

# 第1章 绪论

## 1.1 航空与航天的基本概念

钱学森定义的人类飞行活动可以分为三个阶段，即航空、航天、航宇。那么，什么是航空、航天和航宇呢？

航空是指人类在大气层内从事的飞行活动。

航天是指人类在大气层外从事的飞行活动。

航宇是指人类在太阳系外从事的飞行活动。

钱学森曾经说：“‘航天’一词是我首创。我把人类在大气层之外的飞行活动称为‘航天’，是从航海、航空‘推理’而成的。”他说，最初是从毛泽东的诗句“巡天遥看一千河”中得到启示。他还提出了“航宇”一词，亦即“星际航行”，他在《星际航行概论》一书中详尽地论述了行星之间以至恒星之间的飞行。

今天，如果说“航宇”一词对于中国人而言还不为所有人知晓的话，那“航天”一词已经是家喻户晓了。

“航空与航天”一词，既蕴含了人类进行航空航天的活动，又包含了航空航天飞行活动所涉及的各种技术。但通常人们习惯于将航空和航天理解为技术，甚至与高科技联系在一起。事实上，航空、航天、航宇同时还包含着人类思维的进步，因为人类思维活动驱动着航空与航天活动的发展，它们标志着人类文明程度的高度发展。

“航空与航天”是人类利用载人或不载人的飞行器，在地球大气层内和大气层外的航行活动的总称。经过人类近百年来努力，目前“航空与航天”已经成为当下及未来最活跃和最有影响的科学技术领域，同时也代表着一个国家科学技术的发展水平，它也是科学技术和意识形态结合的产物。

### 1.1.1 航空

航空活动通常是指载人或不载人的飞行器在大气层内飞行，所以，航空器必须置身

于空气介质之中，同时还要克服航空器自身的重力才能飞行。航空器一般受到4个作用力的作用，即推力、阻力、重力和升力，如图1.1所示。

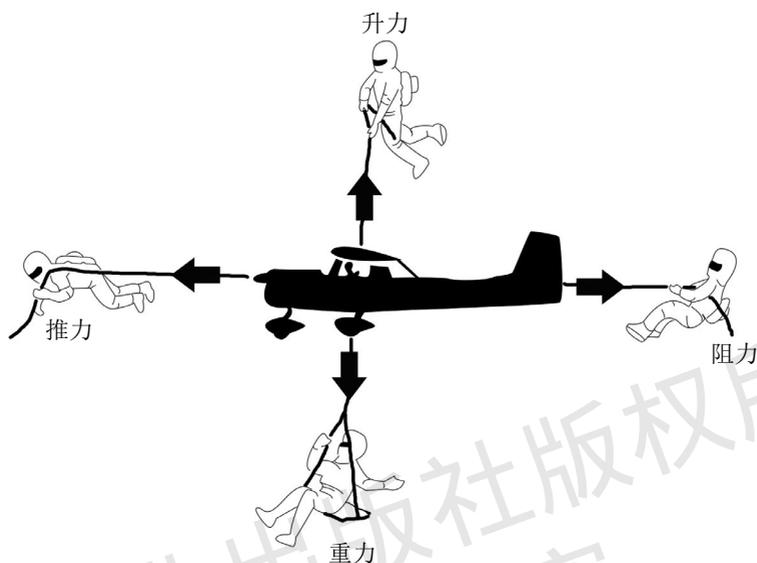


图 1.1 航空器受到的4个作用力

因为航空器置身于空气之中，所以空气动力学是航空技术的理论基础，航空技术的每一项成就都离不开人类对空气动力的探索与实践。那么，什么是空气动力呢？在我们生活中，空气动力的现象很多，如飓风将房盖掀起的现象就是空气动力的表现（见图1.2）。空气动力是怎样产生的呢？只要物体和空气之间有相对运动，就会在物体上产生空气动力。

航空按其应用领域划分，包括军用航空和民用航空。

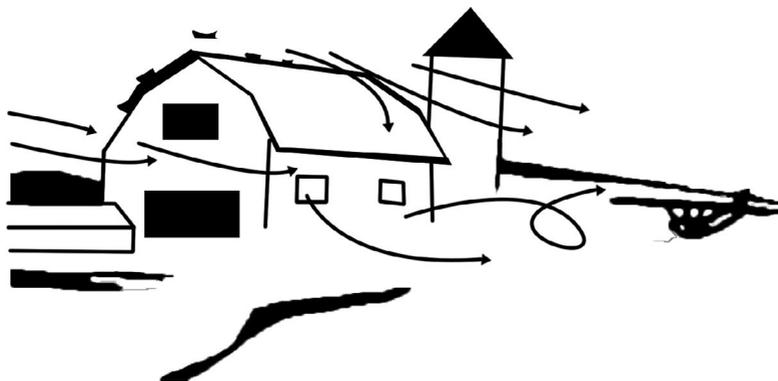


图 1.2 飓风将房盖掀起

## 1. 军用航空

军用航空泛指用于军事目的的一切航空活动，主要包括作战、侦查、运输、警戒、训练和联络救生等。在 20 世纪的战争中，夺取制空权是战争胜利的重要手段，也是军用航空的主要活动。军用飞机可分为作战飞机和作战支援飞机两大类。典型的作战飞机有战斗机（又称歼击机）、攻击机（又称强击机）、战斗轰炸机、反潜机、战术轰炸机和战略轰炸机等。作战支援飞机包括军用运输机、预警指挥机、空中加油机、侦察机和军用教练机等。除固定翼飞机外，军用直升机在对地攻击、侦查、运输、通信联络、搜索救援以及反潜等方面发挥着巨大作用，已成为现代军队（特别是陆军）的重要武器装备。

