

航 天 技 术

基 本 概 念

【航天】又称空间飞行或宇宙航行。各种类型载人或不载人的航天器在宇宙空间的航行活动。通常认为，离地球 100 公里以上的空间飞行活动即为航天。航天活动的主要目的是探索、开发和利用太空以及地球以外的天体。包括沿着以太阳为中心、以地球为中心或以月球为中心的轨道飞行，沿着环绕其他行星的轨道飞行，以及行星际飞行。航天活动关键是要达到第一、第二、第三宇宙速度，摆脱星体的引力。1957 年 4 月，由于原苏联发射了第一颗人造地球卫星而开始了航天时代。1961 年 4 月 12 日，世界上第一名宇航员，原苏联的加加林完成了人类第一次进入空间的航行。

【航天技术】将航天学的理论用于航天器和运载器的研究、设计、制造、试验、发射、飞行、返回、控制、管理等工程实践而形成的一门综合性工程技术。主要有：喷气推进技术、火箭制导和控制、航天器姿态控制、航天器轨道控制、航天器热控制、航天器电源技术、空间通信、遥感技术、遥控技术、生命保障、火箭设

计、航天器设计、火箭制造技术、航天器制造技术、飞行器环境工程、航天器发射技术、航天器返回技术、航天器系统工程等。

【航天工程】探索、开发和利用太空及地球以外的天体的综合性工程技术。它将航天学的理论应用于航天器和运载器的研究、设计、制造、试验、发射、飞行、返回、控制、管理等工程实践而形成的一门综合性工程技术。有时也指某一项大型航天活动、研制任务或建设项目。航天系统是现代典型的复杂大系统，它工程规模庞大、技术复杂、耗资巨大、工程周期长，而且应用广泛，经济效益和社会效益十分可观。航天工程的实施是以航天学的理论作指导，以航天技术为手段并利用其他专门技术（如遥感技术，空间探测）。航天工程的实践丰富和发展了航天学和航天技术的内容，使之成为自成体系的综合性技术科学和综合性科学技术。航天工程通常采用系统工程的理论和方法来组织实施。

【航天照相】利用地球大气层之外的仪器进行的照相。最早的宇宙空间照片是从火箭上（1946 年）、人造地球卫星（1960 年）、载人航天飞船上（1961 年）摄制的。现代利用航天照相的领域有：气象学、海洋学、地质学、制图学。

【航天侦察】利用航天手段获取侦察资料的综合措施。它是战略侦察的组成部分。为实施航天侦察，采用专门的航天系统。按用途分为：普查与详查的照相侦察、电视与无线电技术侦察、综合侦察、导弹发射预警与核爆炸监视等系统。

【空间防御】利用空间进行防御作战的军事行动。有主动和被动两

种：主动式空间防御主要是建立空间目标监测网以判定目标，然后用空间的截击卫星、航天飞机或空间站上的攻击武器，或用地面的导弹、激光武器对对方军用航天器进行截击并摧毁；被动式空间防御是将自己的军用航天器采用伪装、加固或携带报警系统，采取躲避或防护措施。美国提出的“战略防御倡议计划”（又称星球大战）即是空间防御的一种。

【联合飞行】1975年7月15日格林尼治时间12点30分原苏联发射联盟号飞船，在联盟飞船起飞7小时30分后，美国用一枚土星IB火箭把阿波罗飞船送入一条 149×167 公里的轨道，倾角 51.8° ，与联盟飞船轨道相同。在阿波罗飞船入轨一小时后，航天员开始执行调换位置和对接程序，以便从运载火箭里拉出对接密封船。然后他们完成了一次避免同运载火箭发生碰撞的躲避操纵，并完成了一系列的为对接作准备的调整姿态的操纵。对接前，阿波罗飞船出现过几个毛病——在操作尿处理系统时出现了一个困难，一根燃料管道中进去了一个气泡，以及塔便车进入一个蚊子。轨道上的实际对接在联盟飞船发射51小时49分钟之后，对接进行的很顺利，而且完成的时间实际上比计划提前了几分钟。联合飞行的另一个精彩项目是两国航天员“互访”，以此来验证太空营救潜在能力，航天员的移换是在不穿宇宙服的情况下进行的，全世界无数电视观众看到苏美两位指令长相互拥抱。在此会合期间原苏联领导人列昂尼德·勃列日涅夫向对接在一起的太空飞船发了一则电文，祝贺两国航天员的成功。美国总统杰拉德·福特同宇航员通了话。两国航天员互相交换了国旗。第一次会见进行了10分钟，共会见4次，所有4名航天员的“互访”进行的很顺利。没有发生过技术故障。太空人举行联合电视节目，一块做体操。完

成了一些科学实验，并回答了苏美阿波罗—联盟试验计划新闻中心记者提出的问题，经过六天的太空飞行，联盟飞船离开轨道下降，并在苏联的哈萨克安全着陆。阿波罗飞船飞行了三天半，溅落在大西洋海域。在阿波罗下降过程中，一次故障使有毒的四氧化氮气体浸入了座舱，几乎使这次成功的飞行归于失败。

【第一次飞船死亡事故】1967年1月27日，美国第一批航天员，在肯尼迪航天中心的阿波罗飞船内的一场着火中死亡3名。当时这3名航天员正在34号发射场土星IB运载火箭顶部的阿波罗飞船座舱里面。因为当时土星IB火箭并没有注入推进剂，所以并不相信火箭会着火，阿波罗飞船也不会，所有的烟火装置或者被拆除或者被移走，而大火突然发生了，3名航天员在15秒内全部死亡。事后，一个专门小组对这场事故作了详尽调查，没有弄清着火的确切原因。对事故做了鉴定，起火的最可能原因是飞船导线发生短路，火势加剧是由于阿波罗飞船座舱里用的是百分之百氧气氛。另一个不幸是航天员进入座舱的舱门需要90秒钟才能打开。这场火灾导致了重新评价阿波罗舱内所使用的材料。1967年4月3日，原苏联第一艘载人的联盟号飞船，整个发射都是顺利的，而且完成了第13圈的轨道飞行，在这期间，飞船航天员定期向地面报告工作顺利。在飞到第18圈轨道时，操纵和稳定飞船明显发生了困难，即从地面起飞26小时45分钟后，航天员开始做再入大气层的定向操纵和启动反推火箭。后来究竟发生了什么事故可能永远不得而知。可以这样设想：由于轨道机动或者在再入大气层过程中出现的旋转，使回收降落伞的吊伞索缠在一起，因而在打开降落伞时不能展开，降落伞变成了一条“飘带”；当飞船以每小时644公里的速度撞到地面时，航天员当即死亡。由于发生了这

两次大灾难，载人空间飞行的势头减低了。但并未停止。阿波罗运载着第一批航天员环绕月球飞行，后降落在月球上。经过重新设计和试验的联盟飞船，成为非常可靠的飞行器，主要用来把航天员运送到苏联第一个空间站行行中的礼炮号空间站上。

【飞行原理】研究飞行器（主要是可控飞行器）运动规律的一门学科。研究飞行器运动的方法是进行试飞或飞行的数学模拟。其组成部分分别归入飞行动力学和飞行驾驶、实用空气动力学等学科。

【航天器机动飞行】航天器有目的地改变原有轨道的过程。机动飞行形式有：（1）轨道转移，从一条轨道转移到另一条轨道，用于发射远距离的航天器。（2）轨道的拦截和交会，前者指两个航天器同一时刻到达同一点施行拦截，后者不仅两者同时到达同一点，而且相对速度接近于零以便交会。（3）从轨道上返回，返回的航天器脱离原轨道下降到大气层。（4）轨道保持和修正，修正轨道摄动引起的误差和精确控制轨道。机动飞行往往按照地面指令、程序控制、自动控制或人工操纵，通过启闭航天器上的轨道机动发动机来实现。

【有效载荷】飞行器上携带的与飞行目的直接有关的物体的重量。航天飞机上的有效载荷指轨道器、空间站等，导弹的有效载荷是装填核爆炸物的弹头，运载火箭的有效载荷是卫星或其他空间装置。

【起飞重量】航天器从地面起飞时的总重量。包括航天器本体重量、推进剂重量和有效载荷的重量。比如要把卫星送入 300 公里左右

的低轨道，使用比推力为 300—400 秒的常规推进剂，起飞重量一般为有效载荷的 50—200 倍；如果要把卫星送入地球同步轨道，起飞重量将是卫星重量的 500—1000 倍。

【轨道重量】又称入轨重量。装载着太空飞行器的运载火箭到达入轨点关机后所有能在轨道上飞行的物体的总重量。其中包括太空飞行器的重量和末级运载火箭的重量（包括壳体和剩余推进剂重量）。

【质量比】单级火箭初始质量（包括结构、设备、燃料等）和最终质量（燃料耗尽时）的比值称为该火箭的质量比；多级火箭某级的初始质量与最终质量之比称为该级的质量比。质量比愈大，火箭携带的燃料愈多，其最终速度相对于初始速度也愈大。

【推力】推动飞行器运动的力。它是作用在发动机内外表面或推进器（如螺旋桨）上各种力的合力。推力与发动机喷管轴线平行，与工质流速方向相反。推力的大小与大气压力有关，在真空中比在稠密大气中推力要大。一般来说，推力大小主要取决于工质流速大小，而工质流速随喷射工质温度的升高和燃料分子量的减小而增大。

【比推力】又称比冲。火箭发动机的推力与单位时间内燃烧的推进剂重量之比。量纲是时间，常以秒为单位。比推力也可以理解为：燃烧一公斤推进剂能维持产生一公斤推力的时间。它是衡量发动机性能的主要参数之一。比推力越大，表明推进剂和发动机性能越好。

【推重比】发动机推力与发动机重量（力）或飞机重量（力）之比，它表示发动机单位重量（力）所产生的推力。是决定飞机、火箭与其他飞行器战术技术性能最重要的参数之一。现代涡轮喷气发动机的推重比约为 3.5—4.5；加力涡轮喷气发动机约为 5—7；加力涡轮风扇发动机可达 8 以上；用于垂直起落的升力发动机则高达 16 以上。进一步提高推重比是发动机发展的一个重要趋势。

【齐奥柯夫斯基公式】原苏联科学家齐奥柯夫斯基研究了火箭的运动，于 1903 年建立了在理想情况下（不考虑空气阻力和地心引力等影响），火箭在发动机工作期间所获得的速度增量公式 $\Delta V = C \cdot \ln(M_0/M_k)$ 其中 ΔV 为火箭速度的增量， C 为火箭发动机的排气速度， M_0/M_k 为火箭工作开始时的质量与燃烧结束时的质量比。该公式可近似地估计火箭需要携带的推进剂数量。

【发射窗口】又称发射时机。发射航天器执行某一任务所允许的发射时间范围。要使航天器按一定轨道探测某一天体，要求发射时刻选在地球与目标天体处于一定的相对位置时；某些人造卫星要求与太阳或地球保持一定相对位置，也要求有一定的发射时刻；航天器在轨道上交会 and 对接，发射去交会的航天器决定于目标航天器在轨道上的位置。过早或过迟地发射，就必须改变原来飞行路线，或不能完成预定任务。故执行某一任务时，需通过轨道计算等决定发射时间范围。如星际探测可达数月，行星或月球探测为几天，对航天器的交会或相对地球或太阳保持一定位置为几个小时，甚至更短。

【太空系缆】将物体在引力场或磁场中运动的动力学原理应用到航天技术中的设想。20 世纪 60 年代曾在“双子星座”飞船中做过初步的飞行试验，认为有应用前途。如可以利用轨道上质量的角动量守恒定律，在轨道质量中心上下系缆两个航天器，在不耗费推进剂的情况下分别飞向较远及较近的地点；也可以利用在缆上降落的飞行器动量，使起飞的飞行加速，形成系缆升降系统；还可将航天器用缆联系起来形成人工重力，现代凯芙拉材料就可制成几百公里长的系缆，形成 $0.2g$ 的重力场。如在有磁场的行星轨道上系缆，缆又是导体，就可形成一种新型发电机或电动机。

【不明飞行物】又称 UFO，或飞碟。是人们对那些未经查明来历的空中飞行物的总称。从 1947 年 6 月美国商人阿诺德第一次发现“飞碟”以来，有关飞碟的报道比比皆是，有的目击，有的摄下照片，有的自述曾与飞碟中的生物接触，甚至还被其劫持，但谁也提供不了一个真凭实据的实体。各国政府及民间团体纷纷组织研究调查机构，形成了一个独特的研究领域。目前对飞碟问题存在着几种不同观点：一种认为所报道的现象都可解释为自然现象或人类的幻觉，研究飞碟是一种伪科学；一种认为飞碟是天外来客探访地球乘坐的飞船；还有一种认为飞碟是真实现象，但目前尚不能断定就是天外来客的飞船，还有待查证。

【宇宙速度】物体摆脱天体引力所需的最小速度。从地球表面发射飞行器，飞行器环绕地球、脱离地球和飞出太阳系所需的最小速度，分别称为第一、第二、第三宇宙速度。

【第一宇宙速度】从地球上发射人造地球卫星，它环绕地球所需的

最小速度。具有的离心力可用公式表达为： $F=mv^2/r$ 。当其速度达到一定值时，离心力 F 就与地球引力相当了，这时人造地球卫星就以该速度环绕地球运动。其值为 7.9 公里/秒。计算公式为： $V_1=\sqrt{k/r}$ ，式中 k 为地球引力参数， r 为离地心的距离（取 1 个地球半径）。

【第二宇宙速度】又称逃逸速度，人造卫星等飞行体脱离地球所需的最小速度。当其速度超过第一宇宙速度时，由公式 $F=mv^2/r$ 知，其离心力 F 大于地球引力时，人造卫星就将沿抛物线脱离地球引力场。其值为 11.2 公里/秒。计算公式： $V_2=\sqrt{2k/r}=\sqrt{2}V_1$ 式中 K 为地球的引力参数， V_1 为第一宇宙速度， r 为离地心的距离（在地球表面， r 为 1 个地球半径）。

【第三宇宙速度】从地球上发射飞行体，它摆脱地球引力飞出太阳系所需的最小速度。当其速度达到这一值时，由公式 $F_{\text{离}}=mv^2/r$ 知，其离心力 $F_{\text{离}}$ 将会大到足以克服地球引力和太阳引力而最终飞出太阳系。其值为 16.6 公里/秒。计算公式为： $V_3=\sqrt{V_2^2+(V_{S2}-V_E)^2}$ 式中 V_2 为第二宇宙速度， V_{S2} 为从地球的轨道上出发，沿抛物线离开太阳系所需的在日心坐标中的速度，约为 42.122 公里/秒。 V_E 为地球围绕太阳运动的轨道速度，约为 29.77 公里/秒。

【第四宇宙速度】从地球上发射一个飞行体，使它落到太阳系上所需的发射速度。其值为 31.82 公里/秒，但飞行体应朝地球公转的反方向发射。计算公式为： $V_4=\sqrt{V_E^2+V_2^2}$ 式中 V_E 为地球绕太阳公

转轨道速度（即 27.79 公里/秒）， V_2 为第二宇宙速度。

【航天器轨道】航天器运动的轨迹。它同天体轨道的区别在于有主动段。航天器在主动段上由喷气发动机推动。它是事先按照航天器所要完成的任务来选择和设计的。由于发动机工作中难免产生误差，航天器实际飞行的轨道可能同设计的有所不同。此外，它还会在摄动力的作用下不断发生变化。通过对航天器轨道的计算，人们能够确定航天器在任意时刻的空间位置。在最简单情况下，航天器相对于天体的运动可以看作是牛顿引力作用下质点的运动，在这种情况下，航天器轨道的几何形状可以是椭圆、抛物线或双曲线，而天体则位于它们的焦点上。这些轨道称为无摄动轨道或开普勒轨道。可分为：飞越轨道、卫星轨道和降落（发射）轨道。轨道的大小和形状决定于航天器所具有的速度。

【航天器轨道要素】描述天体运动的一组基本常数，用以计算天体任何时刻的位置和速度。基本常数的形式有多种，但不同形式的各组之间都有简单的换算关系。某一时刻天体位置的坐标和速度的 3 个分量就是其中的一组。常用的是开普勒要素，它具有明显的几何意义。人造地球卫星椭圆轨道的开普勒要素共有 6 个。它们决定轨道的大小、形状和空间的方位，同时给出计量运动时间的起算点。这 6 个要素是：（1）轨道半长轴；（2）轨道偏心率；（3）轨道倾角；（4）升交点赤经；（5）近地点幅角；（6）过近地点时刻。

【航天器轨道设计】确定航天器飞行路线的过程。轨道设计的主要依据是卫星的飞行使命（如对地观测、通信、导航、科学试验

等)。设计内容包括：确定轨道要素，计算卫星工程所需要的轨道参数，选择发射时间等。

【人造地球卫星轨道】人造地球卫星在太空中质心的运动轨迹。它决定于入轨点位置和入轨速度。轨道是一条与开普勒椭圆轨道相差很小的复杂曲线。

【地球同步轨道】运动周期与地球自转周期(23 小时 56 分 4 秒)相同的顺行人造地球卫星轨道，俗称 24 小时轨道。或者说它是相对于地面静止不动的“静止”卫星的轨道。不考虑轨道摄动，在地球同步轨道上运行的卫星每天在相同的时间经过相同地方的上空，对地面观测者来说，每天相同时刻卫星会出现在相同的方向上。有人也把周期等于地球自转周期几分之一的轨道称为地球同步轨道。倾角为零的圆形地球同步轨道称为地球静止卫星轨道。

