




普通高校“十一五”规划教材

王 云 主编

# 航空航天概论

 北京航空航天大学出版社



普通高校“十一五”规划教材

# 航空航天概论

王 云 主编

北京航空航天大学出版社

## 内容简介

航空航天技术是现代和未来文明的主要标志,对很多领域的科学技术起着引领和推动作用,也是一个国家科技水平和综合国力的集中体现。

本书以帮助读者了解航空航天知识,初步建立航空航天基本概念,培养航空兴趣,树立热爱航空、航空报国的远大志向为目标,从世界航空航天发展史、中国航空航天发展概况、飞行原理、世界名机赏析、飞机结构与构造、飞行器动力、机载设备与仪器、航空新技术简介以及航模设计与制造等方面进行了深入浅出地介绍,重点突出知识性、趣味性和思想性,适合航空院校学生专业入门和青少年科普阅读。

## 图书在版编目(CIP)数据

航空航天概论/王云主编. —北京:北京航空航天大学出版社,2009.1

ISBN 978-7-81124-502-8

I. 航… II. 王… III. ①航空—概论②航天—概论  
IV. V

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 176217 号

## 航空航天概论

王 云 主 编

责任编辑 魏军艳

\*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100191) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail: [bhpress@263.net](mailto:bhpress@263.net)

北京市媛明印刷厂印装 各地书店经销

\*

开本:787×960 1/16 印张:14.75 字数:330千字

2009年1月第1版 2009年1月第1次印刷 印数:5500册

ISBN 978-7-81124-502-8 定价:25.00元

# 前 言

航空航天技术是现代和未来文明的主要标志,对很多领域的科学技术起着引领和推动作用,也是一个国家科技水平和综合国力的集中体现。本书以帮助读者了解航空航天知识,初步建立航空航天基本概念,培养航空兴趣,树立热爱航空、航空报国的远大志向为目标,详细讲授航空航天发展史、航空航天基本知识、飞行器基本结构、航空航天新技术、中国航空航天发展现状和航空航天精神文化等内容,重点突出通俗性、趣味性、启发性、激励性和实用性。特别适合于航空院校学生入学教育,也可作为青少年科普读物。

本书从三个层面由浅入深展开介绍:首先介绍了世界航空航天发展史、中国航空航天发展概况,使读者首先对国内外航空航天发展概况有一个全面的了解和对照;然后对飞行原理进行深入浅出地介绍,并结合世界名机赏析,使读者建立起基本的飞行与飞行器的概念;在此基础上,分别对飞机结构与构造、飞行器动力、机载设备与仪器等方面的基本知识、基本概念、基本原理进行阐述,使读者得到航空航天专业的入门级教育。最后针对不同专业的读者需求,安排了航空新技术简介和航模设计与制造的内容介绍。

本书继承了同类教材的一些优点和精髓,在此基础上依据编者长期教学经验对教学内容进行了必要的精简和扩充,同时补充了航空航天技术的最新发展和成果,内容更为全面而通俗,更具可读性和实用性。

本书由集体撰写,王云主编。第1章由江善元编写,第2章由顾列洪编写,第3章由冯瑞娜编写,第4章由蒋阳编写,第5章由彭承明编写,第6章由王云编写,第7章由宋伟编写,第8章由衣克洪编写,附录由耿立威编写,全书由王云统稿。本书在编写过程中,参考了部分图文网络资料,并请原作者与北京航空航天大学出版社联系以便领取稿酬。在此,谨对提供相关文献的作者深表谢意。

