

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

世界科技全景百卷书 (60)

飞天之翼


E-BOOK
网络资源 电子图书

飞天之翼

人类插翅上蓝天

遥远幻想

古代人类在艰苦的生活和生产中，在与自然作斗争中产生了飞行的渴望。翱翔的鹰、扑翼飞行的鸟和昆虫，甚至天空飘浮的白云，都足以引起人们对飞行的幻想。但在科学技术不发达的岁月里，这一愿望是无法实现的，因而产生了许多关于飞行的神话传说。这些传说不仅丰富了古代人类的社会文化，也孕育了后来航空技术的萌芽。

在众多的古代飞行神话传说中，以中国、古希腊、埃及、印度和阿拉伯地区最为著名，而且流传最广。有的流传于口头，有的记载于典籍，有的还反映在文学艺术作品中。

“嫦娥奔月”是中国妇孺皆知、流传甚广的神话故事。相传远古时代一位聪颖美丽的姑娘叫嫦娥，她嫁给了射日英雄后羿为妻。一天，因后羿射日有功，王母娘娘奖给他一葫芦仙丹妙药，说是两人分吃可长生不老，一人独吃可升天漫游。嫦娥按捺不住邀游天庭的好奇之情，偷吞了全部仙丹妙药。结果，药性发作，身体变轻，不由自主飘飘悠悠进了月宫。从此，她成为广寒宫里的仙女，从远古一直“活”到今天。

古希腊的神话中，也有代达罗斯父子飞向太阳的故事。建筑师代达罗斯和他的儿子伊卡洛斯为逃脱诺斯国王的囚禁，返回自己的故乡雅典，用蜡和羽毛为自己制造了翅膀，飞逃了出来，他们升空翱翔越飞越远。后来，儿子不听父亲的忠告，靠近了炽热的太阳，结果粘住羽毛的蜡融化，羽翅燃烧，伊卡洛斯失去了翅膀，坠入大海，而代达罗斯却扇动翅膀成功地飞越爱琴海到达了目的地。

古人向往飞行，认为长了翅膀的东西就能飞行。人要是想飞，就应该学鸟的样子，也长出两个翅膀来。山东嘉祥出土的东汉武氏石室的石刻图画中，有长着两翼和四翼会飞的人；甘肃敦煌石窟里有隋朝的壁画，画着羽人的像。古代欧洲有身生双翅的飞人石雕。埃及神话中，也有类似的图像。在古亚述神话和希腊神话中还可看到会飞的牛和马。

2300 多年以前，战国伟大诗人屈原把飞天的神话和传说写到他的著作里。比如，他在《离骚》中写道：“为余驾飞龙兮，杂瑶象以为车”，意思是我坐上飞龙拉的玉和象牙制成的车子。在《远游》中，他写道：在云中漫游，前面有风神给我开路。

这些动人的飞天梦幻，朴素地反映了古人对探索天空奥秘、揭示未来的神往。但是，在科学技术十分落后的时代，人们无所凭借，只能以神话来表达意愿。不论梦幻多么动人，多么美妙，它终究是一个空想，一场虚无。

插翅难飞

在美国国家航空航天博物馆的“飞行器”室里，有一块醒目的字牌：“世界最早的飞行器是中国的风筝和火箭。”

风筝发明于中国，至今已有近 2000 年的历史。传说风筝的发明人是刘邦的大将韩信。他把楚国军队困在垓下时，制造风筝，叫身材轻巧的张良坐着风筝，飞上天空，高唱楚歌，使歌声顺风传送到远处的楚营里，是为“四面

楚歌”。风筝最初是为了军事需要而发明的。自汉朝以后一直到唐朝，风筝还是军用品。尔后才从军用逐渐转到游戏、娱乐。风筝在本质上是一种重于空气的飞行器，它是利用空气动力升空的原始飞行器，其飞行原理和现代飞机相似。它大约在 14 世纪传入欧洲，对飞机的发明有重要影响，可以说风筝是现代飞机的祖先。

人类飞行最早是受到动物，特别是鸟类飞行的启发。当时的人，以为只要插上带羽毛的翅膀，就可以像鸟儿一样自由飞翔。我国西汉末年的王莽时代，就有人做了尝试。据《汉书·王莽传》中说：汉朝为了攻打匈奴，王莽广泛征募有特殊技能的人。一天，来了一位打猎的青年，说自己会飞，可以从空中侦察匈奴。王莽说：好，那就请你飞起来让我看看吧。这位自称会飞的青年用大鸟的羽毛做了一副大翅膀，用绳子绑在两臂上，他的头和身上都披戴羽毛，把翅膀、羽毛用环和带子系住，只见他把两翼左右平伸，像老鹰一样，从高空滑翔下来，飞了几百步远。可惜，由于无法控制速度，他在落地时摔成重伤。这是我国史书上记载的最早的人力飞行试验，这位勇敢的青年可以算是近代滑翔机的创始者了。

大约过了一千年，到 1010 年，又有一个叫艾莫的英国人也做了飞人试验。他在四肢上捆上羽毛做的两对翅膀，从教学的塔楼上飞身而下，他在空中滑翔了大约 200 米，在快落地时，一阵狂风吹来，吹折了他腿上的翅膀，结果他的飞行也以摔断双腿而告终。

以后，还有很多次类似的试验，可是他们无不以失败告终，直到 17 世纪 80 年代，科学家指出人类不可能用翅膀飞行的严峻事实后，这种冒险活动才逐渐销声匿迹。1680 年，意大利人乔瓦尼·博雷利在《运动的动物》一文中阐明了人类生理上的局限性，指出人离开机器的帮助永远不可能在空中支持自己的体重。之后，一些人开始对飞行问题进行认真的研究。他们研究的问题首先是：空气是什么？人类怎样才能在空中飞行？古希腊哲学家亚里士多德提出了空气有重量的概念，而阿基米德则发现了浮力的计算方法，奠定了轻于空气的飞行器的基本原理。我国东晋时代的道家葛洪在所著《抱朴子》一书中也指出，老鹰直伸两翅，并不扇动，反而能盘旋飞行，愈飞愈高，是由于上升气流的缘故。后来，到了 13 世纪，伽利略、罗杰·培根和帕斯卡等一批科学家经过研究证明：空气是一种气体，有弹性；高度越高，空气压力越小；而且冷空气具有下沉、热空气具有上升的性质。这时，关于空气的奥秘才变得明朗化了。

意大利画家达·芬奇是第一个对飞行进行科学研究的人。1490 年他发明了“空气螺旋桨”。他在粗陋的螺旋桨状物体上扎上羽毛，做成一个能飞的小直升机模型。他正确推论出是空气流过鸟的翅膀才产生了升力，而且气流流过的速度越快，升力越大。但是，达·芬奇仍然受到他的前辈的影响，错误地坚持认为人只有模仿鸟儿才能飞行，从而把研究重点放在扑翼机上，企图通过扑打机翼来获得升力。直到晚年，达·芬奇才明白了这个目的是达不到的。

气球升天

当专家、学者和航空爱好者们忙于寻找如何解决扑翼飞行的办法时，人类征服天空的壮举在十分意外的情况下出现了。这是一个相当简单的装置，

比起一项项优秀的扑翼机构来，完全不算一回事——这种装置就是“气球”。

这项光辉而鼓舞人心的工作是法国的两兄弟约瑟夫—米歇尔·蒙哥尔费
和雅克—艾蒂安·蒙哥尔费进行的。他们在靠近里昂的阿诺奈有自己的造纸
厂。他们偶然发现放置在炉火附近的纸箱似乎要向上浮起。通过这个现象，
两兄弟产生一个想法：造一个大而轻的容器，里面装填相当体积的热空气，
让它飘起来。从 1782 年 9 月起，他们进行了一系列的试验。

1783 年 9 月 19 日，巴黎凡尔赛宫前广场人声鼎沸，蒙哥尔费兄弟做了一
场轰动一时的表演，连法国国王路易十六也带着满朝文武来观看。广场上
有一只用纸和布糊成的大气球，气球直径 12 米、高 17 米，模样像一个柄朝
下的大鸭梨。气球下面吊了一个盆状的大柳条笼子，里面有三位光荣的“乘
客”——一只鸡、一只鸭和一头羊。

兄弟俩点燃了放置在气球下面的柴禾等物，热气冲进了气球，于是气球
缓缓上升到 500 米的空中。在激动的观众面前，这只气球用 8 分钟时间飞行
了 3 公里后，安全降落在城外的草地上。

路易十六见状喜出望外，决定下次升空要作载人飞行。为防止意外，他
提出让两名死囚先坐进吊篮。谁知，他的提议引起群情哗然，谁都不同意让
死囚去享受人类第一次升空壮举的荣誉。经过激烈竞争，化学教授罗齐埃和
陆军少校达尔朗德乘上了热气球。这个具有历史意义的时刻是：1783 年 11
月 21 日下午 1 点 54 分。

两人乘坐的热气球形状为椭圆形，直径 15 米，高 22 米。在几万名观众的
欢呼声中，他们升上 300 米左右的天空，飞越了塞纳河，飞行 25 分钟后，
他们安全降落在蒙马尔特。

这是人类历史上第一次气球载人飞行。

蒙哥尔费热气球不久便与 17 年前英国人亨利·卡文迪什发明的另一种使
用氢气的易燃空气气球结合了起来。法国物理学家查理首先进行了这项实
验。他研制出了以氢气代替热空气、产生浮力的气球，而且采用了在丝绸上
涂橡胶的方法制成的气囊。1783 年 12 月 1 日，他的氢气球从巴黎杜伊勒利
宫起飞，平安地飞行了 43 公里，实现了首次氢气球载人飞行。氢气球的性能
明显比热气球好，后来得到了迅速发展。

早期的气球主要用在军事上，首先是通信联络和侦察。1871 年普法战争
中巴黎被围，法国人曾用气球将人员和信件送出包围圈。第一次世界大战中，
系留气球被广泛用来当作监视对方的空中平台。气球还曾用于防空和轰炸。
第二次世界大战中，英国人在伦敦周围系留大量气球构成空中拦阻网阻止德
军的轰炸机进入。现代高空气球还可以携带照相机和其它遥感设备，在一般
飞机达不到的 2 万米以上高空进行空中侦察。50 年代以后，由于其它侦察手
段的发展，气球在军事上的应用价值大为减小。在民用方面，系留气球可用
于在地形险要地区架设电缆、在林区集运木材。系留气球还可以在边远地区
用作通信、电视广播的中继站。热气球多用于航空体育运动，竞赛项目有定
点着陆、远距飞行、单位时间飞行距离、升空高度和续航时间等。在中国，
高空气球探空研究工作开展得较晚，1979 年以来已建立 3 万立方米级的高空
科学气球系统。1984 年还建造了最大容积为 5 万立方米、载重 250 千克的高
空探测气球。近年来，气球被用作广告宣传的也逐渐增多。

仿鸟滑翔

在飞艇发展的鼎盛时期，飞机的倡导者们仍在顽强地工作。对他们来说，仅仅给飞艇装上发动机还不能令他们满意。飞艇没有像鸟一样的外形，还不是人类征服天空的理想交通工具。

今天的人们如果回眸凝望当年航空先驱们的杰作时，不免会忍俊不禁。他们设计制造的飞机怪模怪样，有的像蝙蝠，有的像带鸟尾的飞虫，有的像大一点的风筝，还有的简直就是怪物。尽管如此，你不得不佩服他们的勇气、精神和智慧。

1804年英国人凯利爵士建造了一架约15米长、固定翼上反角为6度的极小型滑翔机。它的十字形水平安定面由活动连接部件与机身相固定，通过移动沙袋来调整重心。1809年，他又造了一架稍大一些的滑翔机，1849年，他把佣人的10岁儿子放在自己牵引的一架全尺寸滑翔机里进行了试验。1853年，第二架滑翔机又从一座山顶起飞了，这次驾驶员是他的马车夫约翰·阿普尔，滑翔机滑翔了10来米后坠毁。这位马车夫受惊不浅，事后他对凯利说：“求求您，老爷，我希望您还记得，小人是受雇来驾马车，而不是来驾飞机的。”

凯利的重要著作《空中舵》于1809~1810年出版。在该著作中，论述了空气动力原理及其作用和应用，奠定了固定翼和旋翼机的基础。他指出，肌肉力量远不足以用于机械飞行。他的结论是，对于飞行来说，目前欠缺的唯一部件是内部燃烧的发动机，只要有了它，古老的梦想很有可能会成为现实。

到19世纪过了四分之三的时候，最大的问题仍然是动力装置。当时唯一能提供推进能量的方式就是采用蒸汽机，而蒸汽机的重量，包括锅炉和燃料，比飞机本身大得多。虽然如此，人们还是用蒸汽机做了许多勇敢的尝试。像法国的克莱蒙·阿代尔制造出两架蒸汽动力的全尺寸飞机，一架取名“风神”，另一架叫“飞机”，据称后者曾飞离地面几英尺。另一位法国海军军官费利克斯·迪唐普尔，在1874年试验了他的装蒸汽发动机的单翼机。他从一个斜坡上起飞，离开了地面，无控制地飞行了10米。1881年，沙俄海军上校亚历山大·费·莫扎伊斯基试飞了他自己设计的蒸汽动力单翼机。然而，大量的研究工作和无数的试验飞行只搞清了两件事情：蒸汽发动机对于机械飞行来说并不是合适的动力装置；获得推力的最佳手段是螺旋桨。

1862年，法国德罗埃提出了近代四冲程内燃机的工作原理。根据这一原理，1876年，德国人尼古拉斯·奥托制成了往复式活塞式、单缸卧式四冲程内燃机。1880年，德国人戈特利布·戴姆勒研究出烧汽油的发动机，不久这种发动机被首先用于车辆，并为早期飞机的试验、制造和发展，奠定了动力基础。

在活塞发动机使飞机成为现实之前，还需要解决最后一个问题，即机翼问题，也就是飞行控制问题。

由于早期的飞机设计师们拘泥于模仿鸟的形状，因此设计时很自然地只想到单翼机的形式。有时，他们甚至固执地把飞机前部做成鸟的头和嘴的模样。然而，到了1860年，一位英国科学家弗朗西斯·韦纳姆提出了双层机翼飞机的设想，这是一种不必增加翼展就能增加的机翼面积的方法。他还证明了有弯度的翼型比平直翼型的性能好得多。对机翼外形和翼型的实用研究是由一位英国人霍雷肖·非利普斯进行的，他用一个原始型风洞和他自制的“活动百叶窗”系住飞机进行试验。通过这些试验得到的数据，他获得了“较小

弯度”翼型的专利，这种翼型比当时采用的翼型产生的升力大得多。

19世纪临近结束的时候，经过长斯探索终于迎来了飞机的成功。德国人奥托·李林达尔成为第一个在重于空气的飞行器上飞行的人，尽管他的飞行器上没有安装发动机。他和他的弟弟古斯塔夫先后制造了18架外形模仿鸟的载人滑翔机。李林达尔总共做过2000多次成功的悬挂滑翔飞行试验，有几次还完成180度的转弯。他的滑翔机是简陋的，必须通过移动身体的重心来进行操纵，但它却是第一架可操纵的飞行器。李林达尔兄弟对鸟类的研究比前人更为科学。前辈们仅仅指出了鸟类飞行的一般原理，而李林达尔在1889年出版了著名的《鸟类飞行——航空的基础》一书，他分析了鸟翼形状和结构，弄清了鸟在飞行中翅膀是怎样挥动的，怎样改变上反角以保持更好的稳定性，怎样改变弯度以获得更大升力，需要多大的升力才能克服已知的重量等。尽管后人证实他的一些理论有错误，但这本书仍然被认为是一部伟大的航空经典著作。1896年8月10日，李林达尔在一次飞行中遇难，年仅48岁。

原始空战

第一次世界大战初期，飞机主要是担负侦察兵的任务，因此飞机上都没有装备武器。最初的空战宛如儿戏，交战双方在空中相遇，有时挥挥拳头以示敌对，有时互扔砖头吓唬对方。

俄国飞行员涅斯捷洛夫想象力奇特。他在自己的飞机后部装上一把刀子，用以划破敌人飞艇的蒙皮，后来他又在飞机尾部装上一条带重锤的钢索，准备从敌机前飞过，用钢索把敌机的螺旋桨缠住。上尉卡扎科夫则更胜一筹，他采用了一个别致的装置——在飞机下部安装一个抓钩，抓钩上还连有一个雷管，从敌机上方飞过，用抓钩将敌机钩住，钩住的瞬间雷管会发生爆炸，以此来消灭敌机。还有的飞行员，则拔出随身携带的手枪，向敌机驾驶员射击。当然，命中率极低。更为可笑的是，用飞机去撞敌机，也成了最初空战时，驾驶员气急之时的一种“战术”。1914年涅斯捷洛夫驾机在空中与一架奥地利侦察机相遇，涅氏拔出手枪向奥机开了两枪，一枪打空，另一枪射入奥机机身，但并不是要害之处，也未影响飞行，涅氏还想射击，不料手枪却卡了壳。奥机驾驶员得意地朝涅氏笑了笑，当时飞机的速度都较慢，奥机驾驶员的表情被涅氏看得清清楚楚。他驾着飞机猛地朝奥机冲了过去，结果起落架的轮子一下子撞在奥机的螺旋桨上，奥机的发动机突然停转，飞机向地面坠去。这类事情在当时并不少见。

是法国飞行员首先把机枪带到了飞机上，机枪装在活动底座上由观察员操纵。1914年10月5日，法国飞行员约瑟夫·弗朗茨和机械员兼观察员卡波拉尔·凯诺中士驾驶一架法制“瓦赞”飞机巡逻，发现一架德国双座飞机正在侦察法国防线，弗朗茨逼近这架入侵飞机，经过短暂的空战，成功地用机枪击落了敌机。这就是航空作战史上第一次真正的空战。

随着第一次世界大战的展开，空战变得更为激烈了。交战双方都在研制专门用于空战的战斗机。然而机上的机枪置于何处，却成了一个令人头痛的事。如果把它安放在机头上，那么射出的子弹往往会打坏自己飞机前部的螺旋桨；如果把它放在两翼上，既影响瞄准又影响飞行。

1915年4月1日，四架德机与一架法国飞机遭遇，德机飞行员看到法机的机翼上没有机枪心中窃喜，以为可以多欺少占一把大便宜。谁知，法机

突然从螺旋桨中喷出一条黄色的火舌，一架德机立即朝地面栽去，德国飞行员还没反应过来，又一道黄光射出，第二架德机又命归黄泉。这个杰作是法国飞行员罗朗·加罗斯创造的，他驾驶的这种带有固定机枪的莫拉纳-索尔尼埃L型战斗机在16天里击落了5架德机，他成为法国也是世界上第一个“王牌飞行员”，他的飞机也因此名声大振。

德国人实在难以相信这魔术般的攻击，因为常识告诉他们，无法让子弹从旋转的螺旋桨中射出，而不击中木制的桨片。直到一架法国飞机由于故障迫降在德国占领区，德国人才搞清楚了其中的秘密。

原来加罗斯把机枪装在飞机座舱前面，透过螺旋桨向外瞄准，而面向枪口的桨片上则用钢片包住，这样就有可能使击中桨片的子弹改变方向，从而部分地解决了机载机枪前射的问题。

为德国人工作的荷兰工程师安东尼·福克对迫降的飞机进行了仿制和改进，很快就“青出于蓝而胜蓝”，他发明了机枪协调器，用螺旋桨来控制机枪的射击，当桨片挡住枪管时，机枪便停止工作，反之，则机枪可以大胆地狂射。德国人很快就把机枪协调器安在了福克飞机上，它攻击力强、命中率高，比法机技高一筹，在空战中屡屡获胜，打得协约国空军闻风丧胆，造成了恐怖一时的“福克式灾难”。

百机斗天宫

你听说过从飞机上手向下扔炸弹的事？听起来的这种事很可笑，可这事发生在1911年，还是件具有重大军事意义的大新闻。11月1日，在意大利、土耳其战争中，意大利军队动用了飞机，意军飞行员朱里奥·加沃蒂驾驶一架“鸽”式单翼机向土军阵地投掷了4枚各重2千克的炸弹。当时飞机上既没有挂弹架，也没有弹舱。炸弹就放在飞行员的座位旁，一旦需要，就用手往下扔。这样的轰炸根本炸不到目标，几乎没有多少作用，但却可以从声势上威震一下对方。土耳其的骑兵队就被这种突如其来、从天而降的轰炸吓得四处逃散。

1914年8月3日，德国派飞机轰炸了法国的一座城市，这是世界上第一次飞机对城市的轰炸。

随着飞机轰炸威力的影响，英、法、德、意大都开始生产专门用于轰炸的飞机。到1918年，轰炸机的生产已趋于成熟，最大的轰炸机可载炸弹2吨，飞行高度6000米，速度可达180公里/小时。1921年，美国进行了一次轰炸机投弹表演，目标是海上一艘被缴获的德国战舰。当时出动了8架轰炸机，每架载弹8枚，它们轮番轰炸，虽然只有5枚炸弹命中了战舰的两侧甲板，但不到半个小时，德舰便沉入了海底。

第一次世界大战期间，能对地面进行攻击的强击机也开始崭露头角。当时，一些装上机枪的战斗机飞行员，常常从低空掠过敌方阵地或战壕，用机枪狂扫地面，大量杀伤敌方士兵。英、法联军曾用飞机对德国的地面部队进行攻击，大大压制了德军地面进攻能力。后来德国飞行也仿效此法，以其道还治其人之身，组织了作战飞行小队，专门执行低空攻击任务，对联军的战壕实行扫射。为了加强对地攻击，同时又防止地面的火力伤害飞机，德国专门设计了一种带有装甲的飞机，它的机身金属制造，飞行员的座舱周围有5毫米厚的钢板保护，机腹下安装有机枪，这种飞机以设计师名字命名为“容

克斯” D.11，该机 1918 年正式投入使用，成为强击机的“鼻祖”。

到第一次世界大战停战时，飞机还不满 15 岁，而战争的锻炼却使它从少年一跃而成强壮的中年人。

原来只有几个人用木材和蒙皮拼凑制造飞机的分散工棚，已变成不断向四周扩展的工厂。在四年战争中，法国共生产了 51000 架飞机，英国生产了 55000 架，美国生产了 15000 架，意大利生产了 12000 架，德国生产了 47000 架。大战结束时，许多国家建立了专门的航空科研结构和航空工业，世界上已有 200 多个飞机厂和 80 个发动机厂，共生产了 183000 多架飞机和 235000 多台发动机。

飞机的性能也有显著的提高，飞行速度由 100 公里/小时提高到 256 公里/小时，飞机升限由 4200 米提高到 8810 米，飞行航程加大到 1900 公里。飞机的结构和动力装置都有了较大改进，出现了许多先进的设计，其中有悬臂式机翼和金属机身等。最具有重大意义的是飞机发动机的发展，有了各种新式的发动机，飞机才有可能做得更大，装载更多。

两次大战之间，在航空发动机方面的重要技术成就是：发展了星形气冷发动机；采用高辛烷值燃料；发展了发动机增压器，改善了发动机的高空性能以及发展了变距螺旋桨，满足了不同状态下对发动机工作性能的要求。

在机体设计和材料方面，出现了收放式起落架、NACA 整流罩、全金属应力蒙皮结构和屈服强度较高的铝合金等重大技术成就。

在飞机操纵方面，采用了高升力装置和自动驾驶仪，改进了起飞、着陆性和飞机操纵性能。上述重大技术成就为两次大战之间在高度、速度和航程方面的创纪录飞行奠定了基础。

在上述重大技术成就的支撑下，两次大战间出现了一系列创纪录的飞行，世界航空史上呈现出一个群星灿烂的时期。

1919 年 6 月 14 日~15 日，英国人约翰·阿尔科克和阿瑟·惠腾·布朗架机从纽芬兰起飞，经 16 小时 27 分，行程 3032 公里，在爱尔兰着陆，首次中途不着陆飞越了大西洋。

1927 年 5 月 21 日，美国人查尔斯·林白驾机从纽约起飞，飞行 5778 公里，历时 33 小时 39 分，到达巴黎，创造了单人从美洲大陆不着陆飞越大西洋，直抵欧洲大陆的记录。

