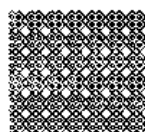


目 录

序	朱丽兰(1)
编者的话	(Ⅱ)
●人类雄伟的一步	(1)
闯过四道难关	(2)
运载火箭架起通天桥	(5)
人造卫星资源撒向人间	(12)
载人飞船轨道握手	(24)
探测器飞向太阳系	(31)
●减灾防灾拯救地球	(42)
灾害袭击环境恶化	(43)
消灾降福找到金钥匙	(46)
八星凌空普照大地	(51)
●漫长的距离在缩短	(59)
空间信息高速公路	(60)
机动灵活的卫星移动通信	(64)
大容量的激光卫星通信	(70)
●天地往返一瞬间	(75)
航天飞机的功勋	(76)
大型火箭东山再起	(83)
三角快艇乘风破浪	(87)
航空航天共建通天路	(92)
●空间资源开发利用	(98)
“天空”“礼炮”鸣锣开道	(99)

“和平”“自由”太空联姻	(103)
浪漫而富有诗意的失重生活	(110)
哺育空间新材料成长	(118)
太空天药走进人间	(125)
●新兴的太空科技工业	(131)
空间太阳能发电站	(132)
前景广阔的空间建筑业	(138)
大显神威的空间机器人	(143)
妙手回春的空间医院	(149)
●人类重返月球建基地	(155)
未开垦的处女地	(156)
开发月球的前奏曲	(161)
建立月球前哨站	(167)
月球资源的利用	(172)
●开辟火星新天地	(182)
待破译的火星生命之谜	(183)
撩开火星的面纱	(190)
通向火星之路	(197)
共建载人火星基地	(203)
●世外桃源空间城	(209)
空间城畅想曲	(210)
空间环境预报中心	(218)
空间天文观测站	(222)
冲出太阳系的桥梁	(225)
●跨世纪的接力	(229)
传递航天的使命	(231)
空间技术与现代社会	(235)
肩负的历史责任	(238)
未来是你们的	(241)



人类雄伟的一步

自古以来人类就有遨游太空的愿望，为了实现飞向太空的理想，曾经历了一段艰难曲折的旅程。

16 世纪以来，科学技术的进步、现代工业的兴起使人类得以从幻想转向科学探索。19 世纪后期到 20 世纪初，涌现出许多富于探索精神的航天先驱者。

大约经过半个世纪努力，人类终于在 1957 年将人造卫星送入太空，从而开创了航天新纪元。1961 年加加林乘东方 1 号宇宙飞船进入太空，人类实现了遨游太空的伟大理想。1969 年阿姆斯特朗乘坐阿波罗 11 号宇宙飞船登月

获得成功，创造了人类涉足地球以外另一天体的记录。

60年代以来，通信卫星、气象卫星、资源卫星、导航卫星、测地卫星、天文卫星、空间物理观测卫星、军事应用卫星等，成为科学研究、国民经济部门必然的技术装备，并取得显著的经济效益与社会效益。

航天是20世纪最有影响的科学技术领域。

闯过四道难关

人类的活动范围，经历了从陆地到海洋，从海洋到大气层，再从大气层到外层空间的逐步扩展过程。其中的每一次飞跃，都大大增强了认识和改造自然的能力，促进了生产力的发展和社会进步。

众所周知，陆地为地球表面未被海水浸没的部分；海洋为地球表面广大的连续海水水体；大气层指地表以外包围地球的气体。科学家把距地表100~120公里以下称为稠密大气层，而把稠密大气层之外的空间区域，称为外层空间，简称太空或空间，亦有称为宇宙空间或外空，在中国还称为天。什么叫航天，活动范围有多大，航天道路有多长，按照大百科全书定义，航天就是载人或不载人的航天器在太空的航行活动，又称为空间飞行或宇宙航行。有人把太阳系内的航行活动称为航天，太阳系外的航行活动称为宇航。航天有时也泛指航天工程或航天技术。

人们常常把航天器与飞行器的概念相混淆。其实在

大气层内或太空飞行的器械都叫飞行器。飞行器分为三类：航空器、航天器、火箭和导弹。在大气层内飞行的飞行器称为航空器，如气球、飞艇、飞机等。而在太空飞行的飞行器称为航天器，如人造地球卫星、载人飞船、空间探测器、航天飞机、空间站等。

