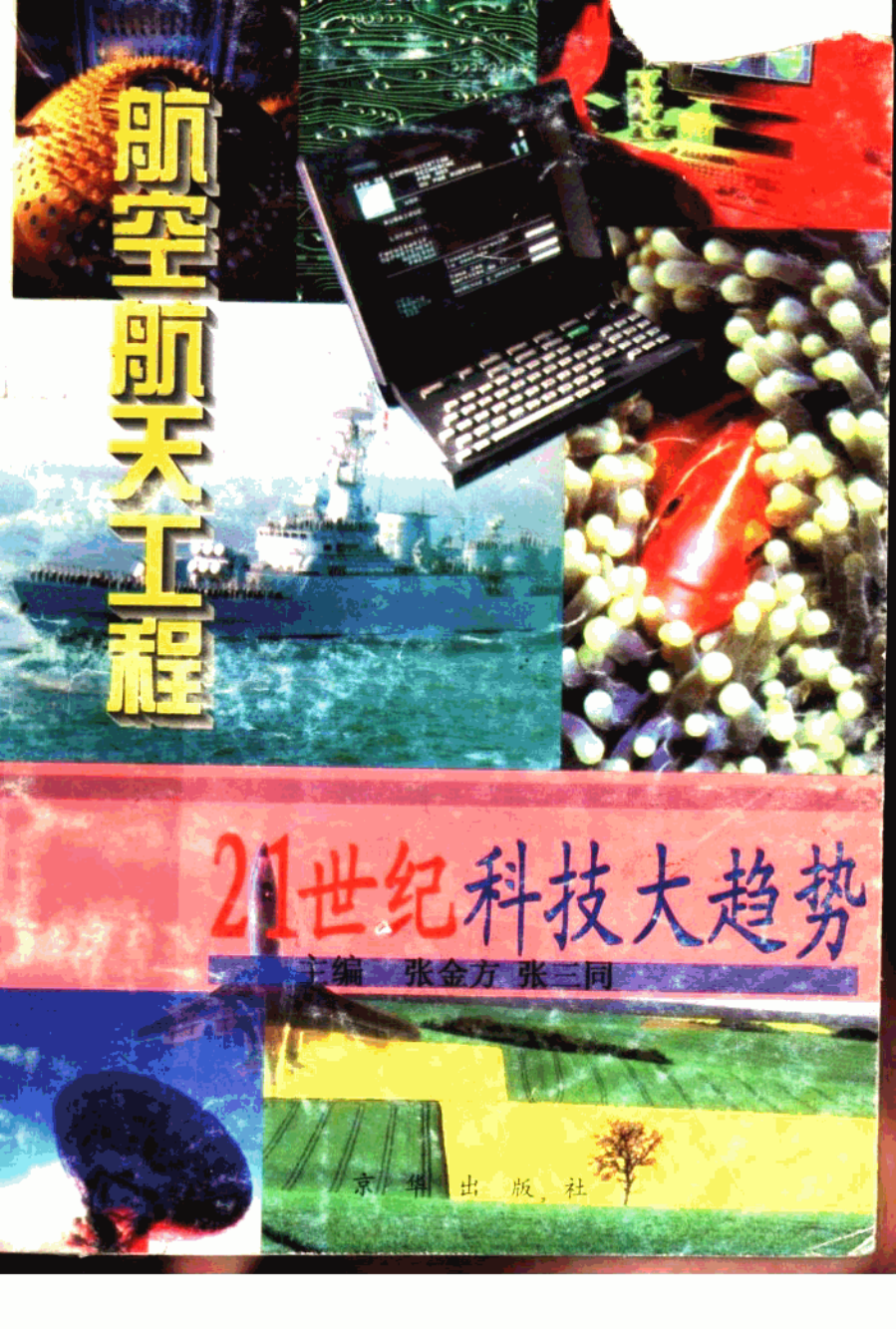




航空航天工程

21世纪科技大趋势

主编 张金方 张三同

京 华 出 版 社

《21 世纪科技大趋势》丛书编委会

主 编 张金方 张三同

副主编 欧阳青 张哲生 李自然 白 洁

编 委	张金方	张三同	张哲生
	于笑然	白 洁	李自然
	何云峰	陈少发	安全贵
	吕卫东	霍书梅	宋 全

策 划 宋 全 高洪凡

编 前 语

伴随着时光的流逝,人类历史上一个重要的世纪——20 世纪,在高科技文明的掩映下,正悄然地离我们而去,一个希望与挑战并存的 21 世纪则满怀着强烈的激情向我们走来。

适逢世纪更迭的关键时刻,我们除了重温以往的舒适与优越之外,更应理智地立足现实,总结过去,展望未来。21 世纪将是科技时代的预言已成为人们共知的真理,到那时,现今的中小学生无疑将是驾驭科技的主体。而遍观我国目前的中小学教育,相关的科技内容却十分匮乏,很不利于学生科技意识和能力的培养。基于此,由国家教委普教处和北京市科协组织部分专家学者,从现实出发,选取与我们关系密切的内容为写作对象,策划编写了《21 世纪科技大趋势》丛书。全书分 14 册,包括气象科学、医疗技术、计算机技术、海洋工程、机器人技术、生物工程、交通科学、军事科技、信息技术、环境科学、航空航天工程、材料科学、能源科学等方面的内容。希望通过这套丛书使同学们从中了解当今科技热点发展的动态及趋势,提高和培养同学们发明创造的素质与能力。

当然,由于时间等多方面原因所致,不足之处在所难免,还望同行与读者批评指正。

编者

1996 年 12 月 28 日于北京

目 录

编前语	
-----------	--

1. 实现飞翔的梦想——航空飞行器	(1)
-------------------------	-----

1.1 气球与飞艇	(2)
-----------------	-----

1.2 扑翼机与滑翔机	(4)
-------------------	-----

1.3 飞机与直升机	(7)
------------------	-----

1.4 冲翼艇	(12)
