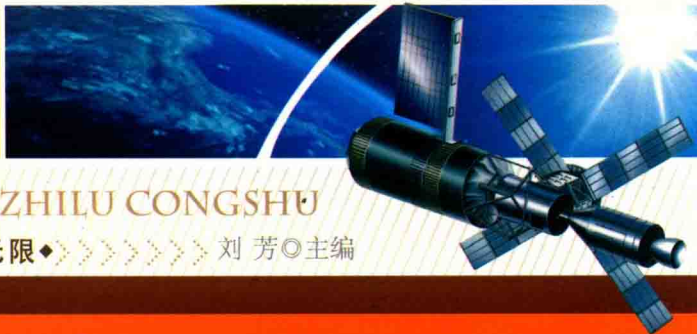




征服太空之路丛书



ZHENG FU TAI KONG ZHI LU CONG SHU

◆图文并茂◆热门主题◆创意无限◆>>>>>>>> 刘芳◎主编

月球 的新姐妹——卫星



ARCTIME

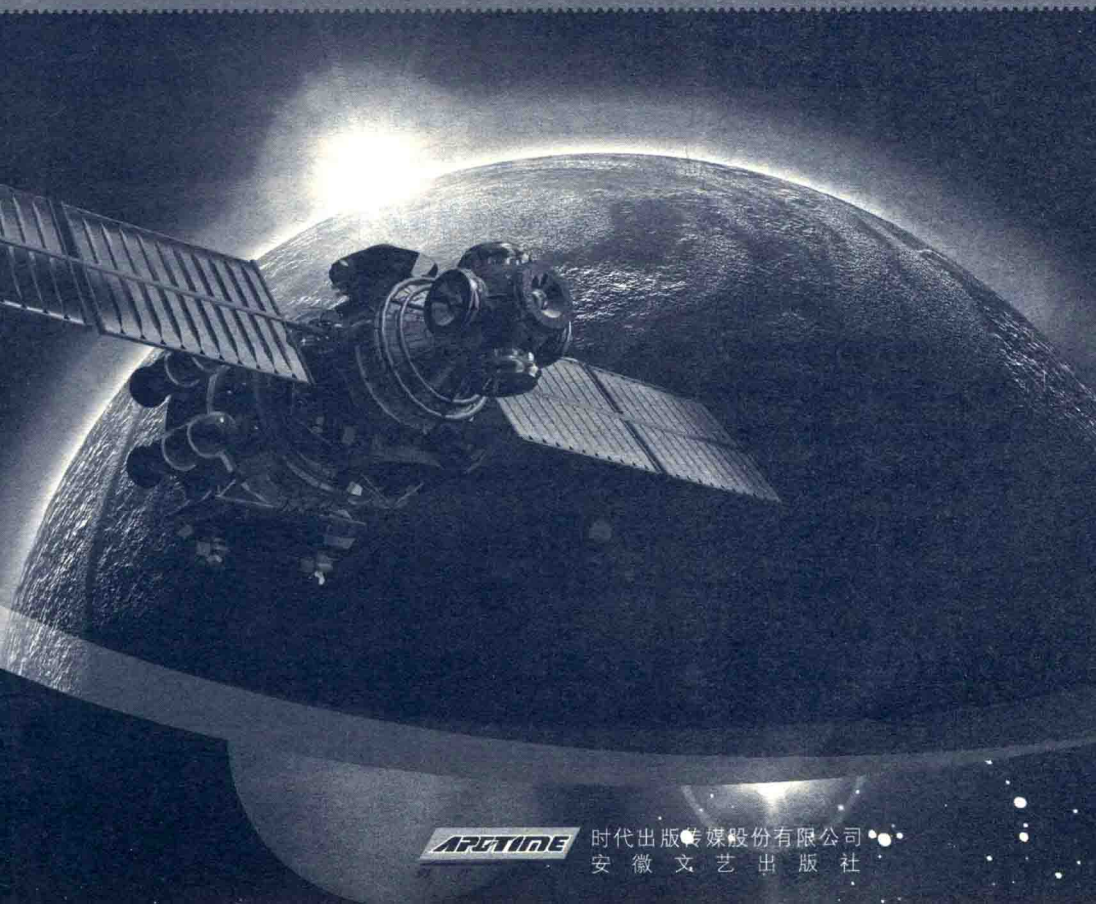
时代出版传媒股份有限公司
安徽文艺出版社

征服太空之路丛书

ZHENGFU TAIKONG ZHILU CONGSHU

◆图文并茂◆热门主题◆创意无限◆>>>>>>>> 刘芳◎主编

月球 的新姐妹——卫星



APPTIME

时代出版传媒股份有限公司
安徽文艺出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

月球的新姐妹——卫星 / 刘芳主编. — 合肥: 安徽文艺出版社, 2012. 2

(时代馆书系·征服太空之路丛书)

ISBN 978-7-5396-3962-8

I. ①月… II. ①刘… III. ①人造卫星—青年读物②人造卫星—少年读物 IV. ①V474-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 246429 号

出 版 人: 朱寒冬

责任编辑: 岑 杰

装帧设计: 三棵树 文艺

出版发行: 时代出版传媒股份有限公司 www.press-mart.com

安徽文艺出版社 www.awpub.com

地 址: 合肥市翡翠路 1118 号 邮政编码: 230071

营 销 部: (0551) 3533889

印 制: 北京富达印刷厂 电话: (010) 89581565

开本: 700×1000 1/16 印张: 10 字数: 150 千字

版次: 2012 年 3 月第 1 版 2012 年 3 月第 1 次印刷

定价: 16.90 元

(如发现印装质量问题, 影响阅读, 请与出版社联系调换)

版权所有, 侵权必究

前 言