【地球静止卫星轨道】简称地球静止轨道。倾角为零的圆形地球同步轨道。从站在地面上的人看来，在这种轨道上运行的卫星是静止不动的，所以称为静止卫星。其实只是该卫星绕地轴转动的角速度和地球自转角速度大小相等、方向相同。它距地面的高度为 35786 公里，运动速度为 3.07 公里/秒。

【太阳同步轨道】轨道平面绕地球自转轴旋转的方向与地球公转方向相同，旋转角速度等于地球公转的平均角速度（即 0.9856 度/天或 360 度/年）的人造地球卫星轨道。

【月球探测器轨道】月球探测器运行过程的质心运动轨道。

【行星探测器轨道】行星探测器运行过程中质心运动轨迹。分为：行星卫星轨道、人造行星轨道、在行星表面着陆轨道（又称进入轨道）、行星附近飞越轨道和飞离太阳系的轨道。有人将除在行星表面着陆轨道外的其余类型轨道称为行星探测器轨道。按受力情况分为：绕地心运动阶段、绕日心运动阶段和绕行星质心运动阶段。

【循环轨道】如果轨道周期是常量（可由星上轨道维持系统保证），卫星每运行一定圈数后，星下点轨道便重叠起来，则这类轨道称为“循环轨道”。

【覆盖轨道】某些对地观测卫星的遥感器视场在地面上的覆盖面，随着卫星运行形成以星下点轨迹为中线的带形区，称为“观测带”。卫星运行一定圈数后，观测带在规定的纬度范围内，按确定的旁向重叠率要求毗连成片、构成观测区。这种轨道便是常见的“覆盖轨道”。当然，还有其他覆盖形式的轨道。在同一轨道上，纬度越高，重叠率也越大。完成一次覆盖所需要的圈数称为“覆盖圈数”，相应的天数称为“覆盖周期”。

【霍曼轨道】与两个在同一平面内的同心圆轨道相切的椭圆过渡轨道。W. 霍曼在 1925 年首先提出这条过渡轨道。从低轨道向高轨道过渡要作两次加速；从高轨道向低轨道过渡，则要作两次减速。加速和减速都在霍曼轨道两个切点进行，方向在轨道切向，两次加速或减速相隔时间等于霍曼轨道周期的一半。在只用二次脉冲推力情况下，这是能量最省的过渡轨道，但飞行时间和飞行路线

较长；当两个圆半径之比大于 11.938765 时，用三冲量的双椭圆转移轨道来代替霍曼轨道更能够节省能量。

【进入轨道】航天器进入行星大气层并在行星表面降落过程中其质心的运动轨迹（在地球表面降落的轨道称为再入轨道）。航天器进入轨道的方式分为直接进入和离轨进入。航天器到达行星的作用范围时，速度超过行星的逃逸速度，航天器相对行星作双曲线运动，以这样的速度在行星表面降落称为直接进入。航天器经过轨道机动成为行星卫星，这时的轨道称为停泊轨道。以停泊轨道为起点，在行星表面降落称为离轨进入。进入轨道的类型分为弹道式进入和滑翔式进入。

【返回轨道】航天器返回地球并降落到地球表面过程中其质心的运动轨迹。返回轨道分四个阶段：（1）离轨段，在制动火箭的推力作用下，航天器离开原来的轨道；（2）过渡段，进入大气层以前的被动段。在这一阶段，一般要经过多次轨道修正，以便准确、准时进入再入走廊；（3）再入段，从进入大气层到距地面 10—20 公里处。这一阶段是返回轨道的重点，航天器要经受高温和较大过载的考验；（4）利用降落伞和其他减速装置使航天器安全降落到地球表面。

【轨道寿命】人造地球卫星在轨道上存留的时间。它是从卫星进入轨道到陨落为止的时间间隔。决定于轨道上大气密度和阻力，以及卫星本身的质量和截面积之比。轨道越高，寿命越长；质量越大，截面积越小的卫星，寿命越长。在大气阻力作用下，卫星的实际轨道是不断下降的螺旋线。一般来说，高度下降到 110—120

公里时的近圆形轨道,大气阻力使卫星迅速进入稠密大气而烧毁。高度在 200 公里左右的卫星,轨道寿命只有几天甚至几圈。高度在 1000 公里以上的卫星,寿命可达千年以上。由于影响大气阻力的因素比较多,所以卫星的寿命往往难以准确计算。大椭圆轨道,离地球很远的轨道,仅用大气阻力来计算时,它们的轨道寿命是很长的,而实际寿命有时也很短。这是太阳引力和月球引力造成的。近地卫星上常装有小推力发动机,使得它们能够完成使命。寿命取决于太阳引力和月球引力的卫星,通过选择发射时间和轨道机动的办法可延长轨道寿命。

【登月轨道】航天器从地球出发到在月球上着陆过程中其质心的运动轨迹。月球没有大气,航天器不能借助大气减速,因此它或者撞向月球硬着陆;或者使用火箭发动机减速,实现软着陆。登月轨道一般分为直接登月、环地登月和环月登月三种。

【载人轨道站】又称地球轨道站、太空飞行站。是通过太空飞船或太空渡船运载到地球轨道上的大型组合工作站台,用来进行空间医学、生物学、冶金学、药物学等科学研究,以及天文观测、地球和海洋资源勘察、军事侦察等不同任务。站内设有供人居住、生活和工作的各种生命保证措施;站上备有对接机构,供载人飞船、运输货船和航天飞机停靠使用,以便为站上运送人员、仪器设备、实验材料、燃料和食品等。

【回归轨道】星下点轨迹周期性出现重叠现象的人造地球卫星轨道。重迭出现的周期称为回归周期。工程中回归周期的大小根据卫星的使命确定。同一个回归周期对应有很多条轨道。在回归轨

道上运行的卫星，每经过一个回归周期，卫星重新依次经过各地地上空。这样可以对卫星覆盖的区域进行动态监视，借以发现这一段时间内目标的变化。回归轨道要求轨道周期在较长时间内保持不变，因此卫星必须具备轨道修正能力，以便能够克服入轨时的倾角偏差、周期偏差和补偿大气阻力引起的周期衰减。

【极轨道】倾角为 90° 的人造地球卫星轨道。在极轨道上运行的卫星，每圈都要经过地球两极的上空。在轨道设计中，选用这种轨道往往是为了达到覆盖全球的目的。在工程上常把倾角稍微偏离 90° ，但仍能覆盖全球的轨道也称为极轨道。气象卫星、地球资源卫星、侦察卫星常采用这种轨道，以便俯瞰包括两极在内的整个地球表面。

飞行环境地面设施

【大气飞行环境】飞行器在大气层内飞行时所处的环境条件。大气层的空气密度随高度增加而趋于稀薄。按温度随高度的变化可将大气层划分为：（1）对流层，它是大气层的最低层。对流层中气流随高度增加而降低，空气对流运动极为明显，空气温度和湿度随季节分布也很不均匀。它集中了全部大气约 $3/4$ 的质量和几乎全部的水汽，是天气变化最复杂的层次，也是飞行中能够遇到各种天气现象的层次；（2）平流层，位于对流层之上，50—55 公里

以下大气范围。在平流层内，随着高度的增加，气温最初保持不变或微有上升，到 25—30 公里以上气温升高较快，到平流层顶层气温约升至 270—290K。平流层下部称为同温层，在该层中，气流运动平缓，水汽和尘粒含量也较少，能见度佳，对飞行是有利的一面，而空气稀薄，对飞行又是不利的一面；（3）中间层，从平流层顶约 50—55 公里伸展到 80—85 公里高度。该层气温随高度增加而下降，空气有相当强烈的垂直运动；（4）热层，从中间层顶伸展到约 800 公里高度。该层空气密度很小，声波也难以传播。热层气温随高度增加而上升，空气处于高度电离状态；（5）散逸层，即逃逸层、外大气层，是地球大气的最外层。那里空气极其稀薄，受地球引力作用较小，大气分子不断向星际空间逃逸。航天器的太空飞行就是在该层之外的空间飞行。

【航天器表面充电】空间带电粒子沉积在航天器表面上引起的充电现象。航天器在空间运行过程中，受到周围等离子体、高能带电粒子的轰击以及太阳电磁辐射引起的光电子发射等影响，使航天器表面沉积一定数量的电荷，相对周围空间具有一定的电位。航天器互相绝缘的各部分沉积有不等量电荷时，它们之间便形成一定的电位差。充电程度主要取决于光照条件、周围等离子体环境和航天器的表面材料。当电位差超过某些部件所能承受的电压时便会发生放电现象，一些部件可能被击穿，而且放电电弧所发生的电磁干扰和电磁脉冲也会严重影响甚至破坏卫星的正常工作。为防止航天器表面严重充电以及由此引起的严重后果，经常采用的方法是严格屏蔽壳体表面上的开口处，适当选择表面材料，提高电子设备的抗干扰能力和保证良好的“接地”等。

【空间飞行环境】航天器在外层空间飞行时所处的环境条件。它可分为自然环境和诱导环境。自然环境包括失重和各种空间环境。诱导环境是指航天器某些系统工作时或在空间环境作用下产生的环境。例如，航天器上的磁性材料和电流回路在空间磁场中运动产生的感应磁场。空间环境包括真空、电磁辐射、高能粒子辐射、等离子体、微流星体、行星大气、磁场和引力场等。根据空间存在的物质、辐射和力场的时空分布特性，太阳系内的空间环境大致可分为行星际空间环境、地球空间环境和其他行星空间环境。

(1) 行星际空间环境：它是一个广阔的极高真空的环境，存在着太阳连续发射的电磁辐射、爆发性的高能粒子辐射、稳定的等离子体流（称太阳风）及其行星际磁场；(2) 地球空间环境：包括地球高层大气、电离层和磁层中的各种环境条件；(3) 其他行星空间环境：空间探测器已经探测到水星、金星、火星、木星和土星等的周围空间环境。

【失重】物体有质量而不表现重量的一种特殊的力学现象。是因物体的重量和它运动时产生的惯性力互相抵消而引起的。如人造地球卫星绕地球旋转时，当它的离心力正好与地球的引力相当时，人造地球卫星上的设备就没有重量，即处于失重状态。如果人处于失重环境中，就会感到不舒适。对处在失重环境中的人来说，生活上要采取措施，以防各种无重量的物品自由漂浮，钻进航天员的鼻子、眼睛、甚至吸入气管，危及生命。失重是航天医学中的一个突出问题。

【超重】一个物体由低处向高处飞行过程中所表现出的物体加重现象。如运行中的火箭，加速度很高，箭上的结构、设备和人因惯

性力而受到很大的过载，出现超重现象（人和设备变“重”了，通常用无因次量过载系数 n ——重力加速度 g 的倍数来表示过载的大小）。超重会在结构中产生很大的应力，还严重影响火箭制导精度和可靠性。对人超重是有一定限制的，否则无法承受。

【火箭工作环境】火箭从总装出厂到完成飞行任务的整个过程中所遇到的各种环境。按其来源分为自然环境和诱导环境。按其工作程序可分为地面环境、发射与飞行环境和再入环境。环境条件是火箭设计的依据之一。地面环境是火箭从出厂、运输、贮存到发射过程中遇到的温度、湿度、降雨、雷电等自然环境。发射与飞行环境是从火箭点火起飞到弹道飞行所经历的环境，包括热、噪声、振动、冲击和过载环境。再入环境是火箭头部再入大气所遇到的严重气动加热、烧蚀和黑障，还会受到制动过载、开伞冲击和着陆冲击等环境。总之，火箭是在极其复杂的环境中完成自己使命的。

【航天器发射场】发射航天器的特定区域。场区内有整套试验设施和设备，用以装配、储存、检测和发射航天器、测量飞行轨道、发送控制指令、接收和处理遥测信息。场址通常选在人口稀少、地势平坦、视野开阔、地质、水源、气候和气象条件适宜的内陆沙漠、草原或海滨地区，也有建立在山区或岛屿上的。为减少远地点变轨所需要的能量，缩短从发射点到入轨点的航程，发射场宜选在地球赤道附近或低纬度地区。通常包括：综合技术设施、航天器发射设施、综合测量设施、辅助和服务供应部门。有的发射场还设有：各级运载火箭工作完的降落区、再入飞行器回收舱的着陆（溅落）区。它的全部设备分为：专用技术设备和通用技术

设备。专用技术设备包括：运输设备、起重装卸设备、装配对接设备、恒温控制和抽真空设备、勤务设备、专用地面供电系统、地面检查和发射用电设备、准备和发射的技术操作遥控设备。通用技术设备包括：动力、通信、气象、计量、给水排水、供气、消防、修理等设备。航天飞机发射场，还设有轨道返回着陆设施，轨道器检修、装卸载荷、有毒燃料处理等设施和设备。

综合技术设施是指供验收、储存、装配及测试运载火箭和航天器用的设施和设备，并为将它们运往发射场做好准备，以及给航天器加注低温成分的推进剂、特种液体和充灌压缩气体所需的设施和设备。航天器发射设施是指彼此之间在技术上有联系的一些设施和设备，它们设置在相距不太远的一些地段上，各地段之间用铁路、公路、通信线路以及其他工程道路连接起来，运往发射场的运载火箭，竖立成垂直状态，并安置在发射装置上，然后对它进行全面测试，对推进剂进行恒温控制并加注，加注完毕后，用电梯将航天员送入载人航天器。对所有系统的准备情况检验后，接通自动发射系统。综合测量设施对发射的运载火箭进行弹道参数等测量、处理。辅助和服务供应部门提供后勤保障服务。

【卫星发射场】发射人造卫星的基地。通常选在人烟稀少、视野广阔、气象条件好、电波干扰小、通信线路易保证、运输方便的地区。发射场一般分为技术阵地和发射阵地两个区域。技术阵地主要用来执行卫星发射前的检测和维修任务。发射阵地主要用来完成卫星和运载火箭的吊装与对接、燃料加注并实施发射。如中国的酒泉卫星发射场，就是一个运载火箭、科学试验卫星的发射试验基地。它也可进行中、远程运载火箭的发射试验。

【逆计数】由大到小倒着数的时间计数方式。例如说“……，5 秒、4 秒、3 秒、2 秒、1 秒、发射”。太空飞行器发射前，为引起参加发射人员的高度注意，一般从发射前一小时起，指挥部门以分为单位报时，从发射前 5 分钟起，以秒为单位报时。此时发射系统进入自动控制程序，整个发射阵地和各观测站处于高度警备状态。这样就可随时告诉发射人员目前离火箭点火时刻的时间间隔。这种逆计数法得到了广泛的应用。

【卫星通信地面站】沟通用户与通信卫星之间联系的地面设施。用户通过卫星通信地面站接入卫星线路，进行相互间的通信。主要业务为电话、电报、传真、电视和数据传输。地面站分为固定站、半固定站和活动站（包括舰载、机载和车载）三种。地面站主要由天线系统、发送系统、接收系统、终端系统和辅助系统五部分组成。根据通信任务不同，地面站的性能和任务也各不相同。标准的大型地面站，则要求它既能发射出宽频带大功率稳定信号，又能可靠地接收来自卫星的微弱信号等。它正在向小型化的方向发展。

【广播卫星地面站】卫星广播系统的地面设施。主要向卫星传输电视节目，接收和监视卫星发射的电波。此外，还要执行监视卫星、进行遥控和其他地面站之间通信等。由天线系统（包括跟踪装置）、发射系统、接收系统、基带终端站装置、电源系统、卫星控制系统，以及站外通信线路设备等构成。

【测控站】对太空飞行器进行遥测、遥控和跟踪的地面站。根据测控中心的指示与飞行器通信。测控站一般由测量系统、遥测系统、

通信系统、电视系统、时间统一系统、计算机系统和辅助设备组成。(1) 测量系统是测控站的主要设备,对太空飞行器跟踪,测量其运动参数,确定其轨道和位置。(2) 遥测系统接收从太空飞行器来的关于其设备工作情况、空间环境参数和宇航员生理、活动等信息。(3) 通信系统保证地面与太空飞行器之间的通信联络。(4) 电视系统接收和监视载人飞行器的动态作业情况,判断其工作和活动能力。(5) 时间统一系统是使测控站的各种设备用统一的标准时间工作。(6) 计算机系统负责测控站所接收到的各种信息的处理和交换。测控站可分布在某个区域范围或全球。

【火箭试验场】为试验火箭而专门划定并有相应设备的陆地区域或海域。主要用来完成火箭的装配、测试和发射;对飞行中的火箭进行跟踪测量,获取数据,进行处理和分析;对火箭进行监视和安全控制;对发射试验的火箭系统进行鉴定;提出改进设计的意见或建议。

【导弹试验靶场】用于导弹和运载火箭发射试验的专门场区(陆域、海域、空域)。导弹试验靶场设有供导弹和运载火箭发射试验、检验、鉴定和训练用的设施。大型导弹试验靶场也可发射航天器。导弹试验靶场主要用于完成导弹的装配、测试和发射;对飞行中的导弹进行跟踪测量,获取数据,进行处理和分析;对导弹进行监视和安全控制;对发射试验的导弹系统进行鉴定;完成发射试验勤务保障和检验后勤保障能力;提出改进设计的意见或建议。它由以下几部分组成:(1) 发射场区,包括技术阵地、发射阵地、测量控制设施、发射勤务保障设施、后勤保障设施、行政管理和训练中心;(2) 航区,导弹从发射点至预定弹着点的飞行“走廊”;

