

高等学校教材·航空、航天、航海系列
TEXTBOOKS FOR HIGHER EDUCATION

航空军用飞行器导论

高晓光 主编



西北工业大学出版社

高等学校教材

航空军用飞行器导论

主 编 高晓光
编 著 高晓光 何建华 罗继勋
符小卫 曹菊红



西北工业大学出版社

【内容简介】 本书首先简单介绍了航空军用飞行器的历史、发展及分类。之后逐一介绍了飞机的飞行原理、导弹的飞行原理及从飞机上发射的各种无控弹丸的飞行原理。本书为高等院校航空火力控制专业的教材,其内容可根据不同学时要求,有选择地使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

航空军用飞行器导论/高晓光主编. —西安:西北工业大学出版社,2004. 12
ISBN 7 - 5612 - 1494 - 4

I. 航… II. 高… III. 军用飞行器—理论 IV. V21

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 079848 号

出版发行:西北工业大学出版社
通信地址:西安市友谊西路 127 号 邮编:710072
电 话:029 - 88493844 88491757
网 址:www.nwpup.com
印 刷 者:西安兰翔印刷厂
开 本:787 mm×1 092 mm 1/16
印 张:14.5
字 数:332 千字
版 次:2004 年 12 月第 1 版 2004 年 12 月第 1 次印刷
定 价:18.00 元

前 言

本书是高等院校航空火力控制专业的专业基础课教材,也可作为从事本专业工作的研究生和科技人员的参考教材。书中内容主要是研究在大气中飞行的军用飞行器(飞机、导弹、无控弹丸)的飞行原理及相关理论。

全书共分四章,第一章简单介绍了航空军用飞行器的历史、发展及分类。第二章介绍了飞机的飞行原理,内容有空气动力学原理、坐标系的建立、飞机动力学方程、飞机的飞行性能、飞机的稳定性与操纵性。第三章以空空导弹为重点,介绍导弹的飞行原理,内容有导弹的组成和类别、作用在导弹上的力和力矩、导弹运动方程组、导弹的机动性和过载、空空导弹的几种瞄准发射方式和制导方法、空空导弹的攻击区。第四章介绍从飞机上发射或投射的各种无控弹丸的飞行原理,即航空外弹道学,内容有弹丸质心运动方程式的组成、航空外弹道学的几种常用近似求解方法。

本书作为航空火力控制专业的专业基础教材,某些章节根据不同学时的要求,可有所侧重。

本书由高晓光主编。第一、三章由高晓光编写;第二章由高晓光、罗继勋编写;第四章由何建华、符小卫、曹菊红编写。李华军同学对第一、三章进行了整理和录入,王健同学对第二、四章进行了整理和录入。

由于作者水平有限,书中难免存在一些缺点和错误,诚恳希望读者批评指正。

编 者

2004年11月

目 录

第一章 航空系统概论	1
§ 1.1 世界航空发展史	1
§ 1.2 中国航空事业概貌	5
§ 1.3 军用飞行器的分类	6
第二章 飞机飞行原理	13
§ 2.1 空气动力学简单介绍.....	13
2.1.1 空气的性质.....	13
2.1.2 升力的产生和变化规律.....	17
2.1.3 阻力.....	32
2.1.4 飞机极线.....	40
§ 2.2 坐标系的建立.....	44
2.2.1 坐标系分类及其定义.....	44
2.2.2 正交坐标系之间的变换公式.....	45
§ 2.3 飞机动力学方程的建立.....	51
§ 2.4 飞机的飞行性能.....	55
2.4.1 性能计算的原始数据.....	55
2.4.2 用简单推力法计算飞机的平飞性能.....	59
2.4.3 用简单推力法计算飞机的上升性能.....	61
2.4.4 飞机的机动性能.....	63
2.4.5 飞机的续航性能.....	67
§ 2.5 飞机的稳定性和操纵性.....	70
2.5.1 机动飞行与空战.....	70
2.5.2 飞机的稳定性和操纵性.....	72
第三章 导弹飞行原理	78
§ 3.1 导弹的组成和类别.....	78
3.1.1 导弹的组成与功能.....	78

