

641306

V2-43/01-2

航空概论

史超礼 戴锡全 何述章 编

一、二、下午4:00... (一) 答-后通
三、四、下午4:30... (二) ...

HK56/08



北京航空學院出版社



C0288097

内 容 简 介

本书内容包括：航空发展概略及目前发展水平；各种飞行器和飞机的概况；飞机飞行的基本原理，空气动力学某些基本概念和高速飞行的特点；飞机构造概要和新机研制及设计过程；飞行器的发动机；飞机的仪表、设备和军械；火箭、导弹和宇宙飞行等。本书文字比较通俗浅显，较易阅读，并附有插图 480 余幅。

本书可作航空院校“航空概论”课程的教材或参考书；亦可供航空科技人员和航空爱好者阅读。



航 空 概 论

史超礼 戴锡全 何述章 编

责任编辑 白文林

北京航空学院出版社出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京农业工程大学印刷所排版

*

787×1092 1/16 印张：19.25 字数：480千字

1986年11月第一版 1986年11月第一次印刷 印数：1-8000册

统一书号：15432·025 定价：3.20元

前 言

本书是在国防工业出版社 1978 年出版,史超礼编写的《航空概论》的基础上,修订而成的。修订以删繁就简为主,有的章节增加了一些新内容。序论、第一章“飞行器和飞机的概况”、第二章“飞机飞行的基本原理”和第三章“飞机构造概要”的修订者为史超礼。第五章“飞机的仪表和设备”和第六章“火箭、导弹和宇宙航行”由戴锡全修订;第四章“飞行器的发动机”由何述章修订;最后由史超礼审校。

本书原作为北京航空学院“航空概论”课程的教材,系按该课的教学大纲编写。编写时参考的书籍、期刊和资料较多。为避免冗繁,恕不一一列举。在此对书中所引用的各项资料的作者,谨致深深的谢意。书中包含的内容较为丰富,以便讲授者选择采用,免去临时寻踪资料之劳。限于编写者和修订者的思想和业务水平,书中不当和谬误之处仍可能存在,务恳读者提出宝贵意见,以便修改,提高质量,在此预致衷心的感谢。

编写及修订者

T

✓ ASL

目 录

绪 论

- (一) 《航空概论》课程的目的..... (1)
- (二) 社会主义新中国的航空事业蓬勃发展、欣欣向荣..... (1)
- (三) 航空航天发展概略..... (2)
 - 第一阶段 从飞行理想的出现到动力飞行的成功..... (2)
 - 第二阶段 活塞发动机螺旋桨飞机独占天空..... (5)
 - 第三阶段 喷气飞行开辟了航空和航天的新纪元..... (11)
- (四) 目前飞机飞行性能发展水平..... (17)

第一章 飞行器和飞机的概况

- § 1—1 飞行器活动的环境——大气层及地球周围的空间..... (18)
 - (一) 大气层..... (18)
 - (二) 地球周围的辐射带..... (20)
 - (三) 国际标准大气和大气的物理性质..... (20)
- § 1—2 飞行器的类型及其一般情况..... (22)
 - (一) 轻于空气的航空器——气球和飞艇..... (22)
 - (二) 滑翔机..... (24)
 - (三) 扑翼机..... (26)
 - (四) 旋翼机..... (26)
 - (五) 直升机..... (27)
 - (六) 地面效应飞行器..... (30)
- § 1—3 飞机的类型及其一般情况..... (31)
 - (一) 飞机的主要组成部分及其功用..... (31)
 - (二) 飞机按构造的分类..... (32)
 - (三) 飞机按用途的分类..... (38)

第二章 飞机飞行的基本原理

- § 2—1 机翼上空气动力的产生..... (46)
 - (一) 流体“连续性”定理和“伯努利”定理..... (46)
 - (二) 风筝和平板..... (50)
 - (三) 机翼上的举力和阻力..... (52)
- § 2—2 飞机的举力、阻力和风洞..... (54)
 - (一) 同飞机举力和阻力有关的因素..... (54)

①“航天”泛指行星际航行(简称星际航行),与“航空”相对应,航空习惯指大气层中的航行。

(二) 飞机上的阻力和减少阻力的措施.....	(58)
(三) 风洞的作用和典型构造.....	(63)
§ 2—3 高速飞行的一些特点.....	(68)
(一) 激波和波阻.....	(68)
(二) 物体形状、激波形状和波阻的大小.....	(74)
(三) 临界马赫数和局部激波.....	(76)
(四) 高速飞机的空气动力外形和它的一些特点.....	(77)
(五) 超音速飞行与“热障”.....	(84)
§ 2—4 飞机的飞行性能、稳定操纵和机动飞行.....	(85)
(一) 飞机的飞行性能.....	(85)
(二) 飞机的“稳定”和“操纵”.....	(87)
(三) 飞机的飞行.....	(95)

第三章 飞机构造概要

§ 3—1 机翼构造	(100)
(一) 飞机和机翼上所受的载荷	(100)
(二) 机翼的受力构件和基本构造型式	(102)
(三) 高速飞机机翼的构造特点	(110)
§ 3—2 飞机增举装置的工作原理及其构造概要	(115)
(一) 前缘缝翼	(117)
(二) 后缘襟翼	(118)
(三) 前缘襟翼和“克劳格”(Krueger)襟翼.....	(120)
(四) 附面层控制	(122)
(五) 喷气襟翼	(124)
§ 3—3 尾翼、副翼的构造和操纵面上的附设装置	(125)
(一) 尾翼的功用和型式	(125)
(二) 尾翼的构造	(128)
(三) 副翼的构造及其型式	(129)
(四) 操纵面的附设装置	(132)
§ 3—4 机身构造概要	(135)
(一) 机身的功用、外形和受力	(135)
(二) 高速飞机机身外形的某些特点——跨音速面积律的应用	(137)
(三) 机身的构造型式和受力构件	(138)
(四) 机身开口的加强和机身的连接	(142)
(五) 机身舱室和内部装备	(142)
§ 3—5 操纵系统构造概要	(147)
(一) 中央操纵机构	(148)
(二) 传动系统	(148)
(三) 助力器	(151)