1924 年 4 月 6 日~9 月 28 日，美国洛尼尔 H. 史密斯上尉和莱斯利 P. 阿诺尔德中尉驾驶的“芝加哥”号飞机与埃里克 H. 纳尔逊中尉和约翰·哈丁中尉驾驶的“新奥尔良”号飞机首次完成分段环球飞行，历史 175 天，飞行时间 371 小时 11 分，飞行距离 44340 公里。

1927 年 10 月 14 日，迪厄多内·科斯泰和约瑟夫·勒布里克斯从塞内加尔的圣路易斯起飞，经 19 小时 50 分，行程 3420 公里，飞抵巴西的纳塔尔，首次不着陆飞越南大西洋。

1931 年 10 月 3~4 日，克莱德·潘伯恩和休·赫恩登架机从日本起飞，历时 41 小时 13 分，飞行 7184 公里，抵达美国华盛顿的韦纳奇机场，他们首次成功地不着陆飞越太平洋。

1926 年 5 月 9 日，理查德 E. 伯德和弗洛伊德·贝内特驾机首次成功地飞越北极。

1929 年 11 月 29 日，伯德、伯恩特·巴尔肯、阿什利·麦金利和哈罗德·琼首次飞越南极。

1929年1月1~7日，卡尔·斯帕茨、埃拉·埃克驾驶C—2型飞机，在C—1型飞机空中加油的支援下，创造了150小时40分15秒的续航时间世界纪录。

在飞行速度方面，1927年英国皇家空军使最大飞行速度达452公里/小时，1929年提高到529公里/小时，1931年达到547公里/小时；1935年9月，美国陆军航空队将最大速度进一步提高到566公里/小时。1939年，德国空军特制创纪录飞机Me—209V1（不能实战）创造了二战前的最高速度纪

鹰击长空

任何一种兵器，在它正式与公众见面前，都有很长一段隐秘而坎坷的研制、生产时期。说它隐秘，因为人们很难看清它的最终面目；说它坎坷，因为“一帆风顺”几乎无缘。飞机的一生，也充满了隐秘而坎坷的色彩。

当年莱特兄弟的“飞机”是在一台半旧的机床上用手敲打出来的。今天的飞机，可幸运多了。它在“预行研究”的母腹里初定胚胎；又借缩比模型在风洞里确定外形；依靠各种试验检验它的四肢五脏、强度和寿命；电子计算机为它选定最佳“红妆”。飞机的各个部件分在许多专业的工厂生产，最后在一家大工厂进行总装，成品飞机还要经过试飞才能正式飞行。通过一系列的“孵化”，当飞机从“机窝”里起飞时，他已是充满青春活力的健壮雄鹰了。

航空研究

一架新飞机从孕育到诞生要经历研究、设计、试验和试制、生产、改进发展等很多阶段，每个阶段都有大量工作要做。

航空研究，便是飞机经历的第一个阶段。

航空研究分为基础研究、应用研究和预先研究等几类。基础研究是探索与航空有关的自然规律、扩大人类知识的活动，如超临界流动现象的发现。基础研究的成果多以学术论文形式发表，不针对具体产品，而有普遍意义。应用研究指探索基础研究成果用于发展航空技术的可能性，往往可以产生新的设计概念和设计方法，产生新技术、新材料和新工艺。例如，应用超临界流动的理论研究超临界翼型。应用研究的成果多以经过实验的研究报告形式发表，或者提出原理验证样机或样件。预行研究的主要任务是验证应用研究成果用于产品研制的技术可行性，为产品研制预先做好技术储备，从而可以减小新产品研制的技术风险，大大缩短研制周期。例如，根据超临界翼型研制出超临界机翼并装到现有的飞机上进行实用化研究。

开展各种研究工作，特别是预先研究，需要较多的经费和各种试验设备，还需要一定的试制力量。

世界上有很多知名的航空科研机构，如美国的国家航空航天局（其前身是1915年成立的国家航空咨询委员会）、前苏联的中央流体动力研究院、英国的皇家航空研究院、法国的航空航天研究院和中国航空研究院，它们都为各自国家以至全世界航空技术的发展做出了重要贡献。

1915年3月，美国国会通过一项法案，决定建立航空咨询委员会，1958年改组为国家航空航天局（NASA），对促进美国航空技术及后来航天技术的

发展、确立美国在世界航空航天领域的领先地位发挥了不可估量的作用。两次大战之间，NASA 开展的科学研究为美国在二次大战中拥有先进的航空装备奠定了基础，战时使用的大部分飞机是战前或战争初期设计的。1943 年美国海军部长诺克斯说：“完全是由于 NASA 所奠定的基础，海军才可能拥有‘海盗’、‘野猫’、‘恶妇’这样一大批著名飞机，它们都应用了 NASA 研究出来的翼型、冷却方法、高升力装置，使海军在对付日本海上扩张中取得巨大胜利。”战后，NASA 为了推进航空技术的发展，探索和解决技术发展中的关键问题而研制了许许多多研究机，通称 X 系列飞机，对解决超音速飞行（X—1）、钛合金应用（X—3）、后掠翼（X—4）、变后掠翼（X—5）、垂直起落（X—13，X—14）、高超音速飞行（X—15）、前掠翼（X—29）、空天飞机（X—30）、过失速飞行（X—31）等发挥了重要作用。近年来，NASA 工作重点虽然已经转移到航天技术方面，但发展航空技术仍是它职责的一部分，在诸如超音速飞行、变后掠翼、节能发动机、垂直起落飞机、附面层控制、减轻阵风影响、避免涡流、防止飞机结冰、改进通用航空技术等方面开展大量的工作，走在世界航空界的前列，使人类飞行的愿望越来越成为普遍、安全、经济的日常生活的一部分。

新中国的航空工业从修理飞机起步，后来通过产品仿制，熟悉工艺过程，处理各种生产技术问题，掌握制造技术和检验、计量技术，根据产品性能检测的需要，相继建立理化试验室、静力试验室、试车和其他试验设施。经过 45 年的努力，在自行研制几代飞机的过程中，逐步建立了初具规模、专业门类基本齐全的航空科技体系，在空气动力学、飞机结构强度、飞行研究、发动机技术研究、主动控制技术、武器火力控制、电子综合技术、材料和制造工艺等领域做了大量工作，取得可喜的成果。

飞机红妆

设计是完成用于飞机制造和使用所需的全部图纸和技术文件的过程。随着计算机的广泛应用，有可能出现完全不依赖图纸传递信息的新型设计程序。

设计飞机首先要根据飞机的具体用途，对性能指标和技术要求进行可行性论证。军用飞机的性能指标和技术要求一般由军方提出，民用飞机的性能指标和技术要求则主要根据市场的需求来确定。军用飞机的指标和要求主要有任务和作战对象、速度、航程、武器配置、典型作战剖面、机动能力、最大过载等；民用飞机的设计指标和技术要求包括用途、装载量、乘客数量、航程、速度、经济性、寿命等。

飞机的设计过程大致包括方案设计、打样设计和工作设计三个步骤。

方案设计是制定飞机总体方案，给出飞机的三面图和总体布置草图。主要工作内容包：选定飞机的型式及其主要参数和几何尺寸，选定发动机及其他设备，选定飞机各主要部件的大致构造型式，选定主要系统的型式，进行飞机的初步飞行性能估算和稳定性、操纵性估算，进行各主要部件的强度估算。在方案设计过程中，要进行大量的风洞吹风试验，最后才能把飞机的总体布局确定下来。

打样设计的任务是在全面开展工作设计之前深入地检查总体设计中存在的问题，力争把问题解决在地面上。在这个阶段，要制造和真飞机尺寸相同

的木质样机。

工作设计又叫详细设计，主要任务是根据确定的方案和打样设计的结果，完成零件制造和部件、系统、全机装配的工作图纸和生产验收的技术文件。根据工作设计的成果，可以开始原型机试制。

在上述三个设计阶段中，往往穿插进行大量的试验。

70年代以来，在航空工业部门广泛应用计算机辅助设计技术，即把计算机的快速运算、严格的逻辑判断和准确可靠的数据处理功能与设计人员的创造性思维能力结合起来，变传统的以经验为主的实验设计为计算机分析为主的优化设计。在计算机辅助设计中，首先由设计人员提出设计方案的设想，并将设计参数和图形等初始信息输入计算机。计算机按给定的程序进行分析计算，通过显示装置给出结果。若设计人员对结果不满意，可以用光笔在显示屏上进行修改，直到满意为止。最后，设计结果由计算机控制的各种设备制成图纸和控制带。应用计算机辅助设计，可以显著缩短设计周期，提高设计质量和降低成本。

波音 777 是号称第一种“无纸设计”的飞机，据说一次把几万张“图纸”、3.5 万亿位的数据输入到大约 1700 台计算机工作站，这些工作站再与 8 台大型 IBM 计算机主机联网，通过彩色三维技术进行全数码设计。这种方法赢得了时间，争取了速度，提高了飞机的精度。

空中金刚

1952 年 5 月 2 日，一个晴朗的下午，蜂拥的人群聚集在伦敦机场，兴奋地目睹了世界上第一架喷气式客机——英国的“慧星”号客机的首航。飞机速度 800 公里/小时，从伦敦飞到罗马只用了两个半小时，一个旅客可以在伦敦用早餐，到罗马吃午饭，日落前又可以舒舒服服地回到伦敦家中，一天当中两度横越大西洋，这在当时简直是个不可思议的奇迹。于是“慧星”号的订座排满了几个月，许多民航公司争购这种奇迹飞机。一时间，“慧星”热遍全球，光照欧、亚、非。可是好景不长，在“慧星”号飞行一段时间后，不幸的灾难接二连三地降临。1954 年 1 月 10 日，一架仅飞 3000 小时的“慧星”号满载旅客从远东飞往伦敦，突然一声巨响，飞机莫名其妙被炸得粉碎，残骸落入意大利厄尔巴岛。4 月 8 日，又一架“慧星”号从罗马机场起飞，在地中海上空又解体坠毁，机上旅客和机组人员 21 人全部死亡。后来英国政府派舰队到海里打捞飞机残骸进行研究，终于发现飞机爆炸的元凶是金属“疲劳”。

由于前车之鉴，新生产出来的“慧星”号客机经受了极其严格的材料应力试验，检验官们让它接受了相当于飞行 80 年的试验，才终于同意它重飞蓝天。

重温“慧星”号的历史，足见各种试验对于飞机的极端重要性。

试验是把样品置于实际使用状态或接近实际使用状态下，观察其变化和结果以鉴定其性能是否满足要求而进行的技术实践活动。在航空产品研制过程中，需要对新设计的整机、部件、分系统等进行大量的综合性试验，如飞行试验、全机静力试验、全机疲劳试验、发动机高空模拟试验、导航和操作系统模拟试验等。通过试验可以比较逼真地检验产品是否达到预期的设计要求。

风洞试验是飞机外形设计不可缺少的手段。把飞机实物或缩比模型放在产生人工气流的管道装置里，能观测流体与物体之间的相互作用。风洞在空气动力学研究和飞行器研制中起着十分重要的作用。飞机、导弹、卫星、运载火箭等飞行器，从预先研究到外形选择，从设计定型到性能校核，其间所涉及的空气动力试验均可在风洞中完成。风洞有开路式和回流式，按气流速度分为低速、亚音速、跨音速、超音速和高超音速风洞。全世界的风洞总数达千余座，最大的低速风洞是美国国家航空航天局艾姆斯研究中心的风洞，试验段尺寸为 24.4 米 × 36.6 米，足以试验一架完整的真飞机。

为了迅速发展我国航空航天技术，在周恩来总理、聂荣臻元帅等老一辈革命家亲自指导关怀下，我国在四川绵阳相继建成许多座高速风洞、低速风洞、激波管风洞、热结构风洞，电弧风洞等，成为中国第一、亚洲最大、世界屈指可数的风洞群。

为检验新飞机是否达到结构设计标准，要对全机及其部件进行一系列结构试验，也称强度试验，验证飞机结构或部件，在载荷和环境条件下的状态和耐受能力。按试验内容的不同，又分为静力试验、动力试验、疲劳试验和热强度试验等。在航空发展初期，人们对飞机结构最关心的是承载能力，结构试验以静力试验为主，只进行少量的动力试验，如发动机架振动试验和起落架落震试验。从二次大战后，为了解决颤振问题，动力试验受到重视。前面提到的 50 年代英国“慧星”号喷气式客机因疲劳问题连续几次失事后，疲劳试验开始占有重要位置。在最终验证试验中，一般需要用两架飞机分别进行全机静力破坏和全机疲劳试验，虽然试验费用浩大，但对大型飞机几乎仍进行破坏试验。试验时的载荷条件需要用多点协调加载系统，需要庞大的试验室和复杂的试验设备。先进的测试设备多用电子计算机进行数据采集和处理。

飞行试验是把未来在新飞机上使用的设备或系统在经过改装的飞机上试飞，取得在真实的飞行环境下工作的数据，作为判定设计质量和进一步改进设计的依据。为节省经费，还要用装有专门记录仪器和遥探、遥测装置的模型飞机进行各种试飞，模型飞机可以从飞机、气球或高建筑物上投放，也可用火箭动力发射或从地面起飞。

推进系统地面台架试验和高空模拟试验，前者是在地面台架上对发动机的性能、结构强度、环境适应性、循环寿命等一系列内容进行的试验；后者是在地面高空模拟试验舱（简称高空台）中对推进系统进行模拟各种飞行状态（飞机高度、速度、飞行姿态……）下的稳态和瞬态试验，目的是鉴定推进系统在整个飞行包线内的性能、稳定性和工作可靠性，确定整个推进系统的发展潜力；分析和研究推进系统的使用故障。

1995 年 11 月，我国在四川江油中国燃气轮机研究所建成一座航空发动机高空模拟试车台，经国家一次验收合格，正式投入运行。该试验台是一项投资大、技术复杂的系统工程，它的建成结束了我国没有大型连续气源高空台的历史，使我国成为世界上继美、俄、英、法等国之后拥有这种大型试验设备的第 5 个国家，为我国独立自主研制航空发动机打下了至关重要的基础。

环境试验是检查飞机、发动机和各种附件、设备在各种使用条件下的工作性能，包括在寒冷和炎热地带、高原地区、海上空域的试飞，发动机在低温和高温下的起动试验，结冰、防冰和雷击试验，腐蚀敏感性试验，外物吞

咽试验，电子设备的抗干扰能力试验等。例如欧洲空中客车工业公司生产的A310飞机为取得俄罗斯适航当局颁发的适航证，要进行补充冷冻试验，办法是飞机在西伯利亚地区——54 温度下，停放 16 小时冷透后，飞行一次，连续做三次。

弹射救生试验是检验弹射救生装置的性能和研究弹射救生时人体生理问题的试验，包括地面弹射试验、空中弹射试验、座舱盖抛盖试验等。地面弹射试验可以在火箭滑车和地面弹射试验台上进行，空中弹射试验则在弹射试验飞机上进行。一般用假人或动物弹射，必要时也由真人进行弹射试验。

俄罗斯 K—50“ 噱头 ” 武装直升机上先进的弹射救生系统历经七年的研制、试验才获得成功。当直升机无法挽救时，飞行员立即启动旋翼桨叶根处的爆炸螺栓，6 片桨叶顿时脱离桨毂飞散，紧接着座舱盖脱开了飞机座舱，飞行员连同座椅一起弹出座舱。美国的许多战斗机上使用了美国道格拉斯飞机公司生产的弹射座椅，从 1979 年开始使用到 1992 年 9 月，已挽救了 200 多名飞行员的生命。

研制弹射座椅的试验中，有一项是地面有速度弹射试验，这种试验一般要在火箭橇滑轨上进行。1993 年 6 月，我国在襄北平原建成国内第一条、也是亚洲唯一的火箭橇滑轨，结束了我国 22 年来一直借用普通铁路支线做高速地面模拟试验的历史。该火箭橇滑轨是两条类似于直线铁路的平行双轨，由重型钢轨焊接而成，全长 3132 米，精度达 ± 0.2 毫米，最大速度可达 413 米/秒，与滑橇、测试设备共同构成火箭滑橇试验系统，是研制弹射救生系统必不可少的设备。

天线试验是在微波暗室（也叫微波无反射室）里测试天线或飞行器（飞机、导弹、卫星等）的天线方向图、雷达罩性能、雷达目标散射截面及无线电系统的性能。微波暗室用锥形微波吸收材料铺设室内各壁面，吸引人射到壁上的电磁波能量，以便达到在室内某个空间建立一个接近自由空间状态的无反射区（静区），减少测试场地各种障碍物的反射及外界电磁干扰信号对天线的影晌，提高测量精度。

初练身手

详细设计完成之后便可制造第一批试验用的飞机，叫原型机。原型机的数量根据采用新技术多少、费用、进度等多种因素确定，至少 3~4 架，多时达一二十架，其中 1~2 架用于全机静力和疲劳试验，其余用于试飞。

试飞分若干类型。在制造厂里进行的是调整试飞，由工厂自己的试飞员试飞，经过试飞暴露问题，并通过不断修改设计，使其达到设计要求，为鉴定试飞作准备。新型发动机、机载设备，一般先在专门的试验机上进行调整试飞，待其达到一定要求后，再将其和新飞机匹配试飞。

工厂的调整试飞结束后，由国家飞行试验中心组织鉴定试飞，以确定其是否达到预定的战术技术指标和使用要求。鉴定试飞合格的飞机再交给使用这种飞机的部队组织使用试飞。目前有的国家正在对原来的试飞程序进行改革，逐步将调整试飞、鉴定试飞和使用试飞的某些内容结合在一起，军方及早介入制造厂商的试飞工作，达到减少重复、缩短周期、节约经费的目的。

对民用航空器，为确保使用安全，各国适航当局如美国联邦航空局、英国民用航空局，前苏联民用航空飞行安全国家委员会等，对航空器的设计、

生产、使用、维护等各个环节都制定了适航标准。新飞机为取得型号合格证，需要按适航条件的要求组织和完成适航飞行计划。以欧洲空中客车工业公司研制的 A340 大型客机为例，为了取得由 18 个国家联合组成的欧洲联合适航当局的认可，自第一架 A340 于 1991 年 10 月 25 日首次飞行到 1992 年 12 月取证止，6 架飞机在 14 个月时间里飞行 700 多架次、累计 2300 多小时，进行了各种试验，包括最后用 2 架飞机进行了途经 35 个城市、累计 260 小时的远程航线验证飞行。

人丁兴旺

舰载机

1982 年在英国和阿根廷之间为争夺马尔维纳斯群岛而发生的战争中，英国出动强大的特遣舰队，剥夺了阿根廷海军的海上自由。这时，阿根廷空军和海军航空兵的 250 架飞机，包括 500 架“超军旗”舰载飞机发挥了重要的作用。“超军旗”作战 5 次，2 次大获战果。5 月 4 日 11 时，马岛海域上空出现了阿“超军旗”式喷气战斗机的身影，阿机飞得出人意料的低——离海平面只有 10 米，躲进了英军舰载雷达的盲区。大约 10 分钟后，飞机突然急速跃升至 150 米，迅速测定了英导弹驱逐舰“谢菲尔德”号，距离 38 公里，阿机“超军旗”式喷气战斗机翼下红光一闪，一枚 AM—39“飞鱼”导弹饿虎扑羊般地杀向英舰。刹那间，英舰心脏区内电闪雷鸣，主机舱被击中，燃料舱冒火，舰上厨房里的几个大油桶也相继爆炸，四五小时后，舰长只好命令弃舰。6 天后，英军显赫一时的价值 2 亿美元的“谢菲尔德”号葬身南大西洋，咆哮的海水吞没了舰艇也吞没了 78 名舰上官兵。5 月 25 日，“超军旗”再次使用“飞鱼”导弹，击沉英国大型运兵船“大西洋运输者”号，使十几架直升机随舰沉入海中，再次重创英军。

舰载飞机是以航空母舰或其他特殊舰只为降落基地的飞机。飞机问世不久，1910 年 11 月 14 日，美国海军尤金·伊利上尉驾驶一架寇蒂斯式双翼机从“伯明翰”号轻巡洋舰上起飞成功，两个月后他又成功地在“宾夕法尼亚”号巡洋舰甲板上降落成功，开创了飞机舰的历史，证明飞机也能在海上使用。第一次世界大战中，一些国家的海军装备了飞机，大多用于海上侦察、巡逻，直接消灭敌方海军力量的战果还不多。第二次世界大战中海军航空兵得到极大的发展，在 1941 年的塔兰托海战、珍珠港海战，1942 年的珊瑚海海战和中途岛海战中，舰载飞机发挥了十分重要的作用。

战后，舰载飞机进一步发展，形成现代海军不可缺少的装备。舰载飞机根据任务的不同，有以打击空中目标为主要任务的舰载战斗机，以打击水面舰只和地面目标为主要任务的舰载攻击机，以搜索、攻击敌方潜艇为主要任务的舰载反潜机，此外还有与上述机种协同作战、执行勤务保障任务的预警机、侦察机、加油机、电子干扰机、运输机、救护机等多种舰载飞机。飞机的优点是速度快、机动性好、攻击力强，但载油、载弹量少，航程短，单机一次攻击能力有限；而航空母舰的优点是续航能力大，能载上百架飞机和上万吨燃料和弹药，缺点是速度慢，机动性不好。舰载飞机与航空母舰相结合，两者可以充分发挥各自的长处，弥补相互的短处，有机地发挥整体作战优势。

航空母舰的数量在二战期间猛增，从战争开始时不足 20 艘增加到战争结束时的 200 多艘，仅美国就有 110 多艘。近年来美国航空母舰数量有所下降，

但质量上升。目前世界上最大的航空母舰是美国“尼米兹”级核动力航母，满载排水量 91400 吨，长 332.9 米，宽 76.8 米，舰体吃水 11.3 米。舰上能搭载 90~100 架飞机。美国“罗斯福”号航母上的飞机联队是这样配置的：

- 2 个战斗机中队——20 架 F—14A “雄猫”战斗机
- 2 个战斗攻击机中队——20 架 F/A—18 “大黄蜂”战斗/攻击机
- 2 个重型攻击机中队——20 架 A—6E “入侵者”攻击机
- 1 个预警中队——5 架 E—2C “鹰眼”预警机
- 1 个电子战中队——5 架 EA—6B “徘徊者”电子机
- 1 个空中反潜中队——10 架 S—3A “北欧海盗”反潜机
- 1 个直升机反潜中队——6 架 SH—3H “海王”直升机

共 10 个舰载机中队，86 架飞机。这是 90 年代美国舰载机联队的主要样式，可以使航母具有搜索、警戒和打击能力，并可为攻击机和航母本身提供战斗掩护。

前苏联装备航母较晚，60 年代只有“莫斯科”级直升机母舰；70 年代出现“基辅”级中型航母，包括“基辅”“巴库”“明斯克”等 4 艘；80 年代才有了第一艘“库兹涅佐夫海军上将”号重型航母，配备苏—27 等舰载飞机，部署在地中海。

截至 1992 年，装备航母的国家除美国（16 艘）、独联体国家（7 艘）外，还有法国（4）、英国（3）、意大利（2）、西班牙（1）、巴西（1）、阿根廷（1）、印度（2），总共 37 艘。

由于在航空母舰上使用，舰载飞机有一些不同于岸基飞机的特点，如起飞时借助弹射器只需滑跑几十米就能飞离甲板；着陆时与放下起落架一起放下着陆钩，钩住横置于甲板上的拦阻索，缩短滑跑距离；飞机的着陆速度低，低速操纵性较好，以适应舰上降落的需要；停放时机翼可以折叠，以少占甲板上的空间；在海面环境下使用，机体、发动机和机载设备的耐盐雾、耐腐蚀性能好。

运输机

“兵马未动，粮草先行”，这是古今中外的作战原则之一。现代战争中，为了人员和装备的快速机动，被称为“空中力士”的军用运输机不可或缺。

军用运输机是用于空运兵员、武器装备，并能空投伞兵和大型军事装备的飞机。二次大战中各国开始大量使用运输机。当时的军用运输机多由民用机改型而成，如美国道格拉斯公司 1936 年试飞的 DC—3，战时在陆军航空兵服役，代号为 C—47。道格拉斯公司在 10 年期间，生产了 10600 架，荷兰、日本和前苏联还仿制了一大批，是当时最成功的运输机。60 年后的今天，世界各地还有 1000 多架 DC—3 在使用中。

