进入近地轨道。完成任务后重返大气层，像飞机一样滑翔到预定的机场。助推器坠落在洋面上，可回收再用 20 次。而航

天飞机返回地面后，经过检修也可重复使用 100 次。

从 1981 年至今，美国已有五架航天飞机在太空遨游，完成了 95 架次的飞行。它的每次航行，最多可载 8 名航天员在太空呆上 7 ~ 30 天。

通过对宇宙飞船和航天飞机的简单介绍，我们可以知道，宇宙飞船是一次性使用的，乘员少而且飞行时间短；而航天飞机是可重复使用的，与宇宙飞船相比，乘员更多，而且在太空中的时间更长，因此可以在太空中干更多的事情。

## 能发射和回收卫星的航天飞机

航天飞机有好些用途，其中发射和回收卫星，是它的重要使命。

太空中有成百上千颗人造卫星，时刻在为人类服务。但要把卫星送入太空，不是一件容易的事情，通常是采用多级运载火箭来发射。制造一枚运载火箭，从试验研究、设计制造到装配发射，不但要花很长的时间，还要耗费大量的人力、物力和财力。一枚大型运载火箭，价值都在几千万美元以上。不过最为遗憾的是，运载火箭只是一种一次性使用的工具。一旦把卫星送入轨道后，它自身的一部分会变成“太空垃圾”长留太空，其余部分则坠入大气层化为灰烬。要发射一颗卫星，就要制造一枚火箭，有时为保险，还要制造备用火箭。这需要多大的代价呀！因此，就是一些富有的航天大国也不堪负担，时时去寻找新的出路。

航天飞机的出现，为卫星发射开辟了路径。因为它运行在近地 185 ~ 1100 千米的轨道上，那里几乎没有重力，因而施放

卫星只需要比地面上小得多的推力就行了。加上航天飞机有高达 30 吨的运载能力，完全可以把各种大小的卫星先装入机舱，再带到太空中去发射。这就好比把地面的卫星发射场，搬到了太空中的航天飞机上。卫星从航天飞机弹射出来后，再让卫星上的发动机点火工作，将卫星送入预定的位置。

科学家曾算过一笔账，由于航天飞机可以多次重复使用，用航天飞机发射卫星的费用，还不到用火箭发射的一半，你看这多划算。

同样的道理，航天飞机也可以在低地球轨道捕捉和修理失效的卫星。太空中那些昂贵的卫星，有时也会突然损坏，或未能进入预定轨道，或因“服役”期满而停止工作。那些因某个零部件损坏而“短命”的卫星，如让其在太空中“流浪”，真是极大的浪费。此时，航天飞机利用机动飞行，去接近卫星，实行“上门服务”，就地“诊断修理”。有些卫星实在无法修理，就带回地面“住院治疗”。这些“绝活”，绝非是运载火箭所能干得了的。

1984 年，“挑战者号”航天飞机在太空中，首次修理好了“太阳峰年号”太阳观测卫星，开了航天飞机修理卫星的先河。1993 年和 1997 年，又有航天飞机两次在太空中修理哈勃望远镜，使它更加“眼明心亮”。我国长征火箭发射的第一颗卫星——“亚洲一号”通信卫星，也是 1984 年航天飞机从太空中回收下来的美国“西联星 6 号”通信卫星，它因末级发动机故障未能入轨，在太空中“流浪”了大半年。

航天飞机用来发射和回收卫星，开创了航天器应用的一个新时代。

## 航天器在太空中的对接

汽车要进站，轮船要进港，航天飞机和宇宙飞船的“港湾”就是空间站。

空间站通常建在近地轨道上。1971~1982年，前苏联向太空发射了7座名为“礼炮号”的空间站；1973年，美国发射了一座名为“天空实验室”的空间站；1986年，前苏联又发射了“和平号”空间站。目前，美国、俄罗斯、日本、加拿大、巴西和欧洲空间局的11个成员国，正共同筹建世界航天史上的最大航天工程——国际空间站。

科学家建立这些空间的港湾，其目的是进行生物医学、天体物理、天文观测和建立太空工厂。因此，有许多科学家必须在空间站里工作一段时间，空间站里的设备需要维修，给养需要补充，人员需要更换……这些工作都由航天飞机和宇宙飞船来承担。当它们来到空间站的时候，由于太空的险恶环境，不能像汽车进站和轮船进港一样方便，这就需要进行太空对接。

1995年6月，美国的“阿特兰蒂斯号”航天飞机和俄罗斯的“和平号”空间站在太空首次对接成功。质量为100吨的航天飞机和质量为124吨的空间站，在缺乏重力的太空环境下对接，任何失误都可能导致相互碰撞而失败。因此，对接的过程十分缓慢，两者的相对速度大约是2.5厘米/秒。对接系统采用了两个圆环构成的双重结构，上层圆环可以缩进，装有3个花瓣状的挂接机械；下层是基座，装有12组挂钩和插销。

两个庞然大物在太空不断纠正航线，终于衔接在一起，这时机械弹簧锁把它们锁住。90分钟以后，对接口通道内灌进

了加压空气，航天飞机和空间站的舱盖才打开，航天员们终于相会在一起，相互握手，欢呼对接成功。1995年11月，“阿特兰蒂斯号”航天飞机第二次与“和平号”空间站对接，为建立国际空间站做准备。

1998年12月6日，由美国“奋进号”航天飞机携带上天的“团结舱”——国际空间站的一个部件，与俄罗斯的“曙光舱”实现了对接。这次对接完成了国际空间站的第一期拼装工程，形成了国际空间站的核心。

“曙光舱”和“团结舱”实施对接之后，使航天员完成了国际空间站两个太空舱之间的40对电气接头的连接工程，从而使电力和数据可以在两个舱之间流动。

1999年5月，美国“发现号”航天飞机又载着7名航天员前往国际空间站，它们为国际空间站运送1630千克的各种物资，包括计算机、急救药箱和一台建筑用的起重机，供组装国际空间站的需要。

这一次对接，安排在航天飞机和空间站均从俄罗斯地面站上空飞过的时候，计算十分精确，并且如期完成了对接。

## 建造国际空间站

太空是人类除陆地、海洋和大气以外的第四环境。对这个新的环境，人类正在去研究和开发它。而太空中的“小房子”——空间站，正好为人类探索、开发和利用太空资源提供了一个特好的场所。空间站成为人在太空中长期生活的试验基地，可以锻炼人对太空环境的适应能力，为未来人类漫长的载人星际航行和向外星移民做好准备。

从 1971 年至 1982 年，前苏联向太空发射了 7 座名为“礼炮号”的空间站，1973 年，美国也发射了一座名为“天空实验室”的空间站，一些航天员在这些空间站里进行了天文学、医学、生物学等研究，以及对自然资源的考察，取得了不少成绩。但这几座空间站在太空轨道上的寿命



“和平”号航天站

都不长，能够接纳航天员的人次也很有限，因此被称为第一代和第二代空间站。

1986 年 2 月，前苏联发射了第三代“和平号”空间站，至今仍在太空中运行。10 多年来，共有 10 多个国家的 100 多名航天员光顾了这座总长 50 多米、质量 123 吨的“航天母舰”。俄罗斯和美国的航天员，还在站上分别创下了 439 天和 188 天男、女航天员在太空连续生活的最长纪录。在这个特殊的舞台上，航天员们演出了一幕幕动人的节目，在天文观测、生物医学实验、材料工艺实验和地球资源探测等方面，都获得了重要的成果。

不过毕竟十年沧桑，“和平号”空间站日显老态龙钟。近年来各种故障接连不断，经常处于带病工作状态。于是，一座新的国际空间站便应运而生。

国际空间站是 1993 年决定上马的，由美国、俄罗斯、日本、加拿大、巴西和欧洲空间局的 11 个成员国共同筹建，是

世界航天史上第一次由多国合作建造的最大航天工程。

根据计划，国际空间站将分三个阶段来完成。第一阶段从1995年至1998年，美国航天飞机与“和平号”空间站对接9次，利用空间站获取航天员在太空中长期工作和生活的经验，以降低国际空间站装配和运行中的技术风险；第二阶段为1998年至1999年，一些主要部件将发射上天，在太空中构成一个过渡性的空间站，达到有人照料的状态；第三阶段从2000年至2004年，完成全部硬件的装配。整个装配将要动用美国和俄罗斯共47次航天发射，大批航天员将在太空中进行操作。

完工后的国际空间站，由6个实验舱、1个居住舱、2个连接舱、服务系统及运输系统等组成，是个总长88米、质量约430吨的庞然大物。它运行在约400千米高度的太空中，4个宽为108米的太阳能电池提供功率为110千瓦的电力，空间站的居住舱容积为120立方米，气压始终保持在一个标准大气压。与“和平号”空间站相比，可算是“鸟枪换炮”了。

人类离不开空间站，航天需要空间站。国际空间站作为航天技术发展的重要里程碑，将在人类征服宇宙的过程中继续做出新的贡献。

## 航天交通运输的起点——发射中心

航天运载器发射中心是航天交通运输网的起点，是为保障航天运载器的装配、发射前准备、发射、测量、发送指令、接收和处理遥感信息而专门建造的一套地面设备、设施。发射中心是完全为航天运载器服务的，它的结构组成和设备配套完全

由发射航天运载器的任务而定。

通常，一个发射中心可以分为五大部分：技术阵地、发射阵地、测控系统、搜索救生系统以及生活区和后勤系统。

航天发射中心的设备可以分为通用设备和专用设备两类。通用设备是一些基础设施，执行任何发射任务都可通用，包括电力、照明、通信、采暖、通风、消防及升降机等。专用设备是用于火箭与航天器的运输、装卸、装配测试、起竖、加注、充填压缩气体、调温、发射和飞行控制等设备。

航天发射中心是一个庞大复杂的系统，包括许多设施、设备。决定其结构组成和设备配套不仅仅是运载航天器的结构和任务，其他如地理位置、国家航天技术水平和经济状况等都会影响其结构组成。

航天发射中心场址的选择，涉及到许多因素，甚至要涉及到许多国家间关系问题。因为航天运载器的发射过程中要跨越许多国家的领空，所以要考虑火箭发射区、坠落区以及航天器的收回区建立禁区的可能性，考虑火箭在飞行时出现故障的情况下所采取的安全措施，以及治航区设置测量站和测量船的必要性等等。

另外，发射中心所在地区的气候条件也是要考虑的重要因素，它在很大程度上决定着发射场的技术能力，影响着地面系统工作的可靠性。

世界上绝大多数发射中心都是由原来的导弹和实验场演变而来。第二次世界大战以后，为了满足导弹更大射程的要求，1945年下半年美国建成了三个导弹发射场。第一个是射程达80千米的沃洛普斯飞行中心，第二个是射程达161千米的白沙导弹靶场。第三个是射程为100千米的海军空中发射设施。

随着航天事业的发展，在第一批发射场的使用取得了经验后，20世纪50年代后半期与60年代初期开始着手建设更完善的发射场，以供发射现代的运载火箭、人造卫星、空间站及航天飞机使用。

20世纪50年代中期前苏联建造了拜科努尔发射场，60年代中期在普列茨克导弹基地基础上建成了新的航天发射场，发射了人造地球卫星、载人飞船和空间站。

1958年美国在库克空军基地的基础上改建了范登堡空军基地，以后在长纳维拉尔角重建了肯尼迪航天中心发射场，用以发射各种航天运载器。

中国的航天事业发展迅速，兴建了功能设备齐全、生活设施完善、供多种发射任务使用的酒泉、太原、西昌发射中心，多次成功地发射了自己的卫星，并于1990年4月用“长征3号”运载火箭成功地发射了美国制造的“亚洲卫星1号”。

日本也拥有鹿儿岛航天中心与种子岛航天中心。1985年在种子岛兴建的吉信发射场是目前世界上规模大、现代化程度很高的发射场，用以发射“H-2”火箭。

## 新兴的发射系统——海上发射平台

要建一个现代化的航天发射中心，需要占用大量的土地，而且发射方向也受到限制。因为万一发射事故或者靶场安全官员不得不毁掉火箭时，不允许火箭发射弹道通过居民区上空。由于这个原因，世界上一些主要发射场或航天发射中心都设在沿海。

发射中心即使设在沿海，也会受到社会和产业方面的限

制。如日本的种子岛发射场，由于捕鱼工会的抗议，该发射场发射作业被限制在两个 49 天的周期内，平均每年只许发射 4 次。这样就很难安排因技术问题而推迟的发射。

由于前苏联没有沿海发射场，它的航天设施位于低人口密度地区，尽管这样，脱落的火箭各级，含有一些毒性和腐蚀性很高的推进剂，必然引起污染。

如果将发射场设在广阔的海洋上，上述问题就会得到很好的解决。20 世纪 60 年代中期，意大利在印度洋中建立了第一个民用移动式赤道发射场——圣马科发射平台。它包括两个不同类型的平台。一个起发射台作用，另一个是控制发射的指挥所。

1995 年，美国波音公司、乌克兰南方公司、俄罗斯能源科研生产公司和挪威克韦尔纳公司组成一个海上发射公司，它们准备在地球赤道附近的海洋上建立一个与圣马科相类似的海上发射平台，也是由两部分组成，一部分用于发射，一部分用作控制中心。不同之处是这个平台是安装在一艘船上。

这个发射平台设计有 133 米长，60 米宽，42.5 米高，3 万多吨重。支撑平台的 4 根大圆柱，直径就有 10 米以上。平台上设有环境控制的机库，火箭就放置在其中向发射场转移，另外还有将火箭竖起到发射位置的设备。平台上装有足够的供发射用的煤油和液氧，并可提供 20 人的食宿，人员在发射前将撤离到平台以外 5000 米。

海上平台发射系统另一个主要部分是装配指挥船，在港口内它将作为装配与组装设施，在海上就成为发射指挥控制中心。船上还配有直升机起落场和机库。

1996 年 8 月，海上发射平台开始施工，1997 年 6 月主体

平台竣工，移交后即开往俄罗斯的维堡，在那里将安装俄罗斯制造的发射设备。由于海上发射比陆地发射要经济，所以现在海上发射公司已接到十几次发射的订单。崭露头角的海上发射平台就显示了其巨大的潜力。

海上发射公司所运用的运载火箭是“天顶号”。据发射公司称，“天顶号”已成功发射 24 次，火箭的第四级已成功飞行 159 次，该系统具有很高的实用性和可靠性。

海上发射公司的“天顶号”运载火箭，其有效载荷运载能力为 5000 千克，可将载荷运送至地球同步轨道。

有关专家称，随着海上发射技术的不断成熟，将来的航天发射中心必然会由陆地转移到海洋，海上发射公司可能是这一变化的转折点。

## 航天器的导航设施

载人航天器在太空飞行期间，空间导航设施起着重要的作用，它是航天交通网的“路标”。空间导航的主要任务是监测航天器距目标的距离，飞行速度以及飞行方向的偏差，导航工作最主要的是进行跟踪测量。

在载人航天的初期，大部分导航工作是由地球上的设备来完成的。航天器本身只完成一小部分。后来由于导航技术的发展，载人航天器本身完成的工作越来越多。可以预测，随着现代计算机和导航设备的性能越来越先进，未来的载人航天器会具有完全独立的空间导航能力。

载人航天器在飞行过程中，在不同的阶段将采用不同的空间导航方法。目前主要的方法如下。

(1) 在航天器地面控制飞行期间，可采用无线电测距和甚长基线测量法测速。航天器可以采用惯性测量装置、空间六分仪和光学星图表，使航天员时刻都能知道自己的飞行状态。

(2) 载人飞行器在轨道对接时，要进行机动飞行，时刻调整偏差，这时主要采用无线电测距和航天员目视跟踪。

(3) 航天器在降落期间可以采用雷达测距和多普勒测速。航天器向地面降落时还可以采用着陆辅助设备。

航天器的空间导航设备主要有地面导航设备和航天器上的导航设备两种。

航天器在大多数阶段都是靠地面导航设备来导航的，美国宇航局主要依靠地面雷达进行跟踪测试，然后再根据信号计算航天器飞行的距离，其精确度可达到几米。

20世纪70年代，美国载人飞船在执行任务期间，主要依靠地面的跟踪测量船，多艘跟踪测量船可以构成一个太空跟踪网。另外还有3个地面测量站，主要分布在加利福尼亚州、澳大利亚和西班牙，基本上覆盖了全球。地面跟踪站从无线电信号提取多普勒速度和距离信息，并通过跟踪站传送到设在加利福尼亚的喷气推力中心实验室的中央计算机，然后对数据进行处理，以及时调整航天器的速度及飞行姿态。

载人航天器上的导航设备主要有惯性测量装置、空间六分仪和光学定位系统。

惯性测量装置最早应用于飞机导航，后经过改进又用到了火箭上，尔后又经过适当改进被用在了载人航天器上，用于测量航天器的飞行姿态、所在位置和飞行速度。美国为“阿波罗号”研制的惯性测量装置是一种典型的导航设备。它由3个常规陀螺仪和3个安装在稳定平台上的加速度表组成。

空间六分仪用于测量瞄准线与各种星体间的角度，用此来测定飞行器的飞行方向。当恒星偏离六分仪的瞄准线时，表明惯性测量仪需要重新对准。

光学定位系统利用目标周围的恒星背景作为确定载人航天器接近目标体的方向。同样载人航天器上也装有目标测距装置和多普勒雷达，在飞行过程中，载人航天器上和地面上的测量系统自始至终共同工作，以达到最高的导航精度。

空间导航与地面导航不同，飞行器的飞行轨道是预先设定好的，在飞行器飞行过程中通过各种仪器描绘出其实际的飞行轨道，然后对比其预先测定的轨道模型，及时修正飞行器的飞行姿态，以完成预定的任务。

## 航天交通规则

航天技术是现代高科技的前沿，各国都竞相开发太空，进入太空活动的国家越来越多。太空是全人类共同拥有的资源，开发宇宙的活动从一开始就超越了一国范围而带有国际性。但是少数航天大国为了本国的利益，不断扩大太空的军事活动，不但在太空布置大量的军事侦察卫星，而且还加紧研制航天武器，把太空变成潜在的战场，威胁世界和平与安全。因此需要建立和健全太空法规，规范各国的航天行为加强太空管理，维护太空秩序。

20世纪50年代末，当时的美国总统艾森豪威尔首先提出了制定外层空间国际法问题。1959年，联合国成立了常设机构——“和平利用外层空间委员会”，具体研究和协调太空管理的技术和立法问题。1963年12月13日，联合国大会通过

了“各国探索和利用外层空间活动的法律原则宣言”，为太空立法订立了原则基础。1967年1月27日签订了“关于各国探索和利用包括月球和其他天体在内的外层空间活动的原则条约”，共17条。是管理太空的根本法规。

该法规定了开发利用外层空间的目的必须是为全人类谋福利。各国在开发利用太空上，相互平等，相互合作，保持国际的和平与安全，增进国际间的合作与了解，抑制航天军事化趋势。

但是随着航天事业的不断发展，新的矛盾和问题不断出现，国际空间法有待于进一步完善。如由于航天活动日趋频繁，太空中的碎片逐渐增多，大量的火箭壳体、报废的航天器及航天员生活废弃物等对太空环境造成污染，对航天活动构成威胁。许多空间科学家和法学家呼吁尽快制定相关法律，对太空垃圾严加管理，有效处理。

航天活动还会对地面、海洋及大气层等环境造成污染。例如，运载火箭和航天飞机发射时喷射的燃气含有大量有害化合物。某些化合物升到高空还会破坏臭氧层。研究分析表明，诸如像航天飞机那样的运载器，每发射60次就会使臭氧减少0.5%。航天活动中释放的粒子和水蒸气，会改变电离层的状态，影响无线电波的正常传播。因此应制定有关的管理法规。

此外，对现有法规的执行还有一个监督的问题，以保障法规的实施。

为了积极参与航天合作促进航天事业的发展，我国于1980年加入了联合国“和平利用外层空间委员会”，1983年12月正式加入了“关于各国探索和利用包括月球和其他天体在内的外层空间活动的原则条约”。这对于我国进入国际航天

市场、积极从事航天活动，提供了可靠的法律依据和法律保障。

## 神奇的天梯——火箭

火箭应具备这样两个基本特点：第一，有强劲的推动力，可以达到宇宙速度，挣脱地球、太阳的引力；第二，在没有空气的太空，它的发动机可以照常工作。

为了寻找这一登天的“天梯”，现代火箭的先驱们进行了不屈不挠的探索。到 20 世纪 40 年代火箭终于诞生了。现代火箭技术是直接受我国古代火箭启发制成的。

举世公认，火箭的发源地是中国。一千多年以前的中国人就发明了一种武器，将装有火药的竹筒绑在箭杆中部，当点燃导火索以后，火药急剧地燃烧，猛烈地向后喷出烟雾，箭体受到一个向前的推力，冒着烟向敌方阵地飞去。人们称这种武器为“火箭”。火箭比其他箭飞得更快、更远，杀伤力更大。我国明朝时期是古代火箭发展的鼎盛时期。当时的火箭已经发展到十几种，而且还研制成多级火箭，这是火箭发展史上意义重大的突破。

在火箭发展史上，我国做出过杰出的贡献。但是在漫长的封建社会中，火箭技术没有得到发展，那些闪光的思想便被埋没了。西方国家在掌握了原始的火箭技术后，却走在了现代火箭发展的前列。

现代火箭理论的奠基人是俄国的齐奥尔科夫斯基。他出生于俄罗斯的一个小镇，10 岁的时候不幸得了严重的猩红热，病愈后失去了听觉。他不得不呆在家里自学，后来当上了中学

教师。在 39 岁时他开始系统地研究火箭。1903 年，他发表了名为《乘火箭飞船探索宇宙》的著名论文，文中提出了液体火箭的理论。

他认为以往的火箭都是使用固体燃料的，这种燃料一旦点燃就无法控制。在星际航行中火箭的推力应该像油门一样可以调节，于是他大胆地设想用液氧做氧化剂，和燃料煤油一起作为推进剂，由一个泵调节进入燃烧室推进剂的分量。

这篇论文指出了人类的宇航之路，因此俄国人称他为“火箭之父”。由于当时的技术条件和时代背景的制约，这些理论成果并没有在试验方面得到支持，在他的有生之年也未能造出一枚具有现代特征的火箭。

20 年后，才有一个名叫哥达的美国人开始试制齐奥尔科夫斯基的液体火箭。1919 年哥达发表了论文《到达真空的方法》，论述火箭可以在没有空气的宇宙间飞行。1920 年开始试制液体火箭，这件工作难度极大，他费尽了心血。1926 年 3 月 16 日他成功地发射了世界上第一枚液体火箭，这支火箭在 25 秒内升高了 12 米，飞行了 56 米。

在第二次世界大战中，由于战争对武器的需要，促进了火箭的发展。第二次世界大战中，法西斯德国首先研制了液体火箭，命名为 V-2，火箭全长 14 米，直径 1.65 米，总重量为 5.4 吨。火箭的最前端是重达 1 吨的装着炸药的弹头，射程是 330 千米，飞行速度是 6 倍音速。

1944 年 9 月的一个夜晚，德军从被占领的荷兰向英国伦敦发射了这种 V-2 火箭，不久伦敦市区警报声四起，火光冲天，巨大的爆炸声震耳欲聋。伦敦的防空部队打开了所有的探照灯，把黑夜照得如同白昼一样。奇怪的是空中没有一架敌

机。后来才查明，这次袭击伦敦的不是德国的飞机，而是一种叫做 V-2 导弹的新式武器。它在荷兰海岸发射，几分钟就可以飞越英吉利海峡击中伦敦。

1945 年 5 月 7 日，德国宣布无条件投降，德国被盟军和苏军占领。美军捷足先登，将德国的 150 名高级研究人员，以及整批 V-2 零件，迅速运回美国。前苏联也不甘示弱，但他们毕竟晚了一步，只带走了一些一般工作人员，不过他们带走了所有的设备。相当于搬走了一个完整的 V-2 工厂。后来美国和前苏联的巨型火箭，与 V-2 都有着密切的关系，也可以说得自 V-2 的真传。人们开玩笑说，“美国和前苏联的火箭在空中相遇时都用德语打招呼”，正形象地说明了这一历史。

自此之后，苏美两国展开了激烈的太空争夺战，这场战争的核心部分就是火箭的竞争。1955 年前苏联制造了一种可以携带核武器的导弹，具有很大威力。这时前苏联的火箭技术已领先于美国。1957 年 10 月 4 日，前苏联在科努尔发射场上，用一枚代号“T3A”的运载火箭成功地将一颗人造地球卫星送入轨道。

这些消息使美国震惊，也使美国最终批准了卫星计划。从那时起美国科学家迅速地研制出了一系列火箭。1969 年 7 月登月计划成功实现。这无疑显示了美国火箭在飞行准确和安全方面的领先水平，也说明了美国在太空领域取得了优势。1971 年，美国又成功地发射了绕火星飞行的人造卫星，此时人类已达到并能够准确地把握第二宇宙速度。1987 年，“先锋者 10 号”成为第一颗飞离太阳系的人造天体，火箭对速度的超越才告一段落。

火箭要能在空中飞行，必须解决两个问题：燃烧时所需要

的氧气何来？前进的推力由何而来？

燃烧是一种化学反应过程，必须有燃料和助燃剂。由于人们所熟悉的燃烧都是在空气中进行，无需提供特别助燃的氧气，于是便想当然地认为，只要有燃料就可以燃烧了，忽视了助燃剂的作用。飞机的喷气发动机只需携带汽油，发动机工作时从空气中获取助燃剂——氧气。那么要使这种发动机在真空中工作，必须自己携带氧气。

火箭的发动机既携带有燃料，又携带有助燃剂。两剂合在一起称作推进剂。火箭只有携带自己全部的“口粮”才能在太空中飞行。当然它也可以在大气层中飞行。

第二个问题是如何获得“推力”。牛顿第三定律告诉人们：当甲物体对乙物体施加一个作用力时，乙物体也必然同时对甲物体施加一个反作用力，这两个力大小相等，方向相反。自然界中最形象的例子是章鱼，当它遇到危险逃跑时，就急剧收缩自己身体内一个盛满液体的内套，液体受到挤压后，由身体后面的一个喷口射出，与此同时喷出的液体也给章鱼一个向前的推力，章鱼便像箭一样向前逃跑了。

火箭发动机的原理与此类似。推进剂在火箭发动机的燃烧室内燃烧生成高温高压的气体，气体由喷口高速向后喷出，与此同时，火箭受到一个向前的推力。燃烧持续进行，连续向后喷气，火箭便受到连续不断的推力，在此推力的作用下，火箭速度不断增大，竖直升空，冲出大气层。

## 射向太空的道路

要使火箭飞得快，升得高，则需要使其推进剂占火箭总重

量的比重提高，例如，若使推进剂的比重从 0.8 升高到 0.9 升，那么火箭的速度就可以提高 43% 以上。另外火箭的速度与喷气速度也有一定关系，喷气速度越大，火箭前进的速度也就越大。要有大的喷气速度则要求燃料有高的燃烧值。因此，选择高燃烧值的推进剂，对提高火箭的速度也很有利。

除了对速度的要求以外，还要将卫星运送到大气层以外的太空，并按预定的水平方向将卫星送入轨道。要完成这些任务，在目前所使用的推进剂限制之下，单级火箭显然没有足够的力量。因此发射人造卫星用的火箭，目前都是多级式。

多级火箭的级数不能太少，否则推力不足；也不宜太多，否则构造太复杂，容易出毛病。照目前的情形来看，似乎这种火箭应在三四级为好。其中第一级大体用固体推进剂，末级用液体推进剂，至于中间各级可用固体也可用液体推进剂。由于发射卫星需要高速度和长射程，即使发射一颗很小的卫星，它的发射火箭一般也庞大得惊人。

发射火箭所应具备的条件已如上所述。即使满足了以上条件，火箭仍有许多困难和危险待克服，其中最主要的技术有以下几方面：

#### (1) 火箭的可靠性

多级火箭间的配合，每级与次级之间的自动分离，各级火箭的适时启动，都需要极复杂的机构和极缜密的设计，这是一个棘手的问题。火箭是由几十万个零部件组成的，即使只有一个零件不可靠，整个火箭就有危险。1960年10月23日，前苏联的火箭在发射台上爆炸，使包括导弹部队司令在内的几百名军人和科学家丧生。

即使火箭本身可靠，工作人员也马虎不得，否则就有可能

发生意外事故。1976年美国一火箭操作人员因将一螺母少拧了半圈，使输入电流不连续从而导致发射失败。1990年2月，“阿里亚娜”火箭第36次发射时，因为第一级发动机中遗留一小块抹布而发生爆炸。

## (2) 长程火箭飞行的稳定性

长程火箭所经历的区域，从接近地面的浓密大气层直到近于真空状态的极稀薄空气层，其间客观环境的变化非常剧烈。外界大气的变化，以及各级火箭在空中的分离启动，往往使火箭发生剧烈的摇摆、扭动、震颤等种种不良现象，甚至破裂而致火箭于死地。因此如何使火箭在各种不同的环境和情况之下均能保持其相当稳定的飞行，是一项关系到火箭成败的关键问题之一。

## (3) 火箭速度的调节

运送绕地卫星的火箭必须能在预定的合适高度达到每秒7.9千米的速度。这一速度既不能偏低，也不宜过高。速度方面百分之一的短缺就可能使卫星跌入大气层中，因大气摩擦而结束其生命。可谓差之毫厘，失之千里。过高的速度将使卫星的远地点离地球过远，使地面上的追踪和观测都比较困难。

## (4) 火箭的导引

卫星进入轨道时的方向也很关键，这一水平方向的两度误差就可能使卫星在环绕过程中的某一点距地球过近而使卫星进入生死边缘。要一颗卫星在遥远的太空中，能够在水平方向上准确地进入轨道，需要导航技术的高度精密。

## (5) 摩擦生热问题

火箭在飞行的初期，尚未脱离接近地面的浓密气层，此时它的速度可能已经达到很高。在这种高速飞行中，因大气摩擦

而产生的热量，足以使火箭的表面温度升高到 1000 以上。这样高的温度足以使许多金属化为流质。因此，如何选择适当的抗热材料来做火箭的外壳，来确保火箭不致在飞出大气层之前便被焚毁，如何采取散热的方法和绝热的装置来保持火箭内部的适宜温度，也是此种火箭制造上的困难问题。

当代的运载火箭由箭体、动力系统、飞行控制系统、安全控制系统及通讯测量系统构成。

箭体是火箭的外壳，包括必须的结构，用以包容、支撑推进剂，以及将其他部分联成一体。它的外观通常都呈圆柱形。箭体一般包括有效载荷舱、整流罩、氧化剂贮箱、燃料贮箱、仪器箱、级间段、发动机推力结构、尾舱和分支机构。

飞行控制系统由制导系统、姿态控制系统、电源配电系统组成。飞行制导系统控制运载火箭的质心运动，使其按预定弹道飞行，保证有效载荷能准确达到目标位置。姿态控制系统控制运载火箭绕质心的运动及姿态，保持飞行的稳定。电源配电系统除完成供电配电外，还按飞行的程序发出指令。

安全控制系统用于评估火箭飞行的可靠性和安全性，当出现故障时，此系统可以自动报警，如果出现危机情况，还可及时引爆火箭。

通信及测量系统可随时将火箭飞行中内部各系统的工作情况测量出来并送回地面。以便保持控制中心与火箭的联系，随时知道火箭和飞船的飞行状况和位置。一旦失去联系，则意味着出现了故障甚至导致发射的失败。

利用运载火箭发射航天器的工作方式，简单地说，是每一级各飞一程，逐级加速，最后使运载火箭末级装载的航天器进入预定轨道。以“长征二号”运载火箭的飞行程序为例：一

级发动机点火起飞后 7 秒开始转弯，工作 130 秒后关机；接着二级发动机点火，级间爆炸螺栓起爆，两级分离，抛出一级箭体，二级箭体继续飞行 112 秒后关闭主要发动机，备用发动机继续推行爬高，176 秒后关闭发动机，星箭连接的爆炸螺栓起爆，卫星或其他航天器与运载火箭分离，航天器进入预定轨道。这时飞行高度约为 175 千米，速度约为每秒 7.9 千米。

由于研制火箭需要雄厚的经济基础和科研队伍，目前仅有俄罗斯、美国、欧洲空间局、中国、日本等少数国家和地区拥有自己的运载火箭。这些火箭分为大中小三类，有几十种之多，最大的运载火箭能将 120 多吨重的航天器送入近地轨道。其中著名的运载火箭有：前苏联的“质子号”、“宇宙号”、“天顶号”、“能源号”；欧洲空间局的“阿里亚娜”；美国的“宇宙神”、“大力神”、“土星号”；日本的“H-2”；我国的“长征”系列等。

前苏联的“能源号”是一种新型巨型火箭，由液氧/液氢基础级和 4 枚液氧/煤油助推器组成，能将 10 吨有效载荷送入近地轨道，能将 32 吨和 28 吨重的有效载荷分别送上月球和金星。

美国的“商业大力神-3”火箭是在“大力神”的基础上改进的，近地轨道有效载荷运载能力为 14 吨，具有很强的商业发射适用性。

我国运载火箭的水平与日本相当，其中的“长征三号 B”火箭，能把 4.8 吨有效载荷送入地球轨道。

现代运载火箭一般由 2~4 级组成。根据运载火箭的不同结构方式，可分为串联式、并联式和串并联式。为载人飞行的运载火箭因其安全性、可靠性要求高，多采用并联式。

现代航天高科技必将利用火箭为人类走向宇宙铺设一条更远、更快、更安全的道路。

## 火箭家族

火箭在现代航空航天事业中占有举足轻重的作用，已成为一个国家科学技术发展水平的重要标志。因为它不但直接体现了航天技术的水平，它还是现代信息技术、新材料技术和新能源技术发展水平的重要标志。可以说火箭将许多现代高科技集于一身。

根据火箭所执行的任务不同，火箭可以分成运载火箭、导弹、无控火箭弹、探空火箭等许多种类。

### 运载火箭

运载火箭是将人造卫星、飞船等航天器送入轨道的大型多级火箭。世界上第一枚大型运载火箭是 1975 年前苏联研制的“T3A”，这枚运载火箭将世界上第一颗人造地球卫星送入了太空。

“T3A”是根据前苏联 1957 年 8 月研制成的洲际导弹“SS-6”改装成的。“SS-6”是一枚装有核弹头的二级火箭，科研人员给它装上第三级，并将核弹头换成卫星，便诞生了第一枚运载火箭。

发射载人飞行器对运载火箭要求很高，简单地修改洲际导弹的办法已不能满足新的要求，于是出现了组合型多级火箭。例如美国研制成了三种通用的末级火箭，把它们与中程导弹、洲际导弹进行组合，便出现了许多不同性能的运载火箭。20 世纪从 60 年代初期到中期共发射了 27 艘飞船，其中有 17 次

是载人飞行。这些都标志着运载火箭发展到了一个新阶段。

随着对月球及其他行星的探测，对火箭的速度、运载能力和准确度提出了更高的要求。1969年登上月球的“阿波罗”飞船重46吨，以往任何火箭都无法完成这个任务。为完成这一任务，美国研制了新的大型运载火箭“土星”系列。它标志着运载火箭技术发展更成熟、更大运载能力的新阶段。

“土星-1号”运载火箭长48米，直径6.55米，起飞时可产生 $6.7 \times 10^6$ 牛顿的推力，只用作研制飞船的实验；“土星-1B”，全长43米，直径6.55米，起飞时可产生 $7.3 \times 10^6$ 牛顿的推力，它只能载着“阿波罗”的登月舱、指挥舱进行登月前的飞行试验；“土星-5号”是一枚三级火箭，长85米，直径10米，总质量2893吨，起飞时推力 $3.4 \times 10^7$ 牛顿，总功率达 $15 \times 10^5$ 千瓦，这是至今世界上最大的运载火箭，它成功地载着“阿波罗”飞船完成了登月计划。

我国已研制成了自己的“长征”系列运载火箭，它的技术性能和可靠性已达国际先进水平。到1998年10月，我国的长征系列火箭已经发射了52次。我国的运载火箭不仅满足本国航天事业发展的需要，并已投入商业发射。

### 导弹

导弹是一种可以控制的火箭，它飞得远、瞄得准，是一种杀伤力很大的现代武器。导弹可以说是现代火箭技术、自动测控技术、原子能技术和电子计算机技术在军事领域中应用的集中表现。

导弹具有强大的动力系统，一般都是一至三级火箭发动机，能够将数吨重的弹头运往1万千米远的目标。

导弹具有先进的飞行测控系统，仪器舱中有各种精密的仪

器、计算机设备，这些仪器用惯性、光电、雷达、电视、激光等先进的手段控制导弹的飞行。这样导弹就像是长了“眼睛”，只要事先告诉它目标的位置、特征，设计好飞行的路径和飞行姿态，它便能自动寻找跟踪目标，做到百发百中。

导弹具有威力强大的弹头。导弹的弹头位于最前端，既可以是普通弹头，也可以是核弹头，既可以是一个弹头，也可以是多个弹头。多弹头导弹是在一个母弹头内装着若干个小弹头，这些小弹头的投放方式有三种：散弹式，许多小弹头像一把石子一样撒出去，落在一个地区的附近；分导式，母弹头依次将小弹头投向预定目标；机动式，每个小弹头都有自己的控制系统，可以独立瞄准，投射，就像从蜂窝中拥出的蜜蜂，可以自己寻找自己的目标。

导弹种类繁多。有近程导弹、远程导弹、洲际导弹。按其飞行路径又可分为有翼式导弹、飞航式导弹和弹道式导弹。

有翼式导弹多用来攻击活动目标，如飞机、舰艇，它设有预定的弹道形状，能借助飞行测控系统根据目标的变动，自动跟踪寻找目标。

飞航式导弹是发射后先爬升或下降，然后水平飞行，最后自动瞄准，命中目标。它多装于飞机或舰艇等移动发射装置上。巡航式导弹便属于此类，它在大气层中飞行，不需携带氧化剂。它飞行高度很低，不易被敌人发现和拦截，可以迅速攻击目标，即使被对手发现，也猝不及防。

弹道式导弹。这种导弹的飞行情况与炮弹相似，一般是无翼的。洲际导弹便是其中一种，它的飞行可以分为三个阶段：动力飞行阶段，在发动机的推动下，竖立起飞，穿越大气层，在这个过程中计算机不断地算出导弹飞行的速度、位置，并将

其与预先储存在计算机中的标准数据对照，并及时调整导弹的飞行速度和姿态，当其与标准数据一致时，便自动关闭发动机。第二个阶段是弹道飞行阶段，这时控制系统停止工作，导弹在地球引力作用下在大气层外沿圆弧形轨道飞行。第三阶段是重新进入大气层击中目标阶段。这一阶段一般只有几十秒钟，导弹以 20 倍音速穿越大气层，直接命中目标。

导弹已形成一个大家族，它们分工明确，有地对空导弹、空对地导弹、空对空导弹、潜对空导弹等许多种。导弹是一种杀伤力极大的现代化武器，它已成为一个国家军事现代化程度的标志。

## 划时代的飞行

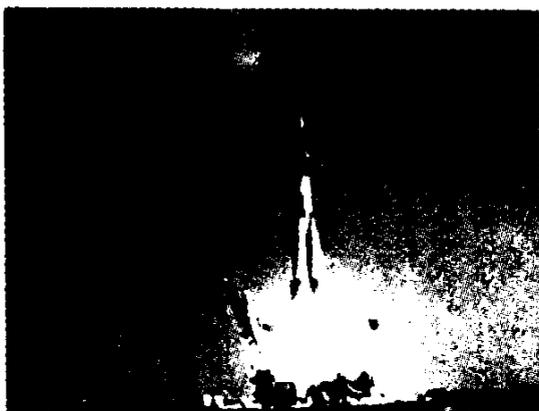
1961 年 4 月 12 日，世界上第一艘载人宇宙飞船苏联的“东方”号发射升空。