PREFACE

月球是离地球最近的天体，也是地球唯一的天然卫星，多少年来，月球形孤影单地围绕地球运动，如今随着人造卫星的升天，月球不再是唯一围绕地球旋转运动的天体了。

顾名思义，人造卫星就是指我们人类“人工制造的卫星”。科学家用火箭、航天飞机把它发射到预定的轨道，使它环绕着地球或其他行星运转，以便进行探测或科学研究。围绕哪一颗行星运转的人造卫星，我们就叫它哪一颗行星的人造卫星，围绕地球运转的卫星，就称其为人造地球卫星。

自 1957 年前苏联将世界第一颗人造卫星送入环地轨道以来，人类已经向浩瀚的宇宙中发射了大量的飞行器。如今，人造卫星已经是人类发射数量最多、用途最广、发展最快的航天器了，其发射数量约占航天器发射总数的 90% 以上。

人造卫星有着极其广泛的应用领域和发展利用前景，它在通讯、气象预报、地球资源探测、军事侦察、船只导航、海难救援、农业森林巡视等方面有着不可替代的作用，已经成为人类不可或缺的一种工具。拿人造地球卫星来说，人造地球卫星具有对地球进行全方位观测的能力，其最大特点是居高临下，俯视面积大。一颗运行在赤道上空轨道的人造卫星可以覆盖地球表面 1.63 亿平方千米的面积，比一架升高 8000 米高空侦察机所覆盖的面积多五千多倍。因此，对完成通信、侦察、导航等任务来说，它具有其他手段无法比拟的优势。

随着人类卫星技术的快速发展，卫星大家族越来越庞大，种类越来越多，生物卫星、天文卫星、绳系卫星、现代小卫星等先进卫星不断涌现，如今都活跃在各自的应用领域。



关于人造卫星

人造卫星同绕地球	1
人造卫星的公用系统和专用系统	6
人造卫星的外形设计	10
人造卫星的种类	14
人造卫星的发射、运行、返回	20

通信卫星

卫星通信从梦想到现实	28
卫星通信系统的组成和各自的功能	33
通信卫星在军事领域的应用	36
卫星直播电视的应用和发展	38
海事卫星通讯系统的建立和发展	42

侦察卫星

“超级间谍”诞生	48
太空“千里眼”——照相侦察卫星	50
太空“窃听器”——电子侦察卫星	54
太空上的“哨兵”——导弹预警卫星	58
“大洋密探”——海洋监视卫星	63