“柏林空运”是航空史上军用运输发挥重要作用的一个例子。二次大战结束后，东西方进入“冷战”状态。1948 年 6 月 24 日，前苏联封锁了柏林与西德之间的全部水陆交通。6 月 26 日，美英组织向西柏林空运物资，包括日常生活必需的食品和煤。空中封锁到 1949 年 5 月解除，而“柏林空运”直到 1949 年 9 月 30 日美国飞完最后一架次才结束，号称航空史上规模最大的军事空运行动。15 个月空运期间使用的主要飞机有：C—47，C—54，“哈利法克斯”等，总共出动 277569 架次，共运送 230 万吨物资。1949 年 4 月 16 日是空运最繁忙的一天，共出动 1398 架次，运送 12940 吨物资。

作为运输机的共同特点是：货舱容积尽量大，以便承载货物；货舱地板

上有滚棒系统，顶部有吊车等设备，便于装卸货物；舱门开口大，有的机头、两侧、尾部都有舱门，装卸货物快捷简便；多采用上单翼布局；采用多轮式起落架和低压轮胎，能在简易机场使用。

军用运输机分为战略和战术运输机两类。战略运输机的任务是远距离运输大量兵员和重型武器装备，特点是尺寸大、航程远、载重能力强。美国的C—5运输机装4台涡轮风扇发动机，最大飞行速度890~910公里/小时，最大有效载荷120吨，最大载荷航程5500公里，可运载48吨主战坦克两辆，或载重汽车16辆，或搭载全副武装的士兵350人。前苏联的安—124载重量150吨，最大载重航程4500公里，军民两用。80年代末，前苏联还在安—124的基础上研制成世界上最大的安—225运输机，装6台涡轮风扇发动机，最大起飞重量600吨，最大有效载荷250吨。

战术运输机的主要任务是在前线地区从事中距离的军事调动、后勤补给、空降伞兵、空投军用物资和疏散伤病员等。特点是载重小，有短距起落能力，能在小型机场或简易场地起落。这类飞机最著名的是美国洛克希德公司C—130“大力士”。自1956年12月正式服役以来，已交付2000多架，目前仍在继续生产。

运八是我国生产的最大的多用途中型运输机，与C—130同属一个级别，自投产以来共交付50多架，其中出口10余架。在运八的基础上，陕西飞机制造公司先后研制出多种不同型别，如海上巡逻机、直升机载机、出口机、运羊机、无人机母机、航测机、全气密舱飞机、邮政机等，可用于执行多种任务。

在现代战争史上体现军事空运巨大作用的莫过于1991年的海湾战争。在这次战争中，美国动用包括C—5，C—141和C—130在内的300架军用运输机，还有自1952年组建民航后备队以来首次租用数十家民航公司的181架客机，截至1991年5月2日，完成空运12700架次，把44万人和44万吨货物空运到前线。“柏林空运”15个月空运总周转量11.22亿吨公里，而海湾战争仅在布防的头两个月，空运飞机累计飞行14.5万小时，完成空运周转量20亿吨公里，接近“柏林空运”的两倍。

教练机

教练机是专门为培养飞行员而研制或改装的。训练其他空勤人员一般不用专用教练机，而在相应的轰炸机、运输机上进行。

根据训练体制，教练机通常分为初级、中级和高级三种，有时也称为筛选和初级教练机、基本训练教练机和高级训练教练机。

初级教练机用于训练学员掌握初级飞行技术，检验是学员适应飞行的能力，其构造简单，起飞着陆速度小，易于操纵，安全经济。

中、高级教练机用于训练学员掌握喷气飞机飞行技术，进行高级特技飞行、仪表飞行和基本战术飞行的飞行训练。这种教练机多为高亚音速飞机，具有完善的仪表航行设备和武器系统，能在复杂气象条件下进行战斗训练和武器使用训练，飞机上还有较多的武器挂点，可以兼作攻击机。各国使用较多的中、高级教练机有美国的T—37，T—38，T—45；捷克的L—29，L—39；德法合作研制的“阿尔发喷气”；意大利的MB326，MB339；巴西的EMB312“巨嘴鸟”；英国的“鹰”等。

我国空军飞行员训练采用三级体制，即在飞行学院用初教—6教练机和歼教—5教练机完成筛选和基础训练，然后在训练基地用“歼教—6”完成高

级训练。中国航空技术进出口总公司、南昌飞行制造公司和巴基斯坦联合研制的 K—8 喷气基础教练机采用国内外先进技术和装备，装美国加雷特公司涡扇发动机和马丁·贝克公司零高度、零速度弹射座椅，在训练效能、使用安全性、飞行性能和可支援性等方面都比原有的基础教练机大大改进。1992 年以来，多次到新加坡亚洲航展参加飞行表演和促销活动，受到不少国家的关注。

为适应教练需要，所有教练机的座舱都安装两个座椅和两套联动的飞机、发动机操纵机构，分别供学员和教员使用。座椅排列方式有前后串列、左右并排和前后交错三种。教练机今后发展的趋势是：在保证良好训练效果的前提下，进一步提高经济效益，少投入多产出；减少训练全过程使用的机种，向初、中级教练机或中、高级教练兼用发展；为降低油耗，涡轮螺桨式教练机逐步取代涡轮喷气教练机；继续发展多用途教练机，兼作攻击机用。

侦察机

近代历史上，凡是重大国际事件几乎都有被称为“空中间谍”的侦察机活动的身影。例如，60 年代东西方“冷战”高潮中，美国从 1956 年 7 月开始派 U—2 侦察机去前苏联进行间谍活动。1960 年 5 月 1 日，美国飞行员加里·鲍尔斯驾驶一架 U—2 机从巴基斯坦白沙瓦机场起飞，穿越前苏联国境进行侦察飞行，在斯维尔德洛夫斯克上空被防空导弹击落，飞行员鲍尔斯跳伞后被活捉。事发后，5 月 5 日，前苏联当时的政府首脑赫鲁晓夫在最高苏维埃会议上向代表宣布，一架入侵领空的美国飞机被击落，但他故意不提飞行员被活捉的事。美国政府得知 U—2 被击落后，就宣布一架气象观察机在驾驶员报告供氧设备发生故障后，在土耳其上空失踪。还说，驾驶员可能越过苏联边境。接着，赫鲁晓夫又当众宣布“爆炸性新闻”。他说，美国 U—2 飞机的飞行员已被俘，而且供认是奉命按既定航线在苏联领空进行间谍飞行的。美国政府在人证、物证俱在的情况下，被迫承认撒谎，大出洋相。

侦察机是专门用于从空中获取情况的飞机。本世纪初飞机问世不久的军事领域的第一个应用便是驾驶飞机从空中目视对方的兵力部署和运动情况，由此得到“空中间谍”的绰号。后来，随着技术的发展，在侦察机上装备了航摄仪、图像雷达、红外线和电子侦察等设备。飞机本身的性能也不断改进，使侦察能力日臻完善，成为现代战争中的主要侦察手段之一。

侦察机不光为“热战”服务，在“冷战”时期也有用武之地。按执行任务的不同，侦察机可分为战略和战术两类。前者的特点是航程远，具有高空高速飞行能力，装有性能完善的侦察设备，能深入敌后方地域对重要目标实施战略侦察；后者多由战斗机改装而成，加装侦察设备，用以获取战役战术情报。

现代著名的侦察机中，例如前面提到的 U—2，实用升限 20000 米，巡航速度 750~800 公里/小时，续航时间长达 8 小时左右，主要用于在前苏联及华约集团国家上空搜集情报。1960 年 5 月 U—2 被击落后，停止在前苏联上空使用，一部分改成 WU—2 气象侦察机，一部分给台湾用于对我国大陆进行高空间谍活动。从 1962 年 9 月到 1967 年 9 月，先后有 5 架 U—2 被我地空导弹部队击落。

U—2 失利后，美国又研制了三倍音速的 SR—71 高空高速侦察机。该机采用无尾带边条三角翼、翼身融合体、双垂尾、机翼发动机短舱布局，机体重量的 93% 是钛合金，还采用了很多隐身技术，使雷达波向不同方向散射，

减少辐射源或减弱向雷达方向的回波，机体表面采用新型材料以减弱对雷达波的反射。SR—71 实用升限 25000 米左右，侦察设备包括可垂直和倾斜拍照的航空照相机、高分辨率的图像雷达、侧视雷达和红外设备等。照相设备 1 小时的拍摄范围可达 15 万平方公里。

无人机

无人驾驶飞行是由遥探设备或机上自备程序控制装置操纵的不载人飞行器，简称无人机。无人机多数是专门设计的，也有用人驾驶飞机或导弹改装的。与有人机相比，无人机有一系列优点：

经济性好。无人机结构简单、体积小、重量轻。与有人驾驶飞机和人造卫星相比，其生产成本和使用成本要低得多，使用无人机可使装备购置费大幅度下降。

生存力强。小型无人机采用大量非金属材料制造，机体外形尺寸小，发动机功率小，因此，红外特征不明显，雷达截面积小，不易被敌方发现，有较强的突防能力。

机动性好、使用方便。无人机很适合于分散部署的部队使用。其反应迅速、灵活性好、实时性强。

能长时间提供完整的电子信息。无人机能长时间持续地进行电子侦察，截获和收集目标区完整的电子信息，进行大面积可见光照像侦察、微光（红外）摄影侦察或电视摄像侦察，承担空中预警、通信中继、边境与海岸巡逻和电子干扰、摧毁效果评估等任务。

无人机的起飞方式可分为地面起飞和母机空中投放两大类。地面起飞有常规滑跑起飞、利用起飞车滑行起飞或装在发射架上用助推火箭发射升空。

无人机的回收方式有：自动进场着陆、降落伞回收、拦阻网回收和空中回收等。

无人机的主要用途为：作为防空武器的靶标，模拟飞机、导弹的飞行性能，用于鉴定航空兵器的性能，供训练用；进行空中侦察；作电子对抗机，用以干扰对方的电子设备，减少自己作战飞机的损失；作新技术研究机；在严重污染空域进行空中大气采样和观测研究；模拟空战时操作训练等。用无人驾驶飞机进行空中格斗和战术轰炸等任务也在讨论之中。预计到下个世纪初，无人机尚不能取代有人机，但将与有人机相辅相成，形成一支互为依存的强大的战斗力量。未来的战争是否会演变成无人战争，现在对这个问题下个结论还为时过早，但是广泛使用智能化武器是一个无可争议的趋势。

除了用于军事目的外，无人机也广泛用于民用领域，如大气测量、气象观测、地球资源观测、森林防火、人工降雨、新技术验证等。

60 年代以来国外使用较多的无人机有澳大利亚研制的“金迪维克”、美国的“火蜂”和以色列的“猛犬”等。“火蜂”是亚音速无人机，用于鉴定各种空对空和空对地武器系统，训练战斗机飞行员和防空部队，以及进行空中监视、照相侦察、电子战、飞行试验等。截至 1983 年 1 月，“火蜂”各型共生产 6348 架，是世界上生产数量最多的无人机，除供美军使用外，还出口到北约成员国和其他国家。以色列“猛犬”无人机 1982 年 6 月在空袭贝卡谷地的叙利亚导弹阵地时表现突出，1984 年被美国海军选用。

根据海湾战争的经验，美国已将无人机的发展目标和研制步骤进行了调整，并将无人机列入了美国国防部总计划，以提高美军的精确攻击能力。目前正在研制的有近距离、短程、中程和长航时四种类型的无人机，满足各军种

的不同要求。

我国无人机研制已达到很高的水平，南京航空航天大学研制的“长空一号”无人机系列，包括低空靶机、高空机动靶机、核试验取样机、中空靶机和超低空靶机，在空海军基地、核试验基地、南疆海空完成了多次核试验取样和数十次防空武器的打靶试验。

电子对抗机

电子对抗飞机是专门用于对敌方雷达、电子制导系统和无线电通信设备等实施电子侦察、电子干扰或攻击的飞机的总称，包括电子侦察机、电子干扰机、反雷达飞机等。这些飞机的任务都是使用电子措施使对方指挥、控制系统陷于瘫痪，因此被称为“空中捣蛋专家”。电子对抗飞机通常用轰炸机、战斗轰炸机、攻击机、运输机、无人机或直升机改装而成。

在1991年海湾战争中，以美国为首的多国部队凭借科技优势，动用了至少100架电子战飞机，对敌方雷达进行“软杀伤”（对伊拉克通信和雷达探测能力进行大功率压制性电子干扰，使伊拉克失去预警、指挥、导引能力）。接着用F—4G等防御压制飞机对敌方防空雷达和导弹阵地发射反雷达导弹，进行“硬杀伤”，保证随后进行的空袭顺利进行，使多国部队以较小的损失完成轰炸任务。战争经验表明，电子对抗飞机是整个作战系统中的一个重要组成部分，在作战的整个过程特别是最初阶段有其特殊的作用。

电子侦察飞机通过对电磁信号的侦收、识别、定位、分析和记录，以取得有关的情况。它与地面电子侦察站、电子侦察船相比，具有侦察距离远、机动性大等优点。50~60年代，美国的P—2V电子侦察飞机经常窜扰中国大陆上空，也曾多次被击落。

电子干扰飞机，主要用以对敌方防空体系内的对空情报雷达、地空导弹制导雷达、炮瞄雷达和无线电通信设备等实施电子干扰，掩护航空兵突防。近年比较有代表性的电子干扰飞机是美国海军的EA—6B和美国空军的EF—111A等。EA—6B有10部干扰机分装在5个吊舱里，挂在机身和两翼下。整个系统的辐射功率接近兆瓦级，是世界上功率最大的机载电子干扰系统。为实施超音速飞行，EF—111A的10部干扰机全部装在炸弹舱里，而没有采用吊舱，可以实施离目标160公里的远距离支援干扰，离目标48公里的近距离支援干扰和随机编队/护航干扰。

反雷达飞机在美国称为“野鼬鼠”飞机，专门用于攻击对方防空系统的制导雷达和炮瞄雷达，也可以攻击对空情报雷达和其它大型地面电子设备，机上装有告警引导接收系统、反辐射导弹和其他精密制导武器。其基本工作程序是：接收系统收到信号后，识别出辐射源的类型，测出其位置，发射反辐射导弹或用其他武器进行攻击。在美国，先后充当“野鼬鼠”的飞机有；F—4G、F—105G，正在研究用F—15和F—16完成“野鼬鼠”任务。

预警机

预警机是装有远程预警雷达、能用于监视和警报敌方飞机或导弹活动的飞机。新型预警机除监视、警报功能外，还把地面指挥所的职能也搬上飞机，形成“空中预警和指挥系统”，也被称作“蓝天指挥官”。预警机多由大型运输机改装而成。

预警机的原理是将地面雷达搬到空中，一来克服了地面雷达对敌机利用雷达盲区低空入侵束手无策的局面，二来也避免地面雷达在交战开始成为对方攻击的首要目标。

预警机最明显的特点是机身上有一个直径很大的雷达天线罩，内装预警雷达天线。除预警雷达外，预警机上还装有大量其他设备，如通信导航装置、敌我识别设备、数据处理和显示装置、机载计算机，机上还载有几十名工作人员。执行任务时，预警机按规定航线长时间巡逻飞行，机载雷达同时工作，雷达操作员通过显示屏监视警戒空域内的敌情，发现情况后，立即向指挥员报告，并将各种数据（如飞机的架数、类别、航向、方位、距离、高度等）转发到地面站和防空指挥部。机上计算机不断对数据进行处理，以便对己方飞机进行指挥和引导。当一架预警机值勤飞行即将结束时，另一架预警机准时到达指定地点“接班”保证 24 小时总有预警机在预定空域内巡逻。

1991 年海湾战争是一次以空袭为主要作战方式的战争，多国部队共出动飞机 11 万多架次，平均每天 2600 多架次，最多的一天达 3500 架次。对如此大密度的飞行活动，多国部队靠 34 架预警机，组织得十分严密，指挥得心应手，基本上没有发生差错，在为数不多的空战中，多国部队击落伊拉克 44 架飞机，而自己没有一架被对方击落，这其中预警机功不可没。例如 1991 年 1 月 18 日深夜，多国部队 4 架 F—15C 护航一批攻击机队，通过巴格达东南方一个机场上空时，预警机向 F—15C 机长通报，有一架可疑的飞机正尾随着他的机队。接着又通报可疑飞机是伊拉克的“幻影”F—1 战斗机，已爬升到 20400 米，机头向西。F—15C 根据情报找到目标，在距“幻影”机 19 公里距离上用火控雷达锁住目标，接着发射“麻雀”中距空对空导弹，击中目标。

目前使用最多的预警机有美国的 E—3“望楼”、E—2“鹰眼”和前苏联的伊尔—76 改型。

E—3 由波音公司波音 707—320B 改装而成，装 S 波段 APY—1/2 脉冲多普勒雷达，天线罩直径 9.14 米，以 6 转每分钟的速率旋转，在方位方向作 360 度机械扫描。E—3 巡航高度 9100 米，能监视 360 度方位、0~3 万米空域，对中高空目标和低空目标的探测距离分别为 500~550 公里和 300~400 公里，留空时间 8 小时，能同时显示 600 个目标，指挥 100 架飞机作战。

1982 年叙以贝卡谷地空战中，以色列空军取得 79:1 的战果，主要是依靠 E—2 这个“蓝天指挥官”。1982 年 6 月 9 日那天，开战之前，以军首先在地中海的安全空域 9000 米高空部署两架 E—2C，居高临下，监视着叙军导弹发射和空军基地。只要叙军飞机一起飞，就被 E—2C 雷达发现，依靠其电子设备及时把叙机机型、航速、航向、高度等航行数据连续不断地传送给以军战斗机。E—2C 预警机中三部由操纵员控制的显示台的荧光屏上，显示着 100 多架参战飞机的飞行航迹数据，把双方飞机清清楚楚地区别开来，向以军及时提供“判定威胁”和 15 个最佳截击建议方案，确定攻击来袭目标的先后顺序，使以色列飞机眼明手快，迅速占据有利位置，采取适当机动，从而能大量击落叙利亚飞机。而叙利亚飞机由于没有先进的预警机指挥，犹如瞎子同别人打架，只能处于被动挨打的地位。以叙空战 79:1 的悬殊结果就是这样来的。

加油机

1986 年 4 月 15 日傍晚，美国空军 18 架 F—111E 型战斗轰炸机和 3 架 EF—111 电子干扰机，从英国空军基地起飞，经北大西洋，进直布罗陀海峡，穿越地中海上空，飞行 10240 公里到达利比亚，待完成轰炸任务后，它们又原路折回英国基地，从而创了一次往返飞行 16000 多公里的奇迹。这样远的

路程，航程有限的战斗轰炸机怎样补充燃料呢？原来，一路上美国空军另有30架大型空中加油机为F—1111机队保驾护航、供应油料，经过6次空中加油才顺利地完成了这次长途奔袭任务。

加油机是在飞行中给其他飞机和直升机补充燃料的飞机，多由大型运输机改装而成。也有少数战斗机加装加油设备后，能为同型战斗机空中加油，称为“伙伴加油机”。

20年代美国率先探讨空中加油技术，当时空中加油由人工操纵。直到二次大战后，加油机才在一些大国逐步普及。利用加油机可以加大飞机的航程或延长续航时间，被称为“军力倍增器”或“空中军需官”。

空中加油主要有软管式和硬管式两种。

软管式，也叫插头锥套式，这种加油机上有一根长20~30米的软管，一头连接贮油箱，另一头是锥套，通过铰盘可以收放。受油机机头或机翼前缘装受油管。受油机飞到加油机后下方适当位置，将受油管伸进锥套，固定妥当后即可加油。加油结束后，受油机放慢飞行速度，与加油机脱离。

硬管式，也称伸缩杆式，加油机尾部有一根形似拉杆天线的半刚性加油杆，末端有V形舵面，用来控制加油杆的位置。当受油机飞到加油机后下方适当位置时，坐在加油机尾部透明舱内的操作员可以控制加油杆的伸缩和舵面的偏转，调整加油杆的位置，当加油杆末端与受油机的受油口对接、自动锁定后开始加油。

目前，数量最多的加油机是美国50年代用波音707改装的KC—135，共生产了732架，迄今大约有600架仍在服役。另一种技术较新的加油机是用DC—10运输机改装的KC—10，1981年3月服役，美国空军装备了60架，是目前世界上最大的空中加油机，最大载油量20.7万升，供油量13.2万升，加油速度5680升/分钟，既可用伸缩杆式，也可用插头锥套式加油。

1982年英国、阿根廷之间爆发的马岛战争是空中加油机对战争胜负发挥重要作用的另一个例证。当时，英国出动两个中队的“胜利者”加油机，还临时把8架“火神”轰炸机和数架C—130运输机改成加油机，保障“火神”轰炸机从距战区6000公里的阿松森岛出发执行任务和保障“鹞”式飞机从英国本土向阿松森岛转场。战争期间，英国总共进行了600次空中加油。经加油后，“鹞”式飞机的续航时间达9小时，“火神”和“猎迷”飞机为17~19小时，C—130运输机达28小时。没有空中加油机，英国飞机根本不可能到远离本土这么远的地方作战。在交战对方，阿根廷的加油机也很有作为。5月4日，阿根廷用“超军旗”舰载飞机发射“飞鱼”导弹，击沉英国导弹驱逐舰时，靠的是由另外两架“超军旗”飞机进行“伙伴”加油实现的。

空中加油是一个十分壮观的场面，遗憾的是，大多数人无缘欣赏。美国一位随军记者曾这样写道：“巨大的加油机就像是一头健壮的母牛，战斗机犹如一待哺的小牛依偎在母牛的肚皮底下，吸吮母牛的‘乳汁’。”他的描写未必科学，但十分形象。不过这头“母牛”只是一个巨大的飞行油箱，它的防御能力十分差，这是空中加油机十分致命的缺陷。

垂直起落机

垂直/短距起落飞机是能垂直起飞降落和能在很短距离内起飞降落的固定翼飞机的总称。它可以减少或基本摆脱飞机对跑道的依赖，便于出击、疏散隐蔽和转移，提高地面生存能力、机动作战能力和快速反应能力。其非常规机动特性有助于提高空战和对地攻击能力。这种飞机的主要弱点是航程

短、载弹量小以及由于分散使用而带来的后勤补给方面的新问题等。

人们很早就开始探索垂直/短距起落飞机的可能性,但直到二次大战后为避免出现核大战对机场破坏,造成常规飞机无法出动的局面,研制工作才进入高潮。不少国家开发出早期的研究机。1957年英国率先开始研制实用的垂直/短距起落战斗机,历时12年,“鹞”式飞机开始装备英国空军,成为世界上第一种实用的这类飞机。美国麦道公司在引进“鹞”式的基础上,研制出性能大大改进的AV—8B“鹞”型飞机,80年代中期交付使用。

为了实现垂直/短距起落飞机,人们曾考虑过很多技术方案,主要有:1.改变发动机推力方向,起飞着陆时向下喷气,产生升力,平飞时向后喷气,产生推力;2.改变飞机状态,起飞着陆时处于垂直状态,平飞时转为水平姿态;3.发动机装在机翼上,与机翼一起偏转方向;4.同时采用升力发动机和推力发动机两种动力。“鹞”式飞机采用喷管可以转向的涡轮风扇发动机,有两对带叶栅的旋转喷口,前后排列,分布在机身两侧,分别喷出风扇气流和燃气流,每个喷口均可由向后喷出位置转为向前下方喷出位置,从而提供飞机垂直起落、

过渡飞行和平飞所需的推力和升力。机翼翼尖、机尾和机头还有喷气反作用喷嘴,用于控制飞机的姿态和改善失速特性。前苏联的雅克—38采用升力发动机和喷口转向发动机的组合布局,70年代后期开始服役。

1982年英阿马岛之战至今令人记忆犹新。那场战争中,英军出动数十架“鹞”式飞机,参加了与阿根廷空军展开的大规模空战。结果阿军损失的飞机中有31架是被“鹞”式机击落的,而“鹞”式机却无一架被阿军击落、击伤。