宇航员加加林这时躺在飞船的弹射座椅上，他正从报话机里描述人类从未见到过的情景：“我能够清楚地分辨出大陆、岛屿、河流、水库和大地的轮廓。我第一次亲眼见到了地球表面的形态。地平线呈现出一片异常美丽的景色，淡蓝色的晕圈环抱着地球，与黑色的天空交融在一起。天空中，群星灿烂。轮廓分明。但是，当我离开地球的黑夜一面时，地平线变成了一条鲜橙色的窄带，这条窄带接着变成了蓝色，复而又成了深黑色。”

苏联莫斯科电台同时广播了一则消息：“尤里·加加林少校驾驶的飞船在离地球 169 千米和 314 千米之间的高度上绕地球运行。飞船的轨道与赤道的夹角是 64.95 度。飞船飞经世界

上大多数有人居住的地区上空。”

这是人类第一次绕地球飞行，具有划时代的意义，同时也需要极大的勇气。1960年5月，“东方”号原型卫星的减速火箭发生点火错误，使卫星在空间烧毁。第二年12月，再入密封舱进入错误轨道，并在大气层中燃烧，装在密封舱里的两条狗化为灰烬。不过这次却很成功，只发生了通话短时不畅、飞船返回时短时旋转等小问题。



“东方1号”发射瞬间

加加林划时代的飞行是在当地时间9点07分开始的，正好108分钟后绕地球运行了一周，他回到了自己的国土上。降落地点是斯梅洛伐卡村，村民们看到加加林头戴一顶白色的飞行帽，身着一套笨重的增压服时，惊讶得目瞪口呆。“东方”

号飞船重约4.73吨，由球形密封座舱和圆柱形仪器舱组成。座舱直径2.3米，乘坐一名宇航员。舱外覆盖防热层，舱内有维持10昼夜的生命保障系统，还有弹射座椅和仪器设备。飞船再入大气层时，抛掉末级火箭和仪器舱。当座舱下降到离地7000米时，宇航员弹射出舱，由降落伞着陆。“东方”号飞船既可自控也可手控，它的轨道近地点为180千米，远地点约222千米至327千米，运行周期是108分钟。

# 神舟上天，飞天梦圆——神舟五号升空

## 1. 中国载人航天的新篇章

2003年10月15日，“神舟”五号飞船载着中华民族千年的飞天梦想，进入了太空。在经过21小时，围绕地球飞行14圈之后，中国第一个太空人——杨利伟胜利返回地面。国人千年的飞天梦想终于变成了现实。

我国在载人航天的征途上进行了不懈的努力和探索。1992年我国完成了载人航天工程的可行性论证报告。1998年底，江泽民同志为中国载人飞船题名为“神舟”。经过7年的努力，1999年11月20日6时30分在酒泉卫星发射中心新建成的载人飞船发射场，中国第一艘试验飞船由长征新型运载火箭发射升空，并准确进入轨道。经过21小时的轨道飞行，飞船返回舱在15圈时进入返回轨道，并于21日凌晨3时41分准确着陆于预定回收场，圆满地完成了试验任务。这项试验任务的成功标志着中国的载人航天技术取得了重大突破，为中国载人航天技术的发展奠定了基础。

从1999年11月到2002年底，3年间有4艘“神舟”无人飞船相继遨游太空并安全返回，为载人飞行做准备。全球中华儿女密切关注着研究的进展。2003年10月15日，杨利伟——这位中国第一个太空人终于圆了国人期盼已久的飞天梦！

有人说，在中国未来建成空间站后，“神舟”将成为往返于天地之间的“公共汽车”。将首名中国航天员送上太空只是中国载人航天工程实现第一步的开端，飞船的最终自的是要成

为天地往返的运输工具，为未来的空间实验室和空间站服务。

根据中国载人航天工程“三步走”的战略目标，下一步任务是解决空间交会对接技术，向太空发射短期有人照料的空间实验室，第三步则是建造长期有人照料的空间站，解决大规模的空间科学实验和应用技术问题。

由中国自主研制的“神舟”飞船虽然起步晚，但起点高。飞船具有多种功能，既可作为航天员的运输飞船，又可以与将来的空间实验室或空间站交会对接，作为天地往返运输工具。目前“神舟”飞船已经具备了与空间站交会对接的能力。

“神州”五号成功进行了载人飞行后，“神舟”六号已经在进行各个部件的生产、装配、测试和试验。“神舟”六号的设计思想与“神舟”五号是一致的，但是，在“神舟”五号将一名航天员送上太空的基础上，“神舟”六号担负着送多名航天员上天的使命。因此，飞船的设计可能会有局部的变化。“神舟”六号将在一年到两年之内能发射。

随着中国载人航天事业的发展，中国人实现乘坐自己的飞船到太空观光的梦想不会太遥远了。

## 2. 安全之舟

“神舟”五号飞船不仅要把航天员安全地送上太空，在太空生活和工作，还要保证航天员能够安全地返回地面，因此，航天员的生命安全是第一要务。

为确保航天员的生命安全，“神舟”五号飞船的研制人员对可能影响安全的每一个环节都予以充分考虑，并进行了大量的试验验证，真正实现了打造放心之舟的目标。

科研人员通过大量试验确保设备可靠性。“神舟”五号飞

船的研制者为从根本上增强飞船的可靠性，每一个设备，每一项技术，都经过了各种环境下大量的试验。比如，为了考核飞船各舱段之间是否能正常、安全地解锁分离，仅飞船返回舱与推进舱连接面的火工锁就进行了 100 次可靠性试验。为了考核飞船关键电子设备的可靠性，飞船队伍对近 100 件关键电子设备进行了综合应力试验，确保它们连续工作 100 小时无故障。为了确保返回舱回收着陆过程中各项仪器设备工作正常，飞船队伍用 1:1 返回舱模型，先后多次到西北的戈壁滩上，从不同的高度，进行了总计 70 余架次的返回舱空投开伞试验。这些试验为从基础上提高飞船设计合理和质量，保证航天员安全，打下坚实的基础。

神舟的所有设备都加上了多道“保险”。尽管飞船设备经过了大量的试验验证，但是研制人员仍然为这些设备上“保险”。“神舟”五号飞船有 600 多台设备，为切实保证设备的可靠性，飞船研制者对这些设备中的关键设备，都采取了双保险或三保险，比如姿态控制系统的控制器、降落伞系统、热控制系统的循环泵等，直接配置了备份设备，一旦其中一个设备出现故障，可以自动切换到备份设备继续工作。有些设备，如姿态控制系统的陀螺和敏感器等，则采取了功能备份，当设备中的某个部分出现故障时，系统通过重新组合，仍可以保证功能的正常发挥。而飞船的主计算机则采取了三机容错设计，即三套主板、CPU 和处理器同时工作，一套出现错误，另外两套仍能够保证计算机正常工作。与此同时，还对这些措施进行了反复多次试验验证，考验其工作的可靠性。

为防止万一，“神舟”五号飞船的研制人员经过认真分析，找出了飞船有可能出现的 108 种故障模式，这些模式覆盖

了飞船起飞、在轨运行到返回的整个过程，并一一制定了详细的应对措施。比如为确保航天员的安全，他们从大气层内到大气层外救生，从在轨运行段到返回段救生，从境内到境外救生，从陆地到海上救生，把可能影响航天员安全的各种因素都考虑了进来，并一一制定了相关对策，确保了应急救生方案的可行性和安全性。

这些应对措施按照各种故障的严重程度，分别采取三种处置方法：如果飞船出现了一般故障，即通过设备自动切换或地面控制中心遥控切换到备份设备后，可以继续正常工作，飞船仍可按飞行计划继续飞行和返回。如果飞船的各种设备自动工作功能失效，则完全可以依靠航天员进行手动控制工作，地面工作人员将根据故障情况，决定继续飞行还是提前返回。如果飞船发生重大故障，或航天员身体出现严重疾病，不能继续飞行，则由航天员自主决定立即返回。所有这些可能故障的对策都经过了地面反复和严格的测试，确认了它的有效性和正确性，对不需要航天员操作的故障对策，都通过了地面的仿真试验和整船的测试。对需要航天员操作的故障对策，都在模拟器或飞船里，经过航天员多次实地反复操作和演练。

另外，当发射中运载火箭发生故障时，可以启用逃逸塔将轨道舱和返回舱迅速带离火箭，将航天员送到安全地带。

神舟飞船的放心座舱值得一提。在最初设计飞船时，技术人员就对航天员在太空中的生存环境设置了严格的保障措施，并绝对保证了返回舱具有良好的密封性，对飞船上所采用的非金属材料进行了严格的筛选，并在真空环境下试验，测定其有害气体逸出量，采取措施控制其逸出的有害气体量，确保对航天员没有危害，并保证它们具有良好的阻燃特性。对舱内气体

成分进行了多次检测，飞船上还配置了烟火检测系统和灭火器，一旦发现火情，航天员可以迅速扑灭火。

此外，为防止飞船返回舱在回收中出现偏差，降落到水中，研制人员多次进行水上投放试验，并配备了水上漂浮用的气囊，即使返回舱落到水面上，也能够保障航天员在水上生存 24 小时，等待营救。

### 3. 性能强大的发动机

与汽车和飞机都靠发动机的推力前进一样，神舟飞船在太空中运行也是靠发动机推动的。所不同的是汽车和飞机上的发动机是依靠油料与空气中的氧气混合燃烧，产生气体推力，因此，它们都离不开空气中的氧气。而飞船上的发动机是液体火箭发动机，它工作时不需要空气中的氧气，而是由一种称作氧化剂的含氧液体提供燃料燃烧所需的氧，或者直接由燃料催化分解产生气体，燃烧气体和分解气体通过喷管喷出产生推力，使飞船能够在没有空气的太空中也能飞行。

当运载火箭把“神舟”五号飞船送入太空后，飞船就得依靠这些发动机完成飞行任务，是这些发动机推动飞船前进的。按照担负的任务不同，这些发动机被分别安装在飞船的 3 个舱段里，组成了 3 个用途不同的独立的推进系统。

在神舟飞船的推进舱里安装的发动机承担着飞船的主要推进作用。飞船进入太空后到飞船离开飞行轨道返回的这段时间前进的动力都由它提供。其中有四台大发动机和 24 台小发动机。推力大一点的发动机承担着改变飞行轨道形状和轨道的升高或降低，神舟飞船的飞行轨道需要进行一次由椭圆形变成圆形的改变和几次升高轨道的修正，飞船在最后完成飞行任务要

返回地面时，也需通过发动机喷气，所不同的是不是为返回舱提供动力，而是把飞行的速度降下来，这些任务都使用推力大一点的发动机来完成。其他推力小的发动机用来控制飞船的飞行姿态。当神舟飞船在太空中围绕地球飞行时，由于航天员活动的影响，会给飞船飞行状态带来变化，这就需要及时启动小发动机进行姿态调整，否则，飞船就可能出现倾斜甚至翻滚，影响任务的完成。

在神舟飞船的轨道舱里，安装了发动机。在神舟飞船返回地球减速前，轨道舱将留在太空中工作，这些发动机将用来保持轨道高度和飞行姿态，为此，这 16 台担负为轨道舱提供动力任务的发动机，将在太空中随轨道舱工作半年以上。

在神舟飞船上的返回舱里，安装了 8 台发动机。其任务是防止返回舱在返回飞行过程中通过大气层时出现翻滚，同时也可以控制返回精度。

## 二、未来航天

### 未来的火箭

为了满足未来发射任务的需要，运载火箭除了要有足够的运载能力外，还应具备下列特征：首先，发射成本要低，以利于市场竞争，就整个航天界来说，有利于开拓应用领域，扩大市场需求。其次，要提高可靠性和安全性。对于不载人的发射任务，设计的可靠性要达到 98%，发射成功率要达到 96%。对于载人发射任务，可靠性和安全性要求更高。再次，要缩短发射工作时间，这需要火箭要有良好的操作性。对于一次性火箭，用户提前预订火箭的时间尽量缩短。发射场地面操作时间也应尽可能地缩短。对于重复使用的运载火箭也要尽量缩短维修时间。另外，还要求减小火箭对环境的危害。采用无毒推进剂，消除对大气环境的污染，采用有效手段，减少空间碎片，减轻对空间环境的危害。

现在大中型运载火箭的低轨运载能力为 5~25 吨，发射价格为 2600~23000 美元/千克。今后随着通信技术的不断发展，卫星有不断增大的趋势，美国等许多国家正在对原有火箭进行改进，新型运载火箭将采用全新的技术，包括新型的发动机和先进的电子设备等，从而形成与原来完全不同的大型运载火箭。

新型的大型运载火箭一般采用一台或几台大推力发动

机，液氢、液氧发动机将普遍得到应用，这种发动机具有燃烧值高、推动力大、无毒、无污染等优点，一般都可以一次发射多颗卫星。

在新型运载火箭研制中，积极发展了自动化和智能化的地面操作系统。运载火箭的各个部分尽可能在总装大厅组装好后，再转运到发射台上，这样不仅可以提高操作效率，而且还可以大幅度降低操作费用。

20世纪80年代后期，出现了一大批利用高新技术研制成的功能全、容量大、质量只有几十至几百千克的小型卫星。用大型运载火箭发射这种小型卫星简直是“大材小用”，而且大型运载火箭多发射地球同步轨道卫星，与众多小卫星的轨道不匹配，因此，搭载的机会也比较少。为适应发射小型卫星的需要，未来将会研制出专门用来发射小型卫星的小型运载火箭。另外移动通信、数据传输等对近地轨道卫星网的需求，也极大地促进了小型运载火箭的研制。

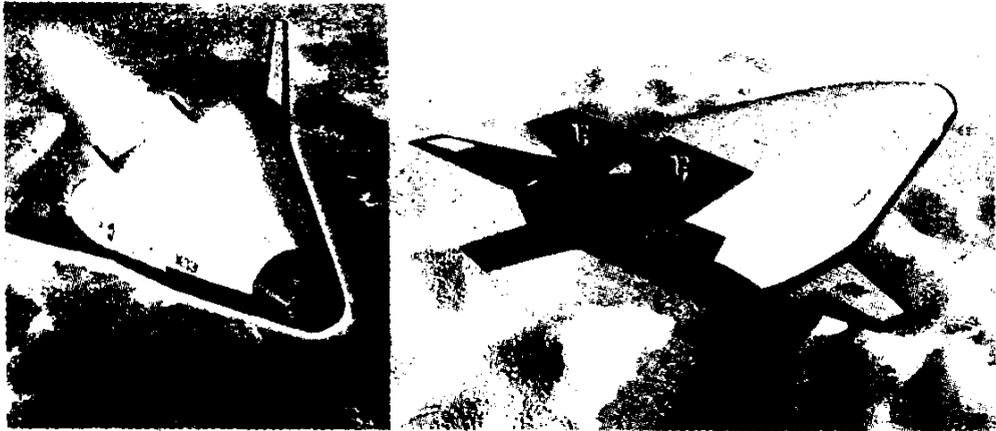
正在研制的小型运载火箭有十多种，它们有从空中发射的，有从陆地发射的，也有从海上发射的。随着各种在研制的小型运载火箭相继投入使用，小型卫星的发射将变得更加经济、便捷。

## 新型航天飞机

随着世界新技术革命的发展和不断应用，航天技术又将出现一个更大的飞跃。

人们一直在考虑能否将航空和航天的优点集合起来，研制成一种低成本的运输工具。它既能从机场跑道起飞，又能以高

超音速穿越大气层进入宇宙空间，完成航天的任务后，再进入大气层，在机场水平着陆，经过简单维修后，又可重新飞上蓝天。这种既有高超音速运输机功能，又具有天地间往返运输系统功能的有翼飞行器，被称为空天飞机。



美国未来的 X 系列新型航天飞机

空天飞机的设想早在 20 世纪三四十年代就已产生。50 年代我国著名科学家钱学森教授曾提出航天技术和航空技术相结合的思想。1986 年 2 月 5 日，当时的美国总统里根在一次大会演说中宣布：美国将研制一种新型的航天飞机——国家航空航天飞机，简称空天飞机。此后，美国正式成立了“国家航空航天飞机计划局”，开展空天飞机的研制工作。

不久，英国、法国、日本等都相继提出了空天飞机计划，一时间，全球掀起了一股“空天飞机热”，引起了人们的普遍关注。

专家们认为，把航空技术领域和航天技术领域的精华有机地结合起来，成为一个航空航天一体化的最新高技术密集体，在航天飞机的基础上加以改进和提高，朝着一个更高级的航天器方向发展，前景极为诱人。

未来的空天飞机用途更广泛，灵活性更高，维修使用更简便，运载费用更低廉，因此，有人把空天飞机誉为“21世纪的太空穿梭机”。

发展空天飞机要涉及到许多先进高技术。难度很大，而且研制经费高，风险大。但人类总是要前进的，这些先进的科学设想最终将会实现。到21世纪的时候，人们将会乘坐上这种崭新的空天飞机，从地球的一端起飞，进入太空轨道，领略一番太空的神奇景色，然后返回大气层，可以在任一机场降落下来，有如今天的旅游航班一样方便自如。

空天飞机采用航空喷气发动机和火箭发动机两种推进系统，它可以方便地往返于天地之间，是“空”与“天”的完美结合。它有异乎寻常的性能，最高时速达3万千米，可绕地球无动力飞行；飞行高度由零高度可直达200千米以上；起降方便，不受发射地点和天气的限制；维修简便，不必再像航天飞机那样飞行一次需要三个多月的检修期，临发射还要出动7000人的保障大军为之准备。飞行后检查和准备也很容易；结构巧妙，彻底抛掉了大包袱似的外储箱和助推器等外挂物，便于轻装上阵，便捷迅速：一机多用，既可载人又可载物，又可无人驾驶入轨与空间站对接；它的发射费用要比航天飞机便宜9/10，而且不需要规模庞大、设备复杂的航天发射场。

空天飞机是世界航天史上第一次把航空发动机引入航天领域，充分利用大气能源，从根本上改变了航天运载器只采用火箭的推进模式，从而将导致航空航天技术领域内的一场革命。

1983年，美国空军投资60万美元委托有关科研单位研制“跨大气层飞机”，1984年投资100万美元，进行方案论证，并成立了“跨大气层飞机计划局”。并确定从1990年开始研

制空天飞机的试验机——X-30，预计投资 30 亿美元。这种飞机的外形尺寸和波音 727 客机差不多，最高飞行时速可达 28962 千米，采用可循环发动机和液氢燃料发动机的混合推进方式，这种试验机的试制成功将为真正的空天飞机提供科学的依据。

## 肩负重任的星际飞船

人类已经不仅满足于探测地球附近的星球，早已经将目光瞄向了整个星际，肩负这一遥远探测任务的，就是那些长途跋涉的星际飞船。

在完成登月任务后，美国和前苏联又分别向水星、金星和火星发射过各种探测器。其中美国的“水手 10 号”宇宙探测器 3 次飞过水星，发挥了 6000 张水星照片。“先驱者 1 号”、“先驱者 2 号”和前苏联的“金星 11 号”、“金星 12 号”等探测器都曾飞近金星进行探测，并在金星上软着陆成功，取得了宝贵的成果。

为了探测火星上究竟有没有生命，美国和前苏联还发射了“海盗”号、“探测器”号和“水手”号等探测器，其中最成功的是“海盗 1 号”和“海盗 2 号”，它们先后于 1976 年 7 月和 9 月在火星上着陆，进行了生命考察试验和拍照等活动。

在人类所有发射的这些星际飞船中，最值得一提的是美国在 1977 年 8 月 20 日发射的“旅行者 2 号”。它重约 825 千克，由 6 万多个零件组成，安装有电视摄像机等十多种仪器。这个集现代科技成果之大成的宇宙探测器，自从发射上天后，孤身遨游，闯荡了多半个太阳系，取得了惊人的探测成果。

它的第一站是考察木星，在那里发现了木星的 3 颗新卫星；第二站是探测土星，从它发回的高分辨率彩色照片中，科学家发现了 6 颗新的土星卫星；第三站是访问天王星，发现这颗远离太阳的星球上竟然有闪电现象，并有强大而混乱的无线电信号；第四站是观察海王星，在那里发现包围着海王星的一个大磁场和星上一条 4300 千米宽的黑色风云带。告别海王星后，“旅行者 2 号”继续向太阳系边缘飞去，直至飞出太阳系，奔向宇宙深处。据科学家估计，它至少还能工作 20 年。

为了能在其他星球上发现高级智慧生物，“旅行者 2 号”还携带着人类献给外星人的礼物——“地球之音”唱片，在这张可以储存 10 亿年、直径 30.5 厘米的铜质唱片上，录制了表现人类起源和文明发展的 115 张图片，其中有我国的万里长城和中国人用餐的两张画面，它还录下了 35 种地球自然界的风雨雷电、鸟鸣兽叫、人笑婴啼等声音，以及地球上不同时代、不同地区、不同民族的歌曲 27 首，还有人类用 55 种语言向外星人发出的问候语。

“旅行者 2 号”在宇宙探测中取得的巨大成果，将在人类探测宇宙的历史上留下极为光辉的一页。

据最新报道，2003 年 6 月 2 日，运载欧洲第一个火星探测器的火箭已经在哈萨克斯坦拜科努尔太空基地发射升空。联盟—弗雷加特火箭把“火星快车”火星轨道飞船和“猎犬 2 号”登陆器送入了太空。这是欧洲有史以来第一次探索火星的尝试。按照计划，“火星快车”将在 2003 年 12 月 26 日进入火星轨道。值得一提的是，由香港科研人员研制开发的一组太空仪器也随“火星快车”飞上了太空。这组名为“岩芯取样器”的太空仪器，是首个由中国人研制成功的登陆外星球的

太空工具，它将负责在火星上探取土质样本。“岩芯取样器”是一个多功能的太空轻巧用具，重 370 克，耗电量只需 2 瓦，可做磨、钻、挖和抓取土质样本之用，与欧洲或其他国家的产品相比，这组仪器更轻巧、更节省能量。取样器的优势还在于，其设计融合了中国筷子的特性，使仪器可以更灵活地探取经钻磨的石块样本，因此获得欧洲太空总署的采用。

## 探测宇宙的太空巨眼

航天技术发展才短短几十年，人类已经建立了地球空间站，已经飞上了月球。然而并没有就此止步，人类在不停地探索更深层的宇宙，飞向更遥远的太空，实现星际航行。为此，人们又派出探测器飞向火星、金星，飞向木星、土星、飞向天王星、海王星，到那里去探测，去进行科学考察。人类已慢慢拉开了航宇时代的帷幕。

为了探测更深层的宇宙，科学家们一直期待着一架太空望远镜，躲开大气层的阻隔，观察宇宙深处。

20 世纪 70 年代中期，经美国国会批准，美国宇航局经过多年研制成功地制造了太空望远镜——“哈勃”。1990 年 4 月，这台造价 15 亿美元、长 13.1 米、重 11.6 吨、镜筒直径 4.27 米的“哈勃”太空望远镜，由美国“发现者号”航天飞机携带上了太空。部署在距地面 670 千米的高空轨道上，它可在太空观察到大约 150 亿光年的宇宙深处。目前最大的地面天文望远镜只能观察到大约 20 亿光年远的空间。由于太空望远镜处在不受大气扰动影响的外层空间，所以它比地面望远镜好 10 倍。

“哈勃”望远镜有八台超高精密的科学仪器，有大型光学接收系统，有视野宽广的行星摄像机、暗弱天体摄像机、天体摄谱仪、高分辨率分光摄像仪、高速光度计及精密导向系统及设备等等。

“哈勃”太空望远镜能捕捉到亮度十分微弱的发光天体，其灵敏度比地面上最好的望远镜还高 100 倍。科学家们用它来拍摄清晰的宇宙图像和照片。测定宇宙物体的质量、大小、寿命、形状及其他广泛的数据资料。观测太空中的类星体、银河星系、气态星云和变光星体，以及太阳系内行星大气、物理现象和征兆，打开研究宇宙天体能量变化过程和宇宙起源的大门。同时利用太空望远镜研究行星围绕其他星体运行情况，用获得的数据证实宇宙中所存在的基本物理变化过程，探测多种电磁波的波谱，寻找地球人类以外的智慧生命。

### 地球的“出访使者”

金星是天空中人们看到的最亮的星，金星上到底有什么？人们做出了种种设想，但一直没有得到证实。

1961 年人类先后发射了“金星 1 号”和“水手 1 号”探测器，但均遭到了失败。1962 年 8 月 27 日美国成功地把“水手 2 号”送入飞往金星的轨道，同年 12 月 24 日“水手 2 号”从距金星 3 万多千米的上空飞过，用红外探测仪测量到了金星表面的温度及其他信息，实现了近距离考察金星。随后 20 多年里，人类共发射了 30 个探测器，其中 21 个成功地对金星进行了探测。

1970 年 12 月 15 日，前苏联“金星 7 号”探测器首次金星表面软着陆成功，将金星表面的有关信息传回地面。它是

星际航行史上的第一次。1975年，前苏联又发射了“金星9号”探测器，飞行了3亿千米，进入了金星轨道，成为环绕金星旋转的第一颗人造卫星。它第一次送回有关金星世界的全景照片，从发回的照片初步看到，金星上不存在金星人。

通过多次探测，人类基本上了解了金星的概貌：金星上的天总是橙黄色的，从未有过蓝色，金星大气中二氧化碳占97%，其他是氮、氟化氢、一氧化碳和水蒸气，金星上有着频繁的闪电，但是光打雷不下雨，因为水蒸气含量很少。金星虽然有与地球某些相似的条件，但仍是一个没有生命的星球。

20世纪从60年代至1992年人类共发射了23颗探测器去探测火星，其中只有8次取得成功。因为火星距地球太远，而且路途环境恶劣，大多数探测器由于中途出故障而夭折。

1964年11月美国发射了“水手4号”探测器，在离火星表面大约1万千米处掠过，第一次拍摄了火星的照片。1971年5月30日发射的“水手9号”探测器成为火星的第一颗人造卫星。它在火星轨道工作近一年，发回了大量照片和数据。经过大量的探测活动，人们基本上了解到火星的情况，火星大气中含有大量的二氧化碳，另外还含有少量的氧、氮和氩等，火星表面尽是乱石和沙洲，没有水，因而也不存在植物、动物和微生物。

宇宙空间行星际探测飞船中贡献最大的要属美国的“旅行者号”。自从1977年8月20日“旅行者-2号”从美国肯尼迪航天中心发射升空，到1989年底的12年中，先后探测了木星、土星、天王星、海王星，在4大行星的极近处详细观测了各自风貌，发回了许多详实的数据，顺利完成了探测太阳系的“超级旅行”任务。它所发回的数据信息，需要科学家们

用高速计算机费几年的时间分析处理，才能得出最终结论。人们通过“旅行者-2号”在这样短的时间内对外行星进行考察所获得的科学知识，比过去数百年里所获得的知识还要多得多。

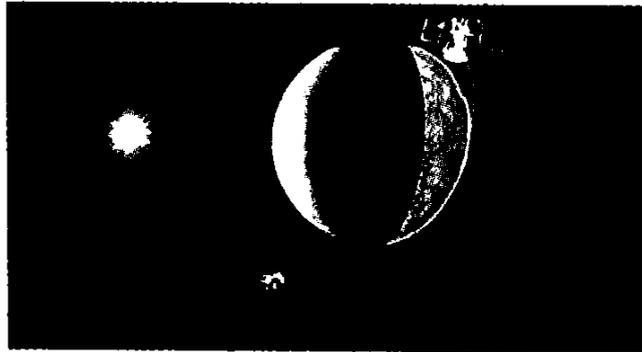
比“旅行者-2号”晚半个月出发的“旅行者-1号”，在近十几年的飞行中，与其同胞兄弟相互配合，一起完成了探测各大行星的任务。1990年6月6日，美国航天测控中心的专家们宣布：“旅行者-1号”在太阳系约59亿千米的“黄道平面”上空于1990年2月14日在4个小时内成功地拍摄了64张精美的彩色照片，把太阳系的六大行星——海王星、天王星、土星、金星、地球和木星都拍摄回来。经过科学家们仔细镶嵌拼成一幅壮观的“六星联视”太阳系图形。

这是“旅行者-1号”在飞离太阳系之前做出的最后一大贡献。它所拍摄的这套独一无二的“太阳系全家福图像”，是我们这代人第一次也是最后一次能看到这种“世界性图片”了，因为六大行星这种近似直线的排列机会179年才能遇到一次。

“旅行者1号”和“旅行者2号”，在完成了对行星的探测后，直奔太阳系的边缘。如果用“一个天文单位”来表示从地球到太阳的距离——1.5亿千米，那么到1989年12月31日，“旅行者1号”和“旅行者2号”已分别达到距太阳40和31个天文单位的地方。到2015年，它们将分别到达距太阳130个和110个天文单位的地方，沿途它们将继续探测。

现在“旅行者号”正作为地球派出的“使者”，飞出太阳系，奔向茫茫宇宙，去寻找宇宙中的“智慧生命”。直到现在，“旅行者号”仍在向地球发回信息。

“旅行者号”是人类文明的使者，肩负着探测深层宇宙，寻找地外文明的使命，携带着地球人向“宇宙人”的问候——“地球之音”唱片，在茫茫宇宙中不断向地球，“知音”发出深情的呼唤。



1989年5月发射，金星探测器“麦哲伦号”，1990年8月进入金星轨道。

“旅行者号”是人类航宇时代的第一位勇敢的“探路人”，它的行踪，将是人类一直关心的问题，它为人类探测宇宙的历史留下了不可磨灭的光辉一页。

## 航宇基地的建设

由于地球大气和引力的限制，航天飞行器飞出地球要消耗很大能量，风险也很大。因此很需要建立一个太空基地，作为航宇时代的新起点。

人们虽然在太空近地轨道建立了大型的空间站，但要作为航宇基地还远远不够，于是人们又开始重新注意到了月亮。

月球距离地球30多万千米，现代航天器只需几十个小时就可到达。月球没有大气层，引力只有地球的 $\frac{1}{6}$ ，如果从月球上向火星或其他星球发射载人航天器或探测器，所消耗的能量只有地球上发射所消耗能量的 $\frac{1}{20}$ 。月地之间通信时间也比较短，从月球上以光速向地球传递信息，再从地球上发出相应的指令信号传到月球，往返只需要3秒，因此，月球上的机

械完全可由人在地球上遥控作业。然后在月球上建立工厂，直接生产宇宙飞行器，利用太阳能或核能来发射，将会少花力气，又大大加快了宇宙空间探索的进程。

正由于上述原因，近十年来，人类对月球的探测又热起来。1986年美国国家空间委员会向政府和国会提交了一份报告，其内容之一就是要在21世纪头十年重新登上月球。随后，日本和欧洲也都提出了探测和开发月球的计划，显示了人类重返月球的决心。

1990年1月24日，日本发射了一颗“飞天号”月球探测器，并在近月轨道释放了一颗环月运行的探测器，从距月球1.9万千米的轨道上拍摄了月球照片，判别月球表面的风暴和陨石坑。

1994年1月25日，美国发射了一颗“克莱内汀号”月球探测器。在离月面400千米的轨道上利用紫外线和可见光相机及11个波段的微波射束雷达成像系统对月球进行了探测，共拍摄了100多万张照片。这为月球地图的绘制和“月球基地”地址的选择提供了可靠的依据。

1994年5月，以欧洲空间局为首，在瑞士召开了一次国际性征服月球大型研讨会，其目标是人类30年后将重返月球。为此，必须首先发射月球卫星，利用各种遥感器查明月球各种矿藏储量及地点，选择月球基地的合适地区，尤其要发射月球极地轨道卫星，查明极地是否具有人类生活必需的水。

1996年日本发射了“月球-A”探测器，上面搭载有穿透器舱，穿透器内有地热计和热通量计，将分别投放到月球极地和赤道附近，探测月球中心部位发生地震的情况，从而弄清月球地壳的构造。

1997年6月美国发射“月球探测者号”探测器，进入离月面100千米的极地轨道，主要任务是弄清月球资源分布，这是建立月球基地的关键。

一系列的探测活动为建立月球基地奏响了前奏。月球将成为人类向深层宇宙进发的前哨站。建立月球基地将会使建立永久性空间站的时代成为过去，有了这样的基地后，人类向宇宙进军的速度会大大加快。21世纪月球基地的建设将是一场伟大的、激动人心的技术革命，必将对世界经济、科技、社会、文化各领域产生重大而深远的影响。

建立月球基地的第二阶段便是建立月球城市、实现向月球移民。不久前美国国家航空航天局又宣布了建立月球城市的计划，预计将耗资1000亿美元。

首先计划派出一部分科技人员，在月球上开辟出临时基地，开发月球矿藏资源，进行冶炼实验。然后将临时基地人数由十几人增加到数十人，他们将为创建永久性基地做好各种准备工作。预计到2007年，月球上中小型永久基地将交付使用。登月移民将增至百人左右。届时基地将初具规模，有完善的生产、生活和娱乐设施，物质储备丰富，经济不但可以自给自足，而且能够逐步做到向地球“出口”。

第二阶段计划完成后，月球移民将达到万人左右，他们作为第一批“月球公民”，居住在轮形或圆筒状的“月球城”里。“城市”的直径约为1~2千米，完全像地球上的城市一样。包括“工业区”、“农业区”和“生活区”等多种人类活动区。从自然环境方面看，它拥有地球上大部分的动物和植物，组成了一个生机勃勃的生态环境，气候宜人。月球城具有得天独厚的特殊能源——太阳能，它是一种成本低廉无污染的

新能源，是月球城存在和发展的基本条件。

日本也提出一项开发月球计划，准备 30 年后派 6 人常住月球。日本有关专家讲，“月面上的真空、太阳能、安静的环境和自然资源具有很大的吸引力。”他们计划 1999 ~ 2005 年是开发月球的第一阶段。在这一阶段，要用 5 枚日本国产大型火箭发射月球卫星和月球探测器，以选择月球基地的位置。2005 ~ 2016 年是第二阶段。在这一阶段，要用 12 枚大型运载火箭把 4 个机器人送上月球，在月球上建设食品、氧气生产试验场所。2016 ~ 2023 年为第三阶段，在这一阶段，要用 72 枚火箭把建设月球基地所需器材送上月球，完成月球基地建设。其后便是用火箭把人送上月球。

“月球城”是举世瞩目的“外星城”，具有重要的意义，作为航宇基地，可成为航天技术研究的场所，有利于加快宇宙探索的速度。对于人口拥挤不堪和能源日趋短缺的地球来说，它为人类开辟出一个新的工农业生产基地。月球城还是理想的“疗养胜地”，对于那些爱好旅游和冒险的人，“月球城”旅游度假将是最富有刺激性的活动。

## 苍穹路漫漫

自古人类就幻想能像鸟儿一样自由地飞翔，能在天地间自由地遨游，为了这一梦想人类一直在探索，一直在奋斗。从法国蒙格尔费兄弟的热气球，到莱特兄弟的第一架飞机，人类开始像一只雏鹰，展开了稚嫩的双翅，摇摇摆摆地飞离了地面。随后人类不断努力，航空科技一日千里，突破了一道道难关。飞机可以在蓝天自由翱翔了，飞得越来越高，越来越快，安全

性能越来越好。人类并不满足于在大气层中飞翔，更想到太空



构想中的月球基地

中看个究竟，于是，一代代航天先驱不屈不挠地探索，为人类寻找着登天的天梯。于是喷着长长火舌的运载火箭刺破了蓝天，升入了太空。

从 20 世纪 50 年代第一颗人造地球卫星，

到加加林第一个飞人太空，再到“阿波罗”登上月球，人类航天事业几乎呈跳跃式前进。人类的空中交通运输网不断地向更高更远处延伸。

综观人类空中交通运输的发展史，是一部向着远距离、高速度、安全、便捷不断前进的历史。今天航空航天技术已取得了辉煌成就，但是这条通向天空的道路并不是平坦的。人们在赞叹今天的辉煌时，不应该忘记曾经为航空航天事业贡献毕生



儒勒·凡尔纳科幻小说中的飞行器

精力的先驱们，不应该忘记那些敢于冒险勇于牺牲的飞行员、宇航员们，他们曾驾驶着一个又一个的飞行器飞上蓝天，飞向宇宙，有许多英雄血洒长空，为人类的航空航天事业献出了宝贵的生命。但是人类具有锲而不舍的探索精神，任何困难挫折

和失败都不会阻挡人类通向天空的道路。我们会向着更高的目标进军。

宇宙是无限的，更深层的宇宙正张开了双臂，欢迎聪明而又不畏艰险的人类去探索。苍穹路漫漫，航空航天的道路还很长，我们后来者应继往开来，沿着先驱们探索的道路大踏步地前进。

航空航天技术是现代高科技的结晶，无论是各式各样的现代飞行器，还是各种航空航天设施都离不开现代高科技。例如飞机、火箭的控制系统和通信系统就是现代信息技术在航空航天领域的具体应用。另外各种飞行器的制造更离不开现代新材料技术。航空航天技术已经成为一个国家科技发展水平的标志，成为一个国家综合国力的集中表现。

随着知识经济时代的到来，人们的时间观念越来越强烈。时代的发展对空中交通运输提出了更高的要求。为适应这一要求从航空航天飞行器到空中交通设施都在经历着一场前所未有的大变革。科学家已向我们勾勒出一幅景象壮观的立体蓝图。

新一代超音速客机已经诞生，空天飞机已在研制之中，“阿尔法”国际空间站正在组装，“月球基地”计划已开始付诸实施，探测深层宇宙的“旅行者号”已经飞出了太阳系……

相信未来的空中交通会更快、更安全、更便捷，宇宙空间的距离将进一步缩小，高科技的翅膀会使人类飞得更高、更快、更远。

## 空间站时代的来临

空间站也是一种飞行器，与一般的航天器相比，它是更大的、更先进的、飞行时间更长的飞船。科学家把它比喻为一个环绕地球运动的、半永久性的“活动房子”，人们可以轮流在那里进行科学研究、试制新产品。

空间站是太空科学研究的基地。在空间站上，主要实验与失重有关的种种学科，项目非常广泛，包括生物、物理、化学、冶金、工艺、材料等各个领域。另外，还有对地球及整个宇宙空间进行观测的项目。

空间站一般由几段圆柱形的舱段构成，是最早可住人的“太空楼阁”，这里设有工作舱、服务舱、对接舱，所有设备都装在舱内和舱的外表面上。

空间站进入轨道后，舱外的太阳能电池板和天线等自动展开。工作舱内，设置着各项研究试验用的有关仪器设备。服务舱内，装有机动发动机、姿态控制发动机、推进剂、氧气瓶、供电系统、无线电系统等。对接舱则用以对接载人飞船或运送给养的载货飞船等。

最早建立空间站获得成功的有前苏联的“礼炮号”空间站和美国的“天空实验室”空间站。

1971年4月19日，前苏联将“礼炮1号”空间站送上地球的近地轨道，这一壮举把载人的航天活动推向了高潮。这个空间站的主体最大直径4米，总长12.5米，总重约18.5吨，它只在轨道上运行了半年，进行了综合性的科学考察和对地观测。此后，前苏联人相继发射了6个“礼炮号”空间站，都

是以“礼炮 1 号”为基础，改进设计、更新设备而发展起来的。

1973 年 5 月 14 日，美国用“土星 5 号”运载火箭将“天空实验室”空间站发射到 435 千米高空的近圆形轨道上，每 93 分钟绕地球一周。这个空间站是美国的第一个航天站，主体直径 7 米，长 36 米，总重 82 吨，有轨道舱、过渡舱、多用途对接舱、观测用的望远镜和供给能源的太阳能电池板等。随后，美国又用“土星 1B”运载火箭将“阿波罗”载人飞船送上太空，与它对接。

这个“天空实验室”在历时近半年的时间里，先后接纳了 3 批共 9 名宇航员参加实验和生活，开展了许多科学研究工作。他们用 58 种仪器对生物学、航天医学、太阳物理、天文、地球物理和材料工艺等学科做了 270 多项试验，取得了丰硕的成果。

