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（23）

飞机

BOOK
内部资料 非卖品

飞机

插翅难飞

载人风筝

在北齐的历史文献里，我们看到了关于载人风筝的最早的确切记载。北齐只存在了 27 年（550～577），历史短暂而不引人注目。下面将叙述到的事件发生在我国历史上结束分裂实行第三次统一的时候，也是被史家认为黄金时代的开始之际。而在同一时期，欧洲还处在黑暗时代的痛苦之中。

载人风筝的史料讲述了一个耸人听闻的事件 北齐的第一个皇帝高洋(在位时间是公元 550 年至公元 559 年）有计划地杀害了拓跋和元氏两个家族的全部成员。这两个家族是南北朝时魏国的统治者。高洋在位的最后一年里，这两个家族至少有 721 人惨死在他的圣旨下，而高洋杀人的方法是别出心裁的。

高洋信仰佛教，他经常去首都邺西北的金凤台参加庆祝佛教圣职的授任仪式，邺在现在黄河北岸的临漳县附近。在古代，表示虔诚的做法之一是“ 放生 ”，例如将鱼或鸟捉到后把它们放掉。佛教认为只有这样做了，那么人才积了功德。在高洋参加的庆祝佛教圣职授任的仪式上，他创造了一种称之为“ 放活物 ”的做法，这无疑是中国一位最坏的皇帝采取的最邪恶或者说最疯狂的做法的一个典型的事例，他所谓的“ 放生 ”的含义也是与众不同的。

他“ 放生 ”的“ 活物 ”就是他的政敌，即拓跋和元氏两个家族的人。他的做法是让他们从 30 米高的塔上跳下去。正史是这样记载的：

“ 他召来许多死囚，将他们绑在作为翅膀的大竹席上，然后令他们由塔顶飞到地上，称‘ 放生 ’。所有这些囚犯都死了。可是这位皇帝却哈哈大笑，视为乐事。 ”

以后，他继续实施空中飞行的方案，进行了更令人震惊的试验。公元 559 年，即他在位的最后一年，他不断地让判死刑的囚犯从金凤台上跳下去，把他们当做载人的风筝的实验飞行员。一位魏国的王子，元氏家族的一位著名人物，随同风筝在空中飞翔达 13 公里远。反映这一时期的历史名著《资治通鉴》里叙述了这件事：

“ 高洋使元黄头与其他囚犯从金凤台各乘纸风筝（纸猫头鹰）向下飞。只有元黄头一人飞得远至紫陌，他在那里降落到地上。但后来他被交给御史中丞毕义云，毕义云让元黄头饿死了。 ”

葛洪是一位具有多方面才能的科学家，他探索自然界的各种现象，特别醉心于天文学和地质学。他喜欢标新立异，多次强调有关自然界的传统观点是不恰当的。公元 303 年，当他年轻时，他镇压了那时的起义者，从而使他初露头角，名扬四海。多年以后，正是因为他年轻时的这些功绩而被授与爵位。但是他对官场上高升不屑一顾，断然拒绝了对他的封赠。他不遗余力在科学上进行探索，并和当时最有名望的学者相处甚好。

下面是一段有关公元 4 世纪载人风筝的文字，文中把葛洪称为大师：

“ 有人问这位大师关于登到高处冒着危险远行的道理时，这位大师说：……有人用枣心木为飞车，用牛皮带结在环剑上，以发动机器。还有人有这样的想法：制作五蛇、六龙和三牛，以对付‘ 强风 ’而乘之，一直上升到 20 公里的高度。这个区域称为‘ 太清 ’。太清中的气（由空中发出，也许是风）极其强劲，因此它能胜过人的力量。老师（我们不知道葛洪在这里是

指谁，可能是指道家哲人庄子）说：‘ 此风筝（鸟）螺旋式向上飞，越飞越高，然后只需伸展两翅，不再拍打空气，就可以自行前进，这是因为它依靠‘ 强风 ’滑行。以龙为例吧。龙开始腾空时是靠云为阶梯，当它们达到 20 公里高度时，它们就可以不费力地向前冲去——滑行。 ’此话出自仙人之口，流传于百姓之中，而凡人是不知道的。 ”

多少世纪以来，道家总是居住在云雾飘渺的深山道观里。在那里，道长们把各种传说口头传给徒弟，但许多深奥的学问无法用文字记录下来。载人风筝这一思想不仅对这些居住在山高风大的深山上的早期飞行专家很合口味，而且很可能是他们的一种极为重要的追求，一种在秘密中实施的追求。古代圣人不会愿意告诉路人，他们是如何在山洞里提炼长生不老药以及如何炼金的，更不会愿意透露给别人他是如何模仿鸟勇敢地飞上天空的。正是因为这些，道家现在被认为是我国最早的原始科学家。

公元 18 世纪，载人风筝在我国已经广为流行。在马可 ·波罗的《马可 ·波罗游记》里，我们读到了下面极富戏剧性的场面：

“ 我们来告诉你，当一只船决定开船前，是如何来预测生意好不好的。船主用柳条制作一只筛筐，筛筐的四边及四角系上绳子，一共八条，它们的另一端系上一条长绳子。接着是找来一个傻瓜或醉鬼，把他们绑在柳条筛筐里，由于他们不是精神错乱，就是被弄得不知所措，所以他们不会意识到自己所面临的危险。这件事只有等到有大风的时候才能干。到时候劲风会把载人的柳条筛筐送上天空，而地上的人就握住长绳。假如空中的筛子偏离了风向，下面的人把绳子拉一下，这样筛筐就飞得高一些。当出现倾斜时，下面的人又拉一下绳子，筛筐又平稳了，接着又升高，最后又放绳子。总而言之，就是以这样的方法使筛筐愈飞愈高。如果手里的绳子够长的话，筛筐一直可以飞到看不见。这种占卜术可理解为：如果柳条筛筐直飞天空的话，那说明占卜者的船会碰上好运气的。……但是，如果万一筛筐飞不起来的话，那没有一个商人会愿意上这条船的。 ”

这肯定是历史上最稀奇古怪的财运占卜术！

在现代，人们也进行载人风筝的飞行。自从公元 1895 年波科克进行多次尝试后，在欧洲许多人也做了试验。公元 1894 年，B · F · S · 巴登 · 鲍威尔成为进行载人风筝飞行并且取得完全成功的第一个欧洲人。从历史文献的角度来说，如果说公元 559 年中国元氏家族成员成功的飞行是世界上首次载人飞行的话，那么在我国和欧洲首次飞行之间竟相隔了 1335 年之久！

今天，普通人进行滑翔飞行已十分流行，这就使人们对我国早期的载人风筝飞行更加信服。熟练的滑翔员十分清楚葛洪提到的气流的特征，知道如何利用热气上升到大约 610 米的高度，简单地说就是如何盘旋上升。就像葛洪所说，把云层当作阶梯，盘旋着愈飞愈高。当然，他所说的飞到大约 20000 米无疑是夸大之辞。看来，我国早期的道教徒远在葛洪以前，也可能在 2000 年以前，已经取得了载人飞行的成功，至少飞到了约 610 米的高度。即使我们把葛洪的前一世纪看做是我国首次飞行的年代，我们仍必须承认至迟在公元 250 年，或者说早在 1700 年以前，我国就已经有了载人风筝的飞行。

火龙出水和飞空砂筒

二级火箭和往返式火箭是火箭技术史上的两大发明，二者均产生于 14

世纪、15 世纪时的明代。当时使用的“ 火龙出水 ” 即是最早的二级火箭，“ 飞空砂筒 ” 即是最早的往返式二级火箭，开了现代多级火箭和回收式火箭技术之先河。

火龙出水的制作方法是：用长 5 尺（约 1.6 米，明代一尺相当于 32 厘米）的毛竹，去掉竹节，使毛竹上下贯通成竹筒，再用铁刀把筒刮薄；前端接一个用木头雕成的龙头，后端雕成龙尾状；龙口张开向上，腹内装神机火箭数枚，龙头上留一个眼，将火箭上药线俱总在一处；龙头下两边各装火箭筒一个，火箭筒重一斤半（约 885 克，明代一斤约相当于 590 克），火门下垂，底向上，用麻皮、鱼胶缚定；龙腹内火箭药线由龙头留眼处引出，分开两处，用油纸包裹好，装钉于龙头上，并与龙头下的火箭筒底通连；龙尾下两边亦用火箭筒 2 个，与龙头下的火箭筒一样装缚；把 4 个火箭筒的药线总汇一处，捻在一起，即成。水战时，可离水面 1 米多高处点燃火箭筒，如火龙出于水面，可飞行 1000～1500 米远。火箭筒内装火药将燃尽时，又点燃龙腹内的神机火箭，火箭射出，敌方 “ 人船俱焚 ”。亦可于陆战时使用。

飞空砂筒分为往返装置和发射筒两个部分。往返装置以薄竹片为身，制成圆筒，长 2.24 米，筒径 4.8 厘米；上装火箭筒两个，筒口颠倒相向，前筒口向后，后筒口向前；前筒头上装置大爆竹一个，爆竹长 22.4 厘米，径 2.24 厘米，爆竹的药线与前火箭筒内通连，外用夹纸三五层把爆竹与前火箭筒圈包在一处；爆竹的外圈装有毒砂，毒砂用细砂或石粉与毒药炒制而成；毒砂与爆竹封糊严密，若水战用则在顶上装倒须枪，若陆战用就不必安装倒须枪；后火箭筒药线与爆竹相连。发射筒用大毛竹制成，旧称之为 “ 溜子 ”。使用时，先点燃前火箭筒，往返装置射出，倒须枪刺入敌船帆，并钩住，敌方必齐往救，而爆竹爆炸，毒砂溅洒，伤敌眼睛，其后火箭筒发动，飞回本营，使敌方莫知所以，造成恐慌。飞空砂筒的设计思想确实是巧妙高明，令人赞叹叫绝。

巨型 “ 飞鱼 ”

1784 年 7 月 6 日，法国巴黎的近郊，人们三三两两神情紧张地聚在一起，时而仰望天上，时而又蒙起眼睛。忽然，有人大声叫了起来：“ 那飞鱼掉下来了！ ” 于是，便有好些胆大的人向一片旷地奔去……

他们在干什么？

他们在看天上出现的一个奇异景象：一条约有 16 米长、10 米直径的大 “ 飞鱼 ”，正在空中浮沉。原来，这天，法国人罗伯特兄弟正在作世界上的第一次飞艇试验。

在此之前，他们的同胞蒙哥费尔兄弟已成功地进行过载人的气球飞行。可气球并不能控制飞行方向，作为一种游戏或表演，是挺精彩的，要想利用它来进行空中的交通运输，就不行了。罗伯特兄弟萌生了这样的念头：在气球上配备推进器材，使它定向飞行。

罗伯特兄弟认为，气球在大气中沉浮和鱼儿在水中游弋的原理是一样的。他们便把自己的气球做成水滴形的，长有 16 米，直径 10 米，气囊容积 940 立方米，充满氢气后可以带着数百公斤的重物升上天去。

7 月 6 日，第一次试飞开始了。气囊里充进氢气之后。这鱼形气球便顺利上升了。吊篮里的 7 个人用力划着木框上蒙着绸布做成的大桨，控制着气

球的航行，这条巨型“飞鱼”居然能笨拙地在空中转向了。然而，还未等他们发出欢呼，罗伯特兄弟发现，事情有点不大妙了——气球一直在缓缓上升，那气囊逐渐胀大起来，马上就要爆炸了！

原来，气球愈向上升，大气压强愈低，外边大气压一小，氢气球体积就要膨胀。一旦气球胀破，这些试飞者的命运是可想而知的。情急之下，罗伯特抓起一把匕首，冒着极大的危险，攀上吊绳用力刺破气囊。随着长长的“叭—”声，氢气泄了出来，气球终于安全地降落下来。

两个月后，罗伯特兄弟驾着装有放气阀门的气球升上了天空。这次，他们连续飞行了 7 小时，按照计划着陆了。罗伯特兄弟的这种可以操纵方向的气球便是飞艇，而且，他们设计的飞艇外形很合理，符合空气动力学的原则，以后人们制造的飞艇，基本上都取这种外形。

到 19 世纪时，由于新的动力机械的发明，飞艇的制造跃上了一个台阶。

1852 年，在巴黎郊区，有一艘 44 米长的飞艇起飞了。它上面安装了一台蒸汽机，能以每分钟 110 转的速度带动一个直径 3 米多的三叶螺旋桨，推动飞艇以每小时 9.4 公里的速度航行。只是这艘飞艇的导向装置不大理想，所以在结束飞行时，居然不听人的指挥了，不肯飞回起飞地点去，结果落到了一个牧场里，压死了 8 头奶牛。

1884 年，仍在巴黎，一艘 51 米长的“法国号”飞艇上天了。它装有一只电动机，带动直径有 5 米的大螺旋桨，最大航速可达每小时 24 公里。它顺利地在巴黎上空进行了 25 分钟的飞行，并且准确地飞回了起飞点。

在飞机问世以后，由于飞艇具有结构简单、操纵方便、载重量大的优点，因此继续得到发展。1917 年，德国曾用飞艇向非洲运送药品，往返 13 000 多公里。它的这种远航和载重本领真是令人啧啧称奇。

在第一次世界大战期间，飞艇还被用来完成侦察、通讯和扫雷、轰炸等多方面的任务。它怎样进行轰炸呢？说来也挺逗人的，就是在飞艇吊篮里放上一些炸弹，等飞到敌方阵地上空时，就由人拿起来一枚一枚往下丢。由于担心受到地面枪支的射击，飞艇不敢飞得很低，所以这种轰炸的准确性很差。只是炸弹从天而降，“砰砰砰”地炸得人心惊肉跳，在心理上很有些威慑作用。

本世纪 30 年代，飞艇达到了它的最盛时期。1936 年，德国制造了堪称当时奇迹的“兴登堡号”飞艇。它长 242 米，下面的吊厢可载旅客 72 名，有单人和双人仓室，仓室里附有可供应冷热水的浴室，有一个大餐厅和一个小客厅。在吊厢两侧还有走廊，旅客们可以像在海船的甲板上那样散步，隔着玻璃窗观看天上人间的美景。

“兴登堡号”共飞行了 63 次，其中有 37 次是横渡大西洋，它能以每小时 130 公里持续飞行 14000 多公里,这真叫海面上的轮船看见了就觉得惭愧。可它在大上只神气了一年多，1937 年 5 月 6 日，“兴登堡号”停留在美国新泽西州莱克赫斯特上空时，尾部突然起火，几秒钟之内，“兴登堡号”就变成了一团火球慢慢落地。

这次失事，不仅有 36 人死亡，也宣告了“飞艇时代”的结束。因为那时的飞艇充的都是氢气，氢气易燃易爆，有时在高空中遇到雷电风暴也会起火爆炸。“兴登堡号”失事之前，飞艇已发生了类似的事故多起，此后，便没有人再敢问津飞艇了。

80 年代以来，飞艇在天空中“东山再起”。由于高强度材料的出现，以

及用安全的氦气代替氢气来充入飞艇，使飞艇有了新的生命力。由于飞艇是依靠气囊的浮力来升空的，艇上装的发动机只提供向前飞行的动力，所以在与飞机载重量相同的情况下，飞艇所用的动力仅为飞机的二十分之一。而且，飞艇可以连续飞行数天乃至数十天，这更是飞机望尘莫及的。

现代飞艇可以在许多领域里大显身手，随着生产的发展，近来出现了许多重数百吨的大型机器设备，运输这些个子大、份量重的设备是个难题。就是能找到大型车辆，也很难找到承受得住这么重的道路。于是人们就请飞艇来帮忙，它可以毫不费力地将这些重物运到目的地，既不必修路也不用架桥。

眼下，有人还在设想建造核动力超级飞艇。这样的飞艇，戴重量可达 2000 吨以上哩！

微型热气球

在公元前 2 世纪，我国古代劳动人民就利用蛋壳制作了微型热气球。在那个时期写的《淮南万毕术》一书里提到：“ 用一个鸡蛋，敲开一个小洞，把里面的汁液倒出来，然后把点着的艾蒿放到蛋壳中，待大风来时，举到空中，它就会随风高飞而去。 ”

艾蒿是一种十分普通的野草，干草秆可以当柴烧，也可碾成粉末后作为香的燃烧剂。

在我国的著作里很少提到应用热气球的原理。也许大家已经习以为常而不再去注意。但在中世纪，热气球实际上在国际上已得到了应用。在欧洲的编年史里多次提到龙状的热气球，它们或者作为一种信号，或者作为蒙古军队在公元 1241 年里格尼兹（普鲁士城市）之战中使用的军旗，其制作原理完全可能来自我国。

一位于公元 1939 年至公元 1949 年侨居中国云南省丽江地区的名叫彼得·古拉特的外国人，目睹了放纸扎灯笼状热气球的情景，他写道：

“ 在雨季到来之前的关键的 7 月，有许多节目。稻子已经种下去了，人们没有多少事可干。年轻人在晚上不是跳舞，就是放‘ 孔明灯 ’（一种点亮的灯笼）。在白天，到处可以看到年轻人在一起用粗糙的油纸扎着气球。扎好后放在阳光下晒干，到晚上就可以用了。人们成群结队地赶来观看。一小捆点燃的松明（松树枝）系在气球的下面，气球徐徐上升。气球飞得越高，就证明放气球的人运气越好。有些气球的确飞得很高，像红星那样在夜空中漂浮达好几分钟之久。最后，整个气球被点燃，掉了下来。有时差不多有 20 来只气球在夜空中飘动。这种活动一般约持续两个星期，这是非常有趣的。 ”

风筝妙用

风筝最早诞生在中国，已经有 2000 多年的历史了。

当时的风筝，主要被用作作战工具。例如有人用风筝来测量敌方营寨的距离，还有人用风筝作为军事联络信号等。

在欧洲，风筝的出现大约在 1326 年前后。当时，欧洲人也是将风筝作为武器而设计的。据资料记载，有人用风筝向敌方投放燃烧物，打得敌军狼狈逃窜，溃不成军。

还有用风筝载人的故事。据说，英国有一个名叫乔治·波科克的教师，

制造了一个很大很大的风筝，然后，让他女儿坐在风筝上，由一辆马车拖着，很快，风筝飞上了天空。人们看到这一情景，欢呼雀跃。

苏伦斯·哈格雷夫是澳大利亚人，他可称得上是一个风筝专家，他一生中做过许多种风筝，还常常出奇制胜，发明各种新型的风筝呢！1893 年，他制作了一种箱式风筝，这种风筝看似简单，但是升空力和稳定性却比传统风筝都要强。以后，欧洲早期的许多飞机和滑翔机都采用了哈雷夫设计的这种箱式风筝作为机翼，用以产生升力。

就是飞机出现以后，人们偶然也还使用风筝。例如，第二次世界大战中，有一次，法国人的潜水艇为了侦察敌方舰船的动向，光靠潜水艇上的潜望镜是无能为力的，将潜水艇浮出水面也无济于事，怎么办呢？他们急中生智，用载人风筝升上茫茫海面，终于找到了目标。

此外，风筝还被气象学家作为一种廉价而有效的运载工具，把气象仪器送上高空，探风测雨。当然，风筝只能在有风的时候大显身手，否则它出是一筹莫展的。

热气球升空

你听说过“孔明灯”吗？据说这玩意是由诸葛亮发明的，在中国占代曾被用作军事信号而广为流传。“孔明灯”是用竹子扎成骨架，外面用纸糊成一个灯形，在它的下方用松脂点火，所以又称为“松脂灯”，随着热烟在纸灯内聚集，灯就飞向空中，升得很高很高，夜间从很远的地方也能清楚地看到它。从原理上来说，“孔明灯”可以说是热气球的雏形。