3.1.2	导弹的气动外形·····	81
3.1.3	空空导弹的种类·····	82
§ 3.2	常用坐标系·····	85
§ 3.3	作用在导弹上的力和力矩·····	86
3.3.1	空气动力·····	86
3.3.2	作用在导弹上的推力·····	88
3.3.3	作用在导弹上的重力·····	89
3.3.4	作用在导弹上的空气动力矩·····	90
§ 3.4	导弹运动方程组·····	93
3.4.1	导弹作为变质量系的动力学基本方程·····	93
3.4.2	导弹运动方程组·····	94
3.4.3	导弹的纵向运动和侧向运动·····	106
3.4.4	导弹的平面运动·····	109
3.4.5	导弹的质心运动·····	111
3.4.6	导弹的机动性和过载·····	115
§ 3.5	空空导弹瞄准发射方式·····	122
3.5.1	追踪发射·····	122
3.5.2	前置发射·····	122
3.5.3	离轴发射·····	123
3.5.4	后射/越肩发射·····	124
§ 3.6	导弹的制导方法·····	124
3.6.1	概述·····	124
3.6.2	相对运动方程·····	125
3.6.3	追踪法·····	128
3.6.4	平行接近法·····	129
3.6.5	比例导引法·····	131
3.6.6	三点法·····	138
3.6.7	矫直系数法·····	139
3.6.8	最优制导规律·····	140
3.6.9	选择导引方法的基本要求·····	141
§ 3.7	空空导弹攻击区·····	142
3.7.1	尾后攻击区·····	142
3.7.2	全向攻击区·····	143
3.7.3	限制攻击区的因素·····	144
第四章	航空外弹道学·····	146
§ 4.1	航空外弹道学研究的目 的及任务·····	146
4.1.1	航空外弹道学研究的目 的及任务·····	146
4.1.2	外弹道学的地位与作用·····	147

4.1.3	基本术语、定义及符号	147
§ 4.2	弹丸质心运动方程式的组成	149
4.2.1	外弹道学基本问题的假设	149
4.2.2	质心运动方程式的组成	150
4.2.3	空气弹道的一般特性	159
§ 4.3	航空外弹道的近似求解	164
4.3.1	斜角坐标系射击弹道的近似求解	164
4.3.2	火箭弹道的近似求解	173
4.3.3	直角小抬高角坐标系射击弹道的近似求解	189
4.3.4	斜角坐标系射击弹道的直接解析式求解	199
4.3.5	轰炸弹道的求解	205
4.3.6	龙格-库塔法	207
附录		214
参考文献		224

第一章 航空系统概论

§ 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

1. 古代的飞行尝试

我国史书曾记载王莽时代有一位异能之士,他用羽毛作两翼,从高山上滑翔而下,飞行数百步始落(见图 1-1)。这是公元 9 年的事,是人类历史上第一次成功的飞行尝试。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 年法国锁匠也曾研制过一个“飞行十字架”。但这些飞行尝试都以失败告终。此后,人们开始转向轻于空气的飞行器的研究。



图 1-1 王莽飞人

2. 古老的飞行器

世界上最早的飞行器是什么?是中国的风筝和火箭。这就是在美国国家航空和空间博物馆陈列的“世界上最早的飞行器”。

传说公元前 200 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。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。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,创造出气象测量仪。英、美航空先驱者用风筝进行飞行试验,发明了滑翔机和飞机。

火药是中国最伟大的发明之一。南宋末年(公元 1279 年以前)出现了利用反作用力原理以喷气推进的火箭。

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,东汉科学家张衡制作过“腹中施机,能飞数里”的木鸟,可认为是世界上最早的带动力的飞行器。此外,竹蜻蜓、孔明灯、走马灯、风车、风扇、陀螺和磁罗盘,也都是世界上各类飞行器和航空设备的最早

雏形。

3. 从气球到飞艇

18 世纪后期,西方在扑翼飞行失败以后,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 日载人飞行 12 km,完成了历史上第一次载人的飞行(见图 1-2)。随后,法国人查理又研制成功载人氢气球。

气球只能随风飘飞,由于不能操纵,1852 年,法国人吉尔制成了带动力、可操纵的飞艇(见图 1-3)。但操纵不善,未能返回原地。直到 1900 年,德国齐伯林的硬式飞艇完善了操纵系统,才使飞艇成为第一种空中交通工具。