在此一年后的一次偶发事故,使“鹞”式机身价倍增。1983年6月,一架“鹞”式机从英国航母上起飞进行海上训练,飞行一段后,飞机无线电及导航设备突然失灵,眼看燃料就要耗尽,可飞机却找不到航母。情急之中,飞行员忽然发现海面上有一艘西班牙货船,就打手势请求降落,结果飞机成功地降落在货船甲板上。这次成功地在甲板上降落,使“鹞”式机成为许多国家军方关注的对象,一些国家纷纷向英国订货,美国军方也看上这种飞机。

V—22“鱼鹰”,是美国贝尔和波音公司联合研制的倾转旋翼飞机,原型机于1989年3月首次试飞,有望发展成为第一种实用的兼有常规运输机平飞速度和垂直起落能力的飞机。这种飞机的用途包括运输、空击、搜索救援和反潜。

反潜机

反潜机是载有搜索攻击潜艇的设备、武器的军用机或其他航空器,如直升机、飞艇、地效飞行器等,有“捉鳖高手”的美称。二次大战后,反潜机在粉碎法西斯德国利用潜艇破坏盟军海上补给线的作战中发挥了巨大的作用。在大西洋海上交通线的争夺战中,盟军使用反潜机击沉德国海军潜艇300多艘,占德军潜艇损失总数的40%,迫使德国于1943年下半年放弃采用大群机动潜艇(“狼群”)作战的战术,并将潜艇兵力撤出北大西洋。

现代反潜机装有航空综合电子系统,其中有各种探测器和导航、通信及武器控制系统。探测器包括声学和非声学两类。前者如声纳浮标定位系统,它能把水中潜艇发出的噪声变成无线电信号自动送回飞机,从而确定潜艇的位置;后者包括反潜搜索雷达、磁异探测器、前视红外探测器及电子干扰设备等。反潜机的武器包括鱼雷、普通炸弹、深水炸弹、水雷和火箭等,武器

控制系统可以自动工作，也可以人工操纵。

固定翼反潜飞机包括岸基、舰载和水上飞机三类。

岸基反潜机的代表作是美国洛克希德公司的 P—3“奥利安”，该机是在“伊列克特拉”民航机基础上发展的。1958年8月原型机首次试飞，生产型于1962年8月开始交付，截至1990年，已向美国海军和10多个外国用户交付了600多架。目前仍在不断改进中，改进的重点是机载反潜探测设备——以计算机为中心的机载反潜武器系统。其他岸基反潜机有前苏联的伊尔—38、图—95F，英国的“猎迷”，德法合作的“大西洋”等。

舰载反潜机的主要任务是随航空母舰执行机动反潜任务，包括对潜艇实行搜索、监视、定位和攻击。

现役中的舰载反潜机的典型是美国 S—3“北欧海盗”双发涡扇式全天候高亚音速飞机，1972年1月首次试飞，特点是航程远、续航力强，作战半径达4300公里，可带60枚各型声纳浮标，装有高度自动化的反潜信息系统。

水上反潜飞机在水上起降，其他与岸基反潜飞机相同，主要代表有前苏联的别—12、日本的 PS—1 等。

直升机

直升机是靠发动机驱动旋翼旋转产生升力、并通过特殊的传动机构和操纵系统改变升力的大小和方向从而实现各种飞行的飞行器。直升机能垂直起降、定点悬停、定点回转、前飞、后飞和侧飞，具有广泛的军事和民间应用价值。

最早的直升机雏形是中国古代发明的玩具竹蜻蜓，它用竹或木削成细长扭曲形薄片，在中间装一个主轴，用双手急搓便会飞快旋转而上升。18世纪传入了欧美。

世界上正式研制直升机是在第一架飞机成功上天、有了较轻的发动机之后才开始的。1907年11月13日，法国人保罗·科尔尼研制的载人动力直升机第一次离地，高度0.3米，时间20秒。1923年，西班牙人J·谢尔瓦在旋翼机上引入铰接式旋翼，为直升机的发展开辟了道路。1936年，德国人H·福克成功地试飞了第一架被公认的载人直升机 Fw61 双旋翼横列式直升机。1942年，俄裔美国人西科斯基在 VS—300 的基础上成批生产 R—4 单旋翼尾桨直升机。1946年，美国人L·贝尔制造的贝尔47获得美国首次颁发的直升机适航证，从此直升机进入实用阶段。

直升机由类似固定翼飞机的机身、动力装置、起落架和不同于固定翼飞机的旋翼系统、操纵系统等部分组成。按照旋翼数量的多少和布局形成，直升机可以分为：

单旋翼带尾桨式直升机，这是最为流行的一种，利用尾桨平衡反作用力矩；

双旋翼共轴式直升机，两副旋翼沿同一个旋翼轴上下排列，反向旋转，其反作用力矩相互抵消；

双旋翼纵列式直升机，两副旋翼沿机身前后排列，反向旋转，其反作用力矩也能相互抵消。

双旋翼横列式直升机，两副旋翼左右安装在机体两侧的支架上，反向旋转，反作用力矩抵消。

从技术上看，直升机发展经历了四代。二次大战后大量使用的贝尔—47，米—4 等第一代直升机以活塞式发动机为动力装置，旋翼系统和机体采用钢

木混合材料，最大平飞速度 200 公里/小时以下，空重与总重之比 0.75；60 年代末开始在米—8、“超黄蜂”等第二代直升机上改用涡轮轴发动机，仍使用金属桨叶，空重/总重比下降到 0.60，最大飞行速度提高到 250 公里/小时；Bo105、“山猫”等第三代直升机以复合材料（玻璃钢）桨叶为突出特点，空重/总重比进一步下降至 0.55，最大飞行速度达 300 公里/小时；近年来第四代直升机（“松鼠”、S—70），旋翼和机体上复合材料的密度进一步增大，空重/总重比接近 0.5，速度突破 350 公里/小时，结构寿命和可靠性大大提高。与固定飞机相比，直升机尽管有其独特的优点，但也有速度低、载荷小、航程短、振动大、噪声高等弱点，有待探索新的突破。

中国 50 年代开始生产直 5 型直升机，并装备部队。80 年代在引进法国“海豚”直升机的基础上，生产出直 9 型直升机，逐步实现了国产化，直升机研制和生产提高到一个新的水平。

军用直升机也称武装直升机，尽管历史不长，但对现代战争的影响很大，被称为“空中铁骑”。60 年代中期，美国陆军成立的最早配备武装直升机的空中机动师，就起名：空中机动骑兵师。武装直升机专门用于对地攻击，它有高机动性、全天候战的能力和强大的空击力，能攻击坦克、动摇登陆作战、掩护机降、施行火力支援、进行直升机空战等。

第一架直升机诞生于 30 年代，而武装直升机的问世则比它晚了 30 多年。世界上第一种武装直升机是美国的 AH—1“眼镜蛇”。

“眼镜蛇”是参加实战最多的一种武装直升机。从 1967 年起，它参加了越南战争，在越南的丛林中和不利于机械化部队行进的小路间为美军效力，战功显著。1982 年，它又在以色列与黎巴嫩的战争中充当杀手，击毁了叙利亚的许多坦克、装甲车。1991 年的海湾战争，它又披挂上阵，真是一条“好战”的“眼镜蛇”。

继“眼镜蛇”之后，美国又生产了 AH—64“阿帕奇”武装直升机，“阿帕奇”是北美印第安人中一个善战部落的名字。这位空中勇士名符其实，它的飞行速度每小时达 310 公里，实用升限 6400 米，最大航程 482 公里，最大续航时间 3.15 小时，不仅机动性好，而且火力在当今武装直升机中是最强的。它的机身上可挂载 16 枚“狱火”式激光制导反坦克导弹，机身下还装有 4 个火箭发射器，可挂 76 枚航空火箭。它的驾驶舱里有红外夜视系统，飞行员在夜间也能发现目标。1991 年 1 月 17 日凌晨，海湾战争一爆发，伊拉克的两个重要的雷达阵地就被“阿帕奇”发射的导弹击中，在烈火中化为一片废墟。

海湾战争后，美军给“阿帕奇”配备了“长弓”毫米波雷达，可以扫描 360 度的空中目标和 270 度范围的地面目标，人称 AH—64D“长弓阿帕奇”。

此外，世界上比较著名的武装直升机还有：美国的 OH—58D 武装侦察直升机，意大利陆军的 A—129“猫鼬”武装直升机，德国、法国联合研制“虎”式反坦克武装直升机，前苏联的米—28“浩劫”武装直升机，法国的 SA365A“黑豹”武装直升机。

世界上最新式的武装直升机，是美国的隐身武装直升机 RAH—66“科曼奇”，“科曼奇”又是一个印第安人的名字。它采用多种隐身技术，可以有效地隐蔽自己，出奇不意攻击对方。还有俄罗斯的 K—50“喙头”，它既有最先进的飞行员救生系统，又有全天候低空截击本领，被誉为“武装直升机之王”。

1991年海湾战争中,多国部队全部3900架航空器中,直升机约2000架,占一半以上。其中AH—64, AH—1等武装直升机发挥了神奇的功能。

水上机

水上飞机是能在水面上起飞、降落和停泊的飞机,简称水机,其中有些同时也能在陆上机场起降的,称为两栖飞机。水上飞机无异于能飞上蓝天的船,它既能在浩瀚的海洋游弋,也能在广阔的蓝天翱翔,大大增加了活动空间。水上飞机分为船身式(即按滑行要求设计的特殊形状的机身)和浮筒式(把陆上飞机的起落架换成浮筒)两种。两栖飞机则在船身或浮筒上加装可收放的起落架,在水上起降时收上,在陆上起降时放下。

水机的军事上用于侦察、反潜和救援活动;在民用方面可用于运输、森林消防等。水机的主要优点是可在水域辽阔的河、湖、江、海上使用,安全性好,地面辅助设施较经济,飞机吨位不受限制;主要缺点是受船体形状限制,不适于高速飞机,机身结构重大,抗浪性要求高,维修不便和制造成本高。

早期,水上飞机和陆上飞机是同时发展的。30年代水机发展十分迅速,远程和洲际飞行几乎为水机所垄断,还开辟了横越大西洋和太平洋的定期客运航班。例如,德国道尼尔公司20年代末研制的DOX是当时世界上最大的水上飞机,机翼上方分6组背靠背地安装12台活塞式发动机,最大速度达到224公里/小时,1929年10月曾创造一项载169名乘客飞行的世界纪录,一直保持了20多年。水上飞机在开辟跨太平洋航线上也发挥了重要的作用,最先来往飞行于美国和亚洲的就是水上飞机“中国飞剪”号。该机是美国马丁公司30年代的泛美航空公司研制的3架M—130水上飞机之一。1935年11月22日“中国飞剪”号第一次飞美国——菲律宾邮运航线,经过6天时间(实际飞行时间59小时48分钟),从旧金山途经火奴鲁鲁、中途岛、威克岛和关岛抵达马尼拉。这次飞行携带58个邮袋,内装110865封信,在信上加盖了20多万个纪念戳,其中不少信是寄给寄信人本人的,以便日后收藏。第二年10月21日,“中国飞剪”号的姐妹号飞机又从旧金山起飞,带11名乘客进行首次客运飞行。美国联合公司30年代研制的PBY—5“卡特林娜”两栖飞机在二次大战中广泛用作海上巡逻机,生产量达4000架,战后改作森林消防飞机。战后水机发展速度放慢,主要代表机种有前苏联的别—10和日本的PS—1水上飞机,后者由于采用了附面层吹除襟翼和喷溅抑制槽技术,具有较高的抗浪能力。中国研制了水轰—5,能执行反潜任务。

水上云天

地球像一块巨大的磁石,把山川、万物紧紧地吸在怀里。

一切物体间都有吸引力,物体的质量越大,对别的东西的吸引力就越大。据科学家计算,地球的质量为60万亿亿吨,要想挣脱它的引力,不是一件容易的事。

人类天生不安分,不甘心安卧在地球的摇篮里。1900多年前的中国西汉时期,就曾经有人绑上鸟翅做过飞行试验,结果没有成功。以后欧洲人造出了热气球,美国莱特兄弟发明了飞机,但这些飞行都无法挣脱地球的引力。于是人们又不懈地研究起火箭——这唯一能胜任星际航行的飞行工具。

1957年10月4日,前苏联成功地用火箭发射了世界上第一颗人造地球

卫星，这颗重量仅为 84 千克的小球，却使人类告别了一个旧时代，迈进了太空新时代。

古代火箭的贡献

在 14 世纪的中国明代，有一位叫万户的军中工匠，制造了一把“飞天椅”，并在椅子后面捆绑了 47 支“飞龙”火箭，试图乘坐它上天飞行。这一天，在一座山坡上，万户坐到椅子内，手持两只大风筝，军中工匠们围在四周，并点燃火箭，随着一阵阵轰响声，支支火箭喷出一股股火焰，“飞龙”火箭把座椅推向半空，随风筝飞了起来，但很快一声爆炸，“飞天椅”在火光中摔到山坡下，万户不幸献出了宝贵的生命。

万户是世界上第一个利用火箭向太空搏击的英雄。他的努力虽然失败了，但他借助火箭推力升空的设想，比现代宇航之父齐奥尔科夫斯基 1903 年提出的利用火箭进行星际旅行的设想早了几百年。他被世界公认为“真正的航天始祖”。

中国是火箭的发祥地。在今天美国华盛顿的宇航博物馆内，就站立着一尊中国古代武士手持火箭发射筒的塑像。

“火箭”最初的含义是带“火”的箭，早在三国时期就有了这一名称。当时的兵家在箭杆前部绑上易燃物，点燃后用弓弩射出去进行火攻战。到了唐代，由于炼丹术的兴起，孙思邈发明了用木炭、硝石和硫磺制成的火药，于是兵家在作战中又将绑在箭杆上的易燃物换成了火药。由于这个时期的火箭还是用弓弩弹射的，而不是靠自身喷气推进的，故与现代火箭只是名称上相同，其飞行原理毫无共同之处。

大约到了距今 800 年前的南宋，民间用火药制作了各式爆竹和花炮。有利用火药一次爆炸产生的反作用力升到空中，然后再引爆另一部分火药炸出响声的“二踢脚”；也有利用自身的喷气反作用力向前推进的烟火“地老鼠”；还有一种在头部绑着火药筒、尾部装上羽毛，点燃后用喷气推动飞行的“起花”。这些原始的娱乐型火箭是最早靠自身喷气推进的火箭的雏型。

中国宋朝时期，开始在作战中使用火箭作进攻武器。火箭作为兵器可重达 1 千克，射程达到 300 ~ 600 步。随着火药火箭技术的进一步发展，火箭式样增多，威力增强。在明人茅元仪所著的《武备志》一书中，记述了近 30 种火箭的结构与作用，其中最负盛名的有“一窝蜂”“火龙出水”“飞空砂筒”“神火飞鸦”等几种。

一窝蜂：在一个木制长桶内插上 32 支火箭，同时点火射出，众矢齐发，可加大杀伤威力，增大射程。这种火箭的全长 4.2 尺（1.4 米），药筒长 4 寸（约为 13 厘米），箭杆尾端拴一铁块起平衡作用。这是一种原始的集束式火箭。

火龙出水：用一根 5 尺（约为 1.7）长的竹筒，前后装上木制龙头龙尾，龙身两侧前后各装两支火箭，用火药连线在一起，在龙腹内还装有一组火箭。发射时点燃筒外火箭，推动龙身向前飞行；火药燃尽后再引燃筒内火箭，并从龙口射出飞向目标。这类似一种两级火箭。

飞空砂筒：在竹制箭杆上绑两支方向相反的火箭，发射时先点燃向前的火箭，当飞向目标后装有砂石的药筒落地爆炸，然后又引燃向后的火箭返回原处。这可说是一种可回收的火箭。

神火飞鸦：箭筒像一只大鸦，呈纺锤形，腹内装火药。每扇翅膀下斜插两支火箭，鸦背上钻一小孔，安装火药线与下火箭相连。火药线点燃后，两支火箭同时燃烧，能把大鸦发射到较远的目标。这是早期的一种并联式火箭。

中国古代火箭主要应用于两个方面：一个是作为节日盛典的喜庆焰火；另一个是作为战争中的进攻武器。这是打开天门的第一钥匙。

牛顿高射炮

人们从小就有这样的体验：向天空扔一块石头，不管用多大力气，扔得多高多远，石头最后都要落回到地面上来。这就是300多年前英国伟大的科学家牛顿发现的地球引力的作用。牛顿在1687年完成的《自然哲学的数学原理》一书中指出：如果一个抛物体，不受地球引力的作用，就会像一个浪子一样，沿着一个方向向太空深处飘游，浪迹天涯，永远不会回到地球。

那么，如何才能摆脱地球的引力到太空去遨游呢？牛顿曾经设想：如果制造一座高射大炮，架在高山之上，炮弹平射出去，在获得足够大的速度之后，距地面越来越远，而受到的地球引力也就越来越小，以至飞到足够远的地方环绕地球飞行而不致掉下来；如果速度再大，甚至会飞离地球轨道而进入宇宙空间漫游。这就是牛顿描述的摆脱地球引力束缚的力学经典原理。

按照牛顿提出的万有引力定律，人要飞向茫茫太空而不致掉下来，必须向地球引力挑战，设法挣脱地球引力。每个人童年时可能都做过甩球的游戏，即用一根绳子栓上一个小球，用手拉着绳子让小球绕着人周而复始地不停旋转。这个迫使小球不断转圈并使之作圆周运动的力，必须时刻与小球的运动方向垂直，这个力叫向心力。这同牛顿设想射出炮弹的情况一样，炮弹随着速度的增大，其弹着点不断伸远，直到可围绕地球作匀速圆周运动，这里围绕地球运动的向心力正是因为有地球引力之故。因此，加快速度是地球引力的关键。

根据牛顿提出的理论，算出一个物体达到7.9公里/秒的速度，就能使地球对它的吸引力与其离心力保持平衡，这个物体便可不致坠落到地面，并与地面的距离保持不变，沿着一定的轨道运行。这也就是卫星环绕地球飞行的道理。这个速度称为第一宇宙速度，或称环绕速度。在第一次世界大战中，德国曾经生产一种远程大炮，炮身长34米，炮弹的速度达到1.6公里/秒，这离第一宇宙速度还差得很远。牛顿设想的高射大炮不可能造出来，因为要使炮弹达到7.9公里/秒的速度，炮身需长1千米。这是无法办到的事情。

如果把物体运行的速度再加大，那么它离开地球中心的距离就会越来越远。当速度大到11.2公里/秒时，地球引力就无法把这个物体拽住了。于是，这个物体便飞出地球，进入太阳系内飞行。这个速度被称做第二宇宙速度，或叫逃逸速度、脱离速度。

当这个物体的速度再增大到16.7公里/小时，太阳的引力也显得无能为力，只好让它飞出太阳系到更加广袤的宇宙空间遨游了。这个速度被称为第三宇宙速度。

牛顿高射大炮所昭示的万有引力原理，以及这三个宇宙速度，奠定了后来发射人造地球卫星和各种宇宙飞行器的科学基础。英国大诗人拜伦这样评价牛顿学说的：“牛顿铺设的道路，减轻了痛苦的重负，从那时候起已经有了不少的发现，看来我们总有一天，会在蒸汽的帮助下开辟出到月球的道

路。”

凡尔纳奇想上月球

月球作为地球的唯一伴侣，是距地球最近的另一个星球。

在人类真正登上月球之前，所有科学家都对月球这个围绕地球旋转的奇异世界感到不已。他们不但解释不了月球的起源，而且对月球是如何成为地球卫星的过程也难置一言。

对于月球为什么会处在地球轨道上，这种格局是如何形成的，主要有三种假说。第一种假说认为，月球和地球都是在大约 46 亿年前，由于宇宙尘埃和气体聚集而成；第二种假说认为，地球诞生之后，月球是从地球分裂出去的；第三种假说认为，月球诞生于距地球相当遥远的宇宙空间，后来因为飞到地球附近而被地球引力俘获，于是进入地球轨道。以上三种假说即“同源说”“分裂说”和“俘获说”。当然，这都是后话了。

古往今来，人类总想搞清月亮的秘密，也都把月球作为第一个去太空旅行之地。16 世纪，意大利天文学家伽利略发明了天文望远镜，第一次通过望远镜观测到了月球。随着科学技术的发展，人类对月球的认识进一步深化，同时希望飞到月球上去探险，因而许多关于登月的科幻小说也应运而生，并广为风行起来。

最为有名的是 19 世纪法国作者儒勒·凡尔纳于 1865 年和 1870 年先后出版的《从地球到月球》和《环游月球》两本脍炙人口的科幻小说。这个时期瑞典科学家诺贝尔发明了安全炸药，同时大炮的射程和精度得到很大提高，于是人们开始幻想乘炮弹飞船到月球上去旅行。凡尔纳在他的科幻小说中，栩栩如生地描述了地球人利用炮弹作交通工具飞到月球又返回地球的探险历程。

这个故事发生在美国南北战争以后，巴尔的摩城的一个炮兵俱乐部，异想天开地造出一座巨型大炮，用它作登月飞船，把人送上月球。凡尔纳设想炮弹飞船以 11 公里/秒的速度飞出地球。这是一枚铝制炮弹，直径 2.74 米，长 275 米，重 8.74 吨，装 107 吨火药。为了铸造这样长和这样重的炮弹，炮兵俱乐部在美国佛罗里达州的坦帕城郊挖了一口深 270 多米、直径 180 多米的井当铸炮的模具，并用 1200 个熔炉同时融化铁水，终于铸成了这尊大炮。

这座炮弹飞船命名为哥伦比亚号。法国人米歇尔·阿唐自荐乘坐炮弹执行登月任务。炮兵俱乐部批准了他的请求，并选派俱乐部主任巴比康和炮弹制造家尼科尔陪伴这次飞行。他们把炮弹掏空，修改设计成可以载人的宇宙飞船，并在炮弹飞船上装进温度计、气压表、月理图，以及防备月球上各种野兽用的猎枪和步枪。此外，还带上锯子、铲子、谷物种子、树苗、粮食以及两只小狗和几只鸡。一天下午，这三位探险家乘上哥伦比亚号炮弹飞船从坦帕城启程。原定 4 天飞抵月球，但不幸的是炮弹飞船在接近月球时，突然遇到流星的阻挠而偏离轨道，未到达月面，没能完成从地球到月球的神奇旅行。凡尔纳编织这个载人登月故事，当然是虚构，但却表达了人们探索太空的强烈原望和勇敢精神，同时提出了许多引人注目的技术问题。

凡尔纳生活的时代，不仅牛顿发现了万有引力定律已得到广泛认可，而且天文学和天体力学都有了许多新的发展，因此，他建立在科学基础上创作的科幻小说备受青睐，具有不朽的魅力。特别是在这部 100 多年前发表的小

说中，描写的发射炮弹飞船的出发地坦帕城，如今，这座城距今天美国的卡纳维拉尔角宇航中心不远，相隔只有 240 公里；第一个到太空遨游的，也像小说中写的一样，是一只小狗；美国第一架飞上太空的航天飞机也叫哥伦比亚号。这些巧合给人类宇航活动罩上了一层神秘的色彩。

伟大的预言

1873 年冬天的一个夜晚，在积雪覆盖的莫斯科城，有一位 18 岁的年轻人，正在一间低矮的木屋里，借着一盏小油灯的灯光，埋头读书，他沉浸在另一个幻梦的世界里。忽然，他站起来，踱到窗前，仰望雪后夜空中繁星点点的世界，不住地喃喃自语：“人不能永远蜗居在地球这个摇篮，应该到遥远的星星上去看看。那么用什么方法才能飞向遥远的星空呢？”这位充满幻想的年轻人，脑海里编织起在太空飞行的情景。他回到桌旁，拿起笔，铺开纸，绘出了一幅想像中的宇宙飞船草图。这位年轻人就是日后创立宇航理论的先驱者齐奥尔科夫斯基。