直到 1782 年，这种现象才引起了法国的一个造纸工人约瑟夫·蒙特哥菲尔的兴趣。

有一天，蒙特哥菲尔又对着壁炉陷入了沉思。

“咦，为什么炉中的烟和火星从烟筒中散出去？这种事情每天都发生，我怎么一直没有注意到它呢？我能不能利用这些热的气体将其他什么东西升上去呢？”一连串的问题引起了蒙特哥菲尔极大的兴趣，他想立刻动手试一试。

于是，他动手用绸布做了一个口袋，一只手拿着口袋，另一只手在口袋下面点了一把火，热空气慢慢地进入了口袋，口袋鼓了起来，他试着将手松开，“嗨，口袋升上去啦！”

果然，那只口袋在屋子里晃晃悠悠地升了上去，一直升到天花板，一会儿才慢慢飘落下来。

蒙特哥菲尔好像发现了新大陆一样，他兴奋地把这一发现告诉了弟弟约瑟夫·埃蒂尼。

“我们再做一个大一点的，到外面去试一试，好吗？”埃蒂尼急不可待地对哥哥说。

他们将新做的口袋拿到室外又进行了一次试验，这次这个口袋上升到了大约 20 米高。

“应该做一次公开的表演，让大家都知道我们的发明。”弟弟埃蒂尼又一次提出了自己的意见。

这一次，他们做了一只直径大约有 30 米的巨大气囊，用的材料是亚麻布和纸。

1783 年 6 月 4 日，他们将这个大气囊拿到了一块空地上，前来看热闹的人很多，他们都想看看他们哥俩的表演。

他们点燃了火堆，并使热空气将瘪瘪的气囊慢慢鼓了起来。当气球充满热气时，8 条大汉才勉强把它拉住。

“一、二、三，松手！”随着埃蒂尼一声口令，8 条大汉一齐松了手，气球升上了天，上升到 1800 米的高度，并且飘移了 1500 米的距离才降落到地。

约瑟夫兄弟成功以后，立刻向法国巴黎科学院报告了他们的成就，巴黎科学院邀请他们到首都巴黎去表演，让更多的人看到热气球升空的奇观。

经过一段时间的精心准备，他们哥俩制作了一只高达 22.8 米的气球，而且气球上画了许多装饰图案，因为他们知道，国王路易十六和王后也将亲临观赏。

1783 年 9 月 19 日，秋高气爽，阳光灿烂。在巴黎的凡尔赛宫前，围观者人山人海，约瑟夫哥俩做好了一切准备，只要国王和王后一到，马上就可进行。

这次他们在气球下吊了一只笼子，准备在笼子里放一头绵羊、一只公鸡和一只鸭子。

一切准备就绪，国王和王后来了，围观的人群顿时发出了欢呼声。

约瑟夫哥俩把 3 只家畜放入笼子，随即点燃了火堆。

气球在人们的欢呼声中徐徐升空，在空中飞行了 8 分钟，最后在 2500 米以外的地方降落下来，经过检查，3 只家畜只受了一点轻伤。

“成功啦！好样的，约瑟夫！”人们大声叫道。

路易十六国王将圣米歇尔勋章授予了约瑟夫兄弟：“你们为法国做了一件十分有意义的事，我感谢你们。”

动物试飞以后，他俩又积极准备进行载人飞行。按照国王的意图，他们需要制作一只更大的新气球，能够载两人升空。那么，让哪两个人进行这种冒险的试验呢？这可是一件具有生命危险的差使。国王想让两名被判处死刑的罪犯乘气球飞行，如果飞行成功，便赦免他们。但是，国王的意见却遭到了一个名叫德·路泽尔的人的反对，他是一名气球飞行的积极支持者。

“这怎么行呢？”路泽尔大声辩论道，“我们怎么能把第一个升空飞行的荣誉给一个罪犯呢？这不是亵渎吗？如果没有人敢试，我上！”

终于，国王接受了路泽尔的意见，同意先让他一个人升空试一下。

1783 年 10 月 15 日，路泽尔乘坐在气球上，升到了 26 米的高度，在空中逗留了大约四五分钟。载人热气球终于成功了！

路泽尔的行为，鼓舞了人们飞向天空的勇气，一时间，气球热从法国传到了英国，又传到了美国，人们纷纷将这项活动视作一种时髦。

在气球的发源地法国，当蒙特哥菲尔兄弟在故乡公开试验热气球的消息传到巴黎，法国科学院便立刻拨款委托年轻的物理学教授夏尔帮助他们尽快成功。夏尔教授错误地认为热气球不可能上天，只能利用比空气还轻的氢气充填在气球内，气球才可以浮升起来。

于是，夏尔教授参考热气球的设计，自己开始制造氢气球。1783 年 8 月 26 日，第一只不载人的氢气球升上了天空，这次飞行以后，夏尔又对氢气球作了一些改进。

1783 年 12 月 1 日午后 1 时 45 分，夏尔和制作氢气球的罗伯特兄弟之一

乘氢气球从巴黎升空，翱翔了 2 小时，行程 43 千米，降落在巴黎郊区的田野里。然后，夏尔一人再次起飞，气球一直升到 2750 米的高度，飞行持续了 35 分钟以后安全着陆。这是人类历史上氢气球第一次载人飞行。

以后，有人开始在气球上对云层进行气象观察记录；又有人开始把气体从气球中放出来使之下沉，或将气球下吊的篮子里的沙袋抛掉使它上升，进行大胆的气球操纵。这些有趣的实验，甚至吸引了贵妇人和小姐们，她们也希望能乘坐气球上天消遣一番。

但是，氢气易爆燃，易散逸，它逐渐地被氦气所取代了。

1935 年，美国制造了“ 探险者 2 号 ”同温层气球，其中充填的就是氦气，它的容积达 15 万立方米，直径为 28 米，可以上升到 2.2 万米的高空，对宇宙射线、太阳光谱、对流层边界和地球凸度等进行考察。

今天，气球仍是科学家们进行科学研究的一种有用工具。例如，气象学家定期发放气象气球，利用它上面的探测仪器进行气象观测；甚至宇航员也将气球作为探测行星的重要工具呢！科学家可以从绕金星飞行的探测器上释放出气球，气球下吊装着探测仪器，它们在金星大气中飘浮，探测仪器将各种信息数据和拍摄到的照片传送到绕金星飞行的探测器，探测器再将这些信息数据和照片发回地球。

气球真是一种有用的飞行器啊！

飞艇的发明

气球在天空飞行，只能随风飘动。为了改变这种状况，人们开始了新的探索：能不能在气球上装一个动力装置？

于是，人们设法在气球吊篮上装一台发动机，并且带有螺旋桨，由此推动气球向前飞行。当时人们称这种飞艇为“ 可操纵的气球 ”。

这种飞艇从 19 世纪初起，首先在英国和法国兴起。1816 年，有两个瑞士人在英国设计了一艘飞艇，它的外形犹如一条鱼，但是没能飞上天。后来，一位名叫蒙克 · 梅森的英国人制造一个模型飞艇，它是用发条装置来驱动螺旋桨作为动力推动的。经过试验，这只模型真的飞了起来，速度每小时仅 8 千米。虽然梅森的飞艇模型不能载人，没有什么实用价值，但它却是飞艇发展史上的一个转折点。

1851 年，法国人亨利 · 吉法德设计制造了成了第一艘可操纵的飞艇，它的外形像一枝雪茄烟，飞艇长 44 米，直径 12 米，上面装有一台蒸汽发动机，用以驱动一个有 3 个螺旋叶的螺旋桨。

1852 年 9 月 24 日，他将庞大的飞艇运到了巴黎马戏场，准备在那里起飞。

一切准备就绪。

“ 预备，点火！ ”

刹时间，发动机隆隆响起，飞艇徐徐上升。

“ 祝你成功！祝你一帆风顺！ ”人们大声地祝贺道。

这一次,吉法德的飞艇以每小时 8 千米的速度飞到了 28 千米以外的特拉普斯。

以后，由于内燃机的发明，更使飞艇如虎添翼，对飞艇发展提供了动力保证。1872 年，奥地利人保罗 · 海因莱因操纵一艘使用内燃机推动的飞艇进

行了飞行，它的发动机是用煤气作为燃料的。

在飞艇的早期历史上，最成功的飞艇是由法国人于 1884 年设计的“法国”号，这艘飞艇长 51.8 米，速度达到了每小时 19.3 千米，而且可以全向操纵。

“法国”号的问世标志着法国在飞艇研究方面已处于领先地位，但是不久，由于一名飞艇天才的出现，才使领先地位让给了德国。这位飞艇天才就叫费迪南德·冯·齐伯林。

齐伯林于 1838 年 7 月 8 日出生于德国的一个伯爵家里。1857 年，19 岁的齐伯林参了军，在军队里工作了 30 年，当上了中将。以后他被解了职，回到了家里。人们以为他会从此隐姓埋名，不再干抛头露面的事。孰料，恰恰相反，齐伯林非但没有这样做，而是将自己的全部精力都投入到了飞行事业方面去了。

齐伯林开始设计一种新式飞艇，他相信这种飞艇的性能一定会优于以往的任何飞艇。

一晃两年时间过去了，齐伯林终于完成了设计工作。他想把自己两年的结晶献给他曾效力过的军事当局，谁料却遭到了拒绝，这可真伤了他的心。

于是，齐伯林决心自己建立一个公司，制造自己的飞艇。

齐伯林在康斯坦茨湖上建造了一个浮动工棚，开始制造“齐伯林式飞艇”。经过努力，第一艘庞大的飞艇终于造好了。

这艘飞艇是世界上第一艘硬式飞艇，它是用轻盈而坚固的铝制作骨架，外面包一层涂胶蒙皮，而以往的软式飞艇主要是依靠气囊内气体的压力来保持外形的。“齐伯林式飞艇”的客舱和气囊连接成一个整体，并且将大气囊分隔成许多小气囊，使其总面积达到 11300 立方米，总升力达到 13 吨，比当时流行的软式飞艇大五六倍！它的长度为 128 米，直径 11.73 米，由 2 台发动机提供动力。

1890 年 7 月 2 日，这是齐伯林终生难忘的日子，因为这一天他将试飞自己制造的飞艇。

一切准备妥当，齐伯林和其他 4 个人登上了飞艇，由齐伯林亲自驾驶，开动了发动机，顿时，轰轰轰的声音在飞艇周围响成一片……

飞艇徐徐上升，平缓地向前方驶去。第一艘“齐伯林式飞艇”试飞终于成功了，它在空中飞行了约 20 分钟。

第一艘飞艇试飞成功以后，齐伯林又在浮动工棚内对它进行了改进。3 个月后的 10 月 17 日，齐伯林又进行了第二次飞行。当时，围观者更多，其中还有一名年轻的新闻记者，名叫休戈·埃克内，他当时做梦也没有想到，日后他会成为齐伯林式飞艇的最成功的一名艇长。

5 年之后，第二艘齐伯林式飞艇问世了，它和第一艘非常相似，然而遗憾的是，它的第一次试飞失败了，而且差一点酿成一场灾难。1906 年 1 月，它又进行了第二次试飞，这次它飞行得相当出色，操纵灵便，高度达到 457 米，速度为每小时 53 千米。只是后来在空中有一台发动机发生了故障，才不得不进行迫降，在迫降过程中，飞艇受到了损坏。

在这以后，那位名叫埃克内的新闻记者在齐伯林的动员和鼓励下，也加入了飞行行列。几个月后，当第三艘飞艇建成以后，他当上了艇长，并进行了第一次成功的飞行，时间是在 1906 年 10 月 9 日。这次飞行可以说是非常成功的，在 2 个小时内飞行了 97 千米。

一次次的成功，使德国政府被这种飞艇深深地吸引住了，他们将“齐伯林式飞艇”用于军事、民航等方面，使之在第一次世界大战中立下了汗马功劳。

当时德国军队拥有一支称雄于世的飞艇部队，一位陆军少校向当局递交了一份从空中进攻英国的计划，建议用飞艇轰炸包括伦敦在内的英国东南沿海城市和工业中心。

1915 年 1 月 19 日，德国陆军上尉林纳茨首次率领齐伯林飞艇，从 1500 米高度飞抵英国东部地区进行空袭，但收效甚微。他从空中向英国投下一份“战书”：“英国佬听着，我们来过了，而且还要再来！你们不投降，就自取灭亡。”

英国人并不把它当回事，防空力量依然很薄弱。

当年 5 月 30 日夜晚，林纳茨上尉再次率队用飞艇轰炸伦敦。英国人探照灯不亮，高射炮不准，结果被德国飞艇炸死 7 人，炸伤 31 人，一些房屋被破坏，使得人们纷纷逃离市区，交通一片混乱。

英国人吸取了教训，加强了防空力量，还在伦敦东面设置了“阻塞气球”，就是将许多气球升到一定高度，用绳固定在地面，气球之间用铁索横向连结，再从铁索上垂下铁丝网，从而成为一道道空中屏障，用来阻止德国人的飞艇。

1937 年 5 月 6 日，当时世界上最大的“兴登堡”号飞艇在跨洋飞行到达目的地时，由于一气囊漏气，氢气点燃，发生大爆炸，人们对飞艇从此心惊胆颤；再加上更加先进的航空飞行器的问世，飞艇被淘汰了。

随着飞机时代的来临，人们逐渐地忘记了又大又慢的飞艇。

然而，由于现代新型轻质高强不透气材料的诞生，微电子技术的发展，以及对飞机节能省油的要求越来越高，古老的飞艇又重新受到了人们的青睐，世界各国都在重新研制新的飞艇。

美国正在试制的飞艇，长达 68 米，是用三种新型的化学纤维材料做的，它的气动控制系统、自动排气和稳定系统以及方向推进系统都采用了先进的微电子技术。这艘飞艇试制成功以后，美国计划进一步建造一艘更大的飞艇，长 130 米，高 46 米，能吊起一个三层的舱，其中有 12 名操作人员，配备 2 台柴油发动机和 1 台涡轮推动机。这艘飞艇当然是为军事目的而设计的，它是星球大战计划的一部分，将在 3048 米的高空处，悬吊起一个平台，安装一架巨大的雷达，作为对来犯的洲际导弹的远程警戒。

除了大型飞艇，人们还热衷于小型飞艇，它可以装载警察以便在空中监视地面交通，可以吊装商业广告，可用于电视转播体育比赛……。因为飞艇不需要用飞行维持升力，可以全天候飞行，而且不会被雷达发现。

目前，人们还在研制太阳能飞艇，它的全身部都覆盖着太阳能电池，由它提供电力来驱动；人们还要研制核动飞艇，携带几千克核燃料，就可以在空中滞留几个月甚至几年时间。

今日的飞艇和昔日的飞艇确实不可同日而语了。

滑翔机的诞生

早在古代，人们就盼望着能在空中自由飞翔。在国外，15 世纪意大利大发明家达·芬奇就曾设想过，人能不能像鸟一样在空中飞翔。为此，他还写出了题目为“鸟的飞行方法”的论文。

达·芬奇是一位富有想象力的科学家和艺术家，他先研究了鸟类振翅飞翔的情况，后来又研究了像蝙蝠那样的不拍打翅膀的滑翔方式，而且模仿蝙蝠设计了滑翔机，画出了图纸。

虽然达·芬奇在滑翔机研究方面已开了先河，然而后来研究空中飞行机械的人们，却把注意力集中在振翅机上，而研究滑翔机的人却较少。这样，滑翔机的研究进展缓慢。

18 世纪末，日本有位名叫幸吉的裱糊匠，捉到一只鸽子，他测量了鸽子的体重和翅膀大小的关系，并依此计算出人要在空中飞行时需要多大的翅膀才行。然后用竹和纸制成大翅膀，绑在身上飞行。这时，他的这一举动正好被前来观赏樱花的人们看见，以为来了腾云驾雾的妖怪，异常惊慌，纷纷逃散。当地官吏以扰乱社会治安的罪名，将他逮捕起来。

然而，正式开始研究滑翔机的是德国人奥托·利林塔尔。

利林塔尔出生在德国的一个商人家庭，从幼年起就梦想能像鸟儿一样在空中飞翔。但他认为，人在空中飞行，像鸟儿一样拍打着翅膀肯定是不行的；如果像鸟儿在空中停止拍打翅膀时静静滑翔，也许是可行的。

于是，他就开始研究滑翔机。起初，他制作了许多小模型进行研究。

1871 年，在他 23 岁时，为了给自己制作飞行的翅膀，利林塔尔进行了计算和实验，投入紧张的研究工作。随后，他就开始制作滑翔机实物。这种滑翔机的两只翅膀长达 7 米，用竹和藤作骨架，在骨架上缝着布。人的头部和双肩可以从两翅之间进入。另外，还装有尾翼。整个滑翔机重约 20 千克。

滑翔机的翅膀很像蝙蝠展开的双翼。利林塔尔把自己吊在滑翔机的翅膀上，从 15 米高的山冈上跳起。这时滑翔机随风轻轻飘在空中，像鸟儿展翅飞翔一样。接着，在 300 米外安全降落地面。这就是 1891 年滑翔机在世界上首次飞行的情况。

此后，利林塔尔更加热心研究滑翔机，在 5 年中先后进行了 2000 次以上的飞行试验。通过反复试验，他对滑翔机进行了多次改进。这些改进主要有这样几个方面：一是为了滑翔在飞行中保持机身平稳不摇，他利用所学的力学知识，对机身和翅膀的结构和尺寸进行了改进，获得了良好的效果；二是为了保证在没有迎面风的情况下，也能使滑翔机在空中飞行，他给滑翔机安装了 2.5 马力的发动机，作为无风飞行时的动力；三是在滑翔机上安装舵，以改变和控制飞行方向。

在没有给滑翔机装上发动机以前，科林塔尔先进行了带舵的滑翔机试验，以检查舵用来控制飞行方向的效能。

1896 年 8 月试验的那一天，风特别大，比以往任何一次试验时的风都大，滑翔机被风吹到 30 米的上空。这时，利林塔尔顺利地乘风使舵，控制着飞行的方向。突然一阵狂风从侧面吹来，转眼之间，滑翔机的巨大翅膀被折断了。紧接着，连人带机摔了下来，他受了重伤。第二天，利林塔尔留下了“ 如果没有牺牲，任何事情都不会成功 ”的遗言，离开了人间。当时，利林塔尔年纪已有 48 岁。

利林塔尔牺牲后，他的弟子、英国人皮尔彻继承了老师的事业。不久，皮尔彻乘滑翔机成功地飞越山谷，滑翔了 250 米的距离。在这架滑翔机上安装了降落用的车轮，使它飞行降落更安全。

为了完成利林塔尔生前未竟的事业，皮尔彻经过刻苦钻研，终于制成了带发动机的滑翔机。然而不幸的是，皮尔彻在试验这架滑翔机时发生事故，

于 1899 年去世。

利林塔尔的另一位弟子赫林，也一直在研究试验滑翔机。后来，他应美国滑翔机研究家夏纽特的邀请，到美国进行合作制成了滑翔机，并在美国密执安湖畔进行了飞行试验。这架滑翔机和利林塔尔的滑翔机形式相同。后来经过改进，制成了带上下复翼的滑翔机，同时还增添了水平尾翼和垂直尾翼。这种形式的滑翔机，就成了后来飞机的原型。

