第一章　谁给人类插上了翅膀

最早的飞行器——风筝

春天，当你放飞一只风筝，你可曾想到，风筝是利用空气动力升空的最原始的飞行器，它的飞行原理和现代飞机的飞行原理十分相似，可以说，风筝是现代飞机的祖先。

风筝作为一种玩具，它的流行时间之长，几乎没有任何一种玩具能够与它相比。你也许更没有想到，风筝作为最早的一种飞行器，在 2000 多年前就参加了作战。大约在公元前 200 年，我国古代的将军韩信，曾经放飞过风筝，他用这只风筝来测量敌人营寨的距离。从此之后，风筝曾被不断地用于战争。公元 6 世纪，在一场战争中，风筝作为一种联络信号被放飞在空中。

有人说，就像中国人的相貌与欧洲人的相貌不一样，中国的风筝与欧洲的风筝的外形有很大的差别。在古代，中国的风筝大多是长方形的，尾部有飘带。而欧洲的风筝的外形是细长的三角形物体，做的有点像蛇，它有一条尾巴，飘荡在风筝的后下方。

在 19 世纪以前，风筝主要被用来作为一种娱乐用具，很少有人认真地想过用风筝载人，更没有想到风筝是一种可能的飞行器。

在 20 世纪初的一天，一位气象学家，把他的观测仪器绑在一只风筝上，送上了空中，他用这种办法准确地测到了当时天气的一些数据。

潜水艇刚刚诞生不久，各项设备很不完备，为了更好地观测敌方船队的位置，德国的一艘在海上行驶的潜艇，便用一只大风筝，把一名士兵送上了几十米的空中，观察敌人的船队。一些喜欢垂钓的人，把钓鱼线系在风筝上，然后把风筝放飞到离岸边十几米远的地方，这样，钓鱼人既可以钓到深水域里的鱼，又能使垂钓人的影子远离鱼钩，真是妙不可言。

更奇妙的是，还有人利用风筝进行滑水。不过，那时的牵引滑翔器比现在用汽艇牵引的滑翔器的浮力要大。风筝尤如一只巨大的帆，在空中顺风飞翔，它牵引着水面上的滑翔器，擦着水面疾驰，使观看滑水表演的人们惊叹不已。

更值得一提的是，风稳曾经被科学家作为一种科学研究的工具。公元 1752 年，著名的科学家富兰克林曾经利用风筝研究天空中的静电就是其中一例。

1877～1878 年间，俄国的海军军官莫扎伊斯基，曾乘着用三匹马拉的大风筝“飞”上天空，他用这样的实验来研究比空气重的物体怎样才能升到空中，他找到了翅膀获得升力的规律，他说：“运动的速度越快，同一面积能载重的重量也越大。”

根据前苏联的科技史介绍，莫扎伊斯基于 1882 年制成了他所设计的飞机，并且完成了在空中的飞行。但是后来再也没有第二架飞机出现，因为这次记载并没有得到国际上的承认。

当时在西方，也有一些人利用风筝能升到空中原理，设计了类似风筝的翅膀，把它绑在自己的身上，利用它借助空气的上升气流进行滑翔。德国人李林塔尔就进行过不止一次这样的实验。1891 年，李林塔尔利用自己制成的第一架双曲翼滑翔机开始实验，三年以后，滑翔的翅膀不再缚在自己的身上，而是真的有点像巨大的两翼风筝那样，李林塔尔只要用手紧握着与两翼相联

系的绳索就可以滑翔。他曾创造过从 50 米的山顶上向下滑翔，飘飞 350 米的记录。

这种实验，当然为实现真正的航空飞行积累了宝贵而又丰富的经验。然而，在 1896 年的一次滑翔飞行中，他从空中坠落下来，受了重伤，为航空事业献出了宝贵的生命。

也就是在这一年，美国莱特兄弟开始了航空器的研究，他们看到了李林塔尔滑翔失事的报道，并不畏惧，仍旧从利用风筝原理的滑翔机开始实验，终于在 1903 年完成了自己的梦想，成为世界上的公认的第一架飞机发明者。

关于这两个故事，后面我们还将讲述更详细一些。

研究比空气轻的飞行器的人们

古时候，很多人都注意观察乌的飞翔，并想办法模仿，试图飞上天去。更有一些善于幻想的人，想像出某种奇特的东西，靠这种东西克服地球的引力，飞上天空。

谈到关于轻于空气飞行器的发明，它的理论根据，应该感谢生活在两千多年前的古希腊学者阿基米德。他有一个最著名的故事是在洗澡的时候，从浴缸里漫出去的水中悟出了最简便的计算物体体积的方法，从而可以求出各种物体的比重。当他领悟到这一点时，兴奋得高呼“ 尤里卡，尤里卡（我知道了，我知道了！）”现在青少年开展的命名为“ 尤里卡 ”发明竞赛，出处就是从这里来的。

同时，阿基米德还发现了：任何一个物体，它在液体中受到的浮力，等于它所排开的同体积的液体重。这叫阿基米德定律，又叫浮力定律。当时的阿基米德只是用水做的实验，因而它的应用当时也只限于水。

直到阿基米德死后将近两千年，即到 16 世纪末、17 世纪初的时候，意大利一位名叫伽利略的科学家，他将阿基米德的浮力定律由液体引伸到气体。他发现，空气也是有浮力的，如果一个物体的比重比空气轻，它就会浮升到空中去，就像比水轻的物体会浮在水面上的道理一样。

据说，19 世纪末，意大利有一个叫德·拉纳·泰尔齐的牧师，他对大气压力进行了研究。他发现，一个充满空气的容器，比一个抽成真空的相同的容器要重一些。由此，他推想，如果一个容器所用的材料比充满这个容器所需要的空气轻的时候，那么这个容器就会从地面升浮起来。他又进一步设想：如果一个容器比它排开的空气轻得多，那么这个容器就可能带着一定的重量上升到空中去。

有一天，德·拉纳根据自己的这些设想设计了一艘小船，小船的底部用 4 只圆球托着。这 4 只圆球准备用铜箔制做，球内的空气要全部抽出来，以便让这 4 只圆球把小船升上空中。那时的德·拉纳根本就没有想到，当他为这 4 只小圆球抽出空气时，大气的压力会把小圆球压破。没有看到书上记载他是否做了抽气的试验，但是，每个读者都会明白，他如果进行抽气试验，那么结果肯定要失败。尽管如此，我们还是应该把德·拉纳看作是轻于空气航空器的先驱者。

蒙特哥菲尔气体与“ 浮空器 ”

其实，第一个发明轻于空气的浮空器的发明家，发明的契机到并不是来源于理论的推断，而是从自然现象中得到的启发。

在 1782 年，有一个名字叫约瑟夫·蒙特哥菲尔的法国造纸工人，这一天他留意观察了一下自家的壁炉，突然他发现，壁炉中的火星、烟尘和许多固态物质平稳地从壁炉中升起来，顺着烟筒升上了空中，然后才消散开来。约瑟夫是一个有心人，也是一个肯动脑筋爱思考的人，他想：如果把那些带动火星、烟尘和固体物质的气体收集起来，并利用这些气体将人造物体升到空中，想必也一定能行。他决定动手试一试。于是他用上等的丝绸做了一个口袋，然后他把口袋的口朝下，并在口袋下面点燃一只火把。火把燃烧时产生的热空气顺着口袋口钻进口袋中，很快口袋里面充满了热空气，他一松手口袋升到了天花板上。

这个实验使他十分兴奋，他立即与住在法国另一个城市里的弟弟艾迪安·蒙特哥菲尔联系，并决定做一次规模较大的试验。这一次，他们的试验是在室外进行。兄弟两人制作了一个很大的丝绸口袋，往口袋装满了浓烟形成的热空气，这个丝绸口袋大约上升到 20 米上下的高度，才冷却变瘪，飘落下来。

蒙特哥菲尔兄弟俩人，把他们的发明称为“ 浮空器 ”。有一次他们的“ 浮空器 ”上升到了 300 多米高，飞了 1 公里远，虽然他们兄弟俩人都不愿张扬，但是他们的试验结果还是被许多人知道了。有些人希望他们能进行公开表演，他们俩人答应了。他们用亚麻布做面，用纸做衬里，制做成了一个直径大约 10 米的大气囊，1783 年 6 月 4 日，在法国昂诺内市的广场上，聚集了几万人，他们要一睹“ 浮空器 ”的精彩表演。蒙特哥菲尔兄弟来了，在广场上搭了一个炉灶，点着羊毛和干草，再把那个大气囊展开，让滚滚浓烟从开口处进入。这个大气囊由 8 个人吃力地向下拉着，很快，气囊里充满了热气。随着一声口令，8 个人同时松手，气囊开始上升，上升，人们仰望着，惊讶极了。有人计算了一下，这个气囊一直升到大约 1800 米的高度，它在降落前大约飘飞了将近 2 公里。

巴黎科学院了解到蒙特哥菲尔兄弟的成就，并邀请他们兄弟俩人到巴黎去表演。

为了这次表演，蒙特哥菲尔兄弟特地制做了一个直径为 14 米大的大气球。1783 年 9 月 19 日，巴黎凡尔赛宫前的广场上人山人海，法国国王路易十六和王后安托瓦内特也来了。

为了让气球的表演更加吸引人，蒙特哥菲尔兄弟在气球下面吊挂了一个宠子，笼内放上一只绵羊、一只公鸡、一只鸭子。这只热气球载着这三个“ 乘客 ”升上了空中，上升到 500 多米，飞行了 8 分钟，在 3 公里以外降落。这是最早的载动物飞行。据说气球着陆后，山羊从笼子里出来就贪婪地啃起鲜嫩的春草，公鸡拼命追逐草丛中的蚂蚁，只有那只鸭子，据说由于它那傲慢的神情激怒了山羊，被山羊踢了一脚，它从笼子里出来时，还“ 呷呷 ”叫屈呢！

法国路易国王将圣米歇尔勋章授予了蒙特哥菲尔兄弟。从这时起，人们把所有的热气球都称为“ 蒙特哥菲尔气球 ”，把热气称为“ 蒙特哥菲尔气体 ”。

热气球第一次载人飞行

早在蒙特哥菲尔兄弟的气球升空之前的 900 多年前，也就是公元 907 年，我国人民就已经制做成功了能够升空的“ 松脂灯 ”。这种灯是用竹蔑扎成的纸灯，灯下用松脂点燃，靠热空气把纸灯送上空中。“ 松脂灯 ”从原理上看，它就是一种热气球。后来，在我国民间流传的“ 空明灯 ”（又叫孔明灯）也属于这类。这些灯都曾被用作军事联络信号使用。

在国外，关于热气球制成的年代有一些争论。俄国人宣称，他们在 1731 年就制造成功了热气球。当时俄国有一个叫克良库特诺的小官吏，他在那一年制作了一个布质的大圆口袋，将口袋罩在冒烟的烟囱上，使球内充满热空气。克良库特诺在口袋下面系上一个绳索，他坐在绳套里，气球带着他浮升到白桦树顶那么高。这应是俄国升空的第一个热气球，不过，这种说法没有得到世界航空界的公认。

至于法国的蒙特哥菲尔兄弟，他们不但制成功了载动物飞行的热气球，还进行了载人飞行试验。这一次，他们制作了一只直径 15 米，高 23 米的更大的热气球，计划能够乘载两个人升空，而且可以在空中添加燃料燃烧，使气球长久保持充热气状态。那么让谁来乘坐这只气球呢？法国国王想让两名已经被判处死刑的罪犯来乘气球飞行，并且说，一旦他们完成这次乘坐蒙特哥菲尔气球的任务，那么他们就可以免去一死并恢复自由。

这时有位名叫罗齐尔的青年，是一个热气球爱好者，他说：第一个乘热气球飞行的荣誉绝不能给一个罪犯。他请求将第一次升空的荣誉授给自己，这个请求得到了国王的允许。1783 年 10 月 5 日，罗齐尔乘热气球上升到 26 米的高度，他用不断加添燃料燃烧向气球内充热气的办法，使气球在空中逗留了大约 4 分 30 秒。1783 年 11 月 21 日，罗齐尔同另一位名叫达尔郎德的青年又一起登上了一个蓝色底装饰着金色花纹的气球，这一次他们进行了自由飞行，在空中飞行了 25 分钟，气球上升到 900 多米的高度，在巴黎城的另一侧降落。

罗齐尔果然得到了他盼望的荣誉，他和达尔郎德，还有热气球的发明者蒙特哥菲尔兄弟，都被选为法国科学院院士。

“ 查理气球 ”与第一个死于航空事故的人

这里说到的查理是法国年轻的物理学家、教授，他就是那位于 1787 年算出气体受阻膨胀系数“ 查理定律 ”的教授，对气体的特性了解得颇为透彻。当时人们普遍认为，热气球中烟装得越多，热气球就能升得越高，就能在空中停留的时间越长。然而查理以他对于气体研究的渊博知识，认识到热气球之所以能够升空，是因为空气受热膨胀，比重变小，重量变得轻于空气，根据阿基米德的浮力原理，就像船浮升在水面上的道理一样，热气球浮升到了空中。

由此他还认为，热空气并不是产生升力的理想气体，因为他立即想到了在这之前的 1766 年，英国化学家卡文迪许已经发现氢气要比空气轻得多，也比现在人们得到的热空气要轻得多。而且氢气的比重是稳定的，而热空气的比重受温度的影响，它一旦变冷就仍旧回到空气原来的比重，也就是说，这时它就会从空中坠落下来。于是，查理决定用氢气作为充填气球球囊的气体，以便得到更好的浮升效果。就在这之前，有两位科学家研究出了在丝绸上涂橡胶的方法，用这种办法可以得到在当时来说是最好的不透气材料。这一研

究成果又给了查理很大启发：可以用这种材料制作气球的球囊。

科学的发明与创造几乎都是在前人的成果上的一种再创造和再发明。氢气重量的发现和不透气材料的研制，单独看上去并没有什么特别伟大的地方，但是一旦把这两者结合起来，就会产生一个飞跃。

查理就是这样一个飞跃的实践者。他用丝绸上涂橡胶的复合材料制作了一个直径 4 米的气球球囊，他计算了一下，要充满这只气球，大约需要 620 米 ^{3} 的氢气。

然而，当时人们只能采用使铁和硫酸加水进行化学作用的方法，将硫酸中的氢分解出来。查理日以继夜地工作，终于制得了能将气球充满的氢气。1783 年 8 月 26 日，查理的氢气球缓缓升入空中，渐渐地钻入云层。遗憾的是，这只氢气球——世界上第一只氢气球再也没有完整地返回地面。据说，后来有人在地面上捡到了几块氢气球的碎片，显然氢气球在空中爆破了。这个结果大概查理没有估计到：由于高空的空气比地面的要稀薄，它的压力也就变小了，而氢气球内的氢气由于装在不透气的气囊里，压力没有变化，它就会膨胀而最后导致了爆破。

据说，观看这次氢气球飞行的人中，有一个人向查理提出了质问：“气球有什么用处？”美国的一位科学家、外交家富兰克林当时也在观众中，他向那个质问人提出了反问：“先生，一个刚生下来的孩子有什么用？”

1783 年 12 月 1 日，查理和另一个人，一同乘坐氢气球从巴黎起飞，实现了首次气球载人飞行。这次飞行，氢气球上升到 300 米高度，在空中飘浮了大约 2 个小时。此后，人们把氢气球称为“查理气球”。

在那个年代，热气球和氢气球都很不成熟，两种的气球都容易着火、漏气，而且飞行时间都不长，又很难操纵。但从总体上看，氢气球要比热气球先进得多。因为热气球要想多在空中停留，就需要装载大量的稻草或其他易燃材料，以便不断添加燃料。

那么，可不可以将热气和氢气混合在一起，制成一种混合气球呢？有人想到了这一点，这个人就是前面我们提到的，第一个实现乘气球飞行的人——那个热气球爱好者罗齐尔。

时至今日，我们都已知道这样一个普通常识：氢气是一种强烈的还原剂，是可燃气体。如果将氢气和热气混合，再点燃燃料，结果是十分可怕的。

可惜罗齐尔当时没有意识到这一点，他冒险登上了一只混合着大量氢气的热气球，气球在点火后立即起火爆炸坠毁了。罗齐尔又创造了航空史上的另一个第一：他是第一个死于航空器事故的人。

航空史的发展从它一开始就充满着惊险，充满着失败。这是因为，人类对大自然的认识是有一个过程的，在当时，人们对氢气的许多特性还没有认识清楚。所以，在科技的发展史上，有时候失败是不可避免的。这个道理，人类在付出了许多代价之后，渐渐地越来越认识清楚了。

气球第一次投入空战

1870 年下半年，法国首都巴黎被普鲁士军队包围了，切断了巴黎与外界的联系。当时，在市内还存有几只气球和制造气球的材料。另外还有 6 名训练有素的气球驾驶员。

1870 年 9 月 23 日，朱尔·迪鲁弗乘气球从巴黎起飞了。气球飞到了围

城的敌军部队上空，普军司令官看着高高飘飞的气球，命令士兵立即开枪射击。当时，士兵们使用的是滑膛枪，有效射程小，对气球没有形成丝毫威胁，普军司令官眼睁睁地看着气球飘飞而去。迪鲁弗在空中飘飞了 3 个小时后，在没有敌人占领的另一座城市降落，他带去了极其重要的文件。

紧接着，又有第二个、第三个气球从巴黎起飞。普鲁士的士兵们总结了以前的教训，他们在气球还没有升得很高的时候，集中几十名甚至百名士兵齐射，他们成功了，普鲁士士兵终于击落了两只气球。这两只气球大概可以算得上最早被地面火力击落的航空器。

随着气球一个个地起飞，巴黎城内能够驾驶气球的人越来越少。虽说驾驶气球并不是一件十分困难的事情，但是毕竟需要观测风向，调整方向，为了减少普鲁士士兵的袭击，气球改为夜间升空，这给驾驶气球的人又增加了几分难度。气球上要搭乘一些乘客和一些邮件，要管理好这些从未乘过气球的乘客，也不是一件容易的事情。

在巴黎市内有一些海军水兵，他们纪律性强，对变化莫测的大风很习惯，而且他们都接受过承担危险工作的训练。这些海军水兵成了理想的气球驾驶员。

1871 年 1 月 28 日，巴黎上空进行了最后一次气球飞行。这次飞行送出了一个令法国人悲痛的消息——法国已向普鲁士军队投降。

从 1870 年 9 月到 1871 年 1 月 28 日，巴黎上空的气球飞行，一共进行了 66 次，155 个人和 9 吨多重的邮件被送出了巴黎。

装着帆和桨的气球

如果你看到早期的气球设计图，你一定会惊奇地发现，几乎所有的设计图都毫无例外地设计了“帆”或是画上了“桨”。

因为当时的设计人员错误地认为，比空气轻的飞行器就像比水轻的船在水中航行一样，安上了桨和帆就能使气球保持航向，沿着预定的航线飞行。

过了很长时间，人们才认识到：气球只能随着气流的移动而飘动，因此，帆和桨都是多余的。

1784 年，法国有一个叫梅斯尼埃的陆军军官，把他的一项设计呈报给法国科学院。他设计了一个“雪茄烟”形状的“气球”，这种“气球”利用它内部气体的压力保持着它的形状。高空的空气要比地面的空气稀薄，空气的压力也就相对减少，这时“气球”里的气体压力也要相对减少，也就是说，“气球”外部的压力和“气球”内部的压力要始终保持一定的差别，“气球”才能始终保持原状。为了使这个“气球”能在不同的高度上保持着理想的压力差，需要不断地将“气球”气体排出，可是无法在空中补充气体，这样气囊就会变形。为了避免气囊变形，再在“气球”的外层设计一个充满气体的外气囊，这个气囊的气压要大于大气的压力。这样，当“气球”需要充气时，外气囊的气自然会向“气球”里充气。人们给这位陆军军官设计的“气球”起了另外一个名字——飞艇。

这位陆军军官还为这个飞艇设计了一个永久性的飞艇站和一个野外的活动掩体。

可惜，这位陆军军官的设计一直停留在纸上，最终也没有变为现实。

后来，有一个叫蒙克·梅森的英国人，他制造了一个小型飞艇，用发条

装置驱动螺旋桨来推动它。这个小型飞艇飞起来了，据说每小时可飞行 8 公里。但这个飞艇还是一个不可操纵的飞艇。

世界上第一艘可操纵的飞艇是一个叫亨利·吉法德的法国人制造的。这个法国人设想既然是飞艇，那么就可以把船上的发动机安在飞艇上，让发动机来带动或推动飞艇前进和升空。于是，这个法国人制做了一个雪茄烟形状的大飞艇。这个大飞艇长 44 米，它的直径 12 米，飞艇上安装了一个蒸气发动机，这台发动机可以驱动一副 3 个叶片的螺旋桨。

1852 年 9 月 24 日，这位法国人操纵雪茄烟状的飞艇。从巴黎的马戏场起飞，以每小时 8 公里的速度飞行，3 个多小时后，在离巴黎大约 28 公里之外的德拉普降落。人类终于进行了有动力的半操纵飞行。因为，这个飞艇的升高还是采用热气球的原理，而前进是采用了螺旋桨，所以说这是一种半操纵飞行。

大约过了 30 多年，一种可以全向操纵的飞艇问世了，它是由两个法国人设计的，他们给这艘飞艇起名叫“法国号”。“法国号”长度有 51 米，飞艇上装一台 9 马力的发动机，它的速度达到每小时 19.3 公里。

“空中蒸汽车”计划失败

除去风筝和气球，人们更加向往能够像鸟类那样展翅飞翔。

15 世纪意大利的美术家、自然科学家和工程师达·芬奇，就曾经仔细观察过鸟类的飞行特别是鸟的翅膀，画了不少鸟翼的速写，设计过扑动翅膀进行飞翔的扑翼机草图。后来又认识到鸟能飞翔是由于它的心脏提供了动力，又设计过用螺旋桨起动的扑翼机，它的外形像蝙蝠。据记载他制作了滑翔机，并亲自试飞，但已寻找不到可靠的证据。他死后出版了他生前对飞行研究的专著《鸟的飞翔》；意大利人为了纪念达·芬奇首创飞行机方面的贡献，在新建的罗马国际机场建立了达·芬奇手拿飞机模型的雕像。

达·芬奇的努力终于未能成为现实，既受当时对于机翼如何获得升力的理论还未提出的限制，也受缺乏动力大、自重轻的发动机的限制。然而，达·芬奇仍不失为一位从科学的角度对飞行机械进行研究的先驱。

还有 16 世纪的英国哲学家培根，他在航空史上的贡献值得一提，他设想的靠人力实现飞行的想法，要比其他幻想家先进得多。他这样想像：“供飞行用的机器，上面坐一个，靠驱动一台机械，使人造翅膀上下扇动扑打空气，尽可能地模仿鸟的动作飞行。”

进入 19 世纪，气球飞行已为人们所接受，并从理论上认识到了它的可行性，于是有人相应地从理论上“论证”：要制造出比空气重的飞行器是不可能的，他们对于要发明出以动力飞行，自重比空气重的飞行器的想法，对研究飞机的种种设想，仍然挂嘲笑和轻视的态度。宗教界也有神父认为，如果上帝愿意让人在空中飞行，他就会给人类以安琪儿那样的翅膀，既然上帝认为没有这个必要，人类自己为此所作的一切努力，也终将被证明是白费心机！在任何一门科学的发展史上，总有一些热心人，不畏艰难，勇敢地追求着他们的目标。为了航空事业的发展，有许多人相信他们的幻想最终是能够实现的。当时，有一位科学家这样说：我研究“飞行，或者叫空中航行，是为了给一门在公众眼睛中接近于荒谬可笑的学科，增加一点尊严。”

英国一位叫名亨森的科学家，他就是研究飞机的先行者。他进行了多年

的研究，在他 40 岁的时候，他拿出了一种飞机的设计方案，他给自己设计的飞机起名为“ 空中蒸汽车 ”。

“ 空中蒸汽车 ”是一种什么样子呢？它有机翼、尾翼、升降舵和可操纵的水平、垂直后翼面。机翼的构成也很接近现代飞机，机翼上有坚固的翼梁和厚翼肋，翼梁上覆盖有纤维织物。“ 空中蒸汽车 ”已具备了成功的载人动力飞行所需要的一切要素。

亨森遇到的一个难题是：缺少一种概能产生推动飞机所需的足够的动力，而且又不至于笨重到影响飞行的发动机。亨森把希望寄托在蒸汽或热气驱动的发动机上。这也是亨森把自己设计的飞行器叫做“ 空中蒸汽车 ”的一个原因。

为了检验“ 空中蒸汽车 ”的可靠性，亨森按照设计比例，制造了一个缩小的模型。它在这个小模型“ 空中蒸汽车 ”上安上了一台小型蒸汽机，用来驱动两副推进式螺旋桨。1847 年的一天，亨森用这个小模型进行了飞行试验。这架模型机从一个斜坡上起飞。两副螺旋桨飞快地旋转，“ 空中蒸汽车 ”开始滑跑、上升，突然，“ 空中蒸汽车 ”垂直地坠向地面。问题在哪里？当时人们还认识不到，这是因为机翼的升力不足再加上发动机的重量过重，致使“ 空中蒸汽车 ”只是在空中滑翔了一段距离，根本谈不上飞行。

由于模型试验失败，亨森感到异常失望。尽管如此，很多人还是把亨森称为“ 空中航行之父 ”。亨森的职业是工程师，他在小时候就对许多东西感兴趣，在他的眼中没有一件机械装置是完美的，他觉得都有改进的必要。熟悉他的人说：亨森每看到一件新设备，都要研究一番，并且想办法对其进行改进，例如：一种新剃刀、一种后膛炮、一件织物的防水方法、一个清洗蓄水池的装置等等。正是这种广泛的兴趣，促使亨森不断地开动脑筋，不断地试验，不断地创新，终于成为空中航行的先行者。

驾驶“ 蝙蝠 ”的人

法国人克莱芒·阿代尔是第一个驾驶有动力的飞机离开平地的人。阿代尔是一名电气工程师和发明家，他在研制电话方面曾取得了成果，在法国，他的知名度很高。

1890 年 10 月 9 日，阿代尔驾驶一架叫“ 神风 ”的飞机，进行了飞行。从外表上看，“ 神风 ”像一个蝙蝠，它的机翼是按照蝙蝠翅膀的形状设计的。“ 神风 ”上安装了一台蒸汽机，机上有副螺旋桨。机翼可以折叠，就像现代航空母舰上起降的舰载飞机那样，但机翼上没有操纵面。他研制的这个蝙蝠形的飞机，结构虽然比较先进，但事实证明蝙蝠翅膀形状的机翼是不适合飞行的，再说他的蒸汽机也过重，阿代尔的“ 神风 ”最终并没有取得成功。

另一个叫珀西·皮尔彻的英国人，他设计了一架滑翔机，他给这架滑翔机取名叫“ 蝙蝠 ”，机上装有内燃机以提供动力，他的这架“ 蝙蝠 ”曾经滑翔过几次。后来，皮尔彻在进行一次滑翔机滑翔时坠地，他摔成重伤，在 1899 年 10 月 2 日死去。皮尔彻是早期死于重于空气飞行器事故的英国人。