(3) 弹着区，导弹弹头着落的地区。

【航天器综合测量设施】监测运载火箭和航天器各系统工作状况的多功能综合设施。包括：计算中心、航区测控站和测量船。测控站、测量船布设在运载火箭和航天器飞行航区的沿线，装备有测量设备、时间统一勤务设备、通信和电视设备、信息处理设备和遥控设备以及相应的辅助设备。测量设备有：无线电遥测接收设备、无线电弹道测量设备、光学测量设备等。测量站对获得的运载火箭和航天器弹道参数、遥测信息、电视图像进行处理、显示和记录，同时传送给计算机中心和发射指挥控制中心处理、显示、判断，然后发送到航天控制中心。

【导弹基地】部署在专门构筑的地段上的导弹兵团（部队）所属发射阵地、指挥所、导弹和物质技术保障中心的总称。其任务是保持导弹的战备状态并实施导弹核突击。美国的导弹基地最初只配置少量地面的和半地下的发射装置，后来增加了综合发射系统的数量，提高了对核爆炸杀伤破坏因素的防护能力。导弹基地的主要组成部分是：配置在发射阵地上的综合发射系统、导弹发射控制中心、物质技术保障中心、机场、营房、住宅区、通信系统、供电系统、警卫系统以及进出通道。为保持高度战备状态，必须预先将导弹装在封闭的地下工事内，使其经常处于良好的技术状态，并担任不间断的战斗值班。

【航天器发射场综合测量设备】各种专用仪器设备组成的多功能的综合设施。它的组成取决于航天器的用途、发射条件、入轨时的轨道特性以及安装在航天器上的仪器设备。用途是在准备发射和

向预定轨道发射时，检测运载火箭和航天器上各个系统的状况及测定飞行轨道要素。测量设备包括：测量轨道用的无线电技术设备和光学设备；遥测监视用的无线电技术设备；指令程序控制设备；指挥载人航天器用的电话、电报及电视业务通信设备。

运 载 火 箭

【运载火箭】把太空飞行器发射到预定轨道上去的火箭。通常由多级火箭组成，太空飞行器装在它的前端，并用玻璃钢罩保护。太空飞行器越重、轨道越高，发射它的运载火箭的总推力也就越大，当最末一级运载火箭以预定的速度进入预定轨道后，便把太空飞行器分离出去，使它进入了预定轨道。运载火箭是将人造地球卫星、自动行星际站和其他飞行器射入宇宙空间的基本工具。它一般由2—4级组成，每一级都包括箭体结构、推进剂系统、制导系统。末级有仪器舱，内装制导和控制系统、遥测系统和发射场安全系统。有效载荷在仪器舱的上面，外面套有整流罩。推进剂系统由火箭发动机和推进剂组成，有火箭的“心脏”之称，是使火箭实现飞行运动的原动力。制导系统由导引和稳定控制系统组成，它是火箭飞行中的指挥系统，其任务是用来保证火箭的稳定飞行，并确保火箭精确地进入预定轨道。箭体结构要使火箭具有良好的气动外形，保护箭体内部的各种仪器设备在良好的环境下工作，同时火箭在运输、起吊和飞行过程中，箭体结构还用来承受各种载

荷。现代运载火箭结构上的最大特点是采用各级串联和并联的形式配置，它可把数十吨重的有效载荷射入地心轨道。运载火箭虽然比单级火箭工作环节多，系统较为复杂，相应地会降低可靠性，但效率高，也就是在起飞重量相同的情况下，有效载荷比单级火箭大。因为多级火箭从下到上，在各级工作完成之后，就可以脱离掉，这就可以减轻无用的结构比重，同时各级火箭可根据各自的飞行高度和所担负的载荷的大小，来选用更为合适的发动机，使得运载火箭的总体设计更为合理，提高了运载能力。

【化学火箭】 利用化学火箭发动机推进的火箭。

【固体火箭】 利用固体火箭发动机作动力装置的火箭，又称固体推进剂火箭。固体火箭发动机是使用固体推进剂的化学火箭发动机。

【液体火箭】 利用液体火箭发动机作动力装置的火箭，即液体推进剂火箭。

【混合推进剂火箭】 利用混合推进剂火箭发动机作动力装置的火箭。混合推进剂火箭发动机是组合使用液体和固体推进剂的化学火箭发动机。

【电火箭】 利用电火箭发动机推进的火箭。

【核火箭】 利用核火箭发动机推进的火箭。核火箭发动机是利用核反应堆或放射性衰变释放出热量加热工作介质来产生推力。这种发动机比冲高、寿命长，但技术复杂，只适用于长期工作的航天

器，也可用于运载火箭的高能末级。

【太阳能火箭】利用太阳加热式火箭发动机推进的火箭。

【光子火箭】利用光子火箭发动机作为动力装置的火箭。

【离子火箭】利用离子发动机作动力的火箭。

【气象火箭】探测风、温度、密度、压力等大气结构参数剖面的探空火箭。20 世纪五十年代中期研制出各种价廉易发射的小型固体气象火箭。除地面发射外，还有炮射，气球发射、飞机发射等形式。国外气象火箭网（MRN）使用两种发动机的三种型号即“阿尔卡斯”、“魔神”Ⅰ—Ⅱ型的气象火箭，探测高度范围为 30—60 公里。

【生物火箭】用于生物学研究的探空火箭。任务是将实验生物送到高空，研究实验生物在火箭密封舱内对飞行的适应性，对飞行综合因素作用的忍受能力，研究超重、失重、高空弹射、宇宙辐射等因素对生物机体，主要是生理功能的影响，为空间生物学研究和载人航天的生活舱和生命保障系统提供设计依据。研制的关键是解决密封生物舱、生命保障系统和数据获取系统等工程技术问题。生命保障系统要能保证生物舱内有适宜于生物生存的良好环境条件。舱内压力为 0.1 兆帕（1 个大气压），温度为 15—25℃，舱内氧气浓度、二氧化碳浓度、相对湿度接近地面大气水平。

【多级运载火箭】由两个以上的火箭串联起来把太空飞行器发射到

预定轨道上的火箭。多级火箭上下叠起来，最底下一级称为第一级，往上数是第二级、第三级等。第一级工作结束后，壳体自动脱落，接着第二级点火，继续加速火箭，这样各级的加速，便可把飞行器送入预定轨道。也可以先上下叠起来，再在第一级四周捆绑助推器，这就是串——并联式多级运载火箭。火箭的最后速度等于每一级火箭提供速度总和。但级数越多，组合系统越复杂，所以一般不超过四级。

【火箭综合系统瞄准系统】发射前保障火箭和控制系统测量部分空间定向的一整套仪器和设备。这些仪器和设备在发射装置上，火箭弹体内的布局，根据导弹制导系统，发射装置和火箭结构来选定。

【光子火箭发动机】靠电磁辐射量子（光子）的定向流产生推力的火箭发动机。该发动机在理论上具有最高的效能和比冲，它的主要结构部件是光子源。这也是研制上的难点所在。

【组合发动机】由两种或两种以上的不同类型的航空发动机组合成一体的动力装置。在不同的飞行高度与速度范围，控制系统操纵各个不同发动机进行工作，可发挥各发动机的特点，大大扩展组合发动机的工作范围。有涡轮冲压组合发动机、冲压火箭组合发动机和涡轮火箭组合发动机等，可作为特殊用途的航空动力和航天器的动力装置。

【火箭综合系统动力设备】用于发电、配电和向火箭导弹综合系统用电设备供电的各种系统、装置和机组的总称。根据结构，可分

为集中式、分散式或混合式。集中式设备通常由外部供电系统、内部供电系统和自主式供电系统组成。外部供电系统包括高压输电线、变电站、防护设备等，接受国家动力系统的电能，经变电站（配电站）再向用户供电。内部供电系统由配电所、备份电源、变电站、输电线、防护设备等组成，接受外部供电系统的电能，并分配给火箭综合系统的各个用电部分，也可独立发电。自主式供电系统不间断地向火箭综合系统各个部分提供预定参数（按电压和频率）的电能，其组成部分有：自主式电源、安全可靠供电设备、配电和防护设备、变流器、变频器、电缆网等。分散供电时，电能由自身电源供给。混合式供电，一部分由自身电源供给，其余用电设备由内部供电系统供给。

【火箭引爆系统】火箭到达目标时引爆战斗部的全套装置。可防止战斗部在储存、运输过程中或在飞行弹道上偶然或提前爆炸，也可保障火箭自炸。它包括起爆指令传感器和传送组合以及保险执行机构（包括执行机构、保险装置、远程待发状态机构及自炸机构）。指令传感器在火箭与目标产生相互作用时，或根据由火箭发射瞬间起计算时间的专用计时机构，或根据指挥所发出的信号发出起爆指令。指令传送组合将传感器的起爆指令传给执行部件，有一定的时间延迟，以保障战斗部在最佳时机引爆。执行机构产生强大的爆炸脉冲或热脉冲，使战斗部爆炸。保险装置则保障火箭战斗部在储存、运输、维护和使用时的安全。

航 天 器

【航天器】在宇宙空间（指距地球表面 100 公里以上的空间）运行的飞行器。按飞行高度可分为近地轨道航天器与星际航天器。前者指在地球引力作用范围内飞行的航天飞机、人造地球卫星、轨道站，后者为脱离地球引力范围的人造月球卫星、人造火星卫星、人造太阳卫星，以及行星际站等。根据用途，主要可分为科学研究航天器：进行各种科学技术实验，确定地球、天体和宇宙空间的特征与参数等；试验航天器：在航天条件下检验和考察航天器样机的结构元件、部件和组合件的状况及其使用方法；专用航天器：用于国民经济和军事目的，如通信、导航、侦察等任务。按外形是否变化，可分为固定式：入轨及运行中外形不变；展开式：在轨道上由于个别结构部件展开，外形改变；充气式：在轨道上往壳体内充气而保持预定的形状。按结构分为单舱型：不能改变用途，且只具有一个舱体；多舱型：由多个具有不同功能的舱体组成，在地面或轨道上更换个别舱体而改变其用途；通用型可根据不同的用途，在舱内安装相应设备，改变其任务。按控制方式可分为自动式、载人式和综合式。后两种又称航天飞船或空间站。自动式：不需乘员就能完成规定任务；载人式：需有乘员参加才能完成人员；综合式：需宇航人员定期检查、维修，以便进行科学考察。

航天器由壳体、专用仪器和保障设备组成。壳体是安装所有

元件和仪器设备的基体；专用仪器指照相、电视、雷达、红外、光学以及转播和通讯设备、无线电测量等科学研究、民用和军用仪器设备与战斗武器等。

【航天武器】能在宇宙空间或从宇宙空间（含设置在天体上的）完成军事任务的武器系统。人造地球卫星、航天飞机、载人飞船、空间站及其他航天器均可以用于军事目的。例如，可利用人造地球卫星进行电子或照相侦察，为潜艇和水面舰船导航；利用洲际导弹发射预警、核爆炸监测等；在人造地球卫星上（在天体上）可设置核武器、激光武器及导弹，摧毁各种航天器，或对地面目标实施攻击。

【轨道式武器】一种弹道属于卫星轨道或部分卫星轨道的导弹武器。分为部分轨道轰炸系统和多重轨道轰炸系统。前者用运载火箭将弹头发送到 150 公里左右的低轨道上，在目标附近启动弹头的反推火箭，向地面降落，攻击目标。后者的弹头在围绕地球的轨道上运行，需要时再向目标降落、实施攻击。轨道式武器可以以任何方向攻击目标，因此可避开敌方反导系统防区或从其薄弱区进入。并且在制动火箭点火前，敌方难于判断弹着点，点火后到击中目标的时间极短，不易受到拦截。

【人造地球卫星】简称人造卫星。环绕地球在空间轨道上运行（至少一圈）的无人航天器。它是发射数量最多、用途最广、发展最快的航天器。发射数量约占航天器发射总数的 90% 以上。世界上第一颗人造卫星是 1957 年 10 月 4 日由原苏联发射的。美国于 1958 年 2 月 1 日首次发射了人造地球卫星（“探险者”1 号），60—

70 年代法国、日本也发射了本国的卫星。中国于 1970 年 4 月 24 日发射了人造地球卫星“东方红”1 号。到 1984 年底，世界各国共发射了 3022 颗人造卫星。其优点：飞得高，视野广，能同时看到地面广大地区；飞得快，短时间内可环视地球；飞行自由，不受国界、气候和地理条件的限制；观测宇宙不受大气层的干扰；能长期地不分昼夜地连续工作。按其用途可分为：科学卫星、应用卫星和技术试验卫星。科学卫星用于科学探测和研究、主要包括空间物理探测卫星和天文卫星。技术试验卫星用来进行新技术试验或为应用卫星进行试验。应用卫星直接为国民经济和军事服务。人造卫星在国民经济、国防、科学研究和文化教育等许多领域都得到了极其广泛的应用。

【技术试验卫星】进行新技术试验或为应用卫星进行试验的人造地球卫星。航天技术中的新原理、新技术、新方案、新仪器设备和新材料往往需要在轨道上进行试验。该类卫星数量较少，但其试验的内容较广泛，如电火箭试验，生物对空间环境适应性的试验，交会对接试验等。

【科学卫星】用于科学探测、科学试验和科学研究的卫星，主要包括空间物理探测卫星和天文卫星。它使用的仪器包括望远镜、光谱仪、盖革计数器、电离计、压力测量仪和磁强计等，研究的主要对象是：地球、近地空间、行星际空间以及太阳、行星、太阳系和宇宙的可探测目标。通过科学卫星，获得了许多十分宝贵的科学资料，并导致一些重大的科学发现。

【系留卫星】用系绳或链与航天飞机、航天站或飞船相连、可以释放和收回的人造地球卫星。它可以重复使用。可从运行的航天飞

机上向下（朝向地球）放到较低高度，用以收集全球范围内这个高度的大气参数。也可从航天飞机中向上（远离地球）释放，进行有关电动力学方面的研究。在工程方面，可用于大气阻力、升力、力矩和气动加热方面的研究。还可以为航天飞机或未来的航天站提供电源以及使用系绳改变卫星轨道高度。可以对地进行观测，用于地球资源勘测、地震监测、环境污染监测等。英国和意大利正在合作研究系留卫星，计划在航天飞机上进行释放、控制和收回等项试验。

【海事卫星】又称海事通信卫星。用于海上和陆地间通信，兼有为遇难船只提供救援和导航任务的通信卫星，是通信卫星的一个分支。海事卫星是美国 1976 年 2 月 19 日首先发射的，卫星位于大西洋上空，为美国海军舰只与陆地指挥部之间提供通信服务。

【空间物理探测卫星】用来进行空间物理环境探测的人造地球卫星。它在离地面很高的轨道上长期运行，所载的仪器不受大气层的影响，可直接对空间环境进行探测，因而成为空间物理探测的主要手段。

【天文卫星】对宇宙天体或其他空间物质进行科学观测的人造地球卫星。它在离开地面几百公里或更高的轨道上运行，不受大气层阻挡，可接收到来自天体的从无线电波段到红外波段、可见光波段、紫外波段直到 X 射线波段和 γ 射线波段的电磁波辐射。可以提供一幅很完整的宇宙图景。按观测目标不同，可分为：以观测太阳为主的太阳观测卫星和以探测太阳系以外天体为主的非太阳探测天文卫星；按所载仪器分为：红外天文卫星、紫外天文卫星、

X 射线天文卫星和 γ 射线天文卫星等。第一颗天文卫星是美国在 1960 年发射的“太阳辐射监测卫星”，它测到了太阳的紫外线和 X 射线通量。美国在 60—70 年代发射过 3 个系列轨道观测台类型的天文卫星，它们是：“轨道太阳观测台”、“轨道天文台”、“高能天文台”。此外，美国和原西德联合研制一颗“空间望远镜”天文卫星。它的主体是一个直径 2.4 米的反射式光学天文望远镜，观测波长范围从近红外直到远紫外，可观测到的宇宙距离比地面上的最大光学望远镜观测到的距离远许多倍。

【生物卫星】用于生物学研究的人造地球卫星。它相当于一个空间生物试验室，可研究失重、超重和其他各种空间飞行环境对生物生长、发育、代谢、遗传等方面的影响和防护措施，揭示在地面条件下发现不了的生物学问题，是研究空间生命科学的重要工具。按不同的研究任务，卫星上可以携带细菌、藻类、低等与高等植物以及昆虫、哺乳类动物等各种生物实验标本。放置实验标本的生物舱装备着生命保证系统，自动为动物提供食物，并能自动调温、调湿等，并通过生物学遥测在地面上获得所需要的各种生物信息，如脉搏、心率等生理参数，以便监视生物的行为。1957 年 11 月 3 日，原苏联发射的载有“莱依卡”的卫星，是世界上第一颗生物卫星。

【应用卫星】直接为国民经济和军事服务的人造地球卫星。在所有人造地球卫星中其种类最多，发射数量也最多。它主要有三大用途：（1）无线电信号中继：有国际通信卫星、国内通信卫星、军用通信卫星、海事卫星、广播卫星、跟踪和数据中继卫星以及搜索营救卫星。这些卫星上装有工作在各种频段的转发器和天线，它

