

航空概论

AERONAUTICAL GENERALITY



廖家璞 主编
毛明久

航空工业出版社

前 言

本书是根据航空工业总公司所属大中专学校共同制定的教学大纲编写的。本书适合于航空教育部门学生和从事航空事业的各类人员了解航空事业的概貌、航空产品的特殊要求、航空常用术语以及普及航空知识的教学需要，亦可供广大航空爱好者自学参考。编写中力求全面、简要、通俗易懂、图文并茂，并概略地介绍了部分航空发展新动向。

本书共7章，主要内容是：第1章～第2章介绍航空发展史及飞行器概况；第3章～第4章介绍飞行原理及飞机构造；第5章～第6章介绍航空发动机及特种设备；第7章介绍航空武器。

全书由廖家璞任主编，毛明久任副主编。参加编写的有：西安航空技术高等专科学校郑泽尧（编写第1、2、6章）、李怡曾（编写第3章）；成都航空职业技术学院毛明久（编写第4、5、7章）。

北京航空航天大学梁怀壁教授为本书主审。在编写过程中参考了空军各类教程以及有关航空资料，并得到航空工业总公司许多厂所、院校和航空工业出版社的大力支持，编者在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在缺点和错误，恳请读者批评指正。

编 者

1998年12月

目 录

第 1 章 航空发展史	(1)
1.1 世界航空发展史	(1)
1.2 我国航空事业概貌	(9)
思考题	(16)
第 2 章 航空器概况	(17)
2.1 航空器的分类	(17)
2.2 飞机概况	(19)
2.3 飞机的分类	(25)
思考题	(36)
第 3 章 飞机飞行的基本原理	(37)
3.1 气流特性	(37)
3.2 升力和阻力	(41)
3.3 飞机的平衡、稳定性和操纵性	(54)
3.4 增升装置的原理	(62)
3.5 飞机的飞行科目	(65)
3.6 高速飞行的特点	(74)
3.7 超音速飞行的“音爆”和“热障”	(89)
思考题	(99)
第 4 章 飞机的基本构造	(92)
4.1 对飞机构造的要求	(92)
4.2 飞机的外载荷	(93)
4.3 机翼的基本构造	(94)
4.4 尾翼的构造与形式	(98)
4.5 机身的构造	(99)
4.6 飞机的起落架	(101)
4.7 飞机的主要工作系统	(105)
第 5 章 航空发动机	(112)
5.1 飞行器的发动机概述	(112)
5.2 活塞式发动机与螺旋桨	(113)
5.3 燃气涡轮发动机	(116)
5.4 冲压发动机	(124)
5.5 火箭发动机	(125)
第 6 章 飞机特种设备	(129)
6.1 航空仪表	(129)

6.2 飞机电气系统	(138)
6.3 飞机电子系统	(139)
6.4 飞机导航系统	(146)
思考题.....	(149)
第7章 航空武器简述	(150)
7.1 航空武器发展概况	(150)
7.2 航空机关炮	(151)
7.3 机载火箭弹	(152)
7.4 航空炸弹	(153)
7.5 导弹	(154)
参考文献	(160)

第 1 章 航空发展史

1.1 世界航空发展史

一、从古代飞行尝试到第一架飞机诞生

(一) 古代的飞行尝试

人类很早就有上天飞行的理想，如我国神话中“飞天”、“嫦娥奔月”和欧洲神话中的“飞毯”等，但这只是一种幻想，真正进行飞行尝试的，首先是我国王莽时代的一位异能之士，他用羽毛作两翼，从高山滑翔而下，飞行数百步始落（图 1-1）。王莽“拜为理事，



图 1-1 王莽飞人

赐以车马”。这是公元 9 年的事，在我国正史《前汉书》中是有记载的。而据《世界航空史话》记载，直到 18 世纪末的 1780 年，西方人才完成了同一壮举，但比王莽飞人晚了 1700 多年。所以中国的王莽飞人开创了人类历史上第一次成功的飞行尝试。

《资治通鉴·陈记》中还记载过另一飞人。公元 560 年，南北朝时期，有囚徒元黄头，命自金凤台乘纸鸢以飞，飘至城外，又被追杀。但他却是历史记载中乘飞行器飞行的第一人。

据说明朝还有个叫“万户”的，曾大胆尝试乘火箭车上天飞行。他以风筝为翅，47 支火箭为动力，利用喷气推力上天飞行（图 1-2）。可惜火箭爆炸，万户献身。但他的理想已为今天的航天飞行所实现，后人为纪念他对航天事业的贡献，特用他的名字为月球上的一座