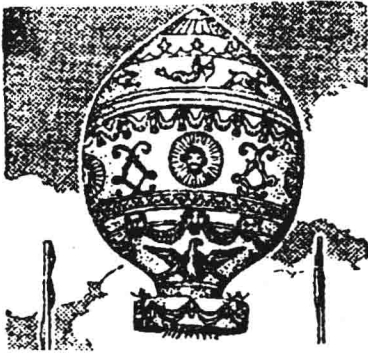


图 1-2 蒙哥尔费热气球

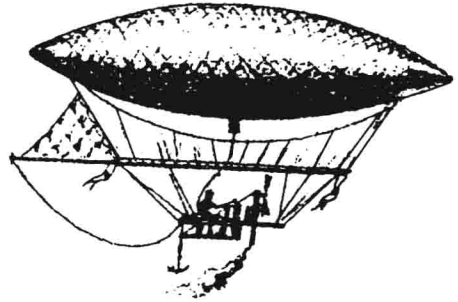


图 1-3 吉尔飞艇

4. 从滑翔机到飞机

公元 9 年,王莽飞人首先完成了滑翔飞行的壮举,随后,晋朝的葛洪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后,直到 19 世纪,英国凯利才提出翼面操纵和动力飞行问题,为飞机的出现提供了理论基础。

19 世纪末,随着蒸汽机和螺旋桨的出现,不少人开始研制动力飞机。莱特兄弟从研究风筝和滑翔机入手,吸取前人的航空理论和飞行经验,并做了大量的风洞实验,制造出重量轻、体积小、的内燃机,最后终于制成了一架装有 8 820 W(12 马力)功率的活塞发动机的飞机(见图 1-4)。

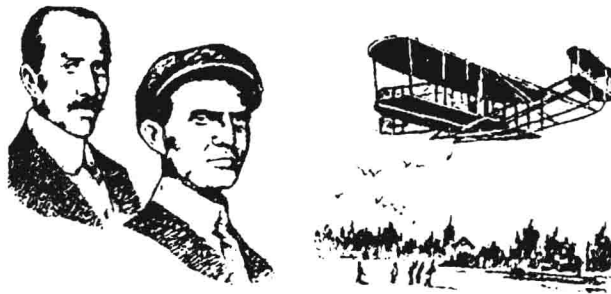


图 1-4 莱特兄弟及其飞机

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,于 1908 年,在旧金山设厂制造飞机。他博

采众长,别具一格,终于自行研制出中国的第一架飞机,并于1909年9月21日亲自试飞上天,飞行800 m,轰动美国(见图1-5)。

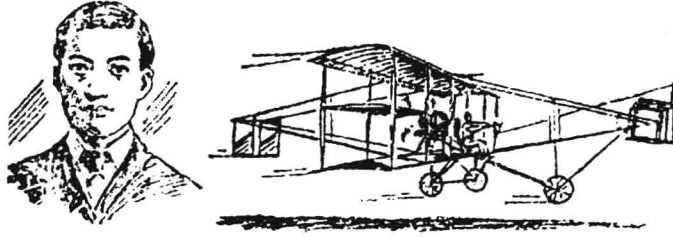


图1-5 冯如及中国的第一架飞机

在海外,还有中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也都做出了卓越的贡献。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。钱学森,吴仲华创造的“钱氏公式”和“吴氏方程”已成为世界各国高速飞机和喷气推进器设计的经典公式和理论依据。

二、从活塞飞机的发展到第一架喷气式飞机的出现

1. 战争促进航空工业的发展

飞机出现后很快被用于战争,20世纪的两次世界大战使飞机得到了迅速的发展。战争的需要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。

在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。20世纪的第一次世界大战使空军成长为一支重要的军事力量。在第二次世界大战中,空军更显示出举足轻重的作用。从第一次世界大战到第二次世界大战,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,使飞机的外形、结构和机载设备更加完善。

2. 活塞式飞机的限制

战争促进飞机性能迅速提高,飞机的速度从16 km/h提高到755 km/h,达到了活塞式飞机当时的速度极限(见图1-6)。



图1-6 创造最高速度记录的活塞式飞机

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,于是带来发动机重量和容积的增加,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,螺旋桨在高速时效率降低。活塞式飞机的速度来源于螺旋桨的拉力。在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,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,飞机表面会产生激波而使阻力急剧增加,要克服这种阻力,就要消耗掉发动机原有功率的3/4,使飞机速度无法提高。基于以上原因,活塞式飞机的速度无法提高,也不能实现超音速飞行。因此,活塞式飞机的发展必然受到限制,只能用于低速飞行。