们转发来自地面、海上、空中和低轨道卫星的无线电信号，用于传输电话、电报和电视广播节目以及数据通信。这类卫星大部分运行在静止轨道上；（2）对地观测平台：有气象卫星、地球资源卫星、侦察卫星，称为对地观测卫星。在这些卫星上装有对地观测的从紫外光到远红外光各种波长的遥感仪器或其他探测仪器，收集来自陆地、海洋、大气的各种频段的电磁波，从中提取有用的信息，分析、判断、识别被测物体的性质和所处的状态。这类卫星许多采用太阳同步轨道，也有使用静止轨道和其他轨道的；（3）导航定位基准：有导航卫星、测地卫星等。在这些卫星上装有光信标灯、激光反射器和无线电信标机、应答机等。这种卫星的空间位置、到地面的距离和运行速度都可以预先确定，因而可用作定位、导航和大地测量的基准。这类卫星的轨道大多为极轨道。

【通信卫星】作为无线电通信中继站的人造地球卫星。它反射或转发无线电信号，实现地球站之间或地球站与航天站之间的通信。一颗静止通信卫星大约能覆盖地球表面的 40%，三颗可以实现除两极少部分地区的全球通信。它的优点是通信距离远、容量大、质量好、可靠性高及灵活机动。它早已成为现代通信的重要手段，是应用最早、用得最广的人造地球卫星之一。自从 1958 年 12 月美国发射世界上第一颗试验通信卫星“斯科尔”号以来，截至 1984 年全世界已发射 670 多颗。

【测地卫星】用于大地测量的人造地球卫星。选用 1000—2000 公里高的近圆形轨道。卫星上装有高强度闪光灯、频率高度稳定的无线电信标机和激光反射器等。通过几个基准站和一个被测点同

时对它们进行观测，便能确定出基准站和被测点相对于卫星的方位和距离，从而计算出被测点的精确大地座标，并绘制出精确的地图和海图。此外，通过对卫星轨道摄动的测定，还能够获得地球的大小、形状和重力场分布等重要资料。测地卫星的主要优点是：（1）提供了在全球范围内进行大地联测的全球统一地心坐标系；（2）进行大地联测，基线可以长达数千公里，两点间不受视距限制，控制点位的定位精度比常规的大地测量网的精度高一个数量级；（3）可以测量平均海平面高度的变化，研究地壳运动和大陆漂移，并能预测地震和海啸等。

【气象卫星】用于观察全球性气象状况的卫星。它是卫星气象观测的空间部分。卫星携带有各种气象遥感器，能够接收和测量地球及其大气层的可见光、红外与微波辐射，并将它们转换成电信号传送到地面。地面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，再经进一步的处理和计算，即可得出各种气象资料。气象卫星所能观测的地域广阔，观测的时间长，观测数据汇集迅速，因而能提高气象预报的质量。按轨道又可分为太阳同步轨道气象卫星（又称极轨气象卫星）和地球静止轨道气象卫星（简称静止气象卫星）。

【海洋监视卫星】用来监视海上舰只和潜艇活动、侦察舰艇上雷达信号和无线电通信的侦察卫星。它能有效探测和鉴别海上舰船并准确地确定其位置、航向和航速。一般装有雷达高度计、合成孔径雷达、微波辐射计、多谱段微波扫描辐射计、红外辐射计及无线电传输设备等。它能将获得的信息进行处理，然后传输给地面站并转发到有关军事部门。

【广播卫星】 又称电视直播卫星。是通信卫星的一种，用来作为无线电通信的中继站，向公众直接转播电视或声音广播。

【太阳能卫星】 利用太阳能作能源来产生动力而进行工作的卫星。

【地球资源卫星】 用于勘测地球资源、观测地球环境，以及绘制各种专门地图的卫星。它利用所载多光谱遥感设备获取地物目标辐射和反射的多种波段电磁波信息，将这些信息发送给地面接收站，经过处理和判读，可得到各类资源的特征、分布和状态等资料。它根据观测重点不同，分为陆地资源卫星和海洋资源卫星。60年代在气象卫星的基础上发展了地球资源卫星。1972年7月23日美国发射了世界上第一颗地球资源卫星——ERTS-1，后改名为“陆地卫星”1号；以后又陆续发射了“陆地卫星”2号。（1975）和3号（1978）。1978年美国发射了第一颗海洋资源卫星——“海洋卫星”1号。卫星上的遥感器可按工作波段分为两类：（1）可见光和红外遥感器：有机械式多谱段扫描仪（MSS）、电荷耦合器件阵列（CCD）、返束光导管摄像机（RBV）和专题绘图仪等；（2）微波遥感器：如微波辐射计、微波散射计和合成孔径雷达等。根据卫星所获得的图像、数据等资料在农、林、牧、渔、地质、地理、水文、海洋、测绘、环境保护、军事等许多领域得到了广泛的应用，具有重要的经济价值与军事价值。

【无源卫星】 又称被动卫星。只能把地面某一点发射的无线电信号反射到地面其他地点的卫星。

【核爆炸探测卫星】专门侦察地面、大气层和太空中核爆炸的卫星。这种卫星位于离地面十万公里的高空,测量来自地球的粒子辐射,监视大气层内和外层空间的核爆炸试验,根据探测器接收到的辐射强度判断核爆炸的地点和当量。卫星上装有 X 射线探测器、 α 射线探测器和中子探测器等。最早发射的一对核爆炸探测卫星名为“维拉霍特尔”。

【红外探测器】接收红外辐射并把它转换成便于测量的物理量的仪器。分为两类:(1)热探测器:利用辐射被黑色表面吸收产生热效应而制作的一种探测器;(2)量子探测器:其中之一是把辐射量子吸入晶体改变晶体导电率的光电导管;之二是半导体 P—N 结接收辐射后产生电动势的光电池。红外探测器的主要参数有:响应度、噪声等效功率和时间常数等。

【空间探测器】又称深空探测器,对月球和月球以远的天体和空间进行探测的无人航天器。包括月球探测器、行星和行星际探测器。它是深空探测的主要工具。深空探测主要包括月球探测、行星探测和行星际探测。探测的主要目的是:了解太阳系的起源、演变和现状;通过对太阳系内的各主要行星的比较研究,进一步认识地球环境的形成和演变;了解太阳系的变化历史;探索生命的起源和演变。空间探测器实现了对月球和行星的逼近观测和直接取样探测,开创了人类探索太阳系内天体的新阶段。空间探测系统包括空间探测器和深空网。空间探测器是系统的空间部分,装载科学探测仪器,执行空间探测任务。探测的主要方式有:(1)从月球或行星近旁飞过,进行近距离观测;(2)成为月球或行星的人造卫星,进行长期的反复观测;(3)在月球或行星表面硬着陆,

利用坠毁之前的短暂时机进行观测；（4）在月球或行星表面软着陆，进行实地考察，也可将取得的样品送回地球研究。

【月球探测器】对月球进行探测的无人航天器。

【行星探测器】为探测太阳系内各大行星及其卫星而飞往行星及其附近的太空探测器。已发射的行星探测器有：“水手”、“海盗”、“先驱者”、“旅行者”等。已探测过的行星有：水星、金星、火星、木星、土星及其卫星。

【太阳探测器】见“空间探测器”。

【彗星探测器】用于研究彗星的空间探测器。探测彗星的本质及其组成成分，以了解太阳风的物理性质和化学成分。彗星探测器上装有摄像机、中子分析仪、离子质量分析仪、等离子体观测仪和测光仪等探测设备，用以探测彗尾中的等离子体密度、温度和重离子特性等。探测器上装有变轨发动机，用以改变探测器轨道，以便拦截彗尾，达到直接探测彗尾的目的。

【闪光式微流星探测器】利用微流星撞击探测器时使之激发所发出的闪光来测量微流星的一种探测器。通常是在光电倍增管外镀一层铝膜（厚度不到 2000 埃），一方面阻挡背景光辐射，同时作为发光材料。光脉冲幅度与撞击粒子能量成比例。

【载人宇宙飞船】能保障航天员在外层空间生活和工作以执行航天任务并返回地面的航天器。它是运行时间有限、仅能一次使用的

返回型载人航天器。主要用于：（1）进行近地轨道飞行，试验各种载人航天技术，如轨道交会和对接以及航天员在轨道上出舱，进入太空活动等；（2）考察轨道上失重和空间辐射等因素对人体影响，发展航天医学；（3）进行载人登月飞行；（4）为航天站接送人员和运送物资；（5）进行军事侦察和地球资源勘测；（6）进行临时性天文观测。一般由乘员返回座舱、轨道舱、服务舱、对接舱和应急救生装置等部分组成。为了保证人员能够进入太空和安全返回地面，载人飞船有以下主要分系统：（1）结构系统；（2）姿态控制系统；（3）轨道控制系统；（4）无线电测控系统；（5）电源系统；（6）返回着陆系统；（7）生命保障系统；（8）仪表照明系统；（9）应急救生系统。它可以独立进行航天活动，也可作为往返于地面和航天站之间的“渡船”，还能与航天站或其他航天器对接后进行联合飞行。1961 年原苏联发射了第一艘“东方”号飞船。

【航天飞机】多次使用的、往返于地球表面和近地轨道之间运送有效载荷的航天器。它综合运用了火箭、航天器和飞机技术，形成一种新型的航天器。它的火箭技术主要表现在由起飞到入轨的上升飞行段；航天器技术特点主要表现在轨道飞行段；而飞机技术特点主要表现在再入大气层的滑翔飞行和水平着陆段。在轨道上运行时可在机载有效载荷和乘员的配合下完成多种任务。它的飞行轨道通常是近地轨道，高度在 1000 公里以下。航天飞机进入近地轨道的部分叫轨道器。它具有一般航天器所具有的各种分系统，可以完成多种功能，包括人造地球卫星、货运飞船、载人飞船甚至小型航天站的许多功能。轨道器着陆后，经过检查和维护便可再次用于飞行。重复使用性是航天飞机不同于运载火箭和航天器，

而相似于飞机的一个重要特点。

【航天飞船】载人的太空飞行器，简称飞船。设有密封座舱和航天员返回地面用的着陆装置。

【空间站】又称太空站或航天站。供宇航员长期工作和居住的载人太空飞行器。主要用来在近地球空间进行长期的科学研究和应用研究。站内可进行观测、试验研究、加工生产等各种太空活动。在空间站运行期间，宇航员的替换和物资设备的补充可以由载人飞机或航天飞机运送。已发射的实验性太空站有：“太空实验室”、“礼炮”1号航天站和“天空实验室”。将来发展到地球同步轨道太空站，可建立月球基地，在近地空间建立太空工厂、太空医院、以至太空城市。空间站在科学研究、国民经济和军事上都有重大价值。它有下列用途：（1）天文观测，在航天站上进行天文观测，飞行高度高，观测时间长，没有大气影响，航天员可以直接操纵仪器；（2）勘测地球资源，发现矿藏、海洋资源、森林资源和水利资源等；（3）进行医学和生物学研究，完成有人参与的生物医学试验，寻找治疗某些疾病的新方法，试制新的药品和试剂；（4）发展新工艺、新技术，利用太空高真空、高纯净和微重力的特殊环境制取新型合金和超纯材料，制造高级玻璃，获得大晶体和掺杂高度均匀的半导体，进行晶体生长和材料焊接试验等；（5）大地测量、军事侦察以及试验和发射航天武器或航天器等；（6）为人们在空间长期居住、开展航天活动和开发太空资源提供场所。

【航天活动设备】供航天员进入太空并在太空进行工作的各种设施。通过航天活动设备，人们可以探索太空的各种奥秘。

【太空渡船】一种载人、可重复使用、往返于太空和地面之间的运载工具。主要用途：（1）部署卫星；（2）检修卫星；（3）回收卫星；（4）太空营救；（5）太空后勤补给；（6）执行其他短期飞行任务。主要优点是：使太空活动经常化和实用化，并且大大降低发射费用和有效载荷研制费用。美国的太空渡船由可回收助推器、轨道飞行器及外挂燃料箱三部分组成，总长 56 米，起飞重量 2020 吨。

【登月舱】航天员用来完成月面活动的一种设备。由下降级和上升级组成，地面起飞时重 14.7 吨，宽 4.3 米，最大高度约 7 米。（1）下降级：由着陆发动机、4 条着陆腿和 4 个仪器舱组成。着陆发动机推力可在 4.67—46.7 千牛（476—4760 公斤）范围内调节，发动机摆动范围为 6°。着陆腿末端有底盘，上面装有触地传感器。下降级内还装有着陆交会雷达和 4 组容量为 400 安培的银锌蓄电池；（2）上升级：为登月舱主体。航天员完成月面活动后驾驶上升级返回环月轨道与指挥舱会合。由航天员座舱、返回发动机、推进剂贮箱、仪器舱和控制系统组成。航天员座舱可容纳 2 名航天员（但无座椅），有导航、控制、通信、生活保障和电源等设备。

【月球车】在月球表面行驶并对月球考察和收集分析样品的专用车辆。月球车分为有人驾驶月球车和无人驾驶月球车两类。有人驾驶月球车由航天员驾驶在月面上行走，主要用于扩大航天员的活动范围和减少航天员的体力消耗，存放和运输航天员采集的岩石和土壤标本。月球车由蓄电池提供动力，每个轮子各由一台电动机驱动。无人驾驶月球车由轮式底盘和仪器舱组成，用太阳电池

和蓄电池联合供电。车上装有照相机、电视摄像机等设备，用来拍摄照片和探测月球物理性质。1970年11月17日原苏联把世界上第一个无人驾驶的“月球车”1号送上月球，它行驶10.5公里，考察了8万平方米的月面。月球车的问世给航天员在月面上工作带来了极大的方便。

【载人机动装置】能载送航天员在太空自由飞行的个体装备。外形像一个背包，由压缩氮气箱、供气系统、喷气推进器、电子控制设备、温度控制装置和蓄电池等组成。它供给航天员呼吸用氧，有维持人体所需温度、湿度等生命保障条件，还装有使航天员与航天器保持在同一轨道上的专门设备。以高压氮气作为失重环境下飞行动力。航天员操纵左右机械手臂上的手控器控制高压氮气从安装在不同部位的推进喷管喷出，以改变飞行速度、方向和姿态，实现上下、左右和前后移动，达到顺转或逆转等机动目的。1984年2月7日，美国“挑战者”号航天飞机航天员B. 麦坎德利斯和R. 斯图尔特在285公里高的飞行轨道上第一次不系安全带，驾载人机动装置以10厘米/秒的速度进入太空，飞离航天飞机最远距离达90多米，成为航天史上第一批“人体地球卫星”。

【气闸舱】载人航天器中供航天员进入太空或由太空返回用的气密性装置。气闸舱有两个气闸门，一个与密封座舱连接，称内闸门；另一个是可通向太空的外闸门。闸门的启闭可用电动机构，也可手动。气闸舱内设有闸门控制台、开启闸门前的给气排气装置、通信和照明设备，以及航天员出舱活动穿的航天服。航天员出舱进入太空活动前，在座舱内穿好航天服，走出内闸门后关闭内闸门，把气闸舱内空气抽入座舱内，当气闸舱内和外界空间的压力相等

时才能打开外闸门进入太空。航天员返回气闸舱时操作顺序相反，关闭外闸门，把座舱内的空气泵入气闸舱，等两者压力相等时，打开内闸门，航天员就可进入座舱。内外闸门的气密性绝对可靠是气闸舱工作基本条件。

【航天员应急救生设备】在飞行各阶段和起飞时出现事故的场合，能使航天器乘员紧急返回地面或撤往另一航天器的装置。包括：起飞和进入轨道过程中发生事故时的应急救生设备，航天器解除密封和有辐射危险时保障日常活动的设备，在地球难以通行地域被迫离开航天器时抢救航天员生命的设备等。

【航天系统】为了解决在空间和来自空间的各种课题而相互联系、协调工作的轨道装置和地面设施的总称。它包括航天器、航天器的发射设备、控制设备和信息的接收与处理设备。通过航天器上以自主控制或按地面指令控制的摄影、电视、红外、磁测等装置和其他科学仪器对地球进行观测和对宇宙空间进行研究而获取科学情报。

【空间探测器结构】空间探测器各个受力和支承构件的总称。型式多样化，具有与卫星相同的部分，如承力部件、天线、太阳电池阵结构等；也有一些特殊形式的结构，如探测臂和着陆装置。探测臂往往由可以伸展的杆件组成，它的功能是把有特殊要求的探测仪器伸出探测器本体之外，以免受本体磁场或辐射的干扰，这种探测臂有时也用在卫星上。需要在行星或月球表面着陆的空间探测器采用着陆支架、着陆舱等着陆装置。硬着陆的着陆装置须有良好的缓冲性能。在行星或月球表面行走的探测器（如自动月

球车) 则须有挠性轮之类的挠性结构, 以适应凹凸不平的表面。

【航天器结构系统】使航天器承受一定外力、保持一定形状、并能安装其他分系统仪器设备的基础构架部分, 或者说它是航天器各个受力和支承构件的总称。要求其重量小、可靠性高、成本低等。航天器任务的多样性决定航天器结构形式的多样性。其结构一般分为卫星结构、空间探测器结构、载人飞船结构和航天飞机结构。这些结构虽然多种多样, 但从功能上来看大都是由承力部件、外壳、安装部件、天线、防热结构、分离连接装置等组成。早期近地轨道卫星大多为固定式结构, 为了增加航天器功能和扩大航天器的尺寸, 现代卫星和空间探测器也采用一些可展开结构。需要返回地面的航天器, 对结构又有新的要求, 从而形成与再入防热、着陆、救生等相适应的许多特殊形式。