## 国际空间站是人类移居太空的开端

1993 年 9 月，美国和俄罗斯联合签署了一项协议，在俄罗斯“和平号”空间站和美国“自由号”空间站的基础上，共同建造大型的国际空间站。后来由俄罗斯、美国、加拿大、日本和欧洲空间局一起参加建造大型的国际空间站，计划从 1997 年 11 月开始建站，到 2002 年 6 月建成。这个空间站将是世界上第一个真正的国际空间站，称为“阿尔法号”国际空间站。

计划中的这个空间站总重达 415 吨，主桁架梁长 88 米，太阳能电池板展开的最大宽度为 110 米，可长期居住宇航员 6

名。建站的准备工作已经开始。

国际空间站包括 6 个实验舱、1 个居住舱、2 个节点舱，以及服务系统和运输系统等。开始建站时，俄罗斯首先用“质子号”运载火箭发射功能齐全的“和平 2 号”的核心舱到平均 354 千米高度的装配轨道上，这可为建站工作供给能源、备用燃料、推进装置和多个对接口，具有推进、导航、姿态控制、散热和跟地面站通信的能力。

此后，再发射 4 次，使空间站初步具备供宇航员长期居住的条件和救生手段。

第二步，美国发射主桁架梁、太阳能电池阵和加拿大提供的 17 米长的机械臂。这种机械臂可沿主桁架梁移动，搬运有效载荷、装配、修理和更换空间站的硬件。同时，美国、欧洲空间局和日本的各种实验舱也发射上天，与空间站对接。

整个空间站的建成，约需天地运输系统发射 60 次。这种大型的永久性的国际空间站最终将转移到 426 千米高空的工作轨道上运行。空间站建成以后，可以接纳 6 名宇航员长期留在这里工作和生活。

这种世界性的空间站主要是进行各种空间技术试验，包括微重力材料科学研究、人在空间长期生活对人体影响的研究、以及探索微重力应用的商业前景。

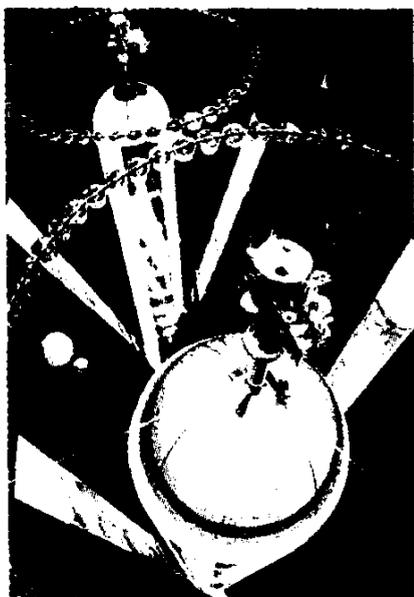
21 世纪开始时，人类移居太空有了一个崭新的开端，那么，迎来“海市蜃楼”似的太空城也不再是匪夷所思的事情了。

## 人类未来的太空城

中国古代有一个笑话，有一个富翁要求建筑师为他建造一所只有第三层楼的“空中楼阁”，人们都嘲笑他愚昧无知。如今，时代不同了，我们不仅要造“空中楼阁”，还要建立“太空城市”。

“此阁几何高？何人之所营？侧目送日落，引手攀飞星。”苏轼的这几句诗便是对太空城市的很好的描述。

随着各种各样的空间站、空间工厂的大批建造，人类势必要在宇宙空间发展出一个完整的体系，建立起空间城市。人类到宇宙空间建立居民点，去开辟新天地、建立新的生活，已不再是遥远的未来。



太空殖民地的想象图

那么，太空城市建在哪里呢？

首先，它必须是永久性的，不能坠落；在近地轨道运行的飞行器，极其稀薄的空气都会使它减速，最后坠落；距地球数万千米的同步卫星也只有 20 多年的寿命。那么，永久性的太空城市必须建在远离地球的地方。

可是，人们又会担心，太空城会不会飘走呢？

据科学家计算，在太空有一些特殊的点（区域），在这些

点上，太阳、地球、月球的引力相互平衡，位于这些地方的物体就能像放在碗底的小球一样，不会轻易离开自己的位置，这些点以意大利天文学家拉格朗日的名字来命名，称为拉格朗日点。

1952年美国科学家建议将第一批太空城市建在代号为 L5 这个经过计算的点上，城市运动着，但却始保持着与地球、月球相对不变的位置。从 L5 到地球仅需 5 天，交通十分方便。距月球也不算远，可以充分利用月球资源。

太空城的样子和规模如何？美国科学家奥尼尔提出了万人车轮空间城的方案，这是最简单、最成熟的设计，它将是人类的第一座太空城市。万人车轮空间城的外形像一个车轮子，直径 1800 米，“轮胎”直径 130 米，里面是位置交错排列、相互隔开的 6 个居民区和农业区。

车轮绕轴旋转，每分钟转 1 圈。这是为了在太空城制造“人工重力”，使人在那里不会四处飘浮，感觉像在地球上一样太空城外有一面大镜子和若干小镜子，调整这些镜子的方位可以使居住区有日、夜之分，使农业区有所需的阳光和温度。居住区内有各种各样的建筑物，作为住宅、商店、医院、学校等使用；农业区种植作物，饲养禽畜。城里交通四通八达……

那么，城市的空气、水和食物从哪里来呢？初期当然都来自地球，随着技术进步，将来还可以从小行星上得到大量的氢作为能源。

其实，最大的问题是，人类要在太空城永久居住下去，就必须形成自己的一个闭式循环的生态系统。这方面的实验正在紧张地进行。

在宇宙空间建设人类社会绝非幻想，21 世纪就要成为现实，人类的子孙将告别亲人、告别地球，奔赴空间工地，他们是空间城市的建设者，也将是第一批太空移民。这将是名副其实的新人类！

## 月球交通车

多少年来，人们一直在梦想开发月球。现在，人类正在积极研制各种适合于月球上使用的交通车，以便加强对月球的探索。

美国在这方面走在世界的前列，已成功研制出月球摩托车、火箭车、双座多用途高性能车、月球拖挂车、月球轨道巴士、月球客货两用车、中型月球探险车等。

月球摩托车是一种轻便的单座月球车，共有 3 个轮子，轮胎为网眼式，由燃料电池驱动，只能载一名乘员。车子全长两米多，在地球上重 78 千克。因车子是暴露式的，所以驾驶员需穿宇宙服。这种车可供月球上各设施间的往返以及检修太阳能电站时乘用。

火箭车也是单座车，它是靠火箭喷射驱动的。火箭车没有轮胎，只能做跳跃式前进。它被用于两地间的快速移动及返往月球和月球的轨道空间站。

双座多用途高性能车，它与“阿波罗号”用的登月车外形极其相似，有 4 个轮子，轮胎也是网眼式的，以电池为动力，能够连续行驶 80 千米。

月球拖挂车，它由集装箱台车和牵引车两部分构成，专门用于运送物资。它以太阳能电池作动力电源，只要有太阳光就

能连续行驶，也可以同时使用燃料电池。

月球轨道巴士，也叫滑动着陆舱，它一旦离开月球的运行轨道，就会以低角度进入月面，以每小时 500 千米的速度、像雪橇一样滑行着陆，大约 2 分钟以后才能停止。

月球客货两用车，可载乘员好几名，还可载货 500 千克，并且能连续行驶近 200 千米。它的车体是封闭式的，采用两条铝网硅胶履带，能用来在月球各设施间运送没穿宇宙服的人员和小动物，也可用于月球探险。

中型月球探险车上装有高性能的聚光灯、高灵敏度的通信测位天线、监视摄像机和探测雷达，即使在夜间也能行驶。它的车胎为轮胎式，在必要的时候也可以充当临时月球站。

这些月球交通车都肩负着人类赋予的特殊使命，在月球上工作、探险，我们相信，随着高新技术日益发展，它们将发挥越来越大的作用。

## 光子火箭

为了提高火箭在宇宙航行中的飞行速度，科学家一直在寻找新的能源。1953 年，一位德国科学家提出了光子火箭的设想。光子，就是构成光的粒子。当它从火箭的尾部喷出来的时候，就具有光的速度，每秒可以达到 30 万千米。如果用光子来作为火箭的推力，我们到达太阳的近邻——比邻星就只要 4~5 年的时间，那有多好！

可是，光子火箭的设想还只是停留在理论上，制造它的困难在于它的结构。

我们已经知道，原子是物质化学变化中最小的微粒，原子

又是由带正电的原子核和围绕原子核运动的带负电的电子组成的。原子核由带正电的质子和不带电的中子组成。质子、中子和电子还可以分成许多微小的粒子，如中微子、介子、超子等等。

科学家还发现，宇宙中还存在着和这些粒子对应的、电荷相等而符号相反的粒子，如带正电的“反电子”、带负电的“反质子”等，这些粒子被称为“反粒子”。科学家预言，在宇宙空间还存在着“反粒子”组成的“反物质”，当粒子与“反粒子”、物质和“反物质”相遇的时候，就会发生湮灭，同时就会产生大得惊人的能量：500克的粒子和500克的“反粒子”湮灭，所产生的能量就相当于1000千克铀核反应时释放的能量。

如果我们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，产生光子流，从喷管中喷出，从而推动火箭，这种火箭就是“光子火箭”，它将达到光的速度，以30万千米/秒的速度前进。

虽然湮灭得到的能量十分诱人，科学家在实验室里，也已获得了各种“反粒子”，如“反氢”、“反氦”和“反氦”。但是，它们瞬息即逝，无影无踪。按目前的科学技术水平，不可能将它们贮存起来，更难以用于推动火箭的飞行。

然而，科学家还是乐观地认为，光子火箭的理想一定会实现。他们设想，在未来的光子火箭里，最前面的是航天员工作和生活的座舱，中间是粒子和“反粒子”的贮存舱，最后面是一面巨大的凹面反射镜。粒子和“反粒子”在凹面镜的焦点处相遇湮灭，将全部的能量转换成光能，产生光子流。凹面镜反射光子流，推动火箭前进。

当然，在这样的光子火箭里，航天员的座舱必须有防辐射保护。否则，航天员的生命就会受到伤害。

## 空天飞机

空天飞机是一种正在研究的飞行器，它的全称叫航空航天飞机。顾名思义，它既可航空，在大气里飞行；又可航天，在太空中飞行，是航空技术与航天技术高度结合的飞行器。

美国在 1981 年研制成功了航天飞机，成为航天发展史上的一个重要里程碑。但是，航天飞机仍存在着许多不足，主要是维护复杂、费用昂贵和故障经常发生等。而空天飞机与航天飞机相比，则更多地具有飞机的优点。它的地面设施简单，维护使用方便，操作费用低，在普通的大型机场上就能水平起飞和降落，就连它的外形也酷似大型客机。它以液氢为燃料，在大气层内飞行时，充分利用大气中的氧气。加之它可以上万次地重复使用，真正实现了高效能和低费用。

研制空天飞机最大的关键技术是动力装置。它的动力装置必须能在极广的范围内工作，即从起飞时速度为零，到进入太空轨道时的超高速范围内都能正常运行。这就要求它的动力装置具有两种功能：一是火箭发动机的功能，用于大气层外的推进；另一就是吸气式发动机的功能，用于大气层内的推进。吸气式发动机工作时，利用冲压作用对空气进行压缩液化，为其提供液氧燃料。

可以预料，空天飞机一旦研制成功，航天飞机将会被它完全代替，而地球上任何两个城市间的飞行时间都不会超过 2 小时，你说这有多快呀！

## 人类第一颗人造地球卫星

研制人造地球卫星的思想由来已久。早在 1687 年牛顿就在《自然哲学的数学原理》中谈到有可能以极大的初速度抛出一个永远绕地球旋转的物体，这就是人造卫星的基本思想。19 世纪的太空科幻小说和 20 世纪初航天先驱者的著作都对人造卫星作出了预言。德国的 V—2 导弹技术和战后远程乃至洲际弹道导弹的发展，为研制运载火箭和发射人造卫星奠定了坚实的基础。

为了科学研究的需要，第二次世界大战后有许多科学家研究了发射人造卫星的可能性，并建议为了和平目的和开发宇宙的需要研制发射人造地球卫星。1951 年举行的第二届国际航空联合会会议又有许多人提出发射人造卫星和太空站的倡议。这些科学家的极力倡导和大量太空飞行著作的预测，不仅引起许多政界人士的关注，更引起了一般公众的极大兴趣。1954 年夏，国际无线电科学协会和国际地形学和地球物理联合会通过了在国际地球物理年（1957—1958 年）间发射一颗人造卫星的决议。这一决议得到美国和前苏联等国的支持和响应。1956 年 1 月 30 日前苏联政府正式作出在 195—1958 年间研制人造地球卫星的决定。

前苏联的第一颗人造卫星计划包括四个组成部分：（1）研制运载火箭；（2）建设发射场；（3）研制卫星本体和星上科学仪器；（4）建立地面测控网。由于前苏联在研制洲际导弹 P—7 上领先了一步，从而使整个人造卫星计划进展得很快。为了达到第一宇宙速度，对 P—7 导弹进行了改进，主要是取

消了弹头部并调整了各级工作状态。这枚运载火箭定名“卫星”号运载火箭，它的总起飞推力为 3900 千牛。

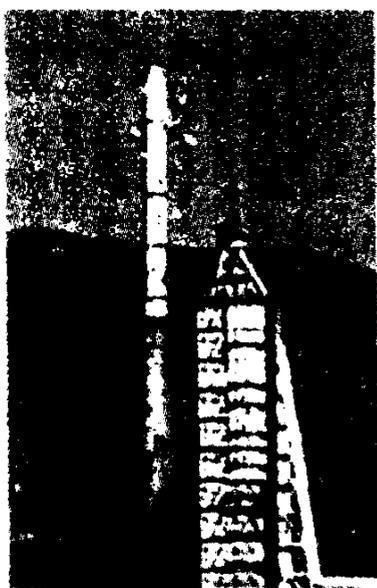
人造卫星本体和星上设备是以吉洪拉沃夫为主设计的，卫星代号 Сп—1，它的外形是一个铝合金的密封球体，直径 0.58 米，重 83.62 千克，卫星周围对称安装四根弹簧鞭状天线，倾斜伸向后方。1957 年 10 月 4 日晚，“卫星”号运载火箭携带世界上第一颗人造地球卫星在前苏联拜科努尔航天发射场发射成功。它进入了近地点 215 千米，远地点 947 千米，轨道倾角 65°，周期 96.2 分的椭圆形轨道。它在地球轨道上共运行了 92 天，绕地球飞行约 1400 圈，于 1958 年 1 月 4 日再入大气层时烧毁。这颗人造卫星进行了星内温度、压力试验，大气密度测量和电离层研究，并探测出几百千米高空的空气阻力。1957 年 10 月 4 日午夜，莫斯科电台向全世界公布了前苏联首颗人造地球卫星已成功发射进入轨道的消息。塔斯社的报道宣称：“人造地球卫星开辟了星际航行的道路。”不久，世界各地都能通过无线电接受到这颗卫星从天空发射出来的‘的……的，声响。’

人造卫星的诞生是人类历史上具有深远意义的大事，它标志着航天时代的开始。美国由于重视不够，加上将人造卫星计划和洲际导弹计划严格分开，大大影响了研制进度。1958 年 1 月 31 日，“朱诺”1 号运载火箭将美国的第一颗卫星“探险者”1 号送入轨道，使美国成为第二个进入航天时代的国家。由于人造卫星的巨大科技、政治、军事及经济价值，发展航天技术的国家越来越多。法国、日本、中国、英国、印度、以色列等国也先后利用自行研制的运载火箭成功地发射人造卫星，相继跨入了航天时代。

## “长征二号 E”捆绑式火箭

中国的“长征二号 E”捆绑式火箭（俗称“长二捆”）在成功地发射了 3 颗澳星和 1 颗亚星后，在国际国内产生了广泛的影响。在介绍它是怎样发射卫星之前，我们先介绍一下它的发展历程。

“长征二号 E”火箭是在高度成功的“长征二号丙”（CZ—2C）运载火箭基础上研制的。在我国长征系列运载火箭中，“长征二号丙”是十分重要的一个型号。自 1974 年以来，



长征二号

“长征二号丙”已发射了 18 颗遥感卫星，发射成功率很高。“长征二号丙”火箭还为我国航天事业带来了很高的国际声望。1986 年和 1987 年，我国曾先后两次用它为法国和德国进行空间微重力实验载荷搭载服务。1992 年 10 月，我国利用“长征二号丙”火箭发射了瑞典的第一颗人造卫星。由于“长征二号丙”的可靠性很高，它成了我国运载火箭系列的基础和核心型号，后来的“长征三号”和“长征四号”都是以它为基础研制的。曾为中国航天带来国际声望的“长征二号 E”捆绑式火箭（CZ—2E）也是以它为基础，采用捆绑技术发展而来的。可以说，“长征二号丙”为中国航天事业的发展立下了汗马功劳。

“长征二号 E”的研制受 80 年代后期国际上应用卫星大型化发展趋势的影响，在研制过程中采用了许多新技术，最重要的是在第一级捆绑了四个助推器，从而大大提高了运载能力。其他改进的措施还包括：加长中央芯级箭体，使两级发动机工作时间大大延长；二级发动机采用了大喷管，挖掘了发动机的潜力，使运载能力有了进一步提高；采用了新的推进剂利用系统；研制出直径 4.2 米，长 10.5 米的大整流罩，从而可适应不同载荷的要求，还能进行一箭多星发射。完整的“长征二号 E”，火箭总长 50 米，起飞重量 460 吨，起飞推力 600 吨，近地轨道运载能力达 9.2 吨。

1990 年 7 月 16 日，“长征二号 E”，在西昌卫星发射中心首次发射成功。1992 年 8 月 14 日和 12 月 21 日，两枚“长征二号 E”火箭先后发射成功，顺利地将“澳星” B1 和 B2 按合同要求送入预定轨道。这两次发射正值国际航天年，无论是在中国的哪个地方，“长二捆”和澳星都成了人们街谈巷议的热门话题。同时，“长征二号 E”的研制成功，在国际上也产生了相当大的影响。1994 年 8 月 28 日和 1995 年 11 月 28 日，“长征二号 E”又发射成功“澳星” B3 和“亚洲二号”通信卫星。



长征二号（捆）

“长征二号 E”是怎样把大型通信卫星送入轨道的呢？我们知道，不同的卫星有不同的运行轨道。通常可把卫星轨道分成三类，即低轨道、太阳同步轨道和地球静止轨道。通信卫星

运行在地球静止轨道上，它是地球赤道上空高度为 35860 千米的圆形。在这个轨道上运行，它的周期正好是 24 小时，因此在地面上看它好像是不动的。这对于通信十分有利。国际上现有的运载火箭有的可直接将卫星送到这个轨道上，但采取这种方式也有不少缺点，一是对火箭技术和可靠性要求很高，二是运载能力较低，三是能量消耗较大。另一种方法是用三级火箭先将卫星送入地球同步转移轨道，再由卫星自己的发动机推进进入地球同步轨道。还有一种常用的发射同步通信卫星的方法是采取三个步骤，接力式地把卫星送入静止轨道。“长征二号 E”就是采取这一方式。

首先“长征二号 E”垂直发射，两级先后点火将专门研制的通用近地点变轨发动机（简称火箭上面级）连同卫星一道送入高度约 200 ~ 300 千米高的近地轨道。这个轨道只是临时的，所以也称停泊轨道。这时，“长征二号 E”火箭的使命也就结束了。在经过调整和测控后，上面级发动机点火，将卫星推到远地点为 35860 千米的大椭圆轨道上，上面级与卫星分离，这是第二个步骤。最后，当卫星运行到与同步轨道相切的远地点时，卫星上带的发动机（称远地点发动机）点火，进入地球静止轨道。为使卫星真正与地球同步，还须利用卫星上的微小发动机进行较长时间的轨道调整。

## 洲际导弹

洲际导弹通常是指射程超过 8000 千米的战略弹道导弹，它都装有威力巨大的核弹头，用大推力多级火箭运载飞向目标。洲际导弹飞行的开始一小段为有动力、有制导的主动段，

其余大部分路段是沿着只有地球重力作用的椭圆弹道飞行。历史上研制的洲际导弹弹头的爆炸当量最大可达数千万吨 TNT，即相当于上千颗美国投向日本广岛的原子弹的威力。由于射程远达上万千米，洲际导弹一般是垂直起飞后先飞出大气层，再经过漫长的太空飞行，最后再入大气层飞向预定目标。它的最大飞行高度可达上千千米，最大飞行速度可达 30000 千米/小时（8 千米/秒以上）。

洲际导弹的始祖是德国 40 年代研制成功的 V—2 弹道导弹。1942 年 10 月 3 日首次试验成功，其射程约为 280 千米，可带 1 吨常规炸药。第二次世界大战结束后，德国的液体火箭和导弹技术对苏、美及其他国家发展火箭及导弹技术作出了重大贡献。由于核武器和远程轰炸机发展水平的差异以及对远程火箭发展前景的不同认识，前苏联和美国对发展洲际导弹采取了不同的策略。前苏联由于远程轰炸机落后于美国，因此为解决核弹头的远程运载问题而大力发展弹道导弹。50 年代初，前苏联先后研制成功中程导弹 SS—3 和 SS—4。接着，前苏联利用新发展的推力液体火箭发动机，大胆采用捆绑技术提高起飞推力，研制出世界上第一枚洲际导弹 P—7（西方称 SS—6）。P—7 洲际导弹为两级结构，长 28 米，底部最大宽度 10.3 米，起飞重量 267 吨，最大起飞推力 3900 千牛。1957 年 8 月 21 日，P—7 成功进行了首次全程发射试验，射程超过 8000 千米。洲际导弹的研制成功使前苏联先于美国初步具备了洲际核打击能力。

美国尽管很早就制定了洲际导弹发展规划，但长期的争论极大地影响了它的发展进程。美国政界认为，美国的战略轰炸机和核武器都领先于前苏联，研制洲际导弹并无必要。另一方

面，一些军界权威人士认为，以当时的技术水平，弹道导弹的射程不可能超过 3000 千米，而且这样的导弹根本无法携带吨位很大的核弹头。50 年代中期核弹头小型化取得的进展和前苏联发展远程导弹的消息，促使美国改变原策略，开始大力发展洲际导弹。1958 年 11 月 28 日，美国第一种洲际导弹“阿特拉斯”成功地进行了全程试验，射程达到 9960 千米。此后美国又研制成功“大力神”Ⅰ和Ⅱ型洲际导弹。其中“大力神”Ⅱ型长 31.4 米，起飞重量 50 吨，起飞推力 195 吨。它的射程高达 15000 千米，可推带 2000 万吨当量的核弹头。它于 1962 年 3 月 16 日试验成功。

洲际导弹经过了几个阶段的发展。P-7、“阿特拉斯”和“大力神”属于第一代，特点是体积大，重量大，推进剂不可贮存。这类洲际导弹不能处于常备状态，准备时间长，自主性和适应能力低。第二代洲际导弹采用可贮存推进剂，并进而过渡到采用固体推进剂，适应性和机动性较高。随着核弹头的小型化，从潜艇发射的固体潜射导弹应运而生。第二代洲际导弹的特点是生存力强，机动性好。前苏联的 SS-9、美国的“民兵”Ⅰ式和“北极星”，法国的 M-1 都属于第二代洲际导弹。第三代洲际导弹着重解决的是采用集束式和分导式多弹头问题，并且出现小型化、可车载机动发射的单弹头洲际导弹，从而可攻击多目标，突防能力强，威慑力更大，机动性更好。美国的“民兵”Ⅲ式、“和平卫士”式（即 MX 导弹）和前苏联的 SS-18 都属于第三代。除洲际导弹外，美国的“海神”式和“北极星”A-3，前苏联的 SS-N-8 潜射导弹也具备多弹头洲际攻击能力。

洲际导弹是现代武器中威力最大的一种，是现代科学技术

的结晶，体现了一国的科学技术水平和国防势力。洲际导弹的存在极大地威胁着人类的安全。从 20 世纪 60 年代开始，削减核武器和洲际导弹就成为人类面临的重大课题。冷战的结束使这项工作取得了一些进展，但要达到彻底销毁洲际核导弹的目标还要经过长期艰苦的努力。

## 中央电视台卫星云图的预报

气象观测预报与国民经济和人们的日常生活息息相关，气象卫星的出现为气象观测提供了革命性的技术手段。气象卫星上装有各种气象遥感器，能够遥感地球及大气层的可见光、红外和微波辐射，能够探测温度、湿度、气压和风速等信息，并将其转换成电信号传递到地面。地面台站将卫星送来的电信号复原，绘制成各种云层、地表和洋面图片，再经进一步处理和计算，即可得出各种气象资料。中央电视台天气预报节目的气象云图就是根据气象卫星发回的气象探测资料绘制的。

中央电视台天气预报的卫星云图有两种，一种是同步轨道气象卫星云图，图像上有各种不同的云系和经纬网络；一种是极轨气象卫星云图，图像上有海洋、云层、高原、沙漠、冰雪、植被和河流。卫星云图还分可见光云图、红外云图、全景云图和区域云图。直接从卫星上接收的云图只是黑白图像。为研究的方便和使观众易于看明白，气象工作者为云图画上国境线、城市标记，并根据光谱原理对云图进行了色彩加工，使之接近人的视觉习惯：绿色表示植被；赭黄色表示陆地；蓝色表示海洋等等。由于大片云系会反射太阳光，气象卫星接收到的各种云系的信号是灰白颜色，因此我们从卫星云图看到的大片

降雨云系的色彩是灰白的，而不是浓黑色。

制作卫星云图的工作相当复杂。每天早上值班天气预报员要确定天气预报使用的云图种类。气象中心的人员按需要将接收到的图像进行处理，包括云图定位、拼接处理、投影变换、几何畸变校正、辐射畸变校正、绘制等压线和等温线等。通常每天接收两次极轨气象卫星的图像资料，每次接收到的是相邻三个轨道（每个轨道约横向 3000 千米宽）气象资料，这些资料经过投影拼接才能得到一张可完全覆盖中国的气象云图。接着还要进行彩色合成及局部放大。另外，每隔半小时还要接收一次同步轨道气象卫星云图，它覆盖约四分之一的地球表面。将这些云图做成动画片形式可生动显示各个云系的变化，据此可对天气系统的趋势作出预测。

1960 年 4 月，美国发射成功第一颗气象卫星“泰罗斯” 1 号，证明了使用卫星进行气象观测的巨大价值和优越性。气象卫星观测的地域广阔、观测时间长、观测数据汇集迅速，因而能提高气象预报的质量，对长期天气预报更有重要意义。气象卫星所提供的气象资料已被广泛用于日常气象业务、气象科学、大气物理、海洋学和水产学的研究。气象卫星的发展和应用异常迅速。气象卫星逐步由低地球轨道扩展到太阳同步轨道，再进一步发展到同步轨道。极地轨道和同步轨道气象卫星相互补充就可以实现对全球的气象观测。目前全球性的气象卫星观测网大大提高了气象预报的精度和及时性，并能预先预报灾害性天气，为社会发展作出了巨大贡献。

60 年代初，中国已对气象卫星技术和大气遥感问题进行了初步探索。从 70 年代起，中国开始接收国外气象卫星发出的资料，对云图分析、红外和微波遥感以及天气预报进行了大

量研究工作。80年代，引进了美国“泰罗斯-N”系列气象卫星单站接收处理系统，1986年10月1日，中国首次在电视中播发了卫星气象云图和气象预报。1988年9月7日和1990年9月3日，中国先后发射成功两颗“风云一号”极轨气象卫星，标志着中国卫星气象工作进入了一个新阶段。“风云一号”的主要遥感设备是两台五通道可见光和红外扫描辐射仪，扫描宽度3000千米，星下点分辨率1.1千米。各通道分别用于拍摄白天云图，昼夜云图，水、冰、雪和植被图像，海洋水色图像，地表、海面温度及图像。星上其他重要设备还有三种图像传输系统和计算机。卫星为1.4×1.4×1.2米的六面体，重900千克，运行轨道高度为901千米，每天绕地球运行14圈。地面系统由北京、广州、乌鲁木齐三个地面资料接收站和设于北京国家卫星气象中心的资料处理中心构成。广州和乌鲁木齐接收的资料通过通信卫星实时传送到中心，北京的资料通过微波传至中心。中心对气象卫星资料进行处理，制成卫星云图，供气象研究和预报使用。在这两颗卫星正常工作期间，中国气象预报工作采用了自己的高质量卫星云图。除使用“风云一号”卫星的云图外，中国通常都是接收和使用美国的“诺阿”极轨气象卫星和日本的“葵花”同步轨道气象卫星的资料。

## VSAT——小型卫星通信地球站

VSAT是英文Very Small Aperture Terminal的缩写，意为甚小孔径终端。它是一种用户自备的具有收发功能的小型卫星通信地球站。利用VSAT装置，用户无须通过大型地球中心站的

转送就能直接通过卫星实现与世界各地进行数据、话音、图像信息的高速交换。VSAT是80年代通信卫星领域最有意义的成就之一，它对卫星通信的发展将起到巨大的作用。

卫星通信是航天技术应用的最重要领域。自第一颗卫星诞生后不久，美国和前苏联就着手发展通信卫星。1969年，国际通信卫星组织用多颗通信卫星实现向用户提供国内通信以及国际通信服务。通常，两个用户利用卫星进行国际通信基本上都可用如下模式表示：

用户甲 地球中心站甲 卫星 地球中心站乙 用户乙

由于同步通信卫星取得的巨大成功和其显示的优点，人们将这种卫星通信方法看作最理想的通信模式。但是，这种方式存在几大缺点：(1) 需要建设大量大型卫星地面站，耗资大；(2) 用户使用卫星进行通信必须通过地面站间接进行，通信方式复杂，可靠性低；(3) 用户不能直接、灵活地利用卫星资源；(4) 远离地面站的边远山区用户和移动用户难以利用卫星进行通信；(5) 不利于保密。

随着卫星通信技术、数字技术和计算机技术的发展，一方面由于卫星功率和地面接受灵敏度的不断提高，卫星通信较高频段的开发应用以及卫星天线方向性的改善，使得小型地面接受装置的开发具有了可能性；另一方面，各种通信业务的需要和计算机技术的推广普及，许多用户希望利用卫星电路进行专用、灵活、直接和经济的通信业务服务。可以说，航天技术与通信技术的发展和社会的需要为甚小孔径通信终端（VSAT网）的发展和应用提供了必要性和可能性。1984年，美国首先开始运行VSAT网，很快以其成本低和使用灵活而迅速推广到欧洲、澳洲和亚洲，成为卫星通信的一个全新的发展方向。

与常规的大型地面站通信方式相比，VSAT通信网主要有以下特点：（1）可提供多种业务：如提供数据、话音、视频图像、传真和计算机信息等多种信息的传输；（2）设备投资和使用费用较低，一般可为用户节省40%~60%；（3）具有较大的网络灵活性，网内用户可直接通信；（4）VSAT网的信道误码率较低，比地面站形式低几个数量级；（5）设备和系统的可靠性较高；（6）用户不受地理位置和地面站的限制，使用范围大大扩展；（7）维护简单，易构成广播通信方式；（8）保密性好。由于VSAT通信网具有上述优点，它可在各个领域获得广泛应用，如交互式计算机通信，各种信息数据的发送、接受和交流，银行金融结算，电视会议以及电视教育，商品交易和定货，移动通信、电子邮件、股票交易、自动出纳等等。

随着VSAT通信网的推广和应用，VSAT技术也得到迅速发展。早期VSAT设备的通信天线约在1.2米~1.8米，现已降至0.5米以下。如国际海事卫星组织开发的C标准数据终端，尺寸只有73×214×279毫米，重2.0千克，其锥形天线尺寸为200×190毫米，重仅1.6千克。随着信息编码、调制解调和纠错等新型技术及集成化技术的发展，VSAT正从单纯数据型向数据、语音、文电和图像等信号综合传输的方向发展，从而极大地拓宽了其应用范围。

中国于1988年7月开通VSAT卫星通信网，主站天线为13米，终端用户天线为2.5米，安装在各用户的建筑物上，可为用户提供声码电话、数据传输、彩色图像传输等各种业务，为煤炭部、地震局、民航、铁道部、海关总署和国家计委等单位提供了各种业务服务。

## 卫星电视网

通信卫星是为人类社会带来利益最大的卫星，它使全世界信息传播方式发生了革命性变化。卫星电视网即是通信卫星的重要应用之一。

卫星电视网即电视卫星系统，它用于转发声音信号和电视图像信号。通常卫星电视网包括轨道和地面两大组成部分。通信卫星或专用电视卫星是在轨部分，它除了包括一般卫星的基本分系统之外，最重要的有效载荷有转发器、通信天线和遥控遥测系统。转发器实际上是一个宽频带收发信机，相当于一个传话筒，其任务是接收地面站发射的电视信号（称上行信号），并经放大、变频后再发回地面（称下行信号）。由于上行信号很弱，转发器通常要将上行信号放大 20000 倍以上，以使地面易于接收。电视卫星系统的地面分系统包括上行站、测控站，以及大量的接收点。上行站的任务是把广播电视中心送来的广播电视信号经调制和放大后发射给卫星，并接收和监测卫星转发下采的信号和测试卫星转发器的通道。上行站除主站外，还设有移动型或车载型上行站，以供外出采访就地转播之用。测控站的任务是对卫星进行跟踪、测轨、遥测及遥控。电视卫星位于 35860 千米高的静止轨道上，但要实现全球直播，只有一颗卫星不够，通常需要两到三颗卫星接力式地传送电视信号。

对这些基本系统有所了解后，我们就可以通过实例介绍卫星电视网是如何进行全球电视节目直播的。在 1996 年亚特兰大奥运会比赛期间，在当地电视中心首先将比赛的实况进行录

制、编辑，并转成视频信号送往主上行站（卫星地面站），上行站将这些信号调制到微波载波上，再放大后经天线发往位于大西洋上空的通信卫星。这颗卫星上的转发器将信号转送到位于印度洋上空的通信卫星上，再经该卫星转发器放大和变频后，送到北京的卫星地面站。地面站接收卫星的信号并将其放大、解调，还原成视频信号，送到中央电视台，通过发射塔播放出来。这样，我国的观众可以坐在家里收看到奥运会现场比赛的实况了。由于洲际比赛距离遥远，我国通常都要在比赛时间里租用外国的一颗到几颗通信卫星上的转发器。

当今信息时代要求信息的传送更加迅速。这样，不仅轨道上的卫星必须形成一个网络，地面上的发射、接收站点也要形成一个庞大的系统。对于体育比赛、重大政治活动甚至突发事件如战争、自然灾害等，往往通过移动式或车载式转播系统将事件发生的现场情况录制、转换、放大、调制，直接发送到通信卫星上，经一颗或几颗卫星接力式地接收、放大，最后发回地面站，再由地面站送到电视中心，最后经放大、解调、还原后发射出去，或经有线电视系统送到千家万户。

上述卫星电视直播模式从 20 世纪 60 年代直到今天仍是最通行的方法。它虽然实现了远距离电视直播，但存在着许多缺点。对于地广人稀、远离电视发射台的广大观众，他们或者收到的信号很差，或者干脆收不到电视信号。移动电视用户也难以接收电视信息服务。另外，通过地面卫星广播电视中心转播的方式会造成可上卫星的电视频道数较少、信号经多次转发失真较大等严重的缺点。为了扩大卫星电视覆盖面甚至达到全国覆盖，大大增加卫星电视频道数，并朝高清晰度电视方向发展，一个可行的解决方案是发展电视直播卫星。其基本思想是

用户无须经过地面的接收和发送台站，而直接接收卫星发回的电视信号。

大功率（几百瓦量级）转发器技术的进步以及 VSAT 技术的成熟，使电视直播卫星投入实用成为可能。电视直播卫星是卫星把电视信号直接送到用户的接收机上，无须经过地面台站的转发，这对于提高接收质量、方便移动用户和边远地区用户都十分有利。美国在 1974 年发射成功具有大面积天线的 ATS—6 通信卫星，首次实现了直接电视广播和双向视频通信。80 年代中期以后，欧洲和日本也开始发展电视直播卫星和建立直播卫星电视系统。美国还成立了直播卫星公司，同有线电视公司展开竞争。美国直播电视公司和全美卫星广播公司已累计播送了 175 个频道的电视节目。用户只需使用 45 厘米天线和小型电子接收装置就可以直接收看卫星发送的新闻、体育、娱乐和信息服务节目。这是卫星电视直播的一次重大飞跃。

## GPS（导航星全球定位系统）的工作

导航卫星是为地面、海上、空中和空间用户提供导航定位参数的应用卫星。导航卫星早期主要用于军事用户导航和定位。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，取得了很大成功。1973 年 12 月，美国国防部又制定了一个“导航星全球定位系统”（GPS）计划，目的是弥补子午仪卫星的不足，建立一个供各军种使用的统一的全球军用导航卫星系统，原计划 15 年完成。该系统由 21 颗实用卫星和 3 颗备用卫星组成，采取中高轨道，均匀分布在 6 个轨道面内，高度约 20000 千米，倾角  $63^\circ$ 。21 颗卫星

分为 I 型和 II 型，前者重 460 千克，后者重 787 千克。1978 年 7 月 22 日，第 1 颗导航星发射，1993 年 10 月 26 日，第 21 颗导航星发射，标志着该系统初步建成。1994 年 3 月 6 日，第 24 颗导航星发射入轨，从而使这项历时 20 年、耗资上百亿美元的导航星全球定位系统全部建设成功。导航星的定位精度在 16 米以内，测速精度优于 0.1 米 / 秒 计时精度优于 120 毫微秒（300 万年误差 1 秒）。该系统对民用用户开放的通道定位精度较低，一般在 100 米左右。

定位常常是军用系统和民用系统需要解决的重要问题。飞船和返回式卫星在回收时，需要弄清落点精确位置。舰只在茫茫大海上航行需要知道自己的位置。发射洲际导弹需要时时跟踪它的位置、方向和速度。坦克部队在大沙漠上行动需要知道自己的方位。士兵在丛林中执行任务时要经常确定自己的位置。为保证运钞车的安全，银行也要通过实时确定它的位置和路线进行安全监视。如果知道丢失的车辆所在的地点，就可能迅速找回。导航星全球定位系统可以满足这些不同用户的复杂定位要求。它可为飞机、舰船、坦克、步兵、导弹、低轨卫星和各种民用用户提供全天候、连续、实时、高精度的位置、时间和速度的精确定位信息。

导航卫星定位的原理是时间测距和多普勒测速。导航星同步发出卫星星历表、时钟校正参数、信号延迟参数、卫星状态参数和识别信息等导航信号，用户接收机在某一时刻可同时接收 4 颗卫星发出的导航信号，接收机计算机根据卫星发送信号时间和电磁波的传播速度，可以算出用户相对于 4 颗卫星的距离（称伪距离）。以这 4 颗卫星为中心，以它们相对用户的距离为半径作 4 个球面，如果 4 个球面汇于一点，这个点就是用

户的位置。否则就用导航星上的时钟校准接收机时钟，重复计算使球面汇于一点。这样用户的三维位置坐标（经度、纬度和高度）就确定了。通常用户在地球的任何位置至少能同时“看到”6颗以上的导航星，从中选出位置最佳的4颗进行连续的实时三维定位和测速。移动用户则根据接收导航信号频率的变化（多普勒频率）来计算自身运动的速度。获得的位置和速度信号在显示器上显示出来。

导航星全球定位系统是被动式导航定位系统，即用户只须接收卫星发出的信号而无须向卫星发射信号，因而接收装置可以做得非常小巧，一般在几千克左右。美国海湾战争中使用的接收机有的只有0.81千克，尺寸仅22×9×5厘米。

导航星全球定位系统不仅为美国三军提供导航服务，而且也已于民用和移动通信服务。但两种用户严格分开，军用导航采用精确码；民用定位采用粗捕获码，且精度只有100米左右。美国政府1993年许诺，民用用户可以免费使用该系统10年。由于这个原因，90年代后，许多国家有大量公司在开发不同用途的导航星全球定位系统接收装置，应用领域遍及社会经济各个方面，GPS的开发和应用已形成前景十分广阔的技术产业。鉴于GPS系统取得的巨大成功，美国还计划对其进行改进和扩充，计划研制和发射51颗新的导航卫星组成规模更大、应用更加广泛的导航星全球定位系统。