另一个引人注目的美国人叫马克西姆，他曾经研制了一种机关枪，这种机关枪就以他的名字来命名，叫“ 马克西姆机枪 ”。更令人惊异的是，他还曾制造过一架飞机。这架飞机的外形虽然与“ 蝙蝠 ”不尽相同，内部又有具有 180 马力的大蒸汽机，但是由于飞机的机翼仍然不理想，蒸汽机马力虽大，

自重也大，几次试飞都出了事故。

阿代尔、皮尔彻和马克西姆的试飞工作虽然很令人感兴趣，但是他们的试验在航空史上并不很重要。这并不完全因为他们的试验都没有成功，更主要的是因为他们的试验没有取得开创性的成果。与他们相比，一个叫奥托·李林塔尔的德国人，在航空史上却占有十分重要的地位，因为他的一系列实验直接导致了莱特兄弟的重大发明。

奔跑起飞的人

阿代尔等人的实验，从另一方面给了李林塔尔启发，他决定改变一下思路，将机翼固定起来，滑翔飞行。李林塔尔从 1891 年开始作滑翔飞行。他在 1891 年制做了第一架固定翼滑翔机，到 1896 年，他已经制造出了 5 种单翼滑翔机和两种双翼滑翔机。

在一个滑翔飞行的好天气，一大早李林塔尔就把滑翔机弄到了山顶上。吃过早饭，他邀来了往日的许多朋友，今天他要给朋友们展示一下他的滑翔技术，他决定进行一次远距离滑翔。

朋友们聚集在里诺韦山的山坡下，看着李林塔尔充满信心地登上了滑翔机。只见滑翔机顺着山坡疾驰而下，很快，滑翔机升起来了。李林塔尔在空中自由地滑翔。100 米、200 米、300 米……李林塔尔超过了以往自己的滑翔距离。观看李林塔尔滑翔的人们，情不自禁地欢呼起来。

突然，刮起了一阵狂风，李林塔尔的滑翔机就像一叶小舟，遇上了惊涛骇浪，在空中剧烈地摆动。李林塔尔使出了浑身的招数，想拼命地稳住滑翔机，转眼间，又一阵狂风刮来，李林塔尔的滑翔机再也无法正常飞行了，一个跟头栽下来，坠落在山脚下。人们惊呆了，朋友们把满身鲜血、昏迷不醒的李林塔尔送进了附近的门诊所。第二天，这位航空界的先驱，永远地闭上了眼睛。人们牢记着不久前他对朋友们说过的一句话：要想取得进展“必须做出牺牲”。

李林塔尔用他自己的牺牲，为航空器的发展铺垫了道路。

在李林塔尔牺牲不久，他的朋友们举办了一个滑翔爱好者俱乐部，以纪念他。从此，滑翔俱乐部遍布世界的各个角落。

“机场”落入河中

这里说的“机场”并不是飞机起飞和降落的那种机场。“机场”是一种飞行器的名字。它的设计者是一个叫兰利的美国人。

兰利年轻时是一位铁路勘测员、土木工程师，后来成了著名的天文学家。他是美国航空科学的先驱，多年从事飞机的研究工作。他为了掌握飞行技术，在史密森博物馆把模型翼装在旋转臂上进行过多次实验，也用鸟的标本进行过试验。后来，他把注意力转移到蒸气驱动的模型飞机上。他先后试验了 4 架，都没有获得成功。他并不气馁，又继续试验第 5 架和第 6 架，这两架飞机成功地飞行了很多次，最长的飞行距离达到了 1280 米。

这两架模型飞机都是用金属制成的，每架飞机有两副机翼，一副在前，一副在后。每副机翼的翼展为 4.27 米，机翼之间是发动机，它驱动位于中部的两副螺旋桨。这两架模型机都是从波托马克河上一艘宽敞的游艇上，用弹

射器发射的。

就在这时，有人告诉兰利一个好消息：美国总统决定，如果兰利能够制造一架可用于军事用途的金属飞机，那么美国政府可以给兰利提供资金。

兰利十分高兴，他决定按照美国总统的要求试一试。作为第一步，他制造了一架尺寸为 1／4 的样机，这架小飞机上安装了一台小型汽油发动机，这是世界上第一架用汽油发动机飞行的飞机。

紧接着，他又制造了一架全尺寸的载人飞机。飞机的翼展为 14.63 米，机上安装一台十分轻巧的高效率汽油发动机。兰利给他制造的这架飞机起了一个令人迷惑不解的名字——“ 机场 ”。

兰利仍旧采用弹射起飞的方式，让“ 机场 ”从波托马克河上的游艇上起飞。第一次弹射，“ 机场 ”与弹射机械装置相碰撞，掉进了波托马克河里。兰利对弹射装置又进行了改进，他又进行了第二次弹射，糟糕的是，“ 机场 ”又与弹射装置相撞，“ 机场 ”被弹射机缠住，“ 机场 ”又落入河里。两次失败，使美国政府对兰利失去了信任，兰利的试验也就从此中断了。今天的航空专家们认为，当时兰利制造的“ 机场 ”不能称为真正的实用飞机。

“ 飞鸟 ”试飞——第一架飞机诞生

在世界航空史上最著名的人物要数莱特兄弟。莱特兄弟分别叫做威尔伯·莱特和奥维尔·莱特。他们的父亲是一位主教，住在美国俄亥俄州的德顿。莱特兄弟先是在德顿开了一个自行车修理店。他们俩从小就喜欢航空，他们曾写信给史密森博物馆索取有关航空科技的书籍和资料，刻苦学习钻研。德国李林塔尔的著作《飞行与翱翔试验》，法国马雷的著作《动物机理》和美国的《飞行机器的进步》等书是他们反复研究的书籍。他们对航空理论有了较深的了解。

莱特兄弟还认真吸取了前人的实践经验，尤其是李林塔尔滑翔飞行的经验，他们自己进行了至少 1000 多次的滑翔飞行试验，熟练地掌握了滑翔机的操纵方法。接受前人，特别是李林塔尔在滑翔中失事的惨痛教训，1901 年，兄弟二人建设了一个小风洞，制造了一个人工吹风的小环境，可以让各种形状的机翼放在各种风向和气流和条件下试飞，观察它们表现出来的性能和对不利的自然条件的承受力。这是莱特兄弟发明飞机成功的重要因素，通过实验，既可获得改进设计通向成功的数据，又可避免李林塔尔那样的牺牲。他们利用风洞测量了 200 多种机翼的升力和阻力。光是测量机翼的升力就有几千次，取得了可靠的数据。风洞至今仍是航空设计师们不可缺少的一项实验设备。

莱特兄弟利用风洞对机翼所能产生的升力进行了多次试验，这是他们的发明获得成功的又一重要因素，或者可以说是关键性的因素，因为只有对机翼怎样获得升力，以及它怎样才能获得足以使自己升到空中去的升力的问题，从理论到实践都做到心中有数以后，才能摆脱盲目的实验状态而不断自觉地修正自己的设计。

人类历史中涌现过不少想发明飞行器的探索者，也曾对鸟类的翅膀进行过观察、进行过简单的模仿，却始终未能从理论上搞明白：鸟明明比空气重，为什么它展开双翼就能安详地遨游在空中呢？

这个问题的解决，我们要感谢瑞士物理学家伯努利发现了流体力学中的

“伯努利定理”将这个定理用来解释模仿鸟翼构造的机翼的剖面，其中的秘密就揭开了。那就是：当飞机的机翼向前行进时，机翼将空气冲开，一股空气从弯曲的翼上面流过，另一股空气从平坦的机翼下面流过，而后上面那股气流和下面那股气流要在同时于机翼的后面会合。这时，上面的那股气流因为要“跑”这一段弯弯曲曲的“路”而加快速度，也就是说，这部分的空气流速比下面的空气流速快，它的空气压力也就比下面的空气压力小。下面的空气压力比上面大，这就产生一股向上托住机翼的力，它就是升力。鸟能展开它的双翼而安详地遨游在空中，也正是因为它的双翼有着这样的构造。

伯努利定理就象我们在日常生活中可以观察到：为什么刮大风时风从房顶吹过，却把房顶掀开了呢？就是因为房顶上面的空气流动得比房顶下面的空气快，空气压力骤然比下面的空气压力减小许多，房顶下面的空气所产生的巨大升力就把房顶给掀开了。

我们也可做个实验实地观察，将两个乒乓球并排挂在空中，用嘴从它们两个中间吹去，你会看到，两个乒乓球不仅不会分开，反而会互相靠拢。这也是说明空气流速大的地方，空气的压力就小，而空气流速小的地方，空气对物体的压力就大。

正是根据这个原理和在风洞实验中获得的实验数据，莱特兄弟在设计他们的飞机的时候，做成了上面稍稍凸起下面平坦的形状，而且采取了双层机翼，都是为了获得比较理想的升力。

他们这种严谨的科学态度，为他们的成功，奠定了坚实的基础。

还应提到的一点是，莱特兄弟还测量了飞机的飞行速度和高度。在这些试验中，他们发现李林塔尔编制的大气压力数据表是有错误的，并对这个数据表进行了修正。

应该说，李林塔尔在当时的航空界是一位很有权威的人物，他通过试验编制的大气压力数据表是有“权威”的。然而，莱特兄弟并没有迷信这个“权威”，他们相信自己通过千百次实验得出的结果，从这一点说，他们是十分勇敢的。甚至可以说：正是莱特兄弟敢于向“权威”挑战，才使航空器的发展有了突破性的进展。否则，他们只能停留在前人的基础上，裹足不前。

莱特兄弟设计的飞机，决定放弃沉重的蒸汽机做动力，采用先进的内燃机带动螺旋桨的方式提供动力，但那时还没有出现结构轻、功率大的发动机，他俩决心自己制造，经过苦心研究，终于研制出第一台 4 缸 8 马力的活塞式发动机，用它带动枞木制造的螺旋桨推进，机上可以有人驾驶。于是，世界上第一架有动力的，被莱特兄弟命名为“飞鸟”的飞机，在 1903 年夏季制成了。

1903 年 12 月 14 日，莱特兄弟把“飞鸟”搬到了一个海滩上准备试飞。那么谁来当飞行员呢？兄弟俩人都要第一个试飞，因为他们俩人都明白，第一个试飞有很大的危险性。怎么办呢？兄弟俩人决定投掷硬币来决定谁先飞。投掷的结果哥哥威尔伯·莱特赢了。遗憾的是，哥哥威尔伯·莱特并没有真正成为第一个飞行员，在“飞鸟”起飞时，他把机头拉得太高，“飞鸟”失速了，离开地面几米的高度，就一头栽到附近的沙滩中，威尔伯·莱特只受了点轻伤，可“飞鸟”却摔坏了。

“飞鸟”修好后，轮到奥维尔·莱特试飞。1903 年 12 月 17 日的早晨，奥维尔·莱特驾驶着“飞鸟”飞上了天空，这次飞行持续了 12 秒钟，飞行距离约 37 米。同一天，他们又进行了 3 次飞行。第二次飞行了约 53 米，第三

次飞行约 61 米。第四次飞行是由威尔伯·莱特完成的，他飞行了约 260 米，持续时间 59 秒钟。

真遗憾，由于当对人们不相信比空气重的飞行器能飞上天空，这创记录的世界第一次航行飞行在场观看的只有 5 个人。

莱特兄弟的飞机是双翼机，机身是木构架式的没有蒙皮。机翼蒙了一层薄薄的麻布，翼尖翘起，机尾装有两片垂直尾翼，水平尾翼装在机头。飞机上有方向舵和操纵机构，没有起落架。

飞机是靠木质滑橇在滑轨上起飞的。为了减少阻力，人俯卧在下机翼上进行操纵。飞机重量包括飞行员在内，只有 340 千克，其中发动机约重 68 千克。

1905 年 10 月 5 日，由威尔伯驾驶的一次最长时间的飞行，持续了 38 分钟，飞行了 38.6 公里。

莱特兄弟的成功并没有为美国政府和公众所承认。虽然在第一次试飞时，邀请了记者观看，但由于天气的原因和飞机的故障，未能飞成，因此，被邀的记者们拂袖而去，认为这是浪费时间。一些权威人士甚至仍然坚持认为：机械飞行是不可能的！

莱特兄弟并没有因为受到人们的冷淡态度而灰心丧气，他们执著地追求着自己的目标。他们深信：飞行器的时代终于来到了。

1905 年 10 月到 1908 年 5 月，在这段时间里，他们既不飞行，也不允许任何人去参观他们的“ 飞鸟 ”。他们潜心研究对“ 飞鸟 ”性能的改进。

1908 年 3 月，莱特兄弟和美国军方达成了制造莱特飞机的协议。威尔伯·莱特重新恢复了飞行，8 月 8 日进行了第一次公开表演，后来在一个练兵场又飞行了 100 次。这些飞机成了全世界的头条新闻，传播媒介对莱特兄弟的飞机大加赞扬。“ 飞鸟 ”不仅打破了当时所有飞机的各项记录，而且还表明莱特兄弟已经研制出一种能爬高、倾斜、转变，并能进行平稳的圆圈和 8 字飞行的飞机。“ 飞鸟 ”和莱特兄弟的飞行技术，都远远超过了当时的任何飞行器和驾驶技术。直到这时，人们才认识到：“ 飞鸟 ”标志着巨大努力和精心计划的一系列合理试验的顶点。在欧洲没有一个人尝试过像他们设计的那样的飞行器。

中国的莱特——冯如

1910 年 10 月，国际飞行协会在美国的旧金山举行飞行比赛，有一架飞机同时获得了飞行高度、速度的冠军。“ 这是谁制造的飞机？ ”“ 驾驶飞机的是什么人？ ”许多新闻记者和航空界的人士都在打听。

比赛结束了，国际飞行协会把一个优等证书颁发给了这次比赛的冠军，他就是中国的第一个飞行家——冯如。

冯如从小读书十分用功，学习成绩一直很好。在课余时间，他常和同伴一起动手，模仿近代机械的式样，制作一些模型。他们用火柴盒作轮船，用泥作螺旋桨，做的形象十分逼真。冯如家中贫困，他有 4 个哥哥都先后在饥荒中和瘟疫中死去。

后来，冯如离别亲人，远涉重洋，飘泊到美国旧金山。

1910 年 3 月，莱特兄弟在美国洛杉矶进行了飞行表演，冯如专程前往，哪知表演者严加保密，限定参加者必须远离飞机。虽然未能在近处观看，但

飞行表演对冯如还是有不少启发的。没过多久，冯如制出了一架在当时来看是很先进的飞机。

美国人十分钦佩冯如，想请他长期留在美国传授技术。但是冯如执意要把自己所掌握的知识和技术带回祖国。

1911 年，冯如带着他的一班人和自制的两架飞机，回到了广州。

1912 年 8 月 25 日，冯如呈请广州革命军政府批准，在广州郊区燕塘操场作飞行表演。为唤起人们对航空事业的重视，在表演前，他向参观者详细介绍了飞机的性能和在国防、交通上的作用，然后他驾机由燕塘操场起飞，凌空而上，飞机在 40 多米的空中飞行。操场四周人山人海，鼓掌声不绝。冯如驾驶飞机在空中灵活自如旋转。当飞机飞行了一圈后，冯如移动操纵杆，继续爬升，不料用力过猛，飞机失控坠落，冯如的头、胸、大腿各部均受重伤。红十字会立即进行了抢救，但是因为药品不足，这天又适逢星期日，军医外出，冯如终因治疗不及时，与世长辞，牺牲时，只有 29 岁。在他弥留之际，他还嘱咐其助手：“ 我死后，你们不要因此而丧失进取的信心。要知道牺牲是难免的，这是飞行中必经的阶段 ”

1912 年 9 月 24 日，在冯如坠机牺牲的地方召开了追悼大会，群众送挽联极多。临时大总统孙中山命令：按照少将阵亡的待遇给予抚恤，并将他的事迹存入图史馆。

今天，如果我们来到广州黄花岗，就会看到冯如的墓，墓碑上刻着“ 中国创始飞行大家冯如君之墓 ”几个大字。

“ 蜻蜓 ”——家庭制造的飞机

1909 年 3 月的一天，法国的天空中又出现了一架飞机，它就像飞行运动员操纵着一只飞虫，在人们的头上嗡嗡地飞来飞去。这架飞机的主要结构是 3 根竹竿，飞行员坐在位于机翼下方，并固定在两根竹竿之间的一块帆布上。发动机装在机翼上。

这架飞机的主人叫桑托斯·杜蒙，他是一个巴西人。他给自己的飞机起名“ 蜻蜓 ”。

“ 蜻蜓 ”号飞机在技术上并不十分成功，它操纵比较困难，但在航空史上，它是一架重要的飞机，这是因为，它是世界上最早的轻型飞机，更主要的是“ 蜻蜓 ”是一架“ 家庭制造的飞机 ”，也是世界上第一架家庭制造的飞机。桑托斯·杜蒙宣布，对于他的“ 蜻蜓 ”，他不申请专利，可以免费向任何人提供制造技术。

飞机诞生以后，整个大气层内就展开了色彩斑斓的飞行试验，尽管飞机在初期，它的翅膀还不够硬，但却向人们显示出它的强大的生命力。1912 年，威尔伯·莱特（哥哥）因病逝世。这一年也可以说是飞机创制和试验阶段的结束。这时候的飞机构造型式多样化了，性能也提高了。特别是在飞机构造方面，不仅有比较典型的双翼机，而且还出现了单翼机和水上飞机。1911 年，在巴黎举行的航空博览会上，就展出了 28 种不同型式的飞机。飞行的高度达到 6150 米，飞行速度达到每小时近 200 公里，持续飞行时间最长达到 13 小时。

在人类为之奋斗的任何新领域的发展过程中，总有一些作出了很大贡献，但却默默无闻的人，他们既没有追求荣誉，也没有得到应有的荣誉。航

空的发展史也不例外。下面，我要向大家介绍几位鲜为人知的航空先驱者。

法国人阿尔方斯·佩诺，他从 1870 年开始用橡皮筋带动模型飞机进行试验，他制造了一种叫“飘动者”的模型飞机，这是一架橡皮筋带动的单翼模型机，这架飞机的稳定性十分好。两个英国人托马斯·莫伊和布里雷伊，也值得一提。莫伊试验了一个被称为“水上飞行”的机器，他制造了一条船，上面装有 3 个翼面，当船在水中被快速拖引时，船就高高地离开水面，应该说，他发明了水翼艇。布里雷伊制造了一个他自己称作“波动机”的机器；由一根竿和两块布组成，使布升起和下落，作波形运动，从而产生升力和推力。

法国陆军上尉费尔贝在炮兵学校担任教官时，读了李林塔尔的飞行试验报道，他自己动手制造了一架滑翔机。后来，他对一架“莱特”式滑翔机进行了改装，装上了升降舵和固定尾翼，使飞机的发展又迈进了一步。他试验的水上飞机，（他自称为掠行汽艇）装有机翼和螺旋桨，可以从水面上升起来。

直升机离开地面

一说到直升机，人们自然会联想到孩子们爱玩的那种“竹蜻蜓”。用一根竹棒和几个竹片做成的“竹蜻蜓”，使劲一搓竹棒，它便“嗖”的一声窜向空中。由于无法持续给它提供动力，它飞到一定高度之后便开始旋转下降，最后落回地面。假若当初有人给它安装一个动力装置，那么它一定能在空中长时间飞行。“竹蜻蜓”是我国劳动人民的发明，后来它传到了西欧，被外国人称为“中国飞行陀螺”。“竹蜻蜓”在直升机的发展过程中，的确起过启蒙的作用。

15 世纪，意大利的达·芬奇曾设想过一种直升机器，并画出了草图。至今，在纽约的一个博物馆里仍旧保留着一架达·芬奇的直升飞行器模型。不过，这个模型是后人根据达·芬奇的草图仿制的，从模型的外形来看，它不可能飞起来，但它的设计有许多值得借鉴之处。

1843 年，英国发明家知治·凯利制作了一架直升机模型，这个模型头部尖如鸟嘴，机身似海鸥，呈流线型，用一台蒸汽机为动力。但是，该机始终处在模型阶段。

1878 年意大利土木工程师恩里科·弗拉尼尼，研制了一架直升机。试飞时，这架直升机飞行高度 12 米，在空中停留了 12 秒。

1907 年 8 月 24 日，法国工程师布雷盖，驾驶着世界上第一架直升机，首次飞离地面。布雷盖直升机的这次飞行，在世界航空史上，尤其是直升机发展史上，是一个重要的起点。

布雷盖直升机装有 4 副旋翼，每副由 8 个巨大的双层桨叶组成。这架直升机没有操纵系统，飞行稳定性极差，不能自由飞行。布雷盖紧接着又研制了第二架、第三架，但仍旧没有取得进展。

著名的垂直飞机专家德保泰扎特，是一位移居美国的俄国科学家。1916 年，他发表了一篇关于垂直飞行理论的论文，详细地论述了直升机的设计，并给出了比较完整准确的设计数据。这篇论文具有重要的参考价值，论文刊登在美国的国家航空咨询委员会的报告上，深受美国陆军的重视。1921 年，美国陆军与德保泰扎特签订了一项合同，为美国陆军研制一种直升机。1922

年，德保泰扎特的第一架直升机首次飞行。这一天，上午 9 时左右，美国军方的试飞员坐上了直升机。直升机的 4 副大旋翼就像 4 个巨大的风车般旋转起来。只见直升机慢慢地离地升起，十分稳定。在场观看的人们，爆发出一阵欢呼声。

德保泰扎特的直升机操纵系统比较复杂，驾驶比较困难，虽然他在发动机上设计了一个油门调节器，用来控制旋翼的转速，但整架直升机的结构强度不高，飞行时振动大，旋翼的尺寸太大，机身超重。经过几次飞行实验，美国军方对他的直升机仍不满意。

德保泰扎特的直升机没有达到实用的要求。

双翼机坠地——凶手是钢索

仰望蓝天，碧空万里，一架架银鹰在蓝天上自由翱翔。今天的少年朋友们都知道，飞机像鸟儿一样，只有一对翅膀，我们把它叫做单翼机。但是，在 20 世纪初期，飞机的机身上都有两层翅膀，大家把它称作“双翼机”。这种飞机的特点是：结构简单，起落容易，造价低廉，升力大。

英国的阿·维·罗在 1907 年研制了一架双翼机。这架飞机的机翼表面蒙上了一层黄油纸，整架飞机的重量很轻。双翼机的最大特点是升力大。

阿·维·罗决定用汽车牵引他的双翼机，进行飞行试验。他准备了一根很长的钢索，用钢索把汽车与飞机联接起来。

“起飞！”随着阿·维·罗的一声令下，牵引汽车向前疾驰。双翼机在汽车的牵引下飞快地滑行，渐渐地飞升起来。阿·维·罗操纵着双翼机一会儿升，一会儿降。突然，飞机偏向一侧，阿·维·罗使足了力气也无法将飞机恢复常态。

“快，快把钢索松开！”他向地面的汽车司机大声呼喊。当时，飞机飞得并不高，地面上的人们听到了呼喊。

起飞前，阿·维·罗就告诉过地面上的助手，如果一旦出现意外，一定要将钢索脱开，飞机凭借滑翔力也可以平安着陆。可是，真正出现了意外，地面上的助手们真有些手忙脚乱，他们谁也没有去脱掉钢索，而是追逐着飞机忙乱地跑动。

双翼机失去了控制，又被钢索牵着脱不开，一头栽到了地上，双翼机坠毁了。

这次坠机事件并没有使阿·维·罗退缩不前，他又继续研制、试飞双翼机。在这之后，他又进行了多次试验，又遭到了多次失败，屡败屡试。

有一天，他突然收到了一位女作家的来信，这位女作家的信中述说了自己的财力上的困难，生活的艰辛。她说：我已经下定决心要投河，以了结我这困苦的生活，但是我看到你为了研制新型的飞机，屡遭失败的消息，我改变了跳河一死的方法，我请求你，让我来替你进行试飞，我想用做对人类有益的事情的方法，来结束自己的生命。

阿·维·罗的名字越来越响亮，后来，以他的名字命令了一家飞机制造公司“阿·维·罗有限公司”，他研制的 504 型飞机，被飞行员们称作“阿维罗”。

在英吉利海峡降落

在人类早期的航空史上，曾经有过两次最伟大的失败：一次是 1909 年飞越英吉利海峡的尝试；另一次是 1919 年飞越大西洋的尝试。这两次尝试的结果，都是飞机中途落在水面上。

事情是这样开始的。

1906 年，英国一家报纸《每月邮报》为了鼓励航空事业中走在前面的人，拿出了 1 万英镑，奖励从伦敦到曼彻斯特的首次飞行。后来这家报纸又拿出 1 千英镑，奖励第一个完成英、法之间飞行的人。

居住在英国的一位法国青年拉塔姆决定试一试。

1909 年 7 月 19 日清晨，法国一侧的海岸上几声炮响，宣告飞越英吉利海峡的飞行正式开始。法国的一艘快艇在海面上负责安全，并与飞机一机航行。英吉利海峡英国一侧，人们通过无线电台知道了起飞的消息，等待着人们立即点燃了爆竹，无数只小船驶出了港口。

拉塔姆驾驶着飞机大约飞行了 11 公里，他准备按计划，在空中拍摄照片，正当他准备照相的时候，发动机出现了异常情况。拉塔姆立即放下照相机，检查了所有能够摸到的电线接头，调试了发动机的汽化器、点火器，但这一切都无济于事，几秒钟之后，发动机完全停车了。

事后，一位新闻记者采访了拉塔姆。

“ 发动机停车时，你的飞行高度大约是多少？ ”

“ 在那一瞬间，我看了一下地面，我估计高度大约在 1500 米左右。当发动机停车之后，我操纵着飞机向水面滑翔降落，过了很长时间我才接触到水面，可见高度是不低的。 ”

“ 降落水面时，飞机的速度是多少？ ”

“ 大约每小时有 50 公里。 ”

“ 飞机没有可能沉入水中吗？ ”“ 没有。根本不可能沉入海里。 ”拉塔姆用手比划着，“ 你看那架飞机本身就像一只船，再加上它的机翼很厚，有浮力，所以它不会沉没。但是为了防止飞机带着角度钻进海中，我在接近水面时，把飞机的姿态改平，所以飞机在降落到水面上时，是呈水平状态。当时，我坐在飞机上，把双脚抬起，放在一根横梁上，防止被水浸湿。然后，我取出一盒香烟，点上一支，等待救援。 ”

拉塔姆很快被救了起来。他向记者表示，他还要进行第二次尝试。他这种顽强的精神受到了人们的热烈赞扬。

就在第一次失败后的第 8 天，7 月 27 日，拉塔姆驾驶着另一架崭新的飞机，进行飞越英吉利海峡的第二次试飞。这一次他又失败了，和上次一样，他又降落在水面上。这次，他的脸部也被破碎的风镜的镜片划破了。本来，他应该再进行第三、第四……次飞行，直至胜利到达彼岸。遗憾的是，他没有这样做。

首次完成飞越英吉利海峡飞行的人，是英国著名的飞行驾驶员罗耳斯。1910 年 6 月 2 日，他驾驶莱特式双翼机，完成了中途不着陆的往返飞行。不幸的是，一个月之后，在另一次飞行中，罗耳斯遇难。