【航天器天线系统】安装在航天器上, 专门用于辐射或接收电磁能量的器件。特点是: (1) 种类繁多, 功能各异, 工作频率十分宽广; (2) 为适应于宇宙空间环境, 需采用新材料、新工艺制造; (3) 要求很高的测试精度。飞行器上的遥测、遥控、跟踪测轨、遥感、通信等无线电系统都要通过它实现星、地之间的联系。常用的天线型式: F 形天线、T 形天线等。

【航天飞机结构】航天飞机各个受力和支承构件的总称。一般由轨道器、助推器、外贮箱三部分组成。助推器实际上是两枚固体火箭。外贮箱与火箭贮箱类似。轨道器是返回部分, 它是一个类似于飞机的薄壁结构, 但增加了特殊的表面防热结构。约 70% 的表面上覆以陶瓷防热瓦, 它与烧蚀防热结构不同, 可以多次重复使

用。轨道器分为前机身、中机身、后机身、机翼、尾翼等几部分。前机身又分为头锥和乘员舱两部分。乘员舱是由铝合金蒙皮和加强桁条焊接而成的密封舱。中机身是一个铝合金半硬壳结构的大型货舱，许多部件采用了新型复合材料结构。航天器结构的发展趋势是复合材料结构将更多地替代金属结构，公用舱结构将得到更广泛的应用。随着大型航天器的发展，网络式、柔性、空间装配式等更新型的结构形式将会问世。

【航天综合设施】轨道装置和地面技术设施（航天器及其准备、发射控制和着陆设备）的总称。用来在空间独立执行各种任务，或保障在航天系统内执行任务。

【航天器环境控制系统】为航天员创造适宜于生活和工作的人造大气环境设备系统。维持密闭舱中规定的大气温度、湿度和压力，控制大气成分，净除二氧化碳和微量污染。（1）温度控制：以散热方式维持舱内恒定的适宜温度；（2）湿度控制：除去来自航天员呼出的气体和体表蒸发的水蒸汽；（3）舱压和氧分压控制：在航天器上升段，泄压阀排放舱内气体，直至舱压达到预定值时自动关闭；（4）二氧化碳净化和微量污染控制：净除二氧化碳一般采用化学吸收法，又分为消耗式和再生式两种。微量污染来源于人体排泄物和设备挥发物，采用过滤、吸附和催化氧化等综合技术。

【航天器生命保障系统】维持载人航天器密闭舱内大气环境，保障航天员安全、生活和工作的综合措施和设备。分为：（1）固定式，装在座舱内并有调温、调湿、调压、供氧、供食、大气净化等措施，供航天员在舱内生活和工作使用；（2）便携式，航天员出舱

活动、登月或登其他星球考察所用。它由多个分系统组成，载人航天器环境控制系统、载人航天器气体贮存系统、航天员食品、航天员废物处理系统和航天服。载人航天器生命保障系统是在飞机环境控制系统和生物卫星生命保障系统基础上发展起来的，它除包括压力、温度、湿度、供气和空气分配等环境控制系统外，还设有航天员系统。生命保障系统已日趋复杂和可靠，并能满足多乘员、长时间、重复使用的航天任务要求。

【太空运输系统】担负地面与太空之间往返运输任务的整个运载系统。一个完整的太空运输系统由太空渡船和太空拖船两种运载工具组成。太空渡船承担地面与低轨道太空飞行器之间的往返运输任务；而太空拖船则承担低轨道与高轨道之间、环地轨道与环月轨道之间、以及环月轨道与月面之间的往返运输任务。主要用途：（1）在轨道上部署、捕获和维修卫星；（2）发射行星探测器；（3）把轨道上人员与物资送回地面；（4）对轨道上各种系统提供后勤支援。

【地面运输设备】运送飞行器、导弹及其配套设备的机动设备，个别情况下可临时贮存导弹（弹头），进行多种技术操作。装有专用设备的地面车辆（如起重机、机动发射装置、推进剂加注车）也属于运输设备。它可分为空中运输设备、水路运输设备、公路运输设备、铁路运输等。公路运输条件最恶劣，水运条件最好。运输设备的组成与结构取决于运输方法、地面设备的类型、结构特点和维护条件。公路运输设备用于短距离（几百公里）运输，分为自行车辆（轮式和履带式）和牵引车辆（半拖车和拖车）。有些车辆上还装有起重转载、对接或装填等设备，组成运输转载车，运

输对接车或运输装填车。铁路运输设备用于数千公里的运输，包括专车用车厢、改装过的普通车厢或铁路平车和敞车。空中运输设备能在短时间内完成数千公里的运输。包括飞机、直升机和飞艇，要考虑由于飞行高度变化引起的气压变化以及起飞着陆引起的载荷。水路运输设备包括水面舰艇、船舶、潜艇和其他浮动设备。特点是运输中的过载很小，通常不专门考虑减震问题，但运输速度较慢。

【雷达】见“军事科技”中的“雷达”。

【登月雷达】航天器进行月球软着陆时向航天员或制导计算机提供高度和速度信息的雷达。

【激光雷达】利用激光测量飞行器的飞行轨迹的设备。通常工作在红外光谱、可见光谱和紫外光谱。它是 70 年代发展起来的，在航天方面主要用于测量火箭初始飞行阶段的弹道轨迹。由发射系统、接收系统，跟踪系统、数据处理、显示和传输记录系统等组成。发射系统向目标发射激光束，光束经目标上的角反射器反射，沿着与发射光束平行的方向返回测量站，由接收系统接收、检测和处理。测量激光信号往返的时间间隔，即可推算出目标与测量站的距离。优点是：（1）方向性好，波束窄，测角精度高；（2）采取专门的脉冲压缩技术，可把脉冲宽度压缩到几十纳秒（毫微秒）甚至皮秒（微微秒）量级，峰值功率可达几百兆瓦，从而大大提高测距精度；（3）激光雷达不受地面杂波干扰，没有多路径效应，故能在低仰角下工作。主要缺点是受大气的光传输效应影响（包括光速、折射率的变化和散射现象）会使其测量精度降低，因而不

能全天候工作，遇浓雾、雨、雪天气无法工作；由于波束窄，在大空域中捕获目标困难，须借助引导才能进入自动跟踪。

【空间交会雷达】用以引导航天器在空间轨道上交会和对接的雷达。

【脉冲多普勒雷达】应用多普勒效应并以频谱分离技术抑制各类背景杂波的脉冲雷达。机载脉冲多普勒雷达具有下视的功能，并能提高预警、空中格斗、对付低空突防目标和攻击地面目标的能力。它是截击机火力控制系统的重要组成部分。这种雷达除用于空中导航、机载火力控制、空中预警与指挥系统之外，还可用于导弹的主动式导引头和用于登月飞船中的着陆设备。它的基本原理：当机载雷达发射机以一特定频率发射高频能量脉冲时，在同一距离内接收的不同径向速度目标回波有不同的多普勒频移。机载脉冲多普勒雷达主要由天线、发射机、接收机、伺服系统、数字信号处理机、雷达数据处理机和数据总线等组成。通常采用相干体制，为了提高雷达在杂波谱中检测有用信号的能力，需要有极高的载频稳定性和频谱纯度，还要有极低的天线旁瓣和采用先进的数字信号处理技术。

【航天器返回技术】使航天器脱离原来的运行轨道进入地球大气层并在地面安全着陆的技术。返回型航天器在空间完成任务后，需将航天员、胶片、生物试样、月球或行星土壤样品等送回地面。返回是返回型航天器整个飞行任务的最后阶段，也是整个飞行任务成败的最终标志。航天器的返回是一个减速、下降的过程，即航天器耗散动能和位能的过程。航天器返回技术的实质就是对航天器所具有的最大能量——动能和位能的处理。航天器在轨道上的

运动是在有心力场的作用下基本上按天体力学规律的运动。改变运动速度可使航天器脱离原来的运行轨道转入另一条轨道。若速度的变化使航天器转入一条飞向地球并能进入大气层的轨道，便有可能实现返回。对于在近地轨道上运行的航天器，最简单的返回方法是利用地球高层稀薄大气的微弱阻力使航天器运行轨道自然降低，然后进入稠密大气层以实现返回，即所谓轨道衰减法返回或制动椭圆法返回。采用这种方法有一定的缺点，比如，很难预计着陆时间和位置，而且需要很长的制动时间。实际上航天器返回是应用变轨的原理，强制航天器脱离原来运行轨道再入地球大气层实现返回，即采用直接进入法返回。按照这种方法，航天器从外层空间返回地面须经历离轨、过渡、再入和着陆四个阶段。航天器返回按技术特点分为弹道式返回、半弹道式返回和滑翔式返回三类，返回技术是复杂的综合性技术，为使航天器安全返回和准时定点着陆，返回控制和制导、再入防热、回收和着陆是返回的关键技术。

【重返大气层】洲际导弹头部及航天器从外层空间以高速进入地球大气层，并安全地返回地面的过程。弹头或航天器以 20 倍音速进入大气层，与空气摩擦会产生高达 8000°C 以上的高温。因此重返大气层的关键是解决气动加热问题，其过程如下：首先让重返的飞行体脱离轨道并自然减速、或用减速火箭减速下降，同时控制其姿态，使它按预定的位置及姿态进入大气层，在进入大气层后可以采用热沉法或烧蚀法来降低结构温度；待下降到一定高度（10—20 公里）和速度（200 米/秒）时，自动或有控制地打开减速伞以减速下降；最后在高度 5 公里左右，速度约 10 米/秒时打开降落伞，并发出无线电信号，以便落地后寻找。可降落在地面、

水面，也可在空中由直升机回收。中国自 1975 年 11 月 26 日后多次成功地回收了人造卫星，是世界上第三个具有回收能力的国家。

【返回过程】太空飞行器完成返回地面，安全回收的全过程。返回过程是减速过程，从轨道上的高速度逐步减速到接近地面时的安全着陆速度。从理论上讲，返回可以用发射飞行方向相反的火箭，沿发射轨道逆方向使它减速。但是，单纯利用火箭的动力减速，需要相当大的动力装置和更多的推进剂，这势必成为运载火箭的有效载荷，大大增加它的起飞重量。这种方法既不经济，又不现实。飞行器再入大气层时的速度很高，作用在飞行器上的空气阻力很大。飞行器在空气阻力的作用下急剧减速，速度由刚进入大气层时的宇宙速度很快地降到 15 公里高度以下的亚音速，即每秒 200 米，最后再进一步采取减速措施，如用降落伞，使飞行器减速到安全着陆速度。这种方法只需用一个能量不大的制动火箭，作用很短的一段时间，使飞行器离开原来的运行轨道，转入朝向大气层的轨道。以后就不再使用火箭的动力来减速。这是工程上普遍使用的方法。弹道式再入飞行器的一种比较典型的返回过程可分为 11 个步骤：（1）调整飞行器姿态；（2）回收舱与设备舱分离并起旋；（3）制动火箭点火；（4）分离制动火箭并消旋；（5）调整回收舱姿态，使耐温面朝前；（6）利用空气阻力减速；（7）抛掉保护罩；（8）打开减速伞；（9）打开引导伞；（10）打开主伞；（11）着陆、回收信标工作、地面回收。

【制动火箭】运载火箭和航天器上的一种小型辅助火箭发动机，用来产生与飞行方向相反的推力。当制动火箭点火时，其推力产生制动效应，使飞行器前进的速度减缓或向相反方向运动。制动火

箭用于运载火箭的各级分离、航天器返回舱再入和进入其他星体时的轨道减速（如软着陆）和航天器变轨等。多使用固体推进剂，要求尽可能小的外形尺寸和重量，能在大加速度、真空、低温和强辐射条件下长期在宇宙空间可靠地工作。

【软着陆】通过减速使航天器在接触地球或其他星球表面瞬时的垂直速度降低到最小值（理想情况为零），从而实现安全着陆的技术。软着陆的目的是保证航天员安全和航天器上的仪器设备完好无损。实现软着陆的措施：（1）大气阻力减速；（2）阻力伞减速；（3）缓冲火箭或缓冲结构；（4）专门喷气发动机减速。人们已经实现了在地球、金星和火星等星球上的软着陆。

【硬着陆】航天器未经专门减速装置的减速，而以较大速度直接冲撞着陆的方式。由于着陆速度过大，航天器将完全或大部损坏。它是一种毁坏性的着陆方式，与一般航空器的“着陆”概念不同。原苏联的“月球”2号、5号、7号、8号探测器曾在月球上硬着陆；“金星”3号探测器曾在金星上硬着陆。

【回收】太空飞行器回收舱接近地球表面时，回收人员寻找、发现并获取它的过程。通常分为陆面回收、空中回收和海上回收三种。为了帮助地面人员及时准确发现目标，回收舱装有标位系统，常见的有：无线电信标机、闪光灯、发烟装置、升彩色气球等。地面回收人员则应预先到达回收区，布置好回收观测网并开动起一切仪器设备（如汽车、直升飞机、舰艇）。这样便可即时完成地面回收任务。回收可分为三种：（1）陆面回收，在陆地获取太空飞行器回收舱的一种回收方法；（2）空中回收，在空中获取太空飞

行器回收舱的一种回收方法。它可防止回收舱着陆时所受到的冲击，但在技术上比其他回收方法要难一些；（3）海上回收，太空飞行器返回地面时，回收舱溅落在海面上的一种回收方法。它的优点是回收舱与地球的相对速度允许稍大一些（与陆面回收相比），另外，由于视野开阔，便于发现与寻找。

航 天 试 验

【航天器试验】为验证航天器的性能、寿命和可靠性而进行的全面检测试验。试验对象为零件、部件、分系统和航天器整体。航天器整体试验分为地面试验和飞行试验。（1）地面试验：分为环境模拟试验、功能试验和协调试验。环境模拟试验是模拟在使用条件下航天器的功能和适应性。包括振动试验、冲击试验、声学试验、热真空试验、运输环境试验、地面调温试验等。载人航天器还应进行密闭生态系统试验、航天员舱外生命保障系统综合试验、救生系统试验、载人登月舱试验。功能试验是在模拟的环境下全面检测航天器各系统功能。一般与环境模拟试验结合进行。协调试验是在飞行试验前进行，以检查航天器与运载火箭、发射设施、测控跟踪系统之间协调性；（2）飞行试验：航天器正式应用前在真空飞行环境下进行的各种试验。考核航天器功能和实用性，判断是否符合设计要求和确定需要改进项目，借助各种遥测手段获得信息，为航天器的鉴定和发展提供数据。20 世纪 80 年代在航天

器环境试验领域中开展了一些技术研究：（1）费用有效的试验原则，为了节约研制经费，缩短研制周期，费用效果的分析方法日益受到重视；（2）计算机辅助试验技术，充分利用计算机处理分析功能，实时处理和计算分析试验过程的数据和结果，以较短时间得出最终试验结果；（3）仿真试验技术，将模拟计算机与数字计算机结合，采用航天器部分真实系统，在实验室内模拟航天器从准备发射到空间运行全过程的状态，用以进行航天系统协调检查、系统考核和人员训练。

【火箭振动特性试验】用模拟手段研究火箭动力特性的大型地面试验。试验对象主要是大型液体火箭。试验内容包括全箭的横向弯曲振动、扭转振动和纵向振动。通过这些试验可以获得火箭的动力特性参数，即固有特性参数和传递特性参数。固有特性参数包括固有频率、振型和等效阻尼等。在振动特性试验中，采用各种模拟方法，以保证试验的真实可靠性。即保持火箭的结构原形和真实的重量分布；使火箭的支撑模拟飞行的自由状态；设置产生低频的火箭振动源等。试件的结构应为实物原形，火箭内部仪器采用样机或配重，贮箱内推进剂一般用等比重的模拟液代替，试验在火箭振动试验塔内进行。火箭的固有振动特性参数，是全箭试验中各项试验的主要参数。试验结果分析方法有峰值法、相位法、向量法和谱分析法等多种。

【火箭飞行试验】在火箭实际飞行环境条件下进行的各种试验。在完成各种地面试验后进行，以检验和鉴定火箭是否符合技术指标。通常，小型火箭飞行试验分为研制性、设计定型、生产工艺定型、检验性飞行试验和战术使用性飞行试验。大型运载火箭飞行试验

分为研制性试验和鉴定性试验，耗资巨大，周期长，研制性试验和鉴定性试验通常结合进行。通过研制性飞行试验验证火箭设计方案和各分系统设计方案是否正确，火箭各系统对实际飞行环境条件是否适应，系统间是否协调，为修改设计提供依据。在研制性试验基础上进行鉴定性飞行试验，以鉴定火箭各项技术指标，最后确定火箭技术状态。试验发射首区一般多选在陆地，末区则根据试验射程要求选择在陆地或海域。

【真空试验】太空飞行器在地面经受高真空条件下的试验。目的是了解太空飞行器在 10^{-5} — 10^{-4} 托这样的高真空条件下，材料、元部件、仪器、设备所受到的影响。主要试验设备有：大型的可模拟宇宙空间中真空、太阳辐照、冷背景等环境条件的太空环境模拟器，以及大型的低真空度动力学试验容器等。