图 1-2 万户的火箭车

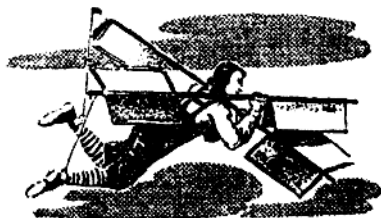


图 1-3 贝尼埃飞行十字架

环形火山口命名。

中世纪，西方也有一些“跳塔人”试图模仿鸟类扑翼飞行。1487年，意大利画家达·芬奇曾画过一个扑翼机设想图。1673年，法国锁匠贝尼埃也曾研制过一个“飞行十字架”（图1-3）。但这些扑翼飞行尝试都以失败而告终。后来人们研究证明：鸟骨中空，身轻流线，臂肌力强，人所不及，此乃失败之路。此后，人们才开始转向轻于空气的飞行器的研究，出现了气球和飞艇等飞行器。

（二）古老的飞行器

世界上最早的飞行器是什么？就是中国的风筝和火箭（图1-4），这就是在美国国家航空和空间博物馆中所陈列的“世界最早的飞行器”。

传说公元前202年汉楚相争时期，韩信曾做风筝，让张良乘坐而“楚歌云上”，楚军思乡厌战而亡。明代的《古今事物考》中还记载了韩信用风筝测量未央宫距离一事，在西方《世界航空史话》中亦有记载。可见风筝早在公元纪年之前就已经在中国出现。7世纪风筝开始传入朝鲜，8世纪传入日本，16世纪传入欧洲，以后又传入美洲和世界各地，他们公认中国是风筝的故乡，每年都携带风筝到中国来参加风筝比赛，最著名的是山东潍坊国际风筝赛。

风筝传入欧美后，被广泛用于科学研究。例如，英国天文学家用风筝测量高空气象参数，创造出空中气象测量仪；意大利无线电发明家利用风筝拍发跨洋无线电报；美国电光学家用风筝吸引雷电，解释了神秘的雷电现象；英美航空先驱更是用风筝进行飞行试验，发明了滑翔机与飞机。风筝推动了科学技术的发展，无怪乎英国著名的科学史学者称：“风筝是中华民族对人类贡献的重大科学发明之一”。

火药是中国最伟大的发明之一，首先用火药制成火箭并用于战争的也是中国。南宋末年（公元1279年以前），出现了利用反作用力原理喷气推进的火箭；元朝（1271~1368年），火箭已广泛用于战争；明朝（1368~1644年），火箭的威力和品种已有很大发展，明代名将戚继光（1528~1587年）所使用的火箭，“可去三百步，中者人马皆倒，不独穿而已”，使倭寇闻风丧胆。《武备志》中还记载了当时各式各样的火箭武器：有类似喷气飞机的“神火飞鸦”，有两级推进的“火龙出水”（图1-5），还有能自控返回的“飞空砂筒”……。无愧西方学者Willy Ley，于1947年在其著作《火箭与空间飞行》一书中，称中国火箭是“近代火箭的鼻祖”。

除风筝和火箭外，中国对古代航空事业还有很多重要贡献。据《后汉书》记载，东汉科学家张衡（公元76~139年），制作过“腹中施机，能飞数里”的木鸟，比传说中鲁班制作“三日不下”的木鸢更为可信，可以认为是世界上最早的带动力的飞行器。此外，中国的竹蜻蜓、孔明灯、走马灯、风车、风扇、陀螺和磁罗盘等，也都是世界上各类飞行器和航空设

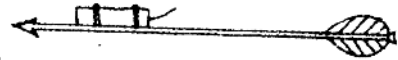


图1-4 中国的风筝和火箭



图1-5 神火飞鸦和火龙出水

备的最早雏形，有的至今仍在现代航空、航天中被广泛应用。

(三) 从气球到飞艇

18世纪后期，西方在扑翼飞行失败后，转而研制轻于空气的飞行器。1783年6月，法国蒙哥尔费兄弟，首次研制出利用热气上升的热气球，11月21日载人升空飞行了12公里(km)，完成了历史上第一次气球载人的飞行(图1-6)。随后法国查理又研制成功载人氢气球。由于氢气可燃易爆，后来都改用氦气而成氦气球。



图1-6 蒙哥尔费热气球



图1-7 莘七娘树脂灯

我国古代早有类似的热气球，叫孔明灯或天灯。五代时(707~960年)，莘七娘在闽西作战，用树脂燃烧产生的热气使灯升空作军事信号，又称树脂灯(图1-7)。中国第一个氢气球是1887年制成的，参加试制的有天津武备学堂教习孙筱榭、参军姚石荃和天津知县卢木斋。

气球只能随风飘飞，不能操纵。1852年，法国吉法尔制成了带动力、可操纵的飞艇(图1-8)，但操纵不善，未能返回原地。直到1900年，德国齐柏林的硬式飞艇完善了操纵系统，飞艇才成为第一种空中交通工具。在齐柏林飞艇问世前，我国谢钻泰已在1894年设计出“中国号”硬式电动飞艇方案，可惜未得到清政府的支持而夭折了。而其设计图却受到了英国飞艇专家的赞赏。