就在夏纽特和赫林制成滑翔机的同时，飞机的发明者美国莱特兄弟也研究制成了翼长 5.5 米的复翼滑翔机。

1900 年，莱特兄弟在基蒂霍克海岸试验了这架滑翔机。试验中，为保持机身水平，曾费了一番周折。1901 年，他们又给滑翔机安装了发动机和螺旋桨。这实际上为他们在 1903 年发明飞机创造了有利条件。

当时，在美国还有一位热心研究滑翔机的专家，名叫蒙哥马利。他和夏纽特、赫林一样，也制成了带水平尾翼和垂直的滑翔机，但主翼不是上下安装的复翼，而是一前一后排列的双翼。

1905 年，蒙哥马利将这架滑翔机用气球带到高空，然后从 1000 米的高空滑翔，结果成功地安全降落。由于他连续进行这种危险的试验，终于在 1911 年的一次坠机事故中，献出了生命。

虽然滑翔机的发明家们在为事业的奋斗中相继献身而去，然而他们奋不顾身的研究工作却取得了辉煌的成就，为飞机的出世吹响了前奏曲。

扑翼机之梦

飞机是本世纪最伟大的发明之一。当 1903 年美国莱特兄弟驾驶一架飞机，成功地飞上天空之后，人们才正式宣告：飞行之路终于畅通了。

但是，人们追寻这条路却花费了几千年的时间。这是一条艰难而曲折的路。你知道吗？人们当初刚刚迈开飞行的第一步，就走错了方向，真是出师不利。

开始人们想像鸟那样扑翼飞行，结果没有飞成。但人们从这种失败中吸取了教训，终于拨正了寻求飞行之路的航向。

大自然是人类最早启蒙老师，人类学习飞行的最早的老师就是大自然的昆虫和飞鸟。

昆虫是地球上第一批“飞行家”，它们的飞行史有 3 亿多年。据统计，自然界有 30 多种会飞的昆虫，它们尽管个体小，但飞得却极为出色，那高频扑动的翅膀，简直令肉眼难以追寻。

鸟类的出现，大约在 4000 万年前，现存的鸟类约有 8600 种，其中绝大多数都是出色的“飞行家”。扑翼飞行是鸟类最基本的飞行方式。有的鸟单位时间内翅膀扑动次数少，在空中悠闲自在地舞动着大翅；有的鸟翅膀扑动的频率十分高，有高超的本领搏击长空。

人们在想：要是自己也能长出双翅，不就可以像昆虫和飞鸟那样扑翼而飞吗？是的，人类世世代代都在寻找着这种模仿鸟儿飞行的方法。

早在 2400 多年前我国的春秋时代，能工巧匠鲁班，就用木头制造过鸟的模型，这就是传说中最早的人造鸟。史书上有的说它“飞了一天就坏了”，有的说它“飞了三天”。现今的航空史专家认为，这种模型充其量只是鸟的外形，说它能扑翼而飞是不可信的，因为至今人类也未曾制造出一种会不断

扑翼而飞的木鸟。

木鸟只不过是一种初级的飞鸟“模特儿”，人类盼望的是自身能展翅而飞。于是，就有了“羽人”的幻想。

早在三四千年前，亚洲西部的古赫梯国就有人雕出了一种带翼的人面狮身怪兽，它反映了古人就有长翼的愿望。3000 年前的叙利亚腓尼基人，也曾在铅盘上刻画出了长有翅膀的“羽人”。

在我国两千多年前的一本古地理书《山海经》中，曾描述了一个“羽民国”，那里的人长有像鸟一样的翅膀，能飞。这当然只是古人的幻想。我国山东省嘉祥县发掘出了一座距今 2000 年的东汉古墓,墓壁上画着许多长羽的人，他们有的长双翼，有的在地上干活，有的在天上飞。在这里，古人的幻想更形象化了。

喜爱幻想是人类极可贵的品质。有了这种品质，就会促使人类由幻想进入到科学的设计和实验，并随后亲自去实践自己的理想。

早在公元前 1000 年左右的古希腊神话中就有展翅而飞的传说。其中最著名的是伊卡尔和他父亲捷达尔飞行的故事。

捷达尔是希腊首都雅典一位有名的工匠，他为米诺斯国王在地中海的克里特岛上造了一座迷宫。国王为了保守迷宫的秘密，企图杀害他。他为了带儿子一起逃出海岛，便用蜡和鸟的羽毛做了两副翅膀，粘在两人的手上，然后扑动翅膀飞向天空。后来他的儿子由于飞得太高，阳光把翅膀上的蜡晒化了，掉人了地中海里，而他自己却飞到了意大利的西西里岛。这当然只是一种神话，但却反映了人类想用翅膀飞行的愿望。

我国东汉史学家班固写的一本古书《前汉书·王莽传》中，曾记载了一位飞人的真实故事。

故事中说，两千年前的西汉，在王莽当政时，他为了巩固自己的统治地位，宣布招募天下有奇异功能的人士。其中有一个人，声称自己能日飞千里，在空中窥视匈奴的情况。王莽就叫他当场试验。他于是把一对大鸟的翅膀绑在手上，然后在头上、身上都着上羽毛，从高楼扑翼而下。书中说他飞行了数百步，最后坠落到地面。这当然不是真正的扑翼飞行，连王莽也明知这种飞行没有用途，但他为了保持自己的面子，便留用了这个“飞人”。

在世界历史上，这样的飞行事例很多，但都以失败而告终。如公元 875 年，一个阿拉伯人全身着羽毛，从高台飞下，结果摔伤了。公元 1100 年，古罗马帝国首都君士坦丁堡有一个伊斯兰教徒，他用长袍的大袖子作翅膀，从一个高塔上飞下，结果摔死了。

尽管在学鸟扑翼而飞的道路上，留下了血的教训，但是人们追求扑翼飞行的壮志并没有消失，其中还有不少知名的科学家。

最著名的是 15 世纪意大利的天才艺术家和设计家达·芬奇。达·芬奇设计的扑翼机比他的前辈们做的要复杂得多，它的外形像一只燕子，有一双宽大的翅膀和一具三角形的尾羽。整个机械用一个丁字形的支架支撑着，人趴在支架上用手拉动双翅。可惜的是，这一设计图夹在他的书本里，当时并不为人们所知，当然更谈不上实用。直到几百年以后，有人才从他的书中发现了这个设计图，因此它只能作为一件文物而流传于世。

真正试验过扑翼机械的，恐怕要算法国的一位叫贝尼埃的锁匠。那是在公元 1670 年的时候，他制造了一种叫“飞行十字架”的扑翼机。这种机械是在一个十字形的支架上，各装一片可以扑的翼片，翼片用绳子和脚相连。飞

行时，把十字架扛在肩上，然后用脚驱动翼片，扑翼而飞。据说，贝尼埃曾用这种“飞行十字架”飞过一条小河。但现今的飞行家认为，这种飞行机械是难以飞成的。它的扑翼功能，也远远落后于达·芬奇的设计。说他飞过小河，那最多是条小溪，而且他决不会是靠扑翼的方式飞过河，很大的可能是利用了脚的冲力，冲过了小溪流。

后来，有许多人也尝试过各种扑翼飞行方式，但都纷纷以失败告终了。扑翼机失败的教训是沉痛的，但它同时也启发人们从其他途径寻求飞行之路。

扑翼机的失败促使飞行家去思考，到底是人造的扑翼机技术不到家，还是先天不足？经过长期的观察和研究，人们终于明白：扑翼飞行是鸟和飞虫得天独厚的“专利”，人造的机械望尘莫及。

鸟儿和昆虫在长期的进化过程中，整个生理构造都适应了扑翼飞行。

鸟儿和昆虫的翅膀扑动时频率是相当高的。而且自身重量越小的，翅膀扑动的频率越高，飞得就越好。小小的摇蚊在一秒钟里翅膀可以振动 900 次，密蜂的双翅每秒钟也可以振动 260 次。世界上最小的鸟——蜂鸟，它每秒钟翅膀扑动的次数约 50 次，而它的体重却只有两三克，因此在鸟类中它飞得最好，不仅飞得快，而且可以在空中悬停。鸽子飞得也不错，它的翅膀每秒钟扑动 5 次左右。体重较大的海鸥飞得较差，它每秒钟双翅扑动约 3 次。鹤的体重更大，扑动频率只有每秒一次，飞得就较笨了。

比起这些昆虫和鸟儿，人和机械的重量要远远大于前者，他们飞行的本领当然连鸵鸟也不如了。

扑动是一种很费劲的往复运动，需要足够的“原动力”，也就是要有强大的肌肉力量。鸟的胸肌发达，是效率极高的“天然发动机”。一只鸽只有 340 克左右重，但却能发出 0.0256 马力的功率，折合每公斤体重可以发出 55 瓦的功率。这对人来说，是远远达不到的，因为即使是一个优秀的运动员，在 0.3 秒钟内，只可以发出 1103 瓦的功率。但如果他的体重为 65 公斤的话，那么他每公斤体重只能发出 10 瓦左右的功率。相比之下，人的能耐不仅小得可怜，而且只能持续极短的时间。飞行机械的重量比人更大，因此，即使能造出好的发动机，也难以使它达到鸟那样扑翼飞行的效果。

鸟类的生理结构还有一个特点：骨头特别轻。它的骨头不但空心，而且实心的骨架也是像泡沫塑料那样，呈多孔状。同样体积的一段腿骨、鸟的比兽和人的要轻 1/3。而且鸟的胸骨特别发达，胸肌占全身重量的 1/5，这就为它的“发动机”提供了更多的燃料，更高的频率。人骨的重量不可能人为地减轻，飞行机械的构架蒙受尽管也可以采用空心或泡沫塑料式的构造，但分量还是非常重的。此外，它不仅要装备发动机和各种设备，还要装货和载人。

鸟类还拥有一个非常适合飞行的外型，从而使它飞行时阻力最小。鸟的整个身子像个梭子，是流线型的。飞行时，它的两脚会缩到腹部羽毛之内，保持外型平滑。这样的外形，是适合飞行的理想外形。人类没有这样的体形，当然飞行时的阻力就大。不过飞行机械倒可以仿照鸟的外形去设计。从这点看，人类学鸟那样扑翼飞行尽管是失败了，但是从鸟的外形来看，它倒是人类学习飞行的一个理想“模特儿”，它启示人们，未来的飞行机械的外形必定是鸟形的。

人类扑翼而飞虽然是走不通的，但从学鸟的外形作起，人类却闯出了一条可行的路子。

人力飞机

意大利的达·芬奇在 400 多年以前设计制造的“ 扑翼机 ” 试验失败以后，许多人认为，要靠人力飞 L 蓝天，真的比登天还要难，几乎是不可能实现的。可是，也有一部分人并不死心，他们百折不挠，屡败屡战，前赴后继，终于取得了成功，创造了人类航空史上的奇迹，造出了不依靠动力而只使用简单器械实现飞行的 “ 飞人 ” ——人力飞机。

远的且不说，这里仅说说最近半个世纪以来发生的几桩关于人力飞机的事情。

1936 年，有位叫海斯勒·维林吉尔的德国人，制造了一架 “ 自行车式 ” 的人力飞机，试飞时飞到了 5 米高，飞行了 450 米远，在空中飞行的时间达到 20 秒。

1959 年，一位名叫亨利·克瑞默的英国实业家为了奖励人们进行 “ 人力飞行 ”，特设了一项数额为 5000 英镑的奖金。其具体要求是：在离地面 3.05 米的空中，绕两根标杆（彼此相距 805 米）做一个 “ 8 ” 字形路线的飞行。两年以后，即 1961 年 11 月，英国南安普敦大学萨姆派克小组的海特菲尔德创制了 “ 海鸭号 ” 人力飞机；第二年即 1962 年，“ 海鸭号 ” 创造了飞行距离达 853 米的飞行纪录，但还未达到克瑞默规定的 “ 8 ” 字形飞行路线的要求。

过了几年，亨利·克瑞默又把奖金的数额先后提高到 10000 英镑和 15000 英镑，并且宣告：世界各国的人都有机会获得这一奖金，而不局限于英国人。

1972 年，英国皇家空军飞行上尉约翰·波特驾驶的 “ 丘比特号 ” 人力飞机，创造了飞行距离达 1071 米的纪录。

四年以后，即 1976 年 6 月，日本的木村秀政博士与东京大学的学生们一道，共同造出了一种 “ 鹳式 ” 人力飞机。这种人力飞机在试飞中完成了 180 ° 的大转弯飞行，从而在完成克瑞默规定的飞行方面从技术上有所突破，不过也还没有达到 “ 8 ” 字形飞行路线的要求。1977 年 1 月，“ 鹳式 ” 人力飞机在试飞中创造了平飞 2093.3 米的新纪录。这种人力飞机的着陆轮是一个直径 27 英寸的自行车轮子，它通过一条链子可将脚踏的能量传送到 2.5 米高处的螺旋桨推进器上，螺旋桨的转速可达每分钟 210 转，其飞行时速可达 30.9 千米。

就在这一年，即 1977 年 8 月 23 日，美国加利福尼亚州帕萨迪内市空间科学家保罗·麦克雷迪创制的 “ 蛛丝神鹰号 ” 人力飞机，由青年自行车运动员布赖恩·爱伦驾驶，只用了 7 分 27.5 秒的时间，飞完了 21738 米的距离，并胜利地完成了 “ 8 ” 字形航线的飞行，从而荣获克瑞默奖金。这种人力飞机的构架是由铝管制成的，用一根较长的传动链条将脚踏力矩传送到 3.66 米高处的螺旋推进器上。着陆轮一前一后，其直径只有 127 毫米。还设有一个控制盘，通过转动平衡器来控制偏航。此外还借助于离合杠杆弯曲机翼来实现转向。

麦克雷迪并没有就此而终止他的研制和试验工作，他决心要实现用人力飞机飞越 35 千米宽的英吉利海峡这一宿愿。他对自己的 “ 蛛丝神鹰号 ” 人力飞机从结构上做了一系列的改进。首先是尽可能减轻飞机的重量，用石墨纤维管取代轻质合金管，使机重从 32 千克降低到 25 千克左右，同时还使飞机的结构强度得到了提高。其次是减小机翼面积，使机翼的几何形状由宽变长，

同时降低了螺旋桨的转速，这样一来就使飞机在前进中所遇到的空气阻力减少了一半。第三是合理使用脚踏力——飞机上设有两套脚踏系统：其中一套通过塑料链条直接带动螺旋桨的齿轮；另一套塑料链条通往“力矩平衡器”，使飞行时速从 18 千米提高到 22 千米。改进后的人力飞机起名叫“轻灵信天翁”。

驾驶飞机的自行车运动员布赖恩·爱伦身高 1.82 米，他在通过长期的刻苦磨炼之后，有着惊人的体力和毅力。在 1979 年 6 月 12 日那天，爱伦在起飞前表现得非常的镇静和顽强。他驾驶着“轻灵信天翁”人力飞机，经过两小时 49 分的搏斗，于上午 8 点 40 分安全到达法国的格里斯内角海滩。1979 年 6 月 12 日在世界航空史上竖起了一块新的里程碑,它被人们誉为航空史上的奇迹而载入史册。

莱特兄弟与飞机

莱特兄弟是美国俄亥俄州代顿市人。哥哥韦伯·莱特生于 1867 年，弟弟奥佛·莱特比他小 4 岁。年幼时，父亲曾送给他俩一架用飞行陀螺制作的、用橡皮筋做动力的直升飞机玩具，兄弟俩爱不释手，依照着做了好几架。

由于家境贫困，兄弟俩都没有受到高等教育，只能靠修理自行车维持生计。原来，莱特的祖先 200 年前来到美国，而后创办了莱特股份有限公司，设计并生产了“开路牌”自行车。但是随着家境的日趋衰弱，到莱特兄弟俩这一代，早已今非昔比了。

后来，弟弟买了一台印刷机，开始了自己 10 多年平静的生活，哥哥没有超过弟弟，只能跟着弟弟忙于每周一期的报纸。第二年，弟弟同另外 3 个同事创办了日报。

1896 年，利林塔尔从滑翔机上摔死的时候，哥哥 29 岁，弟弟 25 岁，他们是从自己的报上得到这意外消息的，感到很难过。原来平时兄弟俩也十分热心飞行研究，经常阅读讨论有关飞行的报道和文献，关注着飞机研究的进程。虽然他们文化不高，但却勤于学习，善于钻研。

就在这时，一连串的飞行失败消息传了过来：1899 年，英国的皮尔彻因试飞失事丧命；此后，英国飞行专家马克沁试飞摔伤；接着，法国技师亚德制作的飞机在飞行中破碎……，但这一切都动摇不了兄弟俩的决心。

哥哥从利林塔尔处学习了成功的经验，着手对鸟的飞翔进行研究。他从家里的书架上取下了一本马耶博士写的书——《动物的结构》，这本书第一次描述了海鸥翅膀的运动情况，它激起了莱特兄弟的思考：如果鸟的身体能由翅膀来支撑，为什么人的身体就不能呢？

在 3 年的时间里，他们研究了能得到的所有的资料，然后又来到华盛顿。在那里，他们发现了另一个研究飞行的伙伴兰利，当时兰利已经制成了一架蒸汽动力模型飞机，并且飞行了 5.6 千米远。

兄弟俩认为，在空中如果要较好地控制飞机，首先必须弄清楚升力和重力的问题，因此他们和利林塔尔一样，开始对鹳进行研究。他们晚上学习德文、读书，白天则集中精力观察鹳的飞行。利林塔尔在书中写道：“每一只鸟都是一名奇技表演师，谁要飞行，谁就得模仿鸟。”

为了真正从鸟的飞行中得到启发，他们不顾一切地跑上荒山，仰卧在岩石上，一连几个小时一动不动地观察鸟的飞翔动作：它们怎样起飞？怎样盘

旋？怎样滑翔？每当他们从山上回来，就又急切地投入学习，他们学习数学、空气动力学，而且还全面总结前人失败的经验教训。

1900 年，莱特兄弟制成了他们的滑翔机。当时的滑翔机，最初的飞行都像放风筝似的，先用绳子在风中把滑翔机放起来，然后才能进入滑翔。如果想使滑翔机产生足够的升力，必须得有特别强劲的逆风。他们在美国的魏尔赫巴瑞尔取得进展之后，又选择了一个新的地点，是处于基蒂霍克比邻的海岸，从北卡罗莱纳大陆延伸到阿特兰蒂先一个古老半岛上的渔村。莱特第一次旅行到这里考察了一个星期。在这个试飞场，他们先是对滑翔机进行了无人试飞，试飞情况良好；于是，兄弟俩先后坐进他们的滑翔机，进行乘人试飞，结果仍然良好。

试飞的成功，大大鼓起了莱特兄弟的信心，他俩开始了连续的试飞试验。他们认为，虽然利林塔尔滑翔了 2000 多次，但从时间上算，在空中总共才 5 个多小时，应该说在空中的时间太少了。

而他俩从 1900 年到 1902 年之间，先后进行了 1000 多次滑翔飞行试验，获得了大量的宝贵数据，并且冒着生命危险揭示了空中急转、倾斜滑行、拐弯等一个个飞行奥秘。在这同时，他们还仔细观察了鸟类的飞行动作，注意到鸟类每当转弯时，往往会将翼尖和翼边转动和扭动，以保持身体的平衡。根据这些新发现，1902 年莱特兄弟又制成了翼端卷曲并装有活动方向舵的先进滑翔机。