导航卫星

导航卫星的出现和卫星导航系统的建立	66
应用广泛的“导航星”全球定位系统	74
独树一帜的“卫星无线电定位服务”	77
导航卫星广阔的应用领域	82

气象卫星

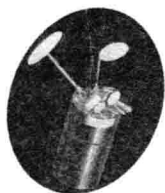
气象卫星的出现和利用	87
日新月异的气象卫星发展	92
气象卫星多领域展神通	97

地球资源卫星

遥感技术装备地球资源卫星	104
利用海洋资源卫星观测海底	111
地球资源卫星勘测地下矿藏	115
地球资源卫星守护森林安全	118
卫星考古的实现和取得的成果	121
寻找水源和保护水资源	124
多个领域展神威显身手	126

“明星”家庭众星齐闪烁

生命实验卫星——生物卫星	130
“太空天文台”——天文卫星	134
遇难者的救“星”——救援卫星	140
像风筝一样飞舞——绳系卫星	143
反卫星武器——反卫星卫星	147
浓缩的就是精华——现代小卫星	150



关于人造卫星

GUANYU RENZAO WEIXING

人造卫星是发射数量最多、用途最广、发展最快的航天器，它的发射数量约占航天器发射总数的90%以上。人造卫星的诞生实现了人类遨游太空的千年梦想，开创了人类航天的新纪元。时至今日，人类已经发射了几千颗人造卫星，广泛应用于多个领域，它们如一盏盏明灯，和谐有序地在茫茫天宇中悬挂着。

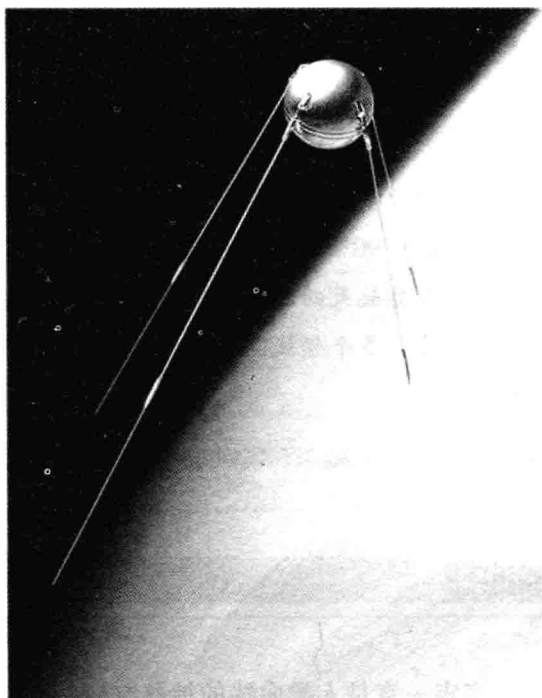
人造卫星同绕地球

自古以来，茫茫宇宙一直是人类向往的神秘空间。人们渴望一窥太空的真面目，甚至一步登天，到“九霄云外”潇洒走一回。从古代火箭到牛顿三大定律，从齐奥尔科夫斯基的多级火箭理论，到布劳恩研制的V-2火箭，经过祖祖辈辈的不懈奋斗，辽阔的苍穹终于迎来了亘古未有的新纪元。

1957年10月4日，苏联拜科努尔航天中心，天气晴朗。人造卫星发射塔上竖着一枚大型火箭。火箭头部装着一颗圆球形的有4根折叠杆式天线的大家伙，它就是大名鼎鼎的人造卫星“斯普特尼克1号”。随着一声巨响，运载

火箭拔地而起，直冲九天。10 分钟后，“斯普特尼克 1 号”被成功送到预定轨道。人类第一颗人造卫星发射成功！

“斯普特尼克 1 号”呈球形，直径 58 厘米，重 83.6 千克。它沿着椭圆轨道飞行，每 96 分钟环绕地球一圈。卫星内部带着一台无线电发报机，不停地向地球发出“滴——滴——滴”的信号。一些人围着收音机，侧耳倾听着初次来自太空的声音，另一些人则仰望天空，试图用肉眼在夜晚搜索人造地球卫星明亮的轨迹。