§ 3—6	起落装置构造概要	(152)
	(一) 起落架在飞机上的安排	(152)
	(二) 起落架构造型式	(153)
	(三) 滑行装置的类型	(157)
	(四) 起落架的收放	(159)
	(五) 起落架的减震机构	(161)
	(六) 机轮和刹车	(163)
	(七) 改进起飞和着陆性能的装置	(164)
§ 3—7	新飞机研制和设计过程简介	(166)
	(一) 科学研究和试验	(167)
	(二) 拟定要求	(167)
	(三) 设计单位研究要求和提出建议	(169)
	(四) 原型机 ^① 的设计、试验和试制	(169)
	(五) 原型机的试飞鉴定	(173)
	(六) 成批生产	(174)
	(七) 发展和改型	(174)
§ 3—8	飞机构造设计与航空材料及制造工艺	(174)
	(一) 对航空材料的要求及航材的类型	(174)
	(二) 几种主要航空材料	(175)
	(三) 飞机制造的一些特点	(179)
	(四) 飞机制造的大致过程	(180)
	(五) 飞行制造工艺中的几项工作	(182)
	(六) 飞机设计和制造工作的发展	(186)

第四章 飞行器的发动机

§ 4—1	活塞发动机和螺旋桨	(189)
	(一) 活塞式发动机的工作原理	(189)
	(二) 螺旋桨拉力的产生	(191)
§ 4—2	空气式喷气发动机	(193)
	(一) 喷气发动机产生推力的原理	(193)
	(二) 涡轮喷气发动机的构造和工作原理	(194)
	(三) 涡轮螺旋桨发动机	(200)
	(四) 涡轮风扇发动机	(201)
	(五) 涡轮轴发动机	(203)
	(六) 垂直起落飞机所用的发动机	(204)
	(七) 冲压式和脉动式喷气发动机——不带压气机的空气喷气发动机	(206)
§ 4—3	火箭式喷气发动机	(208)
	(一) 固体推进剂火箭发动机	(208)
	(二) 液体推进剂火箭发动机	(209)

§ 4—4 飞机动力装置概要	(210)
(一) 发动机在飞机上的安装位置和固定	(210)
(二) 进气和排气系统	(213)
(三) 燃油系统	(214)

第五章 飞机的仪表和设备

§ 5—1 航空仪表	(219)
(一) 驾驶导航仪表	(219)
(二) 发动机仪表	(231)
(三) 综合自动化仪表	(233)
§ 5—2 飞机设备	(238)
(一) 电气设备	(238)
(二) 无线电设备	(239)
(三) 飞机高空和安全、救生设备	(241)
§ 5—3 航空军械	(245)
(一) 射击军械	(245)
(二) 轰炸军械	(248)
(三) 侦察设备	(250)
(四) 飞机装甲	(251)
§ 5—4 飞机的导航和自动着陆	(252)
(一) 目测航导	(252)
(二) 定点推算导航	(252)
(三) 无线电导航	(252)
(四) 飞机的盲目着陆和自动着陆	(255)

第六章 火箭、导弹和宇宙航行

§ 6—1 绪言	(260)
§ 6—2 导弹的主要组成部分、类型和基本构造	(262)
(一) 导弹的主要组成部分	(262)
(二) 导弹的类型和基本特点	(264)
§ 6—3 导弹的制导系统	(276)
(一) 自动控制	(277)
(二) 遥控(远距控制)	(278)
(三) 自动寻的(自动瞄准)	(279)
§ 6—4 无人驾驶飞机	(280)
§ 6—5 宇宙飞行器和宇宙航行	(282)
(一) 人造地球卫星	(282)
(二) 地球轨道载人飞行器	(289)
(三) 载人月球飞船	(292)
(四) 行星际飞行器和飞出太阳系	(297)

绪 论

(一) 《航空概论》课程的目的

(1) 力求用马列主义和毛泽东思想作为指导，通过课程内容的教学，使学员逐步树立无产阶级世界观和提高辩证唯物主义思想。

(2) 简要地介绍航空科学技术的基本知识，飞行器的基本飞行原理（以飞机为重点）及其构造概要；发动机、仪表的大致构造和工作原理，以及火箭、导弹和宇宙航行等一般知识，以便于学习某些后继课程。

作为一种基本知识的介绍，本书包括的内容较广。但不求深入，而力求浅显、通俗、易懂。侧重介绍物理概念。尽可能多地用插图，力求用文字和插图相配合来说明问题。

教学工作可用多种方式进行，力求生动活泼。例如：面对实物如飞机、发动机等进行讲解；课堂讲授（也要利用实物、模型和挂图等）或放录象；参观飞机场；看有关的科教电影等。本书内容可不必全讲，根据课时由教师作适当选择。

(二) 社会主义新中国的航空事业蓬勃发展、欣欣向荣

旧中国工业落后，农业衰败，亿万劳动人民受着帝国主义、封建主义和官僚资本主义的压迫，各种事业无不处于奄奄一息的状态。航空事业当然也不例外。

1910年腐败的满清政府为了维护其摇摇欲坠的政权，建立了一个很小的航空机关。1911年发生了辛亥革命，革命领导人曾派人从奥地利买回了两架飞机准备参战。因满清王朝被推翻，未起作用。接替满清王朝的北洋军阀政府，1913年在北京设立了南苑航空学校，并附设一个修理厂。1926年东北军阀进占北京，该校停办。旧中国军阀割据，各霸一方。各地军阀纷纷建立自己的空军，设置航空学校。其共同的特点是：依靠外国顾问，购买外国飞机和器材；聘请外国教官和技术人员。帝国主义除了卖旧飞机赚钱之外，其更大的政治阴谋是：为了造成中国军阀混战和镇压中国人民。国民党政府1928年成立了航空队。1931年改为航空学校，并由南京迁往杭州笕桥。1932年聘请了美国的航空顾问团，买了大批美国飞机。1935年这个顾问团才回美国。1934年国民党政府又买了意大利的很多飞机，聘请了意大利的航空顾问。国民党政府之所以这样积极地建立航校，训练飞行员，大搞空军，主要是为了镇压苏区。

在八年的抗日战争中，空军主力和航校及航空修理厂迁往内地。1945年抗日战争一结束，国民党政府勾结美国立即用大批飞机把军队从大后方重庆等地，运往东北及华北，妄图侵占解放区，这样就开始了第二次国内战争。在中国共产党领导下的人民解放军，粉碎了国民党一切进攻，取得了彻底的胜利。