航天不同于航空，比如，飞机是靠着它那一双又长又宽的机翼，在飞行中产生升力，才能被空气托住，而不会从空中掉下来。但是飞机飞行高度如果超过30千米，就会因为那上面的空气太稀薄而托不动飞机，使飞机有掉下来的危险。如何才能打开太空王国的神秘大门，曾有不少人为之奋斗终生。经过长期的知识积累和大量的科学实验，人类逐步认识到要进入太空王国，必须闯过下列四道难关：

①地球引力关。它就好像是如来佛的手掌，孙悟空都没有能跳出这个手掌。地球的引力在160千米高度可减小1%，直至2700千米的高度才减小一半，最终要达到将近每秒8千米的速度才能跳出这个手掌。一般的民航飞机航行速度每秒不到0.3千米，而声音的传播速度每秒不足0.4千米，子弹刚出枪口的速度大约每秒1千米，因而它们都跳不出这个手掌。

由此看来，至少要比子弹的速度大8倍，才有可能克服地球引力而不落到地球上，也就是说，在地球表面附近运动的物体，只有达到第一宇宙速度，即7.9千米/秒的时候，才能成为地球的卫星。达到第二宇宙速度，即11.2千米/秒的时候，才能像地球、金星、火星等星体那样，成为太阳系的一颗新行星。当达到第三宇宙速度，即

16.7 千米/秒的时候，就可以飞出太阳系。不过，物体一旦进入太空后，还需要适应失重环境。

②真空关。众所周知，地面上的大气压力是 760 毫米汞柱（1 毫米汞柱 = 133.32 帕），每立方厘米体积内约有 2 千亿个分子。大气密度和大气压力随地面高度的增加，按指数规律迅速减小。在 200 千米的高空，大气压力和密度只有海平面的 10^{-9} 量级。当前我国在地面上能抽得的最高真空度大约是 10^{-12} 毫米汞柱，这样的真空度，每立方厘米体积内约含有 32000 个分子，也就是说，大约相当于 1500 千米高空的真空度。而在行星际空间，每立方厘米含有的分子或原子数平均不到 100 个，恒星际空间平均只有 10 个。我们知道，人离不开氧气，而一般汽车、轮船或飞机的发动机也需要“呼吸”空气里的氧气才能工作。而且，轮船和飞机还需要流体的浮力和反作用力才能运行。人们不能指望普通飞机飞上太空，只能靠火箭去完成这一任务。

③急剧变化的温度环境关。地球上最热的地方大约 40°C ，最冷的地方也不过零下 40°C 。而在空间离地球不远处，向阳面的温度可高达 200°C ，背阳面可冷到零下 100°C 。在远离恒星的空间，环境温度接近于绝对零度；而在恒星附近，温度则高达几百至几千摄氏度。地面上的热量交换、传导、对流和辐射都起作用。可是在太空，主要依靠辐射进行热交换。

④有害辐射关。人们不难理解，地球的大气层，不仅为人类提供了生存必不可少的氧气，而且还能调节气候，作为地球和人类的保护层。例如，对生物有害的紫外线辐

射、X 射线辐射等就被大气层吸收而射不到地面上来。如果没有大气中的臭氧层对紫外线的强烈吸收，地球上的生物将无法生存。此外，地球磁场对射向地球的粒子辐射也起到屏蔽作用，如太阳射出的称为“太阳风”的带电粒子流，由于地球磁场的屏蔽而不能直入地面。但是，人类一旦进入大气层外的空间，就将暴露于这些有害辐射之下。从 X 射线到红外线的太阳电磁辐射对人体以及材料都有一定的不良影响。粒子辐射严重影响环境，其主要来源有三种，即地球辐射带、太阳宇宙线、银河宇宙线，因此，对它们必须采取相应的防护措施，才能确保太空活动的顺利进行。