## 2. 民用航空

民用航空是指利用各类航空器为国民经济服务的非军事性航空活动。根据不同的飞行目的，民用航空分为商业航空和通用航空两大类。

① 商业航空。商业航空是指在国内和国际航线上的商业性客货（邮）运输。这类运输服务主要由国内和国际干线客机、货机或客货两用机以及国内支线运输机进行。

② 通用航空。通用航空是指用于公务、工业、农林牧副渔业、地质勘探、遥感遥测、公安、气象、环保、救护、通勤、体育和观光游览等方面的飞行活动。

通用飞机主要有公务机、农业机、林业机、轻型多用途飞机、巡航救护机、体育运动机和私人飞机等。

### 1.1.2 航天

航天又称空间飞行、太空飞行、宇宙航行或航天飞行，是指航天器在太空的航行活动。

从广义上理解，航天活动包括空间技术（也称航天技术）、空间应用和空间科学三部分。航天活动的目的是探索、开发和利用太空资源，从而更好地为人类服务。

航天飞行的基本条件是航天器必须达到足够的速度，摆脱地球或太阳的引力。第一、第二、第三宇宙速度是航天所需的特征速度。

航天实际上包括军事航天和民用航天两部分，但世界各国在宣传自己的航天工业时都主要强调其科学探索或民用市场的潜力。

## 1. 军事航天

现在，占领和控制近地空间已经成为西方大国争取军事优势的新焦点。在美国、俄罗斯等国已发射的航天器中，具有军事用途的超过 80%。用于军事目的的航天器可分为三类：卫星系统、反卫星系统和载人航天系统。

① 卫星主要分军用通信卫星、导航卫星、气象卫星和侦察（间谍）卫星等。

② 反卫星系统包括反卫星卫星、定向能武器和动能武器。其中，激光武器、粒子束武器和射频武器等属于定向能武器；动能导弹、电磁炮和电热弹等属于动能武器的范围。

③ 载人航天系统分为空间站、飞船和航天飞机、空天飞机等，空间站可用作空间侦察与监视平台、空间武器试验基地、天基国家指挥所、未来天军作战基地等。

## 2. 民用航天

民用航天的潜力是非常巨大的。空间物理探测、空间天文探测、卫星气象观测、卫星海洋观测、卫星广播通信、卫星导航、遥感考古、太空旅游以及地外生命探索等都是民用航天的重要应用领域；微重力环境下完成的各种化学、物理和生物实验成果，是航天为人类文明与进步所做的直接贡献。

### 1.1.3 航空与航天的联系

航天不同于航空，航天器是在极高的真空宇宙空间以类似于自然天体运动的规律飞行的。但航天器的发射和回收都要经过大气层，这就使航空与航天之间产生了必然联系。尤其是水平降落的航天飞机和水平起降的空天飞机，兼有航空与航天的特点。

从科学技术的角度看，航空与航天之间是紧密联系的。航空航天技术是高度综合的现代科学技术。力学、热力学和材料学等是航空航天的科学基础；电子技术、自动控制技术、计算机技术、喷气推进技术和制造工艺技术等对航空航天的进步发挥了重要作用；医学、真空技术和低温技术的发展促进了航空和航天的发展。这些科学技术在航空和航天的应用中相互交叉和渗透，产生了一些新的学科，促使航空和航天科学技术形成了完整的体系。

航空和航天的发展都与其军事应用密切相关，人类在该领域取得的巨大进展也对国民经济和社会生活产生了重大影响，甚至改变了世界的面貌。航空和航天科学技术已成为牵动其他高新技术发展的动力之一。航空和航天工业不仅是国民经济建设和发展中的朝阳产业，其产品还是附加值很高的高新技术产品。