“一唱雄鸡天下白”。1949年新中国的成立，从废墟上开始建立自己的航空事业。建国以来的三十几年中，我国的航空事业，蓬勃发展，迅速进步，取得了巨大的成绩。

在军事航空方面，1946年我国就建立了人民空军的第一所航空学校，1947年创建了人民

空军。1950年3月突破了“空中禁区”西藏。同年10月空军又协同志愿军部队，参加了抗美援朝的作战。在三年的战争中，取得了辉煌的胜利。在经常性的国土防空作战中，击落了
不少入侵我国的敌机，三十余年来有效地保卫了我国神圣的领空。

在民用航空方面，我国也建立了一个日益蓬勃发展的社会主义民航事业。今天以北京为中心，已建立了通向全国所有主要城市的航线。到1983年底，国内航线共有203条，总计37万多公里。载运旅客391万多人次，运输总周转量约6.5亿吨·公里。国际航线也有23条，通往19个国家和地区的23个城市，组成了一个国内的和国际的航线网。这对促进我国的交通和四个现代化的宏伟事业，起着巨大的作用。

在航空工业，航空科学研究和航空教育等方面，也取得迅速的进展。如今已基本上组成一个具有一定规模的航空工业体系。1954年7月成批生产了活塞发动机的教练机。1956年9月，现代喷气歼击机诞生；1957年底制造了多用途飞机。1958年我国工厂和学校自行设计和制造的飞机，约有十多种，迈开了从仿制到自行设计的第一步。近年来又制造和试飞了大型喷气运输机和轻型双发多用途飞机以及新型超音速歼击机。此外，我国在专业航空如播种、施肥、探矿、摄影等方面也做出了很大的成绩。

不仅如此，我国还从航空逐步走向航天。1970年4月24日，我国成功地发射了第一颗重达173公斤的人造地球卫星。到目前已先后发射了十八颗。有的卫星还能回收，这种技术仅美、苏两国才有。1981年9月，我国用一只火箭发射了三颗卫星，即所谓“一箭三星”。这表明我国的航天科学又前进了一步。1984年4月8日，我国又成功地发射一颗地球同步静止轨道试验通信卫星。

以上这些成就离党和人民的要求，还有很大的距离。因此我们必须在党的领导下，更快地发展我国的航空和航天事业，为早日完成社会主义四个现代化而努力奋斗。

（三）航空航天发展概略

航空航天的发展大致可分为下列三个阶段：

第一阶段 从飞行理想的出现到动力飞行的成功

人类从古代起，就怀有飞行的理想并渴望飞行。这一飞行理想主要来自生产活动。同时也从长期对自然的观察中得到启发。当人类在原始时代猎取动物以维持生活时，从鸟儿那里得到了有关飞行的最初的认识。人类的飞行理想就是在长期的生产活动中逐渐形成的。同时，一些自然现象会使人们兴起飞行的遐想。

在生产力非常落后的古代，人类的飞行理想无法实现，于是便把它寄托于神话和传说。它们在文化古国如我国、希腊、罗马、埃及和印度等，都有着广泛的流传。我国的嫦娥奔月，列子驾风飞行，肖史和弄玉乘龙跨凤上天等等的神话故事，就是其中的几个例子。

我国古代文化很发达。指南针、造纸法、印刷术和火药四大发明，早已闻名于世界。这些是古代中国人民在科学技术上做出的杰出贡献，另外在航空方面也曾有过不少创造。

例如春秋时代（公元前722～481年）的墨子和公输般曾经制造能飞的木鸟。西汉（公元前206～公元23年）出现了风筝。王莽（公元9～23年）时代曾有人用鸟羽试验过飞行，飞了几百步才落下来。晋朝（公元265～316年）葛洪发现了上升气流和鸟类的滑翔原理。唐朝（公元618～907年）发明了火药。宋朝（公元960～1279年）有人利用火药制成火箭和其他

火器。现代燃气涡轮的雏型——走马灯，也出现于宋朝。原始的热空气气球——“松脂灯”（又名“孔明灯”或“灯球”）则出现于五代（公元907~979年）。元朝（公元1271~1368年）元军作战时，曾用过不同颜色的“灯球”升到空中作为联络信号。到了明朝（公元1363~1644年）曾有人尝试利用火箭和风筝制造载人的飞行器。明朝劳动人民还创造了名叫“飞螺旋”（又叫竹蜻蜓”）的玩具，它的飞行原理和直升机相同。另外，现代飞机上使用的磁罗盘也是由指南针发展而来的。

和我国相似，欧洲古代也流传着不少有关飞行的神话和传说。人们对飞行也不断进行探索。十五世纪意大利著名的艺术家兼科学家达·芬奇（公元1452~1519）曾绘出扑翼机、直升机和降落伞的草图及鸟翼的结构图，对飞行作了许多研究。中世纪欧洲有人企图用羽毛制成翅膀飞行。直到十七世纪还有人这样做。在这一世纪，有人对鸟进行长期的研究后指出，人类肌肉的力量，相对于鸟类来说要小得多，不足以扇动翅膀，作长时间的有效飞行。

经过长期的探索，人们终于靠比空气轻的气球，在征服天空方面，迈出了第一步。十八世纪（1783年6月5日）法国的蒙高尔费兄弟制成的热空气气球飞行成功（图0-1）。1783年11月21日，这种热空气气球，装载了两个人升空，飞越巴黎。飞升的高度达900米。在同一年（1783年8月27日），法国科学家查理用氢气充填的气球试验飞行也获得了成功。十八世纪的工业革命为气球的发明准备了条件。

气球出现以后不久就被用于战争。例如十八世纪法国大革命时期，革命政府曾用系留气球作侦察。气球也被用于研究大气（1850年），对科学的发展作出了贡献。气球在空中不能由人任意控制，使用很不方便。因此，它便向可操纵气球的方向发展。1852年出现了装有螺旋桨、用三马力蒸气发动机推进的第一只部分可操纵的气球（图0-2）——飞艇。