人类进入太空之所以经历了漫长的岁月和艰苦的历程，正是由于太空有着特殊的环境。人类在闯过一道又一道的难关之后，终于在近半个世纪才得以直上重霄九。20 世纪的航天成就，是人类文明史上的一次伟大飞跃，其意义之重大和影响之深远，怎么评价也不过分。

运载火箭架起通天桥

航天离不开火箭。在人类漫长的航天征途中，中国古代发明的火箭功不可没。19 世纪后期到 20 世纪初，涌现出许多富于探索精神的航天先驱者。他们对航天事业的早期发展作出了重大贡献。

俄国的齐奥尔科夫斯基，在本世纪初曾被人们讥笑为古怪的梦想家。但恰恰就是这位火箭鼻祖，最早从理论

上提出,用多级火箭或叫“火箭列车”可以克服地球引力而进入太空。1926年3月16日美国戈达德博士,成功地发射了世界上第一枚液体推进火箭。尽管这枚小巧的火箭,只飞行了短短的2.5秒钟,到达12米高,56米远处,但是人类终于找到了打开太空王国大门的金钥匙。虽说是找到了金钥匙,但要真正进入太空,没有现代先进的科学技术和工业基础,仍然是做不到的。

现在人们较为熟悉的是运载火箭。运载火箭是多级火箭组成的运输工具,能把人造地球卫星、载人飞船、空间探测器等有效载荷送入轨道。运载火箭一般由2~4级组成,每一级都包括箭体结构、推进系统和飞行控制系统。末级有仪器舱,内装制导与控制系统、遥测系统和发射场安全系统,这些系统有一些组件分置在各级适当的位置。级与级之间靠级间段连接。有效载荷装在仪器舱上面,外面套有整流罩。整流罩是一种硬壳式结构,其作用是在大气层飞行段保护有效载荷,飞出大气层后就可抛掉。整流罩往往沿纵向分成两半,由弹簧或无污染炸药索产生分离力而分开。整

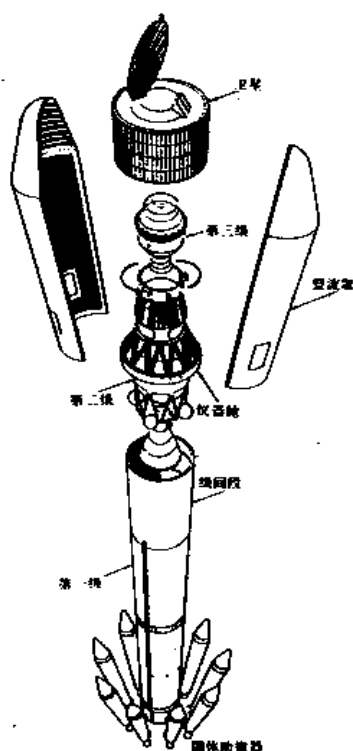


图1 运载火箭组成

流罩直径一般等于火箭直径,在有效载荷尺寸较大时,也可大于火箭直径,形成灯泡形的头部外形。

运载火箭是20世纪航天重大成就之一。如果我们能够了解它发展的三个里程碑,就不难揭开航天飞速发展背后的秘密。运载火箭是在第二次世界大战后,在导弹的基础上发展起来的。1957年世界上第一颗人造卫星上天,揭开了空间时代的帷幕之后,许多人已认识到运载火箭是航天技术的重要组成部分。运载火箭是一种利用火箭发动机作动力的运输工具,通常把发射人造卫星的火箭称做运载火箭,把带有弹头的火箭称做导弹。因此,导弹与运载火箭的不同,主要是运载对象不一样。

运载火箭发展的第一个里程碑,是利用洲际导弹,或者是在中程导弹的基础上增加末级火箭。比如原苏联用来发射第一颗人造卫星的运载火箭,就是用SS-6洲际导弹改装成的,把弹头换成了卫星。火箭全长29.167米,最大外径为10.3米,起飞重量267吨,起飞推力为3900千牛,这是当时世界上最大的运载火箭。在这基础上又添加了第三级火箭,就形成了可用来发射东方号飞船和月球号卫星的运载火箭。之后,再将第三级换成威力更大的火箭后,又形成联盟号飞船的运载火箭。在此基础上,增加直径2米,长2米的第四级火箭,就可把金星探测器射向金星。