(四) 从滑翔机到飞机

公元9年，勇敢的中国人——王莽飞人，首先完成了滑翔飞行的壮举。随后，晋朝的葛洪(284~364年)，又在世界上首先提出了老鹰盘旋上升的滑翔理论。西方经历了扑翼探索失败之后，直到19世纪，英国凯利才提出利用固定翼产生升力的理论，这是他从风筝的研究中所得到的启示，并于1849年制成了一架风筝滑翔机，首次实现了载人牵引滑翔飞行。他还提出了翼面操纵和动力飞行问题，为飞机的出现提供了理论基础。而完善飞行稳定性和

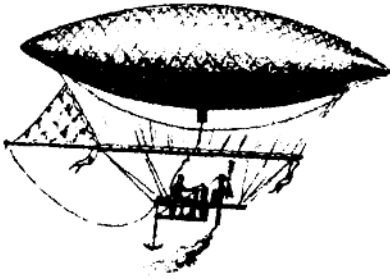


图 1-8 吉法尔飞艇

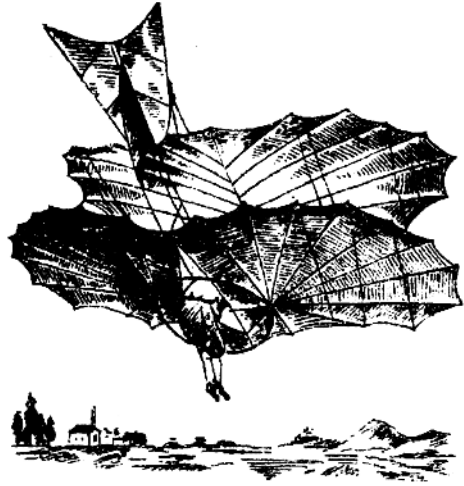


图 1-9 李林达尔滑翔飞行

操纵性的是德国的李林达尔，他在 1891~1896 年滑翔飞行 2000 余次（图 1-9），为飞行的诞生积累了宝贵经验，而他也在飞行中牺牲了自己宝贵的生命。

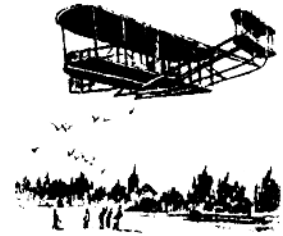


图 1-10 莱特兄弟及其飞机

19 世纪末，蒸汽机和螺旋桨的出现，不少人开始研制动力飞机，但都因重量大、升力小而未能飞上天空，唯有美国的莱特兄弟获得了成功。莱特兄弟从研究风筝和滑翔机入手，吸取了前人的航空理论和飞行经验，并作了大量的风洞试验，又制造出重量轻、体积小、的内燃机，最后终于制成了一架装有 12 马力活塞式发动机的飞机。这架称为“飞行者”号的飞机，在 1903 年 12 月 17 日试飞成功，并飞行了 260 米 (m)，成为世界上公认的第一架动力飞机（图 1-10），从而开创了现代航空的新纪元。

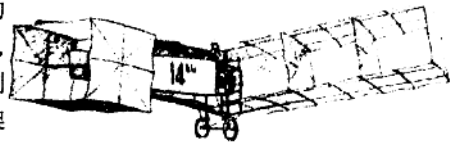


图 1-11 杜蒙的“比斯-14”飞机

在欧洲，最早的动力飞行是由侨居法国的巴西人桑托斯·杜蒙在 1906 年完成的，他制造的箱形风筝式飞机“比斯-14”，在巴黎试飞成功（图 1-11）。随后，英、俄、德等国都出现了研制飞机的热潮。

旅居海外的中国青年，以高度的敏感和智慧，也投入航空这一新兴技术的探索，并取得了震惊世界的成就。旅美爱国华侨冯如，广东恩平人，少年赴美打工，苦学英文、电学和机械，立志技术救国。1903 年莱特飞机问世，次年日俄战火在我国东北燃烧，同胞遭难，冯

如预感到飞机才是救国的利器，决心研制飞机，以报效祖国，并发誓“飞机不成，誓不回国”。1908年，冯如即在旧金山设厂制造飞机，他博采诸长，别具一格，终于自行研制出我国第一架飞机（图1-12），并于1909年9月21日亲自试飞上天，飞行800m，轰动了美国，当地报纸

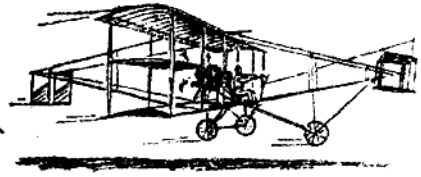


图1-12 冯如及中国第一架飞机

称誉他为“东方的莱特”，惊呼“中国的航空技术超过了西方”。1911年12月，冯如携机回国参加革命，1912年8月25日在飞行表演中失事牺牲，年仅29岁。冯如殉职后，被追授少将军衔，葬于广州黄花岗烈士陵园，竖碑为“中国始创飞行大家”。谭根，也是我国最早的飞机设计师和飞行家，1908年赴美学习航空，1910年制成船身式水上飞机，并在万国飞机制造比赛大会上获奖。以后，他又创造了当时水上飞机飞行高度的世界纪录。1915年应邀回国筹建航校，后因军阀混战，弃机经商，后事不详。