这位被誉为“宇航之父”的俄国人，1857 年 9 月出生在梁赞州一个偏僻村庄的贫寒家庭里。父亲是护林员，母亲务农。他 10 岁时因患猩红热而失去听力，失去了上学机会。念完小学三年级就辍学了。两年后母亲去世，他只好在家自学，靠顽强的毅力，5 年学完了中学课程。由于求知强烈，16 岁时他只身到莫斯科，但由于耳聋又无中学毕业文凭，无法进入大学。齐奥尔科夫斯基只得租住一间简陋的屋子，开始图书馆的艰苦自学生活，直到学完了大学的课程。1878 年由于年老多病的父亲退休，经济上更加困难。同年，齐奥尔科夫斯基回到家乡，考取中学教师资格，在教学之余醉心于研究宇宙航行问题，提出了关于人造卫星和宇宙飞船的最早构想。齐奥尔科夫斯基的思路有时异想天开，并且简直到了痴迷的程度。为了研究气流对飞行器的影响，他竟像孩子一样，迎着大风身披被单猛跑，或者拽着风筝在泥泞路上奔跑，因此往往招致一些人的嘲弄和冷遇，甚至有人把这位耳聋的中学教师视为精神不正常的怪人。但齐奥尔科夫斯基冲破世人的偏见，矢志不渝，执著追求，不断有所成就。

1883 年，他把自己的研究成果写成《自由空间》论文手稿，断定在地球上可以研究遥远的星空，在地球之外要受到失重的考验，火箭能在太空中飞行，同时描述了征服宇宙空间的火箭发动机原理。齐奥尔科夫斯基还写了一本叫《在地球之外》的科幻作品，设想科学家制造出一种长 100 米、直径 40 米的纺锤形“火箭航天船”，靠一种“宇宙枪”喷出气体，推动航天船进入环绕地球的轨道飞行。航天船载 20 人，可在船内栽种蔬菜和水果，制造金属材料，携带足够的食品和用具，然后飞往月球。这艘航天船中有两人开动月球车游览月球，看到了使人眼花缭乱的多姿多采景象。经过若干年后，航天船平安返航，溅落在大洋上，胜利结束了一次难忘的宇宙航行。这个构想与今天的载人飞行有惊人的相似之处。

1892 年，齐奥尔科夫斯基到卡卢加定居下来，致力于宇航的理论研究与实践。1898 年他写成《利用喷气装置探索宇宙空间》的著作，集中地反映了他对宇航科学的贡献。在这部划时代的著作中，齐奥尔科夫斯基提出了火箭在自由空间中运动的基本原理，推导出了描述火箭在重力场中运动时所能达到的最大速度的数学公式，这就是具有奠基意义的齐氏公式。这个著名的公

式以最简捷的形式表明，提高火箭速度的关键不在于增大火箭的尺寸和质量，而在于提高发动机的喷气速度和火箭在一定条件下尽可能多地添加推进剂。这一公式为火箭和宇航的发展奠定了理论基础。此后，齐奥尔科夫斯基进一步提出研制宇宙火箭列车即多级液体火箭实现宇宙航行的构想，并且培养造就了一代功勋卓著的航天探索者。但是鉴于当时的工业水平和工艺条件，齐氏未能亲眼看到火箭升空的情景。即使如此，齐奥尔科夫斯基也没有丝毫犹豫，对自己毕生的奋斗目标充满信心。他在1933年发表的一篇讲话中说：“我始终都坚定地认为，在可预见的将来，人类将可能飞向火星。尽管时代在变，但星际飞行的理想总要继续下去。今天我确信，你们之中将有人到星际中航行。”

早在1911年4月13日，齐奥尔科夫斯基在一封信中写道：“地球是人类的摇篮。但是，人不会永远生活在摇篮里，他们不断地争取着生存世界和空间，起初将小心翼翼地飞出大气层，然后便是征服整个太阳系。”经过将近一个世纪的努力，这一预言正在变成现实，人类终于飞出了自己的摇篮，开始了到太空去游历的新里程。

梦想成真创奇迹

1920年1月20日，美国华盛顿传出一条新闻：克拉克大学物理系教授罗伯特·戈达德设计成功探测高空大气的多级火箭，它能把探测仪器送到200英里的高度，甚至可以到达月球。戈达德及其火箭顿时名噪一时，成为美国街谈巷议的中心话题。在地球的另一端，由齐奥尔科夫斯基构思的液体火箭，后来确实在戈达德的手里实现了。

戈达德1882年10月5日生于美国马萨诸塞州的伍斯特城。他幼年体弱多病，但却喜好学习，充满幻想。在上小学时，有一次他好奇地拆开蓄电池，取出一对锌制电极，绑在自己的脚上，试图升空飞行。他中学时读完科幻小说《从地球到月球》，便爬上一棵樱桃树，极目远望辽阔的天空，不禁想发明一种工具，飞到天上旅游。1908年从伍斯特工学院毕业后，在攻读物理学硕士和博士的同时，他倾心于利用火箭推力实现宇宙航行的研究工作。

1919年，戈达德将自己多年的研究成果写成一篇题为《达到极限高度的一种方法》的著名论文。这篇著作描述了火箭运动的数学原理和计算方法，提出了利用火箭冲击月球的宇航原理。他还用示意图说明火箭如何可能抵达月球。当时这个结论不被人理解，嘲笑者攻击者大有人在，但这并未动摇戈达德的追求。他在给朋友的信中表达了自己的心迹：“生命如此之短暂，而世上又有那么多的事需要我们去完成，这是令人着急的。我们应当冒点风险，去做那些我们力所能及的工作。”

戈达德是第一个将火箭技术理论与实际的试制试验工作相结合的先驱者，他经过艰苦努力，在马萨诸塞州奥本郊外的沃德农场建起了一座液体火箭静态试验和发射基地。他一面在克拉克大学从事火箭理论研究，一面利用假日到沃德农场进行试验。1923年，经过多次失败，戈达德制成了世界上第一台供飞行试验用的液体火箭发动机样机。这台用汽油和液氧作燃料的液体火箭发动机在沃德农场进行地面静态试验。它被固定在试车台上，用泵把液氧和汽油注入发动机中，然后点火燃烧，测试发动机功率及其他数据，这次测试结果对发动机设计的改进具有重要参考作用。1925年11月戈达德造出

了一台 5.5 千克的小型液体火箭发动机，成功地工作

1926 年 3 月 16 日，是世界火箭发展史上一个永不磨灭的日子。这一天下午 2 时 30 分，在大雪覆盖的沃德农场，世界上第一枚液体火箭竖在简陋的发射架上点火发射，火箭起飞，爬高 12 米，然后水平飞行 56 米，最后掉在一片菜地里，整个飞行时间仅 2.5 秒，但这却是划时代的一瞬。戈达德为试验成功兴奋不已，激动地喊道：“这一下我可创造了历史！”这确实是 20 世纪初叶创造的一大奇迹。

这枚花了戈达德 20 多年心血的火箭，高 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。它的结构尽管简单，但却是火箭技术的一次飞跃，从此，火箭进入实际的试验阶段。1930 年 12 月 30 日，戈达德又研制一种较大的液体火箭，发射高度 610 米，飞行距离 300 米，速度达到 800 公里/小时。这枚火箭的性能已大大提高了一步。

1930 年以后，戈达德辞去了在克拉克大学的教职，在新墨西哥州罗斯韦尔沙漠建立起艾登火箭试验场。他把全部精力用于液体火箭的研究试验，到 1940 年，他先后设计了十种系列火箭，目的是探索加大发动机尺寸的可能；试验燃料的性能和混合比例；利用陀螺控制燃气舵稳定的飞行方向；研究小型离心泵喷注推进剂；提高发动机的功率等。后来，戈达德在改进火箭的研究中继续获得进展，他一生申请了 212 项有关火箭技术和航空技术的专利，为人类的航天事业作出了巨大贡献。

1945 年 8 月 10 日戈达德病逝。他被誉为美国“火箭之父”。为纪念他的功绩，美国国家航空航天局的一座空间飞行中心以戈达德的名字命名。他的一位全力支持火箭研究的好友、曾经第一个成功驾机飞越大西洋的空中英雄林白，在 1958 年目睹美国第一颗卫星发射上天时，无限感慨地怀念说：“1929 年，戈达德就在我面前展现了一幅多级火箭发展前景的蓝图。30 年后的今天，我在卡纳维拉尔角空军基地亲眼看到一枚巨大的多级火箭腾空而起的动人情景。我真不知道，是他那时在做梦，还是我现在在做梦。”

V—2 火箭的威力

1944 年 6 月 13 日凌晨，在英国伦敦上空突然响起可怕的爆炸声。随后，嗡嗡的呼啸声不断，一个个火球从天而降，城中立刻燃起大火，人们惊恐万状，不知发生了什么事情。原来这是德国法西斯发射的 V—1 飞航式火箭。9 月 8 日傍晚，希特勒更加丧心病狂地向伦敦发动猛烈的空袭，发射了威力更大的 V—2 弹道式火箭。这是有史以来世界上投入战争的第一种火箭。人们发现，火箭作为战争工具，显示了惊人的威力。

德国研究火箭，是从赫尔曼·奥伯特发起成立宇宙旅行协会开始的，以后形成了一股热潮。这位 1894 年在罗马尼亚出生的德国科学家，少年时代就热衷于宇宙航行。他后来风趣地回忆说：“每年我有 8 至 10 个发明，想方设法使宇宙飞船能离开地球，飞向月球。”1923 年，他完成了《飞向行星际空间的火箭》论文，描述了液体火箭、人造卫星以及空间站的设想。在奥伯特的影响下，涌现出了一批热衷于宇宙旅行的青年研究者。1927 年奥伯特组织成立德国宇宙旅行协会，会员后来发展到 1 千多人，推动了火箭技术研究工作。在这个协会中，培养造就了一批出类拔萃的宇航科学家，包括后来 V—2 火箭的研制者冯·布劳恩教授。1930 年，奥伯特主持设计了一种锥形喷嘴火

箭发动机，把它装在液体火箭上点火发射，燃烧 90 秒，产生了 7 千克力（约为 69 牛）的推力，试验成功了。这是德国宇宙旅行协会研制的第一枚液体火箭。奥伯特的学生冯·布劳恩作为他的助手崭露头角，迅速成长为火箭技术领域的佼佼者。

冯·布劳恩 1912 年 3 月 23 日生于德国维尔锡茨的富豪官僚家庭。在中学时代，他阅读了许多介绍宇航的书籍，并给奥伯特写信，表示喜爱火箭研究工作。1930 年 18 岁时他就被吸收为德国宇宙旅行协会会员。他在协会中参与设计完成米拉克 1 号和 2 号火箭。德国陆军看中了萌芽中的火箭技术，计划秘密发展火箭试验。而布劳恩清楚，发展火箭以及把它用于太空飞行的目的，是一项投资巨大、规模超常的工作，并不是个人或民间团体所能承担的任务，因此他想通过陆军的资金和设备，达到实现真正的宇宙航行。1932 年布劳恩还在柏林大学深造时，就成为不穿军装的陆军火箭研制人员，着手设计一台小型火箭发动机。在试车台上进行静态试验时，火箭燃烧 60 秒，推力达到 140 千克力（约为 1370 牛）。虽然获得成功，但也暴露出许多技术问题。布劳恩意识到，研制火箭是技术十分复杂的尖端工程，不是几个人能把技术问题全部解决的，应当由各个方面的专家分工协作，才能使火箭工程顺利发展。于是，他建议把原来宇宙旅行协会的一批专家组织起来，集中到陆军库麦斯多夫试验场参加流体火箭研制工作。

1933 年，布劳恩领导的库麦斯多夫液体火箭小组开始研制 A 系列火箭。从 1934 年至 1942 年先后研制成 4 种 A 型液体火箭，其中 A—4 型火箭飞行速度接近 2 公里/秒，飞行距离达到 189.8 公里。如果在此基础上研制多级火箭，人类也许可能会提前跨入太空的大门，然而法西斯德国却垂青于它的军用价值，下令把 A—4 型火箭改装成导弹，用作战争的武器。纳粹头目之一的戈培尔把 A—4 型火箭改名为 V—2 导弹，冠以“复仇”之名。V—2 火箭全长 14 米，直径 1.65 米，装有十字形尾翼，采用酒精和液氧作推进剂，发动机推力为 26.5 吨力（约为 260 千牛），起飞质量 13 吨，能将 1 吨重的弹头发射到 275 至 320 公里的地方，飞行全程只用 5 分钟左右。这在当时是最先进、最重型的杀伤武器了。V—2 火箭于 1942 年 10 月 3 日首次试射成功。从 1944 年 9 月至 1945 年 3 月，德国共制造了 6000 多枚 V—2 火箭，其中用了 4320 多枚袭击英国、法国和其他国家的目标，给这些国家造成巨大灾难，留下了战争的创伤。尽管 V—2 火箭被吹嘘为不可一世的“神奇武器”，但最终也未能挽救德国法西斯的覆灭命运。

V—2 火箭在战争中扮演了极不光彩的角色，但它的技术上的成功却使人类向征服太空跨近了一步，在世界航天发展史上是一个重要的里程碑。V—2 火箭的出现，为战后发展航天运载工具奠定了基础。

“卫星”号火箭出风头

1957 年 10 月 4 日夜晚，在前苏联的拜科努尔发射场，探照灯把夜空照得如同白昼，发射架上竖立着一枚银光闪闪的巨型火箭。莫斯科时间 22 时 28 分 34 秒，火箭专家科罗廖夫下令“点火”！顿时火箭在震耳欲聋的吼声中拔地升起，直冲天穹。不久，从太空传回世界上第一颗人造卫星入轨后发出的“噼噼啪啪”电子尖叫声。翌日，塔斯社向全球宣布：苏联第一颗人造地球卫星开辟了宇宙航行的道路。

随着第一颗卫星上天运行，发射它进入轨道的“卫星”号运载火箭大出风头。但是，从齐奥尔科夫斯基提出宇航理论，到研制成功航天运载火箭，却经过半个世纪的艰难历程。其中，把宇航理论变成现实的科学家中，前苏联的运载火箭总设计师科罗廖夫作出了杰出的贡献。

谢尔盖·科罗廖夫 1907 年 1 月 13 日诞生在乌克兰的一个教师家庭。当他 9 岁时，举家迁居敖德萨，住在离一支飞行中队不远的机场附近。他几乎天天可以看到飞机在蓝天上的飞行表演，这在他幼小的心灵里埋下了飞向太空的种子。他 16 岁时参加了滑翔机飞行小组，并自己动手设计滑翔机。1926 年，科罗廖夫从基辅工学院转学到著名的莫斯科包曼高等工业学院空气动力学系，一边读书，一边在一家飞机制造厂工作。1927 年在莫斯科举办了首届世界星际航行器械模型展览会和关于星际航行的讲座，科罗廖夫生平第一次了解到齐奥尔科夫斯基等宇航先驱者的思想和事迹，并看到了戈达德、奥伯特等的火箭设计方案，这对他产生了巨大影响。两年后，科罗廖夫前往卡卢加拜访了仰慕已久的齐奥尔科夫斯基，这次会见成为他毕生从事宇航事业的转折点。科罗廖夫后来回忆说：“从前我的理想是驾驶自己设计的飞机飞行，而见到齐奥尔科夫斯基之后，我一心只想制造火箭并乘坐飞船到太空飞行，这已成为我生命的全部意义。

1929 年至 1931 年间，科罗廖夫参加组建喷气推进研究小组。1933 年 8 月 17 日，苏联发射了第一枚液体燃料火箭，这枚火箭质量 18 千克，飞行持续时间 18 秒，垂直上升高度约 400 米。火箭达到最大高度后，沿着水平线飞行一段，然后沿着微微倾斜的弹道落到附近的树林里。第一枚火箭试验成功后，引起政府的重视，决定成立国立喷气科学研究所，科罗廖夫被委任为副所长。在他的主持下，制订苏联火箭发展计划，参与早期的液体火箭研制工作。战后的 1946 年 8 月 9 日，科罗廖夫被任命为第一枚弹道式火箭的总设计师，只经过一年时间，就仿制成功从德国俘获的 V—2 火箭。1948 年秋，苏联利用 V—2 火箭加长设计了 P—1 弹道式导弹，射程 300 公里。1950 年第一枚自行设计的 P—2 导弹进行发射试验，射程达到 500 公里。在此基础上，科罗廖夫领导研制两级火箭，1957 年 8 月 21 日，第一枚洲际弹道式导弹 P—7 在拜科努尔发射场试验成功，总推力 500 吨力，射程 8000 公里。8 月 27 日塔斯社发表公告称：“多级远程洲际火箭试验顺利，完全证实了计算和所选定结构是正确的。火箭以前所未有的高度完成飞行，在短时间而长距离的飞行之后，火箭在预定区域降落。”这就表示发射人造卫星的运载火箭近在咫尺了。

1957 年 7 月 1 日开始的地球物理活动，促成了苏联加快发射人造卫星的步伐。科罗廖夫主持对 P—7 洲际火箭进行改进，研制成了“卫星”号运载火箭。这种火箭由一枚芯级火箭和 4 个侧挂助推火箭并联捆绑而成。为了控制航向，另外安装了 12 台可摆的小型游标发动机。火箭发射后，芯级发动机和 4 台助推火箭发动机同时点火。火箭达到预定速度，4 台助推火箭发动机先行熄火并分离，芯级发动机继续工作，直到把卫星送入轨道。1956 年底，前苏联得知美国的运载火箭已进行了飞行试验，而苏联却因卫星过于复杂而落后于美国。这时，一个惊人的计划在科罗廖夫的脑中形成。他提出，造一个空心铝合金小球装上电源和发报机，先搞一个简单的卫星，抢在美国之前发射上天。他的建议立即被前苏联政府批准。

1957 年 10 月 4 日，“卫星”号运载火箭立下头功，世界上第一颗人造

地球卫星终于冲开天门在宇宙之上与群星同辉，它发出的电波，全世界都可以收到。当时世界舆论沸腾，在十多天里，报纸每天的头版新闻都有它的消息。从此，人类在天庭上开始演出一幕又一幕的登天壮剧。

“宇宙神”揽胜

人们常把运载火箭称为“宇宙之神”。目前世界上投入使用的运载火箭已有数十种。无论是运载火箭的种类和数量，还是火箭的运载能力，美国和俄罗斯占有绝对优势。但由于中国、法国、日本等国运载火箭的崛起，打破了美、俄的航天领域的独霸局面。

当今世界上有几种最享盛名并进入商业发射市场的运载火箭，它们激烈竞争，建立起了竞相发展的新格局。

美国投入发射市场的运载火箭，有“宇宙神”“大力神”“德尔塔”等几种系列火箭。

美国的“宇宙神”火箭首先用于商业发射。它由“宇宙神”洲际导弹改装，与不同的上面级组成多种运载火箭。其中名声颇大的“宇宙神”——半人马座号火箭，质量139吨，已发射70多次。它的低轨道运载能力为6至6.8吨，同步转移轨道的运载能力为2.9至3.8吨。截至1993年底，“宇宙神”火箭已发射259次，其中成功224次，成功率为86.5%。2000年前，已安排62次发射，大部分是执行发射军用卫星和商业卫星的任务。“大力神”火箭用两级液体燃料洲际导弹改装，加一级捆绑大型固体燃料助推器，并逐渐形成了“大力神”系列火箭。其中“大力神”3型火箭从1966年首次发射到1986年8月，共发射135次，成功130次，成功率较高，因此很快投入商务市场。现在常用的“大力神”34D火箭，1982年11月30日首次飞行成功，1989年12月31日首次用于商业发射，将英国和日本各一颗通信卫星送入预定轨道。美国现在研制威力更大的“大力神”四型运载火箭，整个火箭长62.17米，最大直径5.08米，其地球同步轨道的运载能力达到4.5吨。美国专门研究的“德尔塔”三级运载火箭基本型长23米，最大直径2.4米，起飞质量52吨，起飞推力63吨力。截至1992年3月，“德尔塔”火箭发射208次，其中失败12次，具有较高的成功率。

俄罗斯的“质子”号火箭，是世界上使用最为频繁的一种航天运载工具。1965年首次发射成功以来，先后用它发射各种通信卫星、星际探测器和“礼炮”号轨道站，成功率达到93%。“质子”号火箭采用并、串联式结构，先后拥有二级、三级、四级等3种型号。最大的四级“质子”号火箭全长45.8米，底部最大直径7.4米，起飞质量约800吨。它的近地轨道有效载荷可重达20吨，地球同步轨道的有效载荷重2.2吨至4吨。1971年4月19日把重达17.5吨的“礼炮”1号轨道站发射到预定轨道，显示了它的巨大运载能力。它先后发射成功6个“火星”号、8个“金星”号探测器以及各种通信卫星。特别是1986年2月20日发射“和平号”轨道站获得成功，充分表明这种火箭的优越性能。它目前已投入国际商务发射市场。

日本于1975年9月9日用N—1火箭发射一颗“菊花”1号试验卫星，到1984年N—1火箭共发射7次。1981年2月又用N—2火箭把“菊花”3号通信卫星送入地球同步转移轨道。N系列火箭进入发射应用卫星的阶段。1986年8月13日，日本第一枚第一代H—1火箭同时将两颗卫星发射入轨。

特别是日本 1994 年 2 月 4 日发射成功的 H—2 火箭，技术上发展很快。这是一种捆绑两个大型固体燃料助推器的两级火箭，第一、二级均采用液氢液氧发动机，火箭总长 50 米，最大直径 4 米，起飞质量 260 吨，可将 4 吨重的有效载荷送入地球同步转移轨道。现已 3 次发射卫星成功。H—2 是日本 90 年代具有很大竞争实力的商业发射运载工具。

1979 年 12 月 24 日，欧空局研制的“阿丽亚娜”1 型火箭首次试飞成功，标志西欧 12 个国家联合体在航天领域的崛起。截至 1995 年底，“阿丽亚娜”火箭共有 4 种型号，共发射 81 次，其中有 5 次失败。目前常用的“阿丽亚娜”4 型火箭于 1988 年 6 月 15 日一举将 3 颗通信卫星送入预定轨道。这是一种三级液体燃料火箭，根据捆绑助推器的不同，又分为 6 个不同的型号。火箭全长 58.4 米，最大直径 3.8 米，起飞质量 413 吨，起飞推力 570 吨力（5590 千牛）。如果采用 4 台捆绑第一级的液体燃料火箭助推器，能分别将 1.9 吨至 4.2 吨的有效载荷送上地球同步转移轨道。1988 年 6 月 15 日，这种“阿丽亚娜”44LP 型火箭首次发射成功，到 1994 年 12 月共发射 42 次，其中 3 次失败。“阿丽亚娜”4 型运载火箭每年都有七八次发射任务。1996 年 6 月新研制的“阿丽亚娜”5 型火箭首次发射，其同步转移轨道的运载能力可达 6.9 吨，但是，火箭起飞后 37 秒，突然凌空爆炸，这使欧洲历时 11 年、投资达 74 亿美元的最大的航天项目受到了重创。

中华神剑之光

中国自 1970 年用“长征”一号火箭发射第一颗人造卫星以来，25 年形成了兴旺的“长征”火箭家族。截至 1995 年底，已有 8 种“长征”系列运载火箭进行了 39 次发射，在征服太空的旅程中放射出灿烂之光。

“长征”一号是在中远程导弹的基础上研制的三级运载火箭。第一、二级采用液体燃料火箭发动机，第三级采用固体燃料火箭发动机。1970 年 4 月 24 日把第一颗卫星发射上天，打开了中国通向太空之路。

1974 年 11 月 5 日“长征”二号运载火箭发射，由于箭上控制系统一根导线折断，火箭升空后 20 秒飞行姿态失稳，自毁爆炸，试验失败。但从 1975 年 11 月 26 日由“长征”二号火箭发射返回式卫星获得成功，到 1995 年底改进的“长征”二号丙火箭发射共 16 次，屡创发射不败纪录。“长征”二号丙火箭全长 34 米，最大直径 3.35 米，起飞质量 192 吨。这种火箭于 1992 年 10 月 6 日发射双星，其中包括搭载一颗瑞典科学试验卫星，表明“长征”二号丙火箭已进入国际卫星发射市场。