原苏联就是利用这种办法,从1957年开始接二连三地发射各种卫星、飞船,当时实在令人感到深奥莫测。现在通过对SS-6导弹演变地了解,完全可揭开早期它神速发展的全部奥秘。

运载火箭发展的第二个里程碑，是利用已有的中程或远程导弹，改装成组合型多级运载火箭，几乎任何一种火箭或导弹，都可以作为多级运载火箭组合体的组成部分。美国就是以“雷神”中程导弹，“大力神”、“宇宙神”洲际导弹为基础，配置新研制的“德尔它”型固体推进剂、“阿金纳”型液体推进剂、“半人马座”型液氢液氧推进剂的三种通用性末级火箭，进行积木式组合，派生出许多种性能不同的运载火箭。用这些火箭发射了各种科学卫星、地球观测卫星、通信卫星、气象卫星以及金星、水星、火星、月球等的探测器和载人飞船。以美国“大力神”组合型运载火箭为例，“大力神”原是洲际导弹，卸下 3.7 吨的作战弹头之后，一、二级弹体与“阿金纳”组合后，火箭全长 38.3 米，起飞重量 170 吨，起飞推力 2313 千牛，可以把 3.6 吨重的卫星送入近地轨道；把 1.1 吨重的卫星送入同步转移轨道。如果换一种方式组合，在第二级火箭顶端增加“变轨级”，两侧捆绑两台助推火箭（所谓“变轨级”，是指可以多次变轨，使末级火箭与卫星结合起来，成为空间飞行器的组成部分。），利用它可以把 15 吨重的卫星送入近地轨道；把 1.5 吨重的卫星送入 36000 千米高的圆形轨道，使卫星绕地球的转速与地球自转率相同，把它称为同步轨道。如果将“变轨级”再换成“半人马座”火箭作末级火箭，就可分别把 17.2 吨重的卫星送入近地轨道；3.1 吨重的卫星送入同步轨道；3.6 吨重的卫星送入逃逸轨道，探测火星、木星、土星的探测器就是用这种火箭发射的。

运载火箭发展的第三个里程碑，是为航天研制大型

火箭。人要飞向远离地球 38 万千米的月球，往返需要 8 天时间。美国设计的“阿波罗”飞船，总重量 46 吨，高 25 米，最大直径 6.6 米。在导弹基础上发展起来的运载火箭，远远不能满足要求，需要专门研制一种新型运载火箭。按照阿波罗工程计划，研制成功了土星-1 号、土星-1 号 B、土星 5 号三种专用巨型火箭。土星-5 号运载火箭，是三级型液体推进剂火箭，全长 85 米，直径 10 米，重 2983 吨，起飞推力 35711 千牛，总功率约 2 亿马力，相当于 200 万辆普通大轿车功率的总和。运载火箭与“阿波罗”登月飞船组装后，高度 110 米，约相当于 36 层楼房的高度，起飞重量 3353 吨。能把 127 吨重的卫星送入近地轨道，或者把 50 吨重的飞船以第二宇宙速度送入月球轨道，使运载火箭进入到第三个里程碑。

人们谈论起运载火箭发展的速度，总喜欢与火箭的第一次飞行相比较。戈达德 1926 年的历史性飞行高度还不到现代火箭箭体高度的一半。到 20 世纪 90 年代，俄罗斯、美国、法国、日本、中国、英国、印度、欧空局已研制成功几十种运载火箭，它们是具有大、中、小运载能力的火箭。最小的仅重 10.2 吨，推力约 124 千牛，只能将 1.47 千克重的人造卫星送入近地轨道，而最大的则重达 2900 多吨，能把 120 多吨重的载荷送入近地轨道。

我国发射卫星的运载火箭，也是导弹武器基础上发展起来的。1970 年 1 月 30 日，中远程火箭飞行试验取得了圆满成功，利用该火箭的第一、二级加以改装，再加上新研制的第三级固体燃料火箭，构成三级运载火箭——长征 1 号（代号 CZ-1，英文代号 LM-1）。1970 年 4 月 24