三、喷气式飞机的诞生和发展

1. 喷气式飞机的问世

在活塞式发动机的发展受到限制后,产生了一种新的动力装置——喷气发动机。它具有重量轻,推力大的优点,装在飞机上可以大大提高飞行速度。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型飞机,随后(原)苏联、美国也相继制造出米格—15、F—80、F—86等型号的第一批喷气式飞机,并投入朝鲜战争。

2. 突破音障

喷气式飞机出现以后,速度很快增加到900 km/h以上,当飞行速度进一步增加到接近音速时,飞机突然出现异常,阻力剧增,升力下降,低头失控,而且翼面出现剧烈抖振,甚至导致机毁人亡,形成“音障”。为实现超音速飞行,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”首先突破音障。1953年,美国第一架实用型超音速战斗机F—100型问世,随后苏联也出现米格—19型超音速战斗机。从此,航空技术又跨入超音速领域,实现了超音速飞行。

3. 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,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,飞机表面的温度可以升到300℃,超过了铝合金材料的极限工作温度,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型飞机,93%的机体表面都采用钛合金,顺利越过了热障,飞机速度超过了音速3.3倍。

四、未来航空军用飞行器的发展

到目前为止,世界上仅有美、俄两国在涉足下一代战斗机的研制,其中,有一种已经进入了批量生产阶段,即美国的F—22A“猛禽”型,其他还有5种或作为技术验证机处于验证试飞阶段,或作为原型机还在进行试飞鉴定。它们包括当初与YF—22型激烈角逐ATF计划的美国诺斯罗普·格鲁门公司的YF—23型、俄罗斯苏霍伊设计局设计的前掠翼技术验证机苏—37(即S—37)“金鹰”型、米格设计局设计的1.44技术验证机、参加JSF设计竞争的波音的X—32A型和洛克希德·马丁的X—35A型。其中,X—32A和X—35A型飞行试验进展速度很快。

按目前西方流行的观点,通常认为新一代战斗机应该具备隐身、发动机在非加力状态的超音速巡航、超机动性三项主要特征。但俄罗斯专家则认为,单凭着飞机的技术性能来确定一架飞机属于哪一代的时代已经成为过去。研制新一代歼击机时所解决的主要问题,已从气动力和发动机研制领域转移到机载无线电电子设备领域。

21 世纪,美空军在武器装备发展战略上的基本思想是:把航空航天信息装备发展放在首位,逐步形成以卫星为核心,以无人机为主力,空天一体化和网络化的指挥、预警、侦察、监视系统;以发展研制隐身飞机为重点,积极发展无人机和航天飞机,形成以隐身飞机为核心,由无人战斗机和航天飞机共同组成的空天一体化的作战体系;机载武器系统向精度高、威力大、射程远、全天候、小型化方向发展;大力发展空运力量,形成有效贯彻“全球交战”的战略空运力量。

§ 1.2 中国航空事业概貌

一、旧中国的航空事业

中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,因而中国的航空事业在旧中国处于落后状态。

近代不少有识之士也研制过气球、飞艇和飞机,并且有一定的先进水平,但由于清政府的昏庸和军阀混战,未能得到应有的发展。

中华民国以来,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。

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。新中国的航空工业是在飞机修理的基础上建立的。从修理到仿制,从仿制到自行设计制造初级教练机到超音速战斗机,从只能制造农业飞机到具备了制造大型客机的能力,新中国的航空工业从无到有、从小到大,已经取得了可以称得上辉煌的成就。

新中国成立后,中国航空工业只有一些设备陈旧,规模很小,厂房也很简陋的修理厂。1952 年航空工业才开始成批修理飞机、发动机和机载设备,同时为尽快过渡到制造做准备。在从修理向仿制过渡的过程中,随着(原)苏联专家陆续到厂,各主机厂以及相继建设的机载设备厂的管理体制开始按照苏联的模式实施。

1954 年 9 月 28 日新华社播发了新闻,向全国、全世界宣布中国自己制造的初教—5 型飞机试制成功。初教—5 型飞机在当年就生产了 10 架,翌年交付空军 60 架,到 1958 年共生产 379 架。它标志着中国航空工业由修理开始走向制造。

1956 年 7 月 13 日,全部用自制零件组装的第一架歼—5F 型飞机完成总装。1956 年 9 月 9 日,《人民日报》向世界宣告中国试制成功新型喷气式飞机,跃入了喷气机时代。至当年 9 月 15 日,制造出 4 架歼—5F 型飞机。这 4 架飞机在 1956 年国庆大典时,飞越天安门,接受中共中央和国家领导人的检阅。至 1959 年下半年停产,共生产歼—5F 型飞机 767 架,有力地支援了人民空军建设。

