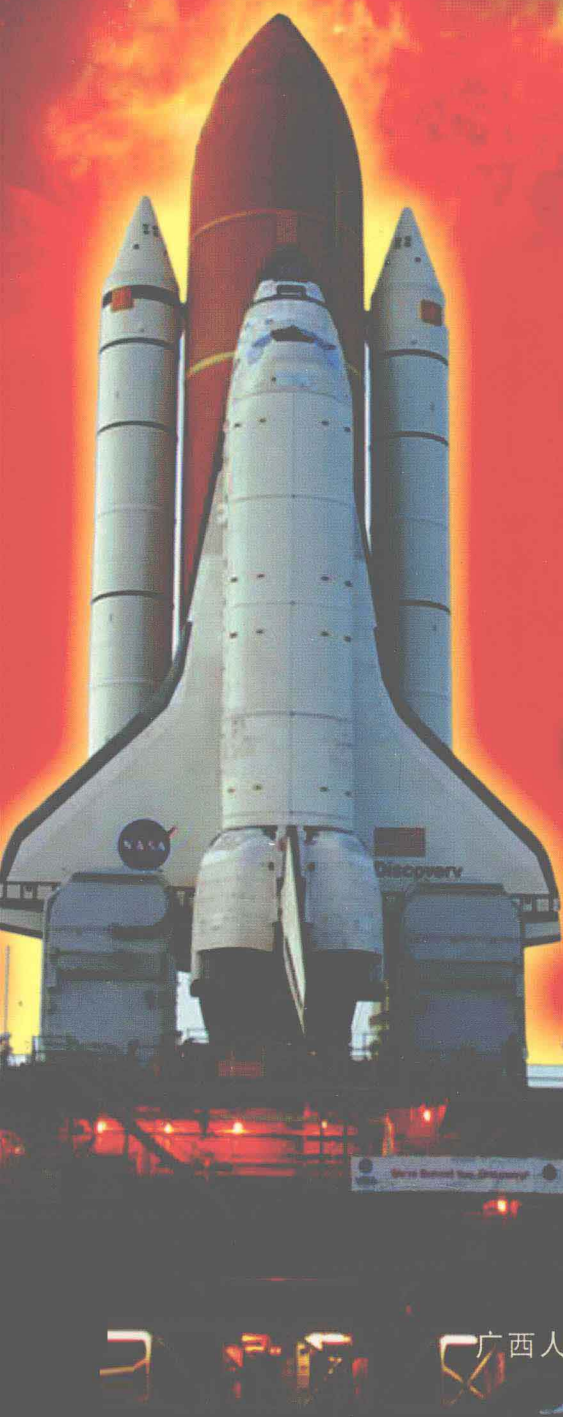


科技之光 丛书
KEJIZHIGUANGCONGSHU



现代 航空 与 航天

XIANDAI
HANGKONG
YU
HANGTIAN

靖宝庆◎主编

广西人民出版社

科技之光丛书
KEJI ZHIGUANG CONGSHU

现代航空与航天

XIANDAIHANGKONGYUHANGTIAN

靖宝庆◎主编



广西人民出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

现代航空与航天/靖宝庆主编.-南宁:广西人民出版社,
2010.

(科技之光丛书)

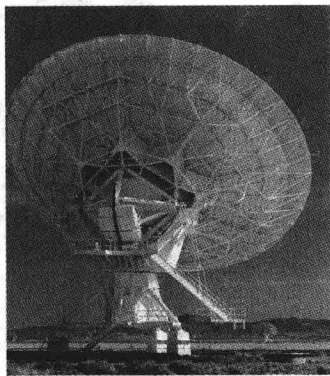
ISBN 978-7-219-06588-4

I. ①现… II. ①靖… III. ①航空-基本知识②航天-基本
知识 IV. ①V

中国版本图书馆CIP数据核字 (2010) 第005402号

现代航空与航天

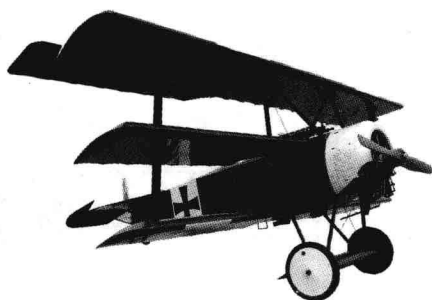
靖宝庆 主编



责任编辑:廖集玲 周 莉
出 版:广西人民出版社
社 址:广西南宁市桂春路6号
邮 编:530028
网 址:<http://www.gxp-ph.cn>
发 行:全国新华书店
印 刷:北京佳明伟业印务有限公司
开 本:710mm×1000mm 1/16
字 数:160千字
印 张:12
版 次:2010年1月第1版
印 次:2010年1月第1次印刷
书 号:ISBN 978-7-219-06588-4/V·1
定 价:22.00元