第二章　飞行器家族的诞生

用飞机轮子击落敌机

莱特兄弟发明了飞机以后，飞机很快就用于军事。最初，飞机主要是用来侦察，飞机上并没有装备武器。后来，人们逐渐产生了用飞机拦截敌机的思想，并进行了空战的尝试。在 1911 年的墨西哥内战中，革命军曾雇用了一名美国飞行员，驾驶美国的一种飞机，与墨西哥政府军唯一的一架侦察机在空中用手枪互相射击，这是史料上可查到的历史上第一次象征性空战。

但是，当时飞机主要被用来进行侦察，因此，军队要求飞机的主要性能是飞行的稳定性，以便给观察人员提供平稳的平台。当时，军方都认为，在飞机上加装任何类型的武器都是多余的。这种思想限制了航空武器的发展，所以，一直到第一次世界大战爆发，军用飞机上几乎没有安装任何武器，也不携带炸弹。所以战场上出现了奇特的战争场面：1914 年 9 月 8 日，俄国的飞行员聂斯切洛夫驾驶着飞机，在空中与一驾奥地利侦察机相遇。俄国飞行员拔出手枪向奥地利飞行员打了两枪。这两枪只有一枪打在奥地利侦察机的机身上，机身破了一个小洞，丝毫不影响飞机的操纵。俄国飞行员还想射击，手枪却卡住了壳。奥地利侦察机的驾驶员朝俄国飞行员得意地笑了笑。当时，飞机的速度都不高，奥地利飞行员的表情被俄国飞行员看得一清二楚。俄国飞行员十分恼怒，他驾驶着飞机朝奥地利飞行员冲了过去，俄国飞机的机轮，一下子撞在了奥地利侦察机的螺旋桨上。奥地利侦察机的发动机突然停止了旋转，飞机向地面坠落下去。

最先认识到航空武器的重要性的是飞行员。有的飞行人员将步枪、机枪带到了飞机上，以便在与敌机遭遇时，向敌机开枪。有一名法国飞行员，他在自己驾驶的飞机上安装了一挺霍奇斯基机枪。这种机枪在当时是一种火力很强的武器。他把这挺机枪固定在座舱前的机身上，机枪沿着飞机飞行的方向射击。在飞行巡逻中，他遇到并击落了一架德国飞机。紧接着，他又用这挺机枪击落两架敌机。事隔不久，这位法国人的飞机被德国的防空火力击伤，被迫在德国军后方降落。德国人从迫降的飞机上拆下了机枪装置，立即着手仿制，以装备德国飞机。

在飞机上安装武器，要解决的最大难题是，如何让子弹避开旋转的螺旋桨叶片。因为机枪向前射击，对飞行员来说是最有利的方向，可是飞行员的正前方是飞机的螺旋桨。一家飞机制造厂的 3 名工作人员解决了这一难题。他们为飞机制造了一种机枪射速协调装置，它依靠螺旋桨来控制机枪的射击，当桨叶与枪管成一线时，也就是，桨叶片挡住枪管时，机枪便停止射击。德国人把这种武器装置安装在福克飞机公司生产的飞机上。这种飞机是单翼机，每小时可飞 130 公里，最高可达 3000 米。从这儿以后，装有机枪射速协调装置的“福克”飞机，在多次空战中都取得了胜利，击落了法国的飞机，也击落了多架英国飞机，使英、法等国在空战中惨遭失败。人们把英、法等国在空战中的失败称为“福克式灾难”。

水上“飞船”与“潜鸟”

当飞机在空中飞起来之后，人们曾设想，让飞机也能在水面上起飞降落

那该多好呀。因为地球上有五分之四的面积是水的天下。在法国的空军博物馆里有一架模样特别的飞机，它既像船又像飞机。这架飞机有 3 个浮筒，一个在前头，两个在后面，3 个浮筒都装在像腿一样的支架上。浮筒采用平底和弯曲的上表面。这样无论是水上行驶，还是在空中飞行，这种浮筒都能产生升力。这是亨利·法布尔的水上飞机。当时很多人都把它叫作水上“飞船”。

你看，它出航了，这是一次惊险的出航：

随着发动机的轰鸣声，水上飞机缓缓地向港口外驶去。有人说它像一只巨大的黑天鹅，在水面上滑动、掠行。当它来到港口的进出口处时，腾空而起，当它飞到 30 多米的高度，便加快速度，向前飞去。在场的观众几乎都是第一次看到这样的场面，不禁发出惊异的赞叹。飞机继续向港口外飞去。海面上起风了，突然一阵海风吹来，水上飞机变得摇摇晃晃难以驾驶，飞行员极力想稳住飞机，但是飞机还是以惊人的速度向海岸边的石墙冲去。观众们惊呆了，有人惊吓得闭上了双眼，不愿看到可怕的事情发生。飞行员是一个机智冷静的小伙子，在起飞前，他就设想了种种可能性，并想好了一旦发生意外的处置办法，在飞机坠落离海平面十几米时，他果断地跳下飞机，掉进海里。飞机一头扎在海岸不远的地方。飞行员很快就被营救上岸，他一生中第一次遇到这样惊险的事情。

在水上飞行是由法国开创的，但在水上飞机的发展中不应忘记一位美国人的名字，他叫格伦·柯蒂斯。他在自己的一架双翼机上安装上浮筒，准备在水面上起飞，他给这架飞机起名叫“潜鸟”。1908 年下半年，他让“潜鸟”从海上起飞，可是没有成功。后来，他研制了一架陆地上起降的飞机，在进行从奥尔巴尔到纽约的飞行时，他在这架飞机的机翼下安装了浮筒，还给飞机安装了一个气囊、一个小水翼，以便可以安全地在水面上起飞和降落。

1910 年，美国海军对用飞机进行侦察发生了极大兴趣。海军的一位司令，命令停泊在汉普顿锚地的“伯明翰”号巡洋舰，安装一个 9 米宽 25 米长的倾斜平台。很快，平台安装好了。11 月 14 日，一位叫尤金·伊利的飞行员驾驶一架双翼机，从这个平台上腾空而起，然后在 4 公里之外的地方降落，航空母舰从此诞生了。过了两个月，还是这位飞行员作了一次更精彩的表演，他从旧金山海岸边起飞，降落在海中的一艘巡洋舰的甲板上。他在甲板上短暂停留之后，又从巡洋舰上起飞，飞回到岸上。

为了能在巡洋舰上安全降落，尤金·伊利在甲板上安装了一种能使飞机停止滑行的拦阻装置。这个装置是在甲板的起降平台上，横拉着数条缆绳，缆绳的两端系着一个沙袋。在飞机的机身下方安装一个钩子，着舰时，这个钩子可以钩住这些缆绳，以使飞机滑跑距离变短，尽快让飞机在甲板上停住。

“巨人”在“白夜”起飞

飞机经过一段时间的发展，人们已经开始研究给它装上两台甚至更多的发动机，这样既增大了功率，又可以在发动机产生故障时，增大飞机的安全系数。

1911 年，英国的肖特兄弟申请了多台发动机设计的专利。他们在专利申请中说明：我们的双发动机系统，能使每一个飞行员都不用担心因发动机停车而使飞机下降。这是在航空安全方面的一个重大的进展。人们把按照肖特专利制造的第一架飞机称为“三·二型”飞机。这个名字很形象，它告诉人

们，这种飞机装有 3 副螺旋桨，2 台发动机。这种飞机还有一个与众不同的地方，它装有两套飞行操纵机构，因此，两名驾驶员都能操纵飞机而不必换座位。

就在“三·二型”飞机诞生的同时，俄国的一名设计家、飞于员西科斯基制造了一架大型的飞机，这架飞机的翼展长达 28 米，这在当时可称得上是最大的飞机了。所以，西科斯基在飞机上装了 4 台发动机。人们送给这架飞机一个名称叫“巨人”。“巨人”有 16 个机轮，这些机轮分别装在滑轨上。

试飞的日子到了。

这一天试飞使用的机场一直都很忙，西科斯基一直在等待一个比较理想的空中和地面的安全环境，直到晚上 9 时左右，机场才算空闲下来。一般的地区，在这样晚的时间是无法进行试飞的，可是这个机场的位置在俄罗斯的北面，晚上 11 点多钟，天还不完全黑，早晨 3 点多天又亮了，人们把这种天气称为“白夜”。当时正遇上“白夜”，西科斯基决定驾驶“巨人”升空。

西科斯基坐在座舱的操纵台前操纵飞机，主舱内还有一个人，他的任务很简单，就是当飞机后面重，机头前翘或前面重，机头下栽时，分别向前或向后移动，使飞机保持平衡。飞机起飞了，飞机飞得很平稳。为了试验一台发动机停车对飞机产生的影响，飞行员将一台发动机的油门关闭（收油门），“巨人”仍然可操纵自如。

飞机着陆了，机械员走下飞机检查那 16 个轮子是否完好，然后准备试验在跑道上滑行。尽管一切情况都良好，“巨人”也无法滑行了，因为观看的人群潮水般涌进跑道，把“巨人”围住了。

在航空史上，西科斯基制造的这架 4 台发动机的“巨人”，写下了重要的一笔。

从飞机上扔手榴弹

你听说过从飞机上扔手榴弹的事吗？这事真的发生过，那是一次战争中，交战双方利用飞机向对方阵地投掷手榴弹。这应该说是最早的轰炸了。这事发生在第一次世界大战初期。

不久就制出了真正的炸弹。第一次从飞机上投炸弹，发生在 1911 年 11 月 1 日，这一天，意大利航空队少尉吉利奥·加沃蒂，从他驾驶的飞机上，向敌方部队扔下了 4 枚各重 2 千克的炸弹。当时，飞机上还没有挂弹架，也没有携弹舱，这些炸弹都放在飞行员的座舱中，需要时用手从飞机上往下扔。这样的轰炸所起的作用是很小的，但对敌方的确造成了一种威胁。

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。

随着飞机数量的增加，飞机执行任务范围的扩大，飞机性能的不断改进，飞机由执行多种任务，过渡到执行单一的任务，因而逐渐形成了战斗机、轰炸机、侦察机等机种，同时也就出现了单一的航空兵兵种。

1914 年，俄国研制成一种装有 4 台发动机的轰炸机，机上装有挂弹架和自卫武器。紧接着，英国、法国、德国、意大利都生产出了自己的轰炸机。

到了 1918 年，轰炸机的发展已经比较成熟了。最快的轰炸机，每小时可飞 180 公里，飞行高度可达 6000 米。最大的轰炸机可载炸弹 2 吨。这时的轰炸机已有轻型轰炸机和重型轰炸机之分。

随着轰炸机数量的不断增多，一些国家先后组建了轰炸航空兵部队。

1921 年，美国部队专门组织了一次试验轰炸机轰炸威力的表演。这次表演在离海岸不远的地方进行，那里停泊着一艘第一次世界大战中缴获的德国的战舰。8 架轰炸机在米切尔将军的指挥下，分两批对停泊在海中的那艘德国战舰进行轰炸。

这天的天气不是十分理想，海面上有一层薄雾。轰炸机的投弹高度约在 700 米左右，每架轰炸机携带 8 枚炸弹。一时间，海面上爆炸声响成一片，溅起阵阵浪花。轰炸结果只有 5 枚炸弹命中战舰的两侧甲板。尽管如此，这艘战舰还是在 25 分钟后沉入海底。

这次轰炸表明，轰炸机攻击战舰很有成效，这对轰炸机的发展起了促进作用。

航空运输的兴起

航空事业的发展不仅仅表现在军事上，它也给人类带来了许许多多的好处，给人们提供了许多方便。现在，世界上的航空班机四通八达，地球上两地间的距离随着航空业的发展，变得越来越近了。

世界上最早的跨越海峡的航空运输始于 1918 年,正是第一次世界大战结束的时候，当时，英国皇家空军的飞机往返于巴黎和伦敦之间，运送英国政府前去参加和平会议的成员。1919 年，第一次世界大战结束后，英国、法国、德国、美国等国，把在战争中使用过的一些飞机，略加改装，分别在各自的国家内和两国间开辟了一些航线，担负空中运输任务。当时，人们把这一年称为“ 空中运输年 ”。

1919 年 1 月 10 日，英国皇家空军第一中队，开始在伦敦——巴黎间定期空运旅客和邮件。到这一年的 9 月，这个中队共飞行 749 次，共运输旅客 934 人，邮袋 1008 件。后来，这个中队把一部分飞机转交给英国第一批民航公司。英国的民航飞行是 1919 年 5 月 1 日得到批准的，从此开始了一系列的专用运输飞行。这一年的 8 月 25 日，是英国航空运输史上最重要的日子，因为在这一天开辟了定期国际商务空运航班。空运航线是伦敦——巴黎。

世界上第一条每天一次的客运航班是德国的柏林——魏玛航班。1919 年 10 月，一家航空运输公司开始在飞机上供应午餐。1922 年，另一家航空公司开始雇用机上服务员。这就为航空运输业的发展打下了基础。

飞越大西洋的尝试

1919 年和 1920 年是世界航空史上最引人注目的两年。就在这两年间，完成了一些著名的首次国际飞行：横跨大西洋飞行，南到澳大利亚的飞行，以及到达南非的飞行。

翻开地图，我们就会看到，北大西洋连接着东半球和西半球，跨越大西洋的飞行有很大的诱惑力。当时有不少的人们准备进行这样的尝试。1919 年 5 月初，一位少校组成了一个机组，驾驶一架飞机起飞了。一周过去了，这个机组杳无音信，人们都认为他们已经遇难了。实际上，他们的飞机因发动机温度过高，在海面上迫降，被一艘船救了起来。这艘船上没有安装无线电，所以他们被救的消息外界并不知道。

这次飞越大西洋的失败，并没有把人们吓倒，阿尔科克上尉和布朗中尉驾驶的一架飞机，又开始了飞越大西洋的飞行。

1919 年 6 月 14 日下午 4 时左右，飞机从加拿大纽芬兰的圣约翰斯起飞了，向东飞越大西洋，很快飞机就飞进了云层中。天色渐渐暗了下来，负责领航任务的布郎中尉在这种时候，很难判断飞机的位置，直到黑夜降临，他才根据星星的位置判断出飞机的航向。

突然，意外的事情发生了，飞机进入了很厚的云层中，看不见星星，也看不见海面，阿尔科克简直不知该怎样来操纵飞机，也无法辨认航向。当时，飞机上还没有完善的仪表设备，飞机失速进入了螺旋状态，向海面冲去。飞机在离大海 150 米的高度上穿出了云底，飞机是带着一定的坡度下降，大海就好像直立在他们的身旁。阿尔科克立即稳住飞机，使它恢复了正常。

黑暗渐渐过去，清晨来临了。空中的气温很低。忽然天气起了变化，雪花夹着冰雹向飞机袭来，阿尔科克稳稳地操纵飞机，布郎清除飞落在表盘上的雪花及冰层。在风雪、冰雹中飞行，又多了几分惊险，也增了几分情趣，使他们的飞行更有意义了。第二天上午 8 点左右，他们两人在飞机上开始吃早餐，食物是他们起飞前带上飞机的，每人两块三明治。这时，飞机离海平面只有 76 米的高度，他们并不想飞得这样低，是因为云层太低，飞机再高就看不清下面的情况了，但如果再继续在这样的高度上飞行，那是很危险的，因为岸边上的山峰都超过 76 米，很容易撞山。当飞机飞过大西洋，到达英国上空后，阿尔科克决定尽快降落，他们在英国的境内选择了一块沼泽地，果断地降了下去。

飞越大西洋的航行成功了！

阿尔科克和布郎被接到伦敦，英国首相将《每日邮报》颁发的 1 万英镑奖金授与他们。他们驾驶的那架飞机，现仍旧陈列在伦敦科学博物馆里。

第一架可操纵的直升机

飞机发明成功以后，在继续投入战争和运输的过程中，人们逐渐产生了一种新的不满足，这就是飞机起飞前，都需要向前滑跑一段距离，待得到足够的升力以后，才能拉杆起飞，这就需要提供有跑道的机场，或者有水上起飞设备的机场，它对于战争状态或不能提供机场的地方，显然是不利的。

于是人们进一步希望能够有一种飞机，能在不向前滑跑的前提下，垂直离升地面，并且能够垂直降落到地面。我们前面（见《直升机离开地面》一节）提到的德保泰扎特，设计过直升机，不过没有达到实用的要求。在这之后，直升机的研究一直也没有停止过。但是，在直升机发展的初期阶段，大部分的研制工作都在隐蔽地或是秘密地进行的。

有个叫佩卡拉的阿根廷人，他一直在悄悄地进行着直升机的研究工作。1924 年 4 月 18 日，他的一架直升机在天空中飞行了约 800 米，这架直升机的外形很怪，完全不是现代直升机的模样。

第一架真正可操纵的直升机是德国人研制的。这架直升机的样子也很奇怪，它的两副旋翼安装在悬臂支架上，由安装在机头的一台发动机驱动。

这架直升机的第一次试飞安排在室内进行。1937 年的一天，柏林的德国大厅内聚集了许多显贵要员，他们是来观看试飞表演的。他们都站在大厅的四周安全的地方。试飞员是德国著名的航空女郎汉纳·赖奇。当她坐进座舱，

人们都目不转睛地盯着她，那目光中既有疑惑也有惊叹。汉纳·赖奇把直升机发动起来了，直升机缓缓离开了大厅的地面，1 米，2 米……5 米，悬停在空中，然后又缓缓旋转了 360°。当直升机又落回地面时，大厅里响起了一阵掌声和惊叹声。

过了几天，这架直升机还是由汉纳·赖奇驾驶，以每小时 68 公里的速度，从柏林飞到伦敦，飞行高度为 3427 米，这些数字都是当时垂直飞行器的世界记录。汉纳·赖奇也成为世界上第一名直升机女驾驶员。

试飞虽然十分成功，但是这架直升机仍旧停留在原型机阶段，并没有投入批量生产。现代直升机的发展并不是从德国这架直升机演变而来的。

1939 年 9 月 14 日，世界上第一架实用型直升机终于诞生了，这是美国一个工程师西科斯基（美籍俄国人 1889—1972）研制成功的 VS—300 直升机。

VS—的设计十分成功，它有一副主旋翼和三副尾桨，后来经过多次试飞，将三副尾桨变成一副，这样西科斯基就为实用型直升机制定了一种比较完美的外形，从而成为现代直升机的祖先。

直升机之所以能垂直升飞，是因为直升机的旋翼在转动时与空气发生相对运动，桨叶给空气一个向下的作用力，使空气向下作加速流动，同时，空气也给旋翼一个大小相等、方向相反的作用力，这就是旋翼产生的旋翼拉力。直升机在悬停时，旋翼拉力提供的升力，可以支托全机重量，当升力大于重力时，直升机垂直加速上升。平行飞行时，旋翼的拉力朝预定的方向倾斜。直升机尾部的尾桨旋转时产生的作用力，可以平衡旋翼转动时产生的反作用扭矩，使直升机保持平衡。

这架 VS—300 直升机后来被存放在美国的爱迪生博物馆内，美国根据它发展出一代新型直升机。第二次世界大战中，在中国、缅甸、印度等国使用这种直升机的改进型达 400 架以上。

直升机发展史上，最艰难的探索时期已经结束，从此直升机开始迅速成长起来。

直升机的飞行速度虽然比较慢，每小时只飞 300～400 公里，但是它不但能垂直起飞和着陆，灵活机动，便于战争或抢救中使用。它还能在空中“站着不动”——悬停，更为空中与陆地的联系提供了方便。它既能向左向右侧方向飞行，还能倒退着飞行。这许多优点都是一般飞机所不具备的，所以它为自己开拓了广阔的用途。

施奈德奖与“药片”

在英国帕尔马皇家航空俱乐部三楼楼梯平台的壁龛里，珍藏着一尊想象力丰富的青铜大理石雕塑像。象征着速度的裸体插翅女神亲吻躺卧在巨浪之巅的勇士的动作十分动人，真是美丽极了。这尊雕塑就是航空史上著名的施奈德奖。

牙克·施奈德 1879 年 1 月 25 日出生在巴黎附近一个有名望的军火商世家。他本来准备做一个采矿工程师，莱特兄弟发明飞机之后，航空热席卷了整个法国，施奈德也把他的奋斗方向转向了诱人的天空。1911 年 3 月，他荣获飞行员荣誉军衔，之后，他又获得自由气球驾驶员合格证书。不幸的是，他在一次赛车中受了伤，从此结束了他的飞行员生涯。

虽然施奈德无法再上蓝天飞行，但他对航空的兴趣丝毫未减，他越来越

多地把时间用于组织航空比赛。1912 年，在陆基飞机戈登·贝内特杯比赛结束后举行的宴会上，施奈德怀着对水上飞机的憧憬和对速度的追求，提出了为水上飞机举行专场比赛的设想，并献出了以他的名字命名的奖——“ 插翅女神 ” 青铜雕像。从此，加速了水上飞机的研制工作。

1914 年，英国一家公司生产的名为 “ 药片 ” 的飞机在比赛中获胜，促进了双翼机的发展。“ 药片 ” 双翼机以每小时 40 公里的速度夺得当年的施奈德奖。当时的比赛规则规定，参赛飞机围绕周长为 10 公里的环形航路飞 28 圈，这对飞机的续航能力是一个很好的考验。1913 年那次比赛，参赛的飞机有 9 架，只有 1 架飞完全程。1914 年 13 架飞机参赛，也只有 2 架飞完全程。

“ 药片 ” 的设计，从当时的水平看，比较合理、简单，它只装有少量的支杆和一个螺旋桨，总重量只有 400 千克，由于重量轻，耗油量就少；耗油量小，续航时间就长；也由于重量轻，它比其它飞机灵活，飞行的速度就快。这大概是它在竞赛中战胜其他对手荣获施奈德奖的原因。也正是因为它结构紧凑，所以取名叫 “ 药片 ”，想不到 “ 药片 ” 竟因此出了名。

正当飞机公司沉浸在一片兴奋之中的时候，麻烦来了。一家制药公司提出了抗议，他们不同意飞机用 “ 药片 ” 这个名字，因为这个名字是他们出售的一种片剂的注册商标。没有办法，飞机制造公司只好在公开场合放弃使用这个名字，但在非正式场合人们还是愿意叫 “ 药片 ” 这个名字。很快，“ 药片 ” 发展成为战时最成功的早期战斗机之一。后来在一次战斗中，“ 药片 ” 成为第一个摧毁德国飞艇的英国飞机。

施奈德奖在 1931 年举行了最后一次比赛后，便停止了颁奖活动。

罗宾与抛绳加油

1935 年 7 月 1 日，在美国密西西比州的梅里迪安机场，人们举行了一个隆重的欢迎仪式，欢迎一架小型的单翼机 “ 罗宾 ” 号在这里着陆。也许有人要说，一架飞机在这里着陆，不值得如此兴师动众。可是当你知道了它的飞行记录，你一定也会感到惊奇。

这架叫 “ 罗宾 ” 的飞机是于这一年的 6 月 4 日从梅里迪安机场起飞的。驾驶飞机的是兄弟俩人，他们一共在空中连续不停地飞行了 4 个星期，共计 653 小时 34 分。在这 600 多个小时里，为了得到燃料、滑油和食品，“ 罗宾 ” 和一架供给飞机接触了 400 次之多。这次马拉松式的飞行，使人们找到了一种增大航程的好办法——空中加油。

在飞机发展的过程中，人们希望飞机一次能飞行更远的距离。但如果要求飞机飞的航程远，它就必须带很多的燃料，也就是说，飞机航程的远近与飞机的载油量成正比。而如果让飞机加大载油量，飞机的自重就增加了，就需要加大发动机的功率。这样，航程的远近和耗油的多少就构成了一对矛盾。这对矛盾还真不好解决。后来人们想到，设法给飞机空中加油，就可以使这个矛盾得到较理想的解决。但是，在当时的技术条件下，空中加油是很难实施的。空中加油技术比较复杂，需要有一架较大的空中加油飞机，受油的飞机与加油的飞机在空中要准确地汇合，在受油期间，两机必须保持密集队形，速度要绝对一致，才能保证加油的飞机安全地将所携带的油料输送给受油的飞机。

经过多年的研究试制，1936 年，英国成立了空中加油公司，开始进行空

中加油作业。他们采用“抛绳”方法进行空中加油。

此刻，英国空中加油公司的一架加油机，正在空中为一架英国航空公司的客运机加油。客机上喇叭响了：“先生们、女士们：现在一架空中加油机将为本机加油，请大家系好安全带，不要离开座位，以便顺利完成加油作业。谢谢大家合作！”乘客们都很遵守秩序，原地不动坐在座位里。空中服务员却可以清楚地看到加油的情景。只见受油机抛出一根负有重物的绳索，在它侧后方飞行的加油机则抛出一根带有铁爪的绳索，铁爪一下子“抓”住了受油机的绳索。加油机用绞车将连在一起的绳索收回，把输油软管接在受油机的绳索上，由受油机收回，然后将输油软管与受油口对接，加油机向受油机输油。当时平均输油速度约为每分钟 450 升。

最早期的许多飞机的乘客都是坐在敞开的座舱内旅行的，乘坐飞机时，因为高空很冷，每位乘客都要向航空公司借租飞行服。当加油机可以给客机输油时，客机的座舱已经发展得比较完善了，客舱里的座椅柔软舒适，机舱里还设计了卫生间，并且雇用了空中服务员。最早的空运中雇用女服务员的国家是美国，最早的空中女服务员都是护士出身。当时，这些“空中小姐”的任务与现在“空中小姐”略有不同，她们有一个任务是为乘客作秘书工作。

最后一次轰炸与第一次空袭

1918 年 11 月 10 日晚至 11 日凌晨，一支由 0／400 型轰炸机组成的轰炸机部队，从法国谢米的一个机场起飞，轰炸了卢万的铁路支线和枢纽站。这个中队投下了 112 枚 51 千克重的炸弹。在这次轰炸中，有多数炸弹命中目标，一列军用列车被命中，引起了整条铁路支线爆炸起火。这是第一次世界大战中的最后一次轰炸行动。

1939 年 9 月 4 日，这时第二次世界大战已经开始了，一支由“布伦海姆”型飞机组成的轰炸机部队，从英国萨福克郡的沃蒂山姆皇家空军基地起飞，攻击了威廉港附近的德国战舰。他们用 227 千克的炸弹，击中了德国小型战列舰“冯·舍尔”。但没有取得其它战绩。这是第二次世界大战中的第一次空袭。

如果单独地看，这第一次世界大战的最后一次轰炸与第二次世界大战的第一次空袭并没有什么特别的地方。但是，你若把它们之间联系起来看，你就会发现它为我们提供了一个两次世界大战间隔的 21 年里，军用飞机发展的窗口。