1903 年，莱特兄弟在取得了大量滑翔飞行经验之后，计划往滑翔机上安装当时最先进的汽油活塞发动机。但是，安放多大的才合适呢？他们不清楚。于是，他们就一次次地往滑翔机上装砂袋进行实验，最后弄清了滑翔机的最大运载能力只有 90 千克，这就是说，安在滑翔机上的发动机不能超过 90 千克，可当时人们生产出来的最小的发动机也有 140 千克，怎么办？

兄弟俩在一位名叫狄拉的机械工人的帮助下,造出了一部重量为 70 千克的发动机。接着又试制了螺旋桨，这种螺旋桨细而长，和船上的完全不一样。

就这样，一架用轻质木料为骨架，帆布为基本材料的双翼飞机制造成功了，他们将它命名为“ 飞行者 ”号。这架飞机的双层机翼能提供升力，活动方向舵可以操纵升降和左右盘旋，发动机推动螺旋桨，驾驶者俯卧在下层主翼正中操纵飞机。

一直到这一年的 12 月 15 日，各种工作才准备完毕，当发动机开动时，飞机在长长的跑道上跑了起来，升起了 5 米多高，但不知何故，飞机的鼻轮落了下来。修理以后，于 12 月 17 日重新试飞。

没见过这次飞行的人们，仍然不相信莱特兄弟的飞机上天这个消息是真的，当记者把这一成功的消息发布给 21 家报馆后，只有 3 家报纸发表了这个消息。

莱特兄弟并没有气馁，他们回家又设计了第 2 架“ 飞行者 ”号，换用了性能较好的内燃发动机，这架飞机于 1904 年 5 月制造完成，并在他们的出生地代顿市以东大约 13 千米的赫夫曼大草原上进行试飞。他们一共进行了 105 次飞行，最长的持续飞行时间超过了 5 分钟，飞行距离达 4.4 千米。但是，他们碰到的一个严重问题是，在急转弯过程中，“ 飞行者 ”号操纵不灵，容易造成失速，并且失去控制。

当年冬天，兄弟俩制造了第 3 架“ 飞行者 ”号，在赫夫曼大草原上又进行了 50 次飞行。为了解决转弯失速的问题，他们把用于操纵机翼和方向舵的

钢索分隔开来，以便灵活操纵机翼和方向舵。经过这次改进，“ 飞行者 ”3 号便完全能进行机动飞行了——它能倾斜，能转弯，能轻松地绕圆圈，能按“ 8 ”字形飞行。1905 年 10 月 5 日，哥哥韦伯驾驶着这架飞机竟持续飞行了 38 分钟，航程 39 千米。

莱特兄弟确信“ 飞行器的时代终于来到了 ”，他们的“ 飞行者 ”3 号已经是一架可供实用的飞机了。他们深信飞机在军事侦察上很有用，便向美国陆军提供了他们的设计，但当局的反应却十分冷淡；他们又找英国政府谈判，同样令人失望，莱特兄弟这样要求英国政府：如果飞行器能按你们提出的条件飞行，英国政府必须购买；如果不能，政府可以不买。但英国当局却回答说：即使飞行器是成功的，政府也不负购买的责任！

由于美国和英国政府都不支持，莱特兄弟感到大失所望，他们决定停止所有的飞行，以防他人对自己的发明进行剽窃和模仿。

直到 1908 年 2 月,美国陆军作战部终于同意去观看莱特兄弟的一次正式试飞，3 月便达成了在美国制造莱特飞机的协议。

1908 年 8 月 8 日，哥哥韦伯到法国进行了第一次公开表演，这次飞行以及以后的几次飞行成了世界各国的头条新闻，受到了全世界的瞩目。“ 飞行者 ”号不仅打破了当时所有飞行器各项记录，而且还表明它是一种能爬高、倾斜、转弯，以及进行平稳转圆圈和“ 8 ”字飞行的飞机。

与此同时，弟弟奥佛在美国陆军举办的对比试飞中同样取得了成功，美国陆军向不同的设计者订购了 3 架飞机，只有莱特兄弟的“ 飞行者 ”号被陆军当局选中。但不幸的是，1908 年 9 月 17 日，弟弟驾驶的飞机载着一名陆军中尉升空，在飞行中发生事故坠毁，中尉摔死，弟弟受了重伤，这是世界上第一次飞机失事的空难事故。

莱特兄弟飞行表演所产生的影响是难以估量的，他们的成功，使人类终于有了飞机。

当有人请莱特兄弟发表感想时，他们意味深长地说：“ 我们知道只有一种鸟——鹦鹉能说会道，但它却不能高飞。 ”

人丁兴旺

云海骑兵

西方最早的用动力驱动的飞机是一种玩具直升飞机；人们知道的最早的直升飞机插图，是 14 世纪初期绘制的，因此这种直升飞机玩具的出现，比 14 世纪还要早得多。这种玩具是直接从风车（一种被动的螺旋桨）衍生出来的，但它却把风车的作用倒了个儿，把风车的翼板变成了一种主动的起推进作用的旋翼叶片。因此，它也是飞机螺桨的最初的模型。这种玩具有四个旋翼叶片，旋翼装在一个轴上，轴插在一个套筒里；轴上绕着一根长绳，绳子的头从套筒壁上的小孔拉出；猛拉绳子，轴就会迅速转动，使其高高地升起在空中。至今还有人玩这种玩具。

达·芬奇最先制造出有动力源的直升飞机模型（动力源是钟表的弹簧）；表面呈螺旋桨形。

在 1783 年发明气球后不久，就制造出了水平转动的直升飞机螺旋桨，从现在的观点看来，它就变成了一种真正的螺旋桨。布兰查得于 1784 年首先把这种螺旋桨用于气球，用手转动（但无效）。从此以后，为飞机设计和制作的螺旋桨模型不胜枚举。1852 年的吉法尔飞艇上曾使用螺旋桨，它是最先利用螺旋桨推进的足尺型载人飞行器。

直升飞机玩具在 17 和 18 世纪越来越普遍；1796 年，法国学者洛努瓦和比安弗尼，设计了一个用弓钻机械操作的双旋翼模型。这种模型为凯利于 1809 年所推广，此后经常为人们所仿制，竟成了制造直升飞机的人吸取灵感的主要泉源。在 19 世纪，有许多直升飞机的模型试飞成功。接着在 1907 年，在汽油发动机臻于完善之后，有两架载人的飞机成功地从地面上垂直起飞：布雷盖兄弟于 9 月在杜埃首先从地面垂直起飞，然而这次却名不符实，因为有人从地上使其稳定；科纽的双旋翼直升飞机于 11 月在利利克斯附近起飞，而这次飞行却没有外力的帮助。

直升飞机的发展通过了一个过渡阶段才达到实用阶段；过渡阶段的直升飞机是西埃瓦旋翼机，这种飞机于 1923 年开始试飞。西埃瓦看到，要研制成功一种实用的直升飞机，在动力装置和旋翼叶片的控制方面会遇到一些难以解决的问题。直升飞机本身靠旋翼产生升力，又靠旋翼推进；它不仅能垂直起落，还能悬停。因此，西埃瓦设计了一个正规的飞机骨架，在头部装上一台牵引式螺旋桨和发动机，然后在机身上装上能自由旋转的旋翼叶片，而不是装上普通的机翼。当飞机在螺旋桨的推动下前进时，旋翼叶片就飞速转动，给飞机提供升力。但是，通过离合器和发动机连接的旋翼，经过初步加速后脱离接触，这样，旋翼机便能在地面上滑跑数英尺之后冲向天空。它也能在陡度很大的情况下着陆，但不能垂直着陆和在空中悬停。

最初的完全实用的直升飞机，是德国人福克—阿赫格利斯研制成功的 FL—61 型。后来，西柯斯基又研制成功了 VS—300 型这种最早的单旋翼直升飞机。此后，直升飞机经历了长期的连续发展，终于成了一种新型的重要飞机。

直升飞机的发展虽然比飞机发展缓慢，但至今也发展到了第四代。换代的标志是发动机和旋翼材料这两个重要方面的进步。

从第一架直升机的诞生到 1955 年，这是第一代。这时直升机用的是活塞式发动机，旋翼是木质的。它飞行速度不快，大约只有每小时 200 公里左右；

使用寿命也不高，大约为 600 小时左右。如美国 1954 年生产的 S—58，虽然旋翼改成金属的，但发动机还是活塞式的。美国早期生产的贝尔—47 和前苏联早期生产的米—4 都是第一代的典型机种。

从 1956 年到 1965 年，第二代直升机出现了。它们普遍采用喷气式发动机，旋翼全都采用金属材料，速度达到每小时 250 公里，寿命增到 1200 小时。如 1961 年生产的米—4，旋翼就改为金属材料了。前苏联 1957 年生产的米—6，装有喷气发动机，旋翼材料为钢梁、金属面。1962 年试飞的米—8 也是喷气直升机，它的平飞速度为每小时 250 公里。其中 E 型是世界最重的武装直升机。1957 年美国将 S—58 改装喷气发动机，变成了第二代的 S—61，最大平飞速度可达每小时 267 公里。此外，第二代直升机在载重、飞行高度和飞行距离上也较第一代有所提高。如米—4 的最大戴重为 1740 千克，最大航程为 400 公里，而米—6 最大载重为 1.2 万千克，航程 600 多公里。S—58 起飞重量只有 5900 千克，升限为 2900 米高，而 S—61 起飞重量为 90635 千克，限为 3385 米高。法国 1962 年首次试飞的 SA—321“ 超黄蜂 ”，也是第二代直升机的代表机型，它最大起飞重量为 1.3 万千克，升限 4000 米，航程 800 公里，一次可飞 4 小时。

第三代直升机的主要改进是旋翼采用玻璃纤维材料，它的寿命更长，可达 3600 小时,速度可达每小时 300 公里。投产使用时间大约在 1966 年至 1975 年。代表机型有德国 1967 年试飞的 BO－105，它的旋翼桨叶用玻璃钢制作，具有很大的挠性，在试验时，经受住了比它正常载重大 10 倍的疲劳性能，而完好无缺。它超载总重可达 2300 公斤，速度为每小时 250 公里，升限为 4100 米，航程为 1000 公里，一次可飞 5 小时 45 分钟。英国和法国于 1971 年合作生产的“ 山猫 ”，桨叶叶尖是成型玻璃钢，桨叶则由玻璃钢做蒙皮、不锈钢为梁、蜂窝结构为芯。它最大起飞重量为 4 万多千克，最大速度为每小时 333 公里，升限为 3650 米，最大航程为 788 公里。

1976 年以后，直升机发展到第四代，它换代的标志是旋翼材料改用复合材料，寿命更高，速度可达每小时 350 公里。代表机型有美国生产的 S—70A。它的尾桨十字梁用的就是碳纤维复合材料，它不必用任何铰链，挠性好，寿命极高。美国 1976 年以后，将 BO－150 型机的桨叶改用复合材料等，变成了一种轻型运输直升机 YUH—61A，它在 70 年代后期成为美国陆军的新机种。

除了发动机和旋翼材料的改进外，新一代的直升机在重量和个体大小上，则向两极发展。向大型发展的，可以装载更重、更大的东西，如前苏联 1981 年展出的米—26，能载 20 吨重物，客运可载 100 人，是目前世界最大、最重、翼桨叶最多（8 片）的单旋翼直升机。向小型发展的，如目前正在研究的“ 空中摩托 ”小型单人直升机，总重量才有 100 千克，能飞 3000 米高。还有一种“ 旋翼 ”式微型直升机，一个人乘上它，可以向上下、左右、前后飞行，或停悬在空中。此外，总重在 10 吨左右的中型军用机，因为它兼具重型机的载重大、轻型机灵巧的优点，所以发展很快。

早期的直升机在军事上大多用在抢救、空降等方面。60 年代初，法国首次用直升机攻击地面目标。美国在越南战争中还进一步研究出一种专门用机枪攻击地面目标的 AH—1G 武装直升机,后来发展到用空地对导弹攻击地面目标的 AH—1Q。最近，美国还生产了一种装有最先进武器的新型直升机 AH—64，它号称是世界上最昂贵的武装直升机。

据最新报道，法国和德国也将合作研制一种“ 虎 ”式新型战斗直升机，

它的作战能力将优于目前任何一种军用直升机。

飞天乳母机

飞机在空中飞，不可能装太多的油，这样就影响航程；多装油，又影响有效载重。如果到地面加油，不但麻烦，而且会延误战机。于是，飞行家萌生了在空中加油的想法，就是用一种装满油的飞机，飞到空中去，对另一架飞行中的飞机加油。

飞机首次空中加油成功的事例，发生在 1922 年 9 月。美国一架 DH—4 飞机对另一架 DH—4 飞机加油成功。加油时，共飞行了 21 小时 19 分钟，飞了 3430 公里距离。这次加油成功，表明飞机进行加油是可行的，于是专用的加油机就出现了。

早在 40 年代中期，英国就研制出了一种用软管加油的飞机。开始是用轰炸机改装而成，它伸出一根软管，然后接到另一架飞机油箱中。加油机飞到被加油机上方，油通过软管加到飞机中。但当时的飞机是螺旋桨式，软管经常缠绕在桨叶上，影响加油，后来即使改用长线引出软管等办法，也不很理想。

第二次世界大战中和战后，尤其喷气机出现后，由于飞机耗油多，对加油要求就更为迫切，于是出现了一些先进的加油机。对加油机采用漏斗式出油管，接到被加油机受油管上，这样就安全可靠了。

美国、前苏联和英国等，都生产了先进的加油机。美国有 KC—135、KC—10A，前苏联有图—16、米亚—4，英国有“胜利者”等。

KC—135 原是美国 1954 年生产的运输机，后来改造成“同温层油船”加油机。这是一种涡扇喷气飞机，最大起飞重量 13 万多千克，一次可以供油 10 万多公升。B—52 轰炸机用它加两次油，就可以环球飞行一周。

KC—10A 是美国在 DC—10—30F 客机基础上研制而成的。DC—10—30F 是美国 1971 年开始试飞的一种宽机身客机，最大起飞重量高达 25 万多千克，改造成加油机 KC—10A 后，最大供油量可达 90 吨。它供油速度也快，每分钟达 5683 公升。

英国“胜利者”原是一种轰炸机，1952 年试飞，最大起飞重量 85 吨，改成加油机后，可载油 45 吨。

前苏联的图—16 原来也是一种轰炸机，1955 年交付使用。它的最大起飞重量为 7 万多千克；米亚—4 原是一种重型轰炸机，1957 年开始服役。它的最大起飞重量为 16 万多千克。

空中加油机主要用于军用飞机上，因为客机携带的油足够越洋飞行，所以目前旅客机都不用空中加油。由于战争的需要，各国对加油机都十分重视，单美国就有 500 架以上的加油机。从 1964 年 6 月至 1978 年 8 月，美国共出动 20 万架次空中加油机，空中加油达 90 亿磅。1982 年，英国和阿根廷之间的马岛战争爆发后，由于英国远离马岛，所以就采用空中加油机，对“鹞”式战斗机进行空中加油，使它一天能连续飞行 1.2 万公里，及时赶到目的地。而这些飞机用船装运到目的地的话，起码要一个多月的时间。这次战争使英国加深了对空中加油机重要性的认识，于是准备扩建空中加油部队。有的军事家甚至认为，空中加油是提高飞机作战效能的一个关键。

捣蛋专家机

隐身飞机是一种欺骗雷达，使雷达看不见的飞机。还有一种飞机也是专门欺骗雷达的，但是它的作用正好与隐身机相反。它故意制造“电子”假象，暴露在对方雷达面前，使雷达被它的“迷魂阵”弄得神魂颠倒，以为真的有飞机来，就发出攻击，结果使打击落空。这种施“迷魂阵”的飞机就是电子飞机，也叫电子对抗机。

电于飞机是现代电子战的主力之一,它是从 60 年代开始广泛用在各国空军部队的，例如在前苏联前线航空兵中，电子对抗机占作战飞机总数的 1/9；而在轰炸机部队中，电子对抗机占的比例还要大，约占 1/7 左右。

目前的电子对抗机大多都是用其他飞机改装而成的。美国有 EA—6B、F—105G、F—16B、EF—111A 等干扰机。前苏联有图—16H 和用雅克—28 改进的干扰机等。目前，我国也在研制电子对抗机。干扰的手段有两种：一种是消极的干扰，就是从飞机上撒下一些金属铝箔条。这些箔条只有几微米至几十微米厚，几毫米至几十毫米宽，一米至几米长。撒下后，铺盖成很大的面积。对方雷达的电波被箔条反射后，造成有大批飞机的假象。这些箔条在空中能停留一个多小时，等敌机出来攻击，撒箔条的飞机早跑掉了。近来研究制出一种玻璃纤维和尼龙丝箔条，停留时间更长，达几个小时，造成的假象保留时间更长了。另一种是积极的干扰，就是从电子干扰机上发出强烈的干扰信号，或假的信号，使敌方雷达被假信号欺骗而上当。

EA—6B 是美国 1971 年 1 月开始装备美国海军的专用电子对抗机。它是在美国 A—6 攻击机基础上改进而成的，它加长了机身，垂直尾翼上还加装了一个大型天线罩，两翼框架前端各有一个干扰天线，垂直尾翼两端、机翼两端、机尾也都装有天线。机上装有千扰系统、欺骗干扰系统、通讯干扰系统、干扰物投放器等，使它的干扰效率很高，它至今仍在部队发挥作用。F—105G 是在 F—105 战斗轰炸机基础上改进而成的。 F—16B 是在 F—16 的基础上改进而成的。 EF—111A 是 70 年代后期生产的先进干扰机，它的最高速度可达声速的 2.2 倍，航程达 4000 公里。它上面装备的电子设备重达 3 吨，这能及时鉴别敌方雷达信号特性，以便采用灵活的干扰方案。它上面除飞行员外，还专门配备了一名负责电子对抗的电子军官，是目前美军电子干扰的主力。

前苏联图—16H 是 1952 年试飞的轰炸机，雅克—28 是超音速轰炸截击机，1957 年试飞。它们改装电子对抗机后，先后在前苏军中服役。有消息说，前苏联还准备将先进的米格—23 和苏—24 战斗机改装成电子对抗机。

早在第二次世界大战的末期，英美联军就在多佛尔海峡对希特勒使用过电子干扰。1944 年，干扰机撒下的箔条，使德国雷达误认为大批飞机攻来，以致使希特勒上当，将部队调往多佛尔，而盟军却出其不意地在法国诺曼底半岛登陆。

在第三次中东战争中，以色列飞机对埃及雷达施放假信号，埃及导弹得到假的指令，结果导弹全部打空，未中目标。

无人机

无人驾驶飞机是机上没有驾驶人员的飞机。最早的无人驾驶飞机是通过无线电从地面遥控的，后来发展到在飞机上装有预先安排好程序的电脑，在

电脑控制下，飞机会按程序自动导航。

早在本世纪初，就有人提出利用无线电控制飞机是可能的。接着就出现了无线电遥控的飞机模型。30 年代，美国、英国和前苏联等国就造出较先进的无线电遥控飞机，并将这种飞机改装成靶机如美国的 OQ—19、PQ—8、英国的“蜂后”和前苏联的ΠO—2。