版权所有 翻印必究

前言



航

空与航天是20世纪人类认识和改造自然进程中最活跃、最有影响力的科学技术领域，也是人类文明高度发展的重要标志。

人类在征服大自然的漫长岁月中，早就产生了翱翔天空、遨游宇宙的愿望。在生产力和科学技术水平都很低下的时代，这种愿望只能停留在幻想的阶段。虽然人类很早就做过飞行的探索和尝试，但实现这一愿望是从18世纪的热气球升空开始的。

自从20世纪初第一架带动力的、可操纵的飞机完成了短暂的飞行之后，人类在大气层中飞行的古老梦想才真正成为现实。经过许多杰出人物的艰苦努力，航空科学技术得到迅速发展，飞机性能不断提高。

随着飞行技术的提高，人类开始了向空间深处的探索，迈进了航天时代。航天，这个半世纪前只有极少数人知晓，广大民众十分陌生的名词，如今，不但成为家喻户晓的常见名词，而且航天工程已经成为人类社会不可或缺的重要组成部分。在通信、气象、交通、资源探查、科学研究、宇宙探测等方面为人类社会的发展和知识的拓宽起到了革命性的重要作用。

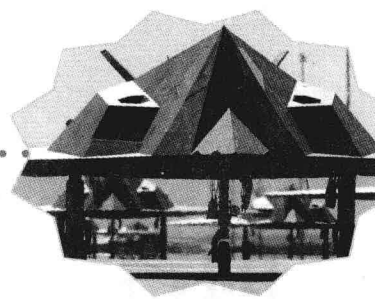
近年来，中国载人航天事业飞速发展，取得了令世人瞩目的骄人成绩，也引起了全国上下对航空航天领域的空前关注。为了让更多读者了解到这方面的知识，我们以用心负责的态度认真编纂了本书，力图传达专业准确的知识，同时带领读者享受一段美妙的科学之旅。

由于编者水平所限，书中难免有不尽之处，恳请广大读者批评指正，在此致谢。

编者

2009年7月

目录CONTENTS



梦想起航 —— 航空篇

第一章 追述天空之旅

第一节 开拓，向往蓝色

科学的艺术家
奇妙的漂浮
不学鸟飞
空中移动城堡
飞机的命名者
用风洞试验
开拓翼型研究
为滑翔牺牲
与成功擦肩而过

第二节 在蔚蓝中，自由飞翔

创造光辉历史
都来造飞机
穿越天空，横渡海峡
航空博览，开创广泛交流

2 成长的钢铁之躯 13
2 带着亲手制造的飞机回到祖国 14
2 给飞机增肥 15

第三节 它能做什么，倾城与倾国

4 演练，一种战争的预感 16
4 第一次，它的凌厉肆意发挥 17
6 匆忙上阵，专职战斗 17
6 加罗斯，飞机眼中的伯乐 18
7 福克E1，为战斗机正名 18
7 侦察，借天之眼 19
8 血腥显露，那场灾难与战争有关 19
8 空中对决，编队出猎 20
9 制空，新的争夺 21
12 扬名一战的“骆驼” 21
13 轰炸机，向大型化发展 22
空战英豪 22
王者降临，独领风骚的空军 23

第四节 天生丽质难自弃， 万千宠爱集一身

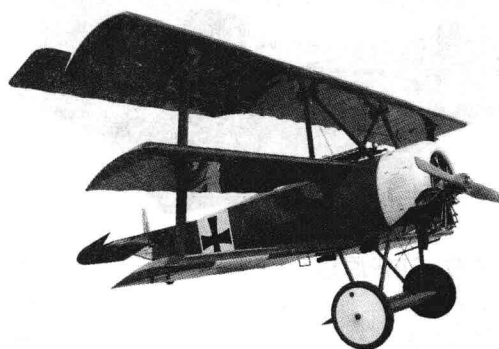
空运领航，飞艇 24
民航，在战争之后 24
汉莎航空，遗忘战争 25



从邮政开始	26
开辟非洲航线	26
波音的航空霸业	27
现代民航机的始祖	27
航空，与铝合金相遇	28
横空出世，全金属飞机	29
涡轮增压器的发明	29
改进的起落架	30
研发热潮	30