编 者  
2008年10月

# 目 录

<b>第 1 章 航空航天发展史</b> .....	1
1.1 世界航空发展简史 .....	2
1.1.1 远古的神话与传说 .....	2
1.1.2 气球和飞艇的出现与发展 .....	3
1.1.3 飞机的诞生 .....	5
1.2 世界航天发展简史 .....	9
1.3 中国航空发展史 .....	12
1.3.1 中国古代航空技术的萌芽 .....	12
1.3.2 中国近代航空业的发展 .....	13
1.3.3 中国现代航空工业的建立和发展 .....	15
<b>第 2 章 奋进中的中国航空航天</b> .....	18
2.1 中国航空航天工业发展的现状 .....	18
2.1.1 市场经济环境中的航空航天企业 .....	18
2.1.2 中国航空航天的主要成就 .....	19
2.1.3 主要航空航天企业介绍 .....	25
2.2 中国航空航天工业的典型杰出人物 .....	29
2.2.1 中国“起飞”第一人——冯如 .....	29
2.2.2 中国火箭奠基人——钱学森 .....	31
2.2.3 中国强击机总体设计第一人——陆孝彭 .....	34
2.2.4 杰出人物的精神实质 .....	35
2.3 中国独特的航空航天文化和民族精神 .....	37
2.3.1 新中国给中国航空航天工业的起飞带来了曙光 .....	38
2.3.2 自力更生、奋发图强的民族精神支撑了中国的航空航天工业 .....	38
2.3.3 改革开放使中国的航空航天工业发展带来了新的生机 .....	39
2.4 投身中国航空航天事业的职业准备 .....	41
2.4.1 热爱祖国、为国争光的坚定信念 .....	41
2.4.2 勇于登攀、敢于超越的进取意识 .....	42
2.4.3 科学求实、严肃认真的工作作风 .....	42
2.4.4 同舟共济、团结协作的大局观念 .....	43

2.4.5	淡泊名利、默默奉献的崇高品质 .....	43
<b>第3章</b>	<b>飞行原理</b> .....	44
3.1	飞机的空气动力 .....	44
3.1.1	流动气体的基本规律 .....	44
3.1.2	升力的产生和增升装置 .....	47
3.1.3	飞行的阻力及减阻措施 .....	52
3.2	飞行操纵 .....	58
3.2.1	飞机的重心和机体轴 .....	58
3.2.2	飞机的稳定性 .....	59
3.2.3	飞机的操纵原理 .....	60
3.3	飞机的飞行性能 .....	61
3.3.1	速度性能指标 .....	61
3.3.2	高度性能 .....	61
3.3.3	飞行距离 .....	62
3.3.4	飞机起飞着陆的性能 .....	62
3.3.5	飞机的机动性能 .....	63
3.4	直升机的飞行原理 .....	66
3.4.1	直升机概况 .....	66
3.4.2	直升机旋翼的工作原理 .....	67
3.5	航天器飞行原理 .....	68
3.5.1	开普勒三大定律 .....	68
3.5.2	宇宙速度 .....	69
<b>第4章</b>	<b>世界名机赏析</b> .....	70
4.1	航空先驱与早期飞行器 .....	70
4.2	军用飞机 .....	72
4.2.1	战斗机 .....	72
4.2.2	轰炸机 .....	89
4.2.3	攻击机 .....	92
4.3	民航客机 .....	97
4.3.1	第一代喷气式客机——“彗星” .....	98
4.3.2	第二代喷气式客机——图-154 .....	99
4.3.3	第三代喷气式客机——波音-747 .....	99
4.3.4	第四代喷气式客机——A320 .....	100
4.3.5	第五代喷气式客机——波音-777 .....	101

4.3.6	空客与波音的泰坦战争——A380	102
4.3.7	超声速客机——“协和”	103
4.4	直升机	104
4.4.1	单旋翼尾桨直升机	104
4.4.2	单旋翼无尾桨直升机	104
4.4.3	纵列式双旋翼直升机	105
4.4.4	共轴式双旋翼直升机	106
4.4.5	侧旋翼直升机(双旋翼直升机)	107
4.5	无人机与其他特种飞机	107
4.5.1	X-1——第一架突破音障的火箭飞机	107
4.5.2	侦察机	108
4.5.3	预警机	110
4.5.4	空中加油机	111
4.5.5	无人机	111
4.6	航天器	113
4.6.1	人造地球卫星	113
4.6.2	宇宙飞船	113
4.6.3	航天飞机	114
4.6.4	空间站	115
4.6.5	运载火箭	116
<b>第5章</b>	<b>飞机结构与构造</b>	<b>117</b>
5.1	飞机结构的基本组成及其功用	117
5.1.1	飞机结构的主要组成部分	117
5.1.2	飞机结构的功用	117
5.2	飞机结构的基本要求	120
5.2.1	飞机的战术技术和使用技术要求	120
5.2.2	空气动力要求和设计一体化要求	120
5.2.3	结构完整性要求	121
5.2.4	最小质量要求	122
5.2.5	使用维修要求	122
5.2.6	工艺要求	122
5.2.7	经济性要求	122
5.3	机翼受力构件的基本构造	122
5.3.1	翼梁	123