在海外，还有我国早期出国的留学生如王助、钱学森、吴仲华等人，在世界航空技术领域中都做出了卓越的贡献。在世界最大的波音公司初创时期，王助曾担任第一任总工程师，设计制造了波音公司的第一架飞机，也是开辟美国第一条邮政航线的的第一架飞机。后来航空技术向喷气化高速领域突破中，钱学森、吴仲华都取得了重要的理论成就而领先于世界。他们创造的“钱氏公式”和“吴氏方程”都成为世界各国高速飞机和喷气式发动机设计的经典公式和理论依据。

在国内，制造第一架飞机的，是1912年冯如回国后在广州燕塘制造的飞机。1914年，北京南苑航校修理厂厂长潘世忠自行研制的“枪车”号飞机（图1-13），并试飞成功。它装有湖北汉阳兵工厂制造的发动机和机枪，因此，“枪车”号也是我国最早的军用飞机。

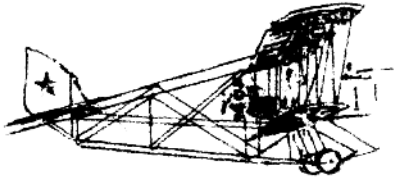


图1-13 潘世忠的“枪车”号飞机

二、从活塞式飞机的发展到第一架喷气式飞机的出现

（一）战争促进航空工业的发展

飞机出现后很快被用于战争，两次世界大战使飞机得到迅速的发展。飞机在战争中大规模地使用，使战争由平面转向立体化，并且已成为对战争全局有重大影响的因素。战争的需要，又反过来促进航空工业的发展，飞机的研究、设计、制造和使用都有了明确的分工，并且形成了独立的产业部门和独立的军种——空军。

1911年的意土战争中，意大利首先利用飞机进行侦察，是飞机用于战争之始，随后各交战国也都使用了飞机。1914~1918年第一次世界大战中，各国都已建立空军，飞机参战规模愈来愈大，从初期的1500架增至8000架。飞机最初只用于侦察，形成侦察机。双方在空中相遇，互用手枪射击，出现了早期的空战，后又改用步枪和机枪，变成了驱逐机。随着战争的需要，最初由手扔炸弹的侦察机发展成翼下吊挂炸弹的轰炸机和强击机。图1-14即为早期射击与轰炸的情景。

第一次世界大战使空军成长为一支重要的军事力量，第二次世界大战中，空军更显示了举足轻重的作用。图 1-15 为德国战斗机拦击美国轰炸机的一场空战场面。空军的发展又促使航空工业大发展，各国飞机的总生产量，从第一次大战的 18 万架发展到第二次大战的 100 万架，航空工业已形成独立的产业部门，并且建立了航空研究机构，致使飞机的外形、结构和机载设备更加完善，如双翼机改为单翼机，木质蒙布钢架结构改为全金属铝合金薄壳结构，开敞式座舱改为闭式座舱，起落架可以收放，机体外形更加流线，仪表设备更加齐全，因此飞机的重量减轻，阻力减少，速度大大提高，性能更加完善。



图 1-14 早期的射击与轰炸

(二) 活塞式飞机的限制

战争促使飞机性能迅速提高，飞机的速度已从 16 公里/小时 (km/h) 提高到 755km/h，这已经达到了活塞式飞机当时的速度极限。1939 年 4 月 26 日，德国梅塞施米特 Me-109 驱逐机，以 755km/h 的速度创造了活塞式飞机当时的最高纪录。44 年以后，即 1983 年 7 月 30 日，美国的北美 P-51D “野马”式战斗机，以 832km/h 的速度改写了这一纪录。图 1-16 为这两架创造最高速度纪录的活塞式飞机。