日，长征1号火箭把173千克重的我国第一颗卫星“东方红1号”送上太空。远程火箭的研制，始于60年代中期，为了研制出能接近当时世界先进水平的远程火箭，采用了种种新的技术，如制导技术、推进技术、新型结构材料以及发射试验等许多方面都有新的突破。1971年9月，在我国西北酒泉发射场，进行了第一次洲际火箭飞行试验，基本获得成功。以洲际液体火箭为基础，经过适应性修改后，构成了长征2号、长征2号丙运载火箭，能把2800千克重的卫星送入近地轨道，用它发射了一系列返回式卫星。

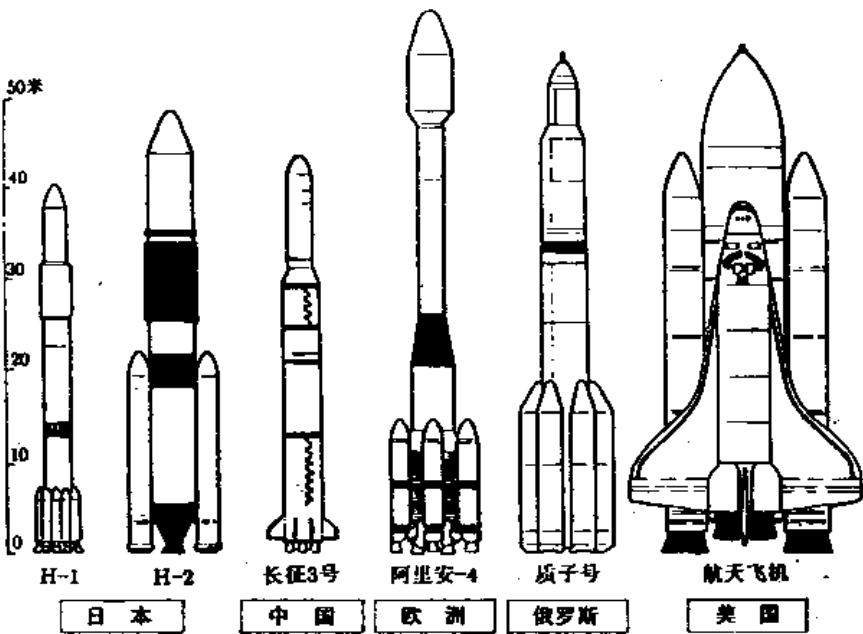


图2 运载火箭系列图

随着我国社会主义建设的发展，~~通信和电视广播事业~~部门迫切需要发射静止轨道通信卫星。于是，在长征2号火箭的基础上，增加了以液氢液氧为推进剂的第三级，命名为长征3号，它能把1450千克的载荷送入地球同