## 地球资源卫星

地球资源卫星是遥感卫星的一种，是和人类生活联系最密切、在国民经济中应用潜力最大的实用型卫星之一。地球资源

卫星进行资源调查的原理是基于这样一个事实：任何物体，不管是有生命的还是无生命的物体，都以它们自身特有的方式发射、吸收和反射电磁波，从而给出不同物体特有的频谱“标记”。矿物的性质和特点不同，电磁波辐射与反射能力和特点也不同。资源卫星上的遥感仪探测到的不同矿物反映在图片资料上的差别是不同的色彩、色调、几何形状、地貌形态、水系特点和植被特点。地面接收到星上遥感器获得的这些标志信息图片后，就可根据以往的经验事实对图片进行地质判读以获得这些信息的真实含义，即识别出遥感图片上的不同资源。由于卫星遥感面积大，速度快，不受地理条件限制，因而能够对广大区域的各种金属或能源矿物进行粗查，大大节省了找矿的时间、成本和物耗。

除矿物资源调查外，地球资源卫星还可用于对农业作物种类、生长状况、收成情况、地质结构、岩石类型、土壤特性、地面含水线、地表水源分布、工业污染程度等进行调查和研究。

地球资源卫星装有各种遥感仪器。这些仪器通常按工作波段分类，包括可见光、红外和微波遥感器，如机械式多谱段扫描仪、电荷耦合器件阵列、返束光导管摄像机和专题绘图仪等；微波遥感器，包括微波辐射计、微波散射计和合成孔径雷达等。

地球资源卫星是经济效益极高的多用途卫星，它有至少40多种以上不相重复的用途。在农业方面能够估计作物的产量、估计土壤含水量、早期预报病虫害、报告森林火灾、调查野生动物、探测渔讯等；在环境监测方面能够调查内陆水资源、监视海岸侵蚀、进行地震和火山探测、进行地理学绘图和

地质学研究、开展大气流以及海湾污染调查、监视臭氧层等；在矿物调查方面，能够通过岩石的光谱特征和地形的类型来识别矿物的种类和贮量、对地下能源进行查明和估计贮量、勘察海洋石油资源等。在美国，每年从地球资源卫星中就可获取几十亿美元的收益。自 1977 年至今，美国总获益高达上千亿美元。据美国农业部估计，地球资源卫星每年给美国农林牧业至少带来 30 亿美元的收益。前苏联地质学家利用资源卫星的遥感照片，一年内取得经济效益约 4000 万卢布，寻找石油和天然气方面的经济效益超过 1 亿卢布。据前苏联估计，向国土资源卫星投资 1 卢布，就可为国家创造 10 卢布的收入。从这几个数字中能够看到地球资源卫星对人类经济发展的巨大意义了。

资源卫星还会带来丝毫不亚于经济效益的社会效益，而且过去许多花钱也办不到的事情如详查亚马逊流域资源，现在可以轻易做到。随着社会的进步和人类意识境界的提高，地球资源卫星的社会效益正日益为人们所重视。将来，地球资源卫星的作用对人类的生存和生活质量的影响可能会更大。

## 发展载人空间站的意义

借助各种人造卫星和载人空间站进行太空科学技术探索活动，无非是为了有效利用空间资源。目前的空间资源概念主要有如下含义：

空间高远位置资源，即站的高便看得远；

空间高真空资源，在太空大气密度几乎为零；

空间微重力资源，高速飞行的航天器的离心力抵消了地球

引力，因而微重力环境极佳；

空间太阳能资源，在太空中太阳能密度更大。

这些资源在地面要么根本没有或很难实现，要么不能有效利用。充分有效地利用太空资源是航天技术发展的基本目的。

为什么要研制和发射载人空间站呢？空间站的出现是航天技术应用化发展以及越来越强调航天活动的效益所促成的。研究表明，在高真空和微重力环境下，可以生产高纯度、高均匀度、大尺寸的半导体晶体材料；可以合成地面上无法合成的合金，如金属塑料合金；可以大量生产地面上很难或根本无法生产的特效药；可以加工出近乎纯圆的金属球体；可生产特种生物制品；能够长时间、大面积进行对地观测和天文观测；能够进行各种新技术的开发；可以进行大型空间结构的安装。从应用角度特别是长期效益上看，人造卫星和载人宇宙飞船都有其不足。人造卫星太小，装载的仪器设备有限，而且没有人照料，无法完成复杂的科学技术活动；载人飞船虽比卫星大得多，但对于空间加工等任务来说还嫌不够，而且它的飞行时间很短（一般小于 14 天），因而不能适应时间较长的观测与实验工作。人造卫星和载人飞船的不足迫切需要有载人空间站来完成这类空间科学技术任务。另外，载人空间站还可以更好地执行如侦察、预警、导航、通信等多种军事任务。

前苏联在上世纪 60 年代末把载人空间站作为未来航天计划发展的核心和一项国策，并取得了惊人的成就，先后共发射成功三代 8 艘空间站。第一代是从“礼炮” 1 号到 5 号，第二代是“礼炮” 6 号和 7 号，第三代是“和平”号空间站。逐步改进的“联盟”号载人飞船和后来新研制的“进步”号货运飞船成了连接地面与空间站、往来运送宇航员和仪器货物的

工具。“礼炮”系列空间站第一个是“礼炮”1号，1971年4月19日发射入轨。第一代5艘“礼炮”号带有试验性质，但也取得了一些科学技术成果。第二代“礼炮”6号和7号两座空间站进一步提高了安全性和可靠性，实验和研究内容有所增加，寿命也大大延长。它们带有两个对接窗口，一个用于“联盟”号飞船，另一个用于“进步”号货运飞船。

“礼炮”6号和7号分别于1977年9月29日和1982年4月19日发射入轨。“礼炮”6号运行期间，共有33名宇航员进站工作，载人总时间为678天。“礼炮”7号则共接待了10批27名宇航员进站工作。宇航员基茨姆、索洛维耶夫和阿特科夫创造了连续太空飞行时间237天新纪录。宇航员共进行了涉及各个方面的120多项实验，拍摄了1万张地球和天空照片，完成了大量科学观测、地球资源观测、人体医学研究和技术实验。其他具有重要应用意义的工作是进行了大量半导体、晶体生长实验和金属冶炼实验。

第三代“和平”号空间站的核心舱总长13.13米，最大直径4.2米，总重量20.4吨。它带有6个对接口，除用于飞船对接外，还计划对接5个大型专业研究舱。1986年2月20日凌晨，一枚三级“质子”号运载火箭将“和平”号空间站核心舱发射升空。在各批宇航员进站工作的同时，专业舱的发射和与核心舱的组装工作也在同时进行。

1986年4月到1996年4月，5个专业舱先后发射并与在轨的核心舱对接，标志着“和平”号空间站最终建成。在“和平”号运行的10年（截止96年2月20日）中，共对接各种航天器78艘，有56人登上空间站。宇航员不断刷新连续太空飞行时间新纪录：1987年罗曼年科创造了326天的纪录，

接着又提高到 366 天，1995 年宇航员波利亚科夫一跃又将纪录提高到 437 天 15 小时。“和平”号空间站在轨运行的 10 年可谓成果辉煌：研究了在太空使用的药物处方、宇航员体力恢复方法、蛋白质晶体生长、高效蛋白质精制、特殊细胞分离、特种药品制备等，进行了各种材料实验和半导体、合金制备，发现了大量稀有金属矿藏和上百个油脉，开发了大量空间新技术，进行了大量天文观测。



“礼炮”7号太空站

美国利用阿波罗计划的成果和硬件，包括运载火箭和推进剂贮箱，研制了美国唯一一座空间站——“天空实验室”。1973 年 5 月 14 日，一枚两级的“土星”5 运载火箭在肯尼迪航天中心点火发射，将“天空实验室”送入轨道。“天空实验室”在轨工作期间，共接纳了第三批 9 名宇航员。他们首先成功地对太阳电池板等故障进行了修理。他们完成的工作和取得的成就有：对地球进行了长期的观测、研究和拍照；对太阳进行了有史以来最直接、最系统的观测，包括记录到一次耀斑爆发的全过程。此外还进行了植物生长实验、医学实验、晶体生长实验、半导体掺杂实验，得到了长达 2 厘米的晶体，比预期的长 6 倍；制造了全新的金锆化合物。

由于建造大型空间站耗资惊人，上世纪 90 年代美、俄、欧、日、加等国决定联合研制“阿尔法”国际空间站。“阿尔

法”空间站于 2002 年最终建成，采用的运载工具是俄罗斯的火箭和美国的航天飞机。空间科学和应用跃上了新的台阶，空间加工和产品生产进入了产业化，空间站的经济效益和科技价值更充分地显现出来。作为建造“阿尔法”空间站的序幕，美国航天飞机与和平号空间站进行了 7 次对接和联合飞行，以进行各种实验和技术准备工作。1995 年 6 月 29 日至 7 月 4 日，“亚特兰蒂斯”号航天飞机与“和平”号空间站成功进行了首次对接和联合飞行，产生了强烈反响。

## 美国的航天飞机

航天飞机是一种像火箭一样垂直发射入轨，再入大气层后像普通飞机一样水平着陆的天地往返运输系统。它具有许多运载火箭和其他航天器所不具备的特点和功能。航天飞机的研制是航天技术向纵深发展的需要促成的。70 年代以前，航天技术已取得了惊人进展，但存在的问题和不足也是十分明显的。例如，运载火箭和载人飞船都是一次性使用的，这使得航天发射的成本很高，代价很大；各种应用卫星都是高技术的产物，研制发展费用昂贵，郊果因没有进入轨道或因故障而不能投入使用，损失也是巨大的；载人航天最重要的是安全，如果飞船发生故障，势必威胁着宇航员的生命财产。60 年代的研究表明，研制可重复使用的航天飞机是解决这些问题的有效途径之一。

首次载人登月成功之后，乘阿波罗计划的东风，美国宇航局提出了雄心勃勃的未来航天计划，其核心目标是载人登上火星。但这个计划受到尼克松政府的断然否决。在这种情况下，

宇航局又提出了航天飞机计划，它实际上是载人火星飞行计划的一个小项目。为了获得批准，宇航局非常乐观地描述了航天飞机的价值，包括经济价值和国防价值：（1）作为由宇航局和国防部联合使用的航天运输工具，能取代现有的 12 种不同的运载火箭；（2）当地球或空间出现有关国家安全的严重事件时，可用航天飞机迅速查明情况；（3）能迅速回收或更换与国家安全密切有关的失效或失误的航天器；（4）能捕捉、使其失效或摧毁不友好的航天器；（5）能回收或在轨修理出现故障的卫星；（6）能迅速救援处于困境或生病的宇航员，使他们摆脱困境。除了这些以往航天器不具备的能力外，宇航局还许诺说，利用航天飞机发射有效载荷入轨的成本只有一次性运载火箭的十分之一。

经过宇航局频繁游说，先后说服了国防部和预算委员会，最后也打动了尼克松总统。1972 年，尼克松批准了航天飞机计划。美国国会在批准这项预算时，要求航天飞机的发展费用不得超过 50 亿美元。

航天飞机设计方案经过了很长时间才得以确定。它由最初的完全可重复使用的两极方案变成三位一体方案：一架轨道器（航天飞机）背驮了一只巨大的一次性使用的推进剂外贮箱，外贮箱的两侧各有一枚大型固体助推器。这种布局降低了总研制费。但由于外贮箱不能重复使用，从而提高了发射成本。航天飞机系统的尺寸为：轨道器长 27.21 米，翼展 23.79 米，机高 17.39 米。它的中部有一个长 18.3 米，直径 4.6 米的载荷舱。外贮箱长 47.1 米，直径 8.38 米，两枚固体助推器长 45.5 米，直径 3.7 米。为了实现“普通人也能坐航天飞机”的设想，航天飞机在起飞过程中的最大过载限制在 3g 以下，在返

回时的过载限制在 1.5g 以内。航天飞机在研制过程中，解决了一系列高难度的技术问题，包括研制可重复使用的高性能液氢液氧发动机、大推力可重复使用的固体助推器、可重复使用的防热瓦等。

第一架供设计验证和滑翔试验用的航天飞机轨道器“企业”号于 1976 年 9 月 17 日交付。1979 年 3 月 24 日，首架用于轨道飞行的“哥伦比亚”号完成了装配，并空运到肯尼迪航天中心。1981 年 4 月 12 日，正值加加林首次进入太空 20 周年纪念日，“哥伦比亚”号发射升空。担任首次飞行任务的是约翰·杨和罗伯特·克里平，主要目的是验证轨道器轨道飞行能力、稳定与操纵特性、再入与着陆特性，同时还在轨试验了后货舱门的开闭特性以及机上惯性基准的建立。航天飞机的首次飞行从当地时间 4 月 12 日上午 7 时开始，到 14 日东部时间 13 时 20 分结束，历时 54 小时 23 分，绕地球 36 圈，最后在加利福尼亚州爱德华兹空军基地安全降落。大约有 100 万人从世界各地赶到卡纳维拉尔角观看了这次发射，其中包括英国女王伊丽莎白二世、首次登月的阿姆斯特朗等。美国电视台现场直播了这次发射，因此全球大约有 5 亿多人观看了当时发射的盛况。

美国航天飞机经过试验和投入使用后，证明了它在技术上是成功的，能够执行以往航天器和火箭不能完成的任务，如在轨回收、修理和发射卫星，实现了部分可重复使用等。但它的发射成本极高，甚至大大超过了运载火箭。“挑战者”号失事后，航天飞机不再承担民用载荷发射任务，只用于空间科学实验或发射大型军用载荷和深空探测器。截止 1996 年 10 月，美国航天飞机已飞行了 79 次。

## 空间天文学已取得的成就

航天技术促使空间天文学的诞生，使天文观测发生了革命。空间天文学就是利用轨道上的多用或专用天文卫星或发射星际探测器，进行天文观测研究。这样会带来许多优点：不受大气层影响，观测仪器接收到的恒星光或行星反射光更强、光谱更宽，从而可以“看”得更清楚、更远；不受地面人造光、风雨阴晴和黑天的干扰，可观测的时间更长；可以就近或登陆进行行星探测。

对太阳的观测和研究工作开展得最早。上世纪 60 年代前苏联和美国都研制和发射了专门探测太阳的卫星和探测器。上世纪 70 年代国际合作进行太阳探测达到高潮。上世纪 80 年代末美国和西欧合作，开创了一项立体研究太阳的“尤利西斯太阳探测计划”，取得了巨大成就。月球探测也进行的相当充分。前苏联于 1959 年 1 月 2 日发射了“月球”1 号探测器。9 月 26 日发射的“月球”2 号成为第一个击中月球的人造物体。而 10 月 4 日发射的“月球”3 号则第一次观察到月球神秘的背面。1964 年 7 月 28 日美国发射的“徘徊者”7 号到达月球表面，发回了 4300 张清晰的月面照片。尔后美国又发射了“徘徊者”8 号和 9 号探测器，也取得了高度成功。前苏联于 年 月 日发射的“月球”9 号终于实现在月面上软着陆。3 月 31 日发射的“月球”10 号则成为第一颗人造月球卫星，对月球及周围环境进行了长时间的观测，获得了大量宝贵的科学资料。

近地行星包括金星、火星和水星。美国 1962 年发射的



摄。美国航空航天局还计划于 2010 年实现载人飞船登陆火星的计划。

美国于 1973 年发射的“水手”10 号也许是惟一个水星探测器。它于 1974 年 3 月 29 日接近水星，对它进行了就近观测。尔后，它又两次探测了水星。由于水星离太阳最近，它的表面环境十分恶劣，上面的温度最高可达  $510^{\circ}\text{C}$ ，而被日面却低到  $-210^{\circ}\text{C}$ 。

就近观测几大外行星如木星、土星、海王星、天王星和冥王星要比近地行星困难得多。1972 年 3 月 3 日，美国发射了第一个外行星使者：“先驱者”10 号探测器。1973 年 4 月 6 日又发射了“先驱者”11 号探测器。它们都就近考察了木星和土星。1977 年 8 月 20 日和 9 月 5 日“旅行者”2 号和“旅行者”1 号探测器先后发射。“旅行者”1 号后来居上，于 1979 年和 1980 年就近探测了木星和土星。“旅行者”2 号探测器于 1979 年掠过木星，1981 年 8 月 20 日靠近土星。它们拍下了许多非常完美的木星大气和旋涡照片。“旅行者”1 号和 2 号探测器获得了许多新发现：木星有厚约 30 千米、宽度约 5800 千米的光环；它有长达 30000 千米的极光，波及到土星磁场的范围；它共有 16 颗卫星；木星的卫星木卫一有 8 座喷发的火山；土星有光环数以千计，可谓环中有环；它有兆瓦级能量的强磁场、极强的射电辐射、多达 18 颗卫星等等。

1989 年 10 月 18 日，美国航天飞机发射了先进的“伽利略”号木星探测器。它经过 6 年的漫长旅行于 1995 年 12 月 7 日进入木星轨道。在此之前释放的再入探测器于 12 月 8 日以每小时 18 万千米（50 千米/秒）的速度冲入木星大气。这是第一个进入木星的人造物，它发回了最新的探测数据。轨道器

分离后，将在木星及其卫星的作用下，交错穿插其间。这期间，它将绕木星运行 11 圈，对木星及其卫星进行为期两年的全面考察。

1986 年 1 月“旅行者”2 号就近观察了天王星，发现天王星拥有 15 颗卫星。1989 年 8 月 25 日，它逼近太阳系第八颗行星海王星，发现海王星有 5 条光环，还新发现了海王星的 6 颗卫星。“旅行者”2 号探测器对海王星的卫星“海卫一”的考察更令科学家们激动不已：“海卫一”比过去所想像的更亮、更小、更冷，是太阳系中晕冷的一个天体，温度只有  $-240^{\circ}\text{C}$ ，上面有冰火山，曾喷发过甲烷等冰类物质。

对宇宙的观测研究进行得也相当广泛。各国在过去的年月里，已经发射了不少专用或多功能兼用的宇宙探测卫星和宇宙探测器。探测对象包括宇宙星系、各种射电源、类星体、新星和超新星、黑洞、星际分子、宇宙背景辐射等。在众多的宇宙观测研究和发射的探测器当中，影响最大，人们寄希望最大的是美国的“哈勃”太空望远镜计划和宇宙背景辐射探测器计划。由于航天飞机计划受挫造成的影响，这些计划直到 90 年代初才得以实施。宇宙背景辐射探测器和修理后的“哈勃”太空望远镜获得了一系列重大发现，包括确认黑洞的存在以及为宇宙大爆炸学说提供了新的证据。今后，通过对中子星、脉冲星、类星体和黑洞的观测，这两个空间天文台将能够更全面深入地研究宇宙起源、结构、组成和演化等难题。

## 未来航天技术面临的挑战

航天技术经过四五十年年的发展，已进入全面收益阶段。目

前，应用卫星在不断完善和扩大应用的范围；军用卫星在不断地更新换代；天文卫星和星际探测器在不断地发回有关宇宙的新信息；载人航天飞行在有条不紊地进行着；航天飞机和宇宙飞船经常性地往来于天地之间；国际“阿尔法”空间站已经建造……在更加遥远的将来，航天技术将朝着哪些方向发展，航天技术的未来将面临哪些挑战呢？

无论进行何种选择，航天技术的发展必须以解决人类面临的问题、造福于人类和增进人类知识财富三大目的为本。当前，人类面临着数不清的问题，工业化的发展使这些问题变得日益严重。航天时代以来，人们提出了种种解决上述问题的途径。有些也许可以作为航天未来发展的方向。

人口、生态和环境是当今世界的热点问题。1969年，美国物理学家奥尼尔提出了太空城和太空移民的设想。他认为，解决上述问题的最好的办法是在太空中建造一个个太空城，逐步把人类移居到地球周围的太空城中。太空城内建有一种适于植物生长的自然环境，上面有百草、树木、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、工作区等等。人类移居太空后，让地球长时间按着自然力的作用进行重新改造，恢复过去的生机和良好的生态环境。经过几百年后，地球会在没有人类干预的情况下，轻装上阵，变得更加生机勃勃、动物成群、绿树成荫、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。

作为太空移民概念的扩大，20世纪70~80年代出现了大量建立月球基地甚至改造火星的设想。美国宇航局科学家于1991年7月8日就提出了这样一个设想。他们就改造火星的进程制定了大致的时间表：在完成初步探测后，到公元2014

年，人类先遣队将率先登上火星。他们先进行考察工作，初步开辟赤道地区。再过 15 年后，1 万名专家将登上火星。他们架起太阳光反射器、开办核化工厂、建立核电站煨烧火星矿石和乱石。这些工作都是为了大量产生二氧化碳，创造人工温室效应，使火星表面气温逐渐升高。

大约到 2080 年，火星的平均气温将达到  $-15^{\circ}\text{C}$ ，这时，天空将会出现云层；赤道附近的冻原植物也开始放出氧气；两极地区的冰和干冰开始融化。渐渐地，大气层变得更加浓厚、河流和湖泊慢慢形成，植物生长更加旺盛，氧气量更加充足。这个过程不断向良性方向发展：低等动物和植物越来越多，氧气越来越丰富，温度越来越高，涓涓细流汇成大海。到 2130 年，火星温度将升至  $10^{\circ}\text{C}$  以上；大约到 2170 年，巨大的植物系统将足以使大气富含氧气。这时，火星上看到的景象是：蓝蓝的天空、碧绿的原野、清清的河流、茂密的森林，一切都是那么生机勃勃。到那时，人类终于把比萨哈拉大沙漠还恶劣百倍的火星改造成了第二个地球。

为解决能源问题，科学家们提出了卫星太阳能电站设想。20 世纪 70 年代美国有多家公司深入研究了卫星电站问题。波音公司在太阳能卫星电站上所做的工作最多，也最细致。该公司设想的电站有两种形式：一是光电转换方案，另一种是勃莱顿热循环方案。每一种方案都以发出电力 100W 的电功率为目标。第一种方案又包括使用硅光电池和砷化镓光电池两类。第二种方案同地面上的汽轮发电机很相似，它依靠巨大的空腔式吸热器吸收太阳辐射，吸收的热量使循环器中的液氦气化并达到上千度高温。氦气膨胀时，通过上部的涡轮并驱动其高速旋转。回流经冷却器进入压缩机。涡轮驱动压缩机和发电机，可

产生 10000 伏交流电输出，经变压器升至 33 万伏后再以微波形式发送回地面。

在美国，还有科学家和有关部门研究在月球表面建设太阳能电站的问题。研究表明，在月球表面可以建造 2 万个太阳能电站，发电功率在 2 万 GW 以上，每年产生收益 15 万亿美元。这个数字相当于世界总产值的 60%。它虽然初期投资很大，但以后运营成本及维护成本都很低，因此具有十分广阔的发展前景。

太空工业化是航天未来发展的又一大主题。太空工业化的含义十分宽泛，可以从太空加工、生产、制药、冶炼等扩展到太空信息产业、太空旅游业和太空能源，更远期的太空工业化还包括月球和行星资源开发。许多专家指出，太空工业化初级阶段完全可能在医药、光学玻璃、电子器件、磁性材料、工业工具、新型材料以及加工工艺等方面导致新的工业革命。

在太空环境中，微重力和超真空提供了制造纯度极高、均匀性极好的大块半导体晶体的可能性；能够大量生产应力均匀、纯度高、性能极好的光导纤维和玻璃材料；可以生产高性能合金、磁性材料以及金属泡沫等新材料。许多科学家十分看好在太空生产生物制品和特种药物。生物制品商业化的三大应用领域是：生物分子结晶、生物分离和培养活细胞。特种药物生产前景也十分广阔，目前许多昂贵、且无法大量生产的特效药可望在太空大量生产，经济和社会效益非常明显。材料、加工和生物医药制品的收益保守的估计可达数千亿美元。如果包括太空信息服务、太空旅游、太空能源在内，未来 15 年太空工业化的总收益将超过 10000 亿美元。

从上面的描述可以看出，航天技术的未来发展前景十分广

阔，对人类社会的影响也将更加深远，但面临的挑战也将是巨大的。技术上，要解决大量载荷的低成本发射问题，大型空间结构的组装问题，材料、药品和其他产品的工业化生产问题等等。从目前的状况看，太空城、太空移民、月球基地和改造火星所需要的基本技术人类已经具备，太空生产、加工的可行性已经得到实验验证。目前全世界航天年潜在发射能力可达上万吨，大型空间构件的组装已不存在很大困难。因此从技术角度上讲，太空工业化的目标并不遥远。显然，巨额资金需求将制约着未来航天技术的发展进程，但实现太空工业化等目标的最大挑战或许来自于人类的价值观和人类的合作精神。

## 浮空器——人类跨入太空的跳板

一艘巨大的圆形热空气飞艇高高地飘浮在地球上空。利用太阳能，它能停留在高空，还能作机动飞行，甚至通过微波直接把能量传到地面上来。它宽 1.6 公里左右，能在 26 公里高的同温层里停留不动。

上述浮空器是富兰克林研究中心的奥克里斯和索勃曼设想的。他们估计，这台太阳能同温层平台就能产生 1000 兆瓦电力，其中至少有 100 兆瓦电力能够到达地面上的微波接收站以供使用。

这个太阳能同温层平台还能进行天气观测，并能把大多数天文设备带出阻挡视线的大气层。先进的空间研究项目也可以把它作为发射台从这里把硬件用传统的火箭发射到轨道中去。太阳能同温层平台可以载人，也可不载人，如果载人，乘员则生活在球体内部的密封生活区内，需要获得供给品时把浮空器

降低到普通飞艇可以到达的高度即可。

太阳能同温层平台的结构是半刚性的，球形的外壳内外都有一层塑料薄膜，球壳的下面一半镀以金属。这个浮空器的直径可小到 200 米左右。强烈的太阳光将会把球内空气加热到  $26^{\circ}\text{C}$ ，而球外面的空气温却只有  $-40^{\circ}\text{C}$ ，内外温差很大。于是平台就上升，悬浮在地球上某个地点的上空而不需要消耗燃料——这对普通飞机来说是不可能的，灵巧的人造卫星能够做到这一点，但必须先把它用动力推进到极高的轨道之中，才有可能。

这个浮空器的上半球能采得太阳光的热量，又能防止红外辐射逃逸，以免热量分散。球体里面有一个抛物面反射器，把太阳光的辐射能聚焦到一台锅炉发电机组。这台装置每天工作 8 小时，每天输出电力 6000 兆瓦小时。晚上，球体转动  $180^{\circ}$  度，使镀有金属的半个球朝上，防止内部的热量辐射到太空中去。太阳能同温层平台以压缩氢或压缩氧的形式利用白天贮存的能量。

太阳能同温层平台利用以氢为燃料的推进器，能以每小时高达 48 公里的速度作机动飞行。艇上人员的生活供应系统比绕轨道飞行的航天器所需要的来得简单，因为氧气可以从同温层浓缩取得。乘员不必穿笨重的宇航服，只需穿带降落伞的高空服就行了。

## 未来的航天母舰

太空是除大陆、海洋、大气层之外的人类第四生存环境。几十年来，为了开发太空的高远位置、微重力、高真空、高净

洁、太阳能等宝贵资源；全世界已发射了几千个航天器，其中绝大多数是卫星。然而，卫星或航天器也暴露出许多靠其自身能力难以解决的问题，影响了它的进一步应用。

例如，卫星及其有效载荷的重量和体积，受到运载火箭的运载能力和它上面卫星整流罩尺寸的限制。20世纪90年代，火箭的运载能力也只能达到近地轨道15~25吨，地球同步轨道2~5吨，而整流罩最大只能装下直径4~5米，高10米以内的卫星。所以，卫星能装载单一、小型的有效载荷，专用于某一目的，如通信卫星、气象卫星等。使用卫星开发太空成本高、应用范围窄。

此外，卫星是一种无对接系统的航天器，一旦上天，无法对其加注燃料、修换部件，所以卫星寿命一般只有几年。

为解决这些问题，20世纪70年代中期美国科学家提出了空间平台的方案设想。

空间平台是一种能同时装载、运行多种有效载荷（即多种卫星上的仪器设备），并以“资源共享”的方式为它们集中提供所需的公共设施（如电源、数据、通信等）和能接受在轨服务的大型空间结构物。

空间平台一般采用太空组装的建造方式，即把平台的构件分批送上太空，然后装配、调试、运行。因而其重量和尺寸可以不受限制。美国麦道公司正在研制的“高级科学与应用平台”将能容纳15米×30米的大型向外展开式红外望远镜和直径为100米的大气引力波天线。

由于空间平台重量尺寸不受限制，其上可同时运行多种有效载荷。这意味着发射一个空间平台就等于发射数颗卫星。这样不仅降低了费用，缓解了空间轨道的拥挤，而且使多种有效

载荷的同步工作及多学科相关职能工作的开展成为可能。

在空间平台上装有对接系统，可接受航天飞机、宇宙飞船及轨道间飞行器等在轨服务。此外，在空间平台上还可以建造空间工厂。

空间平台与空间站，均可同时运行多种载荷，都可在轨接受服务，此外，在空间平台上可以建造空间工厂。

空间平台与空间站，它们的本质区别在于空间站长期能载人，而空间平台是一种仅能受人短期照料的无人航天器。因此，空间平台没有由人带来的干扰、污染、费用高等问题，适合完成精度高、无污染、微重力非常小和有危险的飞行任务。而空间站上，人可随机应变，组装空间平台等大型航天器和大型有效载荷。

现在，还有一种方案是使空间平台和空间站用共轨方式或导轨方式组成一个系统，这样二者可取长补短相得益彰。美国将发射的空间站系统就是采用此种方式。例如，可先在空间站上组装空间平台，然后用轨道间飞行器把平台送到预定轨道。在空间站系统运行期间，空间站可作为空间平台的一个操作基地，通过轨道间飞行器为平台提供各类在轨服务。

欧洲在 1983 年，首次用美国航天飞机发射和回收了世界上第一个空间平台 SPAS。前苏联于 1987 年 7 月 25 日，发射了一个重约 17 吨的大型空间平台，用于地球资源和海洋观察。

空间平台的研制成功及广泛应用，将使人类开发太空的工作向前大大推进一步，会给我们的生活带来难以估量的影响。

随着空间技术的迅速发展，各种用于军事目的空间飞行器也越来越多，除了军用侦察卫星，还有航天飞机、宇宙空间站等。宁静的太空，大有成为“空间战场”的趋向。

要进行空间战争，就要有空间战斗基地。“航天母舰”就是设想中的太空战斗基地。实际上，航天母舰是太空中的武器平台，像海洋中的武器平台——航空母舰一样，携带多种兵器和技术装备，成了太空中的战斗堡垒。

航空母舰是海上战斗堡垒，巡戈在海洋中，它的主要兵器是舰载作战飞机。航天母舰则是太空中一种永久性的大型载人轨道站，装备战斗武器。航天母舰上的武器，有激光武器，有粒子武器等。

用激光武器射击目标，可使目标表面温度升高而被坠毁。粒子武器由加速器发射带电粒子流，以接近光速的速度照射到目标，以集中能量和热效应来摧毁目标。激光武器、粒子武器都是定向束能武器。它们能在极短时间内，在极小面积上，聚集极大能量，以此来摧毁、破坏敌方卫星、飞船、导弹关键部位，使其坠毁。航天母舰装上了定向束能武器，具有巨大的威慑作用。

以航天母舰为核心，可以组成“空间舰队”。在这支空间舰队中，有航天母舰，有众多的航天飞机、空间渡船和各种军用轨道站以进行空间战争。

尽管“航天母舰”、“空间舰队”目前还只是一种设想，但已经引起了人们的关注。

## 航天母舰的种类

我们所熟悉的称霸海域的当然要算航空母舰了。有了航空母舰，各种飞机便可以从海上起飞，去完成战斗任务。航空母舰虽然具有多种战斗能力，但只能使飞机飞向天空，不具备使

飞机进入太空的能力，于是，大胆的军事家们想到了研制“航天母舰”。

“航天母舰”并非神话。世界各军事大国都投入大量资金对“航天母舰”进行研究，并取得了进展。目前，“航天母舰”设想方案大致有以下几种：

宇宙飞船型航天母舰。这是航行在离地面 36000 公里的地球同步轨道上的一个巨大宇宙飞船。它的组成部分有包括四架航天飞机、两艘太空轮船、一个轨道燃料库和一个太空补给站的“航天舰队”。航天飞机可在航天母舰上自由起飞与降落；太空燃料库、太空补给站和航天母舰对接，在供应燃料后自行脱离。航天飞机还可以从航天母舰上往返地面，从而大大扩大了飞机的活动空间。

一个航天母舰也等于一个庞大的武器库，它不仅装配有导弹、火箭，还拥有定向束能武器。这种武器靠加速器射出高速电子、质子和重离子等带电离子流，一旦攻击目标中的要害部位，可使其软化、变形、穿透、烧毁等。

操纵航天母舰的是由几百名宇航员组成的“航天大军”。他们的指挥部设在航天母舰上，其他人员则分散于各个航天飞行器上，在太空训练与作战，形成一支神力无比的“天军”。

飞艇型航天母舰。美国科学家设计的飞艇型航天母舰是一个巨型飞艇，长 2.4 公里，飞艇艇壁由先进的蜂窝状复合材料制成，厚度 3 米。在飞艇顶部设有可供直升机和短距离起降飞机的跑道，底部是一个巨大的屏幕。飞艇由 160 部发动机推进，时速可达 160 公里，所用电源由汽轮发电机、太阳能板和一套热电转换系统联合提供。飞艇内充入的是氦气，十分安全。为了便于飞艇航天母舰与地面联系，在母舰上配有 6 艘小

飞艇，它们均可与母舰连接与分离，小飞艇作为母艇与地面的联系工具，用于运输人员与物品。

飞翼型航天母舰。飞翼是一种无机身、无尾翼，仅有机翼的飞行器，其结构简单，飞行阻力小，载重量很大。于是，有的科学家建议利用空中若干个飞行的飞翼在空中对接而形成“航天母舰”。

从同一机场或不同机场起飞的若干个飞翼，在指定空域进行快速空中对接，连接成一个大“飞翼”。大飞翼的规模可根据军事需要，并按照人们预先选定的最佳航线，在空中长期飞行，航天飞机可以在其上起飞与降落。

地球航天母舰。在地球上起飞的飞行器要想飞往太空，就必须设法克服地心引力。而如果把机场建在靠近赤道的纬线上的话，飞行器的速度就会提高许多，这是因为在纬度为零的情况下，航天飞行器的速度等于火箭速度加上地球自转速度。

于是人们想到在赤道附近国际海域建造一条大吨位的、能发射航天飞行器的军舰，实际上这就是一种航天母舰。这个系统包括航天母舰、专家和其他人员居住、生活用的拖船以及负责供给和护卫的船只。在地球上建造航天母舰，无论从技术与经费上讲都比利用航天飞行器建造航天母舰可行得多，只不过它受地域条件限制罢了。

## 未来的空天飞机

1903年人类第一架飞机上天，人们仿照航海的提法，把飞机在空气中飞行定义为“航空”，把机场设施称为“航空港”。

1959年，人类第一颗人造地球卫星升入太空以后，开始了向宇宙进军的新历程。这时，人们又创造了“航天”一词。一般的“天”字，是指“地面以上的高空”，而航天中的“天”字，则另有含义。科学家规定：飞行器在可感知的地球大气层外的太阳系内飞行称为“航天”。航天用的各种飞行器如卫星、飞船、航天站、行星探测器等统称为“航天器”。试验和发射航天器的地面设施称为“航天港”。

飞出太阳系在宇宙的恒星际间飞行称为“航宇”。“航天”、“航宇”合称为“宇宙飞行”。

眼下，我们乘坐的飞机，只能在大气层里航行，哪怕最先进的飞机，也飞不出地球去。因为现有的飞机的翅膀，都是靠在空气中才能产生升力；飞机上的发动机还要靠空气中的氧气来助燃才能工作。另外，由于地球具有吸引力，它像一条看不见的绳索，牢牢地拴着地球上的每一个物体。要想挣脱地球的引力，绕着地球转圈子，不再落回地球，飞机的速度必须达到每秒7.9公里。如果要飞出地球到其他行星去，所需要的速度还要高。目前，飞机的最高时速是3523公里，就是每秒0.98公里，大约只有每秒7.9公里的速度的1/8。如此缓慢的速度如何也是飞不出地球去的。

飞出地球的惟一工具是火箭。

“空天飞机”是“航空航天飞机”的简称。这是一种既能航空又能航天的飞行器。

空天飞机同目前美国的航天飞机相比，在技术上有许多特点。航天飞机只能在发射台上垂直起飞，采用火箭发动机作推进系统，双级入轨，只能部分重复使用，可担负航天运载任务。空天飞机则可以水平起飞，采用航空、火箭两种发动机作

推进系统，可任意选用两级或单级入轨方式，可完全重复使用，既能作航天运载器，又能作航空飞机。

空天飞机最诱人的特点是它第一次把航空发动机引进航天领域，从根本上改变航天运载器只采用火箭推进的模式，从而将导致航空航天技术的一场革命。

空天飞机的技术复杂，研制难度极大，其中最关键的是它的推进系统。目前，化学推进系统分两大类：吸气式发动机和火箭发动机。吸气式发动机只带燃料，需要吸取大气中的氧作为氧化剂，只能在大气层内工作。但由于不带氧化剂，每单位推力所消耗的推进剂量要比火箭发动机小得多，因而其比冲可高达 1000 ~ 3000 多秒。火箭发动机既带燃料，又带氧化剂，在大气层内外都能工作，所以迄今的所有航天运载器全部使用火箭发动机，但它的比冲不高，最多只有 400 多秒。显然，如果航天运载器在大气层内的飞行段能改用吸气式发动机，就能大大节省推进剂，从而减轻总重量，降低发射费用，提高运载效率。

但在目前的吸气式发动机中，涡轮喷气发动机最大只能达到 3 ~ 3.5 倍音速，远远不能满足航天发射的要求，为此需要研制一种新式的吸气发动机——“组合式超音速烧冲压式发动机”，但至今尚未完全成功。

推进系统的另一个难点是吸气式和火箭发动机如何最佳地配合工作。简单的方法是各发动机分别工作，但这样做结构重量大，性能较差。最好是各发动机能有机地组合在一起，形成一种多循环工作模式的混合式发动机。但研制难度极大。

空天飞机的研制还需要攻克其他许多技术难关。例如，空天飞机的机身、机翼和发动机系统应进行一体化的气动设计；

空天飞机需要使用先进的耐高温材料，如高级钛合金材料，碳—碳复合材料和高级金属基复合材料。多数空天飞机的研制计划尚处在概念研究和技术验证阶段，其发展前景要几年以后才能进一步明朗，而真正投入使用也许要到 1020 年以后。

## 21 世纪的航天器

早在四五十年前，当人类航天技术刚处于萌芽时期，许多人就曾大胆预言，人类从此将走向宇宙发展的光辉路程，并憧憬着太空时代的来临。然而，时至今日，航天领域早已风光不再，它几乎成了人类期望过高和承诺无法兑现的象征。

人们发现，自己正处于一个信息时代，真正改变人类生活的是软件和微处理器芯片，而不是火箭和宇航学。空间活动在人类技术发展中仅仅扮演了一个次要的角色——支持作为地面光纤系统替代物的通信卫星。太空时代迟迟未能到来的原因，科学家们认为在于实现这个伟大梦想的花费实在太庞大。他们认为，从现在开始，一旦航天技术向着实际应用的目标发展，它在 21 世纪的情况将大为改观。