第五节 幽人自来去，神之领域	34
火箭飞机	34
喷气发动机	34
欧海因，又一个发明者	35
喷气发动机的燃料	36
世界上第一架喷气式飞机	36

投入实战	37
美国制造	38
苏联的突破	38
突破音障	39
喷气式客机	42



第二章 现代航空知多少



第一节 动力源泉	46
喷气发动机的燃料	46
喷气发动机的原理	47
喷气发动机的优越性	47
涡轮喷气发动机	48
涡轮风扇发动机	48
涡轮轴发动机	49
垂直推力发动机	49
冲压发动机	50
反推力装置	51
喷气发动机的核心机	51
高涵道比涡扇发动机	52

发动机推重比	52
加力发动机	53
矢量推进发动机	53

第二节 飞行环境	54
大气飞行环境	54
风切变	55
盲降	55
飞行高度	56
逆风起降	56
大气湍流	57





第三节 飞行原理

空气动力学	58
机翼升力	58
襟翼	59
层流流动	59
转弯	60
尾翼	61
副翼	61
音障	62
热障	62
旋涡	63
面积率	64
地面效应	64
后掠翼	65
可变后掠翼	65
层流翼型	66
超临界翼型	67
空气动力干扰	67
航空安全	68
空难原因	68
机动飞行	69
非定常空气动力学	70
计算流体力学	70
高超音速	71
巡航飞行	71
翼身融合体布局	72

第四节 飞机结构

薄壁结构	73
整体结构	73

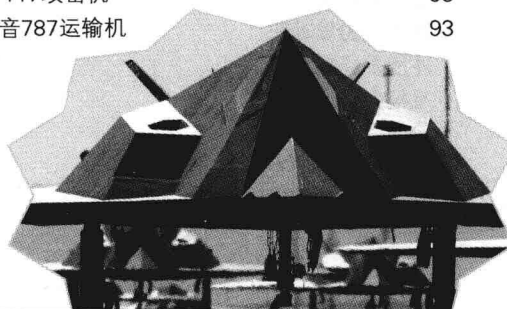
夹层结构	74
复合材料结构	74
结构疲劳	75
钛合金	75
高温材料	76
可靠性	76
隐身	77

第五节 军事航空

航空机炮	78
空对空导弹	78
空对地导弹	79
航空炸弹	79
空射巡航导弹	80
航空火箭弹	80
火力控制雷达	81
机载火控系统	82
敌我识别器	82
相控阵雷达	83
合成孔径雷达	83
早期预警雷达	84
超视距雷达	84
空中预警	85
红外制导	85
地形匹配制导	86
有线制导	86
半主动制导	87
被动式制导	87
激光制导	88
电视制导	88
GPS制导	89
寻的制导	89
发射后不管	90

第六节 世界名机

F-22战斗机	91
B-2轰炸机	92
RAH-66“科曼奇”直升机	92
F-117攻击机	93
波音787运输机	93



九重天外——航天篇

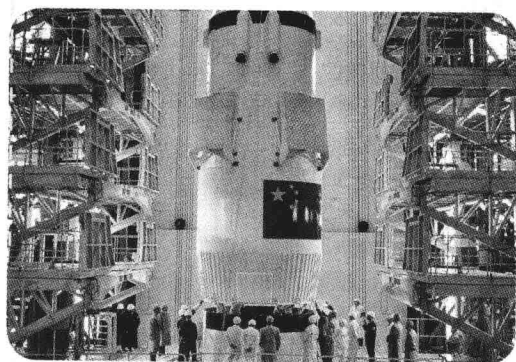
第三章 足迹，光照太空

第一节 接触，从了解开始 95

什么是航天	95
奇妙的航天生活	95
什么是宇宙速度	98
载人航天	99
一个人具备什么条件才能成为航天员	99
什么是载人航天器	100
航天器知识集锦	101
什么是空间探测器	102
什么是载人飞船	102
什么是空间站	104
什么是航天飞机	105
什么是运载火箭	106
航天器的轨道有哪些	106
发射场，由此出征	109
什么是卫星发射场	109

第二节 发展，现代航天之路 110

从幻想到科学	110
古代火箭的发展	111
近代自然科学提供的条件	111
科学幻想作品的启迪	112
航空先驱者	112
冲出大气层	113
第一颗人造卫星的发射	113
卫星的发展和应用	114
深入太空的探测	115
人类迈向太空	117

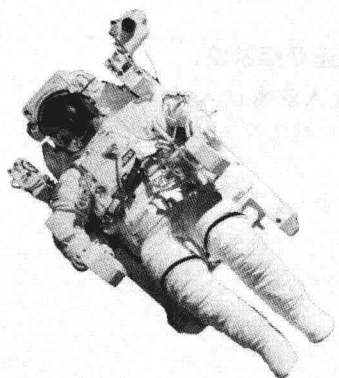


第三节 光辉历程，中国现代航天 121

人造卫星	121
运载火箭	123
载人航天	124
“神舟”一号	125
“神舟”二号	125
“神舟”三号	125
“神舟”四号	126
“神舟”五号	127
“神舟”六号	127
“神舟”七号	128

