

【院士专家科普系列】

航空发动机 ——飞机的心脏

刘大响 陈 光 等编著



航空工业出版社

航空发动机 ——飞机的心脏

刘大响
陈 光 等编著

航空工业出版社

内 容 提 要

这本带有科普性质的书籍是为了纪念人类实现有动力飞行100周年而编写的。本书通过翔实的史料、丰富的图片和深入浅出的描述,比较系统地介绍了航空动力百年的发展历程,各种航空动力的特点、应用情况和发展现状,以及航空动力技术在非航空领域中的应用,并展望了航空动力在21世纪的发展前景,具有较强的知识性、科学性、趣味性和可读性。

本书可供关心航空、热爱航空的广大读者阅读,可供高等院校非航空动力专业的师生参考,也可供从事与航空及航空动力有关工作的部队、民航、工厂和研究院所,以及能源、运输等相关行业的决策管理和工程技术人员研究参考。

图书在版编目(CIP)数据

航空发动机——飞机的心脏 / 刘大响、陈光等编著,
北京:航空工业出版社,2003.12
ISBN 7-80183-261-2

I. 航... II. 刘... III. 航空发动机—普及读物
IV. V23-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第091762号

策 划:黄苏桥 图片编辑:张 炼
设 计:IA工作室/戴军杰、张 炼
制 作:菁航阿理图文设计有限公司

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里14号 100029)

北京华联印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经售

2003年12月第1版

2003年12月第1次印刷

开本:787×1092 1/16

印张:13

字数:220千字

印数:1—4000

定价:38.00元

航空发动机

飞机的心脏

宋健

二〇〇三年十月



序

2003年12月17日是人类实现有动力飞行100周年纪念日。飞机的发明和应用是20世纪人类取得的最伟大科技成就之一，极大地推动了人类社会文明的进步，改变了人类几千年来形成的时空观和世界观，对人类社会的生活和思维方式产生了巨大影响。

作为飞机的“心脏”——航空发动机，在航空技术的发展过程中起着关键性作用。在航空发展的早期，由于缺乏合适的动力，飞机的发明比以蒸汽机为标志的工业革命晚了近140年，直到19世纪末、20世纪初活塞发动机的发明和应用之后，才终于圆了人类的飞行梦。在20世纪前半叶，装有活塞发动机的螺旋桨飞机主宰了天空，并在两次世界大战中大显身手，改变了人类的战争模式，同时也推动了民用航空事业的发展，功不可没；20世纪40年代后，喷气发动机的出现，使飞机突破声障，实现了超声速飞行，并从此进入喷气飞行时代；大涵道比涡扇发动机和宽体客机的出现，使得航空运输的成本大大降低、并实现了不着陆越洋飞行。飞行不再是少数冒险家追求刺激的方式，而成为普通大众不可或缺的交通工具。21世纪，航空动力技术呈现加速发展态势，将有可能研制出超过声速5到10倍的高超声速飞行器及空天飞机，使人类进入更加经济、安全、快速、便捷的高超声速及大气层—外层空间天地往返航行时代，开辟人类航空史上的新纪元。

很显然，航空发动机不仅是飞机的动力，而且也是航空技术发展的推动力。人类在航空领域中取得的每一次重大的革命性进展，无不与航空动力技术的突破和进步相关；飞机的需求和发展又促使发动机向更高水平迈进，两者相得益彰，促进了整个航空事业的蓬勃发展；已成为一个国家科技水平、军事实力和综合国力的重要标志之一。

建国50多年来，在党中央、中央军委、国务院和各级政府的关心和领导下，我国航空发动机事业从无到有地发展起来，为国防建设和国民经济发展做出了自己应有的贡献。但由于技术基础薄弱、经费投入有限、体制和机制不适应，我国在航空动力领域仍处于相对落后的状态，不仅不能充分满足部队装备建设的迫切需要，而且也不能满足全面