“长征”三号火箭由于第三级采用了先进的液氢液氧发动机，并于 1984 年 4 月 8 日发射地球静止轨道通信卫星“东方红”二号成功，表明中国的运载火箭技术跻身于世界先进行列。这种火箭全长 43.25 米，第一、二级直径 3.35 米，第三级直径 2.25 米，起飞质量 202 吨，起飞推力 284 吨力（2780 千牛），其同步转移轨道的运载能力为 1.4 吨。“长征”一号火箭至 1996 年 7 月成功发射同步静止轨道通信卫星 10 次，其中包括三次执行发射外国通信卫星的任务。

中国在“长征”三号的基础上加以改进，又研制成一种新型的“长征”三号甲火箭，它把原“长征”三号的第三级直径增大到 3 米，并增加贮箱长度，推进剂多装了一倍，整个火箭起飞质量 240 吨，起飞推力 300 吨力。它

的同步转移轨道运载能力由原来的 1.4 吨提高到 2.6 吨。1994 年 2 月 8 日，中国用“长征”三号甲火箭首次成功地将一颗“实践”四号探测卫星送入同步转移轨道。同年 11 月 30 日，又把中国新一代通信卫星“东方红”三号发射长空，并进入准同步轨道。遗憾的是由于星上姿控推力器泄漏，燃料耗尽，致使卫星无法定点投入使用。但“长征”三号甲火箭经过发射考验，表明火箭技术上上了一个新台阶。从 1993 年起，中国还研制了“长征”三号甲的姐妹火箭“长征”三号乙，它以“长征”三号甲火箭为芯级，一级捆绑上四个和“长征”二号捆绑火箭所用一样的助推器，火箭总长 54.8 米，它的地球同步转移轨道运载能力达到 5 吨。1995 年 2 月 15 日首次发射一颗重型国际通信卫星受挫，火箭起飞约 22 秒即发生爆炸。但这不会影响中国继续发展火箭技术和执行卫星发射任务。

1988 年 9 月 7 日，第一枚“长征”四号运载火箭把“风云”一号气象卫星送上 900 公里高的太阳同步轨道运行。“长征”四号是一种三级都采用常温推进剂的液体燃料火箭，它在改进“长征”三号运载火箭一、二级的基础上，新研制了第三级，各级均采用四氧化二氮和偏二甲肼常温推进剂。火箭全长 41.9 米，第一、二级直径 3.35 米，第三级直径 2.9 米，起飞质量 249 吨，起飞推力 300 吨力(2940 千牛)，其地球同步转移轨道的运载能力为 1.25 吨，太阳同步轨道的运载能力为 1.65 吨，还可将 3.8 吨质量的有效载荷送入高 400 公里、倾角为 70 度的圆轨道。这种火箭可靠性高，适应性强，操作使用方便。1990 年 9 月 3 日，它成功地发射了第二颗“风云”一号气象卫星，表明“长征”四号火箭技术成熟，达到了比较先进的水平。

在“长征”四号火箭技术的基础上，中国又研制成功“长征”二号丁二级液体燃料运载火箭。它于 1992 年 8 月 9 日和 1994 年 7 月 3 日先后成功地把两颗返回式科学探测与技术试验卫星送上太空，圆满完成了发射和回收任务。这种火箭长 38.3 米，最大直径 3.35 米，起飞质量 232 吨，其地球低轨道的运载能力可达 3.3 吨，采用加长一级贮箱和加大一级发动机推力的方案，成为中国二级火箭中运载能力最大的一种运载火箭。

在中国的运载火箭中，1990 年 7 月 16 日发射成功的“长征”二号 E 大推力捆绑式火箭是一个新的里程碑。这种火箭的最大特点是采用先进的捆绑技术，即利用“长征”二号丙火箭一、二级加长作芯级，然后在周围捆绑 4 台液体燃料火箭助推器。火箭全长 51.2 米，直径 3.35 米，总起飞质量 461 吨，起飞推力 600 吨力(5880 千牛)，能把 8.8 吨至 9.2 吨的有效载荷送入近地轨道。如果加上合适的上面级，则可将 2.5 吨至 4 吨的有效载荷送入地球同步转移轨道。1992 年以来，它先后用来发射 2 颗美制澳大利亚通信卫星、一颗美制“亚洲”二号通信卫星和一颗美国“艾科斯达”一号通信卫星获得成功，标志着中国的运载火箭在世界航天领域占有了一席之地。

至此，中国“长征”系列运载火箭的运载能力覆盖了低轨道、中高轨道、高轨道等各种太空轨道，已可以发射世界上各种轨道、不同质量的卫星。

天外间谍

天上第一星

40 多年前的 1955 年，前苏联科学院主席团曾向数百位科学家发函通知：

“请对人造地球卫星的应用提出意见，您认为它在宇宙空间可能作些什么？”结果回答各不相同，有人非常同意搞人造卫星，但说不太清它能干什么，有人则写道：“我对想入非非不感兴趣，我认为空间弹丸是2000年的事。”甚至还有有人写道：“我看不出人造地球卫星会有什么用处。”然而，仅仅两年之后，人们的认识便起了翻天覆地的变化。

1957年10月4日，一个划时代的日子。前苏联拜科努尔发射场上矗立着一枚巨大的两级液体火箭，火箭顶部装着一颗银色的小球——人造地球卫星1号。随着发射前10秒钟倒计时的指令，一声惊天动地的巨响，火箭喷出万丈烈焰，直插九天，几分钟后，卫星与火箭分离，沿着椭圆形的轨道飞行。它发出的嘀、嘀、嘀的电波，全世界都可以收到。它的声音震撼了全球，不论是科学家还是平民百姓，在它升空的那几天里，都伫立在寂静的夜空下，用目光搜寻这颗闪烁的小星在天庭上划下的光痕，天天报纸的头版上都有惊呼、感叹、评价这颗卫星的报道。

第一颗人造卫星的构造并不复杂，比起现在形形色色的卫星来说，它简陋得无法与之相比。它是一个直径58厘米的铝合金球体，由两个半球壳对接而成，质量83.6千克，星上有4根鞭状天线，其中一对长2.4米，另一对长2.9米，卫星内装4台功率为1瓦的无线电发射机，以及化学电池、温度与压力传感器等少量的科学仪器。它进入太空后沿椭圆形轨道绕地球飞行，近地点228公里，远地点947公里，轨道平面与地球赤道平面的夹角为65.1度，绕地球一周96.2分钟。它在太空进行了星内温度、压力试验、地球大气密度测量和电离层研究。人造地球卫星1号在天上共飞行了92天，绕地球1400圈，于1958年1月4日再入大气层烧毁。

人造卫星的出世，造就了一个新时代。有两位开创者的姓名，历史是不会忘记的，他们就是前苏联第一枚运载火箭“卫星”号的总设计师——科罗廖夫和第一颗人造地球卫星的总设计师——吉洪拉活夫。

科罗廖夫的名字是在1966年1月14日他逝世后开始被人们熟知的。在此之前，他的伟大功绩屡屡震惊世界：1957年发射的世界第一枚洲际弹道导弹和用它改进成的“卫星”号运载火箭，以后，前苏联著名的“东方”号、“联盟”号、“闪电”号运载火箭，以及用这些火箭发射的世界第一艘载人飞船“东方”号、第一个月球探测器、“金星”号探测器、“火星”号探测器以及“上升”号飞船、“联盟”号飞船、“电子”号卫星、“闪电”号通信卫星等。可是他的名字都谜一样地隐藏着。

科罗廖夫1906年12月30日出生在日托米尔一个教师家庭，父亲很早去世，母亲改嫁给一个工程师。由于家境困难，他到图波列夫领导的航空工厂找了个工作，以半工半读的方式念完了中学和大专。他学习用功，工作努力，很得图波列夫的器重。当时，航空业刚刚兴起，他通过滑翔机的设计和驾驶，增长了知识和才干。从学校毕业后，他加入图波列夫飞机设计局，成了图波列夫的得意学生和助手。然而，科罗廖夫却不满足于飞机的飞行，他还想研究如何到宇宙中飞行。20年代末，他结识了著名的火箭理论家齐奥尔科夫斯基，1932年他参加了前苏联刚刚创建的火箭喷气推进研空小组。当时掌有实权的军队首脑图哈切夫斯基很支持这个小组，提供了很多经费和方便，1933年8月他们研制的第一枚液体火箭发射成功。同年9月，政府决定把研究小组与气体动力研究室合并为喷气科学研究所，科罗廖夫担任了副所长。

可是，这时前苏联的肃反扩大化，图哈切夫斯基涉嫌间谍罪被枪决。火

箭主设计师科罗廖夫也因此受到牵连，作为间谍分子图哈切夫斯基的同党处理，定为死罪，押解西伯利亚，罚做苦役。于是，这位年仅 31 岁，风华正茂的年轻设计师悲愤地告别了最心爱的火箭事业，来到一个荒无人烟的小岛，成了一个开挖金矿的苦役。

在肃反扩大化运动中被捕的还有著名的飞机设计师图波列夫。但是，当时前苏联迫切需要飞机，因此没有把他判成死刑，而是囚禁在监狱工厂继续从事飞机的设计研究。图波列夫了解到他的学生科罗廖夫被罚做金矿苦役的情况以后，多方努力和极力申请，终于把科罗廖夫作为“杰出的飞机设计师”救出了死牢，调到图波列夫所领导的 1156 号监狱工厂，开始重新从事飞机设计。

40 年代初，前苏联当局听到德国在搞 V—2 导弹以后，决定把科罗廖夫转到 4 号特种监狱工厂，重新组织人员，开始军用火箭方面的研究。4 号特种监狱工厂有许多设计室和实验室，囚犯每天工作 12 小时以上。囚犯之间不准串联聊天，警卫十分森严。

第二次世界大战结束以后，前苏联俘获了一批德国火箭专家和 V—2 导弹的资料、部件。科罗廖夫能讲流利的德语、英语和法语。他与这批处于俘虏状态的德国专家地位相当，事业一致，很快成了“志同道合”的知己。1947 年，科罗廖夫及其同事利用这批专家的智慧 and V—2 的成果，设计成功了前苏联的第一代导弹。1949 年，他设计的中程导弹试验成功，开始装备部队。科罗廖夫这个苦役出身的火箭专家逐渐受到了前苏联军界和政界的重视。1953 年，前苏联成立了导弹装备部。在导弹装备部部长乌斯季诺夫的推荐下，科罗廖夫向政治局介绍了火箭研究的现状和利用多级火箭发射人造地球卫星的设想。

1954 年，赫鲁晓夫开始执政。他对于火箭技术并不了解。在他的回忆录中讲到火箭时，赫鲁晓夫毫不隐讳地承认：“科罗廖夫称它为火箭，我看它就像是一支大雪茄。不相信这家伙能飞起来。到了发射台上，我们真像乡巴佬进城一样绕着火箭走，摸它，拍它，看它到底有多结实。差一点要用舌头去舐它，看它到底是什么滋味……”

赫鲁晓夫刚刚执政，特别需要用一些新鲜的东西来赢得军队的支持，因此很快组织了航天局，批准了科罗廖夫的洲际火箭和人造卫星计划。

1957 年 8 月，科罗廖夫设计的洲际导弹试验成功。10 月 4 日，科罗廖夫大胆采用捆绑式火箭，发射成功了世界上第一颗人造地球卫星。各国首脑和各地报纸纷纷发表谈话、评论，惊呼前苏联超过了美国。许多知名的科学家也纷纷表示要向开创空间时代的火箭总设计师表示祝贺。当时，科罗廖夫已经是拥有私人专用别墅的苏共党员了，在航天局里担任着副局长、主任设计师和发射总指挥三个职务。但是赫鲁晓夫把他“保护”起来，不让他公开露面。特别具有讽刺意味的是：守卫科罗廖夫的卫队正好是当年把守图波列夫所在监狱工厂的卫队。

50 年代末，美国开始在报刊上讨论正在研制中的“水星”号载人飞船。赫鲁晓夫为了保持空间领先地位，下令研制载人飞船。科罗廖夫为确保宇航员的安全，提出采用“水星”计划所设想的海上回收方案。可是赫鲁晓夫认为一艘前苏联载人飞船必须在前苏联领土上降落！

为了遵守赫鲁晓夫关于飞船只能在前苏联本土着陆的政治规定，科罗廖夫认为只有加固飞船回收装置，才能确保宇航员触地时安全。但是这样要大

大增加飞船的质量，当时还没有这样强大的运载火箭。经过设计组全体工程师的反复讨论，科罗廖夫最后决定采用一种折衷的冒险方案：在返回舱着陆之前把宇航员弹射出去，只用降落伞回收宇航员，而笨重的座舱任其摔跌。初看起来，用降落伞着陆好像是航空事业早已成熟的技术。其实，飞船返回的速度远远大于从飞机跳伞时的速度。从飞船上弹射跳伞对于宇航员的生命来说是极大的威胁。1960年12月，用动物作弹射降落试验时发生了死亡事故，这对科罗廖夫是个沉重的打击。

由于精神负担过重，科罗廖夫生平第一次心脏病发作，被迫住院治疗。医生在检查中发现他的肾脏功能也有严重的毛病。医生劝他要长期疗养，可是科罗廖夫不能疗养。美国的载人计划正在稳步前进，科罗廖夫虽然身体欠佳，但他更缺乏的是时间！

科罗廖夫及其同事们呕心沥血地工作，仅仅用三个月的时间就生产了三枚火箭，两枚用来作动物试验，一枚用来正式发射载人飞船。两枚试验火箭均告成功。1961年4月12日，世界上第一艘正式载人的飞船终于发射成功。可是，当第一名进入太空的宇航员尤里·加加林胜利返回地面，在莫斯科红场举行隆重欢迎仪式的时候，为人类立下了不朽功勋的飞船总设计师科罗廖夫仍然没有露面。只有赫鲁晓夫和加加林在红地毯上举着鲜花，向着欢迎的人群微笑。

1963年，美国研制双人飞船的消息传到前苏联。赫鲁晓夫立即提出要抢先发射三人飞船。时间太紧，科罗廖夫只好带着严重的心脏病，突击修改原来单人飞船座舱的布局。最后只好让宇航员脱掉庞大的宇宙服，只穿衬衣进舱，硬把三个人塞进了单人飞船，在1964年，发射了一艘没有救生装置的三人飞船。

由于工作繁重、精神紧张以及早期劳改营的严重折磨，科罗廖夫的心脏越来越虚弱。1965年冬天，病情逐渐恶化，1966年1月，他在作痔疮切割手术时，心脏病突然发作，抢救无效。这位为人类开创了航天时代的杰出火箭总设计师就这样告别了人世，终年58岁。

在科技史上，一个人的贡献当然是有限的。但是，有时候这样的人又往往是不可少的。科罗廖夫死后，前苏联第一次发射飞船就失事了，在航天事业中首次出现了宇航员丧命的惊人事故。接着，运载火箭“质子”号试验失败，几千万卢布付之东流。随后又有三名宇航员死亡……在接二连三的事故面前，前苏联航天事业的后继者更加怀念科罗廖夫，为了纪念他，一艘航天跟踪船被命名为“科罗廖夫”号。1972年，前苏联公映了一部名为《驯火记》的传记性影片。影片的主人公安德烈就是科罗廖夫的化身。

第一颗人造卫星的主要设计者是米·吉洪拉沃夫。他1900年生于弗拉基米尔城，少年时代就开始涉猎齐奥尔科夫斯基的著作，对宇航发生浓厚兴趣。1927年他结识了科罗廖夫，后来一道加入火箭研究小组，并倡议建立了喷气推进研究小组。他们占用莫斯科沙多沃——斯帕斯基街19号的一间地下室，集合一批志同道合者着手研制火箭发动机。1933年8月17日，当前苏联第一枚试验液体火箭在莫斯科郊外的纳哈宾诺附近发射成功时，吉洪拉沃夫孕育了开发人造卫星的思想。他认真研究了齐奥尔科夫斯基的《宇宙火箭列车》、《火箭最高速度》等著作，论证了就当代火箭发展水平而言，能够获得第一宇宙速度发射卫星所必备的条件。

1934年2月17日，吉洪拉沃夫去卡卢加城会见齐奥尔科夫斯基，受到

这位宇航先驱的教诲。这次会见使吉洪拉沃夫最终选定了自己的目标：造出人造地球卫星，实现人到太空遨游。

可是不久，第二次世界大战爆发了，前苏联全力投入伟大的卫国战争，于是这个设想只有到了卫国战争结束以后才提上了计划日程。吉洪拉沃夫组织了一个专家小组，进行了大量计算和研究，证明当时单级火箭最多只能达到7公里/秒的速度，而且仅考虑到使用最好的推进剂，而未计入空气阻力等因素的影响。因此认为，只有靠多级火箭的接力来加大推力，才有可能达到7.9公里/秒的第一宇宙速度。吉洪拉沃夫研制人造卫星的设想，曾遭到一些人的冷嘲热讽，有人认为这是不现实的，把吉洪拉沃夫讥笑为“怪人”。但吉洪拉沃夫不以为然，不改初衷，还倡议成立一个特别小组，探讨制造人造卫星的理论问题。1948年6月，他申请在一个学术年会上报告自己的研究成果，甚至有些科学家把他的报告说成是“幻想文学”，在“浪费时间”。但科罗廖夫支持他，并建议把他的研究成果列入研究所的计划。

后来，吉洪拉沃夫在另一个年会上作了题为《在现代技术条件下借助多级火箭达到第一宇宙速度和制造人造地球卫星的可能性》的报告，引起人们的注意。当时科罗廖夫正在研究的单级火箭速度可达到3公里/秒。在此基础上，吉洪拉沃夫在报告中完成了对二级火箭的分析工作，提出完全可以把较重的卫星送上地球轨道。鉴于他的科学论证更加充分，似乎过去的议论和责难都烟消云散了。科罗廖夫保持了吉洪拉沃夫的“卫星”小组，并在1953年把这个小组吸收进入了设计局。

1954年，吉洪拉沃夫提出了论证人造地球卫星可行性和必要性的建议。他在建议中指出：“目前所进行的新产品研制情况，允许我们考虑在近几年内制造人造地球卫星的可能性，能否适时合理地组建科研机构，以便对卫星的研究工作进行初步的探索。”科罗廖夫和科学院院长凯尔迪什都表示赞同，于1956年1月30日决定开展研制人造卫星的实际工作。年底，吉洪拉沃夫建议“卫星造得小一些，简单一点，最好为30千克重。”这个建议又得到了科罗廖夫的支持。

1957年6月，前苏联设计制造出了第一颗人造卫星。8月31日，科罗廖夫和吉洪拉沃夫一起决定进行卫星和运载火箭的联合试验。火箭和卫星于9月初相继运到发射场，紧张地进行着各项准备工作。10月4日，人类第一颗人造卫星终于诞生了。

历史和人民永远不会忘记这两位科学家，无论多少年后，世界上第一枚运载火箭和第一颗人造卫星以及它们出色的设计师都在史书和人们心里放射着灿烂的光辉。

人口众多

人造卫星的发展速度快得令人吃惊，人造卫星的“人”口繁衍也快得令人目不暇接。1957年宇宙上只有2颗人造卫星，1958年8颗，1959年14颗，1960年35颗，到1995年底，世界各国发射的各种航天器已近5000个，其中90%是人造卫星。当然，每颗卫星都有他的寿命，寿终正寝的卫星一般都落入大气层烧毁，不再占用他原来的轨道位置。

人造地球卫星的名称有他科学的含义：由人工制造、环绕地球在空间轨道上运行至少一圈的无人航天器。人们一般简称为人造卫星。

人造卫星作客天宫，各有各的使用，各有各的轨道，各有各的用途。50年代末至60年代初，各国发射的人造卫星主要用于探测地球空间环境和进行各种卫星技术试验。60年代中期，人造卫星开始进入应用阶段。从70年代起，各种新型专用卫星相继出现，性能不断提高。

人造卫星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、大椭圆轨道卫星和极轨道卫星。按用途分，则可分为科学卫星、技术试验卫星和应用卫星。

科学卫星是用于科学探测和研究的卫星，主要包括空间物理探测卫星和天文卫星，用来研究高层大气、地球辐射带、地球磁层、宇宙线、太阳辐射等，并可以观测其他星体。

技术试验卫星是进行新技术试验或为应用的卫星。航天技术中有很多新原理、新材料、新仪器，其能否使用，必须在天上进行运行试验；一种新卫星的性能如何，也只有把它发射到天上去实际“锻炼”，试验成功后才能应用；人上天之前必须先进行动物试验……这些都是技术试验卫星的使命。

应用卫星是直接为人类服务的卫星，它种类最多、数量最大，其中包括：通信卫星、气象卫星、侦察卫星、导航卫星、测地卫星、地球资源卫星、截击卫星等等。

应用卫星主要有三大用途：

(1) 无线电信号中继：这类卫星发展很快，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和搜索营救卫星。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。还有一些采用大椭圆轨道，如前苏联的“闪电”号通信卫星。

(2) 对地观测平台。这类卫星有气象卫星、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、大气层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。这些卫星可以直接服务于气象、农林、地质、水利、测绘、海洋、环境污染和军事侦察等方面。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。这类卫星有导航卫星、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。地面固定的或移动的物体、空中飞机和海上舰艇，都可以利用这类卫星确定自己的坐标。这类卫星的轨道大多为极轨道。

人造地球卫星基本按照天体力学规律绕地球运动。但是实际运动情况要复杂得多，主要原因是受非球形地球引力场的影响，而低轨道卫星还要受大气阻力的影响；高轨道卫星，特别是静止轨道卫星还要受日、月引力和光压的影响。卫星运行的轨道决定于卫星的任务。轨道的形状和高低取决于运载器赋予卫星的速度大小和方向。

各显神通

跨国信使“烽火连三月，家书抵万金”，中国古代劳动人民早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大提高。无线电通信是靠电波发送信号的，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、稳定又可靠等优点，但超短波和微波传输只能直线传播，人们只好每隔50公里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，把电波传到遥远的地方。这种接力通信美中不足是太费资金，如果把北京的电视节目传到美国纽约，不知要造多少个中继通信站（每站必设收信机、发信机和天线铁塔），而且遇到崇山峻岭和汪洋大海又如何建立中继站！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，把它们发给天上的卫星，再由卫星接收后再转发到地面的另一个地方。

1945年5月25日，英国行星际学会的科学家克拉克提出一份备忘录，阐述利用人造地球卫星在太空建立微波通信站实现跨国通信的设想。他发现在距地球赤道平面上空36000公里的地方，存在一条可使卫星相对地球保持静止不动的轨道。他提出如果在这条特殊轨道上相隔120度等距离地配置3颗卫星，就可以覆盖全球绝大部分地域，从而建立起全球性的卫星通信网。这个关于跨国信使的设想今天已经成为现实了。

通信卫星犹如国际信使，把来自地球一个地方的“信件”带到天上，然后再“投递”到地面另一个地方的用户手里。这种跨国跨洲的通信，靠地面的无线电中继站无法实现，只有运行在36000公里赤道上空的卫星才能担负起遥远距离通信的使命。

1958年12月18日，美国首先发射一颗“斯科尔”号卫星，将美国总统的《圣诞节祝辞》录音带到太空，然后从太空传到各地转播，试验了卫星通信的可能性。这颗卫星的近地点为184公里，远地点为1462公里，寿命只有13天。1961年7月10日美国发射电星1号通信卫星，这颗卫星重77千克，轨道近地点822公里，远地点4864公里，用它成功地进行了横跨大西洋的美国与法国、英国之间的电视中继转播、照片传真和电话通信实验。这些最初的通信卫星都是低轨道卫星，无论通信时间还是地域范围都受到很大限制。它们的轨道周期短，只有90多分钟到100多分钟，经过某地上空的时间最多只有十几分钟，两地要用同一卫星通信的机会很少。由于高度低，覆盖范围就小，实现全球通信需要上百颗卫星才行。

1963年2月14日，美国发射第一颗地球同步通信卫星“辛康”1号，但由于在远地点发动机点火20秒后，卫星上的无线电设备发生故障，与地面失去联系，通信未获成功。接着于7月26日发射“辛康”2号卫星，这颗卫星进入地球同步轨道，只在美国与非洲、拉丁美洲之间作了短暂的实验通信。1964年8月19日发射“辛康”3号卫星，定点在赤道上空36000公里的西经180度静止轨道上，成为世界上第一颗真正的对地静止通信卫星。这颗卫星首次向全世界转播了在日本东京举办的奥运会开幕式的电视实况。从此，这种充分跨国信使角色的地球静止轨道通信卫星陆续活跃在太空舞台。