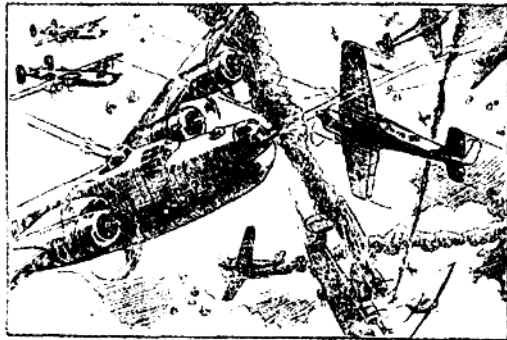


图 1-15 第二次世界大战中的空战

为什么活塞式飞机的速度不能再提高呢？

第一，活塞式发动机功率小、重量大。提高飞机速度的主要措施，是加大发动机的功率。这就要增加汽缸的数量和容积，

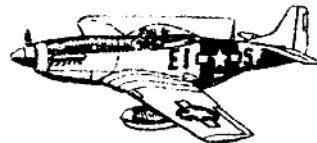


图 1-16 创造最高速度纪录的活塞式飞机

必然带来发动机重量和体积的增大，因此引起飞机的超重和阻力增加，这不仅达不到提高飞机速度的目的，而且使飞机难以飞行。

第二，螺旋桨的高速效率低。活塞式飞机的速度来源于螺旋桨的拉力。当飞行速度和螺旋桨转速进一步提高后，桨叶尖端会产生激波使阻力剧增（详见第 3 章的激波和波阻），螺旋桨的效率就会大大降低，从而限制了飞机速度的提高。

第三，活塞式飞机外形阻力大。活塞式飞机都采用直机翼、厚翼型、粗机身等低速外形布局。当飞行速度接近音速时，飞机表面上会产生激波而使阻力急剧增大，要克服这种阻力

就要消耗掉发动机原有功率的 3/4，使飞机速度无法再提高，而活塞式发动机又因重量限制再无法增大功率。

基于以上原因，活塞式飞机的速度无法再提高，也不能实现超音速飞行，因此活塞式飞机的发展必然受到了限制，只能用于低速飞行。

三、喷气式飞机的诞生和发展

(一) 喷气式飞机的问世

当活塞式发动机的发展受到限制后，各国都在探索新的动力装置。于是和中国古代火箭“神火飞鸦”原理相同的喷气式推力发动机诞生了。这种重量又轻、推力又大的喷气发动机，装在飞机上可大大提高飞机速度。1939年8月27日，德国人首先试飞成功装有喷气发动机的 He-178 飞机，成为世界上第一架喷气式飞机。接着英国在 1941 年，也研制出了 E28/39 喷气式飞机（图 1-17）。随后苏、美也都制造出米格-15、F-80 和 F-86 等第一批喷气式飞机，并投入朝鲜战争。图 1-18 为朝鲜战争中喷气式飞机的空战，我国志愿军空军飞行员韩德彩，驾驶米格-15 飞机，击落美空军“双料王牌”飞行员爱德华·费席尔的 F-86 飞机的画面。这也是航空史上喷气式飞机的首次空战，从此航空技术进入了喷气时代，走上更高的发展领域。

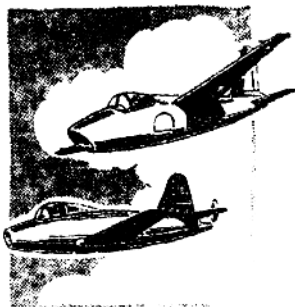


图 1-17 最早的喷气式飞机

(上) 德国“He-178”

(下) 英国“E28/39”

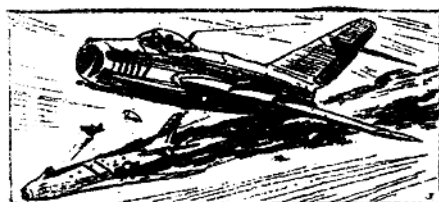


图 1-18 喷气式飞机的首次空战

(二) 突破音障

第一批喷气飞机出现后，速度很快增加到 900km/h 以上。当飞机俯冲时，速度已接近音速^①，这时飞机空然出现异常，阻力激增，升力下降，低头失控，而且翼面出现剧烈抖动，甚至导致机毁人亡，成为当时不可逾越的障碍——“音障”。虽然喷气式发动机可以继续增大推力，但飞机的低速外形所形成的巨大阻力，使飞机速度难以进一步提高，也无法超过音速。为了实现超音速飞行，首先必须突破音障，为此各国都致力于高速气动理论的研究，并对飞机的外形做了很大的改进，如采用大后掠角机翼、尖薄翼型、尖头、细长流线机身如蜂腰机身等减阻措施，取得了显著成效。1947 年，美国的火箭动力研究机“X-1”（图

① 音速随高度而变化，海平面为 1227km/h，10000m 高空，音速降为 1026km/h。

1-19), 首先突破音障。1953年, 美国第一架实用型超音速战斗机 F-100 问世, 随后苏联也出现米格-19 超音速战斗机 (图 1-20), 从此, 航空技术又跨入超音速领域, 实现了超音速飞行。我国著名的科学家钱学森 (图 1-21), 1935~1955 年在美国长期从事高速气动理论和火箭技术的研究, 他在空