航天技术的实际应用之一是科学探测。美国喷气推进实验室计划于 21 世纪实施的两项太空探测使命是“冥王星快速探测飞行”和“凯珀快车”。前者将用于完成“旅行者”号行星探测器对太阳系外层行星近距离探测的任务，后者则用于探索“凯珀带”。凯珀带是海王星外侧轨道上的一个较小行星带。这两项航天计划可反映出 21 世纪航天器的发展方向。

21 世纪的航天器，一是体积不断缩小。上述两项计划的构想均建立在航天设备小型化的基础之上。已设计出的新航天

器样机的重量只有 5 公斤，但其功能完全可与现在重 200 多公斤的“旅行者号”探测器相媲美。所有硬件设备，无论是电子的、机械的、光学的，还是结构性元件，其体积都大大缩小，而灵敏度却显著提高。“凯珀快车”采用液态氦作为推进剂，将为诞生于 20 世纪 50 年代的航天技术带来突破性进展。

二是日益多样化的推进系统。科学家们为未来航天器设计的推进系统有核电推进器、太阳能电力推进器、激光推进器、太阳帆和电磁冲压加速器等。但太阳能电力推进系统被认为是最有希望的，它利用了低推力的离子喷射器。阳光照射太阳能电池产生电力，电流将一种惰性气体（如氦）离子化并将其加速，把正离子排出发动机以产生推力。这种推进系统在速度、效率和经济上都有强大的生命力，很可能作为一种通用发动机用于未来的航天器中。当然这并不意味着其他推进系统就不需要了。事实上，为了将航天器从地球送入太空，我们将使用化学火箭或其他发射器。核电推进系统类似于太阳能电力推进，只不过它是靠核反应堆产生动力，而不需要依靠阳光发电；激光推进器的动力来自地球上的某一高功率激光源，适用于快速点火发射；太阳帆是利用阳光压力推动，虽然起动慢，但无须燃料；电磁冲压加速器的发系统的最大优点是成本低。但无论如何，对远距离高速度的航天飞行来说，无论是载人还是载物，太阳能电力推进系统则是最好的选择。

三是空间站的发展。空间站是无人飞行器。21 世纪，空间技术的发展将取决于廉价的航天设备。一艘吨级大型载人飞船需要 2 公顷面积的太阳能电池板，其面积比一个足球场还大；而无人飞行器的重量则可减少到几公斤，仅需直径 10 ~ 20 米的电池板。这样的超小型航天器对科学研究是十分理想

的，也适用于大多数商业和军事领域，其主要任务是在重量很轻的设备中处理大量信息。可以预期，到 21 世纪，由太阳能电子推动的无人飞行器将在整个太阳系内遨游，并根据人类的需要改变飞行轨道，从而使这些微型“探险者”走遍宇宙的每一个角落，为人类探索其中的奥秘。

## 未来的太空动物园

为了了解和验证动物的太空习性，以便为人类在不久的将来到太空去生活和工作摸索出一些经验和根据，人们开始了宇宙动物学的研究，在宇宙飞船上建立了动物实验室，即“太空动物园”。

现在，在太空动物园里旅居的都是中、小动物，如青蛙、兔子、猫、狗、猴、鸡、鱼和蜂等。苍蝇和老鼠虽为人类所憎恶，但作为研究的良好对象，也成为太空的座上客。而在地球上的动物园里尊为贵客的大型动物狮、虎、象等，由于运载上天所需的本钱太大，尚需等待时机。

现在，让我们也来了解一些动物在太空生活的情况吧！

科学家把几百只苍蝇分放在太空动物园的三个角落里，这三个角落的重力场各不相同：一个模拟地面，一个二倍于地面，再一个五倍于地面。结果发现，苍蝇们都喜欢到模拟地面重力的那个角落产卵生殖；在二倍于地面重力场的地方，苍蝇都萎靡不振，出现病态；而五倍于地面重力场处的苍蝇，都很快地死去了。

太空动物园里还装有 6 对雄雌老鼠和 30 只独身雄鼠，分别让它们在模拟地面和二倍、四倍于地面重力的环境中生活。

结果发现：老鼠的抵抗力大于苍蝇，任何环境下的老鼠都没死亡。不过，大于地面重力环境里的老鼠都显得惊躁不安，并且在 7 天以后，它们的肌肉萎缩了，病态很严重。回到地面后解剖检查得知，它们的肌肉中粘多糖成分下降，胃壁细胞中的细胞质密度变小，胃中磷酸酶的活性增大。而在模拟地面重力环境下的老鼠，不但健康如常，而且有两对还在太空中“成亲”、交配、怀孕和分娩，生下的小老鼠在回到地面后还能健康地活着。其他环境下的太空鼠都没有生育。

太空动物园里还养了一群黄蜂，在模拟地面重力场中生活的黄蜂筑巢和地面上基本一致，但在两倍于地面重力场下的黄蜂筑巢就与前者明显不同——沿着重力加大的方向巢壁加厚，以对抗重力加大产生的影响。这说明像黄蜂这样的低等动物，也会在太空特定环境中作出反应以求生存。另外，还发现在一倍半于地面重力时，黄蜂的筑巢速度最快。

在太空动物园的二倍于地面重力的区域里，还生活着一群小鸡。它们在那儿生活了 18 个星期后，回到地面时体重普遍下降，膝盖骨明显变形，肌丝受到损伤。

此外，太空动物园中的猫、狗、猴的抵抗力都较好，猴子可以安全返回而不得什么“太空病”；狗也基本健康而归；相比之下，猫的身体状况欠佳。可以认为动物愈高等，自动调节适应太空变异环境的能力愈强。

在有鱼类和青蛙参加的太空失重状态实验中发现，鱼的耐失重能力比青蛙好，青蛙的耐失重能力比猴子好。这说明水生动物的耐失重能力一般比陆生动物好，而两栖类居中，原因尚待研究。据推想可能是水生动物的细胞组织结构较疏松、较轻盈，对重力变化敏感度小些。

在太空动物园里生活，可以改变动物的遗传性能。比如：在太空孵出的鳃足虫，到第三代大都寿命不长。但草履虫的繁殖率却提高了 4 倍。据研究是太空辐射使遗传物质中的染色体发生变异的缘故。由于宇宙环境可以改变遗传能力，现已开始建立太空遗传学这门新学科。

## 航天活动与生命繁衍

人肯定会飞向其他行星并在那里传宗接代。现在不仅幻想家有这种想法，科学家也提出了同样的观点。人在火星上不单要能工作，还要能正常地生活，正常地生育后代。

科学家曾在生物实验卫星上用较低的生物进行过这类试验，研究了植物和黄粉虫及果蝇等昆虫的生命发展的全过程。研究了鱼和两栖类动物卵发展的早期状况。鹌鹑蛋不仅发育而且还孵出了小鹌鹑。哺乳类动物的情况则比较复杂。

俄罗斯曾在“宇宙——1514”号飞船上进行过有保加利亚、匈牙利、德国、波兰、罗马尼亚、斯洛文尼亚、捷克、法国和美国等国的科学家参加的试验，当时还担心放在卫星上的 10 只家鼠不能全都怀上小家鼠。事实上，家鼠回到地面后，每只家鼠都生了一窝小鼠，每窝有 10 ~ 15 只之多。由于家鼠在失重条件下变瘦了，着陆时，都看不出它们已经怀了小鼠。

美国人把从宇宙中回来的家鼠同地面上的家鼠作了比较，观察母鼠对幼鼠的态度，发现“宇宙鼠”的母性丝毫不比地面上的差。

飞行的生命保障系统是否正常，这直接影响到卫星上动物的生殖能力。俄罗斯科学家研究了在宇宙中停留 3 周的母家鼠

回来后的生殖能力，发现它们都能正常排卵，并能与雄家鼠正常交配，这是十分重要的。人和动物在刚回到地面时，性激素都会急剧减少，这是因为应激反应的缘故，只要一天后，他们的性激素就会恢复正常。

各国的科学家还研究了在失重条件下人或动物能否正常交配的问题。美国科学家专门为鹌鹑设计了交配时固定体态的装置。实际上，只要给他们适应的时间，不需要特别装置也能完成交配过程。人也如此。

## 失重带给人类福音

我国古代流传着嫦娥奔月的传说，说她偷吃了灵药以后，顿觉身体轻飘飘的，不由自主地升入了月宫。这则神话无意中接触到了我们今天看来是失重的问题。“失重”，顾名思义，就是物体失去了重量所造成的一种现象。

在完全失重的状态下，那里是一个奇妙的世界。在那里物体对它的支持物完全失去了压力，可以静止停留在任何位置上，把茶杯倒过来，水也不往外流；手握茶杯的手即使松开了，杯子也不会掉下来；鹅毛可以沉入水底，铅球能浮出水面，水银和水可以均匀地混合在一起；人可以如同神话中的孙悟空一样，不费吹灰之力推倒一座大山，一个跟头能翻越十万八千里；要想睡觉也不用床板和枕头，可以站着睡、躺着睡，甚至可以悬浮着睡，反正一样舒服……那么物体在什么状态下才会失去重量呢？一是当地球失去了对它的引力；二是在地球引力作用下，物体无阻挡地自由下落时，都会出现失重状态。拿一般人所熟悉的电梯来说，当电梯静止时，人对电梯的地板产生

压力，这就是人的重量；如果由电梯的缆绳突然中断了，电梯和人以同样的速度自由下落，电梯不再阻挡人，人对电梯就不再有压力。此时电梯里如果有一个磅秤，人站在磅秤上，就会发现磅秤的指针是零。这表明此时电梯里的人没有重量，电梯里成了失重世界。

科学家们发现，利用失重现象，可以在宇宙空间生产、制造出许多优异的材料和产品。因为失重世界里那些得天独厚的条件是地球上模拟不了的。由于没有轻重之分，不同成分的液体混合在一起，不会发生分层现象，也不会产生冷热对流的作用。这样冷却后的物体，其结构非常均匀、细密。利用这一点，可以冶炼出内部没有丝毫缺陷的合金与复合材料。如果向液态金属里充气，能够得到像木材一样轻、比钢铁还要坚硬的泡沫金属；而泡沫金属在宇航事业和现代建筑业上，大有用场。在失重条件下，液态金属可以像水银那样自然而然地形成圆球，所以制造出来的滚珠都是滚圆的，人们可以获得理想的滚珠轴承。在失重世界内，无论是固体还是液体，都能够自由地悬浮在空中。这样，冶炼金属时就不需要用容器盛放冶炼的材料，而使材料悬浮在空中就可以了。这样一来，一是使冶炼不受容器耐温能力的限制，可以冶炼任何难熔金属；二是不受容器化学成分的影响，可以冶炼出纯度高，表面又很完整的材料。利用失重环境，还可以冶炼出细得要用放大镜才能看得见的金属丝，薄得几乎透明的金属膜。在宇航站上生产的蓝宝石“针”，每平方厘米可以承受 2 吨重的压力，其强度比地球上的同类物质高出 10 倍。随着宇航事业的发展，失重世界将会给人类带来更多的在地球上不敢想的好处。

## 太空资源

由于当代宇宙科学技术的迅猛发展，开发太空资源已经不是什么虚无缥缈的幻想，而逐渐变为人类的现实。

“太空资源”是十分宝贵的。

**微重力** 微重力资源是一种很有价值的新资源。由于重力在加工制造过程中影响材料的成分和结构，这就使材料达不到理想要求。而在宇宙空间重力只是地球的百万分之一。在这种微重力的情况下，在宇宙空间，物质能够得到良好的结合，从而制造出地球上不能合成的合金材料。

**空间能源** 空间能源主要是指太阳能。在空间轨道上，没有大气对太阳光的反射和吸收，没有四季和昼夜的变化，也没有环境污染的影响，没有重力影响。所以太阳能装置可以做得很大，而且可以长期使用，同样的面积获得的能量要比地面上多好多倍。

**高真空** 人造卫星、宇宙飞船和航天飞机能在太空长时间飞行，都是由于有了太空中的真空环境，不然的话在大气层早就被烧毁了。在高度真空环境中，由于没有空气和灰尘，还可以进行高纯度、高质量的冶炼、焊接，分离出一些物质。

**宇宙矿藏** 宇宙矿藏是极其丰富的。据初步查明，月球上有 50 多种矿物质，而且矿物质中所含的元素，如硅、铁、钴、钛、镍、镁等，正是地球上用量最大的矿物元素。

**高远位置** 高远位置的开发利用给人类带来巨大利益，人造地球卫星上天，为开发空间高远位置资源创造了条件，目前全世界发射的几千颗人造卫星，其中有一多半是在利用空间高

远位置这个优势工作的。

## 美国的太空制药厂

随着空间技术与航天事业的发展，科学家们开始着手建立太空制药厂。

由于空间轨道不存在地心引力，因此，太空制药厂可以生产出某些地球上难以生产的药物。

从 1960 年到 1969 年，美国曾先后发射了三颗生物卫星，并在第二颗生物卫星上进行了“电泳试验”。专门用于分离蛋白质。1971 年和 1972 年，“阿波罗”14、16 号两艘载人宇宙飞船相继上天，一系列的空间电泳试验，终于获得成功。此后，在美国和前苏联联合发射的一颗卫星上，又进行了进一步的科学实验，结果分离出一种“尿激酶”，这就是人类在太空中生产出的第一种药物。

尿激酶是由人尿或人类肾脏组织培养制得的，是一种新的特效活血栓药物，可消除由静脉炎和心脏病变等引起的血栓，并用于治疗血栓栓塞性疾病，以及因纤维蛋白沉淀引起的各种疾病，如脑血栓症、急性心肌梗塞症、周身血管和视网膜血管闭塞症等。目前又进一步应用于人工脏器、脏器移植和显微外科手术等。此外，它还能增强免疫力，可激活杀灭肿瘤细胞的溶酶体，从而成为一种有效的辅助抗癌剂。

1985 年，美国专家和制药厂商共同设计了第一家太空制药厂。该制药厂装在飞船舱内，其重量为 2270 千克，包括 24 个小车间。美国科学家认为这种生产方法，不仅产品具有无可比拟的高纯度，而且产品价格便宜。

目前宇宙制药厂已试制成功 30 多种基质。第一个从事太空制药研究的美国专家吉姆·罗斯断言，在 20 世纪末将从太空中获得上百种药物，特别是以下几种产品：

抗血友病基质——其作用与尿激酶恰好相反。用常规所得到的该基质纯度很差，患者服用后往往引起变态反应，而太空药厂生产的这种基质则可克服以上缺陷。

干扰素——这是一种糖蛋白，可抗病毒感染，也有一定的抗癌作用。太空制药厂所提供的这种产品纯度远比地面上生产的高。

抗胰蛋白酶  $\alpha$  蛋白——这种药物对肺气肿和肺泡肿胀有效。

$\beta$  细胞——这是胰腺分泌的一种细胞，是治疗糖尿病的良好药。

愈合药——目前对严重的跌伤和烧伤治疗，都使用从动物胎儿中提出的血清。但如果用控制真皮生长的蛋白质会更有效，它是由人体颌下腺分泌的。这种药物的纯度要求异常高，必须在太空中制造。

促进红血球蛋白增生的蛋白质——这是一种治疗贫血的珍贵良药，并能减少输血量。这种药同样要求极高的纯度。

太空制药厂建成后，宇宙飞船每年必须至少两次向工厂提供能源补给。科学家们正研究不使用来自地球上的能源，而使它们与轨道上的太阳能中心相连接，从而太空制药厂将是轨道太阳能中心的第一个能源用户。

## 未来的太空旅馆

广漠无垠的太空是神秘诱人的。千百年来，人们一直梦想登天遨游。

20世纪60年代以来，火箭、卫星、飞船，不断地探索，开发外层空间的道路。20多年来，前后有150多人乘宇宙飞船进入了太空。特别是美国“哥伦比亚”号航天飞机的试飞成功，为人们游览太空展现了广阔的前景。

但是，“哥伦比亚”号航天飞机连驾驶员在内，最多只能乘坐10个人。于是，设计师们决定设计能容纳更多人的“航天客机”，以实现人们登天旅行的夙愿。航天客机内设有一个客舱，70多个座位分上下两层，有两部楼梯相通。航天客机发射时的超重现象，只有发射“阿波罗”飞船时超重的1/3，不会产生使人难以忍受的感受。所以，一般身体健康的人，不必经过专门训练，就可以进入太空旅行。

伴随航天客机航线的不断延伸，必然要在途中设立太空旅馆，设计中的太空旅馆更是别具一格，主体是一个庞大环形室。环形室内部，设有居室、公园、运动场、游泳池、娱乐场、商店、医院、影剧院等。那里使用的交通工具是自行车和电动汽车。

在环形室主体外部，设置工业区和农业区。在工业区里，各类工厂生产太空旅馆工作人员和旅游者的生活必需品。在农业区里，则划分成若干个大大小小的区域，让它们之间的季节、时令、作物种类都穿插开来，以保证任何时候都有新鲜蔬菜和水果供应。农作物的生长是用阳光来控制的。

这里的阳光，是靠太阳光的照射、反射来的。在太空旅馆上设有一个巨大的天窗和反光镜，自行调节光的强度、照射时间和角度，从而形成分明的昼夜和四季的变化。

生活在太空旅馆里的人们，是从水的分解中获得氧气的，大片的植物光合作用提供给人类生存所必需的氧气。因此，除了水的原料需要从地球运外，其余资源都可向月球开发。太空旅馆里的空气是新鲜的。因为它本身的结构是密封的，再加上太空旅馆是一个真正的电气化世界，一切动力都使用太阳能发电，既没有燃烧煤、石油所引起的环境污染，也不会产生使人担心的核发电酿成的核辐射。

在环形室的另一头，还设有供航天客机停泊的机场。它一来接待来自地球的游客，二来也可以从这里乘航天客机去月球观光游览。

航天飞机的试飞成功，加快了人类建筑太空旅馆的步伐，航天飞机一次次穿梭似的来往于外层空间。在地球和月球之间的无引力区，航天飞机货舱里的巨型铁臂，按电脑系统的控制自动组装太空旅馆。

太空旅馆的设计、建设和使用，将为大规模太空城的建造，开辟一条更加广阔的道路。地球是人类的摇篮，但是，人类却不能永远生活在摇篮里。按照眼下地球人口的发展速度，公元 2020 年，世界人口将超过 80 亿；到公元 2035 年，将达到 100 亿。那时，地球上人类的食物、能源和居住等都将发生巨大的困难。为了生存和发展，人类将不得不离开地球这个世代生活的摇篮。预计在公元 2025 年至 2050 年，大型的太空城市将大批大批地出现。

## 未来的航天产业

科学家对今后 1000 多年的航天产业进展，作了如下预测：

第一阶段（1985 ~ 1990 年）：搞出空间先进材料的试验性产品；

第二阶段（1990 ~ 2000 年）：新一代的航天器和空间能源、空间信息系统的广泛应用，空间材料出现商业化成果；

第三阶段（2010 年）：科学与技术信息的全球性共享，空间能源传输线路建成，通过轨道反射器对地球进行照明；

第四阶段（2050 年）：建成能为地球提供能源的天基太阳能电站；

第五阶段（2120 年）：建立统一标准的空间信息和供电工业系统；

第六阶段（2180 年）：进行月球的工业化开发；

第七阶段（2400 年）：建成空间中大型人工结构，空间电站能耗达到  $3 \times 10^{16} \sim 3 \times 10^{17}$  千瓦小时的水平；

第八阶段（2500 年）：来自其他行星物质的利用，并把这些物质运送到合适的轨道上去；

第九阶段（2700 年）：开发金星和火星；

第十阶段（2800 年）：开发次新物理原理为基础的能源系统；

第十一阶段（3000 年）：新的物理基础理论的发现与应用。

## 2014 年——人类登陆火星

火星与我们居住的地球很相似。人类在登上月球之后，一直在探索登陆火星之路。近来，根据美国国家航空航天总署和有关研究机构所提供的资料显示：人类将于公元 2014 年登上火星。

负责研究的斯特福委员会在所递交的报告中指出：要登陆火星，需建立一座离地球 460 公里的永久太空站，这是登上火星的第一步。目前，美、日和加拿大等国正在合作实施建造“自由”号太空站的计划，该计划将为未来登陆火星作准备。科学家将在“自由”号太空站中测试，检验人类在长期失重状态下的生理机能变化和适应情况，并试验用以维持生命和封闭环境系统。目前，科学家所面临的任务十分繁重。其中之一就是研制能重复、循环使用的宇航员在登陆火星途中所需的水和空气的特殊设备。

以下是美国航空航天总署所拟定的登陆火星的日程表：

2003 年，具有人工智能的机器人首先登陆火星，它们去那儿调查了火星的大气、气象、地形状况。

此外，还将发射数颗人造通信卫星，以连接地球与火星间的通信。

2005 年，人类将在月球进行登陆火星的模拟实验，并启用一套与登陆火星时完全相同的另一套设备，同时将在月球上试验宇航员的居住舱和太空旅行车等设施。

2009 年，对计划登陆火星的宇航员在月球轨道上进行考验，他们将在月球轨道上进行考验，他们将在月球轨道上度过

4 个月，然后在月球上再逗留 1 个月，如能安全返抵地球，就算通过了考验。

2012 年将是火星离地球最近的时刻，届时，巨型火箭将把载有宇航员在火星上所需必要设施的太空站送上火星。尽管这一年是火星离地球最近的一年，但往返一趟最少也得需要 500 天。

2014 年，6 名宇航员将正式升空，在地球轨道上与登陆火星的航天飞机对话后，飞向火星，完成人类登陆火星的伟大使命。

## 21 世纪定居月球不是梦

美国航空航天局正式宣布，“月球勘探者”号无人驾驶探测器发回的初步数据显示，月球上存在水的可能性极大，这些水在月球上是以冰冻形式存在的。

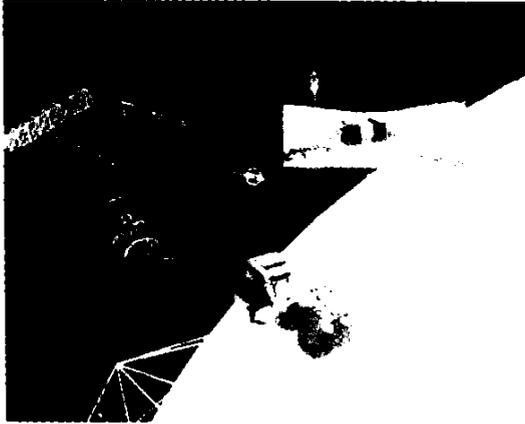
“月球勘探者”号已发射升空，环绕月球运行只有 2 个月时间。根据“月球勘探者”号提供的最新数据，美国航空航天局对月球上有水这一结论给以相当的肯定。

科学家为何这么肯定

科学家们作出如此肯定的结论，是有充分的依据的。

“月球勘探者”号所携带的“中子分光仪”采集到大量数据表明，月球上是有水存在的。“中子分光仪”在探测对接触氢原子后失去大部分能量、移动速度放慢的中子数量进行分析，进而确定氢原子的数量，并以此发现了水源的踪迹。

探测的结果证实在月球的南北两极发现了显示水分子特征的数据信号。科学家根据这些证据对冰的数量，所处位置以及



设想中的支援月面活动的绕月太空站，是运输人员及物资往返地球的中转站

到月球表面时带来的。科学研究表明，过去 20 亿年间的陨石和彗星撞击会使水深入到月球表层浮土以下 2 米处，因此，目前在 0.5 米深度估算出的月球水量还需乘以 4，得到 4000 万吨至 12 亿吨的数字，这是目前估算的月球上的总水量。

月球上的水之所以能在南北极留存下来，是因为月球极地区域不受太阳的照射，温度低、蒸发量小。据估计，水与月球表面浮土的混合比例为 0.3% 至 1.0%，分布范围在月球北极介于 1 万至 5 万平方公里之间，在月球南极介于 5000 至 2 万平方公里之间。

### 定居月球不是梦

月球上发现水源，使人类未来定居月球的梦想又增加了些许可行性。一直在设想人类到月球表面居住的美国国家航空航天局做了这样的测算：这些水冰能供应 1000 户两口之家的居民享用一个多世纪……而且不需要循环使用。在太空旅行方面，冰中的氧和氢又是宇宙飞船主发动机燃料的主要部分。这

分布情况作了估计。

此外，基于特征明确，但信号又相对较弱的特点。科学家指出水分子或许并不完全集中在月球极地的冰层中，恐怕还存在于许多该区域中陨石撞击下的陨石坑内。

### 月球水的来源

科学家认为，月球上水的最初来源主要是陨石，以及主要由冰块构成的彗星落

些氧和氢可以作为探索宇宙的资源，同时，有可能将月球作为对火星及太阳系中其他星球进行探索的一个基地。

如果我们单纯从费用角度考虑，要从地球向月球输送人类生存所必需的生活用水，不足 500 克就需要耗费大约 1 万美元。而人均用水量一般每天需要 35 公斤，其费用可想而知。如果能在月球上“就地取材”，则费用可望降低到 1/10。

美国国家航空航天局的科学家说，由于发现月球上有水，美国人可以短短的十年内在一座永久的月球基地上生活，并把月球基地作为向宇宙深处探险的火箭加油站。

## 未来的太空超级农场

由于世界人口急剧膨胀，加上一些地区灾害不断。粮食减产，因而粮食问题也和能源问题一样，愈来愈引起世界各方面人士的关注。

本世纪初，世界人口大有可能突破 100 亿大关。另一方面，由于各种原因，地球上可以耕种的土地在一天天减少。因此，在很长的一段时间内，粮食匮乏势必也将成为一个全球性的战略问题。

俗话说，“民以食为天，不解决吃饭问题，其他问题便无从谈起。可是，拥有广阔天地和得天独厚的大气环境的地球尚且如此，对于只有弹丸之地的太空城来说，要解决多至万人的饮食问题，又谈何容易呢？

面对这一问题，人们大可不必为此担心。未来太空城的实际情况并不像人们所想象的那么严重。而解决的办法当然不是靠地球供应。因为如果按每人每天需要 9 斤食物、水和氧计

算，那么，一万太空居民每天就得由地球往返运输 45 吨的供应品。就是用现代最先进的航天飞机运输，平均每天至少要发射 1.5 次，而且还只能把各种物资从地面运送到地球的近地轨道。

按现有航天飞机每次运费 7000 万美元计算，全年从地球到近地轨道的运费至少要花 400 亿美元。由此可以看出，万人的太空城，仅靠地球来供“养”是不行的。

有上策吗？惟一的出路就是在这座具有小地球环境的太空城上建立起工厂化的超级农场。这种农场；昼夜都有充足的阳光照射，温度、湿度和二氧化碳含量都由人工控制。在那里，常年如春，“风调雨顺”，不会有旱涝虫灾之虑，各种作物都可以茁壮成长，在这种工厂化了的农场里，从选种、栽培、耕作直到收获，都和地球上广种薄收的农业生产方式截然不同。它将采用 21 世纪最先进的农业科学技术，像工厂生产工业品那样，在每人平均不到一分地的农场里，可以源源不断地生产出品种齐全的粮食、蔬菜、水果、鱼肉蛋奶以及营养丰富的其他食物。对于未来的太空农场来说，计算产量的单位决不是每年亩产多少斤粮食，而是每天亩产多少斤食物。这是太空绿洲上的独到之处！

## 未来的太空制药厂

自古以来，人类就希望自己能健康长寿，如能长生不老，当然就更好了。尤其得了不治之症的时候，都希望能找到灵丹妙药，以战胜死神的威胁。

在我国民间曾流传着这样一个神话，说的是一个皇帝只身

一人躲在黟山炼丹，果然成了神仙，得以升天。黟山就是现今安徽省的黄山。后来，根据这个神话，唐玄宗才下令把黟山改为黄山的。李白的著名诗句“仙人炼玉处，羽化留余踪”，也说黄山是仙人炼丹的地方。诸如炼丹升天的神话固然不可信，但在今天，随着生物学、医药学的迅速发展，人类不仅可以升天，而且还能够在太空制药厂里炼制真正的灵“丹”妙“药”。把许多患了不治之症的地球人从死神手里夺回来。

这不是信口开河，也不是无稽之谈。我们知道，当今世界上，许多激素、酶、抗体或其他特效的医药制剂，都是通过培养细胞这一途径制取出来的。可是，要想在体外大规模地培养出活细胞，却面临着许多难以克服的困难。

通常，制药学家们都是选用哺乳动物的细胞进行培养的。欲使这些细胞在脱离原体后仍能继续执行某种功能或进行正常的新陈代谢，必须使它们依附在某些物体上。要是没有一种可以依附的表面，这些细胞就会失去生存能力，也就无法生产出有价值的生物制剂来。进行细胞培养，需要专门设计一种适合于它们“居住”的多层膜培养罐，并为它们提供必要的“营养”，但由于细胞的互相堆叠，会使下面的细胞被上面的细胞“闷”死。

为了解决这个问题，近年来国外又改用一种塑料制成的小球，它的直径小于百万分之一英寸，让每个细胞“居住”在这种小球上，这样，细胞之间互不干扰，能够很好地生存下来。但在地面上由于重力的作用，依附在小球上的细胞容易沉降到培养罐的底部去，从而形成比细胞厚几倍的堆积层。其结果是上层细胞“丰衣足食”，而下层细胞却在“忍饥挨饿”。特别是由于在罐底堆积了许多代谢废物，还可能使上层营养丰

富的细胞葬身于下层干瘪细胞所产生的毒素之中。要使它们能够存活，需要不断地搅拌营养液。可是，旋转搅拌又会加速本来就虚弱的那些细胞的死亡。

如果在太空城的制药厂里，就些棘手的生物工艺难题，就能得到迎刃而解。因为在失重的空间环境中，细胞和小球都不会沉降到容器的底部，因此细胞可以安然地悬浮在培养介质中，永远保持旺盛的活力。将来利用这种方法就可以在太空城的制药厂里生产出大量的各种生物制剂，然后向地球出口，以治疗地球人的一些顽症。

失重环境的另一项重要应用就是生物物质的分离和提纯。例如生物学家和医药学家们最感兴趣的电泳技术将在未来太空城的制药厂里发挥出举足轻重的作用。所谓电泳技术就是将质量和电荷的比值不同的粒子在电场中分离的一种方法。利用这种方法既可能分离不同组分的混合物，又可以分离细胞和蛋白质；甚至可望从“衰老”的细胞中分离出“年青”的细胞，或者从含有癌细胞的细胞中分离出“健康”的细胞。在地面上，电泳技术无用武之地，很难发挥出有效的作用。这是因为在地面上的电泳分离过程中，不论多么小的粒子都同时受到电场力和重力的沉淀作用。在电力使细胞或它们的培养介质受热时，将同时发生对流和作沉淀用。如果重力大于电场力，沉淀就起主要作用，反之，对流将起主要作用。但无论沉淀还是对流都会使本来已经分离的组分重新混合，从而大大降低了电泳分离的效率。然而，在失重的环境下，上述弊病却不复存在了。“阿波罗-联盟”号飞船在进行联合飞行时曾进行过电泳分离试验，试验结果表明，在失重环境下可以从大约 5% 的肾细胞中分离出尿激素。据计算，其分离效率要比地球上的高 6

~10倍，而且质量极好。这种尿激素是溶解血栓或凝血的一种特效药。在地面上，要制造出这种尿激素那是很难很难的，即使制造出来了，成本也高得惊人。将来，如果能在太空城中投入批量生产，仅美国一个国家，每年至少可以使5万人免死于凝血症。

航天飞机投入正式使用之后，美国和西欧的一些工业公司计划在航天飞机携带的空间实验室上进一步进行电泳技术试验。试验的第一个目标就是从血浆中分离出激素、酶和蛋白质。美国一位从事空间生物制品研究的专家威斯指出，在空间中利用电泳技术生产血浆蛋白的效率要比地球上的高700倍。

在太空制药厂里制取骨胶原也是大有可为的。这种骨胶原是形成肌腱、神经、皮肤、骨骼和血管的基础。从人体组织中提取或复制的骨胶原，可以作为治疗创伤或烧伤的人造皮肤和人造角膜或有助于进行心血管和整形手术的其他薄膜。目前美国巴蒂尔实验室正在研究骨胶原的制造工艺。但在地球上，这种骨胶原是很难生产的，特别是在复制过程中由于重力的作用，蛋白质纤维容易固着，从而导致骨胶原的凝胶体成为一种质量不均匀的结构。而在空间的失重条件下却很容易制取质量极优的骨胶原。巴蒂尔实验室的专家K·休斯认为，在空间制取的优质骨胶原每磅价值可达10万至1000万美元，比黄金要贵若干倍！

这一切至少可以说明，在空间发展制药业或生物制品业的前景是激动人心的，也是十分迷人的。疫苗制品的生产，人体细胞和白蛋白的提纯和制造，红血细胞生成素的制备，各种激素或酶的生产，白细胞或红细胞的分离和培养等，都可能发展成为一种有万利可图的行业。有人估计，仅就疫苗一项，每年

可能得到的经济收益将超过 15 亿美元。因此空间制药业和生物制品业将在未来的空间工业化中占有十分重要的地位，而且也将是未来太空城优先考虑的发展项目之一。一旦太空城经营的制药厂或生物制品投入正式生产，每年将有大量的特效药物或贵重的生物制品向地球出口，销往世界各地。可以想象，地球上有一些人得了“不治之症”以后，服用了来自天堂里的灵“丹”妙“药”而得以起死回生的时候，他们当然不会忘记，拯救他们的“救世主”原来就是迁居太空城的地球人。

## 未来的太空旅游业

在当今世界上，旅游业是现代文明社会的重要组成部分，也是现代社会是否充满生气、活力的一个重要标志，同时也是许多国家捞取外汇、繁荣经济的重要手段之一。1980年，世界各国仅旅游业所获得的经收益就达 960 亿美元。因此，各国都根据本国的特点，积极开发旅游资源，并采取一切有效措施招引游客，大力发展本国的旅游事业。可以想见，随着各种高速而廉价的空间交通工具的相继出现，特别在太空城诞生以后，太空旅游业无疑也会成为空间工业化的一项重要内容。

太空旅游，这是千百年来人类的共同愿望。1961年前苏联宇航员加加林终于把这一愿望变成了现实，开创了史诗般的载人航天新纪元。从那时开始，虽然在 27 余年里，已有 200 余人进入宇宙空间，但太空旅游至今仍被那些体格健壮的职业宇航员所垄断。造成这种局面的原因固然是多方面的，但太空旅游费用之昂贵是一个重要原因。有人计算过，20 世纪 60 年代用“雷神”导弹改进的运载火箭把每公斤有效载荷发射到

空间原费用高达 20 万美元。再拿“阿波罗”登月飞行用的“土星 - V”号运载火箭来说吧。它能把 120 号的有效载荷送上近地轨道，或把 50 号重的“阿波罗”飞船送上月球轨道。但不要忘记，一枚“土星 - V”号的造价却高达 1.85 亿美元。就算上月球去旅行吧，如果用“土星 - V”号运载火箭，即使 50 吨重“阿波罗”飞船的重量全都装载旅客，那么每公斤体重的发射费用也得高达 3700 美元。一位旅游者即使有 60 公斤的体重，至少得付 22.2 万美元的发射费用。由此可见，这种别开生面的太空旅行，又有谁能付得起如此惊人的费用呢？

当人类历史跨进 20 世纪 80 年代之时，美国国家航宇局创造了载人航天史上的伟大奇迹，这就是第一架航天飞机“哥伦比亚”号，在 1981 年的两次试航和 1982 年的第三次试飞都获得了圆满的成功。因为它可以重复使用百次，这就大大降低了发射费用，为科技人员或普通游客带来了太空旅行的新希望。一些宇航专家认为，航天飞机试航的成功，标志着普通人到太空旅行已经有了良好的开端。尽管“挑战者”号航天飞机爆炸，造成七名宇航员全部遇难。但这一悲剧并没有阻止人类继续向太空进军步伐，太空旅游终将成为活生生的现实。

美国加利福尼亚州的一家咨询公司——“空间 - 地球”公司受美国国航宇局的委托，负责研究和展望了今后几十年空间工业化的发展前景。这家公司的经济学家保罗·西格勒在谈到空间工业化时指出，太空旅游业肯定会发展成为“一项新兴的事业”。

美国科学应用公司也是热衷于空间工业化的另一个研究单位。这家公司曾于 1978 年 4 月 15 日发表了题为“空间工业化研究”的专题报告。报告不仅指出太空旅游业是空间工业化

的一个重要组成部分，而且还估计，在从 1985 ~ 2010 年间空间工业化的时代里，单凭太空旅游业这一项的经济收益就可以达到 15 亿美元之多。

应该指出，发展空间旅游业的关键是发展更加先进而廉价的空间运输系统和太空城。根据宇航专家和竭力主张空间殖民化人士的设想，不论是发展更加先进的空间运输系统，还是建造人类盼望已久的太空城，都可能在本世纪初变成现实。到那时，人类向往的宇宙空间就再也不是职业宇航员的世袭领地，而变成可供全人类共同分享的乐园。换句话说，具有一般健康状况的任何人，都有资格到空间去旅行。当然，太空旅游者将包括各式各样的人。有的是到空间去开展科学研究和科学实验的自然科学家，有的则是专程到太空去体现生活的文学家、艺术家以及新闻工作者，也有到太空城参观访问的各国政府首脑，还有去太空城洽谈贸易生意的各国商人。当然，那些朝思暮想、希望分享太空旅行之乐的普通游客也是能够如愿以偿的，不过是按顺序排队，耐心等待。也许，地质学家和探险家们，是最有希望到月球，到太阳系其他行星，到小行星上去从事实地考察任务和探险任务的了。太空旅游者的目的尽管不尽相同，但是，太空城却是他们非参观不可的游览胜地，这就为大力发展太空城的旅游业开辟了无比广阔的前景。

美国普林斯顿大学教授、空间殖民化最积极的倡导者奥尼尔，在预言今后一百年内人类社会的发展前景时曾乐观地指出，到 2081 年，将出现每秒行程 500 公里的宇宙飞船。在太阳系内，尤其是在木星和火星之间的小行星带之中，将出现许多太空城市群，届时“每年将有两亿人往返于地球与太空之间。”如果他的预言能够实现，那么由此而发展起来的太空旅

游业岂不就对未来太空的经济发展和繁荣产生出不可估量的巨大影响吗！

## 未来的太空城

极力主张空间殖民化的科学家们认为，建造和发展太空城决不是权宜之计，而是人类社会发展的必然结果和长期的奋斗目标。那么，在今后一百年内，空间殖民化的发展前景究竟会如何呢？

这是千百万好心人最为关心的一个问题。科学家从来不相信算命先生的鬼话，也从来不对那些盲目的空想主义寄予什么希望。他们喜欢站在“现在”这块基石上，用冷静的科学态度预测和回答一切问题。如果说他们有什么天分的话，那么，这倒是他们的本能。地球上的问题千头万绪，而且有些问题，比如人口膨胀、地球资源短缺、环境污染、潜在的核战争危险等，都是关系到人类未来前途的重大问题。近年来，未来学开始以它独有的魅力吸引着数以万计的科学家，他们正在对上述问题进行系统而深入的研究，并开辟了一个又一个崭新的研究课题，其中最时髦的课题莫过于地球上的“人口爆炸”问题。为什么呢？因为这个问题是我们的子孙后代所面临的一个严重问题，也是我们今天描绘未来太空城发展前景的重要依据之一。

未来科学家们普遍认为，除了发生热核战争，地球上的“人口爆炸”问题就是不可避免的。它将是今后一百年内世界面临的最棘手的问题。

人口增长率的不断升高是引起人口爆炸的根本原因。人口

学家早已密切地注意到，在人类历史上，过去几千年世界人口的增长并不显著，但在最近一二个世纪中，人口增长的速度却变得愈来愈快了。联邦德国教授德·冯·布兰肯的研究指出，在 1750 年之前，大约花了 1000 年的时间，世界人口才翻了一番，但在后来的 150 年内，也就是到了 1900 年，世界人口就又翻了一番，紧接着的一次人口成倍增长只用了 65 年时间。从 1965 年到 2000 年世界人口又翻了一番。