建设小康社会和国民经济可持续发展的需要，与世界先进水平的差距有逐渐拉大的趋势。航空动力技术已经成为制约整个航空事业发展的重大“瓶颈”技术，飞机的“心脏病”已经到了非彻底根治不可的地步了。

从上个世纪90年代开始，发动机的问题已经逐渐引起党和国家领导同志的高度重视和关注，两届政府的主要领导都曾先后对发动机问题作过重要批示，并逐步加大投入，落实计划，组织实施，力争用20年左右的时间，完成中国航空动力“从测绘仿制到自行研制”的战略转变，从而彻底根治飞机的“心脏病”。

“路漫漫其修远兮，吾将上下而求索。”只要人类不放弃飞行的追求，航空发动机就永远是一个充满挑战和机遇的“朝阳”产业。展望21世纪，随着国民经济的腾飞和综合国力的增强，我国的航空动力事业也必将迎来更加广阔的发展前景。值此航空百年到来之际，希望由刘大响院士和陈光教授主编的这本书的出版，在回顾航空动力百年辉煌历程的同时，能够普及航空发动机知识，引发社会对航空动力的关注，激发人们对航空动力的热情，弘扬和倡导“动力”意识，尤其是希望能引导和教育青少年树立“振兴中华、航空报国”的远大理想，为中华民族的腾飞、为中国航空事业的发展而努力奋斗。



张洪俊

2003年10月于北京



编者的话

1903年12月17日，是人类发展史上一个值得永远纪念的日子，在美国北卡罗来纳州的基蒂霍克沙洲上，由莱特兄弟设计、弟弟奥维尔·莱特驾驶的“飞行者”1号，实现了有动力、载人、持续、稳定和可操纵的重于空气的飞行器首次升空。虽然留空时间只有短短的12秒，飞行距离也只有微不足道的36米，但却标志着人类征服天空的梦想开始变为现实，开创了航空飞行的新纪元。

从1903年到现在，整整一个世纪过去了，航空事业得到了迅猛的发展，极大地推动了人类社会文明进步，其作用已远远超出了科学技术领域的本身，对国家的政治、经济、军事以至人们的日常生活方式和时空观念都产生了巨大而深远的影响。应该说航空事业是人类在20世纪取得的最伟大的科技成就之一，由于飞机的存在，地球“变小”了，如今在不到一天的时间内，人们就可以飞到地球上的任何一个角落。这对生活在20世纪以前的人类来说，简直是一个难以想象的人间奇迹。

飞机靠发动机提供动力飞上蓝天。作为飞机的“心脏”，航空发动机也同样走过了百年的光辉历程。从狭义上讲航空发动机是飞机的一个重要部件，为飞机的飞行提供动力，但从广义上讲它也是促进整个航空技术发展的推动力。无数事实表明，人类在航空领域中所取得的每一次重大的革命性进展，无不与航空动力技术的突破和进步相关，而飞机发展的需求又牵引和促使发动机向更高的水平迈进，两者互为依存，相得益彰，推动了整个航空事业的蓬勃发展，特别是第二次世界大战后的半个多世纪里，航空动力更是取得了令人瞩目的成就。

从海湾战争、科索沃战争和美英联军对伊拉克的战争中可以看出，即使在信息战和电子战技术十分发达的今天，配装先进动力的航空武器装备，在现代化战争中仍然是夺取制空权、决定战争胜负的决定性因素之一。对于民用航空来说，近30多年来，喷气运输机的每人·公里油耗下降了约60%，其中3/4是大涵道比涡扇发动机耗油率下降所做出的贡献。

到20世纪80年代以后，燃气涡轮发动机除了作为飞机的动力之外，也已成为巡航导弹的动力，而且改型后还用来作为舰船和坦克装甲车辆的动力；在燃气发电和其他民用产品方面，航空动力技术也有着广泛的用途，并带动和促进了机械、制造、能源、电子、控制、材料、工艺、计算机等许多相关学科和产