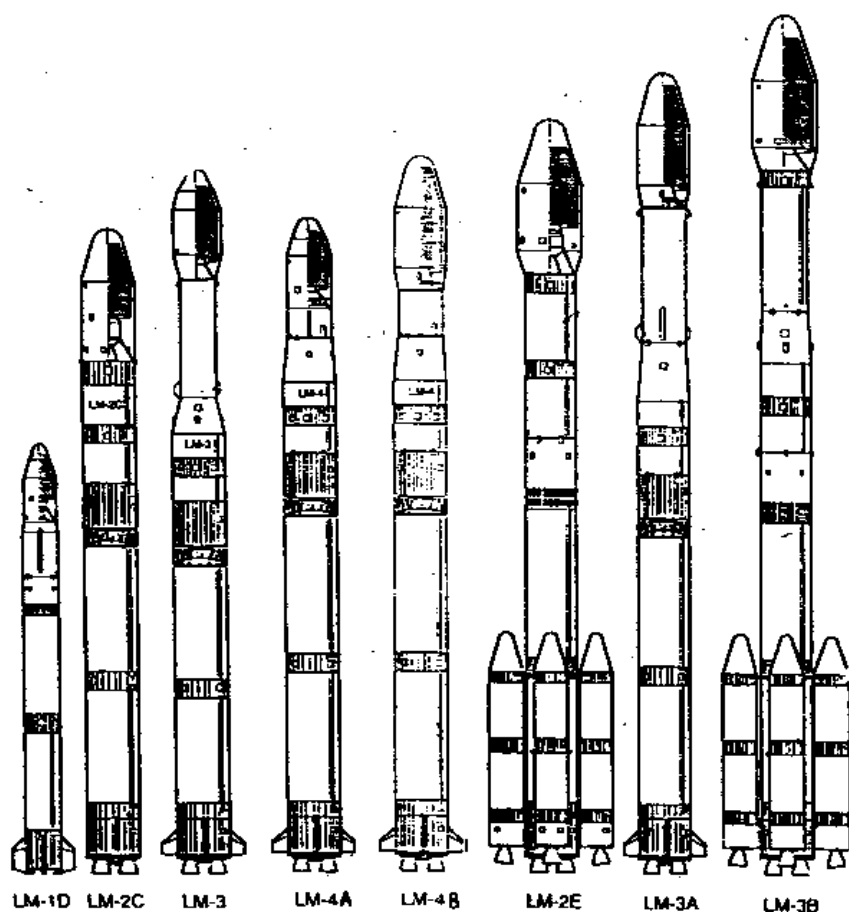


图3 长征运载火箭系列图

步转移轨道。与此同时还研制成功长征4号，它与长征3号火箭的主要区别是第三级发动机不是氢氧发动机，而是与第一、二级相同的常温推进剂发动机，于1988年9月成功地发射了太阳同步轨道气象卫星。为了将成熟的运载火箭技术推向国际卫星发射市场，火箭专家又在发射成功率很高的长征2号火箭的基础上，加长箭体段作为芯级，再在第一级箭体周围捆绑上4枚液体火箭助推器。这种火箭被命名为长征2号E，俗称长二捆，能将9000千克载荷送入近地轨道。长二捆的研制工作必须解决箭体捆绑稳定、捆绑连接、助推火箭分离等20多个关键技术。1992年8月把目前世界上最重的“澳星”准确地送上预定轨道。这标志着中国航天技术又跨上了一个新台阶。目前我国正在研制长征1号丁、长征3号甲、长征3号乙、长征4号乙，这些火箭研制成功后，我国运载火箭将形成系列，可以满足国内外各种卫星发射的需要。

人造卫星资源撒向人间

人造地球卫星是环绕地球在空间轨道上运行的无人航天器，简称人造卫星或卫星。然而，在一百年前，世界上却只有一个人首先提到它的名字，这就是1895年俄国的齐奥尔科夫斯基，他在《地球与天空之梦》一书中曾这样写道：设想中的地球卫星是同月球相似，不过它离地球比较近，只在地球大气层外足够远。也就是说，离地球

300 俄里远 (1 俄里 = 1067 米)。

尽管火箭冲出大气层，奏出人类向太空进军的序曲，但是人造卫星到底有哪些作用还很难预测。正如 1955 年原苏联科学院主席团向数百位科学家邮发的如下内容通知那样：“请对人造地球卫星的应用提出意见，您认为在宇宙空间可能做些什么事？”其回答各不相同，有的谈了对这件事的想法，有的则写道：“我对想入非非不感兴趣，我认为空间弹丸是 2000 年的事。”甚至有人写道：“我看不出人造地球卫星会有什么用处。”然而，两年之后，即 1957 年 10 月 4 日，原苏联第一颗人造卫星进入太空，震撼了全世界。不管是专家还是与航天技术无关的人们，当时都聚精会神地凝望着夜空，那颗闪烁的小行星在夜空中描绘出自己的旅程。从此，人造卫星这一名词，就进入了各国人民的语言词汇之中。

原苏联第一颗人造卫星，虽说重量只有 83.6 千克，直径为 58 厘米的铝制球体，它却携带科学仪器，在近地点 227 千米和远地点 941 千米的轨道上飞行，测量了大气密度和