靶机就是供打靶的飞机。最早的打靶，是把模型飞机挂在线上，用两根支柱拉在空中，然后用线拉动模型，供打靶用。后来发展到在飞机尾部拖一个长长的口袋或旗子，这口袋和旗子就当靶子使，叫拖靶。这些靶子既不真实，也不安全。而靶机则可以模拟真实的飞机，训练效果较好。

在第二次世界大战期间，美国还研究过无人驾驶的轰炸机。当时是用轰炸机改造而成的，如在 B—17、B—24 轰炸机上安装自动控制系统，变成遥控式无人轰炸机。它先由驾驶员操纵一段时间，当进入攻击目标前，驾驶员跳伞离开飞机。以后，从另一架飞机上遥控它飞向目标，执行轰炸任务。可以看出，这种无人飞机并不全自动，使用起来还有一定局限。

50 年代以后，无人驾驶飞机有了较大的发展。在这之前，无人驾驶飞机大都是用有人驾驶的飞机改造而成的，而这时已经有了专门设计的无人驾驶的靶机了。而且，成功地制造出了无人驾驶的无人侦察机和研究机。这时，无人驾驶飞机的动力也由活塞式发动机，改为喷气式发动机了。

70 年代以来，由于电子仪器的微型化，使无人驾驶飞机发展进入了一个新时期。这时不只遥控式无人驾驶飞机性能更先进，而且有了程序控制的全自动式无人驾驶飞机、电视遥控的无人驾驶飞机和无人驾驶的电子对抗机。

如美国近年使用的高速遥控无人驾驶飞机“火烽”，就是性能较好、在世界上生产量最多的无人驾驶飞机。它早在 1951 年就开始进行滑翔飞行试验，接着又在新墨西哥州进行了动力飞行。这种飞机分两种型号，一种为空军型 Q—2A，另一种为海军型 KDA。以后逐步改型，如改型后的“火烽”Ⅰ型 BQM—34A，可以作为靶机，由飞机牵引升空；改造后的“火烽”Ⅱ型 BQM—34F 可以作无人驾驶侦察机，由地面发射架发射到空中或由空中母机投放到空中。后来，还改造成了能用数字控制的全自动的无人驾驶机。

美国曾多次使用“火烽”AQM—34R 和 AQM—34Q 无人电子侦察机，对东南亚和欧洲进行侦察。前苏联也曾经在中越边境多次使用图—95 无人电子侦察机进行侦察活动。美国 1958 年开始研制 BMA—72 无人电子对抗机。这种飞机实际是一种假目标，从雷达上看，它和 B—52 相似，是一种冒牌货。最近，无人驾驶作战机也投入了使用。如美国的 BGM—34A 无人攻击机可以自动发射导弹。此外，美国还生产出了 QH—50C 无人驾驶直升机，可以对潜艇发射鱼雷。

两栖雄鹰机

19 世纪末、20 世纪初正是航空历史上重要的一页，在这个时期，人类终于实现了飞上蓝天，展翅遨游的梦想。然而，飞机都是从陆地上起飞的，它有没有可能从水上起飞呢？有一个法国人亨利·法布尔却想到了这一点。

法布尔于 1882 年出生在法国的马赛市，这是一个濒临地中海风景优美的城市。小小年纪的法布尔就在他父亲的陪同下去看水上行驶着的各种各样的轮船，他父亲可是个造船能手哟！

“爸爸，船为什么会在水上跑呀？”小法布尔稚声稚气地问他父亲，他的小脑袋里藏着许许多多的为什么。

“噢，那是因为船上有螺旋桨，它推动着水，才使船向前跑的。”父亲用手指着远处的船，打着手势回答道。

“那么，爸爸，船为什么不会在天空中飞呀？”小法布尔指着天空，歪着头又问道。

“傻孩子，天空中飞的那叫飞机，轮船是不会飞到天上去的。”父亲爱抚着法布尔的头，朗朗大笑道。

“爸爸，我长大了造一艘能飞到天上去的船好吗？”

“好呀，那当然好。到那时，我和你一起坐在里面。”

父子俩的这一段对话，深深地印在了法布尔幼小的脑海里。长大以后，他果然没有忘记自己从小就萌发的志向，开始钻研起了造船的学问。开始，法布尔学的是工程学，后来转向了流体力学，这是一门专门和水打交道的学问，研究水流的种种奥秘。

1905 年，23 岁的法布尔从流体力学又转向了空气动力学。在研究空气动力学的过程中，法布尔又回想起小时候和父亲在地中海边的那一段对话。

“对呀，我为什么不用现在学到的知识来实现小时候的幻想呢？”于是，造一架水上飞机的计划摆上了法布尔的工作日程。

光阴似箭，一晃 4 年过去了。1909 年，法布尔利用研究空气动力学获得的知识，果然制造了一架飞机，这架与众不同的飞机，它身子下面装有 3 个浮筒，装有 3 台连接一副螺旋桨的发动机。然而，遗憾的是，这架水上飞机没有能够飞起来。

虽然，法布尔设计制造的第一架飞机并没有取得成功，但是，他并没有泄气，他仍然一如既往地忙碌着、工作着。

一方面，他抓紧时间查出这次的失败原因；另一方面，他又在着手准备再造一架新的水上飞机了。就在这一年的下半年，一架新设计的水上飞机制成了。

这第二架水上飞机的结构非常有趣：机身前面有一个浮筒，另外两个浮筒装在单翼机的机翼下面，机翼安装在飞机的后面；飞行员的座椅安装在纵梁上，而纵梁则将机翼和升降舵连接在一起；还有一台 36 千瓦的气缸旋转式发动机装在后面，驱动一副推进式螺旋桨。可以这么说，只有船舶制造世家出身的法布尔，才会有这样大胆的设想。这架飞机整个构架都是用木头制造的，浮筒是用胶合板制成的，弹性较好，它们能抵抗水上滑行时产生的撞击及降落时的震动。

1910 年 3 月 28 日，一清早，法布尔就穿着整洁的衣服来到到了靠近马赛的一个码头，初升的太阳照着水面和码头，也照在法布尔和这架水上飞机身上，一切都显得那么清新、宁静。

码头附近陆陆续续走来了一些围观者，他们中有法布尔的朋友、老师和亲属。

朋友们真诚预祝法布尔旗开得胜，马到成功。

此刻，水面上波光闪烁，风平浪静，正是试飞的好时候。法布尔坐进飞机，开启了发动机，一会儿，这架飞机便以每小时 55 千米的速度在水面上滑行起来，飞机滑行过的水面泛起阵阵白浪，然而，飞机却没能飞起来。

法布尔停下以后，检查了一下，认为并没有什么问题，决定第二次试飞。

飞起来了！飞起来了！第二次，法布尔驾驶的这架水上飞机飞离了水面，以每小时 60 千米的速度沿直线飞行了大约 500 米的距离，后来，随着发动机的关闭而安全地降落在水面上。

这天下午，法布尔邀请了一些政府官员前来观看他的飞行表演，一切都顺顺当当，漂漂亮亮。官员们都为法布尔的成功感到十分自豪，因为这第一架水上飞机就出现在法国的马赛市，作为马赛的官员当然引以为豪。

这一天，法布尔总共飞行了 4 次，其中一次，还进行了小坡度转弯飞行呢！

第二天，法布尔又继续驾驶着这架飞机，飞行了 6 千米的路程。

为了参加 1911 年 3 月在摩纳哥举办的一次规模盛大的船舶展览会，法布尔特地对这架水上飞机进行了改装，使它更鲜亮更美丽了，同时，他还邀请了一位经验丰富的飞行员作飞行表演。

前来参观展览会的人都被这架奇特的飞机吸引住了，人们驻足不前，不时小声议论着。

在展览会期间，水上飞机为参观者作了现场表演。第一次飞行非常成功，飞行员轻捷地从水面上起飞，在空中飞行了好长一段时间，又安全地降落下来，人们不禁热烈鼓掌，这对法布尔来说，真是最大的安慰了。

然而，意料不到的事发生了。在第二次飞行表演时，这位飞行员犯了一个严重的错误——他着陆时太靠近海岸了，结果，飞机掉进了拍岸的浪涛里，受到了严重的损坏。

这对法布尔来说打击太大了。从此他只得结束了这方面的工作，因为他已没有钱再投资造水上飞机了，然而，法布尔并没有因此从航空领域中销声匿迹，他开始集中精力为别的飞机去设计和制造浮筒了。

法布尔虽然没有给后来的航空发展作出更多的贡献，但是，他首创的水上飞机，却已使他名垂青史了。

格斗骑士机

1981 年，利比亚和美国在地中海上空发生的空战，是一场很典型的空中格斗。那年 8 月 19 日，利比亚空军的苏—22 双机和正在利比亚北海岸锡德拉湾进行军事演习的美国海军 F—14 双机相遇，激战 1 分钟。空战中，利比亚 1 号机先发射 AA—2“环礁”式红外制导空空导弹，未中，美国 F－141 号机摆脱来袭导弹后转向利比亚 2 号机，发射一枚“响尾蛇”导弹将其击落。扑了空的利比亚 1 号机企图再次转弯攻击美 2 号机，但美 2 号机以更小的转弯半径急转到其尾后咬住不放，并发射导弹击中利比亚 1 号机尾喷管，利机当即凌空爆炸。这次格斗战，双方都使用了空对空导弹，1 分钟的较量，美国 F－14 以 2：0 取胜。

空战（或称空中格斗）用的战斗机，也称歼击机，早年称驱逐机，用于在空中消灭敌机和其他飞航式空袭兵器。二次大战后一段时间，有些国家还研制了要地防空专用的截击机，对付敌轰炸机。但 60 年代以后，由于雷达、电子设备和武器系统的完善，截击机的任务已由战斗机完成，截击便不再发展。

战斗机的主要任务是与敌方战斗机进行空战，夺取空中优势；其次是拦截敌方轰炸机、战斗轰炸机、攻击机和巡航导弹；战斗机也具有一定的对地

攻击能力。

第一次世界大战时期，法国首先在飞机上安装机枪用于空战，随后出现了专门设计的战斗机。至第二次世界大战前夕，战斗机已由双翼木布结构过渡到单翼全金属结构，起落架由固定式发展成为可收放式，飞行阻力大大减小。二次大战中后期，世界著名的战斗机有美国 P－51“野马”；英国“喷火”“飓风”；前苏联的拉-7；德国的 Me－109， Fw－190 以及日本的“零式”等。它们都使用活塞发动机，有的速度达到 750 公里/小时，接近活塞发动机飞机的速度极限，升限达到 12000 米左右。二次大战将近结束时，德国和英国率先使用喷气式战斗机，但因为数量少、性能差，对战争的进程没有产生重大的影响，喷气式战斗机的普及是战后的事。战后战斗机领域的另一重大创新是完成了向超音速的过渡。

音速就是每秒飞行 340 米的速度。1945 年英国人试验了一种高速飞机，当速度接近音速时，机身破裂，机毁人亡，于是有人说“音速——像是面前的一堵障碍墙”。后来便出现了“音障”这个词儿。

为了突破音障，美国兰利研究中心做了大量的试验，并研制了一架叫 XS－1 的研究机试飞。这架飞机外形像个炮弹，第一次试飞时，是把它装进 B－29 轰炸机的弹舱中空投后起飞的。那是 1947 年 10 月 14 日，年仅 24 岁的查尔斯·耶格尔上尉坐进 XS-1 的座舱里驾驶了这个“炮弹”。当 B－29 爬高到 7600 多米高空投下 XS－1 后，耶格尔立刻起动发动机把飞机拉高，向上爬升，直爬到 11580 米时，才改平飞，然后关掉发动机开始俯冲。当速度达到马赫数 0.8 时，飞机强烈振动，马赫数越大，振动就越加剧，0.97，0.98……突然，飞机停止了强烈振动，后来 XS－1 的速度达到了马赫数 1.04——超过了音速！从此，人类的飞行不再受“音障”的限制了。此后到 1955 年 10 月，美国北美公司 F－100 在水平飞行中实现超音速飞行，中间又经过 8 年。

战斗机的特点是机动性好、速度快、火力强。从 50 年代战斗机实现超音速以来，它的发展先后经历了四代。

以 F－15 为代表的第三代战斗机是 60 年代末开始研制的，吸取了朝鲜、越南等局部战争的经验，强调空中机动性。70 年代开始大批装备部队，目前仍是很多国家的主要装备。这一代战斗机，高空最大速度可达 3000 公里/小时，超低空允许最大速度 1500 公里/小时，升限达 21 000 米左右，最大航程（不带副油箱）2000 公里，低空作战半径大于 800 公里。机动能力是现代战斗机的重要性能之一，从速度马赫数 0.9 增速到马赫数 2.0 约需 2.5 分钟，从海平面高度上升到 10000 米需 1.5 分钟。为适应现代空战特点，有的战斗机的瞬时转弯角速度能达到 30 度/秒。这些战斗机的武器多是兼有中、远程拦射导弹，近距格斗导弹和航空机炮。有些导弹兼有红外和雷达两种制导方式，同时挂在一架战斗机上可以适应不同作战对象和战场环境，大大提高了摧毁目标的概率。中、远程导弹，有的射程达 100 公里，向上发射可以攻击高度差 10～12 公里的目标，向下发射不受地面杂波干扰，机载火力控制系统能控制多枚空空导弹同时攻击 4～6 个目标。有些战斗机可挂数吨炸弹或各种空对地导弹，具有很强的对地攻击能力，总的作战能力大于以前的轻型轰炸机。

80 年代开始，美国、前苏联、欧洲一些国家开始研制第四代战斗机，将于 21 世纪初开始投人使用。一般讲，第四代战斗机具有下列先进性能：良好的隐身性能、超音速巡航飞行能力、高机动性和敏捷性、短距起落能力。

目前号称第四代战斗机中，美国 F－22 最具代表性。它的隐身特征，除适度仿效已经研制成功的 F－117A 战斗机采用特殊气动布局外，更多地得益于广泛使用复合材料，还破天荒地将外挂武器全部藏在机体内，大大缩小了雷达反射截面积。据称，F－22 雷达反射截面积仅 0.08 平方米，是 F－15 的 1/75。超音速巡航能力来自两台推力大、重量轻、油耗低的 F－119 变循环涡轮风扇发动机，推重比达到 10。由于推力大，不需使用加力燃烧，就可进行超音速飞行，并能以 1.5 倍音速飞行 30 分钟，再借助先进的火控设备，为先发现、先发射、速战速决创造了条件。F－22 的发动机采用与飞行控制系统交联的可转向二元尾喷管，有效地改善了飞机的垂直机动性，喷口内的反推力装置还大大改善了着陆性能，使飞机可以在 500 米以内着陆。

俄罗斯的米格—37 是为了对付美国 F－22 研制的，据称气动布局与 F-22 相似，采用双垂尾和翼身融合方案，对隐身性能和飞行性能进行了最佳折中和协调。广泛使用复合材料和雷达吸波材料，使飞机具有雷达、红外和目视低可见度特征。由于采用了新的气动设计技术和新型发动机，将具有超音速巡航能力。该机还将装推力矢量喷管，以提高其机动性能，机内装有多种空空导弹和新型相控阵火控雷达。鉴于俄罗斯目前经济形势十分困难，试飞日期一再推迟。

其他几种新研制的第四代战斗机，如 EF2000 欧洲战斗机、法国“ 阵风 ”战斗机、瑞典 JAS39 等，比第三代战斗机性能有较大改善，但还不具有隐身、超音速巡航等关键性能，因此严格地说够不上第四代，有人称它们是“ 三代半 ”或“ 准第四代 ”战斗机。

在当前战斗机发展中，还有一个值得重视的趋势，即以较少的投入，利用迅速发展的机载电子系统和武器装备，对现役中的战斗机进行改进，使其延长服役寿命和提高作战效能。例如美国海军用 7 年半时间、耗资 31 亿美元对 F/A—18 改型，使飞机的尺寸加大 25%，航程增加，续航时间加长，武器和燃油载荷大大增加，生存力改善。计划到 2015 年共采购 1000 架，成为 21 世纪的主力战斗机。俄罗斯正在苏-27 的基础上研制苏-35，主要改进是加装全动鸭式前翼、更新发动机和机载电子设备、提高武器挂载能力。据称，其机载雷达对空目标的探测能力可达 400 公里，能同时跟踪 15 个目标，并能制导空空导弹同时攻击 6 个目标。此外，苏 -35 还有迄今各战斗机都没有的“ 越肩发射 ”能力，即依靠雷达和火控系统制导导弹攻击机后目标，这将对未来空战产生重大影响。

我国航空工业从 50 年代中期起已经研制多种歼击机，包括 1956 年 7 月试飞成功的歼-5、1958 年首次试飞的歼-6 单座双发超音速歼击机、1966 年 1 月试飞的歼-7 单座单发轻型超音速歼击机和 1969 年 7 月首次试飞的歼-8Ⅱ型，1995 年 10 月在北京航空博览会期间，又首次披露了最新改型机歼-8ⅡM 歼击机，歼-8ⅡM 配装了先进的脉冲多普勒“ 甲虫 ”－8Ⅱ雷达，具有上视和下视能力，能携带和制导中程拦射空对空导弹和发射后不管导弹，可执行多种作战任务，包括防空作战、对地攻击、空中遮断、战场支援、护航作战、空中监视等。

空中间谍机

1973 年 10 月，以色列从美国买去的先进战斗机，一下子被阿拉伯国家

从前苏联得到的地对空导弹打下了 40 架。为什么打得这么准呢？据说是前苏联的先进雷达运到了阿拉伯，这种雷达把美国的战斗机“看”得清清楚楚，当然就百发百中了，有了这次教训，美国决心生产出一种雷达“看不见”的飞机来，这种飞机就是隐身飞机。

飞机飞得快，靠肉眼看是不行的，得用雷达来观察。雷达发射电波，电波从飞机上反射回来。雷达接收到了反射波，就会把飞机的“原形”在屏幕上显示出来。因此，要使飞机隐身，就得想办法使电波反射不回去。

一种办法是改进飞机的外形，使它表面非常平滑，机身机翼融为一体，这样电波就不易反射了。早在 50 年前，曾出现过一种飞机，这种飞行器只有机翼。如 1943 年前，美国制造过世界上最大的飞翼 XB—35。1946 年又研制出了喷气式飞翼 Y8－49。它们都是战斗机。这种飞行器表面很平滑，所以有人认为隐身机应该具有这样的外形。

还有其他办法，如在机体表面涂一层能吸收电波的材料或用非金属材料来制造机体等等。

隐身方法并不保密，但制造起来很复杂，所以各国都在秘密地研制。1978 年，美国就开始在侦察机上使用隐身术。1980 年，美国一架侦察机在法国上空要求加油。但它在空中时，雷达未发现它，只好请它降到地面来加油。到地面后，人们才发现这是一架具有一定隐身性能的飞机，这架飞机就是大名鼎鼎的“黑鸟”SR—71。

接着，美国又在轰炸机上采用隐身术。1978 年试飞的 B—1 轰炸机，它的变后掠机翼和机身融合在一起，具有较好的隐身性能。这也是它与过去生产的 B—52 轰炸机很不相同的地方。据资料介绍，B—1 反射电波后得到的雷达图像清晰度只有 B—52 的二十分之一。紧接着，美国又对这种飞机采取了更进一步的隐形，从而设计了一种改型机 B—1B。据说，B—1B 反射电波后得到的雷达图像清晰度只有 B—52 的百分之一。后来，美国诺斯罗普公司又制造了一种 B—2 隐身轰炸机。1988 年 11 月 28 日，这架飞机公开亮相，它的外形很像一只飞翼，机身长仅 20.8 米，而机翼展开宽达 51.6 米，可在接近声速的情况下飞行。它的隐形性能比 B—1B 更好。但由于前苏联解体，美国削减军费，1992 年 1 月 28 日，布什总统宣布停止生产 B—2 机。