5.3.2	长 桁 .....	124
5.3.3	纵 墙 .....	125
5.3.4	翼 肋 .....	125
5.3.5	蒙 皮 .....	126
5.4	机翼结构的基本构造形式 .....	128
5.4.1	薄蒙皮梁式 .....	128
5.4.2	多梁单块式 .....	128
5.4.3	多墙厚蒙皮式 .....	129
5.5	尾翼结构的基本构造形式 .....	129
5.5.1	安定面和操纵面结构的基本构造形式 .....	129
5.5.2	全动平尾结构的基本构造形式 .....	130
5.6	机身受力构件的基本构造 .....	131
5.6.1	隔 框 .....	131
5.6.2	长桁与桁梁 .....	132
5.6.3	蒙 皮 .....	133
5.7	机身结构的基本构造形式 .....	133
5.7.1	桁梁式 .....	133
5.7.2	桁条式 .....	134
5.7.3	硬壳式 .....	134
5.8	起落架 .....	135
5.8.1	飞机起落装置的类型 .....	135
5.8.2	起落架的功用 .....	135
5.8.3	起落架的组成 .....	135
5.8.4	起落架的配置形式 .....	136
5.8.5	起落架的结构形式和特点 .....	138
<b>第 6 章</b>	<b>飞行器动力</b> .....	<b>142</b>
6.1	概 述 .....	142
6.2	航空活塞发动机 .....	143
6.2.1	活塞式发动机的主要组成 .....	143
6.2.2	活塞式发动机的工作原理 .....	143
6.2.3	活塞式航空发动机的辅助工作系统 .....	145
6.3	航空燃气涡轮发动机 .....	145
6.3.1	涡轮喷气发动机 .....	145
6.3.2	涡轮螺旋桨发动机 .....	148



6.3.3	涡轮风扇发动机	150
6.3.4	涡轮轴发动机	153
6.3.5	螺旋桨风扇发动机	156
6.4	冲压喷气发动机	157
6.5	火箭发动机	159
6.5.1	固体火箭发动机	159
6.5.2	液体火箭发动机	160
6.5.3	其他能源的火箭发动机	161
6.6	中国航空发动机的发展历程与主要型号	162
<b>第7章</b>	<b>机载仪器与设备</b>	<b>173</b>
7.1	航空仪表	173
7.1.1	飞行仪表	173
7.1.2	发动机仪表	182
7.2	导航系统	185
7.2.1	无线电导航系统	186
7.2.2	其他导航系统	191
7.3	自动飞行控制系统	194
7.3.1	自动驾驶仪	194
7.3.2	其他自动飞行控制系统	197
7.4	其他机载设备	198
7.4.1	电气设备	198
7.4.2	通信设备	199
7.4.3	雷达设备	199
<b>第8章</b>	<b>航空新技术简介</b>	<b>201</b>
8.1	飞机设计新技术	201
8.1.1	新的气动外形设计方法	201
8.1.2	短距起降或垂直起降与推力矢量技术	201
8.1.3	隐身技术	202
8.2	航空发动机新技术	202
8.2.1	脉冲爆震发动机	202
8.2.2	多电发动机	203
8.2.3	超燃冲压发动机	203
8.2.4	特种能源发动机	204
8.3	航空制造新技术	204

8.3.1	大型宽弦风扇叶片 .....	204
8.3.2	整体叶盘结构 .....	205
8.3.3	航空新材料及其成型技术 .....	205
8.3.4	航空数字化制造技术 .....	206
8.4	民航客机新技术 .....	207
8.5	直升机新技术 .....	210
8.5.1	直升机动力 .....	210
8.5.2	直升机的材料与结构 .....	211
8.5.3	航空电子与二次能源 .....	211
8.5.4	直升机的制造技术 .....	212
8.6	空空导弹新技术 .....	212
8.6.1	远程推进与推力矢量控制技术 .....	212
8.6.2	红外成像制导技术 .....	212
8.6.3	毫米波制导技术 .....	213
8.6.4	多模导引和复合制导技术 .....	213
8.6.5	智能化信息处理技术 .....	213
8.6.6	高效定向引战技术 .....	214
8.6.7	导弹模块化与开放式设计技术 .....	214
8.6.8	保形外挂和高密度内挂条件下的发射技术 .....	214
8.7	无人机技术 .....	214
<b>附录</b>	.....	216
附录 A	航空大事记 .....	216
附录 A.1	世界航空大事记 .....	216
附录 A.2	中国航空大事记 .....	217
附录 B	航模制作实践——手掷模型滑翔机制作与试飞 .....	218
附录 B.1	弹射模型滑翔机的制作 .....	218
附录 B.2	弹射模型滑翔机的调整试飞 .....	223
<b>参考文献</b>	.....	226