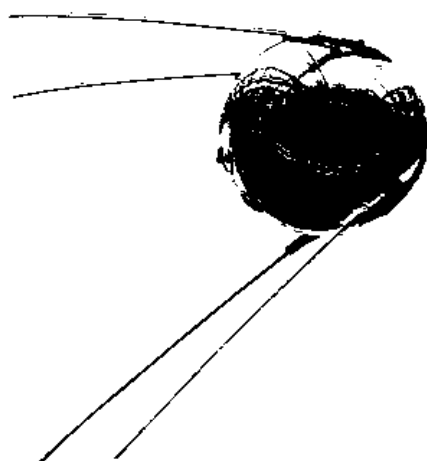


图 4 世界上第一颗人造地球卫星

温度，还测出电离层浓度。3 个月后 (1958 年 1 月 31 日)，美国成功发射了第一颗人造卫星——探险者 1 号，

卫星重量为 4.8 千克，运行轨道参数是，近地点 360 千米，远地点 2531 千米。探险者 1 号带有盖革计数器、微流星撞击计数器、测温感应元件，进行了宇宙射线和微流星测量，首次发现地球辐射带，后来被人们称为范艾伦辐射带。同年 3 月 17 日美国先锋 1 号又进入太空，这颗微型卫星重量只有 1.47 千克，直径 16.3 厘米，是世界上第一个使用太阳电池的卫星，测量了大气密度，还进行测地研究，发现地球形状呈梨形。

人造卫星的发展速度令人吃惊，1957 年只有 2 颗卫星上天，1958 年 8 颗，1959 年 14 颗，1960 年 35 颗，到了 1962 年后每年发射的卫星数超过 100 颗。截至 1994 年底，世界各国发射的航天器总数已达 4300 多个，其中 90% 是人造卫星，总数大约 3800 多颗。早期进入太空的人造卫星，大多数已经落入大气层而被烧毁，余下的即使

仍留在轨道上，大都已停止工作。

人造地球卫星名目繁多，按运行轨道不同可分为低轨道卫星、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

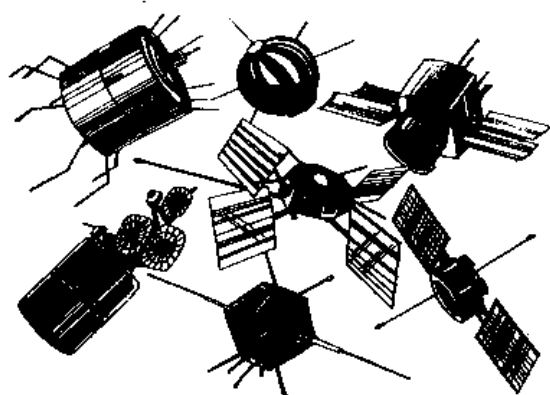


图 5 形形色色的人造卫星

和极轨卫星。人们更多地是按用途把人造卫星分为科学卫星、应用卫星和技术试验卫星。顾名思义,科学卫星就是用于科学探测研究的卫星,主要包括空间物理探测卫星和天文卫星。技术试验卫星,是进行新技术试验或为应用卫星进行先行试验的卫星。目前大家已比较熟悉的通信及广播卫星、气象卫星、测地卫星、地球资源卫星、导航卫星、侦察卫星等,通常总称为应用卫星。应用卫星是直接为国民经济、军事和文化教育服务的人造卫星。

卫星技术与多种科学技术的交叉渗透,又产生了一些新技术,如卫星通信、卫星气象、卫星导航、卫星侦察等,这些技术统称为卫星应用技术。卫星应用技术在国民经济、国防建设、文化教育和科学研究等领域发挥越来越重要的作用,其综合效益十分显著。航天技术主要通过卫星应用转化为直接生产力和国家实力。卫星应用系统是航天工程系统的组成部分,同时也深深地渗透到众多的其它应用部门,因而发展成为应用部门的新技术系统。如今,世界上已有 58 个国家投资发展航天技术,有 170 多个国家和地区发展卫星应用。

卫星通信是航天技术与电子技术相结合的产物,利用通信卫星作为中继站,实现地球上各点之间的通信。实质上是把地面微波中继站,搬到了赤道上空的地球静止卫星轨道上,使地面微波视距一下扩展到 18000 千米,从而 1 颗卫星即可覆盖地球面积的 40%,用等间隔的 3 颗地球静止轨道卫星,就可实现全球通信。卫星通信一般只要经过 1 颗卫星,由卫星通信地球站向卫星传输的上行线路和由卫星向地球站传输的下行线路完成。但有时