---------------	------

1.5 气垫飞行器	(14)
-----------------	------

1.6 磁性飞机	(15)
----------------	------

2. 飞向太空的得力助手——火箭	(17)
------------------------	------

2.1 助手向何处去	(18)
------------------	------

2.2 火箭家族的派生	(20)
-------------------	------

2.3 向海陆空进军	(24)
------------------	------

3. 太空中的宠儿——人造卫星	(30)
-----------------------	------

3.1 独具特色的材料与外形	(30)
----------------------	------

3.2 走向复杂的系统	(35)
-------------------	------

3.3 向“多子多孙”演化	(37)
---------------------	------

4. “嫦娥奔月”不是梦——宇宙飞船	(46)
--------------------------	------

4.1	从阿波罗 11 号登月说起·····	(46)
4.2	宇宙飞船的发展·····	(50)
4.3	太空方舟的表演·····	(55)
5.	告别地球母亲的怀抱——建立空间站·····	(58)
5.1	空间站向我们走来·····	(58)
5.2	下世纪竣工的阿尔法国际空间站·····	(61)
5.3	太空之“吻”·····	(67)
6.	航空与航天的混血儿——航天飞机·····	(70)
6.1	魅力何处寻·····	(71)
6.2	日趋完美的结构·····	(73)
6.3	展望各国航天飞机·····	(75)
6.4	叹为观止的空中作业·····	(78)
7.	新世界的发现者——宇宙探测器·····	(83)
7.1	向宇宙深处进军·····	(84)
7.2	探测器的门类演变·····	(85)
7.3	未来的星际探索·····	(92)