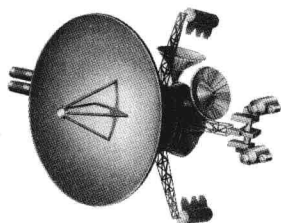
第四节 扑朔迷离，太空之旅 129

神奇的真空	129
什么是物理真空	129
什么是工业真空	129
什么是正负电子对撞机	130
影响四季冷暖的太阳辐射	130
地球辐射带是怎么回事	131
你知道宇宙射线吗	131
地球大气的“保护伞”——地磁场	135
美丽的流星雨	138
太空中也有垃圾	139



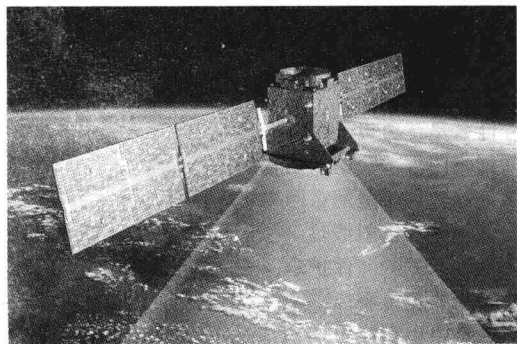
第四章 人造卫星，人类缔造的美丽星辰

第一节 人造卫星知多少	140	忠诚卫士：救援卫星	161
第二节 用途广泛的外国卫星， 你了解吗	142	第三节：技术领先的中国卫星， 是民族的自豪	162
未来信息传递者：通信卫星	142	天空信使——我们的通信卫星	162
铱星	143	永恒的仰望——中国北斗导航卫星	163
太空之路—3	144	为祖国的建设服务——中国气象卫星	166
闪电号通信卫星	144	认识自己，服务世界——中国资源卫星	168
地球上空的眼睛：导航卫星	145	华丽的巡回演出——中国返回式遥感卫星	169
笑看风云：气象卫星	147		
地球管家：资源卫星	151		
宇宙观察家：天文卫星	152		
火眼金睛：侦察卫星	154		
机警的哨兵：预警卫星	157		
“人类的好帮手：测地卫星	158		
踏实的实践家：科学试验卫星	159		

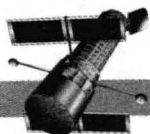


第五章 人类壮举——神奇的空间探测

第一节 美丽的月亮， 人类的梦想天国	172	第二节 穿越激情，揭开神秘的面纱	177
前苏联探月活动	172	尤利西斯探测器	177
阿波罗计划	173	轨道太阳观测台	177
“月亮女神”计划	174	国际日地探险者	178
欧洲探月计划	175	第三节 这些邻居，我们拜访得太迟了	179
嫦娥工程	175	金星号探测器	179
印度探月计划	176	火星号探测器	180
		水手号探测器	181
		海盗号探测器	181
		先驱者号探测器	182
		旅行者号探测器	182
		伽利略号木星探测器	183
		第四节 邂逅星际游侠， 让人欢喜让人忧	184
		“罗塞塔”彗星探测器	184
		星尘号	184
		深度撞击号	184



梦想起航
——航空篇



第一章 追述天空之旅

第一节 开拓，向往蓝色

科学的天艺术家

很早以前，人类就渴能像鸟一样飞翔。于是，许多人在研究与航空相关的技术发明，有人甚至冒险尝试升空。然而，第一个以科学态度研究鸟类飞行问题的，是文艺复兴时期意大利的大艺术家达·芬奇。

达·芬奇30多岁时，他对鸟的飞行发生了浓厚兴趣，开始集中精力研究航空学问题。他观察各种飞鸟、蝙蝠、昆虫，甚至研究水里游动的鱼，分析它们飞行或游动的动作和各部位的作用机理。通过研究，达·芬奇对飞行问题有了一些重要认识，写出《论鸟的飞行》一文。文中，他认为升力的产生是由于空气弹性作用于鸟翅膀，而鸟的尾巴是用于稳定和平衡，鸟的头可以改变飞行方向，鸟的双腿则起到减速作用。