“斯普特尼克 1 号”

1 个月后，1957 年 11 月 3 日，苏联又发射了第二颗人造地球卫星，它的重量一下增加了 5 倍多，达到 508 千克。这颗卫星呈锥形，为了在卫星上节省出位置增设一个密封生物舱，不得不把许多测量仪器转移到最末一节火箭上去。在圆柱形的舱内安然静卧着一只名叫莱卡依的小狗。小狗身上连接着测量脉搏、呼吸、血压的医学仪器，通过无线电随时把这些数据报告给地面。



为了使舱内空气保持新鲜清洁，还安装了空气再生装置和处理粪便的排泄装置。舱内保持一定的温度和湿度，使小狗感到舒适。另外还有一套自供食装置，一天3次定时点亮信号灯，通知莱卡依用餐。不过，遗憾的是，由于当时技术水平的限制，这颗卫星无法收回，莱卡依在卫星生物舱内生活了一个星期，完成全部实验任务后，只好让它服毒自杀，它也成为宇航飞行中的第一个牺牲者。

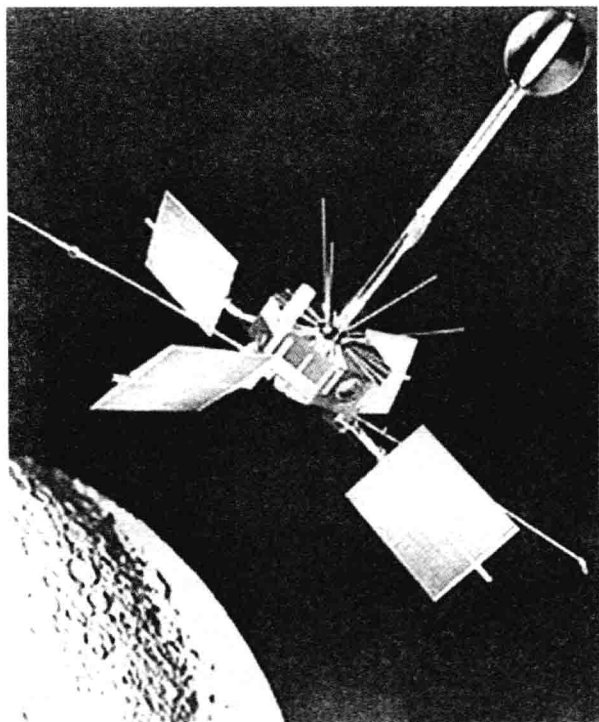
其实，早在300多年前，英国科学家牛顿就曾设想过，从高山上用不同的水平速度抛出物体，速度一次比一次大，落地点也就一次比一次远。当速度足够大时，物体就永远不会落下，它将围绕地球旋转，成为一颗绕地球运动的人造地球卫星，简称人造卫星。

第二次世界大战后，美国和苏联在德国V-2导弹的基础上，发展了火箭技术，发射人造卫星的技术逐渐成熟。从德国过来的著名火箭专家冯·布劳恩多次建议美国政府研制人造卫星，但没有引起当局的重视，美国政府更希望将火箭发展成为可用于作战的导弹。相反，苏联火箭专家科罗廖夫成功说服了领导人赫鲁晓夫，将洲际导弹改装成运载火箭，终于摘得了第一个成功发射人造卫星的桂冠。

当时美、苏两国正处于冷战时期，得知苏联成功发射了人造卫星，美国大为震惊。“美国氢弹之父”爱德华·泰勒说：“美国输掉了这场比日本偷袭珍珠港更重要的战役。”冯·布劳恩焦急地说：“我们能在六十天之内发射一颗卫星，只要给我们开绿灯！”许多报纸的标题都是“发射卫星吧”。在舆论的强大压力下，美国政府开始集中资金、人力和物力研制人造卫星。在冯·布劳恩的领导下，美国终于于1958年1月31日成功地发射了第一颗“探险者1号”人造卫星。