实现飞翔的梦想

——航空飞行器

说起航空飞行器，人们一定会禁不住首先想起飞机。而谈起飞机，你一定会如数家珍、兴味盎然地娓娓道来：什么“幻影 2000”呀！波音 747 呀！歼八战斗机呀！B-2 隐性轰炸机呀！等等。其实这些飞机不过是飞行器的一部分，更确切地说，它只能算是航天飞行器的一部分。因为单讲飞机，大家熟知的美国“奋进号”航天飞机、“哥伦比亚号”航天飞机，也是飞行机器呢。不过它却是另外一个新的家族，因为它主要是在太空中飞行，而不是在湛蓝湛蓝的天空中翱翔。——那么，到底什么是航空飞行器呢？

航空飞行器，简单地说，就是指在地球大气层中飞行的器械。地球大气层很厚，它可以分成很多层。在最下面的有两层：对流层、平流层，空气比较稠密，特别是对流层，空气流动性大。几乎所有的航空飞行器都在这两层中飞行，高度大约有 80 公里。

航空飞行器种类繁多，家族齐全。从贴地上空 10 厘米的高度，到肉眼无法看见的几十公里的高度，都有我们各显神通的飞行小兄弟。从其用途来说，有专门执行某一任

务的“标兵”，也有善使多般武艺的“能手”。从其形状来看，也叫人叹为观止：有的长长的，像一条长龙；有的高高的，像一个擎天的巨人；有的圆圆的，像一个花脸脸盆；有的怪怪的，像一个马戏团丑角，等等。对于这些五花八门、千奇百怪的航空飞行器划分起来比较困难，因为航空飞行器常常是“一机多能”。它们的形状、飞行性能、飞行用途等都可以作为归类的标准，这里只从它们的飞行原理来划分。

1.1 气球与飞艇

对于气球，很多人会不屑一顾，以为它算不了什么。然而气球却是实现人类升天梦想的第一个工具。不管如何，它为人类的航空史写下了坚实的第一笔。

气球的原理很简单。我们每人兴许都看见过冉冉直上的炊烟，以及随风升腾的工厂烟尘，却不一定明白是空气的浮力把它们推向了天空。直到公元前三世纪时，古希腊科学家阿基米德才发现了水有浮力这一道理，进而人们得出空气也有浮力这一结论。然而空气有浮力这一原理一直没有得到重用。上千年后，18世纪初，巴西出生的神父巴托洛穆才发明了热气球模型。1709年8月8日，该气球在印度的卡莎当和葡萄牙的特瑞诺多帕索室内抛高。接下来1783年，法国造纸工人约瑟夫·蒙特哥菲尔用亚麻布做成了一个直径有30米的大气球。该气球充满了热空气，并上升到1800米的高度，飞行了两公里。此后不久，记录不断被刷新。一个名叫罗齐尔的人坐气球飞跨了巴黎上空。又

过了一段时间，氢气代替了热空气。1785 年，一个充满氢气的气球飞越了英吉利海峡。从此，实用气球诞生并得到了应用。

气球在军事、科研等方面得到过广泛应用。第二次世界大战时，英国、前苏联曾在伦敦、莫斯科上空布置过气球，有效地阻止了德国飞机的入侵。

但是气球有很大的缺陷。一方面，高度有很大的限制。到目前为止，热气球的最高高度只为 16,805 米，是 1980 年英国人诺特创造的。氢气球和氦气球的最高记录为 34,668 米，是 1961 年美国海军中校罗斯和少校普拉热尔创造的。另一方面，气球飞行路线飘忽不定，风对其影响很大，这就不能避免造成许多悲剧。不过，气球的危险并不能阻挡人们冒险的勇气。1981 年，一个载有四人的“双鹰 5 号”氦气球飞行了 8382 公里，横渡太平洋获得成功。

飞艇比起气球来只多了个动力装置。换句话说，就是在气球上装了三个发动机，只不过可以更有效地人为控制航向罢了。

世界上第一艘硬式飞艇是法国人吉法德制造的。他在气球下装了一个带有螺旋桨的蒸汽机。从此以后，各种各样的飞艇随之产生。特别是现在，随着航空工业的发展，钛合金、铝合金、碳纤维复合材料用到飞艇上，使飞艇质量更轻、载重量更大、使用寿命更长。