1959 年 4 月,中国第一架超音速歼击机歼—6 型研制成功,1963 年 12 月正式转入成批生产,结束了航空工业连续几年制造不出优质歼击机的被动局面。

新中国自行设计喷气式飞机和发动机开始于 1956 年,第一架机型是高亚音速喷气式歼击教练机。这是新中国自行设计喷气式飞机的开端。这种飞机命名为歼教—1。歼教—1 型飞机的设计和制造是成功的。但是,由于空军飞行训练体制变化,它没有走完试制的全过程。不过,通过设计、制造、试飞,积累了经验,培养了新中国第一代飞机、发动机设计人才。继歼教—1 型飞机之后,又开始自行设计初教—6 型螺旋桨初级教练机。初教—6 型飞机是新中国自行

设计并批量生产的第一种飞机。到1990年,初教—6型飞机共生产近2000架,除交付空军、海军航空兵部队、航空学校、中国民航使用外,还支援了一些国家。初教—6型飞机在中国航空史上占有重要的一页。

1958年8月,空军提出需要一种超音速强击机。自行设计的强击机命名为“雄鹰—302”,以后统一命名为强—5。它吸收了歼—6型歼击机的某些长处,继承了其合理部分,同时借鉴了西方国家同类飞机的某些优点,并加上了自己的创造。该机机身和机翼上都有悬挂点,可携带炸弹、火箭对地攻击武器等。1965年6月1日,第一架强—5型飞机升空,年底投入试生产。1969年,根据空军在使用中发现的问题,对强—5型飞机进行了改进,终于填补了中国超音速喷气式强击机的空白。该机以后又经过多种改型,已形成了强—5型飞机系列。

1966年1月17日,首架歼—7型飞机升空,1967年6月投入成批生产。该机试制周期只有2年4个月,标志着中国战斗机和航空发动机制造技术和原材料基础工业都提高到了一个新水平。1968年12月24日,中国自己制造的装大推力发动机的轰—6甲型轰炸机升空。这是中国航空史上的一项重大成果。飞行试验证明:该机各系统工作正常,发动机工作状态良好,飞机具有良好的操纵性和稳定性,主要性能均符合设计要求。轰—6甲型轰炸机进行了多种改进改型工作,满足了空军和海军航空兵不同用途的要求。1964年10月25日,航空研究院确定要研制比歼—7型飞机飞得更高、更快、留空时间更长、看得(雷达)更远、火力更强的歼击机,命名为歼—8型歼击机。1966年底,设计人员发出了全套图纸。1968年7月首批两架歼—8飞机总装完毕。1969年7月5日歼—8型飞机首飞成功。

中国自行研制的歼教—1、歼教—6、强—5和歼—8等机型的相继成功,标志着中国的航空工业已从仿制走上了自行设计的道路。

由中国洪都工业集团与巴基斯坦航空综合公司联合研制的K—8型飞机,1992年飞出国门,标志着中国航空工业军机的出口也上了一个台阶。迄今为止,中国航空工业为中国军队提供了20种机型的飞机10000多架,十几个型号的空空导弹近万枚,各型航空发动机30000多台,各种机载设备5000多种。新型航空武器装备已成为保卫中国领空领海的威慑力量,在中国举行的多次三军联合演习中搏击海天,威震四方。在1999年10月1日中华人民共和国50周年大阅兵中,由中国空军航空兵为主体,陆军、海军航空兵联合的9个机种、15种机型、132架战机组成的10个梯队,筑成蓝天长城,从空中呼啸而过。除了轰—6型轰炸机、强—5型攻击机、歼—7M型歼击机、歼—8I/II型高空高速歼击机外,还首次亮相了空中加油机、歼轰—7型和直—9型武装直升机,显示了中国的空中力量已经发展成为能攻能守、快速机动、近远程作战、高低空精确打击的现代空中力量。特别是全面展示了中国军用航空工业在改革开放以来所取得的巨大成就。

§ 1.3 军用飞行器的分类

一、飞机的分类

飞机按用途分为军用机和民用机两类。

1. 军用机

(1)歼击机:歼击机又称战斗机,主要任务是与敌方歼击机空战,夺取制空权,或将入侵敌机驱逐出境。其次是拦截敌轰炸机及巡航导弹,保卫重要城市和目标。目前各国先进的歼击