图 1-19 X-1 研究机

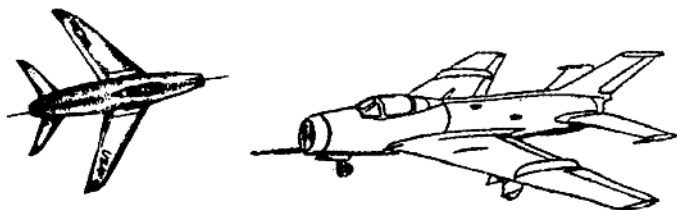


图 1-20 第一批超音速战斗机

气动力学方面最突出的研究成果, 是提出了跨音速流动相似律和高超音速流的概念, 为飞机突破音障、克服热障, 提供了理论依据, 为高速空气动力学的发展奠定了重要的理论基础; 他提出的“钱氏公式”, 已成为各国高速飞机设计的重要依据; 他对喷气推进和火箭技术的研究, 使他成为世界第一流的火箭导弹专家, 美国空军因他对美国做出了“无法估价的贡献”, 而赞誉他是“帮助美国成为世界第一流军事强国的科学家银河中的一颗明亮的星”。一心向往祖国的钱学森, 终于在 1955 年 9 月, 冲破美国的封锁和阻拦, 回到了祖国, 并立即投入振兴我国国防的事业, 使中国的火箭导弹技术和航天事业迅速赶上了世界先进水平, 为我国国防现代化和尖端技术做出了卓越的贡献。



图 1-21 钱学森

(三) 克服热障

喷气式飞机突破音障实现超音速飞行后, 随着速度进一步提高, 又出现了新的障碍。由于高速气流的摩擦会使飞机表面温度升高, 当飞行速度超过音速的 2.5 倍时, 飞机表面的温度可上升到 300°C , 超过了铝合金材料的极限工作温度 (250°C), 飞机结构的强度和刚度急剧下降, 气动外形破坏, 危及飞行安全, 这种因气动加热而引起的危险障碍, 称为“热障”。克服热障的办法是采用耐高温的材料, 如不锈钢、钛合金等。美国的 SR-71 飞机 (图 1-22), 93% 的机体表面都采用钛合金, 就顺利越过了热障, 飞行速度超过音速 3.3 倍。

飞机的发展, 速度的提高, 是在不断发现问题、突破障碍中前进的, 人们认识自然、改造自然和征服自然的能力是永无止境的。



图 1-22 SR-71 侦察机

1.2 我国航空事业概况

一、旧中国的航空事业

我国古代在航空方面曾有过不少成就，由于长期封建专制的统治和闭关自守的政策，阻碍着经济和科技的发展，因而处于落后状态。

近代不少有识之士也研制过气球、飞艇和飞机，且有先进水平，但由于清政府的昏庸和军阀混战，未能得到应有的发展。

民国以来，西方航空技术不断传入中国，各地军阀纷纷购置外国飞机筹建自己的空军，航校和修理厂也应运而生。修理厂除修理外也装配一些外国飞机。30年代初期，国民政府先后和美国、意大利合作，分别建立了杭州和南昌两个飞机制造厂。装配和仿造过一批外国飞机，均因抗战失利而毁。唯一自行研制飞机的福建马尾海军飞机制造处，在巴玉藻、王助等领导下，研制过一些水上飞机，因经费限制未能得到发展。所有这些工厂生产的飞机，其原料、成品和设备都依赖外国进口，旧中国并没有真正建立起独立的航空工业和科研体系，航空教育亦很薄弱，仅几所大学附设航空系，毕业生寥寥无几，并学无所用，只好出国或改行。

二、新中国航空事业的发展

中国航空事业的蓬勃发展是从新中国成立之后开始的，而且是先建空军、民航，后建航空工业，再发展航空教育和科研机构。

(一) 人民空军在战火中成长壮大



图 1-23 中国人民志愿军空军的机群



图 1-24 美制 U-2 高空侦察机残骸

1949年11月11日建立人民空军，1950年3月飞越天险进军西藏。同年10月组成志愿空军抗美援朝（图1-23），3年共击落击伤美机2347架。以后又在国土保卫战中，先后击落击伤入侵敌机283架，中国人民空军在战火中成长壮大，我国空军在国产新机装备下，已逐

步走向现代化。图 1-24 是被我空军接连击落的美制 U-2 高空侦察机残骸，在北京中国军事博物馆陈列展览的照片。

（二）中国民航事业蓬勃发展

1949 年 11 月 2 日建立中国民航。当时只有两航起义飞回来的十几架小型运输机，开辟了国内、国际航线 12 条，年载客量仅 1 万人，运输总周转量 157 万吨公里（t·km）。由于长期处于战争时期和文革动乱状态，民航发展极其缓慢，到 1978 年，运输飞机不足 100 架，航线只有 162 条，年载客量仅 230 万人，运输总周转量不到 3 亿吨公里，在世界上排名到第 37 位，处于落后地位。

改革开放后，国民经济迅速发展，对外交往不断扩大，民航也得以迅猛长进，到 1995 年底，航线已发展到 797 条，增长 66 倍，其国际航线也发展到 85 条，通往 33 个国家和地区的 83 个城市。拥有新型大中型运输飞机 416 架（图 1-25），年载客量 5150 万人（1996 年已达到 5551 万人），运输总周转量达到 71.5 亿吨公里（1996 年达到 80.5 亿吨公里），由