在过去，飞艇和气球一样，在战争中曾经大显身手，立下了汗马功劳。第一次世界大战时，德国就建有飞艇舰队，后来它遇到飞机这一克星才衰落下去。不过，现在它的缺点正在逐步克服。像过去充满氢气的飞艇已经很少见了，原

因是它经常起爆，而相对安全的氦气则受到了青睐。飞艇现在已经在运输、空中摄影、地面监视、电视转播等方面发挥了不少作用。我国在 1991 年举办第 11 届亚运会期间、1995 年举办世界妇女大会期间，就有飞艇在北京上空执行过任务。

飞艇的制造方面，以美国古德伊尔公司的“美洲号”飞艇比较成功。该飞艇长约 58 米，高 18 米，容积 5742 立方米，装有两台发动机，飞行速度可达每小时 80 公里。1989 年，我国也曾制造过“浮空 4 号”飞艇，该飞艇时速可达 70 公里。

为了提高速度，未来的飞艇会设计成扁平型；为了减少发动机携带的燃料造成的不便，用核作动力的飞艇有可能出现，那时它的航程会更远。

气球和飞艇由于自身的缺陷，过去一度受到人们的冷落与忽视。现在随着现代科技的发展，新能源、新材料、新设备被配置到气球和飞艇上，使古老的飞行工具焕发出新的活力。

1.2 扑翼机与滑翔机

不知道大家注意到没有，在我们的周围，常存在着一些飞来飞去的小生灵。你看那轻盈的小燕子，时而俯冲大地；时而立定盘旋；时而直上蓝天，飞得多么自由自在啊！我们为什么不能也长一对翅膀或者做一对翅膀飞翔呢？想得真好。在遥远的古代，我们的祖先就想到了要制造像鸟一样飞的机器，帮助人们实现展翅飞翔的梦想，这其实也

是现代扑翼机和滑翔机诞生的基础。

扑翼机，就是一种能像鸟那样煽动翅膀飞行的机器。不过，现代人设计的扑翼机翅膀是用各种合成材料做的，古代人的扑翼机“机翼”却是用地道的鸟禽羽毛做的，而“机身”却是活生生的人。

扑翼机的设想由来已久。在我国西汉时期，曾经有人用大鸟的羽毛制做了两个特大翅膀，然后这人煽动着翅膀从高楼飞下。他只飞了几百步远，虽然没有成功，却是一种可贵的尝试。也不知道是多少年后，在英国、阿拉伯、土耳其也有人做过类似的试验。不过，这几个人并不都是那么幸运。据说，除了一个土耳其人飞行了好几公里远外，另外的人要么摔断了腿，要么坠地而死，酿成了悲剧。

到了15世纪，意大利的天才设计家达·芬奇设计了一种像鸟一样扑翼的机械，此机械装有翅膀，能用脚来进行扑动。这兴许是现代扑翼机的前身。

但是到目前为止，现代扑翼机并没有真正制造出来。这是为什么呢？其实不要说扑翼机、飞机，就是人真的像童话里描述的那样插上翅膀，也不一定能飞。达·芬奇曾从飞禽的解剖中发现：鸟的臂肌相当有力，而人的臂肌却显得太“苍白无力”了。再说，人即使能像鸟那么快地煽动翅膀，他的血液供应也不够。换句话说，人的心脏跳动和代谢功能赶不上鸟。有统计表明，人即使装上一副约10斤重的翅膀，它所发挥的功用，还不到小小鸽子的 $1/10 \sim 1/4$ 。——看来，人真是天生不会飞的。扑翼机兴许只是一种设想，虽然我们现在有好多的设计图，但要想真正变成现实，还要我们不断地努力。

有趣的是，无意插柳柳成荫，扑翼机没有产生，人们用人力作扑翼飞行试验时，却派生了另外一种飞行器——滑翔机。

滑翔机不能煽动翅膀，但是它的飞行原理与鸟的滑翔原理相同。鸟儿在飞到一定高度时，利用空气的阻力，或者迎面吹来的气流，展开翅膀，可以进行滑翔。鸟儿在滑翔时一动不动，滑翔机在滑翔时也不需要动力，但是升高却是个问题。