1965年4月6日，美国发射成功一颗“晨鸟”号通信卫星。卫星高0.6米，直径0.72米，重39千克，拥有240条话路和1条电视频道，同年6月正式开通美国与欧洲之间的国际商业通信，标志着通信卫星转入实际应用阶

段。这颗“晨鸟”号卫星后来改称“国际通信卫星”1号。在将近30年的时间里，“国际通信卫星”发展了8代型号。1989年10月27日发射了一颗“国际通信卫星”6号，高5.3米，直径3.64米，重4240千克，拥有48个转发器，可同时传输24000条双向话路和3路彩色电视，通信容量是1号的100倍。1995年美国轨道科学率先把头两颗在低轨运行的“轨道通信卫星”送上了太空，拉开了人类建造和使用低轨卫星群进行全球个人卫星通信新世纪的序幕；美国第一颗新一代移动电话卫星也顺利入主“天宫”，它是迄今为止世界第一颗专门用于陆上移动通信的商业卫星，可以向美国、加拿大和加勒比海地区的车载、船载及机载电话系统提供移动通信，并能向美国的边远地区提供固定的电话通信业务；价值10亿美元的第二颗军用通信卫星于1995年11月6日升空，从而完成了第一代军用卫星组网的重任，使美军通信能力向前迈了一大步。借助通信卫星，人们能够和远隔重洋的亲友通话或发电报，从电视屏幕上观看世界各地新闻和重大体育赛事，传输报纸版面和各种数据资料，医生给万里之遥的患者诊断治疗，将军指挥千里之外的战争，等等。通信卫星给人类的社会活动和日常生活带来了巨大变化。

CNN是美国有线电视广播新闻网的简称。海湾战争爆发后，CNN通过通信卫星使世界上150多个国家和地区的数十亿观众，几乎在同一时刻及时了解整个战争的发展过程。自“沙漠风暴”空袭行动开始之夜起，CNN连续7个小时报道了巴格达遭受空袭的情景。随后，CNN每天不间断地将战况通过卫星传遍全球。CNN不仅满足了亿万平民渴望了解战况的焦急心情，而且也成为交战双方首脑及世界各国领导人及时获得战况信息的重要渠道。伊拉克外长阿齐兹在接受外国记者采访时，甚至不愿调低电视机音量，一边谈话，一边把眼睛瞄向CNN所播放的最新战况。从此，CNN也借通信卫星的功劳名噪全球。

中国于1984年4月8日成功地发射了第一颗试验通信卫星“东方红”二号，4月16日卫星定点于东经125度的赤道上空，在距地面36000公里的静止轨道上运行，试验了北京与乌鲁木齐、拉萨、昆明等边陲地方的电话、电视传播和通信联络，星上仪器设备工作良好。中国从此成为世界上第五个具有发射地球静止轨道卫星能力的国家，表明中国的卫星通信技术进入世界先进行列。继后，中国又发射成功5颗实用通信广播卫星，极大地改变了卫星通信面貌。1994年11月30日，中国发射大容量、长寿命的通信广播卫星“东方红”三号，但由于星上姿控推力器泄漏，燃料耗尽，卫星只进入准同步轨道，未能定点投入使用。这颗卫星采用2.2米×1.72米×2.0米的箱形星体，太阳能电池板最大跨度18.1米，最大高度5.71米，进入静止轨道时的质量为1145千克，星上装有24个C波段转发器，可进行6路彩色电视和8000条话路的通信广播，设计寿命8年。目前，我国通过“国际通信卫星”已经和世界上200个国家和地区建立了国际直拨电话业务。一些通信状况落后的省市，如云南、贵州、新疆、西藏等地，利用卫星通信，大大缩短了与世界的距离，改变了与世界隔绝的状态，促进了对外开放，改善了投资环境，加快了旅游事业的发展。

我国幅员辽阔，地势复杂，在山区、边远地区、高原、沙漠、海岛和海洋开辟先进的卫星通信线路，对这些经济不发达地区具有重要的经济和政治意义。要知道“国际通信卫星”系统创造收益增值比不低于40:1，即通信卫星每收入1美元，使用部门可创益40美元。

中国在 1996 年下半年组织第二颗“东方红”三号通信卫星的发射，这使中国卫星通信技术达到一个新的水平。

头号间谍 1990 年炎热的夏季，伊拉克总统萨达姆秘密向邻国科威特边境集结军队，但在伊拉克入侵科威特前 10 天，美国就通过高清晰度的成像侦察卫星和电子监听卫星，发现伊拉克正向伊科边界集结重兵。伊军入侵科威特前两天，即 1990 年 8 月 1 日，中央情报局急告正在前苏联访问的美国国务卿贝克，伊拉克即将入侵科威特，希望前苏联出面制止。但苏方坚信萨达姆不会背着前苏联干。8 月 2 日 7 点 45 分，贝克接到华盛顿打来的急电，告诉他中央情报局已确信伊军将在几小时内入侵科威特。直到这时，前苏联外长还是不相信，甚至在伊军坦克开进科威特时，前苏联还被蒙在鼓里。当伊军吞并科威特后又妄图进攻沙特阿拉伯时，又是中央情报局利用美国的卫星侦察情报使沙特国王对伊位克的这一战略意图确信无疑。因而同意美国派兵进驻沙特。“沙漠盾牌”行动计划从此开始实施。由此可见，充当头号间谍的侦察卫星在战争中发挥着重要的作用。

美国早在 50 年代就着手秘密研制侦察卫星。由于侦察卫星在太空轨道上居高临下、一览无遗的特点，一张卫星照片覆盖面积达数千平方公里，而过去一张普通航空照片覆盖面积仅为十几平方公里，因此卫星作为侦察手段而备受青睐。1959 年 2 月 28 日第一颗试验侦察卫星“发现者”1 号发射入轨，至 1962 年 4 月 18 日，三年一共发射 39 颗“发现者”号卫星，其中 26 颗进入轨道，12 颗完全成功。“发现者”号卫星长 5.94 米，直径 1.52 米，呈圆柱形，入轨质量 770 千克，卫星回收舱重 138 千克。美国的“发现者”号系列卫星曾拍摄到前苏联研制新一代洲际导弹及普列谢茨克军用发射场的情况。

美国第二代侦察卫星是无线电传输型“萨莫斯”号，首次发射失败。1961 年 1 月 31 日第二颗“萨莫斯”2 号卫星进入近地点 480 公里、远地点 560 公里的轨道，在太空工作了一个月，环绕地球约 500 圈，向地面发回 1000 多幅侦察照片，特别是查明了前苏联拥有的洲际导弹数量。“萨莫斯”系列卫星长 6.71 米，直径 1.52 米，起飞质量 1860 千克，仪器仅重 500 千克，呈带前锥体的圆柱形。美国第三代照像侦察卫星是“倘眼”9 号，卫星长 8 米，直径 1.5 米，重 2 吨，呈圆柱形，在太空轨道上飞行 17 天到 90 天。星上装有多光谱照相机，能同时用几个波段拍摄照片。1971 年 6 月 15 日，美国发射成功第一颗“大鸟”号侦察卫星，至 1983 年共有 19 颗发射运行。这种第四代侦察卫星长约 15 米，直径 3 米，重 13.3 吨。星上装有一架新型普查相机和一架高分辨率详查相机，在 160 公里的高空能拍 0.3 至 0.5 米的地面目标，可辨别出地面上的火车、汽车、坦克甚至大街上的行人。至 1979 年 12 月 19 日首次发射上天。这种卫星带有高分辨率的电视摄像机，使用在同步轨道上的数据中继卫星来传播图像，能够在瞬间提供高清晰度的照片，卫星寿命可长达 25 年。美国最先进的“锁眼”12 号照相侦察卫星能昼夜拍摄地面各处目标的高清晰度照片，其分辨率可达 0.1 米。

海湾战争中美国起码使用了 5 颗侦察卫星监视战区。其中 2 颗星是美国最新型的“锁眼”11 号侦察卫星。这些卫星的地面分辨率高达 0.3 米，足可以清点沙漠中伊军的坦克、火炮、导弹发射架及军队部署详情。这种卫星还有“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。卫星上的红外设备还可以在夜间拍

照。五颗侦察卫星中还有一种是雷达成像型卫星“长曲棍球”号，海湾地区地表沙漠多，最适合雷达全天候监视，它具有揭露伪装的特殊功能，能更有效地探测伊位克的坦克部队。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。这些卫星传回的大量数据在处理、分析这些情报的美国国家照片判读中心堆积如山，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，其结果是伊拉克的一个个精心伪装的战略重地大多进了盟军的轰炸清单。

前苏联也是最早研制侦察卫星的国家，1962 年 4 月 24 日发射第一颗侦察卫星“宇宙”4 号。从 70 年代起，每年平均发射约 30 颗照相侦察卫星，大部分采用“东方”号飞船或“联盟”号飞船回收舱改装，卫星一般重 5 吨，最高分辨率可到 0.3 米。在 28 年内发展了 6 代，共有 800 多颗照像侦察卫星上天巡游，从事侦察活动。

在侦察卫星中，有一种利用电子设备侦测雷达和其他无线电台的位置与特性，窃听遥测和通令等军事情报的电子侦察卫星。1962 年 7 月 18 日，美国发射第一颗电子侦察卫星；前苏联于 1967 年发射第一颗电子侦察卫星“宇宙”149 号。在美国发射的第二代 87 颗侦察卫星中，包括有 19 颗电子侦察卫星；第三代的 95 颗侦察卫星中，有电子侦察卫星 8 颗。1985 年 1 月 23 日，“发现”号航天飞机施放成功一颗重 2.5 吨的电子侦察卫星，用于窃取前苏联导弹遥测、军用通信以及雷达站发射机频率特性及其位置。

随着导弹核武器的发展，为了对付这种速度快、高度高和射程远等特点的目标，侦察卫星中还出现一种预警卫星。美国于 1960 年 6 月开始发射“米达斯”号试验导弹预警卫星。1969、1970 年发射两对“维拉”系列预警卫星，星上装有极其灵敏的红外探测器，能够探测前苏联导弹的发射情况。1971 年发射第一颗静止轨道早期预警卫星，用以监视前苏联陆基导弹发射和核试验情况。美国在轨道上保持部署 3 颗预警卫星，只要有什么地方发射来袭的导弹，就能记录到发射光源点，从而立即报警。在 1994 年的海湾战争中，美国的“爱国者”导弹拦截伊拉克的飞毛腿导弹，这种预警卫星起了很大作用。

观天神眼 1980 年 5 月 18 日，中国宣布向南太平洋海域发射洲际火箭试验。火箭飞行，必须有良好的气象条件。5 月 17 日，火箭发射落区试验海域上空却乌云翻滚，又下了一场倾盆大雨，人们焦虑第二天天气会怎样呢？国家气象部门根据卫星云图作出预报：雨过天晴，气象良好，火箭可以发射。果然当天落区试验海域天气晴朗，洲际火箭发射试验顺利，回收获得圆满成功。1981 年 7 月的四川大暴雨，使长江干流出现了百年不遇的特大洪水。在此紧急关头，荆江分洪工程是否分洪面临重大抉择。若立即分洪，将淹没 60 万亩耕地，迫使 40 万人搬迁，财产损失巨大；若不分洪，万一洪峰再涨，将对江汉平原的 800 万亩良田和武汉等大中城市构成极大威胁，损失更为惨重。气象部门根据气象卫星云图，作出“近日长江三峡和清江流域无大的降水过程”的预报，防汛部门根据这一预报，果断决定荆江不分洪，从而避免了因分洪而产生的至少 6 亿元经济损失。这些正确决策里无疑包含有气象卫星的一份功劳。

气象卫星是建在太空的气象台，犹如观天神眼，能对天气察颜观色，追风测雨。它利用星上的电视摄像机拍摄的卫星云图，用扫描辐射仪观测到的红外、可见光云图，经过分析处理，获得各种气象资料，由于可以发现天气

的变化趋势，从而提供气象服务。

从轨道来看，气象卫星一般分为低轨道和高轨道两种。低轨道气象卫星，一般采用高度为 700 至 1500 公里的极地轨道，每颗卫星每天可以两次观测全球气象资料。高轨道气象卫星，一般采用赤道上空 36000 公里的静止轨道，每颗卫星 20 分钟左右就可以在赤道上空附近的近圆形地区观测一次。

1960 年 4 月 1 日美国发射第一颗气象卫星“泰罗斯”1 号，进入近地点 693 公里、远地点 750 公里的椭圆轨道。卫星高 0.48 米，直径 1.07 米，重 120 千克，呈圆筒形。星上装有两台电视摄像机，10 天即拍摄到澳大利亚的布里斯城附近有旋风形成的迹象。它在轨道上运行两个多月，共向地面发回 22952 张云层照片。截至 1965 年 7 月 2 日，这种卫星共发射 10 颗，提供了大量气象资料。从 1966 年 2 月至 1969 年，美国又发射了 9 颗“艾萨”号第二代气象卫星，轨道高度约 1400 公里，云图的星下点分辨率为 4 公里。第三代第一颗极地轨道气象卫星“诺阿”号于 1978 年 10 月 13 日发射，在太空工作时间达 28 个月，一共发射 12 颗。这种卫星高 3.7 米，直径 1.9 米，重约 1400 千克，轨道高度 850 公里，运行周期 102 分钟。一颗“诺阿”号卫星每天可传输全球范围内 1.6 万个点的大气探测资料和 100 多幅云图，每天世界上有 120 多个国家接收“诺阿”号卫星传回地面的云图。

1961 年 2 月美国试验同步轨道气象卫星上天，首先用于监视大西洋上的飓风动向。1974 年 5 月发射的“应用技术卫星”3 号静止轨道气象卫星，第一次发回全球彩色云图。1975 年 10 月 16 日，美国发射第一颗实用的地球静止环境业务卫星“戈斯”号。这种卫星呈圆柱形，高 2.4 米，直径 1.9 米，重 294 千克，工作寿命 3 年。星上装有可见光和红外扫描辐射计，星下点分辨率分别为 0.9 公里和 8 公里。“戈斯”号气象卫星已发射 10 颗，每颗卫星向地面接收站隔 30 分钟发回一幅全球高分辨率云图，同时还能传输地面测震，海上采油，测量潮汐、海流与大气温度等资料。

前苏联从 1963 年开始研制气象卫星，最初运用“宇宙”号系列卫星进行实验，共发射 16 颗，其中 1966 年 6 月 25 日发射的“宇宙”122 号卫星，进入近地点 625 公里、远地点 740 公里的椭圆轨道运行。在此基础上改进、研制成功第一代实用气象卫星“流星”号。1969 年 3 月 26 日和 10 月 6 日，先后发射成功“流星”1 号和“流星”2 号，卫星总长约 3 米，直径 1.2 米，重约 1 吨，装有太阳能电池翼板，呈圆柱体。星上装有接收机、电视摄像机、红外测量仪，能把白天的云图和夜晚的红外云图不断传回地面。前苏联通常保持 2 至 3 颗“流星”号卫星在与赤道面相互垂直的轨道上运行，组成气象观测网，提供全球气象资料。

中国在 1988 年 9 月 7 日和 1990 年 9 月 3 日先后把两颗“风云”一号气象卫星送入轨道。卫星高 1.2 米，长宽各 1.4 米，重 750 千克，两侧对称安装 6 块太阳电池帆板，展开后卫星总长 8.6 米。它们在 900 公里高的太阳同步轨道上追星逐月，纵览风云，拍回的云图照片纹理清楚，层次丰富，在天气预报、城市规划、海洋捕捞、小麦估产、森林火情监测等领域，都曾发生过重要作用。中国研制的“风云”二号地球静止轨道气象卫星已研制完成，即将登上太空舞台，为国民经济的发展带来更大益处。

寻宝高手 澳大利亚地质学家在北部昆士兰地方钻井勘探，期望发现丰富的油层，但在钻探基地周围均未发现油层的迹象。而此时美国俄克拉荷马州的一间办公室里，美国地质学家通过分析从太空拍回的照片，却肯定昆

士兰地方的地质构成有利于形成油层。这就是寻宝高手——资源卫星的功绩。

资源卫星在距地面几百公里的太空俯瞰地球，能看透地层，发现地下宝藏，普查农林和海洋资源，评估农作物收成，预报各种自然灾害，考察历史遗址。它的工作原理是，利用星上装载的多光谱遥感设备，获取地物目标辐射和反射的多种波段的电磁波信息，发送到地面站，根据掌握的各类物质光谱特性进行处理，得到各类资源的特征、分布和状态，从而达到不必实地勘测而能寻觅到地面和地下宝藏的目的。

目前世界上的资源卫星有两类，即陆地资源卫星和海洋资源卫星。

世界上第一颗地球资源卫星，是美国 1972 年 7 月 23 日发射的“陆地卫星”1 号。卫星高 3 米，最大直径 1.5 米，跨度 4 米，重 953 千克。它在距地面 920 公里的轨道上运行，对地面分辨率 80 米，一幅卫星图片覆盖 185 公里 × 185 公里，工作寿命 3 年。每天卫星向地面传输 40 幅图片，第一年地面接收站就收到 80 万幅图片。至 1989 年 3 月，美国发射了 5 颗“陆地资源”卫星。前三颗星上装有多光谱扫描器和数据收集系统，每隔 18 天覆盖全球一次，3 颗卫星配合覆盖全球面积只需 6 天；后二颗星上增加了先进的主题测绘仪和红外扫描器，分辨率为 30 米。从 1972 年至 1987 年 15 年间，5 颗“陆地卫星”拍摄了 200 万幅图片，世界上有 110 多个国家利用这些卫星图片为本国的资源勘察服务。它的主要用途有：绘制修正地图，陆地卫星 5 分钟观测地面获得的资料，相当于一架飞机 6 个月航测的资料，用“陆地卫星”的 100 幅图片就能覆盖南极的 325 万平方公里的面积，若用航空照像需要几年时间和 10 万幅图片；探查矿物资源，1972 年和 1973 年的“陆地卫星”照片拼成一幅智利和秘鲁的矿产分布图，从“陆地卫星”的照片上寻找地质矿藏的成功率较高，完全可分辨出各种矿藏；寻找水源，“陆地卫星”的照片易于测量水、冰、雪及降雨量，能鉴别出小至 100 米宽的池塘，故可发现蓄水地域；探测冰雪，监测冰川的形成变化；监视农业与森林，如绘制土壤图，进行小麦估产，监视干旱水涝，预报森林虫害和火灾。1987 年冬季中国大兴安岭发生特大火灾，在太空巡视的卫星首先报告了火情，并通过卫星指挥扑灭了森林大火。

美国的“陆地卫星”同样也用于海洋观测。但为了更有效地了解占地球面积 71% 的海洋，美国专门研制了海洋资源卫星。1978 年 6 月发射世界上第一颗“海洋卫星”，卫星高 2.1 米，直径 1.5 米，重 2290 千克，在 805 公里的极地轨道上运行，只工作了 105 天，卫星上装有雷达高度计，测量海面高度，精度为 0.1 米，每隔 36 小时扫描一次 95% 以上的海洋，一天的观测量要比过去科学考察船 10 年获得的资料还要多。这颗“海洋卫星”可昼夜考察海洋，拍摄冰域、冰川、冰区航线图片，绘制世界三大洋的海底地形图。

中国从 1975 年以来，发射了 16 颗返回式遥感卫星，其中包括国土普查卫星。它们拍摄的大量资料已广泛用于国土普查、石油勘探、铁路选线、地图绘制、地质调查、电站选址、地震预报、农林考查、文物考古等国民经济领域，获得很好的效益。我国宝成铁路建成通车后，崩塌、滑坡灾害甚多，例如，宝成铁路北段，凤州至略阳区间，在长 124 公里的铁路线上，崩塌、滑坡达 165 处之多。虽然经过长期治理，花费了大量的人力、物力，耗资达 7 亿元，但是每年一到雨季，崩塌、滑坡仍然不断发生，严重地影响铁路的正常运营。

在治理宝成铁路灾害过程中，工程技术人员起初把发生灾害的原因归结为地形、地质条件复杂，而未能进一步究其灾害发生的根源，因而在治理方面也只是采取“塌一处、治一处”的被动手段。对应用卫星遥感图像进行区域分析之后，才发现嘉陵江位于断烈构造和环状构造的边缘部位，而沿嘉陵江边行进的宝成铁路恰恰位于区域地质构造的薄弱环节，而在设计上不适宜地采用了高边坡，施工中采用了大爆破，造成了工程灾害的不断发生。这样人们就找到了工程灾害产生的根本原因，因而在治理方面也就采用了全面规划、逐步实施的方针。即在不稳定的高边坡地段加修明洞；在不稳定的滑坡地段进行改线，从而为宝成铁路的改建提供了科学依据。目前宝成铁路经过全面改建后，已大大地提高了运输能力。

指路明灯 1958年初，美国科学家在跟踪第一颗人造卫星时，无意中收到无线电信号有多普勒效应，即卫星飞近地面接收机时，收到的无线电频率逐渐增高；而卫星远离时，频率就变低。这一发现为利用卫星作指路明灯开辟了方向，开创了卫星导航定位的新纪元。

导航卫星是设在天上的无线电导航台。它的优点是，可以在任何恶劣的气象条件下昼夜为在世界各个角落的飞机、舰船指明航向，导航精度误差极小，操作自动化程度高，不必使用任何地图即可显示出确切位置。

1959年9月17日，美国发射第一颗试验导航卫星“子午仪”1A号，但因火箭第三级发生故障导致失败。首次真正成功的是1960年4月13日发射的“子午仪”1B号导航卫星，它在轨道上运行了2731天，于1967年10月5日进入大气层烧毁。在太空运行期间，由于星上设备不时发生故障，实际工作时间只有89昼夜。1960年6月22日又将“子午仪”2A号试验导航卫星发射入轨，提高了设备的可靠性和导航精度。美国一共发射4种型号的“子午仪”号导航卫星。前三种外形都是圆球形，直径0.51米到1.09米，重约60至122千克，外壳由耐热的纤维玻璃制成，表面上装有一根螺旋形天线，中部装有两排太阳能电池，第四种的外形为一个顶与底为平面的16面长方棱柱体，棱柱直径为1.08米，高0.78米，外壳表面附贴1.1万个太阳能电池，并装有鞭状天线。至1964年，美国“子午仪”号导航卫星才进入实用阶段，建成了卫星导航网，最初为携带北极星潜地导弹的核潜艇精确定位服务。实用的“子午仪”号卫星采用极地轨道，轨道平均高度为1100公里，近似圆形，周期为107分钟。美国一共发射了11颗“子午仪”号卫星。至80年代末，在轨道上运行的导航卫星有6颗，其中3颗已在太空工作10多年。“子午仪”号卫星导航系统由地面站、导航卫星网和用户接收导航设备三部分组成。地面站对卫星进行观测、数据处理，并把卫星的轨道上的坐标参数预报发送到卫星上贮存起来，当卫星经过用户上空时，这些参数又从卫星上发回地面，被用户接收，在用户导航设备对参数处理的基础上，实现用户的定位与导航。美国“子午仪”号导航卫星的用户约有1万户，其中60%~70%为军事应用。它像挂在太空中的灯塔，繁忙地为各国潜艇、舰艇、远洋船只指示航向，也为海上石油勘探定位及陆地测绘特别是山区和森林测绘服务。

由于“子午仪”导航卫星系统只能向用户提供经度和纬度，不能提供相应的海拔高度和速度，平均定位时间间隔太长，满足不了飞机、导弹等的定位要求，美国从1973年12月起开始研制一种导航星全球定位系统。这种新的卫星导航系统包括18颗实用星和3颗备用星，分布在3个轨道平面内，每一轨道平面上布置6颗，平均高度为2万公里。这样在地球上所有的用户，

任何时候至少可以接收到 4 颗卫星的导航信号，实现精确、连续、实时定位和导航。定位精度可达 15 米，一次定位时间只需几十秒钟。美国经过 20 多年的努力，1992 年已基本建成导航星全球定位系统。目前美国正在研制“吉奥星”导航系统，仅用 3 颗地球静止轨道卫星组成区域导航系统，或用 6 颗“吉奥星”组成全球导航系统。这个系统简单、便宜，定位精度可达 10 米，具有更好的应用前景。