1918 年生产的 0／400 是第一次世界大战期间英国的标准重型轰炸机。这是一种大型双翼机，上翼的翼尾达 30.5 米。通常载 3 名机组人员，其中两名并排坐在敞开式的驾驶舱内，在机头顶端和机翼后方的机身内，设有敞开的射击员舱。这种轰炸机可在机身内携带 16 枚 50 千克重的炸弹。弹舱门靠弹簧力量关闭，投弹时舱门在弹体重量的作用下打开。它也可以携带一枚 750 千克的炸弹，这种炸弹是英国皇军空军在 1918 年使用的最重的炸弹。飞机的最大速度为每小时 160 公里，航程为 965 公里。机体采用木质结构，外罩蒙布。我这样详细地介绍 0／400 轰炸机，是为了让读者对第二次世界大战的第一次空袭中使用的飞机有一个清楚的对比。英国皇家空军参加第二次世界大战时使用的“布伦海姆”型飞机与 0／400 飞机形成鲜明对照，“布伦海姆”是一种机体细长，全金属结构的单翼机，有 3 名机组人员。“布伦海姆”翼

展只有 17 米，最大速度为每小时 422 公里，航程为 2895 公里，载弹量为 454 千克，在机背的炮塔内装有两门航炮，作为自卫武器。

第一次世界大战时，飞机最重要的任务是侦察，为前线指挥员提供准确可靠的敌方情况，以便指挥员下决心。在后来的 20 年中，出现了一系列性能较好的飞机，这些飞机速度快，飞得高，航程远，载荷大。飞机的变化显示了工业上的许多革新技术。例如：硬壳式轻型合金结构，悬臂单翼，可收放式起落架，密封座舱，有动力传动的炮塔，襟翼，可变桨距的螺旋桨，以及一系列飞行和导航用的辅助设备，其中包括自动驾驶仪。

最早的空中“ 杂技 ”

飞行表演人称“ 空中杂技 ”。飞行表演不但展示飞行技术，同时也向人们展示先进的飞机。早期的飞机表演以惊险的飞行动作，使观看表演的人心惊胆颤。飞行表演也是显示航空发展的一个窗口。

1914 年，一个叫比切的飞行员驾驶一架飞机，为观众进行表演。飞机在机场上空飞行了两圈，然后向跑道上俯冲下来。跑道旁边有一条浴巾放在地上，只见比切的飞机微微地向浴巾方向倾斜了一下，机翼的翼尖竟把那条浴巾挑了起来。观看表演的人们发出一片惊叹声。这样的飞行表演，现代先进的飞机是无论如何也办不到的。后来，比切又驾驶飞机从座大桥的桥洞下穿过。

特别让人惊奇的是，有的飞行员冒着生命危险，展示了令人毛骨悚然的绝技。

那一天，人们怀着一种既好奇又害怕的心理来观看飞行表演。一架飞机在观众的头顶上作环绕飞行，突然，人们看到一个人爬上了机翼，这个人慢慢地站在了机翼上。用现代人的眼光来看，当时的飞机速度不大，但是，即使在低速飞行中，站在机翼上也是十分困难和危险的。站在机翼上的人开始慢慢地行走，观众中的一些妇女，惊吓得闭上了眼睛。紧接着，又有人表演骑着飞机的尾部，在空中飞行，还有人两手抓住起落架，在空中荡起了“ 秋千 ”。两架飞机编队同时向观众头上飞来，当飞机飞到观众头顶上时，两架飞机变换了队形，一架飞机在上，一架飞机在下。这时，上面的一架飞机从座舱里放下了一个绳梯，一个飞行员从绳梯上爬下来，爬进在下面飞行中的那架飞机座舱里。这些“ 空中杂技 ”是十分惊心动魄的。进行这些飞行表演的人们的生命时刻都在受到威胁，“ 空中杂技 ”的事故率实在太高了，一些飞行员们不得不放弃这种冒险的飞行表演。然而，也有人某冒风险，不惜牺牲自己的一切甚至生命。就在飞行表演事故频生的时候，一个叫厄尔·梅的人，他公开张贴海报，要表演一次“ 空中人力加油 ”。表演那一天，厄尔·梅身背一桶汽油，从正在飞行的一架飞机上爬进另一架飞机的后座舱，为这架飞机进行空中加油。这样的“ 空中杂技 ”我们再也无法看到了，但是他们冒着生命危险为人类航空事业做出的贡献，我们至今还可以感受到。

对地扫射——“ 容克 ”出世

第一次世界大战爆发前，世界上许多国家都装备了数量较多的飞机。随着战争的发展和航空技术的进步，双座飞机装上了炸弹架，成为轻型轰炸机，

而小型单座飞机则装上了机枪，成为战斗机。

在第一次世界大战期间，许多轻型轰炸机飞越战线执行战术轰炸任务，而那些装上了机枪的战斗机飞行员们创造了一种战术，以机枪扫射敌方的战壕及小型目标。他们的飞机从低空掠过敌方的步兵，并向地面扫射，对敌方士兵的士气是一种严重挫伤，对士兵也造成很大杀伤。这种战术收效甚大。

1916 年 6 月 24 日，英、法联军空军在一次战役中，首次用飞机执行对德国地面部队的压制和攻击的任务，效果很好，使德军遭到了很大伤亡。德军也从英、法联军的这种战术中受到启发，在另一次战役中，德军将扫射敌方战壕的任务交给了原来担负炮兵着弹点观测任务的双座飞机，并把这些部队改名为“作战飞行小队”，完全执行低空攻击任务。地面部队对执行低空攻击的飞机，采取集中火力防空的战术，集中机枪等火力扫射低空飞行的飞机腹部。战争促进了对地攻击战术的发展，也提高了地面抗击空中攻击的能力。

为了加强对地攻击，德国的一些飞行设计师，专门设计了一种带有装甲的飞机，取名叫“容克”。这种飞机装有机腹机枪，飞行员的座舱周围装有 5 毫米厚的钢板，以防止地面火力击中飞行员。机上可携带集束手榴弹和手抛轻型炸弹。“容克”的机身全部用铝合金制造。1918 年“容克”正式投入使用。“容克”的出世预示着飞机构造和设计上是一个大的发展；“容克”的出世表明在世界航空史上又诞生了一个新的机种——强击机。

几乎就在“容克”出世的同时，美国也在加紧研制强击机，美军与波音公司签订了研制合同。波音公司研制的强击机装有 6.4 毫米的装甲，占整架飞机重量的 1／4，重达一吨，这种飞机的武器装备也十分强，有一门航炮、8 挺机枪，还有 1.0 枚小型杀伤炸弹。

从以上的装备看，这种飞机对自己的“武器”和对敌方的攻击能力都大大加强了，但同时也走向了另一个极端。由于一味追求装甲厚、火力强，因此它的重量和阻力都太大，发动机功率显得不足，机动性差，以致无法供装备部队使用。

后来，美军在一种侦察机的基础上加以改装，使之成为强击机，这次改装获得成功。

前苏联也研制出了一种强击机，这种强击机是一种机翼和尾翼用布蒙皮，机身用胶合板蒙皮的木、布制做的双翼飞机。别看这种飞机穿上了一身木和布制做的外衣，它的火力很强飞行性能也很好。机身腹部装上了防护装甲，有较好的防护功能。这种飞机在战争中曾发挥了较大的作用。

第三章 活塞式飞行器称霸蓝天

活塞式发动机不断完善

在航空事业的初创年代，航空发动机主要是利用汽车发动机将它们改装以后装备在飞机上。前面我们说到的莱特兄弟，他们就曾经制造过一种发动机，这种发动机也是根据汽车发动机的原理设计的。大多数都是采用市场上能买到的发动机以提供动力，没有专门为飞机使用的发动机。

1908 年以前，飞机使用的发动机都是用铸铁、钢锻件、黄铜等制做的。这些发动机装在那些结构单薄的飞机上，简直是一种沉重的负担。尽管汽车的发动机也是一种活塞式发动机，但它那大型气缸不规则的点火和周期性点火，都使飞机的机体承受着过大的载荷，甚至使发动机的安装震掉。显然，这种在汽车发动机上修修改改而制成的发动机不能满足飞机发展的需要。于是，许多人开始专门为飞机设计发动机。

用汽车发动机改装的发动机体积大、重量重的主要原因之一是发动机需要一个连续流动的水冷却系统，并配有一个大散热器和连接管道。

为了克服这些缺点，有人专门为飞机设计了发动机，这种发动机去掉了水冷却系统，为了防止活塞气缺过热，在气缺上装上一些散热片，将气缺产生的热量散到周围的空气中。有人还为飞机专用发动机设计了一个简单的汽化器，以产生富油混合气，通过一个活门散发到气缸的燃烧室里。这时活塞活门关闭，以压缩这种混合气，然后，燃气通过在活塞顶部的一个单一排气活门排出。这种发动机很快就被许多飞机采用。很快，这种发动机的缺点暴露出来了：这种发动机的燃油和滑油的消耗率很高，使用这种发动机，飞机的操纵性能不好，在转弯时不是很缓慢就是像闪电一样快。

后来，经过人们不断的改进和完善，活塞式发动机终于克服了初期的那些缺点而被所有的飞机所采用。

活塞式发动机是航空发动机的先驱。在第二次世界大战以前，飞机上普遍使用这种动力装置。它的特点是在一定范围内经济性好，寿命长，维修方便。即使后来又发明了喷气式发动机，但由于上述优点，目前，在近距离运输、航空勘测、农林飞机上还广泛使用。我们在这一章里所讲到的飞行器，动力装置都是活塞式发动机，只不过每种飞机的发动机的型号有所不同罢了。

从这时起，直到 1944 年第二次世界大战后期，一直是活塞式飞行器的天下。

单翼机飞掉了机翼

在飞机发展初期阶段，为了提高飞机的升力，不得不增大机翼面积，所以采用了双翼机或多翼机的结构。双翼机一直保持到 20 年代末、30 年代初。双翼机的一个很主要的缺点是它的阻力大，双翼机上下两翼间的支柱和张线都会产生很大的阻力，为了提高速度，飞机开始放弃双翼向单翼机过渡。

然而，这个过渡经过了艰辛而又漫长的道路才完成的。

1922 年 10 月，美国空军试制了一种单翼冷式驱逐机，也就是我们常说的歼击机。美军把这种单翼机用代号 PW—2A 来表示。

这一天，一架 PW—2A 升上了天空，进行一项新的项目试飞。就在飞机拉起来的一瞬间，突然，飞机一侧的机翼掉了下来。飞机失去了一侧的机翼尤如雄鹰失去了一只翅膀，歪歪斜斜、摇摇晃晃地向地面坠落下来。试飞失败了。美国人又放弃了单翼机结构，仍旧采用双翼机。在这期间，世界上许多国家都在研究改进双翼机，努力使它的阻力变小，但种种努力的收效并不大。

1928 年美国军队又把目光转向了单翼机，他们与波音公司签订了一项单翼机的研制合同。波音公司设计的新型的单翼机采用全金属蒙皮做机身，机翼装在机身背部，用支柱支撑着。这种单翼机于 1930 年 11 月开始试飞。在试飞中，飞行员发现，驾驶舱深深地埋在机身里，飞行员向外看不了多远，视野很差，飞行员们给这种飞机起了一个绰号“捣蛋鬼”。这种型号的单翼机最终没有发展起来。在第一次世界大战期间，歼击机飞行员主要是与敌机周旋格斗，所以飞行员喜欢结实的、比较机动灵活的双翼机，阻力大、速度慢的缺点被掩盖了。

单翼机最先被轰炸机所采纳。30 年代初，出现了一种新型的单翼轰炸机，这种轰炸机采用全金属结构，飞机的起落架可以收放，这样的结构使速度得到了提高，每小时可飞 333 公里，这个速度比当时任何一种双翼机的速度都快。人们终于认清了单翼机的优点，这就迫使歼击机也要采用单翼机的布局。1931 年，美国洛克希德公司又设计了一种单翼歼击机，编号为 YD—24，这架飞机在同年 10 月的一次试飞中坠毁。美军并没有就此罢休，他们又开始试飞一种全金属结构的双座单翼机，这架飞机速度达到每小时 400 公里，不过这架飞机的命运也不佳，它在 1933 年 1 月的一次飞行中坠毁。

屡败屡试，在人类的航空史上，这样的例子实在太多了。尽管单翼机不断失败，但是事实上，正是在这种屡败屡试、不折不挠的奋斗中，开始了单翼机的时代。

机载雷达初显神通

雷达，人称“飞机的眼睛”，雷达在航空史的发展中起着十分重要的作用。

雷达这词是个外来语，它是根据英文名词音译过来的，英文名词的原意是“无线电探测和测距”的意思。从这个英文的名词中，我们多少可以了解雷达的作用，它的主要作用就是用无线电来探测目标。

在飞机发明之初，飞机的速度不快，机上的飞行员可以用眼睛来观察周围的目标，地面上的观察员则用眼睛看和耳朵听来发现飞机的行踪。后来，飞机的速度不断增大，特别是飞机投入了战争，战争中的情况千变万化，飞机需要有一种仪器能远距离发现目的，而地面上的人员为防备敌方的空击，也需要及早发现从空中飞来的飞机。

人们想到了蝙蝠。原来早在 1793 年，意大利生理学家斯帕兰札尼在研究蝙蝠的夜间视力时，发现夜晚飞行出来捕捉蚊虫等小飞虫吃的蝙蝠，视力极差，它的视力差却照样能自由行动，于是他推测蝙蝠不是靠眼睛而是靠耳朵来辨认周围的事物。这个发现当时提不出足够的论证，又不能被动物学方面的权威们所接受。一直到 100 多年后的 20 世纪初，物理学界发明了“声波检测器”，能够测出各种听不见的声波，这才证实了蝙蝠确实是靠耳朵来辩认周围事物的：蝙蝠一边飞行，一边张大着嘴发出一种人耳听不见的超声波，

超声波传到蝙蝠飞行前方的物体上，被物体反射回来，蝙蝠的耳朵接受到这些反射回来的声波，就辩认出周围的物体了。根据这个发现，人们发明了“超声波回声检测仪”，它不断向四周发出声波，再根据接收到的回波去检测水下是否有鱼群、有潜艇、有冰山等等。

根据这个原理，人们想到，无线电电磁波也是一种波，也具有遇到障碍物就反射回来的特性，而且电波的传递的速度为每秒 30 万公里，声波传递的速度才只有大约每秒 340 米；电波在空气中传播的距离也比声波要远得多，采用无线电波来代替声波，效率不是更高更快吗？！于是发明了“无线电探测和测距”仪器，它就是雷达。雷达由发射机不断向空中发出无线电波，电波在前进时遇到障碍物后会反射回来，通过天线被接收机接收，显示在类似电视的屏幕上。

雷达的研制是从 20 世纪初开始的。1904 年，德国的一位科学家提出了一种雷达设计方案，并申请了专利。但一直到 30 年代才研制出作用距离大于声波探测器的雷达。

在 1936 年之前，只有一种办法可以发现视距（眼睛能看到的距离）之外的飞机，就是使用声波定位器。这种定位器体积庞大，如果工作正常，最大作用距离为 13 公里，这个距离对于老式的双翼机来说，也只要 4 分多钟就能飞到。单翼机的发展，使飞机的设计发生了革命，许多飞机都提高了速度。很显然，防御者要使自己的飞机尽快地进入作战位置，截击前来袭击的敌机，就需要提前预警。

1936 年 6 月，一个英国的研究小组在罗伯特·沃森·瓦特的领导下，研制出第一部试验型地面雷达，探测飞机的作用距离为 27 公里。几经改进，同年 9 月，雷达的作用距离达到 88 公里。

1939 年，英国在地面部署了由 20 部雷达组成的雷达网，这就是最早的预警网。这时，雷达的最大作用距离达到 177 公里，发现飞行高度为 4570 米。这些雷达每部都重达数吨，发射天线塔高达 100 多米。这样的雷达效率虽高，却不能在飞机上使用。

为了减少雷达的体积，减轻雷达的重量，早就有人开始了不懈的努力。1937 年底，第一部机载雷达安装到英国的“安森”型侦察教练机上，它可以探测到 16 公里之外的舰船。

这种机载雷达经过改进之后，称为 AI 机载截击雷达，并于 1940 年夏天开始服役。

1940 年 7 月 23 日凌晨，大地正处在黎明前的黑暗之中，英国中尉飞行员阿什费尔德和雷达操纵员拉·莱兰中士，驾驶“布伦海姆”战斗机起飞了。很快，莱兰中士从雷达的荧光屏上发现了情况，他立即向中尉飞行员报告：“发现敌机，是轰炸机，航向××，高度××。”阿什费尔德向莱兰提供的航向和高度飞去，果然发现了一架轰炸机，一阵猛烈的炮火向敌轰炸机射去，顿时，轰炸机冒出了一股浓烟，向地面坠去。这是世界上第一次飞机借助于雷达的帮助，击落敌机。

随着战争的发展，雷达的使用更为广泛，英国的飞机装有空对地、空对海雷达，用于发现潜艇。在大西洋作战中，飞机借助雷达，击沉了敌方 40 多艘潜艇。1944 年 6 月 8 日，一位飞行员和他的机组，驾驶装有雷达的“解放者”飞机，在 20 分钟内连续击沉了两艘德国潜艇。

机载雷达初试锋芒就是显示了强大的威力。

英国空军还用装有雷达的飞机为轰炸机群指示目标的位置。

代号“鹰攻击”

雷达的出现，使许多国家建立起了很好的防空体系，这个体系一般包括严密的空袭预报系统和战斗机控制系统。防空体系中最关键的是雷达网的建立，空军部队有了强有力的雷达网，就能使战斗力不太强的战斗机中队能够十分有效地使用兵力，雷达使指挥员们能够看见空中的情况，空战变得更为激烈，也更为残酷了。

1940 年 8 月 15 日星期四。这一天，德国与英国在空中展开了一场激烈的空战。

德国出动了大批战斗机和轰炸机，实施代号为“鹰攻击”的计划，对英国进行了空袭。德国的飞机黑压压一片，尤如一个鹰群，直奔英国的机场飞来，这些飞机时而佯攻，时而真打；时而侦察，时而猛攻滥炸。到了下午，德国的飞机对英国机场进行了地毯式的轰炸。英国的战斗机飞行员并没有被德国法西斯的气势汹汹所吓倒，他们驾驶着战斗机一次又一次起飞，与德军展开了激烈的搏斗。有些英国飞行员驾驶着机翼受伤的飞机，晃晃悠悠地飞回机场，再换上一架新的战斗机，又升上蓝天。天空中不时传来炸弹的爆炸声和航炮的射击声。

这天的空战进行了一天，一直到日落，德军损失 75 架飞机，英军损失 28 架飞机，另有 13 架飞机受伤。德军把这一天称为“黑色的星期四”。德军的许多飞行员抱怨：他们的飞机经常遇到燃油不足的威胁，损失的飞机有一些并不是被英军的飞机和地面炮火所击中，而是由于燃油耗尽，自己坠入英吉利海峡黛色的波涛中。

德军统率部又调整了战术，向空军下达了命令：鹰，鹰，第二攻击波开始！

接到命令的德国轰炸机出发了。数百架涂有黑十字标记的轰炸机沿着泰晤士河嗡嗡地飞向伦敦。一颗颗炸弹落在伦敦的大街上，落在街上的食品店上，倾刻间，食品店化为一片废墟。燃烧弹使大街小巷变成一片火海，到处都是残垣断壁，满地都是被炸得粉碎的玻璃。

飞机变得越来越先进，战争却变得越来越残酷。

苏军飞行员开走了德军飞机

这是一次奇特的飞行，这也是一次空前绝后的飞行，它在航空史中留下了精彩的一笔。

我们还是先从原苏联的强击机伊尔—2 说起。伊尔—2 型强击机是原苏联伊留申设计局 1938 年设计的强击机，它是原苏联在第二次世界大战期间最广泛使用的飞机，这是一种单机翼单发动机单座飞机。伊尔—2 的防护装甲很强，但它有一个致命的弱点：没有后射防御能力。当时原苏联军方决定撤去后座射击员，所以当飞机遭到敌机从后方进行攻击时，就显得束手无策。

1942 年 1 月 21 日，原苏联空军飞行员库兹涅佐夫驾驶着伊尔—2 型强击机从白雪皑皑的莫斯科机场起飞，单独执行侦察飞行任务。当飞机飞到德军占领区的上空时，库兹涅佐夫突然发现，左前方出现了德军的几架飞机，库

兹涅佐夫并不惊慌，他做好了一切战斗准备。库兹涅佐夫有信心与这几架德军的飞机交战，因为伊尔—2 型强击机的火力很强，飞机上有两挺 7.62 毫米的机枪，有两门 20 毫米航炮，机翼下挂着 8 枚当对来说最新式的武器——空对地兼空对空火箭弹，它的最大速度可达到每小时 470 公里，有 12.7 毫米厚的防护装甲，即使被小口径的机关炮击中，也问题不大。所以库兹涅佐夫对自己的飞机充满了自信，他称自己的飞机为“飞行坦克”。

然而，就在他准备同德军展开激战的时候，他的后上方突然又出现了一个德军的机群，这群飞机从后面向库兹涅佐夫发起了猛烈的攻击。伊尔—2 型强击机恰恰没有后射防御武器，对德军从后面的攻击毫无办法，库兹涅佐夫的飞机被击中了。他只好驾驶着冒着黑烟的飞机，在茫茫雪原迫降。飞机被彻底打坏了，当库兹涅佐夫从座舱中爬出来的时候，飞机还在冒着烟。库兹涅佐夫抬头望去，只见德军的机群已经离去，但是有一架飞机仍在空中不停地盘旋，似乎在寻找猎物，飞机盘旋下降，几乎贴着树梢在飞行。库兹涅佐夫怕遭到扫射，急忙躲在弹孔累累的伊尔—2 机身下。突然，德军的飞机放下起落架和襟翼，也在雪地上着陆了，停在距伊尔—2 二十几米外的地方。座舱盖打开，德军飞行员手持手枪，跳下飞机，向库兹涅佐夫的飞机走过来。德军飞机的发动机并没有停车。当时，德军飞行员中有一种风气，就是挖下被击落的敌机的标记，用以炫耀于人，以示其作战勇敢。

德军飞行员来到伊尔—2 型飞机跟前，拿出了随身携带的刀子，准备挖下机徽。就在这时，库兹涅佐夫用尽力气向德军的飞机奋力跑过去，跳进座舱。德军飞行员发现情况不妙，立即用手枪射击，飞机的装甲对于手枪子弹来说是足够厚了，库兹涅佐夫从容地关上座舱盖，操纵着德军的飞机，向莫斯科方向飞去。

这次事件之后，原苏联空军对伊尔—2 型飞机又进行了改装，加装了后射击舱，变成了双座飞机，增加了空中射击员。改装后，伊尔—2 的战斗损失减少了 25%。

改装后的飞机投入战斗后，许多德国飞机仍采用对付其单座型的办法，从后上方攻击它，结果被伊尔—2 后座的机关炮所击落。

在 1943 年夏季的一次战役中，伊尔—2 上的 20 毫米航炮改装成两门 37 毫米航炮，还装了特制的反坦克炸弹。7 月 7 日，伊尔—2 对德军的“虎”式坦克进行了 20 分钟的攻击，击毁了 70 辆，对另一坦克群进行两小时攻击，击毁了 270 辆坦克。德军士兵非常害怕伊尔—2，把它称为“黑死神”。

“超级飞行堡垒”B—29

1945 年 8 月 6 日和 9 日，有两枚原子弹落在了日本的土地上，一枚在广岛爆炸，一枚在长崎升起了蘑菇云。

这两枚原子弹都是美军用飞机投下的，投弹用的飞机都是同一型号的“超级飞行堡垒”B—29。

B—29 飞机是波音公司研制的一种著名轰炸机，它装有 4 台发动机，载油量很大，达到 37277 升，载弹量为 9000 千克，航程近 6000 公里，可以在 1 万米以上的高空飞行。B—29 的火控系统在当时来说是比较先进的，它有 4 个炮塔，每个炮塔各装两挺机枪，由射击员对这些机枪进行遥控。飞机尾部还装有一部 20 毫米的航炮。可以说，B—29 在当时来说是最先进的飞机了。

美军选中它来完成投放原子弹的任务是经过了周密考虑的。

美军计划在广岛投下的原子弹代号为“小男孩”，这个“小男孩”的体量有 4083.3 千克，身长有 3.048 米，直径 0.71 米，投放“小男孩”的高度为 9600 米。完成投放“小男孩”的任务，对于 B—29 来说是轻而易举的事情。

在长崎投下的原子弹代号为“胖子”。对“小男孩”来说这枚原子弹的确够胖的，它的直径有 1.524 米，是“小男孩”直径的 2 倍还多。“胖子”的体重有 4535.9 千克。身长有 3.251 米。为了携带“胖子”，B—29 又进行了改装，弹舱加大了，投弹装置也进行了相应的改装。

按照原来的计划，这个“胖子”准备投在小仓，可是当飞机飞临小仓时，天气变得十分不好，携带“胖子”的 B—29 飞机进入几次都没有发现目标，这才决定轰炸另一个城市长崎。

8 月 9 日上午 10 点多，飞机到达长崎，发现这里的天气也不好，云量很浓，轰炸只好靠雷达。10 点 58 分，在即将用雷达指挥投弹的一瞬间，突然发现云中有一个孔隙，随即决定改用目视轰炸。“胖子”在离开弹舱一分钟后爆炸。巨大的气浪不仅摧毁了地面的建筑物，也使脱离爆炸区的 B—29 飞机受到冲击，剧烈的抖动把舱内忘系安全带的乘员掀出了座椅。“小男孩”和“胖子”给广岛和长崎人民带来的灾难是无法形容的。

B—29 飞机因此而出了名。在第二次世界大战期间，美国曾援助原苏联各种飞机 1 万 5000 架，唯独拒绝向他们提供这种 B—29 轰炸机。1945 年，在战争中美军有 4 架 B—29 轰炸机在原苏联远东地区迫降，原苏联扣留了这些飞机，随后就着手测绘仿制，制造出装有 4 台发动机的重型轰炸机，原苏联空军把这种飞机称之为图—4。

1947 年，原苏联的图—4 重型轰炸机首次出现，而美国波音公司很快就断定，图—4 就是 B—29 飞机不折不扣的仿制品。当时波音公司曾将这两种飞机进行了详细对比，并把对比的数据在报刊上公布出来。尽管美国有些不满，但对苏联能在短时间内仿制成功，感到十分惊奇。

凄惨的尖叫声来自空中

这是发生的第二次世界大战中的一件事。这一天，德国与法国展开了一场激战。英勇作战的法军，打退了德军的一次进攻。法军的士兵们正在作战后的短暂休整，准备迎接更大的战斗。突然，德军的一个机群向法军阵地飞来，这是德军的 JU—87 飞机机群。机群飞临法军阵地上空时，变换了队形，飞在最前面的一架飞机向法军阵地俯冲下去，法军早有准备，士兵们都躲进了掩体。紧接着，法军士兵听到一阵阵怪叫声，这叫声十分凄惨刺耳。法军士兵从未听到过这种声音，他们毫无思想准备，被这一阵阵刺耳的叫声惊呆了，不知来了什么怪物。法军的士气大减，德军趁机对法军发起了新一轮进攻。

原来，德军在 JU—87 飞机上安装了一种发声装置，这种发声装置的作用就是制造恐怖气氛，用以瓦解敌军士气。

JU—87 是一种著名的俯冲轰炸机，它是德国于 1934 年设计的一种单发动机双座飞机。在 1940 年的英国与德国的战争中，JU—87 暴露出了它的许多弱点：速度慢、航程短、续航能力不足。在空战中，这种飞机遭到英国“喷火”式战斗机的沉重打击。