【力学环境试验】检查各种力学环境对太空飞行器结构以及各种仪器、设备、元部件的影响所进行的试验。由于太空飞行器在制造、试验、运输和发射过程中要受到很大振动；在运载火箭点火、分离时要受到巨大的冲击；在火箭发动机工作过程中要产生很大的加速度和噪声；在飞行器自旋时会受到离心力作用等，因此，模拟上述环境所做的力学环境试验就十分必要。在实验室常用跌落式或撞击式冲击台进行冲击模拟试验。振动台配以水平滑台可模拟三个方向的振动，振动分单频共振试验、正弦扫频试验和随机振动试验。单频共振试验用于强度考核。正弦扫频试验因简单、经济而被广泛用作随机振动的等效试验，常称“伪随机试验”。声振激振试验广泛应用于大型航天器，把航天器按发射状态的边界条件放在混响室内，用高声强的气动扬声器激励达到要求的声强和

声谱。还可以把整个力学环境试验组在一起应用。

【典型试验】检验航天飞行器及其系统的设备在运输、贮存、使用等各种环境条件下，其主要指标是否符合技术要求条件和标准的试验。试验项目根据被试对象确定，一般为强度、温度、低温、低气压、淋雨、霉菌、运输、离心、振动、冲击、飞行等试验。典型试验的条件是在同一批产品中任意抽取，试验结果代表该批产品质量。根据试验结果确定该批产品是否合格，必要时可进行复试。

【高（低）温试验】研究高（低）温环境对飞行器及其系统的设备工作性能影响的试验。可在高（低）温箱（室）内或现场环境中进行。试验时要求被试设备中心达到试验温度，并保持一定时间，而后对设备进行工作性能检验。

【温度冲击试验】研究飞行器及其系统的设备承受温度剧变能力的试验。飞行器的气动加热及在严寒地区室内外移动设备时，均可使飞行器及设备受到温度急剧变化的冲击。温度剧变可引起设备膨胀、收缩、冷凝、材料电裂等现象，它们均影响设备正常工作。

【湿热试验】研究湿热环境对飞行器及其系统的设备性能影响的试验。湿热环境可引起金属零件表面腐蚀、电器元件绝缘性能降低、非金属材料制成的零件变形及老化等。

【低温低气压试验】研究飞行器及其系统的设备在低温低气压条件下工作性能的试验。低温低气压可使动力装置性能显著下降，密

封件漏气、绝缘材料性能降低、非金属零件变形等。

【淋雨试验】研究飞行器及其系统的设备在降雨条件下工作性能的试验。雨水主要降低产品的绝缘性能、破坏电气设备正常工作、引起金属零件锈蚀等。试验是将被试飞行器或设备置于人工或自然降雨环境中，经规定时间后，检查飞行器或设备的透水情况与工作性能。

【盐雾试验】研究飞行器及其系统的设备在盐雾大气环境条件下工作性能的试验。盐雾大气环境可使设备的金属零件腐蚀、绝缘材料性能降低；盐雾沉积物可影响活动零件的运动，甚至造成卡滞。试验通常在盐雾试验室进行，也可在海上或沿海地区的盐雾环境中进行。

【霉菌试验】研究飞行器及其系统的设备在霉菌环境条件下工作性能的试验。霉菌通过新陈代谢消化有机物质，分泌出酶和有机酸，致使绝缘材料破坏、金属腐蚀、润滑油硬化等。试验通常在一定温度和湿度的专门试验室内进行。经霉菌较长时间作用后，检查工作性能及变质情况。

【沙尘试验】研究飞行器及其系统的设备在沙尘环境条件下工作能力的试验。沙尘进入飞行器及设备可使活动部件受阻或增大磨损，甚至动作失灵；造成电器接点接触不良或短路；使金属零件表面发生腐蚀等。试验在具有一定风速和含沙量的试验室中进行，有时也在自然环境中进行。

【密封试验】为保证密封舱、压力容器、贮箱及动力系统正常工作而进行的气密检查试验。试验时，试件内充入适当压力的空气，达到试验压力并保持一定时间，在规定时间内压力下降不得超过允许值。

【辐照试验】研究飞行器及其系统设备在辐射条件下工作可靠性的试验。核动力装置、核爆炸、空间宇宙射线等均可造成辐射环境。试验可在辐射现场或人工辐射室进行。现场试验是各种射线联合作用的综合试验；试验室试验可以是电子、质子、中子、 γ 射线、X射线、电磁脉冲等单一种类的辐射试验，也可以是综合辐照试验。

【振动试验】研究飞行器及其系统的设备（或部件）在振动环境条件下的强度、工作状态和可靠性的试验。按试验目的分为研究性试验和检验性试验。前者是验证动力响应理论分析的正确性，考核设计与生产工艺是否满足振动环境条件要求，并为改进产品设计提供依据；后者是批生产过程中检验工序，检验产品是否符合振动条件下的技术要求。按振动形式一般分正弦振动试验和随机振动试验。前者是使受试产品按正弦规律振动，并在规定的振动幅值范围内，以一定的变化速度改变振动频率的试验，试验中要测定受试产品的性能变化情况及临界频率。后者是使受试产品处于给定功率谱密度的随机振动状态下的试验，试验时测定受试产品的性能是否符合要求。

【声振试验】研究声振环境对飞行器及其系统的设备性能影响的试验。声振环境可用气动或电动扬声器在混响室或行波管中模拟。声

源采用在一定频域内的白噪声或现场记录的录音磁带。

【离心试验】研究飞行器及其系统的设备在恒定过载下的工作状态可靠性及结构强度的试验。恒定过载一般用离心机获得。

【冲击试验】飞行器在运输、发射、飞行过程中可能受到的冲击载荷类型繁多，试验室内难以完全模拟。通常选用一些规定的标准单脉冲波形，按适当的作用持续时间和过载幅值进行试验，常用的波形有半正弦波、方波、锯齿波等。试验在冲击试验台上进行。以便研究飞行器及其系统设备在瞬态载荷作用下应力波的产生和传递，以及瞬态载荷对受试产品的结构强度、工作状态和性能参数影响的试验。

【运输试验】运输试验分为现场运输试验和模拟运输试验，前者是按设备运输的典型情况，在真实条件下进行；后者在运输试验台上进行。由于模拟真实运输状态非常困难，一般均需进行现场运输试验。特点是振幅大、频率低、时间长，并且有随机性质。用于考核受试产品在运输条件下受振动和耐冲击的能力。

【流体敏感度试验】考核飞行器及其系统设备在液体推进剂、燃油、液压油、润滑油等污染的环境条件下的工作能力。对工作状态下可能受流体喷雾污染的设备，则应做喷雾试验；对可能受流体浸渍的设备，则应做浸渍试验。试验时要特别注意防火、防爆、防毒。

【电源输入试验】由于电压调制、频率调制、电压峰值改变、电源

瞬时中断、改用应急电气系统工作等原因，使电源参数超出标准值时，要求设备仍能正常工作。在电源参数偏离标准值时，检验设备性能是否符合技术指标试验。

【电压峰值脉冲传导试验】电源电压峰值脉冲能改变设备性能、烧毁晶体管或破坏绝缘。检验电气设备经受电压峰值脉冲效应能力的试验。

【电磁一致性试验】检验电气电子设备在电磁环境条件下工作性能的试验。包括：感应信号敏感性试验、射频敏感性试验、射频能量发射试验，感应信号敏感性试验是将电气电子设备及其连续线或电缆，放在正弦式尖脉冲的磁场和电场中，检验设备性能是否符合标准。射频敏感性试验又分传导射频敏感性试验和辐射射频敏感性试验。前者指以一定射频的调幅波信号加到设备的电源导线和设备的连接线上，当不断改变信号频率时，检查设备性能是否符合标准；后者指将射频调幅信号通过磁性探测器向被测设备辐射能量，以确定当探测器位于设备最大敏感点时，设备性能是否符合标准。射频能量发射试验是检验电气电子设备本身发射的最大寄生射频能量，是否使设备的电源线及连接线上的传导或辐射干扰电压超过规定标准。辐射干扰包括振荡器辐射及其他寄生辐射和宽带干扰等。

【结构强度试验】研究飞行器结构在受载情况下的强度、刚度和稳定性是否满足设计和使用要求的试验。包括静力、动力、热强度、疲劳等试验。

【静力试验】研究飞行器结构在静载荷作用下的强度特性试验。按所施加的载荷的大小分为：弹性极限内的静力试验——试验时所施加的载荷不会使结构产生永久变形；破坏试验——确定总体破坏时结构所能承受的最大载荷。

【动力试验】研究结构的固有频率、固有振型、阻尼和广义质量等动力特性，以及自激振动的临界条件和结构参数对临界条件的影响的试验。分地面振动试验与飞行颤振试验。地面振动试验测出受试产品结构的固有频率、固有振型、阻尼、广义质量等动力特性。为动力响应分析、颤振分析、控制系统动态分析等提供原始数据，或用于验证理论计算结果。试验的基本方法是在结构上施加正弦变化的激振力，或使结构的支撑装置产生正弦振动，从而使结构产生强迫振动，通过对振动的测量得到结构的动力特性。飞行颤振试验是飞行器在飞行中做共振试验或衰减振动试验。通过试验可求出结构阻尼和气动力阻尼随飞行速度变化的规律，从而确定振动阻尼为零时的飞行速度（颤振临界速度）。

【水压试验】研究压力容器或管路静力强度试验。向压力容器或管路充水，并逐渐增大水的压力。在水压作用下，研究容器或管路的应力与变形分布，同时，确定它们承受静载荷的能力。为检验压力容器或管路的承载能力（破坏压力），在水压试验的容器或管路中，使水压逐渐增加，直至破裂，俗称“爆破试验”。

【单元测试】对飞行器各分系统、仪器、组件等的主要性能参数单独（不与其他装置接通）进行的测试和调整。

测控与导航

【航天器控制系统】控制航天器轨道和姿态的整套设备。

【航天器姿态控制】使航天器具有预定的姿态和指向所采用的方法与实施过程。航天器在轨道运行时,为了完成它所承担的任务,必须具有一定的姿态。对地观测卫星的照相机或者其他遥感器要对准地面。通讯卫星和广播卫星的天线要对准地球上的服务区。航天器上的能源装置——太阳电池翼要对准太阳。航天器作机动变轨时其变轨发动机要对准所需推力方向。航天器从空间返回大气层时其制动防热面须对准迎面气流方向。对姿态控制,按使用的控制力矩的性质不同可分为:陀螺法、喷射法、重力法、磁力法、光压法及混合法等;按飞行器是否旋转可分为:自旋姿态稳定法和三轴姿态稳定法两种。飞行器姿控系统包括姿态敏感测量、控制器和执行机构三个基本部分。姿态控制的原理及其简要过程是:姿态敏感器检测出飞行器姿态偏离量,并把偏离信号送入控制器,控制器发出指令给执行机构,执行机构动作,产生出一个合适的恢复力矩,刚好抵消干扰力矩,使飞行器回到所要求的姿态。航天器的发展趋势越来越大,特别是象太阳电池翼等附件,而结构重量要求尽可能小。这样,挠性问题就变得突出了,因此姿态控制必须考虑非刚体的问题。某些特殊部件(如航天器上的大型天线反射面)不但要求控制其姿态而且要求控制其形状。

【航天器轨道控制】对航天器质心施以外力，以改变其运动轨迹的技术。实现航天器轨道控制装置的组合称为航天器轨道控制系统。航天器轨道一般由主动飞行段和自由飞行段组成。主动飞行段是航天器变轨发动机点火段，变轨发动机熄火后是自由飞行段。航天器在脱离运载火箭后便进入自由飞行段。要改变它的轨道，就要插入主动飞行段。随着各种应用卫星的发展，对轨道控制精度要求日趋严格。提高应用卫星轨道控制自主性是现代技术发展的另一个动向，因为提高自主性可以减少地面测控站负担，对于军用卫星还能提高保密性和抗干扰能力。对星际航行，自主导航和控制可缩短变轨控制的响应时间。航天器轨道控制的功用：（1）导航，可确定轨道；（2）导引，根据航天器现有位置和速度、航天器飞行目标以及受控运动限制条件，确定航天器在推力作用下继续飞行的规律；（3）控制，把航天器本体坐标系稳定在所要求的基准坐标系附近。

【自主式飞行控制系统】安装在飞行器上，无需地面提供信息就能按照预定程序自动控制飞行器飞行的一整套设备总称。基本设备有：测量被调运动参数与程序值之差的敏感元件、变换所获得信息并产生操纵指令的解算仪器、作用于飞行器操纵机构以保证飞行器按给定程序飞行的执行装置。主要优点是抗干扰能力强。自主式飞行控制系统大都采用惯性系统或多普勒系统。

【航天器无线电综合系统】供航天器进行无线电联络的一整套设施的总称。保持飞行器和地面间的联系，它包括遥测、遥控、跟踪测轨、数据传输、通信电视等系统。随着空间技术和电子技术的

发展,飞行器的无线电系统逐步向综合系统发展,早在 20 世纪 60 年代初,国外就采用飞行器合用发射机、接收机及天线,使射频通道的利用率大大提高、减少了星上设备,也就相应地减少了星上电子系统所占体积、重量、功耗以及系统间的相互干扰;同时也减少了地面设备以及维护操作人员。美国研制的 S 波段统一系统是一种具有代表性的综合系统,它把所有地面与航天器之间的无线电信息系统综合到一起,这种很强的综合性优点是节省地面设备的数量,大大减少了维护人员。其缺点是技术复杂,设备庞大。目前大部分飞行器仍采用分散的或综合性不强的地面系统。

【航天器无线电遥测技术】对相隔一定距离的对象的参量进行检测并把测得结果传送到接收地点的技术。完成遥测任务的整套设备称遥测系统。通过遥测可实时监视飞行器及其内部主要设备工作状态和性能,及时了解航天员生理状况等。基本原理:遥测系统可分为飞行器遥测设备(系统)和地面遥测设备(系统),前者主要由传感器、多路组合调制器、发射机和天线组成,后者主要由接收机和天线、分路解调器等组成。传感器感受被测参数并转换成电信号。各传感器的输出信号(及其他需经遥测系统传送的信号)同时送入多路组合调制器,各路信号按一定体制组合起来,互不干扰地通过同一个无线电信道传送出去。多路组合调制器输出的信号调制发射机载波,通过天线发射出去。接收端天线接收信号后送入接收机。接收机把组合信号解调出来,再经分路解调器恢复各路原始信息,加以记录、处理和显示。特点:(1)遥测站一般都采用高增益的大型自动跟踪天线;(2)飞行器上遥测设备体积小、重量轻、功耗小、可靠性高、能在恶劣环境下正常工作;(3)遥测系统应能灵活使用、实时处理数据。随着计算机和微电

子技术的发展而出现新的遥测技术，即自适应遥测，主要包含可变桥式和数据压缩技术。

【航天器无线电遥控技术】借助无线电技术设备控制远距离对象的一门技术。在军事上广泛用于控制导弹、靶机和坦克等。无线电遥控的优点是：能将受控对象导向活动目标，系统结构较简单，而且最复杂的部分（计算装置等）通常置于控制站。缺点是：离控制站的距离越远，导引精度就越低，而且从原理上讲会受到无线电电子压制，但这些缺点可以克服，如在导弹弹道初始段用自主式制导系统，在中段用无线电遥控，而在末段用自导。

【航天器无线电通信技术】在两地或数地之间用无线电台发射和接收电磁波实施的一种电气通信技术。用于发射和接收电话、电报和传真信息，以及自动控制系统中传递数据。无线电通信采用超长波、长波、中波、短波和超短波。超长波的长波要求很大的发射功率和复杂的天线桅杆设备。中波受电离层骚扰的影响较轻微，适于北纬地区。在国民经济和军事上应用最广泛的是短波无线电通信。但其传递信息的容量有限，抗干扰能力较低。超短波的优点是：抗干扰能力强、信息容量较大和工作波多，但其通信距离受天线视距的限制。

【导航】为了完成飞行任务而对飞行器的飞行所采用的各种引导技术。导航与制导有所不同，实行导航时要确定飞行器的位置，并且航迹是事先确定的，实行制导时不同的导引规律有不同的航迹。

【自主式无线电导航系统】能够确定飞行器、舰艇或某种运动装置

本身的速度和坐标、而不需在目标上使用测量其坐标的人工无线电波源（主动式或被动式）的系统。该系统包括：飞行器的多普勒速度和偏流测定器、测地表雷达、无线电高度表、绕过和飞越障碍物雷达、极值无线电导航装置和无线电六分仪。

【导航综合系统】相互联系的各种机上（舰上、弹上、星上）导航仪器的总称。其接收设备接收来自能同时自动完成一系列计算的导航系统的信号，以保证飞机（舰船）安全驾驶或有效地使用武器。自动化导航综合系统包括：信息测量仪器、计算装置、程序装置、修正设备、控制机构、指示装置、传送装置和监测装置。

【惯性导航系统】利用物体的惯性测定物体运动参数和坐标所使用的各种技术装置组成的系统。与其他导航系统的区别在于：它是自主式的，不需要外部方位标志或外来信号。它测量运动物体的加速度并根据该加速度推算物体的速度、经过的路程和坐标、以及测定为稳定物体并自动控制其运动所需的参数。惯性导航系统安装在运动物体上，它包括：测量物体加速度的加速度计；根据加速度确定物体运动参数及其座标的积分器；测定物体的转动角和倾斜角；用以稳定物体并控制其运动的陀螺装置；时间信号产生组合；确定惯性变化方向和对加速度进行积分所需的初始信息（起始点坐标、物体的速度）输入组合。优点：工作独立自主，绝对抗干扰，使用广泛，导航全过程可以完全自动化。其缺点是：运动参数计算值的误差逐渐累加，如不定期校准，惯性导航系统的允许使用的持续时间将受到限制。