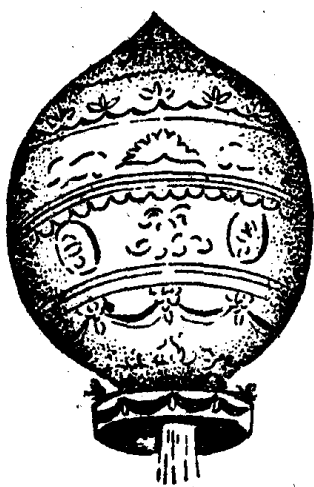


图0-1 最初的热空气气球

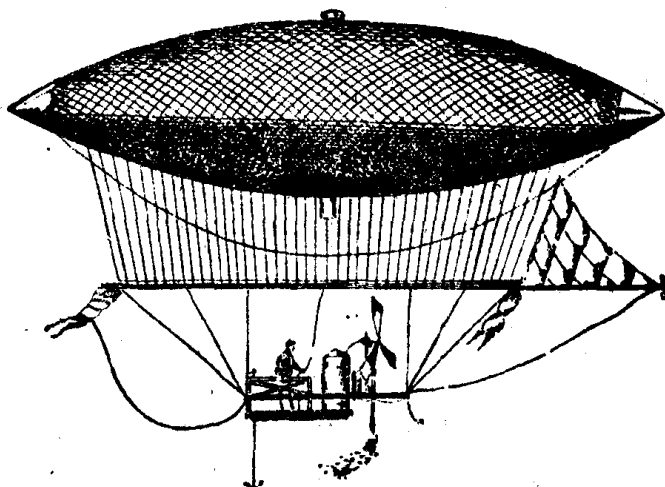


图0-2 第一只可操纵气球——飞艇

随着生产技术和科学的发展，十九世纪末，出现了最早的实用飞艇，其中最著名的是德国齐伯林号（图0-3）。第一只齐伯林飞艇是1898年开始设计和制造的，不久就成为军事上和交通运输上的重要工具。它装有汽油内燃发动机，装载量较大，速度也较快。1910年，德国建立了用齐伯林飞艇作为运输工具的第一条定期空中航线。当时使用的齐伯林飞艇可载24名乘客和12名空勤人员。1921年齐伯林飞艇用20天环绕地球飞行一周。

飞艇获得成功不久，就在第一次世界大战中作军用。大战期间，飞艇用来担任轰炸、海上巡逻、反潜（水艇）、扫雷以及侦察摄影等任务。十八世纪气球的上天，激励了人们在比空气重的飞行器的创造方面，作出更大的努力，沿着不同的方向进行探索。其中最重要的是飞机。到十九世纪要使飞机获得成功，有三个问题必须解决。一是动力问题，即需要制造适用的发动机；另两个是举力（又叫升力）和稳定操纵的问题。当时对这些问题的解决有两种不同的意见。一是先解决动力和举力问题，造出飞机，使它飞上天。另一种意见是通过滑翔机的飞行，取得一定的飞行经验，初步解决稳定操纵问题，再装上发动机和螺旋桨，使它成为一架动力飞机，进行试飞，再逐步完善。

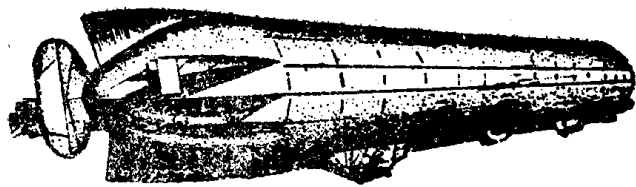


图0-3 早期的齐伯林飞艇

从十九世纪中期起，有好几位研究者按照第一种意见来进行探索。但由于稳定操纵问题没有解决好，再加上所用的绝大多数是蒸气发动机，重量大而功率小，所以都招致了失败。十九世纪末期由于生产水平和科学技术的进步，如空气动力学理论的研究和风洞的建立（1871年）以及汽油内燃机的问世，才提供了必要的基础。1903年美国科学家兰莱（1834~1906）虽用了内燃机，但由于稳定操纵问题解决不好，同样遭到失败。

在这三个问题上，关于产生举力的机翼首先是采用扑翼还是固定机翼的问题。长期实践证明，人力扑翼飞行未获得成功。而人从鸟的滑翔和风筝的飞行得到启示，用固定机翼同样能使比空气重的东西飞起来。关于定翼飞行，十九世纪初英国卡莱（1773~1857）说：“所谓机械飞行就是对一块平面提供动力，使它能在空中支持一定的重量”。他于1847年设计了一架滑翔机进行试验。

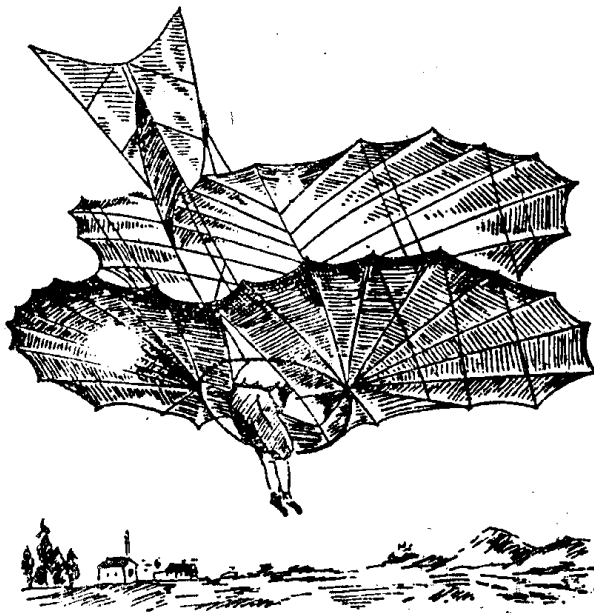


图0-4 李林塔尔作滑翔飞行

在滑翔飞行方面贡献最大的是德国的奥图·李林塔尔（1849~1869）。他从1867年起，研究滑翔飞行二十多年。1891年到1896年他作了两千多次滑翔，（图0-4）熟练地掌握了滑翔飞行、稳定和操纵的技术。不幸1896年他在一次滑翔试飞中失事牺牲。可是他却留下了有关飞行技术的丰富著作，给后人以很大的教益。

获得教益的人中间有美国的威尔伯·莱特（1867~1912）和奥维尔·莱特（1871~1948）兄弟。他们是修理和制造自行车的技师，有丰富的机械制造知识和经验。他们自幼热爱航空，成长后精心钻研，从李林塔尔和别人的著作中吸取了很多的营养。经过艰苦的学习，他们认为前述第二种意见是创造飞机的正确道路。

获得教益的人中间有美国的威尔伯·莱特（1867~1912）和奥维尔·莱特（1871~1948）兄弟。他们是修理和制造自行车的技师，有丰富的机械制造知识和经验。他们自幼热爱航空，成长后精心钻研，从李林塔尔和别人的著作中吸取了很多的营养。经过艰苦的学习，他们认为前述第二种意见是创造飞机的正确道路。