苏、德战争开始之后，当时苏联的歼击机大部分被毁于地面，在没有苏联歼击机拦截的情况下，JU—87 发挥了很大的作用，它顺利地攻击了防御工事和各种阵地。后来，德国又对这种飞机进行了改装，两翼下各加装了一门 37 毫米的航炮，并增加了装甲，专门用来攻击地面坦克，成为很有名的反坦克强击机。德国空军上校路德，驾驶了 JU—87G 型反坦克强击机，曾击毁了 519 辆苏军坦克。

JU—87 是第二次世界大战中是一种具有代表性的强击机，它的主要特点是轰炸命中精度高。它的机翼上装有俯冲减速板，机身下装有特制的俯冲投弹架，便于实施俯冲轰炸，有利于提高命中精度。

值得一提的是，JU—87 飞机的机身下的炸弹架，它是专门为避免俯冲投弹时，炸弹碰撞飞机螺旋桨而专门设计的。正常飞行时，炸弹架的两根支柱将炸弹平直地固定在机身下，俯冲投弹时，在炸弹在重力作用下，炸弹架连同炸弹转动 90 度，将炸弹越过桨叶旋转面投出。

弹射飞机商船

第二次世界大战初期，远程飞机极为罕见。为了增加飞行的航程，一个很有效的办法是采用在航空母舰上起飞。当时，拥有航空母舰的军队为数不多。仅以英国为例，当时英国的航空母舰，还不能为护航机队提供足够的支援。而制造新的航空母舰，则需要时间，战争没有时间等待。

大约在 1940 年，英国的一位军官提议，改装商船。这倒是一个可行的好办法。他们买来许多商船，将船的上部全部拆除，然后辅上一层短短的飞行甲板，并装上了经过改进的弹射装置。利用这种装置帮助飞机弹射起飞。很快，这些商船变成了简易的航空母舰。

“ 弹射飞机商船 ” 投入了战斗，一些战斗机从“ 弹射飞机商船 ” 上起飞，对敌机进行攻击。但是，返航时战斗机要想在 “ 弹射飞机商船 ” 上降落，实在是一件非常困难的事情，飞行甲板实在太短，飞机很容易落入水中。有些飞行员只得被迫在水面上降落，然后等待同伴们来救援。在有些时候，落在水中的飞行员，常常是在被救起之前就冻死了。

改装“ 弹射飞机商船 ” 的一个重要目的是为了更有效地对付德国的潜艇。据统计，在大西洋水域，德国潜艇有 289 艘是被岸基飞机和舰载飞机击毁的。

偷袭珍珠港

日军对珍珠港的袭击，在世界的航空史上写下了最为惨烈的一笔。

1941 年 12 月 8 日，是个星期日。位于太平洋上的瓦胡岛南部的珍珠港，是美国太平洋舰队的主要基地。此刻，珍珠港的海军基地里停泊着太平洋舰队的大批战舰，岛上停放着 387 架飞机，美军官兵像往常一样，在这里享受着 “ 神圣的周末 ”，度过一个愉快的星期天。他们谁也没有想到，危险正悄悄降临在他们的头上。

在太平洋上，一支庞大的日本舰队，正划破灰暗的海面，悄悄地向瓦胡岛驶去。此刻，日军舰队已在海上航行了 12 天，它距珍珠港只有 230 海里了。

日军舰队全速行驶，凶猛地扑向珍珠港。每一艘航空母舰的飞行甲板上，排满了双翼展开的飞机，引擎隆隆地转动着。有的飞机携带着大型炸弹，有

的挂着鱼雷。一眼望去，机身下的鱼雷，铅灰色的弹壳闪着冷光。

飞机的轰鸣声打破了黎明的寂静。第一架飞机从正在海面上航行的航空母舰上起飞了。接着，第二架、第三架。第一批 183 架飞机组成的编队群向珍珠港偷偷地扑去。

此时，瓦胡岛上的美军雷达站里，有两名士兵正在执勤。一名士兵一边嘟哝着：“ 7 点钟已经过了，早饭怎么还不送来？ ”一边漫不经心地摆弄着雷达装置。突然，雷达屏幕上出现了大批飞机，他测算了一下距离，离岛只有 220 公里。他大吃一惊，立即用电话向上级报告。正在值班的泰勒中尉听了报告，想到自己军队的航空母舰正在外面执行任务，认为这些飞机肯定是自己的飞机，就说：“ 这是我们自己的飞机，他们从我们的航空母舰上起飞，可能是 B—17 型飞机。 ”

既然是这样，两位士兵也就无意去监视这批飞机了。

日军的庞大机群没有受到丝毫阻拦，出奇不意地飞到了瓦胡岛北部上空。这时，云彩已经消散，视线异常开阔。穿过瓦胡岛北部的山谷，珍珠港历历在目。在那里，停泊着 946 艘舰艇。此刻，港内静悄悄的，美军舰艇上的士兵正悠闲地享受着周末。

日军指挥官向机群发出了攻击令：“ 托、托、托…… ”

接到这个命令，机群按照各自的分工，饿狼扑食般地攻向目标。

俯冲轰炸机分别奔向福特岛、希卡姆机场和惠勤机场，对准美军的一架架重型轰炸机和歼击机，俯冲过去。这时，希卡姆机场升起了浓烟。福特岛机场也烟雾滚滚，惠勤机场上爆炸声、警报声响成一片。

遭到突然袭击的美军这才醒悟过来，趁着日军轰炸的间隙，有 25 架美机冒着日军炮火，强行起飞反击日军，在空中与日军飞机展开了激战，终因寡不敌众，没有取得成功。

日军偷袭珍珠港前后持续 1 个小时 50 分，实际用于突击的时间 1 小时 28 分。共投下鱼雷 50 枚、各型炸弹 144 吨，日军以损失飞机 29 架、潜艇 7 艘的代价，击沉炸伤美军大型舰只 20 艘、中小型舰艇 20 余艘，击毁美军飞机 260 架，在日军偷袭珍珠港的事件中，美军由于麻痹大意，太平洋舰队受到了沉重的打击，损失惨重。

JU—52 与希特勒的专用机

从 20 年代到第二次世界大战爆发，运输机开始全面发展起来。

在这期间出现了几种著名的运输机：英国汉莱·培基公司的 HP—42 型；德国容克公司的 JU—52／3m 型；美国的道格拉斯公司生产的 DC—3 型；苏联的 AHT—9、里—2 等。

英国汉莱·培基公司生产的 HP—42 型是一种有 4 台发动机的运输机。当时世界上的其它运输机载客量为 10—12 人，而 HP—42 却能载客 38 人，是当时的“ 大型 ”运输机了。

德国容克公司生产的 JU—52 运输机，于 1930 年 10 月首次飞行，当时飞机只装一台发动机，后来改装为 3 台发动机，称为 JU—52／3m。这种飞机用途比较广泛，既能运送部队、空降伞兵、牵引滑翔机，也能载炸弹执行轰炸任务。它作为客机时，可运载 15 人。

JU—52／3m 的最大特点是安全可靠，它装有 3 台发动机就是为了求得最

大的安全系数。希特勒看中这种飞机，他决定改装一架作为自己的座机。这架飞机拆掉了座椅，铺上了地毯，装上了办公桌和沙发。试飞时，这架飞机的最大速度为 24 公里／小时，航程达 1360 公里，升限为 8200 米。经过改装，它就叫 JU—52 飞机了。

世界上许多国家都曾使用过 JU—52 飞机。德国发动“闪电战”入侵波兰、奥地利等国时，JU—52 充当了主力运输机。1936 年，西班牙内战期间，JU—52 不仅执行空运任务，还执行轰炸任务，总共出动 540 架次，投弹 6000 吨。1941 年 5 月，德军在克里特岛实施空降突袭作战，曾动用 530 架 JU—52，牵引 80 架滑翔机，空降 750 人的敢死队，空投 1 万名伞名，空运 5000 名士兵，完成过师级规模的空降作战。

最早服役的直升机与西科斯基

我们在前面介绍过直升机的发明，但它的发展，从 1922 年到 1936 年，这 15 年间一直处于停滞不前的状态。

30 年代后期，直升机发展出现了重大转折。1937 年，德国 FW—61 直升机试飞成功，震动了全世界的航空界。这架直升机是德国福克·沃尔夫公司研制成功的。该机袭用普通飞机的机身和方向舵，采用双桨横列式旋翼，发动机安装在机身前部，起落架为三轮式，样子十分独特。特别值得一提的是，FW—61 打破垂直飞行器的全部记录，曾由一名女飞行员驾驶，以 68 公里／小时的速度从柏林飞到伦敦。直升机飞这么远，在当时还是破天荒第一次。

时隔不久，世界上第一架实用型直升机诞生了，这就是 VS—300 直升机。这架直升机具有良好的操纵性能，具备了现代直升机的基本特点。

1940 年，美国陆军决定购买 VS—300 的改进型 VS—316，美国陆军编号为 R—4。R—4 是成功的实用型直升机，它能垂直起降、悬停、前飞、后飞、倒飞以及无动力自转下降等。在正常情况下，它能载两人，若在只有一名驾驶员的情况下，可挂一枚深水炸弹，从舰只上起飞执行反潜任务。

R—4 直升机的诞生，具有划时代的重大意义，它标志着直升机发展史上最艰难的探索时期已经结束。这个功劳应该归功于美国工程师美籍俄国人西科斯基。

1889 年 5 月 25 日，西科斯基出生在俄国古城基辅，他的父母都是医生。

西科斯基从幼年起就建立了对航空的兴趣。他的母亲在对他进行早期教育时，就曾给他讲过飞机设计师达·芬奇的故事以及对直升机的设想等内容。

西科斯基在 12 岁时就做了一个旋翼飞机的模型，它用一个橡皮筋作动力，飞了起来。1908 年，他离开学校，带足了用于学习航空和购买一台发动机的钱，前往巴黎。在巴黎，他结识了许多飞行界的先驱人物，但是这些人物都热衷于固定翼飞机，而对直升机却抱着怀疑的态度。但西科斯基没有气馁，他在巴黎学习了许多航空方面的理论之后，回到基辅，制造出了他的第一架直升机。但这架直升机几次试图飞起来，都遭到了失败。他没有退缩，继续研究，先后研制了 S—1、S—2、S—3、S—4、S—5 等 5 架飞机。

二十世纪 20 年代，西科斯基只身来到纽约。在纽约，他的生活极其凄惨，他不会说英语，很难找到工作。连续几年，他都挣扎在饥饿的死亡线上，然而这种穷困的境地没有使他屈服，却激发了他的决心。他和其他俄国移民一起组织起一个小公司，开始制造一种客货两用运输机 S—29。这架飞机几乎

是从“废品堆里拣来的。”事后他这样说。S—29 的发动机又老又旧，机体上的有些部件是从废料堆里拣来的，轮胎质量极差，以至有时候在机库里也会放炮。在西科斯基坚持不懈的努力下，这架飞机终于飞了起来。

在研制这一系列的飞机的过程中，对于直升机的迷恋仍在不断噬咬着西科斯基的心。他继续钻研直升机的设计。由于有了较好的发动机和材料，也由于他那丰富的空气动力学知识，他终于设计出 VS—300 直升机。1939 年 9 月 14 日，这架直升机离开了地面，试飞成功。

天兵天降

飞机的升空是利用了升力，而降落伞的发明是利用了空气的阻力。我们知道，物体在运动时，会导致周围的气流分离，使物体前面的压力大，后面的压力小，形成压力差，这就是阻力。空气阻力大小与物体运动速度成正比，还与空气的密度及物体的形状、面积等有着密切的关系。人们根据空气阻力的这个原理。于 18 世纪末制造成了降落伞。之后，经过不断改进，降落伞日渐成熟。

由于降落伞和飞机相继出现，在第一次世界大战中，交战双方都在利用这些先进装备，把间谍人员降落到敌后去进行侦察破坏活动。

1918 年春天，第一次世界大战末期，法国人在敌军后方进行小规模袭击，伞降了一些由两人组成的爆破小组去破坏敌人的交通线。几年以后，到了 20 年代中期，空降技术已在许多国家迅速发展。原苏联在民间成立了跳伞俱乐部，训练跳伞爱好者。德国在民间成立了滑翔机协会，培养滑翔机驾驶员。意大利在北非进行了多次伞降试验。20 年代后期，许多国家又专门研制军用运输机和滑翔机，为创建空降兵奠定了物质基础。

空降兵第一次“天兵天降”出现在战场上，是 1927 年。那时，原苏联军队为了镇压反革命叛乱，在中亚细亚使用了空降兵并取得成功。随后，原苏军建立了空降兵部队。

第二次世界大战期间，空降兵开始被大规模的使用到战场上。1940 年 4 月，德国为了一举占领丹麦和挪威，曾使用 6 批运输机和滑翔机，空降了 4 个团的兵力，夺取港口、机场、桥梁，配合部队进攻。这次空降作战十凑效。在进攻丹麦时，法西斯德国的空降部队配合登陆部队，长驱直入。几个小时之内，丹麦国王及其政府便不战而降。在挪威，法西斯德国的空降兵夺取了港口和重要机场，并在当天就占领了挪威首都奥斯陆。

1944 年 6 目 6 日，美国第一集团军和英国第二集团军先后在一小时内，于诺曼底登陆，并迅速占领登陆场，进展十分顺利，其中一个重要原因是在登陆前的五六个小时，美、英军在距登陆地区海岸 10 至 15 公里的纵深，空降了 3 个空降师，并迅速占领了海岸炮兵阵地，打通了 4 条海滩通路，夺取了重要桥梁、渡口，阻击了敌增援部队向登陆场开进。

空降兵实施空降的方式，分伞降和机降两种。在空降作战时，这两种方式，既可单独实施，也可以结合进行。

伞降就是人员、装备、物资，从飞机上用降落伞落于地面。这是空降兵进行空降的主要方式。伞降的主要优点是：对场地的要求不严，平原、草地、起伏地、丛林地、水网稻田地均可使用。根据任务的需要，也可以在森林地、山地、湖泊地区降落。

机降就是人员、装备、物资等乘载飞机直接降落于地面。第二次世界大战期间，在没有直升机的情况下，许多国家都使用滑翔机进行机降。主要是用于载运重装备、火炮、车辆及这些分队的人员。进入 20 世纪 50 年代，直升机开始出现在战场上，从此直升机取代滑翔机，使机降进入了一个新阶段。

第四章 喷气时代到来

突破音障的飞行

第二次世界大战期间，活塞式歼击机发展很快，到 20 世纪 40 年代中期，最大飞行速度已达 760 公里／小时。但是活塞式飞机的速度再想提高已经十分困难了。

1945 年 6 月，英国在试飞一种高速飞机时，因飞行速度接近音速（每小时 1224 公里／小时），造成机身破裂、机毁人亡。

也还有些人也用活塞式飞机进行过一些超音速飞行试验，均告失败。当时检查高速飞机飞行失败的原因，都是由于速度太快引起的。而这个速度的限度又和音速相接近。于是当时从事研制飞机的一些人们，把音速（340 米／秒）看作是一种天然不可逾越的障碍，称为“音障”。

不少人还曾对能否制造出超过音速的飞机持悲观态度。当时一位英国科学家就曾说：“音速……像是挡在面前的一堵障碍墙。”于是出现“音障”这个词儿，并且吸引不少科学家来分析造成音障的原因，寻找克服音障的方法。

后来，经过多次研究发现，由于飞机的飞行速度在接近音速时，飞机的机身、机翼、尾翼等部位上会产生激波，增大了阻力，这就是波阻。由于波阻的影响，飞机在进行超音速飞行时，阻力大为增加。此外，螺旋桨在高速旋转时，也由于同样的原因效率大大降低。因此，必须有一种新的动力装置，才能克服“音障”。

为了突破“音障”，美国兰利研究中心曾做过一些空气动力试验，从高空投掷装备了仪器的流线型物体，测出升力和速度，还作了一些分析。但是，根据这些试验的结果，还不足以得出结论，要想精确地得到跨音速的数据，需要制造全尺寸的飞机，进行飞行试验。

1943 年兰利研究中心提出了一个“研究机”的方案，并把“研究机”命名为 X—1。为了减少阻力，这架飞机的外形设计就像一枚炮弹，这是为了减小由于波阻产生的阻力，机身外壳大部分仍采用铝合金，但结构大为加强。为了充分发挥燃料的作用，这架飞机采用空中投放方式，以节省起飞时要消耗的燃料。

为了进行 X—1 飞机的试飞，美国精心挑选试飞员。最后选中了年仅 24 岁的查尔斯·耶格上尉。耶格上尉在第二次世界大战中，共参战 61 次，击落敌机 13 架。

糟糕的是，在试飞的前 3 天，耶格上尉月夜骑马，竟被摔断了两根肋骨。但为了 X—1 的试飞，为了独享试飞的殊荣，他仍然坚持试飞。

1947 年 10 月 14 日，一架桔红色的 X—1 试验机，缓缓地装进一架 B—29 轰炸机的炸弹舱中。耶格精神抖擞地出现在机场上，医生又对他进行了最后一次体检，他满怀信心地登机起飞。当 B—29 爬升到 3000 多米的高度时，耶格才由 B—29 炸弹舱坐进 X—1 的座舱。当时 B—29 的速度已达 322 公里／小时，由于肋骨骨折及腰胸之间重厚包扎，使得他无法伸手抓住舱盖下方的闩锁，幸亏机械员给他装了一根两尺多长的把手，才使他能够进行操纵。

当 B—29 爬高到 7620 米时，飞行员切断连接器并投放 X—1。同时，耶格立刻起动火箭发动机，并把 X—1 飞机拉起来，向上爬升。以前一些飞机突

破“音障”都采用由高空向低空俯冲的办法，达到音速飞行。但由于低空空气密度大，微波的强度增大，造成极严重的“爆击”。为了避免这种情况，耶格操纵 X—1 爬升到 11580 米的高度，才改平飞，然后关掉火箭发动机，开始俯冲。当飞行速度达到 M0.8 时，飞机产生强烈振动。 M 数继续增大，振动不断加强。飞行速度继续增大到 M0.97，M0.98……突然，飞机停止了强烈振动，它变得驯服了。X—1 突破了“音障”！从此，人类的飞行再也不受“音障”的限制了。

飞机的飞行速度终于突破了“音障”这一巨大的障碍！

火箭推力飞机试飞

突破“音障”的试飞成功，给航空事业的进一步发展带来希望，既然“音障”已不再成为提高速度的障碍，人们就在千方百计提出使飞机能实际提高速度的手段。而与提高速度最密切相关的的因素，是加大飞机上的动力。

用火箭作为推力装置，可以提高飞机的速度，1939 年 6 月 15 日，世界上第一架用火箭作为推力的飞机 He176 试飞成功，这是一种小型的飞机。火箭发动机是较早的喷气发动机的一种型式。它的工作原理简单地说，就是利用火箭中装的燃料在燃烧时向后喷射出的巨大气流所产生的反作用力，推动飞机前进。它的推力大，可以使飞机得到更大的速度，而且构造简单，重量轻，使飞机减轻负担，也有利于提高速度，因而喷气发动机很快成为超音速飞机的动力装置，而我们在习惯上也就将这种飞机叫做喷气式飞机了。

几年之后，德国的 Me262 型喷气式飞机就开始首批生产，这种飞机的速度要比其他国家的战斗机每小时要快 160 公里。这种飞机安装了 4 门航炮，火力足，飞得快，十分历害。但它不适合新飞行员飞行，许多役有经验的飞行员死于这种飞机失事。

英国最初研制的喷气动力飞机是一种直桶形飞机，现在仍可在伦敦的科学博物馆看到它。随后，英国又生产出格洛斯特“流星”飞机和德哈维兰“吸血鬼”飞机。这两种飞机很快出了名，它们的最大特点是：易于驾驶、安全、适用于作战，所以世界上不少国家购买了这两种飞机。

这期间，美国的喷气推进研究工作也非常活跃。1944 年 1 月，一架 XP－80 飞机，安装着喷气发动机，进行试飞。一位记者描述这架飞机：“这架漂亮的、闪闪发光的战斗机可谓举世无双，它的机动能力和大部分性能都超过了世界上其它任何飞机。”美国在 XP—80 的基础上，又相继生产出 F—84“喷气雷电”战斗机，F—86“佩刀”战斗机。“佩刀”飞机成为现代超音速战斗机的开路先锋。

与此同时，世界上其他国家也都热切盼望采取新的推力装置，改进飞机的速度。日本曾研制出一种简单的双发动机喷气式战斗机，由于动力不足，在战争的最后几天进行试飞时，只在空中飞行了 11 分钟。原苏联的喷气战斗机方案，是在吸取了一些国家的经验之后，发展起来的，生产出了米格—15，伊尔—28 轰炸机。

喷气动力发动机很快为全世界所采用。当然，最先安装喷气发动机的都是战斗机。

“毒蛇”升上天空

1945 年 4 月，同盟国对德国法西斯进行反攻，他们的坦克攻占了德国的斯图加特市。一些士兵在城市附近发现了数十台奇怪的装置。原来，这是一些飞机的发射装置，这些装置十分先进，德军在此之前，为了防止被缴获，已经将发射装置破坏了。

这种有发射装置的飞机，是一种小型垂直起飞火箭推力单座战斗机，这种战斗机有一个可怕的名字：“ 毒蛇 ”。

“ 毒蛇 ”采用火箭作为动力装置，它被安放在发射塔上。起飞时，从发射塔点燃助火箭，辅助火箭产生推力将飞机发送到空中，10 秒后，辅助火箭就自动和飞机脱离，而后“ 毒蛇 ”轻装飞行。“ 毒蛇 ”装有一台自动驾驶仪，由地面通过无线电将飞机引导到距离敌方轰炸机 1 公里左右的地方，再由飞行员接着操纵，飞行员随即将机头顶部的舱盖抛掉，露出一组火箭弹，将火箭弹发射出去，攻击敌机。完成攻击后，飞行员将连接机身前部的连接装置松开，机身后部展开一个降落伞。飞机在降落伞的作用下，突然减速，飞行员被向前抛出，与机头脱离，飞行员用自身的降落伞着陆。这样，飞行员、机身后部包括火箭发动机都可以回收。

其实，这只是德国人的一种设想。当“ 毒蛇 ”试飞时，它载着一名飞行员升上天空后，飞机的座舱盖没有锁牢，飞行员被震昏，没能按计划操纵。此后，虽然又进行了 7 次发射，但最终仍没有来得及在实战中施展它的手段。

“ 同温层巡航机 ”投入运输

第二次世界大战结束以后，民用航空班机恢复了和平时期的正常业务和航线网，深受广大旅客的欢迎。

在这个时期，交战国原来为战争而准备的大量军用飞机，也因战争的结束而急需找到新的用途。战争结束初期，使用比较广泛的运输机是道格拉斯公司生产的 DC—3 运输机。这些运输机中，许多是军用飞机经过不同程序的改装而成的。还有一种 DC—4 民用航空机，也投入了世界性的民航业务中，它是美国用第二次世界大战中广泛使用的 C—54 型“ 空中霸王 ”运输机改装而成的。

DC—4 是一种全金属下单翼飞机，最初可载客 44 人，经过改装，载容量翻了一番。DC—4 运输机在世界民用航空中曾发挥了很大作用。但是那时，DC—4 没有设计密封舱。一般来说，飞机上升到 4000 米高度，大气就相当稀薄了，大气中的含氧量就少了，大气压力也减小了，旅客的这样的环境里不但会感到呼吸困难，心跳加快，还会因为体内的压力比外界的压力大，造成类似前面说到的氢气球升到高空发生爆破的生命危险。所以，仅仅是简单地将军用运输机加以改装，增添一些乘客的座位，就指望它能在高空进行远距离的飞行，而且携带那么多的旅客，是不行的。

于是，飞机设计师们的考虑到，要为这样的高空、高速度、长距离运输机提供一个适宜于旅客舒适乘坐、保证旅客健康和安全的小环境——这个小环境应该具有和地面上相同的空气成分、压力、温度和湿度，为旅客运输机设计密封舱的思想提上了议事日程。

1946 年 2 月，美国泛美航空公司将“ 星座 ”机推出，用于国内航线，就有了长足的改进。虽然星座运输机也是由军用运输机改装而成，它的军用型

代号为 C－69。但改装后的“ 星座号 ”与 DC—4 运输机相比较，有两大长处：一是速度快，每小时比 DC—4 快 160 公里；二是有了密封舱，使旅客旅行舒适、安全。

民用运输机的发展带来了商业上的竞争和繁荣。不久，美国波音公司又推出一种名叫“ 同温层巡航机 ”的运输机，投入民航运输。

“ 同温层巡航机 ”的推出，意味着民航运输机的飞行又进入一个新的高度。地球的外面包围着一层厚厚的大气层，它大约有 1000～1200 千米高。在距离地面 11～12 千米的高度，这层大气叫对流层；在对流层往上约 30 千米的高度，叫同温层，也叫平流层；平流层再往上，就是电离层了。美国给这种飞机起名为“ 同温层巡航机 ”这么响亮的名字，目的当然是为了显示这种飞机可以飞到很高的高度，以至可以到达同温层这么高。它也是波音公司将二次大战时生产的轰炸机——“ 超级堡垒 ”加以改装的，它有 4 个发动机，功率确实比较大，可以载乘近百名旅客，设备也比较讲究，飞机的下层设有可供旅客休息的休息室。所以它一问世就受到泛美公司的青睐，购买了数架投入北大西洋航线。至于这种飞机实际飞行的高度，也仍旧不过是在距离地面的万米高空——对流层中飞行。

最早的超音速战斗机

从第一次突破“ 音障 ”到进行持续、有效的超音速飞行之间，还要有一段很长的路。

第二次世界大战虽然在 1945 年结束了，但世界并没有太平，特别是美国和原苏联之间，两个大国的军备竞赛明里暗里还是很激烈的。

最早的实用型超音速战斗机是美国的 F—100 和原苏联的米格—19。

F—100 飞机是原北美飞机公司为美国空军研制的第一种超音速战斗机。研制工作从 1949 年 2 月开始，最初这种飞机叫做“ 佩刀—45 ”计划，因为该机的机翼后掠角为 45 °，形状恰似一把佩刀。1953 年 5 月 YF—100A 第一号机首次试飞，飞行试验结果很好，当高度为 11000 米时，速度达到 M1.38，低空飞行时，速度达到 1215 公里／小时，也已接近音速了。

1954 年 9 月，美国战术空军第 479 战斗机联队，第一批改装 F—100，但是，由于在训练中连续发生事故，F—100 不得不停飞。

停飞后，F—100 进行了大量的试验，1995 年 2 月 26 日，在一次俯冲试验中，试飞员被迫在 1250 公里／小时的速度时跳伞，这是世界上第一例从超音速俯冲的飞机上跳伞成功。经过多次试验，F—100 进行了改进，继续装备部队使用。

F—100 装一台喷气发动机，推力 7000 多千克，机上装有 4 门 20 毫米航炮，机身上有 6 个外挂架，最大外挂重量可达 2720 千克。为了增强空战能力，后来又加装了“ 响尾蛇 ”导弹。F—100 在执行对地攻击任务时，还可加挂空对地导弹， F—100 还有空中加油设备。