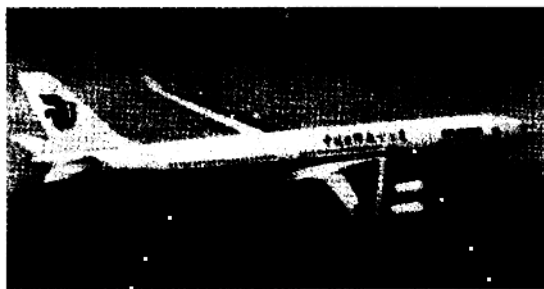


图 1-25 中国民航的新型客机 A340

世界第 37 位跃升到第 11 位。我国民航的增长速度为世界民航平均增长率的 4 倍，居世界前列。此外，直接为国民经济建设服务的通用航空也得到相应发展，从一个只有几架小飞机的专业航空队，发展到已拥有 30 多种机型、400 多架飞机的中国通用航空公司，现在能同时出动数百架飞机进行航空摄影、海上服务、农林播种、防治虫害、抗灾救护等作业飞行。1985 年起，各地开始建立地方航空公司，为国民经济建设做出了积极的贡献。民航教育事业也在相应发展，现已建立了中国民用航空学院、中国民航飞行学院和中国民航管理干部学院等三所高等院校，北京、上海、广州等三所民航中专和其他民航技校。此外，还组建了三个飞行模拟培训中心和一个乘务员培训中心，以适应民航发展需要。

（三）中国航空工业建成独立完整的工业体系

新中国的航空工业是在飞机修理的基础上建立起来的，在抗美援朝中发挥了巨大作用。1951 年 4 月 29 日正式成立航空工业局，随即开始扩建和新建了 20 个航空企业，并开始组织新机试制。1954 年 7 月 11 日，新中国第一架飞机“初教 5”仿制成功（图 1-26），标志着新中国的航空工业由修理进入了制造的新阶段。两年后，1956 年 7 月 19 日，第一架国产喷气式歼击机“歼 5”试飞上天，又迅速跨入喷气时代（图 1-27）。1959 年 4 月，我国第一架超音速歼击机“歼 6”又试制成功（图 1-28），使我国制造技术进入世界先进行列。由这两种飞机武装的人民空军，先后击落击伤入侵敌机 283 架。1958 年我国第一架直升机“直 5”也仿制成功，并且大量装备了空军部队（图 1-29）。同时我国也开始了自行设计飞机的尝

试。1958年7月，第一架自行设计的喷气式教练机“歼教1”试飞上天但未批量生产（图1-30）。但另一架自行设计的“初教6”也在同年8月试制成功，已大量装备部队并出口国外（图1-31）。



图 1-26 初教 5 飞机
——新中国的第一架飞机

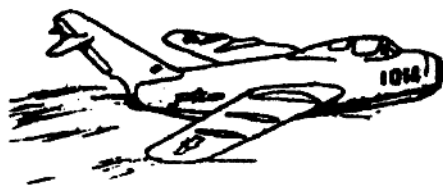


图 1-27 歼 5 飞机
——我国第一架喷气式歼击机



图 1-28 歼 6 飞机——我国第一架超音速歼击机



图 1-29 直 5 直升机——我国第一架直升机

在短短的 8 年时间内，我国航空工业实现了由修理到制造、从低速螺旋桨飞机到超音速喷气飞机的过渡。并且开始从仿制走向了自行设计。但是蓬勃发展的中国航空工业，从 50 年代末到 70 年代中期，受到了一系列政治运动和经济破坏的干扰，已大大落后于世界先进

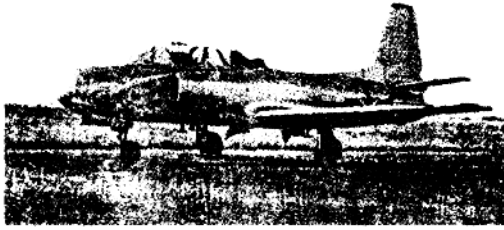


图 1-30 歼教 1 飞机——我国自行设计的第一架喷气飞机



图 1-31 初教 6 飞机

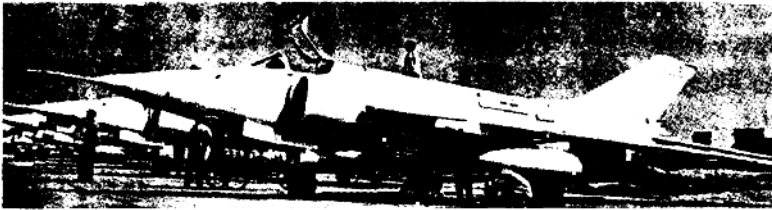


图 1-32 强 5 飞机——我国自行研制的强击机

水平。这段时期，虽然进展较慢，却进入了稳步、全面而又独立自主地建设和发展时期，建立了比较完整配套的生产能力和科研设施，也仿制和自行研制了不少新机种，满足了空军装备的需要。如 60 年代，我国先后仿制出轰炸机“轰 5”、“轰 6”和歼击机“歼 7”。1965 年 6 月我国自行设计的超音速强击机“强 5”，已大批装备部队（图 1-32）。1976 年 4 月，又研制了水上轰炸机“水轰 5”。