“探险者1号”重8.22千克，锥顶圆柱形，高203.2厘米，直径15.2厘米，沿近地点360.4千米、远地点2531千米的椭圆轨道绕地球运行，轨道倾角 $33^{\circ}34'$ ，运行周期114.8分钟。发射“探险者1号”的运载火箭是“丘比特”四级运载火箭。

此后，世界各国纷纷开始大力开展卫星制造和发射技术的研究，越来越



“探险者1号”卫星

多的人造卫星被发射升空。

法国于1965年11月26日成功地发射了第一颗“试验卫星A-1号”人造卫星。该卫星重约42千克，运行周期108.61分钟，沿近地点526.24千米、远地点1808.85千米的椭圆轨道运行，轨道倾角 $34^{\circ}24'$ 。

日本于1970年2月11日成功地发射了第一颗人造卫星“大隅”号。该卫星重约9.4千克，轨道倾角 $31^{\circ}07'$ ，近地点339千米，远地点5138千米，运行周期144.2分钟。

英国于1971年10月28日成功地发射了第一颗人造卫星“普罗斯帕罗号”，发射地点位于澳大利亚的武默拉（Woomera）火箭发射场，近地点537千米，远地点1593千米。该卫星重66千克（145磅），主要任务是试验各种技术新发明，例如试验一种新的遥测系统和太阳能电池组。它还携带微流星探测器，用以测量地球上层大气中这种宇宙尘高速粒子的密度。



人造卫星渐渐开始广泛应用于科学研究、军事侦察、社会经济等各个领域，成为人类发射数量最多、最重要的航天器。

1965年，我国正式启动第一颗人造卫星研制计划。当时的国民经济非常困难，后来又遭遇“文化大革命”，科研工作经常受到影响，但科研人员克服了常人难以想象的困难，于1970年4月24日，成功发射了中国人自己设计制造的人造地球卫星——“东方红1号”。“东方红1号”重173千克，能播送《东方红》乐曲。当时，人们用肉眼便可以看到这颗卫星。“东方红1号”的成功发射，为中国航天技术的发展打下了极为坚实的根基，带动了中国航天工业的兴起，使中国的航天技术与世界航天技术前沿保持同步，标志着中国进入了航天时代。

除上述国家外，加拿大、意大利、澳大利亚、德国、荷兰、西班牙、印度和印度尼西亚等也在准备自行发射或已经委托别国发射了人造卫星。

截止到2006年6月，各国总共成功发射了5239颗人造卫星。它们为人类带来了巨大财富，使人类在获取、传输和加工信息资源的广度和深度上产生了质的飞跃。

→ 知识点

人造卫星的轨道

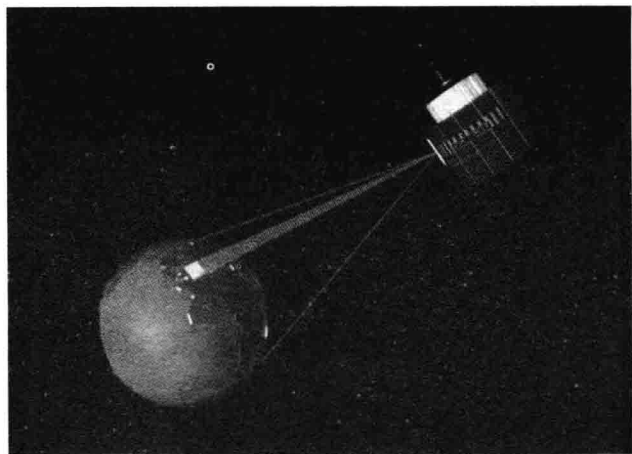
人造卫星的运行轨道（除近地轨道外）通常有三种：地球同步轨道、太阳同步轨道、极轨轨道。

地球同步轨道是运行周期与地球自转周期相同的顺行轨道。地球静止轨道是其中一种特殊的轨道。太阳同步轨道是绕着地球自转轴，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（ $360^\circ/\text{年}$ ）的轨道，它距地球的高度不超过6000千米。极地轨道是倾角为 90° 的轨道，在这条轨道上运行的卫星每圈都要经过地球两极上空，可以俯视整个地球表面。