1485年，基于对鸟的模仿，达·芬奇设计出第一架扑翼机。他设想使人处于俯伏状



态，用人的臂力加上大腿肌肉的力量来扇动机翼进行驱动。他还研究了当时已有的机械动力，包括弹簧和弓弦等。

达·芬奇还被誉为直升机的发明者，他曾做出一个直升机设计图，并第一次阐述了直升机原理。遗憾的是这些研究成果直到19世纪后期才被发现，对航空事业的发展未能起到应有的作用。达·芬奇还对飞行器的未来做了乐观的展望，他深信飞行器总有一天会发明成功，并对人类的生活工作产生重大影响。

奇妙的漂浮

气球是一种无推进装置的航空器，由气囊及其下面的吊篮或吊舱组成。当气囊内气体的密度小于空气，气球就能升空。中国古代历史记载的孔明灯，就是一种原始的热气球。而在欧洲，直到18世纪后期，气球才得以发明。

热气球的发明人是蒙哥尔费兄弟，他们是法国的造纸工人。当他们看到碎纸片在篝火上飞舞时，产生了利用热空气制造飞行物的念头。1783年6月，他们公开表演了自己





制作的热气球。该气球用纸和亚麻布糊成，直径约10米，内部灌入燃烧湿草和羊毛产生的热烟。热气球靠在底部补充或排放热空气来控制气球飞行的高度，靠人力驱动螺旋桨来推进，但在大风天不能出行。1783年11月21日，法国人罗齐尔与阿兰德斯乘坐蒙哥尔费热气球升到约1000米的高度，飞行25分钟，实现了人类第一次空中飞行。

同年，人类第一只氢气球是由法国科学家查里制造的，世称查里气球。氢气球的性能要优于热气球，如纯氢气要比100摄氏度热空气所提供的浮力大4倍，但它有易燃易爆的缺点。20世纪20年代以后，出现代替氢气球的氦气球。由于氦气化学性质稳定，所以氦气球比较安全，但价格相当昂贵。

早期的气球主要用于军事侦察和体育运动。随着科技的进步，气球逐渐被应用在高空探测和科学研究上。



不学鸟飞

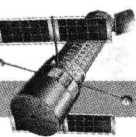
鸟翅膀的扇扑动作、稳定方式极为复杂，即使在航空技术相当发达的今天，也造不出有实用价值的仿鸟飞行器。因此，人类要想升空飞行，必须彻底摆脱单纯地模仿鸟类的设计思想。

凯利（1773-1857），生于英格兰约克郡斯卡巴勒。他从小就对飞行有着浓厚兴趣。他在对鸟的飞行进行长期观察后，得出一个极其重要的认识：鸟翅膀的复杂结构和运动是人无法模仿的，它的扇扑能同时产生升举和推进两种功能，因此，人类要想升空飞行，必须走机械飞行之路。就是说，将鸟翅膀的升举与推进功能分开，用固定翼产生升力，用螺旋桨产生推进力。这种定翼机设计思想，成为航空史上的一个重大转折。



接着，凯利为了研究产生升力特性，测量了鸟翼面积、鸟的重量和飞行速度，并在此基础上估算速度、翼面积和升力之间的关系。1804年12月，他设计和制造了一架旋翼机模型，利用这个装置他得出了升力与速度的数据。而在推进力方面，他认识到飞行器的流线化外形有助于减小阻力。

凯利一生中设计了多架滑翔机，并进行过载人试飞。他最主要的理论反映在其著作《关于空中的航行》中。这本书为后来的飞行器研究者提供了重要的经验。

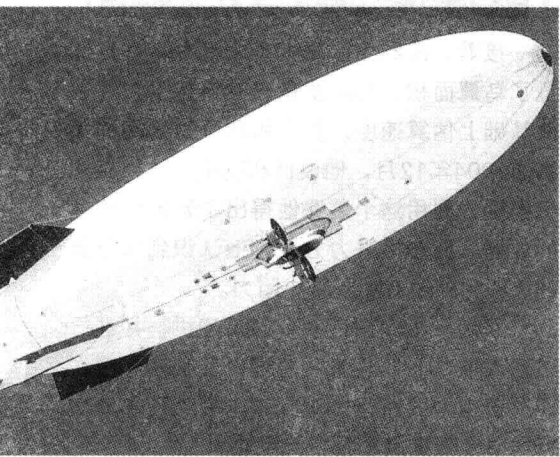


空中移动城堡

飞艇是气球的进一步发展，与气球不同，飞艇是有动力的、可控制的轻于空气的航空器。1784年，法国军官芒斯纳埃设计出一艘飞艇，遗憾的是，由于缺少经费没有能够实现设计。同年，法国的罗伯特兄弟建造了一艘与芒斯纳埃的设计相类似的飞艇，用人力划桨作为动力。但在试飞时，由于气囊上没安排气阀门，致使内部压力过高，气囊险些爆裂而导致飞行失败。罗伯特飞艇的意义就在于表明了人力不适于作为飞艇的推进动力。