## 1.2 航天系统

航天系统是指由航天器、运载火箭、航天发射场、航天测控网、应用系统组成的完成特定航天任务的工程系统，如图 1.3 所示。其中应用系统指航天器的用户系统，一般

是指地面应用系统，如 GPS 接收机、气象预报等。

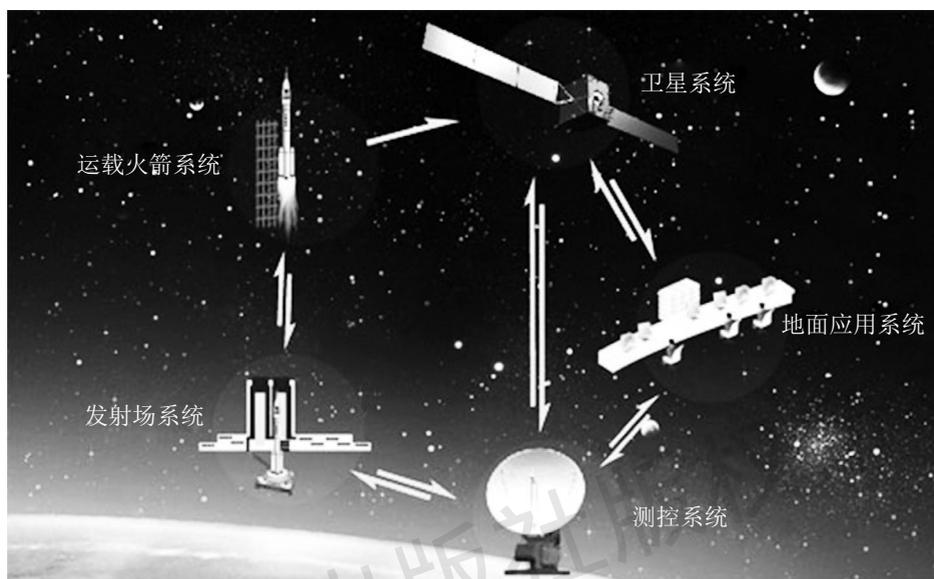


图 1.3 航天系统组成

航天系统是现代典型的复杂工程大系统，具有规模庞大、系统复杂、技术密集、综合性强，以及投资大、周期长、风险大、应用广泛和社会经济效益可观等特点，是国家级大型工程系统。组织管理航天系统的设计、制造、试验、发射、运行和应用，要采用系统工程方法；而在航天工程实践中又形成了航天系统工程，进一步丰富和发展了系统工程的理论和方法。完善的航天系统是一个国家科技水平和经济实力的重要标志，目前世界上只有为数不多的国家拥有这种实力，而我国就是其中之一。

## 1.3 空间资源

空间资源泛指在太空中人类可以开发利用的环境和物质，主要包括相对于地面的高度资源、真空和微重力环境资源、太阳辐射物质与能量资源、月球矿物资源、行星资源等。

太空中可利用的资源比地球上可利用的资源要丰富得多。就太阳系内部而言，在月球、行星和小行星等天体上，有丰富的矿产资源；在类木行星和彗星上，有丰富的有机化合物资源；在行星际空间，有真空和辐射资源。高真空和失重的空间特征，是生产电子产

品和高级药品的理想环境。人类在太空中进行了许多科学实验，获得了相当大的实用效果和经济价值。

## 1.4 从古代航天员遗迹到神话飞天故事

### 1.4.1 新石器时代的太空人浮雕

新石器时代，在玛雅遗迹中竟然发现了与航天科技非常接近的痕迹，在巴伦杰神殿的碑铭神庙中，发现在巨大石室的墙上刻有九位盛装的神官及一位带有奇妙头饰的青年浮雕，如图 1.4 所示。浮雕的碑文描述如下：“白色的太阳之子，仿效雷神，从两手中喷出火焰……”



图 1.4 玛雅遗址（左上）、巴伦杰神殿（右上）、太空人浮雕（左下）和 1100 年前西班牙教堂上面出现了太空人浮雕（右下）

从今天人类的思维看，这个浮雕与太空船十分相似，浮雕中的图画，画着一个青年正在操作一台类似飞行器的机器。这个机器的前端是流线型的，十分精密复杂，并且类似仪表。带着头盔的青年人双眼直视前方，头盔上连接有两条管子。他弯着腰和膝盖，

双手正在操纵着一些操纵杆——左手正在调节把手般的东西，右手正在操纵把手控制器，左脚放在有好几道槽痕的踏板上。他后面有个类似宇航员携带的空气和水的箱子，箱子后面喷出火焰，类似宇航员的推进装置。

科学家认为，这个浮雕看起来与今天的载人航天类似，如果这张图是古代玛雅人按照他们建造的机器画的，那么就证明他们已经具备了从事太空探险的能力。

### 1.4.2 中国古代宇航员

从考古发现来看，古代中国的宇航员与今天的宇航员形象非常接近。在我国甘肃，新石器时代半山文化遗址出土的两个陶质半身人像，形象与现代宇航员模样十分接近，如图 1.5 所示。考古学家认为，其中一位“宇航员”是《山海经·大荒西经》中所说的西海之神，和现代航员一样都身怀绝技，有着过硬的本领和智慧。中国古代的神仙，其实都是宇航员的化身，把航天科技看成“成仙术”，称航天为“升仙”；宇航员被称为“天神”或“仙人”。

另外，《山海经》中记载的“羽人”，雕刻上羽人身长 30 ~ 40 cm，头发向后梳起发髻，很有几分唐朝仕女的韵味；与细长的身体相比，脸显得有些微胖；肩膀上有一对大大的翅膀，后面有一片云朵，似乎正在展翅高飞；她双手交握在胸前，细长的身体拖着长长的尾巴，与西方童话中的美人鱼有几分相像，如图 1.6 所示。

目前，世界上有一种至今还没有被证据证明的“古代太空人假说”，该假说大意为“在古时候，外星太空人来到地球，创造了人类，并且还教导人类创造文明”。图 1.7 所示为玛雅帕伦克国王王巴加尔二世陵墓的石棺上的图案。这个图案类似于现代宇宙飞船，但也有些历史学家认为这是巴加尔二世在地府旅行。搞笑诺贝尔奖文学奖得主艾利希·冯·丹尼肯也主张外星生物