空间遥感技术

【空间遥感技术】又称航天遥感。从空中收集地物目标的电磁辐射信息，判认地球环境和资源的一门技术。遥感系统由遥感器、遥感平台、信息传输设备、接收装置以及图像处理设备等组成。遥感器装在遥感平台上，它可以是照相机、多光谱扫描仪、微波辐射计等。信息传输设备是航天器和地面间传递信息的工具。图像处理设备对地面接收到的遥感图像信息进行处理以获取反映地物性质和状态的信息。遥感系统的机理是遥感信息的发射（散射）、传输、衰变（或增强）、处理、分析，直至人类感知接收的全过程。包括遥感信息源的物理性质、运动状态和环境背景、电磁波谱特性和大气传输窗口、遥感仪器的分辨率和信噪比，图像处理的增强和有效信息的提取能力以及人类视觉生理和专业知知识，都对遥感信息的开发和利用产生直接的或间接的、增强或减弱的影响。对这些过程进行定性、定量及其空间频谱的分析研究，具有重要的理论意义。现代遥感技术的发展趋势是由紫外谱段逐渐向 X 射线和 γ 射线扩展。从单一的电磁波扩展到声波、引力波、地震波等多种波的综合。

【可见光遥感技术】利用人类眼睛可见的谱段（波长 0.4—0.7 微米）的遥感技术的统称。一般采用遥感胶片或光电探测器作为感测元件，以摄影方式为主体。利用前后或左右重叠的立体摄影像对，通过立体量测与制图仪，可以获取地面高度数据和高精度的

空间定位数据，满足地形图测绘的要求。可见光遥感技术应用广泛，特别是航空摄影积累了宝贵的历史资料，覆盖面积约达陆地面积的 70%，对环境动态变化的对比分析，具有重要价值。

【红外遥感技术】通过红外敏感元件，探测物体的红外辐射能量，显示目标的辐射温度或热场图像的遥感技术。主要仪器有单通道红外辐射计、红外热像仪、多通道红外扫描仪等。中、远红外遥感具有昼夜工作的能力，对于夜间侦察、叶绿素含量与生物量估算，水体热污染、地热与地下水勘探，具有特别重要的意义。

【微波遥感技术】利用波长 1—1000 毫米电磁波的遥感技术。通过接收地面物体发射的微波辐射能量，或接收遥感仪器本身发出的电磁波束的回波信号，对物体进行探测、鉴别。微波遥感的特点是对云层、地表植被、松散沙层和干燥冰雪具有一定的穿透能力，又能夜以继日的全天候工作，不仅在热带雨林、两极冰盖和干旱沙漠地区，发挥了无可代替的作用，而且在海洋探测方面也占重要地位。

【卫星遥感技术】以人造地球卫星作为遥感平台的各种遥感技术，是太空遥感的组成部分。主要是利用卫星对地球和低层大气进行光学和电子观测。

【空间遥感仪器】装在太空飞行器上用来接收目标辐射或反射电磁波的一种仪器。按工作的波长可分为 γ 射线和 X 射线遥感器、紫外遥感器、可见光遥感器、红外遥感器、微波遥感器和多谱段遥感器等多种。每种遥感器又有若干种，如可见光遥感器有：画幅

式相机、全景相机、电视摄像机、CCD 相机等；红外遥感器有：红外扫描仪、红外辐射计、红外相机、红外望远镜等；微波遥感器有：合成孔径雷达、微波辐射计、微波散射计等；多谱段遥感器有：多谱段扫描仪、多谱段辐射计、多谱段相机和多谱段电视摄像机等。不同谱段的遥感器各具有完全不同的构造和不同感知目标特征的方法。

【遥感图像处理】对遥感器获得的图像信息进行加工处理的技术。主要目的：（1）消除各种辐射畸变和几何畸变，使经过处理后的图像能更真实代表原景物；（2）利用增强技术突出景物某些特征；（3）进一步分析、理解和识别处理后的图像，提取可用性更高的信息。图像处理方法：（1）模拟处理，把图像信息转换成电信号，然后进行图像化处理；（2）数字处理，对遥感图像信息作数字离散化后，利用数字计算机进行处理。多谱段遥感信息处理过程：（1）数据管理；（2）预处理，利用处理设备对遥感图像几何形状和位置误差、图像辐射强度信息误差等系统误差进行几何校正和辐射校正；（3）精处理；（4）信息提取；（5）信息综合，将地面实况调查与不同高度、不同谱段遥感获得的信息综合编辑，并绘制成各种专题图。

航 天 医 学

【航天医学】又称宇宙医学或太空医学。主要研究航天活动对人体的影响，寻找有效的防护措施，保证航天员的健康与安全，提高完成各种飞行任务的效率以及为航天工程技术发展提供医学数据

的一个综合性的医学分支。从 20 世纪 40 年代末至 50 年代末,在航空医学的基础上发展了航天医学。首先是发射了许多生物火箭和生物卫星,着重研究人上天的可能性。60 年代,航天工程技术和航天医学保证了航天员的航天安全,证明人可以在太空生活并能有效地工作。70 年代,出现了航天站,航天医学开始研究较长时间航天对人体的影响,并进行一些新的生物医学空间实验研究。80 年代问世了航天飞机,进一步促进了航天医学的发展。主要研究内容有:(1) 从医学角度选拔和训练航天员,保证载人宇航中人的生命安全、生活条件和工作能力;(2) 利用宇航的特殊环境进行生物医学和生命科学的研究;(3) 研究生理学,医学和环境参数的测试、显示、记录和处理;(4) 从医学观点对航天工程提出要求。发展方向是:研究长期的航天活动对人体生理、心理功能的影响及其机理。

【航天心理学】研究航天环境、人员飞行能力与心理品质之间关系的心理学分支学科。其任务主要有:(1) 从心理学角度选拔和训练航天员;(2) 从心理学角度对航天工程提出要求;(3) 研究人——航天环境系统的整体设计,评定对人的心理影响,以及充分发挥人的主体因素作用;(4) 识别影响航天员的社会因素;(5) 研究航天中可能出现的异常行为状态、产生的原因和防止措施。航天员的心理品质包括感知觉判断、注意力分配与转移、反应速度、手足动作协调性、记忆力、模仿力和情绪等方面的因素。一个优秀的航天员、不仅要有娴熟的驾驶技术,还必须有丰富的科学知识,具有很好的理解力、记忆力和模仿力,还应保持稳定的情绪。从心理学观点对航天工程的要求主要是:座舱飞行显示系统和操纵系统如何适应人的心理状态。比如,仪表位置的合理设置;采

用清晰的刻度线；舒适的信号亮度；易辨的指针形状和颜色等。

【空间运动病】又称航天综合症。载人太空飞行中，宇航员可能发生的一种类似地球上“晕机”、“晕船”的病症。它的症状和地球上的运动病非常相似，有头晕、目眩、胃部不适、恶心呕吐、有时也可能伴有漂浮感、头倒位和倾斜等错觉。航天员经5—7天的飞行便可逐渐适应，症状消失，但仍可能复发。航天运动病的发病率约占航天员的1/3。原苏联“东方”号飞船，美国“阿波罗”号飞船和“天空实验室”等航天器的部分航天员，在航天飞行中都程度不同地出现过航天运动病的症状。其病因与人的前庭器官有关。失重可能是引起空间运动病的主要原因。它的预防治疗首先是选拔前庭功能稳定的人作宇航员，以期太空飞行时不发病。其次对宇航员的前庭器官加强稳定性训练。第三是在特殊改装的飞机上作失重体验。药物预防主要是服用抗运动病药物，有抗组织胺药、抗胆碱药等。由于各类药物单独应用时不能得到预期效果，所以一般都是各类药物复合应用。

【减压病】机体暴露于高空低压区，或从高压环境迅速减压到常压环境所引起的一组生理效应。常表现为关节和四肢疼痛，皮肤发痒、视觉模糊、头晕、头痛、恶心呕吐甚至休克等。关节和四肢疼痛又称屈肢病，是减压病最典型的一种症状。通常发生于靠近肢关节处。起初轻度不舒适、皮肤发痒、刺痛和蚁行感，随后发展到剧痛，肢体呈屈曲状。视觉模糊是由眼内出现气泡引起的，视力减退，通常与头痛相伴。预防减压病，一是限制周围压力降低，对身体加压（如用密封座舱、保持舱内气压，以及用加压服进行全身加压等）；二是减少氮在体内的溶解，即预先进行吸氧排

氮。高空减压病的初期治疗是尽快回到地面。

【屈肢病】减压病最常见、最典型的症状。通常发生于靠近肢体关节处，出现关节痛和肢体痛。起初是轻度不适，并难以定住，随后发展到严重的剧痛。如不采取矫正措施，最终可出现虚脱。常见的发病部位，按其发病频率的顺序是：膝、肩、肘、腕或手、踝或足。髌部则罕见。

【氧中毒】宇航员在太空飞行中，因供氧不合理而造成的对宇航员的危害。有两种情况：（1）氧浓度太小而造成的宇航员缺氧；（2）氧浓度太高而超过人体习服的氧分压（152 毫米汞柱）水平。中毒后主要表现为呼吸系统、循环系统和血液出现异常现象。预防措施：严格控制呼吸气体中的氧成分和氧分压，即采用氧—氮混合气。

【空间近视】又称虚视场，是睫状肌收缩引起屈光力增强，从而导致正视眼的暂时近视现象。一个影像在视网膜上形成时，调节机制总是企图把这个形象调节得尽可能清晰。但在无法定位的空间环境（黑暗、云雾、无云晴空）下，在视野中没有任何细小目标足以刺激调节机制，出现非自主调节增强现象，睫状肌收缩，从而引起晶状体变凸，屈光力增强，使在看远处时带有 0.50—2.50 屈光度的调节，以致正视眼就暂时变成了近视，使远视力明显减退，这种现象即称为“空间近视”。

【加压舱】保障舱内压力满足飞行员和航天设备要求的设施。飞机在高空飞行时，需要不断地将舱外空气压缩到舱内，使舱内压力

保持高于舱外压力的一定水平上。舱内压力随着飞行高度作出调整，以满足飞行员和设备的要求，太空飞行器的加压舱是在飞机加压舱的基础上发展起来的。

【太空食品】供航天员在太空条件下进食的各种食品。载人航天表明，失重不影响人的咀嚼和吞咽能力。特殊的太空飞行条件（主要是失重环境）会影响宇航员进食。粉末状食物失重时会漂浮在空中飞入鼻腔，及仪表中。因此航天员食品的加工和进食方法，都具有特殊性。食物可以加工成食用方便、无碎块的小块食品，牙膏式半固体食品，冷冻干燥升华食品，各种罐头等。其次还要求食品具有营养丰富、体积小、重量轻等特点，而且食品的形状和风味要符合成年人的饮食习惯。随着载人航天生命保障技术的不断发展，食品冷藏和加热装置的配备，太空食品的类型和品种不断增加，并正在向接近地面膳食的方向发展。

【太空服】又称宇航服。保障宇航员太空飞行时舱内应急和舱外活动时生命安全的一种特殊的个人防护装备。它能防护空间各种环境因素（低压、缺氧等）对人体的危害。在太空环境里，人体血液中含的氧气会变成气体，使体积膨胀。如人不穿加压密封的宇航服，则会因体内外压差悬殊而发生生命危险。宇航服具有液冷降温结构，可供宇航员出舱活动或登月考察。基本要求是：（1）穿脱方便；（2）太空服应配有背包式生命保证系统，使其成为一个与外界隔绝的保证生存的密闭小环境，保证宇航员正常活动；（3）应急弹射离舱时，应能防止高空低温的危害，降落到水上时，可在水上漂浮，抗浸防寒。太空服通常由五层结构构成：外罩由耐高温抗摩擦的材料构成；第二层是隔热层；第三层是限制层；第

四层是加压层；第五层是散温层。太空服除服装外，还有与之相配套的头盔、靴子、手套等。宇航员出舱外活动，必须穿太空服，太空服与便携式生命保障系统构成闭路循环系统，维持规定的气体环境。全套宇航服在地面重达 30—40 公斤，但在太空中因处于失重状态，宇航员穿着没有笨重感觉。

【水再生】载人太空飞船中废水经过处理，生成符合卫生标准的纯净水的技术。方法是：（1）电渗透法，主要用一个由许多对阴阳离子渗透膜交错组成的渗透堆，带有电极的渗透膜两边加有一定电压，从循环废水中净除电解质；（2）电解燃料电池取水法，把离子交换电解电池和离子交换膜电池组合应用，尿及其他废液经过电解产生氢和氧，氧在燃料电池中与氢反应生成水；（3）蒸气压缩法，将尿等废液经过蒸发压缩冷凝成水；（4）空气蒸发冷凝法。

【航天员救生】应急情况下使航天员在航天飞行中迅速脱离航天器，及时撤往另一航天器或返回地面，并在地面进行自救或求救的过程。根据不同阶段分为主动飞行段救生、轨道运行段救生、返回着陆段救生以及地面防护与营救。（1）主动飞行段救生：从运载火箭竖立在发射台上到载人飞船进入轨道之前这一阶段，故障主要发行在运载火箭上，如推力不足、提前熄火、爆炸、控制系统失灵和级间未分离等；（2）轨道飞行段救生：飞船在轨道运行段安全主要靠飞船的各种设备的可靠性和主要系统设备采用备份来保证。一般认为，航天飞机在轨道飞行中出现故障不能返回时，须发射另一航天飞机前去营救，利用个人营救装置和载人机动装置，把遇难人员救回；航天站轨道舱发生故障，已备有的指挥舱

和服务舱可用来营救轨道舱人员安全返回，指挥舱和服务舱丧失返回能力或轨道舱人员无法入舱时，必须发射营救飞船或航天飞机进行空间营救或修理；（3）返回着陆段救生：飞船从轨道上返回到着陆整个过程中的安全；（4）地面防护与营救：为营救返回的航天员，在制定飞行程序时预先设置若干预定着陆区和故障着陆区。

【载人太空飞行】又称载人宇航或载人航天。宇航员在太空飞行器（载人太空飞船、太空渡船、太空站等）上所进行的太空飞行活动。飞行期间，宇航员可对太空飞行器运行状态进行监视和直接控制。

【航天员医务监督】确保航天员在太空飞行中身体健康，具有良好工作能力，并保证飞行安全的监督。现代医务监督除保证航天员飞行安全外还着眼于长期空间环境因素对航天员身体及其工作能力影响，系统了解人体各系统反应特点、规律和原因。方法上逐步采用自动化综合判断，并逐步采用多种生理和生化监督指标进行综合评定。医务监督包括：（1）训练期间医务监督，目的是确保航天员身体健康，提高工作效能和训练效果；（2）航天前准备阶段医务监督，如座舱卫生检查和防疫消毒；（3）航天中医务监督，通过航天器遥测系统、电视和通话对航天员进行实时医务监督；（4）航天后医务监督，航天员返回地面后对航天员进行医学处理和护送，并作详细的专科医学检查。航天员医务监督正向自动化方向发展，在航天器上设置各种微处理机和生理生化仪器，进行自动分析测量、逻辑判断、显示和记录，并实时将诊断结果发回地面控制中心，供医务监督人员分析判断。

【舱外活动】宇航员为完成特定的任务,要在飞行器外面进行观测、操作、安装或维修设备等的活动。在舱外工作时,宇航员必须穿戴特制的服装,以确保生命安全和顺利完成工作任务。

【噪声生理效应】噪声所引起的人体生理反应。噪声是航空航天环境因素之一,对人体造成一定生理影响。影响程度与噪声的声级、频谱和作用时间以及个体灵敏性等因素有关。(1) 飞机噪声:主要噪声源是飞机发动机噪声和飞机附面层空气湍流造成的空气动力噪声;(2) 航天器噪声:发动机系统噪声主要是宽频的,低频部分声压较高;航天器通过稠密大气层边缘气涡造成的空气动力噪声。60 分贝以下噪声除干扰作用外,一般不伤害人体,更强的噪声则对人体产生一定的伤害作用。噪声可使听力受到暂时的或较长时间破坏,终至永久性损失。喷气飞机飞行员每次飞行后出现轻微的暂时听力损失。通信耳罩和密闭保护头盔是飞行员良好的噪声防护装置。

【密封舱】舱内环境满足航天员正常工作和生活的航天器载人舱。航天器在高真空环境中飞行,外界空气稀薄,依靠压缩外界空气入舱来提高舱压,显然是无法实现的。密封舱是航天器的载人舱,且装有各种设备和科学仪器,为了保证乘员维持正常的工作生活,免遭低压缺氧的危害,必须将乘员座舱与外界隔绝,造成一个密封的座舱环境。密封舱通常是截锥形、球形或其他形状,表面涂以特种防热层。它是航天器需要回收的舱,舱内设有乘员的生命保证系统、以维持乘员所需的适宜大气压力,温湿度,供给氧气和排除二氧化碳等,从而创造安全的工作和生活环境。

【空间免疫学】研究人在太空环境中出现的保护性免疫反应及其损伤的标准和预防的学科。它研究的主要方面是：（1）研究地面模拟和实际太空环境中所引起的免疫感受系统变化机制和功能损伤；（2）研究太空环境中机体免疫损伤的标准和预防；（3）研究太空环境中机体免疫反应的评估方法。