在试验中莱特兄弟发现前人的某些数据有错误，于是自己制造了风洞，作了多次空气动力试验，取得了更准确的数据。从1896年起经过四年的研究，于1899年制造了一只双翼型式的风筝。1900到1902年又制成三架与之相似的双翼滑翔机。它们都是用扭转翼尖的办法，来获得横侧平衡和稳定的。

1900年起，莱特兄弟用滑翔机在美国北卡罗林拉州大西洋滨凯蒂豪克的“斩魔山”沙邱，作了滑翔飞行。三年中滑翔了约一千次。1903年，莱特兄弟制成了第一架动力飞机——“飞行者I号”。其上装有一台12马力、水冷四缸活塞汽油发动机，带动两副转速较低的二叶推进式螺旋桨，每只桨叶直径为2.59米（图0-5）。

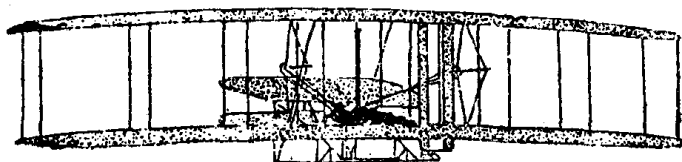


图0-5 莱特兄弟的第一架飞机——飞行者I号

2 美国

1903年12月17日，莱特兄弟驾驶“飞行者I号”作了试飞，当天共飞行四次，兄弟二人轮流驾驶。第一次飞行是奥维尔·莱特，飞了36.58米，留空12秒。四次中最久的一次是留空59秒，距离260米（威伯尔驾驶）。对空速度约每小时48公里（对地速度约每小时16公里）。这是人类第一次持续而有控制的动力飞行。莱特兄弟则是世界上绝大多数国家公认的，第一架动力飞机的发明者。

“飞行者I号”在构造上比较简陋，是布、木结构。空气动力外形为“鸭式”（即平尾在前）双翼机。它没有带外壳的机身和带轮子的起落架，只有滑撬。飞机靠带轮子的小车在滑轨上起飞，1912年才装上带机轮的起落架。人是扒在下部机翼上驾驶的，1908年才改成坐式。飞机的翼展12.3米，机长6.43米，机翼面积为47.4平方米，连同驾驶员的飞机重量约340公斤，靠弹射机构协助起飞。

1904年和1905年，莱特兄弟又制造了“飞行者II号”和“III号”。其构造和性能都有所改进。“飞行者III号”可作倾侧、转弯、绕圆圈和8字飞行，留空飞行半小时。后来才有了型式B、型式C—H（1913）和型式L（1915）。他们的成功，起初未引起美国社会的重视，反而是1908年在法国的飞行表演，引起了轰动，终于得到航空界的广泛承认和高度评价。

1909年9月，美国华侨冯如在美国制造并亲自驾驶飞机，获得成功。他于1911年返华，报效祖国，次年在广州作飞行表演时不幸失事牺牲。

第二阶段 活塞发动机螺旋桨飞机独占天空

莱特兄弟以后，飞机不断发展。1909年7月25日，法国的路易斯·布列奥驾驶自己设计的单翼机，第一次飞越英吉利海峡，从法国飞到英国。37分钟飞了41.9公里，成为首次作国际飞行的飞机。1910年3月法国的亨利·法布莱的水上飞机飞行成功，把飞机的使用范围从陆地扩大到水上。1913年俄国的辛考斯基首先制成了四发动机的大型飞机，名叫“俄罗斯武士号”，这是世界上第一架多发动机的大型飞机。后经改进，作为重型轰炸机，参加了第一次世界大战（1914~1918）。

1907年8月1日，美国陆军通信兵第一次组成附属于陆军的航空队，即美国空军的前身。1911年意大利侵略土耳其时曾用飞机作侦察，在军事上首先被帝国主义用作侵略武器。

但大规模在军事上使用，则是在第一次世界大战。大战前夕，虽有少数人认识到飞机在战争中的作用，并用飞机作枪炮射击和投放炸弹的试验，但交战国双方的军事首脑，由于早期飞机的结构脆弱、性能不佳，又不可靠，故对飞机用作武器，大都抱着怀疑的态度。因而1914年7月28日大战开始时还没有任何专门设计的作战飞机。

但由于战争的需要，大战爆发，未装武器的飞机仍然参加了战斗。起初是用来作观察、照相和侦察。这就出现了侦察机。接着双方飞机在空中相遇，驾驶员用手枪相互射击，要把敌机驱出于己方战线之外；后来安装了步枪和机枪。这就发展成驱逐机（现在改称歼击机或战斗机）。

为了提高机枪的射击效率，德国首先在驱逐机上安装了射击同步协调器。空中作战任务不久又扩大到轰炸，于是出现了轰炸机。起初是用手投手榴弹和炮弹，接着又发展了专用的航空炸弹和投弹设备以及瞄准具。大战末期，强击机（又叫攻击机）出现了。最早的强击机是德国容克式铝合金制造的全金属飞机。其试飞时间是1915年12月5日。

从1903年12月17日飞机诞生到1918年11月11日第一次世界大战结束，共约历时15年。经过四年战火的锻炼，以飞机为代表的航空事业发生了第一次飞跃。其具体表现是：

首先，战争的实践完全肯定了飞机在军事上的用途，并且出现了不同用途的机种，如侦察机、驱逐机、轰炸机和强击机。在海上还开始制造航空母舰和舰载飞机。战争由平面扩大到立体，飞机改变了战争的面貌。

其次，飞机的设计、构造和性能比战前有了相当大的改进。1919年飞机构造型式由多种多样到基本上定型化。第一次世界大战期间最著名的十八种不同的军用机，都是活塞发动机螺旋桨拉进式的双翼机（图0-6）。单翼机虽已出现，但使用不广。同时飞机性能也大大提高。例如1919年大战结束后，飞机速度已提高到每小时