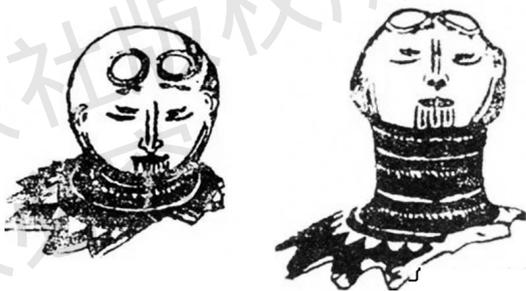


图 1.5 圆头、长颈、额顶有一对极似一副护眼的圆镜状饰物的古代“宇航员”



图 1.6 考古学家从一个明清时期就已经被盗的墓室里发现雕刻有两个《山海经》的“羽人”，模样像美人鱼

创造论，认为远古文明因有外星人帮助而远远超过现在科技，但因发生大灾难而毁灭。

最近，世界最大的贵州平塘射电望远镜刚刚运行就收到了一个可疑宇宙信号，科学家分析的结果显示，这个信号来自 1300 多光年之外。与此同时，著名天文学家霍金再次发出警告，希望世界上监听到宇宙信号的射电望远镜不要回答任何可疑信号，以免暴露人类文明的存在。霍金还解释：从经济角度看，外星文明要殖民地球，需要造价差不多为 400 亿亿美元的飞船群，显然一个地球肯定是不够的，也许这就是为什么至今没有发现外星人的原因。



图 1.7 玛雅帕伦克国王巴加尔二世陵墓的石棺上的类似现代宇宙飞船的图案

### 1.4.3 古代的神话飞天故事

#### 1. 中国人虚构的女航天员们

神话中的嫦娥是人类最早的女“航天员”。今天中国把登月计划命名为“嫦娥工程”，也是基于这个典故。关于嫦娥身份有多种说法，一说是神话人物后羿的妻子，一说是上古黄帝时代的女性。嫦娥为啥奔月？也流传有两种版本，均源于《淮南子》。一种版本是嫦娥偷吃“不死之药”奔月的，另一种版本是嫦娥被迫吃“不死之药”奔月的。



图 1.8 马来西亚霹靂州一个寺庙里的“女娲补天”壁雕（左）；“弄玉乘风”吹箫（右）

不论哪一种版本,都说明嫦娥奔月是服用了王母娘娘的长生不老药,致身体骤然变轻,才升入太空到达月球的。如果将这个传说与现代航天技术相比较,便可以清楚地看出中国古人是借用外力,克服地心的引力,飞到月球上,其中“不死之药”类似火箭推进剂。另外,传说中的“女娲补天”中的女娲、秦穆公的女儿弄玉等,都是神话传说中的古代中国女航天员,如图 1.8 所示。

## 2. 代达罗斯和伊卡洛斯父子的飞天故事

希腊神话中有位名叫伊卡洛斯的年轻人,他的父亲是著名的巧手工匠代达罗斯,代达罗斯有一个神奇的作品,就是用蜜蜡和羽毛为自己和儿子制作了两双翅膀(见图 1.9)。身为翅膀的创造者,代达罗斯知道其作品是有限制的,他警告儿子伊卡洛斯:不要飞近太阳,否则蜜蜡会熔化;也不要飞近海面,否则海水的湿气会阻碍双翼飞翔。

然而伊卡洛斯不听劝告,有毛有翼的伊卡洛斯不愿意追随父亲的轨迹,他完全被太阳的光芒所吸引,朝它越飞越近。终于,双翼的蜜蜡被热量熔化,羽毛四散飘开,伊卡洛斯努力摆动双翼,却发现自己原来只剩下光秃秃的两臂,最后伊卡洛斯掉进了大海。



图 1.9 伊卡洛斯父子飞天

### 1.4.4 人类最早构思的宇宙飞船

中国古代已经构思出一种类似现代的宇宙飞船。王子乔所乘坐的“白鹤”是一种载人飞行工具，不算是人造宇宙飞船，如图 1.10（左）所示。

中国人最早设计出的飞行器，《墨子》一书中有这样的记载：“公输子削竹木以为鹊，成而飞之，三日不下。”就是说鲁班制作的木鸟，能乘风力飞上高空，三天不降落，如图 1.10（右）所示。后来，东汉的张衡、唐代的韩志和，也都曾先后发明了类似的简单飞行器。

在传说中，中国人发明了宇宙飞船。这种飞船有不同的名字，《博物志》中叫“飞车”，《拾遗记》中叫“巨槎”，《洞天集》中叫“仙槎”。另外的“魔毯”“飞扫”，也都是宇宙飞船。其中“巨槎”与现代宇宙飞船名称最接近。



图 1.10 王子乔乘坐“白鹤”（左）；鲁班削木竹造鸢（右）

## 1.5 图解人类航天历史

### 1.5.1 早期火箭

阿契塔 (Archytas)，前 428 年—前 347 年

阿契塔，希腊哲学家、数学家、天文学家。据说他制作并试飞了一个由蒸汽或压缩空气推动的外形酷似小鸟的装置。这只“小鸟”用绳子悬挂在一根长杆的末端，并绕着这个长杆转动。这是最早有记录的第一个使用火箭作为推进器的装置。