美国 1988 年 11 月 10 日，在 B—2 亮相前，还证实它生产了一种隐身战斗机 F—117A。它是由德公司生产的。它的外形呈多角锥体形，可使雷达反射的回波减少到最低。此外，美国还研制了 YF—22A 和 YF—223A 隐身战斗机、C—17 隐身运输机、A—12 隐身轰炸机和隐身直升机。

前苏联、日本、英国、前联邦德国和以色列等国家也早就开始了隐身飞机的研究。前联邦德国曾提出过隐身攻击机的方案。前苏联的隐身飞机也进入定型阶段。隐身飞机的秘密正在被揭开。

首席指挥机

有一种飞机，它的机身上部装有一个圆盘似的东西，就好像长了一个蘑菇。这是什么飞机？圆盘上装的又是什么东西？原来这是一种预警机，圆盘里装的是雷达天线。

预警机实际上是一种更高明的侦察机，它侦察的工具不是光学设备或声纳装置，而是雷达。预警机更高明的地方是，它有“预先警戒”的作用，也

就是说，当敌机刚刚出现在雷达的“视线”上时，不等敌机飞到身边，就能提早发现。它不光能侦察敌机，而且机上的电子设备会把侦察来的情况加以分析，并发出指挥信号，指挥自己的战斗机去打击敌机。

预警机是在第二次世界大战后才出现的，大约有四五十年的历史。早在1945 年，美国海军就在一架鱼雷轰炸机上装了一部雷达，变成一架有一定预警作用的 TBM—3W 观察机。后来又在一架 AF—2W 飞机上，装了一部更好的雷达，探测能力更强了。接着又对“空中袭击者”号飞机进行改装，除了机内装有雷达外，而且把天线伸到机身下面的外边，这就是预警机的雏型。

50 年代中期，美国在一架大型反潜飞机机身上方，安装了一个天线，变成了 E—1B 机，这就是最早的预警机。50 年代末期，美国的预警机开始成熟，研制成 E—2 系列预警机。这种飞机仅机身上方安装了天线，而且天线可以在360 度范围内旋转，以搜寻四面八方的目标。同时，机身内还装了复杂的电子设备，设备重达 5 吨。后来，这种预警机又进行了多次改进，改进而成的 E—2C 可以探测到 400 公里范围的目标。它可以同时跟踪近 300 个目标，引导上百架战斗机去攻击目标。

由于预警机实际上是大型飞机和圆盘结合的产物，所以除美国的 E—2 是专门设计的以外，其他的预警机大都是用运输机改装而成的。运输机“肚子”大，可以装许多电子设备；运输机飞行时间长，可以进行长时间观察、跟踪。如美国的 E—1B 就是用 C—1 运输机改装成的。前苏联在 50 年代末期，也曾把图—114 客机改造成图—126 空中预警机。这种飞机在 1971 年，曾多次指挥印度飞机低空飞入巴基斯坦活动。

60 年代中期，预警机又得到了新的发展，发展的标志是预警和指挥系统有机地结合在一起，性能大大提高。代表机种是美国用波音 707 客机改装的 E—4 预警机。它可以测到 400 公里的范围，可以跟踪 600 个目标，是目前世界上最先进的预警机。

目前，还有日本、以色列和英国等国家在研究预警机。英国 70 年代研制了“猎迷”预警机。英国还对直升机作了改装成预警机的试验。目前美国正在研制更先进的 E—4 预警机。前苏联也计划把伊尔—76、伊尔—86 改装成更先进的预警机。估计，未来的预警机可能将天线移到机内，以减少空气的阻力，这样，它身上就不会再长“蘑菇”了。

多才多艺轻型机

现代大型旅客机客舱分上、下两层，宽敞得像影院。但也有向小型化发展的，这就是轻型飞机。它身材小巧，轻得只能容纳几个人，是航空队伍里的“轻骑兵”。

轻型飞机是从 30 年代开始发展起来的，50 年以后发展更是突飞猛进。它的特点是构造简单、轻巧、造价低、行动方便，其中较大的可以载 10 人左右，可以从事探矿、救灾和短途运输作业；而较小的，只能载 2 至 4 人，一般用来进行比赛、表演和游览。

轻型飞机一般速度不快，所以大都采用螺旋桨式发动机，机翼也大都采用平直翼。

美国赛斯纳公司设计了一系列造价便宜的单发动机轻型飞机，如“赛斯纳”150、182、210 等，它们都是上单翼，带有滑撬，可在水上起落。而赛

斯纳“农用马车”则采用下单翼，可进行喷洒农田等作业。美国“比奇”35，则是一种带V字型尾翼的小型旅行机，可载4—6人，时速为338公里。派帕公司生产的PA—28也是下单翼游览机，时速为237公里，可戴4人。PA—18是上单翼机，只能载1人。PA—38是下单翼教练机，它的尾翼是T字型，可载2人。美国还生产了一种“彼得氏—S—2A”比赛机，在世界比赛中盛行一时。轻型飞机中也有双发动机的。赛斯纳310和洛克韦尔980就是两种这样的轻型机，可载6人左右。美国还生产了一种喷气式轻型机，可以载14人。

西方轻型机的发展比较快，除美国外，许多国家都热衷于生产轻型机，有的轻型机还是个人生产的，其中如法国的“拉利”，可载4人，时速为275公里；德国的RS—180，也可载4人，时速为235公里；日本的“富士”FA—200，亦可载4人，时速为234公里。以上都采用单发动机。英国的B206则是双发动机，可载8人，时速为415公里。

60年代以来，许多人自己动手制造小型飞机。在西方，一种“家庭造飞机”活动在一些先进国家普及开来。1986年12月14日，美国伯特设计的一架双机身轻型机“旅行者”准备进行一次史无前例的环球飞行。伯特的哥哥迪克·鲁坦及珍娜·耶格尔2人，乘这架自制的轻型机经过9昼夜的连续飞行，创造了飞行40 407公里的长途飞行世界纪录。

我国的轻型飞机研制也在发展中。1975年，我国研制的Y—11轻型机首次试飞成功，这是一种上单翼小型多用途机，带有双发动机，可用于农业、林业和地质勘探等作业中。

70年代以来，又出现了超轻型飞机，而且发展迅速。目前全世界有40多家公司在生产这种飞机，年产量达1.8万架。我国也研制了“蜜蜂”2号和W5、W6“蜻蜓”超轻型飞机。1985年，我国第一架超轻型水上飞机“普蓝”号试飞成功。

银鹰内功

飞机机翼

气球、飞艇等轻于空气的飞行器是靠空气的浮力升空的，那么重于空气的飞行器飞机、直升机等是靠什么上天的呢？它们是靠在空气中运动时产生的升力（也叫空气动力）飞上天空的。

机翼产生升力的奥秘在于机翼在运动时上下表面气流流速不同，上表面流速快，压力小，下表面流速慢，压力大，这个压力差就使得机翼产生向上的升力。

具体地说，机翼不是一块平板，而是从前缘到后缘厚度不同的曲面体。如果把机翼平行飞机对称面切一刀，露出的切面就是翼剖面，或者叫翼型。翼型前缘厚、较圆滑，后缘薄、较尖锐。机翼上表面弯度大，而下表面比较平坦。飞机在空气中运动时，气流流过机翼上表面的路程长、压力低，流过下表面的路程短、压力高。由于上下翼表面的压力差而产生的把机翼举起来的力，就是升力。当飞机以某一仰角（指机翼前后缘连线与气流方向的夹角）飞行时，上下机翼表面流速差更大，升力也加大。当机翼产生的升力克服了飞机的重力时，飞机就腾空而起了。

人类在多年的研究中发现，机翼翼型对升力的大小有很大的关系，因此研究出形状各异的翼型，供不同的飞机选用。

翼型按使用的速度范围不同，可以分为低速翼型、亚音速翼型、跨音速翼型和超音速翼型。

足够的升力是保持飞机飞行的必要条件。在高速飞行时，升力一般够用，但在低速，特别是在起飞着陆时，由于速度小而升力不足，有必要采取增加升力的措施，主要是加装各式襟翼。

襟翼平时像“衣襟”那样附着在机翼的前缘或后缘，只在飞机起飞或着陆时才放下或打开，使机翼面积增大，或者使机翼弯度加大，这样，上翼面会有更大的流速，从而增大机翼的升力，使飞机在较低的速度下能飞离地面或安全着陆，这样就可以大大缩短跑道长度，提高飞机的安全性能。襟翼的种类很多，主要有简单襟翼（增大机翼弯度），开裂襟翼（增大弯度），后退开缝襟翼（增大弯度、面积、改善气流），双缝襟翼（增大弯度、面积，改善气流），后退襟翼（增大面积，弯度），前缘襟翼（增大弯度），前缘开缝襟翼（改善气流，增大面积、弯度），克鲁格襟翼（增大弯度、面积）。

飞机在空气中飞行，作用于飞行器上的空气动力还有一个平行飞行方向的分力，叫阻力。阻力指向后方，阻碍飞行。要让飞机持续飞行，必须由发动机产生足够的推动力或拉力，用以克服阻力。显然减小阻力对提高飞行速度、节省燃油是有利的。空气动力学和飞机的气动力布局方面的许多重大成就，都是着眼于减小阻力。以机身为例，迎风面积应减到最小，表面应光滑，形状应流线化而没有突角和缝隙，以便尽可能减小阻力。高速飞机机身设计采用“跨音速面积律”，即把机身中部做成蜂腰形，有助于降低阻力和提高速度。

近年来很多民航机机翼的端部加装了一组直立的小翼面，称为翼梢小翼，这就是一种用来减小飞机机翼诱导阻力的手段。试验表明，机翼的展弦比（机翼翼展与平均弦长之比）越大，诱导阻力越小，但是过大的展弦比会

使机翼太重，因而增大机翼展弦比有一定的限度。采用翼梢小翼能起到增大展弦比的作用，使全机诱导阻力减少 20%～25%，相当于升阻比提高 7%，因此，不少运输机都采用翼梢小翼，作为提高飞行经济性、节省燃油的先进气动力设计措施。

外形结构

1908 年，当法国财团打算购买莱特飞机的专利，并邀请莱特兄弟做飞行表演时，哥哥威尔伯是“提”着飞机从美国去法国的。他把一架新飞机拆散分装在了几个板条箱里。如今的飞机可就提不走了，它四肢齐备、五脏俱全，结构非常复杂。

飞机是由机身、机翼和尾翼、起落架、动力装置、操纵系统和各种机载设备等主要部件组成的。

机身　处于飞机的中心，用于容纳人员、货物和各种设备，连接飞机其他部件。早期飞机只有骨架，没有蒙皮。现代飞机通常是铝合金制成的圆形或椭圆形长筒机身，由框架、桥梁和桁条组成，外面覆以铝合金蒙皮。有一种没有专门机身的飞机，全部人员、货物、燃油等都装在机翼里，称为“飞翼”。

机翼　是用以产生升力的部件，有的飞机的机翼里面要安装油箱、机炮、起落架和发动机。在机翼后缘外侧一般有副翼，前缘和后缘内侧有各种襟翼，用以增加升力或改变升力的分布。尾翼通常在飞机尾部，分水平和垂直尾翼两部分。水平尾翼一般由固定的水平安定面和活动的升降舵组成；垂直尾翼由固定的垂直安定面和活动的方向舵组成。

起落架　是飞机起飞、着陆滑跑和在地面停放、滑行中支持飞机的装置，一般由承力支柱、减震器、带刹车的机轮（或滑撬、滑筒）以及收放机构组成。起落装置按构造大体分固定式和收放式两种。根据在飞机上位置的安排又可分为后三点式、前三点式和自行车等几种基本型式。在低速飞机上可以采用不收放的固定式起落架，以减轻重量和结构复杂程度；现代高速飞机多采用可收放的起落架，以减小飞行中的阻力。

动力装置　包括产生推力或拉力的发动机，以及保证发动机正常工作所需的附件或系统。动力装置分为活塞式和喷气式两大类。

操纵系统　是传动操纵指令、驱动舵面或其他有关装置的所有部件的总称，用来实现对飞行轨迹、姿态、速度、气动外形等的控制。

机翼后缘的襟副翼、尾翼的方向舵和升降舵合在一起称为操纵面。飞行员利用手握驾驶杆和脚蹬舵，就可以使飞机改变飞行姿态，上升、下降、转弯，还可以做出翻筋斗、滚翻等复杂的特技动作。驾驶员前推或后拉驾驶杆，可带动升降舵下偏或上偏，使飞机下俯或上仰。向左或右压驾驶杆（或转动驾驶盘）则带动副翼偏转，使飞机向左侧或右侧滚转。脚蹬连着方向舵，驾驶员蹬左脚时方向舵向左偏转，机头向左偏；反之，机头向右偏。

早期的飞机采用上面讲的由驾驶杆、脚蹬、拉杆、摇臂组成的人工操纵系统，并配有各种助力系统、增稳装置和自动驾驶仪等，以改善飞机的操纵性和稳定性。现代飞机已逐步采用电传操纵系统，即用电子线路取代驾驶杆到助力器之间的机械元件，完全摆脱了机械信号，具有重量轻、精度高、易与火控系统和动力系统交联、便于控制更多的操纵面等优点，明显地改善了

飞机的飞行品质。A320、波音 757 和 767 等客机首先采用电传操纵系统控制机翼上的缝翼、襟翼、扰流板等活动面，A320 客机于 1988 年成为第一个全面采用电传操纵系统的客机。预计今后会有越来越多的飞机采用电传操纵系统。

飞机心脏

发动机为各种飞行器提供动力，所以人们常说：“发动机是飞机的心脏”。

早期的飞机使用活塞式发动机，但由于活塞式发动机功率和螺旋桨效率满足不了继续增速、突破音障和提高升限的需要，人们开始加紧研制喷气式发动机。

其实，早在 1791 年已出现燃气轮机设计方案，20 世纪产生了喷气推进理论，但是很长时间内叶轮的效率太低，不可能造出实用的涡轮喷气发动机。英国人弗兰克·惠特尔于 1930 年 1 月取得了涡轮发动机专利。而德国帕布尔斯特·冯·奥海因却后来居上，在 1937 年 3 月研制成功推力为 5 千牛的 HeS—3B 轴流式喷气发动机。1939 年 8 月 27 日，装此发动机的 He—178 飞机试飞成功，最大速度为 700 公里/小时，成为世界上第一架成功飞行的喷气飞机。惠特尔的离心式涡喷气发动机于 1937 年 4 月 12 日试制成功。1941 年 5 月 15 日装有 W—1 发动机的 E28/39 喷气机试飞成功。

现代飞机大多数使用喷气发动机，那么喷气发动机是怎么回事呢？

喷气发动机可以分为火箭发动机和空气喷气发动机两大类。前者主要用于火箭、人造卫星和宇宙飞船，后者用于飞机。空气喷气发动机是利用空气中的氧和燃料进行燃烧所得的燃气作为工作介质的动力装置。这种发动机在工作时，空气进入燃烧室之前先行压缩，然后进入燃烧室与雾化了的燃料混合燃烧，成为具有很大能量的高温燃气，以高速从喷口向外喷出，使发动机产生推力。

空气喷气发动机又按空气压缩方法的不同分为无压缩器式和有压缩器式两种。无压缩器式包括冲压喷气发动机和脉冲喷气发动机。有压缩器的包括涡轮喷气发动机、涡轮风扇发动机、涡轮螺旋桨发动机和涡轮轴发动机，它们广泛用于各种飞机和直升机。

涡轮喷气发动机　主要由压气机、燃料混合燃烧室、涡轮及喷管等组成。在这种发动机中，涡轮带动压气机旋转，使进入发动机的空气增压后与燃料混合燃烧，燃气经尾喷管高速排出获得反作用推力。目前使用的有离心式（靠离心力压气）和轴流式（气流方向基本上与前后轴线相平行）涡轮喷气发动机。为了在短时间内增加发动机的最大推力，有的发动机在涡轮后面装有加力燃烧管，进行喷油复燃，通常可增加最大推力 30%～70%。涡轮喷气发动机广泛用作军用飞机的动力装置。

涡轮风扇发动机又称内外涵发动机，它在普通的涡轮喷气发动机的基础上加装了由涡轮带动的风扇和一个外涵道。这种发动工作的特点是：空气分两路进入发动机，一路通过内涵道（核心发动机），另一路进入外涵道，两路气流通过各自的喷管或在混合室内掺混后通过共同喷管排出，产生推力。与涡轮喷气发动机相比，涡轮风扇发动机具有更大的空气流量和较低的喷管喷射速度，因而推进效率及经济性等都显著提高。外涵道与内涵道空气质量流量的比值叫涵道比。通常小涵道比涡扇发动机主要用于战斗机、战斗轰炸

机和攻击机；大涵道比涡扇发动机用于客机和运输机。

涡轮螺旋桨发动机　简称涡桨发动机，是用燃气涡轮带动螺旋桨的涡轮喷气发动机，也是一种混合推进的动力装置。总推力由螺桨产生的拉力（或推力）和喷气产生的反作用推力组合而成，其中喷气产生的推力仅占总推力的一小部分。涡轮螺桨发动机的性能主要由螺旋桨的特性来确定，而螺桨的效率随着飞行速度的增加而降低。因而涡桨发动机最适合中等飞行速度（400～800 公里/小时）的飞机使用。涡桨发动机耗油率低、功率大、构造简单、重量轻、阻力小。涡桨发动机还有一个优点，即起飞的拉力性能好，着陆时螺桨可以反桨，产生反向拉力，缩短着陆滑跑距离。

涡轮轴发动机　是燃气通过涡轮驱动转轴输出轴功率的涡轮喷气发动机，是直升机采用的主要动力装置形式。工作原理和结构与涡轮螺旋桨发动机基本相同，只是核心机出口燃气所含的可用能量几乎全部供给动力涡轮，通过传动轴带动直升机螺旋桨旋转或带动其他负荷。涡轮轴发动机经涡轮螺桨发动机操纵灵活、启动容易、加速性好，但结构比较复杂。

未来各类飞机的性能进一步提高，有赖于发动机技术的继续创新，主要表现在：

（1）提高推重比。目前先进发动机的推重比大约在 10～12 之间。进一步提高推重比，需要改进设计，研究先进的气动技术和采用新的材料。如：采用三元后掠激波压气机叶片、短环形高温分段陶瓷燃烧室，提高转子的转速，增大风扇和压气机各级的负载，在发动机热端部件、结构件和轴上应用复合材料等。在上述高技术的基础上，可望设计出推重比高达 20～24 的先进航空发动机。

（2）降低涵道比，提高总增压比。为适应经济性的要求，民航机使用的发动机的涵道比越来越大。为持续进行超音速飞行，战斗机的发动机则采用降低函道比、提高总增压比的措施，来加大喷气速度。其关键技术是在压气机设计中采用高性能的气动叶片和结构。

（3）提高涡轮进口温度。为了使发动机的推重比达到或超过 20，发动机的结构将从以全金属为主向着以非金属为主转换。除了要提高冷却技术外，还要进一步减少热端部件的封严间隙，采用主动间隙控制技术，并把单晶叶片加上隔热涂层，来提高涡轮叶片的高温性能。