F—100 是世界上第一种平飞速度超过音速的战斗机。

米格—19 是原苏联的第一种超音速歼击机。1945 年 5 月，德国投降，原苏联俘虏了一批德国技术人员，并缴获了一批飞机资料、设备和相当数量的喷气发动机，开始仿制。1946 年仿制成功。

米格—19 是原苏联第一种成批生产的超音速飞机。1953 年试飞成功。米

格—19 的最大平飞速度为 1454 公里／小时，机上装 3 门 30 毫米航炮。米格—19 实际上是一种带有过渡性质的歼击机，它从高亚音速的米格—17 过渡到 M2 一级的米格—21。

摩擦与“热障”

当飞机高速飞行时，飞机表面与空气产生激烈的摩擦，摩擦力可使飞机的速度大为降低。而且摩擦生热，飞机飞行的动能在摩擦中转化为热能，使飞机表面的温度急剧升高。这种温度的升高会随着飞机飞行速度的提高而增加，它造成了飞机飞行的“热障”。

根据理论估算，在超过 11 公里的高空当飞机飞行速度的 M 数为 2 时（也就是等于音速的 2 倍时），飞机头部的温度可能达到 118°；当 M 数为 2.5 时（音速的 2.5 倍），温度可达 215°；当 M 数为 3 时（音速的 3 倍），温度则将升高至 335·。一般将 M 数达到 2.5 以上时，看作是出现“热障”的飞行速度。

在这么高的温度下，“热障”的表现是：制造飞机外壳的轻金属合金的结构强度和刚度降低，出现变形或破损，甚至局部熔融。飞机油箱的油也将达到沸腾的程度，无法正常供油，而且随时存在着因温度过高而骤然燃烧爆炸的危险。总之，“热障”在任何一个方面造成的损坏都可使飞机从高空中坠毁。

美国于 50 年代中期，开始探索解决热障带来的一系列问题。解决的途径是针对由于温度过高而出现的各种障碍来一一排除。比如针对飞机外壳材料耐热性能差的障碍，改用钛合金和不锈钢等耐热材料；安装冷却系统，以保证油箱能正常供油等等，也就是说，采取综合性的防热措施。

美国贝尔公司生产的 X—2 研究机，进行了克服“热障”的试验，1954 年 5 月，第一架 X—2 在母机 B—50 上发生爆炸，但这并没有炸掉人们克服‘热障”的决心。第二架 X—2 研究机由美空军飞行员埃费雷斯特完成了首次飞行。随后，X—2 又进行了 7 次飞行，并在 1956 年 9 月 7 日达到 36637 米的高度。1956 年 9 月 27 日，飞行员阿普特完成了一次史无前例的 M 数为 3.2 的飞行，这是首次突破“热障”。但该机在这次飞行之后失事坠毁。

突破“热障”的实用作战飞机是美国生产的 SR—71 和原苏联生产的米格—25。

1959 年，洛克希德公事根据美国空军的要求，着手研制一种 M 数为 3 的军用机 A—11，原型机于 1962 年 4 月开始试飞。之后，在 A—11 的基础上，美国研制了远程截击型的 YF—12 和战略侦察机 SR—71。这两种飞机的外形十分特殊，机身细长，采用三角形机翼。

SR—71 于 1963 年 2 月开始研制，1964 年试飞，1966 年 1 月交付使用。90 年代初停飞。它的设计已经相当先进：最大平飞速度为 M3.2，巡航速度为 M3，实用升限为 26600 米，机上装有天文一惯性导航系统、侧视雷达、地形跟踪雷达和各种照相侦察设备，每小时可侦察 15 万 5 千平方公里的面积。SR—71 大量采用耐热的材料钛合金制作，它占机体重量的 93%，这是克服“热障”的一个好办法。

米格—25 是 60 年代初，原苏联为对付当时美国正在研制的 M 数 3 的 XB—70 轰炸机而设计的。1969 年开始装备部队。米格—25 机体大量采用合金

钢。它也是一种耐热材料，但结构比较笨重。米格—25 的最大速度可达 M3.2。1971 年在埃及进行的一次试飞中，最大速度达到 3113 公里／小时＜相当于 M2.6）。它的实际升降 22000 米左右。米格—25 的电子设备大量使用电子管，设备布局分散，维护不便。米格—25 可挂 4 枚 AA—6 空对空导弹，能远距离发现，截获 M 数 2.5 以下的各种空中目标，实施全向攻击。

“ 彗星 ” 空中解体

在世界上首家开创喷气客机航运业务的是英国海外航空公司。

1952 年 5 月，英国海外航空公司将购买的 9 架“ 彗星 ” 飞机投入航线开始运营。

“ 彗星 ” 号飞机是英国德 · 哈威兰公司于 1949 年开始设计 1952 年才正式投入航空试飞。它由飞机设计师哈威兰设计制造的。它采用了当时的新技术和新材料。机身和翼展都超过了 35 米，机高 9 米，机翼略向后掠，里面安装着 4 台涡轮喷气发动机它可以载乘 80 名旅客，以 800 千米／小时的速度在 10 千米的高空飞行，而且是密封机舱。旅客在 1 万米的高空，感觉和高 4 米低空时一样舒适，机身平稳。因而受到旅客的欢迎。它被认为是当时在载客人数、飞行速度、舒适性等方面都代表了最先进水平的喷气式大型客机。然而好景不长，1953 年 5 月至 1954 年 4 月的 11 个月间，投入使用的 9 架“ 彗星 ” 飞机中，有 3 架在空中解体。1954 年 1 月 10 日，“ 彗星 ”1 号从意大利的罗马起飞，目的地是伦敦。可起飞后不到半小时，机身突然在空中破碎，从 9000 米的高空坠入地中海里，机上几十名乘客和机组人员全部遇难。时隔不久，另一架“ 彗星 ” 号飞机也发生同样事故，坠毁在意大利的那不勒斯海中。

事故的发生几乎轰动了全世界，英国的航空专家成立了调查小组，对飞机“ 无缘无故 ” 在空中解体的原因，进行了航空史上最著名的事故调查。

当时有人认为，可能是飞机飞得太快，飞行员对驾驶这样高速度的喷气式飞机不适应；有人认为，可能是飞机在海洋上空遇到了突如其来的风暴，使飞机失去控制；也有人怀疑飞机的设计有问题，可设计师哈威兰是英国卓有成就的飞机设计师，他在 1912 年设计的 BE－2 双翼机创造了飞行高度为 3960 米的记录；1914 年，以他的名字命名的 DH—4 飞机在战争中得到广泛使用。1920 年，他就创建了德 · 哈威兰飞机制造有限公司，而在第二次世界大战期间，他成功地设计了“ 蚊式 ” 军用飞机，广泛用于侦察、空战和轰炸。为了表彰他在航空事业中作出的这许多重要贡献，于 1944 年被授予爵士。“ 彗星 ” 号大型喷气客机是他在 40 年代末、50 年代初研制成功的产品，对他的设计有什么可怀疑的呢？哈威兰爵士本人对于“ 彗星 ” 出现的事故，更是十分痛心，他也迫切希望将此事故查个水落石出。

检查分两个方面同时进行。一个方面由英国政府组织人打捞失事的“ 彗星 ” 号残骸和遇难者的尸体，检查发现，死者肺部有因气体膨胀而引起的破裂伤痕，说明在死之前机内可能有了裂隙，密封舱内的空气急速从裂隙中流出去，机内空气压力突然减小，使人肺内的气体急骤膨胀而破裂。再根据打捞出来的飞机残骸中，人们又从飞机的一扇窗户上找到了它有裂痕。这一切说明“ 彗星 ” 号是由于飞机的部件中出现了裂痕引起密封舱内的空气急速喷出，形成了如同用压缩空气来发射炮弹一样的爆炸，造成飞机迅速破裂，解

体坠落。

那么，另一方面的调查是怎样进行的呢？它由哈威兰爵士亲自领导进行，对正在生产和已经停飞的“彗星”号飞机逐个进行严格的检查，没有发现质量问题。后来决定将飞机放在一个极大的槽里，然后对水进行反复的加压，加大流速，模拟飞机在空中高速飞行时受到空气摩擦、阻力、压力、震动等各种力的影响，前后一共进行了 9000 多个小时的受力试验，果然发现飞机驾驶舱装雷达天线的切口处蒙皮发生了裂痕，断裂的情况和打捞出来的残骸的裂痕一样。

这么说，原因找到了，彗星号飞机在飞行中由于金属部件发生裂痕而造成了解体事故。金属为什么会在反复的飞行中出现裂痕呢？专家的解释是：金属“疲劳”了。

金属“疲劳”现象和注意防止“金属疲劳”的发生，就是由“彗星”号飞机失事研究后，人们才第一次认识到的自然现象，应该说它是航空事业以及其他机件设计中必须加以注意的一个问题。

其实现在我们要认识金属的疲劳现象，一点也不神秘。比如说有一根铁丝，要想一下子将它拉断，那是不容易的，但是如果反复将它折过来，折过去，这样折到一定次数，它就很容易地被折断了。这就是一种疲劳破坏，反复折它至断裂的次数叫循环数，这就是它的疲劳寿命。喷气客机所受到的疲劳破坏当然没这么简单，但是道理相同：它每起飞和降落一次，机舱就受到一次压力差变化的循环，循环到一定的次数，就产生了金属断裂，金属断裂就带来严重的破坏性事故。

金属疲劳和其他材料的疲劳问题，由此引起飞机设计师的充分重视，他们和材料专家们共同努力来加强飞机结构件的疲劳寿命。哈威兰爵士接受了这个教训，对彗星号客机进行了改进，新制成的“彗星”4 号成功地完成了横流大西洋的航行，成为横渡大西洋的第一架喷气式客机。

彗星号客机继续飞行到 1956 年才退役。哈威兰本人，又于 1962 年接受了英国政府颁发的功勋章。

从 1953 年开始，原苏联民航航空总局着手对客机进行更新换代。1955 年 6 月 17 日，图—104 客机进行首次试飞。这种飞机是在图—16 轰炸机的基础上改进而成的，可载 50 名乘客。按照现代标准，图—104 既粗糙又不经济，尽管这样，它还算得上是世界第二架喷气式运输机。

1958 年，更先进的美国波音 707 喷气客机，于 10 月 26 日开始投入越洋航线使用。

“坦克杀手”命丧黄泉

1977 年 6 月 3 日是第 32 届巴黎航空博览会的开幕日。这天下午 3 点由美国最新式单座亚音速近距支援攻击机 A—10 进行表演。

A—10 攻击机正式的名称为“雷电”，可是人们都喜欢管它叫“坦克杀手”，因为它对付坦克很有两下子，它的机身下装有激光制导导弹，专门用来杀伤坦克。

法国巴黎的一个机场上，人群熙熙攘攘，等待着观看 A—10 的表演。这架飞机的飞行员是费尔柴尔德公司的试飞主任纳尔逊。

下午 3 时整，纳尔逊驾驶 A－10 起飞了，在离地面 50 米的高度，他惊险

地把飞机拉起来，做第一个斤斗，飞行动作非常漂亮。接着飞机又从垂直俯冲状态准备做第二个斤斗。人们惊异地注视着这场表演。此时，A—10 以大速度从空中向下俯冲，直到快接近地面时，才猛地一抬头，开始拉起。这时，机头虽然已经拉了起来，转向了爬升状态，但整个机身已接近地面，飞机尾部“砰”地一声与地面“接吻”，尾部立即断掉，而缺尾巴的 A—10 却仍然跃起，飞出百米之外，腹部朝天，翻倒在地。

事后调查表明，事故原因系试飞员想飞出惊人的动作，操纵不当，造成机毁人亡。人们虽对试飞员的勇敢精神表示钦佩，但他不按科学办事，一心想做惊人之举的行为也给人们留下了深深的思考。

尽管这次事故使 A—10 的信誉受到影响，但它确实是美国空军史上第一种专门研制的打坦克的攻击机。A—10 的特点是装用厚，火力强，耗油率低，能在简易跑道上起降，便于维护，载弹量较大。A—10 的机体 95%是铅制的，但飞行员座舱、飞行控制系统和发动机等部位，都用钛装甲加以保护，能承受 23 毫米高炮和可能遇到的防空防御系统的攻击。

A—10 的主要武器有：1 门 30 毫米 7 管连发机炮，炮弹为铀质弹心，对坦克有较大杀伤能力。它的机翼下有 8 个外挂点，机身下有 3 个可挂“石眼”反坦克集束炸弹和激光制导小导弹，还可挂其它炸弹。

A—10 的外貌也不美观，它的两台发动机装在尾部上方，样子像个“蠢笨的猪”，不过，这并不影响它至今仍旧在美军中服

垂直起降的攻击机

自从飞机进入战争以来，它的重要作用已经被人们充分地认识到，但它的致命弱点也充分地暴露在人们面前，这就是：飞机极易在地面被击毁。1945 年元旦，德国空军大规模袭击位于荷兰的盟军机场，几分钟之内盟军的 300 架飞机全部被击毁。1967 年，第三次中东战争期间，埃及约有 400 架飞机，在几个小时之内被以色列的轰炸机击毁，残存的飞机也因机场跑道上弹坑累累而不能起飞。无数的事实表明，性能最好的常规起降飞机，也只是在跑道完好时才可能起降。那么，能不能使飞机摆脱跑道的束缚，垂直起降呢？

不是已经发明了直升机吗？为什么还提出使战斗机垂直起降的问题呢？

这是因为，直升机的飞行速度在喷气式飞机的面前，就显得太慢了，它不能满足战斗时以速度取胜的需要；而且，直升机本身的设计及装备，也不能担当起战斗的重任。所以人们才设想让喷气式战斗机也能垂直起降。

40 年代初，就有一些人在探索飞机垂直起降的方案。当时，英国有人提出将喷气升力发动机装于飞机上，来实现垂直起降的设想。40 年代末，美国也开始对各类的垂直起降飞机模型进行研究，但因当时的喷气发动机的起飞推力，达不到将喷气战斗机垂直升起的要求，终归没能获得成功。

50 年代中期，核大国的战术核武器已对准了每一个已知的机场跑道，这就使研制垂直起降和短距离起降飞机成为当务之急。航空技术的发展，也为研制这种飞机提供了可靠的基础。首先，英国开了头炮，设计出一种有实用价值的垂直起降飞机，这就是世界上最早的垂直起降“鹞”式攻击机。

垂直／短距起降攻击机具有直升机和固定翼飞机两者的长处，它能像直升机那样起飞和着陆，又具有固定翼飞机的速度和攻击能力。

假若战争一旦爆发，垂直／短距起降攻击机就可迅速疏散隐蔽。战争中

它可以从任何一块坚硬的地面上垂直起降，或是从受到轰炸破坏的机场跑道的弹坑之间进行短距进降，还可以在中、小型军舰甲板和尾部小平台上垂直起降。这种飞机还特别适合渡海登陆作战，当部队强行登陆战领滩头阵地以后，垂直和短距起降攻击机可以立即从军舰甲板上起飞，对陆、海军提供空中支持，摧毁敌方防御工事。

“鹞”式飞机 1969 年装备英国空军，这种飞机的发动机有两对旋转喷管，每对喷管均可从水平位置向下前方转动 98°，使喷气转向，从而为飞机提供了垂直起降、过渡飞行等本领。“鹞”式飞机也有它的缺点：它带炸弹后，不能加满油，因而它的作战半径短，载弹量少。

美国军方引进了英国的“鹞”式飞机，经过改进，使飞机的武器载荷能力和作战半径有了增加。

短距起降是未来作战飞机发展的一个方向。

飞机发动机的革命

在航空史的发展中，发动机的每一次变革都使航空史向前迈进了一步。

早在 1941 年，一位英国皇家空军军官，对喷气发动机作过一段精彩的描述，他说：“喷气发动机与大型吸尘器很相似，它从前面吸进空气而从后面喷出。”

人们在设计飞机时，首先要为飞机选择一个理想的“心脏”——发动机。40 年代末，涡轮喷气发动机与涡轮螺旋桨发动机都被作为飞机的“心脏”使用过。涡轮喷气发动机的中心部分是燃气涡轮。什么是燃气涡轮呢？燃气涡轮实际上就是一种喷气推进装置，它由三个基础部分组成。最前面是进气口，这里装有一台压气机，它能将稳定气流吸进，并进行压缩。中间部分是一个燃烧室，燃料在燃烧室与空气混合并燃烧。排气口处安装着一台涡轮，涡轮实际上就是一个装有许多叶片的轮子，燃烧室中燃烧后的热气不断排出，这些热气带动装有许多叶片的轮子高速运转。我们可以假设高速动转的涡轮就像运转的电扇一样。电扇旋转可以产生很大的气流，我们就感到吹来了一阵阵风。那么涡轮的运转比电扇旋转要快许多倍，涡轮的叶片比电扇的叶片要大许多，所以涡轮所产生的气流要大得多，速度也快得多，把这种发动机安装在飞机上，就形成了一个向后喷气的推力，这样，涡轮不断地向后喷气，飞机就可以向前飞升了。这样的发动机叫涡轮喷气发动机。涡轮喷气发动机的优点是简单、轻便、结实、便宜。它可提供足够的起飞推力和良好的高速飞行推力，被看作是结实耐用、大批生产的军用飞机的理想动力装置。它的不足之处是耗油率高、噪音太大。

如果用涡轮带动一副螺旋桨，这种发动机就叫涡轮螺旋桨发动机。新一代的涡轮螺旋桨发动机为乘客提供了一种不仅速度较快、飞行较为平稳，而且飞得较高并极少受恶劣气候和云层影响的交通工具。涡轮螺旋桨发动机的缺点也是很明显的：螺旋桨容易发生故障，飞行速度不易再提高，一般限制在 800 公里／小时。

涡轮喷气发动机速度快，但耗油太大；而涡轮螺旋桨发动机耗油虽少，但速度不易提高，一般都被中型客机、运输机所采用。那么，能不能发明一种耗油不大，而飞得又快的发动机呢？人们一直在不断地探索。

40 年代到 50 年代，美国、德国、英国等国家，先后制造出一种介于涡

轮喷气发动机和涡轮螺旋桨发动机之间的另一种发动机——涡轮风扇发动机。这种发动机是以涡轮螺旋桨发动机为基础，带动一个安装在发动机前部的大直径风扇，这个风扇从后方排出的冷空气与涡轮发动机排出的热气都进入同一喷管，混合喷出。由于风扇的直径大于涡轮的直径，这样就形成了两个涵道，就好像一个粗管子套中一个细管子。涡轮发动机装在细管子里，它从细管子向后喷气。大直径扇装在粗管子前端，它也向后喷气，这两股气在管道的后部混合，然后喷出。这样改进后，耗油量几乎没有什么变化，因为燃烧室并没有加大，而进气口加大了，排出的气量也增大了，推力当然要比涡轮螺旋桨发动机大得多。涡轮风扇发动机还有一个优点，这就是噪音降低了，由于加装了风扇，喷出同样数量的气体所产生的噪音要比涡轮喷气发动机小得多。据专家们计划，涡轮风扇发动机噪音也比涡轮螺旋桨发动机的噪音要小。

第一台带动飞机飞上天空的是法国生产的一种小型涡轮风扇发动机，取名为“阿斯班”。1959 年，美国航空公司将全部波音飞机上的涡轮喷气发动机改装成涡轮风扇发动机。

现在，世界上许多战斗机、客运机、大型运输机都采用了涡轮风扇发动机。涡轮风扇发动机填补了螺旋桨发动机与涡轮喷气发动机之间的空白，形成了飞机发动机的一场不小的革命。

通用航空大发展

航空史的发展，并不仅仅与战争联系在一起，在很多时候，航空事业的发展是与人们的生产与生活紧密相连的。

货运、客运包租班机的飞行缩短了空间的距离，为人们的生活与正常交往提供了方便。大地测量、绘图离不开飞机。为庄稼喷撒农药和为土地播种、施肥，也需要飞机的参与。为森林、渔场和道路巡逻、灭火同样需要飞机。营救、救护、训练、比赛、体育表演飞行，新闻、广播、广告等，都需要飞机来参与。到 60 年代，从事人们的生产与生活服务的飞机约占全世界飞机总数的 60%。

60 年代以来，世界上出现了一些大型运输机和超音速运输机。比较出名的有原苏联生产的安—22、伊尔—76；美国生产的 C—141、C—5A、波音—747；法国的“空中汽车”等。超音速运输机有英、法联合研制的“协和”式和原苏联的图—144。

1956 年至 1961 年间，英国和法国分别进行超音速运输机的初步研究。1961 年，英、法两国各自提出了一种方案，因经费问题，两国决定联合研制，正式定名为“协和”。原型机于 1965 年初开始制造，1975 年投入航线使用，其间经过了 20 年的时间。

原苏联为了与“协和”竞争，加速发展图—144 超音速运输机。1973 年，在巴黎航空博览会上展出了一架图—144，但在进行飞行表演时，图—144 发生了空中解体，造成机毁人亡。后来图—144 作了一些改进，投入了国内航线。“协和”式和图—144 超音速客机对于人们的旅行习惯和航空公司业务影响是非常深刻的；在地球上，任何一个想要到地球的另一侧去，他最多也不用花去一天的时间。

“缩短了空间的距离，延长了时间，也就延长了人们的生命。”这是描

述超音速飞机的一句很著名的话。

然而，超音速客机的发展前景并不乐观，“协和”式飞机的售价高得令人咋舌，考虑到经济效益，一般的航空公司都不大愿意购买。短途的旅客一般也不愿承受高额票价进行超音速飞行，他们宁可乘坐波音公司生产的亚音速飞机。据称，原苏联的航空公司也遇到了同样的问题。1980 年，图—144 停航了。

声震噪音带来的困扰

任何一种先进的运输工具的发展，都有其利和弊。超音速运输机发展引起了许多科学家的关注。

有人提出：超音速运输机在进行飞行时，发动机发出的轰响，使空气发生强烈的震动，产生声震噪音，这种声震不可小视，它甚至能引起建筑物的大面积倒塌。还有人警告说：高空的大气污染将会引起地球表面温度的上升，原因是超音速运输机在高空排出的废气中所含的氧化氮将会侵蚀地球上空的臭氧层，使地球温度升高，从而使地球两极的“冰帽”会因温度升高而融化，接着便会发生洪水泛滥。

在美国，有人提出，在一些机场禁止“协和”式飞机起降，因为它的噪音太大。

也有一些科学家提出了相反的意见。

有人说：飞机所产生的污染物质少于其它任何一种运输工具，而超音速运输机是所有运输工具中最干净的一种。

有人对声震问题进行了认真研究，他认为声震还没有一些人预想的那样大，它不会毁坏修得很好的建筑物，也不会对人体造成危害。

无论对声震噪声的争论产生什么样的结论，超音速飞行时产生的噪声事实上都是一种干扰，一些国家已经对此作出了反应，宣布禁止超音速运输机在他们的国土上空飞行。一些航空公司在制定飞行航线时，也考虑了噪声问题，大多数远程航线都跨越海洋上空。许多城市新建的机场一般都离城市较远。

人们为了解决声震带来的影响，正在进行着不懈的努力。

各显神通的喷气式轰炸机

在喷气式时代，战斗机和轰炸机的发展形成互相追赶的局面。

轰炸机的发展由活塞式过渡到喷气式，其结构、气动布局、飞行性能等方面，都有了很大发展。到 60 年代，喷气式轰炸机日趋完善。喷气式轰炸机的特点是：飞行速度快，飞行高度高，航程远，机载设备相应配套。一些轰炸机采用了后掠翼和变后掠翼技术，解决了在较大的速度范围和高度范围内的飞行问题。机载设备的发展，保证了轰炸机能在各种气象条件下执行任务。轰炸机携带的武器，除常规炸弹外，还有核弹、空地导弹等。它能在敌方防御火力圈之外实施轰炸突击，从而提高了轰炸突击效果和自身的生存能力。

世界上第一架喷气式轰炸机是德国生产的 Ar—234。这是一种单座上单翼轰炸机，外形呈流线型，驾驶舱在机头，采用透明增压式结构。1943 年 6 月 15 日，Ar—234 原型机首次飞行成功，飞行性能良好。后来，德国当局决

定采用 Ar—234B 系列，并命名为“ 闪电 ”计划。B 系列飞机第一架原型机 9 号机于 1944 年 3 月完成首次飞行。10 号机于同年 4 月试飞。11 号机于同年 5 月进行试飞。经过一系列试飞，德国准备生产 Ar—234B 系列轰炸机，预定生产的 1 号机在 1944 年 6 月 8 日首次飞行，原计划在该机首次飞行时，德国党政军头目将前往观看，为了万无一失，试飞员决定进行一次预先试飞。这架飞机起飞后，起落架和无线电相继发生故障，在着陆时，双发动机起火。尽管这样，试飞员仍驾驶飞机安全降落。飞机着陆后，技术人员检查并排除故障，5 小时后开始正式飞行。

Ar—234B 轰炸机最大载弹量约 1500 千克，机上装有两门 20 毫米航炮，用于后射护尾。该机安装的潜望式瞄准具可与轰炸瞄准装置交连，用以控制航炮后射。飞行员座椅后部安装了一块 15.5 毫米的防弹钢板，以保护飞行员头肩部位。

1945 年 2 月 24 日，一架 Ar234 轰炸机在战斗中，一台发动机起火，在盟军占领区被迫降落，这是落到盟军方面的第一架喷气式轰炸机。

Ar—234 是德国根据战时急需研制的，该机研制成功时，德国已处于垂死阶段，它经历了很短的历程，德国就战败了。虽然 Ar—234 在战争中没有发挥很大作用，但绝不能因此而忽视它在喷气式轰炸机发展史上应有的地位。

亚音速喷气式远程轰炸机 B—52“ 同温层堡垒 ”是美国波音公司研制的，1955 年 6 月开始装备部队。B—52 生产最多的是 G 型和 H 型，这也是最新的两种型号，比原型机有了很大的改进。H 型改装了涡轮风扇发动机，飞机的航程增加了 10—15%。B—52G 型可带两枚空地导弹。B—52 还正在试验发射巡航导弹，准备用作巡航导弹的载机。在喷气式轰炸机中，B—52 是较完善的一种，从它的气动布局、机载设备、武器系统等方面看，都比较理想，它还装有各种干扰设备，在很大程度上提高了突防能力。

原苏联的第一种超音速轰炸机是图—22，它的最大速度 2124 公里／小时，它能从原苏联东部沿海基地起飞，深入美国浅近纵深地区实施轰炸。图—22 可带射程为 1200 公里的巡航导弹。图—22 装有较新式的电子设备，其中有地形跟踪雷达和惯性导航系统，前者可用于低空实际飞行，后者与军用卫星配套，可完成远程导航任务。飞机上还装有各种电子干扰设备。

法国的“ 幻影IV ”也是超音速轰炸机，它的最大 M 数为 2．2。

喷气时代的直升机

50 年代前生产的直升机，大多采用活塞式发动机，最大飞行速度每小时约为 200 公里。到了 50 年代后期，直升机发展产生了飞跃直升机的动力装置改用功率大、性能好的涡轮发动机，逐渐淘汰了活塞式发动机，直升机的性能有了提高。