### Hero 引擎，10 年—70 年

亚历山大里亚的 Hero（古希腊数学家）发明了一种蒸汽引擎，虽然不是火箭，但运用了火箭的推进器原理。目前关于蒸汽引擎的准确信息早已无迹可寻，只知道它是一种铜容器，其底部可以被火加热，进而获取动力。容器中的水加热成为蒸汽，从球体引出的两根 L 形管高速喷出，导致球体沿着与喷气相反的方向快速转动。当时这种蒸汽引擎被应用于玩具，一千多年之后，人们才开始意识到它的价值。



### 中国火箭，1232 年

火药的最早起源至今仍是谜，但据有关资料显示，早在公元一世纪中国就有了它的雏形。由硝石、硫磺和木炭按一定比例混合成的粉末在点燃时，会产生色彩缤纷的火花和烟，中国人用这种粉末制作爆竹。将竹子和毛皮做的管子一端封闭，里面装满火药，并采用特定的开口形状和粉末封装方式，当粉末被点燃时就会产生火花和爆炸。爆竹在开口端处急速喷出气体产生推力，在推力的作用下爆竹会在天空飞掠而过，火箭就这样诞生了。到 1232 年，这些原始的火箭已经被附着在弓箭的箭头上当作武器，在汴京之战中用于击退蒙古侵略者。



### 罗杰·培根 (Roger Bacon), 1214 年—1292 年

培根是一名修士，他在提到火药时说：“我们可以用硝石等物质，发射到远距离，引发大火……仅仅使用非常少量的这种物质就可以制造出强烈的火光，并伴随着可怕的声音，使用它也许可以摧毁一座城市或一支军队……”

培根改进了火药配方，大大增强了混合物粉末的威力。



### 万户，16 世纪

万户是中国明朝中叶的一名官吏和占星师，他一直梦想飞天。为此，他制作了一把椅子，在底部绑上了 47 支火药鞭炮，并在他的椅子上安装了风筝作为翅膀。在发射当天，47 名助手冲过来，同时点燃所有火药鞭炮的导火线，紧随其后的是巨大的爆炸声，当烟雾散尽以后，万户不见了。有人认为万户成功地进入了宇宙，并成为“月亮里面的人”。但不论结果怎样，万户成为世界上公认的第一个尝试利用火箭飞天的英雄。



### 火箭进入战争，1420 年

数百年来，火箭和大炮争相成为战争的武器，每次技术进步都会使这些武器的性能不断改善，大炮射击更精确，火箭发射更迅速，火箭的攻击范围也变宽了，等等，而且各种各样的应用还在不断出现。公元 1420 年，意大利的会士丰塔纳发明了在水面运行的火箭鱼雷，可以用来点燃敌舰。



### 卡齐米日·希敏诺维奇 (Kazimierz Siemienowicz), 1600 年—1651 年

卡齐米日·希敏诺维奇，波兰皇家炮兵部队的波兰立陶宛联邦指挥官，一名火炮和火箭领域的专家。他写了一份关于火箭的手稿，在他去世之前有一部分曾被刊登，并且在 *Artis Magnae Artilleriae pars prima* 一书中推导出了多级火箭的设计，日后成为了向外太空发射火箭的基础技术。希敏诺维奇还提出了使用电池推进火箭以及用三角翼稳定器取代当前火箭使用的导向杆的思路。后来，戈达德的成就则是建立在希敏诺维奇的工作成果基础之上的。



### 1.5.2 航天的理论基础

伽利略·伽利莱 (Galileo Galilei), 1564 年—1642 年

除在其他领域的许多成就之外, 这个意大利天文学家和数学家重新点燃了科学实验的火炬, 质疑了有关质量和引力的旧观念, 并且证明了物体的运动不需要持续施加外力来维持。他称物体抵抗速度变化的这种性质为“惯性”。惯性作为基本性质之一, 之后被牛顿纳入三大运动定律之中。



牛顿 (Newton), 1642 年—1727 年

英国科学家牛顿把所有的运动科学凝练成了三条简洁的科学定律。他的定律被发表在 *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* 中, 为现代航天科学奠定了基础。



威廉·康格里夫 (Colonel William Congreve),  
1772 年—1828 年

在印度用蕴含巨大能量的替浦苏丹火箭弹对英国发动惊人的火箭弹袭击后, 康格里夫接管了英国军方的火箭公司。他的一些火箭设计射程达 6000 码 (1 码  $\approx$  0.9m)。他还创造了可以向敌军投射卡宾枪球的投弹火箭及用于燃烧船只和建筑物的燃烧弹火箭, 并发明了从船舶上发射的火箭。1812 年战争期间, 法兰西斯·史考特·凯伊创造的短语 “by the rocket’s red glare” 就是指英国发射的康格里夫火箭。



### 儒勒·凡尔纳 (Jules Verne), 1828 年—1905 年

遨游太空的梦想被法国的科幻小说家儒勒·凡尔纳带入了人们的生活之中。在他的《从地球到月球》一书中，他用一个巨型大炮把载人炮弹射到月球上。虽说不是火箭，却与后来的阿波罗登月计划有一些有趣的相似之处。这枚炮弹被称为哥伦比亚炮。所以，阿波罗 11 号也被命名为哥伦比亚号。凡尔纳准确描述了宇航员在他们航行过程中是如何感到“失重”的。当然，实际上在大炮发射的初始加速度下，宇航员们根本不会幸存。但无论如何，凡尔纳也是早期太空思维的开拓者，激发了许多未来的火箭专家和航天人的想象力。