人造卫星的公用系统和专用系统

虽然人造地球卫星的种类繁多,用途各异,但是它们之间也存在不少共性,主要有以下3个方面:①它们的飞行都要遵循开普勒的三大定律;②人造地球卫星都需要由运载火箭或航天飞机发射到太空;③它们都是由公用系统和专用系统两大部分组成。

公用系统也叫保障系统,是每颗卫星都必有的,它包括热控制系统、电源系统、姿态控制系统、结构系统、数据管理系统和测控系统等。公用系统也叫公用舱、公用平台或卫星平台,它类似一辆未装货的汽车。一种卫星平台常常可以组装多种卫星。



通信卫星携带的转发器就是一种有效载荷

卫星的专用系统又常称为卫星的有效载荷,意思是说,它是卫星用于完成任务的有效部分。不同用途的卫星有不同的有效载荷。例如,资源卫星的有效载荷就是各种遥感器,它包括可见光相机、多光谱相机、多光谱扫描仪、红外相机、微波辐射计、微波扫描仪和合成孔径雷达等;气象卫星的有效载荷包括扫描辐射计、红外分光计、垂直大气探测器和大气温度探测器等;通信卫星的有效载荷主要是通信转发器及通信天线;天文卫星的有效载荷是



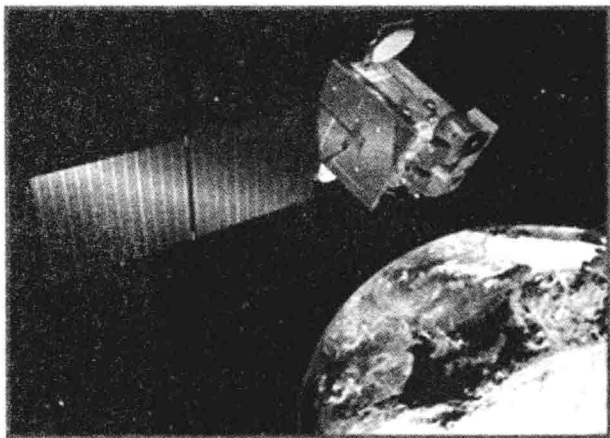
各种类型的天文望远镜，它包括红外天文望远镜、可见光天文望远镜和紫外天文望远镜等。

保障系统像一个现代家庭住宅一样，要有住房、采光、供热、供电、通信等设备，其目的是保障有效载荷的正常运行。为了适应同类卫星的设计和生，使之能更快、更省、更好地拿出产品，承制单位经常采用公用舱思路，就是把保障系统组合成一个公用平台，它能满足同一类卫星各种有效载荷的应用。

保障系统一般包括结构系统、热控制系统、姿态和轨道控制系统、电源系统、测控与通信系统、数据管理系统。

结构系统 结构系统类同于建筑中的房屋结构，用于支撑和固定卫星上各种仪器设备，使它们构成一个整体，以承受地面运输、运载火箭发射和空间运行的各种力学环境（振动、过载、冲击、噪音）和空间运行环境。结构系统要满足各种仪器设备的安装方位、定向精度等要求，还要提供一些机构和特定功能，如各种伸展部件（如太阳翼、天线）的解锁、展开和锁定。在各种卫星中广泛应用了承力筒结构，它们通常可以是加筋壳、波纹壳或蜂窝夹层壳等。所用的材料有：铝合金、碳纤维复合材料、钛合金等。对卫星结构的基本要求是质量轻、可靠性高、成本低等。

热控制系统 热控制系统类似于卫星的外套，几乎所有的卫星都需要采取一定的热控措施，以保证星上各种仪器设备能处在期望的温度范围内。各类卫星和卫星的各个部位有不同的温度要求。卫星在宇宙空间运行时，它的温度取决于自身状况和环境条件。直接影响卫星热状态的环境条件，主要是高真空、超低温背景，太阳辐射、微重力和粒子辐射等。在高真空状态下，卫星与外部环境的热交换几乎仅以辐射方式进行。太阳直接辐射、地球反照和地球红外辐射是卫星的主要外热源。当卫星在轨道上运行时，太阳射向卫星的能量可以从无日照的零值变化到垂直于射线方向的最大值。卫星运行时，处于微重力状态，舱内气体自然对流现象消失，内部只有传导和辐射传热方式。卫星上安装的各种仪器设备要消耗电能并成为内部热源，随着这些仪器的开关机，它们的功率消耗发生很大变化，也就影响卫星内其他仪器的温度环境。因此卫星上有必要进行热控制。