（4）采用矩形截面的二元推力转向喷管。在先进发动机上，都设计有二元推力转向喷管，着陆时用于推力反向，缩短飞机着陆时的滑跑距离，还可以提高飞机的飞行机动和隐身能力。

（5）采用数字式电子控制系统。数字式电子控制技术取代了传统的液压机械式控制技术，使发动机的结构简化、可靠性提高，并减轻驾驶员的工作负担。

所有飞机都靠发动机提供动力，而发动机的动力又是靠燃料与空气混合燃烧产生的。因此，飞机离开燃料就寸步难行。飞行发动机用的各种燃料总称航空燃料，通常是可喷射雾化的液体燃料。

目前的航空燃料主要由石油加工制成，按用途分为活塞式发动机用的航空汽油和喷气式发动用的喷气燃料（亦称航空煤油），此外还有起辅助作用的启动燃料。三种燃料中，喷气燃料消费量最大。

飞机上贮存燃料的容器叫油箱。油箱一般安装在机身、机翼内部，还有机外（悬挂）油箱。在飞机上配置燃油时，除考虑耗油量外，还应考虑飞机

重心。飞机上各个燃油箱，加上供油、输油、加油、放油、油箱通气、油箱增压及油箱油量指示与控制等分系统，构成完整的燃油系统。

除上述常规燃料外，人类正在探索用甲烷、液氢、太阳能、核能及微波作为动力源，这将为飞行器带来新的飞跃。例如正在试验中的以微波为能源的飞行器，就是以磁控管或微波发生器从地面聚束微波作为飞机能源的。这种飞机的机翼下面铺了一层很薄的硅整流二极管阵列，用它接收能量，并把能量转换为直流电源，供给电动机，驱动螺旋桨。

神经中枢

1928 年，全世界的飞行员都是凭着自己的双眼，从空中歪头扭脖目视地面来判断飞机的位置和状态的。一位美国陆军中蔚飞行员却大胆地使用别人刚研制成功的地平仪、陀螺方位仪、高度表等仪器，在 1929 年 9 月 24 日作了世界上第一次“ 盖罩 ”飞行，即仅靠仪表不看地面的仪表着陆。这位飞行员就是二次大战中率领美机轰炸日本东京的詹姆斯·杜立德，当年研制成功的一些简陋的航空仪器仪表如今已发展成了配套成龙的机载电子设备。

现代飞机上装有各种机载电子设备中，它们能自动接收外界的信息，飞速完成十分复杂的计算，然后作出准确的判断，因此这些电子设备被誉为飞机的“ 神经中枢 ”。

以机载火力控制系统为例，它通常由目标探测设备（包括光学观测设备、雷达、红外、激光控测设备和微光电视等）、机载参数测量设备（包括各种传感器、大气数据计算机、无线电高度表和惯性平台等）、火力控制计算机（有机电、电子模拟和电子数字等不同类型）、瞄准显示设备（包括光学瞄准具的头部显示器、平视显示器和下视显示设备）和瞄准控制设备（包括武器型别、攻击方式和系统工作状态的选择部件）等组成。火控系统的工作程序是：目标探测设备发现目标并跟踪目标，将各种机载设备所测得的目标位置及运动参数、载机飞行及状态参数、装备的武器弹道参数同时输入火控计算机，根据所选定的攻击方式进行弹道及火控计算，输出信息给显示器，或输出操纵指令给自动驾驶仪。这一切工作都是在极短的瞬间完成的，飞行员可根据显示器上的控制信息操纵载机（或炮塔传动装置），或由自动驾驶仪自动操纵载机，使武器迅速、准确地进入瞄准状态，及时投射弹药，并将投射后仍需载机制导的弹药导向目标。

机载电子设备是安装在飞机上为完成飞行和作战任务所需的各种电子设备的总称，主要用于通信、导航、目标探测、电子对抗、座舱显示与控制、信息综合与处理，以及飞机、发动机和武器系统的控制和管理。在现代飞机上，机载电子设备是更新换代最快的部分，在全部飞机成本中所占的比重越来越大，已经成为决定飞机战术技术性能和作战效能的重要因素。

按照机载电子设备的功能，通常分为：

通信设备　实现从点到点的信息传输设备，包括不同频段的航空电台、呼救电台、机内有线通信设备、敌我识别器等。

导航设备　确定飞机位置并引导飞行的设备，包括飞机进场着陆、无线电罗盘等他备式导航设备的机上部分，多普勒、惯性、天文等自备导航设备和各种组合的导航系统。

目标探测设备　利用物体对电磁波的散射、超声波在水中的传播与反射

和光电转换等原理和技术发现目标，并获取目标的信息。目标探测设备包括不同功能和体制的雷达、激光、红外、电视等光电探测装置和声纳等。

电子对抗设备　是敌对双方利用电磁手段进行侦察反侦察、干扰反干扰、摧毁反摧毁的技术设备，包括电子侦察、威胁警告、有源干扰、无源干扰、反辐射设备等。

信息综合处理设备　是对信息进行传输、变换、存储、计算所需的各种技术设备中，包括数据总线、任务计算机以及有关软件等。

座舱显示和控制设备　是将信息以文字、符号、刻度、图形、声光等形式提供给收信者的设备，包括飞机综合电子显示系统、各种航空仪表和信号装置。控制器是飞行员用于管理飞机各系统发出指令的控制部件，握杆操纵控制器、话音指令控制器、多功能综合控制键盘等。

机载电子设备最初是根据不同的功用，各自独立研制、自成体系、纵向发展的。随着飞机功能的增加，所要求的各种任务设备越来越多，造成传感器、收发机、控制/显示器等大量重复，带来空间紧张、功率和重量增加、可靠性和电磁兼容性问题突出以及飞行员负担过重等弊病。因此，现代机载电子设备正向系统化和综合化方向发展。

在各种机载电子设备，机载雷达是十分重要的一类。它是装在飞机上利用电磁波对目标进行探测和定位的电子设备，通常被人们称为“ 飞机千里眼 ”，在原始条件下由人眼完成的所有工作以及人眼无法胜任的许多工作都能由机载雷达完成，如目标的搜索和跟踪、地形测绘和地图显示、地形回避、地形跟随与防撞、轰炸瞄准、导航、武器制导、敌我识别、搜潜反潜、雷雨区显示与回避等。雷达按工作体制或某些特征可分为：连续波雷达、脉冲雷达、脉冲压缩雷达、脉冲多普勒雷达、相控阵雷达、合成孔径雷达、频率捷变雷达等。机载雷达按用途可分为：截击雷达、轰炸雷达、空中侦察和地形测绘雷达、航行（气象）雷达、多普勒导航雷达、地形跟随和地形回避雷达以及预警雷达等。

现代雷达的“ 视力 ”比人眼强得多。美国 F—14 战斗机上的 AWG—9 火控雷达搜索目的距离可达 160 公里，可同时跟踪 24 个目标，并指挥“ 不死鸟 ”远程空对空导弹同时攻击 80～100 公里以外的 6 个威胁最大的目标。E—3 预警机上的预警雷达能探测半径 370 公里范围内的水上、陆地和空中目标，指挥自己的飞机完成空中格斗、近距支援、截击、遮断、空中加油和空中救援等各种任务。

随着电子技术的发展和战术要求的不断变化，机载雷达在作用距离、目标分辨与识别能力、抗干扰能力和可靠性、维修性等方面将进一步发展，尤其是增大作用距离，以满足对付“ 隐身 ”目标的要求。微电子技术和固态器件的进一步发展，数字处理技术、微处理机的广泛应用，将促使同时搜索、跟踪多个目标和具有同时多功能的机载相控阵雷达获得较为广泛的应用，从而提高雷达控制发射武器和制导各种导弹的能力。机载雷达的小型化、自动化程度和自适应能力也将进一步提高，并向综合化、系统化、软件化发展。

武器系统

海湾战争中，多国部队和伊拉克军队的人员比为 1：2.4，火炮数量比为 1：2.4，坦克数量比为 1：1.44，但多国部队的新式飞机和精确制导武器却

拥有绝对优势。在对伊拉克长达 38 天的轰炸中，多国部队出动的各型飞机总投弹量 8 万多吨，伊拉克平均每天要挨 1600 多吨炸弹，开战的第一天甚至挨了 10 000 多吨。空中打击把伊的防线全面打垮，装备技术上的优势大大弥补了多国部队兵力的不足，待到发起地面战斗时，短短 100 小时，就击溃了号称世界第四的伊拉克陆军，伊拉克政府不得不投降。可以说海湾战争的空战是一次机载武器的大展览。

机载武器系统由飞机上的武器和弹药、装挂和发射装置以及火力控制系统构成。不同任务的作战飞机，配置不同的武器系统。

现代战斗机的武器系统以空对空导弹为主，航空机炮为辅，装有航空瞄准具或先进的火力控制系统，其中的机载雷达可远距探测目标及完成对空空导弹的制导任务。能夜间出动的全天候战斗机还装有微光电视、红外探测设备等。

轰炸机带攻、防两类武器。攻击武器以巡航导弹为主，常规炸弹为辅；防御武器以电子干扰为主，诱惑导弹为辅。用作火力控制系统的是轰炸瞄准器或综合导航轰炸系统。

战斗轰炸机主要携带对地攻击武器，兼有较强的空战能力。为了完成空地、空空两类任务，一般装有多功能火控雷达，可用于对空作战、对地测距、地形测绘或导航。

攻击机的武器有航空机炮、空地导弹（反雷达导弹、反坦克导弹等）、常规炸弹、制导炸弹、地雷、水雷、鱼雷及战术核炸弹，还装有射击轰炸瞄准器或高度自动化的综合导航攻击系统。

航空机炮　是飞机上的一种自动射击武器，口径一般大于或等于 20 毫米（20 毫米以下称航空机枪）。二次大战中及战后一段时间，航空机炮是战斗机的主要武器。空空导弹出现后，有些国家一度忽视航空机炮的发展，在实战中吃了亏。实战证明，在空中近距格斗中，航空机炮仍是不可缺少的武器。

航空炸弹　是由飞机或其他航空器投掷的无航行动力的爆炸性弹药。从 1911～1912 年意大利、土耳其战争中意军第一次从飞机上扔炸弹算起，炸弹一直是航空军械的重要组成部分。航空炸弹一般由弹体、装药、弹耳、引信等组成。炸弹靠弹耳挂在飞机上，从飞机上投下后，靠尾翼使炸弹稳定降落，由引信引发炸弹装药爆炸，依靠爆炸时产生的冲击波、弹体碎片和高温等效应来破坏目标或完成其他专门任务。航空炸弹有很多种。按外形大小和重量可分为小型（50 千克以下）、中型（100～500 千克）、大型炸弹（1000 千克以上）。按用途可分为爆炸弹、杀伤弹、杀伤爆破弹、燃烧弹、爆破燃烧弹、穿甲弹、反坦克弹、反潜炸弹、反跑道炸弹、汽油弹、子母弹、化学弹、生物弹和各种核炸弹，此外还有各种辅助用途的照明弹、照明闪光弹、烟幕弹、标志弹、模拟弹和教练弹等。二次大战后，为了提高轰炸效果，各国大力发展具有激光、电视等制导装置的炸弹，俗称“灵巧炸弹”，大大提高了对目标的破坏力。

以激光制导炸弹为例，前部有激光导引头，其后有控制舱，中部是弹体，尾部有 4 片很大的弹翼，其作战方式有单机照射投弹式和照射器与投弹飞机分开的协同作战式。炸弹投下后，开始自由下落，当被照射目标散发的激光能量强大到足以形成制导信号时，炸弹开始制导飞行，最后击中目标。1991 年海湾战争中投下的第一颗炸弹就是由 F—117A 隐身飞机投掷的激光制导炸弹。巴格达的 95%的目标都是由 F—117A 激光制导炸弹摧毁的。其中一种叫

GBU—27 的激光制导炸弹采用钢制弹和延期引信，高空投放，穿入建筑物内部爆炸。

空对空导弹　是战斗机的空战武器，与航空机炮相比，具有射程远、命中精度高、威力大等优点。空空导弹主要由制导装置、战斗部、引信、动力装置和弹翼等部分组成。制导装置用以控制导弹跟踪目标，常用的有红外寻的、雷达寻的和复合制导等类型。战斗机用它来直接摧毁目标，多装高能常规炸药，也有的用核装药。引信用以引爆战斗部，常用的有红外、无线电和激光等类型的近炸引信，多数导弹还同时有触发引信。动力装置用于产生推力，均采用固体火箭发动机。弹翼用于产生升力，并保证导弹稳定飞行。

空空导弹接攻击方式分为格斗和拦截两种。格斗导弹以攻击目视距离内的目标为主，又称近距格斗导弹，多采用红外寻的制导，发射后可以不管。导引头的跟踪范围和跟踪角速度大，能实施离轴发射，最小发射距离为 300～500 米。横向过载 30～60g，机动能力强，能对目标实施全向攻击。迎头攻击时，最大发射距离可达 18～25 公里。拦射导弹，有中距、远距之分，中距拦射导弹的最大发射距离从 25 公里到 100 公里不等，多采用半主动雷达寻的制导。远距拦射导弹采用复合制导，可由载机在距目标 100 公里以外连续发射数枚，攻击不同方向的数个目标。拦射导弹与载机上的脉冲多普勒雷达火力控制系统相配合，具有下视、下射能力，能攻击超低空飞行的飞机和巡航导弹，有的兼有近距格斗能力，可用于全高度、全方向、全天候作战。

空地对导弹　是从航空器上发射攻击地（水）面目标的导弹，是航空兵进行空中突击的主要武器之一，装备在战略轰炸机、战斗轰炸机、攻击机、武装直升机及反潜巡逻机上。与航空炸弹、航空火箭弹等武器相比，具有较高的摧毁目标的概率，机动性强，隐蔽性好，能从敌防空武器射程以外发射，可减少地面防空火力对载机的威胁；但造价高，使用维修复杂。

空地导弹与航空器上的探测、跟踪、制导、发射系统，以及保障设备等构成空地导弹武器系统。武器系统的具体组成取决于空地导弹类型、导引方法和发射方式等因素。航空器可从不同高度以亚音速或超音速发射导弹，攻击一个或多个目标。

空地导弹有多种分类方法。按作战使用分，通常有战略空地导弹和战术空地导弹；按不同用途分，有反舰导弹（空舰导弹）、反雷达导弹、反坦克导弹、反潜导弹及多用途导弹；按飞行轨迹分，有弹道式、飞航式、机载巡航空地导弹。

战略空地导弹是战略轰炸机远距离突防的一种进攻性武器，主要攻击军事、工业基地，交通枢纽，政治、经济中心和军事指挥中心等重要战略目标。多采用自主式或复合式制导，命中精度高，最大射程可达 3000 公里，弹重数吨，速度可达 3 马赫数以上，通常采用核战斗部。

战术空地导弹主要装备战斗轰炸机、攻击机、武装直升机、反潜巡逻机等机种，用以攻击雷达、桥梁、机场、坦克、车辆及舰船等战术目标。动力装置一般采用固体火箭发动机，制导方式多采用无线电指令，红外、激光或雷达寻的等制导。射程大多在 100 公里之内，弹重数十至数百千克，通常采用常规战斗部。

1903 年莱特兄弟成功试飞的第一架有动力的飞机简陋无比，它的主要材料是木材和蒙布，只有少量的钢材作骨架，水平操纵面装在飞机的前面，垂直操纵面在后面，用构架和机翼相连。发动机是自己动手制造的重 77 千克、12 马力（9 千瓦）的四缸汽油发动机。那时的飞机一点儿也谈不上安全和舒适。

现代飞机上除了前面已经提到的设备外，还有一些重要的系统，如：

电气设备　现代军民用飞机上都有很多用电设备，如照明和信号设备、各种电气仪表、无线电设备、电气加热（防冰、加温、炊事……）、电动机构、计算机、电子干扰和反干扰设施等。所有上述设备需要的电力都靠飞机的供电设备提供。

早期的飞机，只有一些简单的用电设备，一般用蓄电池即可满足需要。二次大战期间，飞机上的用电设备逐渐增加，普遍采用低压直流电源系统，其主电源是航空发动机直接带动的直流发电机。后来又研制了更新型的电源。90 年代飞机上广泛采用的电源是变速恒频交流和 270 伏高压直流电系统，以适应现代飞机对用电的高要求。如为了提高安全性而增加余度布局、实现不中断供电、增加发电容量。在所有驱动任务中取消液压和气压系统而代之以全电系统，改善可靠性和维护性。

航宁仪表　航空仪表是向飞行员提供飞行器及其分系统工作状态信息和指引信息的多种仪表装置的总称。飞机上所有仪表按功用可分为三类：

飞行导航仪表，又称领航驾驶仪表，用以指示飞行状态和领航参数，如高度表、空速表、马赫数表、升降速度表等。

发动机仪表，指示动力装置工作状态的仪表，主要包括转速表、压力比表、油量表、燃油压力表等。

辅助仪表，指示液压、冷气等系统和各种部件工作情况的仪表，如指示襟翼、起落架、炸弹舱的位置的位置指示器，液压、冷气系统的压力表等。

早期飞机上的仪表大都是以敏感元件带动指示装置的直读式仪表，或将传感器安装在仪表板上的远读式仪表。进入 80 年代，随着微电子技术、计算机技术和光纤、激光等技术的发展，航空仪表也发生了巨大变化，通过多路传输总线，将各系统之间的相关信息横向交联，构成以平视显示器和多功能显示器为中心的座舱综合显示系统，成为航空电子设备的终端，向智能化和综合化方向发展。飞行员可以根据需要任意调出所需的信息，一目了然，大大减轻了飞行员的工作负担。

座舱温度控制系统　是对飞机座舱空气温度、压力、成分等参数进行控制，使舱内环境适合乘员生理要求的整套装置，又称座舱空气调节系统。在现代飞机上，它主要包括供气和温度、压力、湿度控制等分系统。供气系统供给座舱所需要的清洁空气。气源通常是发动机压缩器引出的增压空气，其后分两路，热空气路直接由气源引出，冷空气路经制冷装置引出。温度控制系统控制冷、热空气的混合比，平衡座舱的热载荷，达到所要求的座舱空气温度。有的飞机装有专门加温器，加温座舱空气。压力控制系统通过改变座舱排气量使座舱压力和压力变化速度按给定要求变化。湿度控制系统对座舱空气增湿或减湿，使相对湿度适宜。

救生系统　1989 年 6 月，法国巴黎布尔热机场，一架正在作超低空飞行表演的米格—29 战斗机突然失去控制，机头朝下，向地面冲去，眼看一场机毁人亡的惨剧不可避免。就在飞机几乎接地的千钧一发之际，一个亮点弹出

机舱，借助性能良好的弹射救生系统，驾驶员绝处缝生。这是弹射座椅在危急时刻又一次挽救飞行员生命的绝好例子。

弹射座椅是二次大战末期问世的，至今已有半个世纪的历史，在此之前，军用飞机驾驶员的唯一救生设备是降落伞。一旦飞机被击中或出现重大故障，飞行员身背救生伞爬出驾驶舱，靠跳伞救生。随着飞机速度不断提高，高度加大，再靠飞行员自身的体力脱离飞机已不可能，于是采用弹射座椅（或分离舱）将乘员弹离飞行器救生的专用设备应运而生。最先研制弹射座椅的是德国、瑞典，英国后来居上，最著名的马丁·贝克公司的弹射座椅已在几十个国家广泛使用，成功地挽救了 6000 多名飞行员的生命。