业的发展。航空发动机被誉为“工业之花”、“皇冠上的明珠”，是一个国家科技、工业、经济和国防实力的重要标志，所以发达国家历来都将它列为国家的战略性产业，严格控制其核心技术向国外出让或转移。正是由于这一原因，再加上航空发动机技术本身的复杂性和艰巨性，目前世界上能自行设计研制飞机的国家有近30多个，而能够独立研制高性能航空发动机的国家却只有美、英、法、俄等少数几个国家。

沐浴党的阳光和雨露，伴随着共和国前进的步伐，在以毛泽东、邓小平、江泽民为核心的三代领导集体的亲切关怀下，我国航空动力行业走过了半个多世纪的光辉历程，从无到有、从小到大、由弱到强，在维护修理、测绘仿制、改进改型、预先研究、新机研制等方面取得了很大成绩。截至2002年，共生产了5万多台各型发动机，装备了上万架各型飞机，为建立强大的人民空军、海军和陆军航空兵，为民航事业的成长壮大，为保障国家安全和促进国民经济的发展都做出了重大贡献。一代又一代航空人奋战在不同的岗位上，自力更生、艰苦奋斗、无私奉献、航空报国，为祖国和人民立下了不可磨灭的功勋。

在纪念人类实现有动力飞行100周年之际，我们编写了《航空发动机——飞机的心脏》这本带有科普性质的书籍，比较系统地介绍了航空动力百年的发展历程，介绍了各种航空动力的特点和现状，介绍了航空动力技术在非航空领域中的应用，也展望了航空动力在21世纪的发展前景。其目的，一是为了纪念，二是向公众宣传航空动力知识，以激起人们对航空动力的关注和爱好。我们寄希望于更多的青少年朋友们能够参与进来，用自己的智慧和双手研制出更先进的航空发动机来，使我们的飞机飞得更高、更快、更远、更经济、更安全，从而跻身于世界航空强国之林。

参与本书编写的人较多，可以说是一个老、中、青三结合的班子。其中贡献最大者当属我的老师陈光先生，他是北京航空航天大学教授，全国著名的航空发动机专家，从教50多年，桃李满天下，对航空动力事业的发展做出了卓越贡献。在本书编写过程中，他数审其稿，严格把关，许多章节几乎是重新编写，起到了十分关键的作用。其他参加编写的人员主要有：

徐通源 研究员，中国燃气涡轮研究院副总师，主要从事高空台建设和发动机试验研究；在本书编写和统稿中，发挥了重要作用；

金捷 博士，中国燃气涡轮研究院副主任设计师，在本书编写和统稿中，发挥了重要作用；

张健 研究员，中国航空工业第一集团公司科技发展部副部长；

郭昕 研究员，中国燃气涡轮研究院副院长；



王惠儒 研究员，中国燃气涡轮研究院副总师；

徐 国 高级工程师，中国燃气涡轮研究院航空发动机高空模拟试车台主任。

在这里，我们首先要衷心感谢原全国政协副主席和原中国工程院院长宋健院士为本书题词。宋健院士是国内外知名学者，享有崇高的声誉。在他担任国务委员和国家科委主任期间，一直十分关心航空工业，尤其是大型飞机及航空发动机的发展，曾多次听取汇报并作出重要指示，对我国航空工业和动力技术的发展给予了极大的关注和支持。衷心感谢国防科学技术工业委员会张洪飏副主任为本书作序。张洪飏副主任是目前我国航空动力技术研究的主要领导者和组织者之一，他既懂专业，又擅长管理，在为实现中国航空动力“从测绘仿制到自行研制”的战略转变中倾注了全部心血，对我国航空动力可持续发展起到了重要的促进和推动作用。同时，还要感谢国防科学技术工业委员会科技质量司吴伟仁司长等领导同志对本书的出版所给予的极大关心和支持。