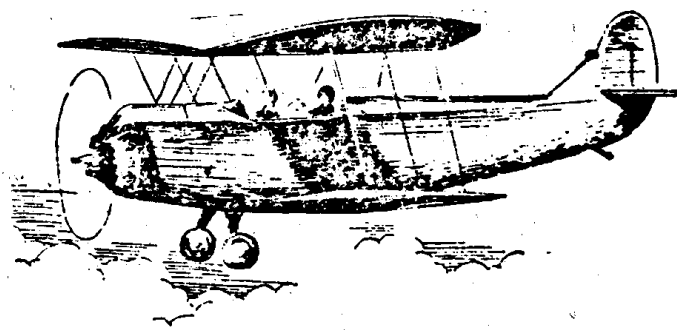


图0-6 第一次世界大战时的拉进式双翼机

180~220公里，比1914年飞机每小时80~115公里的平均速度提高了近一倍。升限也从1914年的3,000~3,500米，增长到大战快结束时的近8,000米。航程也增大到440公里。发动机的功率也由战前的70~120马力，增加到420马力，其结构重量则相对减轻。

再其次，建立了大规模的航空工业，生产了大量的飞机、发动机和航空设备。大战初期，参战各国约共有1,500架飞机。而末期在前线的飞机已增加到约8,000架。四年大战期间，交战双方的作战飞机达到十几万架之多。交战各国共建立了二百个飞机厂和八十个发动机厂，共生产了183,877架飞机和235,000台活塞式发动机。

最后，飞机的设计、制造和驾驶有了明确的分工，从各人的活动发展到有组织的集体活动。航空发展早期，飞机的实验者往往既是设计者，又是制造者，又是驾驶员。莱特兄弟就是这样富有实践经验的人。他们往往缺少理论知识。而有理论知识的人，却又很少和飞机设计有联系。第一次世界大战末期，由于有了航空工业，飞机的设计、制造和驾驶超出了个人活动范围，再不是个人所能胜任的了。于是进入了有组织的集体活动。理论工作者直接参加

了设计，专业有了明确的分工，因而促进了飞机的发展和质量的提高。许多国家还建立了庞大的航空科学研究机构，因此飞机和发动机的设计和制造，成为严密的科学技术工作而且日趋成熟。

第一次世界大战后，航空成为一门活跃的事业。人们作了多次创新记录的长途飞行，例如1919年水上飞机完成了首先横渡大西洋的飞行，1927年5月，美国的林白单独驾驶轻型单发动机单翼的莱因式飞机，从纽约直达巴黎，途中不停顿地飞行了33小时，越过大西洋，飞了5,000多公里。这一壮举轰动了世界，引起了人们对航空的巨大而广泛的兴趣，推动了航空事业的发展。1929年苏联完成了从莫斯科到纽约的飞行，途中经过西伯利亚，并飞越了太平洋。大战后还出现了各国为创造飞行速度、高度、航程和续航时间的世界记录而竞赛的热潮。特别值得注意的是战后飞机运输事业的兴起。

1918年用飞机进行航空邮递的试验。短程航空运输早在1911年就开始了。但这仅属于试验性的。第一次世界大战后，剩余的军用飞机很多，又有大批飞行人员从空军中退伍，为航空运输事业创造了良好的条件。因此战后1919年2月，首先在德国建立起国内飞机航线。同年8月25日，在伦敦与巴黎之间又建立了第一条国际定期航线。由于欧洲某些国家政府的支持，飞机航空运输事业发展迅速，不久就形成初步的航空运输网。航线上使用的飞机，起初是战争中剩余的、经过改装的轰炸机。这种飞机效能不好，因而德国于1919年6月25日，首次飞行了专门设计的、全金属、单翼民航机F-13。

气球和飞艇在第一次世界大战中和战后，也得到应用和发展。大战期间出现了体积为55,200立方米，装有6台活塞发动机(每台240马力)的硬式飞艇。它的速度达到130公里/小时，升限为5,300米，被用来执行轰炸、侦察和运输任务。在战时还广泛地使用了风筝式的观察气球和系留气球。战后欧美国国家继续发展飞艇，用来作为运输工具。1936年德国制造的体积为200,000立方米的LZ-129号巨型飞艇，被用于横渡大西洋的航线。由于巨型飞艇的多次失事，以及它的体积庞大，空中调度困难，在大风中易于发生危险，速度低；另一方面由于飞机的飞行性能和装载量都迅速改进，所以在1937年，世界最大的飞艇“兴登堡”号失事以后，作为运输工具的飞艇，就被淘汰了。但飞艇的制造一直没有间断，主要用于海上巡逻和商业广告。目前，人们又在探索着新的用途，它有着光辉的发展前景。

第一次世界大战时所有著名的作战飞机都是双翼机。结构材料主要是优质木料，外面再蒙以亚麻布或棉布。飞机飞行性能也比战前有很大的提高。战后，在社会需要的推动下，飞机的飞行性能和结构更不断发展。

飞机的飞行性能主要有三项，即速度、飞行高度(升限)和飞行距离(航程)。此外，还有爬升速度、续航时间等等。在航空发展过程中，在很长的时期内，提高速度是必须不断解决的主要矛盾。

在航空发展初期，为了解决上天这一主要矛盾(即举力与重力的矛盾)，不得不增大机翼面积，故而采用了双翼机或多翼机的型式。双翼型式大约一直保持到二十世纪二十年代末。当主要矛盾转化为提高速度(即拉力和阻力的矛盾)时，双翼机上下翼间的支柱和张线等，造成很大的阻力，对提高速度很不利。于是在二十年代后期，双翼机逐渐向单翼机过渡。先是出现了带外撑杆的单翼机，接着三十年代初又改进为没有外撑杆的，即张臂式单翼机。大约从1933~1934年开始，双翼机就逐渐被淘汰。到目前只有某些低速轻型飞机如初级教练机或

农业机还保留着这种型式。

1930年前后，起落架开始由固定式改为收放式，从而大大降低了阻力，有利于提高速度。此外，把开敞式座舱改为封闭式；把发动机的散热器由暴露在气流中，改变到放置在特殊的风道内；把飞机表面做得光滑些；采用襟翼或其他增举装置；把飞机结构作成气密的，在发动机上加装增压器，以提高发动机在高空所能产生的马力；所有这些措施都有助于减少阻力，提高速度，改善性能（图0-7）。①