目前，在地球上生活的人大约为 60 亿，其中四分之一生活在东西方的工业国家里，四分之三生活在发展中国家里。在工业国家中每年的人口增长率约为 0.8%，而发展中国家有的则高达 2.2%。如果从此之后不发生严重的大灾难和特大的战争，那么，到 2025 年将增加到 80 多亿，而到 2080 年有可能会突破百亿大关，甚至会有 120 亿人生活在地球上。值得注意的是，人口学家们在进行这些估计时，还是以逐渐减少的人口增长率为基础的。

在今后一百年内，如果出现这种局面，我们的地球能对付得了将近 3 倍于今天世界人口的沉重负担吗？别的暂且不讲，仅以粮食供应来说吧，据世界粮食组织报告，在发展中国家，今天，每 5 个人中就有 1 个患有严重的营养不良症。可以想见，到了 2080 年，如何填饱 120 亿人的肚皮当然就更成问题了。目前，世界上平均每人每年消费 360 公斤谷物。如按此标准推算，为了养活 120 亿人，届时每年需要生产 43 亿吨谷物。若按发达国家的人均消费水平即 480 公斤谷物计算的话，到 2080 年 120 亿人的总需求量将高达 58 亿吨谷物，即使到 2080 年能够把全世界可用于谷物生产的耕地从现在的 7.6 亿公顷扩展到 10 亿公顷，则意味着每公顷的粮食产量应从现在的 1.5

吨增加到 4.3 吨 5.8 吨，即分别比现在的单位面积产量增加 2-3 倍。从现在的农业科学技术水平来看，要做到这一点又谈何容易！

可以想象，人口的大幅度增长，除了吃饭问题难以解决外，资源短缺问题也会变得日趋严重起来。有人认为，由于资源短缺而带来的分配问题甚至可能会引起核战争。这也许意味着，如果解决不好，人类的文明势必将面临着崩溃的严重危险。

难道说，只有核战争才是挽救人类文明社会得以幸存下来的惟一出路吗？当然不是。设法严格控制世界人口的增长，寻找可替代的新资源，也是一些行之有效的办法。尽快发展空间移民化事业，以便让更多的地球人迁到宇宙空间去“安家落户”，也许是解决地球上人口爆炸和资源短缺等问题的重要出路。

从技术上看，随着空间技术的迅速发展，在宇宙空间中建造太空城并不存在很多困难。但是，要想从根本上减轻地球上人口迅速增长的压力，到 2080 年，至少应让过半数或三分之一的地球人迁到宇宙空间去定居。如果有三分之一的地球人，即 40 亿人到宇宙空间去定居的话，则除非要建造 40 万座、每座可居住 1 万人的太空城。据现在太空城设计师们估计，每座可居住 1 万人的太空城至少需要 10 万吨的结构材料。这就是说，建造 40 万座太空城，至少需要 400 亿吨的结构材料，实际上，所需要的原材料恐怕会远远地超过这个数字。因为为了确保每座太空城的经济发展和繁荣，还需要源源不断地供应发展工农业生产所需要的各种原料。在空间殖民化的初期阶段，主要是靠月球资源。但是，若要建造数 10 万座或上百万座太

空城，光靠月球资源显然是不行的。

## 未来人类如何往来太空和地球之间

据科学家的设想，当人类进入开发小行星的新时代之后，空间殖民化将可能出现两种不同的发展趋势一种是建立起超大型的太空城，另一种是发展自治的小型社会团体，或称为自治的“宇宙新村”。

在未来空间殖民化的时代里，主要是建立可居住 1 万人的车轮型太空城。因为根据地球上的经验，如果城市人口过多，例如超过 10 万人，不仅难以管理，而且也容易出现盗窃、暗杀、抢劫等种种犯罪活动或其他不道德行为等社会问题。但在未来空间殖民化时代里，为了建立完全独立于地球的社会实体，也需要建立一些较大型的太空城。这种太空城不同于 1975 年夏季研究中设计的斯坦福轮状太空城。这种超大型太空城是由两个圆柱体组成的“姐妹城”。

每个圆柱体长 34 公里，直径 6.7 公里。它们都以相反的方向和每隔两分钟就旋转一周的速度绕轴自转，以产生与地面上类似的重力。两个圆柱相隔 90 公里，但可以互相往来。这两个太空城虽然近在咫尺，然而寒暑各异，当一个太空城正处于炎夏季节时，另一个则恰好在寒冬腊月里，好似地球的南半球和北半球一样。

在“姐妹城”的外部有两个带有许多“花盆”状的圆环结构，每个“花盆”都是一个独立的农业区。那里没有旱涝灾害，而是土壤肥沃，阳光充足，气候温和，湿度适宜，风调雨顺，可以说是太空城上发展农业和畜牧业的理想场所。在

柱体的顶部设立了工厂、通信设施和码头。在圆柱体的两端部署太阳能发电站，为太空城的农业生产和居民生活提供电力。

“姐妹城”的内部不仅有环城的河流，碧波荡漾的湖泊，美丽的花园，而且还有 3000 英尺高和 2 英里长的大气层，形成一个带有云彩的蓝天。这样厚的大气层和农业区的土壤是阻止宇宙射线侵入的天然“屏障”。因为整个圆筒体和外壳很厚，完全可以抵御流星体的袭击。对于这种超大型的太空城来说，万一在某个地方被一颗小流星击穿的话，需要 300 年才能把城内的空气漏光。

在这种超大型太空城里，如果它的人口密度象斯坦福轮状太空城那样的话，则可以居住 2000 万人。但在实际上，并没有必要居住那么多人。因为当人类能够建造这类超大型太空城之时，完全可以不用像初期设计太空城那样注意讲经济原则了，而是应该把环境优美、居住宽敞舒适放在首位。到那时，可以把太空城设计成开式布局，其市区安排大致与现在美国马里兰州的哥伦比亚市一样。许多像别墅一样的两层楼独家住宅，或傍山依河，或坐落在碧波荡漾的湖畔，或淹没在绿树丛荫之中，秀丽幽雅，犹如仙境一般。

在太空城内的各个居住区都设有医院、邮局、饭馆、商业中心和剧院，甚至还有美丽的公园。因为大型太空城是完全独立于地球的，因此那里既重视工农业生产和文化教育事业的发展，也重视各种服务性行业的发展。在太空城的居民们可以完全根据他们自己的专长和爱好选择职业。有的可能成为农业专家、工程师或管理人员，有的可能是艺术家或文学家，有的可能是从事研究某个科学领域的专家。

上面所讲的是空间殖民化向大型化发展的趋势。但在空间

殖民化时代里，特别是在开发小行星的时代里，可能出现的另一种发展趋势，就是允许建立各种小型的自治式社会实体，或称作“宇宙新村”。有些不愿意在地球上生活的少数民族或有独特思想和生活方式的人们，可以自愿结合在一起，到小行星带之中建立起自治的社会实体。也许是因为，地球对于这些人来说，要建立一个他们所希望的国家或自治区，肯定会受到种种限制，或遇到不可想象的困难。例如，印第安人要求建立自治区，犹太人则试图牺牲巴勒斯坦人以建立他们的以色列国等。

在空间殖民化时代里，这种棘手的问题便可迎刃而解了。不论是少数民族、宗教团体或任何其他入，都允许他们建造起自治的太空城。

对于希望建立“世外桃源”社会实体的人们来说，更可以到空间去建造他们的太空城，让志同道合的一群人居住在那里，以验证他们新思想或新主义是否具有生命力。从长远的观点来看，通过这类试验，很可能为人类找到最为理想和更有发展前途的社会组织形式和文化形式，这也许是在空间殖民化过程中为人类作出最大贡献的一种崭新的社会组织。

如果有些人不喜欢在闹市里生活，也可以把全家搬迁到小行星上去安家落户，或者几个家庭自愿组成的小集体，将来在太空城上建造一种小型的宇宙飞船，飞船设备齐全，即有供水、供电系统，也具有开发小行星资源，从事工农业生产所需要的设备。据估计，这样的一套设备可能只要 5~10 万美元，大约相当于现在地球上许多地区买一座住宅所需的费用。在将来，凡是希望在太阳系内旅行和到小行星上安家落户的人们，只要购买这样的一套设备，就可以长期定居在小行星上或在太

阳系内旅行。宇航专家们认为，这样的空间旅行比现在人们横渡波涛汹涌的大西洋还容易。万一遇到不测事件，只要向行星际调查队或附近的太空城发出呼救信号，不用多久援救飞船就会赶赴现场，帮助他们脱险。

天文学家还估计，在小行星带之间直径 30 米左右的小行星有数百万颗之多，每颗这样的小行星都可以居住一群人。对于地球上因为战争或政治原因而需要逃难的人们来说，这些小行星很可能是极为理想的“避难所”。当然，对于某些冒险家或具有浪漫主义色彩的人们来说，这些小行星更是他们暂时居住的理想地方。

上述设想，乍听起来有点像科学幻想一样离奇，但这不是科学幻想，而是完全可以达到的现实。在空间殖民化的进程中，随着人类建造太空城的经验不断丰富，空间交通工具的不断发展，在本世纪的某时候，人类将开始向小行星进军，他们将首先开发与地球轨道相交的那些小行星的资源，并利用这些资源来建造许多款式各异、大小不同的太空城，然后以这些太空城为基地，不断把人类的文明扩展到整个小行星之中。有人估计，在今后一百年内外，无数不同大小的太空城市群或“宇宙新村”将像天女散花一样布满火星和木星之整个小行星带之中。每座太空城都以小行星上的资源来发展它们的工农业生产，以繁荣和发展它们的经济。虽然各个的太空城的经济是相对独立的，但是它们之间的贸易往来也是不可缺少的，特别是它们与地球之间的贸易联系或友好往来就更重要了。从某种意义上说，地球仍然是它们推销产品的重要市场，如果在今后一百年内过半数或者至少三分之一的地球人都迁到宇宙空间定居的话，人类往返于天地之间的旅行将变得十分频繁。据空间殖

民化的最积极倡导者奥尼尔估计：“到 2081 年，每年将有 2 亿人往返于地球与太空城之间。”并预言，到那时将出现每秒 3 万公里的高速太空飞船。虽然某些太空城与地球相隔数百万甚至数千万公里之遥，但人类乘坐如此高速的太空飞船周游空间中的各个太空城，比今天人们乘飞机周游世界还要容易。这就是空间殖民化展现在人类面前的一个美丽前景。

## 组织太空家庭不是梦

随着地球上人口的爆满，太空是一个极具诱惑力的生存空间，因此，人类决心征服宇宙，向太空移民。当美国航空航天局（NASA）发射的“克莱门汀”号探测器发现月球上有水，而“月球勘探者”号探测器进一步证实月球上确实有水后，人类加快了开发宇宙的步伐。美、日等国家已计划在月球上建立工厂、旅游基地和月球城，甚至在适当的时候向月球移民。特别是当 1997 年 7 月 4 日美国“火星探路者”号探测器成功地在火星上登陆后，美国提出了雄心勃勃的太空探测计划；在 21 世纪初，派遣一批太空人，用将近 1000 天的时间远征火星。

如此宏大的宇航事业，宇航员在太空飞行逗留的时间势必大大延长，于是，一个非常现实的问题提出来了：这大批的宇航员长期离开地球后也需要夫妻生活和养儿育女呀。那么，男女宇航员能否在太空组织家庭，甚至怀孕、分娩和养育下一代呢？

航天医学专家认为，男女宇航员在太空组织家庭并养儿育女，是空间生命科学的一大难题，长期以来就受到科学家们的

重视。最早研究这个问题的是前苏联。早在 20 世纪 60 年代，前苏联的生物卫星就曾送老鼠上天“结婚”，让雌鼠在太空怀孕、分娩，试验获得了成功。但是在太空失重的情况下，生育的幼鼠骨骼脆弱，容易折断，肌肉也松弛无力。后来，前苏联科学家们专门设计了“离心增重器”，用使鼠笼高速旋转时产生的离心力来代替地心引力，并产生重力加速度，从而有效地克服了太空失重不良影响。

美国也在加紧这方面的试验研究工作，他们先后将雌雄袋鼠送上太空试验室，让它们在那儿“成家立业”。这些雌雄袋鼠如科学家期望的那样，能够在太空安然无恙地生活、怀孕、分娩，孕育出新的生命。

袋鼠是比较接近人类的哺乳动物，袋鼠上天“成家立业”试验成功地为人类在太空组织家庭探明了路子，但还不能说人类在太空组织家庭的一切问题都已妥善解决了，人类有自己的特殊情感和特殊需求。

例如，要让男女宇航员在太空组织家庭，要考虑女性能否像男性一样能适应长期的太空生活。实践证明，女宇航员经得起太空特殊环境的考验。1964 年，前苏联的女宇航员捷列什尼科娃乘坐“东方-6 号”宇宙飞船升空遨游，是妇女第一次飞往太空。1983 年 6 月，萨莉·赖德升空遨游，成为美国第一位太空女宇航员。截止 1997 年，美国共有 24 名妇女在太空工作过，并有多人多次在太空执行任务。其中香农·露西德在“和平”号空间站上创造了女性在太空轨道上停留 187 天的新纪录。要特别提出的是，1992 年，美国宇航员夫妇马克·李和德维斯还一同双双升空，完成了家庭式的太空飞行。

21 世纪将是宇航事业大有作为的时代，宇航员太空之行

将是漫长、寂寞和艰辛的，又由于女性同男性一样能胜任太空飞行的重任，美国和俄罗斯负责宇航事业的官员们宣称目前他们都在考虑让男女宇航员在太空谈情说爱和组织太空家庭的问题，许多宇航员也跃跃欲试，愿意率先上天组织太空家庭。美国宇航员福可尔已表示愿意出征火星，进行长达 1000 天的太空飞行，并且要求同太太一块去火星，谱写人类宇宙航行的新篇章。

但是，从空间生命科学的角度看，航天医学家认为：在太空中长期处于失重状态、大量的宇宙射线、高能粒子辐射和高真空高洁净环境的影响，不能排除对人体生育能力的影响。

话又说回来，男女宇航员在太空失重状态下，究竟能否组织家庭和怀孕、分娩呢？俄罗斯生物学家谢罗娃经过多年的研究认为，航天活动不影响生命的繁衍。美国科学家则持慎重态度，他们认为，人类生命科学的太空实验是空间生命科学的一次重大实践活动，不应仓促行事，要周密安排，何况还有许多困难需要克服呢。但是，他们相信，在本世纪初，随着航天事业的发展 and 世界各国航天活动的联合进行，定能加快人类空间生命科学事业的进展，当能保证宇航员在宇宙空间连续安全航行数年的长期生命保障系统研制成功之后，那时，男女宇航员在太空中工作、谈情说爱和繁衍后代是完全可能的。人类在太空组织家庭不再是遥远的梦！

“太空婴儿”呱呱诞生的时日，离我们不会太遥远！

## 未来的太空建筑

自 1969 年 7 月美国宇航员阿姆斯特朗登上月球后，人类

便意识到未来的生存空间也许会扩展到地球之外的其他星球。

科学家预计在本世纪，太空将会诞生形形色色的建筑。太空将会成为人类的又一旅游胜地。本世纪初，进入太空的人数将超过 2 万人，其中除旅游者之外，还将包括新闻记者、艺术家和科学工作者。为此，不久前，日本清水公司与美国贝尔和特罗蒂公司的专家设计了一种宇宙宾馆，以便今后想要在宇宙轨道上度几天假的人居住。

宇宙宾馆像现在的人造地球卫星那样，它处在地球上空 450 公里的高度。宇宙宾馆的形状犹如直径 140 米的大型游艺场。在宇宙宾馆的四周，房间可供大约 100 名旅游者住宿。为了使这些旅游者避免由于失重而产生不愉快的感觉，宇宙宾馆将每分钟自转 3 圈，这样就可以在宇宙宾馆上产生像地球上那样的引力。

美国航天专家詹姆斯·亚伯拉罕森说：由于宇宙航行非常安全，参加旅游的人不一定要有像奥林匹克运动员那样的体魄，只要经过一般的体格检查，体力达到一定状况就可以了。

人们完全可以期待有朝一日可以像出差到外地一样收拾简单行装，穿上宇宙服、搭乘航天飞机到太空遨游，到月球或者到更遥远的地方去。

美国太空总署为了配合星际探险计划，正与波音公司合作研制一种名为“太空花园”的实验性太空舱。这种新型的太空舱，实际上是一个控制生态的“生命维持系统”。

在这个系统中，将种植诸如橙树、棉花和粮食等植物，为太空人提供食物、饮用水，回收他们呼出的二氧化碳、排出的粪便。

科技人员还将采用小球藻系统排除二氧化碳，制造氧气，

使空气保持新鲜。如遇紧急情况，空气和水可以自成系统，分开使用。太空花园设有引力相对较弱的“运动区”，供游人们尽兴从事“太空运动”。

太空花园的若干设计方案已完成，其中太空舱中的太阳能电池板能产生 35 千瓦电量，透过一些特别的镜头把光线聚集到光纤导线上，经过光纤导线传递到终端照明系统，以照射舱中植物。

预计本世纪初，太空花园将装配在美国第一个永久性太空站上。

## 未来太空中的衣食住行

火星，是太阳系九大行星中除地球之外最适宜人类开发和利用的一颗行星。火星具有比较理想的表面环境，丰富的自然资源，而且离地球较近。人类要在地球之外建立永久性的殖民地，除月球可供选择以外，就是火星及其卫星了。

在 2012 年至 2014 年期间，宇航员将会进行火星之旅。那时宇航员将会穿什么上火星，会在火星上吃什么，在太空中的生活又是怎样的呢？

衣：一件衣服 300 万美元

看到这个数字简直让人无法相信，一件衣服怎么会值 300 万美元呢？然而这不是一般的衣服，是给宇航员订做的宇航服。这么昂贵的宇航服，它到底由什么制作的呢？

太空环境与我们地球大不一样，在地球上虽然有春、夏、秋、冬的季节变化，但温度的差别也不过几十摄氏度。在太空中则不一样，冷热反复无常。宇航服要做得既能防热又能防

寒，其里面共有 15 层质料，虽然含有 15 层质料，宇航服也不能做得太厚，不然的话宇航员穿上之后就变做一只大熊猫了，行动起来就很不方便。未来的宇航服关节部位非常灵，加设特别柔软的护垫，而头盔也要加强防高温和太阳紫外线的能力。

宇航员在太空舱中工作的时候，便可以脱下那身价值连城的宇航服，穿上轻便的 T 恤衫裤。

食：别具风味的太空食品

鸡蛋、蔬菜、牛肉、意大利粉、水果和雪糕等食品，我们都不陌生，其中有些还是我们每天必须的食品。宇航员在太空中也吃这些食品，好像没有什么特别的。但是有一点不同，宇航员在太空中失重的情况下进食是非常有趣的，由于没有重力，食品不会往下掉，只是飘浮在空中，宇航员随时可以张开大嘴来“俘获”这些食品。如果这些食品四处飘浮，那简直会充满整个舱室。这样不但宇航员吃不饱，而且还让这些食品污染了工作舱，因此，宇航员所带去太空的食品必须是完全脱水食品，它们能让宇航员吃得方便，又保证了营养。

如果所有的食品都从地面带过去，是否能满足未来的太空生活呢？答案当然是否定的。如今宇航员正在尝试开发太空食品。初步计划在太空种植小麦，并且试验在太空煮食，由于从地面带上去的食品全部是脱水包装，宇航员进食前需把食物先加热。新建的空间站有微波炉，而一些航天飞机内已装有可口可乐汽水机。所有的宇航员中也许是美国宇航员最幸福了。因为他们除了可乐，还有橙汁，咖啡等。

住：每周沐浴一次

在太空，宇航员只要一天不洗澡，那难闻的气味便很快传遍整个狭小的舱室，引起同伴的不快。

宇航员可以沐浴，但却不能像在地球上那样随心所“浴”。由于没有重力，水不会往下掉，只会四处飘浮，这样怎么洗澡呢？原来，宇航员要进入一个像睡袋的东西内，把身体裹紧，防止水向周围喷出，袋内有香皂和温水射出，清洁好后，真空机便会把香皂和水抽走。不过，由于带到太空的水有限，沐浴又要用很多水，加上过程比较复杂和花时间，宇航员平日只用类似海绵的东西，用少许香皂水润温擦身子，沐浴只是每周一次的“享受”。

还有一个有趣的问题是上厕所。在太空没有重力的情况下，粪便及尿液不会往下沉，一不小心便会飘进舱室里来。现在设备改良了很多，排送问题解决得很好。即使是女宇航员也可以放心使用而不用担心出“丑”了。宇航员的粪便要带回地球进行化验，而尿液则会送出舱外。

行：太空令人骨头脆弱

未来宇航员所肩负的任务，将会愈来愈重，随着空间站一个个建立，他们逗留在太空的时间亦会逐渐加长，要确保宇航员在太空中能顺利工作，不发生危险，除了太空衣的保护，更需要宇航员有良好的体魄和精神。

宇航员每天都要在舱内运动，使自己尽快适应太空。在地心吸引力很低的太空，重量感会突然消失，宇航员钙质流失特别快，骨头会变得特别脆弱，加上又经常穿着厚笨的宇航服做实验，行动起来很不方便，宇航员就要靠运动来锻炼体质。太空生活是单调的，为了带来一些娱乐，有些宇航员带吉他上太空，空闲时一起弹奏或唱歌。

在太空，不管是月球还是火星，都需要面对没有时间、没有生命、没有早晚的环境，这对宇航员也是一个重要的考验。

## 未来的宇宙天气预报

1998年一月份许多美国人会注意到，他们电视屏幕上的图像神秘地变成天电干扰“雪花”了。

科学家认为，其罪魁祸首并非冬季的风暴雪干扰当地的广播台，而是太阳风暴引起整个美国电视图像的突然中断。

一旦从太阳表面爆发出热气体，就会出现太阳风暴，这些喷发叫做太阳光斑，它会发出含有万亿计的微小粒子的巨大云层，这些粒子飞散于广袤的太空，1月11日地球正处在这一巨大的喷发中，造成几小时卫星与电视传输的中断，专家估计直接经济损失约2亿美元。

美国蒙大拿州立大学的研究人员指出，在不久的将来，坏的“宇宙天气”可能对地球产生更大的破坏作用。他们预言，大的太阳风暴有可能干扰各大陆的通信并引起大的供电中断。

### 1. 多风的天气

地球经常沐浴在太阳风——与其耀眼的阳光一起从太阳发出的持续不断的带电粒子流中，这些粒子多数是带负荷的电子和带正电荷的质子，它们以每秒500公里的速度穿越太空。

科学家们说，虽然太阳风犹如阵阵和风，但强度接近飓风的干扰绝非一般。每11年发生1次，太阳将进入所谓一最高日射期，此时，太阳风的干扰发生更为频繁，强度也更为剧烈。

目前，太阳正处于最低日射期，其标志是太阳风暴相对较少，此时另一个标志是太阳黑子——太阳表面太阳耀斑有关的暗点——相对较少。

不过科学家预言说，太阳在公元 2000 年的某个时间，太阳将再次进入它最高日射期，到那时会出现几百个太阳黑子与太阳耀斑，将喷发出飞快的粒子流，假如这一预言成真，那么，在 20 世纪末，下世纪初，地球将处于一个恶劣的宇宙天气中。

## 2. 磁伤害

幸运的一点是，地球有对付太阳风暴的一道天然屏障，这就是地球的磁层——一个确定我们地球磁场边界的眼泪状地区，该磁层能将太阳风中多数带电粒子从地球偏转开，然而，这些粒子有许多不会被偏开，而是被俘获在磁层内。

剩下的其余粒子则旋转穿过南北极地区地磁场中的“孔”。这些正在旋转的粒子碰到大气层中的氮与氧原子，而释放出光脉冲，这些光脉冲常常形成耀眼的光，此即极光。在地处南北极的南纬与北纬地区的夜空中可目击到微微闪烁的亮光。

大的太阳风暴，像去年 1 月 11 日那次风暴，其威力之大有可能短时压缩地球的磁层。有时，太阳风暴可以大到将其磁场迭加到地磁场，而产生一个斗头，能让带电粒子注入地球大气层，甚至到达地球表面。

一旦上述情况发生，太阳风的极强作用力不仅仅在太空觉察到在地面上也能觉察到。1989 年，在上一次最高日射期间，一次巨大的太阳风曾干扰了整个供电网。这次太阳风暴在加拿大的魁北克省体会最深，那次风暴曾造成供电中断数小时。

## 3. 太阳风暴的预报

一些科学家担心，从现在起再过三年，太阳将进入下一个最高日射期，来自太阳风暴的破坏有可能更为严重。这是因为现代文明比以前更依赖于卫星通信和导航。电力网比 10 年前

更为庞大，从而使它们对太阳风暴更为脆弱。

目前一些科学家正在研究改善宇宙天气预报，人们希望通过使用能昼夜不停监测太阳活动的新型空间探测器，使这些预报更准确，更及时。美国国家航空航天局为此发射了高级合成探测器，即 ACE 探测器。该飞行器能寻找太阳耀斑的征候并为技术人员提供严重太阳风暴的一个小时的警报。

如果 ACE 探测到一次太阳风暴的侵袭，技术人员将在风暴肆虐之前，关掉卫星地面上灵敏的电子设备；当风暴过去，再接通电子设备。这样做，就能将太阳风暴对卫星电网破坏减至最低限度。

## 未来太空城的夜生活

太空城没有海洋，却可以见到“海鹰”在空中展翅飞翔。这事，也许你会觉得奇怪。其实，那不是真正的海鹰，而是孩子们竞相放逐的一种风筝。

一提起放风筝，许多人都会感到妙趣横生。孩子们喜欢，青年们也喜欢，上了年纪的老人又何尝不想让五彩缤纷的风筝展翼高飞呢！人们自然要问，在太空城也是跟地球上一样放风筝吗？不，并非如此。因为这里的气象条件和地球上大不相同，既没有蔚蓝的天空，也没有使风筝升空的“风”。所以，在这里不能从下往上放风筝。而只能从太空城顶部高处向下“放”风筝。如此说来，在太空城“放”风筝就有点名不符实了。

但是，太空城上的风筝却做得非常逼真，非常雅致。有时你可以看到十几只五颜六色的风筝，像飞鸟一样从几十米高的

地方沿着同一方向同时降落在街心公园，或某一建筑物的屋顶和阳台上。头一回来到这里观光的游客，如果不注意观察，还真可能把张着两只大翅膀的风筝误认为是海鹰在天上飞翔哩！

太空城居民对放风筝的喜欢程度，可比地球人高得多。这也许是因为太空城太缺少飞禽走兽的缘故吧。世世代代生活在地球大自然环境里的人，一旦离开了大自然，无论从心理上还是精神上都会产生一种难以形容的空虚感与寂寞感。为了填补精神上的这种空虚，他们便会本能地通过这些活动来“制造”一种人造环境，从而获得心理上的一些满足。

同样，当你进入居民区时，有时还会发现“天上”飞行着各种飞机。这些飞机当然不会是现代化的超音速飞机，而是青少年们自制的航模飞机，或者是青年人喜欢的滑翔飞机。

从这类航模飞机的制造工艺来看，实可谓巧夺天工，既精美雅致，又小巧玲珑，而且几乎全部由无线电遥控操作。从远外凝视，又何尝不像是飞机正在空中翱翔呢？

当然，这种滑翔机不会也永远不可能成为太空城的交通工具。这只不过是一种娱乐工具。人们喜欢它，也是因为不愿意忘却地球上的这种交通工具。

从本质上说，太空城没有白天和黑夜之分，那是因为它时刻都受到太阳光的照射。但是，为了满足人们对白天黑夜这一生物节律的心理要求，太空城设计大师们依然能够巧妙地按照地球人的习惯，人为地划出白天和黑夜，以便让居民们更好地工作休息。就连居民们的夜生活，大师们已经考虑齐全、安排妥当了，甚至会使你感到，这里的夜生活丝毫不比地球上单调和枯燥。那么，太空城到底有哪些夜生活可供人民享受呢？

首先，所有体育和游戏场所都可以向你开放。你可以乘宇

宙游车到宇宙深空去欣赏宇宙风光，也可以到中心区的游泳池和运动场去从事你所喜欢的各项活动。还可以在有正常重力居住区内打球或乘坐滑翔机。当然，要是你不愿外出，也可以和全家人在一起看电视、打桥牌、玩麻将和玩扑克等。

假如你想换换口味，也可以到太空城的影剧院、俱乐部、舞厅、酒吧间或夜总会去看电影、跳舞、欣赏音乐和从事你所喜欢的其他社交活动。

影剧院和俱乐部等一般都设在有正常重力的地下室内，也许是设在太空城居住的甲板底屋。

每个居民区底下都有二三个可以容纳 500 人以上的影剧院或俱乐部。这些设施除了供人们看电影看戏外，还可以作为集体活动之用。它们实际上是一种装有许多折叠椅的礼堂。用电动机械支上折叠椅，就可用来放电影，演戏，举行各种集会和其他活动；收起折叠椅，又可供人们跳舞，或进行各种球赛。

虽然太空城上没有专门的电影制片厂或各种专业剧团，但是太空城上可以及时看到从世界各国进口的优秀影片。随着太空城的发展，许多国家的文艺和体育团体经常会到太空城上表演精彩节目。届时太空城上的居民们将会看到各种具有世界先进水平的文艺体育表演。某些杂技项目要是能在中心区的低重力体育场表演，会使人更加惊叹不已。

由于太空城的有效空间极其有限，因此这里的酒吧间、咖啡馆、舞厅或夜总会一般都具有多种用途。它们都设在阶梯式建筑物的最高层。白天，这些设施可用作饭馆、小吃店、冷饮店、水果店、酒店或副食品商店，到了夜晚它们又变成各种娱乐或社交场所。有些地方播放着各种管弦乐，人们可以到这些地方跳舞、喝咖啡、喝啤酒或欣赏音乐，居高临下眺望、观赏

整个市区的夜景。

啤酒是太空城自己加工制作的。为了防止酗酒或醉汉闯祸，这里严禁私人酿酒或贩卖各种烈性酒。烈性酒就像海洛因一样被列为地球严格禁运的走私食品。

但是，太空城还不得不生产酒精。因为它是许多飞行器所能采用的最便宜燃料，而且不必从地球进口。

## 三、航天科技探秘

### 为什么探测器要登陆彗星

太阳系里的彗星，大部分在远离太阳的极其寒冷的地方出没。彗星上保存着太阳系形成早期的最原始的物质，可是，彗星究竟是由什么物质组成的，我们对此只有猜测而不能定论。

为了采集彗星的原始物质，1999年2月，美国航天局派出了“**星尘号**”探测器，它在2004年与一个叫“**怀尔德2号**”的彗星相遇。“星尘号”探测器是一个质量达**385**千克的机器人，在地球引力的帮助下，它穿越**4.8**千米的彗星轨道平面和彗星相遇。在相遇之时，“星尘号”伸出一只用气凝胶构成的巨型“手套”，从彗尾处收集星体物质，将它装在返回舱里，带回地面。预计，科学家在**2006**年可取得彗星尘埃，这将是人类第一次从“地一月系统”外收集到的天体标本。如果此项计划能成功的话，我们就可知道看似披头散发的彗星，究竟是由什么物质构成的了。

与此同时，一项更加激动人心的探测并登陆彗星的计划也开始酝酿。

一位名叫**布莱恩·缪尔黑德**的美国科学家，设计了这样一个奇思妙想，他准备派遣一个叫“**深空4号**”的探测器，在距地球几亿千米外的一颗名叫“**坦普尔1号**”的彗星上登陆。

“**坦普尔1号**”彗星每隔**5**年半绕太阳一周，它的轨道直

径大约是 6 千米。尽管科学家相信彗星是由冰和尘埃组成的，可是在没有采集到彗星的实样以前，总是一个未知数。科学家设想，彗星表面的质地 在棉絮和混凝土之间，因此为登陆器设计了一个类似鱼叉的装置。如果彗星的表面坚硬，鱼叉就锚定在它的表面；如果彗星表面柔软，鱼叉就会完全陷入彗星表面，然后展开一把小小的金属伞，以便固定在那里。

“深空 4 号”于 2003 年 4 月发射升空。在发射 2 年半以后，探测器将与“坦普尔 1 号”彗星相会。然后，在彗星的周围逗留 115 天，寻找登陆点。

“星尘号”探测器的取样和“深空 4 号”探测器的登陆，将谱写人类探测彗星的新篇章。

## 什么样的人可以当航天员

航天员是真正的“天之骄子”，要想当一名航天员，可不是一件容易的事。

在人类开始载人航天的初期，人们对太空环境还没有切身体会，只知道那里环境恶劣，会对人的生命有种种威胁，因此，认定人进入太空是件极其冒险的事。据此，无论前苏联和美国，都是首先从军用喷气式飞机的驾驶员中挑选航天员。因为这些都经历过长期高空、高速飞行环境的锻炼，能较快适应恶劣的航天环境，能迅速果断地决策，善于应付各种意外的情况。从成百上千的优秀飞机驾驶员中，最后只能挑选出少数的航天员候选人。第一批前苏联航天员只有 20 人，而美国仅 7 人。

随着航天计划的扩展和航天器生命保障系统的不断完善，

对航天员的挑选条件也有所降低，但是，四个方面素质的要求是不可少的，即身体素质、心理素质、思想素质和知识素质。

身体素质除了一般的健康外，还应具有许多特殊的耐力，如耐超重、耐低气压、耐热、耐振动、耐孤独等；心理素质是指情感的稳定性、自我控制能力、与同事共事的适应性和协调性等；思想素质主要是看是否有对航天的献身精神和为航天事业不屈的奋斗精神；知识素质则要求航天员具备一定的文化科学基础。

如果你想成为职业航天员，那么你的年龄应小于 40 岁，身高在 1.5 ~ 1.9 米之间，体重与身高要协调，有 1000 小时以上喷气式飞机的驾驶经验，并具有学士以上的学历，视力、血压及内脏均应健康，还要有坚强的意志和为航天事业献身的决心。如果你只想到太空中去做些科学实验，即成为非职业航天员，那么你必须具有学识渊博的科学家或工程师，身体健康和情绪稳定，年龄则可以放宽许多。

愿更多的少年读者从小就向这个目标努力吧！

## 患近视的人也能当航天员吗

要回答这个问题，首先要介绍一下航天员是由哪些人组成的。

目前，构成航天员队伍的有三类人员：一是载人航天器的驾驶员，负责在宇宙航行中操纵驾驶航天器；二是飞行任务专家，负责航天器在飞行中的维修，完成飞行中对卫星或探测器的施放和修理，还有到舱外执行某些特殊任务；三是载荷专家，他们就是到太空中进行科学实验的科学家和工程师。前两

类航天员是职业的，而后一类航天员是非职业的，只有担负与自己有关专业的任务时才登上太空。

早期航天员的挑选是十分严格的，通常是从喷气式飞机的驾驶员中选拔，可谓是千里挑一，所以对身体的要求也极为苛刻，当然患有近视眼的人是不可能入选的。

随着航天技术的发展，宇宙飞船和航天飞机频频进出太空，载人航天的活动次数也越来越多，空间站已成为人类在太空停留的重要场所。因此，今后会有更多的人进入太空生活和工作。据统计，全世界需要矫正视力的人高达 **48%**（主要是近视眼），而患近视眼的人在科学家和工程师中所占的比例还会更高。如果戴着眼镜上太空，那是很不方便和不安全的，但把他们统统排除在航天员之外，又是一个很大的损失。出路在哪里呢？

用隐形眼镜可以解决这个问题。国外已经让航天员戴上隐形眼镜，作过模拟上天的试验，都没有出现不良反应，并公认隐形眼镜是矫正航天员视力的理想用品。

从今以后，不仅科学家和工程师上天可以不受视力上的限制，对未来的太空游客们也敞开了扇大门。

## 在太空中人的身体会长高是怎么回事

生活在太空里的航天员，会发现一个奇怪的现象：自己在太空里长高了，而且非常明显，最多的可以长高 **5.5** 厘米。这是由于太空中的失重在作怪。由于没有了重力，一切都没有上下之分，人体脊骨的椎盘会扩展，所有的关节也会松弛、间隙增大。几十个关节的微小扩张叠加起来，就会使身体明显地增

高了。不过，这个现象一经回到地面，几小时后就会消失。

在地面上，人的身高在一天中也会有所变化，早晨起床时人的身体最高。这是因为经过一整夜平躺在床上，各个关节都处于松弛状态，情况与太空中有点相似。当然这不是因失重造成的，所以并不严重，顶多也只会产生约1厘米的变化量。

失重环境，对人类是一种新的财富。我们可以在太空中利用失重去制造出许多在地面上不能或很难制造出来的高、精、尖产品，完成许多在地面上不能进行的科学实验。但是，对航天员的身体来说，失重却是一种不能避免的“灾害”。

人长期在地面的重力场内生活，地球重力吸引血液向下流动。在失重环境里，血液被重新分配，下肢血量减少，头部血量增多，致使静脉压不再起作用，血液中的水分会过多丢失，使得血液变得又浓又黏。在失重的环境里，人体骨骼受力减少，时间一久，肌肉萎缩，骨骼变得松脆，特别是骨骼内钙和磷的丧失，使航天员返回地面后变得软弱无力、举步艰难。失重还会引起血液中红细胞和淋巴细胞减少，免疫能力减退。在失重的环境中，大多数航天员还会发生前庭——中枢神经反应，出现恶心、呕吐、面色苍白、出汗、晕眩、工作能力下降，即所谓的航天运动病。

为了尽量消除失重对身体的影响，除加强航天员的训练、合理的作息制度、合理的饮食和营养外，体育锻炼和药物预防也有一定的效果。在未来的星际航行时，由于失重的时间相当长，还可以在航天器内制造一种人工重力，以彻底解决这个航天医学的大难题。

## 航天员在太空中是怎样生活的

太空是个重力十分微小的地方，在那里，航天员的生活与地面大不相同。



宇航员向美国总统克林顿展示太空食品

比如吃饭，如果你像在地面那样端着一碗米饭，那饭会一粒一粒地飘满整个房间，你张着嘴可能一粒饭也吃不着，而你闭上嘴时，它却可能钻进你的鼻孔。

因此，太空食品都要经过特制，装在软管或软袋里。航天员进餐时，先要将身体固定好，动作要轻柔，呼吸节奏要调节好，以免把食物弄碎飞扬，不要张开嘴咀嚼食物，只能用鼻呼吸，否则食品会从嘴中逃出。

在太空中洗漱更是有趣。刷牙不用牙膏和牙刷，而是嚼一种类似口香糖的胶质物，让牙齿上的污垢粘在胶质物上，达到洁齿的目的。洗脸也不用水和毛巾，只用浸湿的手纸擦擦了事。

太空中上厕所是件麻烦事，必须坐在精心设计的马桶上，两脚先放进固定的脚套里，腰间用座带绑好，双手扶着手柄，不然人就会浮在半空。太空马桶是不用水冲的，而是一个特制的抽气机，将粪便吸进塑料袋里，以便集中处理。

航天员的睡觉姿势可说是千奇百怪。由于失重，无论是站



在太空进行材料的科学实验      宇航员的复合营养真空食品

着、躺着，还是飘着都可以入睡。但多数人还是喜欢睡在固定的床上或墙壁上的睡袋里，然后把睡袋拉紧给人体施加压力，以消除那种飘飘欲坠的不安全感觉。

总之，航天员的太空生活就是这样奇妙，你想去体验吗？

## 航天员是怎样训练出来的

在挑选出航天员的候选人后，航天员的训练就开始了。训练一般包括三个方面，即航天理论和基础知识训练；各种航天特殊技能训练；增强体质的体育训练。

航天员的航天过程是从地面起飞开始，经过地球大气层，进入宇宙空间，最后平安返回地面。因此他们必须掌握与此有关的各种基础知识，如飞行动力学、空气动力学、地球物理学、气象学、天文学和宇宙航行学等；航天员是借助火箭和各种载人航天器飞行的，因此他们还必须熟悉火箭、航天器的设计原理、结构、导航控制、通信、座舱中设备和仪表的性能以及简单的检修技能；他们还必须详细掌握每次出航任务的细