“雄关漫道真如铁，而今迈步从头越。”21世纪已经来到，知识经济悄然兴起，科学技术突飞猛进，这是一场无声的“革命”，它预示着人类社会经济生活将发生巨大变化。在新的百年中，航空动力技术可能会出现预想不到的重大突破，它必将促进航空事业更加迅猛地发展，为人类文明进步做出更大贡献；而一旦实现了航空与航天动力的有机结合，飞机将以5~10倍声速跨越大气层飞行，那时从北京到美国纽约可能只需要2~3小时，人们期待已久的高超声速飞行和太空自由往返飞行也就为期不远了。

最后，我还必须再强调一句，为了体现航空动力技术日新月异发展的态势，在本书编写中，我们尽量多搜集了一些最新的资料和图片。但由于篇幅所限，许多我们参考并引用的资料图片不能在书中一一列出，在此谨向这些资料的作者及单位表示深切的谢意，尤其要感谢英国罗·罗公司王光秋先生对本书编写中所用图片给予的大力支持。

此外，为了能将航空动力各种十分复杂的技术问题写得准确扼要，深入浅出，通俗易懂，图文并茂，以达到既“实用”又“有趣”的目的，我们曾反复推敲，数易其稿。但由于客观条件和编者水平有限，难以实现初衷，书中的不足和错谬之处在所难免，恳请读者批评指正。

刘大响

2003年10月 于北京



作者简介

刘大响 著名航空动力专家。1937年10月生。湖南省祁东县人。1960年毕业于北京航空学院。1986~1999年任中国燃气涡轮研究院(原航空工业总公司624研究所)总工程师、总设计师和第一总设计师。1995年当选为中国工程院院士。



现任中国航空工业第一集团公司科技委副主任，北京航空航天大学教授、博士生导师；兼任总装备部科技委委员；国防科工委专家咨询委员会委员、APTD计划专家委员会主任和总师组组长；国家863航天航空领域专家委员会顾问；中国空军顾问；中国燃气涡轮研究院高级顾问和“高空模拟试验重点实验室”学术委员会主任；南京航空航天大学能源与动力学院名誉院长、西北工业大学高级顾问和中国工程热物理学会常务理事。

四十多年来，长期从事航空发动机设计和研究工作，曾任三项大型国防科技预研项目和一项国家重点工程(高空台)的总工程师、第一总设计师或主要技术负责人之一，主持完成多项重大课题研究和国际合作。荣获国家科技进步特等奖1项、二等奖2项和部级科技进步奖10余项以及香港“何梁何利”科技进步奖。主编《航空发动机设计手册》第七册(进、排气装置)等专著四部，撰写科研报告和论文100余篇。1995年荣获全国先进工作者称号。1996年荣获中国航空工业总公司劳动模范和劳模标兵称号。1997年当选党的“十五大”代表。2001年荣获中国航空工业第一集团公司《航空报国》金奖。2002年获俄罗斯科学院荣誉博士学位。2003年当选第十届全国人大代表、十届全国人大常委会委员和外事委员会委员。



作者简介

陈光 著名航空动力专家。1930年生。1955年毕业于北京航空学院。北京航空航天大学教授，长期从事航空发动机结构设计的教学、科研、生产工作，享受国家特殊津贴。

现任中国航空工业第二集团公司科技委委员，中国航空学会理事，北京航空学会常务理事、秘书长，中国航空学会科普工作委员会委员。在国内航空专业刊物上发表过多篇有关航空发动机结构设计方面的文章。主编的《航空燃气涡轮发动机结构设计》教科书获航空航天部第三届航空高校优秀教材一等奖，全国高校第二届优秀教材评比优秀奖。主编《航空发动机设计手册》第三册(可靠性、维修性)。曾参与并负责某型小型涡轮喷气式发动机的研制工作；多次参加军内、外航空发动机重大故障分析工作，在图-154客机发生的发动机四级低压涡轮非包容爆裂故障分析工作中获得部级科技成果奖。作为原航空工业部发动机重点型号专家顾问组专家，参与了两项重点型号发动机研制的顾问工作。



近年来参加中国科学院老科学家讲演团，在北京、重庆、云南、天津、唐山等地为大、中学生作过几十场科普报告，深受广大师生欢迎。在航空发动机工厂、研究所作过多次专题报告，受到广大工程技术人员的欢迎。