1973 年 5 月，前苏联发射成功“宇宙”1000 号卫星，这是前苏联宣布的一颗新的导航卫星，为全球导航服务。1982 年底，前苏联发射了 3 颗全球导航卫星，宣称这是为改进定位航行中的商船、渔船以及飞机而研制的空间导航系统。1995 年 9 月俄罗斯建成了由 24 颗卫星组成的全球导航卫星系统，24 颗星在 3 个不同轨道面上运行，每个轨道面上 8 颗。目前，世界上只有美国和俄罗斯拥有各自的军用全球导航卫星系统，同时也都提供本国民用航空飞机和海上船只定位和导航，以有效地管制拥挤的空中和海上交通，进而减少飞机或船只发生失事灾难。

1980 年 4 月，美国在营救被伊朗扣留的人质的军事行动中，靠导航卫星把 14 架美国飞机引到茫茫沙漠中的准确位置，导航卫星为营救人质立下汗马功劳。1983 年 10 月，前苏联 50 艘船只被困在北极东部地带的冰层中，借助“宇宙”1500 号卫星上发回的照片，在出事地点找到冰海的一些裂缝和联结带，为原子破冰船抢险选定合理路线，解救了这支遇难船队。海湾战争结束后，在弹丸之地的科威特国土内留下了无数地雷和哑弹。仅美国负责清扫的地区内，就散布着 125 万枚哑弹和 50 万枚地雷。为了重建科威特，必须尽快清扫战场。美国人首次采用导航卫星定位系统对这批危险的炸弹和地雷进行逐一探测定位，然后由爆破专家引爆销毁。在清扫 175 万枚地雷和哑弹过程中，仅有 1 人丧生，创造了一项世界奇迹。

环球巡警 世界上有各种各样的灾害。1965 年至 1992 年的 28 年里，全世界发生 4650 多起自然灾害，约 30 亿人受灾，其中死 361 万人，直接经济损失约 3400 亿美元。最大的灾害有暴风、洪水、地震、干旱、火灾等。自从卫星上天以来，人类利用空间技术提供的条件，防止或减小了这些自然灾害造成的恶果。

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，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。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，取得了良好效果。此外，许多国家都在研制各类减灾卫星，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。

1982 年 10 月 9 日夜，美国的一艘载有 3 名水手的赛艇在大西洋南塔基特岛以东 350 多公里的地方遇到狂风巨浪的威胁，陷入危险境地。这艘赛艇上的水手发出呼救信号，美国海岸护卫队纽约营救中心收到环球航空公司一架飞往里斯本的班机从大西洋上空得到微弱的求救信号。但是那架飞机无法确定遇难赛艇的位置在何处，而要在浩瀚的大洋里搜寻一个这么小的目标，至少要花几天功夫。纽约营救中心为了尽快测出遇险赛艇的确切位置，只好求助于前苏联的“宇宙”1383 号救援卫星。这颗卫星在大西洋上约 1000 公里的高空接收到无线电呼救信号，立即把这一信息传到地面，用计算机测出

呼救信号源的所在位置。美国海岸护卫队遂派出一架远程飞机，前往出事地点侦察，很快发现被暴风打翻的赛艇。然后通知一艘快艇赶到出事现场，迅速将 3 名水手营救起来。这是利用救援卫星首创营救遇难者的纪录。至今，卫星救援系统已搜寻到失事或遇难船只和飞机 200 余艘（架），救护遇难者 600 余人。

前苏联是首先使用救援卫星的国家。1982 年 7 月发射第一颗救援卫星，到 1984 年组成了卫星救援系统。美国发射 4 颗“诺阿”号系列气象卫星作救援卫星，1987 年 2 月发射一颗静止轨道“实用环境卫星”7 号，星上增加了搜索和营救飞机空难和船只海难信号接收机，完善了国际救援卫星网。特别是国际海事卫星组织建立了国际海事卫星通信系统，不仅为航空通信、导航定位、气象预报服务，而且也为营救遇难飞机或船只效力。

卫星的最大防灾本领，还是监测地球上的陆地、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。中国过去利用自己的返回式卫星和气象卫星，进行防灾、抗灾、救灾和治理灾害都取得了一定成绩。中国幅员辽阔，经常饱受自然灾害之虐，治理环境是一项重要课题，因此也把研制减灾卫星提上了日程。

世界各国都着眼于未来的防灾减灾工作。美国倡导制订“地球使命”计划，打算对地球环境进行大规模调查研究，包括调查臭氧层的破坏、地球变暖、土地沙漠化、热带雨林的破坏、海洋污染等问题。为此，美国正在研制地球观测平台，采用太阳同步轨道，轨道高度为 820 多公里，重 13.5 吨。平台内安装有中分辨率成像光谱仪、高分辨率成像光谱仪、微波辐射计、激光雷达、大气探测器、合成孔径雷达等 10 余种遥感仪器。世界上其他一些国家，如俄罗斯、法国、日本等，也都在研制这样的空间观测平台，并且采用国际合作来监测地球环境的变化，治理人类赖以生存的地球环境。

开路先锋 尽管人类的力量已经多多少少地改变了整个世界；尽管人类智慧的触角已经伸向了茫茫宇宙，但是仍然有许多有关人类自身的不解之谜困扰着聪颖的地球人。

古埃及宏伟、神秘的金字塔；南太平洋孤岛复活节岛上重达 10 多吨的巨石人头像；秘鲁纳兹卡平原上硕大的跑道、机场以及附近陡崖上巨型三叉戟状的雕刻……这些当时的人为力追根本不可能办到的“杰作”是如何产生的？

非洲的北部是世界上最大的不毛之地撒哈拉大沙漠。然而，绘制于 1502 年的复弥王海图却赫然标明那里是一块肥沃的绿洲。现代科学证实，公元前 4000 年左右，撒哈拉的确气候湿润，河流密布，森林茂盛。是谁把 5000 多年前的撒哈拉信息准确而完善地告诉给 16 世纪的绘图者了呢？

南美洲喀喀湖畔的高原上，有一片古城废墟。废墟中有一座用整块红色砂岩凿成的巨大神像，神像上刻着一幅完整的星空图和上面的符号文字。天文考古学家发现星空图描绘的乃是 2.7 万年前的古代星空，其精确程度无可挑剔。符号文字记叙的是深奥的天文知识，这些知识甚至足够现代人类使用。当年的土著人真的具备如此高超的水平吗？

这类怪事并非上述几例，多得几乎可以随手撷拾。因为没有充分的理由来解释，以现代科技而自居的地球人常常面对自己的神奇祖先而汗颜、而尴尬。

迎着远古的挑战，人们在思索：究竟是辉煌的古代文明由于某种原因突然中断、毁灭、消失了？还是宇宙间存在着比地球文明高胜一等的智慧生命，

是他们来过地球留下了万千我们目前尚读不懂的暗示？

据天文学家测算，整个宇宙可能有 1000 亿个星系，每个星系里又都包含着几十亿乃至上百亿个星体。就按每个星系只有一个星体上有智慧生命这样保守的估算，那么宇宙间起码应有 1000 亿个以上的星球生活着形形色色的外星人。这倒印证了希腊哲学家米特洛多·希奥斯林的一句名言：“广阔的田野不可能只生长麦穗。同样，广阔无垠的宇宙也不可能只有一个住人的世界。”

然而，浩浩苍穹，我们上哪去寻找人类的伙伴呢？

人类向深空的探测，首先是从月球开始的。1959 年 1 月 2 日，前苏联发射“月球”1 号探测器，首次飞越月球。它是一个直径约 1 米的球形物体，重约 147 千克。前苏联在 12 年间一共发射 24 个月球探测器，其中 1959 年 9 月 12 日发射的月球 2 号是世界上第一个击中月球表面的人造物体。美国从 1966 年开始一共发射了 7 个“徘徊者”号探测器，进行了登月前的实地考察，1969 年 7 月美国“阿波罗”11 号飞船登上月球，身临其境地搞清了月亮没有显著的磁场，也没有辐射带，没有空气也没有生物，只是月球的岩石土壤里蕴含着丰富的矿藏。

1961 年 2 月 12 日前苏联“金星”1 号探测器发射上天，开始对浓云密雾包围的金星进行探测，至 1983 年，一共发射 16 个金星探测器。美国则紧步前苏联的后尘，从 1962 年至 1973 年共发射了 10 个“水手号”金星探测器；1978 年 5 月至 8 月，又发射了 2 个“先锋”号金星探测器；1989 年 5 月，“阿特兰蒂斯”号航天飞机又把一个“麦哲伦”号探测器送上了金星轨道。这些考察，测得金星表面温度为 470℃，气压为 90 个大气压（9 兆帕），大气密度是地球的 100 倍，金星表面覆盖着褐色砂土，岩石结构光滑的层状板块，金星上没有风，周围有着厚厚的二氧化碳大气层。金星与地球物理参数相似，只是没有水，它上面不可能存在生命。

火星是在日地之间位于地球外侧的近邻。它围绕太阳旋转。每 2 年零 2 个月接近一次地球。自 1878 年意大利天文学家通过望远镜观测发现火星上有运河以来，便有人推测火星上可能有生命存在，甚至会有高等的智慧生物的遗迹。因此，人们把火星生命之谜作为宇宙探测的一个重要任务。1962 年 11 月 1 日，前苏联首先向火星发射了“火星”1 号探测器，揭开了探测火星奥秘的序幕。至 1974 年 8 月 9 日，一共有 7 个火星探测器飞近火星考察，只有“火星”3 号和 6 号两个探测器到达火星，但通信很快中断，未能获得满意的探测成果。1988 年 7 月 7 日和 12 日，前苏联又相继发射“福波斯”1 号和 2 号两个火星及其卫星的探测器，继续恢复对火星的考察。美国从 1964 年开始，先后发射“水手”号和“海盗”号两种探测器，开展了对火星的考察活动，特别是 1975 年 8 月 20 日启程的“海盗”1 号和 1976 年 6 月 19 日升空的“海盗”2 号，均在火星上软着陆成功，它们分别在火星上工作了 6 年和 3 年。1992 年 9 月 25 日，美国用“大力神”3 型载火箭发射了一个火星“观察者”号探测器，对火星进行了考察，但是 1993 年 8 月 21 日，它却突然与地面失去联系，神秘地失踪了。

根据 30 多年来人类对火星的探测，科学家已基本肯定火星是一个没有高级生命的世界，流传甚广的“火星人”根本不存在。但火星上有没有与地球不同的其他形式的生命，则还是一个没有解开的谜团。

1977 年 8 月和 9 月，美国发射了一对孪生星际探测器“旅行者”2 号和

1号，出发到太阳系各大行星周游考察。1979年3月和7月，这两个探测器飞临木星，获得木星的清晰照片，发现木星的3颗新卫星，并探测到木星的光环。1980年11月和1981年8月，又先后考察了“土星”，新发现“土星”的6颗卫星和成千上万条美丽的光环。1985年飞过天王星考察后，于1989年到达海王星附近探险。1990年2月13日“旅行者”1号探测器拍摄到世界上第一张太阳系的全家福照片。

除这一探测器外，美国还于1972年3月和1973年4月派出一对地球特使“先驱者”10号和11号，在考察了太阳系各大行星之后，现已抵达太阳系的边缘，打算飞到太阳系外去寻觅地外文明。“先驱者”10号和11号携带有一张地球名片，它是一块镀金铝牌，上面刻有表示人类存在的标记，以便终有一天与外星人相遇时，使他们能够得知地球上早有人类存在的情况。

“旅行者”1号和2号则携带有一套地球之声唱片。“这是一件来自遥远的小小星球的礼物，它是我们的声音、科学、形象、音乐、思想和感情的缩影。我们正在努力使我们的时代生存下来，使你们能了解我们的生活情况。我们期望有朝一日解决我们面临的问题，以便加入到银河系的文明大家庭。这个地球之声是为了在这个辽阔而令人敬畏的宇宙中寄予我们的希望、我们的决心和我们对遥远世界的良好祝愿。”这是由“旅行者”号星际探测器捎给“外星人”的地球之声唱片中的电文。唱片正面还录制了地球自然界声音、世界古今名曲和各种问候语，其中包括中国的古典名曲《流水》和中国普通话、广东话、闽南话问候语；唱片背面录制了115张反映地球人类文明和科学进步的图片，其中包括中国的八达岭长城和中国人举行家宴的两幅照片。它们正在茫茫宇宙寻访地外智慧生物的踪迹。

自从航天技术兴起，人类就没有停止过向深空探测的追求。美国的航天飞机于1989年成功施放了探测金星的“麦哲伦”号探测器和探测木星的“伽利略”号探测器。后者经过6年的飞行后，已向木星飞近，对这颗太阳系内最大的行星进行为期两年的探测，它是有史以来对太阳系内行星外层大气进行的首次实地探测。1990年美国又在太空施放了世界上最大的“哈勃”号空间望远镜和“尤利西斯”号太阳探测器。后者第一次拍摄到太阳系磁场的结构图片，从这张图片中可以看出，太阳系的螺线形磁场从太阳经金星一直延伸到地球轨道。欧洲空间局和美国共同研制的“太阳和日光层观测台”于1995年12月2日踏上征途，开始对神秘的日核直至太阳周围灼热的大气层及更远范围进行耗资几亿美元的探测。在此之前，欧洲独自研制的红外空间观测器于11月16日先期到达九霄云外，这一耗资8.5亿美元的“天皇巨星”将进行有史以来对宇宙放射源最大规模的研究，能测量100公里以外冰的温度，主要用于在红外波段上对太阳系直到遥远的银河外星系进行观测，是详尽了解和探索宇宙奥秘的利器。这些空间探测器已经获得了许多令人振奋的数据，发现了许多新的宇宙现象，对揭示宇宙空间的真相具有重要价值。

虽然地球人历尽艰辛至今仍未找到天外的朋友，但这也并没有什么值得悲观的，它起码可以证明，我们的文明世界在茫茫宇宙中是唯一的！了解了这一点，地球人对于自身价值的认识以及对于保护地球的意识将会有个巨大的飞跃。

展望未来

载人航天的实践，至今才进行了 20 多年。在人类的历史长河中，这仅仅是一个短暂的时刻，但在科学上所取得的辉煌成就却是令人瞩目的，必将载入史册。

科学家们已经认识到，宇宙空间必将成为陆地、海洋之后又一重要的、有待开发的新领域。空间资源等待着人们去开发利用，空间工厂的建立是必然的趋势。正因为如此，苏联先后发射的空间站做了大量的实验性工作，而美国继天空实验室、航天飞机之后，已计划在本世纪 90 年代建立地球轨道上的永久性空间站。它是一个空间生产基地的雏形。初期可容纳 6~8 名男女科学家工作生活，以后可逐渐扩大，容纳更多的人。

整个空间站内的设施非常齐全，包括制导、稳定、控制、通讯系统，也包括充足的电力供应。除了完善的生活保证系统外，还有能治疗常见病、轻伤及 X 光透视的小型保健室。此外，其他各国如日本、欧洲的一些国家也积极和美国合作，参与了空间站的研制。

在这种大型的空间站实验室里，可以研制地球上难以制造的金属、非金属材料，生产地球上无法生产或难以大量生产的纯净药物。这些将会引起工商业界的兴趣，使空间站产品的生产、销售逐步商业化。企业家的投资，将会争先恐后地接踵而来。不久的将来，一个新的庞大的商业企业可能会在宇宙空间建立起来。

宇宙空间的工厂、城市的出现，必然会成为现实。人类能否在宇宙中繁衍后代，这是人类真正成为宇宙主人的关键。宇宙间的生儿育女的遗传学课题，科学家们已着手研究。第一步是将生物送到宇宙空间进行实验。早在 1973 年，美国把 2 条海水幼鱼、50 颗鱼卵、6 只老鼠、720 只果蝇蛹、2 只普通蜘蛛带到宇宙空间，持续航行 59 天，观察了它们在宇宙空间的生态反应。结果发现，鱼卵奇迹般地孵化出几十条幼小的鱼苗，在航天器水池里自由地游动。1974 年 10 月到 11 月，苏联在宇宙空间试验蚕卵的孵化。实验证明，单个蚕卵孵化成幼蚕，比在地球自然环境下时间要快一倍。尔后，苏联又在生物卫星上试验了受精的鱼卵、鹌鹑蛋、怀孕的老鼠等生长情况，结果成功和失败参半。鱼卵孵化了鱼苗，鹌鹑蛋 75% 发育正常，但老鼠进行交配怀孕试验没有成功。这一事实给空间生命科学家的启示是，空间环境还是有可能进行有性繁殖的。但人类在宇宙间要生儿育女，却不是一件简单的事。失重引起的人的生理变化，是否会影响怀胎中的婴儿，这有待进一步探索。

据科学家们预测，到 21 世纪 20 年代或 30 年代，可能有一千多人生活在宇宙空间或月球基地。人在宇宙间，必须解决长期生活中的食品、氧的供给，为此科学家们正在研制密闭生态系统。

20 多年来，航天器载人的数量和人停留在宇宙空间生活的时间，比起将来空间站上的人数及停留时间要少得多和短得多。少数几个人在太空的生活必需品，如氧、水、食物，由地面带去，或者由航天运输飞船送上去是不难的。而今后的星际航行、永久性空间站的建立、空间站的长期科学实验、月球基地上的开采矿藏，首先必须解决好人的生活必需品的供给。所以美苏等国都已着手研制密闭生态系统，企图解决航天期间的一部分生活需要。

我们人类居住的地球，是一个开放的大自然的生态系统，人和动物、植物共同组成一个巨大系统，互相依赖生存，亿万年来不断地循环往复，延续至今。科学家研究的用人工建立的密闭生态系统，是选择一些在代谢功能上与人有关联的植物、动物、微生物，与人组成一个相对的密闭的生态循环，

并使循环维持一种长期动态平衡状态。对系统的设计要求，不仅能再生氧气、水、食物，而且能提供一个地球大体相同的生活环境，以满足人体基本生理卫生要求。

密闭生态系统，一般包括植物、动物、微生物的无机化处理三部分。选用的植物一般认为单细胞藻类比较好，如小球藻、多形卵胞藻。小球藻的优点是体积小，含纤维素少，容易培养繁殖。多形卵胞藻的优点是光合作用效率高，不粘附成团，不怕污染。有人计算，用多形卵胞藻培养，只需要 60~80 升的培养物和 8 平方米的光照面积，光合作用产生的氧就足够供给一个人呼吸用。若用其他藻类产生同数量的氧，至少需要 3000 升培养物，15 平方米的光照面积。由于多形卵胞藻的这一优点，近年来在密闭生态系统的研究中受到科学家的重视。

学者们曾在研究中认为，藻类既可用于气体交换，又可作为航天员的食物来源，因藻类含有大量的蛋白质，高达 40~60%。但实验证明这是不可能的，因为人类食物中的蛋白质含量一般不超过 20%，而藻类含蛋白质质量太高，人体不能消化吸收。在密闭生态环境中藻类不能直接利用人的粪便，需要加入细菌真菌，将粪便分解成藻类能利用的物质。理想的密闭生态系统，包括高等植物、藻类、细菌、动物等复杂系统。

在系统中栽培高等植物，对人的生理心理作用是十分必要的。高等植物也是密闭生态系统的重要组成部分，人们已经在空间站、航天飞机上的失重环境下进行了植物栽培试验，获得了初步成功。系统中选择植物的标准，是具有光合作用效率高，能在较低的光照情况下正常生长，能耐受较高的渗透压、无毒、叶大茎小等特点。目前被研究选用的植物有花生、黄豆、圆白菜、马铃薯、西红柿、大白菜等。为了保证航天员有足够的营养物质，至少需要 25~50 种不同种类的蔬菜水果，整个系统中的再生水、废物处理、消除二氧化碳及其他污染物质所需要的细菌、藻类以及植物、动物品种，可能要有 100 种以上。

系统中饲养动物，主要是为航天员提供新鲜的动物食物，充分利用植物中不可食的部分作为饲料。选用肉奶产量高的而且可以连续饲养的个体较小，代谢高，生命周期短，饲料要求少的动物。特别是生命周期短对维持系统的动态平衡可靠性非常重要。被建议用采的动物有兔、鸡、山羊、热带鱼等。山羊可供人们食肉，也可喝奶。

人和动物的粪便不能被植物直接利用，需要经过处理，将生活垃圾变成可利用的物质，如水、无机盐、二氧化碳等。处理的方法，可用生物学技术、物理学技术。生物学无机化处理技术就是用微生物或藻类通过生物氧化作用，将废物中的有机物质变成水、盐、二氧化碳等无机物。用微生物进行无机化处理，不能采用农民沤肥的方法，这种无氧过程反应人慢，时间太长，氧化也不完全，还会产生氢甲烷等有害气体，更增加处理上的困难。所以采用氧化过程，在需氧微生物酶的催化下，可以迅速而完全地将有机物质变成无机物。最终形成的无机物，有许多是植物生长的必需物质，如维生素、激素等。物理学无机化技术，其原理是在高温高压下对液态粪便和有机垃圾进行燃烧和氧化，这种方法简便，废物中的纤维素类物质经处理后产生水、二氧化碳。但这种方法的缺点最大是处理后物质中会含有某些金属氧化物，对高等植物有毒性作用。目前的发展趋势是将这两种方法结合起来，取长补短，互为补充。

对密闭生态系统的研究，国外已进行了 20 多年，目前它仍还处于试验阶段。在地面的特殊环境中的成功经验，在宇宙空间是否可行，特别是失重、宇宙辐射下的植物动物生长发育，都需要进一步探索。密闭生态的研究有着重大的科学价值和经济价值，它不仅适用于长期载人航天，也适用于地面上的密闭环境和工农业生产。单细胞藻类培养技术如获得成功，可成为含有高蛋白和维生素的饲料，必能促进畜牧业、家禽业的发展。

苏联莫斯科航空学院研制出一种宇宙孵化器，预计能在失重情况下孵化出鸡雏来。不久的将来长期生活在空间站的人，将能吃上宇宙间生长的动物食物。孵化器由两个隔室组成，鸡蛋在第一室内存放 20 昼夜，通过小离心机产生人工重力场，室内还有一架特殊的机器，能模仿抱窝的母鸡动作，使鸡蛋的位置不断变化。经过 20 昼夜后，将这些鸡蛋转移到第二室，使它们在失重状态下孵化出小鸡。这种孵化器一次可放 12 个鸡蛋。孵出的小鸡被送到饲养装置里，每一只都喂养在单独的有橡皮墙壁的小笼子里。当小鸡和橡皮墙接触时，橡皮墙就收缩，从而对小鸡肌肉起到刺激和按摩作用。每一个笼子都有适合失重条件下使用的饲料槽及饮水槽。孵化器在地面上顺利地通过了试验，一共孵出 200 多只小鸡，并把它们喂养长大。下一步是将孵化器送到宇宙空间去试验。

美国国家技术实验室的科学家，正在为未来的空间站试制密闭生态维持系统。在人工精心控制的条件下，对一些花木，如中国的万年青等，进行从空气中去除有毒物质的试验。我们知道，植物是吸收空气中的二氧化碳，并吐出氧气的。近年来还发现，家庭种养的观赏花木还具有更多的作用，除吸收二氧化碳吐出氧气外，还能吸收甲醇、一氧化碳、氧化氮等许多化学有害物质。在空间站上栽培植物，可以起有效的“空气清洁剂”的作用。

研究人员为密闭系统的研制，还作了空间站废水处理和再生循环的试验，大部分技术已得到解决。其中一种叫“凤眼兰”的水生植物，能把污水转化为清洁的饮用水。这种处理过程，称为溶液培养。在圣地亚哥进行的试验获得了成功，处理过程是：污水经振动过滤后流入凤眼兰覆盖的水池，池中养殖食蚊鱼、刺古，种着浮萍等浮游生物。凤眼兰有长长的纤维根系统，吸收污水中的有毒化学物质，甚至能吸收放射性物质。其作用像一个巨大的过滤器，把水中的悬浮物过滤掉。这种水再经过除细菌、过滤和消毒等处理，质量比淡化海水还要好。