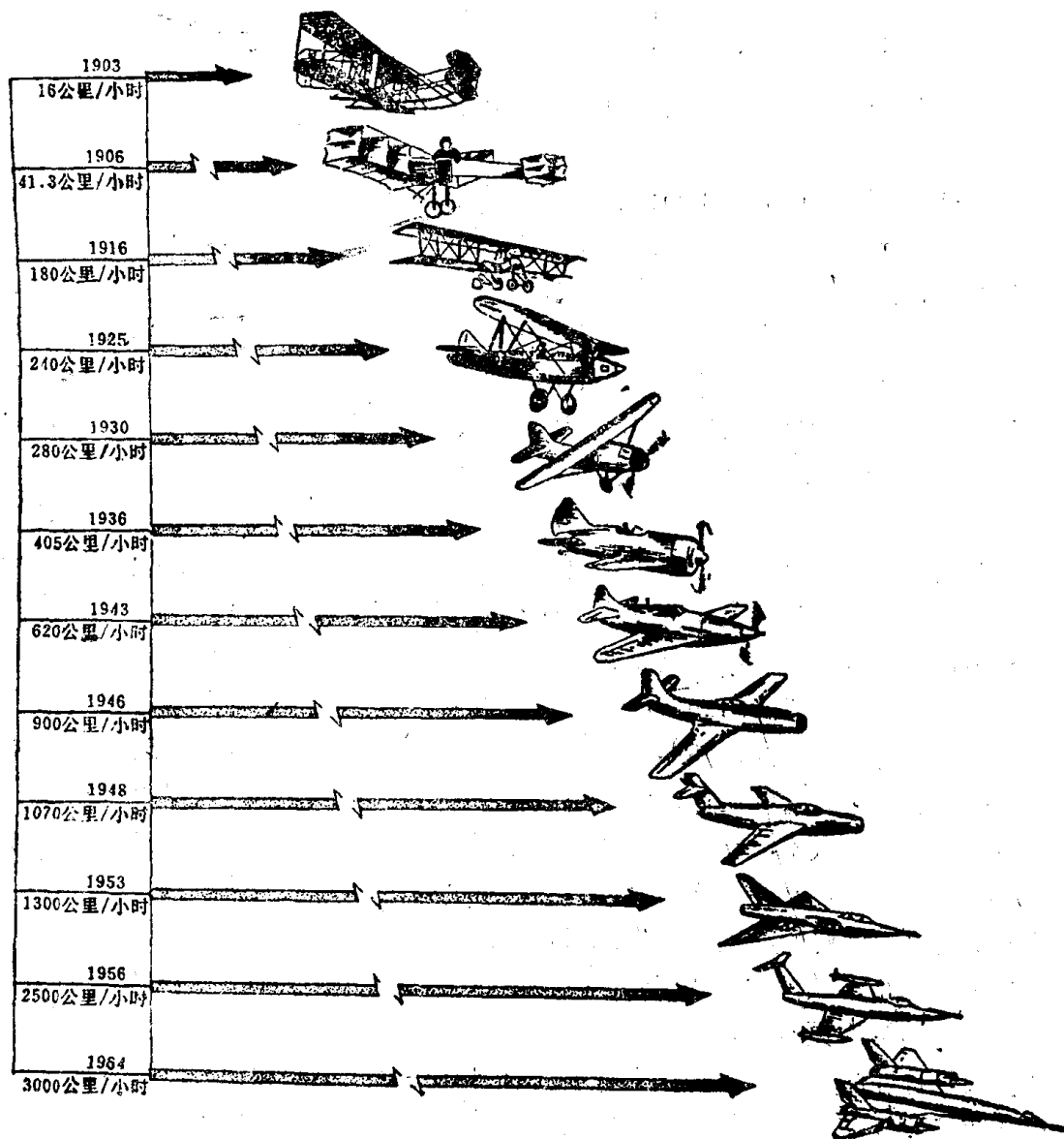


图0-7 飞机不断改变气动外形以提高速度

伴随着飞机气动外形的改变，飞机结构材料也相应发生变化。早在1915年就出现了最早的全金属（硬铝）张臂式单翼机。1922年已造出飞行性能良好的全金属飞机。1933年2月8日，美国新型双发动机的全金属张臂式单翼民航机波音-247，作了首次飞行。它是现代民航

① 图中速度不很精确，仅表示飞机发展的大致趋势，供参考。1903年飞机速度是按飞行时间和距离值算的（对地速度，无风状态）。

机的先驱。1935年12月17日，同类型的著名民航机，美国道格拉斯公司的DC-3，又试飞成功。

要提高飞机速度，还需要增大活塞发动机的马力，减轻它的重量，以及改善螺旋桨的性能（从定距改进到变距恒速）。活塞发动机从1919年每台400马力，提高到三十年代末每台约2000马力。这样，从两方面改进，飞机飞行速度就不断地提高。以飞机速度的世界纪录为例，1921年为330.3公里/小时，1927年就提高到479.3公里/小时，1939年更提高到755.1公里/小时。这差不多已经达到了活塞发动机飞机的速度极限。在这以后，全部是喷气机的创造的纪录了（图0-8）。与速度提高的同时，飞机的升限和航程也相应地不断提高。（图0-9和图0-10）。

第二次世界大战（1939~1945）的六年中，航空的发展又出现了第二次飞跃，主要表现在两方面：一方面是航空科学技术有了新的发展，飞机的性能和构造得到很大改进，而且出现了喷气发动机和喷气飞机。这是崭新的创造。这一时期，飞机的飞行性能已有很大的改善，军用机分工更细，并拥有更好的军械设备。如轰炸机上安装了电动投弹器、雷达轰炸瞄准器、无线电通讯设备。驱逐机上装有2到4门20到23毫米的机关炮，或6到8挺12.7毫米的机枪。轰炸机的最大载弹量可达12吨，重型炸弹每只重量可达10,000公斤。战争后期还出现了原子弹。飞机的基本构造型式，由第一次世界大战时的木布结构的双翼机，改进为全金属硬铝张臂式单翼机。装有一到四台活塞式发动机，每台1000到2000多匹马力，带有变距恒速螺旋桨。当时优秀