目录

第一章 飞机使人类升空的梦想变为现实	(1)
第二章 形形色色的飞机	(15)
第三章 航空发动机的发展与分类	(45)
第四章 涡轮喷气发动机	(59)
第五章 涡轮风扇发动机	(85)
第六章 涡轮螺旋桨发动机	(105)
第七章 涡轮轴发动机	(117)
第八章 燃气发生器及核心机	(131)
第九章 航空发动机的试验	(143)
第十章 航空发动机在非航空领域及武器中的应用 ..	(163)
第十一章 21世纪的航空发动机	(177)

第一章

飞机使人类升空的梦想变为现实

人类的飞天之梦

碧空万里，浩瀚无垠，神秘莫测，令人神往。飞向天空，是人类亘古以来的幻想，是古往今来最经久不衰的话题。看到小鸟在天空中



自由翱翔，人们都渴望像鸟儿一样飞行。在世界各民族绚丽多彩的神话中，都能找出许多人与鸟比翼齐飞的传说。我国的嫦娥奔月(图1-1)、牛郎织女、七仙女下凡、列子驾风飞行、萧史和弄玉乘龙骑凤上天、孙悟空腾云驾雾一个跟斗十万八千里等神话故事，充分

反映出人们对飞行的遐想和渴望。在古代关于舜帝的传说中，说到舜帝在受其继母迫害、将被烧死在谷仓顶上时，手持斗笠(另一种说法是天女赠送的披风)从空中跳下，逃离了熊熊大火(图1-2)，这被认为是人类使用降落伞的雏形。在《封神演义》里有个叫雷震子的人，是姜太公手下的一员大将，他肋下生翅，能在空中自由飞来飞去。这个故事反映出人们幻想升空飞行的强烈愿望。

在西方的神话中，许多众神都长有翅膀，或拥有飞鹰作为坐骑，长着一对小小肉翅的可爱的小天使，至今还被人们当作吉祥物；在古希腊，人们广泛传诵着伊卡洛斯与他父亲一起用羽毛和蜡做了一对翅膀，竟成功地从克里特岛上的监狱里逃出来的故事，勇敢的伊卡洛斯不听父亲忠告，执意高飞，想接近太阳，结果因他的翅膀被熔化，掉进了大海(图1-3)；在阿拉伯的著名童话小说《一千零一夜》中，有名的“飞毯”就是对直升机飞行器的一种向往，“神灯”中的可飞行数百里的巨人，实际上是人们对能在空中自由翱翔的飞机的渴望。

人类为了实现腾空飞行的梦想，从探索鸟类飞行的奥秘到

图1-1 嫦娥应悔偷灵药，碧海青天夜夜心

图1-2 舜帝的斗笠被认为是现代降落伞的雏形





图1-3 伊卡洛斯掉进了大海

驾驶飞机在空中飞行，经历了一个漫长而又曲折的过程。早先人们对鸟类进行了长期的观察和模仿，古人以为人之所以不能飞，主要是因为缺少翅膀，因此只要能做成一对合适的翅膀就可以像鸟儿一样自由飞翔、直冲云霄了。在中国和欧洲，都出现过一些以鸟羽为翼，能上下扑动的“飞人”，但他们的试验皆以失败而告终，非死即伤。距今约1900年的东汉，史学家班固修著的《前汉书·王莽传》中，记述了有人献奇术，用羽毛

做成两只翅膀，从高处跃下，尝试滑翔飞行。这是人类有史可查的最早的滑翔记录(图1-4)。公元前852年古英国第九世国王布拉德曾做了一副大翅膀，试图从伦敦飞往城外，当他戴着翅膀从阿波罗宫跳下时就坠地而亡，西方学者将这次事件看成是有记载的人类第一次冒险尝试飞行。