日本第一批太空人在进行水中训练

节。

航天特殊技能训练，主要是模拟航天飞行的真实环境和过程，使航天员熟练地掌握操作技能，应付各种可能出现的情况。这主要包括五个方面的训练：一、飞机飞行训练，以提高航天员的耐噪声、振动和

超重的能力，增强人体前庭器官系统的稳定性，训练在失重时的生活和工作的能力。二、大型离心机上的超重耐力训练，超重值要达到  $10g$  ( $g$  指地球表面的重力加速度，约为  $9.8 \text{ 米/秒}^2$ ) 以上。三、水下失重模拟训练，在水中可以产生类似失重环境中活动的效果。四、飞行模拟器训练，供航天员熟练地掌握航天器的操纵技术。五、各种应急训练，如长期在寂静中孤独生活，航天器设备出现故障的应急处理，如何安全脱险和海上救生等。

此外，航天员从事的是一项非常艰苦的工作，其体力消耗十分巨大。因此必须始终不断地进行增强体质体的体育训练。

## 航天员是如何从座舱进入太空的

我们知道，航天员是乘坐宇宙飞船进入太空的。在太空中，航天员的绝大部分时间也是呆在宇宙飞船的座舱里，可有时候，航天员要走出座舱，进入太空。这可不像我们从教室走

到操场那样简单。

因为在载人航天器中，如宇宙飞船、空间站等，座舱里都保持着一定的气压和温度，与我们地面上的大气环境基本相似，航天员不用穿戴任何仪器，就可自由呼吸、生活。可是，在这些载人航天器的外面，则是茫茫太空，不仅温度极低而且高度真空。所以在航天器内外是气压和温度相差极大的两个天地。

航天员从座舱进入太空时，不仅要穿上特制的航天服，保护自身的安全，还要采取一定的措施，保证载人航天器中的环境不会因为航天员的出入而遭到破坏。所以，科学家为各种载人航天器专门设计了一种气闸舱。

航天员要从航天器里出来，好像要从一个封闭的气球里走出来。如果像我们平时走出屋子那样从座舱进入太空，即使门关得再快，航天器里的空气也会很快跑光，就像气球被戳破。但是如果有两扇门，当人走出第一扇门时，第二扇门还关着。然后，先关闭第一扇门，再打开第二扇门走出去。这样，始终有一扇门是关着的，航天器就能保持密封状态，而不会漏气。气闸舱就是按照这个道理设计的。

身穿航天服的航天员在进入太空之前，首先进入气闸舱。然后，关闭气闸舱与座舱之间的舱门，使气闸舱与座舱隔离。接着，气闸舱以一定的速度减压，直至达到与舱外一样的空间压力。这时候，气闸舱的舱门被打开，航天员就能出舱进入太空了。当然，这时候保持一定的压力和温度，维持和保护航天员生命的任务就交给航天服了。

## 航天员为什么要穿航天服

去太空旅行的航天员都要带上一件航天服，那是为了适应太空环境的需要。太空环境十分险恶，大大小小陨星的袭击，常常令航天员猝不及防；高空的辐射，会危害人体的细胞膜，干扰或终止细胞的抗疾病功能；还有太空中充斥着人类遗弃在那里的太空垃圾，对航天员的生命也是一种威胁。为此，航天员需要严格的保护措施，才能去太空工作。

航天服是一件高科技的产品。它的作用除了防御来自太空的侵袭以外，还有一套生命保障系统和通信系统。它能帮助航天员适应太空中温度的急剧变化，使航天员有合适的温度、氧气和压力，如同在地面上一样舒适；在太空行走时，可以方便地与航天器上的航天员通话联系。

航天服的设计者，可谓精心而周全。他们把航天服制成多层的套服，一般至少有 5 层。

与皮肤接触的贴身内衣又轻又软，富有弹性，通气又传热，内衣上安有辐射计量计，以监测环境中各种高能射线的剂量。内衣上的腰带，具有生理监测系统，可随时测定心率、体温。

第二层是液温调节服。衣服上排列着大量的聚氯乙烯细管，调节温度的液体通过细管流动，温度的高低可由航天员自己控制，有 3 个温度档次可供选择。

第三层是有橡胶密封的加压层。层内充满了具有相当于一个大气压的空气，保障了航天员处于正常的压力环境，不致因压力过低或过高而危及生命。

第四层是一个约束层。它把充气的第三层约束成一定的衣服外形，同时也协助最外层抗御陨星的袭击。

最外层通常用玻璃纤维和一种叫“特氟隆”的合成纤维制成。它具有很高的强度，能抵御陨星的袭击，还具有防宇宙辐射的功能。

这样复杂的一件航天服，它的制作代价当然十分的昂贵，大约一件在 300 万美元以上。航天服一般很重，虽然在设计中，为了方便航天员的行动，关节部位有较高的灵活性，可是，穿着航天服对航天员来说仍是一个沉重的负担。

据说，第一个穿上航天服进行太空行走的航天员，虽然总共只穿了 12 分钟，已经累得汗流浹背。可是，在太空航天员没有航天服的保护是难以想象的。



早期的宇航服

## 第一位进入太空的人是谁

1961 年 4 月 12 日，前苏联人加加林乘坐“东方号”宇宙飞船，绕地球飞行一周，历时 108 分钟，成为世界上第一位进入太空的航天员。

加加林于 1934 年 3 月出生在前苏联一个普通的家庭中。小时候他是一名淘气的孩子，但强烈的求知欲驱使他如饥似渴地学习他所涉猎的所有知识。在学校里他参加了科技小组，在

教师的指导下，小组成员们制作了航空模型，并经常在空旷地方试放飞行。看着如蜻蜓一般敏捷的飞机模型在阳光灿烂的天空中飞翔，加加林暗自下了决心，将来长大一定要当一名飞行员。

在飞向蓝天的强烈愿望驱使下，加加林开始贪婪地阅读描写齐奥尔科夫斯基的书籍，他对这位航天之父十分敬佩。齐奥尔科夫斯基充满热情的精神、坚韧不拔的品格以及无私地献身于宇宙飞行的思想，对加加林的一生产生了巨大的影响，也许



人类走向太空的第一个宇航员  
加加林

这就是他从一名飞机驾驶员变成世界第一位遨游太空的航天员的动力。

加加林因摘取了世界第一位航天员的桂冠而名扬天下，他荣获了“苏联英雄”称号和列宁勋章。月球背面最大一座环形山以加加林来命名，国际天文学会把“1772号”小行星命名为“加加林星”，国际航空联合会设立了加加林金质奖章。他先后出访了28个国家，封他为“荣誉市民”的城市就有300多个……

不幸的是，1968年3月27日，加加林在一次米格飞机的训练飞行中，因飞机失事身亡，年仅34岁。但他光辉的一生，激励着人们为征服宇宙奋斗不止。

## 世界上第一位女航天员是谁

世界第一位女航天员是前苏联的瓦莲金娜·捷列什科娃。1963年6月16日，她独自一人驾驶“东方6号”宇宙飞船进入太空，同两天前发射的“东方5号”宇宙飞船共同完成了太空编队飞行。在太空的三天三夜里，她驾驶的飞船围绕地球飞行48圈，航程约200万千米。两艘飞船于6月19日平安返回地面。

捷列什科娃勇敢地驾驶飞船遨游太空，完成了好些生物医学和科学技术考察计划，她用自己的经历，证明了妇女也能在太空中正常生活和工作，开创了妇女进入太空的历史。

1937年出生的捷列什科娃，自幼向往蓝天。中学毕业参加工作后，一边进函授技术学校学习，一边参加航空俱乐部的跳伞活动。自从加加林首航太空后，她和俱乐部的女友一起给航天部门写信，呼吁选派妇女参加航天飞行。1962年，经过严格的选拔，她终于加入到航天员队伍。



第一位女太空人捷列什科娃

为表彰捷列什科娃对航天事业的贡献，她获得了列宁勋章、齐奥尔科夫斯基奖章，国际航空联合会授予她“宇宙”

金质奖章，国际妇女联合会选举她为副主席，月球背面的一座环形山（北纬 28°，东经 145°）也以她的名字命名。

1963 年 8 月，捷列什科娃与另一位航天员尼古拉耶夫结婚，组成了世界上第一个航天员家庭。1986 年，这位当代的嫦娥，曾来到传说中嫦娥的故乡我国访问，引起了很大的轰动。

## 太空中的失重现象

地球上的一切物体都受到地球的万有引力，这称为重力。重力的大小随着高度的增加而迅速减小。航天器在环绕地球运行或在行星际空间轨道上飞行时，它们远离地球和其他星球，自然处于失去重力的状态，这就是失重。当然，失重并非绝对没有重力，只不过重力非常微小，所以失重也常称作微重力。

失重是太空环境一个十分重要的特性。

在失重状态下，人体和其他物体受到很小力的作用就能飘浮起来。利用失重，能在太空进行某些地面上难以实现或不可能实现的科学研究和材料加工，例如生长高纯度大单晶硅，制造超纯度金属和超导合金，以及制造特殊的生物药品等。

失重也为在太空中组装结构庞大的航天器（如空间站、太空太阳能电站等）提供了有利条件。

当然，失重也会对人体有一定的伤害，这主要是航天员会患上航天运动病。这种病的典型特征是脸色苍白、出冷汗、恶心和呕吐，有时还会出现唾液增加、上腹部不适、嗜睡、头痛、食欲不振和飘飘然的错觉。长期失重还会导致人体骨质疏松和肌肉萎缩。为了防止和减缓航天运动病，首先要在地面上

就加强航天员的训练，增强体质；另外是在太空中重视体育锻炼，我们在电视上收看有关航天活动的实况录像时，经常可以看到，太空中的航天员正在运动器械上活动身体呢？

## 太空中的超重现象

在载人航天活动中，超重现象主要发生在航天器的发射和返回过程中。为了把航天器送入太空，目前一般都采用多级运载火箭。在第一级火箭开始燃烧时，由于整个火箭的自身重力很大，加速度是很小的，看上去是徐徐上升。随着燃料的消耗，火箭重力逐渐减轻，加速度值逐渐加大，直到第一级火箭燃料耗尽，燃烧停止；接着是第二级火箭开始燃烧，重复上述过程；最后是第三级火箭的燃烧和加速。经过这样三次的加速过程，一般可把载人航天器加速到第一宇宙速度（7.9千米/秒），进入绕地球的太空轨道。在这个加速过程中，载人航天器上的设备和其中的航天员，自身的重力都会相应地增大许多，而处于超重状态了。

同样道理，载人航天器在完成任务从太空返回地面时，也会出现超重现象。返回前，载人航天器的返回舱先把底部朝前，然后利用反推火箭减小速度和降低轨道高度。在进入大气层时，因受空气的阻力而逐步减速。刚开始时，因高层大气密度很小，减速值很小；随着高度的降低，大气密度逐渐增加，阻力逐渐加大，减速值也逐渐加大，并在达到最大值后开始减小，形成一个半正弦的曲线。因此，在返回过程中，载人航天器及航天员，将第二次进入到超重状态。

早期运载火箭每级发动机的燃烧时间较短，所达到的加速

度峰值较高，可以达到地面重力加速度的 7 ~ 9 倍，这会对航天器的结构带来损坏，而航天员的身体也受不了。随着航天技术的提高，延长了火箭的加速过程，火箭发射时的加速度已下降到地面重力加速度的 5 倍；而返回时的超重也大大减小。航天飞机条件更好了，发射时超重峰值只相于 3 倍重力加速度，返回时采用了滑翔式飞机般地再入，超重峰值不到重力加速度的 2 倍，一般健康的人都可以承受得了。

过大的超重对航天员的身体十分不利，因为人的体重突然增加了许多倍，无论是对心血管系统，还是对呼吸功能，以及人的工作效率，都会造成不良的影响。人能忍受超重的能力总是有限的，为了最大限度地减小这个影响，人们在载人航天活动中对超重采取了一些防护措施。比如在起飞和返回时，航天员以平躺的姿态来对抗超重，以减轻头部的供血不足、缓解呼吸困难和心脏节律失调。此外，加强对航天员的选拔和训练也很重要，提高航天员上天时对超重的适应能力，以保证他们能顺利而安全地完成航天任务。

## 航天员进行舱外活动前要吸纯氧吗

生活在载人航天器（如空间站、航天飞机或宇宙飞船）内的航天员，那里有与地面相当的气压，因此，航天员除了有失重的感觉外，生活上可以与地面上没有太大的差异，甚至可以穿上一般的衣服。

但是，航天员如果要到航天器外的太空中去完成种种任务，即舱外作业，就必需穿上一种特别的航天服，并在出舱前先呼吸三小时纯氧，以避免进入太空后出现减压病。

什么是减压病？为什么吸氧能防止减压病？

我们来看看航天员出舱前后所面临的变化。航天器内通常保持与地面相当的大气压力，即每平方厘米约 9.8 牛顿压力，一个成年人的身体表面积总计 2 平方米左右，这样，他所承受的压力就大约为 19.6 万牛顿。但是，我们在地面并不感到身上有如此大的压力，这是因为人体内部产生的内压与之平衡。如果外界压力一旦减小，人体组织和体液中溶解的气体（主要是氮气），就会转变为游离的气体，在血管内形成气泡堵塞血管，在血管外压迫局部组织，出现四肢疼痛、面色苍白、出汗虚脱、呼吸困难、听觉失灵等情况，这就是减压病，与高山反应征状十分类似。

虽然航天员在出舱时穿上了航天服，服内也保持有一定的气压，但因目前技术水平所限，这个气压值还不能做到与舱内一样，而仅为舱内的 1/3 左右（相当于 9 ~ 10 千米高空）。地面实验证明，在 8 千米以上人就可能会患上减压病，因此航天员在出舱前，都要先吸足纯氧，使体内组织和体液中的氮气尽可能排出，以避免在舱外发生减压病，从而顺利地完成舱外作业任务。

## 宇宙辐射对航天员有什么危害

在地球上空，太阳是个巨大的辐射源，它每时每刻都在向地球辐射出大量的能量。太阳辐射中可见光和红外光占了总量的 90% 以上，它供给地球以热量，也是各种航天器的主要能源。

太阳辐射的紫外线、X 射线和  $\gamma$  射线，尽管在其辐射总量

中所占的比例很小，但它对人体安全和物质材料，均有很大的危害性。好在地球大气层上部的电离层和臭氧层，都对它们有阻挡的作用，因而在地面上总是很安全的。

但在地球大气层外的太空里，航天器完全暴露在太阳的辐射之下。因此，航天器的结构材料会快速老化，电子器件会加快失灵，更重要的是，航天员的健康可能会受到严重损伤。

宇宙辐射如若作用于人体，将使人体细胞中的原子产生电离效应，使机体分子、细胞、组织结构受到损害，失去原有的生理功能。辐射对人体的损伤可分为急性损伤和慢性损伤两种。急性损伤也就是人们常听说的辐射病，它是在短时间内受到大剂量辐射造成的，人会出现白细胞、血小板剧烈减少，并致人死亡；慢性损伤经过治疗和脱离辐射环境后，可以恢复健康。

航天员在舱外活动时所穿的航天服，具有防护辐射的功能；在出舱前，航天员也可以服用一些防辐射的药物，这对预防辐射病都是有效的。但随着载人航天活动范围的扩大，飞行轨道越来越高，可能受到的辐射强度也越来越大，因此不断研究辐射病的防治，仍是航天医学的一个重要课题。

## 最先飞出“地球摇篮”的人

“地球是人类的摇篮但人类不能永远生活在摇篮里。他们不断地扩展自己着探索空间，起初是小心翼翼地穿出大气层，然后就是征服整个太阳系。”齐奥尔科夫斯基的这一著名预言激发着人们对宇宙不断地探索和开发。

载人航天计划的制定推动着载人宇宙飞船的研制工作。载

人飞船是一项比卫星更复杂的航天器。它除具有一般卫星的基本结构外，还必须有安全可靠的返回设备，具备应急救生系统和能够提供人生活、工作的生命保障系统。返回式卫星技术的发展，解决了宇宙飞船的返回问题。如果没有这项技术，宇航员就无法返回地球，实际上，也就意味着无法进行真正意义上的载人飞行。人类历史上第一艘载人宇宙飞船是前苏联研制的“东方1号”。在这艘飞船上飞出“地球摇篮”的是前苏联航天员——尤里·加加林上尉。

“东方1号”是一个直径2.3米的球形座舱，质量约为2.74吨，球形座舱是密封的，内有多种仪器，宇航员的坐椅是弹射式的，万一发射发生故障，他可以爆破打开座舱的圆形舱口，弹射出去。座舱下部有设备舱，装有制动火箭。返回地球时，宇航员可以点燃制动火箭，以降低飞船的运行速度，飞离轨道。设备舱内还有氧气瓶和氮气瓶，以供给座舱内正常大气压的空气。

1961年4月12日，莫斯科时间9时零7分，运载火箭喷着火舌将“东方1号”竖直推起，加加林被紧紧压在座椅上，经受着剧烈的震动。14分钟后，“东方1号”飞船载着加加林进入环绕地球的轨道。这时候他感觉真正的在地面上无法完全模拟的奇妙感觉——完全失重了，一点也感受不到自己的重量。

加加林通过舷窗观察着人类的家园——地球，透过飘浮的白云，他可以清晰地看到蜿蜒的河流和起伏的山脉，整个地球周围环绕着一层淡蓝色的光，真是一个迷人的蓝色星球。加加林是人类历史上第一个看见地球全貌的人。

10时55分，飞船安全地降落在预定地点，载人航天获得

了圆满成功。这次历时 108 分钟的太空飞行震撼了世界，从此人类开始了载人航天的新纪元。为了纪念在征服宇宙道路上的这一划时代的成就，4 月 12 日被定为“航空航天国际纪念日”。

从此以后，美国和前苏联在航天方面的竞争进入白热化，美国人竭尽全力，开始了登月计划的实施工作。这种竞争客观上推进了航天事业的发展。

## 人类是怎样登上“广寒宫”的

自古以来，月球就是对人类充满吸引力的神秘天体。人类最想登上的天体，第一个就是月球，因为它离地球最近，约 384400 千米，表面引力只是地球的 1/6。传说中，嫦娥奔月，觉得月宫冷寂不堪，那么，真正的月宫到底是怎样一番景色呢？

1961 年 5 月 25 日，美国正式批准了登月计划。经过 8 年的技术准备，美国共发射了 9 个“徘徊者”探测器、7 个“勘探者”探测器、5 个“月球轨道”环行器，了解了月球表面情况和着陆的可行性，预选了多个登月点。最后，由“阿波罗 10 号”飞船进行登月全过程的演练，宇航员已抵达近月面 15.2 千米处。到此登月计划中的准备工作已完全就绪。

1969 年 7 月 16 日清晨，在美国西海岸肯尼迪航天中心，39 号 A 发射台上的“土星 5 号”运载火箭等待点火起飞。火箭上端的“阿波罗 11 号”飞船由指令舱、服务舱和登月舱 3 部分组成。指令舱内，仰卧着 3 位人类登月的使者——指令长阿姆斯特朗、指令舱驾驶员柯林斯和登月舱驾驶员奥尔德林。

美国东部时间上午 9 时 32 分，在震耳欲聋的轰隆声中，“土星 5 号”火箭腾空而起，直冲天穹。4 天多的航行以后，到达了月球轨道，柯林斯驾驶指令舱绕月球轨道飞行，等待接应。

7 月 20 日 16 时 17 分，与指令舱和服务舱分离的登月舱降落在月球轨道附近的静海上。着陆后约 6.5 小时，阿姆斯特朗身穿宇航服，首先走出登月舱。他在 5 米高的平台上呆了好几分钟，使自己激动的心情平静下来，才慢慢爬下 9 级扶梯。



宇航员在月球迈出标志着人类巨大飞跃的一步

历史性的时候到来了，阿姆斯特朗小心翼翼地伸出左脚，踏上月球，在月球上印上了人类的第一个脚印。他说：“对于一个人来说，这是一小步，但是对人类来说，却迈出了伟大的一步！”人类终于登上了千百年来朝思暮想的“广寒宫”。

18 分钟以后，宇航员奥尔德林也踏上了月面，和阿姆斯特朗一起，采取了 22 千克土壤、岩石样品，拍摄了照片，安设了月震仪、太阳能电池阵和激光反射器，最后将一面美国国旗插在了这个万籁俱寂、荒凉无比的星球上。

7 月 21 日 13 时 54 分，两人离开月球与柯林斯会合，经 2 天多的飞行，载着三名宇航员的指令舱平安溅落在夏威夷西南的太平洋洋面上。至此，历时 8 天零 3 小时 18 分钟的人类首

次登月计划圆满结束。

在探索宇宙的大事业中，人类迈出了历史性的伟大一步。

## 为什么火箭没有机翼也能改变方向

飞机上面都装有机翼，包括尾部的升降舵和方向舵。它利用升降舵的上下或方向舵的左右运动，来改变飞机的飞行姿态，这是因为迎面吹来的气流对这些舵面产生了作用力的结果。但是火箭大多数时间是飞行在大气层以外，那里没有空气，那么改变火箭的飞行方向靠什么办法呢？

靠的就是火箭内部的“驾驶员”——飞行控制系统。这个系统有两大作用，一是控制火箭向前飞行（由火箭发动机提供推力）；二是控制火箭的姿态（使火箭俯仰、偏航或滚动）。火箭的飞行控制系统靠敏感元件（类似人的眼睛），去“观察”火箭的飞行状态是否正常（与预定的路线作比较），如发生偏差，立即报告“大脑”（箭上计算机），经过分析思考（计算机进行各种计算），最后向执行机构（类似人的手和脚）发出修正指令，控制火箭沿正确的方向飞行。

火箭在真空环境里飞行时，如果用类似飞机的空气舵，自然就不起作用了，需改用燃气舵和摇摆发动机。燃气舵安装在发动机喷管的尾部，用石墨或耐高温的合金制成，当发动机燃烧室喷射出来的高速气流作用在舵面上时，就会产生控制力以改变火箭的姿态。摇摆发动机是将发动机安装在可变动推力方向的支架上，用改变推力的方向来达到改变火箭姿态的目的。因此，火箭的外形多是圆柱体，光秃秃的，它虽然没有机翼，但同样也能随心所欲地改变飞行方向。

## 火箭发射采用倒数计时是怎么回事

1927年，一批早期的宇航爱好者在德国成立了宇宙航行协会。不久，他们接受了为一部科幻电影《月里嫦娥》制造一枚真实火箭的任务。但由于缺乏经验，这枚真实的火箭始终未能制造出来，反而是制片商把一枚模型火箭先制造出来了。在拍摄影片的过程中，为了发射模型火箭，导演弗里茨·兰首创了倒数计时的发射程序。这种计时程序，既符合火箭发射规律和人们习惯，又能清楚地表示火箭发射的准备时间在逐渐减少。



10分钟准备，5分钟准备……1分钟准备，直到发射前10秒钟，而后是10、9、8……3、2、1，起飞！这种倒数计时，会使人产生准备时间即将完结，发射将要开始的紧迫感。

电影成为这种发射模式的先导。之后，德国在20世纪30年代制成第一枚试验火箭，以及40年代初研制“V-2”火箭时，都采用这种倒数计时的发射程序。40年代后，美国和前苏联研制的火箭和导弹，发射时也都采用了这种程序。它把火箭在起飞前的各种动作按时间程序化，既严格又科学，真是“万无一失”。

目前，世界各国的火箭、导弹和航天飞机的发射，自然就

一直沿用这种倒数计时程序了。

## 怎么知道人造卫星在按预定的轨道运行

在太空工作的人造卫星和各种各样的航天器，都能在预定的轨道上运行。它们就像地面上的行人和车辆各走各的路一样，都有自己的运行轨道。尽管它们的轨道各不相同，但是，也像我们要遵守交通规则一样，也必须“遵纪守法”，那就是它运行轨道的平面，必须通过地球的中心。

如果它的轨道呈圆形，地心就是它的圆心；如果它的轨道是椭圆形的，那么，地心就位于椭圆的一个焦点的位置。

大多数的卫星在发射入轨时，速度往往稍大于第一宇宙速度，所以它们的轨道大多是椭圆形的。就像地球和太阳之间有近日点和远日点一样，卫星和地球的距离也是有时近有时远。人们把轨道离地面较近的一点叫“近地点高度”，把离地球最远的一点叫“远地点高度”。

人造卫星除了具有绕地球运行的固定轨道以外，还有一个重要的参数，那就是轨道的倾角。它是指卫星轨道平面和地球赤道面之间的一个夹角。

根据这个夹角的大小、轨道的近地点和远地点，世界各国的天文台就可以跟踪和计算出这颗人造卫星的运行，告诉我们这颗卫星什么时候在什么方位，看看它是否在预定的轨道上运行。

卫星的轨道倾角越大，它在地球上的投影也越大。比如，我国发射的第一颗人造卫星，选择了  $68.5^\circ$  这个倾角，它的星下观测点可达到南北极圈以内。地球上所有有人居住的地方，

它都能观测到。可是，这样一颗轨道倾角大的卫星，发射时所需的能量和费用也大。

所以，人造卫星在预定的轨道上运行，是科学家通过精心计算，进行能源配置和轨道选择等一系列的技术设计的结果。

## 卫星可以从飞机上发射入轨吗

发射卫星，除了主要从地面使用火箭外，近年来也开始利用飞机来发射卫星，就是先把携带卫星的小型火箭用飞机送上一定高度，再启动火箭把卫星送入预定轨道。

从空中发射卫星具有很多优点。首先是发射费用低，至多为地面发射的三分之二。这是因为火箭已在空中从母机获得了一定的初速度和高度，因而节省了许多昂贵的燃料。其次是发射的准备时间短，小型火箭通常只需几名技术人员花上两周时间就够了。再有，空中发射不需要有设备齐全的地面发射基地，也不会受到“发射窗口”、地面设备维修等的制约，随时可以从世界上任何一个机场起飞发射，而用户也可灵活地选择卫星的目标轨道。

1990年4月5日，美国在加州用一架“B-52”大型飞机，携带“飞马座”火箭，在高空把两颗小卫星送入预定轨道，从而开了用飞机发射卫星的先河。

当然，在空中发射卫星也有局限性。主要是卫星不能太重，卫星的轨道不能太高，这是由于受到母机运载能力和飞机飞行高度的限制。如用航天飞机，则可弥补这两点不足。

据科学家预测，在未来的20年内，全世界等待发射的卫星有上千颗，其中大多数是质量仅为几百千克甚至几十千克的

近地小卫星。这些卫星性能好、价格低廉，是卫星家族的主力军。很显然，空中发射卫星的方式，必将会在未来航天发射市场上占有一席之地。

## 返回式卫星为什么可以返回地面

有的卫星在完成任务后是需要返回地面的，如卫星拍摄的地面胶卷、太空中完成实验的材料、随卫星上天的动物和植物种子等。这种需平安返回地面的卫星称为返回式卫星。卫星的返回，表示了航天任务的最后圆满完成，它反映了一个国家的航天技术达到了相当的水平。

跟卫星上天相反，卫星返回是一个减速的过程。为了可靠地回收，通常把需要返回的物品和在返回过程中需要工作的设备，集中在一个称为返回舱的舱体里，而无需返回的部分则在返回过程中提前抛掉，让其在大气中烧毁。

为了确保返回舱从太空轨道上安全返回地面，必须突破以下五大难关。一是调整姿态关，先要把卫星从其在运行轨道的姿态准确地调整为返回姿态，并保持其稳定；二是制动关，按时点燃制动（反推）火箭，使卫星脱离原来的运行轨道，让返回舱进入预定的返回轨道；三是防热关，卫星在进入地球大气后，空气摩擦使卫星表面温度高达 1000 以上，因此不仅要保证返回舱在高温下不被烧毁，还要让舱内温度保持在仪器能工作的最高温度以下；四是软着陆关，利用降落伞和回收系统，使返回舱在大气层较低高度范围内用很低的速度（约 10 米/秒）着陆，保证回收物品的完好无损；五是标位及寻找关，要及早准确地预报和测量出返回舱的落点位置，使回收区

的工作人员尽快发现返回舱，以尽快开展回收作业。

卫星返回技术是人类征服宇宙的一项重要技术，难度很大。拥有卫星发射技术，并不等于拥有卫星返回技术。我国于1975年首次发射返回式卫星，迄今已成功发射17颗，按计划平安返回地面16颗，是继美国和前苏联之后，第三个掌握这门技术的国家，日本和法国也只是近几年才步入这个领域。

## 绳系卫星有什么用途

有一种新型人造卫星，名叫绳系卫星。顾名思义，它是一种用绳子系在其他航天器上的卫星。用一根长长的绳索，将卫星系在航天器上，一起绕地球飞行。

绳系卫星有许多特别的用途，如对离地面约100千米的地球上空进行充分的探测。因为在这个高度上，飞机飞不到，气球也很难达到，而卫星的下界一般也在150千米以上，探空火箭所探测空域和时间则非常有限。如果在其他航天器下拴一个卫星，拖着它在离地面约100千米的高度上绕地球运行，就可以收集那里的大气层数据，了解太阳活动如何通过高、中层大气影响地面的气候和天气变化的机理等。

如果绳系卫星的系绳用导电材料制造，它就是一种探测器，可以获得许多有关电离层磁场的信息数据。此外，系绳在运动中不断切割地球的磁力线，它就成了一台发电机，这样，就可以为绳系卫星和牵引它的航天器（特别是航天飞机和空间站）提供电力，为长期在太空中运行的航天器提供部分能源。

意大利首先研制出了绳系卫星，并于1992年和1996年两

次在美国的航天飞机上进行了试验，取得了部分成功。随着科学家的努力，绳系卫星将会越造越好，成为未来一种大有用途的新型卫星。

## 电视里的卫星云图是怎样拍摄的

每天电视里都要播送天气预报节目。荧屏上演示的从气象卫星发下来的云图，反映了地球天气正在发生着变化，直观、动感，受到观众的广泛欢迎。这表明气象卫星已走进了千百万寻常百姓之家。

气象卫星按其运行的轨道可分为两大类：极轨气象卫星和静止气象卫星。

极轨气象卫星因其运行轨道每绕地球一周都要穿过南北两极而得名。它的轨道近圆形，高度在 700 ~ 1000 千米之间。这种卫星每绕地球一圈，可观测的地面范围东西宽度为 2800 千米，绕 14 圈可覆盖地球表面一次。但它对某一地区每天只能进行两次气象观测，间隔时间为 12 小时。其优点是可获得全球的气象资料，缺点是因地球自转，云图资料不连续。

静止气象卫星在地球上空 3.6 万千米的赤道平面上，因绕地球转动的速度与地球自转的速度相同，因而相对地球是静止不动的。它每半小时就能产生一幅占地球面积近 1 亿平方千米的天气资料图。其优点是资料可适时送到地面，能连续不断地观测同一地区，不足是一颗卫星只能观测地球的 1/3 面积，对高纬度地区（大于 55°）的气象观测能力较差。

两种气象卫星用途各异，功能不同，各有长短，不能互相替代，但可以互相补充。如把这两种卫星结合起来，就能构成

理想的气象卫星体系。

气象卫星上面安装的遥感仪器，接收来自“地球—大气系统”的各种辐射，并将所获取的资料转变为电信号，通过发射机传递到地面接收站，经计算机处理后，得到大气温度、湿度的垂直分布，大气中高层水汽分布，臭氧的分布与含量等参数，同时获取可见光云图、红外云图和水汽图像等资料，这些就是我们在电视上所看到的卫星云图。

有了卫星云图，不仅弥补了大洋、高山和沙漠地区气象观测点稀少的不足，而且还能直观地监测到各种天气系统的变化，洞察正在发生的各种灾害天气过程，如梅雨、台风、暴雨及寒潮等。

目前，全世界共发射了 100 多颗气象卫星，我国已在 1988 年和 1997 年先后发射了“风云一号”（极轨）和“风云二号”（静止）两种气象卫星，它们正俯瞰着祖国大地，为我国的气象应用研究发挥着重要作用。

## 侦察卫星怎样进行军事侦察

侦察卫星是一种获取军事情报的卫星，它“站得高、看得远”，是活跃在太空中的“间谍”。由于它具有侦察面积大、范围广、速度快、效果好、可定期或连续监视某一地区并不受国界和天气等限制的优点，在冷战时候，成为超级大国的“宠儿”。在人类发射的所有人造卫星中，侦察卫星就占了 1/3。

侦察卫星可分为照相侦察卫星、电子侦察卫星、导弹预警卫星和海洋监视卫星。照相侦察卫星是其中出现得最早、数量

最多的，它一般运行在 150 ~ 1000 千米高空，每天绕地球飞行十几圈。它是担任空间侦察任务的“主力军”。卫星上携带的侦察设备就像照相侦察卫星的“眼睛”，它包括可见光照相机、红外照相机、多光谱照相机，以及后期出现的合成孔径雷达和电视摄像机等。

照相侦察卫星所获得的情报，如胶卷、磁带等都记录贮存在返回舱内，当飞经本国国土时降落回收；也可以通过无线电以实时或延时的传输方式，由地面接收站接收后，再作处理和判读。

此外，电子侦察卫星上装有电子侦察设备，用来侦察敌方雷达和其他无线电设备的位置和特性，窃听敌方的机密信息。导弹预警卫星利用卫星上的红外探测仪，及早发现导弹起飞时发动机尾焰的红外辐射。而海洋监视卫星，用雷达、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。

## 地球资源卫星怎样进行地球资源勘测

用来勘测和研究地球自然资源的卫星称为地球资源卫星，它是应用卫星中重要的一种。目前人类面临的众多问题中，最重要的莫过于食物、环境和能源了。对这些问题的解决，航天技术是大有可为的。

地球资源卫星安装有各种遥感设备（包括多光谱扫描仪、可见光和红外辐射计、微波辐射计等），能获取地面各目标物辐射出来的信息，也能接收由卫星发出的经地面目标物反射的信息，并把这些信息发送给地面系统。这些信息统称为光谱特性。地面系统对地球资源卫星进行跟踪、测量，并接收、记录

和处理卫星发来的图像和数据，依用户的需要对这些资料进行加工处理，然后分送给服务系统。地质、测绘、海洋、林业、环境保护等许多部门，都需要地球资源卫星提供资料。

利用地球资源卫星，不仅“看”得广，还能“看”得深。用它可以发现人们肉眼看不到的地下宝藏、历史古迹、地层结构，也能普查农作物、森林、海洋、空气等资源，还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。目前全世界有 100 多个国家和地区利用了这种卫星遥感资料。

地球资源卫星分为两类：一是陆地资源卫星，二是海洋资源卫星。地球资源卫星一般采用太阳同步轨道运行，保证卫星对地球上的任何地点都能观测到，又能使卫星每天同一时刻飞临某个特定的地区，实现定时勘测，是个名副其实的“太空勘察员”。

除专门的地球资源卫星外，气象卫星等其他遥感类卫星和航天飞机、宇宙飞船、空间站等载人航天器，也可进行地球资源的勘测工作。

地球资源卫星问世已 20 多年，它对人类的贡献功不可没。

## 为什么卫星可以预报地震

地震是人类自古以来不可躲避的自然灾难。由于地震起因和前兆非常复杂，因此，地震预报始终是世界性的难题。

科学家发现，地震前在震中区周围，会出现温度异常等震兆。震前由于岩石圈板块相互作用，应力不断积累，当超过岩石圈强度时，就会发生微裂隙，原储存在岩石圈内的气体，特别是温室气体，会沿着已有的裂缝溢出地面，受到太阳辐射和

自身辐射，导致该地区温度增高。或者带电的微粒子从岩石圈深处渗出地表，这些带电微粒子在低空处造成电场异常，激发温室气体，使温度比正常增高几度。

当今，不少安装有遥感仪器的卫星（尤其是气象卫星）上，都有红外扫描仪，它的扫描宽度有上千千米，所测地面、水面及各种界面上的温度精度可达  $0.5^{\circ}\text{C}$ 。借助大型计算机及图像处理机，能在 30 分钟内处理好一幅地球表面的温度图像，为迅速判别震兆温度异常提供了有利条件。我国的国家地震局和航天有关部门，10 多年来对利用卫星遥感来作地震预报进行了不懈的探索。他们利用遥感卫星摄制的红外图像进行地震短期预报，找出红外异常与地震发生的关系，建立模型，取得了喜人的成果。从已发布的地震短期预报来看，不论地点、震级和时间，多数都取得了满意的结果，为卫星的应用开辟了新的领域。

不过由于地表增温的原因很多，要正确区分出真正临震前的异常增温，还有很多问题尚待解决。相信经过不断努力，地震预报的成功率将会有大幅度的提高。

## 卫星可以帮人类减灾防灾吗

世界上时时刻刻都在发生各种各样的自然灾害。从 1965 年至 1992 年的 28 年里，全世界发生了 4650 多起自然灾害，约 30 亿人受灾，其中死亡 361 万人，直接经济损失约 3400 亿美元。最常见的灾害有台风、洪水、地震、干旱、火灾等。自从卫星上天以来，人类利用先进的卫星遥感技术，防止或减小了这些自然灾害造成的恶果。

比如 1987 年 5 月，中国东北大兴安岭地区发生一场猛烈的森林大火，在天上巡游的卫星成功地监测到这一信息，为扑灭这场大火创造了条件。1991 年夏天，中国江淮流域发生严重水灾，又是卫星提供了水灾淹没面积的准确估计，为救灾工作找到了依据。尤其是 1998 年中国长江中下游、松花江和嫩江流域的抗洪救灾，天上卫星功不可没。卫星作为防灾减灾的哨兵，发挥了有效的作用。目前，人类已经利用气象卫星、资源卫星、通信卫星、导航卫星等进行了大量的减灾活动，取得了良好的效果。此外，许多国家都在研制一种新的减灾卫星，即使同一颗卫星集对地观测、通信、导航等功能于一身，实现救险防灾的目的。

气象卫星是防灾的先锋。大家知道，防灾减灾，首先要知道灾害的起因，并能监测灾情的发展，方能“对症下药”。也就是说，要先“看得见”并及时掌握情况，才能采取相应的措施。对于自然灾害等变化的环境观测，除了要求具有一

定的空间分辨率以外，还要能够在较短的时间内对地面进行重复观测，即有较高的时间分辨率。现有的遥感卫星中，气象卫星，特别是地球静止气象卫星，能够不间断地对大气现象进行观测，对于防治自然灾害，起到了开路先锋的作用。

近年来出现的雷达卫星可以穿云透雨，它主动发出一定频率的电磁波，并接收目标对它的反射和散射的回波，形成图



中国的“风云” 1 号卫星

像。由于雷达卫星所用的微波能穿透云雨，并到达地表以下一定深度，而且可以做到有高的分辨率。因此，雷达卫星是一种十分重要的监测手段，特别是在常伴有阴雨天气的洪涝季节更是大有用途。

卫星的最大防灾本领，莫过于监测地球上的陆地、海洋和大气层，创造良好的生态环境，使人类免遭各种自然灾害之苦。因此，各种专门的减灾卫星便应运而生。我国曾利用自己的返回式卫星和气象卫星，在防灾、抗灾、救灾和治理灾害方面已取得了一定成绩。但中国是个幅员辽阔的大国，经常饱受自然灾害之虐，治理环境始终是一项重要课题，因此国家已经把研制减灾卫星列为发展航天技术的头等大事。

## 用通信卫星就可以通电话和转播电视吗

在众多的应用卫星中，通信卫星的数量最多。它是一种专门用来转发无线电信号的卫星。通信卫星与卫星地面站联合起来，就可以通电话和转播电视了。

通信卫星实际上是一个在太空的“中转站”，犹如挂在太空的一面“镜子”。它能把地面站送来的无线电信号有条不紊地进行中转，使两个地面站之间能进行通话、数据传输、图文传真、电视转播等信息传递工作。如果我们要从上海和大洋彼岸的纽约进行通信，首先是位于上海的地面站通过信息转换机构，把发信者的信息，如声音、文字、图像等，转变为电波信号，由无线电设备进行处理和功率放大，然后由发射机把电波发向卫星；卫星上的天线收到上海地面站的电波信号后，由转发器对它进行处理并放大，再定向转发到纽约的地面站；纽约