## 1.5.3 第二次世界大战的航天

### 飞行炸弹

战争的需要导致了火箭方面大规模的技术改进。几乎在一夜之间，火箭从新奇的、想象中的飞行机器成为精良的杀伤性武器。在火箭的助推下，德国的战斗机和日本的神风特攻队带着炸弹轰炸军舰，变得几乎不可阻挡，由此战争的模式发生了改变。



### “复仇武器 2 号”——V2

在 20 世纪 30 年代末，研究宇宙航行的德国佩内明德研究基地制造并试飞成功了当时最先进的火箭——V2。在波罗的海海岸，研制团队在韦纳·冯·布劳恩的主持下研制了由乙醇和液氧推动的火箭。V2 有着 200 英里 (1 英里 $\approx$ 1.6km) 的最大射程和 55 英里的最大射高，可以毫无预警地将一吨爆炸弹头运载到伦敦的市中心。德国军方制造了成千上万枚 V2，但它们进入战争的时间太晚了，已经无法改变战争的结果。



## 1.5.4 冷战时期的航天

### Bumper 项目

在欧洲的战争结束后，被缴获的 V2 火箭和零部件有 300 多卡车，连同提前投降美军的主力设计师一同被运到美国。V2 成为了洲际弹道导弹发展计划的基础，并直接牵引出美国的载人航天计划。1948 年 5 月 13 日，美国研发团队在缴获的 V2 上面加了一枚“WAC”探空火箭（以美国陆军妇女军团命名）构成多级火箭，完成了“Bumper-WAC”火箭的首次发射。经过 6 次试飞后，这个世界最大的两级火箭在美国成功发射，达到了大约 400km 的射高。



### 世界第一颗人造卫星

第二次世界大战后，美国和苏联展开了太空竞赛。1957 年 10 月 4 日，苏联发射了 Sputnik I 卫星，取得了第一轮太空竞赛的胜利。这颗卫星为球形，外置 4 根天线，重达 83.6kg。两个月后，508.3kg 的 Sputnik II 人造卫星搭载着动物——莱卡（一只流浪狗）进入了太空，在地球运行轨道上飞行了几个小时。虽然最终莱卡死在了太空中，但这次试验为后来载人航天的研究奠定了基础，指明了方向。



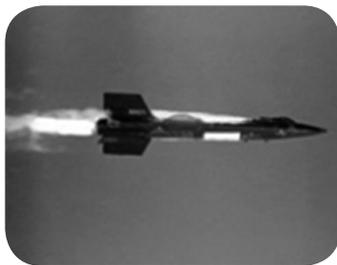
### 探险者 1 号

1958 年 1 月 31 日，美国探险者 1 号卫星的成功发射，标志着美国也进入了航天时代。该卫星通过朱诺 1 号运载火箭发射，该火箭的助推器为改良后的“丘比特-C”。虽然探险者 1 号卫星比苏联的 Sputnik 卫星小得多，只有 13.93kg，它却通过盖革计数器率先取得了有关空间环境的重要发现，检测到了地球周围后来被称为范艾伦的辐射带。



### X-15 飞机

1959 年—1968 年，X-15 实验机飞抵太空边缘。在 199 次试飞中，这个喷气推动的火箭飞机打破了多项飞行纪录，包括速度（7274 km/h）和高度纪录（108km），试飞试验为太空中的姿态控制和再入角提供了重要的参数。第一个登上月球的美国人——尼尔·阿姆斯特朗，就是驾驶 X-15 飞机的 12 名飞行员之一。



### 尤里·加加林进入太空

1961 年 4 月 12 日，随着宇航员尤里·加加林进入太空，太空成为了人类的涉足领域。他的太空飞行历时 108 分钟。在此期间，加加林在他的东方 1 号太空舱内沿地球轨道环绕一周，到达 315km 的最大高度。折返时，在 6100m 的高度加加林将自己弹射出舱，使用降落伞安全地空降到地面。



### 自由 7 号

1961 年 5 月 5 日，美国宇航员艾伦·谢泼德坐在红石火箭顶部的自由 7 号太空舱内，从佛罗里达州卡纳维拉尔角升空。由于火箭没有足够的燃料将太空船送入预设轨道，谢泼德进行了 187km 高的亚轨道飞行，15 分钟 22 秒后在海中溅落。



### 月球火箭

仅仅在艾伦·谢泼德的飞行试验结束几天之后，肯尼迪总统针对国会两院联合会议，提出了一个挑战：在10年里送一个美国人到月球，然后安全返回。这是一个令人震惊的挑战，其中部分计划早已展开，美国航空航天局已经致力于能够完成往返绕月飞行的火箭的研究。到了第二年，火箭被命名为土星5号，110.6m高，比以前所有的火箭都笨拙，由三段构成，分别为用于返回舱的小推进装置和一个两级月球着陆器。