被后人公认为世界航空科学研究创始人之一的世界著名画家达·芬奇长期观察和研究鸟的飞行，在他所写的《论鸟的飞行》一书中绘制了许多飞行器设计草图，并且他还亲自制作了一个十分精巧、灵活、能模仿鸟的扑翼动作的“扑翼机”(图1-5)，他让自己的

图1-4 东汉班固写的《前汉书·王莽传》中有描写羽人的故事(上)

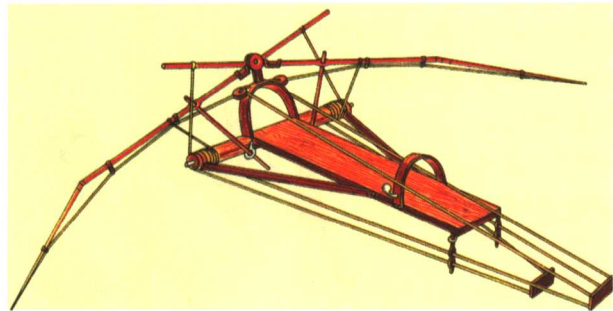
图1-5 达·芬奇笔下的“扑翼机”(下)



的仆人做了第一次飞行试验，结果摔断了一条腿。在达·芬奇之后，还有许多人在继续研究探索扑翼飞行，如意大利人布拉蒂尼和格里玛尔蒂，德国人梅希尔·鲍尔，法国人笛弗格等，但他们的努力都没能实现自己的愿望和目标。这些都表明仅仅用人的肌肉的力量，要实现空中飞行是困难的，更不可能做长时间的有效飞行。于是，飞行探索便转向轻于空气的航空器研究。当热气球诞生并迅速传开之后，扑翼机也就很快销声匿迹了。

热气球使飞行的梦想成真

1783年9月19日，法国首都巴黎凡尔赛宫前热闹非凡，路易十六世国王、玛丽皇后、满朝文武官员和13万市民会聚一堂，观赏世界航空史上第一次最精彩、最壮观的气球升空表演。埃蒂拉·蒙哥尔费兄弟制成了世界上第一个热气球，气球下面系着一个用



柳条编织的吊篮，将第一批“乘客”——一只山羊、一只鸭和一只公鸡升到了520米高空，飞行了8分钟、3.2千米后，气球和小动物安全着陆。路易十六世国王大喜，当即宣布将以后的热气球都命名为“蒙哥尔费气球”。在第一次升空取得成功的鼓舞下，蒙哥尔费兄弟把气球直径加大到15米、高23米、容积约为2200立方米，并在气球的表面上绘制了皇家徽章和宫殿图案，在气球的下面吊着一个回廊式吊篮，底部中空处还吊着一个火盆，以便在飞行中途给气球的空气加热。1783年11月21日，两位大胆的法国青年科学家罗齐埃和达尔朗德爬进这个热气球的吊篮中，升到900米高空，飞行了25分钟，飞越巴黎上空，两位勇士在气球回廊上不断向地面的人群挥手致意，安全降落在巴黎9千米外的意大利广场上，人类几千年飞向天空的梦想终于第一次变成了现实(图1-6)。

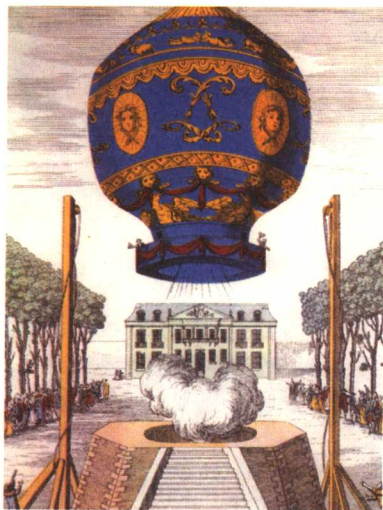


图1-6 世界上第一个热气球

热气球为什么能升空？用现代航空知识来回答这个问题并不困难。热气球中充填的是被加热的空气，空气受热，体积膨胀，密度变小，相当于在气球中充填了轻于空气的气体，从而产生静浮力而升空。