进入 60 年代，出现了复合材料旋翼，从而延长了直升机的使用寿命，提高了飞行性能。这一时期主要直升机有，美国的 CH—54，CH—47，苏联的米—8、米—10，法国的“ 超黄蜂 ”等。

70 年代更是直升机全面发展的时期，各种新型号的直升机竞相采用新技术和新材料。桨毂采用新技术后，不需要润滑和密封装置，即降低了费用又

提高了寿命。旋翼采用复合材料，使用寿命不受限制，安全可靠性成倍增长，发动机采用模块结构，维护简单，更换方便。因此，这个时期研制的直升机的特点是飞行性能好，主要部件寿命长，维护简单，费用低。

直升机发展到喷气时代，种类繁多，用途明确，配套齐全。若按其用途可分为运输型、武装型、侦察型、救护型、联络型与指挥型等，其中数量最多的是运输型。若按重量分，又可分为轻型、小型、中型、重型以及超重型。目前，世界上使用最多的型号是轻、小和中型。到目前为止，世界上载重能力最大的直升机，是原苏联生产的超重型运输直升机米—12，它的最大起飞重量为 105 吨，有效载重达 40 吨，可以与大型运输机媲美。

美国和原苏联，是发展直升机最快的国家，同时也是使用直升机最多的国家，仅美国三军所装备的各类直升机，数量竟多达 11000 余架，原苏军也装备了约 5000 架。

第五章 高技术降临航空界

会变的机翼

超音速轰炸机大都采用后掠翼或三角翼。这些机翼的特点是，展弦比小，尖梢比大、机翼与机身的夹角大，这样的机翼有利于超音速飞行。但是，这样的机翼却不利于低速巡航飞行。这样，在超音速飞机上就出现了高速飞行和低速飞行相互矛盾的问题。变后掠翼技术就是为解决这一矛盾而探索出的新技术。

所谓变后掠翼，就是机翼可变换角度飞行。机翼的角度可以从 10 多度到 70 多度之间变换不同的角度。

最早采用变后掠翼技术的轰炸机是美国空军的 FB—111，这是由 F—111 战斗机改型而成的。美国在 70 年代初研制成了 B—1 变后掠翼轰炸机。由于 B—1 轰炸机造价昂贵，70 年代末，美国政府取消了 B—1 的生产计划。

原苏联在变后掠翼超音速轰炸机方面，处于领先地位。原苏联于 70 年代初开始研制变后掠翼轰炸机。1973 年，美国侦察卫星发现了这种飞机，西方国家将这种飞机定名为“ 逆火 ”。原苏联对“ 逆火 ”轰炸机正式公布的代号是图—22M3。

图—22M3 轰炸机携带的主要武器是 AS—6 空地导弹。这种导弹的低空射程 250 公里，高空射程可达 800 公里。机射弹舱内可挂 9000 千克的核弹或 10 吨左右的常规炸弹。该机的头部安装有可收放的空中受油探管。图—22M 有三名乘员，领航和系统操作舱在机身底部。

开路先锋“ 阿帕奇 ”

1991 年 1 月 17 日凌晨 2 时 37 分，伊拉克上空漆黑一片。美军 8 架 AH—64“ 阿帕奇 ”攻击直升机出现在伊拉克上空，每架直升机的前视红外显示屏上都清晰地显示着要攻击的伊拉克预警雷达阵地的图像。伊拉克的这几个预警雷达阵地，与伊拉克战斗机基地以及巴格达情报中心相连。“ 阿帕奇 ”在雷达阵地以南 7.5 公里处低空盘旋。突然，飞行员的耳机里传来带队机长德鲁中尉发出的攻击命令， 10 秒钟之后，“ 阿帕奇 ”直升机群的“ 地狱火 ”空对地导弹齐射目标。

“ 地狱火 ”导弹的爆炸声揭开了 1991 年发生在伊拉克的海湾战争、美国称之为“ 沙漠风暴 ”行动的序幕。“ 阿帕奇 ”准确的摧毁了目标。仅用 4 分多钟就完成了突击任务。“ 沙漠风暴 ”行动最高司令施瓦茨科普夫称赞说：“‘ 阿帕奇 ’摘去了伊拉克防空系统的眼珠。 ”“ 阿帕奇 ”的攻击为大批飞机突破伊拉克的防空系统提供了安全保障。

“ 阿帕奇 ”是美军的武装直升机，阿帕奇是北美印第安人一位强悍的男子的名字，美军用他的名字来命名 AH—64 武装直升机，“ 阿帕奇 ”可以携带 16 枚“ 地狱火 ”式导弹，机上还装有一门 30 毫米机枪和多枚 70 毫米火箭弹。

在作战飞机上，武装直升机是后起之秀，它虽然起步很晚，但发展之迅速，确实令人惊异，在不到 20 年的时间里，先后发展了两代。

武装直升机，实际上就是直升机家族中的“ 战斗机 ”。直升机最早在军事上主要是用于运输、侦察、救护等。这些直升机一般速度小，性能差，在

战场活动时，很容易遭到对方防空火力的袭击，常处于被动挨打的地位。要解决这个问题，唯一的办法就是在运输直升机上加装机枪和航炮一类的武器。严格说起来，这样的直升机还算不上真正的武装直升机，因为它火力太弱，只能对付地面的一些零散目标。它既不能打坦克，也不能进行有效的火力支援，更谈不上空中格斗。

60 年代，为满足美国对越南战争的急需，美陆军要求对一批小型运输直升机进行改装，在机身两侧加装火箭发射器和航炮，以便尽快生产出一批武装直升机，派往越南参战。同时美军还决定研制专用武装直升机。美国陆军于 1964 年提出“ 先进空中火力支持系统 ” 简称 AAFSS 计划，后来因为种种原因被取消。美国陆军并未就此罢休，1972 年他们又提出一项新的研制计划，叫做“ 先进攻击直升机 ” 简称 AAHH 计划，并经过对比试飞，选中美国休斯公司研制的 YAH—64 型直升机。

随着第一批专用武装直升机在美国诞生，西欧各国也都先后搞出武装直升机，1972 年原苏联前线航空兵就装备了专用的武装直升机。从此，武装直升机便作为新生力量，加入了作战飞机的行列，与各类战斗机齐头并进，互为补充，担负起特殊的作战使命。

70、80 年代，是武装直升机发展的昌盛时期，各型武装直升机如雨后春笋般涌现。

武装直升机的出现，也使战场发生了变化，反坦克、反潜以及对地攻击等作战方式和战术也发生了根本的变化。

英国陆军一中校曾说过：“ 机动部队装备带反坦克武器的直升机，就像最初装备坦克一样，是一种引起重大变革的措施。 ” 这反映了西方国家和军队对发展武装直升机的重视和决心。

美、英、西德等国进行过多次直升机打坦克的演习，装备了反坦克导弹的武装直升机，发挥了突出的作用。演习的结果证明，采用低突袭击的战术，损失一架武装直升机，可击毁 20 辆坦克。

基于同样的认识，原苏联在发展作战飞机方面，从不甘落后，原苏联对发展武装直升机的重视程度，较之美国有过之而无不及。自 1971 年起，苏联开始研制米—24 武装直升机，西方国家称之为“ 雌鹿 ”。米—24 是一种多用途武装直升机，共有 A、B、C、D、F5 种型号，F 型为较新型号。

米—24 的基本型有以下特点：主旋翼由 5 片桨叶组成，机身为全金属结构，细而长。机组乘员有 3 人，即正、副驾驶和射击员；前机身装有防弹钢板，座舱正面有防弹玻璃。机身两侧各有一个短翼，每个短翼有 3 个武器挂架，可挂多种武器。米—24 飞行性能好，载重能力大，飞行速度大，可达 370 公里／小时。它的火力很强，短翼下可同时挂 4 枚反坦克导弹和 128 枚 57 毫米火箭弹。后舱可乘坐 6—8 名武装士兵。米—24 还可携带红外线制导空对空导弹。

武装直升机在航空史的发展中有着不可忽视的作用。武装直升机在视界、速度、机动性以及火力和武器射程等方面，均具有独特之处，现代的几场局部战争已经充分显示了这一点。

蓝天上的油库

1991 年 1 月 28 日，在海湾战争中，法国空军的一架 KC—135 空中加油

机，在科威特上空为战斗机进行了成功的空中加油作业。

这一天的清晨 7 时 30 分，位于沙特某地的空军基地仍然寒气逼人。法军的 4 架 KC—135 空中加油机相继起飞。KC—135 空中加油机，每一架都装有 85 吨航油，机上除了装有躲避雷达的假饰物之外，毫无自卫能力，一旦被敌人的火力击中，那么“蓝天上的油库”就会凌空开花。所以，此时每架加油机都关闭了雷达装置，保持无线电静默状态。

这时，加油员向机长报告：“他们来了！”只见 3 架幻影 2000 战斗机飞临加油机的后下方。加油员按动电钮，一根前端装有漏斗的软管伸向前来加油的第一架幻影 2000 战斗机的受油口。加油员再按动一个电钮，油料便流进战斗机的油箱里。透过舷窗，加油员可以清楚地看见战斗机飞行员的头盔。此时的场面真像是一头母羊在给小羊喂奶。“小羊”吃饱了，加油员又按下一个电钮，输油软管收了回来，战斗机一压坡度，脱离空中加油机，向远方飞去。

早在世界上第一架飞机问世之初，就曾有人设想过进行空中加油。1923 年 4 月的一天，美国陆军用两架飞机作为一次空中加油试验，在飞行中靠人工用手抓住导管，进行了世界上第一次空中对接加油。1929 年，一架美国 C—2 型飞机经过 43 次空中加油，创造了 150 小时 40 分 15 秒的连续飞行世界记录。可惜的是，在以后的若干年中，空中加油技术一直被“束之高阁。”

第二次世界大战之后，喷气式飞机开始迅猛发展，一些国家才从战略角度出发，相继开始研究采用先进的空中加油技术，用来增加飞机的航程。

越南战争期间，美国在西太平洋和东南亚地区配置的空中加油机达 195 架。在 9 年多的时间里，这些加油机出动 19 万多架次，为各种战斗机加油 410 万吨。

几十年来，空中加油机像杂技演员表演绝技一样，在空中为飞机加油，而且万无一失，这主要靠严格的操作规程和高超的飞行技术。

实施空中加油，通常要分 4 个阶段：首先是会合，为保证加油机和受油机不发生空中相撞，受油机必须从加油机后下方接近，先在加油锥管 5 米以外，3 米以下作加油前的编队飞行。然后，再以比加油机每秒快 0.6—2.5 米的速度慢慢将加油管插入受油锥管中。紧接着开始加油，这时重要的是保持两机的高度、速度、航向、倾向等相对位置的协调一致，双方都要小心翼翼地操纵各自的飞行。毫无疑问，这是最令人提心吊胆的几分钟。加油完毕之后，受油机开始缓缓减速，退出加油编队。

空中的情况千变万化，空中加油有时也会遇到险情。1967 年 5 月 31 日午后，万里无云的北部湾上空就出现了一幕让人惊心动魄的加油场面：此时，美国空军 4258 联队的一架 KC—135 空中加油机，正在为两架美空军 F—104 战斗机加油。突然，KC—135 加油机接到了命令，立即为两架即将耗尽油料的舰载加油机补充加油。可是就在两架舰载加油机正在接输油套管时，美国海军另外两架 F—8 舰载战斗机也闯进了这个领域，请求紧急加油，并迫不及待地抢先接上了舰载加油机的输油套管，“狼吞虎咽”地“吃”起油来。这样，KC—135 加油机给舰载加油机输油，同时舰载加油机也在给 F—8 加油，空中展现了一幕多架飞机串联加油的壮观情景。这一天，这架 KC－135 加油机奇迹般地连续为 8 架飞机进行了空中加油，并且开创了空中“多级加油”的先例。

KC—135 型喷气式空中加油机，是美国战略空军于 1957 年 6 月开始装备

的，它是用波音 707 改装而成，后又几经改进，日趋完善。它可载油 118100 升，可供加油 6 万升，加油速度每分钟 3400 升，它的最佳飞行高度 1 万米，因此有“ 同温层油库 ”的美称。

美国装备的空中加油机还有 KC—10A，这种加油机能为空、海军各型飞机实施空中加油，最大载油量为 200129 升，可供加油 113400 升，最大输油速度每分钟 5680 升。它有 3 个空中加油系统，两侧机翼各一个，尾部一个，并有空中自我加油能力。

英国是采用现代空中加油技术最早的国家之一。原苏联空军也装备了加油机，伊尔—86 加油机也是世界上少数巨型加油机之一。法国、加拿大、巴西等 10 多个国家也购买和装备了加油机。

发展空中加油技术，已成为许多国家空军建设中的一个重要项目。空中加油技术的发展在现代航空史上的作用绝不可低估。有了空中加油机，现代作战飞机飞行时间的长短，已不再取决于机上燃料的数量，而主要取决于机上人员的疲劳程度了。

预警飞机显神通

空中预警飞机从开始研制到现在只有 40 多年的历史。世界上有自己研制与生产空中预警机的国家屈指可数。美、英和原苏联曾先后生产空中预警机 13 种型号 500 多架。这些空中预警机有的以陆地为基地，有的以航空母舰作为基地。主要型号有美国的 E—2C、E—3A；英国的“ 猎迷 ”；原苏联生产的“ 苔藓 ”等。

空中预警机，实际上就是把警戒雷达、情报传递设备、指挥控制系统搬上飞机，因此，它对载机要求并不苛刻，多数是用技术比较成熟，已经投入正常使用的运输机加以改装而成的。只要具备飞得高、续航时间长、载重量大、电力能源充足、座舱宽敞等条件的运输机就可以充作载机。

最早研制和装备空中预警机的是美国海军。1945 年底，在海军的要求下，美国决定把当时比较先进的警戒雷达搬上一架小型的运输机，改装成舰载预警机。后来几经改进，研制成世界上第一架实用型舰载预警机，定名为 E—1B，它的作战探测对象是海面舰只和空中入侵的目标，并可进行反潜作战指挥。

美国海军装备了（E—1B）之后，对舰队防御体系进行了调整，提出和研制了一套“ 海军战术诸元系统 ”。这套系统的主机设在航空母舰上，这个系统要求海军预警机必须有“ 机载战术系统 ”与之相配合。为此，美国又专门为海军研制了 E—2 系列舰载预警机。1961 年 4 月 19 日，装有电子设备的实用型空中预警机完成首次试飞，定名为 E—2A，别名“ 鹰眼 ”，1964 年 1 月 19 日，正式交付海军使用。

为了提高对海面杂波的抑制能力，美国通用电气公司又研制了一种新型雷达，1971 年 1 月 20 日开始装在新生产的 E—2 预警机上。经过多次试飞的改进，1973 年 11 月交付美海军使用，正式定名为 E—2C“ 鹰眼 ”舰载预警机。这种预警机采用了先进的雷达数据处理技术，将原有的模拟信号处理系统全部数字化，同时还应用了多卜勒滤波技术，进一步改善了杂波对消能力。

1982 年 6 月 9 日，以色列同叙利亚发生了一场战争。以色列首先派出 E—2C“ 鹰眼 ”预警机飞临黎巴嫩西海岸外 9000 米上空，严密监视叙利亚的导

弹发射场和空军基地的动态。当叙利亚的飞机一起飞；E—2C 就立即将他们的机型、高度、速度、航向等数据，不断地传送给以色列攻击机，使以色列对对方的情况了如指掌。当天下午 2 时 14 分，以色列出动 6 架歼击机，突然飞临叙利亚部署在贝卡谷地的防空导弹阵地上空，在短短的 6 分钟里，就把叙利亚的 19 个导弹营全部摧毁。在激烈的空战中，以色列飞机竟击落了 81 架叙利亚飞机。战后，许多军事专家们认为，这次空战取胜的主要原因之一是使用了 E—2C“ 鹰眼 ”预警机。

从世界发展预警机的历史来看，真正后来居上的佼佼者，无疑要属美国的 E—3A“ 望楼 ”预警机。它已成为当今世界上技术最复杂、价格最昂贵的高技术军用飞机。

1963 年，美国空军防空司令部正式提出“ AWACS ”计划，即：机载预警机与控制系统的飞机研制计划。这项计划要求预警机能把淹没在诸如山区等复杂地形中的飞行目标，从一片白茫茫的雷达杂波中检测出来。这是一项非常复杂的技术问题。美国 12 家大公司联合论证了“ AWACS ”的技术要求，选定波音公司的波音 707—320B 作为载机，选用西屋公司的高脉冲重复频率的脉冲卜勒雷达作预警雷达。经过几年的努力，1977 年 3 月 24 日，才正式将第一批 6 架 E—3A 生产出来。

E—3A 预警机的机背上背了一个直径 9.1 米、厚 1.8 米的“ 大圆盘 ”，非常醒目，这成了 E—3A 飞机的最大特征。

E—3A 的机舱可载乘员 20 人，其中机组 4 人，系统操纵人员 16 人。系统操纵人员根据任务不同，可以变动。从驾驶舱往后是通信设备、数据处理及其它设备舱、多功能操纵台、乘员休息室和救生设备舱等。该机的雷达系统可选用多种工作方式，具有下视、超地平线远程搜索、海上目标搜索和干扰源方位测定能力。敌我识别系统在一次扫描中可询问 200 个以上装有应答器的空中、海上或陆上目标。

E—3A 等于将一个地面作战指挥中心搬上了天空，构成一个高度机动灵活、高生存力的空中指挥部。空中预警机是现代航空学与现代电子学相结合的一个新成就。

能隐身的 B—2 轰炸机

1989 年在世界的航空史上最引人注目的一件事情就是 B—2 隐身轰炸机的试飞，一时间，世界各国新闻媒界纷纷报道。然而，在美国国会讨论 B—2 轰炸机的拨款时，许多议员提出了种种理由加以反对，争论十分激烈，一位美国著名的军事评论家惊呼：“ B—2 轰炸机是美国空军历史上最有争议的武器之一。 ”

事实上，围绕着 B—2 隐身轰炸机的种种争论，也是围绕着高技术在军事上应用的种种疑虑的折射，这个折射的焦点就是神秘莫测的隐身技术。那么，B—2 到底是一种什么样的飞机？隐身技术到底是怎么一回事呢？

1988 年 11 月 12 日，在美国加利福尼亚的帕姆代举行了一个隆重的展览仪式，人们在这里第一次目睹了 B—2 战略轰炸机的原型机。也只是在这个时候，人们才知道，为了研制这架飞机，许多科学家整整工作了 10 年时间。

当机库那两扇钢铁大门，在滑轨上向两侧缓缓滑动的时候，500 名应邀来参观的客人（其中含 13 名国会成员和 60 名新闻界人士）的眼睛，不约而

同地射向门里。然而，人们最先看到的并不是飞机，而是十几条警犬，还有一些全副武装的警卫人员。“当时的保安措施相当严密，人们只能站在规定的界线之外观看，根本无法接近飞机。”一位记者事后这样写道。

当警卫人员和警犬就位之后，这架“灰黑色的幽灵”B—2 战略轰炸机被缓缓地拖出机库，就在这时，军乐队奏起了激昂的乐曲《隐身吹奏曲》。

面纱终于揭开了。人们看到了“一只巨大的黑蝙蝠”，B—2 飞机的周身都是黑灰色的，它的翼展约为 52.42 米，机身长约 21.03 米，高约为 5.2 米。有些好奇的新闻记者，想绕到后面去看看飞机的尾部，但是警犬那直立的耳朵和闪着凶光的眼睛，使记者们不得不止住了脚步。

在这种时候，谁也休想看见飞机的尾部构造，因为尾部有隐蔽的红外特征的关键设备，这些设备可以减少发动机喷口的热源，以躲避敌方红外探测装置的跟踪，这是隐身的办法之一。

B—2 轰炸机隐身的第二个办法是将所有武器都隐藏在机身之内，机身外部没有任何武器挂架，机身内有旋转式发射架。这样可以减少阻力，还可以有效地躲避雷达探测。

B—2 轰炸机隐身的第 3 个办法是在机身上涂以黑灰色涂层，这是一种雷达波吸收物质，雷达波照射之后，不再反射回来。

B—2 轰炸机的乘员只有 2 人，但在必要时可以增加一个人的位置，因为飞行员使用操纵杆来操纵飞机，而不是使用驾驶盘。

B—2 轰炸机像一些先进的飞机一样，机上有空中加油受油管。专家们估计，它的航程为 6000—7500 海里。它的机翼后缘上有长条形控制面，这是用来控制方向和升降的。

我们知道，喷气式飞机在飞行中会产生白色的凝结尾道，这会暴露飞行的航迹。B—2 轰炸机绝不会出现这种情况，因为它采用燃料添加剂和飞机尾部导流系统，将冷空气与发动机排出的热气混合在一起，就可以避免凝结尾迹的发生。

由于 B—2 轰炸机采用了以上种种先进技术，美国空军的一些高级将领，把 B—2 轰炸机看成“能够保持有效的战略作用”的飞机，美国五角大楼把 B—2 轰炸机看成是战略核力量的一个重要砝码。

1989 年 7 月 17 日清晨，B—2 隐身轰炸机在加利福尼亚帕姆代尔机场第一次试飞，飞行了 2 个多小时后，平安地降落在跑道上。试飞成功了！至于它在实践中的表现如何，那就要等待以后的事实了。

隐身技术是在 60 年代以来,针对着能及早发现空中目标的雷达和红外探测器而不断探索提高的新技术。我们已经从 B—2 隐身轰炸机的技术设计中看到，针对雷达，隐身飞机采取了减小电磁波的反射以至能将电磁波加以吸收的办法，逃避雷达的搜索电磁波，在雷达面前“隐身”，而针对红外探测器，则尽可能采用使飞机燃料燃烧时所产生的高温尽可能减小到不易觉察的程度，使飞机在红外探测器的搜索中“隐身”。

其实，美国在 60 年代初期就已采用了一些减弱雷达探测效果的办法，那时他们派到我国和原苏联的 U—2、SR—71 等高空侦察机，已经有所使用。只不过这次 B—2 隐身轰炸机的设计及试飞成功,是集中了先进隐身技术于一机罢了。

“ATF 计划”的竞争

早在 80 年代初期，美国五角大楼就制订了“ ATF 计划 ”。ATF 是“ 先进战术战斗机 ”的英文缩写。对它提出的性能指标是：作战半径为 2177 千米；起飞滑跑距离 610 米；设计起飞重量 22670 千克；最大巡航速度 1944 千米／小时。这一切都是针对着对付原苏军的米格—29 和苏—27 战斗机带来的威胁而提出的要求。

ATF 计划发展办公室主任费思空军准将将这一计划简要地归结为五大特点：有隐身性能、高机动性、远距离、大载弹量、无需加力即可超音速巡航飞行。

美国空军计划购买 750 架；美国海军也打算购 500 架。这意味着有 700 亿美元的买卖可做，无疑有极大的诱惑力。立即有七家航空公司投标，它成为除美国竞选总统之外的最激烈的竞争之一。

而美国五角大楼则采取了脚踏两只船的办法：以洛克希德公司为首，由波音公司、通用动力公司参加的研制小组，负责 YF—22A 原型机；以诺斯罗普公司为首，由麦克唐纳公司参加的研制小组，负责 YF—23A 原型机。合同规定，两种飞机各研制两架，每种原型机中，一架装 YF—119 涡扇发动机；另一架装 YF—120 涡扇发动机。然后对这四架原型机，对比试飞选出优胜者。优胜者于 1996 年投产。（飞机型号前加 Y 及 X，表示正在试飞尚未投入使用的意思。）两家为首的公司实力都很雄厚，前者曾为美空军生产了 F—117A 隐身战斗机，使用效果很好；后者则生产了前面说到的 B—2 隐身轰炸机，也充满信心。

1990 年 7 月，诺斯罗普公司率先进行了 YF—23A 型的低速滑行试验，接着进行了一系列的试飞。YF—23A 采用了 B—2 轰炸机的特点，外型很大，长约 21 米，翼展 13.3 米，高 4.3 米。其两翼是截尖型三角翼，尾翼是蝶状尾翼布局；机身比翼展还长，座舱很高，为飞行员提供了广阔的视野。两台发动机装在远离座舱的后机身内。它的武器系统采用内装式，从武器舱门的形状及其他迹象，行家们推测它可携带：雷达制导的先进中距空对空导弹、“ 响尾蛇 ”式红外制导空对空导弹、20 毫米航炮等；可能还装有能伸出舱外又快速退回的先进导弹发射器。

两个月之后，洛克希德公司也开始了 YF—22 的试飞计划。试飞中飞机进行了 360 度翻滚，45 度压坡飞行和垂直爬升、垂直俯冲，充分展示了它良好的机动性。

究竟选用其中的哪一种型式呢？美军决策人物中没有取得一致意见，最后决定采取“ 彩灯图表显示法 ”方案裁决。这方法是：将 ATF 计划所要求的性能、数据的指标都在图上标出来，然后对 YF－22A 和 YF—23A 一项一项地测试，凡是超过设计要求指标的用蓝色光点表示，达到设计要求指标的用绿色光点表示，低于设计要求的，用红色光点表示；略低于设计要求，但稍加改进就可达到设计要求的，用黄色光点表示。每个光点下面都有详细的技术说明，这些说明是极为保密的。

经过比较，诺斯罗普公司的 YF—23A 的速度要快些，隐身性能也更强些。达到了蓝点；而洛克希德的 YF—23A 在速度为 M0.8 时，灵敏度达到了蓝点，机动性达到了蓝点。

有意思的是，美空军当局并不认为蓝点越多越好，而要求绿点数，他们认为，绿点才显示出整体性能。

显示结果：YF—23A 的蓝点多，YF—22A 的绿点多。黄点和红点，彼此差不多。

但是，YF—22A 的投标价格比 YF—23A 低。这表明：YF—23A 将一部分费用用在了蓝点（超设计）上，这并不是最佳选择。

1991 年 4 月，报纸披露，美国空军决定购买洛克希德公司生产的新型先进战斗机 YF—22A。在这场竞争中，占绿点多而又造价偏低的 YF—22 胜利了。

“眼镜蛇机动”管用吗？

你见过眼镜蛇直立身体、发出尖利的响声那种凶恶的样子吗，假如一架战斗机变成了一条眼镜蛇，那会怎样呢？

1989 年 6 月的一天，原苏联的一位飞行员就把他驾驶的苏—27 飞机变成了一条“直立身子的眼镜蛇”，这又是怎么一回事呢？

在 1989 年 6 月的第 38 届巴黎航空展览会上，原苏联的两架苏—27 战斗机作为新产品首次公开露面，引起了航空界的注意。

这天，天空碧蓝如洗，表演场上人们仰望天空，只见一个小黑点从远处飞来，很快，人们看清了苏—27 的身影。这时，机场上的高音喇叭传出了一个声音：“驾驶这架飞机的是苏联飞行员普加切夫，他将要作一个高难度的动作。”

此时，苏—27 已飞到了跑道的上空，只见它迅速拉起了机头，15°，30°，50°……机身与地面的夹角越来越大，就像一条眼镜蛇在迅速地直立起身体。机头还在不断地上拉，80°，90°，110°，120°，人们看见苏—27 的尾部在前，而机头在后，形成了大仰角飞行状态，然后又压下机头，向远处飞去。