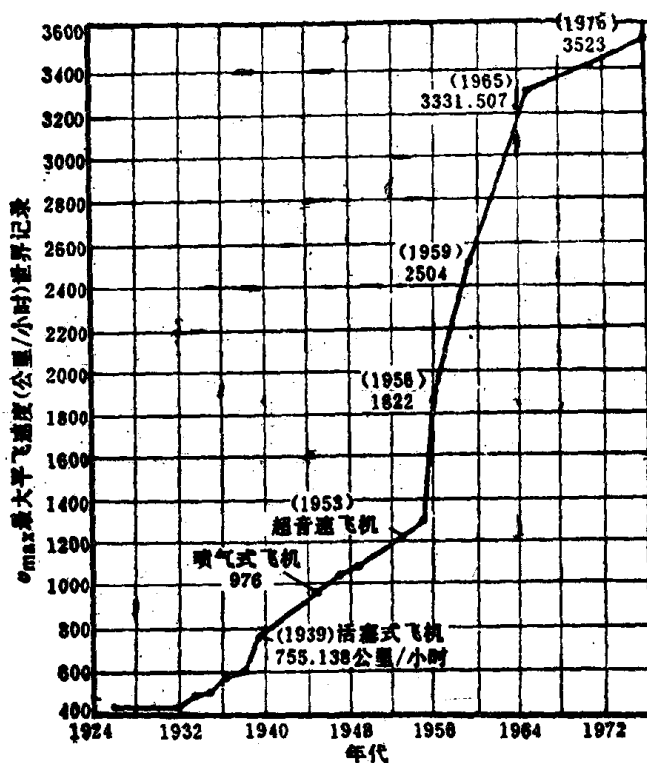


图0-8 飞机速度世界纪录历年增长的情况

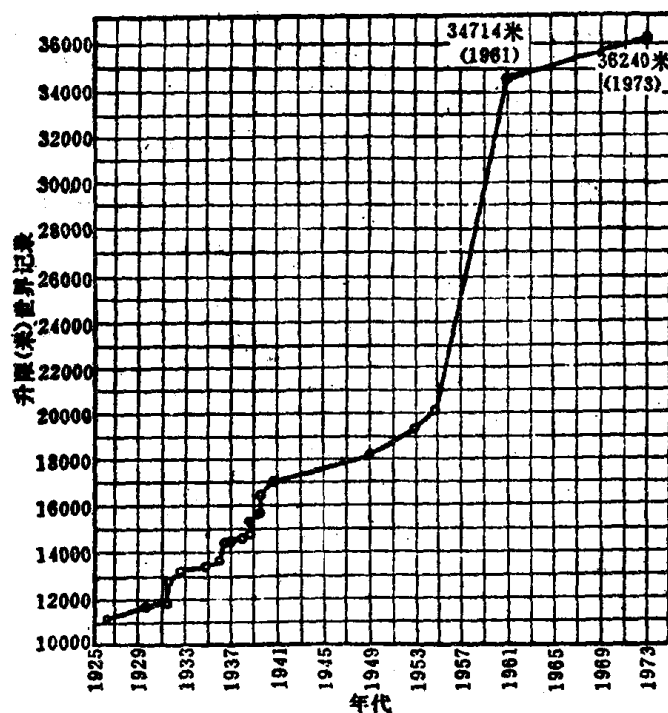


图0-9 飞机升限世界纪录历年增长的情况

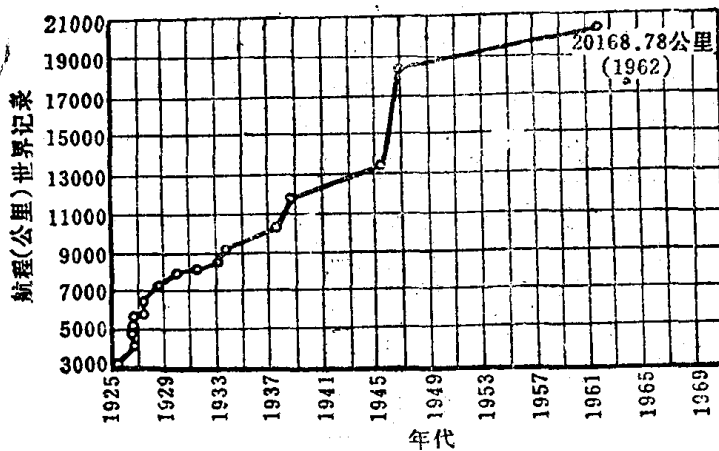


图0-10 飞机航程世界纪录历年增长的情况

的驱逐机如美国的P-51H，装有一台2,220马力的液冷活塞式发动机，6挺12.7毫米口径的机枪。其最大总重量达5,020公斤，最大平飞速度为785公里/小时（高度7,620米），实用升限12,700米，最大航程3,860公里。此外，德国的“米塞斯密特”式，英国的“飓风”式和“喷火式”，日本的“零”式，苏联的“雅克”式驱逐机，也都有良好的飞行性能。美国还制造了带雷达的夜间驱逐机P-61，可夜间作战。

二次世界大战中最大、最重的轰炸机是美国的“超级空中堡垒”B-29。它曾带原子弹轰炸了日本，其最大起飞重量为62,500公斤，最大平飞速度575公里/小时，最大航程5,220公里，实用升限10,200米；装有4台活塞发动机，每台2,200马力；翼展43米，全长30米，可载乘员10名。

航空科技进展方面最突出的成就，是二次世界大战中喷气式发动机和喷气式飞机的问世，这一点下面再说。

航空发展第二次飞跃的另一方面是，航空工业比过去有巨大的增长，使飞机的数量和空军的规模，比一次世界大战要大得多。例如在1944年6月执行强渡英吉利海峡登上欧洲大陆作战计划时，仅美国陆军航空队就集中了10,637架飞机，其中作战飞机8,351架，还不包括英国飞机。苏军在1945年4月攻克柏林战役中，集中了8,400架飞机，出动了91,384架次，投弹14,528吨，击落德机1,116架。1945年美国拥有历史上最大的空军：计有陆军航空队飞机72,726架（其中作战飞机41,961架）；海军航空队飞机41,180架（作战飞机28,032架），共113,906架（作战飞机共69,993架）。

飞机数量的众多表明二次世界大战各国航空工业生产力的强大。从1937到1945年，交战主要国家航空工业产品年产总值从15亿，增加到300亿美元；航空工业的工人数从40万增加到600万人；飞机的年产量从20,000架，增加到最高峰的1944年生产170,000架。这种增长率不能说不快了。

二次世界大战主要的作战飞机，几乎全是用活塞发动机螺旋桨推进的，如图0-11所示。某些优秀驱逐机的最大平飞速度超过700公里/小时，俯冲时接近音速。此时飞机往往会发生剧烈抖振，变得不稳定，有时失去操纵甚至破坏，以致发生严重事故。当时人们把这种现象叫做“音障”，错误地认为音速是飞机不可逾越的障碍。但从三十年代，喷气发动机和喷气飞