地面站把接收到的电波信号进行功率放大和处理，还原成声音、文字、图像等，最后传输给受信者，这就完成了两地之间的通信。

采用通信卫星进行通信，具有距离远、容量大、质量好、可靠性高和机动灵活等优点。从 1962 年美国第一颗通信卫星问世以来，全世界已发射了近 700 颗各种类型的通信卫星，其中在地球静止轨道上的静止通信卫星，已经挑起了国际电信和电视转播的重任。

近年来新发展起来的广播星，是一种专门用途的通信卫星。以往接收卫星上的电视信号时，都要经过地面站来收转，而如今利用广播卫星后，省去了地面站这个环节，用户只需用小口径的天线，就可以直接接收从广播卫星上传下来的电视节目了。

## 人类为什么要制造和发射小卫星

当今地球的上空，越来越多地出现了小卫星，成为一道新的风景线。所谓小卫星，是指质量在 500 千克以下而功能与同类型大卫星相当的卫星。

微电子、微机械、新材料和新工艺等高新技术的发展，可以使卫星的体积、质量大大减小，而性能仍保持较高的水平。如美国一种名叫“观测镜”的侦察卫星，质量仅为 200 ~ 300 千克，在 700 千米轨道高度对地面目标的分辨率达到 1 米，成像带宽度达 15 千米，工作寿命 5 年，功能已经相当于过去的大型侦察卫星了。

现代小卫星具有很多优点：首先是它的研制周期短，一般

不超过两年，而大卫星通常要七八年；其次是小卫星的发射方式灵活，既能由小运载火箭单独发射，也可以“搭车”方式随同别的卫星一起发射，或用一枚火箭发射多颗小卫星；最后是成本低，小卫星可批量在流水线上生产，单颗卫星的价格大大下降，而发射费用也较为低廉。

小卫星在应付突发军事事件时，具有特别重要的价值。例如在 1982 年的英阿马岛战争和 1991 年海湾战争时，前苏联和美国都临时发射了多颗小卫星，以快速获取战场信息。

除应用于军事外，小卫星在民用领域也有广阔的应用前景。不久前建成的“铱”系统，是全球第一座个人移动通信系统，相当于把地面蜂窝移动电话系统搬上了天，它就是由 66 颗小卫星组成的。今后，这类小卫星星座还会如雨后春笋般地多起来。

## 什么是全球定位系统

不论在地球什么地方，只要你从口袋里拿出一只像手机大小的设备，就可以知道你现在所处的精确位置，以及此刻的精确时间。这并非神话，它就是全球定位系统（简称 GPS）。

1973 年，美国国防部根据军事上的需要，开始部署了一种卫星无线电定位、导航与报时的系统，即 GPS，并于 1992 年全部建成。GPS 是由导航星座、地面台站和用户定位设备三部分组成。导航星座包括 24 颗卫星，其中 21 颗卫星是工作星，3 颗作为备用星，它们均匀分布在 6 条轨道上，轨道高度约 2 万千米，倾角  $55^\circ$ ，运行周期为 12 小时。这种卫星的分布方式，可以保证地球上任何地点的用户，随时都能实现三维坐

标的精确定位。

手机大小的用户设备即 GPS 接收机，由天线、接收机、信号处理器和显示器组成，能同时接收 4 颗卫星发射的导航信号，经过对信号到达时的测量、数据解调处理和计算，得出用户本身所处的位置坐标和运动速度，位置精度可达到 15 米，测速精度为 0.1 米 / 秒 授时精度为  $10^{-7}$  秒（民用用户的定位精度稍差，约 100 米）。

GPS 的主要和最初用途，是为美国在世界各地的三军部队及其武器装备、低地球轨道上的军用卫星提供定位导航服务。在 1991 年的海湾战争中，以美国为首的多国部队首次将 GPS 应用于实战，为战斗机、轰炸机、运输机、坦克部队、扫雷部队、后勤运输车队定位导航，发挥了极其重要的作用。

当前，GPS 除了军用之外，已扩大到民用的很多方面，世界处处都有它们的踪迹。大洋中的轮船、蓝天上的飞机、高山上的地质勘探队……甚至在一般的出租车上，GPS 都正在大显神通。

## 铱星计划

“铱”系统是美国摩托罗拉公司设计的全球卫星通信系统。它的天上部分是运行在 7 条轨道上的卫星，每条轨道上均匀地分布着 11 颗卫星，组成一个完整的星座。它们就像铱 (Ir) 原子核外的 77 颗电子围绕其运转一样，因此被称作铱卫星。后来经过计算证实，6 条轨道就够了，于是卫星总数减为 66 颗，但如今仍习惯称作铱卫星。

铱卫星通过南北极运行在 780 千米高的轨道上 每条轨道

上除布星 11 颗外，还多放 1~2 颗备用星。这些卫星可以覆盖全球，用户用手持话机直接连通卫星进行通信，而无需几米直径的抛物面天线就可以进行全球范围内的通话了。

美国的“德尔它 2 型”火箭、俄罗斯的“质子 K 型”火箭和我国的“长征 2 号丙改进型”火箭分别承担了铱星的发射任务。1998 年 5 月，布星任务全部完成，11 月 1 日，正式开通了全球的通信业务。

“铱”系统是美国于 1987 年提出的第一代卫星通信系统。每颗铱星质量 670 千克左右，功率为 1200 瓦，采取三轴稳定结构，每颗卫星的信道为 3480 个，服务寿命 5~8 年。“铱”系统的最大特点是通过卫星之间的接力来实现全球通信，相当于把地面蜂窝移动电话系统搬到了天上。

“铱”系统建成后，可使地球表面上的任何一个角落都被不间断地覆盖，无论在海上、陆地或空中，用户随时可以从口袋中掏出“大哥大”进行通话。它与目前使用的静止轨道卫星通信系统比较，有两大优势：一是轨道低，传输速度快，信息损耗小，通信质量大大提高；二是“铱”系统不需要专门的地面接收站，每部移动电话都可直接与卫星联络，这就使地球上人迹罕至的不毛之地、通信落后的边远地区、自然灾害现场都变得畅通无阻。

所以说，“铱”系统开始了个人卫星通信的新时代。

## 太空——人类的第四环境

陆地、海洋、大气层是我们人类和地球上所有生物所处的生存环境，在这些地方几乎处处有生命现象存在。陆地是地球

表面没有被海水淹没的地方，是人类最主要的活动区域，称为人类的第一环境。而地球表面的大部分区域被海水所浸没，也就是常说的海洋，称为人类的第二环境。地球还被一层厚厚的大气层覆盖，大气层虽然没有陆地和海洋那样容易直接观察，但它是气候变化的重要因素和保护人类免遭宇宙线和陨星袭击的保护层，被称为第三环境。

1981年，第32届国际宇航联合会把外层空间定为人类的第四环境。所谓外层空间，一般定义为距地球表面100千米以上高度的空间，也称为太空。虽然在距地球表面几千千米的高度还有微量的地球大气的存在，但是，在100千米的高度上，空气的密度已是地表大气的百万分之一。一般的航空器的空气动力作用已十分微弱，人类借助发射各种航天器在太空中活动，这和人类在地面上驾驶汽车，在海面上驾船航行，在大气层开飞机的涵义是一样的。当然，在太空的高真空环境中，除了人类外，没有其他任何自由生存的生物。这一点和陆地上的牛羊、海洋里有游鱼、大气中有飞鸟这三个人类环境是完全不同的。

那么，第一、第二、第三、第四环境的排列次序是随意的吗？不是的。这是根据人类对自然环境的认识过程和人类文明的进程而排列的。人类文明起源于陆地。随着渔业的发展，探险和寻找新大陆活动的增加，人类活动逐渐发展到海洋。在20世纪初，人类的活动发展到大气层。直至20世纪50年代，人类才闯入寂静的太空。

## 人类可以开发空间资源吗

往地下打井，可以找到水，这是水资源；开矿采煤，取得能源，这是矿产资源。在太空中处于真空状态，虽然物理学上把真空也定义为物质，但是在形态上它还是“一无所有”。那么，太空中有什么资源可以开发呢？

俗话说，站得高，看得远。坐在飞机上看地面，没有东西阻挡，高山和河流会变得很小，视野非常开阔。如果在航天器中从太空看地球，那么看到的区域就更大了，甚至可以把整个地球“尽收眼底”。高和远也是一种重要的资源，称为空间高远位置资源。

一般航天器最低轨道距离地面也有 200 千米，这是利用空气动力学原理而制造的飞机、飞艇、热气球远远不及的；航天器可以与地球相对静止，没有国界和地理限制，是地面上巨塔、高山无法比拟的；航天器可以迅速绕地球运行，活动范围当然比飞机大得多。

航天器在太空的位置越高，它可以看到地球表面的范围就越大。那么，是不是越高越好呢？也不是。把一本《十万个为什么》放在地上，在 1 米的高度，封面上的字还能看清楚；但是你跑到 4 ~ 5 米高的二层楼看地上的这本书，封面上的字已经看不清了；如果在几百到上千千米的航天器上，可能连这本书都找不到了。所以，位置越高，范围越大，信息密度却越低。随着技术的进步，各种高分辨率的地面观测仪器被装在航天器上面，来弥补信息密度不足的缺陷。这好比你在二层楼用望远镜来看地面上的一本书一样。

利用空间高远位置资源的典型代表是地球静止轨道上的静止航天器。它悬于地球赤道上空 3.6 万千米，以与地球相同的角速度，绕地心以赤道为平面的圆形轨道旋转。一个静止航天器可以覆盖地球五分之二区域。如果在这个圆形轨道上，以等角三角形均等分布三个航天器，就可以负责除了地球南北极地区域外的所有地区的观测和通信任务。

资源是有限的，空间高远位置资源也是如此。上述的地球静止轨道就只有惟一一条。这条比较有利的轨道位置一旦被占有，别人就无法再去开发了。

除了空间高远位置资源外，空间资源还有高真空高洁净环境资源、微重力环境资源、太阳能资源和月球资源。不过，在 20 世纪，真正为人类带来巨大经济效益和社会利益的还是空间高远位置资源的开发。

## 为什么太空垃圾会威胁航天活动

自从人类开始航天活动以来，火箭发射后的遗骸、失效的人造航天器等自行爆炸或互相碰撞，形成越来越多的空间碎片。这些空间碎片长期滞留在地球的外层空间，被称为太空垃圾。太空垃圾在不同高度、不同轨道平面上运行，在地球周围形成一层层的“包围圈”，严重污染了地球的外层空间环境。

太空垃圾的存在，使得航天器的发射和运行受到严重威胁。太空垃圾往往以极高的速度绕地球飞行，如果航天器在发射或运行过程中，与某颗空间碎片发生撞击，那么，由于它们之间相对速度非常大，航天器将会受到严重损坏。1996 年 7 月 24 日，法国的一颗人造卫星突然发生翻转，不再面朝地球，

完全失去控制。经过仔细观测和研究，这颗卫星用于姿态控制的重力梯度杆，被一块空间碎片撞了一下，从而使得这颗卫星失效。这次“太空事故”的“肇事者”就是欧洲的“阿里安”火箭发射后留在空间的碎片。

当然，如果载人航天器与太空垃圾相撞，后果更是不堪设想。1991年，美国的“阿特兰蒂斯号”航天飞机在飞行途中，地面监测中心发现，在航天飞机预定的轨道上有一块较大的空间碎片。为了及时避让太空垃圾，地面指挥中心的专家们紧急计算了航天飞机和这块空间碎片各自的轨道，然后命令航天飞机迅速下降。虽然后来航天飞机安然无恙，但是以太空安全飞行的距离标准衡量，这块空间碎片几乎是与航天飞机“擦肩而过”，十分危险。

一些表面积大、又很光亮的太空碎片，在太空中会反射光线，直接对天文观测和空间实验产生很大的干扰。

许多太空垃圾是原来航天器的核动力装置，如果这样的太空垃圾的轨道太低，速度越来越慢，就有可能坠落到地球表面，直接造成核辐射污染。

所以，如果不加控制地任意向太空发射航天器，地球有可能最终被厚厚的太空垃圾层封闭，使航天活动严重受阻。现在，世界各国已认识到这个问题的严重性，并从改进火箭和航天器的设计及进行国际立法来限制太空垃圾的增加。

## 人类发明了哪些航天器

20世纪50年代以来，越来越多的航天器闯入了寂静的太空。航天器是人类为达到某种用途发射到地球大气层外的人造

天体。

航天器分为载人航天器和无人航天器。当然，从数量上来计算，大部分航天器是无人航天器。如果按照轨道的范围来区分，航天器的活动范围也可以分为两类：一类是绕地球运行；另一类是在地球以外的空间飞行。

无人航天器主要有两大类：一类是大家所熟悉的人造卫星；另一类是空间探测器。

人造卫星是航天器中最庞大的家族，它的数量占航天器总数的 90%。

许多卫星是用于科学探测和科学实验的目的，所以叫科学卫星。科学卫星常常被用来对宇宙星球和其他宇宙现象作天文观测，以及作空间物理环境探测。由于太空中没有大气层的阻挡，在卫星上，不仅可以观测到天体发出的可见光，还能对它们辐射的所有电磁波进行全波观测，天文卫星往往是按照观测波段“分工”的，如红外天文卫星、紫外天文卫星、X 射线天文卫星和  $\gamma$  射线天文卫星。科学卫星还经常被用来做科学实验，比如材料学、物理学、生物学和医药学中的许多实验，在地面上不能圆满完成，只有在太空的微重力环境中才能取得成功。

许多新技术、新发明也需要到卫星上去做试验，比如新的遥感器，新的无线电频段传输，航天器的对接，等等。这种卫星称为技术试验卫星。

应用卫星是人造卫星中的主要成员，它们和人们的生活紧密相关。应用卫星的种类繁多，有 10 多种，它们的数量最多，占卫星总量的四分之三，包括气象卫星、通信卫星、导航卫星、侦察卫星、地球资源卫星等。

空间探测器是对月球和其他行星进行逼近观测或直接取样探测。所以，空间探测器要以比人造卫星更大的速度，摆脱地球引力的束缚，实现深空飞行。

载人航天器包括宇宙飞船、航天飞机、空间站、轨道间飞行器。

宇宙飞船是世界上最早发明的载人航天器，它属于一次性使用的航天器。宇宙飞船可以像卫星那样绕地球运行或登月飞行。宇宙飞船还担负着一项特殊的任务，就是充当空间站与地球间的往返运输器。

航天飞机外形像一架大型飞机。它靠火箭发射，利用无损滑翔返回地面，所以可以重复使用。

空间站是一种长期停留在太空的大型航天器，可供多名航天员在那里长期居住和工作。空间站里面具有一定的生产和实验的条件。

轨道间飞行器是从空间站到其他航天器或从空间站到不同轨道位置空间站的载人运输工具。

## 航天器上的电源是从哪里来的

航天器由火箭发射进入太空后，就得靠自己携带的电源来工作。

我们知道，一个航天器本身的价值和发射费用都很高，所以人们在设计、制造航天器时，都想尽量延长航天器的使用寿命。然而，在许多情况下，航天器的寿命是由它的工作电源的使用寿命所决定的，也就是说，航天器可能还好好的，但是因为没电而无法正常工作。所以，根据不同航天器的特点，航天

器的设计师们尽量选择和设计使用寿命较长的电源。

航天器的电源主要有三种：化学电源、太阳能电池阵电源和核电源。

化学电源分为两种：一种是银锌电池，它就是我们日常所用的电池的一种。还有一种是氢氧燃料电池，这些化学电池寿命较短，在太空可不像我们在地面，收音机里的电池用完了，随时可以弃旧换新，一般航天器是无法更换新电池的。所以，化学电池只是在早期发射的航天器中使用，或者在执行短期任务的航天器中使用。

现在，已经进入太空的航天器中，有 60% 采用太阳能电池阵作为电源。它是利用太阳能直接转化成电能。太阳能电池阵质量轻，结构简单，是一种长寿命电源。它们形状各异，有的像帆板一样伸出，有的贴附在航天器的表面，目的都是更多更好地接受太阳照射。太阳能电池阵常常和蓄电池一起使用，平时，太阳能电池阵在将太阳能转化成电能供航天器使用的同时，还把一部分电能存储在蓄电池中。当航天器进入地球的阴影区域时，太阳能电池阵无法工作，就可以依靠蓄电池供电，保证航天器能继续工作。

当航天器在进行星际探测时，由于离太阳太远，太阳能电池阵电源就不能正常工作了，就要采用核反应堆作为电源了。核电源也是一种长寿命电源。为了不受地球阴影的影响，许多用于军事目的卫星也使用核电源。

## 把哈勃望远镜送入太空是为什么

以美国天文学家哈勃命名的太空望远镜——哈勃太空望远

镜于 1990 年 4 月 25 日，由美国“发现号”航天飞机送入太空。哈勃太空望远镜的主要任务是：探测宇宙深空，解开宇宙起源之谜，了解太阳系、银河系和其他星系的演变过程。

哈勃太空望远镜耗资达 21 亿美元，从初步构想的提出、设计到建造完成，时间跨度达 40 多年。其实，地球上有许多质量很高的天文望远镜，为什么一定要耗费如此巨大的精力和财力，把一台天文望远镜送入太空呢？

我们知道，宇宙深空的天体离地球非常非常遥远，所以要使用分辨率很高的大型望远镜才能观测清楚。分辨率要高到什么程度呢？要能看清 10 千米以外的一枚 1 角硬币！

可是，在地球表面，即使望远镜本身制造得再好，也难以达到这个要求。

首先，地球表面有“讨厌”的大气层。它不仅把 0.3 纳米以下的紫外线统统阻挡在地球外面，而且会产生模糊效应，使得再好的大型望远镜的分辨率也难以接近光学上的所谓的衍射极限。而把同样的大型望远镜放到处在真空环境的太空，分辨率可提高 10 倍。

其次，地球上“讨厌”的引力。大型望远镜需要巨大的光学透镜，地球的引力会使大透镜制造时产生微小的形变，而微小形变会使望远镜分辨率大大降低。哈勃太空望远镜刚刚升空时，就因为望远镜的主镜的边缘在地面加工时多磨去了 2 微米（大约只有头发丝的 1/50），而无法使用。结果，“奋进号”航天飞机只能上天，派出航天员给哈勃太空望远镜“戴上”称为“光学矫正替换箱”的“眼镜”，才使“哈勃”的“视力正常”。

再有，就是“讨厌”的震动。无论是人类活动产生的震

动还是地球内部产生的震动，都会影响望远镜对宇宙深空的观测。

要找一个没有任何干扰、“与世隔绝”的环境，那么就只好把哈勃太空望远镜搬到太空中去了。

## 用动物进行太空实验有哪些意义

在人类进入太空之前，为了探索人在太空中会遇上哪些问题，人们就开始了利用动物来作“开路先锋”。

美国和前苏联从二次世界大战后，都开始了让动物乘坐火箭上天的实验。1948年6月~1949年9月，美国用“V-2”火箭，先后4次将猴子送到60多千米的高空。1952年5月，美国再次发射生物火箭，其中的两只猴子成功生还。前苏联在1949~1958年的10年间，共发射生物火箭31次，将42只小狗送上高空。这些实验的目的都是为了知道动物究竟能承受多大的加速度。

动物中真正进入太空的“开路先锋”，是一只名叫“莱伊卡”，的小狗。1957年11月3日，前苏联发射了第二颗人造卫星“伴侣2号”，在这颗卫星的卫星舱里，就载着小狗莱伊卡。由于当时无法使卫星返回，莱伊卡在进入太空的第六天便死去了。三年后的1960年8月“伴侣5号”卫星又载着两只小狗进入太空飞行，并于两天两夜后平安返回地面。美国从1959年12月起，也多次用“水星号”卫星式飞船把猴子和黑猩猩送上太空。这些实验都证明，动物完全能够适应太空的生活环境，消除了人进入太空的种种担心。

我国从20世纪60年代中期开始发射生物火箭，大白鼠、

小白鼠和小狗成为实验的对象。我国的返回式卫星，也多次搭载了好些小动物遨游太空。这些动物的航天实验，为我国的载人航天打下了良好的基础。

加入太空实验大军的，还有诸如鱼类、果蝇、蚂蚁、青蛙等小动物，它们都为人类征服太空做出了贡献。这些动物太空实验的成功，加快了人类太空时代的到来。

## 航天飞机为什么会在探索宇宙的舞台上大显身手

20世纪60年代初，人类制造出宇宙飞船，实现了遨游太空的梦想。这种航天活动造价高得惊人，一次发射活动的费用要花掉10亿美元。航天器的使用是一次性的，不能重复使用。人们设想，如果能造出地面和太空轨道间能多次往返飞行的飞行器该多好。

20世纪80年代初，美国人首先研制并使用了航天飞机。它是集现代航空技术、火箭技术、空间技术于一身的综合产物。航天飞机继承了火箭导弹和空间技术全部性能，又兼具航空飞机主要特点。航天飞机的发明，是人类航天历史中的又一个里程碑。

航天飞机包括火箭助推器、轨道器和外挂推进剂贮箱三部分。轨道器像一架大型三角翼飞机，航天飞机用火箭发射入轨道后，只有载人轨道器在轨道上像人造卫星和飞船一样运行。再进入大气层后，轨道器又像飞机一样，作无动力滑翔飞行和水平着陆。

航天飞机起飞像火箭，飞行像飞船，着陆像滑翔机。它综

合了火箭、航天器和飞机的技术，集航空、航天技术于一身。轨道器可以重复使用 100 次。

美国首批制造的航天飞机有“哥伦比亚号”、“挑战者号”和“阿特兰蒂斯号”等，每架造价约为 30 亿美元。

航天飞机具有航天飞行器特有的优势，为人类航天活动开辟更为广阔的前景。到 21 世纪初，航天飞机将占据空间运载系统的主导地位。人们设想，要让它的往返运输功能单一化，将运送人员和运送货物的功能分开。

有人可能会问：航天飞机是不是飞机呢？回答是否定的。航天飞机不像飞机那样可“随意”机动飞行。看起来轨道器的外形像一架大型三角翼飞机，但它进入轨道以后，也是服从星际的运动规律，借助于它的初始速度和地球引力在固定轨道上作无动力运动。只有改变轨道时，它才开动变轨火箭发动机。人们常听说航天飞机完成任务后返回了地面，实际上滑翔回来的只不过是轨道器而已。

## 空天飞机为什么被称为 “跨世纪的太空穿梭机”

在航空航天领域，过去情况是飞机和航天飞行器分别在大气层内、外活动。飞机可以重复使用，运载火箭一般不能重复使用。航天飞机每执行一次任务，都要抛掉一个庞大的推进剂箱不再回收（最近的一个新奇设想是在这种箱体内开设太空旅馆），两枚固体火箭要在海上回收，但必须经检修后才能再次使用，费用很高。航天飞机每次发射需耗资 3~4 亿美元。由此可见，发展可以全部重复使用的直接起飞的天地往返运输

工具已势在必行。

20 世纪 70 年代以来，一些国家都热衷研究一种将航空、航天技术结合在一起，将火箭发动机和空气喷气发动机结合在一起的飞机，它可以从地面直接起飞，直接进入环绕地球轨道飞行，人们把它叫做航空航天飞机，简称“空天飞机”。

空天飞机既能航空又能航天，既装有空气喷气发动机又装有火箭发动机。在大气层内飞行时，使用空气喷气发动机；在进入大气层外飞行时，便转用火箭发动机。这种将航空飞机和航天飞机的优点集于一身的飞机，使“空”和“天”得到了完美结合，这异乎寻常的性能使它备受青睐。

空天飞机有哪些特点呢？首先是速度快，其最大时速达 3 万千米，这正是宇宙第一速度，可绕地飞行，飞行高度由零高度可直达 200 千米以上的绕地轨道高度；其次是起降简便，维修简化，结构巧妙，并且可以一机多用；第三是空天飞机的运输成本低还不到航天飞机的 10%；第四是空天飞机完全可以做到重复使用。

在世界航天历史上，空天飞机第一次把航空发动机引进航天领域，充分利用大气层能源，从根本上改变了航天运输器只采用火箭推进的模式，是航空航天技术领域里的一场革命。

现在，空天飞机已成为一些国家的研究热点，人们希望它能成为 21 世纪天地往返的主要运输工具。

目前，国外研制的空天飞机有两种：一种双级的，将空气喷气发动机和火箭发动机分别装在大型超音速运载飞机和航天飞行器里；另一种是单级的，即我们常说的“一步登天”的空天飞机，它将两架发动机都装在一架大飞行器里。

美国在 20 世纪 80 年代就着手论证单级入轨的国家空天飞

机的试验机 X—30。这种大后掠翼飞机从机场直接起飞，然后一直加速到 25 倍音速后即可进入地球轨道，按照它的速度计算，两个小时内就可以从华盛顿直飞东京。

## 高超音速客机为何被称为“东方快车”

盛传已久，令人神往的“东方快车”，就是美国将要开发的“国家航空航天飞机”的民用型高超音速客机的美名。这是目前正在进行研制的一种跨世纪的空天飞机的民航机，一旦研制成功，必将大大提高运输能力。

空天飞机作为一种高超音速运输机，丝毫不会辜负“东方快车”的称号，它具有效率高、耗油低、载客量大、飞行速度快等优点，是实现全球范围空运的一种经济而有效的工具。它还具有重要的军事价值，作为战略轰炸机、战略侦察机和远程截击机使用，可以进一步增强现代空军的战略威慑力。

美国科学家们目前设想的“东方快车”总体方案中有一种大型民用客机，它机体庞大，可以载客 305 名，航程 12870 千米；巡航时速 5600 千米，最大时速 16090 千米，飞行高度 30 千米。它的推进系统将采用多循环方式的组合式发动机组，使用的燃料是液氢作推进剂。这种飞机的使用费用与目前的宽体客机波音 747 差不多。专家预测，如果空天飞机民用型客机获得成功，那么，2010 年“东方快车”就可以投入运营。

如果把这种客机改装成能进入太空的“真正的空天飞机”，将引起旅游者的极大兴趣。这在技术上并不困难，这种梦幻般的航天器将在不到 24 小时内四次飞越太平洋；世界旅游者可在 3 小时内游遍七洲四洋，环游全球各地。这真是实现

了神仙遨游九州的美好愿望。

人们设想，2010年时，“东方快车”将载着旅游者进入近地轨道上的航天港，然后换乘专线宇宙飞船航班飞往太空城、太空旅馆、月球城或火星基地。当然，这还要看航天事业的整体发展。

现在，全球科学界为获得更快、更强的“太空穿梭机”，展开了一场激动人心的争夺战，看谁将首先抢占高技术制高点，巍然屹立于科学之巅。

## 哪些未来动力将使航天器如虎添翼

就目前而言，人造卫星、宇宙飞船和航天飞机上使用的是液体火箭发动机或固体火箭发动机。这种发动机在大气层内使用，有明显的不足之处。它没有利用空气中的大量氧气而是自带氧化剂。科学家一直在探讨，可不可以采用多种组合的发动机。设想中，组合发动机是将涡轮喷气发动机、冲压发动机和火箭发动机组合成一个整体，组合的方式多种多样。

组合发动机在大气层内作低超音速飞行时，涡轮发动机工作；作高超音速飞行时，冲压发动机工作；在大气层外空间作超高速飞行时，火箭发动机工作。不过，这种发动机的技术要求是非常高的，要集各种高技术于一体，协调工作。

核动力也是很有希望的一种航天动力。用核燃料的裂变反应把大量的热能传给工作流体（一般用液氢），可以大大提高液体火箭发动机的推力。

核火箭发动机基本上是液体火箭发动机的发展，能源是核反应堆提供的。早在20世纪50年代末，就有人对这种发动机

方案进行了研究、试验工作。主要困难是反应堆的放射性和热辐射对人和材料的影响很大，要采取特殊的保护，以目前的技术水平，还难以解决。一旦轻型的防护技术问题解决了，核火箭发动机必将在航天领域大放异彩。

电热火箭使用电弧加热的火箭发动机。这种火箭反动机在液体火箭的燃烧室内以两极间产生的电弧把电能转变为热能。发动机上装有发电机供应低电压、大电流的电源。燃料通过环形电弧后温度升高，产生炽热的燃气通过喷管膨胀、加速，然后以每秒 5000 ~ 7600 米的高速喷出。这种火箭发动机在宇宙飞行器上已经采用过，但只作为辅助动力。

日本研制的第一代卫星用的惰性气体氙离子发动机，就是高速喷射的电热火箭发动机。最近日本又成功地研制了第二代氙离子电热火箭发动机，减小了氙离子的损耗，今后将用于气象卫星、通信卫星和广播卫星上，其使用寿命将大大延长。

## 苏—27 的“眼镜蛇”特技和“撞钟” 特技为什么如此奇妙

1989 年，一架苏—27 战斗机和另一架苏—27VB 双座教练机不挂副油箱由前苏联直飞巴黎进行飞行表演。在进行飞行表演时，苏—27 以攻角超过失速攻角（约 30°）的姿态，进行了“眼镜蛇”特技飞行，这一绝技令西方航空专家大为惊讶，他们感到大跌眼镜，不得不对苏—27 刮目相看。

人们公认，著名试飞员普加乔夫驾驶苏—27 进行的“眼镜蛇”特技飞行壮观、惊险、冠绝世界，令人叹为观止。这种特技的过程是在低空以每小时 400 ~ 500 千米的速度通场后

突然拉起，姿态像眼镜蛇一样，机头垂直上仰，攻角连续增大到  $110^{\circ} \sim 113^{\circ}$ ，飞机仍然保持状态而不掉高度；在 3 ~ 4 秒钟内速度一下子减到每小时 125 千米左右。接着，机头急剧平稳下俯，加速后恢复正常飞行状态。这是一个前无古人的高难度特技动作，因此普加乔夫和苏—27 一起被载入了人类飞行的史册。

苏—27 和普加乔夫之所以能够取得这样的好成绩，和飞机的设计是分不开的。苏—27 具有优秀的气动外形、高推重比的发动机、灵敏的操纵系统，从而获得了极高的机动能力。一般来讲，飞机的机动能力是指飞行员操纵飞机改变飞行速度、方向、高度和姿态的能力。假如两架战斗机转弯时的速度相同，转弯半径越小则角速度越大，发射导弹时就能较早取得机头指向敌机的优势。正是由于这个原因，人们极度重视作战飞机的机动性，把它看作是反映战斗力的重要因素之一。

“眼镜蛇”特技是一种过失速机动（或者称为超机动），是战斗机失速后在一定范围内进行的机动飞行，这也是目前一种新的机动飞行姿态。在飞行力学上，这种过失速机动是指飞机在攻角远远超过了失速攻角后，以很小的速度迅速改变飞行速度、方向、高度和姿态的过程。

苏—27 在进行大机动飞行时还有另一个绝招——“撞钟”特技。这种特技急速拉起，攻角达到  $90^{\circ}$ ，发动机转向慢车状态，继续垂直爬高，当升到空速表指零时，机尾朝下，飞机以每秒 15 米的速度垂直下冲，不偏转，不偏离，像一块石头坠落。垂直下降约 150 米后，飞机前倾，机身渐渐拉平，接着机头朝下快速俯冲，再跃升倒转进入平区。整个机动过程，平稳利索，飞机并无失速。

不管是“眼镜蛇”特技，还是“撞钟”特技，都得益于苏—27 超级的飞行性能，得益于现代化的高科技。这些特技和绝招使得苏—27 率先进入世界最先进战斗机的行列。

## 你了解各司其职、各尽其能的 “火箭家庭”成员吗

在现代，火箭技术的发展程度是一个国家科学技术发展水平的重要标志，它不但在国防建设中占有重要地位，在航天事业中的作用更是举足轻重。

火箭是由喷气作用力推进的一种飞行器。有单级的，有多级的。有的可以飞到外太空，有的只不过在大气层里做事。有些火箭飞得很远，可以跨越太平洋；有些火箭不过飞几十千米。火箭中，有的装备先进的制导系统，有的则很简单，没有复杂的自动控制系统。实际上，火箭是一个千变万化的大家族，它们各司其职，各尽其能。

以下我们就来听一听专家的讲解吧。

无控火箭。这是一种单级的近程火箭，不安装控制飞行的仪器，发射后像普通导弹一样飞行，命中目标精度较差。

探空火箭。一般是无控制的单级火箭，可以携带所需要的仪器在近地空间进行科学探测和试验。这种火箭构造简单，成本很低。

导弹。这是一种可以控制的火箭，飞得远、瞄得准，是一种杀伤力很强大的飞行武器。不同的导弹分工非常明确，有地对空、空对地、舰对空、空对空、舰对舰、空对舰等多种导弹，也就是说，要打击什么类型的目标，就有什么样的导弹。

军事学家告诉我们，一个国家的军队用导弹装备的程度，标志着这个国家军事现代化的程度。

运载火箭。是将人造卫星、宇宙飞船等航天器送入轨道的大型多级火箭。洲际导弹就是用一个多级火箭运载弹头。如果它装载的不是弹头，而是卫星、飞船，那么这个多级火箭就成为运载火箭了。我国自行研制的长征系列运载火箭，技术性能和可靠性已达到国际先进水平。

特殊火箭。各种飞行器在宇宙飞行，只能由火箭的喷射获得推力，因此需要各种各样特殊用途的火箭。例如，在飞船返回地面时，改变飞船轨道、降低速度的火箭称为“控制火箭”。另外，还有使各级火箭发生分离的“分离火箭”、发射时出现意外时使用的“救生火箭”等等。

宇宙航行事业的发展，火箭的发展也日新月异。现在，人们正在研制各种新型火箭。不久，原子能推进火箭、电火箭、离子火箭等一大批火箭家族的新成员将会登上历史舞台。火箭将会把人类送出太阳系，到更遥远的宇宙空间去航行。

## 多级火箭为什么被称为打开宇宙大门的钥匙

地球的引力把人类紧紧地束缚在地球表面，人类的活动空间不过是薄薄的一层球面。地球上生命的保护者大气层，它为人类营造了安全、适宜的生存环境，可是它又限制了人类的视野和活动范围。

高科技不断发展，人们终于找到了脱离地球引力、飞出地球的高速飞行工具，它就是多级火箭。

单级火箭的飞行距离和加速度的能力有限。多级火箭是把

单级的火箭串接起来，具有更大的、更持久的推动力。第一级火箭的推进剂燃完熄灭后，丢掉第一级，再点燃第二级，依次类推。在每一级里，火箭发动机不止一台而是多台，都由级内单独的推进剂贮箱供应推进剂。目前多级运载火箭一般采用 3 级火箭。火箭的推进速度就是多级速度的叠加。多级接力的火箭，一级一级地增大速度，又抛掉无用的重量，使宇宙飞行器可以轻装进入太空，这样，火箭就可以达到第一、第二，甚至第三宇宙速度。因此，多级火箭被广泛地应用在航天事业上。

一般来讲，卫星装在运载火箭的最上端，中间装各种设备，下面就是火箭的本身，本体内的大部分空间都被推进剂储存箱占据了。火箭上装有大流量的高效率涡轮泵，把燃烧剂和推进剂分别同时打入燃烧室内进行燃烧。燃烧以后的高温、高压气体从尾喷管内以每秒 4000 米的超音速喷出，产生很大的推力。

我国“长征 3 号”是一种使用液体推进剂的 3 级运载火箭，起飞总重 202 吨。1984 年 4 月 8 日，它将我国的第一颗试验通信卫星送至地球的静止轨道上。

并联组成的多级火箭称为捆绑式火箭。捆绑式火箭的中心是主火箭，周围另外捆绑上几枚火箭。发射时周围的火箭先点火，它们的推进剂燃烧完后就自动脱落，接着主火箭点火，继续加速。还有串、并联共存的多级火箭，制造时，先把单级火箭串联起来，然后再在它们的周围捆绑上几枚火箭。

人们就是利用多级火箭这一把钥匙，打开了通向宇宙的大门，并在月球上留下了人类的足迹。

## 空间导航设施——航天交通网的“路标”

载人航天器在太空飞行期间，空间导航设施起着重要的作用，它是航天交通网的“路标”。空间导航的主要任务是监测航天器距目标的距离、飞行速度以及飞行方向的偏差，导航工作最主要是进行跟踪测量。

空间导航和地面导航不同，地面导航飞行器的飞行轨道是预先设定好的，在飞行器飞行过程中通过各种仪器描绘出它实际的飞行轨道，然后对比其预先测定的轨道模型，及时修正飞行器的飞行姿态，这样就可以完成预定的任务。

载人航天器在飞行过程中，在不同的阶段将采用不同的空间导航方法。这是一个非常复杂的过程。

在航天器地面控制飞行期间，可采用无线电测距和基线测量法测速。航天器可以采用惯性测量装置、空间六分仪和光学星图表，使航天员时刻都能知道自己的飞行状态。

载人航天器在轨道对接时，要进行机动飞行，时刻调整偏差，这时主要采用无线电测距和航天员目视跟踪。

航天器在降落过程中可采用雷达测距和多普勒测速，向地面降落时可以采用着陆辅助设备。

航天器在大多数阶段都要靠地面导航设备来导航，美国宇航局主要依靠地面雷达进行跟踪测试，然后再根据信号计算航天器飞行的距离，其精度可以精确到几米。

导航卫星是在轨道上运行的，飞行器不可能在任何时刻都能用雷达测到导航卫星，这就需要进行网络式的导航。美国研制的卫星导航系统采用均匀分布在轨道平面上的 24 颗卫星组

成的 3 个卫星网来进行导航。这样，在地球上任何地方至少能同时看到 6 颗导航卫星，飞行器就可随时随地用它来进行导航了。它的导航定位距离误差在 6~9 米之内，测出的速度误差小于 0.6 米/秒，定位所需的时间不超过 1 分钟。

卫星导航这种先进的导航手段，非常适用于对天上、陆上、水上、水下的航行工具的导航，被誉为太空的“指南针”。

## 单人飞行器会成为未来的个人交通工具吗

1984 年，在美国洛杉矶举行的第 23 届奥运会开幕式上，宏大的体育场上空，有一个“飞人”凌空飞来，身后还拖着一条彩色的烟雾。他在体育场内四周飞行了一圈，然后又稳又准地停落在草坪中央。全场观众对这一精彩的表演报以经久的掌声，开幕式上的气氛一下子变得热烈起来……

难道真有会飞的人吗？

当然没有。“飞人”表演的奥秘，其实全在于飞行员身背的一个飞行背囊里。这个背囊看上去很像农村中为果树、庄稼喷药的农药桶，但里面却是浓度为 90% 的过氧化氢液体。飞行员将它背在身后，启动喷射开关后，过氧化氢就会在加压条件下喷出，它在经过喷嘴上的含银过滤网时，分解成蒸汽和氧气，形成高速喷射的气流，从背囊底部的喷嘴喷射而出，形成极大的推力，将人体托离地面，推向空中。飞行者在升上半空时，可以通过手握操纵杆来控制喷射气流的方向，以便调整飞行的方向，看上去就像真的能在空中高低左右自如地飞行了。

飞行背囊是一种最轻便、最小型的单人飞行器，但它的成

本却很昂贵，如高浓度的过氧化氢就很容易遇光、热等而分解；此外，这种飞行器的操纵技术也很复杂，要实现熟练地安全飞行，飞行者需要大量技术训练和实际飞行，这样费用就很高了。因此，飞行背囊还需在技术和设备上加以改进和完善，才能真正成为实用的个人飞行工具。

除了飞行背囊，其实目前较为现实的单人飞行器，当属一些具有飞机外形的超轻型飞机。这些飞机结构十分简单，采用小型发动机，其重量只有 100 多千克。在目前，这种易于驾驶、价格较低的飞机，主要还用于体育运动和个人娱乐。

由于城市交通拥挤现象仍将持续相当长的时间，因此单人飞行器将很快成为一个热门话题，并发展为一种非常便捷的新型个人交通工具。