机有美国的 F-16(见图 1-7),(原)苏联/俄罗斯的米格-29,苏-27,法国的“幻影 2000”,“幻影 4000”等型号。

(2)歼击轰炸机:歼击轰炸机以攻击地面目标为主,兼有空战能力,有的是由歼击机改装的。现在的歼击轰炸机,如(原)苏联的米格-27,苏-17,美国的 F-111、F-15E、F-16E,法国的“幻影”2E,瑞典的 Saab-35(见图 1-8)等型号。

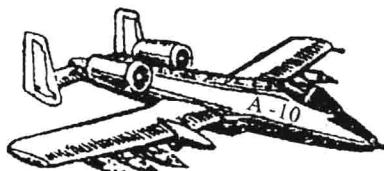


图 1-7 美国 F-16 型超音速战斗机



图 1-8 歼击轰炸机

(3)强击机:强击机是专用于低空,超低空(300 m 以下)攻击地面小型活动目标,直接支援地面部队作战的轻型飞机,又称为攻击机或近距离空中支援机。强击机低空作战时,易遭受地面炮火袭击,故在其要害部位的下表面都装有防弹装甲。强击机要具有良好的低空操纵性能和强大的对地攻击武器。先进的强击机还装有地形跟随系统,可自动跟随地形起伏和回避高山飞行,如美国的 A-10 和(原)苏联的苏-25(见图 1-9~图 1-10),中国也自行研制了超音速强击机强-5。



反坦克攻击机

图 1-9 A-10 型强击机

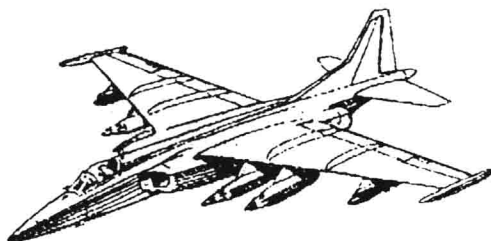


图 1-10 苏-25 型强击机

(4)轰炸机:轰炸机分为战略轰炸机和战术轰炸机。战略轰炸机用于深入敌后,对重要军事基地和政治经济交通等中心目标实施战略轰炸,该机种载弹量大,航程远,威胁大。按航程大小分为中程战略轰炸机和远程战略轰炸机两种,前者航程 3 000~6 000 km,载弹量 5~10 t。如美国的 FB-111,俄罗斯的图-22,中国的轰-6 均属于此类;后者航程超过 7 000 km,载弹量在 10 t 以上,如美国的 B-1, B-2, 俄罗斯的图-26“海盜旗”等。战术轰炸机主要用于配合地面部队,对敌方供应线和前沿阵地实施战术轰炸。该机制弹量小(3~5 t,航程短小于 3 000 km)。美国的 B-57 和中国的轰-5 皆属此类,现已逐渐被歼击轰炸机代替。

(5)军用运输机:军用运输机是用于军事空运、空投和空降的运输飞机。它可以快速空运兵员、武器装备和军用物资到达前沿阵地,也可以在敌后空降伞兵,空投武器。因此,它对提高部队作战机动性和加强应变能力具有重要作用。大型军用运输机,可装运大型军事设备,如坦克,大炮,战略导弹,直升机,飞机大部件,还可以驮运航天飞机。军用运输机与民用运输机不同,它尾部上翘,后部开有大货舱门,车辆可直接开入机舱。如(原)苏联的安-22,安-124,美

国的 KC-10“扩张者”和 C-17“环球霸王”，及中国的运-8 和运-7H。

(6) 教练机：教练机是用来训练驾驶员的飞机，因此坐舱内至少有学员和教练两个座位和两台相连的操纵系统，可分为初级、中级和高级教练机。中国已先后成功地研制出各种级别的多种教练机，如初教-5、歼教-7、轰教-5、K-8 等。

(7) 侦察机：专用于侦察和搜索敌方军事情报的飞机称侦察机。它包括有人驾驶和无人驾驶等两类侦察机，又有战略与战术侦察机之分。战略侦察机以高度高、航程远、速度大实施侦察，如美军的 SR-71、俄罗斯的米格-25P、战术侦察机都是由歼击机改装的，如美国的 RF-4C、俄罗斯的雅克-25P、中国的歼侦-6 等。