自罗伯特飞艇之后，人们又提出许多设想制造各种各样的飞艇。到了19世纪50年代，飞艇不仅继承了芒斯纳埃飞艇的特点，而且有了用来操纵飞艇飞行方向的舵面装置。

1852年，法国人吉法尔(1815-1882)制造了第一艘装有蒸汽机的飞艇，并亲自驾驶着它飞上了天空，从此名垂史册。吉法尔的飞艇，沿用了气球的结构形式，在飞艇技术上采用所谓“软式结构”，即采用一个气囊，内部充入轻于空气的气体使之达到一定压力，这样气囊就可以产生一定的浮力，同



时保持一定的形状。这种软式结构保留了气球结构简单性的优点，但承受载重的能力很有限。后来，随着技术的进步，吉法尔飞艇得到了许多改进，20世纪前期，飞艇技术达到了顶峰阶段。



飞机的命名者

飞机这个词，想必大家都不陌生。这一名称的发明者是法国人阿代尔——最早尝试动力飞机的航空先驱之一。

19世纪的航空发展主要在四个方面进行探索：一是气球与飞艇研制，二是滑翔机研制与试验，三是动力飞机试制，四是空气动力学研究。而当时最为活跃的领域——动力飞机研制主要集中在法国，阿代尔正是法国在这一领域的主要代表人物之一。

阿代尔，电气工程师。1889年前后，在法国官方资助下，他设计制造了一架蝙蝠式飞机，取名“风神”。1890年10月9日，“风神”在靠近格雷茨湖的阿美因小山村进行了一次秘密试飞，由于军方保密，结果不得而知。1892年，阿代尔开始制造第二架飞机，但工作尚未完成就放弃了。紧接着他制造了第三架飞机。这次，一个我们熟悉的名称——飞机诞生了。这架按顺序被命名为“飞机3号”的飞机曾进行过两次秘密试



飞，试飞结果仍然不为人知。阿代尔飞机的主要缺点是：采用扑翼实现升举；飞机本身不具有稳定性和可操纵性；发动机功率也嫌不足。

虽然阿代尔本人和法国政府都曾宣称阿代尔是首次完成飞机研制和飞行试验并取得成功的人，但随着考证深入，人们普遍认为他的飞机是无法实现持续飞行的。阿代尔的试飞试验成为航空史上争议最大的事件之一。

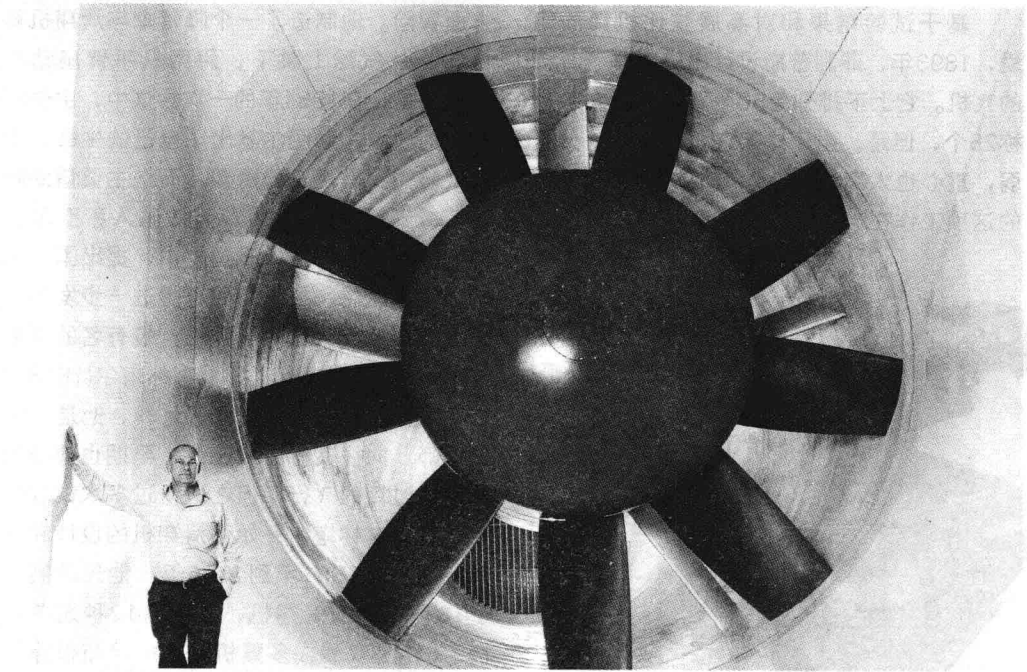
用风洞试验

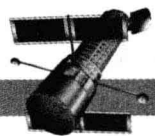
在航空航天领域，有一个重要的实验设备——风洞。这是一种制造气流的装置，用动力设备驱动一股速度可控的气流，对模型进行空气动力实验，以确定作用于飞机的空气动力并推算飞行性能，进而设计出飞机外形。因此，风洞常被叫做“航空的先行官”。世界上第一座风洞是由英国人维纳姆发明的。在航空