# 第 1 章 航空航天发展史

航空航天技术是人类在认识自然、改造自然的过程中,发展最迅速、对人类社会生活影响最大的科学技术领域之一。航空技术是高度综合的现代科学技术,是衡量一个国家科学技术水平、国防力量和综合国力的重要标志。

一般把在地球大气层内或大气层之外的空间(太空)飞行的器械统称为飞行器。通常飞行器可分为三大类:航空器、航天器、火箭和导弹。

在大气层内飞行的飞行器称为航空器,如气球、飞艇和飞机等。在大气层之外的空间飞行的飞行器称为航天器,例如人造地球卫星、空间站、航天飞机和载人飞船等。航天器在运载火箭的推动下获得必要的速度进入太空,然后在引力作用下完成与天体类似的轨迹运动。借助火箭发动机提供推进力的飞行器,称为火箭,它可以在大气层内飞行,也可以在大气层外飞行。有时,火箭单指火箭发动机。依靠制导系统控制其飞行轨迹的飞行武器,称为导弹。导弹与火箭通常只能使用一次,人们往往把它们归为一类。

航空器需要靠产生升力以克服自身重力才能升空飞行。按照产生升力的原理,可将航空器分为如下两类。

## 1. 轻于空气的航空器

轻于空气的航空器包括<sup>热空气 H He</sup>气球和飞艇。其主体是一个气囊,其中充以密度小于外界空气密度的气体(如氢气、氦气或热空气)。由于气球所排开的空气重量大于气球本身的重量,故能够产生静浮力,使气球升空。气球没有动力装置,升空后只能随风飘动或被系留在固定位置上。飞艇装有发动机、螺旋桨、安定面和操纵面,飞行路线可以控制。

## 2. 重于空气的航空器

重于空气的航空器是靠自身与空气相对运动产生的升力升空飞行的。这种航空器主要有固定翼航空器和旋翼航空器。固定翼航空器包括飞机和滑翔机,由固定的机翼产生升力。旋翼航空器包括直升机和旋翼机,由旋转的机翼产生升力。此外还有一种模拟鸟类飞行的扑翼机,很早就被航空先驱们所探索,但至今尚未取得载人飞行的成功。

飞机是最主要、应用范围最广的航空器,其特点是装有提供拉力或推力的动力装置、产生升力的固定机翼和控制飞行姿态的操纵面。飞机按用途可分为军用飞机和民用飞机两大类。军用飞机是按各种军事用途设计的飞机,主要包括歼击机(战斗机)、截击机、歼击轰炸机、强击机(攻击机)、轰炸机、反潜机、侦察机、预警机、电子干扰机、军用运输机、空中加油机和舰载飞机等。民用飞机泛指一切非军事用途的飞机,包括旅客机、货机、公务机、农业机、体育运动机、救护机和试验研究机等。

航天器是指在稠密大气层之外环绕地球,或在行星际空间、恒星际空间,基本上按照天体力学规律运行的各种飞行器,又称空间飞行器。航天器可以分为无人航天器与载人航天器。无人航天器按是否绕地球运行又可分为人造地球卫星和空间探测器。载人航天器又可分为载人飞船、航天站(又称空间站)和航天飞机。我国 2003 年发射的“神舟”5 号飞船为载人飞船,这标志着中国已成为世界上第三个独立掌握载人航天技术的国家。

## 1.1 世界航空发展简史

飞向天空,是人类亘古以来的梦想,是古往今来最经久不衰的话题。但人类真正实现升空飞行是在 18 世纪末期。与漫长的人类文明史相比,200 余年的航空发展史只能算是历史长河中短暂的一瞬。