### 格伦地球轨道

1962年2月20日，依靠一个强大的火箭，宇航员约翰·格伦成为了第一个进入绕地球轨道的美国人。格伦的飞行获得了与苏联计划等价的评价。格伦在太空中绕地球轨道飞行了一圈，总共4小时55分钟。由于一个传感器开关故障导致了他提前返回。该传感器显示水星飞船的某处隔热板松了，但后来经过检查确定是传感器出现错误。

“水星计划”共6次，最后一次是1963年3月15日，宇航员戈登·库珀在太空中飞行了大约一天半。



### 登月的准备

“双子座计划”紧随“水星”任务之后，双子座飞船被安在大力神号火箭的顶部，载着两名宇航员。在长达14天的飞行任务中，双子座飞船宇航员率先完成了太空行走以及航天器交会对接，并对未来登月飞船系统进行了测试评估。1965年—1966年，“双子座计划”进行了10次飞行试验。

大力神号火箭最初被作为洲际导弹，在20世纪70年代将海盗号火星探测飞船和旅行者号探测器送入了太空。



### 韦纳·冯·布劳恩，1912 年—1977 年

冯·布劳恩是战前德国火箭项目和 V2 导弹研发的主要领导人之一，战后他加入了美国国籍，成为美国太空计划的主要领导者。他致力于洲际导弹的研发并且领导发射了探险者 1 号卫星，是土星五号登月火箭的首席建造师和工程师。他的著作和贡献被迪斯尼以 *Tomorrowland* 系列电视节目的形式在美国广为传播，激励着以后的火箭科学家和宇航员。



### 吉恩·罗登贝瑞 (Gene Roddenberry)

吉恩·罗登贝瑞 (1921—1991) 是一位杰出的二战轰炸机飞行员和商用飞机驾驶员，退役后开启了撰写飞行故事的写作生涯，并与电视台合作，把星际飞行的故事搬上了银屏。《星际迷航》在 1966 年于美国首播，“星际迷航”系列电影探索了人类在银河系中航行的一系列科学和社会问题，在当时广受欢迎，以至于第一架试验性的航天飞机就是根据他的影视作品 *Enterprise* 被命名为“Enterprise”。最初的影视催生了后来几部系列电视剧和一系列电影。罗登贝瑞是一个富有远见的人，激励了一代太空探索者。



### “一小步……”

美国东部时间 1969 年 7 月 20 日晚 10 点 56 分，美国宇航员尼尔·阿姆斯特朗踏上了月球。这是人类历史上首次踏入另一个世界。紧随着他，埃德温·巴兹·奥尔德林也登上了月球，第三名航天员迈克尔·科林斯，留在月球轨道上的阿波罗太空舱内。阿波罗 11 号任务一直延续到 1972 年年底。

宇航员的飞船，即登月舱，经历了一个下降和上升的阶段。在下降阶段由四条腿和一个强大的火箭发动机为登月进行减速。返回阶段，着陆器的上部抬离，利用自身的火箭发动机返回绕月轨道，与阿波罗太空舱对接，返回地球。



### 太空实验室

使用改造后的土星5号火箭的第三级，美国最终于1973年推出了首个在地球轨道上运行的太空站，称为太空实验室。取代了原来的发动机和油箱，这个火箭的第三级内部设置了生活区和实验室，为三名宇航员在太空长期停留服务。太阳能电池板为它提供电力。太空实验室一直工作到1974年，最后一批宇航员在太空中停留了84天。



### 小土星运载火箭

土星5号火箭可以将117 900kg的载荷送入低地球轨道，可以将40 800kg的载荷送到月球。但阿波罗登月计划还需要更小的土星运载火箭。土星1B高68m，需要一个发射架，放置在专门为土星5号火箭设计的垫上，使得土星1B与发射结构的摆臂匹配。土星1B承担了一些早期的阿波罗试验任务，曾将三名宇航员送入太空实验室，将美国宇航员送入太空执行1975年的“阿波罗-联盟”任务，并将美国和苏联宇航员送入太空轨道。



## 1.5.5 轨道器和探测器

### 深空探测

泰坦火箭（1959年—2005年），用于“双子星”任务的发射，广泛应用于发射无人的有效载荷。改进的泰坦火箭将把重要的航天器送入地球轨道或者把重要的飞船送到其他行星。飞向火星的“海盗”任务、飞出太阳系的“旅行者”任务和星际空间都在它的应用范围内。



### 探空火箭

虽然火箭变得越来越大，推力也越来越大，但还是有很多任务需要小型火箭。加拿大设计的布莱克·布兰特探空火箭于 1961 年投入使用，已经携带小型有效载荷（如照相机、仪表、微重力实验的实验仪器等）完成了 800 多次飞行任务。布莱克·布兰特凭借其高可靠性和较低的成本成为研究人员的最爱。规模最大的多级布莱克·布兰特携带的有效载荷为 100kg 左右，射高达到 900km。



### 德尔塔火箭家族

德尔塔火箭家族的源头可追溯到 20 世纪 60 年代初，美国德尔塔火箭是最通用的商用和军用运载火箭之一。德尔塔火箭有多级、在火箭下部捆绑大推力助推器等多种形式，用以提升有效载荷能力。德尔塔火箭家族已完成了超过 325 次的发射，其发射成功率超过 95%。