【空间工效学】研究宇航员、飞船系统及其工作环境相互关系的工作效率的学科。其内容有：人在宇航特殊环境中工作能力和特点（尤以失重条件下人的工作能力）；如何训练宇航员具有较好的宇航工作能力和熟练的活动技能；飞船设计中的人—机功能的匹配、人和自动化相结合，以及飞船显示控制方法等。最终目的是将人—机—环境有机地配合，形成一个完善的最佳的人—机—环境系统，最优地发挥人在宇航中的工作效率。

【空间生物医学遥测】通过遥控技术将飞船中宇航员的主要生理信息转换成电信号，经综合处理输入地面，使医务监护人员定时地观察分析，判断宇航员健康状况。主要的生理指标：测定生物电位的心电、脑电等，可用不同形状的电极将电信息引导出来，经放大送入多路调节器；非电量的呼吸、体温、脉搏、心音等不产生电信号，则需用相应的传感器变换成具有一定电平的电信号输出。生理信息一般都极为微弱，易受人体和外界干扰，需要有抗干扰性能良好的前置放大器与遥测通道相匹配，而与人体接触的电极传感器，也应具有小型化，长期使用不刺激皮肤，耗电小，抗干扰能力强等特点。

【空间医学工程地面模拟设备】在地面控制条件下，模拟宇航太空

环境和作业内容，供空间医学工程及其他课题的研究、试验，以及宇航员选拔训练等用的设备。主要有：（1）模拟重力环境的人体离心机、冲击塔、弹射塔、秋千、转椅等；（2）模拟大气环境的低压舱、太空舱、快速减压舱等；（3）模拟引力改变条件的失重实验飞机、浸水水槽等；（4）模拟辐射环境的电离辐射模拟器等；（5）模拟宇航活动并有电子计算机程序控制的各种飞行模拟器等。

【飞行疲劳】宇航员在太空飞行中所出现的疲劳现象。重复和大负荷的智力与体力劳动能造成人在精神上或体力上的效率下降和功能失调。这是宇宙航行中必须解决的重大问题之一。疲劳会使人的判断或警戒能力受到损害，决策速度明显减慢，而且代谢上亦有各种不同的改变。通过灵敏的仪器（如电脑仪等）测出，宇航员在飞行 30 分钟后，熟练水平便开始下降，即出现了疲劳症状。疲劳的症状：（1）冷漠和迟钝随着飞行时间的延长而逐渐增加，完成工作的质量下降；（2）理解能力下降，外周视力监视仪表的注意力越来越弱，甚至可能引起故障反应和分离现象。解决措施有：改变仪表盘的颜色、大小和形状，在显要的位置突出最有用的指示器。严格控制照明、使整个座舱的布局、颜色等尽量使人感到舒适、愉快，合理安排工作程序和作息时间等。

【航天员废物处理系统】收集、贮存和处理航天员排出的粪便、尿液和个人卫生废物的设备。在失重状态下收集废物需要利用机械力。集尿装置类似于家用吸尘器。短期飞行时可以贮存或抛出舱外。长期飞行时将尿回收、处理，使水再生，可供使用。粪便处理与尿处理基本相同，早期载人航天中，航天员便入塑料袋内，将

其密封，供返回地面分析用。长期飞行的粪便处理采用真空干燥技术，简便有效。冷冻干燥处理能有效地抑制细菌繁殖，长期贮存安全无害。

【航天员供水和水处理系统】收集、净化废水并根据航天员的需要供应饮用水和生活用水的设备。人体除呼吸、出汗和皮肤蒸发排出水分外，每人每天排尿量为 1000—1600 毫升，耗水量约 2.5 公斤以上。为保证人体的代谢需要，失去的水分必须从食物和饮水中得到补充。如果再加上洗漱用水，每人每天消耗的水量还更大一些。这些饮水和用水完全靠航天器自身携带是无法承受的负担。短期飞行的载人航天器采用贮水容器，从地面携带清洁水。采用燃料电池作为一次能源的航天器主要依靠燃料电池产生的水，并收集和贮存来自温度控制系统的冷凝水，然后经过净化和消毒，作为饮用、洗漱和水蒸发器的水源。长期飞行和多乘员的航天器必须装备复杂的废水处理系统，将尿和洗漱水等废水回收、处理，使废水再生。

【宇宙辐射生理效应】空间（宇宙）粒子辐射引起的人体生理反应。空间粒子辐射是空间飞行环境的重要环境因素之一，会引起人体许多生理反应，甚至造成损伤。粒子辐射作用于人体时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。损害程度较轻时因机体有代偿能力而不致引发病症，严重时则引起辐射病。分为：（1）急性损伤，人体在短时间内受到大剂量辐射造成的，先是出现疲乏、虚弱、恶心呕吐、头痛、白血球减少等初期症状，通常延续 3—5 天，随后有几天症状减轻或消失的间隙期，呈现好转的假象。一周左右病

情又迅速恶化而进入发作期，主要症状有：白血球、血小板剧烈减少、明显贫血、腹泻、便血、粘膜渗血和出血等，持续 2—4 周，有的经治疗恢复，严重的可能死亡；（2）慢性损伤，长期受到辐射的人，会因辐射剂量的累积而发生慢性辐射病，其主要症状是白血球减少、不孕、疲乏无力和虚弱等。慢性辐射经治疗和脱离辐射环境后均可恢复。载人航天活动中，人体接受的辐射剂量与载人航天器的轨道高度、飞行时间和舱壁屏蔽程度有关。轨道高、时间长接受的剂量就多，而尤以轨道高度作用更大。航天器的舱壁和航天服对空间粒子辐射有一定的屏蔽作用。其他的防护措施是：服用预防辐射病的药物，如胱氨酸等，长期服用增强体质的药物，如人参、维生素、组氨酸等。

宇宙开发

【空间医学工程】空间医学和宇航工程学互相渗透、彼此融合的结果，也是空间医学家和宇航工程学家长期合作而产生的一门新兴综合性学科。研究内容：（1）研究宇航中为保证人的生命活动和工作能力，根据医学生理学要求（或人体工程数据）而进行的工程实施；（2）研究空间生命科学基本原理；（3）研究宇航中人—机—环境的运动规律；（4）研究生物原型及其工程复现和应用，以减轻宇航员负担。它以系统论为理论基础，用系统工程方法解决太空飞船中人—机—环境系统中各要素之间关系，实行最佳功能

分配，使整个系统处于最佳功能状态。

【太空医院】利用太空特殊环境条件为太空居民和地球居民中某些疑难病患者在太空中所开设的医院。太空医院除进行医疗外，还进行太空医学研究。

【宇宙工厂】在太空建立的生产地球上通常不能完成的那些产品的工厂。它的生产类型主要有：（1）利用太空独特的失重和高真空环境生产地球上急需又不能合格完成的产品，如优质大型单晶体、高强度晶体及其复合材料、泡沫金属、高级光学玻璃、高纯度药物与微生物制品等；（2）开发月球、小行星及其他行星的资源、并在太空冶炼，加工成原材料；（3）建造太阳能电站、太空住宅、太空实验室等大型结构设施；（4）利用高温、超低温、强辐射环境生产地球上难于生产的产品。

【太空疗养院】利用太空无细菌、无污染、无噪声、失重以及可欣赏整个地球景象与宇宙风光等特殊条件，为太空居民与地球居民在太空中开设的疗养院。院内设有各种设备齐全的、结合太空特点的医疗保健、生活福利、文体娱乐、通信交通等设施。太空疗养院还可以进行科学研究和办旅游事业。

【太空居民区】长期在太空工作与生活的人员所居住的太空城。居民区不仅有防护宇宙辐射和微流星体的设施，而且还有类似地面重力、大气、温度、气压、湿度、日照等环境。此外还设置街道、住宅、公园、医院、学校、工厂、农场等生产生活设施，以保障太空居民物质与文化生活的需要。太空居民与地球居民可通过无

线电保持联系，也可通过太空运输系统随时往来。

【太空通讯】通过宇宙空间传递信息的过程。按信息的传递方向（从信息源到接收者）可分为三类：地球—太空飞行器、太空飞行器—地球和太空飞行器—太空飞行器。所传递的信息有：遥测、遥控、跟踪、导航、制导、测地、气象、科学、侦察以及电报、电话、传真、电视等。太空通讯由于距离远，接收机输入信号功率只有 10^{-15} — 10^{-18} 瓦或更小，因此，为保证可靠接收，必须装备高增益的地面天线，使用高灵敏度的接收机，并采用冷却接收机输入回路的办法或其他方法来降低外部噪声干扰和大气层吸收能量的影响。此外，还必须考虑电波通过大气层和其他介质时的传播特性、太空飞行器运动状态下的频率偏移等种种因素。

【太空工业化】利用人类最先进的科学技术在太空中进行的各式各样的工业生产。利用太空中特殊的环境、丰富的原料（可取自月球、行星或小行星）和能源，可以生产出地球上无法生产的各种独特产品。其中主要工业有：太空电站、采矿、冶金、材料制造、建筑、医药等。大规模的太空生产和太空活动终将导致太空居民、太空城市与太空工业化的出现。

【空间发电站】一种利用同步人造卫星接收太阳能，在卫星上转变为微波电能并向地球发射的供电站。由大面积的硅化镉、砷化镓等太阳能电池阵、特高频电能发生器、发射天线等组成。电池阵将太阳能转化为电能，然后由电能发生器把直流电能转化为能定向发射的微波电能，再由发射天线向地球发射。此时卫星应采用赤道平面的同步轨道，并进行姿态控制，使电池阵始终对着太

阳。电池阵需送到轨道组装，是一项巨大工程，微波传输效率问题等也还待解决。目前正在研究中。

【地外生命】在宇宙中其他星球上存在的生命，甚至象人那样的智慧生命。这是科学家争论的问题，肯定的观点认为生命在宇宙中有合适的条件下是会出现及发展的；银河系中有 1000 亿颗恒星，其中有 10 几亿颗是与太阳类似的黄星，假如每 10 颗中 1 颗带有与地球相似的行星，那末就有 1 亿颗可能有生命的行星，其中可能已有智慧生命。目前几个发达国家利用射电望远镜等电子设备，昼夜监测着太空中是否有智慧生命发来的信息。美国在“旅行者”一号、二号星际探测器上安装了地球信息的录像片，它能飞出太阳系到宇宙空间寻觅知音，希望有朝一日能遇到宇宙中的“智慧生命”。

【联合国和平利用外层空间委员会】联合国的下属机构，成立于 1959 年。它的任务是审查和确定和平利用外层空间方面的国际合作范围，以实现在联合国主持下妥善解决和平利用外层空间的方案。委员会下设法律工作组和科学技术工作组。在国际法律方面，先后制订了关于各国探测和利用外层空间活动、关于援救航天员、关于外层空间物体造成损害的国防责任、关于登记射入外层空间的物体、关于在月球和其他天体上活动，关于从太空遥感地球和关于广播卫星直播电视等方面的国际协定。在科学技术方面，根据联合国的空间应用方案每年举行若干次专业会议、讲习班和训练班、组织卫星导航等方面的技术交流，并向各国提供援助。

【国际科学联合会空间研究委员会】国际科学联合会是一个国际自

然科学团体参加的国际联合组织，1958年10月成立了国际科学联合会空间研究委员会，简称空间研究委员会（COSPAR）。主要任务是为全球科学组织提供资金，使之具有发射卫星、空间探测器的可能，以及在合作的基础上的资料交流。秘书处设在法国巴黎。出版物主要有：《COSPAR 情报简讯》；《COSPAR 技术手册》；《空间研究》；《生命科学与空间研究》；《空间探测进展》。

【国际宇航学联合会】美国、原西德、澳大利亚等国的宇航学会联合成立的组织（IAF）。到1980年底，已有36个国家的58名科学家参加了该联合会。总部设在巴黎。中国于1981年正式成为该会成员国。它主要研究空间技术应用和载人空间飞行。它设有一个大专院校活动委员会，向广大师生普及和宣传宇航知识。

【国际空间法学会】空间活动日益频繁，往往引起国家间的纠纷或造成损失。另外静止轨道的主权和占用位置，以及无线电频率的分配，也都需要有法律调节，因此1961年在华盛顿召开的第十一届国际宇航学会上宣布成立该组织。

【国际电信联盟】为世界上最早的一个国际电信组织，到20世纪末已有成员国154个。下属几个常设机构为：总部（设在日内瓦）、国际频率登记委员会、国际无线电报通信咨询委员会，以及电话电报通信咨询委员会。每隔几年召开一次世界无线电行政代表会议，研究空间、海事、航空无线电通信、广播卫星、轨道位置和频率分配问题，所属成员国发射静止卫星数目、位置、频率必须向登记委员会进行登记，否则不保证其合法地位。

【世界气象组织】联合国成员国政府间的专业性组织之一，其宗旨是保证气象方面的国际合作。1951年开始工作，总部设在日内瓦。其基本任务是：协调各国气象勤务和水文气象勤务部门为实行测量仪器和测量方法标准化所进行的工作；互换情报；制定国际性科学研究规划。世界气象组织的最高权利机关是世界气象大会（每四年召开一次）。它设有以下机构：1个执行委员会，6个区域协会，8个技术委员会。国际气象组织和国际科学联合会的空间研究委员会共同制定了1977—1979年的全球大气研究计划，建立全球观测网，并进一步研究世界气象反常现象。

【欧洲太空局】欧洲国家组织和协调空间科学技术活动的机构。1975年5月30日由原欧洲空间研究组织（ESRO）和欧洲运载火箭研制组织（ELDO）合并而成。它的目标是实现欧洲重要的空间计划，通过成员国的协同合作，谋求空间领域中的独立性。共有11个成员国：比利时、丹麦、法国、意大利和英国等国家。主要机构为：设在法国巴黎的总局，在荷兰诺德魏克的欧洲空间研究技术中心，设在意大利斯卡蒂的空间资料中心，还有两个建在瑞典和挪威的火箭发射场。它的活动主要包括研制运载火箭、发展卫星和载人航天活动三个方面。该组织发射的第一颗卫星是“宇宙线观测卫星”，尔后有“同步轨道观测卫星”等，欧洲空间研究组织在1973年和美国国家航空航天局签订了联合研制“空间实验室”的协议。主要出版物有：《欧洲太空局简讯》，《欧洲太空局杂志》《年报》。

【外层空间协议】关于各国共同探测、开发、利用外层空间的国际公约的总称。由于空间技术日益发展，各国竞相发射航天器，外

层空间是人类共同的领域，为谋求国际合作、和平利用及有法可依，联合国成立了一个和平利用外层空间委员会（COPUOS），协商了五项外层空间协议：关于各国探索和利用外层空间活动的指导原则条约（1967）；关于营救宇航员、遣返宇航员和归还发射到外层空间物体的协议（1968）；关于航天物体造成破坏的国际赔偿公约（1972）；关于发射入外层空间物体登记的公约（1976）；关于在月球与其他天体上活动的指导原则条约。

航天材料

【航天器材料】制造各类航天器所用的材料，载人飞船各舱段的结构材料大多是铝合金、镁合金和钛合金。航天飞机的轨道器大部分用铝合金制造。支承主发动机的推力结构用钛合金制造；中机身的部分主框采用以硼纤维增强铝合金的金属基复合材料；货舱舱门用石墨纤维增强环氧树脂复合材料作面板的特制蜂窝夹层结构。表面主要用新型陶瓷隔热瓦。人造地球卫星与空间探测器的结构材料大多采用铝合金和镁合金，要求高强度的零部件则采用钛合金和不锈钢。为提高刚度和减轻重量，已开始应用高模量新型复合材料。卫星体内使用多层材料、工程材料、玻璃钢等作为隔热材料，用二硫化钼固体滑润剂等作为运动部件的滑润材料，用硅橡胶等作为舱室的密封材料。

【火箭和导弹材料】制造火箭和导弹头部、弹体、发动机、弹上控制设备所用的各种材料。现代火箭和导弹各部位使用的材料，大部分与飞机材料相同，但为适应运载火箭与弹道导弹特殊工作环境，发展了多种专用材料。（1）弹头材料：运载火箭头部不需返回地面，只经受穿出大气层时空气动力加热，一般用金属或复合材料制造头部整流罩。弹道导弹头部要再入大气层，以便攻击目标，50年代末，开始采用烧蚀材料，70年代开始改用碳纤维织物作为增强材料，效果良好；（2）弹体材料：火箭或导弹的弹体主要由仪器舱、箱体、过渡段和尾段组成。箱体以外部分主要起结构支承作用，多采用高强度铝合金制成半硬壳式结构或蜂窝结构。为箱体内部增压的高压气瓶多用钛合金或高强度钢制作。为改变发动机推力方向，一种方法是在尾段上装燃气舵。燃气舵受到喷焰的高速冲刷，烧蚀严重，故多采用特种石墨或钨、钼等难溶金属材料制作，表面再覆以抗氧化涂层。另一方法是采用摇摆式发动机或摆动喷管，为此弹体尾段须装有柔性防热材料，如玻璃纤维增强硅橡胶；（3）发动机材料：液体火箭发动机主要由涡轮、推进剂输送泵和燃烧室组成。涡轮材料主要是镍基、钴基合金。泵壳体采用高强度、高致密性铝合金铸件或钢铸件。燃烧室条件恶劣、须采用耐热、抗腐蚀材料；（4）非结构材料：火箭和导弹的特殊工作环境和贮存环境，需要使用诸如耐高温或耐低温润滑材料、真空密封脂、高级液压油、无机化合物防火腻子、防潮防霉防腐蚀油漆和涂料等非结构材料。