中国是世界上最早发现热气球升空原理的国家。早在公元907~960年的五代时，我国就做成了“松脂灯”，被世界公认为是热气球的鼻祖。相传有一位叫莘七娘的人随夫出征，用竹和纸做成一个方形灯笼，底盘用松子油点燃后，随着灯笼内的空气变热，灯笼就冉冉升起(图1-7)。这种灯也被后人称为“孔明灯”。18世纪初，中国的“孔明灯”流传到了西方。1782年在法国巴黎的一次博览会上，有一些艺人表演了一种很像“孔明灯”的日本灯，将灯笼底座上的蜡烛点燃后，灯笼就扶摇直上升到了空中。观看了这一表演并受到启发的蒙哥尔费兄弟，从巴黎回到昂诺家中后经过多次试验，终于做成了世界上第一个热气球。因此，“松脂灯”实际上是世界上最早、最原始的热气球。在许多国外文献里记载，认为中国是最早知道利用热空气获得升力原理的国家。

热气球之后出现了氢气球和氦气球，其升空的原理是完全相同的。氢气球的发明是气球技术的重要阶段，一直流传至今。最早发明并实践氢气球飞行的先驱者是法国科学家查理教授。1783年8月26日，他与助手从巴黎的杜勒里王宫广场升空，飞了2小时，

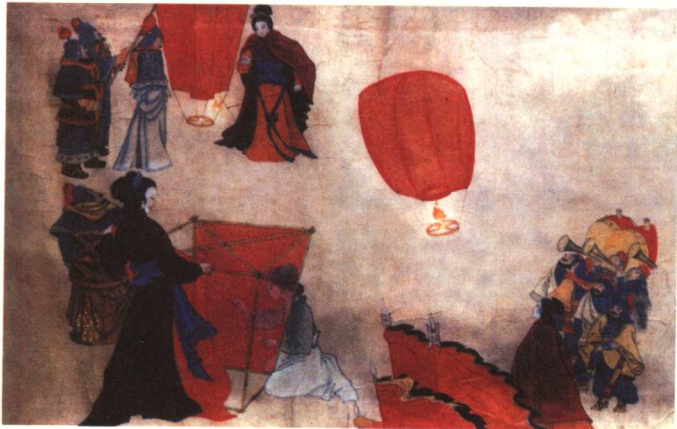


图1-7 松脂灯



图1-8 世界上第一个氢气球(上)

图1-9 1999年完成环球飞行的“布雷特林”号热气球(中)

图1-10 “自由精神号”热气球(下)

距离长达43千米,向全城40万观众充分显示了氢气球的优点(图1-8)。查理教授在氢气球的下方带有一个氢气发生器,灌气要比蒙哥尔费热气球更方便,气球可以做得更大、载重更多、飞得更远。后来采用氢气代替氢气,气球制作和飞行也就更加安全了。

此后,1785年1月法国人布朗夏尔和美国人杰弗里斯乘氢气球成功地飞越英吉利海峡,同年法国人罗杰在飞越英吉利海峡时遇难;1961年普罗斯特和普莱瑟创造热气球升空34668米高度的世界纪录;1978年三名热气球冒险家由美国成功飞到法国,人类首次乘热气球飞越大西洋;1981年四名热气球爱好者由日本成功飞到美国,人类首次飞越太平洋;1981年美国人安德森驾驶“维尼号”从埃及出发,作人类历史上首次乘热气球进行环球飞行的尝试,可惜48小时后即被迫降在印度,共飞行4306千米。