图 1-33 运 10 飞机在拉萨机场

1979 年改革开放以后，中国航空工业又开始走上新的发展时期。1980 年 9 月，我国自行设计了大型喷气客机“运 10”在上海试飞成功，并 7 次飞越天险到达西藏拉萨（图 1-33）。1984 年 6 月 12 日，我国又自行研制出具有当代歼击机特点的高机动高性能先进歼击机“歼 8 II”（图 1-34），并采用先进的系统工程管理方法，从方案论证到试飞上天，仅用了

三年时间,标志着中国航空技术进入先进水平。歼 8 II 的出现,已引起国际航空界的广泛关注。国产支线客机“运 7”(图 1-35),自 1986 年 4 月投入航线以来,到 1994 年,已有 89 架^①飞机在国内 278 条航线上营运,而且成为我国民航客机中最大的机群,打破了外国飞机长期垄断中国民航的局面。改革开放也

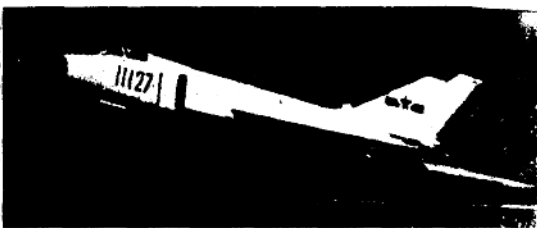


图 1-34 我国先进歼击机歼 8 II

给中国民航和中国航空工业的发展带来新机遇,引进国外先进技术,合作生产新型飞机,为我国航空工业迅速赶上世界先进水平创造了条件。图 1-36 为中美合作生产的现代大型客机 MD-82 在上海生产,首批 25 架已于 1991 年交付中国民航使用,第二批 10 架中有 5 架 MD-83 飞机已返销美国,质量获得好评。1995~2001 年,再与美国麦道公司合作,生产 40 架新型干线客机 MD-90-30。目前我国正在和外国合作研制多种新型军用、民用飞机。

新中国的航空教育是同航空工业同步建立和同步发展的。1952 年创建三所独立的航空高等院校,即北京航空学院、华东航空学院和南京航空专科学校。1991 年,航空高等院校已发展到 6 所,即北京航空航天大学、西北工业大学、南京航空航天大学、南昌航空工业学院、沈阳航空工业学院和郑州航空工业管理学院。另有大专 1 所,即西安航空高等专科学校,中专三所,即成都航空工业学校、大庸航空工业学校和上海航空工业学校。另外还有职工大学 21 所,职工中专 32 所,职业高中 65 所和技工学校 51 所,总共有各类航空院校 179 所,共培养各类航空人才 30 多万人,其中研究生就有 7000 人,大专生 11 万人,中专生 6.5 万人。而旧中国,没有一所独立的航空院校,附设在几所综合大学中的航空系,到 1949 年毕业生总数还不到 100 人。

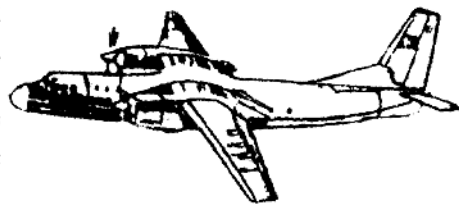


图 1-35 国产支线客机遇 7

旧中国没有独立的航空工业,新中国建立后,接收了 18 个飞机修理厂,9000 名职工,经过 45 年的发展,现有航空工厂 287 个,研究所 35 个,职工 56 万人。中国航空工业已建成独立的生产、



图 1-36 中美合作生产的 MD82 飞机

科研、教育、经营相互结合,专业齐全,规模相当的高科技工业体系,并且已具有独立研制新机的能力。到 1995 年,中国航空工业已累计研制生产歼击机、强击机、轰炸机、运输机、教练机、无人机和直升机等 20 多种 60 多个型号 10000 多架;发动机 20 多种 50000 多台,机载设备 5000 多种;还生产了各种航空火箭弹和战术导弹 10000 多发。还有 1000 多架国产军用、民用飞机出口到世界 10 多个国家和地区。1986 年,中国首次参加国际航空博览会,使我国航空工业开始走向世界。1996 年,在我国珠海市首次举办了国际航展,在飞行表演

^① 1997 年已有 100 多架进入航线运营。