人们惊呆了！自从飞机在地球上诞生以来，他们还从未见过这样的飞行表演。高音喇叭又在广播：“刚才飞机以每小时 420 千米的速度飞来，机头拉起来时，速度减小到每小时 120 千米左右。”有人计算了一下时间，苏—27 从机头拉起到恢复常态，仅仅六七秒钟。苏—27 的这种动作，被称做“眼镜蛇机动”。

苏—27 是原苏联苏霍伊设计局研制的新一代超音速全天候重型战斗机，是原苏联空军装备中最好的战斗机。1977 年 5 月 20 日第一架原型机首次试飞，经过修改、定型、批量生产，大约到 1985 年开始形成作战能力。原苏联解体以前，在空军部队服役的苏—27 战斗机有将近 500 架。

苏—27 的外形很漂亮，它有一个微微向下的流线型机头，飞行员的座舱呈水滴形，给飞行员提供了良好的视野。中机身两侧是一对悬臂式的中单翼，平面形状为梯形，略有下反，前缘后掠角超过 40°，后机身内并列装着两台涡轮风扇发动机，进气道位于翼根下部。两台发动机的尾喷口之间有一个大尾锥，这是减速伞舱。苏—27 采用了双立尾，它的起落架为前三点式，坚固异常，可在粗糙跑道上着陆。

苏—27 的武器系统很强，它装有 1 门 30 毫米机关炮和 10 个外挂架，这些外挂架可以挂带多种型号的空对空导弹、火箭、炸弹等，机关炮的备弹量为 150 发，所以这些武器都可在大仰角状态下发射。苏—27 的火控系统十分先进，该系统由脉冲多普勒雷达、红外搜索跟踪仪、平视显示仪、激光测距机和头盔瞄准具组成。这些装置彼此独立，但又可以相互支援。

与美国目前最先进的战斗机 F—15 相比，苏—27 在近距格斗上占有明显优势，这主要得益于它的更好的气动布局，更大的推动比，以及配备了测距仪和电传操纵。

苏—27 的另一优势是内部油量大，不必携带外挂油箱，这样就减小了雷达反射特征。

苏—27 从开始设计时就考虑在战时它能在被破坏的跑道上起飞（主要是逃离），所以，它的起降性能很突出。

普加切夫和苏—27 在一夜之间同时成为世界航空界的“ 明星 ”。一时间，人们议论纷纷，有人称赞，有人提出了疑问：“ 眼镜蛇机动 ” 有什么实际意义吗？

有的专家说：“ 在近距离格斗实战中处于被动情况下的战斗机，用‘ 眼镜蛇机动 ’ 突然减速，将会给追踪的敌方攻击机造成困难，从而可以摆脱被攻击的处境。如果苏—27 遭到导弹的攻击和追踪，‘ 眼镜蛇机动 ’ 同样可以使它摆脱。 ” 也有的专家提出了不同的意见：在空战中除非遇到极特殊的情况，飞行员一般不会轻易地把飞机的速度突然减小，因为速度太小很容易挨打，所以，“ 眼镜蛇机动 ” 是无用的。另外，“ 眼镜蛇机动 ” 要消耗大量能量，这种能量的消耗是常规动作的十几倍，一般情况下不能长时间维持，也不能连续做。因此，花费很大的代价使飞机获得这种能力是否值得，需要认真考虑。

苏霍伊设计局在收集大量意见的基础上，正在对苏—27 进行改进。据透露，改进工作已取得一定进展，有几种改进型已交付使用。苏—27UB 就是其中一种改进型，这是一种双座战斗机，它不仅可以训练飞行员，还可以保留全部作战能力，执行截击和巡逻任务。

舰载型苏—27 已进行了斜板跃飞试验，不久将装备在新的航空母舰上。

“ 哈姆 ” 打 “ 瞎 ” 了 “ 萨姆 ”

在航空史的发展中，地对空导弹和空对空（地）导弹的发展都是不能不涉及的一笔。这是因为，地对空导弹、空对空（地）导弹的发展，都伴随着飞机的发展而发展。下面讲述的这场战斗，正是地对空、空对空导弹发展的一个缩影。

1986 年 3 月，美国和非洲的利比亚发生了军事冲突。美国的三艘航空母舰游弋在利比亚锡德拉湾口以北的地中海海面上，以形成对利比亚的威胁；而利比亚又声称，他们已经在锡德拉湾组成了神秘的火网，它是美国不可能逾越的死亡线。这神秘的火网，是由先进的萨姆—5 导弹组成的。

说它 “ 神秘 ”，是因为萨姆—5 的外型和构造不断变化，至今美国还没有完全弄清这种导弹内部的详细构造，给人一种神秘感，神秘处还在于，它是一种装备了电子控制系统的导弹，它的最大特点是，在导引头内装有一个大型的灵敏度极高的雷达侦搜系统，能在地面雷达的配合下，迅速截击高速来袭的导弹和飞机。构造大致包括这样几个部分：目标探测装置、雷达侦搜系统、发射机、接收机、战斗部、自动驾驶仪和火箭发动机。

萨姆—5 导弹装上了雷达侦搜系统。如同安上了 “ 千里眼 ”，它能够 “ 看见 ” 敌方的高速飞来的导弹和飞机，自动飞向目标。不过，萨姆—5 在发射之前，需要靠地面的雷达系统为它提供打击的目标，也就是说，要为萨姆—5

导弹配备一个地面雷达站。整个工作原理是这样的：当地面雷达发现敌人的目标后，向目标发射雷达波，同时发射萨姆—5 导弹。敌方目标将雷达波反射回来，萨姆—5 导弹上的接收机收到反射波并传递给导弹上的自动驾驶仪。自动驾驶仪根据反射波信号来修正航向，调整高度，操纵导弹飞向目标。当飞到距离目标一定的范围内，导弹上的雷达侦搜系统开始工作，自动寻找目标。当探测到目标的距离、方位、高度以后，把这些数据传递给自动驾驶仪。这时的萨姆—5 导弹就如同一架无人驾驶飞机迅速冲向目标。

然而，部署在锡德拉湾的萨姆—5 导弹，尽管发射数枚，但是并没有击中美国的飞机。原来是美国的 EA—6B 型电子干扰飞机，成功地对萨姆—5 导弹施行了电子干扰，使萨姆—5 偏离方向，冲进了地中海。而美军发射的空对地导弹却准确地击中了萨姆—5 导弹基地的雷达站。美军发射的空对地导弹是：镀金反雷达导弹—“ 哈姆 ”。

反雷达导弹是一种利用敌方地面或舰载式机载雷达的电磁辐射，来发现、跟踪并摧毁目标的。这次美国用来袭击利比亚雷达站的反雷达导弹是“ 哈姆 ”型高速反雷达导弹，这是一种外壳镀金的每枚价值 23 万 3 千美元的导弹。

“ 哈姆 ” 反雷达导弹无论反应速度、精确度，反电子干扰能力与杀伤力等，在空对地导弹的家族中均处于领先地位。它反射后不需要载弹机的配合，能自己寻找目标，即“ 发射后就不用再管 ”。特别是这种导弹获得的信号，是由敌方目标发出的雷达波，它的导引头能得到高功率的信号，所以这种导弹获得敌方目标的位置数据，比敌方目标获得这种导弹的位置数据要早，从而赢得了攻击时间。此外，这种导弹能在夜间和能见度差的条件下使用。

“ 哈姆 ” 反雷达导弹另一个重要特点是，导弹的制导系统实际上是一部无源雷达，它不向空中发射探测信号，只接收空中的电磁信号，并根据所接收的电磁信号对目标进行跟踪。这种导弹的构造是这样的：头部最前端是雷达波接收装置，其后是微型计算机指挥装置。接收天线装在微型计算机的两边。现在就让我们来看一看这种反雷达导弹是怎样击中目标的吧。

美国战斗机群呼啸着飞过锡德拉湾上空，向利比亚炫耀武力：一批机群飞过来，又飞走了，另一批又飞了过来……利比亚军队的指挥终于下达命令：“ 雷达开机！ ”

雷达是萨姆—5 的眼睛。本来只要“ 眼睛 ” 捕捉到目标，敌机就休想跑掉。然而，这次萨姆—5 号的对手是反雷达导弹“ 哈姆 ”。只要雷达开机，雷达波就立刻被镀金的“ 哈姆 ” 导弹接收装置所吸收，镀金就是为了更好地吸收雷达波并很快测出敌方雷达波的方向，而且能迅速判明这雷达波是否是敌方的干扰设备发出的欺骗信号。与此同时把探测到的这些数据一同输入导弹体内的微型计算机。微型计算机把这些数据经过信息处理后，变成各种指令，指挥弹翼和航翼转动，使导弹准确地飞向目标，进行反击。

当“ 哈姆 ” 反雷达导弹飞到利比亚的萨姆—5 导弹阵地的雷达站时，导弹上的近炸引信在目标上空 20～30 米处起爆战斗部，导弹碎片呈射流状喷射出来，摧毁了利比亚雷达站的设施。

“ 立即关机，停止扫描！ ” 利比亚军官发现了问题的严重性，他命令另一部还未受到攻击的雷达关机停止工作，以免再招来横祸，然而已经晚了。“ 哈姆 ” 导弹的另一个重要特点是它有“ 记忆 ” 装置，即：一旦截获敌方雷达波就可立即将它“ 锁住 ”，把雷达的方向、距离等数据输给微型计算机，即使对方雷达关机，停止发射雷达波，导弹仍可以根据“ 记忆 ” 的数据，在

微型计算机的指挥下攻击目标。就这样，利比亚导弹基地的又一个雷达站被摧毁了。

这一场战斗，就这样，以“哈姆”反雷达导弹摧毁了由萨姆—5 导弹组成的雷达站而结束。导弹在美国与利比亚的军事冲突中发挥了重要作用，一些军事专家们惊呼：“现代战争离不开导弹！”现在，许多国家都在研制各种类型的导弹，出现了导弹发展的新趋势。

导弹技术是各种技术的综合应用。每一种新技术的出现，几乎都是会迅速地用于导弹技术中。将大规模集成电路和微型电子计算机用于导弹的各系统，将使导弹向“智能化”方向发展。地面雷达将能自动识别目标，自动搜索跟踪目标，将能将几个目标的距离、高度、飞行方向和飞行速度等数据分别储存起来，同时制导几枚甚至几十枚导弹分别对这些目标进行攻击。导弹本身将自动寻找所要打击的目标，甚至导弹可以根据预先贮存在计算机内的各种数据，自动飞向目标。

在以往的空战中，曾出现过自己的导弹击落自己飞机的情况，未来的导弹将安装先进的敌我识别系统，这样可以避免在空战中误伤自己的飞机。

为了弥补电视制导、雷达制导、激导制导和红外制导各自的弱点，未来的导弹将更多地采用复合制导系统，任何飞机想躲过导弹的攻击，将变得更加困难。然而，也正像上面的故事所说明的那样，在那场美国与利比亚的军事冲突中，结局竟由“哈姆”反雷达导弹摧毁了萨姆—5 导弹基地的雷达系统一等于打瞎了导弹的眼睛。

海湾空战小“麻雀”逞能

空对空导弹的发展一直在紧锣密鼓地进行着。空对空导弹的发展，从一个侧面给世界航空史添写了新的一页。

下面这个故事，就发生在海湾战争的头几天。

1991 年 1 月 17 日，美国空军 4 架 F—15“鹰”式战斗机，飞临巴格达郊区上空。伊拉克空军的飞机，也在黑暗中升上了夜空。

第一场空战在巴格达郊外上空展开了。伊拉克飞行员驾驶的是法国生产的“幻影”F—1 型战斗机，这种战斗机可挂载反雷达导弹、空对空导弹，还可携挂 4 个火箭发射架，每个发射架可装 18 枚空对地导弹，可载 8 颗 450 千克炸弹或 6 个 600 升凝固汽油弹。它的最大速度 2.2M，外挂总重可达 7.2 吨，火力可谓强劲。但 F—15 的速度要比“幻影”快，F—15 速度达 2.5M。可见这场空战是“两虎相遇”，“旗鼓相当”。谁也不占太大优势。

可是，在空战中，“幻影”F—1 突然一声爆炸，化为一团烈火，它被美国 F—15 发射的“麻雀”空对空导弹击落。

击落这架“幻影”F—1 的是美国飞行员泰德。他回忆说：“我是带队长机，当时我正在东北方向，我的第 3 号机刚刚转向南方，我发现有一架来历不明的飞机在追我的同伴。当然，我是从飞机上的雷达荧光屏上看到的。”泰德利用这些设备立即将目标锁定，按下了“麻雀”导弹的发射按钮。

“我从未看见过‘麻雀’夜间击中目标的样子，”泰德事后回忆说，“那个巨大的火球像至今还在我的眼前闪亮……。”

“麻雀”导弹是一种雷达制导的空对空导弹。它的工作原理说起来十分简单：雷达向目标发射雷达波，导弹追踪着目标反射回来的雷达波而击中目

标。“麻雀”空对空导弹的体积不大，只有 3.6 米长，直径约 0.2 米，翼展 1 米。“麻雀”虽小，但速度极快，达 4M。

弹射起飞　拦阻降落

1917 年 7 月，英国海军建立了航空母舰，1922 年，美国将一艘运输舰改装成航空母舰。雏形的航空母舰飞行甲板面积很小，飞机无法直接在甲板上降落，只能降落在海面上，再由母舰上的起重机吊回甲板上。

现代喷气式舰载机的起飞滑跑距离，要几百米甚至上千米才能达到起飞离舰速度，而现代航空母舰的起飞甲板也只有 70～80 米。因此，在航空母舰上起飞，需要有一种专门的辅助动力装置，给舰载机提供达到起飞速度的动能，这种设备叫做“飞机弹射器”，它能使舰载机在 60 米的距离内，用几秒种的时间弹射起飞。

弹射器一般有液压弹射器、蒸汽弹射器和内燃弹射器三种。现代的航空母舰，一般都采用新式的蒸汽弹射器，这种弹射器每分钟可以弹射两架 25 吨重的舰载飞机。核动力航空母舰使用的是内燃弹射器。内燃弹射器在几秒种之内，即可将舰载机从静止状态弹射起飞。

形象一点说，弹射器就像一把巨大而又强有力的弓，而舰载机却像一支箭，动力源就像一只拉弓的手臂。只要将箭架在弓上，手臂拉紧弓弦，当弦的前冲力达到最大时，手一松，离开弦的箭在弦的前冲力推动下，飞向天空。舰载飞机的弹射起飞过程与箭的发射大体相同，只是弹射器要比弓大得多，舰载机要比箭重得多。

舰载飞机怎样着舰呢？这里套用一句老话：起飞容易，着舰难。

飞机着舰后仍旧保持着每小时 100～200 公里的滑跑速度。这就要在航空母舰上设置一种使舰载飞机减速的拦阻装置——拦阻索。它可以使舰载飞机在降落后 70～90 米的距离内停止滑跑。

航空母舰的甲板上，距斜角甲板尾端 60 米处开始，向前每隔 14 米横设一条粗钢索，这样一连设 4～6 根钢索。舰载机在降落前，先在空中放下起落架，同时，把舰载机特有的尾部着舰钩放下。飞行甲板上的拦阻索也同时升起，当飞机着舰后向前滑跑时，飞机的尾钩就可钩上甲板的任意一根拦阻索，这样，飞机就可以在短距离内停住。

假若有一架舰载机着舰时，它的尾钩放不下来，或者尾钩损坏了，怎么办？这就需要在甲板上架设拦机网。拦机网是由多股高强度尼龙带组成，它可以按不同规格承受不同重量的降落飞机，使飞机连带拦机网一起冲出几十米后停下。采用拦机网后，舰载机要受到不同程度的损伤。因此，拦机网仅仅是一种营救飞行员的应急手段。

第一突击队冲进巴格达

在 1991 年的海湾战争中，最先飞往伊拉克的首都巴格达进行轰炸的是美国空军的 F—117A 战斗轰炸机。

据统计，美国空军的 F—117A 隐身战斗机，在“沙漠风暴”行动中，摧毁了大约 95%的在巴格达的目标。

伊拉克的空军司令部座落在巴格达市区，这是一幢多层的大楼，只见一

枚激光制导导弹当顶落下，弹着点几乎正中楼顶中心。这枚激光制导导弹正是从一架 F—117A 飞机上发射的。更让人惊奇的是，位于巴格达附近的伊拉克防空军的钢筋混凝土司令部大楼，也是被一架 F—117A 发射的一枚导弹直接命中楼房顶部的三个通风孔中的一个，大楼被摧毁了。这枚导弹由通风口处进入，炸得这座建筑物的窗门四处横飞。从现场拍摄的录像上看，这个通风口只有一米见方，可见它命中精度极为精确。

F—117A 作为攻击巴格达的“第一突击队”最先飞临巴格达上空，实施攻击。美军规定，只有 F—117A 的飞行员们，才有资格去攻击巴格达市区的目标。这是因为， F—117A 携带的激光制导炸弹，命中精度高，不易误炸平民房屋；F—117A 具有隐身性能，不易被伊拉克的防空火力所击中。

F—117A 战斗轰炸机有一副蝙蝠式的机翼，它可以躲避敌方雷达，从 60 米的低空突入敌防空区，实施超低空精确轰炸，它的最大时速为 900 公里，机载武器有激光制导炸弹，空地导弹和空对空导弹。

F—117A 飞机是第一种投入实战的隐身飞机。初出茅庐，它就显示了巨大的威力，引起了世人的瞩目。它将在航空史上留下令人难忘的一笔。

第六章 未来的航空飞行器

人类已经拥有了多种挣脱重力束缚的手段而升上天空，例如，依靠浮力使滑翔机翱翔在空中；依靠运动产生翼面气动力压差，使飞机遨游苍穹；依靠喷气反作用使火箭穿云破雾……

未来的飞机可能采用氢（气态或液态）作燃料，或采用原子能作动力。如果我们从重力的升力方式来观察，今后可能出现几种基本方式的某些组合，也可能出现对目前多种类型飞机气动力设计作某种综合，从而诞生面目一新的新型飞机。

空中火车

火车的载客量要比飞机大得多。那么，飞机能不能也像火车那样载更多的旅客呢？比如波音 747 客机，载客量可达 700 多名，能不能扩大 5 倍，10 倍？

我们知道，只有升力和重力平衡飞机才能浮空。增加载重量势必增加飞机构件的尺寸，飞机自重也必然增加，所以，减轻飞机的重量就成了制造巨型飞机的关键。采用轻合金当然是一个途径，但从目前的技术工艺水平来看，要找出比铝、钛合金更合适的材料，还存在着难以克服的困难。因此人们自然而然地想到：能不能用附加的浮力来抵消飞机自重和负载重量？这样的设想已引起了飞行器专家的广泛注意。他们提出了利用空气浮力和空气的动力升力相结合设计新型飞机的主张。这种飞机在前飞时可获得气动升力的“升力体”，靠充氦气球产生的浮力来抵消飞机自重和载重，并以涡轮风扇发动机作为飞行的动力，在前飞中由气动力来获得飞行所需的补充升力。

假若，这个设想能实现的话，这种飞机可载客 7000 多人，而外形尺寸只比波音 747 大 1 倍，这是多么令人着迷的设想呀！这样的飞机真的可以抵上几列火车的载客量了。

垂直和短距起降战斗机

目前，世界许多国家都对垂直和短距起降飞机十分重视。这种飞机能提高地面生存力，减少对机场的依赖，提高作战的反应能力，并可将这种飞机部署在前沿，提高作战灵活性。如果将垂直、短距起降飞机装备在军舰上，那就会大大增强舰队的防空能力和攻击能力。

到目前为止，正式投入使用的垂直起降飞机屈指可数，较有名的有英国“鹞”式和原苏联的雅克—36。英国的“鹞”式战斗机是世界上第一种正式投入使用的垂直起降飞机。其实这种飞机并不是英国人发明的。首先提出垂直和短距起降飞机方案的，是法国工程师克尔·威布勒。他于 1954 年就提出了一个垂直和短距起降飞机方案，但是得不到法国政府的支持。1956 年，威布勒将这个方案提供给英国的布里斯托尔·西德利公司。“鹞”式飞机于 1969 年 7 月开始投入使用。1971 年，美国正式引进“鹞”式飞机，定名为 AV—8A。

目前，世界上对垂直、短距起降飞机的研制大体上可分为这样几种：

1．转向发动机舱。即发动机舱可以转向，垂直起降时，发动机舱能转到垂直位置，平飞时，转到水平位置。这种方案准备用在反潜机上。

2．改进转向喷口式动力装置的方案。如采用串联式涡轮风扇发动机装置。

这种动力装置有两个进气口，两个可转向的尾喷口和两个风扇。两个风扇前后串联，共用一个核心发动机。平飞时，尾喷口向后，垂直起降时，尾降口转向地面。这种方案能使动力装置结构紧凑，重量减轻，推重比提高。有助于增加垂直起降飞机的作战半径和武器载荷。

3．倾斜旋翼。这种方案是飞机采用转向机翼式转向翼尖旋翼。在垂直起降时，旋翼转到 90°位置，产生升力；平飞时，旋翼转到水平位置，产生拉力。这种方案保持了直升机垂直起降的性能，但在航程、经济性、噪音等方面都优于直升机。

超音速巡航战斗机

所谓超音速巡航，是指飞机在中低空飞行时进行超音速飞行。

目前，各国正在大力发展防空武器，防空力量不断增强。为了顺利地实施突防，提高飞机的生存能力，除了加强飞机的防护装甲和改进电子对抗设备之外，还必须提高飞机的中低空速度。现有的超音速飞机，在中低空作战和巡航时，一般都只能进行亚音速飞行。假如飞机能在中低空进行超音速飞行，则能降低敌方的防空力量对它的摧毁概率，飞机的生存力就会大为提高。

超音速巡航战斗机就是根据这种思想研制的。它主要是执行对地攻击任务，但同时也具有较好的格斗能力，后者是它与现有战斗轰炸机的本质区别。

这种飞机的高空巡航速度可达 2.0M。低空飞行速度可以达 1.2M。

超音速巡航战斗机实施攻击时，不用先将飞机“拉起来”，然后再进行俯冲攻击，这种战斗机是在超音速通过攻击目标时，进行水平攻击。这样，就必须研制新型的武器系统，以便与超音速巡航机配套，确保命中目标。

为了进行超音速巡航和实施超音速攻击，这种飞机将采用大量新技术，包括不开加力即能进行超音速飞行的发动机、变弯度机翼、先进的进气道、二元喷管等。

目前，美国波音公司提出了两种超音速巡航战斗机方案。一种方案是机头细长，座舱低矮，采用双立尾，三角箭形翼、翼身融合体，进气道设在翼下。另一种方案，从外形上看，比第一种方案的机身稍短粗，只有一个面积很大的立尾。

轰炸机大发展

未来的轰炸机会有一个大发展，轰炸机是保持威慑力量的一种重要的武器。

未来的轰炸机将采用一些非常规的设计，将使用复合材料，机翼为前接翼，采用大推力涡扇发动机，采用新型发动机。

最有代表性的是美国几家飞机制造公司根据美空军对轰炸机的要求，各自提出了自己的设计方案，这些方案真可谓五花八门。这里我们介绍其中的几个方案。

波音公司的三发轰炸机方案。这个方案采用后掠翼布局，飞机的外形很普通，采用翼下吊装发动机的常规布局。它不能进行超音速飞行，只能作亚

音速巡航。设在左右机翼下的是两台巡航效率较高的涡轮风扇发动机，机身尾部还有一台大推重比的强力发动机。这台发动机主要用于加速和冲刺飞行。在飞行员驾驶舱两侧，安装了一对鸭式小翼。

波音公司的飞翼式战略轰炸机方案。这个方案是一个大型的无尾飞翼，机身仅比机翼略长一点长，几乎融为一体。燃料、武器、炸弹等都装在翼内。波音公司之所以采用这种布局形式，是希望能降低飞机的费用，并改善其隐身性能。但是，对于未来的轰炸机来说，要想解决突防能力、降低被发现率、提高生存性等战术要求在设计上的矛盾并非易事。为了提高生存能力，该方案在机头前面和机尾上部装上了自卫用的球形激光炮塔，用以对付敌方的飞机和导弹。

美国有两家飞机制造公司，提出了旋转翼轰炸机方案。这种方案要求飞机在超音速飞行时，主翼旋转至机身上面，与机体完全贴合重叠，这时飞行靠前翼和机身产生的升力维持飞行。起飞、着陆时，或作亚音速飞行时，主翼旋转到正常位置，这时飞机的外形与普通飞机没有什么两样。

波音公司还提出了十字翼方案。这种十字翼可以转动，起飞时使用大面积机翼，超音速飞行时，使用小面积机翼。

洛克韦尔公司也提出了类似的十字翼方案，机翼只在起飞和降落时展开，超音速飞行时机翼重叠在机身上。

运输机日趋大型化

美国正在制定一个大型运输机发展计划，要求研制超大型运输机，总重约 600 吨。一些专家们对这个发展计划提出了许多问题。诸如怎样节约燃料、如何防止噪音、防止污染以及怎样才能不增加地面设施等问题。

美国有几家飞机公司还展出了他们的超大型运输方案。这些方案设计的运输机，外形奇特，例如：机翼货舱水上飞机方案，双机身和三机身方案，“飞翼”及平板货机方案等。

这些方案的共同特点是，采用了一些新技术，如轻质复合材料、涡轮风扇弯刀螺桨发动机等。这主要是为了节约燃料，计划节省油料 20%；二是为了实现短距起降，采用高效增升装置，在发动机上使用新技术，提高推重比，实现反推和推力换向。

在超音速运输机的发展方向，今后主要是解决氢燃料，采用各种技术手段生产氢燃料。解决了燃料问题，发展超大型超音速运输机才有可能。

更新换代的武装直升机

70 年代，第一代武装直升机相继发展成熟，纷纷投入使用。紧接着，第二代直升机诞生了，从而扩大了武装直升机的家族，加强了武装直升机的作战力量。

自从武装直升机问世以来，各国一直在研究打武装直升机的方法。武装直升机面对着防空自卫火力和地空导弹的威胁，必须更新换代，才能够生存下来。

美国首先提出了“先进攻击直升机”计划，意大利、法国、德国也都制定了各自发展新一代武装直升机的研制方案。

机动性能好，火力强是下一代武装直升机的主要特点。下一代武装直升机有较强的电子对抗系统和地形扫描系统。要安装红外干扰装置，同时对付被动红外探测系统和红外制导导弹。武装直升机的机动性，是它免于被发现和免遭地面和空中攻击的最好防御手段。夜间红外武器瞄准系统和发射后载机即可脱离的导弹，都是必不可少的。

武装直升机将成为未来的“新贵”，它机动灵活，隐蔽突然，火力强大，生存性高，是执行对地火力支援、反坦克、压制防空炮火的理想武器。新一代武装直升机的诞生和大量部署，将从根本上改变陆战模式。新一代武装直升机在速度和飞行高度上的限制，可望由新型的旋翼设计所突破。

新一代武装直升机的航空电子设备将进入整体综合化、数字化阶段。电子化座舱和机动性作战任务系统将使新一代武装直升机如虎添翼。

美国生产的 AH—64 武装直升机和意大利生产的 A—129 武装直升机，代表了下一代武装直升机的发展方向。