为了解决滑翔机的高度，有的滑翔员从倾斜的山坡上跑步进入空中起飞，还有的像放风筝一样，如莱特兄弟最早制造的双翼风筝滑翔机，通过拉力牵引升入空中。现在的滑翔机先进得多了，相当部分装上了小型活塞式发动机，既可以自由起飞，也可以在空中无需动力自由滑翔。

滑翔机的问世与德国工程师奥托·利林塔尔很有关系。从1891年开始，他自己做了一个带有一把大伞的滑翔机，进行了几千次试验。他的这种滑翔机叫悬挂式伞翼滑翔机，像降落伞一样，目前在国内外流行；还有一种叫固定机翼滑翔机，机身细长，像个真正的飞机。

滑翔机并非只能滑翔，在遇到气流时也可上升，这便叫翱翔。

现代滑翔机主要用于体育活动。我国于1994年研制了“HFY-5”动力滑翔机，该机可以折叠，携带方便，起落跑道距离短，是我国超轻型飞行器队伍中的“新兵”，它在农、林、牧、体育、旅游、商业广告中可担负一定的任务。

1.3 飞机与直升机

把飞机与直升机相提并论，有没有搞错？回答是肯定的：没有。直升机不是飞机的派生，它们是两种不同的飞行器。不管是从飞行原理上，还是从它们诞生的年代来看，都有泾渭分明的区别。

飞机的飞行原理与鸟儿不一样，但却和风筝很相似。我们知道，风筝在我们拉着跑时，常常是越升越高。飞机也一样，飞机在向前滑行时，由于速度加大，迎面而来的风也很大。这股风分两部分，一部分跑到飞机的机翼上面，流速比较大，空气的压力小；而流过机翼下面的气流由于空气通路窄，流速小，所以压力大。空气是对流的，压力大的空气向压力小的地方跑，这一跑就产生了一种从下往上的升力，这不，飞机就被空气抬起来了。其实这还是个著名的原理，是瑞士科学家伯努利 1726 年提出来的。

飞机的升力问题解决了，动力问题又产生了。飞机如果从动力来看，可以分成以下几种：

最先说人力飞机。可别小看人力飞机，人力飞机产生得比较晚，但说到底，它解决的是单靠人是否能够上天飞行的问题。人力飞机的产生，可以说是对“扑翼飞机”失败这一缺憾的一种补偿。人力飞机是伴随着飞机出现而出现的，它一般采用固定的机翼，不过，提供力量的常常是脚而不是手，原因很简单：脚比手力气大。

1936 年，德国人海斯勒·维林吉制造了第一架脚踏飞机，但只飞行了 40 秒钟。1961 年，英国三名大学生制造了

一架“升攀号”人力飞机，它的主体是一辆自行车，该机飞行了约 50 米长的距离。1962 年、1972 年，英国人温彭尼、波特分别驾驶自动的脚踏飞机，各飞了 3993、1071.5 米。1977 年、1979 年，美国滑翔机运动员麦克里迪制造了“蝉翼秃鹰”号、“蝉翼信天翁号”人力飞机，取得了很大的成功，其中后者飞越了英吉利海峡。此后，美国的人力固定翼飞机“仿蝙蝠”，在三分钟内沿三角形航线飞行了 1500 米，这标志着实用人力固定翼飞行的真正产生已经为时不远了。

接着说螺旋桨飞机和喷气式飞机。螺旋桨飞机和喷气式飞机的原理有所不同。螺旋桨飞机，简言之，就是用螺旋桨来产生拉力的飞机。螺旋桨就像风车上的“转叶”一样。不过，风车是利用气流使“转叶”转动，而螺旋桨飞机却是用螺旋桨使飞机沿气流爬升。说到桨，人们会情不自禁地想到轮船上的桨，其实它们之间并没有本质的区别。