气象卫星携带的气象观测仪器是有效载荷

当前卫星上广泛采用的热控措施大致分成被动式和主动式两大类。被动式热控制是一种开环式控制，例如热控涂层和多层隔热材料、相变材料、热管等。主动式热控制则是闭环式控制，常由温度敏感器、控制器和执行机构三部分组成，如恒温电加热器、热控百叶窗、流体循环换热装置等。几乎所有的卫星都以被动热控措施为基础，如果外热流和内热流变化幅度较大，被动式热控无法满足要求时，就增加主动式热控措施。

姿态和轨道控制系统 卫星从运载器分离后到运行阶段要根据需要进行姿态和轨道控制。不同卫星对姿态和轨道控制在飞行各阶段有不同的要求。例如通信广播卫星要求最后定点在距地面约 36000 千米的地球静止轨道上，这样其服务区域在地球上可以保持不变。其发射过程大致是将卫星由运载火箭送入一个大椭圆转移轨道，由卫星上的远地点发动机多次变轨点火，将卫星送入赤道上空的静止轨道。在定点以后，由于卫星受外部干扰力的影响，使卫星偏离同步静止轨道位置，隔一段时间还要有一个轨道保持的操作。所有这些轨道控制过程，由于推力器固定安装在星体上的，要靠姿态控制系统来满足正确的推力方向要求。卫星在长期运行过程中更要靠姿态控制系统来满足对地定向的要求。

姿态控制系统一般由姿态敏感器、控制器和执行机构组成。典型的敏感



器有太阳敏感器、红外地平仪、星敏感器、陀螺和射频敏感器等。早期的控制器是由电子线路实现的，后来逐步向数字化和星载计算机方向发展。执行机构按产生力矩的方式可分为3类：①利用质量排出产生反作用推力或力矩；②利用“角动量守恒”原理用飞轮来控制角动量的变化，达到稳定卫星姿态的目的；③利用空间环境场（磁场、引力场、太阳光压等）与卫星相互作用产生力矩。

电源系统 电源系统是产生、储存、变换、调节和分配电能的分系统，它相当于卫星的“食粮”。其基本功能是将光能、核能或化学能直接转换成电能，根据需要进行储存、调节和变换，然后向航天器各系统供电。如化学能有锌汞电池、锂电池等原电池、锌银蓄电池、镉镍蓄电池、氢镍蓄电池等蓄电池、氢氧燃料电池等。太阳电池有硅太阳电池和砷化镓太阳电池。核能电源有放射性同位素温差发电机、热离子反应堆等。随着空间技术的高速发展，空间电源技术亦不断进步。电池组输出功率从早期的500瓦增至7000瓦，工作寿命由400小时延长到2000小时，太阳电池阵——蓄电池组联合电源的输出功率从早期的0.25瓦递增至22千瓦。电源控制设备用于调节、控制、保护及与航天器其他系统接口的各种设备，将电源系统与各系统有机地结合在一起。这是卫星电缆网所承担的任务。

测控与通信系统 测控和通信是航天任务的神经系统。测控实际上包括3部分技术内容：跟踪、遥测和遥控。卫星上跟踪部分与地面站相结合，就可以对航天器这个活动目标做轨道测量。遥测部分首先用传感器测量卫星内部各个工程分系统的工作状态参数，用无线电技术传到地面站，用以判断卫星的“健康状况”，也是判断故障部位、原因的唯一手段。如果出现故障，或需要调整一个分系统的运行参数，或需要切换备件，就要用遥控部分来发出指令进行修正。因而遥测、遥控两种技术综合起来可以构成一种保证卫星正常运行的重要手段。通信是测控之外的另一个星地数据系统，主要目的用来传输卫星上有效载荷取得的高速率数据，如气象卫星上的云图、通信卫星的声音或图像信息。