图 1-1 敦煌壁画中的嫦娥奔月图



图 1-2 希腊神话中代达罗斯父子的飞行

### 1.1.1 远古的神话与传说

自古以来,人们就怀有对飞行的渴望。看到小鸟在天空中自由翱翔,人们都渴望像鸟儿一样自由自在飞行在天际之间。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美好传说。中国古代流传的嫦娥奔月、仙女下凡和孙悟空腾云驾雾等神话故事,充分反映出人们对飞行的遐想和渴望。

世界各国也有类似的模拟鸟类飞行的传说和活动。在西方的神话中,许多神仙都长有翅膀,或拥有飞鹰作为坐骑,长着一对小小肉翅的可爱的小天使,至今还被人们当做吉祥物;古希腊神话中的代达罗斯父子,用蜡和羽毛制作了能飞翔的翅膀,为的是逃出米诺斯国王对他们的禁锢。结果,欣喜若狂的儿子伊卡洛斯不听劝告,越飞越高,最终因蜡被太阳的光热所熔化,不幸掉入汪洋中。阿拉伯神话中的波斯地毯、古条顿传说中魏兰所拥有的飞行马甲、古波斯国王卡考斯的摩托飞车和斯堪的纳维亚神话中能工巧匠韦兰用铁锻打的能飞的金属羽衣等,都反

映了古人对飞行的设想和渴望。

16世纪初,被后人公认为世界航空科学研究创始人之一的著名画家达·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,并让自己的仆人做第一次飞行试验,结果不幸摔断了腿。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。限于当时的生产力水平和科学技术水平,不可能使飞行由幻想变成现实。

一直到17世纪,人们经过长期深入的研究,发现同鸟的肌肉发出的动力相比,人类的手臂和腿所能发出的动力,相对来说要小得多,所以不能靠振动人造翅膀来飞行。

### 1.1.2 气球和飞艇的出现与发展

在中国五代时期,曾出现过依靠热空气升空的气球雏形“孔明灯”,将之升入空中,作为战争联络的信号。据有关史料记载,1306年前后,中国元朝宫廷每逢节庆日,都会放出热烟气球升空助兴。这说明中国民间的热气球制作和运用已经相当成熟。随着中国与欧洲贸易交往的增多,孔明灯的制作技术也随之传入欧洲,进而在后来发展成为热气球。

1670年,意大利修道士德·拉纳才绘制出气球设想图(见图1-3),即用4个直径各为6.1m的真空铜箔薄壁圆球,吊起一具船形吊舱,以悬浮在空中。但他忽略了一件事,即薄铜皮的真空圆球会被外部大气的压力所压瘪,因而是不能成功飞行的。

1783年9月19日,法国首都巴黎凡尔赛宫前热闹非凡,国王路易十六、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。蒙哥尔费兄弟制成了世界上第一个热气球,气球下面系着一只用柳条编织的吊篮,将第一批“乘客”——一只山羊、一只鸭和一只公鸡升到了520m高空,在飞行了8min、3.2km后,气球和小动物安全着陆。国王路易十六大喜,当即宣布将以后的热气球都命名为“蒙哥尔费气球”(见图1-4)。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15m、高23m、容积约为2200m<sup>3</sup>,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尺回廊式吊篮,底部中空处还吊着一个火盆,以便在飞行中途给气球内的空气加热。同年11月,两个法国人乘热气球上升到900m高,腾空20min,随风飘移约10km,揭开了人类飞行的序幕。人类几千年飞向天空的梦想终于第一次变成了现实。

热气球升空之后又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。后来采用氦气代替氢气,气球制作和飞行也就更加安全了。

1852年,法国人吉法尔在气球上安装一台3马力(约2205W)蒸汽机带动螺旋桨的推进装置,制成了世界上第一个可操纵飞艇(见图1-5)。它可以根据人的意志按选定的方向飞行,不再单纯随风飘移。