(8) 反潜机：用于搜索和攻击潜水艇的轰炸机或直升机。中国自行研制的水轰-5 是中国第一代大型水上巡逻反潜轰炸机，装有反潜鱼雷、深水炸弹、空对面导弹、水雷等武器，执行以攻舰反潜作战为主，兼顾海上布雷、侦察、救护和运输等的多种任务。

(9) 预警机：预警机是用于搜索和监视空中或海上目标的飞机。机上装有远程搜索雷达，可在高空搜索远距离或敌后目标，特别是地面雷达站无法发现的低空飞行目标，可提前发出警报，还可作为空中指挥中心，引导和指挥我方歼击机进行拦截和攻击。预警机机身上部常驮有一个圆盘，内装预警雷达天线，如美国的 E-2、E-3，俄罗斯的图-126 都采用这种形式，而英国的“猎迷”预警机，则采用一对雷达天线，分别装在机头和机尾的两个大包内。

(10) 电子干扰机：电子干扰机是携带电子干扰设备，对敌方的雷达和通信系统进行干扰的飞机。它要执行远距离干扰，突防护航和近距支援任务，通过电子干扰，使敌方防空和指挥失效，掩护己方攻击机突防和实施攻击，如美国的 EA-6B、EF-111A(见图 1-11)。

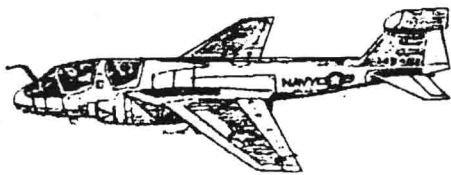


图 1-11 美国 EA-6B 电子干扰机

(11) 隐身飞机：利用隐身技术来回避敌方雷达的探测，提高自身的生存力和作战性能的飞机。如美国的 F-117A 战斗/攻击机(见图 1-12)，飞机表面涂覆能吸收雷达波的材料，能有效地减少飞机的雷达反射面积；同时采用多平面外形和向外倾斜的 V 尾，使电磁波发散，也有的采用翼身融合，如 B-2 隐身轰炸机，亦起同样作用，直升机也能隐身，如美国的 AH-64 和俄罗斯的卡-50。

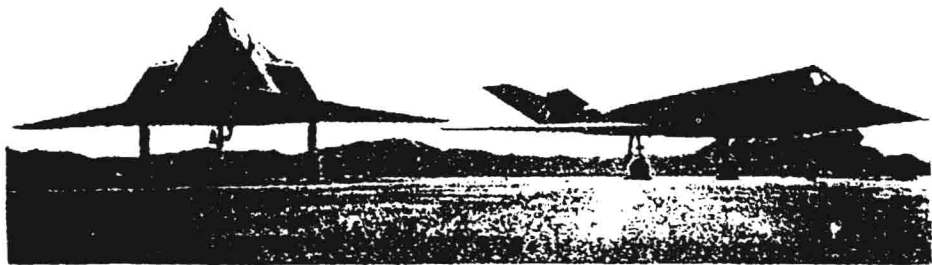


图 1-12 F-117A 隐身飞机

(12)舰载飞机:这是能在航空母舰上起落存放的一种飞机。其主要任务是为舰队护航,夺取制海权和制空权,并以母舰为基地攻击海、陆军事目标。由于航空母舰可以跨海越洋航行,因此舰载飞机的活动范围也随之扩大,弥补了其航程短、作战半径小的缺陷。为了在航空母舰上存放更多的飞机,舰载机的机翼可拆叠上翘(见图 1-13)。



图 1-13 机翼可折叠存放的舰载飞机

(13)空中加油机:该机用于对空中正在飞行的飞机进行补充加油,以增加其航程和续航时间,扩大作战效果。加油机常由运输机改装而成,装有软式输油管,末端有锥套插头,受油机的受油口与之对接,也有装硬式伸缩杆对准受油机受油口输油(见图 1-14)。

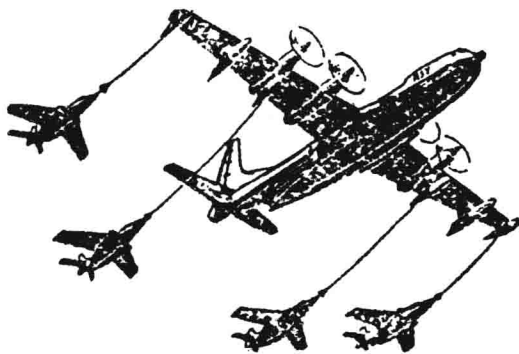


图 1-14 空中加油机及受油机

(14)垂直起落机:该机是利用发动机喷口转向或机身转向来实现垂直起落的飞机,如英国的“海鹞”垂直起落机/攻击机为喷口转向,向下喷气,产生垂直推力而起飞的。也有的利用机身转向竖直起飞。垂直起飞后,喷口或机身转平即与常规飞机相同(见图 1-15)。