桨是人划的，很慢；螺旋桨是机械转动的，很快，但不能太快。早期的这种飞机桨是木头做的，其飞行能力可想而知；后来钢派上了用场，但是桨转得太快了，磨损大，同样会折断。而且，最令人头痛的是，飞机一旦要接近声音传播速度，即 340 米/秒时，螺旋桨就像吃了迷魂药一样，无法控制。经过反复研究，科学家们搞明白了原因：飞机在接近声音速度时，其周围空气来不及流走，因而像一面墙一样堵在飞机前面，飞机当然就束手无策，裹足不前了。

当时，这一飞行难题叫音障。螺旋桨飞机的确是慢一点，无法达到和超过音速。但事物是相辅相成的，螺旋桨飞机也有它的优点，它的耗油量小，对环境的污染不大。目

前，一些对速度不做高要求的飞机，如农业飞机，常常使用带螺旋桨的发动机。比如中国的“海燕”多用于专用飞机、印度的 HA-31MKII “春天”农业机、英国的 MAC6 “农场主”飞机，美国的“农用马车”、苏联的“安-3”等，就是这样。

喷气式飞机，是为克服“音障”而诞生的。喷气原理最早是牛顿提出来的。不难理解，飞机在喷气时产生巨大的反作用力，推动了飞机前进。我国古老的火箭、现代航天发射的运载火箭，其原理皆同出一辙。

据说牛顿本人设计过一种喷气车。该车装有一个锅炉，锅炉后有喷管，喷出的蒸汽推动着车子前进。早些时候，蒸汽机也曾搬到过飞机上，因为太笨重而淘汰。后来人们使用燃气带动活塞，做成了活塞式发动机。这种发动机一直延用到今天。

现代的喷气式飞机一般使用涡轮喷气发动机。这一点说起来惭愧，中国古代的走马灯其实就是现代涡轮喷气发动机的雏型。涡轮像走马灯的灯片一样，当燃烧室的油点燃以后，热气推动涡轮高速旋转，并向后喷气。涡轮喷气发动机的设想是由一个叫马克亚姆的人提出来的，时间是1921年。1939年8月27日，世界上第一架涡轮喷气式飞机“HE-178”，由德国亨克尔飞机制造厂制造出来，并试飞成功，但那时的速度仍没有超过音速，每秒只有177米。

1947年，美国拜尔工厂生产出一架X-1型火箭飞机。该机利用携带的火药爆炸后喷出的气体推动飞机前行，并首次突破了“音障”，打破了音速不可超越的神话。1953年，美国生产了F-100“超级佩刀”喷气式飞机，速度每

秒为 442 米，大大地超过了音速。此后，各种军用、民用飞机纷纷效仿，采用喷气发动机。如前苏联米格—25、米格—23、米格—29、米格—31 战斗机，速度分别为音速的 2.8、2.35、2.2、2.4 倍。美国的试验机 X—15，速度达到音速的 6.06 倍（使用火箭发动机）；我国的 F—7、F—8 战斗机其速度是音速的 2.05、2.2 倍。

要澄清一点的是，喷气飞机与火箭飞机虽然都喷气，但两者不能混淆。火箭飞机就燃料性能、用途来说都与前者有极大的区别。

最后说一下太阳能飞机和原子能飞机。顾名思义，这两种飞机分别使用的是太阳能和核能。

太阳能飞机上面布满了太阳能电池，电池产生的电流输入电动机后，螺旋桨开始转动并使飞机起飞和飞行。1980 年 11 月 20 日，由保罗·麦克里迪博士领导的小组设计的“太阳挑战者号”飞机首次试飞成功。1981 年 7 月，该机用五个小时，成功地飞越了英吉利海峡。太阳能飞机很轻，结构多使用碳纤维材料，机上还蒙有一层聚酯薄膜，并安装有 1.6 万块太阳能电池。“太阳挑战者号”每小时可达 54 公里，飞行最高高度为 3300 米，显然实用性并不是很大。太阳能飞机关键问题是蓄电。在不久的将来，科学家们一定能研制出高效能的太阳能电池，并能突破上千公里的航程。