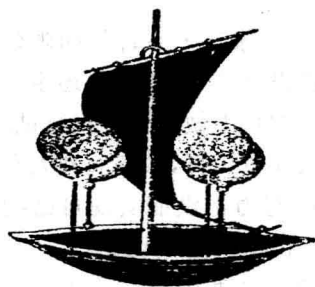


图 1-3 德·拉纳才的真空球

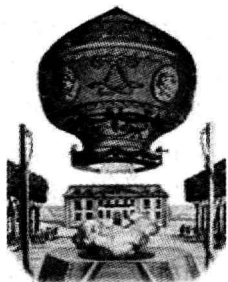


图 1-4 蒙哥尔费气球

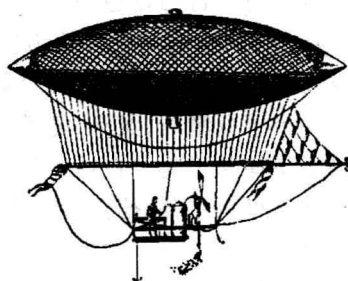


图 1-5 第一个可操纵飞艇

由于生产力和科学技术的发展,到 19 世纪末,终于出现了有实用价值的飞艇。德国的齐柏林(见图 1-6)制成了硬式飞艇(见图 1-7),用汽油发动机作为动力,性能比其他的飞艇好,装载量也大,不久便在军事和交通运输上得到了应用。飞艇的研究、制造和应用,已在全球许多地方得到了发展。



图 1-6 飞艇先驱齐柏林

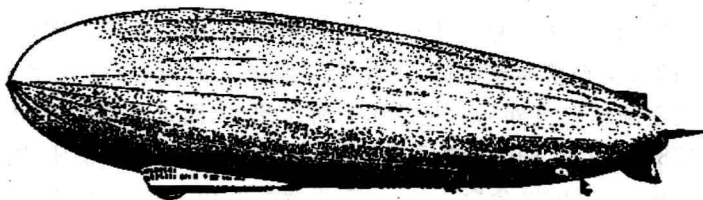


图 1-7 齐柏林式硬式飞艇

1910 年 6 月 22 日,德国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 km。在第一次世界大战爆发前,从 1910—1914 年的 4 年中,齐柏林制造的多种型号飞艇共飞行了 274 万 km,运送旅客 35 000 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,并可执行侦察和预警任务。

20 世纪最初 30 年是飞艇的全盛时期。1929 年夏,超豪华级巨型飞艇 LZ-127“齐柏林伯爵”号完成了载客状态下的首次环球飞行,此次壮举比民航飞机的环球飞行早了 12 年。“齐柏林伯爵”号飞艇长 236 m,最大直径 30.48 m,气囊容积 110 450 m<sup>3</sup>,艇上装有 5 台 412 kW 的

内燃发动机和5副螺旋桨；最高速度128 km/h；艇上可载客20~35人，艇上工作人员40人，此外还可搭载15 t货物。比“齐柏林伯爵”号更为巨大的“兴登堡”号飞艇全长248 m，庞大的飞艇吊舱内设有酒吧、餐厅、卧室、厨房、吸烟室以及散步走廊，甚至还配置了一架大三脚钢琴。到1937年4月底，“兴登堡”号安全往返于大西洋上空56次，成为联系欧美大陆之间的主要空中运输工具。1937年5月6日，由于氢气被电火花引爆造成“兴登堡”号爆炸，造成97名乘员中35人的死亡，也宣告了航空史上飞艇时代的结束。

由于飞艇在载运能力和使用成本上具有明显优势，随着航空技术的发展，特别是先进的空气动力学设计、新动力、新材料、新工艺、新机载电子设备和氦气的应用，到20世纪70年代后，飞艇事业才有了复苏的迹象。德国、英国、荷兰都先后制成了大型飞艇。其中1996年荷兰研制出的“千禧导航”号飞艇，长74 m、直径29 m、速度148 km/h，最多可乘坐230名旅客。除客运之外，飞艇还广泛用于运送巨型物资、安装高压电线、电视摄影、地质考察、森林防火和农业播种施肥等。我国也在1985—1986年间研制成功了“天舟”号载人热气飞艇。