史上，他与英国航空之父凯利齐名。

维纳姆，1824年生于英国伦敦市郊，从小就对机械问题着迷。少年时代，他对螺旋桨产生了极大兴趣，并于1862年开始致力于螺旋桨推动轮船和航空器的研究。

1866年，世界上第一个航空研究团体——大不列颠航空学会（英国航空学会）成立，标志着重于空气飞行器发展进入一个新时代。维纳姆加入航空学会后，在第一届理事会上当选为理事，负责制定学会章程。他的名望和从事工程研究的背景，使他很快成为学会航空学研究实验的领导人物。他认为学会的首要工作是积累与飞行有关的知识科学事实，开展基础性的试验研究。为此，1871年，他设计并建造了世界上第一座风洞。这是个四周封闭的矩形框，一端有一架鼓风机，提供试验用的气流，中间的一个支杆上安装试验件，用弹簧秤测量气动升力。这个风洞虽然简单，而且存在不少问题，但它开创了空气动力学试验研究设备的新时代。





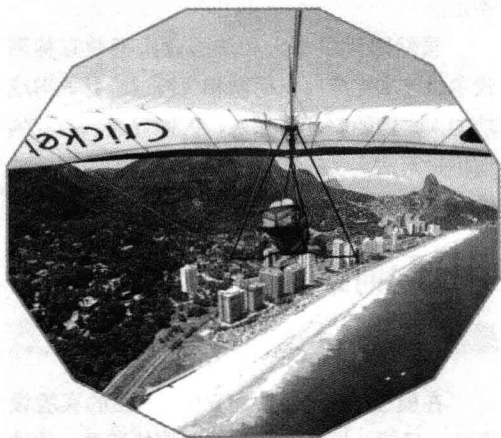
开拓翼型研究

霍雷肖·菲利普斯(1845—1912)是英国航空先驱者之一。他曾在1880年前后,设计和改进维纳姆式风洞,并于1884年制造成功。风洞的最大特点是将试验气流由直射式改为引射式,并且加了过滤网,从而大大改善了试验气流的均匀性和平衡性。

不过,菲利普斯更大贡献在于对翼型的研究。他试验过上百种翼型,单弯度、各种双弯度,甚至还有菱形的。通过这些试验,他发现双弯度翼型即使没有迎角也能产生升力。为了检验获得的结论,菲利普斯建造了两个靠蒸汽驱动的大型旋臂机。第一个旋臂机直径约17米,中间靠导轨支承,第二个直径为5.5米。从外表看,旋臂机显得很笨重,但它似乎可以看成是当时最先进的旋臂机,可以自动测量包括试验件的速度、倾角、升力、阻力等数据。

基于试验结果和对高展弦比机翼的偏爱,1893年,菲利普斯设计出一架样子奇特的飞机。它上下排列着50个翼面,左右各对称25个,但是,由于这架飞机的结构十分脆弱,重心也太高,试飞没有成功。菲利普斯的这项工作在当时遭到了许多指责,被认为

是走上极端,陷入歧途。但我们必须承认,他对翼型的研究和实验是相当充分的,并获得了大量有价值的试验结果。



为滑翔牺牲

滑翔飞行的道路是乔治·凯利开创的。1853年至1854年间,法国人勒图尔做过这方面冒险。他制造了一个降落伞与滑翔机复合体,从气球上跳下,用两只手臂扇动扑翼。但是,在1854年的一次尝试中,由于降落伞的故障,勒图尔献出了自己的生命,他的试验并不是真正的滑翔,而是主要借助降落伞减速下降。1881年,法国人穆亚尔在其出版的著作《空中王国》中,提出固定翼滑翔机的思想,把凯利的思想进一步发扬光大。而在滑翔飞行的实践上,最有名的探索者则是李林塔尔。奥托·李林塔尔(1848—1896)是滑翔飞行的先驱者之一。他是一位工程师,向往飞行由来已久,早期也曾研究和模仿过鸟的飞行。但在进行过多次试验研究之后,李林塔尔开始了滑翔机的设计和飞行实践。从1891年到1896年,他先后制造了18种不同的滑翔机,其中有12种是单翼机,6种是双翼或多翼机。他的滑翔机除了