2. 民用机

依据用途可分为客机、货机和小型专用飞机,它们分别用于旅客运输、货物运输及农林作业、航空摄影等。此外,飞机按重量还可分为重型飞机($>100\text{ t}$)、中型飞机($40\sim 90\text{ t}$)、轻型飞机($<30\text{ t}$)和超轻型飞机($<150\text{ kg}$)。考虑到本书主要以军用飞行器为主,民用机则不再做详细介绍。

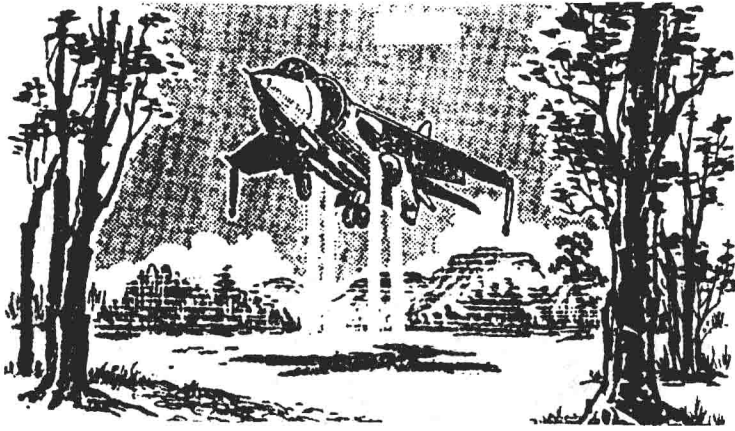


图 1-15 垂直起落飞机

二、航空武器系统分类

航空武器系统由航空器(武器的载机,如飞机、直升机等)和机载武器系统组成。整个武器系统的效能(作战能力)决定于航空器的性能和机载武器系统的完善程度。

机载武器系统则是由军用航空器的武器弹药、火力控制系统、安装(悬挂)装置及各种辅助装置构成的综合系统,其作用是杀伤和摧毁空中、地面、水面、水下的各种目标,现代机载武器系统的组成如图 1-16 所示。

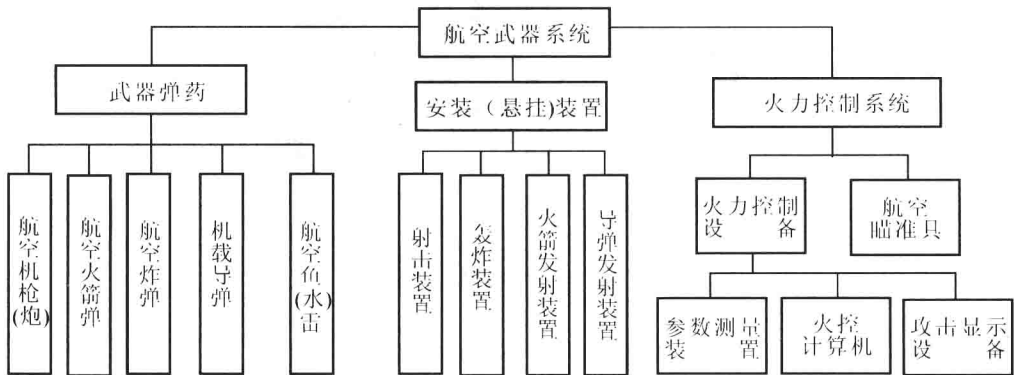


图 1-16 现代机载武器系统组成

(1) 航空机炮:航空机炮(枪)是安装在航空器上能自动连续发射弹丸的射击武器,简称航炮。现代航空机枪的口径多为 7.62 mm 和 12.7 mm,主要装在直升机和教练机上,航空机炮的口径多为 20 mm,23 mm,30 mm。可装备在各种航空器。

(2) 机载火箭弹:机载火箭弹是从航空器上发射,以固体火箭发动机推进的无制导武器,航空火箭弹出现于 20 世纪 30 年代中期,第二次世界大战后成为航空器的标准武器之一,主要用于武装歼击轰炸机和武装直升机,攻击坦克等地面目标。