### 1.1.3 飞机的诞生

气球和飞艇都是轻于空气的飞行器。世界上最早的重于空气的飞行器是风筝。本质上风筝的飞行原理与现代飞机很相似，绳子的拉力，使其与空气产生相对运动，从而获得向上的升力。风筝发明于中国，至今已有近2 000年的历史。在一些国家的博物馆中，至今还展示有中国的风筝，如美国国家航空博物馆中有一块牌子上醒目地写着：“世界上最早的飞行器是中国的风筝和火箭。”英国国家博物馆也把中国的风筝称之为“中国的第五大发明”。据史料记载，中国的风筝大约在14世纪传入欧洲，这对后来的滑翔机和飞机的发明有着重要的影响。

人们从鸟的飞翔和风筝的飞行中得到启示，认为用固定机翼同样能使比空气重的东西飞起来。人类关于飞行的许多探索和尝试是从模仿鸟类的飞行开始的。轻于空气的航空器的出现，激励着人们以更大的热情，继续从研究鸟类飞行着手，发明重于空气的航空器。但关键问题首先是如何获得升力；其次是解决稳定、操纵问题；最后是解决动力问题。在实现重于空气的飞行之前，人们进行了许多探索。

在这些探索过程中，有不少先驱者都做出了牺牲。约在1002—1010年间，阿拉伯人阿尔达瓦里用一对木制翅膀从一塔顶跳下，试图进行滑翔飞行，结果坠地身亡，试验没有获得成功。在1010年，英国僧人埃尔默将两对人造翅膀捆绑在四肢上，从一塔顶跳下，向前滑翔了200 m，结果腿骨受伤。

早在19世纪初，英国科学家乔治·凯利爵士就提出了重于空气飞行器的基本飞行原理和飞机的结构布局，被看作现代航空学诞生的标志。他在1847年设计制作了一架滑翔机，并由他的马车夫驾驶飞行了大约450 m。应该说乔治·凯利爵士是世界上成功地把载人滑翔机飞上蓝天的第一人。令人遗憾的是，凯利的研究和滑翔机飞行在当时并未引起太大的重视，因为那时人们完全沉浸在热气球与飞艇的热潮中，许多权威人士对凯利的研究不屑一顾。



在整个 19 世纪的中后期,出现了许多的无动力滑翔机,人们通过滑翔来研究升力和阻力的产生和变化规律,探索稳定性和操纵性的问题,为实现动力飞行奠定了技术基础。德国的李林达尔(见图 1-8)研究滑翔机 20 多年,从 1891 年到 1896 年的 5 年间,就进行了 2 000 多次的滑翔飞行(见图 1-9)。他在掌握稳定性和操纵性方面取得了丰富的经验,留下不少著作,使后来的研究者获得很大教益。1896 年,他在一次滑翔飞行中不幸失事牺牲。



图 1-8 李林达尔

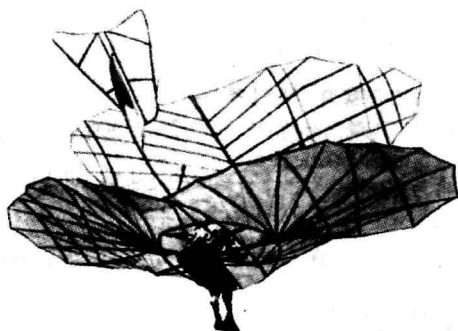


图 1-9 李林达尔的滑翔飞行

1896 年 5 月 6 日,美国人兰利博士制造了一个用蒸汽机作为动力的飞机模型,飞行高度达到 20 m,飞行距离达 760 m。同年 11 月 28 日,他又制造了另一个动力飞行模型,飞行高度到 150 m,飞行时间近 3 min,这是历史上第一次重于空气的动力飞行器实现了稳定持续飞行,在世界航空史上具有重大意义。此时,兰利已年逾六旬,但他依然在航空技术领域里继续顽强探索。

18 世纪和 19 世纪末,蒸汽机和内燃机的先后出现,为航空器由滑翔机向飞机的进展创造了动力条件。蒸汽机首先应用在轮船和火车上,也曾有人把它装在飞机上进行试验,但终因质量大、功率小而失败。

美国自行车技师莱特兄弟(见图 1-10)吸取了前人有关滑翔机的研究成果,自制滑翔机进行实际飞行。经过 1 000 多次的滑翔试验,初步掌握了操纵滑翔机的方法。在这个基础上,他们在滑翔机上装了一台自制的 8.8 kW 的水冷 4 缸活塞汽油发动机,带动两副推进螺旋桨,制成了首架飞机“飞行者”1 号。1903 年 12 月 17 日试飞成功,飞过 260 m 的距离,相对空气的速度为 48 km/h(对地速度 16 km/h),留空时间 59 s。莱特兄弟的飞行成功,开创了动力飞行的新纪元(见图 1-11)。