翼面积的大小和布局不同外，机翼形状几乎是一样的，很像天空中飞行的大鸟的翅膀。为了更好地开展试验，他在柏林附近修建了一个试验场，利用一座小山丘下坡辅助加速，使自身飞入空中。他的滑翔距离一般都在100~250米左右，其中最远可达300米。1896年，李林塔尔不幸在一次滑翔飞行中遇到大风，失去控制，摔到了地面，不久便去世了。

与成功擦肩而过

塞缪尔·兰利1834年8月22日生于美国马萨诸塞州，1906年2月27日在南卡罗莱那州逝世。在航空史上，他一直是一位很有争议的人物。

1886年，兰利开始认真研究飞行问题。他得出倾斜平板的升力规律：升力与平板面积成正比，与速度平方成正比，与迎角的正弦成正比。这个公式在今天依然正确。1891年，总结这些研究结果，他写成早期航空基础理论著作之一——《空气动力学试验》，并坚信人类能够研制出高速飞行的动力飞



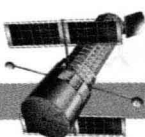
机。

此后，兰利开始进行实际的设计工作。到1901年，他先后制造了大约40架橡筋动力飞机模型，并进行试飞试验，其中比较好的结果是留空时间为8秒，飞行距离30多米。后来，他又把精力集中在蒸汽机飞机模型上。1896年5月6日，他研制的第5号模型飞机进行了一次非常成功的飞行，上升到约20米的高度，飞行距离达760米。不久，另一模型取得了更大的成功，留空时间长达2分45秒，飞行达到1500米。接着，兰利及其助手开始研制载人动力飞机的工作。但1903年，两次飞

行试验相继失败，兰利受到新闻媒体的冷嘲热讽，政府也取消了对他的财政支持，心灰意冷的他在三年后默默地离开了人世。

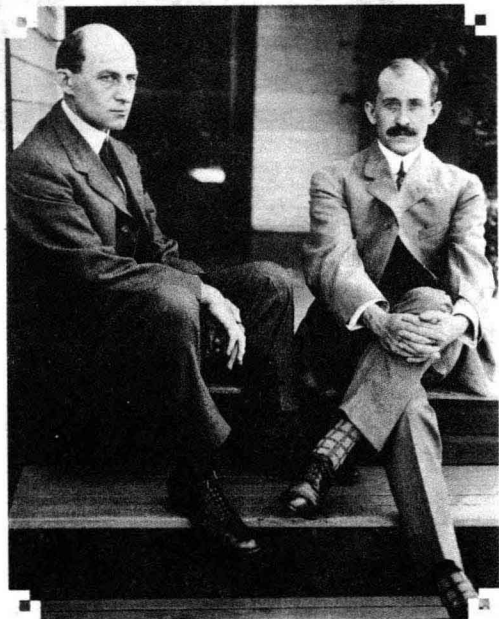
后来，人们证明兰利的飞机设计是成功的，只是未能把飞行试验工作进行下去，他离成功仅一步之遥。





第二节 在蔚蓝中，自由飞翔

创造光辉历史



莱特兄弟是指哥哥威尔伯·莱特（1867—1912）和弟弟奥维尔·莱特（1871—1948），分别出生于美国印第安娜州的米尔维尔和俄亥俄州的代顿。兄弟两个自幼就对飞行有浓厚的兴趣，虽然缺乏正规教育，但他们对自然科学和工程技术十分热爱，养成了勤奋好学、追求新奇事物的个性。

1896年滑翔飞行先驱李林塔尔逝世的消息，促使莱特兄弟对飞行问题给予更大的关注，但并没有立志进行飞机研制。在此后的两三年间，他们进行的主要活动只是航空入门。直到1899年，莱特兄弟才真正开始踏踏

实实地研究航空问题。

一次偶然的机会，威尔伯·莱特产生了“翼尖翘曲”操纵方式的想法，即采用翘曲机翼的方法保持飞行器平衡。莱特兄弟的飞行器试制最初选择了滑翔机，在1900年到1902年，他们相继制造了三架全尺寸滑翔机和开展机翼翼型实验，获取了一些重要数据和研究结果。第三号滑翔机更是在试验中取得了极大成功，他们已能长时间进行有效控制的滑翔飞行。

1903年12月17日，一个值得永远纪念的日子，这一天人类历史上第一架载人动力飞机——“飞行者一号”飞行获得成功。莱特兄弟在北卡罗莱纳州的霍克海滩上进行了四次飞行。由威尔伯进行的第四次飞行留空时间59秒，飞行距离260米，成为世界公认的人类第一次自由飞行。