由于测控与通信系统是一个无线信息系统，卫星上必须安装有各种发射



和接收天线，卫星内还要有信息存储器。

数据管理系统 数据管理系统相当于卫星的“大脑”。随着微电子技术高速发展，微处理器在卫星上广泛应用，各分系统的数据和状态已数字化，客观上要求整星有一个系统将各分系统运行从信息的角度统一管起来，使各部分为整体目标协调一致地运行。在卫星上采用局部网络技术可以减少传输信息的电缆。卫星数据管理系统中，计算机和局部网等硬件是基础，而软件是灵魂，它决定了计算机系统的先进性、可靠性、实时性和实用性。

随着高新技术的发展和市场的需求，近年来，微机电系统、微推进系统等新技术应用于卫星系统，但是一个卫星的技术内涵和系统组成还离不开上面几个分系统。



开普勒三大定律

开普勒三大定律也统称“开普勒三定律”，也叫“行星运动定律”，是指行星在宇宙空间绕太阳公转所遵循的定律。开普勒第一定律：每一个行星都沿各自的椭圆轨道环绕太阳，而太阳则处在椭圆的一个焦点中。第二定律也称面积定律，内容是：在相等时间内，太阳和运动着的行星的连线所扫过的面积都是相等的。第三定律也称调和定律，内容是：各个行星绕太阳公转周期的平方和它们的椭圆轨道的半长轴的立方成正比。

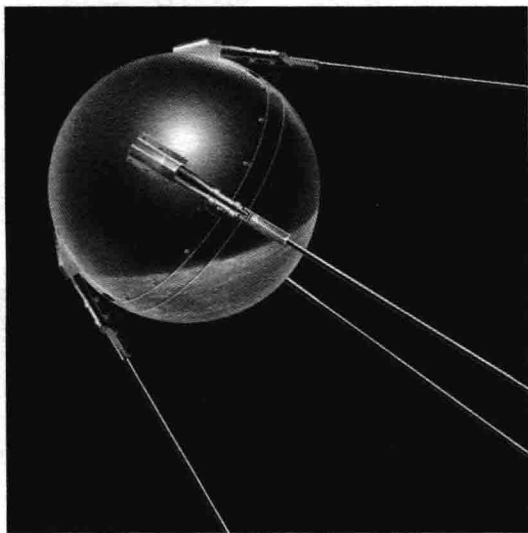
人造卫星的外形设计

飞机的外形是大家熟悉的，无论是战斗机还是运输机，也不管是喷气式的还是螺旋桨式的，它们的外形都差不多，基本上是由流线型的机身，再加上一对伸展的机翼所组成。人造地球卫星在数百千米以上的高空运行，那里空气非常稀薄，空气对卫星的阻力是很微小的，因此不必过多去考虑空气阻



力对卫星运行的影响。

目前，世界各国发射的卫星的外形是各式各样的，有球形的、圆锥形的、圆柱形的、球形多面体的和多面柱体的，也有张开几块大平板或伸出几根长长的细杆的，总之是五花八门，各具一格。那么，在决定卫星的外形时，主要应考虑哪些问题呢？应满足卫星在使用上以及所装仪器设备的要求。



球形人造卫星

在卫星技术的发展初期，运载火箭的运载能力较小，要求卫星的结构重量尽可能轻些，以减轻运载火箭的负担，所以卫星的外形大都做成球形的。因为与其他外形相比，在同样的容积下，球形卫星外壳的表面积最小，重量最轻，而且对运载火箭主动段飞行时的冲击、加速和振动载荷的受力最强。

为了充分利用末级运载火箭头部整流罩的空间，卫星也有做成与整流罩外形相似的圆锥形，甚至有直接用整流罩做外壳的卫星。

卫星的运载火箭与卫星相比，运载火箭的技术复杂程度要比卫星高得多，研制周期也长，同时运载火箭往往是利用已研制和发射成功的弹道导弹改装而成的。在设计卫星之前，运载火箭已基本就绪，不便多改，因此，当卫星