莱特兄弟是美国俄亥俄州代顿一家自行车工场的场主。他们仅读完中学课程,没受过高等教育,却从小热爱飞行,虚心好学,刻苦实践。莱特兄弟在总结前人的经验教训基础上,亲自建立了一个小风洞,精确测量气流吹到板上所产生的升力,同时他们还造出 3 架滑翔机,亲自进行上千次飞行试验,每次都详细记录升力、阻力和速度,并对纵向和横向操纵性进行反复修改、完善。





图 1-10 莱特兄弟

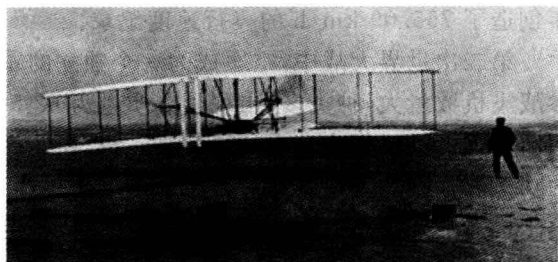


图 1-11 莱特兄弟的飞机在飞行

20 世纪初,欧洲也有人从事飞机的研究工作。法国的桑托·杜蒙于 1906 年、布莱里奥于 1909 年都成功地飞行了他们自己设计的飞机。在 1909 年春夏之交飞越英吉利海峡的飞行竞赛中,布莱里奥驾驶“布莱里奥”XI 号单翼机于 1909 年首次飞越了英吉利海峡,全程 40 km,飞行时间 37 min。

尽管当时飞机已经能够飞行,但从理论上仍不能圆满解释机翼为什么能够产生升力,飞机的结构和设备也极其简陋,飞行事故经常发生。因此,如何改进飞机飞行性能和操纵性能,保证空中安全等,就成为一系列迫切需要解决的问题。

1914 年爆发了第一次世界大战,飞机首先被用于侦察。敌对双方的侦察机在空中相遇时,驾驶员用自卫手枪进行射击,于是出现了早期的空战。后来由于战争的需要,又出现了携带武器的“驱逐机”、“轰炸机”和“强击机”。

第一次世界大战促进了航空科学技术和航空工业的发展。战后,飞机逐渐从军用转为民用。各国开始设计和制造专用的运输机。航空业务由起初的邮递发展到客货运输。1919 年开始,已有几条定期的国际航线。战后还出现了创造飞行高度、速度、航程和续航世界纪录的航空竞赛热潮,一些专为破纪录而制造的飞机相继问世。在航空史上,将第一次世界大战结束到第二次世界大战爆发间的 20 年,称为航空黄金年代。在这 20 年间,先后问世的航空新技术有:硬壳式轻型合金结构、悬臂单翼、可收放式起落架、密封座舱、动力传动的炮架、襟翼、可变桨距螺旋桨、发动机增压器以及包括自动驾驶仪在内的一系列供飞行和导航使用的设备等。在航空黄金年代出现了一些著名的飞机,如波音 P-12/F4B、P-26 战斗机;格鲁门 F3F 舰载战斗机;寇蒂斯 F11 C-2/BF2c II-III 战斗轰炸机等。1933 年,美国人林白(C. A. Linberg)驾机不着陆飞行首次飞越大西洋。

为了改进飞机性能,空气动力学理论获得了飞速发展,飞机结构、航空发动机也取得了重大进展。这些科学技术成果很快反映到飞机设计上。20 世纪 20 年代初,双翼机逐渐向单翼机过渡。到 30 年代初期,双翼机已趋于淘汰。同时出现了起落架可以收放、驾驶舱封闭、发动机加整流罩等一系列提高空气动力效率的构造形式。飞机材料也由木材、层板、亚麻布等逐渐改用铝合金,提高了结构强度,降低了飞行阻力,飞机性能得到了很大提高。1937 年苏联的“安特 25”从莫斯科直飞美国,创造了飞行航程纪录;1938 年飞机升限纪录为 17 094 m;1939