原子能飞机迄今尚未真正问世。此种飞机安装有核反应堆，用金属铀—235 作燃料。它的原子核在中子的轰击下会产生裂变放出中子，并释放能量。但是核裂变时会发生对人有害的核辐射，必须采用保护层进行隔离。1956 年 1 月，美国曾研制出核喷气发动机，但是由于其隔离防护设

备过于庞大，无法安上飞机，最后花了10亿美元，15年的研制最终流产。不过，由于能源费用上涨，科学家们又开始重新考虑原子能飞机设计方案。我们相信，原子能飞机迟早会出现在人们的视野中。

以上分别介绍了各种飞机，现在回过头来说直升机。直升机不是飞机，它首先是一种直上直下的飞行器。直升机与螺旋桨飞机有割不断的联系。螺旋桨飞机的桨是装在飞机前面的，它使飞机向前推进，受力与地面垂直；但如果螺旋桨装在飞机的上部，那么飞机的受力将与地面平行，这不，向前的推力就变成了向上的升力。

直升机说起来令人遗憾，它的起飞原理与我国的竹蜻蜓相似。早在1600年前，我国晋代葛洪就提到过一种带有升力螺旋桨的竹蜻蜓；后来，竹蜻蜓传到欧洲，启发了不少科学家和技术人员，于是造出了直升机。1483年，意大利天才科学家达·芬奇提出了直升机旋翼的设想，并制作了草图。1754年，俄国M·B·罗索诺若夫进行了直升机旋翼模型试验。1878年，法国人福拉尼用蒸汽机作动力，制造了一架横型直升机；1907年、1922年法国工程师伯雷格、黎歇、俄国人博塔扎特分别制造了直升机，但都没能真正飞行。1939年，俄国人西科斯基研制了第一架实用直升机VS—300，并试飞成功。说到这儿，大家已经明白，直升机只有五十多年的历史，对于飞机老大哥来说，只能算是小弟弟了。

直升机的形状很怪，其尾部有一个螺旋翼，它一方面起方向舵的作用，另一方面还可以抵消大螺旋翼对直升机的旋转力。有的大型运输机干脆使用两个大的螺旋翼，它

们的功能都一样，不过一定要明白：两个螺旋翼的方向相反，才能抵消它们对直升机的旋转力。直升机有人称之为“直升飞机”，是因为它还能够像飞机一样向前飞行。不言自明，直升机只要操纵整个旋翼，使之倾斜，就可以改变飞机受力方向，自动前行。由此，现代人把直升机理解为可上可下、可前可后的飞行器，并把它编入飞机行列，是顺理成章的事。其实直升机与飞机本身也可以互补，你看，“X翼机”就是这样。

X翼机，它是直升机和一般飞机的杂交种。“X翼机”上面有直升机旋翼，因而它可以直起直落。但是它的“X”形大旋翼在停止转动时则又变成了一般飞机的机翼。而平直的机翼受到的阻力大，飞行速度低；斜形的机翼，两个向后掠或者向前掠，或者干脆一个前掠一个后掠的机翼，却可以提高速度，因而就有了前掠翼飞机、斜直翼飞机、后掠翼飞机等。然而“X翼机”可以把它的“X”旋翼调到任意想要的形状，充当特别形状的机翼，达到一般直升机所不能达到的速度。看来，飞机设计虽要合乎常理，但也离不开异想天开的想象力。前面我们说飞机与直升机是两个泾渭分明的飞行器，到这儿，“X翼机”真成了兼有两种飞行器特点的地道的混血儿了。

1.4 冲 翼 艇

本世纪60年代，在海上出现了一种怪物：它形状像船，但又不在水上乘风破浪；说它是飞机，却又不在高空展翅飞翔，它总是紧贴着水面，就差那么一点距离，不高不低