典型的弹射救生系统由弹射座椅、救生伞、弹射通道清除装置、个体防护装备和必要的应急物品组成。当飞行员应急离机时，拉动弹射操纵手柄，首先清除弹射通道（如抛掉座舱盖或炸开座舱玻璃），座椅靠火药燃爆的能量被推离飞行器，人与座椅一起在空中急剧减速和下降。这时，飞行员依靠穿戴的特殊服装和跳伞供氧系统的保护避免周围环境（低温、缺氧）的损害。当减速到一定速度、下降到一定高度时，人和座椅分离并打开救生伞，人乘救生伞安全着地。然后，可以利用随身携带的应急物品进行自救或求救，达到安全返回的目的。目前，弹射救生系统已能保证 0～25 公里高度、0～1200 公里/小时速度范围内的安全救生。

神秘的“ 黑匣子 ”

飞机上有一位从不轻易抛头露面的神秘证人——“ 黑匣子 ”，它安装在飞机尾部最安全的部位，即使飞机失事坠毁，它也一般不会受到损坏。它的作用是在空难发生后，给事故的凋查人员提供证据，帮助他们了解事故的原因。

黑匣子其实并不是黑颜色，它一般为鲜艳的橙黄色，便于人们在野外寻找。它也不是一个空匣子，而是一种专用的磁性记录器，由飞行数据记录器和驾驶舱话音记录器两部分组成。

飞行数据记录器的记录能力为 25 小时，根据不同类型飞机的需要，可记录 16～32 个参数，比如飞行的高度、速度、时间、倾角、航向、油耗等等。一旦飞行事故发生，飞行员和乘客全部遇难，调查人员只要找到黑匣子，就可以了解失事瞬间和失事前一段时间里，飞机的飞行状况、机上设备的工作情况。

驾驶舱话音记录器是一个无线电通话记录器，可以记录飞机上的各种通话，记录时间为 30 分钟。当记录满 30 分钟后，它就会自动将前面的旧记录抹掉，记录最新的话音。记录器有四条音轨：第一条记录飞行员与地面指挥机构的对话；第二条记录正、副驾驶间的对话；第三条记录机长和空中小姐对乘客的讲话；第四条通过驾驶舱内的监听器记录乘客舱内的各种声音。在事故调查中，它提供的原始声响，可以帮助调查人员了解，飞机失事是由于遇到了不良天气还是碰上了劫机者、还是飞机本身工作不正常，以便对事故作出正确的结论。

黑匣子是本世纪 40 年代初开始出现的。第二次世界大战中，英国人首先将其用在军用飞机上，战后很快被广泛用于民用飞机。

黑匣子由于其承担着特殊的“ 证人 ”使命，所以它必须经得起摔打，经

得起水与火的严峻考验。在飞机坠毁时，按设计要求，它能够在 1100℃的高温下经受 30 分钟的烧烤；能在 0.005 秒内承受 1000 米/秒 ^{2} 的加速度；能被 2 吨重的物体挤压 5 分钟；能经受 225 千克重的钢棒从 3 米高的地方落下时的冲击力；能在汽油、机油、酒精、海水、电池酸液等各种液体中浸泡几个月。

黑匣子不仅可以向人们提供飞行事故的某些真实原因，还可以帮助人们发现许多没有被人发现的事故隐患，当飞行员对飞机性能的某些方面有怀疑时，也可以打开黑匣子作检查，以防止可能发生的事故。

人间特使

航天飞机

飞机不能进入太空，而火箭使用一次就报废。人们在思索，能否研制一种能进入太空的飞机呢？

利用火箭发动机使飞机进入高空（没有空气阻力）的想法由来已久。早在 1933 年德国人桑格尔就写了一本书，叫做《火箭飞行技术》，提出制造用液体火箭发动机做动力的超级轰炸机的可能性。第二次世界大战中他设计了一架火箭轰炸机，推力约 1000 千牛，用 6000 吨固体火箭助推起飞，可飞高 145 千米，航程达 2 万多千米，最大速度 21240 千米/小时（5.9 千米/秒），绕地球一圈需 150 分钟。但计算表明，要求发动机比推力 400 秒·质量比（总重对空重之比）等于 10 才行。而且研制费要 300 万英镑，故未能成为现实。德国人便把重点放在设计火箭歼击机上，最有名的是 1940 年研制的 MC—163 原型机，这用两个 109—509A^2 火箭发动机（推进剂为过氧化氢）做动力，速度达 965 千米/小时。但发动机只能工作 4.5 分钟，在空中仅能停留 20 分钟，很显然是不能打仗的。第二次世界大战期间美国也制成了贝尔 X—1 火箭飞机（推进剂用液氧和酒精），于 1944 年 12 月飞行时最大速度达到 1280 千米/小时。1946 年用 B—29 轰炸机把 X—1 带入高空抛放，然后自飞，创造了时速达 1600 千米。后来道格拉斯公司在 50 年代又研制了 D－558—2MK—1 和 D－558—3MK—2 火箭飞机。但没有实际应用，可经验是宝贵的。

美国人搞航天飞机的想法由来已久。50 年代初贝尔公司的道伦博格（前纳粹研制火箭的负责人）根据桑格尔的设想提出“ 波米 ”计划，为二级火箭航天飞机，形状和发射方式与“ 哥伦比亚 ”号航天飞机相差无几。可惜因技术关键太多未能开展研制。布劳恩此时曾在《柯里尔》杂志上撰文倡议研制航天飞机，我国火箭专家钱学森也曾研究过带翼的太空飞机问题，对美国朝野影响很大。1957 年在前苏联卫星的刺激下空军提出用“ 大力神 ”III发射“ 迪纳—索尔 ”航天飞机的方案（又称 X—20）。搞了 6 年，终因耗资过大，而被更简单的航天飞行器所代替。

进入 70 年代之后，情况已远非昔比，1969 年美国航宇局和国防部共同提出研制航天飞机的计划。

开始，美国人雄心勃勃，计划采用法盖特提出的方案，搞全部可回收的航天飞机系统。简单地说，就相当于用一个和波音 747 尺寸大小相当的航天飞机从机场起飞，母机把航天飞机送入高空后，航天飞机脱离母机自己继续飞入太空，而母机则重新返回机场降落。为了节省氧化剂，发动机在大气中可由空气助燃飞行。这个方案当然理想，但要花费 120 亿美元以上，而且技术上难点也多，遭到国会反对，航天飞机计划也几乎夭折。由于尼克松总统力排众议，大力支持，才通过了一个半回收航天飞机系统计划，就是现在的第一架航天飞机（“ 哥伦比亚 ”号）。它实际上是用两个巨型固体火箭代替母机，把航天飞机（也叫轨道器）送上天后，固体助推器脱落用降落伞回收。由于想使航天飞机结构紧凑，多装有效载荷，便把入轨前使用的液氢、液氧另外装在一个大容器中，液氢、液氧用完后容器即抛弃，这很有点像飞机用的副油箱。这个方案约需 60～80 亿美元。本来计划 1978 年试飞，因经费不足的和技术问题到 1981 年 4 月 12 日第一架航天飞机“ 哥伦比亚 ”号才第一

次试飞，并获得成功。

迄今为止，进入太空的航天飞机共 6 架，其中美国 5 架，前苏联 1 架。它们是“哥伦比亚”号、“挑战者”号、“发现”号、“阿特兰蒂斯”号、“奋进”号及“暴风雪”号。

航天飞机是通向太空的理想交通工具之一。人类没有停止在汽车、轮船、飞机之中，而是不断前进，向茫茫的宇宙进军，开发宇宙资源，为人类造福。

太阳能飞机

飞机在天空飞，可以说是“近天楼台先得日”。太阳有无穷的能量，能不能用太阳能来开动飞机呢？

人类利用太阳能的历史，已经有千万年了，但主要是直接用它的光能和热能，如照明、取暖、烧热水等。直到近代，才有人把它的能量转变成电能。1983 年，在意大利西西里岛，建立了一台塔式镜面反射发电站。180 面大镜子把太阳光集中到一个装水的塔上，使水温升到 500℃变成蒸汽，再推动涡轮发电机发电，电能可达 1000 千瓦。不过这种方法在飞机上是行不通的，飞机上没有那么大的地方，也不能承受那么大的重量。因此，要在飞机上利用太阳能，还得寻找别的办法。

50 年代初，由于半导体技术的发展，人们研制成功了能将太阳光直接转换成电能的太阳能电池。这种电池小得只有 2 厘米见方、零点几毫米厚。它不只轻便，而且光电转换效率高，可以达到 15%。这就为飞机采用太阳能作动力打下了基础。

世界上第一架以太阳能为动力的飞机就是由第一架人力飞机的设计者美国麦克里迪设计，由美国国家航空航天局和杜邦公司制造的。它基本上就是在人力飞机的基础上改造而来的，叫“蝉翼企鹅”号。在它的翅膀上装的是太阳能电池。电池发出电，供给电动机，电动机带动螺旋桨，使飞机得以飞行。1980 年 8 月，这架飞机由一个瘦小的女驾驶员布朗操纵，在 14 分 32 秒钟内，飞行了 3.2 公里。整架飞机 22.7 公斤，驾驶员体重为 45 千克。

1980 年 12 月，美国又专门设计了一种太阳能飞机“太阳挑战者”号，它的机翼和尾翼上都装有太阳能电池，总计达 1.6 万多片。它的重量为 90 千克。可在 4360 米高空，于 8 小时内飞行 370 公里。1981 年 7 月 7 日，这架飞机由美国人普达塞克驾驶，从巴黎起飞，以每小时 40 英里的速度，飞行了 5 小时 19 分钟，飞越英吉利海峡，成功地降落到英国东南部的拉姆斯盖特。

太阳能飞机不仅在能源危机的情况下，开辟了新的、取之不尽的能源，而且它没有废气、废油，不会造成环境污染；它没有发动机的轰鸣，不会有噪声污染。它还有飞行平稳、舒适的优点，是一种十分有前途的新机种。但是它也有许多缺点，一是太阳能电池目前还十分昂贵，飞机成本高。据估计，一架单座太阳能飞机，仅太阳能电池费用就达数千美元。还有，太阳能电池的效率还是太低，产生的电能有限，而且在夜晚和天阴时就没法工作。所以，太阳能飞机要进入实用阶段，还得解决许多难题。目前，科学家已在研究一种新型的太阳能电池。也许不久的将来，太阳能飞机会有更大的功率，载重更多，飞得更快、更高、更远。

微波飞机

用微波的能量作飞机的动力，是航空学家多年来的理想。但是，由于技术的问题，一直未能实现。目前，美国和加拿大等国家，已经开始对这种飞机进行实质性的研制，使这一理想的实现出现了曙光。

微波是一种波长较短的无线电波，早在 19 世纪，德国物理学家赫兹和美国科学家特斯拉就对它进行过研究。这种波有一个特点，它可以聚集成一个很窄的波束，定向向外界发射。这样，它的能量不会分散，而且可以集中到一处去使用，这就为远距离使用无线电的能量提供了可能。

1899 年，特斯拉在高楼上进行了微波发射的试验。第二次世界大战后，由微波传输能量的试验获得成功。接着，就有一些国家开始研究，怎样从地面发射微波能，供飞机作为发动机的动力。为了使飞机能得到足够的动力，可以多设一些微波发射站。通过定向天线，把各个发射站发出的微波集中到一起，对准飞机发射。而且要随着飞机的飞行，地面定向发射天线也要跟着一起运动，以便微波能可以持续不断地集中到飞行的飞机上。

微波飞机目前有两种设计方案。一种是螺旋桨飞机。这种飞机上装有半导体整流设备，它可以把地面射来的微波能，转变为直流电，直流电带动电动机，电动机带动螺旋桨旋转；另一种是喷气式飞机。这种飞机可以将接收到的微波，直接加热喷气发动机的压缩空气，然后从尾喷管中喷出去。

1978 年 10 月,加拿大设计了一种高空无人驾驶飞机。它的翼展长为 4.57 米，双翼呈 V 字形往上翘。机体后面装了一个大圆盘。在大圆盘和机翼上，装着一层薄薄的半导体硅整流二极管，类似太阳能飞机上的光电管。这架飞机的用途是准备作为微波通讯的中继站，以代替通信卫星。

美国也设计了一种这样的飞机，它的翼展为 46 米，总重量为 270 千克，上面装有 40 马力的电动机来带动螺旋桨。供应这架飞机微波束的地面天线阵列分布面积为 91 米×91 米，足以使飞机在 2 万米的高空，作“ 8 ”字形的航线飞行 80 天。这架飞机是为环境监控用的，上面装有 68 公斤重的遥感设备，可拍摄地面交通和农作物、森林情况，采集大气中二氧化碳浓度等。

美国设计的“ 阿波罗 ”号轻型飞机，则是一种用微波作动力的喷气飞机。它是一种有人驾驶的飞机，可以爬高 1.2 万米。这种飞机还备有自带燃料，以便在大气层外飞行。

微波飞机的优点是可以大大节省传统的燃料，减少燃气的污染。但是，它却带来了另外一种污染，即电磁波污染，微波是一种对人体和环境都十分有害的电波。此外，目前这种飞机的造价（主要是地面微波发射设备）较大，而且飞机的载重也有待提高。

空天飞机

航空是飞机的“ 专利 ”，飞机只要携带足够的燃料，它就可以在大气层中纵横驰骋，从东半球的中国北京到西半球的美国纽约，只需要 17 至 18 个小时。

航天，则是火箭的“ 专利 ”了，因为火箭既带着燃料又带着助燃剂，它不依赖空气，可以到大气层以外自由飞翔。由于大气层外十分接近于真空，因此火箭在飞行时几乎没有任何空气的阻力，飞行速度可以很容易地提高，而且可以长期保持不减速，特别适合于环球航行。但是火箭在降落返回地面

时可就麻烦了，如果让它直接降落下来，非粉身碎骨不可！

航天飞机呢？虽然航天飞机功能齐全，能布放卫星、发射航天器，观天测地，进行材料、药物和生命科学的实验，但也有不尽如人意之处。因为它还是用发射火箭的方式来发射的，然后以轨道器绕轨道运行的方式在空间执行任务，再以飞机的飞行方式降落地面。因此，航天飞机不仅需要大型发射设施，还需要 4000 至 5000 人为发射服务，另外，由于发射准备工作时间很长，每月最多只能发射 2 次。

有什么办法取飞机和火箭两者之长、补两者之短呢？ 20 世纪 80 年代，开始研制的空天飞机，正是这种新型的飞行器。空天飞机的全称应该是“ 航空航天飞机 ”，它是航空技术和航天技术的结合，既可以在飞机场水平起飞和降落，又可以在外层空间远距离地高速滑翔飞。如果让空天飞机运货载客，它只要个把钟头，就可把货物从欧洲运到澳洲，花 2 个小时，就可把乘客从华盛顿送到东京；如果让空天飞机飞出大气层，它也可以把几吨重的人造卫星送上近地轨道。

德国科学家设计的“ 森格尔 ”空天飞机，看上去像是一架大飞机背着一架小飞机，大飞机确实是装着航空发动机的巨型飞机，小飞机则是用火箭发动机推进的轨道飞行器。开始，大飞机背着小飞机沿着机场跑道水平起飞、爬高；当达到预定的飞行高度和飞行速度时，大小飞机互相分离，大飞机由驾驶员操纵着返回机场，小飞机就开动火箭发动机继续加速、升空，以高超音速进入外层空间，借助惯性远距离滑行；最后，小飞机返回大气层，滑翔降落到地面机场。

德国人在设计这种“ 森格尔 ”空天飞机的时候，英国人则在设计另一种称为“ 霍托尔 ”的空天飞机。这种空天飞机采用了航空发动机和火箭发动机两者兼有的新型混合发动机。在低空稠密大气层中飞行时，它像航空发动机那样，吸取大气中的氧气作为助燃剂，与它带的液氢燃料燃烧而产生推力；而在高空，在大气层以外飞行时，就改用机上自带的液氧和液氢，像火箭发动机那样独立地工作。

英国科学家设计的“ 霍托尔 ”空天飞机是从 1982 年开始准备的，原计划 1996 年底进行飞行试验，2000 年提供使用，用它来搭载宇航员、运送物资器材、施放回收人造卫星等。

但是，“ 霍托尔 ”空天飞机的研制并不一帆风顺，就像历史上许多其他的发明创造一样，它也遇到了许多困难和麻烦。就以它的发射方式来说，就已经作了多次变动。

“ 霍托尔 ”空天飞机开始采用地面火箭滑车助飞的方法来使它升空，由于它的起飞重量是着陆重量的 5 倍，如果用起落架滑行起飞，这个起落架必定又大又粗又笨重；而用火箭滑车起飞，单单起落架一项就可以减轻 5 吨左右的重量，如果加上其他重量，预计可减重 70 吨左右呢！

火箭滑车有轮式与轨道式之分，“ 霍托尔 ”空天飞机原来打算采用结构相对较简单的轮式火箭滑车助飞升空，即采用火箭发动机为动力，沿着专设的轨道运行。但是，由于缺乏研制大型轮式火箭滑车的经验，要确保火箭滑车在 500 多千米的时速下不失控，车轮不离开地面，不产生飘移，能可靠地定向行驶，并能及时纠控，保持稳定，按遥控指令及时释放“ 霍托尔 ”空天飞机，所遇到的难度是很大的。因此，英国宇航公司转而考虑用大飞机驮着“ 霍托尔 ”空天飞机在空中发射，这样，“ 霍托尔 ”空天飞机或许也就像德

国的“森格尔”空天飞机一样了。

使用哪一种大飞机来驮“霍托尔”空天飞机呢？有人建议用“波音 747—500”型宽体喷气客机，因为这种飞机有较好的性能，美国宇航局也已用同类波音飞机成功地改装成空天飞机的运载母机。但是，“波音 747—500”型宽体喷气客机只能装 211.3 吨物体，“霍托尔”空天飞机只有经过“减肥”，才有可能实现空中发射的目标。也有人建议用“安—225”巨型喷气式运输机来驮“霍托尔”空天飞机，因为它可以装 250 吨物体。

如果“霍托尔”空天飞机直接从地面机场起飞，它会怎样呢？它开始会加速爬升，2 分钟后飞行速度就超过了音速；9 分钟时，飞行速度达到 5 倍的音速，高度迟 26 千米；从此，它由航空发动机转入火箭发动机工作，继续加速飞行；达到 90 千米高空时，飞行速度达到了 7.9 千米/秒的“第一宇宙速度”，这是任何物体若要摆脱地球引力必须具有的最小速度，这时，指令关闭火箭发动机，空天飞机沿着弹道轨迹依靠惯性飞行，在高度为 300 千米处进入近地空间轨道，继续高速滑行；飞行要结束时，使用机上的轨道机动系统控制飞机减速、下降，并改换姿态，准备返回；进入大气层的时候，“霍托尔”空天飞机抬头挺胸，就像一只斗胜了的大公鸡，迎着大气阻力从天而降；当下降到距离地面 25 千米高空时，改变飞行姿态，转入滑翔飞行，进行着陆准备；最后，它将以 16° 的进场角和 88 米/秒的着陆速度飞进机场跑道，减速滑行 1800 米距离以后，便可以平稳地停住了。