1999年由英国人布莱恩·琼斯和瑞士探险家皮卡尔共同驾驶的“布雷特林”号热气球(图1-9),3月1日从瑞士阿尔卑斯山的一个小镇升空,经历20天降落在撒哈拉大沙漠上,航程42810千米,终于成功地首次实现了人类乘热气球不间断环球飞行的梦想。北京时间2002年7月3日,美国亿万富翁、冒险家福赛特乘坐“自由精神号”热气球(图1-10),经过14天险象丛生、艰难困苦的天空飘荡后,在澳大利亚安全降落,终于完成了单人乘坐热气球环球飞行的伟大历程(图1-11)。从1992年起,福赛特曾4次乘坐热气球向实现单人环球飞行的伟大壮举冲击,但均因在飞行中遇到人力不可抗拒的各种问题而告失败。在这次,即第5次的冲击中,58岁的福赛特终于实现了他多年的愿望,创单人热气球环球飞行纪录,完成了“一个伟大的历险”,为古老的热气球谱写了新的辉煌篇章。

飞艇铸就昔日辉煌

由于气球在空中随风飘荡,不能由人任意控制,使用很不方便,于是它便向可操纵的方向发展。1852年法国人亨利·吉法尔发明并制造了世界上第一个可半操纵的气球——飞艇(图1-12),这个飞艇形状像橄榄,长44米,最大直径12米,装一台蒸汽发动机,输出功率为3马力(2.25千瓦),驱动一副3叶螺旋桨。

世界上第一个实用飞艇是1900年由德国人费迪南德·冯·齐伯林

制造的“齐伯林”LZ-1(图1-13),它是一个长128米、直径11.73米、形状为雪茄形的硬式飞艇,由铝制框架构成,分为17个舱室,每个舱室中都有一个充满氢气的气囊,容积达11327立方米,总升力可达127千牛,其动力是两台功率为11.8千瓦的活塞式发动机。1900年7月2日LZ-1飞艇首飞,齐伯林等5人乘艇飞行,但由于舵面损坏,只飞行18分钟就降落了。后来几经改进并不断得到完善。1909年齐伯林创办了世界上第一家民用航空公司——德来格公司,飞艇正式进入航空运输市场,谱写了飞艇时代的新篇章。

1910年齐伯林又制造了以“德国”号命名的LZ-7型飞艇(图1-14),装有3台功率为88千瓦的发动机,可载24名乘客和12名空勤人员,航速为60千米/小时。1910年6月22日,LZ-7飞艇建立了世界上第一条商业营运的定期空中航线,往返飞行于法兰克福、杜塞尔多夫等地,航程193千米。在第一次世界大战

爆发前,从1910~1914年的四年中,齐伯林制造的多种型号飞艇共飞行了274万千米,运送旅客35000人次而无一伤亡,使其风光一时,名声大振,并迅速向全世界蔓延开来,在各国兴起了飞艇热。当时欧洲就有5个国家制造了近

40艘各式飞艇,并用来建立各自国家的飞艇部队,其中法国12艘,德国11艘,俄国4艘,英国和意大利各6艘。

当1914年7月28日爆发第一次世界大战时,飞艇作为一种新式武器很快就投入了战斗。德国最先在飞艇上配备了火炮、机炮和炸弹,用来对敌方进行攻击和轰炸,也可执行侦察和预警任务。1914~1918年期间,齐伯林公司共制造各型军用飞艇88艘,生产速度最快可达每两周制造一艘,共参与空袭伦敦51次,空袭巴黎3次,尤其在一战初期和前期,德国飞艇嚣张一时,曾给英、法等国造成了重大损失和威胁。但自1916年以后,



图1-11 福赛特和他的热气球

图1-12 亨利·吉法尔发明的飞艇

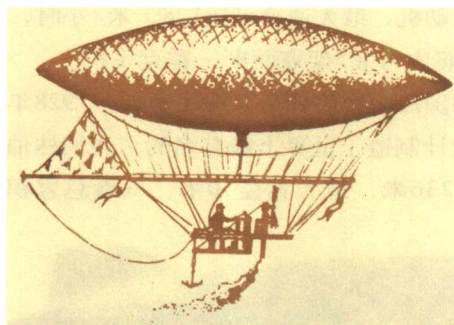


图1-13 世界上第一个实用的LZ-1飞艇(上)

图1-14 世界上首次投入商业运营的“德国”号LZ-7飞艇(下)