### 阿特拉斯

像德尔塔火箭一样，阿特拉斯也有着很长的历史。它最初是在 20 世纪 50 年代作为导弹被设计出来的，现在已经发展到了第五代。它曾用于运送约翰·格伦和其他三名水星计划宇航员进入太空，并已被用于许多商业、科学和军用卫星的发射和星际飞行任务。阿特拉斯 V 型火箭是其系列火箭中最新的一个。



### 飞马座

像神话里的生物一样，飞马座号运载火箭是有翼的，它在上升到约 12 000m 的高空后从运载它的飞机的机翼下发射。这种设计能够大大地降低小轨道运载的成本。



## 航天飞机

航天飞机是将宇航员和有效载荷送入低地球轨道的新概念航天器。它有一个中央外储箱，由两个固体火箭助推器和装有翅膀的轨道器环绕在外，其中只有轨道器（也叫宇宙飞船、飞行器、空间车）真正进入轨道。轨道器和固体火箭助推器都被设计成可重复使用的，但每执行一次任务都需要一个新的外储箱。航天飞机内部的有效载荷舱有科学实验室、空间探测器、望远镜或地球传感系统以及许多国际空间站的组件。在飞行任务结束阶段，轨道器重新进入地球大气层并滑翔至无动力降落在跑道上。航天飞机第一次飞行发生在1981年，进行了135次任务后，于2011年完成了它们的最后一次任务。



## 1.5.6 航天进入商业的新时代

### 航天发射系统

美国航空航天局准备将其低轨飞行任务拓展到太阳系，于是产生了对新的、不同类型的火箭的需求。由此诞生的航天发射系统（SLS）将被用于地球轨道飞行和更远距离的飞行任务，如飞到小行星、火星及其卫星上。SLS火箭将成为历史上推力最大的运载火箭。目前其开发分为两个阶段：

- 通过传统的硬件（以前火箭的部件）来制造一个载重火箭，这个载重火箭将用于2017年—2021年的研制试验，它将承载70吨的有效载荷，并将携带猎户座航天器进行两次月球低空探测，其中第二次是载人的。
- 先进的SLS火箭将承载130吨有效载荷，包括设备、货物、科学实验仪器和猎户座飞船。



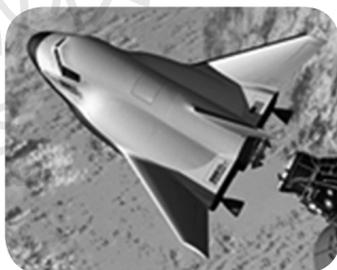
### 龙飞船和猎鹰火箭

龙飞船是第一个由民营公司发射并回收的航天飞船。作为美国航空航天局的商业轨道运输服务计划下的几个民营竞标项目之一，龙飞船由太空探索技术公司（即 SpaceX 公司）研发。它是一个自主式的宇宙飞船，将从国际空间站来回运输物资和宇航员，并将搭乘同样由 SpaceX 公司制造的猎鹰火箭。猎鹰是一个可以满足不同任务要求的火箭系列，预期能够载重 53 000 kg 到低地球轨道，并将被制造成继美国航空航天局的 SLS 火箭之后推力最大的火箭。



### 追梦者

内华达山脉（Sierra Nevada）公司正在与美国航空航天局合作开发在国际空间站往返运送宇航员和货物的太空飞船。第一眼看上去，这个被叫作“追梦者”的太空飞船似乎是一种小型航天飞机，但它确实是一个航空航天器。该航空航天器是有很小的翼或者无翼的、依靠自身形状获得气动升力的飞船。外形如一条船的“追梦者”将在火箭顶部（取代火箭的前锥体）发射，带着 7 人到国际空间站，并且像航天飞机一样返回地球安全着陆。“追梦者”可望成为一种安全、可靠和划算地把宇航员送到低地球轨道的新型航天器。



### 太空旅游

2004 年 10 月 4 日，太空船一号成为第一个在 14 天的时间里两次飞到 100km 以上高度的私有空间飞行器。借助母船在空中发射的太空船越过了公认的地球大气层和宇宙空间的边界。维珍银河航天公司将为游客和研究人员提供亚轨道飞行服务，太空船二号将从位于新墨西哥南部的美国太空港发射。在不久的将来，太空飞行将属于全人类。



## 思 考 题

1. 什么是航空？什么是航天？航空与航天有何联系与区别？
2. 什么是航天系统？
3. 航天活动（即空间活动）包括哪些方面？
4. 航天飞行的基本条件是什么？
5. 航空器与航天器的本质区别是什么？
6. 航空器和航天器是怎样分类的？常见的有哪些？
7. 为什么各国都注重航天器的投入与发展？
8. 论述航天发展给人们生活带来什么影响。
9. 加拿大中学课本的一个思考题目“发展航天事业的投入很大，不如把这些资金投入到国家教育和医疗健康方面”。试述你的看法。
10. 上网搜索“航天、人文与艺术”MOOC，解释中国航天标志代表什么含义？



11. 下图收集了 12 张照片，反映了中国航天的发展历程，请上网搜索“航天、人文与艺术”国家视频公开课，然后给每张照片加上注解。

